

日本色彩学会誌 第43巻 第3号 SUPPLEMENT (2019)
Journal of the Color Science Association of Japan, Vo.43, No.3 Supplement

日本色彩学会第50回全国大会 [東京] '19 発表論文集
Proceedings of the 50th Annual Meeting

会期：2019年6月1日～2日
会場：東京工芸大学中野キャンパス

*

口頭発表：39件
ポスター発表：37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]	自然画像における彩度・明度コントラスト変調の組み合わせと彩度順応効果 1
	The combination of saturation and luminance contrast modulation on natural images and colorfulness adaptation
	益満大志 (千葉大学大学院融合理工学府), 溝上陽子 (千葉大学大学院工学研究院) Taishi Masumitsu ¹ and Yoko Mizokami ²
	¹ Department of Imaging Sciences, Graduate School of Science and Engineering, Chiba University ² Department of Imaging Sciences, Graduate School of Engineering, Chiba University
[1A-2]	ipRGCがディスプレイの色知覚に与える影響 5
	Effects of ipRGC on color perception for display device
	秋葉航太 (千葉大学大学院), 田中 緑 (千葉大学), 堀内隆彦 (千葉大学大学院) Kota Akiba, Midori Tanaka and Takahiko Horiuchi Chiba University
[1A-3]	閉眼時の明るさ感評価：まぶたの光透過率測定 7
	Brightness evaluation under the closed eyes condition: Measurement of optical transmittance of eyelid
	酒井英樹 (大阪市立大学大学院) Hideki Sakai Osaka City University
[1A-4]	面光源と点光源における光沢感評価 9
	Perceived gloss evaluation under surface light and point light sources
	磯見麻衣, 酒井英樹, 伊與田浩志 (大阪市立大学大学院) Mai Isomi, Hideki Sakai and Hiroyuki Iyota Osaka City University
[2A-1]	肌色の違いによる顔の明るさ知覚の比較 12
	Comparison of brightness perception of face by difference of skin color
	田中 豪, 溝上陽子 (千葉大学) Suguru Tanaka and Yoko Mizokami Chiba university
[2A-2]	肌質感再現のためのマルチスケール光学シミュレーションの拡張 15
	The extension of multi-scale optical simulation for Skin Reappearance
	山口義隆, 吉田那緒子(富士フイルム株式会社 画像技術センター), 谷 武晴(富士フイルム株式会社 先端コア技術研究所) Yoshitaka Yamaguchi ¹ , Naoko Yoshida ¹ and Takeharu Tani ²
	¹ FUJIFILM Corporation Imaging Technology Center ² FUJIFILM Corporation Frontier Core-Technology Laboratories
[2A-3]	コンピュータカラーマッチングを用いた循環不全状態の皮膚サンプルの改良 19
	Improvement of Color Rendering of Skin Samples on Circulatory Failure Status by using Computer Color Matching Method
	秋月有紀 (富山大学), 大住雅之 (オフィス・カラーサイエンス) Yuki Akizuki ¹ and Masayuki Osumi ²
	¹ University of Toyama, ² Office Color Science Co. Ltd.
[2A-4]	有色化処理後の指紋の色情報を用いた画像処理による指紋の鮮明化 21
	Image Enhancement of Pre-processed and Colored Fingerprints using Color Information
	角田英俊, 秋葉教充, 黒木健郎 (科学警察研究所), 日比野和人 (警察庁犯罪鑑識官), 黒沢健至, 土屋兼一, 横田 亮, 井元大輔, 平林学人, 田辺鴻典, 羽合佳範 (科学警察研究所) Hidetoshi Kakuda ¹ , Norimitsu Akiba ¹ , Kenro Kuroki ¹ , Kazuhito Hibino ² , Kenji Kurosawa ¹ , Ken'ichi Tsuchiya ¹ , Ryo Yokota ¹ , Daisuke Imoto ¹ , Manato Hirabayashi ¹ , Kosuke Tanabe ¹ and Yoshinori Hawai ¹
	¹ National Research Institute of Police Science, ² Criminal Identification Division, National Police Agency
[3A-1]	フィルム作品「紅」における特別なフィルターワークとその色彩効果 24
	Special Filter Work and its Color Effects in the Cultural Documentary Film "Beni"
	佐々木 麻衣子 (東京工芸大学工学部工学研究科 工業化学専攻), 矢島 仁 (東京工芸大学芸術学部 映像学科), 東 吉彦 (東京工芸大学工学部 メディア画像学科) Maiko Sasaki, Hitoshi Yajima and Yoshihiko Azuma Tokyo Polytechnic University

