

日本色彩学会第54回全国大会発表予稿集
Proceedings of the 54th Annual Meeting

会 期：2023年6月24日～25日
会 場：東京造形大学（ハイブリッド開催）
口頭発表：45件 ポスター発表：16件



発 行

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

目 次

Contents

[1A-1]	周辺環境の色構成が彩度順応効果に与える影響..... 1
	Influence of the color composition of the surrounding environment on the colorfulness adaptation effect
	三浦伊織, 佐藤弘美, 溝上陽子 (千葉大学)
	Iori Miura, Hiromi Y. Sato and Yoko Mizokami
	Chiba University
[1A-2]	彩度が空間の明るさ感に与える影響..... 5
	The effect of saturation on space brightness
	戴 佳怡 (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)
	Jiayi DAI ¹ and Hiroyuki Shinoda ²
	¹ Graduate School of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University
	² College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University
[1A-3]	自然材質の代表色の知覚とそのメカニズム..... 8
	Perception of representative colors of natural materials and its mechanism
	張 嫣, 本吉 勇 (東京大学大学院総合文化研究科)
	Yan Zhang and Isamu Motoyoshi
	Department of Life Sciences, the University of Tokyo
[1A-4]	観察対象の傾け操作を伴う状況下での照明環境と質感認知..... 11
	Lighting environment and texture perception in the situation with voluntary acts of tilting of observed objects
	石田泰一郎, 河野賢太郎 (京都大学大学院工学研究科)
	Taiichiro Ishida and Kentaro Kono
	Graduate School of Engineering, Kyoto University
[2A-1]	衣服における上衣と下衣の明度による対比印象度の定量化と感性評価への影響..... 15
	The Contrast Impression between Upper and Lower Garments in Terms of Lightness, and Its Influence on Sensibility Evaluation
	村上史帆, 石川智治 (宇都宮大学工学部基盤工学科), 奥田紫乃 (同志社女子大学生生活科学部人間生活学科),
	阿山みよし (宇都宮大学オブティクス教育研究センター)
	Shiho Murakami ¹ , Tomoharu Ishikawa ¹ , Shino Okuda ² and Miyoshi Ayama ³
	¹ School of Engineering, Utsunomiya University
	² Faculty of Human Life Science, Doshisha Women's College of Liberal Arts
	³ Center for Optical Research and Education, Utsunomiya University
[2A-2]	オンライン会議における照明と顔印象の関係：静止画と動画の比較..... 17
	Relation between Lighting and Facial Appearance at Online Meetings: Comparison between Static Images and Movies
	岩崎拓真, 佐藤弘美, 溝上陽子 (千葉大学)
	Takuma Iwasaki, Hiromi Y. Sato and Yoko Mizokami
	Chiba University
[2A-3]	色彩学で定義する日本人女性の肌のくすみと年代別の特徴..... 20
	Skin dullness of Japanese women as defined by color science
	スラニ アリフ ミーム, 菊地久美子, 飯野雅人, 白杉 豊, 蘇木明日香 (株式会社資生堂みらい開発研究所),
	藤村貴子 (株式会社資生堂ブランド価値開発研究所), 長谷川聖高, 柴田貴子 (株式会社資生堂みらい開発研究所)
	Alif Meem Nurani ¹ , Kumiko Kikuchi ¹ , Masato Iino ¹ , Yutaka Shirasugi ¹ , Aska Sonoki ¹ , Takako Fujimura ² ,
	Kiyotaka Hasegawa ¹ and Takako Shibata ¹
	¹ Shiseido Co., Ltd., MIRAI Technology Institute
	² Shiseido Co., Ltd., Brand Value R&D Institute
[2A-4]	肌の色の見えの変化と衣服の色による感情効果に関する研究..... 24
	Face color appearance and emotional effects of clothing color
	山本早里 (筑波大学), ZHOU CHEN (元筑波大学), 重松政秀 (株式会社ゴールドウィン)
	Sari Yamamoto ¹ , Zhou Chen ² and Masahide Shigematsu ³
	¹ University of Tsukuba, ² ex-University of Tsukuba, ³ GOLDWIN INC.

[3A-1]	3層ニューラルネットワークを用いたRGB-L*a*b*表色系変換の光源スペクトルによる変換精度の影響	28
	Effect of Light Source Spectrum on Conversion Accuracy of RGB-L*a*b* Color System Conversion Using 3-Layer Neural Network	
	宮澤魁杜, 大河正志 (新潟大学) Kaito Miyazawa and Masashi Ohkawa Niigata University	
[3A-2]	緑視率調査を目的としたMask R-CNNを用いた画像における草木領域範囲測定 の提案	31
	Measurement of Greenery Area in Image by using Mask R-CNN for Green Visibility Ratio Survey	
	土居元紀, 川極 恋, 西 省吾, 来海 暁 (大阪電気通信大学) Motonori Doi, Ren Kawagiwa, Shogo Nishi and Akira Kimachi Osaka Electro-Communication University	
[3A-3]	絵画画像の構図を考慮した微細色面の再構成に基づく階段関数系による色彩分析の試行	33
	A trial of color analysis of paintings by recursive step-function system focusing on fine areas considering the composition of painting art	
	室屋泰三 (国立新美術館) Taizo Muroya The National Art Center, Tokyo	
[3A-4]	差分進化法を用いたデジタルカメラ分光感度推定	37
	Estimation of digital camera's spectral sensitivity using differential evolution	
	佐田元輝 (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) Genki Sada ¹ and Hiroyuki Shinoda ² ¹ Graduate School of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University ² College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University	
[3A-5]	自然画像における色彩の稀有性と抽象画の色彩選好の関係	41
	Relationship between rarity of colors in natural images and color preferences for abstract art	
	花田郁斗, 永井岳大 (東京工業大学) Ikuto Hanada and Takehiro Nagai Tokyo Institute of Technology	
[4A-1]	Cone Contrast Test-HD の検査性能と年齢による影響	45
	Cone Contrast Test-HD: Test performance and the Impact of Age	
	飯塚達也 (北里大学大学院医療系研究科医学専攻), 川守田拓志, 半田知也, 石川 均 (北里大学医療衛生学部視覚機能療法学専攻) Tatsuya Iizuka ¹ , Takushi Kawamorita ² , Tomoya Handa ² and Hitoshi Ishikawa ² ¹ Department of Vision Science, Kitasato University Graduate School of Medical Sciences ² Department of Orthoptics and Visual Science, Kitasato University School of Allied Health Sciences	
[4A-2]	異常3色覚のオブザーバーメタメリズムを考慮した測色的色再現における狭帯域原色の波長の検討	49
	Investigation of narrow-band primary colors considering observer metamerism of anomalous trichromats	
	井下大樹 (九州大学大学院芸術工学府), 村谷つかさ, 須長正治 (九州大学大学院芸術工学研究院) Taiju Inoshita, Tsukasa Muraya and Shoji Sunaga Kyushu University	
[4A-3]	多様な色覚特性間の色コミュニケーションにおける固有名詞を用いた色名表現の有効性	53
	Effectiveness of color name representation using proper names in color communication among diverse color vision	
	中谷圭杜, 井下大樹 (九州大学大学院芸術工学府), 村谷つかさ (九州大学大学院芸術工学研究院), 市原恭代 (工学院大学), 須長正治 (九州大学大学院芸術工学研究院) Keito Nakatani ¹ , Taiju Inoshita ¹ , Tsukasa Muraya ¹ , Yasuyo Ichihara ² and Shoji Sunaga ¹ ¹ Kyushu University ² Kogakuin University	
[4A-4]	肌の色弁別における色覚多様性の影響	56
	Skin Color Discrimination Influenced by Color Vision Diversity	
	黒澤 駿, 佐藤弘美, 溝上陽子 (千葉大学) Shun Kurosawa, Hiromi Y. Sato and Yoko Mizokami Chiba University	

[4A-5]	創造産業における創作活動と「色覚異常」であること：アーティストやデザイナーへのインタビュー調査 58 Creative Activity as a Creator with Color Deficiency: Interview with the Artists and the Designers 村谷つかさ (筑紫女学園大学), 谷口由乃佳 (九州大学芸術工学部), 市原恭代 (工学院大学), 須長正治 (九州大学大学院芸術工学研究院) Tsukasa Muraya ¹ , Yunoka Taniguchi ² , Yasuyo Ichihara ³ and Shoji Sunaga ⁴ ¹ Chikushi Jogakuen University, ² School of Design, Kyushu University, ³ Kogakuin University ⁴ Faculty of Design, Kyushu University
[5A-1]	現代日本に伝わる精進料理の美的特徴－SDGsの視点から－ 62 Aesthetic Characteristics of the Buddhist Cuisine <i>Shojin Ryori</i> Served in Contemporary Japan: From the Viewpoint of SDGs 吉村耕治 (関西外国語大学短期大学部名誉教授), 山田有子 (色彩講師・挿絵画家) Kohji Yoshimura ¹ and Yuko Yamada ² ¹ Kansai Gaidai University, Emeritus Professor, ² Color Instructor, Illustrator
[5A-2]	日本の色彩文化の近代化と東洋・和 66 Modernization of Japanese Color Culture and Its Oriental/Japanese Elements 國本学史 (慶應義塾大学, 埼玉大学, 黄岡師範学院) Norifumi Kunimoto Keio University, Saitama University, Huanggang Normal University
[5A-3]	赤をめぐる色彩文化—国際調査による比較 70 Color Culture on Red: a Comparison from Transnational Surveys 日高杏子 (芝浦工業大学), 小野直紀 (株式会社博報堂) Kyoko Hidaka ¹ and Naoki Ono ² ¹ Shibaura Institute of Technology, ² Hakuhodo Inc.
[5A-4]	大学における色彩に関する知的財産戦略の実践的研究—かごんまの色®を事例として— 72 Practical research for intellectual property strategy regarding local identity color “Kagonma-no-Iro®” 牧野暁世 (東海学園大学), 村上加奈子 (鹿児島大学南九州・南西諸島域イノベーションセンター) Akiyo Makino ¹ and Kanako Murakami ² ¹ Tokai Gakuen University, ² Kagoshima University Southern Kyushu and Nansei Islands Innovation Center
[1B-1]	図形の形状が色彩の印象に与える影響 76 Influence of object shapes on color impressions 浅野 晃, 小倉元喜 (関西大学), 浅野 (村木) 千恵 (北海道教育大学) Akira Asano ¹ , Genki Ogura ¹ and Chie Muraki Asano ² ¹ Kansai University ² Hokkaido University of Education
[1B-2]	コーヒーカップの色が消費者の心理に及ぼす影響 ～ペール, ライト, ビビット, ダル, ディープ, ダークトーン および無彩色について～ 78 Psychological effect of the color of the coffee paper cup for the customer – pale, light, vivid, dull, deep, dark tone and achromatic color – 富田圭子, 百瀬 仁, 篠田理恵, 内田 和, 河浦萌海, 田中里枝, 橋本京佳, 安岡美穂 (近畿大学) Keiko Tomita, Jin Momose, Rie Shinoda, Nodoka Uchida, Moemi Kawaura, Rie Tanaka, Kyoka Hashimoto and Misato Yasuoka Kindai University
[1B-3]	商品袋における背景色が見た目の印象に及ぼす影響 80 Effects of Background Color on Visual Impression in Product Bags 中村彩乃, 櫻井将人 (静岡理工科大学) Ayano Nakamura and Masato Sakurai Shizuoka Institute of Science & Technology
[1B-4]	色彩嗜好の地域差について—国内11エリアの比較 82 Regional differences in color preferences – Comparison of 11 areas in Japan 名取和幸, 江森敏夫 (一般財団法人日本色彩研究所) Kazuyuki Natori and Toshio Emori Japan Color Research Institute
[2B-1]	色彩の感情効果に基づくカーカルチャーパークのカラープランニングに関する研究 85 Research on color planning of car culture park from the perspective of color emotion 鄭 曉紅 (中国人民大学) Zheng Xiaohong Renmin University of China

[2B-2]	地域の魅力を色から考える教育への取り組み……………	89
	Approaches to educational methods that consider the attractiveness of the region in terms of color	
	杉山朗子 (日本カラーデザイン研究所) Akiko Sugiyama Nippon Color & Design Research Institute Inc.	
[2B-3]	建築評論にあらわれる色彩表現に関する一考察……………	93
	A Study on Color Expressions Appearing in Architectural Criticism	
	萩原京子 (サンスター技研株式会社) Kyoko Hagiwara Sunstar Engineering Inc.	
[2B-4]	屋外広告物の色彩ガイドラインの導入による都市景観の形成シミュレーションとその視覚印象評価……………	95
	Simulation of urban landscape by introducing color guidelines for outdoor advertisements and evaluation of their visual impressions	
	長谷川千晴, 石田泰一郎 (京都大学大学院工学研究科建築学専攻) Chiharu Hasegawa and Taiichiro Ishida Kyoto University	
[2B-5]	カラーマーケティングとまちづくりについての一考察……………	99
	A Consideration on Color Marketing and Town Planning	
	伊藤 幸 (伊藤寿建築設計事務所) Miyuki Itou Touju Architectural Design Office	
[3B-1]	左右のOFC反応に着目した色彩照明と香りの調和の解析……………	103
	Analysis of Harmony between Colored Light and Fragrance by the Reaction of the Left and Right Orbitofrontal Cortex	
	大場俊範, 田中 緑, 堀内隆彦 (千葉大学) Toshinori Oba, Midori Tanaka and Takahiko Horiuchi Chiba University	
[3B-2]	通常発話の声質から想起される色と音響特徴量の関連性……………	107
	Association between color and acoustic features implied by the voice quality of normal utterance	
	牛嶋淳水, 吉田 香 (九州工業大学) Atsumi Ushijima and Kaori Yoshida Kyushu Institute of Technology	
[3B-3]	模型用水性アクリル塗料の色彩設計ーレンブラント「夜警」を応用した塗料の選択ー……………	111
	Color Design of Water-Based Acrylic Paints for Plastic Models: Selection of Paints with an Application of Rembrandt's "The Night Watch"	
	関 天嘉, 竹林蒼一郎 (芝浦工業大学大学院), 日高杏子 (芝浦工業大学) Takahiro Seki, Soichiro Takebayashi and Kyoko Hidaka Shibaura Institute of Technology	
[3B-4]	塗り絵への着色がもたらす感情への影響ー寒暖色の違い……………	113
	Emotional effects of coloring in coloring book- differences in cold and warm colors	
	昆野照美, 川端康弘 (北海道大学) Terumi Konno and Yasuhiro Kawabata Hokkaido University	
[3B-5]	コロナ禍前後のワクワク感の色彩描画表現に関する比較研究……………	117
	Comparative study on the Color of "Waku Waku" feeling before and after COVID-19 Pandemic	
	裴 湖珠 (清泉女学院大学) Hojoo Bae Seisen Jogakuin College	
[4B-1]	Examining the device dependency of simultaneous color contrast: A comparison of paper and display……………	119
	Janejira Mepean ¹ , Chanprapha Phuangsuan ² and Mitsuo Ikeda ² ¹ Color Technology and Design, Mass Communication Technology, RMUTT, Thailand ² Color Research Center, RMUTT, Thailand	

*RMUTT: Rajamangala University of Technology Thanyaburi

[4B-2]	Demonstration of simultaneous color contrast on veins	123
	Chanprapha Phuangsuwan ¹ , Mitsuo Ikeda ¹ and Janejira Mepean ²	
	¹ Color Research Center, RMUTT, Thailand	
	² Dept. of Color Tech. and Design, RMUTT, Thailand	
	*RMUTT: Rajamangala University of Technology Thanyaburi	
[4B-3]	The color constancy index of the perceptual color space of Thai and Japanese under LEDs	126
	Phubet Chitapanya ¹ , Chanprapha Phuangsuwan ¹ , Mitsuo Ikeda ¹ and Yasuki Yamauchi ²	
	¹ Color Research Center, RMUTT, Thailand	
	² Yamagata University	
	*RMUTT: Rajamangala University of Technology Thanyaburi	
[4B-4]	Corresponding color appearance of lipstick for the online shopping	130
	Kitirochna Rattanakasamsuk ¹ , Chanprapha Phuangsuwan ¹ , Mitsuo Ikeda ¹ , Uravis Tangkijviwat ¹ , Chanida Saksirikosol ¹ , Akaradet Tongsawang ² , Natchaphak Meeusah ³ , Hiroyuki Shinoda ⁴ , Yuhang Zhang ⁴ and Janejira Mepean ⁵	
	¹ Color Research Center, RMUTT, Thailand, ² Dept. of Printing Tech and Mass Com., RMUTT, Thailand	
	³ Dept. of Imaging RMUTT, Thailand, ⁴ Graduate School of Information Sci. and Engineering Ritsumeikan University, ⁵ Dept. of Color Tech. and Design, RMUTT, Thailand	
	*RMUTT: Rajamangala University of Technology Thanyaburi	
[4B-5]	Colors Impacting University Students' Performance	133
	Mahshid Baniani	
	Mejiro University	
[4B-6]	Effects of colour on facial expression recognition	137
	Yan Zuo and Yasuhiro Kawabata	
	Department of Psychology, Hokkaido University	
[5B-1]	映画を色彩教育に取り入れる意義 一色で読み解く映画の楽しみ方2：実写映画編一	140
	Significance of incorporating movies into color education –How to enjoy movies from the perspective of color 2: live-action film–	
	松田博子 (カラーコンサルタントスタジオ, 立命館大学非常勤講師)	
	Hiroko Matsuda	
	Color Consultant Studio, Ritsumeikan University	
[5B-2]	幼稚園児の塗り絵行動と色使いに見る子どもの色彩感覚	144
	Children's Color Sense from Kindergarteners' Coloring Behavior and Color Usage	
	浅野 (村木) 千恵, 谷口瑳理 (北海道教育大学)	
	Chie Muraki Asano and Sari Taniguchi	
	Hokkaido University of Education	
[5B-3]	色彩学の各種理論に基づく配色教材の提案：研究構想	148
	Proposal of color combination educational materials based on theories of color science: research concept	
	酒井英樹 (大阪公立大学大学院生活科学研究科), 山下明美 (岡山県立大学名誉教授)	
	Hideki Sakai ¹ and Akemi Yamashita ²	
	¹ Graduate School of Human Life and Ecology, Osaka Metropolitan University	
	² Professor Emeritus at Okayama Prefectural University	
[P-1]	選択手法を用いた等色関数測定効率化についての検討	150
	A Study on Improving Efficiency of Color Matching Function Measurement Using Selection Techniques	
	奥田亮人, 神村友規, 川島祐貴, 大久保和明, 山内泰樹 (山形大学大学院理工学研究科)	
	Akito Okuda, Yuki Kamimura, Yuki Kawashima, Kazuaki Okubo, Yasuki Yamauchi	
	Graduate School of Science and Engineering, Yamagata University	
[P-2]	照明光の分光分布の違いによる Bezold-Brücke 効果の検討	154
	Investigation of the Bezold-Brücke effect due to differences in the spectral distribution of illumination light	
	田所直人, 川島祐貴, 山内泰樹 (山形大学大学院理工学研究科)	
	Naoto Tadokoro, Yuuki Kawashima, Yasuki Yamauchi	
	Graduate School of Science and Engineering, Yamagata University	

[P-3]	名古屋コーチンの卵殻色の適合性可視化システムの試作……………	158
	Color Visualization System of Nagoya Cochinchin Eggshell 長屋匠馬, 山下遼真 (名城大学大学院), 赤尾美佳, 宮川博充, 中村明弘 (愛知県農業総合試験場), 塚田敏彦 (愛知工業大学大学院), 川澄未来子 (名城大学大学院) Shoma Nagaya ¹ , Ryoma Yamashita ¹ , Mika Akao ² , Hiromitsu Miyakawa ² , Akihiro Nakamura ² , Toshihiko Tsukada ³ and Mikiko Kawasumi ¹ ¹ Meijo University, ² Aichi Agricultural Research Center, ³ Aichi Institute of Technology	
[P-4]	布地の色の見えと質感印象に対する光源の方向の影響……………	160
	Influence of Lighting Source Direction on Color Perception and Texture Impression of Fabrics 何 水蘭 (東北生活文化大学) Shuilan He Tohoku Seikatsu Bunka University	
[P-5]	服選択における色嗜好と性格特性の関係(2)―選択色のイメージに基づく分析― ……	163
	Relationship between Color Preference and Personality Trait in Selecting Clothing (2) Analysis Based on Image of the Colors 中村信次 (日本福祉大学) Shinji Nakamura Nihon Fukushi University	
[P-6]	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(4)―面積比との関係― ……	165
	Experiment of Deep Learning to Construct Color Harmony Theory (4) –Relation with Area Ratio– 加藤千穂 (相山女学園大学), 浅井 徹 (あいち産業科学技術総合センター), 山縣亮介 (名古屋学芸大学), 石原久代 (相山女学園大学) Chiho Kato ¹ , Tohru Asai ² , Ryosuke Yamagata ³ , Hisayo Ishihara ¹ ¹ Sugiyama Jogakuen University, ² Aichi Center for Industry and Science Technology ³ Nagoya University of Arts and Sciences	
[P-7]	配色嗜好における性差・年齢差・時代差の検討……………	167
	Investigation of Gender, Age, and Period Differences in Preference of Color Combinations 稲葉 隆 (日本カラーデザイン研究所) Takashi Inaba Nippon Color & Design Research Institute INC.	
[P-8]	水彩効果を用いた輪郭色の明るさコントラストが白色知覚に与える影響……………	171
	Effects of Brightness Contrast of Contour Colors on Whiteness Perception Using Watercolor Effect 井澤尚子 (東京家政学院大学/山形大学大学院理工学研究科), 渡部 信, 山内泰樹 (山形大学大学院理工学研究科) Shoko Isawa ^{1,2} , Makoto Watanabe ² and Yasuki Yamauchi ² ¹ Tokyo Kasei Gakuin University ² Graduate School of Science and Engineering, Yamagata University	
[P-9]	SD法による地域景観の印象構造分析と季節要因の影響の検討……………	175
	Analysis of Seasonal Factors on the Impression Structure of Local Landscape by SD Method 山下遼真, 長屋匠馬 (名城大学大学院), 羽成隆司 (相山女学園大学), 川澄未来子 (名城大学大学院) Ryoma Yamashita ¹ , Shoma Nagaya ¹ , Takashi Hanari ² and Mikiko Kawasumi ¹ ¹ Meijo University, ² Sugiyama Jogakuen University	
[P-10]	服飾系大学で学ぶ学生の色嗜好について―クラウド型教育支援サービスmanabaに投稿された学生投稿画像と インスタグラマーが投稿する画像を比較して―……………	177
	Color preferences of students studying at a fashion college. –Comparing images posted by students on the cloud-based educational support service "Manaba" with images posted by Instagrammers– 水越 綾 (杉野服飾大学) Aya Mizukoshi Sugino Fashion College	
[P-11]	素数と色彩調和論(5)……………	181
	Prime numbers and the Color harmony theory(5) 太田 哲 (洋画家) Satoshi Ota Western-style painter	
[P-12]	Research on Color Application in Chinese Tibetan Clothing……………	185
	Sun Haoying and Zheng Xiaohong Renmin University of China	

[P-13]	Comparison of Roof Architectural Colors between Shenyang Palace Museum and Beijing Palace Museum	189
	Li Sijia and Zheng Xiaohong Renmin University of China	
[P-14]	The difference of "yellow" in Chinese and Western costume culture	193
	Zhao Congcong and Zheng Xiaohong Renmin University of China	
[P-15]	色彩による詩歌情緒の視覚表現 ―古今和歌集にみる「もののあわれ」をめぐって	197
	Visual expression of poetic emotion through color --On "Mono no Aware" in Kokin Wakashu 李馨瑶, 栗野由美 (東京造形大学) Lixin Yao and Yumi Awano Tokyo Zokei University	
[P-16]	青森ねぶた VR ～内照式着彩和紙彫刻 CG の色彩表現について	199
	Aomori Nebuta VR - The colour expression on CG of the coloured Japanese paper lantern sculpture 栗野由美 (東京造形大学) 風間 隆, 込宮正宏, 周 沛彦, 田中重里沙 (じゃわめぐ! 青森ねぶた VR プロジェクト) Yumi Awano Tokyo Zokei University Takashi Kazama, Masahiro Komiya, Zhou Peiyan, Arisa Tanaka (Jawamegu! Aomori Nebuta VR Project)	

〈広告掲載会社〉

コニカミノルタジャパン株式会社 大日精化工業株式会社 株式会社エバース 日本電色工業株式会社

周辺環境の色構成が彩度順応効果に与える影響

Influence of the Color Composition of the Surrounding Environment on the Colorfulness Adaptation Effect

三浦 伊織
佐藤 弘美
溝上 陽子

Iori Miura
Hiromi Y. Sato
Yoko Mizokami

千葉大学
千葉大学
千葉大学

Chiba University
Chiba University
Chiba University

Keywords: 彩度順応効果, 照明, 分光強度分布

1. はじめに

人の様々な視覚順応特性のうち、彩度に対する順応を彩度順応効果と呼ぶ。画像や物体を一定時間見続けてその彩度に順応した後、見えの彩度が変化する現象である¹⁾。例えば、低彩度の色分布に順応した後、物体の色が順応前よりも鮮やかに見えるようになる。陳ら²⁾は彩度順応効果が2つの照明の変化の順番に関わらず働くことや、個々の物体の見えだけでなく、部屋全体の印象にも影響を与えることを示した。しかし、実験刺激である色票やその周辺物体の彩度の影響は明確ではない。

本研究では、実験刺激や周辺物体の彩度変化が彩度順応効果に与える影響を検証する。実験刺激となる色票には、測色的彩度変化が大きいものと小さいもの、周辺物体にはモノクロ（無彩色）およびカラフルな色で構成されたものを用意した。そして、各条件における彩度順応効果を比較した。

2. 実験

2.1. 実験環境

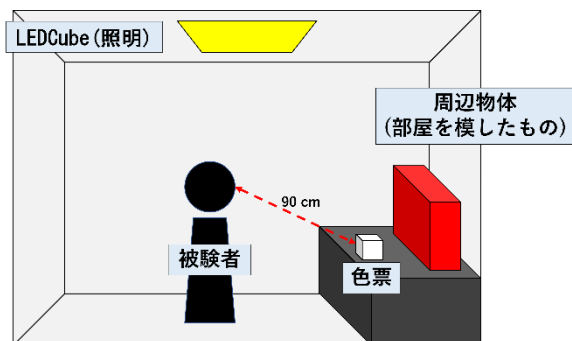


図1 実験ブース概要

図1に実験ブースの概要を示す。室内には実際の部屋を模した物体が設置されており、中心には

実験刺激の色票を呈示するため、色票呈示ボックスを用意した。ブース内を照明するため、分光可変光源 LEDCube 3台を天井に設置した。

2.2. 実験照明

照明条件には、黒体放射に近似した分光強度分布 (BlackbodyLED: 黒体放射型) と、3つのピークを持つ分光強度分布 (RGBLED: 赤緑強調型) の2種類を用いた。それぞれの照明の相関色温度は2730 K と 2740 K でほぼ同等、机上面照度も140 lx で同じである。図2にそれぞれの相対分光強度分布を示す。

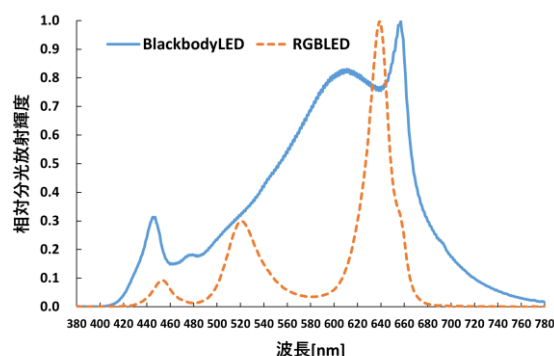


図2 実験照明の相対分光放射輝度

2.3. 実験ブースに設置された物体

図3に、モノクロ、カラフルそれぞれの周辺物体を設置した。各照明下における、被験者側から見た実験ブース内の写真を示す。特に、カラフルな部屋条件では、照明によってぬいぐるみ等の色が変わっているのが分かる。図4に、CIE 1976 a^*b^* 平面における、各照明による物体の色度を示す。モノクロ物体よりもカラフル物体の方が、広範囲に色度が分布しており、照明間の差も大きい。また、RGBLEDは赤緑系の物体の見えを強調するため、カラフル物体のグラフにおいて黄青方向 (b^* の正負) よりも赤緑方向 (a^* の正負) の分布が

大きくなっている。

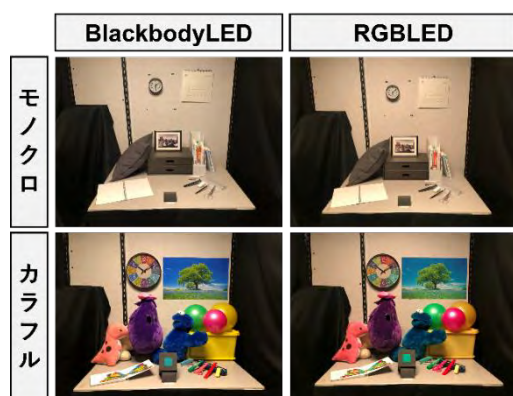


図3 各照明下での実験ブース

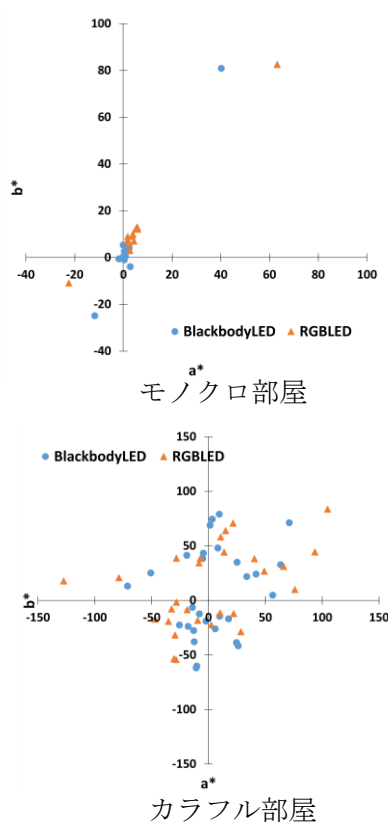


図4 各部屋における物体の色度分布

2.4. 実験刺激

実験刺激として、JIS 準拠管理色票（日本色彩研究所監修）を用いた。事前にマンセル表色系の中から20色の候補を用意し、その中から2つの照明間のクロマ差 ΔC^* が大きい色票(5B5/8, 5BG5/8, 5G5/8)と小さい色票(5GY5/2, 5GY5/8, 5Y5/6)を選択した。また、追加実験用に5YR5/10, 5R5/10, 5RP5/10, 5P5/10, 5PB5/10も選択した。

2.5. 実験手順

図5に実験手順の概要を示す。被験者は、最初

に BlackbodyLED 照明下で5分間順応した後、色票の色の見えを評価した(応答1)。次に照明を RGBLED に変えた直後に再度評価(応答2)、さらにその照明下で5分間順応した後も評価した(応答3)。この流れを1セットとし、各被験者3セットずつ行った。1セットの中で、色票数枚をランダムに呈示したが、応答2の際に RGBLED への順応を避けるため、BlackbodyLED への再順応の時間を挿入し、ループを設けた。

実験には、色覚正常の男性5名が参加した。

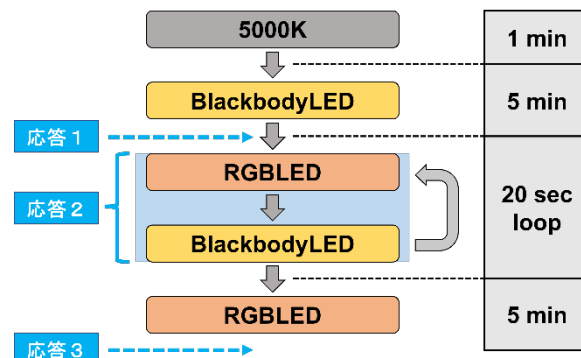


図5 実験手順

2.6. エレメンタリーカラーネーミング法

本実験の評価には、エレメンタリーカラーネーミング法を用いた。図6に示すように、被験者は色票の色に対して、黒み、白み、色みの合計が100%になるように数値を振り分け、さらに色みを赤緑青黄に分解し、それらの合計が100%になるように数値を振り分けた。

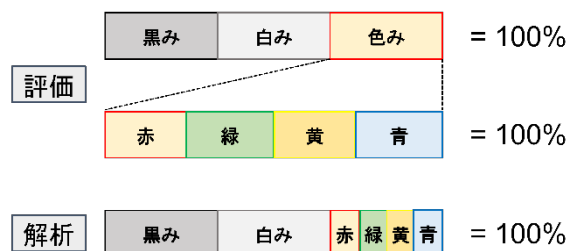


図6 エレメンタリーカラーネーミング法の手順

3. 実験結果

本稿では、主に色票の見える色みに注目して解析する。応答1から応答3までの色み量の変化を解析することで、彩度順応効果の有無を評価する。

3.1. 色票の違いによる順応効果への影響

図7に、モノクロ部屋における、照明間のクロマ変化が大きい色票と小さい色票に対する色み量変化を示す。応答1から応答2の変化は照明の変化に伴う見えの変化を表す。応答2から応答3の変化は、照明は変化しないため、順応の影響を

表す．どちらの色票も応答2から応答3において色み量の減少が見られる．つまり，彩度順応効果が生じたと言える．ただし，クロマ変化が大きい色票の方が変化量大きい．クロマ変化が大きい5G5/8のみで，応答2と応答3の間の有意差が見られた ($F(1,4) = 12.071, p = 0.0255$)．

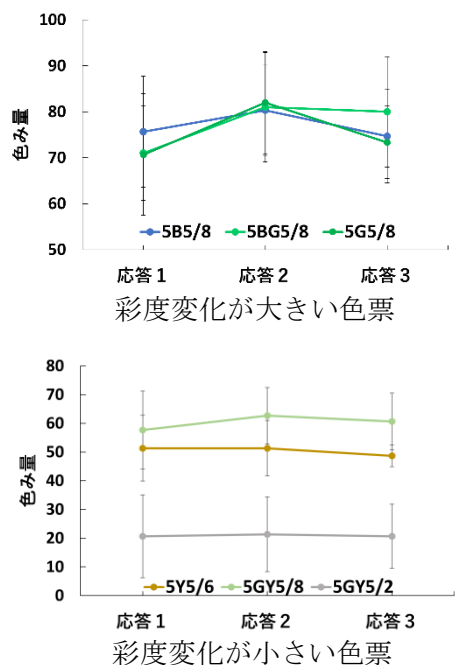


図7 各色票における色み評価結果

3.2. 周辺物体による順応効果への影響

図8に，彩度変化が大きい色票について，モノクロ部屋とカラフル部屋における色み量変化を示す．

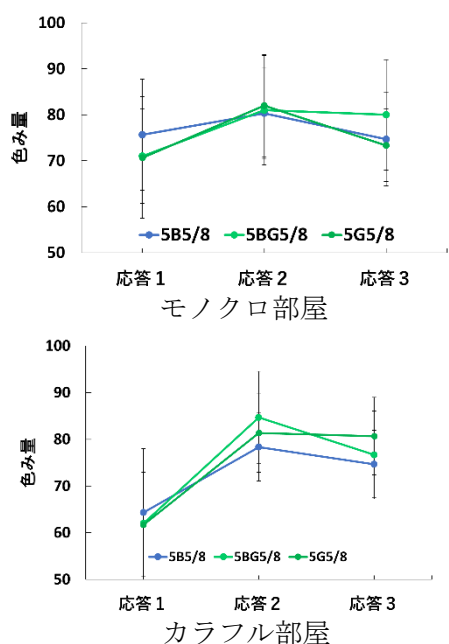


図8 各部屋における色み評価結果

応答2から応答3の変化には大きな差は見られなかった．応答1から応答2の変化においては，カラフル部屋の方が増加量大きい．

3.3. 追加実験 - 色相の違いによる順応効果への影響

図9に，追加実験用に用意した色票について，モノクロ部屋とカラフル部屋における色み量変化を示す．これまでに使用していた色相の色票とは違い，応答2から応答3の変化において部屋間で差が見られ，カラフル部屋の方が減少しているものが多い．応答2と応答3の間にカラフル部屋の5YR5/10のみで有意差が見られた ($F(1,4) = 32, p = 0.0048$)．

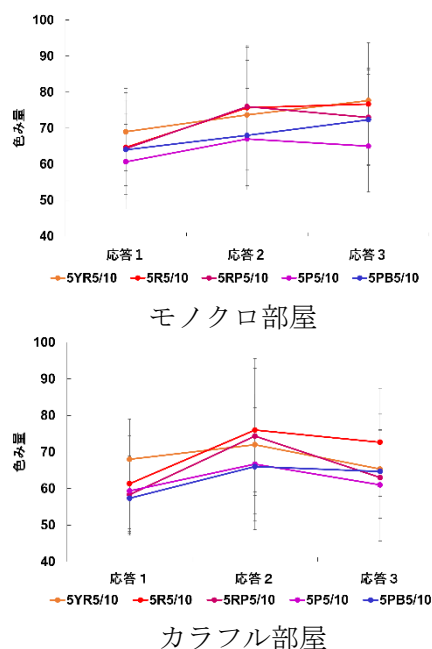


図9 異なる色相の色票を用いた各部屋における色み評価結果

4. 考察

4.1. 彩度順応効果に影響を与える要因

今回の実験では，彩度順応効果に対する色票の彩度変化および周辺物体の彩度の大小の影響を比較した．前者については，図7より，彩度変化が大きい色票の方が彩度順応効果が大きいことが示された．後者については，図8より，周辺物体の彩度の違いによる彩度順応効果の違いは見られなかった．一方，応答1から応答2の変化においてカラフル部屋の増加量が多かった原因として，色域拡大効果が考えられる．この効果は，ターゲットの周囲の色の分散によって，ターゲットの見える彩度が低下する現象であるため，さま

さまざまな色が配置されているカラフル部屋で起こる可能性は十分に考えられる。

また、追加実験を通して、実験刺激となる色票の色相の違いが彩度順応効果に影響を与える可能性が示唆された。図10に、周辺物体(モノクロ/カラフル)および本研究で使用した全色票の a^*b^* 色度を示す。この図からは、追加実験に使用した色票の色相(+ a^* 側)には同じ色相の周辺物体のクロマが高く、追加実験前に使用した色票の色相(- a^* 側)には同じ色相の周辺物体のクロマが低いという違いが見られた。よって、色票と同じ色相の周辺物体の彩度が高いと、順応が強められる可能性が考えられる。今後は、色相が彩度順応効果に与える影響についても検証する必要がある。

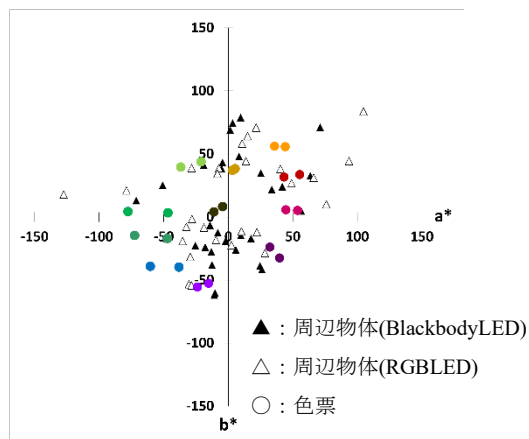


図10 周辺物体および色票の a^*b^* 色度

4.2. 周辺物体の数と形の差

今回の実験では、モノクロ部屋とカラフル部屋条件において、周辺物体の数と形は異なっていた。その違いを評価するために、周辺物体の面積を実験ブース全体との相対値として表す相対物体面積を算出した。その結果、モノクロ部屋の相対物体面積は0.278、カラフル部屋は0.432となり、カラフル部屋の方が物体面積が大きいことが分かった。しかし、モノクロ部屋の物体面積をカラフル部屋に合わせたとしても、面積の大部分は無彩色付近の色で占められているため、図4に示した色分布の傾向は変わらないと考えられる。よって、周辺物体の数と形の違いが順応効果に与える影響は小さいと考えられる。ただし、モノクロ部屋でも、図4(a)に示すように高彩度部分を含む。この部分は面積が小さいため、順応効果への影響は小さいとみなしていたが、この色が評価の手がかりになった可能性は否定できない。そのため、今後は周辺物体の彩度分布の大きさと面積の影響について検証する必要があると考えられる。

さらに、全体を通して、有意差が認められた条件が限定的であったことから、前述の色票と周辺物体の効果に加えて、照明や観察条件も含めた複合的な検証がさらに必要である。

5. 結論

本研究により、実験刺激の色や周辺物体の彩度が彩度順応効果に影響することが示唆された。そこには実験刺激と周辺物体の色相の関係や、物体の面積などの複雑な要因も関係すると考えられる。よって、照明の分光強度分布により環境の彩度をコントロールする際には、対象とする物体や周辺物体の彩度や色相による彩度順応効果の違いを考慮する必要があると考えられる。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 JP19H04196 の助成を受けたものです。

参考文献

- 1) Mizokami, Y., Kamesaki, C., Ito, N., Sakakibara, S., & Yaguchi H., Effect of spatial structure on colorfulness adaptation for natural images, J. Opt. Soc. Am. A., 29, 118-127 (2012).
- 2) 陳沢庶, 高橋良香, 溝上陽子: 分光可変照明による彩度変化への順応効果, 日本色彩学会誌 44-3 Supplement, 50-, 日本色彩学会第51回全国大会, 2020年6月

彩度が空間の明るさ感に与える影響

The effect of saturation on space brightness

戴 佳怡 Jiayi DAI

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: 明るさ感, 彩度, 輝度

1. はじめに

快適な照明空間を実現するためには、その空間に対する明るさ感を適切に評価することが重要である。ここでいう空間の明るさ感とは、空間内の特定の部位の明るさではなく、その空間全体に対する明るさの印象のことを言う。照明光強度が同じであっても有彩色で構成された空間の方が無彩色空間よりも明るく感じる事が知られている[1]。本研究では、マグニチュード推定法(ME法)[2]を用い、無彩色空間(参照刺激)に対する有彩色空間(テスト刺激)の相対的な明るさを評価し、色彩による空間の明るさ感向上効果を彩度の関数として得ることを目的とした。

2. 実験

2.1. 実験環境

実験は暗室内で行われた。刺激制御と被験者の応答取得にはASUS ROG Strix G15とMATLAB R2022a, および Psychtoolbox3[3]を用いた。刺激はディスプレイ(EIZO CS230)に呈示され、事前の測色によりRGB値とXYZ値との間の変換を行った。被験者はD-up Viewer[4]を通して単眼でディスプレイ画面を観察した。

2.2. 実験画像

複数の色相からなる立方体が配置された室内空間の画像を3DCGソフトウェアBlenderで作成し、個々の画素のRGB値をXYZ値に変換したのちに等輝度の無彩色画像を作成した(図1)。無彩色画像の色度はRGB最大値の画面白の色度とした。この二つの画像を用い、式(1)において無彩色画像強度調整係数Aおよび有彩色画像強度調整係数Cを変え、さまざまな輝度・彩度の刺激画像を作成した。その際、演算はXYZ値に対して施

したため、強度調整係数A+Cを刺激画像の輝度の指標、C/(A+C)を刺激画像の彩度の指標とした。



図1 有彩色画像と無彩色画像

$$\text{刺激画像} = A \cdot \text{無彩色画像} + C \cdot \text{有彩色画像} \quad (1)$$

2.3. 実験条件

刺激画像の構成を無彩色画像強度調整係数Aと有彩色画像強度調整係数Cの値と共に表1に示す。4種類の無彩色参照刺激を基準としてテスト刺激14種類(参照刺激と同一の刺激を含む)に対し空間の明るさ感を評価した。

表1 テスト刺激と参照刺激の組み合わせ

参照刺激 (4)			テスト刺激 (14)	
A	C		A	C
0.25 0.5 0.75 1	0	×	1	0
			0.75	0.25
			0.75	0
			0.5	0.5
			0.5	0.25
			0.5	0
			0.25	0.75
			0.25	0.5
			0.25	0.25
			0.25	0
			0	1
			0	0.75
			0	0.5
			0	0.25

2.4. 実験手順

被験者は左右に併置された参照刺激(左)とテスト刺激(右)を観察した(図2). その際, 画像の特定の箇所の輝度を比較するのではなく, 空間の明るさの印象を比較するように指示された. 観察時間は5秒とした. マグニチュード推定法(ME法)では参照刺激の評価値を100としてテスト刺激の空間の明るさ感評価を回答した. 1セッションは同一参照刺激による試行により構成された. テスト刺激の順序はランダムとした. 56条件に対して各5回の明るさ感判定を行った. 実験に参加した被験者は正常3色覚者の4名であった.

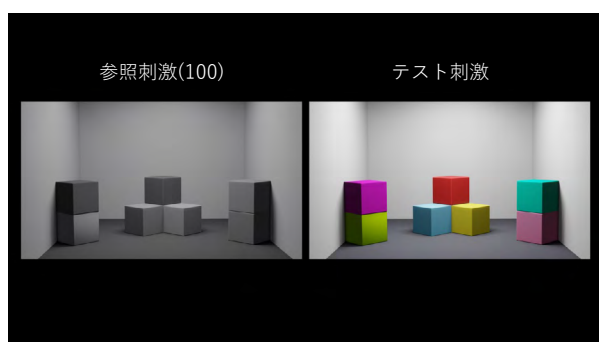


図2 実験呈示画面

3. 結果

参照刺激の無彩色画像強度調節係数 A ごとに, 明るさ感と輝度の関係を図3に示す. 縦軸の明るさ感比はテスト刺激に対するME評価値を参照刺激に対するME値である100を除したものである. 横軸は強度調整係数($A+C$)であり画像輝度の指標とした. シンボルの違いはテスト刺激の有彩色画像強度調節係数 C の違いを表している.

図3を見ると, 当然ながら, 参照刺激の強度調節係数 A が増加するにつれて, テスト刺激の明るさ感判定値が低くなっている. 参照刺激によらず, テスト刺激の輝度 $A+C$ に伴って明るさ感は上昇した. これは輝度による明るさ感への影響を示す. さらに同一輝度であってもテスト刺激の有彩色画像強度調整係数 C が大きいほど明るさ感は上昇した. これは有彩色による明るさ感の向上効果を示す. しかし輝度 $A+C$ が高い場合には, その向上効果は小さい. なぜなら彩度 $C/(A+C)$ としては相対的に小さくなるからである.

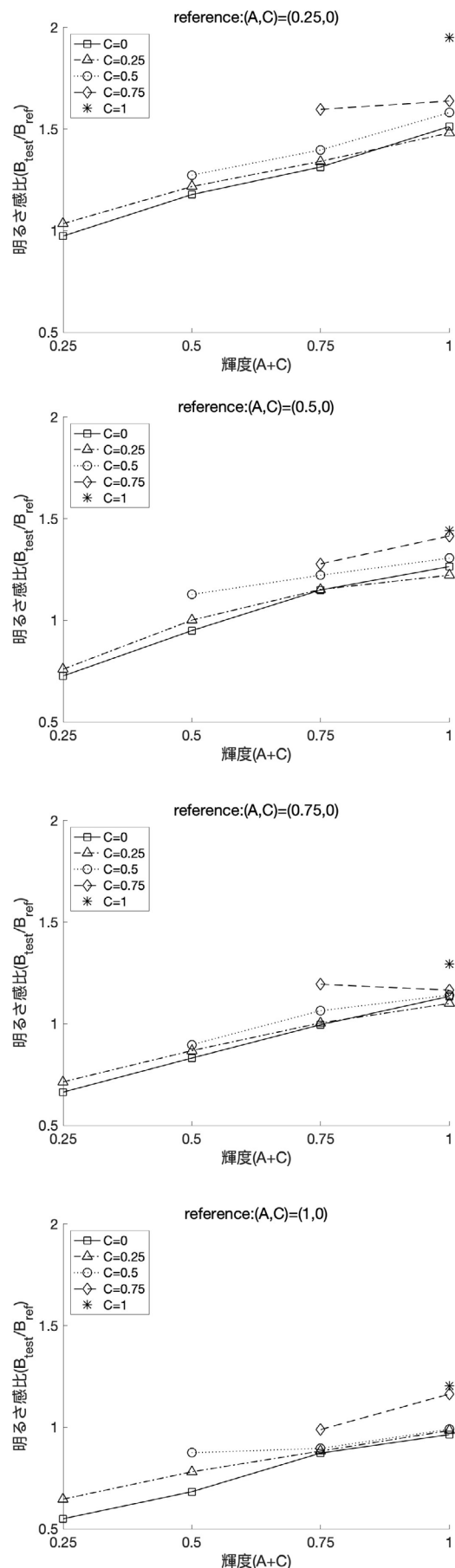


図3 輝度と空間の明るさ感比

4. 考察

図3を統合し、テスト刺激と参照刺激の輝度比が明るさ感比(テスト刺激と参照刺激のME評価値の比)に与える影響を明確にするために、テスト刺激と参照刺激の強度調節係数比(輝度比)の対数値を横軸としたグラフを作成した(図4)．シンボルはテスト画像の有彩色画像強度調整係数 C_{test} に対応している．

明るさ感比は輝度比の対数値の線形関数式(2)で表すことができる．とくに無彩色画像($C_{test} = 0$)の場合、 $\gamma_{ach} = 0.36$ 、 $\beta_{ach} = -0.02$ となった．これは空間の明るさ感は輝度の0.36乗で表されることを示し、心理計測明度 L^* が輝度 Y の1/3乗の関数として定義されていることと符合する．

$$\log\left(\frac{B_{test}}{B_{ref}}\right) = \gamma \times \log\left(\frac{C_{test} + A_{test}}{A_{ref}}\right) + \beta \quad (2)$$

さまざまな彩度の有彩色画像刺激の各データはいずれも無彩色テスト刺激の近似直線よりも上方に位置し、その無彩色刺激の近似直線との差は有彩色による明るさ感向上効果を示す．すべてのテスト画像の結果に対し、同一輝度の無彩色刺激の近似直線との差 $\Delta\log(B_{test}/B_{ref})$ を求めて縦軸とし、画像の彩度指標として $C_{test}/(A_{test} + C_{test})$ を横軸にとってデータをプロットした(図5)．ここでは単純化し、色彩による明るさ感向上効果 $\Delta\log(B_{test}/B_{ref})$ を画像彩度 $C_{test}/(A_{test} + C_{test})$ の線型式で近似し、式(3)を得た．

$$\Delta\log\left(\frac{B_{test}}{B_{ref}}\right) = 0.059 \times \frac{C_{test}}{C_{test} + A_{test}} \quad (3)$$

以上より、画像彩度指標 $C/(C + A)$ を有する画像の場合、無彩色画像の $10^{\frac{0.06 \cdot C}{C+A}}$ 倍の明るさ感向上効果となることが示された．今回の刺激で最も彩度の高い画像では平均で $10^{0.06} = 1.15$ 倍の向上効果があり、実験結果の最大値は $10^{0.1} = 1.26$ 倍程度になった．これは有彩色を使用することで15～26%の明るさ感向上となることを示し、照度を15～26%下げても同等の明るさが得られることを意味する．

今回は実験刺激に定義された彩度指標で分析したが、今後はより一般的な彩度の定量化方法と指標化を確立した上で、空間の明るさ感に与える影響を定量化し、そのメカニズムを明らかにする必要がある．その際、画像観察と実際の3次元空

間での実験との違いも確認する必要がある．また色彩による明るさ感向上を意図した光源スペクトルの設計や、照明手法の開発なども期待できる．

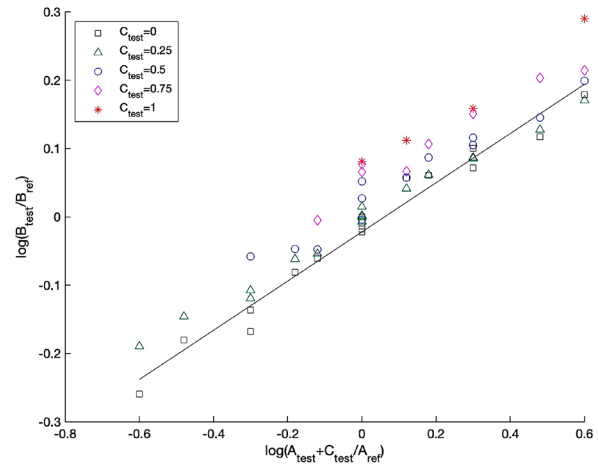


図4 輝度比と空間の明るさ感比の関係

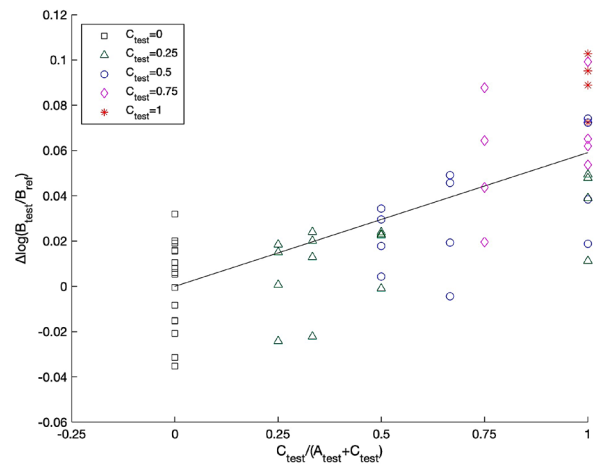


図5 色彩による明るさ感向上効果

参考文献

- 1) 池田光男, 金子文香, 照明認識視空間への初期視覚情報の影響—明度と彩度の場合—, 照明学会誌, 80(5), 319-324, 1996.
- 2) Stevens SS. On the psychophysical law. Psychological Review. 64(3), 153-181, 1957.
- 3) Brainard DH. The Psychophysics Toolbox Version 3. Perception. 36(2), 1-16, 2009.
- 4) Chanprapha Phuangsuwan, Mitsuo Ikeda, and Hiroyuki Shinoda. Demonstration of color constancy in photographs by two techniques: Stereoscope and d-up viewer. Optical Review, 21(6), 810-815, 2014.

自然材質の代表色の知覚とそのメカニズム

Perception of representative colors of natural materials and its mechanism

張 嬌 Yan Zhang

東京大学大学院総合文化研究科 Department of Life Sciences,
The University of Tokyo

本吉 勇 Isamu Motoyoshi

東京大学大学院総合文化研究科 Department of Life Sciences,
The University of Tokyo

Keywords: 代表色, 画像統計量, 材質

1. はじめに

従来の色研究は、色の知覚を表面反射特性の推定と定義し、均一な材質でできた物体の色知覚を扱ってきた。しかし、布や毛髪や食物など現実の物体表面はたいてい多元的かつ不均一な材質で構成されている。そうした表面の画像は非常に複雑な構造を呈するが、我々は表面全体を代表する色を容易に答えることができる。この代表色の推定こそが、われわれが日常的に行っている最も *ethologically-valid* な色知覚である。本研究では、代表色の知覚機構を明らかにするため、様々な自然表面の見かけの代表色を計測し、それがどのような画像情報により決まるかを分析した。

2. 心理物理学実験

方法: 120 の多彩な現実表面と、それらの PS 統計量合成画像及び位相ランダム画像(図 1), 計 360 刺激の見かけの代表色を非対称色マッチング課題により測定した。実験では、10 名の観察者が表面の代表色と等しくなるよう参照パッチの明度と色を CIE $L^*a^*b^*$ 空間で調整した。なお、独立の評価実験により、これら 2 つのタイプの合成画像のいずれにおいても 3D 形状や光沢などの質感知覚が大きく損なわれることを、予め確認した。



図 1. 原画(上段)とその PS 統計量合成画像(中段)および位相ランダム画像の例。

結果: 図 2 はマッチされた代表色を a^*b^* 平面(左)および $L^*Chroma$ 平面(右)にプロットしたものである。1 つを除く全ての刺激(239/240)において、合成画像についてマッチされた代表色は原画の場合と有意な差がなかった(三次元マハラノビス距離に基づく T^2 検定, FDR (0.05) による多重比較補正)。この結果は、自然表面の代表色の知覚が(光沢など他の材質特性の知覚とは異なり)テクスチャ統計量のような低次の画像特徴のみにより決定づけられるという考えを強く支持している。

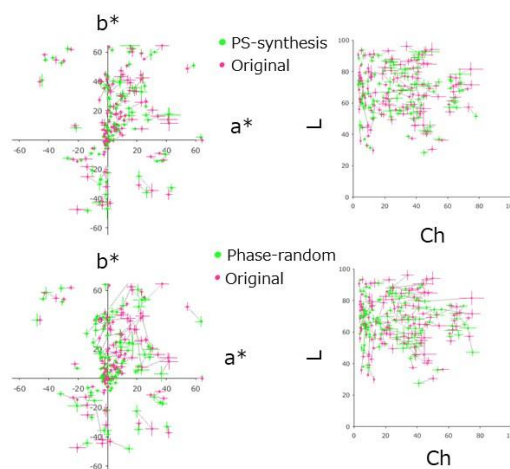


図 2. マッチされた代表色の原画と合成画像の間の比較。上段は PS 合成画像についての結果を、下段は位相ランダム画像についての結果を示す。赤丸は原画についてのデータ、緑丸は合成画像についてのデータを表す。左は、 a^*b^* 平面におけるプロット、右は $L^*Chroma$ 平面におけるプロットである。エラーバーは観察者間の ± 1 s. e. m. を表す。

また、ほぼ全ての刺激において、観察者は画像の平均明度より多少高く平均彩度より大幅に高い色をマッチする傾向が認められた(図 3, 原画)。この明度と彩度の過大視は、RDP パタンの平均色や CG 物体の代表色の知覚で認められる法則と一致する(Kuriki, 2004; Toscani et al., 2013)。

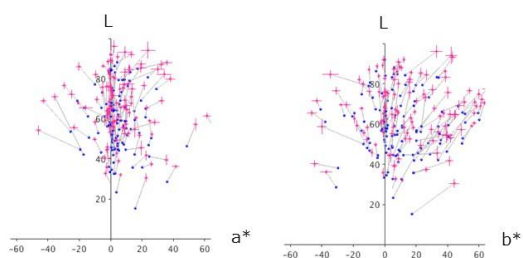


図 3. マッチされた代表色と画像の平均明度・色度の比較. 赤丸はマッチされた代表色を, それと線で連結された青丸は表面画像の平均明度・色度を示す. 左は a^* - L 平面, 右は b^* - L 平面におけるプロット. エラーバーは観察者間の ± 1 s. e. m. を表す.

3. 計算モデル

過去のいくつかの研究は, 知覚される代表色が暗い影や明るい反射光を除いた画像領域のなかで最も明るく高彩度の色に対応することを示している (Toscani et al., 2015; Kimura, 2018; Giesel & Gegenfurtner, 2010). 立体的な影や光沢ハイライトが適切に知覚されない合成画像でも原画とほぼ同一のデータが得られたという今回の結果にしたがうと, 視覚系はそれが光沢ハイライトであるかどうかに関わらず極端な明るさの外れ値をただ除外すると考える方が妥当である. また, 一致する代表色の彩度が画像内の最大彩度をすら超えることが多かったという事実は, 視覚系は代表色の判断において彩度を過大評価する傾向があると考えられる.

以上の知見を参考に, われわれはここで, (1)画像の輝度分布のなかの明るい外れ値を無視した画像領域の最大輝度値 $L_{\max}(x,y)$ と, (2)その最大輝度の平均彩度の強調, が知覚される代表色を決定づけるという単純なモデルにより人間のデータを予測できるかを検証した. モデルは具体的には, 画像の $L(x,y)$ のコントラスト値 $C(x,y) = L(x,y)/L_{\text{mean}} - 1$ が閾値 C_{lim} より高くない領域を抽出し, その領域内で最も L が高い画素の $L a^* b^*$ 値を採用し, a^* と b^* を M 倍にする, という計算をおこなった.

図 4 は, 用いられた 360 枚全ての画像について, モデルの予測値と観察者のマッチングデータを $a^* b^*$ 平面(上)と L -Chroma 平面(下)にプロットしたものである. 推定されたパラメータの値は $[C_{\text{lim}}, M] = [0.20, 1.26]$ だった. モデルの予測値と観察者のマッチングデータの間の相関は $[L, a^*, b^*] = [0.95, 0.90, 0.95]$ ($p < 10^{-118}$, $p < 10^{-129}$, $p < 10^{-178}$) だった. また, モデル予測値が平均マッチ色と有意に異なった画像の数は 360 のうち 19 だった

(三次元マハラノビス距離に基づく T^2 検定: $p < 0.01$). 多重比較補正(FDR)を施すと有意に異なる画像はゼロだった. これらの結果は, 人間の観察者によりマッチされた代表色が, 極めて単純な画素特徴のみにより予測されうること示唆している.

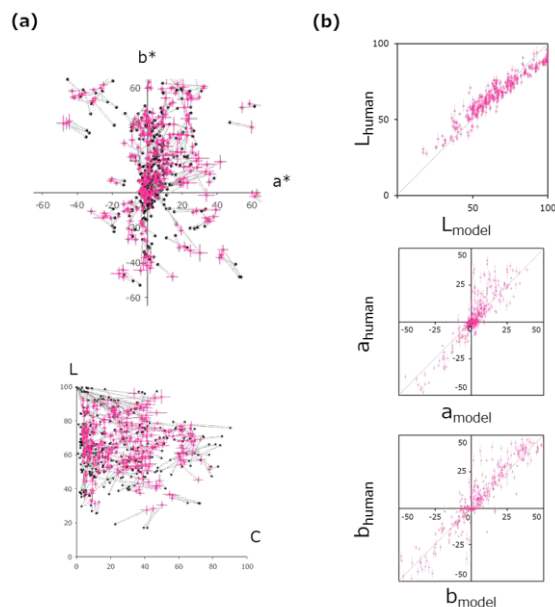


図 4. モデルにより予測されたマッチングデータと観察者のマッチングデータ. 360 の画像についての結果. (a) モデルで予測されたマッチ色と観察者のマッチ色. 赤丸はマッチされた代表色の平均を, それと線で連結された黒丸はモデルの予測した色度を示す. 上下のパネルはそれぞれ, $a^* b^*$, L -Chroma 平面における結果である. (b) マッチされた色とモデルで予測された色の関係. 横軸はモデルによる予測値, 縦軸は人間のデータを示す. 各パネルはそれぞれ L , a^* , および b^* 平面についての結果を示す. エラーバーは観察者間の ± 1 s. e. m. を表す.

この最大明度点を用いた代表色知覚モデルは, 最大値を用いるゆえにノイズに対して脆弱である. この問題を解決するため, 代表色の推定において人間は明るいハイライトのみならず暗い陰影も無視するという知見を参考に (Giesel & Gegenfurtner, 2010; Kimura, 2018), 明暗両方の外れ値を除いた領域内の最大値ではなく平均値を用いるモデルを考えることができる. このロバスト平均モデルは, 原理的に安定した推定を行うことができ, また色を含む多くの視覚属性の空間的なアンサンブルに対する知覚的意思決定のモデルでも広く採用されている (De Gardelle & Summerfield, 2011).

われわれはこのロバスト平均モデルでも人間のデータを予測できるかを検証した。モデルは具体的に、画像の $L(x,y)$ のコントラスト値 $C(x,y)=L(x,y)/L_{\text{mean}}-1$ が $C_{\text{lim+}}$ 以上 $C_{\text{lim-}}$ 以下となる画素の平均 L_{mean} , a^*_{mean} , b^*_{mean} を求め、 a^*_{mean} と b^*_{mean} をともに M 倍し、得られた La^*b^* 値がその表面画像の代表色としてマッチされると仮定した。その結果、モデルの予測値と観察者のマッチングデータの間の相関は $[L, a^*, b^*] = [0.95, 0.95, 0.97]$ ($p < 10^{-190}$, $p < 10^{-182}$, $p < 10^{-218}$) だった。また、モデル予測値が平均マッチ色と有意に異なった画像の数は360のうち17だった(三次元マハラノビス距離に基づく T^2 検定: $p < 0.01$)。多重比較補正(FDR)を施すと有意に異なる画像は 1/360 だった。推定されたパラメータの値は $[C_{\text{lim+}}, C_{\text{lim-}}, M] = [2.00, -0.40, 1.20]$ だった。この結果は、最大明度点を用いるモデル(図 4)と同様に、ロバスト平均モデルも実験データをよく予測できることを示している。

本研究の結果は、色知覚を表面反射率の推定と見なす古典的な理論にしたがえば最も複雑なプロセス(各所の反射率を推定してそれを統合する)を必要とするはずの代表色の知覚が、方位や空間周波数の分析すら必要としない画素レベルの極めて単純な画像特徴に基づくことを示唆している。ただし、視覚系が、本研究で明らかにされたようなクリティカルな画像測度をどのような神経メカニズムに基づいて算出し、どのように代表色に関する意思決定をしているかは不明である。一つの可能性は、視覚系が視線や注意の移動をともないつつ刺激内の情報を連続的にサンプリングし、その局所的な情報を拾って画像全体の色に関する意思決定をしているというものである。実際、先行研究では、明るさや色の知覚において、このような系列サンプリングの重要性が報告されている (Brenner et al., 2007; Toscani et al., 2013)。

引用文献

- 1) Brenner, E., Granzier, J. J., & Smeets, J. B. (2007). Perceiving colour at a glimpse: The relevance of where one fixates. *Vision Research*, 47(19), 2557-2568.
- 2) De Gardelle, V., & Summerfield, C. (2011). Robust averaging during perceptual judgment. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(32), 13341-13346.
- 3) Giesel, M., & Gegenfurtner, K. R. (2010).

Color appearance of real objects varying in material, hue, and shape. *Journal of vision*, 10(9), 10-10.

- 4) Kimura, E. (2018). Averaging colors of multicolor mosaics. *JOSA A*, 35(4), B43-B54.
- 5) Kuriki, I. (2004). Testing the possibility of average-color perception from multi-colored patterns. *Optical Review*, 11(4), 249-257.
- 6) Toscani, M., Valsecchi, M., & Gegenfurtner, K. R. (2013). Optimal sampling of visual information for lightness judgments. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(27), 11163-11168.

観察対象の傾け操作を伴う状況下での照明環境と質感認知

Lighting environment and texture perception in the situation with voluntary acts of tilting of observed objects

石田 泰一郎 Taichiro Ishida 京都大学
河野 賢太郎 Kentaro Kono 京都大学

Kyoto University
Kyoto University

Keywords: 質感認知, 平行光, 拡散光.

1. はじめに

私たちが日常で目にする物体の質感は、それらを照らす照明によって大きく変化する。質感認知に影響する照明環境に関する研究はこれまでも行われており、特に照明の指向性が注目されてきた。Mizushima et al.は照明の指向性と素材の質感再現について調査し、中程度の指向性条件下で忠実性・理想性が高まることを明らかにした¹⁾。この調査を含む先行研究の多くは観察対象を固定・特定の角度からのみ観察を行っている。

しかし私たちは、日常生活において物の質感を見ようとする際、物を傾けて様々な角度から観察することが多い。本研究では「観察対象を傾ける」動作に着目し、この動作を伴う観察状況下で照明が質感認知に与える影響を調査、日常生活に近い状況での質感認知に適した照明環境を明らかにすることを目的とした。

2. 実験1

(1) 実験概要・装置

図1に示す積分球を模した球形装置を用い²⁾、装置内部の試料を傾けながら観察・質感評価を行った。さらに、素材表面の性質が最もよく分かる試料面角度を決定した。光源として、平行光照射ライト(LUTEA [非調光タイプ]/UNITY)を1台、拡散光照射ライト(Hue white&color800/Philips)を2台用いた。球形装置には回転軸棒に取り付けられており、球内部の試料を球の外から傾げることが出来る。

(2) 実験手順

試料を傾けながら十分に観察を行い、各印象評価項目について評価を行った。その後、素材表面の性質が最もよく分かると感じられた試料面角度で試料を固定した。なお、被験者は22~25歳の

建築系学生8名(男性6名,女性2名)であった。

(3) 照明条件

平行光照射度・拡散光照射度で設定し、それぞれ10,100,1000lxの3段階ずつ、計9条件とした。図2に試料面角度による試料面の平行光照射度・拡散光照射度の変化を示す。縦軸が平行光・拡散光照射度、横軸が試料面角度を表す。

(4) 評価項目

個別評価項目6項目(光沢感・平滑感・温冷感・明瞭感・柔らかさ感・きらめき感)、総合評価項目2項目(魅力・素材らしさ)の計8項目について、-5~+5までの11段階で評価した。

(5) 評価試料

図3に示す7種類の試料(革表(革の表地)、革裏(革の裏地)、サテン、紙やすり、金欄、ベロア、タイル)を用いた。試料は70mm×70mmにカットして使用した。

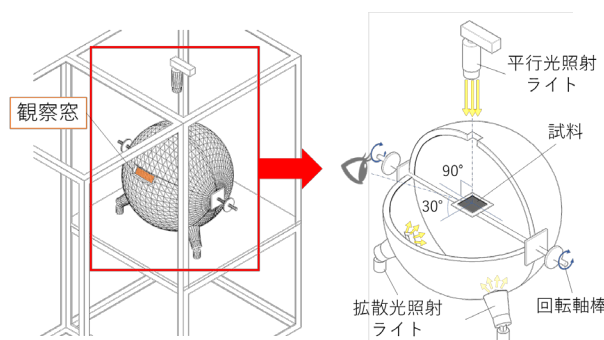


図1 左：実験装置外観 右：装置内部概要

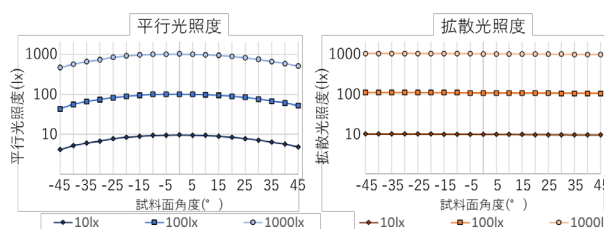


図2 試料面角度による試料面の照度変化

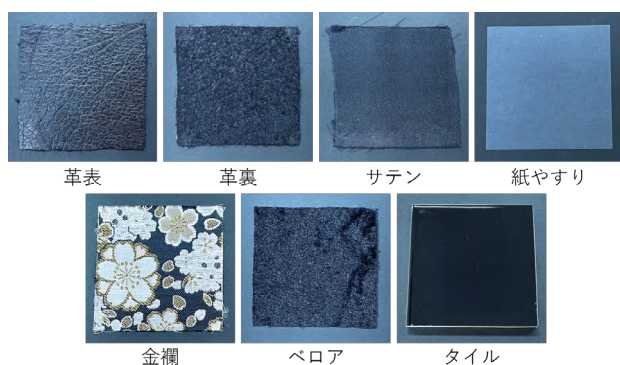


図3 評価試料

(6) 結果

印象評価結果の一例として光沢感_ペロア, 明瞭感_革裏を図4に示す. 縦軸・横軸は平行光照射度(lx)・拡散光照射度(lx)の対数軸であり、バブルの面積が全被験者の平均評価値を表す. バブルは評価値が正の場合は青, 負の場合は白で表す.

光沢感では, 平行光照射度が高く, 拡散光照射度が低いほど評価値が高くなった. つまり, 照明の指向性が高くなるほど評価が高まると考えられる. 明瞭感では平行光・拡散光照射度がともに高いほど評価が高くなった. よって, 試料面の照度が高いと評価が高くなると考えられる. 光沢感と同様の傾向がきらめき感で, 明瞭感と同様の傾向が素材らしさで見られたが, とともに平行光による影響が強かった.

素材表面の性質が最もよくわかる試料面角度の評価結果の一例として, 革裏と金襴の結果を図5に示す. 縦軸は平均評価角度($^{\circ}$), 横軸は平行光照射度(lx)の対数軸である. 線の種類は拡散光照射度(lx)を, エラーバーは標準偏差を表す. 照度による角度評価の変化に目立った傾向は見られなかったが, 標準偏差に試料毎の特徴が見られた. 被験者の回答が集中する試料と分散する試料, つまり素材表面の性質が分かりやすい角度が存在する試料と存在しない試料があると考えられる.

(7) まとめ

実験1の結果から, 照明の指向性・試料面の合計照度が評価に影響していることが示唆された. また, 拡散光よりも平行光が強く影響している項目が多く, 平行光の方が質感評価に影響を与えやすいと考えられるため, 実験2では平行光に着目して実験を進める.

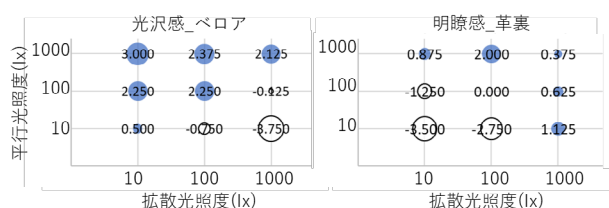


図4 左: 光沢感_ペロア 右: 明瞭感_革裏

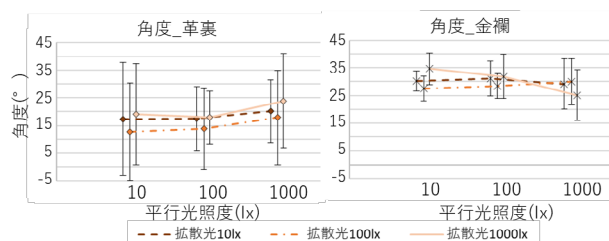


図5 左: 角度_革裏 右: 角度_金襴

3. 実験2

(1) 実験概要・装置

図6に示す箱形装置を用いて, 実験1と同様の手順で実験を行った. 光源には平行光照射ライト(LED スポット照明 小型 LEDMMC2/MISUMI)を4台, 拡散光照射ライト(Hue white&color800/Philips)を2台用いた.

(2) 実験手順

実験1と同様に行った. なお, 被験者は22~24歳の建築系学生6名(男性4名, 女性2名)であり, 全員が実験1に参加していた.

(3) 照明条件

拡散光照射度を100lxで固定し, 平行光の照度と照射方向で設定した. 照度は0,10,100,1000lx, 照射方向は1,2,4方向とし, 計10条件であった. 図7に試料面角度による試料面の平行光照射度(1,2,4方向)・拡散光照射度の変化を示す.

(4) 評価項目

実験1と同様である.

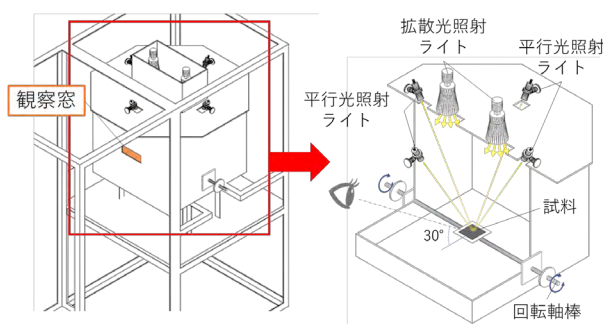


図6 左: 実験装置外観 右: 装置内部概要

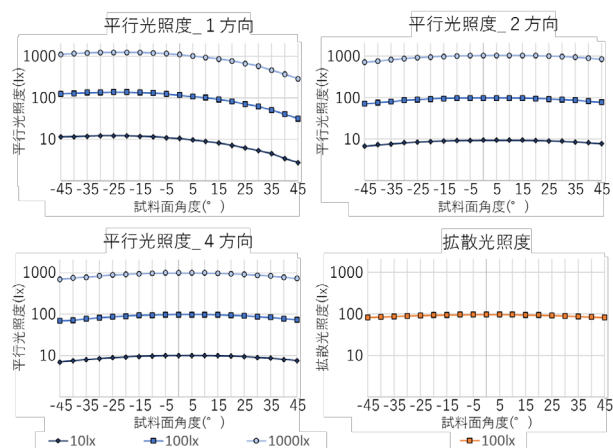


図7 試料面角度による試料面の照度変化

(5) 評価試料

実験1の結果をもとに、より評価に幅が出るよう図8に示す絨毯を追加し、計8種類を用いた。

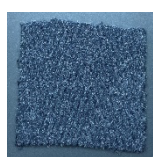


図8 絨毯

(6) 結果

印象評価結果の一例として光沢感_ベロア、きらめき感_サテンを図9に示す。縦軸は平行光照射方向、横軸は平行光照度(lx)の対数軸であり、バブルの面積が全被験者の平均評価値を表す。

光沢感、きらめき感ともに平行光照度が高くなるほど高い評価を得た。照射方向が少ない方がやや高い評価を得る試料も見られたが、照度による影響の方が大きかった。両項目に共通して、平行光照度 10lx、照射方向 4方向条件と拡散光条件を比較すると、拡散光条件の方が高い評価を得る傾向があった。実験2では床面に映る影などから照明に関する情報を得られたことが、評価に影響している可能性が考えられる。

素材表面の性質が最もよくわかる試料面角度の評価結果の一例として、革表と革裏の結果を図10に示す。縦軸は平均評価角度(°)、横軸は平行光照度(lx)の対数軸である。線の種類は平行光照射方向を、エラーバーは標準偏差を表す。実験1同様に、試料によって標準偏差に特徴が見られた。

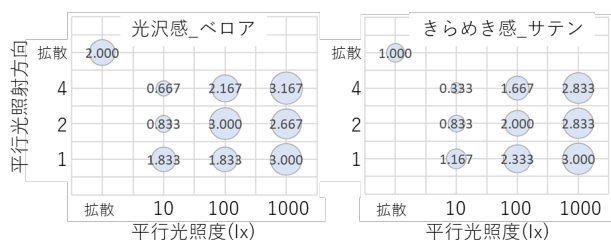


図9 左：光沢感_ベロア 右：きらめき感_サテン

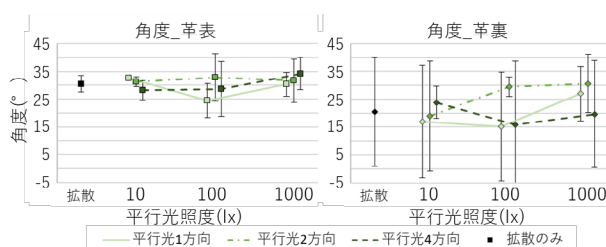


図10 左：角度_革表 右：角度_革裏

(7) まとめ

実験2の結果から、平行光は照射方向よりも照度の方が質感評価に影響しやすいと考えられる。

4. 考察

(1) 試料の分類

評価項目の相関から質感認知の基本項目を選定、その項目によって試料进行分类する。実験1, 2のそれぞれにおいて評価項目の相関を調べ、最も多くの項目と相関があった光沢感、平滑感を基本項目とした。この2項目による分類結果を図11に示す。縦軸に平滑感評価、横軸に光沢感評価を取り、実験1, 2の全条件・全被験者の回答数をバブル面積で表した。(光沢あり、滑らかな)をG1, (光沢なし、滑らかな)をG2, (光沢なし、ざらざらした)をG3, (光沢あり、ざらざらした)をG4とした。なお、G2に該当する試料はなかった。

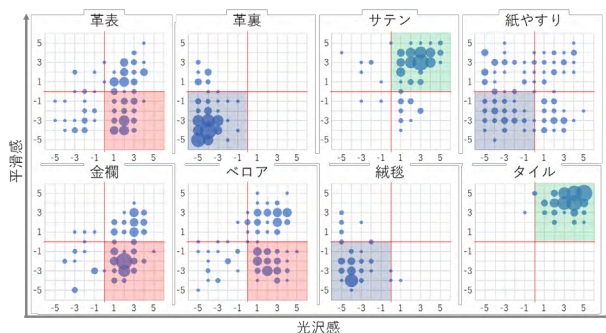


図11 試料の分類

(2) 評価の分析_平行光照度基準(実験1)

実験1における、平行光照度による光沢感評価値変化(平行光照度が有意に影響している試料のみ)を図12, 13に示す。縦軸は平均評価値、横軸は平行光照度(lx)の対数軸、線の種類は拡散光照度_試料を表している。図12には照度による評価値変化が小さいものを、図13には大きいものを分類した。拡散光照度_試料に注目すると、図12にはG1, G4(光沢あり)の試料の拡散光 10, 100lx条件が、図13にはG1, G4の試料の拡散光 1000lx条件とG3(光沢なし)の試料が分類されている。よって、平行光照度による光沢感の変化は、鏡面

反射光が強い条件では小さく、鏡面反射光が弱い条件では大きくなると考えられる。

(3) 評価の分析_指向性・合計照度基準(実験1)

実験1の結果について、平行光・拡散光照度の交互作用が有意であった評価項目_試料に対して、以下の式で定義する指向性・合計照度に基づく分析を行った。

$$\text{指向性}d = \frac{\text{平行光照度}(lx)}{\text{平行光照度}(lx) + \text{拡散光照度}(lx)}$$

$$\text{合計照度}E_{all}(lx) = \text{平行光照度}(lx) + \text{拡散光照度}(lx)$$

図14に指向性による光沢感_金襴の変化を、図15に合計照度による明瞭感_革裏の変化を示す。縦軸は平均評価値、横軸は指向性、合計照度(対数軸)であり、曲線は対数による近似曲線を表す。光沢感について、交互作用が有意であった革表・金襴・ペロアでは評価が指向性と対数的な関係にあることが分かった。きらめき感で交互作用が有意であった試料についても同様の関係が見られた。明瞭感については、交互作用が有意であった革裏で評価が試料面の合計照度と対数的な関係にあることが分かった。素材らしさでも交互作用が有意な試料では同様の関係が見られた。

5. 結論

観察対象を傾けられる状況では、質感認知に最も強く影響を与える照明条件は平行光照度であった。また、照明の指向性・試料面の合計照度が質感評価と対数的な関係があることが示唆された。ただし、本実験では、指向性・合計照度ともにデータ数が少なかったため、更なる実験が必要である。また、実験2の結果から、試料周辺の照明環境が質感認知に影響している可能性が考えられる。以上を踏まえて、質感認知に適した照明条件には、中程度の指向性と高い素材面照度を確保することが必要であると考えられる。

今後は、指向性・合計照度に着目した実験や、素材表面のみが視野に入る状況での実験、素材の物理特性に基づいた分析が必要となると考える。

参考文献

- 1) S.Mizushima, Y.Mizokami ; “Diffuseness of illumination suitable for reproducing the surface appearance of objects”, CIE x047:2020
- 2) 酒井英樹, 磯見麻衣, 伊與田浩志 ; “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1: 自由曲面試料の色彩測定.” 日本色彩学会誌 41, No. 3(2017): 10-11.

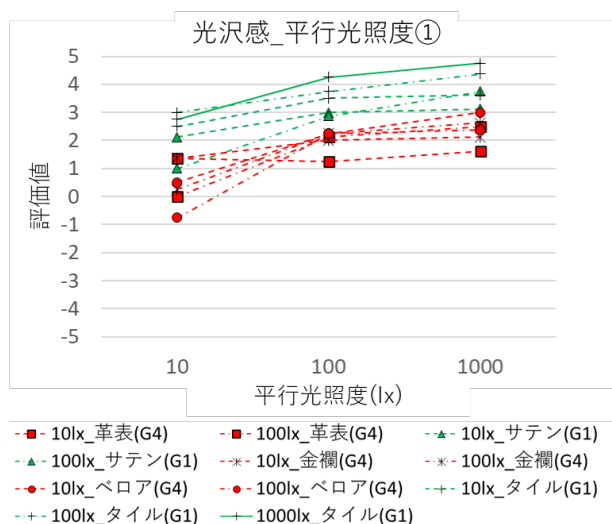


図12 光沢感_平行光照度による変化①

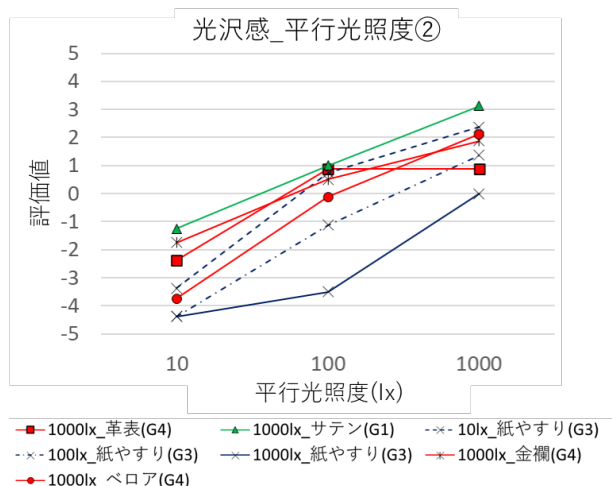


図13 光沢感_平行光照度による変化②

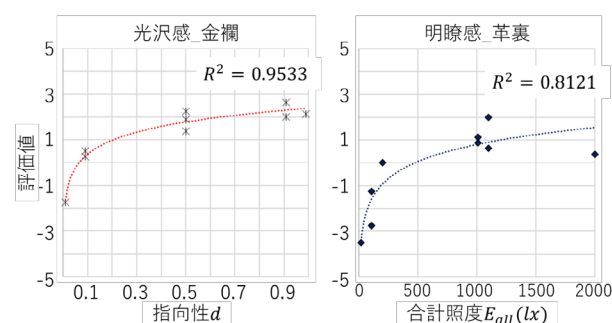


図14 左: 指向性による光沢感_金襴の変化

図15 右: 合計照度による明瞭感_革裏の変化

衣服における上衣と下衣の明度による対比印象度の定量化と感性評価への影響

The Contrast Impression between Upper and Lower Garments in Terms of Lightness, and Its Influence on Sensibility Evaluation

村上史帆	Shiho Murakami	宇都宮大学	Utsunomiya University
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, 明度, 感性評価.

1. はじめに

近年, 世界中で EC サイトの利用者は増加傾向にあり, 特にファッションの分野では今後も増加すると予測されている[1]. しかし, 検索ワードとして感性的な印象や評価に対応しているサイトは未だ少ない. 我々は, 現代人の多くはブラウスやシャツ等の上衣とスカートやパンツ等の下衣の組合せでコーディネートをしていることに目をつけたところ, 多くの場合, 何らかの「対比」を考えて上衣・下衣を選んでいることに気付いた. このことから, 上衣と下衣の対比印象度の定量化及び感性評価への影響が明らかになれば, 画像分析により EC サイトの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が可能になる.

先行研究では, 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」とし, 参照刺激の輝度を用いた尺度化やコントラスト・インパクトと感性評価の関係を検討した[2,3]. 高石らは複数の感性評価語に対して上衣と下衣の平均輝度, 上衣の Cab*, コントラスト・インパクトの 3 変数で良好に説明できることを明らかにした. しかし, EC サイト等の画像を分析するには, 参照刺激の輝度ではなくテスト刺激の明度や色情報に着目する必要がある.

本研究では, 先行研究の追加実験を行い, 環境に影響される輝度ではなく, 刺激の明度を用いて上衣と下衣の対比印象度の定量化及び上衣と下衣の組合せが感性評価に及ぼす影響について検討を行った.

2. 実験概要

対比印象比較実験は, 花柄の上衣と無彩色無地

の下衣を組合せたテスト刺激と, 無彩色無地の上衣・下衣を組合せた対比刺激のどちらの対比印象が強いかを判断させる.

テスト刺激と対比刺激の例を図 1 に示す. 花柄の布地は黒, 赤, 黄, 緑, 青それぞれの花柄大, 中, 小の 15 種類とした. 無彩色無地の布地は白, グレイ 1, グレイ 2, 黒(明度は 9.5, 7, 4, 1.5 程度)の 4 種類とした. テスト刺激は 60 条件, 対比刺激は 12 条件を呈示刺激とした.

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 評価語に対して単極 7 段階評価(0~6)を用いた.

被験者は工学系の女子学生計 8 名で行った.

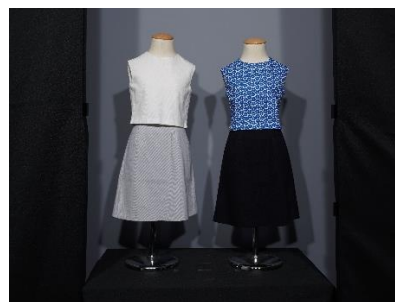


図 1 呈示刺激の例

3. 対比印象度の新たな定量化方法

テスト刺激と対比刺激の組合せ毎に, 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. 横軸に対比刺激の白, グレイ 1, グレイ 2, 黒に適当な係数を乗じた値(修正明度コントラスト)を用い, 縦軸には上記の回数をプロットし, テスト刺激毎に, シグモイド関数を用いて曲線近似を行った. $y=16$ (50%) のときの x の値を新コントラスト・インパクトと

した(図2)。

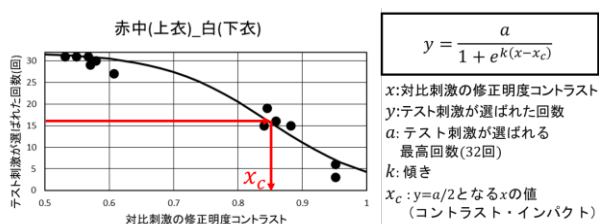


図2 新コントラスト・インパクトの導出法

4. 実験結果

(1) コントラスト・インパクトと明度の関係

修正明度コントラストを用いて求めた新コントラスト・インパクトと上衣と下衣の明度対比に適切な係数を乗じた値の関係を図3に示す。係数は、被験者が花部分の色味によってコントラストを判断していると仮定し、花柄の大きさ別と色別の2種類を乗じた。

図3より、上衣と下衣の明度の対比が増大すると、新コントラスト・インパクトも増大する傾向が見られ、強い正の相関があることがわかる。また、下衣が黒に着目すると、上衣が有彩色では新コントラスト・インパクトと明度対比の値が増大するのに対し、上衣が黒ではどちらの値も減少する傾向がある。

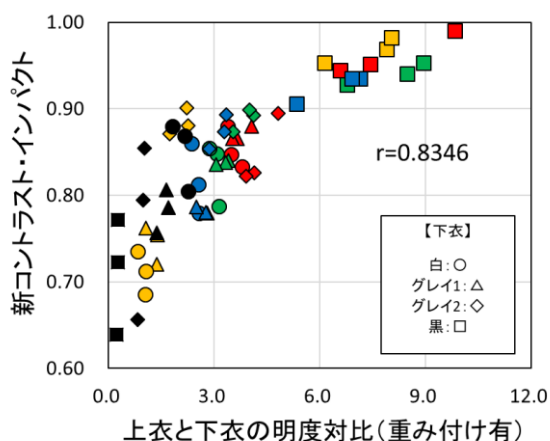


図3 新コントラスト・インパクトと明度対比

(2) 感性評価

評価語「地味な」と「目立つ」について、上衣の色別に比較した結果を図4に示す。下衣はグレイ1である。縦軸は8名の平均値である。

評価語「地味な」では上衣が無彩色で評価が高く、同色では小さい花柄で高評価となるが、「目立つ」では上衣が有彩色で評価が高く、大きい花柄で高評価の傾向がある。

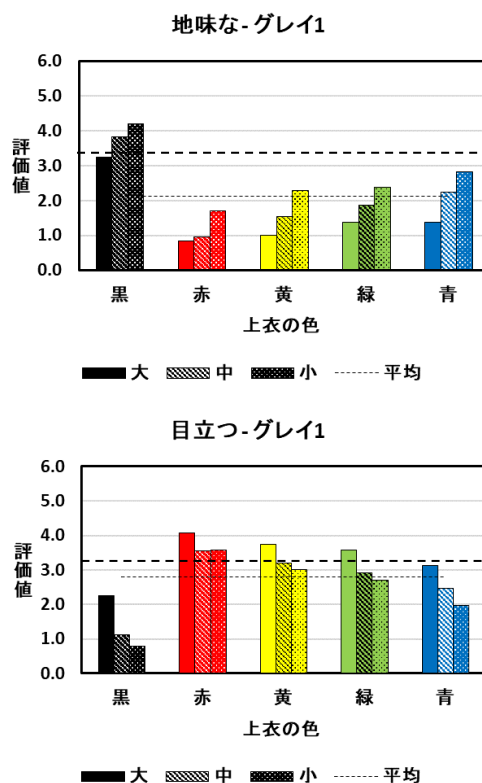


図4 評価語「地味な」(上)と「目立つ」(下)の上衣の色別比較

5. まとめ

本研究では、明度を用いた上衣と下衣の対比印象度の定量化、上衣と下衣の組合せが感性評価に及ぼす影響の検討を目的とし、対比印象比較実験と感性評価実験を行った。その結果、先行研究とは別視点から新たにコントラスト・インパクトを求めることができた。また、感性評価では、上衣と下衣の組合せによって花柄の大きさや色が評価値に影響することがわかった。

今後の課題として、今回得られた対比印象と感性評価の関係がECサイト等の画像にも適用可能かの検討が必要である。

本研究の一部は科学研究費補助金(19K12179)の支援を受けた。記して謝意を表する。

参考文献

- [1] 総務省, 令和4年版情報通信白書
- [2] M. Ayama, et al., "Contrast Impact of Two-Piece Garments", AIC2017 Jeju(2017)
- [3] 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度の定量化及び感性評価", 日本色彩学会誌, Vol.44, No.3, Supplement(2020)

オンライン会議における照明と顔印象の関係：静止画と動画の比較

Relation between Lighting and Facial Appearance at Online Meetings: Comparison between Static Images and Movies

岩崎拓真 Takuma Iwasaki 千葉大学
佐藤弘美 Hiromi Y. Sato 千葉大学
溝上陽子 Yoko Mizokami 千葉大学

Chiba University
Chiba University
Chiba University

Keywords: 照明, オンライン会議, 動画, 分光強度分布, 顔印象

1. はじめに

異なる色や分光強度分布を持つ照明を顔に当てると、相手に与える印象が異なる可能性がある。また、COVID-19の感染拡大を受け、オンライン会議を行う機会が増加している。これまでの研究では、対面環境において、相関色温度や演色評価数が高い照明であれば、顔印象の評価結果が高いことが示された¹⁾。また、オンライン会議を想定した環境においても、同様の結果が示されている²⁾。しかし、実際のオンライン会議における、動きのある顔の印象に対して同様な結果が得られるかは明らかでない。

本研究では、オンライン会議を想定した環境で、動画および静止画を用いた顔印象評価実験を行い、両者の印象に違いがあるかを検証する。

2. 実験

2. 1. 実験刺激

図1に、実験刺激として用いた顔写真の撮影環境を示す。部屋を模したブースにおいて、被写体の顔の前にデスクライトとカメラを設置した。また、背景照明の照度は、デスクライト消灯時、机の手元付近で250 lxとなるようにした。



図1. 顔写真撮影の様子（モデルは筆者）

モデルの顔とカメラは、ともに机から30 cmの高さとし、距離は50 cm離れた。デスクライトは、机から45 cmの高さ、カメラの手前10 cmに配置した。4種類のカメラを用いて撮影した。

被写体のモデルに当てるデスクライトには、5種類の直管型LED光源を用いた。具体的には、同等の相関色温度で分光強度分布が異なる、赤み強調（相関色温度：4500 K）、高演色（相関色温度：5100 K）、一般型（相関色温度：4900 K）、ブルーライト低減（相関色温度：4500 K）の4種類に加え、電球色（相関色温度：3000 K）を用いた。図2に、各デスクライトの分光強度分布を示す。

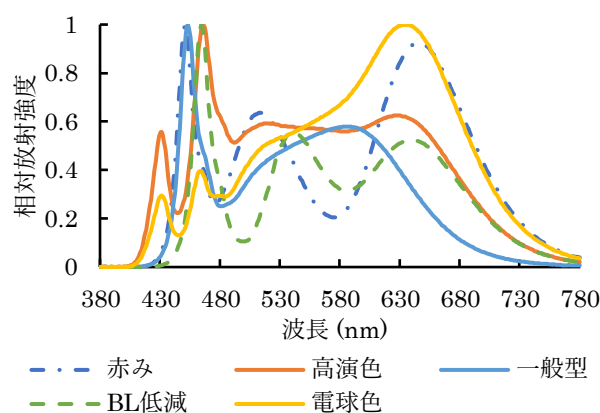


図2. デスクライトの分光強度分布

背景照明とデスクライトを組み合わせた際の顔面照度は、400 lx程度であった。

2. 2. 実験環境

評価実験は、図3に示す暗室内のLCDモニターに、実験刺激を呈示して行った。各顔画像または動画の大きさは、視角で $10^{\circ} \times 10^{\circ}$ 程度とした。

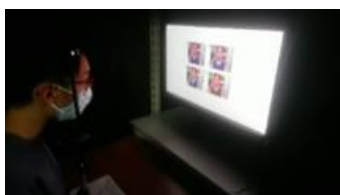


図 3. 顔画像評価の様子

2. 3. 実験手順

観察者は、評価刺激の顔の見え方を、7段階で評価した。評価項目は、「明るさ(0. 暗い-6. 明るい)」、「好ましさ(0. 好ましくない-6. 好ましい)」、「自然さ(0. 自然でない-6. 自然である)」、「肌の色(緑~赤)(0. 緑っぽい-6. 赤っぽい)」、「肌の色(青~黄)(0. 青っぽい-6. 黄色っぽい)」、「肌の状態(0. 荒れている-6. 良好である)」、「影の薄さ(0. 濃い-6. 薄い)」、「顔のパーツの明瞭さ(0. ぼんやりしている-6. はっきりしている)」、「顔の見やすさ(0. 見にくい-6. 見やすい)」の9項目であり、概ね点数が高いほど高評価となる。観察者は7名とした。

3. 結果

図4に、静止画における、デスクライトごとにまとめた印象評価の結果を示す。横軸は評価項目、縦軸は評価点数を表す。各点はデスクライトごとの結果で、全観察者および全カメラの評価点数の平均値である。エラーバーは標準偏差である。

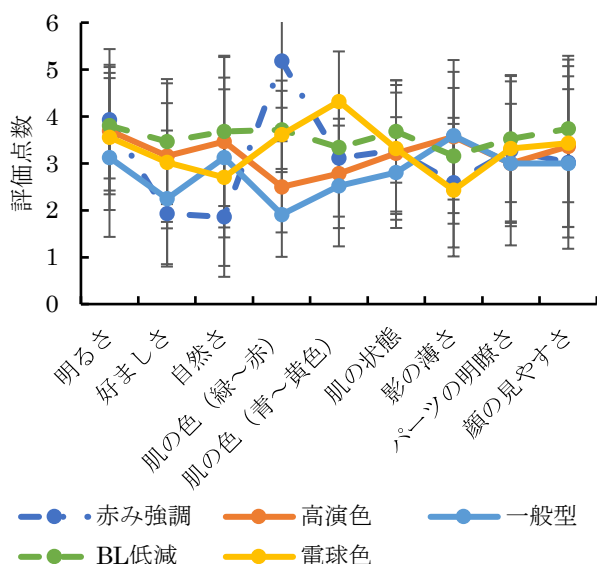


図 4. 静止画を用いた時の評価結果

また、図5に、動画を用いた時の、デスクライトごとにまとめた印象評価の結果を示す。横軸、縦軸、各点の意味は図4と同様である。

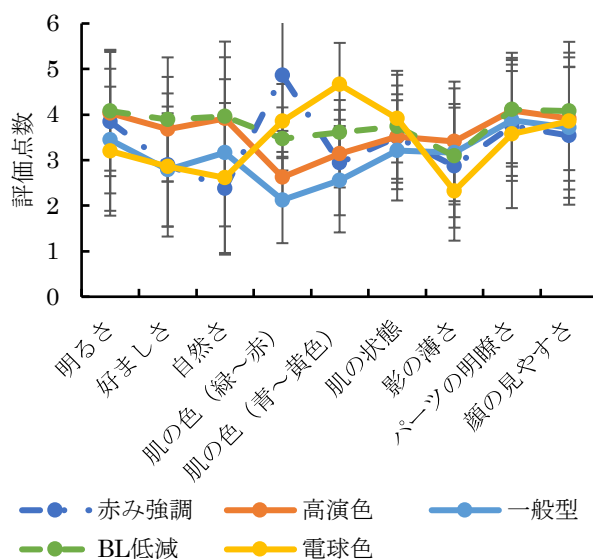


図 5. 動画を用いた時の評価結果

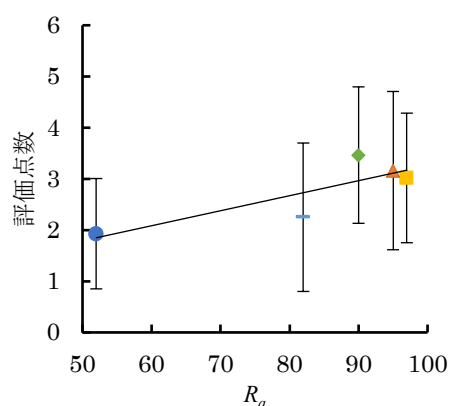
図4および図5より、静止画・動画のいずれの場合においても、高演色とブルーライト低減の照明を用いたときには、全体的に評価点数が高い傾向が見られた。一方、赤み強調と電球色の照明では、相対的に評価点数が低い傾向が見られた。実験刺激の種類が異なっても、評価結果の傾向は同様であった。ただし、分散分析の結果、実験刺激の種類(静止画と動画)には有意差が見られた。具体的には、一般型以外の照明において、一部のカメラで有意差が生じていた。また、カメラの種類と実験刺激の種類、および照明の種類と実験刺激の種類の交互作用については、いずれも有意差は見られなかった。

4. 考察

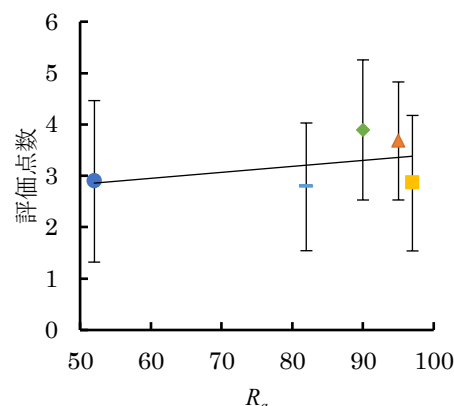
まず、照明の演色性と、好ましさおよび自然さの評価結果の関係を、静止画と動画刺激それぞれについて検証する。

図6に、静止画刺激における、各照明の平均演色評価数 R_a と、好ましさおよび自然さの関係を示す。各グラフの直線は、相関色温度が異なる電球色の照明を除いた、4種類の照明における近似直線である。 R_a と好ましさおよび自然さの相関係数は、 R_a と好ましさは $r=0.36$ 、 R_a と自然さは $r=0.40$ であった。先行研究²⁾と同様、相関色温度が低い電球色の照明を除き、自然光の分光強度分布から離れた、演色評価数が低い照明ほど、好ましさ・自然さの評価が低い傾向にあった。

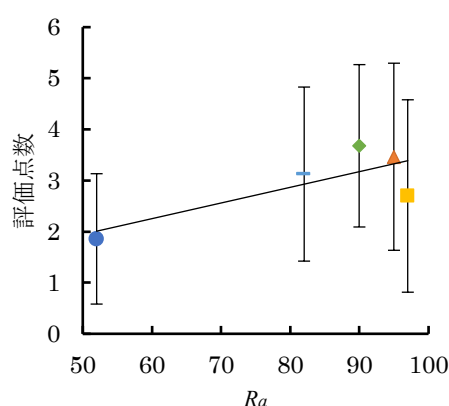
図7に、動画刺激を使用したときにおける、各照明の平均演色評価数 R_a と、好ましさおよび自然さの関係を示す。各グラフの直線は、図6と同じく、電球色の照明を除いた、4種類の照明におけ



● 赤み強調 ▲ 高演色 — 一般型 ◆ BL低減 ■ 電球色
(a) 好ましき

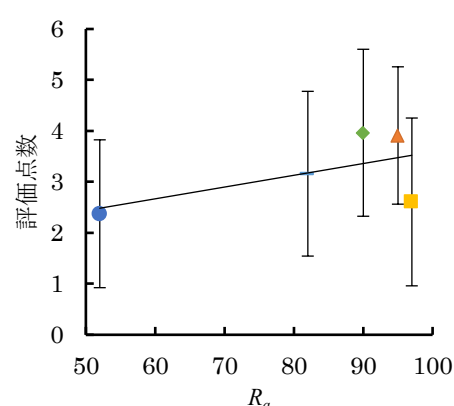


● 赤み強調 ▲ 高演色 — 一般型 ◆ BL低減 ■ 電球色
(a) 好ましき



● 赤み強調 ▲ 高演色 — 一般型 ◆ BL低減 ■ 電球色
(b) 自然さ

図 6. 好ましき・自然さと各照明の R_a の関係
(静止画刺激使用時)



● 赤み強調 ▲ 高演色 — 一般型 ◆ BL低減 ■ 電球色
(b) 自然さ

図 7. 好ましき・自然さと各照明の R_a の関係
(動画刺激使用時)

る近似直線である。相関係数は、 R_a と好ましきは $r=0.24$ 、 R_a と自然さは $r=0.38$ であった。

自然さについては、静止画刺激と同様、電球色の照明を除き、 R_a が低い照明のとき低評価になる傾向にあった。しかし、好ましきについては、静止画刺激と比べ、評価の低下が小さい傾向となった。

5. 結論

オンライン会議を想定した環境において顔に様々な照明を当てた場合の印象は、静止画と動画で、一部の照明・カメラ条件下では違いが見られたものの、全体としては同様の傾向を示すことがわかった。電球色を除く照明の中では、自然光の分光強度分布から離れた、演色評価数が低い照明ほど、好ましき・自然さの評価が低い傾向にあった。ただし、動画では照明と好ましきの関係は明確でなかった。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 JP19H04196 の助成を受けたものです。

参考文献

- 1) 佐藤千穂, 湊田隆義, 小堀正, 小松原仁, 鈴木恒男: 素肌・化粧肌の見えに及ぼす照明の影響, 照明学会誌, 77-10 (1993) 627-635
- 2) 岩崎拓真, 佐藤弘美, 溝上陽子, 照明の分光強度分布がオンライン会議における顔の見えに与える影響, 日本色彩学会第 53 回全国大会予稿集 (2022) 119-122

色彩学で定義する日本人女性の肌のくすみと年代別の特徴

Skin dullness of Japanese women as defined by color science

ヌラニ アリフ ミーム	Alif Meem Nurani	株式会社 資生堂 みらい開発研究所	Shiseido Co., Ltd., MIRAI Technology Institute
菊地 久美子	Kumiko Kikuchi	株式会社 資生堂 みらい開発研究所	Shiseido Co., Ltd., MIRAI Technology Institute
飯野 雅人	Masato Iino	株式会社 資生堂 みらい開発研究所	Shiseido Co., Ltd., MIRAI Technology Institute
白杉 豊	Yutaka Shirasugi	株式会社 資生堂 みらい開発研究所	Shiseido Co., Ltd., MIRAI Technology Institute
蘇木 明日香	Aska Sonoki	株式会社 資生堂 みらい開発研究所	Shiseido Co., Ltd., MIRAI Technology Institute
藤村 貴子	Takako Fujimura	株式会社 資生堂 ブランド 価値開発研究所	Shiseido Co., Ltd., Brand Value R&D Institute
長谷川 聖高	Kiyotaka Hasegawa	株式会社 資生堂 みらい開発研究所	Shiseido Co., Ltd., MIRAI Technology Institute
柴田 貴子	Takako Shibata	株式会社 資生堂 みらい開発研究所	Shiseido Co., Ltd., MIRAI Technology Institute

キーワード: くすみ, 肌質感, 皮膚生理パラメータ, 部分最小二乗法.

