

日本色彩学会誌 第44巻 第3号 SUPPLEMENT (2020)  
Journal of the Color Science Association of Japan, Vol.44, No.3 Supplement

日本色彩学会第51回全国大会カラーポッド[京都]'20発表論文集  
Proceedings of the 51<sup>st</sup> Annual Meeting

会 期：2020年6月27日～28日  
発 表：89件



発行

一般社団法人 日本色彩学会  
THE COLOR SCIENCE ASSOCIATION OF JAPAN

# 目次

## Contents

[CP-1]	2種類の黄色誘導錯視とそれらを用いた錯視デザイン ..... 1	
	<b>Two types of yellow induction illusion and their illusion designs</b>	
	北岡明佳 (立命館大学総合心理学部)	
	Akiyoshi Kitaoka	
	College of Comprehensive Psychology, Ritsumeikan University	
[CP-2]	DETECTABILITY OF COLOR-CODED TOILET SIGNS ..... 3	
	Chanprapha Phuangsuan <sup>1</sup> , Mitsuo Ikeda <sup>1</sup> and Wipada Pumila <sup>2</sup>	
	<sup>1</sup> Color Research Center, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thailand	
	<sup>2</sup> Department of Digital Printing and Packaging Tech., RMUTT, Thailand	
[CP-3]	SIMULTANEOUS COLOR CONTRAST WITH A LARGE SURROUNDING FIELD ..... 7	
	Mitsuo Ikeda <sup>1</sup> , Chanprapha Phuangsuan <sup>1</sup> and Piyamon Nguensawat <sup>2</sup>	
	<sup>1</sup> Color Research Center, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thailand	
	<sup>2</sup> Department of Digital Printing and Packaging Tech., RMUTT, Thailand	
[CP-4]	ディスプレイ個体差やユーザー個人差を考慮した色覚バリアフリー環境の構築 ..... 11	
	<b>Construction of a color-vision barrier-free environment that considers individual and displays differences</b>	
	張 宇航 (立命館大学大学院情報理工学研究科), 篠田博之 (立命館大学情報理工学部)	
	Yuhang ZHANG <sup>1</sup> and Hiroyuki Shinoda <sup>2</sup>	
	<sup>1</sup> Information Science and Engineering, Ritsumeikan University	
	<sup>2</sup> College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University	
[CP-5]	照度レベルの低下と課題の実行が引き起こす空間解像力の低下 ..... 15	
	<b>Spatial resolution degradation due to illuminance decline and task execution</b>	
	杉浦 徹 (立命館大学大学院情報理工学研究科), 篠田博之 (立命館大学)	
	Toru Sugiura <sup>1</sup> and Hiroyuki Shinoda <sup>2</sup>	
	<sup>1</sup> Graduate School of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University	
	<sup>2</sup> Ritsumeikan University	
[CP-6]	照明光源の分光分布が薄明視下での色の見えに与える影響評価 ..... 19	
	<b>Evaluation of the influence of the spectral distribution of the illumination source on the color appearance under mesopic vision</b>	
	諏訪勝重 (三菱電機株), 京都大学大学院, 石田泰一郎 (京都大学大学院), 好永恒則 (近畿日本鉄道株)	
	Masashige Suwa <sup>1</sup> , Taiichiro Ishida <sup>2</sup> and Tsunenori Yoshinaga <sup>3</sup>	
	<sup>1</sup> Mitsubishi Electric Corporation, Graduate School of Kyoto University	
	<sup>2</sup> Graduate School of Kyoto University, <sup>3</sup> Kintetsu Railway Co., Ltd	
[CP-7]	周囲条件の有無が色の恒常性に与える影響 ..... 23	
	<b>Effect of environmental conditions on color constancy</b>	
	澁谷圭太, 溝上陽子 (千葉大学大学院)	
	Keita Shibuya and Yoko Mizokami	
	Chiba University	
[CP-8]	空間の色彩がヒトの時間的体感に及ぼす影響について - 立体可視化装置 CAVE での心理評価検証実験の試み (5) - ..... 25	
	<b>Effects of Color Space on Human Temporal Experience</b>	
	山下真知子 (大手前大学)	
	Machiko Yamashita	
	Otemae University	
[CP-9]	色順応の輝度依存性 - 脳内色表現の多チャンネル性と色の見え - ..... 29	
	<b>Luminance dependency of chromatic adaptation -color appearance based on cortical multiple color channels-</b>	
	永井岳大 (東京工業大学工学院), 角田佳菜, 田代知範, 山内泰樹 (山形大学大学院理工学研究科)	
	Takehiro Nagai <sup>1</sup> , Kana Kakuta <sup>2</sup> , Tomonori Tashiro <sup>2</sup> and Yasuki Yamauchi <sup>2</sup>	
	<sup>1</sup> School of Engineering, Tokyo Institute of Technology	
	<sup>2</sup> Graduate School of Science and Engineering, Yamagata University	
[CP-10]	ipRGC 刺激量と照明への色順応・色恒常性に関する一考察 ..... 33	
	<b>A Preliminary Study on ipRGC Stimuli and Chromatic Adaptation/Colour Constancy</b>	
	倉田明浩 (千葉大学工学部情報画像学科), 田村太幹 (千葉大学大学院融合理工学府)	
	溝上陽子, 平井経太 (千葉大学大学院工学研究院)	
	Akihiro Kurata, Takara Tamura, Yoko Mizokami and Keita Hirai	
	Chiba University	

<b>[CP-11]</b>	異なる色覚を持つ人々における色刺激に対する神経応答の多様性 .....	37
	<b>Diversity of neural response toward color stimuli among people with different color vision types</b> 高橋直子, 陳 旭 (九州大学大学院 芸術工学府 デザイン人間科学コース) 元村祐貴, 平松千尋 (九州大学 芸術工学院 デザイン人間科学部門) Naoko Takahashi <sup>1</sup> , Chen Xu <sup>1</sup> , Yuki Motomura <sup>2</sup> and Chihiro Hiramatsu <sup>2</sup> <sup>1</sup> Graduate School of Design, Kyushu University, Design Human Science Course <sup>2</sup> Department of Human Science, Faculty of Design, Kyushu University	
<b>[CP-12]</b>	色覚の多様性と赤色 .....	40
	<b>The diversity of Color vision against red</b> 市原恭代 (工学院大学), 坂本 隆 (産業技術総合研究所) Yasuyo G. Ichihara <sup>1</sup> and Takashi Sakamoto <sup>2</sup> <sup>1</sup> Kogakuin University, <sup>2</sup> Institute of Advanced Industrial Science and Technology	
<b>[CP-13]</b>	異なるスペクトルを持つ LED 照明下における色恒常性の評価 .....	42
	<b>Evaluation of color constancy under LED lighting with different spectra</b> 阿部朱里, 北堂絢菜, 篠田博之 (立命館大学) Akari Abe, Ayana Hokudo and Hiroyuki Shinoda Ritsumeikan University	
<b>[CP-14]</b>	ぼけによる質感操作が明るさ知覚と色の見えのモードに与える影響 .....	44
	<b>Effect of texture operation by blur on brightness perception and mode of color appearance</b> 水山 諒 (立命館大学大学院), 篠田博之 (立命館大学) Ryo Mizuyama <sup>1</sup> and Hiroyuki Shinoda <sup>2</sup> <sup>1</sup> Graduate School of Ritsumeikan University, <sup>2</sup> Ritsumeikan University	
<b>[CP-15]</b>	2色覚の赤-緑色応答への ipRGC 刺激量の影響 .....	47
	<b>Influences of ipRGC stimulus value on the red-green color name in dichromats</b> 須長正治 (九州大学大学院), 米田 睦, 佐藤雅之 (北九州市立大学) Shoji Sunaga <sup>1</sup> , Mutsumi Yoneda <sup>2</sup> and Masayuki Sato <sup>2</sup> <sup>1</sup> Kyushu University, <sup>2</sup> University of Kitakyushu	
<b>[CP-16]</b>	分光可変照明による彩度変化への順応効果 .....	50
	<b>Adaptation effect to saturation change by tunable spectral illumination</b> 陳 沢庶, 高橋良香, 溝上陽子 (千葉大学) Zeshu Chen, Yoshika Takahashi and Yoko Mizokami Chiba university	
<b>[CP-17]</b>	ドーム型照明を用いた非接触式測色システムの開発その3: 自動化及び測定精度の検証 .....	52
	<b>Non-contact colorimetric measurement using dome illumination for free-form surfaces Part 3 : automatization</b> 磯見麻衣 (大阪市立大学大学院), 廣内 綾 (大阪市立大学), 伊與田浩志, 酒井英樹 (大阪市立大学大学院) Mai Isomi, Aya Hirouchi, Hiroyuki Iyota and Hideki Sakai Osaka City University	
<b>[CP-18]</b>	ドーム型照明を用いた非接触式測色システムの開発 その4: 色彩・光沢・再帰反射の同時測定 .....	56
	<b>Non-contact colorimetric measurement using dome illumination for free-form surfaces Part 4: Color, gloss and retroreflection</b> 酒井英樹, 伊與田浩志 (大阪市立大学大学院) Hideki Sakai and Hiroyuki Iyota Osaka City University	
<b>[CP-19]</b>	テクスチャが白色知覚に与える影響 .....	58
	<b>Effect of Texture on Whiteness Perception</b> 山路金之介 (近畿大学大学院), 片山一郎 (近畿大学), 西 省吾, 土居元紀 (大阪電気通信大学) Kin'nosuke Yamaji <sup>1</sup> , Ichiro Katayama <sup>2</sup> , Shogo Nishi <sup>3</sup> and Motonori Doi <sup>3</sup> <sup>1</sup> Graduate School, Kindai University, <sup>2</sup> Kindai University, <sup>3</sup> Osaka Electro-Communication University	
<b>[CP-20]</b>	自動車ボディカラーにおけるエフェクトブラックの研究 .....	60
	<b>Study of effect black for car body color</b> 小野郁美, 藤枝 宗, 原田 修 (関西ペイント株式会社) Ikumi Ono, Tsukasa Fujieda and Osamu Harada KANSAI PAINT CO.,LTD.	
<b>[CP-21]</b>	「孔雀羽根織」の分光特性と質感に関する考察 .....	62
	<b>A Study of Material Appearance about "Peacock feather weave" applying gonio-photometric spectrum analysis</b> 大住雅之 (株式会社 カラーサイエンス), 粟野由美 (東京造形大学) Masayuki Osumi <sup>1</sup> and Yumi Awano <sup>2</sup> <sup>1</sup> Office Color Science Co., Ltd., <sup>2</sup> Tokyo Zokei University	

[CP-22]	高演色型蛍光灯とLED照明での色の見えの比較 .....	66
	<b>Comparison of Color Appearance under a High Color Rendering Index Fluorescent and LED Light</b>	
	眞鍋幸菜, 原田幸一, 東 吉彦 (東京工芸大学) Yukina Manabe, Koichi Harada and Yoshihiko Azuma Tokyo Polytechnic University	
[CP-23]	赤色照明が人体に与える体感温度への影響 .....	70
	<b>The effect of red illumination on the perceived temperature on the human body</b>	
	佐々木 柊 (神奈川工科大学大学院), 朝原裕樹, 眞田大輝, 三栖貴行 (神奈川工科大学) Shu Sasaki <sup>1</sup> , Hiroki Asahara <sup>2</sup> , Taiki Sanada <sup>2</sup> and Takayuki Misu <sup>2</sup> <sup>1</sup> Kanagawa Institute of Technology Graduate School, <sup>2</sup> Kanagawa Institute of Technology	
[CP-24]	アプリ「mupic」を使用した色彩と音の連想に関する調査 .....	74
	<b>A Survey of Color and Sound Associations Using the App “mupic”</b>	
	松山聖太 (芝浦工業大学), DOZAN11, 三木 学 (株ビジョナリスト), 青柳臣一 (株ディーバ), 日高杏子 (芝浦工業大学) Shota Matsuyama <sup>1</sup> , DOZAN11, Manabu Miki <sup>2</sup> , Shinichi Aoyagi <sup>3</sup> and Kyoko Hidaka <sup>1</sup> <sup>1</sup> Shibaura Institute of Technology, <sup>2</sup> Visionarist, Co.Ltd, <sup>3</sup> Diva, Co.Ltd	
[CP-25]	色彩画像に対する変調伝達関数計測によるデジタルカメラの空間解像特性評価 .....	76
	<b>Spatial resolution characteristics of digital camera evaluated by estimation of modulation transfer function for color images.</b>	
	趙 漢青 (立命館大学大学院), 篠田博之 (立命館大学) Zhao Hanqing <sup>1</sup> and Shinoda Hiroyuki <sup>2</sup> <sup>1</sup> Graduate School of Ritsumeikan University, <sup>2</sup> Ritsumeikan University	
[CP-26]	プロジェクタカメラシステムを用いた実環境における色覚シミュレーションのための反射率推定 .....	79
	<b>Estimation of reflection spectra for dichromatic simulation in an actual environment</b>	
	小寺晴美 (立命館大学大学院情報理工学研究科), 篠田博之 (立命館大学) Harumi Kotera <sup>1</sup> and Hiroyuki Shinoda <sup>2</sup> <sup>1</sup> Graduate School of Ritsumeikan University, <sup>2</sup> Ritsumeikan University	
[CP-27]	異なる色域における一貫した色再現のための評価法の検討 .....	83
	<b>Examination of evaluation method for consistent color reproduction in different color gamuts</b>	
	寺嶋優太 (山形大学大学院理工学研究科), 山田祥理 (山形大学工学部), 田代知範, 山内泰樹 (山形大学大学院理工学研究科) Yuta Terashima <sup>1</sup> , Shori Yamada <sup>2</sup> , Tomonori Tashiro <sup>1</sup> and Yasuki Yamauchi <sup>1</sup> <sup>1</sup> Graduate School of Science and Engineering, Yamagata University <sup>2</sup> Faculty of Engineering, Yamagata University	
[CP-28]	緑視率調査のためのMask R-CNNを用いた草木領域抽出の検討 .....	87
	<b>Detection of greenery area by using Mask R-CNN for measurement of green visibility ratio</b>	
	土居元紀, 太田 諄, 西 省吾, 来海 暁 (大阪電気通信大学) Motonori Doi, Jun Ota, Shogo Nishi, Akira Kimachi Osaka Electro-Communication University	
[CP-29]	ハイパースペクトルとHE標本を用いたK-RAS遺伝子の陽性・陰性の識別 .....	89
	<b>Using hyperspectral and HE samples K-RAS gene positive / negative discrimination</b>	
	吉谷文孝, 伊藤隆晃, 中矢大輝, 佐鳥 新 (一般財団法人未来科学研究所) 大池信之, 野呂瀬朋子 (昭和大学藤が丘病院認証病理診断科) Fumitaka Yoshigai <sup>1</sup> , Takaaki Ito <sup>1</sup> , Daiki Nakaya <sup>1</sup> , Shin Satori <sup>1</sup> , Nobuyuki Ooike <sup>2</sup> and Tomoko Norose <sup>2</sup> <sup>1</sup> Future Science Institute, <sup>2</sup> Showa University Fujigaoka Hospital Diagnostic Pathology	
[CP-30]	ハイパースペクトルによるHE標本の免疫染色マーカーの予測可能性とその因子の特定 .....	93
	<b>Predictability of immunostaining markers in HE specimens using hyperspectral imaging and identification of their factors</b>	
	神谷健太郎, 伊藤隆晃, 中矢大輝, 佐鳥 新 (一般財団法人未来科学研究所) 尾崎大介, 米盛葉子 (千葉労災病院 病理診断科) Kentaro Kamiya <sup>1</sup> , Takaaki Ito <sup>1</sup> , Daiki Nakaya <sup>1</sup> , Shin Satori <sup>1</sup> , Daisuke Ozaki <sup>2</sup> and Yoko Yonemori <sup>2</sup> <sup>1</sup> Future Science Institute, <sup>2</sup> Chiba Rosai Hospital Diagnostic Pathology	
[CP-31]	芦屋市屋外広告物条例施行がもたらす屋外広告における色彩選択の変化 .....	97
	<b>The Effect of Design Guideline on Color Choices for Outdoor Advertisement in Ashiya City</b>	
	塚本惣一郎 (株塚本惣一郎 アーシテクト・ドゥ・ペイザージュ), 菅谷洋司 (カーコンビニ倶楽部(株)) 日高杏子 (芝浦工業大学) Soichiro Tsukamoto <sup>1</sup> , Yohji Sugaya <sup>2</sup> and Kyoko Hidaka <sup>3</sup> <sup>1</sup> SOICHIRO TSUKAMOTO ARCHITECTE DE PAYSAGES CO.,LTD., <sup>2</sup> Car Convenience Club Co., Ltd. <sup>3</sup> Shibaura Institute of Technology	

<b>[CP-32]</b>	肌色の違いによる肌の明るさ知覚の日中比較 ..... 99 <b>Influence of skin color to the brightness perception of facial skin – Comparison of Japanese &amp; Chinese</b> 何 元元, 三上大河, 田中 豪, 溝上陽子 (千葉大学) Yuanyuan He, Taiga Mikami, Suguru Tanaka and Yoko Mizokami Chiba University	99
<b>[CP-33]</b>	自然な肌色変化が怒りの知覚に与える影響 ..... 102 <b>Effects of natural skin color change on anger perception</b> 加藤雅大, 溝上陽子 (千葉大学) Masahiro Kato and Yoko Mizokami Chiba university	102
<b>[CP-34]</b>	色相選択とアクティビティの調査研究 ..... 104 <b>The Research Study in Hue Selection and Activities</b> 昆野照美 (北海道大学), 柿山浩一郎 (札幌市立大学), 川端康弘 (北海道大学) Terumi Konno <sup>1</sup> , Koichiro Kakiyama <sup>2</sup> and Yasuhiro Kawabata <sup>1</sup> Hokkaido University, <sup>2</sup> Sapporo City University	104
<b>[CP-35]</b>	色弱者の色彩感情 ..... 108 <b>Color emotion for people with defective color vision</b> 佐川 賢 (産業技術総合研究所), 信木理恵子 (ニッセンケン品質評価センター), 芦澤昌子 (元日本女子大) 横井孝志 (日本女子大学), 土志田美帆 (元日本女子大学) Ken Sagawa <sup>1</sup> , Rieko Nobuki <sup>2</sup> , Shoko Ashizawa <sup>3</sup> , Takashi Yokoi <sup>4</sup> and Miho Doshida <sup>3</sup> <sup>1</sup> Nat'l Inst. Advanced Ind. Sci. Tech., <sup>2</sup> Nissenken Quality Evaluation Center, <sup>3</sup> Former Japan Women's University <sup>4</sup> Japan Women's University,	108
<b>[CP-36]</b>	教科の色イメージ調査 ..... 110 <b>Color image of school subjects</b> 山下彩花, 森田愛子 (広島大学) Ayaka Yamashita and Aiko Morita Hiroshima University	110
<b>[CP-37]</b>	メタマー照明を用いたチーズの嗜好性に影響する反射光の解析 ..... 112 <b>Analysis of Reflected Light Affecting the Palatability of Cheese using Metamer Lighting</b> 山下 岳, 田中 緑, 堀内隆彦 (千葉大学大学院) Gaku Yamashita, Midori Tanaka and Takahiko Horiuchi Chiba University	112
<b>[CP-38]</b>	視野内の色分布が照明の明るさと色味に与える影響 ..... 114 <b>The Effects of Color Distribution in the Visual Field on Lighting and Lighting Color</b> 土山和華子, 井上容子, 吉田桃子 (奈良女子大学) Wakako Tsuchiyama, Youko Inoue and Momoko Yoshida Nara Women's University	114
<b>[CP-39]</b>	色彩調和論構築のためのディープラーニングの適用の試みー色相の調和ー ..... 118 <b>Experiment of Deep Learning to Construct Color Harmony Theory – Hue harmony –</b> 石原久代, 加藤千穂 (椋山女学園大学), 鷺津かの子 (名古屋学芸大学), 浅井 徹 (あいち産業科学技術総合センター) Hisayo Ishihara <sup>1</sup> , Chiho Kato <sup>1</sup> , Kanoko Washizu <sup>2</sup> and Tohru Asai <sup>3</sup> <sup>1</sup> Sugiyama Jogakuen University, <sup>2</sup> Nagoya University of Arts and Sciences, <sup>3</sup> Aichi Center for Industry and Science Technology	118
<b>[CP-40]</b>	読書と視覚的注意の範囲の関係性の検討 ..... 120 <b>Investigation of relationship between reading and range of visual attention</b> 越中宏希 (立命館大学大学院), 瀬谷安弘 (愛知淑徳大学), 篠田博之 (立命館大学) Hiroki Koshinaka <sup>1</sup> , Yasuhiro Seya <sup>2</sup> and Hiroyuki Shinoda <sup>3</sup> <sup>1</sup> Graduate School of Ritsumaikan University, <sup>2</sup> Aichi Shukutoku University, <sup>3</sup> Ritsumeikan University	120
<b>[CP-41]</b>	Blue with the expression in the movie ..... 123 Zhao Meihui and Zheng Xiaohong Renmin University of China	123
<b>[CP-42]</b>	『解決』による色彩調和性向上の研究 – 配色提示パターンの検討 – ..... 127 <b>Studies on Effects of Temporal Color Transition on Harmony of Three-Color Combinations – Comparison of Presentation Patterns –</b> 川澄未来子 (名城大学), 浅野 晃 (関西大学), 浅野 (村木) 千恵 (北海道教育大学) Mikiko Kawasumi <sup>1</sup> , Akira Asano <sup>2</sup> and Chie Muraki Asano <sup>3</sup> <sup>1</sup> Meijo University, <sup>2</sup> Kansai University, <sup>3</sup> Hokkaido University of Education	127

<b>[CP-43]</b>	包装紙の質感を模擬した色刺激の味覚的な印象 ..... 129 <b>Impression of Taste on Color Stimuli with the Texture of Wrapping Papers</b> 櫻井将人 (静岡理工科大学) Masato Sakurai Shizuoka Institute of Science and Technology	129
<b>[CP-44]</b>	大学生を対象とした香りに対する色の調和傾向を説明変数とする香りの分類 ..... 131 <b>Classification of fragrance based on color-fragrance harmonization by university students</b> 若田忠之 (早稲田大学 グローバルエデュケーションセンター) Tadayuki Wakata Waseda University Global Education Center	131
<b>[CP-45]</b>	「ワクワク」感の色彩描画表現に関する研究 (2) – 日中大学生の比較 – ..... 135 <b>Study on representation by color of “WAKU WAKU” Feeling(2) –A Comparative research between Japanese and Chinese University students–</b> 斐 湖珠 (信州大学大学院) Hojo Bae Interdisciplinary Graduate School of Science and Technology, Kansei Engineering Unit, Shinshu University	135
<b>[CP-46]</b>	A study of the commonality between music and color - take the color of the music festivals' s poster as example ..... 137 Chen Poan and Zheng Xiaohong Renmin Ununiversity of China	137
<b>[CP-47]</b>	照明が絵画の印象に及ぼす効果 ..... 141 <b>Effects of lighting on impression of paintings</b> 西川 恵 (立命館大学人間科学研究科), 北岡明佳 (立命館大学総合心理学部) Megumi Nishikawa <sup>1</sup> and Akiyoshi Kitaoka <sup>2</sup> <sup>1</sup> Graduate School of Human Science, Ritsumeikan University, <sup>2</sup> College of Comprehensive Psychology, Ritsumeikan University	141
<b>[CP-48]</b>	有彩色照明が色度と在室者の色知覚に与える影響 ..... 145 <b>The influence of lighting by used chromatic light on chromaticity and color perception</b> 戸倉三和子 (帝塚山大学) Tokura Miwako Tezukayama University	145
<b>[CP-49]</b>	質感再現に適した照明の拡散度条件 ..... 149 <b>Diffusivity conditions of lighting suitable for texture reproduction</b> 水島涼稀 (千葉大学大学院), 溝上陽子 (千葉大学大学院工学研究院) Suzuki Mizushima and Yoko Mizokami Chiba University	149
<b>[CP-50]</b>	顔画像における肌色の感性評価 – 若年日本人女性顔を対象として – ..... 151 <b>KANSEI Evaluation of Skin Color in Face Image – Faces of Japanese Young Females-</b> 阿山みよし, 川目康平, 四俣桃子, 石川智治 (宇都宮大学), 有本晃佑, 木村元春, 越野誠也, 秦 英夫 (資生堂グローバルイノベーションセンター) Miyoshi Ayama <sup>1</sup> , Kohei Kawame <sup>1</sup> , Momoko Shidawara <sup>1</sup> , Tomoharu Ishikawa <sup>1</sup> , Kosuke Arimoto <sup>2</sup> , Motoharu Kimura <sup>2</sup> , Masaya Koshino <sup>2</sup> and Hideo Hata <sup>2</sup> <sup>1</sup> Utsunomiya University, <sup>2</sup> Shiseido Global Innovation Center	151
<b>[CP-51]</b>	日本人大学生における木材の色認識と分類に関する調査 ..... 155 <b>A study on the color perception and classification of wood among Japanese university students</b> 佐々木三公子 (一般財団法人日本色彩研究所), 松本久美子 (地方独立行政法人北海道立総合研究機構林産試験場), 川端康弘 (北海道大学大学院文学研究院) Mikuko Sasaki <sup>1</sup> , Kumiko Matsumoto <sup>2</sup> and Yasuhiro Kawabata <sup>3</sup> <sup>1</sup> Japan Color Research Institute, <sup>2</sup> Hokkaido Forest Products Research Institute <sup>3</sup> Graduate School of Humanities and Human Sciences, Hokkaido University	155
<b>[CP-52]</b>	赤色の癒し評価における効果と特徴 ..... 158 <b>The Effects and Characteristics in the Iyashi Scales of Red</b> 菊谷敬子, 川端康弘 (北海道大学大学院文学研究院) Takako Kikuya and Yasuhiro Kawabata Department of Psychology, Hokkaido University	158

[CP-53]	好きな色と自己イメージとの関係 —色イメージと自己イメージとパーソナリティ特性—	161
	<b>Relationship between Color Preference and Self-image -The Image of Colors and Self-image and Personality trait -</b>	
	松田博子(カラーコンサルタントスタジオ), 名取和幸(日本色彩研究所), 破田野智美(立命館大学) Hiroko Matsuda <sup>1</sup> , Kazuyuki Natori <sup>2</sup> and Tomomi Hatano <sup>3</sup> <sup>1</sup> Color Consultant Studio, <sup>2</sup> Japan Color Research Institute, <sup>3</sup> Ritsumeikan University	
[CP-54]	食感に関するオノマトペの色彩印象	165
	<b>Color Impression of Japanese Food Onomatopoeia</b>	
	中曾根春菜, 北口紗織(京都工芸繊維大学) Haruna Nakasone and Saori Kitaguchi Kyoto Institute of Technology	
[CP-55]	文字認識レベルによる色字共感覚者の励起色の違いについて	167
	<b>Difference of the grapheme-color synesthesia caused by the character recognition level</b>	
	鈴木柊磨, 北口紗織(京都工芸繊維大学) Toma Suzuki and Saori Kitaguchi Kyoto Institute of Technology	
[CP-56]	白磁のぶるぶる感の印象評価と色評価	170
	<b>Impression on white porcelain expressed by “purupuru”</b>	
	大塚 薫, 徳永留美(千葉大学 国際教養学部) Kaoru Otsuka and Rumi Tokunaga Chiba University	
[CP-57]	飲料の色によるリラックス効果と脳波の関係	172
	<b>Relationship between relaxation effects of beverage color and electroencephalogram</b>	
	竹内凜花, 大津奏瑠, 東 吉彦(東京工芸大学) Rinka Takeuchi, Kanaru Otsu and Yoshihiko Azuma Tokyo Polytechnic University	
[CP-58]	着色文字の記憶における色の嗜好性の影響	174
	<b>Effects of Color Preference on Memorization of Color Text</b>	
	小倉未咲, 小杉翔太, 東 吉彦(東京工芸大学) Misaki Ogura, Shota Kosugi and Yoshihiko Azuma Tokyo Polytechnic University	
[CP-59]	Does Rainbow Color Truly Represent Alternative Gender?	177
	Kitirochna Rattanakasamsuk, Charunya Nontawongsa, Ploy Srisuro and Chanprapha Phuangsuwan Color Research Center, RMUTT, Thailand	
[CP-60]	Color of Thai Iced Tea	180
	Chanida Saksirikosol, Rattanakasamsuk Kitirochna, Chanprapha Phuangsuwan and Jarunee Jarernros Color Research Center, RMUTT, Thailand	
[CP-61]	On the red color system in The Classic of Mountains and Seas -On the worship of red color system	182
	Zhu Xi and Zheng Xiaohong Renmin University of China	
[CP-62]	Research on the Color Culture of Red in Chinese Traditional Costume	186
	Qian Ying and Zheng Xiaohong Renmin University of China	
[CP-63]	Research on Appreciation of Black and its Application in Modern Design Based on Traditional Chinese Worship	190
	Fang Ping and Zhen Xiaohong Renmin University of China	
[CP-64]	A study on the color of Baby Carrier in traditional Miao costume in China —Take black as an example	194
	Wang Donghui and Zhen Xiaohong Renmin University of China	
[CP-65]	ブリティッシュカラーカウンシルの安全色と識別表示の色彩	198
	<b>Safety and Identification Colours Regulated by British Colour Council</b>	
	日高杏子(芝浦工業大学) Kyoko Hidaka Shibaura Institute of Technology	

[CP-66]	黄楯染色の特異性 .....	200
	<b>The Peculiarity of Kōrozen Color</b> 國本学史 (慶應義塾大学) Norifumi Kunimoto Keio University	
[CP-67]	21 世紀の日本の新色名を探る—2010 年代の車の色を中心に— .....	204
	<b>On New Japanese Color Names in the 21st Century: With a Focus on the Color of Automobiles in the 2010s</b> 吉村耕治 (関西外国語大学), 山田有子 (挿絵画家・色彩講師) Kohji Yoshimura <sup>1</sup> and Yuko Yamada <sup>2</sup> <sup>1</sup> Kansai Gaidai University, <sup>2</sup> Color Instructor, Illustrator	
[CP-68]	色覚異常を持つ人のアートへの関心度調査 .....	207
	<b>Survey of degree of interest in art of persons with color-vision deficiency</b> 辻 清佳, 須長正治, 桂 重仁 (九州大学大学院) Kiyoka Tsuji, Shoji Sunaga and Shigehito Katsura Kyushu University	
[CP-69]	絵画画像のデジタル的な「復元」に関する計量的考察 .....	211
	<b>An experimental consideration about conservation of color characteristics in "digital preservation" of paintings</b> 室屋泰三 (国立新美術館) Taizo Muroya The National Art Center, Tokyo	
[CP-70]	数理的ヴァルールを用いた絵画の構造分析 .....	215
	<b>Analyzing Painting Composition by Computing Valeur of Colors</b> 古澤 龍 (東京芸術大学大学院映像研究科 映像メディア学専攻) Ryu Furusawa Department of New Media Studies, Graduate School of Film and New Media, Tokyo University of the Arts	
[CP-71]	実務から取り組んだ色彩教育事例 .....	219
	<b>An Approach to Color Education from a Practical Point of View</b> 杉山朗子 (日本カラーデザイン研究所) Akiko Sugiyama Nippon Color&Design research institute inc.	
[CP-72]	照明光色とリップカラーの組み合わせが化粧肌の見えに与える影響 .....	223
	<b>Effects of Combination of Light Color and Lip Color on Appearance of Cosmetic Skin</b> 芝 菜々子, 奥田紫乃, 駒井香里 (同志社女子大学), 岡嶋克典 (横浜国立大学) Nanako Shiba <sup>1</sup> , Shino Okuda <sup>1</sup> , Kaori Komai <sup>1</sup> and Katsunori Okajima <sup>2</sup> <sup>1</sup> Doshisha Women's College of Liberal Arts, <sup>2</sup> Yokohama National University	
[CP-73]	肌透明感評価方法の確立に向けて .....	225
	<b>To establish an evaluation method for skin clarity</b> 土岐珠未, 田淵拓也, 辻 恵子, 山口智彦 (第一三共ヘルスケア(株)研究開発部) Tamami Toki, Takuya Tabuchi, Keiko Tsuji and Tomohiko Yamaguchi Daiichi Sankyo Healthcare Co., Ltd., R&D Department	
[CP-74]	在宅介護の照明環境：夜間の気管吸引作業に必要な照度の検討 .....	227
	<b>Lighting environment of home medical care : The necessary illuminance for tracheal suction during the night</b> 西谷美智子, 酒井英樹 (大阪市立大学大学院生活科学研究科) Michiko Nishitani and Hideki Sakai Osaka City University	
[CP-75]	VR 空間を用いた印象評価実験による居室の目的に適した壁紙の色と模様に関する研究 .....	229
	<b>Impression evaluation experiment on wallpaper color and pattern using VR</b> 阿部楓子 (筑波大学芸術専門学群構成専攻), 庄 怡 (上海工程技術大学芸術設計学院), 玉置 淳 (桑沢デザイン研究所造形研究室), 山本早里 (筑波大学 芸術系) Fuko Abe <sup>1</sup> , Yi Zhuang <sup>2</sup> , Jun Tamaoki <sup>3</sup> and Sari Yamamoto <sup>4</sup> <sup>1</sup> School of Art and Design, University of Tsukuba, <sup>2</sup> School of Art and Design, Shanghai University of Engineering Science. <sup>3</sup> Faculty of Kuwasawa Design School, <sup>4</sup> Faculty of Art anf Design, University of Tsukuba	

[CP-76]	メキシコにおける街路景観の色彩特性の研究 —ヌエボレオン州モンテレイ歴史地区における実地調査をもとに— ……	233
	<b>Study on Color Characteristics of Streetscapes in Mexico -Based on field survey in Historic District of Monterrey, Nuevo Leon-</b>	
	東 俊一郎 (モンテレイ大学 (メキシコ)) Shunichiro Higashi Universidad de Monterrey	
[CP-77]	景観形成における色彩規制方法の妥当性 —神戸市の景観行政に着目して— ……	236
	<b>Validity of Color control method in Landscape formation – Focusing on Kobe's landscape administration</b>	
	成田イクコ (有)センスアップ・プランニング) Ikuko Narita Sense Up Planning.Ltd	
[CP-78]	環境行動学に基づく工業景観色彩計画モデルの研究 ……	239
	<b>Research on industrial landscape color planning based on environmental psychology</b>	
	鄭 曉紅 (中国人民大学) Zheng Xiaohong Renmin University of China	
[CP-79]	構造色意匠の分光特性と質感評価 -- 誉田屋源兵衛「孔雀羽根織」をめぐって ……	243
	<b>Gonio-photometric spectrum analysis and texture evaluation of structural color design—Considerations on "Peacock feather weave" by Kondaya Genbey</b>	
	粟野由美 (東京造形大学), 大住雅之 (株オフィス・カラーサイエンス) Yumi Awano <sup>1</sup> and Masayuki Osumi <sup>2</sup> <sup>1</sup> Tokyo Zokei University, <sup>2</sup> Office Color Science Co., Ltd.	
[CP-80]	上衣と下衣の組み合わせにおける対比印象度の定量化及び感性評価 ……	247
	<b>The Contrast Impact of Two-Piece Garments and KANSEI Evaluation</b>	
	高石耕平, 武正珠実, 大高栄桜 (宇都宮大学), 藤本純子 (同志社女子大学), 石川智治 (宇都宮大学), 奥田紫乃 (同志社女子大学), 阿山みよし (宇都宮大学) Kohei Takaishi <sup>1</sup> , Tamami Takemasa <sup>1</sup> , Mao Otaka <sup>1</sup> , Junko Fujimoto <sup>2</sup> , Tomoharu Ishikawa <sup>1</sup> , Shino Okuda <sup>2</sup> and Miyoshi Ayama <sup>1</sup> <sup>1</sup> Utsunomiya University, <sup>2</sup> Doshisha Women's College of Liberal Arts	
[CP-81]	服装の印象とセルフイメージを考慮したコーディネーションのレコメンド手法 ……	249
	<b>A recommendation method for fashion coordination considering impression of clothes and self-image</b>	
	高宮博志 (中央大学大学院), 高橋直己 (中央大学), 坂本 隆 (産業技術総合研究所), 加藤俊一 (中央大学) Hiroshi Takamiya <sup>1</sup> , Naoki Takahashi <sup>1</sup> , Takashi Sakamoto <sup>2</sup> and Toshikazu Kato <sup>1</sup> <sup>1</sup> Chuo University, <sup>2</sup> National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)	
[CP-82]	カラーチャートの色配置の違いが嗜好色判定に与える影響 —3シーズンの調査結果から— ……	253
	<b>EFFECTS OF LAYOUT OF A COLOR CHART ON COLOR PREFERENCE DECISION-MAKING -From the three season survey results-</b>	
	水越 綾 (放送大学大学院) Aya Mizukoshi Graduate School of Informatics, The Open University of Japan	
[CP-83]	Association between Color and Everyday Objects ……	257
	Mahshid Baniani Faculty of Art and Design, University of Tsukuba	
[CP-84]	Application of Chinese Five Elements Color View in Chinese Restaurant Space ……	261
	Zhang Kaixiang and Zheng Xiaohong Renmin University of China	
[CP-85]	色と光沢が製品の選好に与える影響に関する予備実験 ……	265
	<b>Preliminary experiment for the effects of colors and glosses on preferences of products</b>	
	稲葉 隆 (日本カラーデザイン研究所) Takashi Inaba Nippon color & design research institute inc.	
[CP-86]	商品色名が伝達する内容について 商品色名に関する研究 その1 ……	267
	<b>What does a color name of goods express?</b>	
	榎 究, 細淵みつき (実践女子大学) Kiwamu Maki and Mitsuki Hosobuchi Jissen Women's University	

- [CP-87] 商品色名における修飾語と色名の繋がり 商品色名に関する研究 その2 ..... 271  
**Color naming of goods: Color names and their modifiers**  
 細淵みつき, 榎 究 (実践女子大学)  
 Mitsuki Hosobuchi and Kiwamu Maki  
 Jissen Women's University
- [CP-88] ローカルアイデンティティカラー開発手法構築のための実践的研究 -ご当地カラーセット「かごんまの色」の  
 策定及び商品開発- ..... 275  
**Practical research for developing Local identity color method -Formulation of KAGOSHIMA COLOR and the  
 product development-**  
 牧野暁世 (鹿児島大学キャリア形成支援センター), 亀崎昌大 (亀崎染工(有)), 石田理恵子 (オーケー化成(株)),  
 下川路慶和 (NPO 法人指宿ムービープロジェクト), 野口圭介 (鹿児島県信用保証協会)  
 Akiyo Makino<sup>1</sup>, Masahiro Kamezaki<sup>2</sup>, Rieko Ishida<sup>3</sup>, Yoshikazu Shimokawaji<sup>4</sup> and Keisuke Noguchi<sup>5</sup>  
<sup>1</sup>Kagoshima University Career Development Center, <sup>2</sup>Kamezaki Senko Co., Ltd., <sup>3</sup>OK-KASEI Co.,Ltd  
<sup>4</sup>Ibusuki Movie Project, <sup>5</sup>Kagoshima Credit Guarantee Corporation
- [CP-89] 子供の発達段階と色彩感覚に関する研究～ iPad を用いた塗り絵を通して～ ..... 279  
**Study on the Relationship between Children's Growth Phase and Color Sense – Based on Coloring Pictures  
 using iPad –**  
 浅野 (村木) 千恵, 大場友貴, 佐々木貴子 (北海道教育大学), 浅野 晃 (関西大学)  
 Chie Muraki Asano<sup>1</sup>, Yuki Ohba<sup>1</sup>, Takako Sasaki<sup>1</sup> and Akira Asano<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Hokkaido University of Education, <sup>2</sup>Kansai University

## 2種類の黄色誘導錯視とそれらを用いた錯視デザイン

### Two types of yellow induction illusion and their illusion designs

北岡 明佳 Akiyoshi Kitaoka 立命館大学

Ritsumeikan University

**Keywords:** 色の錯視, 黄色誘導錯視, 錯視デザイン.

#### 1. はじめに

色の錯視はいろいろあるが、ここでは黄色は描かれていないのに黄色が知覚される錯視現象2種類を紹介し、それらの合成デザインを展示する。

#### 2. ムンカー錯視の黄色誘導

ムンカー錯視 (Munker illusion) <sup>1)</sup>とは、強力な色相の錯視である。例えば、図1においては、同じ赤色のハートが、左はマゼンタ色に見え、右はオレンジ色に見える。

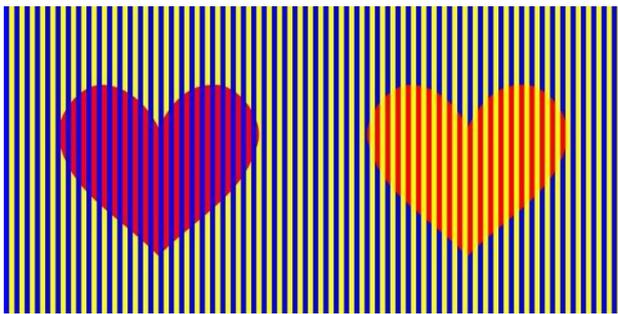


図1 ムンカー錯視の例。同じ赤が、マゼンタ(左)やオレンジ(右)の色相に見える。

ムンカー錯視は、一見すると色の同化の錯視のように思えるのであるが、現象としては色の同化と色の対比の2つの効果の相互作用で成立している。図1であれば、左の赤いハートは、ハートと周囲を貫通している青の縞からの色の同化、周囲の黄色の縞からの色の対比の2つの錯視が作用している。後者の「黄色の対比」とは、要するに青が誘導されるという意味であるから、前者の青の同化と合わせて同じ色相方向の色誘導ということになる。ハートの赤に青が誘導され、混色の結果、ハートはマゼンタ色(赤紫色)のように見える、と説明できる。右のハートの錯視的オレンジ色も同様に説明できる。

このように、「説明できる」とか「作用している」と表現すると、この錯視現象を裏打ちしている実体的な神経メカニズムの説明のように聞こえてしまうのであるが、そのような神経生理学的裏付けが特にあるわけではない。このため、これは「説明ではなく記述である」とか「解釈である」などと譲歩してもよいのだが、本稿は色の錯視のデザインを作ることが目的であるので、現象レベルでのメカニズムの説明を試みるのだということで読者の了承を頂きたい。

図2においては、左のハートは黄味がかっているように見えるが、右のハートと同じ白で描かれている。この図は、緑とシアンが誘導縞となっていて、左ハートには緑の縞が色の同化、シアンの縞が色の対比の作用を及ぼすことから、前者は緑、後者は赤(シアンの反対色)の色誘導の合成ということになり、加法混色で黄色が誘導される。つまり、この黄色誘導錯視は、化学反応のように記述あるいは説明することができる。

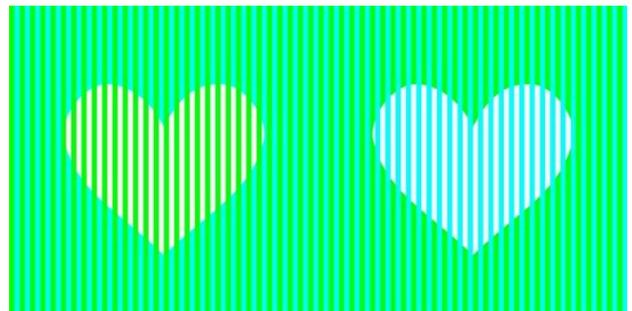


図2 ムンカー錯視における黄色誘導の例。同じ白のハートであるが、左は黄味がかって見える。

同様に、右のハートには青が誘導されることになるのだが、青白いハートには見えても、青いハートには見えない。一方、ハートが黒い場合は、右のハートは青く見える。その場合には、黄色が誘導されると想定される左のハートは、あまり黄色く見えない。つまり、これらの効果の強さには、色相と輝度(明度?)の相互作用がある。

### 3. ネオン色拡散の黄色誘導

ネオン色拡散 (neon color spreading) は、視覚的補完現象の一種である<sup>2)</sup>。例えば図3では、赤い色が背景に進出して (拡散して) 見える。

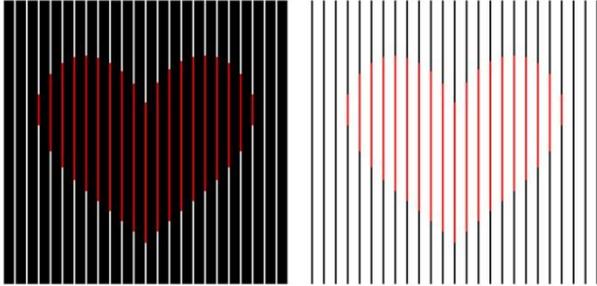


図3 ネオン色拡散の例。黒背景(左)や白背景(右)には色は付いていないが、赤色が背景に進出し、赤いハートが描かれているように見える。

ネオン色拡散は、誘導色 (図3では赤) による色の同化的作用だけでなく、周囲の色からの色の対比的作用もある。この性質を利用することにより、ムンカー錯視と同様に、錯視的に黄色を誘導できる。図4左を例に説明すると、ハートを構成する緑の縞からハート内の白背景に色の同化作用が及ぼされ、周囲のシアン縞からは色の対比作用を受ける。すなわち、前者からは緑が誘導され、後者からは赤 (シアン反対色) が誘導され、それらの合成色である黄色が知覚される。

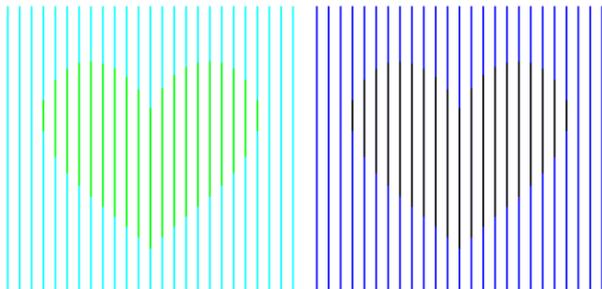


図4 ネオン色拡散における黄色誘導の例。両図とも、ハート内の白背景に黄色が誘導されて見え、黄ばんだハートのように見える。

ネオン色拡散と言え、色のついた細かい線から背景への色誘導のことであるが、実は誘導線の太さと背景のギャップの大きさを等しくても、同様の効果が得られる (図5)。これをネオン色拡散の一種であると言ってよいのかどうかいくぶん怪しいところではあるが、「新しい錯視を発見した」

と主張するほど新奇なものでもあるまい。

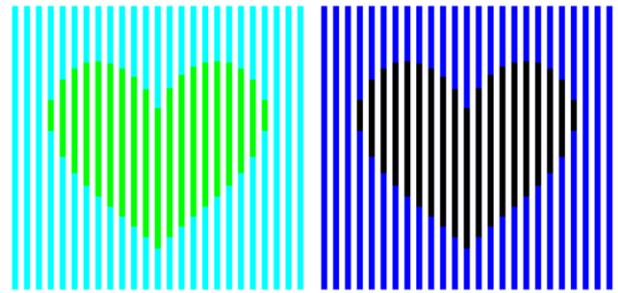


図5 ネオン色拡散における黄色誘導の例。色を誘導する縞の太さと背景のギャップの大きさを等しくした図。両図とも、ハート内の白背景に黄色が誘導されて見え、黄ばんだハートのように見える。

### 4. ムンカー錯視の黄色誘導とネオン色拡散の黄色誘導の協調

図6は、ムンカー錯視の黄色誘導 (図2) とネオン色拡散の黄色誘導 (図5) を合成して作成した色の錯視デザインの一例である。ハートの周囲の白の部分に、錯視的な黄色の光背があるように見える。

本発表では、この方法を用いた錯視デザインを展示する。

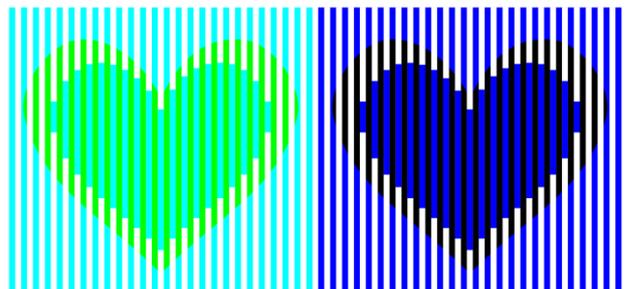


図6 ムンカー錯視の黄色誘導とネオン色拡散の黄色誘導の協調の例。ハートの周囲に錯視的黄色が知覚される。

#### 参考文献

- 1) H. Munker: Farbige Gitter, Abbildung auf der Netzhaut und übertragungstheoretische Beschreibung der Farbwahrnehmung, Habilitationsschrift, Ludwig-Maximilians-Universität, München (1970).
- 2) D. Varin: Fenomeni di contrasto e diffusione cromatica nell'organizzazione spaziale del campo percettivo, Rivista di Psicologia 65 (1971) 101-128

# DETECTABILITY OF COLOR-CODED TOILET SIGNS

Chanprapha Phuangsuwan

Color Research Center, Rajamangala University of Technology  
Thanyaburi, Thailand

Mitsuo Ikeda

Color Research Center, Rajamangala University of Technology  
Thanyaburi, Thailand

Wipada Pumila

Department of Digital Printing and Packaging Tech., RMUTT,  
Thailand

**Keywords:** Color-code, Toilet signs, Detectability, Goggles, Distance

## 1. Introduction

In Thailand the color-coded toilet signs are not popular yet and we are developing proper signs. As in the Fig.1 shows the variety of using color for the toilet signs and it is difficult to discriminate by the shape of graphic or by the variety of colors as no systematic of using. Japan is developed country and they proposed the color-code for toilet sign as shown in the Fig. 2. Color is help to improve detectability without clearly shape of male or female graphics. The roles of sign are better concern to patterns, the locations, the legibility distance, and the sign design etc. [1] To put color to a sign is one of important factor for the sign design. In addition, the checking capability of sign after the designing also needed. The reaction time for Identifying to the sign is often used in the engineering or architecture fields. Yi-Lang Chen and Cai-Cin Sie (2016) investigated the reaction time for identifying toilet sign with Taiwanese and found that Chinese text with color gave a short reaction time than the graphic sign with color. [2] However, the result claimed by Lang Chen and Cai-Cin Sie was not confirmed by elderly yet. Our group hypothesized that color may be helpful for toilet sign detecting ability of anybody. In the previous paper we reported colors to represent male (5PB4/12) and female (7.5RP5/14) that were obtained from 100 Thai subjects. [3] We then experimented to see if colored sign is better than achromatic sign to detect from a far distance.



Fig. 1 Toilet signs in Thailand

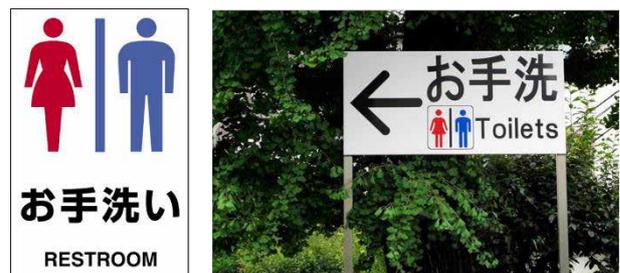


Fig. 2 Toilet signs in Japan

## 2. Experiment

The toilet signs were prepared in achromatic signs (black figure on a white background) for male and female figures, respectively, and the blue male sign and the red female sign as shown in Fig. 3. [3] The size of toilet signs was surveyed in various places and decided toilet sign sized at 7 cm, wide and 15 cm, high. The sign was put at the holder which was 150 cm height from the ground.

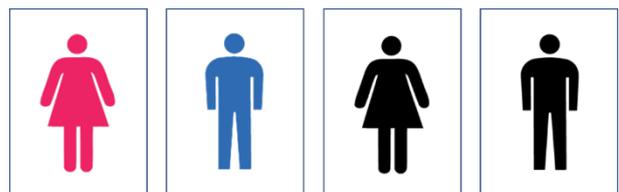


Fig. 3 Toilet signs used in the experiment.

The toilet signs were presented at different 11 viewing distances, from 35, 50, 70, 90, 110, 130, 150, 170, 190, 210, 230, and 250 m and subjects responded which sign they recognized. The experiment was carried out outdoors at daytime. The viewing distances were randomly selected and 10 repetitions at each distance were conducted. From the responses, probability-of-correct seeing curves were obtained for each sign to find the viewing distance threshold for correct detection of the toilet signs. The observation was done with the naked eyes and with the cataract experiencing goggles. The results of 10 subjects were obtained.



Fig. 4 The cataract experiencing goggles to simulate elderly vision. [4]

### 3. Results and Discussion

The result of corrected responses was plotted in the probability of seeing curve. Figure 5 shows the result of two subjects MI and WP which is result of naked eyes showing on the left and goggles on the right columns. The abscissa represents to viewing distance and the ordinate represents to correct responses in percentage. Dotted line shows the 50% of probability of correcting percentage. The black filled symbols are achromatic sign which is triangles for female and squares for male graphic signs. The filled squares with blue connecting line are male graphic sign and filled triangles for female, respectively. The red sign gave the longest viewing distance. The blue sign turned out to be a black sign for far viewing distance and gave a similar result as the achromatic black sign. To see clearly, we took an average of result of achromatic and blue signs (blue line on the graph) with red sign (orange line on the graph) from subject MI and WP as shown in Fig. 6. The result suggested the blue color works same as achromatic for the far distance but red color was very good for detectability even for the goggles view (elderly).

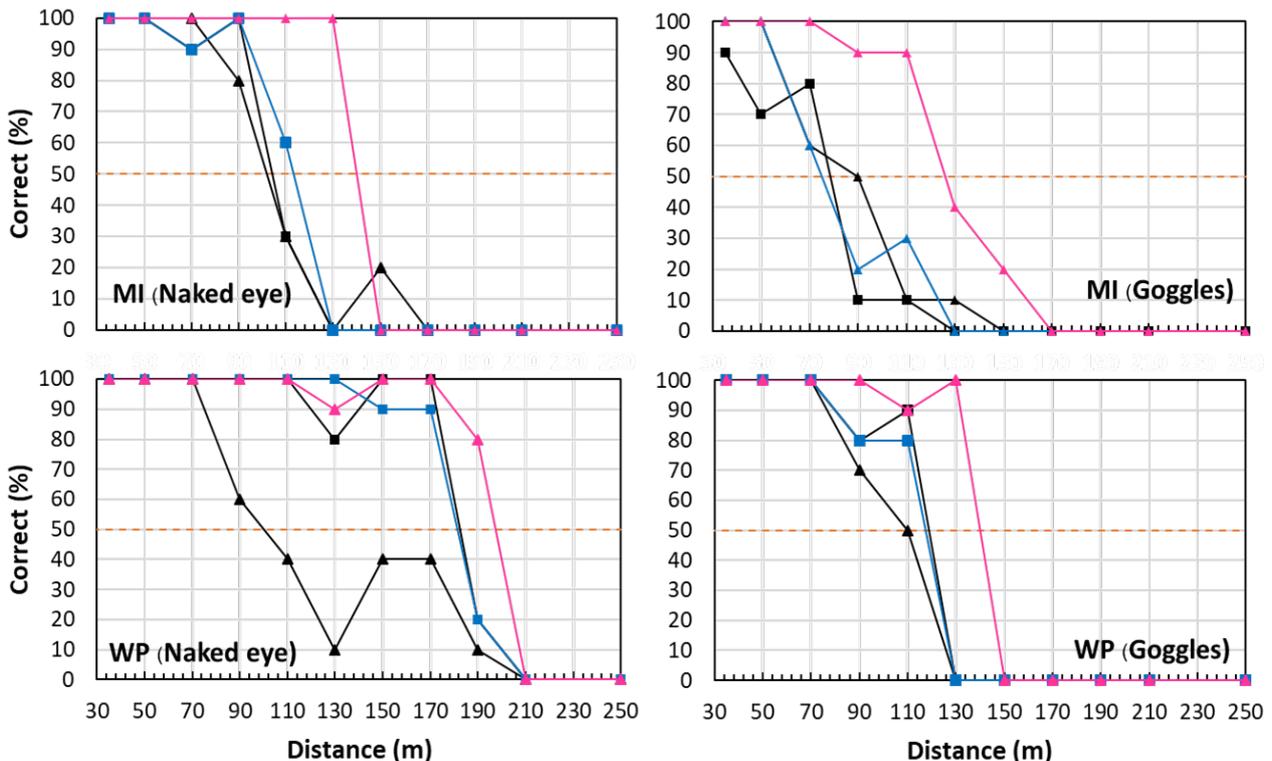


Fig. 5 The individual of correcting responses of probability of seeing curve from subject MI and WP. Naked eyes (left) and with goggles (right).

The threshold distance for detecting signs is summarized in Table 1 based on 10 subjects. The two achromatic signs and the blue sign gave the threshold distance of 143.3 m and the red sign gave 167.3 m with the naked eyes. The eyes with the

goggles gave 115.9 m and 137.1 m, for the achromatic and red signs, respectively. The difference between achromatic and red signs is 23.9 m with naked eyes and 21.2 m with goggles to show the advantage of the colored signs.

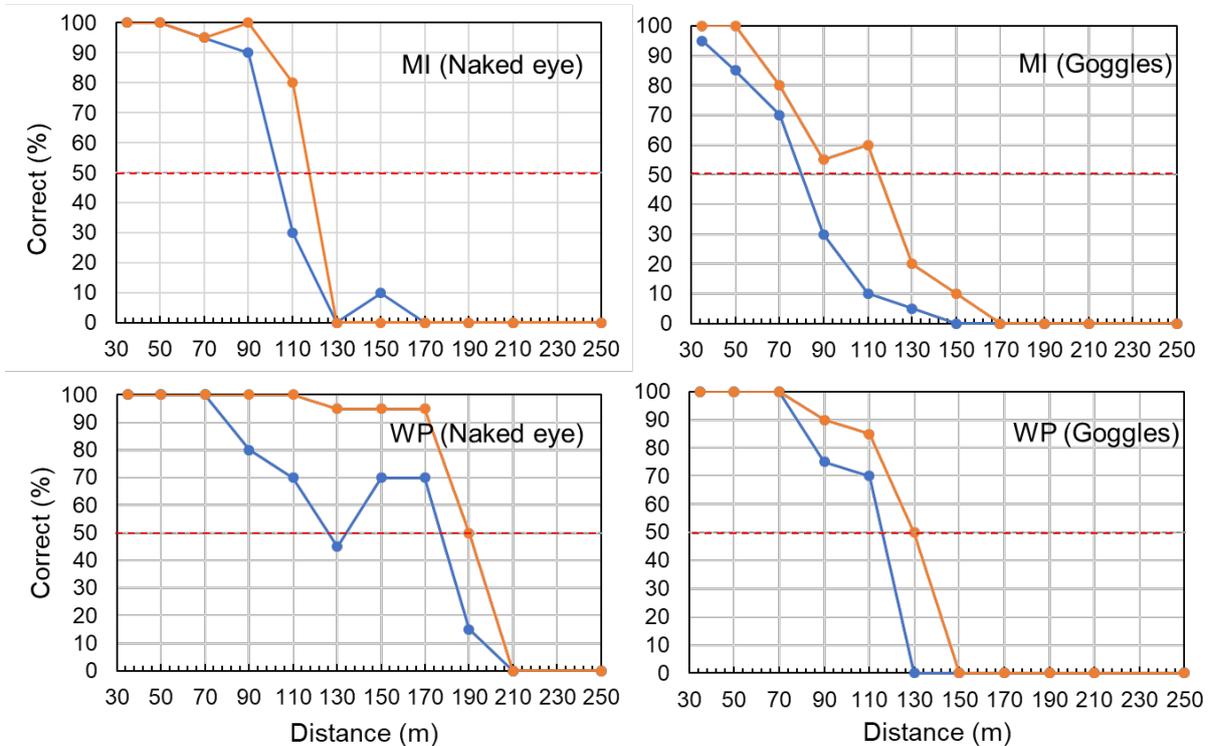


Fig. 6 Comparison the averaged result between achromatic plus blue and red sign from subject MI and WP. Naked eyes (left) and with goggles (right).

Table 1 Averaged result of corrected responses at 50% of probability of seeing curve, naked eyes; top and goggles; below.

Naked eyes											
Items	MI	WP	SC	SJ	PN	KS	CP	PT	SK	AP	Mean
Achromatic sign	105	126	153	199	118	126	153	112	188	154	143.4
Chromatic sign	135	171	190	199	130	193	160	122	195	178	167.3
Difference	30	45	37	0	12	67	7	10	7	24	23.9

Goggles											
Items	MI	WP	SC	SJ	PN	KS	CP	PT	SK	AP	Mean
Achromatic sign	80	115	74	158	91	123	168	112	129	109	115.9
Chromatic sign	114	131	101	188	130	150	168	125	139	125	137.1
Difference	34	16	27	30	39	27	0	13	10	16	21.2

#### 4. Conclusion

To apply the color in toilet sign is helpful for detectability for young and elderly people. In particular the red color is useful for identification as a female toilet. The blue sign, however, did not show an advantage for the threshold distance as it appeared black when observed at far distances. In practice the detection of either one is enough to know which is which toilet as two signs are observed at a time and If the red sign is clearly detected people can know the other is male toilet and no problem should happen.

#### References

- 1) K. Nassar: Sign Visibility for Pedestrians Assessed with Agent-Based Simulation, Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board. 2264 (2011), pp.18-26
- 2) Y.L. Chen and C.C. Sie: Design Factors Affecting the Reaction Time for Identifying Toilet Signs: A Preliminary Study, Perceptual and Motor Skills. 122-2 (2016), pp. 636–649
- 3) W. Pumila, C. Phuangsuwan, Y. Mizokami and M. Ikeda: Colors for female and male image by Thai and Japanese people. Proceeding of ACA2019 Nagoya. 29 Nov.-2 Dec., pp. 204-209
- 4) T. Obama and M. Ikeda: Desaturation of color by environment light in cataract eyes. Color Research and application. 33-2 (2008), pp. 142-147

# SIMULTANEOUS COLOR CONTRAST WITH A LARGE SURROUNDING FIELD

Mitsuo Ikeda  
Color Research Center, Rajamangala University of Technology  
Thanyaburi, Thailand

Chanprapha Phuangsuwan  
Color Research Center, Rajamangala University of Technology  
Thanyaburi, Thailand

Piyamon Nguensawat  
Department of Digital Printing and Packaging Tech., RMUTT,  
Thailand

**Keywords:** Simultaneous color contrast, elementary color naming, chromatic adaptation

## 1. Introduction

When a gray patch is placed on a colored paper it is perceived slightly colored, which is known as the simultaneous color contrast phenomenon. The recognized visual space of illumination RVSI theory proposed by Ikeda (1993) [1,2], explains the simultaneous color contrast SCC as a result of the brain chromatic adaptation to the light coming from the surround. Any visual stimulus is composed of a shape (contour) and color (light). Namely,

**Visual stimulus = Contour + Light**

If the perception of the shape or the contour becomes weak or none the only color or light remains, which gives the visual system a good chromatic adaptation to the light coming from the surround. The RVSI theory says that the visual system constructs a space over the SCC stimulus of which illumination is the colored light of the surround. The chromatic adaptation becomes strong and the central gray patch appears a vivid color. A SCC stimulus is normally made of a paper and its size is not large. A subject perceives it as a mere plane object. But it is possible to reduce the object perception by blurring the contour of the central gray patch with a help of, for example, a tissue. The SCC effect is enhanced by a tissue.[3] Another way to reduce the object perception would be to make the SCC stimulus extremely large so that the entire visual field is occupied by the surrounding color. It becomes difficult for the subject. The present paper will confirm the prediction. In the experiment 1 large visual field is achieved by making a semi-circular

surround and a subject enters inside of the circular surround. In the experiment 2 a flat but large surround is employed to make the subject visual field for the surround very large.

## 2. Experiment

### 2.1 Experiment 1

The SCC stimulus is made of a semi-circular paper background of which radius was 22 cm as shown by a thick solid line in Fig. 1. Four colors, red, yellow, green, and blue, were employed for the background.

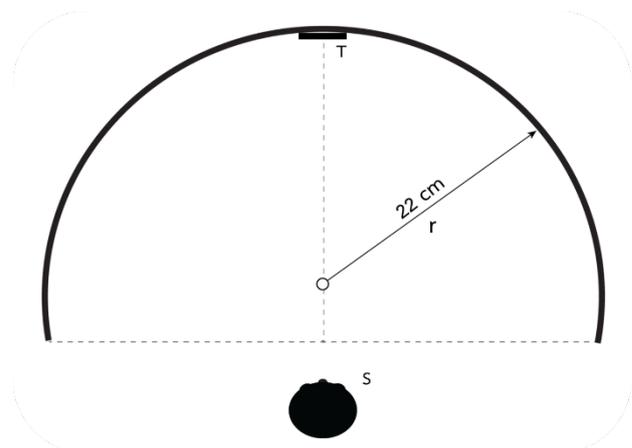


Fig. 1 The SCC stimulus specifications used in experiment 1.

A central gray paper test patch T of the size 3×3 cm<sup>2</sup> was pasted at the center of the background. A subject S observed T binocularly at different viewing distances, 20, 30, 40, 50, 100, and 200 cm measured from T. The visual angles of the horizontal direction of the surround at these distances are given in Fig. 2. At 30 cm of the viewing distance the visual angle of the surround was 159° and at 20 cm it became 211°, larger than 180° shown by a dotted horizontal line in Fig. 2. The both edges in the horizontal direction disappeared at between 30 and 20 cm of

the viewing distance. The stimulus was illuminated by two fluorescent lamps of the daylight type placed above and below the stimulus to give vertical plane illuminance 1,147 lx on the stimulus.

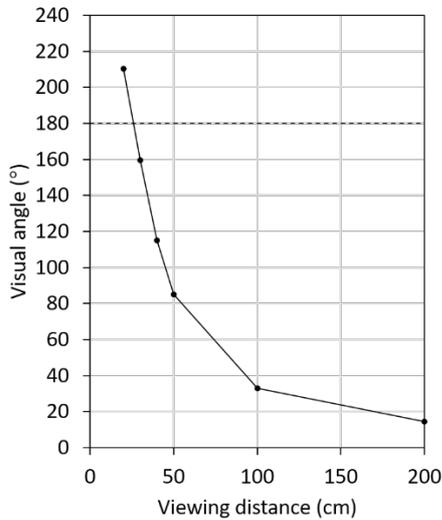


Fig. 2 Visual angle of the surround at viewing distance.

Five subjects participated in the experiment. One was a well experienced subject in this kind of psychophysical experiment and other four were naïve subjects. They judged the color of the central gray test patch by the elementary color naming method and repeated five times in different sessions. Stimuli were pseudo randomly presented and the viewing distance was also pseud-randomly selected.

## 2.2 Experiment 2

A large flat paper surrounds were employed of which size was 227×198 cm<sup>2</sup>. Red, yellow, green, and blue colors were employed. Each paper was held against a wall of a room and a gray test patch of the size 5×5 cm<sup>2</sup> was pasted at the center of the background. The stimulus was illuminated with fluorescent lamps of the daylight type from above and the luminance on the surround near the test patch was 20, 58, 16, and 14 cd/m<sup>2</sup> for red, yellow, green, and blue surround, respectively. The viewing distances from the stimulus were 20, 30, 40, 50, 100, 200, and 500 cm, which gave the visual angle of the horizontal direction of the surround as shown in Fig. 3. The maximum visual angle was 160° which was obtained at 20 cm of viewing distance.

Five naïve subjects participated in the experiment, three of them were same as in Experiment 1. Each

subject repeated observation for five times. Experimental procedure was same as in Experiment 1 except change of surrounds. With one surround the experiment was continued until all the data were taken.

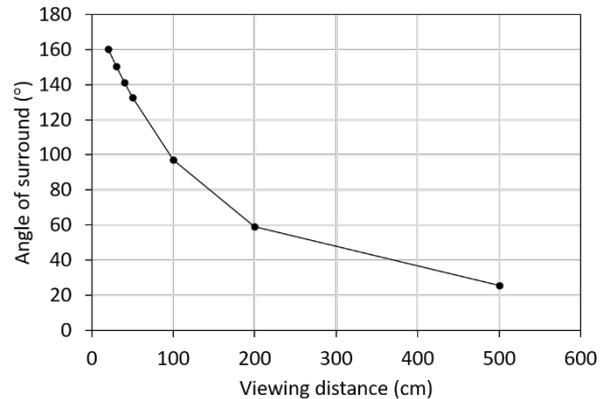


Fig. 3 Surrounding visual angle in Experiment 2.

## 3. Results

### 3.1 Result of experiment 1

The average of five subjects of the amounts of chromaticness for red, yellow, green, and blue surrounds are shown in Fig. 4. The abscissa gives the visual angle of the surround that were given in Fig. 2, and the ordinate the percentage of the chromaticness. A vertical dotted line indicates 170° where the both edges disappeared. Short bars indicate SD of five subjects. The shape of curves is similar among the four surrounding colors.

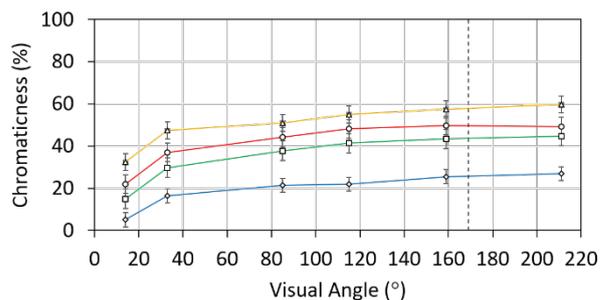


Fig. 4 Amount of chromaticness for visual angle of the surround.

The chromaticness increases suddenly in the beginning and saturates at shorter viewing distances. At the nearest viewing position, the amount went up to 60% with the yellow surround and almost 50% with the red surround, which are very large, which never happens with normal paper stimulus. It was expected, however, that the chromaticness increases suddenly at two furthest distances where the visual field is

filled with the surrounding colors, but it did not occur. The result can be expressed in a different way, that is, by a polar diagram as shown in Fig. 5. Unique red and green are taken on the horizontal axis and unique yellow and blue on the vertical axis. Apparent hue is taken as the angle from the red axis in the counterclockwise direction. The amount of chromaticness is taken along a radius direction giving zero at the origin and 100% at the circumference. The result shown in Fig. 5 is shown in Fig. 5. Large red circle, yellow triangle, green square, and blue diamond indicate the color appearance of respective surround. They were almost unique hues. Red open circles give the color appearance of the test patch with the red surround. The nearest point to the origin was obtained at the viewing distance 200 cm and the four points were obtained at the viewing distance 100, 50, 40, 30, and 20 cm, respectively, the last two overlapping. It is clearly shown that the apparent hue does not change for different viewing distance and only amount of chromaticness changes. The properties are roughly applied to other surrounding colors. The apparent hues of the test patch for the four surrounding colors are same as reported previously that were obtained by the two rooms technique [4] and by the afterimage experiment. [5]

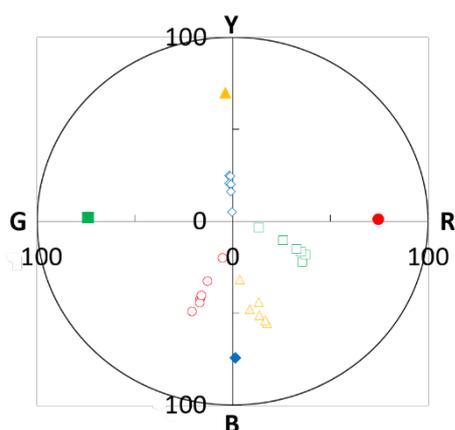


Fig. 5 Color appearance of the test patch plotted on a polar diagram.

### 3.2 Result of experiment 2

Averages of the five subjects are shown in Fig. 7 as Fig. 4 for four surrounding colors. Amounts of chromaticness increased for shorter distance, or for larger visual angle of the surrounds. The color appearance of the test patch is shown in Fig. 7 as Fig. 5. Both figures are similar with each other.

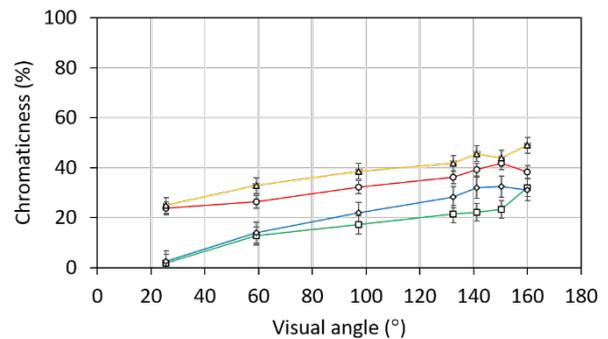


Fig. 6 Chromaticness amount of test patch in Experiment 2.

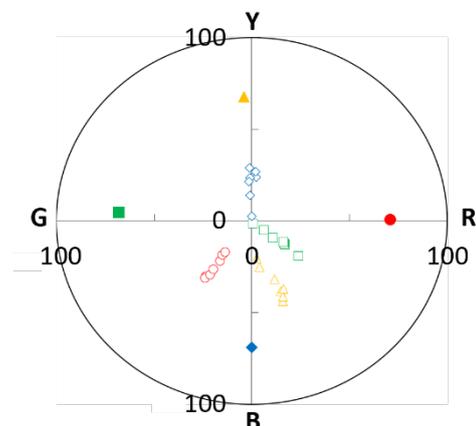


Fig. 7 Color appearance of surrounds and the corresponding test patch.

To compare Experiment 1 and 2 Fig. 8 was prepared, which is a Coalescence of Figs. 3 and 6. One common property is the increase of chromaticness for larger visual angle of the surround.

### 4. Discussion

When we observe a SCC stimulus of a paper of A4 size, we hardly perceive vivid color at the central gray patch. The visual angle of A4 is about 40° assuming the viewing distance 40 cm. With that visual angle we obtained about 40% of chromaticness amount with the curved surround of Experiment 1 and 25% with the flat surround of Experiment 2 for red surround, which is quite large. A difference between the A4 case and the present experiments is the viewing distance. The 40 degrees of the surround can be obtained at 87 cm of the viewing distance in Experiment 1 and at 310 cm in

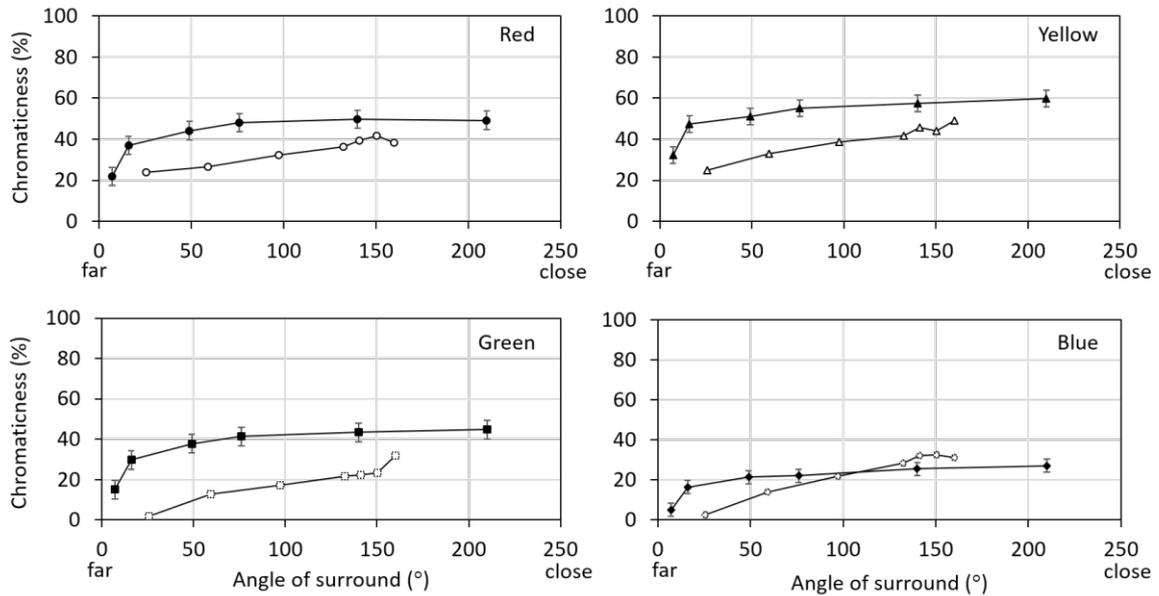


Fig. 8 Chromaticness mounts for surrounding size compared between Experiment 1 (solid circles) and 2 (open circles).

Experiment 2, which are much larger than the case of the A4 stimulus. The difference might have caused the difference in the vividness of the test patch, but this is an opinion to be investigated in the future.

#### References

- 1) M. Ikeda, K. Motonaga, N. Matsuzawa, T. Ishida, Threshold determination for unnatural color appearance with local illumination. *Kogaku (Optics)* 22 (1993), pp. 289-298
- 2) M. Ikeda, P. Pungrasme, P. Katemake, A. Hansuebsai, The Brain Adaptation to the Color of Illumination and not the Retinal Adaptation to the Color of Objects that Determines the Color Appearance of an Object in the Space. *Opt. Rev.* 13 (2006), pp. 388-395
- 3) M. Ikeda and C. Phuangsuwan, The effect of tissue paper on the color appearance of colored papers. *Jr. Opt. Soc. Am A* 37 (2020), pp. 114-121.
- 4) C. Phuangsuwan and M. Ikeda, Chromatic adaptation to illumination investigated with adapting and adapted color. *Col Res and Appl* 42 (2017), pp. 571-579
- 5) M. Ikeda and C. Phuangsuwan, Strong effect of the simultaneous color contrast in an afterimage. *Col Res Appl* 44 (2018), pp. 50-53

# ディスプレイ個体差やユーザー個人差を考慮した色覚バリアフリー環境の構築

## Construction of a color-vision barrier-free environment that considers individual and displays differences

張 宇航 Yuhang ZHANG 立命館大学大学院情報科学工学科  
 篠田 博之 Hiroyuki Shinoda 立命館大学情報理工学部

Information Science and Engineering, Ritsumeikan Univ.  
 College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan Univ.

**keywords:** 色覚異常, ディスプレイキャリブレーション, 色覚バリアフリー

### 1. はじめに

色覚異常者の割合は全世界で男性の約 5%, 女性の約 0.5%とされている. 色覚異常者はある色の組み合わせが弁別できず, 日常生活において様々な問題を抱えている. これまで Brettel ら [1][2]は, LMS 色空間の色を混同色線方向に沿ってある平面へ射影することで2色覚が見る色をシミュレートする方法を提案している(図1参照).

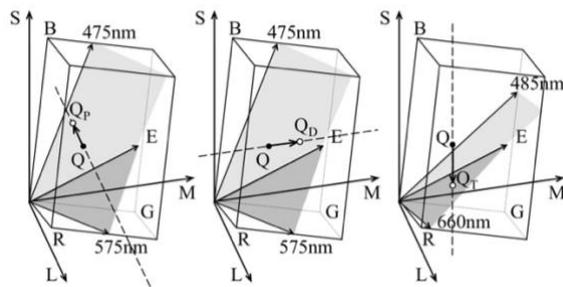


図1. Brettel らの色覚シミュレーション[1][2]

したがってこれらの対応関係を RGB 色空間上で表現できれば, 色覚異常者の混同色を検知して色強調などの対応が可能となる. その際, LMS 色空間と RGB 色空間の間の変換は XYZ 色空間を経由するため, XYZ 色空間と RGB 色空間の関係性を事前に得ておく必要がある(図2参照). 多くのユーザに測色機器を用いたディスプレイキャリブレーションを行うことは現実的ではない. さらに同じ色覚型であっても個人差があるためユーザーごとにシミュレーションを調整することが望ましい. ましてや異常3色覚においてはその程度は2色覚から正常3色覚まで幅広いためなおさらである[3].

本研究の究極的な目標は, ディスプレイ RGB 色空間に, 直接, ユーザー個人の混同色線方向あるいは LMS 軸方向と色覚異常強度 (Anomalous

Index) を求めることにより, 測色機器によるキャリブレーションを回避し, ディスプレイ個体差やユーザー個人差を考慮した色覚バリアフリー環境を実現することである. 本研究では, とくに2色覚のみを対象とし, 測色機器を用いないディスプレイキャリブレーションおよびユーザーの色覚特性の測定手法の提案と, その有効性を検証した実験の結果について報告する.

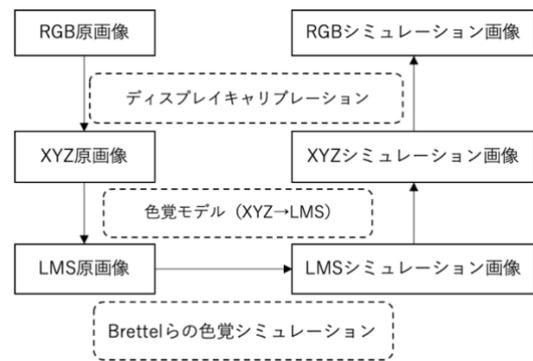


図2. 既存の色覚シミュレータ原理 [3]

### 2. 原理

#### 2.1. RGB-LMS 変換行列と視感的ガンマ値を用いた色覚シミュレーション

提案する色覚シミュレーションの計算処理は, XYZ 色空間を経由せずに行われるため, 図3のように表現できる.

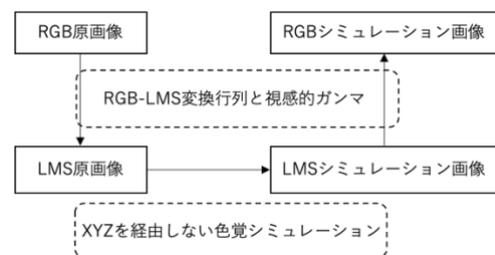


図3. RGB-LMS 変換行列と視感ガンマ値を用いる色覚シミュレーションの計算処理

ディスプレイ RGB 色空間から錐体応答 LMS 色空間への変換は、式 (1) に示す通り、RGB-LMS 変換行列 ( $L_R, L_G, L_B, M_R, M_G, M_B, S_R, S_G, S_B$ ) を用いて行われる。ちなみに 3 つのベクトル ( $L_R, M_R, S_R$ ), ( $L_G, M_G, S_G$ ), ( $L_B, M_B, S_B$ ) は、LMS 色空間におけるディスプレイ RGB 軸に相当するため、以降、RGB-LMS 変換行列を axLMS と呼称する。

$$\begin{pmatrix} L \\ M \\ S \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} L_R & L_G & L_B \\ M_R & M_G & M_B \\ S_R & S_G & S_B \end{bmatrix} \begin{pmatrix} R^{YR} \\ G^{YG} \\ B^{YB} \end{pmatrix} \quad (1)$$

さらに一般的なディスプレイ環境では RGB 値と LMS 値 (および XYZ 値) の間には非線形ガンマ特性があるため、RGB 値のガンマ乗で得られる線形 RGB 値に対して変換行列を適用する。

Brettel らの色覚シミュレーション[1][2]では、等エネルギー白色と、475nm, 575nm, 485nm, 660nm の単色光の色を用いて 2 色覚者の見ている色を表現する。これらは XYZ 値で与えられるが、XYZ 値を経由しない提案手法では、代わりにディスプレイ RGB 値で定義される色 (R,G,B) = (1,1,1), (0,0,1), (1,1,0), (0,1,1), (1,0,0) を用いる。これにより Brettel らのシミュレーションとは若干異なる色で表現されることになるが、混同色の検出には影響せず、引き続き有効である。

本提案手法では、ユーザーを被験者としていくつかの心理物理学実験を行うことにより、色覚型の判定、および変換行列 axLMS とディスプレイガンマを取得する。以下にその手法を解説する。

## 2.2. 視感的ガンマ値測定

石橋ら[5]は、測色機器を用いずに視感的にディスプレイガンマ値を測定する手法を提案した。図 4 は R チャネルのガンマ値測定例を模式的に示したものである。

左側のチェッカーパターンは最大入力値の色ピクセルとゼロ値入力のピクセルが交互に配置されている。十分な視距離で観察することで併置加法混色が起こるため、色ピクセルの面積比に応じて任意の輝度を持つ刺激となる。

グラフ下側の刺激は全てのピクセルが任意の入力値を持つ均一色刺激であり、チェッカーパターンに隣接して呈示される。被験者は均一色刺激の入力値を調整し、両刺激の境界 (エッジ) が最も不明瞭になるように設定する。Kaiser ら[6][7]の Minimally Distinct Border (MDB 法) 同様の知覚的等輝度設定を行ったことになり、これを複数の刺激対に対して実施することで各チャンネルのディスプレイガンマ値を視感的に測定する。

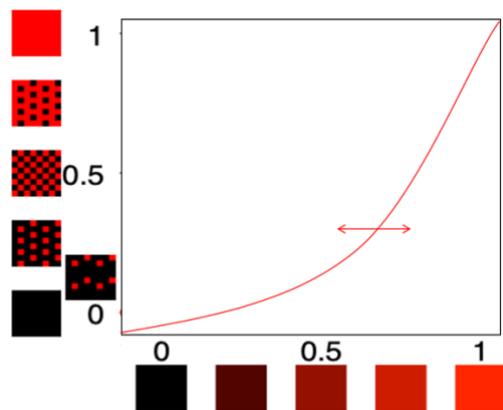


図 4. ディスプレイガンマの視感的測定

## 2.3. 色覚型判定

現時点で、ディスプレイキャリブレーションを行わない環境での色覚型判定手法は確立できていない。しかし、次節で紹介する RGB-LMS 変換行列の推定手法を応用することで色覚型判定手法の開発を進めている (4. 結果と考察を参照)。

## 2.4. RGB-LMS変換行列の測定

2 色覚では残存する錐体チャンネルの応答値が同一である場合に混同色となる。例えば 1 型 2 色覚者の場合では ( $L, M, S$ ) = (0.36, 0.73, 0.54) と ( $L, M, S$ ) = (0.75, 0.73, 0.54) が混同色対となる。したがって RGB-LMS 変換行列推定において 1 型 2 色覚者を被験者とする場合は  $L_R, L_G, L_B$  以外のパラメータ  $M_R, M_G, M_B, S_R, S_G, S_B$  を取得する。すなわち 2 色覚者の残存する錐体チャンネルの 6 個のパラメータを推定することが可能である。

本提案手法では、多数の色相を含む画像に対して様々な変換行列 (axLMS) で色覚シミュレートされた画像を複数呈示し、ユーザー (2 色覚者) が原画像と弁別不能な画像を選択する作業を繰り返すことで、最適な RGB-LMS 変換行列を推定する (図 5, 図 6)。被験者が弁別不能として選択した画像に用いた変換行列の成分を平均して次の axLMS を決定し、変化量を小さくしながら同様の作業を繰り返して axLMS を更新してゆく。そして画面右側に呈示されるすべての色覚シミュレーション画像が原画像と弁別不能になった時点で終了し、そのときの axLMS を最適な RGB-LMS 変換行列として決定する。

図 5 を見てわかる通り、正常 3 色覚者にとっては、色覚シミュレートされた右の画像にはひとつとして原画像と弁別不能な画像はない。しかし同じ画面が 2 色覚者にとっては図 6 のように見えており、原画像と弁別不能な画像が出現する。この

際、原画像の色は大きく変化するが、右の画像はすでに色覚シミュレートされているため、同一の色覚シミュレーションを施しても大きく変化していないことがわかる。

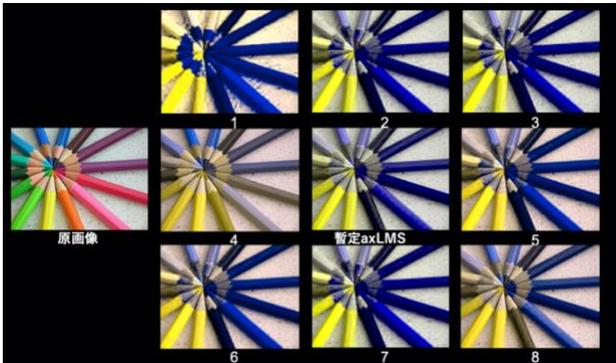


図5. シミュレーション画像弁別による変換行列の導出(例: 1型2色覚の場合)

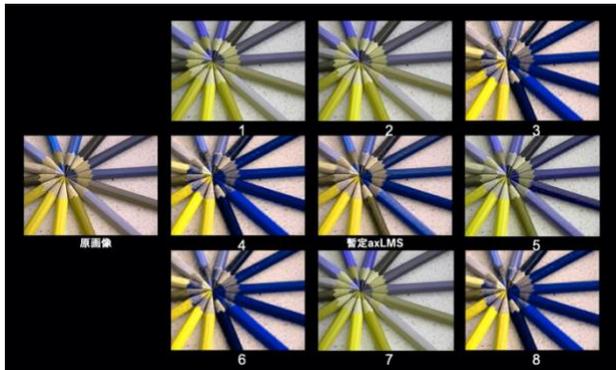


図6. 1型2色覚が見ている色  
(図5右側の画像とは対応していない)

### 3. 実験

提案手法の有用性を検証するため、正常3色覚者である被験者が、あらかじめ決められた色覚型の2色覚シミュレーションを施した画面を観察することでRGB-LMS変換行列推定を行った(擬似2色覚被験者, 図6参照)。

事前のディスプレイキャリブレーションで得たRGB-XYZ変換関数と、Smith and Pokorny [4]の色覚モデルに基づくXYZ-LMS変換行列を用いてRGB-LMS変換行列を求め、提案手法で得べきターゲット変換行列  $axLMS_t$  として設定した。検証実験では、ランダムな数値を成分に持つ初期変換行列  $axLMS_i$  から開始して、2.4で紹介した方法で変換行列を推定し、ターゲット変換行列  $axLMS_t$  に近い行列が得られるかを検討した。

PC (Apple, MacBookPro) に液晶ディスプレイ (EIZO, ColorEdgeCS230, 23inch, 1920×1080 pixels) を接続し、Psychtoolbox3[8][9][10]とMatlabを用いて色覚シミュレーションおよび刺

激呈示を行った。実験は暗室で行われ、60cmの視距離で観察した。原画像として用いた画像は4種類であり、大きさは視角で  $5.6 \times 4.2$ ,  $5.9 \times 5.9$ ,  $6.3 \times 6.3$ ,  $6.5 \times 6.5$  deg.であった。

2.2.で紹介した視感的ガンマ値測定方法を用いて事前に求めたガンマ値  $\gamma_R=1.8$ ,  $\gamma_G=1.75$ ,  $\gamma_B=1.54$  を用いて提案色覚シミュレーション(図3)を行い、図5右側の画像を作成した。さらにディスプレイキャリブレーションで得たRGB-XYZ変換関数とSmith and Pokorny [4]の色覚モデル、およびBrettelらの2色覚シミュレーション[1][2](図2)を画面全体に施して、あらかじめ設定した色覚型の2色覚者の見る色を再現した。

### 4. 結果と考察

例として、被験者1名が図6の画像に対して行った実験結果を設定した色覚型ごとに図7～図9に示す。0, 64, 128, 192, 255を組み合わせたRGB値に変換行列を施して得たLMS値の分布を表示した。初期変換行列  $axLMS_i$ , ターゲット変換行列  $axLMS_t$ , 推定変換行列  $axLMS$  で得た分布は、それぞれ黒\*, 青○, 赤○に対応している。いずれも  $axLMS$  (赤○) は,  $axLMS_i$  (黒\*) より,  $axLMS_t$  (青○) に近い分布となっており、本提案手法の有効性が確認された。

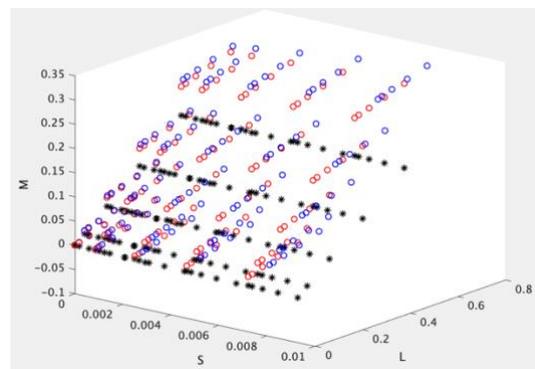


図7. 1型2色覚のLMS分布(原画像 pencil)

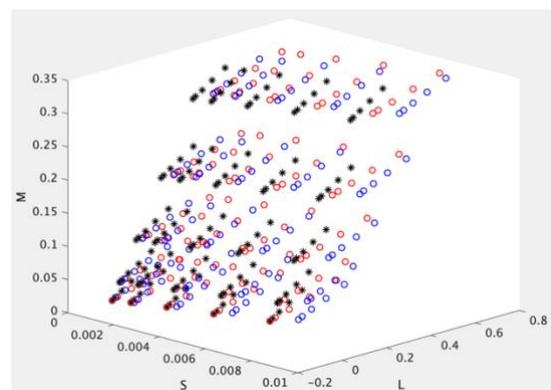


図8. 2型2色覚のLMS分布(原画像 pencil)

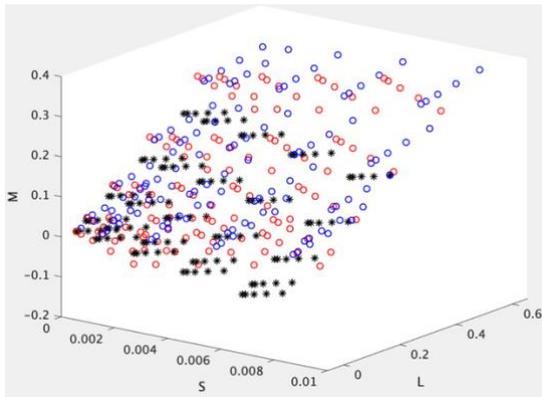


図9. 3型2色覚のLMS分布(原画像 pencil)

なお、図5を得るための2色覚シミュレーション(図3)と、擬似2色覚の見えを再現するための既存の2色覚シミュレーション(図2)において、あえて異なる色覚型を設定した場合に、原画像と弁別不能なシミュレーション画像の選択数が減少することが確認された。このことを利用すると、色覚型が未知である被験者に対して1型2色覚、2型2色覚、3型2色覚の3種類の色覚型を設定して同様の実験を繰り返し、弁別不能画像の選択数が最も少なくなる色覚型を被験者の色覚型として判定することが可能と期待される。今後は、この観点に基づいてディスプレイキャリブレーションが不要な色覚型判定手法として開発する予定である。

#### 参考文献

- [1] H. Brettel, F. Vienot, and J. D. Mollon, Computerized simulation of color appearance for dichromats, *Journal of the Optical Society of America A*, 24(10), 2647-2655, 1997
- [2] H. Brettel, F. Vienot, and J. D. Mollon, Digital video colourmaps for checking the legibility of displays by dichromats, *Color Research and Application*, 24(4), 243-252, 1999
- [3] 篠田博之, 色覚におけるバリアフリー技術, *光学*, 45(6), 231-237, 2010
- [4] V. C. Smith, J. Pokorny, Spectral sensitivity of the foveal cone photopigments between 400 and 500 nm, *Vision Research*, 15(2), 161-171, 1975
- [5] 石橋諒一, 篠田博之, 山口秀樹, キチローラッタナカセムスク, 色恒常性に基づく測

色機器を用いないカラーマネジメント, *日本色彩学会誌*, 33, 38-39, 2009

- [6] P. K. Kaiser, Minimally Distinct Border as a Preferred Psychophysical Criterion in Visual Heterochromatic Photometry, *Journal of the Optical Society of America*, 61(7), 966-971, 1971
- [7] P. K. Kaiser, B. B. Lee, P. R. Martin, A. Valberg, The Physiological Basis of The Minimally Distinct Border Demonstrated in The Cells of The Macaque Retina, *Journal of Physiology*, 422, 153-183, 1990
- [8] D. H. Brainard, The Psychophysics Toolbox, *Spatial Vision*, 10, 433-436, 1997
- [9] D. Pelli, The VideoToolbox software for visual psychophysics: Transforming numbers into movies, *Spatial Vision*, 10, 437-442, 1997
- [10] M. Kleiner, D. Brainard, D. Pelli, What's new in Psychtoolbox-3?, *Perception*, 36, ECVF Abstract Supplement, 2007

# 照度レベルの低下と課題の実行が引き起こす空間解像力の低下

## Spatial resolution degradation due to illuminance decline and task execution

杉浦徹 Toru Sugiura 立命館大学大学院情報工学研究科 Graduate School of Information Science and Engineering, Ritsumeikan Univ.  
 篠田博之 Hiroyuki Shinoda 立命館大学 Ritsumeikan Univ.

**Keywords:** 目撃証言, 空間解像力, 二重課題, 照度.

### 1. はじめに

目撃証言は裁判の重要な証拠として扱われるが, 視覚特性の影響を受けることは重要視されていない. 冤罪や真犯人の取り逃がしを防ぐため, 視覚特性に着目した目撃証言の信憑性評価指標が求められる. 先行研究<sup>1)2)</sup>では目撃の信憑性は周辺環境によって大きく左右され, 目撃条件によって証言が変化することが示された. 空間解像力は物体の形状や人相を正しく認識する上で重要な役割を果たし, 色認識と並び目撃の信憑性に関わる重要な要素である. 実際目撃状況では, 例えば車の運転などの目撃と無関係なタスク実行中の目撃の場合, 目撃者は完全に目撃に集中できないため信憑性が低下する可能性がある. そこで本研究では, 目撃への集中を妨げる課題を含む二重課題の実行により空間解像力がどのように変化するか検討することを目的に実験を行った.

### 2. 実験

被験者のタスクは, 標的追従課題と方向弁別課題からなる二重課題の実行(追従あり条件), または方向弁別課題のみ(課題実行による影響を見るための統制条件; 追従なし条件)の実行である.

標的追従課題では, 被験者はマウスを使用し軌道に沿ってディスプレイ上を動く円形ターゲットの追従を行った. 標的追従課題の概要を図1に示す. ターゲットは右側の軌道から周回を始める. 標的追従課題の難易度は, 角速度が一定で軌道の半径が  $3.5 \text{ deg}$  から変化せずターゲットの移動速度が変化しない **constant** (図1 赤実線) と, 角速度は一定だが軌道の半径が周期的に変化するため移動速度も周期的に変化する **winding** (図1 青実線) の2種類を用いた. **constant**, **winding** ともに軌道の片側を  $5 \text{ sec}$  で周回する.

方向弁別課題ではランダムな大きさのランドルト環の切り欠きの方向の判別を行った. ランドルト環は被験者が標的追従課題を1周行った(10 sec 経過)後, ターゲットが周回している側の軌道の中心に1秒間呈示された. **constant** ではランドルト環呈示中に周回する円がターゲットとランドルト環との偏心率が変化しないよう, 右側の円に呈示される場合は  $10.5 - 13.5 \text{ sec}$ , 左側の円に呈示される場合は  $15.5 - 18.5 \text{ sec}$  の間のランダムなタイミングで呈示が開始された. **winding** においても同様のタイミングで呈示された. 被験者はランドルト環の切り欠きの方向を上下左右のいずれかで応答し, 方向弁別課題に対する確信度を1(非常に自信がない)から5(非常に自信がある)までの数字で応答した. 追従あり条件, 追従なし条件の実験手順をそれぞれ図2に示す.

実験は暗室で行われ, 実験ブースの照度は実際目撃環境に近い照度レベルを再現するため明所視から暗所視までの5レベルに設定された. ターゲットとマウスカーソルはマンセル表色系のN8相当, ランドルト環はN7相当, 背景輝度はN5相当の無彩色に設定され, 照度レベルに従ってディスプレイ上で変調された. ターゲット, マウスカーソルは視角  $0.5 \text{ deg}$  に設定された. ランドルト環の大きさは切り欠き幅視角  $1.8 \text{ min}$  から  $10.2 \text{ min}$  の10段階からランダムに選ばれ, 1サイズにつき20回の呈示が行われた. 刺激の作成, 制御はMatlab, Psychophysics toolbox Version 3<sup>3)~5)</sup>を用いて行った.

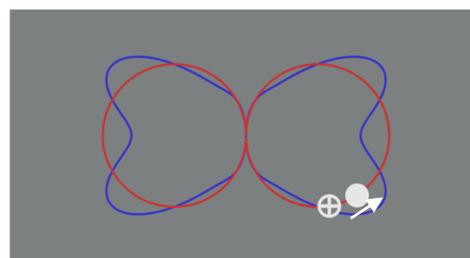
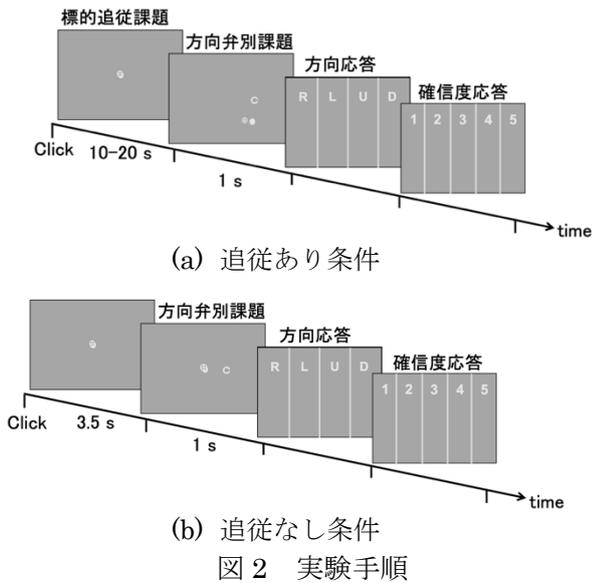


図1 標的追従課題の概要



3. 結果

方向弁別課題のパフォーマンスを図3, 図4に示す。追従あり条件 (winding) を点線, 追従あり条件 (constant) を実線, 追従なし条件を破線で示している。ランドルト環のギャップサイズが小さくなるにつれ方向弁別課題の正答率と確信度はともに低下した。ギャップサイズが同じであっても, 照度レベルの低下によって正答率と確信度はともに低下した。追従課題の有無で比較すると追従あり条件での正答率は追従なし条件に比べて低く, 追従課題の実行によって空間解像力が低下したことが示された。

追従課題実行による正答率の低下は, 照度が低い 1 lx, 0.2 lx で最大 30% と大きく, 他の照度レベルではそれに比べ小さいことが示された。正答率の低下が大きいギャップサイズは照度によって異なり, 照度が高くなるにつれ小さいギャップサイズでの低下が大きくなった。0.2 lx では小さいギャップサイズで課題実行による正答率低下が小さくなり, 課題の有無に関わらず方向弁別課題のパフォーマンスが低下したことが示された。

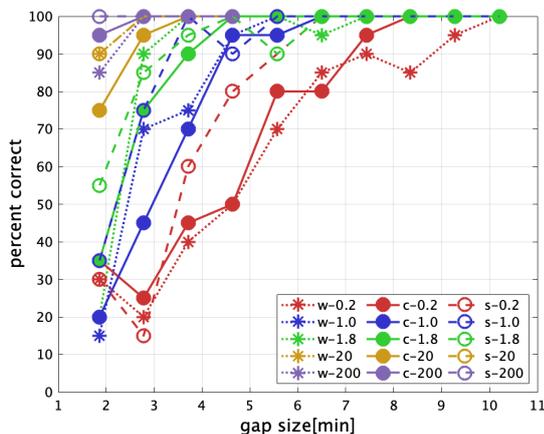


図3 正答率

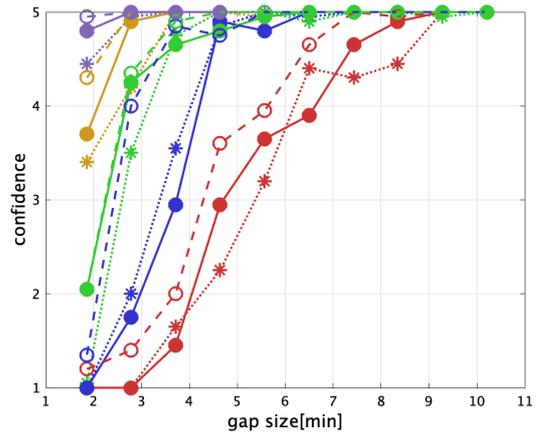


図4 確信度

追従課題あり条件の winding と constant を比較すると正答率に大きな差異は見られず, むしろパフォーマンスが向上する場合もあった。

確信度の低下は正答率の低下と同様に起きるが, 課題の実行による大きな差は見られず, 照度に大きく影響されることが示された。

4. 考察

本研究で行った二重課題においてランドルト環の方向を正しく応答するためには, 1秒の呈示時間の間に周辺視野でランドルト環を発見し注視点をランドルト環に移動する必要がある。追従課題の難易度を上げると多くの注意リソースの配分が求められるため, ランドルト環の発見が遅くなり呈示時間に間に合わないためパフォーマンスが低下すると考えられる。また, ランドルト環と追従ターゲットの偏心度が大きくなって同様の理由でパフォーマンスが低下すると考えられる。

しかしながら, ターゲットの移動速度が変化するため難易度が高いと考えられる winding において constant との大きな差は見られなかった。これは, 追従に必要な被験者の注意リソースの差がないためか, ランドルト環の呈示タイミングによりターゲットとランドルト環の偏心度が変化することでパフォーマンスが低下する場合と向上する場合が混在しているための2つの可能性が挙げられる。

そこで, パフォーマンスに差異が見られなかった原因を明らかにするため, 呈示の前後の追従誤差を得る目的で追加実験を行った。追従誤差を小さくするためには高い注意リソースが追従課題に割かれるため, 逆に, 追従誤差が大きくなることは注意リソースがランドルト環の発見・方向弁別に割かれたことを示す。

ランドルト環呈示の前後1秒の追従誤差の一部

を図 5 (constant), 図 6 (winding) に示す. 点線, 実線, 破線は呈示されたランドルト環のギャップサイズを表し, それぞれ 1.8 min, 5.6min, 10.2 min である (凡例ではそれぞれ s, m, l に対応). 追従誤差はギャップサイズごとに 20 回の試行の平均とした. 図 5, 6 より constant の 0.2 lx を除き, 追従誤差の時間的変化は constant と winding の 2 つの条件間で違いがないことが示された. またランドルト環呈示前の 1 秒間の追従誤差は, constant の 0.2 lx を除き 20 から 30 pixels ほどであり, 照度レベルの間に大きな差はない.

一方, ほとんどの条件において, ランドルト環呈示後の追従誤差は 0.5 - 1 sec の区間で大きく増加し, この時点で被験者は追従をやめランドルト環に注視点を移したことを示す. 0.5-1 sec の区間で追従誤差の増加が見られない条件もあるが, これは照度が低い, もしくはランドルト環が小さすぎて発見できない試行が多くあるためである.

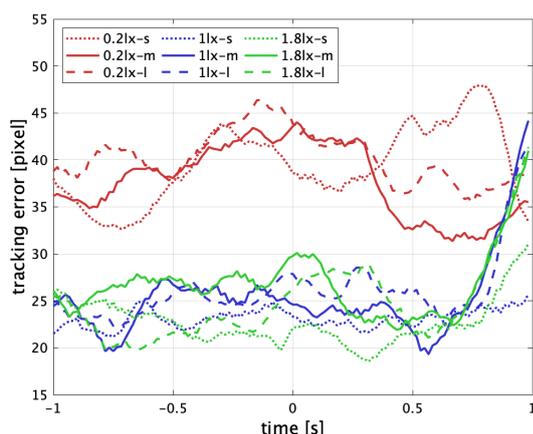


図 5 constant の追従誤差

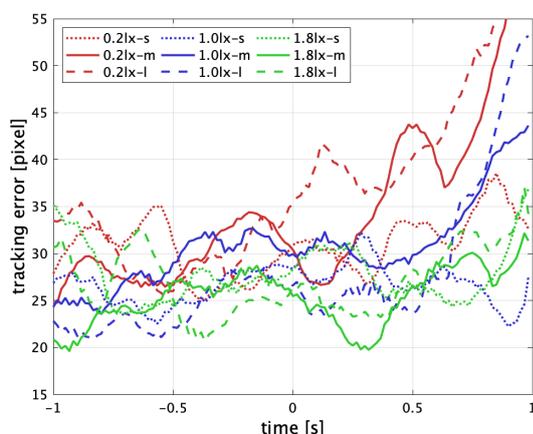


図 6 winding の追従誤差

追従誤差に違いがないことから, 課題の難易度は constant と winding で大きな差がないと言える. しかしながら, 課題の難易度が高くて被験者がより多くの注意リソースを配分することで

追従誤差が低く保たれている可能性があるため, 別の指標を用いる必要がある. そこで, 次にランドルト環の追従誤差の増加のタイミングに着目した.

追従誤差増加のタイミングが遅いほど, 視覚的注意および視点を追従課題から移動させるのに時間がかかっていることを示唆し, 難易度が高いと言える. また, 注視点が移動するタイミングはランドルト環の観察時間の長短にも直結するため, 方向弁別課題のパフォーマンスにも影響を与える指標と考えられる.

図 7 に, ランドルト環呈示前後 2 秒間の追従誤差平均値で除した正規化追従誤差を示す. すべての条件で constant (実線) に比べ winding (点線) で追従誤差上昇のタイミングが早まる傾向が見られた. このことから, constant に比べ winding は難易度が低い課題であるということが出来る. つまり結果から示唆された, 追従に必要な被験者の注意リソースの差がないためパフォーマンスに差異が見られないことが裏付けられたと言える. これは constant 条件よりも速度変化のある winding 条件の方が追従しやすいとの内観報告とも一致する.

さらに, 追従課題 (constant) の 0.2lx 条件では, 35 から 45 pixels 程度と, 他の条件に比べて大きな追従誤差を示したことも, 低照度, constant 条件において追従課題の難易度が高かったことを示唆する.

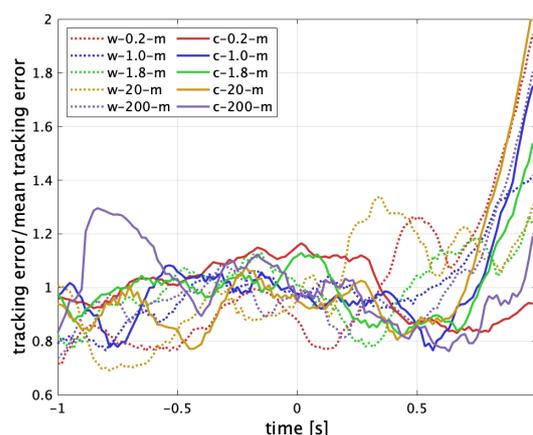


図 7 2 秒間の平均で正規化した追従誤差

続いて, winding におけるランドルト環呈示時のターゲットの位置が方向弁別課題のパフォーマンスに与える影響を検討する. ランドルト環と追従ターゲットの偏心度が方向弁別課題の正答率に影響していると仮定すると, 偏心度が constant での偏心度より大きい場合誤答の分布が多く, 小さい場合正答の分布が多くなると考えられる. また, constant では偏心度は常に等しい

ため正答・誤答の分布は偏らないと考えられる。

図8に照度レベル0.2lxでのランドルト環呈示開始時のターゲットの位置と正答・誤答を示す。windingのターゲット位置を赤のマーカ、constantのターゲット位置を黒のマーカで表す。winding, constantともに正答・誤答は軌道の全体に偏らず分布しており、ランドルト環と追従ターゲットの偏心度が方向弁別課題のパフォーマンスに与える影響は見られなかった。

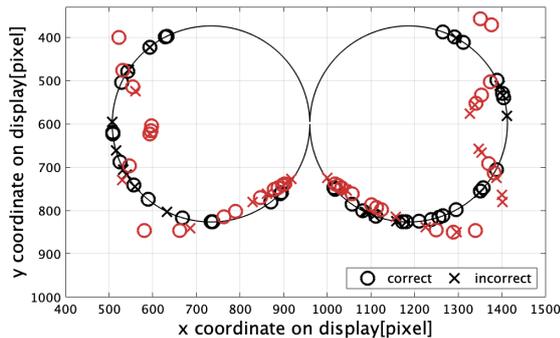


図8 ランドルト環呈示時のターゲット位置

本研究では、追従誤差に着目し異なる課題を行っている間の空間解像力の違いを評価することを目的に実験を行った。追従誤差を小さくするためには、ターゲットに十分大きな注意リソースを分配しつつマウスを動かす必要がある。ランドルト環呈示時には注意リソースがランドルト環に向けられるため追従誤差もそれに従って増加すると考えたが、周期的な運動をしているターゲットを追従する課題では注視点が移動した後もマウスの移動はすぐに中断できずランドルト環の発見の影響が追従誤差に直ちに現れない可能性が否定できない。

しかしながら、課題実行によるパフォーマンスの低下は見られ、低照度・小視対象の視認が難しい条件での目撃証言は信憑性が大きく低下すると言える。課題の実行による正答率の低下が大きな物体サイズは照度レベルによって異なるため、明るい場所で正確に目撃できる物体も目撃環境の照度によっては信憑性を失う可能性がある。目撃証言は目撃環境や目撃者の置かれた状況に応じて慎重に扱われなければならないと考えられる。

#### 参考文献

1) Wagenaar Willem, Van Der Schrier Juliette. Familiar face recognition as a function of distance and illumination: A practical tool for use in the courtroom, PSYCHOLOGY CRIME & LAW 2, 321-332, 1996

2) Airi Hashimoto, Hiroyuki Shinoda. COLOR IDENTIFICATION AFFECTED BY ILLUMINANCE LEVELS, STIMULUS SIZE AND OBSERVATION PERIOD, 11th Asia Lighting Conference Proceedings, 211-214, 2018

3) David H. Brainard: The Psychophysics Toolbox, Spatial Vision 10, pp. 443-446, 1997

4) Denis G. Pelli. The VideoToolbox software for visual psychophysics: Transforming numbers into movies, Spatial Vision, 10, 437-442, 1997

5) Mario Kleiner, David Brainard, and Denis Pelli. What's new in Psychtoolbox-3? Perception, 36 ECVF Abstract Supplement, 2007

# 照明光源の分光分布が薄明視下での色の見えに与える影響評価

## Evaluation of the influence of the spectral distribution of the illumination source on the color appearance under mesopic vision

諏訪 勝重	Masashige Suwa	三菱電機(株)	Mitsubishi Electric Corporation
		京都大学大学院	Graduate School of Kyoto University
石田 泰一郎	Taiichiro Ishida	京都大学大学院	Graduate School of Kyoto University
好永 恒則	Tsunenori Yoshinaga	近畿日本鉄道(株)	Kintetsu Railway Co., Ltd.

**Keywords:** mesopic vision, spectral distribution, illumination, opponent color responses, LED.

### 1. はじめに

明所視と暗所視の中間の明るさである、薄明視とよばれる領域では、人間の分光感度が短波長側にシフトすることで、色の見えや明るさが変化することは良く知られている。この領域では錐体と桿体が同時に働くために色知覚の仕組みが複雑となっており、この色の見えの変化に焦点を当てた研究はこれまでも数多く行われてきている。

湯尻<sup>1)</sup>はカラーネーミング法の応用を用いて、照度レベル、刺激サイズを変化させ色の見えの変化を測定し、照度レベルの減少に伴う有彩色成分の減少と、緑色領域の青色領域への移行を示した。

石田ら<sup>2)</sup>は、明所視から薄明視レベルの照度において、色票の色の見えを、指定された色名の中から選んで回答するという色同定実験を行った。この実験では10 lxまでは1000 lxの時と変わらない色カテゴリーの回答が可能であるが、1 lxにおいては緑から青系統の色の見えが類似し、より低照度になると緑の領域が青に置き換わることが分かった。

shinら<sup>3)</sup>は、明所視から薄明視レベルの照度における色票の色の見えを両眼隔壁等色法により評価し、L、M、S錐体、桿体の刺激値から色の見えを構築するモデルを作成した。

この他にも様々な実験が行われてきたが、その殆どが単一の光源によって照度レベルを変化させており、複数の光源を用いてその色の見えの変化を比較するようなものは少ない。LEDや有機ELといった様々な分光分布を持つ光源が普及していく中で、薄明視領域を作り出す光源の分光分布も様々である。夜間街路などを考えると、光源の分光分布に応じた色の見えの変化を評価することは重要であると考えられる。

### 2. 実験

実験ブースにおいて光源とその照度レベルを変化させながら色票の色の見えを回答する被験者実験を行った。実験に使用した光源は白色LED、高演色タイプの白色LED、電球型蛍光灯、および人工太陽照明灯の4種類であり、以後それぞれLED、H-LED、FL、ASLと呼称する。図1に実験用光源の分光分布特性を示す。これは演色照度計(KONICA MINOLTA CL-70F)により、実験時に色票が提示される位置で照度レベル300 lxの状況下で測定したものである。

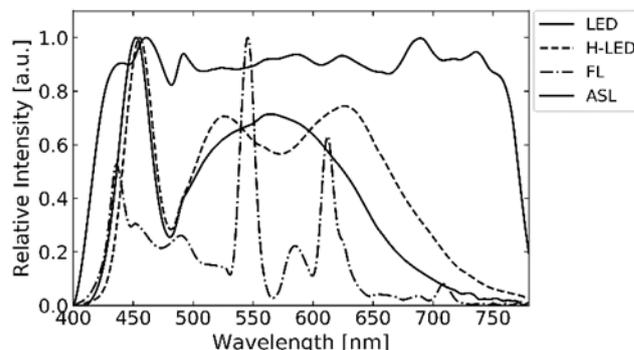


図1 実験用光源の分光分布

照度レベルは3段階、色はマンセルの管理色票をもとにした全35色(条件)とした。つまり、実験では独立変数として、光源の分光分布、照度レベル、および色票の色を変化させた。被験者は平均24.1歳(±2.18歳)の男性9名女性1名の合計10名である。また本実験は、色の見え方の調査を行うため、実験前に色覚検査(石原式色覚検査表)を行い、全員が正常色覚であることを確認した。

実験における色票の評価方法は、石田ら<sup>2)</sup>が、内川<sup>4)</sup>らのカテゴリー比率評価法を発展させた重み付けカテゴリカル比率評価法を用いた。これは、色の見えをカテゴリカルカラーの11色(赤、オレンジ、黄、緑、青、紫、茶、ピンク、白、黒、灰)

の中から最大3色を選択し、それぞれの見えの比率を合計10となるように割り振る方法である。

3. 実験結果

照度レベルと光源の差異による色相の変化の詳細を明らかにするために、各色票に対する各光源、各照度レベルでの色の評価値について、被験者の回答を合計して色相毎に平均値を算出し、回答された11の色の評価値を、赤(R), 緑(G), 黄(Y), 青(B), 白(W), 黒(Bk)のエレメンタルカラーの6色の評価値に振り分けて実験結果を評価する。石田ら<sup>5)</sup>は、色票の色名回答の実験について、カテゴリカルカラー11色を色名回答に用いた場合と、エレメンタルカラー6色を色名回答に用いた場合の2つの実験結果について重回帰分析を行い、カテゴリカルカラーをエレメンタルカラーに振り分けるための変換係数を求めている。そこで本研究における色の評価値の振り分けには、本変換係数を採用する。

各光源において照度レベルの変化によって有彩色成分がどのように変化したかを調べるために赤(R), 緑(G), 黄(Y), 青(B)のみを抽出し、その構成割合を最大値1で規格化して折れ線グラフに表したものを図2に示す。

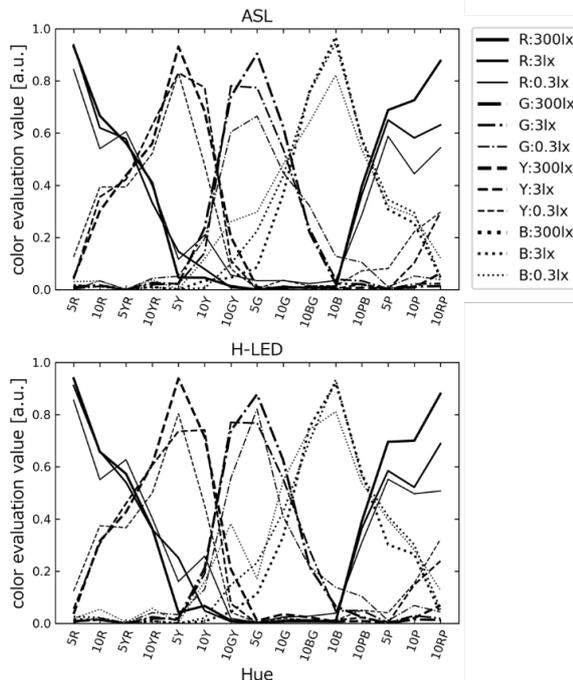


図2 実験用光源の分光分布

図2では、例として光源がASLの場合とH-LEDの場合を示す。各グラフは、横軸が色票の色相、縦軸が色の評価値である。図2より、いずれの光源においても照度レベルの低下に伴い、10GY付

近を中心に青色領域が緑色領域に拡大していることが確認できる。また、同じく照度レベルの低下に伴い10RP付近を中心に赤色領域に黄色領域が拡大している。これらの有彩色成分の変化は照度レベルの変化に応じて異なる変化量である。更に光源毎に変化の仕方に差異があることがわかる。また、図2の有彩色成分の構成をみると赤色が支配的な場合は、緑色成分が殆ど含まれず、その逆の構成の場合も同様の関係にある。また、青色と黄色の関係も赤色と緑色の関係と同様であり、これらの結果は反対色応答を示唆するものであると考えられる。

4. 色認識特性のモデル化

実験結果より色の見えの評価結果は反対色応答を示唆するものであり、色認識特性のモデル化の方法の1つとして、反対色応答関数を用いて説明できる可能性があると考えた。これまでに反対色応答関数は様々な関数が提案されているが、その関数形状は大きく変わらない。そこで、本研究では、Hurvich-Jamesonの反対色応答関数<sup>9)</sup>を変形して実験結果を説明することを試みた。Hurvich-Jamesonの反対色応答関数は下記のように定義される。

$$(r - g)(\lambda) = k_1(R(\lambda) - G(\lambda)) \dots\dots\dots(1)$$

$$(y - b)(\lambda) = k_2(Y(\lambda) - B(\lambda)) \dots\dots\dots(2)$$

$(r - g)(\lambda)$ は、赤-緑反対色応答に対応し  
 $(y - b)(\lambda)$ は、黄-青反対色応答に対応する。また、 $k_1, k_2$ は刺激光に応じて変化させる係数とされている。Hurvich-Jamesonは光源からの色光の評価を行っていたため、色票の色の見えといった間接光による刺激光とは異なる性質がある可能性がある。そこで次式に示すように、照度レベルに応じて各色の反対色応答関数のピーク値と波長方向の関数のシフトを調整できるように新たな係数 $k_r, k_g, k_y, k_b, \alpha, \beta$ を導入することとした。

$$(r - g)(\lambda) = k_r R(\lambda - \alpha) - k_g G(\lambda - \alpha) \dots\dots\dots(3)$$

$$(y - b)(\lambda) = k_y Y(\lambda - \beta) - k_b B(\lambda - \beta) \dots\dots\dots(4)$$

式(3), (4)を用いて色相係数を算出し、実験値との残差の二乗和が最小となる係数値を求めることで、色認識特性のモデル化を試みる。

光源がASLの場合について、式(3), (4)と実験データとの比較を行い、各照度レベルにおける求められた各係数値を表1に示す。

表1 反対色応答関数の係数值

照度レベル [lx]	$\alpha$ [nm]	$\beta$ [nm]	$k_r$	$k_g$	$k_y$	$k_b$
0.3	7	27	1.00	0.86	0.89	1.00
3	6	20	1.00	0.84	0.80	0.96
300	6	12	1.00	0.84	0.85	0.95

式(3), (4)の反対色応答関数を用いた色認識特性モデルが実験データにうまく適合するかどうかについて検討する. ASLについて, 照度レベルを変化させたときの色の評価値の実験結果と, 式(3), (4)に表1の係数值を用いて算出した色の評価値の予測値を比較したグラフを図3~図5に示す.

図3~図5より, 実験結果と予測値がいずれの照度レベルにおいてもおよそ一致していることが確認できる. また, 分光分布が異なるいずれの光源においても, 式(3), (4)を用いた色認識特性モデルによる予測値と実験値はおよそ一致した. 従って, 今回検討した反対色応答関数を用いた色認識特性モデルは, 様々な光源や照度レベルにおいて色の見えを予測するための有効なモデルとなる可能性がある.

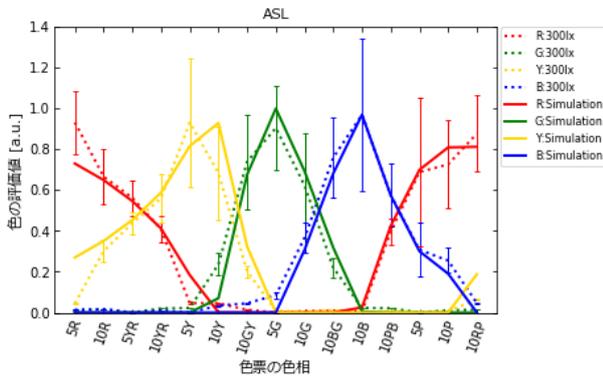


図3 照度レベル 300 lxにおける色の評価値の実験結果と計算結果の比較

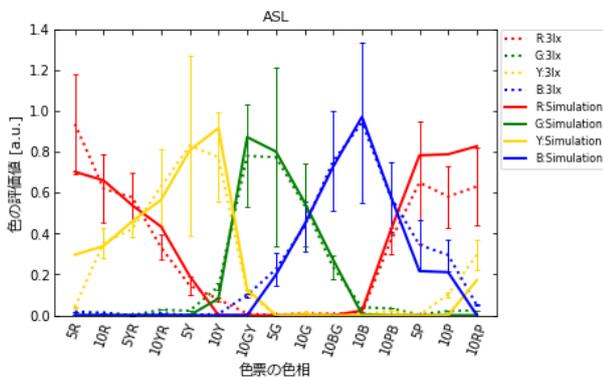


図4 照度レベル 3 lxにおける色の評価値の実験結果と計算結果の比較

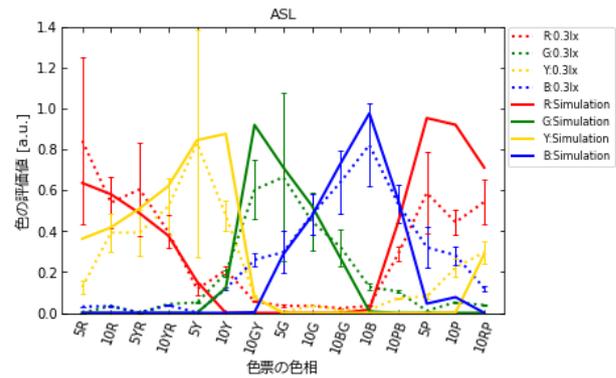


図5 照度レベル 0.3 lxにおける色の評価値の実験結果と計算結果の比較

## 5. まとめ

照度レベル変化に伴う色相や色味の変化の調査を目的として実験を行った. 実験は, 市販の4種類の光源を用いて行った. 色相や色味の細かな変化が光源間で見られたが大きな差異はみられなかった. 実験で得られた結果をエレメンタルカラーに分解することで薄明視領域でどのような色相の変化が起きるのかを調査した. いずれの光源も照度レベルの低下に伴い, 緑領域に青領域が拡大し, 赤領域に黄色領域が拡大するという変化が見られた. 本研究では, これらの色味の変化を予測するために変形した反対色応答関数を用いた色認識特性のモデル化を試みた. 反対色応答関数の変形としては, 照度レベルに応じて各色のピーク値を調整する係数と, 黄-青反対色応答関数と赤-緑反対色応答関数の波長方向の関数のシフト量に関する係数を設定し, 実験結果より照度レベルに応じた係数值を決定した. これらの係数值より, 実験結果の予測を行い, 実験結果を概ねに再現することを確認した.

## 参考文献

- 湯尻照: 色票の色の見えの輝度レベルによる変化, 光学, 18.
- Taiichiro Ishida: Color identification data obtained from photopic to mesopic illuminance levels, Color Research and Application, Vol.27, No.4, pp252-259, 2002
- Jae Chul Shin, Naoki Matsuki, Hirohisa Yaguchi and Satoshi Shioiri: A Color Appearance Model Applicable in Mesopic Vision, Optical Review, 11-4, pp 272-278
- 内川恵二 栗木一郎 篠田博之: カテゴリー比率評価法による開口色と表面色モードの色の見えの表現, 照明学会誌78(2), pp83-93, 1994

- 5) Taiichiro Ishida : Evaluation of Color Appearance under LED and OLED Lighting Based on the Data Obtained by a New Color Category Rating Method, AIC2015 TOKYO, pp1158-1163, 2015
- 6) Leo M.Hurvich : COLOR VISION, Sinauer Associates Inc, 1981 .

# 周囲条件の有無が色の恒常性に与える影響

## Effect of environmental conditions on color constancy

澁谷 圭太 Keita Shibuya 千葉大学大学院  
溝上 陽子 Yoko Mizokami 千葉大学大学院

Chiba University  
Chiba University

**Keywords:** 色の恒常性, 照明, 立体, 周囲条件

### 1. 背景

照明が異なった環境でも、物体の色や明るさを正しく安定して知覚できる能力のことを色の恒常性という。これは、視覚メカニズムが、視界の様々な情報から照明色の手がかりを得ることにより、照明色の変化を補正して物体の色を知覚するためと考えられている。色の恒常性の研究は多くあるが、モニタ上の刺激を用いた研究が主流である<sup>1,2)</sup>。また、実空間においては、色票もしくは果物などの見慣れた物体での検討はされているが、実際の照明空間における物体の立体情報および周囲条件が与える影響については十分に検討されていない。

### 2. 目的

本研究は、3次元実空間における、立体的な物体の色の恒常性に対して、周囲条件の有無が与える影響を明らかにすることを目的とする。

### 3. 実験

#### 3.1 実験環境

図1に実験環境を示す。実験は暗室ブース内で行い、刺激を呈示するため、机の上に内側を黒色のビロードで覆った観察ボックスを設置した。実験光源には THOUSLITE 社製の分光可変光源 LEDCube を用いた。

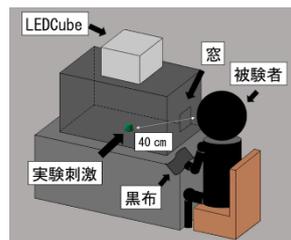


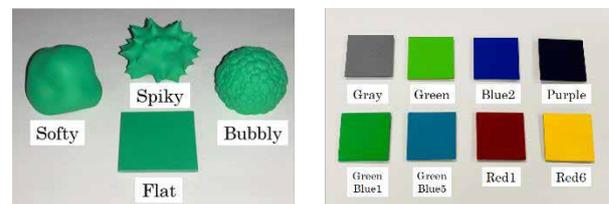
図1 実験環境

#### 3.2 実験刺激

図2に実験刺激の一部を示す。4種類の形状 (Spiky, Bubbly, Softy, Flat) に対して、それぞれ8色分の刺激 (計32個) を用いた。色の内訳は、青緑色系統の2色、赤色、黄色、灰色、黄緑色、青色、紫色である。

各照明を  $u'v'$  色度図にプロットしたものを図3に示す。照明色には、色温度 6500K, 2800K, Green の計3色を用いた。6500Kは基準の白色照明であり、2800Kは黒体放射軌跡上に位置する、自然な昼光の

照明色変化である。Green は、6500K と 2800K の  $u'v'$  色度図上での色差を求め、6500K から黒体放射軌跡に垂直方向で同じ色差となる照明色とした。



(a) 刺激の形状 (b) 刺激色の内訳

図2 実験刺激

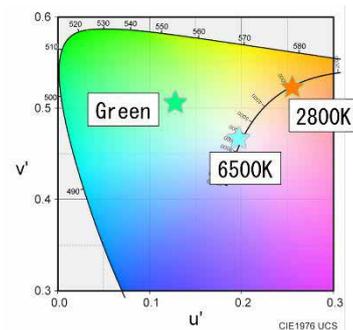


図3 実験照明

#### 3.3 周囲条件

周囲条件は、NO, EF (Exist-Flat), ES (Exist-Softy) の3条件とした。NOでは、実験刺激1つのみを呈示した。EFでは、周囲の手がかりとして、実験刺激の右側に白色の Flat を呈示した。ESでは、周囲の手がかりとして、実験刺激の右側に白色の Softy を呈示した。また、各刺激の間隔は約 0.5 cm とした。図4に、周囲条件を示す。



図4 周囲条件

### 3.4 実験手順

被験者は観察ボックス内の刺激と黒い床のみが見えるよう視点の調整をした後、照明に1分間順応した。その後、実験者が刺激をランダムな順番で1つずつ呈示し、被験者は色を応答した。応答には、エレメンタリーカラーネーミング法のうち、刺激の色みの量と赤緑青黄の割合のみを用いた。各照明条件、及び各周囲条件で、全ての刺激に対して同様に応答を行うまでの流れを1セッションとし、計2セッション行った。被験者は色覚正常者4名とした。

## 4. 結果と考察

エレメンタリーカラーネーミング法を用いて得た応答結果から、色全体に対する赤み、黄み、緑み、青みの成分量を求め、図5のような赤黄緑青平面にプロットした。矢印の始点が6500Kでの色の見えの応答を示し、矢印の先端が2800KまたはGreen

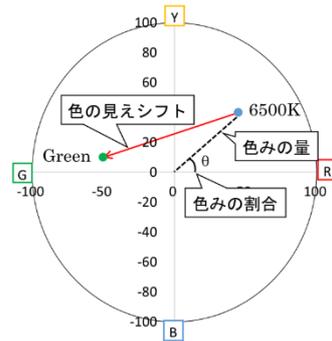
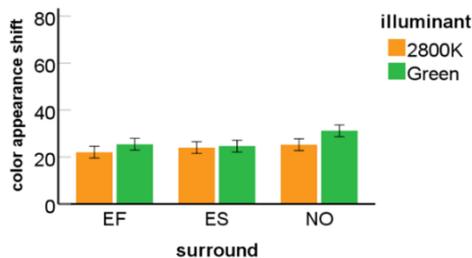


図5 赤黄緑青平面

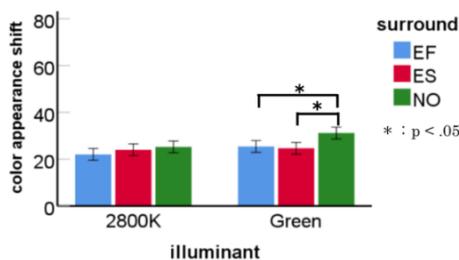
での色の見えの応答を示す。矢印の長さは色の見えシフトを示す。ここでは、照明色、物体形状の変化による色の見えシフトの変化を分析する。

図6に、各照明における色の見えシフトの全被験者の平均値を表したグラフを示す。色の見えシフトが小さいと、色の恒常性が働きやすいことを示す。図6(a)の照明色の比較より、2800Kの方がGreenよりも色の見えシフトの値が小さい傾向が見られた。

(b)の周囲条件の比較より、周囲条件NOは、照明によらず、周囲条件EF及びESと比べて色の見えシフトが大きい傾向が見られた。



(a) 各周囲条件における照明色比較

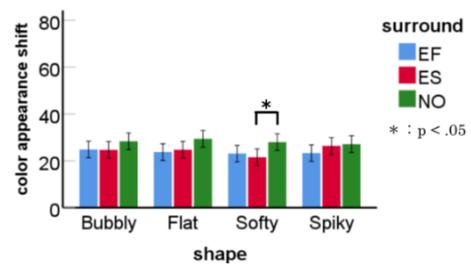


(b) 各照明色における周囲条件比較

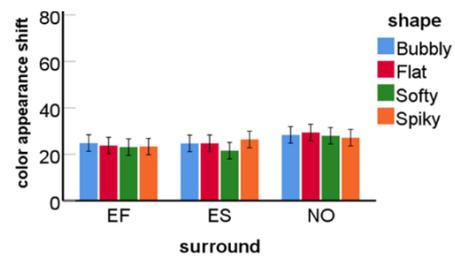
図6 各周囲条件と各照明での色の見えシフト

これらの結果より、黒体放射軌跡に沿った自然な照明色どうしの方が、Greenの不自然な照明色より、色の恒常性が働くことがわかった。これは、我々が日常生活において、Green等の不自然な照明ではなく、昼光や電球色照明の下で生活しており、黒体放射軌跡付近の照明を見慣れているためではないかと考えられる。

図7に、各物体形状における色の見えシフトの全被験者平均値を表したグラフを示す。図7(a)の形状の比較より、周囲条件ESの形状Softyにおいて、色の見えシフトが小さくなることがわかった。(b)の周囲条件の比較より、周囲条件NOは、物体形状によらず、周囲条件EF及びESと比べて、色の見えシフトが大きい傾向が見られた。



(a) 各周囲条件における形状比較



(b) 各形状における周囲条件比較

図7 各周囲条件と各形状での色の見えシフト

これらの結果より、同じ形状の物体が隣に存在する場合、色の恒常性は働きやすくなる可能性が示唆された。しかし、周囲条件EFにおいて、形状がFlatの場合には同様の傾向が見られないため、色の恒常性には、周囲の立体情報が寄与している可能性があると考えられる。

## 5. 結論

周囲に白色物体を置いた条件では、周囲手がかりなし条件よりも色の恒常性が向上した。したがって、周囲条件の有無が、3次元実空間における立体物の色の恒常性に影響を与えることが示唆された。

## 参考文献

- Xiao, B., Hurst, B., MacIntyre, L., & Brainard D. H., The color constancy of three-dimensional objects, *Journal of Vision*, 2012, 12-6. doi:10.1167/12.4.6
- Tajima, A., Mizokami, Y., & Yaguchi, H., Color Constancy in Photographs and in Cartoon Images, *The Asia-Pacific Conference on Vision (APCV), VISION*, 22, Supplement, 39(22.07), 2010 July, Taipei

# 空間の色彩がヒトの時間的体感に及ぼす影響について

## Effects of Color Space on Human Temporal Experience

－立体可視化装置 CAVE での心理評価検証実験の試み(5)－

山下真知子

Machiko Yamashita

大手前大学

Otemae University

**Keywords:** 色彩空間・認知評価・時間的体感

### 1. はじめに

本研究は、日本最大級の立体可視化装置(ε-CAVE)での色彩環境における心理調査に取り組むもので、これまでの心理評価調査とは異なる新規の実験方法をとるものである。

既往研究として視覚から色彩を捉えることで想起される人間の感情に及ぼす影響に関する実証を経て、五感(味覚・嗅覚)や空間の広・狭感、記憶、時間的体感など色彩空間がヒトに及ぼす認知的な問題に迫る。本研究成果により、まだ十分に解明されていない色彩心理効果の定説の裏付けと吟味検討を含めて、抜本的に新しい知見を見出すことが目的の一つである。

本報では色彩空間における味覚、嗅覚、広・狭感、記憶、時間的体感等、空間の色彩がヒトに及ぼす影響のうち、「時間的体感」の評価結果について報告する。

### 2. 方法 2-1 実験環境と実験方法

図1は立体可視化装置で投影した部屋空間内での実験イメージイラストである。今回の実験では高さ3m×奥行3m×横幅7.8mの投影スタジオに間口3.75mの2つの部屋モデルを投影し、実験協力者にまずニュートラルカラーの空間で「1分間」を体感させる。「1分間」の感覚を確認させた後、隣接する色空間の部屋モデルに移動する。部屋モデルの中央には椅子と

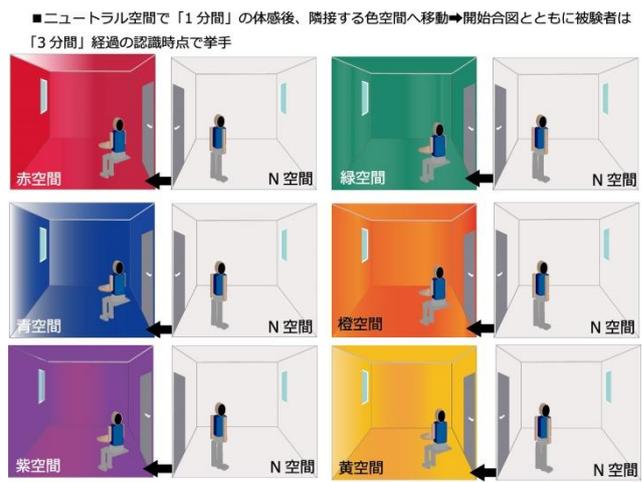


図1\_色空間における「時間的体感」実験の環境

「3分経ちました!」のプラカードが置いてある。被験者は椅子に腰かけ、3分間経ったと思った時にプラカードを挙げて合図する、という手順だ。音声アナウンスのスタートの合図で被験者は「3分間」経過したと判断した時点で、プラカードを挙げる、というシンプルな方法である。本実験を実施する前に、被験者たちには「本実験は3分丁度を競わせる目的ではなく、色空間の中で3分という課題に対する被験者たちの体感を調査する目的である」ことを特に注意点として与えた。

### 2-2. 被験者と実施期間

■実験実施期間：H29.8月～H30.2月

I期 H29.8月～9月 II期 H29.12月～H30.2月

■被験者：健康な大学生男女106名(♂56名・♀50名)回答数は408、項目別・データ数内訳は表1の通り。尚、実験協力者は各4色相空間で評価協

力し(4実験)、それらの4色は補色である赤と緑(71回答)、青と橙(69回答)、紫と黄(64回答)のうちのいずれか2種類の色空間の評価の被験者である。

表1 被験者男女内訳・空間色別実験データ数

被験者 大学生の♀	空間色	R	G	B	YR	P	Y
106名 ♂: 56 ♀: 50	♂	39	39	33	33	35	35
	♀	32	32	36	36	29	29
データ数計		71	71	69	69	64	64

### 3. 結果

以下に示した図2は「3分」を目安に各色空間内で「3分以上」、「3分以下」でプラカードを挙げた回答の比率を示すものである。

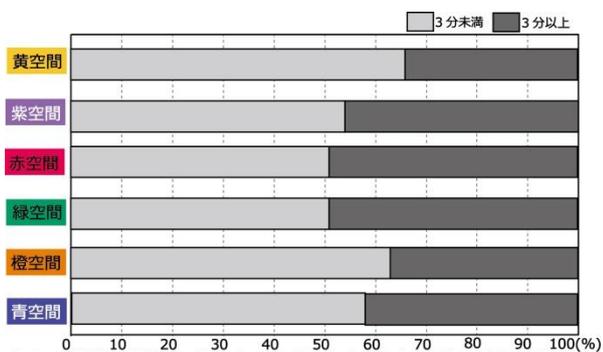


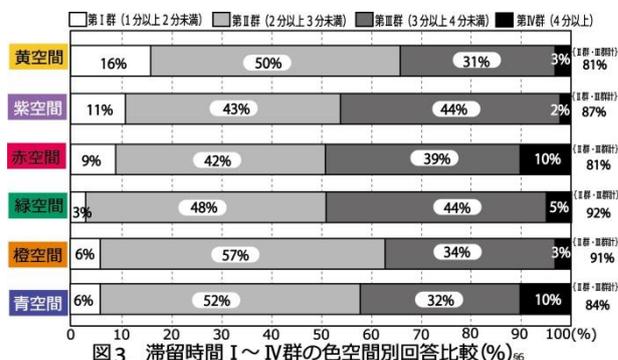
図2より、3分以上経っているにも関わらず、「3分」と回答した被験者が他の空間に比べて多いのが赤と緑空間である。また3分経つ前に「3分経った」と回答した被験者が他と比べて多いのが黄と橙空間、次いで紫と青空間であることがわかる。

図3は被験者の「3分」の体感時間をI群からIV群に秒数単位で分類して示したもので、I群は1分以上2分未満、II群は2分以上3分未満、III群は3分以上4分未満、そしてIV群が4分以上、のタイミングで「3分」と回答したことを示す。

色空間別に見ると、グラフ上から黄空間については3分未満の回答者66%に対して、3分以上の回答者が34%と、3分経つ前に「3分」と判断した回答が6割以上を占めた。これと類似した結果を示しているのは橙空間で3分未満の回答者63%に対して、3分以上の回答者が37%である。6色相の中で、黄と橙空間は実際の時間よりその

経過を長く感じる傾向にある。ただ異なるのは、黄空間は2分未満を「3分」とする第I群の比率がどの色相よりも高いということである。

さらに、紫空間については3分経つ前に「3分」と判断した回答が54%、3分以上の回答者が46%、



青空間は3分経つ前に「3分」と判断した回答が58%、3分以上の回答者が42%と、青空間の方が紫空間に比べて、実際の時間よりその経過を長く感じる傾向にあることが分かる。

赤空間と緑空間は、いずれも3分未満で「3分」と判断した回答が51%、3分以上の回答が49%と比率は等しいものの、赤空間I群の2分未満とIV群の4分以上の回答がそれぞれ約1割を占めているのに対して、緑空間はI群の2分未満とIV群の4分以上の回答が3%、5%でII群、III群の合計比率からも緑空間の方が赤空間よりも比較的、被験者が安定した回答を示したものと考えられる。赤空間と青空間の4分以上のIV群の回答1割は、青空間のそれと同比率だが、赤空間と青空間のIII群の比率を見ると赤空間の方が高い。このことから、赤は実際の時間よりその経過を短く感じ、青は実際の時間よりその経過を長く感じるという傾向が見て取れる。

### 4. まとめ

「3分」という課題は頭の中で60を3回数えれば、難なくクリアできると考えた被験者も当然いたと思われるが、被験者106人のうち180秒丁度にプラカードを挙げた被験者は紫空間でたった1人しかいない。他には179秒や181秒でプラカードを挙げた被験者が青空間、赤空間に2人、

橙空間に4人いたが、これらはいずれも同一被験者ではない。

本実験においては、既知の通説である「赤空間は実際の時間よりその経過を長く体感し、青空間は実際の時間よりその経過を短く体感する」とは合致せず、赤は実際の時間よりその経過を短く感じ、青は実際の時間よりその経過を長く感じるということである。

以下は実験風景の写真だが、実際の赤空間は決して長居をしたくなるような空間色ではない。実験環境の空調はどの色空間でも同じで23度を保



色の部屋モデルの中で3分間の感覚を見つける被験者たち

っていたが、青空間に切り替わるととたんに温度が1~2度下がったような気分になる。そこはまるで深海に沈んだような孤独な空間だ。赤空間では4分を超えてもプラカードを挙げなかった被験者たちに実験後に感想を聞いてみた。「次第に体が温かくな

り、眠気に襲われた」と言い、同じ被験者に青空間の印象を聞くと3分以内の被験者は「海の底に沈められたようで怖かった」と答えた。正直、心の中で60をカウントしていたのか尋ねると、「数えようとしたが、途中でわからなくなった」という感想が多かった。

黄空間は気を焦らせたか、3分経つ前にプラカードを挙げた被験者の比率が6色相の中で最も高かった。2分未満で「3分経ちました」のプラカードを挙げた被験者が16%と多い。3分を超えたのは黄空間の回答全体の3割だ。黄空間は環境

の明暗は他の空間に比べて最も明るく、日常の中の部屋空間の印象に近い。実験後に被験者に感想を求めると、何となく数を数えていたが、「集中できなくて何が何だか途中でわからなくなった」と答えた。

既知の通説である「赤は実際の時間経過よりも長く体感し、青は実際の時間経過より短く体感する」という説だが、この説によると青い壁色の部屋と赤い壁色の部屋それぞれに被験者に入らせ、10分経ったと思った時に出てくるよう指示を与えた。結果、赤い空間群では10分経っていないのに出てきた被験者が多く、他方、青い空間群では10分以上経っても部屋から出てこなかった被験者が多かったというものである。本実験においては、真逆の結果になったのだが、通説となっている根拠の詳細は確かではない。もしこの説が正しいのであれば、本実験でも赤空間では3分経つ前にプラカードを挙げる被験者が多く、青空間では3分以上経ってからプラカードを挙げる被験者の比率が高いはずだ。

早々に3分経った気になるせつらかな色空間は黄。次いで橙、青、紫、赤・緑である。

ゆっくり環境に馴染んだかのように、のんびりしてしまった色空間は赤・緑。赤の部屋では時間が短く、青の部屋では時間を長く感じる。これらのことを何かに生かされないかと考えるに、例えば病院などの待合室のシートやカーテンには、清潔感や信頼性を感じさせるような青系が多いが、青は実際の時間より長く待たされた印象を醸し出す。待合室のシートやカーテンを赤系か緑系にすると、待たされる時間が長くても、案外早かった、ということになるのかもしれない。

## 5. 今後の課題

実際の部屋の大きさのCAVE可視化装置を用いて、色彩空間における味覚、嗅覚、広・狭感、記憶、時間的体感等、空間の色彩がヒトにどのような影響を及ぼしているかについて実験を重ねて

きた。実験を重ね、結果を見ていくうちに心理効果を物理的な実験で検証しようとする事の難しさを痛感するに至る。それは、20年前から取り組んできたヒトの感情の色、印象の色にルーツを持つが、ここに来て改めて「振り出し」に戻ったような気がしている。振り出しとは、そもそも人間の脳が判断することを物理的な理論で明らかにしようなどと考えたこと自体が浅薄だった気もして、科学のずっと先にアートがあると言われるそのことを見せつけられるような気がしている。

ただこれまでの実験を積み重ねてきた中で延9000人以上の実験協力者の莫大な数の印象データを上手く処理できなかったのではないかという反省が色濃く残っている。

今後の課題としては、一連の自研究で分かった空間における色彩心理効果について、一般の方々が分かりやすい形で新たに書き下ろし、それぞれの生活環境に有効に役立てていただけるように努めたい。また、自負するならば独自性のある実験方法で得たこれらの莫大なデータに興味や関心を持ってくれる若い研究者が本結果とはまた異なるかもしれないが、新しい知見を示して下さることに期待したい。

## 6. 謝辞

本実験に協力してくれたM女子大学、O大学、K大学の学生の皆さんに感謝の意を表します。そして、神戸大学大学院システム情報学研究科、的場修教授、神戸大学計算科学センターの可視化施設を快く使用させてくださいましたセンター長、心より感謝を申し上げます。

## 7. 参考文献

- ・山下著『小・中学校のトイレの色彩設計に関する研究』日本建築学会近畿支部研究報告(計画・環境工)、第50～第56号(紙面の都合上、各標題 詳細略) 2010～2016
- ・山下著『空間の色彩がヒトの味覚・嗅覚の印象に及ぼす影響について』日建学近畿支部研究報告(環

境系)、第57～59号、2017～2019

- ・山下著『空間の色彩がヒトの味覚・嗅覚の印象に及ぼす影響について』日本色彩学会 41巻、第5号
- ・山下著『空間の色彩がヒトの広さ・狭さの印象に及ぼす影響について』/日本建築学会近畿支部研究報告(環境系) 第58号、2018/日本色彩学会 42巻、第6号、2018
- ・山下著『空間の色彩がヒトの記憶力に及ぼす影響について』日本建築学会近畿支部研究報告(環境系) 第59号 2019/日本色彩学会 視覚情報基礎研究会(工学院大) 第37回 2019
- ・小町谷朝生監修 内田・宇田川共著『色彩用語ハンドブック』早稲田教育出版 2002
- ・「II-CAVE (パイ・ケイブ)」神戸大学計算科学センター所有の三次元立体可視化装置。(心理実験を実施したのは本研究が初めてである)
- ・山下著「感情からイメージされる色彩について—高齢者の回復期ケアを目的とした施設空間の色彩設計に関する研究—大手前大学論集 9, 289-316, 2008