[3A-2]	ゲーテの「色を帯びた影」がよく見えるチップLED照明装置……………	28
	An apparatus with chip LEDs suitable for demonstrating Goethe's colored shadows	
	中川 貴 (元 福岡工業大学) Takashi Nakagawa former Fukuoka Institute of Technology	
[3A-3]	照明が演出する絵画の印象……………	30
	Impressions of paintings modulated by lighting	
	西川 恵, 北岡明佳 (立命館大学) Megumi Nishikawa and Akiyoshi Kitaoka Ritsumeikan University	
[3A-4]	適応型階段関数系による展開を用いた絵画画像の色変化ベクトルによる特徴分析の一試行……………	34
	A trial of color image analysis for painting arts with coefficients of a recursive bi-divided step function system	
	室屋泰三 (国立新美術館) Taizo Muroya The National Art Center, Tokyo	
[4A-1]	現代日本人にみられる色彩語彙の特徴：美術系大学生の事例……………	38
	Color terms in Modern Japanese: Case of Students of Art and Design	
	筒井亜湖 (東京工芸大学) Ako Tsutsui Tokyo Polytechnic University	
[4A-2]	ブリティッシュカラーカウンシルとジョージ6世の戴冠式 ……………	41
	British Colour Council and the Coronation of George VI	
	日高杏子 (芝浦工業大学) Kyoko Hidaka Shibaura Institute of Technology	
[4A-3]	日本の色名の近代化……………	43
	Modernization of Japanese Colour Terms	
	國本 学史 (慶應義塾大学) Norifumi Kunimoto Keio University	
[4A-4]	日本文化における紅白の意味 –日本の色彩文化の特質– ……………	47
	The Meaning of Red and White (Ko-haku) in Japanese Culture: The Unique Qualities of Japanese Culture Concerning Color	
	吉村耕治 (関西外国語大学), 山田有子 (挿絵画家・色彩講師) Kohji Yoshimura ¹ and Yuko Yamada ² ¹ Kansai Gaidai University, ² Color Instructor, Illustrator	
[5A-1]	景観計画における色彩制限と気候に関する研究 –274の景観計画を対象として– ……………	51
	A Study on Color Restriction and Climate Landscape Planning – For case studies of 274 enforced landscape plans –	
	加藤美子 (啓新高等学校) Yoshiko Kato Keishin High School	
[5A-2]	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 –鹿児島県を事例として– ……………	55
	Practical research for developing Local identity color method	
	牧野暁世 (鹿児島大学 産学・地域共創センター) Akiyo Makino Kagoshima University Regional Co-creation Center for Industry and Society	
[5A-3]	地域色を把握するための方法論に関する一考察……………	59
	A Study of Method for Researching Local Color	
	杉山朗子 (株式会社日本カラーデザイン研究所) Akiko Sugiyama Nihon Color & Design Institute.inc	
[1B-1]	色と音と光の周波数による, 脳・心・身体への影響実験……………	63
	A Study of the Effects of Wavelength of Color, Sound and Light on The Human Brain , Heart, and Body	
	齊藤美雪 (一般社団法人日本子ども色彩協会, 一般財団法人UNI H&H大学院) Miyuki Saito Japanese child color association, UNI H&H Graduate school	