1. はじめに

肌のくすみは、人の肌の質感を表現する感性的な言葉であり、不健康な色みや、輝きがない状態を想起させ、美容上の悩みとして挙げられる肌状態である¹⁻³⁾。化粧品業界では、このような消費者の漠然とした悩みを対象とすることが重要であり、肌のくすみを皮膚生理学的に解明し、評価する方法を確立するための研究が行われてきた⁴⁾。日本化粧品工業連合会による肌のくすみの定義案⁵⁾では、血行不良による肌の赤みの低下、加齢による肌の黄みの増加、メラニンの沈着、角層肥厚による光の透過性の低下、肌表面の反射によるつやの低下、肌表面の凹凸による陰影など複数の要因が挙げられている。しかし、これらの要因が単独で作用しているのか、複合的に作用しているのか、また、これらの要因がどの程度くすみに寄与しているのかは不明である。そこで、本研究では、肌の質感の1つであるくすみの知覚を明確化させ、皮膚生理パラメータに基づきその状態を評価する方法を開発することを目的とした。

くすみの知覚に対する皮膚生理パラメータの寄与度を算出するために、重回帰分析の手法として、部分最小二乗(Partial Least Squares: PLS)分析法を採用した⁶⁾。PLS分析は、主成分分析と重回帰分析を組み合わせたもので、高い相関性を持つ説明変数群から、目的変数を予測する際に有効であり、説明

変数を潜在変数に投影することによって共線性を減少させる。本研究では、PLS分析を応用して、肌のくすみの官能評価値を皮膚生理パラメータで説明し、日本人女性の肌のくすみを定義した。

2. 実験手法

2-1. 被験者

本研究では、色素沈着やシワなどの顔貌の変化が現れ始める30～50代の日本人女性を対象として試験を実施した。被験者は、「アトピー性皮膚炎などの慢性的な皮膚疾患を患っておらず妊娠中や授乳中ではないこと」、「美容治療、ホルモン補充療法、特別なフェイシャルケアの経験のないこと」など、複数の条件に基づき、50名が選定された。すべての被験者に本研究の目的が明確に説明され、試験参加への同意を得た。

2-2. 試験条件

本研究では、ヘルシンキ宣言で定められた倫理原則を遵守し、資生堂倫理委員会の承認を得て試験を実施した(承認番号: B01729)。被験者50名(内訳: 30代が17名、40代が19名、50代が15名)全員が、2021年3月に横浜市内の施設を訪れ、洗顔後20分間の肌馴化を経てから肌状態の測定が行われた。試験室は、温度23±1℃、相対湿度45±5%に設定された。

2-3. くすみ感の官能評価

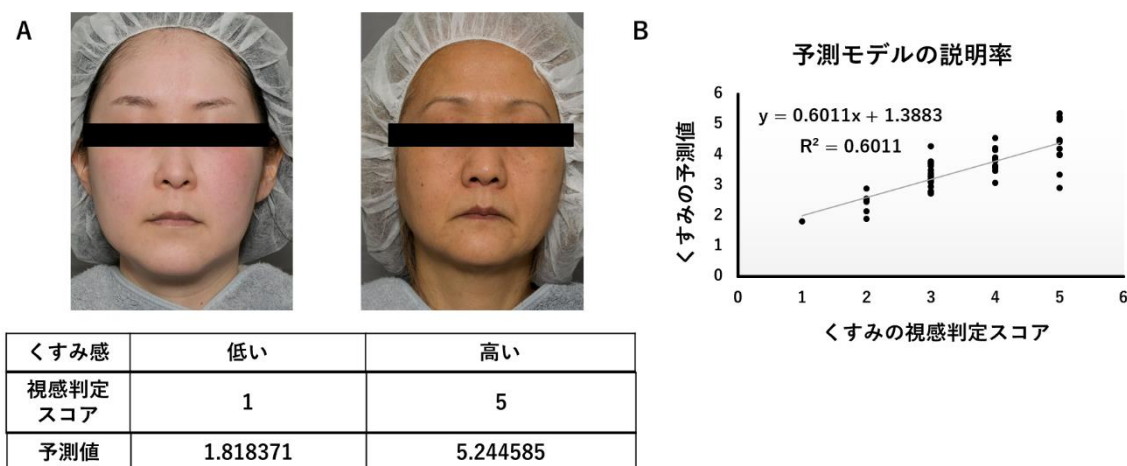


図1: くすみ感を推定する数理モデルの確立. (A)官能評価によるくすみスコアおよび数理モデルから推定されるくすみ予測値の比較例. (B)官能評価によるくすみスコアとモデルによるくすみ予測値の比較.

日本化粧品工業連合会⁵⁾の定義を参考に、くすみの5段階スコアが作成された(1:わずかに部分的なくすみを感じる, 2:部分的にくすみを感じる, 3:わずかに全体的なくすみを感じる, 4:わずかに全体的なくすみを感じる, 5:全体的にはっきりとくすみを感じる). 被験者の顔画像は、肌馴化直後に、適切に設計された照明条件下で、デジタルカメラ(D5300, 18-140mm レンズ付き; 株式会社ニコン, 東京, 日本)を用いて撮影された. ホワイトバランスは、ColorChecker Passport Photo 2 (MSCCPP-B, X-Rite, Tokyo, Japan)を用いて調整された. 3名の専門評価者が、撮影した画像を観察・採点し、協議によって、各画像のくすみスコアを決定した.

2-4. 皮膚の色彩パラメータの測定

分光測色計(CM-700d; コニカミノルタ株式会社, 東京)を用いて頬部の分光反射率を取得した. 具体的には、目尻と鼻のふくらみを基準とした頬の中央部を対象領域とし、3回の測定の平均値を計算した. D65光源, 2°視野条件における L^* , a^* , b^* を算出し、さらに、分光反射率から独自のアルゴリズム⁷⁾に基づき、メラニン指数、ヘモグロビン指数、ヘモグロビン酸素飽和度を算出した.

2-5. 皮膚の光学特性パラメータの測定

2-5-1 鏡面反射率の測定

肌の鏡面反射は、偏光ゴニオフォトメーターの鏡面反射成分から求めた⁸⁾.

2-5-2 皮膚からの表面下散乱光の測定

桑原ら⁹⁾が提案したスリットライトセンサーシステムを用いて、皮膚からの表面下光散乱を測定した.

2-6. 皮膚表面微細凹凸パラメータの測定

Silflo (アミックグループ株式会社, 東京, 日本)を用いて頬からレプリカを採取した. 採取部位は目尻と鼻のふくらみを基準とした頬中央部とした. 共焦点レーザー顕微鏡(HD100D; Lasertek Corporation, Yokohama, Japan)を用いてレプリカから3次元表面形状を取得し、既発表のプロトコル¹⁰⁾を用いて皮膚表面微細凹凸に関する各パラメータ(毛穴関連は毛穴面積・毛穴縦横比, キメ関連は凹凸の間隔・3次元算術平均粗さ・2次元算術平均粗さ・皮溝深さ・皮丘高さ)を算出した.

2-7. 統計解析

2-7-1 単相関分析

くすみスコアのノンパラメトリックな同値性を考慮し、Kendallのタウ相関検定を行うことで、くすみスコアと皮膚生理パラメータの単相関分析を行った. 絶対係数値 $\tau > 0.3$, p 値 < 0.05 の皮膚生理パラメータは、くすみスコアと高い相関があるとみなした.

2-7-2 皮膚生理パラメータの寄与度の計算

肌のくすみの知覚に寄与する要因を明確化させるために、PLS分析を行った. 50サンプルのleave-one-outセグメント法を用いてクロスバリデーションが行われ、最小の回帰誤差と最大の説明率(R^2)を持つモデルを構築する最適な主成分数を決定した. モデルの予測精度を判定するために、Bland-Altman比較を行った. すべての統計解析は、Rソフトウェア(バージョン3.6.1)を用いて実施した.

3. 結果

3-1. 皮膚生理パラメータに基づく、くすみ推定数理モデルの構築

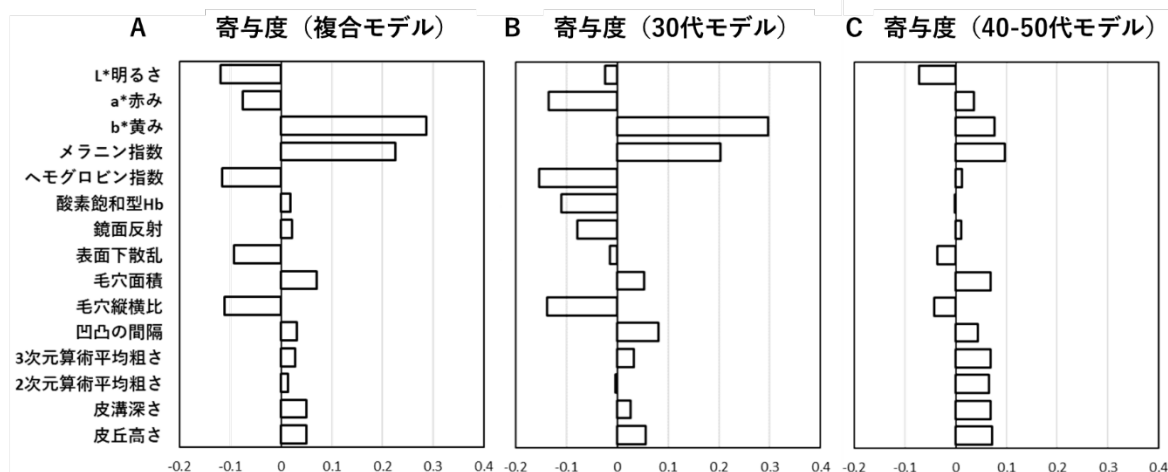


図2: 肌のくすみ感に対する皮膚パラメータの寄与度. (A) 30-50代の回帰モデル(複合モデル)から算出した寄与度, (B) 30代の回帰モデルから算出した寄与度, (C) 40-50代の回帰モデルから算出した寄与度.

図1(A)に、くすみ感が低いと評価された被験者とくすみ感が高いと評価された被験者の例を表す。PLS 回帰分析を行った結果、30代から50代を対象とした複合モデルの最適な主成分の数は、平均平方二乗誤差が最小で決定係数が最大となる2であった。設計されたモデルの予測精度を決定するために、予測値と官能評価を対応させる Bland-Altman 分析を行った結果、モデルは高い予測力を示し ($R^2=0.6$)、本モデルが肌のくすみ感の推定に適していることが示唆された(図1(B))。

3-2. くすみ感に対する各皮膚生理パラメータの寄与度と年代別の特徴

回帰モデルの各変数の係数から決定される皮膚生理パラメータの寄与度を図2に示す。30代から50代を対象とした複合モデル(図2(A))では色彩パラメータのうち、メラニン指数の高さとb*の高さにくすみ感に強く関連し、ヘモグロビン指数の低さにくすみ感に対して中程度の関連を示した。光学特性パラメータのうち、肌の透明感を示す表面下散乱光成分は、くすみ感に負の影響を与えた。一方、つやに相当する鏡面反射の寄与率は低いことが示された。肌レプリカで得られた表面微細凹凸パラメータは、毛穴関連パラメータとキメ関連パラメータに分類される。毛穴面積が大きく、毛穴のたるみ大きい(縦横比が大きい)ほど、くすみ感が増す結果が得られた。キメ関連では、皮溝の深さや皮丘の高さにくすみと関連することが示された。

次に、30代と40-50代に分けてモデルを再設計したところ、複数のパラメータの寄与率に違いがあることが示された。色彩パラメータに着目すると、30代を対象としたモデル(図2(B))では肌の黄みがくすみの主要因であったのに対し、40-50代を対象と

したモデル(図2(C))ではメラニン指数の寄与率が最も高かった。また、赤みの寄与度は年代が上がることで低下した。光学パラメータに着目すると、40-50代を対象としたモデルでは鏡面反射(つや)がくすみ感に与える影響は小さかったが、30代を対象としたモデルではつやの寄与が確認された。一方、表面下散乱成分(透明感)の寄与度は、30代を対象としたモデルでは低い値を示したが、40-50代を対象としたモデルでは中程度の寄与度であった。さらに、皮膚表面微細凹凸パラメータは年代によって顕著な差を示し、30代を対象としたモデルでは、毛穴関連パラメータの寄与度が高いのに対し、40-50代を対象としたモデルではキメ関連パラメータの寄与も毛穴と同程度に高いことが示された。

4. 考察

本研究では、肌質感の1つであるくすみを客観的な視点から皮膚生理学的に定義することを目的とした。専門評価者による視感判定値を目的変数とし、PLS 分析における変数の慎重な選択により、多重共線性の可能性を排除し、十分な予測精度のモデル構築に成功した。

色彩パラメータの寄与は、先行研究の結果と同様^{1-3,12-16)}に大きく、くすみを色彩学の視点から説明することの重要性が再確認された。一方、本研究によって得られた新しい知見として、くすみ知覚に対する皮膚生理パラメータの重要度を年代別に確認した結果、30代では色彩パラメータの重要度が高く、40-50代では形状パラメータが色彩パラメータと同程度に重要であることが確認された。

また、色彩パラメータの中でも、くすみに対するメラニン指数と黄みの寄与バランスが30代と40-50代で異なり、若年層では黄みがくすみの主要因であ

り、高年層ではメラニン指数の寄与が最も高くなることが示された。この背景には、40-50代におけるシミの数や濃さの増加が影響していると考えられる。また、若年層では肌の赤みの寄与が高いことから、若年層での血色感の重要性も示唆された。

光学特性パラメータは、肌のつや感や透明感に影響を及ぼすことが示唆されているが^{8-9, 11)}、くすみ感への寄与も示され、さらには年代別の光学特性の寄与度の違いが見出された。

皮膚表面微細凹凸パラメータは、肌のくすみを定義する重要な因子として報告されている^{1-5, 17)}。高年層ではその寄与が高くなることから、毛穴・キメに加えて、顔に現れる小ジワ⁹⁾の増加がくすみ感に影響することが考えられた。

5. 結論

本研究では、日本人女性の肌のくすみを、色彩、光学、表面微細凹凸パラメータによって定義する数理モデルを開発した。さらに、年代別の肌のくすみとその主要因を明らかにした。本研究の結果は、特定の年齢層に向けたパーソナライズ化粧品の開発に役立ち、今後の質感研究、皮膚メカニズム研究の道を開くものであると期待される。

参考文献

- 1) 金田泰雄, 村松宜江, 高橋きよみ. 日本人女性の皮膚のくすみに関する意識と顔面におけるくすみの実態調査. 日本化粧品技術者会誌. 1993, 26(4), 280-288.
- 2) 金子治, 塚田弘行, 石川好江, 川口由紀子. 肌のくすみの計測(第1報). 日本化粧品技術者会誌. 1997, 31(1), 44-51.
- 3) 金子治, 川口由紀子, 石川好江, 稲垣和正. 肌のくすみの計測(第2報). 日本化粧品技術者会誌. 1997, 31(4), 429-438.
- 4) 長沼雅子. 香粧品の有効性の歴史的変遷. 日本化粧品技術者会誌. 2015, 39(4), 275-285.
- 5) 日本化粧品工業連合会, 粧工連技術資料No. 101, 1995, 148.
- 6) Abdi H. Partial least squares regression and projection on latent structure regression (PLS Regression). Wiley Interdiscipl Rev Comput Stat. 2010, 2, 97-106.
- 7) Masuda Y, Yamashita T, Hirao T, Takahashi M. An innovative method to measure skin pigmentation. Skin Res Technol. 2009, 15(2), 224-229.
- 8) 舩田勇二, 國澤直美, 高橋元次. 肌の透明感測定とその対応化粧品の有用性評価. 日本化粧品技術者会誌. 2005, 39(3), 201-208.
- 9) 桑原智裕. Measurement of skin translucency. 光学. 2010, 39(11), 524-528.
- 10) Masuda Y, Oguri M, Morinaga T, Hirao T. Three-dimensional morphological characterization of the skin surface micro-topography using a skin replica and changes with age. Skin Res Technol. 2014, 20(3), 299-306.
- 11) 舩田勇二, 八木栄一郎, 大栗基樹, 桑原智裕. 肌の透明感測定とその対応化粧品の有用性評価. 日本化粧品技術者会誌. 2017, 51(3), 211-218.
- 12) 五十嵐崇訓. 素肌の色と色素に関する評価: 最近の先行研究を振り返る. 日本色彩学会誌. 2018, 42(2), 65-73.
- 13) Ohshima H, Oyobikawa M, Tada A, Maeda T, Takiwaki H, Itoh M, Kanto H. Melanin and facial skin fluorescence as markers of yellowish discoloration with aging. Skin Res Technol. 2009, 15(4), 496-502.
- 14) Zucchi H, Pigeon H, Asselineau D, Ghibaudo M, Sequeira I, Girardeau-Hubert S, et al. Assessing the role of carbonyl adducts, particularly malondialdehyde adducts, in the development of dermis yellowing occurring during skin photoaging. Life. 2022, 12(3), 403.
- 15) Skoczyńska A, Budzisz E, Trznadel-Grodzka E, Rotsztein H. Melanin and lipofuscin as hallmarks of skin aging. Adv Dermatol Allergol. 2017, 34(2), 97-103.
- 16) Flament F, Ye C, Mercurio DG, Abric A, Sewraj P, Velleman D, Yamamoto S, Prunel A, Colomb L, et al. Evaluating the respective weights of some facial signs on the perceived radiance/glow in differently aged women of six countries. Skin Res Technol. 2020, 27(6), 1116-1127.
- 17) 菊池麻実子, 尾沢敏明, 桐野彩, 櫛田拳, 中村俊, 他. 角栓洗浄による肌のくすみ改善効果. 第86回日本化粧品技術者会研究討論会・講演要旨集, オンライン開催. 2021, pp. 24-25.

肌の色の見えの変化と衣服の色による感情効果に関する研究

Face Color Appearance and Emotional Effects of Clothing Color

山本早里

Sari Yamamoto

筑波大学

University of Tsukuba

ZHOU CHEN

元筑波大学

ex-University of Tsukuba

重松政秀

Masahide Shigematsu

(株) ゴールドウイン

GOLDWIN INC.

Keywords: ファッション、好み、年齢、性別、スポーツウエア

1. はじめに

本研究は、日本人に向けたスポーツウエアの色彩を検討するための基礎研究として行った。日本人女性の顔色については、Kikuchi ら (2017) ¹⁾ の研究がある。また、色彩効果の一つに対比効果がある。この効果を利用すれば、例えば衣服を着用し、肌色が明るく見えるように装うことは可能である。この効果は早川ら ²⁾ の研究があるが、具体的に顔色に対して衣服の影響を明らかにした研究はみられない。他にも加藤ら ³⁾ 大山ら ⁴⁾ 宮崎ら ⁵⁾ の研究がみられるが、衣服の色が肌色の見えに与える影響と、その結果、肌色と衣服の色との組み合わせに対する感情効果が明らかにされていないため、本研究では、衣服の色が顔色の見えに与える影響と、その結果、見る人の感情効果に与える影響を明らかにすることを目的とした。

2. 衣服の色が顔色の見えに与える影響（等色実験）

本研究ではまず衣服の色が顔色の見えに与える影響を検討するため、肌色と上半身の衣服 37 色と合わせて提示し、その肌色の見えを等色実験により研究協力者（被験者）51 名に答えてもらう実験をおこなった。研究協力者の年齢と性別の構成を表 1 に示す。

使用したモニターは MacBook Pro 内蔵 Retina ディスプレイ、13.3 インチ(2560 × 1600)である。実験装置を図 1 に示す。

表 1 研究協力者の構成

	女性	男性	合計
20 代	21 人	10 人	31 人
30 代	10 人	—	10 人
40 代	10 人	—	10 人
合計	41 人	10 人	51 人

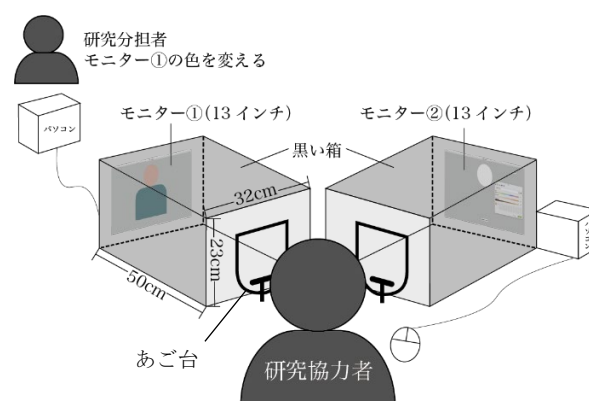


図 1 実験装置概要

上半身の衣服に使用した 37 色は色相とトーンを考慮し選定した(図 2)。モニターで同じ色を提示するために、まず、マンセルのカラーチップを実験装置と同様な黒い箱の中に置いて、標準光源 D65 の下で、もう一つの黒い箱の中のモニターで等色した。

肌の色については、モニター①の丸い部分で人の顔を表した。その色は Kikuchi ら(2017)¹⁾の研究から日本人女性の平均肌色が 10R6.5/3.5 であることを参考に等色した。

背景の色は、普段人を見るときによく背景とされていた都市景観の平均明度と一致するグレーにした。筑波大学キャンパスとつくば駅の周辺でパノラマ撮影をして、写真をグレースケー

ルにしてから平均明度を見出したところ、およそ N6 と一致したため、この値を上記と同様にモニターで等色した。

実験の結果、すべての性別、年代において、明度については服の色と肌の色に負の相関関係が見受けられた(図3、相関係数-0.86)。服の明度が高くなればなるほど、肌の明度が低く見える傾向があった。服によって肌が最も明るく見える L*値と最も暗く見える L*値の差はおよそ 10 あり、つまり Munsell カラーシステムではおよそ 1 の明度差があった。一方、彩度と色相については、服と肌の色について明らかな相関関係は見受けられなかった。なお、L*a*b*値は

モニター上の白を白色点として算出した。

3. 衣服の色と顔色の組み合わせの感情効果 (印象評価実験)

次に、その肌色と上半身の衣服との組み合わせの印象を 18 個の形容詞対等(表2)について 7 段階の SD 法により答えてもらった。18 形容詞対等は、先行研究および最終的なデザイン提案のためのコンセプトから選択した。

実験装置および使用した衣服の色は 2 章と同様で、モニターの一画面に 2 章と同様の画面が提示され、印象評価実験を行う。研究協力者も 2 章と同様であるが、このうち有効回答数が 30 代

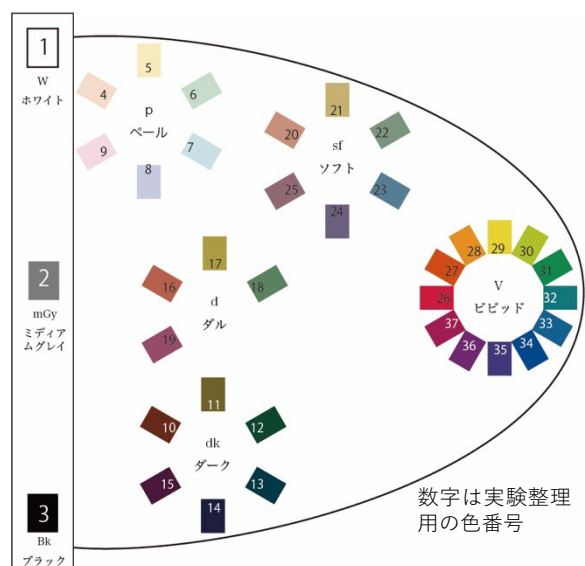


図2 実験で使用した色彩 37 色

表2 印象評価に使用した 18 形容詞対

好きな……嫌いな
好意を持たれそう……反感を買いそう
親しみやすい……親しみにくい
心地良い……心地悪い
温厚な……冷淡な
暖かな……涼しげな
知的でない……知的な
地味な……派手な
平凡な……個性的な
明るい……暗い
洗練された……野暮な
弱い……強い
若々しい……若々しくない
かわいらしい……にこらしい
肌(色)がきれいに見える……肌(色)がくすんで見える
健康そうに見える……不健康に見える
(全体的に)引き締まって見える……(全体的に)膨張して見える
顔が小さく見える……顔が大きく見える

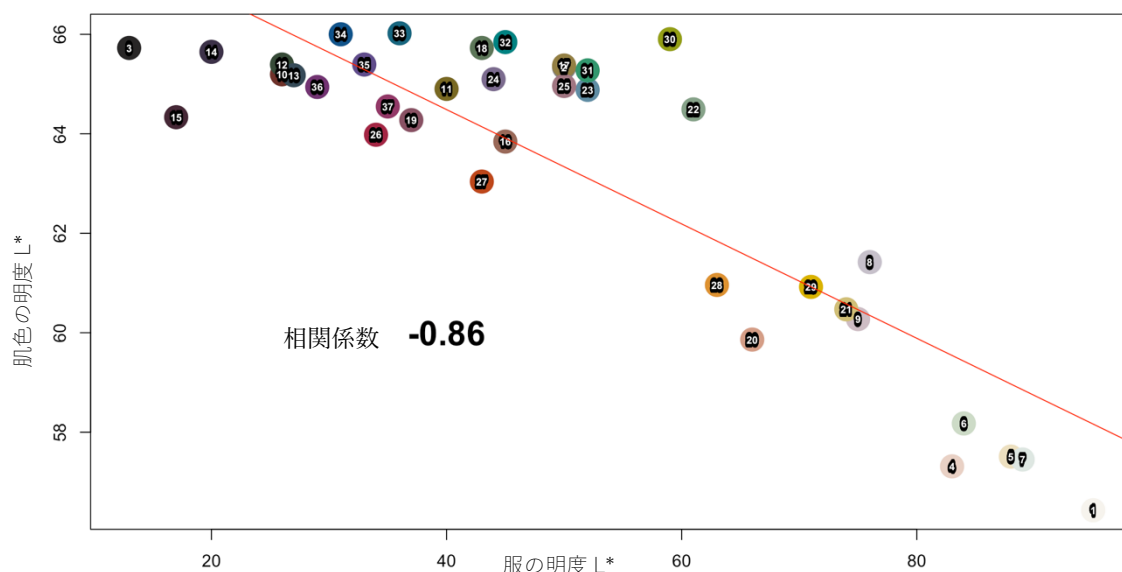


図3 服の明度 L*値と肌色の見えの明度 L*値(すべての被験者) グラフ○内の数値は図2の色番号

女性と40代女性でそれぞれ9人ずつになり、合計49人であった。

まず性別、年代という属性による有意差を確認した結果、女性より男性、また30代女性が彩度の高い色を好むことがわかった。とりわけ、無彩色とペールトーンは、属性による差があまりなかった一方、ビビッドトーンにおいて、男性と30代女性が20代女性と40代女性に比べて有意に「好きな」「心地良い」と評価した。特に色36(7.5P 4/10)に対して、20代と40代女性に比べて、30代女性がより「明るい」「若々しい」「好意を持たれそう」「心地良い」「かわいらしい」「地味な」「弱い」と評価した。性別の差について表3に示す。

性別・年齢の属性ごとに因子分析を行った結果、因子が概ね4つ抽出された。20代女性の因子分析の結果を表4および図4、5に示す。

Factor1は(全体的に)引き締まって見える、肌(色)がきれいに見える、好き、知的ななどの評価性因子I(顔色・好き嫌い)、Factor2は派手

な、明るい、若々しいなどの活動性因子I(派手さ・明るさ)、Factor3は親しみ、好意を持たれそうなどの評価性因子II(親しみ)、Factor4は暖かな、温厚ななどの活動性因子II(寒暖)と名づけた。

Factor1(評価性因子I)において、明度の低い色(主にダークトーンとビビッドトーンの寒色)が明度の高い色(主にペールトーン)に対し、より「(全体的に)引き締まって見える」「顔が小さく見える」「健康そうに見える」「知的な」などの印象が持たれていた。

Factor2(活動性因子I)において、彩度の高い色は彩度の低い色に対し、より「派手な」「明るい」「若々しい」と評価された。

Factor3(評価性因子II)では、ソフトトーンと寒色系の色がやや親しまれる傾向が見られた。

Factor4(活動性因子II)に関しては、暖色

表3 性別に関する有意差のある色と項目

20代女性と20代男性(男女差)				
色番号	マンセル値	評価項目	p値	
6	2.5G 9/2	(全体的に)引き締まって見える---(全体的に)膨張して見える	0.004	**
6	2.5G 9/2	好きな---嫌いな	0.014	*
7	5B 9/2	好きな---嫌いな	0.009	**
15	5RP 2/6	好きな---嫌いな	0.040	*
24	10PB 5/6	好きな---嫌いな	0.004	**
27	10R 5/14	好きな---嫌いな	0.005	**
28	7.5YR 7/14	好きな---嫌いな	0.000	**
29	5Y 8/14	好きな---嫌いな	0.002	**
10	10R 3/6	洗練された---野暮な	0.007	**
13	5B 3/4	洗練された---野暮な	0.005	**
6	2.5G 9/2	健康そうに見える---不健康に見える	0.011	*
28	7.5YR 7/14	健康そうに見える---不健康に見える	0.003	**
26	5R 4/14	心地良い---心地悪い	0.017	*
27	10R 5/14	心地良い---心地悪い	0.006	**
31	2.5G 6/10	心地良い---心地悪い	0.050	*
12	2.5G 3/4	温厚な---冷淡な	0.036	*

表4 因子負荷表(20代女性)

	Factor1 評価性 因子I (顔色と 好き嫌 い)	Factor2 活動性 因子I (派手 さ・明 るさ)	Factor3 評価性 因子II (親しみ)	Factor4 活動性 因子II (寒暖)
(全体的に)引き締まって見える---(全体的に)膨張して見える	0.905	0.199	-0.017	-0.261
顔が小さく見える---顔が大きく見える	0.902	-0.004	-0.135	-0.17
肌(色)がきれいに見える---肌(色)がくすんで見える	0.888	0.116	0.169	0.039
好きな---嫌いな	0.829	0.221	0.42	-0.177
洗練された---野暮な	0.739	0.115	0.037	-0.512
健康そうに見える---不健康に見える	0.737	-0.318	0.262	0.353
知的でない---知的な	-0.618	-0.599	-0.193	0.362
若々しい---若々しくない	-0.122	-0.921	0.106	-0.267
地味な---派手な	0.02	0.907	0.373	-0.133
明るい---暗い	-0.428	-0.861	0.05	-0.013
平凡な---個性的な	-0.187	0.768	0.44	-0.189
親しみやすい---親しみにくい	0.27	0.23	0.885	0.125
好意を持たれそう---反感を買いそう	0.38	0.245	0.851	0.033
かわいらしい---にこにこしい	-0.127	-0.312	0.74	0.225
心地良い---心地悪い	0.581	0.311	0.719	-0.164
弱い---強い	-0.453	0.455	0.656	-0.175
暖かな---涼しげな	-0.114	0.086	-0.091	0.935
温厚な---冷淡な	-0.249	-0.092	0.363	0.888
固有値	7.481	4.063	3.045	1.968
累積寄与率	31.464	54.288	75.5	89.729

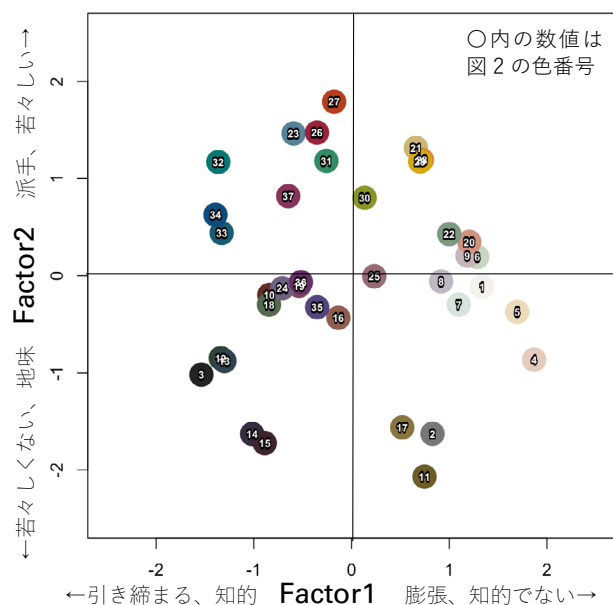


図4 因子得点布置図 (20代女性) Fac1×Fac2

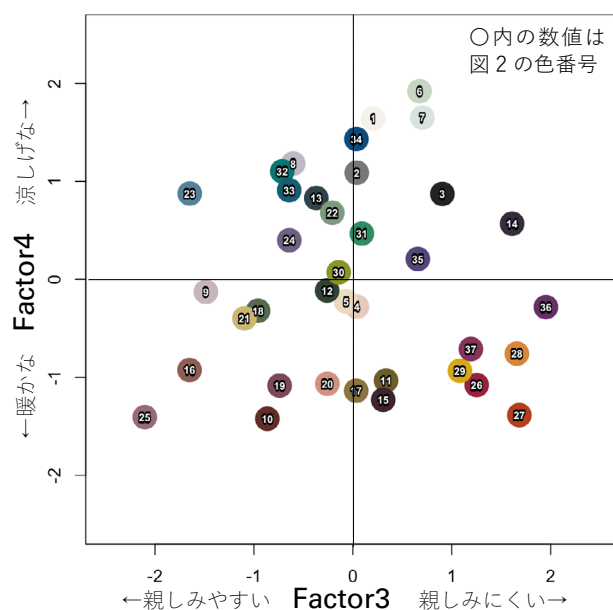


図5 因子得点布置図 (20代女性) Fac3×Fac4

系・寒色系によってそれぞれ「暖かな、温厚な」か「涼しげな、冷淡な」と評価された。

色彩の感情効果について、先行研究では以下の3軸に分かれることが知られている。①活動性(明るい・派手ー暗い・地味) ②潜在性(強い・かたいー弱い・柔らかい) ③評価性(好きー嫌い)。これらと本研究と比べてみると、活動性において、より細かく活動性I因子(Factor 2)と活動性II因子(Factor 4)に分類された一方、潜在性因子に属する項目は際立たなかった。評価性

因子IIであるFactor 3が先行研究と一致した以外に、本研究で新たに追加した評価項目((全体的に)引き締まって見えるー(全体的に)膨張して見える、肌(色)がきれいに見えるー肌(色)がくすんで見える、など)は、Factor 1として抽出された。

4. まとめ

本研究では、衣服の色が顔色の見えに与える影響を検討したところ、明度にのみ影響がみられ、具体的にはホワイトの衣服とブラックなどダークな衣服とでは、顔色の見えに Munsell Value に換算して約1相当の違いがあることを明らかにした。性別・年代に差はなかった。

次に、衣服の色と顔色の組み合わせが感情効果に与える影響を検討したところ、性別・年齢によって差異がある色があることが分かった。具体的には、女性より男性、また30代女性が彩度の高い色を好み、ポジティブな評価をする場合が多かった。

本研究結果をもとにし、スポーツウェアの新色デザインを検討し、開発した。

引用文献

- 1) Kumiko Kikuchi, et al. Long-term changes in Japanese women's facial skin color. Color Research and Application. 43(1) 119-129. 2017.
- 2) 早川照美 他、背景色が肌の色の見えに及ぼす影響II、日本色彩学会誌、41(3)、110-113、2017
- 3) 加藤雪枝 他、被服の配色が着用者に及ぼす心理的・生理的影響、日本家政学会誌、55(7)、541-550、2004
- 4) 大山正、宮田(伊藤)久美子、2色配色の感情効果に及ぼす色相差・明度差・彩度差の効果、日本色彩学会誌、36(4) 277-282、2012
- 5) 宮崎綾乃 他、パーソナルカラーにおける清色と濁色の基礎検討、日本色彩学会誌、42(6)、58-61、2018

3層ニューラルネットワークを用いた RGB-L*a*b*表色系変換の 光源スペクトルによる変換精度の影響

Effect of Light Source Spectrum on Conversion Accuracy of RGB-L*a*b* Color System Conversion Using 3-Layer Neural Network

宮澤魁杜
大河正志

Kaito Miyazawa
Masashi Ohkawa

新潟大学
新潟大学

Niigata University
Niigata University

Keywords: 測色, ニューラルネットワーク,
RGB-L*a*b*表色系変換.

1. はじめに

測色は, アパレル, 印刷, 広告等の分野における色彩管理にとどまらず, 農業, 美容, 医療等においても, その活用の効果が期待されている. 一般的な測色計は, 測定領域が数 cm^2 程度であるが, 農産物や肌等の測色においては, 広い測定領域かつ非接触な測色も有効である. このような測色を安価に実現するため, 我々の研究グループでは, 撮像機器としてデジタルカメラ, タブレットやスマートフォンのカメラ等を使用することを考えている. これらカメラの色表現は一般に RGB であるが, 色彩管理では均等色空間の L*a*b*表色系, L*u*v*表色系等が用いられることが多い. そのため, 色彩管理や色の評価を行うためには, RGB 値を例えば L*a*b*値に変換する必要がある. ところで, 撮像機器の RGB 値は撮影時の照明光源や機器の設定等の諸条件によって変化する. そのため, 撮影時の諸条件に対応した表色系変換を実現しなければならない. しかし, 諸条件に対応した変換式を用意することは困難である. そこで, 本研究グループでは, ニューラルネットワークを用いた表色系変換を行っている¹⁻³⁾.

本研究では, 撮影時の諸条件のうち, 照明光源に着目し, 光源の違いに対応できる表色系変換について考察を行うこととした. ここでは, 撮像機器の特性の影響を排除するため, RGB 値を撮像素子から得るのではなく, 標準・補助標準の光や LED ランプの分光分布と JIS 標準色票の分光反射率等を用いて各光源下における RGB 値を算出し使用した. そして, RGB 値とそれに対応する L*a*b*値を用いて, ニューラルネットワークの学習を行い, 各光源の分光分布の違いによる RGB-L*a*b*変換の変換精度に与える影響について考察

を行った.

2. ニューラルネットワークと評価方法

2. 1 ニューラルネットワークの構成

図 1 は RGB-L*a*b*表色系変換を目的としたニューラルネットワークの概略図である. 本ニューラルネットワークにおいて, 光源の違いに対応するために, 光源の情報を入力に加えることとした. 光源の分光分布そのものを入力データとすることも考えられるが, 本研究では, 入力データ数を少なくすることを優先し, N9 (白色の色見本) の RGB 値を光源情報として用いることとした. そのため, 入力層は, 表色系変換対象である RGB 値に, JIS 標準色票の N9 の RGB 値を加えて, 6 ユニットとした. 中間層は 2 層で構成され, それぞれ 10 ユニットとし, 出力層は 3 ユニットで, L*a*b*の各値が出力される.

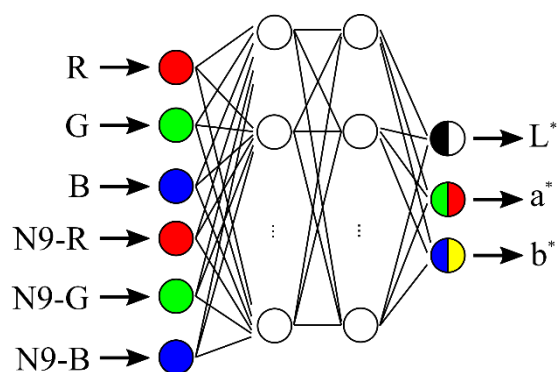


図 1 本研究に使用するニューラルネットワークの概略図

2. 2 データセットの作成

ニューラルネットワークの学習に用いるデータセットは RGB 値と L*a*b*値からなるが, 本研究では, 撮像機器の特性の影響を排除するため,

これらの値を計算により算出することとした。まず、図2のような分光分布をもつ標準・補助標準の光と図3のような分光分布のLEDランプを対象光源とした。さらに、RGB値と $L^*a^*b^*$ 値の算出に、JIS標準色票の分光反射率⁴⁾、XYZ表色系の等色関数⁵⁾を使用して、CIE RGB値を算出した。JIS標準色票の色見本のうち、分光反射率が分かっているものが1577個あり、そのすべての色見本に対し、光源ごとにRGB値を計算した。また、 $L^*a^*b^*$ 値の算出には、標準の光D65とJIS標準色票の分光反射率、XYZ表色系の等色関数を使用して、 $L^*a^*b^*$ 値を算出した。

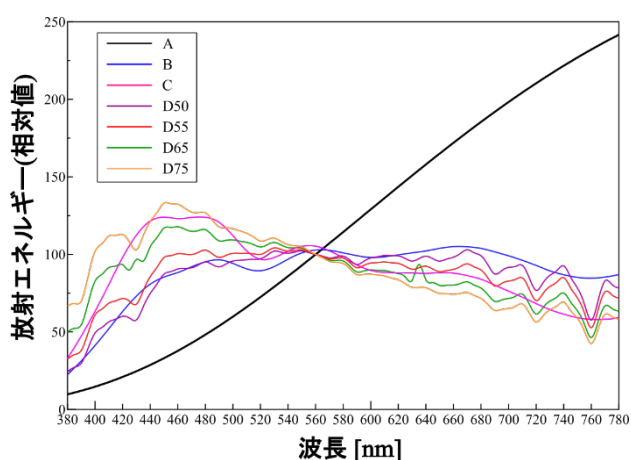


図2 標準・補助標準の光の分光分布

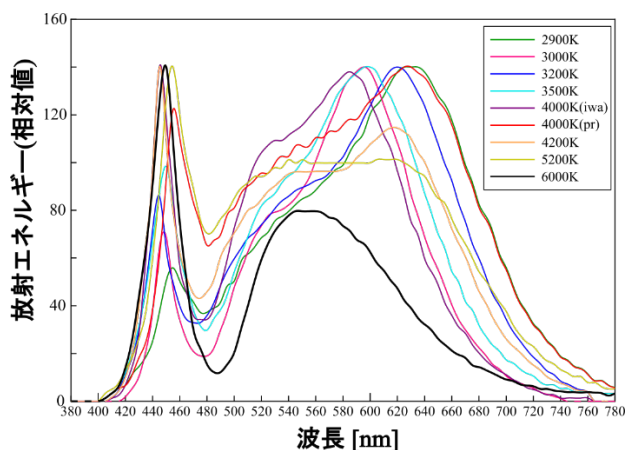


図3 LED光源の分光分布

2. 3 学習条件および検証方法

本実験で学習を行う条件を表1に示す。中間層と出力層の活性化関数には、sigmoid関数を使用した。各ユニットにおける重みの更新には、モーメンタム法を使用し、学習率を0.001、モーメンタム係数を0.9に設定した。学習の終了条件とし

て、学習回数が1000万回を超えるか、損失が 1×10^{-6} を下回った場合に終了するよう設定した。

表1 ニューラルネットワークの学習条件

活性化関数	: sigmoid 関数
最適化手法	: モーメンタム法
学習率	: 0.001
モーメンタム係数	: 0.9

学習と表色系変換精度の検証には、標準・補助標準の光を光源としたRGB- $L^*a^*b^*$ データセットとLEDランプを光源としたRGB- $L^*a^*b^*$ データセットを別々に使用した。光源の違いによる表色系変換の精度を評価するため、データセットを光源ごとのサブセットに分けて、交差検証を行った。つまり、ある1つの光源のサブセットをテストデータとし、残りの全光源のサブセットをトレインデータとして学習を行った。すべてのサブセットがテストデータとなるまで、学習と検証を繰り返した。

検証においては、テストデータとしたサブセットを用いて、サブセットの $L^*a^*b^*$ 値と学習済みニューラルネットワークの $L^*a^*b^*$ 出力値との色差を評価指標としている。本研究では、色差1.2未満、1.2以上～2.5未満、2.5以上～5.0未満、5.0以上～10未満、10以上～20未満、20以上⁶⁾と6段階に区分し、表色系変換精度の評価を行った。

3. ニューラルネットワークによる学習

3.1 標準・補助標準の光での結果

図4は、データセット（標準・補助標準の光）を用いたときの学習・検証結果である。横軸は交差検証における各テストデータで、縦軸は、サブセット内の1577個のデータのうち、色差が各区分に入ったデータの割合である。光源Aを除いた全ての光源で、色差1.2未満で表色系変換できた割合が80%を超えた。一方、標準の光Aは、色差2.5以上が90%以上を占めており、変換精度が悪い。標準の光Aの変換精度が悪い理由として、図2に示した、黒線の標準の光Aの分光分布は、波長が長くなるにつれ放射エネルギーが単調に増加している。この標準の光Aの分光分布が、他6光源の分光分布と大きく異なるため、変換精度が悪かったと考えている。

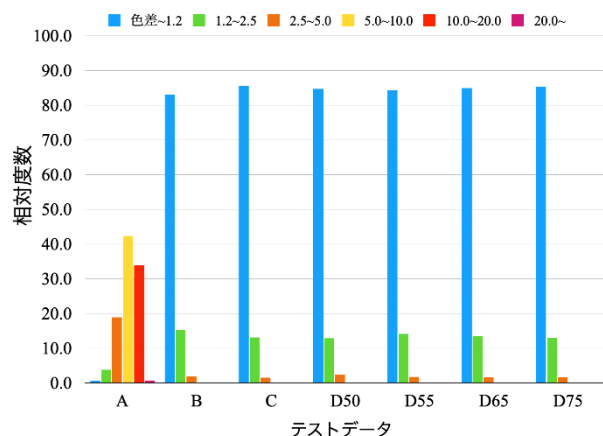


図4 標準・補助標準の光における交差検証の結果

3.2 LED光源での結果

図5は、データセット(LEDランプ)を用いたときの学習・検証結果である。横軸は交差検証における各テストデータで、縦軸は、サブセット内の1577個のデータのうち、色差が各区間に入ったデータの割合である。すべての光源で色差1.2未満に表色系変換できた割合が90%を超えたものの、色温度2900KのLEDランプについては90.8%にとどまった。決して小さいとは言えない違いであるが、原因については今のところ分かっていない。また、図3に示した黒線の色温度6000Kの分光分布は、他の分光分布と比べて、やや異なる形をしているが、他8つのランプと遜色ない変換精度であった。

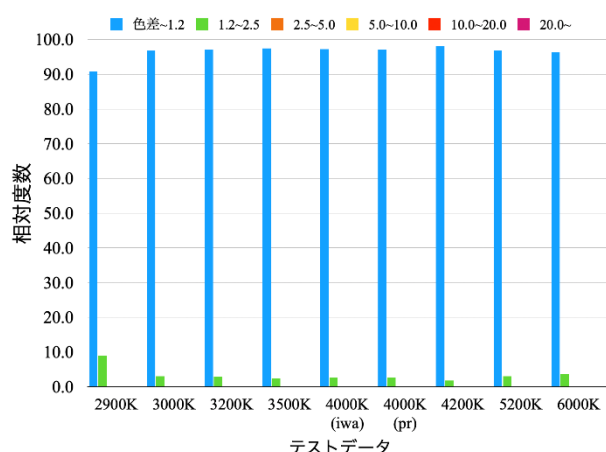


図5 LEDランプにおける交差検証の結果

4. おわりに

本研究では、3層ニューラルネットワークを用いてRGB-L*a*b*表色系変換を行い、照明光源の

無依存化について考察を行った。ニューラルネットワークの学習および検証を行うため、7種の標準・補助標準の光を光源としたRGB-L*a*b*データセットと9種のLEDランプを光源としたRGB-L*a*b*データセットを用意した。実験結果より、標準・補助標準の光では、色差1.2未満に収まる割合が80%を超えるものが多く、LEDランプでは色差1.2未満に収まる割合が90%を超える結果となった。このように、学習に使用していない光源のデータセットに対しても、比較的精度の高い変換を実現できており、入力にN9のRGB値を加えただけであるが、光源に対する優れた適応性を確認できた。ただ、今回は分光分布の類似度の高い光源をグループとして、データセットを用意したが、異種光源が混在したデータセットにおいても、本手法が有効であるか、さらなる考察が必要である。さらに、計算で算出したRGB値ではなく、カメラ等で取得したRGB値による検証も行わなければならない。

参考文献

- 1) A. Makiguchi, T. Moriya, K. Tashiro, M. Ohkawa: "Color system transform from RGB to L*a*b* using neural network - consideration in hues of PB, P and RP-," ACA 2019, #P1-6.
- 2) T. Moriya, K. Tashiro, K. Hariyama, M. Ohkawa: "Color system transform from RGB to L*a*b* using neural network - Consideration in hues of B, BG and PB-," ACEE 2018, # PS-1.
- 3) 田代一稀, 大河正志: "ニューラルネットワークを用いたRGB-L*a*b*表色系変換～色相G, GY, BG, Y, YRを対象とした考察～," Optics & Photonics Japan 2018, 1aD2.
- 4) 財団法人日本色彩研究所, JIS標準色票実測データ(光沢版), JIS8721準拠, 日本規格協会
- 5) 大田登, 色彩工学第2版, 東京電機大学出版局, (2001), pp284-285
- 6) 一般財団法人日本色彩研究所, 色彩ワンポイント2 色彩管理の基礎, 日本規格協会, (1993), p79

緑視率調査を目的とした Mask R-CNN を用いた 画像における草木領域範囲測定 の提案

Measurement of Greenery Area in Image by using Mask R-CNN for Green Visibility Ratio Survey

土居元紀	Motonori Doi	大阪電気通信大学	Osaka Electro-Communication University
川極 恋	Ren Kawagiwa	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, 草木領域, 深層学習, Mask R-CNN.

1. はじめに

緑視率とは人の視野に占める樹林など緑の面積の比率であり, 街の風景における景観の指標となる. 緑視率調査は主に手動で画像中の緑領域を指定することで行われてきた. 本研究では, 緑視率を画像処理により求める方法について検討を行い緑視率調査にかかる作業負担を減らすことを目的とする.

筆者らのグループはこれまで, 緑視率を画像処理により求める方法について検討してきた. まず, 色とテクスチャを用いる方法を提案した¹⁾. しかし, 大阪府の緑視率調査ガイドライン²⁾では木の幹や植込みの土の部分も緑として含まれているため, 従来の検出手法ではそれらの領域を検出できない課題があった. 近年深層学習の画像処理応用の進展があり, He らにより深層学習に基づく画像からの領域抽出手法である Mask R-CNN³⁾が提案されたので, Mask R-CNN を応用して, 街路で撮影した風景画像から草木領域を抽出し, 幹を含んだ緑視率を求める方法を提案した⁴⁾. しかし, 単純に木を学習させただけでは木が重なる街路樹が正しく検出されないなどの問題があったので, 学習データセットの検討を行ってきた⁵⁾.

本報告では, 学習セットを検討結果やその組み合わせによる検出処理について報告する. また, 本検出手法をもとに, 緑視率検出アプリケーションを作成した. これらの成果について報告する.

2. Mask R-CNN

Mask R-CNN は, 深層学習を用いて物体領域を検出するための手法である. 対象領域に含まれている画素を出力することが可能で, 同じクラス

に属する物体同士であってもそれぞれを別の物体として分類できる. Mask R-CNN のプログラムは公開されており, 一般物体認識用の学習データセットである COCO データセットで学習させたモデルも提供されている. しかし, この学習セットには, “potted plant” というカテゴリーがあるものの, 街路樹はこのモデルでは検出できない.

本研究では, 緑視率検出のための街路樹等草木領域の対象となる物体の学習データセットを準備し, 一般物体学習データセットで学習済みのモデルに対して転移学習を行い, 街路樹等の検出を可能にする. また, 検出した領域から緑視率を求めるようにプログラムを作成した. プログラム作成には Python 言語を用いた.

3. 学習セット

Mask R-CNN はあらかじめ人手でアノテーション(注釈付け)を行った画像データセットで学習を行う. 以前の報告⁴⁾でのデータセット(データセット DS1 とする)は主に単独の木しか含まれていなかった. その後, 幹や街路樹, 植込みの土の領域も含んだ検出が可能な方法を検討し, 木が重なった風景の画像を多めに含むデータセット(DS2)を著者らが市街地で撮影した画像から作成した⁵⁾. さらに, 画像中に写る細かい草木領域を検出するために, これらの部分を含んだデータセット(DS3)を作成した. また, これまでのデータセットで用いた2つのクラス(tree, grass)をさらに6クラスに細分化したデータセット(DS4)を作成した.

データセットの注釈付けには VIA(VGG Image Annotator) を利用した. Polygon region shape(多角形)で領域を指定することで余計な領域を学習することなく草木領域だけを学習させることができる.

4. 実験

各データセットで学習を行った場合について、草木領域の比較評価を行った。その結果、DS2はDS1と比べて多くのテスト画像で草木領域に沿った形で検出ができるようになった。また幹も検出でき、DS1より正確に緑視率が求められた。DS3は、DS2で検出することができなかった小さな草木領域の検出が可能となった。DS4についてはDS3と同じ画像データなので、検出領域自体はよく似た結果となったが、草木領域の特徴ごとにクラスを検出することが可能となった。しかし、それぞれのデータセットで部分的な課題解決を図ることができたが、1つのデータセットですべての課題に対応できるデータセットを作成することはできなかった。

検出精度の向上を目指し、複数の学習データセットで訓練したモデルを組み合わせる実験を行った。実験で用いたデータセットは幹の検出精度が高かったDS2とクラスごとに細かい領域を検出することができたDS4を用いて行った。まず、DS2の学習モデルによる1回目の検出を行い、その部分を草木とは異なる色で塗りつぶした画像に対し、DS4の学習モデルによる2回目の検出処理を行う。未検出領域を減らすことができた。検出例を図1に示す。検出時の閾値の調整を行うことでさらに精度の向上が見込めると考える。

5. 緑視率検出アプリケーション

本検出手法をもとに、緑視率検出アプリケーションを作成した。本アプリケーションでは、画像撮影と草木領域自動検出処理がリアルタイムで行える。そして、検出領域が不十分な場合に、手動で検出漏れを修正して、緑視率を求めることができる。開発にはPythonでGUI(Graphical User Interface)を操作するためのライブラリであるTkinterを用いた。図2にアプリケーション画面の一例を示す。

6. まとめ

本研究では、緑視率調査にかかる作業負担を減らすことを目的とし、緑視率を画像処理により求める方法について検討を行った。学習データセットを検討した結果、街路樹や幹、植込みの土の領域も含んだ検出が可能となった。また、緑視率検出アプリケーションの作成を行った。すべて手動で緑視率を求める作業に比べて、簡単に緑視率を求めることができるようになったと考えられる。

参考文献

- 1) 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
- 2) 大阪府, 『まちの緑視率』の公表, <https://www.pref.osaka.lg.jp/kannosomu/ryokushiritsu/>
- 3) K. He, et al.: Mask r-cnn, Proc. of ICCV2017 (2017) 2961-2969
- 4) 土居 元紀, 太田 諄, 西 省吾, 来海 暁: 緑視率調査のためのMask R-CNNによる草木領域の抽出の検討, 日本色彩学会第51回全国大会発表論文集 (2020) CP-28
- 5) 川極 恋, 土居 元紀, 西 省吾, 来海 暁: 緑視率調査を目的としたMask R-CNNを用いた草木領域抽出における学習データの検討, 令和2年度日本色彩学会関西支部大会発表論文集 (2021) 5-6



(a) 入力画像

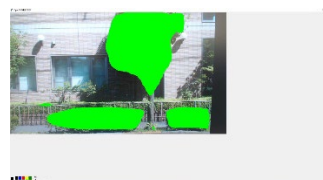


(b) 1回目の検出結果
(DS2)

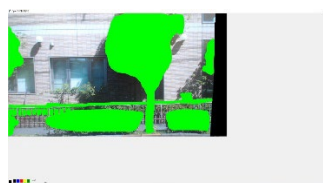


(c) 2回目の検出結果
(DS4)

図1 2段階検出例



(a) 自動検出画面



(b) ペンツール修正画面

図2 緑視率検出アプリケーション画面

絵画画像の構図を考慮した微細色面の再構成に基づく 階段関数系による色彩分析の試行

A trial of color analysis of paintings by recursive step-function system focusing on fine areas considering the composition of painting art

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.

1. はじめに

絵画画像をはじめとする色彩画像の色変化の特徴をとらえる手法として、画面を任意形状に再帰的二分割して得られる、完全正規直交基底となる階段関数系を用いた展開係数による計量を提案してきた。これまで最多頻出色領域等に着目して画面全体から細部に向かって分割する方法や、画面上の微細色面を再帰的に組合せて、細部から全体に向けて分割を再構成する方法を検討してきた。本発表では、より直観的に理解しやすい分析結果を得るために、画面全体をまず構図等に着目して、おおまかに分割し、各部分領域に属する微細色面をボトムアップに再構成して、画面全体の色彩構成に配慮した再帰的分割を得る方法を試みる。

2. 画面の再帰的分割による完全正規直交系の構成
色彩画像上の領域 S を2分割した領域を S' 、 S'' とする。ここで、 $S = S' \cup S''$ である。また、 S' 、 S'' は各領域の面積を示すものとする。

S 及びその分割 S' 、 S'' について、基底関数 φ_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。以降、 S を画面全体 S_0 から始めて、領

域 S' 、 S'' をそれぞれ再帰的に分割して得られた $\varphi_{S'}$ 、 $\varphi_{S''}$ から完全正規直交系 $\{\varphi_S\}$ が構成される。

なお、 $\varphi_{S_0}(x) = 1/S_0$ である。

$\{\varphi_S\}$ による関数 $f(x, y)$ の展開係数は

$$\begin{aligned} c(s) &= \int_S f(x, y) \varphi_S(x, y) dx dy \\ &= \sqrt{\frac{S''}{S'(S' + S'')}} \int_{S'} f(x, y) dx dy \\ &\quad - \sqrt{\frac{S'}{S''(S' + S'')}} \int_{S''} f(x, y) dx dy \end{aligned}$$

ここで関数 $f(x, y)$ は画面上の座標 (x, y) に明度値等に対応させる関数であるとする。

$$\begin{aligned} c(s) &= \sqrt{\frac{S'S''}{S' + S''}} \left\{ \frac{1}{S'} \int_{S'} f(x, y) dx dy \right. \\ &\quad \left. - \frac{1}{S''} \int_{S''} f(x, y) dx dy \right\} \end{aligned}$$

と書ける。これより展開係数は平均色差に領域 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。

3. パワースペクトル

Parseval の等式により二変数関数 f の L^2 ノルムは完全正規直交系による展開係数 c_f の二乗和となる。色彩画像において、 f を画面上の点 (x, y) における L^* 、 a^* 、 b^* のいずれかの値とすると当該の色値の画面全体での大きさ (L^2 ノルム) が展開係数の二

乗和となる。すなわち、

$$\begin{aligned}\int_S L^*(x,y)^2 dx dy &= \sum_{S', S''} c_L(S', S'')^2 \\ &= \sum_{S', S''} \left\{ \sum_{S' \equiv 2^{-k}, S'' \equiv 2^{-l}} c_L(S', S'')^2 \right\}\end{aligned}$$

が成り立つ。Haar 基底との比較を行うこと等を考慮して、 S', S'' を 2 のべきで分類した。ここで $k, l = 0, 1, 2, \dots$ である。

展開係数の二乗和の部分和の平方根 $p_{k,l}(L)$:

$$p_{k,l}(L) = \left(\sum_{S' \equiv 2^{-k}, S'' \equiv 2^{-l}} c_L(S', S'')^2 \right)^{1/2}$$

を色変化の強度を示す（ここでは L^* の）「パワースペクトル」とする。

4. 原画像の構図を考慮した基底系の構成

これまで画面全体を代表色画像とそれ以外の色から成る画像というように 2 分割し、再帰的に分割した各部分画像から基底を生成する、トップダウンな方法、微細色面からのボトムアップに画面を再構成する方法を試行した。画面全体からの再帰的分割は分割の収束まで分割回数が非常に多く、その過程で、部分画像が画面上に分散し、相互の関係が不明瞭となった。一方、微細色面を統合しながらボトムアップに基底を生成する方法では、統合の際、当該色面に隣接する微細色面のうち、色差最小となるもの、また、色差最大となるものを選ぶなどのバリエーションがある(図 1)。色変化を計量するために色差最大となるように

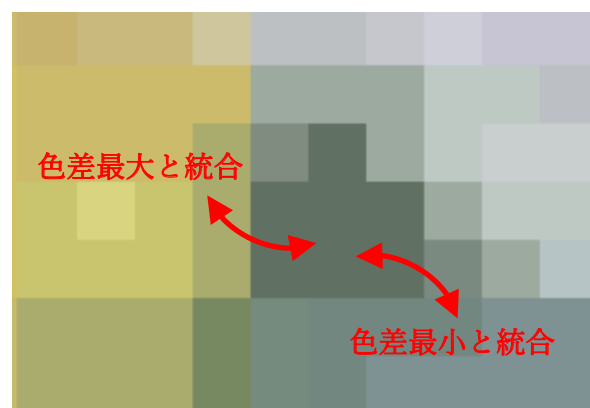
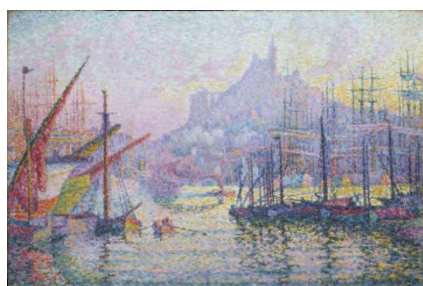


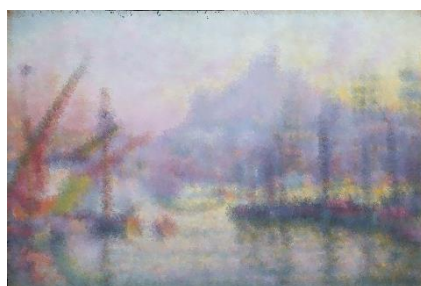
図 1. 隣接する微細色面との統合方法

選択したが、再構成が進むにつれ、色面の画面構成上の意味が失われていった(図 2)。

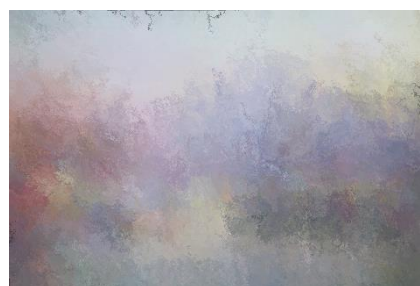
以上より、トップダウンでもボトムアップでも十分でないことから、本発表では、ハイブリッドの方法を試みる。すなわち、画面全体を分割し、その部分領域について、微細色面からの再構成を行うという方法である。まず、代表色に着目して画面全体を再帰的に分割し、2 のべき乗個の部分領域を得る(図 3 の左から第 1 列から第 3 列目まで)。各部分領域は、一般に複数の小領域から成る。小領域の例を図 3 の一番右の列に示す。ここでは小領域ごとに色分けしている。各部分領域を構成する小領域について、微細色面からの再構成を行う(図 4)。図 5 に小領域に対するパワースペクトル (a^* 値) の例を示す。図 5 左の小領域の方が赤・緑の変化がやや強いが、そのことがパワースペクトルの最大値に反映されていることがわかる。構図の要素ごとに色変化強度をはかることができた。



10



20



30

図 2. 微細色面の色差最大による統合 (数字は統合の回数)

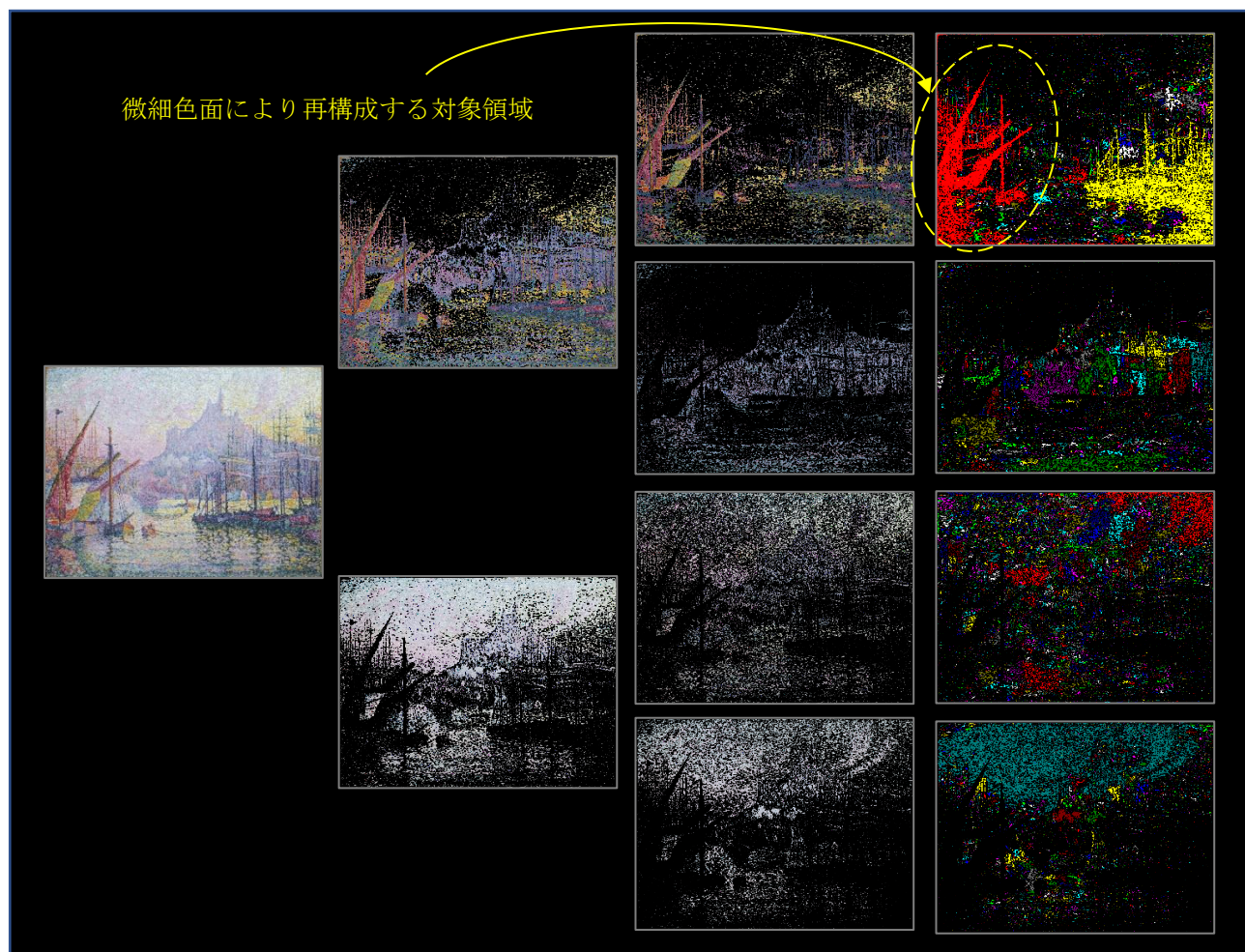


図 3. 画面全体からの再帰的分割と微細色面により再構成する対象領域
(左から、原画像、第1段階の分割、第2段階の分割、第2段階の各分割
を構成する小領域=再構成する対象領域(領域ごとに色分けして図示))

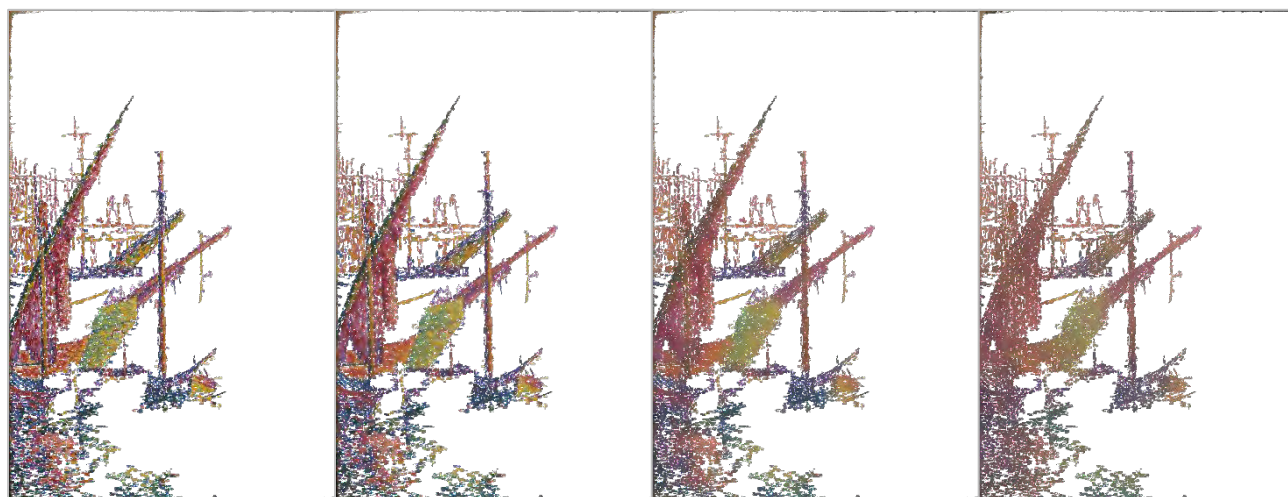


図 4. 図 3 の小領域例の微小領域からの再構成過程(左からそれぞれ 1、10、20、30 段階)

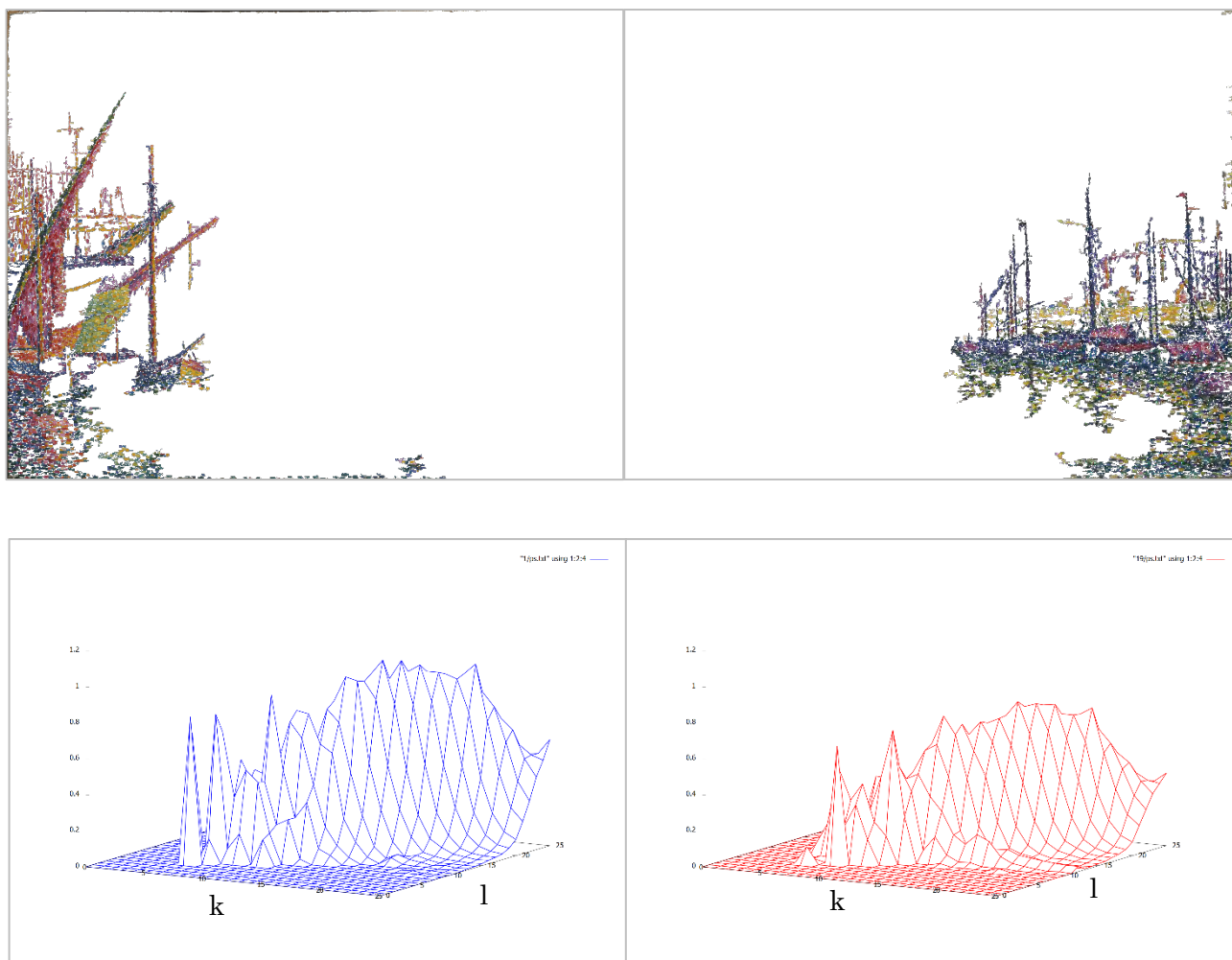


図 5. 小領域に対するパワースペクトル (a^* 値) の例

参考文献

- [1] Mituo Kobayasi, Taizo Muroya, "A Spatial Wave-length Analysis of Coarseness or Fineness of Color Variation in Painting Arts", Elsevier, Pattern Recognition Letters, Vol. 24(11), pp.1737-1749(2003).
- [2] 小林光夫, 絵画における色彩美の数理的分析, 東京大学, 1999.
- [3] 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, 日本色彩学会平成 30 年度全国大会, 2018.
- [4] 室屋泰三, 絵画画像の特徴的色彩領域に基づく再帰的階段関数系による色彩分析の試行, 日本色彩学会令和 3 年度全国大会, 2021.
- [5] 室屋泰三, 絵画画像の微細色面の再構成に基づく色彩分析の試行, 日本色彩学会令和 4 年度研究会大会, 2022.

※ Paul Signac (1863-1935), "Notre-Dame-de-la-Garde (La Bonne-Mère), Marseilles" (1905-6).
 注) Paul Signac の作品については、日本国内において (2018 年 12 月 30 日の TPP 発効に伴う著作権法の改正前に) 作家没後 50 年以上を経過しているため、著作権保護期間が終了している。また、平面作品のデジタル画像化については著作権が生じないため、Paul Signac の絵画作品のデジタル画像データは Public Domain となっている。

差分進化法を用いたデジタルカメラ分光感度推定

Estimation of digital camera's spectral sensitivity using differential evolution

佐田元輝 Genki Sada

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: 差分進化法, デジタルカメラ, 分光感度推定.

1. はじめに

近年, オンライン診療などの分野で, 安全性や信頼性などの観点から正確な色再現が重要になっている. それに伴い分光情報を用いた研究が多く行われている. しかし分光情報の計測には高価で専用の機器が必要になる問題点がある. そこで, 比較的安価に分光情報を取得する手段として, プロジェクタとカメラからなる計測システムを用いた分光画像計測の技術の確立をめざす. これを実現するために以下の手順を踏むと考える.

- 既知の分光放射輝度と分光反射率からカメラの分光感度とガンマを推定
- A で得た分光感度からプロジェクタのガンマと分光放射輝度を推定
- グレイコード投影法により平面上のプロジェクタとカメラのピクセル対応を取得
- A の分光感度, B の分光放射輝度, プロジェクタの多色照明光投影によりピクセルごとに未知の分光反射率を推定

先行研究[1]において, 上記の A を実現するためにデジタルカメラ分光感度の推定手法が提案されている. 先行研究ではシミュレーションにより G, B センサは目標値に近い推定結果が得られたが, R センサの推定精度は低いという問題点があった. そこで本研究では, 提案手法のさらなる推定精度向上をめざす. 先行研究の結果から, カメラ分光感度の推定には光源の分光放射輝度が大きな影響を与えることが示された. よって実際の光源を想定した仮想の光源を設定し, 光源の最適な設定を検討する.

2. 原理

2.1 カメラセンサの分光感度推定

本研究では, 暗室にて光源を直接撮影すると想定するため物体の反射率特性は考えないものとする. カメラの色情報の獲得は, カメラのセンサが光強度に対して線形であると仮定すると, 撮影で出力される RGB 信号値 g_k , カメラの k 番目のセンサに対する分光感度 $S_k(\lambda)$, 光源の分光放射輝度 $D(\lambda)$ を用いて以下の(1)式で表現できる.

$$g_k = \int S_k(\lambda) D(\lambda) d\lambda, k = 1, 2, 3 \quad (1)$$

プログラム上では連続的な(1)式は扱えないため, 本研究では拡張した離散的な(2)式で表現する.

$$g_{kj} = \sum_{l=1}^L S_{kl} D_{lj} \Delta\lambda, j = 1, \dots, J, k = 1, 2, 3 \quad (2)$$

g_{kj} は j 番目の色刺激に対する k 番目のセンサ信号値を表す. L は波長数, $\Delta\lambda$ は波長間隔, J は色刺激数, D_{lj} は l 番目の波長の j 番目の色刺激の分光放射輝度, S_{kl} は k 番目のセンサに対する l 番目の波長のカメラセンサ分光感度を表す. 以下の(3)式は(2)式を行列で表したものである.

$$\begin{pmatrix} g_{11} & \cdots & g_{1J} \\ g_{21} & \cdots & g_{2J} \\ g_{31} & \cdots & g_{3J} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} S_{11} & \cdots & S_{1L} \\ S_{21} & \cdots & S_{2L} \\ S_{31} & \cdots & S_{3L} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} D_{11} & D_{12} & \cdots & D_{1J} \\ D_{21} & D_{22} & \cdots & D_{2J} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ D_{L1} & D_{L2} & \cdots & D_{LJ} \end{pmatrix} \Delta\lambda \quad (3)$$

以上の行列を用いることで, 信号値 g_{kj} と光源の分光放射輝度 D_{lj} が既知であるとき, 未知のカメラセンサの分光感度 S_{kl} を推定することが可能になる.

2.2 差分進化法による分光感度推定

分光感度を推定する手法として、本研究では大域的な最適化手法であり、アルゴリズムが比較的単純で扱いやすい差分進化法[2][3]を採用する。差分進化法のアルゴリズムを以下に示す。

1 初期化 (Initialization)

変数を成分に持つ D 次元ベクトル x_i を N_p 個作り ($i = 1, 2, \dots, N_p$)、ベクトル集団を作成する。

2 突然変異 (Mutation)

ベクトル集団 x の中から 3 つの個体をランダムに選択し、そのインデックスを r_1, r_2, r_3 とする (ただし $r_1 \neq r_2 \neq r_3 \neq i$)。その後、以下の(4)式よりベクトル x_i について変異ベクトル v_i を作成する。

$$v_i = x_{r_1} + F(x_{r_2} - x_{r_3}) \quad (4)$$

F はユーザーが定義するスケール係数 ($F \in [0, 2]$) である。(4)式を $i = 1, \dots, N_p$ の全てに適用し、変異ベクトル集団 v を作成する。

3 交叉 (Crossover)

変異ベクトル v_i および元のベクトル x_i を、(5)式で交叉させる。

$$u_{j,i} = \begin{cases} v_{j,i} & \text{if } \text{rand} \leq CR \\ x_{j,i} & \text{otherwise} \end{cases} \quad (5)$$

ここで、作成された u_i をトライアルベクトルと呼ぶ。 CR は交叉確率を表す ($CR \in [0, 1]$)。 j はベクトルの次元を表す。(5)式はベクトルの各次元 $j = 1, \dots, D$ において確率 CR で $u = v$ となり、それ以外は $u = x$ となる。これを $i = 1, \dots, N_p$ に適用し、トライアルベクトル集団 u を作成する。

4. 生存者選択 (Selection)

トライアルベクトル u と元ベクトル x を用いて評価関数を計算し、(6)式で示すように評価値が低い方のベクトルを次世代の親ベクトルとして残す。

$$\text{next } x_i = \begin{cases} u_i & \text{if } f(u_i) < f(x_i) \\ x_i & \text{otherwise} \end{cases} \quad (6)$$

新たに作成された次世代のベクトル集団 x について同様に手順 2~4 を行い、さらに次世代のベクトル集団を作成する。これを繰り返すことでベクトル集団 x を徐々に解に近づけていく。

カメラ分光感度の成分を直接未知のパラメータとして差分進化法を適用すると、成分自体の変化

が激しく推定を十分に行えない。そこで本手法では、 k 番目の分光感度の l 番目の波長と隣り合う値の階差数列 d_{kl} を未知のパラメータとして用いる。 d_{kl} を(7)式に示す。

$$d_{k,l} = S'_{k,l+1} - S'_{k,l} \quad (7) \\ l = 1, 2, \dots, L-1, \quad k = 1, 2, 3$$

推定カメラ分光感度 S'_{kl} は、 k 番目の分光感度の l 番目の波長と隣り合う値の階差数列 d_{kl} の累積和とする。 S'_{kl} を式(8)に示す。

$$S'_{kl} = S'_{k1} + \sum_{l=1}^L d_{kl}, \quad k = 1, 2, 3 \quad (8)$$

評価関数は(3)式におけるカメラ RGB 値 g_{kj} の平均平方二乗誤差 $RMSE_K$ (Root Mean of Squared Errors) を用いる。 $RMSE_K$ を以下の(9)式に示す。

$$RMSE_K = \sqrt{\frac{1}{J} \sum_{j=1}^J \left(g_{kj} - \sum_{l=1}^L S'_{kl} D_{lj} \Delta \lambda \right)^2} \quad (9)$$

$$j = 1, \dots, J, k = 1, 2, 3$$

(9) 式は、あらかじめ計算しておいたカメラ RGB 値と、最適化を図るカメラ分光感度とディスプレイ分光放射輝度から計算されるカメラ RGB 値の平均平方二乗誤差である。過学習を防ぐために(9)式に階差数列 d_{kl} の L2 ノルム正則化項を加えた評価関数 C を(10)式に示す。

$$C = RMSE_K + \alpha |d_{kl}|_2, \quad k = 1, 2, 3 \quad (10)$$

α は正則化項の重み付け係数である。(10)式を目的関数として差分進化法を適用し、(10)式が最小となるようなカメラ分光感度 S'_{kl} を導出する。

3. シミュレーション

3.1 入射光の分光放射輝度データ

入射光データは、まず正規分布を用いて 9 チャンネルの仮想的な光源 d_{lm} を用意した。 d_{lm} は l 番目の波長の m チャンネルの光源の最大放射輝度を表す。導出には(11)式を用いた。 μ は中央値、 σ は分散、 a は定数を表し、ここではそれぞれピークの位置、幅、高さを表す。表 1 に最大放射輝度のパラメーターを、図 1 にそのスペクトルを示す。

$$f(x) = a \exp \left(-\frac{(x - \mu)^2}{2\sigma^2} \right) \quad (11)$$

表 1 仮想光源の最大放射輝度パラメータ

$(\mu_1, \sim, \mu_9)$	σ	a
(420, 450, 480, 510, 540, 570, 600, 630, 660)	20	0.005

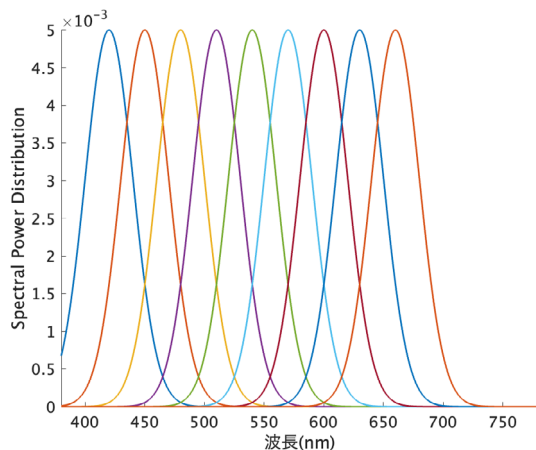


図 1 仮想光源の最大放射輝度

なお、光源は実際に使用する予定のスペクトル調整可能 LED を想定している。

次に、一様分布の乱数 c_{mj} (0.2~1.0)を m チャンネルに対する j 番目の入力値として与えて 25 種類の分光スペクトルを作成した。図 2 に作成した仮想光源の分光スペクトル $d_{lm}c_{mj}$ を示す。

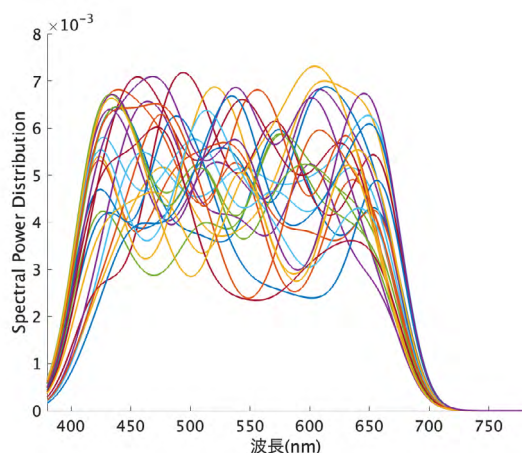


図 2 作成した仮想光源の分光スペクトル

3.2 カメラセンサの分光感度

カメラセンサ分光感度 S_{kl} は、(11)式の正規分布を用いて仮想的なものを用意した。表 2 に仮想のカメラセンサ分光感度のパラメータを、図 3 に作成した仮想カメラ分光感度を示す。

表 2 カメラセンサ分光感度パラメータ

(μ_R, μ_G, μ_B)	$(\sigma_R, \sigma_G, \sigma_B)$	(a_R, a_G, a_B)
(600, 530, 470)	(20, 40, 35)	(1.0, 0.9, 0.6)

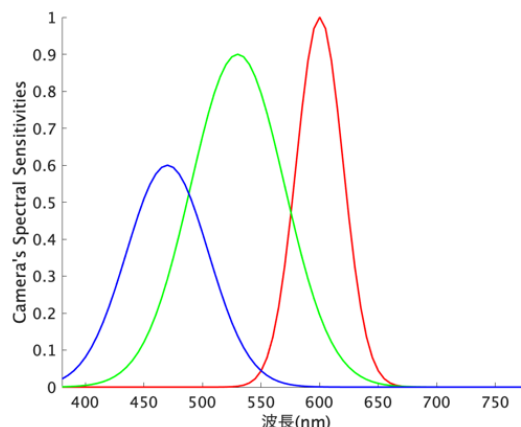


図 3 作成した仮想的なカメラ分光感度

なお、パラメータは実際に使用する予定のデジタルカメラの分光感度を参考にしている。

3.3 カメラ RGB 値シミュレーション

カメラ RGB 値 g_{kj} は、 S_{kl} , d_{lm} , c_{mj} を用いて以下の(12)式で生成した。

$$g_{kj} = \sum_{l=1}^L S_{kl} \sum_{m=1}^3 d_{lm} c_{mj} \Delta\lambda, \quad (12)$$

$$j = 1, \dots, J, k = 1, 2, 3$$

3.4 差分進化法による分光感度推定シミュレーション

仮想カメラ分光感度 S_{kl} と仮想光源の分光放射輝度 $d_{lm}c_{mj}$ に対して計算されるカメラ RGB 値の平均平方二乗誤差 $RMSE_K$ を最小にする推定カメラ分光感度 S'_{kl} のパラメータを差分進化法で推定した。差分進化法の各パラメータ、正則化項の重み付け係数、階差数列の範囲、波長間隔の設定を以下の表 4 に示す。

表 4 各パラメータの設定

集団の個体数 N_p	200
スケール係数 F	0.5
交叉率 CR	0.9
上限世代数 G	5000
正則化の重み α	1.0
階差数列の範囲	± 2.0
波長間隔 $\Delta\lambda$	5nm

分光感度推定には MATLAB R2021a (Math Works)を用い、波長範囲を 380~780nm とした。

4. シミュレーション結果および考察

4.1 分光感度の推定結果

カメラ分光感度 S'_{kl} の推定結果を図4に示す。オリジナルの分光感度 S_{kl} を5nmずつ点線で、推定で得られた分光感度 S'_{kl} を実線でそれぞれ示した。

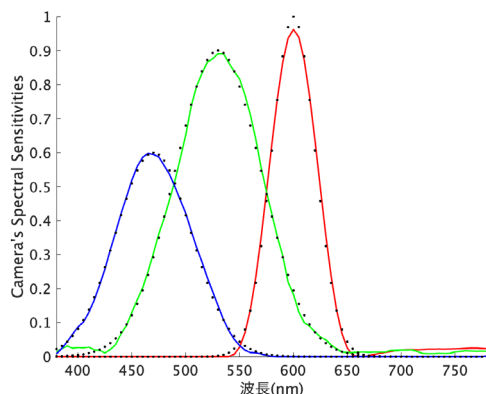


図4 カメラ分光感度の推定結果

図4からわかるように、設定したオリジナルの分光感度とほぼ同一の推定分光感度が得られた。しかしRセンサはピークの高さがオリジナルよりも低く、さらに長波長領域で推定が大きくなる誤差が見られた。Rセンサの結果はピーク周辺の低い値と長波長領域の高い値で補い合っていることでカメラRGB値が大きく変わらないように調整していると考えられる。

4.2 考察

以上の結果から、正確な推定には光源の分光スペクトルがあらゆる波長領域に分布し、かつ一つの領域に対して多くの強度パターンを与えている必要があることがわかった。実際の推定の光源には、演色性がよく幅広い波長で強度を調整できる照明を用いるのが理想的であると考えられる。

また、今回のシミュレーションでは十分な推定精度を得られたが、現実的な観点で次のような問題がある。仮想のカメラ分光感度や光源の分光放射輝度を正規分布で設定したが、実際の分光感度や分光放射輝度は滑らかな曲線とは限らずノイズが含まれていたり綺麗な山形とは限らなかったりする場合がある。シミュレーションではそれらを考慮していないため実際の推定で精度がどれだけ保証されるかは不明である。今後のシミュレーションではノイズを加えるなどして現実の条件に近づけ推定精度を検証する必要がある。

5. おわりに

本研究では、RGB画像から差分進化法を用いてデジタルカメラの分光感度を推定する手法を提

案し、シミュレーションを通してその有効性を確認した。十分な推定結果を得るためには演色性がよく幅広い波長で強度を調整できる照明を用いる必要があることが示された。

今後はスペクトル調整可能LEDを光源に用いたシミュレーションを行う。また、デジタルカメラを実際に用いてのカメラ感度推定実験を行う。そしてプロジェクタ・カメラシステムによる分光画像計測システムの確立を目指す。

参考文献

- [1] 佐田元輝, 篠田博之: “差分進化法を用いたデジタルカメラ分光感度推定シミュレーション” 第53回日本色彩学会, 2022.
- [2] Storn, Rainer; Price, Kenneth: Differential Evolution - A Simple and Efficient Adaptive Scheme for Global Optimization over Continuous Spaces. Technical Report. 1995, TR-95-012, International Computer Science Institute.
- [3] Storn, Rainer; Price, Kenneth: Differential Evolution - A Simple and Efficient Heuristic for Global Optimization over Continuous Spaces. Journal of Global Optimization. 1997, vol.11, pp.341- 359.

自然画像における色彩の稀有性と抽象画の色彩選好の関係

Relationship between rarity of colors in natural images and color preferences for abstract art

花田郁斗 Ikuto Hanada 東京工業大学
永井岳大 Takehiro Nagai 東京工業大学

Tokyo Institute of Technology
Tokyo Institute of Technology

Keywords: 色彩選好, 美的選好, 自然な色彩, 変分オートエンコーダ, 抽象画

1. はじめに

複色刺激に対する色選好調査のアプローチ手法として, 絵画の色彩情報に対する選好が注目されている. 絵画の色彩選好を調査した従来研究¹⁾²⁾³⁾では, 絵画の持つ色分布の色相を CIELAB 色空間における等明度面 (a^*-b^* 平面) で回転させることによって操作している. その結果, 上記のどの従来研究でも回転角が 0° , つまり原画に近い色彩を持つ絵画が好まれる傾向が見られた. また, 抽象画¹⁾²⁾³⁾や抽象画を空間的にスクランブルした画像²⁾³⁾, 様々な絵画をつなぎ合わせたパッチワーク画像³⁾などの, 色を連想させる要素を含まないと考えられる画像でも同様の結果となったことから, 絵画の色彩統計量が絵画選好に重要な役割を持つ可能性が示唆されている.

絵画の持つ色彩統計量については, 自然画像との類似性が示されている. 例えば Cristina ら⁴⁾は自然画像と絵画の色彩の類似性について, CIELAB 色空間における色分布に対する分析を行った. その結果, a^*-b^* 平面に投影した場合には, 自然画像と絵画のどちらの色分布も青-黄方向に細長い形状を持つことが明らかとなった.

以上の背景から, 絵画の色彩選好について「自然画像らしい色彩統計量をもつ絵画ほど好まれやすい」という一つの仮説が立てられる. この仮説を検証した従来研究⁵⁾では, 様々な色相回転版の刺激に対し測定された選好度を 12 種類の 1~3 次色彩統計量により重回帰分析を行い, 絵画の色彩選好に重要な色彩統計量を特定した. さらに, その色彩統計量について, 自然画像と絵画との類似度を調査している. その結果, 絵画の選好に重要な色彩統計量の分布の傾向は, 自然画像と絵画では異なっていたことから, 上記の仮説を示唆する結果は得られなかった.

しかし, 上記の先行研究には不十分な点が 2 つ

考えられる. 1 点目は使用した色彩統計量の妥当性である. 12 種類の低次元色彩統計量では表せない, より高次の色彩統計量の絵画と自然画像での類似性が絵画の選好に影響する可能性があるためである. 2 点目は, 絵画の原画と色相回転版との間のみで選好度を測定していたことである. 前述した色相回転の方法では, ほとんどの場合で刺激の色彩が自然画像から大きく逸脱すると想像され, そもそも自然画像との色彩類似性の議論が困難である可能性が高いためである.

そこで本研究では, 色彩の自然画像との非類似性を変分オートエンコーダ⁶⁾ (Variational Auto encoder: VAE) と呼ばれる教師なしモデルを用いることで「稀有度」として定量化し, 多様な稀有度をもつ自然画像の色彩を, 色を連想させる要素をあまり含まない抽象画に反映させることにより, 稀有度と選好度との関係を明らかにすることを目的とする.

2. 実験準備

2.1. VAE を用いた稀有度算出モデルの作成

VAE とは, エンコーダ・潜在変数・デコーダの 3 つの構造からなる教師なしニューラルネットワークモデルである. エンコーダは入力画像を潜在変数と呼ばれる変数群に次元削減し, デコーダは潜在変数から再構成画像として復元する. 入力画像と再構成画像を近づける学習過程の中で, 多様な入力画像の統計構造が潜在変数に集約される.

VAE では, この潜在変数が従う確率分布として一般的に多変量標準正規分布を仮定する. 本研究でもこの仮定に従い, 画像を入力した際の潜在変数の原点からのユークリッド距離 (z -score) をその画像の稀有度と定義した.