# 色順応の輝度依存性 —脳内色表現の多チャンネル性と色の見え—

## Luminance dependency of chromatic adaptation -color appearance based on cortical multiple color channels-

永井岳大 Takehiro Nagai 東京工業大学  
角田佳菜 Kana Kakuta 山形大学  
田代知範 Tomonori Tashiro 山形大学  
山内泰樹 Yasuki Yamauchi 山形大学

Tokyo Institute of Technology  
Yamagata University  
Yamagata University  
Yamagata University

**Keywords:** 色順応, 色の見え, 脳内色表現.

### 1. はじめに

ヒトの視覚は、その感度を視環境に合わせて調整する機能を有する。色の知覚においては主に色順応がその役割を担う。色順応とは、ある特定の色（順応色）を見続けた後に色の見えが順応色とおよそ反対色方向にシフトする現象のことである。色順応には von Kries 順応に代表されるように錐体や錐体拮抗（反対色）メカニズムの感度変化が強く関連していると考えられている。

色順応は主にシーン平均色に対する色感度変化であるが、色に対するより複雑な順応現象も知られている。例えば、時空間的に色度や輝度が変動するような視覚刺激に対しては、色順応だけではなく、その変動成分に応じて色の知覚的コントラスト（例：赤緑の知覚的彩度）が変化する現象が生じる<sup>1)</sup>。この現象はコントラスト順応と呼ばれる。さらに、鏡面反射成分と拡散反射成分に別々の色を付与した刺激に順応すると、順応後に鏡面反射成分（あるいは拡散反射成分）の輝度情報を見せた場合、鏡面反射成分（あるいは拡散反射成分）の順応色に対する反対色が知覚されることが報告されている<sup>2)</sup>。

これらの一見複雑な順応現象はどのような仕組みで生じるのだろうか？その可能性の一つが脳内の多チャンネル性<sup>1)</sup>である。脳内には、赤・緑や明・暗といった反対色方向だけではなく、それらの中間方向（例えば明るい赤と暗い緑の方向）にも感度を持つ多くのニューロン（チャンネル）があることが明らかになってきている<sup>3)</sup>。例えば、赤・緑方向に時間的に変化する刺激に順応した場合には、その変化方向に感度を持つチャンネルの応答感度が現象することで知覚される彩度が低下すると考えられている。本研究では、この脳内色表現の仕組みを「多チャンネルモデル」と呼ぶ。

本研究では、この多チャンネルモデルが色の感度調整に与える影響について検討する。このメカニズムは輝度と色の組み合わせに対するチャンネルも持つので、輝度や色度それぞれのみならず、例えば明るい赤と暗い緑といった輝度と色の組み合わせに対しても順応が生じるはずである。そこで、1) 輝度と色度の対応関係が複雑に時間変化する一様刺激に順応した後の色の見えを調べ、2) その結果が多チャンネルモデルによる予測と一致するか調べる。ヒトが見るシーンはそれぞれ様々な輝度-色度分布を持つため、本研究のアプローチは色に対してシーンごとの感度調整を司る視覚系の仕組みを調べることにつながる。

### 2. 実験方法

#### (1) 被験者と実験環境

被験者4名（男性3名、女性1名、全員20代）が実験に参加した。全ての被験者は視力または矯正視力が正常であり、また石原式色覚検査表により色覚正常であることが確認されていた。

実験は暗幕で覆われている簡易暗室内で行われた。暗室内には刺激呈示用の色キャリブレーション済み液晶ディスプレイと顎台が設置されていた。実験手続きはパーソナルコンピュータにて制御され、Ubuntu 16.04 LTS 上で MathWorks MATLAB と Psychtoolbox3 にて実験プログラムを作成し実行された。実験中、被験者は顎台により簡易的に頭部が固定されており、視距離は67cmであった。被験者は、トラックボールのクリックにより応答をした。

#### (2) 実験刺激

刺激の色は、MacLeod-Boynton 色度図と輝度からなる三次元色空間内で定義された。その原点は色度  $x=0.333$ ,  $y=0.333$ , 輝度  $15 \text{ cd/m}^2$  とし、また L-M（およそ赤・緑）軸についてはディスプレイの色域限界が1あるいは-1になるようにスケールリングされた。錐体分光感度として Stockman &

Sharpe (2000)により提案されたものを使用した。

実験刺激は順応刺激とテスト刺激の2種類に分けられる。はじめに、順応刺激について述べる。順応刺激の例を図1に示す。背景は、色空間原点の輝度・色度を持つ一様な灰色刺激であった。背景上の中央には、黒エッジを持つ円形一様刺激が表示されていた。円刺激の半径は視角1.5度、エッジの太さは1ピクセルであった。その輝度と色度は、色度・輝度平面において時間変化した。この時間変化の輝度・色度平面における軌跡には大きく分けて条件1(単純な軌跡)と条件2(複雑な刺激)の二種類があった。各条件の軌跡を図2と図3にそれぞれ示す。順応刺激は、条件1では「<」または「>」字型軌跡に沿って、条件2では「<<」または「>>」を2つ重ねた軌跡(以後「<<」「>>」)に沿って時間変動した。この時間変動において輝度は、条件1では1 Hzの正弦波状に、条件2では1 Hzの矩形波状に変化し、色度は輝度が決まると軌跡に応じて自動的に決定された。また、平均的な色順応効果について条件間の差が小さくなるように、時間変動している間のXYZ平均の色度が0になるように設定した。なお、考察で述べるように、条件1は多チャンネルモデルが追従できる順応刺激、条件2は多チャンネルモデルが追従できない順応刺激として設定した。

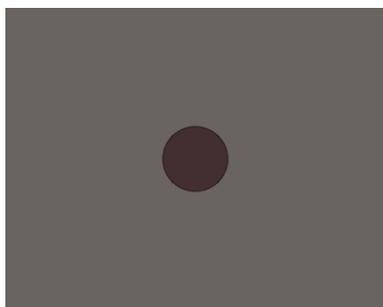


図1 実験刺激の例

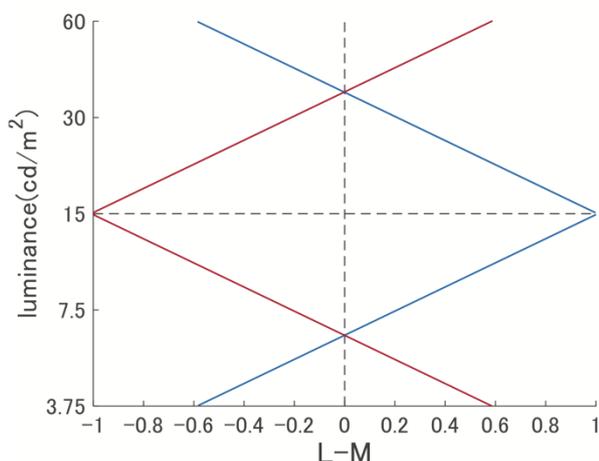


図2 条件1の順応刺激の輝度-色度軌跡。青線が「>」順応。赤線が「<」順応。

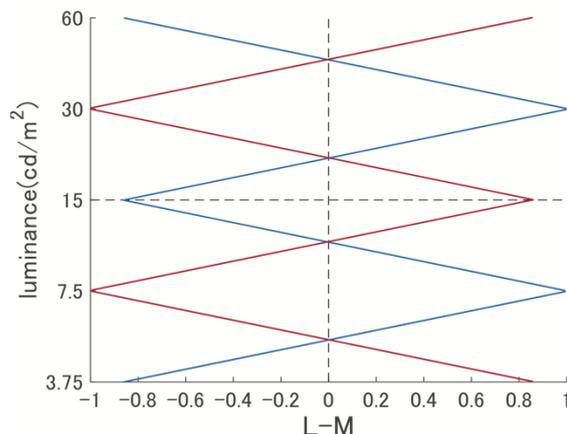


図3 条件2の順応刺激の輝度-色度軌跡。青線が「>>」順応。赤線が「<<」順応。

一方テスト刺激は、空間構成は順応刺激と同じであるが、円型刺激の色設定が異なっていた。テスト刺激における円型刺激の色には時間変動はなく、静止画であった。その輝度は、3.75から60  $\text{cd/m}^2$ を対数等間隔に5等分したもの(3.75, 7.50, 15.00, 30.00, 60.00  $\text{cd/m}^2$ )のいずれかであった。色度は適応的階段法の1種であるPSI階段法<sup>5)</sup>により被験者の応答に基づき決定された。

### (3) 実験手続き

各セッションは1分間の順応から開始された。この間、順応刺激が呈示され続け、その間被験者は単に円型刺激を固視し続けた。順応終了後、試行が開始された。各試行では、まず300ミリ秒間背景のみが表示され、その後500ミリ秒間テスト刺激が表示された。その際、被験者はテスト刺激の色について赤みが帯びて見えるか緑みを帯びて見えるかを判断し、赤と判断した場合は右クリック、緑と判断した場合には左クリックの二肢強制選択によって応答した。被験者の応答後、6秒間の再順応が行われた。以後、試行と再順応が繰り返された。1セッションでは5種類の輝度に対し40試行ずつ計200試行が行われた。2×2種類の順応条件は別々のセッションにて行われ、被験者ごとに各順応条件についてそれぞれ5セッションの実験を行った。

### (4) 解析

5種類の輝度それぞれにおいて、横軸がテスト刺激のL-M、縦軸が応答確率となる実験結果に対しロジスティック回帰を行い、50%の応答確率に対応するL-M値を無彩色点として推定した。

## 3. 実験結果

条件1における全被験者の無彩色点の平均値を図4に示す。赤色のプロットが「<」順応、青色

のプロットが「>」順応の結果を示している。エラーバーは 10000 回繰り返しのパラメトリックブートストラップ法により算出された標準偏差を表す。

「<」軌跡に順応した場合には無彩色点が全体的に L-M 正 (赤) 側に、「>」の字型に順応した場合には全体的に L-M 負 (緑) 側にシフトした。この結果は、von Kries 順応から推測されるように色順応が刺激内の高輝度成分に強く基づいて生じた現象のように見える。

ところが、無彩色点の形状は非常に興味深い特性を示した。「<」軌跡に順応した場合、高輝度と低輝度のテスト刺激において無彩色点の L-M 正側へのシフトが特に大きく、その結果として無彩色点は「<」形状となり、「>」軌跡に順応した場合はその逆の形状となった。この結果は、色順応が単に高輝度成分により強く基づくというだけでなく、平均輝度を基準として高輝度、同程度の輝度、低輝度という輝度レベルごとに別々の色順応を発生させるような順応メカニズムを視覚系が有することを示唆している。

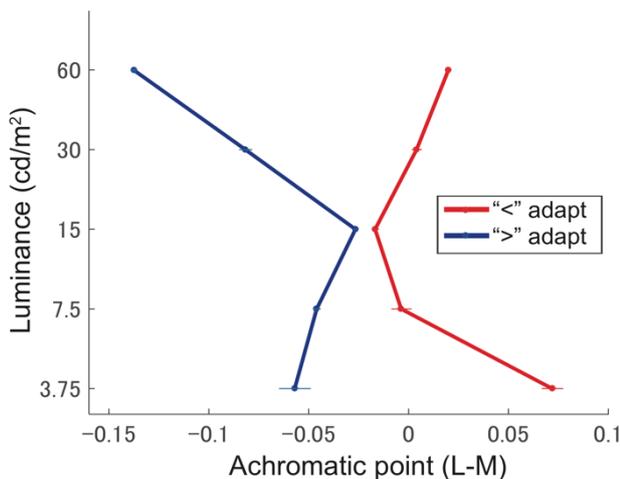


図4 条件1の無彩色点

条件2における無彩色点を図5に示す。図4と同様に「<<」軌跡への順応では L-M 正に、「>>」軌跡への順応では L-M 負にシフトしている。一方、輝度による L-M 方向へのシフトの傾向(グラフの形状)には、「>>」「<<」軌跡間で大きな違いは見られなかった。特に「<<」軌跡に着目すると、順応刺激の軌跡形状と無彩色点の形状が全く異なっており、順応軌跡にあるような輝度と色度の関係性に沿った順応が生じなかったことがわかる。これらの結果は、視覚系の色順応メカニズムは条件2のような複雑な輝度と色度の対応関係には追従できないことを示している。

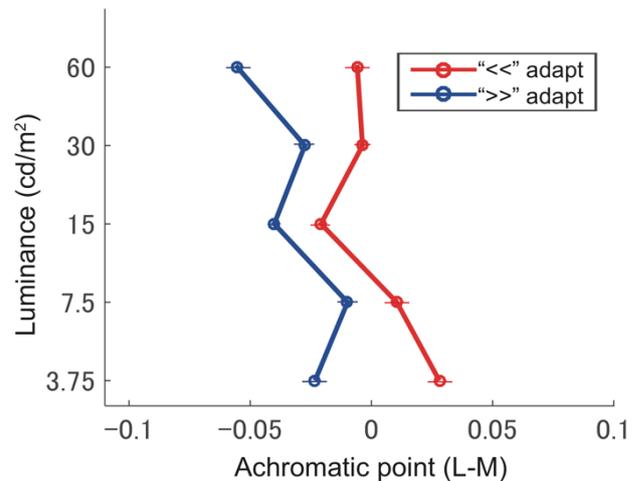


図5 条件2の無彩色点

#### 4. 考察

本研究の実験結果から、輝度レベルごとに異なる色順応をしたかのようなふるまいをするメカニズムが視覚系に存在することが示唆された。しかし、そのメカニズムは、順応輝度を基準として、高輝度/同程度の輝度/低輝度に対しては別々の色方向への色の見えのシフトを生じさせることができるが、それ以上に輝度が分割されている場合には、輝度ごとの色の見えのシフトは生じさせることができないと考えられる。

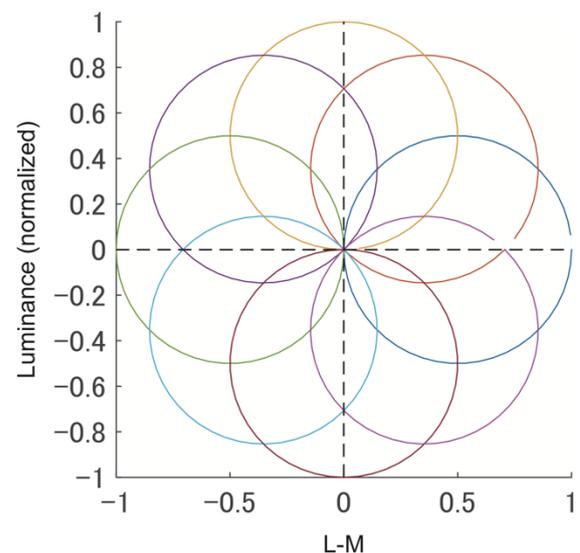


図6 多チャンネルモデルの感度特性。グラフの色はチャンネルの違い(この例では8チャンネルある)を示す。原点からの距離が各色角度に対する感度を表している。

このメカニズムの候補として、多チャンネルモデルを考えてみる。多チャンネルモデルは多くの場合図6に示すような感度特性を持つと仮定される(この例では8チャンネルあることを仮定)。

これらのチャンネルの応答 $r(k)$ ( $k = 1 \dots 8$ )は以下の式(1)で表される。

$$r(k) = \max(sA(k) \cos(\theta - \frac{k-1}{4}\pi), 0) \quad (3)$$

ここで、 $A(k)$ はチャンネルのベース感度、 $s$ は色刺激の強度、 $\theta$ は色刺激の色角度であり、入力された色刺激に対し、各チャンネルの応答の組み合わせにより色の見えが決定される。図6からわかるように、このモデルでは、平均輝度を基準として、高輝度、同程度の輝度、低輝度に対して別々のチャンネルにより色感度が表されるため、順応によりそれらの輝度帯に対して異なる色方向への色の見えのシフトを生じさせる可能性があると考えられる。

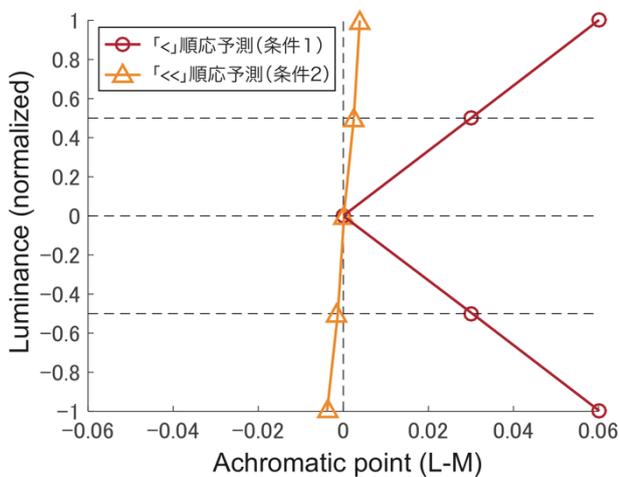


図7 多チャンネルモデルによる無彩色点の予測

そこで、順応刺激によって応答変化が強く生じるチャンネルほどベース感度 $A(k)$ が減衰するという仮定の下で、本実験で用いた順応刺激への順応後の無彩色点を予測した結果を図7に示す。

図7の赤線は条件1の「<」軌跡に対する順応後の無彩色点の予測結果を示している。高・低輝度では無彩色点が L-M 正側に大きくシフトしており、実験結果の無彩色点と類似した「<」の字型になっている。一方で、橙色線に示されている条件2の「<<」条件の予測では、実験結果と同様に、順応刺激の軌跡を全く追従できていない。一方、例えば錐体拮抗（反対色）モデルで同じように無彩色点を予測すると、輝度レベルの間での色の見えのシフトの違いが全く生じない（結果は未掲載）。このように、多チャンネルモデルによる予測が実験結果と定性的に類似していることから、本実験のように輝度と色度が複雑な対応関係を持つシーンに対する順応には多チャンネルによる脳内色表現が関わっていることが示唆される。

本研究では、日常のシーンに現れるような複雑

な輝度-色度分布に対する感度調整の仕組みの一端を明らかにした。しかし、本研究の実験では空間的な刺激構成の影響をすべて排除して、時間的な輝度色度変化に対する順応効果のみを検討した。しかし、そのような複雑な順応には、マッカーロー効果のように空間パターンごとに別々に色順応するようなメカニズムも寄与している可能性も高い。輝度情報や空間パターンなど、色順応に影響を与える様々な要因を明らかにすることで、日常のシーンに対するヒトの色知覚の適応メカニズムの解明が進むと考えられる。

## 5. おわりに

本研究では、輝度と色度の対応関係が複雑に時間変化する刺激に対する色順応効果を心理物理実験により調べた。その結果、平均輝度を基準にして、高い/同じ/低い輝度に対して別々の色度を持つ順応刺激に対しては、それらの輝度レベルに対して別々の色方向への色の見えのシフトが生じるという複雑な色順応効果が生じることがわかった。一方、順応刺激の輝度レベルの分割をそれ以上複雑にすると、輝度と色度の関係が色順応効果には反映されなかった。この順応特性は、多チャンネルモデルによる予測とよく一致する。これらの結果は、我々の日常における色感度調整やその結果としての色の見えに、脳内色表現の多チャンネル性が関わることを改めて示唆している。

## 参考文献

- 1) M.A. Webster and J.D.Mollon: Changes in color appearance following post-receptoral adaptation, *Nature* 349 (1991) 235-238
- 2) T. Nagai, R.Yamagishi, Y. Tani, K. Koida, M. Kitazaki, and S. Nakauchi: Color aftereffects contingent on specular and diffuse reflection components, *ICVS 2013 Abstract Book* (2013) 104
- 3) I. Kuriki, P. Sun, K. Ueno, K. Tanaka, and K. Cheng: Hue selectivity in human visual cortex revealed by functional magnetic resonance imaging, *Cereb. Cortex* 25 (2015) 4869-4884
- 4) A. Stockman and L. T. Sharpe: The spectral sensitivities of the middle- and long-wavelength-sensitive cones derived from measurements in observers of known genotype, *Vision Res* 40 (2000) 1711-1737
- 5) L. L. Kontsevich and C. W. Tyler: Bayesian adaptive estimation of psychometric slope and threshold, *Vision Res* 39 (1999) 2729-2737

## ipRGC 刺激量と照明への色順応・色恒常性に関する一考察

## A Preliminary Study on ipRGC Stimuli and Chromatic Adaptation/Colour Constancy

倉田 明浩	Akihiro KURATA	千葉大学 工学部	Chiba University
田村 太幹	Takara TAMURA	千葉大学 大学院融合理工学府	Chiba University
溝上 陽子	Yoko MIZOKAMI	千葉大学 大学院工学研究院	Chiba University
平井 経太	Keita HIRAI	千葉大学 大学院工学研究院	Chiba University

**Keywords:** ipRGC, 独立制御刺激, 分光感度, 分光分布, 照明, 色順応, 色恒常性, 色温度.

## 1. はじめに

ヒトの網膜の光受容体として錐体(L錐体, M錐体, S錐体)および桿体細胞の存在が知られている。色の見えは, 網膜に入射した光に対して, 錐体・桿体の応答割合によって決まると言われている。しかしながら, 21世紀に入り, 哺乳類の網膜に, 錐体・桿体に加えて, 視物質メラノプシンを有している第3の光受容体・内因性光感受性網膜神経節細胞(intrinsically photosensitive retinal ganglion cell, 以降 ipRGC と称す)が発見された[1]。これまで ipRGC は, ヒトの概日リズムや瞳孔径変化に影響することが知られている[2-3]。さらに, 近年の研究により, ipRGC が明るさ知覚に影響を与えることが報告されている[4-5]。

これらの先行研究から, ipRGC はヒトの明るさ知覚や昼夜の判断を行うために機能していると考えられる。そのため, 明るさや照明色に対する ipRGC の働きの詳細を明らかにすることは, 昼夜のサイクルとリンクした自然な照明を設計することに役立つと考えられている。しかしながら, ipRGC が照明の色順応・色恒常性に影響されているかを調査した研究報告はない。

そこで本研究では, まず, ipRGC 刺激量のみ独立制御可能な分光分布作成手法により, ipRGC 実験刺激を決定する。さらに, Pearce らの研究[6]と同様に, 色恒常性が働くほど照明色変化に対する色弁別能力が低くなるという仮定のもと, ipRGC 変調刺激が色順応・色恒常性に与える影響を実験的に検証する。

## 2. 分光基底を用いた ipRGC 刺激量の独立制御

本研究で提案する ipRGC 独立刺激制御の手法について述べる。図1に示す LMS 錐体・桿体・ipRGC の分光感度関数から, L錐体, M錐体, S

錐体, 桿体, ipRGC の順に正規直交化して基底  $e_1 \sim e_5$  を求める(図2)。光刺激の分光分布  $p(\lambda)$  は, 式(1)のとおり, 各基底  $e_1 \sim e_5$  と係数  $\omega_1 \sim \omega_5$  を用いた重み付け線形和により作成する。

$$p(\lambda) = \omega_1 e_1(\lambda) + \omega_2 e_2(\lambda) + \omega_3 e_3(\lambda) + \omega_4 e_4(\lambda) + \omega_5 e_5(\lambda) \quad (1)$$

$\lambda$  は 380nm~700nm の範囲である。ここで, L錐体, M錐体, S錐体, 桿体, ipRGC の順に正規直交化し基底  $e_1 \sim e_5$  を求めており, L錐体, M錐体, S錐体, 桿体, ipRGC の分光感度関数  $l(\lambda)$ ,  $m(\lambda)$ ,  $s(\lambda)$ ,  $r(\lambda)$ ,  $i(\lambda)$  は基底  $e_1 \sim e_5$  と係数行列  $\mathbf{H}$  を用いて, 式(2)のように表すことができる。

$$\begin{bmatrix} l(\lambda) & m(\lambda) & s(\lambda) & r(\lambda) & i(\lambda) \end{bmatrix} = [e_1(\lambda) \ e_2(\lambda) \ e_3(\lambda) \ e_4(\lambda) \ e_5(\lambda)] * \mathbf{H} \quad (2)$$

ここで,  $l(\lambda)$ ,  $m(\lambda)$ ,  $s(\lambda)$  は CIE2006LMS(22歳, 2度視野)の分光感度である。

光刺激  $p(\lambda)$  が網膜に入射したときの L錐体, M錐体, S錐体, 桿体, ipRGC のそれぞれの刺激量は, それぞれの分光感度関数と光刺激の分光分布  $p(\lambda)$  の積(以下  $L$ ,  $M$ ,  $S$ ,  $R$ ,  $I$  とする)に依存する。基底  $e_1 \sim e_5$  は正規直交基底であることから, 式(1)と(2)を用いると, 各刺激量  $L$ ,  $M$ ,  $S$ ,  $R$ ,  $I$  は式(3)のように表すことができる。

$$\begin{aligned} [L \ M \ S \ R \ I] &= [l(\lambda) \ m(\lambda) \ s(\lambda) \ r(\lambda) \ i(\lambda)] * p(\lambda) \\ &= [e_1(\lambda) \ e_2(\lambda) \ e_3(\lambda) \ e_4(\lambda) \ e_5(\lambda)] \\ &\quad * \mathbf{H} \\ &\quad * \{ \omega_1 e_1(\lambda) + \omega_2 e_2(\lambda) \\ &\quad + \omega_3 e_3(\lambda) + \omega_4 e_4(\lambda) \\ &\quad + \omega_5 e_5(\lambda) \} \\ &= [\omega_1 \ \omega_2 \ \omega_3 \ \omega_4 \ \omega_5] * \mathbf{H} \end{aligned} \quad (3)$$

式(3)から, ipRGC 刺激量  $I$  は基底  $e_5$  の係数である  $\omega_5$  のみに依存することがわかる。したがって,  $e_5$  の係数  $\omega_5$  のみを変えて作成した光刺激は錐体・桿体への刺激量が等しく, ipRGC 刺激量のみが異なる ipRGC メタメリック刺激となり, 容易かつ正確な ipRGC 刺激量の独立制御が可能となる。

表1 D65\*とD60\*の比較実験におけるxy色度, Y, 桿体, ipRGC 刺激量

	D65*	D60*	D60* ipRGCMin	D60* ipRGCMax	D60* ipRGCclose
$x_{15}$	0.316	0.324	0.325	0.323	0.325
$y_{15}$	0.337	0.342	0.343	0.340	0.343
Y[cd/m <sup>2</sup> ]	28.5	30.3	30.4	29.9	30.4
桿体刺激量	0.0390	0.0401	0.0402	0.0400	0.0401
ipRGC 刺激量	0.0357	0.0363	0.0340	0.0388	0.0356

表2 D65\*とD70\*の比較実験におけるxy色度, Y, 桿体, ipRGC 刺激量

	D65*	D70*	D70* ipRGCMin	D70* ipRGCMax	D70* ipRGCclose
$x_{15}$	0.316	0.307	0.307	0.305	0.306
$y_{15}$	0.337	0.327	0.328	0.325	0.326
Y[cd/m <sup>2</sup> ]	34.2	32.1	32.0	31.9	32.0
桿体刺激量	0.0469	0.0453	0.0455	0.0442	0.0453
ipRGC 刺激量	0.0423	0.0417	0.0392	0.0437	0.0426

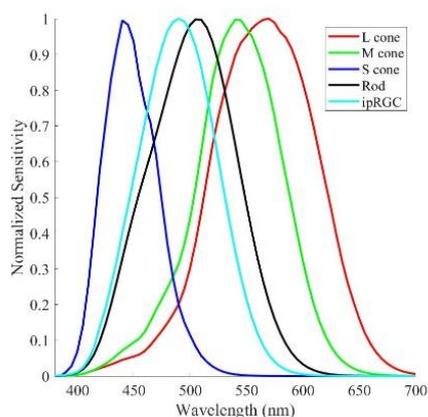


図1 錐体, 桿体および ipRGC の分光感度関数

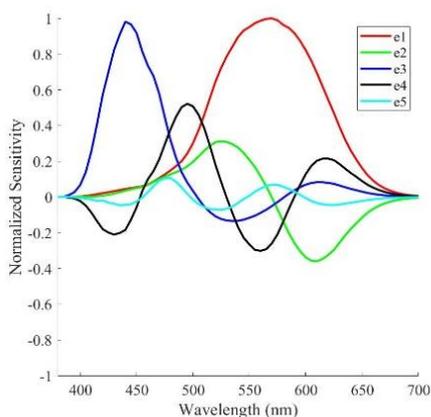


図2 図1の正規直交基底 $e_1 \sim e_5$

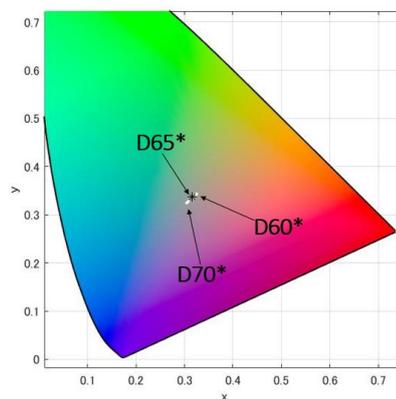


図3 D65\*(黒\*), D60\*とD70\*(白丸)

3. ipRGC が色恒常性・色順応に与える影響

3.1. 実験刺激

代表的な照明光 6500K(D65), 6000K, 7000K を基準とした光刺激を作成する. 図3に本研究で作成した光刺激(ここでは, 各刺激を D65\*, D60\*, D70\* と称す)の xy 色度を示す.

次に, D60\*について, ipRGC 刺激量の独立制御手法を適用し, D60\*から三刺激値と桿体刺激量は変えずに ipRGC 刺激量が最小となるようにした光刺激(D60\* ipRGCMin 刺激), D60\*から三刺激値と桿体刺激量は変えずに ipRGC 刺激量が最大となるようにした光刺激(D60\* ipRGCMax 刺激), D60\*から三刺激値と桿体刺激量は変えずに

ipRGC 刺激量が D65\* の ipRGC 刺激量に最も近くなるようにした光刺激(D60\* ipRGCclose 刺激)を作成する. D70\* についても同様に光刺激を作成する. これらの光刺激と D65\*, D60\*, D70\* の計 9 種類の光刺激を実験刺激に用いる. 表 1, 2 に, 実際に実験で使用した機器校正後の実験刺激の xy 色度(CIE 2015 等色関数を利用), Y 値(輝度), 桿体刺激量および ipRGC 刺激量(ここでは, 分光分布が波長領域で全て 100 の白色光に対する応答を 1 とする)を示す. また, 各実験刺激の分光分布を図 4, 5 に示す.

### 3.2. 実験手法

分光プロジェクタ[7]を用いて, 図 6 に示すように基準刺激と評価刺激を, スクリーン上の左半分と右半分に同時に投影し, 基準刺激 D65\* と評価刺激を色弁別できるかどうかを検証する.

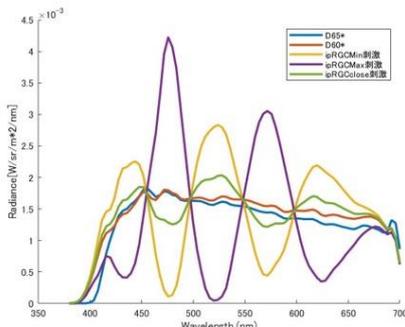


図 4 D65\* と D60\* の比較実験に用いた視覚刺激の分光分布

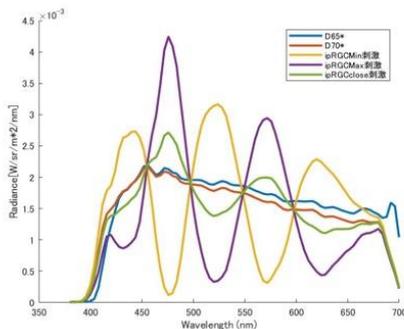


図 5 D65\* と D70\* の比較実験に用いた視覚刺激の分光分布

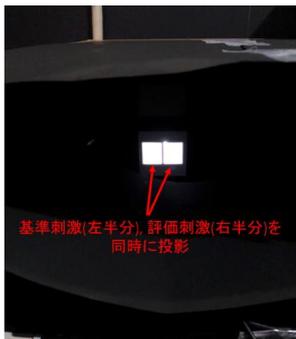


図 6 基準刺激と評価刺激の同時投影

このとき, スクリーン上の画像は, 白色板, カラーチャート画像, 自然画像の 3 種類を用意した. 刺激の提示は以下の手順で行った.

- (1) 順応刺激の提示, (2) 移行期間(2 秒), (3) 基準刺激と評価刺激(もしくはダミー刺激)の提示(3 秒), (4) チャイム音(1 回目), (5) 移行期間(2 秒), (6) 基準刺激とダミー刺激(もしくは評価刺激)の提示(3 秒), (7) チャイム音(2 回目), (8) 移行期間(2 秒), (9) 順応刺激の提示

本研究では, Pearce らの研究[6]と同様に, 色恒常性が働くほど照明色変化に対する色弁別能力が低くなるという仮定を採用した. 被験者には 1 回目と 2 回目のチャイム音で, 左右の色が違って見えたのはどちらかを答えさせ, 色弁別能力を調査した.

この手順を, D60\* と D70\* の標準, ipRGCMin, ipRGCMax, ipRGCclose 刺激の計 8 個の光刺激を評価刺激として, 計 8 回行う. 基準刺激には D65\* を, ダミー刺激には基準刺激と全く同じ光刺激を使用した. 被験者は, 正常色覚者の 20 代男性 10 人である.

### 3.3. 実験結果と考察

白色版, カラーチャート画像, 自然画像に基準刺激と評価刺激を同時投影した際の色弁別実験結果を図 7 から図 12 に示す. 縦軸の値が小さいほど, その評価刺激は基準刺激との色弁別が困難であったことを示す.

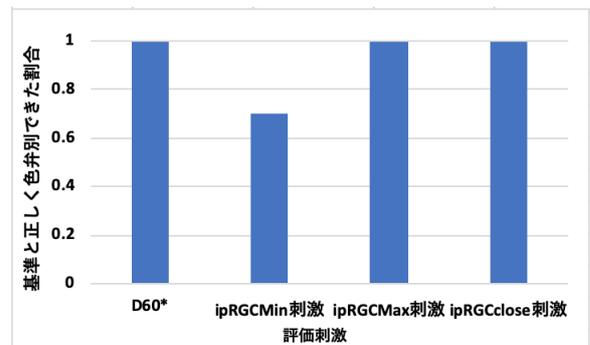


図 7 白色版の実験結果: 基準刺激(D65\*) と評価刺激(D60\* と ipRGC メタマー刺激)

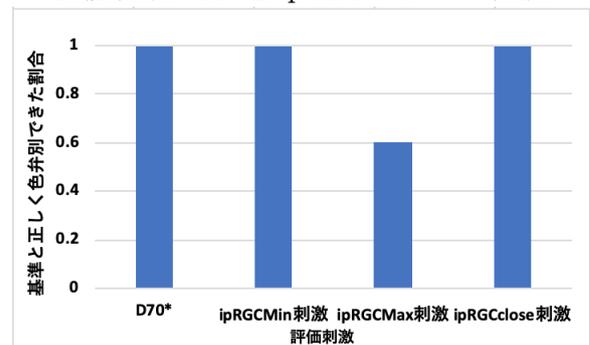


図 8 白色版の実験結果: 基準刺激(D65\*) と評価刺激(D70\* と ipRGC メタマー刺激)

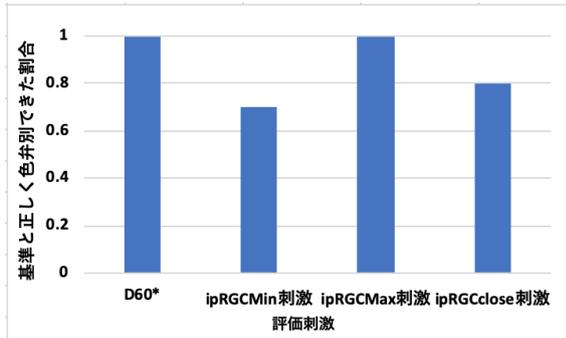


図9 カラーチャート画像の実験結果：基準刺激(D65\*)と評価刺激(D60\*と ipRGC メタマー刺激)

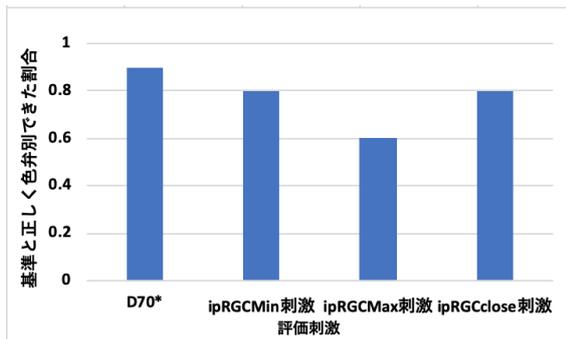


図10 カラーチャート画像の実験結果：基準刺激(D65\*)と評価刺激(D70\*と ipRGC メタマー刺激)

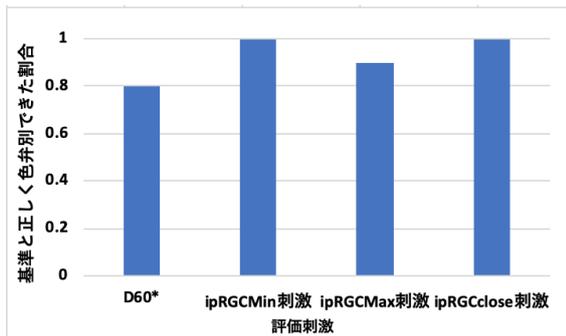


図11 自然画像の実験結果：基準刺激(D65\*)と評価刺激(D60\*と ipRGC メタマー刺激)

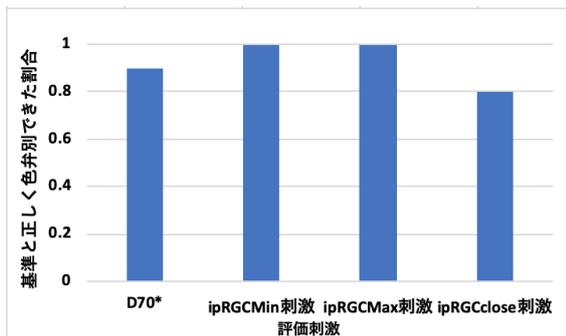


図12 自然画像の実験結果：基準刺激(D65\*)と評価刺激(D70\*と ipRGC メタマー刺激)

白色版やカラーチャートに対する実験結果(図7~10)から、D60\* ipRGCMin 刺激に対して基準刺激D65\*との色弁別能力が低下した。一方、D70\*においては ipRGCMax 刺激に対して基準刺激

D65\*との色弁別能力が低下した。表1で示した実験刺激の ipRGC 刺激量も踏まえると、評価刺激(D60\*と D70\*)の ipRGC を、基準刺激(D65\*)の ipRGC 刺激量より小さく、または、大きくすることで色恒常性が働く可能性が示された。

一方、自然画像に対する実験結果(図11, 12)では、白色版やカラーチャートと同様の結果を得られなかった。これは、本実験で利用した自然画像の色分布が偏っていたことが考えられる。そのため、今後異なる画像を複数使用して再度評価する必要があると考えられる。

#### 4. まとめ

本研究では、照明光の ipRGC 刺激量が色順応・色恒常性に与える影響を検証することを目的に、まず、ipRGC 刺激量を独立制御する手法について提案した。さらに、Pearceらの研究[6]と同様に、色恒常性が働くほど照明色変化に対する色弁別能力が低くなるという仮定のもと、照明光の ipRGC 刺激量が色弁別能力を実験的に検証した。

実験結果から、評価刺激(D60\*および D70\*)の ipRGC 刺激量を変化させることで、基準刺激D65\*との色弁別能力が低下する結果が得られた。これらの結果より、ipRGC が照明の色順応・色恒常性に影響することが示唆された。

#### 参考文献

- 1) S.Hatter et al., "Melanopsin-Containing Retinal Ganglion Cells: Architecture, Projections, and Intrinsic Photosensitivity," *Science*, 295, pp.1065-1070, 2002.
- 2) F.H.Zaidi et al., "Short-Wavelength Light Sensitivity of Circadian, Pupillary, and Visual Awareness in Humans Lacking an Outer Retina," *Current Biology*, 17, pp.2122-2188, 2007.
- 3) S.Tsujimura et al., "Contribution of human melanopsin retinal ganglion cells to steady-state pupil responses," *Proc. R. Soc. B*, 277, pp.2485-2492, 2010.
- 4) T.M. Brown et al., "Melanopsin-Based Brightness Discrimination in Mice and Humans," *Current Biology*, 22, pp.1134-1141, 2012.
- 5) M. Yamakawa et al., "A quantitative analysis of the contribution of melanopsin to brightness perception," *Scientific Reports*, 9, 2019.
- 6) B.Pearce et al., "Chromatic Illumination Discrimination Ability Reveals that Human Colour Constancy Is Optimised for Blue Daylight Illuminations," *PLoS One*, 9, 2014.
- 7) K.Hirai et al., "Multi-primary Image Projector using Programmable Spectral Light Source," *Journal of the Society for Information Display*, 24(3), pp.144-153, 2016.

# 異なる色覚を持つ人々における色刺激に対する神経応答の多様性

## Diversity of Neural Response Toward Color Stimuli Among People With Different Color Vision

高橋 直子 Naoko Takahashi 九州大学  
 陳 旭 Xu Chen 九州大学  
 元村 祐貴 Yuki Motomura 九州大学  
 平松 千尋 Chihiro Hiramatsu 九州大学

Kyushu University  
 Kyushu University  
 Kyushu University  
 Kyushu University

**Keywords:** 色覚, オドボール課題, 事象関連電位, ERP.

### 1. はじめに

ヒトの色覚は多数が3色覚であるが、網膜にある錐体細胞の波長感度が一般的な3色覚と異なる少数色覚も一定の割合で存在する<sup>1)</sup>。少数色覚は3色覚が見分けやすい色の組合せであっても混同して見えることがある<sup>2)</sup>。一方、色のカテゴリ分類は3色覚との類似が指摘されており、輝度などの手掛かりを使って色を見分けていることが示唆されている<sup>3)</sup>。しかし、異なる感度特性を持つ受容器からどのような神経基盤を基に3色覚との共通性が生み出されるのかについては十分に理解されていない。

本研究では色覚間で同じ色相の刺激を見た時の神経応答の共通性と多様性を明らかにする目的でオドボール課題を行い、脳波を計測した。

### 2. 方法

実験は参加者間で共通した刺激を使った統一輝度条件と、参加者毎に標準光源色 D65 との等輝度値を測定し、その値を取り入れた調整輝度条件の2条件で行った。実験に先立ち、交照法により刺激と灰色背景 D65 との等輝度値を測定した。

#### 2. 1. 参加者

3色覚7名、2型3色覚1名、2型2色覚1名の計9名の男性が実験に参加した。

#### 2. 2. 刺激

Sunaga<sup>4)</sup>らの研究を参考に2型2色覚の参加者が3色覚と比較して顕著性が高いと予測される青緑と、3色覚が高い顕著性を示す色相の一つである赤を標的刺激に選んだ。また、標準刺激に

緑を選んだ。刺激の色度は均等色度図 CIE1976u'v'上で D65 を中心に半径 0.03 となる円周上にあり、背景 D65 から等しく色が異なる3点とした。D65 を通る2型2色覚の混同色線と円周の2点の交点のうち、1点を赤とし、もう一方の交点から時計回りに 45° 離れた点を緑、反時計回りに 15° 離れた点を青緑とした。刺激の輝度は 1cd/m<sup>2</sup> ずつ5段階に変化させ、統一輝度条件では中間の輝度値に背景と同じ 20cd/m<sup>2</sup>、調整輝度条件では中間の輝度値に背景 20cd/m<sup>2</sup> との等輝度値を使用した。

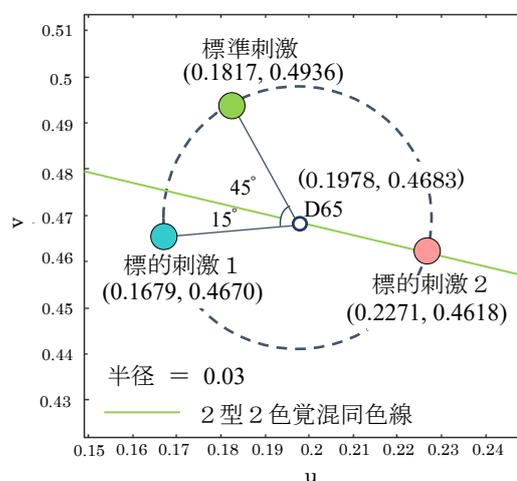


図 1. CIE1976u'v'色度図と刺激の座標

#### 2. 3. 等輝度値測定

交照法とは調整対象のテスト光と参照光を一定の時間周波数で交互に呈示し、テスト光の明るさを参照光と合わせる方法である。今回はオドボール課題で用いる3刺激をテスト光とし、20cd/m<sup>2</sup>の背景 D65 との等輝度値を求めた。各6回計測し、平均値を調整輝度条件で使用した。

## 2. 4. オドボール課題

ディスプレイの中央に灰色 D65 を背景に視角で直径 2° の円形に刺激を呈示した。標準刺激が高頻度で呈示される中、低頻度で時折出現する標的刺激にボタンを押して応答するよう参加者に求め、刺激呈示からボタン押しまでの反応時間を記録した。刺激は 1200~1600ms 間隔で 400ms 間呈示した。10 回の呈示を 1 セッションとして 40 セッション行った。標的刺激の割合は標的刺激 1 (青緑)、標的刺激 2 (赤) 各 10% とした。

## 2. 5. 脳波計測

8 チャンネルアナログ生体アンプ (BA2008, Miyuki Giken) を使用し、サンプリング周波数 1000Hz で記録した。電極は頭頂から後頭にかけて 7 チャンネル (Fz, CPz, PO7, O1, O2, PO8) から計測した。

## 2. 6. 事象関連電位の解析

事柄の発生に関連して起こる脳の一過性の電気変動である事象関連電位を脳波の加算平均から算出した。刺激呈示後 300ms 頃に陽極側に現れ、注意の配分に関連する P3 成分<sup>5)</sup>は、一般的な 3 色覚では赤に対し青緑よりも潜時が短く、振幅は小さくなると予測し、少数色覚ではその反対になると予測した。

## 3. 結果

### 3. 1. 3 色覚

図 2 に 3 色覚の参加者の統一輝度条件における頭頂部 Pz で記録された平均 ERP を示す。P3 は標的刺激 2 (赤) に対し、標的刺激 1 (青緑) よりも短い潜時を示した。頭頂部 Pz と CPz で記録された P3 の潜時と振幅について標的刺激間の比較をした結果、統一輝度条件で潜時に有意差が認められた (Wilcoxon signed-rank test, CPz :  $p = 0.04$ , Pz :  $p = 0.04$ )。平均反応時間は統一輝度条件で標的刺激 1 : 409ms、標的刺激 2 : 380ms を示し、赤に対し有意に速い反応が認められた (Wilcoxon signed-rank test,  $p = 0.03$ )。刺激の輝度と色度の 2 要因で二元配置分散分析を行ったところ、色度に効果が認められた (two-way ANOVA,  $p = 0.02$ )。調整輝度条件でも同様の傾向が見られたが、標的刺激間で反応時間に有意差は認められなかった。なお、3 色覚では全ての標的刺激にボタン押しの応答があった。

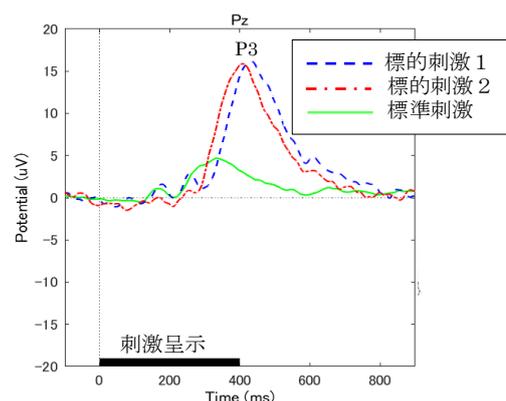


図 2. 3 色覚 ERP 統一輝度条件

### 3. 2. 2 型 3 色覚

図 3 に 2 型 3 色覚の調整輝度条件の Pz における ERP を示す。400ms 頃に P3 と見られる緩やかな起伏が観察されたが、明確なピークは示されなかった。調整輝度条件における平均反応時間は標的刺激 1 (青緑) : 652ms、標的刺激 2 (赤) : 672ms であった。調整輝度条件では 5 段階に分けた中間の輝度値に背景と刺激の等輝度値を用いたが、等輝度値を用いた赤の刺激に対し、8 回の呈示中、一度もボタンは押されなかった。この参加者は他の参加者と比較して反応時間が長かった。なお、ERP、反応時間も統一輝度条件でも同様の傾向が見られた。

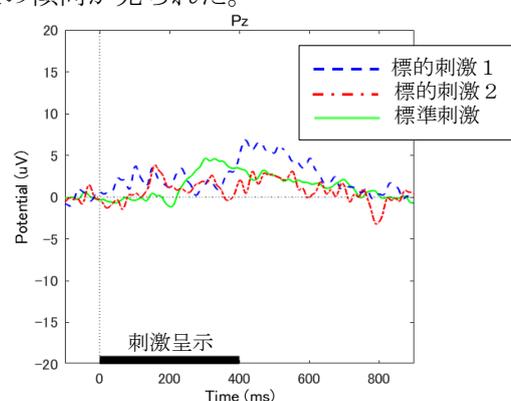


図 3. 2 型 3 色覚 ERP 調整輝度条件

### 3. 3. 2 型 2 色覚

図 4 に 2 型 2 色覚の調整輝度条件で Pz にて記録された ERP を示す。この参加者は調整輝度条件で標的刺激 1 (青緑) に対し 40 回中 4 回、標的刺激 2 (赤) については 14 回のボタン押しの無い試行が含まれた。更に標準刺激には 400 回中 136 回と多数のボタン押しを行っていた。注意に関連した反応を反映させるため、ボタン押しを伴った試行に限定して ERP を算出した。結果、P3 は標的刺激 2 に対して標的刺激 1 よりも高い振

幅を記録した。

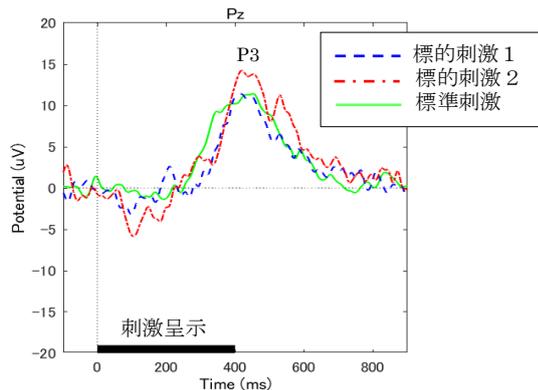


図4. 2型2色覚 ERP 調整輝度条件

調整輝度条件の平均反応時間は標的刺激1 (青緑): 426ms、標的刺激2 (赤): 410ms、標準刺激 (緑): 392msであった。調整輝度条件の中間の輝度値で2型3色覚同様に全ての赤に対してボタン押しの応答が無かった。図5に3色覚の参加者に対する少数色覚の参加者の反応時間の分布を示す。

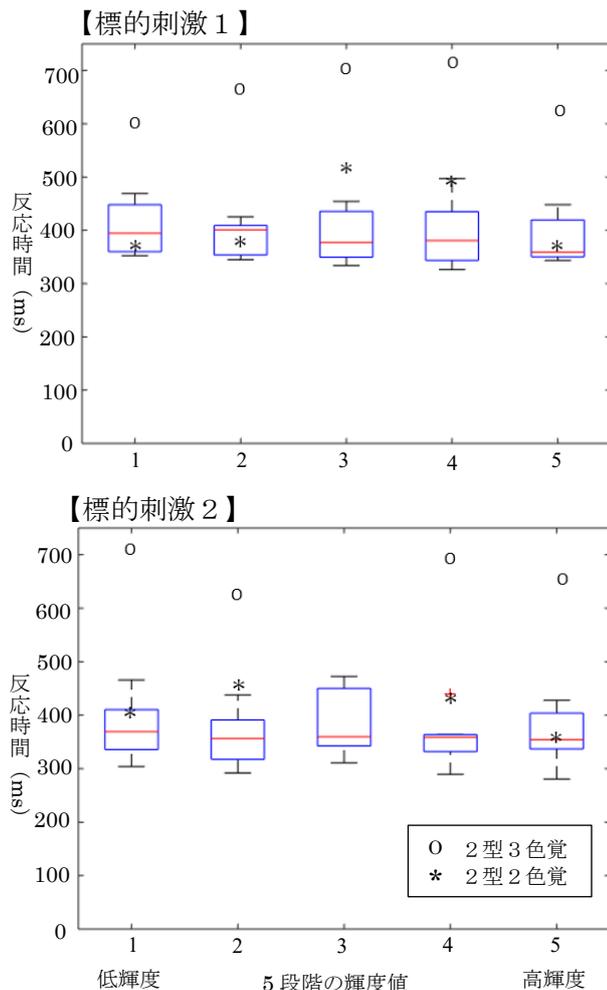


図5. 3色覚の平均応答時間に対する少数色覚の反応時間の分布 (調整輝度条件)

#### 4. 考察

3色覚では、統一輝度条件のERP成分P3が標的刺激2に対して有意に短い潜時を示し、反応時間の速さにも有意差が認められた。これは3色覚の赤に対する顕著性の高さを示すと同時に、赤と緑の色の違いが青緑と緑よりも大きいことを反映した結果である。

統一輝度条件と調整輝度条件では同様の傾向が見られたものの、統一輝度条件にのみ有意差が認められた。その要因として、実験の時系列の要因が考えられ、全ての参加者で統一輝度条件から行ったため、課題に対する慣れが調整輝度条件の結果に影響したと考えられる。

1名の2型3色覚ではボタン押しの反応時間が遅いことから、刺激呈示に同期した神経応答が少なく、起伏の少ないERPになったと考えられる。2型3色覚と2型2色覚では調整輝度条件の中間の輝度値で赤に対してボタン押しによる応答が行われなかった。赤と灰色背景D65は2型2色覚の混同色線上にあるため、等輝度にしたことで刺激が背景と同化したと考えられる。

2型2色覚のボタン押しの伴った試行に限定したERPでは赤に対し高い振幅のP3を示した。これは輝度が手がかりとなる赤に対する注意の高まりを反映したと考えられる。

#### 5. 結論

以上の結果より、色覚の違いによる色刺激に対する神経応答の一端が明らかになった。しかし、輝度と刺激を等輝度にした一部の刺激で背景と同化したため、色に対する反応を十分に得られなかった。また少数色覚の参加者が限定的であった。今後は刺激を調整の上、参加者を増やし、色覚毎の傾向を明らかにしたい。

#### 6. 参考文献

- 1) J. Birch: World prevalence of red-green color vision deficiency, *J. Opt. Soc. Am.* 29(3) (2012) 313-320
- 2) S. Nakauchi, T. Onouchi: Detection and modification of confusing color combination for red-green dichromat to achieve a color universal design, *COLOR RES APPL.*, 33(3) (2008) 203-211
- 3) K. Uchikawa: Trichromat-like categorical color naming of dichromat, *Vision*, 20(2) (2008) 62-66
- 4) S. Sunaga, T. Ogura, et. al.: Evaluation of a dichromat color appearance simulation, *OPT REV.* 20(2) (2013) 83-93
- 5) K. Dujardin, P. Derambure, et. al.: P300 component of the event-related potentials (ERP) during an attention task: effects of age, stimulus modality and event probability, *Int. J. Psychol.*, 14 (1993) 255-267

# 色覚の多様性と赤色

## The diversity of Color vision against red

市原恭代 Yasuyo G. Ichihara 工学院大学 Kogakuin University  
 坂本隆 Takashi Sakamoto 産業総合研究所  
 Institute of Advanced Industrial Science and Technology

**Keywords:** Color vision, red color, diversity of color vision

### 1. はじめに

人の目は網膜にある L, M, S 錐体でさまざまな色を知覚している。先天赤緑色弱は L または M 錐体を持っていない、もしくは中間のタイプの錐体を持っているため特定の「赤と緑」、「水色とピンク」などの組み合わせが非常に似た色に見え、赤色は暗く見えるといわれている。赤色は注意喚起によく使われる色であるので、すべての人が見やすく目立つような赤色を使う必要がある。

また、石原表をパスする色覚にとっても赤色は個人差が大きいといわれている。そこで青みや黄みが加わった赤色についてどのくらい明るく見えるか、明度を測る実験と印象評価の実験を行った。全ての人が見やすい赤色なのか明らかにするとともに、赤が特に明るく見えるなどの色覚の多様性について研究した。

### 2. 背景

人は網膜にある錐体細胞で色を知覚することができる。そして持っている錐体細胞の種類によって色覚の多様性がある。L, M, S 錐体の3種類を持つ3色型色覚、L, M, S のうちいずれか2つを持つ2色型色覚、L, M, S のうち1つを持つ1色型色覚である。1色覚についてはここでは触れない。2色型色覚は3つの型があり、M, S 錐体を持つ第1型、L, S 錐体を持つ第2型、L, M 錐体を持つ第3型である。3色型色覚でなおかつ平常の L 錐体 M 錐体を持つ人は日本人男性で約 95%、女性で 99% を占め、2色型色覚で特に1型、2型合わせて日本人男性で約 5% いるといわれる。1]

以後、カラーユニバーサルデザイン機構の名称に従って1型2色覚をP型強度、2型2色覚をD型強度、1型3色覚をP型弱度、第2型3色覚をD型弱度、3色型色覚をC型と呼ぶ。

### 3. 研究目的

赤色は信号機など日常的によく使われている色であり、とくに注意喚起に使われることが多くある。

しかし、P型色覚は赤が暗く見えるといわれている。C型色覚にとっても個人差が大きい色だといわれている。2]そこで、どのような赤色が見やすく目立つ色なのか、赤色が明るく見えるなど色覚の多様性について研究した。実験Aで明度について、実験Bで印象評価を行った。

### 4. 実験概要

#### 4-1. 実験A概要

色刺激として『新配色カード 129a』より赤を含む18色(図1)と、『JIS 標準色票 光沢版』より無彩色18色の計36種類の色を用意した。これらをD65光源のもとで被験者に提示し、赤を含む18色について同じ明るさだと感じる色を無彩色から選んでもらい、それを感じた明るさとした。面積効果を避けるため、2×3cm でくりぬかれた中明度マスクを使用した。刺激の18色は明度、彩度、色相が近すぎないものを選んだ。被験者はP型強度6名、P型弱度2名、D型強度6名、4名、C型色覚18名を対象に行った。

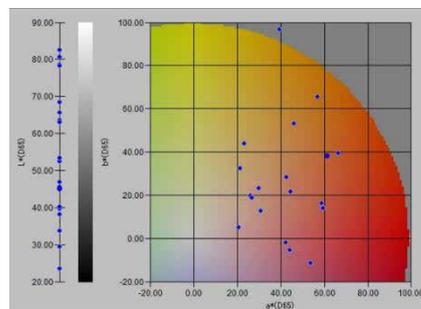


図1 新配色カードから選んだ18色(L\*a\*b\*)

#### 4-2. 実験A結果

図2が個人の感じた色をグラフに表したものである。実際の明度と感じた明度がほぼ一致した色もあれば、差が大きい色もあった。実際の色を図3に示す。

一致した色はくすんだ色が多く、差がある色はC型から見て明度が高いうえに彩度が高いものであった。また、図2の通りC型色覚は見え方の個人差が大きい傾向があった。特に、図2の13番と18番は特に明るく見えると答えた人がいた。これらは純粋な赤色に近い色であり、C型色覚の中には特に赤色に敏感な色覚を持つ人がいると考えられる。

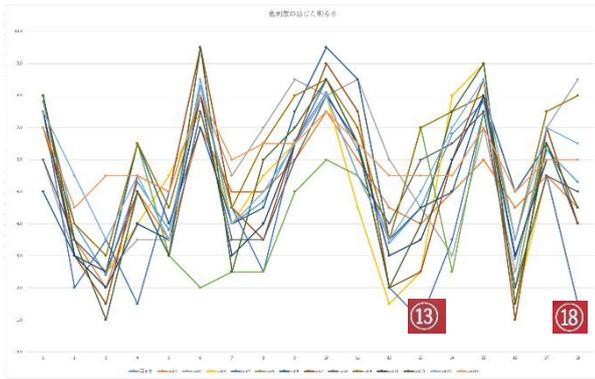
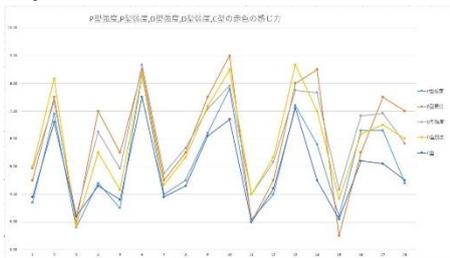


図2 C型の感じた明るさのグラフ



図3 実際の明度と一致した色と差があった色

また、P型、D型について、C型よりも赤を明るいと感じていることが分かった。図4で表すとおり、赤色18色全体においてP型弱度、D型弱度、D型強度、P型強度、C型の順に赤色を明るく感じている。



#### 4-3. 実験B概要

実験Aで使用したのと同じ赤色18色と、中明度マスクを使用し、D65光源の元で行った。色の評価に用いるSD方の評価尺度は、明るい-暗い、鮮やか-ぼやけた、派手な-地味な、動的な-静的な、にぶい-鋭い、熱い-冷たい、危険な-安全な、好きな-嫌いな、激しい-穏やかなの6尺度で、7段階評価を行った。実験BはP型色覚強度7名、P型色覚弱度2名、D型色覚強度6名、D型色覚弱度5名、C型色覚の5名を対象に行った。

#### 4-4. 実験B結果

SD方による印象評定結果に対して因子分析(主因子法)を行った。P型、D型、C型それぞれで解析を行ったが、どれも2つの因子でほぼ同じ尺度が抽出された。

[P型]第一因子は、地味な・ぼやけた・暗い・静的な・嫌いな・にぶいから構成されることから陰気因子とした。第2因子は安全な・穏やかからなるので安心因子とした。

[D型]第1因子は暗い、ぼやけた・地味な・静的な・冷たい・嫌いな・にぶいからなる陰気因子、第2因子は穏やか・安全な・冷たいからなる安心因子である。

[C型]第1因子は、暗い・地味な・ぼやけた・静的な・嫌いな・にぶいからなる陰気因子、第2因子は安全な・穏やかからなる安心因子である。

また、明るい-暗いの尺度について色覚ごとに見てみると、D型弱度、D型強度、C型、P型強度、P型弱度の順に赤色を明るく感じている。(図5)

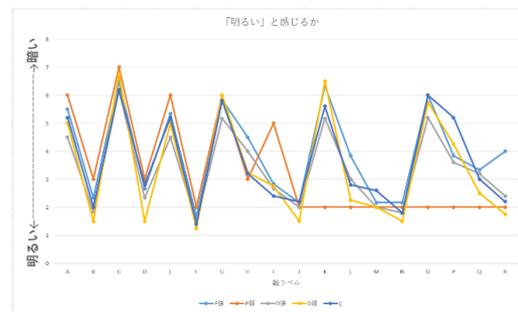


図5 「明るい-暗い」の評価-色覚ごと

#### 5. まとめ

P型はL錐体がないことから赤が暗く見えると言われていたが色相の見分けが難しい分、明度を敏感に感じ取ることができるのではないかと考えた。またP型D型ともに弱度の色覚は特に個人差が大きくP型D型とC型の見え方の間に入るような結果はでなかった。

見えやすい赤色については、純粋な赤色ではなく黄みがあり、彩度が高いものがどの色覚にとっても目立つと考える。

#### 参考文献

- [1] NPO法人 カラーユニバーサルデザイン機構 (CUDO) <https://www2.cudo.jp/wp/>
- [2] 山内彩結実,市原恭代,“色覚の違いと赤色の見え方”,日本色彩学会色覚研究会,2018
- [3] NPO法人 北海道カラーユニバーサルデザイン機構 <https://www.color.or.jp/>
- [4] 大山正,“色彩心理学入門”,中央公論社,1994
- [5] 伊藤啓,“カラーユニバーサルデザイン-色覚バリアフリーを目指して”,2012

# 異なるスペクトルを持つ LED 照明下における 色恒常性の評価

## Evaluation of color constancy under LED lighting with different spectra.

阿部 朱里	Akari Abe	立命館大学	Ritsumeikan University
北堂 絢菜	Ayana Hokudo	立命館大学	Ritsumeikan University
篠田 博之	Hiroyuki Shinoda	立命館大学	Ritsumeikan University

**Keywords:** LED 照明, 多峰性分光分布, 広帯域分光分布, 色恒常性

### 1. はじめに

LED 照明光源の特徴として多峰性の分光分布を持つことが挙げられる。多峰性分光分布の光源は物体色を色鮮やかに演色し, 省エネルギーの照明光源として有効である。一方, 人は異なる色の照明下でも物体表面の色を一定に知覚する (色恒常性) 特性をもつ[1]。本研究では, 2 種類の色温度 (A 光源・D65 光源) それぞれに対して分光分布の異なる 4 種類の計 8 種類の照明光のもとで 22 種類の色票の色の見えの評価を行い, 光源の分光強度分布が色恒常性に与える影響を調査した。

### 2. 実験環境および方法

実験は照明環境シミュレート光源 LEDCube (THOUSLITE 社) が上部に設置された観察用ブース (高さ 60cm×幅 50cm×奥行き 50cm) の奥壁に立てかけられた ColorChecker (X-rite 社) を観察して行われた。観察用ブースの内装はマンセル色票 N7 相当の無彩色となっており, 外光が入らないように手前開口部は暗幕で覆われた。顎台で観察位置を固定された被験者は, その暗幕を被るような形で観察ブース内を覗き込み, 50 cm の視距離で ColorChecker を観察した。

実験では ColorChecker の 24 種類の色票のうち, 無彩色 2 種類を除く 22 種類の色票を異なる照明光の下で観察し, 重みづけカテゴリカル比率評価法を用いて色の見えを評価した[2][3][4]。すなわち 11 色の色名 (赤, オレンジ, 黄, 緑, 青, 紫, ピンク, 茶, 黒, 灰, 白) の中から最大 3 色選択させ, 合計が 10 点になるように各色に重みづけ点数を回答した。

照明条件は A 光源, D65 光源のそれぞれを基準とし, 広帯域分光分布 (Broadband, BB) が 1 種類, 狭

帯域多峰性分布 (Multiple Peaks, MP) が 3 種類 (MP Short, MP Medium, MP Long) の各 4 種類, 計 8 種類を使用した。MP Short は短波長寄り, MP Medium は中央寄り, MP Long は長波長寄りの照明である。

被験者は正常色覚者の大学院生および大学生 12 であった。実験は照明ごとのセッションに分けられ, 観察評価の前に 20 秒間の順応時間を設けた[5]。その後, 各色票を観察し, 色名と重み付け点数を口頭で回答した。被験者一人あたり一回ずつの評価を行った。

### 3. 結果

実験結果をエレメンタリーカラー (RGYB) によるデータに変換し, その例を図 1, 図 2 に示す。いずれのグラフも各色票に対する色の見えの評価を, 縦軸を B-Y 点数, 横軸を G-R 点数として座標平面上にプロットしたものである。

図 1 は異なる色温度で同じスペクトル形の照明間の結果を比較しており, 色票ごとに A 光源 (●) と D65 光源 (○) を線で結んだ。図 2 は同一色温度で BB と MP Short の照明間の結果を比較しており, BB (●) と MP Short (○) を線で結んだ。

### 4. 考察

黒丸 (●) と白抜き丸 (○) を結んでいる線の長短は色恒常性の成立度合いを示す。またグラフの原点 (0, 0) からの角度の差は色相差を表し, 距離の差は彩度差を表す。

図 1 の結果より, 同じスペクトル形状の照明間では 2 点を結ぶ線が短く, 色恒常性が高いことが示された。また, MP Short の照明の場合は赤付近の色の彩度が低下していることがわかる。

図 2 の結果より, 同一色温度の照明下では 2 点

を結ぶ線が長く、色恒常性が低いと考えられる。また、A光源下では色相や彩度の差が大きいと考えられる。

以上よりピーク波長が同じ照明間であれば色恒常性は高いこと、ただしどちらか一方が短波長寄りのピーク波長を有する三峰性分光分布の照明の場合は、赤付近の色の彩度が下がり、色恒常性が著しく低下することが示された。また、同一色温度の照明下での色の見え評価を比較したところ、低色温度のA光源下では、光源の分光分布の影響を受けて色相や彩度が大きく変化することが示された。

#### 参考文献

- [1] Marcel P. Lucassen and Jan Walraven, Color constancy under natural and artificial illumination, *Vision Research*, 37(17), pp. 2699-2711, 1996.
- [2] Taiichiro Ishida, Yasuki Yamauchi, Takehiro Nagai, Hiroyuki Kurimoto, Yuhei Shoji, and Tatsuya Tajima, Evaluation of color appearance under led and oled lighting based on the data obtained by a new color category rating method, AIC2015 Tokyo, 2015.
- [3] 内川恵二, 栗木一郎, 篠田博之, カテゴリー比率評価法による開口色と表面色モードの色の見えの表現, *照明学会誌*, 第78巻, pp. 83-93, 1994.
- [4] Akira Kito and Taiichiro Ishida. Color constancy under an illuminant having multiple peaks in the spectral distribution, ACA2019 Nagoya, 2019.
- [5] Oliver Rinner and Karl R. Gegenfurtner. Time course of chromatic adaptation for color appearance and discrimination, *Vision Research*, Vol. 40, pp. 1813-1826, 2000.

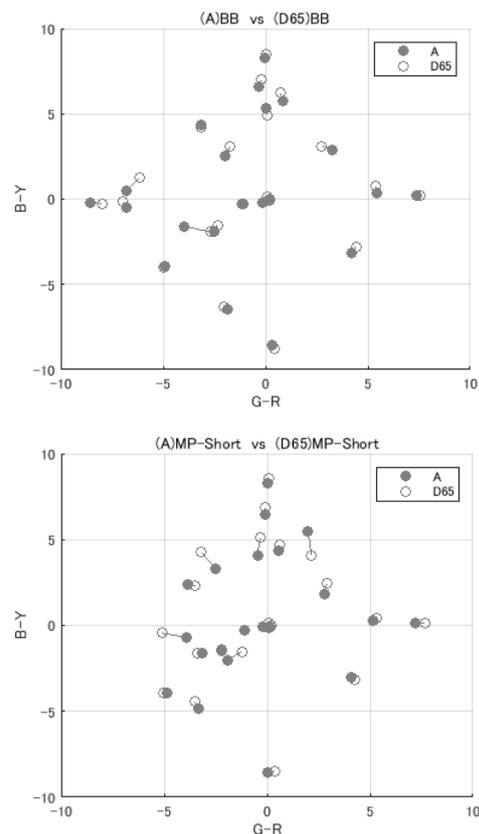


図1 同一スペクトル形状で異なる色温度の比較

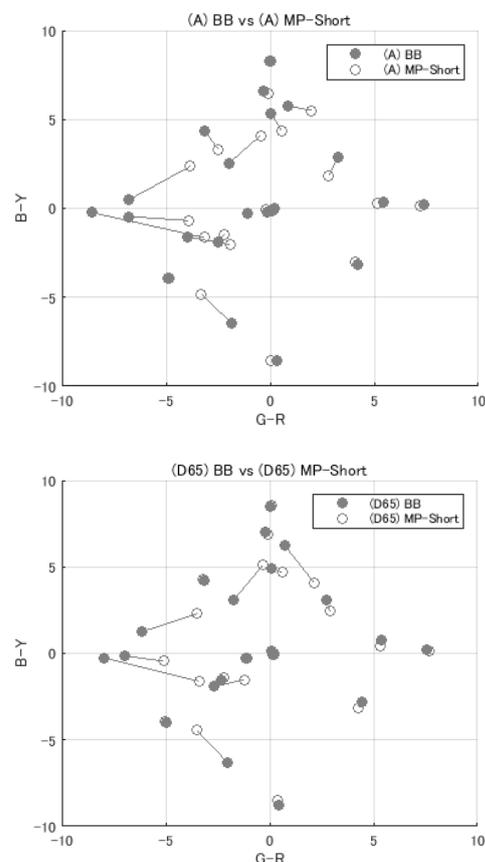


図2 同一色温度で異なるスペクトル形状の比較

# ぼけによる質感操作が明るさ知覚と色の見えのモードに与える影響

## Effect of texture operation by blur on brightness perception and mode of color appearance

水山 諒 Ryo Mizuyama 立命館大学大学院  
 篠田 博之 Hiroyuki Shinoda 立命館大学

Graduate School of Ritsumeikan University  
 Ritsumeikan University

**Keywords:** 明るさ知覚, 色の見えのモード, グレア錯視, 質感.

### 1. はじめに

物体表面に対する明るさ知覚は色の見えのモードと深く関係する. 例えば図1のように, 境界から外側に向けて低下する輝度勾配に囲まれた領域は, 一様な輝度で囲まれた領域に比べて明るく知覚され, 場合によっては光源色モードに知覚される. これはグレア錯視と呼ばれ, 光源から光が発散する状態を輝度勾配で模擬したことで生じると考えられる.

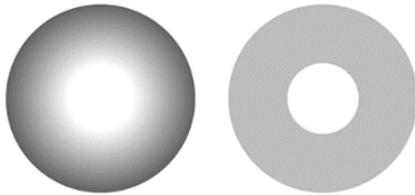


図1: グレア錯視

グレア錯視を定量的に調べた研究[1]では, グレア錯視がもたらす明るさの向上と物体色モードから光源色モードへの遷移が確認されている.

一方, 光源色モードの特徴のひとつに質感や空間定位の欠如がある. 本研究では, 質感の操作を行うことで明るさの向上や色の見えのモードの遷移が生じるかを検討した.

### 2. 実験方法

実験では, ディスプレイ上に表示される実験刺激に対して, 実験1では明るさの評価, 実験2では色の見えのモードの評価をそれぞれ被験者に求めた. 実験は液晶ディスプレイ(HP Pavilion 23bw)を用いて暗室内で行われ, 被験者はディスプレイから70cmの距離を保つように頭を固定し, 呈示される刺激を両目で観察した.

先行研究[2]においてグレア錯視の効果が認められているガウス関数(式(1))によるガウシアンフ

ィルタを適用することでテクスチャ画像をぼかし, 質感の操作を行った.

$$G_{\sigma}(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp\left(-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}\right) \quad (1)$$

$x, y$  はそれぞれ, ガウシアンカーネル内のピクセル座標を表し,  $\sigma$  は分散を表す. 重みは注目画素からの距離に応じてガウス関数により決定され, カーネルサイズや $\sigma$ の値が大きいほど, ぼけが大きくなる. 本実験では調整のために  $x(=y):\sigma = 6:1$  として, ぼけの大きさを変更した. 実験では, ぼけの強度として  $\sigma = 0, 1, 2, 4, 8$  の5条件を用いた.

実験刺激として図2に示す4種類のテクスチャ画像を用いた. これらは質感研究用のデータベースとして一般公開されている Okazaki Synthetic Texture Image (OSTI) database[3][4]の中から選択され, 画像サイズは  $128 \times 128$  ピクセルであった.

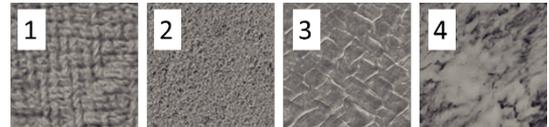


図2: テクスチャ画像

輝度条件はこれらの画像の輝度を0.5倍した後に  $1.18^0, 1.18^1, 1.18^2, 1.18^3$  倍した4条件とした. また, 背景の輝度は均一でディスプレイの最低輝度とした.

なお, 刺激呈示には PC(Apple Mac book pro)を用い, MATLAB 及び Psychtoolbox3.0[5][6][7]を用いて制御を行った.

#### 2.1 実験1: 明るさの評価

図3に実験1のフローを示す. 実験1は被験者の順応後に試行が始まり, ディスプレイ上に1秒間左右に呈示された2つの刺激に対し, どちらが明るく感じたかの応答を被験者に求めた. 刺激は一辺を  $2.9^\circ$  とした正方形であり, 周囲  $2.3^\circ$  の領

域と共に，ガウシアンフィルタを適用した。

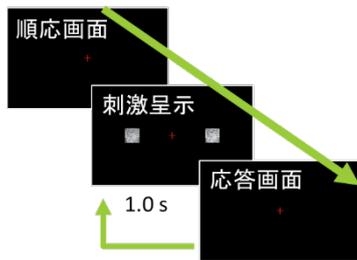


図3：実験1の手順

2つの刺激の一方はガウシアンフィルタを適用したテスト刺激であり，もう一方は参照刺激である．参照刺激として，テスト刺激より20%高輝度の刺激と20%低輝度の刺激，等輝度の刺激の3条件を用いた．これにより，異なるぼけの強度をもつ刺激の間の主観的等価点，つまり同じ明るさに知覚する際の輝度値を求めることで明るさの向上効果を評価した．実験は1条件につき16試行とし，計3840試行を4つのセッションに分けて行った。

### 2.2 実験2：色の見えのモードの評価

図4に実験2のフローを示す．実験2も実験1と同様，被験者の順応後に試行がはじまり，ディスプレイ上の左右どちらかに呈示された刺激に対して，物体色モードまたは光源色モードの2つのカテゴリへの分類を被験者に求めた．刺激についても実験1と同様に，一边を $2.9^\circ$ とした正方形の周囲 $2.3^\circ$ の領域と共にガウシアンフィルタを適用することで作成した．実験は1条件につき8試行とし，計640試行を2つのセッションに分けて行った。

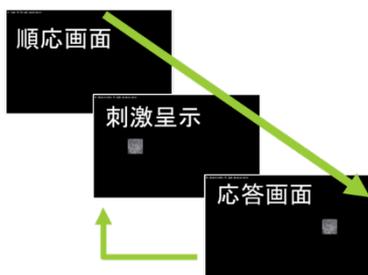


図4：実験2の手順

## 3. 結果

### 3.1 実験1：明るさの評価

図5にテクスチャ画像1についての実験結果を示す．参照刺激ごとに結果をプロットし，縦軸と横軸はそれぞれテスト刺激の方が明るい

答えた確率と元画像の0.5倍を基準とした倍数で輝度を表している。

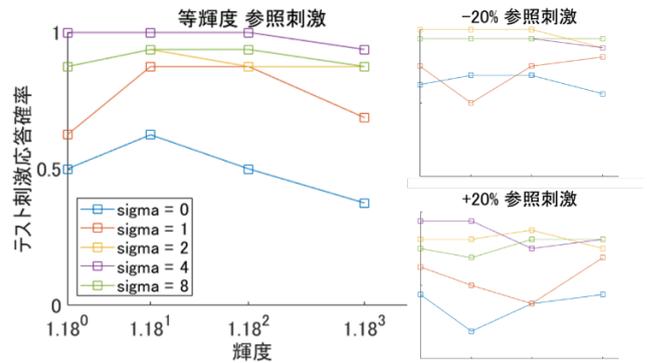


図5：テクスチャ画像1の実験結果

これらの結果から，参照刺激3条件のデータを組み合わせて各輝度条件ごとに心理計測関数で近似し，主観的等価点(PSE)を算出した．図6に輝度条件 $1.18^0$ ， $\sigma=8$ のときの具体例を示す。

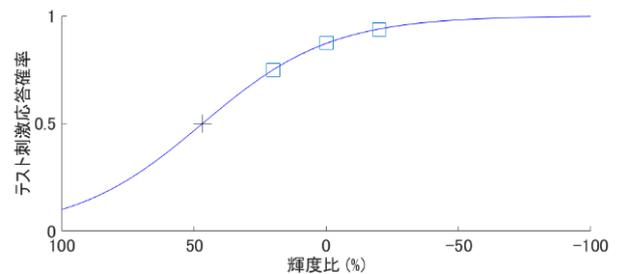


図6：心理計測関数

各テクスチャ画像，各輝度条件に対して同様の計算を行い，近似が良好なデータについてPSEの平均値を算出し，その結果を図7に示す。

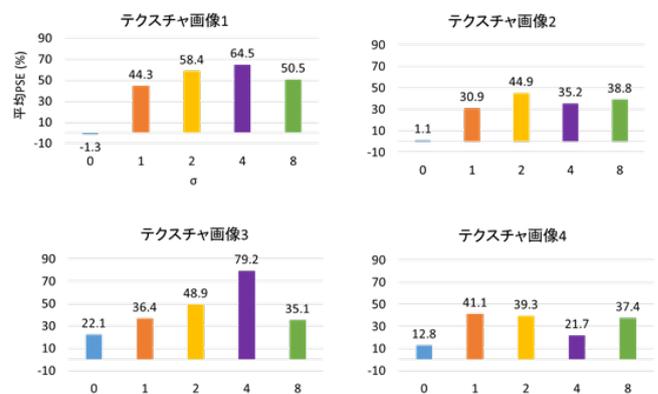


図7：平均PSE

### 3.2 実験2

図8にテクスチャ画像1における実験2の結果

を示す。縦軸と横軸はそれぞれ光源色モードの応答を得た確率と元画像の0.5倍を基準とした倍数で輝度を表している。得られた結果からシグモイド関数を適合し、50%の確率に対応する輝度値を物体色モードと光源色モードのカテゴリ閾値とした。図8より、ぼけの強度に応じて閾値が小さくなることがわかる。

テクスチャ画像2,3,4についてもテクスチャ画像1と同様、ぼけの強度が大きくなるほど物体色モードから光源色モードへ遷移する際の閾値(輝度)が低くなる傾向がみられた。

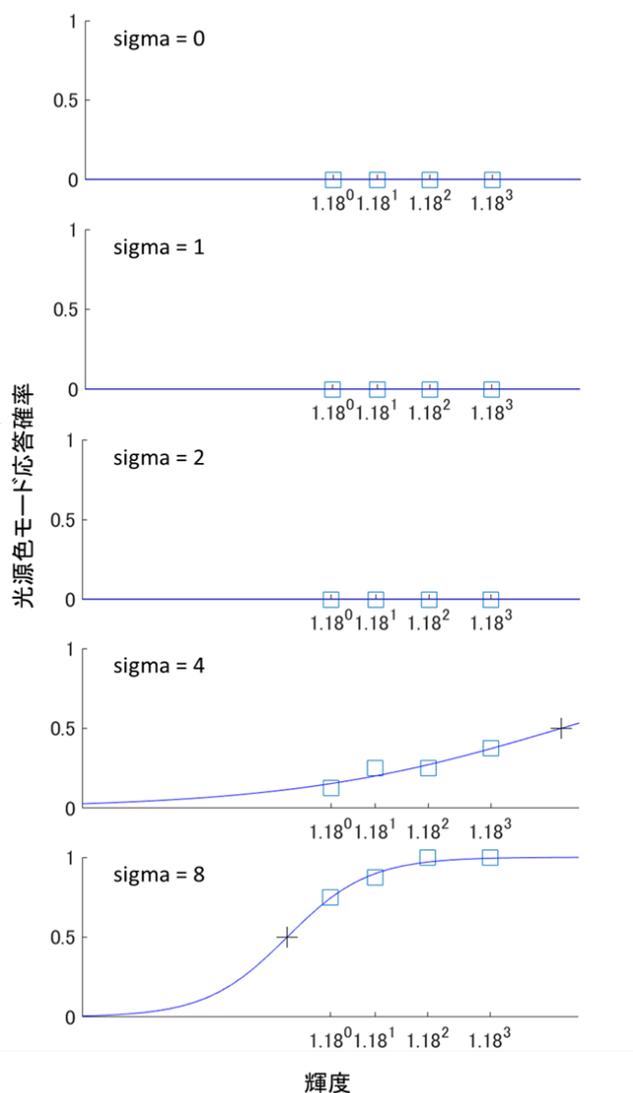


図8: テクスチャ画像1における実験2の結果

#### 4. 考察

実験1から、ぼけ強度が大きくなるにつれて明るさの向上が見られたが、ぼけ強度の大きい条件においては知覚される明るさが最大となる条件と比較すると小さくなる傾向がみられる。これは、明るさ向上効果には最適なぼけ強度があり、その

ぼけ強度を超えるとグレア錯視のような明るさ向上効果がみられなくなることを示唆している。

実験2から、明るさの向上とは異なり、ぼけ強度に応じた色の見えのモードの遷移は堅牢であることがわかった。これは先行研究[8]で報告されている質感知覚の曖昧さが色の見えのモードの評価に影響を及ぼす現象と一致している。

以上から、質感のある表面においても均一な輝度平面と同様に、ガウシアンフィルタを用いた画像処理を行うことで明るさの向上や色の見えのモードの変化がみられることが示唆された。

#### 参考文献

- 1) Tamura Hideki, Nakauchi Shigeki, and Koida Kowa.: Robust brightness enhancement across a luminance range of the glare illusion. *Journal of vision* 16.1 .10(2016) 1-13.
- 2) Yoshida Akiko et al.: Brightness of the glare illusion. *Proceedings of the 5th symposium on Applied perception in graphics and visualization* (2008).
- 3) Okazawa G, Tajima S, Komatsu H: Image statistics underlying natural texture selectivity of neurons in macaque V4. *Proceedings of National Academy of Sciences, USA* 112 (2015) E351-E360.
- 4) Portilla J, Simoncelli EP: A parametric texture model based on joint statistics of complex wavelet coefficients. *International journal of computer vision* 40 (2000) 49-70.
- 5) Brainard D. H.: The Psychophysics Toolbox, *Spatial Vision* 10 (1997) 433-436.
- 6) Pelli D. G.: The VideoToolbox software for visual psychophysics: Transforming numbers into movies. *Spatial Vision* 10(1997)437-442.
- 7) Kleiner M, Brainard D, Pelli D: What's new in Psychtoolbox-3? *Perception* 36 ECVF Abstract Supplement(2007).
- 8) Kuriki Ichiro: Effect of material perception on mode of color appearance. *Journal of vision* 15.8.4 (2015) 1-13.

## 2色覚の赤-緑色応答への ipRGC 刺激量の影響 Influences of ipRGC stimulus value on the red-green color name in dichromats

須長 正治 Shoji Sunaga 九州大学大学院 Kyushu University  
米田 睦 Mutsumi Yoneda 北九州市立大学 The University of Kitakyushu  
佐藤 雅之 Masayuki Sato 北九州市立大学 The University of Kitakyushu

キーワード: 2色覚, 3色覚類似色名応答, ipRGC.

### 1. はじめに

1型または2型2色覚は、赤緑色覚異常とも呼ばれ、赤と緑が見分けられない色の代表色として知られている<sup>1)</sup>。しかし、大きい色刺激を比較的長い時間観察すると、赤刺激を赤と、緑刺激を緑と応答することができる。すなわち、大きい刺激の長時間観察であれば、2色覚は3色覚類似色名応答を示すこと<sup>2)</sup>が知られている。この2色覚の3色覚類似色名応答について、桿体の寄与や明暗情報の手掛かりが検討されており、桿体の寄与については、桿体視物質の褪色実験から、桿体の寄与では説明できないことが報告されている<sup>3)</sup>。明暗情報の手掛かりについては、十分な結論が得られておらず、明暗情報を伝達するメカニズムの時空間特性と2色覚が3色覚類似色名応答を示す刺激の時空間特性とは一致しない。そこで、本研究では、5番目の光受容器として着目されている内因性光感受性網膜神経節細胞（以下、ipRGC）が2色覚の3色覚類似色名応答に寄与しているかを検討した。具体的には、2型2色覚にて、ipRGCが、欠損しているM錐体の役割を代替するとの仮説を立て、その仮説を検証した。実験では、S錐体とL錐体の刺激値を一定とし、M錐体刺激値とipRGC刺激値を変化させ、赤緑の色名応答を測定した。もし、仮説どおり、ipRGCがM

錐体の代替をしているなら、図1に示すように、2型色覚では、M錐体刺激値にかかわらず、ipRGC刺激値が大きい条件では、緑応答が得られると予測することができる。さらに、S錐体刺激値およびM錐体刺激値一定、L錐体刺激値およびipRGC刺激値変化条件でも実験を行った。

### 2. 方法

#### 2.1 被験者

被験者は、2型2色覚2名、2型3色覚2名、3色覚3名であった。色覚特性の分類は、石原色覚検査表およびFMパネルD-15の結果にしたがって行われた。

#### 2.2 実験装置

実験では、ipRGC刺激値をLMS錐体の三刺激値と独立に変化させる必要があるために、2台のカラーモニターによる4原色による刺激表示システムを実験装置として用いた。図2に刺激表示システムを示す。1台のモニターは通常のRGBの3原色で、もう1台のモニターには、シアンフィルタをかけ、2台のモニターに呈示された刺激をハーフミラーにより重ねた。図3に、4原色の分光分布を示す。刺激の背景には白色LEDにより照明された2度または10度四方の開口を持つ白色ケント紙を用いた。

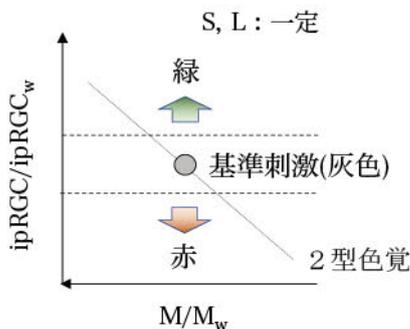


図1 ipRGCの欠損錐体代替仮説による赤緑色名応答の予測

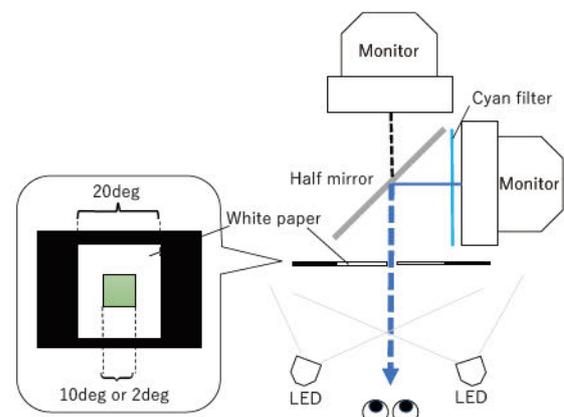


図2 実験装置

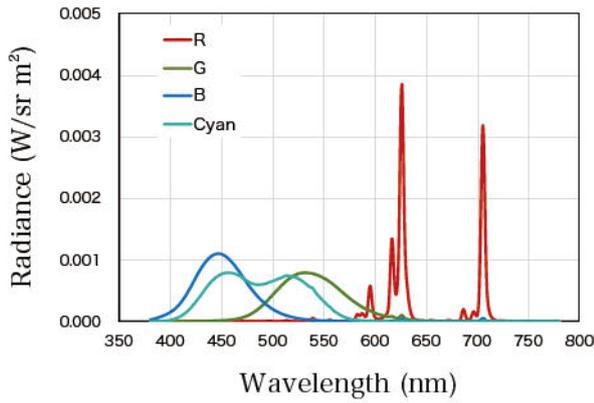


図3 原色の分光分布

2.3 刺激

刺激は、白色ケント紙の開口部の2度または10度サイズの四角であった。背景の白色ケント紙のサイズは20度であった。

白色LEDによって照明された白色ケント紙のLMS錐体三刺激値 $L_w, M_w, S_w$ およびipRGC刺激値 $ipRGC_w$ を測定し、そして、LMS錐体三刺激値

およびipRGC刺激値がそれぞれ $0.4 \times L_w, 0.4 \times M_w, 0.4 \times S_w, 0.42 \times ipRGC_w$ となる刺激を基準刺激(明るい灰色)とした。この際、LMS錐体三刺激値およびipRGC刺激値は、CIE 170-1(2006)とCIE S 026(2018)の分光感度を用いて算出した。

L錐体刺激値一定のM錐体-ipRGC刺激値コントラスト平面にて、基準刺激からM錐体刺激値とipRGC刺激値を矩形波で時間的に変化させたテスト刺激が呈示された。いずれの条件でもテスト刺激のS錐体刺激値は基準刺激のS錐体刺激値 $0.4 \times S_w$ で一定のままとした。

2.4 手続き

被験者が白色背景および基準刺激に順応した後、実験が開始された。被験者が呈示開始ボタンを押すと、ビープ音となり、テスト刺激が2秒間呈示され、その後、基準刺激に戻った。被験者の課題は、刺激が呈示された後、緑、薄い緑、薄い赤、赤、それ以外の色の5者強制選択法により、最後に見えたテスト刺激の色を回答することで

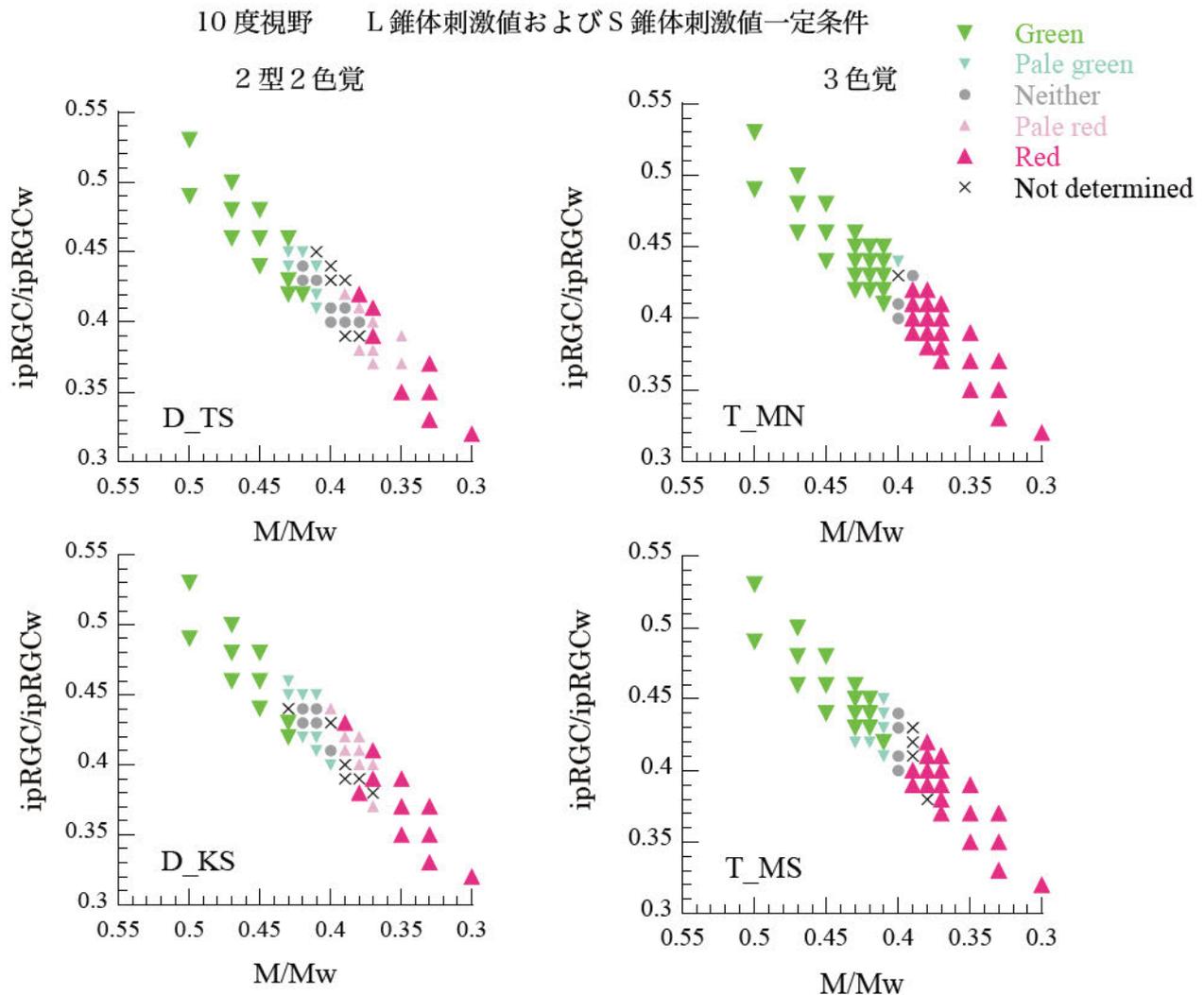


図4 2型2色覚と3色覚の応答結果

あった。テスト刺激の M 錐体刺激値と ipRGC 刺激値は、図 4 に示したプロット点の範囲内で変化させた。各プロット点に対し、3 回の応答を測定した。

### 3. 結果および考察

図 4 に、M 錐体-ipRGC 刺激値コントラスト平面における 10 度視野刺激条件での 2 名の 2 型 2 色覚（左側）と 2 名の 3 色覚（右側）の結果を示す。図 4 の横軸は M 錐体刺激値コントラストであり、縦軸は ipRGC 刺激値コントラストである。ただし、横軸の大小の向きを、左側を緑、右側を赤とするため、通常の逆とした。シンボルの違いは、被験者の色名応答を示す。各テスト刺激に対する 3 回の測定結果から、2 回以上同じ応答が得られた場合、その応答をその刺激に対する応答とし、3 回とも異なる応答であった場合には、その刺激に対する応答を「不定」と扱った。

図 4 から、3 色覚では、ipRGC 刺激値コントラストに依存せず、基準刺激よりも、M 錐体刺激値コントラストが大きくなると緑応答が、小さくなると赤応答が得られた。2 型 2 色覚では、基準刺激付近では、薄い赤や薄い緑、それ以外の色、そして、不定となる範囲が 3 色覚よりも広いものの、色名応答の傾向は 3 色覚と同様に M 錐体刺激値コントラストによって変化し、ipRGC 刺激値コントラストに依存した色名応答は得られなかった。すなわち、2 型 2 色覚は、M 錐体コントラストが基準刺激よりも十分に大きければ緑と応答し、十分に小さければ赤と応答する。しかしながら、2 型 2 色覚は M 錐体を欠損しており、M 錐体刺激値コントラストに依存して色名応答が変わることは説明することができない。さらに、2 型 2 色覚の輝度は L 錐体刺激値のみによって決まるため、L 錐体刺激値一定条件でのテスト刺激と基準刺激の間にはほとんど輝度差がないと推測することができる。つまり、明暗情報を手掛かりにしているという説明も成り立たないと言える。以上のことから、2 色覚が 3 色覚と類似した緑や赤という色応答を示すことは未だに不可解なことであり、我々が調べた ipRGC 刺激値コントラスト範囲内では、2 色覚の赤-緑色応答に ipRGC 刺激値も輝度差も寄与していないことが示された。

### 4. おわりに

本研究では、2 色覚の 3 色覚類似の色名応答の手掛かりを検討するために、2 型 2 色覚に対し ipRGC が M 錐体の役割を代替しているという仮説を検証した。その結果、ipRGC 刺激値に依存した赤緑の応答は得られず、2 型 2 色覚が欠損して

いる M 錐体刺激値コントラストに依存した赤緑応答が得られた。このことから、少なくとも我々が検討した ipRGC 刺激値範囲内では、2 型 2 色覚にて、ipRGC が M 錐体の役割を代替しているという仮説は否定された。

### 参考文献

- 1) 太田安雄, 清水金郎, 色覚と色覚異常:これだけは知っておきたい理論と実際, 金原出版, 1999
- 2) Paramei, Galina V., Color Space of Normally Sighted and Color-Deficient Observers Reconstructed from Color Naming, *Psychological Science*, vol.7, no.5, pp.311-317, 1996
- 3) Montag, Ethan D., Surface Color Naming in Dichromats, *Vision Research*, vol.34, no.16, pp.2137-2151, 1994

# 分光可変照明による彩度変化への順応効果

## Adaptation effect to saturation change by spectral tunable lighting

陳 沢庶	Zeshu Chen	千葉大学大学院	Chiba University
高橋良香	Yoshika Takahashi	千葉大学大学院	Chiba University
溝上陽子	Yoko Mizokami	千葉大学大学院	Chiba University

**Keywords:** 照明, 鮮やかさ, 順応, 分光

### 1. はじめに

一般的に, 色の特性は色相, 明度, 彩度の3つの要素で表され, この3つの要素においてそれぞれ視覚における順応効果がある. 単色刺激を用いた色コントラスト順応の研究では, 順応した色方向に選択的な感度低下が起こり, 彩度知覚が低下することが示されている<sup>1)</sup>. また, 画像を用いた彩度順応の研究では, 色褪せた画像を見続けた場合と色鮮やかな画像を見続けた場合では, 直後に観察する画像の鮮やかさの印象はそれぞれ色鮮やか, 色褪せた方向にシフトするという結果が得られている<sup>2)</sup>. しかし, 実際の照明空間で同様の順応効果が得られるかどうかは確かめられていなかった.

分光可変光源を用いて照明の分光分布を制御することにより, 実際の室内において, 一部の物体の彩度を制御することができる. しかし, 高橋らの研究<sup>3)</sup>において, 照明変化直後は物体の鮮やかさの見えが変化しても, 照明空間に順応すると照明変化前の見えに近づくことが示された. したがって, 実際の照明空間における彩度変化に対しても, 鮮やかさの順応が起こると考えられる. ただし, そこで得られた色の見えの変化は小さかった. その原因の1つとして, テスト刺激に高彩度の色を使っていた影響が考えられる. そこで本研究では, 彩度の異なる刺激を使用し, 順応効果に対するテスト刺激の色と彩度の影響を検証した.

### 2. 実験

#### (1) 実験環境

実験は, 図1に示すように, 実際の部屋を模した実験ブース内で行った. 室内には, 観葉植物や果物サンプル, めいぐるみ等, 様々な色の物体が置かれた. ブース内照明として, THOUSLITE社製の可変LED光源 LEDCube を3台, 天井に設置した.

#### (2) 実験光源

図2に示すように, 3つのピークを持つ分光分布条件 (RGBLED: 赤緑彩度強調型) と, 昼光に

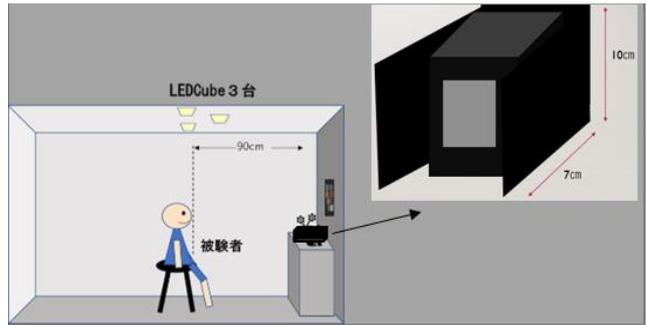


図1 実験環境模式図

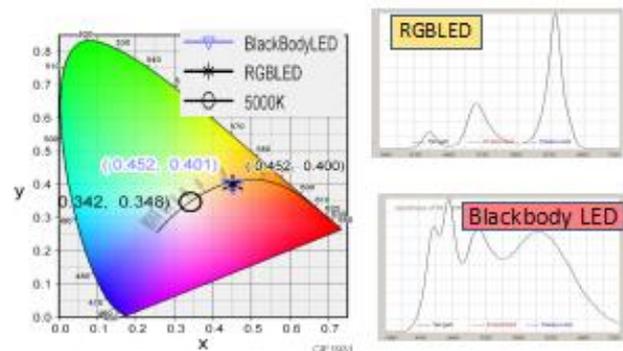


図2 光源の色度図及び分光図

近似した分光分布条件 (BlackbodyLED: 黒体放射型) の2種類の照明条件を用いた. 両者の分光分布は大きく異なるが, 相関色温度は, それぞれ 2730 K と 2740 K で, ほぼ同じになるよう設定した. したがって, ブースの壁等, 白色面はほぼ同じ色に保たれたが, 赤や緑の物体の彩度は, BlackbodyLED 条件よりも RGBLED 条件の方が高くなった.

#### (3) 実験刺激

実験刺激として, マンセル色相環の中間色の橙, 紫, 青緑, 黄緑のそれぞれ低彩度と高彩度の色票を計 8 枚 (5YR6/2, 5YR6/6; 7.5P5/2, 7.5P5/6; 7.5BG5/2, 7.5BG5/6; 2.5GY7/2, 2.5GY7/6) を用いた. 図3に, RGBLED と BlackbodyLED の照明下での, 各色票の CIE1931 xy 色度図上での色度変化を示す. これらの値は, 各照明下に色票を置き, 分光放射輝度計を用いて測定した.

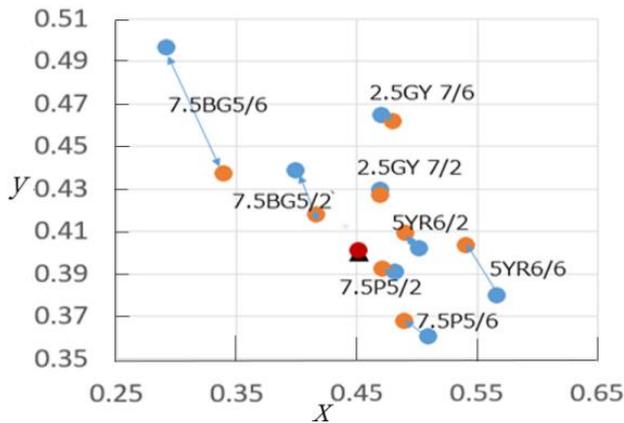


図3 照明変化による色票の色度変化

#### (4) 実験手順

低彩度と高彩度色票の条件は、異なるセッションで行った。図4の例に示すように、まず、照明条件をRGBLEDに設定し、5分間順応した。次に、低彩度の色票4枚をランダムな順で呈示し、被験者は各色票の見えをエレメンタリーカラーネーミング方法により応答した(応答1)。照明条件をblackbodyLEDに変えた直後に、再度色票4枚に対して色応答した(応答2)。その際、blackbodyLEDへの順応を避けるため、色票の呈示時間を10秒間に限定し、各色票呈示の間にRGBLEDへの再順応10秒間を挿入した。その後、blackbodyLEDに5分間順応し、3回目の応答を行った(応答3)。終了後、照明をRGBLEDに戻し、高彩度色票に対して同じ流れで実験した。被験者は4名である。



図4 実験手順の例

### 3. 結果と考察

図4に全被験者の平均値を示す。横軸はテスト刺激のマンセル値、縦軸は色みを応答1からの変化率で表した値を示す。濃い橙色の縦棒は「応答2/応答1」、黄色の縦棒は「応答3/応答1」により求めた。応答1からの変化率が1より小さい場合、テスト刺激の鮮やかさ知覚が減少したことを表す。したがって、blackbodyLED条件に変化した直後は、色票の鮮やかさ知覚が低下したことが分かる。また、応答2と応答3は、同じblackbodyLED条件下での応答であるが、応答3の結果は上昇して1に近づいている。応答2と3の差は、blackbodyLED照明に対する順応効果だ

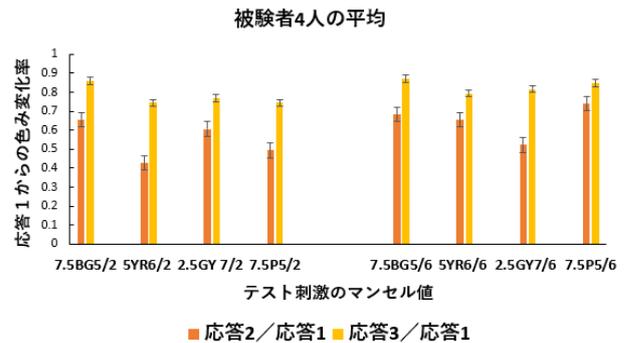


図5 照明変化の際の色み応答結果

と考えられる。図より、全ての色票で照明の鮮やかさへの順応効果が見られたことが分かる。低彩度の色票では、5YR6/2の変化率の差が一番大きく、2.5GY7/2の差が一番小さかった。高彩度の色票では、2.5GY7/6の差が一番大きく、7.5P5/6の差が一番小さかった。7.5BGでは、高彩度と低彩度の色票で彩度知覚の変化が類似していた。したがって、色票の色相と彩度が順応効果に与える影響については、一貫した傾向が見られなかった。

色票の色みの見えシフト及び順応効果量と、図3の各色票の測色的な変化量の間には明確な関係が見られなかったことから、各色票の照明による測色的な変化をそのまま知覚しているのではないと考えられる。

### 4. まとめ

本研究では、照明による彩度変化に対する順応における、テスト刺激の色と彩度の影響を検証した。低彩度及び高彩度のテスト色票を用いて色の見え応答実験を行った結果、全ての色票の鮮やかさ知覚は、赤緑彩度強調型のRGBLED照明から黒体放射型のBlackbodyLED照明に切り替わった直後では下がり、BlackbodyLED照明下で充分順応した後は上り、照明変化前の応答に近づいた。したがって、照明に対する彩度順応効果が示された。ただし、色票の色相と彩度が順応効果に与える影響については明確でなかった。

### 参考文献

- 1) M. A. Webster and J. D. Mollon: Changes in colour appearance following post-receptoral adaptation, *Nature* 349 (1991) 235-238
- 2) Y. Mizokami, C. Kamesaki, N. Ito, S. Sakaibara, and H. Yaguchi: Effect of spatial structure on colorfulness adaptation for natural images, *J. Opt. Soc. Am. A* 29 (2012) A118-127
- 3) Y. Takahashi, I. Ilic, M. A. Webster, L. Whitehead, and Y. Mizokami: Colorfulness adaptation for real surfaces under wide color gamut illumination, *OSA Fall Vision Meeting* (2018 September, Reno)

# ドーム型照明を用いた非接触式測色システムの開発その3： 自動化及び測定精度の検証

## Non-contact colorimetric measurement using dome illumination for free-form surfaces Part3: automatization

磯見麻衣	Mai Isomi	大阪市立大学大学院	Osaka City University
廣内綾	Aya Hirouchi	大阪市立大学	Osaka City University
伊與田浩志	Hiroyuki Iyota	大阪市立大学大学院	Osaka City University
酒井英樹	Hideki Sakai	大阪市立大学大学院	Osaka City University

**Keywords:** 非接触測定, SCI, SCE, 光沢.

### 1. はじめに

本研究では、天然由来の建材・食材など平らで均一な測定用試料を作ることが困難な物体の色彩及び光沢を非接触で測定する方法を検討する。これまでに、その1で色彩について[1]、その2で光沢について[2]、それぞれ測定原理、及び、測定事例について報告したが、本報告ではさらに、自動化と詳細な精度検証を行った。

具体的には、これまで手で移動させていた光トラップ（光吸収体）を電気モータによる移動とし、所定の位置ごとに自動で、デジタルカメラを用いて二次元画像を取得できる機構を導入した。次に、自動化された装置の測定精度を、カラーチェッカー色票、及び、光沢サンプルを用いて、評価した。

### 2. 測定方法

図1に自動化したドーム型照明装置の構造（断面図）を示す。光源は、高演色性LED ( $R_a = 90$ ,  $T_{cp} = 6200$  K) を用いて、試料台の下部に取り付けた。ドームは白色アクリル製であり、LEDからの光はドーム内壁面で複数回反射して生成され拡散光となり、ドーム上半面から試料に照射される。これにより、試料表面の凹凸による影の発生を抑えることができる。

色の測定にはドーム上部に設置したデジタルカメラ（キャノン EOS kissX7）を用いる。試料測定前に、ホワイトバランスシートを撮影してシェーディング補正（照明ムラをなくすための補正）を行い、試料測定時には、試料の横にカラーチェッカー色票（X-rite 社 COLOR CHECKER PASSPORT 24colors）を置いて撮影し、その色彩値が正しく表示されるように撮影画像全体の色補正を行う[3]。最後に各画素のRGB値を測色

値  $L^*a^*b^*$  値 (D65 / 2 度) に変換する。

なお、撮影の際は、ドーム上半球の一部を光トラップ（約30度の黒色フェルト4枚）で遮ることで、光トラップ方向の正反射成分がない画像を取得する。そして、光トラップの位置を移動させて撮影した複数の画像から、最も明度の高い画素と低い画素をそれぞれ抽出して合成することで、正反射成分を含む画像（Specular Component Included 画像、以下 SCI 画像）と含まない画像（Specular Component Excluded 画像、以下 SCE 画像）を得る[2]。

さらに、既往研究[2]より、2色性反射モデル[4]の考え方にに基づき、SCI 画像と SCE 画像の差分（明度差）が正反射成分に相当し、その値から光沢度を算出することが可能であると考えられる。

ここで、従来光トラップの移動を手動で行っていたが、本報告では、電気モータ（DC モータ）、マイクロコンピュータ（Arduino）、位置計測用光センサを導入し、次のように自動化を行った。

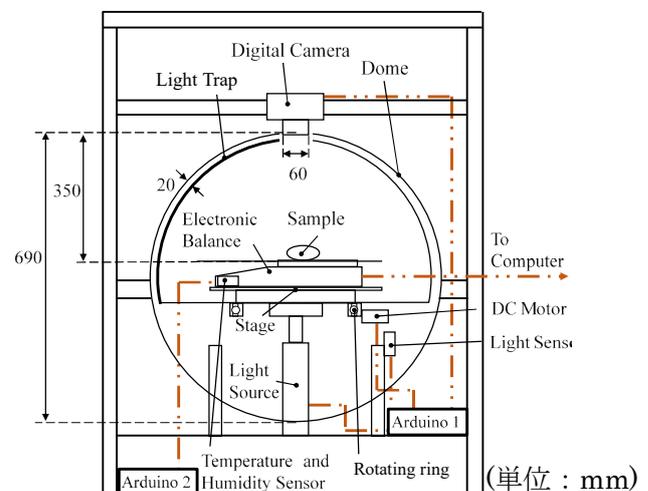


図1 自動化したドーム型照明装置

- ① LED を点灯する
- ② モータで光トラップを回転させる
- ③ 光センサによって光トラップの 30 度回転を判断する
- ④ モータを停止し、画像の撮影を行う
- ⑤ 規定枚数撮影するまで手順 2 から手順 4 を繰り返す
- ⑥ LED を消灯する

このシステムを導入することで、LED の点灯から光トラップの位置制御および撮影までを自動で連続的に、かつ長時間制御を行うことが可能となった。

### 3. 精度検証

#### 3.1 測色精度検証

図 1 のドーム型照明装置で、試料台のどの位置に平板試料を置いても正確な色が測定できているのかを検証した。カメラと試料台との位置関係から、カメラの真下に当たる位置は垂直受光となるが、試料台の右端や左端に置かれたものは、約 20 度受光となる。本装置では、図 2 のように試料台 (261×174 mm) の下半分である 130.5×174 mm が測定範囲である。そのため、測定範囲を三分割し、左側・中央・右側に試料として用いたカラーチェッカー色票を配置 (図 2 は試料を左側に配置した場合を示す) し、試料台内の位置による差がなく測定できているかを検証した。なお、試料台の上半分には、色補正に使用するカラーチェッカー色票と、光トラップの動作確認のための鏡面光沢球を設置している。

色補正に用いたカラーチェッカー色票 (図 2 の左上) と、試料として用いたカラーチェッカー色票 (図 2 の左下) との 24 色の平均色差を算出した。

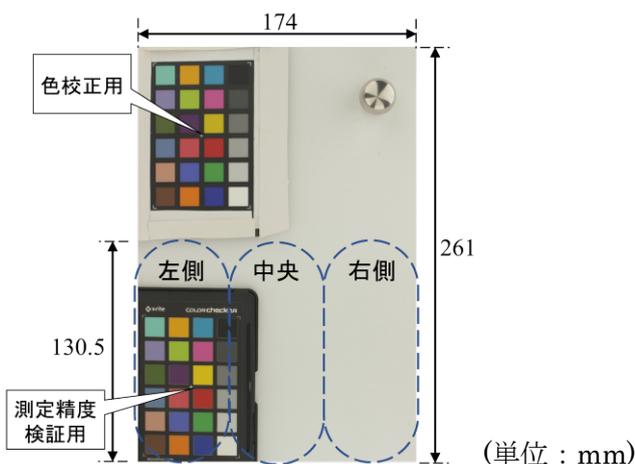


図 2 測定精度確認のためのエリア分け

表 1 試料配置場所による平均色差

配置場所	左側	中央	右側
平均色差 $\Delta E^*_{ab}$	2.7	2.4	2.4

その結果を表 1 に示す。

カラーチェッカー色票の配置場所による 24 色の平均色差はほぼ同じであり、本装置で試料の配置場所が色差に与える影響はなかった。したがって、試料の測色に関しては、試料台内の位置によらず、同一精度を持って測色できることが確認できた。

#### 3.2 明度差の分布測定

次に、光沢度の算出に用いる SCI 画像と SCE 画像の差分 (明度差) が、試料台内の位置による差がなく測定できているかを検証した。本研究では、赤色樹脂試料 (図 4 に示す断面形状をもつカラーマグネットとして市販されているもの) を使用し、9 個 (または 8 個) を試料台に配置し、各試料の SCI 画像と SCE 画像の明度差を比較した。試料は図 5 に示すように試料台の中央に集めて配置する場合と、試料台の端に配置する場合の 2 通り撮影した。

得られた SCI 画像と SCE 画像の明度差を疑似カラー (赤 : 明度差 30 → 黄 → 緑 → シアン → 青 : 明度差 0) で表したものを図 6 に示す。図 6 より、試料台の中央に配置された試料は、全体がシアンを呈しており、ほぼ均一な明度差が表れていることが分かる。一方で、試料台の端に配置された試料は、全体的にシアンを呈しているが、端 (画像

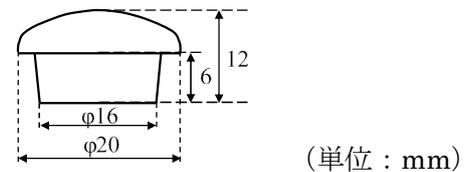
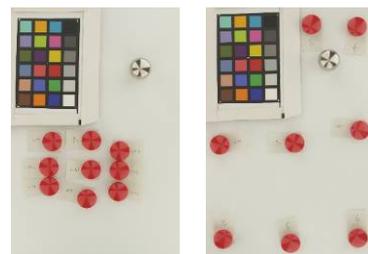


図 4 試料断面形状



(a) 中央配置 (b) 端配置  
図 5 マグネット試料の配置例

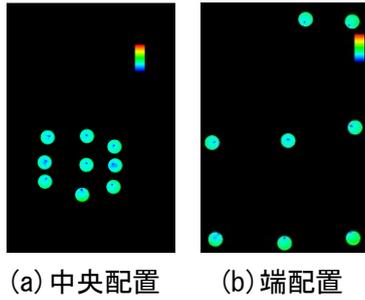


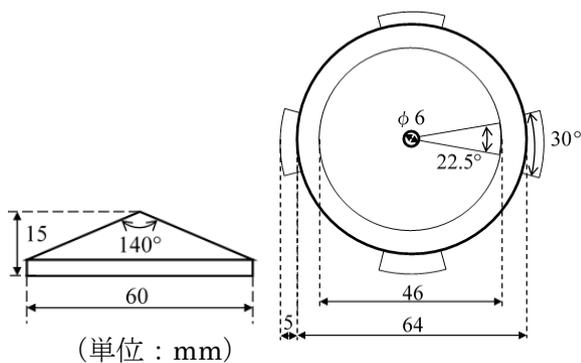
図6 明度差による疑似カラー画像

四隅)の方は緑を呈しており、試料台中央の試料と比較すると、明度差が大きく表れていると言える。

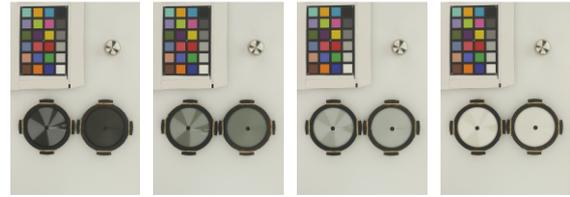
この要因として、試料台の端(四隅)は光トラップによって生じた影の影響が強く、明度差が大きいと誤認されたことが考えられる。また、試料台の端は受光部(カメラ)との位置関係より正反射光の反射角度が中央に配置された試料より大きいことが考えられる。したがって、試料台の端にいくほど、明度差が強調されやすいため、光沢度を測定する際は、測定精度が低下すると言える。

### 3.3 光沢度算出式の導出

既往研究[2]では、光沢度を算出する実験式の作成に球体試料を用いた。しかし、球体では接触式光沢度計で光沢度を測定することが難しかった。そこで本研究では、図7に示す円錐状の光沢サンプルを作成した。円錐表面を紙と光沢フィルムで覆うことで、様々な色や光沢を再現できる。さらに、表面に用いた同種の紙と光沢フィルムで平板試料を作成することで、接触式光沢度計で円錐表面の光沢度の測定が可能となる。本装置では既往研究[2]に準拠して20度鏡面光沢度を測定する。そのため、試料中央に配置した際に反射角度が約20度となるように頂角140度の円錐型の試料(図7)を作成した。



(単位: mm)  
図7 光沢サンプル模式図



(a)黒 (b)濃灰 (c)淡灰 (d)白

図8 光沢サンプル

左が光沢サンプル・右が無光沢サンプル

円錐表面に黒色・濃灰色・淡灰色・白色の画用紙を載せたもの無光沢サンプル, その上に光沢フィルムを載せたものを光沢サンプルとして作成した。画用紙とフィルムをセットした各色のサンプルを図8に示す。

本装置を用いて得られた  $L^*$  値を次の表2に示す。また、同種の材料で平板試料を作成し、接触式光沢度計(コニカミノルタ GM-268 Plus)で20度鏡面光沢度を測定した。その値を光沢サンプルの基準値とし、表2の2列目に示す。光沢度はSCI画像とSCE画像の明度差の二乗に比例し、比例定数は試料明度に依存する関数で表す[1][2]。よって、本装置における光沢度算出式は以下の(1)式から求められる。(1)式を用いて求めた20度鏡面光沢度を表2の5列目に示す。

$$Gs(20^\circ) = a \times (L^*_{SCI} - L^*_{SCE})^2 \quad (1)$$

$$\text{ただし, } \log a = 0.0168 \times L^*_{SCE} - 1.0472$$

表2より、(1)式から求めた光沢度は、光沢度計で測定した値と±30程度で一致していることが分かる。特に、白色試料で大きな差が表れている。これは、デジタルカメラで撮影を行った際に、光沢部分が白飛びしてしまい、十分な精度で撮影が行われていないと考えられる。

また、無光沢サンプルを接触式光沢度計で測定した光沢度は、いずれの試料も1.5未満の値であったにも関わらず、(1)式を用いて求めた光沢度は、いずれも大きく値が表れている。図9より、一般的に、試料表面に入射した光は正反射のほかには拡散反射され、この拡散反射は正反射方向に集中して強く表れる傾向にある。しかし、接触式光沢度計では、試料面からの反射光を非常に小さな角度の範囲で受光するため、正反射方向からわずかにずれる拡散反射光を捉えることができていない。そのため、光沢度計で測定した無光沢サンプルの光沢度は1を下回ったと考えられる。

鈍い光沢は、正反射方向以外の拡散反射光が広がっており、人間はその広がりを認識し、鈍い光

沢を感じる。本装置では、二次元測定を行うことによって、より人間が感じる光沢（目視）に近い値を得ることができているのではないかと考える。そのため、接触式光沢度計で測定される鏡面光沢度と、本測定装置の光沢度との間に差異が生じていると考えられる。今後は、本装置で測定した光沢度と、鏡面光沢度以外の光沢に関するものとの関連を検討していきたい。したがって、本装置を鈍い光沢を量的に表す新たな測定方法として検討したい。

表2 光沢標準サンプルの計測値

試料	光沢度計 Gs(20°)	ドーム画像		(1)式予測 Gs(20°)	光沢度計 との差
		$L^*_{SCI}$	$L^*_{SCE}$		
黒光沢	121.0	46.9	21.1	135.8	+14.8
黒無光沢	0.1	29.0	24.2	5.4	+5.3
濃灰光沢	118.8	59.9	45.5	108.4	-10.3
濃灰無光沢	0.4	53.3	49.9	7.1	+6.8
淡灰光沢	121.0	74.1	64.5	100.0	-21.0
淡灰無光沢	0.7	73.7	70.6	13.4	+12.7
白光沢	120.3	93.1	85.5	140.5	+20.2
白無光沢	1.3	93.0	89.8	28.5	+27.2

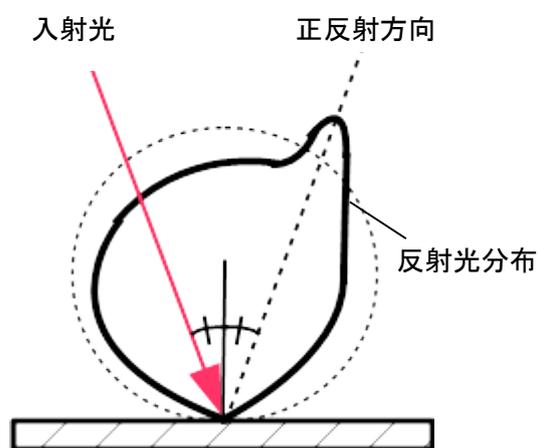


図9 入射光・反射光の様子

#### 4. まとめ

本研究では、以下のことを明らかにした。

- 1) ドーム型照明を用いた非接触式測色システムの光トラップの位置制御から撮影までの手順を自動で行う機能を追加し、長時間・連続測定を可能にした。
- 2) 色彩に関しては、試料台内の位置によらず、平均色差が約 2.7 以下の測定精度で測定が可能である。
- 3) 光沢度の測定に用いる SCI 画像と SCE 画像の明度差では、試料形状と試料の配置場所が反射

角に大きな影響を与える。そのため、試料台の端に行くほど、明度差が強調されやすく、光沢度を測定する際は、測定精度が低下する。

4) ドーム型照明装置を用いた非接触式測色システムで得られる光沢度は、接触式光沢度計で測定される鏡面光沢度とは異なる。しかし、本装置で測定した光沢度が、より人間が感じる光沢に近い可能性がある。

#### 参考文献

- 1) 酒井英樹, 磯見麻衣, 伊與田浩志, ドーム型照明装置を用いた非接触式測色システムの開発その1: 自由曲面試料の色彩測定, 日本色彩学会誌 Vol.41, No.3, pp.10-11, 2017
- 2) 磯見麻衣, 酒井英樹, 伊與田浩志, ドーム型照明装置を用いた非接触式測色システムの開発その2: 自由曲面試料の光沢測定, 日本色彩学会誌 Vol.41, No.3, pp.12-15, 2017
- 3) 伊與田浩志, 酒井英樹, 高砂裕行, 島田秀弥, デジタルカメラを用いた食品の焼き色評価装置の開発, 日本食品工学会誌 Vol.11, No.4, pp.203-213, 2010
- 4) 富永昌治, 大橋伸一郎, 物体のカラー反射モデル, 情報処理学会論文誌 Vol.33, pp.37-45, 1992

# ドーム型照明を用いた非接触式測色システムの開発 その4: 色彩・光沢・再帰反射の同時測定 Non-contact colorimetric measurement using dome illumination for free-form surfaces Part 4: Color, gloss and retroreflection

酒井英樹 Hideki Sakai 大阪市立大学大学院 Osaka City University  
伊與田浩志 Hiroyuki Iyota 大阪市立大学大学院 Osaka City University

**Keywords:** 非接触測定, SCE, SCI, 再帰反射

## 1. はじめに

天然由来の材料など、平らで均一な測定用試料を作ることが困難な物体の色彩、光沢、再帰反射を同時に測定する方法を提案する。平らでない物体をそのままの形で測色するには、非接触測定が必要になるが、照明は別途用意しなければならず、測定精度を担保することが難しい。この問題に対して、我々はこれまでに積分球を模した内壁が白色のドーム型照明を用いることで、陰影のない状態で色彩を測定する方法を提案し[1]、さらに、正反射光を制御する光トラップを設置することで光沢を測定する方法を提案してきた[2]。

本報告では、その改良として、自動化に続き[3]、半球化によって大面積試料へ対応させるとともに、複数の光トラップ（光吸収体）を配置し、正反射光と再帰反射光とを発生させる照明光を個別に遮ることで、色彩、光沢に加えて、再帰反射性を測定することを提案する。

現在、色彩値、光沢度、再帰反射性の測定には、光学系が大きく異なる別々の測定装置が使われている。そのため、これら3つの測定結果を統合して物体の外観の総合評価を行うことは困難である。しかし、本報告で提案する測色システムは、同一の光学系を使った測定であり、物体の外観評価の指標として利用しやすいと考える。

## 2. 測色システムの概要

本報告で提案する測色システムの構造を図1に示す。既報[1-3]との相違点は以下の通りである。

(1) 既報では半球ドーム内に試料を設置していたが、ドームを上半球のみとし、底面中央の計測窓を測定したい部位に近接させることで、壁面や道路面など大面積の試料であっても、切り取らずに測定することを可能とした。

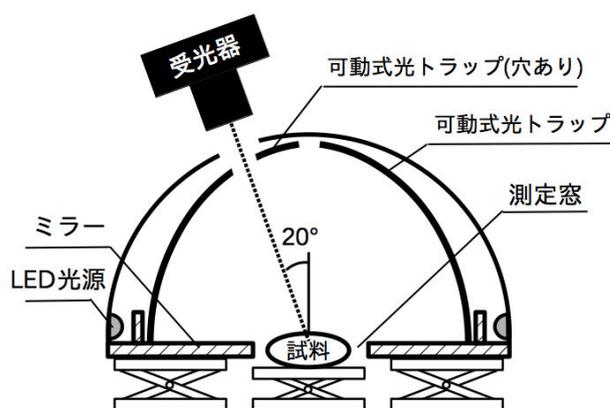


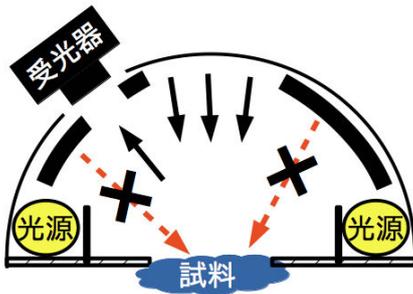
図1 測色システムの構造（受光角 20°の例）

- (2) 半球化によるドーム内の光拡散性の低下を防ぐために、計測窓の周りの底面を鏡面仕上げ（ミラー）とした。ミラーに映った上半球が鏡像として下半球となることで、光学的には半球ドームと遜色ない光拡散性を実現した。
- (3) 既報ではドーム天頂部（受光角 0°）に設置していた受光器（カメラ、二次元輝度計など）を、天頂部から移動させて受光角を調整した上で（図1は受光角 20°とした例）、複数の可動式光トラップを配置し、正反射光と再帰反射光とを発生させる照明光を個別に遮ることができるようにした（図2）。

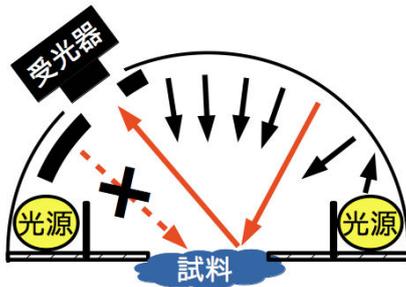
ここで、(3)により、既報の色彩、光沢に加えて、新たに再帰反射性を測定することが可能となる。その測定原理を図2に示す。

まず、色彩測定（拡散反射成分）の際は、2つの光トラップを図2(a)のように正反射光、再帰反射光とも遮る配置にする。これにより、拡散反射成分のみが受光される。すなわち、Specular Component Excluded (SCE) モードでの測色である[1]。

## (a) 色彩測定 (拡散反射成分)



## (b) 光沢測定 (正反射成分)



## (c) 再帰反射測定 (再帰反射成分)

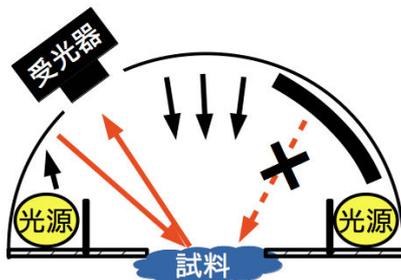


図2 測定する反射成分ごとの光トラップの配置：(a)色彩 (b)光沢 (c)再帰反射

次に、光沢測定（正反射成分）では、光トラップを図2 (b)のように受光器側のみとし、再帰反射光を遮る配置にする。これにより、正反射成分と拡散反射成分が受光される。すなわち、Specular Component Included (SCI) モードでの測色であり、SCE モードとの差分から正反射成分が算出される[2]。

最後に、再帰反射測定（再帰反射成分）では、光トラップを図2 (c)のように受光器反対側のみとし、正反射光を遮る配置にする。これにより、再帰反射成分と拡散反射成分が受光される。よって、正反射成分と同様に、この条件での測色とSCE モードとの差分から再帰反射成分を算出することができる。

ここで、再帰反射とは、入射された光が再び入射方向近傍へ反射される現象であるが、この性質が広い入射角に渡って保たれる場合、再帰反射性

と呼ばれる[4]。本測色システムでは、受光器近傍のドーム内壁から発せられた光が、受光器方向に反射されたものが再帰反射成分として検出される。よって、受光器側に向いている鏡面性のある表面からの正反射光を再帰反射成分と誤検知してしまう可能性がある。ある試料が、再帰反射性を有することは、試料の向きを変えて複数回測定し、入射角に依らず再帰反射成分が検出されることを確認する必要がある。

## 3. まとめ

ドーム型照明を用いた非接触式測色システムの改良として、半球化による大面積試料への対応、及び、複数の光トラップの配置による色彩、光沢、再帰反射の同時測色の実現を行った。

従来、色彩値、光沢度、再帰反射性の測定には、光学系が大きく異なる測定法が使われてきた。しかし、本測色システムは、同一の光学系を使った測定であり、同一精度で同時測色が可能であるという特徴を持つ。この特徴を活かして、天然由来の建材・石材や生物・植物等の色彩・光沢・再帰反射測定その他、建物や道路面の施工現場での測色、さらに、生産ライン等での工業製品や食品の外観検査のための色彩・光沢・再帰反射測定への応用が期待される。

## 参考文献

- 1) 酒井英樹, 磯見麻衣, 伊與田浩志: ドーム型照明装置を用いた非接触式測色システムの開発 その1: 自由曲面試料の色彩測定, 日本色彩学会誌41, 3 (2017) S10-11.
- 2) 磯見麻衣, 酒井英樹, 伊與田浩志: ドーム型照明装置を用いた非接触式測色システムの開発 その2: 自由曲面試料の光沢測定, 日本色彩学会誌41, 3 (2017) S12-15.
- 3) 磯見麻衣, 廣内綾, 伊與田浩志, 酒井英樹: ドーム型照明装置を用いた非接触式測色システムの開発その3: 自動化及び測定精度の検証, 日本色彩学会誌44, 3 (2020) S, 印刷中.
- 4) H. Sakai, H. Iyota: Development of Two New Types of Retroreflective Materials as Countermeasures to Urban Heat Islands, Int. J. Thermophysics (2017) 38:131, 1-10. <https://doi.org/10.1007/s10765-017-2266-y>

# テクスチャが白色知覚に与える影響

## Effect of Texture on Whiteness Perception

山路 金之介	Kin'nosuke Yamaji	近畿大学大学院	Graduate School, Kindai University
片山 一郎	Ichiro Katayama	近畿大学	Kindai University
西 省吾	Shogo Nishi	大阪電気通信大学	Osaka Electro-Communication University
土居 元紀	Motonori Doi	大阪電気通信大学	Osaka Electro-Communication University

**Keywords:** 白色感, テクスチャ, 異方性

### 1. はじめに

白紙や白色の衣料品などは, その白さの程度によって価値が左右されるため, 古くから増白技術の開発や白色度の定量化に関する研究が行われてきた<sup>1)</sup>. しかし, テクスチャが白色知覚に与える影響は, ほとんど明らかになっていない<sup>2)</sup>. そこで, 本研究は, カラーモニタに疑似的なテクスチャを加えた刺激を呈示し, 視感評価によってテクスチャが白色知覚に与える影響を明らかにすることを目的とした.

### 2. 実験装置および方法

白色点を標準イルミナント D65 の色度に一致するように調整した LCD (EIZO CG223-W) を用い, 輝度変調によってテクスチャを表現した白色刺激と, さまざまな輝度のテクスチャの無い均一な無彩色刺激とを灰色背景上に並置して呈示し, より白く見える方を被験者に選択させた. いずれの刺激も 189×189 画素の正方形とした. テクスチャは, Photoshop®を用いて作製した画布を模したパターン (canvas), その画布パターンをガウスフィルタによってぼかしたパターン (canvas\_gf), 絞り染めの凹凸を有する正絹布を撮影してグレースケール化したパターン (puresilk) の 3 種類を用意した. いずれのテク

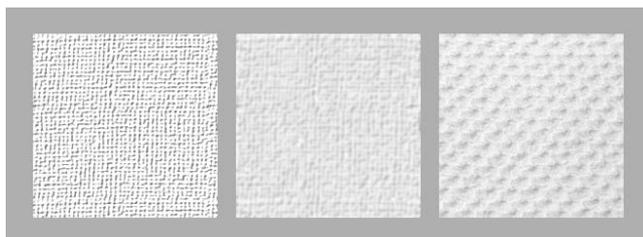


図1 テクスチャ画像  
(左から canvas, canvas\_gf, puresilk)

スチャも水平垂直方向に規則性を有するパターンである. 呈示したテクスチャ画像を図1に示す.

図2に各テクスチャ画像の輝度ヒストグラムを示す. 横軸は輝度を, 縦軸は各輝度に対応する画素の相対頻度をそれぞれ示している. 図中の赤い垂直線は, 画像の平均輝度である. “canvas”の輝度ヒストグラムは, 中間階調の輝度の出現頻度が低く, 実験に用いた LCD の白色点の最大輝度 (約 85cd/m<sup>2</sup>) に全画素の約 50%が集中していたが, “canvas\_gf”および“puresilk”の輝度ヒストグラムは, 概ね平均輝度を中心とした正規分布状であった. LCD の最大輝度を  $Y=100[\%]$  とすると, “canvas”, “canvas\_gf”, “puresilk”の  $Y$  値は, それぞれ 80[%], 77[%], 76[%]となる.

それぞれのテクスチャ画像について, 縦横 3×3 分割, 9×9 分割, 27×27 分割, 63×63 分割, 189×189 分割してランダムに再配置することで, 輝度ヒストグラムを変化させずにテクスチャの異方性のみを変化させた. なお, 再配置する際, 分割領域の回転はしていない.

呈示刺激は一辺 50mm であり, 被験者は距離 60cm で観察した. 被験者は, 正常色覚, 正常視力 (矯正を含む) を有する 20代の男女合計 16名であった.

### 3. 結果と考察

視感評価結果から, テクスチャ画像と同等の白さに知覚される無地の無彩色刺激の輝度 (白色感評価におけるテクスチャ画像の等価輝度) を求めた. その結果を図3に示す. 図3において, 横軸は画像の分割数を, 縦軸は輝度をそれぞれ表している. 図中の赤い水平線は, テクスチャ画像の平均輝度である. 分割再配置をしていないオリジナルの状態では, “canvas\_gf”および“puresilk”の白色感, それらの平均輝度より約 7%高輝度の無地の無彩色刺激と同等であった. これは, テクスチャを構成する低輝度領域が低明度の表面で

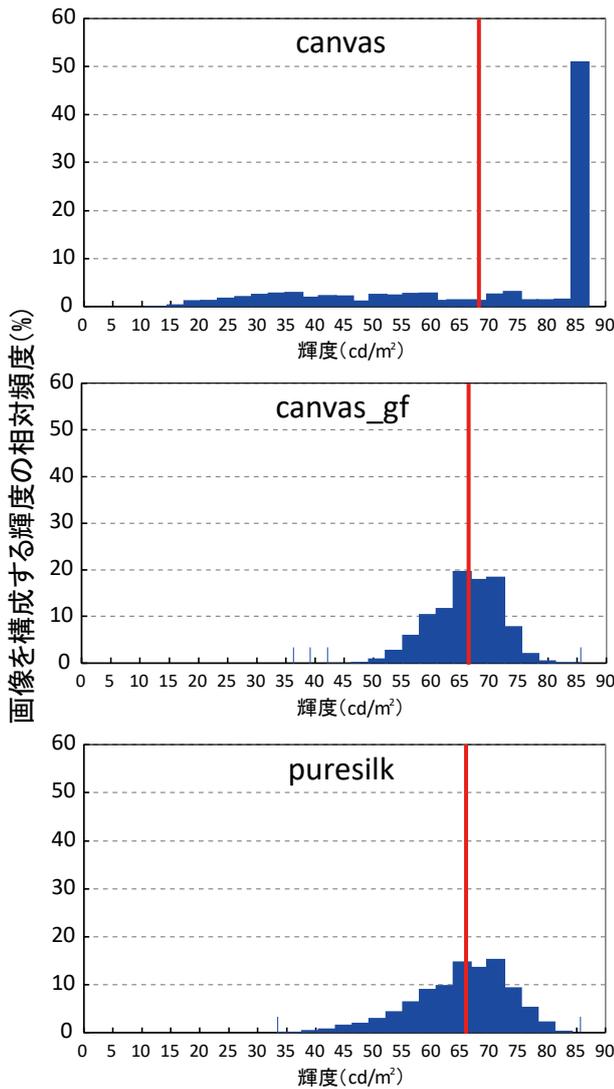


図2 テクスチャ画像の輝度ヒストグラム

はなく、白色表面の凹凸によって生じた陰影と知覚されることで、テクスチャ画像の平均輝度よりも明るい刺激と等価な白色感が生じたためと考えられる。また、テクスチャ画像の分割再配置によって異方性が低下すると、この効果は減少し、189×189分割では、ほぼ消失した。これは、異方性の低下によって白色表面の凹凸に起因する陰影としての知覚が弱まり、様々な輝度の画素が不規則に存在する刺激と知覚されたことによると考えられる。一方、表示可能な最大輝度の画素が全体の約50%を占める画布パターン (canvas) では、画像の分割再配置による異方性の低下に関わらず、画布パターン画像の平均輝度より約10%高輝度の均一な刺激と同等の白色感が得られた。

以上から、テクスチャを有する白色刺激の白色感は、輝度ヒストグラムとテクスチャの異方性に依存し、テクスチャ画像の平均輝度から単純に推定することは困難であることが判明した。

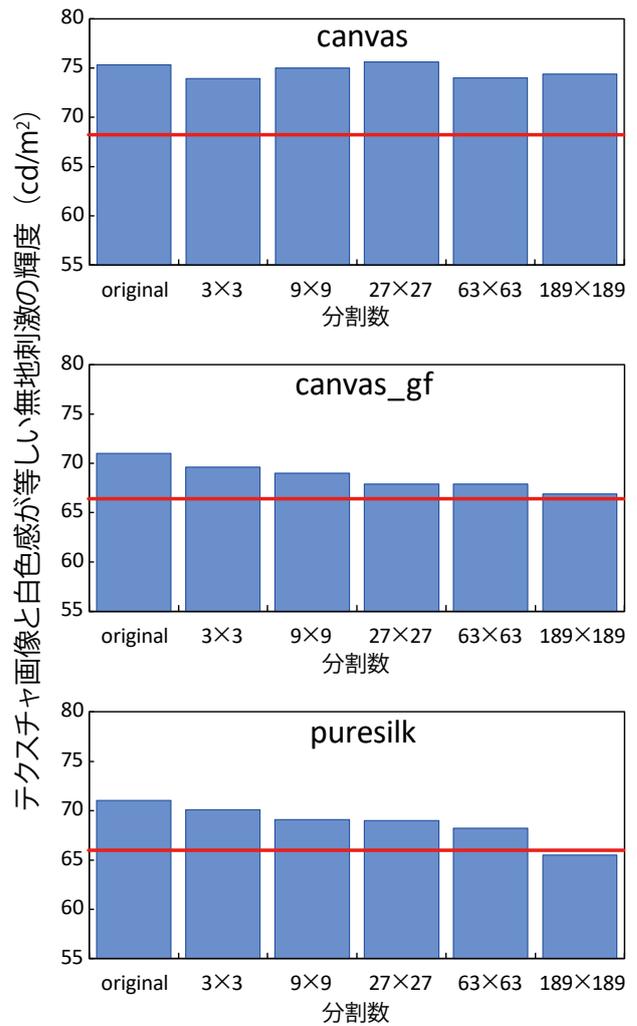


図3 テクスチャ画像と白色感が等しい無地の無彩色刺激の輝度

#### 4. まとめ

テクスチャによって、平均輝度以上に明るく、より白く知覚されることが明らかとなった。輝度ヒストグラムが正規分布状の画像に関して、この効果は、テクスチャの異方性の低下によって減少した。これは、テクスチャを構成する低輝度領域を白色表面の凹凸によって生じた陰影と知覚するか、様々な輝度の画素が不規則に存在する刺激と知覚するかの違いによるものと考えられる。

#### 参考文献

- 1) Ichiro Katayama: Performance Comparison of Various Whiteness Formulas Based on Visual Evaluation Experiments, *J. Science and Technology in Lighting* 43 (2019) 7-17.
- 2) Juan Lin et al.: The Effect of Texture on Perception and Measurement of Whiteness, *AATCC Review* March/April (2012) 61-68.

# 自動車ボディカラーにおけるエフェクトブラックの研究

## Study of effect black for car body color

小野 郁美	Ikumi Ono	関西ペイント(株)	KANSAI PAINT CO.,LTD.
藤枝 宗	Tsukasa Fujieda	関西ペイント(株)	KANSAI PAINT CO.,LTD.
原田 修	Osamu Harada	関西ペイント(株)	KANSAI PAINT CO.,LTD.

**Keywords:** 自動車塗料、カラーデザイン、パール色、角度分光反射率、測色

### 1. はじめに

一般的な工業製品における「黒」は重厚さや高性能を謳う場合に多く用いられる。自動車に於いても、高級感や洗練されたイメージを表現する目的で幅広い車種に展開されており、ホワイト、シルバーに次いで人気が高い。自動車ボディカラーの黒塗色は漆黒性が求められる一方で、自動車ボディ形状をより魅力的に見せられるようなエフェクトブラックも好まれている。エフェクトブラックとは、アルミフレークやパール顔料などの光輝材を用いた質感を有する塗色のことであり、黒が持つ漆黒性と光輝材がもつ光輝感により、上品な質感や高級感を演出できるカラーである。

### 2. 研究の背景

弊社では自動車会社との協業で塗色開発を行っており、各自動車会社のデザイナーより、頻繁且つ突発的に新色開発依頼がある。ソリッドブラックの場合は、黒ければ黒いほど良いとされるため明度を下げるといふ狙いが明確であるが、エフェクトブラックの場合は明確な定義が定まっていないため、双方の意識に差が生じてしまう。特にエフェクトブラックは、FF性(立体感)を求められることが多く、黒顔料にアルミフレークやパール顔料等の光輝材を添加してハイライトを白く光らせるという手法を取る。しかし、ハイライトを光らせるため黒顔料にアルミフレークやパール顔料を添加すると全体的に明度が高くなり、結果的に開発色がグレー領域に入ってしまうことでグレーと認識されてしまい、塗色設計をやりなおすケースがあった。

### 3. 研究の目的

自動車会社のデザイナーとの折衝で開発目標を明確にするため、自動車ボディカラーにおけるエ

フェクトブラックの領域を数値化し定義することとした。さらに、既存光輝材と通常塗装工程の意匠関係を整理することで、自動車ボディカラーに相応しいエフェクトブラックの開発に活用することである。

### 4. 研究内容

まずは、市場に存在するエフェクトブラックを解析してブラックと言える範囲を決定する。具体的には、自動車先進国に本拠地を置く自動車会社で設定されている塗色の中から、ブラックを意味するワードが塗色名に含まれた自動車ボディカラーを抽出して整理した(図.1)

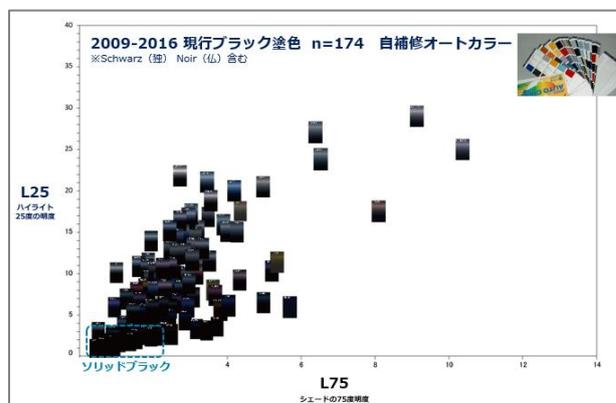


図.1 現行のブラック塗色

次に、ブラックとグレーの境界を見い出すため、ブラックと同様にグレーを意味するワードが塗色名に含まれた自動車ボディカラーを抽出し、マップにて比較を行った。塗色の測定は、マルチアングル測色計(x-rite社の5角度分光光度計MA68)で測色し、各角度の測色データを得ている。測定条件は入光角度:45度、受光角度(5角度):ハイライト15度、25度、フェース45度、シェード75度、110度。各角度別に検証した結果、測色角度が25度と75度のL値を評価軸にした際に、ブラックとグレーの

領域が重なる範囲が最小となったが、ブラックとグレーが重なる領域があった(図.2)。

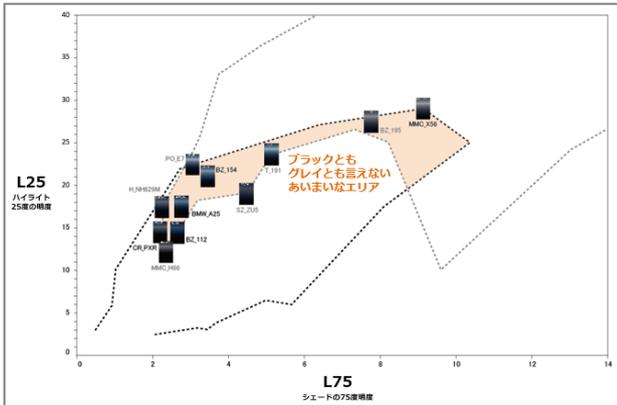


図.2 ブラックとグレーが重なる領域

## 5. 官能評価

この領域にある塗色を分類することで、ブラックを定義することができると考え、これら塗色の塗板を用い、カラーデザイナーによる官能評価を行った。領域内にある塗色 13 色に対し、関西ペイントのカラーデザイナー 11 名を対象に目視評価で①ブラックに見えるか？グレーに見えるか？②何故そう見えるのか？という質問に対して回答をしてもらった。その目視評価結果と塗色の光学測定値の双方で解析したところ、グレーに見える人と答えた人の割合が測色角度 25 度の明度と相関していることがわかった(図3)。

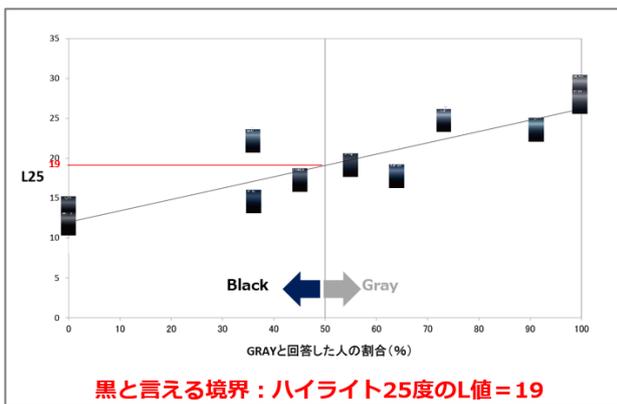


図.3 ブラックと言える境界

また、測色角度 25 度の明度が 19 以下の場合にブラックと答える人が過半数を超えることから、ブラックの範囲は「測色角度 25 度の明度  $\leq 19$ 」とした。また、シェードの明度は、25 度が 19 の境界線とブラックエリアの境界線と交わる位置で決定し「測色角度 75 度の明度  $\leq 8.5$ 」がエフェクトブラックと言える領域であると決めた(図.4)。

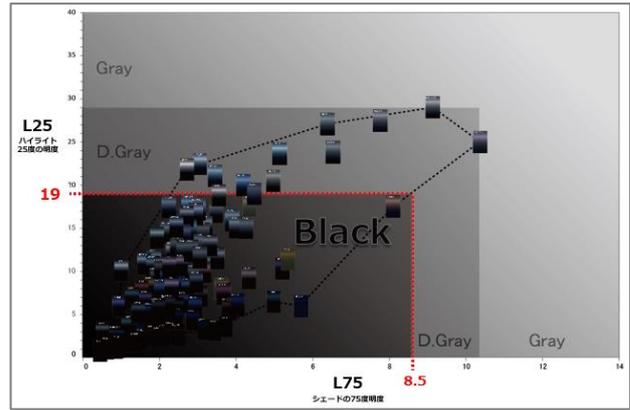


図.4 ブラックの境界

## 6. エフェクトブラックの意匠確認

今回の結果から、エフェクトブラックで重要なポイントは測色角度 25 度で明度が 19 以下であることがわかったが、FF 性(立体感)にはハイライトの輝度も重要なポイントであるため、その両方を満たす方法を探った。既存の光輝材 10 種を選定し、各々黒顔料に添加してエフェクトブラックを作成、通常工程で塗装してエフェクトブラックのポテンシャルを検証した。その結果、アルミフレークはハイライトの輝度を上げることに適した材料ではあるが、添加量を増やすと 25 度の明度が上がりグレーに見えてしまう。パール顔料の場合は、透明性が高く粒径が大きい人工タイプのパール顔料を使用すると、25 度の明度の低さを保ちつつ、ハイライトの輝度を上げることができる。その結果、観察角度 25 度で明度が 19 以下且つハイライトの輝度が高いエフェクトブラックを作成するにはパール顔料が適していることがわかった。現在、エフェクトブラックの定義を活かし、自動運転のセンシング技術のひとつである LiDAR 対応のブラックを作成している。通常であれば、赤外線反射が弱いブラック塗色であるが、顔料種とパール顔料の組合せにより反射光を制御し、LiDAR に対応する機能と漆黒を併せ持つエフェクトブラックの開発に着手している。

## 7. 結果および考察

既存光輝材・通常塗装工程の意匠関係を整理して自動車ボディカラーに相応しいエフェクトブラックの開発に活用できるようになった。今後も塗料メーカーの強みである色材や塗色開発に関する知識やノウハウと「計量デザイン」を掛け合わせて、魅力的な塗色開発を行っていく。

## 参考文献

- 1) 特願 2020-047664 (関西ペイント)

# 「孔雀羽根織」の分光特性と質感に関する考察

## A Study of Material Appearance about "Peacock feather weave" applying gonio-photometric spectrum analysis

大住雅之  
栗野由美

Masayuki Osumi  
Yumi Awano

株式会社・カラーサイエンス  
東京造形大学

Office Color Science Co., Ltd.  
Tokyo Zokei University

**Keywords:** 孔雀羽根, 分光イメージング, 質感, 構造色.

### 1. はじめに

筆者らはこれまでに絹の綸子や緞子の和装, 茶道具の一つである帛紗の分光特性と質感印象を調べ, それらが仕草によって時間的空間的に形状や艶めきと陰影を変化させるさまを綺麗とする感受性について考察してきた. 変化に誘発される「綺麗」は, 螺鈿, 蝶や甲虫, 鳥の羽根など天然の構造色素材を用いた美術工芸品にも見受けられる. 染料系, 顔料系の色材で描画再現するには, 手技と支持体による技法の条件を最適化する必要の中で表現の工夫が多くある一方, 自然界の実材(生物の体の部位)をそのまま使用する場合にも, 素材感を活かすために同様の条件と工夫がある. そこで孔雀羽根, より詳細にはインドクジャクの雄の上尾筒(眼状紋のある装飾羽根)に注目し, その光学的特徴を, 顕微鏡を用いての照明幾何条件に基づく微細構造観察と, 変角分光イメージング装置を用いての構造色の分光特性, 及びCIELAB空間上の分布で調査することにした.