[1B-2]	二色の配色による色刺激の味覚的な印象……………	67
	Impression of Taste on Color Stimuli in Two Color Scheme	
	櫻井将人 (静岡理工科大学)	
	Masato Sakurai	
	Shizuoka Institute of Science and Technology	
[1B-3]	色弱者の基本色領域……………	69
	Spans of fundamental colors for people with defective color vision	
	伊藤納奈, 佐川 賢 (産業技術総合研究所)	
	Nana Itoh and Ken Sagawa	
	National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)	
[1B-4]	手で探索し思考する色彩演習プログラムについて……………	71
	Color exercise practice program to explore and thought with hand	
	栗野由美, 金澤律子 (東京造形大学)	
	Yumi Awano and Ritsuko Kanazawa	
	Tokyo Zokei University	
[2B-1]	Enlightenment of Cyan Use in Taoist Costumes on Modern Fashion Design ……	75
	Fang Ping, Zheng Xiao Hong	
	RRENMIN UNIVERSITY of CHINA	
[2B-2]	Analysis of the black in Beijing opera costumes ……	79
	Zuo Sifan, Zheng Xiao Hong	
	RRENMIN UNIVERSITY of CHINA	
[2B-3]	The Association between Colors and Emotions among Japanese Adults and Children ……	83
	Mahshid Baniani	
	Faculty of Art and Design, University of Tsukuba	
[2B-4]	Thai color names in different regions of Thailand ……	86
	Nischanade Panitanang ¹ , Chanprapha Phuangsuan ² and Mitsuo Ikeda ²	
	¹ Faculty of Mass Communication Technology, Rajamangala Univ. of Tech. Thanyaburi, Thailand	
	² Color Research Center, Rajamangala Univ. of Tech. Thanyaburi, Thailand	
[3B-1]	平均顔を用いた髪色印象評価の性別・年代別傾向分析……………	90
	Analysis of Gender and Generation-Related Differences in Interpersonal Impressions Generated by Hair Colors	
	中川登紀子 (ハリウッド大学院大学)	
	Tokiko Nakagawa	
	Hollywood Graduate School of Beauty Business	
[3B-2]	中高年男性を対象としたファッション色彩に関する意識調査……………	94
	Consciousness Survey Regarding Fashion Colours Targeting Middle-aged men	
	江良智美 (帝京平成大学現代ライフ学部人間文化学科メディア文化コース)	
	Satomi Era	
	Teikyo Heisei University Faculty of Modern Life Department of Human Culture Media Culture Course Research Associate	
[3B-3]	上衣と下衣の対比印象度及び感性評価に対する柄の大きさや色彩の与える影響……………	97
	The Influence of Size and Color of Pattern on Contrast Impact of Two-Piece Garments and KANSEI Evaluation	
	高石耕平 (宇都宮大学), 今津果歩子, 藤本純子 (同志社女子大学), 石川智治 (宇都宮大学)	
	奥田紫乃 (同志社女子大学), 阿山みよし (宇都宮大学)	
	Kohei Takaishi ¹ , Kahoko Imazu ² , Junko Fujimoto ² , Tomoharu Ishikawa ¹ , Shino Okuda ² and Miyoshi Ayama ¹	
	¹ Utsunomiya University	
	² Doshisha Women's College of Liberal Arts	
[3B-4]	衣服の色相選択と緊張感の調査研究……………	99
	The Research Study in Hue Selection of Clothes and Nervous	
	昆野照美 (c.w.i), 柿山浩一郎 (札幌市立大学)	
	Terumi Konno ¹ and Koichiro Kakiyama ²	
	¹ Color Working Institute	
	² Sapporo City University	