VAE の入力自然画像セットとしては, 機械学習の物体検出タスクなどに使われることの多い Microsoft COCO データセット⁷⁾を使用した. また画像の色彩成分を強調して学習させるために, 図 1 に示すように画像を低解像度化し, かつ画像の色空間を CIE LCh 色空間に変換する前処理を

行った。画像の枚数は、訓練用が 118035 枚、検証用が 4990 枚、テスト用が 40629 枚であった。訓練用はモデルの学習に、検証用は学習時のモデルの精度評価に、テスト用は最終的な精度の確認と、2.2 節での自然画像の選定に使用された。



図 1：低解像度化の例。⁷⁾

2.2. 多様な稀有度をもつ自然画像の選定

次に、2.1 節で定義した稀有度を元に、自然画像の選定を行った。テスト用の画像データセットを学習済の VAE モデルに入力した後、算出された稀有度順にソートをし、順位が等間隔になるように 50 枚の自然画像を選定した。

2.3. 自然画像の色彩の抽象画下地への反映

最後に、2.2 節で選定した自然画像の色彩を抽象画の下地に反映させることにより、実験刺激として用いる抽象画の作成を行った。

抽象画下地は図 2 に示す 3 種類の抽象画画像を、MATLAB R2021a を用いて色に基づき領域分割することによって作成した。これらは web⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾ から取得された著作権フリーの画像であり、サイト 9) の画像のみ、反時計回りに 90 度回転させる改変処理を行なった。領域分割では、まず superpixels 関数を使用して CIELAB の色が類似している小領域への分割を行った。続いて、領域ごとの平均色を算出し、imsegkmeans 関数を使用して各領域の平均色に基づいたクラスタリングにより 100 領域に分割した。以後、図 2 の左から順に下地 1~3 と呼ぶことにする。

さらに、画像を等間隔で 10×10 分割することによって人工的に作成した図 3 に示す抽象画下地も作成した。この下地は上記の抽象画下地と区別するため、人工パターン下地と呼ぶ。



図 2：下地作成に使用した抽象画画像。⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾

下地作成後、下地への自然画像の色彩の反映を行った。具体的には、選定した自然画像のランダムな 100 ピクセルから抽出した色を、各下地の

100 領域にマッピングする方法で行った。

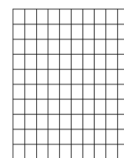


図 3：人工パターン下地。

3. 実験概要

3.1. 被験者

実験には東京工業大学の学部生、大学院生である、20 代の男性 7 名と女性 3 名、40 代の男性 1 名の計 11 名が参加した。実験は東京工業大学人を対象とする倫理審査委員会により承認され、全被験者が書面により実験参加に同意した。また、全被験者は裸眼または矯正で 0.7 以上の視力を持ち、石原式色覚検査表に合格した。

3.2. 実験環境

実験は簡易暗室にて行われた。刺激は暗室に設置された液晶ディスプレイ (ASUS 社製 ROG Swift PG27UQ) に呈示した。色彩輝度計と分光放射輝度計によりディスプレイの校正を行った。刺激の呈示や被験者の応答取得などの実験のコントロールには、MATLAB R2021a と Psychtoolbox3 によるプログラムを用いた。実験中、被験者はテンキーを用いて応答した。被験者は、暗室実験ブースの中で、顎台で頭部を簡易に固定され、90 cm の距離から刺激を両眼観察した。

3.3. 実験刺激

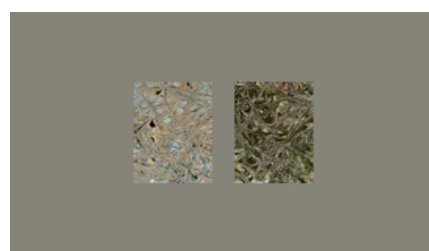


図 4：刺激の空間構成。

被験者に呈示された実験刺激の一例を図 4 に示す。ディスプレイには灰色背景と、同じ下地の抽象画 2 枚の刺激が呈示された。これらの刺激画像は、2.3 節での方法で作成した、4 (抽象画下地) × 50 (色彩のパターン) = 200 種類の抽象画であった。背景は全刺激画像の平均輝度 48.3 cd/m²、色度 (x, y) = (0.313, 0.329) であり、各画像のサイズは 709 × 912 ピクセル、視角にして 7 × 9 degrees であった。また、画像のペアは 2 degrees の間隔を空けて左右に表示した。

3.4. 実験手続き

実験はサーストンの一対比較法により行われた。被験者は、呈示された2枚の抽象画のうち、より好みだと思う抽象画を二肢強制選択により応答した。ここでは好みの判断基準に関する教示は行わず、被験者自身の判断基準に任せた。回答時間は無制限で、刺激画像は応答が完了するまで表示された。被験者の応答後は、0.5 sの刺激間隔をおいて次の刺激対に切り替わった。この手続きを全100刺激対の回答が終了するまで繰り返し、この100試行を1セッションとした。各被験者は全16セッションの実験を行い、2セッションごとに暗幕を開け休憩をとった。そのため、一番初めのセッションと休憩後のセッションの開始時に、背景への順応を60 s行った。

3.5. 選好尺度値の算出

後述するスイスソート方式のために、各セッション終了後に選好尺度値を算出した。具体的には、それまでの全セッションで被験者応答がまとめられ、サーストンの一対比較法のケースVモデルに基づいて、選好尺度値を算出した。これらの選好尺度値は、被験者の抽象画に対する好ましさの指標となる。

3.6. 刺激対の決定方式

3.4節で呈示される刺激対の決定方式として、スイスソート方式を採用した。スイスソート方式とは、3.5節の方法で算出した選好尺度値に近い刺激同士を刺激対とする方法である。具体的には、各セッション終了時に、全刺激画像の選好尺度値を求め、選好尺度値を下地ごとにソートして上から2つずつ選択された刺激を次のセッションでの刺激対とした。なお、1セッション目での刺激対はランダムに決定された。また、2セッション目以降の刺激対の呈示順はランダムに決定された。この方式を採用することにより、少ない試行数から得られる被験者応答の情報量をできるだけ多くすることが可能となる。

4. 実験結果

4種類の下地間と11名の被験者間で平均をとった選好尺度値と稀有度との関係を図5に示す。横軸は稀有度、縦軸は被験者間・下地間で平均された選好尺度値である。青色の点は50段階の稀有度が持つ色彩での結果であり、赤色の点は稀有度・選好尺度値の近傍10点の移動平均点を示す。黒線は目的変数を選好尺度値、説明変数を稀有度とした単回帰分析の回帰直線である。エラーバー

は、移動平均点に対するリサンプリング回数10000回のパラメトリックブートストラップ法により求められた95%信頼区間を示す。

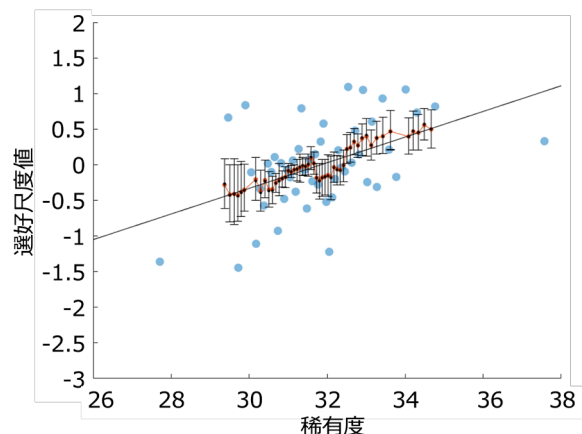


図5 被験者間・下地間平均の選好尺度値と稀有度の関係。

図5より、稀有度が増加するほど選好尺度値が高くなる傾向が見てとれる。この傾向を定量化するため、目的変数を選好尺度値、説明変数を稀有度とした単回帰分析を行った。その結果、2変数の相関係数を表す標準化回帰係数は0.4705となり、この係数は統計的に有意に正であった($t(48) = 3.6946, p < 0.001$)。

また、下地別・被験者間平均の標準偏回帰係数は、下地1では0.424、下地2では0.511、下地3では0.548、人工パターン下地では0.159となり、人工パターン下地以外では有意に正であった。さらに、リサンプリング回数10000回のパラメトリックブートストラップ法により人工パターン下地と下地1~3の標準化回帰係数の差に関して片側検定を行ったところ、下地2・下地3の標準化回帰係数が人工パターン下地よりも有意に高く、下地1と人工パターン下地では、下地1の方が高い傾向が見られた。(下地1: $p = 0.0918$, 下地2: $p = 0.0017$, 下地3: $p = 0.0031$)

5. 考察

実験結果より、選好尺度値と稀有度が有意な中程度の正の相関を持つことが確認できた。色選好という個人差が大きく、経験や文化の差が出ると思われる課題にもかかわらず、それなりに大きな相関係数であったことは重要な結果であると考えられる。また、絵画の選好度を直接学習していない、教師なし学習によって作られた指標が選好尺度値と有意に相関することは、自然画像における色彩の稀有性が色選好を決める一つの要因である可能性を示唆している。

しかし、選好尺度値と稀有度の関係は予想とは異なるものであった。1章で示した仮説から、著者らは、稀有度が大きい(自然画像と類似していない色彩)ほど、選好尺度値が小さいという、選好尺度値と稀有度が負の相関を示すことを予想していた。しかし本研究の結果はこの予想とは逆の傾向を示した。この結果は一見すると仮説に反しているように思われるが、それほど単純ではない可能性がある。絵画の色彩選好を調査した従来研究¹⁾²⁾³⁾では、原画の色分布を色相回転させた実験刺激を用いていた。この方法では、原画以外の実験刺激の色彩は自然画像で起こりうる色彩の範囲から大きく逸脱してしまう可能性が高い。一方、本研究の実験刺激は、2章で示した通り、自然画像で起こりうる色彩の範囲にとどまる。この色彩の範囲の違いが絵画の好みに影響するならば、本研究の結果と従来研究の結果を総合的に考えた場合、「絵画の色彩において、自然画像で起こりうる色彩の範囲内では稀有な色彩の方が好まれるが、自然画像で起こりうる色彩の範囲から逸脱するほど好まれなくなる」という解釈もあり得る。この解釈の妥当性については、今後実験により検討する必要がある。

また、下地によって稀有度の影響が大きく異なる結果となったことも興味深い。稀有度と選好尺度値の関係性について、特に下地1~3と人工パターン下地との違いが顕著であった。1章で述べたように、4種類の下地はどれも色を連想させる要素を含まないように選択した。しかし、下地1~3は人が描いた抽象画をもとに作成し、一方で人工パターン下地は著者が人工的に作成したものであった。この違いが稀有度の影響度の違いを生んだ可能性がある。すなわち、今回得られた「選好」は必ずしも色彩そのもののみから生じるわけではなく、空間パターンとの対応関係に起因する可能性がある。下地1~3の抽象画の作成者は暗黙的に何らかの自然画像と共通する画像的特徴を抽象画に反映させたことで、これらの下地では稀有度と色の選好に関係性が見られやすかった可能性がある。色選好と空間パターンとの対応関係も今後検討すべき事項の一つである。

そのほかにも課題は多く残っている。本研究ではできるだけ自然画像の色彩を学習するように工夫しているが、本研究で定義した稀有度の妥当性の検証を行う必要がある。また、稀有度が絵画選好に有効であるとして、稀有度に大きく関与している色彩特徴量は何なのかについても、今後検討していく必要がある。

6. おわりに

本研究では、自然画像における色彩の稀有性の指標である「稀有度」が絵画選好と関連するかを調べた。その結果、選好尺度値と稀有度には中程度の正の相関があったことから、色彩の稀有性は絵画選好の一つの要因であり、自然画像中で稀有な色彩を持つ絵画ほど好まれやすい可能性が示唆された。さらに、下地間で稀有度と選好尺度値の相関の強さが異なっていたことから、空間パターンも絵画選好を決める1つの要因である可能性が示唆された。

参考文献

- 1) Nascimento, S. M., Linhares, J. M., Montagner, C., João, C. A., Amano, K., Alfaro, C., & Bailão, A. (2017). The colors of paintings and viewers' preferences. *Vision Research*, 130, 76–84.
- 2) Albers, A. M., Gegenfurtner, K. R., & Nascimento, S. M. C. (2020). An independent contribution of colour to the aesthetic preference for paintings. *Vision Research*, 177, 109–117.
- 3) Nakauchi, S., Kondo, T., Kinzuka, Y., Taniyama, Y., Tamura, H., Higashi, H., Hine, K., Minami, T., Linhares, J. M. M., & Nascimento, S. M. C. (2022). Universality and superiority in preference for chromatic composition of art paintings. *Scientific Reports*, 12(1), 4294.
- 4) Montagner, C., Linhares, J. M., Vilarigues, M., & Nascimento, S. M. (2016). Statistics of colors in paintings and natural scenes. *Journal of the Optical Society of America. A*, 33(3), A170–A177.
- 5) Nakauchi, S., & Tamura, H. (2022). Regularity of colour statistics in explaining colour composition preferences in art paintings. *Scientific Reports*, 12(1), 14585.
- 6) Kingma, D. P., & Welling, M. (2014). Auto-Encoding Variational Bayes. *arXiv preprint arXiv:1312.6114*.
- 7) Lin, T. Y., Maire, M., Belongie, S., Hays, J., Perona, P., Ramanan, D., ... & Zitnick, C. L. (2014, September). Microsoft coco: Common objects in context. In *European conference on computer vision* (pp. 740–755). Springer, Cham.
- 8) <https://www.pexels.com/ja-jp/photo/1149019/>
- 9) <https://www.pexels.com/ja-jp/photo/4727906/>
- 10) <https://pixabay.com/ja/photos/要約-抽象絵画-抽象芸術-1277164/>

Cone Contrast Test-HD の検査性能と年齢による影響

Cone Contrast Test-HD: Test performance and the Impact of Age

飯塚達也	Tatsuya Iizuka	北里大学	Kitasato University
川守田拓志	Takushi Kawamorita	北里大学	Kitasato University
半田知也	Tomoya Handa	北里大学	Kitasato University
石川 均	Hitoshi Ishikawa	北里大学	Kitasato University

Keywords: Cone Contrast Sensitivity, Cone Contrast Test-HD, Red-green Dichromacy

1. はじめに

眼科臨床では、色覚診断のゴールドスタンダードである「アノマロスコープ」に加え、行動検査として仮性同色表、Farnsworth Dichotomous D15 test、Farnsworth Munsell 100 hue test で先天性色覚異常を発見することが多い。色覚の異常判定は行動検査で検出できるが、色覚の診断には、尺度が異なる検査を活用することが重要である。

2000 年以降、色弁別能力を測定する検査方法は、Cambridge Colour Test、Colour Assessment and Diagnosis test、Arden Chroma test、Rabin Cone Contrast Test (RCCT) などコンピューターによる測定法が発展している。これらの機器は熟練した検査員を必要とせず、先天性及び後天性の色覚異常に対して、高い診断能力を有する。近年、RCCT を改良した Cone Contrast Test-HD (CCT-HD) が登場し、注目されている。CCT-HD は、網膜受容体コントラスト反応を評価するためのコンピューターソフトウェアである。しかしながら、CCT-HD の色覚の検出力に関する報告はほとんどない。本研究では、CCT-HD の検査性能と年齢による影響を調査した。

2. 研究方法

2.1. 研究参加者

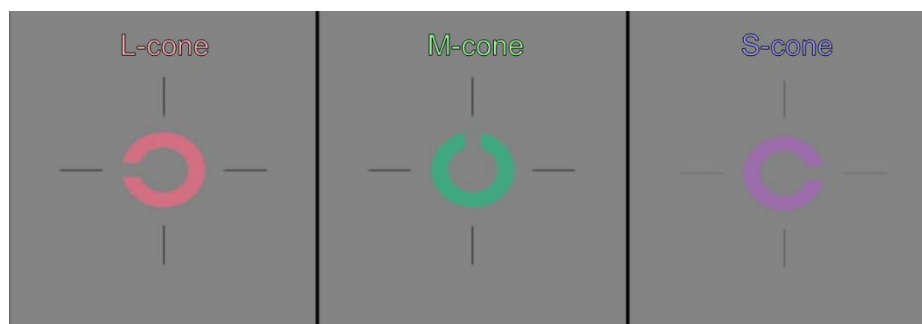
本研究では、正常色覚の若年者 20 眼 (年齢: 平均 23.2 ± 2.7 歳)、中年者 10 眼 (53.1 ± 5.8 歳)、高齢者 20 眼 (69.3 ± 5.9 歳) と、先天性色覚異常の 1 型 2 色覚 10 眼 (54.2 ± 4.6 歳)、2 型 2 色覚 10 眼 (54.6 ± 4.4 歳) を対象とした。すべての人が矯正視力 1.0 以上の有水晶体眼である。除外基準は、内眼手術歴、網膜・視神経疾患、異常三色覚、全身疾患のある者 (例: 糖尿病、脳血管障害)、であった。この研究は、ヘルシンキ宣言の原則に従い、北里大学医療衛生学部倫理委員会の承認を得て実施された。

2.2. Cone Contrast Test-HD

CCT-HD は、白色のデスクトップ型オールインワンコンピュータ (Dell Technologies Inc.)、21.5inch, 60Hz, 最大解像度 1920×1080 pixel の LED バックライト IPS アンチグレアモニター (LG Display Co., Ltd) と、応答キーパッドを使用して実施した (図 1a)。各錐体型の感度を評価するために、カラーランドルト環が使用された (図 1b)。



図 1 (a). Cone Contrast Test-HD 外観



(b). 色みがかったランドルト環

2.3. 各錐体型のコントラスト感度と CCT-HD における色覚異常の定義

CCT-HD は 1 つの錐体を選択的に刺激するように設計されており、刺激されていない 2 つの錐体励起を視標と背景で等しくすることで評価している。視標はウェーバーコントラストの逆数の対数を log Contrast Sensitivity (logCS) としてシステムで定量化し、各錐体型の閾値を決定する。

本稿では、臨床応用を円滑にサポートするために logCS を正規化した CCT-HD スコアを測定結果として報告する。CCT-HD の pass/fail cutoff は、米国空軍の従来基準である CCT-HD スコア 75 以下 (L-cone logCS ≤ 1.65 , S-cone logCS ≤ 0.425 に該当する) を 1, 2, 3 型色覚異常として判定する[1]。

2.4. 測定手順

測定は全例右眼のみ行われ、モニターと眼の距離は 0.6m であったため、眼屈折異常は個人毎に補正し、焦点をモニターに合わせた。測定中のランドルト環視標の大きさは 15.0 分で固定され、大きさは変化しない。この大きさは、小数視力 0.067、空間周波数 2.00cycle/degree に対応するメーカー基準サイズである。

ランドルト環はモニターの中央に 5 秒間の短い間隔で表示され、開始時のコントラストは正常色覚の典型的なコントラストを上回る。測定は、推測や指の入力誤差などの厄介なパラメータを考慮したロバストベイズストラテジーの Psi Marginal Adaptive Method で実施される[2]。これは、心理測定関数のさらに多くのパラメータ (閾値、傾き、低減率) を推定することができる適応的な手順として開発されたものである。この方法は、推測であっても選択がなされるまで次のランドルト環が表示されない「強制選択」形式を用いて実装され、計算された次の刺激のコントラストは、誤って識別された場合は動的に増加し、正しく識別された場合は次第に小さなステップで減少し、確実に識別されたコントラスト閾値を求める。この閾値測定法の有用な追加特性は、臨床医が最終的な閾値 (logCS) の信頼性を評価するのに役立つ標準誤差も計算されることである。

2.5. 統計解析

統計解析は、Microsoft Excel 365 (Microsoft Co., Albuquerque, NM, USA) および Bell Curve for Excel (Social Survey Research Information

Co., Ltd., Tokyo, Japan) を用いて行った。変数の正規性を Shapiro-Wilk 検定で評価したところ、すべての変数が正規分布であった。これらを以下の 3 つに分類して分析した。

(i) 錐体コントラスト感度の加齢による影響を評価及び予測するため、各錐体型の CCT-HD スコアを従属変数とし、年齢を独立変数として回帰分析を実施する。

(ii-A) 各年齢層による錐体コントラスト感度の差を評価するため、正常色覚者を 3 つの年齢層 (若年、中年、高齢) に分け、各錐体型の CCT-HD のスコアを算出した。

(ii-B) それぞれの年齢が一致した正常色覚、1 型 2 色覚と 2 型 2 色覚の錐体コントラスト感度の差を評価するため、各錐体型の CCT-HD のスコアを算出した。各錐体型の CCT-HD スコアは一元配置分散分析し、多重比較はボンフェローニ法 (補正 $\alpha = 0.05/3 = 0.0167$) で差を評価した。

(iii) CCT-HD の検査性能を明らかにするため、CCT-HD スコアによる正常色覚と 2 色覚の正常判定率と異常判定率を評価した。

統計的有意性は、両側 $p < 0.05$ (ボンフェローニ補正 $p < 0.0167$) とした。

3. 結果

(i) 錐体コントラスト感度の加齢による影響

20 歳から 78 歳の有水晶体眼 ($n = 50$) の CCT-HD スコアと年齢の線形回帰モデルを図 3 に示す。各錐体型の CCT-HD スコアの回帰分析は以下の通りである。

L-cone : $y = -0.67$ (95%CI -0.84 — -0.48) $x + 128.5$ (95%CI $+118.9$ — $+138.1$)

M-cone : $y = -0.74$ (95%CI -0.91 — -0.58) $x + 129.3$ (95%CI $+120.6$ — $+138.0$)

S-cone : $y = -0.97$ (95%CI -1.16 — -0.77) $x + 138.9$ (95%CI $+128.6$ — $+149.2$)

各錐体型の決定係数は、L-cone ($R^2 = 0.52$, $p < 0.001$), M-cone ($R^2 = 0.63$, $p < 0.001$), S-cone ($R^2 = 0.67$, $p < 0.001$) である。回帰分析の結果、S 錐体コントラスト感度は、加齢による影響を最も受ける錐体であることがわかった。

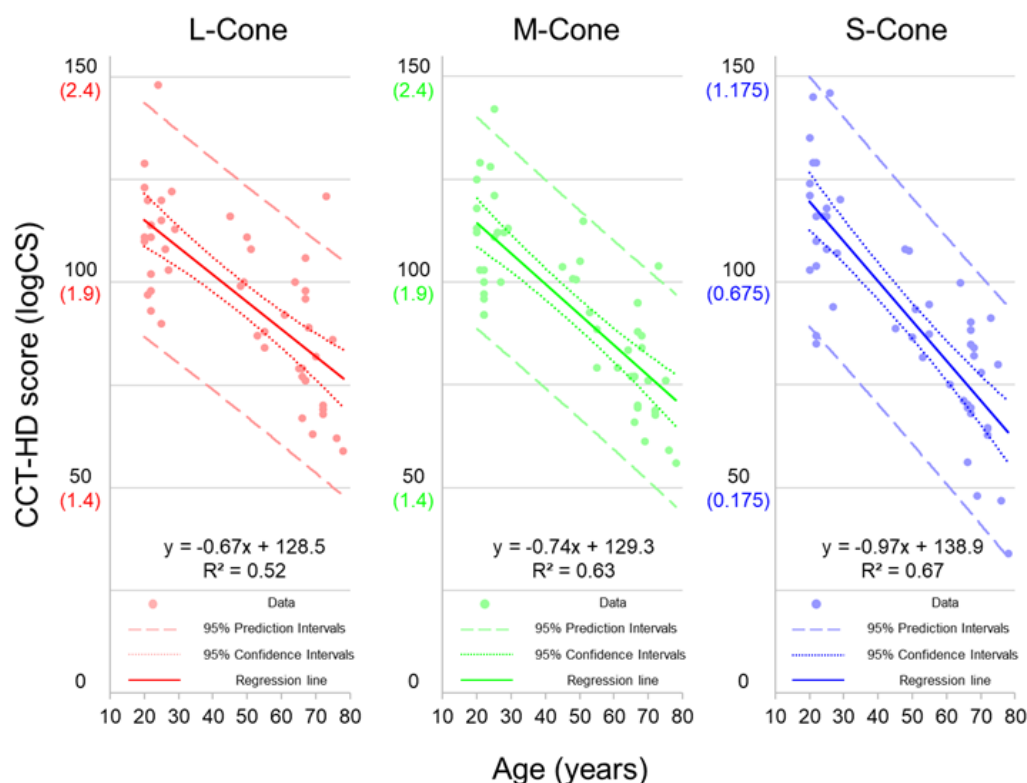


図2. 各錐体型の錐体コントラスト感度と年齢の影響に関する線形回帰モデル (n = 50)

色付きのドットプロットは、CCT-HD スコア対年齢を表す。色の実線は線形回帰を、色の点線は 95% 信頼区間を、色の破線は 95% 予測区間を表している。

(ii-A) 正常色覚：若年層 vs 中年層 vs 高齢層

分散分析を実施したところ、年齢層間で有意な主効果があった (L-cone: $F_{(2,47)} = 23.8$, $p < 0.001$, M-cone: $F_{(2,47)} = 42.3$, $p < 0.001$, S-cone: $F_{(2,47)} = 52.0$, $p < 0.001$)。M-, S-cone CCT-HD スコアは、すべての年齢層で有意差が認められた ($p < 0.0167$)。L-cone CCT-HD スコアは、高齢層と他の年齢層との間で有意な差があったが ($p < 0.0167$)、若年層と中年層では差がなかった ($p = 0.0187$)。高齢層は、各錐体型の CCT-HD スコアが低いことを示した。

(ii-B) 正常色覚 vs 1 型 2 色覚 vs 2 型 2 色覚

正常色覚、1 型 2 色覚と 2 型 2 色覚の L-, M-cone CCT-HD スコアの分散分析結果は、色覚グループ間で有意な主効果があった (L-cone: $F_{(2,27)} = 330.6$, $p < 0.001$, M-cone: $F_{(2,27)} = 67.4$, $p < 0.001$)。S-cone CCT-HD スコアの主効果はない (S-cone: $F_{(2,27)} = 0.30$, $p = 0.74$)。L-cone CCT-HD スコアは、全群で有意差があり ($p < 0.0167$)、特に 1 型 2 色覚では 0.6 ± 1.4 と有意に低い値であった。また、M-cone CCT-HD スコアも全群で有意差があり ($p < 0.0167$)、2 型 2 色覚では 40.8 ± 3.3 と有意に低い値であった。

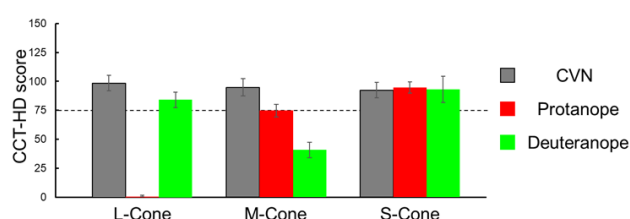
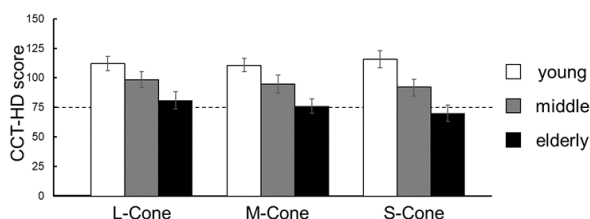


図3 (a). 若者 vs 中年 vs 高齢者の各錐体感度 (n=50) (b). 正常色覚 vs 2 色覚の各錐体感度 (n=30)

エラーバーは 95% 信頼区間 ($1.96 \times$ 標準誤差) を表し、点線は pass/fail cutoff を表している。

(iii) CCT-HD の検査性能

若年層と中年層(20–64歳)では、各錐体型の CCT-HD スコアは全ての錐体型で75以上であった。よって、CCT-HD の正常色覚における各錐体型の正常判定率は100%で、1型及び2型色覚の異常判定率は100%であった。しかし、高齢者層では各錐体型の CCT-HD スコア75以下の者が、L-cone で7眼、M-cone で9眼、S-cone で12眼であり、正常判定率が L-cone で65%、M-cone で55%、S-cone で40%と低下した。

4. 考察

20–64歳の正常色覚における CCT-HD の各錐体型の正常判定率は100%であった。しかし、65歳以上では全ての錐体コントラスト感度が著しく低下し、正常判定率は L-cone で65%、M-cone で55%、S-cone で40%と低く、加齢による後天性色覚異常の影響が示唆された。特に、S 錐体コントラスト感度が最も加齢による影響を受けており、線形回帰モデルの結果からも明らかであった。

老人性疾患がない場合に、色覚に影響を及ぼす可能性のある通常に加齢変化としては、瞳孔径、水晶体の着色、光散乱、神経節細胞の消失、錐体光受容体の吸収効率の低下、認知作用、黄斑色素密度の変化などが考えられる。S 錐体感度の加齢に伴う主な要因は、水晶体の黄変による短波長透過率の低下と S 錐体の反応の低下である可能性が高い[3–5]。水晶体の黄変は、M 錐体や L 錐体よりも S 錐体に影響を与える[6]。CCT-HD ではこれらの原因を分離して特定することはできないが、高齢者では S 錐体感度が低下するという事実は、水晶体の黄変が錐体感度の低下における最も重要な要因であることが示唆される。

本研究の限界は、先天性色覚異常が2色覚に限ることである。参加者の重症度を考慮すると、異常の検出が極めて容易に「検証」できる。そのため、異常3色覚に対する CCT-HD の異常判定率は異なることが示唆される。

5. 結論

20–64歳において、CCT-HD は正常色覚に対する各錐体型の正常判定率は100%であり、1型及び2型色覚の異常判定率は100%である。しかし、65歳以上の正常色覚の高齢者では、正常判定率は L-cone で65%、M-cone で55%、S-cone で40%あり、後天性色覚異常の影響が示唆された。各錐体型の錐体コントラスト感度を評価することで、後天性色覚異常の診断に繋がることが示唆された。

6. 謝辞

本稿に掲載されている一部のデータ及び資料は、米国光学会の Journal of the Optical Society of America A 誌のものであり、出版社からデータ及び資料の引用に関する許諾を得ている。本研究は出版社と日本色彩学会第54回全国大会実行委員会による発表の許諾を得ている。

7. 参考文献

- 1) J. Gaska, M. Winterbottom, and A. van Atta, “Operational Based Vision Assessment Cone Contrast Test: Description and Operation.” Fort Belvoir (VA): Defense Technical Information Center (US) Report No.: ADA635957 (2016).
- 2) N. Prins, “The psi-marginal adaptive method: How to give nuisance parameters the attention they deserve (no more, no less),” J. Vis. 13, 3 (2013).
- 3) J. Pokorny, V. C. Smith, and M. Lutze, “Aging of the human lens,” Appl. Opt. 26, 1437–40 (1987).
- 4) J. S. Werner, D. H. Peterzell, and A. J. Scheetz, “Light, vision, and aging,” Optom. Vis. Sci. 67(3):214–29 (1990).
- 5) J. S. Werner, V. G. Steele, and D. S. Pfoff, “Loss of human photoreceptor sensitivity associated with chronic exposure to ultraviolet radiation,” Ophthalmology 96:1552–8 (1989).
- 6) J. M. Artigas, A. Felipe, A. Navea, A. Fandiño, and C. Artigas, “Spectral transmission of the human crystalline lens in adult and elderly persons: color and total transmission of visible light,” Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 53, 4076–4084 (2012).

異常3色覚のオブザーバーメタメリズムを考慮した測色的色再現における狭帯域原色の波長の検討

Investigation of narrow-band primary colors considering observer metamerism of anomalous trichromats

井下大樹	Taiju Inoshita	九州大学大学院芸術工学府	Kyushu University
村谷つかさ	Tsukasa Muraya	九州大学大学院芸術工学研究院	Kyushu University
須長正治	Shoji Sunaga	九州大学大学院芸術工学研究院	Kyushu University

Keywords: オブザーバーメタメリズム, 異常三色覚, 広色域ディスプレイ, 測色的色再現

合でも錐体感度の違いによるオブザーバーメタメリズムが発生するのかを検討した。

1. はじめに

我々が日常的に利用しているディスプレイは、色再現において、標準観測者の錐体応答量が等しくなるように3原色の強度を調整する測色的色再現を行っている。しかし、観測者の等色関数の個人差によって、錐体応答量が完全に等しくならず、色再現が不成立となることが知られていた。このように、色再現が観測者に依存することをオブザーバーメタメリズムと呼ぶ。

近年では、彩度の高い色を含む映像の需要の高まりに応じて、原色の分光分布が狭帯域化される傾向にある。この時、オブザーバーメタメリズムが顕著になることが Ramanath (2008) によって報告された。この現象は、観測者の等色関数が標準観測者のそれと大きく異なれば、より顕著になることが考えられ、その一例として、錐体視物質の分光吸光度のピークがシフトしている異常3色覚があげられる。Sunaga ら (2018) は、異常3色覚が狭帯域原色を搭載しているレーザーディスプレイを観察したとき、参照光と再現光の間に色名応答が変化するような大きな色差を知覚し、等色実験では、参照光に対する混色光の等色点が大きく逸脱する結果となったことを報告した。また、Sunaga らは、Yaguchi ら (2018) の色覚モデルを用いた等色シミュレーションによって、2型3色覚の等色実験結果が、M 錐体基本関数のピークシフトによって生じることを示した。

しかし、Sunaga らが用いた実験装置は市販されていたディスプレイであり、原色は固定されていた。そのため、任意の狭帯域の原色でオブザーバーメタメリズムが顕著になることを示すには不十分である。

本研究では、RGB 原色のうち、R 原色、または、G 原色を変更して実験を行い、原色を変更した場

2. 方法

2.1 被験者

2型3色覚1名(TI)、3色覚2名(KN,SI)が被験者として実験に参加した。弱度2型3色覚TIは、パネルD-15テストをパスし、アノマロスコープによって弱度と分類された。

2.2 実験ブース

実験装置を図1に示す。実験装置は昼光色のLED光源(OD 261 225R, ODELIC)によって照明された2つの刺激呈示ブース(相關色温度6500K, 机上照度300lx)から構成されていた。左側のブースには色票が設置され、右側のブースでは、色票の位置に開口があり、この開口を通して、ブース背面にある混色装置によって生成された刺激を観察できるようになっていた。

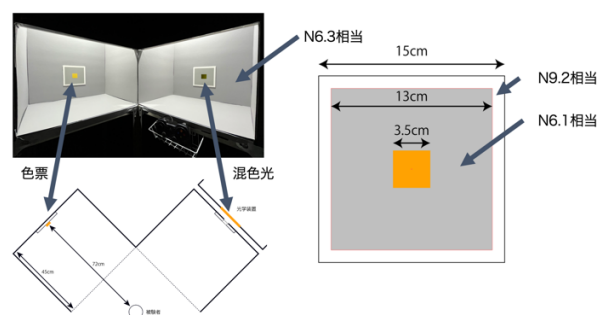


図1 実験ブース

2.3 混色装置

混色装置を図2に示す。8台のLED光源(AS3000, AS ONE)によって発せられた光は、それぞれ干渉フィルターで狭帯域化され、光ファイバーとスクリーンを用いて、伝達、混色された。8台のLED光源はR1, R2, G (G1またはG2),

B, それぞれ2台ずつ割り当てられていた。各原色の強度は, PWM 発生器(DACS-2500KD-RSV24-EV, ダックス技研)を介し, コンピュータによって制御された。

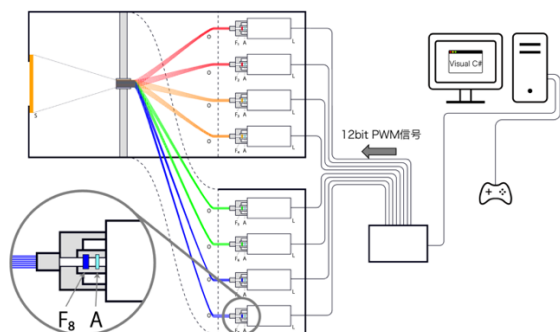


図2 混色装置

2.4 テスト刺激

色票は, マンセル表色系の管理色票16色(日本色研事業)であった。図3に分光分布を示す。原色は, 半値幅が10nmの単色光を赤原色として2波長(R1: 633nm, R2: 600nm), 緑原色として2波長(G1: 533nm, G2: 500nm), 青原色(B: 463nm)として1波長を用いた。原色セットは, R1G1B1, R2G1B, R1G2Bを用いた。図4に, 色票と混色光の色度座標および, 混色光の色域をCIE2015x₁y₁色度図上に示す。

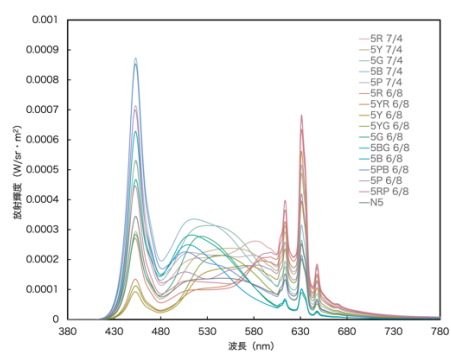


図3 色票の分光分布

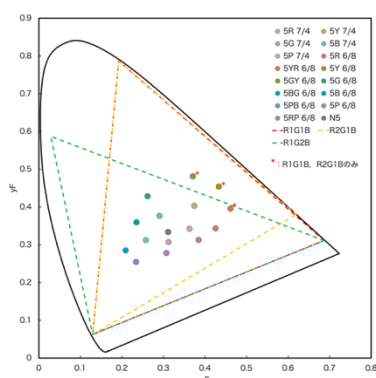


図4 色票と混色光の色度座標, 混色光の色域

3. 実験1: 色差評価及び色名応答

色票と等しい三刺激値を混色装置に呈示し, それと色票の間に色差を評価した。

3.1 方法

被験者は, 色票と混色光による再現色を交互に観察し, それらの色の違いを以下の4つの選択肢によって応答することであった。

- 1) 同じ色に見える。
 - 2) わずかに色の違いがわかるが, ほぼ同じ色。
 - 3) はっきりと色の違いがわかるが色カテゴリは同じ
 - 4) はっきりと色の違いがわかり色カテゴリも異なる
- 色カテゴリは, 赤, 橙, 黄, 黄緑, 緑, 青緑, 青, 青紫, 紫, 赤紫の10色相に加えて, 桃色と茶色の応答を許容し, 無彩色として白, 灰, 黒, の計15カテゴリの応答とした。

3.2 実験結果

3色覚の被験者KNでは, 色票と再現色の間の色差評価にて, わずかに色の違いが知覚される色があるが, 基本的には同じ色と応答した。また, 原色間で色差評価や色名応答が変化することもなかった。

図5に2型3色覚TIの結果を示す。色差評価の結果はシンボルの大きさを, 色カテゴリの応答はシンボルの色で示した。弱度2型3色覚の被験者TIでは, 明確な色の違いが知覚され, しかも, 色によっては色カテゴリも異なった。さらに, 色票と再現色での色カテゴリの結果を比較すると, R1G1Bに対しては, 色票に対して赤みを帯びる方向に色名が変化し, R2G1Bでは, 緑みを帯びる方向に色名が変化しており, 原色を変更すると, 色名応答の移動方向が変化した。

R1G2Bにおいて, 再現色の色名応答の結果がほとんどの色刺激で, 桃色と応答しており, R1G1Bよりもさらに強く赤みを帯びる方向に色名が変化していた。

4. 実験2: 等色実験

混色光でどのような色を呈示すれば, 色票と同じ色に見えるかを検討するために, テスト刺激である16色の色票と混色光の間に等色実験を行った。

4.1 方法

16色の色票はランダムな順番で呈示された。被験者はコントローラによって色度と輝度を変化させ, 混色光が色票と等しくなるように色の調整を行った。

4.2 実験結果

図5に2型3色覚TIの等色結果を示す。16色の色票と等色する混色光の色との間に, 3色覚KNは, R1G1Bでは平均して ΔE_{ab}^* で17.57, R2G1B

では 16.62, R1G2B では 20.29 の色差が認められた。一方, 2 型 3 色覚 TI の等色結果は, R1G1B では, 平均して ΔE_{ab}^* で 22.3, R2G1B では 23.34, R1G2B では 42.39 の色差が認められた。このとき, シフト方向は, R1G1B では, 2 型 2 色覚の混同色線に沿って緑方向にシフトしており, R2G1B では黄青平面を境界として赤緑方向の彩度を強くする方向にシフトしていた。R1G2B では, R1G1B よりもさらに 2 型 2 色覚の混同色線に沿って緑方向にシフトしていた。

5. 考察

実験 1 と実験 2 について, 色差評価と色のシフト量の関係を考察する。色のシフト量は, 色票と等色結果の色差 ΔE_{ab}^* の平均値とした。原色ごとに, 実験 1 の色差評価と実験 2 の色のシフト量の関係を図 6 に示す。実験 1 において, 色差

評価が大きかったものほど, 実験 2 において色のシフト量が大きくなっていることがわかった。

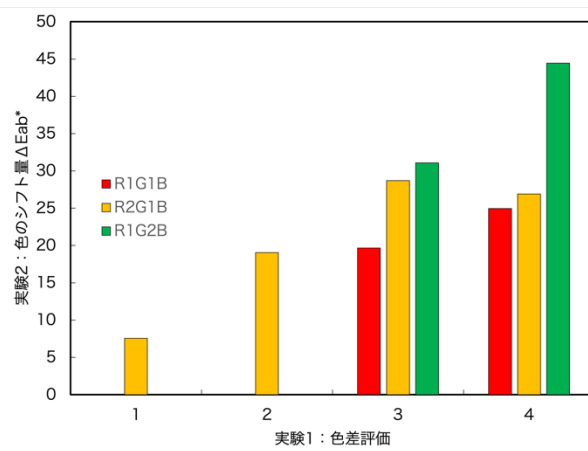


図 6 色差評価の比較

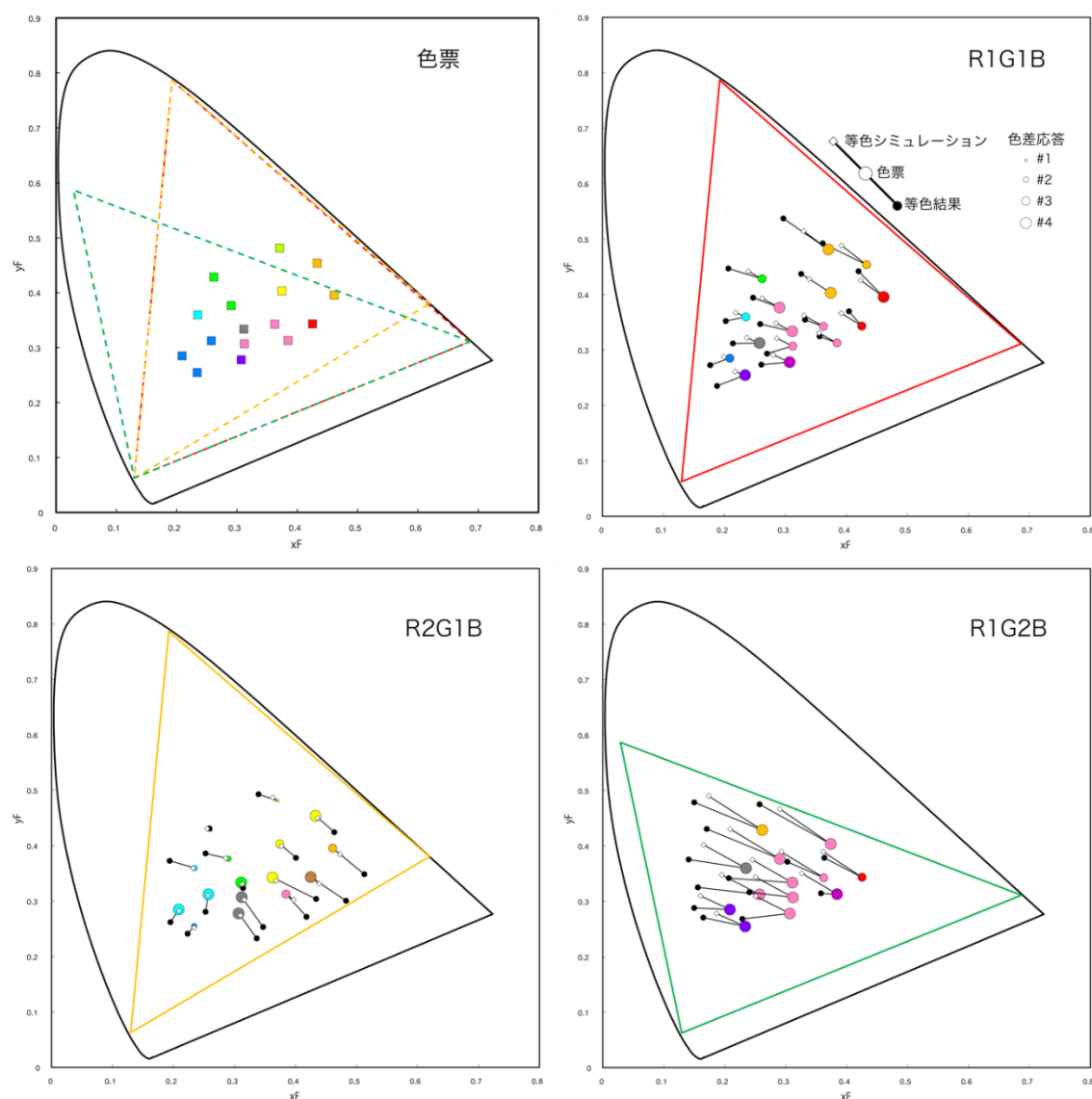


図 5 色名応答結果, 等色結果, 等色シミュレーション

次に、実験2の等色結果が、錐体基本関数の違いによって説明できるかを考察するために、2型3色覚の錐体基本関数を仮定して、等色シミュレーションを行い、等色結果との比較をおこなった。

Yaguchi ら (2018) は、2型3色覚におけるM錐体視物質の分光吸光度が、標準観測者のM錐体のそれからL錐体方向へシフトしているものとして仮定して算出し、CIE170-1 (2006)の方法に沿って錐体基本関数を導出した。ここで、錐体視物質の分光吸光度のシフトは波長ではなく、波数によって行われ、本研究ではYaguchi らと同様にシフト幅を100, 300, 500, 700 cm^{-1} の4段階とした。

そして、仮定した錐体基本関数をもつ観察者が、色票に対して等色させた混色光の三刺激値をシミュレーションし、この三刺激値と実験2の等色結果の三刺激値の色差 ΔE_{ab}^* を算出した。M錐体視物質のシフト幅と、色差の関係を図7に示す。最も色差が小さくなったシフト幅を、2型3色覚TIのM錐体視物質のシフト幅とみなした。R1G1BとR1G2Bは、シフト幅が500 cm^{-1} のとき、最も当てはまりがよく、R2G1Bのとき、700 cm^{-1} のとき、最も当てはまりが良かった。このときの、等色シミュレーション結果を図5に示す。

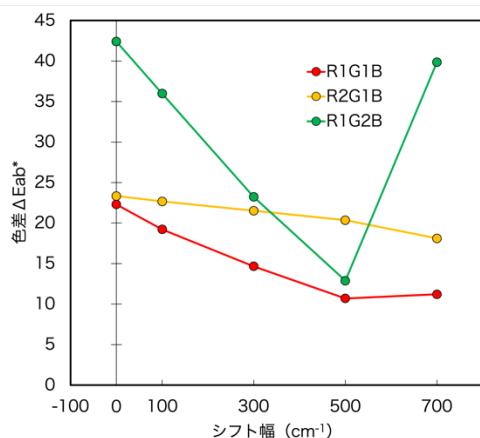


図7 M錐体視物質のピークシフト幅と等色結果と等色シミュレーションの色差

しかし、2型3色覚の等色結果が錐体視物質のピークシフトによって説明できるならば、原色セットに関わらず、最も当てはまりがよくなるシフト量は一つに定まることが考えられるが、原色セットによって異なっていた。また、M錐体視物質の分光吸光度のピークが700 cm^{-1} シフトすると、L錐体とM錐体の錐体基本関数がかなり近くなり、2色覚に近い色覚を持つことになる。しかし、2型3色覚TIはパネルD-15テストをパスしており、軽度の2型3色覚と判断できるため、700 cm^{-1} の

シフト幅は過剰であると考えられる。

さらに、R2G1Bのときのフィッティング精度は他の原色セットと比較して、色差が大きくなっており、あまり良いとは言えない。これらのことより、2型3色覚の等色結果は、錐体視物質をピークシフトするだけでは、十分に説明できないことが示唆された。

5. おわりに

本研究では、狭帯域原色を用いた色再現において、異常3色覚のオブザーバーメタメリズムの程度が原色波長によって確認するとともに、オブザーバーメタメリズムの原因が錐体視物質のシフトによるものなのかを検討することを目的とした。狭帯域原色の波長を変更することで、オブザーバーメタメリズムが増減することが確認できた一方で、Yaguchi らのモデルにより、原色セットによっては、異常3色覚の強度とオブザーバーメタメリズムによる色のシフト量が一致しなくなることが示唆された。

錐体基本関数の個人差が生じる要因として、錐体基本関数、黄斑、水晶体の光学濃度の個人差があげられる。CIE170-1ではこれらをパラメータとして錐体基本関数を求める方法を示している。今後の課題としては、このパラメータを変化させて錐体基本関数を導出し、これによって実験結果を説明できるかを検討すると同時に、等色結果から、異常3色覚の錐体基本関数を導出することを試みたい。

参考文献

- CIE. (2006). CIE 170-1:2006: Fundamental chromaticity diagram with physiological axes- Part 1
- Ramanath, R. (2009). Minimizing observer metamerism in display systems. *Color Research & Application*, 34(5), 391-398.
- Sunaga S. et al. (2018). Observer Metamerism in Wide Color Gamut Display for Anomalous Trichromats, *Proceedings of the 4th Conference of Asia Colour Association*, 236-240.
- Yaguchi H. et al. (2018). Computerized simulation of color appearance for anomalous trichromats using the multispectral image, *J. Opt. Soc. Am. A* 35, B278-B286.

謝辞

本研究は、科学研究費（基盤A：JP 21H04342）の助成を受けて実施された。

多様な色覚特性間の色コミュニケーションにおける 固有名詞を用いた色名表現の有効性

Effectiveness of color name representation using proper names in color communication among diverse color vision

中谷 圭杜	Keito Nakatani	九州大学大学院 芸術工学府	Kyushu University
井下 大樹	Taiju Inoshita	九州大学大学院 芸術工学府	Kyushu University
村谷 つかさ	Tsukasa Muraya	九州大学大学院 芸術工学研究院	Kyushu University
市原 恭代	Yasuyo Ichihara	工学院大学	Kogakuin University
須長 正治	Shoji Sunaga	九州大学大学院芸術工学研究院	Kyushu University

Keywords: 色覚異常, 色名表現, 色コミュニケーション

1. はじめに

人が見ている色の世界は、個人的かつ主観的な体験であり、多様である。異なる色覚特性を持つ人々の間では異なる色を知覚していることが知られている。一例として1型2色覚または2型2色覚の場合、赤と緑を似たような色と混同して認識することがある。そのため、これらの色覚特性を持つ人と3色覚の間では、「赤」と「緑」という色名を用いたコミュニケーション（本研究では、色の相互理解のための言語による伝達を、以下「色彩コミュニケーション」と呼ぶ）にて齟齬が生じる場合がある。そもそも、「赤」と「緑」という色名は、ある程度異なった色をもとめたカテゴリとして扱う際に用いられる色名であり、その色の範囲は広い。それに伴い、「赤」と「緑」という色名では、混同する可能性のある色範囲も広がってしまう。そこで、「赤」や「緑」という色カテゴリの代わりに、普段の生活のなかで、目にしている「トマト」や「キャベツ」というような物体の固有名詞を用い、赤や緑の中でも色範囲を限定することによって、混同する色の範囲も狭くし、これが、2色覚と3色覚との色のコミュニケーションとして有効な手段となるかもしれない。

本研究では、2色覚において基本カテゴリ(色彩語)¹⁾と物体の固有名詞を用いた色名表現による色の範囲を比較し、物体の固有名詞を用いた色名表現の有効性を検討した。

2. 方法

2.1 参加者

参加者として、1型2色覚5名、2型2色覚5名の一般人が参加した。

実験ブースを図1に示す。実験は、D65照明下の観察ブース内で行われた。観察ブースでは机上を照度約400lx、相関色温度5300Kで照らし、N6.4相当のグレーのラシヤ紙を敷き、その上に、刺激となる色票を並べた。

2.3 刺激

マンセル表色系の標準色票（日本色研事業、5cm×3cm）から選択し、使用した。刺激として用いた色票は、World Color Survey (WCS)²⁾で表される330色（ただし、標準色票の最大彩度がWCSの彩度よりも低い場合、標準色票の最大彩度の色票で代用した）および色相が5, 10かつ明度5において、彩度が2刻みの72色を加えた計402色の色票であった。



図1.実験ブース

2.4 手続き

被験者の課題は、基本色彩語の中から赤、黄、緑、茶、青、紫の6色と、それに対応する物体の色名として「トマト」、「芥子」、「キャベツ(の葉)」、「小豆」、「快晴時の空(いわゆる青空)」、「ナス」の6色の合計12色の色名に対して該当する色の色票を選択することであった。色票の選択は3段階の確信度にて、応答することとした。被験者ははじめに教示された色名に該当する可能性がある

と思われる色票(確信度レベル1), 次に, その中からより確信度が高いと思われる色票(確信度レベル2), 最後に, さらに, その中から絶対にその色名に該当すると思われる色票(確信度レベル3)を選択していった。

3. 結果

図2に色名と, 選択された色票の数を段階別に棒グラフとして示す。グラフでは被験者ごとの結果を色覚特性別に平均化したものである。また, 誤差棒は被験者間の標準誤差(+1SE)を示す。

図2から, 全体的な傾向として, 基本色彩語よりも, それに対応する物体名を色名として用いた方にて, 色票数が少なくなった。特に, 緑と「キャベツ」において, 色票数の差が顕著であった。さらに, 1型2色覚では青と「青空」, 2型2色覚では紫と「ナス」で色名による大きな差が表れた。一方で, 2型2色覚の黄と「芥子」のように, 物体名を色名として用いた方が, 色票数が多くなる場合もあった。

4. 考察

2色覚の場合, 基本色彩語よりも物体の固有名詞を用いた色名表現の方が, その色の範囲を限定的に表現できる傾向があるとわかった。このことから, 3色覚との色彩コミュニケーションにおける齟齬を避けるためには, 色名として, 物体名を用いることが有効であると示唆される。

5. おわりに

本研究では, 色名に対応した色票数から色表現の有効性を検討した。2色覚の被験者に色名に対応する色票を3段階の確信度ごとに選択してもらい, 基本色彩語と物体の色名で示される色の数を比較した。結果として, 物体名を色名として用いた方が, 色の範囲が限定的に表現されることから, 色彩コミュニケーションにおいて有効に働く可能性が高いことが示唆された。

今後は, 同様の実験を3色覚にも行い, 2色覚の結果と比較しながら色彩コミュニケーションにおける物体名を用いた色表現の有効性を検討する必要がある。また, 今回は選択した色票数により色名の示す色の範囲を比較したが, 色票の粗密度を考慮に入れた上で色の範囲を定量化し, 比較していかなければならない。さらに, 基本色彩語および物体名が位置する色度や明度, 色範囲の特徴なども2色覚と3色覚間で比較する必要がある。

参考文献

- 1) Berlin, Brent, and Paul Kay. Basic color terms: Their universality and evolution.

Univ of California Press, 1991.

- 2) Richard Cook, Paul Kay, and Terry Regier. WCS Data Archives.

<http://www.icsi.berkeley.edu/wcs/data.html>

謝辞

本研究は, 科学研究費(基盤A:JP 21H04342)の助成を受けて実施された。また, 実験実施に協力をいただいたNPO 法人カラーユニバーサルデザイン機構と実験参加者に感謝いたします。

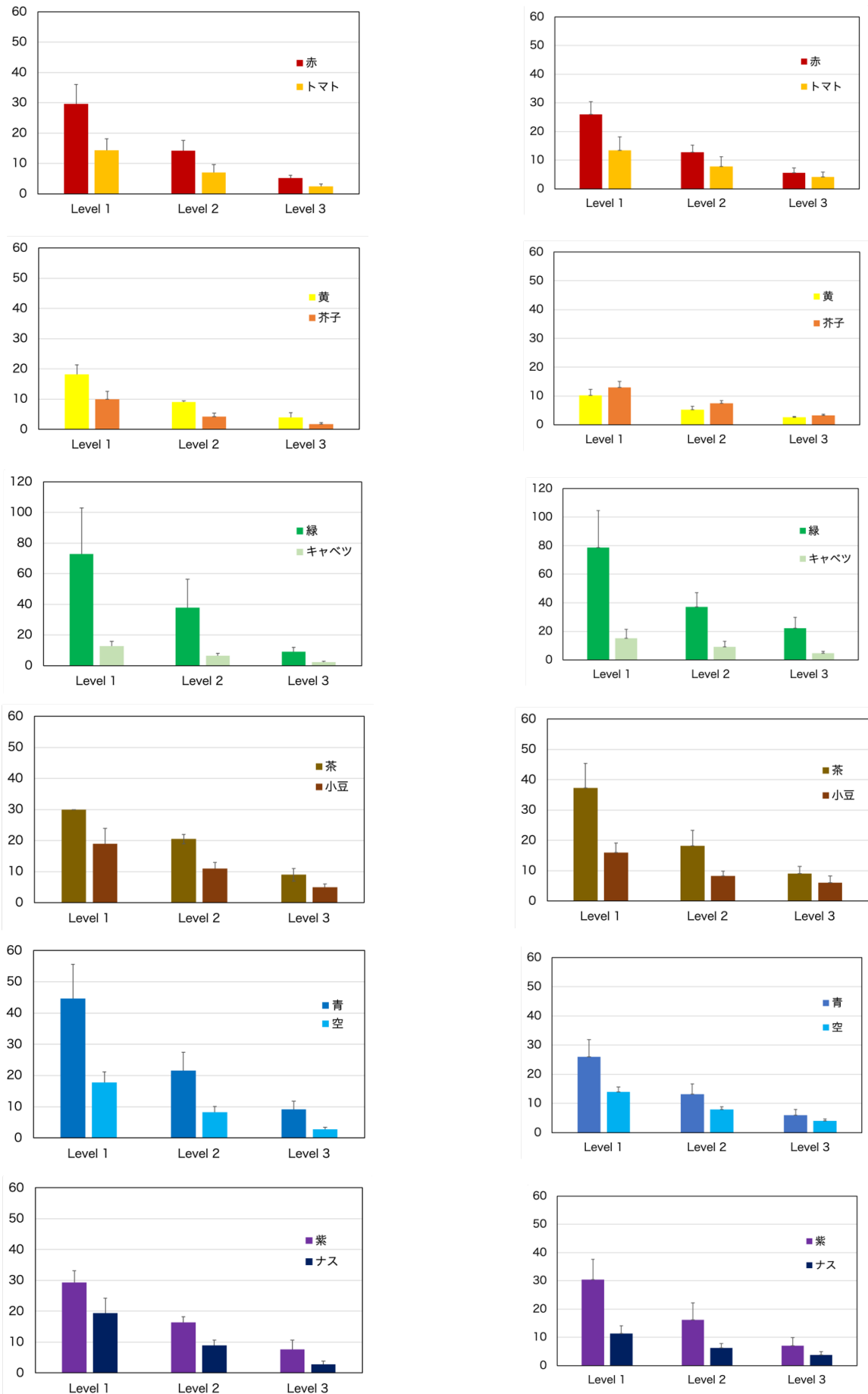


図 2. 色名, レベル別の色票数 (左: 1 型 2 色覚, 右: 2 型 2 色覚)

肌の色弁別における色覚多様性の影響

Skin Color Discrimination Influenced by Color Vision Diversity

黒澤 駿 Shun Kurosawa 千葉大学
佐藤弘美 Hiromi Y. Sato 千葉大学
溝上陽子 Yoko Mizokami 千葉大学

Chiba University
Chiba University
Chiba University

Keywords: 色覚多様性, 肌色, 色弁別

1. はじめに

顔色により, 相手の感情や体調等の様々な情報を得られることから, 顔の肌色の識別は重要と考えられる. 濱田ら¹⁾や三島ら²⁾の研究によって, 肌の色が赤みの増減方向に対し弁別能が高い可能性が示された. しかし, これらは正常色覚を対象としていたため, 色覚多様性については明らかになっていない.

本研究では, 肌の色弁別に対する色覚多様性の影響について検証する.

2. 単色画像と顔画像の色弁別実験

2.1 実験

暗室内で視距離 80 cm の位置でモニタ上に刺激を呈示した. 基準にする実験刺激は日本人女性の肌の色の平均値 ($L^*=65.6, a^*=9.0, b^*=17.8$) とした. 図 1 に示す単色画像と顔画像の基準刺激に対し, 図 2 のように, 肌の色を決定する主な色素であるメラニン増加 (M+)・減少 (M-) 方向, ヘモグロビン増加 (H+)・減少 (H-) 方向の 4 系列に 18 段階ずつ変調した刺激を作成した. 顔画像には, 先行研究と同様, 資生堂作成の平均顔を用いた^{1,2)}.



図 1 基準刺激

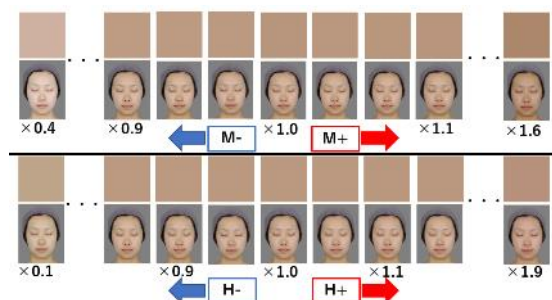


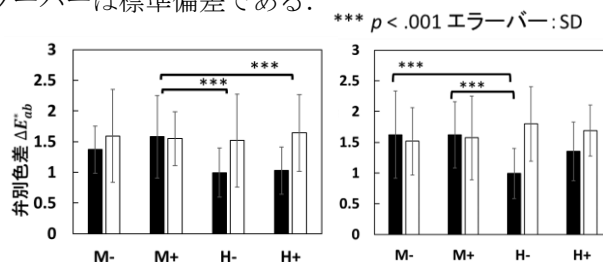
図 2 変調刺激の一部

実験では, 各 1 分間の暗順応と明順応後, 刺激を継続的に 3 回呈示した. 2 番目に呈示された基準刺激に

対し, 同じ色の刺激を 1 番目または 3 番目に呈示された変調刺激の中から選択した. 実験には階段法を用い, 7 回の折り返しのうち, 後半 5 回を平均した値を弁別閾とした. 4 系列の変調方向に対する刺激の呈示・選択を 1 セットとした. 2 型 2 色覚の被験者 2 名と, 正常色覚の 4 名に対して, 5 セットずつ行い, 弁別閾における色差の平均を弁別色差とした.

2.2 結果と考察

各画像における弁別色差を図 3 に示す. 横軸は各色変調方向, 縦軸は弁別色差である. 黒い棒は色覚正常の平均, 白い棒は 2 型 2 色覚の平均を示す. エラーバーは標準偏差である.



(a) 単色画像 (b) 顔画像
図 3 各画像における弁別色差

単色画像と顔画像において, 色覚正常では先行研究^{1,2)}と同様, メラニン増加方向に感度が低く, ヘモグロビン増減方向に感度が高い傾向が見られた. 2 型 2 色覚では, 色覚正常と比較して, ヘモグロビン増減方向に感度が低い傾向が見られた. これは, 2 型 2 色覚は赤色の変化に対する感度は落ちるものの, 識別は可能であることを示す. ただし, 肌の色素変化に伴い, 明度も変化するため, 肌の明度を弁別の手がかりとした可能性はある. また, 色覚正常の被験者に対する画像の種類と変調方向の二要因分散分析では, 画像の種類 ($p = .0141$) と変調方向 ($p = .0003$) の両方で主効果が見られた. 2 型 2 色覚では主効果および交互作用が見られず, 本実験では画像の種類による弁別能の差異は明確でなかった.

3. 明度変調画像の色弁別実験

3.1 実験

明度の影響を調べるため, 図 5 に示すように図 1

と同一の基準刺激に対し、明度 (L^*) のみを増加・減少させた画像を 18 段階ずつ作成した。同様の手順で、明度変調画像における色覚正常・色覚多様性の弁別色差を求めた。

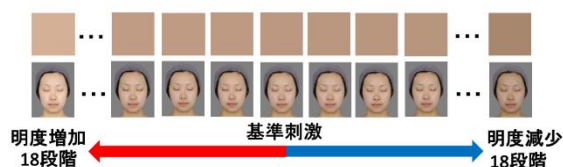


図5 明度変調画像の例

3.2 結果と考察

図6に実験結果を示す。縦軸は弁別色差、横軸は明度の変化方向を示す。黒い棒は色覚正常4名の弁別色差の平均、白い棒は2型2色覚2名の弁別色差の平均を示す。エラーバーは標準偏差である。明度変調画像の弁別実験では、色覚正常に対し、2型2色覚が高い感度を持つ傾向が見られた。

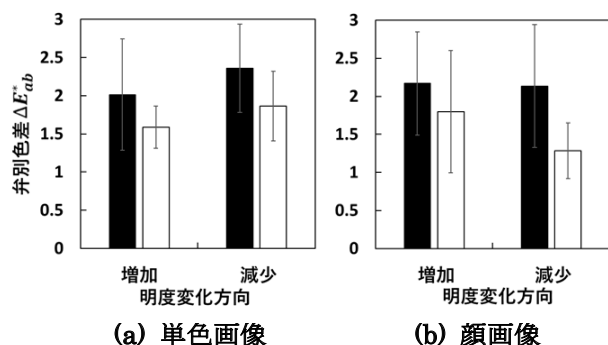


図6 明度変調画像における弁別色差

また、明度と色みを変調させた2章の実験結果より算出した弁別明度差から図6の弁別色差(弁別明度差)を引いた差分を図7に示す。縦軸は弁別明度差の差分、横軸は画像の種類と変調方向を示す。

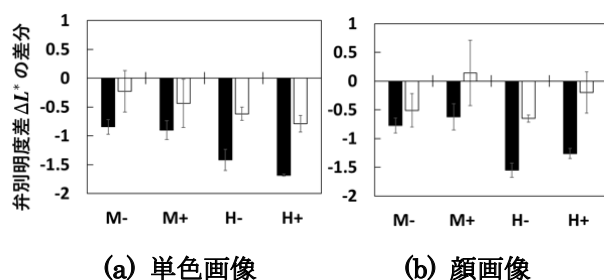


図7 弁別明度差の差分

どちらの色覚でも、明度のみ変調した場合、全体としては、色弁別実験の弁別閾における明度差よりも大きい弁別明度差となった。つまり、明るさの手がかりの寄与は小さいと考えられる。ただし、2型2色覚では、一部の变調方向で両実験の弁別明度差は近い値だった。したがって、明度と色みを手がかりに肌の色を弁別した可能性が示唆された。

4. 顔画像の印象評価実験

4.1 実験

2型2色覚の被験者は、色弁別はできていたが、顔色や印象の違いまで認識できていたかは明らかでない。そこで、顔画像について、肌の色の見えや印象を検証した。図8に示すように、メラニン増減、ヘモグロビン増減、明度増減の変調方向から2枚ずつ計12枚の変調画像を選び、5つの評価項目(好ましさ、自然さ、赤み vs. 黄み、明るさ、健康さ)について、SD法を用いて7段階で評価した。

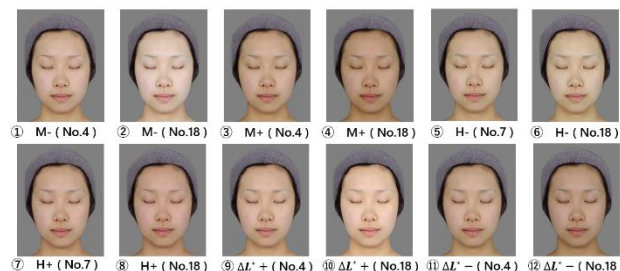


図8 評価刺激

4.2 結果と考察

肌の明るさ評価の一要因分散分析の結果、有意差が見られたのは刺激⑥ ($p = .0290$) のみで、色覚タイプ間における明るさの印象の差異は小さかった。

また、赤みの評価項目については、刺激① ($p = .0290$), 刺激③ ($p = .0186$), 刺激④ ($p = .0194$), 刺激⑦ ($p = .0097$) において有意差が見られた。刺激⑦においては、色覚正常では赤みを高く評価し、2型2色覚では赤みが評価されない結果となった。これは、刺激⑦が赤みの変化が小さい刺激であることが理由だと考えられる。

5. まとめ

2型2色覚では、色覚正常に比べてヘモグロビン増減方向に感度が低い傾向が見られた。また、肌の色を弁別する場合、変調方向によって明度と色みの手がかりの寄与が異なる可能性が示唆された。印象評価実験では、肌の明るさの評価の差異は小さく、赤みの評価では差異が生じる傾向が見られた。

謝辞

本研究はJSPS科研費JP21H0580の助成を受けた。

参考文献

- 濱田一輝, 溝上陽子, 矢口博久: 肌画像と単色刺激における肌の色弁別特性. 日本色彩学会誌, 41-3, (2017) 48-49
- 三島成美, 溝上陽子: 顔画像における肌の色素成分を考慮した肌の色弁別特性. 日本色彩学会誌, 44-6, (2020) 63-64

創造産業における創作活動と「色覚異常」であること：

アーティストやデザイナーへのインタビュー調査

Creative Activity as a Creator with Color Deficiency : Interview with the Artists and the Designers

村谷つかさ Tsukasa Muraya 筑紫女学園大学 Chikushi Jogakuen University
谷口由乃佳 Yunoka Taniguchi 九州大学芸術工学部 School of Design, Kyushu University
市原 恭代 Yasuyo Ichihara 工学院大学 Kogakuin University
須長 正治 Shoji Sunaga 九州大学大学院芸術工学研究院 Faculty of Design, Kyushu University

Keywords: 色覚多様性, 色覚異常, 社会包摂, ソーシャルデザイン, 美術教育.

1. はじめに

「色覚異常」とは、色覚という色を認知する感覚が、多数派の人とは異なる領域を持つ場合に診断される医学用語である。かつては色盲・色弱と呼ばれ、一般的には正常な色の認知が難しい人という印象を持たれてきた。故に、日本の社会においては、そうした異常な色覚を持つ「色覚異常」の人が商業デザイナーや芸術家といった色表現を要する職業に就くことは、不向きであると認識されてきた¹⁾。近年は基準の緩和がみられるが、芸術・デザイン系の大学では募集の段階で、「色覚異常」の生徒を排除する状況も多々あった²⁾。また、「色覚異常」の児童生徒自身も授業で受けた色表現に関する負の経験から、アートに関心を失いやすいという報告もある³⁾。しかしながら、現在、創造産業で活躍する「色覚異常」の表現者は存在する。多数派の色覚を基準に成り立つ社会において、「色覚異常」である表現者は、どのように自身の色覚を捉え、色を用いた表現を行っているのか。この点に関して、十分な研究は行われていない。

本研究では、商業デザイナーやアーティストが自身の色覚特性に対して持つ意識と、制作において用いる戦略を明らかにする。それにより、創造産業において多様な色覚特性が包摂され得る根拠を示し、包摂によって実現し得る社会の姿についてビジョンを示すことを目的とする。

尚、使用する用語について、かつて色盲や色弱と呼ばれた色覚の特性に対し、現在日本の公文書における表記は、主に色覚異常という用語に変更されている。当事者団体等の主張のように、「異常」とつく用語への違和感は拭えないが、本研究では、

便宜的な措置として「」を付けた「色覚異常」という表現を用いる。また、「色覚特性」は色覚の特性を示す用語、「色覚多様性」は多様な色覚特性の存在を表す用語として用い、「色覚異常」の代替語としては用いていない。

2. 方法

本研究では、創造産業に携わる 11 名の表現者（デザイナー5名、アーティスト6名）を対象にインタビュー調査を実施し、質的分析を行った。対象者は、便宜的サンプリングとカラーユニバーサルデザイン機構の紹介によりリクルートを行った。表現者 A-K の基本情報について、概略を表 1 に示す。主に顧客の要望を受けて制作を行う表

表 1 芸術家・商業デザイナー基本情報（概略）

no.	生年	色覚特性/ 診断時期	主な表現形態	活動概要(出身大学, 主な彩色方法, 受賞 歴)
A	2001	2 型 2 色覚/ 中学生	メディアデザイン系 学生(VI)	デザイン系学科在籍, PC 使用
B	1987	赤緑判別困難/ 小学 4 年生	映像作家(実写, アニメーション)	芸術大学出身, PC 使用
C	1974	1 型 2 色覚/ 就学前	デザイナー(CI), コ ピーライター	芸術大学出身, PC 使用
D	1958	1 型 2 色覚/小学 生	デザイナー (PD)	芸術大学出身, 水彩・アクリル絵具
E	1953	1 型 3 色覚/ 小学 1 年生	デザイナー (CI, VI)	建築学科出身, PC 使用, 受賞歴有
F	1998	1 型 2 色覚/ 大学生	会社員, フラット制 作	芸術系学科出身, 水彩絵具, PC 使用
G	1991	2 型 2 色覚/ 小学 4 年生	アーティスト(絵画)	芸術大学出身, 油絵具, 受賞歴有
H	1988	赤緑判別困難/ 高校生	アーティスト(現代ア ート)	芸術大学出身, PC 使用, 受賞歴有
I	1986	2 型 2 色覚 or 2 型 3 色覚/高校生	アーティスト(絵 画), UX デザイン	芸術大学出身, 油絵具
J	1968	赤緑色弱/小学 生, 受験時診断	アーティスト(絵画)	芸術大学出身, 日本画, 受賞歴有
K	1954	2 型 2 色覚/小学 生	アーティスト(絵画)	専門学校出身, 水彩 絵具等, 受賞歴有

VI: ビジュアルデザイン, PD: プロダクトデザイン, CI: 企業広告・ロゴ等デザイン

現者をデザイナー (A-E), 主に自己表現として制作を行う表現者をアーティスト (F-J) と大別したが, 多くが双方に携わるため厳密ではない。

表現者らへは, 事前に趣旨等の説明を紙面と口頭で行い, 調査協力に対する同意を得た。質問は, 「彩色方法」「制作における色の重要度, 選び方」「制作における色覚特性の有利/不利」「色覚特性の公表と作品評価に対する考え方」「マスメディアによる取り上げ方」などを共通項目とした半構造化インタビューを行った。調査期間は, 2022年10月27日から2023年2月7日迄であった。

3. 結果

調査の結果を次より示す。() 内には, 該当する表現者 A-K を記す。

(1) 彩色方法

表現者らが用いる彩色方法についての回答を分析し, パーソナルコンピュータ (PC) 用の画像ソフトウェアや色測定機器等を用いてディスプレイ上で彩色するデジタル式の方法と, 水彩, 油彩, 顔料といった画材を用いて行うアナログ式の方法とに大別して表2にまとめた。デジタル式の方法は, デザイン業務を行う表現者に多く用いられていた (A, B, C, E, F)。また, アート作品を制作する表現者には, デジタル式 (A, B, E, F) とアナログ式 (D, F, G, I, J, K) を用いる場合があった。職業画家である G, J, K は, いずれもアナログ式を用い, 自身の色彩感覚と乖離したデジタル式による彩色を意図的に避けていた。

デザイン業務において主な顧客は3色覚者であり, 要望に沿った制作をする際には3色覚者の色の見えや, 色の組み合わせに対する印象を用いた表現が求められる。そのため, デザイナーは, 自身が認識し難い色名の色を, 制作に用いる必要が生じる。よって, 色を色度図上の数値で把握し, 顧客との間で色に関するコミュニケーションに齟齬を生まないための技能を身につけていた。それにより, デザイン業務に従事する全ての表現者らは, 業務上で色に関する支障は無いと回答した。

表2 彩色方法

no.	項目	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
i	デジタル式 (PC 用ソフト, 色測定機器 等)	●	●	●		●	●			○	●	
ii	アナログ式 (水彩, 油彩, アクリル, 顔料 等)				●		○	○	○	○	○	○

●: デザイン業務の際に該当, ○: アートの際に該当, ◎: 両方

(2) 制作における色の重要度と色の選び方

制作する際, 表現者らが色による表現を重視するか否かについて得た回答を分析し, 3つの項目に分けて表3にまとめた。彩色にデジタル式を用いる表現者らは, 制作における色の重要度について, 総じて「低い」や「あまり高くない」と回答した。3色覚者である顧客の色の見えに合わせた制作をするうえで, 数値化して把握した色を, ある種記号を必要な箇所に当てはめるような感覚を持って色を選択し, 彩色していた。

一方で, 職業画家である G, J, K はいずれも制作における色の重要度を「高い」と回答し, 自身の作品を構成する重要な要素であると捉えていた。3名の表現者全てが, 自身の心や感覚とつながらない記号としての色を使用することは無いと断言していた。例えば, G は, 3色覚者の色の見えで構成された社会において, 極力その影響を避けるため絵の具の色名を見えないようにして色を選ぶといった試みを行っていた。デジタル式を用いる表現者らも, デザイン業務としてではなく, 自身の表現として制作を行う際には, 3色覚の色の見えに囚われず自分の好きなようにじっくりくる色で描く (A, B, D, E, F, I) と回答しており, デザインとアート制作では考え方を切り替えていることがわかった。デジタル式で彩色できるようになることで, 自分も色を使って良いのだと思えるようになり, 今は色を用いて表現することが楽しくて仕方ないという心の変化について, E は語っていた。

表3 作品制作における色の重要度

no.	項目	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
i	低い (単に数値や記号として把握)			✓							✓	
ii	あまり高くない	✓		✓	✓		✓					
iii	高い (作品の構成に重要な要素)								✓		✓	✓

(3) 制作における色覚特性の有利不利

自身が持つ色覚の特性が制作において, 有利/不利に働くことに対する意識を, 表現者らにたずねた回答を分析した。結果, 有利に働くこととして, 表現に関することについては「自分だから出せる色合いがある」(A, J), 「明度のコントラストの把握, デッサンが得意」(A, B, E, H, I), 「多様な色覚の人にとって見やすい色を用いることができる」(A, I), 「色に惑わされずに描ける」(H) といった意見があった。社会的な面に関しては「少数派色覚の当事者だからこそ多様性に関して実感を伴った活動を行うことができる」(E) と

いう意見があった。また、周囲の人から少数派の色覚がアーティストとして強みになるという認識を持たれることもあるが、実際には大変なことも多くあるため、軽々に強みと言われることに対し同意し難い思いがあることも語られた (G)。

不利に働くこととして、表現に関することについては、「美術の授業などで負の経験をする」(D, E, G)、「色を間違えるという刷り込みや恐怖がある」(D, H)、「色がわからないことで絵画の見方や作り方が限られる」(H) などという意見があった。社会的な面に関しては「顧客から創作能力に疑問を持たれる危惧がある」(B, C)、「デザイナーになることが難しい・なれなかった」(E, G, H, J)、「色の認識に関しコンプレックスを抱え続けている」(K) などという意見があった。

自身の色覚特性を活かした色表現につなげられることに対する意見がある一方で、学齢期に受けた「色間違い」の指摘により、色を用いることに対する恐れや感情が、プロフェッショナルとなった後も続いた表現者が多くいることがわかった。「色覚異常」であることが、デザイナーとして顧客からの信用が得られない危惧を持つこともわかった。

(4) 色覚特性の公表と作品評価

商業デザイナーやアーティストとして活動するにあたり、自身の色覚特性を公表しているか否かについては、全員が隠してはいないという回答であった。しかし、仕事の受注や作品評価を受ける際に、不利に働いたりメリットがなかったりすることから、積極的に公表はしていないという意見があった (B, C, H, I)。また、自身の色覚を公表している表現者らの意見として、「色覚異常」である子どもたちに将来自身も表現者になり得る可能性を感じてもらいたいという思いが語られた (E, J, K)。表現者 G は、唯一、自身の色覚特性を話題にせず作品を語ってほしくないと回答した。これは、G が自身の創作のコンセプトとして、色の見えの違いを強く意識した制作を行なっていることが関係していた。G は、自身の色見えによって作品を描き提示することで、鑑賞者に対し、生活の中で見ている色は本当に自身で感じた色なのか、一般的に慣習として自身で感じることなく色を判断しているのではないかと問いかけることを意図していた。

(5) 「色覚異常」に対するマスメディアの扱い

「色覚異常」の表現者らに関し、「色覚異常」であることに焦点を当てた報道をマスメディアが行うことに対する回答を分析した。結果、「色覚特性よりも作品の質が注目されるべき」(A, C)、「色

覚特性が前に出ることによって作品の質が低く見られることに危惧がある」(F, H, I) や、「『色覚異常』なのにクリエイターであることがすごいという扱い方には違和感がある」(C, D, J) といった意見があった。また、「今は色覚の多様性について社会に知られる過渡期なので有り得ること」(E)、「色覚の多様性が世界的に広まり、定着するためには問題ない」(A, E) とする意見もあった。多少誤解されたり色覚の特性を特別扱いされたりする危惧があるとしても、「メリット/デメリットを比較しメリットが多い方を取りたい」(G) という意見もあった。

4. 考察

商業デザイナーやアーティストが自身の色覚特性に対して持つ意識と、制作において用いる戦略を捉える。それにより、創造産業において多様な色覚特性が包摂され得る根拠や、包摂によって実現し得る社会の姿に対するビジョンについての考察を行う。

(1) 色覚特性に対する意識と色表現に用いる戦略

表現者らは、顧客の要望に応えるデザイン業務において多数派の色覚に合わせた色表現が必要な場合、識別しにくい色については画像関連のソフトウェアの機能を活用した着色や、周囲の3色覚者に色の確認をしてもらうといった戦略を用いていた。これは色を数値として理解し、制作物を構成する一要素として記号のように扱い使用する方法である。デジタル機器の活用により、3色覚者との色のすり合わせが可能となっており、色識別の仕方の違いによるミスコミュニケーションを避け、要望に沿った制作につなげることができるメリットがある。

デジタル機器の使用によって、それまで確かめようがなかった色の正誤(3色覚者と自身の色覚の間にある齟齬)を数値として確認することで、色を使った表現への恐れが解消され、自身の色表現に対する自信がついたという意見も複数の表現者から聞かれた。これは単に3色覚者との色認知の齟齬を解消するという意味だけでなく、「色間違い」をするということを刷り込まれた状態に対し、使った色について間違いを指摘されるかもしれないと恐れる気持ちの払拭にも作用したと考える。自身が使いたい色を使い、その色表現も含めて作品が評価された経験を持つ表現者ほど、その傾向が見られた。

一方で、職業画家である G, J, K は、アナログ式の彩色を行うことにこだわりを持っており、3

色覚者の色の見えとの整合性よりも、自身の心とつながった色表現であることを重視していた。この傾向は、デジタル式による彩色を主に行うデザイナーが、顧客相手ではなく自身の表現により作品を制作する際にも見られた。ディスプレイ上であっても、3色覚者の色の見えを意識するのではなく、好きなように色を使うことを楽しみながら制作しており、デザイン業務における制作とは異なる戦略を用いた制作を行っていた。Gのように、多数派色覚の色の見えの影響を極力排除し、自身の色の世界による表現を確立しようと試みる若い世代のアーティストも出てきている。表現者らは、3色覚の色の見えを基準に成り立つ社会において、自分の色の世界に基づいて調和の取れた色表現を行う試みを通し、自身の色覚特性に対して、「異常な色覚」という社会によって負わされた業のようなものから、脱却するための技と心を獲得してきたと考える。

(2) 創造産業における多様な色覚特性の包摂

表現者らは、デザイン業務においてデジタル式で彩色する方法を用い、3色覚者である顧客の要望に応えるだけの技能を身につけていた。デザイン業務に従事する全ての表現者が、デザイナーとして仕事をすることは可能と回答している。アート表現においても、3色覚の色の見えによる表現との間で葛藤する時期を経て、自身の色の世界に基づいた表現を行うことに大きな喜びを感じていることは興味深い。世代の若い表現者ほど自身の色覚に対する負の意識は薄く、年長の表現者ほど社会における少数派色覚に対する無理解などの影響を強く受けている傾向が見られた。多数の受賞歴を持ちながらも「色間違い」や色の認識に対するコンプレックスを潜在的に持ち続けている場合もある。近年、多様性と包摂に関する意識は社会の中で高まりを見せており、人の色覚とはそもそも多様なものであるという色覚多様性の概念も示された⁴⁾。学齢期に図画工作や美術の授業においても、児童生徒がそれぞれ自分の色の世界に基づいた表現を楽しみ、深めていく喜びを経験できる環境が必要であると考えられる。

また、職業画家であるG, J, Kが、自身の心とつながらない色表現を避けるように、全ての表現者らはアート作品を制作する際には、自身の色の世界を基盤とした色表現を行う。アートは自由だからという考えがそこにはある。では、デザインはどうなのか。「色覚異常」である人が、デジタル機器を駆使してデザイナーとして働くことができるようになった社会の姿は、少数派が多数派の感覚や価値観に合わせた色表現を行うための手

立てを獲得した状況といえる。現在の社会は、3色覚の色の見えが基準となっている。しかし、色覚多様性の概念が社会通念として一般化した際には、色に関する様々な常識も現在とは異なる状況になるであろう。そうした中で、色覚に多様な特性を持つデザイナーが、修練により必要な技能を獲得しながら、自身の持つ色の世界の魅力を活かし活躍できる社会の姿をビジョンとして描くことができる。アート表現において、自身の色の世界を体系化することを試みるGのような、若い世代のデザイナーが活躍する素地を育むため、色覚多様性の概念を基盤とした社会通念を形成するための具体的な仕組みの開発をすることは、今後の課題であると考えられる。

5. おわりに

本研究では、創造産業に携わる11名の表現者(デザイナー5名、アーティスト6名)を対象にインタビュー調査を実施し、質的分析を行った。それにより、創造産業に従事するアーティストや商業デザイナーが自身の色覚特性に対して持つ意識と、制作において用いる戦略を明らかにした。そして、創造産業において色覚に多様な特性を持つ人が包摂された社会をつくることに向け、ビジョンを示した。今後、色覚多様性の概念を基盤とした社会通念を形成するための具体的な仕組みの開発が課題であると考えられる。

参考文献

- 1) (公社)日本眼科医会. 「色覚検査のすすめ!」. https://www.gankaikai.or.jp/colorvision/20151005_poster.pdf (参照2023-02-19).
- 2) 川端裕人. 「色のふしぎ」と不思議な社会: 2020年代の「色覚」原論. 筑摩書房. 2020.
- 3) 辻清佳ら. 色覚異常を持つ人のアートへの関心度調査. 日本色彩学会誌, 44(3+), 2020, pp. 207-210.
- 4) 日本遺伝学会. 「遺伝学用語改訂について」. https://gsj3.org/wordpress_v2/wp-content/themes/gsj3/assets/docs/pdf/revisionterm_20170911.pdf (参照 2023-02-19)

謝辞

本研究は、JSPS 科研費課題番号 JP21H04342 (基盤 A) の助成を受けて行われた。本研究に協力いただいたアーティスト、デザイナー諸氏、カラーユニバーサルデザイン機構に感謝する。

現代日本に伝わる精進料理の美的特徴—SDGs の視点から—

Aesthetic Characteristics of the Buddhist Cuisine *Shojin Ryori* Served in Contemporary Japan: From the Viewpoint of SDGs

吉村 耕治 Kohji Yoshimura

関西外国語大学
短期大学部名誉教授Kansai Gaidai University,
Emeritus Professor

山田 有子 Yuko Yamada

色彩講師・挿絵画家

Color Instructor, Illustrator

Keywords: 精進料理, 五味・五色・五法, 精神修養, おもてなし料理, 見立て・もどき.

1. はじめに—五味・五色・五法という基本

精進料理は今日でも、「生のまま・煮る・焼く・揚げる・蒸す」という五つの調理法を用い、「赤・黄・白・緑・黒」の五色を使った献立にすることを目標にしている。味付けには、「甘い・酸っぱい・辛い・塩辛い・苦い」という五味（ごみ）を用い、素材の持ち味を活かすために薄味にする「淡味（たんみ）」を加えた六味を基本とする。薄味にして素材の味を活かすところに、「自然のまま・あるがまま・さり気なさ」という日本の美意識が反映している¹⁾。調味料には砂糖・しょうゆ・塩・酢・からの他に、味噌や酒も用いる。「精進」とは仏教用語で、「美食や肉食を避け、粗食や菜食によって精神修養（身の清め）をすること」を意味する²⁾。

精進料理は、元々は仏教の戒律を守る修行僧の食事であり、殺生を避け、動物性の食材を用いず、野菜類や穀類などの植物性の食材のみで作った料理を意味する。僧院を中心に発達した僧侶の料理で、生命のあるものを害さない「不殺生戒」の実践に基づいている。バター・チーズ・牛乳などの乳製品も使わないのが基本とされていたが、現在では香り付けにバターを落とすこともある。さらに、お盆のお供え物として用意する家庭もあり、日本の伝統食としての特徴を守りながらも、「菜食のみの健康食（魂の食：soul food）」として注目され、より現代的に進化させた野菜中心料理として活用されている。現代日本の精進料理においては、日本の伝統的な美意識も反映されている。そこで、SDGs の視点から現代日本で活用されている精進料理の美的特徴について考察したい。

2. 精進の意味—八正道や六波羅蜜の一つ

精進は、サンスクリット語、*vīrya* の漢訳で、悪行（あくぎょう）を制し、善行（ぜんこう）を修める

ことを意味する³⁾。仏教における修行の基本となる八種の実践徳目の「八正道（はっしょうどう）」の一徳目とされている⁴⁾。八正道とは、正見（しょうけん：無常を認める心を持って正しく見ること）、正思惟（しょうしゆい：正しく考え判断することで、人や生き物、自然を害することなく、命を守ること；自分の思い通りにならないからと言って、怒りを持たないこと；貪欲でないこと）、正語（しょうご：人を幸福にし、人のためになる正しい言葉遣いをする事；嘘や悪口、お世辞を言わないこと）、正業（しょうぎょう：殺生や窃盗をしないで正しい行いをする事）、正命（しょうみょう：人間の命に貢献できる仕事をする事；正当ななりわいで生活すること）、正精進（しょうしやうじん：誠心誠意努力し続けること；未来に不善が生じないよう、いまだ生じていない善が生じるよう、怠らず努力を重ねること）、正念（しょうねん：自分の好き嫌いや価値観を入れずに物事を見ること；物事の本質をあるがままに心にとどめ、常に真実・真理を求める心を忘れないこと）、正定（しょうじょう：精神を統一し心を安定させるために瞑想すること；正しい集中力を完成すること）を意味する。これらの八正道はすべて、お互いに密接に作用し合っていることが分かる。「精進」も、八正道の他の徳目と表裏一体のように密接に関連している。

さらに、精進は、菩薩が涅槃（ねはん：仏の悟りの境地）に至るために修める六種の修行徳目を示す「六波羅蜜」の一徳目にも入っている。六波羅蜜の徳目とは、布施（見返りを求めないで、困っている人に施す親切；財施・真理を教える法施・安心を与える無畏施の三種）・持戒（自分自身で良い習慣である戒めを持つこと；言行一致）・忍辱（んにく：苦難に耐え忍ぶこと；腹の立つことがあっても耐え忍ぶ忍耐）・精進（誠心誠意努力し続けること；たゆまず努力し実践すること）・禪定（ぜんじやう：瞑想により精神統一し、心を安定させて自身を見つめていくこと；反省）・智慧（だいなる命の働きに目覚める修行；因果応報の運命の法則を

信じて、悪いことをやめて善いことをする修養；物事をありのままに把握し、真理を見極める認識力)を意味する。これら六種の徳目の完成態が「波羅蜜」と呼ばれている。

精進は、文字通りに解釈すると、精を出して進むこと、「物事に精魂込めてひたすら専一に道を進むこと」(西川 1997: 3)を意味する。そして、精進料理は、「もともと禅寺の修行僧が食べる簡素な一汁一菜の食事」(*op. cit.*, 1)で、手間を惜しまずに心を込めて作る料理を意味する。

3. 精進料理の意味—食材を生かす「禅の心」

精進料理とは、肉や魚、卵などの動物性の食材を使わず、季節に合った旬の野菜を中心に、山菜、根菜、穀物、豆類、豆腐類、海藻などの海産物、果実、種子、高野豆腐やカンピョウなどの乾物など、植物性の食材だけを使った菜食料理を意味する。寺院内で修行する上で、「肉体を保持するための食餌(しょくじ)」(藤井 1993: 188)と考えられ、満腹になるほど食べるのではなく、修行の妨げにならない程度に飢えをしのぎ、今日なすべきことを行うための食事を意味する(cf. ティー・イー・エヌ 2000: 62)。修行の妨げになるため、ニンニク・ニラ・ネギなどの臭みのある刺激物野菜は除かれるが、日本古来のベジタリアン・フードで、自然との一体感が大切にされている(cf. 西井 1992: 2)。

現在では、アボカドや、キウイ、グリーンアスパラガス、チンゲンサイなどの新しい素材も利用されている(cf. 藤井 1992: 26)。

精進料理は、素朴な料理で、手近にある旬の食材を使って、丁寧に無駄のないよう、その持ち味を生かすことを大切にしている。料理の彩りや味付けだけでなく、木の芽や、青ジソなどをあしらって、花を活けるように季節の香りも料理に生かしている。夏には涼しく、冬には暖かくなるよう、春夏秋冬の季節感を大切にしており、食べていただく人は、老若男女、十人十色、人それぞれに嗜好も異なるために、その人を思いやる親切心も大切にしている。現代では、婚礼・葬儀、幸・不幸など、その場に相応しい料理になるよう工夫されている。つまり、究極のおもてなし料理に進化している。

精進料理には、素材すべてに命があり、通常ならば使われない野菜の切れ端や皮、葉も無駄にしないよう、工夫されている。塩もみして即

席潰けに、かき揚げに、細かく刻んで湯葉や薄揚げ巻いて煮たり揚げたりされている(cf. 藤岡 2003: 8-9)。細かく切った野菜や昆布などを、豆腐や山芋といっしょに練って油で揚げると、「ガンモドキ(雁擬き)」ができる。この食品名は、味が雁の肉に似ていることに由来しており、「飛竜頭(ひりょうず)」や「ガンモ」とも呼ばれる。

4. 「見立て・もどき」という一種の遊び心

ジャガイモをすりおろし、焼き海苔に塗って揚げた料理は、「蒲焼きもどき」と呼ばれている。このような「もどき」や「見立て」が精進料理に見られる。これは、一種の日本の美意識でもある。高野山の「精進蒲焼き」では、焼き海苔、レンコン、山芋、水飴などが用いられ、「うなぎの蒲焼き擬き」という料理名では、木綿豆腐、大和いも、海苔、シシトウガラシ、ハジカミショウなどが用いられている(cf. 日本の食を考える会 2009: 28, 116-117)。

カレーでは、肉の代用として梅干し大のコンニャクが用いられる(cf. 藤井 1996: 98-99)。

おナスのおでん料理では、ナスの瑠璃色が美しく、これを縦に二つに分けると琵琶を連想させる。油で揚げた琵琶の形をした縦二つ割りのおナスの切り口に、白味噌にお酒と砂糖を入れて練った練り味噌を薄く塗り、振り袖をかけ、お皿に盛ると、おナスのおでんができる。

その他にも、木綿豆腐と大和イモを利用した「焼きチクワ擬き」や、長芋を使った「カマボコ擬き」(cf. 日本の食を考える会 2009: 118-119)も見られる。さらに、焼き麩(ふ)の一つである車麩(くるまぶ)を用いた「ひとロカツ」も作られている(cf. 藤井 1996: 132-133)。麩は、小麦粉から得られるタンパク質(グルテン)が主成分の食品であるため、「脂もなく、上等のカツになる」(*op. cit.*, 134)と言われている。

5. 「けんちん汁」など汁物の特色

具がたくさん入ったご馳走である「けんちん汁」には、残り物の野菜が利用されており、エコロジー料理になっている。手元にある野菜が利用されており、むいた野菜の皮や、他の料理で出た野菜の切れ端も細かく刻んで加えられることによって、豊かなうまみが出ていると同時に、野菜の命が余さずに活かしきられている。

けんちん汁は、漢字で表記すると「建長汁」

と「巻織汁」とがある。これらの表記はけんちん汁が、鎌倉市の建長寺で発祥した精進・郷土料理で、「建長寺汁」が訛って「けんちん汁」になっていることや、中国の精進料理である普茶料理の一種、巻織(けんちゃん)に由来していることを表している。鎌倉時代に建長寺が開創され、中国から禅宗が伝えられたときの鎌倉禅の食事が、現代日本人の味覚の原点とする考えもある(cf. 日本の食を考える会 2009: 55-59)。

このように精進料理は、すべての素材を活かしきり、生ゴミがほとんど出ない料理になっており、これが、精進料理の原点になっている。

同じ精進料理名でも、京都と鎌倉では料理法も味も異なっている場合がある。鎌倉のけんちん汁は、具が「一口大のやや大ぶりの乱切り」であるのに対し、京都では「千切り・細切り」である(cf. 藤井 1996: 90)。精進料理にも気候・風土の影響が見られる(cf. 藤井宗哲・藤井まり 2017: 105)。

6. 季節感を大切にした旬の料理

正月七日に春の七草(セリ・ナズナ・ゴギョウ・ハコベラ・ホトケノザ・カブ・ダイコン)を入れて炊く「七草粥」を食べると、邪気を払い、万病を除くという言い伝えが日本に伝わっている。また、新年12日から31日の朝に、小豆粥(あずきがゆ)に餅を入れて食べる風習が禅寺などで開催されている(cf. 西川 1997: 9)。

夏野菜には体を冷やす、冬野菜には体を温める効果があるようで、旬の時期に野菜をいただくことは、自然の摂理に合っていると考えられている(cf. 藤井 1996: 17-25)。そして、季節感を表す四季折々の旬の食材を味わうことは、「自然の営みや恵みに感謝し、自然とひとつになること」(枅野 2016: 29)を表すと指摘されている。

一月には「里芋の甲州煮」や「レンコンのいとこ煮」、二月には「柚子テンプラ」、三月には「ウドの紀州あえ」、四月には「ツクシの佃煮」や「ワラビご飯」、五月には「空豆ご飯」や「蒨の葉のクルマあえ」、六月には「大根の桜漬け」や「新茶のかき揚げ」、七月には「シャッキリ漬け」や「シソの実ご飯」、八月には「ナスの塩漬け」や「炒めキュウリ」、九月には「イチジクの蒸し田楽」、十月には「ゆかりむすび」や「山菜おこわのおむすび」、十一月には「食用菊の姿揚げ」、十二月には「カボチャの油煮」や「干し柿

の白和え」などの精進料理が作られている(cf. 藤井 2004: 11-280)。

7. お粥が修行僧の食事の基本

禅の修行僧の食事では、朝は「お粥、沢庵、梅干し」、昼は「麦飯、味噌汁、沢庵」、夜は「おじや、沢庵」で、僧堂の食事は、基本として麦めし、味噌汁、漬け物と一汁一菜と言われる(cf. 藤井 1996: 98, 細川 1997: 4)。

修行僧の食器は、五つ重ねの黒塗りのお椀になっており、持鉢(じはつ: 各自が僧堂に持参するところから)とか応量器(おうりょうき: 本人の食べられる分量に応じて供給してもらうところから)と呼ばれる。最も下にある大椀に、ごはん、次に汁、煮物、揚げ物、和え物と使い分ける慣わしになっている(cf. 藤井 1996: 99)。

なお、「おもてなし」の心とは、「一期一会」の精神で、「相手のことを『思う』こと」(枅野 2016: 64)と言及されている。

8. おわりに—精進料理は究極のスローフード

精進料理も進化している。五味に淡味を加えた六味に、春の味としての山菜の持つ独特の「えぐ味」(cf. 藤井宗哲・藤井まり 2017: 105)や、栄養があつて味のいいことを表す「滋味」や「うま味」も考慮されている(cf. 阿倍 1998: 78)。五色に加えて、「やすらぎ」を与えてくれる「ほうじ茶」のような「茶色」も意識され、調理法については、五法に加えて「炒める」も重視されている⁵⁾。

旬の本物の素材を使い、惜しみなく手間暇をかけ、素材本来の風味、「素材の持つ味わい・香り・食感・色合いを生かすこと」(西井 1992: 9)、特に「素材の色を生かすこと」が大切にされている。どんな料理でも決め手は「出汁(だし)の良し悪し」と言われ、椎茸や昆布、白菜、ニンジンなど、いろいろな野菜を前の晩から水に浸けておいて出汁をとるのが通常である。精進料理は、究極のスローフードでもある。

17の目標と169のターゲットから構成されるSDGs(Sustainable Development Goals: 持続可能な開発目標)の視点から、現代日本の精進料理を考察すると、それらの目標を達成するのに有効な一手段であると指摘できる。特に「とことん食材を生かす」「足を知る」「食の乱れは心の乱れ」「あるがまま」「淡味」など、精進料

理の精神を表す言葉は、有効である。

註

- 1) 淡味の淡は、仏教では中道、儒教では中庸、つまり、極端に片寄らないことを表し、「俗にいう淡々たる生き方である」(藤井宗哲・藤井まり 2017: 104)と言及されている。
- 2) 精進料理は、決して「質素な料理」ではなく、「シンプルな料理」と考えられている(cf. 藤井 2009: 23)。「簡素で清々(すがすが)しい」(柘野 2016: 3)という禅の特徴が評価されている。藤井宗哲・藤井まり(2004: 5)は、精進料理の特色は「淡」にあり、淡を「和」と同義と捉え、精進は「和をもって、一生懸命生きる」ことを表しており、淡味は「すべての味覚を包含したバランスのとれた状態」(藤井 1996: 19)と解釈している。
- 3) 精進の漢語本来の意味は、「純粹で充実した心身をさらに充実させ、自らを施行努力するという意」(藤井 1993: 187)と指摘されている。六世紀初頭に仏教が日本に伝来したときは、「精進物(そうじもの)」(*op. cit.*, 189)と呼ばれており、精進料理の形式が整ったのは、禅宗が移入された鎌倉時代から室町時代初期と考えられている。曹洞宗を開いた鎌倉時代前期の禅僧、道元(1200-1253年)が食事作法について説いた『典座教訓(てんぞきょうくん)』(1237年成立: 食事を作る人の心構え)と『赴粥飯法(ふしょくはんぼう)』(1246年成立: 食事を食べる人の心構え)は、禅門における唯一の「食の書」(柘野 2016: 4)として、現在でも禅僧たちによって実践されている(cf. *ibid.*)。
- 4) 修行とは、「汚れた心を清めること」で、三毒(食の心・怒り・愚痴)を払いのけることを意味する(cf. 吉村 2019: 93)。三毒は「貪(とん: 貪欲; 食)・瞋(しん: 瞋恚; 短気)・痴(ち: 愚痴; 真実に対する無知)」と表現され、三毒に慢(まん: 心の奢り)を加えて四つの根本煩惱と考えられている。修行の目的は、悟りにあるが、悟りとは、「自分の心の底にある最も清浄なる心をさとり」(勝又 2018: 148)ことで、その心に「気づき、その心になる」(*ibid.*)ことを表す。
- 5) 炒める技法は、日本古来の食生活にはなかった調理法で、鎌倉時代に禅僧が帰朝した際や、中国僧が来朝した際に、日本に伝わったと考えられている。

主要参考文献(五十音順)

阿倍慈園(編著)(1998)『精進料理入門—心と体を癒す仏の智慧—』東京: 大法輪閣。

- 石澤清美(料理制作) ティー・イー・エヌ(編)(2000)『からだに効くおいしい精進料理—旬を味わう&食卓を彩るレシピ集—』東京: 大泉書店。
- 勝又俊教(2018)『スタディーズ密教』(1991年刊『密教入門』の解題新版) 東京: 春秋社。
- 高梨尚之(2013)『はじめての精進料理—基礎から学ぶ野菜の料理—』東京: 東京書籍。
- 鳥居本幸代(2006)『精進料理と日本人』東京: 春秋社。
- 道元(著) 中村璋八・石川力山・中村信幸(訳注)(1991)『典座教訓・赴粥飯法』(講談社学術文庫980) 東京: 講談社。
- 道元(著) 藤井宗哲(訳・解説)(2009)『道元「典座教訓」—禅の食事と心—』(ビギナーズ日本の思想: 角川ソフィア文庫15809) 東京: KADOKAWA。
- 西井香春(1992)『尼寺のやさしい料理—素材を生かす精進のこころ—』東京: 家の光協会。
- 西川玄房(編著)(1997)『誰にでもできる精進料理—素材を生かしたヘルシーなおかず—』京都: 淡交社。
- 日本の食を考える会(監修) スリーシーズン(企画編集)(2009)『名利に伝わる やさしい精進料理—「すべての素材をむだなく使い切る」精進のこころ—』東京: 学研パブリッシング。
- 藤井宗哲(1992)『禅寺の食卓—宗哲和尚の精進料理—』東京: 鈴木出版。
- 藤井宗哲(1993)『仏教語源散策辞典』東京: 創拓社。
- 藤井宗哲(1996)『男は黙って精進料理—日曜日の遊び方・宗哲流、素食のすすめ—』東京: 雄鶏社。
- 藤井宗哲(2004)『禅寺の精進料理十二月』(ちくま文庫ふ33-1) 東京: 筑摩書房。
- 藤井宗哲・藤井まり(2004)『魂の食 SOUL FOOD—精進料理レシピ125—』東京: 朝日新聞社。
- 藤井宗哲・藤井まり(2017)『鎌倉・不織庵、宗哲和尚の精進レシピ—旬の野菜で心身を養う—』東京: 河出書房新社。
- 藤岡 良(2003)『精進料理紀行—全国「味とこころ」の寺巡り—』(オフサイド・ブックス 26) 東京: 彩流社。
- 細川 惇(編)(1997)『古都で味わう精進料理—有名寺院から専門店まで—』(ちくま文庫ふ33-1) 東京: 筑摩書房。
- 柘野俊明(2013, 2016)『禅と食—「生きる」を整える—』(小学館文庫ま6-1) 東京: 小学館。
- 吉村昇洋(2019)『精進料理考』東京: 春秋社。

日本の色彩文化の近代化と東洋・和

Modernization of Japanese Color Culture and Its Oriental/Japanese Elements

國本 学史 Norifumi Kunimoto 慶應義塾大学
埼玉大学
黄岡師範学院

Keio University
Saitama University
Huanggang Normal University

Keywords: 色彩文化, 日本近代, 西洋化, 色彩教育, 漢訳洋書.

1. はじめに

明治時代以降の日本の近代期において, 社会文化の近代化・西洋化の潮流が生じている. 色彩文化に関しても, 近代化というべき現象が見られる. 色彩文化の西洋化は, 「西洋」(アメリカも含む)の色彩論の受容や, 色名の変化といった点から確認することができる. ただ, 急速な西洋化が生じていたことは事実ながら, そこには東洋・和の要素が残っているのも事実である. 色彩文化の近代化の途上においては, 色彩知識の教育において漢訳洋書を活用したり, 色材や色名の増加や変化がありつつも旧来の和漢の色名を続いて用いたり, という現象が見られた. とすると西洋化というキーワードによって, 色彩文化も急速に偏重した西洋化が生じたようにとらえられる懸念があるが, 実際には東洋・和の要素の活用があつて変化したことを, 本論を通じて整理して行きたい.

2. 色彩文化における西洋的要素の受容

前節でも言及した通り, 日本の近代期間における西洋の色彩論受容の様態は顕著なものがある. 日本における色彩論・色彩科学の受容については, まず緒方康二による研究を端緒として着目できる. 緒方は明治から戦前までの期間において, 日本で刊行された色彩論関係の書籍を多く列挙し, 内容の読解や原典の考察などに優れた考察を示している*1. 國本は, 当該研究を参考にしつつ, 日本における色彩論受容の性質を論じた*2. 左記においてまとめているように, 日本近代の色彩論関係の書籍で参照されている「欧米」の書籍としては, イギリスのアイザック・ニュートン(Sir Isaac Newton, 1642-1727)による『光学』(*Opticks: or, A treatise of the reflections, refractions,*

inflexions and colours of light. Also two treatises of the species and magnitude of curvilinear figures, printed for Sam Smith and Ben J Walford, London, 1904.)がある. 明治期の物理学(窮理学)関係の書籍や, 色彩についての知識を教える教科書関係の書籍においては, プリズムを用いた光の7色の分光が言及されている. 他には, ドイツのヴォルフガング・ゲーテ (Johann Wolfgang von Goethe, 1749-1832)による1810年刊行の『色彩論』(*Zur Farbenlehre*, J.G. Cotta, Tübingen)による生理的色彩について, 「生理的原色」として言及される. イギリスのジョージ・フィールド(George Field, 1777-1854)の, 1817年に『色彩論』(*Chromatics, or, an essay on the analogy and harmony of colours*, printed for the Author, by A.J. Valpy, Tooke's Court, Chancery Lane; and sold by Mr. Newman, Soho Square, London, 1817), 1835年には『色彩学』(*Chromatography, or, A treatise on colours and pigments*, Charles Tilt, London, 1835)を著している. 日本の色彩論受容において特徴的なことは, G・フィールドの『色彩学』(*Chromatography*)が, 色図に採用されていることである. 図版の掲載がある「色図」関係の書物には, 恐らくフィールドの図を利用した図が, 若干の違いがありつつも, ほぼ掲載されていると言って良い*3.

日本では, ヨーロッパの知識に加えてアメリカの色彩論も順次取り入れられる. およそ明治40年頃より, 矢野道也(1876-1946)の『色彩学』(明治40年{1907})や, 白濱徹(1866-1928)による『図画教授乃理論及実際』(明治44年{1911})などにおいて, アメリカのオグデン・ルード(Ogden Nicholas Rood, 1831-1902)や, A・H・マンセル(Albert Henry Munsell, 1858-1918)などの理論が参照され, 欧州とアメリカの色彩論が合わさって日本で受容されて行くことになる*4.