美術工芸品における孔雀羽根素材の効果を研究する目的のため, インドクジャクの雄が上尾筒を広げて誇示するさまはひとまず除外し, 美術工芸品の素材としての一本の上尾筒と製品, 製品の工芸的手技による表現性を除いた概要サンプルを, 下記の通り試料とした.

- 自然な状態での孔雀羽根(上尾筒)
- 上尾筒の後羽根部の羽枝のみを水平に重ね並

べた概要サンプル,

C. 帯匠・菅田屋源兵衛製「孔雀羽根織帯」の孔雀羽根織部分(上尾筒の後羽根部の羽枝を緯糸に使用した緞子)

### 2. 計測方法

#### (1) 顕微鏡による微細観察

デジタル顕微鏡(キーエンス製 VHS-5000)を用いて微細構造の観察を行った. 本顕微鏡では, 垂直落射照明(明視野像), リング照明(暗視野像), 片側落射照明等による種々の照明条件による撮像が可能で, 今回はリング照明による暗視野像と, 片側落射照明の2種を用いた. 尚, 本装置は垂直方向にレンズ位置を稼働し, 焦点を深度方向に合成する全深度合焦機能と, 3次元像を得るD.F.D.(Depth from Defocus)機能が備わっており, 観察には本機能を併用した.

#### (2) 変角分光イメージングシステムによる計測

分光手段には液晶チューナブルフィルタ(米国旧CRi社製 VeriSpec)を, 受光にはペルチェ冷却とアンチブルーミング機能を備えたCCDモノクロカメラを用いて, 420~700nm間で, 10nm毎に分光反射率を測定した. 光源には紫外線励起でRGB蛍光体を組み合わせた高演色性LED(シーシーエス製)を用いた. また照明方法には光の放射端がライン形状の石英ガラス製光学ファイバーを用いたライトガイドを組合せ, 試料の垂直方向から15°, 45°, 75°の3角度について計測を行った. これにより再現性の高い光学幾何条件の計測を実現した. 撮像範囲は6.5cm×4.9cmで772×580ピクセルの解像度である. また, 校正には白色マット面を, ダイナミックレンジを確保する為に, 各波長の強度や感度の違いを吸収するように露出時間を最適化しつつ行っ

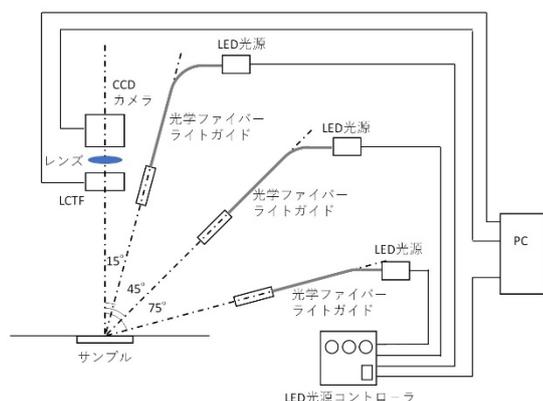


図1. 変角分光イメージング装置

た。装置の概要を、図1に示す。

### 3. 計測結果

#### 3-1. 顕微鏡による微細観察結果

##### (1) 試料 A. 自然な状態での孔雀羽根 (上尾筒)

図 2.a~c に試料 A の眼状紋部分の顕微鏡像を示した。a から c に向かって高倍率となる。羽根には高彩度に発色する部位と茶褐色の発色をする部位があり、それぞれ表面の状態はやや異なる。拡大してみると人間の髪の毛と同じような Cuticle 状の構造が見受けられる。孔雀羽根

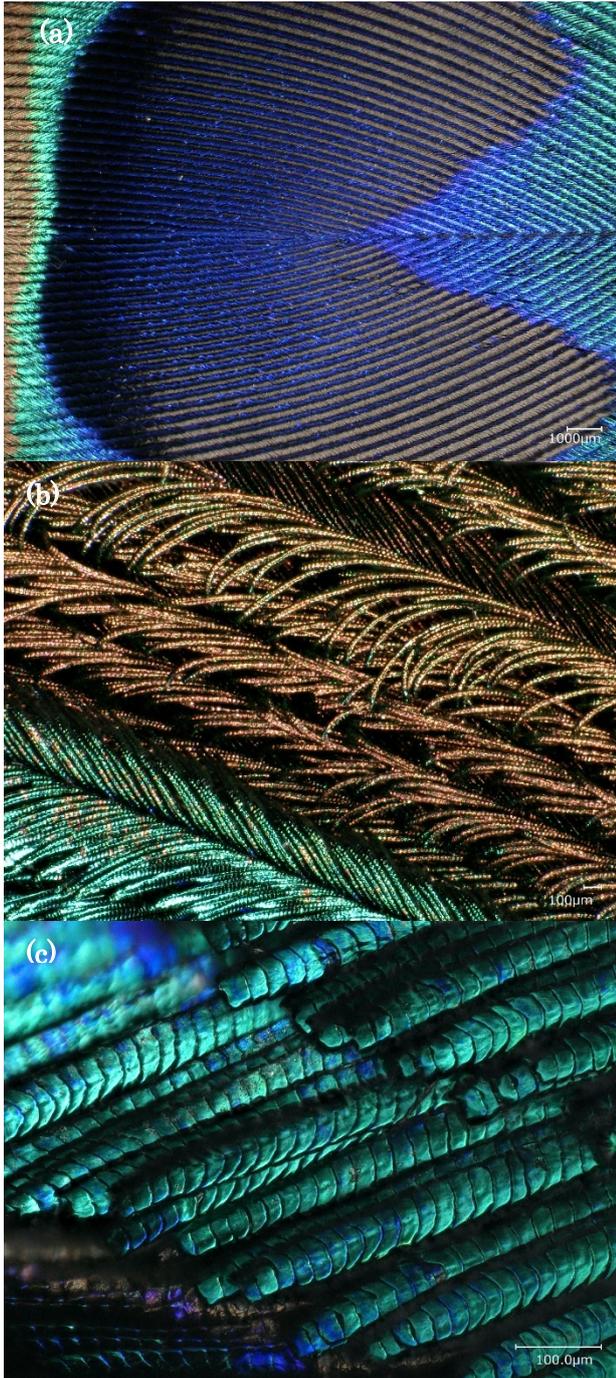


図 2. 孔雀羽根のデジタル顕微鏡リング照明像

は皮質部にメラニン顆粒が規則正しく並ぶことで、可視光領域での光の干渉が引き起こされ、構造色が発現することが先行研究で知られている。メラニンによる低明度の背景が、高彩度の発色に繋がっていることが、推察される。

##### (2) 試料 C. 帯匠・誉田屋源兵衛製「孔雀羽根織帯」の孔雀羽根織部分 (上尾筒の後羽根部の羽枝を緯糸に使用した緞子)

誉田屋源兵衛・孔雀羽根織帯のデジタル顕微鏡観察結果を図 3 に示す。本帯は表側のアピランスに関係する部材として、孔雀羽根、金糸、螺鈿様の材料、及び高彩度の緑色に鏡面方向に反射する着色金属箔の所謂ラメ材から構成されていることが、観察像より確認された。図の右側の白い部分は螺鈿様の材料で、その周囲に金糸の部位がある。またその下の鮮明な緑の部位はラメである。左側の部位は略、孔雀羽根で構成されていて、やや緑と茶褐色の発色を見ることができる。尚、使用されている孔雀羽根は、試料 A 上尾筒の比較的付け根に近い綿状羽枝の小羽枝と同様の構造であることから、この部位であると特定できる。



図 3. 誉田屋源兵衛・孔雀羽根織帯 デジタル顕微鏡リング照明像

#### 3-2. 変角分光イメージング測定結果

##### (1) 試料 A. 自然な状態での孔雀羽根 (上尾筒)

##### 試料 B. 上尾筒の後羽根部の羽枝のみを水平に重ね並べた概要サンプル

孔雀羽根の綿状羽枝の部位を中心に、 $15^\circ$  から  $75^\circ$  にかけての 3 角度での分光イメージングの測定結果から  $D_{65}$  光源、 $10^\circ$  視野で計算した画像と、CIELAB 空間の  $a^*-b^*$  平面での分布状態を図 4 に示した。角度が  $75^\circ$  になると分布の色域も広がり、特に  $a^*$  が負で  $b^*$  が正の緑の領域については顕著に広がっている。範囲はかなり広く、また高明度方向にも同様に広い領域に分布してい

る。カバーする為には広い Gamut が必要で、sRGB の領域は超えているものと推察される。

また、綿状羽枝を平行に揃えて、撮像方向を  $90^\circ$  変えて、方位角依存性について確認した。その結果、仰角の変更に関しては、強い依存性があるが、方位角方向には、強い依存性が無いことを確認した。  $15^\circ$  ではいずれの方向でも、赤紫色の発色が多く見受けられるが、  $75^\circ$  に向かうに従い、鮮明な緑の発色が増加している。この  $15^\circ$  から  $75^\circ$  の角度変化で、反対色の色相変化が認め

られる。

(2) 試料 C. 帯匠・誉田屋源兵衛製「孔雀羽根織帯」の孔雀羽根織部分（上尾筒の後羽根部の羽枝を緯糸に使用した緞子）

孔雀羽根と同様の測定結果を図 5 に示した。帯全体では、  $15^\circ$  の色域が広く、  $75^\circ$  の色域が狭い結果となった。  $15^\circ$  の画像を観察すると、螺鈿の部位の周囲に縁どられた金糸の部分が明るく輝き、また緯糸方向に、強い鮮明な緑色のスジ

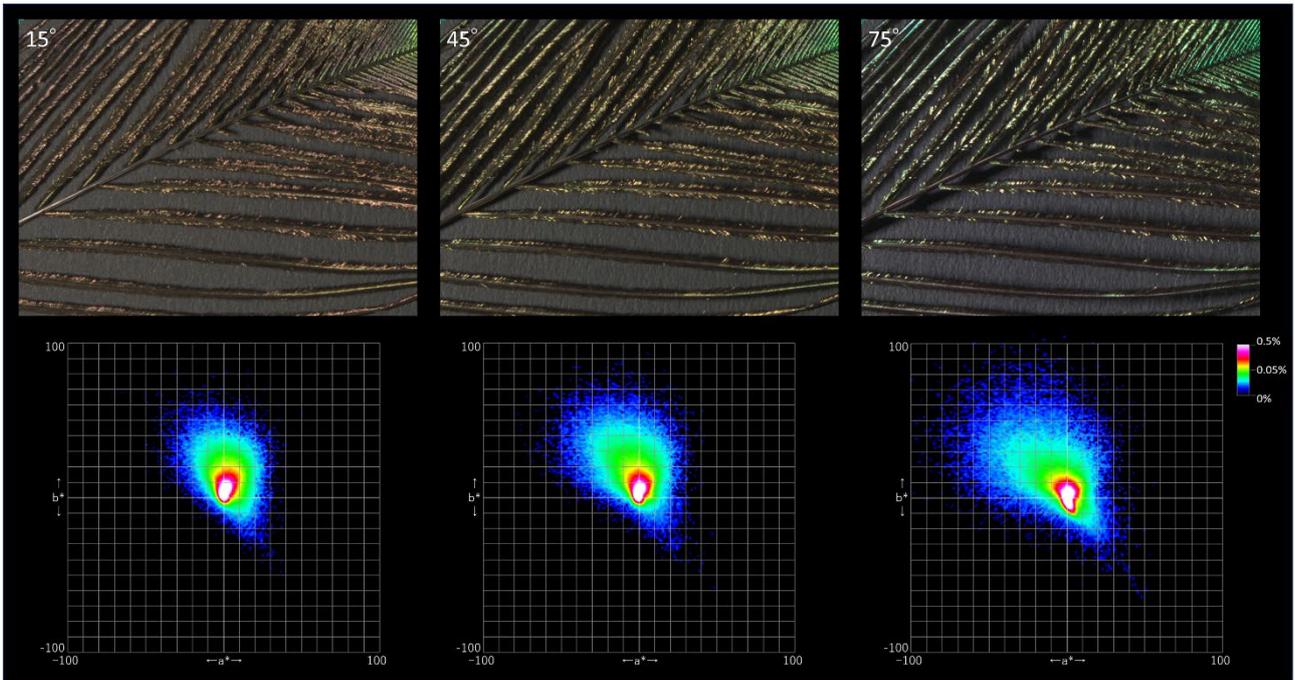


図 4. 孔雀羽根の変角分光イメージング測定による CIELAB 空間での分布

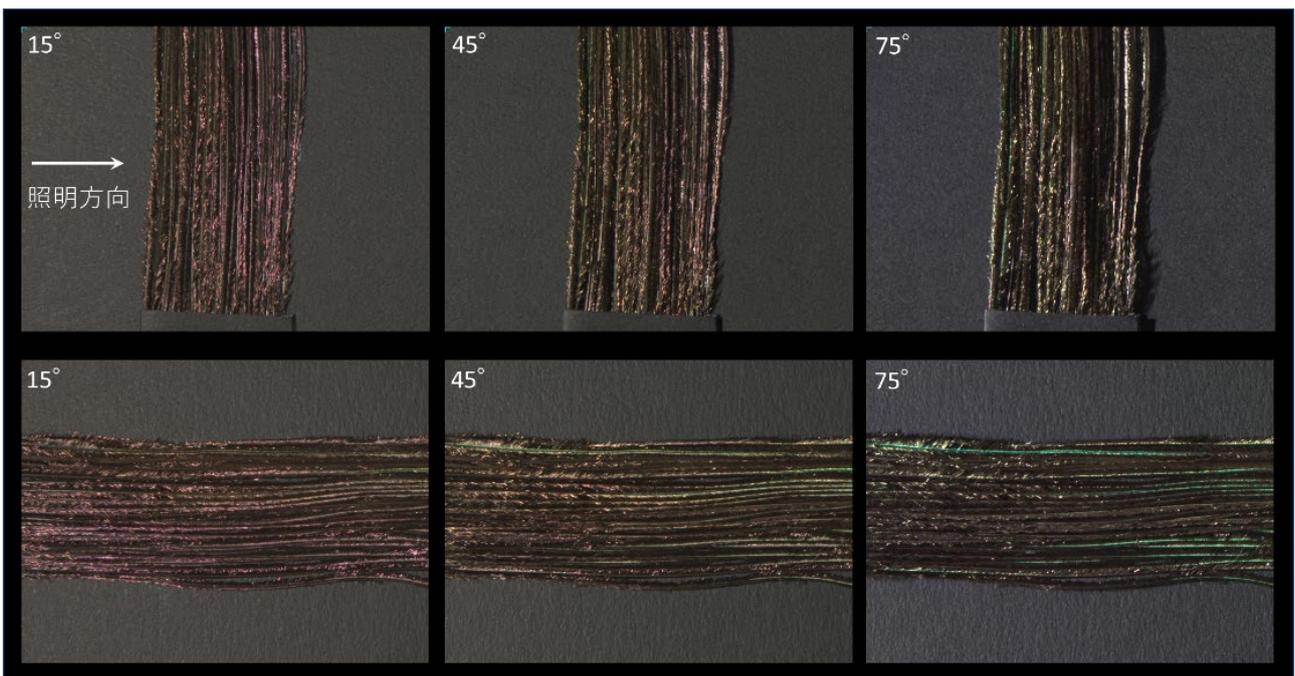


図 5. 照明方向による発色の違い：分光イメージング測定結果から D65 光源  $10^\circ$  視野の条件で画像化

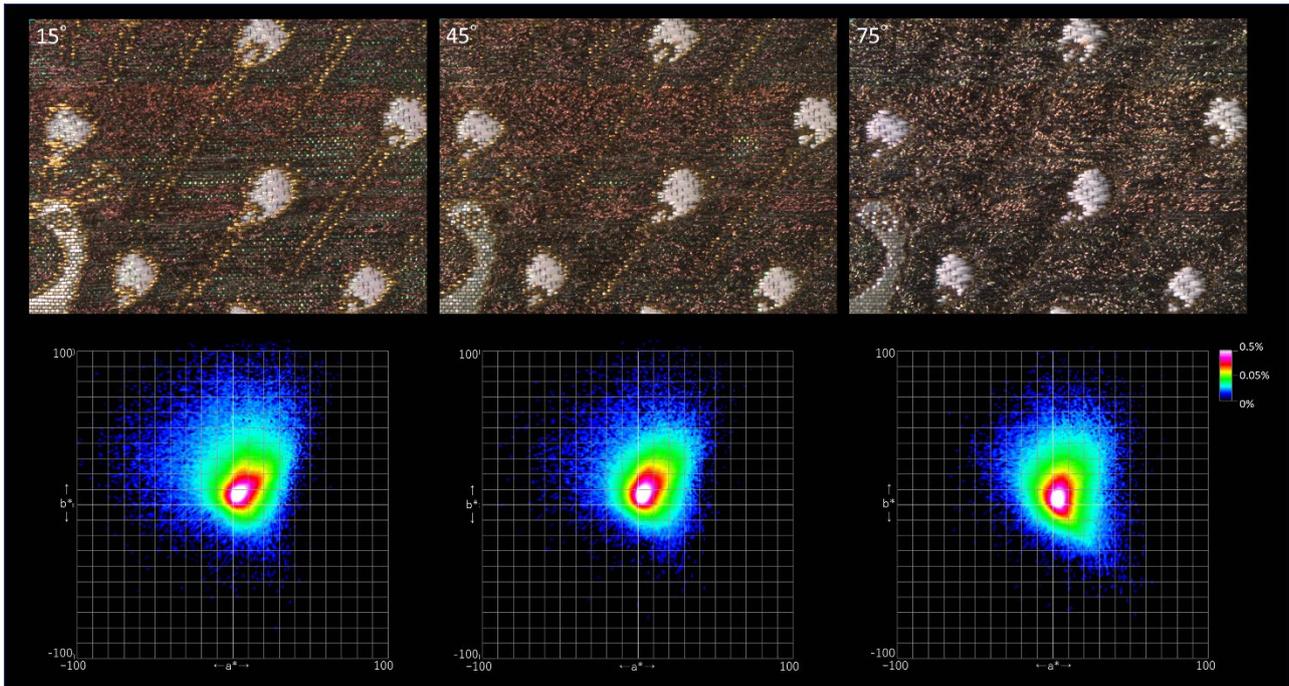


図5. 孔雀羽根の変角分光イメージング測定による CIELAB 空間での分布

状の輝きが見受けられる。この緑のスジは、顕微鏡観察で明らかになった、ラメ材によるものと推察される。平たいテープ状の形状が確認されたが、それがゆえに金糸同様、正反射方向に強く反射する。15°での色域の広さは、このような材料に起因するものと思われる。正反射から離れている75°では、このような金糸と緑のラメの反射は殆ど認められない。その他の地の部分に関しては、赤褐色から青方向にシフトしており、綿状羽枝の部位の特徴が表れている。

#### 4. 考察とまとめ

試料Cに通じる試料Bについて、照明の幾何条件が垂直方向15°から75°に変化すると赤みから緑みへと反対色の色相変化を引き起こし、また方位方向の変化にはあまり依存しない事を確認した。天頂角方向の幾何条件に対しては極めて高いレスポンスで色相が変化し、方位角方向に関しては殆ど依存性が無いことから、球状の顆粒が規則正しく整列している、粒子の大きさがちょうど可視光領域に干渉として作用するというのが、構造色の発現理由にとりして、整合する結果が認められた。実際の粒子の起伏やピッチを観察する為には、200nm~300nm程度の大きさを観察できる必要がある、光学顕微鏡では不可能で、走査電子顕微鏡が必要である。発色域は部位によって異なるので、機会があれば、より精細な観察を行ってみたい。

眼状紋の硬く密で光沢感ある羽枝による分裂補色配色は華やかだが、冒頭で言及した「綺麗」の定義には「ひらひらと動き変化するさま」が

あり、孔雀羽根の綺麗感は、眼状紋部より疎らながら羽枝が長く小羽枝も広がって空気に揺れる後羽根部羽枝の光輝感を伴う色相変化により向上すると推察される。試料B,Cは一本一本の羽枝の揺れが抑えられ、先述の定義に対して後退しているが、面としてのまとまりの中に複雑な光輝の移動を示す。このことは硬い面的な着装となる帯の意匠にはふさわしく、菅田屋源兵衛・孔雀羽根織帯は、和室の光環境のなかでの仕草ともなう光輝感と出現と消滅、色相変化の効果を意図したものとわかる。なお、光学異方性として、特に帯の面に対して垂直方向に正反射を引き起こす材料が用いられていることは、上述の効果をより強調するために意図的に加飾されたものと推定している。

#### 参考文献

- 1) Awano Y and Osumi M: Development of Multi-angle Spectral Imaging System using LED Illuminant - LCTF Device and Analysis of Japanese Silk Textiles AIC2011 Proceedings
- 2) Yoshioka S and Kinoshita S: Effect of macroscopic structure in iridescent color of the peacock feathers. *Forma*, 17: 169-181, 2002.
- 3) 森本元: 鳥類の羽色と機能~羽毛の発色と生物学的背景 *J. Jpn. Soc. Colour Mater.*, 89[6], 184-190(2016)

# 高演色形蛍光灯とLED照明での色の見えの比較

## Comparison of Color Appearance under a High Color Rendering Index Fluorescent and LED Light

眞鍋幸菜 Yukina Manabe 東京工芸大学  
原田幸一 Koichi Harada 東京工芸大学  
東吉彦 Yoshihiko Azuma 東京工芸大学

Tokyo Polytechnic University  
Tokyo Polytechnic University  
Tokyo Polytechnic University

**Keywords:** 印刷物, 色評価, 高演色形蛍光灯, LED.

### 1. はじめに

印刷物の色評価にはこれまで色温度 5000K の色評価用高演色形蛍光灯が使用されてきたが, 蛍光灯の生産中止に伴い, 高演色の LED 照明への移行が進みつつある. しかしながら, 演色評価数が同じでも印刷物の色の見えが異なることが報告されており<sup>1-3)</sup>, 蛍光灯との違いが少ない LED 照明の必要性が高まっている.

本研究では, 従来の高演色形蛍光灯と高演色 LED 照明における印刷物などの色の見えを比較し, その差を客観的, 主観的両面から評価した.

### 2. 実験

#### 2-1 実験機材と環境

実験には2台の照明観察ブースを並置して用いた(図1). 高演色形蛍光灯には, 印刷業界で広く使用されているアイグラフィックス社のアイベルラインを, LED には京セラの CERAPHIC を使用した. LED は調光器を用いて, 蛍光灯とほぼ同じ照度となるように調節した. 分光放射照度計 CL500A (コニカミノルタ) を用いてそれらの分光エネルギー分布を測定した結果を図2に, また照度, 色温度, 平均演色評価数を表1に示す.



図1 実験に用いた照明観察ブース

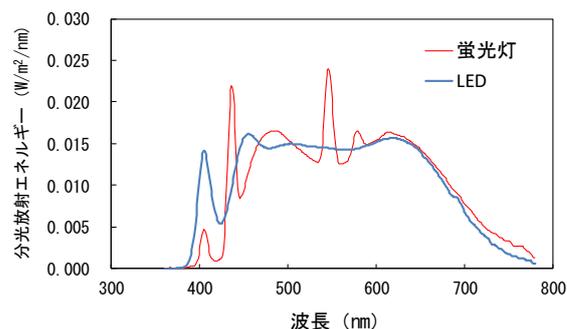


図2 蛍光灯とLEDの分光エネルギー分布

表1 実験に使用した蛍光灯とLEDの特性

	蛍光灯	LED
照度 (lx)	1116	1070
色温度 (K)	4939	5090
平均演色評価数 Ra	97	96

#### 2-2 実験方法

##### (1) 客観的評価

客観的評価には枚葉印刷用ジャパンカラー2007(JCS2007)<sup>4)</sup>に含まれるISO12642 カラーターゲットのコート紙での印刷物(図3)を用いた. この印刷物には CMYK 4色のインキ量の系統的組合せで再現された746色の色票が含まれ, 印刷で再現される色域のほぼ全体をカバーしている.

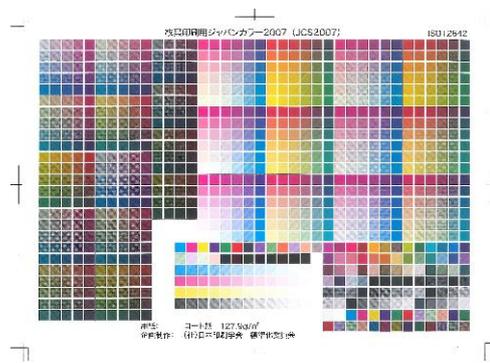


図3 ISO12642 カラーターゲットの印刷物

印刷物の各色票の分光反射率は、自動分光測色機 GretagMacbeth Spectrascan を用いて、380nm から 730nm までを 10nm 間隔で測定し、740nm から 780nm までの値を JIS Z 8781-3 の方法で外挿により求めた。次に蛍光灯と LED の分光エネルギー分布、等色関数を用いてそれぞれの照明光における XYZ 三刺激値を計算した。最後にそれぞれの完全拡散反射面の XYZ 三刺激値を用いて CIE1976L\*a\*b\*色空間の座標値を算出し、両者の間の色差  $\Delta E^*_{ab}$  を求めた。

(2) 主観的評価

主観的評価には X-Rite ColorChecker Classic (図4)を用いた。ColorCheckerには青空、人間の肌、葉などの実際の自然物の色を表す 24 色の色票が含まれる。これを 2 枚用意して蛍光灯と LED それぞれの観察ブースに置いて両者の色を視感比較した。このとき、周辺の色票の影響を受けないよう、開口部から色票が 1 つだけ見えるグレーのマスクを用いて 1 色ずつ比較した (図5)。実験には色覚正常な 10 名の被験者が参加した。

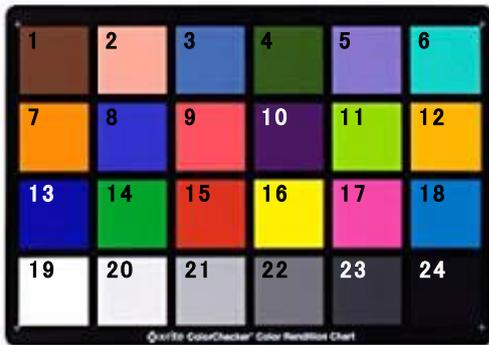


図4 X-Rite ColorChecker Classic (色票の番号は便宜的に付けたもの)

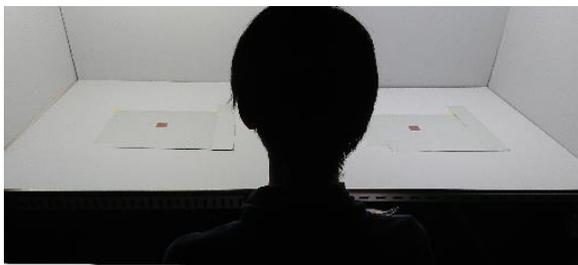


図5 マスクを用いた色票の視感比較

評価方法は、蛍光灯側の色票(左)に対して LED 側の色票(右)の色の見えを、明度、彩度、色相別にそれぞれ以下の評価語を用いて評価した。

明度:

明るい/やや明るい/違いがない/やや暗い/暗い

彩度:

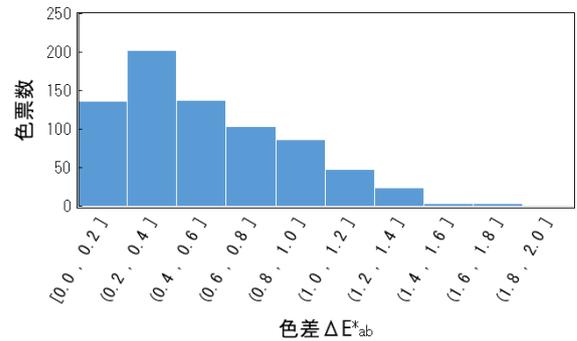
高い/やや高い/違いがない/やや低い/低い

色相:

赤みがある/緑みがある/違いがない  
/黄みがある/青みがある

3. 結果

蛍光灯と LED 照明下における色票の色の客観的な違いを表す色差  $\Delta E^*_{ab}$  のヒストグラムを図6に示す。746 色全色票の平均色差は 0.53, 最大色差は 1.94 であった。また、JIS の等級表による知覚限度の色差 1.0 以下の色票数は 666 で全体の約 9 割であった。したがって、知覚限度以上の色差を示した色票は 1 割程度であった。



次に、ColorChecker による主観評価の結果を全被験者の平均で示す。図7は無彩色色票 19~24 の明度の評価結果で、全体的には LED の方が若干明るく見えていることがわかる。

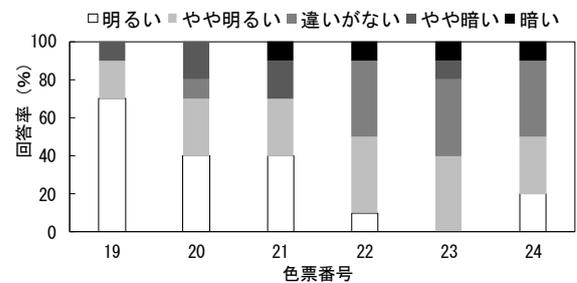


図7 無彩色色票 19~24 の明度評価の結果

図8は有彩色色票 1~18 の明度の評価結果で、こちらも全体的には LED の方が明るく見えている傾向が示されている。

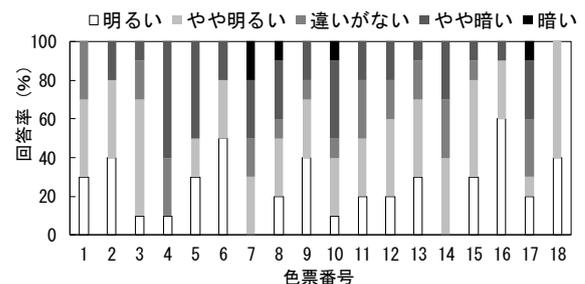


図8 有彩色色票 1~18 の明度評価の結果

図 9 は有彩色色票 1~18 の彩度の評価結果である。全体的には LED の方がより高彩度に見える傾向が認められる。

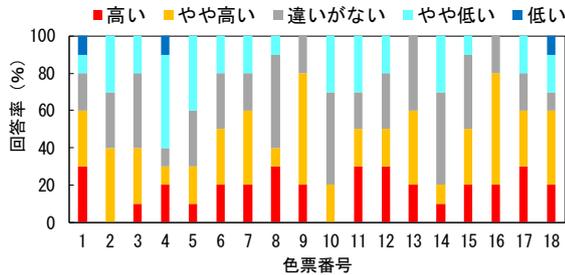


図 9 有彩色色票 1~18 の彩度評価の結果

図 10 に有彩色色票 1~18 の色相の評価結果を示す。7, 9, 15 の色票で LED の方が赤みに見える傾向が, 1, 3, 5, 6, 10 の色票で青みに見える傾向が, 12, 16 の色票で黄みに見える傾向が認められる。

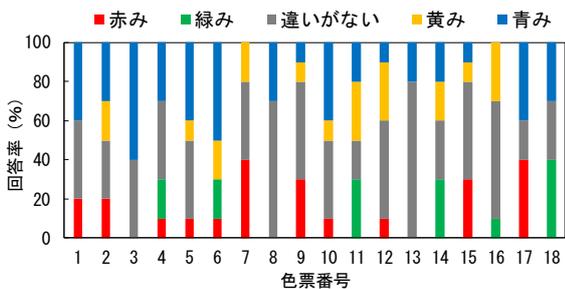


図 10 有彩色色票 1~18 の色相の評価結果

以上の結果について、明度については全色票の平均として、彩度と色相については 1~18 の有彩色色票の平均として図 11 に示す。蛍光灯と比較して LED の方が全体的にやや明るく、やや彩度が高く、青みがかって見える傾向が示された。

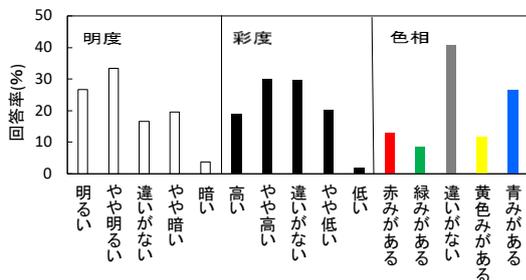


図 11 蛍光灯と比較した LED 照明条件での色の見えの傾向

4. 考察

印刷物の測色に基づく客観的評価からは蛍光灯と LED でほとんど差がないことがわかった。一方、ColorChecker を用いた主観的評価からは

明度、彩度、色相でわずかに差があることがわかった。客観的評価では差がないにもかかわらず、主観的評価で差が現れるのはなぜであろうか？

図 12 には ColorChecker の分光反射率を測定した結果を示す。この結果を基に蛍光灯と LED での再現色の L\*a\*b\*値を計算で求め、a\*b\*値をプロットした結果を図 13 に示す。両者のプロットはほぼ一致しており、各色票の色差を示した図 14 を見ると、知覚限度 1 以上の色差を示したのは 8 と 13 の色票のみであった。この 2 つの色票は、図 10 によれば LED の方がわずかに青く見えたことがわかる。そして、これらの色票は図 12 の分光反射率からわかるように短波長側に大きな値をもっているが、400nm 付近では図 2 のように LED の方が蛍光灯よりも大きな成分を有するため、これが青みの知覚を生じたと考えられる。

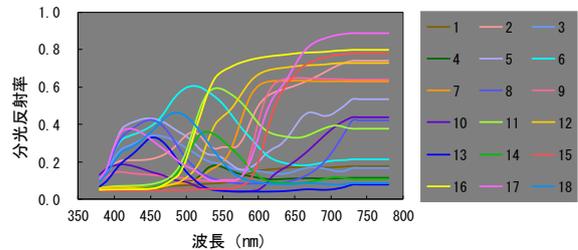


図 12 有彩色色票 1~18 の彩度評価の結果

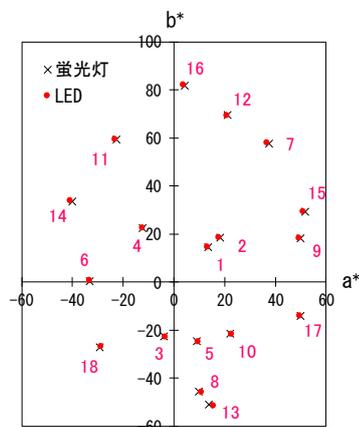


図 13 蛍光灯と LED での ColorChecker 再現色の比較

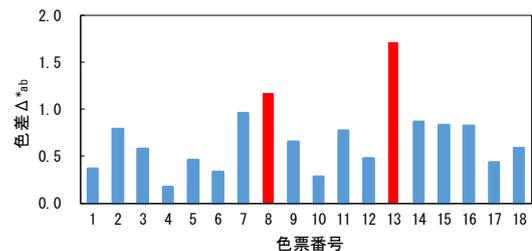


図 14 蛍光灯と LED での ColorChecker の色差

## 5. まとめ

高演色形蛍光灯と高演色の LED 照明における印刷物の色の見えについて、ジャパンカラー標準印刷物と色評価用の ColorChecker を用いて客観的、主観的方法により評価を行った。測色に基づく客観的評価では、ほとんど差がないことがわかった。主観的評価では、LED の方が蛍光灯よりもわずかに明度と彩度が高く、やや青みが強く知覚されることがわかった。しかしながら、測色データに基づいて検討した結果では、両者にほとんど差が見られず、主観的評価における差異を明確に説明することはできなかった。L\*a\*b\*値による比較では実際の色の見えを正確に反映していないことが原因と考えられ、色順応を考慮した色の見えモデルを用いた分析が必要ではないかと推察される。

## 参考文献

- 1) 杉山 徹, 陣内秀平, 村山雄亮, 橋本実典: 色評価用LED照明の評価方法, 日本印刷学会第139回研究発表会予稿集 (2018) 55-58.
- 2) 杉山 徹, 陣内秀平, 中山景介, 村山雄亮: 色評価用LED照明の評価方法 ~第二報, 画像関連学会連合会第5回秋季大会要旨集 (2018) 17-20.
- 3) 杉山 徹: 色評価用LED照明の現状と課題, 日本印刷学会誌 56 (2019) 206-207.
- 4) オフセット枚葉印刷における標準印刷色 枚葉印刷用ジャパンカラー2007 (JCS2007), (社) 日本印刷学会 標準化委員会 (2007).

## 赤色照明が人体に与える体感温度への影響

### The effect of red illumination on the perceived temperature on the human body

佐々木 柊	Shu Sasaki	神奈川工科大学	Kanagawa Institute of Technology
朝原 裕樹	Hiroki Asahara	神奈川工科大学	Kanagawa Institute of Technology
眞田 大輝	Taiki Sanada	神奈川工科大学	Kanagawa Institute of Technology
三栖 貴行	Takayuki Misu	神奈川工科大学	Kanagawa Institute of Technology

Keywords: 赤色光, ECHONET Lite  
サーモグラフィカメラ, myBeat, VAS

#### 1. はじめに

照明光色と照度は心理的な影響を及ぼすことが示されている<sup>(1)</sup>。暖色や寒色など視覚から受ける色彩効果が、人間心理に与える影響は広く知られている。さらに目で感じるだけでなく、皮膚からも感じられることが実証実験で証明されており、多くの応用研究が行われている<sup>(2)</sup>また、日常生活において照明光色には不快感のない光色が存在することが検証されている<sup>(3)</sup>。さらに、照度と色温度の組み合わせにより生活のシーンにおける理想的な光色も検討されている<sup>(4)</sup>。

従来使用されていた白熱電球や、蛍光灯より消費電力を抑えた LED 照明が普及しており、それによって一般家庭の省エネにつながっている<sup>(5)</sup>。最近の LED 照明はフルカラーLED を用いた製品が登場しており発光色の変更が可能になっている。省エネ照明として注目されている LED 照明であるが、室内の光色環境を変更させることで新たな付加価値を見出し、さらなる省エネ効果につながらないかと考えた。そこで、夏季の冷房より、冬季の暖房の方が使用電力量の値が高い<sup>(6)</sup>ことから、温暖効果の見込める赤色光に着目した。本稿では、赤色光をヒトに当てたときの温熱感への心理的・生理的影響について考察する。

#### 2. 実験環境

Fig.1 に本実験で使用した照明光色可変実験室を示す。実験室内にエアコンおよび机上面に白色のシートを敷いた木製テーブルを設置した。天井、床およびエアコン設置側の壁は白色塗装されており、他の壁面は外光の影響をなくすために白色の遮光カーテンを設置した。室内の温度はエアコンで  $22^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  になるように調整し、被験者をエアコンの風が直接当たらない位置に着座させた。また、室内の埃や花粉による被験者へのストレス負荷を軽減す

るために空気清浄機を室内に設置し、室内の空気を循環させるためにサーキュレーターを設置し、室内の湿度を一定にした。エアコン、空気清浄機、除湿器、サーキュレーターは実験開始時間の1時間前から稼働させ、実験室の環境を統一した。

実験室にはシーリングライトを2台用意し、室内を窓側と被験者側に二分割したとき、それぞれの天井面の中心となるように配置した。照明光色の制御は、ECHONET Lite<sup>(7)</sup>を使用して、シーリングライトの RGB 値を 0 から 255 までの範囲で数値を送信することで照明光色を変更した。Fig.2 にシーリングライトの白色光と実験に使用した赤色光の発光スペクトルを示す。木製テーブルの机上面の中心は Fig.1 の被験者着席側のシーリングライトの中心直下とした。また、体表面温度の測定のために利用した赤外線サーモグラフィカメラは被験者の顔面から約 2m の距離で設置した。一般映像作品を流すためにディスプレイを用意し、被験者の顔面から 1.15m の距離に設置した。実験室上部にはカメラを設置し、実験中に被験者の様子を確認できるようにした。使用した実験機器を Table 1 に表す。

#### 3. 実験方法

被験者は神奈川工科大学に在学している 20 代前半の男子学生 10 名で行った。実験時間は 30 分間

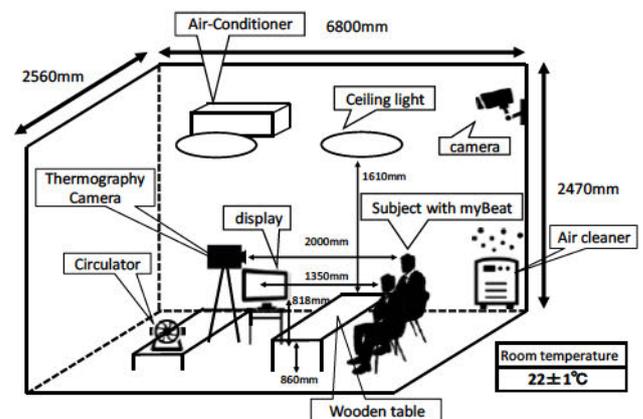


Fig. 1 照明光色可変実験室

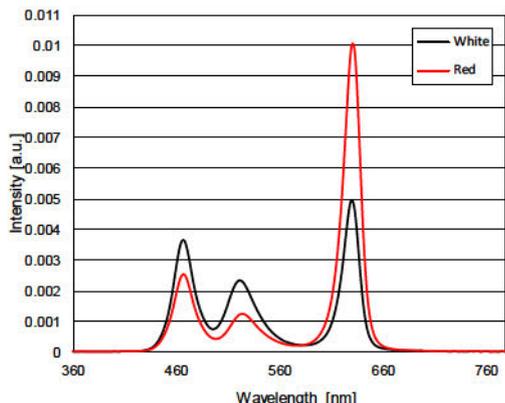


Fig. 2 シーリングライトの白色光と実験に使用した赤色光の発光スペクトル

Table 1. 使用機器一覧

名称	製品名
LEDフルカラーシーリングライト	TOSHIBA LEDH81718XLC-LT3
エアコン	DAIKIN F25STRXS-W
myBeat	UNION TOOL CO. WHS-3
赤外線サーモグラフィカメラ	NECAvio InfReC-R300S
温湿度気圧計	SATO SHOJI MHB-382SD
温湿度データロガー	SATOTECH CENTER318
iPad	Apple MPGT2J/A
カメラ	SANWA SUPPLY 400-CAM035
液晶ディスプレイ	MITSUBISHI RDT231WLM(BK)
サーキュレーター	BALMUDA EGF-3300-WK
空気清浄機	SHARP KC-500Y9-W
除湿器	SHARP VC-H71
分光放射照度計	KONICA MINOLTA CL-500

に設定し、2日に分けて行なった。時間帯による測定データの違いをなくすために2日間の実験の開始時刻を統一した。実験室のシーリングライトの色を1日目は白色、2日目は赤色として実験を行った。実験で使用した白色光と赤色光のRGB値、xy色度座標、ピーク波長、主波長をTable2に、シーリングライトの白色光と実験に使用した赤色光のxy色度座標をFig.3に示す。実験環境は、照度79lx、室温22℃、湿度40%±10%であり、実験中にはこちらで用意した一般映像作品を視聴させた。被験者には実験前の外気温を統一するため、室温24℃、白色の照度79lxの前室で30分間安静に過ごしてもらった。また、着衣量の統一のため、用意したジャージ上下に着替えさせた。Fig.4に実験のフローチャートを示す。実験中は顔表面温度を赤外線サーモグラフィカメラで測定し、心拍数とストレス指標であるLF/HFをmyBeatで測定した。myBeatは前室から測定を開始し、被験者のみぞおちに装着した。サーモグラフィカメラの測定間隔は10秒間に設定し、被験者の眉間を固定の測定個所として測定データに使用した。

Table 2. 使用した光色のRGB値、xy色度座標、ピーク波長、主波長

	White	Red
RGB Command (0~255)	(155,155,118)	(255,90,90)
Real RGB level (x,y)	(0.316,0.313)	(0.463,0.297)
Peak wavelength [nm]	630	631
Dominant wavelength [nm]	474	-495

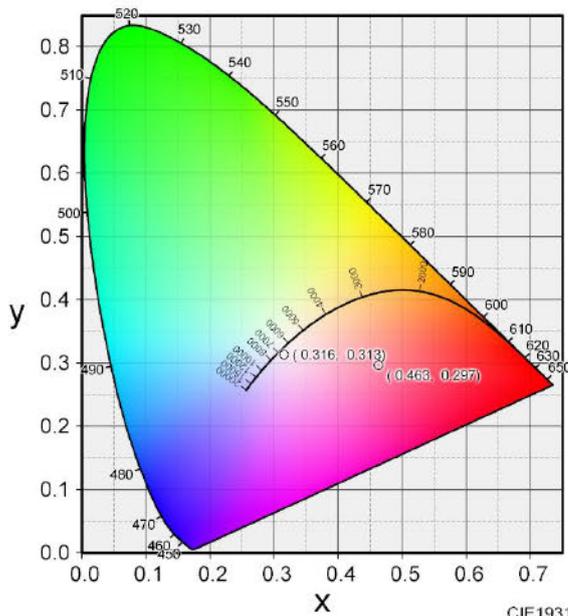


Fig. 3 シーリングライトの白色光と実験に使用した赤色光のxy色度座標

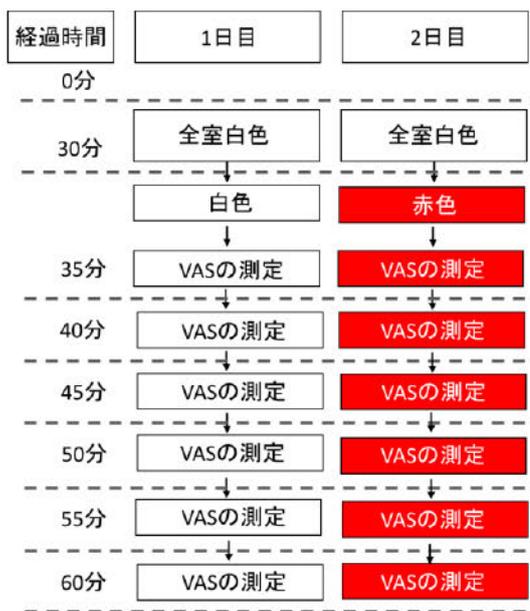


Fig. 4 実験のフローチャート

4. 実験結果と考察

4.1) 心理的影響の評価

Fig.5 に VAS の測定結果を示す。本測定結果は赤色光暴露時の結果から白色光暴露時の VAS の測定結果を減算したものを被験者ごとにまとめている。白色と比較して赤色を暖かく感じているのは 10 人中 7 人となり、最高で+55、最低で-4、平均で+21 となった。赤色光での暖かさの感じ方には個人差があるが、赤色光はヒトの温熱感に関して暖かい効果を与えることが考えられる。

4.2) 生理的影響の評価

4.2.1) LF/HF

Fig.6 に LF/HF の測定結果を示す。赤色光暴露時の結果から白色光暴露時の LF/HF の測定結果を減算したものを被験者 10 名ごとにまとめている。白色光と比べ、赤色光で LF/HF の値が高くなった被験者が 5 名、低くなった被験者が 5 名となった。また、白色光と赤色光暴露時における LH/HF の差は、最高で+0.823、最低で-2.020、平均で-0.193 となった。ストレスの感じ方には個人差があり、赤色光によるストレスの影響は断言できない。

4.2.2) 心拍数

Table 3 に心拍数の測定結果を示す。Table 3(a)に被験者 M1 から M5 まで、Table 3(b)に被験者 M6 から M10 までの実験時間である 30 分間の平均心拍数を光色ごとにまとめた。赤色光暴露時の平均心拍数と白色光暴露時の平均心拍数を比べた場合、10 名中 8 名が赤色光暴露時において平均心拍数が高くなった。このことから赤色光には心拍数を上昇させる効果があることが考えられるが、被験者により赤色光暴露時の平均心拍数の上昇値は異なった。

4.2.3) 顔表面温度

顔表面温度の測定結果を Fig.7 に示す。室温 24℃の前室から 22℃の白色照明が点灯されている実験室に移動した場合、顔表面温度は外気温の差により時間変化で 0.24℃低下したが、22℃の赤色照明が点灯した実験室に移動した場合顔表面温度は外気温の差に反して 0.32℃上昇した。この結果から赤色照明には顔表面温度を上昇させる効果があると考えられる。

Table 4(a)に M1 から M5 まで、Table 4(b)に M6 から M10 までの実験開始時と実験終了時の顔表面温度を比べた値を被験者ごとにまとめた表を示す。白色光と赤色光の結果を比べると、10 名中 6 名が赤色光で顔表面温度が上昇した。

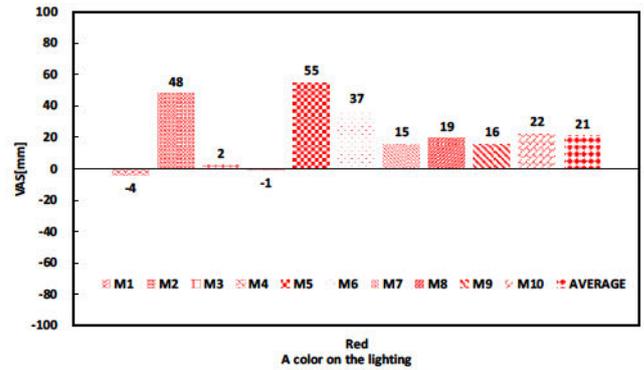


Fig. 5 VAS の測定結果

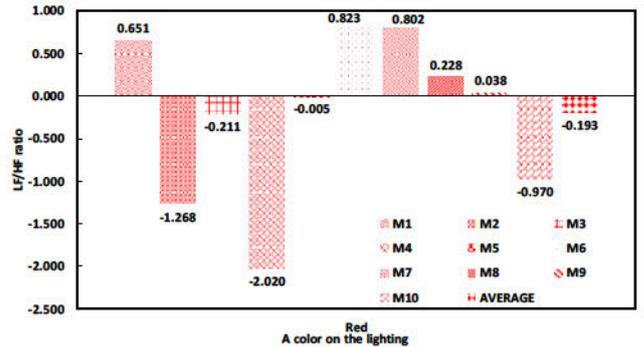


Fig. 6 LF/HF の測定結果

Table 3. 心拍数の測定結果

(a)					
	M1	M2	M3	M4	M5
White	64.0	83.9	87.4	76.0	69.6
Red	75.2	68.3	94.7	82.5	78.7
Difference	11.2	-15.6	7.2	6.5	9.1
(b)					
	M6	M7	M8	M9	M10
White	78.9	80.8	90.6	77.6	82.3
Red	83.4	90.2	103.9	78.6	76.2
Difference	4.5	9.4	13.4	1.1	-6.1

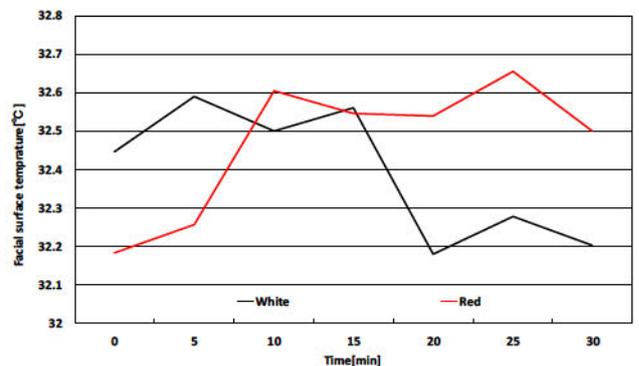


Fig. 7 顔表面温度の測定結果

Table 4. 被験者ごとの顔表面温度

(a)					
	M1	M2	M3	M4	M5
White	1.526	1.001	-0.281	-0.012	-0.562
Red	-0.049	0.366	0.659	0.378	-0.049
Difference	-1.575	-0.635	0.940	0.391	0.513
(b)					
	M6	M7	M8	M9	M10
White	-1.404	-0.452	-0.635	0.269	-0.317
Red	-0.012	1.147	0.171	-0.537	-0.476
Difference	1.392	1.599	0.806	-0.806	-0.159

## 5. まとめ

赤色照明が人体に与える体感温度への影響を検討し、以下の結果が得られた。

- VAS 値は 7 名が赤色照明で心理的に暖かく感じているため、顔面表面温度も上昇していると考えられる。
- LF/HF の生理的評価ではストレス値が高くなった被験者が 5 名、低くなった被験者が 5 名に分かれたため、赤色照明が LF/HF に影響を与えることは確認できなかった。
- 赤色照明の環境では外気温の差が $-2^{\circ}\text{C}$ ある場合でも、 $0.32^{\circ}\text{C}$ 顔表面温度が上昇した。
- 赤色照明の環境では白色照明の環境に比べて、8 名の被験者の心拍数が増加し、そのうちの 6 名の顔表面温度が上昇したため、心拍数の増加により顔表面温度が上がったと考えられる。

## 参考文献

- (1) 中村肇,唐沢宜典,沢辺真由美 “リビング照明の心理要因と物理要因の体系化”,照明学会誌第 80 巻, 第 11 号, pp.11-18, (1996).
- (2) 伴野明,山本修平, “心理的要因による体感温度への影響の数値評価法” 電気学会論文誌 E (センサ・マイクロマシン部門誌), Vol.133, No.6, pp.190-198, (2013).
- (3) 李東起,江欣宸,古賀誉章,平手小太郎, “LED 照明の光色が作業空間における不快感に与える影響に関する基礎研究”,日本建築学会技術報告書 Vol.17, No.35, pp.201-204, (2011).
- (4) 高橋啓介 “照明の色温度と照度とが室内環境評価に及ぼす効果”,医療福祉研究, 第 2 号, pp.30-36, (2006).
- (5) 株式会社矢野研究所. 2017 年の国内一般照明用途照明市場規模は前年比 1.4%減の 1 兆 106 億円、2018 年は同 0.5%減の 1 兆 58 億円の見込～LED 照明市場の成長は継続、2018 年は前年比 3.2%増の 8,505 億円の見込～  
[https://www.yano.co.jp/press-release/show/press\\_id/2091](https://www.yano.co.jp/press-release/show/press_id/2091)
- (6) BCNOR.なぜ冷房より暖房の方が電気代が高いのか 効率的な運用で負担軽減  
[https://www.bcnretail.com/market/detail/20191115\\_145737.html](https://www.bcnretail.com/market/detail/20191115_145737.html)
- (7) ECHONET コンソーシアム  
<https://echonet.jp/>

本研究は神奈川工科大学ヒト倫理審査委員会で承認されています。

テーマ名:LED 照明の有彩色光が及ぼす生体への影響の検討

承認番号:第 20190318-29

# アプリ「mupic」を使用した色彩と音の連想に関する調査

## A Survey of Color and Sound Associations

### Using the App “mupic”

松山 聖太	Shota Matsuyama	芝浦工業大学	Shibaura Institute of Technology
DOZAN11	DOZAN11		
三木 学	Manabu Miki	株式会社ビジョナリスト	Visionarist, Co.Ltd
青柳 臣一	Shinichi Aoyagi	株式会社ディーバ	Diva, Co.Ltd
日高 杏子	Kyoko Hidaka	芝浦工業大学	Shibaura Institute of Technology

**Keywords:** mupic, ユーザインタフェース, 音の連想, 感性情報, カンディンスキー.

楽器の連想調査では、カンディンスキーの記した楽器とは異なる回答が見られ、色聴の感覚を共有するのは困難と見られる。

#### 1. はじめに

本ポスター発表では、情報デザイン学のアプローチから、質問票とスマートフォン・タブレット用アプリ mupic (2019, 制作開発: DOZAN11、三木学、青柳臣一) を使った色彩と音の連想についてのアンケート調査法を検討する。調査目的は、画像の色から音楽を自動生成するアプリ mupic のユーザインタフェースにおいて、色彩に妥当な楽器、テンポ、曲調ジャンルを割り振るための資料データを得ることである。色彩から連想される楽器の音色や音階の傾向を検証する。年代差、性別、好きな音楽ジャンルのコホート分析を通じ、色彩と音を関連させるデバイスや自動生成アプリの開発や改善、更新に貢献する。本調査は、色聴という一部の人間に発現する色彩に音の感覚が付随する状態を発見する調査ではなく、一般的な人が色で連想する音を調べる調査である。本発表予稿では第1報として、この調査手続きとユーザインタフェースでの選択肢の考え方を発表する。

高明度への変化と音の響き方について、カンディンスキーは次のように形容している。

「色が明るくなればなるだけ、その響きを失ってゆき、ついには沈黙の静止に到達する—すなわち、白となるのだ。」

また長田ら(2003)は、絶対音感と色聴を両方持つ20代女性4名と、色聴を持たない一般群20代男性5名によるPCCS表色系上の色相とトーン変化と音階のマッピングを研究発表した。

#### 2. 背景

20世紀の現代美術家・教育家のカンディンスキー(Wassily Kandinsky, 1866-1944)は、著書や絵画、バウハウスでの言動から、共感覚者(色聴)であった可能性を指摘されている。カンディンスキーによる著書「抽象芸術論—芸術における精神的なもの」(1958)では、カンディンスキーが感じた色彩と楽器の音がリストされている。これらの色彩は、黄色がトランペット、薄青はフルート、濃紺はチェロ、青はパイプオルガンの低音部と記した。三木が多摩美術大学の学生に行った色彩と

#### 3. mupic

mupicとは、デジタル画像から音楽が生成され、自分の好みにこの音楽にアレンジを加え、動画として保存できるアプリ(iOS、Android対応)である。画像を7つの色に分け、7つの色は7つの楽器、7つから派生する24のキー、7つのコードに当てはめられている。さらに、共感覚理論を密接に連携させている。7色の分解は、L\*a\*b\*表色系を使い、画像に頻出する7色、虹の7色、原色の7色を初期値で、画像からリアルタイムに近い形で音楽に生成できる。

明度と彩度から、5つのフィーリング(Neutral, Anger, Sadness, Happiness, Surprise)に振り分け曲調を変化させる。さらに、ユーザがそれぞれ色と楽器の編成を変化させることで、自分の好みの音楽へとアレンジし、mp4データに出力保存できる。ユーザが画像の著作権を持っていれば、生成された音楽、動画はユーザが権利を所有できる。mupicは、色聴を持たない一般の人でも利用できるアプリとして、画像の色彩に客観的に妥当な楽器、テンポ、曲調、フィーリングを当ては

められるユーザインタフェースの向上を目指す。

#### 4. 調査手続き

##### (1) 質問票記入・予備調査

次の調査手順で行う。

図1 質問票

質問票(図1)を被験者に無記名で記入させる。

質問内容は、赤、橙、黄、緑、青、藍色、紫、白、灰色、黒、ピンク、ブラウンの色相表示から、楽器や音の連想を質問する。色名は、色と色彩語・文字という別の想起につながる可能性があるのを削除した。そして好きな音楽ジャンルを20種類の中から選ばせる。属性として、性別、年齢、出身地(生まれ、育った場所)を質問する。



図2 カンディンスキー：

Color Study – Squares with Concentric Circles」水彩、ガッシュ、クレヨン、紙

次に予備調査として、カンディンスキー「Color Study」(図2)を呈示刺激とし、音、楽器、曲調を選択させ、mp4形式でデータ保存する。この予

備調査を通じ、被験者にアプリの操作性を作業学習させ、環境に順応させる。

##### (2) 本調査

次に、本調査として次に個人の顔写真から、「自分らしい音楽」を作る音と曲調を選択させ、mp4形式でデータ保存する。(図3)

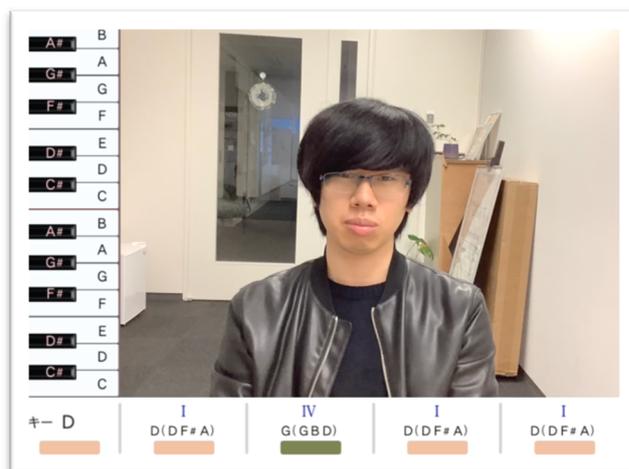


図3 mupic で写真画像から生成した音楽  
(写真は著者の松山)

#### 4. まとめ

mupic は自分らしさの感性表現媒体アプリであり、本アプリ向上のために、色彩に妥当な音とテンポを割り振るため、年代、性別、育った場所というユーザ背景とニーズに基づく選択肢をインタフェースに加える必要性がある。

#### 参考文献

- 1) カンディンスキー、西田(訳)：抽象芸術論—芸術における精神的なもの—、美術出版社(1958, 1977) 99-101
- 2) J. Simner, et al: Non-random associations of graphemes to colours in synaesthetic and non-synaesthetic populations, Cognitive Neuropsychology Volume 22 Issue 8 (2005) 1069-1085
- 3) 長田、岩井、津田、和氣、井口：音と色のノンバーバルマッピング：色聴保持者のマッピング抽出とその応用、電子情報通信学会論文A 86(11) (2003) 1219-1230
- 4) 鳥羽山、横澤：色聴共感覚における音色に基づく音のカテゴリ化, Technical Report on Attention and Cognition (2018) No.13
- 5) 三雲：管楽器の音色の色彩的イメージ、音楽心理学の研究、ナカニシヤ出版 (1996) 186-222

# 色彩画像に対する変調伝達関数計測によるデジタルカメラの空間解像特性評価

## Spatial resolution characteristics of digital camera evaluated by estimation of modulation transfer function for color images.

趙 漢青 ZHAO Hanqing 立命館大学大学院 Graduate School of Ritsumeikan University  
 篠田博之 SHINODA Hiroyuki 立命館大学 Ritsumeikan University

**Keywords:** 変調伝達関数, デジタルカメラ, 色彩空間解像特性.

### 1. はじめに

現代社会において PC やスマホなどのデジタル機器は必須であり, メディアやインタフェースとしての視覚・色彩情報は重要である. 本研究では変調伝達関数 (Modulation Transfer Function, MTF) 計測によるデジタルカメラの空間解像特性を色彩次元に拡張し, 色彩画像の入力機器であるデジタルカメラの空間解像特性の評価手法を開発する.

### 2. 変調伝達関数と広がり関数

変調伝達関数 (Modulation Transfer Function, MTF) は, イメージングシステムの空間解像力やコントラスト特性など, 空間情報処理特性や性能を表す指標である. システムへの入力画像は, フーリエ変換により様々な空間周波数を有する正弦波の重畳として表現することができる.

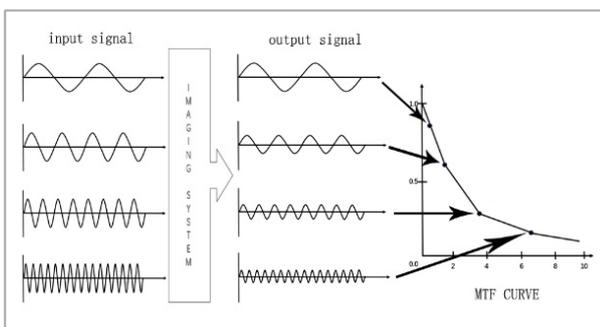


図 1. 変調伝達関数 (MTF)

システムの入力画像において, これらの周波数成分がどれだけ忠実に再現できるかを表した指標が MTF である. 具体的にはそれぞれの周波数成分における入力画像と出力画像のコントラ

ス比に相当する (図 1 参照). したがって, システムの MTF が分かれば, 任意の入力画像に対する出力画像の空間解像特性を予想することが可能になる.

広がり関数 (Spread Function) とは, 非常に小さな領域の信号をシステムに入力したときに, その信号がどの程度広がって出力されるのかを示すもので, それ自体がシステムの解像特性を表す.  $\delta$  (デルタ) 関数で表されるようなインパルスを入力とするとときに得られた広がり関数を二次元で表現したものを, 点広がり関数または点像強度分布 (Point Spread Function, PSF) という. 方向に依存しない等方的なシステムでは PSF を一次元で表すことが可能であり, これを線広がり関数または線像強度分布 (Line Spread Function, LSF) という. PSF を 2 次元フーリエ変換することで 2 次元の MTF が得られ, LSF を 1 次元フーリエ変換することで 1 次元の MTF を得ることができる. 当然ながら, 高鮮鋭なシステムほど PSF や LSF の広がりが小さく, 高空間周波数における MTF の値が高い.

### 3. MTF 測定手法

本研究は現在 MTF を計測する最も一般的な方法であるエッジ法を用いた [1][2]. 非常にシャープな色のエッジを有する画像を入力画像としたときの出力画像を解析することで, イメージングシステムの Edge Spread Function, ESF を取得することができる. この ESF を微分することで LSF が得られ, さらに LSF を 1 次元フーリエ変換することで MTF が得られる.

本研究では, デジタルカメラを同一条件に設定し, ピントが合っている状態とピンボケの状態, さまざまなエッジ刺激を撮影し, それぞれに対して R, G, B チャネルの MTF を求める.

#### 4. 実験

① 撮影対象のカラーエッジテストボードを以下の通り作成した。まず、RGB値が(64, 255, 255), (255, 64, 255), (255, 255, 64)である3種類の色を光沢紙に印刷した。印刷したカラーボードを鋭利なカッターで180mm×120mmに切断して白色の光沢紙に両面テープで貼付し、それぞれの色と白色のエッジを有するカラーエッジテストボードを作成した(図2)。

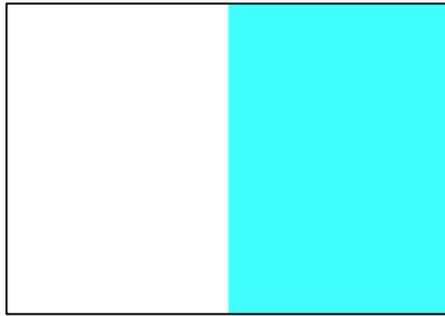


図2. ナイフエッジテストボード

② カラーエッジテストボードの撮影は太陽光の影響のない、安定した照明環境の室内で行った。デジタルカメラはニコンD750を用い、表1の通りに設定して撮影した。なお、撮影時は、エリアシングエラーを防ぐために、カラーエッジテストボードを一定角度傾けて撮影した。今回の実験では、3種類のボードに対して、ピントが合っている状態とピンボケの状態での2種類の撮影を行った。

表1. デジタルカメラのパラメータ

モード	M
色彩空間	Adobe RGB
ホワイトバランス	Auto
絞り値 (F)	16
ISO	400
シャッタースピード	1/15
ファイル	RAW

③ 3種類のカラーエッジテストボードを撮影して得たRAW画像を現像用プログラムdcrw[3]を用いてTIFF画像に変換した。

④ 現像されたTIFF画像を解析してMTFを得た。その際の画像解析においては、エッジの直線方向を求め、エッジに垂直な方向の離散ESFを取得した[1][2]。その後、ESFを微分してLSFを得て、さらに、LSFに対して1次元フーリエ変換

を施すことで最終的なMTFを取得した。すべての画像解析はMATLABを用いて行なった。

#### 5. 実験結果

異なるナイフエッジの撮影画像解析で得られたMTFを図3から図5に示す。すべての図において、上段がピントの合った状態、下段がピンボケ状態の撮影画像から得たMTFである。

MTF曲線の高空間周波数成分は、イメージングシステムにおける画像の細部情報の復元能力を反映している。したがって、一般に、低空間周波数ではイメージングシステムのMTF値は高く、空間周波数の上昇に伴いMTF値は低くなる右下がりの形状となる。

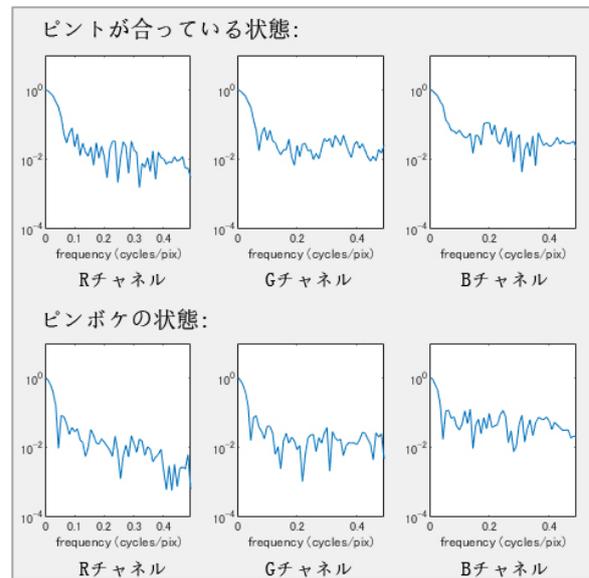


図3. シアンC (64, 255, 255) の結果

マゼンタ R=255, G=064, B=255 (図4参照):

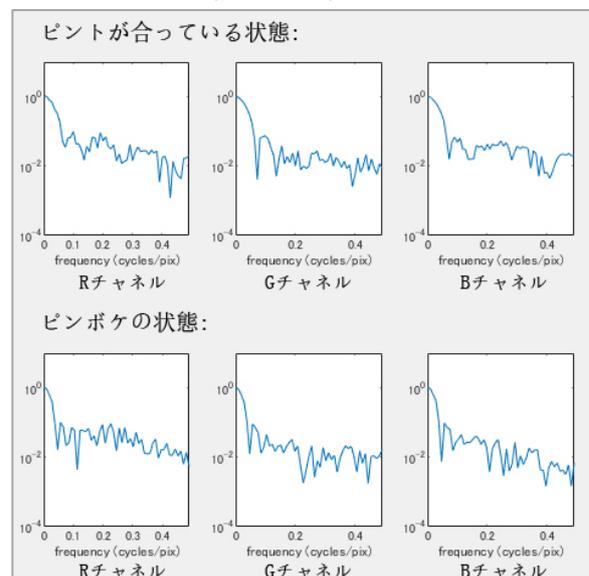


図4. マゼンタM (255, 64, 255) の結果

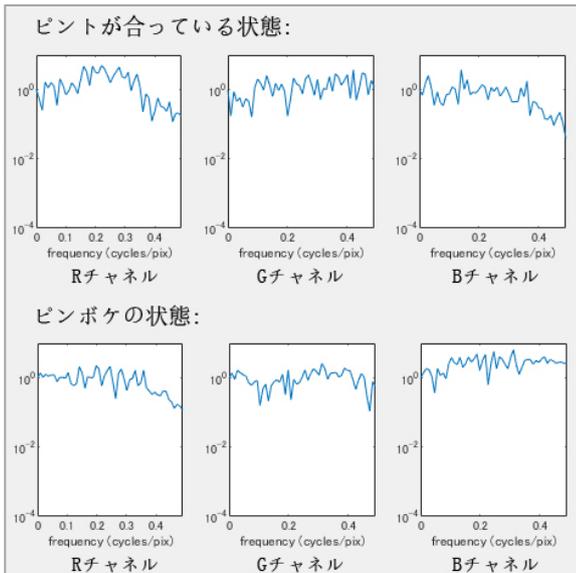


図 5. イエロー-Y (255, 255, 64) の結果

図 3 および図 4 では、いずれのチャンネルにおいても空間周波数の上昇に伴い MTF が低下する右下がりの形状となった。しかもピントが合っている画像から得た MTF とピンボケ画像から得た MTF を比べると、その違いは明らかである。いずれのカラーエッジ、チャンネルにおいても、ピンボケ画像の MTF は、低空間周波数領域で早めに MTF の低下が見られること、さらに高空間周波数領域において、ピントの合った画像の MTF の方が高い値を維持していることである。以上より、ピントの合った画像から得た MTF の方がより良い空間解像特性を示している。

しかしその一方で、イエローのカラーエッジから得られた MTF (図 5) は、ピント条件やチャンネルにかかわらず、空間周波数領域全体にわたって、ほぼ 1 付近の値で一定となっている。このカラーエッジでは、印刷の黄色と紙の白によって輝度差がもたらされるが、そもそもその輝度差が小さかったことが、MTF が取得できなかった要因と思われる。その意味では、図 3 や図 4 において、同一のカラーエッジ画像であっても、チャンネルによって MTF の形状が異なっていることがわかる。すなわち、エッジ領域における、各チャンネルの入力値の差の大きさに、取得される MTF が依存していることを示している。

以上まとめると、適切な輝度差を有する鋭利なカラーエッジの撮影画像を解析することにより入力機器の MTF を取得できること、ただし、用いるエッジによって MTF の形状が依存することがわかった。

## 6. 今後の展望

今後は複数の適切なカラーエッジを用いて MTF 測定精度の向上を図り、色彩画像入力機器の MTF 測定法として確立する。入力機器の MTF 取得方法を確立したのちに、ディスプレイやプリンターなどの出力機器の MTF 測定方法を開発する必要がある。そして、最終的には、得られた入出力機器の MTF と、実際に人が観察して得られる色彩画像品質との関連性を検討する計画である。

## 参考文献

- [1] Peter D. Burns: Slanted-Edge MTF for Digital Camera and Scanner Analysis, Proc. IS&T 2000 PICS Conference, 135-138, 2000
- [2] Hang Li, Changxiang Yan and Jianbing Shao: Measurement of the Modulation Transfer Function of Infrared Imaging System by Modified Slant Edge Method, Journal of the Optical Society of Korea, 20(3), 381-388, 2016
- [3] Rob Sumner: Processing RAW Images in MATLAB.  
<https://www.cnba.it/contenuti/uploads/2016/03/Processing-RAW-Images-in-MATLAB-Sumner.pdf>

# プロジェクタカメラシステムを用いた実環境における色覚シミュレーションのための反射率推定

## Estimation of reflection spectra for dichromatic simulation in an actual environment

小寺晴美 Harumi Kotera 立命館大学大学院情報理工学研究科 Graduate School of Information Science and Engineering, Ritsumeikan Univ.  
 篠田博之 Hiroyuki Shinoda 立命館大学情報理工学部 College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan Univ.

**Keywords:** プロジェクタカメラシステム, 反射率推定, 色覚シミュレーション

### 1. はじめに

平均的な色覚を有する人には、色覚異常者がどのような色を知覚しているかわからない。そこで、プロジェクタとカメラからなるシステムを用い、実環境において物体表面の反射率を推定し適切なプロジェクタ照明を投影することで色覚異常者の色の見えを模擬する手法が考案されている [1]。しかし、この先行研究ではプロジェクタとカメラのピクセル対応がとれておらず、実用面で問題があった。本研究では、グレイコード投影法を用いてカメラとプロジェクタのピクセル対応関係を調べ、対応の取れたすべてのピクセルにおける反射率推定を行う手法を提案する。

### 2. 原理

#### (1) グレイコード投影法によるプロジェクタカメラ対応点の導出

グレイコード投影法では、縦横方向の白と黒の縞パターンを、幅を細分化しながらプロジェクタで複数枚投影しカメラで撮影する。縦横方向それぞれに  $n$  種類の縞パターンを用いると、プロジェクタ投影画像およびカメラ撮影画像中のプロジェクタ照明が写りこんでいる部分が  $2^n$  個の領域に分割される。縞パターン白い部分と黒い部分を正しく判別するため、元の縞（ポジパターン）と、元の縞を反転させたもの（ネガパターン）を比較することで明部と暗部を決定する。つまり、本実験では、合計で  $4n$  枚の縞パターンを用いる。縞パターンの白い部分を 1、黒い部分を 0 として二値化すると、各領域が  $n$  ビットのビット列を持つ。このビット列をグレイコ

ードとして 10 進数に変換したものを、各領域の空間コードとする。

プロジェクタ投影画像とカメラ撮影画像内のプロジェクタ照射範囲それぞれについて得られた空間コードを、プロジェクタ座標およびカメラ座標としてとらえ、プロカム間の対応関係を示す射影行列を求める。あるプロジェクタ座標  $(X_p, Y_p, Z_p)$  からそれに対応するカメラ座標  $(X_c, Y_c)$  のへの変換は、射影行列  $H_c$  を用いて以下の式(1)で行われる。

$$s_c m_c = H_c m_p \quad (1)$$

$$m_c = \begin{pmatrix} X_c \\ Y_c \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$m_p = \begin{pmatrix} X_p \\ Y_p \\ Z_p \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$H_c = \begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} & c_{14} \\ c_{21} & c_{22} & c_{23} & c_{24} \\ c_{31} & c_{32} & c_{33} & c_{34} \end{pmatrix}$$

$H_c$  はカメラ外部パラメータともいい世界座標をカメラ座標に変換する行列として知られている [2] が、本実験では実環境においてプロジェクタが投影されている位置がわかればプロジェクタ投影画像とカメラ撮影画像のピクセル対応が導出できるので、プロジェクタ座標とカメラ座標間の変換行列として定義する。

$H_c$  の左の  $3 \times 3$  行列はカメラの姿勢を表す回転行列、右の  $3 \times 1$  行列はカメラの位置を表す並進ベクトルである。回転行列により世界座標系、つまり本実験でいうプロジェクタ座標系を、カメラ座標系と同じ方向になるよう回転させる。これによりカメラ座標系とプロジェクタ座標系が同じ姿勢になる。さらに並進ベクトルによってプロジェクタ

座標系の原点をカメラ座標系の原点とそろえることで、二つの座標系の位置が同一となる。

(2) ピクセルごとの反射率行列推定

先行研究 [1]において、図1のようにプロジェクタ RGB 入力値とプロジェクタ投影表面のカメラ撮影画像 RGB を比較することで投影表面の反射率行列を推定する手法が提案されている。

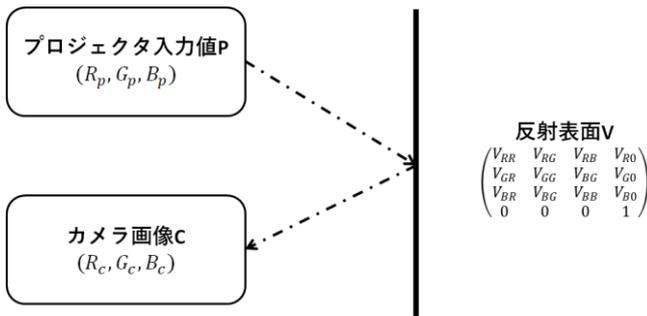


図1. 反射率行列

$L$ 種類のプロジェクタ RGB 入力値  $(R_{p_i}, G_{p_i}, B_{p_i})$

$(i = 1 \sim L)$  を  $3L \times 12$  の行列として以下の式(2)に示す  $P$  と定義する。

$$P = \begin{pmatrix} R_{p_1} & G_{p_1} & B_{p_1} & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & R_{p_1} & G_{p_1} & B_{p_1} & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & R_{p_1} & G_{p_1} & B_{p_1} & 1 \\ R_{p_2} & G_{p_2} & B_{p_2} & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & R_{p_2} & G_{p_2} & B_{p_2} & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & R_{p_2} & G_{p_2} & B_{p_2} & 1 \\ \vdots & \vdots \\ R_{p_L} & G_{p_L} & B_{p_L} & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & R_{p_L} & G_{p_L} & B_{p_L} & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & R_{p_L} & G_{p_L} & B_{p_L} & 1 \end{pmatrix} \quad (2)$$

$N$ 個の反射物体に対する反射率行列を、 $12 \times N$  ( $j = 1 \sim N$ ) の行列として以下の式(3)に示す  $V$  と定義する。

$$V = \begin{pmatrix} V_{RR1} & V_{RR2} & \dots & V_{RRN} \\ V_{RG1} & V_{RG2} & \dots & V_{RGN} \\ V_{RB1} & V_{RB2} & \dots & V_{RBN} \\ V_{R01} & V_{R02} & \dots & V_{R0N} \\ V_{GR1} & V_{GR2} & \dots & V_{GRN} \\ V_{GG1} & V_{GG2} & \dots & V_{GGN} \\ V_{GB1} & V_{GB2} & \dots & V_{GBN} \\ V_{G01} & V_{G02} & \dots & V_{G0N} \\ V_{BR1} & V_{BR2} & \dots & V_{BRN} \\ V_{BG1} & V_{BG2} & \dots & V_{BGN} \\ V_{BB1} & V_{BB2} & \dots & V_{BBN} \\ V_{B01} & V_{B02} & \dots & V_{B0N} \end{pmatrix} \quad (3)$$

反射率行列  $V$  の  $V_{RR}, V_{RG}, V_{RB}$  はプロジェクタの

RGB 成分がそれぞれカメラ撮影画像の R 成分にどのような影響を及ぼしているかを示す。  $V_{GR}, V_{GG}, V_{GB}$  や  $V_{BR}, V_{BG}, V_{BB}$  も同様に、プロジェクタ入力値がカメラ撮影画像の G 成分や B 成分への影響をそれぞれ表している。プロジェクタは入力値を  $(0, 0, 0)$  としても、微弱な光を照射している状態になる。これが反射率行列の定数項  $V_{R0}, V_{G0}, V_{B0}$  で考慮されている。

以下の式(4)に示す  $L$ 種類 の照明下で撮影された  $N$ 個の反射物体のカメラ画像 RGB 値  $(R_{c_i}, G_{c_i}, B_{c_i})$  からなる  $3L \times N$  の行列 ( $i = 1 \sim L, j = 1 \sim N$ ) を  $C$  と定義する。

$$C = \begin{pmatrix} R_{c_{11}} & R_{c_{12}} & \dots & R_{c_{1N}} \\ G_{c_{11}} & G_{c_{12}} & \dots & G_{c_{1N}} \\ B_{c_{11}} & B_{c_{12}} & \dots & B_{c_{1N}} \\ R_{c_{21}} & R_{c_{22}} & \dots & R_{c_{2N}} \\ G_{c_{21}} & G_{c_{22}} & \dots & G_{c_{2N}} \\ B_{c_{21}} & B_{c_{22}} & \dots & B_{c_{2N}} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ R_{c_{L1}} & R_{c_{L2}} & \dots & R_{c_{LN}} \\ G_{c_{L1}} & G_{c_{L2}} & \dots & G_{c_{LN}} \\ B_{c_{L1}} & B_{c_{L2}} & \dots & B_{c_{LN}} \end{pmatrix} \quad (4)$$

式(2)~(4)より、 $N$ 個の反射物体に対して  $L$ 種類 の照明光を照射し、その反射光をカメラで撮影して反射率行列を推定する状況を表現することができ、これを以下の式(5)で表す。

$$C = PV \quad (5)$$

$P$  はプロジェクタで照射をする段階で指定し、 $C$  は撮影により与えられるので、以下の式(6)により  $V$  を得る。

$$V = P \setminus C \quad (6)$$

3. 実験

(1) グレイコード投影法によるプロジェクタカメラ対応点の導出

撮影を行うプロジェクタは EPSON EB-W420, 撮影用カメラは産業用カメラ The Imaging Source DFK41AU02 を用いた。プロジェクタとカメラは三脚の上に固定し、実験中にプロジェクタ、カメラ、投影面の位置関係が変わらないようにした。投影面は平面で、光沢の少ない白色の模造紙を張り付けた。縞パターンは、ポジネガパターンを合わせて 32 枚投影した。投影の際の制御はノート PC 上で MATLAB 2019a, Image Acquisition Toolbox, Psychtoolbox3 [3] [4] [5] により行った。撮影時のカメラ露光時間は 0.01 秒、カメラゲイン値は 450 とした。また、画像フォーマットは Y800, カラー空間は grayscale を選択した。本実験によりブ

プロジェクト投影画像とカメラ撮影画像のうち、プロジェクト照明が写りこんでいる部分のピクセル対応がとれる。以降これをプロカム対応部分と呼ぶ。

## (2) ピクセルごとの反射率行列推定

実験は暗室で行われた。プロジェクト、カメラ、投影面の位置関係はグレイコード実験と同様であった。本実験では、グレイコード投影実験で得られたプロカム対応部分のすべてのピクセルにおける反射率行列を推定した。照射するプロジェクト RGB 入力値は(160, 96, 96), (96, 160, 96), (96, 96, 160), (96, 160, 160), (160, 96, 160), (160, 160, 96), (128, 128, 128)の7種類とした。撮影時のカメラ露光時間は0.03秒、カメラゲイン値は450とした。また、画像フォーマットはBY8、カラースペースはrgbを選択した。グレイコード投影実験と同様に平面上に光沢の少ない白色の模造紙を張り付けた。本手法の有効性を検証するために、プロカム対応部分の中央にX-rite社のColor Checker (図2)を配置して実験を行った。



図2. Color Checker

## 4. 結果と考察

以下に、本手法によって推定された反射率行列の例を挙げる。 $V_{blue}$ はColor Checkerの三行一列目の青色の色票上のピクセルの反射率行列である。

$$V_{blue} = \begin{pmatrix} 0.0625 & 0.0156 & 0.0312 & -0.0224 \\ 0.0156 & 0.0781 & 0.0469 & -0.0359 \\ 0.0156 & 0.0469 & 0.2187 & -0.0762 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

カメラのR値に最も影響を与えるのはプロジェクトの値のはずであり、カメラのB値、G値に対してはそれぞれプロジェクトのB値、G値が最も影響を与える。カメラのR値に対してプロジェクトのG値やB値も少なからず影響する。よって、反射率行列の対角成分の値が比較的大きくなるはずである。

$V_{blue}$ の対角成分に注目すると、その他の成分よりも大きくなっていることがわかる。また、 $V_{BB}$ が最も大きいことから、B成分を大きく反射していることがわかる。

本手法により求めた反射率行列を用いて、プロカム対応部分のすべてのピクセルのRGB値が(32, 32, 32)の無彩色となるようなプロジェクトRGB入力値を求めた。さらに、求めたRGBから投影像を生成し、実際に投影と撮影を行った(図3)。撮影時のカメラ露光時間、カメラゲイン値、画像フォーマット、カラースペースはすべて反射率行列推定実験と同様であった。投影像に注目すると、Color Checkerの24色の色票部分に、元の色票の色と混色すると互いに打ち消しあい無彩色となる補色の照明が設定されていることが確認できる。投影結果では、色票と背景の模造紙が一様に無彩色となっている様子が見て取れる。

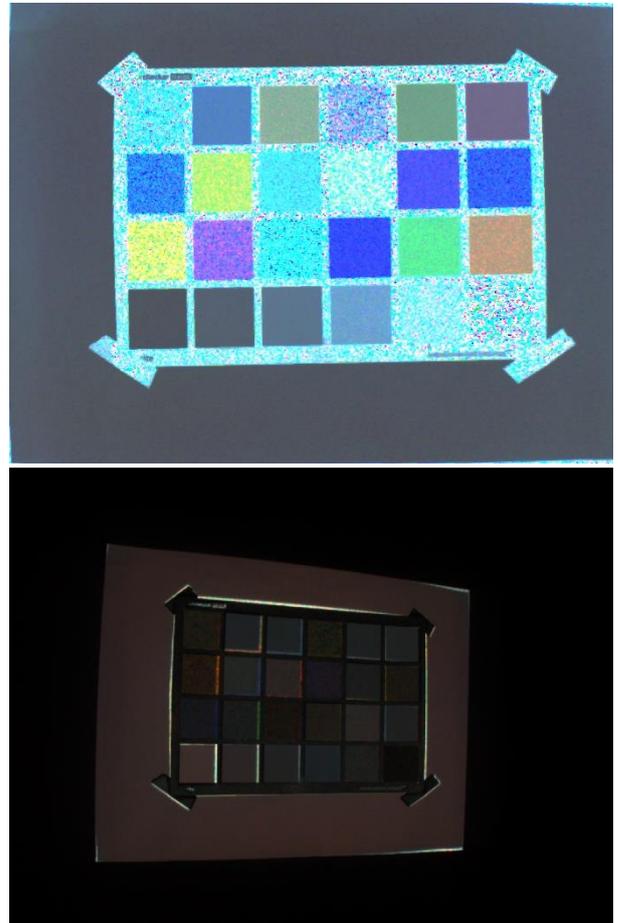


図3. 生成された投影像と投影結果の撮影画像

以上より、グレイコード投影法によりプロジェクト投影像とカメラ撮影画像内のプロジェクト投影範囲内のピクセル対応がとれており、対応の取れたすべてのピクセルにおける反射率行列の推定が正しく行われているといえる。

しかし、生成された投影像に注目すると、赤色の

色票上には無彩色となるよう補色の緑色の照明が設定されているはずが、白色の画像が設定されていることがわかる。これより、本手法では物体表面の色によっては適切に反射率を推定することができないことが考えられる。

## 5. おわりに

本研究では、グレイコード投影法を用いてプロジェクタとカメラのピクセル対応を取得し、対応の取れたすべてのピクセルにおける反射率の推定を行った。実験結果から、表面の反射率を推定し所望の色の見えを実現するシステムを実装できたといえる。しかし、特定の色票では反射率推定の精度が悪かった。色覚シミュレーションツールを実際に使用する場合、環境光がある状態が想定される。しかし、本実験は暗室内で行われたため、環境光がある状態でも正しく物体表面の反射率を推定するよう改良が必要である。今後は以上の問題を解決し、より実用的なシステムの開発を目指す。

## 参考文献

- [1] 孫斯奇, 篠田博之: プロジェクタカメラシステムによる未知反射率表面上の2色覚シミュレーション, 第19回, 日本感性工学会大会, 2017
- [2] Zhang, Z: A Flexible New Technique for Camera Calibration, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.22, No.11, 2000
- [3] Brainard, D.H.: The Psychophysics Toolbox, Spatial Vision 10, 1997, pp443-446
- [4] Pelli, D.G.: The VideoToolbox software for visual psychophysics: Transforming numbers into movies, Spatial Vision 10, 1997, pp437-442
- [5] Kleiner M, Brainard D, Pelli D, What's new in Psychtoolbox-3?, Perception36 ECVF Abstract Supplement, 2007

# 異なる色域における一貫した色再現のための評価法の検討

## Examination of evaluation method for consistent color reproduction in different color gamuts

寺嶋 優太 Yuta Terashima 山形大学大学院  
理工学研究科  
山田 祥理 Shori Yamada 山形大学工学部  
田代 知範 Tomonori Tashiro 山形大学大学院  
理工学研究科  
山内 泰樹 Yasuki Yamauchi 山形大学大学院  
理工学研究科

Graduate School of Science and Engineering,  
Yamagata University  
Faculty of Engineering, Yamagata University  
Graduate School of Science and Engineering,  
Yamagata University  
Graduate School of Science and Engineering,  
Yamagata University

**Keywords:** 色差, 色の見え, 一貫した色再現,  
トレンドライン.

### 1. はじめに

現在, ディスプレイやカラープリンタ, スキャナなど様々な入出力機器が普及しているが, 各機器によって色の生成方法や再現できる色の領域(色域)が異なっていることは一般に知られている. このように各機器で色域が異なるため, ある機器で表示された色を他の機器で再現する際, 完全に同じ色で再現することができない場合がある. このような色域外の色は「色域マッピング」により, 各機器の色域内で元の色と似た色を割り当て再現する. 色域が異なっても同じ印象を与える色再現は「一貫した色再現」と呼ばれ, 現在評価法に関する国際標準化活動が進められている.

色域マッピングの精度は基準となる色と再現色との均等色空間上での距離, すなわち色差によって測定的に評価されているものが多い. しかし, 色差が大きい場合は色差式での評価が難しく新たな指標が必要となる. さらに, マッピングされた複数の色の印象や一貫した色再現を定量的に評価する指標は確立していない.

そこで, 一貫した色再現評価法の開発に向け, 先行研究では複数の異なる色域で近い印象を持つ色の傾向を心理物理学実験により調査した[1-5]. 任意の基準となる6色の参照色(赤, 黄, 緑, シアン, 青, マゼンタ)からそれぞれ一貫して近い印象を示す色を様々な色域で調査し, さらに, それらを線形的に結び, 得られた実線をトレンドラインと定義した(図1).

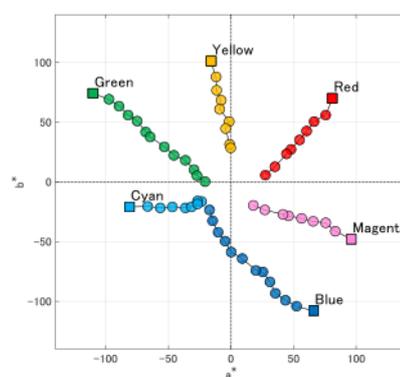


図1: トレンドライン

このように, トレンドラインは一貫した色の印象を持つことから, 色再現がトレンドライン上に従えばその色再現は一貫性があるということが考えられる. つまり, 色変換前の色がトレンドライン上に存在していれば, 色変換後の色がトレンドライン上に整列するか否か, または, その近傍に位置するか否かの評価により, その色再現の一貫性の成立度合いの評価が可能になるということである. しかしながら, 色再現の一貫性評価を行う際に, 評価対象の元の色が必ずしもトレンドラインに含まれるとは限らない. また, 現在のトレンドラインではトレンドライン上に存在しない色に対して, どの程度一貫性が成立しているのかを評価することはできない.

本研究ではトレンドラインから外れた色を含む色群に対して, 一貫性の評価実験を行い, トレンドラインからの乖離が一貫性評価にどのような影響を与えるのかを検討した.

## 2. 実験手法

### (1) 実験環境

本実験は遮光されたブース内で D50 の照明を点灯して行った。ブース内には刺激呈示用の 4K ディスプレイと応答のテンキー、マウスが設置されており、被験者はディスプレイの正面に座りディスプレイとの間隔は約 80cm であった。実験前に練習を行い、1 分間の暗順応を行った上で実験を行った。

### (2) 実験刺激

本実験では、図 2 のようにトレンドライン上の色票からなる色群（参照刺激）とそれらとは異なる色票からなる色群（比較刺激）を N5 相当の背景画面上に呈示した。

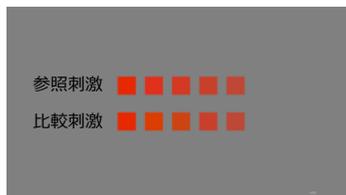


図 2: 呈示刺激例

参照刺激は図 3 のようにトレンドラインを形成する 5 つの色票（参照、A3、B3、C、D）からなる。一方、比較刺激は高彩度側の 2 つの色票（A3、B3）を、それらと  $L^*a^*b^*$  色空間の原点  $O$  を結ぶ直線（ $OA_3$ 、 $OB_3$ ）に対して色相角が減少／増加の垂直方向に色差  $\Delta E^*_{ab} = 3$  離れた色票（A2、A4、B2、B4）または  $\Delta E^*_{ab} = 8$  離れた色票（A1、A5、B1、B5）に置換することによって作成した。例として、エラー! 参照元が見つかりません。中に赤線で示した比較刺激は、参照色 R、及び A5（トレンドライン上の色票 A3 から直線  $OA_3$  に対し色相角が減少となる垂直方向に色差  $\Delta E^*_{ab} = 8$  離れた色票）、B2（トレンドライン上の色票 B3 から直線  $OB_3$  に対し色相角が増加となる方向に色差  $\Delta E^*_{ab} = 3$  離れた色票）、トレンドライン上の色票 C、D の 5 色の組み合わせ（R-A-B2-C-D）からなる。このように、トレンドラインを形成する色票の組み合わせ（R-A3-B3-C-D）を除く 24 種類の比較刺激を参照色 6 色相分作成した。

本実験では、トレンドラインからの乖離度合が色群の一貫性評価にどのような影響を与えるのかを検討するために、比較刺激のトレンドラインとの乖離度及び位置関係に着目した。乖離度については参照色 R から色票 C までの  $L^*a^*b^*$  色空間

上での道のり（各色票間の色差の和）として選択率との検討を行った。例えば、図 3 中の赤線で示される比較刺激の乖離度（道のり R-A5-B2-C）は R-A5 間、A5-B2 間、B1-C 間の距離（色差）の和となる。位置関係については全ての刺激色群を 2 つのカテゴリに分類して選択率との検討を行った。図 4 のように、各カテゴリはカテゴリ 1: 刺激色群の 2 つの色票 A、B を結ぶ直線がトレンドラインに交わらない位置関係、カテゴリ 2: 2 つの色票 A、B を結ぶ直線がトレンドラインに交わる位置関係、である。

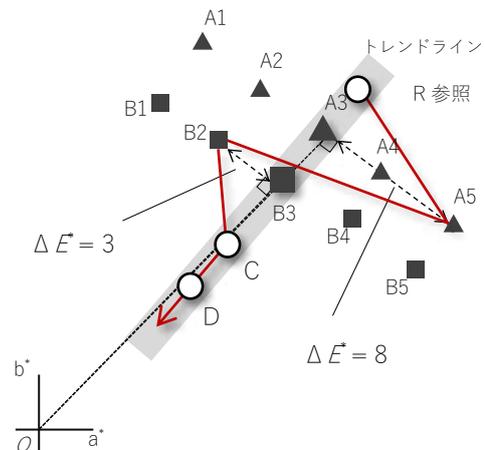


図 3: 刺激色群に含まれる色票の組み合わせ概略図

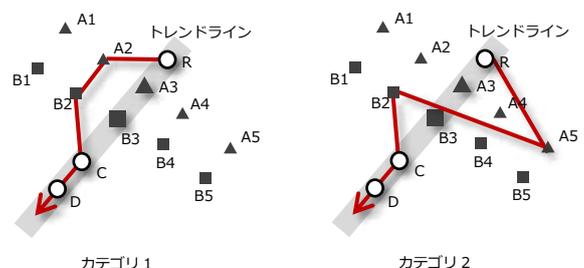


図 4: カテゴリに属する比較刺激の例

### (3) 測定手法

被験者の暗順応を待った上で実験を開始した。実験では、参照刺激とランダムに選出された刺激色群を被験者に呈示した。被験者は各色群の色の印象において、一貫性が高いと感じた色群を選択して応答を行った。この際、直前に呈示した刺激による残像や判断への影響を避けるために、刺激の呈示後に背景画面のマスクを呈示して次の応答に移った。

6 色相 24 種類のペアに対する試行 (144 回) を

1セッションとして、各被験者は全4セッション、合計で576回の試行を行った。1セッションの所要時間は約10分であった。被験者は正常視力、または矯正視力正常の4名であった。

### 3. 実験結果と考察

図5に各比較刺激の選択率とトレンドラインからの乖離度との関係を示す。縦軸は一対比較において比較刺激が選択された割合を、横軸は比較刺激のトレンドラインからの乖離度をそれぞれ示す。今回はすべての色相の結果をまとめて表記している。両者の関係をピアソンの相関係数より検討した結果、高い負の相関( $r = -0.848$ )が認められ、色別の結果をみても、両者には高い負の相関(赤： $r = -0.786$ ，黄： $r = -0.685$ ，シアン： $r = -0.728$ ，マゼンタ： $r = -0.720$ )または中程度の負の相関(緑： $r = -0.531$ ，青： $r = -0.581$ )が認められた。これは、トレンドラインからの乖離度が増加すると、一貫性の度合いが低下することを意味しており、トレンドラインとの乖離度によって一貫性評価の度合いを定量化できる可能性を示唆している。

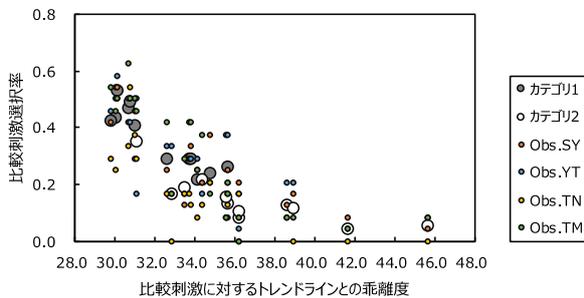


図5: 各比較刺激の選択率と乖離度(全色相)

図6にカテゴリ別の比較刺激の選択率を示す。各刺激の全ての組み合わせにおいて、カテゴリ1に属する刺激色群が高い選択率を示し、カテゴリ間の比較において、選択率に有意差が見られた( $p < 0.05$ )。また、色別の結果も同様の傾向を示し、全6色相において、カテゴリ間の選択率に有意差が見られた( $p < 0.05$ )。以上より、カテゴリ1に属する刺激色群が高い選択率を示したことから、 $L^*a^*b^*$ 色空間上においてトレンドラインとの近傍に位置する色群やトレンドラインに沿うような色群ほど、一貫性が高くなることが考えられる。

さらに、乖離度と位置関係(カテゴリ)についての関係についても調査した。図5のシンボル

(○, ●)はそれぞれカテゴリ1,2の比較刺激を示したものである。トレンドラインとの乖離度および位置関係(カテゴリ)の両者を比較すると、カテゴリ1のような色群は乖離度が小さく、カテゴリ2のような色群は乖離度が大きいことがわかる。

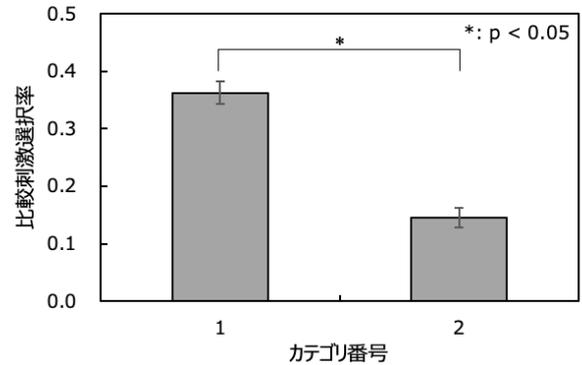


図6: 各カテゴリの比較刺激選択率(全色相)

以上から、まとめると、今回の実験結果では、トレンドラインとの乖離度の小さい色群やカテゴリ1に属する色群が特に高い選択率となったことから、選択率が高い色群(小さい乖離度やカテゴリ1に属する刺激色群)と選択率が低い色群(大きい乖離度やカテゴリ2に属する刺激色群)との相違点は色群に含まれる色票の位置関係及び乖離が寄与すると考えられ、トレンドライン近傍に位置する色群は一貫性が高くなる傾向がある。したがって、色群の一貫性の評価は均等色空間上でのトレンドラインとの位置関係や乖離度に依存することが示唆された。

### 4. まとめ

一貫性の高いと評価された色群は、トレンドラインとの乖離度や位置関係に依存することが明らかになった。また、トレンドラインを用いて色一貫性評価を行うという、アプローチによって一貫性の程度を定量的に評価できる可能性が示唆された。

しかしながら、一般的に画像が単色のみで構成されることはない。異なる色域に色再現された画像の一貫性評価をする際は、画像に含まれるどの色に対してトレンドラインを用いるのか、ということが問題となる。また、どれくらいの色数について行えば十分なのか、ということもわかっていない。つまり、現在のトレンドラインでは単色の

色票のみの一貫性評価しかできず、一般的な画像のように様々な色が含まれる場合には、色再現の一貫性を評価できない。このような画像の色再現に関する一貫性評価にあたっては、任意の色に関するトレンドラインが、数色から十数色のトレンドラインから補間処理により内挿/外挿等により求めることができるのか、または、新たな指標が必要になるのかといった検討が必要であると考えられる。また、この検討事項を踏まえ、多色色票から形成される色群の一貫性評価も必要であると考えられる。

#### 参考文献

- [1] Y. Yamauchi, Y. Iida, Y. Kawashima, T. Nagai: A New Metric for Evaluating the Closeness of Two Colors, AIC 2015 Tokyo-color and image Proceedings: Midterm Meeting of the International Colour Association (AIC), May 19-22 (2015) 680-684.
- [2] Y. Iida, Y. Kawashima, T. Nagai, Y. Yamauchi: A novel metric to evaluate the closeness of the two colors, Proceedings of the 28th Session of the CIE, June 28 – July 4 (2015) 1086-1092.
- [3] 飯田 祐介, 川島 祐貴, 永井 岳大, 山内 泰樹: 異なる色域間での一貫した色再現のための近さ評価法の検討, *Vision* 28(1) (2016) 53.
- [4] 浅間 崇晃, 川島 祐貴, 永井 岳大, 山内 泰樹: 異なる色域を考慮した色再現における色の近さ評価法の検討, *Vision* 29(1) (2017) 50.
- [5] 寺嶋 優太, 山田 祥理, 田代 知範, 山内 泰樹: 色域に依存しない一貫した色再現に向けた対応色の検討, *Vision* 32(1) (2020) 33.

# 緑視率調査のための Mask R-CNN を用いた草木領域抽出の検討

## Detection of greenery area by using Mask R-CNN for measurement of green visibility ratio

土居元紀	Motonori Doi	大阪電気通信大学	Osaka Electro-communication University
太田 諄	Jun Ota	大阪電気通信大学	Osaka Electro-communication University
西 省吾	Shogo Nishi	大阪電気通信大学	Osaka Electro-communication University
来海 暁	Akira Kimachi	大阪電気通信大学	Osaka Electro-communication University

**Keywords:** 緑視率, Mask R-CNN, 草木抽出.

### 1. はじめに

緑視率[1]とは人の視野に占める樹木などの緑の面積の比率であり、自治体などにより行われている[2]。その調査はこれまでは、主に手動で画像中の緑領域の抽出が行われてきた。これまで、緑視率を調査するシステムは瀧澤らによる緑色領域を抽出するもの[3]や、筆者らによる緑色かつ草木の特徴である濃淡の細かな変化(エッジ)を有する部分を抽出するもの[4]がある。しかし、あくまで色を主体として検出しているため、幹などの部分や暗い部分の抽出が困難だった。

本研究では、ディープラーニングに基づく物体領域抽出手法である Mask R-CNN[5]を用いて、風景画像から草や木を識別してその領域を抽出し、緑視率を求める方法について検討する。

### 2. Mask R-CNN

Mask R-CNN は畳み込みニューラルネットワーク(CNN)を用いて、物体ごとの領域抽出(インスタンス・セグメンテーション)を行う手法である。入力画像から CNN を用いて特徴を抽出し、物体の判別および領域候補抽出を行う。他の手法では検出した領域として Bounding Box (外接長方形)を出力することが一般的だが、Mask R-CNN ではピクセルごとの判定を行って物体形状を表す Mask を出力することができる。

Mask R-CNN は、標準的なデータセットである COCO データセット[6]を用いた学習結果で優れた判別および領域抽出が行えることが知られている。COCO データセットは 80 の物体カテゴリを持ち、植物に関しては鉢植え(potted plant)のカテゴリがある。しかし、我々の基礎的な実験においては風景中の木などを検出するには不十分だった。

### 3. 緑視率検出処理

本研究では、あらかじめ手動で草木領域を抽出したデータを用意し、一般的なデータで学習した Mask R-CNN に対し、転移学習を行う。転移学習は学習済みモデルを利用して、目的の学習を少ないデータで行う方法である。

緑視率検出時には、学習した Mask R-CNN に緑視率を調べたい画像を入力し、草木領域の検出を行う。この際、草木の領域の範囲を示す Mask を出力する。複数の領域が検出された場合は Mask 領域の論理和をとり、草木領域とする。画像全体の画素数に対する、Mask 領域の画素数を調べ、緑視率とする。

### 4. 実験

#### 4. 1 学習

画像サイト Flickr[7]より利用可能な草木の画像を 94 枚取得した。これらの画像を学習用 80 枚、学習時の評価用 14 枚と分割した。取得した画像に対し注釈を付与するソフトウェア VIA[8]を利用して草木の領域を指定した。この際、tree と grass のクラスを作成した。図 1 に領域指定画面の例を示す。

次に Matterport 社が公開している Mask R-CNN のプログラム[9]を基にプログラムを作成し、あらかじめ標準的なデータセットである COCO データセットで学習したモデルに対し、tree のクラスと grass のクラスを加えて転移学習を行った。

#### 4. 2 評価

大阪府緑視率ガイドラインを参考に実際に街中で撮影した画像に対し、緑視率検出処理を行った。図 2 に入力画像の例を示し、図 3 にそれらの画像から草木領域を抽出した結果を示す。

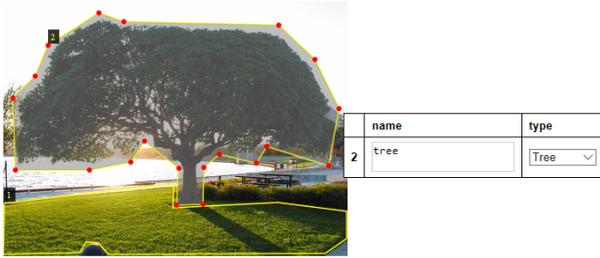


図1 tree の領域指定画面例



(a)街路樹画像

(b)植え込み画像

図2 入力画像例



(a)街路樹画像



(b)植え込み画像

図3 草木領域抽出結果例

緑視率は図3(a)で28.3%, (b)で14.1%となった。図3(a)では街路樹について幹の部分も抽出できていることがわかる。また、従来の色のみに基づく検出では誤検出しやすかった緑色の看板は検出領域に含まれなかった。ただし、建物の外壁のわずかな一部を誤検出している。また、画面左にわずかに見える道路反対側の樹木が検出できなかつた。

一方、図3(b)では一部の樹木領域しか検出できていない。これは学習に用いた画像の多くが主に図1に示したような独立した樹木の画像であるため、樹木の重複に対応していないものと思われる。また、画像の端で一部しか写っていない樹木の検出は困難だった。

## 5. まとめ

緑視率調査の自動化のため、Mask R-CNNを用いて風景画像から草木領域を抽出し、緑視率を求める方法について検討した。従来の方法では幹の部分の検出が困難だったが、提案手法では幹の部分も抽出できた。また、緑の看板の誤検出などはなかった。しかし、植え込みなどの樹木の重なりが多い場合は一部の樹木しか検出できていないことがわかった。今後学習データの見直しなどを行い、より正確な検出を目指す予定である。

## 参考文献

- 1) 石黒 哲郎, 小坂 宏: 住宅地の緑化計画に関する基礎的研究 その1 計画指標としての〔緑視率〕について, 日本建築学会大会学術講演梗概集 計画系 53 (1978) 1587-1588
- 2) 大阪府: 緑視率調査ガイドライン, <http://www.pref.osaka.lg.jp/attach/17426/00000000/guideline.pdf>
- 3) 瀧澤 惣一, 森 隆智, 佐川 賢: 緑視率計測装置の開発, 日本色彩学会第44回全国大会発表論文集 (2013) 314-315
- 4) 土居 元紀, 細見 勇太: リアルタイム緑視率調査システム, 日本色彩学会第47回全国大会発表論文集 (2016) 177-178
- 5) K. He, et al.: Mask r-cnn, Proc. of ICCV2017 (2017) 2961-2969
- 6) T.Y Lin, et al.: Microsoft COCO: Common Objects in Context. Lecture Notes in Computer Science (2014) 740-755
- 7) Flickr, <https://www.flickr.com/>
- 8) A. Dutta and A. Zisserman: The VIA Annotation Software for Images, Audio and Video, Proc of the 27th ACM MM '19 (2019) 21-25
- 9) W. Abdulla: Mask R-CNN for object detection and instance segmentation on Keras and TensorFlow, GitHub repository (2017)

# ハイパースペクトルと HE 標本を用いた K-RAS 遺伝子の陽性・陰性の識別

## Using hyperspectral and HE samples K-RAS gene positive / negative discrimination

吉谷 文孝	Fumitaka Yoshigai	一般財団法人 未来科 学研究所	Future Science Institute
伊藤 隆晃	Takaaki Ito	一般財団法人 未来科 学研究所	Future Science Institute
中矢 大輝	Daiki Nakaya	一般財団法人 未来科 学研究所	Future Science Institute
佐鳥 新	Shin Satori	一般財団法人 未来科 学研究所	Future Science Institute
大池 信之	Nobuyuki Ooike	昭和大学藤が丘病院 認証病理診断科	Showa University Fujigaoka Hospital Diagnostic Pathology
野呂瀬 朋 子	Tomoko Norose	昭和大学藤が丘病院 認証病理診断科	Showa University Fujigaoka Hospital Diagnostic Pathology

**Keywords:** ハイパースペクトル、大腸癌、ランダムフォレスト、k 近傍法、サポートベクターマシン

### 1. はじめに

ハイパースペクトルカメラ (HSC) は、物質の色合い (スペクトル) 情報と空間情報を同時に取得できる宇宙産業由来のセンサーである。近年医療分野での応用が期待されており人の目では識別することのできない物質の特定や分類に適している。

本研究では大腸癌の病理標本を HSC で撮影し遺伝子検査を実施することなく、KRAS 遺伝子の陽性、陰性の識別を実施する。

なお、KRAS 遺伝子とは細胞増殖を促進するシグナルを細胞内で伝達するという役割を持つ遺伝子であり、KRAS 遺伝子の陽性・陰性は最適な化学療法を選択する際に重要な情報である。

### 2. 解析対象

解析には、S 病院の大腸癌症例 (陽性: 5 例, 158 細胞 陰性: 5 例, 147 細胞) のヘマトキシリン・エオジン染色 (HE 染色) を行った病理組

織標本を、光学顕微鏡に取り付けられた HSC を使用して撮影したハイパースペクトルデータを使用する。また、癌細胞は、腫大した細胞核により細胞質の観察が困難なため、解析には、細胞核の平均スペクトルを使用する。なお、ハイパースペクトルデータは 350nm から 1050nm の反射強度を 5nm ごとに 141 バンド使用している。

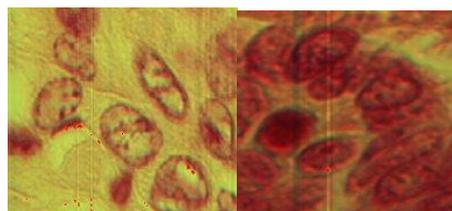


Fig.1 大腸癌標本の RGB 画像\*400 (左:陽性、右:陰性)

### 3. 解析方法

3.1 3つの手法を用いた KRAS 遺伝子の陽性、陰性の識別

HSC で撮影された大腸癌の細胞核の平均スペクトルデータを取得し KRAS 遺伝子の陽性、陰性のデータをトレーニングデータとテストデータ (7:3) に分割した。その後、代表的な機械学習手法であるランダムフォレスト、サポートベクターマシン

(SVM)、K近傍法 (KNN) の3つを使用し KRAS 遺伝子の陽性、陰性の識別を実施した。

ランダムフォレストは、アンサンブル学習の一種であり、複数の決定木学習の予測値を使用し、多数決を行うことで最終的な目的変数を予測する。

K近傍法は、あるサンプルが与えられたとき、そのサンプルの近傍に存在するK個の他のサンプルの目的変数から、そのサンプルの目的変数を決定するアルゴリズムである。性質上、離散的な値をとるデータの分類には適していないが、集合的なデータの識別では、識別境界線が非線形であっても分類できる。

サポートベクターマシンは、サポートベクトルと呼ばれる境界線から最も近いトレーニングサンプルを用いてマージンを最大化することにより決定境界を求める手法である。

### 3.2 識別精度向上に向けたバンド選択

ランダムフォレストでは、決定木を作成するときの分岐による情報利得に基づいて、不純度の平均的な減少量として特徴量の重要度が評価できる。ランダムフォレストで得られた特徴量重要度の高い波長帯を上位から5個、10個、15個というように5個ずつ追加しながら選択し、ランダムフォレストにかけることにより、バンド選択 (ノイズとなりうる余分な波長帯の除去) が、識別精度の向上につながるか検証する。

## 4. 解析結果

### 4.1 3つの手法を用いた KRAS 遺伝子の陽性、陰性の識別

ランダムフォレストの解析の結果、トレーニングデータの正解率は100%、テストデータに対する正解率は71%であり、混合行列は Fig.2 のようになった、

		予測結果	
		陽性	陰性
正解	陽性	32	11
	陰性	16	33

Fig.2 混合行列 (セル内は細胞数)

サポートベクターマシンではガウスカネル (RBFカーネル) を用いて非線形の識

別を行った。正則化パラメータCは1.0と $\gamma$ パラメータは0.007を使用した。結果はトレーニングデータが80%、テストデータは75%、であり混合行列は Fig.3 のようになった。

		予測結果	
		陽性	陰性
正解	陽性	38	12
	陰性	15	27

Fig.3 混合行列 (セル内は細胞数)

K近傍法では、グリッドサーチを行い最も精度の高いハイパーパラメーターを使用する、結果はトレーニングデータの正解率は74%、テストデータに対する正解率は65%、であり、混合行列は Fig.4 のようになった。

		予測結果	
		陽性	陰性
正解	陽性	39	11
	陰性	21	21

Fig.4 混合行列 (セル内は細胞数)

3つの機械学習手法の中では、サポートベクターマシンを使用することが最も正解率が高いという結果が得られた。

### 4.2 識別精度向上に向けたバンド選択

4.1のランダムフォレスト解析により、特徴量重量度が得られた。特徴量重量度の大きい順の波長帯を Fig.5 に示す。

順位	波長帯	特徴度重要度
1	540nm	0.0206
2	510nm	0.0180
3	555nm	0.0164
4	400nm	0.0157
...	...	...
...	...	...
140	840	0.00214
141	950	0.00194

Fig.5 特徴量重量度の大きい順の波長帯

特徴量重要度上位の波長帯を5個、10個、15個というように5個ずつ追加しランダムフォレストにかけた結果、正解率はバンド数35個以上を使用した場合安定して70%以上の正解率を維持していることが確認できる結果となった。結果を Fig.6 に示す。

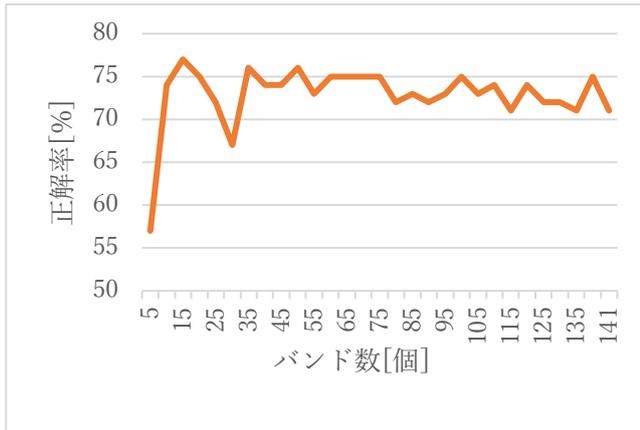


Fig. 6 バンド選択数と正解率  
また、上位1位から35位の波長帯を使用しランダムフォレスト、サポートベクターマシン、K近傍法を行った。

ランダムフォレストのトレーニングデータの正解率は100%、テストデータに対する正解率は76%、であり、混合行列はFig.7のようになった

		予測結果	
		陽性	陰性
正解	陽性	36	11
	陰性	11	34

Fig. 7 混合行列 (セル内は細胞数)

サポートベクターマシンではガウスクERNEL (RBF KERNEL) を用いて非線形の識別を行った。正則化パラメータCは1.0とγパラメータは0.007を使用した。結果はトレーニングデータの正解率は74%、テストデータに対する正解率は71%、であり、混合行列はFig.8のようになった。

		予測結果	
		陽性	陰性
正解	陽性	38	12
	陰性	15	27

Fig. 8 混合行列 (セル内は細胞数)

K近傍法の結果はトレーニングデータの正解率は74%、テストデータに対する正解率は77%であり、混合行列はFig.9のようになった。

		予測結果	
		陽性	陰性
正解	陽性	42	9
	陰性	12	29

Fig. 9 混合行列 (セル内は細胞数)

Fig.10に解析手法ごとの結果のまとめの表を示す。

	正解率 (%)	
	波長削減前	波長削減後
ランダムフォレスト	71%	76%
SVM	75%	71%
KNN	65%	77%

Fig. 10 解析手法ごとの識別結果

解析の高速化と識別精度の向上を目的とした次元削減に関する検討を行い、特徴量の重要度の上位35位の波長帯を選択し、次元数削減を行うことによりランダムフォレストは正解率が76%、K近傍法は77%と正解率が向上しており、サポートベクターマシンにおいても一定の識別精度が保てることが分かった。

### 5. まとめ

本研究では、ハイパースペクトルカメラを用いて計測したハイパースペクトルデータをもとに、機械学習を行うことにより、大腸癌のKRAS遺伝子の陽性、陰性の識別を行った。

RF、SVM、KNNの3種類の機械学習を行った結果、最も正解率がよかったサポートベクターマシンを用いると正解率が75%という結果が得られた。

またRFの特徴量重要度によるバンド選択を行ったところ波長帯を上位1位から35位までの波長帯に限定し、3種類の機械学習にかけることにより全波長帯を使用した機械学習と同じかそれ以上の正解率の結果を得ることができた。

特に35バンドを用いたランダムフォレスト解析においては正解率76%、K近傍法においては77%と次元削減前よりも高い正解率が得られた。

このことはバンド選択を用いた次元削減により識別精度向上させることが可能であることを示している。今後、識別に重要な因子の特定を進め、さらなる識別精度向上を図っていきたいと考えている。

以上

### 参考文献

- 1) 山口雅弘: “マルチスペクトル病理画像解析技術“, 映像情報メディア学会誌, Vol. 69, No. 5 (2015)
- 2) 栗田 多喜夫: サポートベクターマシン入門, <https://home.hiroshima-u.ac.jp/tkurita/lecture/svm.pdf>

# ハイパースペクトルによる HE 標本の免疫染色マーカーの予測可能性とその因子の特定

## Predictability of immunostaining markers in HE specimens using hyperspectral imaging and identification of their factors

神谷健太郎	Kentaro Kamiya	一般財団法人 未来科学研究所	Future Science Institute
伊藤隆晃	Takaaki Ito,	一般財団法人 未来科学研究所	Future Science Institute
中矢大輝	Daiki Nakaya	一般財団法人 未来科学研究所	Future Science Institute
佐鳥新	Shin Satori	一般財団法人 未来科学研究所	Future Science Institute
尾崎 大介	Daisuke Ozaki	千葉労災病院 病理診断科	Chiba Rosai Hospital Diagnostic Pathology
米盛 葉子	Yoko Yonemori	千葉労災病院 病理診断科	Chiba Rosai Hospital Diagnostic Pathology

キーワード:ハイパースペクトル, 機械学習, 肺癌, 免疫染色

### 1. はじめに

ハイパースペクトルカメラ(HSC)は、対象物から入射する電磁スペクトルを高い波長分解能で検出できるVNIR(可視および近赤外)センサーである。近年医療分野での応用が期待されており人の目では識別することのできない物質の特定や分類に適している。本研究では、ハイパースペクトルカメラを生体分野に応用し、肺癌のHE染色標本をハイパースペクトルカメラで撮影し、免疫染色を行うことなく免疫染色マーカーp40, TTF-1の陽性、陰性の予測を機械学習手法で試みた。また、その際に構築したランダムフォレストの機械学習モデルで得られる特徴量重要度を用いて識別に重要な因子の特定を行った。

### 2. HE 標本を使用した免疫染色マーカーの予測精度の評価

#### (1)解析対象

千葉労災病院より提供していただいたヘマトキシリン・エオジン染色(HE染色)を行った病理組織標本を、光学顕微鏡に取り付けられたHSCを使用して撮影した。症例数は診断時にTTF-1, p40免疫染色を要した66例において、TTF-1(陽性29例,

陰性30例), p40(陽性29例, 陰性33例)である。またハイパースペクトルデータは350nmから1050nmの反射強度を5nmごとに141バンド使用している。撮影したハイパースペクトルデータの単一波長表示をFig. 1に示す。

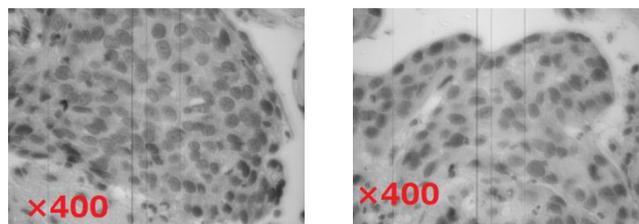


Fig1 肺癌サンプル\*400(左:TTF-1 陰性, P40 陽性 右:TTF-1 陽性, P40 陰性)

#### (2)解析方法

癌細胞は肥大した細胞核により細胞質が観察困難なため、解析には細胞核のスペクトルを使用する。細胞核ごとの免疫染色マーカーの陽性と陰性の分類にはランダムフォレスト、XGboost<sup>1)</sup>, LightGBM<sup>2)</sup>, サポートベクターマシンの4つの機械学習手法を用いた。

ランダムフォレストは複数の決定木(データの情報利得が最大となる特徴量で二分することを繰り返し、枝を広げてゆく学習)を並列に作成し、その予測値を使用したアンサンブル学習の一種である。情報利得を決定する不純度にジニ不純度を使用した。

XGboost は勾配ブースティング木 (GBDT) の一種であり近年、人気のある機械学習手法の一つである。GBDT は目的変数と予測値から計算される目的関数を改善するように、決定木を作成しモデルに追加することを繰り返す。ランダムフォレストと同様に決定木を用いるが、GBDT では決定木を直列に作成し、それまでに作成した決定木の予測値を新しい決定木の予測値を加えることによって少しずつ修正してゆく点が異なる。

LightGBM も GBDT のひとつであり、決定木の分岐をヒストグラムベースとすることによる高速化がなされている。

サポートベクターマシンはサポートベクトルと呼ばれる境界線から最も近いトレーニングサンプルを用いてマージンを最大化することにより決定境界線を求める手法である。

いずれも教師あり学習であり、ハイパースペクトルデータを 7:3 でトレーニングデータとテストデータに分け、TTF-1・P40 それぞれ陰性、陽性によってラベリングしたデータから機械学習を行い、テストデータによって免疫染色マーカーの陽性と陰性の識別精度を求めた。

### (3) 解析結果

ランダムフォレストにおいて TTF-1 ではトレーニングデータに対する正解率 99%, テストデータに対する正解率 76%であった。P40 ではトレーニングデータに対する正解率 99%, テストデータに対する正解率 80%であり、今回使用した機械学習手法の中で最も高い識別率である。混合行列を Fig. 2 に示す。

Random forest TTF-1		予測結果	
		陽性	陰性
正解	陽性	182	40
	陰性	56	118

Random Forest P40		予測結果	
		陽性	陰性
正解	陽性	142	28
	陰性	48	154

Fig2 混合行列(セル内は細胞核数)

XGboost において TTF-1 ではトレーニングデータに対する正解率 93%, テストデータに対する正解率 71%であった。P40 ではトレーニングデータに対する正解率 94%, テストデータに対する正解率 74%であった。混合行列を Fig. 3 に示す。

XGboost TTF-1		予測結果	
		陽性	陰性
正解	陽性	169	53
	陰性	62	112

XGboost P40		予測結果	
		陽性	陰性
正解	陽性	128	42
	陰性	54	148

Fig3 混合行列(セル内は細胞核数)

LightGBM において TTF-1 ではトレーニングデータに対する正解率 100%, テストデータに対する正解率 76%であった。P40 ではトレーニングデータに対する正解率 100%, テストデータに対する正解率 78%であった。トレーニングデータに対する正解率からわかるように過学習の傾向がある。混合行列を Fig. 4 に示す。

LightGBM TTF-1		予測結果	
		陽性	陰性
正解	陽性	173	49
	陰性	47	127

LightGBM P40		予測結果	
		陽性	陰性
正解	陽性	130	40
	陰性	42	160

Fig4 混合行列(セル内は細胞核数)

サポートベクターマシンにおいてTTF-1ではトレーニングデータに対する正解率 66%, テストデータに対する正解率 71%であった。P40 ではトレーニングデータに対する正解率 67%, テストデータに対する正解率 62%であった。混合行列を Fig. 5 に示す。

SVM TTF-1		予測結果	
		陽性	陰性
正解	陽性	155	67
	陰性	47	127

SVM P40		予測結果	
		陽性	陰性
正解	陽性	150	65
	陰性	78	124

Fig5 混合行列(セル内は細胞核数)

今回用いた機械学習手法の中では最も識別精度が低かったことから肺癌のハイパースペクトルデータによる免疫染色の識別においては、線形判別が難しく、線形サポートベクターマシンではなく決定木を用いた識別であるランダムフォレスト、XGboost、LightGBMの方が効果的であるといえる。今回はその中でも、ランダムフォレストの識別精度が最も高いという結果を得た。最後に一致率、感度、特異度によってそれぞれの精度をまとめた表を Table1, Table2 に示す。

Table1 TTF-1結果

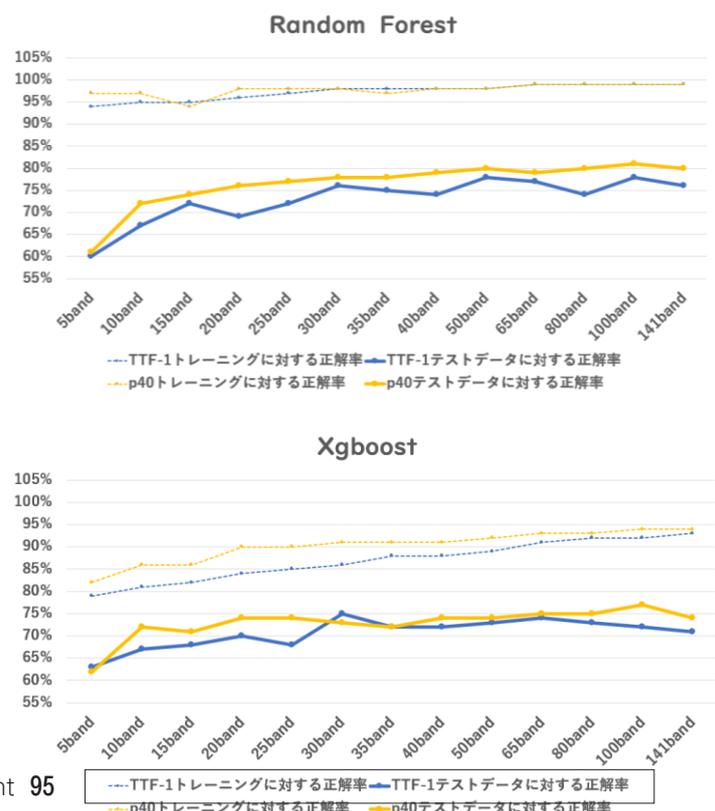
	一致率	感度	特異度
RF	76%	82%	68%
Xgboost	71%	76%	64%
LightGBM	76%	78%	73%
SVM	71%	70%	73%

Table2 p40結果

	一致率	感度	特異度
RF	80%	83%	76%
Xgboost	74%	75%	73%
LightGBM	78%	76%	79%
SVM	62%	62%	61%

### 3. 次元削減による予測精度と因子の特定

決定木を用いるランダムフォレスト、XGboost、LightGBMには決定木を作成する際に分岐による情報利得に基づいて、不純度の平均的な減少量として特徴量の重要度が評価できる。今回は最も識別精度の高かったランダムフォレストのモデルから上位のバンドのみを選択してそれぞれの機械学習手法に対して再度学習させて識別し、検証曲線を作成した結果を Fig6 に示す。



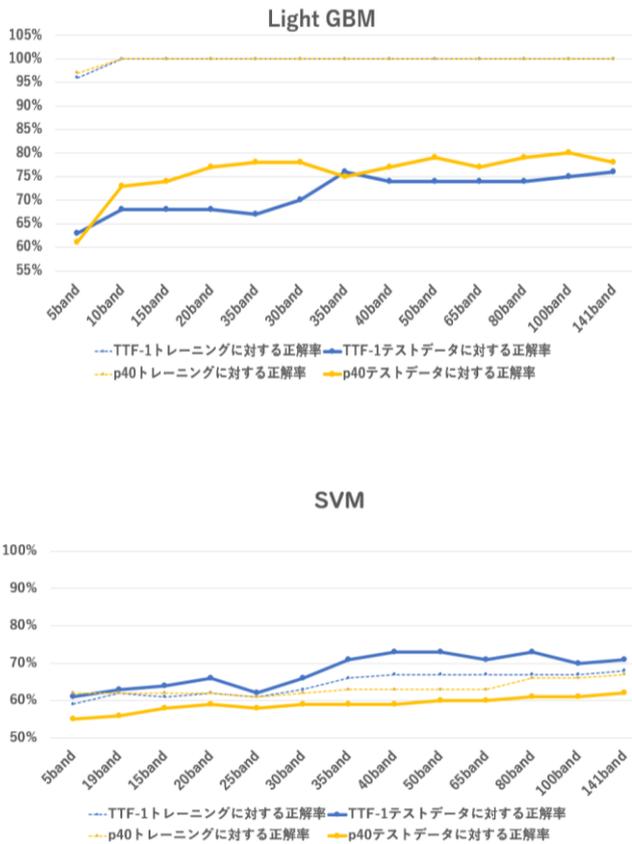


Fig6 バンド選択による検証曲線  
 検証曲線から識別には上位 35 バンド程度においてすでに十分な識別が可能であることがわかる。また、この上位 35 バンドは主に 450nm~650nm であることから、この波長域において HE 染色における免疫染色の識別に大きく寄与していると考えられる。ランダムフォレストの特徴量重要度の高い順に並べた上位 10 バンドを Table3, Table4 に示す。

Table3 TTF-1		Table4 p40	
1位	475nm	1位	455nm
2位	465nm	2位	465nm
3位	460nm	3位	620nm
4位	385nm	4位	460nm
5位	450nm	5位	635nm
6位	400nm	6位	525nm
7位	445nm	7位	615nm
8位	470nm	8位	400nm
9位	530nm	9位	530nm
10位	480nm	10位	630nm

#### 4.まとめ

本研究ではハイパースペクトルによる肺癌 HE 標本の免疫染色マーカーの予測を4つの機械学習手法を用いて行った。またランダムフォレストによる特徴量重要度によって免疫染色マーカー予測に有効な波長帯の特定を試みた。解析結果からランダムフォレストにおいて比較的高い識別精度が得られることがわかった。また 450nm~650nm において TTF-1, 40 免疫染色の識別性を得られる可能性がある。しかし実用化に向けた高精度な識別には染色濃度や HE 標本の時間経過に伴う劣化等、様々なエラー要因が考えられる。本結果を病理診断側にフィードバックを行い、エラー要素の解決を図り、より良いモデルの構築をしていくことが期待される。

#### 参考文献

- 1) Tianqi Chen and Carlos Guestrin: XGBoost: A Scalable Tree Boosting System, arXiv. (2016)
- 2) Guolin Ke1 et al.: LightGBM: A Highly Efficient Gradient Boosting Decision Tree (NIPS 2017)

# 芦屋市屋外広告物条例施行がもたらす

## 屋外広告における色彩選択の変化

### The Effect of Design Guideline on Color Choices for Outdoor Advertisement in Ashiya City

塚本惣一郎	Soichiro Tsukamoto	株式会社塚本惣一郎 アーシテクト・ドゥ・ ペイザージュ	SOICHIRO TSUKAMOTO ARCHITECTE DE PAYSAGES CO.,LTD.
菅谷 洋司	Yohji Sugaya	カーコンビニ倶楽部 株式会社	Car Convenience Club Co., Ltd.
日高 杏子	Kyoko Hidaka	芝浦工業大学	Shibaura Institute of Technology

**Keywords:** 都市景観, 屋外広告物, 色彩制限, 花崗岩色, 色彩の選択.

#### 1. 本研究の背景と目的

景観色彩の視点から,兵庫県の芦屋川特別景観地区を対象に屋外広告物の色彩選択の変化を検討する.芦屋市は,2009年7月に市全域を景観法で定める芦屋景観地区に指定,さらに主要景観として,南北に縦断する芦屋川沿い地域は,芦屋川特別景観地区面積 42.6ヘクタールを定めた.芦屋市が位置する阪神間は,ほぼ全ての地盤が花崗岩で覆われ,特に芦屋川沿いは川底,川岸の石垣,明治後期以来続く邸宅の石垣も花崗岩でできている.特に芦屋を中心とする阪神間一帯は,明治時代末から続く阪神間モダニズムという花崗岩の色を使用した都市景観の歴史でもある.谷崎潤一郎をはじめ,多くの作家や画家達が,花崗岩と松の緑と青い空や海とが織りなす景色をモダンな景観として推奨した.

#### 2. 調査概要

##### (1) 調査対象

対象期間は,芦屋市屋外広告物条例の施行(2016年7月)後の2018年8月~2020年3月とした.研究目的は,芦屋市民と広告設置業者が屋外広告物条例に従い,景観色彩の時系列変化が都市景観に及ぼした影響を考察する点にある.

##### (2) 研究方法

芦屋川特別景観地区を対象に写真から色彩調査した.アドビキャプチャーCCのカラー機能を用い,カラーチャートから屋外広告物の色彩計画を都市景観上から評価する.芦屋市屋外広告物ガイ

ドラインの指針として,2021年6月末までに,屋外広告物の工事を規定に定めた条例に基づき改修工事を完了しなければならない.条例に基づき,すでに改修,あるいは改修せずに,行政も市民も景観的に満足なものと,満たせなかったものの配色変化を評価する.色彩規制の問題点を掲げ,将来の都市景観条例と色彩計画の指針に役立てる.

#### 3. 屋外広告物条例が与えた影響のタイプ

##### (1) 色彩選択の変化 (図1)

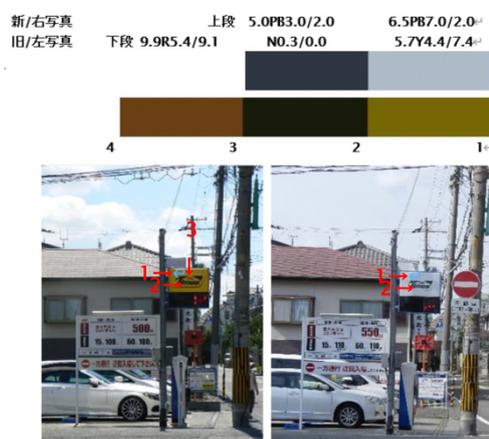


図1 東芦屋町付近のコインパーキング

旧コインパーキングは禁止色の黄色の表示面から白色に代わった.新サインは文字も目立たない工夫で,幅約12%削減され,アクセント色の赤色も削減されて黒白2色になった.旧サインがその場の視界印象に最も強い印象を残すことに対し,新サインは周囲のサインに同化して,街の風景に落ち着きを与える.条例上の規定は旧サインは違反で,新サインは適合している.旧サインは数値上では最も彩度の高い黄色で条例違反し,新サインは明度9を超えない無彩色で条例適合している.