[4B-1]	室内空間の雰囲気に適した壁紙 –壁紙の色と模様による心理効果の実験– Wallpaper for Different Indoor Space Atmosphere : Psychological Experiment on Wallpaper Color and Pattern 庄 怡 (筑波大学 芸術系), 阿部楓子 (筑波大学 芸術専門学群 構成専攻), 山本早里 (筑波大学 芸術系) Yi Zhuang ¹ , Fuko Abe ² and Sari Yamamoto ¹ ¹ Faculty of Art and Design, University of Tsukuba ² School of Art and Design, University of Tsukuba	103
[4B-2]	有彩色照明が在室者の色の見えに与える影響 The influence of lighting by used chromatic light on color appearance 戸倉三和子 (帝塚山大学) Miwako Tokura Tezukayama University	107
[4B-3]	ヘッドマウントディスプレイとデスクトップディスプレイを用いたシーン画像に対する色知覚の比較 Comparison of Color Perception in Scene Images using Head-Mounted Display and Ordinary Desktop Display 西村和昇, 平井経太, 堀内隆彦 (千葉大学大学院) Tomonori Nishimura, Keita Hirai and Takahiko Horiuchi Chiba University	111
[4B-4]	物品画像の色の違いの許容度 – e-commerce取引を念頭に置いて – Allowable color difference between goods and their images 榎 究 (実践女子大学), 森田和奏, 山村里奈 (元実践女子大学) Kiwamu Maki, Wakana Morita and Rina Yamamura Jissen Women's University	113
[5B-1]	Enhanced effect of simultaneous color contrast with tissue paper Mitsuo Ikeda Color Research Center, Rajamangala Univ. of Tech. Thanyaburi, Thailand	117
[5B-2]	Device dependent simultaneous color contrast Chanprapha Phuangsuan and Mitsuo Ikeda Color Research Center, Rajamangala Univ. of Tech. Thanyaburi, Thailand	121
[5B-3]	Color names not expressible by 11 basic colors for Thai people Siriwan Sonkaew ¹ , Chanprapha Phuangsuan ² , Mitsuo Ikeda ² and Nischanade Panitanang ¹ ¹ Faculty of Masscommunication Technology, Rajamangala Univ. of Tech. Thanyaburi, Thailand ² Color Research Center, Rajamangala Univ. Tech. Thanyaburi, Thailand	125
[5B-4]	Improvement of the color discrimination of elderlies with a spot lighting Napasorn Wisestoom ¹ , Mitsuo Ikeda ² and Chanprapha Phuangsuan ² ¹ Faculty of Masscommunication Technology, Rajamangala Univ. of Tech. Thanyaburi, Thailand ² Color Research Center, Rajamangala Univ. Tech. Thanyaburi, Thailand	128
[P1A-1]	手で探索し思考する色彩演習実践成果物 Color exercise practice work to explore and thought with hand 粟野由美, 金澤律子 (東京造形大学) Yumi Awano and Ritsuko Kanazawa Tokyo Zokei University	131
[P1A-2]	幼児の平面表現の特徴 –色シール課題による性差の検討– Characteristics of child's plane expression –Sex difference analysis through tasks using color stickers– 島田由紀子 (國學院大学), 大神優子 (和洋女子大学) Yukiko Shimada ¹ and Yuko Ohgami ² ¹ Kokugakuin University, ² Wayo Women's University	135
[P1A-3]	机上作業時の心理評価に及ぼす色彩の影響 –高年者と若年者との比較2– Influences of Color on the Psychological Evaluation During Desk Work –Comparison of Elderly People and Young People 2– 松田博子 (カラーコンサルタントスタジオ), 名取和幸 (日本色彩研究所), 破田野智美 (立命館大学人間科学研究所) Hiroko Matsuda ¹ , Kazuyuki Natori ² and Tomomi Hatano ³ ¹ Color Consultant Studio, ² Japan Color Research Institute, ³ Institute of Human Sciences, Ritsumeikan University	137
[P1A-4]	白と黒の表面が触り心地に及ぼす影響 –高齢者を対象とした実験– The effect of white and black surface for tactile textures : an experiment on elderly persons 稲葉 隆 (日本カラーデザイン研究所) Takashi Inaba Nippon Color & Design Research Institute INC	141