3. 色彩の西洋化と教育

3-1. 西洋的要素の教育への導入

いわゆる「欧米」の文明社会を見聞するために、岩倉使節団は明治4年(1871)に横浜を出発して、アメリカ・ヨーロッパの各地を巡った。使節団に随行して書記官を務めた久米邦武(1839-1931)は、『特命全権大使米欧回覧実記』編纂し、明治11年(1878)に同記録は刊行された。同書には、小学校について、として記された箇所に、「通例ハ七八歳ヨリ十三四歳マテ此ニ入リテ文語書画数史地及ヒ物理ノ八科ヲ学ヒ.....<後略>」,「八科ノ学ハ国民ノ国民タルニ於テモ欠クベカサルモノナリ<略>」と記述される。貴賤を問わず小学校の教えが重要であると記され、東洋と西洋の学問の性質の違いが比較されている。記述によれば、東洋では日用生理を卑属としているのに反して、西洋では有形の理学を務めて「野蛮ノ行ヲ脱スルニ至リタリ」とまで述べている*5。

上記のように、西洋社会をどちらかと言えば東洋社会よりも上に見て、東洋からの進化ともいえるべき変化を必要とする考え方は、同時代前後の清朝中国における「洋務」の拡大とも類似した様相と言える。中国における洋務の拡大は、西洋的・近代的な教育体制の拡充にも繋がっている*6。

3-2. 色図の導入

日本では、明治維新後の明治5年(1872)に、学制が發布された*7。さらに明治6年(1873)の小学教則に、問答科目として「色図」が登場する。色図の採用は、近代的な色彩教育が初等教育に取り入れられている事例として、アジアにおける嚆矢というべきものと言って良い。当時、初等教育における小学校の科目として規定されていたのは、「読物・算術・習字・書取・作文・問答・復読・体操」という8科目の学である。これらの科目と、上述した「実記」において記された、「八科」との類似性が見られるが、学制の実施にあたっては、明治6年3月に岩倉使節団に参加して欧米視察を終えた後に教育行政に参画した田中不二麿(1845-1909)*8の見識が影響していると考えられる。色図は、8科目の内の、「問答」形式に含まれる小科目として存在する。問答形式というのは、教師が「掛け図」を指し示しながら、その内容について児童に説明し、児童は教師の指示に従って内容を読み上げたり、教師の問いに口頭で答えたり、というスタイルの授業である*9。色図は、小学校の第七級で学ぶ科目として定められている*10、入学時の学年が第八級であるため、入学後半年という児童の年齢を考慮すると、色図は学ぶ内容と

しては、容易に学べる科目ではない。基礎的な内容とはいえ、物理学(当時は窮理学とも呼ぶ)に関わる知識が説明され、難解な用語や漢字も登場する。学制上、物理学の科目が設定されるのは第三級(8歳半の学年)がはじめてとなる*11。この点を見ても、色図の教育が最初等に近い第八級の小科目として設定されているのは、未学習の知識を前提とする点でやや無理があると言える。

色図の内容を当時の教科書を例に紹介した先行研究として、細野尚志によるものがある*12。また緒方康二の先行研究によれば、色図の内容の知識は、アメリカのマーシアス・ウィルソン(Marcus Willson, 生没年未詳)によるとする指摘がある。緒方によれば、ウィルソンの掛け図は本来、イギリスのG・フィールドやフランスのM・E・シュヴルール(Michel-Eugène Chevreul, 1786-1889)についての解説を含むものであった、と指摘される*13。しかし、日本における色図の教科書は、教師用の解説を含めて、色彩論的な知識についての説明が十分になされているとは言い難い。フィールドの6色図と7色分光との関連の説明が無いことや、色名表記の不統一もあり、専門的知識を有さない教師用のテキストとしては不出来なものが多い。国定教科書の制定以前ということもあり、色図に用いられた教科書と参考書籍が、十分なチェックを受けて学習効果が意識されたものではなかった*14。

4. 東洋と和の要素

前述してきた色図は、いわゆる西洋的な、近代的な科学の知識をもとに、教育される内容である。しかし、前節で指摘した通り、当該の知識の背景となる情報や理解を、教師側が十分に持っているとは限らない。人材の育成や高等教育の充実も達成されていない時期、教科書内で説明の不統一や、図と文の不一致なり乖離があったことは、色図の教育が正確に行われたとは考えにくい。さらに、西洋的な要素の逐語的翻訳として原典図書が翻訳されたものではなく、関連の知識が様々な書籍・知識から集められてまとめられていた様相が見られた。当該の西洋近代的な知識の源泉として、輸入洋書よりも漢訳洋書の存在を無視することはできない。

明治初期の日本においては、いまだ西洋的な知識は十全に学習されていない。幕末期からの蘭学学習などを通じたオランダ語からの西欧地域の書籍翻訳もあるが、オランダ語以外の文献からの翻訳は、間接的なプロセスも挟むだけに

スムーズなものではなかったであろう。日本近代の諸文献に残る色彩語などを見ても、原語が英語でありながら、読み方・カタカナ語を充てた語の読みとして、英語には思えないような読みが示されることがある。例えば、「Blue」が、「ブリウー」と読まれるなどの現象は、亀井秀雄による「初期の英学者の多くが蘭学からの転向者だったから」と言う指摘*15に首肯できる。

さらに言えば、蘭学のオランダ語が漢語に訳される習慣があったことで、オランダ語から漢文へ「翻訳」された知識を受容する習慣は、「西洋語」から中国語に既に訳されていた漢訳洋書の活用に繋がるものであろう*16。西洋の概念の中国流入については、W・ロブシャイド(W. Lobschied, 生没年未詳)による『英華辞典』(1866-69)が、日本の近代訳語の成立に与えた影響が指摘されている*17。「西洋」の知識が馴染みある漢語で記されることは、日本への西洋の知識伝播に大いに役立つものである。

色彩に関わる光学・物理学的な知識が記されている日本の教科書などの元となったのは、まさに各種の漢訳洋書である。例えば、合信(ベンジャミン・ボブソン, Benjamin Hobson 1816-1873)による『博物新編』(1855年)は、清代の中国で出版された後、日本で大森解谷(惟中, 1844-1908)によって『博物新編訳解』(刊行年不詳)として日本語訳が刊行されている。日本語訳で漢文を読み下しているが、使用図版の一部は、合信版掲載図がそのまま用いられている。例えば、光の7色分光の図版で「正紅・橙黄・正黄・正緑・正藍・老藍・青蓮」と記されていることが確認できる(図1, 2参照)。他に、日本では小幡篤次郎(1842-1905)訳『博物新編補遺』が、日本で1869年に刊行されている。こちらは、『博物新編』の「補遺」という名称が付いているが、翻訳元の書籍はWilliam and Robert Chambers(著者の詳細未詳)の”Introduction To Sciences”という書籍で*18、合信の『博物新編』と内容的に似ているとはいっても、両書は異なる書籍である。当該書籍における7色の分光も、正紅から青蓮までの色が記されている。

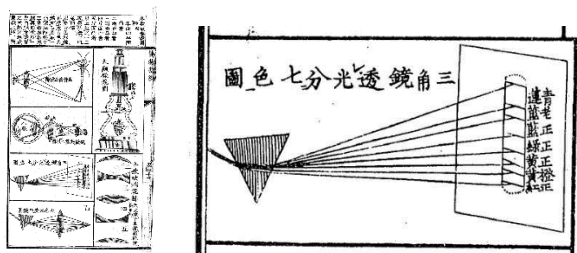


図1. 合信『博物新編』における分光図解
国立国会図書館蔵

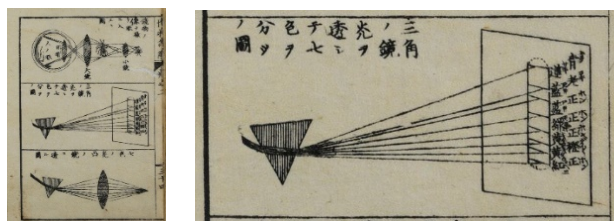


図2. 大森解谷『博物新編訳解』における分光図解
関西大学デジタルアーカイブ(<https://www.iif.ku-orcas.kansai-u.ac.jp/books/200884824#?page=1>より転載・加工)

明治時代に科学的な知識が急速に希求された要因として、山本義隆は幕末の自然災害の連続の影響から科学的知識蓄積気運が高まり、関連書籍の出版が盛んになった「窮理学ブーム」が生じたと指摘している*19。上記書籍の他にも、中国で刊行された漢訳洋書から和訳され、色彩に関係する7色分光などの説明が記される書籍がある。当該は、明治初期の教科書として採用され、自然科学的な知識の啓蒙に役立った*20。例えば、『物理階梯』(1872年、『博物新編』・『格物入門』から採用)、『物理全志』(1876年、『博物新編』・『格物入門』から採用)、『格物入門和解』(1877年、『格物入門』)などがあげられる。ところで『物理階梯』は『博物新編』・『博物新編訳解』・『博物新編補遺』と7色の構成色が同じく記されるが、『物理全志』では、「紅・橙黄・黄・緑・藍・紺」、『格物入門和解』では、「紅・朱・黄・緑・藍・青・紫」(原典の『格物入門 第三火学{光分各色}』の記述と同様)と、日本での刊行年が近い類似内容の書籍であるのに、表記は分かれている。なお、同書では、「三原色」として「紅・黄・藍」の表記があり、これは合信『博物新編』において、注記として『格物入門』の記述が引用されているのと同様であるが、7色の構成色は、『博物新編』本文と『格物入門』引用部分で異なっている(図3参照)。この辺りの現象は、洋書漢訳・先行知識の引用、さらに日本での参照という多段階のプロセスで、名称や語彙の不統一が生じやすいことを物語るものである。

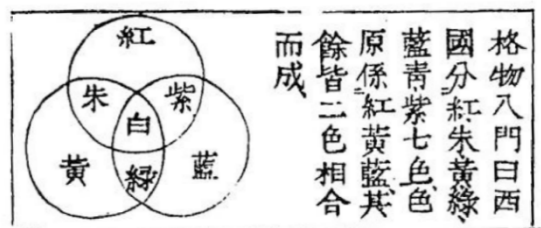


図3. 『博物新編』の『格物入門』引用
国立国会図書館蔵

やや時代は下るが、明治16年(1883)刊行『物理初歩』では7色分光が「紅・橙黄・黄・緑・青・深藍」、明治26年(1893)発行『小学理科』では、7色分光は「赤・黄・樺・緑・青・紺・紫」である(図4参照)。各色を示すに、「博物新編」系の記述と、それ以外では、やや構成色が異なっている。なお明治8年(1875)刊行の橋爪貫一『小学色図問答』では、「赤・柑・黄・緑・青・紺・紫」(順番は筆者が逆順に記述)となっているのは、色名の変化として興味深い

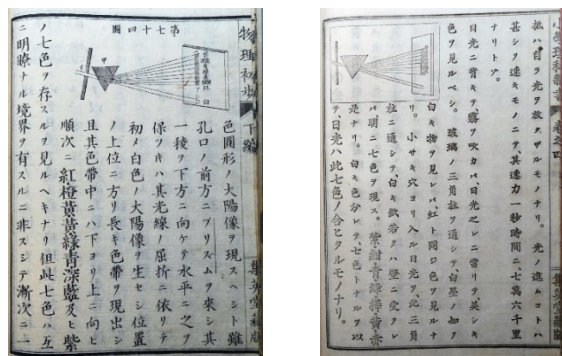


図4. 左図『物理初歩』, 右図『小学理科』
著者所蔵・撮影

5. おわりに

漢字による色名表記であれば、7色分光の構成色の表記が異なっているとしても、色相の想定はアルファベットの色名よりも比較的容易である。合信が具体的にいかなる原典から当該内容を訳出したかは今後の課題として残るが、西洋の知識を伝える諸表記が漢訳されて記されることで、様々な西洋近代的な科学知識が漢語で説明されていたことは、語彙や概念の受容に大きな利点をもたらしたであろう。明治期に急速に流入し、名称も増加する「新しい色」の受容にあたっては同様に言うて良い。明治30年以降は、漢文の忌避などの現象も生じ、国語国字問題論争を通じて漢字廃止などの論がありつつも、和漢の要素は色彩文化に残り続けた*21。後に、カタカナ語の増加という現象がありながらも、日本における色彩文化が西洋の要素を上手に「日本化」できたことは、上述した漢訳洋書の活用や、漢字によって意味が表される表語文字の文化を、古くに受容して以来、近代化と西洋化の潮流の中でも持ち続けたことが、今日の日本の色彩文化の様態に接続している。

【注・参考文献】

1) 緒方康二「日本近代色彩学史ノート 明治以降戦前までの色彩文献書誌」『夙川学院短期大学研

究紀要』9, 198412, pp.31-54

2) 國本学史「日本における色彩論受容」『日本色彩学会誌』41(1), 2017.01, pp.3-13

3) 國本学史「初等教育における色図の妥当性」『日本色彩学会誌』42(6), 2018.11, pp. 101-106

4) 前掲注2, 3, 及び, 國本学史「日本色彩的近代化」(2022中国伝統色彩学術年会発表論文{2022.11}, 論文集刊行中)

5) 田中彰『明治維新と西洋文明』岩波書店, 2003.11, pp.74-83

「実記」原文については、『特命全権大使米欧回覧実記』第5篇, 欧羅巴大洲ノ部, 下, pp.81-84 (国会図書館蔵本参照, 原文ママ)

6) 坂本ひろ子『中国近代の思想文化史』岩波書店, 2016.05, pp.22-24

7) 文部科学省 学制百年史「三 学制の実施」
https://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/others/detail/1317582.htm (2023年3月31日 内容閲覧・確認)

8) 同上

9) 國本学史「日本近代における色彩の教育とその諸相」『日本色彩学会誌』43(2), 2019.03, pp.81-92

10) 文部省編『学制七十年史』帝国地方行政学会: 東京, 1942, p.102

11) 同上

12) 細野尚志「明治初年の色彩教育教科書「小学色図解」の紹介」『色彩研究』24(1), 1977.06, pp.13-20

13) 緒方康二「明治とデザイン 色彩教育としての「色図」」『夙川学院短期大学研究紀要』6, 1981.12, pp.64-85

14) 前掲注3

15) 亀井秀雄「直訳」の時代」『文学』1(3), 2000.06, pp.70-81

16) 陳力衛『近代知の翻訳と伝播 漢語を媒介に』三省堂, 2019.05, pp.128-131

17) 沈国威『改訂新版新装版: 近代日中語彙交流史 新漢語の生成と受容』笠間書院, 2017.06, p.137

18) 八耳俊文「幕末明治初期に渡来した自然神学的自然観: ホブソン『博物新編』を中心に」『青山学院女子短期大学総合文化研究所年報』4, 1996.12.10, pp.127-140

19) 山本義隆『近代日本150年』岩波書店: 東京, 2018.01, pp.20-25

20) 前掲注16

21) 國本学史「日本の色名の近代化」『日本色彩学会誌』43(3), 2019.05, pp.43-46

赤をめぐる色彩文化—国際調査による比較

Color Culture on Red: a Comparison from Transnational Surveys

日高 杏子 Kyoko Hidaka
小野 直紀 Naoki Ono

芝浦工業大学
株式会社 博報堂

Shibaura Institute of Technology
Hakuhodo Inc.

Keywords: 赤, 色彩文化, 想起, 雑誌『広告』.

1. はじめに

赤は、地球上の多くの言語に存在する色彩語であり、人間が生涯最初に認識する色の一つである。本研究発表では、色彩文化の視点から、赤色が連想させる物や概念、文化的事象に関する大規模な国際調査結果を報告する。この調査は、株式会社 博報堂が発行する『広告』という雑誌の連動企画「赤から想起するもの世界 100 カ国調査」として実施された。[1] 調査目的は、日本と他の国との共通点と相違点、および特徴を可視化し、赤色が持つ色彩文化の普遍性と多様性を再考することである。「赤」に込められた意味の差異や共通性をとおして、「意味を共有するインフラ」としての「文化」と、その背景にある風土、伝統、宗教や思想について読者や調査回答者、ウェブサイト訪問者に考えてもらいたいという意図がある。

本調査の新規性は国ごとの回答の類似度を可視化した点にある。類似度は、2 つのオブジェクトの間の類似性を測定するために使用され、本調査ではパーセンテージで類似度を著した。類似度は、機械学習、情報検索、クラスタリングなど、さまざまな分野で広く使用されている。

雑誌『広告』本体の表紙は、色味が異なる「赤」のグラデーションをシルクスクリーン印刷によって制作した紙が使用され、1 冊ごとに色が違う仕様になっている。パストゥローによる『Rouge, Histoire d'une couleur』(2016, 蔵持ら訳『赤の歴史文化図鑑』) [2][3]には、赤に関する広範な図像学や色彩文化の知見があるが、ヨーロッパを基軸とした解説であることは否めない。

だが本発表では、野球やサッカー、ジャニーズのメンバーカラー、世代による色名表現の差など、日本独特な事象もデータから考察する。

2. 調査概要

本アンケート調査の結果は、「赤から想起するもの世界 100 カ国調査」という名称で、2023 年 3 月 31 日にウェブ公開されている。(図 1, 2) 調査期間は 2023 年 1 月 12 日から 26 日まで、調査内容は、赤から想起するもの 10 個(自由回答)してもらった。色票を使った質問もおこなっているが、本発表では、この自由回答の結果を中心に解説する。

調査対象国は 100 カ国、有効回答数は全体で 12,015 名(うち日本 2,080 名)である。母集団の国の人口と回答者数の比率がまちまちであるため、ウェイトバック(重みづけ)をかけて調査の回収データを、母集団の構成の通りに集計した。さらに、回答者数が 50 以上あった上位 57 カ国については、結果の詳細な分析が行われた。全回答者の回答を合算した平均値と回答ランキングを「世界」全体のデータとして集計した。調査は Clickworker, グーグルフォーム, Survey Monkey, Global QiQUMO を使用して実施した。調査票や回答の翻訳においてグーグル翻訳, DeepL 翻訳, オンライン辞書を使用した。このため、翻訳や解釈に誤りがある可能性がある。

各国の「赤の想起」に関する類似度は、次のように算出した。各国のランキング 1~100 位を総あたりで比較し、1~5 位に重複があればひとつにつき 95 点、6~10 位は 90 点、11~20 位は 80 点、21~30 位は 70 点、31~40 位は 60 点、41~50 位は 50 点、51~100 位は 1 点とし算出した。すべて一致した場合を類似度 100%として計算している。

3. ウェブサイト

「赤から想起するもの世界 100 カ国調査」のウェブサイトのトップページからは、赤=回答欄が

現れ、自分が想起した語を任意で入力、「回答」ボタンを押せるようになっている。その結果、各国で何名が、自分と同じ内容を想像しているかを表示できるシステムになっている。

4. 調査結果の特徴

本調査結果の特徴の一部は次である。

(1) 「赤から想起するもの」世界トップ5と日本トップ5

「赤から想起するもの」世界トップ5は、①血 ②りんご ③愛 ④怒り ⑤バラで、世界1位の「血」は2位以下と大差がある。血液からの早期は、人類共通のイメージと言える。日本トップ5は、①りんご ②血 ③トマト ④赤信号 ⑤いちご、という結果になった。

(2) 世界の平均との類似度

「赤から想起するもの」世界ランキングとの類似度がもっとも高い国はオーストラリア、2位はアラブ首長国連邦。もっとも低い国は韓国、日本は2番目に低い結果になった。



図1 QRコード
博報堂『広告』ウェブサイト



図2 トップページ
博報堂『広告』ウェブサイト[6]
(画像掲載に『広告』編集部の許諾を得ています)

(3) 国旗の意味との類似

「血」「情熱」「太陽」など国旗の赤の意味は、その国の「赤から想起するもの」回答ランキングの上位に入る傾向が見られた。さらに国旗の色が祝祭の色と類似している国が多く見られた。

5. 日本人の回答と他国との類似度比較

2,080名の日本語・日本人による回答から見えた他国との類似度が高いトップ5は、韓国が54.5%、ギリシャが51.0%、フランスが50.6%、イタリアが50.5%、ルーマニアが49.9%であった。

逆に、類似度の低い国トップ5は、ナイジェリアの31.0%、ケニアの32.2%、エチオピアの32.6%、ガーナの33.1%、インドの33.4%の結果になった。

6. まとめ

『広告 Vol.417』の全体テーマ「文化」を考える上で、色から共通認識を得られるものごと、さらに地域独特で他の国から見て理解しづらいものごとの状況を、2023年初頭の時点で可視化する試みである。調査結果は、国や文化によって連想されるものと概念に共通性と差異があることが明示された。赤から血液やりんご、愛などの想起することは、全世界で共通で上位の回答であった。しかし、同時に梅干し、鳥居、ジャニーズの色分けなど、日本地域独特な回答も存在している。

色彩文化の違いは、コミュニケーションで問題を引き起こすことさえある。郵便ポストや太陽などの色が、赤色が当たり前の色といった文化圏や、そうではない文化圏もある。異なる文化や地域で、赤色が異なる意味を持つ原因を考える契機となることを願い、本発表の質疑応答を通じて色の連想を探る方法論についても議論を深めたい。

参考文献

- 1) 小野, 『広告』編集部: 広告 Vol.417 特集: 文化 (2023) 博報堂.
- 2) M. Pastoureau: Rouge, histoire d'une couleur (2016) French and European Publications Inc.
- 3) M. パストゥロー, 蔵持, 城谷 訳: 赤の歴史文化図鑑, 原書房 (2018).
- 4) 荻安: 決定版 国旗と国章図鑑 改訂第2版, 世界文化社 (2021).
- 5) 吹浦: 世界の国旗図鑑, 主婦の友社 (2020).
- 6) <https://kohkoku.jp/417/red/> (参照 2023-04-27) .

大学における色彩に関する知的財産戦略の実践的研究

-かごんまの色®を事例として-

Practical research for intellectual property strategy regarding local identity color “Kagonma-no-Iro®”

牧野 暁世 Akiyo Makino

村上 加奈子 Kanako Murakami

東海学園大学

鹿児島大学 南九州・南西諸島域

イノベーションセンター

Tokai Gakuen University

Kagoshima University

Southern Kyushu and Nansei

Islands Innovation Center

Keywords: 知的財産戦略, 研究成果, 大学, かごんまの色®.

1. 研究の背景と目的

近年, 企業は色彩が需要者に与える心理効果を重視し, 業種を問わずコーポレートカラーを非常に意識している¹⁾. 知的財産権の観点からは, 当該色彩の保護の必要性がこれまでも指摘されており¹⁾, 識別力を獲得した色彩の模倣に対しては商標法の保護対象とし, 疑義なく保護できる法制とすることが望ましいと考えられてきた²⁾. 2015年からは, 色彩のみからなる商標が商標登録出願の対象になったが, 2023年3月時点でその出願件数は567件であるのに対し, 登録率は1.61%(9件)と低く^{注1)}. このように, 色彩に関わる知的財産の権利化は重要であるという社会的認識があるにもかかわらず, 実際に色彩のみからなる商標を登録することは, 一般的に非常に困難となっている.

さらに, 地域特性を活かした景観色彩計画について整理した研究³⁾が示すように, 今後はコーポレートカラーだけでなく, それ以外の研究分野の色彩計画においても知的財産の権利化が求められる^{注2)}ことが推測されるが, 現状では色彩計画の知的財産戦略に関する有効な知見がほとんどない. そこで, 本研究では大学における研究成果としての色彩計画の知的財産戦略の方向性を明らかにすることを目指し, 実践的研究を通じ, その成果と課題を明らかにすることとする.

2. 研究対象と方法

研究対象は, 鹿児島大学 環境色彩学研究会が2019年に発表した『かごんまの色® (以下, 「かごんまの色」)』⁴⁾とした. かごんまの色は, 鹿児島県全域から選定した地域資源の色を調査し, 地

域住民等との合意形成を経て策定されたもので, 「鹿児島県らしさ」を色で表現したカラーセットの総称である(図1). かごんまの色を構成する18色は, それぞれオリジナル色名やカラーストーリー, 複数のカラーオーダーシステムによる色彩値などの意味が付与されている.

研究方法は, 国立大学法人鹿児島大学知的財産規則に基づきつつ, 当該研究対象に適合した具体的な1)知的財産の権利化, 2)ノウハウの管理, 3)運用体制の構築, とし, 案出者(牧野, 案出当時は鹿児島大学所属)と鹿児島大学 南九州・南西諸島域イノベーションセンター 知的財産部門との協働で行うこととした.



図1. かごんまの色®

3. 色彩に関わる知的財産権

色彩に直接的に関わる知的財産権として, 前述した, 色彩のみからなる商標がある. これは, 輪郭のない色彩のみからなる商標であり, 単色の商標と色彩の組み合わせからなる商標に分類できる. また, 単色の商標と色彩の組み合わせからなる商標は, 位置を特定しないものと位置を特定するものに分類できる. しかしながら, 生来的に出所識別力のある文字や図形を構成要素に含めない場合には, 色彩は通常は商品等の魅力向上のために使用されるもので, 色彩のみでは商品等の出

所識別標識と認識されにくいため、商標登録は容易でない⁵⁾。

そもそも商標権は、商品又はサービスについて使用する商標に対して与えられる独占排他権で、その効力は同一の商標・指定商品等だけでなく、類似する範囲にも禁止権は及ぶ。また、商標には、色彩のみからなるもの以外に、従来から一般的に活用されている文字、図形、記号等のタイプがある。これらを踏まえ、かごんまの色は色彩と鹿児島県らしさを表す文字を組み合わせたものであるため、色彩に意味を持たせた文字（概念）を知的財産権として保護することができると考えた。

以上から、本研究では、かごんまの色の色彩単独では需要者から出所識別標識と認識されにくいと考えられるため、色彩のみからなる商標ではなく、色彩に意味を持たせた文字に関する商標権の取得を目指すこととした。

4. 知的財産の権利化

知的財産部門の見解として、かごんまの色という名称は独自性があり³⁾、他者と識別可能であるため、商標権の取得とそれによるブランド力強化が期待できることが示された。

そこで、はじめに案出者が、特許庁に指定商品・役務を色見本帳、教材、パンフレット、書籍（第16類）とする商標登録出願をした（2019年1月）。その後、特許庁審査官から拒絶理由⁴⁾を受け、意見書⁵⁾を作成、及び提出し、登録査定がなされた（2020年3月）。この段階で、当該研究成果を地域社会に還元させやすくするため、鹿児島大学に商標権（登録商標第6250020号）を譲渡した。その後、知的財産部門が、第三者によるかごんまの色の利用状況や今後の幅広い活用への期待に鑑み、指定商品・役務を織物や被服、壁紙等（第2, 18, 24, 25, 27類）とする商標登録出願を行い、商標権（登録商標6414634号）を取得した。

5. ノウハウの管理

牧野ら（2020）⁶⁾における事業者との共同研究等の過程で、かごんまの色に関するコーディネートノウハウを第三者に教示する必要が生じたため、財産的価値が顕在化したことが判明した。そこで、鹿児島大学知的財産規則等に基づきノウハウ届出書を大学に提出することにより、案出者による無形財産としてのコーディネートノウハウを大学に登録した（2019年9月）。登録されたノウハウは、大学内において機密管理されるように

なった^{注6)}。

6. 運用体制の構築

学外者の利用は知的財産部門が、ノウハウ実施及び研究の継続は案出者が担当となり、両者が連携しながらかごんまの色の活用推進とブランド力強化を図った。その結果、知的財産部門を中心に商標権使用許諾契約、ノウハウ実施、第三者による模倣確認などの管理体制を構築した。案出者は客員教員の称号を得て、鹿児島大学退職後も継続的にノウハウや研究をおこなう体制が整った。また、知的財産部門は使用者に対して商標権使用許諾契約やノウハウ実施に係る使用料を低額ではあるが徴収することとし、その一部を案出者に奨励金として還元する仕組みも構築した^{注7)}。

7. 活用事例

7-1. 概要

上記の取組の結果、2022年11月現在、知的財産部門が把握している学外者の利用は14件となった（表1）。また、活用事例はメディア等でも紹介された。以下に最新の活用事例の一部を示す。

表1. かごんまの色®の活用事例一覧

活用事例名称	内容	契約者
1 あづまバッグ	ショルダーバッグ	亀崎染工有限会社
2 プラスチックサンブル	プラスチック製カラーサンブル	オーケー化成株式会社
3 第3回いぶすき映画祭	ウェブサイト等	特定非営利活動法人指宿ムービープロジェクト
4 期間限定保証 チェスト保証	パンフレット	鹿児島県信用保証協会
5 会社案内	チラシ	指宿酒造株式会社
6 早春、花旅	ダイレクトメール	株式会社指宿ロイヤルホテル
7 鹿児島市国体インフォメーション	広告等	燃ゆる感動かごしま国体・かごしま大会鹿児島市実行委員会
8 三島旅行にあたって（観光案内）	チラシ	薩南諸島勉強会（学生団体）
9 地域共創の住宅	モデルハウス内装	三井ホーム鹿児島株式会社
10 かごんま ICHIBAN LABO 等	会議室等の内装	麒麟ビール株式会社 鹿児島支店
11 ホテル客室内装等	ファブリック等	城山観光株式会社
12 焼きそばパン	ロゴマーク及びウェブサイト	株式会社リブラン（加茂川）
13 かごしまマガジン	ウェブサイト	株式会社シナプス
14 始良市役所新庁舎	案内板	始良市役所

7-1. 事例1 (地域共創の住宅)

鹿児島大学と三井ホーム鹿児島株式会社は共同研究契約を締結し、かごんまの色を採用したモデルハウスを共同で開発した。インテリア壁に「かごんまの瑠璃色（るりかけす色）」や「かごんまの薄橙（めご色）」等に基づいた色彩等が採用された。なお、この取組は優秀な塗装事例に関する全国規模の表彰事業で最優秀賞を受賞した^{注8)}。



写真1. 地域共創の住宅
(提供：三井ホーム鹿児島株式会社)

7-2. 事例2 (かごんま ICHIBAN LABO 等)

2021年3月にオープンした麒麟ビール株式会社鹿児島支店の内装にかごんまの色が採用された。「鹿児島が一番」という思いと同社商品名を掛け合わせた『かごんま ICHIBAN LABO』と命名された会議室の壁に、鹿児島らしさを表現するため、「かごんまの白（かるかん色）」が、ディスカッションスペースの壁に「かごんまの青（あいおおしま色）」が採用された。



写真2. かごんま ICHIBAN LABO
(提供：麒麟ビール株式会社鹿児島支店)

7-3. 事例3 (ホテル客室内装等)

鹿児島市の老舗ホテルである城山ホテル鹿児島の客室リニューアルに伴い、一部の客室の絨毯やクッション、クラブルームの内装にかごんまの色が採用された。かごんまの色を活用したファブリックと調度品に、竹細工など鹿児島の工芸品を取り入れることで、「かごんまらしさ」が感じ

られる空間が意図された。



写真3. ホテル客室内装
(提供：城山観光株式会社)

7-4. 事例4 (焼きそばパン)

鹿児島の老舗お好み焼き店である加茂川の新商品（焼きそばパン）のロゴカラーやウェブサイトなどに採用された。ロゴデザインは、地元のイラストレーターが担当し、ロゴカラーに、「かごんまの赤紫（からいも色）」が採用された。



図2. 焼きそばパンのロゴマークとロゴカラー
(提供：株式会社リプラン)

7-5. その他 (大学内の活用)

鹿児島大学の広報センターを中心に、かごんまの色と大学公式マスコットキャラクターと併用したサブレやタオル等の大学オリジナル商品が製作、販売され、学生や教職員、訪問者を中心に人気を集めている。



写真4. 大学オリジナル商品
(出典：鹿児島大学ウェブサイト)

8. 成果と課題

本研究で得られた成果を以下に示す。

1) 知的財産の権利化, では, 指定商品にバリエーションを持たせた2件の登録商標を取得できた。

2) ノウハウの管理, では, かごんまの色の財産的価値の顕在化が判明したことから, 案出者のノウハウを大学に登録し, ノウハウ管理が徹底されるようになった。

3) 運用体制の構築, では, 知的財産部門を中心とした契約締結や第三者の模倣確認等が業務として位置づけられ, また, 客員教員制度による案出者の継続的なノウハウ及び研究の実施が可能となった。

4) 2022年11月現在, 学外者の利用は14件となり, 活用事例は表彰やメディア等で評価された。

5) 以上から, かごんまの色の知的財産権の保護, 持続可能な運用, 商品の付加価値化, 社会的認知度の向上等が図られ, 大学における色彩計画の知的財産戦略の方向性を一定程度示せた。

一方, 本研究では以下の課題も示された。

かごんまの色における大学による知的財産戦略推進の開始以降, 地元企業や自治体からの問い合わせは微増したものの, 個人を含めた学外からの問合せの総数が減少したと感じた。また, かごんまの色は, 大学オリジナルグッズにも採用され, 学内で販売されているが, このような学内の諸組織による活用状況に対し, 知的財産部門は情報を十分に把握できていない場合がある。

前者の課題については, 契約締結が地元企業等への心理的ハードルになっている可能性がある。他の事例も参考にしながら, より活用しやすい形態を模索していく必要がある。後者については, 現在のところ特許問題は発生していないが, 利用状況の把握や, 登録商標やコーディネートノウハウの適切な使用の必要があることから, 学内間の一層の連携や情報共有などの対応が求められる。

なお, 大学における研究成果としての色彩計画の知的財産戦略の方向性を詳細に検討するため, 今後は案出者の所属する大学と鹿児島大学とで共同研究契約を締結し, かごんまの色のさらなる活用を図るとともに, 他地域にも応用しうるような地域らしさを表現した色彩計画の運用方法の開発を目指したい。

引用・参考文献

- 1) 西村雅子: 商標を巡る実務的諸問題⑦(上) - 「色彩」の保護可能性-, CIPIC ジャーナル, 156, pp23-33, 2005
- 2) 西村雅子: 商標を巡る実務的諸問題⑦(下) - 「色彩」の保護可能性-, CIPIC ジャーナル, 157, pp33-45, 2005
- 3) 牧野暁世: 景観まちづくりに向けた色彩計画に関する研究-地域特性を活かした景観施策への展開-, 鹿児島大学大学院理工学研究科 博士論文, 2023
- 4) 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 [第2版], 牧野暁世 環境色彩学研究室, 2023
- 5) 青木博通: 色彩のみからなる商標の出願と権利化-拒絶理由をどう回避するか?-, 知財管理, 69(1), pp42-56, 2019
- 6) 牧野暁世・亀崎昌大・石田理恵子・下川路慶和・野口圭介: 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-, 日本色彩学会誌, 44(3), pp275-278, 2020

注

- 注 1) 2023年3月28日付け J-platpat による商標検索結果 (未発表)
- 注 2) 牧野(2023)は, 地域特性を活かした色彩計画の運用を通じて, 様々な主体による景観まちづくりが進展する一方, 事業者等によって色彩計画の改変がなされていることを明らかにした。このことにより, 当該色彩計画や地域のイメージが侵害される可能性を指摘し, 色彩計画を保護する対策が, 地域の総合的な景観施策の進展に重要であることを示した。
- 注 3) 「かごんま」は, 鹿児島県の言葉で「鹿児島」を意味する方言であり, 当該名称は地域住民に一般的に使用されているが, 商標においては当該名称および類似の名称は未登録であったことから, 独自性があると判断された。
- 注 4) 拒絶理由通知書において, 商標法第6条第1項に基づき, 指定商品中「教材」は, その内容及び範囲を明確に指定したものとは認められない, と通知された。
- 注 5) 意見書において, 【指定商品 (指定役務)】の欄における「教材」を「教材 (器具を除く)」に補正した。
- 注 6) 国立大学法人鹿児島大学知的財産規則第12条及び第13条による。
- 注 7) 国立大学法人鹿児島大学知的財産規則第14条による。
- 注 8) 第23回グッド・ペインティング・カラー 内装部門 (主催グッド・ペインティング・カラー委員会)

図形の形状が色彩の印象に与える影響 Influence of object shapes on color impressions

浅野 晃

Akira Asano

関西大学

Kansai University

小倉元喜

Genki Ogura

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: 色彩の印象, 図形の印象.

られる傾向が見られた.

1. はじめに

人が色から受ける印象は、色彩学での中心的な研究対象のひとつである。色を呈示する実験や色を選択するための用途では「色見本」が用いられることが多く、色見本はたいてい長方形、円形など単純な図形で構成されている。しかし、人が各々の色彩に対して何らかの印象を持つと同様に、図形の形状からも受ける印象があり、それらの相互作用についてさまざまな研究が行われている¹⁻³⁾。

本研究では、単純な図形による色見本と、それを囲む図形を組み合わせ、色見本だけによる印象と図形と組み合わせた時の印象とに差があるかを調査した。具体的には、赤・青の色見本をそれぞれ円形・正方形で用意し、これを色見本のみで呈示した場合と、正立した正方形・正立した正三角形・傾いた正方形で囲んで呈示した場合とで、印象の違いを調査した。印象の調査では、「情熱的—冷静」「躍動的—静的」の2種類の形容詞対を用い、5段階の尺度を用いて測定した。

調査の結果、色見本だけを呈示した場合と図形で囲んで呈示した場合とで、印象に差が出る場合があることが見いだされた。とくに、色彩のもつ印象の強さが、図形とともに呈示することで抑え

2. 調査手法

この調査は、Google forms を用いたリモート形式で行った。図1に、調査で呈示した色見本を示す。これらの色見本をランダムな順序でひとつずつ呈示し、それぞれについて「情熱的—冷静」の形容詞対を用いて5段階で印象を尋ねた。続いて、同じ16通りの色見本を再びランダムな順序で呈示し、それぞれについて「躍動的—静的」の形容詞対を用いて5段階で印象を尋ねた。図2に、リモート調査で呈示した画面の例を示す。リモート形式で調査を行ったため、実験協力者が用いている端末によって、図の大きさや正確な色は一致していない。

3. 調査結果と考察

実験協力者38人から回答を得た。表1,2は、それぞれ「情熱的—冷静」「躍動的—静的」の形容詞対について、各色見本に対して、形容詞対の各選択肢を選んだ回答者の割合を示す。

「情熱的—冷静」では、青は冷静、赤は情熱的という印象を多く受ける傾向があることが示されているが、周囲を囲まれていない色見本(1, 2, 9, 10番)に比べて、傾いた正方形で囲まれている色

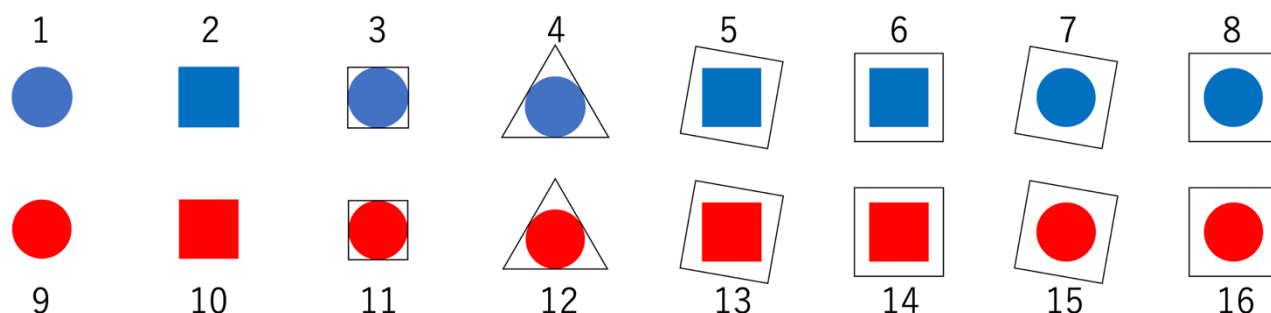


図1 調査で呈示した色見本

図2 フォームで表示した画面の例

見本(5, 7, 13, 15番)では、「どちらでもない」という回答が多くなり、色の印象が抑制されていることがわかる。また、「躍動的—静的」では、青は静的、赤は躍動的という印象を多く受ける傾向があることが示されているが、正立した正方形に囲まれた丸型の色見本(8, 16番)では、図形で囲まれない色見本に比べて、青の「とても静的」や赤の「とても躍動的」の割合が小さくなっていて、やはり色の印象が抑制されていることがわかる。

表1, 2は各選択肢を選んだ回答者の割合を表しているが、さらに38人の回答者それぞれについての色見本の違いによる回答の変化に関して、色見本のみの場合とそれぞれを傾いた正方形で囲んだものの間で、回答者全体として変化があるといえるかを、フリードマン検定によって調べた。その結果、青の色見本については、丸型の場合(1番—7番)、四角の場合(2番—5番)とも、「情熱的—冷静」「躍動的—静的」ともに有意水準5%で有意な差があった。一方、赤の色見本に関しては、丸型(9番—15番)で「情熱的—冷静」の場合と四角(10番—13番)で「躍動的—静的」の場合のみ有意差が見られた。これは、青色が与える冷静さの印象は傾いた正方形の不安定感と対立するため図形の影響が大きい、赤色はもとより情熱的な印象をもつため、傾いた正方形の不安定感と対立しないためだと考えられる。

4. おわりに

本研究では、色彩の印象が図形の印象によってどのような影響を受けるかを調べるため、単純な図形による色見本と、それを囲む図形を組み合わせ、色見本だけによる印象と図形と組み合わせた時の印象とに差があるかを調査した。その結果、

色彩のもつ印象の強さが、図形とともに呈示することで抑えられる傾向が見られた。今後、さらに多くの状況で調査して、色彩と図形の相互作用について研究することがのぞまれる。

謝辞

本研究には、JSPS 科研費 JP19K12692, JP22K03202, JP23K11751 と、関西大学研修員研究費の助成を受けた。

参考文献

- 1) 周宇暉, 堀内孝, 基本色と基本図形の調和関係—SD法による検討—, 岡山心理学会第69回大会発表論文集(2021) 23-24
- 2) 西口菜美, 尾田政臣, 佐藤敬子, 織田涼, 色と形の調和を規定する要因の研究, 日本心理学会第79回大会(2015) 724
- 3) K. Sato and M. Oda, Effect of Color and Shape on Aesthetic Evaluations of Colored Shapes, The 22nd IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (IEEE RO-MAN) (2013) 478-483

表1 「情熱的—冷静」に対する評価(%)

	1	2	3	4	5	6	7	8
1. とても情熱的な印象	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2. やや情熱的な印象	2.6	5.3	7.9	7.9	2.6	2.6	5.3	2.6
3. どちらでもない	26.3	15.8	31.6	26.3	28.9	13.2	42.1	18.4
4. やや冷静な印象	52.6	36.8	50.0	55.3	55.3	44.7	50.0	57.9
5. とても冷静な印象	18.4	39.5	10.5	10.5	13.2	39.5	2.6	21.1

	9	10	11	12	13	14	15	16
1. とても情熱的な印象	39.5	23.7	26.3	15.8	15.8	10.5	10.5	13.2
2. やや情熱的な印象	47.4	47.4	44.7	55.3	50.0	50.0	50.0	44.7
3. どちらでもない	10.5	26.3	28.9	23.7	34.2	31.6	36.8	31.6
4. やや冷静な印象	2.6	2.6	0.0	5.3	0.0	7.9	2.6	10.5
5. とても冷静な印象	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

表2 「躍動的—静的」に対する評価(%)

	1	2	3	4	5	6	7	8
1. とても躍動的な印象	0.0	0.0	0.0	0.0	7.9	0.0	0.0	0.0
2. やや躍動的な印象	2.6	0.0	5.3	13.2	31.6	0.0	21.1	2.6
3. どちらでもない	26.3	15.8	28.9	26.3	18.4	10.5	39.5	13.2
4. やや静かな印象	36.8	34.2	47.4	47.4	39.5	42.1	34.2	65.8
5. とても静かな印象	34.2	50.0	18.4	13.2	2.6	47.4	5.3	18.4

	9	10	11	12	13	14	15	16
1. とても躍動的な印象	21.1	13.2	5.3	13.2	26.3	7.9	26.3	13.2
2. やや躍動的な印象	36.8	36.8	36.8	42.1	57.9	47.4	50.0	36.8
3. どちらでもない	36.8	36.8	36.8	23.7	13.2	26.3	23.7	34.2
4. やや静かな印象	5.3	10.5	15.8	15.8	2.6	13.2	0.0	15.8
5. とても静かな印象	0.0	2.6	5.3	5.3	0.0	5.3	0.0	0.0

コーヒーカップの色が消費者の心理に及ぼす影響

～ペール,ライト,ビビット,ダル,ディープ,ダークトーンおよび無彩色について～

Psychological effect of the color of the coffee paper cup for the customer

富田圭子	Keiko Tomita	近畿大学	Kindai University
百瀬 仁	Jin Momose	近畿大学	Kindai University
篠田理恵	Rie Shinoda	近畿大学	Kindai University
内田 和	Nodoka Uchida	近畿大学	Kindai University
河浦萌海	Moemi Kawaura	近畿大学	Kindai University
田中里枝	Rie Tanaka	近畿大学	Kindai University
橋本京佳	Kyoka Hashimoto	近畿大学	Kindai University
安岡美総	Misato Yasuoka	近畿大学	Kindai University

Keywords: 視覚的おいしさ、コーヒー紙カップ、消費者。

1. はじめに

コーヒーの発祥地は、古代アビシニア（現在のエチオピア）説、イエメン説など諸説みられるが、当初は薬のように用いられていた。それが時代を経て一般に広まっていき、缶コーヒーやペットボトル、ひいてはコーヒーチェーンやコンビニエンスストア等をはじめとしたカウンターコーヒーにまで展開され、今では代表的な嗜好飲料の地位を確立している。

カウンターコーヒーは手軽に購入し、いつでもどこでも手元に置いて飲むことができる利点がある。そのカギを握るのが持ち帰ることを可能にする紙コップの存在である。各社ロゴを入れたり、イメージカラーを用いたり工夫を凝らしているが、白地の紙コップが多く、紙コップの色とおいしさとの関係を調査した研究もみられない。

コーヒーは、摘んだ豆を処理し、焙煎してから挽いて粉碎後、お湯または水で成分を抽出する複雑な工程を経る飲物であることから、その違いにより味わいは異なり、嗜好も相まって、評価は複雑である。そこで、我々は、カウンターコーヒーとして提供される一般的なレギュラーコーヒーを対象に、紙カップの色とコーヒーのおいしさとの関係を明らかにしたいと考えた。

コーヒーの評価の大枠は、Aroma（芳香）、Body（コクや口当たり）、酸味（Acidity）、Flavor（味や風味）

の4つからなると考えられているが、各々の評価は複雑で、コーヒーの表現用語も数多く存在する。そ

こで、世界的な基準とされている SCAA(Specialty

Coffee Association of America)Taster's Flavor Wheel

を参考に、コーヒーの専門家以外でも理解できる表現用語を検討してSD法の形容詞対に落とし込み、色彩がもたらすコーヒーの視覚的おいしさとの関係を明らかにすることを目的に調査を行った。

2. 調査方法

(1) コーヒー画像の作成

デジタル一眼レフカメラ(Nikon B700)を用い、ホワイトバランスを昼光色に設定し、有彩色 36 色 (pale, dull, dark, light, vivid, deep tone (各 2,8,10,12,18,22)に加え、無彩色 5 色 (Gray (3.5,5.5,7.5,) , Black, White) の合計 41 色の配色カード(日本色研:PCCS Harmonic Cards 201)を D65 条件下(標準光源装置 Macbeth Judge II (X-rite 製))で撮影した。撮影した配色カードを、LCD 画面上に投影し、カラーチェッカー(X-rite 製)と adobe photoshop elements 2018 を用いて、RAW 補正を行った。その後、色彩輝度計(CS-160, KONICA MINOLTA)で色度座標を測定した(A 値)。次に、市販の紙コップにブラックコーヒーを注ぎ、配色カードと同様 D65 下で撮影した後、LCD 画面上に投影し、adobe photoshop elements 2018 を起動して、フィルターの palette chagecolor を用いて紙コップ部分のみを 41 色に変換し、色度座標を測定した(B 値)。A 値と B

値の差が5%以下になるまで調整し、24色の紙コップ画像を作成した。尚、作成した画像上のトレイの色と配色カードの色は目視でも同様であることを確認した。

(2) 紙コップの色彩印象調査の方法

2021年から2022年にかけて、女子大学生30名(21.3±0.7歳)を対象にアンケート調査を行った。調査内容は属性、色の好み、飲食後経過時間、コーヒーに関する調査(嗜好度・摂取頻度・飲用理由等)、不定愁訴に加え、23形容詞対を用いた7段階SD法による紙カップの色イメージ調査等からなる。イメージ評価はLCD上に1枚ずつ投影したコーヒーカップ画像をみてもらうことにより行った。

3. 結果および考察

23形容詞を因子分析に供したところ、3つの因子が抽出された。第一因子を好感度、第二因子をアレンジ感、第3因子を本格感と名付けた。その後、好感度をx軸に、本格感をy軸に配し、色ごとに因子プロットしたところ、図のような関係性

が確認された。41色の中で最も本格感が高い色はBkであり、次にdp22、dk22、dk18、dk12が高評価であった。一方、好感度が最も高い色はdk2であり、続いてdk12、dp8、dp2の順で評価が高かった。その中で特徴的であったのがBk、dk2、dk12であった。Bkは41色中最も本格的で、「おしゃれ」で「スタイリッシュ」であり、「集中できる」と評価されていた。一方、dk2は41色中最も好感度が高く、「コク」があり、「おいしそう」で、「購買意欲がわく」色であると評価されていた。Bkとdk2の特徴の中間的存在であるのがdk12であることが明らかになった。コーヒーショップのイメージカラー等による訴求もあると考えられるが、カウンターコーヒーの紙コップの色を変えることで、コーヒーの味わい方や楽しみ方も増えるのではないかと考えられた。

参考文献

- 1) 石脇智広：コーヒーにおける官能評価について、におい・かおり環境学会誌、38(5)、368-374(2007)
- 2) 圓尾修三、広瀬幸雄：コーヒーの香味を探る風味表現用語集、旭屋出版(2009)

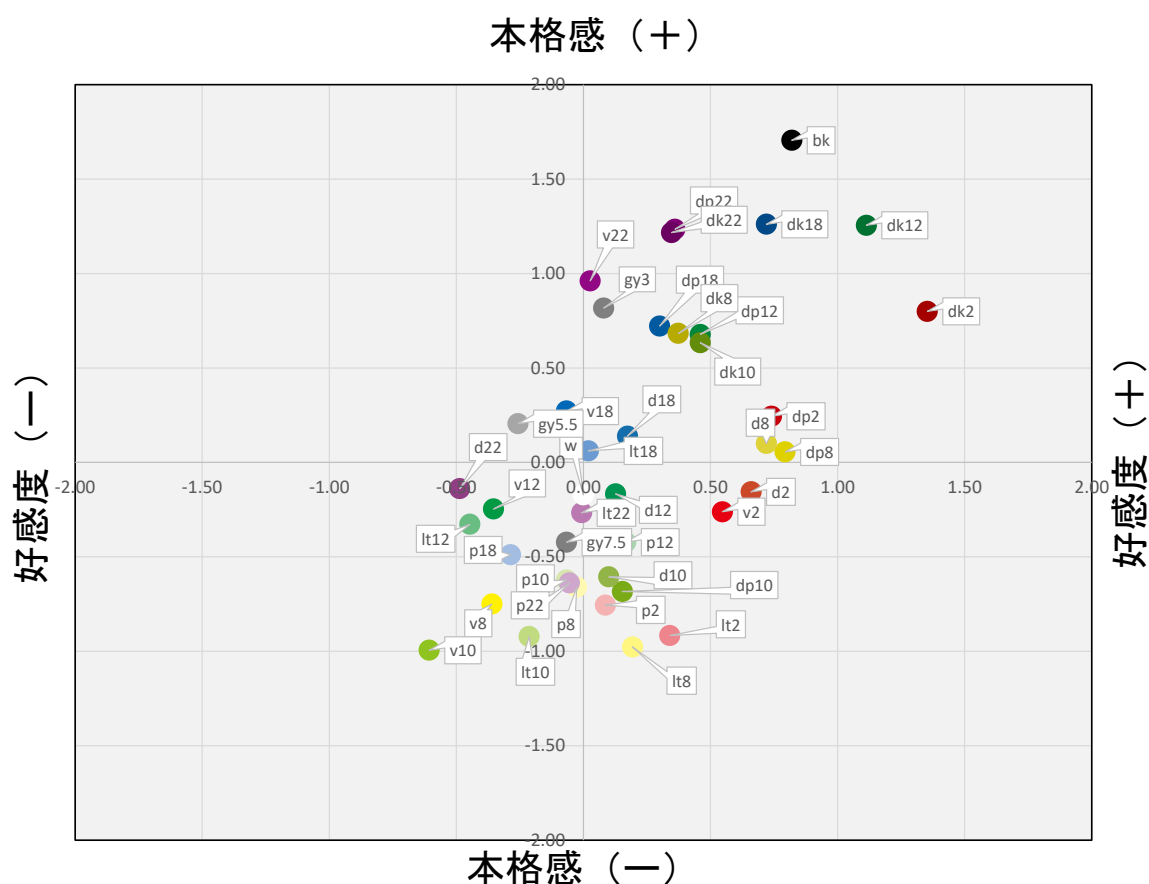


図. コーヒーの紙カップの色ごとにみた好感度と本格感との関係

商品袋における背景色が見た目の印象に及ぼす影響

Effects of Background Color on Visual Impression in Product Bags

中村 彩乃
櫻井 将人

Ayano Nakamura
Masato Sakurai

静岡理科大学
静岡理科大学

Shizuoka Institute of Science & Technology
Shizuoka Institute of Science & Technology

Keywords: 商品袋, 背景色, 印象, SD 法, 主観評価.

1. はじめに

商品を販売する様々な店舗では、その商品や店舗のイメージに合わせて商品袋のデザインや配色を決定していると考えられる。商品袋には、通常、店舗のロゴや象徴となるマークが表示され、商品袋そのものを目的地まで持ち歩くため、その道中における宣伝効果があると考えられる。実際に祝日の日中に JR 静岡駅周辺の 3 か所で 5 分間の街頭調査を行った結果、通行人の約 15% の人が多種多様な店舗の商品袋を持ち歩いていた。一方、色の味覚的な印象は報告されており¹⁾、その印象を活かして商品袋への応用も十分に考えられる。そこで本研究では、商品袋の背景色が見た目の印象に及ぼす影響を明らかにすることを目的として、ロゴを配置した商品袋の配色に着目し、背景色を変化させた画像を用いてその印象を評価した。

2. 実験

本実験では、JR 静岡駅北口地下広場で静岡茶の販売・提供を行っている「しずちカ茶店一茶」において実際に商品袋として使用されている紙袋を刺激として用いた。事前に収集した市販されている商品袋の測定結果を元に、刺激のロゴの背景色として 14 色（紙袋の原色、赤、黄、橙、ピンク、ラベンダー、赤紫、空、黄緑、紫、白、一般的な紙袋色である薄茶、黒、青）を選び、各々画像を加工し、14 種類の刺激を作成した。刺激の周りは灰色とした。図 1 に刺激を示す。図 2 に刺激の背景色とロゴの色度を示す。図上の番号が図 1 の刺激の番号と対応し、三角形のシンボルがロゴの色度を示している。実験では実験参加者を暗室内に入室・椅子に着席させ、暗室内の環境光に順

応するため 3 分間の明順応を行った。ディスプレイの画面中心と参加者との視距離は 60 cm であった。刺激はランダムに提示され、参加者は提示された刺激の印象を評価シートに記入した。印象評価としては、図 2 の左右に配置された 20 形容詞対による両極 7 段階の SD 法で評価した。また、提示された刺激の商品袋を普段使用したいと感じるかの使用意欲について、1 を使用したくない、



図 1 実験刺激

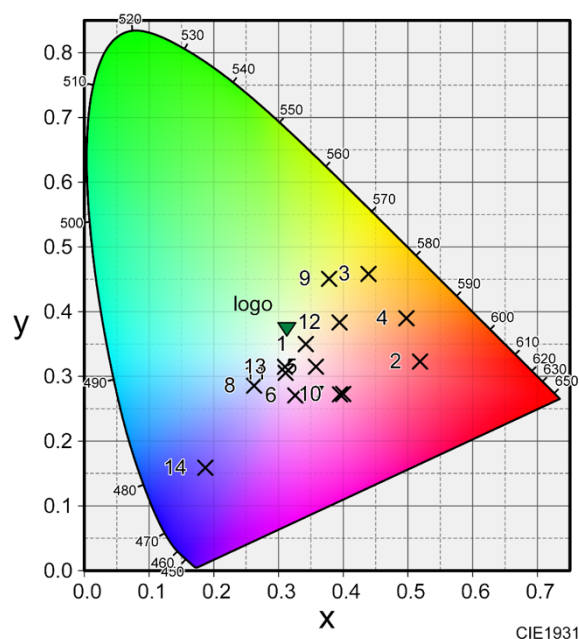


図 2 背景色とロゴの色度

5を使用したいとした5段階で評価させた。更に、提示された刺激の商品袋から感じる季節感の印象として、「春、夏、秋、冬」の4選択肢で評価させた。参加者は本学学生31名であった。全員色覚正常であった。

3. 結果と考察

図3に典型的な結果として、背景色が原色(1)と赤(2)の刺激のSD法の結果(SDプロフィール)を示す。全31名の平均結果となっている。横軸はSD法の両極7段階尺度を示し、縦軸は20形容詞対を示している。図3より、有彩色で彩度の高い赤は個性的な印象となるが、紙袋の原色では平凡な印象を持ち、背景色によって印象が顕著に変わることが分かる。

全31名のSD法の印象評価の結果を用いて因子分析を行った。表1に因子負荷量の表を示す。第3因子で累積寄与率が約62%となり、3因子解を採用し、第1～3因子を各々、独自性、嗜好性、柔軟性とした。因子得点を図示すると、商品袋の背景色が赤、黄、赤紫、紫の場合に独自性が正の方向に分布し、原色、一般的な紙袋色である薄茶の場合に独自性が負となっている。明度の高いピンク、空、黄緑の場合に嗜好性が正となり、赤、青の場合に負となった。従って、高彩度かつ暖色の背景色で独自性が高く、低彩度かつ高明度の背景色で嗜好性が高くなり、背景色の暖寒が独自性に、明度が嗜好性に寄与していることが示唆された。目的変数を使用意欲と

し、説明変数をSD法の20形容詞対として重回帰分析を行った。標準化偏回帰係数の結果から、「印象に残らない-印象に残る」「使いにくい-使いやすい」「悪い-良い」「嫌い-好き」の項目において、使用意欲を有意に予測していることが分かった。上記は嗜好性の形容詞対と一致し、商品袋の使用意欲は嗜好性と関係していることが示唆された。さらに、季節感に関しても背景色の影響があり、各々の季節に好ましい色があることが示唆された。

4. まとめ

商品袋の背景色が見た目の印象に及ぼす影響を明らかにすることを目的とし、ロゴを配置した商品袋の背景色を変化させ、印象評価実験を行った。結果より、商品袋の背景色は見た目の印象や使用意欲に影響を及ぼすことが分かり、店舗の宣伝として、背景色を状況に応じて変更させた商品袋の採用が期待される。

参考文献

- 1) Masato Sakurai, Yusuke Michinaka, Takahiro Yoshikawa, Effects on Impression of Taste in Color Stimuli, AIC2015 Tokyo, 348-353 (2015).

表1 因子負荷量

形容詞対	第一因子 (独自性)	第二因子 (嗜好性)	第三因子 (柔軟性)
平凡な-個性的な	0.871	-0.133	-0.066
ありふれた-珍しい	0.812	-0.208	-0.115
印象に残らない-印象に残る	0.806	-0.002	-0.129
地味な-華やかな	0.743	0.080	0.289
つまらない-おもしろい	0.721	0.113	0.150
古い-新しい	0.717	0.089	0.129
和風な-洋風な	0.479	-0.075	0.080
安価な-高価な	0.455	0.334	-0.374
嫌い-好き	0.014	0.906	-0.111
悪い-良い	0.138	0.877	-0.042
使いにくい-使いやすい	-0.462	0.717	0.053
醜い-美しい	0.326	0.637	0.118
複雑な-シンプルな	-0.203	0.349	0.129
重い-軽い	-0.140	0.116	0.815
硬い-やわらかい	0.028	0.109	0.807
子供っぽい-大人っぽい	-0.137	0.364	-0.521
男性的な-女性的な	0.310	0.100	0.407
寄与率(%)	31.9	19.1	10.5
累積寄与率(%)	31.9	51.0	61.6

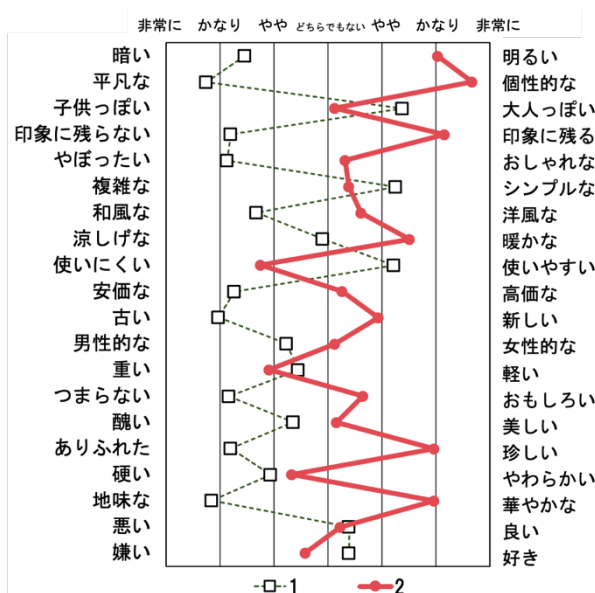


図3 SDプロフィール(1: 原色, 2: 赤)

色彩嗜好の地域差について—国内 11 エリアの比較

Regional differences in color preferences — Comparison of 11 areas in Japan

名取和幸 Kazuyuki Natori 日本色彩研究所
江森敏夫 Toshio Emori 日本色彩研究所

Japan Color Research Institute
Japan Color Research Institute

Keywords: 色彩嗜好, 地域差, 色系, コレスポ
ンデンス分析, クラスタ分析

1. はじめに

「色の好き嫌い」は、様々な関心の下に取り上げられてきた古くからの色彩心理のテーマの一つである。高橋らは、そのアプローチを大きく色視点（何色が好まれるか）と人視点（どのように色を捉えたため好まれたのか）とに分類した[1]。特に前者の研究では、年齢や性別、国、地域、時代など、色彩嗜好に影響を与える回答者要因を変数として調査されることが多い。

色の好みの地域ごとの傾向については佐藤による一般書があるが[2]、その内容が何らかの定量調査に基づくものであるかは不明である。カラーチャートを用いた調査例としては、近江らによる日本色彩研究所の調査（6都市 1978年）や齋藤らの調査（4都市 1991年）などがある。当時の結果でも性別や年齢に比べると色彩嗜好の地域差はそれほど明確ではなかったが、異なる場所で生活していてもメディアから共通の情報が多く取り入れられるようになった現在、色の好みに地域差はみられるのであろうか。そこで本研究では、体系的に選定した色を用いて、居住エリアごとに調査することにより、現在の日本国内全域における色彩嗜好の傾向を把握することを目的として以下の調査を行った。

2. 方法

図1のカラーチャートの中から、参加者に好きな印象の色と嫌いな印象の色をそれぞれ1位から3位まで選択させた。11品目の商品での嗜好色も質問したが、ここでは好きな色の結果のみを報告する。提示色は10色相×7トーンの有彩色70色と、明度の異なる無彩色5色から成る75色である。参加者は20代から60代の日本人

男女、計4,496名であり、居住地域については図1に示す11エリアを設定した。各エリアの参加人数はエリアにより若干の違いはあるが、それぞれ400名程であった。男女、年代もほぼ均等数の回答を得た。調査はインターネットによる調査（クロス・マーケティング社に実査は委託）であり、参加者のデバイスはデスクトップPCまたはノートPCに限定した。調査は2022年12月25日から2023年1月9日に実施した。

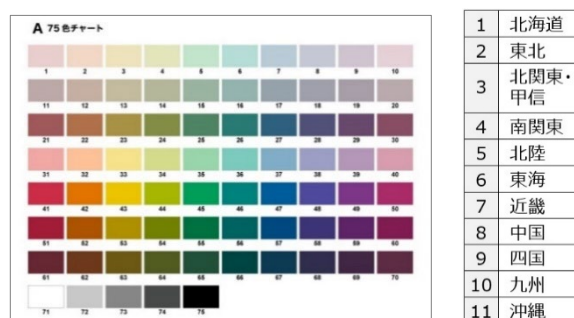


図1 カラーチャートと調査エリア

3. 結果

(1) 嗜好色の全般的傾向

全回答者：全回答での嗜好上位色を表1に、嗜好率グラフを図1に示した。嗜好上位5色は、ビビッドブルー、黒、ピンク、ライトブルーグリーン、ライトブルーであった。

なお、嗜好率は選択総件数/回答者数で選択順位での重みづけは行っていない。例えば、嗜好1位の青は全回答者4,496名中848名が嗜好1位～3位のいずれかに選択し、約19%の嗜好率となる。各色の嗜好率が取りうる最大値は100%、75色の嗜好率の合計は300%である。

トーン別にみると、ライトトーン、次いでビビッドトーン、及び白、黒が好まれた。またPCCS系統色名区分の22の色系統にまとめてみると、最も好まれたのは緑系（10.5%）であった。

が、ほとんど同程度に青緑系(10.3%), 青系(10.1%), ピンク系(10.1%)も好まれていた。なお青系の嗜好率に水色系と紺系の分を加えると19.0%となり、青みをもつ色の人気が最も高いことがわかる。

性差: 図3に男女別の嗜好率グラフを示す。男性がより好んだ色は青, 黒, 緑, 白で, 女性がより好んだ色はピンクと紫みのピンクだった。年齢差: 性差に比べると年齢による嗜好率の違いは小さかったが, 若年層はライトブルーグリーン, ビビッドブルー, 黒などをより好む傾向がみられた。年配になるとビビッドレッドを好む割合が若干増える傾向がみられた。

(2) エリアと嗜好色との関係(独立性検定)

エリアごとの嗜好率上位5色を表1, 75色への嗜好率を図5に示した。全体的な傾向としてみると嗜好率にはエリアによる顕著な違いはみられず, 上位色でみても白と赤が5位以内に入るエリアもあるものの, それぞれ全回答者での

結果と類似していた。しかしながら色ごとにみると, エリアによる嗜好率のレンジが大きい色として, 白(北海道18.9%**、東海9.3%*), 青(近畿24.3%**、南関東14.7%*), ライトイエロー(北海道13.7%**、東北6.5%*), ビビッドレッド(沖縄15.5%, 北海道9.4%*)などが確認された。

*,**はカイ二乗検定による独立性検定結果*p<.05, **p<.01。

色相, トーン, 色系統の選択率に対するエリアの違いについて, カイ二乗検定から効果量を求めたがいずれもその効果は弱かった。それでもいくつかの色相, トーン, 色系統においてはエリアによる嗜好率の違いが確認された。図6にビビッドトーンの嗜好率の合計を示す。ビビッドトーンを最も好むのは沖縄で逆が北海道であった。ビビッドトーンの色は全般的には緯度が高いと好まれなくなる傾向がみられ, 北海道は, 沖縄, 近畿, 九州, 北関東・甲信のいずれに対しても嗜好率が有意に低かった。

表1 嗜好上位5色

嗜好上位	全国	北海道	東北	北関東	南関東	北陸	東海	近畿	中国	四国	九州	沖縄
1	vB	W	vB	vB	ltB	vB	vB	vB	vB	Bk	vB	vB
2	Bk	Bk	Bk	Pi	Pi	Bk	Pi	ltB	ltBG	vB	ltBG	Bk
3	Pi	vB	ltBG	W	ltBG	W	ltBG	Bk	ltB	ltBG	Pi	vR
4	ltBG	Pi	Pi	ltBG	vG	ltB	ltB	ltBG	Pi	W	W	Pi
5	ltB	ltY	ltB	Bk	vB	Pi	Bk	vR	vR	ltB	Bk	ltBG
	14.1	13.7	13.2	14.5	14.7	14.9	14.5	14.5	13.8	13.8	14.3	13.7

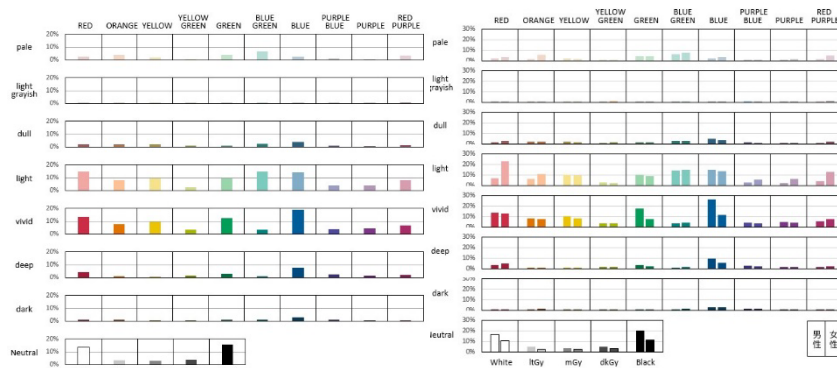


図2 嗜好率(全体)

図3 嗜好率(性別)

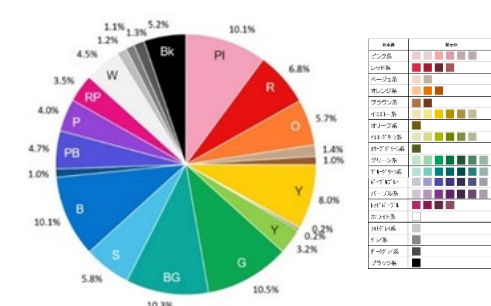


図4 色系統別の嗜好率



図6 ビビッドトーンの嗜好率

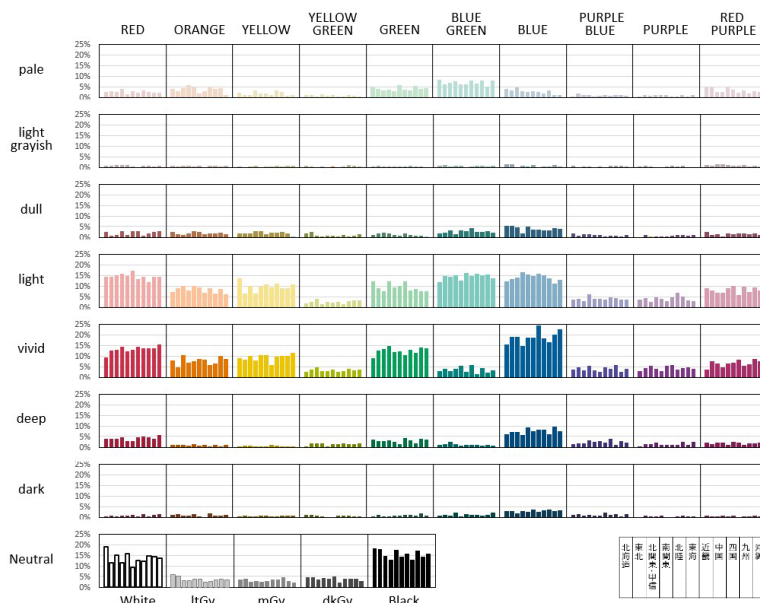


図5 嗜好率(エリア別)

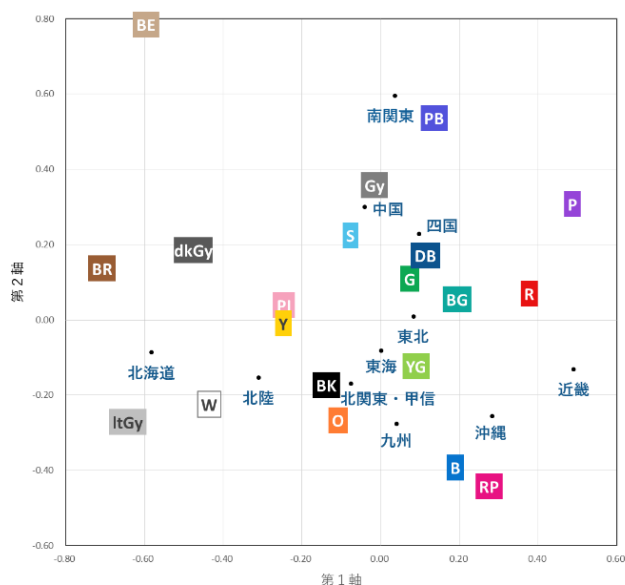


図7 色系統とエリアとの対応マップ
(コレスポンデンス分析, 1軸×2軸)

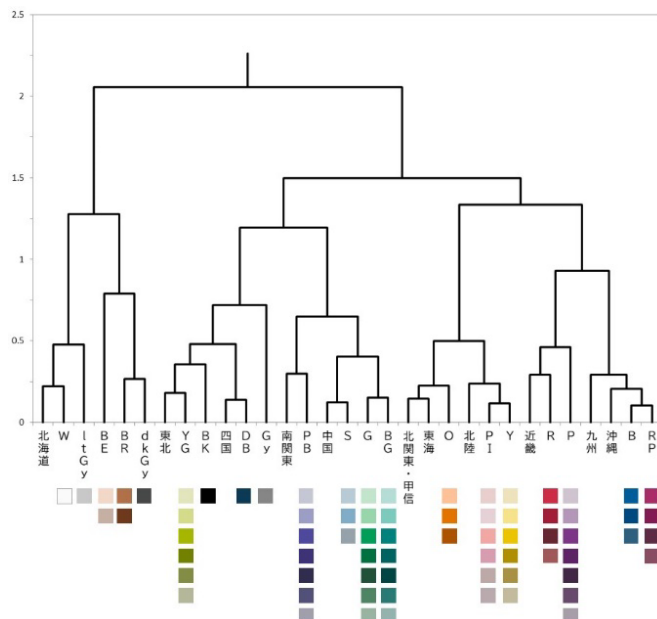


図8 色系統とエリアの樹状図

(3) エリアと嗜好される色系統との関係分析

色系統とエリアの嗜好率のマトリクスデータをコレスポンデンス分析にかけ、両者の対応を分析した。図7に1軸と2軸によるスコアによるマップを示す。寄与率は1軸が0.279, 2軸0.236, 3軸0.120で、3軸までの累積寄与率が0.635であった。本図から色系統とエリアとの対応をとらえることが可能である。

次にコレスポンデンス分析による1~3軸のスコアを用いてクラスター分析(ウォード法)を行った。図8に得られた樹状図を示した。例えば本図から以下のような嗜好クラスターをとらえることができる。①高明度無彩色:北海道, ②黄緑, 紺, 低明度無彩色:東北, 四国, ③水色, 緑, 青緑, 青紫(寒色系):南関東, 中国, ④オレンジ, ピンク, 黄(明るい暖色系):北関東・甲信, 東海, 北陸, ⑤赤, 紫系:近畿, ⑥青, 赤紫系:九州, 沖縄。

4. 考察

本調査の結果から、顕著とはいえないものの現代日本においても居住エリアと好まれる色との間にはある程度の関係性があることが確認された。好きな印象の色が選ばれたのであるから、本結果はエリアによって人が好ましいと感じる印象にやや違いがみられることを示唆している。土地の気候、風土、文化などにより、いわゆる県民性と呼ばれるような考え方、感じ方が作られると考えられるが、特に気候などは時代が変わってもそれほど大きな変化はない。その点からビビッド

トーン嗜好と緯度との関わりなどは興味深い関係である。

単色イメージを作る3要因として評価性、活動性、力量性が挙げられる研究が多い。好き嫌いは評価性に関わるため、それぞれの居住エリアが示す色彩嗜好の特徴は、好きだと選ばれた色についての活動性と力量性の位置からとらえることが可能ではないか。そのようにして、嗜好された色が色を喚起させる印象のデータを用いて検討することにより、色視点タイプの本調査の結果も人視点からのアプローチ的な解析を試みることができるかもしれない。

また本報告は、色から受ける印象、雰囲気についての好ましさに関する調査結果に関するものであった。商品の色彩嗜好の場合に居住エリアの違いがどのように影響を与えるかについては、今後の検討課題となる。

参考文献

- 1) 高橋晋也, 羽成隆司: 色嗜好表出における認知要因, 日本色彩学会誌, 29(1), 14-23, 2005.
- 2) 佐藤邦夫: 日本列島・好まれる色嫌われる色, 青娥書房, 1999.
- 3) 近江源太郎ら: 日本人の色彩嗜好6都市における1978年調査から, 色彩研究, 25(1), 2-13, 1978.
- 4) 齋藤美穂ら: 日本の四都市における色彩嗜好(1), 日本色彩学会誌, 15(1), 1-12, 1991.

※本調査は公益社団法人 色彩検定協会の依頼を受けて実施されたものである。

色彩の感情効果に基づくカーカルチャーパークの カラープランニングに関する研究 Research on color planning of car culture park from the perspective of color emotion

鄭 曉紅 Zheng Xiaohong 中国人民大学 Renmin University of China

Keywords: 色彩の感情効果、カラーエモーション、
カーカルチャーパーク、カラープランニング。

1. はじめに

自動車は人々の生活に密着しており、人々はカーカルチャーパークの基本機能だけでなく、その美しさに対するの要求もますます高まっている。

酷車小鎮は北京市朝陽区南磨房郷政府が投資して建設した中国初の鮮明な自働車文化の特色を持つカーカルチャーパークである。その中で最も特色があるのは自働車の箇性的な改装、デザイン、装飾をテーマにした自働車文化商店街です。

本プロジェクトは酷車小鎮のカラープランニングを通じて、色彩感情効果の視点から、カーカルチャーパークの景観色彩現状を分析し、カラープランニングの方法論を探る。

2. 背景紹介

本プロジェクトの酷車小鎮は改造自動車コミュニティ、レジャー娯楽エリア、文化広場等で構成されている。パーク内の商業施設は、改造車ディーラー、中古車ディーラー、洗車店、自動車修理店、新車販売センター、レストランなどで構成されている。

色彩環境は、非日常的な商業機能が強化されている。しかし、施設の種類の多すぎるので、景観色彩が乱雑になり、ビジネスの活発度が低下している。カラーエモーションに基づくカラープランニングを効果的に使用し、パーク内調和的な基調を形成し、商業施設の多種多様なニーズを満たす。それによって観光客の愉悦感と幸福感を高め、購買力を高める。

本プロジェクトの敷地面積は比較的大きく、景観色彩の美観は都市の景観に重要な影響を与える。合理的にパーク内の色彩を改善し、環境を美化し、特色ある観光地を作ることができ、ある程度都市のイメージを高め、都市の活力をよみがえらせることができる。

3. カーカルチャーパークの景観色彩現状分析

1) 酷車小鎮における景観色彩の既存の問題

A、酷車小鎮内の建物の色とスタイルは乱雑で、統一された計画がなく、街路の色は主に灰色の色調ですが、全体的な外観色彩は乱雑で、酷車小鎮のブランドカラーは目立たず、独特の魅力が形成



されていない。(図1)

図1 酷車小鎮景観色彩調査図

B、外壁の色、屋根の色、アクセントカラーなどの区分は明らかではなく、一部の区域はゴミ箱をいっぱいに積んで、臭いが漂って、通行人はほとんどここで止まることができない。(図2)



図2 酷車小鎮景観色彩調査図

C、敷地内では、建物のドアや窓に広告が貼られ、敷地全体の風格や魅力が大きく損なわれている。(図3)



図3 酷車小鎮景観色彩調査図

D、あるエリアは暗すぎ、あるエリアは古すぎて、ペンキがはがれて全体がくすんでいたたり、色調が古い感じを与えたりして、活気と統一性が損なわ



れている。(図4)

図4 酷車小鎮景觀色彩調査図

E、敷地内の雨戸などの施設が古く、配管が乱れているため、敷地全体の美しさが損なわれている。(図5)



図5 酷車小鎮景觀色彩調査図

2) 酷車小鎮の現場で色を測る。

現場で色を測定したところ、酷車小鎮の外壁の色は黄色と赤黄色が比較的多く含まれていることがわかる。

彩度範囲は0.3 ~ 1.5程度、明度は3.3 ~ 8.8程度である。(図6)

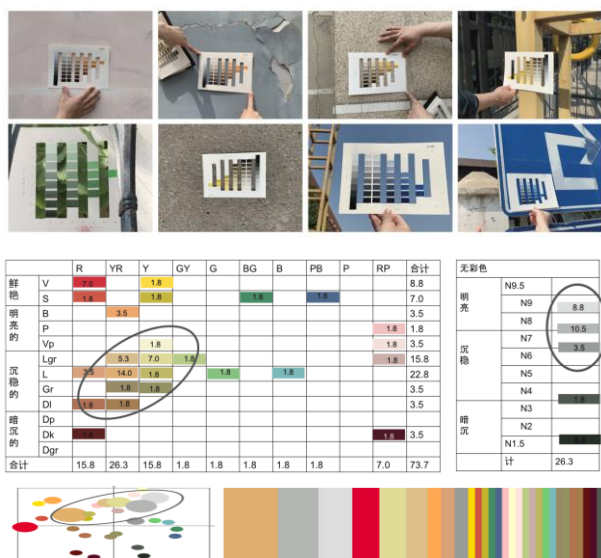


図6 酷車小鎮景觀色彩調査図

4、カラーエモーションに基づくカーカルチャーパークのカラープランニングに関する思考

カラーエモーションに基づくカーカルチャー

パークのカラープランニングは、多くの側面から考えることができる。

1) まず、カーカルチャーパークは大部分が屋外空間であり、パーク周辺の自然環境と建物の色、そしてそれらが伝える感情を考慮する必要がある。

2) カーカルチャーパークの主な文化要素は車と関連したものですから、パーク内の建物外観や装飾の色彩も車と関連した感情や情緒を考慮する必要がある。赤、青、黒などの一般的な車の色は、情熱、安定感、神秘感を表し、これらの色は敷地内のデザインにも使用できる。

3) 色の選択だけでなく、色の明度や彩度も色感情の伝達に影響を与える。その色彩のイメージと色彩の心理効果を重視する必要がある。温かみのある暖色、明るい色彩は自由な活力と幸福感を与え、自然素材の色彩は深い色調で穏やかな印象を与えます。色彩の心理効果を巧みに活用することで、商業施設の商業機能をより発揮し、快適なビジネス環境を形成することができる。

4) 明るい色を使って躍動感をアップさせる一方で、色を強調しすぎるのは避け、色彩による心理効果を意識しすぎると、周囲の色との調和が欠けてしまいがちである。企業のブランドイメージを際立たせる色は、主に人目につきやすい建物の低層に置かれ、景観色彩は様々な要素の調和で成り立っている。個々の事業者の広告や看板が目立ただけでなく、周辺の景観と色が調和することで、より魅力的なカーカルチャーパークイメージを構築される。

要するに、カーカルチャーパークの色彩感情は園区のテーマと文化要素を組み合わせることで選択すべきで、同時に園区の周囲の自然環境と建物の色、そしてそれらが伝える感情も考慮しなければならない。

5、酷車小鎮カラープランニング研究

酷車小鎮内の各施設は位置によって、主に4つのエリアに分かれている。ホテル、レストランエリア、オフィスエリア、改造車エリアなどパーク内の建物は、向きと日照方向によって、明、暗、頭、漠の4つの色彩テーマにより、カラープランニングした、パーク内の商業雰囲気を刺激し、各エリアが相互に調和し、全面的に商業雰囲気を作り、酷車小鎮の景観特色を構築した。(図8)



図8 酷車小鎮カラーゾーン図

1) 色彩のパーティション—明エリア

「明」とは、明け方、空が赤く色づいていくことである。色彩範囲は赤、オレンジから黄色までである。「明」テーマは、ホテル、レストランエリア、酷車小鎮の景観色彩の標準体系の重要的一环として、赤をアクセントカラーとして、人々の食欲を強化することができ、レストランエリアに非常に適している。(図9)

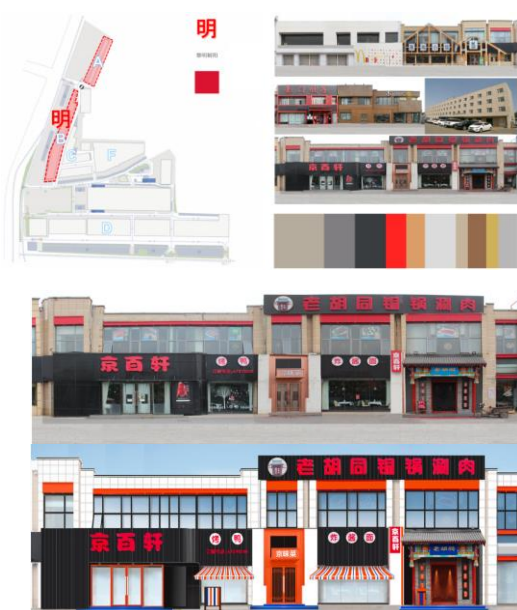


図9 「明」エリアのカラーゾーン図

2) 色彩のパーティション—暗エリア

「暗」とは、日が沈んだ後の暗い状態のことで、色彩範囲は黒から灰色まで、すべての黒ずんだ状態を表す。「暗」は改造車エリアに使用し、青色がアクセントカラーとして、補助色として黒を使用し、自動車業界のクールさを表現する。(図10)



図10 「暗」エリアのカラーゾーン図

3) 色彩のパーティション—頭エリア

「頭」とは、明け方にはっきり見える顕著な状態のことで、白色である。色彩範囲は白っぽくなった青から、白の周辺色まで幅広くなっている。主にオフィスエリアで使われているが、「暗」と違って、白がアクセントカラーとして、青やオレンジ色を広く使ったコントラストが強く、元気さを表す。(図11)



図11 「顕」エリアのカラーゾーン図

4) 色彩のパーティションー漠エリア

「漠」とは、明るさと暗さの中間の状態、つまり青の状態である。「漠」は南に向かって高速道路の改造車エリアに使用し、青色やオレンジ色がアクセントカラーとして、改造車エリアの理性的な色彩感情を表す。(図12)



図12 「漠」エリアのカラーゾーン図

6、カラーエモーションに基づくカーカルチャーパークのカラープランニング研究意義

カーカルチャーパークは、自動車の文化を展示する公共のスペースである。カーカルチャーパークを設計する際に、色彩が非常に重要な役割を果たす。カラーは、人々の感情や行動に影響を与え、したがって、カラーエモーションに基づくカーカルチャーパークのカラープランニングは、訪問者の感情や行動に影響を与え、彼らの体験を向上させることができる。

また、カラープランニングは、訪問者が建物内を効果的にナビゲートするのにも役立ち、適切に配置された色は、訪問者に建物内での方向や場所の特定を助け、混乱を減らすことができる。

さらに、カラープランニングは、設計者が特定のテーマや文化的なコンセプトを表現するのにも役立ち、特定の車種や時代を表す色を選択することができ、地域の文化に合わせた色を選択することもできる。

最後に、カラープランニングは、訪問者の注意を引くことができ、視覚的な刺激として機能し、訪問者がカーカルチャーパークに注目するように促すことができ、また、建物や展示品を強調するために、適切な色を使用することもできる。

総合すると、カラーエモーションに基づくカーカルチャーパークのカラープランニングは、訪問者の感情や行動に影響を与え、体験を向上させるだけでなく、建物内でのナビゲーションを容易にするために重要である。また、特定のテーマや文化的なコンセプトを表現するためにも役立った。

地域の魅力を色から考える教育への取り組み

Approaches to educational methods that consider the attractiveness of the region in terms of color

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: 地域の魅力, 自然・社会・文化, 配色, まちづくり

でも簡単に“まちの色”をみんなで考えられる手法を整理しておきたい。

1. はじめに

景観色彩計画策定に先立って地域の色彩を調査することは基本として広く認知されてきた。筆者はそれ以前より「日本人の心と色」小林重順(1974)「環境デザイン心理学」小林重順(1982)を参考とし、大型施設・構造物の色彩検討用に日本各地の環境の色彩の測色調査を行ってきた。自然(空・海・河川・植生・土壌等)・社会(まち・建築・産業等)文化(歴史・伝統等)によってそれぞれ特徴がみられることを報告し、景観に調和する計画提案を行った。1990年代にはまちづくりのガイドラインの一つとして色彩にも関心を持つ自治体も散見されたり、橋梁というような土木などでも計画の一部に取り入れたりする動きが広まった。しかし住んでいる人々は見慣れた色であるため意識していない場合も多いと感じてきた。教育場面でも建築や都市計画分野での大学の講座では1回程度の講義で基礎知識としてカラーシステムを習得するというのが一般的である。

また、近年では景観形成支援事業として、特に交流人口の拡大の効果が大きく見込まれる、景観法に基づく景観重要建築物及び景観重要樹木の保全活用を中心とした取り組みを支援するとなされ、伝統的まち並みがあり観光客に認知されているようなまちでないと景観整備の活動への助成などが行われなくなってきたという。今後、まちづくりの活動の中で、色彩への取り組みや活用などは減少傾向であろうかと懸念される。

しかし建築・土木・ランドスケープ・各種建設事業の際には、地域にふさわしい色彩や街の活性化に使える色彩などを活用するメリットは変わらない。そこで、まちづくりワークショップなどで取り組める簡単な配色構成ワークを整理しておきたい。これまで東北芸術工科大学で色彩学講座や自治体でのまち歩きの際に取り組んだ地域の色などの考え方の方

2. 取り組み経緯

(1) 地元の色について考える

2011年の東日本大震災以後に、地元に残したい色というテーマで東北芸術工科大学色彩学及び芸術色彩学に参加していた学生の意見を取りまとめた。¹⁾自由記述から語句を分類整理し、同じ語句の集計を行い、地域ごとに集計した。在学生は全国からではあったが、複数人数となると東北の居住者であったため、東北6県の比較をまとめた。東北6県では“自然”に関係する色が上位を占めていたが県によって差がみられた。秋田県では“建築物”の色、青森県では“文化・風俗”の色が上位に入るなど、地域ごとの生活・歴史・文化の違いが感じられた。

(2) 配色で考える地域の色

1990年代に取り組んだ市民ワークショップではグループごとに地域らしさを示す語句の抽出、状態の記述など言語で考えるとともに、5色で配色する方法に取り組んだ。背景の色とアクセント、面積比なども取り込めることを考慮し色数としては5色とした。この方法は複数人数で構成されたグループで議論しながら取り組むのに適している。

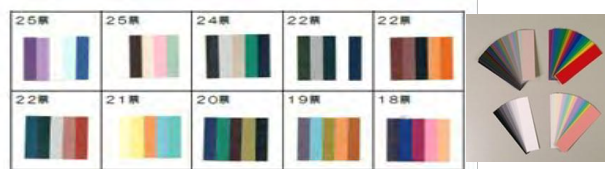


図1 参考; 5色配色作成及び投票の事例
(色紙教材日本カラーデザイン研究所版)

一方、大学では講義形式での授業のため、提出課題として各自が宿題で取り組める内容として考えた。芸術・デザイン・文化研究・建築など分野が多岐にわたる大学であるため、知識や観察が必要であり、楽しく、創造性も発揮できる内容がふさわしい

と考え、形状も色数も自由な配色構成を取り入れた。同じ教材用色紙を用いての課題である。教材は10色相12トーン+10段階の無彩色の合計130色で構成されている色紙である。

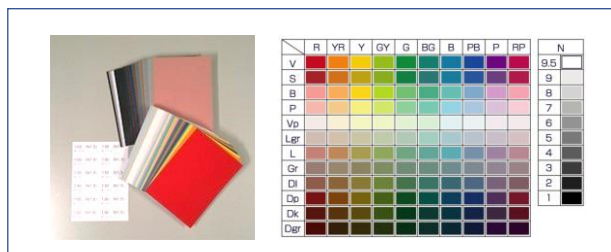


図2 使用色紙130色セット
(日本カラーデザイン研究所版)

(3) 事前の学習

色相・明度・彩度や清色・濁色など、色をシステムでとらえたり、色名や配色テクニックの名称を知ったりなど、基礎的な知識は事前に学習している。ワークショップなどでも基礎知識に触れる時間があると興味を持っていた。

(4) 解説の参考例

以下が課題の説明である。

・地域の魅力を配色構成で表現し、それについての解説を記述してください。

・書き方は箇条書き、まとめた記述、どちらでも自由。

・配色構成は教材の色紙を使用
-台紙サイズA4。大きさは自由。

・タイトル「自分が育ったところの魅力」
〇〇県〇〇市〇〇町

・紙面での説明

・地域の特徴・地形や気候・産業や生活等

・あなたが感じる魅力

・選んだ色の特徴

・注意事項

他人に地域の魅力を伝えることを目標とする

配色構成は風景画的表現でなく抽象的表現とする
その地域の魅力を、文章でも表現する

3. 配色構成で使われた色の地域別特徴

(1) 山形市と仙台市の比較

2012年の言語による結果の中で分かりやすい差を得た仙台市と山形市の例を以下のグラフとして示す。¹⁾ 景観・風景さらに耕作地としての自然を意識している山形市在住者に対して、並木・公園としての自然を考えている仙台市在住者の差が明瞭であっ

た。その後、色紙を用いて地域の魅力の色を考える課題への取り組みを続けた。2022年後期の作品の結果を見ていきたい。個別の作品の評価ではなく、複数作品をまとめて画像に変換し、それらに使われている色の色相及びトーンの分布を分析するソフトを使つての結果で比較確認してみよう。

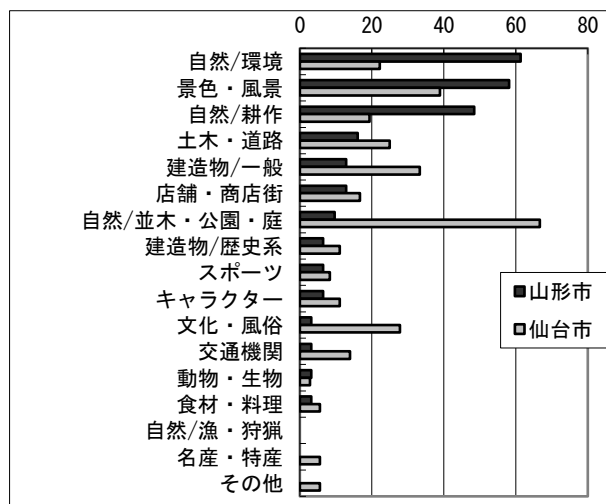


図3 山形市と仙台市比較 2012¹⁾

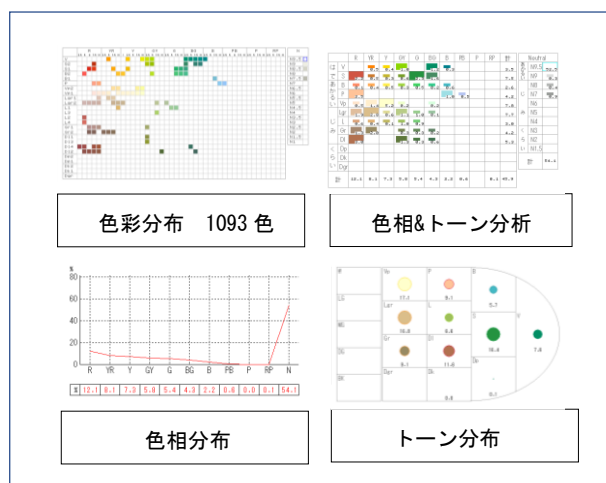


図4 山形県山形市色彩分析結果12名

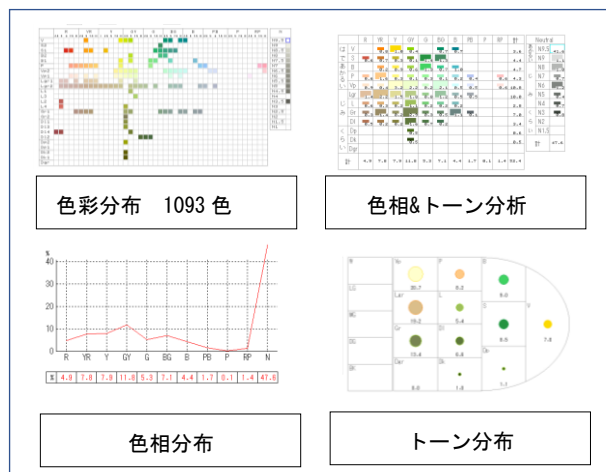


図5 宮城県仙台市色彩分析結果20名

10年以上経過しているが、現在でも山形市は自然に囲まれたまちで、さくらんぼなどの耕作物が特徴としてあげられている。穏やかで温かく落ち着いていて安心感が持てるまちである。歴史もあり渋い色がふさわしく、石畳などにも触れられている。その結果として色彩としても中~低彩度トーンが多く用いられている。それに対して仙台市は“杜の都”のキャッチフレーズがあげられ、都会ながらケヤキ並木で自然豊かであると認識されている。色相もGY(黄緑)系が多く、明るいトーンや地味なトーンなど様々な黄緑が取り上げられているのが特徴的である。そこにイベントやフェスティバルなどの賑わいも加えられ、まちを楽しんでいる様子が伝わってくる。

(2) 他の地域の結果

以下は2人以上が提出したまちの結果である。

・山形県鶴岡市

豊かな自然と文化施設のあるまち。藤の花もあり歴史的な印象。落ち着いた印象の低明度がやや多く、GY系が多いがP系の色相も使っている。

・山形県東根市

さくらんぼで有名である。豊かな土壌で稲穂と果樹と自然に恵まれている。寛容でゆったりとした雰囲気に住心地が良い。明るいトーンでY, GY系が中心。果物の色としてR~YR~Y系の高彩度が見られる。

・宮城県多賀城市

奈良・平安時代に陸奥国の国府がおかれた北の都だった。大伴家持をはじめ松尾芭蕉も訪れた場所として有名。その歴史を振り返って雅さと紫がかかった古代米などからP系の色が用いられている。

・宮城県富谷市

山と田んぼに囲まれた土地だが、高校まで医療費が無料などの施策で若い世代が多く子育てのまちとなっている。明るく元気なまちらしさとしてY(黄)系が使われている。市の花がキク、近年取り組まれているはちみつプロジェクトもY系に関連している。

・福島県福島市

自然豊かでおいしい食べ物に恵まれている。農業の連帯感。こけしなどの工芸や伝統もあり、柔らかく温かく、おだやかで優しい人が多い。とても落ち着く。桃やリンゴの里。桃の色を思わせる高明度の淡いトーンが多いのが特徴的で、そのソフトな色で人の優しさなども表現しているようである。

・新潟県長岡市

長岡は花火で有名で住民たちもそれを誇りにしているようであり、花火の輝きの色が取り上げられている。YRとY系への集中が特徴的であろう。こういった大きなイベントを持っている地域は色を考える際にも大きな影響を及ぼしていることがわかる。

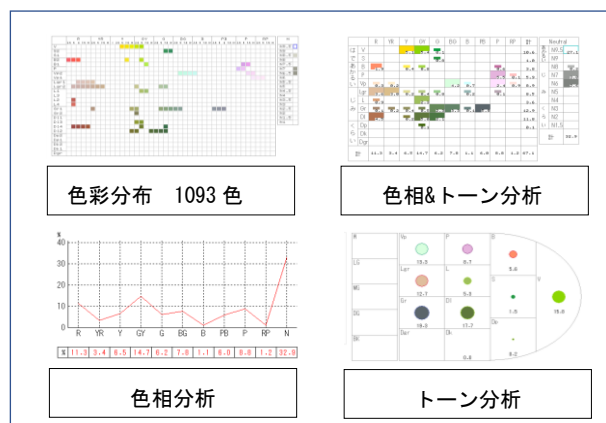


図6 山形県鶴岡市色彩分析結果2名

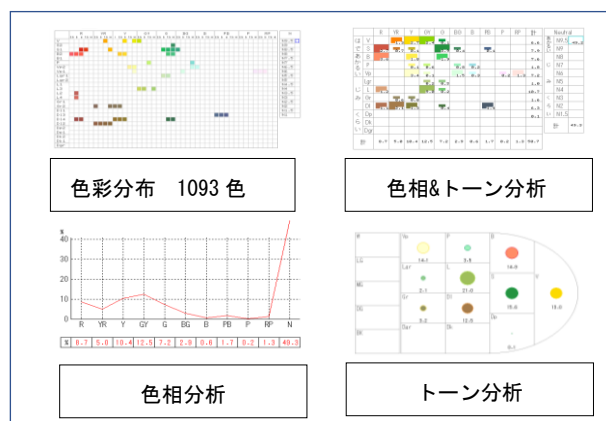


図7 山形県東根市色彩分析結果3名



図8 宮城県多賀城市色彩分析結果2名

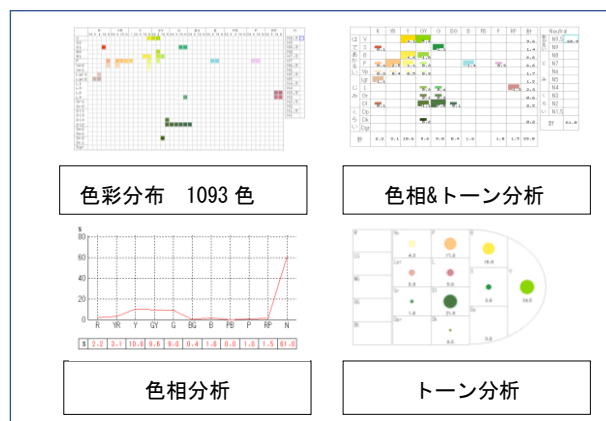


図9 宮城県富谷市色彩分析結果3名

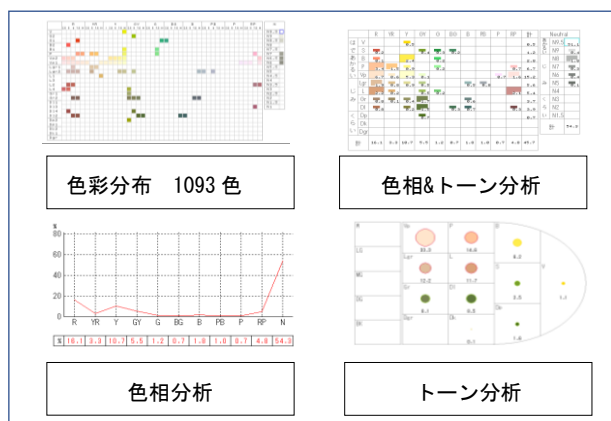


図10 福島県福島市色彩分析結果6名

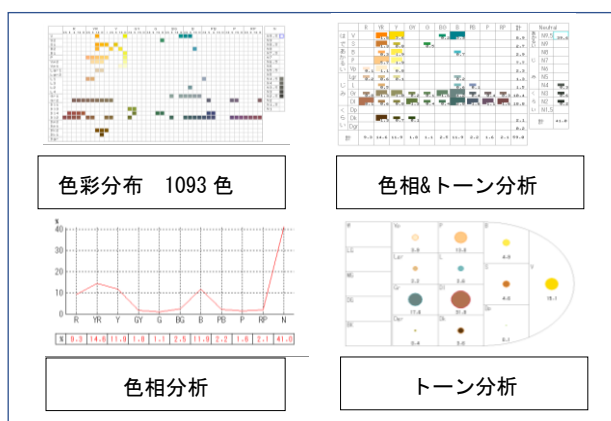


図11 新潟県長岡市色彩分析結果3名

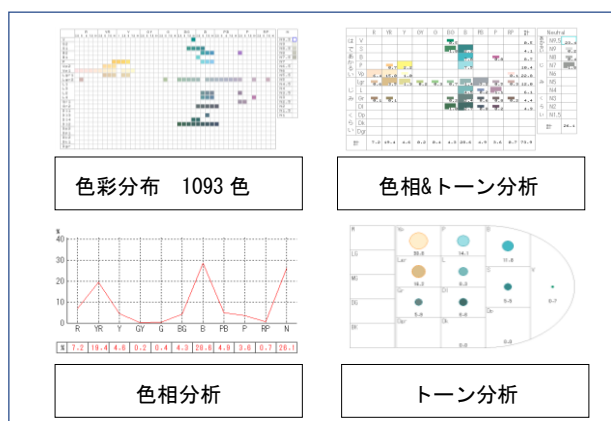


図12 鳥取県米子市色彩分析結果1名

・鳥取県米子市

このまちは一人だけの提出であったが、東北地方とはかなり離れた場所であるため取り上げてみたい。山と海が連なる土地で、天候は曇りが多い。日本の神話に関係する土地に囲まれ、静かな村社会ととらえている。昔ながらの土地、鳥取の砂丘の色、日本海の色、曇り空の色、そして静かながら活気のある住みやすさを淡い色で表現。と解説されている。土地の歴史・文化・自然を色相やトーンへ展開して伝わりやすくまとめている。

4. まとめと今後

地域の魅力の色の特徴の解説をみると共通性が認められる。

- ・地形とそれに関わる自然
- ・耕作物や特産物/花
- ・歴史や文化/伝統工芸
- ・祭りやイベント
- ・建築物-伝統建築物/住宅/まち並み
- ・天候や気候/寒暖
- ・地域の人々の雰囲気

これらの解説と使われた色の“色相”“トーン”の傾向を見ると、その土地が住民にとってどのように捉えられているのか、訪れたことのない人も想像できる内容になっているのではないだろうか。自治体の施策などで住民の生活が変わった状況などにも触れていて興味深い。一つ一つの作品にはもちろん巧拙があるが、“地域の魅力を伝える色”が伝わってくる。

色に置き換えて地域の魅力を考えてみるという手法は、地域のメッセージを伝えるコミュニケーションカラー、まちの広報カラーなどのヒントになったり、景観を形成する色や素材の確認に活用できたりする。建築物や看板の色など意識したこともない、色を考える機会が少なかった方々にも気軽に楽しく色に親しんでもらえる手法の一つと言える。住民ばかりでなく来訪者にも伝わりやすい。

配色構成という作品作成をする方法でなくても、「各自が色を考えて、同じ材料を用い、それらを合計して特徴を読み取る方法」は、客観的に地元の魅力を見つめ直す手段になる。この課題に触れることによって、幅広い分野の学生に、地域の色を再発見し、その色を通じてまちの魅力を発信する取組みがあることを広く伝えてもらえるよう期待している。

今回は2022年度のみ結果であったが、年度による比較などで、結果の共通性などが分かりやすくなるような分析があれば、さらに地域の魅力を伝える色としての客観性が高まるであろう。

参考文献

- 1) 杉山朗子：地域色を把握するための方法論に関する一考察 2019 日本色彩学会誌 43 巻 3+号 p. 59
- 2) 杉山朗子：実務から取り組んだ色彩教育事例 2020 日本色彩学会誌 44 巻 3+号 p. 219

建築評論にあらわれる色彩表現に関する一考察

A Study on Color Expressions Appearing in Architectural Criticism

萩原京子 Kyoko Hagiwara サンスター技研(株) Sunstar Engineering Inc.

Keywords: 建築物, 色彩, 色彩計画.