(2) 色彩の削減/看板の撤去 (図2)

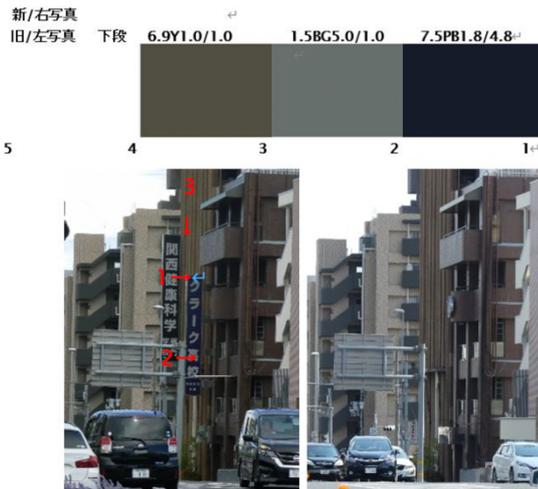


図2 公光町のクラーク高校と  
関西健康科学専門学校の看板

クラーク高校と関西健康科学専門学校の看板が事業者によって撤去された。条例違反理由は①色彩の色相/明度について高い色彩、②板の設置高が規定高さの4.5mや面積1.0㎡を超えたためである。これにより街の風景に情報が制限され、落ち着きを取り戻した。また、建築の立面(ファサード)が看板によって隠されることなく建築本来の顔の様相を隣接した建築にも取り戻した。

(3) 高い装飾性による現況保持 (図3)

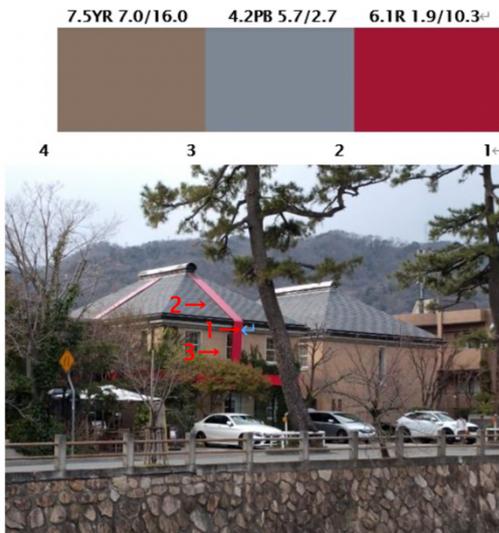


図3 月若町の「ベリーニ」

イタリア料理店ベリーニはクリスマスから2月ぐらいまで、毎年屋根から外壁面にリボンをあしらう。建築そのものを街に置かれた巨大なプレゼントに見立てた風景は芦屋の冬の風物詩にまで浸透している。しかしこのリボンは市の条例規定からは彩度が最も高い色のため違反している。だが、市の都市計画課としては条例違反だが、容認している。このように色に明確な意図が加わると、色

彩の数値のみで良否を決めるべきではなくなる。

4. まとめと今後の課題

上記の調査結果を以下の表のようにまとめた。

凡例○:条例規定を満たした ○:市民意識で満足  
凡例×:条例規定を満たした ×:市民意識で不満足

	旧	新
3-1 変化/コインパーキング		
屋外広告物条例上	×	○
市民意識	×	×
3-2 削減/クラーク高校		
屋外広告物条例上	×	○
市民意識	○	○
3-3 現状維持/ベリーニ		
屋外広告物条例上	×	×
市民意識	○	○

(1)新しい屋外広告条例により、一定の色彩や形体、大きさ、高さなどの限られた選択権の中で、市民や事業者が考える機会を与えられた。芦屋川一帯の屋外広告物を伝統的な花崗岩色に合う配色に統一することも望まれる。

(2)コインパーキングの場合のように条例の規定範囲で、安易に白黒で製作すれば、無難にサインが条例に違反しないという短絡的な動きも散見された。

(3)高校などの看板は、風景の要素を削減した。

(4)規定違反でも、数値的に処理できないベリーニの事例のように、受容されるデザインに明確な理由と共に、公に認定していく仕組みも屋外広告物条例の中に織り込む必要がある。

参考文献

- 1) S. Tsukamoto and K. Hidaka: The use of Adobe Capture CC to evaluate colour schemes in Ashiya City advertisements, FIRST RUSSIAN CONGRESS ON COLOR, Smolensk State University (2019) 103-108
- 2) 加藤幸枝: 色彩の手帳, 学芸出版社 (2019) 96-103, 218-219
- 3) 中山, 佐藤, 名取: オフィスビルの外観色彩と周辺環境との適合性評価, 日本色彩学会誌, Vol.28 No.2 (2004) 86-94
- 4) 加藤美子: 景観計画におけるマンセル値を用いた色彩制限の研究, 日本色彩学会誌, Vol.42 No.3 (2018) 151-154
- 5) 津金澤: 宝塚戦略-小林一三の生活文化論, 講談社(1991) 10

## 肌色の違いによる肌の明るさ知覚の日中比較

### Influence of skin color to the brightness perception of facial skin – Comparison of Japanese & Chinese

何 元元	Yuanyuan He	千葉大学	Chiba University
三上大河	Taiga Mikami	千葉大学	Chiba University
田中 豪	Suguru Tanaka	千葉大学	Chiba University
溝上陽子	Yoko Mizokami	千葉大学	Chiba University

**Keywords:** 肌色, 明るさ知覚, 顔認識.

#### 1. はじめに

人間の肌の色は、私たちが目にする最も一般的な色の一つである。肌色は、国・地域に差異があり、暗い色から明るい色、黄みから赤みまで多様である。Yoshikawa et al.の研究で、実際に肌色データを測色計で測ると、肌色分布データから赤みを帯びた肌は暗く、黄みを帯びた肌は明るいということが示されている。しかし、視感評価実験の結果は、赤みを帯びた肌は、黄色みを帯びた肌より明るく見える傾向を示した<sup>1)</sup>。つまり、肌色データと我々の感覚は一致しないことがわかる。人が肌色を評価する際には、色票などの一般的な物を評価するときとは評価構造が異なっており、単純に明るさだけではなく、他の要因も手がかりにしている可能性がある。Yoshikawa et al.<sup>1)</sup>は顔認識のより高レベルのプロセスが明るさ知覚に影響を及ぼしていると考察した。しかし、これは日本人の顔と肌色を用いて日本人被験者を対象にした実験から得られた結果である。また、日本人、タイ人、中国人の明るさ知覚を比較した最近の研究<sup>2)</sup>の結果は、日本人とは反対（タイ）または異なる（中国）傾向を示した。しかし、中国人被験者は日本に住んでいたため、日本での顔順応などの影響を受けている可能性があると考えられる。

本研究では、それぞれ母国に住んでいる日本人と中国人を対象に、肌色の明るさ知覚を比較した。

#### 2. 実験

##### (1) 実験環境

本実験は、色較正したタブレットディスプレイ (Apple iPad Pro A 1701) を使用して行われた。持ち運びやすいタブレットディスプレイ上に刺激画像を呈示することで、国際データの収集を容易にした。実験時の視距離は約 40 cm、刺激画像

の視角サイズは  $6.25^\circ \times 8.2^\circ$  であった。

##### 2) 刺激

本実験では、CIELAB 色空間で色をコントロールして、テスト刺激とスケール刺激を作成した。

基準刺激画像には、若い日本人女性の平均顔を用いた。図 1 (a) に示すように、日本人、タイ人、コーカシアンおよびアフリカンの平均肌色の  $L^*a^*b^*$  値を用いてテスト顔を作成した。各基準刺激画像の色相を変化させることによって、4 つの肌色の刺激群を作成した。図 1 (b) はタイ人の肌色を例とした、テスト刺激とスケール刺激である。テスト刺激は、各人種の  $a^*$ ,  $b^*$  から算出した色相角を基準に、プラス方向すなわち黄み方向、マイナス方向すなわち赤み方向に  $4^\circ$  ずつ 2 回変調させ、各人種に対し、計 5 枚のテスト刺激を作成した。明度は各人種の基準で固定した。マッチングに用いるスケール刺激は、基準刺激の明度  $L^*$  をプラス方向とマイナス方向に 1 ずつ変調させ、各人種に対し、計 17 枚の刺激を作成した。色相角は各人種の基準の明度で固定した。

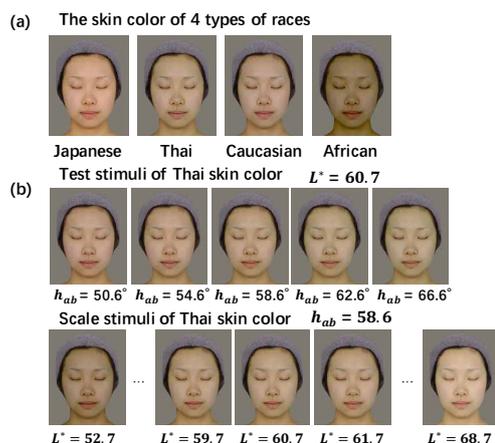


図 1 刺激画像

##### 3) 手順

実験タスクは“Brightness Matching”とし、調整法を使用した。被験者は、タブレットディスプレイの前に座り、キーボードを操作することによ

って、テスト刺激の顔の明るさと一致するまで、スケール画像の明度を調整した。実験は明るい照明の部屋で行った。以下に実験手順を示す。呈示時間に制限はなかった。

1. 個人情報に関するアンケートを行った。
2. テスト刺激とスケール刺激の明るさが一致するまで、被験者はスケール刺激の明度を調整した。調整には「J-Key」と「F-Key」を使用した。
3. 調整終了後、被験者は「Enter」ボタンを押して次のテスト刺激画像の評価に進む。
4. 被験者は、1つのセッションで合計20枚のテスト画像刺激に対して上記の評価ステップを繰り返した。
5. 合計3セッションを行った。

#### 4) 被験者

被験者は日本在住の日本人14名（女性5名）と中国在住の中国人20名（女性11名）とした。すべての被験者は色覚正常者である。

### 3. 結果

図2に、被験者の平均結果を人種別に示す。

横軸は評価刺激の色相角を示し、数値が小さいほど赤みがかった画像になり、数値が大きいくほど黄みがかった画像となる。縦軸はテスト刺激に対して被験者がマッチングした明度  $L^*$  である。エラ

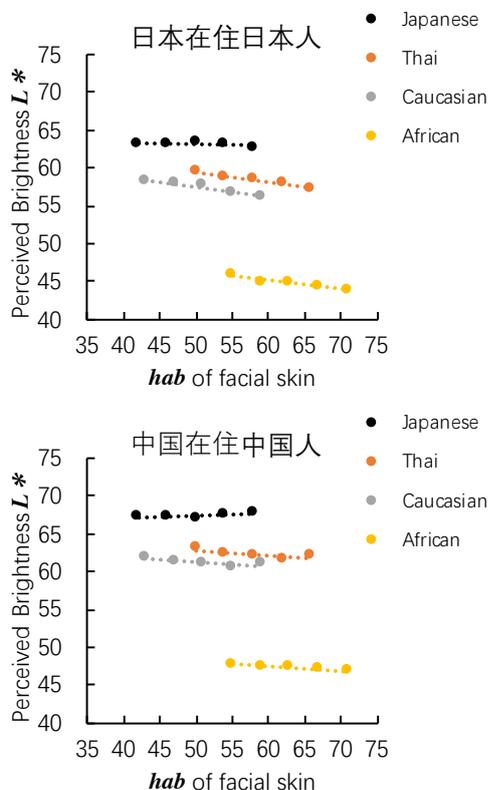


図2 人種別の平均結果

ーバーは標準偏差である。日本人被験者は、4種の肌色全てに対して、赤みを帯びた肌色をより明るく見ると評価する傾向があった。中国人被験者は、タイ人とアフリカの肌色の刺激画像の場合に、日本人と同じ傾向を示した。日本人肌色刺激においては、日本人被験者と反対の傾向が見られた。これらは、先行研究<sup>3)</sup>における日本在住の中国人被験者の結果と一致していることから、在住地に関わらないと考えられる。また、以前の研究では、タイ人被験者が4種全ての肌色において、日本人と反対の傾向を示した。

### 4. 考察

日本人、タイ人、中国人の肌色分布を図3に示す。青は日本人、赤はタイ人、黒は中国人の肌色分布図である。このように、3人種間の肌色分布は同様の傾向を示し、黄みを帯びた肌は高い明度を持った。Yoshikawa et al.<sup>1)</sup>は、赤みの肌の方が低明度という顔の肌色の分布特性を補正して知覚する視覚メカニズムが働くため、明るさの知覚特性は測色データと異なるという可能性を考察していた。しかし、同じ肌色分布の傾きを持つ3つの人種の被験者の明るさ知覚は異なったため、肌色分布の傾きでは結果を説明できない。人種間には、他にもいくつかの違いがある。例えば、日本の肌色の分布はタイと中国の肌色よりもはるかに小さい。タイの人々は、他のアジアのグループと比較してより黄色い肌色分布を持つ。また、地域的にも、中国人の肌色分布は3人種の中で一番広い<sup>4)</sup>。これらが、人種間で一致した傾向がなかった原因の一つと推測される。また、被験者自身の肌色、被験者の文化背景や環境等の要因が、顔の明るさ知覚に影響を与えている可能性も考えられる。

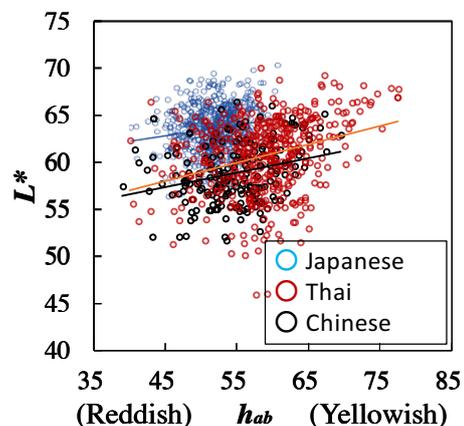


図3 日本・タイ・中国の肌色分布図

## 5. 結論

本研究では、中国在住の中国人被験者と日本在住の日本人被験者に対して、人種間の肌色の明るさ知覚の比較を行った。日本の被験者は、赤みを帯びた肌が黄みを帯びた肌より明るく見えると評価した。中国人被験者の結果は、タイ人とアフリカンの肌色刺激においては日本人被験者と一致していたが、日本人の肌色刺激に対して反対の傾向を示した。

人種間の肌色知覚が違った原因は明らかではないため、今後、顔の明るさ知覚に対する被験者の人種、文化背景、生活環境の影響をさらに検討する必要がある。

## 参考文献

- 1) H. Yoshikawa, K. Kikuchi, H. Yaguchi, Y. Mizokami, & S. Takata, "Effect of chromatic components on facial skin whiteness". *Color Research & Application*, 37-4, 281-291(2012)
- 2) Y. He, T. Mikami, S. Tanaka, & Y. Mizokami, "Comparison of brightness perception of facial skin with differences of skin color", ICVS2019, June 2019
- 3) Y. He, T. Mikami, S. Tanaka, & Y. Mizokami, "Influence of skin color to the brightness perception of facial skin – Comparison of Japanese, Thai and Chinese", APCV2019, July 2019
- 4) E. J. Parra, R. A. Kittles & M. D. Shriver, "Implications of correlations between skin color and genetic ancestry for biomedical research", *Nature Genetics*, 36 (11 Suppl.): S54-60, December 2004

# 自然な肌色変化が怒りの知覚に与える影響

## Effects of natural skin color change on anger perception

加藤 雅大 Masahiro Kato 千葉大学大学院  
溝上 陽子 Yoko Mizokami 千葉大学大学院

Chiba University  
Chiba University

キーワード：肌色，メラニン，ヘモグロビン，怒り表情

### 1. 背景

表情や顔の色は個人の生理学的状態および心理学的状態に関する情報を伝え、円滑な人間関係を進めることにおいて重要な情報を提供する。これまでに、人間の表情や肌色が感情の判断に与える影響についての研究が行われている。Nakajima et al.<sup>1)</sup>は、表情認識が顔色の影響を受けているかどうかを検証し、赤みがかった顔は怒りの認識を高めることを示した。しかし、そこでは CIELAB 色空間の  $a^*$  方向に、極端な色変調を行っており、現実起こりうる肌色の変化における、顔色が表情の認識に与える効果は検証されていない。人間の肌色を構成する色素は、主にメラニン・ヘモグロビン成分であるため、これらの変化が表情の認識に影響するとすれば、日常生活での表情認識において重要と考えられる。

### 2. 目的

本研究では、肌色をメラニン・ヘモグロビン増減方向に変調したとき、怒りの表情認識に与える顔色の影響を明らかにすることを目的とする。

### 3. 実験

#### 3.1 実験刺激

ATR データベースの顔画像から、男性と女性の無表情顔と怒り顔の平均顔をそれぞれ作成した。図 1 のように、無表情顔から怒り顔にモーフィングし、男女それぞれ 11 段階の、無表情顔から怒り顔までの連続顔画像を作成した。

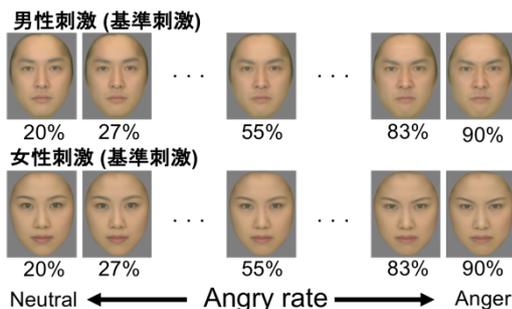


図 1：無表情から怒りまでの連続顔画像刺激

また、図 2 のように、肌色の影響を検証するため、基準刺激(男女の平均肌色)、ヘモグロビン増減(H+, H-)、メラニン増減(M+, M-) 方向にそれぞれ変調し、5種類の肌色条件を準備した。計 110 枚の顔画像を刺激として用いた。

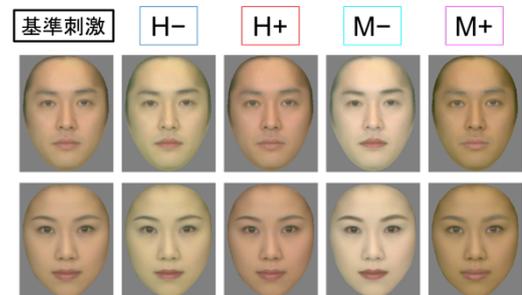


図 2：5種類の肌色条件

#### 3.2 実験環境

図 3 に実験環境を示す。実験は暗室ブース内で行い、刺激は LCD モニタに呈示された。被験者は視距離が 60 cm となるよう顎台に頭部

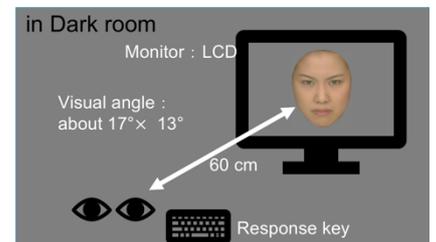


図 3：実験環境

を固定し、応答にはキーボードを用いた。刺激の大きさは視角  $17^\circ \times 13^\circ$  とした。

#### 3.3 実験手順

実験には恒常法を用いた。まず、暗順応、明順応、背景順応を各 30 秒間行った。固視点を 5 秒間呈示した後、実験刺激を 1 秒間呈示した。実験刺激の呈示終了後、固視点が再び呈示され、被験者は刺激が「怒っている」または「怒っていない」のいずれかを応答した。応答時間は無制限とし、応答が終了して 1 秒後に次の刺激が呈示された。応答を 22 回繰り返すごとに背景画面中央に「BREAK TIME」と書かれた白文字が 3 秒間呈示された。この手順で、全刺激についてランダムな順番で呈示を行い、連続で 5 回繰り返した。これを 1 セッションとし、計 3 セッション行った。被験者は男性 7 人、女性 10 人を対象とした。

4. 結果と考察

それぞれの刺激に対し、怒っていると応答する確率を示す心理測定関数を作成し、図4に男性被験者1名、図5に女性被験者1名の結果を示す。怒っていると応答する確率が50%となるPSE（主観的等価点, point of subjective equality）が肌色条件ごとに異なることが示されている。

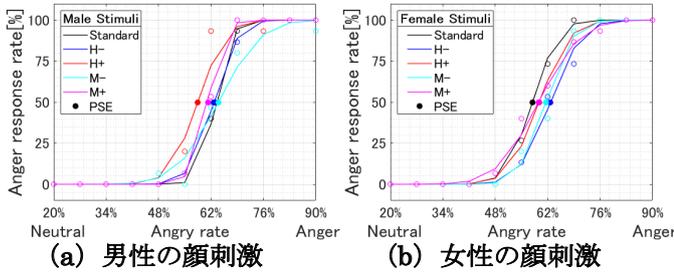


図4：男性被験者1名の心理測定関数

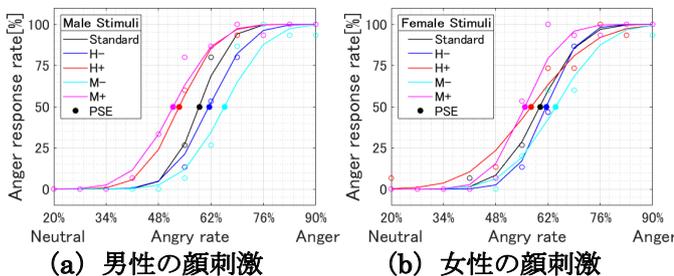


図5：女性被験者1名の心理測定関数

図6は被験者全体の平均PSEを表す。基準刺激の平均PSEに対しそれぞれの変調刺激（H-, H+, M-, M+）の平均PSEについて対応のあるt検定を行った結果もグラフ中に示す。怒りの応答は、Nakajima et al.と同様に赤みがかった顔（H+）で高く、加えてM+でも高く、M-で低くなった。

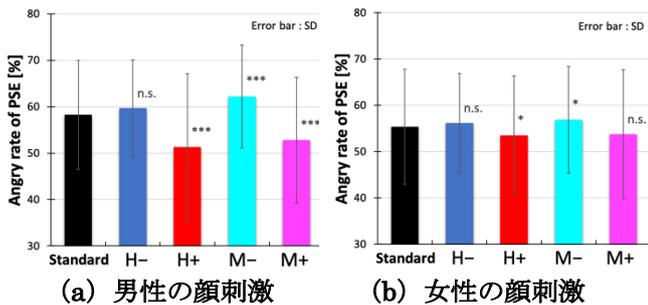


図6：被験者全体の平均PSE  
（\*：p<0.05, \*\*\*：p<0.005, n.s.：非有意）

図7は、基準刺激と有意差が得られた変調刺激（H+, M-, M+）における平均PSEの差および肌色の明度差を示す。怒りの知覚を抑制したM-は基準刺激より高明度であり、怒りの知覚を促進したH+とM+は基準刺激より低明度である。より高明度の肌が好まれることを示す研究があることから<sup>2)</sup>、プラスの印象を与える高明度の肌色がマイナスな印象の怒りの知覚を抑えた可能性も考えられる。

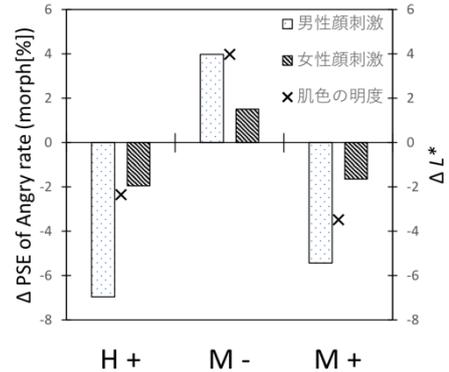


図7：基準刺激に対するH+, M-, M+の平均PSE差, および肌色の明度差

また、変調ごとの傾向は男女の被験者で一致した。しかし、図8より男性顔刺激において男性より女性の被験者の方が基準刺激と変調刺激の応答の有意差が顕著に現われた。Stephen et al.は、女性が男性の顔色について敏感であることを示しており<sup>3)</sup>、男性と女性とで肌色が表情認識に与える効果に差がある可能性が考えられる。

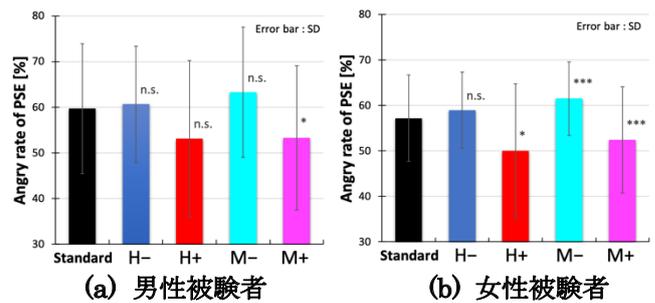


図8：男性の顔刺激に対する男女別PSEの平均

5. 結論

自然な肌色変化であるメラニン・ヘモグロビン増減方向に変調したとき、表情認識が顔色の影響を受けることが示された。また、この傾向は男性より女性の被験者において強いことが示唆された。

参考文献

- 1) Nakajima, K., Minami, T., & Nakauchi, S. : Interaction between facial expression and color, Scientific reports, 7:41019, 2017
- 2) Yamamoto, M., Lim, Y-H., Wei, X., Inui, M & Kobayashi, H. : On the preferred flesh colour in Japan, China and South Korea, The Imaging Science Journal, 51:3, 163-174, 2016
- 3) Stephen, I.D., Oldham, F.H., Perrett, D.I. & Barton : Redness enhances perceived aggression, dominance and attractiveness in men's faces, Evolutionary psychology : an international journal of evolutionary approaches to psychology and behavior, 10, 562-572, 2012

## 色相選択とアクティビティの調査研究

### The Research Study in Hue Selection and Activities

昆野照美

Terumi Konno

北海道大学

Hokkaido University

柿山浩一郎

Koichiro Kakiyama

札幌市立大学

Sapporo City University

川端康弘

Yasuhiro Kawabata

北海道大学

Hokkaido University

**Keywords:** 色相, アクティビティ, 心理, 直感, 無意識

#### 1. はじめに

色彩と感情に関する研究では、オスグッド<sup>1)</sup>が23の地域で調査を行い、色彩を見て起こる感情には異なる文化間でも類似点があると述べた。

また、カヤ<sup>2)</sup>が、異なる文化間では色の好みは文化的背景に関係すると述べており、大学生の学術分野に関連する色彩嗜好の違いを調査したハナヒヤ<sup>3)</sup>によると、学術の専攻と色彩の嗜好には関係性がないとの調査結果もある。一方、このような考察は、ときには、マスメディアによって誇張されたものであり、論拠を伴うものは少ないとオコノア<sup>4)</sup>は述べている。

これらの研究の多くは、色を提示し、その色に対して起こりうる感情や選択理由について調査するものであった。

しかし、本研究では、何らかの目的のために意識的に色を選択するのではなく、「無意識」で「直感的」な色の選択と、そのときにやりたい活動（以降、アクティビティと表現する）には何らかの関係があるのではないかと考えた。

具体的には、人が直感的に赤い色を選んだ場合に、その人の今やりたいアクティビティは活発なものを選ぶ場合が多く、静かな活動を選ぶことが少ない傾向にあるということが実際起こりうるであろうか。

#### 2. 研究目的と仮説

本研究では、人間の色相選択には人間の無意識の心理が表出するのではないかとこの着眼点から、「直感的に選択する色相」と、「過ごしたい余暇活動(アクティビティ)の選択」には関係があるのではないかとこの仮説を設定し、色相とアクティビティの関係を明らかにすることを目的とする。

#### 3. 先行研究

色彩が、人間の心理的要因によって選択される

現象は、子供や大人の塗り絵の色彩を30年以上にわたり調査した末永<sup>5)</sup>によって報告されている。末永は、人の色彩選択には、表現される心と心に与える影響の二つの意味合いがあるとしている。例えば、赤という色の選択については、前者は、「意欲的、活動的で心身が動的な状態であること」を示し、後者は、「活性のイメージを与え、エネルギーの発散を促す」状態であるという。しかし、これらの考察は実証的な裏付けを伴うものでない。

#### 4. 研究方法

##### 4-1. アクティビティの分類

(手順1) 最初に、本研究で対象とする「アクティビティ」を定義した。辞書によるとアクティビティとは、「活動や行為の意味」とされているが、本研究では、「午後から半日程度自由な時間ができたら何をするか、といった余暇時間の過ごし方」と定義する。余暇時間の過ごし方は、人によって多様であるため、総務省統計局の平成28年度社会生活基本調査の分類<sup>6)</sup>項目の上位のものを含めた24種類を対象とすることとした。

次に、この24種類のアクティビティの構成要素を検討した。この構成要素の検討にあたっては、3名の一般人に、例えば「スマホ(ゲーム)」が「野外活動である」という問いに対して、「そう思う(1)、そう思わない(0)」の回答をもとめ、誰が回答しても「そう思う(1)、そう思わない(0)」の回答のブレがおこらないような表現を検討した。

表1は検討結果であり、行がアクティビティ(散歩やストレッチ、等)、列が構成要素(野外的活動である、他人とのコミュニケーションが十分にある、等)をしめし、当てはまるものに、1を、そうでないものに0を付与したもので

ある。

表1 アクティビティと構成要素

	屋内的活動である	6畳以上のスペースが必要である	他人とのコミュニケーションが十分にあるものである	気持ち落ち着けることが目的の活動である	特別な道具を必要とするものである	参加者本人のみで実施可能である	知的好奇心を満足させるものである	体を動かすことが目的の活動である。
スマホ(ゲーム)	1	0	0	0	1	1	0	0
音楽鑑賞 (スマホ、パソコン)	1	0	0	1	1	1	0	0
演芸・演劇・舞踊鑑賞	1	1	0	0	0	1	1	0
本や新聞	1	0	0	0	0	1	1	0
映画鑑賞 (スマホ、パソコン)	1	0	0	1	1	1	1	0
散歩	0	1	0	0	0	1	0	1
マラソン	0	1	0	0	0	1	0	1
友達との会話	1	0	1	0	0	0	1	0
コンサート	0	1	0	1	0	0	1	0
映画館	0	1	0	1	0	0	1	0
美術館	1	0	1	1	0	1	1	1
水族館	0	1	1	0	0	0	1	0
買い物	0	1	0	0	0	1	0	0
サークル、習い事	0	1	1	0	1	1	1	0
料理菓子作り	1	0	0	1	1	1	1	0
園芸ガーデニング	0	0	0	1	1	1	1	0
写真撮影・プリント	0	1	0	1	1	1	1	0
運動 (少人数)	1	0	1	0	1	0	0	1
運動 (大人数)	0	1	1	0	1	0	0	1
ボーリング	1	1	0	0	1	0	0	1
気の合う人との食事	1	1	1	0	0	0	0	0
カラオケ	1	0	1	0	1	0	0	0
スポーツ鑑賞 (スマホ、テレビなどを除く)	0	1	1	0	0	0	1	0
器具を使った運動	1	0	0	0	1	1	0	1

表1を対象に、数量化理論3類<sup>7)</sup>で分析をおこなった。サンプルスコアの第1、第2を各々X軸、Y軸として、散布図(図1)を作成した。

この図1に配置されたアクティビティを参照し、X軸方向の軸名を静的活動⇄動的活動、Y軸方向の軸名を非コミュニケーション⇄コミュニケーションと解釈した。

(手順2) 図1のように解釈した2軸のマップ上に、特定の色相を配置することができれば、色相とアクティビティに何らかの関係があると考えられるため静的活動⇄動的活動、非コミュニケーション⇄コミュニケーションを軸に以下の4象限を設定した。

4象限は、「非コミュニケーション・動的」をアクティビティ象限A、「非コミュニケーション・静的」をアクティビティ象限B、「コミュニケーション・静的」アクティビティ象限C、「コミュニケーション・動的」アクティビティ象限Dとした。

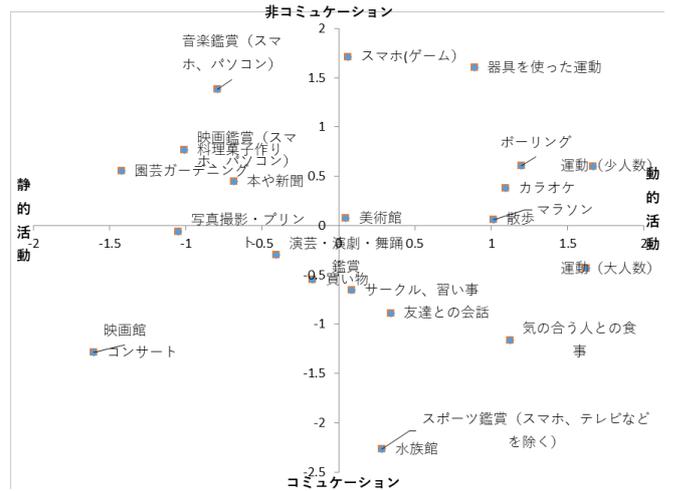


図1 アクティビティに関する散布図

5. アクティビティと色相選択に関する調査

それぞれのアクティビティと色相の関係を明らかにすることを目的としたアンケート調査を実施した。

5-1. 対象者

札幌市内の大学生190名(男性74名、女性116名 平均年齢 19.0歳)

5-2. 調査実施期間

2018年6月27日、7月23日

5-3. 調査項目

直感的に気になる色とアクティビティについてのアンケート調査を行った。

直感的に気になる色については、アンケート用紙の色相(有彩色10色相、無彩色3色相)の中から(図2)選択してもらった。次の質問にて、起床直後であるといった状況を想像させ、「一日お休みだとしたら何をするか」を4つの選択肢(アクティビティa、b、c、d)の中から回答させた。

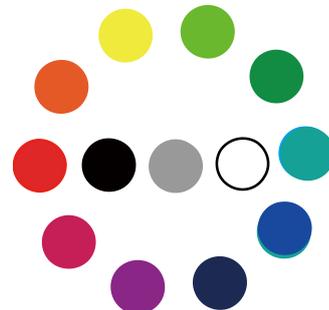


図2 直感的に気になる色の選択肢

それぞれアクティビティaは「一人で活発な活動」、アクティビティbは「一人で静かな活動」、アクティビティcは「友達と静かな活動」、アクティビティdは「友達と活発な活動」とした。

アクティビティ象限と区別するために、回答に関する表記は、小文字abcdを使用した。

有効回答数 190 名の直感的に気になる色(表 2)と4種のアクティビティの関係は以下の通りである。

表 2 色相と4種のアクティビティ

	a	b	c	d	合計
v2	5	6	1	1	13
v5	2	8	1	2	13
v8	1	17	0	3	21
v10	2	24	2	3	31
v12	2	6	1	1	10
v14	2	21	1	4	28
v18	1	23	3	3	30
v20	2	5	0	0	7
v22	1	9	0	0	10
v24	5	8	0	0	13
w	1	7	0	0	8
Gy	1	1	0	0	2
bk	1	3	0	0	4
合計	26	138	9	17	190

次に、調査結果を可視化するために、円グラフを作成した(図3)。

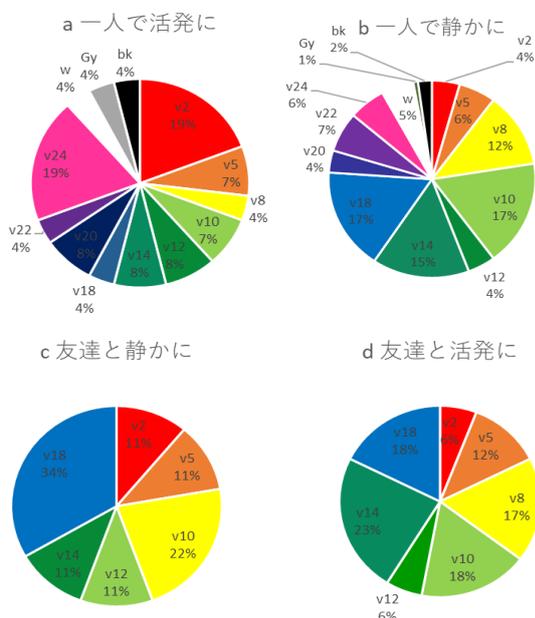


図3 各アクティビティと色相の割合結果、

- (1) アクティビティ a と回答した学生は、19%が v2 (赤) を選択した。
- (2) アクティビティ b と回答した学生は、17%が v18 (青) を選択し、色相の選択に偏りが少なく、多様な色を選択する傾向があった。13 色相全てが選択された。
- (3) アクティビティ c と回答した学生は、34%が、v18 (青) を選択した。
- (4) アクティビティ d と回答した学生は、23%が v14 (青緑) を選択した。次に、v10 (黄緑) と v18 (青) が 18%で同値であった。v12 (緑を含めると、緑全体の 47%であった。

円グラフによる分析で「色相と4象限の関係」

において、一定の傾向が明らかになったため、 $\chi^2$ 乗検定を行い、さらに詳細な分析を行うこととした。

検定にあたって、帰無仮説を4種のアクティビティと色相に関係がないとし、対立仮説を4種のアクティビティと色相には関係があるとした。

検定結果(表3)は、 $\chi^2(15) = 27.1239$   $P = 0.0277$  であり、変数間には関係性が認められるとの結果が得られた。

表3  $\chi^2$ 乗検定結果

独立性の検定			
カイ二乗値	自由度	P 値	*: P<0.05 ** : P<0.01
27.1239	15	0.0277 *	
Cramer's V 0.2181			

有意差が認められたため、残差分析(表4)を行った。この残差分析は、色相と4種のアクティビティの中で、どの色相がアクティビティに強く関わっているかを選び出すことを目的としたものである。

表4 残差分析

残差	A	B	C	D
赤	3.221	-3.442	0.384	-0.163
橙	0.221	-1.442	0.384	0.837
黄緑・緑	-1.611	0.221	1.058	0.332
青・青緑	-4.937	1.874	1.253	1.811
黄	-1.874	1.747	-0.995	1.121
その他	4.979	1.042	-2.084	-3.937
調整済み標準化残差				
	A	B	C	D
赤	2.693	-2.218	0.520	-0.164
橙	0.185	-0.929	0.520	0.842
黄緑・緑	-0.826	0.087	0.878	0.205
青・青緑	-2.263	0.662	0.929	0.999
黄	-1.261	0.907	-1.083	0.909
その他	2.491	0.402	-1.687	-2.372
調整済み標準化残差 (両側P値)				
	A	B	C	D
赤	0.0071	0.0265	0.6032	0.8695
橙	0.8534	0.3527	0.6032	0.3995
黄緑・緑	0.4086	0.9303	0.3798	0.8377
青・青緑	0.0236	0.5079	0.3529	0.3177
黄	0.2072	0.3645	0.2786	0.3635
その他	0.0127	0.6877	0.0915	0.0177

次に、4種のアクティビティと色相の関係を視覚化するために、調整済み標準化残差をグラフ化した(図4)。

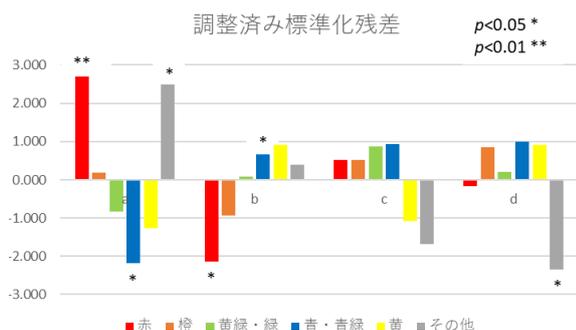


図4 直感的に気になる色と選択したアクティビティの関係の標準残差

$\chi^2$ 乗検定と残差分析の結果から、下記の傾向が確認された。

- (1) 青・青緑を選んだ学生は、アクティビティ a を選ぶ確率がやや低い。
- (2) 赤を選んだ学生は、アクティビティ a を選ぶ確率が高い。
- (3) 赤を選んだ学生は、アクティビティ b を選ぶ確率がやや低い。
- (4) その他の色を選んだ学生は、アクティビティ a を選ぶ確率がやや高く、アクティビティ d を選ぶ確率がやや低い。

## 6. 結論

本研究では、人間の色相選択には人間の無意識の心理が表出するのではないかとの着眼点から、「直感的に選択する色相」と、「過ごしたい余暇活動(アクティビティ)の選択」の関係を明らかにすることを目的としてアンケート調査を行った。

結果、直感的に赤を選んだ学生は、「一人で活発に」というアクティビティを選ぶ確率が高く、青・青緑を選ぶ確率がやや低いという傾向があるなど、「直感的な色相の選択」と「アクティビティ」には一定の傾向があることが明らかとなった。

## 7. 考察

「活発に」という言葉には、v2 (赤) が反応している。やはり、色のイメージ調査の先行研究に言われるように、活発と v2 (赤) という色は結びつく可能性があった。次に、「一人で静かに」というアクティビティを選んだ学生は、一人で静かに過ごすという過ごし方には、個性が出やすく、イメージした活動と色相は多様となり、直感的に気になる色が限定されにくい。

「一人で静かに」と「友達と静かに」という「静か」という言葉では、v18 (青) が選ばれる確率がやや高く、静かな活動と結びつく可能性が示唆された。

次に、友達というキーワードが含まれている c と d のアクティビティでは緑系 (黄緑、緑、青緑)

が選ばれる傾向がある。今回の色相の分類では、青緑と青を同一グループとしたため、有意差が見られなかったが、友達というキーワードに緑系が関わる可能性を発見できた。

一人ではなく、友達と過ごすにはコミュニケーションが多かれ少なかれ必要であるが、直感的に緑系を選ぶこととの関連が興味深い。

## 8. 今後の課題

色相とアクティビティに関して、活発と赤、静かな活動と青が結びつく傾向が確認されたが、今回、緑を選んだ被験者が、「友達」というコミュニケーションにかかわるアクティビティを選択する傾向が見受けられた。

緑に関する色彩イメージは、千々岩<sup>8)</sup>の調査によると、民族間でやや異なるが、日本人は、「緑」という色相には「安全」といったイメージを抱く人が多い。

緑を選択した人間がコミュニケーションにかかわる活動を望む可能性が示唆されたため、今後は、緑という色相と心理的要因の関係に着目して研究することも必要であろう。

## 参考文献

- 1) FRANCIS M. ADAMS and CHARLES E. OSGOOD: A CROSS-CULTURAL STUDY OF THE AFFECTIVE MEANINGS OF COLOR, JOURNAL OF CROSS-CULTURAL PSYCHOLOGY JUNE 1973, pp135-156
- 2) NAZ KAYA: Department of Textiles, Merchandising
- 3) Ihab Mahmoud Hanafy, Reham Sanadb: Colour preferences according to educational background, Procedia-Social and Behavioral Sciences 205(2015), pp437-444
- 4) Zena O'Connor: Colour Psychology and Colour Therapy: Caveat Emptor, color research and application, p229, Volume 36, Number 3, June 2011, Wiley Online Library
- 5) 末永蒼生: 色彩トレンド'90, 株式会社プレジデント社, 1991
- 6) 総務省ホームページ 平成 28 年社会生活基本調査生活行動-全国 (調査票 A) : <https://www.e-stat.go.jp/statsearch/files?page=1&layout=datalist&toukei=00200533&tstat=000001095335&cycle=0&tclass1=000001095377&tclass2=000001095378&tclass3=000001095380&tclass4=000001095383>
- 7) 3\_エクセルを使った数量3類フリーソフト <http://www.vector.co.jp/soft/winnt/edu/se510620.html?ds>
- 8) 千々岩英彰: 図解世界の色彩感情事典, 河出書房新社, 1999.2

## 色弱者の色彩感情

### Color emotion for people with defective color vision

佐川 賢	Ken Sagawa	産業技術総合研究所	Nat'l Inst. Advanced Ind, Sci. Tech.
信木理恵子	Rieko Nobuki	ニッセン品質評価センター	Nissenken Quality Evaluation Center
芦澤 昌子	Shoko Ashizawa	元日本女子大学	Former Japan Women's University
横井 孝志	Takashi Yokoi	日本女子大学	Japan Women's University
土志田美帆	Miho Doshida	元日本女子大学	Former Japan Women's University

**Keywords:** 色彩感情, 色弱, 視覚評価, 言語評価.

#### 1. はじめに

色彩は様々な情報や感情を伝える手段として、重要なものである。赤で危険を知らせるなどは、その良い例であろう。

色彩感情は、色を視覚的に見ることにより生ずる心理的効果の一つであるが、色弱者は3種のLMS錐体細胞の一部欠損や応答の違いから、色の見え方が3色型の一般色覚者(C型)とは異なる。また、色弱者の中でもL錐体の欠落した1型2色覚(P型)とM錐体の欠落した2型2色覚(D型)では、色の見えが異なる。したがって、色弱者の色彩感情は、一般とは異なるものと推測される。

一方、色彩感情は視覚的な色見えだけではなく、経験や社会通念、さらには文化にも起因すると言われる。言語である色名は、その特性を反映すると考えられる。色弱者は、色の見え方が異なるにも拘わらず、一般のC型色覚者と類似した色彩感情を有するという指摘もあり<sup>1)</sup>、色彩感情には経験や社会通念の影響も考えられる。

色弱者の色知覚の研究に関しては、色識別などに関する検討は進められているものの、色彩感情に関する検討は極めて少ない<sup>2)</sup>。カラーユニバーサルデザインにとっても、識別性に加えて色彩感情を考慮したデザインを行うことは、色を生活の中で幅広く活用するために、極めて重要である。

本研究では、色弱者の色彩感情を、視覚的な色見えと、色名による言語的印象、の2つの観点から実験的に検討し、これらを一般色覚者(C型)や疑似色弱体験者と比較することによって、その感情効果と基本的性質を明らかにする。

#### 2. 方法

色弱者及び一般色覚者に対して、以下の3課題に関する実験的検討を行った。

I. SD法による色彩感情イメージプロフィールの計測と分析。

II. 色票及び言語(色名)で与えられた色のそれぞれについての印象用語選択と分析。

III. 様々な印象用語について、ふさわしい色を視覚的(色票選択)、及び言語的(色名選択)に選択する課題と分析。

I. は、色弱者男性15名(P型4名、D型5名、3色型6名)及び、一般色覚者15名(男性1名、女性14名)、に対して39色のテスト色(PCCS表色系のvivid、pale、dark各12色+無彩色3色)について、15項目の心理評価項目(派手—地味、軽い—重い、等)に関する5段階評価を行い、色弱者と一般色覚者の印象の違いを検討した。

II. は色弱者男性15名(P型9名、D型6名)、一般色覚者30名(男性2名、女性28名)に対して、基本色8色(赤、黄、緑、青、紫、白、灰、黒)のそれぞれに該当する印象・イメージを決められた30項目の印象用語(情熱的、軽い、等)から選択し、その選択率の違いを分析する。

III. はII.と同じ被験者に対して、25個の印象項目(「危険」、「さわやか」、等)のそれぞれに最もふさわしい色を、vivid系、light系、dark系を含む33色の中から選択し、その選択率の違いを分析する。

いずれの検討においても、色弱者は、石原式、及び、Panel D15により色弱のタイプを確認した。また、一般のC型被験者の一部には色弱疑似体験用の眼鏡(バリエーション)をかけ、同様な実験を行った。

#### 3. 結果と考察

I. のSD法による色彩感情計測では、得られたイメージプロフィールを主成分分析した結果、主成分の構造(第1主成分:派手—地味等、第2主成分:上品—下品等)や色の布置は、色弱者と一般色覚者で大きな差はみられなかった。

また、II.でも同様に、例えば赤の色票や色名を与えたときの印象として、色弱者や一般色覚

者は同様に「情熱的な」や「エネルギッシュな」等の評価に集中し、視覚的にも言語的にも、両者の間に大きな差はみられなかった。

これらの結果から、色弱者の色彩感情は一般色覚者と類似する点が多いことが分かった。

この結果を受けて III. では「感情や意味に合う色選択実験」を視覚的及び言語的に行った。図1は、一例として、「危険」と感じられる色の選択を、C型、P型、D型の3群の被験者ごとに比率で表したものである。横軸は選択する色の種類 (vivid, light, dark 系、各10色+無彩色3色、計33色)、縦軸は選択確率(%)である。上段(a)が視覚的に色票から選択した場合、下段(b)がカードに記した色名(「あざやかな赤」等)から選択した場合である。「危険」と感じられる色は、あざやかな赤、あざやかな黄、などに選択が集中した。言語的選択では、色相は視覚的と類似しているが「あざやかな」と「明るい」というトーン間に色選択は分散される。視「危険」ではC型、P型、D型とも、わずかな差はあるものの、視覚的及び言語的に、比較的類

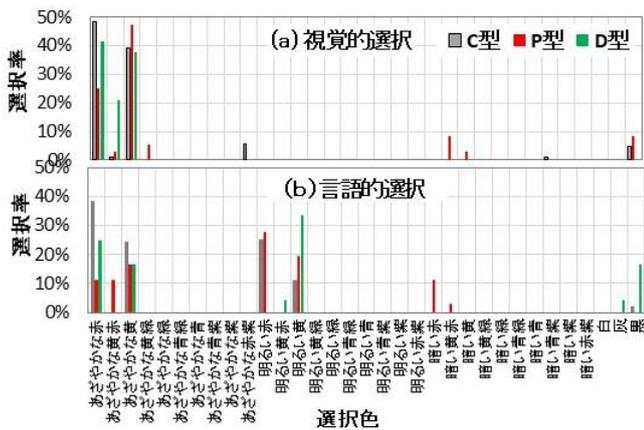


図1(a), (b) 「危険を意味する色」の C, P, D 型被験者の選択率。(a) 視覚的選択、(b) 言語的選択。

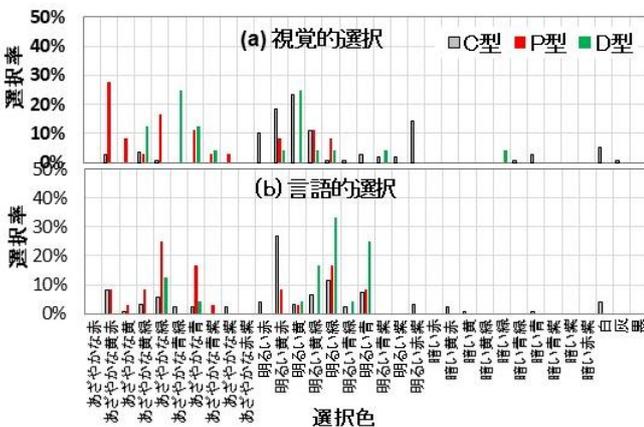


図2(a), (b) 「親しみやすいと感じる色」の C, P, D 型被験者の選択率。(a) 視覚的選択、(b) 言語的選択

似した傾向を示すことが明らかとなった。

一方、図2 (a) (b)に示す「親しみやすいと感じる色」では、選択は分散し、視覚的にも言語的にもC型、P型、D型の3者間の差は大きく、類似性も低い。

色彩感情は「危険」など、経験や社会通念により色が固定された概念を持つ場合には、色選択は特定の色に集中し、色弱者と一般色覚者の選択は類似する。一方「親しみやすい」等の固定概念を持たない場合は、色選択は分散し、色弱者の色選択は一般色覚者とかなり異なる。

本研究で採用した全25項目の感情や意味用語の色選択集中度について分類し、最も集中度の高いもの(危険、禁止、注意、緊急、暑い)と最も分散度の高いもの(安全、安心、不安、高貴、上品、おいしい、好き、嫌い)に分けて集計してみた。図3はその結果である。なお類似度は選択率の差分を集計し、最大を1(最類似)、最少を0(最非類似)に規格化した。

図3 (a)に示すように集中度の高い色選択は、視覚的及び言語的選択の類似性は高く、一方、図3 (b)に示す分散度の高い項目の色選択は類似性が低い。一般色覚者の色弱疑似体験では、色の見えの違いが優先して異なる色を選択し、特に図3 (a)では類似度は低くなる。

これらの結果から、色弱者の色彩感情には、色の見え方に加えて、経験や一般通則による固定概念が反映し、一般色覚者と色彩感情は類似する。ただし、概念が固定されていない感情項目に関しては、色の見えの違いが優先して、一般色覚者とは異なる色の選択をすることが明らかとなった。

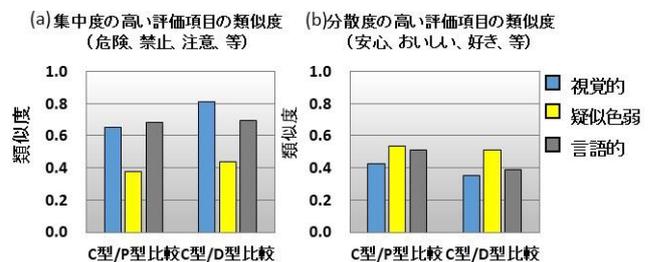


図3(a), (b) 色選択の集中度・分散度の違いによるC型-P型、C型-D型間の色選択類似性。

参考文献

1) 篠森敬三：2色覚者の色覚と色のユニバーサルデザイン、日本色彩学会誌, 36Sup (2012) 12-13  
 2) 河本, 和気, 安間：色覚異常者の色分類における色名応答と印象、日本色彩学会誌 32 (2008) 124-125

# 教科の色イメージ調査

## Color image of school subjects

山下彩花 Ayaka Yamashita 広島大学 Hiroshima University  
 森田愛子 Aiko Morita 広島大学 Hiroshima University

**Keywords:** 色イメージ, 教科, 世代.

### 1. はじめに

たとえば「数学」という言葉から、どのような色が連想されるだろうか。物や概念には、連想される色（ここでは色イメージと呼ぶ）があることも多い。たとえば「自然」から緑、「愛」から赤がイメージされやすい (Kaya & Epps, 2004)。これらは、その色で表された物を頻繁に見るなどの経験によって形成されることも、色と文化におけるその色の意味の連合学習によって形成されることもある (Grossman & Wisenblit, 1999)。そして、イメージに合う色を用いると、適切な行動を導きやすい。典型的な例は、温度と色の連動である。

「熱い」のイメージに合う赤、「冷たい」のイメージに合う青に合わせて水道のタップなどが色分けされていることで、行動しやすくなる。

「数学」や「国語」などの教科も、それぞれ色イメージを有しているのではないだろうか。学校で用いるノートや参考書、時間割などにおいて、教科はしばしば色で弁別される。その弁別方法が色イメージと合致していれば適切な行動を導きやすいはずである。しかし、教科の色イメージが共有されているか、そうだとすればどの教科がどのような色イメージを有しているかは実証されていない。そこで本研究では、教科の色イメージを調査し、その一致度を検討する。また、色イメージが教科のイメージと関連しているとする、世代によって異なる可能性もある。そこで、20代以下から60代以上までの世代ごとに、色イメージを調査し、比較する。さらに、教科から当該の色をイメージする理由があるか、それが教科によって異なるかについても検討した。

### 2. 方法

**2.1 参加者** インターネット調査会社に登録しているモニター313名。各年代の人数は表2のと

おりである。

**2.2 調査内容** 国語、数学、理科、社会、英語の5教科について調査を行った。これらの教科からイメージする色の選択肢として、牧野 (2012) において使用された基本色彩語13語 (赤、ピンク、オレンジ、茶、黄、黄緑、緑、水色、青、紫、白、グレー、黒) と「その他の色」、「色をイメージしない」の2項目を提示した。さらに、色を選択した理由を記述する欄を設けた。

**2.3 手続き** Web上で調査を行った。参加者は提示された教科について、イメージする色をイメージする度合いの強い順に2つまで選択した。その後、その色をイメージした理由がある場合、自由記述で回答させた。

### 3. 結果と考察

**3.1 各教科の色イメージおよび一致度** 各教科名から「イメージする色」として、各色が1番目に選択された回数 (割合) を表1に示す。一致度が最も高かったのは数学で、イメージされる色は青であった。理科と社会については、最も多く選ばれた色がそれぞれ緑と茶であり、いずれも全体の約3割であった。国語と英語はばらつきが大きく、複数の色が同程度選択されている。全体的には、教科の色イメージは必ずしも一致しないことがわかる。

**3.2 世代による色イメージの違い** 参加者を年代ごとに分けて検討した (表2)。(a) 全体での結果と一致し、数学は、どの世代においても青が最も多く選ばれた。さらに青と水色が選択された割合を合わせると、最も低い「60代以上」でも50.0%、20代以下では83.3%を占めた。(b) 理科は緑が選択されやすく、最多ではなかった40代でも24.1%が選択した。40代で最も多く選択されたのは黄であった。20代30代においても黄は2番目に多く選択された色である。一方、50代ではオレンジ、60代以上では青が2番目に多かった。特に、40

表1 教科名からイメージする色として選択された回数

	国語	数学	理科	社会	英語
赤	48(18.3%)	19(7.2%)	17(6.4%)	2(0.8%)	41(18.4%)
ピンク	7(2.7%)	4(1.5%)	5(1.9%)	2(0.8%)	18(8.1%)
オレンジ	9(3.4%)	15(5.7%)	25(9.4%)	24(9.7%)	42(18.8%)
茶	39(14.8%)	2(0.8%)	7(2.6%)	64(25.9%)	4(1.8%)
黄	14(5.3%)	17(6.5%)	40(15.0%)	18(7.3%)	23(10.3%)
黄緑	8(3.0%)	2(0.8%)	11(4.1%)	11(4.5%)	7(3.1%)
緑	26(9.9%)	9(3.4%)	84(31.6%)	32(13.0%)	4(1.8%)
水色	8(3.0%)	35(13.3%)	16(6.0%)	10(4.0%)	11(4.9%)
青	17(6.5%)	125(47.5%)	22(8.3%)	22(8.9%)	14(6.3%)
紫	5(1.9%)	4(1.5%)	14(5.3%)	9(3.6%)	14(6.3%)
白	29(11.0%)	7(2.7%)	11(4.1%)	9(3.6%)	20(9.0%)
グレー	6(2.3%)	9(3.4%)	8(3.0%)	34(13.8%)	10(4.5%)
黒	40(15.2%)	13(4.9%)	4(1.5%)	5(2.0%)	10(4.5%)
その他	7(2.7%)	2(0.8%)	2(0.8%)	5(2.0%)	5(2.2%)

代以下で青を選択した者が少なかったことから、「理科」という教科の内容のイメージが、世代によって異なる可能性がある。緑の選択理由としては植物がイメージされたというものが多かったが、青系統の色の選択理由としては、数学と同様、理論や精密さが挙げられた。年齢の高い世代における「理科」のイメージは、「生物」などの具体性が低く「科学的」なイメージである可能性がある。(c) 社会も、全体的には約3割が茶を選択したが、その割合は世代によって異なる。20代以下ではオレンジを選択した者が、50代では、グレーを選択した者が多かった。グレーは、30代以下ではほとんど選択されない。グレーの選択理由として、工業・産業関連のものを連想したという理由が多かったことから、40代以上における「社会」という教科は、それらが連想されやすいと推察される。(d) 国語については、20代以下では赤が半数以上を占めているものの、他の世代ではそのように突出していない。他の色に比べ、赤の選択理由として、教科書の色が挙げられることが多かったため、教科書の印象が強い若い世代で赤が多かった可能性がある。(e) 英語については、オレンジか赤が最多であった。特に、40代では赤とオレンジ、30代では赤とオレンジと黄、20代以下ではオレンジが選択されやすいという推移がみられた。ただし、60代以上ではオレンジと黄が選択されやすく、年代に沿った推移とも言い難い。

このように、数学以外では、年代によって色イ

メージの違いが比較的大きい。そして、20代以下と60代以上という最も離れた年代において、むしろ色イメージが類似している傾向もみられる(国語を除く)。20代以下は、自らの学習時の経験を想起しやすく、30代~50代は抽象的な教科のイメージで回答しやすく、60代以上は、むしろ下の世代の学習と結び付けて教科のイメージを形成している可能性もある。

**3.3 色イメージの理由** 理由があるケースについて、著者らを含めた3名で理由を分類したところ、「教科そのものに対する印象」「学習に使用する教材の色」「教科から連想された物の色」「なんとなく」「その他」の5種類に分類された。「教科そのものに対する印象」は、国語と数学において理由として挙げられることが多かった(それぞれ16.6%, 18.8%)。「学習に使用する教材の色」も、やはり国語と数学で比較的多かった(それぞれ8.3%, 6.7%)。「教科から連想された物の色」は、理科の選択理由に多かった(18.8%)。

ただし、理由がないというケースが最も多く、60%以上を占めた。具体的な物以外が色イメージの原因と考えられる「教科そのものに対する印象」「なんとなく」と「理由なし」の合計は85.0%であり、その割合が最も低い理科でも78.3%であった。色イメージが形成された後には具体的な理由が想起されない場合も多いと考えられる。色と概念のリンクは、色と概念の関連の反復学習によっても生じる(Elliot & Maier, 2013)。たとえば当初は教科書の色と当該の教科が恣意的に結びついていたただけだったとしても、それが反復され「なんとなく」教科の色イメージと認識されることもある。また、「論理的」などの概念のイメージを媒介し、教科の色イメージが形成される場合もある。教科の色イメージには、それらが混在していることが推測される。

### 主な参考文献

1) A. Elliot and M. Maier: Color Psychology: Effects of perceiving color on psychological functioning in humans, Annual review of psychology. 65 (2013) 95-120

表2 教科名からイメージする色として選択された回数(割合)の世代による違い

	国語	数学	理科	社会	英語
20代以下 (n=26)	赤 (52.0%)	青 (58.3%)	緑 (20.8%)	オレンジ (29.2%)	オレンジ (28.6%)
30代 (n=45)	赤・茶 (17.6%)	青 (50.0%)	緑 (34.3%)	茶 (28.1%)	赤 (23.1%)
40代 (n=64)	赤 (17.3%)	青 (62.7%)	黄 (27.8%)	茶・グレー (20.0%)	赤 (41.9%)
50代 (n=99)	茶 (20.5%)	青 (36.8%)	緑 (32.9%)	グレー (21.1%)	赤 (14.5%)
60代以上 (n=96)	黒 (23.0%)	青 (43.6%)	緑 (31.3%)	茶 (40.0%)	オレンジ (26.6%)

# メタマー照明を用いたチーズの嗜好性に影響する反射光の解析

## Analysis of Reflected Light Affecting the Palatability of Cheese using Metamer Lighting

山下 岳  
田中 緑  
堀内 隆彦

Gaku Yamashita  
Midori Tanaka  
Takahiko Horiuchi

千葉大学大学院  
千葉大学大学院  
千葉大学大学院

Chiba University  
Chiba University  
Chiba University

**Keywords:** 食品, 照明, 嗜好性, 分光分布, 色知覚.

### 1. はじめに

近年様々なLEDが開発され、照明の分光分布を制御できるようになってきた。これを利用して、物体中の異物検出や、食品の鮮度を視覚的に向上させる光源などが研究されている[1]-[5]。これを機能性光源という。本研究では、様々な種類があり、全世界で消費されているチーズを対象として、嗜好性を向上させる機能性光源の設計を目的としている。本稿では、メタマー照明を用いることによって、チーズの嗜好性に影響を与える反射光の解析を行う。

### 2. サンプルの計測と選定

チーズには、色や成分などが異なる様々な種類があり、反射率がそれぞれ異なることが知られている。そこで、はじめに市販されているチーズに対して、反射率の計測を行った。10種類のナチュラルチーズに対して、1nmごとに単色光を出力できるモノクロメーター(島津製作所 SPG-120S)を光源として、チーズの反射光を分光放射輝度計(ユニカミノルタ CS-2000)によって計測して、分光反射率を算出した。それらは、分光反射率の形状に基づいて、K-means法によって4クラスタに分類できたため、各クラスタから1種類ずつ選択したパルメザン、ゴーダ、レッドチェダー、スモークブラックペッパーと、複数色を有しているコルビージャックの計5種類を解析対象とした。

### 3. メタマー照明の設計

照明装置として、14種類のLED出力を制御可能な(THOUSLITE LEDCube)を使用した。図1に示されるように、照明を幅45cm、高さ55cmの観察ボックス上に設置し、白の紙皿に乗せたチーズに向けて照射した。皿の反射色は変化させずに、

チーズのみの反射色を制御するために、3,000Kおよび4,500Kにおいて、それぞれメタマーな分光分布を設計した。4500Kで設計した5種類のメタマー照明の正規化分光分布(b1~b5)を図2に示す。3000Kでは、3種のメタマー照明を設計した。このとき、照度はできるだけ食品売り場や食事の照明環境を再現するために、500lxに統一した。

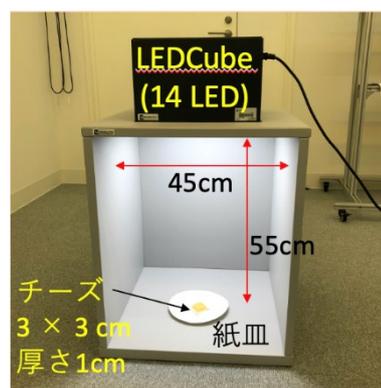


図1 照明環境

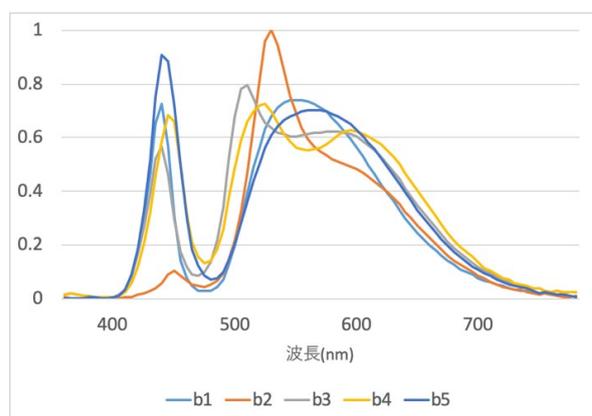


図2 設計したメタマー照明の分光分布の例 (4500K)

### 4. 評価実験と解析

照明光の違いによる嗜好性を調査するために、評価実験を実施した。実験環境を図3に示す。観

察ボックスをテーブルの上ののせ、簡易暗室で実験を実施した。視距離は40cmとした。被験者はチーズが好きで A 群(4名)、そうでない B 群(4名)の計8名である。色温度ごとに1つの照明光を基準照明として、基準照明下のチーズの嗜好性を3点定めた。他のメタマー照明で照射されたチーズの嗜好性を、5件法で相対的に評価した。実験の再現性を検証するために、各被験者に対して、全パターンを別日に分けて2回ずつ行った。

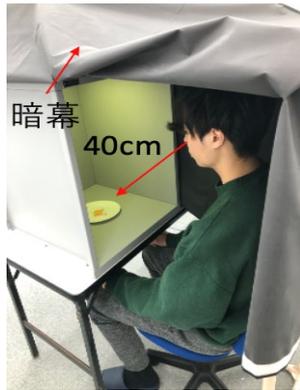


図3 実験環境

実験の結果、A群の回答では、最も美味しそうと感じる照明が一致していたのに対して、B群が選択する照明は分散していた。また、再現性を示す評価値の個人内分散も、A群はB群よりも小さい値となり安定していた。このことにより、チーズの好きなA群の嗜好性は安定して一致しており、そうでないB群の嗜好性は分散して不安定であることが確認された。また、内観報告によれば、B群はチーズの色やコントラストなどの初期視覚に関連する低次元特徴に着目していたのに対し、A群はチーズの「柔らかさ」や「新鮮さ」など、より高次元特徴量に着目していることがわかった。

### 5. 嗜好性が向上する照明の設計と検証

回答に安定性があったA群の評価結果に着目して解析したところ、チーズの反射光において、特定の波長帯による分光強度と嗜好性の評価値に相関が見られた。そこで、平均評価値と反射光による分光強度の相関を考慮した4500Kのメタマー照明を新たに3種類設計して、A群の4名に対して検証実験を行った。

その結果、新たに設計した照明光の嗜好性が高くなることが確認された。また、図4の赤い四角で示されるように、チーズによる反射光が丸で示した特定の色度領域(高嗜好色度領域)に入ったと

き、A群の嗜好性が向上することがわかった。これらの結果に基づき、以下の手順によって、チーズを好きな人に対して、チーズの嗜好性が向上する照明を設計できる見通しが得られた。

- (1) 照明の色温度を決定する。
- (2) 対象となる全てのチーズの反射光が高嗜好色度領域に入るように、メタマー照明を導出する。
- (3) メタマー照明から、評価と相関の高い波長帯の分布を有するものを、最適な照明に決定する。

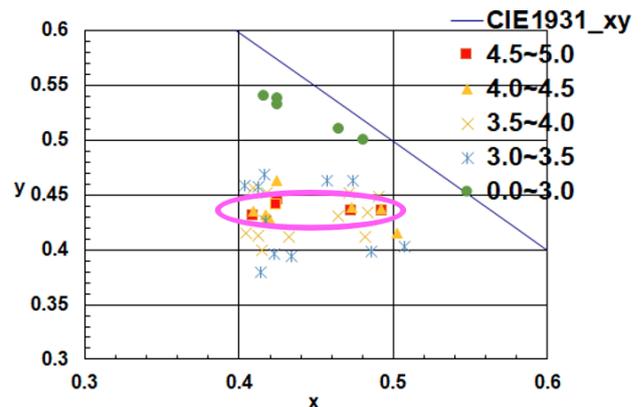


図4 反射光の色度座標とA群の評価値の関係。丸で囲んだ領域が高嗜好色度領域を示す。

### 6. まとめ

本稿では、メタマー照明を用いて、チーズの嗜好性に与える影響を反射光の観点から解析した。その結果、チーズが好きな群は、特定の照明を好み、また高次元特徴量に着目していることが明らかとなった。さらに解析により、チーズの反射光の色度領域と特定の波長帯の分光エネルギーを制御することによって、嗜好性において最適な照明を設計できる見通しが得られた。

今後は、様々なチーズで設計方法を検証することや実験時のチーズの保存状態と被験者の体調を見直すこと、さらに他の食品への応用を検討していくことが課題である。

### 参考文献

- [1] S.Nakauchi et al., Proc. IS&T CIC, 2011.
- [2] K.Ito et al., Proc. 2nd Int. Conf. Adv. Info., 2015.
- [3] T.Kondo et al., Proc. IS&T CIC, 2016.
- [4] M.Tsuchida et al., Proc. SIGGRAPH ASIA, 2018.
- [5] H.Higashi et al., Measurement, 2019.

# 視野内の色分布が照明の明るさと色味に与える影響

## The Effects of Color Distribution in the Visual Field on Lighting and Lighting Color

土山 和華子 Wakako Tsuchiyama 奈良女子大学 Nara Women's Univ  
 井上 容子 Youko Inoue 奈良女子大学 Nara Women's Univ  
 吉田 桃子 Momoko Yoshida 奈良女子大学 Nara Women's Univ

キーワード: 照明計画, 色分布, 有彩色, 明るさ, 色味.

### 1. はじめに

我々の生活空間は、様々な什器や内装で彩られている。室空間を構成するいくつかの視覚的要因のうち、特に色彩や照明から受ける視覚的刺激は心理的な効果が大きい。これまで、室内の色彩や照明それぞれによる心理的な影響については様々な知見が得られているが、内装の色彩と照明環境の相互作用に関する知見は乏しい。そのため、照明環境の評価に色彩がどのような影響を与えるかを明らかにすることが本研究の最終目的である。

本報では視野中心の色の有無や彩色面積という視野内の色分布が照明の明るさと色味に与える影響について検討を行う。

### 2. 実験方法

表1に実験条件を示す。実験室は内装全面白(平均反射率70%)で約12.5 m<sup>2</sup>である。図1に示すように被験者は正面壁に向かって視距離500 mmの位置に座り、正面壁の視野中心部分に呈示される視標を観察する。視野は固定して評価を行う。図2に実験風景を示す。

[照明条件(表1)]全面白の場合の目線高さ(視野中心)は照度800 lx,色温度5700Kである。

[評価項目(表1)]視野中心部分と照明それぞれの明るさと色味をSD法で評価する。

[色分布(表1・表2・表3・表4)]呈示する視標の大きさの違いや注視部分の色の有無を色分布の違いとする。視標の大きさは被験位置から視標半径0°~∞(全面)の6条件である。視標とその背景の色は、白・灰・黒・赤・青の5色であり、視標と背景の何れかが白になるよう組み合わせ

表1 実験条件

実験期間	2019/11/30-2020/01/16
照明条件	800 lx,5700K(全面白の時の目線高さ)
評価項目	視野中心部分・照明其々の明るさ(7),色味(5) かつこ内の数字は評価段階
色分布条件	大きさ 視距離500mmで半径0° ~∞(全面)の円の6条件 色 白、灰、黒、赤、青の5色 視標とその背景の何れかが白
被験者	正常色覚の若齢者6名(20~23歳)
手順	<p>評価は口頭,視標呈示はランダム(1セッション1色・1分布),3回試行</p>

表2 800 lx・5700K 下での色度・色調

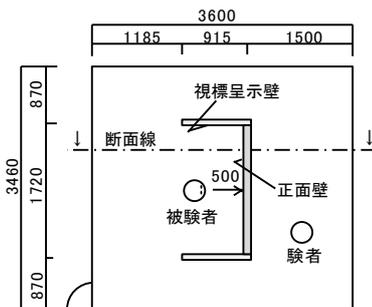
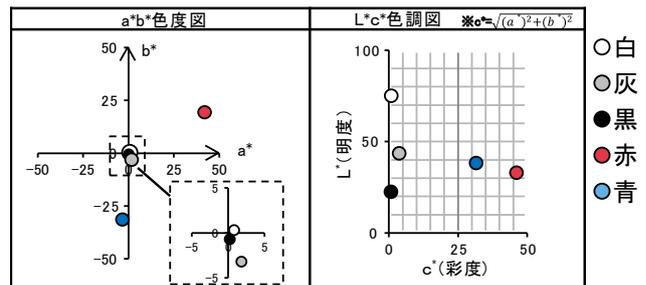


図1 平面図

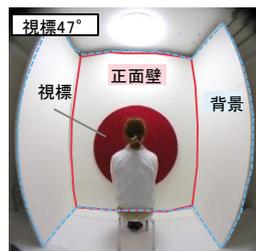


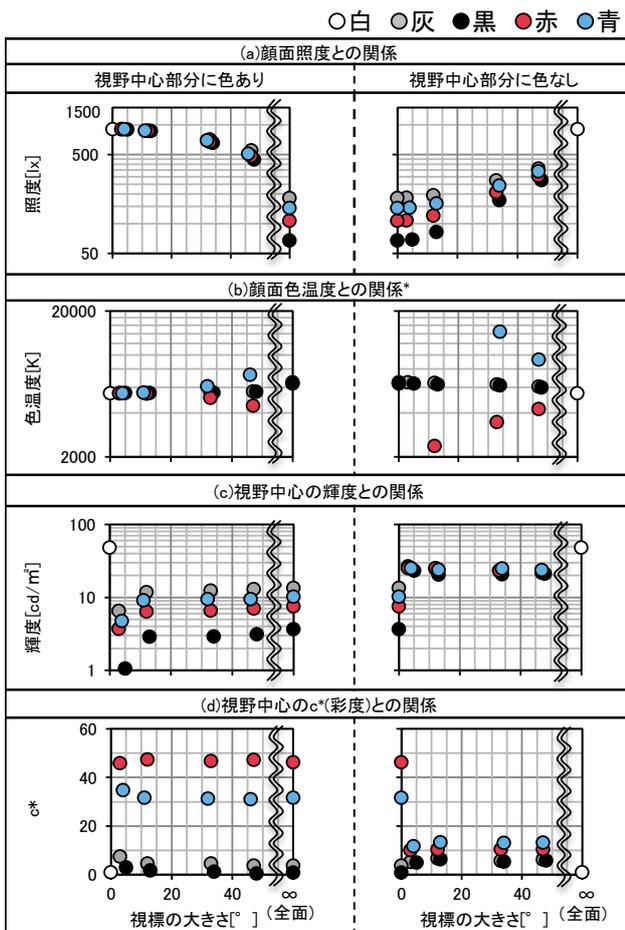
図2 実験風景

表3 視標と背景のイメージ 例 赤

視野中心部分に色がある場合						視野中心部分に色がない場合					
視距離500mmからの半径°											
0*	3	12	33	47	∞*	0*	3	12	33	47	∞*
(全面)						(全面)					

\*「色がある」は白以外の色を使うこと  
 ※視標と背景の何れかが白 ※\*,★はそれぞれ同じ条件

表4 色分布と物理量の関係



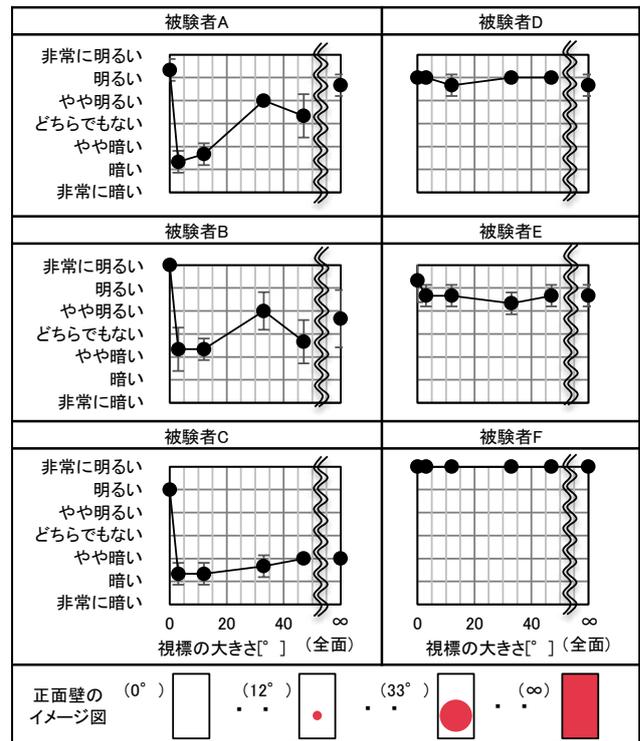
\*視野中心部分に色がある場合の∞(全面色)赤と青、視野中心部分に色がない場合の0°と3°の赤と青、12°の青は実測不可範囲

せる。800 lx・5700K 下での色度、色調を表2に示す。本報では白以外を使う場合、無彩色の灰・黒を含めて「色がある」と称する。表3に視標と背景の色の組み合わせのイメージを、赤を例に示す。表中の星印同士は同じ色分布であり、色分布の総数は37条件である。

表4に色分布と(a)顔面照度、(b)顔面色温度、(c)視野中心の輝度、(d)視野中心のc\*(彩度)それぞれとの関係を示す。左列に視野中心に色がある場合、右列に視野中心に色がない場合である。視標中心部分に色がある場合の赤と青の視標∞(全面色)、視標中心部分に色がない場合の視標3°の赤と青、12°の青の顔面色温度は黒体軌跡上から大きく離れ、実測不可能であった。[被験者(表1)]正常色覚の女子学生6名である。[実験手順(表1)]2分間の暗順応後、視野呈示直後(0分後)と5分後に評価を行う。評価は口頭で行い、験者が記録する。色分布の呈示順はランダムである。試行回数は3回で、1回の実験で1条件のみ被験する。

また、色を注視した場合、視野呈示直後は61%、

表5 視野中心部分に色がある場合の視野中心部分の明るさ(例:赤)



5分後は71%、30分後は86%で順応が完了(評価が収束)し、順応時間も考慮する必要があることを明らかにしている<sup>1)</sup>。従って、本報では視野呈示5分後の評価を用いて検討を行う。

### 3. 個人差の検討(表5)

視野中心部分に色がある場合の視野中心部分の明るさについて、視標の大きさの影響を顕著にうける被験者と影響を受けない被験者の2つに分類された。そこで、表5に視野中心部分が赤の場合の明るさを被験者ごとに示す。被験者A,B,Cは視標3°の時に視野中心を最も暗く感じる。また、明るさの上昇の仕方に個人差はあるものの、上記の3名は視標が大きくなるにつれて視野中心を明るく感じる。

一方、被験者D,E,Fは視標の大きさによらず、前者と比べて明るさがほぼ変わらない。この傾向は何れの色でも同様の傾向である。これより、視野中心部分の明るさについて、視標の大きさによる影響は個人差があり、個人の結果を用いて検討を行う必要がある。以降の節では、視標の大きさの影響が最もみられる被験者Aの結果を用いて検討する。

### 4. 視野中心部分の色の有無と評価の関係

視標の影響が最も大きい被験者Aの結果を用いて示す。

表6 視野中心部分に色がある場合の明るさと色味 (例: 被験者A)

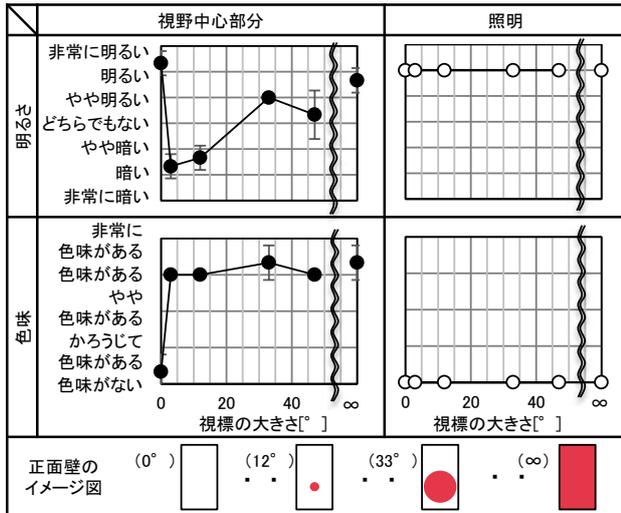
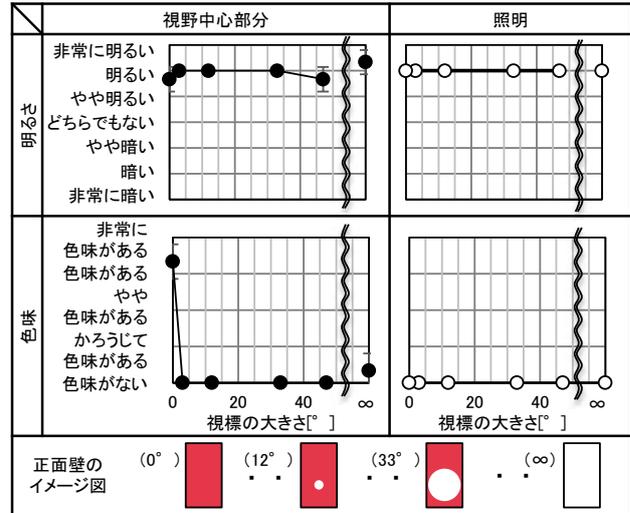


表7 視野中心部分に色がない場合の明るさと色味 (例: 被験者A)



4-1 視野中心部分に色がある場合の評価(表6)

表6に視野中心部分に色がある場合について、上段に明るさ、下段に色味を示す。明るさについて、視野中心部分の明るさは表5に示すように個人差がみられたが、照明の明るさは、視標の大きさに関わらず、明るさは変わらない。また、視野中心部分と照明の明るさを比較すると、照明の方が明るく感じる。

色味について、視野中心部分の色味は視標0°(全面白)以外で色味を感じる。一方、照明の色味は、視標の大きさによらず、色味を常に全く感じない。また、何れの視標の大きさでも、視野中心部分の方が照明より色味を感じる。

視野中心部分の明るさ以外の項目では何れの被験者も被験者Aと同様の傾向を示した。また、明るさ・色味ともに何れの色でも同様の傾向である。従って、視野中心部分に色がある場合、視野中心部分の明るさは視標の大きさによる影響には個人差があり、色味は視標の大きさの影響を受ける。照明の明るさ・色味は視標の大きさの影響を受けない。

4-2 視野中心部分に色がない場合の評価(表7)

表7に視野中心部分に色がない場合について、上段に明るさ、下段に色味を示す。何れの被験者も被験者Aと同様の傾向を示した。

明るさについて、視野中心部分と照明何れの明るさも視標の大きさによらず変わらない。また、二者の明るさは概ね同じである。

色味について、視野中心部分の色味は視標0°(全面白)のみで色味を感じ、それ以降の視標の大きさでは色味を感じない。照明の色味は、視標の大きさに関わらず色味を感じない。

視野中心部分に色がある場合と同様、何れの色でも視野中心部分、照明の明るさ・色味ともに同様の傾向がみられた。従って、視野中心部分に色がない場合、視野中心部分の色味は視標の大きさの影響を受けるが、それ以外の項目では視標の大きさの影響を受けない。また、4-1と合わせて検討すると、視野中心部分の明るさ・色味は視野中心部分の色の有無で異なるが、照明の評価は色の有無では変わらない。

5. 視野中心部分の明るさ・色味と物理量の関係

前節より、照明の明るさと色味は色分布の影響を受けず、視野中心部分に色がある場合の視野中心部分の明るさと色味は色分布の影響を受ける。視標の大きさの違いによる物理量との検討を行うため、視野中心部分に色がある場合の視野中心部分の明るさと色味を取り上げて検討する。視標の影響が最も大きい被験者Aの結果を用いる。また、明るさは個人差がみられたが、色味は被験者Aと同様の傾向であった。

5-1 視野中心部分の輝度・顔面照度と明るさ・色味との関係(図3,表8,表9)

表8(a)に視野中心部分の輝度・顔面照度と視野中心部分との関係をバブルで示す。上段が明るさ、下段が色味、バブルの大きさが明るさと色味で、図3に明るさを例にバブルの大きさと評価の関係を示す。表8(a)中に示す黄色の破線に近い条件(顔面照度は900 lx、視標中心輝度は4.5cd/m<sup>2</sup>)でのそれぞれの物理量と評価の関係を表9に示す。

明るさは、顔面照度が近い条件では、視標中心の輝度が高くなるにつれて、視野中心部分を

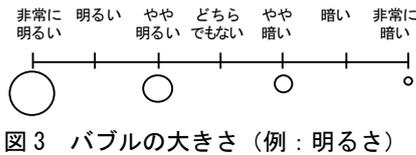


図3 バブルの大きさ (例: 明るさ)

明るく感じる。視野中心部分の輝度が近い条件では、被験者顔面照度が高くなるにつれて、視野中心部分を暗く感じる。

色味は、輝度・顔面照度によらず、赤と青で色味を感じるが、色味は何れの物理量とも相関がみられない。

5-2 視野中心の  $c^*$ ・顔面色温度と明るさ・色味との関係 (図3, 表8, 表10)

表8(b)に視野中心の  $c^*$ ・顔面色温度と視野中心部分の評価との関係をバブルで示す。表8(b)中に示す黄色色の破線に近い条件(顔面色温度は5400K、視野中心の  $c^*$ は47)でのそれぞれの物理量と評価の関係を表10に示す。表10(b)のグラフ内の赤線は赤の $\infty$ (全面色)の評価である。

明るさは、顔面色温度が近い条件では、無彩色と有彩色それぞれでは、視野中心の輝度と概ね対応して明るく感じる。しかし、全ての色で検討すると、視野中心の輝度と対応していないため、 $c^*$ の影響が確認される。 $c^*$ が近い条件では、色温度によって明るさは変わらない。

色味は、顔面色温度が近い条件では、 $c^*$ が大きくなるにつれて色味を感じる。 $c^*$ が近い条件では、何れの顔面色温度でも、色味は同じように感じるため、注視部分の色味は被験者顔面色温度よりも視野中心の  $c^*$ の影響の方が大きい。

従って、視野中心部分について、当然ではあるが、明るさは明るさに関わる物理量である輝度・顔面照度に加えて顔面色温度、色味は色味に関わる物理量である視野中心の  $c^*$ に対応することを確認した。

6. おわりに

今回の照明条件では、照明の明るさと色味は、視野中心部分よりも色分布の影響は見られず、今回検討した物理量との対応はみられなかった。これは、視野内に白色が存在していることが原因である可能性が高い。今後は1条件のみであった照明条件を増やし、本報で得られた知見への照明の影響について引き続き検討する。

<謝辞>本研究は第28回(2019年度)一般社団法人照明学会照明学会研究・教育助成を受けました。

<参考文献> 1. 土山・大江・井上: 色彩が照明光の評価に与える影響—注視色及び注視時間の検討—, 日本建築学会近畿支部研究報告集, pp. 289-292, 2019. 6

表8 視野中心部分の評価と物理量との関係 (例: 被験者A)

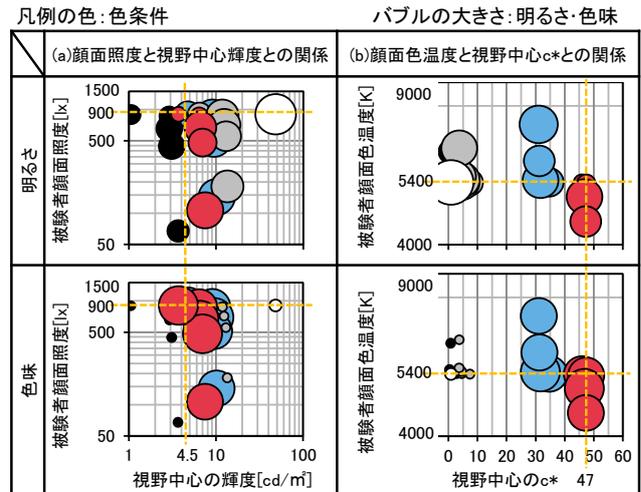


表9 視野中心部分の評価と視野中心の輝度・顔面照度との関係 (例: 被験者A)

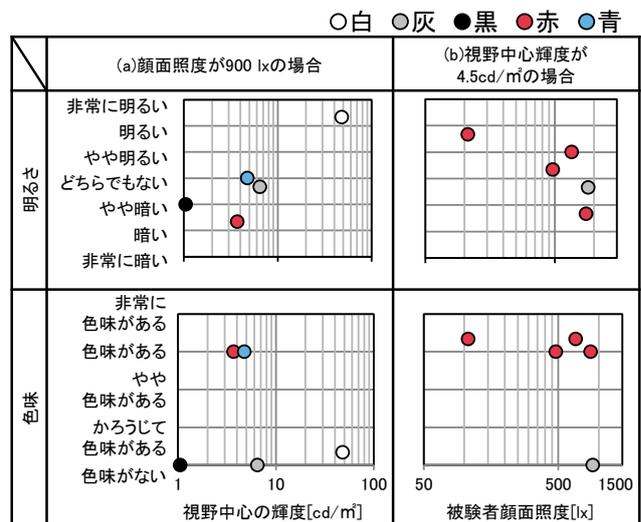
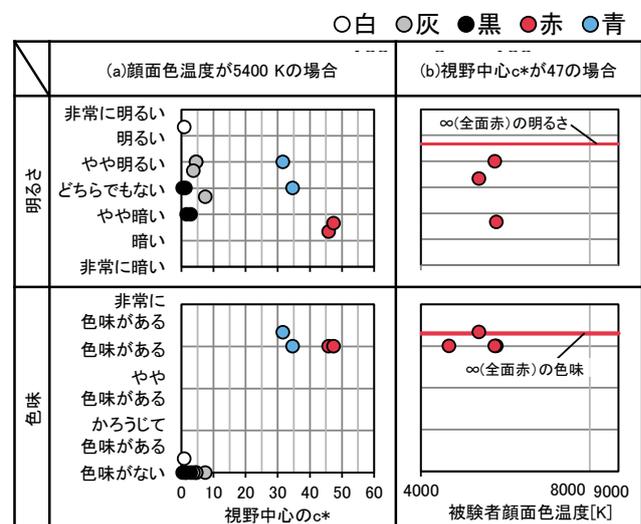


表10 視野中心部分の評価と視野中心の  $c^*$ ・顔面色温度との関係 (例: 被験者A)



# 色彩調和論構築のためのディープラーニングの適用の試み —色相の調和—

## Experiment of Deep Learning to Construct Color Harmony Theory —Hue harmony—

石原 久代 Hisayo Ishihara 梶山女学園大学 Sugiyama Jogakuen University  
加藤 千穂 Chiho Kato 梶山女学園大学 Sugiyama Jogakuen University  
鷺津かの子 Kanoko Washizu 名古屋学芸大学 Nagoya University of Arts and Sciences  
浅井 徹 Tohru Asai あいち産業科学技術総合センター Aichi Center for Industry and Science Technology

**Keywords:** 色彩調和, ディープラーニング, 色相, 官能評価.

### 1. はじめに

カラーコーディネートにおいて色彩調和は非常に重要である。これら色彩調和の理論は古くから研究<sup>1)</sup>されており、色彩学の授業や色彩検定試験<sup>2)</sup>、カラーコーディネーター検定試験<sup>3)</sup>などにおいてもその理論が多数紹介されている。しかし、これら色彩調和論における調和領域は様々であり、さらに多くの理論に用いられている表色系の色相の等差性に問題があるものも多い。そこで本報では、色相角を均等にした試料を作成し、2色配色として色相の調和について視覚評価を行った。さらにその結果を基に色彩調和論構築のためにディープラーニングの適用を試みたので報告する。

### 2. 方法

#### 2-1 実験試料

CIELAB 色空間において色相を 20 分割した色彩を組み合わせて試料を作成した。使用色は無光沢厚地白色紙にプリントした色を分光測色計（コニカミノルタ CM-600 d）にて  $L^*a^*b^*$  を測色し、高彩度域の測色値の  $a^*b^*$  色度図を図 1 に示したが、マンセル色相 5R を基準に 20 色相の各色票間の色相角をできる限り均等に 18 度±1 度以内になるように繰り返し調色し、高彩度領域 20 色、高明度領域 20 色の計 40 色（表 1）を作成した。

試料の大きさは、図 2 に示したように縦を 30～35 cm の観察距離を想定した 10° 視野大、縦横比率はアパレルにおける色彩調和に利用することを目的としていることから、肩幅とパンツ裾までの着丈を想定し、それらを 2 分割にし、上下に 2 色配置した。実験試料は A3 用紙を用い、配色背景

は N6 のグレー上に基準色、下に 5R から色相角順に 20 配色を並べて印刷し、高彩度域、高明度域各 400 試料の合計 800 試料を作成した。

#### 2-2 実験方法

実験は、作成した 800 配色について 200 名の被験者から 6 段階の調和度データを回収した。被験者は女子大学生 200 名（関東地区 1 校、中部地区 3 校、関西地区 2 校）、評価は 1 配色について「非常に調和している：6」「まあまあ調和している：5」「やや調和している：4」「やや調和していない：3」「全く調和していない：2」「不明：1」の 6段階で評価した。

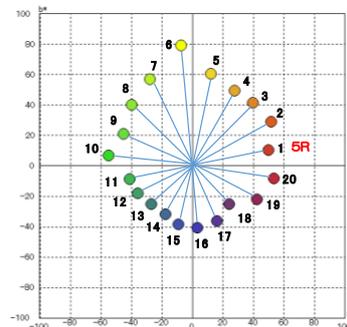


図 1 試料の色度  
(高彩度域)

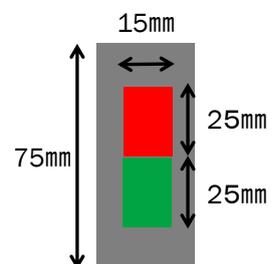


図 2 配色試料

表 1 試料色の  $L^*a^*b^*$  値

試料No.	高彩度色			試料No.	高明度色		
	L*	a*	b*		L*	a*	b*
1	44.38	51.63	29.22	21	75.71	13.96	5.95
2	52.61	39.61	41.55	22	73.69	14.1	13.43
3	58.94	28.92	48.58	23	74.06	10.92	24.81
4	68.42	12.15	60.53	24	73.1	6.57	33.32
5	80.01	-7.31	79.15	25	83.15	-5.56	39.3
6	71.5	-31.01	57.02	26	78.59	-16.65	31.1
7	66.12	-39.7	41.65	27	80.32	-19.49	22.48
8	64.07	-40.27	23.37	28	78.1	-20.16	12.74
9	49.77	-50.94	10.05	29	76.54	-19.73	5.03
10	53.28	-42.31	-8.61	30	76.74	-17.57	-2.35
11	52.67	-35.95	-20.56	31	76.83	-15.75	-8.55
12	46.39	-26.76	-23.68	32	78.6	-11.98	-12.21
13	49.1	-17.4	-31.85	33	78.55	-9.12	-19.1
14	48.65	-8.97	-38.59	34	76.22	-4.52	-21.33
15	46.66	3.45	-40.54	35	76.72	3.02	-18.06
16	43.15	15.94	-36.3	36	74.66	9.52	-16.42
17	38.44	23.91	-29.77	37	75.24	14.85	-14.45
18	37.59	41.37	-23.97	38	75.09	20.77	-11.57
19	47.57	53.55	-11.54	39	74.69	20.04	-4.24
20	42.56	50.69	11.31	40	75.06	16.92	2.51

3) 「あまり調和していない: 2」「全く調和していない: 1」の6段階評価で回答させた。

### 2-3 解析方法

解析については、図3に示したように、入力層には配色した2色のL\*a\*b\*値、ディープラーニングの学習モデルとして全結合型ニューラルネットワークの構築を行い、被験者から得られた計160,000データを基に学習を行った。

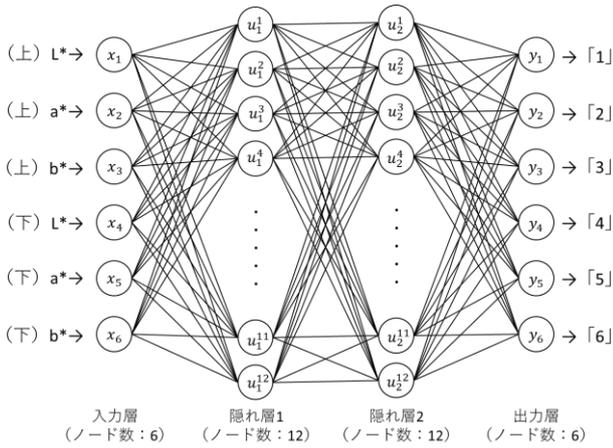


図3 ディープラーニングの学習モデル

## 3. 結果および考察

### 3-1 調和実験結果

図4に色相差別の平均調和度を示したが、高彩度も高明度も同一色相が最も調和し、色相が離れるほど評価は下がり、最も離れているdh180度が最も評価が低く、これまでの色彩調和論にある対比の調和領域は存在しなかった。同一色相角における高彩度と高明度の調和評価の相関係数は

0.997と非常に高く調和領域は一致していた。

また、配色の位置関係においては、高彩度、高明度ともに赤から黄の暖色系の色相が上、青から青紫の寒色系が下に配置された方が評価は高かった。配色全体の調和評価は同一色相以外全て高彩度より高明度の方が有意に高かった。

### 3-2 ディープラーニング学習結果

得られた学習モデルを用いて、2色のL\*a\*b\*値を入力値とした時の予測調和度を配色ごとに算出した。調査データと予測調和度とを比較した結果を図5に示す。両者の間には類似の傾向がみられ、色相の調和の予測においてディープラーニング適用の可能性を見出した。

## 4. 参考文献

- 1) 福田邦夫: 色彩調和の成立事情, 青娥書房(1985)
- 2) AFT: 色彩検定公式テキスト1級編 (2010)
- 3) 東京商工会議所: カラーコーディネーター検定試験3級公式テキスト (2013)

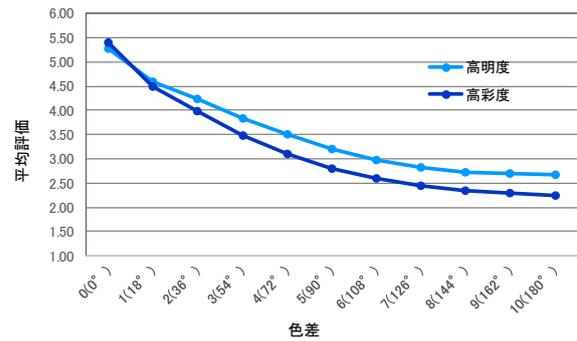


図4 色差別調和度

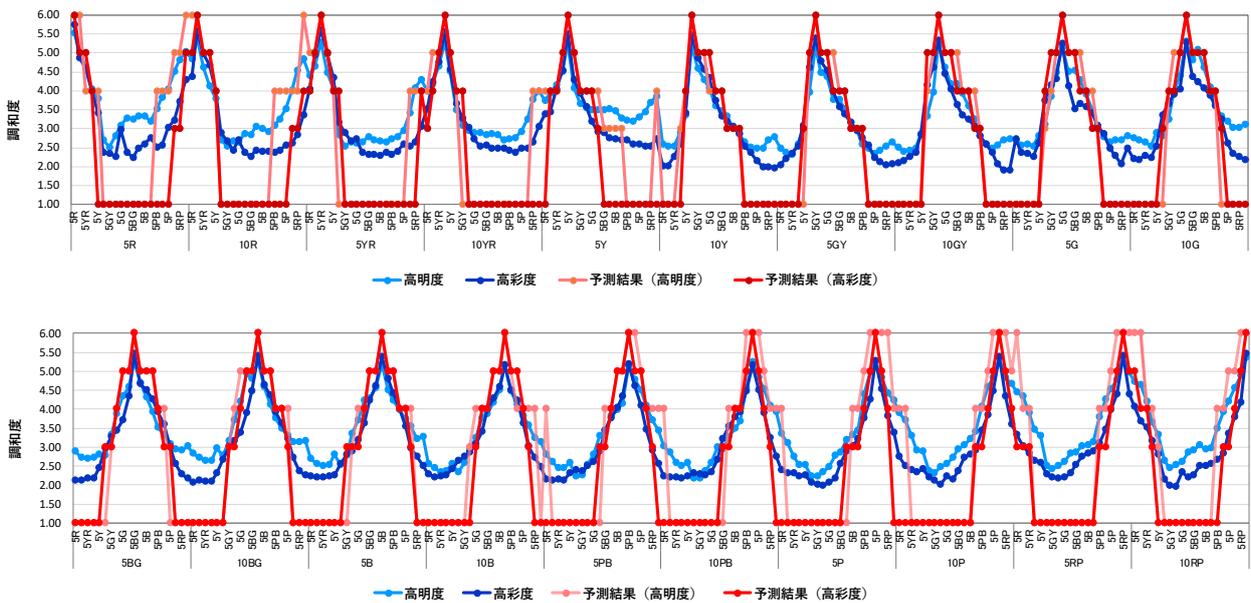


図5 配色ごとの平均調査データと予測調和度

## 読書と視覚的注意の範囲の関係性の検討

### Investigation of relationship between reading and range of visual attention

越中宏希 Hiroki Koshinaka 立命館大学大学院 Graduate School of Ritsumeikan University  
 瀬谷安弘 Yasuhiro Seya 愛知淑徳大学 Aichi Shukutoku University  
 篠田博之 Hiroyuki Shinoda 立命館大学 Ritsumeikan University

**Keywords:** 読書習慣, フランカー効果, 視覚的注意.

#### 1. はじめに

近年, 読書離れや国語力の低下などを報じる記事やニュースを多く目にするようになった. しかし, 全国学校図書館協議会による調査<sup>(1)</sup>では, 小中学生の読書量は経年的に増加しており, 読書離れは必ずしも生じていない. 一方で, 高校生の読書量では大きな変化は生じていない. また, 全国大学生活協同組合連合会による調査<sup>(2)</sup>では, 大学生での読書量は年々減少しており, 大学生では読書離れが生じているといえる. ただし, 「読む」という行為は, 紙媒体だけでなく電子媒体でも行えるようになった現在では, 読書量を客観的に測定すること自体が難しくなっている<sup>(3)</sup>.

読書によって語彙力・文章理解力が養われ, 読書量の増加はこれらの国語力と関連があると考えられている. 例えば, 猪原・上田・塩谷・子山内<sup>(4)</sup>は, 小学生を対象として, 読書量推定および国語力との関係を検討している. この研究では, 生活時間帯, 活動選好, 読書時間, 読書冊数, 本のタイトルについての再認テスト, 小学校での図書室の貸出数を調査し, 一方で Reading-Test 読書力診断検査<sup>(5)</sup>を用いた語彙力および文章理解力テストの得点を測定した. 結果は, 読書量, 語彙力, 文章理解力には関連があることを示し, 小学校 1・2 年生における読書時間と語彙力に正の相関, 読書時間と文章理解力に負の相関, 小学校 5・6 年生では読書時間と語彙力を除く, いずれの間にも正の相関があることを報告している. 第 1 著者は, 大学生を対象に読書習慣の定量的指標の開発を行った<sup>(6)</sup>. この研究では, 読書習慣の指標として, 語彙力, 文章理解力, 文章読み時間, 1 週間の平均読書時間, 過去 6 期間 (就学以前, 小学校低学年, 小学校高学年, 中学校, 高校, 大学)

の読書傾向の 5 項目を測定した. 結果は語彙力と文章影解力, これまでの読書傾向のそれぞれについて有意な正の相関があること示した.

これまで, 特に国語力との関係から読書や読書量の研究が進められているが, 読書は複雑な総合的なプロセスであり, 眼球運動や注意能力, 記憶など様々な知覚・認知プロセスが密接にかかわっている. たとえば, ワーキングメモリを鍛えることで認知課題の成績のみならず, 読み速度やその正確性が向上することが報告されている<sup>(6)</sup>. そのため, 読書習慣の有無が視覚認知機能にポジティブな効果を有している可能性がある. ただし, 現状では読書習慣の定量的な指標はなく, また, これを評価する統一的な課題も無いのが現状である.

以上を踏まえ, 本研究では, 読書と視覚的注意の範囲との関係を検討することを目的とする. 先に述べたように, 読書は複雑かつ総合的なプロセスを含んでおり, 語彙力や読解力といった基礎的能力のみならず, 知覚認知機能の向上にも寄与すると考えられる. 本研究では, 知覚認知機能として, 視野内の膨大な視覚情報から必要な情報を選択する選択的注意に着目し, その範囲を, フランカー課題を用いて計測し, 読書習慣との関係を検討する.

フランカー課題とは, 一列に並んだ刺激に対して周辺刺激を無視しながら中央の刺激を弁別する課題である. 一般的な課題では, 画面中央にターゲット刺激を, その周辺にターゲット刺激と同じ (非競合条件) または異なる (競合条件) 刺激が提示される. 周辺に提示される刺激はフランカーと呼ばれ, 参加者はフランカーを無視しながらできる限り正確に速くターゲット刺激を弁別することが求められる. 一般的に非競合条件よりも競合条件の方が, 反応時間は遅くなる (フランカー効果).

フランカー効果は、ターゲットとフランカーの距離によって減少するが、その減少は観察者の注意の状態に応じて変化する<sup>(8)</sup>。例えば、観察者の注意が空間的に広く分布している場合には、フランカーが離れた位置にあった場合でもその妨害効果が生じると考えられ、一方で、注意が狭く分布している場合には、その妨害効果は小さいと考えられる。本実験ではフランカーをターゲットの左右に配置する水平配置条件と上下に配置する垂直配置条件を実施した。

## 2. 実験方法

実験は暗室で行った。参加者は顎を顎台に乗せ、40 cm先のモニタを見た。モニタには縦34 deg、横44 deg、60 HzのCRTモニタ（日立製作所製、PC-DC7104）を、刺激はMATLABとPsychtoolbox<sup>(9)(10)(11)</sup>を使用した。視覚課題での刺激の判別にはキーボードを用いた。

フランカー課題は、固視点とターゲット、フランカーより構成された。固視点は十字であり、大きさは1.0 × 1.0 degであった。ターゲットとフランカーは、右または左を向いた矢印であり、大きさは0.8 × 0.8 degであった。フランカー課題の試行の流れを図1に示す。

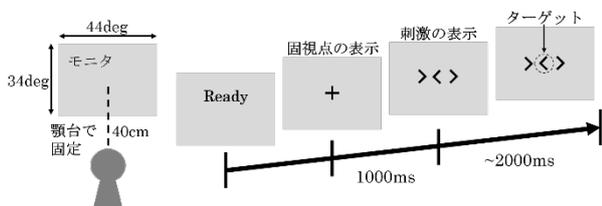


図1.実験の流れ

図2に刺激の模式図を示す。各試行のはじめに、固視点が1000 ms呈示され、その後、画面中央にターゲット、その左右（水平配置条件）または上下に（垂直配置条件）フランカーが表示された。ターゲットとフランカーの距離として、1から9 degまでを2 deg刻みずつの5条件を設定した。矢印の向きが全て同じ非競合条件と、異なる競合条件の2条件を設定した。刺激の表示から2000 msまでに参加者が反応しない場合には、自動的に次の試行に移行した。各条件を20回ずつ、さらにフランカーのない試行20試行を含めた242試行を1セッションとし、各被験者について日を分けて2セッションを実施した。各試行で、競合条件および距離条件はランダムに選択された。

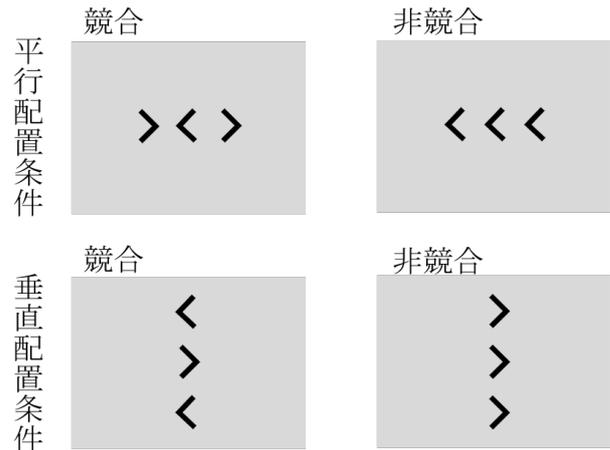


図2.刺激の模式図

## 3. 結果

図3は水平配置条件（参加者10名の平均値と標準誤差）、図4は垂直配置条件の結果（参加者1名）を示す。平均反応時間はどちらの配置条件でも330 ms~460 ms程度であった。ターゲットとフランカー刺激の距離が離れるほど、競合・非競合条件との差が少なくなりフランカー効果が小さくなった。t検定の結果より、水平配置条件では9 degまでのすべての条件で、競合・非競合条件の間に有意な差が認められた。垂直配置条件では1 degでは、競合・非競合条件の間に有意な差が認められたが、それ以降では有意ではなかった。水平配置条件について、参加者ごとに注意範囲（競合・非競合の差が有意でなくなるフランカーの距離）を求め、先行研究の結果（語彙力、文章理解、文章読み時間、読書時間、読書傾向）<sup>(7)</sup>を用いて、相関解析を行ったところ、読書時間でのみ有意であった [ $r(8) = -0.679, p < 0.05$ ]。

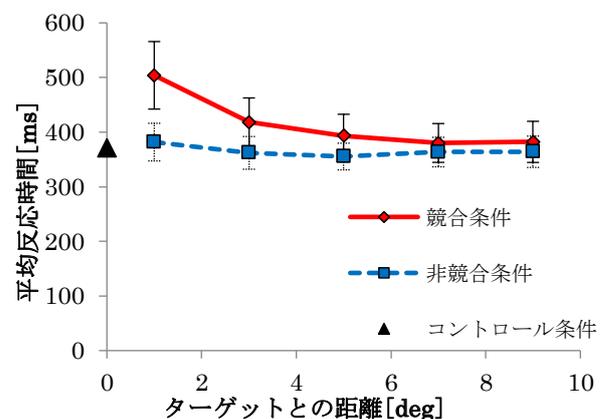


図3.水平配置条件の反応時間の結果

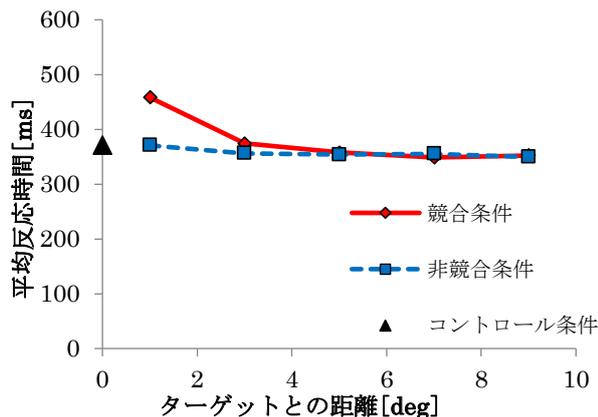


図 4.垂直配置条件の反応時間の結果

#### 4. 考察

実験の結果、水平配置条件と垂直配置条件では水平配置条件の方が広い範囲まで有意なフランカー効果が観察された。すなわち、視覚的注意が縦方向よりも横方向に広く分布していることを示唆する。

読書に関する特性との相関解析の結果は、読書時間との間に有意な負の相関が見られた。これは普段の読書時間が多い人ほど、水平方向において視覚的注意の範囲が狭いことを示唆する。読書の特性として文章を読む際に、常に自分の意図する位置を注視しながら読み進める必要がある。それゆえ、読書経験の多い人ほど、注視する能力が高い可能性がある。垂直方向でも同様の影響があるかについては、現在、垂直配置条件の実験が未完了であることから、今後さらに実験を進め、検討する。

読書においての特徴的な目の動きはサッカードと固視である。横方向の方が視覚的注意の範囲が広いという結果より、横方向のサッカードが大きいと考えられ、縦書きよりも横書きにおける文字認識能力が高いことが考えられる。ただし、この結果は、ネットなどの電子メディアによる影響を反映している可能性もある。この種のメディアの多くでは横書きの文章で構成されており、このようなメディアを用いた読書習慣が影響している可能性も考えられる。水平配置条件と垂直配置条件の比較によって、縦書きおよび横書きのどちらの文章に慣れているかといった個人差の検討にもつながり、参加者がどのような種類の本を読んでいるかについての読書習慣を推定することができるかもしれない。

#### 参考文献

- 1) 全国学校図書館協議会: 特集 '17 子どもの読書と学校図書館の現状, 学校図書館 805 (2017)
- 2) 全国大学生生活協同組合連合会: 第 52 回学生生活実態調査, 学生生活実態調査報告書 (2017)
- 3) 倉田敬子: 読むという行為, 情報管理 55 9 (2012) 681-683
- 4) 猪原敬介・上田紋佳・塩谷京子・子山内秀和: 複数の読書量と語彙力・文章理解力との関係—日本小学校児童への横断的調査による検討—, 教育心理学研究 63 (2015) 254-266
- 5) 福沢周亮・平山祐一郎: Reading-Test 全国標準 読書力診断検査, 図書文化社 (2009)
- 6) Jason M. and Alexandra B.: Expanding the mind's workspace: Training and transfer effects with a complex working memory span task, *Psychonomic Bulletin & Review*, 17 2 (2010) 193-199
- 7) 越中宏希: 読書習慣と視覚的認知の関係—読書習慣の定量的評価の試み—, 立命館大学情報理工学部知能情報学科卒業論文(未公開) (2019)
- 8) Uwe Mattler: Distance and ratio effects in the flanker task are due to different mechanisms, *Quarterly Journal of Experimental Psychology* 59 10 (2007) 1745-1763
- 9) Brainard, D. H.: The Psychophysics Toolbox, *Spatial Vision* 10 (1997) 433-436
- 10) Pelli, D. G.: The VideoToolbox software for visual psychophysics: Transforming numbers into movies, *Spatial Vision* 10 (1997) 437-442
- 11) Kleiner M, Brainard D, Pelli D: "What's new in Psychtoolbox-3?" *Perception* 36 ECV Abstract Supplement (2007)

## Blue with the expression in the movie

Zhao Meihui  
Zheng Xiaohong

Renmin University of China  
Renmin University of China

**Keywords:** Color, Blue, Movie emotion

### Abstract

When movies enter the color era from black and white images, color has become a unique and important part of the language of video. Color is a perceptual visual element which is silent but infectious, infecting audiences potentially.

Blue is one of the three-primary colors and has a vital position in the color world. It is the spokesman for negative energy, affecting people's mood, and even personality. This article analyzes from the perspective of movie audiovisual language, how directors use blue to express in movies.

### 1. Research background and significance

In 1935, the movie *Vanity Fair* was released in the United States. From black-and-white images, the film entered the era of color. Color has become a unique and important part of video. The movie art pays great attention to the use of color. The appearance of color in the movie is not only a kind of artistic form of beauty, but also a good rendering of the scene that the director wants to present to the audience. It has a subjective feeling, a strong aesthetic shock to the audience, intoxicating people in character stories, arousing people's mood fluctuations, and has a strong appreciation and artistic appeal. Color language can be used in films to narrate plots, shape characters, convey emotions, and create environment and style. It is more and more loved by directors to tell characters' personalities and create story tone with color language. If the story line of a movie is its body, then color gives its soul.

Blue belongs to the coldest color system among the four-primary colors in color psychology. It has the property of pushing away the picture itself. When its brightness and purity are low, it gives people a sense

of alienation and indifference. Blue implies a lot of negative emotions such as calm, depression and sadness. Psychologists have found that people will have physiological effects due to the color of their environment. In blue environment, people's pulse will slow down and their emotions will be calm. In color psychology, blue is also endowed with the subjective impression of peace and tranquility. Brighter blues are lighter and stimulate people's senses. Darker blues help relax people and represent tranquility and stability.

Pablo Picasso loved to use blue in his paintings. His works from 1901 to 1904 were called "the blue period". In this period, his works use blue a lot, but in terms of the color of blue, the theme of the painting presents the cold and gloomy visual feeling to the audience, and the emotional communication way of the film is the same. The reason why Picasso's "blue period" works can convey the indifferent and obscure painting experience to the viewer is entirely due to his ability to use colors well.

Color is a very perceptual visual element. It is silent and infectious, infecting viewers invisibly. When creating a work, we should analyze the content of our picture color effectively in the preparation stage, and use the knowledge of color psychology to analyze the effect of the picture to the audience. This article's research focuses on the symbolic meaning of blue in the film. Have directors achieved double effectiveness in expressing negative emotions by using blue? Blue with different brightness and color gives different feelings to people. How does people's perception of blue change under different color combinations? This article will elaborate my exploration process and results, understand the common feelings brought by color, interpret its color significance, and explore effective application methods, so as to strengthen the understanding of film color expression.

## 2. The application of blue in movies

### 1) Blue of depression against shackles

When it comes to the blue in the movie, people usually think of *Blue*. Among the trilogy of *Blue*, *White* and *Red* by Krzysztof Kieslowski, the first one is blue. After considering the visual acceptance and the reality, the director flexibly uses blue, including the director's most original description and imagination of blue. Blue is the coldest color in the cold color system. It is the same as the visual feeling of the ocean and the sky. It gives people a feeling of calm, mystery and melancholy, and also contains sadness and depression. The movie *Blue* is about freedom and tells a sad story. From the beginning, the movie shows several sets of blue tone shots. The gray and blue road extends to the distance in a dark way. The snack wrapping paper in the hands of the children was a saturated blue and a series of shots of the sky in grayish-blue tones after the accident. These scenes give people a kind of melancholy and sadness. The continuous blue symbolizes the main character's continuous sadness. The blue color is a metaphor for the protagonist's memory of the accident on the road. The painful memories are repressed in his mind and deeply engraved in his heart. At the same time of rendering the atmosphere of depression and sadness, the director uses blue to explain the calmness of the camera language. The heroine wants to live a rational life and fight against the painful memories. When Julie sits on the rocking chair to rest, the blue glass lamp is hung in front of the window, and the unbearable sadness in her heart flows out. The dramatic blue light effect echoes with the high symphony, telling Julie's miss for her family. When the heroine scattered the blue light, her heart also corrected as the mottled blue light on the ground. When Julie knew that her husband's mistress had her husband's child, she plunged into deep blue, and jumped into endless sadness. Under the extremely calm water, her tears were surging. She came out of the water suddenly. Despair and strength were fighting in her heart. The whole picture was full of depression. In the film, the blue room, the blue lights, the blue glass and the blue folder, the blue wrapping paper, even the blues music and so on create the shackles of Julie's heart, rather than freedom. The director talks about the relativity of freedom from a satirical or humorous point of view, and uses the blue

to talk about the hesitation and despair of a freedom pursuer.



### 2) The blue of disobedience in the era

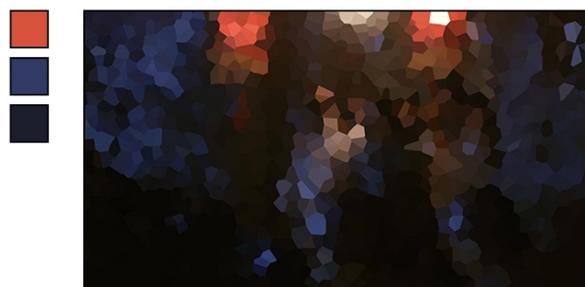
The film *Blow-Up*, directed by Antonioni, was shot in an age of hedonism, in which everyone pursues to live in the present and have fun in time. In this era of indulgence, the protagonist, from the beginning to the whole life, wore a blue shirt, which is different from the hippie, rock and roll and other images in the background of the film. Thomas in blue is like a spectator of the era, and in contrast with the warm red around him. The director chooses blue to represent the calm and objective of the protagonist, showing the composure of the thinker, questioning this era. When Thomas took photos of his models, he used eroticism to inspire model, violently swinging the posture of the models, which seemed to be inconsistent with his cool blue shirt image. But I think the director wanted to express Thomas' inner indifference and superficial enthusiasm. After the shooting, Thomas immediately left, which also proved that. Hedonism is more like his cold outside in the real life of the body, which is his own transformation between reality and virtual.



### 3) Bone piercing blue after passion

In the movie *Farewell My Concubine*, red and blue are used flexibly. Through the interaction of red and blue, the background of the age is rendered, which brings the audience aesthetic experience and creates a dim atmosphere. In the movie, Cheng Dieyi and Duan Xiaolou appear in the red background. The light red light sets off the brilliance of the two people

and creates a warm and happy atmosphere, suggesting that only performing *Farewell My Concubine* together brings happiness to Cheng Dieyi and lay a foreshadowing for her tragic life later. When Xiaolou and Juxian married, the blue background made a sharp contrast with the red lantern, which reflected the sadness of Dieyi. The mood of the audience also fell from excitement to depression with the experience of Dieyi. In the bleak blue snow, Dieyi and Mr. Yuan dance with swords, white and blue match each other, reflecting Dieyi's sadness. In the film, the cold place is treated as ice blue, which enlarges the audience's feeling of cold, creates visual stimulation effect and exaggerate the coldness. When little Dieyi saw the body of his companion little Lazi being dragged away, the picture again showed ice blue tone, which strongly played up the sad atmosphere, expressed the sadness and cold in Dieyi's heart, and created the cruelty of the world and the indifference of human again.



The whole tone of the movie *Memories of Matsuko* is mainly dark red, and different tones are used to express the main character's emotional trend and atmosphere. Same as *Farewell My Concubine*, the main character's happy and beautiful pictures are all in red. The scene where *Matsuko* and her father go to the amusement park is in red; the river in her hometown is in red. When living with the writer, *Matsuko* felt that the writer loved her even though she was often beaten and scolded, so the overall color was still red. In the picture of *Matsuko* suicide, *Matsuko* lies on the ground, and the blue and purple ground appears, which expresses the despair, depression, panic and sadness of *Matsuko*. The red warning light forms a strong contrast with the blue ground, and the red and blue contrast also connects the whole movie plot. The red and blue contrast is used in many deaths in the movie. Until the final, a group of children killed *Matsuko* on the green grass with flowers. The picture has completely lost the red

color, leaving only the bleakness of blue and black, no life, no hope.



#### 4) The rational blue of love and hatred in society

In the second story of the movie *Hero*, it's Qin Wang's guess. The main color changes to blue, which represents Qin Wang's rational and calm reasoning, as well as the calm of the Unknown plan assassination. In order to be able to assassinate the king of Qin, Unknown layout persuaded the assassin of Zhao state to be the victim. The lovers— Sword and Snow, there must also be one was assassinated by Unknown. In order to help Unknown step further away from the king of Qin, even though Sword and Snow love each other, they have to kill each other. In order to keep their lives, Snow stabbed Sword in advance, came alone to find Unknown duel, and finally killed by Unknown. In order to repay the hatred in their hearts, the huge cost also makes them extremely sad. The blue tone has deepened this sad atmosphere. The rendering of the blue tone, invisibly reveals the calmness of the king of Qin in telling the story, and the desolation of the assassin, which plays an important role in the shaping of the characters and the rendering of the story atmosphere.



#### 5) The blue of reality memories

Director Huo Jianqi's film *Nuan* seems to be a warm drama from the title, but in the film it is cold from the beginning, and the heavy blue tone constructed by the rain and dark blue sky. Gray sky, blue and black lane, gray attic, blue bricks, etc. The design of this scene is not only to show the warm in real life, but also to make people feel extremely dull and

depressed, just like the mood of Jinghe. The scene is broken and cold, the characters are often in the high wall, which looks small and pale. The reality is helpless for the characters, the dream is broken and hard to change. This bleak mood is naturally reflected in the use of color. The blue here is full of memories and stories. It's about the blue of nostalgia and infinite waiting. The blue gray tone in the film creates a cold atmosphere. In the cold and desperate environment, only memories and love are in warm tone. The warm color here is in obvious contrast with the cold blue tone of misfortune and sadness in reality.



### 3. Conclusion

According to Goethe's Theory of Colors, yellow and blue are two basic colors, forming two poles on the color axis. Blue is a kind of energy, it is in the negative axis, the purest blue has a kind of crushing nothingness. It is a combination of demagogue and tranquility. Perhaps it is because of the elegant, sad, profound, rippling, pure and introverted "spokesperson", blue is deeply loved by many directors. Every frame of the movie is like a painting, which needs careful color matching. Every fusion, collocation and layout on the palette needs the directors' careful design. Appropriate color allows audience perceive the world in the script. If the blue represents depression, sadness and tragedy, I hope to fill my real life with more bright warm colors.

### References

- 1) Hang Liu: Behind the enlargement is blue, what is behind the blue (2018) , pp.1
- 2) Yu Gao : Blue in oil painting from the perspective of color psychology (2019) , pp.1

## 『解決』による色彩調和性向上の研究

## -配色提示パターンの検討-

## Studies on Effects of Temporal Color Transition on Harmony of Three-Color Combinations

## - Comparison of Presentation Patterns -

川澄未来子

Mikiko Kawasumi

名城大学

Meijo University

浅野晃

Akira Asano

関西大学

Kansai University

浅野(村木)千恵

Chie Muraki Asano

北海道教育大学

Hokkaido University of Education

**Keywords:** 色彩調和, 解決, 配色.

## 1. はじめに

音楽において不協和音から協和音へ音が移ることで緊張感を緩和することを『解決(Resolution)』と呼ぶ。協和音を単一で聴くよりも聴者に深い満足感を与える効果があると言われている。先行研究 1)では色彩においても同様の効果があると仮定し、不調和配色の直後に調和配色を提示することにより、調和性がより向上するかどうかを、3色配色を使って調べたところ、効果が生じる配色の組合せをいくつか確認した。その後も、様々な配色を使って検討した中で、ごく少数の配色で効果が確認されたものの、生じる条件が明確でなく、人によって調和性の判断が異なるという根本的な課題も明らかになった。

本研究では、これまでに用いてきた3色配色の提示パターン(表1の「3色単体型」:六角形を3つ組合せたパターン)とは別のパターンを使用して実験を行なった。従来の提示パターンは、3色の位置を入れ替えるだけで調和性の感じ方が変わるという問題があった。そこで、今回は3色の配置を工夫し、調和性向上の効果を安定して捉えやすい配置について探る。

表1 実験で用いた3色の配置パターン

3色単体型	蜂の巣型	ストライプ型
		
バリエーション		
3種類 (120° ずつ回転)	4種類 (サイズ展開3段階+白を除いた配置1種類)	

## 2. 実験方法

3色を入れ替えることによる影響が少ないパターンとして、従来の「3色単体型」に代わって、六角形を平面全体に敷き詰めた「蜂の巣型」、および、「ストライプ型」の2種類を試すことにした(表1)。さらにサイズ(細かさ)や白色の追加有無の効果も調べるため、計11種類のパターンを用意した。白色を追加するのは、「3色単体型」の背景に白色(第4の色彩)が使用されているからである。なお、組合せる3色としては、先行研究 1) 2)において調和性向上の確率が高い傾向にあった2組(配色Aと配色B)を採用した(表2)。著者らが調和・不調和を想定して用意した配色を、「調和」配色・「不調和」配色と表記することにするが、その意図の通りに被験者が感じない場合もある。「不調和」配色の調和性スコア>「調和」配色の調和性スコアの場合は、そもそも実験が成立しないため、実際に感じる「調和」配色の調和性、および、「不調和」配色の調和性をそれぞれ定量評価して確認をとった上で、最終的に「不調和」から「調和」へ時間的推移した後の調和性スコアについて議論する。実験刺激は21型ディスプレイ(EIZO FlexScanS2100)上に視野角10°の大きさで10秒間提示し、被験者は「配色の調和性」を評定尺度法(7段階:-3~+3)で回答した。被験者として色覚正常の大学生28名にご協力いただいた。

表2 実験で用いた3色配色

配色A		配色B	
“不調和”	“調和”	“不調和”	“調和”
			

### 3. 実験結果

表3に、配色Bの結果を代表として示す。各グラフの横軸左側が「調和」配色の調和性スコア、右側が「不調和」配色を提示直後の「調和」配色の調和性スコア（すなわち、「不調和」から「調和」へ時間的推移した後の調和性スコア）、全被験者28名分を示している。同じ被験者の結果を線で繋いでいるため、この線分が右肩上がりであれば効果がみられたことを意味する。また、28名のうち調和性が向上した人の割合を、その下に百分率で示した。表から、「蜂の巣型」において、要素のサイズが細かいほど調和性が向上する傾向がみられた。「ストライプ型」においては、サイズによる規則性や、白の有無による影響について、明確な傾向を見つけることはできなかった。しかし、考案した2種類の配置は、従来の「3色単体型」よりは調和性向上の効果を確認しやすいことが明らかになった。ただし逆効果を示す被験者も少なからず存在した。これはこれまでの実験でも同様で、色彩調和は音による調和と比べて、万人に対して普遍的に満足感を高める効果は得にくいことが考えられる。

### 4. まとめと今後

3色の配置を入れ替えることによる影響が少ない提示パターンである「蜂の巣型」「ストライプ型」の方が、従来の「3色単体型」よりも調和性向上を引き出すのに適した配置であることが確認された。そして提示するサイズによっても効果が変わることがわかった。色彩の方が音楽よりも調和性向上の効果が生じにくく、個人差も大きいため、提示パターン以外にも効果を捉えやすい条件を地道に探して工夫することが重要と思われる。

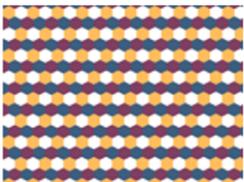
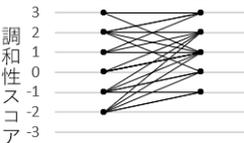
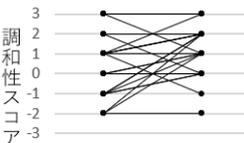
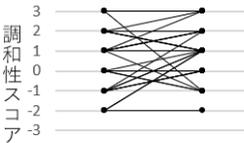
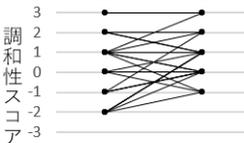
#### 謝辞

本研究は、日本学術振興会科学研究費 No. 15K00706, No. 19K12692, ならびに、2017年度関西大学在外研究員研修費、2016年度関西大学研究員研修費の支援を受けた。

#### 参考文献

- 1) A. Asano, et al.: Temporal transition enhances the consonance of color arrangements, Color and Imaging Conference, Vol.2017, No.25, pp.240-244 (2017).
- 2) T. Nonoyama, et al.: Studies on Effects of Temporal Color Transition on Harmony of Three-Color Combinations, 4<sup>th</sup> Asia Color Association Conference, PA-23 (2018).

表 3 提示パターンによる効果の比較 (配色Bの例)

蜂の巣型		ストライプ型	
小サイズ	大サイズ	中サイズ(白除く)	中サイズ(白含む)
			
 <p>調和性スコア</p> <p>"調和" 『解決』時 "調和"</p>	 <p>調和性スコア</p> <p>"調和" 『解決』時 "調和"</p>	 <p>調和性スコア</p> <p>"調和" 『解決』時 "調和"</p>	 <p>調和性スコア</p> <p>"調和" 『解決』時 "調和"</p>
『解決』による調和性向上の割合			
64%	46%	50%	42%

# 包装紙の質感を模擬した色刺激の味覚的な印象

## Impression of Taste on Color Stimuli with the Texture of Wrapping Papers

櫻井 将人 Masato Sakurai 静岡理科大学 Shizuoka Institute of Science and Technology

**Keywords:** 味覚的な印象, 色刺激, 包装紙, クロスモーダル.

### 1. はじめに

食品のほとんどは様々な包装紙で覆われ、その色を含めた質感も食品のイメージに影響していると考えられる。色彩が味覚的な印象に影響を与えることは報告されており[1-3]、食品パッケージなどのデザインへの活用が考えられる[4]。先行研究において、単色による味覚的な印象が調査され、色の三属性において、甘味は赤系の色相、酸味は黄色系の色相で彩度の上昇により感じられ、苦味は明度の低下に伴い感じられることを報告している[3]。また、どのような要因によって商品が購入されるのかを調査し、パッケージデザインは大部分の商品に重要視されていることが示されている[5]。特に加工品の食品パッケージの表面は、様々な質感の処理を施してあり、色だけでなく質感も含めた観点から、味覚的な印象を検討することは重要な検討項目であると考えられる。そこで本研究では、包装紙の質感を模擬して、質感を含めた色の味覚的な印象を明らかにすることを目的として、質感の異なる色刺激の味覚的な印象を主観評価実験により測定した。

### 2. 実験

刺激の色は、先行研究[3]で使用された有彩色10色相(5R, 5YR, 5Y, 5GY, 5G, 5BG, 5B, 5PB, 5P, 5RP)の中で最も彩度の高かった10色と、その研究の結果で基本五味(甘味, 酸味, 塩味, 苦味, 旨味)の印象評価が最も高かった5色を選択した。最も彩度の高い色と旨味の印象評価が最も高かった色が同じであったため計14色となり、使用するディスプレイの違いから若干の彩度調整を行い、今回使用するディスプレイで色再現できる範囲の色とした。表1に実験で使用した色を示す。刺激の背景色はN5の灰色とした。

また、包装紙の質感に関して、各種包装紙の調査より、a: パール紙, b: ホイル紙, c: 和紙, d: 特殊紙, e: チェック柄, f: 布の6種類を模擬することにした。図1に刺激例を示す。刺激は、14色各々単色で塗られた画像に、上記6種類の質感を模擬したテクスチャを作成し、その上に重ね合わせ質感を施した。パール紙は均一に色を塗られたものと同様の見えであり、先行研究[3]の単色の結果と比較可能であると考えた。従って、刺激としては、14色と6種類のテクスチャにより、合計84刺激を作成した。D<sub>65</sub>蛍光ランプで照明されたブース内に設置したディスプレイ(ColorEdge CS230, EIZO)に刺激を呈示し、それぞれの刺激における各基本味への印象を5段階(1: ほとんど感じない, 2: わずかに感じる, 3: やや感じる, 4: 感じる, 5: 非常に感じる)で評価を行った。刺激はランダムで呈示された。実験参加者は評価値を評価シートに記入し、刺激呈示時間1.5秒とした。前の刺激の影響を除去するため、刺激間はN5の灰色刺激を呈示した。評価は各刺激に対して1回行った。実験後、各基本味について連想する飲食物と色についてアンケートを行った。実験

表1 実験で使用した刺激の色

色の特徴	H	V	C	輝度(cd/m <sup>2</sup> )	x	y
高彩度	5R	5	18	20.91	0.587	0.303
高彩度	5Y	9	8	81.83	0.405	0.427
高彩度	5GY	9	14	81.10	0.401	0.530
高彩度	5G	8	10	62.08	0.262	0.402
高彩度	5BG	8	10	60.88	0.241	0.331
高彩度	5B	6	8	31.77	0.210	0.266
高彩度	5PB	5	12	20.95	0.193	0.189
高彩度	5P	5	26	20.92	0.264	0.124
高彩度	5RP	5	18	21.07	0.434	0.224
甘味評価高	5RP	6	12	31.82	0.389	0.265
酸味評価高	5GY	9	12	82.21	0.392	0.506
苦味評価高	5GY	4	6	12.86	0.368	0.473
塩味評価高	5B	7	8	44.81	0.221	0.273
旨味評価高	5YR	7	12	45.3	0.499	0.406
背景	N5			20.99	0.310	0.314

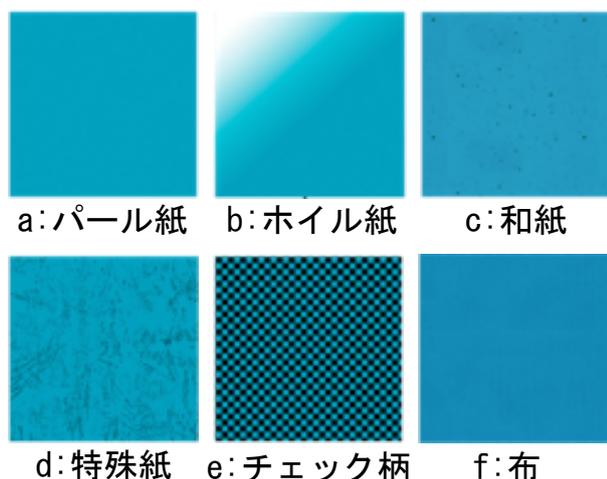


図1 刺激例

参加者は20歳代学生男子10名であった。

### 3. 結果と考察

図2(a)~(b)に苦味と甘味で最も評価の高かった5GY4/6, 5RP6/12の結果を各々示す。横軸は刺激の質感に加え先行研究[3]の結果を表し、縦軸は各味覚的印象の評価値を示している。各棒グラフは被験者10名の平均値を示し、エラーバーは標準偏差を示す。

図2(a)より、苦味において、どの質感を施した刺激も3.5以上あり、質感によらず、明度の低下により苦味を感じていたことが示唆される。また先行研究と比較すると同程度であり、結果の妥当性が考えられる。図2(b)より、甘味において、ホイル紙のような光沢のある質感の刺激では他に比べ評価値が高い傾向があり、質感による評価の違いが考えられる。また、先行研究と比較すると全体的に低い評価値になっており、結果に違いが見られる。一方、他の刺激においては、同一色であればほとんど評価に差がなく、質感の効果は比較的小さいと考えられる。酸味、塩味、旨味においてはそれほど高い評価値は得られなかった。今回模擬した包装紙の質感の程度が不十分であった可能性は否定できないが、質感よりもむしろその色自体の味覚的印象を優位に反映することが示唆された。

### 4. まとめ

質感を含めた色の味覚的印象を明らかにすることを目的として、包装紙の質感を模擬して、質感の異なる色刺激に対して基本味(甘味, 酸味, 塩味, 苦味, 旨味)の印象を主観評価した。結果として、苦味においては、先行研究同様に、明度の低い色で全ての質感を施した刺激において苦

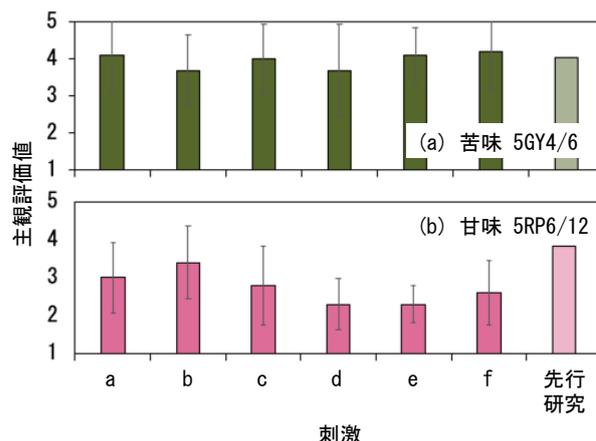


図2 苦味・甘味評価の結果

味を感じる傾向になった。甘味においては、ホイル紙のような光沢のある刺激で高い評価となった。一方、全体的には同一色であれば、質感の違いによる差はほとんどなく、質感の効果は比較的小さいと考えられる。したがって、質感よりもむしろその色自体の味覚的印象を優位に反映することが示唆され、これらの結果を踏まえ、食品パッケージのデザインに応用可能だと考えられる。

### 謝辞

本研究の実験実施において湯浅フェリペ啓以知氏(当時、静岡理科大学)の多大な協力を得た。ここに謝意を表す。

### 参考文献

- [1] J. M. Moga, Influence of color on taste thresholds, *Chem. Senses Flavor* 1 (1), 115-119 (1974).
- [2] 木下武志, 松田憲, 綾部かとり, 色が味覚イメージに及ぼす影響, *芸術工学会誌*, 54, 107-112 (2010).
- [3] M. Sakurai, Y. Michinaka and T. Yoshikawa, Effects on Impression of Taste in Color Stimuli, AIC2015 Tokyo (Tokyo, Japan, May 2015) 348-353 (2015).
- [4] 櫻井将人, 二色の配色による色刺激の味覚的印象, *日本色彩学会誌*, 43(3), 1B-2, Supplement 67-68 (2019).
- [5] 全聖福, 釜堀文孝, 大学生の食品及び生活用品の購入行動に関する研究: 消費者の商品選択における購入行動に影響を及ぼす要因に関する研究(1), *デザイン学研究*, 50(5), 31-38 (2004).

# 大学生を対象とした香りに対する 色の調和傾向を説明変数とする香りの分類 Classification of fragrance based on color-fragrance harmonization by university students.

若田忠之 Tadayuki Wakata 早稲田大学  
グローバルエデュケーションセンター

Waseda University  
Global Education Center

**Keywords:** 香り, PCCS, トーン, 分類

## 1. はじめに

先行研究において、色の3属性と印象の関係性を検討した結果から、Practical Color Co-ordinate System: PCCSのトーン概念を用いて印象を捉えられることが示唆された(Wakata・Saito, 2012). さらに色は印象を媒介し他の感覚を表現できる可能性も示唆されている(若田・齋藤, 2018). また、香りに対する調和色の選択傾向を変数として香りを分類した場合に、調和色が類似する香りはその印象も類似することが示された(若田;2019).

そこで本研究ではより詳細に香と色の関係性を対応づけることで、香りの分類及び色による表現が可能であるかを検討することを目的とした。

## 2. 方法

### 2. 1. 刺激

**色刺激:** PCCSにおけるトーン及び色相、無彩色を用いた。トーン刺激は12トーン[vivid: v, bright: b, strong: s, deep: dp, light: lt, soft: sf, dull: d, dark: dk, pale: p, light grayish: ltg, grayish: g, dark grayish: dkg]ごとに12色相で構成された色相環とした(図1)。色相刺激は12色相[2:R, 4:rO, 6:yO, 8:Y, 10:YG, 12:G, 14:BG, 16:gB, 18:B, 20:V, 22:P, 24:RP]ごとに12トーンを円環上に配置した(図1)。また、無彩色は9段階(1.5[Bk]-9.5[W])のグレースケールを正方形に配置した(図1)。

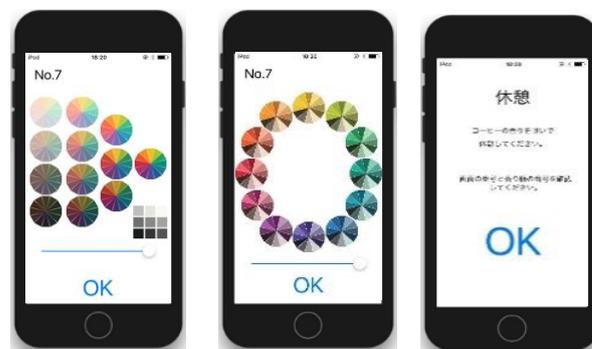
**香り刺激:** (若田・齋藤, 2018)と同様の30種類の香りを用いた(表1)。香料は20mlの褐色遮光瓶の中に入れた2cm四方の脱脂綿にしみ込ませた。香りの濃度は嗅いだ際に一定になるように、10 $\mu$ l~500 $\mu$ lの間で調節した。ブランク刺激としてコーヒー豆を褐色遮光瓶に入れたものを用いた。

## 2. 2. 香り評価用カラーアプリケーション

各色刺激はそれぞれ iPod touch(Apple)上で動作するアプリケーションを作成し、呈示した(図2)。アプリケーションはトーン及び無彩色評価画面(画面1)、色相評価画面(画面2)および休憩画面(画面3)の3画面で構成した。評価画面では、提示された香りに対して調和すると思う色は大きく、不調和だと思う色は小さくすることで評価を行った。使用する色数は任意とし、下限および上限は設けなかった。各色はその大きさに応じて0~100で得点化して記録された。



図1 色刺激(左: トーン、中: 色相、右: 無彩色)



画面1 トーン評価

画面2 色相評

画面3 休憩

図2 香り評価用カラーアプリケーション画面

表1 香り刺激一覧

メープル	パッションフルーツ	ペパーミント
アップル	ラフランス	ローズ
オレンジ	メロン	ジャスミン
巨峰	レモン	シナモン
グレープフルーツ	フランボワーズ	ジンジャー
ストロベリー	ライチ	ハニー
パイナップル	キャラメル	緑茶
バナナ	アーモンド	サンダルウッド
ピーチ	ココナッツ	ラベンダー
ブルーベリー	チョコ	バニリン

## 2. 3. 実験環境および実験参加者

実験環境は大学の教室内の一般的な蛍光灯照明下(800~1,000lx)で行った。実験参加者は47名(平均年齢22.2±3.6, 男女=26:21)であった。

## 2. 4. 手続き

1つずつ提示された香りに対し、画面1及び画面2による色の評価を行った。画面1及び画面2の順は各回でランダムとした。香り間には1分以上の休憩を設けた。また、嗅覚疲労を考慮し30種類の香りを3群に分け、群間には最低30分以上の休憩を設けた。香りの提示順はカウンターバランスの為、参加者ごとにランダムとした。

## 3. 結果

データ分析には若田・齋藤(2018)のデータも合わせて用いた。

### 3. 1. クラスタ分析1(色による香りの分類)

アプリケーションにおける評価で得られた色の選択率を変数として、クラスタ分析(ユークリッド距離, Ward法)による香りの分類を行った。分析はトーンおよび無彩色と色相に分けて行った。その結果、7クラスタの分類とした(図3, 図4)。図5及び図6に各クラスタの色の傾向と印象を示す。

### 3. 2. クラスタ分析2(色の分類)

クラスタ分析1と同様のデータを用いて、クラスタ分析(ユークリッド距離, Ward法)によるトーン及び無彩色と、色相のそれぞれの色の分類を行った(図7, 図8)。その結果、それぞれ4クラスタの分類とした。

### 3. 3. 重回帰分析

色によって香りの印象を予測する予測式を得るために、若田・齋藤(2018)における因子分析の

香りの因子得点を従属変数とし、本研究で得られたアプリケーションの評価得点を独立変数として重回帰分析を行った。独立変数については、クラスタ分析2によって得られた色のグループごとの平均値を用いた。得られた回帰式を表2および表3に示す。

## 4. 考察

クラスタ分析1の結果については、トーン、色相共に、若田(2019)の香りに対する調和色を1つ選択した色の選択率によって分類した分類と類似した傾向が見られた。トーンについては、v, bなどの高彩度色およびp, lt等の高明度色とdk, dkgをはじめとした低明度低彩度色において両者はトレードオフの関係にあるという特徴が見られた。また、色相においては色相環に沿って各クラスタでピークが見られ、補色の関係などは観察されなかったことから、近接した色相によって表現が可能であることが示唆された。

回帰分析の結果からは、トーンについては、因子1ではp\_ltg, 因子2ではdp\_Gy\_dのように、特定のトーングループが印象の予測に寄与する傾向が示された一方で、色相については複数の色相グループが印象に影響を与えることが示唆された。また、調整済み重決定係数に着目すると、因子1, 因子2についてはトーンが80%を超える予測精度を示し、因子3, 因子4については色相がいずれも60%を超える予測精度を示すことから、トーン及び色相で関連する因子が異なることが示唆された。

## 5. 結論

トーン、無彩色、色相によって表現された香りについて、トーンおよび無彩色による分類、色相による分類ではそれぞれ7グループに分類された。また、香りを色で表現した評価得点を説明変数として香りの印象を予測した回帰分析において、トーンと色相で影響を与える印象が異なることが示された。

### 参考文献

- [1] T. Wakata. & M. Saito(2012), The impression of tones and hue in gradation of Practical Color Co-Ordinate System (PCCS), International Color Association 2012 Taipei, Taiwan, pp.322-325.
- [2] 若田忠之, 森谷春花, 齋藤美徳(2018), 色, 香り, 音楽に共通する印象次元の検討2, 日本色彩学会誌 42(3), pp.96-99
- [3] 若田忠之(2019), 香りに対する調和色を用いた香りの分類, 日本色彩学会誌, 43(3), pp.183-186.

本研究はJSPS科研費 16K16139の助成を受けたものです。

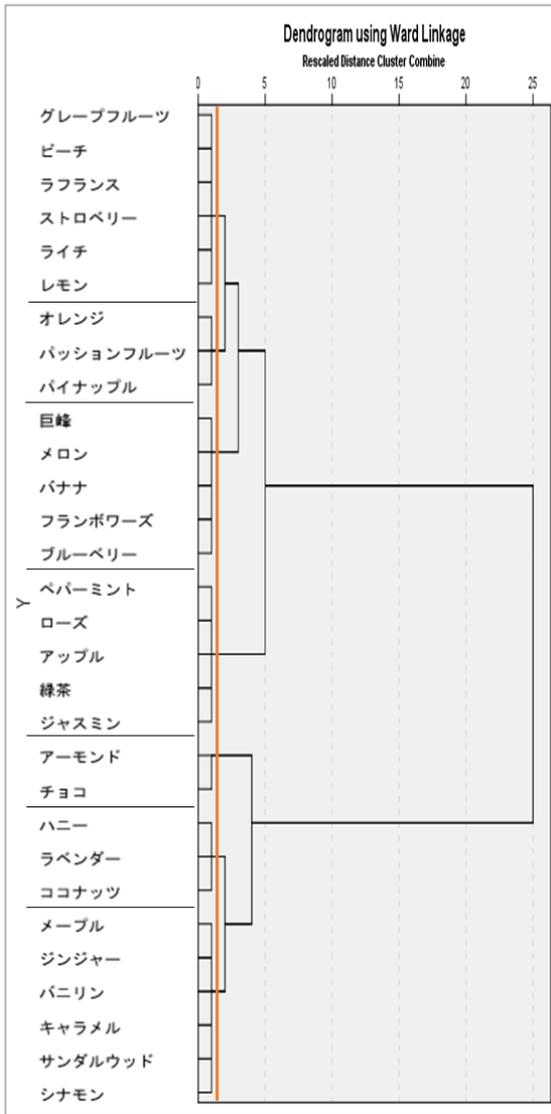


図3 トーン、無彩色による香りの分類結果  
クラスター分析 デンドログラム

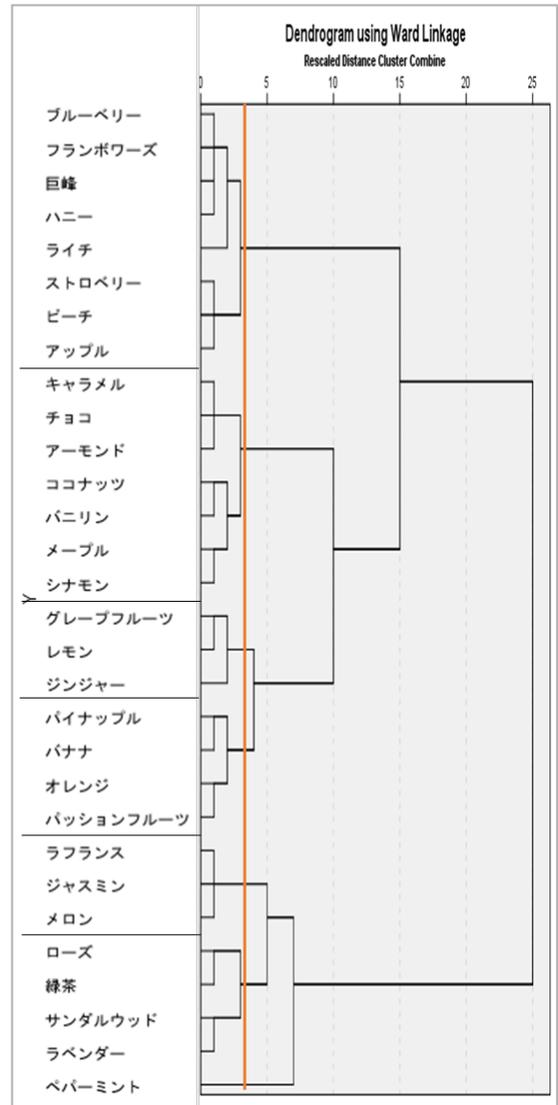


図4 色相による香りの分類結果  
クラスター分析 デンドログラム

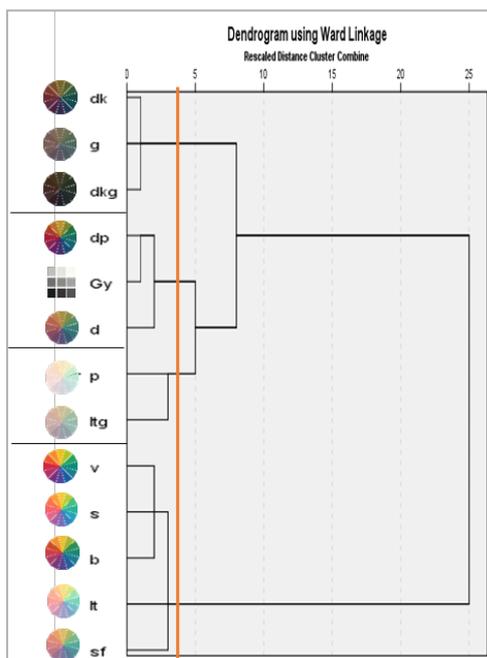


図7 トーン、無彩色の分類結果  
クラスター分析 デンドログラム



図8 色相の分類結果  
クラスター分析 デンドログラム



図5 クラスターごと色評価傾向および印象傾向(トーン)

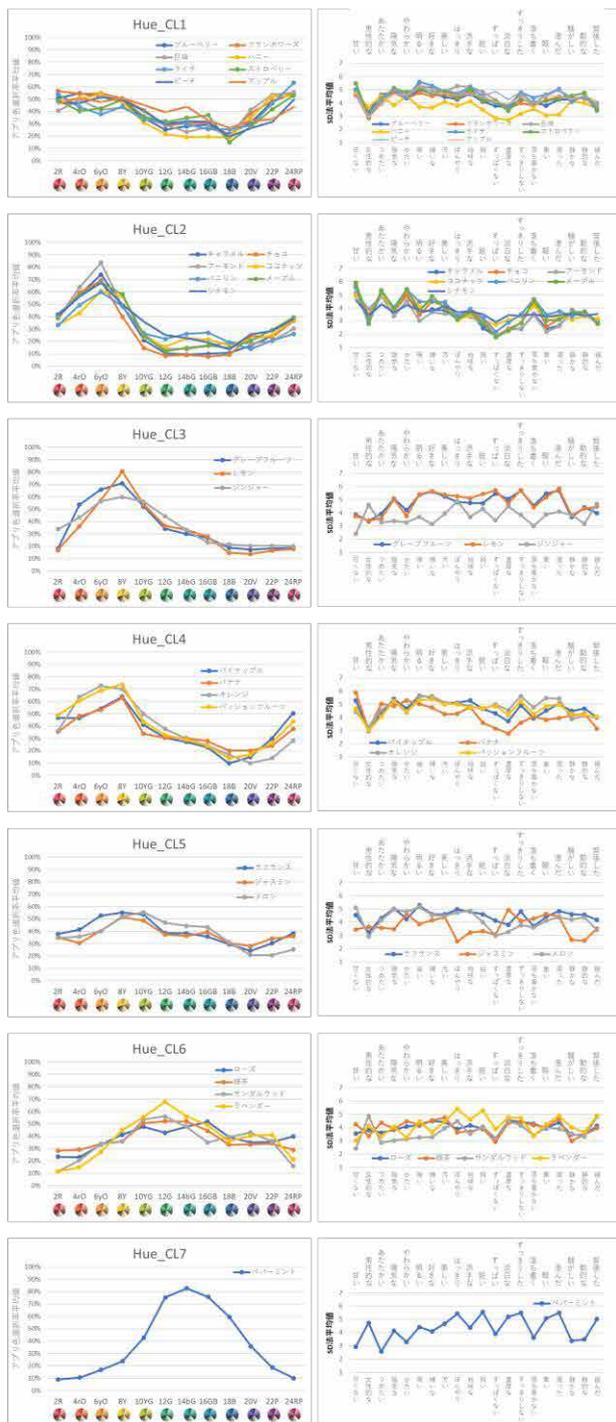


図6 クラスターごと色評価傾向および印象傾向(色相)

表2 トーンおよび無彩色を説明変数とした回帰分析結果

	(定数)	v_s_b _lt_sf	p_ltg	dp_Gy _d	dk_g _dkg	調整済み 重決定係数	分散分析結果
因子1	1.952 +	0.270 +	<u>4.041</u> +	-0.957 +	-1.318	( 0.841)	F(4,29) = 39.281, p= 0.000
因子2	3.986 +	-2.619 +	-1.418 +	<u>3.416</u> +	-2.705	( 0.822)	F(4,29) = 34.462, p= 0.000
因子3	-0.668 +	1.902 +	-0.267 +	-2.256 +	2.991	(-0.075)	F(4,29) = 0.493, p= 0.741
因子4	1.981 +	-2.122 +	1.533 +	-0.890 +	<u>3.693</u>	( 0.512)	F(4,29) = 8.595, p= 0.000

—: p < .10, —: p < .05

表3 トーンおよび無彩色を説明変数とした回帰分析結果

	(定数)	RP_R	r0_Y	YG_B	V_P	調整済み 重決定係数	分散分析結果
因子1	-3.567 +	<u>2.390</u> +	<u>2.864</u> +	<u>4.387</u> +	0.021	( 0.375)	F(4,29) = 5.354, p= 0.003
因子2	-3.700 +	<u>1.981</u> +	<u>3.038</u> +	<u>5.487</u> +	-0.715	( 0.350)	F(4,29) = 4.902, p= 0.005
因子3	2.128 +	<u>2.200</u> +	<u>2.079</u> +	<u>3.097</u> +	<u>3.056</u>	( 0.670)	F(4,29) = 15.688, p= 0.000
因子4	-4.253 +	0.781 +	<u>3.509</u> +	<u>6.700</u> +	0.485	( 0.629)	F(4,29) = 13.269, p= 0.000

—: p < .10, —: p < .05

## 「ワクワク」感の色彩描画表現に関する研究（2）－日中大学生の比較－

## Study on representation by color of 「WAKUWAKU」 Feeling"

-A Comparative research between Japanese and Chinese University students-

裴 湖珠

Hojoo Bae

信州大学大学院

Shinshu University

**Keywords:** ワクワク、色彩心理、日中比較、色彩嗜好、感性情報、視覚の文化

## 1. はじめに

本研究は日本の「擬情語」の言葉で「ワクワク」を選び、ワクワク感を視覚的に表す時にどんな色と形で表現するかを調べる研究である。先行研究「ワクワク」感を描画色彩表現に関する研究（1）-日韓大学生の比較-」では、日本と韓国の大学生を対象にして比較検討した。今回は日本と中国との大学生を対象にして比較検討し両国の共通点や相違点などを分析、考察をした結果を報告する。

## 2. 実験・分析方法

分析の対象として日本では長野県の大学生を中心にアンケート調査し、中国の場合は北と南に分け調査した。北は北京の大学生と南は上海と蘇州の大学生を中心にアンケート調査を実施した。両国は同じ12色の色鉛筆を提供してA4用紙を使用し、結果を統計処理した。

## 2-1. 対象者

日本：男性：100名・女性：100名 総合200名

中国：男性：68名・女性：97名 総合165名

## 2-2. 対象者年齢

18歳～27歳まで

## 2-3. 色鉛筆&amp;紙

12色の色鉛筆：黄色（YELLOW=YE）、うすだいたい色（FLESH=FL）、オレンジ色（ORANGE=OR）、赤色（RED=RD）、ピンク色（PINK=PK）、黄緑色（Yellow Green=YG）、緑色（GREEN=GN）、水色（Sky Blue=SB）、青色（BLUE=BU）、茶色（BROWN=BN）、黒色（BLACK=BK）、紫色（VIOLET=VI）これから色は図の中での表記はカラ英語表記の省略（2文字）で表記をする。

紙：A4サイズの無彩色紙を使用

## 2-4. 調査実施期間

2019年3月～2019年6月まで

## 2-5. アンケートの質問項目

1：性別、2：年齢、3：国籍、4：職業、5：今住む所 6：自由に「わくわく」する気持ちを描いて下さい。7：「わくわく」する気持ちを起こす色を順番に塗って下さい。の項目で調べる。以上、7項目で調べる。

## 3. 結果および考察

## 3-1. 色の比較

一番目に選ばれた色は両国の共に「赤色」であった。日本の場合は一番目が赤色（25%）で二番目はオレンジ色（24%）、黄色（20%）であった。中国の場合は、一番目が赤色（36%）であり、二番目がピンク色（19%）そしてオレンジ色（10%）であった。両国共に上位3位までが暖色系の色であることが分かった。（図1）上位3位の色が12色で日本の場合は69%、中国は65%を占めていて、暖色系の色がワクワク感を表す時に多く使われている事が分かった。特に赤色の割的には日本の25%に比べ中国は36%で約3/1位と多く占めている。中国の場合、赤は中国の代表色であり、伝統文化から現代まで赤はポジティブな意味を伝えるものとして中国文化に定着している。<sup>1</sup> と関係性があるのではないと思われる。

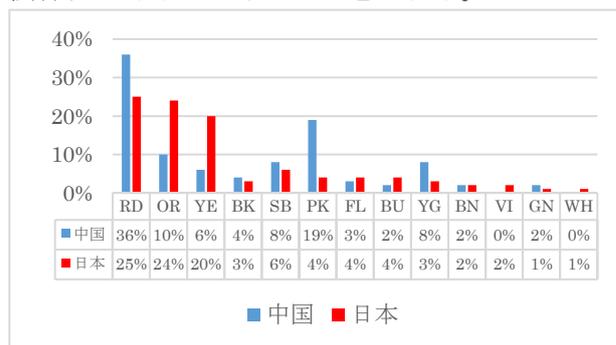


図1、日・中の一選された色の比較

相違点では同じ暖色系の色でも日本の場合は赤色の次はオレンジ色であったが、中国に場合はピンク色が選ばれた。日本はオレンジ色の次が黄色であったが、中国はオレンジ色であった。（図2）

<sup>1</sup>徐冰：色相と意味の関連についての日中比較-単語分類課題によ

る検討-、九州大学大学院人間環境学修士論文、2014

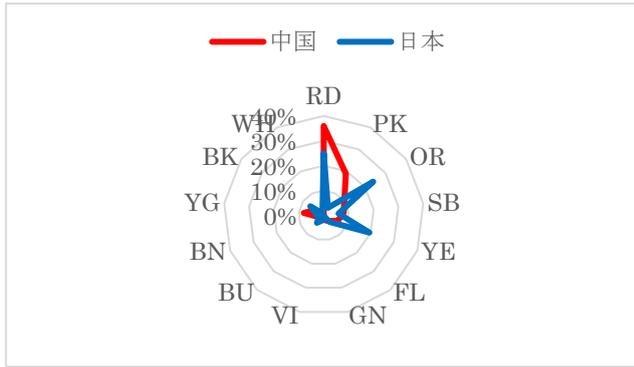


図2、日本の一番選ばれた色

3-2. 性別比較

● 日本

男性：①RD (22%) ②OR, YE, SB, BK (3色同じ 13%)

女性：①OR (35%) ②RD (28%) ③YE (26%)

● 中国

男性：①RD (50%) ②PK (12%) ③OR, SB, YG (7%)

女性：①RD (26%) ②PK (25%) ③OR (12%)

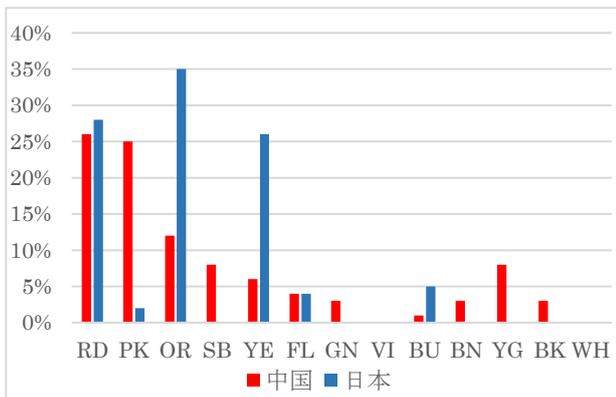


図2、日・中の女性

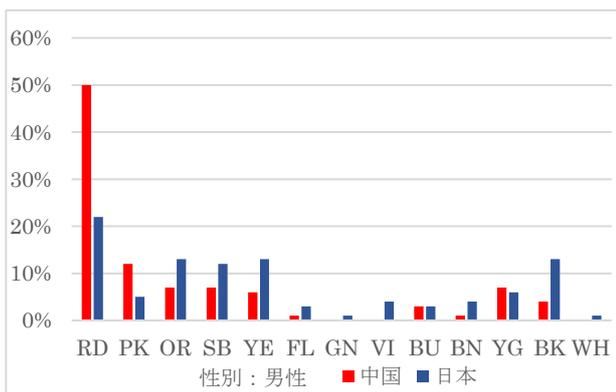


図3、日・中の男性

性別でも日中共に男性は「赤色」が一番選ばれた色であったが、女性の場合は日本の女性は「オレンジ色」一番選ばれた色であった。日本の男性は赤色が 22% で次に選んだ色が四つ (OR, YE, SB, BK) が同じ割合で選ばれた。日本において BK は全て男性が選んだ事が分かった。一際目立つ色は PK で日本は上位 3 位では男女共に含めてない

色で、中国の女性では日本と比べ多く選ばれた。

(図2、参考)

3-3. 選んだ色の順番での関係

五つの枠に選んだ色の順番での関係では日本の場合は 3 色同じ並び色は①RD—YE—OR、②RD—YE—PK、③RD—YE—SB がそれぞれ 2 名ずつであった。中国の場合は「RD—PK—YE」で致した方が一番多かった。男女共に配色でも暖色系の色が多く見られる。日韓の比較でも気になった BK は中国では 4% で日韓と違い一番低い割合をした。「わくわく」する気持ちを描く項目に対し、色を表現する前に形を先に考え、形を描くためのアンダーラインを黒で描いている事とは人は色と形を同時に思いつく事を示しているのではないかと思われる。

3-3. 色と形の関係

女性の場合はイメージの形を描く (ハート♥やスマイル☺) ように表現し、抽象的なもので表現する傾向があるので色では PK との関係性があると見られる。男性の場合は確実な形を表現する傾向が見られる。乗り物や食べ物を書いて色もそのモノが分かる色で表現した。その他では私達が認識している色のままで表現している。今まで収集した日・韓・中のデータをまとめ、色彩嗜好と文化との関係や好調する気持ちを表現する方法を調べる。

参考文献

裴湖珠、佐々木千加：「ワクワク」感を描画色彩表現に関する研究-日韓大学生の比較-、日本色彩学会誌、43 巻 3 号、2019 p178

裴湖珠：「わくわく」感を色彩で表現する事に対する研究、日本色彩学会誌、42 巻 3 号、2018  
大森のどか、和田 由美子：色彩嗜好と色彩の心理効果の性差、健康科学大学紀要第 5 号、p67-76、2009

張粵、齋藤美穂：中国人学生の「赤」のイメージに対する研究、色彩学会誌、29 巻 4 号、p 328-337、2005

木村敦、和田有史、野口薫：感情効果の類似が形と色の調和的關係に及ぼす影響、デザイン学会 52 巻 6 号、p1-8、2005

山口由依 (筑波大学図書館情報メディア研究科)、王晋民 (千葉科学大学)、椎名 健 (筑波大学) 図形の心理物理的特徴と意味的特徴の対応關係、認知心理学研究 第 1 回、p. 45-54、2004

木村敦：形能色彩の心理学的属性と感性効果についての検討、日本心理学会 第 66 回大会発表論文集、2002

# A study of the commonality between music and color – take the color of the music festivals's poster as example

Chen Poan

Renmin Uuniversity of China

ZhengXiaohong

Renmin Uuniversity of China

**Keywords:** Color, Music, poster, commonality,

given by colors and music themes. People's cultural background, experience, nationality and region will affect everyone's judgment and cognition of color after listening to music, and the poster of Music Festival has a specific boundary with people in a specific period. Music Festival poster is an indispensable part of Music Festival. It is highly concentrated on the essence of Music Festival, and color plays a vital role in Music Festival posters.