[P1A-5]	GMMによるアゲハチョウ科の配色傾向の分析.....	144
	Color combination analysis of papilionidae butterflies using Gaussian mixture models	
	梯 絵利奈 (千葉大学大学院 工学研究科), 村松慶一 (埼玉大学大学院 理工学研究科), 日比野 治雄 (千葉大学大学院 工学研究科) Erina Kakehashi ¹ , Keiichi Muramatsu ² and Haruo Hibino ¹ ¹ Chiba University, Graduate School of Engineering ² Saitama University, Graduate School of Science and Engineering	
[P1A-6]	Web上の大規模データの解析による Moon & Spencer の色彩調和論における「美度」の妥当性の検証	148
	Verification of "Aesthetic Measure" in Moon & Spencer's Color Harmony Theory by Analysis of Large Scale Data on the Web	
	吉賀なお, 深井英和 (岐阜大学) Nao Yoshiga and Hidekazu Fukai Gifu University	
[P1A-7]	白色LEDの分光分布と物体色の三刺激値の関係	151
	Relationship between Spectral Distribution of White LED and Tristimulus Values of Object Colors	
	吉村由利香, 大江 猛 (大阪産業技術研究所) Yurika Yoshimura and Takeru Ohe Osaka Research Institute of Industrial Science and Technology	
[P1A-8]	光の3原色光と白色光が与える体感温度への心理的・生理的影響	155
	Psychological and physiological effects on the sensible temperature given by the three primary colors of light and white light	
	佐々木 柁, 大河原 翔, 金指洗稀, 三栖貴行 (神奈川工科大学) Shu Sasaki, Sho Ookawara, Koki Kanezashi and Takayuki Misu Kanagawa Institute of Technology	
[P1A-9]	異なる照度における色差の属性判別.....	159
	Discrimination of Color Difference Attribute under Different Illuminances	
	林 涼介, 森野晃司, 東 吉彦 (東京工芸大学) Ryosuke Hayashi, Koji Morino and Yoshihiko Azuma Tokyo Polytechnic University	
[P1A-10]	照明光色が内装材の色の見えの自然さに与える影響.....	163
	Effects of Light Colour on Naturalness of Colour Appearance of Interior Material	
	宮田早絵 (同志社女子大学大学院), 奥田紫乃 (同志社女子大学) Sae Miyata and Shino Okuda Doshisha Women's College of Liberal Arts	
[P2A-1]	地域特色に着目した景観色彩研究.....	165
	Landscape Color Research Focusing on Regional Characteristics	
	鄭曉紅 (中国人民大学) Zheng Xiaohong Renmin University of China	
[P2A-2]	医療福祉を学ぶ大学生の色彩嗜好と性格特性の関連.....	169
	Association of color preference and personality characteristics in the student who learns health and welfare	
	大石如香, 石本 豪 (新潟医療福祉大学言語聴覚学科) Yuka Oishi and Go Ishimoto Department of Speech, Language, and Hearing Sciences, Niigata University of Health and Welfare	
[P2A-3]	自家用車の購入回数と免許保有がもたらす自動車ボディカラー選択への影響.....	172
	The Effect of Previous Purchase History and Driver's License Status on Automobile Color Choices	
	小畑 慧 (芝浦工業大学大学院), 日高杏子 (芝浦工業大学) Satoshi Obata ¹ and Kyoko Hidaka ² ¹ Shibaura Institute of Technology Graduate School, ² Shibaura Institute of Technology	
[P2A-4]	色彩からの連想に基づくポジティブ感情の喚起.....	174
	Evoking positive emotions through associations from colors	
	菊谷敬子 (北海道大学大学院文学研究科), 前原吾朗 (神奈川大学人間科学部), 川端康弘 (北海道大学大学院文学研究科) Takako Kikuya ¹ , Goro Maehara ² and Yasuhiro Kawabata ¹ ¹ Graduate School of Letters, Hokkaido University ² Department of Human Sciences Kanagawa University	