1. はじめに

建築と色彩の関係に関心を持っている。一級建築士試験(学科試験)において、毎年色彩に関する設問が出されることから、色彩は建築にとって必要なパーツであると考えられる。しかし、建築を語るとき「色彩」の要素が語られた例をあまり見たことがない。

今回は、設計者による建築物の記述のなかに、色彩の要素がどの程度見つけられるかを検証するため、建築雑誌を調査の対象とする。

2. 調査方法

調査対象としたのは、建築専門月刊誌である「新建築」(新建築社)である。「新建築」を調査対象とした理由は、①1925年創刊の老舗の建築専門雑誌であること、②掲載写真のサイズが大きいことの2点である。

VOL.97, 2022年1月号～12月号で「作品」として掲載された211本の記事について色彩に関する記述があるか、ある場合はその内容を抽出した。「作品」として掲載される記事は、本文、写真、写真のキャプション、図表、巻末のデータシートで構成されている。

データシートに記載される項目は、作品名、所在地、発注者・施主、主要用途、設計(建築・監理、構造、設備、照明デザイン、ランドスケープなど)、施工(建築、土工設備、防水、屋根など)、規模(敷地面積、建築面積、延床面積、建蔽率、容積率、階数)、寸法(最高高、軒高)、敷地条件、構造、設備(空調設備、衛生設備、電気設備、防災設備、工程(設計期間、施工期間)、外部仕上げ(屋根、軒、外観など)、内部仕上げ(床、壁、天

井など)である。

3. 掲載作品について

調査対象とした211作品について、説明する(1)所在地:国内のみならず、海外の作品もあった。国内作品と海外作品の割合を図1に示す。

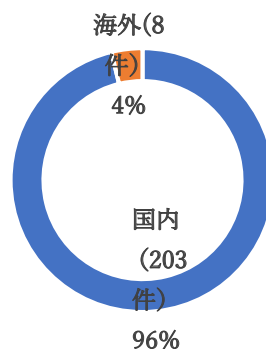


図1 所在地(全体)

(2)主用途:主用途を住宅系と非住宅系に分けて集計した。

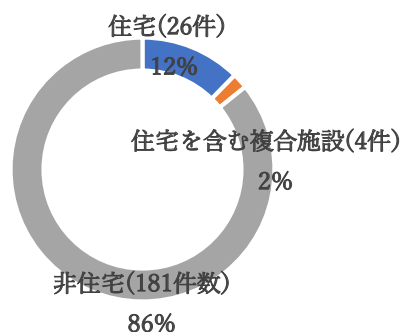


図2 主用途

(3)その他:建築形式も新築、改修、移築など多岐にわたっていた。

4. 色彩に関する記述の出現状況

表1に色彩に関する記述ある作品が掲載数を示

す。色彩記述のある作品は28%である。

表1 作品掲載数

	掲載作品数	色彩記述のある作品数
1月号	14	4
2月号	20	3
3月号	18	5
4月号	16	3
5月号	18	2
6月号	16	8
7月号	18	7
8月号	18	5
9月号	17	3
10月号	21	5
11月号	18	10
12月号	17	4
合計	211	59

色彩に関する記述のあった建物について説明する。

(1) 所在地：所在地の種別を図3に示す

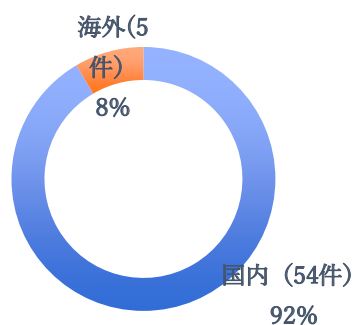


図3 所在地(色彩に関する記述あり)

(2) 主用途：主用途を住宅系と非住宅系に分けて集計した。

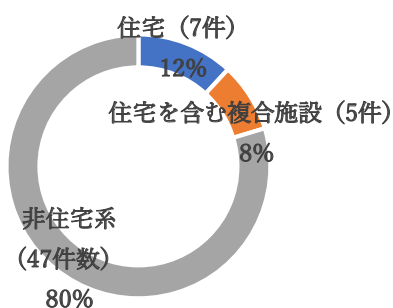


図4 主用途(色彩に関する記述あり)

5. 色彩に関する記述の内容

色彩の記述の内容はおおむね、下記の5種類に分類される。

(1) 仕上げ材や材料の色名を示す。

使用色名は、白、黒、赤、黄色、青、グレー、ライトグレー、艶黒、漆黒、濃灰、淡灰赤、朱色、ブルーグレー、ゴールド、シルバー、金色、ボルドーなどがあげられる。

外部仕上げに、「指定色塗装(日塗工:N-25 3部ツヤ)」(3月号)や特記仕様に「塗装基準色 DIC C274(建具、柱、梁、見切り、各種器具等)」(11月号)という記載も見られた。暗色(2月号)古色塗装(2月号)や特注色(6月号)という表記もあった。

(2) なじませる・際立たせる。

「周辺の景観と調和しつつ来訪者への視認性の高い<赤い屋根>の建築とすることで離れた敷地の2施設が連携しつつ、それぞれの場所に応じた異なった風景を作り出している。」(10月号)。

(3) 『らしさ』を色彩で表現する。

「首里城の朱色と琉球の高貴な色とされている黄色をモチーフに、壁仕上げと椅子の張地を計画。」(1月号)

「3棟を一連の群造形で見せるため、外装の色彩は演劇のブラックボックスを想起させる黒で統一している。」(6月号)

(4) 改修工事の際に記憶の継承を色彩で行う。

「外観と同様鉄部分は長年の仕様で塗り替えられていたが、オリジナルの色(ブルーグレー)に戻した。」(1月号)

(5) 色彩計画やカラーコンセプトを示す。

「色彩計画サイン計画の実施」(10月号)「グラフィックデザイナーとコラボレーションし、場所ごとの活動に応じてカラーコンセプトを定める」(7月号)。

6. まとめ

色彩に関する記述のない作品が70%以上を占め、当初の予想通り色彩を語る例ははすくなくかった。データシートの外部仕上げ(屋根、軒、外観など)、内部仕上げ(床、壁、天井など)の記述も、材料メーカー、材料名は記載されていても、色名、色番号は記載されていない例が多かった。

さらに、外観、内観を問わず、建物の見た目に関連する記述がない作品もあった。

参考文献

- 1) 「新建築」, VOL.97, 1月号から12月号, 新建築社, 2022

屋外広告物の色彩ガイドラインの導入による都市景観の形成シミュレーションとその視覚印象評価

Simulation of urban landscape by introducing color guidelines for outdoor advertisements and evaluation of their visual impressions

長谷川千晴 Chiharu Hasegawa 京都大学
石田泰一郎 Taiichiro Ishida 京都大学

Kyoto University
Kyoto University

Keywords: 都市景観, 印象評価

1. はじめに

建築の外装色や看板などの屋外広告物は都市の景観に大きな影響を与える。現在、多くの都市で景観色彩ガイドラインが導入されており、都市としてのまとまりや調和感のある街並み形成を目指している。一方、建築主や企業が自由に多彩な色を選択することで、商業性が向上し、生き生きとした活気ある街並みが形成されることも予想され、地域性・場所性に合わせた景観色彩ガイドラインの導入が課題となっている。

都市景観に関する既往研究^{1)~6)}は数多くあるが、多くの年月に及ぶ景観の変遷を想定した都市計画は容易ではない。都市景観の将来の姿を検討するためには、その形成過程を何らかの仮定のもとに模擬(シミュレーション)することは有力な方法の一つであると考えられる^{7,8)}。そこで本研究では、都市景観の構成要素のうちの屋外広告物に着目し、その色彩ガイドラインを導入することによって形成される都市景観をシミュレーションによって作成し、その視覚印象評価を行った。それにより色彩ガイドラインが都市景観の視覚的印象に与える影響を検討することを目的とした。都市の賑わいと調和感を創出する色彩景観の形成に寄与する色彩計画の方法について考察した。

2. シミュレーションプログラム

コンピュータグラフィックスソフトであるPov-rayを使用して都市景観画像を生成した。以下にその概要を示す。

2.1. プログラム内の都市

商業地区のビル群を想定し、4つのビルの壁面

及び上部の広告物について色彩を変化させるプログラムを設定する(図1)。実在する建物群を参考にして、その形状を単純化した壁面を正方形領域に分割し、屋外広告物の場とそうでない場を設定した(図2)。



設定した広告の場(黄色部分)

図1 都市の概要



図2 場の設定

2.2. 条件の設定

東京都景観色彩ガイドライン⁹⁾を参考にマンセル表色系を採用し、色相・彩度・明度の3つの尺度で条件を設定した。Pov-rayの設定の都合上、彩度・明度ともに範囲を0~1の数値に変換して条件範囲を定めている。

現在の規制を条件1とし、表1のように彩度・明度の使用可能範囲を変更させた全19条件を設定した。

		明度規制		
		強める←		
彩度規制	緩める↑	≤0.6	≤0.8	規制なし
	規制なし	条件16	条件10	条件4
	≤0.8	条件15	条件9	条件3
	≤0.6	条件14	条件8	条件2
	≤0.4			条件1
	≤0.3	条件17	条件11	条件5
	≤0.2	条件18	条件12	条件6
	強める↓	条件19	条件13	条件7

表1 設定条件

各条件の範囲から彩度、明度の値をランダムに選択するプログラムにより生成された都市景観画像の一例を図3に示す。

明度 彩度	≤0.6	≤0.8	規制なし
規制なし			
≤0.8			
≤0.6			
≤0.4			
≤0.3			
≤0.2			
≤0.1			

図3 提示画像

3. 実験

3.1. 実験方法

全19条件につき各5枚ずつ、計95枚の画像について印象評価を行う。一般的な照明環境の室内のデスクの上に設置したモニターに景観画像を表示し、被験者は座った状態で評価を行った。

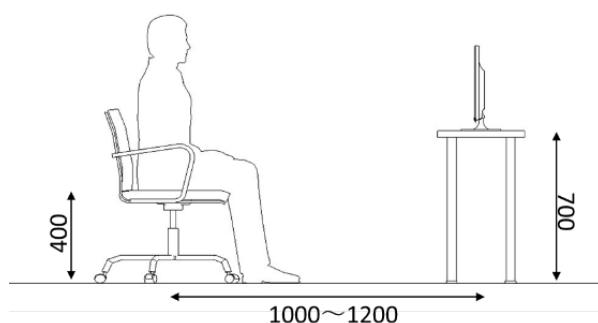


図4 実験環境

3.2. 実験手順

実験者が実験の概要を説明しテスト試行を行った後、以下に示す10の評価項目について-3~+3の7段階で画像ごとに回答する。評価の際は画像全体を見るように指示し、各画像はランダムに表示された。

不調和である—調和している	暗い—明るい
嫌い—好き	閉鎖的な—開放的な
乱雑な—整然とした	落ち着いた—賑やかな
不快な—快適な	統制された—自由な
静的な—動的な	醜い—美しい

-3

-2

-1

0

+1

+2

+3

表2 評価項目

3.3. 被験者

22歳~24歳の6名(男性5名、女性1名)で、全員が建築系の学生である。

4. 結果と分析

4.1. 彩度・明度に関する変量からの分析

評価項目ごとの評価値をまとめた結果、主に彩度の影響を大きく受ける項目(調和感、整然さ、動的、賑やかさ、自由さ)と、彩度・明度のどちらの影響も受ける項目(好き、快適さ、明るさ、開放感、美しさ)の2つに大別することができた。代表的な例についてのグラフを図5、図6に示す。

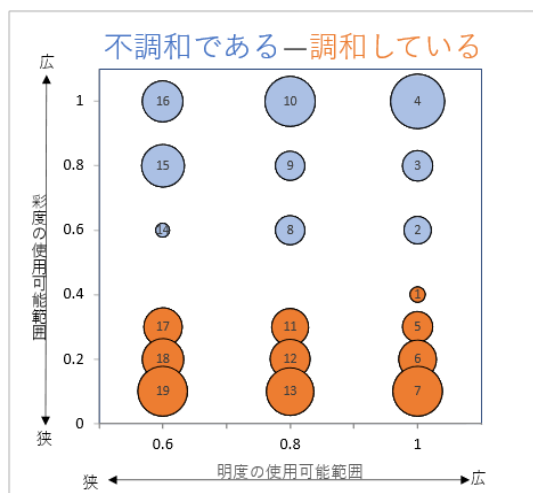


図5 結果(調和感)

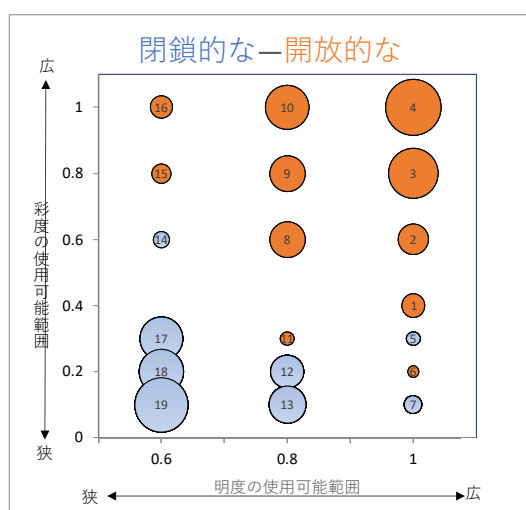


図6 結果(開放的)

それぞれの評価項目に対する彩度と明度の影響度を調べるため、評価平均値を目的変数、彩度平均値と明度平均値を説明関数として重回帰分析を行った。結果を表3に示す。全ての評価項目で有意 $F < 0.05$ となり、有用な回帰式を得られた。

	決定係数	彩度		明度	
		標準偏回帰係数	t値	標準偏回帰係数	t値
不調和である—調和している	0.826	-7.691	-21.074	-1.169	-1.706
嫌い—好き	0.650	-4.439	-12.906	1.974	3.058
乱雑な—整然とした	0.876	-8.410	-25.671	-1.759	-2.860
不快な—快適な	0.687	-4.441	-13.890	2.356	3.926
静かな—動的な	0.862	6.972	23.267	3.860	6.862
暗い—明るい	0.711	3.983	10.949	7.288	10.672
閉鎖的な—開放的な	0.694	4.140	11.880	5.665	8.659
落ち着いた—賑やかな	0.884	8.184	25.782	4.304	7.224
統制された—自由な	0.887	8.387	26.564	3.494	5.896
醜い—美しい	0.685	-4.572	-13.805	2.472	3.977

表3 重回帰分析結果

分析の結果、評価項目を3つの傾向に分類することができる。都市景観の総合的な秩序感に関わる項目(調和感, 整然さ)は彩度のみの影響を受け、都市景観の明るさ感に関わる項目(明るさ, 開放感)については彩度・明度から同程度に影響を受ける結果となり、都市の嗜好性, 活動性に関わる項目(好き, 快適さ, 動的, 賑やかさ, 自由さ)については彩度による影響が特に大きいことが明らかとなった。

4.2. 全体での傾向

本研究の目的である、都市の賑わいと調和感のどちらも満足するガイドラインの設定値を考察するため、条件ごとの評価値をグラフに示し(図7)、全体での傾向を考察する。

図7より、条件1, 2, 5, 6, 8, 11, 14で全評価値が-1.1以上の値をとり、賑わい感, 調和感のどちらの項目に対してもある程度高い評価を得る結果となった。表4にその条件を赤丸で示す。

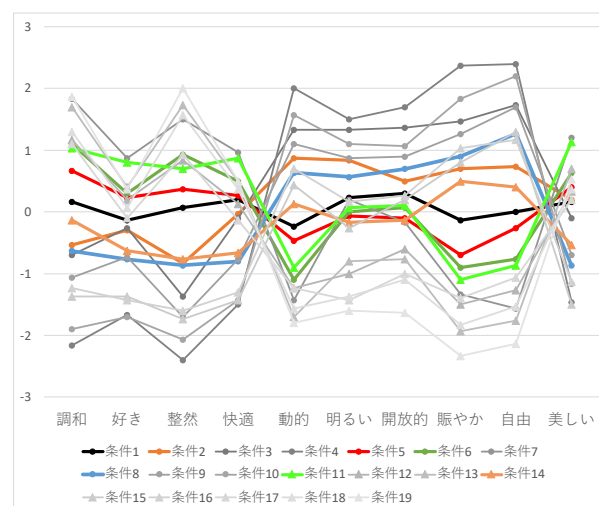


図7 全体の傾向

	明度規制		
	≦0.6	≦0.8	規制なし
規制なし	条件16	条件10	条件4
≦0.8	条件15	条件9	条件3
≦0.6	条件14	条件8	条件2
≦0.4			条件1
≦0.3	条件17	条件11	条件5
≦0.2	条件18	条件12	条件6
≦0.1	条件19	条件13	条件7

表4 評価が高かった条件

5. まとめ

都市景観の秩序形成に関する評価については彩度の使用可能範囲が広いほうが高く、明度による影響は小さい結果となり、都市の賑わいに関する評価については、明度の使用可能範囲が広いほうが高く、彩度による影響が特に大きいことが明らかとなった。

また、現在の規制を中心に、明度規制と彩度規制のバランスの取れた条件設定が都市の賑わい創出と調和感のどちらも満足する景観を形成することが示唆され、現在のガイドラインの妥当性を確認することもできた。

今後は、マンセル表色系による色域設定だけでなく、地域性や場所性等特徴的な視覚印象を与える都市景観を創出するための色彩ガイドラインの作成を試みてみたい。今回の実験では色相に制限を設けなかったが、色相の選択可能範囲にも制限を設けた景観画像(図8参照)についての印象評価を行う、単色として広告物を扱うのではなく、文字や記号といった要素を取り入れて実験を行う等、さらなる検討・研究を重ね、より良い色彩ガイドラインの作成に貢献していきたい。

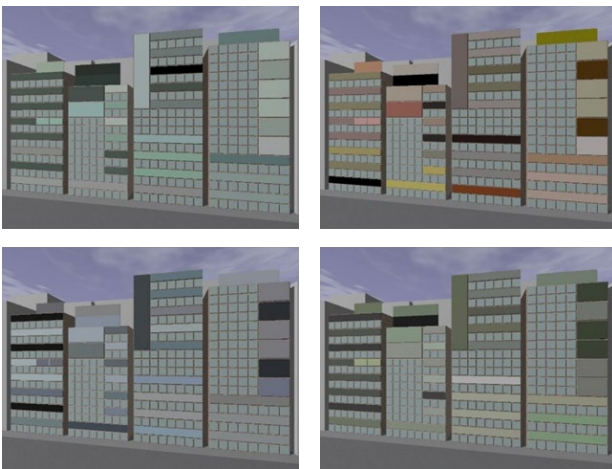


図8 色相に制限をかけた景観画像例

参考文献

- 1) 稲垣卓造：景観整備を目的とした都市の色彩評価に関する実験的研究，日本建築学会計画系論文報告集 第451号 p29-39 (1993年9月)
- 2) 稲垣卓造：都市の構図と構成要素がその色彩評価に与える影響 景観整備を目的とした都市の色彩評価に関する実験的研究 その2，日本建築学会計画系論文報告集 第462号 p9-19 (1994年8月)

- 3) 稲垣卓造：建築の外部色彩の評価が前景となる建築の色彩から受ける影響，日本建築学会計画系論文報告集 第531号 p9-15 (2000年5月)
- 4) 稲垣卓造：周辺環境の色彩が建築の外部色彩の評価に与える影響，日本建築学会大会学術講演便覧集(近畿) p429-430(1996年9月)
- 5) 木多道宏，奥俊信，舟橋国男，紙野桂人：都市景観における色彩の評価構造に関する研究，日本建築学会計画系論文集 第502号 p147-154(1997年12月)
- 6) 木多道宏，奥俊信，舟橋国男，紙野桂人：建物壁面の色彩配列および修景操作と心理効果との関係 都市景観における色彩の評価構造に関する研究 その2，日本建築学会計画系論文集 第516号 p177-184 (1999年2月)
- 7) T. Ishida and H. Tanaka: Simulation of emerging color arrangement of cityscape and psychological evaluation, Proceedings of the Interim Meeting of the International Colour Association, (2008) No. 057
- 8) 品川翔一郎，石田泰一郎：建物の高さで色彩を変数とした景観生成シミュレーション画像に対する印象評価，第44回全国大会発表論文集，日本色彩学会誌 (2013) 37(3): 232-233,
- 9) 東京都都市整備局：東京都景観色彩ガイドライン

カラーマーケティングとまちづくりについての一考察 A Consideration on Color Marketing and Town Planning

伊藤 幸

Itou Miyuki

(有) 藤寿建築設計事務所

Touju Architectural Design Office

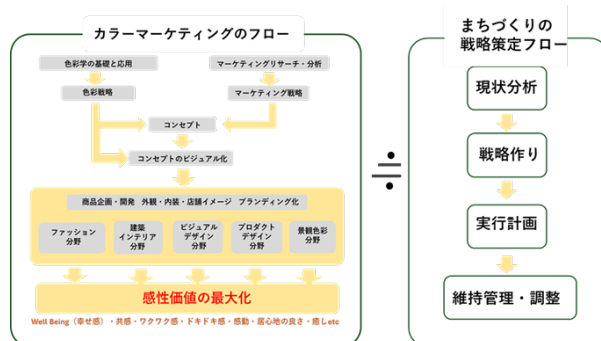
Keywords: カラーマーケティング、住み続けたいまちづくり、「らしさ」とブランドカラー、商店街・空き家問題

1. はじめに

周知のように日本は、バブル崩壊後 30 年間で経済は縮退させられ、特に地方にあっては、町は驚くべき縮退状況になった。勿論、少子高齢化の影響が大きい。空き家問題や縮退する商店街問題は地方に限らず首都圏等においても同様で、まちの活性化のための課題解決が急がれる。その危機感からまちを活性化しようと活動するプレイヤーが増えてきている。

著者も、この5年間で、様々なアカデミックの研究会・まちづくり協議会・各種法人格の協議会の参加やまちづくり大学のゼミやセミナーや講演・ワークショップ、まち視察やまち歩きの参加、SDGs 研究会の開催、市民大学企画運営等に参加し、まちの活性化について多くの学びと知見を得てきた。そのような中で、[住み続けたい、住みたいまちづくり]を実現するためのミッションとは何か？それは、人々の幸福=WELL BEING の実現であるということにたどりついた。具体的には「衣食住+人との繋がり」が中心的幸福度の影響要因である。そのためには、単に戦略[こういう方向性で進む]だけではなく、より具体的にどう行動や施策をしたらいかがを掘り下げて立案する必要がある。そのために、本研究では、数年間のまちづくりに関するヒヤリング等の分析を通して、どのような指標・指針が必要であるかを明らかにしたい。と同時に、カラーマーケティングとまちづくりの相関性や親和性、有効性について考察する。

2. カラーマーケティングとまちづくり計画プロセスの共通性と類似性について



上図のカラーマーケティングのフローとまちづくり戦略策定のフローを比較する。

まず、カラーマーケティングフローは、色彩戦略とマーケティング戦略の両輪であらゆる分野のモノやコトを色彩・形態・素材(感)を独自の手法を組み合わせ具体的に計画することで感性価値の最大化を実現しようとするものであるが、まず初めに現状調査を行い分析し、どう言う方向性・目的に係るモノやコトを表現していくかを決定し、それを具現していく。

次に、まちづくりの戦略策定のフローを見ると、まずまちの現状を調査し、課題や強み弱み等を分析する。そしてどういったまちにしたいかのミッションを決定し、具体的な目標・コンセプトを定め、具体的な行動を計画するという流れである。両者のフローは、経営学における戦略や戦術に関するフローであり、非常に共通性・類似性があることが明白である。

3. 先行研究

筆者は 2017 年に、カラーマーケティング手法を取り入れて施工した施設と競合施設の感性価値評価の比較分析を報告している[10]。本節では、まちづくりの景観デザインに影響を及ぼす建築物に対して、カラーマーケティング手法を採用して作ったものが、いかに人々の感性に影響を及ぼすか、先行研究[10]を実証例として解説する。

3-1 本先行研究の目的

先行研究[10]の目的は、以前の研究結果[11, 12]を踏まえた事例と他の競合施設の事例を感性価値評価分析することで、以前の研究結果の有効性を実証するとともに、施設設計の感性価値を向上させる要因が顧客満足度を向上させることに有意性があるかどうかを明らかにすることである。

3-2 研究方法

3-2-1 アンケート調査内容：当該施設と競合施設の2つの施設について、施設メンバーを被験者に、感性評価項目である変数19項目、目的変数3項目を、5段階評価でアンケートを実施した。当該施設被験者数：55人、競合施設被験者：30人。ゴルフ倶楽部という性質上、男女比は、男性がほとんどで女性がきわめて少ない。なお、競合施設を選定するにあたり、競合となる商圈に位置するもので、メンバー制であり、改修を行っているという同条件の施設を選定した。

3-2-2 分析方法：まずF検定を行い、P値が有意であるかないかを確認後、T検定をおこない、平均値と標準誤差からそれぞれの感性情報に対する推定と目的変数との因果関係の推定を行った。

3-3 研究結果及び考察

意図的に色彩・形態・素材（感）の組み合わせでコンセプトを具現化した実施例を研究リソースとしたが、分析結果から、その意図した感性価値評価項目（コンセプトを含む）は、いずれも大きく平均値を上回り、競合との有意差があり、目的変数である「好き」や「満足している」「友人や知人に紹介したい」に対して、競合施設と大きな違いを見出すことができた。これは、感性価値評価項目に対してデザイン等の教育を受けていない被験者においても同様に認識できるということを裏付けるものである。また、コンセプトである感性価値評価項目が、当該施設に対する好意や満足度が著しく向上したことに寄与していることが明らかになった。と同時に競合施設の好意や満足度が比較した結果が低かったことから、当該施設における感性価値評価項目が、クラブハウス設計において満足度や嗜好性に対して有効であるということが示唆された。

また、実施例の具現化において元となっている「色彩・形態・素材（感）の調和理論」及び「ビジュアル・デザイン・イメージ分析ツール」が間接的ではあるが正しかったと実証できたことは、著者の今後の研究にとって有益な成果である。

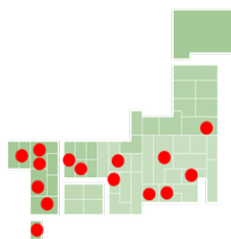
4. 住み続けたいまちの実現のための指標の研究

4-1 研究の目的

2年間にわたり、全国各所（15県20都市）のまち視察へ出かけた。各地で地域活性化を目指し活動するプレーヤーから活動のプロセスや実施例等をワークショップという形でヒヤリングを行った。そこで得た多くの知見で最も注目すべきは、様々な職種や立場の人々が地域でリーダーシップを発揮して、マスコミやSNS等での情報では、見えてこないまちに対する思いや周りとのつながり方等、そして、仲間との学びやつながりを通して、互いに力づけられ、それぞれのまちの再生を推進している姿そのものである。そして日本のこれからのまち活性化にとって大切な宝がそこにあるのではないかという思いから、それらの多くの知見や気づきをそれぞれの地域で共通するキーワードや活動事例を抽出し、分類整理分析することで、まちづくりを考える多くの人のヒントとして提示を試みるものである。また、まちづくりは、小さなレベルから大きなレベルまで様々な課題があるため、そのまち視察のヒヤリング分析と数年間に及ぶ学会やまちづくり協議会、まちづくり大学校、SDGs研究会、市民大学の参加により得た知見や気づきを融合し「住み続けたいまち」を実現するための指標として作成することとした。

4-2 研究の方法：ヒヤリングのKJ法による分析

全国15都道府県20都市のまちづくり活動者を対象にヒヤリングを行い、そこで得られた内容をKJ法を用いて、分類・分析し、共通項の抽出や新たな知見を見出す。



4-3 研究結果

[A] まち視察において多くの知見や共通するキーワードや活動事例を抽出したものを分類・分析したものは以下の通りである

（1）まちづくりに対する思い

- ①自分たちのまちは自分たちで作る
- ②歴史的建築物をリノベして新たな価値を生み、

次世代につなげる

③団地兼商店街の活性化で、その周辺の居住環境の価値を上げ、豊かな環境を実現する

④商店街活性化で、地域の価値をあげ、豊かな生活を支援し、サステナブル(継続)を実現する

⑤地域の資源を活用して、内外の交流人口・関係人口を増やし、地域の雇用促進を実現し、サステナブルな地域経営を実現する

⑥地域の WELL BEING (幸せ感) を目的に、商店街の活性化を実現する

⑦人の幸せをハード面&ソフト面で実現する
⇒住み続けたいまち・住みたいまち・シビックプライド&シビックファーストにつなげる

(2) 考慮項目

①交流人口・関係人口を増やす

⇒オペレーションの重要性

②地域の交流

(穏やかな関係性)

③ゆるく心を開いた関係性が重要

⇒ヒエラルキーのある関係

(3) 活動

①まちや商店街のゴミ拾い

⇒地域の人とつながる

②様々なイベント開催

⇒マルシェ、交流会、まち歩き etc.

⇒地域内外の交流人口、関係人口

③活動の様子をメディアで配信

④景観デザインのリノベで、地域やエリアの価値を上げる

⑤団地再生

・ハード面: 余白・建築・工作物の仕掛けや創造
・ソフト面: その建物や余白等で活動する内容(アイデアや工夫)を立案し実行する

⇒生活の豊かさを実現する

⑥歴史・文化・自然等地域の資源を分析し、まちの活性化の種とし、その資源に対してアイデア・工夫によりまちの新規事業を創造する

⑦あらゆる分野で分断でなく協働

⑧多様性と集積のバランス

⇒まちの賑わいにつなげる

⑨官学産民一緒に活性化のアイデアを出し合うワークショップ

(4) キーワード

①地域で協働できる仲間

②人材育成

⇒次世代の後継者の育成

③勉強会

④エリアマネジャーとファシリテーターが存在する

⑤専門家集団による横断的協働

⑥官学産民による横断的協働

⑦地域住民のまちづくりに関する活動の自立と継続の支援

⑧「煩わしさ」を意識させずに「コミュニティ」を機能させる

⑨街の再生は、小さなレベルで考えるのではなく、住宅の生活の場をどう建築化してゆくかが重要

⑩伝統的なモノやコトと現在・未来につながるモノやコトの融合

⑪良い都市は主体的にまちづくりに参加する市民によってつくられる⇒住み続けたいまちになる

(5) 景観デザインとカラーマーケティング

①地域の自然と地域の建築物には共通性がある

②共通性に沿った色彩計画

⇒統一感がとれて美しい町並みとなる

③商店街や町並みを景観色彩で考える上で重要な要素

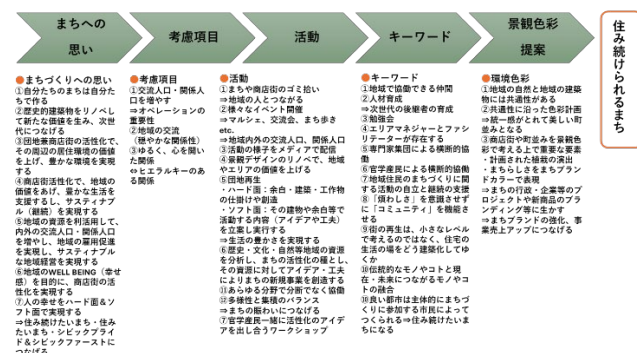
・計画された植栽の演出

・まちらしさをまちブランドカラーで表現

⇒まちの行政・企業等のプロジェクトや新商品のブランディング等に活用する

⇒まちブランドの強化、事業売上アップにつなげる、

⇒地域住民や地域外の人々のブランドロイヤリティが上がる



[B]は「5年間における学会研究会やまちづくり協議会、まちづくり大学校、SDGs研究会、市民大学等の参加により得た知見や気づき」と[A]を融合し「住み続けたいまち」を実現するための指標群として作成した。

住み続けたいまちづくりのための指標

<キーワード>

- ハード・ソフト・オペレーションのトライアングル
- エリア・マネジメント
- コミュニティ・マネジメント
- 共感(らしさ)
- 魅力的
- 賑わいのある
- ローカル(親しみやすさ)
- ライフスタイルの多様性
- 景観色彩
- ⇒そのまちらしさ(ブランドカラー)
- ⇒共感/統一感のある美しい町並み
- 開く
- ⇒地域の声/官学産民の横断的協働
- 商店街ファザード/公園の仕掛け



5. 考察

まち視察におけるヒヤリング分析で、特に多くのまちにおいて、そのまち「らしい」というキーワードが抽出された。

「らしい」とは、国旗に象徴される色彩、企業のブランドカラー、商店の看板等の商店ブランドカラーやロゴマーク、家紋等と同様に、まちの再生化が命題になっている今こそ、そのまちらしいブランドカラーがより必要となってきたと推察される。

これは、カラーマーケティングが得意とする領域である。ブランド戦略はイメージ戦略であり、それは「らしさ」を色彩と形態と素材(感)で具現化することである。

また、現在、住みたいまち・住み続けたいまちづくりを実現するために、まちの再生に重要な課題は、新規事業育成にかかる新規店舗や新規ビルの建築、新規事業育成、商店街の活性化、駅前再開発、市街地再開発、居場所づくり、団地の再生、空き家のリノベーションによる利活用、築古ビルのリノベーションによる利活用、遊休施設のリノベーションによる利活用、公園の再生等、景観色彩に大きく影響を及ぼす課題が山積しており、カラーマーケティング戦略として、まちのブランドカラーを行政や企業、NPO法人や地域住民等によるプロジェクトやイベント、デジタルデザインへの活用、新商品への活用等、様々なモノやコトに利用することで、まちの「らしさ」が強化され、住む人々にの愛着が生まれ、まち内外に対してブランドを訴求させ、まちの儲かるにつながっていくことが期待されるものである。

このように、先行研究により建築物へのカラーマーケティングの採用が、人々の感性価値を高めるという実証からも、あらゆる分野の企業・商店等とカラーマーケティングが高い相関性や親和性があることから、これからのまちづくり再生とカラーマーケティングは高い相関性と親和性があり、有効なものであると推察するこ

とができる。

6. 今後の研究課題

まちの活性化に向けて、いくつかの実践例を実現し、その効果について、情報収集し、効果との因果関係を明らかにしたい。

参考文献

- [1] 論文：感性情報による購買行動創出モデルについての一考察(小坂, 椎塚) 日本感性工学会論文誌 No.10 pp.185-192 (2011)
- [2] 感情配色モデルとイメージ感情モデルを用いた配色システムとユニフォーム配色への応用(井上, 村本) (2012)
- [3] 異色相間の二色配色の感情効果(伊藤, 大山) 日本色彩学会誌 No.4 (2005)
- [4] 五感刺激のブランド戦略(マーティン・リンストローム)ダイヤモンド社 (2005)
- [5] カラーマーケティングの技法(佐藤, 平澤) プレジデント社 (1996)
- [6] カラーマーケティング戦略 小林重順 日本能率協会 (1988)
- [7] 感性価値創造のイニシアティブ 経済産業省 (2007).
- [8] ポートランド 世界で一番住みたい街をつくる 山崎満広 (2016)
- [9] 「OECD より良い暮らし指標(OECD Better Life Index: BLI)」
- [10] Itou, Miyuki; Sakamoto, Takashi; Kato, Toshikazu: Case Study of Renovation Design Plan of Golf Club House by Color Marketing Method and Kansei Value Evaluation Analysis, KEER2018, 7th International Conference on Kansei Engineering & Emotion Research 2018, Linköping University Electronic Press, 2018, No.146, pp.193-198.
- [11] 伊藤幸: 消費者の購買行動に基づいたカラーマーケティングの一考察, 成城大学大学院経営専攻修士論文(未刊行), 2009.
- [12] 伊藤幸: 消費者行動の購買行動に基づいたカラーマーケティングの一考察, 成城大学大学院経済学論文集, 2009, Vol.11, 80-86.

左右の OFC 反応に着目した色彩照明と香りの調和の解析

Analysis of Harmony between Colored Light and Fragrance by the Reaction of the Left and Right Orbitofrontal Cortex

大場 俊範 Toshinori Oba 千葉大学
田中 緑 Midori Tanaka 千葉大学
堀内 隆彦 Takahiko Horiuchi 千葉大学

Chiba University
Chiba University
Chiba University

Keywords: クロスモーダル, OFC, NIRS, oxy-Hb.

1. はじめに

我々は日常生活において、五感を用いて外界からの情報を取得しており、それらの情報を統合して総合的に処理することによって、行動を選択していると考えるのが自然である。そのため、近年ではクロスモーダルやマルチモーダルと呼ばれる複数の感覚を統合した多感覚の研究が盛んに行われている。本研究では色彩(視覚)と香り(嗅覚)のクロスモーダルに着目した。

従来の視嗅覚クロスモーダル研究では、視覚刺激である色彩として、カラーチップ[1]や、色付き液体[2]、ビデオ画像[3]などの平面的な色刺激を使用しており、空間的な刺激に対する検証がなされていなかった。著者らの先行研究では、色刺激に照明色を使用し、実空間環境におけるクロスモーダル実験を行った[4, 5]。特に、“快”などの報酬系の感情と関係があるとされる眼窩前頭前野 (Orbitofrontal cortex: OFC) の活動に着目し、生理的な側面からクロスモーダル解析を試みた。しかし、解析に用いた OFC のチャンネルは 1 チャンネルであり、左右脳で機能の異なる OFC との解析が十分行われていなかった。さらに、調和色または不調和色との組み合わせのみを評価しており、他の組み合わせに対する検証が課題となっていた。本稿では、先行研究と同様の実験環境において、左右の OFC の反応に着目して解析を行う。

2. OFC 反応の計測方法

OFC は脳の前頭前野の腹側表面部分に位置しており、感覚情報や記憶情報の統合や意思決定と関係がある[6]。また、“快”などの報酬系の感情が想起されると、この部位が活性化されることが示されている[3, 6]。さらに、左側の OFC はポジティブな感情、右側の OFC はネガティブな感情と相関があるとされている[7]。先行研究[4, 5]では、

主に左側 OFC の反応に着目して調和の解析を行っていたため、本研究では加えて右側 OFC の反応も解析することとした。

報酬系の感情が想起されることで活性化される OFC 付近の血液中の酸素化ヘモグロビン(oxy-Hb)濃度を、NIRS に基づいて、測定器 (Brain Activity Monitor (Hb133), ASTEM 社) を用いて非侵襲的に計測した。計測は左右の 2 チャンネルで行い、チャンネル 1 (ch1) は左側 OFC 付近、チャンネル 2 (ch2) は右側 OFC 付近の計測を示す。各計測値において、刺激提示直前と呈示中のピーク値との変化量 (Δ oxy-Hb) を求めることによって、刺激に対する OFC の反応を定量的に示すことが可能である。

3. 実験方法

3.1 視覚刺激の生成

はじめに、実験で被験者に呈示する視覚刺激となる色彩を生成した。色彩の生成には、PCCS (Practical Color Co-ordinate System: 日本色研配色体系) を参考にした。PCCS は、色相とトーンによる 2 次元のシステムとして使用できる特徴があり、色彩調和を考える上で大きなメリットとなる。PCCS の中でも、最も高彩度である vivid トーンを参照し、計 24 色ある vivid トーンカラーから等間隔に 12 種類の色相を選択した。さらに、これら 12 色のみでは香りと調和する色彩を十分に検証できているとは言えず、より多くの色彩を用意するために、白色光($x = 0.33, y = 0.33$)を基準として vivid トーンカラーの彩度を 3 分の 2 または 3 分の 1 にした色彩を用意した。したがって、12 種類の色相に対して 3 段階の彩度を準備し、計 36 種類の照明色を生成した。

3.2 嗅覚刺激の生成

本研究では嗅覚刺激として、人間に対してリラックス効果があり、生理的反応が得られやすいと推測できる精油 (生活の木) を使用した。今回の

実験では、バニラ・ミント・ライム・グレープフルーツ・ヒノキの合計 5 種類の香りを使用した。精油は、1 cm 四方にカットした脱脂綿に染み込ませ、20 ml の茶褐色遮光瓶に入れ、それを被験者に嗅いでもらった。茶褐色遮光瓶に入れると、染み込んだ精油の色を判断するのは困難となる。さらに、軽量で持ちやすいため、被験者が自ら鼻に近づけることが容易であり、かつ体動を抑えることができるため NIRS 計測においてノイズを極力抑えることが可能と考えた。このとき、香りの強度が茶褐色遮光瓶の入り口付近で、臭気計 (OMX-SRM, 栄テクノロジー (株)) の数値が 100 前後になるように調節した。

3.3 事前調査

用意した 5 つの精油の中から、被験者は主観的に最も“快”と感じた香りを 1 つ選択した。次に選択した香りに対して、実験で使用する色彩を事前に生成した計 36 種類の照明色の中から選択した。照明色の選択方法は、香りの名前を被験者に伝えず香りを実際に嗅ぎながら香りと色彩の調和度を評価してもらい、最も評価の高い照明色を調和色とし、最も評価の低い照明色を不調和色とした。この選択方法を「方法 A」とする。また、香りを実際に嗅がずにその香りの名前のみを聞いて想像しながら調和度を評価し、同様に調和色・不調和色を選択した。これを「方法 B」とする。さらに、調和でも不調和でもないニュートラルな場合も考慮するため、調和度評価が最も「5」に近い中立色を 2 つの選択方法において選定した。したがって、2 つの選択方法に対して調和色・不調和色・中立色の計 6 種類の照明色が被験者毎に選定された。

3.4 実験環境

本研究では 2 種類の照明環境において実験を行った。図 1 にそれぞれの環境の様子を示す。照明環境 1 は、先行研究[4]で用いた方法であり、簡易暗室内に幅 45 cm、高さ 55 cm の照明観察ボックスを被験者の前に設置し、観察ボックスと被験者を暗幕で覆った局所的な空間である。照明環境 2 は、約 3 畳程度の小部屋の天井に調光調色可能な LED 照明を設置したより広い実空間である。部屋の壁や床、および家具類はグレーで統一されており、物体の色彩の影響を受けないように設計されている。照明環境 1 および 2 の両方で実験を行うことによって、照明環境の違いによる関係性も解析することとした。



(a) 照明環境 1

(実際は暗室であり、かつ暗幕で覆っている)



(b) 照明環境 2

図 1. 実験環境

3.5 実験手順

被験者 6 名に対して、3.3 の事前調査によって選択された 1 種類の香りと 4 種類の色彩 (調和色・不調和色) を使用した 3 種類の実験を行った。実験内容は、(1) 嗅覚刺激を単独に呈示する実験、(2) 視覚刺激を単独に呈示する実験、(3) 香りと色彩を同時に呈示するクロスモーダル実験の 3 種類である。その後、1 種類の香りと 2 種類の色彩 (中立色) を用いたクロスモーダル実験を行った。

各実験において、刺激呈示前には計測機器の安定性を図るために約 60 秒間確保した。その後、30 秒間刺激を被験者に呈示した。これは先行研究[4, 5]より、10 秒程度の短い時間であると刺激による反応がみられず、反対に長すぎると被験者の集中力がなくなり、脳活動に影響が出ることが示

唆されているためである。呈示後は約 60 秒間安静にしてもらい、反応の経過を十分に確認した。

4. 実験結果

3つの実験別の解析結果を図2に示す。図中の縦軸に示される $\Delta\text{oxy-Hb}$ は、被験者全員における oxy-Hb 変化量の平均値を示しており、誤差バーは標準偏差を示している。図2(a)に示されるように、ch1において、嗅覚単独実験が最も oxy-Hb 変化量が大きくなることが確認された。これは先行研究[4, 5]と同様の結果であり、嗅覚実験を初めに行ったために、嗅ぎなれていない精油の香りに対して過剰に反応した結果と考えられる。図2(a)および(b)において、視覚単独実験とクロスモーダル実験を比較すると、後者の方が偏差の結果を含めて、 oxy-Hb 変化量は大きい結果となった。このことは、視覚情報のみを提示した場合よりも、クロスモーダル刺激を与えた方が、人間は“快”と感じやすくなる傾向があることを示唆している。一方、ch2においては、ch1のような顕著な結果は見られなかった。

次に、クロスモーダル実験に着目した解析結果を図3および図4に示す。図3は照明環境1、図4は照明環境2の実験結果をそれぞれ示している。照明環境1および2の双方において、調和色に関して、方法Aで選択した照明色との組み合わせの方が oxy-Hb 変化量は大きくなることが確認された。つまり、実際に香りを嗅いで感覚的にマッチした照明色の方が、より報酬系の感情を引き起こす結果となった。しかし、不調和色においては、2つの選択方法について oxy-Hb 変化量の差は見られなかった。本実験は、“快”の香りを対象として行っているため、不調和の感情よりも調和の感情で違いが得られたと考えられる。

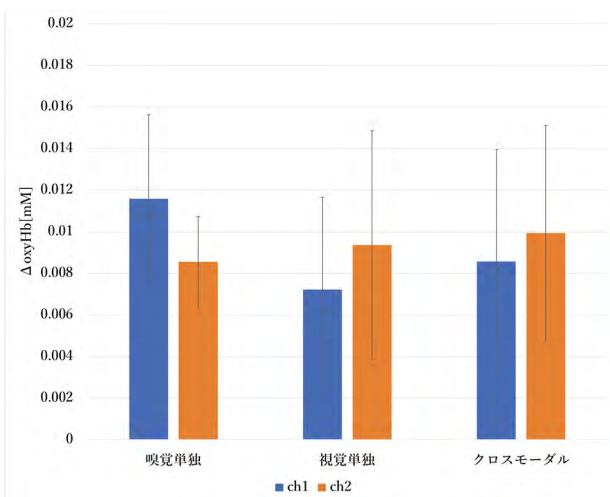
また、ch1の調和色において、照明環境1よりも2の方が oxy-Hb 変化量は大きくなる傾向となった。これは、局所的な空間より実空間の方が日常生活の環境に近いいため、より“快”の感情が想起されたと考えられる。

最後に、中立色において実施したクロスモーダル実験の解析結果を図5に示す。方法Aにおいて、調和色の方が中立色よりも oxy-Hb 変化量は大きくなった。一方、方法Bの場合は、両者に差は見られなかった。このことから、実際に香りを嗅いで感覚的に調和度を評価した方が、調和度評価とOFCの活動には相関性が強くなる傾向があるといえる。

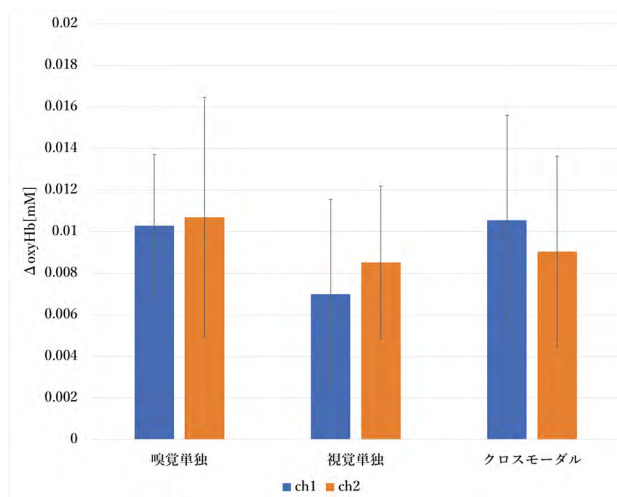
5. まとめ

本研究では、“快”などの報酬系の感情と関係があるOFC付近における oxy-Hb の濃度変化を、NIRSに基づいて計測することによって、色彩と香りの調和の解析を行った。3種類の実験別の結果から、視覚刺激単独の場合よりも、クロスモーダルの方がOFCは活性化されることが示された。また、クロスモーダル実験では、ch1の調和色において、香りを嗅いで選択した組み合わせの方が、名前のみから想起した組み合わせよりも、OFCの活性化を引き起こすことが確認された。これは、“快”と感じた香りの調和を対象として解析を行っているため、ポジティブ感情と関わりがある左側OFCで鮮明な結果が得られたと考えられる。さらに、調和色において局所的な空間よりも実空間の方が、 oxy-Hb 変化量は大きくなる傾向があることが示唆された。

今後は“不快”な香りを実験に用いることによって、より顕著なOFCの左右での機能差を検証していく予定である。

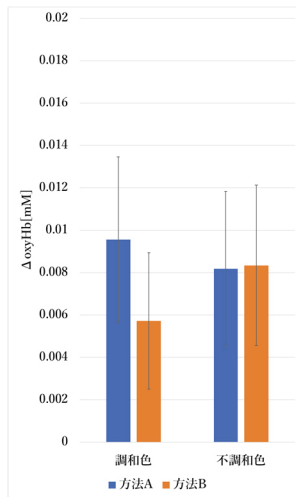


(a) 照明環境1における結果

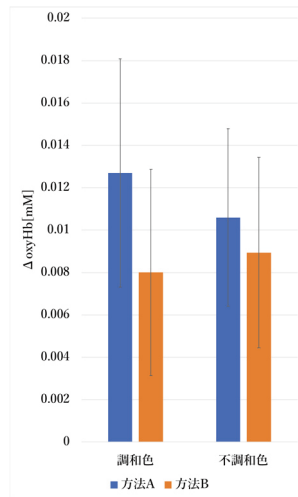


(b) 照明環境2における結果

図2. 3つの実験別の $\Delta\text{oxy-Hb}$

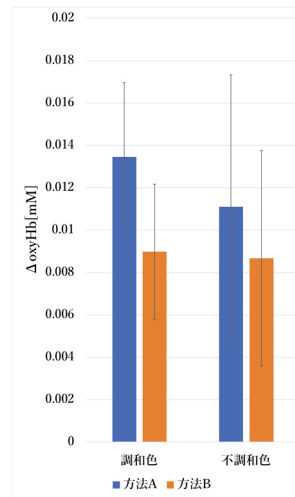


(a) ch1

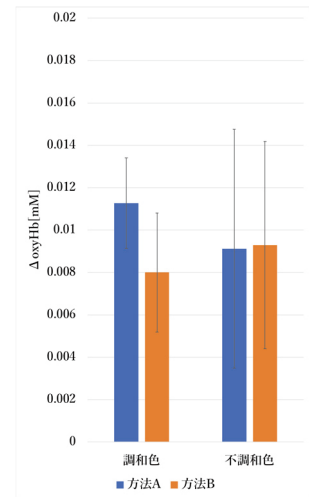


(b) ch2

図 3. 照明環境 1 におけるクロスモーダル結果



(a) ch1



(b) ch2

図 4. 照明環境 2 におけるクロスモーダル結果

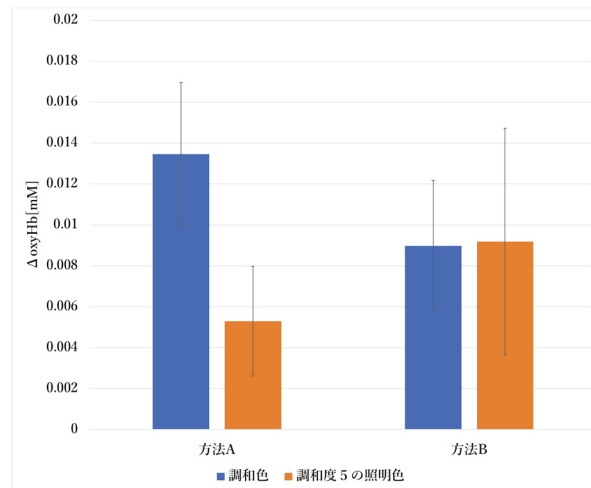


図 5. 調和色と中立色のクロスモーダル実験の比較

参考文献

- [1] Gilbert, A. N., Martin, R., & Kemp, S. E. (1996). Cross-modal correspondence between vision and olfaction: The color of smells. *The American J Psycho*, 109(3), 335-351.
- [2] Zellner, D. A., & Kautz, M. A. (1990). Color affects perceived odor intensity. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, American Psychological Association, 16(2), 391-397.
- [3] Saito, M., et al. (2012). An fMRI study on the perception of the harmony of color and fragrance. *Proc. AIC*, 100-103.
- [4] Yamashita, G. Tanaka, M., & Horiuchi, T. (2022). Analysis of Harmony between Color and Fragrance in Lighting Environments by the Reaction of the Orbitofrontal Area. *i-Perception*, 13(3), 1-13.
- [5] 大場俊範, 山下岳, 田中緑, 堀内隆彦. (2022). 眼窩前頭前野の反応に着目した照明環境下における色彩と香りの調和の解析, 日本色彩学会研究会大会.
- [6] Kringelbach, M. L. (2005). The human orbitofrontal cortex: linking reward to hedonic experience.
- [7] Noriuchi, M., Kikuchi, Y & Senoo, A. (2008). The Functional Neuroanatomy of Maternal Love: Mother's Response to Infant's Attachment Behaviors, *Biological Psychiatry*, 63(4), 415-423.

通常発話の声質から想起される色と音響特徴量の関連性

Association between Colors and Acoustic Features implied by Voice Quality of Normal Utterance

牛嶋 淳水 Atsumi Ushijima 九州工業大学
吉田 香 Kaori Yoshida 九州工業大学

Kyushu Institute of Technology
Kyushu Institute of Technology

Keywords: クロスモーダル知覚, 感覚間一致, 色聴非保持者, 色, 音響特徴量.

1. はじめに

(1) 背景

人間が外界の情報を知覚するとき、五感などの感覚器官はそれぞれ独立して機能しているのではなく、異なるモダリティからの情報が相互に影響し、統合されて認識しているといわれている。例えば、かき氷のシロップには様々な味があるが、実際には色と香料が異なっているだけで、味に違いはないことが多い。このような知覚現象をクロスモーダル知覚といい、日常的に経験する知覚現象の多くに関連している。近年では、マルチメディアの多様化により、クロスモーダル知覚を活用したインターフェースやプロダクトのデザインや、コンテンツの製作が着目されるようになっていく。クロスモーダル知覚の機序の一つとして、感覚間一致 (cross-modal correspondence) という現象がある。感覚感一致とは、異なるモダリティ感での感覚の対応付けが行われる知覚現象である。例えば、ほとんどの人が高い音には明るい色、低い音には暗い色が似合うと答えること [1] や、角ばった形の図形には「キキ」、丸みのある形の図形に「ブーバ」が似ていると答えること [2] など、視覚-聴覚間の一致を中心に多くの事例が報告されている。本研究では、視聴覚間の一致の中で、音声と色の感覚間一致に注目した。

感覚間一致に似た現象に、共感覚 (Synesthesia) という現象がある。共感覚とは、1つの感覚刺激によって、異なる感覚が同時に起こる知覚現象で、音や文字に色がついて見える、言葉に形を感じるなどがある。感覚間一致は個人差が少なく、ほとんどの人で感覚が共有される一方で、共感覚は非常に個人特異な能力とされ、その割合は全体で数%しかいないとされている。そのため、感覚間一致は「弱い共感覚」と呼ばれることもある。

共感覚のうち、音声を聞いて色を感じる共感覚を

「色聴」と呼ぶ。古くから色聴の能力を持つ人 (以下、色聴保持者) に関する研究は多く行われてきた。近年ではコンピュータ技術の発達に伴い様々な手法でヒトの知覚現象を測定できるようになり、色聴を持たない一般人 (以下、色聴非保持者) を対象にした研究も増えている。従来の研究では、色聴の保持・非保持に関わらず、ヒトは知覚した音声に対して、ある程度共通した色のイメージを同時に知覚していることが報告されている [3]。しかし、色聴非保持者を対象にした音声と色の対応付けに関する研究は少なく、一般化するための十分な検討はなされていない。また、ヒトの通常発話 (歌唱音声ではなく日常的に使われる通常の発話) を評価対象にした研究はほとんどなく、ヒトの声であっても、話者数が少なかったり、合成音声を用いたりして、実際の生活で耳にする多様な声質を担保できていない可能性がある。

(2) 目的

これらの問題を解決するために、本研究では、色聴非保持者を対象とし、通常発話音声と色の対応付けについて、声質からイメージされる色の傾向を明らかにすることを目的とする。具体的には、声質の印象を色で評価する実験を行い、音声の物理量である音響特徴量を用いて定量的に分析を行う。なお、本研究においては、菅原ら [4] に倣い、声質を「同じ音を同じアクセントで発したときに見られる個人的特徴」と定義する。

2. 研究方法

(1) 音声と色の対応付け

音声と色を対応付ける方法は、バーバルマッピング法とノンバーバルマッピング法の大きく2つに分けられる。バーバルマッピング法では、音声イメージと色のイメージを、印象語や感性語などの形容詞を介して間接的に結びつける手法である。しかしながら、音声と色の直感的な印象を言語で表現するに

は限界があり、共通印象以外の感性情報が損なわれてしまうという問題がある。また、音声と色は、それぞれを構成する物理的な構造も大きく異なるため、音声と色を対応付ける規則性やメカニズムを明らかにすることができない。一方で、ノンバーバルマッピング法は音声と色の対応付けに形容詞を介さずに直接結びつける手法である。この手法では、感性情報を損なうことなく、より直感的な音声の評価をすることができる。よって、本研究では音声の色の対応付けにノンバーバルマッピング法を用いることとした。

(2) 音響特徴量

音声と対応付けられる色の関係を定量的かつ客観的に分析するために、音声の持つ物理量である音響特徴量を用いる。本研究では、音響分析により声質に関する報告されている10種の音響特徴量を抽出した(表1)。音響特徴量の算出には openSMILE [5] と Surfboard [6] を用いた。

表1 使用した10種の音響特徴量

音響特徴量	説明
F0	基本周波数(ピッチ)
F1, F2, F3, F4	第1~4フォルマント周波数
スペクトル重心	周波数スペクトルの重心
ラウドネス	音声の大きさ
スペクトル勾配	対数パワースペクトルの勾配 (500~1500Hz 帯域)
F2-F1	F1-F2 間距離
F4-F3	F3-F4 間距離

3. 実験

(1) 音声刺激

本研究では、多数の話者による同一単語の発話が収録されている、東北大・松下単語音声データベース(TMW) [7] の音源を使用し、話者による個人差が小さくなる母音から始まるフレーズである *oosama* を評価対象のフレーズとした。対象フレーズは全60名による発話が収録されているが、そのうち、音素ラベルが付与されている20名(男女各10名)のものを使用した。また、課題に慣れるために3回の練習試行を行ったが、このときに用いた音声は、音素ラベルが付与されていない40名の発話からランダムに3種選択したものであった。

(2) 色刺激

色による音声の印象評価では、Palmer ら [8] によって作成された BCP (Berkeley Color Project)

37 というカラーセット(図1)を用いられた。BCP37 カラーセットは、色の知覚と美学に関する大規模な研究の一環で作成されたもので、8種(R:赤, G:緑, B:青, Y:黄, O:オレンジ, P:紫, C:シアン, H:シャトルーズ)の色相と、それぞれの色相に対して4種(高明度 L: Light), 低明度 D: Dark), 高彩度 S: Saturated), 低彩度 M: Muted) のトーン, さらに5種(WH:白, BK:黒, A1~A3:明度の異なる灰色)の無彩色を加えた計37色で構成されている。

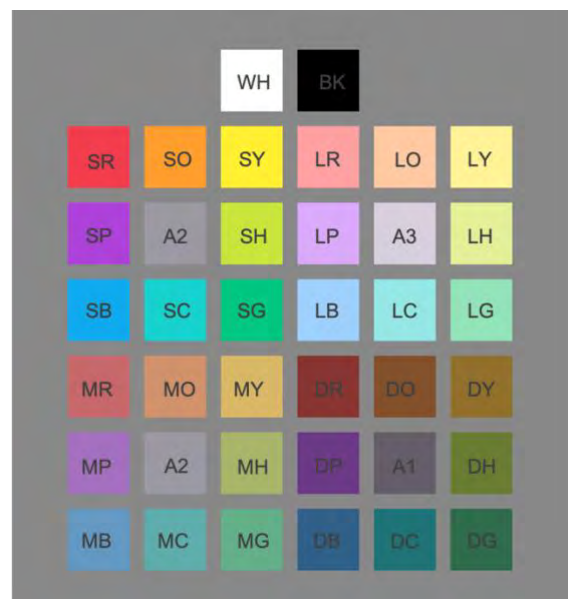


図1 BCP37 [8]

(3) 実験手順

実験参加者は、音声刺激を聞いて37色の色刺激のうち最も音声に合っていると感じる1色をクリックして選択することが求められた。音声再生される順番はランダムであった。全ての試行が終わったあと、被験者の属性や共感覚に関するデータを収集する短いアンケートで終了した。実験は13インチの MacBook Pro 用い、音声の音質を色で評価する自作のデスクトップアプリケーションで実施された。実験時のディスプレイ環境は、輝度を最大、白色点を D65 で設定された。また、音声は音量を最大に設定し、内部スピーカーで再生された。

(4) 被験者

実験には、11名の大学生・大学院生(男性7名, 女性4名)が参加した。実験に先立って、被験者は石原式色覚検査表を用いてスクリーニング検査を行い、すべて被験者は正常な色覚を有していることを確認した。

4. 結果および考察

実験参加者から収集した音声と色の対応付けと各音声から算出した音響特徴量の関係を考察する。F0 は音声と色の対応付けに関する研究で結果がほとんど共通する音響特徴量である。そこで、各音声で選ばれた色を積み上げて F0 の値が低い順に並び替えたものを図 2 に示す。F0 が小さくなるにつれて暗くくすんだ色が、大きくなるにつれて明るく鮮やかな色が選ばれたことがわかる。

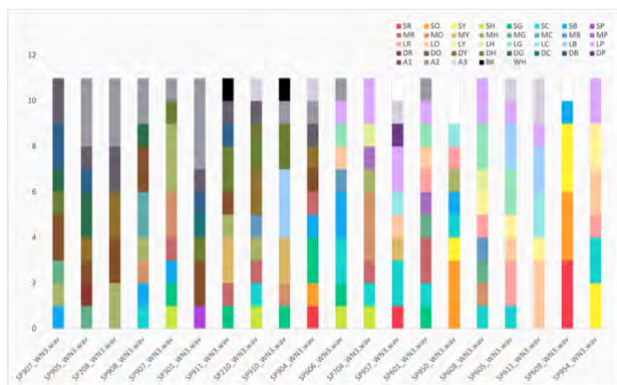


図 2 各音声で選ばれた色

次に、各音声で選ばれたトーンを積み上げて F0 の値が低い順に並び替えたものを図 3 に示す。なお、各トーンの色は R の色相を代表して用いている。F0 が小さいほど D や M のトーンが、大きいほど S や L のトーンが選ばれた。また、音声によっては S のトーンのみが選択された音声や、L のトーンのみが選択されたものなどもあった。このことから、被験者間で音声と色の対応付ける感覚が共有される声があることが考えられる。

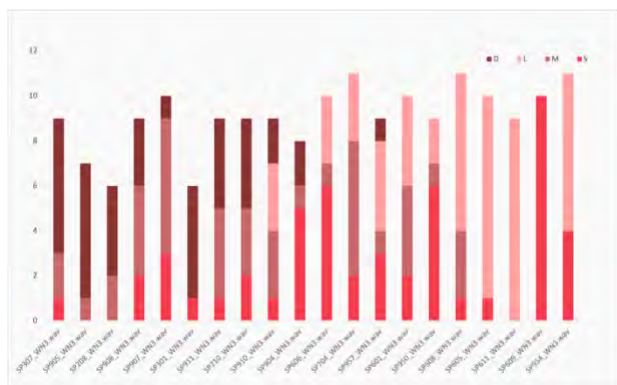


図 3 各音声で選ばれたトーン

さらに、各音声で選ばれた色相を積み上げて F0 の値が低い順に並び替えたものを図 4 に示す。各色相は S のトーンを代表して用いた。F0 が小さいほど無彩色や H の色が、大きいほど R や P などの赤系の色が選ばれた。色相はトーンと比べ被験者間で

音声の評価に個人差が見られる。

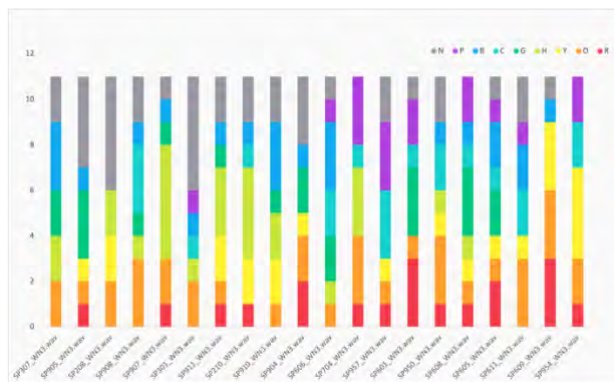


図 4 各音声で選ばれた色相

(1) トーンと音響特徴量の関連

音響特徴量の違いによって選ばれるトーンに違いが出るのか検討するために、10 種の音響特徴量と、4 種のトーンで相関分析を行った。相関係数の絶対値が 0.4 以上であった音響特徴量を表 2 に示す。

表 2 トーンと音響特徴量の相関係数

トーン	音響特徴量	相関係数
S (高彩度)	スペクトル重心	0.75**
	ラウドネス	0.63**
	F2-F1	-0.54*
M (低彩度)	ラウドネス	-0.62**
	F4-F3	-0.46*
L (高明度)	F0	0.77**
	スペクトル勾配	0.47*
D (低明度)	F0	-0.85**
	F1	-0.49*
	スペクトル重心	-0.57**

(*は $p < 0.05$, **は $p < 0.01$ を示す)

F0 は L のトーンと D のトーンとそれぞれ強い正の相関と負の相関が認められ、声の高さが色の明度に関連していることが明らかとなった。この結果は、通常発話音声においても視聴覚間での感覚間一致が生じていることを示唆している。また、すべてのトーンにおいて何らかの音響特徴量との相関が認められ、F0 以外の音響特徴量も音声と色の対応付けのメカニズムを検討する際に重要な特徴量であると考えられる。

(2) 音響特徴量と色相の関連

音響特徴量の違いによって選ばれ色相に違いがあるのか調査するために、10 種の音響特徴量と、8 色相+無彩色で相関分析を行った。相関係数の絶対値が 0.4 以上であった音響特徴量を表 3 に示す。

表 3 色相と音響特徴量の相関係数

色相	音響特徴量	相関係数
R	F0	0.44
	ラウドネス	0.47*
	F2-F1	-0.60**
O	スペクトル重心	0.58**
Y	ラウドネス	0.40
H	F0	-0.51*
	F3	0.55*
	ラウドネス	-0.56**
	スペクトル勾配	-0.50*
	F2-F1	0.54*
	F4-F3	-0.52*
G	F1	-0.54*
	F2	-0.65**
	F3	-0.50*
	F4	-0.58**
C	F0	0.41
	スペクトル勾配	0.52*
B	F1	-0.50*
	F4	-0.50*
P	F0	0.55*
	F1	0.44
	F4-F3	0.42
N	F0	-0.62**

(*は $p < .05$, **は $p < .01$ を示す)

F0 は R や P などの赤系の色や、C の色と中程度の正の相関が、H や無彩色と負の相関が認められた。特に、F0 と無彩色の相関は他の相関より最も強く、声が小さくなると有彩色よりも無彩色が選ばれる傾向にあることが示された。また、フォルマント周波数などの声道の特性を示す音響特徴量はトーンよりも色相の選択で多くの相関がみられ、色相の決定に重要な役割を果たしていることが考えられる。特に、H や G などの緑系の色相は、多くの声道特性の音響特徴量と相関を示しており、人間の声道の特性と関連する色相である可能性が考えられる。

5. おわりに

本研究では、通常発話の音声と色を対応付ける実験を行い、選ばれる色の傾向や、音響特徴量との関連と調査した。その結果、音声と色を対応付ける際、音声によって選ばれやすいトーンや色相があることが示された。また、音声の高さを表す F0、音声の明るさを表すスペクトル重心、色の色相やトーンに有意な相関が認められた。これらの結果は、色聴非保持者においても色聴的な視聴覚間での感覚間一致が

存在する可能性を示唆しており、クロスモーダルな表現への活用が期待される。しかしながら、音声から想起される色の色相の傾向については本実験の結果だけでは再現性に関して課題が残されている。今後は、本実験を同被験者に複数回実施することで再現性を検討する。また、本実験とは異なるフレーズや声質の音声での実験を行うことで、人の声質から想起される色のより普遍的な傾向を明らかにすることを目指す。さらに、音響特徴量や色の特徴についてもより詳細な分析を行い、音声と色のより詳細な対応付けを考察する。

参考文献

- [1] R. H. M. B. a. L. S. L.E. Marks, "Perceiving similarity and comprehending metaphor," *Monographs of the Society for Research in Child Development*, vol. 52, no. 1, pp. i+iii+v+1-100, 1987.
- [2] V. R. a. E. Hubbard, "Synaesthesia-a window into perception, thought and language," *Journal of consciousness studies*, vol. 8, no. 12, pp. 3-34, 2001.
- [3] 長田典子, 岩井大輔, 津田学, 和氣早苗, 井口征士, “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誌. A, 基礎・境界*, vol. 86, no. 11, pp. 1219-1230, 2003.
- [4] 菅原衣織, 伊藤貴之, “印象評価と音響的特徴量の関係性に基づくいい声判定アプリケーションの提案,” *情報処理学会第 77 回全国大会*, pp. 2ZB-04, 2015.
- [5] M. W. B. S. F. Eyben, "openSMILE - The Munich Versatile and Fast Open-Source Audio Feature Extractor," *ACM Multimedia Conference - MM*, pp. 1459-1462, 2010.
- [6] J. W. A. S. E. F. R. Lenain, "Surfboard: Audio Feature Extraction for Modern Machine Learning," arXiv, 2020.
- [7] 牧野正三, “東北大・松下 単語音声データベース (TMW),” 国立情報学研究所 音声資源コンソーシアム. (データセット), 2006. <https://doi.org/10.32130/src.TMW>.
- [8] S. E. P. a. K. B. Schloss, "An ecological valence theory of human color preference," *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 107, pp. 8877-8882, 2010.

模型用水性アクリル塗料の色彩設計

—レンブラント「夜警」を応用した塗料の選択—

Color Design of Water-Based Acrylic Paints for Plastic Models: Selection of Paints with an Application of Rembrandt's "The Night Watch"

関天嘉	Takahiro Seki	芝浦工業大学大学院	Shibaura Institute of Technology
竹林蒼一郎	Soichiro Takebayashi	芝浦工業大学大学院	Shibaura Institute of Technology
日高杏子	Kyoko Hidaka	芝浦工業大学	Shibaura Institute of Technology

Keywords: 水性アクリル塗料, レンブラント, 測色分析, 模型塗装.

1. はじめに

本研究では, レンブラント(1606-1669)の絵画を塗料選択の参考資料として模型を塗装する手段を検討した. プラモデル塗装には, 美的感覚が大切である. しかし光の当たり具合や色彩表現を「絵画の色らしさ」を再現する塗料を選びながら, プラモデルを塗装することは, 一般的に困難といえる. そこで本研究では, この困難さを補うために, 名画の色調をプラモデル上で再現する方法を検討した.

シタデルカラーは, イギリスの Games Workshop 社が販売している水性アクリル絵の具である.[1] これら絵の具の測色データをもとに, レンブラントの「夜警」のデジタル画像の色データと, 対応するシタデルカラーを特定した.

実験方法として, 模型用水性アクリル塗料の「シタデルカラー(Citadel Colour)」の販売ラインアップを測色サンプルとし, 測色をした. この測色データを基に, 油彩画であるレンブラント「夜警」(1642)のデジタル画像の色データに対応するシタデルカラーを特定し, そこからプラモデル塗装で名画の色合いをプラモデルで再現した.

2. 研究背景

COVID-19 の感染拡大の影響により, プラスチック模型の巣ごもり需要が高まっている. 経済産業省の 2021 年のデータによると 2020 年の 3 月以降はプラモデルの生産・出荷指数は徐々に右肩上がりに増加している. 2021 年 4 月には, 指数値が 130.7 となり, 過去最高の水準となった.[2]

3. レンブラント「夜警」(1642)

レンブラントは 17 世紀オランダの画家であり, バロック美術の代表的な人物の一人である. レンブラントの作品は, 暗い背景に対して光を浴びせ, 絵画の人物を明るく浮かび上がらせる強烈な効果で知られる. 「夜警」は当時の流行の集団肖像画に分類され, 画面手前の隊長と副隊長に斜め上方から光が当たっている構図が特徴である.

4. 実験

レンブラントの絵画について解析を行い, 表現された物品ごとに色のデータを採取した. この時に用いた値は $L^*a^*b^*$ データと CMYK データとして記録した. 次に現行発売されているシタデルカラーにおける金属色を除いたベースカラー, レイヤーカラーにおいて試験片を作成し, 撮影, 解析を行った. 撮影したデータは「Spyder Checkr」とその付属ソフトウェアを用いた色校正を行い, 均一にデータが収集できるようにした. 撮影した写真は Photoshop 上で範囲選択した数値の平均値を用いて数値上に落とし込んだ. これらを用いてシタデルカラーとレンブラントの絵画における類似点と相違点について考える.

5. 色差計算と $L^*a^*b^*$ 色空間

$L^*a^*b^*$ 色空間は物体の色を表す方法のひとつである. $L^*a^*b^*$ 色空間では計算によって測定した色同士の差を計算することができ, これは ΔE^*ab としてあらわされる. ΔE^*ab を表す式は以下である.[3]

$$\Delta E^*ab = \sqrt{(L1-L2)^2 + (a1-a2)^2 + (b1-b2)^2}$$

6. 実験結果

予備実験においてシタデルカラーの BASE カラーと LAYER カラーそれぞれの塗り重ね回数と

発色について実験を行った。これによって1回前との色差が小さくなった回数が下地の影響を無視できるほど重ね塗りが進んだと定義する。実験を行った ΔE^*ab の推移は以下である。

表 1 BASE カラーの推移

	1-2回目	2-3回目	3-4回目	4-5回目	5-6回目
合計値	245.6761	97.65189	240.9334	152.053	119.3986
平均値	5.118253	2.034414	5.019447	3.16777	2.487471

表 2 LAYER カラーの推移

	1-2回目	2-3回目	3-4回目	4-5回目	5-6回目
合計値	750.9108	285.8468	433.5274	439.641	135.0211
平均値	9.386385	3.573084	5.419092	5.495512	1.687764

また、レンブラント「夜警」のうち、14 か所から色情報を選び出したあとに $L^*a^*b^*$ 値を測定し、そこから色差 ΔE^*ab が最も近い色について特定した。表 3 はその表である。

表 3 「夜警」から測色したデータを基にしたシタデルカラーの近似色

附番	近い色	色差
1	KHORN RED	27.10976
2	GAL VORBAK RED	30.77119
3	ZAMESI DESERT	16.74333
4	DOOMBULL BROWN	26.38462
5	SKRAG BROWN	12.31553
6	PALLID WYCH FLESH	22.73267
7	ABADDON BLACK	35.56827
8	ABADDON BLACK	36.56827
9	WARBOSS GREEN	8.819871
10	ABADDON BLACK	31.92228
11	TALLAN SAND	18.01059
12	ABADDON BLACK	30.55358
13	DOOMBULL BROWN	26.35845
14	GAL VORBAK RED	26.35765

7. 考察とまとめ

以上の結果から両ラインナップにおいて下地の影響を受けつつも安定する重ね塗りの回数は2回であったものの、下地の影響を視覚的に無視できる回数は6回であることが特定できた。また、

発売元の開発コンセプトの説明通り BASE カラーは2回の塗布で十分に発色したものの、LAYER カラーの発色には6回の重ね塗りが必要であることが確認できた。

また、「夜警」と比較したところ、1と2のデータを例に挙げて考察すると KHORN RED はシタデルカラー上ではかなり暗い赤であるものの、レンブラントの明るい赤の表現に使われていることがわかる。

これらからレンブラントの絵画と対応した色選びにおいてシタデルカラーのラインナップよりも大幅に暗い彩色大系を取っていることが分かった。また、レンブラントのハイライト表現はこの実験を通してみても、他文献にみられるようにグロスを中心とした光沢感が表現の根本にあると考えられる。

参考文献

- 1) ゲームズワークショップ、石井栄次、丹野雄士、せなすけ：シタデルカラーの教科書、株式会社紀元社（2019）
- 2) コロナ禍で国内だけでなく海外でも増えるプラモデル愛好家、経済産業省、https://www.meti.go.jp/statistics/toppage/report/minikaisetsu/hitokoto_kako/20210608_hitokoto.html(参照 2022-12-26)
- 3) 色の数値化には、表色系を使用します.1 $L^*a^*b^*$ 色空間 KONICA MINOLTA JAPAN, INC., <https://www.konicaminolta.jp/instruments/knowledge/color/section2/02.html>(参照 2022-12-26)
- 4) 細江紗里那、滝本成人：塗装の隠蔽性に関する研究, 日本デザイン学会研究発表大会概要集 66 (0)(2019) 一般社団法人日本デザイン学会, 368
- 5) 斎藤豪、中島正之：電子情報通信学会秋季大会講演論文集 (1994) 一般社団法人電子情報通信学会, 371
- 6) Takahiro Seki: Color Design of Water-Based Acrylic Paints for Plastic Models: Selection of Paints with an Application of Rembrandt's "The Night Watch", Master's Thesis, Shibaura Institute of Technology, (2023)
- 7) 玉木伽奈、田内一輝、田辺匡生、関天嘉、日高杏子：構造色を持つ顔料の異なる照明光下における評価, 日本色彩学会第 53 回全国大会[名古屋]'22, 日本色彩学会(2022)

塗り絵への着色がもたらす感情への影響 —寒暖色の違い— Emotional effects of coloring in coloring book- differences in cold and warm colors

昆野照美 Terumi Konno 北海道大学
川端康弘 Yasuhiro Kawabata 北海道大学

Hokkaido University
Hokkaido University

Keywords: 着色, 感情, 気分や体調, 寒暖色, 塗り絵.

1. はじめに

塗り絵がネガティブな気分を低減させるという研究は多く報告されている^{1) 3)}. 塗り絵の主要な作業は着色である. 昆野, 川端(2022)らによると, 具象図柄を用いて描画における線描, 着色, 消去作業を比較した結果, 着色作業がもっとも気分や体調へポジティブな影響を与えることを報告している⁴⁾. 色と感情の関連の研究では, 楽しい気分においては黄色などの暖色系を選び, 悲しい気分では寒色系を選択するという研究報告がある⁵⁾. また, 芸術療法の一つである音楽療法では悲しい気分のときに人がなぜ悲しい曲を聴くだろうという疑問から, 悲しい気分の時に楽しい曲を聴くことと悲しい曲を聴いたことを比較すると悲しい曲を聴いた後のほうがより悲しさが和らぐという同質性の原理が報告されている⁶⁾. 以上のことから, 塗り絵においても非言語的な療法であるため, 音楽療法と同様な効果が起こるのではないかという仮説をもとに, 昆野, 川端(2022)らは参加者に悲しい(楽しい)気分を想起させ, マンダラ塗り絵による気分と体調に異なるグループの着色がどのような影響をもたらすかを検討した^{7,8)}. 結果は, 楽しい条件では, 暖色系で着色と寒色系と比較して気分がより上昇した. この結果は, 楽しい気分の時に暖色系の着色をすることは自然なことであり, 寒色系で塗ることが参加者の気分に沿っていないためであると考えた. すなわち, 感情に沿うような色を塗ることが気分の上昇をもたらす結果になる可能性が示唆された.

本研究では, 暖色系, 寒色系という色を制限したグループに, 色制限なしのグループを追加し, 異なる着色グループにおける体調と気分を検討する. また, 連続した気分である感情への影響を明らかにすることを目的とする.

2. 実験手続き

実験参加者

大学生及び教員 58 名(うち男性 21 名(M=25.89 歳±SD6.5))が, 実験に参加した.

刺激

使用した塗り絵は, 抽象的な絵柄であるマンダ

ラ塗り絵とした(図 1)⁹⁾. 具象的な図柄を刺激に使用すると, 人は実際に存在する物体を思い浮かべ典型色(その物体にふさわしい色)を塗ってしまうことを避けるためである. 例えば, 日本人にリンゴの塗り絵を渡した場合は, 多数が赤く塗る. 以上のことから, 本実験は抽象的な絵柄であるマンダラ塗り絵を用いた. マンダラとはチベットの仏教に由来し, 主に左右対称の図柄を表す. 心理学者であるユングが臨床の現場で回復期にある患者がマンダラ的な図を描くことを発見し, その後マンダラの図は患者の心身の治療法やユング心理学の研究対象として使用された¹⁰⁾.

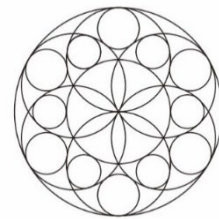


図 1 使用塗り絵

手続き

対面形式: 図 1 の塗り絵 2 枚と実験手続きを配布し授業中に一斉に行った. 1 回目, 2 回目それぞれの塗り絵を開始する前に, 参加者の使用可能な着色グループを 3 つ(A, B, C グループ)に分け, 暖色系(以降 A グループとする)と寒色系(以降 B グループとする), 色制限なし(以降 C グループとする)(図 2)とした. 暖色系と寒色系の分類は, 色彩科学ハンドブックの定義に従う¹¹⁾. A グループは, 赤, 橙, 黄, ピンクという暖色系と黄緑, 緑, 紫という中性色, 黒の計 8 色とする. 暖色系のみだと色の選択肢が少ないため中性色と黒を加えた. B グループは, 水色, 青, 群青色, 藍という寒色系と黄緑, 緑, 紫という中性色, 黒の計 8 色とする. A グループと同様の理由で, 藍と群青, 暖色系グループと共通の 4 色を加えた. C グループは色制限がない統制条件とする. 着色グループを無作為に決めた. 1 回目は, 参加者全員に悲しい気分を想起してもらった. 参加者は, 悲しいイベントを 3 分間考え, 塗り絵前の気分や体調を 11 件法による主観評価によって(0 は非常に悪い. 10 は非常に良い.) 回答し, 想起したイ

イベント内容については自由記述を行った。決められた着色グループによって塗り絵を行い、塗り絵後の気分や体調、感情に関する質問に回答した。作業時間は15分とし、塗りたい箇所のみ塗ることを教示した。5分休憩後、2回目は楽しい気分になるイベントを想起してもらい、その後の実験手続きは1回目と同様である。質問用紙についてはGoogleformで作成した回答用紙をpdf形式にダウンロード後A4用紙両面に印刷したものを使った。参加者のうち2名のみオンライン形式による実験を行った。事前に塗り絵2枚と実験手続き用紙は参加者の手元に郵送及び手渡しをした。実験は、対面形式と同様の方法で行った。参加者をAグループとBグループに分け、参加者が少ないためCグループは設けなかった。参加者のカメラは必ず手元を写すようにし、実験者は参加者を常時確認できるようにした。回答はすべてオンライン上で行い、質問内容については対面形式と同一であった。塗り絵は、実験終了後に後日受け取った。



図2 各グループで使用する色

3. 結果と考察

3.1 異なる条件下における着色グループの塗り絵前後の体調と気分の比較

A, B, Cグループの着色後の気分や体調への影響を調べるために、グループ(A, B, C) × 気分と体調(前, 後)の2要因分散分析を行った。悲しい条件において、グループによる塗り絵前後の気分や体調の違いを検討した。結果は体調に関しては、体調の主効果は有意で、着色グループの主効果には有意ではなく交互作用はなかった(図3a)。(体調: $F(1, 55) = 8.92, p < .01$; グループ: $F(2, 55) = 0.74, p = 0.77$; 交互作用効果: $F(2, 55) = 0.31, p = 0.48$)。気分に関しては、グループと気分それぞれの主効果は有意ではなく、交互作用もなかった(気分: $F(1, 55) = 0.35, p = 0.59$, グループ: $F(2, 55) = 0.31, p = 0.73$, 交互作用効果: $F(2, 55) = 2.17, p = 0.12$) (図3b)。楽しい条件において、同様に比較を行ったところ、体調に関しては、体調、グループともに主効果に有意差はみられず、交互作用はなかった(体調: $F(1, 57) = 0.56, p = 0.45$, グループ: $F(2, 55) = 0.38, p = 0.68$, 交互作用効果: $F(2, 57) = 0.92, p = 0.40$) (図3c) 気分に関しては、気分の主効果はなかったが、グループの主効果は有意傾向であり、交互作用は見られなかった。(気分: $F(1, 57) = 0.96, p = 0.33$, グループ

$F(2, 57) = 0.53, p = 0.91$, 交互作用効果: $F(2, 57) = 2.38, p = 0.10$) (図3d)。

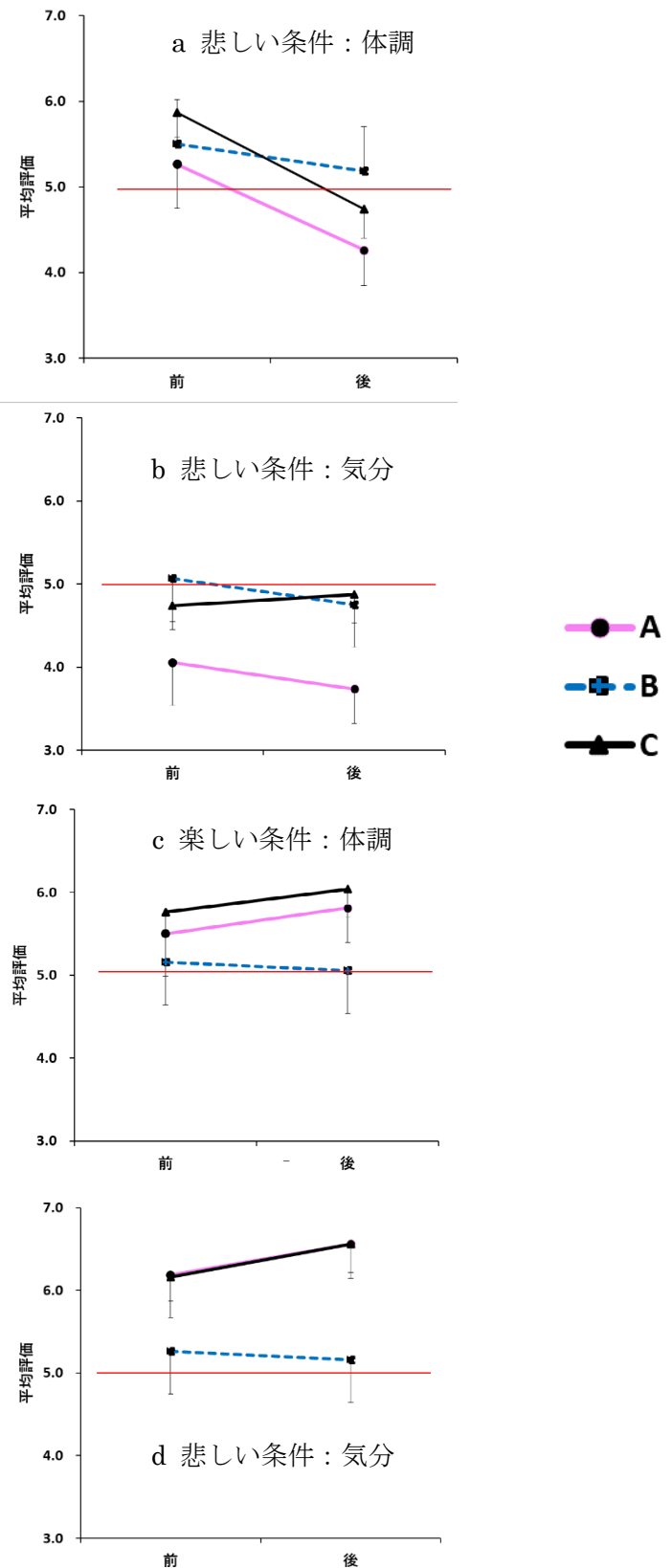


図3 塗り絵前後の気分と体調の変化

図の横線は平均評価5である。エラーバーは標準誤差を示す。図は北海道心理学会⁶⁾にて発表したものを一部改変。

3. 2 異なる条件下の着色グループによる塗り絵前後における感情語の比較

体調と気分に加え、気分より連続した状態である感情について感情語を用いて検討した。グループ(A, B, C)×感情語(前, 後)の2要因分散分析を行った。悲しい条件において、感情語、グループの主効果も有意差がなく、交互作用はなかった。(感情語: $F(9, 306) = 0.90, p = 0.52$; グループ: $F(2, 369) = 0.38, p = 0.68$; 交互作用効果: $F(18, 306) = 0.99, p = 0.47$) (図 4a)。楽しい条件では、感情語、グループに有意差があり、交互作用があった。(感情語: $[F(9, 333) = 29.23, p < .01]$; [グループ: $F(2, 399) = 4.72, p < .05$]; 交互作用効果: $F(18, 333) = 5.37, p < .01$)。グループ要因の各水準における感情語の単純主効果の検定を行ったところ、嬉しい、激しい、明るい、力強い、軽い、リラックス、緊張しているに有意な差が見られた(明るい: $F(2, 318) = 6.06, p < .01$; 嬉しい: $F(2, 318) = 11.52, p < .01$; リラックス: $F(2, 318) = 11.38, p < 0.01$; 楽しい: $F(2, 318) = 1.35, p = 0.25$; 気分が軽い $F(2, 318) = 3.74, p < .05$; 激しい: $F(2, 318) = 3.19, p < .05$; 力強い: $F(2, 318) = 3.49, p < .05$; 緊張している: $F(2, 318) = 11.34, p < .01$; 悲しい: $F(2, 318) = 2.22, p = 0.10$; 怒っている: $F(2, 318) = 8.48, p < .01$) (図 4b)。ボンフェローニ法による多重比較を行ったところ、明るい、嬉しい、気分が軽いはAグループで着色すると有意に高くなり、BとCについては差がなかった。嬉しいについては、すべてのグループが減少したもののAグループの減少幅

が少なかった。リラックスに関しては、Cグループは、AとBグループと比較すると有意に低く、AとBに差はなかった。緊張する、怒っている、悲しいについては、AとCは増加したが、Bグループは減少した。

悲しい条件と着色グループに関しては、着色前後で感情語についてグループ間の有意差は見られなかった。結果は、同質性の原理⁶⁾とは一致しなかった。絵画と色彩心理の研究(Hussain, 2021)¹²⁾によると、有名画家であるピカソによる青の時代という絵の歴史があり、これはピカソの親友が自殺してしまい、ショックでしばらくの間は青しか塗れなかったという報告がある。有名画家のみならず私たちも悲しい気分状態の時に寒色系の色を塗るとほかの色と異なった影響を感情語に及ぼすと仮定したが、着色グループに差が見られなかった。次に、楽しい条件については、グループ間で感情語の平均評価が異なった。リラックスに関しては、暖色系と寒色系が色制限なしと比較してよりリラックスの平均評価が高くなった。対して、色制限がない方が他の二つと比較して、激しい、力強い、緊張するについて平均評価が高くなった。楽しい気分条件において色制限なしで色を塗ると緊張している、激しいなどの比較的ネガティブな感情が高まった。楽しい気分条件では、気分に沿った暖色系の色を塗ることによってリラックス効果が高まる半面、やや緊張感が増したという正反対の感情が生じたことが考えられる。例えば、スポーツなどの世界では、ほどほ

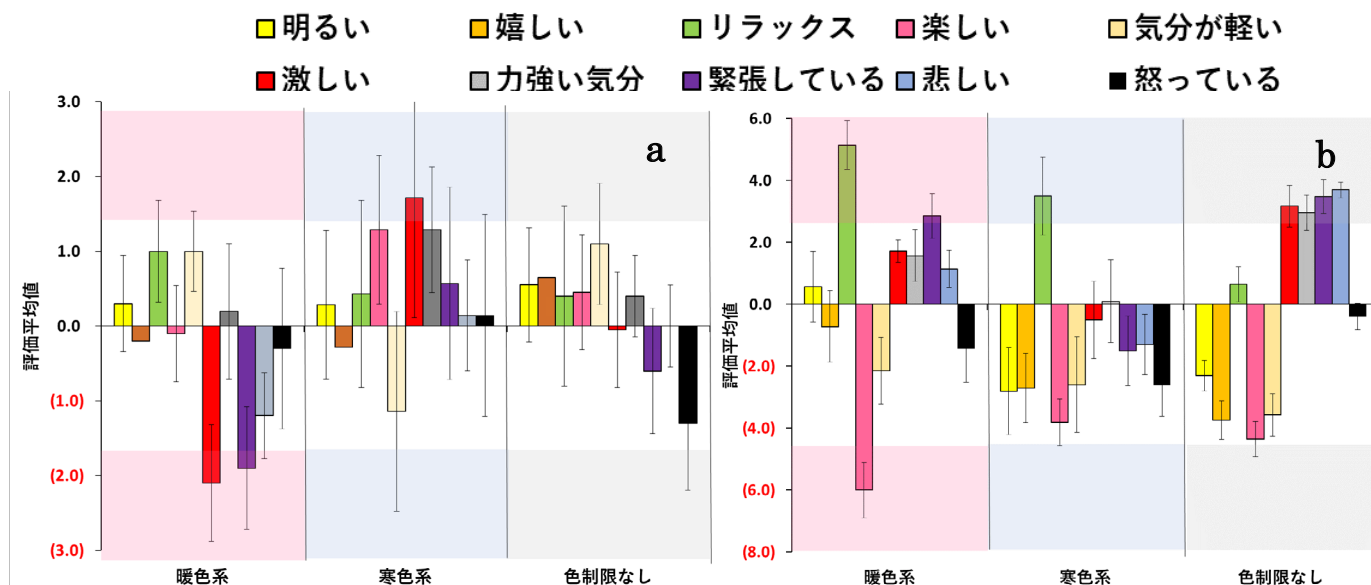


図4 3条件における感情の変化の比較

左は悲しい条件、右は楽しい条件である。背景色のピンクは暖色系グループ、水色は寒色系グループ、グレーは色制限なしグループである。

どの緊張感が良い結果を生む可能性もある。暖色系による着色がリラックスしかつ緊張が増す状態が似ているかもしれない。

4. 総合考察

塗り絵の着色グループの違いによる気分や体調、感情への影響を検討した結果、悲しい条件に関しては着色グループ間の有意差は見られなかった。すなわち、悲しい気分の時に悲しい音楽を聴くことにより悲しさが和らぐという同質性の原理⁹⁾は、着色を行うことでは起こらず仮説を支持しなかった。反して、楽しい条件に関しては、気分と色グループに関して交互作用に有意傾向が見られ、暖色系と色制限なしで着色することが寒色系と比較して、着色後平均評価が上昇することが明らかになった。色グループと感情との関係については、楽しい、悲しい以外のすべての感情語でグループ間に有意差が見られた。音楽療法では楽しい気分条件を用いた同質性の原理は報告されていないが、描画法の1種である塗り絵の着色によって起こる可能性が示唆された。明るい、リラックスについて、暖色系の着色後に平均評価が高くなったこと(図4)が理由に挙げられる。激しい、力強い、緊張するについては、暖色系や色制限なしで色を塗ると上昇し、寒色系で着色するとそれらの感情は減少した。一般論ではあるが、頭を冷やすという言葉もあるように、寒色系で着色することによって、一部の感情を抑えることが可能かもしれない。

今後については、悲しい条件について本実験では気分、体調、感情について同質性原理などの効果が見られなかった。その理由は、楽しい気分については比較的早く上昇するが、悲しい気分はニュートラル状態に戻る時間が長くかかるため、着色グループの影響を速やかには反映できなかったのかもしれない。この点については何らかの方法で調査を行いたい。海外の描画や塗り絵の研究では自由選択群が強制選択群よりも不安感情を低減するという報告がなされており、自由に色を塗る方が効果的であると考えていたが、野末¹³⁾らの研究では反対に強制選択群の方が気分変化をもたらしたという研究結果もある。理由は明確ではないが自由に色を選択することが負担になるという参加者もいたのかもしれない。塗り絵の講座を行うと見本はありませんかと問いかけてくる人が一定数いる。その日の気分レベルによって物事を選択することに負担や困難を感じたりすることも考えられるため、見本を好む性格や気分の覚醒度に関する調査を行うことも今後必要である。

参考文献

- 1) Nancy a.Curry& TimKasser: Can Coloring mandalas Reduce Anxiety?. Journal of the American Art Therapy Association22(2) (2005) 81-85
- 2) Judy Eaton and Chrisine Tieber: The Effets of Coloring on Anxiety, Mood, and Perseverance. Journal of the American Art Therapy Association 34(1) (2017) 42-46
- 3)Krisen A.Diliberto-Macaluso and broana Lyn Stubblefield(2015).The Use of Painting for Short-Term Mood and Arousal Improvement. Psychology of Aesthetics, Creativity and the Arts, Online First Publication, May 4,2015, Counseling Science, 47, (2014)214-220
- 4) 昆野照美, 川端康弘: 塗り絵の色消去が体調や気分に与える影響 ―塗り絵, 線画作成と比較して, 日本色彩学会誌第1巻第2号, (2022)20-21
- 5) Domicile Jonauskaite, Betty Althaus, Nele Dael, Elise Dan-Glauser, Christine Mohr:What color do you feel? Color choices are driven by mood, Color Res. Appl. 5(2018)272-284
- 6) Kawakami, A., Furukawa, K., Katahira, K., & Okanoya, K.: Sad music induces pleasant emotion. *Frontiers in Psychology*, 4(311), (2013)1-15.
- 7) 昆野照美, 川端康弘: 塗り絵の色選択がもたらす体調, 気分への影響.日本心理学会 第86回全国大会(日本大学)(2022)
- 8)昆野照美,川端康弘:塗り絵の着色が気分や体調に及ぼす影響. 北海道心理学会 第69回北海道東北合同大会(北海道大学)(2022)
- 9)<https://paper.kajilabo.net/goods/mandala/mandala-s/>,2023-4-2
- 10) スザンヌ・F・フィンチャー, 正木晃:マンダラ塗り絵, 春秋社,第6刷(2013)
- 11) 新編色彩科学ハンドブック [第3版], 日本色彩学会編, 東京大学出版会, 第1刷 (2011) 486
- 12) Ali Redha Hussain: Colour Psychology in Art: How Colour Impacts Mood, Scientific Research Publishing, 9, (2021)301-308, doi:10.4236/adr.2021.94025.
- 13) 野末 美和子, 近江 政雄, 長尾 紀久子: 塗り絵による脳活動および気分の変化, 日本心理学会第82回全国大会(明星大学)(2018)286

コロナ禍前後のワクワク感の色彩描画表現に関する比較研究

Comparative study on the color of “WAKU WAKU” feeling before and after COVID-19 Pandemic

裴 湖珠

Hojoo Bae

清泉女学院大学

Seisen Jogakuin College

Keywords: COVID-19, ワクワク感, 色彩心理, 色彩嗜好, 感性情報

1. はじめに

本研究の目的は、どのような表現方法や色により人間の感情の一つである「ワクワク感」が表現されるかについて調査することである。本研究は2017年よりアンケート調査を行い、性別や国民性による「ワクワク感」の表現方法の相違点や類似点について比較検討を行った。しかし、2020年以降、新型コロナウイルスの感染症（以下—COVID-19と称す）流行により課された行動制限は、我々の日常生活や習慣に大きな変化をもたらした。COVID-19がもたらした社会的変化は、「ワクワク感」の本質にも影響をもたらさうと考えられる。そこで、本稿では、COVID-19にともなう社会的変化が「ワクワク感」に何らかの影響を与えたかを考察するために、2017～2019年の調査結果と、COVID-19流行後の2020～2022年の調査結果の比較検討を行った。

2. 研究方法

本稿では長野県を中心に居住する方を10代から70代までの男女計1908人にアンケート調査を行った結果を示す。

2.1 対象者

2017年から2022年の期間でアンケート調査を行い、男性：719名、女性：1189名の計1908名から回答を得た。なお、COVID-19前（2017～2019）の回答者は、男性446名、女性514の計960名であり、COVID-19後（2020～2022）の回答者は男性273名、女性675の計948名である。

2.2 対象者年齢

アンケートでは18歳～73歳までの回答者から回答を得られた。データ分析を行うにあたり、年代順にして10代から70代でコーディングを行った。

2.3 使用した道具

「ワクワク感」を表現する絵を描く作業と「ワクワク感」を感じる色を選択するために12色の

色鉛筆とA4サイズの無彩色紙を用意した。色鉛筆は、美術専門用のものでなく一般に販売されているものを使用した。色鉛筆の色はJIS・日本工業規格 慣用色名269色 JIS Z 8102（物体色の色名）とJIS Z 8721 標準色票を基準に表示した。なお、表1は使用した色鉛筆のJIS Z 8102における色名（赤色（RED=RD）、ピンク色（PINK=PK）、オレンジ色（ORANGE=OR）、黄色（YELLOW=YE）、ピーチ色（FLESH=FL）、水色（Sky Blue=SB）、黄緑色（Yellow Green=YG）、青色（BLUE=BU）、緑色（GREEN=GN）、茶色（BROWN=BN）、紫色（VIOLET=VI）、黒色（BLACK=BK））と色相（H）、明度（V）、彩度（C）はである。

表1. 色のJIS Z 28721による表記

	色名	H	V	C
1	赤色(RD)	5R	4	14
2	ピンク色 (PK)	7.5RP	7	8
3	オレンジ色 (OR)	5YR	7	14
4	黄色 (YE)	5Y	8	14
5	ピーチ色 (FL)	10R	8	4
6	水色 (SB)	7.5B	6	8
7	黄緑色 (YG)	5GY	7	10
8	青色 (BU)	2.5PB	3	10
9	緑色 (GN)	5G	4	10
10	茶色 (BN)	7.5R	3	4
11	紫色 (VI)	5G	4	10
12	黒色 (BK)	N		

2.4 調査実施期間

2017年3月～2022年5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：現在居住する都道府県、6：最も長く居住していた都道府県、7：自由に「ワクワク」する気持ちを描いて下さい。8：「ワクワク感」を感じる色を順番に塗って下さい、の8項目である。

2.6 アンケートの分析方法

得られたアンケート結果の頻度分析を行い、IBM SPSS Statistics Subscription28を用いてクロス分析を行った。

3. 結果

3-1. 色の比較

6年間の調査で「ワクワク感」を示す色として最も選択された色は「オレンジ色」で449人(23.5%)であった。

表2. 6年間で一番目に選ばれた色と人数

q_色番1				
		度数	パーセント	有効パーセント
有効	RD	302	15.8	15.8
	PK	233	12.2	12.2
	OR	449	23.5	23.5
	YE	379	19.9	19.9
	FL	60	3.1	3.1
	SB	209	11.0	11.0
	YG	70	3.7	3.7
	BU	60	3.1	3.1
	GN	30	1.6	1.6
	BN	42	2.2	2.2
	VI	15	.8	.8
	BK	59	3.1	3.1
	合計	1908	100.0	100.0

COVID-19前後を比較すると、COVID-19前で「ワクワク感」を示す色として1番目に選択された色はOR(21.1%)で2番目はRD(17.0%)、3番目に多く選択された色はYE(16.9%)と、すべて暖色系であった。COVID-19後は、1番目に選択された色はOR(25.9%)で2番目はYE(22.9%)、3番目はRD(14.7%)であった。COVID-19前後で最も選択された色の関連性を考察するために交差分析を行った。交差分析の結果は $\chi^2=103.600$ 、 $P=0.001$ であり、COVID-19と色の関連性に対して統計的に有意であることが明らかになった。 $(p<0.05)$

表3. 一番目に選ばれた色とCOVID-19前後のクロス表

q_色番1 と COVID前後 のクロス表							
		COVID前後					
		COVID-19前		COVID-19後		合計	
		N	%	N	%	N	%
q_色番1	RD	163a	17.0%	139a	14.7%	302	15.8%
	PK	133a	13.9%	100b	10.5%	233	12.2%
	OR	203a	21.1%	246b	25.9%	449	23.5%
	YE	162a	16.9%	217b	22.9%	379	19.9%
	FL	3a	0.3%	57b	6.0%	60	3.1%
	SB	116a	12.1%	93a	9.8%	209	11.0%
	YG	49a	5.1%	21b	2.2%	70	3.7%
	BU	36a	3.8%	24a	2.5%	60	3.1%
	GN	20a	2.1%	10a	1.1%	30	1.6%
	BN	28a	2.9%	14b	1.5%	42	2.2%
	VI	5a	0.5%	10a	1.1%	15	0.8%
	BK	42a	4.4%	17b	1.8%	59	3.1%
合計		960	100.0%	948	100.0%	1908	100.0%
各サブスクリプト文字は、列の比率が .05 レベルでお互いに有意差がないCOVID前後 のカテゴリのサブセットを示します。							

各サブスクリプト文字は、列の比率が.05レベルでお互いに有意差がないCOVID前後のカテゴリのサブセットを示します。

カイ2乗検定

	値	自由度	漸近有意確率 (両側)
Pearsonのカイ2乗	103.600 ^a	11	<.001
尤度比	115.275	11	<.001
線型と線型による連関	8.026	1	.005
有効なケースの数	1908		

a. 0セル(0.0%)は期待度数が5未満です。最小期待度は7.45です。

3-2. 性別の違い

Before-COVID-19

男性:①RD(19.1%)②OR(17.9%)③SB(14.8%)

女性:①OR(23.9%)②YE(19.3%)③PK(17.9%)

After-COVID-19

男性:①OR(22.7%)②YE(19.1%)③RD(17.6%)

女性:①OR(27.3%)②YE(24.4%)③RD(13.5%)



図1. 前後比較—女性

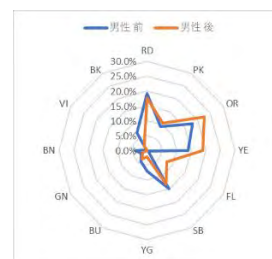


図2. 前後比較—男性

女性はCOVID-19前、後も「ワクワク感」を感じる色として一番目に「オレンジ色」を選択しているのに対し、男性はCOVID-19前では「赤色」を選択し、COVID-19後には「オレンジ色」を選択している。また、「黄色」はCOVID-19後でも「ワクワク感」を感じる色として男女ともに2番目に選択しており、選択率も高い。このようにCOVID-19の影響で「ワクワク感」を示す色の選択に変化がみられたものの、暖色系の色が「ワクワク感」を示す色であるということは、生活様式の大きな変化の影響を受けない普遍的傾向であることが明らかになった。本報告では色について報告したが「ワクワク感」を表現する形についての検討は今後の課題としたい。

参考文献

- 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，pp.67-76 2009
- 千々岩英彰：人はなぜ色に左右されるのか人間心理と色彩の不思議関係を解く，河出書房新社，1997
- 中島 早苗：COVID-19 パンデミック禍における本学学生の体力測定の結果と生活習慣の実態について：2020年度および2021年度とコロナ禍前の2017年度との比較 紀要65号，pp.1-11，2022-01
<http://id.nii.ac.jp/1087/00003436/>
- 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カラ英語表記の省略(2文字) 参考：
https://w-memo.com/color_3/
- 佐藤みずほ・水山元・小川雅俊・松本和宏・曾根田弘光：新型コロナウイルス感染症(COVID-19)による食形態や食意識の変化，JSKE日本感性工学会春季大会，2023年3月

EXAMINING THE DEVICE DEPENDENCY OF SIMULTANEOUS COLOR CONTRAST: A COMPARISON OF PAPER AND DISPLAY

Janejira Mepean

Color Technology and Design, Mass Communication
Technology, RMUTT, Thailand

Chanprapha Phuangsuan

Color Research Center, RMUTT, Thailand

Mitsuo Ikeda

Color Research Center, RMUTT, Thailand

Keywords: Display, Elementary color naming, Paper, Saturation, Simultaneous color contrast.

1. Introduction

The simultaneous color contrast phenomenon, SCC is well known to be the result of color induction by the surrounding colors. It has been studied for a long time using various experimental methods to demonstrate stimuli. These methods have shown different results depending on the experimental conditions. Previous studies have compared the color appearance of SCC on different devices, and results indicate that SCC is device-dependent^{1, 2)}. Based on this result, we speculate on other factors that contribute to the result of device dependent. One of them that might be the key factor is different background saturation. Therefore, in this experiment, we compared SCC by controlling the saturation of surrounding colors.

Therefore, in this study, we investigated the devices dependent between paper and display through simultaneous color contrast phenomenon by using the classical pattern.

2. Experiments

2.1 Display condition

The stimuli were presented on a 27-inch EIZO ColorEdge CG2700S LCD monitor which correlated color temperature, correlated color temperature (CCT) 6000K, Gamma 2.2, and color mode sRGB, placed on the table with a height from the floor 80 cm in a normal room with daylight-type fluorescent ceiling lamps, the illuminance was 397 lx, CCT was 5843K and color rendering index (CRI) = 85, measured on the subject position. A black curtain was placed behind the display to eliminate scenery that might distract the observer during the experiment as shown in Figure 1(a). We employed the classical pattern to present simultaneous color contrast, a gray patch was positioned at the center of five surrounding colors: red, yellow, green, and blue, including gray.

The luminance values and CIEL*a*b* coordinates show in Table 1 and circle symbol represents the CIE a*b* coordinates in Figure 2. The saturation (chroma value, CIE C^*_{ab}) and luminance of each color was controlled almost the same for among the surrounding colors, C^*_{ab} was 30 ± 0.3 with a lumi-

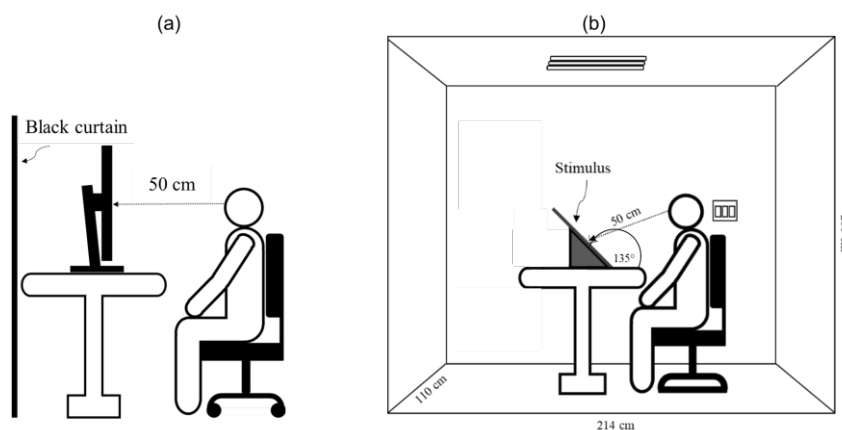


Figure 1. Schemes of the experiment, (a) display condition, (b) paper condition.

Table 1 The luminance values and CIE a^*b^* coordinates of colors used in the experiment.

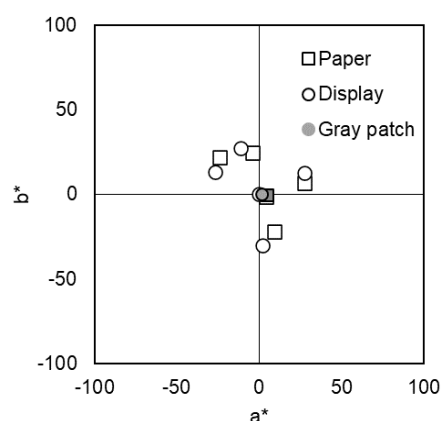
Color	Display condition					Paper condition				
	Y (cd/m ²)	L*	a*	b*	C* _{ab}	Y (cd/m ²)	L*	a*	b*	C* _{ab}
Red, R	30.2	61.8	27.4	12.7	30	34.8	66.0	27.3	6.8	28
Yellow, Y	29.7	61.4	-11.4	27.5	30	36.4	59.9	-3.9	24.4	25
Green, G	30.3	61.9	-26.8	13.0	30	37.1	55.7	-24.0	22.0	33
Blue, B	29.8	61.5	2.2	-30.2	30	33.3	60.6	9.0	-22.2	24
Gray	30.4	62.0	-0.4	0.3	1	31.2	57.9	4.4	-1.3	5
Gray patch	40.7	77.0	1.5	0.0	1	40.7	70.6	4.9	-0.5	5

nance of 30 cd/m². The luminance of the gray patch was 40 cd/m². From the distance of 50 cm far from the subject, the visual angle of the stimulus was 34.5° × 48.5° for surrounding, and 4.6° × 4.6° for gray patch.