## 1. Color and music

### (1) Color and music

Color, like music, is not easy to classify. There are great differences in the colors that make up all things in the world, but the colors of any material have three characteristics: value, hue and saturation. Therefore, people call value, hue and saturation as the three elements of color science. Music is mainly composed of melody, rhythm and harmony. The three elements of color are very similar to the main elements of music. In music, melody plays the role of hue, rhythm plays the role of value, harmony plays the role of saturation.

### (2) commonality of color and music

People will have a lot of associations with color, for example, when they see white, they will think of clouds and snowflakes, when they see blue, they will think of sea, when they see green, they will think of grass, when they see red, they will think of fire, not only for specific objects, but also sense of color, for example, when they see pink, they will think of lovely, red, passion and enthusiasm, yellow, they will feel bright and light, green will feel relaxed. These are judgments, opinions, preferences, and attitudes toward color. The same is true of music. When you listen to rock music, you will feel passionate. When you listen to Beethoven's Grande Sonata Patheique, you will feel sad and angry. When you listen to happy songs, your mood will change accordingly. Different colors and music react to the brain through people's vision and hearing, which will make people have different feelings and psychological effects. Colors and the visual effects of music in the brain establish a natural and harmonious relationship. The attribute of this relationship lies in the psychological feelings

## 2. Music Festival poster color and music characteristics

### (1) Classical music

posters of the classical music festival are mostly colorless, and the color distribution is very orderly. The biggest feature is that the change in value is relatively gentle, bright gradual transition to dark. Some posters even only have two color combinations. The color matching is relatively simple, and classical music has a neat sentence on the melody. In terms of strength, the change of strength is rich and flexible. In rhythm, the speed of classical music changes less, and is stable. In harmony, classical music pays attention to the smooth and balanced texture. classical music usually has several themes. Then through the theme change, reversal, and other methods of each chapter, the characteristics of the theme are depicted in a balanced and changing way. There is also such a reflection in posters. Although some posters only have two colors in the hue, the value of the color has changed. Maintaining the overall color balance is like changing the rich strong and weak in classical music, but paying

attention to the smooth and balanced texture. Although some posters have a variety of colors in hue, they look lively but not incongruous. As in classical music, different instruments have different tones and timbres, but they are harmonious when playing.

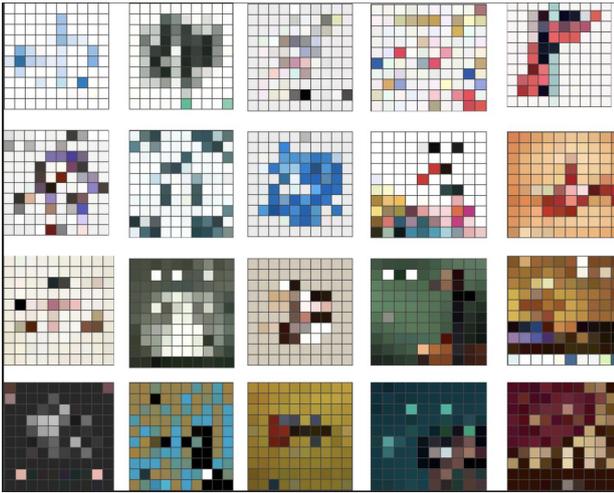


Fig. 1 20classical music festival poster's color scale

## (2)Jazz

there are some similarities with classical music in the poster color of Jazz Festival, but there are still big differences. The posters of jazz music festival mostly use high hue's color and non-color, and the overall color tone is mostly dark value color. The posters of jazz music festival mostly use yellow color. Only two of the 20 posters do not use yellow color. The overall color is relatively disordered compared with the posters of classical music festival. Although there are high color tone colors as embellishments, but the feeling of overall color is dull. Jazz is characterized by swing and syncopation notes, call and response sounds, multi rhythm and improvisation. The melody is mostly minor, mainly divided into notes. The rhythm jumps away from the regular strong and weak rhythms. The swinging notes (also called random notes) are played by the players in a dramatic way, just like the intention to show their own inner activities. The long and short Blues notes alternately sing a lower tone, and make the multi rhythms of two or more independent rhythms synchronous. Jazz, such as ragtime style, has similar characteristics with classical music, but it also has obvious differences. It is also reflected in the festival posters. Jazz uses contrast and complementary colors, such as blue and yellow, orange and blue.

## (3)Rock music

most of the posters of rock music festival use bright colors, which are similar to jazz. For example, they are all disordered. The posters of rock music festival use bold colors, mostly red and yellow. As a whole, they have a strong contrast in

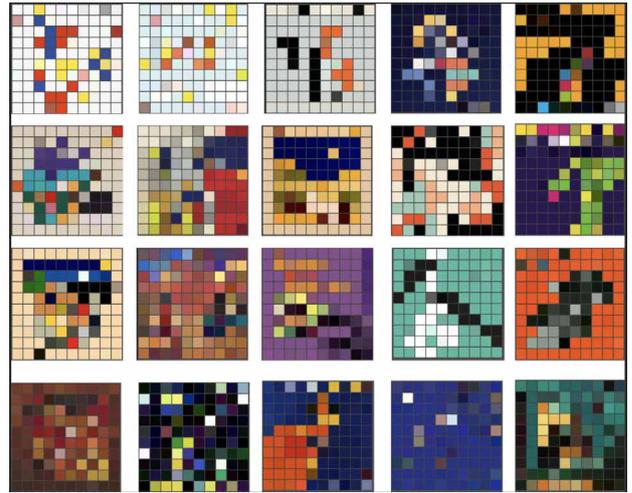


Fig. 2 20jazz music festival poster's color scale

value, such as black and red, black and blue, white and red. They are bright visually and have a strong impact. Rock music is a kind of music with strong rhythm, simple melody, "rock" is a kind of "band" usually played by three or more people. Instruments are mainly played by guitar, bass and drum. Rock music is defined by rhythm, not melody. The rhythm of rock is 4 / 4, and the remake is 2 and 4. 4 / 4 is to clap hands at the same time on 2 and 4, so it's rock music. And the beat comes from African music. Fast tempo 140bpm or faster tempo, full of energetic voice (scream and shout). Usually based on a 12 bar chord structure, improvisation is often used. The posters of the rock music festival also have the characteristics of their musical forms. Most of the vibrant colors of the posters of the rock music festival are the changes in the hue, which is rich in changes.

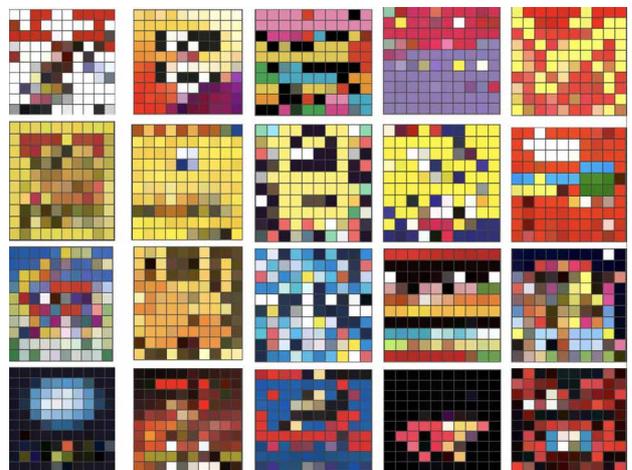


Fig. 3 20rock music festival poster's color scale

### 3. Color and music in social context

The color of classical music gives people a feeling of softness, elegance and romance. The music of classical music first served the court, nobles and churches. No matter what period of classical music, it gives people a delicate, soft and gorgeous feeling at the same time, just like the color of Music Festival posters. Even classical music has many dramatic and passionate music, but when it comes to classical music Music still thinks of elegance. Even now classical music is everywhere around us, whether it's in restaurants, supermarkets, elevators, or as a theme and accompanying music in advertisements or on TV. Such as the mobile phone's ringtone Pour Elise. But in the eyes of most people, it has been deeply connected with elegance.

The overall style of jazz is darker. Jazz originated from classical music, so it is not difficult to find that the posters of jazz and classical music have some low value color and low saturation color. Jazz was created by slave groups. Because the black code forbids slave drums, they use stomping, clapping and all kinds of common things as musical instruments, such as washing boards, buckets, boxes knocked with sticks or bones, and drums made by pulling skins on flour buckets. People use music to express their hope and inner sustenance. They learn the harmony style from church hymns as a religious ceremony and integrate it into their own music. Until the early 19th century, with the abolition of slavery, more and more black musicians learned to play European instruments, especially the violin. They used the violin to imitate European dance music in their dance steps in the form of hymns and blues.

The color of rock music gives people a sense of vitality and brightness. Influenced by classical music and jazz, rock music magnifies the ultimate expression in its heart, publicizes its personality and releases itself. Rock music also showed important cultural differences in the late 1960s and early 1970s. Rock and roll has become a hallmark of Hippie counterculture. Their core is anti hegemonic discourse. They want to appeal for love, peace and freedom through their own music.

### 4. The color and music characteristics of posters in Music Festival

(1) Classical music: Classical music has the characteristics of balance and stability due to the background culture serving the upper class society from ancient times to present and the melody of classical music, and the corresponding color has the following rules:

(1) The color range where the main tone is located is in medium color, low color and no color; (2) When matching with the color, the change in brightness is small, and the color similar in brightness is mostly used for matching; (3) The decoration color mostly uses the color of high color, but the transition between brightness and color is natural and harmonious.

(2) Jazz: the background culture of the development of jazz in the black slave society and the musical characteristics of jazz's rocking rhythm, syncope and minor. The corresponding colors of jazz are those with high colority, darker brightness and higher saturation. The corresponding colors have the following rules: (1) The main tone adopts the colors of medium, high colority but darker lightness or colorless.Colors; (2) When matching with colors, complementary colors are mostly used in the color phase, contrasting colors, such as blue and orange.(3) Decorative colors are mostly active, with relatively high brightness.

(3) Because of the characteristics of individualized, self-publicizing, rebellious background culture, strong rhythm and bold performance form of rock music, the corresponding colors have the following rules: (1) the main tones mostly adopt high-color, high-lightness and colorless colors (2) when matching with colors, choose strong contrast colors in brightness (3) the decoration colors are mostly highly saturated;High color.

### 5. Conclusion

There are many associations between color and music, while the connection between music and color is strongly influenced by emotion.For example, music with a happy melody can make people feel

the color of warm tone, while music with a sad melody can make people feel the color of cold tone. In terms of rhythm, the faster the rhythm, the higher the brightness of the music, while the slower the rhythm, the lower the lightness of the color. In harmony, the harmony produced by different instruments and the harmony of different parts will vary in color.

Artists and designers use "see" to combine "listen" for concert or band album covers and for making light shows to become richer and more lively. But at a deeper level, the brain processes Abstract associations by linking different perceived events together through many channels. This is because color and music share the same emotional quality, and color is the external spiritual expression of music.

#### References

- 1) Ward J, Huckstep B, Tsakanikos E : Sound-colour synaesthesia: To what extent does it use cross-modal mechanisms common to us all. *Cortex*. 2006,42(2),P264–280.
- 2) Valdez..P, Mehrabian.A: Effects of color on emotions. *JExpPsycholGen*.1994; pp.394–P409
- 3) Wang Xin, Liu Pei: The current situation and Prospect of the research on the mechanism of music emotional psychology. *Chinese music*. 2013 (02)
- 4) Yu Yongyi. On the application of color in harmony . *Journal of Jilin art college*, 2005 (01)

# 照明が絵画の印象に及ぼす効果

## Effects of lighting on impression of paintings

西川 恵  
北岡明佳

Megumi Nishikawa  
Akiyoshi Kitaoka

立命館大学  
立命館大学

Ritsumeikan University  
Ritsumeikan University

**Keywords:** 照明, 絵画, 美しさ, 印象評価.

### 1. はじめに

現在の美術館・博物館の展示照明は資料保存の観点から国際博物館会議 (ICOM) により照度が 50 lx, 150 lx など 300 lx 以下の照明が推奨されているが (里見, 2014), 日常生活空間が 1000 lx 前後である (安齋, 2013) ことから, 多くの展示では比較的暗い照明が用いられているといえる。しかし, 作品の印象の観点からは, 照度が高い照明が好まれ, 絵画はより美しい, 動的, 魅力的等と評価されるとする研究があり (遠藤, 1979; Loe, Rowlands & Watson, 1982; 中島・渕田, 2015a), 西川・北岡 (2019) ではより実際の展示に近い環境で, 50 lx, 150 lx より 1350 lx のとき絵画はより美しい, 快い, 動的な, 好きな, 興奮した, 暖かい, うれしい, 安心すると感じられ, 反対に絵画の恐ろしさ, 不気味さ, 寂しさは相対的に暗い照明で評価が高くなると示した。

しかし, 西川・北岡 (2019) では同じ絵画に対し連続して照明を変えて評価を行い, その際照明変化に対する目の順応が十分でなかった可能性がある。また, 実際の多くの美術館・博物館はエントランスから暗い展示室にかけて徐々に照明を暗くしていき, 目を順応させる工夫を行っている (里見, 2014)。そこで, 本研究では特に照度について, 順応時間を十分設定した場合も西川・北岡 (2019) と同様の結果が得られ, 照度が高いときより美しい等と評価されるかを検証した。

### 2. 方法

#### (1) 実験参加者

立命館大学の大学生 20 名 (男性 7 名, 女性 13 名, 平均 21.5 歳) が実験に参加した。

#### (2) 照明条件

1 つの絵画は 50, 150, 450, 1350 lx の 4 条件の照度で評価された (色温度は 4200K 一定)。

### (3) 絵画刺激

絵画刺激は西川・北岡 (2019) でも使用した 10 点の西洋画 (図 1) を提示した。本研究でも西川・北岡 (2019) と同様に図 1 の (a)~(c) は美しい・快い等の評価が高く “美しい絵画群” とし, (d)~(f) は恐ろしい・不気味な等評価の高い “恐ろしい絵画群”, (g)~(i) はさびしい・冷静な等評価の高い “寂しい絵画群”, (j) は怒った・動的な等評価の高い “怒った絵画” とした。

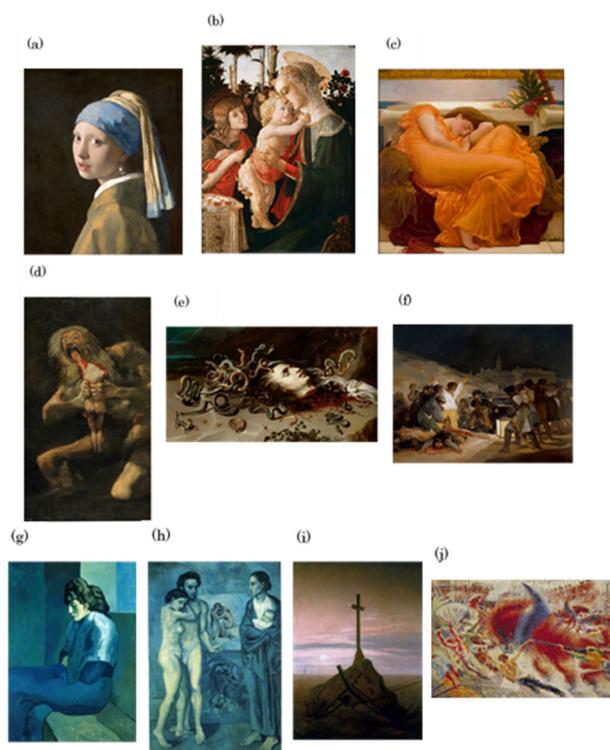


図 1 本研究で提示した絵画。(a) フェルメール《真珠の耳飾りの少女》1665 年, (b) ボッティチェリ《聖母子と洗礼者聖ヨハネ》1470-1475 年, (c) レイトン《フレイミング・ジューン》1895 年頃, (d) ゴヤ《我が子を食らうサトゥルヌス》1820-1823 年頃, (e) ルーベンス《メデューサの首》1617-1618 年, (f) ゴヤ《マドリード, 1808 年, 5 月 3 日》1814 年, (g) ピカソ《Melancholy Woman》1902 年, (h) ピカソ《人生(La vie)》1903 年, (i) フリードリヒ《バルト海のそばの十字架》1815 年頃, (j) ボッチョーニ《立ち上がる都市》1910 年。

#### (4) 装置

実験は西川・北岡 (2019) と同じ立命館大学の視知覚鑑定実験室 (図 2, 図 3) で行い, 実験室の無地白色の壁に絵画を提示し, 部屋全体の照明を調節した。

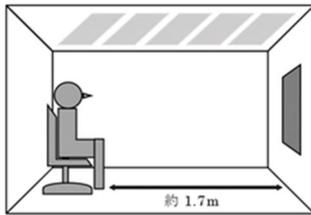


図 2 視知覚鑑定実験室の模式図。



図 3 実際の鑑賞風景。

#### (5) 評定尺度

絵画の評定尺度は西川・北岡 (2019) と同じ計 12 対の 7 段階尺度で, 遠藤(1979)で使用された 4 対の意味尺度(美しい—醜い, 快い—不快な, 暖かい—冷たい, 動的な—静的な), 石坂・高橋(2006)の印象評定尺度 4 対(好きな—嫌いな, うれしい—悲しい, 安心する—不安な, さびしい—楽しい), 三浦(1999)で使用された形容詞を参考に作成した尺度 2 対(恐ろしい—優しい, 不気味な—不気味でない), 西川・北岡 (2019) で独自に作成した尺度 2 対(興奮した—冷静な, 怒った—穏やかな)であった。

#### (6) 手続き

参加者は実験室に個別に入室し, 各照明条件で, まず何もない状態で照明への順応時間を 3~10 分程度とったのち, 絵画の評価を行った。1 つの絵画の評価が終わったら次の絵画を掲示することを繰り返し, 10 点の絵画全ての評定が終了したら次の照明に変化させることを 4 つの照明条件で行った。照度の変化順, 絵画の提示順はランダムとした。

### 3. 結果

12 対の評定尺度ごとに結果を分析した。美しい—醜い尺度 (図 4) では, 450 lx, 1350 lx 条件の美しい評価が 50lx, 150 lx よりも僅かに高かったが, 照度 4 水準×絵画群 4 水準の 2 要因分散分析の結果, 照度の主効果は有意ではなかった( $F(3, 57) = 1.04, p = .38$ )。絵画群の主効果は有意であったが( $F(3, 57) = 96.81, p < .001$ ), 照度と絵画群の交互作用は有意でなかった( $F(4.8, 91.1) = 1.92, p = .10$ )。分散分析等の結果は省略するが, 快い, 好

きな, 興奮した, 安心する, 恐ろしい, 怒った尺度も照度によって印象に有意な違いはみられなかった。また, 絵画群の主効果は全ての尺度で有意であったが(すべて  $p < .01$ ), 照度と絵画群の交互作用は全ての尺度で有意ではなかった。

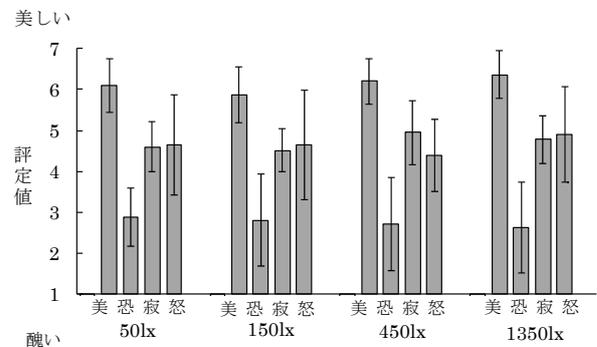


図 4 美しい—醜い尺度の評定値。エラーバーは標準偏差を表す。

照度によって違いがみられた印象について, 動的な—静的な尺度 (図 5) では 450 lx, 1350 lx 条件の動的な評価が 50 lx, 150 lx よりも高く, 照度の主効果が有意であった( $F(3, 57) = 5.68, p < .01$ )。多重比較の結果, 450 lx, 1350 lx 条件が 150 lx より有意に動的な評価が高かったが(ともに  $p < .05$ ), 450 lx, 1350 lx と 50 lx 条件間に有意差はなかった。分散分析の結果等は省略するが, 暖かい, うれしい評価も同様に照度が高いとき評価が高かった。

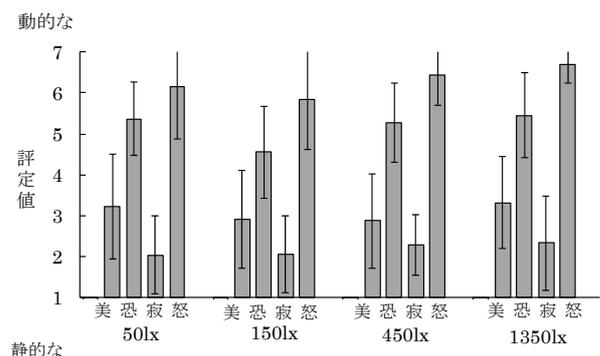


図 5 動的な—静的な尺度の評定値。エラーバーは標準偏差を表す。

不気味な—不気味でない尺度 (図 6) では 50 lx, 150 lx 条件の不気味な評価が 450 lx, 1350 lx よりも高く, 照度の主効果も有意であったが( $F(2.3, 43.2) = 3.10, p < .05$ ), 多重比較ではどの照度条件間にも有意差はなかった。分散分析等は省略する

が、寂しい評価も同様に照度が低いとき評価が高かった。

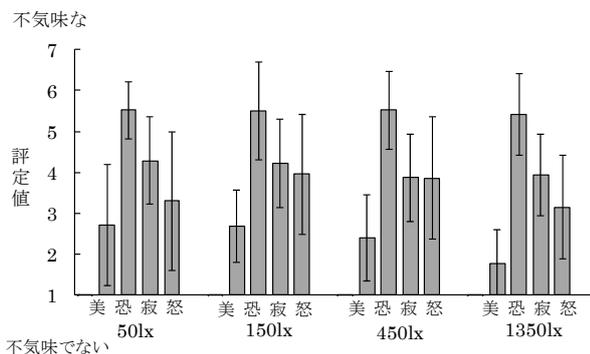


図6 不気味な—不気味でない尺度の評定値。エラーバーは標準偏差を表す。

#### 4. 考察

本研究では、西川・北岡 (2019)の結果に対し、順応時間を十分設定した場合、照明の明るさによって絵画の印象がどのように変わるのかを検討した。その結果、西川・北岡 (2019)ではより照度が高い1350 lxのとき50 lx, 150 lxより絵画は美しいと評価されたが、本研究では明るさによって美しさの評価に違いはみられなかった。また、西川・北岡 (2019)では快い、好きな、興奮した、安心する評価も照度が高く明るいとき評価が上がり、恐ろしい評価は暗いとき高くなったが、これらの印象も本研究では明るさによって違いはみられなかった。従って、十分な順応を行った場合、明るさによって絵画の美しさ、好ましき等に違いは感じられず、西川・北岡(2019)は順応が十分でなく、また前の照明条件と比較が可能のため、比較による差を捉えたものであった可能性が考えられる。

また、西川・北岡 (2019) 以外の先行研究においてもより高い照度のとき美しい、魅力的等とされたことについては、実験環境の違いや設定照度の違いによるものと推察される。本研究は部屋全体の照明を調節し、部屋の壁に絵画を掲示する方法で行ったが、遠藤 (1979) や中島・澁田 (2015a)などは照明箱の中に絵画を提示しその中をのぞくかたちで行い、更に、照明条件間で順応なく直接の比較が可能であるなど、実際の展示環境とは比較的異なる環境といえる。また、中島・澁田 (2015a)は10 lxと700 lxを比較し、Loe et al. (1982)では10-400 lxの範囲で検証したが、印象に大きな違いがみられたのは10 lxとその他の照明条件を比較したときであった。本研究ではICOMの基準から50 lxを最小の照度としたが、

本研究の実験環境でも10 lxとそれより高照度の照明条件を比較すれば違いがみられる可能性もあり、また、中島・澁田 (2015b)の調査から数lx~10 lx程度を設定する美術館も存在したとされるため、この点は今後検証が必要である。

絵画の美しさや好ましき等に違いは見られなかったが、動的な、暖かい、うれしい印象は順応しても明るいとき評価が高く、不気味さ、寂しさも暗い照明でより演出されることが明らかになった。これらは西川・北岡 (2019)でも同様の傾向を示していたが、本研究のように前の照明条件と直接に比較不可能で十分に目を順応させた場合でも違いがみられ、照明の明るさで大きな違いが感じられる印象と示唆される。

更に、西川・北岡 (2019)では美しい尺度も含め8つの尺度で照度と絵画群の交互作用が有意であったが、本研究では全ての尺度で交互作用はみられなかった。従って、このように照明への順応を十分に行うと、元の絵画の印象によって照明の効果に違いがなくなることも明らかになった。

本研究の結果から、照明に対し十分に順応を行うと、活動的な印象や不気味さなど違いのみられる印象もあるが、絵画の美しさや好ましき等の印象は明るさによる違いがほとんど感じられなくなり、全体的に照明が絵画の印象に与える影響が小さくなると示された。美術館・博物館における順応の試みは日常照明より大きく暗い展示室において絵画の美しさなどの印象を保つ上で効果的な工夫であることが証明されたと考えられる。

#### 倫理的配慮

本研究は立命館大学総合心理学部・人間科学研究科における研究倫理審査委員会による研究倫理審査を受け、承認後に実施した(承認番号: 申請2019-psy-026)。

#### 引用文献

- 安齋哲 (2013). 110のキーワードで学ぶ 世界で一番やさしい照明 エクスナレッジ
- 遠藤健治 (1979). 美術鑑賞におよぼす照明の照度と色温度の影響 心理学研究, 50, 157-160.
- 石坂裕子・高橋晋也 (2006). 表現技法の教示が絵画の印象に与える影響—遠近法の歪みに着目して— 心理学研究, 77, 124-131.
- Loe, D. L., Rowlands, E., & Watson, N. F. (1982). Preferred lighting conditions for the display of oil and watercolour paintings. *Lighting Research & Technology*, 14, 173-192.

- 中島 由貴・淵田 隆義 (2015a). 美術館・博物館における最適な照明・色彩環境の研究 (3) - 美術館・博物館展示照明における色質評価数の開発 - 照明学会誌, *99*, 263-269.
- 中島 由貴・淵田 隆義 (2015b). 美術館・博物館における最適な照明・色彩環境の研究 (2) ~ 低照度下における色彩印象に対する赤色の影響 ~ 照明学会誌, *99*, 74-82.
- 西川恵・北岡明佳 (2019). 照明が演出する絵画の印象 日本色彩学会誌, *43*, 162.
- 三浦佳世 (1999). 絵画における時間一視覚要因の分析を通して - 基礎心理学研究, *17*, 121-126.
- 里見親幸 (2014). 博物館展示の理論と実践 同成社

# 有彩色照明が色度と在室者の色知覚に与える影響

## The influence of lighting by used chromatic light on chromaticity and color perception

戸倉三和子 Miwako Tokura 帝塚山大学

Tezukayama University

**Keywords:** 有彩色照明, 色度, 色知覚

### 1. はじめに

有彩色照明下では白色照明下とは異なる効果が期待され、これまでにいくつかの傾向が示唆されている<sup>1),2),3)</sup>が、空間全体を有彩色光で照明した場合、色の恒常性や順応の影響もあり、ヒトの視覚ではどのように見えるのかは明らかになっていない。

筆者らは有彩色光が色の見えに与える影響の基礎的な知見を得ることを目的とし、有彩色光下での色票の見え方に関する試行実験を行い、同系色の色票を比較する場合、同系色の光色下では違いが分かりにくくなる傾向があることを示唆した<sup>4)</sup>が、実際にどのような色に見えるのかは明らかではない。

そこで、有彩色照明下ではどのように色を知覚しているのかを明らかにするために、色票の知覚色に関する被験者実験を行った。

### 2. 実験方法

実験は平成30年11月8日から12月14日に帝塚山大学11号館11201教室の実験室で行った。被験者は20~25歳の男子10名、女子10名の計20名で、一人ずつ各13条件を2日間に分けて行った。本報では、5条件について報告する。

図1に実験室の平面図を示す。実験室は6畳程度の広さで、天井は黒、壁と床、机は白色仕上げとし、実験室の設定変更の間被験者が待機する前室は、天井、壁、床、机とも黒色仕上げとした。実験室の天井の3か所に照明が設置してあり、乳白色のカバーにより光源が直接見えないようにしている。照明の光源は蛍光灯で、白、赤、緑、青、黄の5色が調光できるようになっており、室中央の机上面(床上705mm)照度が200lxに

なるように設定した。

図2に分光放射照度計(MK350N)により測定した机上面における実験条件の5色の照明光の分光分布を示す。演色性の高い白色蛍光灯であるため、一般の白色蛍光灯に比べ広い分光分布となっている。有彩色照明の分光分布は白色照明に比べ、ピーク波長がはっきりしている。

被験者は上下黒の服装に着替え、ランダムに設定された有彩色光で照明された実験室に入室し3分間順応する。順応終了後、質問紙による色票の色の見え方に関する評価を行い、退室する。次の

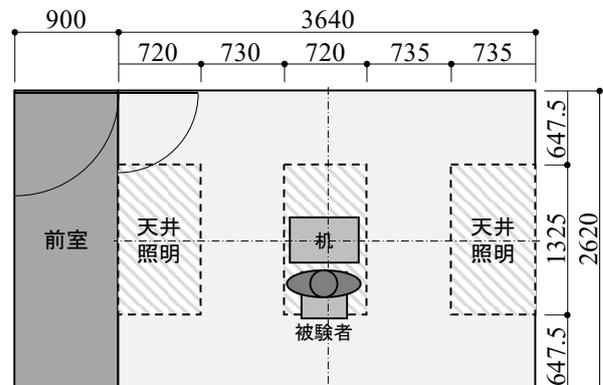


図1 実験室平面図

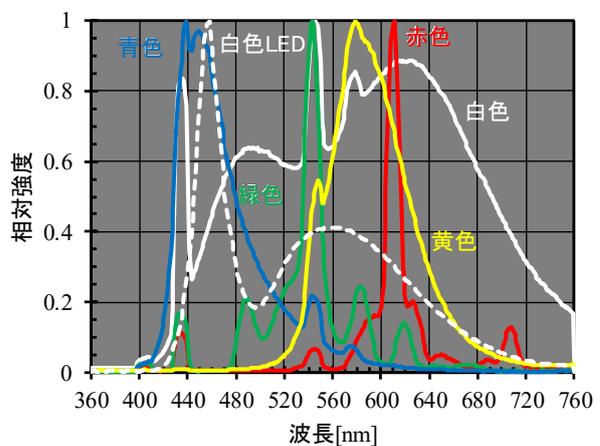


図2 実験に用いた照明の分光分布

実験条件の設定が完了するまで、実験室外の前室で待機し、設定された条件の実験室での実験を6または7条件繰り返す。

色の見えに関する評価に用いた色票には、カラーネーミングの基本の11色(白・赤・緑・青・黄・紫・ピンク(桃)・オレンジ(橙)・茶・グレー(灰)・黒)を用いた。白色の質問紙の中央左側に正方形の色票を配置し、「左にある四角は何色に見えるか」を11色の色名から選択する。ここで回答された色名を知覚色とする。補完する言葉が必要であれば、4つの形容詞(赤っぽい・青っぽい・緑っぽい・黄色っぽい)から選択する。また、その色票の「明るさ」と「鮮やかさ」について4段階で評価した。

図3に色差計(TES-135 PLUS)により測定した白色LED光下での色票の $xy$ 色度を示す。ここでは、11色のうち8色(白・赤・緑・青・黄・紫・桃・橙)の結果について示す。図中の破線は各色のおよその範囲を示したものである。各色票の色度はおおむね色度図の各色の範囲にあることがわかる。

色票の提示順による影響を考慮し、質問紙の色票の順序は実験ごとに入れ替えた。また、質問紙を重ねた状態で記入するため、質問紙と質問紙の間に白紙を挟み、次の色票が透けないように配慮した。

### 3. 白色照明下での色票の色度と知覚色

図4に実験室内で色彩輝度計(CS-100A)により測定した白色照明下での8つの色票の色度を示す。図3と比較すると、全体に狭い範囲に分布している。図2に示すように、図3の測定に使用している白色LED(図2の白の破線)と図4の測定に使用している白色蛍光ランプ(図2の白の実線)では分光分布が異なっている。実験室の白色蛍光ランプは色差計の白色LEDに比べ長波長成分が多いため、色票の色度が全体に色度図の右側(赤色寄り)になったと考えられる。

図3と図4の8つの色票の相対的な位置を比較すると、赤、橙、桃は白より右に、緑、黄は白より上に、青は白より左に、紫は白より下にある点は同じ傾向である。

図5に8つの色票に対して被験者が知覚した色が色票の色と一致した割合(一致率)を示す。一致率が低い色票においては、被験者が知覚色とし

て最も多く選択した色名とその選択率を示す。白色照明下での色の見えに関する被験者の回答では、全被験者が色票の色名を選択しており、白色照明下では色票の色名と知覚色は一致するといえる。

### 4. 有彩色照明下での色票の色度と知覚色

図6に赤色照明下での8つの色票の色度を示す。8つの色度はすべて橙の範囲に分布しているが、白の右側に赤、桃、橙の3つが近接しており、緑、黄が上、青が左側、紫が下に位置しており、白を基準とした場合の各色の相対的な位置は図3と同様の傾向にあるといえる。

図7に8つの色票に対して被験者が知覚した色が色票の色と一致した割合(一致率)と知覚色として最も多く選択した色名とその選択率を示す。色度図上ではすべての色票が橙の範囲に分布しているが、白、緑、青、黄はほとんどの被験者が色票の色を知覚色として選択していた。紫、オレンジ(橙)は一致率が8割程度、ピンク(桃)は

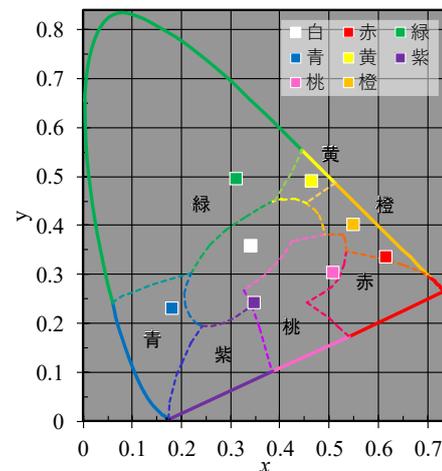


図3 実験に用いた色票の白色LED下での色度

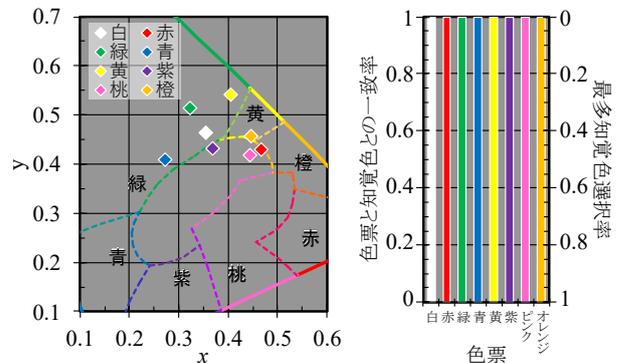


図4 白色照明下での色度

図5 白色照明下での知覚色

5割程度と低い。赤は一致率が0で、ほとんどの被験者はオレンジ色と回答しており、ピンクをオレンジと知覚した被験者も1/3程度いた。図8で示したように、赤、桃(ピンク)、橙(オレンジ)の色度は近接しており、被験者も同じような色として知覚していると考えられる。

図8に緑色照明下での8つの色票の色度を示す。8つの色度はすべて緑の範囲に分布しているが、白の右下に赤、桃、橙の3つが近接しており、黄が上、緑と青が左下に近接し、紫が下に位置していた。白を基準とした相対的な位置では、緑の位置が白色照明と異なっていた。

図9に8つの色票に対して被験者が知覚した色が色票の色と一致した割合(一致率)を示す。色度図上ではすべての色票が緑の範囲に分布しているが、白、緑、青、黄はほとんどの被験者が色票の色を知覚色として選択していた。紫は一致率が8割程度、赤は6割程度と低い。オレンジ(橙)は一致率が4割程度で6割の被験者は茶と回答し、ピンク(桃)は一致率が2割で6割程度の被験者は紫と回答していた。赤の色票でも1/3程度の被験者が紫と回答していた。図2で示したように、緑色光の分光分布は赤色に相当する波長成分が少なく、赤、紫、ピンク(桃)、オレンジ(橙)は暗く見えるため、桃→紫、橙→茶といった知覚色の変化が起きるのではないかと考えられる。図8で緑と青の色度は近接しているが、赤色照明下の赤とオレンジ(橙)のように、同じ色に知覚されることはなかった。

図10に青色照明下での8つの色票の色度を示す。黄、緑以外の6つの色度はすべて青の範囲に分布している。白の右上に赤、橙、上に緑、黄、下に青、紫、桃が位置しており、白を基準とした相対的な位置は白色照明と異なっていた。

図11に8つの色票に対して被験者が知覚した色が色票の色と一致した割合(一致率)を示す。赤色照明下、緑色照明下と同様、白、緑、青、黄はほとんどの被験者が色票の色を知覚色として選択していた。紫は一致率が5割程度で1/3の被験者は青と回答している。赤、オレンジ(橙)は一致率が2割程度で、赤は6割の被験者が、オレンジ(橙)は8割の被験者が茶と回答している。ピンク(桃)は一致率が1割未満で8割程度の被験者は紫と回答していた。図10で示したように、赤と橙、紫と桃の色度は近接しており、近い色に知覚されていると考えられる。

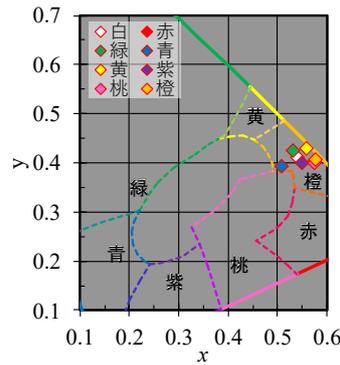


図6 赤色照明下での色度

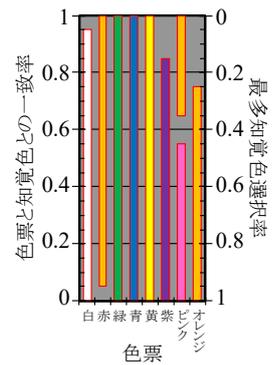


図7 赤色照明下での知覚色

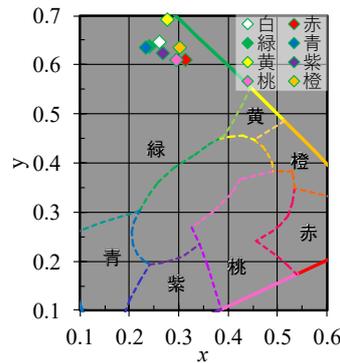


図8 緑色照明下での色度

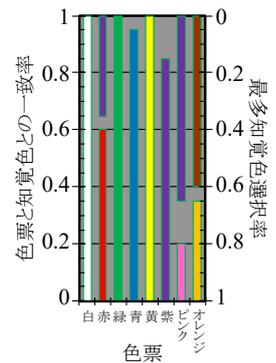


図9 緑色照明下での知覚色

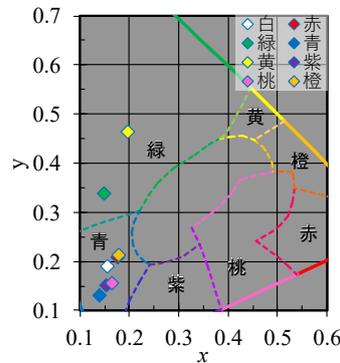


図10 青色照明下での色度

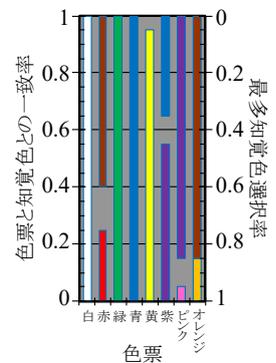


図11 青色照明下での知覚色

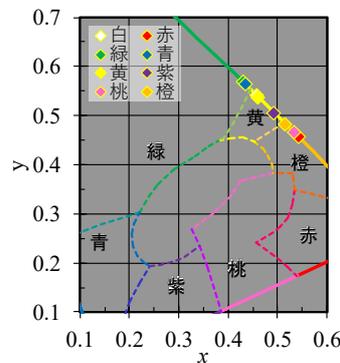


図12 黄色照明下での色度

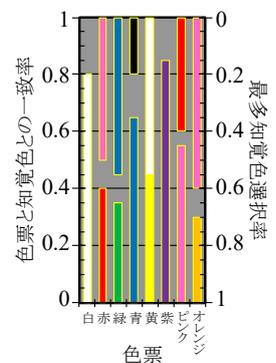


図13 黄色照明下での知覚色

図 12 に黄色照明下での 8 つの色票の色度を示す。8 つの色度はすべて  $xy$  色度図の黄の範囲の外周 (単色光の軌跡) に並んでおり、単色光の波長約 565nm~585nm の範囲に、緑、青、白、黄、紫、橙、桃、赤の順に並んでいる。

図 13 に 8 つの色票に対して被験者が知覚した色が色票の色と一致率を示す。他の有彩色照明下と比べ、全体に一致率が低いことがわかる。図 12 に示したように、8 つの色票の色度はほぼ直線上に並んでおり、白色照明や他の有彩色照明下とは分布が異なっている。一致率は白、紫は 8 割程度であったが、青は 6 割程度であった。ピンク (桃) が 5 割程度の一致率で、4 割の被験者が知覚色として赤を選択していた。赤、オレンジ (橙) は一致率が 3~4 割で、半数の被験者が知覚色としてピンク (桃) を選択していた。緑の一致率は 4 割程度で半数の被験者は知覚色として青を選択していた。黄は知覚色として白が選択されていた。黄の色票は黄色照明下ではさらに明るく見え、白と知覚された可能性がある。

$xy$  色度図上では、白の右下は桃の範囲で、さらに離れると赤の範囲となる。図 12 を見ると、橙、桃、赤は白の右下に位置しており、もっとも離れているのが赤である。

図 14 に 5 つの照明光下での有彩色色票と白色色票との色度差を示す。各色票の色度差は同じ方向に位置しており、どの照明光下でも、各色と白色との相対的な位置は同じ傾向であることがわかる。各色は白色との対比で知覚されていると考えられる。

## 5. まとめ

有彩色照明下での色票の知覚色に関する試行実験を行った。有彩色照明下で提示された色票の色度は  $xy$  色度図上のその照明光の色に近い範囲に位置するが、被験者の知覚色は色票の色と一致していることが多く、白色の色度との相対的な位置により色を知覚していると考えられる。一部では異なる色に知覚され、今回の実験条件では、赤、桃 (ピンク)、橙 (オレンジ) では知覚色と色票の色が一致しない場合が多かった。色票の識別に関する実験<sup>4)</sup>では、同系色の有彩色光下で識別しにくい傾向があったが、今回の実験では、どの有彩色光下でも赤、桃、橙の一致率が低く、使用する色票や選択肢を検討する必要がある。

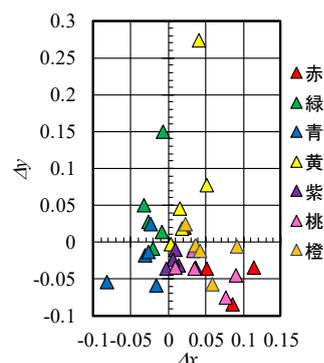


図 14 各照明光下の白色票と他の色票との色度

【謝辞】 実験は卒業生の長田実咲さんによるところが大きい。記して謝意を表す。

※本報は令和元年度帝塚山大学現代生活学部紀要「有彩色照明下での色度と色知覚」を修正したものである。

## 【参考文献】

- 1) 加藤雪枝、橋本玲子、雨宮勇：室内空間の内装色に対する心理的評価と生理的評価に関する研究、日本色彩学誌 25、PP.40 - 41、2001年5月
- 2) 井上容子、久保博子、藤本亜弓：反応および印象・疲労感—有彩光照明環境に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.501-502、2008年9月
- 3) 藤原舞：室内色および照明色が在室者の心理的・生理的反応に与える影響、帝塚山大学居住空間デザイン学科卒業研究、2016年3月
- 4) 戸倉三和子：有彩色照明が在室者の色の見えに与える影響、日本色彩学会誌、第43巻、第3号、pp.107-110、2019年

## 質感再現に適した照明の拡散度条件

# Diffusivity conditions of lighting suitable for texture reproduction

水島 涼稀 Suzuki Mizushima 千葉大学大学院  
溝上 陽子 Yoko Mizokami 千葉大学大学院

Chiba University  
Chiba University

**Keywords:** 質感再現, 照明, 拡散性.

### 1. 背景

私たちが物体を見ているとき、照明によって物体の質感は変化する. te Pas et al.<sup>1)</sup>等の研究によって、物体の認識には、照明の拡散度が重要な役割を持つことがわかっている. LED, 有機ELが普及し、様々な形状の照明が開発されている現在において、照明の拡散性と照明に照らされた物体の再現性を検証することが必要である.

Yamazoe et al.<sup>2)</sup>は照明の拡散性が高いと物体の質感の忠実性が増すことを示した. しかし、検証した拡散度の範囲は、低から中程度の拡散度のみであった. したがって、照明の拡散度を広い範囲で変化させた際に、物体の見えがどのように変化するのか、どの程度の拡散度の照明下で物体の質感がより忠実に、もしくは理想的に再現できるかはまだ十分明らかになっていない.

### 2. 目的

本研究では、物体の質感再現に適した照明の拡散度条件を明らかにすることを目的とする.

### 3. 実験

#### 3.1 実験環境

実験は暗室にて行った. 図1のように、内壁が白い球の中に物体を置き、照明にはLED光源を使用した. 照明の拡散度は、ダクトの長さとお半球の内部の色(白もしくは黒)の組み合わせによって5段階(0.26, 0.40, 0.55, 0.67, 0.93: Cuttleらの測定手法<sup>3)</sup>)に設定した. 観察者は暗室内で発泡スチロールの球の内部に置かれた刺激を観察した. 概要図を図2に載せる. 刺激を置く位置の水平面照度は300 lxに統一した. 設定した拡散度の詳細を図3に載せる.

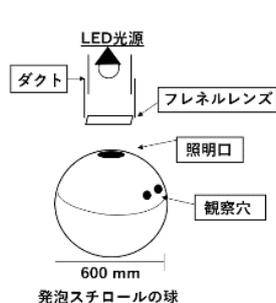


図1 実験装置



図2 刺激観察概要

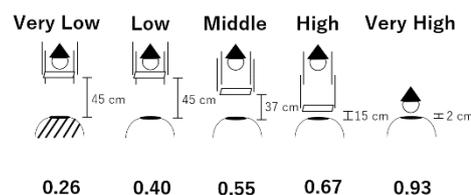


図3 5段階の拡散度

#### 3.2 実験刺激

ポリレジン(光沢あり)の球, ポリレジン(光沢なし)の球, ステンレスの立方体, 金の半球の計4種を用いた. 図4に、5段階の拡散度照明下における、各刺激の見えを示す.

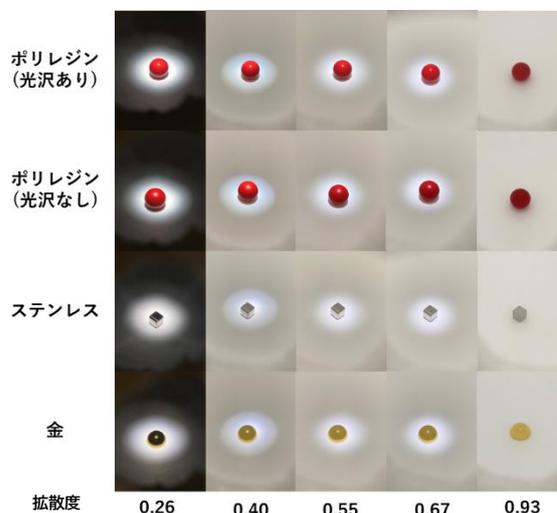


図4 使用する実験刺激

#### 3.3 評価方法

物体の印象評価には、「重さ」、「自然さ」、「粗さ」、「価値」、「光沢感」、「好み」、「見やすさ」、「明瞭感」という8項目のSD法(3-0-3)を用いた. 被験者は、SD法の印象評価に加え、記憶した物体の質感を忠実に再現しているか、物体の質感をどれほど理想的に再現しているかを、3-0-3での0.5刻みの1-3段階で評価した.

### 3.4 実験手順

事前観察として、被験者は事前に2日間、窓際3分、室内3分の計6分間刺激に触れて観察することで刺激の質感を記憶した。窓際の観察環境を図5に載せる。

前評価として、事前観察と同様の環境で刺激を観察した後、室内環境でSD法の印象評価を行った。

本評価として、5段階の照明条件下で刺激を観察し、SD法の印象評価と13段階の忠実、理想の評価を行った。図6に、本評価時の実験環境を示す。4刺激分の前評価と本評価を合わせて1セッションとし、各被験者3セッションずつ行った。被験者は男性2名、女性2名とした。



図5 観察環境 (室内)



図6 実験環境

### 4. 結果と考察

図7に、全刺激に対する忠実および理想の評価の全被験者平均を示す。忠実の評価では、どの刺激においても中程度の拡散度条件の評価が高い傾向にある。ただし、刺激によって折れ線のピークは異なる。理想の評価では、どの刺激も Very High (拡散度 0.93) を除く条件でスコアが高い。ただし、Very Low (拡散度 0.26) はばらつきが大きく、個人差がある。

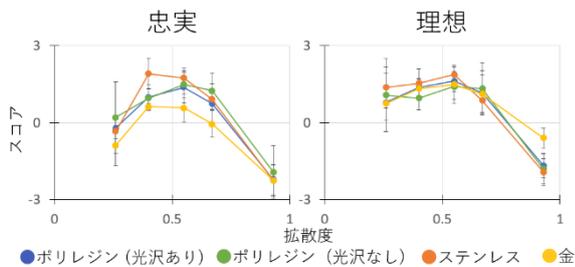


図7 各刺激の忠実、理想の評価 (全被験者平均)

本実験では、物体の事前観察時の拡散度範囲に含まれる中程度の拡散度条件の評価が高かった。この理由として、記憶時の拡散度にマッチングしたこと、もしくは日常で見慣れている拡散度であったこと、両方の可能性が考えられる。

印象評価と忠実、理想の評価の相関を調べた結果を表1に示す。「自然さ」、「光沢感」、「明瞭感」の3項目は忠実、理想ともに中程度の相関を持つ。「重さ」、「価値」、「好み」、「見やすさ」の4項目は忠実よりも理想との相関が強い。「粗さ」は理想より忠実の相関が強い。物体を自然に、はっきりと見せる拡散度条件の照明は、質感を忠実かつ理想的に再現すると考えられる。

表1 印象評価と忠実、理想評価の相関

	重さ	自然さ	粗さ	価値
忠実	0.29	0.58	-0.31	0.12
理想	0.47	0.57	-0.19	0.33
	光沢感	好み	見やすさ	明瞭感
忠実	0.44	-0.03	0.26	0.60
理想	0.51	0.19	0.48	0.63

ポリレジンの結果から、今回の実験では光沢の有無の影響は明確に見られなかった。ポリレジンの色度を図8、各照明下での見えを図9に示す。表面の光沢具合は異なるが、色、形状、照明下での輝度分布が似通っていたために、光沢の違いによる影響が薄れ、結果に現れなかった可能性が考えられる。

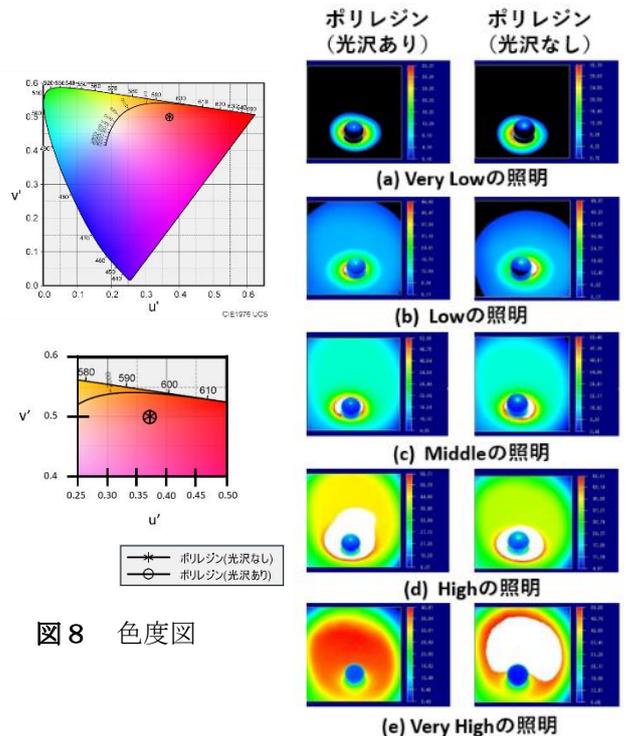


図8 色度図

図9 輝度分布

### 5. 結論

物体の質感は、日常的で自然な拡散度の範囲の照明下で忠実かつ理想的に再現されること、低い拡散度条件は、個人差はあるが、物体の質感を理想的に再現することが示唆された。

### 参考文献

- 1) Pont, S. C., & te Pas, S. F. (2006). Material— Illumination ambiguities and the perception of solid objects. *Perception*, 35(10),1331-1350.
- 2) Yamazoe, T., Funaki, T., Kiyasu, Y., & Mizokami, Y. (2019). Evaluation of Material Appearance Under Different Spotlight Distributions Compared to Natural Illumination. *Journal of Imaging* 5(2), 31.
- 3) Cuttle, C. (2014). Research note: A practical approach to cubic illuminance measurement. *Lighting Research & Technology*, 46(1), 31-34.
- 4) 水島涼稀, 溝上陽子.(2019). 物体再現に適した照明の拡散度. 第41回照明学会東京支部大会 (2019年12月, 東京)

## 顔画像における肌色の感性評価

### —若年日本人女性顔を対象として—

## KANSEI Evaluation of Skin Color in Face Image

### — Faces of Japanese Young Females—

阿山みよし	Miyoshi Ayama	宇都宮大学	Utsunomiya University
川目康平	Kohei Kawame	宇都宮大学	Utsunomiya University
四俵桃子	Momoko Shidawara	宇都宮大学	Utsunomiya University
石川智治	Tomoharu Ishikawa	宇都宮大学	Utsunomiya University
有本晃佑	Kosuke Arimoto	資生堂グローバルイノベーションセンター	Shiseido Global Innovation Center
木村元春	Motoharu Kimura	資生堂グローバルイノベーションセンター	Shiseido Global Innovation Center
越野誠也	Masaya Koshino	資生堂グローバルイノベーションセンター	Shiseido Global Innovation Center
秦英夫	Hideo Hata	資生堂グローバルイノベーションセンター	Shiseido Global Innovation Center

**Keywords:** 顔画像, 肌色, 仕上がりの好ましき, 感性評価, ヘルムホルツ-コウルラウシュ効果.

#### 1. はじめに

近年各種証明書や顔画像を載せる SNS などディスプレイ上の顔画像の肌色の重要性が高まっている。これまでも画像を用いた顔の肌色に関しては、白さ、好ましき、また健やかさなどの研究が報告されているが[1-6]、1つのモデル顔に対して明度や色度などを変えた評価対象テスト画像は50枚程度までである。従ってモデル顔の素顔色に対して色空間のどの領域で感性評価値が高いのか、またどこまでが許容範囲なのか、その変化の様相は明らかになっていない。

本研究では、画像での好ましい化粧顔となる色領域の同定を目的とし、若年日本人女性4名のモデル顔について、素顔画像を中心に CIELAB 空間で3次的に明度および色度を変化させた多数の画像群に対して感性評価を行った。

#### 2. 感性評価実験

各モデル顔について素顔画像を原画像とし、肌領域の画素について  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$  を -6 から +6 まで2刻みで変化させた画像343枚を作成した。

Figure 1 (左) にモデルAの素顔画像を示す。実験で用いた画像群には目の位置の黒帯はない。

評価項目は、仕上がりの好ましき、色の肌なじみ、顔と首の違い、色味(黄み・赤み)、明るさの5項目で、各々5段階評価とした。

暗室内に設置したディスプレイに顔画像がランダムに1枚ずつ提示され、観察者は5項目について主観評価を行う。評価が終わるとテスト画像の背景と同じ灰色画面が3秒間提示された後に次のテスト画像が提示される。各観察者で、全セッションを通じて1つのテスト画像につき3回の評価となるようにした。1セッションでは114又は115枚の画像の評価を行った。

観察者は、各モデル顔について、20代の男女5名ずつ計10名ずつである。



Figure 1 Example of test image of Model A (left) and the image used for colorimetry and image analysis (right)

### 3. 測色

モデル顔各々について作成した343枚の画像から肌部分だけを抜き取った画像を作成した (Figure 1の右). それらを評価実験と同じディスプレイに1枚ずつ提示し, 2次元色彩輝度計 (KONICA MINOLTA CA-2500) で測色した. 肌色の代表値として肌部分の平均値だと辺縁部の低明度に影響されて明度が過小評価される傾向があった. また頬の小領域の測色値は顔全体に対して明度が過大評価されることも調査した. そこでCIELAB空間での出現頻度を調べ, 上位60%までのピクセルを含む点の平均  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ 値が肌色の代表色として適当と判断し, その値を採用した[7-9].  $L^*$ については素颜画像との $\Delta L^*$ 値は設定値と大きな相違はなかったが,  $a^*$ ・ $b^*$ については $\Delta a^*$ と $\Delta b^*$ の増大に伴う設定値とのずれが見られた. 結果はすべて測色値を基にプロットした.

### 4. 評価実験の結果

各テスト画像における男女10名の評価の平均値を用いて分析した. なお, 男女別の結果を比較検討したところ系統的な相違は見られなかった. モデルAの $\Delta L^*=4$ の $a^*$ - $b^*$ 平面での評価値を基に描いた等高線図を Figures 2~6 に示す. 灰色の丸は素颜画像の色度である.

Figure 2の仕上がりについては, 3点以上の領域が明確に表れるのは $\Delta L^*=0$ 以上[9], このモデル顔の高得点領域は $\Delta L^*=4$ で素颜よりやや $a^*$ が小さい即ちやや黄みが増す領域に現れた.

Figure 3の肌なじみとFigure 4の顔と首の違いの結果はFigure 2の仕上がりと同様の様相を示した. 半数以上の観察者では, これらの評価と仕上りの好ましき評価に高い相関がみられたが, 顔と首の違いに関しては, 一部に仕上がり評価は高いが顔と首の違いは気になる, またはその逆の判断が多い観察者もいた.

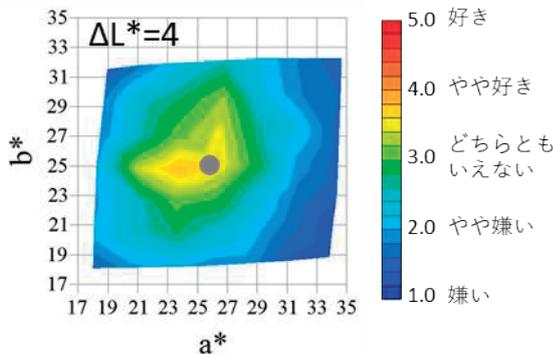


Figure 2 Contour map of the rating scores for "Finish-up impression"

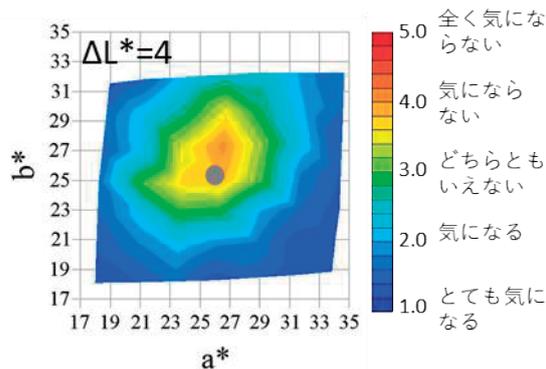


Figure 3 Contour map of the rating scores for "Blendable to her skin"

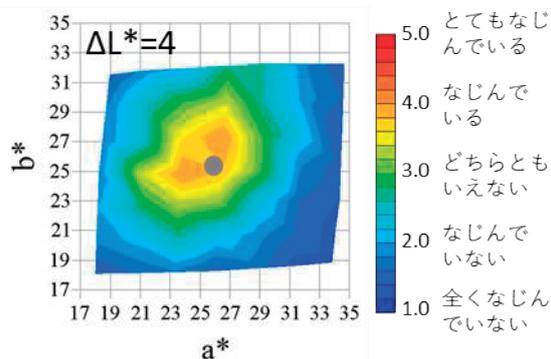


Figure 4. Contour map of the rating scores for "Difference between face and neck color"

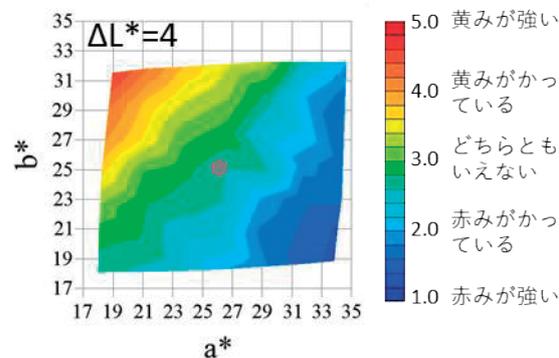


Figure 5. Contour map of the rating scores for "Redness or Yellowness"

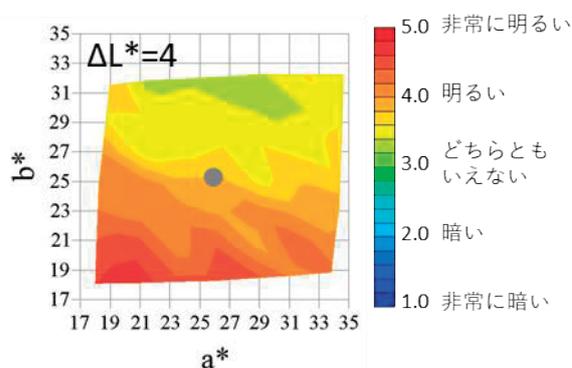


Figure 6. Contour map of the rating scores for "Brightness"

Figure 5 の色みの結果はほぼ色相角に応じて赤みが強いから黄みが強いに变化している. 色みについては,  $\Delta L^*$ が低い平面での变化の方が赤みから黄み評価への変化が急激であり,  $L^*$ 値が低い方が色相変化を検出しやすい傾向となった[8, 10].

Figure 6 の明るさの結果は  $b^*$ が小さいほど明るいと評価されており,  $b^*$ 方向ほど明確ではないが  $a^*$ が小さい方が, すなわち  $C^*$ が小さい方がより明るいと判断されている. これは単純な色刺激において良く知られている Helmholtz-Kohlrausch 効果 (以降 H-K 効果と記載), すなわち等輝度であれば高彩度色の方がより明るく見える現象[11]と逆の傾向である. 同様の傾向がモデル顔 B~D でも見られた.

## 5. モザイク画像実験

明るさ評価の結果が肌色 (ペールオレンジ) 特有なのか, 顔画像特有なのかについて検討するために, 矩形色刺激での実験を行った. 刺激例を Figure 7 に示す. Figure 1(right)の肌色領域部分の画素を抽出しランダムに分布させた矩形刺激を,  $\Delta L^* = -4, 0, 4$  の平面で 16 点ずつ計 48 枚作成した. 均一には見えないので, これらをモザイク画像と呼ぶ. それを顔画像評価実験と同じ条件でランダムに提示し, 明るさ評価を行った. 観察者は 20 代の男女 5 名ずつ計 10 名で, 一部は感性評価実験にも参加した者である.

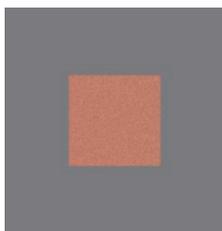


Figure 7. Example of test image for "Brightness" using rectangular stimulus

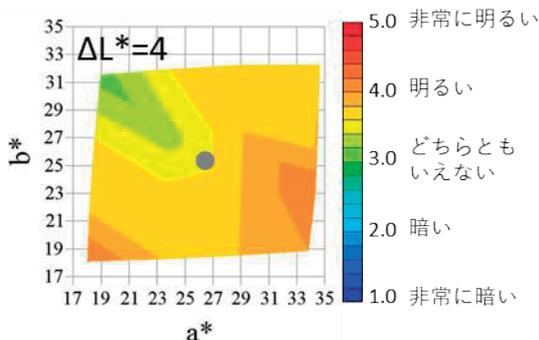


Figure 8. Contour map of the rating scores for "Brightness" using the rectangular stimulus

Figure 8 にモデル A の顔画像から抽出した画素で作成した矩形色刺激画像群に対する評価結果を示す.  $\Delta L^* = 4$  の  $a^* - b^*$ 平面での評価値を基に描いた等高線図である. 測定点が少ないので等高線が粗くなっているが, Figure 6 と比べると系統的な傾向はみられない.

Figure 9 に顔画像での  $\Delta L^* = 4$  の 49 点とモザイク画像  $\Delta L^* = 4$  と  $\Delta L^* = -4$  の各 16 点のデータについて,  $C^*$ と評価点 (10 名の平均点) の関係を示す. 顔画像の結果は  $C^*$ の増大に連れて明るさ評価が減少しており,  $R = -0.76$  で強い負の相関が見られる. 一方でモザイク画像の  $\Delta L^* = 4$  は平均値 3.7 の上下でばらついており,  $C^*$ に対する有意な増加や減少はない ( $R = 0.19$ ). 本稿に等高線図は示していないが Figure 9 にはモザイク画像の  $\Delta L^* = -4$  の結果もプロットした (濃茶の四角形).  $C^*$ の増大に連れて明るさ評価が高くなる H-K 効果と一致する傾向が有意に現れた ( $R = 0.57$ ).

これらから,  $C^*$ が小さい方がより明るいと判断する逆 H-K 効果は顔画像特有の傾向であることが示唆される.

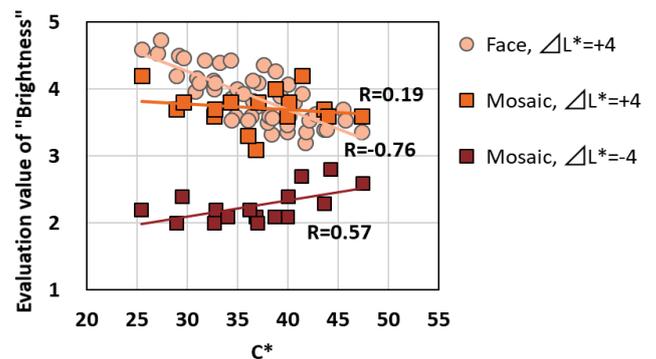


Figure 9. Relation between the rating scores for "Brightness" and  $C^*$

## 6. まとめ

顔画像において好ましい化粧顔となる色領域の同定を目的とし, 若年日本人女性 4 名のモデル顔について, 素颜画像を中心に CIELAB 空間で 3 次元的に明度および色度を変化させた多数の画像群に対して, 仕上がりの好ましき, 色の肌なじみ, 顔と首の違い, 色味 (黄み・赤み), 明るさの 5 項目についての感性評価を行い, 以下の結果を得た.

1. 「仕上がりの好ましき」の高得点領域はモデル顔により異なるが, 共通して素颜より  $\Delta L^* = 2 \sim 4$  程度高明度に現われた. 色度は, 素颜が相対的に赤みがかったモデル顔

の場合はやや黄み方向にシフトした点を中心とした領域、素顔が相対的に黄みがかかったモデル顔の場合はほぼ同じ色度を中心とした領域となる傾向が得られた。

2. 「色の肌なじみ」と「顔と首の違い」の評価結果は「仕上がりの好ましき」評価と強い相関がみられた。
3. 「色味 (黄み・赤み)」の評価は色相角の変化と良く一致した。低明度の方が検出感度が高い傾向が示された。
4. 「明るさ」の評価結果では、 $C^*$ が小さい方がより明るいと判断される逆H-K効果が示された。
5. 肌色領域から抽出した画素で構成される矩形刺激で「明るさ」評価実験を行ったところ、逆H-K効果は見られず、低明度刺激群では  $C^*$ の増大に伴いより明るいと判断される H-K 効果と一致する結果となった。これより、逆H-K効果は顔画像特有の傾向であることが示唆された。

本研究では若年日本人女性の顔画像だけを用いて観察者も日本人若年者に限定されていたので、年齢や人種が異なる顔画像に直ちには適用できない。また4と5に関しては一つのモデル顔での結果なので、他のモデル顔での検討が必要である。

謝辞 本研究の実験遂行および結果解析の一部を担当した白水翔大君に謝意を表す。

#### 参考文献

- 1) B.Fink, et al.: 2001. Human (Homo sapiens) Facial Attractiveness in Relation to Skin Texture and Color. *J. Comp. Psychol.* 115(2001) 92-99.
- 2) B.Fink, P.J.Matts: The Effects of Skin Colour Distribution and Topography Cues on the Perception of Female Facial Age and Health. *J. Eur. Acad. Dermatol. Venereol.*, 22(2008) 493-498.
- 3) N.Samson, et al.: Interaction of Skin Color Distribution and Skin Surface Topography Cues in the Perception of Female Facial Age and Health. *J. Cosmet. Dermatol.*, 10(2011) 78-84.
- 4) H.Yoshikawa, et al.: Effect of Chromatic Components on Facial Skin Whiteness. *Color Res. Appl.*, 37(2012) 281-291.
- 5) H.Zeng, R.Luo: Colour and Tolerance of Preferred Skin Colours on Digital Photographic Images. *Color Res. Appl.*, 38(2013) 30-45.
- 6) 島倉瞳, 坂田勝亮: 顔色の美白感に及ぼす, 明るさと白さの影響, 日本色彩学会誌 44 (2020) 3-14.
- 7) 川目康平ほか: ファンデーション塗布顔の代表色の検討, OPJ 2018 講演予稿集 (2018)
- 8) S.Shiromizu, et al.: KANSEI Evaluation of Skin Color of Young Japanese Women on a Display and the Relation to Colorimetric Values of Whole Face. *Proceedings of IDW2018*, 960-963.
- 9) K.Kawame, et al.: Representative Color of the Whole-face Image and its Relation to Finish-up Impression, *Proceedings of the 29th CIE Session 2019*, 953-957.
- 10) M.Ayama, et al.: Colorimetric Values of Image Skin Color in the Whole Face and Cheek Part, and Their Relation to Subjective Evaluation, *Proceedings of the 29th CIE Session 2019*, 862-867.
- 11) M.Ayama, M.Ikeda: Brightness to Luminance ratio of Colored Lights in the Entire Chromaticity Diagram, *Color Res. Appl.* 23 (1998) 274-287.

# 日本人大学生における木材の色認識と分類に関する調査

## A study on the color perception and classification of wood among Japanese university students

佐々木三公子	Mikuko Sasaki	(一財)日本色彩研究所	Japan Color Research Institute
松本 久美子	Kumiko Matsumoto	北海道立総合研究機構 林産試験場	Hokkaido Forest Products Research Institute
川端 康弘	Yasuhiro Kawabata	北海道大学大学院 文学研究院	Graduate School of Humanities and Human Sciences Hokkaido University

**Keywords:** 典型色, 木材色, 色名分類.

### 1. はじめに

日常の中で, ある特定の物体と色の組み合わせを多く経験することで, 我々はその物体における典型的な色範囲を学習し, 物体色の知識として蓄積する. 特定の物体を観察, 識別する経験が多い場合, その物体の色に関する知識も豊富になり, 経験が浅い人と比べその色領域の認識が異なる可能性がある[1]. 本調査では, 具体物として生活の様々な場面で素材として使用される木材に着目し, 一般的な若年者が木材色とその周辺の色領域をどのように分類し, 認識しているのか, またどの領域を木材の典型的な色範囲と感じているのかについて調査した. フローリングや壁など日常的に木材を見る経験はあっても, 表面に塗装がされていたり, 実際には木材を模した素材であったりなど, 木材本来の色ではない場合もある, 著者が継続して実施している[2], 熟達化による色認識の違いを比較検証する研究の一環として, まず今回の調査では一般的な木材経験を持つと想定される日本人大学生を対象に木材の典型色調査と木材色周辺の色名分類調査の2つを実施した.

### 2. 調査方法

#### (1) 調査対象者

大学生 154 人を対象に調査を行った. 国による文化差を考慮し今回は対象者を日本人とし, またデータの不備が無かった 130 人のデータを本調査での分析対象とした.

#### (2) 調査用紙

調査には A4 用紙(高白色)に質問紙 1 枚とカラーチャート 5 枚を印刷したものを 2 セット用いた. カラーチャートは 5 パターン作成し, 1 色が 1.6cm×2.2cm の長方形を 23~70 個配置した(図

1 参照). 木材色とその周辺の色を調査するため, チャートの色は 5 種の木材の色を測色し, 得られた色値から色相, 明度, 彩度を段階的に変化させて作成した. 各チャートの色数と変化させた属性を表 1 に示す. 各チャートには測定値から得られた木材色が 1 色もしくは 2 色含まれていた. 測色に使用した樹種は, 明度や色相がそれぞれ異なり, かつ木材として一般的に使用されているブラックウォルナット(4.4YR 5.7/6.6), パープルハート(3.7YR 3.5/4.5), メルバオ(0.8YR 5.9/6.8), マカバ(6.3YR 7.2/7.2)と, ハクウンボク(0.2Y 8.7/5.3)を使用した. 色値は板材に加工した木材の表面を複数点測色し, その平均値を用いた.

#### (3) 手続き

調査は参加者全員が同じ教室内において同時に実施した. 調査は, 参加者をおよそ半数に 2 グループに分け, 一つのグループは初めに色名分類調査を行い, 次に木材色調査を行った. 別のグループは, 逆の順序で行った. また各調査の前に, 日常目にする色や木材についての親近度を回答した. 色名分類調査では, 用紙内のカラーチャートがいくつの色のグループに分かれて感じられるかを, 色のグループごとに境界線で囲み示した. 次にそのグループを表す名を境界線付近に記入した. グループ数や 1 グループにおける色数には制約を設けなかった. また, グループ名には参加者が普段その色グループを表すときに使用する言葉を記入するよう教示した. もしその色グループを表現する名が思い浮かばない場合は空欄を可とした. 続けて行った木材色調査では, 典型的な木材(材木)の色だと感じる色を各チャートから選び, その範囲を境界線で示した. 範囲は離れた箇所に複数設定することも可能であった. カラーチャートは 2 つの調査で同じ内容を使用し, 参加者はどちらの調査においても 5 つのチャートについて回答した.

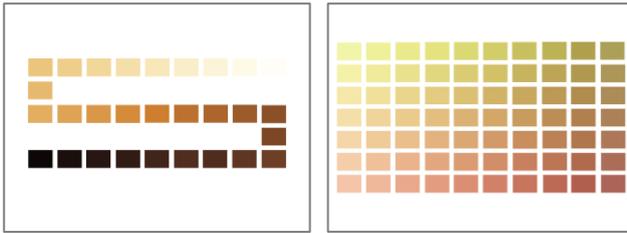


図1. カラーチャート例  
(左図：チャート1, 右図：チャート3)

表1. カラーチャートの色数と色変化方法

チャート No.	色数	木材色からの変化
チャート1	29	明度変化
チャート2	43	彩度変化
チャート3	70	色相・明度変化
チャート4	49	色相・彩度変化
チャート5	23	色相変化

### 3. 調査結果

#### (1) 色名分類結果

5つのカラーチャートごとに、参加者が分類したグループ数を算出し、平均分類数を求めた。また、系統的な色名分類を用いた場合の分類数と比較するため、チャート色をPCCS色名系の中分類色名(色相とトーンの組合せから成る全94分類)と小分類色名(全257分類)にそれぞれ分類した。本調査による分類数とPCCS色名系による分類数を図2に示す(エラーバーはSDを表す)。本調査での平均分類数は、チャート番号順に7.8個、8.6個、12.6個、11.8個、8.4個であった。PCCS中分類、小分類で分けた色名数と比べると、概ね中分類と同程度かやや多い結果となった。しかしどのチャートにおいても、小分類数の倍以上の数でグループを設定したケースもあり、分類数には個人差が大きい結果となった。

#### (2) 測色した木材の木材色選択率

木材色調査の回答から、木材の典型色として選択された割合をチャート色ごとに算出した。最も選択率が高い色はマンセル値で3.5YR 4.4/6.6の色で選択率は67.0%であり、次いで3.7YR 3.3/3.7の色が選択率60.8%であった。マンセル値を用いたチャート色分布を図3に示す。図3では、第三四分位数に当たる選択率30%以上の色を黒い丸、30%未満の色を三角のマーカで表示している。図3から、選択率が30%以上の色は明度には幅があるが色相はほぼYR系の範囲に入っている。5

種の木材測色値における選択率は、最も選択率が高いものでパープルハートの59.2%でありYR系の中央寄りにある色の方が選択率が高い傾向が見られた。しかし比較的彩度の高いマカバは0.8%と低く、また赤みに寄った色であるメルバオも9.2%と低かった。実際に使用されている木材であっても、木材の典型色として見なされていない範囲があると言える。

#### (3) チャート色のクラスター分類

木材色と選択された色にどのような特徴があるか調べるため、全チャート色の回答データをもとにクラスター分析を行った。その結果、9つのグループが抽出された。各クラスターにおける木材色選択率を図4に示す。AからIクラスターのうち、平均選択率が最も高いAクラスターには標準的なブラウンや暗いブラウンが多く含まれ、BクラスターにはベージュやYR系の高明度色が多く含まれた。一方、選択率の比較的低いクラスターではYR系からの色みの偏りや高彩度色などが多く見られた。

#### (4) 色名分類と木材選択率の関連

木材選択率と色名の関連を調べるため、全てのチャート色に対し、色名として「ブラウン(または茶色)」、「ベージュ(または肌色)」と命名された数を算出した。その際、トーンに関する形容詞が付いた場合(濃いベージュ、明るいブラウンなど)は数に含めたが、色みの偏りを示す形容詞が付いた場合(赤みのブラウンなど)は除外した。そしてチャート色ごとに色みの偏りの無いブラウンとベージュを合わせた命名件数と木材選択率の相関を算出したところ、強い正の相関が見られた( $r = 0.87$ )。標準的なブラウンやベージュといった色名で命名される割合が多い程、木材色として選択される割合が高い結果となった。

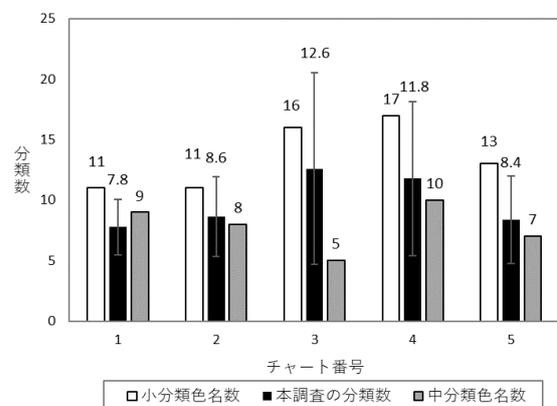


図2. 分類色名数とPCCS色名系の比較

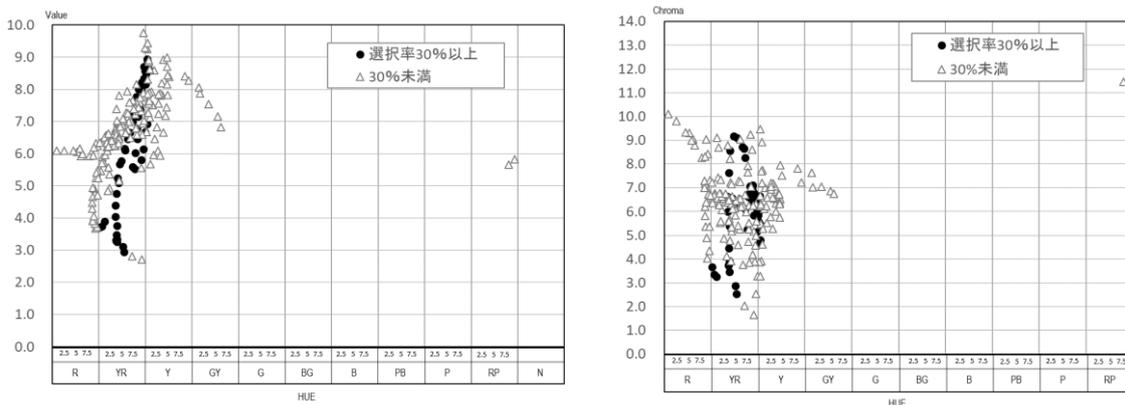


図 3. チャート色の色分布  
(左図：色相×明度，右図：色相×彩度)

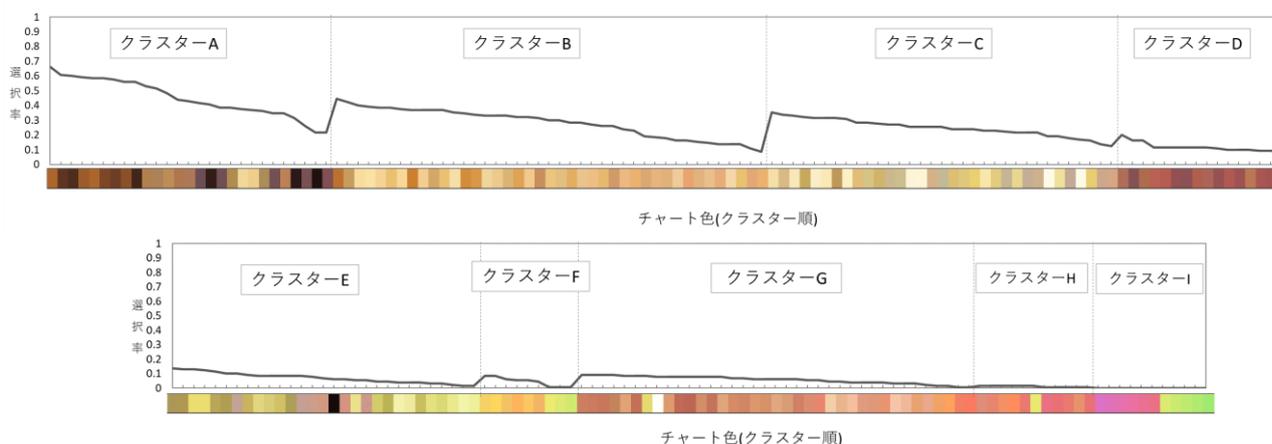


図 4. チャート色のクラスター分類と木材選択率  
(上図：クラスターA からクラスターD，下図：クラスターE からクラスターI)

4. 考察

本調査では、木材色周辺の色認識と木材の典型色範囲について、一般的な木材経験を持つ大学生を対象に調査を行った。今回の色名分類調査では命名する色グループ名に制約を設けなかったため、グループ名にはブラウンや赤といった色名の他、修飾語のついた慣用色名や「枯れた柿の葉の色」のような特定の状態の具体物やイメージ語も見られた。また周囲の色とはグループが異なるが名前は付けにくい、といった範囲も多く見られた。その中で標準的なブラウンとベージュを合わせた命名率と木材選択率に高い相関が見られた。これにより一般的な木材経験を持つ場合の木材典型色範囲が想定できるとともに、用途や場面を指定しない木材色という質問上、色名の範囲が典型色範囲の境界に影響した可能性も考えられる。また、実際の木材から測色した色であっても一般的な木材経験者においては木材の典型色として見なされない色もあった。しかしチャートにより色数や変化する属性が異なることもあり、木材色の周囲のチャート色が判断に影響を与えた可能性

も考えられるため、チャートの作成方法や樹種の選出については更なる検討が必要である。今後、木材の識別経験が豊富な熟達者においても木材色周辺の色認識を調査し、経験によって色認識に差が生じるか検証する。

引用文献

- 1) 川端 康弘, 川端 美穂, 笠井 有利子: 色と認知科学 一高次視覚認知における色彩の効果一, 日本画像学会誌 50(6) (2011) 522-528
- 2) 松本久美子ら: 100 hue Testの繰り返し学習による色識別能力の向上と個人差(第2報) 職人等家具産業従事者と公設試験研究機関職員との比較, 日本感性工学会第21回大会発表要旨集, (2019)

本研究は、科研費補助金(基盤研究(B) 19H04194)「日常の経験と学習による色の知覚認知における熟達化と精緻化の過程(研究代表者: 川端康弘)」の一環として実施された。

## 赤色の癒し評価における効果と特徴

### The Effects and Characteristics in the Iyashi Scales of Red

菊谷 敬子 Takako Kikuya 北海道大学大学院文学研究科 Department of Psychology,  
Hokkaido University  
川端 康弘 Yasuhiro Kawabata 北海道大学大学院文学研究科 Department of Psychology,  
Hokkaido University

**Keywords:** 赤色, 単色, 癒し, 色彩感情

#### 1. はじめに

色彩（あるいは色光）から受ける効果や印象等については色の明暗・寒暖・嗜好性等の様々な角度から研究されてきている（神作, 1963；山下・山田・安田, 2013）。色彩に対する主観的な評価を計測する方法として Semantic Differential (SD) 法や Self-Assessment Manikin (SAM) といった方法を用いて計測されてきたが、「癒し」感情そのものに焦点を当て、癒される単色の効果について検証を行ったものは少ない。そこで、本実験では、総合的な癒し、および、6つの癒し尺度について評価する「癒し評価スケール」を用いて、単色の癒しの効果とその特徴について調査・検討した。特に、今回は赤色の癒し効果における色彩のエキスパートの評価とその特徴について検討することを目的とした。

#### 2. 方法

**参加者** 配色やデザイン等を仕事（例えば、Web・広告デザインを制作すること）として扱った経験がある社会人10名（平均年齢34.8歳）が実験に参加した。

**色刺激** PCCS Harmonic Card 201の111トーン (Vivid (v), Bright (b), Deep (dp), Light (lt), Soft (sf), Dull (d), Dark (dk), Pale (p), Light grayish (ltg), Grayish (g), Dark grayish (dkg)) の中から5色（赤・黄色・緑・青・紫）をそれぞれ選び、計55色を使用した。各色票は白地の画用紙（8.7cm×12.9cm）の表面に貼付され、裏面には番号のシールが貼付された色カード

を作成した。v・b・lt・pの色カードを、dp・dk・dkgの色カードを、sf・d・ltg・gの色カードをそれぞれひとまとまりにし、計3つのバインダーに分けた。

**実験環境** Web デザイナー養成スクールの教室で一人ずつ実施された。室内にある照明に加え、D65光源を使用した。明るさは800lxから1000lxの間で調整され、平均847.58lxであった。

**癒しの評価方法** 各単色の癒し評価には、松本・秋元・高久（2005）の「日藝版癒し評価スケール」を用いた。

**手続き** 参加者は色カードが収められている3つのバインダーの中から任意のバインダーを1つ選び評価を行った。1つの色カードに対する評価時間は制限せず、参加者個人に任せた。1つのバインダーに入っている全ての色カードの評価が終わったタイミングで任意に休憩を取った。2つ目以降の評価も同様に行った。順序効果を避けるため、色カードはランダムに配置された。

#### 3. 結果と考察

赤色の各トーン・明度・彩度について癒しの総合得点の平均値を表1に示した。総合的な癒し評価に関して、どの程度、癒されたかどうかについての解釈は、松本他（2005）の判断基準を採用した。その結果、b・lt・p・sf・ltg・dのトーン、高明度、高彩度、中彩度の赤が癒されていると見なされた。トーンに焦点を当てると、高明度の各彩度、中明度で中彩度、中明度で低彩度の赤色が癒されるという傾向が見られた。明度と彩度の観点から比較をすると、高明度 ( $M=18.90$ )、高彩度

( $M=15.10$ ), 中彩度 ( $M=15.55$ ) の赤色で癒されたと見なされ、彩度の要素の方が明度の要素よりも癒される範囲が多かったと考えられる。

表 1. 赤色の癒し評価の総合得点の平均値

属性		癒しの総合
ト ー ン	v	13.30 (5.62)
	b	17.90 (10.62)
	lt	17.80 (10.15)
	p	21.00 (13.38)
	sf	19.80 (10.14)
	ltg	15.00 (9.86)
	d	15.20 (7.29)
	g	9.20 (5.79)
	dp	14.10 (8.43)
	dk	9.40 (6.55)
	dkg	10.90 (8.30)
明 度	高	18.90 (10.89)
	中	14.50 (6.69)
	低	11.47 (7.24)
彩 度	高	15.10 (7.50)
	中	15.55 (7.38)
	低	14.03 (8.67)

注) 括弧内は標準偏差を示す。b・lt・pを高明度、v・st・ltg・d・gを中明度、dp・dk・dkgを低明度とまとめた。v・b・dpを高彩度、lt・st・d・dkを中彩度、p・ltg・g・dkgを低彩度とまとめた。

さらに、明度と彩度の違いについて、6つの癒し尺度からその特徴を示した(図1と図2)。図の縦軸は癒し得点の平均値であり、エラーバーは標準偏差を示す。横軸は各癒しの種類を示す。図1より、明度については、心が休まりなごむ状態になる「和」の癒しでは低明度と中明度では中明度の方で、低明度と高明度では高明度の方で「和」の癒しを感じられた。気分転換やリフレッシュができることでゆとりが生じる「潤」の癒しでは、低明度と高明度では高明度の方で、中明度と高明度では高明度の方で「潤」の癒しを感じられた。心が楽しく軽やかな状態になる「弾」の癒しでは、

低明度と高明度では高明度の方で、中明度と高明度では高明度の方で「弾」の癒しを感じられた。それ以外では統計的に有意な差が認められず、心が静かに清らかな状態になる「浄」といった癒しでは、全ての明度で差はなく、全体的に評価が低かった。異なる明度について、和・潤・弾の癒しでは、比較的に明度の高い赤色の方が生じやすい傾向にある。しかし、「浄」のように全ての明度で評価が低く、6つの癒し尺度の高明度の赤色でバランス良く各癒しを感じられるのではないという特徴があるようである。

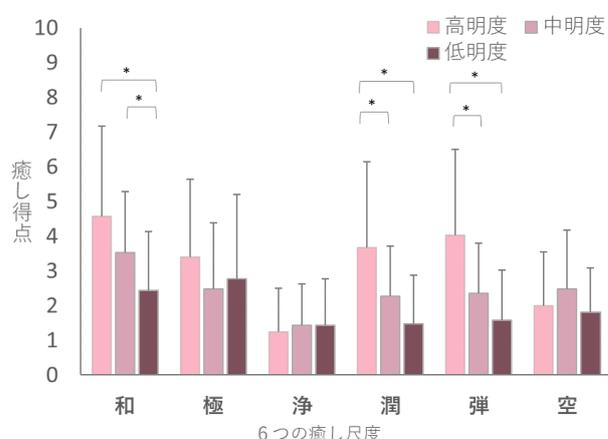


図 1. 明度の違いによる6つの癒し尺度の平均値

図2より、彩度については、中彩度と高彩度では中彩度の方で「和」の癒しを感じられた。希望や勇気が出るといった「極」の癒しでは、高彩度・中彩度・低彩度の順で「極」の癒しを感じられた。「浄」の癒しでは高彩度と低彩度では低彩度の方で、中彩度と低彩度では低彩度の方で「浄」の癒しを感じられた。「弾」の癒しでは、中彩度と低彩度では中彩度の方で、高彩度と低彩度では高彩度の方で「弾」の癒しを感じられた。何も考えないでボーっとしている状態を楽しむ「空」の癒しでは、低彩度・中彩度・高彩度の順で「空」の癒しを感じられた。彩度は明度とは違い、異なる彩度によって癒される6つの癒しの尺度の特徴も変化した。興味深いのは、高彩度よりも低彩度の赤で「空」といった癒しが生じ、彩度の低い赤であっても、ある種の癒しが喚起されると考えられる。

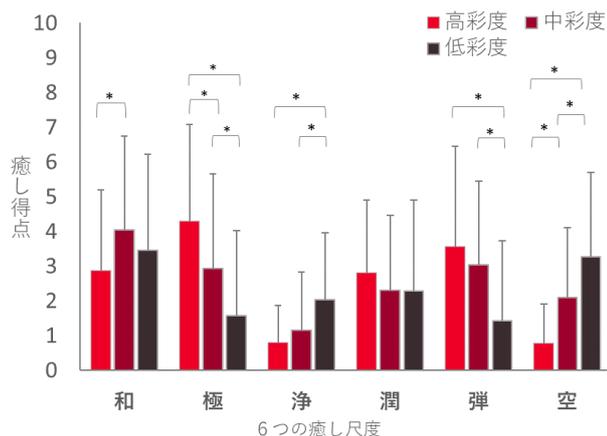


図2. 彩度の違いによる6つの癒し尺度の平均値

本実験は配色やデザイン等を仕事として扱っている人を対象とした。このような人は身の周りの配色やデザイン等に関して、日頃から敏感な人達であり、普通の人に比べ、色に対する感受性が強く、色を適切に評価する能力に長けていると考えられる。今回の実験結果は、単調な単色に対して、色のエキスパートが適切に評価することで、その色そのものの癒しの効果が検出された可能性が高いと考えられる。

癒しというポジティブ感情と単純な赤色との関係では、彩度の低い赤い色であったとしても、ある種の癒しが生じることが示唆された。暗い色よりも明るい色といった明度の高い色の方が評価されることが報告されているが(山下他, 2013), 赤色の癒し効果においては、明度と同じように彩度も重要な要素であることが示唆された。今後はさらに様々な参加者を増やし、癒される単色の効果とその特徴を検討する必要がある。

#### 引用文献

- 1) 神作順子(1963). 色彩感情の分析的研究 - 2色配色の場合 心理学研究, **34**, 1-12.
- 2) 松本洸・秋元貴美子・高久暁(2005). 『日藝版「癒し」評価スケールの完成』 芸術と癒しの調査研究報告書 日本大学芸術学部, 105-115.
- 3) 山下真裕子・山田逸成・安田昌司(2013). 色相およびトーンを変化させた色光における生理的・心理的影響 日本感性工学学会, **12**, 239-243.

# 好きな色と自己イメージとの関係 ～色イメージと自己イメージとパーソナリティ特性～

## Relationship between Color Preference and Self-image -The Image of Colors and Self-image and Personality trait -

松田 博子	Hiroko Matsuda	カラーコンサルタントスタジオ	Color Consultant Studio
名取 和幸	Kazuyuki Natori	日本色彩研究所	Japan Color Research Institute
破田野 智美	Tomomi Hatano	立命館大学	Ritsumeikan University

キーワード：色彩嗜好，パーソナリティ特性，自己イメージ，色イメージ，大学生

Keywords: color preference, personality trait, self-image, image of colors, university students

### 1. はじめに

好きな色とパーソナリティの関係についての研究は少なく両者の間には明確な傾向が確認されているとは言い難い。松田・名取・破田野<sup>1)</sup>は、色そのものが持っている色イメージ（感情的意味）を通して、両者の関係性を分析した。好きな色のイメージ（新編カラーレンジマニュアル 100<sup>2)</sup>の印象評価データ）と、参加者のパーソナリティ特性（YG 性格検査）との間に有意な相関が認められ、特定のパーソナリティの人がその色を好む理由として自分のイメージに似ているから好むのではないかということが示唆された。しかし、他者による色のイメージ評定を利用したため、自分のイメージと参加者自身の好きな色のイメージとの間に本当に関連があるのか確認をする必要が生じた。そこで今回は、参加者自身が評定した「好きな色」のイメージと自己イメージとの相関を求め自己イメージに似たイメージの色を好むのかについて検討した。また松田ら<sup>1)</sup>が用いた新編カラーレンジマニュアル 100<sup>2)</sup>の印象評価と、今回選択した「好きな色」の印象評価との比較も行った。具体的には男女大学生が「好きな色」を3色選択し、その色のイメージを評定した。さらに後日好きな色と同じ形容詞対による自己イメージの評定と YG 性格検査を行った。好きな色のイメージと、自己イメージおよび YG 性格検査の得点との相関を報告する。

### 2. 方法

#### 2. 1 調査対象者

京都、大阪近郊の日本人大学生 212 名（18 歳～23 歳，平均 20.8 歳；男性 63 名，女性 149 名）の

協力を得た。回答に欠損があった対象者を除き，194 名（18 歳～23 歳，平均 20.8 歳；男性 54 名，女性 140 名）を分析対象とした。

#### 2. 2 調査日時

2018 年の 11 月 15 日～22 日，午後に実施した。

#### 2. 3 調査場所

対象者の在学する大学の講義室で行った。通常の蛍光灯天井照明で，机上面照度は 650lx 以上であった。

#### 2. 4 カラーチャートと嗜好色調査

カラーチャートは色票を体系的に並べた PC 画像を A4 判写真用紙（厚手の光沢版）に打ち出して作成した。背景色は明度 N7.8 のライトグレイとし，そこに 10 色相，7 トーンから成る有彩色 70 色と，無彩色 5 色の色票計 75 色を配列した。各色は縦 14mm，横 23 mm の長方形とした。横方向に，赤 (R)・橙 (O)・黄 (Y)・黄緑 (YG)・緑 (G)・青緑 (BG)・青 (B)・青紫 (V)・紫 (P)・赤紫 (RP) の代表的な 10 色相の中心的な色を配列した。縦方向には，上段から PCCS (Practical Color Co-ordinate System；日本色研配色体系) のペール (p)，ライトグレイッシュ (ltg)，ダル (d)，ライト (lt)，ビビッド (v)，ディープ (dp)，ダーク (dk) の 7 トーンを配置し，最下段は無彩色のホワイト，ライトグレイ，ミディウムグレイ，ダークグレイ，ブラックの 5 色を配列した。

嗜好色調査では，75 色カラーチャートを配布し，「好きな色」をそれぞれ 3 色選ぶよう求めた。さらに選択した「好きな色」に対して，明るい・陽気・浅い・軽い・澄んだ・派手・きれい・かたい・情熱的・くどい・強い・動的・暖かい・好き・大人っぽい・男性的の 16 の形容詞対による 5 件法でイメージ調査をした。

表1. カラーレンジの色のイメージ得点と好きな色のイメージ得点の相関係数r

明るい	陽気	浅い	軽い	澄んだ	派手	きれいな	かたい	情熱的	くどい	強い	動的	暖かい	好き	大人っぽい	男性的
暗い	陰気	深い	重い	にごった	地味	きたない	やわらかい	理知的	あっさりとした	弱い	静的	冷たい	嫌い	子供っぽい	女性的
<b>0.91</b>	<b>0.83</b>	<b>0.87</b>	<b>0.90</b>	<b>0.90</b>	<b>0.78</b>	<b>0.75</b>	<b>0.82</b>	<b>0.84</b>	<b>0.74</b>	<b>0.82</b>	<b>0.76</b>	<b>0.87</b>	-0.04	<b>0.82</b>	<b>0.80</b>

表2. 自己イメージ得点と好きな色のイメージ得点の相関係数r

		自己イメージ																
		明るい	陽気	浅い	軽い	澄んだ	派手	きれいな	かたい	情熱的	くどい	強い	動的	暖かい	好き	大人っぽい	男性的	
		暗い	陰気	深い	重い	にごった	地味	きたない	やわらかい	理知的	あっさりとした	弱い	静的	冷たい	嫌い	子供っぽい	女性的	
男性	明るい	暗い	-0.07	-0.09	0.18	0.06	0.07	0.10	-0.08	-0.10	0.10	0.01	0.16	-0.04	0.02	0.03	-0.04	-0.11
	陽気	陰気	-0.06	-0.12	0.25	0.00	0.17	0.09	0.00	<b>-0.32</b>	-0.08	-0.07	0.08	-0.10	0.11	0.04	-0.10	-0.19
	浅い	深い	-0.10	-0.11	-0.03	0.13	-0.19	-0.12	<b>-0.48</b>	0.09	0.11	0.02	0.17	0.14	-0.03	-0.06	0.17	0.03
	軽い	重い	-0.17	-0.12	0.10	0.14	-0.23	-0.14	<b>-0.37</b>	-0.13	-0.09	-0.08	0.13	-0.08	-0.01	-0.03	0.03	0.00
	澄んだ	にごった	-0.23	-0.10	<b>0.40</b>	0.17	-0.28	0.14	-0.15	-0.18	-0.06	0.06	-0.09	-0.19	0.01	-0.08	-0.22	-0.10
	派手	地味	0.12	0.06	<b>0.41</b>	0.09	-0.03	0.21	0.03	-0.25	0.08	-0.08	-0.05	0.19	-0.05	-0.21	0.02	0.08
	きれいな	きたない	<b>-0.38</b>	<b>-0.35</b>	0.15	-0.21	0.05	0.17	-0.02	-0.25	-0.22	0.04	0.01	<b>-0.29</b>	-0.06	-0.10	0.03	-0.14
	かたい	やわらかい	0.19	0.23	-0.01	0.02	0.11	0.26	<b>0.31</b>	0.10	0.22	0.09	-0.08	0.17	-0.04	-0.02	-0.09	0.09
	情熱的	理知的	0.01	0.09	0.17	0.02	0.01	0.26	0.04	-0.26	0.16	0.12	-0.08	0.14	-0.04	-0.04	-0.13	-0.18
	くどい	あっさりとした	0.25	0.13	<b>-0.35</b>	-0.09	0.12	-0.04	-0.04	0.17	0.24	0.13	0.05	0.27	0.22	0.22	0.22	0.18
女性	強い	弱い	0.23	0.08	-0.18	-0.12	0.15	0.16	0.24	0.09	0.15	0.11	-0.07	0.14	-0.02	-0.02	0.06	0.14
	動的	静的	0.18	<b>0.33</b>	0.12	0.00	0.16	0.14	0.12	<b>-0.32</b>	0.15	-0.14	-0.02	0.09	-0.02	0.01	-0.07	-0.01
	暖かい	冷たい	-0.21	-0.23	0.05	-0.04	0.18	-0.08	0.09	-0.06	-0.16	-0.02	-0.10	-0.20	0.21	0.19	-0.20	<b>-0.30</b>
	好き	嫌い	0.09	0.01	0.11	0.08	0.14	-0.20	0.00	-0.08	-0.16	-0.01	0.04	-0.17	0.20	0.20	-0.13	-0.15
	大人っぽい	子供っぽい	-0.07	-0.09	<b>-0.29</b>	-0.06	0.11	-0.24	0.04	0.08	-0.17	-0.02	-0.21	-0.24	0.20	<b>0.30</b>	0.01	0.00
	男性的	女性的	0.22	0.12	-0.20	<b>-0.29</b>	<b>0.37</b>	0.09	0.21	-0.02	0.05	0.03	0.11	0.04	0.10	0.10	0.14	0.01
	明るい	暗い	0.10	0.10	-0.21	<b>0.28</b>	<b>0.41</b>	0.24	<b>0.37</b>	-0.13	0.14	-0.10	<b>0.31</b>	0.13	0.03	0.09	0.03	-0.12
	陽気	陰気	0.02	0.00	-0.20	0.16	<b>0.32</b>	0.21	<b>0.36</b>	-0.19	0.02	-0.02	0.18	-0.06	0.07	0.09	0.03	-0.10
	浅い	深い	<b>0.27</b>	0.06	0.21	<b>0.39</b>	0.20	-0.13	<b>0.29</b>	-0.25	-0.02	-0.16	0.17	<b>0.30</b>	<b>0.25</b>	0.24	0.20	-0.24
	軽い	重い	0.22	0.07	0.12	<b>0.34</b>	<b>0.27</b>	-0.18	<b>0.23</b>	-0.28	0.00	-0.12	0.22	<b>0.28</b>	<b>0.32</b>	<b>0.32</b>	0.23	-0.23
男性	澄んだ	にごった	-0.03	-0.04	-0.06	0.11	<b>0.31</b>	<b>0.09</b>	<b>0.33</b>	-0.13	-0.11	-0.07	0.06	0.01	-0.11	-0.03	0.03	-0.20
	派手	地味	-0.02	-0.01	-0.16	0.08	<b>0.18</b>	<b>0.32</b>	<b>0.28</b>	0.00	0.06	0.17	<b>0.41</b>	0.18	-0.04	0.12	0.01	0.17
	きれいな	きたない	0.11	0.03	0.08	<b>0.32</b>	<b>0.27</b>	-0.02	<b>0.27</b>	-0.34	<b>-0.26</b>	-0.17	0.06	0.08	0.07	<b>0.30</b>	0.15	<b>-0.38</b>
	かたい	やわらかい	-0.17	-0.06	-0.04	<b>-0.46</b>	-0.25	0.12	-0.22	<b>0.44</b>	-0.02	<b>0.29</b>	-0.01	0.09	-0.24	-0.17	-0.05	<b>0.26</b>
	情熱的	理知的	0.17	0.07	-0.24	<b>0.28</b>	<b>0.32</b>	<b>0.28</b>	<b>0.26</b>	-0.10	<b>0.33</b>	-0.21	0.22	0.11	0.06	0.14	-0.10	-0.03
	くどい	あっさりとした	-0.07	0.12	<b>-0.28</b>	-0.16	-0.04	0.21	-0.22	<b>0.25</b>	<b>0.32</b>	0.22	0.07	-0.01	-0.08	0.01	-0.05	0.15
	強い	弱い	-0.10	-0.04	-0.22	<b>-0.32</b>	-0.01	0.16	-0.11	<b>0.27</b>	0.16	<b>0.29</b>	0.12	0.09	-0.11	0.04	-0.12	0.20
	動的	静的	0.13	-0.03	-0.17	0.12	<b>0.26</b>	<b>0.26</b>	<b>0.26</b>	0.13	0.03	-0.02	<b>0.27</b>	0.04	-0.10	0.08	0.12	-0.15
	暖かい	冷たい	0.07	-0.06	-0.15	0.09	<b>0.31</b>	0.09	<b>0.30</b>	-0.20	0.05	0.02	0.18	<b>-0.25</b>	0.20	0.11	0.13	<b>-0.24</b>
	好き	嫌い	0.00	0.08	<b>0.38</b>	-0.02	-0.14	0.13	<b>0.37</b>	-0.18	<b>-0.30</b>	0.16	0.23	0.13	-0.10	-0.05	<b>0.25</b>	0.04
女性	大人っぽい	子供っぽい	0.02	0.15	<b>0.30</b>	-0.14	<b>-0.29</b>	-0.07	-0.20	<b>0.02</b>	<b>0.02</b>	0.03	-0.15	-0.01	0.00	-0.08	-0.03	0.18
	男性的	女性的	<b>-0.32</b>	-0.22	0.07	<b>-0.52</b>	-0.18	-0.14	-0.23	<b>0.49</b>	-0.03	<b>0.24</b>	-0.08	0.04	-0.13	-0.25	<b>-0.25</b>	<b>0.33</b>

2. 5 自己イメージとパーソナリティ検査

嗜好色調査とは別の日に、「好きな色」と同じ16の形容詞対による5件法で「自分自身」のイメージを評定した。その後、YG(矢田部ギルフォード)性格検査の一般用を強制速度法、集団試行法で実施した。

3. 結果

色彩嗜好には男女差があるため<sup>34)</sup>、男女別に分けて検討した。

3. 1. 「好きな色」のイメージと新編カラーレンジマニュアル100<sup>2)</sup>の評価値との相関(表1)。

同一項目間については、「好き」以外は、すべての項目で相関がみられた。新編カラーレンジマニュアル<sup>2)</sup>は参加者が全100色を評定したのに対し、今回はその色を好む人だけの評価のため、「好き」の項目についての相関はみられなかった。

3. 2 「好きな色」イメージと「自己」イメージとの相関

各色のイメージ得点(明るい・陽気・浅い・軽い・澄んだ・派手・きれいな・かたい・情熱的・くどい・強い・動的・暖かい・好き・大人っぽい・男性的の16項目)と、その色を選択した対象者の自己イメージ(同じ16項目)の平均値を求めた。選択者のない色を除いた結果、男性は50色、女性は65色が対象となった。この平均値を用い、好きな色のイメージ(16)×自分自身のイメージ(16)の相関係数rを求めた(表2)。表中では有意な相関係数(p<.05)を黒字で示し、このうち0.4≤|r|を太字とした。以下は0.4≤|r|の項目に基づいて述べる。

男性：自分自身を「浅い」とイメージする男性は、「澄んだ」「派手な」イメージの色を、自分自身を「きれいな」とイメージする男性は、「深い」イメージの色を好んだ。

女性：自分自身を「軽い」とイメージする女性は「柔らかい」「女性的な」イメージの色を、自分自身を「澄んだ」とイメージする女性は「明るい」イメージの色を、自分自身を「かたい」とイメージする女性は「かたい」「男性的な」イメージの色を、自分自身を「強い」とイメージした女性は「派手な」イメージの色を好んだ。なお256の組み合わせのうち67の組み合わせ、26.2%に有意な相関がみられた ( $p < .05$ )。

同一尺度間の有意な相関は、女性のみ認められ「軽い」「澄んだ」「派手な」「きれい」「かたい」「情熱的」「女性的」にみられた ( $0.24 \leq |r|$ )。

### 3. 3 嗜好色ごとのパーソナリティ特性と「自己」イメージとの相関

各色の選択者の、YG得点の平均値 (D・C・I・N・O・Co・T・Ag・G・R・A・Sの12尺度)と自分自身のイメージ得点(16項目)の平均値を求め、YG得点(12)×自己イメージ(16)の相関係数 $r$ を求めた(表3)。有意な相関係数 ( $p < .05$ )を黒字で示し、このうち  $0.4 \leq |r|$ を太字とした。以下は  $0.4 \leq |r|$ の項目に基づいて述べる。

男性：C(気分の変化大)尺度は「情熱的な」「すきな」イメージとの相関、Co(非協調的)尺度は

「強い」「男性的な」との相関、Ag(攻撃的)尺度は「明るい」「派手な」「情熱的な」「動的な」との相関、G(活動的)尺度は「明るい」「軽い」「動的な」との相関、R(衝動的)尺度は「明るい」「陽気な」「情熱的な」との強い相関、A(支配性大)尺度は「明るい」「陽気な」「強い」「動的な」との相関、S(社会的外向的)尺度は「明るい」「陽気な」「情熱的な」「くどい」「強い」「動的な」との相関がみられた。37.5%(72/192)の組み合わせに有意な相関がみられた ( $p < .05$ )。

女性：D(抑うつ性大)尺度は「暗い」「嫌い」との相関、I(劣等感大)尺度は「陰気な」「地味な」「弱い」との相関、N(神経質)は「暗い」「重い」「嫌い」との相関、Co(非協調的)尺度は「嫌い」との相関、Ag(攻撃的)尺度は「強い」との相関、G(活動的)尺度は「明るい」「陽気な」「軽い」「派手な」「大人っぽい」との相関、R(衝動的)尺度は「明るい」「陽気な」「軽い」「派手な」「情熱的な」との相関、A(支配性大)尺度は「明るい」「陽気な」「動的な」との相関、S(社会的外向的)尺度は「明るい」「陽気な」「情熱的な」との相関がみられた。41.7%(80/192)の組み合わせで有意な相関がみられた ( $p < .05$ )。

表3 自己イメージ得点とYG性格特性得点の相関係数r

		D	C	I	N	O	Co	Ag	G	R	T	A	S	
		抑うつ性大	気分の変化大	劣等感大	神経質	客観性欠如	非協調的	攻撃的	活動的	衝動的	思考的外向	支配性大	社会的外向	
		抑うつ性小	気分の変化小	劣等感小	神経質でない	客観的	協調的	攻撃的でない	非活動的	衝動的でない	思考的内向	服従的	社会的内向	
男性 / 自己イメージ	明るい	暗い	-0.04	0.22	0.01	-0.18	-0.14	0.34	<b>0.55</b>	<b>0.46</b>	<b>0.75</b>	0.01	<b>0.59</b>	<b>0.66</b>
	陽気	陰気	-0.08	0.19	0.12	-0.04	-0.07	0.39	0.38	0.39	0.03	<b>0.43</b>	<b>0.66</b>	
	浅い	深い	0.00	0.09	<b>0.34</b>	0.08	0.17	-0.06	-0.21	-0.21	0.08	0.11	-0.36	-0.18
	軽い	重い	-0.17	<b>0.35</b>	0.15	0.00	0.04	-0.03	0.21	<b>0.44</b>	0.30	0.22	0.07	0.17
	澄んだ	にごった	<b>0.28</b>	0.05	<b>0.32</b>	0.10	0.16	0.25	0.25	-0.29	0.40	-0.10	-0.01	0.05
	派手	地味	-0.02	<b>0.33</b>	0.06	<b>0.29</b>	0.13	0.00	<b>0.43</b>	-0.26	0.35	<b>0.29</b>	0.02	0.31
	きれい	きたない	0.03	-0.10	0.03	0.17	0.05	0.07	0.14	-0.37	0.15	-0.15	-0.07	-0.06
	かたい	やわらかい	0.00	0.19	-0.23	0.02	0.01	0.11	0.18	0.30	0.00	<b>-0.41</b>	0.12	-0.02
	情熱的	理知的	-0.03	<b>0.47</b>	0.10	0.05	0.23	0.30	<b>0.71</b>	0.36	<b>0.71</b>	0.18	0.34	<b>0.71</b>
	くどい	あっさりとした	-0.06	<b>0.29</b>	-0.12	0.07	0.08	-0.29	0.37	0.12	0.05	0.17	0.28	<b>0.45</b>
	強い	弱い	0.18	0.16	0.07	-0.03	-0.11	<b>0.46</b>	0.25	0.15	0.37	-0.07	<b>0.47</b>	<b>0.46</b>
	動的	静的	-0.02	0.09	-0.18	-0.23	-0.03	0.30	<b>0.45</b>	<b>0.42</b>	0.39	0.15	<b>0.48</b>	<b>0.58</b>
	暖かい	冷たい	0.06	0.25	0.24	0.04	0.29	-0.31	0.07	0.26	0.17	0.03	-0.17	0.06
	好き	嫌い	0.10	<b>0.40</b>	0.27	0.24	0.39	-0.20	0.29	0.36	0.34	-0.13	-0.02	0.16
	大人っぽい	子供っぽい	0.19	-0.16	-0.12	-0.13	-0.10	0.38	-0.10	-0.04	0.00	-0.17	0.16	-0.12
	男性的	女性的	-0.13	-0.13	-0.17	-0.05	-0.24	<b>0.46</b>	0.00	0.06	0.10	-0.03	0.31	-0.02
女性 / 自己イメージ	明るい	暗い	<b>-0.43</b>	-0.11	-0.27	<b>-0.51</b>	-0.35	-0.18	0.22	<b>0.56</b>	<b>0.47</b>	0.10	<b>0.50</b>	<b>0.52</b>
	陽気	陰気	-0.37	0.15	<b>-0.47</b>	-0.34	-0.12	-0.22	0.22	<b>0.54</b>	<b>0.54</b>	0.29	<b>0.43</b>	<b>0.46</b>
	浅い	深い	-0.28	0.15	-0.19	-0.14	-0.32	0.20	-0.09	-0.07	0.17	0.28	0.00	-0.01
	軽い	重い	<b>-0.32</b>	-0.12	<b>-0.33</b>	<b>-0.55</b>	-0.12	-0.24	0.29	<b>0.51</b>	<b>0.45</b>	0.08	0.36	0.39
	澄んだ	にごった	-0.14	-0.16	0.04	-0.20	0.09	-0.21	-0.01	0.21	-0.14	0.08	-0.14	0.01
	派手	地味	-0.11	-0.04	<b>-0.41</b>	-0.27	0.05	-0.07	0.38	<b>0.43</b>	<b>0.40</b>	0.30	0.39	0.33
	きれい	きたない	-0.08	0.01	-0.10	-0.10	0.01	-0.07	0.18	0.31	0.20	0.13	0.01	0.02
	かたい	やわらかい	0.18	0.12	0.03	0.29	0.17	0.27	0.20	-0.19	-0.21	-0.06	0.03	-0.11
	情熱的	理知的	0.12	0.17	0.03	-0.14	0.19	-0.17	0.36	0.24	<b>0.46</b>	0.28	0.30	<b>0.43</b>
	くどい	あっさりとした	0.08	0.16	0.02	0.27	-0.02	-0.13	0.02	-0.31	-0.23	-0.13	0.01	-0.15
	強い	弱い	-0.29	-0.03	<b>-0.50</b>	-0.25	0.18	-0.14	<b>0.48</b>	0.38	0.24	-0.02	0.37	0.30
	動的	静的	-0.28	0.10	-0.29	-0.26	0.04	0.04	0.30	0.20	0.34	0.14	<b>0.47</b>	0.39
	暖かい	冷たい	-0.16	-0.12	0.06	-0.35	-0.24	-0.29	-0.14	0.02	0.12	-0.01	0.19	0.23
	好き	嫌い	<b>-0.43</b>	<b>-0.32</b>	<b>-0.28</b>	<b>-0.41</b>	-0.21	<b>-0.49</b>	-0.07	0.25	-0.03	-0.06	0.24	0.19
	大人っぽい	子供っぽい	<b>-0.33</b>	-0.22	<b>-0.35</b>	-0.20	-0.15	<b>-0.36</b>	0.11	<b>0.41</b>	0.07	-0.20	0.27	0.06
	男性的	女性的	0.24	0.23	-0.07	0.25	0.23	0.17	0.21	-0.09	0.24	0.15	0.13	0.11

3. 4. 「好きな色」イメージとパーソナリティ特性との相関(表4)

各色のイメージ得点(16項目)と選択者のYG得点(12尺度)の平均値を利用し、好きな色イメージ(16)×YG得点(12)の相関係数rを求めた。

男性: 0.4 ≤ |r| の場合について述べればT(思考的外向)尺度は「明るい」「陽気な」「澄んだ」「派手な」との相関がみられた。11.5% (22/192) の組み合わせに有意な相関がみられた (p < .05)。

女性: 7.8% (15/192) の組み合わせに有意な相関がみられた (p < .05)。

表4. YG性格検査の得点と好きな色のイメージ得点の相関係数r

		D	C	I	N	O	Co	Ag	G	R	T	A	S	
		抑うつ性大	気分の安定性大	実感感大	神経質	客観性大	非協同的	協調的	攻撃的でない	非活動的	衝動的でない	思考的外向	支配性大	社会的内向
		抑うつ性小	気分の安定性小	実感感小	神経質でない	客観的	協同的	攻撃的でない	非活動的	衝動的	思考的内向	支配性小	社会的外向	
男	明るい	強い	-0.12	0.00	0.02	-0.28	-0.10	0.02	-0.07	-0.11	0.02	<b>0.42</b>	-0.09	0.08
	陽気	強い	-0.07	-0.08	-0.05	-0.33	-0.10	-0.13	-0.15	-0.25	-0.06	<b>0.46</b>	-0.17	-0.05
	澄んだ	強い	0.07	0.10	0.03	-0.31	-0.06	0.13	-0.06	0.04	0.00	<b>0.28</b>	-0.12	0.04
	派手	強い	-0.13	-0.09	0.01	-0.34	-0.18	0.01	-0.26	-0.07	-0.15	<b>0.38</b>	-0.13	-0.05
	きれい	かたい	-0.29	-0.07	0.03	-0.21	-0.15	-0.24	-0.27	-0.12	-0.15	<b>0.43</b>	-0.26	-0.13
	情熱的	かたい	-0.16	-0.01	-0.01	-0.37	-0.10	-0.02	-0.10	-0.29	-0.13	<b>0.45</b>	-0.12	-0.05
	知的	かたい	0.02	-0.08	0.15	0.02	0.03	-0.20	-0.29	-0.30	-0.20	<b>0.28</b>	-0.38	-0.27
	静かな	かたい	-0.09	0.11	-0.07	0.25	0.15	0.00	<b>0.21</b>	-0.07	-0.17	-0.18	0.12	0.14
	静かな	静かな	-0.01	0.11	-0.03	-0.02	0.14	-0.08	0.05	-0.24	0.03	<b>0.25</b>	-0.13	0.11
	静かな	静かな	0.07	0.21	-0.17	0.17	0.19	0.03	<b>0.33</b>	0.21	0.24	-0.14	0.26	0.23
	静かな	静かな	-0.17	0.16	-0.22	0.06	-0.03	-0.14	<b>0.31</b>	0.08	0.18	0.04	0.20	0.12
	静かな	静かな	0.03	-0.10	-0.03	0.04	0.15	0.05	-0.02	-0.15	0.07	0.27	-0.12	0.09
	静かな	静かな	0.15	0.03	-0.02	0.05	0.22	-0.14	-0.14	-0.29	-0.19	-0.01	-0.22	-0.20
	静かな	静かな	0.00	0.09	0.22	-0.05	-0.15	-0.15	-0.07	0.12	0.14	-0.15	-0.01	-0.05
	静かな	静かな	-0.09	-0.09	-0.01	<b>0.32</b>	-0.01	-0.21	0.02	0.22	-0.02	<b>-0.31</b>	0.05	-0.13
	静かな	静かな	0.27	0.03	-0.01	0.21	0.11	0.01	0.19	0.09	0.18	-0.30	0.08	0.09
女	明るい	強い	0.02	0.11	-0.08	-0.17	0.05	-0.19	0.16	0.23	0.15	0.15	0.09	0.14
	陽気	強い	0.08	0.13	-0.02	-0.09	-0.16	-0.23	0.16	0.15	0.17	0.20	0.00	0.04
	澄んだ	強い	-0.10	0.15	-0.01	-0.17	-0.05	-0.07	0.04	0.12	0.12	-0.03	0.02	0.05
	派手	強い	-0.15	0.05	-0.05	-0.19	-0.01	-0.10	-0.02	0.07	0.05	-0.08	0.03	0.11
	きれい	かたい	0.07	0.09	0.05	0.00	0.10	-0.07	0.01	0.14	-0.04	0.16	-0.21	-0.20
	情熱的	かたい	-0.06	0.04	-0.26	-0.15	-0.21	-0.26	<b>0.29</b>	0.11	0.07	0.12	0.21	0.11
	知的	かたい	-0.26	-0.14	-0.25	-0.19	0.04	-0.18	-0.13	0.20	-0.18	0.05	-0.09	-0.17
	静かな	かたい	-0.23	-0.19	-0.11	0.05	-0.17	0.09	-0.08	-0.12	-0.20	0.15	0.01	-0.11
	静かな	静かな	0.06	0.00	0.01	-0.16	-0.07	-0.09	0.24	0.15	0.22	0.15	0.08	0.13
	静かな	静かな	-0.02	-0.15	-0.07	-0.01	-0.04	-0.11	0.04	-0.03	-0.03	0.08	0.18	0.13
	静かな	静かな	-0.10	-0.11	-0.05	-0.06	-0.16	-0.10	0.09	-0.11	-0.11	0.17	0.15	0.05
	静かな	静かな	-0.18	-0.18	-0.26	-0.26	-0.31	-0.14	<b>0.29</b>	<b>0.25</b>	-0.09	-0.13	0.22	0.09
	静かな	静かな	0.02	0.00	-0.09	-0.10	-0.22	-0.16	0.18	0.12	0.12	-0.03	0.03	0.08
	静かな	静かな	-0.19	-0.12	-0.24	-0.01	-0.09	<b>0.27</b>	-0.19	-0.03	-0.06	0.08	-0.10	-0.27
	静かな	静かな	-0.06	-0.02	0.00	0.07	0.11	0.22	-0.20	-0.12	0.02	0.15	-0.05	-0.12
	静かな	静かな	0.00	0.09	0.03	<b>0.25</b>	-0.04	0.10	-0.04	-0.30	-0.23	0.11	-0.05	-0.05

4. 考察

本調査では、好きな色のイメージと自己イメージとを対象者自身が評定することによって、好きな色のイメージと自己イメージとの関係を直接検討することができた。また今回の色のイメージ調査と新編カラーレンジマニュアル 100<sup>2)</sup>では、用いた色の種類や対象者に違いがあったが、両者の間に強い相関が認められたため、松田ら<sup>1)</sup>の結果も援用しながら今回の結果を考察する。

本調査の自己イメージと好きな色のイメージの相関については、男女で大きな差がみられた。男性は有意な相関が認められた組み合わせが少なく、女性は「軽い」「澄んだ」「派手な」「きれいな」「かたい」「情熱的な」「女性的な」の同一尺度の組み合わせを含め、一層多くの組み合わせで有意な相関がみられた。男女差の原因は調査対象者の度数の違いと、男女の心理機序の違いにあると考察する。Charles & Moyer<sup>5)</sup>は、色彩嗜好と自己表現の相関研究で、女子大生を対象として「好きな色」と「私自身」を同じ形容詞対を用いて評定させた結果、両者の評定結果に有意な相関がみられたことを報告している。松田ら<sup>1)</sup>もある色を好

むことは、一種の自己表現の意味合いを有していて、特に女性にその傾向がみられると考察した。本調査の男女差もこの傾向の現れと解釈できる。

また各色選択者の自己イメージとYG検査の平均得点を利用して相関係数を求めた結果、「情熱的」な自己イメージを持つ男性は、「攻撃的」「衝動的」「社会的外向的」な傾向が見られるなど、男女とも全体の4割ほどの組み合わせで有意な相関が確認された。

女性の場合、松田ら<sup>1)</sup>に比べて好きな色のイメージ得点とYG得点との相関が認められた組み合わせが少なかった。松田ら<sup>1)</sup>が分析対象とした女性参加者は1095名であったのに対し、本調査は140名と少人数であったため、選択者些少の色が多く存在したことも関係すると思われる。この仮説の蓋然性については今後の調査に委ねたい。またYG得点と自己イメージとの間に相関は認められたものの、女性の好きな色のイメージはYG得点よりも自己イメージとの間で相関がみられた。このことから、女性は性格特性よりも、自己イメージに似たイメージの色を好む可能性がある。

付け加えて、色彩嗜好は、調査時期や季節にも影響されるが、本調査はあえて秋に行い、夏に限定した先行研究<sup>1)3)4)</sup>と異なる季節に実施した。今回の結果から、異なる季節でもパーソナリティ要因が色彩嗜好に關与していることも示唆された。

本調査は男性の参加者数が女性に比べて少なかったため、今後も継続してデータを蓄積し男女差の影響の有無など検討していきたい。また有意な相関はみられたが、その相関は、決して強くはなく、決定的な証拠とは言い難いため、パーソナリティと色の好みとの関係について、さらにいろんな角度からアプローチを続けていきたい。

引用文献

- 1) 松田博子, 名取和幸, 破田野智美, 色の好みとパーソナリティとの関係一色の感情的意味からの考察一, 2019, 日本色彩学会誌, vol.43, no.2, p.69-80.
- 2) 財団法人日本色彩研究所, 新編カラーレンジマニュアル 100, 2008
- 3) 松田博子, 名取和幸, 破田野智美, 嗜好色とパーソナリティ特性との関係一色のイメージと向性一, 2013, 日本色彩学会誌, vol.37, p.338-339.
- 4) 松田博子, 名取和幸, 破田野智美, 嗜好色とパーソナリティ特性との関係二色々のイメージと情動性一, 2014, 日本色彩学会誌, vol.38, p.258-259.
- 5) Charles, M.; Moyer, W. W. Correspondence of self-referent statements and color preference. 1992, *Perceptual and Motor Skills*, vol.74, no.3, p.993-994.

# 食感に関するオノマトペの色彩印象

## Color Impression of Japanese Food Onomatopoeia

中曽根春菜 Haruna Nakasone  
北口 紗織 Saori Kitaguchi

京都工芸繊維大学 Kyoto Institute of Technology  
京都工芸繊維大学 Kyoto Institute of Technology

**Keywords:** オノマトペ, 擬態語, 色彩印象, 連想色.

### 1. はじめに

オノマトペ (擬態語, 擬音語) は, 物事の状態や動きを象徴的に表現した言葉であり, 感覚的イメージを表現するためにさまざまな場で用いられている. オノマトペは色彩印象を伴うこともあり, 先行研究では色彩との関連が深いと思われる語について連想色の検討が行われている<sup>1,2)</sup>. 本研究では食べ物の食感に関するオノマトペを対象を絞り, 色彩印象, 単語の印象, 連想語について調査し, それらの関連性について考察した.

### 2. 実験

刺激語は, 食品, 特に菓子のパッケージなどに多く用いられている食感に関するオノマトペ9語 (かりかり, ぱりぱり, ざくざく, ふわふわ, もちもち, ぷにぷに, ぷるぷる, とろとろ, しゅわしゅわ) を用いた. 被験者は, 暗室内のディスプレイ上で, HTML カラーピッカーを用いて各刺激語から連想される色を1色選択した. 被験者からディスプレイまでの視距離は約 50 cmとした. その後, 照明のついた室内で各刺激語の印象評価と連想語の記述を行った. 印象評価については, 対立する2つの形容詞対15項目を用いたSD法を行い, 5段階 (「非常に」=−2「やや」=−1「どちらでもない」=0「やや」=1「非常に」=2) で評価を行った. 表1に使用した評価項目を示す. 印象評価の後, 各刺激語から連想される語があれば, 2語まで自由記述した. 記述において品詞は限定しなかった. 調査は各刺激語に対して1回行った. 実験参加者は19~22歳学生, 男性17名, 女性16名の計33名であり, 有効回答は男性16名, 女性16名の計32名であった.

得られた色データは, 実験と同環境において分

光放射輝度計 (コニカミノルタ CS-2000) を用いて測定し, XYZの数値を得た. ディスプレイの白 (RGB 値各 255) の三刺激値  $X_n=64.87$ ,  $Y_n=67.16$ ,  $Z_n=78.29$  を基準白色とし JIS8781-4の変換公式を使用してXYZ値を  $L^*a^*b^*$ 値に変換した.

表1. 印象評価項目

1	軽い	—	重い
2	固い	—	柔らかい
3	とがった	—	丸みのある
4	冷たい	—	あたたかい
5	乾いた	—	うるおいのある
6	歯切れの悪い	—	切れ味の良い
7	弾力のない	—	弾力のある
8	なめらかでない	—	なめらかである
9	あっさりした	—	味の濃い
10	暗い	—	明るい
11	汚い	—	綺麗な
12	ゆるんだ	—	緊張した
13	安価な	—	高価な
14	子どもっぽい	—	大人っぽい
15	地味な	—	華やかな

### 3. 結果と考察

図1に各刺激語に対する色彩印象の統括を示す. 「しゅわしゅわ」については被験者の約9割が類似色相を選択しているが, 同じく9割が連想語として炭酸 (サイダー) を挙げていることから, これは単語・連想語・連想色の結びつきが強いためであると考えられる. また, 傾向としては明度・彩度が類似して色相にばらつきがでる単語と, その反対になる単語の2種類が存在した.

印象評価について, 因子分析を行うと, 質感・明暗・高級感・温度感の4因子が抽出された. 各印象項目の因子得点を, 質感を軸として明暗・高級感・温度感の3つのイメージマップにおいて,



図 1. 各刺激語に対する色彩印象  
表 2. 刺激語の分類と共通する印象

	刺激語	共通する印象評価項目
1	かりかり ざくざく ぱりぱり	固い、乾いた、切れ味のよい
2	ふわふわ もちもち ぷにぷに とろとろ	明るい、柔らかい、丸みのある
3	ぷるぷる しゅわしゅわ	柔らかい、丸みのある、うるおいのある

刺激語は3グループに分類される傾向が見られた。分類と共通する印象について表2に示す。

各刺激語の色彩印象についての a\*b\*色度図, L\*C\*色調図を図2に示す。楕円はデータの80%が含まれる範囲を表す。印象評価による分類と同じく、「かりかり・ざくざく・ぱりぱり」、「ふわふわ・もちもち・ぷにぷに・とろとろ」、「ぷるぷる・しゅわしゅわ」の3グループに分類できた。これらの結果より、いくつかの印象評価項目が色彩印象に影響を与えていると考えられたため、印象評価と色彩印象の相関を分析した。

印象評価項目と L\*a\*b\*C\*との相関について、正負の相関が現れた項目を表3に示す。固い、とがった、乾いた、歯切れのよい、弾力のない、という印象が強い語は、より黄色く、低明度、高彩度になり、柔らかい、丸みのある、うるおいのある、歯切れの悪い、弾力のある、という印象が強い語はより青く、高明度、低彩度になった。よって、相関がみられた5つの印象評価項目が色彩印象に関わっていると言える。

連想語については、いくつかの刺激語について連想色と連想語の関連の可能性が示唆された。(ざくざく・クッキー, ぷるぷる・ゼリーなど)しかし、資料数が少ないことから、関連性を追求することはできなかった。

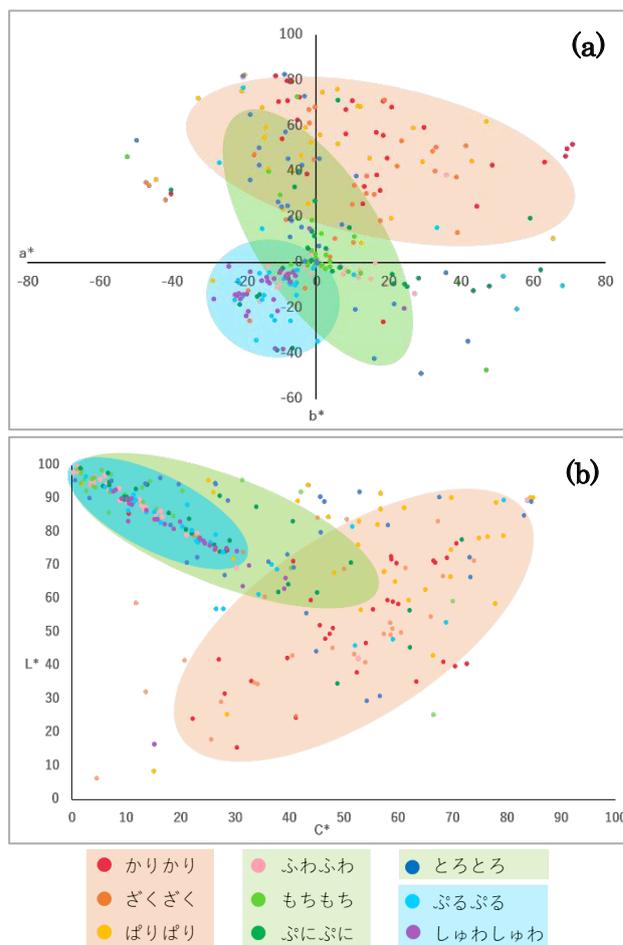


図 2. (a) a\*b\*色度図(b)L\*C\*色調図

表 3. 印象評価と色彩印象の相関

印象評価項目	L*	a*	b*	C*
2 固い-柔らかい	.439	-.157	-.536	-.555
3 とがった-丸みのある	.419	-.110	-.528	-.510
5 乾いた-うるおいのある	.281	-.197	-.566	-.459
6 歯切れの悪い-歯切れのよい	-.287	-.008	.359	.437
7 弾力のない-弾力のある	.302	.006	-.478	-.424

4. まとめ

本研究では、食感に関する9のオノマトペについて5つの印象評価項目が色彩印象に関連していることが示された。刺激語の細かい印象の違いや色彩との関連性をさらに検討することで、オノマトペを用いたパッケージにおける色彩提案や商品特徴の強調などへの応用が期待できる。

参考文献

1) 牧野 暁世,オノマトペの色彩印象,金城学院大学論集. 人文科学編 9(1), 133-142 (2012)  
2) 牧野 暁世,高橋 晋也,オノマトペによる色彩印象3色配色における連想色の検討,日本色彩学会誌 36, 50-51 (2012)

# 文字認識レベルによる色字共感覚者の励起色の違いについて

## Difference of the grapheme-color synesthesia caused by the character recognition level

鈴木柁磨 Toma Suzuki 京都工芸繊維大学 Kyoto Institute of Technology  
北口紗織 Saori Kitaguchi 京都工芸繊維大学 Kyoto Institute of Technology

キーワード: 色字共感覚, 共感覚色, 高次共感覚者, 低次共感覚者.

### 1. はじめに

共感覚 (synaesthesia) とは, ある1つの感覚様相の刺激が別の感覚様相の感覚を自動的に引き起こす現象のことをいう. よく見られる共感覚の分類としては, 順序を持つ数やアルファベットが曲がったり, あるいはジグザグした線上に順序良く並んで見えるという "Number forms", 数字や文字に固有の色が見える "Colored letters", 単語を見たり聞いたりしたときに固有の味を感じる "Tasted words", 聴いた音に色を感じる "Colored hearing", そして数字や文字に固有の性格を感じる "Personification of letters and numbers" の5つがある<sup>1)</sup>. 本研究では, この分類のうちの一つである "Colored letters", 色字共感覚について検討する. なお, 本稿では色字共感覚をもつ人を色字共感覚者, 色字共感覚を通して励起される色を共感覚色と呼ぶ.

### 2. 色字共感覚について

#### 2.1 色字共感覚者の分類

Ramachandran と Hubbard によると, 色字共感覚者はその文字の処理レベルによって二種類に分類し, 文字や数字をその形態などの低次な段階で処理することによって色を知覚するものを低次共感覚者 (lower synesthetes), 文字や数字を概念や意味といった高次な段階で処理することによって色を知覚するものを高次共感覚者 (higher synesthetes) とした<sup>2)</sup>. 一方で, Dixon らによる色字共感覚者の分類では, 文字や数字に対して自分の「外の空間 (external space)」に色を知覚するものを投射型 (projectors), 自分の「心の目 (mind 's eye)」あるいは「自分の頭 (my head)」の中に色が見えるものを連想型 (associators) とした

<sup>3)</sup>が, 前者は低次共感覚者, 後者は高次共感覚者に似た傾向があるとされている<sup>4)</sup>.

#### 2.2 形態情報・意味情報と色字共感覚の関連性

文字認識のうち形態情報は初期段階で処理されると考えられている<sup>5)</sup>が, 色字共感覚は文字認識のうちの形態情報と色覚の処理過程が相互に働きかけていると報告されている. 例えば形態の特徴が類似する「数字0」と「英文字0」, 「数字1」と「英文字1」に対して同じカテゴリーの共感覚色が生じたという報告があり<sup>1)</sup>, 同じ言語の中でも形態情報が類似すると共感覚色も類似するという報告もある<sup>6)</sup>. これらから文字の形態情報が共感覚色に影響を及ぼすことがわかる.

一方で, Brang らは類似した形態情報を持つ文字から励起される共感覚色の類似性が低次共感覚者において強く表れる傾向があり高次共感覚者にはこの傾向が少ないことを示した<sup>7)</sup>. また, 形態の特徴は全く同じだが, 文脈上異なる意味をもつものとして認識された2つの文字の共感覚色が異なったという報告もあり<sup>8)</sup>, 共感覚色は形態情報や意味情報に影響を受けることがわかっている.

### 3. 実験

#### 3.1 目的

文字の意味情報や形態情報が共感覚色に影響を及ぼすことが知られているが, 意味を知らない, 見たことのない文字に対して共感覚色は励起されるのかに関しては十分な研究がされていない. そこで本研究では日常的に使用されておらず, 意味情報を推定しにくい字体から誘発される共感覚色を調べ, 意味情報の付与前後での共感覚色の違いについて検討した.