The five subjects (three Japanese people and two Thai people), one male and four females, ranging in age from 20 to 44 years, participated in the experiment. All of them had normal color vision as determined by Ishihara's tests. The subject passed the training he/she was asked to look at the stimulus 1 minute for chromatic adaptation, then used the elementary color naming method³⁾ to judge the color appearance of the surrounding and gray patch by estimating the amounts of chromaticness, whiteness, and blackness totally 100 percentage, and also the apparent hue was judging by four colors based on the opponent color theory: red, yellow, green, and blue totally 100 percentage. The subject can evaluate only one color or two colors together, except the opponent color as red vs green or yellow vs blue. If the subject does not see any color appear on the gray patch, be able to answer the amount of whiteness and blackness only. The repetition was 3 times per subject. This condition was conducted at Mizokami's laboratory, Department of Imaging Sciences, Graduate School of Engineering, Chiba University, Japan.

2.2 Paper condition

We tried to reproduce the colors on the paper stimuli to be the same as the stimuli on the display. The stimuli were printed the same size as in the display condition using inkjet printer on uncoated paper for five surrounding colors: red, yellow, green, blue, including gray. The C*_{ab} value was 27 ± 4 with a luminance of 35 ± 2.4 cd/m² as shown in Table 1 and Figure 2 by square symbol. The color difference

**Figure 2.** The CIE a^*b^* coordinates show the color of stimuli.

between the display stimuli and the paper stimuli was calculated, where the value of ΔE^*_{ab} was 7.2, 8.3, 11.3, 10.5, and 6.5 for red, yellow, green, blue, and gray surround, respectively. The stimulus was presented on a table tilted at an angle of 135° in the experimental room as shown in Figure 1(b). The illuminance in the experimental room was 500 lx with daylight-type fluorescent ceiling lamps, CCT was 6000K, and CRI = 80. From the distance of 50 cm far from the subject, the visual angle of the stimulus was the same as the display condition.

The five subjects were groups that differed from the display condition, except for the two people who participated in both conditions. (all of them were Thai people), one male and four females, ranging in age from 20 to 44 years, participated in the experiment. They all had normal color vision as determined by the Ishihara test.

The color appearance of the surrounding and the gray patch was determined with three repetitions using the same method as the display condition. This condition was conducted at the Color Research Center laboratory, Rajamangala University of

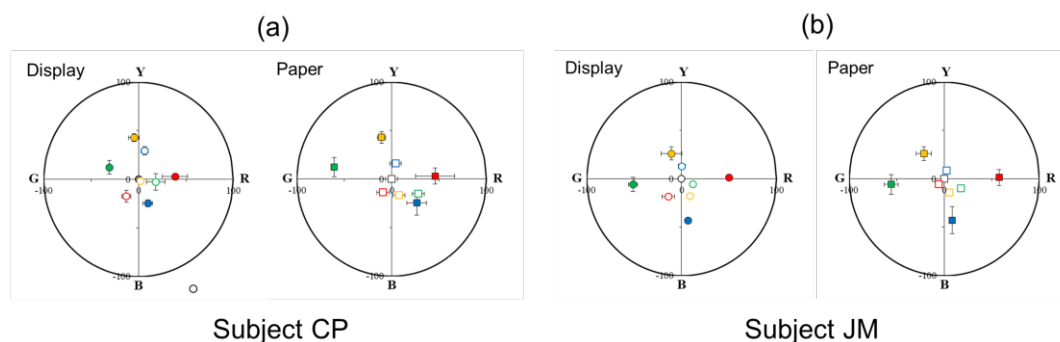


Figure 3. The result of the color appearance of surrounds (fill symbol) and gray patches (open symbol) from display condition and paper condition. (a) taken from the subject CP and (b) from the subject JM. Vertical and horizontal bars denote SD among three repetitions.

Technology Thanyaburi Thailand.

3. Results and Discussion

Examples of results are shown in Figure 3 taken from the subject CP and JM who participated in both conditions. Figure 3(a), the results of subject CP the figures show the data in the polar diagram that is normally used in the opponent colors theory. In the gray patches (open symbol) under surrounding colors (fill symbol) we can see that the color appearance of SCC on gray patch appears different

depending on color of surround. Although the saturation and luminance values are controlled almost equally for each color the amount of chromaticness is quite different as shown in the higher chromaticness of gray patch under the blue circle compared to the lowest chromaticness of gray patch under yellow surround, as opposed to perceived surrounding color. The result of the paper condition showed that she was able to perceive the color appearance of SCC on gray patch similarly across all

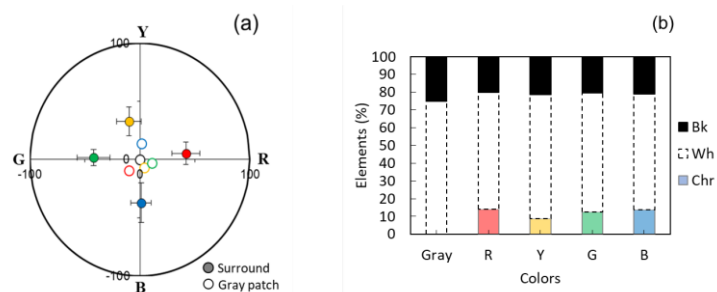


Figure 4. The result of the display condition, (a) the color appearance of surrounds (fill symbol) and gray patches (open symbol). (b) amount of chromaticness, whiteness, and blackness of gray patches under surrounding colors. Vertical and horizontal bars denote SD among five subjects.

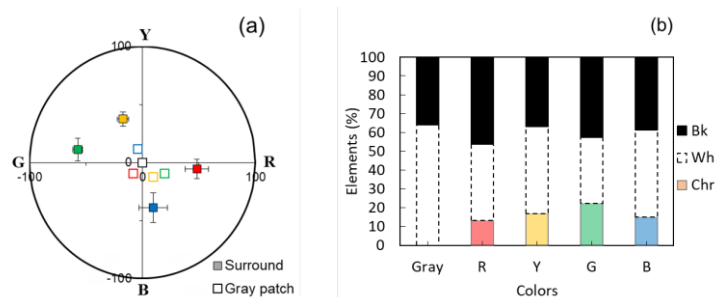


Figure 5. The result of the paper condition, (a) the color appearance of surrounds (fill symbol) and gray patches (open symbol). (b) amount of chromaticness, whiteness, and blackness of gray patches under surrounding colors. Vertical and horizontal bars denote SD among five subjects.

surrounding colors. However, the colors of SCC that

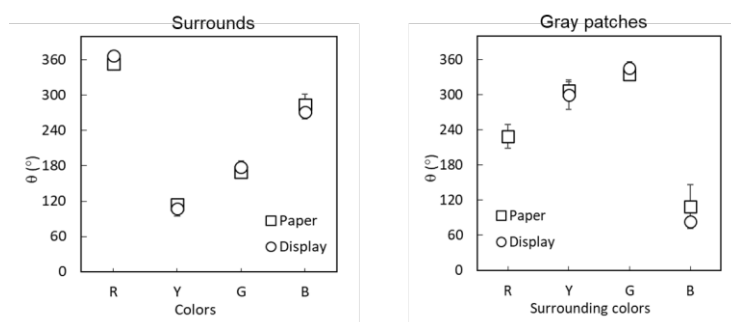


Figure 6. The average results of the apparent hue of the surrounds and gray patches. Vertical bars denote SD among five subjects.

appear in both conditioners are in the same direction. Figure 3(b) shows a similar tendency from another subject JM.

We took the average result of all five subjects in each condition and show it in Figure 4 for the display condition and Figure 5 for the paper condition. Figure 4(a, b). The color appearance of SCC on gray patch under all surrounds was less than 15 percent while having the highest whiteness.

Figure 5(a, b). In the case of the paper condition, we found that the color of the SCC is slightly higher than the display condition which is 17 percent in average. While the whiteness and blackness values are quite equal proportions. We can also see a similar trend as shown in Figure 6. The apparent hue was the same in both surrounds and gray patches of the stimulus in both conditions. The apparent hues of surrounding color were red; 6°/354°, yellow; 111°/116°, green; 182°/169°, and blue; 271°/278°, and the apparent hue of gray patches under surrounding colors were red; 225°/229°, yellow; 300°/307°, green; 345°/334°, and blue; 83°/109° for display and paper respectively.

As the current results appear to be different from previous results^{1, 2)}, we suspect that these differences are due to non-strictly controlled conditioning. This may cause the results to appear different. Therefore, these results cannot directly compare because of the experimental conditions such as illuminance level, CCT of light is not the same, these are the factors that affect the results. To conclude this matter, we need furthermore investigation under the same experimental conditions.

Acknowledgments

Janejira Mepean would like to express her sincere appreciation to Dr. Fusako Ikeda for the Fusako Scholarship, which supported her graduate studies in the Department of Color Technology and Design at the Faculty of Mass Communication Technology, RMUTT. Additionally, she is grateful to the Strategic Base in Asia Created and Development of Global Minded Imaging Science (BAGIS) for the scholarship that enabled her to join research at Mizokami's laboratory, Department of Imaging Sciences, Graduate School of Engineering, Chiba University, Japan.

References

- 1) C. Phuangsuwan and M. Ikeda: Simultaneous Color Contrast Demonstrated on Different Devices, Supplement in Journal of the Color Science Association of Japan (CSAJ). 42-3 (2018). pp. 54-56.
- 2) C. Phuangsuwan and M. Ikeda: Device dependent simultaneous color contrast, Supplement in Journal of the Color Science Association of Japan (CSAJ). 43-3 (2019). pp. 121-124
- 3) L. M. Hurvich and D. A. Jameson: Some quantitative aspects of an opponent-colors theory: II. Brightness, saturation, and hue in normal and dichromatic vision. J Opt Soc Am. 1955;45:602-616.

DEMONSTRATION OF SIMULTANEOUS COLOR CONTRAST ON VEINS

Chanprapha Phuangsuan
Mitsuo Ikeda
Janejira Mepean

Color Research Center, RMUTT, Thailand
Color Research Center, RMUTT, Thailand
Dept. of Color Tech. and Design, RMUTT, Thailand

Keywords: Simultaneous color contrast, Veins.

1. Introduction

Human skin is made up of three tissue layers: the epidermis, dermis, and hypodermis. The color of the skin appears light brown or dark brown, it depends on the amount and color of the pigment in the epidermis layer called melanin. Arteries and veins are located in the dermis and hypodermis layers.¹⁾ Many researchers studied the physical color of veins and found that veins' color is dark red or black such as Sakai (2014) measured the color of skin and veins using spectrophotometer CM-2600d and found that the color of skin and veins were similar, but it differed in lightness where veins showed lower lightness than skin.²⁾ The color appearance of veins showed contrary to the physical color (orange) as it appears greenish blue, Kitaoka (2014) suggested that the appearance of bluish veins is an illusion namely "simultaneous color contrast".³⁾ We agreed with Kitaoka's opinion, and with many researcher investigated on bluish veins.⁴⁻⁹⁾ This research is aimed to demonstrate the simultaneous color contrast on veins by quantifying the color appearance with the elementary color naming method.

2. Experiment

Stimuli



Fig.1. Veins and skin on the real hand on the left and simulation on the right.¹⁰⁾

The color of skin and veins were measured using a spectrophotometer CM3700d on the real hand and the skin color was $L^*=60.0$, $a^*=7.87$, $b^*=16.48$

and $L^*=58.0$, $a^*=6.17$, $b^*=16.30$ for veins. We used those colorimetric values as reference color to create the simulation skin and veins. Gray paper ($L^*=43.61$) was used to simulate the veins and it placed on the orange paper ($L^*=57.03$, $a^*=17.97$, $b^*=33.23$) to simulate the color of skin. The stocking was covered with gray and orange papers to simulate transparency epidermis skin layer as shown in Fig. 1 (right side). The stocking was commercially available nylon-polyurethane with original color at $L^* = 46.09$, $a^* = 5.94$, and $b^* = 17.79$. The transmittance was at 400 nm = 9.1%, at 550 nm = 14.66%, and at 700 nm = 34.76%. The stocking haze was 88%. The color difference of veins and skin color are shown in Table 1.

Table 1. Color of veins and skin on real hand and simulation including the color difference between them.

Items	Hand (S1)			Paper with fabric tissue (S2)			ΔE_{ab}^*
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*	
Skin	59.83	7.87	16.48	60.58	7.89	17.44	1.21
Veins	58.0	6.17	16.3	60.08	6.68	17.17	2.40
Gray paper				43.5	-0.27	1.09	

Procedure

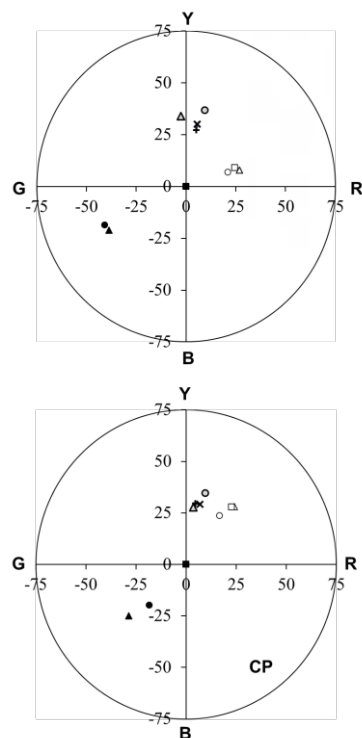
Table 2 shows the tasks and the positions of judgement on the stimulus. Six observers were asked to judge the color of skin and veins area on the real hand and on the stimulation with stocking by with and without mask (to eliminate the effect of surrounding). The judgement was under white light CCT 6500K and illuminance 300 lx. The observer judged the color appearance on skin and veins using elementary color naming, it consists of 2 parts, first part was to judge the chromaticness, whiteness and blackness in percentages totally 100%, second part was to judge perceived hues: red, yellow, green, and blue again totally 100%. Note that there will not be red vs green and yellow vs blue. The repetition was five times.

Table 2. Tasks and position to judge the color appearance on the stimulus.

Tasks	Positions
	Skin and Vein (Hand)
	Skin and Vein (Stocking)
	Skin (Stocking)
	Vein (Gray paper on gray background)
	Skin and Vein with mask (Hand)
	Skin and Vein with mask (Stocking)
	Vein on Stocking

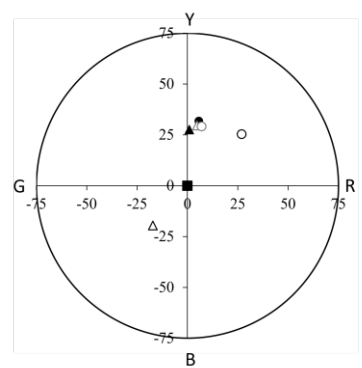
3. Results

Figure 2 shows an example of individual result from observer CP and JM. The result showed that the color appearance of real skin (○) and orange color paper covered by stocking (△) were similar. Veins color appeared almost same bluish green between on the real hand (●) and gray paper covered by stocking (▲). The result of color appearance on skin and veins observed with mask on the real hand (thick triangle and circle symbols) and the stocking (thick plus and x symbols) was clearly showed that the surrounding (skin) affected to the veins color as you can notice by the thick triangle symbol and thick circle symbol were not much different, both veins and skin appeared almost the same yellow color. Moreover, the result of the gray paper placed on the stocking showed no effect of simultaneous color contrast occurred. The reason might be not only the influence of color surrounding to induce the veins but should be another factor such as the transparency of skin or stocking that affect or support the simultaneous color contrast on veins. Figure 3 shows the average result from six observers.



○ skin color of (hand), △ skin color (stocking), □ stocking color, ● veins color (hand), ▲ veins color (stocking), ■ gray paper without stocking, △ veins color (hand) observed with mask, ○ skin color (hand) observed with mask, + skin color (stocking) observed with mask, and x veins color (stocking) observed with mask.

Fig. 2. An example of individual result from observers; JM, and CP.



△ veins color (hand), ○ skin color (hand), △ veins color observed with mask (hand), ○ skin color observed with mask (hand), ▲ veins color observed with mask (stocking) and ● skin color observed with mask (stocking).

Fig. 3. The average result from six observers.¹⁰⁾

References

- 1) H. Takiwaki: Measurement of skin color: practical application and theoretical considerations, *J. Med. Invest.* 44 (1998), pp. 121–126.
- 2) H. Sakai, "Case reports on the colorimetric measurement of Mongolian spot and human vein: for better understanding of vein color illusion," *J. Col. Sci. Assoc. Jpn.* 38 (2014), pp. 416–417.
- 3) A. Kitaoka, "Vein color illusion: *J. Col. Sci. Assoc. Jpn.* 38 (2014), pp. 323–324.
- 4) P. L. Reisfeld: Blue in the skin," *J. Am. Acad. Dermatol.* 42 (2000), pp. 597–605.
- 5) S. R. V. Leeuwen and G. V. G. Baranoski: Elucidating the contribution of Rayleigh scattering to the bluish appearance of veins, *J. Biomed. Opt.* 23 (2013), 025001.
- 6) A. Kienle, L. Lilge, I. A. Vitkin, M. S. Patterson, B. C. Wilson, R. Hibst, and R. Steiner: Why do veins appear blue? A new look at an old question, *Appl. Opt.* 35 (1996), pp. 1151–1160.
- 7) I. Nishidate, Y. Aizu, and H. Mishina: Estimation of bluish appearance of veins in skin tissue using spectrophotometry, *Opt. Rev.* 9 (2002), pp. 269–276.
- 8) G. H. Findlay: Blue skin," *British J. Dermatol.* 83 (1970), pp. 127–134.
- 9) M. Shive, D. Ho, O. Lai, A. Mamalis, K. M. Miller, and J. Jagdeo: The role of subtractive color mixing in the perception of blue nevi and veins—beyond the Tyndall effect, *JAMA Dermatol.* 152 (2016), pp. 1167–1169.
- 10) C. Phuangsuwan, M. Ikeda and J. Mepean: Demonstration of the bluish color on veins. *Jour. of the Opt. Soc. of America A*, 40-3 (2023), pp. A107-113

Acknowledgement

We would like to express our sincere gratitude to the BAGIS program for providing a nice research grant. We would also like to thank Prof. Yoko Mizokami and her laboratory members, who have always kindly helped process this experiment. Finally, we would like to thank Prof. Miyoshi Ayama and Prof. Tomoharu Ishikawa at Utsunomiya University for allowing us to use the Haze meter.

THE COLOR CONSTANCY INDEX OF THE PERCEPTUAL COLOR SPACE OF THAI AND JAPANESE UNDER LEDS

Phubet Chitapanya
Chanprapha Phuangsuan
Mitsuo Ikeda
Yasuki Yamauchi

Rajamangala University of Technology Thanyaburi
Color Research Center, RMUTT
Color Research Center, RMUTT
Yamagata University

Keywords: color constancy index, LED, elementary color naming

1. Introduction

Color constancy refers to the human ability to consistently perceive the colors of objects under varying lighting conditions. This ability is commonly investigated using psychophysical methods, such as color matching ^[1] and categorical color naming ^[2]. These methods yield an index ranging from 0 to 1, representing the degree of color constancy from poor to perfect. It is important to note, however, that human color constancy is never perfect. The index is calculated based on the physical color space as determined by the distance between observation result of standard illumination to the related observation result of the sample in experimental condition and the distance between observation result of standard illumination to the related physical value of the sample.

The elementary color naming method ^[3] is another classical methodology which allows the experimenter to collect the result based on the perceptual color space as plotted on the opponent color theory base as a polar diagram. By the naming method, the result could be obtained based on only an observed judgement which observer adapted to the color illumination only causing the difficult task to get the physical values as the classical color constancy index proposed.

An alternative way, the two-room technique ^[4-5], prevents observers from adapting their color perception to the experimental lighting conditions. This technique separates the testing area into two rooms: the test room, where color samples are placed under varying lighting conditions, and the subject room, where the observer is exposed only to a reference standard illumination (e.g., white light).

The observer views the color samples through a small window between the rooms, unaware of the lighting conditions in the test room. As a result, their judgments about the color samples are based solely on the reference illumination, revealing the impact of lighting conditions on color appearance without adaptation to the experimental lighting.

In this study, similar experiments were conducted in both Thailand and Japan to assess the consistency of the results and identify any differences between the two countries.

2. Apparatus

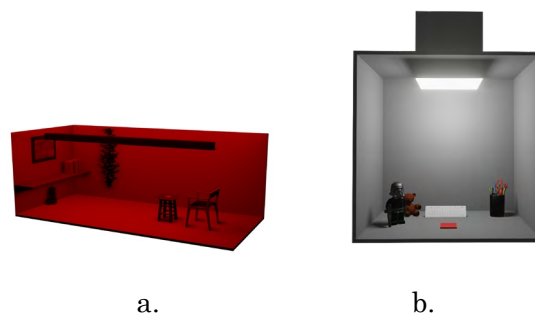


Figure 1. The experimental booth for experiment part 1. The left (a) was constructed in Thailand, and the right (b) was constructed in Japan.

The experiment consisted of two parts: examining the color appearance of color chips when observers were adapted to the colored illumination, and the color appearance of color chips without adaptation to the colored illumination. Figure 1(a) and 1(b) depict the apparatus used for the first part of the experiment, as constructed in Thailand and Japan, respectively. The rooms were designed to simulate real-life situations, decorated with everyday items such as books, pictures, and various figures. Color chips, each measuring 6x6 cm, were placed in front of the observers against the grey

background (Munsell N6). The rooms were illuminated using changeable colored LED lights, specifically Philips Color Kinetics Color Cove MX Powercore RGB-LEDs in Thailand and Thouslite LED cubes C15 in Japan.

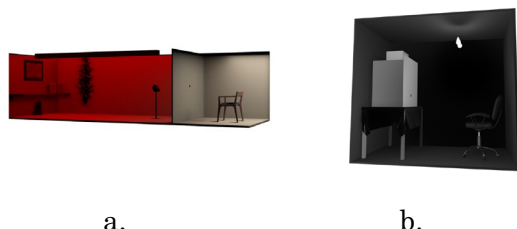


Figure 2. The experimental booth for experiment part 2. The left (a) was constructed in Thailand, and the right (b) was constructed in Japan.

Figure 2(a) and 2(b) illustrate the apparatus used for the second part of the experiment, which followed the two-room technique. Observers were seated in the subject room, illuminated solely by white light (D65 illumination), and viewed the color chips placed on a stand under colored illumination conditions through a small window between the two rooms.

3. Color chips

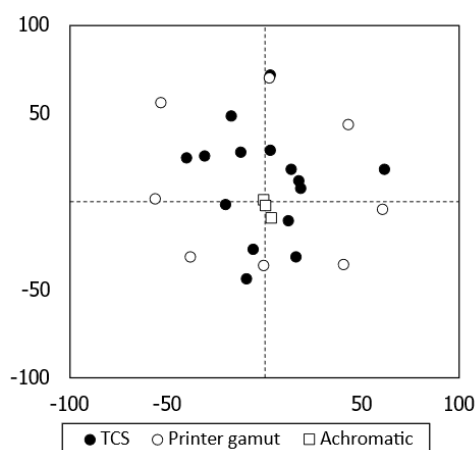


Figure 3. Twenty-six color chips on CIEab* color space.

Figure 3 presents the coordinates of the color chips within the CIEab* color space. A total of twenty-six color chips were used in this experiment. These color chips, printed using a Konica Minolta AccurioPress C83HC, were chosen based on three criteria: fifteen test color samples (depicted as closed circles), eight color chips (shown as open

circles) that spanned the entire hue range and represented the printer's gamut, and three achromatic color chips (displayed as open squares) representing white, neutral, and black.

4. Illumination conditions

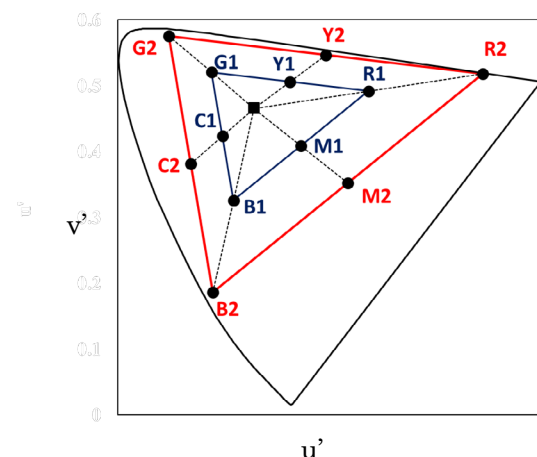


Figure 4. color illumination condition on $u'v'$ color space.

Figure 4 displays the 13 color illumination conditions in the $u'v'$ color space. The D65 illumination condition, represented by a black square symbol on the graph, served as the white reference. Six colors were used: red, yellow, green, cyan, blue, and magenta. Each color had two saturation levels: a vivid color illumination connected by a red line, labeled as R2, Y2, G2, C2, B2, M2, and a less vivid illumination connected by a blue line, labeled as R1, Y1, G1, C1, B1, M1. All illumination conditions were maintained at a consistent illumination of 100 lx.

5. Observer and tasks

In Thailand, 100 Thai observers participated in the first part of the experiment, while 30 Thai observers took part in the second part. All Thai participants were students from Rajamangala University of Technology Thanyaburi. In Japan, 5 Japanese participants, all students from Yamagata University, were involved in both parts of the experiment. All participants had normal color vision and were trained in the experimental tasks.

When transitioning between color illumination conditions, a 3-minute adaptation period was provided. Participants were asked to judge each color chip under each colored condition in two phases. In the first phase, they had to assign percentages for

chromaticness, whiteness, and blackness. In the second phase, they were required to provide additional percentages for colors based on the opponent color theory, specifically red, yellow, green, and blue. Which observer cannot judge red and green together and vice versa. The experiment was conducted once for Thai participants, while Japanese participants completed three repetitions.

6. Results and Discussion

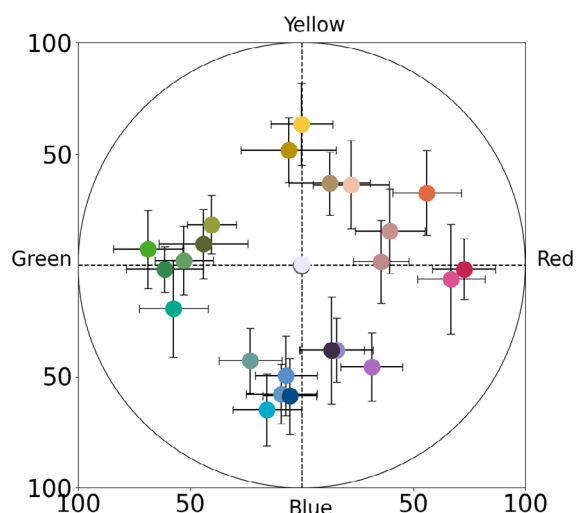


Figure 5. The average naming results of Thai observers under D65 condition.

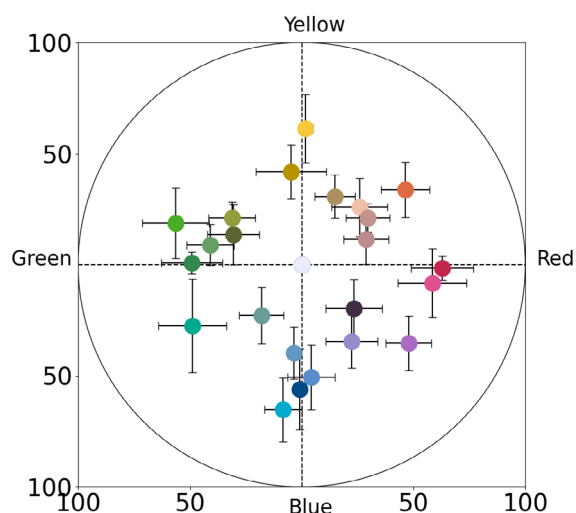


Figure 6. The average naming results of Japanese observers under D65 condition.

The results of the elementary color naming can be visualized using a polar diagram. Figure 5 displays the average results of 100 Thai observers

under the D65 condition. Each circle plot on the graph represents an individual color chip used in the experiment. The plotted results demonstrate the distribution of all color chips within this perceptual color space under the white reference condition. Figure 6 similarly illustrates the average results for the 5 Japanese observers under the D65 condition. To compare the differences in coordinates between the results, the Hotelling's T-squared test was performed. The test revealed a significant difference between the Thai and Japanese results, with a P-value of 0.034. Nonetheless, when comparing the hue angles between the Thai and Japanese results using a paired t-test, no significant difference in hue was found, as indicated by a P-value of 0.3. The distribution of the Thai results was more spread out than that of the Japanese results as average chromaticness under D65 of Thai was 50, while 42 for Japan.

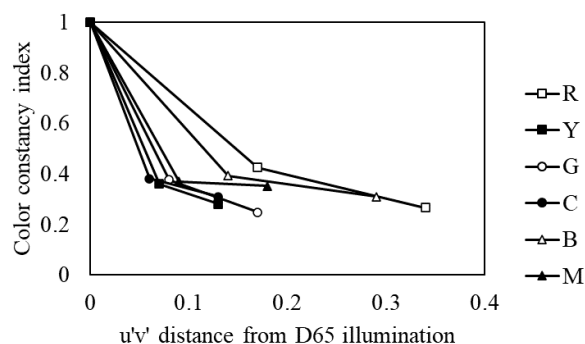


Figure 7. The perceptual color constancy index of Thai observers.

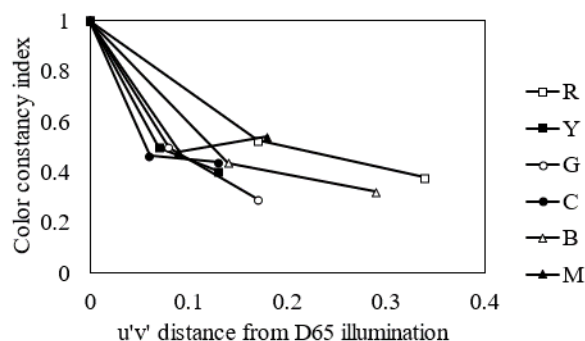


Figure 8. The perceptual color constancy index of Japanese observers.

$$OCCI = 1 - \frac{a}{b} \quad (1)$$

$$HCI = 1 - \frac{\theta a}{\theta b} \quad (2)$$

$$PCCI = OCCI \times HCI \quad (3)$$

To calculate the perceptual color constancy index, the ordinary color constancy index is first determined, as shown in Equation 1. In this equation, 'a' represents the distance between the color appearance of a color chip under the D65 coordinates and the color appearance of the color chip under the experimental illumination condition, to which the observer is adapted. This distance is calculated considering both the red-green and blue-yellow axes of the color space, as well as the lightness dimension, which is represented by the percentage of whiteness minus blackness. The 'a' distance serves as the numerator and is divided by the 'b' distance, which is the distance between the color appearance of the color chip under the D65 coordinates and the color appearance of the color chip under the experimental illumination condition, without the observer being adapted to the illumination. The ordinary color constancy index follows a similar equation to those used in previous color constancy experiments, measuring the proportion of perceptual shift distance to physical shift distance. This index ranges from 0 to 1, with 0 indicating poor color constancy and 1 representing perfect color constancy.

Another factor required for the calculation is the hue angle. The hue constancy index, as shown in Equation 2, is calculated similarly to the color difference between the hue of the color chip under the D65 condition and the hue of the color chip under the experimental illumination condition, to which the observer is adapted (denoted as θa in the equation). θb represents the color difference between the hue of the color chip under the D65 condition and the hue of the color chip under the experimental illumination condition, without the observer being adapted to the illumination. Finally, both the ordinary color constancy index and the hue constancy index are multiplied together to obtain the perceptual color constancy index as Equation 3.

Figures 7 and 8 display the color constancy index results for Thai and Japanese participants, respectively. The color constancy index is shown on the vertical axis, while the horizontal axis represents the distance of the light illumination condition from D65 in the u'v' color space. A distance of 0 indicates coordinates identical to the D65 position within the color space. Both results exhibit a similar trend, with the exception of the M2 condition for the Japanese participants, which shows a higher color constancy index than M1. The increased M2 value may be due to the excitation of multiple light channels to produce M2 illumination.

On average, the color constancy index for less vivid illumination conditions was 0.38 for Thai participants and 0.48 for Japanese participants. For vivid illumination conditions, the average color constancy index values were 0.29 and 0.40 for Thai and Japanese participants, respectively. These results indicate that the color constancy index for Japanese participants was higher than that for Thai participants.

Acknowledgements

This research was supported by Research and Researcher for Industries Projects (RRi) Thailand Science Research and Innovation (TSRI), grant number: PHD61I0023.

References

- 1) L. Arend & A. Reeves: Simultaneous color constancy, J. Opt. Soc. Am.A. (1986) , pp.1743-1751
- 2) M. Olkkonen, et al: Categorical color constancy for real surfaces, Journal of Vision. 10-9 (2010), pp.1-22
- 3) M. Ikeda: Color appearance explained, predicted and confirmed by the concept of recognized visual space of illumination, Optical review. 11-4 (2004) , pp.217-225
- 4) C. Phuangsuan & M.Ikeda: Chromatic adaptation to illumination investigated with adapting and adapted color, Color Res. Appl. 42-5 (2017) , pp.571-579
- 5) P. Pungrasamee, et al: Color appearance determined by recognition of space, Optical review. 12-3 (2005) , pp.211-218

CORRESPONDING COLOR APPEARANCE OF LIPSTICK FOR THE ONLINE SHOPPING

Kitirochna Rattanakasamsuk	Color Research Center, Rajamangala Univ. Tech. Thanyaburi Thailand
Chanprapha Phuangsuan	Color Research Center, RMUTT, Thailand
Mitsuo Ikeda	Color Research Center, RMUTT, Thailand
Uravis Tangkijiwat	Color Research Center, RMUTT, Thailand
Chanida Saksirikosol	Color Research Center, RMUTT, Thailand
Akaradet Tongsawang	Dept. of Printing Tech and Mass Com., RMUTT, Thailand
Natchaphak Meeusah	Dept. of Imaging RMUTT, Thailand
Hiroyuki Shinoda	Graduate School of Information Sci. and Engineering Ritsumeikan Univ., Japan
Yuhang Zhang	Graduate School of Information Sci. and Engineering Ritsumeikan Univ., Japan
Janejira Mepean	Dept. of Color Tech. and Design, RMUTT, Thailand

Corresponding author: Chanprapha Phuangsuan (phuangsuan@rmutt.ac.th)

Keywords: Lipstick, Online shopping, Corresponding color, LED light.

1. Introduction

Online shopping is a daily event nowadays, particularly COVID-19 age. Young people cannot live without SNS (A social networking service) on mobiles or iPad. To all these people, colors are colors on those devices, electronic displays and mobiles. When people receive products that they ordered by online shopping, they are disappointed by seeing colors of the products too different from their understanding and their memory. This is a problem of color management. Many previous research on color management is to reproduce colors on display same as the original prints.¹⁻²⁾ This research is aimed to take a reversed process by admitting colors on electronic display and mobile as the colors that people think.

2. Experiment

Stimuli

The commercial lipsticks (Thai brand) were used, and they were measured under white light D65 at 500 lx; red ($L^*=22.5$, $a^*=33.7$, $b^*=22$), pink ($L^*=33.4$, $a^*=23.3$, $b^*=11.2$), and orange ($L^*=30.7$, $a^*=23.1$, $b^*=17.7$) as shown in Fig. 1. The lipsticks were taken photo by a digital camera (Canon EOS 5D), focal length at 100 mm, f/16, shutter speed:

1/125 sec, ISO: 100 and manual white balance. Those photographs were used to design the webpage for shopping online.

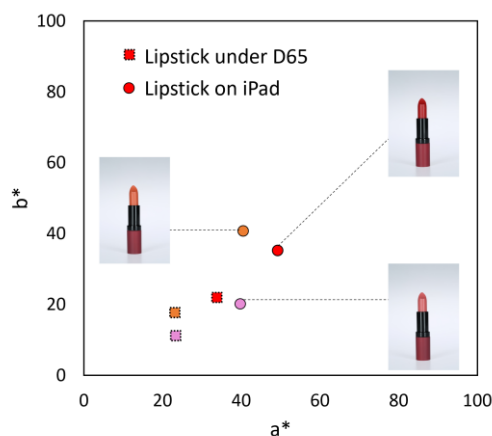


Fig. 1. Lipstick's color; red, pink, and orange in CIE a*b* color space.

Apparatus and procedure

The experimental booth was built to the following dimensions: 67 x 70 x 76 cm, as shown in Fig. 2. The LED cube was installed at the ceiling of the booth. Inside the booth was covered by black flannel to eliminate light reflection. The observer's task was to look at the color of lipstick on the iPad display which crested as they were shopping online. Then try to match the color of real lipstick on the booth by adjusting the color of LED light through a

software Q_LEDNavigator model C15, after that the experimenter records the colorimetric value of the lipstick. Twenty-four observers, 7 male and 17 females by age range from 19 to 44 years (average age 25.4 year ± 7.1) were asked to match the color of lipstick with three repetitions.

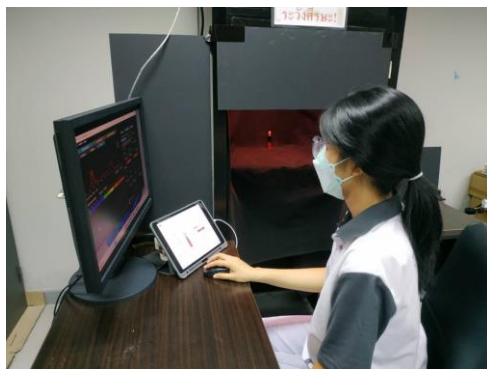


Fig. 2. The observer matched the color of lipstick pasted in the booth by adjusting LED lights with the color of lipstick appeared on iPad.

3. Results

Figure 3 shows the result of the color of lipsticks in CIEL*a*b*: $\square$ real lipstick, $\circ$ on iPad, and $\diamond$ corresponding color from matching. The

color results of real lipstick and those on the iPad were measured with a chroma meter, the CS-100A from Konica Minolta. The averaged results of corresponding colors of lipstick between the iPad and real lipstick from 24 observers were scattered depending on individual perception. The transformation of color from real lipstick to the image shown on the iPad display was poor, as you can see from the color difference values in Table 1 (real vs. iPad). However, the customer or observer judged the color of lipstick according to their preference based on the color that appeared on the iPad display. After the customer purchases and receives the lipstick, of course, they will be disappointed with the color, which is different from the color on the iPad.

Table 1. Color differences of color lipstick among the conditions.

Delta E* _{ab}	Red	Pink	Orange
Real vs iPad	25	28	38
Real vs Matched	4	8	14
iPad vs Matched	29	29	27

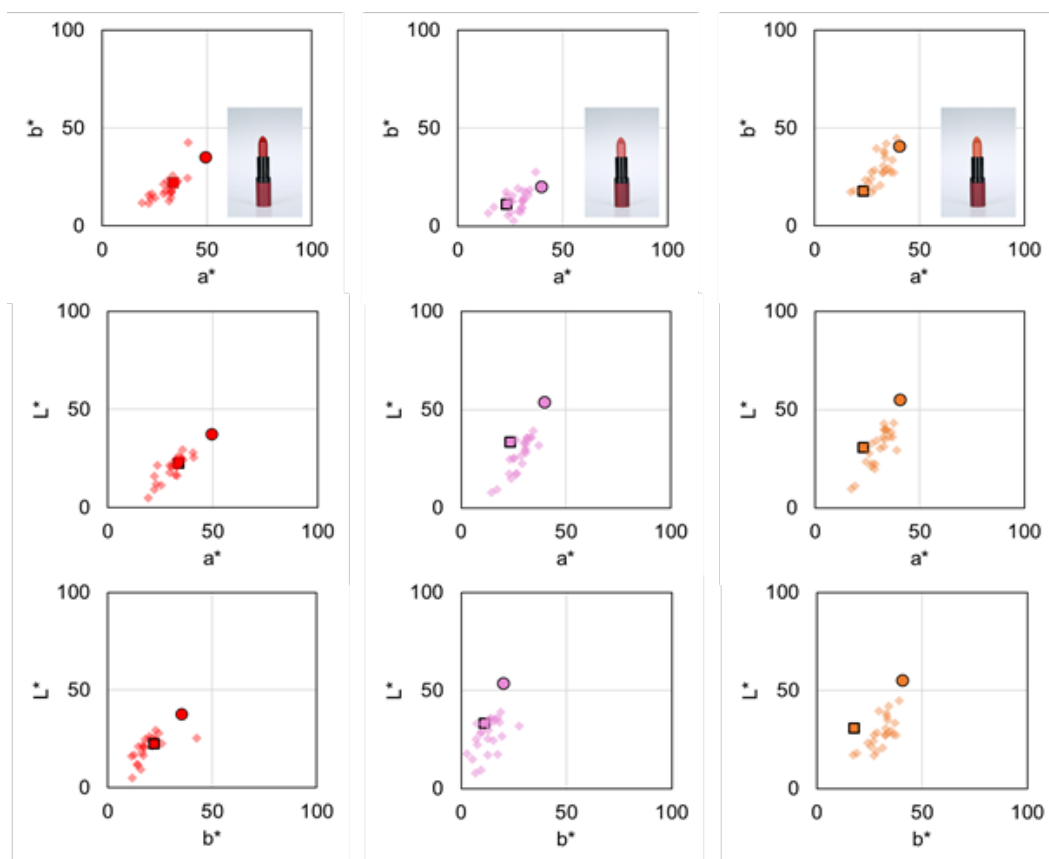


Fig. 3. The result of lipstick; $\square$ real lipstick, $\circ$ iPad and $\diamond$ match color.

Here is the corresponding color appearance on the iPad and real lipstick; red color lipstick was $L^*=21.2$, $a^*=31.6$, $b^*=19.5$ (on iPad $L^*=37.6$, $a^*=49.3$, $b^*=35.1$), pink color lipstick was $L^*=28.4$, $a^*=28.6$, $b^*=13.1$ (on iPad $L^*=53.7$, $a^*=39.8$, $b^*=20.1$), and orange color lipstick was $L^*=32.6$, $a^*=31.2$, $b^*=28.8$ (on iPad $L^*=55.0$, $a^*=40.6$, $b^*=28.8$). It may be easier to see the color difference in Fig. 4. The CIEL*a*b* of lipstick on the iPad showed a higher value than the corresponding color (matched by LED light on the real lipstick). The results suggested that the manufacture of lipstick may produce the color of lipstick following the corresponding color appearance to reduce the disappointment of the customer.

References

- 1) M. LIN, S. ZHOU, and F. CHU: Quality Analysis in Digital Printing Based on Color Management System, International Journal of Engineering and Technology. 1-2 (2009), pp.1793-8236.
- 2) M. Huang, R. He, C. Guo, C. Shi, G. Cui, M. R. Luo, M. Melgosa: Influence of viewing conditions on cross-media color matching, Optica Applicata, 4 (2019), pp.627-640.

Acknowledgement

We would like to express our sincere gratitude to the Color Science Association of Japan for providing a nice research grant. Finally, we are grateful to all the research participants who gave their time and effort to this project.

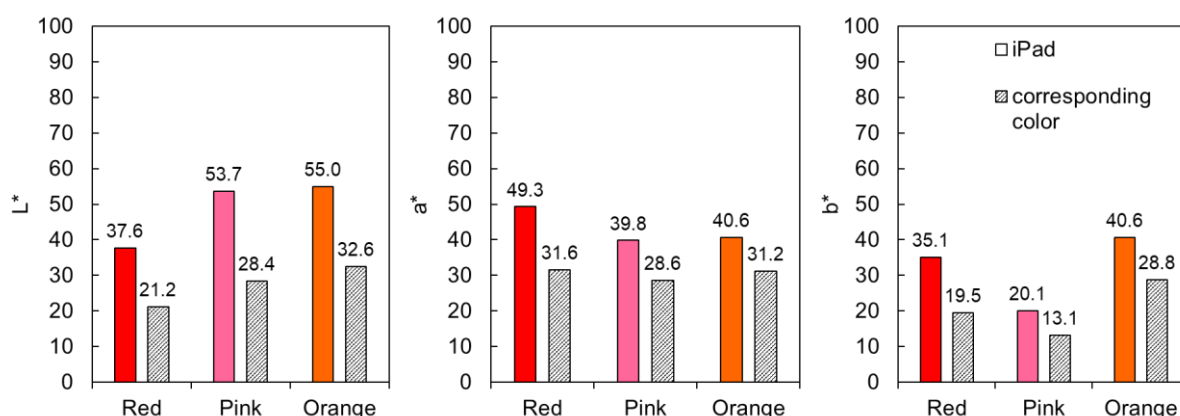


Fig. 4. Comparison of L*a*b* between color on iPad and corresponding color

COLORS IMPACTING UNIVERSITY STUDENTS' PERFORMANCE

Mahshid Baniani

Mejiro University

Keywords: Wall color, Task performance, Attention, Classroom

1. Introduction

Wall color is one of the largest physical components in a classroom and it stimulates students' cognitive response and affects their behavior as well¹. There are several studies regarding effects of color on human behavior, however research studies focused on learning environments are scarce.

The aim of this study is to examine the impact of color on attention and performance of university students.

2. Methodology

2-1. Participants

40 Japanese university students (20 female and 20 male) between the ages of 20 and 24 (M=21.7) participated in this study.

2-2. Procedure

To reach the aim of this study, an experiment consisted of three tasks (questionnaire, performance, attention) was conducted. The participant was seated at a desk where a colored paper was hanged in front of it and had to perform the tasks. Munsell notation of the selected colors can be seen in Table 1. As can be seen, colors with high value (brightness) were chosen. They were also required to perform the tasks in front of the plain wall which was white.

First, the participants were asked to choose their favorite and least favorite color among the colors. They were also asked about their mood. Then the three tasks were conducted in random order as following:

Questionnaire: In this section, while looking at the colored paper (and wall), the participants had to say whether they like the color or not, if the color makes them feel calm, helps them focus, or motivates them to study. They also needed to look at the color and write the first word that comes to their mind.

Attention Test: They needed to do the Bourdon Attention test developed by Benjamin Bourdon (1955).

Performance Test: In this task, the participants had to write the *yomikata* of Kanji characters suitable for their level.

All the participants performed all the three tasks. However, the order of colors, tasks, and questions were done randomly among them.

3. Results

3-1. Color Preference

In this section, the participants were asked to select their most and least favorite colors among the 12 colors of the colored panels.

As can be observed from Figure 1, reds and

Table 1. Munsell notation of the colors used for the panels

Color name	Hue	Value	Chroma	Color name	Hue	Value	Chroma
Red	5R	7	10	Red (Pale)	5R	8	4
Orange	10R	7	10	Orange (Pale)	10R	8	4
Yellow	5Y	8.5	10	Yellow (Pale)	5Y	9	4
Green	7.5GY	8	10	Green (Pale)	7.5GY	9	4
Blue	10B	7	8	Blue (Pale)	10B	8	4
Purple	2.5P	7	8	Purple (Pale)	2.5P	8	4

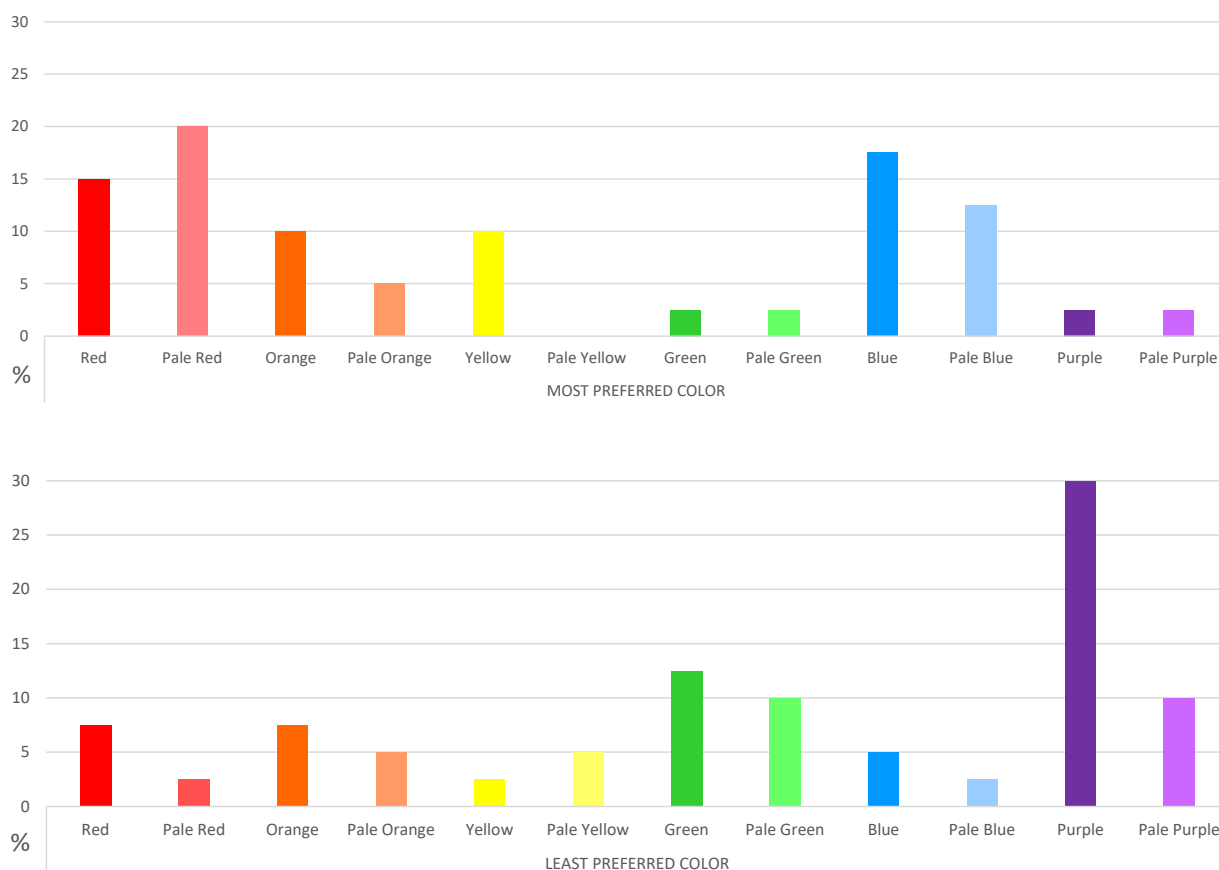


Figure 1. Most preferred colors (top graph) and least preferred colors (bottom graph) of the participants

blues were among favorite colors of the participants. Participants mainly associated red with happiness and love. Pale red was associated with cherry blossoms. Blue was mainly associated with being cool and refreshing. Pale blue was associated with water and sky.

Purple was the least favorite color of the participants ($P < 0.05$). Participants who selected purple as their least favorite color said that purple makes them feel bad and nervous.

3-2. Attention Test

Participants needed to do the Bourdon Attention Test in front of the colored panels and the white wall. The test was composed of 20 lines with 22 letters in each line. Participants were asked to find the letters a, b, and q in the text in 2 minutes.

The test was evaluated using the hundred system. First it was checked if the participants marked any letter aside from a, b, and q, which no

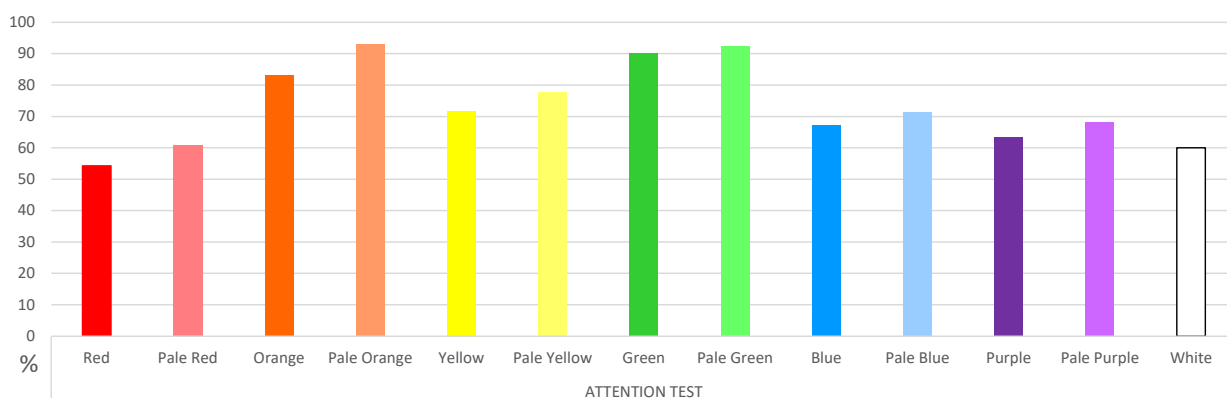


Figure 2. Attention test results

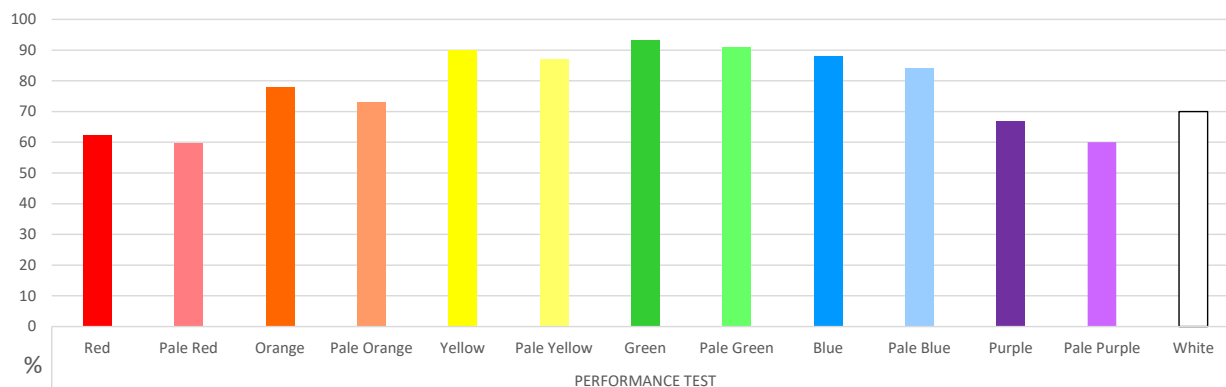


Figure 3. Performance test results

one did. Then the correct letters were calculated in ratio to the total number of correct letters. The results can be seen in Figure 2.

As can be observed from Figure 2, participants had the highest test score in front of pale orange, pale green, and green. On the contrary, attention scores were lowest for colors red, white, and pale red. Interestingly when asked, although participants did say that red doesn't help them focus or motivate them to study, but they did say that pale red does make them focused or motivate them to study. In case of white, only 30% said that it helps them focus or motivates them to study. Moreover, in total, participants performed better in front of higher value and lower saturated colors (pale colors) rather than higher saturated ones.

3-3. Performance Test

In this section, participants had to write the *yomikata* of 6 Kanji characters in 1 minute. The number of correct *yomikata* was calculated. The results can be seen in Figure 3.

As can be observed, participants had highest scores in front of green, pale green, and yellow. They had the lowest scores in front of reds, purples, and white. Contrary to results observed in attention test, performance scores were higher for higher saturated colors.

4. Discussions and Conclusions

The purpose of this study was to examine the impact of color on attention and performance of university students. For this reason, an experiment consisted of 3 tasks was conducted in front of 12 colored panels and the white wall.

Blues and reds were most favorite colors of

the participants which has been seen in other studies (for example: Grieve, 1991)² as well. Purple was the least favorite color. Ulusoy et al.³ argued that purple can be interpreted to convey negative meanings more than other colors. Similarly, in this study participants associated purple with feeling bad and nervous.

Participants performed well in front of green and pale green in both attention and performance tasks ($P < 0.05$). Moreover, they performed poorly in front of reds, purples, and white in both tasks. Duyan et al.¹ concluded that students had the lowest performance in the red (5R 7/8) wall color conditions. Moreover, in a study conducted by Kwaliek et al.⁴ on the effects of nine different hues on short-term worker productivity, the findings supported the notion that participants performed worse in the white office interior than in any of the other eight interior colors.

Moreover, in the attention task, participants performed better in front of high value and lower saturated colors, while they performed better in front of saturated colors in performance task. This could be because the higher saturated colors are more arousing and therefore, they may have stimulated individuals and enhanced their performance, but at the same time, the colors were too arousing and more distracting for them to be able to focus completely on the attention test as this task needed more attention and focus than the performance test.

In sum, it was observed that liking or disliking a color didn't have a statistical correlation with the students' performance and attention (except for purple). Participants performed well in front of green and pale green in both tasks ($P < 0.05$). They also

said that these colors motivate them to study and helps them focus. On the contrary, they didn't perform well in front of reds, purples, and white. Therefore, white may not be the most suitable color for learning environments as everyone believes it to be.

References

- 1) F. Duyan and R. Unver: A Research on the effect of classroom wall colours on students' attention. ITU Journal of Faculty of Architecture. 17-2 (2016). pp. 73-78
- 2) K.W. Grieve: Traditional beliefs and color perception. Perceptual Motor Skills. 72 (1991). pp. 1319-1323
- 3) B. Ulusoy, N. Olgunturk and R. Aslanoglu: Colour semantics in residential interior architecture on different interior types. Color Research and Application. 45 (2020). pp. 941-952
- 4) N. Kwallek, C.M. Lewis, J.W.D. Lin-Hsiao, and H. Woodson: Effects of nine monochromatic office interior colors on clerical tasks and worker mood. Color research and Application. 21 (1996). pp. 448-458

Effects of colour on facial expression recognition

Yan Zuo
Yasuhiro Kawabata

Hokkaido University
Hokkaido University

Keywords: emotional valence, color manipulation, facial expression, perceived emotion, performance accuracy.

1. Introduction

Visual scenes, voices, bodies, other faces, cultural orientation, and even words shape how emotion is perceived in a face, calling into question the still-common assumption that the emotional state of a person is written on and can be read from the face like words on a page (Barrett, Mesquita and Gendron, 2011). Moreover, research on human color perception has established an interaction between color and emotion (Mikellides, 2012). Specific colors have been identified as having the ability to evoke certain emotions, which is consistent across individuals (Sutton and Altarriba, 2016; Takahashi and Kawabata, 2018).

Despite color having no intrinsic emotional value, it has been found to carry both positive and negative symbolic significance (Liao et al., 2018). Previous research on the capacity of color to evoke emotions has suggested that this effect is a combination of subjective physiological and psychological factors (Al-Ayash et al., 2016). Regarding the interplay between facial expressions and color-induced emotions, Fruhholz et al. (2011) have argued that while facial expressions may be processed automatically in context-independent situations, additional and task-independent stimulus features may also impact the processing of facial expressions.

Previous studies on color and emotion perception have primarily focused on background colors (Sivananthan, de Lissa and Curby, 2021) and facial complexion (Thorstenson et al., 2018, 2019). Despite the ample research on facial complexion color, little has been explored regarding the impact of partial facial color (such as the color of eyes and lips) on facial expression recognition. This gap is particularly surprising given the widespread use of cosmetics to change the color of

facial features. Humans have a long history of pursuing beauty, with ancient Sumerians and Egyptians having used gemstones and lipstick to decorate their faces. Today, people can even use colorful contact lenses to alter their eye color. Notably, different parts of the face are known to express emotions differently, with the eye and mouth regions serving as primary sources of facial information regarding an individual's emotional state (Kilpeläinen and Salmela, 2020). Given these considerations, it is interesting to ask whether changing the color of facial features can affect the perception of emotions in facial expression recognition.

2. Research Purpose

The current study seeks to investigate the impact of selectively highlighting partial facial features, namely lips, with different colors on emotion perception during facial expression recognition. The aim is to explore whether this manipulation can affect participants' reaction time, accuracy and the level in identifying emotions. Given the growing recognition of the relevance of color-gender interactions in emotion perception, the study will also compare male and female participants' performance. To accomplish this objective, a set of stimulus photographs depicting a range of facial expressions will be selected and manipulated to highlight only the lips or eyes with distinct colors. A facial expression recognition task will be designed to present the stimuli to participants, who will be required to identify the emotions displayed as accurately and quickly as possible. The study's outcomes will be analyzed by comparing the participants' response times, accuracy and emotion levels between different color conditions and between different groups.

3. Method

This presentation reports the findings of an

experiment that aimed to investigate whether color manipulation of either lips or eyes affects individuals' ability to recognize facial expressions. The study is a follow-up to a presentation given at the previous year's Colour Congress.

Participants in this study were Japanese university students and staffs, and stimuli photographs were taken of four individuals (one young woman, one young man, one older woman, and one older man) selected from FACES. The photographs depicted six different emotions, including anger, disgust, sadness, surprise, joy, and neutral, and were manipulated to have different lip colors (bluish, yellowish, reddish, and greenish), eye colors (bluish, yellowish, reddish, and greenish), and background colors (blue, yellow, red, and green). Participants were divided into four groups, each reacting to a different photograph of the same person. Group 1 (participants reacting to photos of the young man) included 20 participants aged between 18 and 28 (Mean age = 19.4; 9 women, 11 men); Group 2 (participants reacting to photos of the young woman) consisted of 20 participants aged between 18 and 60 years (Mean age = 24.7; 10 women, 10 men); Group 3 (participants reacting to photos of the old man) consisted of 32 participants aged between 18 and 21 years (Mean age = 19.2; 12 women, 20 men); Group 4 (participants reacting to photos of the old woman) consisted of 20 participants aged between 18 and 21 years (Mean age = 18.9; 12 women, 13 men). All participants self-reported that they had normal or corrected-to-normal acuity and colour vision.

During the experiment, participants viewed a single photograph presented on a screen in the laboratory for a duration of 0.5 seconds. Subsequently, they responded to the image according to the accompanying audio, selecting their perceived emotion and rating its intensity on a scale of 0 to 10. Additionally, participants measured their reaction time using a stopwatch. The study assessed participants' performance speed, degree of emotion, and accuracy during the experiment.

4. Discussion

The results of the study showed that the effects of color on the degree of emotion, emotion

type judgement, and reaction time varied depending on the type of emotion. Significant differences were observed among colors across different emotion groups, although these variations appeared to depend on the specific emotion being conveyed. The impact of color on the perception of facial expressions was found to be more pronounced and diverse among younger individuals compared to older participants. Moreover, the background color was found to potentially lead to misinterpretations of neutral expressions.

Contrary to previous findings, no significant difference in reaction time was observed between the color control groups in the present study. This may be attributed to the self-reported judgments of participants on whether they correctly recognized the expression and then timed it using a stopwatch. Future studies could consider increasing the duration of picture presentation and utilizing alternative image sources to establish software-based experimental procedures.

References

- 1) Barrett, L. F., Mesquita, B. and Gendron, M. (2011) 'Context in Emotion Perception', *Current Directions in Psychological Science*, 20(5), pp. 286–290. doi: 10.1177/0963721411422522.
- 2) Mikellides, B. (2012) '4 - Colour psychology: the emotional effects of colour perception', in Best, J. (ed.) *Colour Design*. Woodhead Publishing (Woodhead Publishing Series in Textiles), pp. 105–128. doi: 10.1533/9780857095534.1.105.
- 3) Sutton, T. M. and Altarriba, J. (2016) 'Color associations to emotion and emotion-laden words: A collection of norms for stimulus construction and selection', *Behavior Research Methods*, 48(2), pp. 686–728. doi: 10.3758/s13428-015-0598-8.
- 4) Takahashi, F. and Kawabata, Y. (2018) 'The association between colors and emotions for emotional words and facial expressions', *Color Research & Application*, 43(2), pp. 247–257. doi: 10.1002/col.22186.
- 5) Ebner, N., Riediger, M., & Lindenberger, U. (2010). FACES—A database of facial expressions in young, middle-aged, and older women and men: Development and validation. *Behavior research Methods*, 42, 351–362. <https://doi.org/10.3758/BRM.42.1.351>.

- 6) Liao, C.-C. et al. (2018) 'The relationship between container colors and the beauty benefits of skin care products', *Color Research & Application*, 43(2), pp. 279–290. doi: 10.1002/col.22191.
- 7) Al-Ayash, A. et al. (2016) The Influence of Color on Student Emotion, Heart Rate, and Performance in Learning Environments.
- 8) Frühholz, S., Trautmann-Lengsfeld, S. A. and Herrmann, M. (2011) 'Contextual interference processing during fast categorisations of facial expressions', *Cognition & Emotion*, 25(6), pp. 1045–1073. doi: 10.1080/02699931.2010.516905.
- 9) Sivananthan, T., de Lissa, P. and Curby, K. M. (2021) 'Colour context effects on speeded valence categorization of facial expressions', *Visual Cognition*, 29(6), pp. 348–365. doi: 10.1080/13506285.2021.1915901.
- 10) Thorstenson, C. A. et al. (2018) 'Emotion-color associations in the context of the face', *Emotion (Washington, D.C.)*, 18(7), pp. 1032–1042. doi: 10.1037/emo0000358.
- 11) Thorstenson, C. A. et al. (2019) 'Face color facilitates the disambiguation of confusing emotion expressions: Toward a social functional account of face color in emotion communication', *Emotion (Washington, D.C.)*, 19(5), pp. 799–807. doi: 10.1037/emo0000485.
- 12) Kilpeläinen, M. and Salmela, V. (2020) 'Perceived emotional expressions of composite faces', *PLOS ONE*, 15(3), p. e0230039. doi: 10.1371/journal.pone.0230039.

映画を色彩教育に取り入れる意義

-色で読み解く映画の楽しみ方 2 実写映画編-

Significance of incorporating movies into color education

-How to enjoy movies from the perspective of color 2 live-action film -

松田 博子 Hiroko Matsuda

カラーコンサルタントスタジオ
立命館大学非常勤講師

Color Consultant Studio
Ritsumeikan University

キーワード：映画の色，色彩教育，実写映画，
Keywords: color in movies, color education,
live-action film,

1. はじめに

色彩教育として，色相やトーン概念を解説するが，初心者には短時間で習得することが難しく，配色技法を理解できない学生が多くみられる．色カードの貼付演習やテキストの解説だけでは，コーディネート習得は難しい．そこで写真やデザイン作品を用いて具体例を提示し理解しやすい方向へ導いている．それに加えて映画を色で紐解きながら，映画の楽しみ方を紹介している．トーンの意味や色相の使い方，配色方法，色彩の感情的意味など，映画の色を分析することによって色彩の持つ意義を伝え，感じ取ってもらう．さらに自分たちの好きな映画の分析もしてもらう．映画を違った角度からも楽しみ，今まで以上に映画作品の理解が深まり，色の持つ魅力や色使いのすばらしさ，ノンバーバルコミュニケーションとしての役割を知ることができると学生たちには好評である．

前回はアニメーション編として「千と千尋の神隠し」と「ディズニー映画」を紹介した．アニメーションでは，最初から色彩構成がなされ，キャラクターの色が決められ，最後までほぼ決められた色で登場することが多い．色彩構成も綿密に練られており，配色バランスや配色技法を使って効果的な表現がなされていることを解説した．今回紹介する実写版は，アニメーションと違って，その時の心情や状況場面に合わせて登場人物の衣装やメイクなどを変えることができる．セリフ以外に，照明・音響・色彩はノンバーバルコミュニケーションとしての役割を大いに担っている．世の中には映像美にあふれた映画がたくさん存在する．講義では最近上映されている映画も取り上げるが，できるだけ多くの人が知っていて，分析しやすく，わかりやすい映画を中心に提示することになっている．その一部を紹介する．

2. トーンを上手く用いた作品

淡いトーンを用いた作品はロマンチックでやわらかい印象を与え，ダークなトーンの作品は暗く鬱蒼としたイメージを与えるなど，同じトーンで配色するとイメージが似ているという特徴がある．

2-1 マリーアントワネット (2006 年)

ソフィア・コッポラ監督作品．この映画は実際のベルサイユ宮殿で3ヶ月に渡り撮影．第79回アカデミー賞衣装デザイン賞を受賞した作品．作品全体を通して，3つのシーンでトーンを上手く使い分け，主人公の心情の変化を表現している．

① 淡いトーンを用いたシーン

p トーン・lt トーン+b トーンのシーン

前半部分では，女王とはいえ，オーストリアからフランスへ政治的な同盟のために嫁ぐ14歳の少女のメルヘンチックな心情を，淡い色を用いたトーンで表現されている．主人公やルイ16世など登場人物の衣装はほぼp・lt トーンで表している．アクセントとしてb トーンが使われ，豪華な食事やスイーツなど，おいしさを表現している．おとぎ話のような世界である．

② 強い鮮やかな純色と黒を用いたシーン

v トーン・dp トーン+黒のシーン

結婚生活にストレスを抱えた女王は次第にパーティやギャンブル，ドレスや靴のショッピングなどの浪費に楽しみを見出す．そして仮面舞踏会でフェルゼンと出会う．荒れた心情と攻撃的で活動的な心情がv・dp トーンの鮮やかな強い色彩と黒で表現されている．

③ 穏やかな生活をおくるシーン

ベージュ・アイボリー+黄緑のシーン

子供に恵まれたアントワネットが，田舎風の穏やかな暮らしを愛し，宮廷から逃れ，プチ・トリアノン宮殿に娘や親しい友人とともに過ごす，穏やかな爽やかなシーンである．オフニュートラルな色を用いたナチュラルなイメージのベージュ・アイボリーと自然の草木の黄緑系を使って表現されていて，観客にもゆっくりとした時間の流れと穏やかさを感じさせている．

上記の3つの世界で，言葉では表現しきれない主人

公の感情をトーンイメージや色彩を用いて演出している。

2-2. グランドブダペストホテル (2014 年)。

監督・脚本はウェス・アンダーソン、第 64 回ベルリン国際映画祭審査員グランプリや、第 87 回アカデミー賞の 4 部門受賞。ゴールデングローブ賞映画部門 作品賞 (ミュージカル・コメディ部門) 受賞。他多数の賞を受賞した。

①全体を美しいトーンで表現

作品の時間軸は 1932 年と 1968 年、1985 年の 3 つである。最初のシーンのホテルの外観は 1968 年。d トーンや dk トーンで古ぼけたイメージである。内部やオーナーの服装も同様にダークなトーンで表現されている。

物語は 1932 年に遡って展開されていく。ホテル外観はピンクのパステルカラーのグラデーションに変わり、おとぎ話が始まるかのような外観を呈している。ホテル内部の壁面はパステルのピンクとイエロー、床は真っ赤なビビッドな絨絨が敷かれていて豪華さが演出されている。

② 全体にトーンのコントラスト配色で、際立ち感がある。

ホテル内部の壁面は優しさと温もり感が感じられる淡いピンクとイエローが使われ、床は v トーンの赤で対照トーンである。主人公と従業員は鮮やかな紫色のユニフォームを着ており、壁面の淡い色と対照トーン配色で人物が際立つ。さらに紫色で気品を漂わせている。その他の場面でもトーンのコントラストが多用され、主要な人物が目立つような演出をしている。

③ 脇役はすべて無彩色で表現。

脇役の服装や背景色はすべて無彩色が使用されている。憲兵や囚人、息子たちといったそれぞれのグループ別に白から黒までの濃淡で表現されている。その為、無彩色であっても、誰と誰が争っているのかがわかりやすい。主人公たちは紫色や淡いトーンが使われるが、いずれも有彩色なので、無彩色の中に入っても識別しやすく、大人数での争いシーンではそれぞれの属性がわかり、主人公たちが目立っている。

2-3. その他、トーン配色を使った作品

ウェス・アンダーソンの、「フレンチ・ディスパッチ ザ・リバティ、カンザス・イヴニング・サン別冊」(2021 年)。ティムバートン監督の「アリスインワンダーランド」・「ビッグフィッシュ」。フランシス・フォード・コッポラ監督の「ゴッドファーザーシリーズ」(1972 年・1974 年・1990 年) など、トーンのイメージを生かした演出は多い。

3. 4 色相 (赤・緑・黄・青) と無彩色を効果的に使った作品

3-1 ホームアローン 2 (1992 年)

クリスマスに事件がおこる有名な作品。クリスマスカラーの赤と緑。主人公は対照的な黄色と青色の衣装を着ている。赤・緑・黄・青の 4 色相が効果的に使われている。色彩構成では、バランスがとられた作品で、おもちゃ屋さんと泥棒と戦うシーンではごちゃごちゃ感があるが、赤と緑、黄と青なので主人公が目立ち、かつ分かりやすい。

鳩のおばさんが登場し泥棒たちと戦う後半のクライマックスシーンは 4 色相が消える。暗闇の中で、羽と雪の白、暗闇と白とのコントラストで正義と悪が戦う。最後は白の勝利になり、真っ白の羽と雪の白で全面が埋まる。

そして最後はママと再会するシーンで、ロックフェラーの 7 色に輝くクリスマスツリーが現われる。無彩色から 7 色の有彩色へ移行させた圧巻の終わり方である。4 色相→黒・白→7 色という展開になる。この白と黒だけの無彩色のシーンを挟む展開があるからこそ、7 色イルミネーションツリーがより際立ち美しい。

4. ヒロインの服装の色で主人公の心情をくみ取る

タイタニック (1997 年) : ジェームズ・キャメロンが監督・脚本。アカデミー賞では 14 部門にノミネートされ、作品賞と監督賞を含む 11 部門受賞作品である。

衣装の色でローズの心情が読み取れる。時間軸に合わせて見ていく。

時間軸でみる主人公 (ローズ) の衣装色

①紫：最初、スクリーンに映し出されるのは紫色の大きなつばの帽子をかぶったローズである。高貴で気品ある紫色の帽子の装いで存在感が漂う。本人は自由気ままな生活に憧れを持っているが、母親に無理に婚約を承認させられ、現状に不満を抱えての乗船である。プライドが高く落ちぶれていく貴族に嫌悪感を持ち、お金と地位を維持するためだけに婚約させられた。紫色は臨床心理の描画法では傷ついた心情、重い責任の暗示や、捕らわれた状況を意味することもあるとされる。

②ベージュ・アイボリー：母親に、不満のある気持ちをなだめられ、ローズは周りに歩調を合わせ、ティールームに参加する。心穏やかに見せるナチュラルな色を選択している。

③黒：黒のドレスで夜のパーティに参加する。あまりの窮屈さに船尾から自殺を試みるが、ジャックに助けられ失敗。ドレッシェで厳格なイメージのある

黒ではあるが、自分の感情を封じ込め、心情を隠す時に用いられることもある。暗い気持ちも反映されている。

④**紺**：自殺するところをジャックに助けられ、1等客室のパーティにジャックが参加することがフィアンセに許される。フィアンセが席を外している間に、ローズが羽目を外し地下で2等乗客たちと踊り狂い、フィアンセに罵られる。翌日の礼拝で、ローズは冷静さを保ち、**紺**のワンピースを着る。理知的で冷静な沈静を求められたシーンでのローズの感情を表現した色である。

⑤**ピンク**：ジャックに船内で絵を描いてもらった後にピンクのワンピースとコートを着る。ピンク色の持つ幸せ感、ロマンチックなどローズの気持ちが明るくなり、恋する気持ちや幸せ感などが表現されている。

⑥**濃紺**：船が沈みゆく中、フィアンセにピンクのコートを脱がされ濃紺コートを無理矢理着せられる。水に濡れて黒に見える。今の気持ちを押し殺せという意味や、暗くて先が見えない心情もこの濃紺の色に含まれているようだ。

タイタニックについては、その他色について魅力的な演出が多々あるが、今回は省略する。

4-2 その他の作品

そのほか、ジャックニコルソンの「恋愛小説家」(1997年)、ロバートデニロ・メリルストリープの「恋に落ちて」(1984年)など、女性ヒロインの心情を洋服で著している作品は多数ある。

5. パーソナルカラーの効果的な使い方で主人公の成長を表現した映画。

アンカーウーマン (1996年)：パーソナルカラー分類である春・夏・秋・冬の4シーズンを上手く使った作品である。4シーズンのコーディネートは色だけではなく、衣装のラインや素材・デザイン・ヘヤースタイル・メイクまで、すべてシーズンごとに違っていて、その人を美しく見せる効果的な演出方法である。時間軸ごとにパーソナルカラーのシーズンを上手く使った演出で、主人公がアンカーウーマンに昇進していく様子を描いた秀逸な作品。

①**スプリング (春色)**：最初はビビッドピンクのスーツ、コントラスト配色の黒をボタンに使用。ヘアカラーは金髪ウェーブパーマ、リップカラーはチェリーピンク。

はつらつとして行動的でキュートなスプリングのコーディネートである。

②**サマー (夏色)**：次に敏腕プロジェクターのアドバイスを受け、淡いピンクのやさしい曲線使いのスー

ツに同系色相配色のブラウンのボタン、ヘヤーはやわらかなマッシュルーム型のアッシュブラウン。リップもアッシュの入ったピンク系。サマーシーズン色のエレガントで穏やかな装いである。柔らかな印象を与えるために演出されている。

③**オータム (秋色)**：地位が上がり、自分の番組を持ち、ライバルからも注目されるにつれて、オータムタイプのコーディネイトになる。髪の色はブラウン系、リップは、オータムのブリュックレッド、洋服はスポーティなパンツスーツも入り、モスグリーンとブラウンの組み合わせが多くなり、素材も厚みのあるウール系などが使われる。ベテランの域に入り、上層の地位にもいる。そんな存在感のある衣装でもある。

④**ウインター (冬色)**：最後に登場するのはアンカーウーマンになった主人公。ヘヤースタイルはショートでモダン、シンプルなデザインでとても神秘的な洋服。色はローズブラウン、メイクもかなり理知的で眉ラインも細く表現されワンポイントのアクセサリを使ったウインターイメージを表現している。大好きな恋人が戦場取材でなくなるというアクシデント後の繊細な気持ちも表現している。

衣装を手がけたのはアカデミー賞で2度も受賞したアルバート・ウォルスキーであり、流石に見事な演出である。

6. その他

色数を限定した作品では色数限定の意味も読み取れ面白い。フランス映画「**アメリ**」、スピルバーグ監督の「**シンドラのリスト**」など多数存在する。

また一人の監督作品を時系列にみていくと、監督の色の使い方や、色で何を伝えようとしているのかなど、色で監督のメッセージなど読み取れる面白さもある。

7. おわりに

最近の学生はアニメを好む人が多いので、できるだけ視聴率の高いアニメを最初に取り上げ、色彩構成の素晴らしさ、色相環上のバランス構成、配色技法、慣用色名からの分析等を解説する。次に実写版でも色彩構成や配色技法に加えて、主人公の服の色、デザイン、メイク、髪型、髪色など、登場人物の心情を読み解くという楽しさも加えて解説する。学生たちは、自ら映画に感情移入をし、想像を膨らませ、色の持つ意味を自分なりに探り出そうとする。色彩に興味が出てきた、色彩は面白い、今まで気がつかなかったという感想が増える。色彩教育に映画を導入する

意義があると思われる。単なるカードによる限られた色数ではなく、映像にはたくさんの色彩が豊富に使われている。映画を色から読み解き、更に楽しんでもらいたい。

引用・参考文献

- 1) 松田博子 (2015) 「色で読み解く」ストーリーの裏側. 月刊雑誌 Numero. 第9巻第8号通巻第94号, p95. 電子書籍 Numero TOKYO10月号, p 95. 扶桑社.
- 2) グレッグ・M・ファース, 角野善宏・老松勝博訳「絵が語る秘密」ユング派分析家による絵画療法の手引き (2001). 日本評論社, p 104-108.
- 3) 小林重順 (1995) 日本カラーデザイン研究所編「配色イメージワーク」講談社.
- 4) バニース・ケントナー, 宗行潔訳 (1992) 「カラーミニアシーズンⅡ」新風書房.

幼稚園児の塗り絵行動と色使いに見る子どもの色彩感覚

Children's Color Sense from Kindergarteners' Coloring Behavior and Color Usage

浅野(村木) 千恵
谷口 瑳理

Chie Muraki Asano
Sari Taniguchi

北海道教育大学
北海道教育大学

Hokkaido University of Education
Hokkaido University of Education

Keywords: 幼稚園児, 塗り絵, 色彩感覚.

1. はじめに

私たちは、日常の様々な場面で色を活用したり表現したりする機会があるが、その際に見られる個人の色彩感覚は、それまでの色に対する知覚経験や認識能力に左右されるだけでなく、その時点の個人の嗜好、心理の状態、照明などの環境条件に対する色覚特性なども影響することは言うまでもない。それに加え、特定の色を認識したり表現したりすることができる言葉を知っているかといった言語的要素も影響していることも指摘されている。さらに、色と形や数の認識に関連性があることなども指摘されており、これには発達段階も影響していることも示唆されている。

これらに関する筆者らのこれまでの研究では、iPadを活用した塗り絵調査を行ってきたが、その中で、子どもの発達段階と色彩感覚に関する色や配色に対する感覚の多様性は、発達段階が上がるにつれ、まず色相の活用範囲が広がり、次に彩度・明度で複雑化する傾向があることを明らかにしてきた^{1)~2)}。また、その他の既往研究として、野村は、幼児の描画にみる色彩的発達段階の研究では、赤や青を好む傾向があることや形やコントラストに強い関心を示したり、色数に対する欲求が強くなったりする時期があることなどを報告しており³⁾、竹井らは、幼児期の特定の形に対する色彩感覚や認識が発達段階で異なることなどを指摘している⁴⁾。

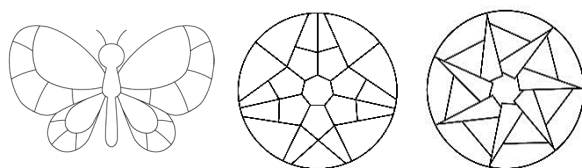
以上のことを踏まえながら、本研究では、幼児期の子どもの色彩感覚の発達について詳細な分析を行うため、幼稚園児の塗り絵行動と色使いを観察し、その発達段階もおける形と色の捉え方や配色に関する行動と色使いについて調査を行った。そして、多様な色彩感覚を有する子どもたちそれぞれに適した色彩感覚の育成が行えるよう

な資料とすることを目標とした。

なお、今回の調査対象者は幼稚園児であることから、発達段階や現場の教育環境などを踏まえ、iPadを使用した調査を行う前に、まずは幼稚園児の日常的な教具を活用した調査を行うこととした。その過程で、色相や明度・彩度の種類が多く、比較的安価で色数を揃えやすい色材教具として、色鉛筆を選択した。また、塗り絵図案は、これまでの研究を基準にしながらも、幼稚園児に適した図案を独自に考案して、調査研究を行った。

2. 予備調査について

予備調査の目的は、独自に考案した3つの図案(図1)の中から、本調査で使用する図案を決定し、調査のために選定した41色の色鉛筆(図2)の適性を確認することとした。ただし、ここで選定した41色のうち、有彩色の色相は、PCCS表色系の偶数番号:12色相とし、それぞれ3つのトーン(vivid=v, deep=dp, light=lt)の計36色を基準に選定した。また無彩色は、同表色系の無彩色5色を基準に選定した。



図案 A: 蝶々 図案 B: 変形星 図案 C: 曼荼羅

図1 予備調査に用いた3つの図案

v2	v14	dp2	dp14	lt2	lt14	W
v4	v16	dp4	dp16	lt4	lt16	ltGy
v5	v18	dp6	dp18	lt6	lt18	mGy
v8	v20	dp8	dp20	lt8	lt20	dkGy
v10	v22	dp10	dp22	lt10	lt22	Bk
v12	v24	dp12	dp24	lt12	lt24	

図2 選定した色鉛筆の色票

この調査は、中学校～大学の生徒および学生の合計 11 名（1 名は調査に 2 回参加）を対象に、塗り絵行動の観察のための動画の撮影を行いながら、以下の手順で行った。

- 1) 3 図案の塗り絵を 30 分以内で行ってもらい、ことを伝える。
- 2) 1 枚ずつ彩色することを伝え、図案 A→図案 B→図案 C の順で塗り絵を行ってもらい。
- 3) 園児の塗り絵現場を想定しているため、2 人一組で 1 つの色鉛筆セット（41 色）を使用してもらい、できるだけはっきりした色塗りをしてもらう。
- 4) 塗り絵後に、最も使用しないと思われる色と、図案に対し塗る色を決める時間のかかり方や難易度に関する質問を行う。

以上の調査を実施した結果から、本調査で用いる図案は A および B の 2 図案とすること、色鉛筆は、無彩色の dkGy に相当する色を削除して 40 色を用いることを決定した。

3. 本調査の実施方法について

(1) 塗り絵色の提示方法について

本調査の塗り絵に用いた 40 色の色鉛筆に対して、園児たちが容易に区別でき、それぞれどのような色に塗れるのかを認識できるようにするため、図 3 に示すような、色鉛筆の通し番号や色名

を付記した色鉛筆の色見本表を作成して園児たちに配布することにした。なお、本調査の色見本表および実際の調査で使用した色鉛筆は、色ごとに最適な色を表現できる色鉛筆メーカーが異なっていたため、紙に塗った実際の色を比較して色ごとに選定したオリジナルの色鉛筆セットとして構成したものを使用した。選定した色ごとの色鉛筆メーカーを表 1 に示す。

(2) 図案の提示順について

調査協力を依頼した幼稚園は 2 か所で、いずれも年長組と年中組の 2 組で本調査を行ったが、2 つの図案の提示順を園によって逆になるようにして実施した。これは、子どもの塗り絵に対する興味の持続性や年齢による集中力のばらつきを鑑みたもので、塗り絵順の影響が調査結果に表れるかを考察できるようにした。

(3) 塗り絵行動の観察

塗り絵時には 5 台の iPad を教室の各方面から死角がないように設置し、説明時間を含めた全調査時間において園児の塗り絵行動を録画した。録画データは、塗り絵調査時間中に注目できなかったり見落としていたりする可能性のある特徴的な行動の有無を調査後に確認した。

(4) 調査対象者および調査期間について

本調査は、北海道教育大学附属函館幼稚園の年長組 18 名、年中組 15 名と、北海道教育大学附属

①	カーマイン	⑬	ディーブレッド	⑵	ジョンブリアン	⑴	ホワイト
②	ライトバーミリオン	⑭	テラコッタ	⑶	フレッシュ	⑵	コールドグレーⅡ
③	オレンジ	⑮	ライトイエローオーカー	⑷	アプリコット	⑶	コールドグレーⅣ
④	レモン	⑯	オーカー	⑸	クリーム	⑷	ブラック
⑤	ワイローグリーン	⑰	アップルグリーン	⑹	ライムグリーン		
⑥	グリーン	⑱	サップグリーン	⑺	ウォーターグリーン		
⑦	ビリジアン	⑲	クロムオキサイドグリーン	⑽	ライトマカライトグリーン		
⑧	ターコイズ	⑳	ピーコックブルー	⑾	ライトコバルトターコイズ		
⑨	アザーブルー	㉑	オーシャンブルー	⑿	ブルーセレステ		
⑩	バイオレット	㉒	ブルーバイオレット	⑿	ライラック		
⑪	モーブ	㉓	クリムゾン	⑿	ラベンダー		
⑫	フュージア	㉔	マゼンタ	⑿	ピンク		

図 3 本調査に用いた色見本表（通し番号、色名を付記）

旭川幼稚園の年長組 17 名, 年中組 20 名の計 70 名に対して実施した。

調査期間は, 令和 5 年 1 月 18 日～19 日の間とした。

4. 本調査の結果および考察

(1) 塗り絵行動について

年長組・年中組ともに, 素早く色鉛筆を選び, 塗り絵を始める園児が多くみられた。一方で, じっくり色鉛筆全体を眺めた後に, 色を選ぶ園児もあり, その割合は年長組の方が高くみられた。ま

た, 色見本表に載っている色と色名を確認してから塗り絵を始める園児は, 年中・年長ともに同等数で観察され, 発達段階による明確な差は認められなかった。

A. 蝶々図案の塗り絵では, 年長組は小さい図形部分から塗り始める園児が多く, 年中組では大きい図形部分から塗り始める園児が多くみられた。発達段階が上がるにつれて細かい図形に意識が向きやすくなる可能性があると考えられる。

B. 変形星図案では, 年長組・年中組ともに中心部, 足部から塗り始める園児が多くみられた。このように, 先行イメージが付きにくい図案の場合,

表 1 本調査に用いた各色 (40 色) の色鉛筆メーカー

色見本 番号	PCCS	色鉛筆の色名	メーカー・種類/ 製造色番号
(1)	v2	カーマイン	三菱鉛筆(株)© uni COLORED PENCIL / 512
(2)	v4	ライトパーミillion	三菱鉛筆(株)© uni COLORED PENCIL / 507
(3)	v5	オレンジ	三菱鉛筆(株)© uni COLORED PENCIL / 506
(4)	v8	レモン	三菱鉛筆(株)© uni COLORED PENCIL / 601
(5)	v10	ウイローグリーン	三菱鉛筆(株)© uni COLORED PENCIL / 550
(6)	v12	グリーン	三菱鉛筆(株)© uni COLORED PENCIL / 540
(7)	v14	ビリジアン	三菱鉛筆(株)© uni COLORED PENCIL / 542
(8)	v16	ターコイズ	三菱鉛筆(株)© uni COLORED PENCIL / 536
(9)	v18	アザールブルー	三菱鉛筆(株)© uni COLORED PENCIL / 611
(10)	v20	バイオレット	三菱鉛筆(株)© uni COLORED PENCIL / 527
(11)	v22	モーブ	三菱鉛筆(株)© uni COLORED PENCIL / 524
(12)	v24	フュージア	FABER-CASTELL© 120 Polychromos Colour Pencils / 123
(13)	dp2	ディープレッド	FABER-CASTELL© 120 Polychromos Colour Pencils / 223
(14)	dp4	テラコッタ	FABER-CASTELL© 120 Polychromos Colour Pencils / 186
(15)	dp6	ライトイエローオーカー	FABER-CASTELL© 120 Polychromos Colour Pencils / 183
(16)	dp8	オーカー	三菱鉛筆(株)© uni COLORED PENCIL / 552
(17)	dp10	アップルグリーン	三菱鉛筆(株)© uni COLORED PENCIL / 619
(18)	dp12	サップグリーン	三菱鉛筆(株)© uni COLORED PENCIL / 545
(19)	dp14	クロムオキサイドグリーン	FABER-CASTELL© 120 Polychromos Colour Pencils / 276
(20)	dp16	ピーコックブルー	三菱鉛筆(株)© uni COLORED PENCIL / 614
(21)	dp18	オーシャンブルー	三菱鉛筆(株)© uni COLORED PENCIL / 534
(22)	dp20	ブルーバイオレット	FABER-CASTELL© 120 Polychromos Colour Pencils / 137
(23)	dp22	クリムゾン	FABER-CASTELL© 120 Polychromos Colour Pencils / 134
(24)	dp24	マゼンタ	三菱鉛筆(株)© uni COLORED PENCIL / 525
(25)	lt2	ジョンブリアン	三菱鉛筆(株)© uni COLORED PENCIL / 517
(26)	lt4	フレッシュ	三菱鉛筆(株)© uni COLORED PENCIL / 518
(27)	lt6	アプリコット	CARAND'ACHE© PABLO PERMANENT COLOUR 666 / 041
(28)	lt8	クリーム	FABER-CASTELL© 120 Polychromos Colour Pencils / 102
(29)	lt10	ライムグリーン	CARAND'ACHE© PABLO PERMANENT COLOUR 666 / 231
(30)	lt12	ウォーターグリーン	DERWENT© ARTISTS / 440
(31)	lt14	ライトマラカイトグリーン	CARAND'ACHE© LUMINANCE 6901 / 181
(32)	lt16	ライトコバルトターコイズ	FABER-CASTELL© 120 Polychromos Colour Pencils / 154
(33)	lt18	ブルーセレステ	三菱鉛筆(株)© uni COLORED PENCIL / 532
(34)	lt20	ライラック	三菱鉛筆(株)© uni COLORED PENCIL / 521
(35)	lt22	ラベンダー	三菱鉛筆(株)© uni COLORED PENCIL / 523
(36)	lt24	ピンク	三菱鉛筆(株)© uni COLORED PENCIL / 516
(37)	w	ホワイト	三菱鉛筆(株)© uni COLORED PENCIL / 501
(38)	ltGy	コールドグレーⅡ	FABER-CASTELL© 120 Polychromos Colour Pencils / 231
(39)	mGy	コールドグレーⅣ	FABER-CASTELL© 120 Polychromos Colour Pencils / 233
(40)	Bk	ブラック	三菱鉛筆(株)© uni COLORED PENCIL / 570

中心部や小さい図形部分を意識する可能性があると考えられる。

また、どの図案にも見られたこととして、隣接する図形を同一色で塗る園児が見られた。その中で、図形の意識はあるが、境界線を見逃して塗る園児と、そもそも図形の意識がなく、境界線を意識せずに自由な塗り方で色塗りをする園児に分かれた。これらの行動は、いずれの幼稚園においても年中組で多く観察された。これは、年中組の年齢では、まだ塗り絵の概念が固定されていたために、図形の捉え方・塗り方において自由度の高い色塗りをしているのではないかと考察した。

(2) 塗り絵の全体図の特徴

A.蝶々図案では、年長組・年中組ともにデザインを意識した塗り絵の方が多く見られた。しかし、中にはデザインを意識せず、とりあえずカラフルにするための色塗りを行ったり、ランダムに思いつくまま色を使ったりする園児もあり、その割合は年中組の方が高い傾向にあった。

B.変形星図案においても、デザインを意識した塗り絵が年長組の方が多く見られ、年中組ではデザインを意識していない塗り絵の方が多くみられた。また、図案を見逃した自由な色塗りは、A.蝶々、B.変形星のいずれの図案においても年中組にのみ見られた。そのため、発達段階が進むにつれて、ある程度の規則性をもったデザインを意識した塗り絵を行う傾向があること、境界線の意識が高まり、形を捉えた色塗りを行う傾向があることが考えられる結果となった。

(3) 使用色の特徴～色相・トーンの特徴

B.変形星図案では函館、旭川の両幼稚園とも、年長・年中両組で最も多く使用されていた色の色相は青系であった。次に多く使用されていた色は、幼稚園、発達段階によって差はあるものの、青紫や赤、紫が好まれる傾向にあった。つまり、色相環上では青系、赤系の使用率が高いという結果となった。これに対して、緑～青緑は、他の色に比べ使用率が低い結果となった。しかし発達段階で見ると、年長組の方が全体的に、その色相の使用率がやや高く、発達段階が進むにつれ、多様な色相を使用する傾向にあると言える結果であった。

トーンの特徴として両図案の全体でみると、vividの使用率が高く見られた。また、lightの使用率は、年長組の方が高い結果となった。しかし、deepは、他の2つのトーンに比べて使用率が低い傾向にあった。

これらの結果を発達段階で考察すると、いずれのトーンにおいても年長組の方が多く使用して

いることから、発達段階が上がるにつれて、使用するトーンの幅が広くなり、多様な色遣いを楽しんでいることが伺える結果となった。

(4) 先行研究との比較

これまでの研究^{1)・2)}ではiPadを用いてきたが、本研究では調査対象者に合わせて色鉛筆を使用したことで、塗り絵行動がこれまでと大きく異なり、エリアの独自分割や自由な描画、混色などの行動が観察された。また、均一な色塗りが難しく、deepやvividであっても薄く塗ることでパステル調にするなど、様々な工夫のある色塗りが見られ、単純な配色分析や色彩感覚の分析を行うことが難しいことが分かった。また、境界線の縁(ふち)を意識した色塗りの有無など、塗り絵行動における発達段階の差も確認することができた。

5. おわりに

本研究のように、複数の図案を比較検討することで、子どもたちそれぞれの形の捉え方や色彩感覚、発達段階をつかむことができると考えられる。子どもたちの色相やトーンにどんな偏りがあるのかを捉え、使用が見られないのであれば、その色を認識するための体験活動から始めるなど色彩教育を行うための資料として活用することができると考える。色彩教育を行う際は、色彩環境を整えたうえで子ども自身が色と向き合い、体験的な触れ合いを行うことが重要である。そのためには豊かな色彩の教具・教材を使用することや、言語活動を結び付けることも重要であると考えられる。そして、本研究の手法は、子どもたちの学びの記録方法としても有効活用できるのではないかと期待している。

参考文献

- 1) 浅野(村木)千恵, 大場友貴, 佐々木貴子, 浅野晃: 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～, 日本色彩学会誌, 44, 3 supplement (2020) 279-282.
- 2) 浅野(村木)千恵, 大山結加, 佐々木貴子, 浅野晃: 子どもの発達段階における色彩感覚と配色・デザインの特徴, 日本色彩学会誌, 45, 3 supplement (2021) 60-62.
- 3) 野村正則: 幼児画における色彩的発達段階, 別府大学短期大学部紀要, 1 (1982) 81-89.
- 4) 竹井史, 山野てるひ: 幼児期における色彩知覚の発達について, 美術科教育学会誌, 11 (1990) 199-215.

色彩学の各種理論に基づく配色教材の提案：研究構想

Proposal of color combination educational materials based on theories of color science: research concept

酒井英樹 Hideki Sakai 大阪公立大学大学院 Osaka Metropolitan University
山下明美 Akemi Yamashita 岡山県立大学名誉教授 Professor Emeritus
at Okayama Prefectural University

Keywords: 色彩教育, 色彩教材, 配色見本.

1. はじめに

構想のきっかけは、筆者(HS)が20年に渡り色彩学の授業を担当する中で、色に見える仕組みや表示方法、明度対比など各種色彩効果、色彩感情や色彩心理などは、実験結果を裏付けとして示しながら知識として教授できるのに対して、配色に関する項目は、用語や定義の曖昧さがあり、感覚に頼る部分も多いことから、受講者が色の組合せを、合理的、計画的に行えるように教授するのが難しいと感じたことである。配色とは「色の組合せ、又はある意図をもって複数の色を取り合わせること」¹⁾であり、色の組合せを考えるツールとして、配色形式、配色構成、色彩調和などの各種技法、理論が存在する。色彩教育における主要な学習項目の1つではあるが、全体として体系化された統一理論はなく、また、さまざまな分野に関連する色彩学の学際的な側面から、ときには異なる分野からの矛盾した要求に応える必要がある。複雑で入り組んでいることから、会得することが難しく、特に、感覚に頼る経験の少ない非美術系の初学者には、難度が高いと考えられる。

本研究は、このような問題意識に基づき、色彩教育において、主に非美術系の学生を想定した配色教材の提案を行う。具体的には、配色技法の紹介にとどまらず、色彩学のさまざまな効果、理論、社会的制約を有機的に学習することができ、自ら配色を作り出す際に役立つような、見本、手本となる配色を選定する。学習の場面では、ある用途、目的で作られた配色を見本として提示し、その用途に適している理由を、色彩学の観点から解説することを想定している。さらに、配色見本を選定する過程で、用語や定義の明確化など、今後、研究すべき色彩学の課題、問題を見出す可能性についても議論したい。

2. 配色見本の例示

試行として選定した配色見本を例示する。

2.1 “電柱標識板”の配色

注意喚起のために使われる、黒と黄の2色を使ったストライプ状の配色である(図1)。

(配色見本)



用途：注意を喚起する。
構成：黒(N1.5), 黄(7.5Y 8/12)
造形：等面積、ストライプ状

(実施例)



図1 “電柱標識板”配色

解説は次の通りであり、配色感情、色の機能性、JIS安全色への配慮を広く学ぶことができる。

- (1)黒と黄の組合せは、色彩調和論^{2,3)}で説明される配色感情の目立ち感が高く、機能的である。
- (2)高明度と低明度の配色であるため、背景色が白でも黒でも影響を受けにくく、ストライプ状で任意の長さでカットしても機能する。
- (3)JIS安全色⁴⁾で、黄(7.5Y 8/12)が注意、出口を、黒(N1.5)が指示と規定されており、用途に合致している。

今後研究すべき課題としては、ストライプの幅や傾きなど、注意喚起に効果的な形状の探究が考えられる。

2.2 “かき氷ののぼり”の配色

かき氷販売ののぼり等で使われる、赤と青を白でセパレートした配色である(図2)。

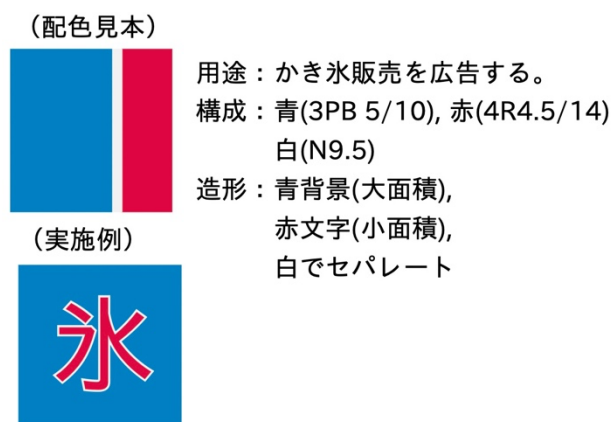


図2 “かき氷ののぼり”配色

寒暖感とその面積効果、アクセントカラーとセパレーションの効果を学ぶことができる。

- (1)寒暖感(青が寒色, 赤が暖色)は, 単色効果であり, 構成色間に相互作用はなく, 面積の大小で加減される^{2,3)}。よって, アクセントカラーの赤を使いつつ, 青を大面積で使うことで, 全体としては冷たい配色感情を演出できる。
- (2)誘目性の高い赤をアクセントカラーとして小面積で用いることで, 視覚的重心となる。
- (3)明度差の小さい高彩度色の配色の境界では, リープマン効果により視覚的不快感が発生するが, その不快感は, セパレーション(境界に無彩色などを挿入する)により軽減される。

今後研究すべき課題としては, 必要十分なセパレーションの幅の設定や使用できる色の範囲の探究が挙げられる。

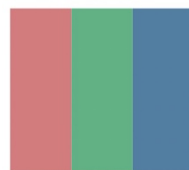
2.3 “病院の診療科サイン”の配色

同一機関の窓口や医療モールの診療科の識別でよく見られる同一トーン配色である(図3)。

色相トーンシステムにおいて, 同一トーンによる共通性の演出効果を学ぶことができる。

- (1)色相トーンシステムにおいて, 色相, トーンを調整することで, 共通性や識別性を演出できる。
- (2)同一トーン配色により, 共通性のあるものを, 一塊(チャンク)と認識させることで, 情報の伝達を効率化する。

(配色見本)



用途: 診療科を識別させる。

構成: 同一トーン(PCCS sf)

赤(sf2), 緑(sf12), 青(sf18)

造形: 等面積, 同形

(実施例)



sf2 sf12 sf18

(参考)異なるトーン



p2 sf12 dp18

図3 “病院の診療科サイン”配色

ここで, 図3ではPCCS(日本色研配色体系⁵⁾)を使用した, 色相トーンシステムは, 他にも提案されており, 一義的に決まるものではない。よって, トーンの定義の明確化が今後の課題として挙げられる。

3. まとめ

ある用途, 目的で作られた配色を見本として提示し, その用途に適している理由を解説することで, 色彩学のさまざまな効果, 理論, 社会的制約を有機的に学習することができる配色教材の研究構想を紹介した。恣意的、属人的とならない, 学問として蓄積できる配色見本を選定していくことで, 最終的には, 知識の集約, 集合知となることを目指していきたい。

参考文献

- 1) JISZ8105:2022 色に関する用語, 日本規格協会, 2022
- 2) 日本色彩学会編, 新編色彩科学ハンドブック第3版, 7.4節, 311-316, 東京大学出版会, 2011
- 3) Nayatani Y., Sakai H., Proposal for selecting two-color combinations with various affections. Part I: Introduction of the Method, Color Res. Appl. 34, 128-134, 2009
- 4) JISZ9103:2018 図記号—安全色及び安全標識—安全色の色度座標の範囲及び測定方法, 日本規格協会, 2018
- 5) 日本色彩学会編, 新編色彩科学ハンドブック第3版, 5.3.4節, 243-246, 東京大学出版会, 2011

選択手法を用いた等色関数測定効率化についての検討

A Study on Improving Efficiency of Color Matching Function Measurement Using Selection Techniques

奥田 亮人	Akito Okuda	山形大学大学院 理工学研究科	Graduate School of Science and Engineering, Yamagata University
神村 友規	Yuki Kamimura	山形大学大学院 理工学研究科	Graduate School of Science and Engineering, Yamagata University
川島 祐貴	Yuki Kawashima	山形大学大学院 理工学研究科	Graduate School of Science and Engineering, Yamagata University
大久保 和明	Kazuaki Okubo	山形大学大学院 理工学研究科	Graduate School of Science and Engineering, Yamagata University
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

Keywords: 等色関数, 等色実験, 選択手法, 保存法, 二段階法.

1. はじめに

現在, ディスプレイや雑誌, 広告といったメディアにおいて, 異種メディア間で同じ色彩情報を表示した際, 測色値が同じ値の色でも異なって見えてしまう問題が報告されている¹⁾²⁾. この原因の一つとして, 測色値を算出する際に使用する CIE1931 標準観測者等色関数が実際の観測者の等色関数と一致していないことが挙げられる. 等色関数とは, 可視光範囲の波長の単色光と等色するようにした 3 種類の原刺激(RGB)の混合比率を表したものである. CIE1931 の等色関数は, 被験者 17 人の等色関数の平均値である. Stiles らの先行研究で, CIE1931 の等色関数と実在する観測者個人の等色関数が異なっていることが報告されている³⁾.

この色の不一致は, 測色値の算出に使用される等色関数として観測者の等色関数を利用することによって改善できる可能性がある. 従来の等色関数の測定には大規模な装置が必要であり, 時間もかかるため, これまで簡易的な装置の開発や手法の検討など様々な研究が行われてきた⁴⁾⁵⁾. しかし, 主な測定方法は RGB 刺激を独立に操作する方法(以下, 従来法と表記)であり, 自由度が高い反面少し複雑な操作が求められ, 測定時間も短いとはいえない.