#### 3.2 実験方法

被験者は幼い頃から色字共感覚を経験している色覚が正常な19~20才の女性3名 (被験者A,

被験者 B, 被験者 C) を対象とした。彼女らに実施したインタビューから前述した色字共感覚者の分類に当てはめた結果, 被験者 A は低次共感覚者, 被験者 B・C は高次共感覚者であると考えられた。

実験環境は, D50 の蛍光灯下で, 照度 190lx の環境で実施した。観察角度は 45° で, 観察距離は約 50cm であった。

刺激として, 1998 年に Ray Larabie によって開発された Electroharmonix という字体を用いた<sup>9)</sup>。この字体はアルファベット 26 文字を日本語のカタカナと漢字の描画規則に従ってレタリングされたもので, 日本語文字(ひらがな, カタカナ, 漢字)の形状に類似している。この Electroharmonix 字体で表記されたアルファベット 26 文字に加え, 比較対象として Electroharmonix 字体に類似した日本語文字 20 文字, 大文字アルファベット 26 文字の合計 72 文字を刺激として用いた(図 1)。Electroharmonix 字体に類似した日本語文字の選定を行った際に, 対応する文字の見つからなかった 6 文字(C, G, J, Q, V)は除外している。

1	2	3	1	2	3	1	2	3
△	△	A	△	△	J	△	ら	S
乃	乃	B	ケ	ケ	K	ナ	ナ	T
シ		C	レ	レ	L	山	山	U
フ	フ	D	巾	巾	M	V		V
モ	モ	E	口		N	山	山	W
チ	チ	F	口	口	O	メ	メ	X
シ		G	ア	ア	P	ソ	ソ	Y
カ	カ	H	口		Q	乙	乙	Z
エ	エ	I	ヤ	ヤ	R			

図 1 3 列のうち, 左から順に「1 Electroharmonix 字体 26 文字」, 「2 Electroharmonix 字体に類似した日本語 21 文字」, 「3 大文字アルファベット 26 文字」。列 1 と列 2 は形態情報, 列 1 と列 3 は意味情報に対応して横並びになっている

刺激に関する説明は被験者に行わず, 以下の順で被験者に文字を黒字で 1 文字ずつ呈示し, その文字から得られる共感覚色を HSV カラーサークルから抽出させた。共感覚色を得られないものは無回答とした。

- ① Electroharmonix 26 文字
- ② 選択した日本語 21 文字
- ③ Electroharmonix がアルファベットのレタリング字体であることを伝えた上で再度呈示
- ④ 大文字アルファベット 26 文字

①及び②の呈示はランダムで行った。

### 3.3 結果

実験から得られた共感覚色をそれぞれの文字色に対応させる形で, 被験者 A~C の結果をそれぞれ図 2~4 に示した。図中の 4 列は左から順に手順①~④の項目に対応しており, 下線は無回答, 白抜き文字は白色での回答である。

#### 3.3.1 被験者 A の結果

低次共感覚者である被験者 A からは 2 つの特徴が見られた。

1 つ目として, 手順①の段階で励起されていた共感覚色が手順③では励起されない文字(図 2 N, U), また手順①では共感覚色が励起されなかったが手順③で励起される文字(図 2 H)の 2 種類が見られた。

2 つ目として, 手順①~③では同系統の共感覚色が励起されたにも関わらず, 手順④では色味の大きく異なる共感覚色が励起される文字(図 2 A, B, I, L, O, R, W, X, Y, Z)が見られた。

#### 3.3.2 被験者 B・C の結果

高次共感覚者である被験者 B・C からは 2 つの特徴が見られた。

1 つ目として, 手順①の段階で励起されていた共感覚色が手順③では励起されない文字(図 4 O), また手順①では共感覚色が励起されなかったが手順③で励起される文字(図 3 G, Q, U 及び図 4 R, U)の 2 種類が見られた。

2 つ目として, 手順①~②と手順③~④で励起された共感覚色の色味が大きく変化している文字(図 3 E, F, M, P, T, W, X, Z 及び図 4 A, F, W)が見られた。

### 3.4 考察

被験者 3 名ともに見られた特徴として, 手順①を経た後での手順③, つまり Electroharmonix の意味情報の付与によって共感覚色が無励起状態から励起状態に変わる, もしくは励起状態から無励起状態へと変わる文字がいくつか見られたという点がある。これは, 高次共感覚者であるか低次共感覚者であるかに関わらず, 意味の学習によって共感覚を呼び起す, または変化を起こす可能性を示唆している。

また, 低次共感覚者である被験者 A は形状の類似した文字, つまり手順①~手順③で同系統の共感覚色が励起され, 高次共感覚者である被験者 B・

1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
△	△	△	A	J	J	J	J	ㄣ	ら	ㄣ	S
乃	乃	乃	B	ヶ	ヶ	ヶ	K	ナ	ナ	ナ	T
ㄣ		ㄣ	C	レ	レ	レ	L	ㄣ	ㄣ	ㄣ	U
ワ	ワ	ワ	D	巾	巾	巾	M	V		V	V
モ	モ	モ	E	巾		巾	N	山	山	山	W
チ	チ	チ	F	口	口	口	O	メ	メ	メ	X
ㄣ		ㄣ	G	ア	ア	ア	P	ソ	ソ	ソ	Y
カ	カ	カ	H	ㄣ		ㄣ	Q	ズ	ズ	ズ	Z
工	工	工	I	ㄣ	ヤ	ㄣ	R				

図2 被験者Aの実験結果

1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
△	△	△	A	J	J	J	J	ㄣ	ら	ㄣ	S
乃	乃	乃	B	ヶ	ヶ	ヶ	K	ナ	ナ	ナ	T
ㄣ		ㄣ	C	レ	レ	レ	L	ㄣ	ㄣ	ㄣ	U
ワ	ワ	ワ	D	巾	巾	巾	M	V		V	V
モ	モ	モ	E	巾		巾	N	山	山	山	W
チ	チ	チ	F	口	口	口	O	メ	メ	メ	X
ㄣ		ㄣ	G	ア	ア	ア	P	ソ	ソ	ソ	Y
カ	カ	カ	H	ㄣ		ㄣ	Q	ズ	ズ	ズ	Z
工	工	工	I	ㄣ	ヤ	ㄣ	R				

図3 被験者Bの実験結果

1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
△	△	△	A	J	J	J	J	ㄣ	ら	ㄣ	S
乃	乃	乃	B	ヶ	ヶ	ヶ	K	ナ	ナ	ナ	T
ㄣ		ㄣ	C	レ	レ	レ	L	ㄣ	ㄣ	ㄣ	U
ワ	ワ	ワ	D	巾	巾	巾	M	V		V	V
モ	モ	モ	E	巾		巾	N	山	山	山	W
チ	チ	チ	F	口	口	口	O	メ	メ	メ	X
ㄣ		ㄣ	G	ア	ア	ア	P	ソ	ソ	ソ	Y
カ	カ	カ	H	ㄣ		ㄣ	Q	ズ	ズ	ズ	Z
工	工	工	I	ㄣ	ヤ	ㄣ	R				

図4 被験者Cの実験結果

Cは意味情報の一致する文字、つまり意味情報付与前の手順①・②と付与後の手順③・④で同系統の共感覚色が励起されるという現象も見られた。この点においては、低次共感覚者は形態情報に共感覚を左右され、高次共感覚者は意味情報に共感覚を左右されるということが確認された。

#### 4. 結論

今回の研究の結果から、未だ十分に解明されていない「共感覚者の共感覚の出現」という題目に関して、用いたすべての文字ではないが、意味情報の学習から高次・低次ともに、共感覚色に変化を起こすもの、そして、高次か低次かによってその傾向に違いが見られるものが確認された。

しかしながら、今回使用した Electroharmonix

という字体はあくまでアルファベットのレタリング字体であることからまったくの無意味な文字であるとは言い切れず、また漢字やカタカナに似せた文字であることから正誤を問わず意味情報の推測ができてしまうという問題もあった。そのため、今後「無意味な文字に対して色字共感覚者は共感覚色を励起するのか」またそこから「共感覚色をもとに、無意味な文字に対して意味情報を付与できるのか」という点について新たな研究を行っていきたい。

#### 5. 参考文献

- 1) R. E. Cytowic and D. M. Eagleman: Wednesday is indigo blue: Discovering the brain of synesthesia. MIT Press, Cambridge, MA, 24–36, 2009.
- 2) V. S. Ramachandran and E. M. Hubbard: Synaesthesia: A window into perception, thought and language. Journal of Consciousness Studies, 8, 3–34, 2001.
- 3) M. J. Dixon, D. Smilek and P. M. Merikle: Not all synaesthetes are created equal: Projector versus associator synaesthetes. Cognitive, Affective & Behavioral Neuroscience, 4, 335–343, 2004.
- 4) J. Ward and J. B. Mattingley: Synaesthesia: An overview of contemporary findings and controversies. Cortex, 42, 129–136, 2006
- 5) 恵羅修吉: 多義的な単語の処理と文脈効果: 同綴異義語を用いて. 教育学部紀要第, 52, 29–50, 1989.
- 6) M. R. Watson, K. A. Akins and J. T. Enns: Second-order mappings in grapheme-color synaesthesia. Psychonomic Bulletin & Review, 19, 211–217, 2012.
- 7) D. Brang, R. Rouw, V. S. Ramachandran and S. Coulson: Similarly shaped letters evoke similar colors in grapheme-color synesthesia. Neuropsychologia, 49, 1355–1358, 2011.
- 8) V. S. Ramachandran and E. M. Hubbard: Synaesthesia: A window into perception, thought and language. Journal of Consciousness Studies, 8, 3–34, 2001.
- 9) Typodermic Fonts: Electroharmonix, <https://typodermicfonts.com/electroharmonix/>

# 白磁のぷるぷる感の印象評価と色評価

## Impression on white porcelain expressed by “purupuru”

大塚 薫 Kaoru Otsuka 千葉大学 国際教養学部 Chiba University  
 徳永 留美 Rumi Tokunaga 千葉大学 国際教養学部 Chiba University

**Keywords:** 白磁, ぷるぷる, 印象評価, 色名.

### 1. はじめに

私たちは日常生活で物体表面を様々な言葉で表現しており, ものの評価と密接なつながりがある[1]. 物体表面を表現する言葉の一つに「ぷるぷる」という言葉がある. 「ぷるぷる」とは広辞苑第七版(2018)において細かく震えるさま, 触っても崩れず弾力をもって揺れ動くほどやわらかいさまと定義されており, 2018年に初めて掲載された. しかし, 白磁のように物理的に硬い, また揺れない物体に対しても「ぷるぷる」の印象を持つことがある. そこで, 本研究の目的は「ぷるぷる」の印象とは何かを明らかにするために「ぷるぷる」と表現される印象を, 言葉と色による評価から明らかにすることである. また, 照明光色の違いが評価に与える影響を検討する.

### 2. 実験

#### 2.1 実験条件

テスト刺激は直径3.5cmで, 中央部が上方向に膨らみを持った凸型の白磁である. 素地, 釉薬の塗り方, 焼成方法などが異なる21個の白磁と, 赤い素地(赤土)の上に白色の釉薬を塗り焼成したものを加えた22個を使用した. テスト刺激は無作為に提示した順から刺激1から刺激22とする. 実験は暗室内で実施し, 実験台と手元がハロゲンランプにより照明されている. また, 照明光色の違いにより刺激の評価に変化があるのかを明らかにするために照明条件は2条件とした. 2条件ともに照度は830lxとし, 色度は照明Aが色度(x, y)=(0.42, 0.42), 照明Bが色度(x, y)=(0.35, 0.39)であった.

#### 2.2 被験者のタスク

被験者のタスクは二つであった. 一つ目が刺激の見えに対する26組の言葉対の7段階SD法による評価であった. 実験で使用した言葉対を表1に示す. 二つ目はテスト刺激の見えの色の判定であり, 基本11色(白, 灰色, 黒, 赤, 黄, 緑, 青, 紫, 茶, 桃, 橙)から一つの色名を選択した. 実験では, 被験者は一つずつ提示される刺激を観察し, SD法と見えの色判定を1回ずつ実施した.

表1 実験で使用した26組の言葉対

重厚感がある-軽薄感がある	つるつる-ざらざら	軽い-重い
濡れ感がある-濡れ感がない	冷たい-あたたかい	美しい-醜い
値打ちがある-値打ちがない	透明な-くすんでいる	固体-液体
ぷるぷるしている-ぷるぷるしていない	珍しい-珍しくない	きれいな-汚い
光沢がある-光沢がない	やわらかい-かたい	上品-下品
貴重である-貴重でない	ゆれる-ゆれない	高反発-低反発
人気がある-人気がない	潤った-乾いた	安価-高価
つやがある-マットな	すきとおった-濁った	新しい-古い
	壊れやすい-丈夫	好き-嫌い

### 2.3 被験者

実験に参加した被験者は20歳から23歳までの大学生30名(男性15名, 女性15名)であった. 全被験者は医学博士石原忍考案ひらがな色覚検査表の色覚テストにより色覚正常であることが確認された.

### 3. 結果と考察

白磁の評価において, 判定が困難であるという内観報告はなかったことから, 白磁表面に対して「ぷるぷる」という印象が評価できたことがわかった. 全刺激のうち, 刺激18は照明Aにおいて最もぷるぷるしていると評価された刺激であった. そこで, 照明Aでの刺激18における「ぷるぷるしている - していない」と「ゆれる - ゆれない」, 「高反発 - 低反発」との相関関係を示す散布図を図1に示す. 横軸が「ぷるぷるしている」の評価値, 縦軸が「ゆれる」, 「高反発」の評価値である. 図1において, 「ゆれる(●)」は相関係数が0.89となり,  $p < 0.01$ の有意水準において「ゆれる-ゆれ

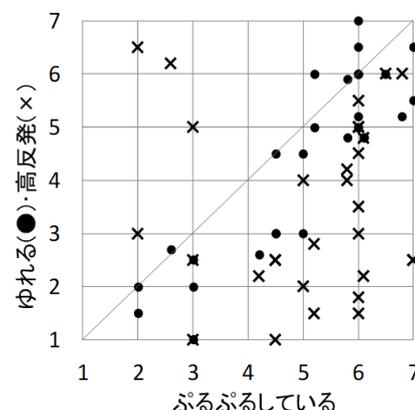


図1 照明Aでの刺激18における「ぷるぷるしている」と「ゆれる」, 「高反発」の評価値

ない」と「ぷるぷるしている-していない」の間には有意な強い相関があることが明らかになった。一方で、「高反発-低反発」とは相関が見られず、「ぷるぷる」とは関係のない言葉であることが考えられる。「ぷるぷるしている」と相関の高い言葉と相関の低い言葉があることがわかった。そこで、すべての刺激と言葉対の関係を見るために「ぷるぷるしている」との相関係数が0.5以上を示した刺激の個数を図2に示す。例えば、「ゆれる」は照明Aにおいて19個、照明Bにおいて17個の刺激が0.5以上の相関を示し、照明の変化による相関関係の変化は見られなかった。また、「濡れ感がある」、「やわらかい」、「潤った」も同様の傾向を示した。このことから、「ぷるぷるしている」と最も相関の高い言葉は「ゆれる」であり、「濡れ感がある」、「やわらかい」、「潤った」とも相関が高かった。これらの結果は照明の変化に関わらず「ぷるぷるしている」とそれらの言葉との相関が変化しないことを示している。

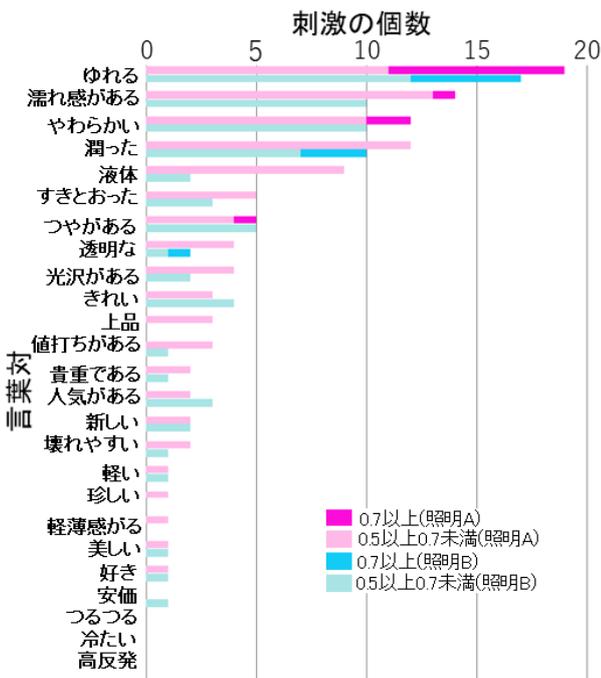


図2 「ぷるぷる」の評価との相関係数が0.5以上を示したテスト刺激の個数 (n=22)

色名については、白磁は一概に白いものと考えられるが、照明Aにおいては11色名すべてが、照明Bにおいては赤以外の10色名の回答があり、被験者は色を見分けていたことがわかった。この結果は、以前の徳永らの結果と一致している[2]。言葉と見えの色の関係を見るために、色名の回答を次のように3分類した。全被験者の50%以上が白または灰色と回答したものを白・灰色系、青または緑と回答したものを青・緑色系、黄、橙また

は茶と回答したものを黄・橙・茶色系とした。表2は「ぷるぷるしている」と「高反発」の評価が高い順に刺激を並べたものである。「ぷるぷるしている」の場合、青・緑色系の刺激が上位に位置し、白・灰色系の刺激が下位に集中している。これは両照明下で同様の結果となり、「ぷるぷる」の印象と青色が関係していることを示唆している。一方で、「高反発」の場合、言葉の評価と色名の回答にばらつきがあり、言葉と色名とに関係がないことを示唆している。

表2 色名評価の3分類

ぷるぷるしている		高反発					
照明A		照明B		照明A		照明B	
刺激	色の分類(%)	刺激	色の分類(%)	刺激	色の分類(%)	刺激	色の分類(%)
18	○(83)	22	○(73)	4	○(70)	3	□(97)
22	○(60)	18	○(93)	8	□(77)	13	□(90)
12	○(63)	9	○(90)	14	△(80)	17	□(87)
9	○(90)	4	○(87)	17	□(57)	18	○(93)
20	○(80)	12	○(80)	6	□(70)	11	△(93)
4	○(70)	20	○(90)	12	○(63)	15	○(70)
7	△(67)	21	△(60)	1	△(80)	9	○(90)
21	△(67)	11	△(63)	22	○(60)	1	△(67)
5	△(87)	1	△(67)	11	△(67)	4	○(87)
17	□(57)	2	○(73)	9	○(90)	10	□(57)
11	△(67)	7	△(70)	7	△(67)	6	○(53)
2	○□(50)	5	△(93)	21	△(67)	16	□(93)
3	□(80)	15	○(70)	15	□(67)	22	○(73)
15	□(67)	17	□(87)	19	□(60)	19	□(97)
1	△(80)	19	□(97)	20	○(80)	12	○(80)
13	□(93)	14	△(87)	13	□(93)	8	□(63)
14	△(80)	3	□(97)	10	□(80)	2	○(73)
10	□(80)	13	□(90)	2	○□(50)	20	○(90)
16	□(80)	10	□(57)	16	□(80)	5	△(93)
8	□(77)	6	○(53)	3	□(80)	7	△(70)
6	□(70)	8	□(63)	18	○(83)	21	△(60)
19	□(60)	16	□(93)	5	△(87)	14	△(87)

○青・緑色系 △黄・橙・茶色系 □白・灰色系

4. まとめ

白磁を刺激とした場合、「ぷるぷる」という言葉で表される印象と最も相関の高い言葉は「ゆれる」であった。また、白磁は基本11色のうちから色を選べるほど色の判定に違いが見られた。また、白磁に対する青色の判定と「ぷるぷる」の評価に関連性が見られた。物理的に表面がゆれない硬い物体に対してもゆれるややわらかいという印象を持ち、「ぷるぷる」という表現につながることが明らかになった。今後は、物理的に硬い物体表面に柔らかい見えをもたらす物理特性について検討したい。

参考文献

[1] 権真煥, 吉野 淳也, 高佐原 舞, 中内 茂樹, 坂本真樹: 質感を表現するオノマトペからみた自然感と高級感の関係;基礎心理学研究, 36(1), 40-49(2017)  
 [2] 徳永留美, 田口肇, 岡崎友紀, 篠田博之: 白磁の照明光色の違いによる色知覚と印象評価;日本色彩学会誌, 39(5), 122-123 (2015)

## 飲料の色によるリラックス効果と脳波の関係

### Relationship between relaxation effects of beverage color and electroencephalogram

竹内凜花 Rinka Takeuchi 東京工芸大学  
 大津奏瑠 Kanaru Otsu 東京工芸大学  
 東 吉彦 Yoshihiko Azuma 東京工芸大学

Tokyo Polytechnic University  
 Tokyo Polytechnic University  
 Tokyo Polytechnic University

**Keywords:** 飲料の色, リラックス効果, 脳波,  $\alpha$  波出現率.

#### 1. はじめに

食べ物の色は、食べ物の種類や鮮度に対する認知だけでなく、食欲や味にも影響すると言われている<sup>1-3)</sup>。真っ赤に熟したトマトはいかにも美味しそうに見えるが、緑や黄緑のトマトは美味しそうに見えない。食べ物の味は本来食べてみて初めてわかるものであるが、実際には「見た目によって味が違って感じられる」という経験も多い。

本研究では、飲料を対象として、飲んだ際のリラックス効果が飲料の色によって影響を受けるのかどうかを脳波を指標として調べた。

#### 2. 実験

##### 2-1 実験機材と環境

実験は暗室内に置かれた照明ブースを用いて行った。照明ブース内は、床面の中央部で色温度5000K、照度720[lx]であった。脳波の測定にはポータブル脳波計ミュージズブレインシステム（デジタルメディック）を用いた。

##### 2-2 実験試料

実験試料は、無色透明な炭酸飲料のラムネ（鎌田商店）約50mlに家庭用食用色素の赤、黄、緑、青（共立食品）約0.02gを混ぜて作成した。実験にはこの4種類と何も混ぜないものを加えた5種類の飲料を透明なプラスチックカップに入れて用いた。被験者には飲料が何かは伝えなかった。

##### 2-3 実験手順

実験に先立ち、被験者は暗室内に設置された照明ブース前に着座し、実験試料の色を含む9色（赤、黄、緑、青、オレンジ、ピンク、紫、黒、白）の好きな順番と普段よく飲む飲み物を質問回答用紙に記入した。

次に、被験者になるべくストレスがかからないよう注意しながら、脳波測定器のヘッドセットを頭に装着し、以下の手順で実験を進めた（図1）。

- ① 被験者はまず30秒間、暗算で簡単な計算を行った。（リラックス効果が出やすくなるよう、脳への負荷をかけるため）
- ② 次に被験者は飲料を目で見ながらストローを使ってゆっくり飲んだ。このとき、飲み始めより15秒間の脳波が測定された。（ストローを使ったのは頭部の動きによる脳波への影響を避けるため）

上記の手順を図2の5種類の飲料についてランダムな順番で行った。すべての飲料を飲み終わった後、被験者は味と香りのイメージ、美味しそうに見えた色、飲むことに抵抗があった色を回答した。実験には6名の20代大学生が参加した。

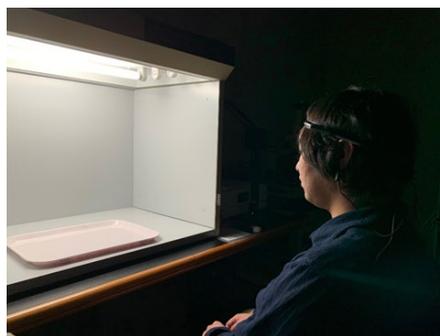


図1 被験者に脳波測定器を装着した状態



図2 実験に用いた5種類の飲料

### 3. 結果

測定された脳波の波形は測定器付属のソフトによって分析され、 $\alpha$ 波の成分が抽出され、 $\alpha$ 波の出現率が得られた。図3に実験に参加した被験者全員について、飲料の色と $\alpha$ 波出現率の関係をグラフにて示す。図の被験者記号の右側にある括弧内の色名は被験者が最も好きと回答した色である。

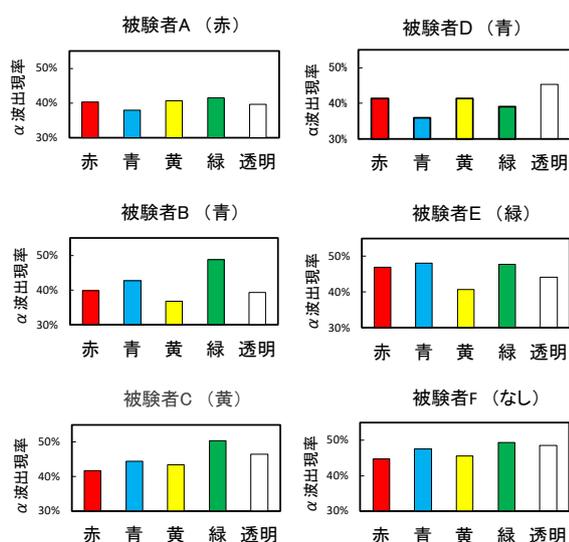


図3 飲料の色と $\alpha$ 波出現率の関係

図3を見ると、飲料の色と $\alpha$ 波出現率の関係は被験者によって異なるものの、特徴的な傾向として、緑の飲料を飲んだ際の $\alpha$ 波出現率が高いことがある。緑の飲料で $\alpha$ 波出現率が低かったのは被験者Dのみで、A、B、C、Fでは最も高かった。また、黄色の飲料では $\alpha$ 波出現率が比較的lowかった。他の色では目立った傾向は見られなかった。

表1に飲料を飲み終わった後の質問に対する回答結果を示す。表中のセル内の数字は回答数である。赤と青の飲料では飲むことに抵抗があったと回答した被験者が多かった。黄、緑、透明の飲料では美味しそうに見えたという回答した被験者が多かった。

表1 飲料を飲み終わった後の質問回答結果

質問項目	飲料の色				
	赤	青	黄	緑	透明
味と香りのイメージ	イチゴ(3) サイダー その他(2)	ブルーハ ワイ(3) サイダー (2) その他	レモン(2) エナジ ードリンク その他(3)	メロン(5) サイダー	サイダー (4) ラムネ(2)
美味しそうに見えた色			3	4	3
飲むことに抵抗があった色	3	4	2	1	1

※表中の数字は回答数を示す。

### 4. 考察

飲料の色と $\alpha$ 波出現率の関係をみると、緑の飲料で高く、黄色の飲料で比較的lowかった。これは、表1に示した飲み終わった後の調査結果において、5人の被験者が緑の飲料をメロンソーダと回答していることから、飲料の内容を想像し易い色であったことが安心感を与え、他の色の飲料よりも高いリラックス効果を与えた可能性がある。ただし、試行回数が各被験者で1回しか行っていないため、統計的な有意差については言及できない。

また、飲料には食用色素が含まれており、飲料の色ではなく、香りや味の違いが脳波に影響した可能性がある。そこで、色素を混ぜてない透明の飲料と色素を混ぜた飲料を香りと味で識別できるかどうかについて、補足実験を行って調べた。被験者はアイマスクをした状態で、実験に用いた透明飲料4個と色素入り1個の計5個の飲料を飲み比べ、色素入りの飲料を回答した。実験では何度飲んで確認してもよいとした。先の実験を行った被験者を含む10人の被験者で実験を行った結果、色素入り飲料を正しく回答できたのは1名のみであった。無作為に回答した場合の正解率は20%であり、結果はそれ以下であったことから、香りと味の違いはなかったと考えられる。

### 5. まとめ

本研究では、飲料を飲んだ際のリラックス効果が飲料の色により異なるのかを脳波を指標として調べた。6人の被験者で飲料の色と $\alpha$ 波出現率との関係を調べた結果、 $\alpha$ 波出現率は緑の飲料で高く、黄色の飲料で比較的lowかった。飲み終わった後の調査では、緑の飲料は多くがメロンソーダと回答したが、黄色では回答が分散した。この結果、イメージし易い色は安心感がありリラックス効果が高かったと推測された。しかしながら、飲料とは関係なく色自体の心理的効果の差が現れた可能性もあり、あらためて検証する必要がある。

### 参考文献

- 1) 奥田弘枝、田坂美央、由井明子、川染節江: 食品の色彩と味覚の関係 —日本の20歳代の場合—、日本調理科学会誌 35 (2002) 2-9.
- 2) 数野千恵子、渡部絵里香、藤田綾子、増尾侑子: ゼリーの色が味覚の判別に与える影響、実践女子大学 生活科学部紀要 43 (2006) 1-7.
- 3) 山本浩輔・丸山弘明・坂井信之. 食物の味に色が与える影響について (特集 色と“感覚”). 日本色彩学会誌 43 (2019) 103-106.

## 着色文字の記憶における色の嗜好性の影響

### Effects of Color Preference on Memorization of Color Text

小倉未咲 Misaki Ogura 東京工芸大学  
小杉翔太 Shota Kosugi 東京工芸大学  
東 吉彦 Yoshihiko Azuma 東京工芸大学

Tokyo Polytechnic University  
Tokyo Polytechnic University  
Tokyo Polytechnic University

**Keywords:** 色の嗜好性, 着色文字, 記憶の定着性, 再認実験.

#### 1. はじめに

2019年4月から学習者用デジタル教科書を制度化する法律が施行され、必要に応じて学習者用デジタル教科書を併用することができるようになった。デジタル教科書では、学習者が重要な文章やキーワードに好きな色で着色することができる。着色された文字や単語の記憶の定着が、使用される色に依存することは知られているが<sup>1)</sup>、学習者の色の好みによって異なるかどうかは明らかでない。

我々は先行研究において、予備調査で選定された好きな色と嫌いな色それぞれ2色ずつを用いて文章中の着色文字の記憶定着性を調べ、好きな色の方が僅かに定着性が良い傾向を見出した<sup>2)</sup>。しかしながら、個人差が大きく、統計的な有意差を認めるには至らなかった。

本研究では、より色相差の大きな色の組合せで同様の実験を行い、色の嗜好性が着色文字の記憶の定着性に影響するのかどうかを調べた。

#### 2. 実験

実験では、文章中の幾つかの単語が着色された刺激を用いて読字作業を行い、着色された単語がどれだけ思い出されるかを調べる再認実験を行って、色による記憶の定着効果を評価する。

##### 2-1 呈示刺激と呈示媒体

刺激文章には古代日本について扱った書籍から適当な範囲を選んで用いた。文章は図1のように範囲によって異なる5色で着色が施された。文章の呈示にはタブレット端末(Apple iPad Air2, 解像度 2048×1536 画素)を用いた。教科書を想定して、文字の書体にはHGS教科書体を使用した。

文字の大きさは16ポイントで視距離60cmから観察したときの文字の高さは視野角で0.38度であった。

着色には日本のJIS規格で基本色に定められた、有彩色の赤・黄・緑・青・紫の5色を使用した。5色のカラーコードは赤:ff0000, 緑:00ff00, 青:0000ff, 黄色:ff8c00, 紫:8a2be2である。これら5色を用いて着色箇所が重複しない5種類の刺激文章を作成した。また、刺激文章の内容に関する記憶の定着度合いを調べるため、図2のような文章の各色の範囲から2問ずつ単語を空欄に置き換えた問題を用意した。

古代の都では官營の市(マーケット)が営まれていた。藤原京には東・西・中市の3つがあったとされ、平城京・平安京では東西二市が設置されていた。このように、政府が官營の市を設置した理由は、1つには全国からの租税の収奪を基礎にしていた律令國家の財政にとって、それを運用する必要から、もう1つは、都で暮らす貴族や役人の生活のため、一定の交換経済が存在し、それを政府の手で管理しておく必要があったのである。これらのお店は貴族官人を対象にしたものが多く、一般市民を対象としたものは少ない。このように市が官人や政府を中心にしたものであった。このように古代の市は、一般庶民のマーケットという観点からいって大きな限界があったのであるが、いつまでもそのような限界にとどまっていたわけではない。11世紀の平安京ではかつての市の組織が衰退していったかわりに、市のあった七条付近は金属器などの手工業の集まる区域となり、それにふれて商業も活発になっていった。それは中世京都の商業の拠点の1つになっていったのである。

図1 実験に用いた刺激文章の例

問題。

古代の都  の市(マーケット)が営まれていた。藤原京には東・西・ 市の3つがあったとされ、平城京・平安京では東西二市が設置されていた。このように、政府が官營の市を設置した理由は、1つには全国からの  の収奪を基礎にしていた律令國家の財政にとって、それを運用する必要から、もう1つは、都で暮らす貴族や役人の  のため、一定の交換経済が存在し、それを政府の手で  しておく必要があったのである。これらのお店は貴族官人を対象にしたものが多く、一般市民を対象としたものは  。このように市が官人や政府を中心にしたものであった。このように古代の  は、一般庶民のマーケットという観点からいって大きな限界があったのであるが、いつまでもそのような  にとどまっていたわけではない。11世紀の平安京ではかつての市の組織が衰退していったかわりに、市のあった七条付近は金属器などの手工業の  する区域となり、それにふれて商業も活発になっていった。それは中世京都の  の拠点の1つになっていったのである。

図2 実験に用いた刺激文章の例

## 2-2 実験環境

実験には暗室内に設置された図3の観察ブースを用いた。ブース内の照度は、文部科学省が定めた学校環境衛生基準（照度 500[lx]~1000[lx]）を満たす720[lx]であった。タブレット端末は、照明光が映り込まないように観察ブース内に斜めに立て掛けて設置した。タブレット端末の垂直面照度は460[lx]であった。



図3 観察ブースとタブレット端末

## 2-3 実験手順

被験者は明室で視力を測定した後、以下の手順で実験を進めた。

- ①観察ブースの置かれた薄暗い部屋に入り、観察ブース前の椅子に着座し5分間、環境の明るさに目を慣れさせる。
- ②刺激文章を3分間黙読し、内容を記憶するように努める。
- ③1分間の休憩の後、3分間の回答時間内で問題に回答する。
- ④終了後、3分間の休憩を取る。
- ⑤次の刺激文章に対して、②から④を繰り返す。
- ⑥全ての刺激文章に対する作業が終了したら、実験で用いた5色について好きな順番を回答用紙に記入した。

なお、刺激文章の呈示はランダムな順番とした。実験には、色覚正常な両眼視力0.7以上の20代の大学生20名が参加した。

## 3. 結果

図4に各被験者の問題正答数を棒グラフで示す。グラフの色は文字の色を表している。被験者によって正答数にかなりバラツキが認められる。

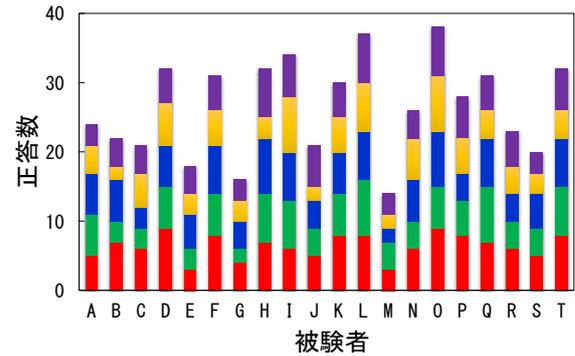


図4 被験者ごとの正答数

各色の問題数は10問ずつで、色別に被験者間の平均正答率をまとめたグラフを図5に示す。色によって多少正答率は異なり、特に赤と黄の間では危険率1%で有意差が認められた。

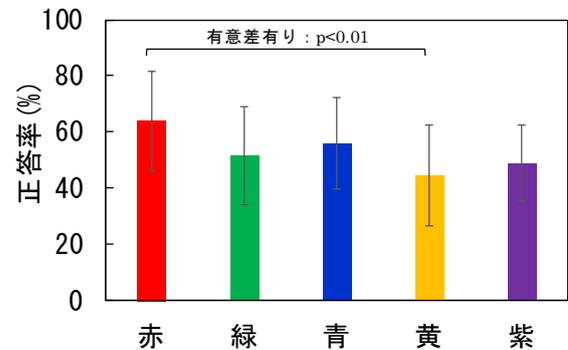


図5 色別の被験者間の平均正答率  
(誤差棒は標準偏差を示す)

次に、好きな色の順位1位と5位に挙げた色の被験者数を図6に示す。好きな色の1位は青が半数近くを占め、5位になると黄と紫が多かった。

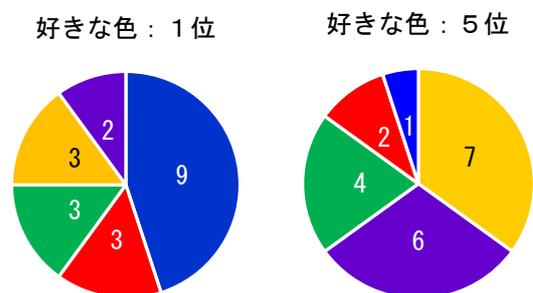


図6 好きな順位1位と5位の色の被験者数

被験者ごとに、好きな色の順位1位と5位に挙げた色の正答率を図7に示す。順位1位の色が5位の色よりも正答率が高かった被験者は12名で、全体の6割であった。順位1位の色と5位の色について全被験者に対する平均正答率を図8に示す。

順位1位の色では53.0%，5位の色で50.0%と差は僅かで、有意な差はなかった。

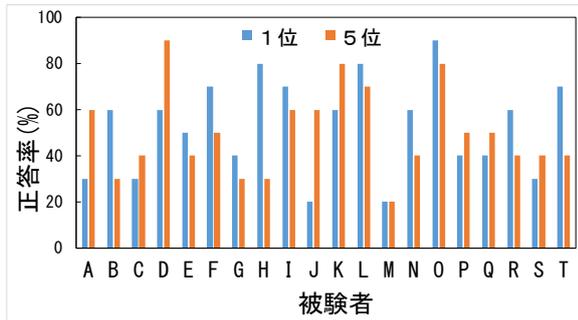


図7 各被験者の好きな色1位と5位の色の正答率

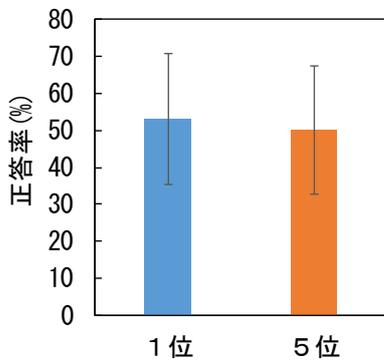


図8 好きな色1位と5位の色の平均正答率

4. 考察

図8の結果によれば、被験者間での平均正答率に差はないことから、色の嗜好性は着色文字の記憶の定着性に影響しないと考えられる。しかしながら、被験者の6割は嗜好性の高い色の方が記憶の定着性が高い結果が得られたことを考えると、必ずしも両者の間にまったく相関がないとはいえない。また、嗜好性の低い色が記憶に定着されにくいとも断言できない。むしろ、自身の嗜好と異なることで印象に強く残り、記憶に定着し易い可能性がある。そこで好きな順位3位の色の平均正答率を求めたところ53.5%の値が得られ、1位や5位の色とほとんど同じであった。

また、文字の色は図9のように文章の場所(Block1~Block5)で異なるが、5色の着色場所も刺激文章によって異なり、全ての場所に1回ずつ使用される。したがって、色によって着色場所の偏りはない。図10に着色場所と平均正答率の関係を示す。着色場所によって正答率が異なっており、文章の後の方では正答率が低下することがわかる。Block1, Block2, Block3とBlock5との

間では危険率1%で有意差が認められた。文章の後の方に行くにしたがって記憶の定着性が悪くなると考えられる。

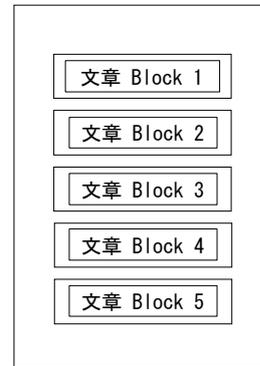


図9 刺激文書の着色場所の関係

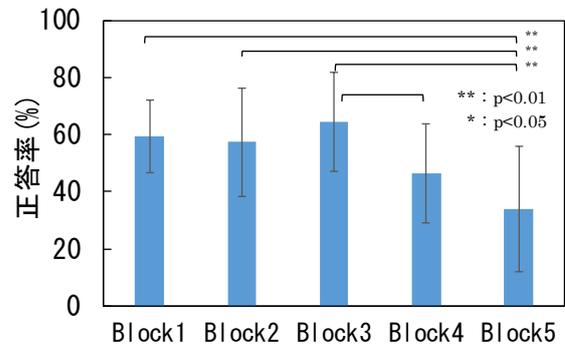


図10 刺激文書の場所と平均正答率

5. まとめ

文章中の着色文字の記憶に対する色の嗜好性の影響について、記憶再認実験を行って調べた。その結果、色の嗜好性の記憶定着性に対する有意な効果は認められなかった。しかしながら、実験に参加した被験者の6割で、使用した色の中で最も好きな色の方が、好きな順位が最も低い色よりも記憶定着率が高かった。この結果から、被験者によってその効果は異なる可能性が示唆される。

参考文献

1) C. Kuhbander, B. Spitzer, S. Lichtenfeld and R. Pekrun: Differential binding of colors to objects in memory: Red and yellow stick better than blue and green. *Frontiers in Psychology*, 6 (2015) 1-11.  
 2) Y. Azuma and K. Yasuda: The effects of color preference on color memory, *Proceedings of ACA2019* (2019) 515-518.

# Does Rainbow Color Truly Represent Alternative Gender?

Kitirochna Rattanakasamsuk

Color Research Center, RMUTT, Thailand

Charunya Nontawongsa

Color Research Center, RMUTT, Thailand

Ploy Srisuro

Color Research Center, RMUTT, Thailand

Chanprapha Phuangsuan

Color Research Center, RMUTT, Thailand

**Keywords:** Alternative Gender, LGBTQ+, Memory Color, Representative Color.

## 1. Introduction

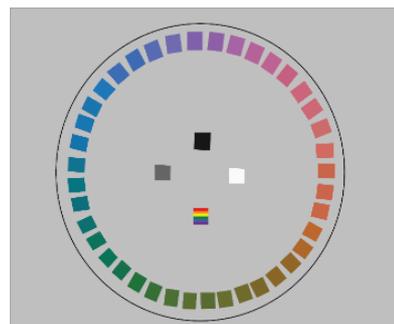
In the gender binary system, the gender identity of people was generally classified into two genders, i.e., "Male" and "Female". This system was widely used in many societies for a long time. However, some people believe that their gender identity was not limited to only "Male" and "Female". Nowadays, there is a group of people who identified themselves as "LGBTQ+". This "LGBTQ+" came from the word "Lesbian (L)", "Gay (G)", "Bisexual (B)", "Transgender (T)", "Queer (Q)" and "Other (+)". In Thailand, the "LGBTQ+" is normally called "Alternative Gender".

There were several cases that color was used to represent this gender variance. During the Nazi regime in 1933-1945, the pink triangle was used as a badge to indicate the gay prisoner in a concentration camp. But later the pink triangle became the symbol of the LGBT's right movement (Waxman, 2018). In 1978, a rainbow color flag was firstly used by a gay activist, Gilbert Baker, to represent the alternative gender (Swanson, 2015). Later, the rainbow color was perceived as the representative color of the alternative gender. It is still questionable whether the rainbow color truly represents the alternative gender since the rainbow color was originally used in a political movement. It may not be suitable to use in some designs which required a minimal number of colors. Therefore, the objective of this research is to investigate the representative color of the alternative gender.

## 2. Methodology

### *Stimulus*

The stimulus composed of 44 color chips pasted on a gray background as shown in Figure 1.



**Figure 1.** Stimulus configuration

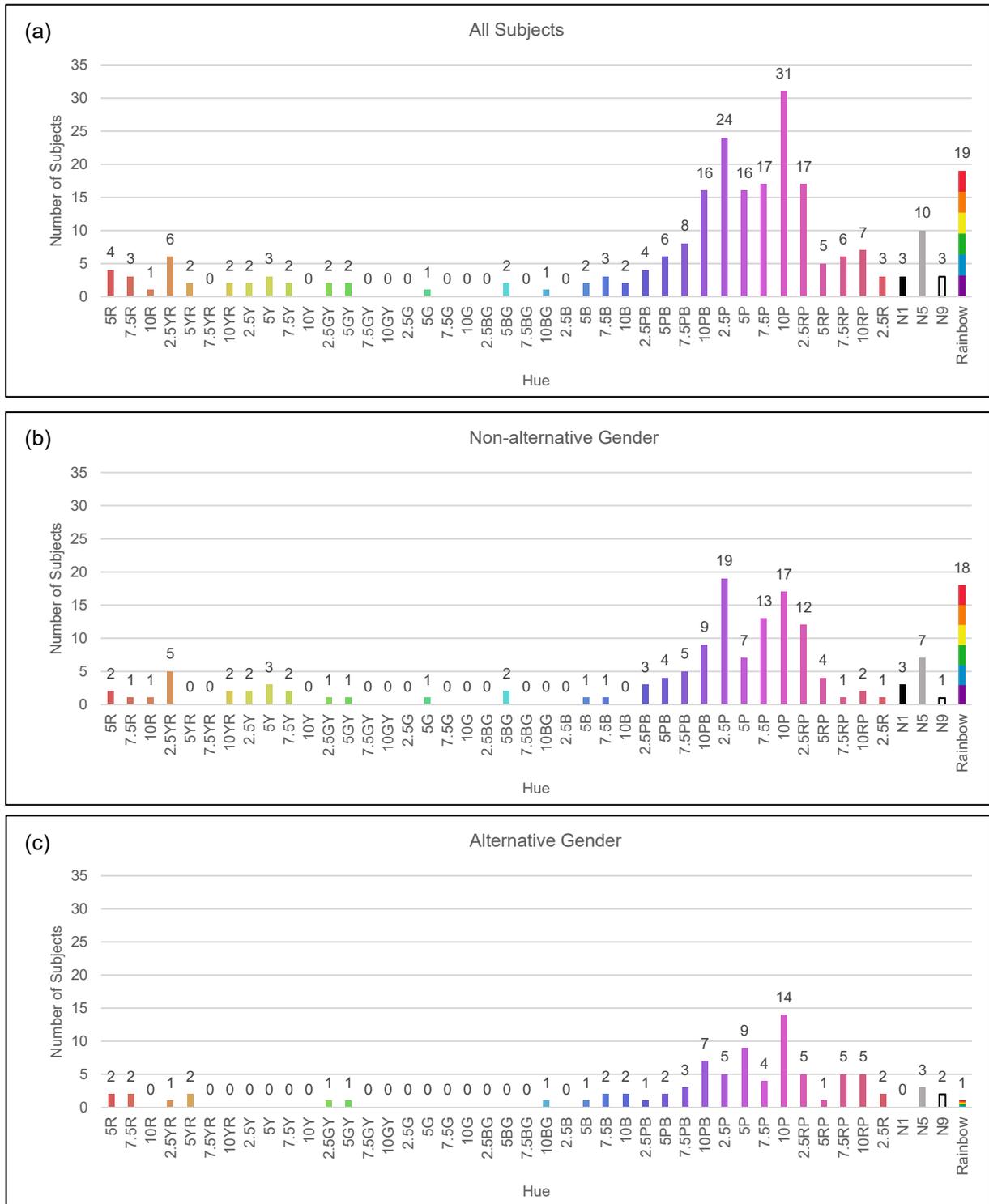
Forty Munsell color chips with value 5 and chroma 8 of all Munsell hue were arranged to form a Munsell ring. Inside this Munsell ring, N1, N5, N9, and a rainbow color chips were placed. The size of each color chip is two degrees of visual angle.

### *Subject*

The subjects were 120 university students who volunteered to participate in this experiment. They were classified into two groups based on their gender identity. The first group, "Non-alternative Gender", was 30 male and 30 female subjects. The second group was 60 subjects who did not identify themselves as "Male" or "Female". They identified themselves as, "Alternative Gender". In case of the alternative gender subjects, if they agreed, we collected their gender identities in detail. They could freely specify their gender identity such as "Gay", "Lesbian", "Transgender", "Tomboy" or "Katoey (Thai word means a man who wants to be a woman)". All subjects had a normal color vision.

### *Experimental Procedure*

The experimental room's wall was covered by a white wallpaper. The room illuminance measured at the subject position was 1200 lux. The stimulus was placed on the front wall. Before starting each selection, the experimenter randomly rotated the Munsell ring. The subject's task was to select the



**Figure 2.** Representative color selected by (a) all subject, (b) Non-alternative Gender and (c) Alternative Gender

color chips which represent the alternative gender. The subject could select the color chip as many as they want.

**3. Result**

Figure 2(a) shows the representative color selected by all subject. The ordinate represented the

frequency of selection. The range of high selected color was 10PB 5/8, 2.5P 5/8, 5P5/8, 7.5P 5/8, 10P 5/8, and 2.5RP 5/8. This range covered color in the range of bluish purple, purple and reddish purple. The top selected color chip was 10P 5/8 and 2.5 P5/8. When we focus on these two colors, there might be some tendency in a color selection based on gender.

Most male subjects selected 2.5P 5/8 while most female subjects chose 10P 5/8. Even though both colors were purple, the female subject might prefer pinkish purple, but male subject possibly preferred bluish purple. This tendency quite agrees well with previous research studied on the relation between color preference and gender (Ellis & Ficek, 2001; Hurlbert & Ling, 2007).

Apart from these colors, the third rank of representative color was the rainbow color which was selected by only 19 subjects. This number was not as high as our expectations. Although the rainbow color flag has been popularly used as the symbol of the alternative gender movement, it is still questionable that the rainbow color is accepted to be the representative color of the alternative gender. This question was realized when the result was analyzed based on gender identity. Figure 2(b) and 2(c) showed the representative color selected by the non-alternative gender subjects and the alternative gender subject, respectively. Both groups agree that the purple color was the representative color as the alternative gender. However, it was surprisingly found that only one of 60 alternative gender subjects selected the rainbow color. Almost the rainbow color selection was made by non-alternative gender subjects. This result indicated the disagreement between the non-alternative gender and the alternative gender over the rainbow color. Most of the alternative gender did not agree that the rainbow color was their representative color.

#### 4. Conclusions

Our result suggested that that the rainbow color was not the most appropriate color to represent the alternative gender. Even though the rainbow color was perceived as one of the representative colors of the alternative gender, but the alternative gender themselves did not agree with that perception. The possible candidate which both groups agree to be the representative color was purple.

#### References

- Ellis, L., & Ficek, C. (2001). Color preferences according to gender and sexual orientation. *Personality and Individual Differences*, 31(8), 1375–1379. doi: 10.1016/s0191-8869(00)00231-2
- Hurlbert, A. C., & Ling, Y. (2007). Biological components of sex differences in color

preference. *Current Biology*, 17(16). doi: 10.1016/j.cub.2007.06.022

- Swanson, A. (2015, June 29). How the rainbow became the symbol of gay pride. Retrieved September 26, 2019, from <https://www.washingtonpost.com/blogs/wonkblog/wp/2015/06/29/how-the-rainbow-became-the-symbol-of-gay-pride/>
- Waxman, O. B. (2018, May 31). How Nazi Pink Triangles Symbol Was Reclaimed for LGBT Pride. Retrieved from <https://time.com/5295476/gay-pride-pink-triangle-history/>

## COLOR OF THAI ICED TEA

Chanida Saksirikosol

Kitirochna Rattanakasamsuk

Chanprapha Phuangsuwan

Jarunee Jarernros

Color Research Center, RMUTT, Thailand

**Keywords:** Thai iced tea, Boundary of Thai tea Color, milk tea, Boundary color

### 1. Introduction

Thai iced tea is a famous drink among Thai and foreigners because it is nice-smelling, tasty.

The color of Thai iced tea is quite unique which is slightly orange tone. The orange color of Thai tea is brewed from the mixture of black tea, condensed milk, and sugar.

However, the color of Thai tea has variety depends on the method of brewing, proportion and amount of Thai tea mixed with condensed milk. This proportion is able to affect the final color of Thai tea. Thus, the color of Thai tea is memorized in a different way individually. The perception of Thai tea color is various due to personal experience as shown in figure 1.

Besides, the unique color of Thai tea has widely known and be named as one shade of color term in Thailand. Therefore, the aim of this study is to investigate the boundary of Thai tea color.



Fig. 1 Thai Iced Tea

### 2. Experiment

The experimental room was divided into 2 rooms. In the first room is namely test room. A monitor (EIZO Color Edge) 27 inches was placed in

the test room. The color stimulus will be presented on a monitor. Between test room and subject room there is a separating wall which has a small window size 5x5 cm<sup>2</sup>. Another room is called subject room which was mounted with white wall paper. The illuminance of the subject room was kept constant at 300 lux. A small window at the front wall of subject room was surrounded by gray paper 25.5 x 25.5 cm. Figure 2 shows the drawing of experimental room.

The participants were able to see the result color through this aperture. The distance between subject and the wall was set at 60 cm that is giving the visual angle of the color stimulus at 2°.

100 participants with normal color vision were participated in this experiment. Mostly, participants are female with average age of 18 to 25 years old.

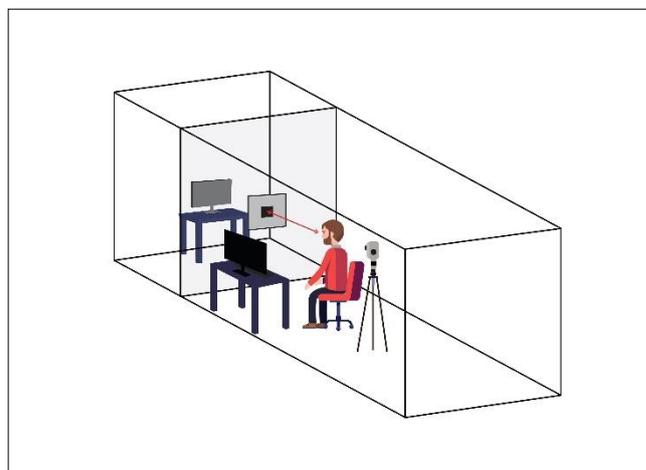


Fig. 2 Experimental Room

Task for subject: subjects were asked to identify Thai tea color by using mouse to select the color from color mixing bar on the left-hand side monitor. Each subject was asked to repeat the task for 3 times. Then, the resulted-color was measured by using Konica Minolta CS-100A. The color of Thai iced tea result is converted to CIEL\*a\*b.

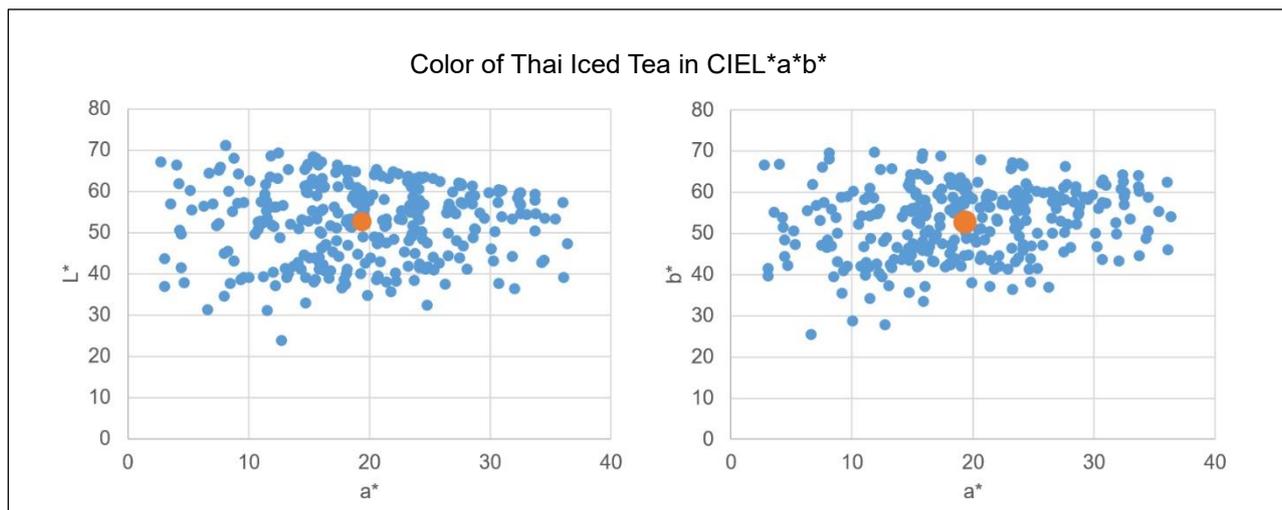


Fig. 3 Color of Thai Iced Tea in CIEL\*a\*b\*

### 3. Results and Discussion

The result of mixing color for Thai Tea was showed in CIEL\*a\*b\* color space. Figure 3 left is the color values that plotted in  $a^*$  and  $L^*$ , on the right is plotted in  $a^*$  and  $b^*$ . The result showed the boundary of Thai iced tea color was identified in the yellowish orange region. The range of  $L^*$  value started from 23.78 to 71.10, range of  $a^*$  value started from 2.76 to 36.41 and range of  $b^*$  value started from 25.41 to 69.69.

The averaged of Thai tea color was  $L^* = 52.61$ ,  $a^* = 19.36$ ,  $b^* = 52.81$ . The sample of averaged color is shown in Fig. 9 (right).



Fig. 4 Averaged Color of Thai Iced Tea

### 4. Conclusion

According to the inclusive result of this study revealed that the boundary of Thai iced tea color was identified widely in the orange region.

Therefore, the boundary of Thai tea color could be applied from  $L^* = 23.78$  to 71.10,  $a^* = 2.76$  to 36.41 and  $b^* = 25.41$  to 69.69. Moreover, those range of Thai tea colors can be grouping by further experiment. At least the average color that we found in CIEL\*a\*b\* value of Thai tea color can be applied to the product design, graphic design, advertising design etc.

Further, the result of this study will be adjusted for Thai tea product design. Then, the color will be tested in order to evaluate the suitability when the color is painted on actual product in the future.

### References

- 1) Tim Cheung. (2018). World's 50 Most Delicious Drinks. <https://edition.cnn.com/travel/article/most-delicious-drinks-world>
- 2) W. Jullaya and R. Wongpaisarnrit: 105 Recipe of Coffee and Tea, (2015), pp.57
- 3) P. Katemake and M. Ikeda: Visual Psychophysics Basic and Applied, (2012)
- 4) S. Panya: Colors for Plain Cigarette Packaging Design, (2018)

# On the red color system in The Classic of Mountains and Seas

## —On the worship of red color system

Presenter : Zhu Xi

Coauthors : Zheng Xiaohong

Affiliation : RENMIN UNIVERSITY of CHINA

Affiliation : RENMIN UNIVERSITY of CHINA

**Keywords:** The Classic of Mountains and Seas, red color system, color worship

### Introduction

The Classic of Mountains and Seas is an important literature book in the pre-Qin period of China. It is rich in content and has an important reference value for the study of geography, myth, folk custom and culture of later generations. China has a long history of understanding and using red color. In the book of mountains and seas, the worship of "red" color is also recorded in large quantities. This kind of worship comes from totem worship of the surrounding world entities, and gradually concentrates into the abstract worship of red color system. This kind of red color worship is of great significance to the study of the life, culture and religious beliefs of Chinese ancestors.

### 1. On the red color system in The Classic of Mountains and Seas

People observe and recognize things through five senses, of which vision is particularly important. Since ancient China, there have been a lot of practical activities of "observing objects and recording forms". Among them, "color" is one of the important attribute characteristics when people use vision to observe things. There are also a lot of records about color words in The Classic of Mountains and Seas. These records are not only the reflection of the color attributes of things, but also the important expression of pre Qin culture. Specifically, the red color system plays a leading role in the book of mountains and seas. In The Classic of Mountains and Seas, the use frequency of "five colors", namely "red", "white", "black", "green" and "yellow", is not the same. Among the 176 objects described, red color appears about 110 times, which shows that red color system appears the most frequently. Among them, Chi, Zhu,

Dan, ochre, Tong, five similar colors, belong to red color system. The reason why the colors can be divided into the same color system is that these colors always give people a similar feeling in terms of gloss, color and brightness. To sum up, the author will select representative things with Chinese cultural characteristics from the red color system for a brief analysis.

### 2. Chi

In the book of mountains and seas, there is a description of Chi Shui. All the places it flows through are holy places. Chi Shui originated in Kunlun Xu, flowing through the long Shin country, the country of ancestors and Zhang Wei mountain in the northwest overseas; then flowing through the Tian Mu field in the southwest overseas, flowing through the three trees, the three Miao country and the place where the beast ousted and kicked and both, and finally flowing into the flooded Tian Shan Mountain in the South China Sea. It can be seen that the place where Chi Shui flows is generally mysterious: the God of Zhong Shan, the residence of Zhu Yin is in Zhang Wei mountain; the emperor Kai Yuan of Xia Dynasty held a song and dance feast in the field of heaven and mu; the place where both the ancient gods and beasts were located; the place where Shun was buried - the mountain of the sky adjacent to the field of Cang Wu. Therefore, the author believes that the "Chi Shui" recorded in the "Hai Jing" and "Huang Jing" is probably the holy river imagined by the ancients. The reason why the imaginary holy river is named after "Chi Shui" is related to the ancients' worship of "Chi Shui".

In ancient China, the worship of "Chi" color is very common. There are two main reasons. One is the worship of the sun, Phoenix and fire. Although things are different, they actually belong to the same

system, which represents light and honor. The other is that blood worship and blood taboo have strong religious color. Chi color is not only a kind of color, but also closely related to life itself. Scientific research shows that "Chi" color can more impact human vision, so it is extremely sensitive to human color. In addition, most of the blood color of life is "Chi", which makes Chi not only a color in the hearts of primitive people, but also a power and shock of life. For example, the remains of the Dong Ren at the top of the mountain in Beijing are always accompanied by Chi iron powder. It can be seen that as early as the Dong Ren period at the top of the mountain, the primitive people had a strong life-related relationship with the "Chi" color. The connectivity between the "Chi" color and blood makes it naturally related to life and rest, and also makes the "Chi" color worship and blood worship appear early.

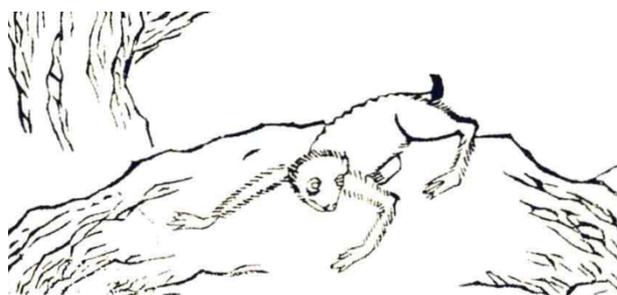
In fact, blood worship has existed in ancient China and other countries in the world. For example, in the past, many royal family members had such a consensus that "royal blood cannot be spilled on the ground, which has become a general principle. Some primitive tribes believed that "if the blood drops on the ground, the ground will inevitably become a taboo or holy place, so they generally do not want to let the blood drop on the ground and leave it there." With the worship of blood, the worship of Chi comes. In the book of mountains and seas, there are many sacrificial ceremonies for mountain gods, many of which are sacrificial blood. It is because of the ancients' worship of "Chi" color that "Chi" color always appears in the things related to gods. In the book of mountains and seas, there are a large number of "Chi Snake" as the decoration of gods. Here, "Chi Snake" as the decoration of God, in fact, "Chi" color itself is the decoration of God. Here, it reflects the ancient people's worship of "Chi" color. Here, the Chi color is not only a color, but also a continuation of the ancients' concept of life and death, which is an important cultural symbol.

In addition, snakes are very common in ancient times. Snakes are mysterious. They have no feet but can crawl rapidly. They will peel off and regenerate. They have strong vitality and are related to various prophesy. For example, when snakes cross the road, it indicates that it will rain. Therefore, the ancients have

a reverence for snakes and snake worship came into being. It can be seen that the record of many snake images in The Classic of Mountains and Seas is essentially a reflection of the ancients' worship of snakes. At the same time, the color of many snakes related to gods in the Scriptures is mostly "Chi", which is likely to be a reflection of the double worship of "snakes" and "Chi" in ancient China.

### 3.Zhu

In the book of mountains and seas, there is an animal named Zhu Yan, which is a kind of animal similar to the ape. Its head is white, its feet are red, and as long as there are places where it appears, there will be wars. Therefore, the author believes that the "Zhu" of "Zhu Yan" may not only reflect the "barefoot" characteristics of his appearance, but also be related to the "Zhu Yan" ability to predict military affairs.



"Zhu" means "red", while "blood" is also red. In the war of the cold weapon era, blood is always inevitable, and sometimes the war situation is extremely tragic. The clothes of ancient soldiers are also red. And the appearance of "Zhu Yan" is bound to have wars, and there will be the possibility of soldiers bleeding in wars, and the blood is red. Therefore, the author believes that the "Zhu" of "Zhu weariness" may also be a reflection of the bloodshed of soldiers in the war at that time.

In the book of mountains and seas, there is an animal named "Li Zhu", which is a kind of God Bird. The place where Li Zhu appeared was sacred. It appeared in the di mountain where Emperor Yao was buried. From this, we can see the sacred status of Li Zhu in the deification system of The Classic of Mountains and Seas. The author thinks that the name of "Li Zhu", especially "Zhu", to some extent, may be the embodiment of the interrelationship between bird worship and Japanese worship in ancient China.

As early as the pre Qin period, the connection

between "bird" and "sun" was a very common myth intention in ancient China: the ancients also called the sun "golden Wu". Tian Zhao Yuan believes in myth and Chinese society that as early as in the new era, there has been a worship of "frog" and "bird" in China. Among them, "frog" is the product of female worship, and then gradually developed into the worship of bird totem, and then expanded into the worship of the moon in the natural totem; while "bird" is the product of male worship, later abstracted into the worship of bird totem, and then expanded into the worship of Japan in the natural totem, which is reflected in the structure of Myth: frog God – Nu Wa - Goddess - Moon God Yin; bird God Fu Xi male god Sun God Yang. This is the transformation from the totem God of the tribe to the God of the ancestors of the tribe, which is abstracted as the God and goddess of men, the God of expansion and the sun and the moon, and finally becomes the basis of the universal yin-yang theory, and continues to be a basic motif in Chinese Mythology. It can be seen that in ancient Chinese mythology, "bird" is closely related to "sun". As a kind of God Bird, the name of "Li Zhu" may be the embodiment of the phenomenon of image combination. Therefore, as the "leaving Zhu" in Japan, its "Zhu" may reflect the ancient bird worship and Japanese worship in China.

#### 4. Dan

Dan Shui, originated from the mountain, also has obvious mythological color in the book of mountains and seas. Dan Shui produces jade paste, and jade paste is the food of the Yellow Emperor. The Xuan Yu from the jade paste is used to irrigate Dan Mu. It can be seen that Danshui is a sacred river in the context of the mountain. The author thinks that the sacredness of the image of Danshui is closely related to the worship of "red" of the ancestors, and that "Danshui" is probably an important embodiment of the worship of "red" of the ancients.

At the same time, in the book of mountains and seas, there is only one kind of plant named Dan Wood. In The Classic of Mountains and Seas, there are two records of "Dan Mu". In the Scripture, "Dan Mu" not only can treat Huang disease, but also has the magical function of "can resist fire". In my opinion, this is also the embodiment of the witchcraft thought in the

pre-Qin period. Fraser called the connection based on the association of "similarity" as "homeopathic witchcraft". It is written in the Scripture that eating the fruit of Dan Mu has the ability to resist fire, which obviously belongs to the category of "homeopathic witchcraft". Perhaps because of the color correlation between "Dan" and "fire", the ancients thought that eating "red" fruit of "Dan Mu" could achieve the function of fire prevention. It can be seen that the ancients believed that the fruit of Dan Mu has the function of resisting fire, which is probably a kind of "following the trend witchcraft" based on the correlation between "Dan" and "fire" color.

#### 5. Ochre

There is a record of "flowing ochre" in The Classic of Mountains and Seas. Scholars generally think that the main function of applying ochre on cattle and horses is to ward off evil. This should be mainly related to the cultural psychology of "red" in the minds of the ancestors in the pre-Qin period, which is actually a kind of "red" worship of the ancients. The "red color" in the pre-Qin period is the current red color. As the traditional color of Exorcism in China, the use of red in life is still common. For example, the customs of sticking Spring Festival couplets and wearing red clothes in the Spring Festival in China are actually the expression of the cultural psychology of avoiding disaster and evil.

In fact, the use of "red" to achieve the purpose of eliminating disasters and evil spirits, as early as the pre Qin and even earlier, has appeared. In the past, because of the ancient people's huge worship of the sun, fire and blood, the red related to it was also endowed with more mystery, and then transferred the mystery of red to specific red things, giving them more mystery connotation, so that the red color was closely linked with the thought of exorcism to a certain extent. Therefore, the custom of daubing cattle and horses with "ochre" in the Scripture is actually the embodiment of the ancients' cultural psychology that red can drive away evil spirits.

#### 6. Tong

In The Classic of Mountains and Seas, "Tong" appears only once. According to the Scripture, Emperor Jun gave Hou Yi short white arrows and red bows

tied with silk ropes to help him cope with various disasters.

In the pre-Qin period, Emperor Zhou often regarded "Tong Gong" as the reward of meritorious officials, which is actually a reflection of an important etiquette system from the Western Zhou Dynasty to the spring and Autumn Period in China. In *The Classic of Mountains and Seas*, "Tong Gong", as a reward given to Hou Yi by Emperor Jun, is actually a reflection of this realistic system. This may be related to the bow making technology, aesthetic art and the worship of "red" color in the pre-Qin period. In fact, "Tong" is just like the "red", "Zhu" and "Dan" mentioned above, which is also an important symbol of the Chinese privileged class in the pre-Qin period. In fact, color is the symbol. The ancients had a high esteem for "red" color, which made "red", "Zhu", "Dan" and "Tong" in the semantic system of "red" color always considered as the special color of the privileged class and an important symbol of the performance of the hierarchy.

### 7. Summary

Totem worship, as one of the earliest forms of human primitive religion, has a lot of records in *The Classic of Mountains and Seas*, including sun and moon worship, plant worship, animal worship and even gender worship, which has rich religious connotation. In the book of mountains and seas, the ancient Chinese people worshipped the actual objects at the beginning, and gradually refined the most typical visual characteristics of these totems, color. They developed this kind of worship into the worship of specific colors, and gave these colors specific character and symbolic significance.

This paper focuses on the characteristics of ancient Chinese people's worship of "red" color system in the book of mountains and seas. They not only think that there are spiritual and even non-material objects around them, such as "red" color. They think that there is a special and absolute connection between each individual and several colors of the "red" color system. They often link the rise and fall of the group, the birth, aging and death of individual life with this special color simply and absolutely. As a result, they deified and idolized the "red" color system, resulting in the original belief in various colors of the "red" color system and typical objects with this color.

The worship of "Chi" color by ancient Chinese residents comes from the worship of the sun, fire, Phoenix, blood and other entities. They also give the "Chi" color very complex symbolic significance. "Chi" color is not only a symbol of honor and light, but also a symbol of sanctity and sacrifice. The Chinese ancestors' worship of Zhu color originated from animals and war, and gradually developed it into a primitive belief of reproductive worship. The ancestors' worship of "Dan", "Ochre" and "Tong" also came from the specific objects in their living environment, and upgraded this worship to the original pantheism belief of specific colors.

There are a lot of descriptions about color in *The Classic of Mountains and Seas*, which describe the primitive worship of red color system by Chinese ancestors. This kind of worship originates from totem worship of the surrounding world entities, gradually condenses into the worship of the abstract red color system, and finally forms a special pantheism belief. This kind of red color worship is of great significance to the study of the life, culture and religious beliefs of Chinese ancestors.

### Reference

- 1) Yuan Ke: *The Classic of Mountains and Seas* note [M], Beijing United Publish Company, 2013
- 2) Fraser: *Jin Zhi* [M], Commercial Press, 2012
- 3) Max Weber: *Religion in China: Confucianism and Taoism* [M], Guangxi University Press, 2012
- 4) Yang Tianyu: *Zhou Li's translation note* [M], Shanghai Ancient Books Publishing House, 2004
- 5) Yuan Ke: *Chinese myths and legends* [M], Beijing United Press, 2013
- 6) Zhu Jie: *Research on red worship color culture* [D], School of art and design, 2006
- 7) Chen Jinyuan: *Red worship and red taboo: red in ancient Chinese belief system* [D], Sichuan University, 2007
- 8) Wang Yaguan: *A study on the color system of Shanhaijing* [D], School of humanities, 2018
- 9) Li Mu: *On the color system of Shanhaijing, Cultural heritage*, 2019
- 10) Zhang Zhiming: *The color word "Qing" in The Classic of the Great Wilderness and its cultural change* [J], language and culture, 2019

# Research On The Color Culture Of Red In Chinese Traditional Costume

Qian Ying  
Zheng Xiaohong

Renmin University of China  
Renmin University of China

**Keywords:** Red Chinese Ancient Clothing  
Color Culture

## 1. Red color application in early China

Since ancient times, red has given people a bright and bright visual experience. It has a warm, enthusiastic, positive visual psychological effect, and has been widely used in Chinese history. The earliest "red" color application in Chinese history can be traced back to the "mountain cave people" period. Beijing Zhoukoudian before 18000 years ago, the cave people decorated the body with red-colored shells, stone beads, and animal teeth. "Red" has a decoration Multi-layered spiritual meanings of beautification and exorcism. The primitive society's human ability to resist nature or danger is very low. In this case, the mysterious power of "blood", "sun" and "fire" made humans think that "red" can resolve danger, and then began Worship for the "red" color.

### (1) Red-Blood Worship

"Red represents blood, the source of life and the parasitic place of soul.". In ancient times, human beings always saw the process of life from birth to death together with blood. They believed that the red "blood" had mysterious supernatural power, which was a symbol of the color of life. The "red" could dispel the devil and the soul that had died. They applied red powder on the body of the dead to reduce the pain of the dead, and sprinkled red powder on the tomb, To express the mourning of the dead and the prayer of rebirth. In order to pray for gods to reduce their death, primitive people gave animals and even human blood to gods, which reflected the primitive people's worship of "blood".

### (2) Red- Fire Worship

"The fire can drive away the darkness and cold. Human beings regard the fire as the symbol of holiness "and" God ". The primitive people's life can't be separated from firing, "fire" can bring light, warmth and cooked food, which makes the primitive people

start to eat cooked food, and think that the powerful natural force of "fire" can drive away the devil and eliminate disaster, so, "fire" is gradually worshipped by the primitive people, and then began to worship "red".

### (3) Red- Sun Worship

In ancient times, the sun brought warmth and light to human beings. The sun was made as a mysterious and great power. In the Neolithic period, human beings began to develop agriculture and animal husbandry, and gradually found that their labor achievements had the most direct relationship with the sun. The rising and falling of the sun in the East and the setting in the west every day made the primitive human think that it had a "resurrection from death" power, which could help all things in the universe to get new life. Human beings thought that the light brought by the sun could drive away ghosts as long as the sun appeared, The ghost will dissipate. Primitive people regarded the sun as a "Sun God". Red is the color of sunlight. Primitive people's worship of "red" comes from their life experience, and it is also the sustenance of human's desire to conquer nature.

The social status of red color in China has its particularity. The color was in a relatively free stage in the pre Qin period, and formed the initial Chinese color concept in the spring and Autumn period and the Warring States period. It is not a strong, purposeful and conscious man-made creation, but more a natural formation. From the initial "one color" and "two colors" (yin and Yang, black and white, pure and miscellaneous) - "three colors" (black, white and red) - "four colors" (black, white, red and yellow), "five colors" (black, white, red, yellow and green) - "colorless system" (black, white, red, yellow and green) under the rule of black, the ancient people used color after "black, white, light white", Slowly differentiated into another color system: red.

## 2. Red ritual system in Chinese ancient clothing culture

The formation and construction of the concept of color in China is relatively complicated. In the ancient people's philosophical view, the isolated use of color did not exist in ancient China, especially in the ruling class. The "Beginning and End of the Five Virtues" and "Santong" said that according to the principles of interdependence and checks and balances of the Five Elements, it helps each dynasty to determine the basis of rule and stipulates the corresponding etiquette system. Each dynasty has its own founding virtues (five elements) and stipulates corresponding colors of advocacy. "Chun Qiu Fanlu · Three Generations of Reorganized Text" recorded that "the dynasty changed, the color of clothing changed." Whenever a new dynasty is established, it is necessary to redefine the clothing color system of the dynasty. The combination of the five colors and the five elements has cultural significance, which symbolizes all aspects of the relationship between heaven and earth in nature, and people and society, and forms an inseparable connection structure.

In the ruling class, every dynasty has strict regulations on the color of clothing, architecture and horse decoration. Color has become a tool to maintain the ruling order and religious etiquette, a symbol of high rank and low rank, and the position between the primary and secondary colors. With the changes of the Dynasty and color technology, there have been changes. The words that also represent red also have the distinction between the primary and secondary. "Dan, Zhu, and Chi" are the first recognized colors of the privileged class, representing the colors of emperors and nobles. "Dan, Zhu, and Chi" are the three colors that ordinary people can't use. Confucius most avoid "confusing Zhu with purple, hindering the fate of the earth." Zhu "here is the color of the emperor, the symbol of the emperor, and purple is the vice color, The distinction between the main color and the vice color also reflects the distinction between the high and low rank of the monarch and the minister, the aristocracy and the common people. The red color in this period reflects the cultural etiquette system.

### (1) Han dynasty's system of wearing red

In the Han Dynasty, the color of clothing changed many times, but red always had a special

position. According to the annals of emperor Cheng of the Han Dynasty, in June of the fourth year of emperor Cheng of the Han Dynasty, an imperial edict was issued to rectify the etiquette system: "the blue civilians can wear them without prohibition." But the use of red and purple is prohibited. It can be seen that red was still the exclusive use of nobles at that time, and could not be used by ordinary people. After Guangwu ascended the throne, he advocated the character and red color of fire. Therefore, later generations often call Han "red han" and "red liu". In the Eastern Han Dynasty, the use of color reflected the obvious hierarchy, decoration, architecture and so on with red as the noble. According to the records of clothing color in the book of post Han Dynasty, men's clothing is mainly composed of black and red, and the crown is decorated with green. In the same category, the clothing of Han Dynasty is mainly distinguished by the pattern and quantity. The basic dress form of Han culture is to use color as the symbol of sacrificial significance and pattern as the clothing system of different levels.



"Pictures of Emperors" Yan Liben Tang Dynasty

After many years of changes in dynasties, changes in territory and cultural integration, the traditional five elements and five colors "five virtues start and end theory" seems to have no preciseness and inevitability of the previous dynasty. Although the ruling class will abide by this color concept and culture when formulating national etiquette, but in the process of implementation, these ideas have gradually weakened. Since the Wei, Jin, southern and Northern Dynasties, the ruling class's ritual system of color has shown repeated and uncertain phenomena in many places, but their preference for red is still influenced by the traditional color culture. On the one hand, red has special significance, on the other hand, it is attracted by the red vision.

### (2) Sui dynasty's system of wearing red

the emperor of the sui dynasty wore red and

redefined the color system of clothing. on the basis of the northern and southern dynasties, he established the "Advocating soil character and yellow." in the sui dynasty, "the clothes, flags, and horses used in meetings were all red, the army was wearing yellow, and the usual wearing variegated clothes." in the five etiquette chronicles of sui shu, the court of sui dynasty discussed the etiquette system in detail, as well as the color rules of the carriage and the dress in public etiquette. after sui gaozu's succession yang jian set the five virtues as fire and chose red for official clothing. among them, the color of the emperor's clothing: black and white (xuan, zao, white), for the top, red (chan, zhu, jiang), for the bottom, and blue, yellow, and green for the local decoration. the color of the crown prince's clothing is mainly red (tang, zhu, piao) + black and white (xuan, zao, white). the colors are cyan, Green, Piao, And Gan.

### (3) Tang dynasty's system of wearing red

The Tang dynasty inherited the Sui dynasty's "Advocating soil character and yellow". Although it points to yellow in the Five Elements and Five Elements, the actual hue exhibits a yellow-red effect. However, red has been used as the mainstream color in the court royal family. The crown suit is a lower-level dress than the crown suit. The main color is black and red (black, vermilion). It is simpler for Tianzi to wear clothes when he meets the princes. , Red (jiang, red) + black and white (plain, white, black). On the whole, the clothing color of the emperor in the Tang Dynasty still retained the traditional color system, and red was still widely used in the ruling class.

The officials were dressed in red. Since the fourth year of Wude, Emperor Gaozu of the Tang Dynasty, the Tang Dynasty has made a new formulation of the color of official clothing since the beginning of Emperor Yangdi of the Sui Dynasty. The Tang Dynasty pays special attention to the concept of hierarchy behind the clothing. The color use reform of official clothing is more detailed than the previous color system of official clothing. In the fourth year of Wude, there are three levels of clothing color (purple, Zhu, yellow), During the period of Gaozong, it was changed into five levels (purple, Fei, green, green and yellow). Among these five levels, it was subdivided into different levels of depth and brightness.

### (4) Song dynasty's system of wearing red

The Southern and Northern Song Dynasty was the most crucial stage in determining the traditional Chinese cultural concepts. From the Tang Dynasty to the Song Dynasty, the traditional Chinese cultural concepts were established. In the portraits of the emperors of the two Song dynasties, wearing red dress was the most basic manifestation. The practice of wearing red dress from the beginning to the end of the Song Dynasty, from the Northern Song Dynasty to the Southern Song Dynasty, the Southern Song Dynasty emphasized its "fire character." The Southern Song Dynasty attached great importance to the continuity of "fire character and advocating red". The main color of the ceremonial clothing of the emperor in the Song Dynasty is mainly black and white + red, with local cyan and green. The prince's etiquette clothing uses blue + red + white, with blue and red, black + red + white. The emperor's etiquette clothing in Song Dynasty includes cyan and red. The ceremonial clothing and court clothes of the various officials of the Song Dynasty were Zhu Yi, which were mainly red. The specific color matching is red + white as the main color of the body, and the partial decoration is decorated with soap and cyan. "History of Song Dynasty · Yufuzhi" once recorded: "Song because of the Tang system, three or more served purple, five or more served Zhu, seven or more served green, nine or more served green." After the Emperor Shenzong of the Song Dynasty, it was not necessary to go green, and changed to purple for four or more grades, red for six or more grades, and green for seven to nine grades. In the Southern Song Dynasty, this system was still used.



The Song Dynasty Emperor Portrait

### (5) Qing dynasty's system of wearing red

In the Qing Dynasty, red is no longer the

exclusive color of the ruling class. The implementation of the "Advocating soil character and yellow" policy in the Qing Dynasty is not only the ruling country of another ethnic minority in history, but also the last feudal dynasty in Chinese history. Therefore, the dress system is relatively complex. The cyan color, which has been used by the common people before, has been widely used in the clothing color of the ruling class. Red is no longer used as the special color of the ruling class, but as the local color of decoration in the clothing. It is recorded in the history of the Qing Dynasty draft, Yu Fu Zhi: "the emperor's imperial uniform is bright yellow in color, but the sky is blue in sacrifice, red in the morning, and white in the evening. Under the prince and above the clan, they all wear gold belts. Jueluo red belt, with its golden yellow belt and red belt, shall not be given a different surname unless given by the emperor. ". At this time, we can see that the use of red in the clothing color of the ruling class in the Qing Dynasty has begun to decrease.

In contrast to the folk, the auspiciousness of the red cultural attribute began to manifest in all aspects of life, and is widely used. Although "A Dream of Red Mansions" describes the novels of Ming Dynasty life, it is actually the status quo of Qing Dynasty life. As many as 31 red words are described in the dream of Red Mansions. This also reflects all aspects of the popular application of red.

It can be seen from the 'Yu Fu Zhi' of previous dynasties that before the Tang Dynasty, it was mainly dyed red with madder. After the Tang Dynasty, although the development of red flower dyeing has been very mature, red flowers can dye bright red and rich red in other levels. The concept of red has also changed from the original pink to full red, but in the national level dress system, On the one hand, it can be seen that the five elements and five colors and the status of 'Zhou Li' in the Han culture, on the other hand, the red color still has a strong expression of ritual system. As a color with emotion and etiquette system, red has a trend from prosperity to weakness in the ruling class with the development of the dynasty, but on the contrary in the folk, from the prohibition of the use of red in the early folk costumes to the widespread use of red later.

### 3. Symbolism of Red Culture

"The visual representation of a color can transcend the color itself, thus creating a symbolic method of color expression." The relationship between red and humans makes it very popular. The special symbolic connotation of red is often more important than visual aesthetics. The symbolic character of any color contains "two sides": the positive side and the negative side. Red is no exception. On the one hand, red represents warmth, courage, hope, vitality, and enthusiasm. on the other hand, red is bloody, dangerous, killing, sin and forbidden symbol. Since the color of clothing is symbolic, red represents the supreme power and status. Only the aristocrats of the palace can wear red. Red is also considered as a color that can avoid evil and protect itself. In the new year, red is the protagonist in people's eyes. Hanging red lights, wearing red clothes, matching red flowers, red couplets, and the red "blessing" has always been the unchanged custom of the Chinese nation. The symbol of "beauty" is the people's spiritual trust for a better life, and it has also become synonymous with "happiness and beauty" in Chinese people's hearts.

#### References

- 1) Liu Qishu, "Ancient History Changes", Beijing: China Social Science Press, 1991
- 2) Wang Liqi, "Lu's Notes on Spring and Autumn", Sichuan: Bashu Publishing House, January 2002
- 3) Chen Yanqing, "The Color of Ideas-A Study of Traditional Chinese Colors", Peking University Press, 2015
- 4) Xiao Shimeng, "Pre-Qin Color Research", Beijing: People's Publishing House, 2013
- 5) Yang Jianwu, "Chinese Folk Colors and Folk Customs", Chongqing: Chongqing Press, 2010
- 6) Shen Congwen, "Research on Chinese Ancient Costumes", Shanghai, 2005
- 7) Yuan Yuan, History of Chinese Clothing, Beijing: China Textile Press, October 2005
- 8) Huamei, History of Chinese Modern Clothing, Beijing: China Textile Press, March 2008
- 9) Hua Mei, et al. "Research on Chinese Consensus", Beijing: Commercial Press, 2015
- 10) Zhou Xun and Gao Chunming, "Ancient Chinese Clothing Customs", Xi'an: Shaanxi People's Publishing House, 2012

# Research on Appreciation of Black and its Application in Modern Design Based on Traditional Chinese Worship

Fang Ping  
Zhen Xiaohong

RENMIN UNIVERSITY of CHINA  
RENMIN UNIVERSITY of CHINA

**Keywords:** Traditional culture, the appreciation of black, folk worship, black design, The appreciation of black in Chinese Traditional Culture.

## 1. The appreciation of black in philosophy

The primitive man found that what was burned by fire could turn black, while these things can dye their hands and other objects black, which is the origin of black pigments. Therefore, the first use of black is just a simple natural choice. Later, with the development of economy and the prosperity of culture, color was given humanistic significance. It can witness the aesthetic psychology and cultural tradition of a nation. There is a long history of Chinese appreciation of black, which is embodied in cultural activities such as philosophy, religious sacrifice and folk worship. From the pre-Qin period to modern times, people have the association of unnatural forces to black.

### (1) The appreciation of black in philosophy

"WORD AND EXPRESSION: Black" describes: "Black, the northern color". The ancients believed that the northern black belonged to winter. This value orientation stemmed from the observation of objective things, for winter reminds one of the withering of all things, the end of life, to the darkness. In Chinese, black is one of the five positive colors, corresponding to the concept of "five elements" in the Book of changes. The following is a five-color correlation structure diagram:

五色	五行	五方	五时
青	木	东	孟春
赤	火	南	孟夏
黄	土	中	季夏
白	金	西	孟秋
黑	水	北	孟冬

Under the influence of yin and yang Five Elements of Health grams, during Xia-Shang-Zhou Period, when paying tribute to the gods of the north, people chose black livestock and wore black costumes to worship heaven and earth. China's first emperor — Qin Shihuang's dragon robe was black. At that time, the Onmyotics claimed that the emperor received instructions with five virtues. The royal family of the Qin Dynasty pushed Huangdi as their ancestor, which should belong to "water virtue", so that the Qin Dynasty respected black. It can be seen that as early as the pre-Qin period, people were endowed with black with mysterious color.

### (2) The appreciation of black in minority nationality

According to many data, the Yi nationality, the Dai nationality, the Hani nationality, the Zhuang nationality, the Va nationality, the Blang nationality and Dong ethnic groups in the southwest ethnic minorities all shows appreciation of black. There are many reasons for the black worship of the southwest minorities. First, because black is suitable for their living environment and is beneficial to their way of production. What's more, it comes from their original religion, which is totemism. Black can be seen as a medium connecting the feelings of ethnic minorities with religion.

先民	语族	民族	图腾	尚色
百越	壮侗语族	傣	青蛇、孔雀	青黑、五彩
		壮、布依、黎	青蛇、青蛙	青黑
羌戎	藏缅语族	彝、傈僳、哈尼、拉祜、怒	黑虎	黑
		普米、白、土家	白虎	白
黎苗	苗瑶语族	苗、瑶、畲	鸟、五色犬	青黑、五彩
百濮	孟高棉语族	佤	水牛、燕子	黑、青
		德昂	青蛇、茶叶	黑、青
		布朗	黑鼠、青蛇	黑

### Totem and Color-favored of minorities

### (3) The mysterious power of black

In ancient times, with low productivity, people were overwhelmed by the powerful and ruthless outside world, in awe of the power of nature, and eager

to seek some kind of spiritual protection, which produces the psychology and behavior of worship. People have something to do with subject of worship by behaviors, phenomena, and objects to gain mysterious power. This need for spiritual solace still exists now. Here are a few black folk worship and blessing carriers:

Name	Category	Description	Belongs
longshan black pottery	earthenware	The ancients used them to sacrifice	Neolithic
black-and-red lacquerware	lacquerware	Aristocracy and imperial to use	Warring States Period
basaltic	god of the north	The water in the five elements corresponds to black and northern basaltic.	The Xia Dynasty
the dragon robe of the first emperor of Qin	clothing	The Qin Dynasty revered black and worshipped it.	the Qin Dynasty
black facial makeup	Beijing opera performance props	come from ancient masks and represent loyalty role	the Qing Dynasty
Black cat and black dog	animal	Folks believe that it can ward off evil and protect themselves.	Folk
Zhao Gongming, the god of wealth	one of the four great marshals of Taoism	He is also a general of the thunder department of the underworld and one of the five gods of plague, the Chinese god of positive wealth, be in charge of wealth of the world	Taoism
clothing of the Black-clad Zhuang	clothing	Black-clad Zhuang is a branch of the Zhuang Nationality, which worships black in marriage, religion and all aspects of life.	minority nationality
Obsidian	jewel bracelet	Folks believe that it can ward off evil and protect themselves.	Folk
The wood of warding off evil	pendants, vestments	Date palm trees which is struck by lightning, possess spiritual luck.	Taoism

From the above table, we can see that black is frequently used in witchcraft, rituals, blessings and other activities, black has a high aesthetic value in the development of primitive Chinese art, inheriting the most primitive color sensibility in traditional color concepts.

## 2. The causes and analysis of the black worship mentality

Modern colorology divides color into two main categories: colorless and colored. Black is theoretically a matte color. There is no absolute black in life. Its color value is (0, 0, 0) in RGB colors. Black is also

one of the six basic colors of psychology. The dullness of itself gives people the feeling of heavy, insidious, fierce, evil, and horrible. It is also like the night sky, quiet and deep, and its boundlessness seems to be able to tolerate everything in the world. Although people in different regions and periods have different emotions and interpretations of black, there is no doubt about its sense of power.

### (1) Introspection

Black is a forbidden color in Western culture, associated with death and funerals. This negative value orientation derives from ancient Greece and ancient Rome. The painters of that period used to express religious beliefs in color. Black is the symbol of hell, sin and death. The ancient Britain believed that the "black sheep" was the embodiment of devil. On the contrary, the West has a tradition of worshiping white, representing god, heaven, holy light and purity. This association and aesthetic is influenced by religious ideas such as Western Christianity.

Although white also has a history of being worshiped in some areas of China, black is still the most dominant choice of the Han Nationality. Different from the West, the Easterners are implicit and restrained. The worship of black derives from the beauty of introspection. Taoism believes that yin and yang are higher than all things, and black and white are higher than five colors. Only by abandoning the pomp and beauty of the world can one see one's own faith and truth. The "Xuan" in "metaphysics" refers to black, which can transcend life and death and governs all things.

### (2) Fear of Sky

The customs of black worship are also influenced by the respect and fear of heavens. The "Rites of Zhou. Job Standard. Performance of painting" is written: "Performance of painting, mixing with five colors, .....the north is black, the sky is black, and the ground is yellow", Black is the color of heaven and the center of all colors. It encompasses everything. Black contains cold, death and domination of natural forces in the eyes of the ancients. The ancients could not explain the alternation of day and night and other natural phenomena. They are full of awe to the black night, and they give black mysterious power. Book of changes says the system of the Yellow Emperor's crown dress: "It's all from Qiankun". At that time, they believed that the Qian was the sky,

and the color was Xuan; The Kun is the earth and the color is yellow, the upper garment is black corresponding to the heavens and the lower garment is yellow corresponding to the earth, and the induction and association with the heavens and the earth occurs through the colors of the garments.

### 3. Traditional black color shining in modern times

As the development of human civilization, people treat black color in a more diversified way. Originally, Chinese nation has particular relationship and bond with black color. The inclusiveness and dignity that black color contains are truly loved by those people into Chinese culture. Besides, black color used in the design of buildings, products and fashion world, etc. has a great potential to shine for nation .

#### (1) Worship needs of modern people

Real religion is rare in modern China. People's worship thoughts and behaviors mostly come from folk. However, the worship of folk psychologically and technically is the same with religion. Both of them originates from people's fear of uncontrollable nature and dissident power and both focus on ordinary people. The picture below shows a holy temple called Grandma Temple located in Yi county of Hebei province in China. Various unconventional deities such as Vehicle Deity, Study Deity etc. are worshiped by people in Grandma Temple. Rough though, this temple is very popular, because basically it can comforts people and gives people geniality as well. Folk has no responsibility to shoulder any social meaning or culture taste. Their lives are restless but full of vitality.



Grandma Temple

There are huge social needs and development space for the design of "black prayer". Black color's peculiarity in traditional culture and folk worship should be fully utilized. Use black color's inner power to please people and effect people psychologically.

(2)The designs of prayer at this stage are lack of rationality.

The designs of prayer at this stage include window decoration, posters, accessories, etc. which are pretty superficial and usually use red and yellow, because these two colors are auspicious in China. However, for more profit, some merchandisers use bad materials and produce them in a rough way, for example, cultural products from Gongwang Temple, cannot be accepted by travelers, especially foreign travelers. Some of them even cannot understand why these colors represent auspicious meaning. Therefore, the design of prayer should not be restrained to the imitation of auspicious things.



designs of prayer

3)To make traditional black color have modern glory is to play national characteristics.

Utilization of black color should combine with national aesthetic judgement under the full consideration of the emotional intention and meaning that black color would conduct.

### Xiangshou series by Shiatzy Chen

Chen Xiazi is a fashion designer specializing on design and producing Haute Couture. The following pictures show series she designed in 2019 and released in Palais de Tokyo. This series was inspired by Miao myths and totem and originated from Miao people's faith in Mother Butterfly, which fully revealed the spiritual connotation and magical power of black. This series is full of natural and faithful power with appropriate black and seems can make everything happen just as this magical land dose. In those villages and minority ares, people's prayer ways are more simple and rough but powerful, for instance, Yongqing paper-cut, Miao embroidery and Black costumes, etc. A good prayer design has both aesthetic value and artistry, and also the story and characteristic it expresses. It does not mean that more expensive the materials are, or more complicate the methods of production are, the design would be better, but "black prayer" needs to take advantage of colors specialized on national culture, for options of folk are the options of history which makes Chinese culture live long and forever.



Xiangshou series by Shiatzy Chen

### References

- 1) Han, Xu Shen, Qing, Duan Yucai, Shuowen Jiezi [Z], Shanghai: Shanghai Ancient Books Publishing House, 1981
- 2) Chen Qiyong. Chinese color words and Chinese national spirit and culture [J]. Journal of Yunnan University of nationalities, 1996, 4
- 3) Cheng Yifu (Japan). The history of Chinese color [J]. Ceramic research, 1996, 4
- 4) Cao Wenyue. Research on introducing traditional color culture into product design [J]. Architectural art, 2016:132
- 5) Qian Ruoyun. Exploring the fear characteristics of black in visual perception [J]. Beauty and times, 2017 (2): 11-12
- 6) Zhao Weiqian. Advocating black [J]. Art grand view, 2008 (2): 30-31

## **A study on the color of Baby Carrier in traditional Miao costume in China——Take black as an example**

**Wang Donghui Renmin University of China**  
**Zhen Xiaohong Renmin University of China**

As a special existence of Miao costumes, the Baby Carrier has its unique national aesthetic characteristics in design and application. It is a tangible carrier of Miao people's aesthetic outlook and world outlook. Black is a special symbol for the Miao Baby Carrier. It is widely used in traditional Miao costumes under the influence of natural worship, ancestor worship, and aesthetic psychology. Miao ancestors used this special emotional language to record the migration process. What you see and hear, you can trace the roots of the black color in the Baby Carrier color of the Miao people and understand the power of the cultural belief behind the color of the Miao people.

Keywords: Baby Carrier, Hmong, color, black, custom

First, the color characteristics of the Baby Carrier of the Miao nationality

The colorful Baby Carriers in the traditional costumes of the Miao nationality in China have a strong visual impact. In the early days, Miao people mainly obtained color from field plants and natural minerals. Later, due to the convenience of chemical dyeing, manual plant dyeing was gradually replaced. Miao Baby Carriers often used red, white, blue, black, yellow and other single-colored high-staining dyes. Colors are combined to express their worship of totems, nature, and ancestors in combination with their rich and diverse and profound patterns. The color characteristics of the Baby Carrier are the concentrated expression of the traditional Miao costumes. They have unique national aesthetic characteristics in design and use. They are mascots and protectors given by their mothers to their children. Their value is not only good-looking, practical, but also it is the great love that mother knits for her child.

Second, the background of the color of the Miao Baby Carrier

According to research, the Miao people first lived in the Central Plains and were called "barbarian" people. After the tribe led by their ancestor Chi You was defeated by the Yellow Emperor, the Hmong people fled and set off from the Central Plains, all the way through the Yellow River and the Yangtze River to the south and lived in wild forests. The reasons for migration are not only accidents caused by the oppression of other ethnic groups, but also due to the deterioration of the environment of their original place of residence. Therefore, Miao people use patterns and embellishments on clothing during the migration process. On the one hand, they record their own life stories. People use this to review the glory of the nation or tell the suffering of their own nation; on the other hand, they hope to pray to their ancestors and nature through such rituals to bless their children's healthy growth and prosperity.

Third, the origin of the black color of the Baby

Carrier of the Miao nationality

According to a survey, the black used by the Miao Baby Carrier in the early days should be plant ash, because the early methods of obtaining black are limited, and the carbon left by fire-burned plants is the easiest to obtain. According to the history of the Miao people, in order to avoid war and hunting, they were forced to migrate from the Central Plains to remote mountain areas in the southwest. During the migration, nature provided reference for the colorful dresses and patterns of Miao women. Later, they found that black The green color is integrated in the mountains and forests, which makes it easy to hide their whereabouts. Therefore, not only the Baby Carriers in the early days, they also used a large area of black in clothing. Black has played a very important role in the migration history of the Miao people. Role, until now it can be found that many colors of Miao costumes are in harmony with the natural environment of the mountainous areas where the Miao people live.

Fourth, the allegorical exploration of the color of the Baby Carrier of the Miao nationality

#### 1.Black symbolizes the earth

The color of most traditional Miao costumes, such as the Baby Carrier, uses black as the base, and the color order is generally black and red. The corresponding red represents heaven. The pattern of Miao costumes is still red and related to their ancestor worship. When the battle died, the blood stained the maple leaves red and showed them in the autumn. In order to remember ChiYou's strong fighting spirit, the Miao people decided to regard red as a rainbow after the rain, hanging high in the sky, and blessing future generations. The upper part of the clothes pattern is the sky pattern, the lower part is the ground pattern, the left and right are landscape patterns, the middle is the farmland pattern; the skirt also uses red and black color to represent the sky and the earth; the middle part of the border between the clothes and the skirt is yellow, blue, and green Stripes of three colors symbolize the Yellow River, the Yangtze River, and

the Plain, respectively. The Hmong people think that black is as heavy as the land under their feet and can carry everything. Embroidered with colorful totem patterns on a black background is just like the colorful culture of the Miao people blooms on the ground.

### 2.Black represents mystery

The Hmong people think that black has a mysterious sense. We mentioned earlier that because the Miao people have experienced several large-scale migrations, from the central plains to the southwest mountain forests, during this period they have fought many times with other ethnic groups. For their own protection, they had to use black. To decorate and integrate themselves with the mountains and forests, so they will use black on clothing such as Baby Carriers, and use black to help their children hide in nature and hope for natural blessing. At the same time, black can be made with different patterns. Create a sense of mystery to deter the enemy.

### 3. Black memory of the Miao ethnic fan

The "Myth of ChiYou" is circulating around Guanling, Guizhou. It is said that in ancient times, the Miao people lived near the Yellow River. They had a total of "eighty-one" villages. Their leader was ChiYou. "The people lived a life of peace and contentment. Later, the three apprentices of the witch invited the Emperor Yan and Huang Di to take revenge. Chi You led the Miao people to fight heroically and defeated the Emperor Yan and Huang Di two times. Later Emperor Yan and Huang Di jointly raised Lei Gong, flooded Miao soldiers, captured Chi You, and burned "eighty one village". The remaining Hmong people were forced to leave other places. Later, when recording this history, the Hmong people usually used a large area of black to represent, and the bottom is usually black as the background color, which represents the Miao after the defeat of Chi You. With no settlements and vicissitudes of migratory life, the sorrows and thoughts of the Miao ancestors about the lost homeland are

sealed in black, and a yellow-cyan two-striped road starts to appear. This is their trajectory. One represents the Yellow River. One line represents the Yangtze River; various flower and animal patterns will continue to appear upwards, representing that the life of the Miao people during this period was naturally harmonious, happy and comfortable.

### 4, black can avoid evil

Miao people are mostly in remote areas. In the early days, the medical knowledge and medical conditions of Miao people were backward. Many diseases could not be effectively treated. Miao people began to look for other methods. The emergence of puppetry and witchcraft met the needs of Miao people in some ways. In addition, the characteristics of the Hmong people's belief in ghosts and gods make the puppetry and witchcraft "from generation to generation" in the traditional medical group of the Miao people. According to surveys, the Hmong people believe that witchcraft can communicate with ghosts and gods. Black is in the eyes of these Hmong people. It represents greatness and sacredness, and has the function of exorcising evil and avoiding evil, so the Miao mother embellishes black on the Baby Carrier, hoping that it will protect the child from evil. In a sense, black is a certainty for the Miao people. The power of religion.

### 5.Black reflects the family status of the Miao people

The Miao is a nation with a long history and a splendid culture. The Miao nationality has experienced matrilineal and patrilineal clan society. At the same time, the Miao ethnic minority concept of men and women has undergone subtle changes. The black color on the Baby Carrier of the Miao nationality was influenced by the matriarchal society and culture of women in the matriarchal society. They believed that men were only a guest at home, and women were leaders. It can be seen in the Miao costumes that even the Miao women now generally have Colorful and extravagant costumes, while Miao males are

generally plain black. In this respect, black reflects the concept of family and status of men and women of the Miao nationality. The color is distinguished by the Baby Carrier of the current collection of the Renmin University of China Museum. It will be found that there are large black Baby Carriers, small black Baby Carriers, and no black Baby Carriers. The author guesses that this may be related to the family concept of the Miao people at that time.

#### 6. Conclusion

The Miao Baby Carrier has undergone metamorphosis for thousands of years, which is a concentrated expression of the Miao people's aesthetics. Through the study of the color of the Baby Carrier of the Miao nationality, it can be found that black plays an important role in the color culture of the Miao nationality. The use of black by the Miao people contains the world view, life view and values of the Miao people. The power

of powerful beliefs is both text and history, and the spiritual carrier of the Miao people. The unique insights and applications of the Miao people on the black have enriched the diversity of Chinese culture and national cultural characteristics, and have profoundly promoted the inheritance and development of the national traditional culture.

#### references

- 1) Zhang Yuhua, Color Features of Miao Costumes and Analysis of Their Causes, 01 (2013), pp.67
- 2) Wang Lanying, Guizhou Miao Culture, 08 (2010), pp.40
- 3) Lu Xiaoyun, The color of Miao costumes: "Yan" outside meaning, (2010), pp.47-48
- 4) Fan Guozu and Shi Defu, Origin of the Color Aesthetics and Symbol of the Miao People in Southeast Guizhou, 10-10 (2015), pp.124

# ブリティッシュカラーカウンシルの安全色と識別表示の色彩

## Safety and Identification Colours Regulated by British Colour Council

日高 杏子 Kyoko Hidaka

芝浦工業大学

Shibaura Institute of Technology

**Keywords:** Safety Colours, Colour Code, Colour Classification, British Colour Council, Industry.

### 1. はじめに

本研究は、色彩文化の視点から、ブリティッシュカラーカウンシルが定めた安全色と識別表示の色彩ガイドラインを、一次資料「機械の色、安全色規則、パイプ識別色」(Machinery Colours Safety Colour Code Pipe Identification Colours, 1949)と「仕事における色彩と照明」(Colour and Light at Work, 1953)を中心に検討する。研究目的は、20世紀中頃の工業における安全対策と色彩を明らかにするところにある。

ブリティッシュカラーカウンシルはイギリス政府外郭団体として、イギリスの代表的慣用色名をリストした「色彩標準辞典」(1934)、ジョージ6世戴冠式のための「イギリス伝統色」(1937)、王立園芸協会と共著「園芸カラーチャート」(1938-41)、第二次世界大戦後は「工場とオフィスの色彩と照明」(1946)、「インテリア装飾のための色彩辞典」(1949)を発行した。これらの出版物はイギリスの政策を如実に表してきた。

### 2. 社会背景

第二次世界大戦終戦の1945年以降、イギリス以外の外国資本企業が増えた時代、国内で統一された安全色や識別表示が必要だった。とりわけアメリカやドイツからの工業生産が拡大するにつれ、外国の色彩規格もこれらに伴って参入してきた。ロシア語から由来する「コンビナート」で知られるように、複数の企業が規格を共有する社会になっていた。

### 3. 機械の色、安全色、パイプ識別の色

当時、イギリス国内の工業で共通の安全色や識別用の色を使い、事故を防ごうという気運があった。ブリティッシュカラーカウンシルは、機械の色

彩、安全色の規則とパイプ識別のための色彩ガイドラインを1949年に発行した。(図1)本文には次の記載がある。

「多くの大企業は、安全とパイプ識別のために独自の色彩規定を使っているが、工業建築の色彩と照明に関するアドバイス経験から、ブリティッシュカラーカウンシルは、国際標準に沿っていない場合、国家的規格を採用するべきである。ブリティッシュカラーカウンシルは、一般的需要に応じて色を決定、および発行する方針を維持している。機械、安全色、およびパイプ識別の色彩を表すこのチャートは、カウンシルの出版物『工場およびオフィスの色と照明』の何千人ものユーザーの求めに従って作成された。」

アメリカでは、ビレン (F. Birren)、アボット (A. G. Abbott)、チェスキン (L. Cheskin) のようなカラーコンサルタントが、商業や工業の世界のアドバイザーとして活躍していた。ブリティッシュ

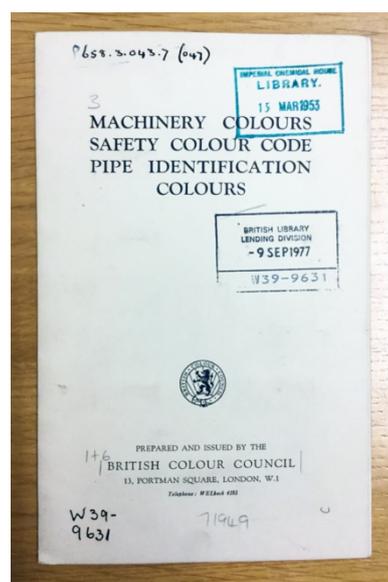


図1 「機械の色彩、安全色、パイプ識別のための色彩」表紙

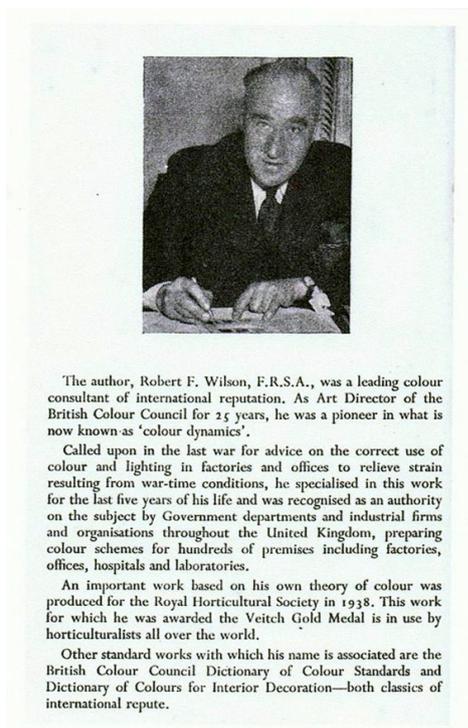


図2 ロバート・ウィルソン  
ブリティッシュカラーカウンシル  
創設者・初代所長  
(写真記事提供: Roy Osborne 氏)

カラーカウンシル創設者・指導者であるロバート・F・ウィルソン(1891?-1956 図2)も同様に,世界的評価を得たカラーコンサルタントとして,「仕事における色彩と照明」(1953)を著し,安全色や識別表示の色などを定めるために心理調査結果を反映させたことを記した.著書でウィルソンは,イギリス式とアメリカ式表示の違いについて解説している.安全色に関する同様の状況は日本でもあり, JIS がマンセル式色彩の表記を取り入れた.

#### 4. カラーチャートの色彩の特徴

カラーチャート(図3)の特徴として,警告色としてオレンジ色使用が特筆すべきと思われる.また,室内の色彩には,ミッドセンチュリーモダンな流行色を取り入れている点も観察できる.

#### 5. おわりに

安全色や工業における色彩は,労働者の健康と安全に必要で,20世紀半ば頃には意識的に標準化されていた.この分野でブリティッシュカラーカウンシルは,流行色を取り入れつつ,イギリス独自の標準を発表していた.

本研究は, JSPS 科研費 18K11965 (基盤研究C)「近代イギリスにおけるデザインのための色彩規格とナショナリズムの研究」によるものである.



図3 「機械の色彩,安全色,  
パイプ識別のための色彩」カラーチャート  
上が工場,オフィス室内色,  
下が安全色と機械の色

#### 参考文献

- 1) R. F. Wilson: Colour and Light at Work, Seven Oaks Press Ltd. (1953)
- 2) British Colour Council: Machinery Colours Safety Colour Code Pipe Identification Colours, British Colour Council (1949)
- 3) 日高:イギリスの工場と事務所の色彩計画におけるミッドセンチュリーモダン, 多摩美術大学研究紀要 (32), 59-64 (2017)

## 黄櫨染色の特異性

# The Peculiarity of Kōrozen Color

國本 学史 Norifumi Kunimoto 慶應義塾大学

Keio University

**Keywords:** 黄櫨染, 位色, 服色, 有職, 即位礼.

### 1. はじめに

黄櫨染は、昨年令和のお代替わりに際して、天皇が身につける袍・束帯の色として見られた。天皇即位に伴う諸行事や即位礼における着用を見るに、「黄櫨染色」の衣服は、天皇が即位に際して身につける位色として象徴的に考えられるであろう。しかし、天皇が即位礼において黄櫨染束帯を身につけるようになるのは、明治天皇即位礼以降のことである。本来黄櫨染色の衣服は、天皇の朝服的に、袍・束帯として着られており、即位の衣装としては用いていない。そもそも、黄櫨染とはどのような意味を持つ色であるのか曖昧な部分もある。上述したごとく、天皇の即位礼の位色という性質は近代の後付けである。歴史的には唐風の位階服色の導入と和様化的変化を経て、近代以降にあらためて意味が付された、特殊性を持つ色と言える。本論では、黄櫨染の歴史的な経緯を整理し、その特殊性を明確にする。

### 2. 黄櫨染の袍

黄櫨染は天皇の身につける袍・束帯の色として理解される。MIC2019の色として選出された通り\*1、2019年の5月1日の令和への年号変更に伴う諸儀式、及び10月の今上天皇の即位礼の衣服として身に纏われていた袍・束帯の色のイメージは印象深い。事実、唯一の存在である天皇に限定された袍・束帯の位色であり、天皇と黄櫨染色を結びつけて考えることは誤りではない。しかし、天皇が即位礼において黄櫨染の袍を身につける習慣は、明治天皇以降の「新しい」習慣である。明治帝の前代、孝明天皇の即位礼においては、「袞冕十二章」が示された冕服（袞衣冕冠の服）が準備されていた\*2。冕服は、中国や韓半島、及び日本において、皇帝・天皇・王の即位や朝賀等の儀式

において着用される衣服である。日本では、「礼服（らいふく）」に含まれ、即位礼や弘仁11年(820)に元日朝賀で天皇に着用するものと定められた。日本の儀式の中には、中国の儒教的な礼の思想を受容して継承されてきたものが有り、衣服の性質も東アジアの論理に基づく部分がある。冕服の形状は古い漢文化的な垂領（たりくび・すいりょう）の形状である。後に朝賀は廃止された後、小朝拝や元日節会等の儀式で天皇が身につける衣服は、冕服ではなく黄櫨染の袍・束帯と定められた\*3。

### 3. 黄櫨染の材料と色

ではこの黄櫨染は、どのように染色したのだろうか。平安時代の延喜5年(905)に編纂された『延喜式』に残る既述には、「黄櫨染」染色に、

黄櫨綾一疋、櫨十四斤、蘇芳十一斤、酢二升、灰三斛、薪八荷、帛一疋、紫草十五斤、酢一升、灰一斛、薪四荷

という材を用いた既述がある。文献記録から分かるのは、染色に用いる植物は黄櫨を用いて蘇芳を交染した色である。推定では、赤みのある茶色味の色とされる。後半の「帛一疋、紫草」という記述は一見不思議であるが、紫だけで櫨+蘇芳を混ぜた色味にはならないことから、裏地の色味を指定するものと考えられる。すなわち「表・黄櫨染、裏・紫」の「かさね」色的な色彩を示しているという解釈が成立する\*4。同書の他色で綾・帛が記されている場合、綾と帛とを染める染料の分量は変わるが、異なる材料が記されるものは存在せず、黄櫨染の特異性を指摘できる。黄櫨染の原料として示される「黄櫨」は、『和名類聚鈔』(931-938頃編纂)に、「文選注に云う櫨[和名波邇 {ハジ}]、これ黄櫨の木なり」とある。東アジアの漢字文化圏においては、櫨の字の同一性から中国と日本で同様の植物染料の櫨を用いていたと読めるが、曾

啓雄氏の指摘によると、中国で櫨染に使用される櫨（ハグマノキ、ウルシ科ハグマノキ属、*Cotinus coggygria*）と日本の櫨（ヤマハゼ、ウルシ科ウルシ属、*Toxicodendron sylvestri*）の木は別の植物であるという（図1）\*5。そのため、染色される色相にも違いがあることが推測される。ハグマノキによる染色では、橙味のある黄色となるが、ヤマハゼは延喜式にある灰汁媒染では黄土色を呈する。日本で黄櫨染を天皇の色とする理由としては、隋唐風の皇帝の服色を取り入れているとされる\*6。中国皇帝の常服の色を、天皇の朝服・束帯の色に適用することになる。これは大宝・養老律令下の「衣服令」への隋唐中国文化の服色制度吸収を行った方法と同様である。山櫨だけでは赤味が出なかったためか、蘇芳との交染を行うことで、赤味のある櫨の色を真似た可能性が考えられる。隋唐の皇帝が着した袍や衫の色として、赭黄あるいは赤黄があることは、『新唐書』（1060年成立）の「車服志」にある、「隋文帝聽朝之服，以赭黄文綾袍」や、「至唐高祖<中略>天子袍衫稍用赤黄」とあるように、中国の皇帝の位色の知識が伝えられたものであろう。江戸期（18c）の『延喜式内染鑑』（松岡辰方〔まつおかときかた,1764-1840〕写）にも、同様の文言「初隋文帝聽朝之服以赭黄<中略>至唐高祖以赭黄袍.....」が残る（図2）。



図1.左上：中国 湖州市公園の櫨木  
 右上：中国 北京香山公園の黄櫨  
 両図は、著作者の許可を得て『2019 中国伝統色彩学術年会論文集』より転載  
 下：日本の山櫨の木の葉 高崎染料植物園  
 中国の櫨は葉が丸く、日本の櫨は先端が尖った形状をしていることを、台湾雲林科技大學の曾啓雄氏よりご教示をいただいた。

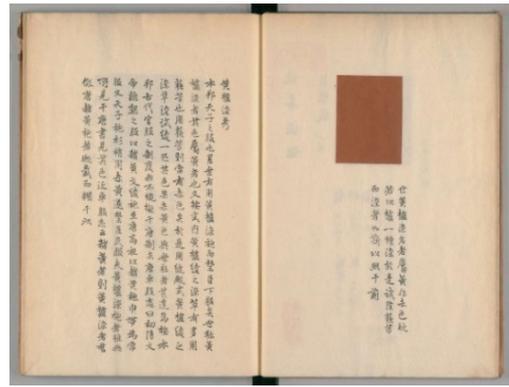


図2. 松岡辰方写『延喜式内染鑑』  
 国立国会図書館

ただし、黄櫨染の色彩は、延喜式の解釈の違いや温度等の諸条件に左右され、また交染の蘇芳材の影響もあるためか、再現される染色の色相は一定ではない。現状、赤味のある茶色系の色相が、『延喜式』の文献記録にも合致したものであると考えられている\*7。しかし、日本の山櫨と蘇芳の交染による黄櫨染色は、中国の櫨染めの色とは厳密には異なっている。中国の櫨染めでは、橙味のある茶色が示される（図3）。また先述の通り、表・黄櫨染、裏・紫の組み合わせとすると、濃く暗い赤茶系の色相を呈するので、中国の櫨染の色とは異なった色相を呈すると言える（図4）。



図3. 中国の櫨染による染色 曾啓雄氏提供

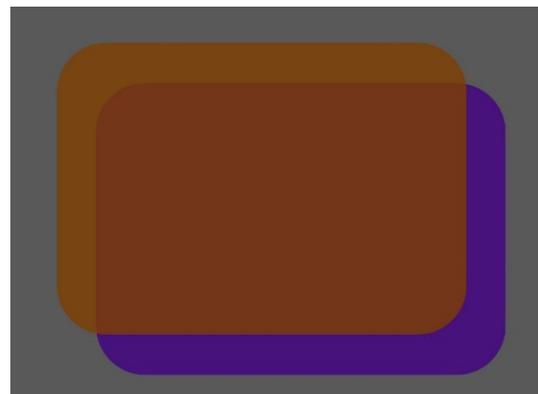


図4. 表・黄櫨染、裏・紫 重ね推定イメージ図

#### 4. 黄櫨染色の特異性

黄櫨染の特異な性質は、色相においてのみではない。第2節で言及した通り、黄櫨染の袍・束帯は、天皇即位礼においては着用しないのが近代以前の規定であった。元日朝賀（後小朝拝礼）等の公事（くじ）において黄櫨染を着用することは弘仁11年（820）規定によるが、それ以前の大宝・養老律令にある「衣服令」を解した『令義解』や『令集解』に黄櫨染の規定はない。衣服令では、「礼服」の服色規定が示され、皇太子は黄丹と示されているが、天皇に関しての記述が欠けている。臣下の礼服に関しては、

深紫衣、諸臣禮服 一位 禮服冠 深紫衣 牙笏 白袴 條帶 深縹 紗褶 錦襪 烏皮舄  
三位以上 浅紫衣 四位 深緋衣 五位浅緋衣

とあるが、この位色の順序は、隋唐の服色制度の模倣と言える。唐では『唐会要』（王溥〔922-982〕撰、961年成立）に、

貞觀四年八月十四日詔曰冠冕制度已備令文尋常服飾未為差等宜令三品已上服紫四品五品已下服緋六品七品以綠八品九品以青婦人從夫之色

とある。養老3年（719）に帰朝した第8回遣唐使一行は唐玄宗から賜った朝服を着ており（『続日本紀』「入唐使等拜見皆着唐国所授朝服」）、当時の日本で遣唐使等を通じて唐服色制度の知識面での受容が行われたと推測できる。ただし、唐の文献には「常服」とあるように、朝廷出仕の際の衣色規定が、なぜか日本では儀式等の際に着る礼服の服色規定となっている\*8。これは後に、朝服、そして束帯の位色へとスライドして適用されるが、位色の適用が当初適切になされたかについては疑問が残る。口伝的知識伝授ではなく文献記録の参照が望ましいが、前節で言及した『新唐書』の成立が11cなので、それより古い文献としては、『通典』（801年成立）に、「古君子<中略>緇赤黄色」という記述がある。皇帝つまり天皇の位色に赭黄か赤黄を充てる習慣の日本での認識は、当該書刊行以降の可能性もある。『延喜式』の成立が延喜5年（905）であり、9cになって黄櫨染を黄櫨と蘇芳との交染を考え出したと仮定すると、大宝・養老律令（8c初頭及び中期）の成立期には、黄櫨染色の採用をしていなかったとも推定できる。実際に、唐風文化受容当初の大宝・養老律令成立頃

は、『令集解』によれば、服色条の序列として、後に皇太子の位色となる黄丹の前、筆頭で白が置かれていた。喪葬の規定と合わせて、元来は白が貴色であり、天皇の位色とされていたのではないかという考察があるが\*9、大嘗祭等の祭礼時に天皇が白の帛衣や斎服を召されることから当該の指摘は首肯し得る。祭礼時の白色は残るため、白を黄櫨染色で代用する変化が生じたとは言い難いが、天皇のみが身に付ける位色という性質は、白と黄櫨染は相似的に特殊な色彩と言える。

さらに、弘仁9年（818）年の嵯峨天皇の詔で、「天下の儀式、男女の衣服を唐法によらせる」とされ、弘仁11年（820）2月（『日本紀略』嵯峨天皇）の条には「黄櫨染衣」の規定が登場することから\*10、黄櫨染採用は、9cにおける唐文化再導入の過程において、天子としての天皇の位色という性質を踏まえた意味が窺える。なお、源高明（914-982）による朝廷諸儀式の記述である『西宮記』（10c半ば成立か、成立年未詳）以降、「束帯」の呼称があり、束帯も漢語由来であることから\*11、黄櫨染色が束帯の色となる過程は、9-10cに唐文化の再受容が試みられた時期であったことが分かる。束帯は盤領（あげくび・ぼんりょう）で、鮮卑拓跋の系譜である唐室の風俗を踏まえたものとなっている。つまり、古代漢文化的垂領から、当代先進の唐風文化受容のスタイルへの変化と黄櫨染の規定がリンクしているのである。

ところで、束帯の位色は、時代を経て見た目と意味が乖離して行く。例えば高位色の紫は、材料である紫草調達の困難さや代用の蘇芳とフシカネの利用などの変化を経つつ、椽の黒色へと変化して行く\*12。上下順の深・浅の濃淡の区別がなくなり、10-11cの撰関時代以降、四位以上は黒、五位深緋、六位以下深緑（あるいは深縹）、無位黄色、という変化を来して位色が有名無実化して行く\*13。また、天皇の他の位色である「麴塵」は、別名「青色」や「青白椽」とされる色であり、『延喜式』の記述では苺安と紫草の交染とされる。茶色系、あるいは黄緑色に近い色相と考えられるが、『飭抄』（14c頃）には「天子常著御称黄櫨染」と記され、黄櫨染と同じ色であるという認識がしめされることもある（図5）。ただ『西宮記』には麴塵は「青白椽」と同じという記述があり、「臙色」として臣下に下賜され、高位の貴族や六位蔵人が着用した、緑味を含んだ青色であるとされている。麴塵は天皇の位色とされながら、臣下が着用することがあった点で黄櫨染と差異がある。その他、「赤色」あるいは「赤白椽」と呼ばれる天皇の位色があるが、こちらは上皇も着用することがある。

しかし、黄櫨染は天皇の退位前・後には着用されない。黄櫨染色は厳密に天皇位に限定された色であった。なお、上記「青色」と「赤色」の位色は、明治時代に廃されている\*14。このように、黄櫨染束帯は地位も色相も「落ち」無かった。そして近代以降に天皇の位色として残った黄櫨染と白の内、黄櫨染は即位礼の天皇の服色として定められ、かつての冕服の地位を占めることとなる。

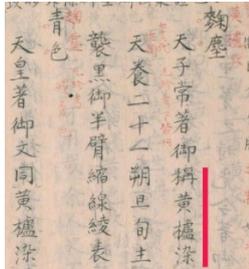


図5. 『饗抄』「麴塵」

## 5. おわりに

以上のように黄櫨染色の特殊性について考察を行った。まず即位礼において本来着用されなかった黄櫨染袍・束帯とは何かについて整理した。次に、黄櫨染色の材料となる黄櫨について、中国と日本との材や色相の違いについて考察した。さらに、黄櫨染の袍・束帯がもつ特殊な意味の背景について考察を加えた。上記を通じ、黄櫨染が唐風文化受容から、天皇位との対応という限定的な意味性を獲得し、さらに近代の変化を経て現代においても特殊な色という意味が付与された文化的背景を明らかにした。大津氏が指摘するように中国的礼制と日本の特殊な天皇制機能との差異があったことで、上村六郎氏の指摘するように黄櫨染は唐風が示唆される色でありながら日本化した色としてあったという指摘は首肯できる\*15。また曾氏の指摘するように、中国と日本とで櫨が同じ漢字でありながらも材料が異なるという差異は、東アジアの文化を比較する際の注意事項として看過し得ない重要な着眼点である。古来より材や意味や性質が変わらないと見なしがちな宮廷装束の色である黄櫨染色は、東アジアの東端の日本において、独特の深い変化を来したと言って良い。筆者が特に着目したのは、黄櫨染束帯の近代以降の新たな意味性の付与である。平安時代以降、冕服が即位礼に限定され、黄櫨染袍・束帯の平時での役割が規定された後、近代に至って逆転的に黄櫨染に即位礼の服色という特殊性が与えられたことは、黄櫨染の位色の大きな変容である。黄櫨染色が、明治・大正・昭和・平成・令

和の近現代を通じて、朝廷儀式の天皇位色から、より儀式・象徴的な文化的性質を持つ色への変化を迎えたと言って良い。特殊な変化を遂げるという点で、平安時代以降に形状と色彩が大幅な変容を遂げる女性の装束（女房装束）もあるが、本論ではその変化の差異等については考察の対象とできていない。当該の検討や比較を含めて、今後の課題としたい。

## 注

- 1) 「黄櫨染」色は「Most Impressive Color 2019」の色として選出されている (<http://www.color-science.jp/mic2019/2020.03.27> 閲覧).
- 2) 武田佐知子,津田大輔『礼服』大阪大学出版会, 2016.8, pp68-94.
- 3) 近藤好和『天皇の装束』中央公論社, 2019.3, pp.125-130.
- 4) 高田俊男「黄櫨染」『日本大百科全書』小学館,1986, p84.また、坂田佳子「延喜式にみる「黄櫨染」の色調山櫨と蘇芳による染色の一考察」『葆光』24, 2013.3, pp.41-50にも、表地と裏地との別染めについて考察されている。
- 5) 曾啓雄「《本草綱目》之黄色染色表現的彙整」『2019 中国伝統色彩学術年会論文集』2019.11, pp.212-227.また、曾啓雄『絶色：中国人の色彩美学』訳林出版, 2019.3, pp.218-229.
- 6) 武田佐知子「古代天皇の冠と衣服中国衣服制の継受をめぐって」,網野善他編『岩波講座：天皇と王権を考える』9,岩波書店, 2003.2, pp74-104.
- 7) 前掲書, 坂田.
- 8) 國本学史「作為当方色彩的日本色彩文化及其多重性」『2018 中国伝統色彩学術年会論文集』, 2018.11, pp53-67.
- 9) 大津透『古代の天皇制』岩波書店, 1999.pp142-177.礼服としての「白」衣は、それが採用された儀式周辺における皇太子以下の唐風の服装に比べて異質であると指摘されるが、筆者も同意する。
- 10) 西牟田崇生「黄櫨染御袍考」『國學院雑誌』96(10), 1995.10, pp52-66.
- 11) 佐多芳彦『服制と儀式の有職故実』吉川弘文館, 2008, pp.52-74.
- 12) 國本学史「日本の紫色について——紫の彩色材料とその変遷——」『芸術世界』17, 2011.3, pp.51-58.
- 13) 近藤好和「天皇と装束」,河添房江編『王朝文学と服飾・容飾』竹林社所収, 2010.5, pp.22-49.
- 14) 前掲書近藤『天皇の装束』 pp.110-117.
- 15) 上村六郎「平安時代の染色とその色彩」『服装文化』155, 1977.7, pp.30-35.

## 21世紀の日本の新色名を探る—2010年代の車の色を中心に—

### On New Japanese Color Names in the 21st Century: With a Focus on the Color of Automobiles in the 2010s

吉村 耕治 Kohji Yoshimura 関西外国語大学 Kansai Gaidai University  
山田 有子 Yuko Yamada 挿絵画家・色彩講師 Color Instructor, Illustrator

**Keywords:** 日本語の新色名, センチュリーボディカラー, 鮮映性, 伝統的な日本の美.

#### 1. はじめに—伝統的な日本の美を反映する色名

いつの時代でも新しい色名が創られている。言葉が時代とともに変化するように、色名も時代とともに進化している。科学技術の進化とともに人々が利用できる色の範囲が増えており、21世紀においても新色名が創られている。例えば、21世紀の日本車の新色名に、「グロリアスグレーメタリックモリブデン鸞鳳(らんぼう)」がある。これは、トヨタ自動車の最高級乗用車「センチュリー」のボディカラーで、その塗装には日本の伝統工芸の漆塗りを参考に、層を重ね、研ぎと磨きを加えることで奥深い艶や光沢が追求されている。この色名の背後には、伝統工芸の漆塗りの技を大切にすることによって、日本らしい新製品を作り出すトヨタ自動車の販売戦略が見られる。さらに、敢えてカタカナと漢字の両方を併用し、和名を採用することによって、もてなしの文化を持つ日本独自の高級感が暗示的に表出されている。

その他にも、「デミューアブルーマイカメタリックモリブデン瑞雲(ずいうん)」や、「シリーンブルーマイカ摩周(ましゅう)」、「ブラッキッシュレッドマイカ飛鳥(あすか)」などの色名が採用されている。このように21世紀には、20世紀までの色名よりも一層長い色名が創造されている。21世紀に入り、特に2010年代に、家庭用電気機器などのカラー化が進行している。そこで、2010年代の車の色を中心に、21世紀の日本車の新色名の特徴を探りたい。

英語のセンチュリー(century)の語幹‘centur-’は、「100」の意味で、接尾辞‘-y’は、「性質・状態」を表す。「センチュリー」という名称は、初代モデルが発表された1967(昭和42)年が、トヨタグループの創始者、豊田佐吉(1867-1930年)の生誕100年に相当することに由来する。徹底的

に無駄を排除するトヨタ生産方式とは真逆の生産体制で製造されている。特別仕様で、官公庁や企業などの公用車や社用車・役員車としての利用が想定されている。2006(平成18)年に天皇・皇后用の御料車として、センチュリーロイヤルが導入されている。お抱え運転手(chauffeur)が運転する最高級の自動車として、後部座席の乗客をもてなす空間設計になっており、静粛性と滑らかさを究めた走りで、快適性・寛ぎを重視し、強固で周到な安全性能を完備し、「鮮映性」という独自の塗装基準で点検されている。最高峰の造形と空間を備え、「伝統的な日本の美」を感じさせる車に相応しい色名として採用されている。

トヨタグループに属するトヨタ自動車東日本(2012年6月までは関東自動車工業)の「センチュリー工房」で生産されており、センチュリーの現行モデルは、3代目になる。最初に、初代から2代目、3代目という順に概略を示したい。

#### 2. センチュリーの初代モデルのボディカラー

トヨタ自動車のセダン型車種の高級車、センチュリーの初代モデル(1967年11月~1997年3月)のボディカラーには、黒が採用されている。その伝統が、2代目や3代目に継承されている。

#### 3. センチュリーの2代目モデルのボディカラー

センチュリーの2代目モデル(1997-2017年)のボディカラー(色名)には、5種類の和色名が採用されている。つまり、「エターナルブラック神威(かむい)」、「グロリアスグレーメタリックモリブデン鸞鳳(らんぼう)」、「シリーンブルーマイカ摩周(ましゅう)」、「デミューアブルーマイカメタリックモリブデン瑞雲(ずいうん)」、「レイディエントシルバーメタリック精華(せいか)」である。メタリックは、光輝材にアルミを用いていること、マイカは、英語のmica、雲母(うんも)を意味する。モリブデンとは、単体では銀白色の硬い金属で、その主要鉱石は輝水鉛鉱である。このように

色名が長くなる主な要因は、創造されている色の原料を説明的に付加していることや、エターナルブラックのエターナル (eternal:「永遠の」の意味) のように、微妙な差別化のために時間や程度を表す形容詞を付加していることにある。

鸞鳳(らんぼう)とは、「らんほう」とも読まれ、鸞鳥(らんちょう)と鳳凰(ほうおう)を意味する。鸞鳥は、古代中国の想像上の霊鳥で、鶏に似て、羽は赤色に5色をまじえ、鳴き声は五音(ごいん)に合うと言われる。鳳凰も、羽が5色の霊鳥で、尊くて不思議な力を持ち、めでたい鳥とされている。鸞鳳の「鸞鳥と鳳凰」はともに、想像上のめでたい神鳥・霊鳥を意味する。

センチュリーの標準装備のウールファブリックシートには、「瑞響」(ずいきょう)と、漢字を用いた和名が使用されている。高級感をあらわすために、カタカナに加えて、敢えて和名を採用しているところに、日本の伝統を尊重する精神や、世界市場における日本製品の地位の高さ・信用度が反映されている。現代の表現上の特徴である。

#### 4. 3代目モデルの4種類のボディカラー

3代目センチュリーのボディカラー(色名)には、「神威、摩周、飛鳥、精華」という4種類の和色名が採用されている。これらの和色名には、世界市場における日本車メーカー、トヨタ自動車の性能の高さが暗示的に象徴されている。

まず、その1つ目の色名は、「エターナルブラック神威(かむい)」。英語では‘eternal black’を表している。その吸い込まれそうな深みと鏡のような光沢を満たした塗面に、日本の伝統工芸の漆塗りが生かされている。漆黒感を高める黒染料入りのカラークリアなど、7層もの塗装に、「水研ぎ」や「鏡面仕上げ」などの研ぎと磨きを加えて究極の平滑と艶が生み出されている。「神威(かむい)」は、「かもい」とも読まれ、「神居」とも表記される。カムイ(ラテン翻字:kamuy)は、アイヌ語で「神(かみ)」を意味し、「神格を有する高位の霊的存在」<sup>2)</sup>、つまり、人智では理解できない力を振るう存在を表す。怒りの形相で表される「荒神(こうじん)」の意味も内包している。集落を護ってくれるカムイは、‘kotan kor kamuy’(コタン・コロ・カムイ)と呼ばれ、シマフクロウの姿で人間の世界に現われ、山にいるカムイは、‘kim un kamuy’(キムン・カムイ)と呼ばれ、ヒグマの姿をしており、沖にいるカムイは、‘rep un kamuy’(レプン・カムイ)と呼ばれ、シャチの姿で現わ

れると考えられている。人間に災厄をもたらすカムイは、‘wen kamuy’(ウエン・カムイ)と呼ばれ、「悪しきカムイ」を意味し、人間に恩恵をもたらすカムイは、‘pirka kamuy’(ピリカ・カムイ)と呼ばれ、「善きカムイ」を意味する。ウエン・カムイが、ピリカ・カムイと同じように畏怖されているところに、日本文化の特徴が見られる。神威は、日本海軍の運送艦(給油艦)、後に水上機母艦の艦名にも用いられており、北海道西部、日本海に突出した岬、積丹(しゃこたん)半島の北西端にある「神威岬」に由来する。



ボディカラーや内装色は、撮影の環境や表示画面の性質によって、実際の色と異なって見えることがある。また、実車においても、屋内外の環境や光の角度などによっても、見え方が異なる。このような実際の色(実車の奥深い艶や光沢)を表現するために、色名が用いられている。

2つ目の色名は、「シリーンブルーマイカ摩周(ましゅう)」。「摩周」と言えば、北海道東部の阿寒摩周国立公園内に位置するカルデラ湖の「摩周湖」を連想するが、アイヌ語では「キンタン・カムイ・トー」(「山の神の湖」の意味)と言われる。摩周湖の中央に、断崖の小島、カムイシュ島がある。この「カムイ」は、アイヌ語で神を意味する。摩周湖は、日本では最も透明度の高い湖で、世界ではロシア南東部の三日月型のバイカル湖について、2番目に透明度が高い。湖が急激に深くなっていることと、その高い透明度から、青以外の光の反射が少ないため、よく晴れた日の湖面の色は、「摩周ブルー」と呼ばれている。



3つ目の色名は、「ブラキッシュレッドマイカ 飛鳥 (あすか)」。日本の歴史の時代区分では、推古天皇の即位 (592年) から藤原京への移転 (694年) までの約100年間は、飛鳥時代と称されている。6世紀半ばに、朝鮮半島西部、及び南西部の百濟から、大和国 (飛鳥、奈良県) 周辺に仏教が伝来して文化が発達していった。7世紀には、飛鳥は古代日本の政治と文化の中心地となり、「倭京」や「飛鳥京」と呼ばれていた。「京」は、皇居 (天皇、つまり、大王の宮) のある土地を表す。飛鳥という名称の由来には、「村」の意を表す古代朝鮮語の「スカ」に、接頭辞の「ア」が付いたとする説がある。また、古語の「スカ」には、禊 (みそぎ) などの神聖な意味があり、「スカ」は、神聖なる土地を意味している。



4つ目は、「レイディエントシルバーメタリック精華 (せいか)」である。精華は、「最も優れているところ、神髓 (真髓)」を意味する。例えば、現在、京都府の南西端に位置する精華町は、関西文化学術研究都市の地理的な中心であり、国立国会図書館関西館、ATR (株式会社国際電気通信基礎技術研究所、Advanced Telecommunications Research Institute International) などがある。



トヨタ自動車のセンチュリーのボディカラーに用いられている「神威、摩周、飛鳥、精華、鸞鳳」は、すべて、人智では理解できない力を振るう存在、尊くて不思議な力を持つ「神」のような存在を表している。このように神のような存在を表す言葉を色名として用いているところに、センチュリーのボディカラーの特徴が見られる。それらが透明感や深み、光沢感を湛えた神秘的な塗面

を演出している。

## 5. Two Tone の車のボディカラー

スポーティさが際立つ2トーンの自動車、カムリ (Camry) には、アティチュードブラックマイカ (attitude black mica) ×プラチナホワイトパールマイカ (platinum white pearl mica)、アティチュードブラックマイカ (attitude black mica) ×エモーショナルレッド (emotional red)、アティチュードブラックマイカ (attitude black mica) ×ダークブルーマイカメタリック (dark blue mica metallic) がある。

Two Tone の場合には、アティチュードブラックマイカ×シアンメタリックもある。このアティチュードブラックマイカ (attitude black mica) のアティチュードや、エモーショナルレッド (emotional red) のエモーショナルは、人の感情や感性を表している。このように感覚や感性に訴える色名に、現代の色名の特徴がある。

令和元 (2019) 年7月1日に「日本工業規格」は、「日本産業規格」と名称が変わっている。英語名称は従来通り Japanese Industrial Standards で、JIS (ジス) または JIS 規格と通称されている。JIS では、色名は「光源又は照明から発する光の色の名称」と規定されている。そして、色名は、系統色名と慣用色名に区別され、「系統色名によりにくい場合は慣用色名を用いる」と規定されている。この JIS の規格を超えるところに、感覚や感性に訴える生き生きとした色名がある。

## 6. おわりに一感覚や感性に訴える色名

四季や時の移り変わりによる景色の変化が、車のボディカラーにも表現されており、トヨタのジャパンカラーセレクションパッケージ (12色) には、「紅、灰 (ホノカ)、茜色、天空 (ソラ)、群青、紺碧 (アオ)、白夜 (ビヤクヤ)、翡翠 (ヒスイ)、常磐色 (トキワイロ)、胡桃 (クルミ)、黒曜、白光」が用いられている。21世紀になってから、「白夜、白光、夜霞」なども車のボディカラーとして採用されている。そして、「エモーショナルレッド」や「アティチュードブラックマイカ」のような感覚や感性に訴え、人の感情を表出する色名が増加している。

### 註

- 1) 百科事典『ウィキペディア (Wikipedia)』の「トヨタ センチュリー」の項を参照。
- 2) 『ウィキペディア (Wikipedia)』の「カムイ」の項を参照。

# 色覚異常を持つ人のアートへの関心度調査

## Survey of degree of interest in art of persons with color-vision deficiency

辻 清佳	Kiyoka Tsuji	九州大学大学院	Kyushu University
須長正治	Shoji Sunaga	九州大学大学院	Kyushu University
桂 重仁	Shigehito Katsura	九州大学大学院	Kyushu University

Keywords: アート, 色覚異常, 関心度.

### 1. はじめに

近年, アートという言葉は, 日本語の「芸術」に対する英語の“art”を意味するだけではなく, アートプロジェクトのように「表現」することに参加し, 活動することをも意味し, 芸術よりも広義な意味として使われている. 生業としての芸術とは異なり, アートの「表現」活動は, 誰もが比較的簡単に, かつ自由に関わることができるものと言える.

色覚異常を持つ人は, 多くの人がしないような色使いを行ったり, 異なる色名を用いたりし, 色名を用いたコミュニケーションを避ける傾向があることが報告されている<sup>1)</sup>. そのため, 前述したように, アートは本来誰もがもっと自由に行われるものであるにも関わらず, 色使いや色名のコミュニケーションへの不安から, 色覚異常の人がアートに関わりにくい状況が生じているという仮説を立てることができる. もし, そうであるならば, 色覚異常を持つ人でも自由にアートに関われるようなシステムを構築することを最終目標とし, 研究を進めていく. 本研究では, アートを, 視覚表示作品を通しての表現と限定し, 第一段階として, 色覚異常の人のアートへの関わりに関する実態調査を行った. この際, インスタグラムのような SNS 上での写真公開も広い意味での表現とみなし, 本研究ではアート制作/鑑賞として扱った.

### 2. 方法

色覚異常を持つ人のアートへの関心度を調査するために, アンケート調査とインタビュー調査を行った. さらに, 比較のために, 一般的な色覚特性を持つ人に対しても同様の内容に相当するアンケートを実施した.

#### 2.1 アンケート調査

##### 2.1.1 調査対象者

- ・色覚異常を持つ人 20 名(男性 19 名,女性 1 名)

- ・一般色覚を持つ人 30 名(男性 15 名,女性 15 名)

色覚異常については, 2色覚および異常3色覚を区別しなかった. また, 対象者は, ほとんど大学生であった.

##### 2.1.2 質問項目

主な質問内容は以下の通りであった.

- ・回答者のプロフィール
- ・アートの制作
- ・アート鑑賞歴
- ・関心のあるアート制作
- ・関心のあるアート鑑賞
- ・小学校の図画工作および中学校の美術の好き嫌い

### 2.2 インタビュー調査

#### 2.2.1 調査対象者

- ・色覚異常を持つ人 20 名(男性 19 名,女性 1 名)

対象者はアンケート調査も行った 20 名であった.

#### 2.2.2 質問項目

インタビュー調査では, アンケート調査では得られない個人的な体験や意見について調査した. ただし, 質問内容は対象者にとって支障のない範囲とした.

### 3. 調査結果

#### 3.1 アンケート結果

##### (1) アート制作および鑑賞への関心および分野

図 1 に, 現在, アート制作または鑑賞を行っているかないかの回答結果を示す. 左上のグラフがアート制作, 左下がアート鑑賞を行っている比率, そして, 右上が制作を行っているアート分野, 右下が鑑賞を行っているアート分野の比率であり, これらについては, 今後, 行ってみたいと回答されたアート分野の結果も同時に示している.

図1から、アート制作または鑑賞を行っている色覚異常の方と一般色覚の方の比率を比較すると、アート鑑賞はほぼ同等であったものの、制作については、予想外にも色覚異常の方が高い比率を示した。その分野は、写真やイラスト、映像の分野であり、現在取り組んでいるだけでなく、今後、取り組んでみたいとの回答も高かった。

(2) アート制作および鑑賞に関心がない理由

図2は、アート制作またはアート鑑賞に関心がないと回答した方の第一の理由の比率の結果である。色覚異常の方の回答として、アート制作では、「センスがない」との回答が多く、アート鑑賞では「色の見えの違いによる過去の苦い経験」や「色の見えの違いに対する不安」と回答している人がいた。

(3) 小中学校の図画工作（美術）の授業の好き嫌い

図3に、小中学校の図画工作（美術）の授業の好きな分野と嫌いな分野についての回答結果とその理由を示す。図3から、色覚異常を持つ人の嫌いな分野として、絵画が極端に高く、その理由に色彩に関する苦悩や不安を理由で挙げている人が多かった。

3.2 インタビュー結果

(1) 質問1：「普段積極的に色を使いますか？」

この質問に対し、20人中14人が使わないと答え、色覚異常を持つ人のほとんどが、自らは積極的に色を使わないとの回答が得られた。また、以

下のような意見も得られた。

- ・黒、白を使う。
- ・影響がない色に関しては使う。
- ・はっきりとしたビビットカラーを使う。色の要素は後回しにしている。

(2) 質問2：「生活していて周りの人に色覚異常に対する理解、配慮があると思いますか？」

色覚異常に対する理解、配慮に関する質問に対し、20人中14人が「配慮を感じない。あるいは、あまり感じない」と答え、色覚異常を持つ人のほとんどが配慮を感じていないことが判明した。

(3) 質問3：「色を扱う際に不快な思いをしますか？またはしたことがありますか？エピソードを教えてください。」

- この質問に対し、以下のような意見があった。
- ・パワポを作るとき、家族とかに（色について）聞いたりする。
  - ・4色ボールペンで赤と黒の見分けがつかず、うざりたい。
  - ・友達の服や髪の色を間違えて笑われたり、色鉛筆でピンクを灰色で塗ってしまったりして、うーんと思ったことはある。
  - ・人と色を共有する（一致させる）時にストレスを感じる。
  - ・その色の組み合わせが変だという指摘を受ける。そんなに不快ではないが1人ではできない感じがする。
  - ・赤ペン先生に出した時の色の塗りこみはいいけ

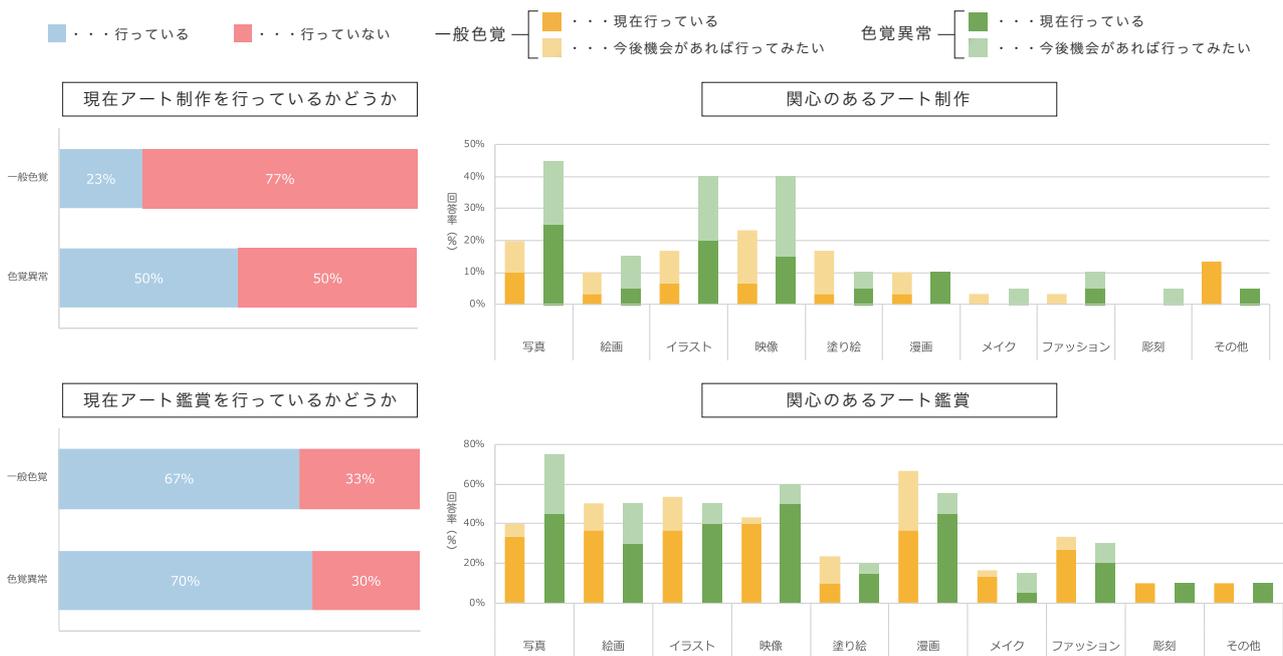


図1 アート制作または鑑賞に関する回答  
左：現在、行っている人の割合 / 右：関心のあるアートの分野

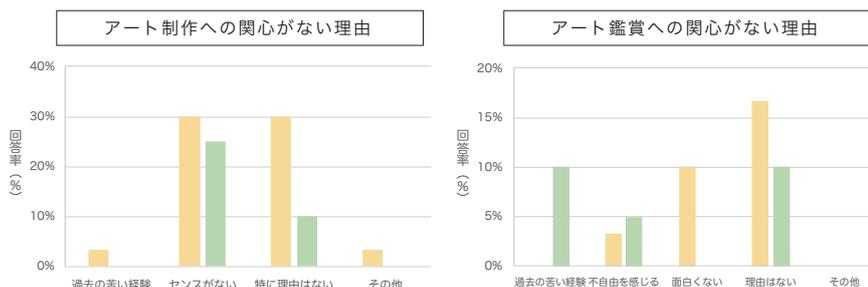


図2 アートに関心がない理由

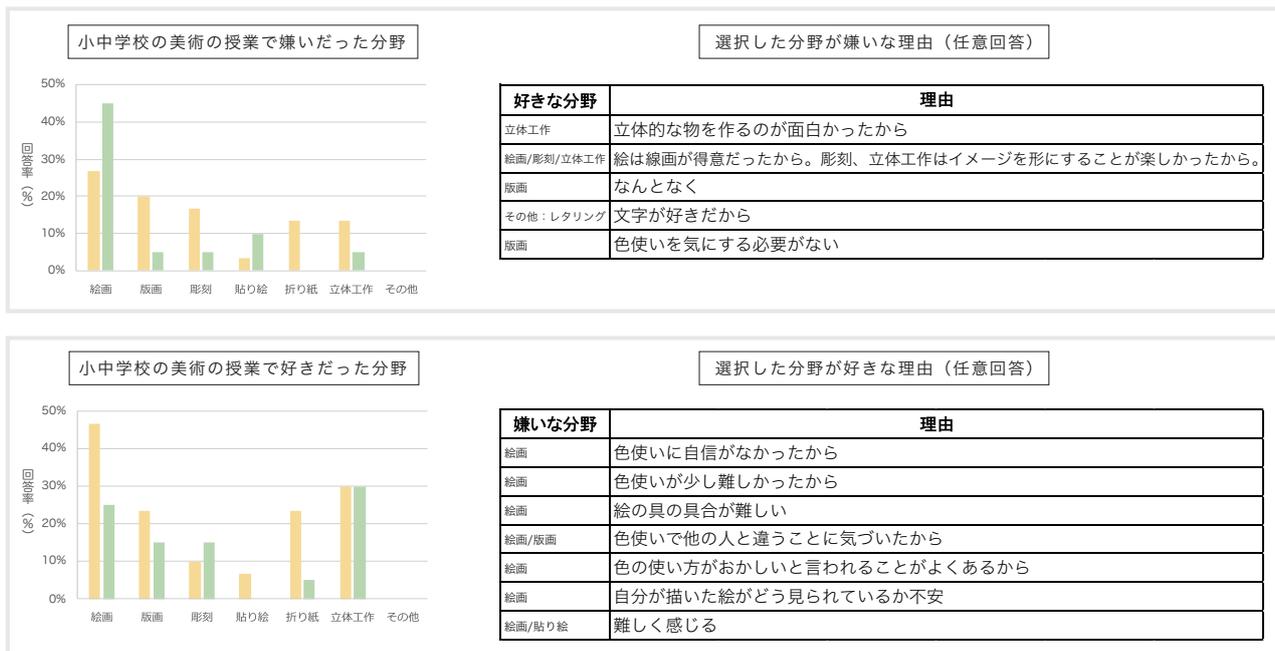


図3 小中学校の頃の図画工作（美術）における分野の好き嫌い

ど、肌の色が土色で色覚異常を指摘され落ち込んだことはある。

- ・色名のラベルづけされているものじゃないと不安。服でタグに色名を書いていない場合は心配。
- ・信号機の色が見えにくい。

(4) 質問4:「自身が見ている色覚の世界を他の人にも知ってもらいたいと思いますか?」

自分の色覚特性を理解してもらいたいという要望の質問に対し、20人中13人が知ってもらいたいと答えた。また、以下のような意見があった。

- ・言葉で伝えることは難しいから。
- ・実際にこういう風に見えるのと知ったらどう思うのかなと思う。自分が色覚異常であることを言ってもいいのかなという雰囲気にはなっている。
- ・マイナスなイメージではなく、色覚には色々タイプがあってこういう見え方をする人もいればこういう見え方をする人がいるというのは知っ

てもらいたい。

- ・人によって色の見え方が違うのは面白いと思う。こんな色が見えているんだ。すげーみたいな感じで興味を持ってもらいたい。
- ・見え方違って面白いと認識してもらいたい。『これ見えたらやばい』という障害的なイメージで知られているから。

#### 4. 考察

アンケート調査から、アート制作活動とアート鑑賞を行っている色覚異常の人が高い割合でいることが明らかとなったが、色を主として用いるアートへの関心度は低く、ほとんどの色覚異常の人が色を用いる際に不快、やストレスを感じる経験をしていたことが判明した。すなわち、色覚異常の人の中にはアートへの関心を持っているものの、色の見えの違いにより生じる不安や困難が、少なからず主に色を用いるアートへの障壁となっていると言える。また、これらの不安や困難は、

インタビューで「周りの人や環境の色覚異常に対する理解や配慮があると思いますか。」という質問に対し、「思わない」と答えた人がほとんどであり、また、実際に理解や配慮のなさを感じた体験談やアンケートで絵画が嫌いだった理由として「色がおかしいと言われたことがある」などの回答があることから、多くの人の色覚異常に対する正しい理解がなされていないために生じていると考えられる。そのためか、色覚異常を持つ人の多くは色の見えの違いを実際に他の人にも知ってもらいたいと思っていることもインタビュー結果からわかる。しかし、自身が見ている色覚世界を伝える手軽な手段も存在しないため、正しい知識をつけることは難しいと考えている人が多いと推測される。

## 5. おわりに

本研究では、色覚異常を持つ人でも自由にアートに関われるようにするために、その前段階として、色覚異常を持つ人とアートの関わりについての現状の調査を行った。調査の結果、実際に色覚

異常を持つ人の多くは色を主として使うアートに対して障壁を感じていることが明らかになった。この障壁を取り除くためには、色の見えに関する正しい理解が必要であり、色の見えが違うからこそ可能となるアートを模索することなどで、色覚異常を持つ人がアートに関われる可能性があるかもしれない。今後は、色覚に関する正しい理解を進めるための方策の検討を行いながら、色の見えが違うからこそ可能となるアートが制作される環境作りを目指していく。

## 参考文献

- 1) 宮浦 徹, 宇津見義一, 柏井真理子, 山岸直矢, 高野 繁 : 平成 22・23 年度における円天色覚異常の受信者に関する実態調査 (続報) . 日本の眼科, 83 巻, 11 号 (2012) 49-65

## 謝辞

本研究を進めるにあたりアンケートやインタビューにご協力いただいた皆様に深く御礼を申し上げます。

# 絵画画像のデジタル的な「復元」に関する計量的考察

## An experimental consideration about conservation of color characteristics in "digital preservation" of paintings

室屋泰三 Taizo Muroya

国立新美術館

The National Art Center, Tokyo

**Keywords:** 絵画画像, 色変化, 波長分析, 再帰的分割, 完全正規直交系, デジタル復元.

### 1. はじめに

2020年1月に開催された『ダ・ヴィンチ没後500年「夢の実現」展』(主催:東京造形大学)では、《モナ・リザ》等の作品の復元画像が展示された。本研究では「夢の実現」展に展示された「復元」画像を通して、人の目を介した「復元」と機械的な「フォトタッチ」との計量的な比較を試みる。いくつかの試行を通して、美学や美術史に裏付けされた人の目を通した「復元」作業が原画像の色変化を何等かの形で保存したとも考えられる結果が得られた。

色彩画像の色配置の重心に着目した分割により生成される完全正規直交系を用いた展開により、画面上の平均色差を基とした「色変化特徴量」により絵画画像の色変化の特徴を捉えようとしてきた[1]。本研究では、《モナ・リザ》を対象として、図1に示す、

- (A) 原画像
  - (B) 展示された復元画像
  - (C) フォトタッチ例① (Photoshopによる自動補正)
  - (D) フォトタッチ例② (素人のフォトタッチ)
- の4種類の画像について、色分布、分割位置や色変化特徴量の比較を行った。

### 2. 再帰的2分割による完全正規直交系の構成

絵画画像をはじめとする色彩画像の色変化について、画面上のさまざまなスケールについての平均色差に注目し、完全正規直交系を用いることにより、画面上の大きさについて重複することなく、かつ、取りこぼすことがないような方法を構成した。そのために画面上の色変化に適応した階段関数系により色変化の特徴をより明確に捉えられる方法を提案してきた。

色彩画像上の矩形領域 $S$ を縦方向または横方向

のいずれかについて2分割した矩形領域を $S'$ 、 $S''$ とする。ここで、 $S = S' \cup S''$ である。また、 $S'$ 、 $S''$ は各矩形領域の面積も示すとする。ここでは簡単のため、横方向の分割から始めることとするが、本来ならば、分割の方向を縦横のどちらから始めるかについては、対象とする色彩画像の色変化から定めるべきである。

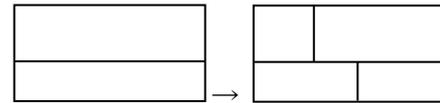


図1. 再帰的な2分割手順

$S$ 及びその分割 $S'$ 、 $S''$ について、基底関数 $\varphi_S$ を

$$\varphi_S(x) = \begin{cases} \sqrt{\frac{S''}{S'(S'+S'')}} (x \in S') \\ -\sqrt{\frac{S'}{S''(S'+S'')}} (x \in S'') \\ 0 (x \notin S) \end{cases}$$

と定義する。 $S$ を分析対象画面全体から始めて、矩形領域 $S'$ 、 $S''$ を再帰的に横→縦→横→縦…と分割した $\varphi_{S'}$ 、 $\varphi_{S''}$ から、完全正規直交系 $\{\varphi_S\}$ が得られる。 $\{\varphi_S\}$ による関数 $f(x,y)$ の展開係数は

$$c(s) = \sqrt{\frac{S'S''}{S'+S''}} \left\{ \frac{1}{S'} \int_{S'} f(x,y) dx dy - \frac{1}{S''} \int_{S''} f(x,y) dx dy \right\}$$

と書ける。これより展開係数は平均色差に矩形領域 $S'$ 、 $S''$ の面積とその比に応じた重み付けしたものと解釈できる。展開係数から色彩画像の色変

化の特徴をとらえるため、展開係数の部分二乗和から色変化強度を定義する。これは、展開係数全体の二乗和が元の関数の  $L^2$  ノルムに等しくなる Parseval の等式に基づくものである。部分和のための展開係数の分類を画面全体の対角線長  $D$  に対する各矩形領域の対角線長  $d$  の比率により行う。すなわち、

$$p = \frac{d}{D} \times 100$$

に対して、

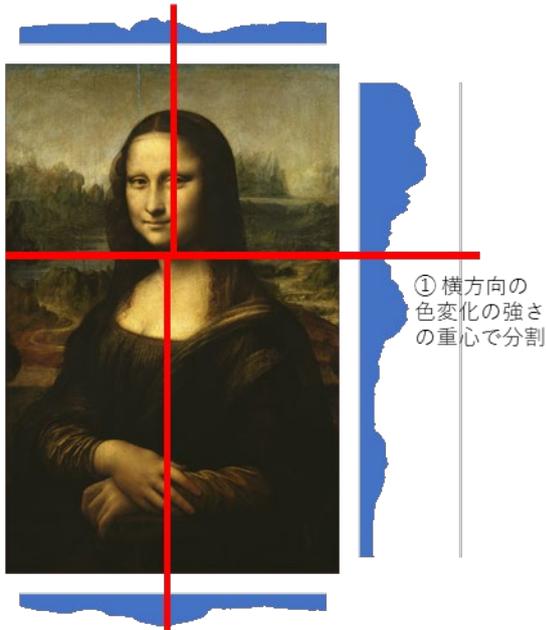
$$\sum_{\text{対角線長 } p\% \text{ の } S_n} (c_L(S_n)^2 + c_a(S_n)^2 + c_b(S_n)^2)$$

を比率  $p$  に対する色変化強度とする。

### 3. 色変化の重心による再帰的分割

画像分析に使われる数学的な手法として、画面を再帰的に2等分するハール・ウェーブレット変換があるが、2等分することは純粋に数学的な観点に基づくもので、それゆえに分析結果に対して画面構成等の意味付けが難しくなる場合がある。より直観的な結果を得るために、本研究では画面上の色変化の重心に着目して分割している(図1)。

②横方向に分割した上側の  
縦方向の色変化の強さの重心で分割



③横方向に分割した下側の  
縦方向の色変化の強さの重心で分割

図1. 色配置の重心による分割

重心での分割について、いくつかの作品の分割結果(図3)から、画面構成等との何らかの意味付けができるのではないかと考えている。

### 4. 色変化強度の比較

(A)から(D)の各画像について分割した矩形領域の画面に対する大きさの比率10%単位で部分和をとった色変化強度をグラフ1に示す。原画像と復元画像はほぼ同様の結果が得られた。図1に示すように復元画像は原画像に対して、色分布が大きく異なっているが、色変化強度の類似は、復元画像の画面上のさまざまなスケールの色変化のバランスが原画像と同様となっていることを示すものである。重心位置による分割も原画像と復元画像は類似している結果も得られている(一例を図2に示す)。一方、画像(C)、(D)については、画面上比較的大きな(0.6の部分の)色変化強度について原画像(及び復元画像)と大きく異なっている(グラフ1の※2)。これは画面全体としてコントラストを強めるようなレタッチとの関連が考えられる。今後、各画像間の計量的比較により、定量的分析を試みる予定である。

なお、いずれの画像においても、画面上の小さい色変化の強さに対する色変化の強さの総和が大きくなっている(グラフ1の※1)。これは画面上に小さな色変化が豊かに存在し、それらが色変化全体のドミナントな要素であることを示す。

### 5. まとめ

絵画作品の元の姿を推定し復元する作業を通して色分布が大きく変化した復元画像の重心位置や色変化強度が原画像と同様の結果となったことは興味深い。人の目を通した復元において、画面上の色を再構築しつつも何等かの色配置の特徴を保存したとも考えられる。今後、分析を重ねて、検討していく予定である。

### 謝辞

本研究を進めるにあたり、東京造形大学・栗野由美先生にご協力をいただきました。ここに記して、感謝の意を表します。

### 参考文献

1) 室屋泰三, 再帰的2分割による任意波長を持つ階段関数系による絵画画像の色彩変化の計量の試み任意波長を持つ階段関数系による絵画画像の色彩変化の計量の試み, 日本色彩学会 平成30年度全国大会, 2018.

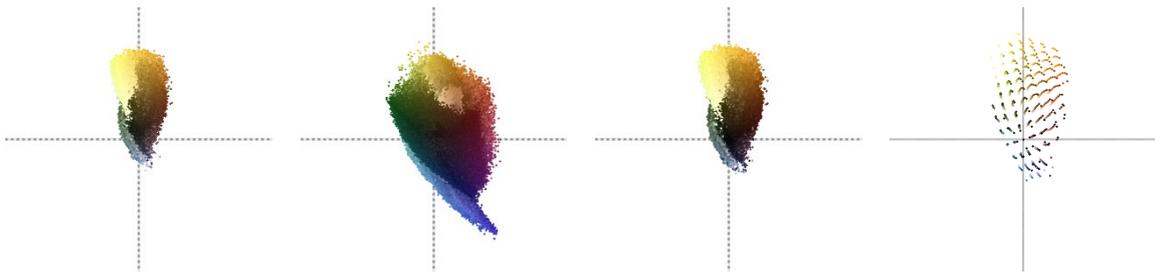


(A) 原画像

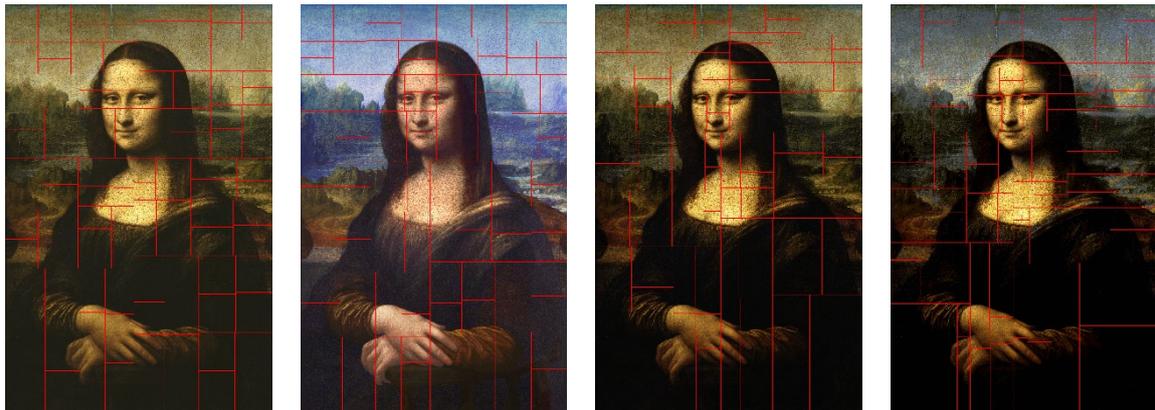
(B) 復元画像

(C) フォトレタッチ例①

(D) フォトレタッチ例②



色分布 ( $a^* - b^*$ 平面)



重心位置による再帰的分割 (第7段階)



展開係数 (第15段階)

図2. 分析対象画像とその分割例、展開係数例

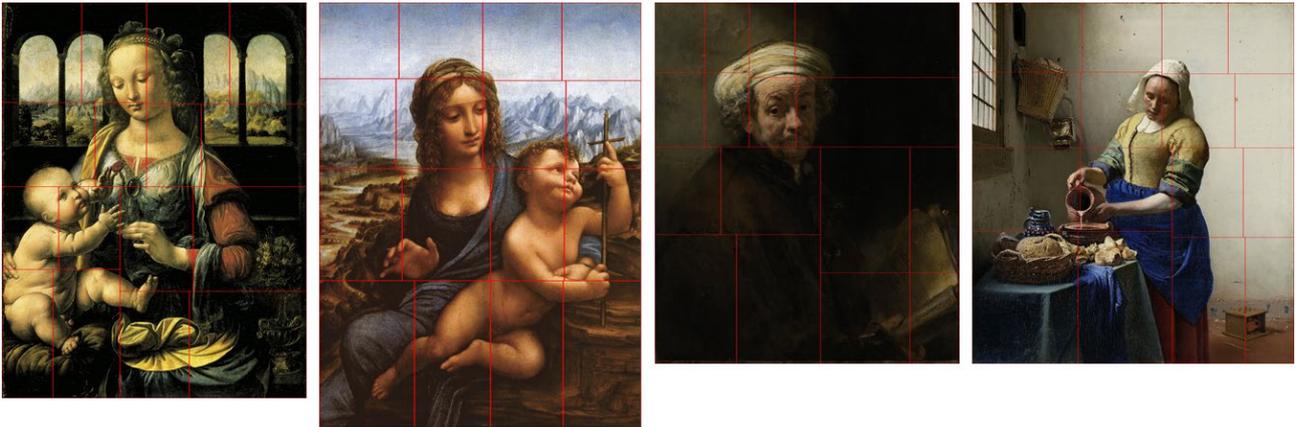
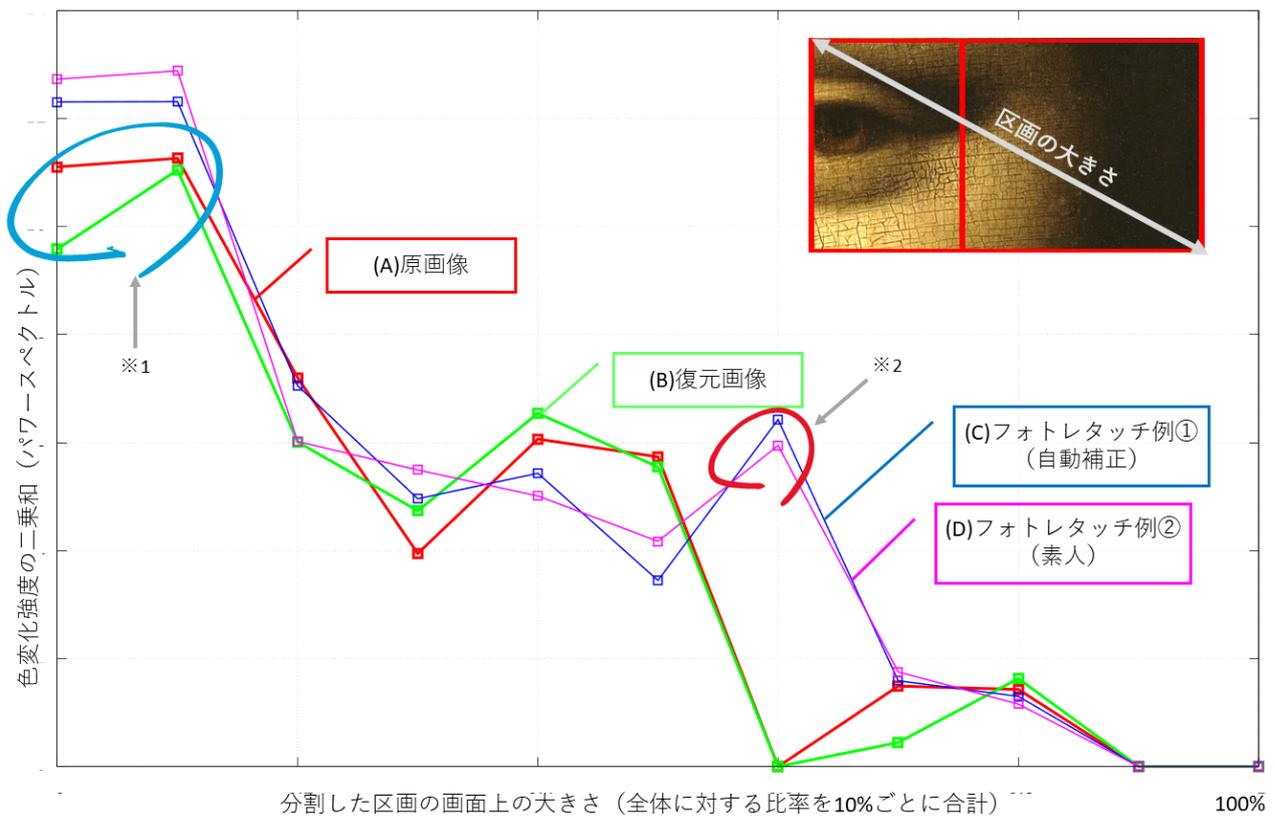


図3. さまざまな絵画画像の重心位置による分割例 (第4段階)



グラフ 1. 色変化強度の部分二乗和の比較

# 数理的ヴァールールを用いた絵画の構造分析

## Analyzing Painting Composition by Computing Valeur of Colors

古澤龍 Ryu Furusawa 東京藝術大学大学院映像研究科映像メディア学専攻  
Department of New Media Studies, Graduate School of Film and New Media, Tokyo University of the Arts

**Keywords** : 色価, 絵画画像, デザイン, 画像処理, 図と地

### 1. はじめに

本論文では絵画の色彩を扱う中で西洋絵画の歴史の中で扱われて来たヴァールール(色価、仏: valeur)という造形概念を数理的に解釈することで絵画のような複雑なイメージが与える印象をピクセル単位で定量化し画面内の任意の構成要素に対しての図と地の数理的判別方法を提案する。具体的には画像内の任意の領域の画面全体に対する面積比より領有ヴァールール比が大きい場合に図、小さい場合は地として判断されると仮定するものである。これにより構成要素の比較などの画面構造の分析を数理的に行うことが可能となった。

### 2. ヴァールールの意味と使われ方

ヴァールールとは西洋絵画の歴史の中で培われてきた造形用語であり、主に画家が絵を描く際に扱う絵具の色の状態を指す。いくつかの美術辞典<sup>1,2,3</sup>に掲載があるが解釈は多岐にわたり、画家<sup>4,5</sup>によっても用法が異なる多義的な言葉である。多義的になる要因は扱う絵画の技法材料、美術史的文脈により適宜、意味が移ろうからであり、西洋美術史における空間技法の変遷と照らし合わせて理解する必要があるためである。

この論文で扱うヴァールールは次のように解釈したものである。画面上の色の諸要素(色相、彩度、明暗度、マチエール、量、等)が画面全体の相互作用により統合的に発揮される絵画空間へ作用する力の度合い。

用法としては画面上の任意の構成要素の色を指し、ヴァールールが強い、弱い、あるいは合う、合わない、といった使い方がされる。画家が画面上のヴァールールが違和感を感じた場合でも、その因子を解明するには、熟練した画家でも困難を極めた。そのためその因子を未開示のまま扱う場合もあり、難解な絵画空間の様相を扱うという意味では便利な言葉でもある。

### 3. 数理的ヴァールールへの考え方

本研究では画面上の色の相互作用により変化するヴァールール多寡を数理的解釈する上で、影響を与える画面上の色の諸要素のうち、マチエールや、光沢—非光沢、透明—不透明色、等の情報を省き、デジタル画像から抽出可能な色の三刺激値に絞り、コントラスト理論の応用として展開したものである。

数理的ヴァールールは量子化されたデジタル画像を構成するピクセル単位で演算する。一つのピクセルのヴァールールをそのピクセル以外の全てのピクセルから受ける影響力の蓄積として捉える。ここでの影響力は、ピクセル間の色差がベースとなり、ピクセル間距離が離れるほど弱まると解釈するものである。

この演算方法は、①知覚に忠実な色空間である CIE  $L^*a^*b^*$ の色差式。②距離が離れるほど影響力が減衰する効果をクーロンの法則(距離の二乗に反比例)③キルシュマンの法則に参照されるような同時対比における誘導領域が広いほど検査領域の対比効果が高まる効果を画像内全てのピクセル間の組合せを総和する手法。これら3つを組み合わせることにより、フラットな塗りで構成されたシンプルな図から、絵画のような複雑な色彩分布を伴う画面構成においても一律に演算することが可能になる。

数理的ヴァールールは大原、柳川と共に議論を重ね開発してきたものである。<sup>6</sup>

### 4. 数理的ヴァールール定量化アルゴリズム

#### 4.1. 絵画のデジタル画像化

本研究では、絵画をデジタル画像データとして取り込み、そのデータをもとにヴァールールを定量化する。(以降の「ヴァールール」は造形用語のヴァールールではなく3章で定義した数理的ヴァールールを指す。) デジタル画像を構成するピクセルは2次元格子状に並んでおり、両方向とも等間隔 $d[mm]$ でサンプリングされているものとする。原点とするピクセル(例えば左上の角)

から格子に沿って XY 座標 (単位はミリメートル) を設定するとピクセル  $p$  の絵画上での位置  $\mathbf{p}$  は

$$\mathbf{p} = (p_x, p_y) \quad [mm] \quad (1)$$

と表される ([ ] は単位)。以下の計算では 2 つのピクセルの距離の二乗を用いるが、これは

$$|\mathbf{p} - \mathbf{q}|^2 = (p_x - q_x)^2 + (p_y - q_y)^2 \quad [mm^2] \quad (2)$$

と表すことができる。各ピクセルの色は CIE  $L^*a^*b^*$  色空間で表現する。2 つのピクセルの色差は CIE DE2000 に従って補正された  $L^*a^*b^*$  空間のユークリッド距離として定義する。ただし以下の計算では、近似的に CIE76 の  $\Delta E^*$  色差式を利用する。

$$\Delta E_{p,q}^* = \sqrt{(L_p^* - L_q^*)^2 + (a_p^* - a_q^*)^2 + (b_p^* - b_q^*)^2} \quad (3)$$

#### 4.2. ヴァルールの計算

ある一対のピクセル  $p, q$  の間に生じるヴァール  $V_{p,q}$  を、次のように定義する。

$$V_{p,q} = \frac{\Delta E_{p,q}^*}{|\mathbf{p} - \mathbf{q}|^2} \times \Delta d^2 \times \Delta d^2 \quad [mm^2] \quad (4)$$

2 つのピクセル間に働く影響力は距離の 2 乗に反比例すると考え、 $\Delta E_{p,q}^*$  を  $|\mathbf{p} - \mathbf{q}|^2$  で除している。そして一対のピクセルから生じるヴァールは、両方のピクセルが代表する微小な面積  $\Delta d^2 [mm^2]$  に比例して絵画全体のヴァールに影響を及ぼすと考え  $\Delta d^2 \times \Delta d^2 [mm^4]$  をかけた値を一対のピクセル間に生じるヴァール  $V_{p,q}$  としている。

絵画全体のヴァール  $V$  は、ピクセル  $p, q$  の相異なる全ての組み合わせについての  $V_{p,q}$  の総和として計算する。

$$V = \sum_{p \neq q} V_{p,q} \quad [mm^2] \quad (5)$$

式(5)で定義したヴァールは、解像度を上げると一定の値に収束する。これは例えば解像度を 2 倍にすると総ピクセル数が 4 倍になるので、式(5)中の総和の組み合わせ数が 16 倍にな

るが、ピクセル間の距離  $d$  は 1/2 になるため、 $\Delta d^4$  の項が 1/16 になって組み合わせ数の増加をキャンセルするからである。ただしデジタルデータの解像度をあげれば当然ヴァールの近似精度も上がるので、解像度によってヴァールの計算値は変化し、サンプリングノイズがない理想的な状況では一定の値に収束する。

#### 4.3. 無次元化したヴァール

式(5)のヴァールの計算には、デジタルデータとともに、元の絵画の実寸の情報が必要になる。例えば 3,000 x 4,000 ピクセルのデジタルデータがあるとして、元の絵画の大きさが 300[mm] x 400[mm] であれば、隣接するピクセル間の距離  $d$  は 0.1[mm] であり、距離の二乗は  $0.1^2 = 0.01[mm^2]$  となる。

そして式(5)で定義したヴァールは解像度にはよらないが、元の絵画の大きさに依存する。例えば一つの絵画を隣接するピクセル間の距離 0.1mm でサンプリングした場合と、その絵画を縦横とも 2 倍に拡大し、隣接するピクセル間の距離 0.2mm でサンプリングした場合を比べてみる。いずれも総ピクセル数は同じであるが、拡大した絵画では各ピクセルの組み合わせにおいて、距離の二乗である分母部分が 4 倍になる。

一方、 $d^4$  の部分は 16 倍になるので、結局ヴァールの値は 4 倍になる。つまり式(5)の定義では、元の絵画を縦横 2 倍ずつ、面積で 4 倍に拡大すると、ヴァールの値も 4 倍になると言える。なお式(5)で定義したヴァールは解像度によらないので、拡大した絵画を元の絵画と同じ解像度でサンプリングした場合でもヴァールの値が 4 倍になることに変わりはない。

このため同じ絵画で拡大縮小によらずヴァールが一定であるようにするには、面積を考慮に入れる必要がある。

ヴァール  $V$  を絵画の面積  $S [mm^2]$  で割った

$$\bar{V} = \frac{V}{S} \quad (6)$$

は絵画の拡大縮小によらず同じヴァールになるので、色の配置だけを論じるのに都合が良い。 $\bar{V}$  は単位がない無次元量であることから、無次元化したヴァールと呼ぶ。

#### 4.4. ヴァールマップ画像の生成

式(5)のヴァールの計算には、画像内全ての組み合わせを演算したものであるが、組み合わせの条件を任意のピクセル  $p_{(i)}$  を含む組み合わせ

に限定することで、ピクセル $p_{(i)}$ が画像全体に与える影響、あるいは画面全体から受け取る影響を定量化することができる。

$$V_{p(i)} = \sum_{q \in \text{image}, q \neq p(i)} V_{p(i),q} \quad [\text{mm}^2] (7)$$

このようにして得たピクセルごとのヴァールールをピクセルヴァールールとする。図2はピクセルヴァールールの配列を正規化してヴァールールマップ画像として生成したものである。このように色彩と位置の構成情報からなる画像の持つ印象をシンプルに表現することが可能となった。



図1. (左). Rembrandt van Rijn <Self-Portrait with Two Circles> 1665-1669. 45×37inc  
 図2. (右) ヴァールールマップ画像

5. 構造分析

ヴァールールマップ画像とオリジナル画像を比較するだけで、大まかな構造は視覚的に理解しやすいが、より詳細に構成要素の関係を判別するのは難しい。この場合は構成要素単位のヴァールールを領有内のピクセルヴァールールを合算することにより求める。

図3の白の部分をもregion $\mathcal{R}$ とした時、region $\mathcal{R}$ のピクセルヴァールールの総和 $V_{\mathcal{R}}$ は以下の式により求められる。

$$V_{\mathcal{R}} = \sum_{p \in \text{region}\mathcal{R}, q \in \text{image}, p \neq q} V_{p,q} \quad [\text{mm}^2] (8)$$



図3. 図1を人物のシルエットとそれ以外で分割した図

領域	相対的色面ヴァールール Vr/Ar	色面ヴァールール比 (Vr)	面積比 (Ar)
人物領域	1.21	55.6%	45.9%
その他	0.81	44.3%	54%

表1. レンブラントの自画像 (図1) の図地分析

この特定の構成要素内ピクセルヴァールールの総和を色面ヴァールールと呼んでいる。このようにして求めた各構成要素の色面ヴァールールは画面全体のヴァールール総和との比を求めることで、その構成要素が画面全体の印象への貢献度を示す指標となる。

この色面ヴァールールは当然ながら構成要素の大きさに比例する。そのため強さの比較をするには不向きである。面積差を解消するために、色面ヴァールール比をその構成要素の面積比で割ることにより相対的色面ヴァールールを求めることができる。

相対的色面ヴァールールは1以上になるのは、面積比よりも大きいことを意味しており、画面の相対的関係性の中で平均よりも強いヴァールールを持ち、「図」としてみえやすい。1以下の要素は平均より弱く、画面上で「地」の要素として判別することができる。

表1は図1のレンブラントの絵画に対して人物のシルエットとそれ以外と構成要素に分割し図地分析したものである。領域の分割は画像編集ソフトを扱い図3の通り分割した。面積比 (Ar) で見ると人物のシルエットは46%とそれ以外の部分よりも小さい値であるが、色面ヴァールール比 (Vr) では逆転しており、相対的色面ヴァールール (Vr/Ar) を1以上の数値を示し「図」と判別される。

また、この図地分析方法をピクセル単位に落とし込むことにより、相対的ピクセルヴァールールの配列を得られる。 $V_{p(i)}$ をピクセル $p_{(i)}$ のピクセルヴァールール、 $n$ を画素数、 $V$ は式(5)により求めた画面全体のヴァールール総和とすると相対的ヴァールール $V'_{p(i)}$ は以下の式により表せる。

$$V'_{p(i)} = \frac{V_{p(i)} \times n}{V} \quad (9)$$

この式により図4のように、図と地の区別が付きやすいヴァールールマップ画像を生成することができる。

図5はマティスの切り絵作品を分析したもの

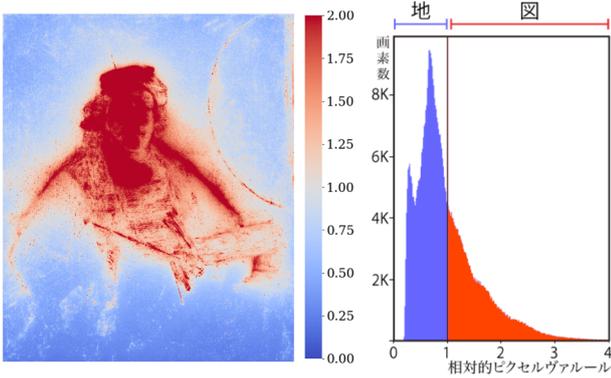


図4. 相対的ヴァールマップ画像とヒストグラム  
 1以上の図の性質の持つ領域は赤、1以下は青色にマッピングしている。ヒストグラム横軸は4以上の値を無視して表示。785 x 651px (17.55ppi,d=1.44mm), 画素数 n=511035, V=334619158

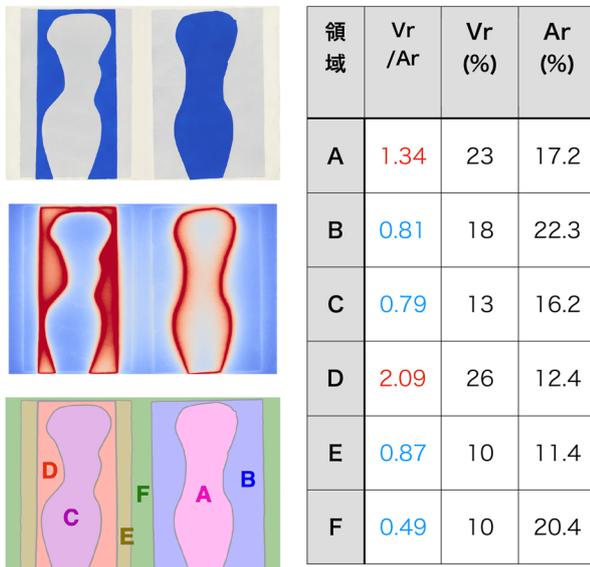


図5. (左上) Henri Matisse < Forms from Jazz> 1947 41 x 58cm、図6. (左中) 相対的ヴァールマップ画像、(図4と同レンジ)、図7. (左下) : 構成要素の分割図 表2. 分析結果 オリジナルの青色領域の Vr/Ar だけが1を超え図として判別できる。

である。このように図地分析だけではなく、要素ごとの強さの比較をすることも可能になる。

7. まとめ

本研究はヴァールという造形概念を数理的に解釈を施し、色と形からなる絵画の分析を目指すものである。数理的ヴァールの応用により、絵画の図地判別を軸とした構造分析手法を提示した。あくまで数理的解釈のため、認知現象である図と地の判別妥当性は他研究との比較検証を要する。

またこの手法では、入力としたデジタルイメージが全ての視覚情報として規程されるが、

実際の絵画鑑賞時の視覚体験では絵画以外の額縁や壁面の色と同時に経験される。特にバーネット・ニューマンや、マーク・ロスコのような巨大な絵画や、ジョセフ・アルバースの正方形礼賛のように相似形態が入れ子構造を持つ作品では、実際の体験において画面の部分と全体を横断しながら経験され、このような絵画の複雑な空間性を記述することは容易ではない。そのような絵画観賞におけるインタラクティブな視覚伝達を記述するために、部分的に切り取ったフレームや、絵画の額縁を含めた画角を入力画像としながら構成要素のヴァールの関係性の変化を調べる手法を検討している。

参考文献

1. Archive Larousse: Dictionnaire de la Peinture - valeur: Larousse.(Accessed 2020 Mar 5). <https://www.larousse.fr/archives/peinture/page/1289#t154717>
2. 世界美術大事典 小学館 1988
3. 新潮世界美術辞典 新潮社 1985
4. 岡鹿之助『油絵のマティエール』美術出版社 1953
5. 二見史郎訳 マティス画家のノート 1978
6. 古澤龍、大原崇嘉、柳川智之 (2017). Valeur の評価の確立, AMC Journal (東京芸術大学芸術情報センター紀要), Vol. 2, 2017
7. 深水義之、長石道博 (2003). 視覚の誘導場の最新研究動向とその応用, 映像情報メディア学会誌, Vol. 57, No. 12
8. 古澤龍 (2019). ヴァール可視化の試み, Loop 映像メディア学 東京藝術大学映像研究科紀要, vol.9,185-220
9. Furusawa,R(2019). Analyzing Painting by Computing Valeur of Colors, Asia Color Association, Vol.5, 301-306

## 実務から取り組んだ色彩教育事例

### An Approach to Color Education from a Practical Point of View

杉山朗子 Akiko Sugiyama 日本カラーデザイン研究所 Nippon Color&Design research institute inc.

**Keywords:** 色彩教育, 実務経験, 学際的・業際的, 地域性, 時代性,

記述ではなくフォーマットを作成したりと、試行錯誤してきた。10年を過ぎ、芸術系の講座は終了となったので、それも含めてまとめてみたい。

#### 1. はじめに

幾つかの分野で色彩及びデザイン企画の実務に携わってきたが、色への関心が高い時代と、無関心になる時代などを経験した。しかしどんな時代でも、どの分野でも色彩は基本に則った計画が有効と感じる。一方で、何のために、何を期待して色を検討しているのか明確でない事案に出会うこともあり、もっと幅広い分野で色彩の効能を知ってほしいと感じることが多い。2019年の日本色彩学会誌「色彩関連授業のシラバス特集」は大変参考になったが、実務面での色彩教育の効果に触れてみたい。

景観色彩分野の市民ワークショップで色をテーマとしたまち歩きをした際に、「色を見る」ことにより、様々な視点を持つことに改めて気づかされた。意識して「色を視る」ということは表面の観察だけではなく、使っている人への理解や使われている背景を考察することにつながりやすい。色は学際的・業際的であるという意味を実感できる結果であった。

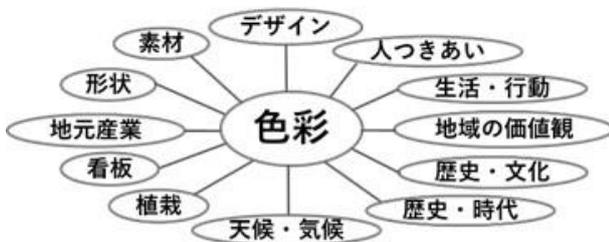


図-1 まち歩きワークショップで挙げられた項目例

芸術系大学でデザイン工学部及び芸術学部の基礎的科目として教える機会を得て、前述の色彩の学際的・業際的をベースとしながら関心を喚起し、各種分野での色彩検討に役立つカリキュラムとしたいと考えた。学生の反応が芳しくない場合もあったが、実習を増やしたり、レポートは自由

#### 2. 色彩教育への取り組みと期待

色彩は近代から取り組んできた総合学習の一つとしての美術教育の中で、小学生から学び、さらに関心のある人々の多い芸術系で「美」の探求の要素として色彩の研究がされている。伝統的な工芸で使われてきた顔料・染料研究や調和論なども多く研究・教育されている。また、家政学部の繊維系、住居系などで講座が設けられている。一方で、建築や土木系の学部では、「色彩学」として独立したカリキュラムが設けられている大学は少ない傾向である。また、建築学部の専門科目での色彩講座で、「地域志向ではない科目」と明記されていた。景観色彩の現地調査を行っている時、地元産出の土や砂、石材などを用いて地域性を感じさせる色の街並みもあるが、広く認識されていないと感じる。また地域おこしなどの際に、広報や販促に色彩を上手に活かすことも考えられるため、その面でも色彩への関心を高めるカリキュラム等の取入れを願うものである。

#### 3. 実務経験からの視点

実務面で色彩に期待されるものは分野によって異なっていると同時に、関心の在り方も様々ではない。例えば、一棟の建築物の色彩検討に色彩の専門家が携わっている事例は少ないが、ニュータウン計画などで複数の会社に関わる場合などは標準色の設定などに色彩の専門家が関わった事例などがみられるなど、求められるものが異なっている事例とあってよいだろう。日常的に使うものであると、多くの人々に支持されるように、マーケティングデータを活用しての計画が求められる。基本として、どの分野でも使う人への影響があり、人から期待される重要な要素である。但し、その期待される面は異なっているのでそれ

ぞれの分野での特徴などを把握しておく必要がある。日本と諸外国での色の使い方が異なっているのは多くの人が認めることであるので、場所性や地域性による違いにも目を向けたい。色の表現・再現性は技術の発展とともに変化しており、それに伴ってその時代時代での対応なども変わってきている。そのような変化にも目を向けたい。

#### 4. 色彩の傾向把握の為に取り入れたい視点

##### (1)ヒトと色彩

嗜好傾向の把握、人の価値観の変化、男女差、年齢差、成長期の状況の差などに着目する。

##### (2)モノと色彩

学科が幅広い分野であるため、それぞれの分野の色彩の使われ方の差異の特徴を確認する。

##### (3)場所と色彩 (地域と色彩)

建設地点や計画地域によって、自然環境の違い、歴史文化の違いで色彩にも差異が出る。ヨーロッパの魅力的なまち並みもテーマパークなどでは人気を博すが、一般のまち中に持ち込むのは難しい。地域に相応しい色彩を考える必要がある。

##### (4)時代と色彩

日本では古くから様々な技術や色を外国から学んで取り入れてきた歴史がある。技術の発展や経済状況で色に対する期待の方向性は変化してきた。また育った時代によって、触れたおもちゃや情報の媒体も異なっているため、色への意識も変化している。例えば製紙会社やインキ製造会社では、70年代までは発色の良さを追求し、高彩度を表現する技術や表面仕上げを研究してきたが80年代以降質感表現が重視され、色は低彩度化などトーン感覚の取入れへと進んだ。このような価値観の変化と色彩の変化といった時代の様相など、計画立案の際に参考になる為、継続して整理しておくことが望ましい。

#### 5. 芸術系大学でのカリキュラム検討

##### (1)学部によるカリキュラムの違い

まずデザイン工学部の選択科目として「色彩学」に取り組んだ。ついで、芸術学部で工芸を中心とした必修基礎科目として「芸術色彩学」も担当した。「芸術」を冠するのはおこがましいのであるが、学部の違いとしてご理解いただきたい。両科目とも、150名前後×2回での実施となった。

##### (2)色彩学と芸術色彩学の差異

色彩学は当初、デザイン工学部の選択科目であった。学科構成は、企画構想、建築・環境デザイン、プロダクト、グラフィック、映像と幅広いため、学際的・業際的である事を考慮し、どの学科の人にも役立つと思われる内容を目指した。

芸術色彩学では、芸術的表現や美的追求に関しては専攻での指導によるものとして、講座としては色彩の基本的理論などの紹介と、基礎的扱い方の習得として、色紙を用いた配色実習を中心とした。日本画、洋画、版画、染色や陶芸といった工芸など専門によって、使用する色材が異なるため、「色紙」という共通の道具を用いての繰り返しワークに重きを置いた。学部の構成でも歴史的研究や文化財保存など、資料研究を中心とするような専攻もあるため、色材の取り扱いの技術力の差異は大きいものと判断した。

講座開始初期には、白生地風呂敷をベースに、材料・手法は自由に作品に取り組む課題を考え、受講生には楽しく参加してもらえたが、生産者の廃業によって素材を用意できなくなったなど、日本の伝統産業の縮小化による影響もあり残念であった。しかし色彩の講座があれば、取組みによっては地場産業などとの協働の可能性もあろう。

##### (3)選択科目と必修科目による参加意欲の差異

選択科目の場合は、色彩に関心のある学生が参加する。専攻する学科に係わらず動機づけがある場合は、熱心に取り組む姿勢がみられる。一時期、全学科必修科目となった際には、単位取得のためだけに選択したと思われる受講生も多く、大教室での講義でもあったため、居眠りやおしゃべりが多くなり。アンケートでもスライド解説がよく聞こえない、面白くないとの意見がみられた。その対策のため、簡単なレポート作成や、質問と回答といった参加型の方法を増やす。説明資料にアニメ番組やアイドルの色の扱い方などを取入れたる等、身近に感じる工夫などをした結果、積極的な意見や提案が増加してきた。実習結果に対してまとめ考察を書くように求めても書込みをしない人が多かったが、書くべき項目の枠など書式を記載した用紙を用意することによって、ほとんどの人がきちんと考察を書くようになった。企業人対象では考えなかった事も、大学生向けでは検討が必要と分かった。

##### (4)他大学参考事例

学習到達目標として参考にしたいのが大同大

東北芸術工科大学 学科構成	
学部	学科
デザイン工学部	コミュニティデザイン、企画構想、建築・環境デザイン、映像
芸術学部	文芸、歴史遺産、文化財保存修復、美術科—総合美術、彫刻、工芸、テキスタイル、版画、日本画、洋画

表-1 東北芸術工科大学各学部学科構成 2019年

項目名	概要	実習等
1 オリエンテーション	色彩学概要 世界の色	レポート作成「色を初めて意識した記憶」
2 色を考える	色の捉え方/伝統色	色名を一人一人挙げて板書
3 色に慣れる	色をシステムでとらえる 色相・明度・彩度	マンセル他各分野カラーシステム 実習/色を見分ける(色紙使用-明度・彩度弁別)
4 色を使いこなす	配色調和理論	配色テクニックに沿った配色作成(色紙使用)
5 色を心理的に捉える	カラーイメージスケール	イメージ配色作成(色紙使用)
6 色彩の時代性	時代の影響/価値観変化と色彩	近代以降の色彩年表確認
7 色彩計画論 1	カラーマーケティング	色彩の調査手法
8 カラーイメージスケールの活用	マーケティングに活用するカラーイメージスケール	色彩計画に心理からの視点を活用
9 ・色彩嗜好	マーケティングに欠かせない色彩嗜好研究	嗜好調査実施 言語から 配色から 結果比較考察レポート作成
10 色彩計画論 2	建築・土木と色彩 景観色彩計画 地域色の調査方法	配色構成(色紙使用) 「自分の育った地域の魅力」
11 色彩計画論 3	分野別ポイント プロダクト分野 インテリア分野	モノの色 使用機能としての色彩/使う人からの検討/生活スタイル変化と色
12 色彩計画論 4	コミュニケーション 分野/映像 グラフィック他 配色の効果	コンセプトと色彩
13 ユニバーサルデザインと色彩	安心のコミュニケーション	多くの人に見やすい色彩
14 最終課題「贈る」	各自展示発表 お互いに投票 講評	立体作品作成&A4・2枚 1.コンセプトまとめ 2.デザインのポイント アイデアスケッチ 現物の写真等
15 試験アンケート	簡単な色彩用語の確認	筆記試験、配色作成あり

表-2 色彩学シラバス概要

内容	概要	実習等
1 オリエンテーション	色彩の捉え方概要 各国の色 時代と色の変化	レポート作成 「色使いで好きなアーティスト等」具体的に
2 海外の色	古代染色コプト他 欧米、アジア 韓国、中国	
3 日本の色 -歴史の色、 現在の生活の色を知る	雅の色、各地の友禅 京都・加賀・江戸・名古屋 江戸の色 明治・大正の色	知っている色名を5分で書き出す
4 カラーシステム	色の捉え方の整理 マンセル、JIS色票 ヒュー&トーンシステム	色名に近似の色紙を探し 全員で結果確認
5 カラーライブラリー	好きな作品・広告・柄等の配色研究	カラースキム作成 (色紙使用、面積、配置の作成、特徴整理)
6 配色テクニック	基本の配色テクニック	配色作成(色紙使用)
7 イメージによる5色配色	はなやかイメージ 形容詞4語	5色配色作成(色紙使用)
8 同上	おだやかイメージ 形容詞4語	5色配色作成(色紙使用)
9 同上	さわやかイメージ 形容詞4語	5色配色作成(色紙使用)
10 人と色	嗜好診断 嗜好の研究事例	単色10色 180語によるデータベース イメージ調査実施
11 時代と色	アールヌーボー アールデコ等 日本の50~60年代の色彩(戦後の色彩)	最終課題説明 色紙を用いた配色構成 「ニホンあるいは和の魅力」
12 風土と色	風土と色彩	レポート作成 「残したい地域の色」 市町村レベルで考える
13 イメージ配色 結果発表講評 カラーイメージスケール	イメージ配色 結果発表講評 カラーイメージスケールで解説	カラーライブラリー作品 スライドにて講評
14 生活の中の色 各分野の慣用色	インテリア プロダクト ファッション グラフィック	
15 配色発表・講評	発表・投票・講評	ニホンあるいは和の魅力

表-3 芸術色彩学シラバス概要

工学部建築学科「色彩論」で、工学系での取り組みで総合性を重んじた結果とみられる。内容は [1] 色彩の基礎知識を説明できる [2] 色彩効果が理解できる [3] 色彩の歴史が理解できる [4] 身の回りの色彩に対する考察ができる [5] カラーマーケティングの視点が持てる、である。

## 6. 実習内容のポイント

### (1)色を見分ける能力-意識して見る、から

色を扱う業務では色を見分ける能力は必須である。山岸ら<sup>2)</sup>も重視してその研修方法を提案していた。実務では、現場・現地・現物での3現チェックということを推奨している。初日のレポートで「はじめて色を意識した時の記憶」を書くことによって、「意識して見る」ことを推奨、130色の簡単なシステムで身の回りの色の測色実習を取り入れている。同一色相を用いた明度彩度の見分けの実習も行ない、色を見る体験によるカラーシステムへの意識付けを目指している。色数が充実した色見本に触れる機会があればなおよい。

### (2)色紙使用の効果

専門が多岐にわたっているため色材の扱いの得手不得手が最終評価に影響することを避けるためにも色紙を用いた実習を取り入れた。素早く簡便に扱えるメリットは大きい。繰り返し行うことによって色の扱い方を習得できる。これは市民参加型のワークショップでも同様である。一般的に色に関して話したり説明したりするのは、困難である。色名も知っているレベルは異なる。色紙を選んだり、色紙を組み合わせたりの提案などに置き換えると色彩の知識やデザインへの理解が少ない人でも意見をまとめやすい。

### (3)配色実習への取組み

基本的な配色では2~3色配色を用いている。芸術色彩学では形容詞による5色配色を連続する3回で取り入れたが、創造性、独自性を重視する学生の反応は興味深かった。もともと持っているデータの検証としての位置付けも持たせている。



図-2 投票上位例 2016 左 楽しい 右 奥ゆかしい



図-3 投票上位例 2017 左 楽しい 右 奥ゆかしい

形容詞をもとに、5色で配色作成→展示→投票→集計→提出→後日集計結果まとめ発表及び講評の手順である。図-2,3は2016年と2017年の

投票結果上位である。同じ形容詞に対して、近似の配色を選出している傾向がわかる。アンケートによると、自信があったのに投票数が伸びず疑問に思ったが、形容詞をよく検討して作成したら評価に変化が見られた、5色それぞれの見え方に配慮すると効果があった、という意見があった。3回連続では飽きが心配であったが、自分なりの工夫で結果の比較を行うなど熱心な参加を得た。その他テーマ別配色構成、好きなイラストや作品のカラースキム作成など芸術学部向けで実施してきたが、2019年受講後、配色実習への希望が最も多かった為、今後は色彩学でも組込んでいきたい。

#### (4) カラーイメージスケールの活用

結果の取りまとめ、色彩データの読取りには、カラーイメージスケールを用い、一覧比較すると、わかりやすい。嗜好調査の結果の考察の際にイメージスケールを図示した書式を用意した。それまで2~3行の感想程度の記述しかなかったのだが、この書式では受講生のほとんどが枠からはみ出さんばかりの考察・感想を記述するようになった。色彩と心理に関心を持つ学生も多いが、この書式では心理への言及も見られるようになった。

色彩の基礎的知識を学んだことのない市民でも、まち歩きなどの写真を、色から見たイメージポジションに置くことによって、色を通して考察・解説する事が出来、それに続く討議・企画がたやすくなるといえる。



図-6 まちの写真のスケール分析とまとめ例

#### (5) 実務に活かす視点を踏まえた配色論解説

景観分野では2004年景観法公布後マンセル値の使用が一般的になり、色彩への理解は広まった。しかし実際の検討経緯を見ると配色論重視や調和や美感などの数値的追求が多い。地域の目指

す像と色彩の関連等は討議されていない。また、具体的な色によって見え方が異なり理論に沿わない場合など、実地で検討が必要となる場合もある。色の持つ意味や使う目的など、多角的視点で解説したい。

#### (6) 色名と時代

受講後のアンケートでは、日本の伝統色への関心が高い。参加型で色名を順番に挙げる、5分でできるだけ多くの色名を書き出す、色名に対応する色紙を選ぶ等も行っている。洋画、日本画の顔料名等、分野別の違いを確認できる効果もある。但し、カーキとオリーブに近い色をカラーコピーで示し、色名や形容詞などで説明をする課題では、両者を混在させ、深い、暗いといった用語もきちんと使えていなかった。昭和7年の色彩教育用クレヨンの色名にカーキ色があり<sup>3)</sup>、江戸時代には黄みや茶系の色名が数多くあったが、現代ではなじみが薄いようだ。上村<sup>4)</sup>が昭和18年「日本色名大鑑」の緒言で語った、「日本の真の色がわからなくなってしまうことを憂う」との言葉は、現代でも通じるであろう。色名は時代性も感じる興味深いテーマであるため、きちんと伝える方法を、他の研究事例を参考に工夫したい。

#### 7. まとめ

第二次大戦後、色彩への関心が高まって、70-80年代には様々な色彩関連書籍が出版された<sup>3)</sup>。現在は、配色集も多く、色名やマンセル数値・RGB値も簡単にネット検索できるなど、急激に色彩に触れる機会が多くなっている。しかし、作品の色使いへの講評やファッションの色使いを知りたいなど、要望される。数値やモニター上だけでなく「具体的な」色に触れることがより重要な時代になってきていると思われる。楽しく色に関心を持ってもらう機会づくりといった内容も存在意義はありそうである。工夫を続けたい。

#### 参考文献

- 1) 山岸未沙子他「明度差に注目した色彩教育手法の開発」日本感性工学会論文誌 Vol. 11 pp249-254 (92012)
- 2) 大同大学工学部建築学科「色彩論」シラバス 2019年
- 3) 宮崎集「色彩教育を省みて」心理学評論 1985vol. 28No1. 8-18
- 4) 上村六郎, 山崎勝弘「日本色名大鑑」甲鳥書林 1943

# 照明光色とリップカラーの組み合わせが化粧肌の見えに与える影響 Effects of Combination of Light Color and Lip Color on Appearance of Cosmetic Skin

芝 菜々子 Nanako Shiba 同志社女子大学 Doshisha Women's College of Liberal Arts  
奥田 柴乃 Shino Okuda 同志社女子大学 Doshisha Women's College of Liberal Arts  
駒井 香里 Kaori Komai 同志社女子大学 Doshisha Women's College of Liberal Arts  
岡嶋 克典 Katsunori Okajima 横浜国立大学 Yokohama National University

**Keywords:** 化粧肌, LED 照明, リップカラー

者は同志社女子大学住生活学研究室に所属する 20 代の女性 15 名とした。

## 1. はじめに

現代の女性にとって、化粧はファッションの一部であり、個人の趣向等により様々なリップカラーが使用されている。しかし、照明光色やリップカラーの違いにより、化粧肌の見えは異なると予想される。先行研究では、20 代の日本人女性の好ましい化粧肌はやや赤みのある自然な肌の色であること[1]、メイクイメージにより好ましい照明光が異なること[2]が明らかとなっている。そこで本研究では、リップカラーに着目し、LED 照明条件の違いが化粧肌の見えの好ましさにもどのように影響しているのかを明らかにすることを目的として、主観評価実験を実施した。

## 2. 実験

本実験に先立ち、色の見えや印象を調査するための予備実験を行い、リップカラー条件として高彩度の赤(rd\_1)、中彩度の赤(rd\_2)、低彩度のオレンジ(or\_1)、中彩度のオレンジ(or\_2)、低彩度のピンク(pk\_1)、高彩度のピンク(pk\_2)の6色を選定した。表1にリップカラーの色度値を示す。これらの6種のリップカラーを施した20代女性の顔をD65光源下で、二次元分光放射計[SR-5000]を用いて測定した。次に照明条件としてCIEで規定されている[3]標準イルミネラントのA及び、D65、補助イルミネラントのD50、LED照明条件のB1及び、B2、B3、B4、B5、BH1、LED-V1、LED-V2、RGB1の12条件を設定し、これらの照明光により照射された顔のシミュレート画像を生成した。表2に照明条件の相関色温度(CCT)及びDuvを、図2にリップカラー条件がrd\_1の場合の全シミュレート画像を示す。実験は、図3に示す暗室空間で実施した。机上にモニターが設置された暗室内に実験参加者を着座させ、評価対象人物の化粧された顔の画像の下半分を実物大で提示し、「自然さ」「品性」「活気」及びそれらを踏まえた総合評価としての「好ましさ」の4項目について、-10から+10の数値尺度で口角横の下頬部を評価させた。実験参加

表1 リップカラーの色度値

データ名	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	$h$
rd_1	58.17	50.30	21.77	54.80	91.23
rd_2	55.94	43.36	15.95	46.20	88.32
or_1	61.72	29.78	15.88	33.75	103.57
or_2	52.38	34.48	20.52	40.13	170.14
pk_1	58.21	43.61	12.86	45.47	73.17
pk_2	57.31	51.81	8.84	52.56	89.28

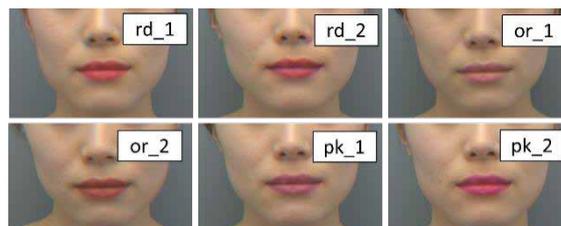


図1 全リップカラー (D65 光源下)

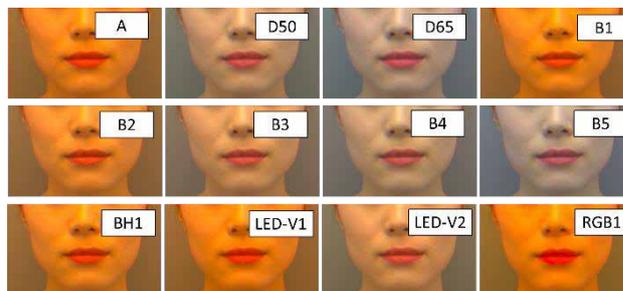


図2 全照明条件の顔画像(rd\_1)

表2 照明条件の色温度(CCT)及びDuv

	CCT	Duv
A	2855	0.000
D50	5001	0.003
D65	6503	0.003
B1	2733	-0.001
B2	2998	-0.001
B3	4102	-0.001
B4	5109	0.000
B5	6597	0.001
BH1	2851	0.000
LED-V1	2724	-0.002
LED-V2	4069	0.001
RGB1	2840	0.004

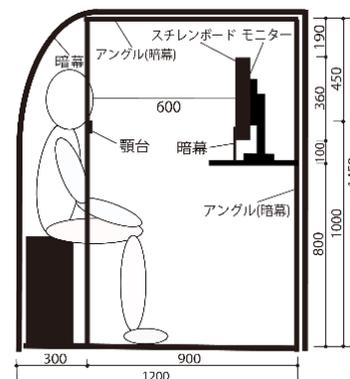


図3 実験空間(断面図)

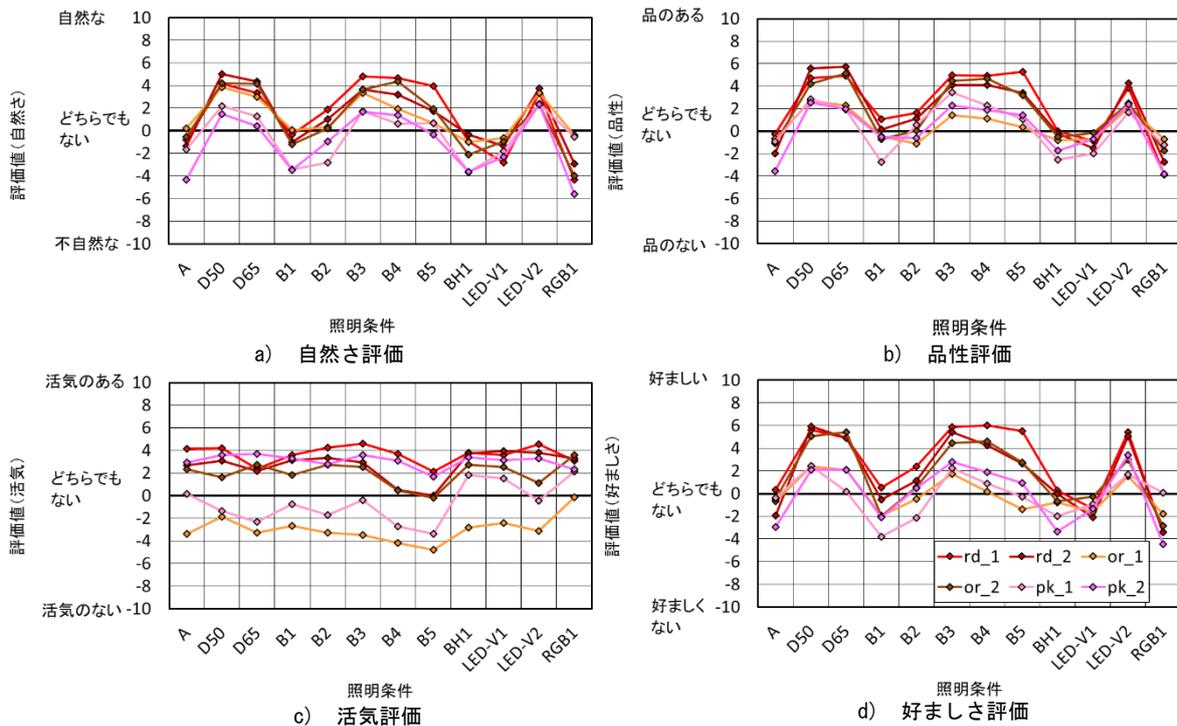


図4 各照明条件下における評価結果(平均値)

### 3. 結果

#### 3.1 照明条件の違いが化粧肌の見えに与える影響

IBMの統計解析ソフトSPSSにより二元配置分散分析を行った結果、自然さ、品性、活気評価では照明条件、リップカラー条件ともに有意差が見られたが( $P < 0.005$ )、交互作用では有意差は見られなかった( $P > 0.05$ )。また、好ましさ評価では照明条件、リップカラー条件ともに有意差が見られ( $P < 0.005$ )、交互作用では有意差が見られた( $P < 0.005$ )。

図4に全照明条件下における「自然さ」「品性」「活気」「好ましさ」の各評価項目の結果を、被験者15名の評価の平均値で示す。自然さ、品性評価では、いずれのリップカラー条件でもD50, D65, B3, B4, B5, LED-V2の照明条件のとき比較的评价が高く、A, B1, B2, BH1, LED-V1, RGB1の照明条件のとき比較的评价が低かった。活気評価ではrd\_1, pk\_2のリップカラー条件のときいずれの照明条件でも、高い評価が得られた。or\_1, pk\_1のリップカラー条件のとき、RGB1の照明条件で評価が最も高く、B5照明条件で評価が最も低かった。好ましさ評価ではrd\_1, rd\_2, or\_2, pk\_2のリップカラー条件のときD50, D65, B3, B4, B5, LED-V2の照明条件で評価が高く、A, B1, B2, BH1, LED-V1, RGB1の照明条件で評価が低かった。or\_1, pk\_1のときD50, D65, B3, LED-V2の照明条件で評価が高く、A, B1, B2, BH1, LED-V1, RGB1の照明条件で評価が低かった。

#### 3.2 肌の見えの好ましさと各評価項目との関係

「好ましさ」を目的変数、「自然さ」「品性」「活気」

を説明変数として、重回帰分析を行った。その結果、好ましさ評価を自然さ評価、品性評価、活気評価の3項目で評価できることが示された。また、標準化係数は自然さが0.563、品性が0.324、活気が0.171であり、好ましさ評価に対して自然さ評価が最も影響していることが明らかとなった。

### 4. おわりに

本研究では、リップカラーに着目してLED照明条件の違いが化粧肌の見えの好ましさを与える影響を明らかにすることを目的に、主観評価実験を行った。その結果、いずれのリップカラー条件でも色温度が約4000K~6500Kの照明条件が好ましく、高彩度及び中彩度のリップカラーは、低彩度のリップカラーより好ましく見えることが明らかとなった。

#### 【謝辞】

本研究はJSPS科研費17H01947の助成を受けたものである。また本実験で使用した画像の生成において、横浜国立大学の永田雅人氏に協力を得た。ここに記して謝意を表します。

#### 【参考文献】

- 1) 谷川 由佳, 駒井 香里, 奥田 紫乃, 岡嶋 克典: 好ましい化粧肌の色に関する研究—20代日本人女性を対象として—, 日本色彩学会第47回全国大会(名古屋), 2016
- 2) 近藤 実咲, 奥田 紫乃, 岡嶋 克典: LED照明の光色とメイクイメージが顔の見えに与える影響, 平成30年度照明学会全国大会, 2018
- 3) CIE015: 2018, Technical Report, Colorimetry, 4th Edition

# 肌透明感評価方法の確立に向けて

## To establish an evaluation method for skin clarity

土岐 珠未 Tamami Toki 第一三共ヘルスケア株式会社 研究開発部 Daiichi Sankyo Healthcare Co., Ltd.  
田淵 拓也 Takuya Tabuchi 第一三共ヘルスケア株式会社 研究開発部 Daiichi Sankyo Healthcare Co., Ltd.  
辻 恵子 Keiko Tsuji 第一三共ヘルスケア株式会社 研究開発部 Daiichi Sankyo Healthcare Co., Ltd.  
山口 智彦 Tomohiko Yamaguchi 第一三共ヘルスケア株式会社 研究開発部 Daiichi Sankyo Healthcare Co., Ltd.

**Keywords:** 透明感, 肌, 評価方法, 画像解析.

### 1. はじめに

女性が憧れる肌質の重要な要素の一つに「透明感」が挙げられる。透明感のある肌は、「皮膚がくもりなく透き通ったように見える状態」と定義されているが<sup>1)</sup>、共通した測定方法や評価基準は明確にされていない。そのような理由から、「肌の透明感」については様々な研究がなされており、例えば、透明感への寄与率が高い皮膚生理学的特性は、キメの間隔および深さ、角質水分量、メラニン量、ヘモグロビン量の5項目であるなどの報告がなされている<sup>2)</sup>が、どの要素が最も人の感覚に紐付いているかについては一概に表現できず、依然として官能評価などの主観的な評価が主となっている。しかしながら、評価する側の年齢によって「透明感のある肌」を判断する皮膚の生理特性が異なるなどの報告もなされていることから<sup>3)</sup>、評価者の年齢層や人数によって、評価結果がばらつく可能性を排除し切れなため、幅広い年齢層の感覚を反映した客観的な評価系の開発が求められている。

そこで本研究では、「一般女性が感じる透明感のある肌」という点に重きを置き、肌の画像解析を用いて、肌透明感の官能評価との関係性を解析することで、人が感じる透明感を客観的に評価できる評価手法の構築を試みた。

### 2. 方法

目視による評価を行う際、顔全体から得る様々な情報を排除し、評価対象の肌のみに着目できるよう、顔全体から一部分のみを切り取った肌画像を用いて検討した。はじめに、照明条件ならびに被写体との距離を同一にし、20代~50代のモデルの洗顔後の正面顔写真を撮影した。次に写真の両頬部分より所定のサイズ(1.5×1cm:640×480

pixel)を切り取った肌画像を全19枚作成した。評価部位に関しては、先行研究<sup>3)</sup>より、“人の肌を評価する際にはほとんどの評価項目で頬部に注視が見られ、「透明感」に関しても頬部に注視していた”という考え<sup>4)</sup>を参考にした。

#### 2.1 目視による肌透明感評価

20代~50代の一般評価者の女性80名により、全ての肌画像に対して透明感の目視評価スコアを付与した。評定者から肌画像までの距離はインターパーソナルディスタンスの考え<sup>5)</sup>を取り入れ、人と会話する距離として100cmとし、また、評価方法としては、二つの肌画像を比べて一方の肌画像の透明感がどの程度かを評価する「一対比較法」を用いた。評価者は液晶ディスプレイ上に表示された肌画像の「透明感」について7段階(+3:かなり感じる~3:かなり感じない)として評価した。

#### 2.2 皮膚色・色ムラの測定

肌画像を用い、画像処理用ソフトウェア(Adobe社製 Photoshop ver.19.1.7)にてsRGB値の輝度とその標準偏差(SD)を取得した。次に、L\*a\*b\*値に変換し、画像中のLab平均値ならびに標準偏差(SD)を取得した。

### 3. 結果および考察

#### 3.1 肌透明感における輝度の影響

肌画像から得られた皮膚色・色ムラの数値(L\*値・a\*値・b\*値・輝度の平均値および標準偏差(SD))と透明感の目視評価スコアの個々の相関性を解析すると、輝度の平均値とスコアに極めて高い相関性が確認された(Fig-1)。

輝度と透明感の関係性については、既に報告がなされている通り<sup>6)</sup>、肌の平均輝度が高いほど肌の透明感は高く知覚されることを示しており、一般女性の評価においても、輝度は透明感と高い相

関性があることが示された。

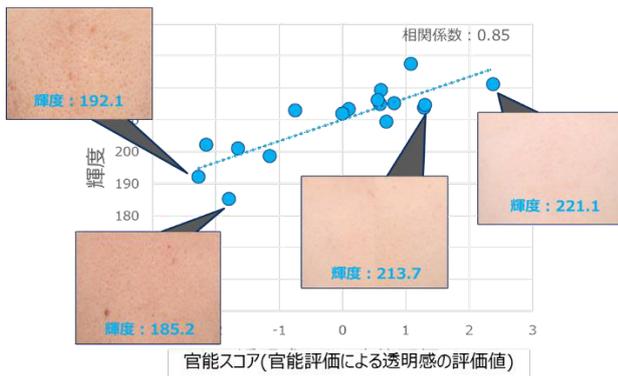


Fig-1 目視評価スコア（横軸）と肌画像の輝度の  
平均値（縦軸）（ $r=0.85$ ）

### 3.2 重回帰分析による評価式の構築

肌画像から得られた色情報を透明感に対して重回帰分析し、「輝度（平均値）」と「 $b^*$ 値（SD）」を説明変数として抽出した。その結果、目視による透明感スコアを極めて高い精度で再現できる計算式を構築することが出来た (Fig-2)。

$$\text{透明感スコア} = \alpha * \text{輝度平均値} - \beta * b^* \text{値} SD + \gamma$$

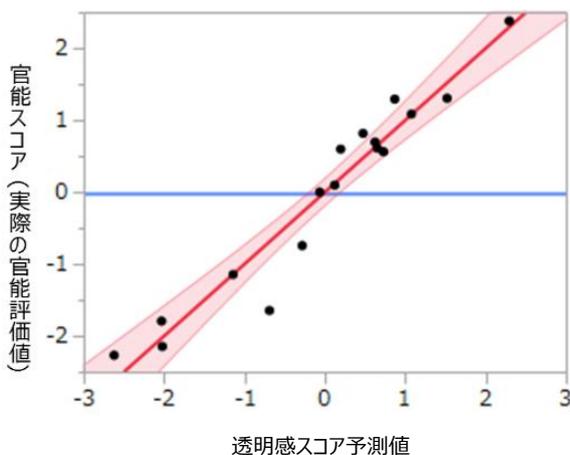


Fig-2 透明感スコアの指標化結果（横軸）と実  
際の目視評価スコア結果（縦軸）の相関性  
(RMSE=0.3662、 $R^2=0.94$ 、 $P$  値<0.001)

以上より、平均輝度が高い程、肌の透明感が高く知覚されるという上述した既知の知見に加え、さらに、 $b^*$ 値の標準偏差 (SD) が小さいほど、より透明感を高く認知することが明らかになった。

## 4. まとめ

これまでの結果から、本研究では、輝度が高いこと、さらに  $b^*$  値の SD が小さいことが、人の目で見た肌の透明感に大きな影響を与えているとの結論に至った。 $b^*$  値の SD は、色ムラと解釈できることから、人が感じる「透明感のある肌」とは、輝度が高く、色ムラが小さい肌であることと結論付けることが出来た。

構築した手法を用いることで、今までは主観的にしか評価できなかった「透明感」を客観的な数値に当てはめて評価することが出来るようになった。今後はこれらの因子に着目することにより、透明感が向上することを目的としたスキンケア製品の開発に繋げていきたいと考えている。

以上

## 参考文献

- 1) 日本化粧品工業連合会, 粧工連技術資料, 107, 144 (2000)
- 2) 舛田 勇二, 國澤 直美, 高橋 元次, 粧工技誌, 39, 201-208 (2005)
- 3) 征矢 智美, 野村 美佳, 林 照次, 長谷川 敬, 粧工技誌, 38, 115-124 (2004)
- 4) 小林 紀子, 臼井 俊博, 新井 清一, 福田 忠彦, 粧工技誌, 36, 36-44 (2002)
- 5) E.T. ホール (日高敏隆, 佐藤信行 訳), かくれた次元, みすず書房, p.1996 (1970)
- 6) 西牟田 大, 五十嵐 崇訓, 岡嶋 克典, 映像メディア学会誌, 68, J543-J545 (2014)

# 在宅介護の照明環境：夜間の気管吸引作業に必要な照度の検討

## Lighting environment of home medical care:

## The necessary illuminance for tracheal suction during the night

西谷美智子 Michiko Nishitani

大阪市立大学大学院 Osaka City University

酒井英樹 Hideki Sakai

大阪市立大学大学院 Osaka City University

**Keywords:** 在宅介護, 低照度環境, 気管吸引, 色の識別

### 1. はじめに

近年、医療的ケア児は増加傾向にある。医療的ケア児とは、気管吸引や経管栄養、人工呼吸器使用などの医療的ケアを日常的に必要とする児童のことをいい、このようなケアは24時間必要とされる。医療的ケア児が在宅で療養する場合、訪問看護などを受けながらも、家族も医療処置を伴う介護を担う。家族の負担は大きく、特に、夜間の介護による日常的な睡眠中断はストレスとなる。実際に夜間の医療的ケアを行っている家庭では、ケアの度に室内全体を照らす天井照明をつけ、家族の睡眠も妨げられていた<sup>1)</sup>。

そこで、本研究は、介護する家族の視点から夜間の医療的ケアを安全に行いつつ、できるだけ睡眠を妨げない照明環境を検討することを目的として、気管吸引について、低照度環境での作業性評価を行った。

### 2. 実験方法

気管吸引の一連の動作は、手洗い、チューブと吸引器の準備、挿管して吸引、表情や顔色の確認、チューブと手指の衛生、となる。このうち、照度の影響が大きいと思われる、顔色確認とチューブ挿管という2つを模擬作業とした。模擬作業は、スチール製の骨組みを板(N5)で覆い天井面に光源(電球色LED,  $T_{cp}=3000\text{ K}$ ,  $R_a=90$ )を設置したブース内で行った(図1)。

200 lxに設定された実験室内で、被験者に実験

方法等について説明し、同意を得た。その後、室内は消灯し、作業ブース内の照度を順次設定値となるよう減少させていった。ブース底面の水平面照度は、200 lx, 50 lx, 12 lx, 6 lx, 3 lxの5水準とし、各照度において3分間の順応の後、立体視検査、視力検査、色の識別、チューブ挿入作業、作業の難易度評価を行った。被験者は介護経験がない19歳~25歳の女子学生11名である。

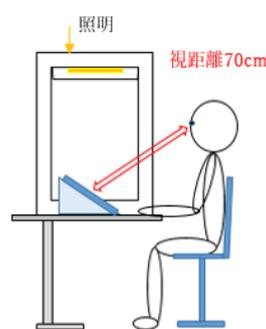


図1. 実験ブースと被験者



図2. 色の識別



図3. チューブ挿入作業

#### 2.1 立体視検査・視力検査

立体視検査は、200 lx時のみフリスピーステレオテストを用いて行った。視力検査は各照度において両眼視にて、視距離70 cm用の視力検査表を用いて小数視力を測定し(矯正視力含む)、logMAR値に換算した。

#### 2.2 色の識別

気管吸引では低酸素血症を生じやすくモニターで血中酸素飽和度を確認するとともに、チアノー

ぜ(還元ヘモグロビンが増加して顔や唇の色が白っぽくなったり, 暗い色になる)を起こしていないか顔色を確認することが, 安全な吸引作業のために重要である. そこで, 頬(5YR 7/4)と唇(7.5R 6/4)の色を想定したJIS管理色票を, 明度 $\pm 1$ の色票とともに提示し(3枚中, 2枚は想定色, 1枚は明度が $\pm 1$ 異なるものを混ぜて提示し), 3枚のうちどれが明るい, 暗いかを回答させた(図2).

### 2.3 チューブ挿入作業

気管切開を行っている医療的ケア児では, 吸引チューブを気管カニューレ(切開部から気管内に挿入した管)に通して数時間ごとに痰を吸引する必要がある. 実験では, 外径8 Fr (2.67 mm)の吸引チューブを使用し, 挿入口として内径6.5 mmと5.0 mmの穴をそれぞれ3つずつ空けた箱(図3)に連続して挿入する作業を行わせた.

気管吸引では吸引チューブの先端は清潔を保つ必要があり, 挿入前にカニューレの内側以外に触れてはならない. 実験では, 被験者には利き手でチューブを持ち, 先端が周辺に触れないように穴に通すよう指示した. 触れてしまった場合は, エラーとして最初からやりなおすことを求めた.

### 2.4 挿入作業の難易度評価

チューブ挿入作業の難易度を, 非常に簡単(-3), かなり簡単(-2), やや簡単(-1), 普通(0), やや難しい(+1), かなり難しい(+2), 非常に難しい(+3)の7段階で評価させた.

## 3. 実験結果

各照度水準のlogMAR値, 作業時間, 作業のエラー回数, 作業の難易度について, 11名の平均値の照度ごとの差異を検討するために, 分散分析を行った. なお, 立体視能力は全員が持ち合わせていた.

照度低下に伴いlogMAR値は増加しており(図4)これは視力の低下を意味する. 50 lxから12 lxへの変更時に有意に( $p < 0.05$ )logMAR値は増加し,

その後も増加した(200 lx=50 lx < 12 lx=6 lx, 12 lx < 3 lx, 6 lx=3 lx). 色の識別では, すべての被験者が最低照度の3 lxでも間違いなく回答した. 実験後の感想でも「色の識別は低照度でも困難を感じなかった」という被験者が複数いた. 照度3 lxは明所視環境であり, 適切に暗順応した状態であれば, マンセル明度1程度の色の違いは明確に判断できた. 一方, チューブ挿入作業では照度低下に伴い作業時間が延長する傾向がみられた. 特に, 6.5 mmの穴では50 lxと3 lx, 12 lxと3 lxの間に有意差( $p < 0.05$ )があった(図5). 一方5.0 mmの穴では各照度間に有意差はなかったが, これは高照度の200 lxにおいても作業が難しく, 照度の影響が現れにくかった為と思われる. 次に, 作業のエラー回数は, 照度低下に伴い増加する者や, 照度に関わらず回数を重ねて慣れが生じ, エラーが減る者など, 個人差が大きく一定の傾向はみられなかった. 最後に, 難易度評価では, 6.5 mmの穴では各照度間で有意差はなかった. 5.0 mmの穴では6 lx, 3 lxで難易度が上がり50 lxと6 lxの間に有意差( $p < 0.05$ )がみられた.

以上, 気管吸引を模した作業について3 lxまでの低照度環境において, 作業可能性の評価を行った. 今後, 本研究で得られた知見を元に, 夜間の気管吸引作業に必要な照度の提案を行いたい.

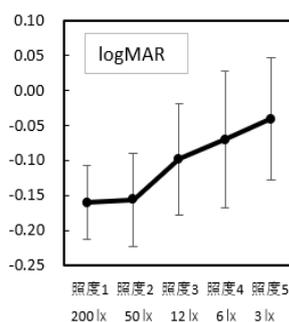


図4. logMAR値

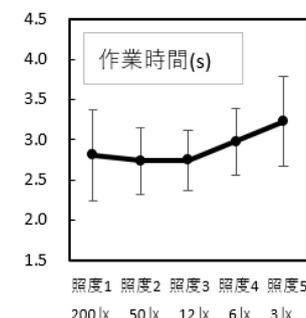


図5. 作業時間(6.5 mm穴)

## 参考文献

- 1) 西谷美智子: 在宅介護の照明環境について考えるーあかりバンクの活動紹介. OTジャーナル 53: 1402-1403, 2019

## VR空間を用いた印象評価実験による

### 居室の目的に適した壁紙の色と模様に関する研究

#### Impression evaluation experiment on wallpaper color and pattern using VR

阿部楓子	Fuko Abe	筑波大学芸術専門学群	School of Art and Design, University of Tsukuba
庄 怡	Yi Zuang	上海工程技術大学	School of Art and Design, Shanghai University of Engineering Science
玉置淳	Jun Tamaoki	桑沢デザイン研究所	Faculty of Kuwasawa Design School
山本早里	Sari Yamamoto	筑波大学芸術系	Faculty of Art and Design, University of Tsukuba

**Keywords:** インテリア, 壁紙, 色, 模様, VR.

#### 1. はじめに

壁紙は室内空間を占める割合が多く、空間の中で重要な要素の一つである。現状は、日本では無地で白に近い色の壁紙が使われていることが多い。けれども、君島ら (2012)<sup>1)</sup>によると、壁紙について常に満足度が高いとは言えず、消費者の需要は十分に反映されていない。また、楨ら (2001)<sup>2)</sup>はオフィスの室内模型を用いて構成色と印象の関連を考察した。しかし、壁紙自体の色数が多いものや、模様のパターンの面からは述べていない。大森ら (2002)<sup>3)</sup>は色彩刺激に対する心理評価と生理反応の実験を行った結果、色彩刺激面積の大きさによって生理的・心理的な反応が異なることを示しているが、壁紙に適用できる実験ではなかった。

我々 (2019)<sup>4)</sup>は、壁紙を室内空間の雰囲気にあつたものにするために、壁紙の色と模様の形を変数として作成した実験刺激を用いて、室内空間についての印象評価実験を行った。その結果、大人っぽいイメージには無彩色や植物の形の模様が、親しみやすいイメージにはY系や円の形の模様の方がふさわしいことなどを明らかにした。しかし、勉強などに集中したい時にふさわしい壁紙や、模様の大きさについて未検討であった。そこで、本研究では、居室の目的に適した壁紙の色及び模様の大きさを明らかにすることを目的とし、模様の大きさを変数に加えて実験を行った。また、より現実味のある実験をするべく、刺激提示にVR (バーチャルリアリティ) 空間を用いた。

#### 2. 壁紙の色と模様の形・大きさによる室内空間の雰囲気に関する実験

##### (1) 実験概要

壁紙を室内空間の雰囲気にあつたものにするた

めに、壁紙の模様の形・大きさ・色の違いによって与える印象の違いを明らかにする。その方法として、自作のデザインを用いて作成した実験刺激をVRによって提示し、印象評価実験を行う。

##### (2) VRを用いた刺激提示

より精度の高い実験結果を得るために、現実味のある刺激を作成するべく、没入感のあるVRを用いた。具体的には、自作したデザインの壁紙を用いて約360cm四方 (約8畳) で天井高が240cmの室内空間のシミュレーションを作成し、それを実験刺激とした (図1, 2)。刺激作成にはSTYLY (クラウド型のクリエイティブプラットフォーム) を利用した。使用したHMD (ヘッドマウントディスプレイ) はOculus rift sで、PC接続型のHMDである。

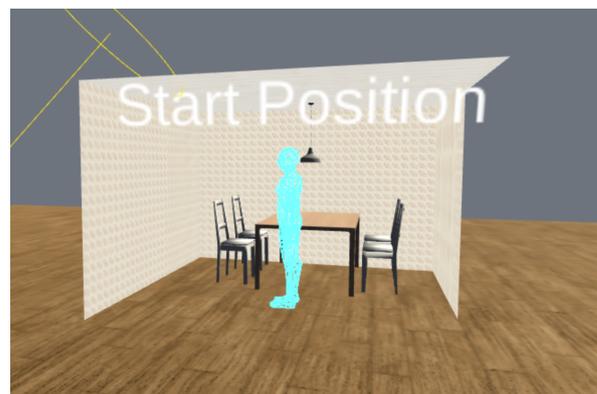


図1 実験刺激全体像 (撮影のため前面の壁は取り払っている)

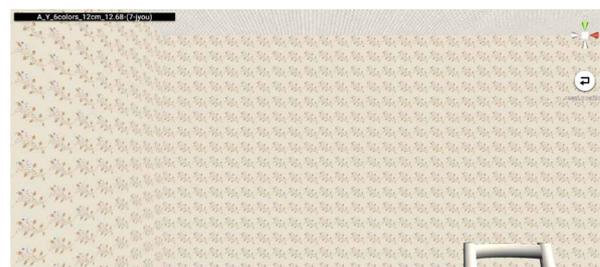


図2 被験者視点での提示空間のサンプル刺激 (実際には左上の刺激名および右端のアイコンは表示されない)

(3) 実験刺激の種類と作成方法

模様のごく大きさ (1 ユニットあたり 4cm、8cm、12cm、31cm)、形 (植物、円、三角形)、色相 (B 系、Y 系、N 系)、色数 (二色、六色) を変数として作成したデザインの中から必要最低限の 29 種類を用いた。使用するデザインを決める際には、我々 (2019) <sup>4)</sup> の実験結果や、カタログ調査の結果をもとに決定した。因子分析の結果や、各因子に影響の大きかった変数をもとに、重点的に調査したい部分の刺激を多く用意した。

表 1 実験刺激一覧表

模様	1ユニットの大きさ	B系 (10PB 7/1)		Y系 (5Y 9/1)		N系 (N9.5)	
		二色配色	六色配色	二色配色	六色配色	二色配色	六色配色
		二色配色	六色配色	二色配色	六色配色	二色配色	六色配色
A: 植物	31cm	A B 2 31		A Y 6 31			
	12cm	A B 2 12		A Y 2 12	A Y 6 12	A N 2 12	A N 6 12
	8cm			A Y 6 8			
	4cm		A B 6 4	A Y 6 4	A N 2 4		
B: 円	31cm	B B 2 31		B Y 6 31			
	12cm		B B 6 12	B Y 2 12	B Y 6 12		B N 6 12
	8cm			B Y 6 8			
	4cm		B B 2 4	B Y 6 4			
C: 鋭角三角形	31cm	C B 2 31	C B 6 31	C Y 6 31			
	12cm			C Y 6 12			
	8cm			C Y 6 8			
	4cm	C B 2 4		C Y 6 4	C N 2 4	C N 6 4	

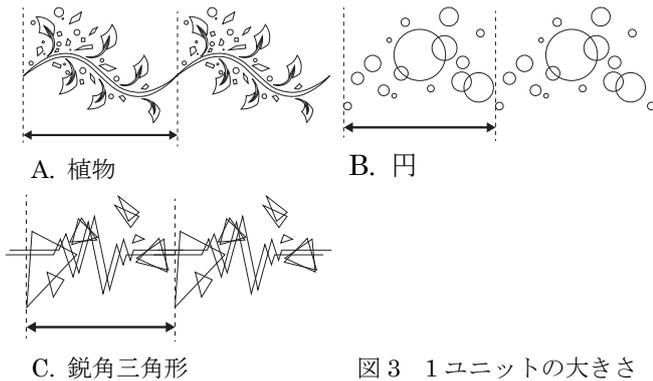


図 3 1 ユニットの大きさ

(4) 実験手順

事前の教示を行い、性別・年代・好みの色を回答用紙に記入してもらった。次に、HMD を装着して口頭にて印象を回答してもらうため、評価項目・回答方法について説明を行った。評価項目を図 4 に示す。回答方法は、6 つの形容詞対を SD 法 7 段階と、5 つの行動パターンに関する項目を片側尺度 5 段階で、印象を回答してもらうという方法をとった。被験者の回答を実験者が聞き取り、回答用紙に記録した。

また、被験者から申し出があった場合や、連続して HMD をつけている時間が 20 分を超えた場合は適宜休憩を挟んだ。一人当たり所要時間は約 60 分であった。被験者は筑波大学生 20 名 (男性 10 名、女性 10 名、全員 20 代) にお願した。

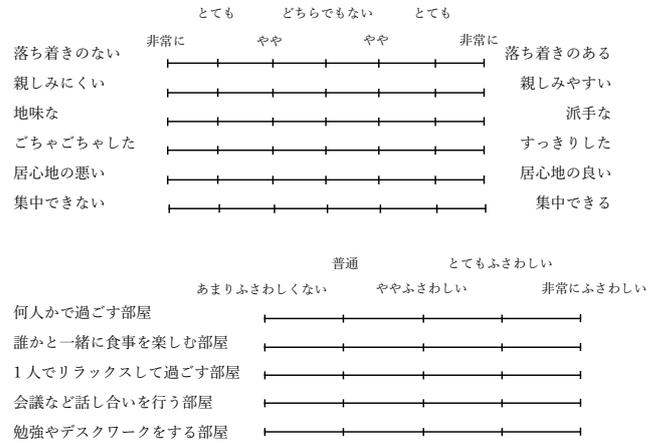


図 4 評価項目 (上: 形容詞対 6 対 SD 法 7 段階、下: 行動 5 種類、片側尺度 5 段階)

3. 実験結果

(1) 因子分析結果

男女別で形容詞対の項目と部屋での行動についての項目とに分けて因子分析 (主因子法・バリマックス回転) を行ったところ、男女間で抽出された因子に大きな違いは見られなかったが、因子得点については差が見られたため、男女別に因子負荷表 (表 2, 3)、因子得点布置図 (図 4, 5, 6, 7) を示す。各刺激名は「模様形の種類\_色相\_色数\_模様のごく大きさ」になるように名前をつけた (表 1)。

形容詞対の項目に対しての因子分析の結果、男女ともに「地味さ」「親しみやすさ」の 2 つの因子が抽出された。それぞれ抽出された因子を構成する形容詞対の項目は同じであった。

部屋での行動についての項目に対しての因子分析の結果、男女ともに「勉強やデスクワークをする部屋」「何人かで過ごす部屋」の 2 つの因子が抽出された。これらにおいても、構成する質問項目は同じであった。

(2) 壁紙の特徴と印象の関係

表 4 に男女別の形容詞対と行動の検定結果を示す。表 4 と図 4, 5 の因子得点布置図と照らし合わせて見ると、女性は模様のごく大きさが 4cm や 12cm の時に落ち着きを感じる事がわかった (p<.05)。また、男性は 4cm の時に地味さを感じるとわかった (p<.05)。

表2 印象の因子負荷表 (女性) 表3 印象の因子負荷表 (男性)  
形容詞対

	I軸 (地味さ)	II軸 (親しみやすさ)
項目3 「地味な-派手な」	-0.957	0.076
項目1 「落ち着かない-落ち着きのある」	0.947	0.233
項目4 「ごちゃごちゃした-すっきりした」	0.925	0.188
項目6 「集中できない-集中できる」	0.914	0.167
項目2 「親しみにくい-親しみやすい」	-0.075	0.891
項目5 「居心地の悪い-居心地の良い」	0.46	0.853
固有値	4.095	1.581
累積寄与率(%)	61.985	30.545

	I軸 (地味さ)	II軸 (親しみやすさ)
項目3 「地味な-派手な」	-0.964	-0.051
項目6 「集中できない-集中できる」	0.863	0.395
項目4 「ごちゃごちゃした-すっきりした」	0.783	0.52
項目1 「落ち着かない-落ち着きのある」	0.763	0.614
項目2 「親しみにくい-親しみやすい」	0.185	0.947
項目5 「居心地の悪い-居心地の良い」	0.318	0.931
固有値	4.609	1.1
累積寄与率(%)	50.067	42.834

行動

	I軸 (勉強やデスクワーク)	II軸 (何人かで過ごす)
項目11 「勉強やデスクワークをする部屋」	0.956	-0.107
項目9 「一人でラップトップとして過ごす部屋」	0.914	0.276
項目10 「会議など話し合いを行う部屋」	0.858	-0.132
項目7 「何人かで過ごす部屋」	-0.226	0.956
項目8 「誰かと一緒に食事を楽しむ部屋」	0.179	0.867
固有値	2.7	1.892
累積寄与率(%)	51.35	35.41

行動

	I軸 (勉強やデスクワーク)	II軸 (誰かと食事を楽しむ)
項目11 「勉強やデスクワークをする部屋」	0.988	-0.035
項目10 「会議など話し合いを行う部屋」	0.879	-0.267
項目9 「一人でラップトップとして過ごす部屋」	0.677	0.348
項目8 「誰かと一緒に食事を楽しむ部屋」	0.094	0.873
項目7 「何人かで過ごす部屋」	-0.1	0.854
固有値	2.638	2.011
累積寄与率(%)	50.65	37.38

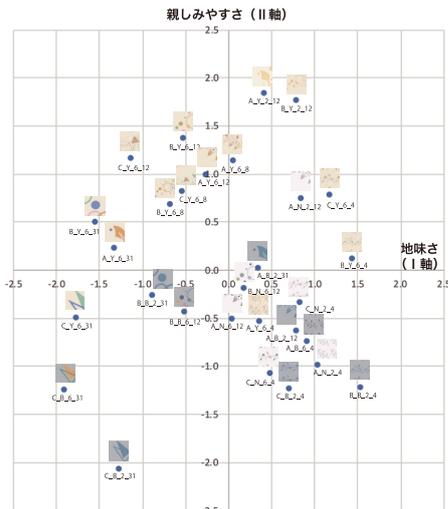


図4 女性における形容詞対の項目の因子得点布置図

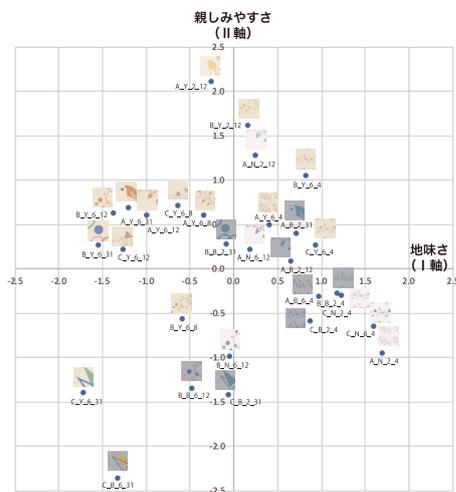


図5 男性における形容詞対の項目の因子得点布置図

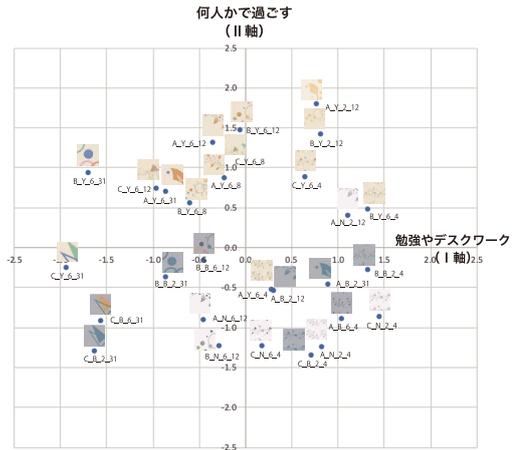


図6 女性における行動についての項目の因子得点布置図

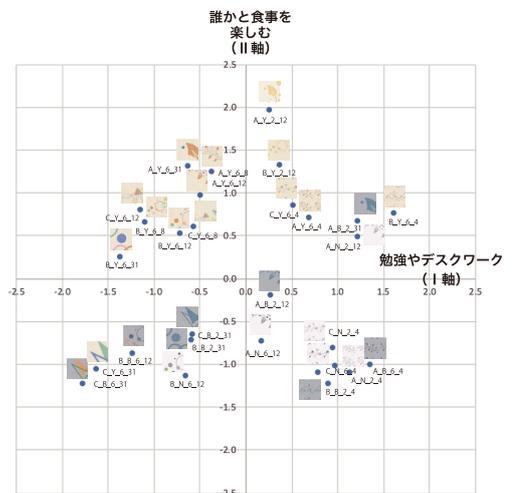


図7 男性における行動についての項目の因子得点布置図

親しみやすさ・居心地の良さについて、女性は色相が Y系 (p<.05)、大きさが 12cm または 8cm (p<.01) の時に親しみやすさを感じるということがわかった。男性については、色相が Y系 (p<.05) で色数が少ない時 (p<.01) に親しみやすさ・居心地の良さを感じるということがわかった。

(ii) 部屋での行動についての質問項目について  
表4と図6,7と照らし合わせて見ると、男女共に色数が二色配色の時に、より「勉強やデスクワークをする部屋」にふさわしいと感じる傾向が見られた(女性は p<.01、男性は p<.05)。それに加えて男性では、模様の大大きさが 4cm の時に「会議など話し合いを行う部屋」にふさわしく感じる (p<.01) と分かった。「何人かで過ごす部屋」については、男女ともに色相が Y系 (p<.05) で色数は六色配色の時 (p<.05) にふさわしきを感じるとうわかった。

表4 有意差検定結果表

	評価項目	女性				男性			
		色相	模様の色数	模様の形	模様の大さき	色相	模様の色数	模様の形	模様の大さき
形容詞対	項目1「落ち着きのないー落ち着きのある」	-	-	-	**	-	△	-	-
	項目3「地味な一派手な」	-	-	-	**	-	-	-	**
	項目4「ごちゃごちゃしたースッキリした」	-	-	-	-	-	-	-	△
	項目6「集中できないー集中できる」	-	-	△	-	△	-	-	-
	項目2「親しみにくいー親しみやすい」	**	-	-	*	**	*	-	-
項目5「居心地の悪いー居心地の良い」	**	-	-	△	**	*	-	-	
行動	項目9「一人でリラックスして過ごす部屋」	-	*	-	-	-	**	-	-
	項目10「会議など話し合いを行う部屋」	-	-	-	-	△	-	-	*
	項目11「勉強やデスクワークをする部屋」	-	△	-	-	-	△	-	-
	項目7「何人かで過ごす部屋」	**	**	-	△	**	**	-	-
	項目8「誰かと一緒に食事を楽しむ部屋」	**	**	-	-	**	**	-	-

\*\* 1%有意 \* 5%有意 △ 有意差として認められないが5%有意に近いもの

#### 4. まとめと今後の課題

壁紙を室内空間の雰囲気にあったものにするために、印象評価実験を用いて壁紙の模様の形・大きさ・色の違いによって与える印象の違いを明らかにした。その結果を以下にまとめる。

(1) 色数が少なく模様の大さが4cmの時に落ち着きを感じられる。

(2) 色相がY系の時に、親しみやすさや居心地の良さを感じられる。また、模様の大さが12cmや8cmなど、大きすぎず小さすぎない時により親しみやすさを感じられる。加えて、男性は二色配色の方が親しみやすさを感じる。

(3) 勉強やデスクワークをする部屋には、二色配色で模様の大さが4cmのものがよりふさわしい。落ち着きやすっきりした感じと関係している。

(4) 誰かと一緒に食事を楽しむ部屋や、何人かで過ごす部屋には、色相がY系で六色配色の方がよりふさわしい。親しみやすさや居心地の良さが感じられるか否かが関係している。

(5) 部屋の印象に最も影響している変数は、色相と色数であると言える。

今後は、アクセントウォールとしての使用を見込み、壁紙全体に占める割合による印象の違いの検討や、無彩色かつ無地および有彩色かつ無地の壁紙との比較により、提案の幅を広げることが必要である。

さらに、今後は感覚過敏の患者に適応する壁紙のデザインを明らかにしていく。現在、藏野ら(2019)<sup>5)</sup>の調査により、片頭痛患者は曲線の模様よりも垂直に交わる直線の模様により弱いことが分かっている。反対に、片頭痛患者は植物や波など自然のモチーフがランダムに配置された模様の方をより好むことも分かっている。そのため、今後は模様のユニットの並べ方が不規則なものを検討する必要があると考えている。本研究を今後発展させることで、光や色に対

して感覚過敏を持つ人にとって「より集中できる部屋」「より居心地が良い部屋」の提案も可能であると考えられる。住居だけでなく、様々な感覚を持った人が集まる公共空間における使用も検討することで、より多くの人が生活しやすい環境へとつながることも期待される。

#### 謝辞

本研究は課題設定による先導的人文学・社会科学研究推進事業領域開拓プログラム「脳機能亢進の神経心理学によって推進する「共生」人文社会科学の開拓」(AFD29210、研究代表者：小山慎一)による研究助成を受けました。

#### 参考文献

- 1) 君島新一、田村雅紀、大原千佳子：視覚距離により多像化する壁紙のパターン知覚が印象評価に与える影響—その1パターン・イメージ原図を対象として官能検査，大会学術講演会研究発表論文集(2012) pp. 131-134
- 2) 槇究、澤知江、小林美保：生有数の色で構成された室内の印象評価，日本色彩学会誌 25(4)(2001) pp. 262-273
- 3) 大森正子、橋本令子、加藤雪枝：色彩刺激に対する心理評価と生理反応評価，日本色彩学会誌 32(2008) pp. 98-99
- 4) 庄怡、阿部楓子、山本早里：室内空間の雰囲気に適した壁紙—壁紙の色と模様による心理効果の実験—，日本色彩学会誌 43(3+)(2019) pp. 103-106
- 5) 藏野夏海、小山慎一：片頭痛の有無が模様の好みと印象に与える影響，日本デザイン学会研究発表大会概要集 66(0) 530 (2019) pp. 530-531

# メキシコにおける街路景観の色彩特性の研究 —ヌエボレオン州モンテレイ歴史地区における実地調査をもとに—

## Study on Color Characteristics of Streetscapes in Mexico -Based on field survey in Historic District of Monterrey, Nuevo Leon-

東 俊一郎

Shunichiro Higashi

モンテレイ大学

Universidad de Monterrey

**Keywords:** 街路景観, 建物色彩, メキシコ

### 1.

#### はじめに

街路景観は、都市や地域の状況を映し出す。街路景観を構成する建物の形態や色彩は、その街の成り立ちや文化、気候、また経済や治安等の様々な要素を反映しているからである。

メキシコの街路景観は一般的に多彩なことで知られている。特に、19世紀以前のスペイン植民地時代に作られたコロニアル都市の中心部は歴史地区と呼ばれ、色とりどりのファサードが街路に沿って並ぶことで魅力的な色彩景観を形成している。

メキシコの一般建築の多くはセルフコンストラクションで建設・補修されている。石もしくは日干し煉瓦による壁構造で、窓など小さな開口部を持つ大きな壁面が街路に沿って並ぶ。その壁面は市内で容易に手に入る安価な化学塗料で塗られており、比較的頻繁に塗り替えられる。気候や住人の経済的事情、自治体の援助の有無等により違いはあるが、壁面の保全を目的に2～3年毎、あるいは住人や店舗の入れ替え時に壁面を塗り替えることが多い。塗り替えの際は住人の嗜好によって思い思いの色が選ばれる。

街並色彩が地域の状況や住人の意識に影響を与えることもある。メキシコ中部の街パチューカの事例では、環境整備の取り組みの一環として犯罪多発地域の街並みを、住民と共に彩り豊かに塗装した結果、住民同士のコミュニケーションが活発化し地域社会に対する関わり意識が高まるなどコミュニティの状態が改善し、犯罪が減少した。

このように、街並色彩と地域の状況及び住人の意識に関係性を認められる事例があるものの、体系的な調査として街並色彩の定量的データや住人のヒアリングを元にした定性的データの蓄積は乏しい。メキシコにおいて色彩研究は、建築分野と比較して都市分野の研究が重要視されていないことが指摘されている。

### 2. 研究・調査の目的と調査地の選定

本研究では、メキシコの都市の歴史地区の街並色彩の実地調査を通して、建物色彩の実態及びその形成要因を把握し、メキシコの街路景観の色彩特性を理解することを目的とする。

本調査では、調査対象として麻薬マフィアの抗争により急激な治安悪化に陥ったメキシコ北東部に位置するヌエボレオン州モンテレイ市の歴史地区を選出し(図1)、治安悪化の前後で街並色彩がどのように変化したのかを明らかにする。調査対象とした街路は、歴史地区の主要な通りであるプロロンガシオン・ホセ・マリア・モレロス(Prol. Jose Maria Morelos)通りである(図2)。

### 3. 調査地の治安環境の変化

モンテレイの州庁舎や大広場に近接する歴史地区は、90年代にはバーやディスコが集積しナイトライフを楽しめるエリアとして名を馳せていたが、麻薬マフィアの抗争により急激に治安が悪化し衰



図1 調査地



図1 モンテレイ歴史地区

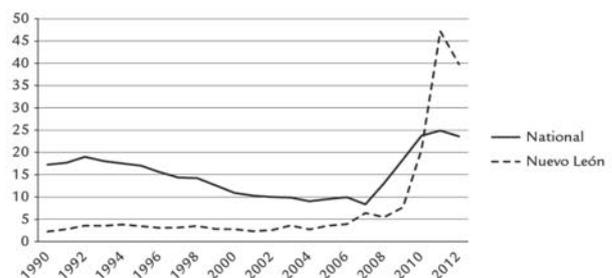


図3 メキシコおよびモンテレイの殺人発生率

(引用: Instituto Nacional de Estadística y Geografía 2013)

退した。その後、治安の回復とともに日中の観光地として再生が図られている。

治安悪化前のヌエボレオン州の殺人発生率はメキシコの全国平均より低く推移していた。しかし、2009年初頭から2010年にかけて、麻薬マフィアの抗争の激化により市民が巻き込まれる発砲事件・誘拐・殺人が増加し、2011年には殺人発生率が全国平均の2倍にまで増加した(図3)。2011年5月22日には歴史地区のライブハウス、カフェ・イグアナ(Café Iguana)のエントランスに42発の弾丸が撃ち込まれ一般客1名が命を落とした。この事件は多くの人々に不安や恐怖を与え、歴史地区への外出を控える要因となった。また、マフィアからの脅迫等に不安を感じた店主が身を隠したり、店を閉めたりするなどして歴史地区の過疎化が進んだ。

近年では、抗争の沈静化による治安の回復、行政による深夜営業の規制などの治安改善策や地域活性の取り組みが奏功し、レストランやカフェテリア、文化施設の数が増加し、観光客や家族連れ、カップルが集まる観光地として賑わいが戻りつつある。

4.調査の方法

2017年に行った実地調査では、街路に面する建物ファサードの測色調査と、行政や住人へのヒアリング調査を行った。測色調査では、ファサード壁面の撮影、測色、実測調査を行った。ヒアリング調査では、建物用途、色彩決定のプロセス、地域コミュニティの現状についてインタビューを可能な限り行なった。

治安悪化以前の2009年の建物用途および建物色については文献や写真等をもとに調査を行った。

表 1 建物用途および増減率

建物用途	2009年	2017年	増減率	
住居	12	13	1.3%	
商業	事務所	6	14	10.5%
	物販店	3	6	3.9%
	飲食店(レストラン・カフェ)	5	13	10.5%
	ナイトクラブ・バー	18	3	-19.7%
	駐車場	3	2	-1.3%
空き家(空き店舗等)	18	21	3.9%	
その他・不明	11	4	-9.2%	
計	76	76		

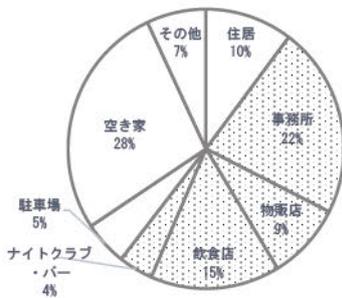
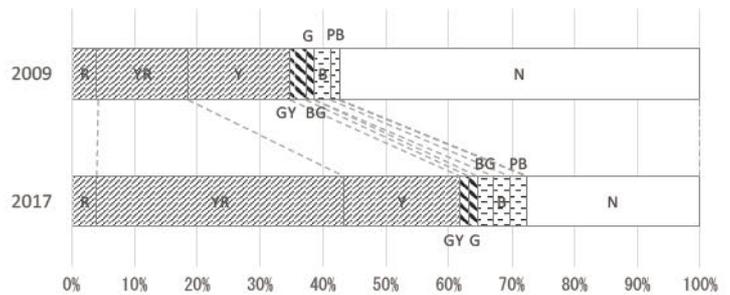
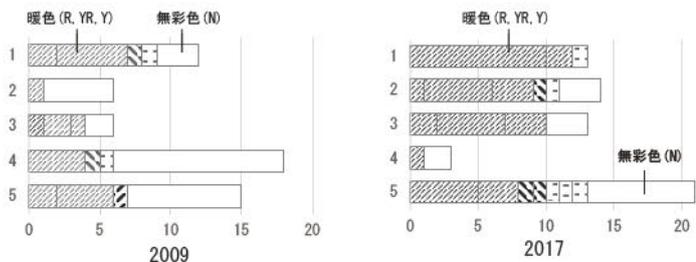


図 4 建物用途別ファサード面積(2017)



凡例: R/赤, YR/黄赤, Y/黄, GY/緑黄, G/緑, BG/青緑, B/青, PB/紫青, P/紫 RP/赤紫, N/無彩色

図 5 色彩出現率比較



凡例: 1.住居, 2.事務所, 3.飲食店, 4.ナイトクラブ・バー, 5.空き家・空き店舗

図 6 建物用途別色彩出現率(2009, 2017)



図 7 立面合成図 (F 立面)



図 7 立面図 (F 立面)

## 5. 調査の結果

### 建物用途

2009年及び2017年の建物用途について表1に示す。2009年時点の建物用途は、住宅12件、商業施設32件（事務所6件、物販店3件、飲食店5件、ナイトクラブ・バー等18件）、駐車場3件、空き家（空き店舗等）18件、その他・不明11件である。夜間営業のナイトクラブ・バー等が多く、全体の23.7%を占める。

2017年時点の建物用途は、住宅13件、商業施設36件（事務所14件、物販店6件、飲食店13件、ナイトクラブ・バー等3件）、駐車場2件、空き家（空き店舗等）21件、その他・不明4件である。治安悪化の影響で、ナイトクラブ等は19.7%減少したが、商業施設が通り全体の47.4%を占めており、商業主体の街路が維持されている。

### ファサード壁面の面積および色彩

2009年時点のファサード壁面の色彩は、無彩色（白および黒）が約4割を占め、暖色はおよそ3.5割であった。

2017年の実測調査では、街路に沿うファサード壁面積の50.3%を商業施設が占めており、商業施設が街並色彩の重要な構成要素であることは明らかである（図4）。壁面色の測色調査では、主に黄（Y）～黄赤（YR）の暖色が4割以上を占めた（図5）。

### ヒアリング

調査地に長く居住する住人や歴史地区に詳しい5名を対象として、30分から1時間程の聞き取り調査を実施した。主なコメントとして「店として目立つ色にしたかった」、「なんとなく好きな色を塗った」「他の店舗や隣人との交流はなく、誰が住んでいるのかも分からない」といった回答が得られ、店主・家主の意思で色彩を選択しているが、周辺環境を意識して壁面色を決定したとの回答は得られなかった。治安悪化の影響で、歴史地区に50軒程あった店舗が一時2軒まで減少したとのコメントがあった。

### 色彩分布と建物用途の関係性

2009年及び2017年の主要な建物用途ごとの色彩分布図を図6に示す。2009年時点の壁面色は、住宅や飲食店については現在の壁面色と大きな違いは見られないが、ナイトクラブ・バー・ディスコ等）では無彩色の建物が多く見られた。これら店舗は夜間の営業が主であるため、壁面色よりも開口枠、看板、ネオンなど暗がりでも目に付きやすい箇所を着色していると考えられる。

2017年時点の住宅の壁面色は、色相Y・YRの暖色が約9割を占める。これらの色彩はヌエボレオン

州に多く見られる建物色である。商業施設の壁面色は、事務所（76.9%）、飲食店（64.3%）ともに暖色に集中が見られる。空き家（空き店舗等）の建物は、無彩色が38.0%であった。これらの壁色は塗り替えがされておらず、塗料の劣化・剥離や落書き・張り紙なども散見された。

## 6. 結論・考察

ヌエボレオン州モンテレイ歴史地区の実地調査の分析により、対象地域の街路景観の色彩特性の一端を明らかにした。

1. モンテレイ歴史地区の中心街路は、商業建物が多くを占める商業主体の通りである。治安悪化以前はナイトクラブやバーなど夜間営業の店舗が23.7%を占めたが、現在は事務所や飲食店（レストラン・カフェ等）がそれぞれ18.4%、17.1%を占めるようになった。

2. 治安悪化以前の商業施設は、無彩色（白）の壁面色が多かった。これは夜間営業の店舗が多いため、暗い中で視認性や誘目性を高める色を選択したことが理由の一つだと推察される。治安回復後、日中営業の飲食店の増加により黄（Y）や黄赤（YR）など彩りある壁面色が現れ、街並色彩の彩りが豊かになった。

3. 周囲の環境を意識して壁面色を決めている店舗は少なく、住人間のコミュニティが密であるとは言えない。商業建物の壁面色決定の過程では、周囲との関係性が特に見られない。

以上、商業主体の地域特性を持つモンテレイ歴史地区の街路では、2010年頃の治安悪化の影響により店舗の業種・業態の変更を余儀なくされた。それにより営業時間帯も夜間から昼間になり街並色彩に変化が生じた。壁面色の決定プロセスに近隣住人が関わることなく、住人個人で完結していると考えられる。

## 7. 今後の展望

街路景観の色彩特性を理解するには、壁面色のみならずさまざまな評価構造に加える必要があるため、今後は、開口枠や看板等の装飾的要素の調査・分析を進め、にどのように影響しているかを考察する必要がある。

### 参考文献

- 1) J. Auyero, P. I. Bourgois, N. Scheper-Hughes, A. Villarreal: Fear and Spectacular Drug Violence in Monterrey, Oxford University Press, (2015) 140-142
- 2) Gobierno de Nuevo León: Catálogo de Inmuebles con Valor Histórico y Artístico de la Zona Protegida Barrio Antiguo, Gobierno de Nuevo León Unido (2013)

# 景観形成における色彩規制方法の妥当性 —神戸市の景観行政に着目して—

## Validity of Color control method in Landscape formation — Focusing on Kobe's landscape administration

成田イクコ Ikuko Narita(有)センスアップ・プランニング Sense Up Planning.Ltd

**Keywords:** 色彩規制, 定性的規制, 景観行政

### 1.はじめに

2004年の景観法施行により,色彩の基準も法的根拠ができた.地方自治体が作成した景観計画により基準に沿わない色彩の変更も命じることができるようになった.そのため客観的な明示をすることが必要になった.明示方法には,大きく分けて定量的規制と定性的規制がある.定量的規制にはマンセル表色系を用いた数値による規制,定性的規制には数値を用いず,周辺との調和を促す,といった基準を用いていることが多い.これら色彩規制方法について定量的規制,定性的規制のいずれが望ましいかといった議論があるが,現実の規制方法は定量的規制が多い.全国の景観計画における色彩基準において定量的規制の占める割合が67%、定性的規制が24%である.(2013年)<sup>1)</sup>

歴史伝統的特性がみられる良好な景観形成地域では厳しい基準の定量的規制がなされていることは実証<sup>2)</sup>されている.一方で,定性的規制にて良好な色彩景観形成を行うのは,数値という客観的なものがないため,難しい面もあるのではないかと考える.

そこで本研究では,あえて客観的な数値規制でない定性的規制に焦点をあて,規制の背景にあるものを把握することで,色彩規制の妥当性を考える上での一つの視座を明示したいと考える.具体的には定性的規制で景観形成を行っている自治体を取り上げ,その規制が有効であるための要因について明らかにすることを目的とする.取り上げる自治体は神戸市である.神戸市は全国でも景観行政に早くから取り組んだ歴史がある.それらを踏まえて市の景観行政の構造の視点から色彩規制について検討した.

色彩の定性的規制に関する研究として,色彩の裁量の基準の適否の審査方法など運用実態を明示した研究<sup>1)</sup>があるが,定性的規制と景観形成の関係を明らかに

したものではない.他に景観施策の視点から捉えたものはない.

前著書<sup>3)</sup>では,神戸市の景観計画の色彩規制方法が本来の景観法の目的に即した内容であることを市の景観行政の視点から示唆した.本研究では,さらに今後,色彩規制の妥当性を多角的に考察するため,前著書で取り上げた市の景観行政の細部を分析し,定性的規制の背景にある仕組み,制度を整理した.

### 2.神戸市の景観行政

神戸市の景観行政に特徴的なのは,景観保全に主眼を置く他都市と違って,景観を「育て」、「つくる」ことに重点を置いた<sup>4)</sup>ことだった.1978年に神戸市都市景観条例,1981年に神戸市まちづくり条例が制定されている.まちづくり条例にはまちづくり協定を規定している.現在では,景観行政において地域のまちづくりの取り組みが重要な要素の一つであることは認識されているが,神戸市は全国でも景観行政が始まる早い段階から,まちづくり条例と景観形成を目的とする景観条例があった.制度上,それらは景観施策の両輪にあり,境界はなく繋がっている.これが神戸市の景観行政の特色の一つでもある.

市の景観施策として,景観法に基づいた景観計画区域(7地域),神戸市都市景観条例に基づいた景観形成市民団体(12団体)と景観形成市民協定(9地域),神戸市地区計画及びまちづくり協定等に関する条例(まちづくり条例)に基づいた街づくり協定書(18地区)と委員会や街づくり協議会(68地区)がある.

景観条例に基づいた「景観形成市民団体」は,まちづくり条例に合わせて備えることになったことから「景観型」のまちづくり協議会<sup>5)</sup>とも位置づけられている.まちづくり条例に基づく街づくり協議会の地区数は,同じ政令指定都市で人口をほぼ同じとする他の自治体

&lt;表&gt; 神戸市の景観施策の制度と色彩規制

景観計画 (2006年)	神戸市都市景観条例 (1978年)		神戸市地区計画及びまちづくり 協定等に関する条例 (まちづくり 条例) (1981年)		色彩規制		
	景観形成市民団体	景観形成市民協定	まちづくり協議会	街づくり協 定書	定 量	定 性	無
北野町山本通	北野・山本地区をまもり、そ だてる会		北野・山本地区			○	
税関線沿道						○	
旧居留地	旧居留地連絡協議会		旧居留地			○	
神戸駅・大倉山						○	
須磨・舞子海岸					○		
岡本駅南	美しい街岡本協議会		美しい街岡本	○		○	
南京町	南京町景観形成協議会		南京町			○	
	トアロード地区まちづくり 協議会	トアロード地区	トアロード地区			○	
	栄町通まちづくり懇談会	栄町通				○	
	新長田駅北地区東部いえな み委員会	新長田駅北地区東部				○	
	魚崎郷まちなみ委員会	魚崎郷地区	魚崎郷		○		
	三宮中央通りまちづくり協 議会	三宮中央通り	三宮中央通り			○	
	神戸元町商店街まちなみ委 員会	神戸元町商店街				○	
	有馬まちなみ景観委員会	有馬地区				○	
	もとまちハーバー懇談会	ハーバーロード地区				○	
			深江地区	○			○
			森南町1丁目	○		○	
			青木南地区	○		○	
			住吉呉田	○		○	
			御影地区	○			○
			御影山手	○		○	
			新在家	○	○		
			大石南町	○		○	
			摩耶地区	○		○	
			会下山地区	○			○
			下唐櫃地区	○		○	
			道場八多地区	○			○
		御影山手	○			○	
		新長田駅北・中地区	○			○	
		北須磨	○			○	
		高尾台・水野町地区	○			○	
		桜ヶ丘地域	○		○		

その他 48 の協議会 (協定書なし) がある。

(川崎市は 19 地区、福岡市は 8 地区) と比べても多  
ことがわかる。

3. 神戸市の景観形成を支える制度と色彩ルール  
神戸市の景観施策の制度と色彩規制について調査  
した結果を表に示した。

景観計画区域、景観形成市民協定を定めている地域は、色彩のルールが定められている。景観形成市民団体(12団体)の内、4団体が景観計画区域内にあるため、それらの色彩ルールには法的根拠がある。残りの8団体は景観形成市民協定にて色彩のルールが定められている。景観計画7地区の中で、定量的規制は1地域のみで、他の6地域は定性的規制である。景観形成市民協定9地区の中では、定量的で限定的な色彩使用をルールとしているのが1地区、他は定性的規制である。

18地区の街づくり協定書の中では、定量的規制による色彩誘導指針を設けているのが1地区、定性的規制は9地区であり、8地区は色彩規定がない。色彩の規定があるのは56%であり、その殆どの地域では、色彩のルールで定量的規制を用いていないことがわかる。ここで注目したいのは、7地域の協議会や委員会が、神戸市都市景観条例とまちづくり条例の異なる二つの条例に基づいてつくられていることである。これらの地域は景観とまちづくりともに力を入れていると認められる。

まちづくり協議会の殆どが神戸市からまちづくりコンサルタントの派遣がされている。毎年市に提出されている各協議会(全64協議会)の派遣実績報告書(平成27年度~29年度の3年間)に記載の活動報告の調査、分析を行った。その結果、景観形成の活動や検討事項を記されていた協議会が24%だった。そのうち街づくり協定書及び自主ルールがない協議会が42%である。これらにより、必ずしも協定書や自主ルールが定められていなければ景観についての検討がなされないとは限らないと考えられる。景観形成団体と街づくり協議会の両方が存在する地域が景観に力を注ぐのは当然だが、街づくり協議会のみが設けられている地域においても、条例で景観についての活動の規定はないにもかかわらず、景観についての一定程度の活動や検討を行っていることがわかった。

以上の結果から、二つの異なる条例の下での団体や協議会が、景観形成に関して直接的(景観形成市民団体)、あるいは間接的に(まちづくり協議会)関わっていることは、市が景観形成と街づくりの両輪で景観行政を行ってきた都市づくり政策の特徴と考えられる。

#### 4.色彩規制の妥当性

建築物の色彩は、定量的な色彩規制を設けることで騒色問題を防ぐ可能性は高い。一方で定性的規制では、周囲との調和をとるために、素材や全体のデザイン等の要素も含めて細部に至るまで周囲との調和を考える

ことで、よりよい効果が生じる可能性もある。しかし、細部を考えることを疎かにすると、効果は得られないことになる。景観行政を行う趣旨やその構造設計は、景観形成はもちろんのこと、その要素の一つである色彩規制方法とも無関係ではない。地域に街づくりの素地がない場合は、定性的規制では、地域に景観(色彩を含む)問題が生じた場合、地域内でそれを検討することは容易ではないと考えられよう。

今回の調査結果からは、神戸市の景観の色彩規制について、景観計画だけでなく景観形成市民協定や街づくり協定書における殆どが定量的規制ではなく定性的規制を用いたルールであることが、景観や街づくりそれぞれの目的の重層的な行政、専門家、市民の連携構造が存在することと直接的な関係があると断定することはできないにしても、パラレルな関係であると推測できた。

色彩規制の妥当性については、各自治体の文化や歴史と無関係ではない景観行政のあり方も考慮に入れなければ語れないだろう。それは地域それぞれの事情によって異なることになる。今回の研究結果では、神戸市の色彩規制を支えている景観行政を整理することで、色彩規制の妥当性を規制する側の立場である行政の景観に取り組む制度設計を検討することの意義を示した。今後、他の自治体にも範囲を広げ、色彩規制が地域特性(歴史、文化等)を土台にした上で成り立っていることについても調査を行いたい。

#### 参考文献

- 1) 堂本友里江, 岡崎篤行, 松井大輔「景観計画における色彩基準の運用実態 -アクセントカラーと裁量型基準に着目して=」日本建築学会技術報告集 21(49), 2015, 1235-1240
- 2) 成田イクコ, 瀬田史彦「景観計画における色彩規制の実態調査に関する研究」日本色彩学会誌 33, (supplement), 2009, 8-9
- 3) 成田イクコ「良好な色彩景観形成と景観計画の関係」日本色彩学会誌 42(3), 2018, 147-150
- 4) 伊藤文平「神戸市における景観街づくりの取り組み」都市政策 131号 47-54 (財) 神戸都市問題研究所
- 5) 松原永季「『まち協カルテ』に見るまちづくり協議会の特色」都市政策 147号 18-26 (財) 神戸都市問題研究所

# 環境行動学に基づく工業景観色彩計画モデルの研究

## Research on industrial landscape color planning based on environmental psychology

鄭曉紅

Zheng Xiaohong 中国人民大学

Renmin University of China

**Keywords:** 環境行動学, 工業景観色彩計画, 色彩調査, 色彩環境.

### 1. はじめに

環境行動学は環境心理学とも呼ばれ、多学科的の理論科学であり、心理学の重要な部分でもある。主に人間の外顕行為と環境の関係性や相互作用を研究し、中からいくつかの環境行動学理論、概念と方法を見つけ、人間が住んでいる環境を改善し、人々の行動に積極的に適応させる。

工業景観設計において、景観色彩計画は重要な構成部分である。工業環境の色彩は安全生産と密接に関連している。巨大な工業設備は、労働者の情緒に悪影響を与え、工場での重労働と単調な仕事は、労働者を退屈でいららさせやすく、良好な景観色彩計画は、労働効率を高め、労働効率を改善し、ストレスを軽減し、事故の可能性を効果的に回避できる。

社会の進歩、経済発展、生活水準の向上につれて、中国工場の生産環境も従来の閉鎖型から開放型に転換し、良好な景観色彩は労働者に快適さを感じさせ、作業効率を向上させると同時に、工場の企業文化やブランドのプロモーションを促進する上でも積極的な役割を果たした。現在、多くの工場が景観色彩計画の実用性、人間性に注意を払い、人間化、景観化、生態化の景観色彩計画を高度な重視を与えている。

本研究は環境行動学理論及び景観色彩計画理論を根拠し、現地調査、アンケート調査、行動観察などの方法を使用し、中国金隅グループに属する異なるセメント工場の景観色彩を研究して、人間性化、景観化、生態化の工業景観色彩計画モードを探求します。

### 2. 環境行動学及び関連理論

環境行動学は、行動構造と自然環境との相互関係を研究する学科である。客観と主観の両面から環境と心理の関係を研究することは環境行動学の任務である。人間の行動は環境の影響を受けながら、自分の要求と状態に応じて環境に対応し、環境を変えたり適応したりする。環境行動学は、人間の行為（経験、行為を含む）と相応する環境（物質的、社会的、文化的を含む）の両者の相互関係と相互作用を分析し、人間が空間を使う時の感銘と需要を揭示し、環境を人間のニーズに適合させるために

改善する。人を核心とし、本当の環境の中で研究を行うことを主張し、システム、インタラクティブ、全面的な研究を行い、人と環境は切り離すことのできない全体であることを強調し、人の心理と行為を研究する際に環境の影響を考慮する。

環境行動学は、多元的な研究方法を用いて、多学科的の影響を受け、縁性と総合性がある学科で、研究の方向性は異なっている研究方法に対して、非常に包容し、心理と行為の発生の自然性を保証する方法を主張する。研究環境に対する効率の向上を重視し、真実な実験状況を模擬し、その研究結論は現実的な問題の解決に適用する。研究方法の多元化に限らなく、多元サンプリング、多元データ収集、多元データ分析、多元研究設計、多元変数などを指し、独自の研究方法と技術を組み合わせ、研究の環境効果を高める。環境行動学は建築学、社会学、地理学、社会心理学などの学科の影響を受け、問題解決の観点から、人造及び自然環境における自然主義な行動研究を含め、研究方法の選択も心理と行為の自然性を維持することを原則とし、システム、全体、インタラクティブ、生態、総合と折衷の多元の方法を採用し、質性と定量化研究を行い、基礎と応用研究を堅持し、固定的な実測範式を要求しなく、柔軟な研究方法を使用う。

環境行動学は真実な環境を研究することを重視し、人と環境の相互作用、相互作用の影響、その研究の真実性は研究の環境効果にある。環境行動学の学科的性質は、その研究の核心が問題を鑑別し、解決することを研究する。環境行動学は実験設計と真実の境地との相関を最適化することによって、実験状況と現実生活が似ているほど、実験結果の適用性が高くなります。

環境行動学は一つの学科や研究分野だけでなく、研究方法論とも言えます。環境行動学は伝統心理学の研究理念と違って、真実な生活状況を研究する。また、現実の境地における心理現象と行為を強調し、自然主義の方法を採用し、真実な人及び環境と相互作用した心理及び行為を研究する。環境行動学は具体的な研究内容を限定しなく、研究方式、研究方法、研究方向を提唱するものであり、この自然主義の研究方向は伝統心理学と異

なる。

環境行動学は問題を導きとし、1960年代に米国で誕生し、当時の歴史や社会にあった社会問題を解決するためである。そのため、環境行動学の研究の重点は、生活の質に影響を与える環境問題を鑑別し、問題を解決する方案を提出し、最終的に、人—環境—システムが幸福感を向上させる。環境行動学は、研究内容を具体化し、専門化した学科である。

### 3. 工業景観色彩計画方法論研究

現代、情報革命の到来とともに、工業建築は人間と機械の容器としてだけでなく、活力に満ち溢れ、生産ニーズを満たす特定の空間でもある。環境を重視し、資源を節約します。建築は高層に転換し、工業景観の緑化に注意が払われました。工業景観はより柔軟で、さまざまな生産ニーズに適応できた。標準化を採用し、デザインや芸術化を重視し、建築と生産設備の一体化、知能化、工業建築はより人間を重視する。工業景観は企業文化の促進に役割を果たし始めた。近代的な工業景観色彩計画は、大体二つ種類に分けられる。

一つ目は、建築物の色と形を有機的に結合し、工業景観色彩と建築スタイル、建築構造、建築材料などを結合させ、論理性を持つ。また、工業景観の機能分区、使用性質などと結びつき、労働者が工業景観に対してより明確な認識を持ち、作業を便利にする。この計画方法は設計者が工業建築に対してより深く理解し、他の専門家と協力し、工業設備と建築構造をよく知ることが必要である。

二つ目は、比較的自由な色彩計画手法である。色彩のデザインは建築物の形式や内容をあまり考慮しなく、建築のインターフェースを画面として利用し、色彩の強い表現力を表す。現代感のある形、魅力的な色彩表現、こだわりのスケールと色と文化の組み合わせにより、絵のような美しいシーンを作り出す。この手法は建築物の形を結合した表現と比べ、より柔軟で芸術性に富む。しかし、このような方法は設計者の審美能力と芸術表現力に対して、高く要求する。工業建築物は結局画用紙のように平らで無垢ではなく、さまざまな形や周囲の色彩の影響下で、最高の色彩効果を得る方法は、デザイナーの目が非常に試練される。

### 4. 環境行動学の認知面に基づく工業景観色彩計画研究

主に個人の基本的な心理的活動と環境との関係について議論する。視覚、聴覚、嗅覚などの知

覚チャンネルに対する工業景観の色彩、光、素材、形状などの心理的体験である。

人は何処にいても、環境の影響を受けなければなりません。光、色、素材など、周囲の環境特徴はすべて人間の行為に影響し、同時に環境の中の人達も、意識的に絶えず周囲の環境を変えている。環境は複雑であり、生態系のグループまたは生物体に作用し、最終的にその形態、生存の物理的および化学的要因に影響を与える。一般化された環境は、巨大で、構造が複雑で、多階層で、多元化が相互に交差し、動く環境体系である。大気、土壌、動植物、微生物などの物質的要因を含んでだけでなく、観念制度、行動基準などの非物質的要素も含まれています。

認知面に対する環境色彩研究とは、対象を取り巻く自然な色彩環境要素、つまり個人の周囲の状態を指します。工業景観の色彩は、地域や自然環境による制約が少ないと考えられているが、自由に遊ぶことができますが、場所ごとの風景にも独自の色彩構造がある。気温、平均日照、湿度、降雪日などの気候は、建築物が使用する色相に影響します。降雪量は、工業景観色彩の彩度と著しく関連している。

#### 1) 人間本位の工業景観色彩計画を追求する

工業建築は他の公共建築と比べて、人々はその中で高い強度、速いスピード、長い時間の仕事を必要としている。だから、工業景観色彩計画の中で人間化の配慮をもっと重視し、良好な労働条件と快適な内部環境は人々の仕事疲労を軽減し、心身の健康を促進する。対照的に、人間本位的配慮に欠けた抑圧空間は、劣悪な労働環境が人々を耐えにくく、生理や心理的疾患を招き、工業生産の安定発展に影響を与える。

本プロジェクト広霊金隅セメント工場の工業建築物が実用的な特性のため、内部はあまり多くの装飾性を持たなく、空間の中の各種の機械設備、同じく実用的で、経済的な特性を持ち、これは工業建築の室内環境の色が単一で、心地良くなく、人情化に足りないことがある。したがって、「人間本位」の色彩設計は工業景観色彩計画の基本的な出発点となり、人の行為、人間の心理感受を尊重し、人々の仕事環境を改善するよう努力し、便利、安全、健康、快適かつ生産プロセスの要求に合致する仕事空間を創造した。

#### 2) 工業景観色彩計画の色彩体系を確立する

工業建築は往々にしてサイズが大きく、色彩計画を実現する工程が大きく、工業景観色彩計画の中の秩序に注意し、乱雑な効果を生まないようにする必要があり。良い職場環境を作りために、色彩調和とコントラストに注意して、色の組み合わせは色相、明度、彩度の色彩体系を作り、特定の共通の方向を形成します。色彩計画の方向性を保証する前提の下で、配色のコントラストや調和などをはっきりさせる。

## 5. 環境行動学の意識面に基づく工業景観色彩計画研究

意識面での色彩計画研究は、高級な心理活動（例えば、価値観、世界観、審美観）と環境の関係を検討する。個人のさまざまな価値観、世界観と審美観の影響の下で、工業景観色彩に対する理解と追求を研究する。

### 1) 色彩は企業文化を強調する

工業建築の急速な発展に連れて、世界経済と市場の競争が激化し、各大企業は独特な企業イメージを作るために、企業経営活動における工業建築物のイメージも変化する。企業は企業文化の建設に力を入り、工業景観色彩は企業のイメージや実力を表し、企業文化は工業景観色彩に大きく影響している。影響力のある企業文化を表し、工業景観色彩は企業イメージの向上や新たな発展を遂げる。

経済性は工業建築のスタイルを制約する要素にならず、工業景観色彩はさまざまな個性を持つ新しい様相を呈してきた。同時に、より高い芸術性を追求し、企業の個性化と標識性がますます重視され、新型工業建築の色彩イメージの大きな特徴となりました。



図4 広霊金隅セメント工場景観色彩改造前



図5 広霊金隅セメント工場景観色彩改造前

工業景観色彩は人々の内心の複雑な感情と共鳴でき、色彩表現の雰囲気は基調色と関係があり、基調色は企業のテーマ色の基本的傾向を反映し、統一感や音楽の主旋律となり、建築色彩表現の大きさは基調色の感染力によって形成される。基調色はデザインの構想、機能などの要素があり、図5のプロジェクトは明るいトーンを選んで、企業独自色は青色をデザインに用いて、企業文化との結合に注意し、工業景観色彩は企業文化を工場の隅々に注入し、企業文化に対して合理的な宣伝になり、企業の凝集力を高める。

### 2) 工業景観色彩計画の全体性

社会環境は主に企業の文化環境を指し、工業景観の色彩に影響する主要な要素の一つである。自然環境は地方地理環境で、工業景観色彩計画の中で適切に地方の特色を展示し、もっと良く環境に溶け込むことができる。工業環境は環境の種類の中の人工環境に属している。工業景観色彩は社会環境と自然環境の多方面の影響を受ける。工業景観色調の確定は、常に企業の色彩或いは企業が従事している専門分野に由来する。

前文で述べた広霊金隅セメント工場は、工業景観色相が金隅集団の代表色である青と橙色を完全に反映し、工業景観の色彩と企業文化の高い統一性を十分に表している。

### 3) 景観色彩計画による美学向上

色彩そのものが持っている寒暖効果、軽重効果、進退効果、面積効果、感情連想などの心理反応特性により、工業景観に色彩を使って装飾し、これらの心理効果を生み出す。だから、色彩は工業景観に強い装飾美化作用がある。

色彩は工業景観計画において、重要な役割を果たしている。工業建築の直立面の色彩は、常に建築物の設計理念の特徴として利用され、建築物の識別性、象徴性、装飾性に影響を与える。色彩も

建築物と周辺環境のつながりを作るために使われ、建築と環境の違和感を減らし、建築特性を強化し、建築物の欠点を隠すことができる。建築物の立面色は、工場の外観に影響する重要な因子と考えられ、場所感を創造し、工場のイメージを形成するのに役立つ。

金隅セメント工場のプロジェクトでは、色彩の装飾美化作用は、元の工業建築物に対する色彩改造に現れています。建築物そのものは美しくなく、環境と調和していないので、魅力に欠けている。例えば、建築物の上部近くの構造は、建築物と空の受け渡しであり、ここで色彩を強調して、建築物の空虚線をより明確にし、標識性を持ち、工業景観の芸術美感を高める。建築物の入り口、窓、軒などの重点部分に、対比色を塗り、建築物全体に画竜点睛を施す役割を果たしている。色彩調和の法則を基礎とした色彩構成は、その造形が不変な基礎の上に、工業景観に対して二次美化と向上を行った。色の再設計によって、建築物及び室外環境の雰囲気を変化させ、環境美化と色彩調和な役割を果たす。

## 6. 環境行動学の行動面に基づく工業景観色彩計画研究

人間の行動と環境の関係を調査し、コミュニケーションの規模と慣習的な行動、環境の領域感、プライバシーなどを調査し、人間工学を組み合わせ、構築された環境の快適さと識別性について研究する。

1) 合理的な色彩計画は生産の安全性、品質、効率に密接な関係がある。

通常、工場内の労働強度が高く、作業内容が単一で、労働者にいらいらを与えやすく、煩悶した不良感情を引き起こし、労働者の心理が工場内の単調な色彩の影響を受けた時、不安感を引き起こしやすく、操作動作ミスを引き起こしやすく、正常生産に影響を与えます。工業建築空間に対して合理的な色彩計画を行い、この状況を効果的に向上させ、改善することができる。空間の利用者に対して、視覚疲労と心理的抵抗をある程度下げて、仕事環境を改善し、仕事の積極性を高めて、事故の発生を避けて、生産の質と効率を高める。

2) 工業景観色彩の機能区別と標識

工業景観の機能的ゾーニングは、生産ニーズと密接に統合する必要がある。工業建築に積載されている需要が多いため、特に大企業は、多種の需要

により、機能が複雑な空間が必要である。工業建築物の種類が多く、内部空間が交錯し、合理的なカラーゾーニング計画が必要で、さまざまなエリアやビジネス機能をすばやく正確に識別できるため、従業員は目的地や目的物をすばやく識別して見つけることができる。

たとえば、工業建築物のさまざまな機能が違う領域では、さまざまな色彩計画を使用し、屋根、壁、ドア、窓、通路などに異なる色を用いて標識を区別する。また、工業建築物のいくつかの特殊な位置で、高明度、高彩度の色を選んで塗装し、入口、カーブ、階段及び工業設備のパイプライン、危険区域、消防工具など。このような色彩計画方法は、工事が簡単のため、造価が安く、また著しい視覚の昇格効果と標識の区別効果があり、大規模な工業景観色計画の中ですでに広範に運用されました。

## 6. まとめ

近代的な工業景観の最終目的は、生産者のために良好な空間を提供することであり、その形態は企業自身の生産ニーズにより、建築物の色彩計画も内部の機能需要を体現する必要があり、景観色彩計画は深い論理性と理性を持っている。工業建築物の外部造型は、よく等比例の規則形式や設備による不規則形式が現れ、外形の調和がとれていなくても、色彩設計によって調整できる。色彩を基礎とした景観色彩計画は、その造形が不変な基礎の上に、建築を二次的に美化し、昇格させることができる。建築形態の美感覚の足りないところについては、色彩の形、テクスチャ、質感、スケール、位置などを通じて美化と調整ができます。建物の上部と空の継ぎ目においても、色彩で強調することができ、工業景観のスカイラインをより明確にし、シンボル性を持ち、建築の芸術表現力を高めることができる。あなたは何処にいても、必ず色彩環境に影響される。工業景観の周りのこれらの色環境は人間の行為にも影響しています。同時に環境にある人々も周囲の色環境を変え続けている。

参考文献

1) 李道增編著. 《环境行为学概论》. 北京: 清华大学出版社, 1999.

2) [丹麦] 杨. 盖尔: 《交往与空间》 何人可译; 中国建工版

# 構造色意匠の分光特性と質感評価—誉田屋源兵衛製「孔雀羽根織」をめぐって

## Gonio-photometric spectrum analysis and texture evaluation of structural color design

—Considerations on "Peacock feather weave" by Kondaya Genbey

栗野由美  
大住雅之

Yumi Awano 東京造形大学  
Masayuki Osumi(株)オフィス・カラーサイエンス

Tokyo Zokei University  
Office Color Science Co., Ltd.

**Keywords:** 孔雀羽根, 分光イメージング, 質感, 構造色, 織物工芸.

### 1.はじめに—雄孔雀の容姿への趣向について

筆者らはこれまでに絹の綸子や緞子の和装, 茶道具の分光特性と質感印象を調べ, それらが仕草によって時間的空間的に形状や艶めきと陰影を変化させるさまを「綺麗」とする感受性について考察してきた。自然界にあって変化に誘発される「綺麗」を導く貝殻の真珠層, 蝶や甲虫, 鳥の羽根などをモチーフとした文学や造形芸術, これら天然の構造色素材を用いた工芸品は数多ある。例えば孔雀 (peafowl) のうち, インドクジャクの雄 (peacock) の身体全体及び上尾筒という装飾羽根の鮮やかで艶やかな色彩は世界各地の文明, 宗教観それぞれの文脈で意味を象徴する役割を与えられもした。彼が眼状紋を視覚的特徴とする上尾筒を広げて震わせながら誇示する時, 眼状紋の動きに遅延しながらより大振りに, 後羽根部の綿状羽枝が煌めきの強弱を伴って揺れる。果たして雄孔雀 (peacock) が人間の琴線に触れるのは, 畳まれて眼状紋が見え隠れする長い上尾筒の束が広がりながら持ち上がり, 眼状紋が明瞭に出現する瞬間や, その”幕”全体の震えに細かく不規則に出現する, 彩を伴う煌めきを「綺麗」と感じるゆえではないか。人間が装飾衣装を纏って踊るにもそうした容姿の写しが見受けられる。

雄孔雀の意匠を施した造形芸術・工芸品には上尾筒を主題としたものが数多ある。雄孔雀の外観形象を図案化した意匠には, 眼状紋の”図としての強さ”に対して背景の材質や色彩選択, 綿状羽枝の柔らかさの表現で受けて優雅な雰囲気をつたえる系と, 眼状紋の”図としての強さ”を畳み掛けるサイケデリックな系がある。本稿で注目する帯匠・誉田屋源兵衛製「孔雀羽根織」帯はそのどちらの系にも偏らず, 雄孔雀の容姿, 形象にも依存せず, 天然構造色の驚異を人為によ

り洗練させた姿を見せる。

本稿では, 別稿「『孔雀羽根織』の分光特性と質感に関する考察」にて詳報した, 顕微鏡を用いての照明幾何条件に基づく微細構造観察と, 変角分光イメージング装置を用いての構造色の分光特性と CIELAB 空間上の分布から調査した雄孔雀の上尾筒そのものと誉田屋源兵衛製「孔雀羽根織」帯の光学的特徴分析と質感印象との関連への考察を踏まえて, 雄孔雀羽根の構造色発現に着目した意匠の分光特性と質感評価を試みる。

### 2.顕微鏡による孔雀羽根の微細観察と分光特性

雄孔雀羽根について, A. 自然な状態での孔雀羽根 (上尾筒), B. 上尾筒の後羽根部の羽枝のみを水平に重ね並べた概要サンプル (図1), C. 帯匠・誉田屋源兵衛製「孔雀羽根織帯」の孔雀羽根織部分 (上尾筒の後羽根部の羽枝を緯糸に使用した緞子), の3種類の試料を用意し, デジタル顕微鏡 (キーエンス製 VHS-5000) での微細構造観察と, 15°, 45°, 75° の3角度の照明下で 420~700nm 間を 10nm 毎に分光反射率測定する変角分光イメージングシステムによる計測を行った。

#### 2.1.顕微鏡拡大像

試料 A は, 図2に見えるように後羽根部と眼状紋部の羽枝の生え方の粗密の差が明らかで, 目視でもその断面形状の異なりは確認できる。さらに拡大像により各部位の小羽枝の形状の異なりが確認できる。この小羽枝の皮質部には, メラニン色素の顆粒が可視光領域での光の干渉条件を満たす間隔で規則的に並んでおり, 顆粒の間隔が異なれば異なる色が発現する。また, 「小羽枝の断面が三日月状であること, 小羽枝がねじれていることなどが光の反射特性に大きく影響している」こと, 「メラニンの黒色が構造色の発現に関係する反射光以外の光をカットし, 鮮やかな発色と



図1. 雄孔雀の上尾筒から後羽根部の羽枝のみを水平に重ね並べた概要サンプル (試料B)

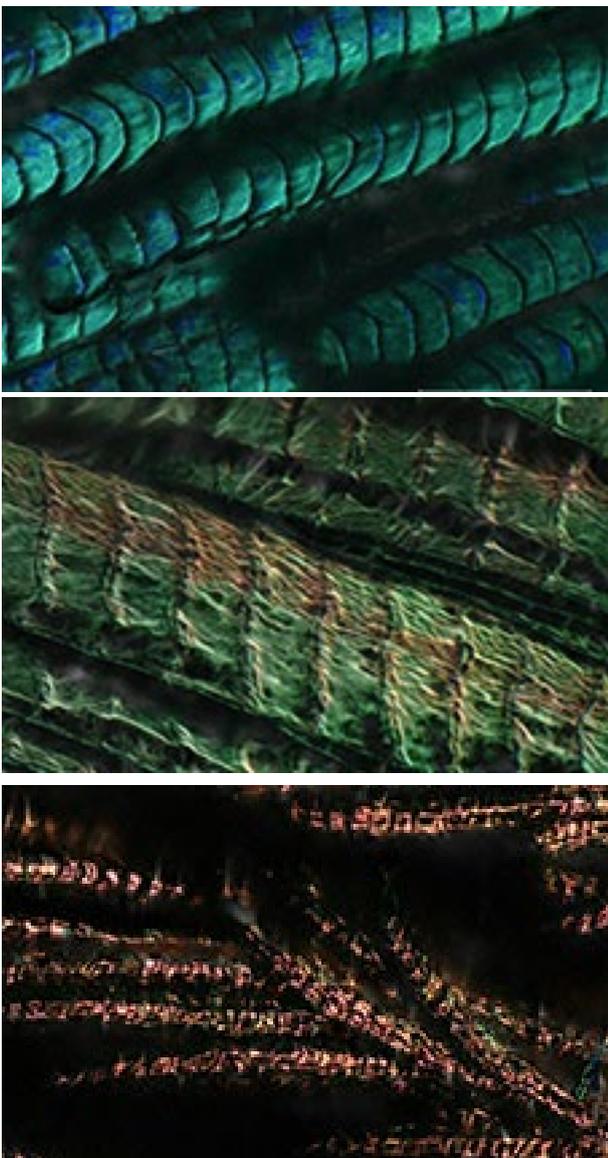


図2. 顕微鏡による上尾筒各部位の拡大像  
上: 眼状紋の”ピーコック・グリーン”部分の羽枝から生える小羽枝  
中: 眼状紋より上部の羽枝から生える小羽枝,  
下: 後羽根部の羽枝から生える小羽枝

なる」ことが先行研究により示されている. なお, 試料Cについて, 後羽根部羽枝の隙間の所々に高彩度の緑色に正反射方向に反射する平たいテープ状の着色金属箔, 所謂ラメ材が織り込まれており, 茶褐色の銅のような小羽枝が緑系に転ずる光学異方性を視覚的に強化する意図での演出と推察される. また試料Cにおいて孔雀羽根が緯糸として使われた部位の拡大像と試料Aの拡大像とを比較し, その形状と色彩の類似性から, 緯糸は後羽根部に属する羽根の比較的付け根に近い綿状羽枝と特定した.

## 2.2. 変角分光イメージングシステムによる計測

図4は, 試料Cの概要サンプルとして綿状羽枝を並



図3. 顕微鏡による「孔雀羽根織」丸帯 (試料C) の孔雀羽根織部観察  
上: 観察風景  
下: 拡大像

置した試料 B を角度不明の斜め上から光学カメラで撮影した像である。変角分光イメージングシステムで試料 B の方位角依存性について確認した結果、仰角の変更に関しては、強い依存性があるが、方位角方向には、強い依存性が無いことを確認した(図5)。15° ではいずれの方向でも赤紫色の発色が多く見受けられるが、75° に向かうに従って鮮やかな緑の発色が增加する。この 15° から 75° の角度変化で、反対色の色相変化が認められる。これらの結果は、2.1. で述べた孔雀羽根における構造色の発現理由に整合する。

試料 C は目視では概ね茶褐色だが、2.1. で述べた緑色のラメ材の他にも金糸、螺鈿などの光輝感ある材料の反射の影響で 15° の色域が広く出た。一方、75°

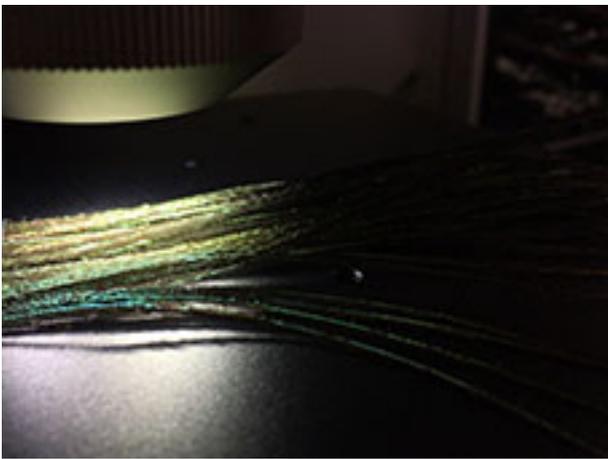


図4. 試料 B の光学カメラでの撮影像

の色域は狭く、正反射から離れている 75° では光輝感のある材料の反射は殆ど認められない。孔雀羽根が織り込まれた部分は赤褐色から青方向にシフトしており、綿状羽枝の部位の特徴が表れている。

### 3. 質感評価

試料 C の孔雀羽根織部分には艶と光輝感ある様々な異素材や意匠が施されているため、その光学異方性はやや沈み、小羽枝の起毛した重なりが影を生んでマットな印象である。柔らかく膨らんだ小羽枝の密集する様は絨毛のようにも見える。試料 B は他に介入するものなく孔雀羽根のみで成す面である。ここには光学異方性による構造色の色相変化が明瞭に発現しており、絨毛のような柔らかみの上に艶と光輝を感じる。この印象は、鹿の角芽に生えている柔らかい産毛をさす天鷲絨(てんがじゅう)という呼称が、パイル織物であるピロードの名に転じたことを連想させる。

試料 C は筆者が所有する品物だが、この意匠の初源に総孔雀羽根織の1本が存在する(図6)。この逸品は緯糸にびっしりと孔雀羽根が並び、暗い茶褐色から鮮やかな緑色へ変化する構造色の光学異方性が顕著に発現している。筆者はこの帯を異なる場所の異なる光環境のもとで5度、拝見したことがある。とりわけ日本家屋の、やや離れた開口部からの外光が届く奥座敷で掛けられていたこの帯の、漆黒から輝く彩が微かに確かに出現する様に、天然構造色への驚異の本質を手技により洗練させた真骨頂を

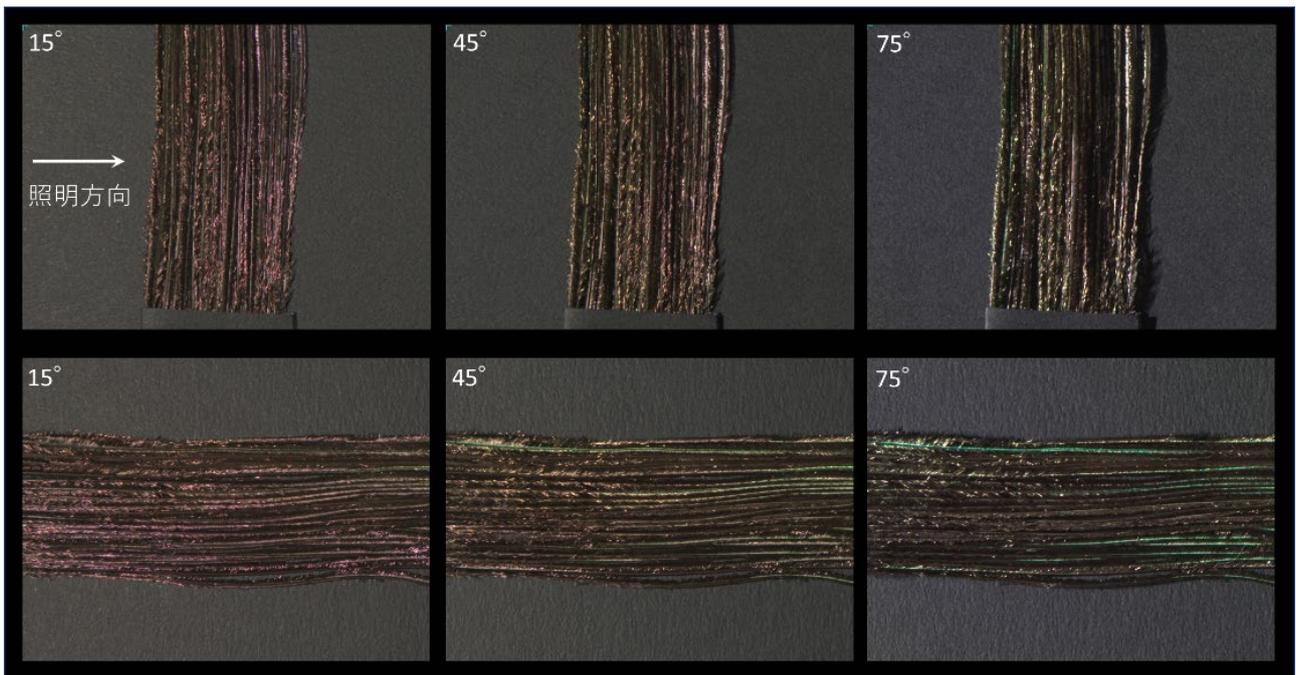
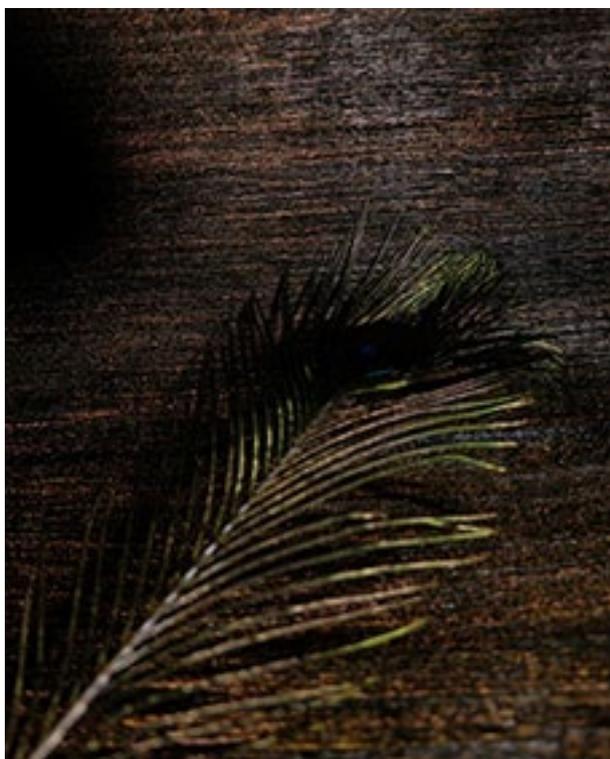


図5. 15° ,45° ,75° の3角度での分光イメージングの測定結果から D<sub>65</sub> 光源, 10° 視野で計算した画像



見る. 密集した起毛が影をより深め, 彩という光の様相を荘厳に仕立てる, その役割に雄孔雀の綿状羽枝はまことにふさわしい.