Yamauchi らは, 個々の参照刺激に対して呈示する候補色刺激群を予め色空間内で格子状に用意

し, その中から参照刺激に最も近い色を被験者に選択させる手法を提案した⁶⁾. その結果, 実験時間の短縮は実現したが, 候補刺激の数を絞り, その中から選択させたため, 等色の精度を保証することはできなかった.

上記のような選択手法により等色精度を向上させるためには, 2 つの課題点を考慮する必要がある. まず, 先行研究での格子状に配置された色刺激群から選択された刺激は自由に選択することができず, RGB 方向に沿って徐々に変化させる必要があった. そのため, 等色の候補となる刺激が複数あった場合, その色同士を比較するためには色を記憶しておく必要があり, 精度が悪くなっていた可能性がある. 次に, 候補となる刺激色が予め決められていて格子状に離散的に分布するため, 格子間隔よりも精細な色の違いを呈示できなかった点である. 本研究では, これらの課題点を改善するような新しい手法を提案し, 等色精度・実験時間の点から効果を検証する実験を行った.

2. 実験方法

(1) 呈示刺激

本研究では, LED 光源を用いた簡易的な等色関数測定装置⁷⁾を使用して実験を行った. 装置の外観と概略図を図 1 に示す.

装置後部の積分球には原刺激 RGB と参照刺激用の LED が格納されており, 約 100Hz で回転するチョッパーの動きと同期して, 二分視野のどちらの光路の LED を点灯させるかが制御されてい

る。厳密にはテスト刺激、参照刺激は高速に点滅しているが、点滅周波数が高いため、被験者には定常光として知覚される。なお、実験ブース内は暗幕で囲い、外部からの光が入らないようにした。本実験前に3分間の暗順応を行った上で実験を始めた。

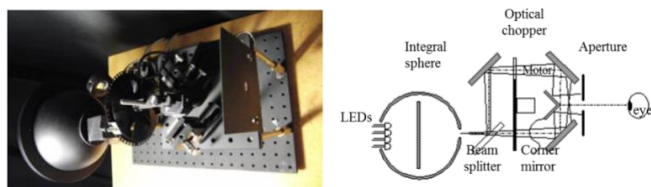


図1：簡易等色実験装置の外観(左図)と概略図(右図)

(2) 呈示刺激

原刺激として R,G,B の LED を使用した。20 波長の参照刺激 $L(\lambda)$ に対する等色を 1 セッションとし、各被験者で 3 セッション行った。参照刺激の分光分布を図 2 に示す。なお、図ではピーク波長における強度が 1 になるように正規化している。

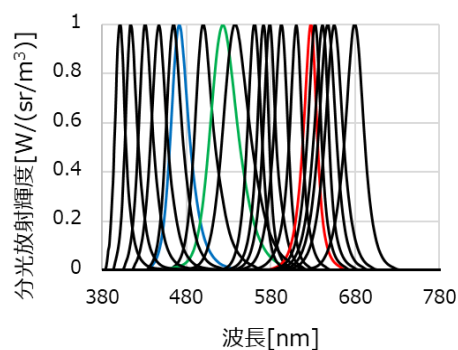


図2：参照刺激の分光分布

(3) 実験手法

被験者はコントローラを用いて、RGB 方向で離散的に存在する格子点を移動させることによって二分視野のうち片方のテスト刺激を変化させていき、等色だと感じた混色比を確定させると、次の刺激が呈示される、というタスクを繰り返した。格子状の刺激のイメージを図 3 に示す。基準値 Ave は、過去に従来法で等色関数を測定した 14 人の実験結果を平均したものである。この Ave から標準偏差 SD を求め、この値を格子の間隔として Ave に対して $\pm SD$, $\pm 2SD$ となるような格子を作成した。

本実験は異なる 2 種類の手法を用い、先行研究と同じ手法（以下、簡便法と表記）による結果と比較した。本実験で新たに提案する手法は、保存法、二段階法という名称で表記する。

保存法は、候補となる色を一時保存し、その色と別の色を比較しながら選ぶ手法である。これによって、等色の候補となる複数の色刺激の比較が可能になる。

二段階法は、操作においては簡便法と変わらないが、一度候補となる色刺激を選択した後、その色を基準として選択可能な範囲を $\pm 0.25SD$ 間隔で、最大値と最小値を $\pm 0.5SD$ に縮小してもう一度選択する手法である。これによって、より細かな格子点候補で等色実験を行うことができる。

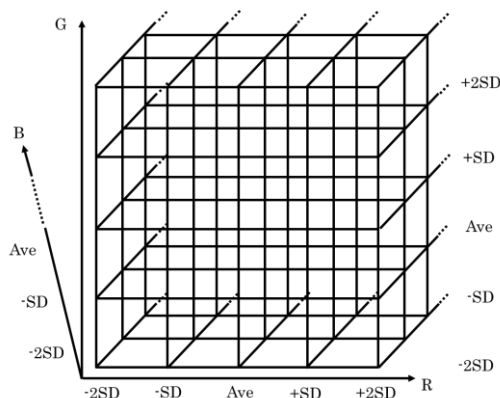


図3：候補色の色空間関係

(4) 等色関数の算出

等色関数は、参照刺激の放射輝度を $L(\lambda)$ 、等色した原刺激の放射輝度をそれぞれ R , G , B として以下の(式1)で求められる。

$$\bar{r} = \frac{R(\lambda)}{L(\lambda)}, \quad \bar{g} = \frac{G(\lambda)}{L(\lambda)}, \quad \bar{b} = \frac{B(\lambda)}{L(\lambda)} \quad \dots (式1)$$

これを実験に使用した 20 波長について求め、三刺激値 $\bar{r}(\lambda)$, $\bar{g}(\lambda)$, $\bar{b}(\lambda)$ を算出した。

(5) 被験者

被験者には、一般色覚の 20 代男性 5 名と女性 1 名が参加した。また、等色実験は習熟度によって結果が変化することが予測されたため、過去に簡便法で実験を行っていない被験者で統一した。

(6) 従来法でのデータ

今回の被験者のうち、2 名は過去に等色実験を全く行った経験がない naïve な被験者だったため、本実験の前に従来の調整法での実験を行い、比較のためのデータを算出し、さらに従来法での所要実験時間を計測した。なお、他の 4 名は過去に従

来法で計測したデータを使用する都合上、実験時間は計測していない。

実験方法は、二分視野を見ながら原刺激 RGB を操作して参照刺激と等色させるという点は変わらないが、被験者は原刺激を候補から選ぶのではなく、RGB の強度を自由に調整した。

3. 実験結果

(1) 従来法とのズレ

本実験で行った3種類の手法による結果が、どの程度従来法の結果と違いがあるかを表す指標として、「従来法とのズレ」という値を定義した。計算式は以下の(式2)で、従来法の結果との差の2乗和平方根を参照刺激20波長分足し合わせ、被験者ごとに数値で算出する。 R', G', B' は3種類の実験での各三刺激値で、 R, G, B は従来法で得られた同一被験者の三刺激値を表す。

$$\sqrt{\sum_{i=1}^{20} (R'(\lambda_i) - R(\lambda_i))^2 + \sum_{i=1}^{20} (G'(\lambda_i) - G(\lambda_i))^2 + \sum_{i=1}^{20} (B'(\lambda_i) - B(\lambda_i))^2} \quad \dots (式2)$$

各手法の従来法とのズレの平均値を図4に示す。エラーバーは標準誤差を表す。

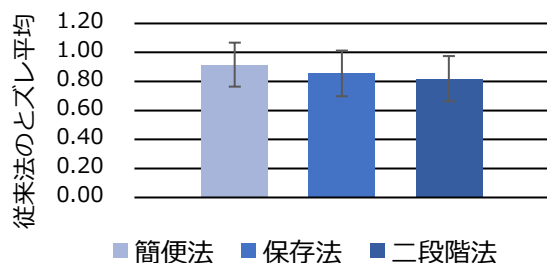


図4：各手法の従来法とのズレ

全被験者の結果から、簡便法は0.92、保存法は0.86、二段階法は0.82となり、今回提案した2手法ともに、従来法とのズレが少なくなっている。このうち、最も少なくなっているのは二段階法となっている。

(2) 実験時間の集計

各手法での実験時間を図5に示す。エラーバーは標準誤差を表す。

被験者6名の平均実験時間は、簡便法と比較すると、保存法はほぼ変わらず、二段階法は約10分長くなっていることがわかる。

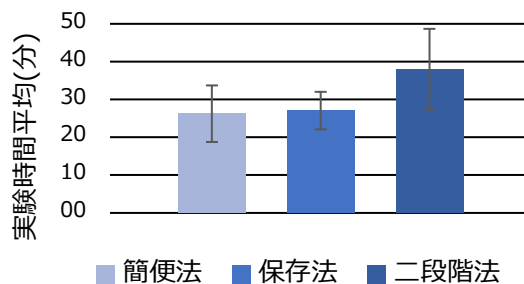


図5：各手法での実験時間

(3) 分散分析

従来法とのズレに対して一元分散分析を行い、3種類の実験の精度の差に有意差があるかを検証した($p < 0.05$). その結果、 $p = 0.92 > 0.05$ となり、有意差は見られなかった。

4. 考察

(1) 等色精度と実験時間の相関

3手法の等色精度と実験時間の相関を図6に示す。上から順に、簡便法、保存法、二段階法となっている。

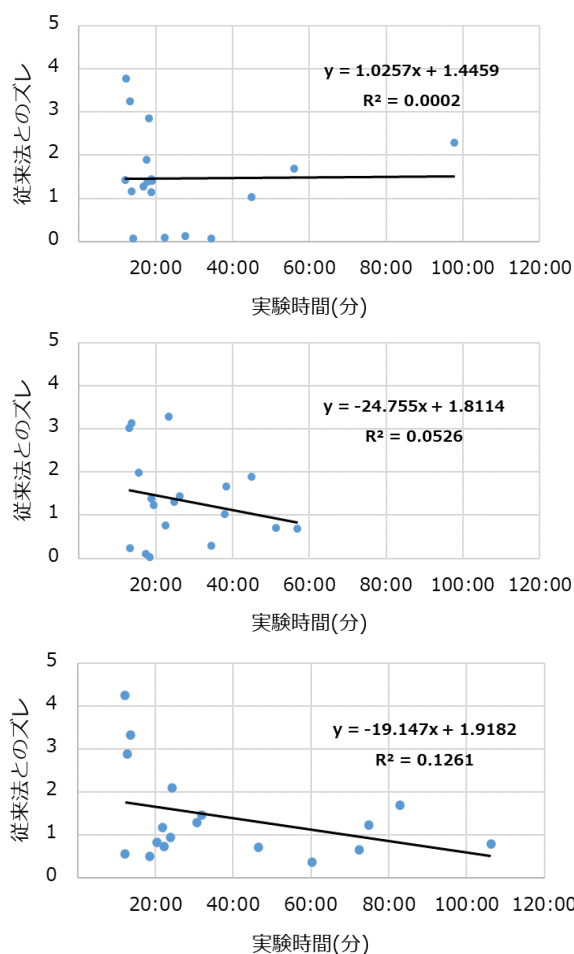


図6：従来法とのズレと実験時間の相関

それぞれの相関係数は、簡便法が 0.014, 保存法が-0.22, 二段階法が-0.3 となり、簡便法以外の 2 手法で弱い負の相関が見られた。この結果から、新たに提案した 2 手法は、等色精度と実験時間の点で効果があったと考えられる。

(2) 従来法とのズレ

分散分析の結果、定量的にみた等色精度には差が見られたが、統計的には有意差は見られなかった。この結果から、精度を大きく改善させるためには、実験手法よりも実験刺激の種類を変更するなど別のアプローチをする必要があると考えられる。

(3) 実験時間

本実験の結果、二段階法が最も等色精度が良いという結果が得られたが、実験時間は約 10 分長くなっていた。この実験時間の増加は許容できる範囲であるのかを検証するため、従来法の実験時間を計測した 2 名の被験者における、従来法と二段階法の平均実験時間を比較した。その実験時間を図 7 に示す。

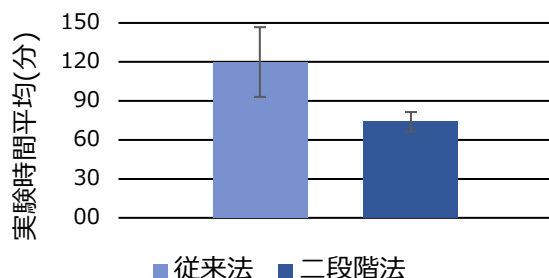


図 7：従来法と二段階法での実験時間比較

従来法は 119 分 54 秒であったのに対して、二段階法は 73 分 54 秒であった。この結果から、二段階法は実験時間が従来法の約 60%にまで減少していることがわかる。よって、二段階法における時間の増分は許容できるもので、二段階法が十分に実用的であることが示唆された。

5. 結論

本研究では、先行研究で提案された手法の改善点を踏まえ、新たな選択手法で実験を行った場合、等色精度や実験時間がどう変化するかを検討した。

結果として、今回提案した新しい選択手法であ

る保存法、二段階法は、いずれも簡便法よりも等色精度は高くなり、特に二段階法が最も従来法との誤差が少なく、優れているといえる。実験時間に関しては、保存法は簡便法とほぼ変わらず、二段階法に関しては少し長くなっている。しかし、二段階法の実験時間は従来法と比較すると十分に短いと考えられる。よって、詳細な色刺激を使用する二段階法が最も等色精度と実験時間のバランスがとれた等色実験方法であることが示唆された。

しかしながら、今回の実験は被験者が 6 名でデータ数が少なかったということもあり、精度や実験時間に有意な差は見られなかった。より被験者数を多くすれば、より精度と時間の傾向が明確になる可能性がある。また、選択手法において変化させる要素も検討する必要があると考える。今回の一連の実験では、各色刺激を構成する RGB のそれぞれの強度を離散的に 5 段階で操作するというものであったが、その離散値の間隔、呈示する色度の範囲などを変化させた場合の結果を評価することも必要である。

参考文献

- 1) B. Oicherman, M. R. Luo, B. Rigg, A. R. Robertson, COLOR research and application, 33 (5), pp.346-359 (2008)
- 2) 河原勇美, 内川憲二, 山内泰樹, 視覚学会 冬季大会 (2006)
- 3) W. S. Stiles, J. M. Burch, Optica Acta, 6, pp.1-26 (1959)
- 4) M. Suzuki, Y. Yamauchi, T. Suzuki, K. Okajima, AIC2012, Taipei (2012)
- 5) M. Morishima, Y. Yamauchi, ACA2014, Taipei (2014)
- 6) Y. Yamauchi, Y. Kamimura, R. Liu, Optica Fall Vision Meeting, New York (2022)
- 7) 鈴木実, 山内泰樹, 鈴木敬明, 岡嶋克典, 日本色彩学会第 42 回全国大会, 1X-2 (2011)

照明光の分光分布の違いによる Bezold-Brücke 効果の検討

Investigation of the Bezold-Brücke effect due to differences in the spectral distribution of illumination light

田所 直人	Naoto Tadokoro	山形大学 大学院理工学研究科	Graduate School of Science and Engineering, Yamagata University
川島 祐貴	Yuki Kawashima	山形大学 大学院理工学研究科	Graduate School of Science and Engineering, Yamagata University
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

Keywords: Bezold-Brücke 効果, 照度, 色相, 両眼隔壁法

1 はじめに

Bezold-Brücke 効果とは, 色光の知覚の色相が輝度に影響されて変化する知覚現象である¹⁾. すなわち同じ波長の単色光を見ても高輝度と低輝度で色見え方が異なる. Purdy は各波長において Bezold-Brücke 効果の測定を行い, 輝度を上げると赤色光や緑色光は黄みが増す方向, 緑色光や水色光は青みが増す方向に色相変化するが, 輝度に変化しても知覚の色相が変化しない波長(不変波長)があることを明らかにした²⁾.

これまで Bezold-Brücke 効果を調べた研究では単色の色光を直接観察することで実験が行われてきた²⁾. 一方で, 我々が日常的に観察する色の多くは, 様々な波長を含む分光分布の光に照らされている物体からの反射光である. 照明条件の違いにより色見えが変化する例としては, 照度の違いによる物体の色見えの変化のうち, 知覚的彩度が変化する Hunt 効果がある³⁾. しかし知覚の色相が照度の変化に伴い変化するのかわくについては調べられておらず, 照明下における物体色見えに関して, 照度の違いによる知覚の色相変化が起こるのかについてほとんど研究は行われ

ていない. そこで, 本研究では照明光下の色票の色見えに関して Bezold-Brücke 効果が起こるのかについて明らかにすることを目的とする. また, Bezold-Brücke 効果が確認できる場合, 照明光の分光分布が色相変化にどのような影響を与えるかを明らかにすることも目的とする.

2 実験

隣り合う2つの観察ブースを使い, 両眼隔壁法により被験者に色票を観察させた. 各ブースでは分光分布を制御可能な光源が使われ, 左右で同一の分光分布が設定された. 一方のブースの照度は 100 lx, 他方のブースの照度は 1000 lx に設定され, それぞれテスト色票, 参照色票が置かれた. 実験では8色が用いられ, 各色においてテスト刺激として色相が連続的に変化する5枚の色票を, 参照刺激としてテスト刺激の中の1枚と同じ色色票を用いた. 被験者はそれぞれのブースを各眼で同時に観察し, 参照刺激の色相がテスト刺激群のどこに位置するかを数値評価した. また, 照明光の分光分布を変化させて実験を繰り返し, 応答の変化を調査した.

2.1 実験環境

暗室の中に, 図1に示すような幅 30 cm, 奥行

き 70 cm, 高さ 60 cm の観察ブースを 2 つ作り, 実験を行った. 2 つの観察ブースは中央壁によって隔てられており, この中央壁を使って被験者は両眼隔壁法による観察を行う. それぞれのブースは LEDCube (Thouslight 社) でそれぞれ独立に照明された. LEDCube は 370 nm ~ 670 nm の波長域を有する 15 チャンネルの LED が搭載されており, 個々の LED 強度を独立に制御することが可能なので, ほぼ任意の波長成分を作り出すことができる.

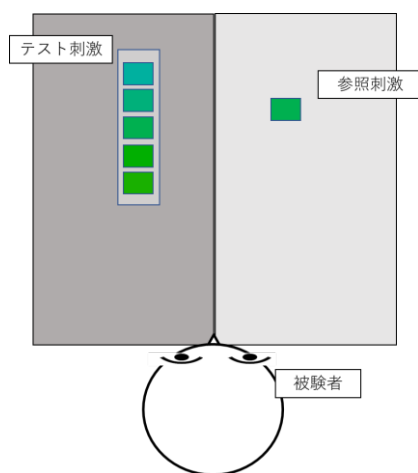


図1 実験ブース模式図

2.2 照明

図2~4に示すように, 分光分布形状の異なる3種類の照明光を用いた. これらの照明は相関色温度が 3500 K, $\text{duv} \leq 0.0001$ となるよう LEDCube の出力設定を調整することで作成した. また, 個々の分光分布形状につき照度は 1000 lx, 100 lx となるように設定した.

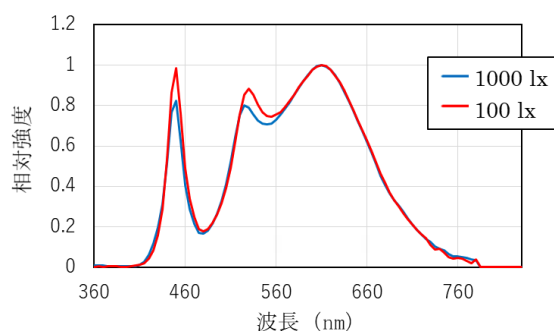


図2 照明光 A の分光分布

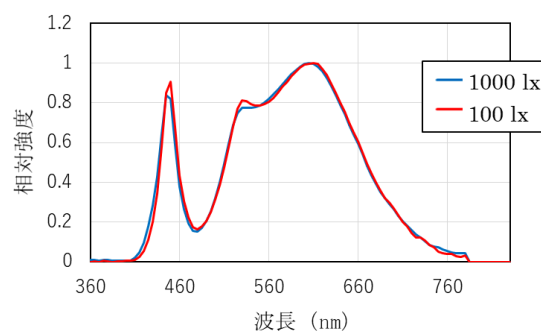


図3 照明光 B の分光分布

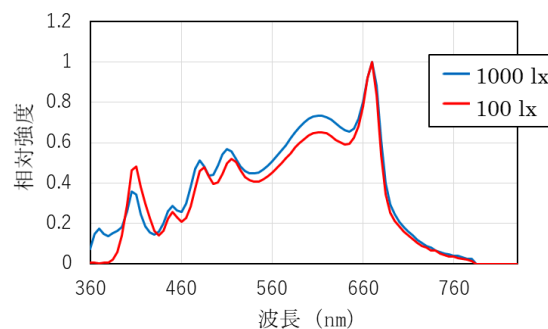


図4 照明光 C の分光分布

2.3 色票

色票として Munsell 色票を用いた. テスト色として 8 色を使い, 各色について 5 枚で 1 セットのテスト色票群とテスト色票群の中の 1 枚を参照色票とした. テスト色票群は色によって明度, 彩度の番号が一致した色票を用い, 色相変化がグラデーションになるように配置した. 実際に実験で用いた色票の色度を図4~6に示す. 各点がテスト刺激の色度で×が参照刺激の色度となる.

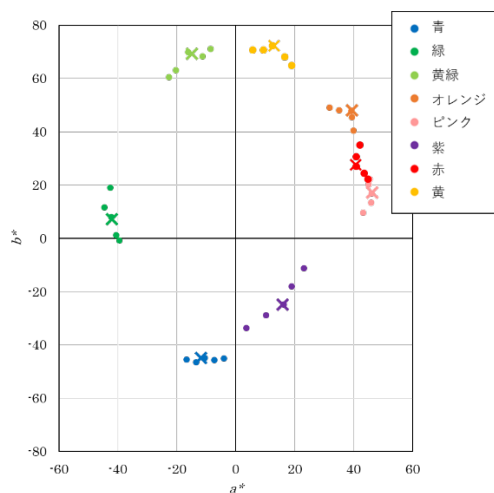


図4 照明光 A での色票の色度

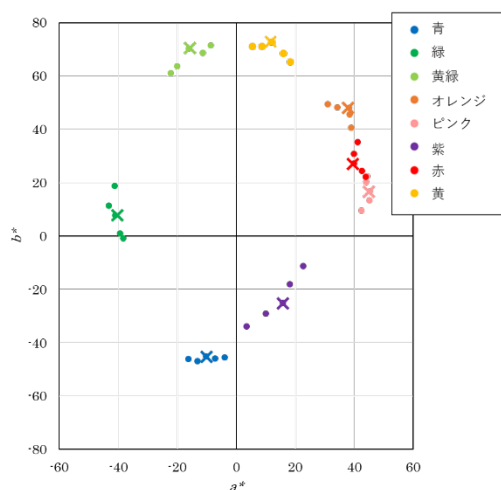


図5 照明光 B での色票の色度

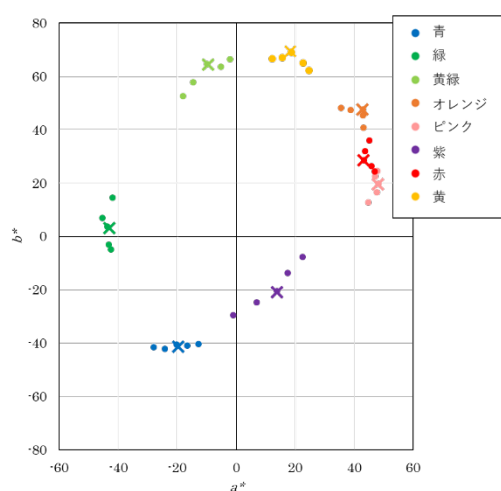


図6 照明光 C での色票の色度

2.4 実験手順

被験者は左右それぞれの目で各ブースを観察する。実験を始める前に、各ブースを3分間観察し、順応が完了した後に、被験者は1000 lxのブースに設置された参照色票の色相が100 lxのブースにあるテスト色票群の色相と一致する位置を30秒以内に応答する。各テスト色票には10～50の点数が10点刻みに振られ、被験者が点数を応答することで色相変化量を調べる。応答の際には、点数の内挿(1点刻み)を許したので、2つのテスト色票の間に等色相が来ると予測した場合にも正しい応答が得られると考えた。応答後、別の色のテスト刺激と参照刺激に変え、8色すべてで応答する。色票を見る順番はランダムに

行った。各被験者は、照度条件を左右入れ替えて個々の条件で1回ずつ実験を行った。

2.5 被験者

12名の被験者が実験に参加した。21～23歳(平均22歳)の男性10名と女性2名である。実験前に石原式色票によるテストにより被験者がそれぞれ通常色覚を持つことを確認した。

3 実験結果

被験者による応答は内挿を認めていたため、各被験者が応答した点数から色度の内分点を求めることで知覚的等色相となる色度を算出した。具体例として37点と応答があった場合、 $L^*a^*b^*$ 色空間色度図にプロットした40点と30点の色票の色度座標を7:3で内分する点を応答色度とする。図7に被験者12名の応答の平均を示す。各点がテスト刺激の色度で×が参照刺激の色度、+が12名の応答の平均の色度となる。

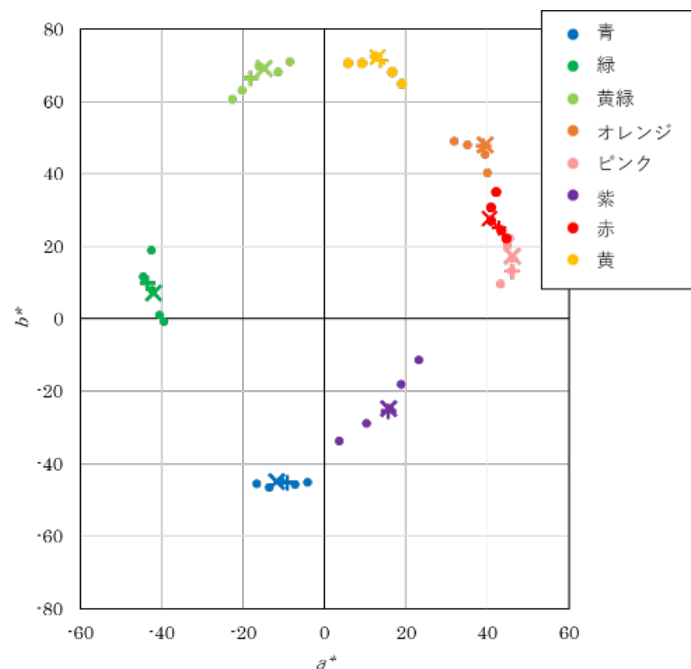


図7 照明光 A, 被験者12名の平均の実験結果

本実験では色相の変化量を目的とするため、参照色票と応答のそれぞれの a^*b^* 上での色相角を

求め、その差を求めることで変化量を調べた。

被験者 12 名の色相の変化量の平均の結果を図 8 に示す。青、緑、黄緑、赤、ピンクで色相変化が起き、一方、黄、オレンジ、紫の色相変化は小さかった。全テスト色において、照明条件によらず同じ方向に色相変化していることが確認できる。



図 8 被験者 12 名の色相角

4 考察

色によって色相変化の方向は一定であり、照明光の分光分布にはよらなかった。

Purdy(1931)による研究では、高輝度刺激の波長と一致するよう低輝度刺激の波長を調整して、直接単色光を呈示して実験が行われた²⁾。そのため、実験結果は波長の差として求められる。本実験では色度を求めたため、両者の実験結果を直接比較することはできない。そのため本実験結果として得られた色度の主波長を求めることにより両者を比較する。

単色刺激と無彩色刺激の加法混色で試料色刺激を等色できる単色刺激の波長を試料色刺激の主波長と呼ぶ⁴⁾。xy 色度図に色票の色度と白色点と結ぶ直線と単色光軌跡との交点に対応する波長が主波長となる。図 9 に照明光ごとの主波長の変化量を示す。Purdy の実験の結果と比較して本実験の結果は主波長の変化量が非常に小さい。この原因として考えられるのが実験に用いた刺激の彩度であると考えられる。Purdy の実験では色光を用いたので彩度が高く、本実験で用いた刺激群では彩度が低い。そのためこのような差が生まれたと考えられる。

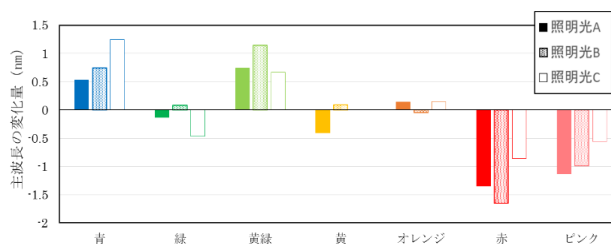


図 9 照明光ごとに主波長の変化

5 結論

本研究では照明光下での物体の見えに関して Bezold-Brücke 効果が起こるか、Bezold-Brücke 効果が起こる場合には照明光の分光分布が Bezold-Brücke 効果に対して影響を与えるか、を調べた。その結果、色相変化が観察されたので、物体の色の見えは照度の強度によって色相が変化するという、Bezold-Brücke 効果が起こることが確認できた。しかし、分光分布による Bezold-Brücke 効果の影響は小さいことが確認できた。

今後の課題として他の相関色温度での色相変化を調べる必要がある。

参考文献

- 1) von Bezold, W: 1873. Über das Gesetz der Farbenmischung und die Physiologischen Grundfarben, Ann. der Phys. und Chemie, **226**(1873) 221-247. DOI: 10.1002/andp.18732261004
- 2) D. M. Purdy: Spectral Hue as a Function of Intensity, The American Journal of Psychology, 43(1931) 541-559. DOI: 10.2307/1415157
- 3) HUNT, R.W.G.: The Effects of Daylight and Tungsten Light-Adaptation on Color Perception, Journal Of the Optical Society of America. 40(1950) 362-371. DOI: 10.1364/JOSA.40.000362
- 4) 日本色彩学会: 新編 色彩科学ハンドブック【第3版】、東京大学出版会、2011、88

名古屋コーチンの卵殻色の適合性可視化システムの試作 Color Visualization System of Nagoya Cochin Eggshell

長屋 匠馬
山下 遼真
赤尾 美佳
宮川 博充
中村 明弘
塚田 敏彦
川澄 未来子

Shoma Nagaya
Ryoma Yamashita
Mika Akao
Hiromitsu Miyakawa
Akihiro Nakamura
Toshihiko Tsukada
Mikiko Kawasumi

名城大学大学院
名城大学大学院
愛知県農業総合試験場
愛知県農業総合試験場
愛知県農業総合試験場
愛知工業大学大学院
名城大学大学院

Meijo University
Meijo University
Aichi Agricultural Research Center
Aichi Agricultural Research Center
Aichi Agricultural Research Center
Aichi Institute of Technology
Meijo University

Keywords: 名古屋コーチン, 卵殻, 色彩, 可視化

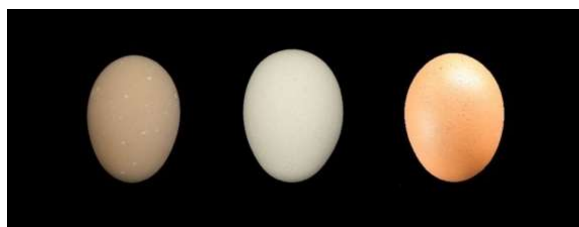
1. はじめに

愛知県特産の地鶏である名古屋種（通称：名古屋コーチン）の卵殻の表面は、淡い桜色のボディと花卉のように見える白い斑点に特徴があり、「桜吹雪」と呼ばれてブランド力を高める効果を担っている（図1）。名古屋コーチンの卵殻の育種においては「桜色」の色彩指標が重要となるが、飼育管理マニュアル¹⁾や分析報告²⁾に白玉鶏や赤玉鶏との差異はハンターLab値を使って記載されているものの、「桜色」の具体的な数値目標までは示されていない。そこで、先行研究では、養鶏管理の専門家の協力のもとで、卵殻の色彩の「名古屋コーチンらしさ」を目視評価し、魅力的に感じ

る卵殻色の範囲を求めた³⁾。今回はその結果を活用し、任意の卵殻の外観に対して、色彩目標に対する位置付けを色彩空間上で視覚的に確認できるシステムの作成を試みた。

2. 先行研究³⁾

色彩指標を検討するにあたり、まず、実物の卵60個を使って測色（図2）と目視評価実験を実施することにより、名古屋コーチンらしい魅力を感じる色彩範囲をハンターLab空間上で確認した（図3左）。その結果、卵はおおむね、Lが55～70、aが5～15、bが8～18の範囲で生まれるが、その中では黄みが強いよりも赤みが強い方がよい色彩の卵殻とされることがわかった。また、色彩が許容範囲内であっても目視評価値が低い卵もあり、白斑の入り方や、汚れやキズなどに依存することも把握された。そこで、形や大きさや白斑の条件を統一して色彩のみ変更したシミュレーション画像63×5個をディスプレイ上に準備し、それらを用いて再び目視実験を行ったところ、名古屋コーチンらしい色彩範囲は、明度Lが55～65、彩度Cが10～13、色相角hが60°よりa軸寄りの領域であることが明らかになった（図3右）。



名古屋コーチン 白玉鶏 赤玉鶏

図1 卵殻色の例

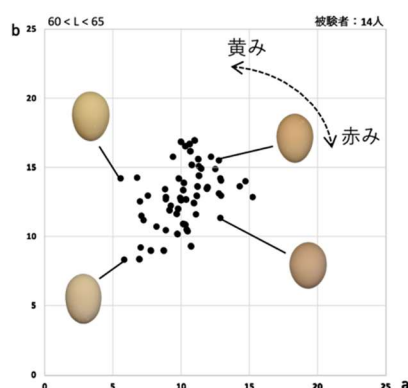


図2 60個の卵殻の測色値

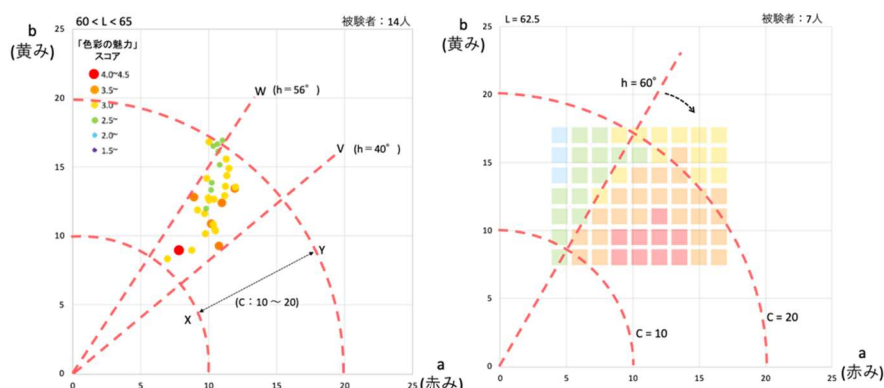


図3 目視実験から導いた色彩範囲（左：実物，右：シミュレーション）

3. 色彩可視化システムの構成

卵の色彩を管理している現場の専門家へのヒヤリング結果から、卵を計測用ボックスに手で移動させて良し悪しを確認するよりも、机上に並んでいる卵にハンディタイプの計測機器を近づけてデータを取れるようにする方が、使い勝手がよく実用であるという要望が把握された。そこで、市販のハンディタイプの色彩計とタブレットとを組み合わせ、タブレット上に色彩空間や色彩指標を表示させ、現在の色彩の位置付けをプロットして示す形で構成することにした(図4)。

4. 予備測色

同じ卵の中でも鈍端部と鋭端部と側部とでは卵殻の色彩が微妙に異なるため、ハンディタイプの色彩計を卵殻にあてる際に、どの部位を代表として測色するかを検討した。実物の卵30個(色彩OKの15個、色彩NGの15個)を対象に、コニカミノルタ製CM-700d(測色口径Φ3mm, 10度視野, D65光源, SCE方式)により、鈍端部と側部それぞれのハンターLab値を測り比較した。その結果、L-C平面においても、a-b平面においても、鈍端部の方が両者を区別しやすいことがわかった(図5)。卵は気室のある鈍端部を上にして鮮度を保持するため、市場に出回るパック詰めの状態でも鈍端部の外観が目につくため、鈍端部の色彩を重視することは合理的である。ただし、鈍端部は側部よりも曲率が高いため、色彩計を当てる際には隙間が空いて外光が入ることがないように注意する必要がある。

5. まとめと今後

名古屋コーチンの卵殻の色彩を測定してリアルタイムで位置付けを示すシステムを試作した。今後は、実物の卵を使用して数多くの検証をするとともに、ユーザとなる人たちの要望も踏まえて使いやすいインターフェースに改善したい。また、これまでに、卵殻の外形を

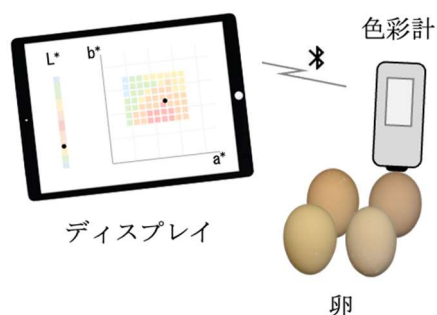


図4 色彩可視化システムの構成

画像処理により可視化するシステムも開発してきたが4)、将来的には、今回のような色彩に加えて、白斑、大きさ、外形など、名古屋コーチンの卵の外観にとって重要な要素について総合的に管理し、標準や目標からのズレを定量的に表示できるようなシステムを目指したい。

参考文献

- 1) 愛知県農業総合試験場: 卵用名古屋コーチン飼養管理マニュアル(改訂版), 2014
<https://www.pref.aichi.jp/nososi/jouhou/kenkyuushitsudayori/nagoyakouchinmanyuaru2014.pdf> (2023/03/31 閲覧)
- 2) 川澄未来子, 塚田敏彦, 赤尾美佳, 宮川博充: 名古屋コーチンの卵殻における色彩指標の開発, 日本感性工学論文誌, 20(3), pp.277-284, 2021
- 3) 中村明弘, 野田賢治, 木野勝敏, 加藤泰之: 名古屋種の卵殻色の特徴, 愛知農総試研報, 36, pp. 87-91, 2004
- 4) 塚田敏彦, 荒井敬太, 赤尾美佳, 鳥居雅樹, 佐藤正美: 農林水産業支援 画像処理による名古屋コーチン鶏卵評価技術の開発, 画像ラボ, 30(12), pp.48-52, 2019

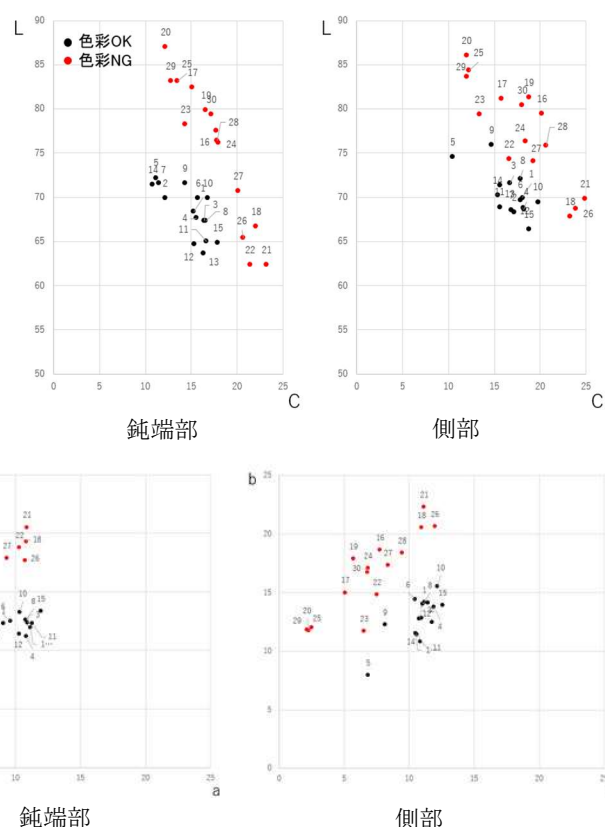


図5 30個の卵殻の鈍端部と側部の測色値

布地の色の見えと質感印象に対する光源の方向の影響

Influence of Lighting Source Direction on Color Perception and Texture Impression of Fabrics

何 水蘭

Shuilan He

東北生活文化大学

Tohoku Seikatsu Bunka University

Keywords: 照明方向, 色の見え, 質感印象, 布地.

1. はじめに

Koら¹⁾は、ファッション店舗の照明をシミュレーションし、衣装から受ける印象評価は展示方法および照明光の種類と方向で異なることを示した。筆者ら過去の研究²⁾³⁾では、異なる照度と分光分布の照明下で、布地の色の見えと質感印象の評価は大きく異なることが明らかになった。また、衣装の展示方法(マネキン、ハンガー、テーブル平置き)により、布地の質感の認識が異なることが明らかになった。

本報告は、ファッション店舗を想定し、異なる照明光の方向の影響でマネキン、ハンガー、テーブル平置きの展示方法で提示する光沢・無光沢布地の色の見えおよび質感印象の違いを検討したものである。

2. 実験

表1 各項目の評価形容詞対

(1) 実験方法

実験は色温度と演色性が異なる照明光下の布地サンプルの色の見え・質感印象を表1に示す12形容詞対を用いたSD法で評価した。

(-)		(+)
くすんだ	—	鮮やか
乾いた	—	しっとりとした
ぼやけた	—	はっきりした
暗い	—	明るい
重い	—	軽い
鈍い	—	鋭い
ザラザラした	—	スベスベした
光沢がない	—	光沢がある
軟らかい	—	硬い
濃い	—	淡い
粗い	—	なめらかな
厚い	—	薄い

(2) 照明条件

実験は観察ブース(図1)を用い、光源はブース上部(90°)、側部(45°)、左側(0°)3ヶ所に設置した光源で設定した。光源は市販の3種類のLEDランプを用いており、LDA12D-G-E26(LED-D65)、LDA12L-G-E26(3000K)、

DiCUNO ProOE(HighRa)の3種類であった。実験に用いた各照明光の特性値は表2に示される。被験者は、観察角度を固定するためにブース前面に設置したマスク(無彩色(N6))の開口から布地刺激を観察した。

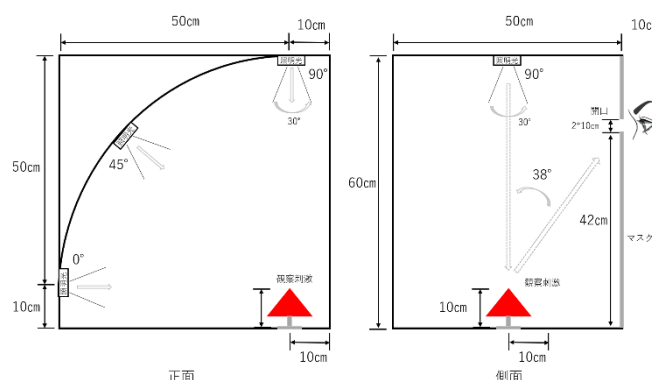


図1 実験ブース

表2 照明光の特性値

	LED-D65	LED-HighRa	LED-3000
CCT	6470	5116	2912
duv	0.00818	0.00194	-0.00127
Ra	83.2	97.5	82.7
R9	5	85	6
R10	69	97	83
R11	84	97	82
R12	63	96	76

(3) 評価サンプル

評価サンプル(図2)は以下の通りである。

- ・布地の種類: ブロードクロス(moonfarm, 綿100%, 120g/m², 糸番手: 縦 CD40×横 CD40), シルクサテン(東レ, ポリエステル100%, 120g/m², 糸番手: 縦 CD80×横 CD80)
- ・色: 赤色
- ・表面特性: 光沢(KO), 無光沢(MU)
- ・サンプルの形状: 立体置き(マネキン), 立て置き(ハンガー), 平置き(テーブル平置き)

・大きさ：立体置き高さ 10 cm・布地高さ 5 cm,
立て置き高さ 10 cm・布地 5*5 cm, 平置き高さ 5
cm・布地 5*5 cm, 周囲：無彩色マスク (N5) □

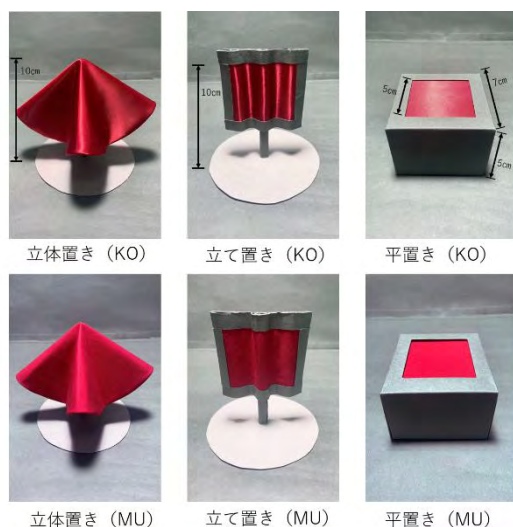


図2 実験サンプル

(4) 実験の手順

被験者は実験開始前に 3 分間の暗順応を行い、その後、実験ブース前面に設置したマスクの開口から布地刺激を観察し、色の見え、質感印象を絶対評価した。評価は被験者自身が評価用紙に記入した。

(5) 被験者

被験者は 19 歳から 38 歳の正常色覚の 5 人(眼鏡, コンタクトレンズの矯正を含める)が実験に参加した。

3. 結果

(1) 主成分分析

表3 主成分分析結果

評価形容詞対	成分	(I) 表面の印象	(II) 重さの印象	(III)
光沢がない — 光沢がある		0.91	0.16	0.28
鈍い — 鋭い		0.88	-0.03	0.24
ザラザラした — スベスベした		0.87	0.34	0.28
粗い — なめらかな		0.83	0.29	0.37
暗い — 明るい		0.8	-0.31	-0.22
くすんだ — 鮮やか		0.79	-0.23	-0.29
乾いた — しっとりとした		0.24	0.86	0.09
重い — 軽い		0.27	-0.83	-0.02
厚い — 薄い		0.41	-0.72	0.01
ぼやけた — はっきりした		0.56	-0.63	-0.22
濃い — 薄い		-0.46	-0.57	0.54
軟らかい — 硬い		-0.29	-0.53	0.66

各照明方向下における全被験者の主観評価結果を主成分分析 (IBM SPSS) によって解析し、表 3 に示すように、第 1 主成分として布地表面の印象に関する主成分、第 2 主成分として重さの印象に関する主成分を抽出した。

(2) 主観評価結果

抽出された各主成分に含まれる評価形容詞対の評価結果は、第 1 主成分 (表面の印象) において、「くすんだ-鮮やか」、「暗い-明るい」、「鈍い-鋭い」、「ザラザラした-スベスベした」、「光沢がない-光沢がある」、「粗い-なめらかな」の対が含まれ、主観評価結果との対応関係を検討した。

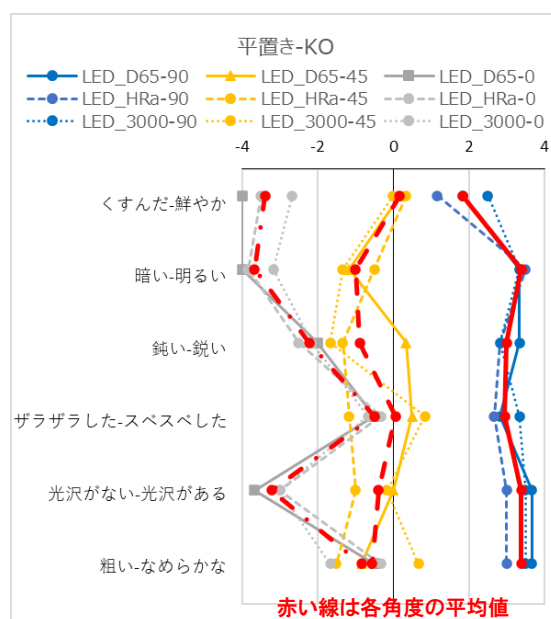


図3 平置き - KO の照明角度と表面の印象の関係

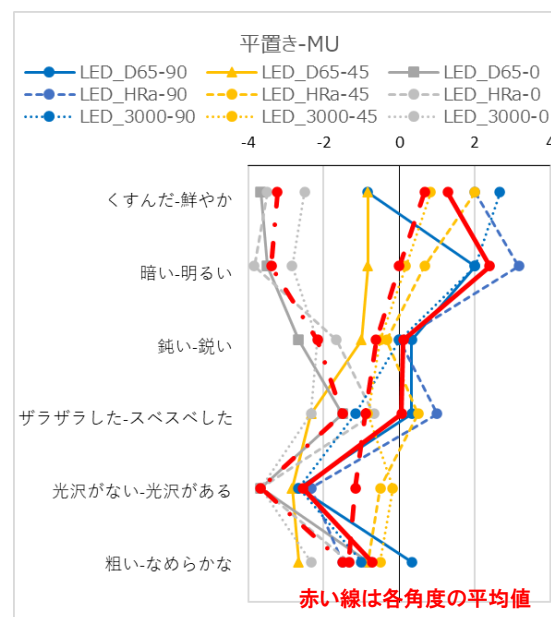


図4 平置き - MU の照明角度と表面の印象の関係

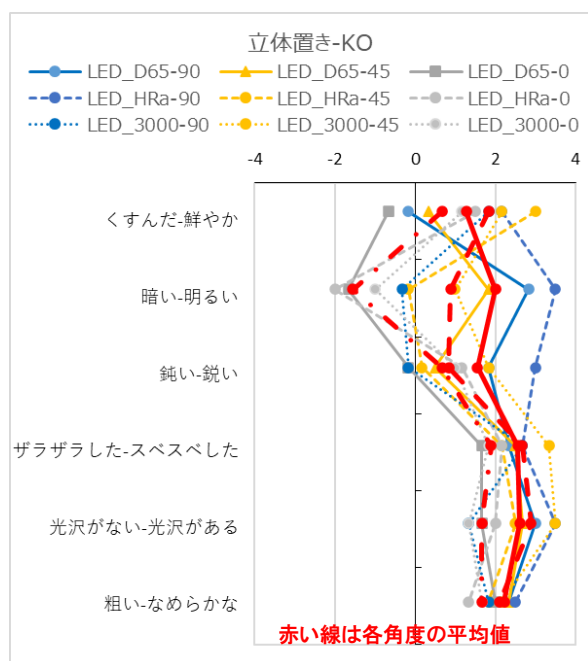


図5 立体置き - KO の照明角度と表面の印象の関係

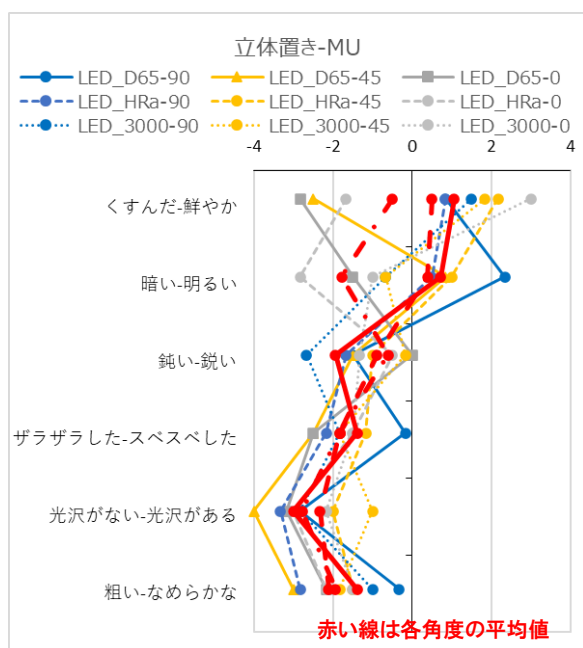


図6 立体置き - MU の照明角度と表面の印象の関係

図3において、平置ききの光沢布地サンプルについては、主観評価の結果が表面の印象を示す第1主成分に属するものが、光源の角度によって大きく変化することが明らかになった。また、 t 検定を行った結果、 90° と 45° の主観評価の結果 ($t(4) = 15.39, p < 0.001$), 45° と 0° の主観評価の結果 ($t(4) = 15.39, p = 0.043$), 90° と 0° の主観評価の結果 ($t(4) = 7.74, p < 0.001$) のいずれにおいても有意差があった。図4において、平置ききの無光沢布地サンプルも同様に、主観評価の結果が

表面の印象を示す第1主成分に属するものが、光源の角度によって変化することを示した。また、 t 検定を行った結果、 90° と 0° の主観評価の結果 ($t(4) = 2.54, p < 0.05$) に有意差があった。光源の角度が小さくなると、主観評価結果はより「くすんだ」「暗い」「ザラザラした」「光沢がない」と評価された。

図5において、立体置ききの光沢布地サンプルについては、主観評価の結果が表面の印象を示す第1主成分に属するものが、光源の角度によって変化しなかった。また、 t 検定を行った結果、 90° と 0° の主観評価の結果に有意差がなかった。図6において、立体置ききの無光沢布地サンプルも同様に、主観評価の結果が光源の角度によって変化しなかったことを示した。また、 t 検定を行った結果、 90° と 0° の主観評価の結果に有意差は見つからなかった。

4. まとめ

本研究から以下の結果を得た。

- ・色と質感に関する形容詞対の主観評価結果は、第1主成分となることが明らかになった。
- ・また、光源の角度の変化によって主観評価結果が変化することが明らかになった。
- ・立体的な展示方法は、光源の角度による影響を受けにくいことが示された。
- ・一方で、光沢のある布地は無光沢の布地よりも光源の角度の影響を受けやすいことが明らかになった。
- ・光沢の有無に関わらず平面的な展示方法は、光源の角度によって大きく影響されることが明らかになった。

参考文献

- 1) T.K. Ko, et al.: Simulation and perceptual evaluation of fashion shop lighting design with application of exhibition lighting techniques. *SungBuilding Simulation*. 9(2016) 641-658
- 2) 何, 中島, 湊田: 「異なる表面特性を有する布地の見えと質感印象に対する照明の影響」, *照明学会誌*, 104 (2020), pp. 3-10.
- 3) 何, 中島, 湊田: 「光沢布地の色の見えと質感印象に対する照明の分光分布の影響」, *日本感性工学会論文誌*, 18 巻 (2019) 5号, pp. 407-416.

服選択における色嗜好と性格特性の関係(2) 選択色のイメージに基づく分析

Relationship between Color Preference and Personality Trait in Selecting Clothing (2) Analysis Based on Image of the Colors

中村信次 Shinji Nakamura 日本福祉大学

Nihon Fukushi University

Keywords: 色嗜好, 性格特性, 被服選択

色嗜好は、色彩科学の主要な研究対象として古くから実証的分析が重ねられており、重要な知見が蓄積されてきている。前報においては、「被服選択」を題材に、「色としては〇〇色が好き」という抽象的な色嗜好と、「この商品・対象であれば〇〇色が好ましい」という具体的な色嗜好との関係、特に回答者の性格特性が両者の関係にいかなる媒介効果を持ちうるのかを検討し、神経症傾向が高い回答者は、他者からの評価懸念も高く、本来自分の好きな色であっても、自身の被服としてその色を好み、その色の被服を実際に着装する程度が低くなることを示唆する傾向を確認した(中村, 2022)。本報では、被服に関する嗜好色選択と合わせて、嗜好色、嫌忌色として選択された色のイメージの分析を通じ、回答者の性格特性が抽象的な色嗜好と具体的な色嗜好の関係性に及ぼす影響に関しさらなる検討を加えた。

2. 方法

(1) 調査参加者

大学生 103 名(男性 56 名, 女性 47 名, 平均年齢 19.2 歳)が調査に参加した。

(2) 調査項目

調査参加者は、「好きな色(嗜好色)」、「好きな服の色(被服嗜好色)」、「よく着る服の色(着装色)」、「嫌いな色(嫌忌色)」、「嫌いな服の色(被服嫌忌色)」、「1 番着ない服の色(非着装色)」を、赤、オレンジ、黄、黄緑、緑、青、紫、ピンク、茶の 9 種の選択肢から一色の色名を選択することにより回答を行った。また、それぞれの回答色に対する印象を、「明るいー暗い」「陽気ー陰気」などの 15 種の形容詞対を用いた SD 法により計測した(7 件法)。さらに、日本語版 Ten Item

Personality Inventory (TIPI-J; 小塩ら, 2012)を用いて、回答者の性格特性に関する質問を行った(TIPI-J は、Big Five 理論に基づく尺度であり、回答者の性格特性を、外向性、協調性、勤勉性、神経症傾向、開放性の 5 因子構造を用いて計測するものである; 10 項目, 7 件法)。

(3) 手続き

調査は心理学に関する講義を用いて、集団形式で行われた。回答者は、自身のペースで、質問項目が記載された質問紙に回答を行った。すべての回答の終了に、約 10 分を要した。

3. 結果の整理

SD 法による選択色の印象評定結果に対して、因子分析を適用し、活動性、柔軟性、澄明性の 3 因子を得た(主因子法, プロマックス回転)。それぞれの因子に含まれる SD 項目の回答粗点の平均値を算出し、各回答者の 6 種の選択色(嗜好色、被服選択色、着装色、嫌忌色、被服嫌忌色、非着装色)に対する(3 種の)評価得点とした。さらに、6 種の選択色に対する評価得点間の(3 次元空間上での)距離を計算し、選択色間のイメージ距離とした。また、TIPI-J の回答結果に関しては、先行研究に従い、5 種の性格得点を算出した。

4. 結果と考察

(1) 各選択色に対する評価得点

図 1 に、各選択色に対する評価得点の平均値を示す。SD 法における評価の中央点(4, 「どちらでもない」)を基準に、1 標本の t 検定を行ったところ、以下に示す通り、評価得点において多様な有意性を確認することができた。嗜好色においては澄明性が高く、服装嗜好色、着装色においては活動性が低く、柔軟性、澄明性が高い。また、嫌忌色においては活動性が高く、柔軟性が低い。さらに、服装嫌忌色、非着装色においては、活動性、

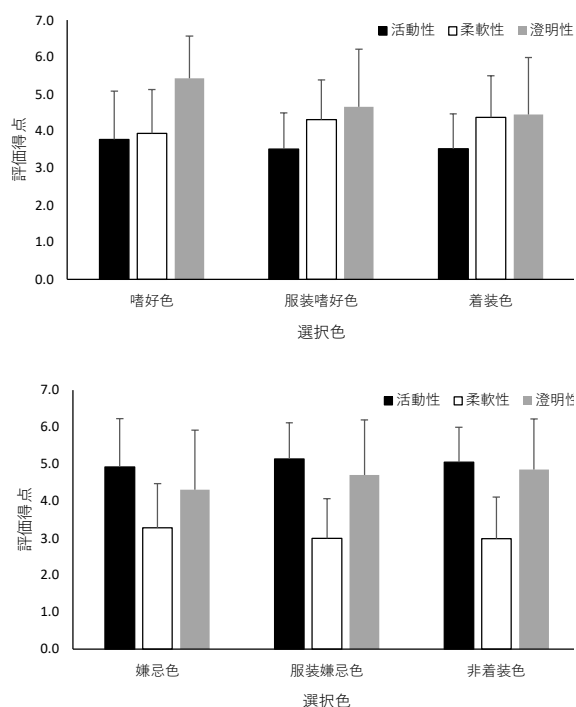


図1 各選択色に対する評価得点

透明性が高く、柔軟性が低い。特に、嫌忌色、服装嫌忌色、非着装色に対する柔軟性の評価の低さは顕著であり、柔軟なイメージを与えない色が、抽象的な色嗜好の観点においても、(被服に関する)具体的な色嗜好の観点においても、好まれないものであることを強く示唆している。また、評価中央点からの乖離は、抽象的な色嗜好(嗜好色、嫌忌色)よりも、具体的な色嗜好(服装嗜好色、着装色、服装嫌忌色、非着装色)においてより大きなものとなっており、具体的な色嗜好において選択色のイメージの効果がより大きくなる可能性をうかがわせる。

(2) 選択色間のイメージ距離と回答者の性格特性との関係

表1に、選択色間のイメージ距離と回答者の性格特性の相関係数を示す。服装嗜好色と着装色とのイメージ距離と勤

勉性の間に、また、嫌忌色と服装嫌忌色とのイメージ距離と親和性の間に、いずれも弱いながらも有意な負の相関が認められる。すなわち、勤勉性の高い回答者においては、被服として好ましい色と、普段の生活において着装したい色との間のイメージ間距離が近く、両者の印象が似通ったものとなることが示されている。同様に、親和性の高い回答者は、嫌忌色と服装嫌忌色の印象が似たものとなる傾向が存在する。

さらに、回答者の性格特性と選択色のイメージとの関連を詳細に検討するため、選択色間の評価得点の差分と性格得点との相関を算出した。分析の一例として、上述した勤勉性と、ポジティブな評価をされた選択色(嗜好色、服装嗜好色、着装色)の評価差分の相関を表2に示す。勤勉性得点は、服装嗜好色と着装色の活動性得点差分に有意な負の相関を示し、嗜好色と服装嗜好色との間では、活動性得点差分が正の、柔軟性得点差分が負の相関を示した。勤勉性が高い回答者においては、服装嗜好色に対するイメージが、嗜好色と比して、より活動性が高く、より柔軟性が低いものとなる傾向を示す結果である(同様に、着装色のイメージは、服装嗜好色に比して、活動性がより高くなる)。上述したイメージ距離と勤勉性との間の有意な相関は、これらの評価得点差分に基づいて形成されたものである。他の性格得点においても、評価得点差分と有意な相関を示す項目が存在していた。ここで上げた相関は、いずれもかなり弱いものであるが、具体的な色嗜好と抽象的な色嗜好の関連性が、回答者の性格特性により媒介されることの証左となりえるものである。今後とも両者の関連について、より詳細な検討を行う必要がある。

表2 評価得点差分と勤勉性得点の相関係数

	活動性	柔軟性	透明性
嗜好色－服装嗜好色	0.219*	-0.229*	0.090
嗜好色－着装色	0.122	-0.083	-0.023
服装嗜好色－着装色	-0.210*	0.193	-0.148

* $p < .01$

表1 イメージ距離と性格得点との間の相関係数

	嗜好色－服装嗜好色	服装嗜好色－着装色	嗜好色－着装色	嫌忌色－服装嫌忌色	服装嫌忌色－非着装色	嫌忌色－非着装色
外向性	0.125	0.003	0.000	0.020	0.158	0.087
親和性	-0.048	0.088	0.017	-0.199*	0.045	-0.105
勤勉性	-0.046	-0.220*	-0.019	0.048	0.146	0.118
神経質傾向	0.101	0.034	0.159	0.001	-0.062	-0.007
開放性	0.009	-0.114	-0.179	0.101	0.082	0.067

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 (4) —面積比との関係— Experiment of Deep Learning to Construct Color Harmony Theory (4) —Relation with Area Ratio—

加藤千穂 Chiho Kato 梶山女学園大学 Sugiyama Jogakuen University
浅井 徹 Tohru Asai あいち産業科学技術 Aichi Center for Industry and Science
総合センター Technology
山縣亮介 Ryosuke Yamagata 名古屋学芸大学 Nagoya University of Arts and Sciences
石原久代 Hisayo Ishihara 梶山女学園大学 Sugiyama Jogakuen University

Keywords: 色彩調和, ディープラーニング, 面積比, 色相差, 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されており, 現在も多くの理論があるが, 使用表色系の属性の等差性に問題があるものも多い. 我々はこれまで色相角を均等にした等面積の2色配色の調和度について視覚評価実験を行い, それらのデータをもとにディープラーニングより予測し, 良好な結果を得た.

そこで本報では, 面積比の異なる2色配色の調和度について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

(1) 実験試料

実験試料は $L^*a^*b^*$ 色空間において色相角を均等に10分割した高彩度域10色, 高明度域10色の計20色(表1, 図1)を上下に1:3, 3:1の面積比で2色配色した360配色とし, 被験者100名の6段階(「非常に調和している:6」~「全く調和していない:1」)調和度データ, 36,000データを用いた. なお, 試料の大きさは図2に示したように縦を30~35cm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1:3または3:1に分割し, N6のグレーを背景に上下に2色を配置した.

(2) 解析方法

ディープラーニングの学習モデルについては, 入力層に2色の $L^*a^*b^*$ 値と面積情報を設定した.

面積情報として, 面積比(1, 3)を変数として追加したもの, 面積割合(25, 75)を変数として追加したもの, 面積比に応じて $L^*a^*b^*$ を変数とし, 繰り返し入力したもの(1対3の場合 $L^*1, a^*1, b^*1, L^*2, a^*2, b^*2, L^*2, a^*2, b^*2, L^*2, a^*2, b^*2$)の3パターンを入力層として設定した. 出力層にはカテゴリ分けした変数と連続型変数を設定し,

表1 試料色の $L^*a^*b^*$ 値

No	色相	領域	L^*	a^*	b^*
1	R	高彩度	44.38	51.63	29.22
2	YR		58.94	28.92	48.58
3	Y		80.01	-7.31	79.15
4	GY		66.12	-39.70	41.65
5	G		49.77	-50.94	10.05
6	BG		52.67	-35.95	-20.56
7	B		49.10	-17.40	-31.85
8	PB		46.66	3.45	-40.54
9	P		38.44	23.91	-29.77
10	RP		47.57	53.55	-11.54
11	R	高明度	73.19	17.02	7.24
12	YR		74.06	10.92	24.81
13	Y		83.15	-5.56	39.30
14	GY		80.32	-19.49	22.48
15	G		76.54	-19.73	5.03
16	BG		76.83	-15.75	-8.55
17	B		78.55	-9.12	-19.10
18	PB		76.72	3.02	-18.06
19	P		75.24	14.85	-14.45
20	RP		74.69	20.04	-4.24

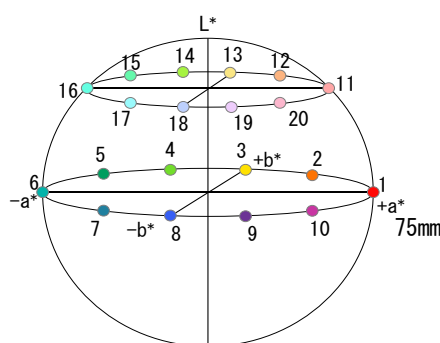


図1 配色モデル

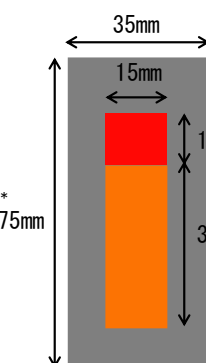


図2 配色試料

6 種類的全結合型ニューラルネットワークの構築を行った(図3). なお, 学習結果はカテゴリ分け確率予測から算出した平均値, または連続型変数を予測調和度とし, 平均調和度と比較した. さらに, 得られた予測調和度の適合率を検討するために, 各予測調和度と平均調和度について相関係数を求めた.

3. 結果および考察

36,000 データについて各学習モデルにより機械学習した予測調和度の結果を図4に示した. なお, 面積比1:3と3:1は同様の傾向であったため1:3の結果を図に示した.

面積比については1:3および3:1ともに2色配色の色相角が小さいほど調和し, 色相角が大きく

なるほど調和しない傾向が認められ, 対比の調和領域は認められなかった. また, この傾向は面積比1:1と同様であり, 2色配色の面積比の違いが色彩調和に影響を及ぼす事実は本実験では認められなかった.

平均調和度と各学習モデルの予測調和度との相関を求めた結果, 学習モデルに関わらず0.90以上の強い相関が認められた. 学習モデルの入力層に設定する面積情報として, 面積比(1, 3)を入力した学習モデルの相関が高い傾向にあり, 図3に示す学習モデル4(入力層: 2色の $L^*a^*b^*$ 値と面積比(1, 3), 出力層: 連続型変数)の予測調和度が最も相関係数が高く, 0.98の非常に強い相関が認められた. 以上より, 面積比の2色配色においても, ディープラーニング適用の可能性が示唆された.

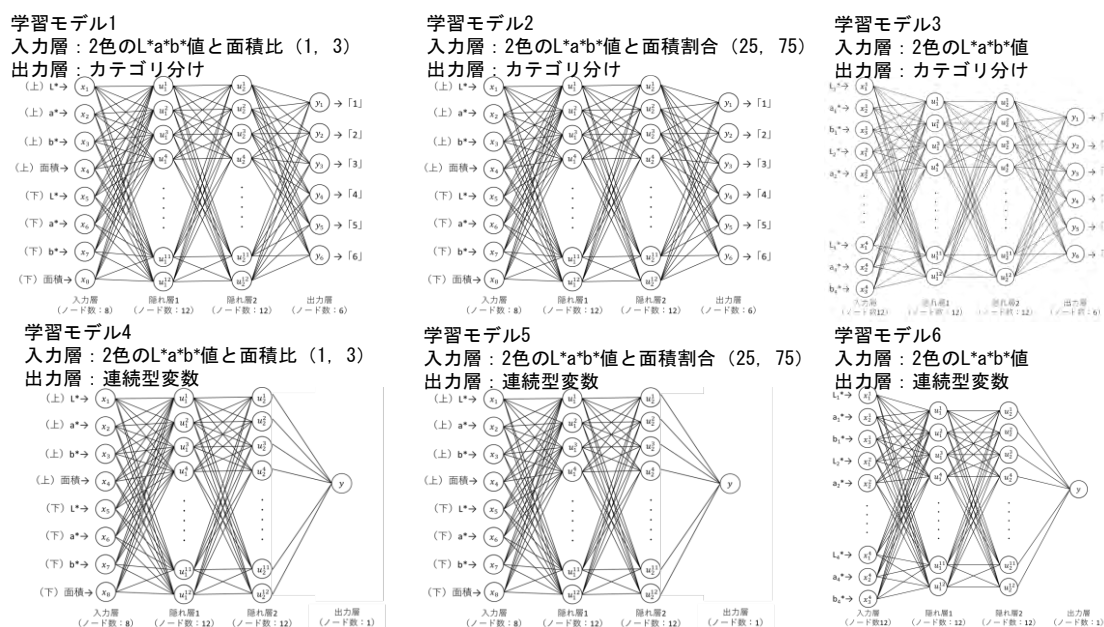


図3 ディープラーニングの学習モデル

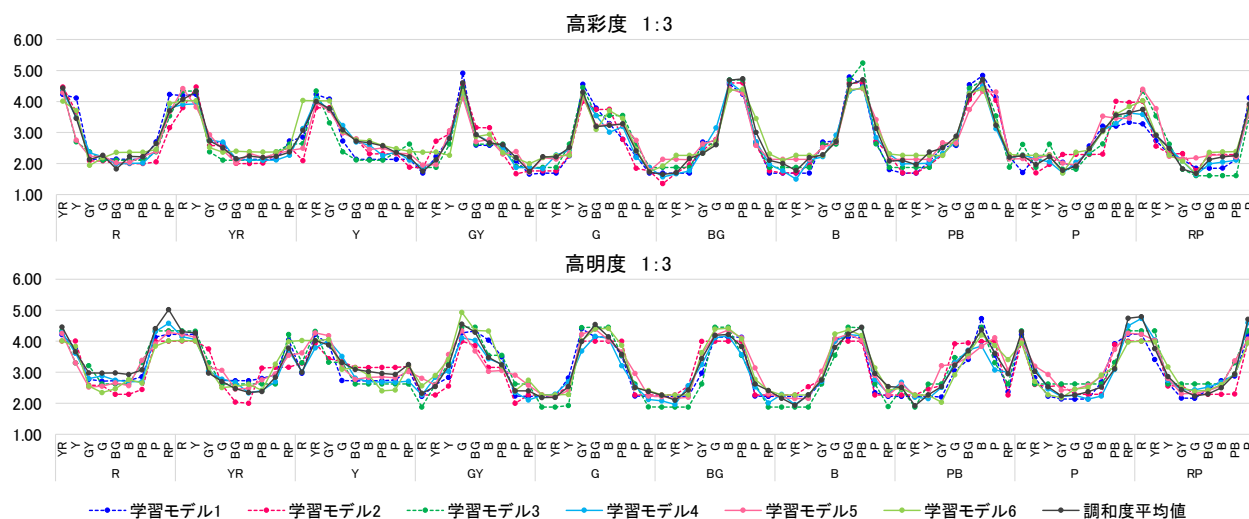


図4 予測調和度と平均調和度(上の面積が1, 下の面積が3の場合)

配色嗜好における性差・年齢差・時代差の検討

Investigation of Gender, Age, and Period Differences in Preference of Color Combinations

稲葉 隆 Takashi Inaba

日本カラーデザイン Nippon Color & Design Research
研究所 Institute INC.

Keywords: 色彩嗜好, 多色配色, 性差, 年齢差, 時代差.

1. はじめに

色彩嗜好の集団的傾向に関する研究では、主に単色(色名, 色紙)を対象として、集団属性(性, 年齢, 地域)による共通性や差異が検討されている。集団の色彩嗜好は、提示色の選択比率により示されることから配色選択のパターンによって集団間の関係を探り、性・年齢・時代の影響の有無を考察することを考えた。そのための分析データには、日本カラーデザイン研究所が1981年から実施している色彩嗜好の経年調査の中から、色紙を提示した対面式調査からWeb調査方式に変更した2009年以降2022年までの多色配色(5色配色)嗜好に関する調査データを用いた。なお、多色配色は具体的なデザイン製作の基礎となるものであり、色構成の調和性や印象喚起を考える上でも重要であることから分析対象とした。

2. 目的

多色配色嗜好における性・年齢・時代(調査時期)の影響について集団の配色選択パターンに着目して検討する。

3. 方法

(1) 調査対象者

18歳以上の大学生・専門学校生(以下、学生と呼ぶ)、20代社会人、30代、40代、50代、60代の男女を対象とした。地域は、首都圏および京阪神地区で、全15回の合計人数は、16,560名(男女各8,280名)だった。

(2) 調査期間

調査は2009年2月から2022年11月までの間に、およそ1年間隔で15回おこなわれた。

(3) 提示物

30種類の5色配色(バーコード状に異なる色を5色配置した構成)を提示した。色は有彩色120色(10色相×12トーン)と無彩色10色からなるHUE&TONEカラーシステム上の130色を用いた。また、配色は色相・トーンの構成およびその印象に多様性をもたせるために、5色配色のイメージスケール[1]上で印象カテゴリーに満遍なく配置されるように作成されていた(図1)。



図1 提示した5色配色のイメージスケール

(4) 手続き

全15回の調査は、Web調査方式でおこなわれた。30種類の配色はランダムな順に提示され、設問は、「以下の30タイプの配色の中から、好きな配色をお答えください。全体のイメージでお答えください。2つ以上、いくつでも。」とした。なお、このWeb調査では、この設問以外にビジュアル嗜好調査項目、生活意識項目などを含んでいた。

4. 結果と考察

(1) 配色嗜好の結果

調査結果を元に、対象者を前述の通り性（2区分）×年齢（6区分）×調査年月（15区分）の計180集団に分けて配色の選択率を求めた。1人あたりの配色選択数は全体平均 3.53 で、男性（同 3.01）より女性（同 4.04）の方が多く、男性では年齢による差はほとんどなかったが（学生=3.04, 20代=3.04, 30代=2.98, 40代=2.98, 50代=2.97, 60代=3.05）、女性では若年層で多く選択する傾向がみられた（学生=4.48, 20代=4.16, 30代=4.27, 40代=3.89, 50代=3.96, 60代=3.59）。また、全年齢・全調査年月を総合した男女別の結果では、最も選択率の高い配色は男性で 16.9%、女性で 38.5%となり、女性の方が高い割合だった（表 1）。

表 1 男女別嗜好配色（全年齢・全年月）の上位

番号	12	20	7	1	30
男性 配色					
選択率	16.9%	16.7%	16.5%	16.1%	15.1%
番号	2	25	12	21	19
女性 配色					
選択率	38.5%	35.1%	29.6%	26.8%	24.7%

(2) 配色嗜好の要因

どのような基準で配色が選択されたかを検討するために、180集団の配色選択率を元に因子分析（最尤法、バリマックス回転）をおこなうと、6因子が抽出された。さらに、最終的にすべての項目の因子負荷量 $\geq .400$ となり、かつ2つの因子で因子負荷量が.400以上の項目での差分が.100以上になるまで因子分析を繰り返し、最終的に25項目（配色）を変数とした4因子を得た（表 2）。

因子Ⅰは、マイナス方向に高彩度色による多色相の構成でコントラストの強い配色が、プラス方向に高明度色による色相を絞った構成でコントラストの低い配色が位置している（以下、「明瞭性」の因子と呼ぶ）。因子Ⅱは、プラス方向に低中彩度の濁色で色相RからGYを中心としたおだやかな配色が位置している（「自然性」の因子）。因子Ⅲは、マイナス方向に無彩色によるグラデーションによるシックな印象の配色が、プラス方向に明清色調の多色相の構成による明るく可愛らしい印象の配色が位置している（「親近性」の因子）。因子Ⅳは、プラス方向に低明度・低彩度色を用いた重厚感のある落ち着いた印象の配色が特徴である（「重厚性」の因子）。以上のように色相・トーンの構成のしかたにより特徴づけられた4つの要因が配色選択の基準であることが示唆された。

表 2 因子分析の結果（回転後の因子負荷量）

配色	因子				共通性
	因子Ⅰ	因子Ⅱ	因子Ⅲ	因子Ⅳ	
2	0.896	-0.036	0.316	-0.230	0.957
25	0.867	0.261	0.203	-0.244	0.921
19	0.839	-0.228	0.028	-0.172	0.786
29	-0.810	-0.207	-0.095	0.099	0.718
12	0.790	-0.178	0.348	-0.073	0.782
8	0.781	0.392	-0.029	-0.003	0.765
1	-0.693	-0.193	-0.013	0.111	0.529
5	-0.671	0.176	-0.044	0.045	0.484
17	-0.667	-0.077	0.165	0.083	0.485
11	0.551	0.282	0.532	-0.218	0.714
16	0.539	0.101	0.046	-0.055	0.306
20	0.492	-0.162	0.385	-0.019	0.416
18	-0.248	0.769	-0.053	0.042	0.658
14	0.431	0.676	0.135	-0.084	0.668
10	-0.034	0.651	0.158	0.184	0.483
6	0.303	0.558	0.264	-0.094	0.482
28	0.096	0.526	-0.089	0.079	0.300
9	-0.022	-0.060	0.674	0.001	0.458
21	0.550	0.146	0.656	-0.367	0.889
23	0.355	0.201	0.560	-0.270	0.553
30	0.208	-0.175	-0.414	0.290	0.329
24	-0.196	0.061	-0.198	0.663	0.521
7	-0.309	-0.317	-0.065	0.624	0.589
26	-0.037	0.180	-0.074	0.564	0.357
22	-0.085	0.323	-0.034	0.435	0.302
固有値	7.323	2.937	2.278	1.914	
寄与率(%)	29.292	11.747	9.111	7.658	
累積寄与率(%)	29.292	41.039	50.151	57.808	

(3) 配色嗜好の分類

全30配色の選択率により180集団を類型化するため、階層クラスター分析（ユークリッド平方距離、平均連結法）をおこなった。デンドログラムをもとに9クラスターに分類すると、最大クラスターに男性のみからなる87集団が含まれた。そこで、男性の類型化と解釈可能性を考慮して、20クラスター解を採用することとした。図2において、赤い点線は20クラスター、青い破線は9クラスターのカッティングラインを示した。()内はクラスターに分類された集団数である。また、クラスターの性・年齢・調査年月の構成と因子得点の平均値は表3の通りである。

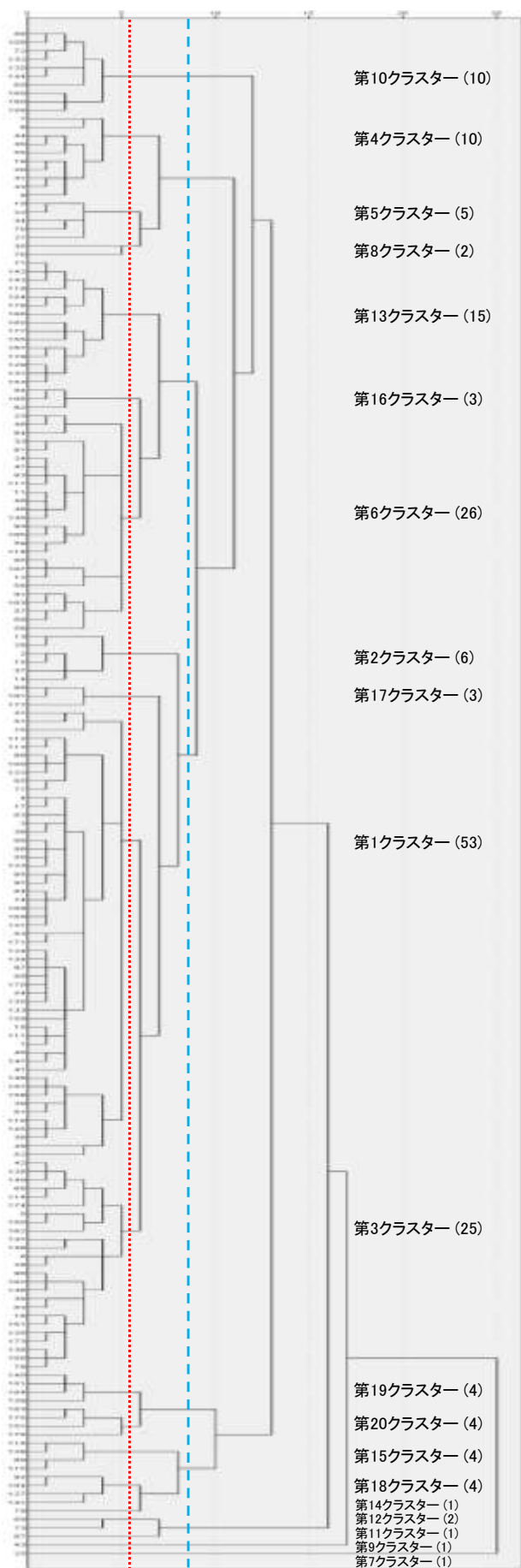


図2 クラスタ分析の結果（デンドログラム）

(4) 配色嗜好における性・年齢・時代の影響

①性 全 20 クラスタの中で、男女が混合したクラスタは 2 つのみ（第 8, 12 クラスタ、以下 No.8, 12）で、かつ、それらは男女 1 集団ずつで構成されていた。残りはすべて男性のみ、女性のみで構成されたクラスタであったことから、集団の配色選択パターンには性差があると考えられる。さらに、男性のみで構成されたクラスタ数は 5 つ（9 クラスタ分類では 2 つのみ）で、女性のみで構成されたのは 13 となり、嗜好性のバリエーションは女性の方が多様であった。

②年齢 6 区分の年齢層別に、それぞれいくつかのクラスタに属したかを計算すると、女性では若い年齢ほど所属クラスタ数が多かった（学生＝9 クラスタ、20 代＝6、30 代＝6、40 代＝4、50 代＝3、60 代＝2）。よって若い年齢ほど配色選択パターン（配色嗜好）に多様性が生じ、徐々に嗜好性が収れんすることが推察される。一方、男性では各年齢層で 2～4 クラスタ（学生＝4 クラスタ、20 代＝3、30 代＝2、40 代＝4、50 代＝3、60 代＝2）となり、女性のように年齢層による配色選択パターン数の違いはみられなかった。

③時代（調査年月） 男性のみで構成されたクラスタで、男性の 58.9%（53 集団）が属するもの（No.1）はすべての調査年月にまたがっており、年齢・時代を問わない男性の嗜好性を示している。次に大きなクラスタ（No.3）は男性の 27.8%（25 集団）が属し、主に 40～60 代の年配層で構成され、ほぼすべての調査年月でみられる。それに対して、男性の 6.7%（6 集団）が属すクラスタ（No.2）は学生～30 代までの若い年齢層のみで 2019～2022 年の近年に限られている。つまり、男性年配層の配色嗜好性は時代によらず安定しているが、若い年齢層で 2019 年から新たな配色選択パターンが生じたと考えられる。

女性のみで構成されたクラスタで、女性の 28.9%（26 集団）が属するもの（No.6）には、すべての年齢層が所属し、2013～2022 年までの調査期間のものである。若い年齢層（学生、20 代、一部 30 代）の女性だけで構成されたクラスタで、複数集団からなるものは 5 つあるが、それらは調査年月が時系列に変化している。つまり、2009～2011 年（No.20）、2010～2012 年（No.19）、2012～2015（No.18）、2013～2016（No.15）、2018～2022 年（No.4）である。30～50 代の中年層の女性で構成された 3 つのクラスタも、2009～2017 年（No.13）、2014～2016 年（No.16）、2017～2022 年（No.5）となり、ほぼ時系列に嗜好性が変化している。これらに対して、60 代女性は 2009～2018

表3 20 クラスターの性・年齢・調査年月の構成と因子得点の平均
(因子得点以外の数値は実数、網掛け部分は男性)

クラスター No (集団数)	性		年齢						調査年月														因子得点				
	男 性	女 性	学 生	20 代	30 代	40 代	50 代	60 代	'09 /02	'10 /02	'11 /01	'12 /01	'13 /01	'14 /01	'14 /11	'15 /12	'16 /12	'17 /11	'18 /10	'19 /10	'20 /11	'21 /11	'22 /11	因子Ⅰ (明瞭性)	因子Ⅱ (自然性)	因子Ⅲ (親近性)	因子Ⅳ (重厚性)
1 (53)	53		11	11	14	9	7	1	3	3	3	3	4	5	4	4	3	4	6	4	2	2	3	-0.69	-0.60	-0.42	0.21
3 (25)	25			1			4	6	2	3	3	3	2	1	1	1	1	2		1	2	1	2	-1.21	0.42	0.02	-0.23
2 (6)	6		2	3	1															1	1	3	1	-0.37	-0.92	-0.38	1.84
17 (3)	3					1	2		1							1	1							-1.27	-0.33	0.04	-0.75
6 (26)	26		2	2	6	4	7	5					1	2	3	3	3	1	4	3	2	2	2	0.88	0.07	-0.27	-0.50
20 (4)	4		2	2					2	1	1													0.69	-0.01	2.52	0.86
19 (4)	4		2	2							1	1	2											-0.05	0.05	2.36	-1.03
18 (4)	4		1	2	1							1	1		1	1								0.82	-0.89	1.94	-0.22
15 (4)	4		1	3									1	2			1							0.76	-1.26	0.83	-1.33
4 (10)	10		4	4	2														1	2	2	2	3	1.99	-0.74	-0.62	-0.27
13 (15)	15				4	4	7		3	3	3	2	2	1				1						0.40	1.13	0.98	-0.38
16 (3)	3						3									1	1	1						0.91	0.95	0.00	1.06
5 (5)	5				1	4												1			1	2	1	1.40	0.46	-0.59	0.44
10 (10)	10							10	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1					0.12	2.27	-0.74	0.35
8 (2)	1	1					1	1									1				1			0.04	0.14	-0.41	-0.62
12 (2)	1	1	1		1												1	1						0.10	-0.51	0.70	1.47
14 (1)	1		1														1							0.29	-0.74	1.74	-1.42
11 (1)	1		1															1						1.41	-1.00	1.02	1.54
9 (1)	1		1																		1			1.79	-0.27	-1.17	-1.24
7 (1)	1		1																			1		0.25	-0.27	0.12	4.30
計 180	90	90	30	30	30	30	30	30	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12				

年までの10集団が1つのクラスター(No.10)に属し、嗜好性が安定している。以上から女性は3つの年齢層により異なる配色嗜好性をもち、50代以下の2つの年齢層では、3～5年のスパンで配色嗜好が変化していることが示唆された。さらに、1集団のみでクラスターを形成した4つについては、すべてが学生(No.14,11,9は女性、No.7は男性)であり、2016～2020年の期間に分布している。学生の配色嗜好が他の年代よりも安定せず、バリエーションに富んでいることが予想される。

(5) クラスターにおける配色嗜好要因の特徴

クラスターの配色嗜好性の特徴を因子得点により検討すると、主に40代以上の男性からなるクラスター(No.3,17)は因子Ⅰ(明瞭性)で高彩度色によるコントラストの高いものを好む特徴がみられ、30代以下の男性で構成されるクラスター(No.2)は因子Ⅳ(重厚性)で低彩度・低明度のハードな配色を好む傾向がみられる。

女性の学生・20代中心のクラスターでは、2009～2012年のクラスター(No.19,20)が因子Ⅲ(親近性)で明清色調の多色相の可愛らしい配色を好む特徴があり、2012～2016年のクラスター(No.18,15)が因子Ⅱ(自然性)で暖色系の濁色調の配色を好まない傾向がみられる。そして、2018～2022年のクラスター(No.4)は因子Ⅰ(明瞭性)で類似色相のトーン変化による低コントラストで優しい印象の配色を好む特徴がある。40代を中心とした2009～2017年のクラスター(No.13)と60代のクラスター(No.10)には、因子Ⅱ(自

然性)で暖色系の濁色調の配色を好む特徴があり、2017～2022年のクラスター(No.5)は同時期の学生・20代のクラスター(No.4)と同様に因子Ⅰ(明瞭性)でコントラストの低いトーン配色を好む特徴がみられる。

5. 結論(配色嗜好の一貫性と変動について)

集団の配色嗜好を配色選択パターンの類似性により検討した結果、性差が大きな影響をもつこと、年齢と時代の相互の関わり合いによる変動があること、さらに男女で年齢・時代の影響を受けにくい一貫した配色嗜好性が存在することが示唆された。配色嗜好の多様性と時系列での変動は、特に女性の若い年齢層中心に示されたが、それを嗜好要因からみると、2009年から2022年の間に、淡く明るいトーンでコントラストの弱い色構成による優しい印象への嗜好性の上昇(明瞭性の下降)、明清色調の多色相配色がもつ陽気で可愛らしい印象への嗜好性の減少(親近性の下降)といった嗜好変化があると考えられることもできる。

こうした色嗜好の一貫性と変動は、人による要因(色に対する関心度の違いなど)と社会的な要因(流行色や時代動向)があると思われる。嗜好予測の観点からもこれらの検討が今後望まれる。

引用文献

[1] S. Horiguchi and K. Iwamatsu: From munsell color system to a new color psychology system. Color Res. Appl. 43 (2018) 827-839

水彩効果を用いた輪郭色の明るさコントラストが白色知覚に与える影響

Effects of Brightness Contrast of Contour Colors on Whiteness Perception Using Watercolor Effect

井澤尚子 Shoko Isawa

東京家政学院大学
山形大学大学院
理工学研究科

Tokyo Kasei Gakuin University

Graduate School of Science and Engineering,
Yamagata University

渡部 信 Makoto Watanabe

山形大学大学院
理工学研究科Graduate School of Science and Engineering,
Yamagata University

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

Keywords: 白色知覚, 水彩効果, 輪郭色, 輝度, 明るさコントラスト

1. はじめに

明るさの異なる有彩色2色が平行して近接して描かれて閉空間を構成している場合、暗い色の輪郭に接しているもう片方の色が、囲まれた領域内に滲んだように拡散して見える。この現象は水彩効果（ウォーターカラーイリュージョン）と呼ばれる色彩錯視である¹⁾。

水彩効果は視覚 45 度にわたって拡散が続き、うねりのある誘導線で、背景とのコントラストが大きいものの方が強く現れ、補色の組み合わせの方がより強く色拡散が生じるように見えることが報告されている¹⁾。さらに、水彩効果では淡い色の滲みが、濃い色の輪郭の部分で食い止められるように見えることや、背景とのコントラストが異なるものの方が強く現れることも報告されている¹⁾。

筆者らは水彩効果に着目し、白背景に輪郭となる水彩効果の図柄を描き、色の食い止めによる白色知覚の向上を検討し、知覚的白色度を向上させる有彩色の組み合わせ²⁾や、刺激の変調条件による水彩効果の強化への影響³⁾を実験により明らかにしてきた。

このように水彩効果では、有彩色の輪郭刺激が内部の色相知覚に影響を与えることから、色による効果の違いには、輝度もしくは明るさが要因になっているのではないかと考えた。そこで本研究では、水彩効果を生み出す刺激形状において輪郭色の輝度を変化させ白色知覚が向上する条件を求め、さらに刺激の明るさ効率を実験により求めることにより、刺激の明るさコントラストの影響を検討した。

2. 実験方法

本研究では、二肢強制選択法による白色度の選択実験、刺激色の明るさ効率 (B/L) を求める実験を行った。両実験とも実験装置、被験者は次の通りである。

(1) 実験装置

実験は暗幕で外光を遮断した暗室内で行われた。暗室内にはキーボード、コントローラー（マウス）、液晶ディスプレイ（EIZO ColorEdge CG223W）を設置した。被験者とディスプレイの距離は 70 cm であった。

(2) 被験者

被験者は、正常色覚者の成人男性 1 名、成人女性 7 名の計 8 名である。

2.1 二肢強制選択法の実験

(1) 実験刺激

実験刺激はこれまでの実験⁴⁾で水彩効果が強く起きた色の組み合わせ、青（内側の色）－黄（外側の色）（BY）、赤－緑（RG）、緑－赤（GR）を作成した。刺激のサイズは 500 ピクセル×500 ピ

表 1 実験に用いた刺激色の輝度 L 及び x , y 値

	L (cd / m ²)		x	y
R	H	44.9	0.647	0.317
	M	33.8		
	L	22.3		
Y	H	124.1	0.425	0.493
	M	113.4		
	L	103.4		
G	H	93.0	0.273	0.515
	M	72.5		
	L	51.7		
B	H	10.3	0.149	0.056
	M	8.0		
	L	5.7		

クセルで、視角約 10.7deg であった。刺激の周波数変調、振幅変調についてはこれまでの実験³⁾の結果を踏まえた上で条件を決定し、有彩色の輝度値をそれぞれ 3 段階に設定した。刺激は各色の組み合わせで 9 通りできる。実験に用いた有彩色の輝度 L 及び x, y 値を表 1 に、実験に用いた刺激の例を図 1 に示す。表 1 に書かれた H、M、L は輝度の違いを表している。

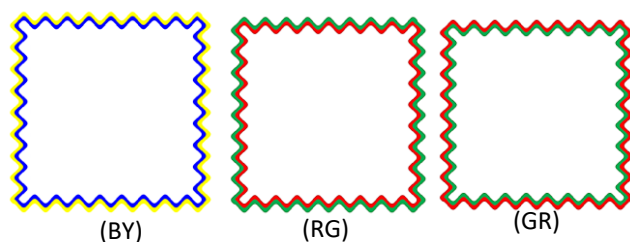


図 1 実験刺激例

(2) 実験手続き

被験者は液晶カラーディスプレイに呈示された白色背景に 3 分間順応した後、同背景に呈示された刺激対 (BY, RG, GR の条件ごとに、内側と外側のそれぞれの輝度値の異なる組み合わせ) を観察し、中心部分がより白いと知覚された方をキーボードで選択した。刺激対はランダムな順序で呈示され、被験者は BY の刺激対を例にすると、B 高 Y 高×B 高 Y 中、B 高 Y 高×B 高 Y 低、B 高 Y 高×B 中 Y 高 など、36 通りの組み合わせを 3 セット 108 回繰り返し評価した。同じ手順で、RG, GR もそれぞれの組み合わせごとに、計 108 回試行した。刺激の呈示時間については、特に制限は設けず、被験者が応答するまで継続して呈示されていた。

2.2 明るさ効率 (B/L) を求める実験

実験原理

交照法とは、2 つの色光の輝度をマッチングさせる方法の一つである。交照法では、参照光とテスト光を一定の周波数で交互に繰り返し呈示する。呈示の周波数が低い間は、被験者は 2 つの色をそれぞれ知覚することができるが、15~20Hz の周波数以上での呈示になると、色の変化は知覚できず、両者の明るさの差に起因するちらつきのみを感じる。交照法は、このような周波数領域を用いる。そして、テスト光の明るさを調整することでちらつきが最小になるようにする。ちらつきが最小になった点が、参照光とテスト光の輝度がマッチングした点となる。

これに対し、参照光とテスト光を並置して呈示

し、両方の明るさの見えを直接比較し、その明るさが一致するようにテスト光の強度を調節する方法が直接比較法であり、見えの明るさが一致した点で明るさマッチングが成立する。本実験では、参照光の輝度を固定し、テスト光の明るさマッチングを行う。参照光の輝度値 B に対して同じ明るさとなるようにテスト光の輝度値 L を調整し、その比を求めたものが明るさ効率 (B/L) である。

(1) 実験刺激

二肢強制選択法で用いた 4 色 (B, Y, R, G) をテスト光として用いた。交照法では、黒色背景上に 15Hz で白色参照光 (輝度: 5.13cd/m², (x, y) = (0.308, 0.330)) とテスト光を交替呈示し、被験者はテスト光の輝度を変更することができた。刺激サイズは直径 1.6 cm (視覚: 約 1.3deg) で、刺激間の距離は 3.7 cm (約 3.0deg) であった。

直接比較法では、交照法で用いたのと同サイズの参照刺激とテスト刺激が 3.7 cm (視覚: 約 3.0deg) の間隔で黒色背景上に並置され、被験者はテスト光の輝度を変更することができた。参照刺激の輝度と xy 色度は、20.16cd/m², (0.312, 0.331) であった。

(2) 実験手続き

交照法の実験では、被験者は液晶カラーディスプレイに呈示された黒色背景に 3 分間順応した後、呈示された刺激に対し、マウスでテスト光の強度を調整し、ちらつきが最小になる点を選んだ。刺激はランダムな順序に呈示され、4 色を 5 回ずつ 20 回の試行を行い 1 セッションとした。各被験者は 3 セッション行ったので、各色に対して計 60 回試行した。

直接比較法の実験では、被験者は黒色背景に 3 分間順応した後、呈示された刺激に対し、マウスでテスト光の強度を調整し、テスト光と参照光の明るさを見比べ、参照光の明るさと同じ明るさになる点を選んだ。刺激はランダムに呈示され、セッションの条件や試行回数等は交照法実験と同じであった。

3. 結果と考察

3.1 二肢強制選択法の実験結果

輝度変化による水彩効果の白色知覚度を z -score (全被験者の結果) で図 2 (BY 条件)、図 3 (RG 条件)、図 4 (GR 条件) に示す。

図 2 に示したように、BY 条件では「B 中輝度 Y 高輝度」が z スコア 1.39、次いで「B 低 Y 高」が 1.33、「B 高 Y 高」が 1.02 であり、高輝度の外側色との組み合わせで白色知覚が高いと感じているという結果であった。また、 z スコア 1 位と 2

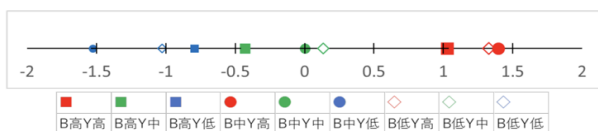


図2 輝度変化による水彩効果の白色知覚度_BY条件(全被験者)

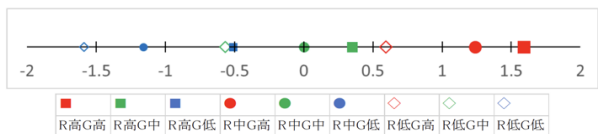


図3 輝度変化による水彩効果の白色知覚度_RG条件(全被験者)

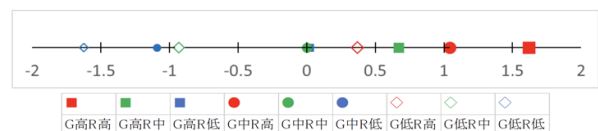


図4 輝度変化による水彩効果の白色知覚度_GR条件(全被験者)

位の結果から「a(内側の色)中b(外側の色)高>a(内側の色)低b(外側の色)高」ということができる。これは内側と外側の輝度差が小さい方を明るいと感じていることであり、内側の明るさが影響していると考えられる。さらに、内側同輝度の場合は、外側高輝度との組み合わせを白色知覚度が高いと感じていることがわかった。

図3より、RG条件では「R高G高」がzスコア1.59、次いで「R中G高」が1.24、「R低G高」が0.59、「R高G中」が0.35であった。GR条件では図4より、「G高R高」がzスコア1.62、次いで「G中R高」が1.04、「G高R中」が0.67、「G低R高」が0.37であった。これにより、RG条件、GR条件では、水彩効果を使った白色知覚がほぼ同じであると考えられる。両者ともにzスコア1位が「a(内側の色)高b(外側の色)高」であることから、白色知覚の要因には明るさの影響が大きいと考えられる。両者ともに内側高輝度の場合は「a高b中>a高b低」であり、輝度差の小さい方が明るいと感じられている。

3.2 明るさ効率(B/L)による補正

各刺激条件について、実験色(B, Y, R, G)の実験で用いた輝度値を、各被験者に対して実験的に求めたB/Lで補正を行い、明るさ(等価輝度)を求めた。この実験では、白色として知覚されやすい順序が明るさ、もしくは明るさコントラストで決定されているかを調べた。ほぼ全条件で同じ傾向を示したので、本稿ではBY条件についての結果だけを表2に示す。それぞれの値は、表1に示した刺激の輝度値に対して実験2.2により求めたB/Lを乗じて求めた等価輝度値の対数値であり、

表2 刺激の等価輝度値と明るさコントラスト

zスコア		log(B)	log(Y)	log(B/Y)
1.3938	B中Y高	1.6396	2.1975	-0.5579
1.3274	B低Y高	1.4924	2.1975	-0.7051
1.0288	B高Y高	1.7493	2.1975	-0.4481
0.1327	B低Y中	1.4924	2.1583	-0.6659
-0.0996	B中Y中	1.6396	2.1583	-0.5187
-0.4314	B高Y中	1.7493	2.1583	-0.4090
-0.7965	B高Y低	1.7493	2.1182	-0.3689
-1.0288	B低Y低	1.4924	2.1182	-0.6258
-1.5266	B中Y低	1.6396	2.1182	-0.4786

B/Yはコントラストの対数値(logB-logY)を表す。実験結果として、各条件での等価輝度によるコントラスト、すなわち明るさコントラストに相関関係は見られず、今回の実験条件からは明確な傾向を確認することはできなかった。また、等価輝度での明るさ比較において、BY条件ではいずれの組み合わせにおいてもB, Yの輝度コントラストが大きいことが、この色の組み合わせの特性であると考えられる。このことからBY条件の白色知覚には明るさ以外の要因があるものと推測される。

4. まとめ

図柄輪郭の内側と外側の有彩色2色の輝度をそれぞれ「低・中・高」に設定し、それぞれの明るさとの関係をみると、

1. RG条件とGR条件では、水彩効果を使った白色知覚が同じと考えられる。
2. BY条件の方が、RG, GR条件より濃い色で染みの食い止めが顕著である。これはBY条件の白色知覚には明るさ以外の要因があるからと考えられる。
3. 「a中b高>a低b高」の、内側中輝度・外側高輝度の白色知覚が高いという結果から、輝度差の小さい組み合わせの方を白く感じる傾向にあることがわかった。
4. BY, RG, GR条件ともに、内側同輝度の場合、外側高輝度との組み合わせを白色知覚が高いと感じることがわかった。
5. 輪郭色の明るさコントラストと白色知覚の影響をみるために、さらに無彩色の刺激を用いた実験を予定している。

参考文献

- 1) Pinna, B., Brelstaff, G., and Spillmann, L.,
Surface color from boundaries: a new
'watercolor' illusion, Vision Research 41(20),
pp.2669-2676, (2001)
- 2) 井澤尚子, ウォーターカラーイリュージョン
による知覚的白さの変化について, 東京家政
学院大学紀要, 第56号, pp.27-32, (2016)
- 3) Isawa S., Takeo K., Koda N., Tashiro T.,
Yamauchi Y., How can the Watercolor
Effect be Enhanced by Stimulus
Configuration?, ACA 2019 Conference
Proceedings, pp.702-707, (2019)
- 4) Isawa S., Tashiro T., Nagai T., Yamauchi
Y., Whiteness Enhancement Using the
Watercolor Effect, ACA 2018 Conference
Proceedings, pp.317-321, (2018)

SD 法による地域景観の印象構造分析と季節要因の影響の検討

Analysis of Seasonal Factors on the Impression Structure of Local Landscape by SD Method

山下 遼真

Ryoma Yamashita

名城大学大学院

Meijo University

長屋 匠馬

Shoma Nagaya

名城大学大学院

Meijo University

羽成 隆司

Takashi Hanari

相山女学園大学

Sugiyama Jogakuen University

川澄 未来子

Mikiko Kawasumi

名城大学大学院

Meijo University

Keywords: 地域景観, 印象構造, 美しさ

1. はじめに

「日本の美しい色風景」プロジェクトでは、地域景観の美しさのモデル化を試みているが、地域の普遍的な美しさと、季節や時間帯や天候などによって移り変わる美しさを分けて検討するのも課題の一つである。先行研究では、一宮、常滑、有松の3地域の色風景を対象にSD法を使った印象評価実験¹⁾や写真画像の色彩分析²⁾を行い、例えば常滑では「美しい」と「整然とした」の関係が強いことや茶色の面積比が高いことなどが確認された。ここでは、季節や時間帯などの要素に着目し、美しさの印象構造への影響を調べる。

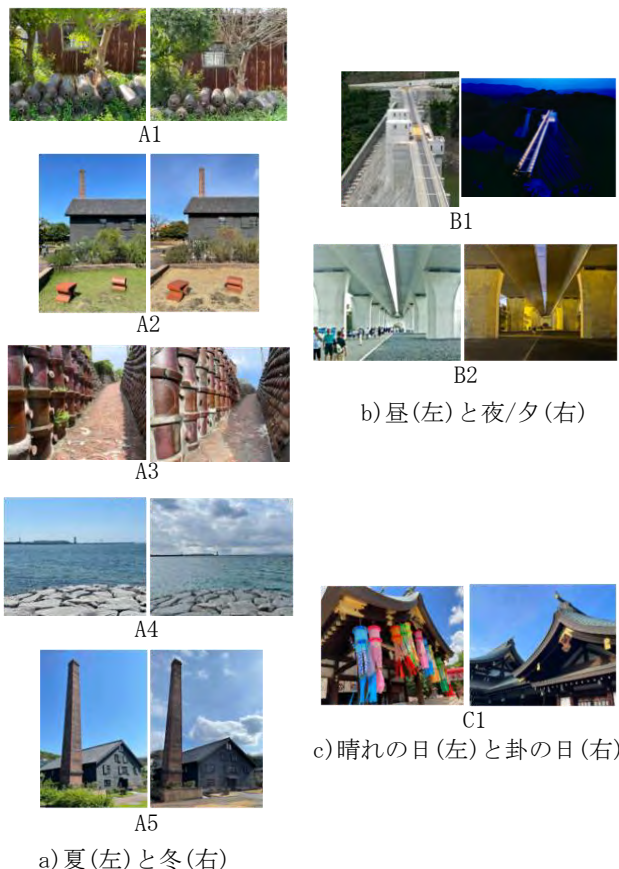


図1 印象評価実験に使用した写真画像(8組)

2. 目的

季節や時間帯などに起因して生じる太陽光や陰や草木などの違い、行事による特別な日と平常時の違いなどが、美しさのモデルや景観の色彩的な特徴に及ぼす影響について検討する。異なる季節や、七夕祭りの日と祭りのない日などの対比的な組合せの写真群に対して印象を比較する実験を実施し、それぞれの条件による効果を確認する。

3. 方法

「日本の美しい色風景」サイト³⁾のデータを中心に、季節や時刻が対比的な組合せの画像を集めた。夏と冬の組合せが5組(図1a), 昼と夜/夕の時刻の組合せが2組(図1b), 晴れ(祭り)の日と卦(平常)の日の組合せが1組(図1c), 計8組である。調査画面へ掲載する情報は、美しい色風景のタイトル、詳しい説明文、写真画像とし、それに左右の画像の条件的な差異(《左》夏《右》冬など)を加えた(図2)。また、評価用語には、前回実験³⁾で絞り込んだ15用語(図3~4)を使用した。被験者は、評



図2 夏と冬を比較する調査画面の例

価用語毎の2画像の比較結果を「左」「やや左」「同じ」「やや右」「右」の5段階で回答した。被験者として日本色彩学会員17名にご協力いただき、評価順はランダムになるよう設定した。

4. 結果と考察

5段階の回答は、「同じ」を0、「左」を-2、「右」を2として数値化し、被験者17名の平均を出した。図3に15評価用語の平均値(N=17)を示す。中央の太線が「同じ」を意味し、平均値 $>\pm 1$ の結果を赤の点で表した。A1~A5では「鮮やか」「コントラストのある」が夏に大きく傾いている。この中でA4とA5は天候も異なる組合せ(快晴と曇天)であるが、特に「明るい」のスコアが左側に傾いており、季節に加えて天候の影響が重なったと考えられる。また、時刻の違いを見ているB1・B2については、昼は「明るい」、夜/夕は「個性的な」、特に夜はネオン表現であることから「コントラストのある」「先進的な」が高いことが確認できる。最後にC1では、祭りの日は「明るい」「鮮やか」「コントラストのある」のような色彩に関する用語が支持され、「動的な」「活気のある」なども印象が強い。一方、卦(平常)の日は「整然とした」が高かった。

さらに、前回の印象評価実験⁹⁾でも使われたA1とC1について、前回のSD法によるスコア(絶対評価)を利用して考察した結果を図4に示す。実線はSD法による夏または祭りの日のスコア(絶対評価値:1~5)、破線は今回の結果(相対評価)を使って計算した冬または卦の日のスコアである。 $\Delta > 1.5$ の差がある用語を赤で表示したところ、A1・C1とも「鮮やか」「コントラストのある」などの彩度に関わるスコア、また、C1については「動的な」「活気のある」といった動きに関するスコアに差があることが確認された。

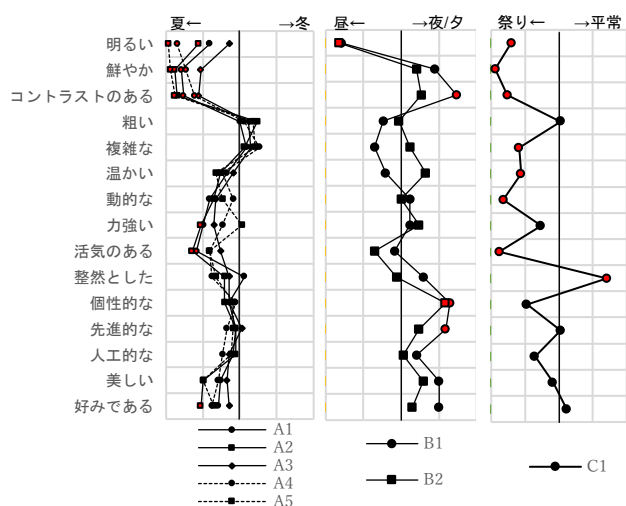


図3 15評価用語の平均値(N=17)

5. まとめ

景観の印象評価における季節や時間特性の影響を調べるため、対比的な組合せの写真画像群を用いて印象評価実験を実施した結果、サンプル数は少ないものの、地域特性に加えて季節や時間特性による色彩的な特徴が重なっている様子が考察された。次は、美のモデリングへの影響を確認できるような実験を計画したい。

謝辞

被験者としてご協力いただいた皆様に心より感謝申し上げます。なお、本研究は公益財団法人市原国際奨学財団第30回(2022年度)研究助成、公益社団法人シキシマ学術・文化振興財団第38回(令和4年度)研究助成、名城大学2022年度学びのコミュニティ創出支援事業より助成をいただき実施しました。

参考文献

- 1) 山下遼真, 長屋匠馬, 安藤南々帆, 川澄未来子: 一宮・常滑・有松における美しさの感性構造分析, 日本色彩学会令和4年度研究会大会予稿集, pp. 16-17 (2022)
- 2) 長屋匠馬, 安藤南々帆, 山下遼真, 川澄未来子: 一宮・常滑・有松における美しさの色彩分析, 日本色彩学会令和4年度研究会大会予稿集, pp. 14-15 (2022)
- 3) 日本色彩学会: 日本の美しい色風景サイト <https://color-science.jp/colorscape/> (最終閲覧日: 2023年4月3日)
- 4) 山下遼真: SD法による美しい色風景印象評価に用いる評価用語の見直し, 令和5年度日本色彩学会東海支部ヤングセミナー(2023)

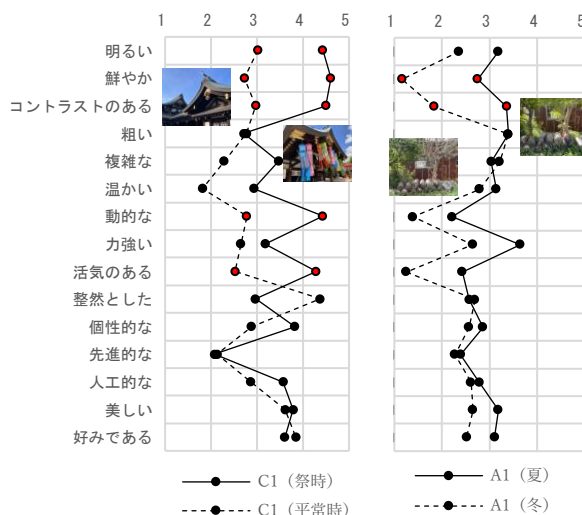


図4 SD法のスコア(絶対評価値)を使った比較

服飾系大学で学ぶ学生の嗜好について

—クラウド型教育支援サービス manaba に投稿された学生投稿画像とインスタグラマーが投稿する画像を比較して—

Color preferences of students studying at a fashion college.