#### 4. まとめ

孔雀羽根三態の微細構造観察, 光学特性を計測分析と質感印象の関連を考察した結果, 雄孔雀の上尾筒において極めて目立つ眼状紋の光り輝く誘目性に対して脇役とみられる綿状羽枝が, 構造色を「綺麗」と感じる時間的空間的变化を蓄えていることがわかった. また, 誉田屋源兵衛製「孔雀羽根織」帯の意匠が, 視覚優位に応じた素材としての雄孔雀羽根意匠の2つの系には偏重せず, より触感的な印象(絨毛のような柔らかみの上に艶と光輝感)を生起させること, その要因として重要な, 密集した起毛であること, その”毛”が構造色発現の構造であること, という要件を雄孔雀の上尾筒の綿状羽枝が満たしていることを確認した.

#### 参考文献

- 1) 大住雅之, 栗野由美: 「孔雀羽根織」の分光特性と質感に関する考察, 日本色彩学会第51回全国大会予稿集, 2019.
- 2) 栗野由美: 緞子の特性を最大化する絹の経糸緯糸同色緞子の質感と美的評価に関する文化的考察 —— 図柄織物における配色のルールと艶めき印象の効果について, 形の文化研究, 11号, p17-26, 2018.
- 3) Awano Y and Osumi M: Development of Multi-angle Spectral Imaging System using LED Illuminant - LCTF Device and Analysis of Japanese Silk Textiles, AIC2011 Proceedings, 2011.
- 4) José A Díaz, et al.: Classification of peacock feather reflectance using principal component analysis similarity factors from multispectral imaging data, Optics Express, 2015

図6 誉田屋源兵衛製「総孔雀羽根織」帯.  
上: 展覧会風景,  
下: 近影  
平成30年10月, 銀座一穂堂サロンにて筆者撮影.

# 上衣と下衣の組み合わせにおける対比印象度の定量化及び感性評価

## The Contrast Impact of Two-Piece Garments and KANSEI Evaluation

高石耕平	Kohei Takaishi	宇都宮大学	Utsunomiya University
武正珠実	Tamami Takemasa	宇都宮大学	Utsunomiya University
大高茉桜	Mao Otaka	宇都宮大学	Utsunomiya University
藤本純子	Junko Fujimoto	同志社女子大学	Doshisha Women's College of Liberal Arts
石川智治	Tomoharu Ishikawa	宇都宮大学	Utsunomiya University
奥田紫乃	Shino Okuda	同志社女子大学	Doshisha Women's College of Liberal Arts
阿山みよし	Miyoshi Ayama	宇都宮大学	Utsunomiya University

**Keywords:** コントラスト・インパクト, 上衣・下衣, 布地, 花柄.

### 1. はじめに

現代人のファッションコーディネートへの関心は高く、コーディネートを選ぶ際に最も重要な要素の一つである配色問題に関しては色票やモニターを用いた様々な研究が行われている[1, 2]. 現代人の大多数のファッションコーディネートは上衣(ブラウス, シャツ等)と下衣(パンツ, スカート等)の組合せである. ファッションセンスの有無に関わらず, 人々は上衣・下衣を選ぶ際に何らかの「対比」を考えている. 無地・柄に関わらず, 上衣と下衣の対比印象及び感性評価との関係を定量的に表すことができれば, ファッションデータベース等でのコーディネートの提案にも役立つ.

我々は, 先行研究において上衣と下衣の対比印象の強さを「コントラスト・インパクト」と呼び, その尺度化と感性評価との関係について検討した[3-6]. しかし, 中, 小サイズの有彩色花柄を用いた上衣を使用していなかったため, コントラスト・インパクトと感性評価との関係についてはさらなる検討の余地があった.

本研究では, テスト刺激として4種の明度の無地を用いた下衣, 同じパターンで柄の大きさや柄の色の異なる上衣を用いた組合せにおいて, 上衣と下衣の対比印象の強さの尺度化を試みる. また, それらの組合せに対して感性評価を行うことで柄の大きさや色彩がコントラスト・インパクトや感性評価にどのような影響を与えるのかについても検討する.

### 2. 実験概要

対比印象比較実験では, 花柄の上衣と無彩色無地の下衣を組み合わせたテスト刺激と無彩色無地の上衣・下衣を組み合わせた対比刺激の対比印象の比較を行わせた. テスト刺激と対比刺激の呈示例を図1に示す. 花柄の布地は黒系, 赤系, 黄系, 緑系, 青系それぞれの大, 中, 小サイズの花柄の15種類, 無地の布地は白, グレイ1, グレイ2, 黒(明度は9.5, 7, 4, 1.5程度)の4種類を使用した.

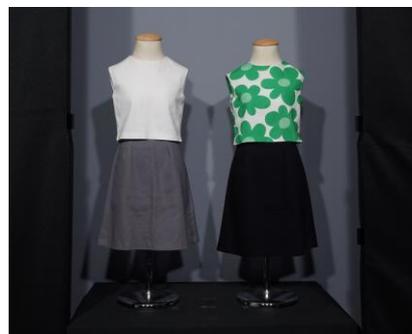


図1. 刺激呈示の例

感性評価実験では, 対比印象比較実験で用いた60種類のテスト刺激に対して感性評価を行わせた. 「落ち着いた」「かわいい」「清楚な」「明るい(視覚的)」「地味な」「目立つ」の6評価語を用い, 0から6の7段階で感性評価を行った.

被験者から呈示刺激までの視距離は約100cmとし, 刺激は55cmの台に置いて呈示した. 鉛直面照度を約650lx, 水平面照度を約350lxに設定した. 被験者は工学系の女子学生5名で行い, 2018年度実験実施者3名を被験者群A, 2019年度からの新規被験者2名を被験者群Bとし, 被験者群Aは前年度の結果と合わせて分析を行った.

### 3. 測色

上衣と下衣の測色値として図2の挿入図の青線で囲んだ部分の輝度、色度を2次元色彩輝度計(KONICA MINOLTA CA-2500)を用いて測色した。各々の組合せにおいて、平均輝度の高い方を $L_{high}$ 、低い方を $L_{low}$ とした。

### 4. コントラスト・インパクトの導出方法

対比印象比較実験において、テスト刺激と対比刺激の組合せごとに、被験者全員分の「テスト刺激の方が対比印象は強い」と判断された回数を集計した。それをテスト刺激ごとにまとめ、対比刺激の上衣と下衣の輝度コントラストを $x$ 、その対比刺激と組合せになった場合の「テスト刺激の方が対比印象は強い」と判断された回数を $y$ とし、シグモイド型の関数を用いて曲線近似を行った。この時求められた近似式の $y=10$ の時の $x$ の値をコントラスト・インパクトとした(図2)。

ここでの $x$ は以下の式(1)で算出した。 $k$ は結果がシグモイド型の関数での近似が良好になるように無地の明度に乘じた係数であり、白、グレイ1、グレイ2、黒に対して、各々2.0、1.1、0.6、0.5である。全条件で近似曲線による推定値と実際にテスト刺激が選ばれた回数の相関係数は0.89以上であった。

$$x = (kL_{high} - kL_{low}) / (kL_{high} + kL_{low}) \quad (1)$$

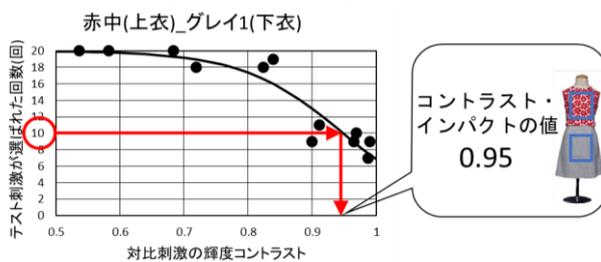
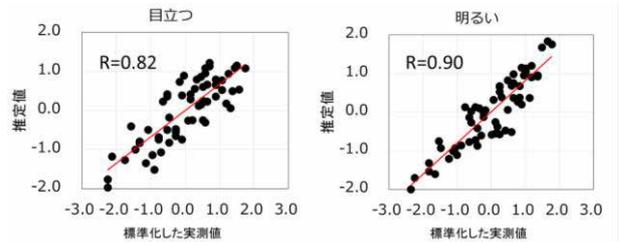


図2. コントラスト・インパクトの求め方

### 5. 実験結果

各評価語にどのような変数が関係しているかを検討し、上衣と下衣の平均輝度、上衣の平均 $C_{ab}^*$ 、及び求められたコントラスト・インパクトの3変数での重回帰分析を行った。「目立つ」、「明るい(視覚的)」における重回帰式による推定値と実測値の関係を表すグラフを図3に示す。グラフ中の $R$ は重相関係数を表す。また、求めたそれぞれの重回帰式を式(1)、(2)に示す。式中の $Y$ は感性評価の平均評価値、 $X_1$ は上衣と下衣の平均輝度、 $X_2$ は上衣の平均 $C_{ab}^*$ 、 $X_3$ はコントラスト・インパクトである。これらより、評価語「目立つ」「明

る(視覚的)」は上衣と下衣の平均輝度、上衣の平均 $C_{ab}^*$ 、及びコントラスト・インパクトで良好に説明できる結果となった。



$$Y = 0.36 \cdot X_1 + 0.57 \cdot X_2 + 0.26 \cdot X_3 \quad (2) \quad Y = 0.72 \cdot X_1 + 0.37 \cdot X_2 + 0.17 \cdot X_3 \quad (3)$$

図3. 重回帰式による推定値と実測値の関係  
(「目立つ」、「明るい(視覚的)」)

### 6. まとめ

先行研究と同様に、対比刺激の明度に適当な係数を乗じて導出したコントラスト・インパクトにより、対比印象の強さを定量化した。各感性評価語に対し、上衣と下衣の平均輝度、上衣の平均 $C_{ab}^*$ (メトリッククロマ)、コントラスト・インパクトの3つを説明変数とし重回帰分析を行ったところ、「かわいい」を除く5つの評価語で重相関係数が0.8以上と良好に説明できる結果となった。

### 謝辞

本研究の一部は科学研究費補助金(挑戦的萌芽研究 16K12507 および基盤研究(c)19K12179)の援助によることを付記し、ここに謝意を表す。

### 参考文献

- 1) 伊藤久美子: 服装における色彩調和に関する研究—色彩感情からみた配色—, 日本色彩学会誌 25(3) (2001) 183-192
- 2) Huang, M., et al.: Color Harmony in Two-Piece Garments, *Color Res. Appl.* 42(4) (2017) 498-511
- 3) Ayama, M., et al.: Contrast Impact of Two-Piece Garments, *AIC2017 Jeju* (2017)
- 4) 高石耕平ほか: 上衣と下衣の組み合わせにおける対比印象評価—コントラスト・インパクトの提案—, 第20回日本感性工学会大会予稿集 (2018)
- 5) 高石耕平ほか: 上衣と下衣の対比印象度及び感性評価に対する柄の大きさや色彩の与える影響, 日本色彩学会第50回全国大会予稿集(2019)
- 6) 阿山みよしほか: 上衣・下衣の組み合わせの感性評価に対する測色値とコントラスト・インパクト値の影響, 第21回日本感性工学会大会予稿集 (2019)

# 服装の印象とセルフイメージを考慮した

## コーディネート上のレコメンド手法

### A recommendation method for fashion coordination considering impression of clothes and self-image

高宮 博志	Hiroshi Takamiya	中央大学大学院	Chuo University
高橋 直己	Naoki Takahashi	中央大学	Chuo University
坂本 隆	Takashi Sakamoto	産業技術総合研究所	National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)
加藤 俊一	Toshikazu Kato	中央大学	Chuo University

**Keywords:** ファッション・コーディネート, 心理実験, 評価尺度, セルフイメージ, Semantic differential 法.

#### 1. はじめに

衣服の組み合わせ（ファッション・コーディネート）の選択において「印象」は大きな影響を与えており、コーディネートの好みによる選択だけでなく、コーディネートの印象とセルフイメージとの関係が考慮される。人は服装から第一印象として他人の性格を類推する傾向がある[2]。また、他者の行為を模範し社会に順応しようとする同調性欲求があり、ファッション採用においてもこの傾向が見られる[3]。「いいな」「おしゃれだな」のように好感を持ったコーディネートであっても、そのコーディネートから受ける印象が自分に似つかわしくないと判断した場合、着用や購買には至らない。その一方で、自分には似合わないという理由や、他者が受ける印象が大きく変わるという理由で、購買や着用の対象とならない衣服であっても、「いいな」「おしゃれだな」のように好感を持ったり、憧れを感じる場合は、着用や購買の可能性が現れるだろう。しかし、こうした潜在適欲求を考慮し、利用者寄り添った提案を行うシステムは、これまで提案されて来なかった。

我々は、ECサイトなどで使用されるレコメンドシステムを想定し、ファッション・コーディネートが与える印象を考慮した衣服の組み合わせをレコメンドする手法とシステムの開発を目指す。利用者が自分に似合うと思う衣服の組み合わせの印象と、利用者が憧れる（しかし自分には似合わないと思っている）衣服の組み合わせの印象を、どちらも考慮しながらファッション・コーディネートを支援する。我々のシステムを用いると、自分には似

合わないという理由や、他者が受ける印象が大きく変わることへの懸念から、着用や購買の対象とならなかったコーディネートにも目を向けてもらう様にレコメンドすることが可能となる。本研究では、我々はファッション・コーディネートの印象をモデル化するためにSD法と因子分析を用いることを想定するため、我々はSD法に用いる評価尺度を作成する。被験者実験により評価尺度を作成することで、我々はディスカッションによる筆者らの主観で作成するよりも利用者の目線に立つ。

#### 2. 関連研究

既存のレコメンドシステムの多くは、ユーザの検索や閲覧の履歴をもとに、ユーザに推奨するアイテムを決定する。そのため、ユーザは購買意欲の強いアイテムや閲覧経験のあるアイテム、それらに関連するアイテムのおすすめを得られる。しかし、ファッションに関して、ユーザが自身に似合わないと思い、検索や閲覧をしないアイテムはレコメンドできない。また、好感や憧れを感じ検索や閲覧をしたアイテムであっても、セルフイメージと合わなければ購買や着用に至らない。このような潜在的欲求を推定し、ユーザが着目しなかったアイテムをレコメンドするシステムは、未だECサイトには存在しない。そこで、利用者が自分に似合うと思うコーディネートと、憧れるながらも自分には似合わないと思うコーディネートの、どちらも考慮する手法を用いる。先行研究[1]では、ユーザと他人の感性（センス）両方を用いたファッションのレコメンドシステムを提案した。この研究における提案手法では、WEARというウェブサイト上の画像を用いて、色を特徴量としたユーザと他者の感性をモデル化し、どちらの感性も考慮したコーディネートをレコメンドした。しかし、色を特徴量として用いる上で、

トップスとボトムスそれぞれの色の平均を特徴量として用いているが、複数の色の組み合わせと、複数の色の平均の色は同じ印象ではなく、感性を確実に表しているとは言い難い。例えば、トップスに白のTシャツと黒のジャケットを組み合わせていた場合、色の平均はグレーであり、前者白黒の服の組み合わせによる印象と、グレーの服の印象は異なる。加えて、人が対象に何らかの印象を抱く時、その背後には複数の観点の判断基準があり、物理特徴では色のみではなく形やデザインも挙げられる。そこで、我々の研究では、色の様な物理特徴の代わりに印象を用いることで、人の直感的コーディネート選択に即したレコメンドシステムの提案を目指し、本実験では実験データを基にした印象評価のための評価尺度作成を行う。

### 3. コーディネーションの印象のモデル化

ファッションにおけるコーディネート印象を考慮し、衣服の組み合わせをレコメンドするため、ファッション・コーディネート印象を定量化する仕組みを構築する。ファッション印象評価に用いられる形容詞対によって評価尺度を作成し、SD法によるアンケート調査を行う。アンケート評価の結果を用いて、どの様な意味次元に基づいて印象が判断されるかを明らかにし、それらの意味次元を持つ空間上で評価対象がどの様に位置づけられるかを、因子分析を用いて明らかにする。この様に構築され因子得点空間を印象空間として用いて[4]、ファッションコーディネート空間内の点としてプロットし、印象を定量化する。また、人々がファッションの系統を認識している様に、コーディネーション印象には大きな個人差は見られないと仮定し、利用者間で印象評価されたコーディネーションのデータを印象空間上で共有する。

## 4. 実験

### (1) 評価尺度作成

まず、SD法で用いる評価尺度を選定するためアンケート実験を行った。被験者は20~25歳の女性5名とした。被験者は16枚のファッション・コーディネート画像を一つずつ見て、それぞれの画像に48個の形容詞対に関して5段階評価を行った。評価対象となるサンプル画像は「東京のストリートファッション」をテーマとしたファッション情報サイト[5]より、2017年から2019年の期間に撮影された物で、気温が10℃~20℃の際のコーディネートを大量に抽出したデータから用いた。筆者の主観とアパレル

経験者を含む数名とのディスカッションにより、近年のファッション系統を網羅するように16枚の画像を選出し加工した(図2)。プライバシーの問題から顔を隠し、ファッション以外の刺激を排除するため背景をぼかし、グレースケールにした。また、評価項目は、ファッションに関わる研究[6]~[9]やウェブサイト[10][11]を参考に、ファッションコーディネーションの印象評価へ使用される言葉を選出し、反対の意味になる形容詞を組み合わせ、48個の形容詞対とした(表1)。左右のどちらかに「当てはまる」「やや当てはまる」もしくは「どちらでもない」の5段階で当てはまり度合いを評価する5件法を使用した。

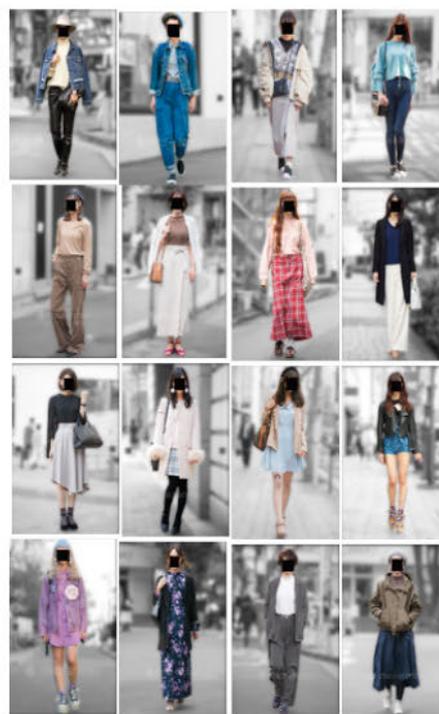


図1. 16枚のサンプル画像

### (2) 手順

48個の形容詞対のうち、サンプル画像ごとの評価値の個人差が小さく、サンプル画像ごとの評価の平均値の分散が大きい形容詞対をSD法に用いる評価尺度として採択することとした。

(観点1): サンプル画像ごとに各回答者間の評価の差が小さい項目を採択した。本研究では、ファッション・コーディネートが与える印象が利用者とは他者で大きく異ならないと仮定するため、サンプル画像ごとに個人間の評価に差が大きい、つまり、認識の差が大きい項目は(適さない)使用しない。本研究では、5段階評価であることから、画像ごと

の各評価項目の最大評価値と最小評価値の差が2より大きい項目を除いた。

(観点2): サンプル画像ごとの評価値がばらついた評価を採択した。評価尺度はファッションコーディネート印象評価に用いるため、異なるファッションの印象を評価する上で、回答が変化しない項目は使用しない。本研究では、各画像に対する評価項目の評価値を平均することで画像の評価得点とし、各評価項目の評価得点分散が1以下の項目を除いた。

## (2) 実験結果

実験の結果を表2に示す。1つ目の観点から得られる結果は表2の個人差得点の数値である。画像に対する各評価項目の最大評価値と最小評価値の差を平均した値が得点であり、この得点が2より大きい項目(緑のセル)が22項目であった。2つ目の観点から得られる結果は表1の左2つの数値である。評価得点の分散に大ききばらつきはなく、比較的まとまっている。分散値が1よりも低い項目が2つあり、「伝統的なー流行の」「無頓着なー優美な」であった。同様に、これらは平均値の絶対値が1より小さいことから、ほとんどの回答が5段階評価の中で「どちらでもない」であったと言える。

## 5. 考察

観点1により除かれる項目には個人の好みによって評価する項目があり、最も分散の大きい「着たいー着たくない」をはじめとし、「好感を持てるー好感を持てない」「好きー嫌い」が除かれた。これは、ファッションに対する好みは人によって異なることを表しており、本実験で用いた、異なる系統を網羅する16枚の画像によって好みの差が現れたと考えられる。また、「流行に左右されないー流行を意識した」「田舎の雰囲気ー都会的な」の様に、ファッションの流行に関する知識や認識で評価する項目も除かれる。これは、何が流行っているのかという知識に加えて、自身にとっての流行と言える系統が個人によって異なるのではないかと考えられる。観点2では、画像と回答者の組み合わせの多くの場合で「どちらでもない」と評価された2つの項目のみが除かれた。これには2つの要因が考えられる。1つ目に、対の組み合わせとして不自然に感じられたため、評価が難しく、中性的評価を選択したことが考えられる。これらは、単一の言葉を組み合わせで作成した対であるため、相対的な組み合わせと感じ難かったのではないかと考える。2つ目に、ファッションの印象評価に適していない言葉であることが考

えられる。これらの言葉はそれぞれファッションに関する英語や和製英語、カタカナを辞書的な意味から訳したものであるため、日本語に直したことによる違和感があると考えられる。例えば、「無頓着な」「優美な」はそれぞれ、「ラフ」「ドレッシー」を辞書的に書き換えた言葉である。

観点1, 2により、評価の個人差が大きくなる項目と、評価することが難しい項目の合計24項目を除いた、24項目を評価尺度対として用いる(表2)。

表1. 評価項目

形容詞対	評価値平均	評価値分散	個人差得点
伝統的なー流行の	0.75	0.67	1.63
無頓着なー優美な	0.29	0.76	1.56
格式あるー現代的な	1.11	1.01	2.2
野暮ったいー洗練された	0.14	1.03	2.25
重々しいー軽快な	0.70	1.07	1.9
軽薄なー理知的な	0.18	1.08	1.9
遅れているー流行の	0.25	1.13	2.25
下品なー上品な	0.39	1.15	1.38
お手頃そうなー高級感のある	-0.93	1.16	2.3
安価なー高価な	-0.68	1.18	2.44
清楚なーセクシーな	-0.60	1.33	1.56
日常的なー特別な	-1.14	1.34	2.0
気楽なー格式高い	-1.10	1.36	2.00
デザイン性の高いー機能性の高い	-0.60	1.36	1.8
無骨なーふんわりとした	0.23	1.37	1.81
気取らないー粋な	-0.28	1.39	2.3
気取ったー自然体な	0.61	1.51	2.3
田舎の雰囲気ー都会的な	0.56	1.57	2.69
昔懐かしいー現代的な	0.58	1.59	2.5
保守的なー進歩的な	0.00	1.59	2.06
流行に左右されないー流行を意識した	-0.15	1.60	2.69
親しみにくいー親しみやすい	0.65	1.60	2.1
暗いー明るい	0.89	1.62	1.6
くつろいだ格好ー上品な格好	-0.39	1.66	2.00
違和感のあるー調和の取れた	0.83	1.67	2.5
色味の多いー色味の少ない	0.54	1.67	1.81
ぴったりとしたーゆったりとした	0.45	1.72	2.13
地味なー派手な	0.24	1.75	1.8
少年らしいー女の子らしい	0.84	1.81	1.2
ありふれたー個性的な	-0.10	1.84	2.00
嫌いー好き	-0.03	1.85	2.5
一般的なー斬新な	-0.53	1.87	2.44
引き締まったー柔らかな	0.53	1.90	1.9
男性らしいー女性らしい	1.04	1.91	0.9
簡素なー華やかな	-0.10	1.91	2.3
好感を持てないー好感を持てる	0.40	1.94	2.56
露出度の低いー露出度の高い	-1.20	1.98	0.8
すっきりしたーふんわりした	-0.33	2.02	1.8
着たくないー着たい	-0.70	2.04	3.0
無難なー奇抜	-0.30	2.06	2.00
きれいなーかわいらしい	0.29	2.11	1.8
子供っぽいー大人っぽい	0.04	2.16	1.81
かっこいいーかわいい	0.28	2.20	2.00
おとなしいー大胆な	-0.40	2.27	1.75
若々しいー大人らしい	-0.45	2.28	2.1
安定感のあるーワクワク感のある	-0.33	2.30	1.88
シンプルなーデザイン性の高い	-0.11	2.30	2.25
落ち着いたー活動的な	0.06	2.62	2.3

表 2. 評価尺度対

評価尺度対	
気楽な一格式高い	重々しい一軽快な
子供っぽい一大人っぽい	日常的な一特別な
下品な一上品な	少年らしい一女の子らしい
ありふれた一個性的な	地味な一派手な
無骨な一ふんわりとした	デザイン性の高い一機能性の高い
安定感のある一わくわく感のある	男性らしい一女性らしい
おとなしい一大胆な	引き締まった一柔らかな
無難一奇抜	暗い一明るい
かっこいい一かわいい	きれいめな一かわいらしい
色味の多い一色味の少ない	軽薄な一理知的な
清楚な一セクシーな	すっきりした一ふんわりした
くつろいだ格好一上品な格好	露出度の低い一露出度の高い

6. レコメンド手法

我々が検討する手法は、2種類のファッション・コーディネート画像群からレコメンドするコーディネーションを算出する。まず、利用者は普段着用しているコーディネーションに近い画像と、「いいな」「おしゃれだな」と憧れを抱くコーディネーションの画像を選択する。選択した画像を基に、3.1で構築した印象空間を用いてクラスターを作成し、それぞれのクラスターの中心から最も近いクラスターに属するコーディネーションが提案対象である(図1)。レコメンド内容が、上記どちらの印象も含んでいるのか、着たいと思えるかどうかを評価することにより、印象空間の有効性を検証する。また、空間の個人差分析と共通性の分析を行うことで、他者が受ける印象も考慮したレコメンドが可能となる。

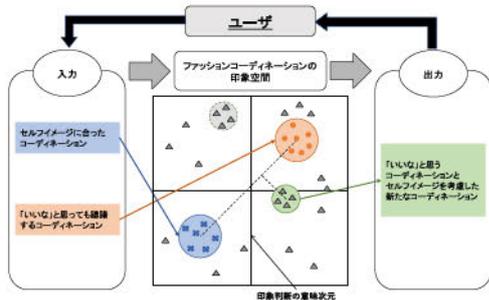


図 2. システム概要

7. まとめ

本研究では、我々は、ファッション・コーディネートにおける、セルフイメージと憧れるコーディネーションが与える印象のどちらも考慮した、利用者にとって新しいコーディネーションのレコメンドをするシステムの提案を目指す。コーディネーションの印象とセルフイメージが異なることから、自

分に似合わないと思い憧れで止まってしまう、潜在的な購買と着用の可能性を推測し、新しいコーディネーションのレコメンドが行える。本実験では、印象を評価する際の尺度の作成を行った。今後の展望として、我々は、本実験で作成した評価尺度を用いて、SD法と因子分析によりファッション・コーディネートにおける印象判断の意味次元を明らかにする。また、それらの意味次元を軸に持つ空間を構築し、有効性を明らかにした後、システムの開発を行う。

参考文献

[1] 梶谷 知嗣「ユーザーと他人の感性モデルを利用したファッションレコメンド」、2016年  
 [2] 坂井 信之「人は他人を服装によって判断しているか?: TEG-II を用いて先入観の形成を測定する」  
 [3] 雪村 みゆき, 今岡 春樹「同調欲求, 差異化欲求がファッション採用に及ぼす影響」, 繊維製品消費科学, 43巻11号, 2002年  
 [4] Keisuke Kastura, Momoko kato, Hiromitsu Shirakawa, "Recommendation of Fashion Coordinates Considering TPO and Impression", IJCCIE Vol. 3, Issue 2 (2016)  
 [5] Style-Areana.jp, 一般財団法人ファッション協会, <https://www.style-arena.jp/>  
 [6] 柳田 佳子「ファッションスタイルに対するファッションイメージ用語の適合性に関する考察」, 日本感性工学会 Vol.16, No.1, pp9-18,(2017)  
 [7] 二宮 玲子, 樋口ゆき子, 「ファッションイメージ空間構造の個人差分析」, 1986年  
 [8] 河本 直樹「ファッションコーディネーションの印象におけるシルエットの影響」, 二本感性工学会, 2017年  
 [9] 大枝 近子, 佐藤 悦子, 高岡 朋子「若者のファストファッション意識に関する調査」, 日本家政学会誌 Vol.64 No.10 645~653 (2013)  
 [10] Mine, 「ファッションの系統を徹底解説! 【レディース最新版】」 (2020/02/18) <https://www.mine-3m.com/mine/>  
 [11] Fashion Work Media, 「ファッションのジャンル (レディース・メンズ) 一覧」 <https://www.esmodjapan.co.jp/column/>  
 [12] 斎藤 幸子 「セマンテック・ディファレンシャル (SD) 法」, 特集・人間工学技法入門

# カラーチャートの色配置の違いが嗜好色判定に与える影響

## — 3シーズンの調査結果から —

EFFECTS OF LAYOUT OF A COLOR CHART ON COLOR PREFERENCE DECISION-MAKING  
-From the three season survey results-

水越 綾 Aya MIZUKOSHI 放送大学大学院 Graduate School of Informatics,  
The Open University of Japan

**Keywords:** カラーチャート、固定法、嗜好色

### 1. はじめに

嗜好色に関する先行研究は数多く、それらの研究結果から、個人の嗜好は性別や年齢、文化的・社会的背景、あるいは調査当時の心理的な影響等の関連が指摘されている。

その嗜好色調査の手法の中で、実際に色を被検者に提示し、そこから選択してもらう代表的な方法として、自由配列法と固定法の2種類がある。

戸塚(1964) [1]は自由配列法の方が固定法よりも選択に弾力性があり、固定法はカラーチャートに貼り付けられているそれぞれの色の影響を受けやすく不向きとすると指摘している。しかし、簡易性や携帯性からか固定法による色表を用いた調査方法が多く行なわれている。

とはいえ、実際に固定法を用いる調査を実施する上で、どれほどの影響があるのかを調査した先行研究は見られない。そこで筆者は、カラーチャートの色の配置が嗜好色決定に何かしらの影響があるのではないかと仮定し、2種のカラーチャートを用いて調査を実施した。

その結果、2カラーチャート間で大きな差異は見られなかったものの、若干色相の嗜好に差が見られた為、それが一時的な結果なのかを見る為に3シーズン継続して調査した。

### 2. 方法

#### 2.1. 対象者

服飾系大学で学ぶ1年生及び短期大学部1年生(累計662名(うち男子学生81名、女子学生581名))を対象とした。

#### 2.2. 調査用紙

日本色研事業株式会社発行、“JIS対応/修正マンセルカラーシステム色紙 ベーシックカラー140色”から、ヴィヴィッドトーン(Vv)、ライ

トトーン(Lt)、ペールトーン(Pl)、ライトグレイッシュトーン(Lgt)、ソフトトーン(Sf)、ディープトーン(Dp)、ダークグレイッシュトーン(Dkg)、R,YR,Y,YG,G,BG,B,PB,Pの7トーン10色相に加え、無彩色の白(Wt)、黒(Bk)、その中間の無彩色2色(N7、N4)を合わせた74色を用いた。色の選別に関しては、先行研究に添付されていた色票を参考に同じような色みを選択した。

1.5cm×2cm四方にカットしたカラーペーパーを、A4横の中明度の灰色の台紙上に貼付けし、今回の調査用に下記2種のカラーチャートを作成した。

カラーチャート1(図1)

色相の配列は左からP,PB,B,BG,G,YG,Y,YR,R,RP

カラーチャート2(図2)

色相の並びは左からRP,R,YR,Y,YG,G,BG,B,P,B,P

トーンの配列は上からVv,Lt,Pl,Lgt,Sf,Dp,Dkで両カラーチャートとも同じである。



図1: 嗜好色調査の為のカラーチャート1



図2：嗜好色調査の為のカラーチャート2

2.3. 調査環境

筆者が授業を実施しているPC教室2部屋で調査を実施した。両教室は隣接しており、環境はほぼ同一である。

晴天時には十分な自然光が入る環境ではあるものの、時間帯や天候によっては教室内の明るさが異なってしまう事から自然光下による調査ではなく、室内の蛍光灯下で調査を実施した。

2.4. 調査時期

2019年、夏期(7・8月)・秋期(11月)・冬期(1月)の3シーズンにわたって調査を実施した。

2.5. 調査方法

調査対象の男女比や人数がほぼ同じような構成になるようクラスごとに2つに分け、調査を実施した。3シーズンを通して固定クラスで、同じカラーチャートを用いた。

筆者の授業内に調査実施。用意したカラーチャートを配布し、嗜好色を回答させた。回答は本学で導入している学習ポートフォリオシステム manaba[2]上にPCから入力してもらった。

3. 結果

今回の調査の結果(一部)を図3~12、表1,2に示す。

この結果から、トーンにおいては季節毎の変動はあるものの、どちらのカラーチャートにおいても、Vv トーン, Lt トーン, Pl トーン, Nなどが好まれている事が分かる。反対に、Lgt を好むとした回答は共通して低かった。 $\chi^2$ 検定の結果からも、有意差はみられなかった。

色相に関しては両カラーチャートとも、RP, P系が共通して好まれている事がグラフから分かるが、全体的に色相やシーズンによってばらつきが

大きいことが分かる。

$\chi^2$ 検定を実施した結果、特定の色相において夏期、秋期に有意差が見られた。

夏期はカラーチャート1では、R、YR、カラーチャート2ではBが有意に多く(表1)、秋期ではカラーチャート1ではYR、カラーチャート2ではBG(表2)が有意に多い結果となった。

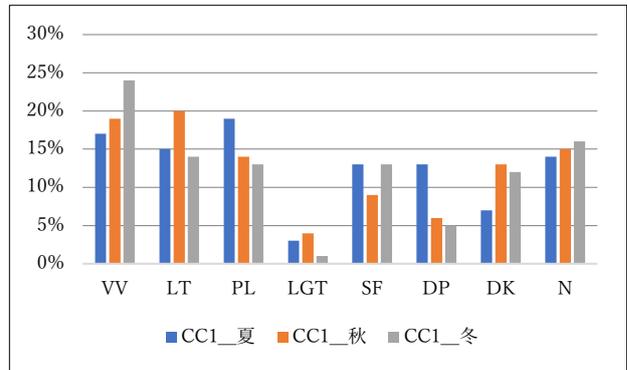


図3 カラーチャート1 (CC1) の3シーズンの嗜好結果 (トーン)

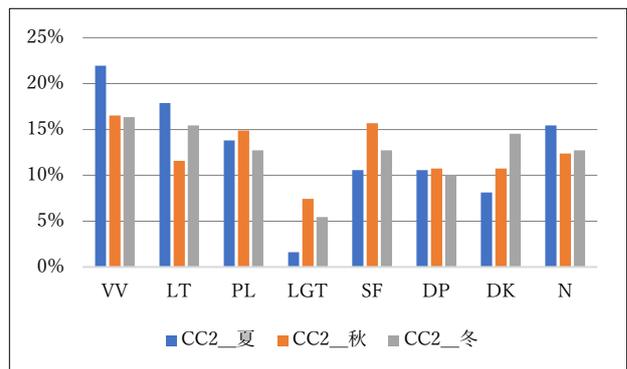


図4 カラーチャート2 (CC2) の3シーズンの嗜好結果 (トーン)

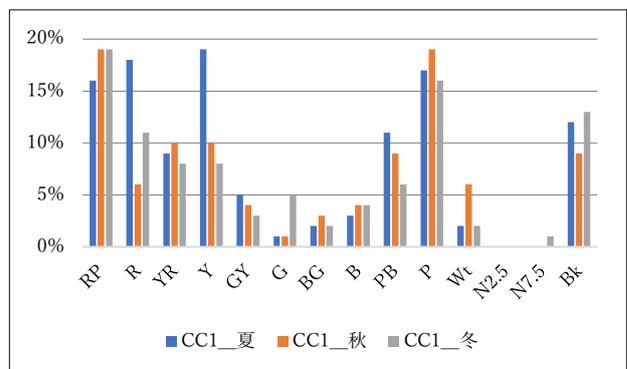


図5 カラーチャート1 (CC1) の3シーズンの嗜好結果 (色相)

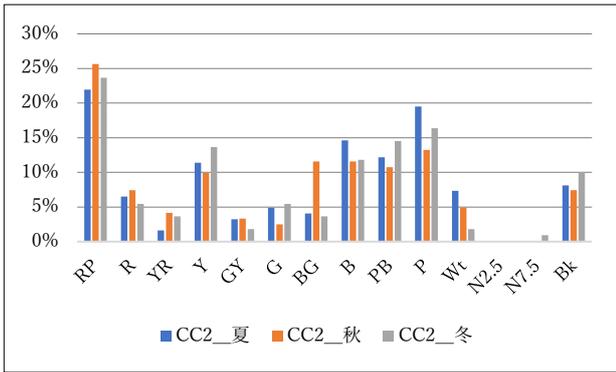


図6 カラーチャート2 (CC2) の3シーズンの嗜好結果 (色相)

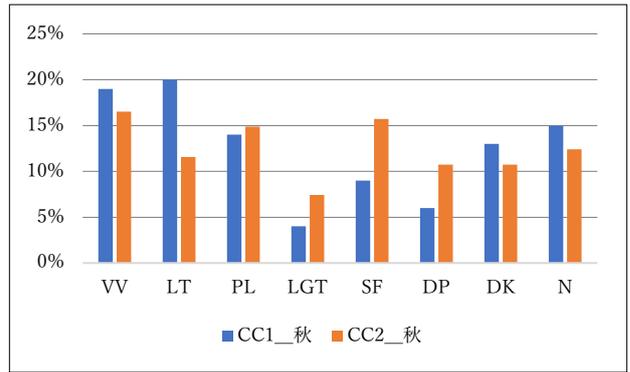


図9 カラーチャート1 (CC1) と2 (CC2) の秋期の嗜好結果 (トーン)

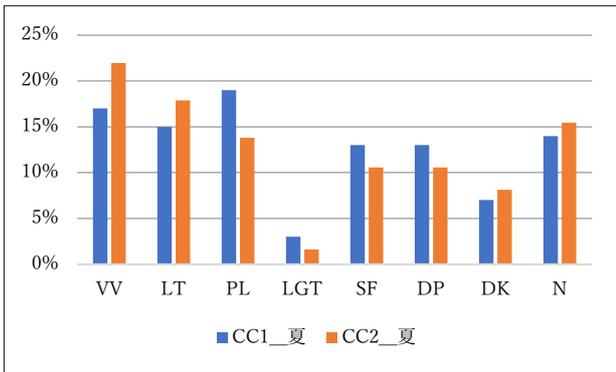


図7 カラーチャート1 (CC1) と2 (CC2) の夏期の嗜好結果 (トーン)

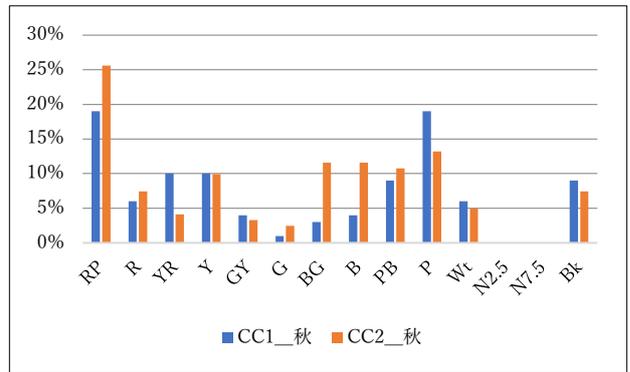


図10 カラーチャート1 (CC1) と2 (CC2) の秋期の嗜好結果 (色相)

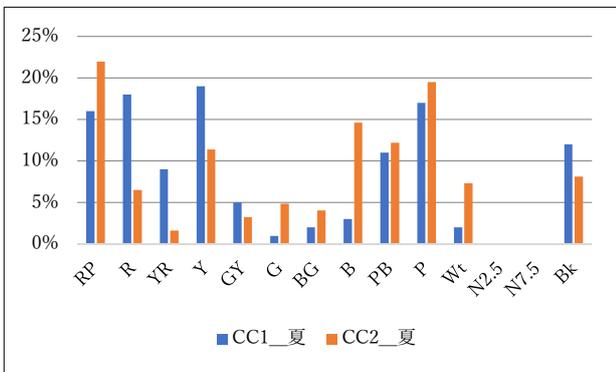


図8 カラーチャート1 (CC1) と2 (CC2) の夏期の嗜好結果 (色相) (%)

表1 カラーチャート1 (CC1) と2 (CC2) の夏期調査結果 (色相) の $\chi^2$ 検定

「実測値と残差分析の結果」

	RP	R	YR	Y	GY	G	BG	B	PB	P	N
CC1	16	19▲	9▲	20	5	1	2	3▽	11	17	14
CC2	27	8▽	2▽	14	4	6	5	18▲	15	24	14

(▲有意に多い,▽有意に少ない,p<.05)

表2 カラーチャート1 (CC1) と2 (CC2) の秋期の嗜好結果 (色相) の $\chi^2$ 検定

「実測値と残差分析の結果」

	RP	R	YR	Y	GY	G	BG	B	PB	P	N
CC1	21	6	11▲	11	4	1	3▽	4	10	21	16
CC2	31	9	5▽	12	4	3	14▲	14	13	16	15

(▲有意に多い,▽有意に少ない,p<.05)

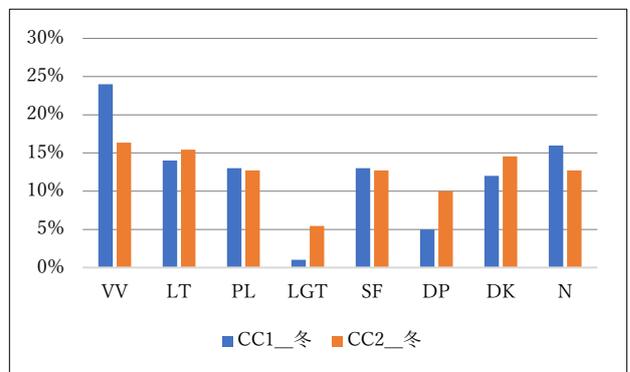


図11 カラーチャート1 (CC1) と2 (CC2) の冬期の嗜好結果 (トーン)

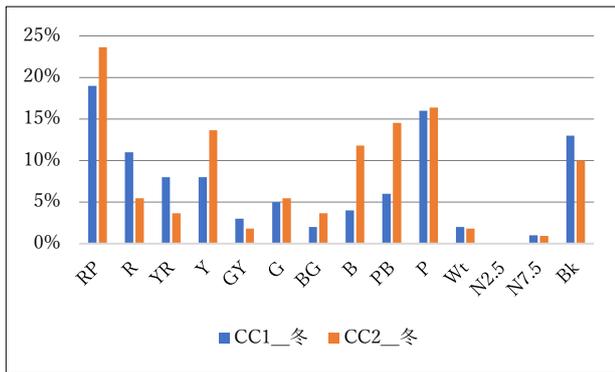


図 12 カラーチャート 1 (CC1) と (CC2) を用いた冬期の嗜好結果 (色相)

## 5. 考察

今回の調査結果から、トーンに関しては大きな差は見られなかったものの、色相に関しては夏期と秋期で特定の色域で有意差が見られた。

しかし、今回の結果から、カラーチャートの色の配置が嗜好色決定に影響を及ぼしていると言いつける事はできない。その理由として、被験者の好み偏っていたという事も考えられるからである。

従って、今後も継続して同様の調査を実施し、異なる被験者を対象とした調査においても同様の傾向がみられるかを調査してゆく必要があると考える

## 6. 引用

- 1) 戸塚歌子 (Utako Totsuka) An Examination on the Investigation Method of Favorite Colors. 1964 家政学雑誌 Vol15 No.2
- 2) 株式会社朝日ネットが提供している、クラウド型教育支援サービス

# Association between Color and Everyday Objects

Mahshid Baniani

University of Tsukuba

**Keywords:** Color, Color Preference, Objects, Color Assessments

## 1. Introduction

Numerous studies<sup>1</sup> have examined human preferences for simple patches of color, but is not yet clear how these abstract color preferences generalize to different object contexts.

The purpose of this study is to investigate and identify the association between color, preferences, assessments and everyday objects. The aim is to identify whether personal color preferences extend to everyday products when there are numerous color choices, or to what degree might an individual want personal color preference to feature in their everyday objects.

## 2. Methodology

### 2-1. Participants

115 Japanese university students (59 female and 56 male) between the ages of 19 to 22 (M=19.6) participated in this study.

### 2-2. Procedure

An experiment consisted of 3 steps was designed which was done randomly among the subjects. Before the experiment, each subject was provided with a set of 24 color pencils. The steps were as following:

- Subjects were asked to choose most/least favorite, happiest/saddest, most beautiful/ugliest, masculine/feminine, warmest/coolest, brightest/darkest color among the color pencils. The name of each color pencil was written on the box. They were advised to write the name as well as use the chosen color pencil to write the answer.
- Subjects were given detailed realistic drawings of bedroom, t-shirt, socks, and car and were asked to consider these items as their own and color them accordingly. (Figure 1)

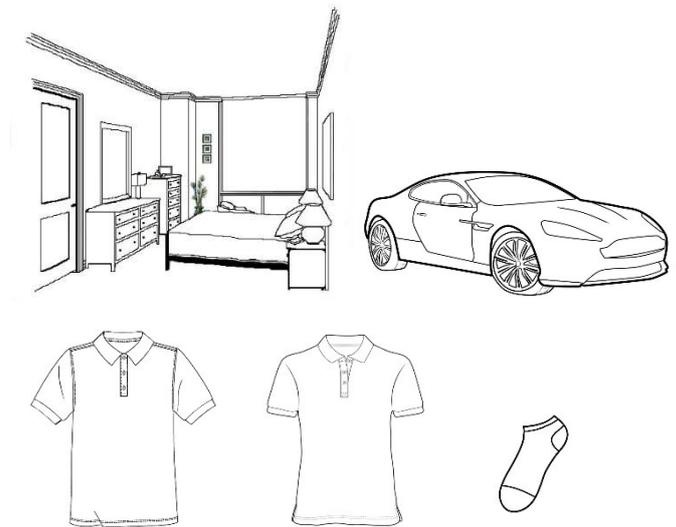


Figure 1. Sample of Drawings: Bedroom, car, men's polo shirt (left), women's polo shirt (middle), sock

- Subjects were presented with the color of each color pencil (24 in total) and were asked how they feel about it on a five-point Likert scale from very unhappy to very happy.

## 3. Results

### 3-1. Color Preferences and characteristics

This section focuses on the step where subjects had to choose a color for a specific character and adjective.

As it can be observed from Figure 2, blue hues are favorite colors of most subjects (56%) followed by red (11%). Masculine colors are considered to be black, blue and ultramarine blue ( $P < 0.05$ ). According to female subjects, feminine colors are Magenta and Burgundy, but Magenta according to male subjects ( $P < 0.01$ ). Brightest colors are yellow, light yellow, and white. For male subjects the most beautiful color is ultramarine blue ( $P < 0.01$ ), while it is ultramarine blue and burgundy for female subjects.



Figure 2. Colors and characteristics among female and male subjects

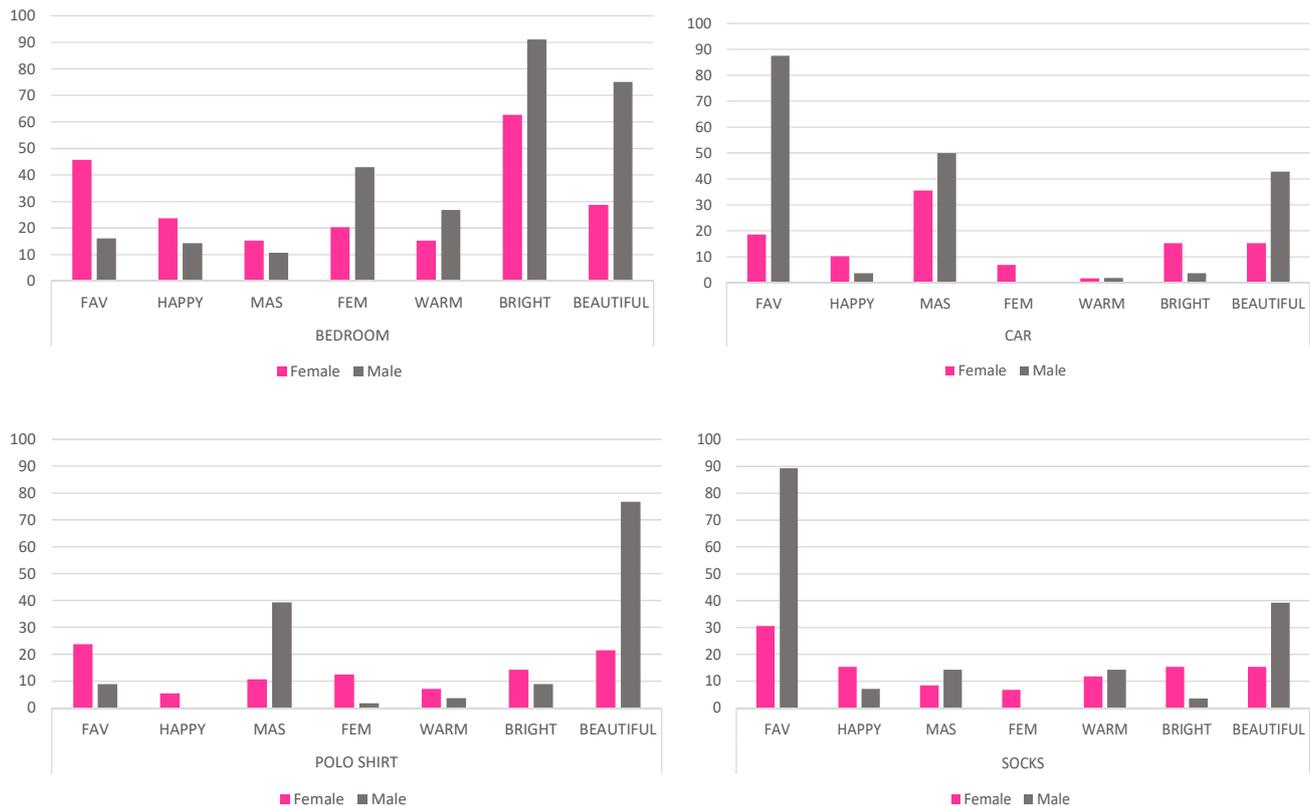


Figure 3. Preferences for Bedroom, Car, Polo shirt, and Socks

### 3-2. Preferences for objects

Subjects were given realistic drawings and were asked to consider those items as their own and color it accordingly. Later colors used in the drawings were compared with results of “3-1” (seen in Figure 2). These results are summed up in Figure 3.

As it can be observed subjects preferred to use colors that they considered bright or beautiful in their bedroom. Female subjects used colors considered masculine for their car while male subjects used their favorite color ( $P < 0.01$ ). Perhaps this is because favorite colors of male subjects are considered to be “masculine”. As for polo shirt, female subjects used their favorite color followed by colors they considered beautiful, bright, or feminine. On the contrary, male subjects used colors they considered beautiful or masculine. 89% of male subjects used their favorite color for socks ( $P < 0.01$ ), followed by colors they considered beautiful. Female subjects used their favorite color (30.6%) followed by colors they considered beautiful, bright, happy or warm.

In sum, female subjects don’t necessarily want to have their everyday objects in their preferred color and other factors are considered as well. Male subjects prefer their car or smaller clothing item to be in

their favorite color ( $P < 0.01$ ).

### 3-3. Color Assessments

In this section subjects had to look at all the 24 colors separately and rate how they feel towards each color from very unhappy to very happy. (Figure 4) White, ochre, brown and dark brown are considered neutral among all subjects especially male subjects ( $P < 0.05$ ). Blue hues are considered unhappy which can be seen in other studies<sup>2</sup> too. Yellow, light yellow, gold and orange were considered happy colors when looking at them.

## 4. Discussion

The purpose of this study was to identify whether personal color preferences extend to objects when there are numerous color choices. It was observed that subjects would rather use bright colors than their preferred colors in the bedroom. These bright colors were mainly used in bedroom walls ( $P < 0.05$ ). The subjects of this study were Japanese and since Japanese houses are small, the walls are in bright colors to make the space look bigger. Therefore, it would be interesting to do this same project among subjects from other countries.

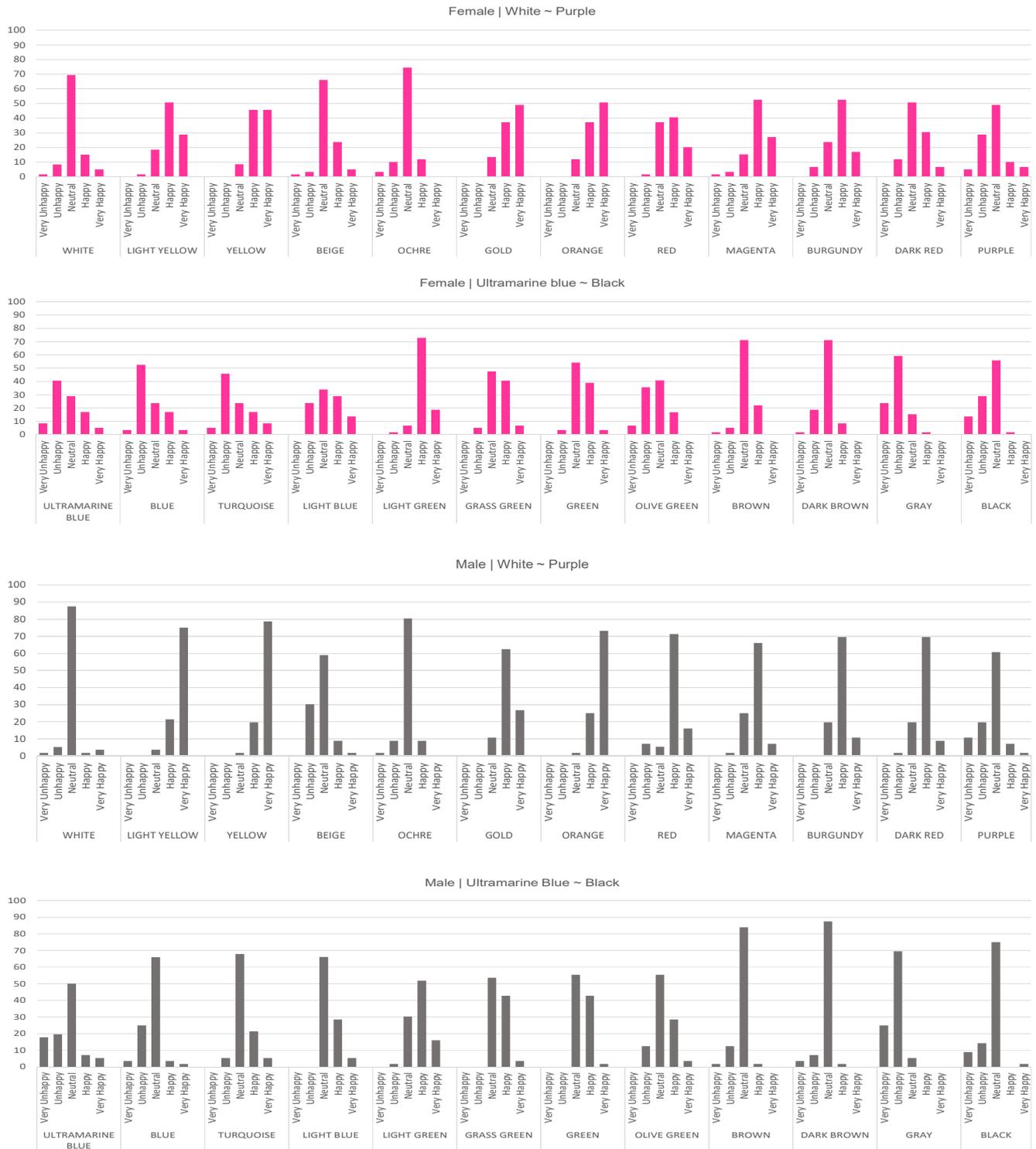


Figure 4. Color assessment among female (pink charts) and male (gray charts) subjects

Interestingly, white was the color most used in bedroom walls ( $P < 0.01$ ), however looking at Figure 4, it can be observed that subjects don't necessarily feel happy when looking at white<sup>3</sup>. Colors which were considered masculine such as black, ultramarine blue, and blue were popular colors for car. Subjects tended to use more of their favorite color in the clothing items which can be considered more personal.

**References**

- 1) K.B. Schloss, E. D. Strauss and S. E. Palmer: Object Color Preferences, *Color Res. Appl.* 38-6 (2013), pp.393-411
- 2) G. L. Collier: Affective synesthesia: Extracting emotion space from simple perceptual stimuli, *Motivation and Emotion.* 20 (1996), pp.183-221
- 3) M. Baniani: Color preference and emotion among Japanese students, In *AIC Proceedings.* (2019)

# Application of Chinese Five Elements Color View in Chinese Restaurant Space

Zhang Kaixiang Renmin University of China

Zheng Xiaoahong Renmin University of China

**Keywords:** Chinese Five Elements Color View, Restaurant Space, Modern color theory

In addition to many types of languages in the world that can convey information and communicate emotions, there are many other ways, and color is one of them. The Chinese five-element color concept is an analysis of color that has been deposited in labor production and cultural innovation by the Chinese nation for thousands of years. This analysis contains the humanistic cultural attributes and social cultural connotations of China for thousands of years. It is a color philosophy recognition system with distinctive national cultural characteristics, and its connotations are infinitely rich.

Chinese cuisine is famous at home and abroad for its "color, fragrance, taste, shape, utensils, quality, and nutrition", but among the top international cuisines, Chinese cuisine is always inferior. The reason In addition to some of the reasons for Chinese cuisine itself, the restaurant space and brand image design of Chinese cuisine have not been deeply rooted in people's hearts. Color is our most intuitive visual experience of things, and the most difficult to forget visual language. The Chinese five-element color concept is the oldest traditional color concept in our country, and it is the color concept that accompanies the ancient philosophy system of the five elements theory. It affects people's living habits and influences people's consciousness. This article aims to summarize the essence of the five-element color view through the study of the Chinese five-element color view, and explore the application of the five-element color view in the Chinese restaurant space.

The five-element color concept comes from the five-element theory, that is, "fire" is red, "earth"

is yellow, "gold" is white, "water" is black, and "wood" is cyan. The five elements theory is derived from the concept of the four parties mentioned by the businessman. With the passage of time and the development of society, people's productivity has improved, and after renewed knowledge of nature and life, the east, west, south, and north of the Quartet have become east, west, north, south, and north. Self-awareness. At the end of the Warring States period, the Qiaoyang family Zou Yan gathered the great elements of the Five Elements, and combined Yin and Yang with the Five Elements, thus laying the theory of Yin and Five Elements. As for the description of colors, the ancient people Zhong Qian was in five colors: green, red, white, black, and yellow. In the Yinxu oracle bone inscriptions, these color words (or predecessors of these color words) have basically appeared. In the Warring States period, Zhou Li Kao Gong Ji had the earliest written record of the five colors corresponding to the five parties: "The matter of painting achievements: miscellaneous five colors. The east means green, the west means white, and the south means red. The north is called black. "This record also marks the establishment of the five-element color concept, and at the same time divides the color into positive and intermediate colors. In order to maintain the stability of the class, Confucius set the five colors as positive colors and the intermediate colors as mixed colors. The five colors serve the imperial power and are protected by law as a class ritual system, which guides and restricts the daily life of the ancient Chinese people and affects people's perception of color and beauty in ancient times.

People's cognition of color cannot exist without isolation, and visual perception and association are very important factors. Five elements interact with each other, where wood fires because

the wood is warm, the fire is hidden, and the wood fires, so the wood fires; the fire fires the earth because the fire is hot, so it can burn wood, and the wood becomes ash, ash That is earth, so fire is earth; earth is gold, because gold needs to be hidden in the stone, it is born according to the mountain, and it is born. (Golden qi) Warm and lustrous, gold relies on aquatic, and forged gold can also become water, so gold produces water; aquatic wood, because the water is warm and makes trees grow, so aquatic wood. Jinkemu, because the cutting tools of metal casting can saw trees. (The mined land does not have grass); Mu Ke soil,



五行(五色)相生间色



五行(五色)相克间色

because the tree roots absorb the nutrients in the soil to make up for their own use, the tree is strong, if the soil cannot be replenished, it will naturally weaken; Tu Ke water, because the soil can waterproof. (The soldiers came to cover the water and the earth); water defeats fire, because the fire extinguishes when it meets water; fire defeats gold, because the fire can melt the metal. Therefore, there are two color circles in the five-element color concept, one is the five-element color circle, and the other is the five-element color circle.

The five-element color concept is inseparable from China's traditional culture. The five-element color is not only several colors, but also the symbolic meaning and value behind it. People can borrow different colors to express their ideals, beliefs and desires. Red color can not only represent flames and blood, but also joy and sacrifice; green color is not only trees and sea, but also tomorrow and hope. The most important thing about color is not its characteristics, but the sublimation of its emotions and connotations. The correct use of the cultural and emotional attributes behind color not only makes the space more cultural, but also resonates with the public in its dissemination. In traditional Chinese culture, there are countless things of symbolic significance: the nobleness of

plums, the virtue of orchids, the elegance and elegance of bamboo, the elegance and elegance of chrysanthemums, each color in the five-element color concept has also become a conceptual emotion Symbol. This symbol has been continuously strengthened in the historical development, and eventually became an important part of the splendid culture of Chinese history. If the five-line color can be used in the space and the emotion behind it can be enhanced, it will definitely cause emotional resonance after the visual resonance.

In the five-element color concept, the five colors are mutually complementary, and the two mutually exclusive colors are together, we can be called the relative colors, which can correspond to the contrasting colors in our current color theory; when the two mutually exclusive colors are together, we can be called the relative colors. Corresponds to complementary colors. However, in the five-element color concept, the colors of mutualism and mutual colors are not exactly the same as the colors of contrast and complementary colors. First of all, they also represent the relationship between two colors, but in the five-element color, each color corresponds to two relative colors and relative colors. The relative colors give people a relatively soft and soothing color, and the relative colors give a relatively strong passion. Add two adjacent colors in the color circle to reconcile an intermediate color, and change a color to an intermediate color of this color (not the other intermediate color and the intermediate color) in the phase color, which can make the color vision slightly softer and coexist. Changing one color to an intermediate color of this color in the color can make the color visually slightly stronger (not the other color of the other coherent color and the intermediate color).

The full Chinese restaurant is located in Melbourne, Australia. This restaurant is rich in materials: traditional dark stone, oriental pattern decoration, wood, concrete finish, glass brick and so on. The lighting design aims to highlight these richness and create a warm and open space. This bustling space is complemented by equally dazzling food. The main colors in the main dining area are yellow and red. The lights here are dim overall, and there are only certain places with a con-

trasting highlight effect. For example, a red decorative door, a small area with a high saturation of red and a large area with a low brightness of yellow contrast, so that the color of the entire space is very layered. Catch the eye. The red chandeliers in all areas are both traditional and modern, and appear in the space just right. The red color in the five elements corresponds to fire, which is the earliest color that was used in large quantities. In the rock paintings of the Yabulai cave in Inner Mongolia 30,000 years ago, red was the most used color in the use of the cavemen's utensils and sacrifices 20,000 years ago. Red lanterns and red doors symbolize auspiciousness and joy. Huang corresponds to the earth in the five elements, "Han" says "Yellow, the color is the same as the clothing of the monarch". Yellow is the image of power. Only the emperor can use yellow. Ancient Chinese emperors have used yellow. Treated as a power. Therefore, the color main style of the whole space is positioned in nobleness with ease and pleasure.

In addition to this, the other three colors are presented in the restaurant. The yellow with lower lightness in the overall space is actually the brown-yellow color of water and soil in the five-element (five-color) intercolor, that is, the black and yellow color. This color runs through the entire space, from the light source to the wooden tables and chairs, which controls the hierarchical relationship of the space, and also makes the relationship between the black and red colors in the space less intense. Cyan white is always dotted in the space, such as tableware and toilet wall.



In general, when applying the five-element color concept to Chinese-style dining spaces, the following points should be noted. First, it combines modern color theory system. The formatted colors cannot be simply applied, and the hue, purity, and brightness of the three elements of the color should be adjusted according to the specific scene and specific dishes, while paying attention to the area ratio. Second, the level of color lighting sources. Through the layered treatment of the main light source and the auxiliary light source, the color of the space is not only boring, and the overall atmosphere of the restaurant is created. Third, pay attention to the philosophical thinking behind the color of the five elements. Behind each color is more or less the philosophical thought inherited by China for thousands of years. It is the essence of the five-element color concept. No matter how the times change, the inheritance of this national culture and the core of the national spirit, It is the design core that really touches people.



At present, there are not many Chinese style restaurants that can impress the world, so what we must do is to draw nutrition inspiration from traditional Chinese culture. The Chinese five-element color view is a great artistic treasure. What must not be dropped while digging up the treasure is the conceptual ideas behind color. Only by combining them can you create a truly influential Chinese-style restaurant. The inheritance and development of the concept.

#### References

- [1] Dai Ziyu. "Five Colors" and "Five Elements-Five Colors" [D]. China Academy of Art, 2018.
- [2] Wang Xingye. Five elements and five colors view [J]. Fine Art Observation, 2017 (08): 122-123.
- [3] Wang Feng. The application of five-element color view in modern graphic design [D]. Anhui University, 2017.
- [4] Zhang Jie, Zhang Wei. The Inheritance and Development of the "Five Elements Theory" Traditional Color View [J]. Journal of Hebei Normal University (Philosophy and Social Sciences Edition), 2010, 33 (02): 166-168
- [5] Wang Wenjuan. Five Elements and Five Colors [J]. Art Observation, 2005 (03): 81-87 + 100.

# 色と光沢が製品の選好に与える影響に関する予備実験

## Preliminary experiment for the effects of colors and glosses on preferences of products

稲葉 隆 Takashi Inaba

日本カラーデザイン Nippon Color & Design Research  
研究所 Institute INC.

**Keywords:** 光沢, 白黒, 製品, 使用意向.

### 1. はじめに

多くのプロダクト製品が外観の色だけでなく表面加工や素材によって差別化を図っている。パーソナルユースのモバイルプロダクトのような製品はユーザー個々の嗜好によって購買決定がなされやすい。その際、色と表面加工状態のどちらが影響しやすいのか、あるいは両者の関係によって影響が生じるのかについては明らかではない。そこで、本研究は、製品選好における色と表面加工状態の影響を検討するための予備実験をおこなった。表面加工状態には多くの種類があるため、現在の市場でよく見られる光沢の違いに着目した。

### 2. 目的

モバイルプロダクトを想定し、製品外観色(白・黒)と光沢度合い(グロス・マット)の組合せにより、使用意向がどのように異なるかを実験により検討することを目的とした。

### 3. 方法

#### (1) 刺激

塗装された樹脂製のケースを刺激とした。サイズは、幅 70 mm・長さ 140 mm・高さ 10mm で、表面の色は白と黒の 2 色、それぞれクリアコーティングされて光沢度の高いもの(以下、グロスと記す)とコーティングされていない光沢度の低いもの(以下、マットと記す)の 2 種類を用意した。グロスの表面の状態は平滑であり、マットは微細な粗さをもつ状態だった。4 つの刺激は、ライトグレーの台紙の上に 50 mm 間隔で横 1 列に並べた。

#### (2) 実験参加者

25 歳から 39 歳までの男性 38 名が実験に参加した。

#### (3) 評定方法

4 つの刺激を提示し、持ち歩いて使用するモバイル製品の外観だと想定し、好きで使いたいと思うものを選択する方法で使用意向の評定をおこなった。選択する数に制限は設けなかった。

#### (4) 手続き

実験は、実験参加者 1 名ずつに対して次の手順と教示でおこなった。

「これから見ていただくのは、持ち歩いて使用するモバイル製品の外観サンプルです。最初に、全てのサンプルをひとつずつご覧ください。サンプルには触らないようにしてください。」

刺激を提示し、実験参加者が全ての刺激を見たことを確認した上で、回答用紙を渡した。

「では、これらの中から、あなた自身が好きで使いたいと思うものを選び、回答用紙の番号に○をつけてください。いくつ選んでいただいても結構です。」

回答に要する時間は、実験参加者それぞれに任せた。また、モバイル製品とは何かを問われた場合には、携帯電話・スマートフォン・タブレット端末などと答えた。

#### (5) 実験計画

実験条件は、表面の色(2;白,黒)、光沢の度合い(2;グロス,マット)の 2 要因で、いずれも被験者内要因とした。

### 4. 結果

4 つの刺激に対する使用意向の評定結果 ( $M$ ,  $SD$ ,  $SE$ ) を表 1 に示す。

表 1 使用意向の評定結果 ( $M$ ,  $SD$ ,  $SE$ )

色 光沢度	白		黒	
	グロス	マット	グロス	マット
$M$	0.158	0.368	0.684	0.632
$SD$	0.370	0.489	0.471	0.489
$SE$	0.060	0.079	0.076	0.079

表面の色と光沢の度合いが、使用意向の評定に及ぼした影響を検討するために、表面の色 (2)、光沢の度合い (2) の 2 要因分散分析をおこなった。

その結果、表面の色の主効果は 1%水準で有意 ( $F(1, 37) = 22.87, p < .01, \eta^2 = .38$ )であったが、光沢の主効果は認められなかった ( $F(1, 37) = 1.06, n.s.$ )。表面の色と光沢の交互作用が 5%水準で有意であったため ( $F(1, 37) = 5.03, p < .05, \eta^2 = .12$ )、下位検定をおこなうと、白における光沢要因の単純主効果が 5%水準で有意であった。Bonferroni の方法による多重比較の結果、白のグロスと白のマットの間に有意な差 ( $p < .01$ )があり、マットの選択率 (36.8%) はグロス (15.8%) よりも高かった (図 1)。しかし、黒における光沢要因の単純主効果は認められなかった (図 2)。

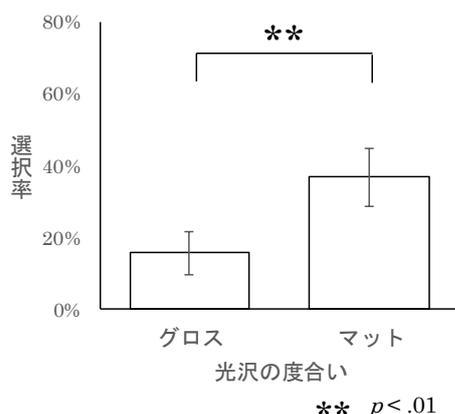


図 1 白の選択率。エラーバーは標準誤差を示す ( $n = 38$ )。

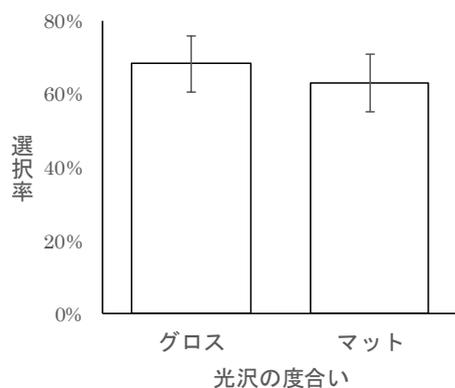


図 2 黒の選択率。エラーバーは標準誤差を示す ( $n = 38$ )。

## 5. 考察

本実験の結果では、製品の選好において外観色の効果があり、黒は白よりも選択されやすかった。

光沢度合いの主効果が生じなかったことから製品の使用意向における外観色の重要性が確認された。しかし、黒では光沢度合いによる選択率の違いはなく白では違いが認められたことから、色と光沢度合いの関係によって使用意向が影響を受けることが示唆された。

色 (白・黒) と表面状態 (粗さの有無) が触り心地や製品としての好悪などに影響することを調べた研究 (稲葉, 2019) では、触り心地評定で色と表面状態の交互作用が認められ、平滑な面では黒より白が触り心地良く、粗さのある面では逆の傾向があった。本実験で用いたグロスは平滑な表面状態でマットは微細な粗さをもつ表面状態だったことから、触り心地感としてはマットの白よりもグロスの白の方が触り心地良く評価されることが予想できる。しかし、使用意向はマットの白の方が高かったことから、表面の状態が視覚的に喚起する触り心地の良さは使用意向の判断には影響しにくかった可能性がある。また、白のサンプルにおいてグロスのもつクリアではっきりとした印象よりマットのもつシックで落ち着いた印象が評価されたのは、実験参加者が 20・30 代の男性という属性であったことも要因であろう。そして、黒ではグロスとマットに差が生じなかったことは、黒自体が色として嗜好性が高かったため光沢度の違いが意識されにくかったか、あるいは 2 つの光沢度それぞれを支持する人がいるという 2 つの理由が考えられる。

## 6. 結論

製品の使用意向は、製品外観色と光沢度の関係によって影響を受けることが実験により示された。しかし、対象とした実験参加者が 20 代・30 代の男性のみであったことと、色として取り上げたのが白と黒のみであったことから、この結果はあくまで限定的である。色彩嗜好には性差と年代差があり、製品の選好においても同様であることから対象者の属性を広くとって検討する必要がある。また、色に関しても製品外観に慣用的に用いられる有彩色を刺激とし、表面加工状態も光沢や粗さ以外を刺激とすることも望まれる。そのようにすることで製品における色と表面状態の組合せの最適化の指針を得ることができるだろう。

## 引用文献

- 1) 稲葉 隆: 白と黒の表面が触り心地に及ぼす影響 — 高齢者を対象とした実験 —, 日本色彩学会誌 43 (2019) 141-143

# 商品色名が伝達する内容について

## 商品色名に関する研究 その1

### What does a color name of goods express?

槇 究 Kiwamu Maki 実践女子大学  
細淵みつき Mitsuki Hosobuchi 実践女子大学

Jissen Women's University  
Jissen Women's University

Keywords : 色の好み, 印象評価, 物品

#### 1. はじめに

本研究は、商品に色名を施す時に、参考となるような情報を提供することを目的とし、(1) 商品画像を集めて、そのRGB値から計算される色の分布を確認する、(2) 集めた色名の表現する色立体内での拡がりを確認する、(3) 修飾語が適用できる商品の特徴の類似性を見るという3つの調査・実験で構成されている。

#### 2. 商品色彩の分布 (調査1)

表1に示す通販サイトに掲載されている4種類の商品の画像と使用されている色名を、合計3,678サンプル収集した。各々の画像について、計測者1名が収集商品画像の中で最も色が出ていると考えた1点のRGB値を記録した。RGBをそれぞれ63,128,191,255に変化させてモニター上に映し出した画像のYxy値の計測からのRGBそれぞれの階調値によるY,x,y値の近似式を作成し、それに基づいてY,x,y → L\*a\*b\*値を計算した。洋服・和服において出現頻度の高かった30色名についての結果を表2に示す。

L\*について見ると、グリーンやブルーが最も大きな四分位範囲を示している。a\*b\*も大きな値を示しており、グリーンやブルーと表記される色の範囲が広大であることが示されている。その他、グレー系やブラウン系に大きな値のものがある。ダークグレーやディープブラウンでは撮影条件の影響も考えられるが、グレーやブラウンは広範囲に使用できると考えられる。その他、ピンク、モカ、カーキなどが大きな値を示していた。

a\*についてみると、先述のグリーンやブルーグリーン、ピンクやレッド・赤というように、a\*軸に沿ったR ↔ Gの範囲が広めである。同様の傾向はb\*軸にも見られ、イエロー、マスタード、オレンジのようなY系統の色や他にピンク広

表1 利用した通販サイト一覧

商品の種類	通販サイト		画像枚数
洋服	nissen	http://www.nissen.co.jp/	2225枚
	cecile	http://www.cecile.co.jp/	
インテリア 関連商品	松装	http://www.matusou.co.jp/	555枚
	ゆうあい	http://www.yuui.net/	
家庭用電化製品	ヤマダ電機	http://www.yamada-denkiweb.com/	156枚
和服	京都市の市場	http://www.kimonoichiba.com/index.html	742枚

表2 洋服・和服の色名ごとのYxy値 (調査1)

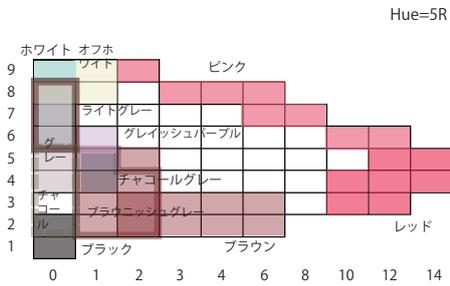
色名	出現回数	平均			四分位範囲		
		L*	a*	b*	L*	a*	b*
ホワイト、白	97	91.6	8.5	-2.5	3.5	1.1	2.4
オフホワイト	120	91.0	9.2	-0.8	3.0	1.1	3.2
ライトグレー	46	86.5	8.4	-2.4	6.9	1.7	2.0
グレー	185	74.0	6.4	-2.1	15.6	2.2	2.4
ダークグレー	10	54.9	7.0	-4.8	15.5	8.6	4.3
チャコール	35	59.9	3.2	-2.8	10.2	4.7	1.9
チャコールグレー	79	57.9	5.0	-4.0	12.8	2.6	4.0
ブラウニッシュグレー	9	73.0	9.9	1.4	4.8	3.5	4.4
ブラック・黒	550	39.4	2.2	-2.3	10.6	2.5	2.5
ピンク	80	78.9	29.8	-0.6	13.2	25.6	5.5
レッド・赤	40	58.2	47.9	13.4	8.5	13.3	9.4
オレンジ	21	74.6	35.7	21.3	7.2	13.8	18.6
ブラウン・茶	115	58.0	10.3	4.4	14.0	4.7	4.5
ディープブラウン・焦げ茶	15	55.8	7.8	5.2	14.4	4.5	6.0
ベージュ	105	82.9	11.5	5.6	8.3	3.6	6.1
アイボリー	60	91.2	9.1	3.3	3.6	1.8	4.8
クリーム	11	90.4	8.1	11.8	3.8	2.4	9.4
イエロー	27	85.8	10.9	25.0	3.8	5.6	18.8
マスタード	13	83.1	14.5	33.0	4.6	6.8	27.1
モカ	20	69.8	11.7	2.1	13.5	2.5	3.5
カーキ	37	66.3	5.8	5.7	12.5	5.1	5.4
グリーン	51	70.2	-9.7	1.7	24.3	25.3	14.2
ブルーグリーン	10	62.2	-16.4	-12.5	15.8	16.3	4.7
ディープブルー	7	54.9	-15.0	-15.8	8.9	22.1	10.9
ブルー・青	82	64.9	-6.6	-18.0	17.5	14.6	11.7
ネイビー、紺	108	49.1	0.5	-11.0	7.9	6.0	7.5
ディープバイオレット	14	51.4	16.4	-9.9	9.8	2.9	2.7
パープル	95	59.0	14.6	-10.2	12.0	9.9	7.4
ダークパープル	17	53.1	15.9	-7.1	11.2	5.9	6.3
ワイン	18	56.1	29.2	1.1	9.1	13.1	4.6

ディープブルーやブルー・青といったB系の色で四分位範囲の値が大きくなっている。色味がある程度あれば、その色らしさを表現できる為と解釈できそうである。その他では、a\*の四分位範囲の値が、ディープブルーやブルー・青で大きいのが目立つ。青と緑が、どちらも古代日本語ではアオと呼称されていたというような曖昧さが関わっているのかもしれない。

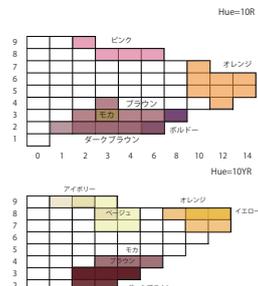
3. 色名が表している色の範囲の認識 (実験1)

調査により得られたすべてのデータにおいて、使用頻度の高かった上位の色名を中心に 34 種類を選出し、「色彩の定規」に含まれる 24 種類の

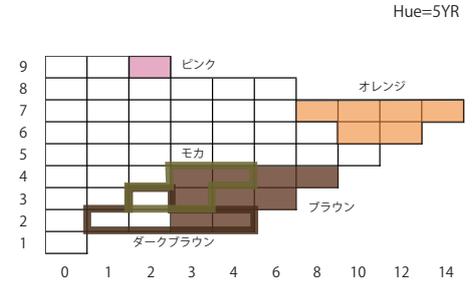
シートを参照しながら、どの範囲に相応しいかを図1の形の用紙に記入してもらった。照明には色評価用蛍光ランプを使用している。実験参加者は、18~22歳の女子大学生27名である。



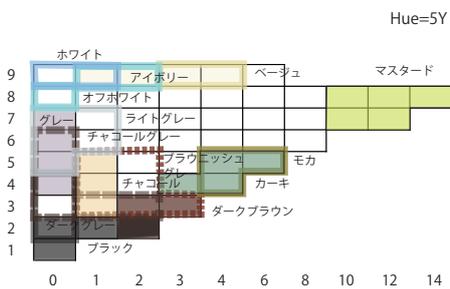
(1) Hue=5R



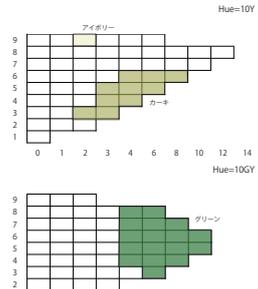
(2) Hue=5YR



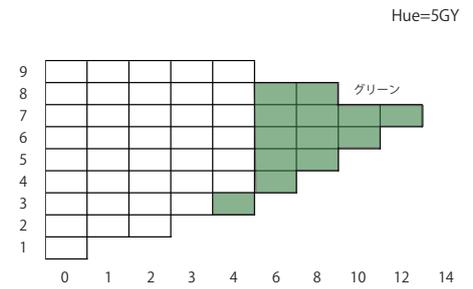
Hue=5YR



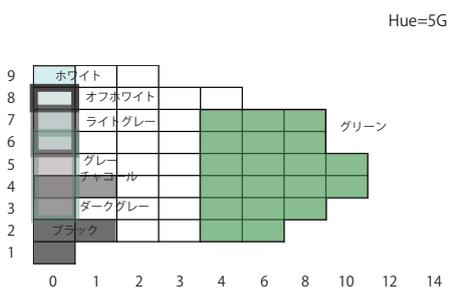
(3) Hue=5Y



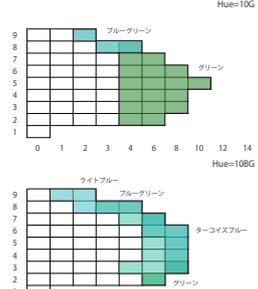
(4) Hue=5GY



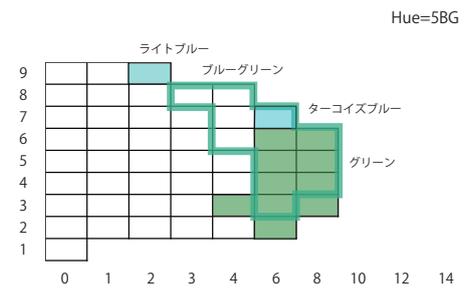
Hue=5GY



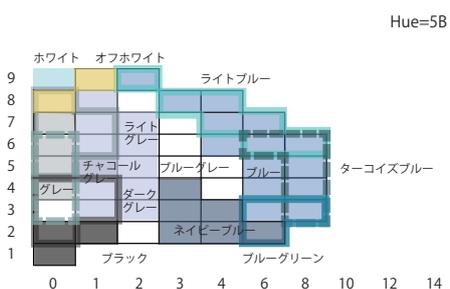
(5) Hue=5G



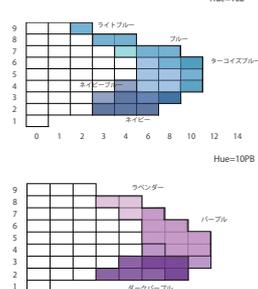
(6) Hue=5BG



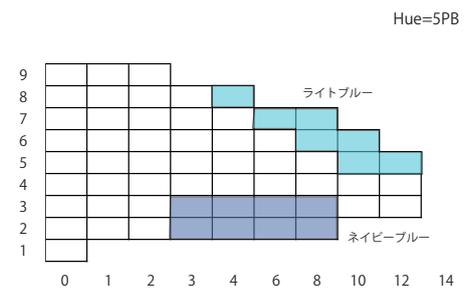
Hue=5BG



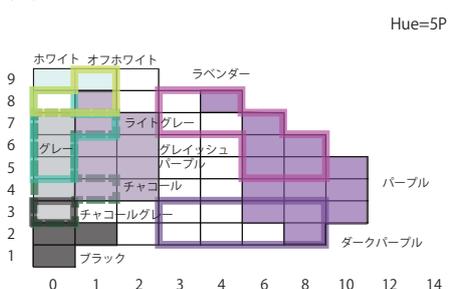
(7) Hue=5B



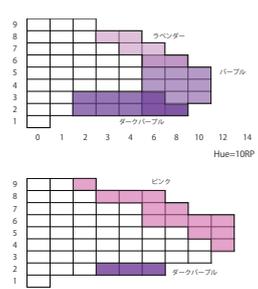
(8) Hue=5PB



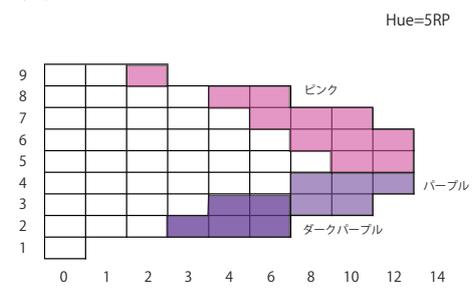
Hue=5PB



(9) Hue=5P



(10) Hue=5RP

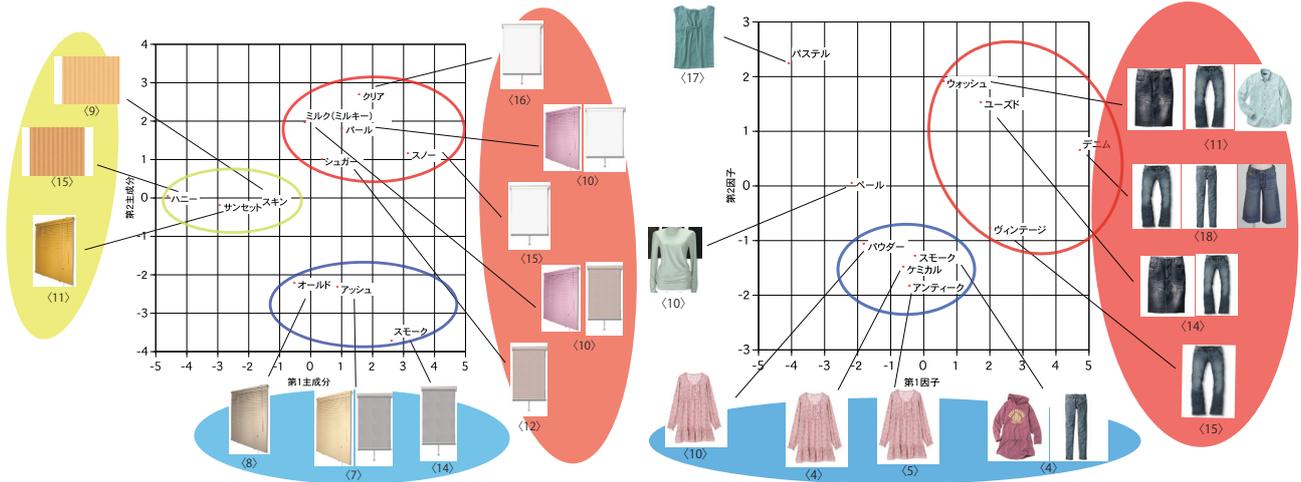


Hue=5RP

図1 色名が表現すると捉えた範囲 (実験1)

※中央の図は、上から 10R, 10YR というように、10の付く色相の結果を表現したものである。





(2) カーテン・ブラインド

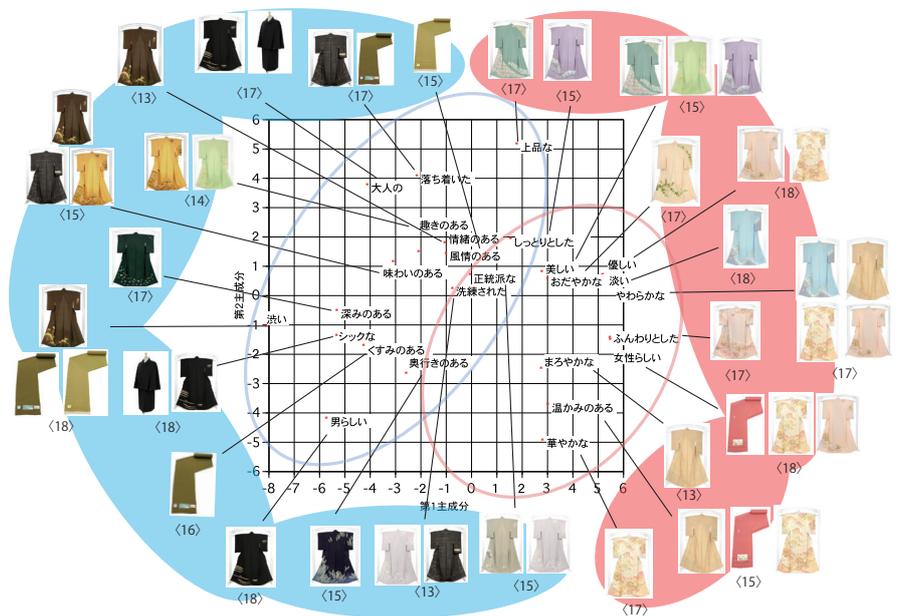
(3) 洋服

(3) 洋服

図2(3)に示されるように、右側にジーンズなどのデニム地の加工や特徴を表現する言葉が、下側に低彩度のくすんだ色調を表現する修飾語がまとまった。ジーンズは他の洋服とは異なる特徴を持つことが関係しているだろう。パステル、パールといった色調を表現する修飾語が離れた位置にあることから、洋服では、ジーンズのような際だった特徴があるものを除けば、色調が修飾語との関連が大きいと解釈できそうである。

(4) 和服

図2(4)に示されるように、グラフの左右で色使いがはっきりと異なる。女性らしい穏やかな雰囲気と関わる高明度有彩色と、落ち着きや男性らしさと関わる低明度色や低彩度色というグルーピングである。振り袖・留め袖という身に纏う人物の年齢とも関係しそうなグルーピングである。柄の有無や種類より、色調によって相応しい修飾語が決まっていると判断される。



(4) 和服

※掲載した商品画像は、相応しいと判断した人が最も多かったものであり、画像の下部の数字はその人数  
 図2 続き 許容できると判断した人の割合に基づいた因子分析の因子得点 (実験2)

時の非線形性、基準白色面の輝度を画面の最高輝度としていることなど)の検証により、妥当性を高めることが課題である。

謝辞

本研究は、実践女子大学学生 小林晃子さんと2010年に実施したものである。記して、謝意を表す。

参考文献

1) 柏酒沙緒里. 色の伝達における色名の利用可能性について、実践女子大学 生活科学部 生活環境学科 卒業論文、2010.2

5. おわりに

実験2におけるサンプルの抽出が恣意的であったので、系統的なものとした実験を実施すること、調査1のL\*a\*b\*のRGB値からの算出方法(一つのモニター上での計測で表現したこと、実際にはRGB各発光体が単独と複数同時に発光する

## 商品色名における修飾語と色名の繋がり

## 商品色名に関する研究 その2

## Color naming of goods: Color names and their modifiers

細淵みつき Mitsuki Hosobuchi 実践女子大学  
 槇 究 Kiwamu Maki 実践女子大学

Jissen Women's University  
 Jissen Women's University

Keywords: 色の好み, 印象評価, 物品

## 1. はじめに

商品色名には、スモーキー・ブラウンとかアーバン・ネイビーというような、単なる色名ではない、修飾語を伴ったものがある。本研究では、そのような修飾語と色名の繋がりの特徴を商品カテゴリーや企業ブランドごとに整理すると共に、商品色名ネーミング・エイドを作成した。

## 2. 既往文献

Google Scholar, J-stage, Ci-nii を用いて、「色名」および「Color name」をキーワードとした検索を行った。その結果として収集された文献の数は二桁に乗るかどうかと少なく、(1) 色名とそれが表現する色の範囲やイメージ可能性に関するもの、(2) 色名の国際比較といったところが主立ったものであった。紙幅の関係から、その

紹介としては (1) の事例として文献 1)、2)、3) を参考文献に挙げるに留める。

## 3. 商品色名調査

## 3-1. 調査概要

表 1 に示す 15 ジャンルについて、それぞれ 3 社以上、公式ホームページに掲載されている商品色名（修飾語を伴ったものおよび慣用色名的なもの）を収集した<sup>注1</sup>。そのうち 4 ジャンルにおいては、対象とする性別と価格帯による違いを考察するため、サブジャンルを設けている。収集した商品色名は総計 5,615 個となった。

## 3-2. 結果・考察

収集した色名を、ブリリアント＋スポーティ＋ブルー＋メタリックというように語彙素に分解したところ、614 種類の修飾語と 354 種類の色名（スティールなどの素材

的なもの等を含む）が得られた。中には、「プレミアム/ステンレス」、「ブラキッシュ/アゲハ/ガラス/フレク」のように、明らかな色名を含まないケースもあったが、研究者 2 名の合議制で、どれか 1 つを色名に割り当てている。

## 3-2-1. 修飾語の数と色名との位置関係

修飾語の数をカウントしたものを表 2 に示す。表右に示すように、色名の後ろに 2 語以上が付くのは、1 つの例外を除き、すべて車であった。車は、色名で色を表現するほか、メタリックのような言葉で素材・光沢を表したり、マイカのような言葉で光輝感を表現することで、表面の質感を言語化している。車の選択時にはこの質感が大きな要素になるし、旧商品との差別化を図る為、塗装方法が変化するとそれを表現する必要があるということだろう。

それ以外の商品では、色名の前に 2 語まで、後ろに 1 語までで修飾語を付加した色名の表現

表 1 調査対象とした公式ホームページ

商品ジャンル	調査対象カテゴリーおよび企業・ブランド	補遺
1 Tシャツ(12社)	GIORGIO ARMANI, KENZO, ディーゼル	M/H
	Dickies, Patagonia, ヘインズ	M/P
	サンローラン, セリーヌ, ロエベ	F/H
	GAP, H&M, PLST	F/P
2 下着(6社)	Frank Dandy, gravevault, ボディワイルド	M
	チュチュアンナ, ピーチジョン, ラヴィジュール	F
3 バッグ(12社)	イルビゾンテ, フェリージ, 土屋鞆製造所	M/H
	アウトドアプロダクツ, アニアリ, 豊岡鞆	M/P
	イヴサンローラン, エルメス, クロエ	F/H
	グローブ, コーチ, サマンサタバサプチチョイス	F/P
4 財布(12社)	ダンヒル, ポツェガ・ヴェネタ, ロエベ	M/H
	SUPER CLASSIC, TAKEOKIKUCHI, ポーター	M/P
	クロエ, バーバリー, ルイヴィトン	F/H
	コーチ, MICHAEL KORS, サマンサタバサプチチョイス	F/P
5 手帳(6社)	NOLTY, コクヨ, デルフォニクス, 永岡書店, レイメイ藤井, 永岡書店	
6 歯ブラシ(3社)	サンスター, ジーシー, 大正製薬	
7 スマートフォン(6社)	ソニー, 京セラ, 富士通, ファーウェイ, Apple, シャープ	
8 ドライヤー(5社)	コイズミ, シャープ, テスコム, Panasonic, 日立	
9 電子レンジ(4社)	アイリスオーヤマ, Panasonic, 東芝, 日立	
10 冷蔵庫(6社)	アキュア, 三菱電機, 東芝, 日立, シャープ, Panasonic	
11 炊飯器(6社)	三菱電機, 東芝, 日立, 象印, タイガー, Panasonic	
12 エアコン(4社)	Panasonic, ダイキン, 三菱電機, 日立	
13 掃除機(6社)	Panasonic, アイリスオーヤマ, シャープ, 三菱電機, 東芝, 日立	
14 洗濯機(3社)	Panasonic, 東芝, 日立	
15 車(6社)	スバル, マツダ, Honda, トヨタ, 日産	

が可能と言える。

### 3-2-2. 修飾語のカテゴリ分類

その3語の範囲でどのような事柄が表現されているかを明らかにするために、修飾語をカテゴリに分類し、色名出現頻度を計算する。その為の修飾語カテゴリの設定・分類は、研究者4名で行った(表3)。以下、商品色名を「」に記述することがあるが、( )内は色名である。

{色}、{トーン・色調} は、「イエロー(グリーン)」、「ライト(ブルー)」というように、色名で表現できる範囲をさらに限定するものである。同様に、{自然}、{植物・花}、{動物}、{食べ物、飲み物} などにも、色の範囲を狭める役割を担うものが含まれている。イメージし易く色が定まっている物に、そのような役割が託される。「アーミー(ブルー)」のような{人名・組織}や、{国、地名}、{物}にも、そのような役割が課されることがある。修飾語の大きな役割の1つは、この「色の範囲を限定し、明確にイメージするのを助ける」ことだと言えよう。

一方、{素材・物質}、{光沢・質感・仕上げ、模様}、{加工・状態}は、「色では表現しきれない物体表面の状態を表現する」という役割を担っていることが多い。車を例にとって記述したように、その表面の状態により、同じ色でも異なった情報、例えば高級感の違いのようなものをもたらすことがある為、修飾語が必要となるのであろう。

今、高級感を例に挙げたが、そういった感覚をダイレクトに命名に用いるのが{印象・形容}である。

このように、色名に付加される修飾語の意味を大別することにより、それらが(1)色の表現の精緻化、(2)物体表面の状態の記述、(3)物品、特にその表面から得られる感覚・印象についてのガイドという、認識と関わる3つの情報を伝達する役割を担っていることが示唆された。なお、{鉱石、宝石、天然石}は、(2)と(3)の役割を併せ持っているというように、複数の役割を担うことはあると考える。

### 3-2-3. 修飾語の商品ジャンル毎の出現頻度

表1の商品ジャンル、表3の修飾語カテゴリ毎に、修飾語の出現頻度を計算したのが表4である。色名の前と後でその役

割に違いがあるかを見られるよう分割している。

なお、バッグ・財布に含まれるフランスのファッションブランドに於いては、色名の後ろにあった修飾語を前に移動させることがあった。これは、フランス語の文法上の特性で形容詞が名詞の後ろに付く為、前後を交換した方が表現する事柄と色名の前後の関係に他との共通性を持たせることに繋がると判断したためである。

最初に、他と異なる特徴を示した車について述べる。色名の後を見ると、{鉱石・宝石・天然石}、{光沢・質感・仕上げ・模様}がそれぞれ20%程度の出現率を記録した。色名の前と合わせても、これだけの割合で出現した修飾語カテゴリはなく、車におけるこれらの修飾語の重要性が分かる。色名の後の修飾語で5%以上を示したものは、財布も炊飯器もこのカテゴリである。光沢などの質感に関わる情報を色名の後に付けるのは、商品色名の一つの特徴と考えられる。

もっとも、色名の前を見ると、商品ジャンル8~14の家電製品では、光沢などの質感に関わる3つの修飾語カテゴリのどれかで10%を超える値となっている。つまり、家電製品では質感を表現することに一定のニーズはあると言える。そのうち{鉱石・宝石・天然石}で15%を越えている冷蔵庫、エアコン、洗濯機は大型家電、{光沢・質感・仕上げ・模様}で10%を超えている

表2 修飾語の数

		全ジャンル					車を除く			
		修飾語数(色名の前)					修飾語数(色名の後)			
		0	1	2	総計	0	1	2	総計	
(修飾語数の数)	0	1306	2687	357	4350	1241	2085	259	3585	
	1	236	591	203	1030	119	92	134	345	
	2	87	164	13	264	1	0	0	1	
	3	53	13		66	0	0		0	
	4		2		2		0		0	
	5		3		3		0		0	
	総計	1682	3460	573	5715	1682	3460	573	5715	

表3 修飾語カテゴリ

修飾語カテゴリ	例	個数
1 色	「ピンク」「イエロー」「グレイッシュ」「カーディナル」	245
2 トーン・色調	「ライト」「ビビッド」「ダル」「ソフト」「ウス」	923
3 素材・物質	「アッシュ」「カシミア」「サテン」「ティンバー」	303
4 鉱石、宝石、天然石	「ゴールド」「ルビー」「サファイア」「チャコール」	1085
5 光沢・質感・仕上げ・柄	「シャイン」「パウダリー」「クラウド」「PLAID」	845
6 加工・状態	「BLEACHED」「ルース」「MELANGE」「チョークド」	28
7 印象・形容	「ピュア」「ナチュラル」「クール」「オフ」「クリア」	951
8 自然	「スカイ」「アース」「サンライズ」「ワイルドネス」	292
9 植物、花	「ライラック」「オリーブ」「カシス」「フロックスム」	279
10 動物	「ゼブラ」「ピーコック」「キヤメル」「サーモン」	41
11 食べ物、飲み物	「ショコラ」「バナナ」「シャンパン」「ワイン」	99
12 国、地名	「イタリアン」「ナブル」「アトランティック」	75
13 人名・組織	「アーミー」「ミリタリー」「ビーナス」「パレリーヌ」	175
14 物	「ランブ」「コフレ」「ボトル」「フレーム」	28
15 その他	「レーザー」「ANTEPRIMA」「ミッドナイト」	248

のは、冷蔵庫を除けばドライヤー、電子レンジ、炊飯器、掃除機と中・小型の家電製品である。大型家電は高額商品である為、単に光沢感などを表現するだけでなく、高級感をイメージさせる名称とすることが多いとの解釈が成立するように思われる。

{印象・形容} も、家電製品で高い値を示しているが、これも思い浮かべて欲しいイメージがあるからかもしれない。特に電子レンジと洗濯機は圧倒的であり、50%を越えており、「プレミアム」、「グラン」、「ピュア」といったといった形容が入っていた。

さて、1～5の衣類や身に着ける物品については、{トーン・色調} を表現する修飾語が多くの割合を占めている。同じブルー系でも、紺と水色ではまったく嗜好が異なることもあるだろう。また、カラーバリエーションを持つ場合、同系色相の複数の商品を区別する必要もあるだろう。トーンを組み合わせることで、そのようなニーズを満たそうとしていると推測する。

歯ブラシで {食べ物・飲み物} が多いのは、子供用の歯ブラシが含まれているからである。

3-2-4. 色名の特徴

表4下部に、色名についての情報を簡略に載せた。もちろん、(レッド)、(ブルー)といった色を表現する言葉が圧倒的だが、慣用色名的なものでは、家電製品に於いて、{鉱石、宝石、天然石} が含まれているのが目立つ。掃除機では、「ゴールド」、「シルバー」などが多く用いられていた。

3-2-5. その他の特徴

フランスやイタリアの企業の商品色名に、発音をカタカナ表記としただけのものがあつた。フランスのブランドという価値を訴えることを色の伝達よりも優先していると考えることができる。固有色名や地名や人名などの固有名詞的な修飾語を伴った色名は、その意味を知ることによってイメージしやすくなると考えるが、そういったニーズは低いようだ。その為か、商品色名の意味を説明しているサイトは見つけることができなかった。

実際に見て購入してもらえば不都合はないということかもしれないが、もっと言葉からもイメージできる

表4 商品ジャンルごと修飾語カテゴリごとの修飾語出現頻度

修飾語カテゴリ	商品ジャンル															出現
	1 Tシャツ	2 下着	3 バッグ	4 財布	5 手帳	6 歯ブラシ	7 スマートフォン	8 ドライヤー	9 電子レンジ	10 冷蔵庫	11 炊飯器	12 エアコン	13 掃除機	14 洗濯機	15 車	
色名の前の修飾語																出現
1 色	1%	6%	10%	9%	10%	6%	10%	18%	15%	2%	3%	2%	19%	3%	2%	245
2 トーン・色調	30%	28%	48%	32%	45%	0%	7%	14%	0%	9%	15%	3%	4%	0%	6%	923
3 素材・物質	6%	7%	1%	0%	5%	1%	7%	15%	8%	8%	5%	12%	14%	6%	287	
4 鉱石、宝石、天然石	4%	5%	3%	4%	2%	2%	7%	9%	5%	16%	5%	29%	8%	19%	409	
5 光沢・質感・仕上げ・柄	3%	3%	1%	2%	12%	1%	7%	11%	15%	11%	11%	3%	10%	3%	213	
6 加工・状態	0%	0%	1%	0%	0%	0%	2%	0%	6%	0%	3%	0%	0%	0%	26	
7 印象・形容	14%	22%	11%	8%	6%	28%	18%	2%	50%	37%	29%	15%	15%	54%	931	
8 自然	5%	11%	2%	2%	6%	2%	13%	2%	0%	2%	5%	0%	2%	0%	6%	
9 植物・花	8%	4%	5%	9%	5%	20%	12%	5%	0%	3%	4%	20%	6%	5%	253	
10 動物	1%	1%	1%	0%	5%	2%	3%	14%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	41	
11 食べ物・飲み物	2%	0%	1%	3%	2%	25%	2%	2%	0%	4%	1%	2%	25%	0%	86	
12 国・地名	3%	1%	1%	1%	1%	7%	3%	0%	0%	0%	1%	3%	0%	1%	75	
13 人名・組織	9%	4%	5%	13%	1%	1%	0%	2%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	170	
14 物	1%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	25	
15 その他	2%	3%	7%	9%	0%	2%	9%	7%	0%	0%	4%	2%	0%	0%	220	
出現回数	301	217	603	426	185	83	212	43	20	257	65	56	52	36	1633	
色名の後の修飾語																出現
1 色	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0	
2 トーン・色調	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0	
3 素材・物質	1%	3%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	2%	0%	3%	16	
4 鉱石、宝石、天然石	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	7%	0%	0%	23%	676	
5 光沢・質感・仕上げ・柄	0%	0%	1%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	20%	632	
6 加工・状態	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	2	
7 印象・形容	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	20	
8 自然	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	7	
9 植物・花	1%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	1%	3%	3%	0%	0%	26	
10 動物	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0	
11 食べ物・飲み物	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	13	
12 国・地名	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0	
13 人名・組織	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5	
14 物	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3	
15 その他	6%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	28	
出現回数	34	10	15	26	1	0	2	1	0	5	10	3	0	1	1320	
色名																出現
1 色	77%	73%	62%	55%	80%	87%	75%	74%	85%	67%	95%	75%	45%	86%	76%	4037
3 素材・物質	2%	1%	8%	2%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	112	
4 鉱石、宝石、天然石	4%	1%	4%	6%	2%	1%	21%	26%	15%	18%	4%	6%	51%	5%	535	
9 植物・花	5%	7%	5%	13%	3%	0%	1%	0%	0%	1%	2%	6%	0%	0%	257	
11 食べ物・飲み物	3%	8%	9%	12%	4%	6%	1%	0%	0%	8%	0%	3%	4%	8%	379	
15 その他	9%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2	
出現回数	389	652	847	844	211	89	272	42	20	263	128	69	53	37	1784	

※修飾語については、色名の前と後を区別せず、すべての出現率を合計すると100%となる

商品色名をつけても良いのではないだろうか。

#### 4. 商品色名ネーミングエイドの作成

上述の調査により、様々な修飾語を伴った商品色名が用いられていることが分かった。修飾語だけでなく、色名についても固有名詞を含んだ慣用色名的なものが用いられており、そこには系統色名的な命名方法よりも豊かな可能性が存在している。

そういった可能性を高め、商品色名を考案し易くする為のネーミングエイドを作成した(図1)。これは、左右に分割された冊子の形態をしており、左側は色相毎に本報告では「色名」として分類した主に色相との関連が深い言葉を、右は修飾語をカテゴリー毎にシートに記載している。それぞれのシートを別に捲ることで、相応しい商品色名を候補となる言葉を眺めながら考えることができる。色名についてはカラーチップと共に示すことで、修飾語については近い意味の言葉同士でまとめタイトルを付けることで、そして色名と修飾語共に、その単語の意味を示すことで、商品色名考案の更なる便宜を図っている。

#### 謝辞

本研究は、実践女子大学学生 鴨志田 朋子さん、鳥巢 花紀さんと実施したものである。記して、謝意を表する。

#### 注釈

1)商品色名には修飾語なしのものが多かったが、それらは収集しなかった。ただし、「チェスナット」のような基本色名ではないものは、カラーネーミングエイドの作成に役立つと考え、採用



図1 カラーネーミングエイド (一部)

した。

#### 参考文献

[1] 盛田真千子. 『色名の使われ方とその諸問題 (第1報): カタログ通信販売に於ける色名の使われ方』, 日本色彩学会誌 20(2), 73-82, 19961

[2] 吉澤陽介. 『色名呼称の傾向とJIS慣用色名の使用状況との関係』, 日本色彩学会誌 37(3), 340-341, 2013

[3] 岡本文子. 『慣用色名に関する認識度と認識色の分析』, 筑紫女学園短期大学紀要 (40), 17-38, 2005

# ローカルアイデンティティカラー開発手法構築のための実践的研究 -ご当地カラーセット「かごんまの色」の策定及び商品開発- Practical research for developing Local identity color method -Formulation of KAGOSHIMA COLOR and the product development-

牧野 暁世	Akiyo Makino	鹿児島大学キャリア形成 支援センター	Kagoshima University Career Development Center
亀崎 昌大	Masahiro Kamezaki	亀崎染工株式会社	Kamezaki Senko Co., Ltd.
石田 理恵子	Rieko Ishida	オーケー化成株式会社	OK-KASEI Co.,Ltd
下川路 慶和	Yoshikazu Shimokawaji	NPO 法人指宿ムービー プロジェクト	Ibusuki Movie Project
野口 圭介	Keisuke Noguchi	鹿児島県信用保証協会	Kagoshima Credit Guarantee Corporation

**Keywords:** ローカルアイデンティティカラー, かごんまの色, 地域ブランディング, 鹿児島県.

## 1. はじめに

地方創生や地域活性化が叫ばれる昨今, 地方自治体, 民間企業などを中心として色彩を活用した地域ブランディングが活発に行われている. ところが地域ブランディング全体を見ると, 広義の地域ブランドとそれを構成する, 地域資源を由来とした個別ブランドである狭義の地域ブランドとの間に一貫性, 整合性が担保された色彩計画が設計されているとは必ずしも言えない. そのため, 同一地域内であるにも関わらずイメージが散逸し, その結果, 地域の魅力を十分に発信しきれない可能性がある. そこで, 広義と狭義の地域ブランドをつなぎ, 地域ブランド向上に資するための色彩計画手法の構築を目的とし, 地域ブランディングにおける地域資源を由来とした色彩を「ローカルアイデンティティカラー (Local Identity Color : LI カラー)」として実践的に検討した. 本稿では, 牧野 (2017) 及び牧野 (2019) に続き, 鹿児島県での調査結果を踏まえて策定した LI カラーの及び商品開発について報告する.

## 2. 「かごんまの色」の策定

### (1) 鹿児島県らしい色彩の分析

「かごんま」とは鹿児島を意味する地元の方言である. それに因み, 鹿児島県における LI カラーを「かごんまの色」と命名することとした. 牧野 (2019) における 138 色の得票 (総数 1,530 票) 順位をまとめた (表 1). 次に, それらを色彩集計ソフト PCCS Color Calc を用いて PCCS における色相及びトーンごとに整理した. その結果, 全体的な傾向として 13:bG, 18:B, 20:V, 21:bP

を除く多様な色相が確認された. また, dkGy, Bk, ltg, d, v, sf, g などの中明度~低明度・中彩度~低彩度のトーンが他トーンより多く示された. 次に色彩値を得票数の順に高群 (データ系列 1~34), 中群 (データ系列 35~74), 低群 (データ系列 75~138) の 3 群に分類し, 色彩傾向を整理した. その結果, 高群は v (29.4%), s (14.7%), lt (11.8%), dp (11.8%), 中群は d (17.5%), ltg (12.5%), dk (10.0%), g (10.0%), 低群は dkGy (14.1%), sf (12.5%), ltg (10.9%), Bk (10.9%) の順に多く分布し, 高群<中群<低群の順に無彩色の割合が増加した (図 1).

このことから, 鹿児島県らしい色について 3 種類に大別すると, PCCS 色相環上において①多岐に渡る色相で, 鮮やかで, 強く, 明るく, 濃い色 ②主に赤~青までの色相で, 鈍く, 落ち着いた, 暗く, 濁った色 ③主に赤~黄緑, 青緑, 赤紫の色相で, スモーキーで, 柔らかく, 落ち着いた, フォーマルな色, などと特徴づけられることが示された.

### (2) 地域住民との協働

高群の上位 20 色に基づき, 建築用塗料を使用したカラーガイドを試作した. これを用い, デザイン関連事業者, 自治体職員, 大学教職員, 学生ら約 60 人とかごんまの色の活用について意見交換を行った. その結果, 「鹿児島らしい景観や商品開発を検討する際に活用したい」, 「印刷物等で活用できそう」, 「デザインの営業の際に説得力が上がると思う」などの意見を得た. これらから牧野 (2019) による基本事項の検討内容が支持されたことが推測された. また, 「子ども達に伝え聞かせたい」, 「ふるさとの色を眺めながら鹿児島の良さを感じたい」も得られ, 本研究がふるさとへの愛着形成に寄与する可能性も示された.

表1. 「未来へつなげたい かごんまの色 総選挙」における投票結果

データ系列	データ名	H(数値)	H	V	/	C	トーン階級	色相番号	COLOR	データ系列	データ名	H(数値)	H	V	/	C	トーン階級	色相番号	COLOR
1	「きばいやんせ」のイメージ	4 R	4.5	14			v 2			70	桜島大根	2.5 Y	8.5	3			p 7		
2	「錦江湾」のイメージ	5 B	6.0	8			b 16			71	黒糖	2.5 Y	5	3			g 7		
3	「ルリカケス」	7.5 PB	3.0	10			s 19			72	薩摩鍋器	5 Y	6	0.5			mGy		
4	「桜島」のイメージ	7 RP	7.5	8			lt 24			73	獅子島の化石	5 Y	5	0.5			mGy		
5	「5ヶんカン」	5 YR	6.5	14			v 5			74	ソテツ	5 GY	3	2			g 10		
6	「大隅」のイメージ	4 G	6.0	8			s 12			75	春駒	10 R	2	2			dkg 4		
7	「薩摩切子の金赤」	5 R	4.0	14			v 2			76	あくまき	2.5 YR	3	4			dk 5		
8	「桜島小みかん」	2.5 Y	6.0	14			v 5			77	黒色磨研土器	5 YR	3	1			dkGy		
9	「薩摩切子の藍」	5 PB	2.0	2			dkg 19			78	薩摩隕石	5 YR	3	1			dkGy		
10	「薩摩切子の島津紫」	5 P	3.0	8			d 22			79	薩摩揚げ	7.5 YR	5	8			d 6		
11	「坊津」	10 B	6	6			sf 17			80	赤土バレイショの土	7.5 YR	5	6			d 6		
12	「薩摩切子の紅(べに)」	5 R	3	10			dp 2			81	釜蓋神社の釜蓋	10 YR	7.5	6			sf 7		
13	「雄川の滝」	10 BG	4	8			s 15			82	薩摩つげ櫛	10 YR	7	6			sf 7		
14	「てげてげ」のイメージ	5 Y	8	13			v 8			83	白薩摩	10 YR	8.5	3			p 7		
15	「ミヤマキリシマ」	5 RP	6	8			sf 24			84	鹿児島ラーメン	10 YR	8	3			ltg 7		
16	「桜島の灰」	N	3				dkGy			85	本枯節	10 YR	6	3			ltg 7		
17	「土盛海岸」	5 B	7	4			lt 16			86	溶結凝灰岩	10 YR	4	1			mGy		
18	「シバザクラ」	2.5 RP	4	12			v 23			87	西田橋	10 YR	4	1			mGy		
19	「薩摩西郷梅」	7.5 GY	8	6			lt 11			88	アマミノクロウサギ	10 YR	3	0.5			dkGy		
20	「オッのコンボ」	7.5 R	4	14			dp 3			89	竹製品	2.5 Y	8	4			sf 7		
21	「プリンセスかのや」	7.5 R	4	14			dp 3			90	タケノコ	2.5 Y	9	3			p 7		
22	「イヌマキ」	7.5 GY	8	6			lt 11			91	出水武家屋敷の石垣	2.5 Y	4	1			mGy		
23	「佐多岬から見た黒潮」	5 PB	8	4			p 19			92	砂蒸し温泉	2.5 Y	3	1			dkGy		
24	「鹿児島県」のイメージ	N	1.5				Bk			93	長目の浜	5 Y	7	0.5			ltGy		
25	「タカエビ」	10 R	6	12			s 4			94	十島の島バナナ	2.5 GY	4	4			dk 10		
26	「鯛車の赤」	5 R	4	14			v 2			95	竹島	5 GY	8	2			p 10		
27	「柏原海岸のルーピン」	2.5 Y	8	14			v 7			96	東串良のピーマン	5 GY	3	2			g 10		
28	「大島紬」	N	1.5				Bk			97	曾於の青ゆず	5 GY	3	2			g 10		
29	「マンゴーの実」	7.5 YR	7	14			v 6			98	甌島のキビナゴ	5 GY	8	0.5			ltGy		
30	「ク灰袋」	2.5 Y	8	12			s 7			99	種子鉄	N	6.5				mGy		
31	「知覧の新茶」	2.5 GY	5	6			d 10			100	薩摩深水刃物	N	3.5				dkGy		
32	「薩摩」のイメージ	N	1.5				Bk			101	黒酢壺畑	N	2.5				dkGy		
33	「ハイビスカス」	7.5 R	4	12			dp 3			102	はやとの風	N	1.5				Bk		
34	「薩摩切子の黄」	7.5 Y	8.5	12			v 9			103	甘口醤油	N	1				Bk		
35	「シラス」	10 YR	6.5	2			ltg 7			104	異人館	10 R	6	2			ltg 4		
36	「鹿児島市側から見た桜島」	5 G	4	2			g 12			105	ボゼの仮面	2.5 YR	5	6			dk 5		
37	「鹿児島市側から見た錦江湾」	5 BG	7	1			ltg 14			106	げたんは	5 YR	3	3			dk 5		
38	「黒豚」	N	2.5				dkGy			107	弥五郎どんの梅染単衣	5 YR	3	2			dkg 5		
39	「霧島神宮」	10 R	5	10			s 4			108	奥十曾のエドヒガン	5 YR	7.5	1			ltGy		
40	「薩摩切子の緑」	5 BG	3	6			dk 14			109	ボンタン漬	10 YR	7.5	6			sf 7		
41	「丸池湧水」	5 BG	7	2			ltg 14			110	ゴールドビーチ	10 YR	5	3			g 7		
42	「薩摩黒切子」	5 B	3	1			dkGy			111	吹上浜	10 YR	6	2			ltg 7		
43	「かるかん」	N	9.3				W			112	蒲生和紙	10 YR	9	0.5			W		
44	「カイコウス」	5 R	4	14			v 2			113	垂水の千本イチヨウ	5 Y	8	8			sf 8		
45	「薩摩鶏」	7.5 R	3	6			dk 3			114	オオゴマダラの羽根	5 Y	9	1.5			p 8		
46	「タンカン」	2.5 YR	5	12			dp 5			115	ミキ	5 Y	9	1			W		
47	「縄文杉」	5 YR	4	4			d 5			116	花瀬公園の石畳	5 Y	2	1			Bk		
48	「指宿の菜の花」	10 Y	7	8			s 10			117	さつま町の田の神さあ	5 Y	5	0.5			mGy		
49	「黒島」	5 GY	7	2			ltg 10			118	だっしよ豆腐	10 Y	8.5	1			W		
50	「アコウ」	7.5 GY	5	4			d 11			119	志布志のウナギ	2.5 GY	3	1			dkGy		
51	「黒薩摩」	10 YR	4	1			mGy			120	東串良のキュウリ	5 GY	3	2			g 10		
52	「黒之瀬戸」	5 B	4	4			d 16			121	ハンダマ	5 RP	3	2			dkg 24		
53	「安納宇」	10 R	5	6			d 4			122	ナベヅル	N	3.5				dkGy		
54	「薩摩藩英国留学生記念館」	10 R	4	6			d 4			123	クロダイ	N	2.5				dkGy		
55	「えっがね」	10 R	3	6			dk 4			124	川辺仏壇の漆黒	N	1				Bk		
56	「鯛車の黄」	10 YR	7	12			s 7			125	パッションフルーツ	5 R	3	2			dkg 2		
57	「しろくま」	5 Y	9	1.5			p 8			126	高麗餅	5 YR	5	3			g 5		
58	「喜入のリュウキュウコウガイ」	5 GY	5	4			d 10			127	反射炉跡	7.5 YR	6	1.5			ltg 6		
59	「紅サツマ」	10 RP	4	4			g 1			128	芭蕉布	10 YR	7	3			ltg 7		
60	「黒麹」	N	2.5				dkGy			129	ちゃんもち	2.5 Y	7	6			sf 7		
61	「黒ちよか」	5 YR	2	1			Bk			130	喜界島の白ごま	2.5 Y	8	2			ltg 7		
62	「黒牛」	5 YR	2	1			Bk			131	ガジュマル	2.5 Y	4	2			g 7		
63	「薩摩硫黄島港」	7.5 YR	5	8			d 6			132	川辺仏壇の金箔	5 Y	7	6			sf 8		
64	「尚古集成館」	7.5 YR	6	1.5			ltg 6			133	実エンドウ	5 GY	7	4			sf 10		
65	「黒酢」	5 Y	2	1			Bk			134	長島町のフリ	5 BG	3	1			dkg 14		
66	「蒲生の大クス」	2.5 GY	4	4			dk 10			135	エラブユリ	N	9.5				W		
67	「西郷隆盛銅像」	10 GY	8	2			p 11			136	薩摩黒合鴨	N	2				Bk		
68	「曾木の滝」	N	9.5				W			137	人工衛星おおすみ	N	2				Bk		
69	「照国神社の鳥居」	10 YR	8.5	0.5			W			138	黒温泉	N	1.5				Bk		

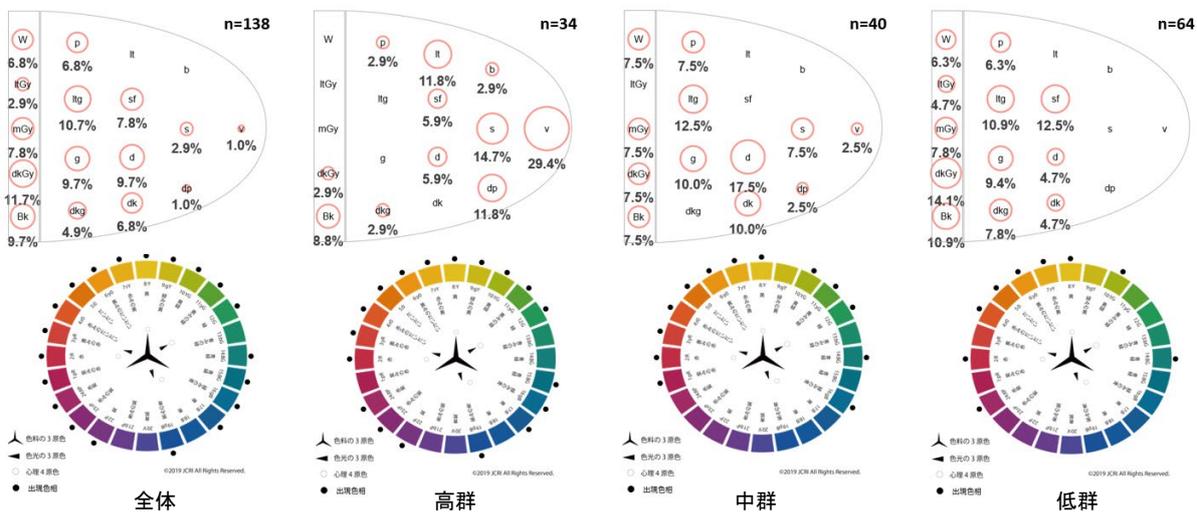


図1. 各群における色相及びトーンの特徴

(3)かごんまの色の設定

様々なデザインへの展開と地域イメージの統一的な表現の双方を実現しうる最適な色のあり方を検討した。

色数について、Berlin & Kay (1969) では人間の共通色彩観を示す基本色彩語を 11 としており、また色彩による地域ブランディングの取組事例において、地域を象徴する色は 20 種類(兵庫県), 15 種類(名古屋市), 14 色 (福島県), 12 色 (岩手県) などと設定されている。そこで本研究でも 11 色~20 色程度が妥当と考えた。「未来へつなげたい かごんまの色 総選挙」の上位 20 位を基本としつつ、展開可能性を担保するため、伝統的工芸品及び新商品を製作する職人から現場でのニーズを聞き取って色数を検討した。その結果、着色の際に人間の肌、土や樹木の幹、背景、輪郭線や文字などへ薄橙、茶色、白、黒が使用される可能性があることが明らかになり、それらを含めた計 18 色を基本色数とした。

色彩値について、得られた測色値を基本とし、幅広いデザインへの展開可能性や配色の観点から色彩値調整を行った(図2)。全体の構成として v, s を中心的なトーンに据え、その類似トーンまでを範囲として各色を調整した。dk は、ヒアリング結果に基づき追加した。無彩色では dkGy を mGy に変更し W, Bk を加えた 3 種類とした。

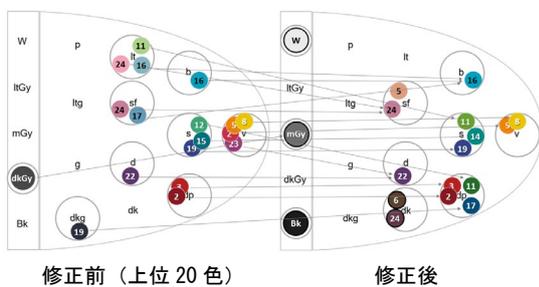


図 2. 修正前 (上位 20 色) と修正後の関係

色の名前について、鹿児島県を代表する事物の色や方言を取り入れてオリジナル色名を付けた。一方で製作現場から挙がった、オリジナル色名か

基本色名	オリジナル色名	H(数値)	H	V	C	トーン略記号	色相番号	COLOR	大分類	中分類(大分類・トーン番号)	トーン	小分類(系統色名)	R	G	B	C	M	Y	K	DIC (近似値)
かごんまの赤	きばいやんせいろ	7.5	R	4.0	14	dp	3		R	R-3	deep	deep yellowish red	185	32	33	0	100	100	10	F102
かごんまの紅	かいこうずいろ	5	R	3.0	10	dp	2		R	R-3	deep	deep red	139	23	43	0	100	80	30	2487
かごんまの薄橙	めごいろ	2.5	YR	7.0	6	sf	5		O	O-5	soft	dull orange	223	158	127	0	40	40	0	C88
かごんまの橙	きんかんいろ	5	YR	6.5	14	v	5		O	O-1	vivid	vivid orange	242	132	0	0	65	100	0	2528
かごんまの茶色	あつまいろ	7.5	YR	3.0	3	dk	6		BR	BR-6	dark	dark yellowish brown	92	66	46	75	90	100	0	F264
かごんまの黄	てげていろ	5	Y	8.0	13	v	8		Y	Y-1	vivid	vivid yellow	236	197	0	0	10	100	0	N805
かごんまの黄緑	くすのきいろ	7.5	GY	6.0	10	s	11		G	G-1	strong	strong yellowish green	102	164	45	60	5	100	0	211
かごんまの緑	おおすみだいちいろ	10	GY	4.0	8	dp	11		G	G-3	deep	deep yellowish green	36	111	42	90	40	100	0	F304
かごんまの青緑	おがわんたきいろ	5	BG	5.0	8	s	14		BG	BG-1	strong	strong blue green	0	140	133	95	5	50	0	217
かごんまの水色	きんこうわんいろ	5	B	6.0	8	b	16		B	B-2	bright	bright greenish blue	0	162	192	80	5	10	0	N880
かごんまの青	あいおおしまいろ	10	B	3	8	dp	17		B	B-3	deep	deep blue	0	79	124	100	70	40	0	N894
かごんまの瑠璃色	るりかけすいろ	7.5	PB	3	10	s	19		B	B-1	strong	strong purplish blue	52	66	137	100	85	0	0	C269
かごんまの紫	さつまむらさきいろ	5	P	3	8	d	22		P	P-5	dull	dull purple	95	55	112	85	100	0	0	F59
かごんまの赤紫	からいもいろ	5	RP	3	4	dk	24		RP	RP-6	dark	dark red purple	99	59	77	80	100	70	0	2254
かごんまの桜色	さくらじまいろ	5	RP	6	8	sf	24		PI	PI-5	soft	dull purplish pink	200	125	153	0	50	0	5	2459
かごんまの白	かるかんいろ	N		9.3				W	W	W-11	White	White	235	235	235	0	0	3	0	583
かごんまの灰色	へいろ	N		4.5				mGy	mGy	mGy-13	medium Gray	medium Gray	109	109	109	0	0	0	65	C292
かごんまの黒	かごんますみいろ	N		1				Bk	Bk	Bk-15	Black	Black	28	28	28	10	10	10	100	F132

図 3. かごんまの色 (まっぼしトーン) の色彩値

ら受ける特定のイメージが、製作物そのもののイメージに影響を与えかねないといった懸念の声に対応するため、汎用的な色名(「かごんまの赤」など)を基本色名として設定した。またマンセル値に対応する CMYK 値, DIC 色番号を把握した。

カラーストーリーについて、県内出身者を含む本学学生 4 人と作成した。活用の際、製作のヒントとなるよう、感性に訴えるような情緒的な記述を心掛けた。また、鹿児島県のような事物からヒントを得てロゴマークを作成した(図4)。

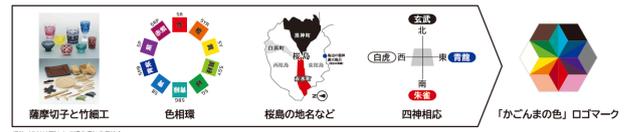


図 4. かごんまの色のロゴマーク

3. 「かごんまの色」の公開

本研究では、開発した LI カラーが当該地域で広く活用され、地域ブランド力向上に資することを目的としている。そのためには、かごんまの色が地域の共有財産として認識・定着される必要がある。そこで個人、法人、商標、非商用問わず無料で自由に利用でき、また著者による著作権は放棄していない旨明記した利用規定を設けた。かごんまの色の情報は、鹿児島大学及び産学・地域共創センターのウェブサイトで開催した。合わせて同内容の印刷物を学生、デザイン愛好者、デザイン関係事業者、経済団体、自治体等に向けて約 3000 部配布した。なお、知的財産保護の観点から商標登録申請を進めてきたが、登録査定があった段階で鹿児島大学にその権利を譲渡した。



図 5. かごんまの色【まっぼしトーン編】

#### 4. 「かごんまの色」を活用した商品開発

現在、かごんまの色の活用した商品開発は特産品、交流、環境ブランドの領域において計10件(2020年3月現在)を数え、今後も活用が見込まれている。ここでは主な事例を紹介する。

##### (1) ショルダーバッグ

鹿児島県を代表する大漁旗などの伝統的工芸品事業者である亀崎染工有限会社が、鹿児島大学共同研究開発商品「あづまバッグ」を開発した(図6)。バッグ本体は帆布地で、独自に調色した染料による本染めを施した。商品は3種類で、それぞれ日本の伝統的文様を用いた「麻の葉」、「桜島」、「七宝」を制作した。麻の葉と七宝はバッグ全面に文様を施し、桜島はバッグの形状を錦江湾に浮かぶ桜島に見立て、青海波の文様を底面にデザインした。染色はすべて職人による手作業で行い、各商品には漆プリントと本革を使用したストラップを付属し、高級感ある本格的な仕様とした。



出典：鹿児島大学 HP

図6. ショルダーバッグ

「あづまバッグ 麻の葉」及び「あづまバッグ 桜島」

##### (2) プラスチックサンプル

プラスチックでのデザイン性の高い表現ができる着色剤を強みとするオーケー化成株式会社が、かごんまの色に基づいたプラスチックでのカラーサンプルを開発した(図7)。鹿児島県外でも訴求力の高い商品となることを目指し、それぞれ「和籠薄茶」(かごんまの薄橙)、「緑風帆布」(かごんまの緑)、「幻光青緑」(かごんまの青緑)、3色をマープル上に組み合わせた「桜島吹雪」(かごんまの水色、桜色、灰色)と命名し、独自のコンセプトも制作した。



図7. プラスチックサンプル

「和籠薄茶」、「緑風帆布」、「幻光青緑」、「桜島吹雪」

##### (3) ウェブサイト

NPO 法人指宿ムービープロジェクトが、地域発の映画文化プロジェクトの公式ウェブサイトを使用した(図8)。ウェブサイトにかごんまの赤、

薄橙、水色を大胆にレイアウトした。また、これを機に独自に考案した指宿市のイメージカラー「いぶすきんいろ」も合わせて配置した。



図8. ウェブサイト「第3回いぶすき映画祭」

##### (4) パンフレット

鹿児島県内の中小企業者を資金面で支援する鹿児島県信用保証協会が、保証制度のパンフレットを制作した。かごしま PR キャラクターの「ぐりぶー」と12の「かごんまの色」を使い、鹿児島全域で応援するメッセージを込めた。なお、「チェスト」とは鹿児島県で使用されている言葉で、気合を入れる際の掛け声である。



図9. パンフレット「チェスト保証」

##### (5) その他

鹿児島県内の酒造会社、ホテル、自治体、本学が発行する広報物や本学産学・地域共創センターにおける内装などにも活用された。

#### 5. 結果と今後の展開

あづまバッグは「かごしまの新特産品コンクール 2019」で優れた技術・意匠性、機能性、地域性が高く評価され、最高賞を受賞した。プラスチックでのカラーサンプルは鹿児島県内外の顧客に対し、全国的な課題である持続可能な地域づくりを見える化するものとして注目を集めた。ウェブサイトでのかごんまの色の活用をきっかけに、指宿市の地域資源色が独自に開発された。パンフレットは地域の金融機関を中心に配布され、当該協会の理念を表現する要素として機能したと推測された。

今後は、知の拠点である大学が核となり、地域住民に対してかごんまの色を持続的かつ自律的に活用できるような環境整備を進めるとともに、これにより期待される地域ブランド向上の検証を行っていきたい。

##### 参考文献

鹿児島大学 環境色彩学研究会. かごんまの色【まっぼしトーン編】. 牧野暁世 環境色彩学研究室, 2020, 8p.

# 子供の発達段階と色彩感覚に関する研究

## ～iPad を用いた塗り絵を通して～

### Study on the Relationship between Children's Growth Phase and Color Sense

#### - Based on Coloring Pictures using iPad -

浅野 (村木) 千恵	Chie Muraki Asano	北海道教育大学	Hokkaido University of Education
大場 友貴	Yuki Ohba	北海道教育大学	Hokkaido University of Education
佐々木 貴子	Takako Sasaki	北海道教育大学	Hokkaido University of Education
浅野 晃	Akira Asano	関西大学	Kansai University

**Keywords:** 発達段階, 色彩感覚, 色空間, カラーユニバーサルデザイン

#### 1. はじめに

色彩に対する感性は年齢や性別によって嗜好性に多様性があることが知られている<sup>1)</sup>が, その調査において安易な比較の手法がとられたり, 少ない色数で調査が行われていたりしている例が見受けられる<sup>2)</sup>. このような背景を鑑み, 配置を含めた色の理解と把握能力, 経験や表現能力も考慮に入れた, 子供たちの発達段階や性別などと「色彩感覚」との関連性を明らかにするための手法を検討してきた.

最近, ファッションを含む生活情報などはインターネットなどを通じて容易に手に入るため, 流行の色に関する情報も, 小・中学生にとって身近なものとなっている. このような環境は, 子供たちの色彩感覚の発達にも影響を与えやすいと考えられる. そのため子供たちも, 身近な生活消費財を選択する場面において, 現実的な目的を考えた色選択をすることが多く, それは必ずしも好きな色と一致しないことが報告されている<sup>3)</sup>.

そこで本研究では, 子供たちの色に対する嗜好性ととともに, 色の把握能力・表現能力を含めた色彩感覚について, iPad を用いた塗り絵の行動によって観察・調査を行うこととした. 被験者としては小学生～大学生を対象とし, 子供たちの発達段階や性別, 色彩感覚の多様性についても留意しながら本研究を遂行した. なお, このような多様性への配慮は, 近年, 色を含めたユニバーサルデザインが重視されていることを踏まえたためである<sup>4)</sup>.

また, 本研究によって得られた知見が, 発達段階に応じつつ, 生活の使用目的に適した色空間を構築するために役立つ指標<sup>5)</sup>となることも目的としている.

#### 2. 調査方法と予備調査の実施

子供たちの発達段階ごとに色彩感覚を調査するための手法として, 本研究では, 描画力を求めずに色彩に対する感性を調査できる, という利点を考慮して iPad による塗り絵を用いた. iPad を用いた理由は, 以下の通りである.

- ア. 色鉛筆やクレヨンなどによる色塗りは相当の時間を必要とし, 多くの対象者に実施しにくい.
- イ. 色鉛筆やクレヨンなどの色材は, 塗り方や照明条件によって色が安定しにくい, iPad による「べた塗り」は, 画面の明るさ調整を一斉に行えば, 色の見え方に関する条件をほぼ統一できる.
- ウ. 塗り絵の色を数値化したデータとして捉えやすく, 数量的な解析・分析を行いやすいこと.

「本調査」の実施計画 (デザイン) を作成するため, 以下の3段階の「予備調査」を大学生に実験的に行った.

第1段階: 塗り絵に用いるアプリ (ibis Paint X) を選定し, そのパレット色について, HSB 値, RGB 値を計画的に配分した, 有彩色の色相 18 分割×6 トーンと, 無彩色 5 段階の計 113 色を選定した. そしてモチーフの異なる 4 種類の塗り絵用

の図案 [A.蝶/B.曼荼羅/C.花/D.鳥] を作成して被験者 8 名に提示し、全ての図案に対して塗り絵を実施した。ここで、塗り絵時間は 2 分間とし、調査結果を検証するためのアンケートにも回答してもらった。

第 2 段階：第 1 段階の結果から、全ての図案で塗る箇所の数や大きさ、境界線の太さを揃えて改訂し、新たな被験者 14 名に対して塗り絵調査を実施した。アンケートについては、加筆・修正したものに回答してもらった。

第 3 段階：第 2 段階の結果から、最終候補として図案の種類を 2 種類 [A.蝶/B.曼荼羅] に選定して、新たな被験者 31 名に塗り絵を実施し、さらに改訂したアンケートへも回答してもらった。調査結果については、画像を数量的処理し、データの統計的処理による分析方法を確認した。この第 3 段階の結果から、本調査の塗り絵として [B.曼荼羅] に決定し、本調査の実施計画を作成した。

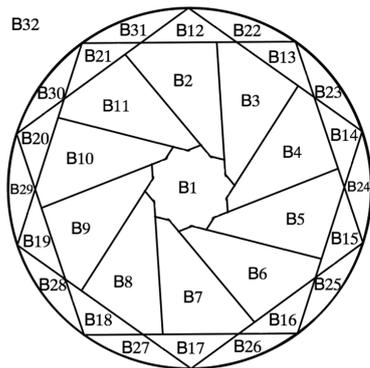


図 1. 図案 [B.曼荼羅]

### 3. 本調査の実施と結果

本調査は、被験者を 10 代のあいの里近辺の学校に通学する子供に限定することとし、北海道教育大学附属札幌小学校の 5 年生 64 名、北海道教育大学附属札幌中学校の 3 年生 98 名、北海道教育大学札幌校の 1 年生 42 名の計 204 名（男 101 名・女 103 名）に対して実施した。

本調査の事前準備としては、協力校の先生方へ調査手順についての確認と意見の聞き取りを行った。その結果から、塗り絵時間を 5 分間へ変更し、調査手順の説明を修正し、色が探しやすいと評価されたアプリ (Adult Coloring Book Color Page) へ変更することとした。それに伴い、パレット

を予備調査の設定のようにカスタマイズできなくなった。しかし、このアプリのパレットは、色相やトーンも自身が設定していた範囲に分散しており、色数にも問題ないと考えられたため、既存のパレット 90 色を利用することとした。同時に、各色の iPad 上での HSB 値、RGB 値について、それぞれ計測した。

以上の条件で調査した結果から、上記 90 色以外の色を塗った被験者を除き、最終的に計 192 名のデータを用いた。データの分析内容としては、発達段階別に見た、図案のエリア毎の色、被験者毎の色、好きな色 (アンケート項目) から見る使用色との差、性別による使用色の違いを分析した。全体としては、クラスター分析を行った。顕著な結果のうち、発達段階別の頻出色を図 2.①～③に示す。ただし、頻出色の数え方においては、「何回使用したとしても、1 人がある色を使用したならその色に” 1” を加算する」、といった条件で各色の出現頻度を計算し、色ごとの累計人数を図 2 のように % で表した。

この図に示す発達段階間で差の有意性については、 $\chi^2$  検定を用いて検証し、いずれの発達段階間においても 5%、1% 水準以上の有意差が認められた。

また、図 2 の結果から、小学生は、青系統の色を多く使用していたことが明らかであるが、彩度・明度まで詳細に分析してみると、頻出色のうちの有彩色では明清色が目立つことがわかった。中学生の頻出色では、無彩色が目立ち、有彩色に限ってみると、小学生と同じく明清色が上位であった。ただし、色相については小学生よりも分散しており、小学生で多く見られた寒色系が減少し、暖色系や中性色も同等に使用されていた。さらに、大学生についての詳細な分析結果をみると、彩度・明度の低い色も頻出していることがわかった。次に、クラスター分析のうち、最も数値の差が顕著であった Blue 値の結果を表 1 に示す。

Blue 値が高かった第 3 クラスタは、小学生の占める割合が高い。中学生と大学生では、Blue 値が中程度の第 2 クラスタの割合が最も高く、さらに大学生の方が占める割合が高い。以上より、小学生は Blue 値の高い色に偏りが見られるが、中学生、大学生と上がるにつれ Blue 値の高い色にこだわらず、様々な色相が分散していることがわかる。

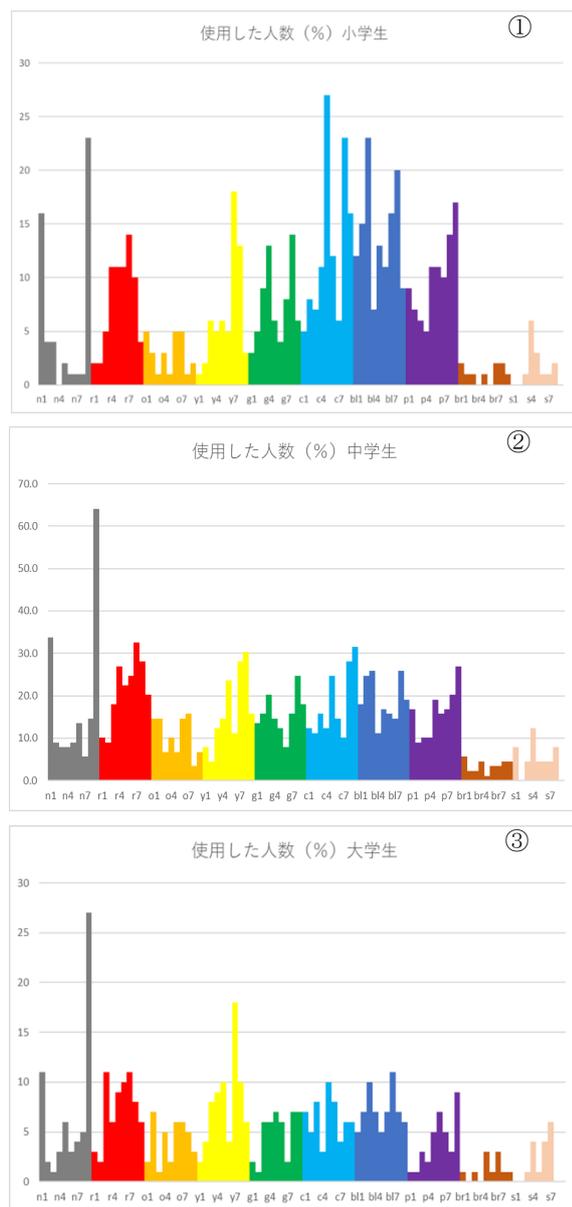


図 2. ①色の使用人数 (小学生) ②色の使用人数 (中学生) ③色の使用人数 (大学生)

#### 4. 色彩を考慮した教育環境の構築のための一提案

色は、人間にとって「対象物や状況をわかりやすく認識させる」という働きがあるが、色覚の多様性によっては色分けが必ずしもわかりやすさに繋がらない場合がある。したがって、学校教育現場でも、子供たちの色覚の多様性があることを前提とした、誰にとってもわかりやすい教材・教具を使用したり、室内空間や掲示物等の学校環境を整えたりする必要がある。そこで、以上で述べてきた調査結果をもとに、学校教育現場における次のような色彩環境を提案する。

表 1. クラスタ分析結果—Blue 値—

クラス	小学生 (%)	中学生 (%)	大学生 (%)	全対象 (%)
1	23.0	31.5	28.6	28.1
2	24.6	36.0	45.2	34.4
3	52.5	32.6	26.2	37.5
計	100	100	100	100

- 教師の採点ペンの色などをオレンジに近い赤を用いる。赤は、1型色覚の人にとっては黒と似通った色に見えるため、赤をオレンジに近づけると視認性が高まる。
- 小学生に対しては、興味を引くために使用頻度の高い Blue 値の高い色を用いて教材・教具を作成する。ただし、1型・2型色覚を持つ人にとっては青と黒、水色とピンクの判別が難しいため、明度において差をつけ、わかりやすくする。
- 空間の印象に大きな影響を与える面積の広い箇所（壁、床、天井など）は、使用する色をライトトーンやペールトーンを中心とすることで、清潔感のある学習環境になるよう工夫する。
- 大学の学習環境としては、c) を踏まえたうえで、暗青色や中間色を適当な面積で使用した空間に整えることで、落ち着いて長時間の学習ができるよう工夫する。ただし、中間色は、組み合わせによっては汚い印象になる場合があるため、注意が必要である。

#### 5. おわりに

本研究の結果から、発達段階が進むにつれ、塗り絵における高頻度色の色相の範囲が広がり、彩度・明度においても分散していくことがわかった。例えば、小学生の好きな色と高頻度色は似ていたが、中学生では、好きな色の上位にあった色が、必ずしも高頻度色にはならないという結果となった。さらに大学生では、好きな色と高頻度色に共通点が見られなくなった。つまり、発達段階が進むにつれ、好きな色と高頻度色は、必ずしも一致しない傾向が強くなることが明らかとなった。これは、年齢を経て色に関する経験が増えることによって子供の個性にも影響を与え、色彩感覚も

多様化しているためではないかと推察される。

また、以上の結果を踏まえ、塗り絵の高頻度色は (i)子供の目に快適である、(ii)興味を引きやすい、(iii)見ていて落ち着く、といった色であることを考慮し、生活の色空間の構築に繋がる提案も行った。ここでは、空間の使用目的、例えば学習環境、食事環境、運動環境など、子供たちの学校生活で必要とされる活動に合わせた色空間を整備することも視野に入れた。ただし、このような環境整備において色は有用である反面、色覚の多様性によって一部の人にとっては必ずしも快適な空間にならない恐れもある。そのため、誰にとってもわかりやすく、過ごしやすい色空間を構築することが重要である。

なお、本研究の調査では、iPad を用いることによって照明色の影響を受けにくい環境をほぼ実現できたと考える。しかし、実際は、空間の照明色が身の回りの物体色に影響を与えているため、その点についても考慮すべきである。例えば、学校では、白色光が基調となっているが、食事中は暖色系の照明色を用いる、あるいはランチョンマットを用いて白色光の影響を緩衝させるといった工夫も必要であると考えている。

## 謝辞

予備調査では、名城大学川澄未来子准教授ならびに研究室の学生諸氏の協力を得ました。深く感謝いたします。本研究は、日本学術振興会科学研究費 No. 19K12692 の支援を受けた。

## 参考文献

- 1) 網野武博,丸尾あき子,金子條: 幼児期における色彩選好に関する研究, 日本教育心理学会総会論文集, 28 (1986) 82-83
- 2) 学研教育総合研究所: 小学生白書Web版 (2018年9月調査) 小学生の日常生活・学習・自由研究等に関する調査, <https://www.gakken.co.jp/kyouikusouken/wHITEpaper/201809/chapter4/09.html>
- 3) 川上梅: 小・中・高生の色彩感情と衣服色彩嗜好—好きな色と着たい色の違い—, 日本教育情報学会第14回年会 (2017) 229-238
- 4) 日本色彩研究所: 色彩検定®文部科学省後援公式テキストUC級 (2018)
- 5) 水野谷悌子,西出和彦: 子どもが長時間滞在する空間の色彩デザインに関する研究—医療施設小児科病棟における色彩計画の現状調査より—, 日本色彩学会誌, 33 (2009) 50-51