-Comparing images posted by students on the cloud-based educational support service "Manaba" with images posted by Instagrammers-

水越 綾

Aya Mizukoshi

杉野服飾大学

Sugino Fashion College

Keywords: 画像,服飾系大学,色嗜好,Instagram

1. はじめに

筆者は 2019 年度より勤務校に在籍する初年次学生を対象とした嗜好色調査を実施している。当初は、先行事例に習い固定紙法を用いての調査実施をしていたが、2021 年度からは被検者自らが発信するモノ（画像）の中から彼等の色嗜好を探る調査を実施している。

昨年度筆者が第 53 回色彩学会において発表した報告では¹⁾服飾系大学で学ぶ学生だけの調査であった事、また、画像にみられる色の傾向についての分析が当時用いていた手法からは十分な情報を得る事ができなかったということから継続の課題となっていた。

今回は服飾系大学で学ぶ学生たちが投稿する画像の特徴を WEB 上の色分析ツールを用いて調査を実施することにした。

また、2021 年度に実施した筆者勤務校での SNS 利用調査によると、約 70%もの学生たちが SNS 上に画像を投稿する際には何等かの加工をしていると回答しており、そこにはトリミングや不要な箇所を削除したり、加工したりという事だけではなく、色調・彩度等の画像の補正も含まれていた。

自らが撮影した写真に対して、画像の補正を行う場合、何かしら参照する情報（彼らが“良い”と思うもの）があると考え。それは大学での学びの中で得た知識かもしれないし、彼らが好んでよくアクセスしているインスタグラマーの投稿画像からの影響かもしれない。勿論他の影響も考えられる。とにかく彼等が日常的に触れている様々な事象から影響を受けていることが、自ら発信する情報の中に混入されるであろうと考える。

その彼等が発信する情報の中に見られる色彩の特徴から、彼等が好んでアクセスしているインスタグラマーの影響がどれほど見られるのか。仮

に影響があったとすると、どのような点で影響を多く受けるのか。色彩・彩度・明度・内容・構図…。今回は学生達が投稿する画像とその被検者が好んでアクセスをしているインスタグラマーの投稿画像を比較し、影響を受けていると考えられる要素が含まれているのか否かを調査した。

2. 調査

2-1. 調査方法

筆者が勤務する都内服飾系大学初年次教育課程に在籍する学生に平常授業実施期間中に週 1 枚画像を manaba²⁾ に投稿してもらう。

画像投稿の依頼に関しては事前に必要な情報を周知させ、さらに毎週画像を投稿させる頁にも周知する文言を掲示した。³⁾

他にも事前調査として、学生達のスマホ機種、情報収集に用いているアプリ・サイト等のアンケート、フォローしているインスタグラマーとその理由をヒアリングした。

2-2. 実施期間と回答数

Manaba への画像投稿期間

2022 年 4 月 11 日（月）～2022 年 7 月 29 日（金）

2022 年 9 月 30 日（金）～2022 年 12 月末

上記の平常授業実施期間に画像投稿を依頼した。

当初殆どの学生が INSTAGRAM を使っているだろうと想定し、学生達の INSTAGRAM アカウントに投稿された画像を調査する事も検討していたのだが、事前調査の結果（表 3）からは 76%

レポート提出窓口

個別指導	第5回	今回の一校
あなた、今もって書かれる『色彩』が含まれている写真を撮影して頂き、それを1枚提出して下さい。		
被写体があるもの、ないもの、風景・人物・モノ、...なんでもOKですが、倫理・人権・著作権に反するようなものはNGです。		
写真加工アプリ等で色調補正して頂いて構いません。		
スマホのアプリ等で画像加工して頂いて結構です。		
その際に撮影した写真でなくても構いません。過去のスナップから選んで提出して頂いてOKです。		
今回の調査で得た情報は個人が特定されない状態で集計を行い、学会・論文等で報告致しますので、皆さんの個人情報が漏洩する事はございません。		
また、今回の調査の結果が授業の評価に加えられる事はございません。		
この調査は任意でお願いしております。		
お手数をおかけしますが、なにとぞ協力お願いします。		

図 1: manaba の画像提出画面

程度の学生が INSTAGRAM を利用しているという結果であり、なおかつ INSTAGRAM に投稿する画像は彼等のプライベートな内容も含まれることから、本学で利用している manaba 内に投稿場所を設け、そこに画像を提出させた。

趣旨を理解した上で調査に協力、期間中 80%以上画像を投稿してくれた学生は120名程であった。

2-3. 事前調査

表 1: 使用しているスマホの機種 (N=163)

1. iPhone	128
2. android	10
3. Windows	3
4. その他	0
5. もっていない	0
6. 無回答	22

表 2: スマホを持ち始めた時期 (N=163)

小学生	9
小学 5 年	12
小学 6 年	18
中学生	8
中学 1 年	34
中学 2 年	15
中学 3	11
高校	3
高校 1 年	25
高校 2 年	1
無回答	27

表 3: 情報収集に用いるアプリ・サイト

Instagram	76%
Twitter	54%
TicTok	22%
Google	16%
Pinterest	13%

他にもニュース (LINEニュース、Yahoo! ニュース、MTVニュース、スマートニュースといったニュース系コンテンツの他、Youtubeといった動画コンテンツ。キナリノ、Vogue runway, WWD, Fashion pressといったファッション系コンテンツ。他少数ではあったがテレビ、雑誌という回答も見られた。なかにはSafari・インターネットといった回答も見受けられたことから、設問の指示文を今後検討する必要がある。

・フォローしているインスタグラマー

参考にしてしているインスタグラマーとその理由を聞いたところ、回答が特定の人物・ブランドに集中したという訳でもなく、実に様々な著名人の名前が挙げられた。服飾系の大学の学生を対象としている調査という事から、ファッションアイコン的な著名人 (芸能人、モデル、ファッションプランナー)、デザイナー、アーティストの名前が多く挙げられた。しかし、中には“K-Pop アイドル”といった抽象的な回答も見受けられた。また、具体的な名称であっても愛称・ニックネーム等の正式名称でない呼称、略語の記載が目立ち、これも今後は設問文を検討する必要がある。

3. 画像の色分析

昨年度実施した調査¹⁾では AdobePhotoshop の機能のひとつである「ヒストグラム」パネル内の情報から画像の特徴を探ることを試みた。Photoshop のヒストグラムパネルは、画像を構成している「点」の色の明るさをレベル別に分布したグラフで、これを見ると画像の明るさの傾向をある程度把握することができるというものである。従って、ここからは画像の明るさやコントラストについては把握することができたが、色の傾向について客観的な情報として見ることはできなかった。

そこで、今回は WEB 上にある画像の色分析サービスを用いて色の傾向を見る事にした。

今回筆者が検索をしてみつけた色の分析サービスは①カラーサイト.com⁴⁾、②Color-Sample.co m⁵⁾、③Webcolorconvergn⁶⁾の 3 サイトである。いずれも色分析をおこないたい画像を指定の場所にドラッグ&ドロップするだけですぐに結果が分かるようなシステムになっている。それぞれ



図 2: 色分析に用いた画像 (筆者撮影)



図 3: カラーサイト.com での分析結果



図 4: Color-Sample.com での分析結果

の機能を用いて下記の画像(図2)の色分析をおこなったところ図3~5のような結果となった。

色見本	カラーコード	面積(ピクセル数)	面積の割合(%)
	# 202020	10	0.00979
	# 222126	10	0.00979
	# 232522	11	0.01077
	# 242328	12	0.01175
	# 242426	10	0.00979
	# 252429	12	0.01175
	# 262628	10	0.00979
	# 272725	10	0.00979
	# 272926	12	0.01175

図5: Webcolorconversion での分析結果

図3は画像中の赤の色の彩度が随分と落ちているのが分かる。図4はピックアップされる色数は少ないものの、赤のアクセント部分が拾いあげられている。図5に関しては拾いあげる色数に関して設定はできるものの、アクセント的役割を果たす色情報を拾えない可能性もあることから、今回は図4で用いたサービスを用いる事とした。

3-2. 学生の投稿画像の分析結果

今回学生が投稿した画像は多くて30枚であった。後述する著名人物による画像投稿数に比べると数が少なく、これだけで明確な色嗜好の傾向を

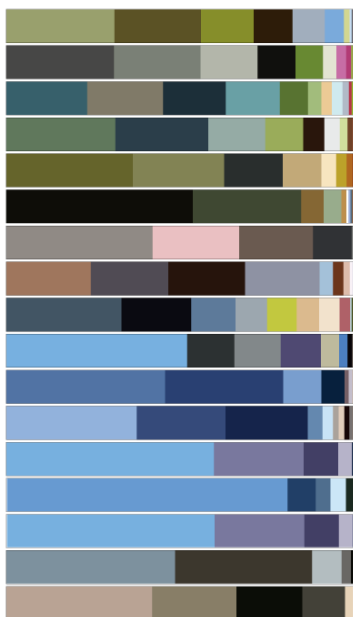


図6: 学生Aが投稿した画像はB・G系が目立つ

見出すことは難しいものの、色相の傾向や画像全体の明度の傾向などを伺い知る事はできた。

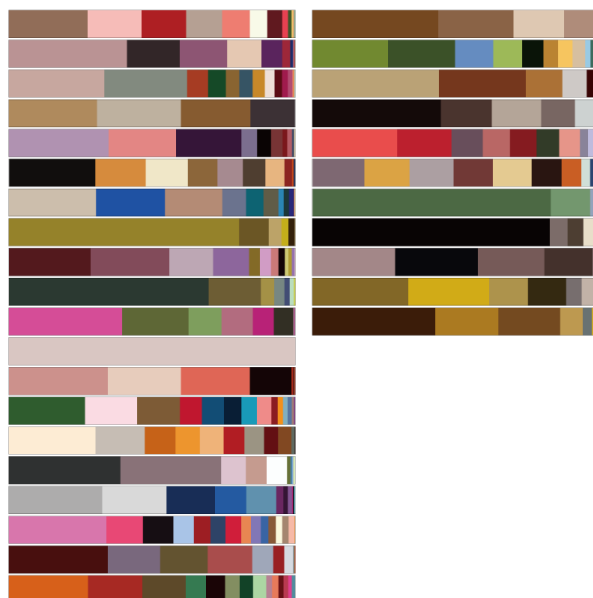


図7: 学生Bが投稿した画像は暖色系、高彩度の色が目立つ

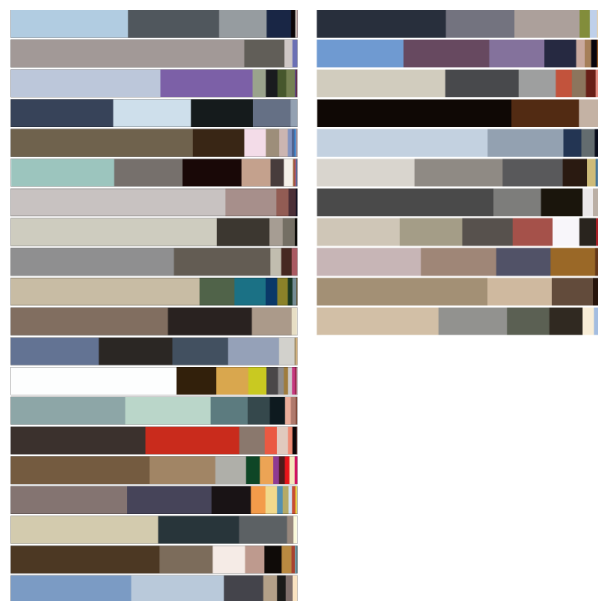


図8: 学生Cが投稿した画像は低彩度、高明度の色が目立つ

3-3. 学生が影響を受けているという著名人のINSTAGRAM 投稿画像の分析結果

学生が影響を受けていると回答した著名人のINSTAGRAMへの投稿画像を分析してみた。学生がmanabaに画像を投稿していた同期間に投稿された画像を対象としたが、一人あたり500枚前後の画像投稿があったことから、学生よりもその傾向が顕著に見えた。

特にアーティスト(写真家)やファッションプロデューサー等、投稿される画像が自らの作品発

表、イメージの表現と捉えているような人物の投稿写真はなおさら明確にその傾向が見えた。

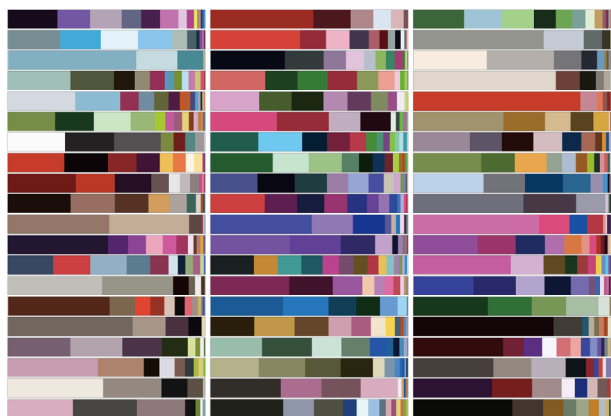


図9：著名なアーティスト（写真家）の投稿画像

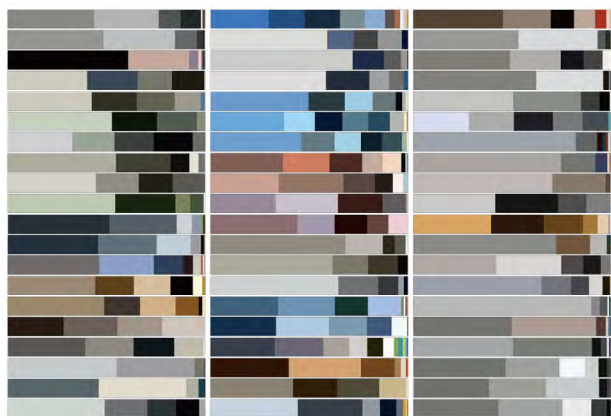


図10：ブランドオーナーの投稿画像

4. 学生の画像とインスタグラマーが投稿する画像を比較して見えてきた今後の課題

図7の学生は図9のアーティストに憧れて、ビジュアル表現者を目指している。このアーティストからは写真表現に関して影響を受けているという。学生の写真に写る対象物はアーティストが撮影しているものとは違うものの、色の扱い方に共通点を感じることができる。

図8の学生は図10のブランドオーナーに憧れていて、ファッションやインスタの写真構図なども参考にしているという。この学生が投稿した画像をみると、広く余白を取った構図が多くもちいられており、それは図10のブランドオーナーの写真と通じるところがある。

他は投稿画像数が少ない事、インスタグラマーの名称があげられていなかったり（抽象的なジャンルを回答）、名前からインスタグラムを探しきれなかったりといったことから、事前質問設定の不備によるところも含めて調査を実施することができない者もあった。

引き続き調査を実施してゆくことを考えると、事前調査の項目に関しての再考と学生達から集める画像の数を増やす必要がある。

今回調査対象としたインスタグラマーはファッション、アートの分野で活躍している人物であった。表現者としてInstagramに投稿される画像にもこだわりがあると思われる。

インフルエンサーと捉えられる人物の表現活動が学生達の表現活動にどう影響をもたらしているかを引き続き調査してゆきたい。

一註一

- 1) 服飾系大学で学ぶ学生の色嗜好について
クラウド型教育支援サービス manaba に投稿された画像から見られる色の傾向と固定紙法による嗜好色結果を比較して
- 2) Manaba course とは株式会社朝日ネットが提供しているクラウド型の教育支援サービス
- 3) 「あなたが今もっとも惹かれる『色彩』が含まれている写真を撮影して頂き、それを1枚提出して下さい。被写体があるもの・ないもの、風景・人物・モノ、なんでもOKですが、倫理・人権・著作権に反するようなものはNGです。写真加工アプリ等で色調補正して頂いて構いません。スマホのアプリ等で画像加工して頂いて結構です。今回の調査で得た情報は個人が特定されない状態で集計を行い、学会・論文等で報告を致しますので、皆さんの個人情報漏洩する事はございません。また、今回の調査の結果が授業の評価に加えられる事はございません。この調査は任意でお願いしております。」という文章を毎回画像提出画面に表示し、学生に周知をした。
- 4) <https://www.color-site.com/image-pickers> (最終アクセス 2023. 03. 31)
- 5) <https://www.color-sample.com/others/imageanalysis/> (最終アクセス 2023. 03. 31)
- 6) [画像 色の割合 調べるツール - Web 色変換 \(colorcodesearch.com\)](https://colorcodesearch.com/) (最終アクセス 2023. 03. 31)

素数と色彩調和論 (5)

Prime numbers and the Color harmony theory (5)

太田 哲 Satoshi Ota 洋画家 Western-style painter

キーワード: 色異常現象, 素数順配列, 色の対の排他則, 三重結合, 光と色の三原色.

概要 光と色の空間を素数の言語で調べている. 光 6 色を素数組 (黄金比) に置き換えて, 素数順に配列すると, 色と素数の組合わせに乱れが生ずるが, 「色の対」の条件を適用することで, 光の情報が色の情報へと変貌することが分かった. そして色と光の中に, 夫々反対側の「三原色が内在する」との知見を得たので報告する.

1. はじめに

リーマン予想の式の零点の円分布に於いて, 中心角 137° の 2 個組 (二等辺三角形の「黄金比」) が, 6 色 8 個存在する. これを「IA 型」と呼ぶ. IA 型を組み合わせると, 5 種類の多角形 (IB 型, IC 型, II 型, III 型, IV 型) が得られる.⁽³⁾

IA 型と IB 型は, 色対応同士が対をなしており, IA 型が IB 型に移行する際, 「青が消え緑₂が新生」するという「色異常現象」が起きる. (図 3 参照)

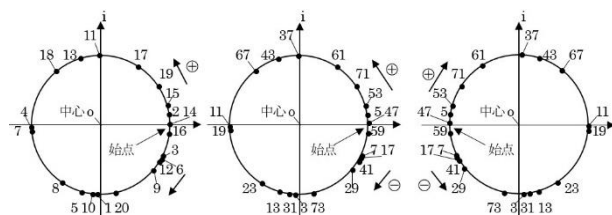
本稿では, 「色異常現象」が起こるメカニズムを解明することを目的とする.

2. 基本データの確認

2-1 零点と素数範囲

リーマン予想(Riemann Hypothesis)の式, 第 2 項の零点の分布を図 1(a)⁽¹⁾に, 対応する素数の分布を図 1(b), (c)に示す.⁽²⁾ 素数は, 3, 5, 7, ..., 71, 73 の 20 個である.

零点 no.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
素数	3	5	7	11	13	17	19	23	29	31	37	41	43	47	53	59	61	67	71	73



(a) RH 零点の分布⁽¹⁾ (b) 素数の分布 (反時計回り) (c) 素数の分布 (時計回り)

図 1 RH の零点と素数の分布

2-2 素数の好き嫌い と色の調和不調和

2 個組素数の中心角度と色相環の 2 色の中心角度を比較し, その類似性を整理したのが表 1 である. 素数と色の関係の基本データとして位置付ける.⁽²⁾

2-3 黄金比 8 個と単素数 6 個が出現

図 2(a)の内輪の黄金比 8 個は, 図 2(b)の辺 ab であっ

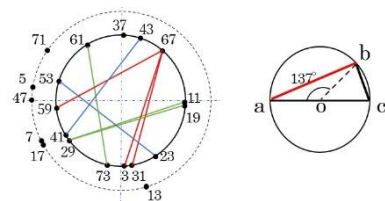
表 1 素数空間と色空間の比較⁽²⁾

no.	素数空間			色空間				備考
	素数組	好き嫌い	角度 θ	PCCS(10色)	調和性	評価	M&S 色調和(10色)	
1	3-3	両想い	0°	同一色	○	同一調和	○	
2	3-5	両嫌い	+102°	中差色相	○	第二不調和	○	
3	3-7	片想い	+67°	中差色相	○	第二不調和	○	
4	3-11	片想い	-84°	中差色相	○	第二不調和	○	
5	3-13	両想い	-13°	隣接色相	○	第一不調和	△	△ ₅
6	3-17	両嫌い	+65°	中差色相	○	第二不調和	○	
7	3-19	片想い	-83°	中差色相	○	第二不調和	○	
8	3-23	片想い	-30°	類似色相	○	類似調和	○	
9	3-29	両嫌い	+53°	中差色相	○	第二不調和	○	
10	3-31	片想い	-3°	同一色	○	同一調和	△	△ ₁₀
11	3-37	両想い	-173°	補色色相	○	対比調和	○	
12	3-41	両嫌い	+63°	中差色相	○	第二不調和	○	
13	3-43	片想い	-160°	補色色相	○	対比調和	○	
14	3-47	片想い	+96°	中差色相	○	第二不調和	○	
15	3-53	両嫌い	+109°	中差色相	○	対比調和	○	色の三原色(+)
16	3-59	片想い	+87°	中差色相	○	第二不調和	○	
17	3-61	両想い	+151°	対照色相	○	対比調和	○	光の三原色(+)
18	3-67	片想い	-137°	対照色相	○	対比調和	○	黄金比(+)
19	3-71	片想い	+128°	対照色相	○	対比調和	○	
20	3-73	両想い	+15°	隣接色相	○	第一不調和	△	△ ₂₀
(2)	3-5	両嫌い	+102°	中差色相	○	対比調和	○	3-5-7
21	5-7	両嫌い	-35°	類似色相	○	類似調和	○	(三つ子)
22	11-13	両嫌い	+71°	中差色相	○	第二不調和	○	
23	17-19	両想い	-148°	対照色相	○	対比調和	○	光の三原色(-)
24	29-31	両嫌い	-56°	中差色相	○	第二不調和	○	
25	41-43	両想い	+138°	対照色相	○	対比調和	○	黄金比(+)
26	59-61	両嫌い	+63°	中差色相	○	第二不調和	○	
27	71-73	両想い	-112°	対照色相	○	対比調和	○	色の三原色(-)

(注 1) no.1-20(普通素数組), no.21-27(双子素数組) 基礎素数: 3, 5, 11, 17, 29, 41, 59, 71.

(注 2) 本稿では, θ の符号は, 時計回りを (+) で表記しており図 1(b) と図 1(c) に適応している.

(注 3) ○: 一致 △: 多少相異 今後留意



(a) 内輪: 黄金比 8 個 (b) IA 型: $\triangle abo$
外輪: 単素数 6 個 IB 型: $\triangle abc$

図 2 黄金比 8 個と IA 型/IB 型⁽³⁾

て, 図 1(c)の素数 20 個中 13 個が使われている. 図 2(a)の外輪の素数 6 個は, 三角形に寄与しないから, 「単 (独) 素数」と呼称する. 残る 1 個「37」は, 図 2(b)の c であって, 後述する図 3 の IB 型①*⑤*⑨*に使用される. 図 2(b)は, IA 型 $\triangle abo$ が IB 型 $\triangle abc$ に内包される関係を示す.

2-4 IA型とIB型の色

図2(a)内輪の黄金比8個に対応するIA型とIB型の図形を図3に示す。色は6色、黄金比は8個で、no.の右肩に*を付けて、表1の27個の素数組no.と区別する。但し、点線枠がない⑥*青は、IA型のみが存在する。③

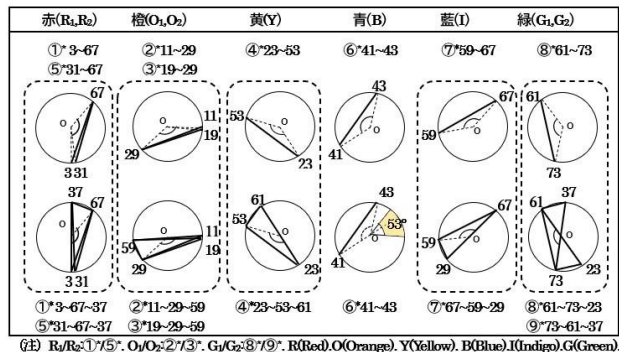


図3 IA型(上)とIB型(下)の色対応(6色8個)

下段、⑥*のIB型は⑥*41~43-xであるが、長辺41-o-xの素数xが、図1(c)の中心角53°の領域内にない為、直角三角形(IB型)を形成出来ずIA型のみとなる。

3 素数順配列について

3-1 素数順配列

図3の素数組を素数列順に配列したのが表2である。

表2 IA型、IB型のグループ分け

グループ	単素数	no.	2個組素数 (IA型)	色	3個組素数 (IB型)	色
I	5,7	①*	{3~67}	R ₁	{3~67~37}	R ₁
		②*	{11~29}	O ₁	{11~29~59}	O ₁
		③*	{19~29}	O ₂	{19~29~59}	O ₂
II	13,17	④*	{23~53}	Y	{23~53~61}	Y
		⑤*	{31~67}	R ₂	{31~67~37}	R ₂
		⑥*	{41~43}	B	—	—
III	47,71	⑦*	{59~67}	I	{67~59~29}	I
		⑧*	{61~73}	G	{61~73~23}	G ₁
		⑨*	—	—	{73~61~37}	G ₂

(注) {} : 2色が対(I II III). —: 素数組が存在しない。

単素数も含めて素数組(点線枠)を素数列順に並べた処、色は上から下にほぼ波長順に並び、I II IIIのグループ毎に、単素数2個と素数組2個がセットになる事が分かった。これを<仮説10>として掲げる。

<仮説10>

素数空間に於いて、単素数2個と素数組2個のセットが、3セット素数列順に並ぶ。

2個組から3個組への移行で、色と素数組の組替えが、Iで起こらず、II~IIIを跨いで起こる。特に「Bが消え、G₂が発生」する。これを「色異常現象」と呼称する。

3-2 色異常現象の発生

図3と表2に於ける「色異常現象」とは、冷却化の環境下で水が氷になる時の様に、「IA型からIB型に変化する過程で、色と素数組の組み合わせが乱れる」ことを言う。その内容について、次に説明する。

イ。「青⑥*が消え」とは

図3下段の⑥*は、△abc(図2(b))のcに相当する素数が、53°内に無いから、直角三角形(IB型)が出来ない。

ロ。「G₂が発生する」とは

同図下段の⑧*⑨*(IB型)に関して、△61-73-23左巻きと、△73-61-37右巻き(相似形)に区別した場合、黄金比△61-73-oを数順の「G₁」、△73-61-oを逆数順の「G₂」とする。IB型⑨*(3個組)の中に「G₂が発生」したことになる。

但し、表2、III、2個組の「G」は、G₁かG₂か識別不能。

3-3 IC型の色への関り

1はじめに

記述において、IA型から作る五種類の多角形は、IB型の次に、IC型(16個の対)があるが、参照文献(3)で説明する通り「排他的色の対の機能」を持つ。(仮説6)

図3の6色(R,O,Y,B,I,G)をマトリックスにして表3に示す。「色の対16個」と「空欄15個(イ〜ヌ)」が、飛び飛びに分布する。

但し、AB=BAは同義。(例:R₁B=BR₁)

(注) 空欄(イ〜ヌ)は、次項以下で説明する。

表3 光の色の対(IC型)16個③

色	R	O	Y	G	B	I	数
R	R ₁ R ₂		R ₁ Y R ₂ Y	R ₁ G R ₂ G	R ₁ B R ₂ B		4 3
O		O ₁ O ₂		O ₁ G O ₂ G	O ₁ B O ₂ B		4 3
Y			Y ₁ Y ₂	Y ₁ G Y ₂ G	Y ₁ B Y ₂ B	YI	1
G				G ₁ G ₂	G ₁ B G ₂ B		
B					B ₁ B ₂	BI	1
I						I ₁ I ₂	
計							16

(注) {} : ペア存在(イ〜ヌ)。

4 色異常発生の前後

「色異常現象」を解明するため、光の三原色RGBから説き起こし、「色の対の混乱」がどうなるかを調べたのが表4である。2個組~3個組への移行経過を5工程に分けて、色の「排他色則(表3)」を制限条項(保存則)として説明を続ける。

表4 「色異常現象」発生の前後

工程	グループ	I	II	III	特徴	色	黄金比
0	光三原色	R	B	G	2個組	3	3
1	光6色・対	(RO)イ	(YB)ホ	(GI)チ	(表3)	6	6
2	光色組替え	R ₁ R ₂ O ₁ O ₂	Y ₁ Y ₂ B ₁ B ₂	G ₁ G ₂	色異常	6	8
3	色三原色(仮)	R ₁ R ₂ O ₁ O ₂	Y ₁ Y ₂ B ₁ B ₂	G ₁ G ₂	(表3)	7	10
4	色異常終焉	(同上と推定)	(同上と推定)	G ₁ G ₂	3個組	7	11

(注) イホチへ: 表3の空欄参照。黄金比:11=8+3(図5参照)。

表4のグループI II III(表2と同じ)は、IからIII(右方向)

へ、素数順(3~11~19...)と色の波長順(R~O~Y...)に増大する状況を反映している。また、工程0~4(下方向)へ、「色異常現象(色の対の組替え)」の発生状況を反映していると想定する。

イ. 概観的考察

(1) 表4工程2の「6色,8黄金比」は、図3の「6色8個(黄金比)」であり、数値が一致する。

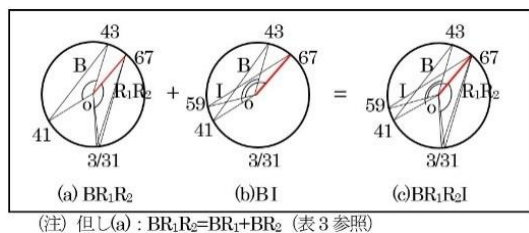
(2) 表4工程1の(RO),(YB),(GI)と、工程4のG₁G₂は、表3空欄(イ,ホ,チ,へ)に該当し、I欄下方へ、(RO)を含む形で、R→(RO)→R₁R₂,O₁O₂と、「色の対」を維持しつつ進む。これは表3を逸脱していないと考える。

(3) 表4,工程1~2,III欄で、GIの「I」が→II欄へ移りYIになることを、表2で読み替えれば、素数組(点線枠)のセット組替え「2個組(YB)→3個組(YI)」が、「排他色則」に従って折れ線を超えて起こっていることが分かる。

概観すると、図3,表2,表3の内容を集約したのが表4で、「排他色則」が「色異常現象」に深く影響(保存則)していることが理解できる。

ロ. 三重結合の合成

工程3のBR₁R₂Iが合成される事を、図4に図解する。



(注) 但し(a): BR₁R₂=BR₁+BR₂ (表3参照)

図4 1(B)+三重結合(R₁R₂I)の合成

(c)図は、BR₁R₂Iが「1(B)+三重結合」の構造(Bのみ頂点結合)であることを示している。

(注) 一边共有の3(2)個の三角形を、三(二)重結合と呼称。

ハ. 図解による合成の式

図4の(a)+(b)=(c)から、

$$BR_1R_2 + BI = BR_1R_2I \quad \dots(\text{表4, II工程2} \sim 3)$$

$$\text{但し, } \underline{BR_1} + \underline{BR_2} = \underline{BR_1R_2} \quad \dots(\text{表3から試算})$$

同様に、表3を使って次式を得る。

$$BR_1 + BR_2 = BR_1R_2 \quad \text{図4(a)} \quad (1)$$

$$BR_1R_2 + BI = BR_1R_2I \quad BI(\text{工程2}) \quad (2)$$

$$\underline{BR_1R_2I} + \underline{YI} = \underline{BR_1R_2IY} \quad (\text{工程3を試算}) \quad (3)$$

式(1)(2)(3)の右辺BR₁R₂,BR₁R₂I,BR₁R₂IYは、光の色(黄金比)から「色異常現象」を経て得られた「合成色」であると思われるが、今は、正体不明である。

5 三重結合について

5-1 三重結合の中の黄金比

式(1)(2)から、(a) R₁R₂I(三重結合),(b)B-R₁R₂(二重結合)を読み取ることができる。これを図5に示す。

但し、(・)は頂点結合の意。

図5(a)R₁R₂Iが黄金比を2個,(b)図B-R₁R₂が黄金比を1個、計3個の黄金比を新たに得る。

(a)(b)の黄金比(137°)が「黄金比の重心」により形成される点が「6種8個の黄金比(図2(a))」と異なる。

(a)R₁R₂Iには、△I_g-R₁gと△I_g-R₂gの2個の黄金比が円に内接して形成されている。但し、頂角は共に137°。

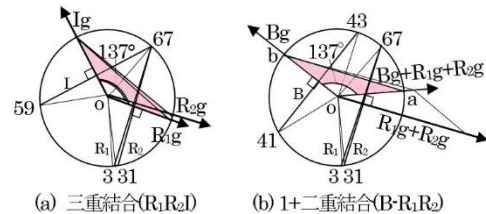


図5 重心線が形成する黄金比

(b)B-R₁R₂から得る黄金比は1個である。

(b)図に於いて、重心線ベクトルBgとBg+R₁g+R₂gが円に内接する三角形△oab(頂角137°)を形成する。

但し、重心線=二等辺三角形(黄金比)の頂角から底辺を垂直に二等分する線R₁g+R₂g=2R_gに相当。

上記(a)(b)の黄金比3個は、表4の脚注,11=8+3の3(個)に相当する。

5-2 「光と色の三原色」問題

「色異常現象」を経て得た式(3)のBR₁R₂IYと日常的に周知であるオストワルト色相環との三原色同士を比較したのが、図6である。

(a)図は、図4,図5と同じ流れのもので、(b)図は、(a)図を裏返した後、回転したものである。然して、(b)(c)の三原色を比較することが可能になる。



図6 素数光色相環とオストワルト色相環の比較

図6について説明する。

(b)図,素数光色相環を「光色相環(b)」,(c)図,オストワルト色相環を「色相環(c)」と仮称する。

(1) 色の三原色「黄(Y)-シアン(C)-マゼンタ(M)」の{Y}は、「光色相環(b)」と「色相環(c)」に共通的存在である。

(2) 「光色相環(b)」の{I}と{R₁R₂}が、「色相環(c)」の{I}と{マゼンタ}に夫々対応している。即ち、光色相環(b)の中に、色の三原色シアン(C)が、I(藍)という表示で存在するから、光の中に色の三原色「シアン」の席が、「I」という表示

で存在すると理解するのが妥当であろう。同様に、「マゼンタの席」が「 R_1R_2 」という表示で存在する事になる。即ち、光色相環(b)の中に、色の三原色の席が存在する。

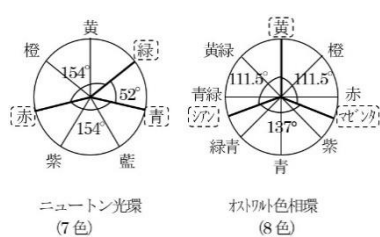


図7 光と色の三原色

ところで、三原色の3色の配置関係は、図7に示す様に、光と色それぞれについて「不変(保存則)」であると考えられる。只、「黄」が色では三原色の一員であるのに対して、光では三原色から外れているのが特徴的である。

(注) 光の色=直射光の色、色相環の色=反射光の色。

(3) Y/Bの関係が、図6(b)図で直交、(c)図で対極になっている。「光の偏光問題」として扱うべきだろう。

6 光三原色 RGB の回帰

表4の「光三原色 RGB」に絞ってまとめたのが、表5である。 $R_1R_2=R, G_1G_2=G$ と仮に置いて整理すると、

表5 三原色「RGBの回帰」

工程	I	II	III	表3	I II III	三原色*	光/色	備考
0	R	B	G	—	○○○	RGB	光	回帰
3	R	YI BRI	G	B(0)	○	YIR	色	
3'	R	YI BRI	G	YI	○○	RGB	光	

(注) 三原色*: $YIR=YI+BRI-B$, $RGB=(YI+BRI)+G-YI$ 。

表5の左半分(I II III)は、表4の抜粋である。「色異常現象」の変化は、I II III欄の○を対象に発生している。

(注) B,Yは頂点結合にして、色合成に補助的に働く。

表5IIの合成色(BRI等)と三原色との関係式を次に示す。例、三原色 = ○・[表3]の式で表現すると、

$$RGB = RGB - [-] = RGB \quad (4)$$

$$YI+BRI - [B] = YIR \quad \text{図6(a)} \quad (5)$$

$$(YI+BRI)+G - [YI] = RGB \quad \text{図6(a)} \quad (6)$$

工程0~3~3'~0~で、 $RGB \sim YIR \sim RGB \sim RGB \sim \dots$ と、「色異常現象」を通してRGBとYIRが、回帰し乍、交互に出て来る。即ち、三原色の中に相手の三原色を内包していると考えるのが自然であろう。次に仮説として掲げる。

<仮説11>

光の三原色の中に色の三原色が内在し、色の三原色の中に光の三原色が内在する。

7 「色異常現象」で派生したもの

「色異常現象」解明の副産物として、 $BR_1R_2, R_1R_2I, BR_1R_2I, BR_1R_2IY$ が、派生した。これらが何ものであるかは、今後の課題である。

8 結果

結果を次に箇条書きにする。

- (1) 素数を通して読み解くと、「光と色の三原色は、夫々その中に、相手の三原色を内在する」と考えられる。
- (2) 「色異常現象」とは、光と色の三原色に関して、「色の対の組替え」が起こる現象のことである。
- (3) 光三原色の「青」は消えることはなく、「色異常現象」を経て、元の三原色の「青」に回帰する。
- (4) 「色異常現象」に関わる黄金比数は、11個である。
- (5) 「素数組と色の対」をセットにして、波長順に3区分すること、「色の対の排他則」を課すことは、光と色の関係を解明をする上で有効である。

9 結論

「色異常現象」は異常ではなく、光と色を安定的に繋ぐメカニズムの一つであって、背景に「排他色則(色の対の排他的制約)」があるのみならず、光と色の三原色の繋がりの関係性に深く関わっている。

10 あとがき

「色異常現象」は奥深く読み切れていないと言わざるを得ない、更なる読み込みをしたいと思う。

光と色の間には、複雑多岐に絡む問題があるようで、これを「三原色ルール」と呼びたい処だが、未だ、その範囲が見えないでいる。もどかしい限りだが致し方ない。

尚、本稿の作成に際し、元沖電気工業同僚の渥美士郎氏に幾度となく見直しをして頂いた、心より感謝いたします。

11 参考文献

- (1) 素数に憑かれた人たち, Jhon Derbyshire 著, 松浦俊輔・訳, 日経BP社 11, 27(2009)386~397.
- (2) 太田哲, 素数と色彩調和論, CSAJ 色彩科学系5研究会合同発表会, 12.12(2020).
- (3) 太田哲, 素数と色彩調和論(3), CSAJ 第52回全国大会, 6.27, (2021).
- (4) 太田哲, 素数と色彩調和論(4), CSAJ 色彩科学系5研究会合同発表会, 11.20(2021).

Research on Color Application in Chinese Tibetan Clothing

Sun Haoying
Zheng Xiaohong

Renmin University of China
Renmin University of China

Keywords: Tibetan, Clothing, Culture

1. Introduction

The Tibetan people living on the snowy plateau have gradually realized their lack of material and spiritual wealth in constant confrontation with nature, which coincides with the Buddhist belief in universal beings. As a result, civilizations with natural and religious ideas gradually emerged in Tibetan areas. Color symbolizes the cultural and psychological characteristics of a nation and is also one of the elements that constitute the symbols of national clothing. Through the exploration of the colors of Tibetan people's clothing and accessories, this paper finds the deep meaning behind their color matching, so as to derive the relationship between clothing color and Tibetan people's cultural life.

2. The source of color concept of Tibetan clothing

(1) The imitation of color in the natural environment

The Tibetan people have a strong ability to control the use of natural colors, and in the long-term special living environment, they have mastered the rules of color use and cultivated a unique color sense. Tibetans like to decorate with higher purity colors, but high purity colors are too single, so there are color matching. to achieve a balance between colors. For example, they will be embellished with high-purity colors on Tibetan costumes. Such as agate, turquoise and other colorful decorations as points. The relatively soft color area will be relatively large to achieve visual balance. The use of complementary relationships between colors not only conforms to human physiological habits, but also alleviates the problem that eyes are prone to visual fatigue in the face of highly saturated colors. Through the complementarity, contrast and coordi-

nation of colors, it also greatly enriches the Tibetan folk color system. This is the unique feature of the Tibetan use of color, and it has also established a scientific color system. the divine right of Kings, sacred and undisturbed. "Yellow robe", "Yellow List" and "yellow House" are all symbols of ancient Chinese emperors. They represent the honor and glory of the imperial power. Even the residence of the emperor is made of yellow glass tiles, which shows the importance and status of Huang Huang in the hearts of the Chinese people.

(2) Religious-influenced ideas of color

In most ethnic minority areas, there will be a large religious and cultural presence, which is also an indispensable part of their lives. Religious concepts not only affect the material life of people in ethnic minority areas, but also have a far-reaching impact on their cultural and spiritual level. In Tibetan society, religion is the absolute advantage of the theocratic system, and its different color concepts have also formed the external color form of influential and inspiring religion.¹Due to the influence of religious concepts, color has also been given special meaning, and there are also some norms when used in daily life.

The formation of the Tibetan concept of color comes from the influence of two religions, one is Benbo and the other is Buddhism. Benbo (abbreviated as "Ben") is a primitive religion that was popular in Tibetan areas before Buddhism was introduced to Tibet. Ben believes that the world originated as a "white frost," a symbol of light. Ben advocates whiteness and loathe black, believing that black produces evil and demons, and gives birth to terror. White and black constitute the good and evil of the world. In addition, after Buddhism was introduced to Tibet in the 7th century AD, it began to

1 尹存 藏族服饰色彩的美学特征[期刊论文]-文艺生活·文艺理论 2013(5)

slowly penetrate into its political, economic and cultural life, and gradually became the main faith of the Tibetan people. And formed a unique theocratic social system, with strong religious overtones. At the same time, this influence is also reflected in the daily wear of the Tibetan people, reflecting the unity of religion and art in decoration and color expression, and achieving the coordinated development of material and spiritual.

3. Application of Color in Different Tibetan Clothing

The use of color in Tibetan clothing is the association between figurative color and abstract color meaning. Tibetan clothing is generally based on loose robes with long sleeves and textures of brocade, fur, tweed and fabric. Tibetans like to use white in clothing, here white is no longer a simple color, in the Tibetan people, white is the color of snowy mountains, with a symbol of sacred beauty. White also shows its unique status in Tibetan life: white hata is used to give to honored guests and can be tied to wedding gifts; At the girls' bar mitzvah, they also tie white hada in their hair; When they toast guests, the handle of the jug is also tied with white wool to express good luck. Color here is not only a way of expression, but also a manifestation of national beliefs, through the image of color, to agree on folk customs, to express people's psychology and good wishes. Color, from a concrete form, becomes a special "language". The feelings of any nation about a certain color are not sudden or instantaneous, which must be related to the social practice of this nation.

(1) The Application of Color in Dianbang

Bangdian, known in Chinese as apron or waistband, is a piece of clothing worn by Tibetan women around their waist. "Bang" means "Huai" in Tibetan, "Dian" means "mat" in Tibetan, and the meaning of Bangdian is to protect the mat before Huai. It has bright colors and has functions such as decoration, hardness, etc. It is a colorful waist skirt worn by married women around the waist, generally red, white, green, blue, yellow and other colors, so it is also called "waist rainbow". The basic style of the state is a patchwork of colored stripes, and some are supplemented by decorative stripes of vertical stripes or auspicious patterns at the edges. From

the point of view, the production of the Bangdian is divided into many programs. The wool is first spun into thread, then dyed, and then woven into strips, which can be regarded as a semi-finished product. The pattern of the Bangdian is horizontal, there are two kinds of wide grain and fine grain, the wide grain is decorated with strong contrasting colors, and the style is rough and bright; Fine lines are slimmer and more elegant. Hand-woven with multicolored silk or wool, the brightly colored horizontal striped Bangdian apron has become almost a symbol of Tibetan clothing. The hue of the Bang Dian is mainly the five colors of Tibet, namely white, blue, red, yellow, and green, and because the tendency of different regions in the five colors is different, the style formed by the Bang Dian is also very different. Urban women advocate elegance and gentleness, and mostly use low saturation similar color systems in color selection; Women in rural pastoral areas like colors with high brightness and purity, strong color contrast, roughness and brightness. At the same time, the choice of bond colors can also express the wearer's personality, emotions and age, for example, young and outgoing women like to wear brightly colored, wide-striped bonds, and older women with quiet personalities like to wear light-colored, pin-striped bonds. If a woman who usually likes a bond with contrasting colors suddenly changes her style and wears a bond with a soft color, it is very likely that something unpleasant has happened to her recently. The colorful decorations of Bangdian are loved by Tibetan women, so they are known as one of the representative symbols of women's figures.

(2) The Application of Color in Headband

The headkerchief is the most common headdress worn by Jiarong Tibetan women, Jiarong, which refers to the tropical area around the Jiarmu Murdo Mountains, and is later referred to as "Jiarong", also written "Jiarong". According to the different fabrics, the headkerchief can be divided into cotton, velvet, gold velvet, etc., and the shape of the headkerchief is a 4-foot square black and cyan cloth, folded in half into eight layers. Jiarong women all had long hair and braided them, and the long braids were interspersed with blue, red, yellow and other colors of wool or wigs to fix the headbands on the top of their

heads, and the headbands were also strung with silverware, onyx coral and other jewelry. Cotton headbands have black and white colors, usually white is only used by young girls or young women, the color used is related to the religious beliefs of the locals, tribal totems. The velvet pad, which is only black, is usually worn at festivals or when visiting relatives and friends, and can be described as one of the costumes, while the golden silk flower paddle is only worn on festivals, dances or happy events, symbolizing wealth and joy, and is also one of the festival costumes of the Jiarong Tibetan people. Common headbands are mainly black with red, yellow, blue, green, white, or embroidered with brightly colored floral patterns. The color of the lock edge is generally five colors in a repeated order, the color harmony is eye-catching, red flowers and green leaves, dark background and bright surface are properly matched, and gold and silver silk threads are added to increase the sense of decoration. There will also be a tuft of colorful thread hanging from both ends of the headband, but whenever you visit relatives and friends, participate in wedding banquets and major festival celebrations, you also have to string a variety of gold and silver jewelry on the braid, trying to dress up your head beautifully. The five colors on the headkerchief also symbolize the cultural connotations of the five elements of metal, wood, water, fire and earth, and also echo the five elements of "earth, water, fire, wind and air" expressed in Buddhism. They believe that red is flame, yellow is earth, blue is sky, green is rivers, and white is purity. Therefore, Tibetan clothing is mainly based on five colors, and the colors in the headkerchief are also a continuation of national culture.

(3) The Application of Color in SongbaShoes

Songba shoes are the most common style in Tibetan areas, it is exquisite workmanship, generally there are major festivals to take out and wear, therefore, Songba shoes are very particular in color and material. The sole of the Songba shoe is made of cowhide, sewn with thick wool, and the sole is thick. The upper is decorated in many colors, and the petals and flowers are embroidered with eight colors of silk thread, including red, yellow, green, white, and blue, which is very beautiful and beautiful.

The pattern of the flower is generally a lotus flower, which has a symbol of good luck. In addition, the Songba shoes are not divided into left and right, men and women are similar in style, the most significant difference is that the side of the sole of men's boots is wrapped in cowhide, or there is no pattern, women's boots have bright and cumbersome patterns, especially on the side of the sole also hand embroidered some simple patterns. Men's and women's "Songba" are made of red, green and black xenon splicing. Young people's "Songba" are generally colorful and lively; The elderly mostly wear white "Songba", which is spliced by pure white xenon and xenon, with a simple and bright pattern, regardless of men and women, regardless of left and right. In addition, the structure, style and pattern of Tibetan boots in different regions are different, and the styles of men and women in Ali are spliced with red xenon and xenon, men like black patterns, and women prefer red patterns; The Changdu Tibetan boots are thick and simple, generous; Rikeze Tibetan boots are delicate and meticulous, elegant and noble; Lasa Tibetan boots, on the other hand, are the culmination of all over the world, brightly colored, graceful, comfortable to wear, and sturdy and generous.

(4) The Application of Color in Hada

Hada is one of the traditional etiquette items of the Tibetan people and an important part of Tibetan culture. The common hata is usually a white silk or cotton cloth belt about one to two meters long, with dangling at both ends, to express friendship, blessings, gratitude and other emotions. Hada is mainly used in important occasions, such as weddings, funerals, meeting important guests, etc., is the expression of people's feelings and respect for social moral standards, and can also appear as decorations. In Tibetan society, the types and colors of hata represent different meanings. There are five colors of Hada: white, blue, red, green, and yellow. First of all, white is the most common, symbolizing white clouds, meaning beauty, purity, and on major festivals and occasions, white hata is usually given to elders and loved ones to express reverence and blessing trust. Blue hata symbolizes blue sky, auspicious days, represents wisdom, in Tibetan Buddhism, blue also represents tranquility and protec-

tive power, so blue hata is more common in temples, nunnery and other places, there is a request to remove obstacles, practice smoothly; Red hata means warm and festive, and is usually used in festive scenes such as weddings and New Year, sending hata to express good wishes; Green hata symbolizes the earth and is the color that grows in nature, and green hata is often seen as a sign of prayer for health, longevity, prosperity and a good harvest, so it is also seen as a sign of respect and gratitude for nature and the environment. It is the meaning of requesting good health, disaster elimination, and protection of the Dharma; Yellow hada symbolizes wisdom and religion and is often used to indicate reverence, gratitude, and respect. On occasions such as academic achievements and job promotions, people will also express congratulations and thanks with yellow hata.

4.Concluding remarks

On the whole, Tibetan costumes are mainly vivid and bright, rough and bold colors, which are used in different accessories to use abstract symbols, giving different spiritual connotations to colors, and expressing the aesthetic concepts and beautiful spiritual pursuit of the Tibetan people more intuitively through the medium of color. Color is an important part of Tibetan culture, and each color is full of profound national spirit, which all reflects the Tibetan people's pursuit and wish for a better life.

References

- [1] 尹存 藏族服饰色彩的美学特征[期刊论文]-文艺生活·文艺理论 2013(5)
- [2] 李运河.北方草原游牧民族传统鞋履技艺研究(续)[J].中国皮革, 2016,45 (09):16-20+25.

Comparison of Roof Architectural Colors between Shenyang Palace Museum and Beijing Palace Museum

Li Sijia

Student of RENMIN University of China

Keywords: architectural characteristics; Color contrast; comparative analysis.

1. Introduction

Through the analysis of the roof architectural colors of the Forbidden City and Shenyang Palace Museum, it can be found that the colors used in the roof architecture of the Forbidden City are mainly red and yellow, with cyan, green, and blue embellishments. The roof architecture of Shenyang Palace Museum is also mainly red and yellow, mixed with green, cyan, and black. By comparing colors, it can be found that different colors have different meanings in different periods. Due to the different construction times, there are many differences in colors and materials.

2. Introduction to the Forbidden City

As the largest existing ancient architectural complex in China, the Palace Museum has a profound historical and cultural heritage, and has been listed as a world cultural heritage for many times. As one of the three major imperial palaces in the Qing Dynasty, the Shenyang Palace Museum was founded in 1625 and located in the center of Shenyang. It was the former site of the palace before the Qing Dynasty entered the customs. This palace, which has experienced ups and downs, presents its long history, culture, and rich connotations to the world.

As a visual language, architectural color is an important carrier for people to express emotions, thoughts, and culture through architectural forms. It is not only a material entity, but also a cultural carrier. As a visual language, architectural color also reflects the relationship between architecture and the natural environment.

Therefore, through a comparative analysis of the architectural colors of the two different historical periods, it can be found that although there are significant differences in color between the Beijing Palace Museum and the Shenyang Palace Museum,

both express their historical, cultural, religious, and ethnic characteristics to a certain extent; And these colors were closely related to the architectural style and environment of the time.

3. Architectural Color and Symbolic Significance of the Roof of the Palace Museum in Beijing

First of all, the Palace Museum in Beijing was built in 1420, the 18th year of the Yongle reign of the Ming Dynasty. It was the imperial palace of the Ming and Qing dynasties. During the Ming and Qing dynasties, it was regarded as a capital and political center, and many major transformations were carried out here: from the layout of palaces, architectural forms, to indoor furnishings, it underwent many changes; On this basis, a complete set of political and social systems with strict feudal hierarchy, strict order, and hierarchical concepts was formed. As the representative of ancient Chinese imperial palace architecture, the roof color of the Forbidden City in Beijing is also strictly limited within a unified hierarchical system. Both the color of its roof and the color of its palace exterior walls follow strict hierarchical and ritual regulations. The roof of the Forbidden City in Beijing uses red as the main color of the building, while its exterior walls mostly use yellow to emphasize the imperial position. 【1】

(1) Red and Yellow

The roof color of the Forbidden City is mainly red, supplemented by yellow, and decorated with gray glazed tiles. In architectural design, red represents happiness, auspiciousness, wealth, and a symbol of power, as well as power and status. And yellow represents dignity and brightness. 【2】

The red color on the roof of the Forbidden City symbolizes power, while the yellow color symbolizes auspiciousness. The Forbidden City is mainly composed of three main halls and three rear palaces.

The three halls are the places where emperors live and handle daily government affairs, with

the highest architectural level and the most magnificent colors; The empress lived in the Eastern and Western palaces, and the Empress lived in the Eastern and Western palaces.

In the three halls of the previous dynasty, the east, west, and middle rooms all have red tile roofs. In front of the hall, there are red walls with a height of about 15 meters, and the top of the walls is covered with yellow glazed tiles.

Among the three rear palaces of the Forbidden City, the Western Sixth Palace, where the Empress lives, is the most magnificent. It has a double eaved veranda roof with yellow glazed tile roofs as the main color. Other buildings in the East Sixth Palace also use yellow glazed tile roofs.

The roof of the Forbidden City is composed of red tiles, dripping water, ridge decorations, and owl kisses, all of which are vermilion in color. The eaves and corners are all decorated with yellow tiles and owls, and the ridges are decorated with yellow glazed tube tiles. The middle part of the roof is covered with red tiles and dripping water.

In terms of color design, the Forbidden City in Beijing also has its own unique features:

1. In terms of roof shape, the roof of the Forbidden City in Beijing mostly adopts Xieshan, veranda, flush gable roof, veranda and other shapes, which makes the roof of the building more stable and less dynamic; In terms of color, red and yellow are used to form a contrast, making the roof of the Forbidden City lively;
2. It is also relatively special in color combination, with red as the main color tone;
3. Contrast techniques are also used in color matching; 【3】
4. The color distribution is also relatively reasonable. The overall architectural color is matched with red and yellow as the main tones;
5. There are also differences in color lightness.

(2) Cyan and Green

In ancient times, cyan represented the color of the royal family, which was the color of emperors, just like the later alternating red and white. In the Forbidden City, the cyan buildings are mainly distributed in the Back Three Palaces and the North Three Palaces.

In the Qing Dynasty, emperors lived the longest and were the only women in the three northern palaces, so the architectural decoration in

the three northern palaces was mainly green. In the Forbidden City, all buildings except the first three palaces are green; In the former dynasty, the three palaces were mainly made of vermilion, while the imperial gardens and eaves outside the palaces were decorated with green.

Except for the Eastern Tomb of the Qing Dynasty, other buildings in the Forbidden City use green as the decorative color for their roofs. However, except for the three main halls of the Hall of Supreme Harmony, the Hall of Neutralization, and the Hall of Baohe, other main halls have adopted cyan as the decoration color for their roofs. This is because there were strict restrictions on the division of royal hierarchies during the Ming and Qing dynasties, so the buildings used by emperors and empresses must adopt vermilion, while the buildings used by imperial concubines and princesses must adopt green.

For the ordinary people, cyan mainly appears in the palace gates and the supporting buildings on both sides; Blue appears in the Eastern Six Palaces; Red appears in the third house.

According to the records in "The Square in front of the Taihe Hall and the Roads on Both Sides", "In the fifth year of Yongzheng's reign in the Qing Dynasty (1727), Emperor Yongzheng ordered that the square in front of the Taihe Hall be paved with floor tiles. When the emperor walked from north to south, he must cross the square in front of the Taihe Hall."

In addition, there are many regulations on architectural colors in the Forbidden City.

"The main entrance of the palace is all lined with yellow glazed tiles": Because yellow is the exclusive color of the emperor, only the emperor can use yellow building materials.

"The columns in the hall are all made of jujube red wood columns": jujube red is a wood color, so only the emperor can use jujube red wood to build the hall.

"Yellow glazed tile is green glazed tile": All buildings in the Forbidden City use yellow glazed tile as the main material for the roof.

(3) Blue

In ancient times, blue was a symbol of dignity and nobility, representing the temperament and majesty of kings. In Ming and Qing architecture, blue is also a royal color, so it can also be seen from

the use of blue.

The blue color of the Shenyang Palace Museum is mainly used on the roof and eaves. The roofs of the five palaces in front of the Meridian Gate of the Forbidden City, the tile faces of the five eaves, the ridges of the five halls, the cornices of the turrets, the Dandi stone, and the White Marble stone are all blue. In the use of colors on the roofs of other buildings, there are also differences between the Shenyang Palace Museum and the Beijing Palace Museum. For example, the roof of the main hall of the Shenyang Palace Museum uses a color that is blue through black, called "blue colored glaze"; On the roof of the main hall of the Forbidden City in Beijing, a blue to green color is used, known as "blue glazed tiles", which is the highest ranking and most imperial architectural roof in the Forbidden City in Beijing. 【4】

4. Architectural Color and Symbolic Significance of the Roof of the Shenyang Palace Museum

(1) Red and Yellow

Red is the main color of Shenyang's Forbidden City buildings. The colors of red walls, yellow tiles, and red doors with red columns are consistent with those of the Forbidden City, but there are differences in color. The roof tiles of the Shenyang Palace Museum are yellow and green, creating a sharp contrast in color.

The most important part of the red roofs of the Shenyang Imperial Palace is the ridge, which is the most colorful part of the red roofs. The red tile ridge, also known as the "yellow tile ridge," was once known as "yellow glazed tile" in the Ming and Qing dynasties, and the term "yellow glazed tile" first appeared in the Ming Dynasty. In the Qing Dynasty, yellow glazed tile was just a common variety of glazed tile, which became the most common roof style in royal palace buildings due to its bright color, fine texture, and luster. The ridge of the yellow glazed tile roof was called "yellow glazed tile" by the emperor in the early Qing Dynasty, and it was used until the late Qing Dynasty.

(2) Cyan and Green

The roof color of the Shenyang Palace Museum is a mixture of red and yellow. Although the lightness of the colors is relatively high, certain differences can be found in color matching.

The application of green in the roof of the

Shenyang Palace Museum is very numerous. From the mid Qing Dynasty to the Republic of China, green has been the most common and important color in the roof architecture of the Shenyang Palace Museum. In the mid Qing Dynasty, green is mainly used in the caisson on the diagonal tower and the Fengxian Hall, as well as on the gold pillars and screens in front of the palace.

By the end of the Qing Dynasty and the Republic of China, green began to appear on the roof of the Imperial Palace in Shenyang, as well as in some temples. For example, the caisson on the Daqingmen Gate built in the 26th year of Guangxu (1900) is made of green glazed tiles, and the caisson on the Daqingmen Hall built in the 34th year of Guangxu (1908) is also made of green glazed tiles.

(2) Black

In ancient Chinese architecture, black is considered a taboo color, so in people's consciousness, black is an unlucky color.

The main reasons for using black glazed tiles in Shenyang's Forbidden City are: <1>From a color perspective, the glazed tiles in the Forbidden City are yellow, which gives a heavy and depressing feeling. Using black can weaken this feeling.<2> From an architectural perspective, the use of black glazed tiles has also played a certain protective role in building quality. In terms of color, it reflects the ancient people's understanding of the interplay of yin and yang, and the five elements, as well as their understanding of hieroglyphics and graphics such as the Heavenly Trunk and the Earthly Branches. In addition, in traditional Chinese culture, black also symbolizes "yang" and "yin", meaning "heaven" and "earth".

5. Architectural Color and Symbolic Significance of the Roof of the Shenyang Palace Museum

(1) Red

The red color used on the roof of the Shenyang Palace Museum is bright red and purple, which has a great momentum of "Chinese Red". It is not only reflected in the brightness of the color, but also reflected in the purity of the color. Red is a mixture of many different hue, purity, and lightness, which is also the most attractive part of Chinese Red. The red color used on the roof of the Beijing Palace Museum is the same as that of the Shenyang Pal-

ace Museum, but the purity of the red color is different. The red used in the Forbidden City in Beijing is the purest and most powerful red. It is not a bright red but a very bright and high-purity red. The red color used in the Shenyang Palace Museum is a slightly darker, lower purity red color. Among them, dark red is the background color with a hint of bright red, which has a strong visual impact. This color tone gives a sense of mystery, nobility, solemnity, and majesty.

(2) Yellow

The red color used on the roof of the Shenyang Palace Museum is bright red and purple, which has a great momentum of "Chinese Red". It is not only reflected in the brightness of the color, but also reflected in the purity of the color. Red is a mixture of many different hue, purity, and lightness, which is also the most attractive part of Chinese Red. The red color used on the roof of the Beijing Palace Museum is the same as that of the Shenyang Palace Museum, but the purity of the red color is different. The red used in the Forbidden City in Beijing is the purest and most powerful red. It is not a bright red but a very bright and high-purity red. The red color used in the Shenyang Palace Museum is a slightly darker, lower purity red color. Among them, dark red is the background color with a hint of bright red, which has a strong visual impact. This color tone gives a sense of mystery, nobility, solemnity, and majesty.

(3) Cyan

Among traditional colors, cyan is a unique color, which is an implicit and quiet tone, closely related to traditional ideology and culture. In the traditional Chinese color system, cyan symbolizes a series of emotions such as harmony, stability, elegance, and simplicity. It not only has the emotional nature of color, but also has rich cultural connotations, while also coordinating with the surrounding environment. Cyan is a color that represents "wood" (cyan) and "fire" (red) in ancient Chinese Five Element Thought, and also symbolizes wisdom and peace.

In the Forbidden City of Beijing and Shenyang, the green tiles on the roof of the palace are basically gray or cyan. According to the "Record of Emperor Wu of the Qing Dynasty", "On the 18th day of the first month of the eighth year of Shunzhi's

reign... the emperor was in the Qianqing Palace... and said, 'From the 18th day of the first month of the eighth year of Shunzhi's reign, the fourth son of the emperor, Aixinjueluo Fulin, assumed the throne, and the next year will be the first year of Chongde.'"

6. Conclusion

In summary, the design of the roof architectural colors of the Forbidden City in Beijing has its distinctive characteristics, especially the unique use of colors in creating the palace environment and atmosphere, and there are relatively strict standards for the grasp and use of colors. However, the roof architectural colors of the Forbidden City in Shenyang have strong regional characteristics, and the overall architectural style is relatively unified, although there are differences in the use of colors. However, compared to the Forbidden City in Beijing, it is still relatively gentle.

Although both of the two Forbidden City rooftop buildings use a large number of darker colors, there are differences in the specific use of colors. The colors of the Beijing Forbidden City rooftop buildings are relatively soft, while the Shenyang Forbidden City rooftop buildings have a warmer hue. For this reason, we can derive the reason from the difference in roof color between the Shenyang Palace Museum and the Beijing Palace Museum.

References

- (1) 李怡辰.北京故宫本《韩熙载夜宴图》之色彩审美意识研究[J].国画家,2022(02):64-67.
- (2) 张磊,周小儒,石杏雯.故宫里的中国传统色彩美学[J].艺术品鉴,2021(32):144-145.
- (3) 陈喜儿.用“美色”打开传统文化的一扇门——专访《中国传统色：故宫里的色彩美学》、《中国传统色：色彩通识 100 讲》作者郭浩[J].家族企业,2021(06):58-60.
- (4) 赵乃欣. 沈阳故宫色彩文化研究与设计应用[D]. 北京服装学院,2020.DOI:10.26932/d.cnki.gbjfc.2020.000223.

The difference of "yellow" in Chinese and Western costume culture

ZHENG Xiaohong
ZHAO Congcong

Renmin University of China
Renmin University of China

Keywords: Yellow 、 Clothing、 Cultural differences

1. Introduction

People's activities are always limited to a certain range. In a long time, due to the influence of geographical environment, language, history, culture, customs and other factors, people's perception of color has produced differences. Different color perception endows color with different cultural connotations. The meaning of color reflects the characteristics of Chinese and Western cultures in philosophical thoughts, moral concepts, values, customs and habits, and aesthetic taste. Meanwhile, the rich cultural connotation of color is also an important cause of cross-cultural communication conflicts.

2. The origin of yellow in Chinese and Western culture

(1) Yellow in Chinese culture

In the long history, China, as one of the four ancient civilizations, has left many precious examples of color rules and application for the world, deposited many unique Chinese color symbols, and contains rich color emotion, which provides help for the study of color in contemporary society. Chinese people's pursuit of color has a long history. Since ancient times, our ancestors have been using "yellow" as a symbol. This tradition has a long history.

From the evolution of Chinese characters, "yellow" can be associated with people, the sun (sun) and the land, "the color of the earth", "Outline of Chinese color words", "Yellow, this is like wearing the shape of jade - Jade Huang" describes the land where crops are planted, and initially, it also refers to pregnancy, because in ancient times, the living

standard was low, the fetus due to malnutrition and pregnancy reaction, the face will show signs of wax yellow. As a result, people have come to associate yellow with pregnancy. In our ancient times, yellow, as a natural force giving life, is a color of happiness, honor, wisdom, harmony and noble. The ancient Yellow Emperor was the first ancestor of the Chinese nation and the first ancestor of humanity. During the Tang Dynasty, yellow was completely regarded as the color of the emperor's power, and only the royal family had the right to wear it and forbid its subjects to use it. The "yellow robe" means a coup d'etat and imperial power. "Flying to the top" by the myth said something "flying yellow" rise. The yellow face in Beijing Opera facial makeup is the image of resourcefulness.

In ancient times, there were two kinds of natural pigments, one is from minerals, called "stone dye"; The other is a plant, called "grass and wood dyeing". In ancient times, yellow mineral pigments generally have stone yellow and yellow, because they can paint gold on paper, so this is the origin of the legendary yellow. The flower color includes gardenia, sophora, turmeric, scutellaria, turmeric, turmeric, berberis (phellodendron cypress), cotinus, grass and so on, they can bring beautiful color for people.

The theory of Yin-yang and five elements in ancient Chinese materialist philosophy is a simple dialectical materialist thinking. It divides the world into five elements, namely gold, wood, water, fire and earth, and is represented by five colors, which are white, green, black, red and yellow in turn. At the same time, it also represents five directions, namely, west, east, north, south and center. In ancient mythic stories, the five elements theory has become more and more influential. There is a legend about the green dragon. According to the Yin and Yang and the five elements, the five elements in the east, east, north, east, west, east, west, east, west, east, west, east, west, west, east, west, west, east,

west, west, west, black and white, and sparrow, north, black and white, military, and yellow as the central color. To express respect and reverence for the gods. "Three auxiliary figure" put forward: "green dragon, white tiger, Zhuque, Xuanwu, the four spirits of the day, to the four sides, the king system palace palace." The feudal rulers took yellow as the symbol of monarchy. This thought originated from the ancient agricultural people's thought of respecting the soil, which provided an important political idea for the ancient society. According to the Yin-yang theory, yellow is regarded as "central earth" and "earth is respected", which represents the most important element in the universe. The thoughts of "Yellow, the central Zhengshi" and "Four Yi" were integrated to form a unified dynasty with the Han nationality as the main body. "Orthodox" and "venerating" put forward "rationalization" arguments for the monarch's governance, so as to develop and spread the thoughts of "Poetry · Green Clothes". The ancient "dragon fights in the wild, its blood is mysterious yellow" and the dragon image in the Book of Changes makes the connection between yellow and king closer. From the Zhou Dynasty, yellow Yue was regarded as the symbol of the right of the son of Heaven, and after the Sui Dynasty, emperors wore yellow dragon robes, and gold became the exclusive color of the king, representing the divine right of Kings, sacred and undisturbed. "Yellow robe", "Yellow List" and "yellow House" are all symbols of ancient Chinese emperors. They represent the honor and glory of the imperial power. Even the residence of the emperor is made of yellow glass tiles, which shows the importance and status of Huang Huang in the hearts of the Chinese people.

(2) Yellow in Western culture

In ancient Greek mythology, yellow was depicted in the clothing of Helios, the sun god, who rode across the sky on a golden chariot drawn by four fiery horses. The brilliant yellow sun represents his divine wisdom. In ancient Egypt, yellow was associated with gold, which was considered immortal, eternal and indestructible. The ancient Egyptians believed that the skin and bones of the gods were made of gold, and the yellow color was often found in the clothes and ornaments of the pharaohs, as well as in the costumes of their royal

families. The highly toxic yellow ochre or bright yellow road painting was widely used in the tombs. In ancient Rome, yellow became a fashionable hair color for aristocratic women, influenced by the exotic blondes of many newly conquered slaves from Gaul, England, and Germany.

But sometimes, in the West, yellow also means "dying". A "dead leaf" is an important concept in the works of Shakespeare and Shelley. It refers to the yellow leaf, which is described as a pestilential virus in life. This color of leaves will be blown away by the west wind, causing people to feel panic and uneasiness. In addition, Westerners wearing yellow clothes can easily connect people with the behavior of Judas betraying Jesus. Judas Kiss depicts the scene of Judas betraying Jesus. In the picture, Judas's body is wrapped in a bright yellow cloak, Judas's cloak shines brightly, Judas kisses Jesus in a clownish manner, and the two groups are at daggers drawn, and the atmosphere is tense and intense. In this painting, the gestures and movements of the figures show different psychological characteristics, and the figure of Judas stands out in the surrounding crowd. Yellow is considered a symbol of treachery in Christianity, representing cowardice, weakness and even betrayal.

In the 18th and 19th centuries, the development of synthetic pigments and dyes quickly replaced the traditional natural yellow made from arsenic, bezoar or other substances, and also improved the taste of yellow. During this period, many famous painters painted the most attractive and exquisite works with yellow pigment, which was often used as a "fountain" for drawing design inspiration. The representative of the famous painter Vincent van Gogh, he is a crazy lover of yellow, many of his works are almost in the use of different yellow to express his different mood and emotion. Examples are known as "Sunflowers," "Cafe Terrace at Night," "Wheatfield with Crows."

(3) Yellow in modern times

Yellow, has always been a style, no lack of story color. Fashion is a cycle, the popular yellow emerged in endlessly, but still can not change people's love for it.

Since ancient times, people have attached special respect to yellow. No matter in ancient East

or ancient West, yellow always seems to be associated with words such as power and dignity. Until now, yellow is still the favorite of designers in the fashion circle. Every era seems to have a popular color, which is represented by the overly hot millennial pink in the early years. This yellow, both loved and hated, is now being celebrated as Generation Z yellow (or New Age Yellow, a variety of shades of yellow). Generation Z yellow, like millennial pink, is not limited to one color, but a variety of colors, including lemon yellow, turmeric, mustard yellow, etc., which make up the unique color system of "Generation Z yellow". The emergence of popular colors is not accidental. The trend of colors often reflects the changes of The Times. The so-called Gen Z Yellow is a heavyweight color that reflects the spirit of The Times.

Generation Z is a dynamic generation that has become an important part of today's society, having embraced technologies such as the Internet, timely communications, mobile phones and tablet computers from the mid-1990s to 2000. Surrounded by a sunny color, they are the pet babies of a marigold. Reminiscent of unisex baby clothes, school buses and golden corn. Author Claire Madden summed up Generation Z perfectly when she said, "The 200 million people in the world don't just want to represent the future, they want to create it." Generation Z yellow is the color of "Generation Z" and represents the youth of this group well. This generation is open-minded, outspoken, and uplifting, and it fits right in with the sunny image of yellow, uncompromising demands. They are vibrant, bright and cheerful, and feel fresh and healthy, but with a touch of eccentricity.

3.The embodiment of Chinese and Western differences in yellow in clothing

Zhao Kuangyin, the Emperor Taizu of Song Dynasty, should be familiar with the allusion of "yellow robe added body". In our history and culture of more than 5,000 years, it was not until the Sui and Tang Dynasties that yellow was identified as the exclusive color of the royal family. Since the Sui Dynasty, emperors began to wear yellow robes, but did not forbid their subjects from wearing them.

Wang Fuzhi mentioned in "Reading Tongjian Theory" that Emperor Wen of the Sui Dynasty designated Huang as the emperor of Shangfu in the first year of Emperor Kaihuang and made it a permanent institution. There were two reasons behind this move: first, yellow fabric was affordable, and second, Emperor Wen was also very fond of yellow. Yang Jian, a thrifty emperor in history, liked to wear yellow clothing, probably for economic reasons, because before Emperor Wen of the Sui Dynasty, all classes could wear yellow clothing, and most of them were common people. Therefore, Emperor Wen of Sui liked to wear yellow clothes rather than buy expensive ones. Sui Emperor Wen is a very accomplished emperor, his love for the people and tolerance let later generations praise. As a generous emperor, he wanted his image to be warm and vibrant, and gold was a warm color, so although the emperor wore gold, he did not forbid the common people to use it. By the Tang Dynasty, the Sui tradition was perfectly preserved, and the costumes of the emperors became more colorful.

During the Tang Dynasty, Emperor Li Yuan, in order to show his respect for the imperial family, ordered that "red and yellow clothes should not be worn by the common people" and "yellow should not be worn at all", and made yellow robes the exclusive clothing of the imperial family to reflect his majesty and inviolable power. "Imperial color" also became a symbol of the royal family's clothing, symbolizing their authority and dignity.

Religious thought also has profound influence on color culture. Although Buddhism is not a native religion in China, it has been integrated into Chinese civilization for nearly two thousand years. In Buddhism, yellow is regarded as the most noble color, representing the transcendence of vulgarity, is a symbol of centrifugation and foundation. Buddhists believe that if you meditate on yellow, your pride will become wisdom. As a symbol of modesty and remoteness from the material world, yellow is often used in the clothes of monks and temples and pavilions. Another example of the use of Buddhist colors is the Buddhist flag. The yellow in the flag represents moderation, the absence of emptiness.

In Europe, during the Rococo fashion era, influenced by our Chinese culture, yellow also became a color associated with optimism and entertainment in European life, and yellow clothing also

formed a popular fashion at that time. One of them in the late 18th century was a light yellow cloth called Nankeen, which was introduced by our Chinese Silk Road and was widely circulated. In the 19th century, during the Victorian era, yellow was emphasized as the color closest to light. Hence its tint ranges from butter to lemon, mustard and saffron. Fashion magazines and color experts at the time recommended limiting bright yellow to spring and summer. Back then, however, yellow colors could be seen throughout the year, such as gloves, hand-held fans, frilly parasols or a striking hat.

4.Concluding remarks

In a word, the difference in the meaning of color between Chinese and Westerners is gradually formed under the influence of the long-term change of times and culture, which is interesting, profound and unchangeable. The only thing we can do is to use these differences cleverly through design to make color shine in our respective fields. In addition, we also need to learn from the understanding of color in different cultural backgrounds, so as to establish effective cooperation in future development and form a diversified, harmonious and complementary cultural exchange relationship.

References

- [1] 姜澄清.中国色彩论.甘肃人民美术出版社,2008.
- [2]安俊丽.黄色彩对汉语词汇的文化影响.安庆师范学院学报, 2002.
- [3]康定斯基.论艺术的精神.北京:中国社会科学出版社,1987.
- [4]施瓦布.希腊神话故事.北京:宗教文化出版社,1999.

色彩による詩歌情緒の視覚表現

— 古今和歌集にみる「もののあわれ」をめぐって

Visual expression of poetic emotion through color -- On "Mono no Aware" in Kokin Wakashu

李馨瑶

LIXIN YAO

東京造形大学

Tokyo Zokei University

栗野由美

Yumi Awano

東京造形大学

Tokyo Zokei University

Keywords: 古今和歌集, 心理進化論, 感情, インフォ・グラフィックス, 映像

1. はじめに

文芸翻訳において、特に短い定型をもつ詩歌は異言語間で共通する言葉に絞り込まれることで単純化されたり、意味に変形が生じたりしてしまう可能性が拭えない。外国語の詩歌について、読者に複雑な感情を受け入れる感受性があったとしても、文化的認知の違いから、作者が言葉に込めた豊穡を掬いとれないために過小評価となるのは惜しいことである。日本の詩歌文化を愛する外国人として、言葉に含まれる曖昧で美しい雰囲気を楽しむためには、言語のみでなく、視覚表現、時間表現が助けになるのではないかと考えた。そこで、日本の詩歌文化を代表する「古今和歌集」におさめられた和歌に表現される「もののあはれ」の美学の視覚化に取り組むことを構想した。具体的にはタイポグラフィ、ジェネラティブ映像によるインスタレーションと印刷メディアを表現手段とする。無意識に生起する感情は夢見の印象に通じるのではないかと考え、睡眠中の感情を脳波から判断する研究⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾に学び、表現の基底となる色彩スキーム設計に反映した。本稿ではこの色彩スキーム設計について述べる。

2. 「もののあはれ」の美学可視化映像のための色彩スキーム

和歌の印象を映像化するにあたり、心理進化論と夢の可視化研究を参照した。

(1) 心理進化論の解釈

心理進化論を提唱した Robert Plutchik は、感情の基本要素を ecstasy(狂喜)/grief(悲痛), admiration(賞賛)/loathing(嫌悪), terror(恐怖)/rage(憤怒), amazement(驚嘆)/vigilance(警戒)の8つに分類して動物全般

にも共通する一次感情とし、それぞれが複合して生起する感情を人間特有の二次感情として、「Wheel of emotions(感情の車輪)」(以下「感情の車輪」と表記する)と呼ばれる円錐型および色相環型のダイアグラムで示した。ダイアグラムの感情語には統計的に選択傾向を示す色が充てられた。感情の複合は極めて強い感情の下では生起しにくく、感情が柔弱になるほど生起しやすいという。これについて、円錐形で構想された Plutchik の考えを二次元のインフォ・グラフィックスで表現したいと考え、一次感情の上に二次感情が重なっていることを示すデザインを提案する(図1)。

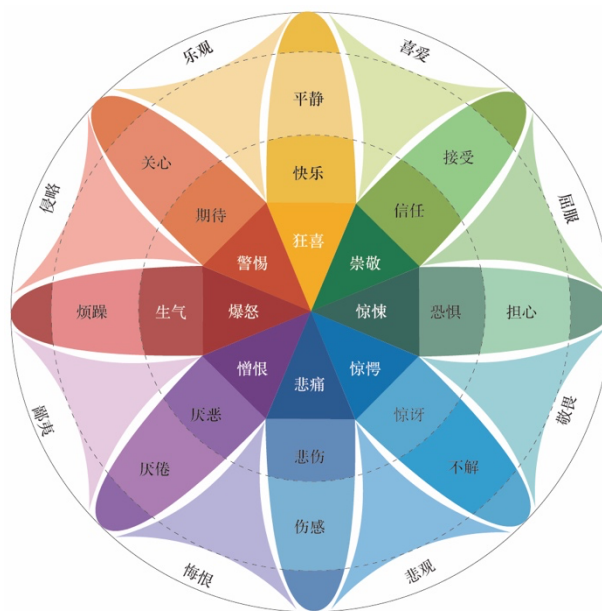


図1. Robert Plutchik による「Wheel of emotions」を筆者が解釈して表現した筆者版。

(2) 仮説による感情の可視化アルゴリズム検討

夢の発生率は80%が感情によるという報告があり⁽⁴⁾。睡眠中の感情は脳波の違いから推し量る

ことができる(とされる⁽⁵⁾。脳波は周波数帯域により δ 波, θ 波, α 波, β 波, γ 波に分けられ⁽⁷⁾, 精神的に安静な状態で α 波が, 活性時に β 波が生じるとされ, 中程度の過分極状態では θ 波, 深い過分極状態では δ 波, 協奏的な認知活動など高次精神活動に関連して γ 波が出現するとされる。脳波特性と言葉で表される人間の感情との相関関係はまだ科学的に明らかにされていないが, Plutchik の「感情の車輪」において二次感情に属しながらも最も一次感情に近い 8 つの感情語を用いてアルゴリズムによる生成映像を実験してみるため, joy(喜び)/sadness(悲しみ), trust(信頼)/disgust(嫌悪), fear(恐れ)/anger(怒り), surprise(驚き)/anticipation(期待)について, 日本の伝統的な色彩に調整し, 仮説として脳波の示す精神状態に当てはめてみた(図2)。それに基づいて生成された映像を図3に示す。

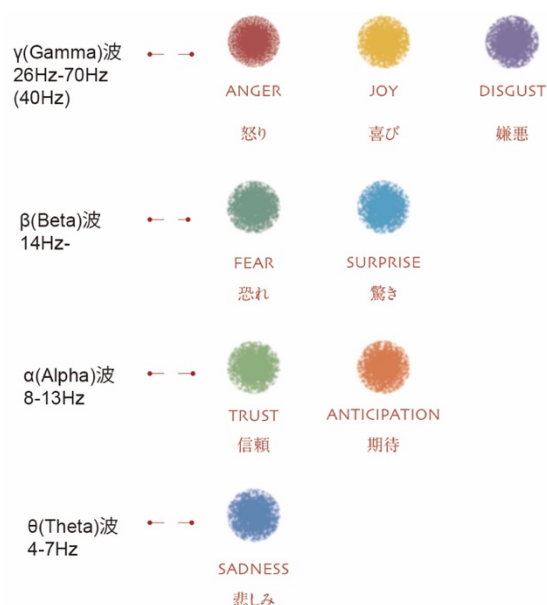


図2. 筆者の仮説による色彩スキーム

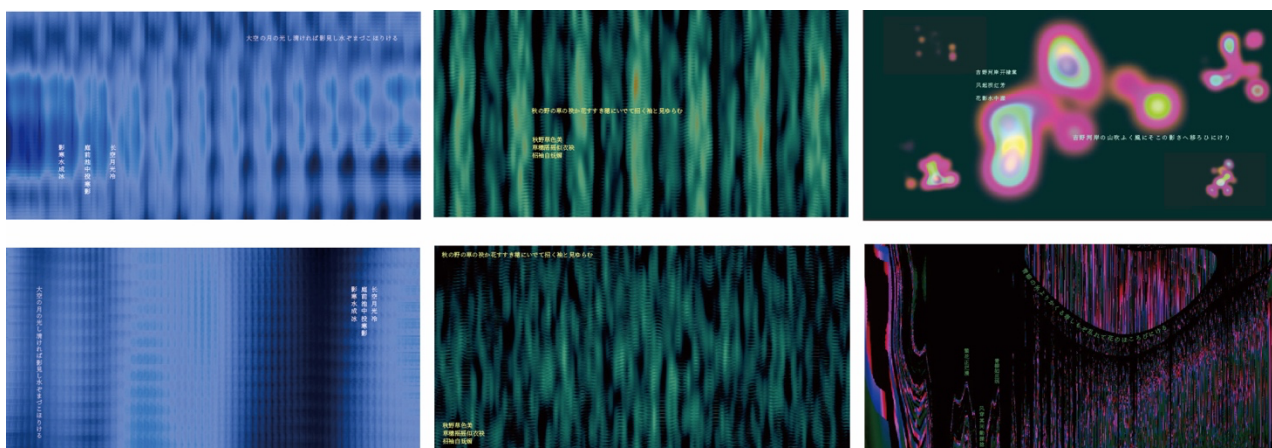


図3. アルゴリズムを用いて生成, 編集した映像のキャプチャー画像.

3. 検討とまとめ

今回取り組んだ生成映像は, 言葉では伝達しづらい雰囲気演出するよう, モーション・タイポグラフィと共に編集したものである。映像のプログラミングにあたってアート表現上の理由づけとして脳波の周波数特性の数字をアルゴリズムに引用したが, これが感情語に対して科学的に再現性をもつことは目的としておらず, 科学的可視化ではない。しかしながら色彩と動いて変化し続ける肌理の斑から, 曖昧ながらもネガティブ/ポジティブといった傾向は醸し出されている印象はある。この印象の由来について更に知見を得ながら, 共感される表現を模索していきたい。

参考文献

- 1) 再帰型ニューラルネットワークを用いた脳波による

情動判断システムの提案. 坂田基 記, 土屋誠司, 渡部広一. FIT2019 (第18回情報科学技術フォーラム) 講演論文集第2分冊, (2019) 307-308

- 2) 脳波を基準とした感情特性モデルの妥当性の検討. 山下泰生, 工藤卓. 第37回ファジィシステムシンポジウム講演論文集 (FSS2021オンライン). (2021) 271-276
- 3) 脳波による嗜好取得は可能か. 満倉靖恵. 電学誌, 130巻6号, (2010) 352-355
- 4) 精神分析的な心理療法における夢の利用. 名島潤慈, 熊本大学教育学部紀要 人文科学. 44. (1995) 333-361
- 5) 睡眠中の脳活動パターンからの夢の内容の解説. Science, 340. (2013) 639-642
- 6) <https://ja.m.wikipedia.org/wiki/脳波>. 2023年4月3日確認.

青森ねぶた VR～内照式着彩和紙彫刻 CG の色彩表現について

Aomori Nebuta VR – The colour expression on CG of the coloured Japanese paper lantern sculpture

栗野由美	Yumi Awano	東京造形大学	Tokyo Zokei University
風間 隆	Takashi Kazama	じゃわめぐ！青森ねぶた VR プロジェクト	Jawamegu! Aomori Nebuta VR Project
込宮 正宏	Masahiro Komiya	じゃわめぐ！青森ねぶた VR プロジェクト	Jawamegu! Aomori Nebuta VR Project
周 沛彦	Zhou Peiyan	じゃわめぐ！青森ねぶた VR プロジェクト	Jawamegu! Aomori Nebuta VR Project
田中 亜里沙	Arisa Tanaka	じゃわめぐ！青森ねぶた VR プロジェクト	Jawamegu! Aomori Nebuta VR Project

Keywords: デジタル・アーカイブ, 三次元復元技術, 照明効果, VR, メタバース

1. はじめに

「青森のねぶた」は「ねぶた」と呼ばれる大型の内照式着彩和紙彫刻を曳き手が動かし、囃子、踊り手らとともに市中を練り歩く祭で、1980年に国の重要無形民俗文化財に指定されている。その光景はこれまでも絵画、写真、音響、動画などで記録されてきたが、それらは被写体への客観的なまなざしに供されるメディアである。「ねぶた」内部の光源の配置と外観の立体形状は点灯時の立体感効果を緻密に計算して設計、造形されており、夏の日没後の暗い背景との対比によりいっそう明るく鮮やかに目に映える。運行時は曳き手の操作による動きに生命感を吹き込まれ、鑑賞者の視線に斜め上から睨みを効かせる見得を切る。囃子、踊り子の躍動感、臨場感、没入感とともに「じゃわめぐ」（心踊る・血が騒ぐといった意の津軽弁）装置である。「ねぶた」は祭の後には解体処分され、人々はケの日常へ戻っていく。一方、民芸の観点から、技術継承あるいは検証のために、再現可能な形、動き、気配の情報を記録し、文化の動態保存にも意義があると考えた。そこで「青森のねぶた」に関連する事象のデジタル情報を収集し、視聴型情報によるデータベース、じゃわめぐ体験を提供するインタラクティブ VR を構想した。

「ねぶた」の三次元情報取得、三次元復元については全面的に、株式会社中庭測量コンサルタント（担当主査・桑野尚二郎）、山田修氏（奈良県立大学特任教授）にご協力いただいた。

2. 三次元復元技術の検討と表現演出

(1) 「ねぶた」本体

本稿で解説する「青森ねぶた VR」は2018年に制作された初期版（図1）を原案とした改訂版（図2）である。

改訂版での三次元復元にあたり、「ねぶたの家ワ・ラッセ」に展示されている「ねぶた」を対象に、2種類の三次元情報取得方法（三次元レーザースキャナー、フォトグラメトリー）を比較検討した（図3）。実験は、A. 外部照射点灯（調光）・ねぶた点灯、B. 外部照射消灯・ねぶた点灯、C. 外部照射消灯・ねぶた消灯、D. 外部照射点灯（調光）・ねぶた消灯という条件下で実施した。その結果、三次元レーザースキャナーでは展示室と点灯ねぶたの照度比率調整が難しく、立体情報の正確さや色再現性に課題があった。三次元情報の精度について当アーカイブの目的・目標に照らして検討し、フォトグラメトリーが優位と判定した。



図1. 《じゃわめぐ！青森夏の陣 ねぶた VR》初期版, 2018年, CG/VR制作: 田中亜里沙（東京造形大学卒業研究, 指導教員: 栗野由美）。CGは動画からのフォトグラメトリー, Unity 2018で開発。



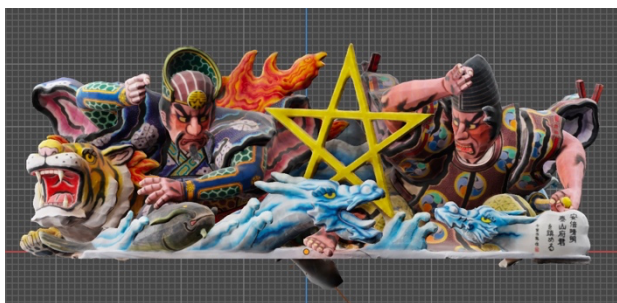
図2. 改訂版, CG: (株)中庭測量コンサルタント・山田修, VR: 周沛彦. Unreal Engine5で開発。



1.



2.



3.



4.

図3. 三次元復元実験. 上から2点は「ねぶたの家ワ・ラッセ」にて2022年3月筆者撮影. 作業・制作: 1-3は株式会社中庭測量コンサルタント・山田修, 4は周沛彦.

1. 包囲光環境の調整実験風景. 2-4とは別体.
2. 完全点灯状態の「ねぶた」撮影風景.
3. フォトグラメトリーによる三次元復元.
4. ゲームエンジンによる「ねぶた」再現.

(2) ねぶたのあるVR空間

初期版は基本的に祭のじゃわめぎ感に力点が置かれ, 「ねぶた」本体の他に配置物が面積を占めており, それらの全体の雰囲気への影響が大きい. 音響はステレオ録音, ステレオ再生である. 改訂版では, 祭のじゃわめぎ感は視覚要素の物語性より, 音響や鑑賞者の位置などに誘発されるUXで提供する方針として要素を絞り, 光の拡散効果も抑えて, より「ねぶた」の視認性を高める工夫をした. また, 光源色シミュレーションや, 時空を超えた同テーマ, 同一作家のねぶたの集合など現実世界では実現不可能な事象の現前を可能にした.

3. 検討とまとめ

「ねぶた」造形は年々, 細かく入り組んだ形状表現が増え, 三次元情報の完全な取得には難度があがっているなか, 本稿では4種類の照明環境条件下で三次元レーザースキャンとフォトグラメトリーを検証し, 当研究の目的・活用計画に照らして, フォトグラメトリーが優位と判定した.

VR空間では自発光する「ねぶた」と宵闇の対比が基本だが, 拡散光効果などの演出も臨場感効果を高める効果が期待できる. 物の配置関係や質感など, 空間構成により鑑賞者の動きに呼応して変化するように感じさせるのは, 三次元空間を移動する動機付けにもなろう. 「ねぶた」の拡散光効果により幻想的な演出と, より「ねぶた」の視認性を高めるため要素配置や照明演出を控えた演出を比較した結果, 現実に即した情報コンテンツと幻想的な映像コンテンツを分けて設定し, 印象を補完し合うよう設計する方針である.

一般的にねぶた師は構造設計図を描かず, 外観下絵から想定して木軸構造を組み, 光源を配置し, 配線していくため, 「ねぶた」造形は属人的な技術により支えられた内部構造による皮膜と言える. 囃子, 踊り手の動態情報, ねぶた師語録, 音響などの情報収集も進めているが, 構造情報, 配線情報, 操作技法など, アーカイブの充実にはより多くの情報取得を要すると承知している. 当面は動態保存・再現に注力する予定である.

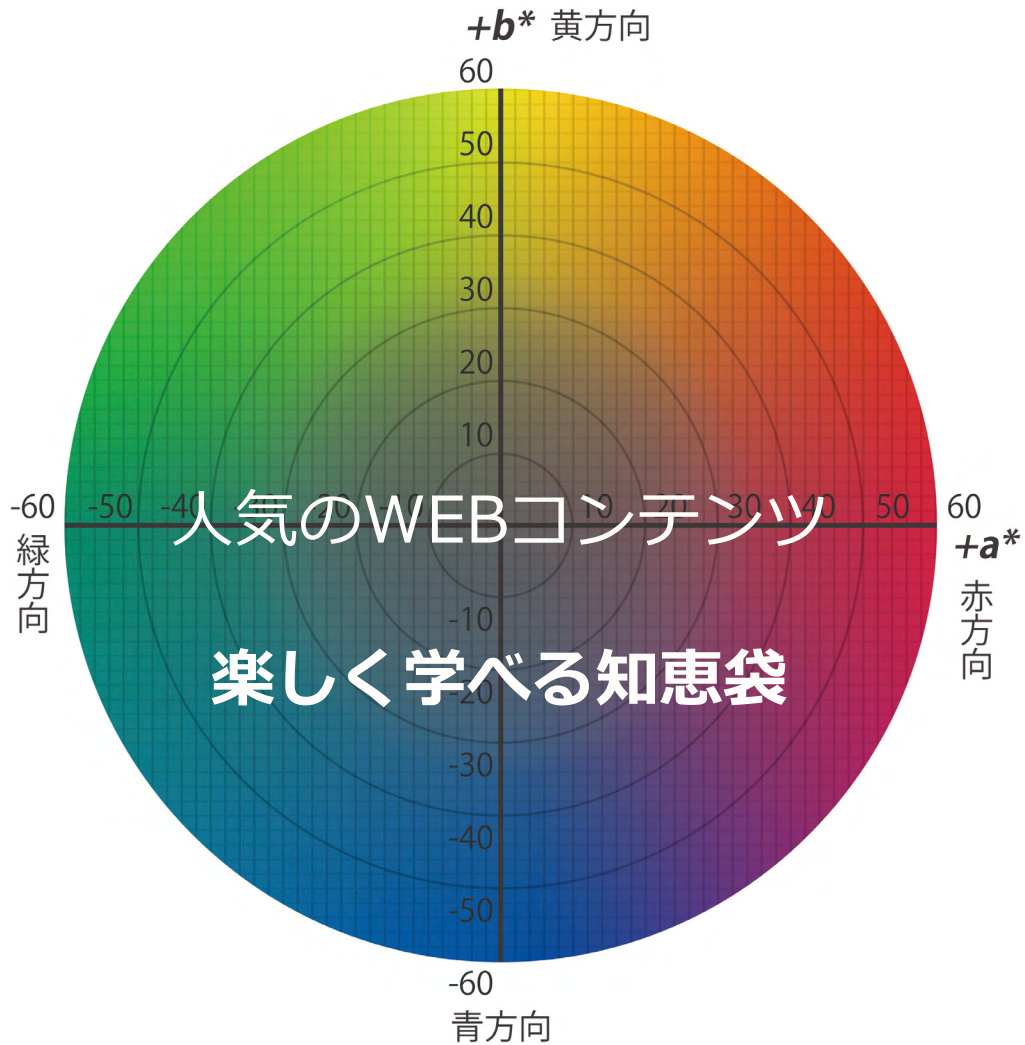
謝辞

当研究は東京造形大学教育研究助成金による支援を受けた(2021年度, 2022年度). 「ねぶたの家ワ・ラッセ」各位には, 撮影, 資料調査, 関係者への取材など, 多大なるご協力をいただいた. また, 千葉作龍氏にはCG演出などに助言をいただいた他, アーカイブの充実に多大なるご協力をいただいた. 上記各位に深く感謝を申し上げる.



KONICA MINOLTA

Giving Shape to Ideas



コニカミノルタ 測色

検索



冊子のダウンロード可能

コニカミノルタ ジャパン株式会社 センシング事業部

<https://sensing.konicaminolta.jp>

カラコムシステム COLORCOM system

カラコムシステムとは

分光光度計とコンピュータを用いた調色サポート・色管理システムです

C O M P U T E R

O

各種色材・用途に対応したシステムを
豊富に取り揃えております

L



プラスチック着色

O



塗料

R



印刷インキ

C O L O R

O

M A T C H I N G

S

y

s

t

e

m



大日精化工業株式会社 CCM開発部

〒123-8555 東京都足立区堀之内1-9-4

Tel: 03(3899)5660 Fax: 03(3899)1574

<https://www.daicolor.com/ccm> E-mail: ccm04@daicolor.co.jp

《EVER-COLORS》®

測光・測色用常用反射標準板

◆ 特 長

- ・ 測定表面の光学的均質性
- ・ 良好な色彩の不偏・不変性
- ・ 測定表面の清浄可能性
- ・ 長期間にわたる性質の恒常性

《EVER-COLORS》は、測光・測色用ワーキングスタンダードとして当社が開発したものであります。その反射率は、可視光線の全域にわたり、高い信頼性をご評価いただいており、表面の清浄可能性にもとづくその安定性とともに、広く世界各国において色彩と分光光学に名声ある専門家各位の賞讃とご愛用を賜っております。



株式会社 エバーズ

〒594-0004 大阪府和泉市王子町3丁目18番17号

電話：0725-41-1655 FAX：0725-41-1658

E-MAIL：evers.corp@nifty.com

URL：http://homepage2.nifty.com/evers/

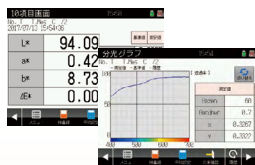
分光色彩計 SPECTROPHOTOMETER

SQ 7700

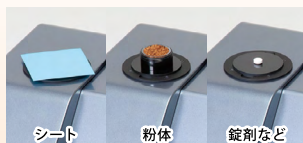
固体・液体・ペレット・フィルムなど
多彩な色彩測定に



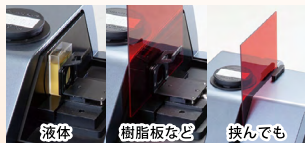
■ 大きく見やすい
カラー液晶画面



■ 反射測定



■ 透過測定



- 広帯域白色LED採用した分光測色計
- 測定波長380nm～780nmを5nm間隔出力
- 正反射光を含む(SCI)/除く(SCE)の同時測定ができます。

分光色彩・ヘーズメーター

SPECTROPHOTOMETER
FOR COLOR, OIL & HAZE

COH 7700

樹脂・フィルム・石油製品色・
飲料水・化粧水などに



1台で4種類の測定が可能

分 光
透 過 率
吸 光 度

色彩値

石 油
製 品 色

ヘーズ

■ 透過(フィルム、樹脂、ガラスなど)の評価



■ 石油製品色測定の評価



- 白色LEDを採用した分光測色・ヘーズメーター
- 色彩と濁りを同時測定可能
- 測定波長400nm～700nmを10nm間隔出力

NDK **NIPPON**
Advanced Technology in Color and Brightness.
DENSHOKU

Ⓒ 日本電色工業株式会社
<http://www.nippondenshoku.co.jp>

本社営業部 / 〒112-0011 東京都文京区千石4-45-17(千石長谷川ビル)
TEL:03-3946-4392(代) FAX:03-3946-1690
大阪営業部 / 〒530-0012 大阪市北区芝田2-8-7(八木ビル)
TEL:06-6372-2963(代) FAX:06-6372-4498