[P2A-5]	「ワクワク」感の色彩描画表現に関する研究 –日韓大学生の比較–	178
	Study on representation by color of "WAKUWAKU" Feeling –A Comparative research between Japanese and Korean university students– 婁 湖珠 (信州大学 総合理工学研究科学専攻 感性工学 博士課程研究員), 佐々木千加 (水原大学校 衣類学科) Hojoo Bae ¹ and Chika Sasaki ² ¹ Interdisciplinary Graduate School of Science and Technology, Kansei Engineering Unit, Shinshu University ² University of Suwon, Dept. of Clothing & Textiles	
[P2A-6]	表情の典型色が及ぼす表情認知への影響	180
	Typical color of emotional facial expression affects judgment for facial expression 高橋文代, 川端康弘 (北海道大学大学院文学研究科 心理システム科学講座) Fumiyo Takahashi and Yasuhiro Kawabata Department of Psychology, Hokkaido University	
[P2A-7]	香りに対する調和色を用いた香りの分類	183
	Classification of fragrance by matched color 若田忠之 (早稲田大学 グローバルエデュケーションセンター) Tadayuki Wakata Waseda University Global Education Center	
[P2A-8]	ライティングドームイルミネーション	187
	Lighting Dome for Illumination 内田孝幸 (東京工芸大学 工学部メディア画像学科), 久原泰雄 (東京工芸大学 芸術学部インタラクティブメディア学科) 川村仁志 (同 バリアブルデザイン) Takayuki Uchida, Yasuo Kuhara and Satoshi Kawamura Tokyo Polytechnic University	
[P2A-9]	多重CMY立方体を利用した減法混色教材	190
	Subtractive color mixing educational tool using multiple CMY cubes 宮崎桂一 (キュービクスデザイン), 東 吉彦, 内田孝幸 (東京工芸大学) Keiichi Miyazaki ¹ , Yoshihiko Azuma ² and Takayuki Uchida ² ¹ Cubics Design, ² Tokyo Polytechnic University	
[P1B-1]	Unattractive Colors for Plain Cigarette Packaging Design	192
	Jitpinun Meekaew ¹ , Kitirochna Rattanakasamsuk ² , Natwipa Sinsuwan ¹ and Chanprapha Phuangsuan ² ¹ Faculty of Mass Communication Technology, Rajamangala Univ. of Tech. Thanyaburi, Thailand ² Color Research Center, Rajamangala Univ. of Tech. Thanyaburi, Thailand	
[P1B-2]	Color Transition of a Bio-based Ready-to-serve Label Using Extracted Dye from Red Dragon Peel	195
	Surachai Khankaew ¹ , Sirirach Chinarunmangkorn ¹ and Chanprapha Phuangsuan ² ¹ Department of Digital Printing and Packaging Technology, Faculty of Mass Communication Technology, Rajamangala Univ. of Tech. Thanyaburi, Thailand ² Color Research Center, Faculty of Mass Communication Technology, Rajamangala Univ. of Tech. Thanyaburi, Thailand	
[P1B-3]	Computer Assisted Instruction for Low Computer Assisted Instruction for Low Vision Children Vision Students	199
	Supannika Yongsue ¹ , Kamron Yongsue ² and Chanprapha Phuangsuan ³ ¹ Digital Media Technology, Faculty of Mass Communication, Rajamangala Univ. of Tech. Thanyaburi, Thailand. ² Radio and Television Broadcasting Technology, Faculty of Mass Communication, Rajamangala Univ. of Tech. Thanyaburi, Thailand ³ Color Research Center, Faculty of Mass Communication Technology, Rajamangala Univ. of Tech. Thanyaburi, Thailand	
[P1B-4]	キャンセル	201
[P1B-5]	Influence of Extraction Methods on Dye Intensity of Onion Peel and Its Color Transition in Natural pH-dye Application	203
	Surachai Khankaew ¹ , Kittapaht Phanboonkerd ¹ , Wasupol WaiWong ¹ and Chanprapha Phuangsuan ² ¹ Department of Digital Printing and Packaging Technology, Faculty of Mass Communication Technology, Rajamangala Univ. of Tech. Thanyaburi, Thailand ² Color Research Center, Faculty of Mass Communication Technology, Rajamangala Univ. of Tech. Thanyaburi, Thailand	

[P1B-6]	The influence of ink-film thickness of screen printing to the defective recognition	207
	Akaradet Tongsuwan ¹ and Chanprapha Phuangsuan ²	
	¹ Faculty of Mass Communication Technology, Rajamangala Univ. of Tech. Thanyaburi, Thailand	
	² Color Research Center, Rajamangala Univ. of Tech. Thanyaburi, Thailand	
[P1B-7]	Used of Color Filers to Simulate a Healthy Skin Appearance for Photography	209
	Chanida Saksirikosol ¹ , Ladinpat Artsawameathawong ¹ , Ploy Srisuro ¹ and Chanprapha Phuangsuan ²	
	¹ Department of Advertising and Public Relations Technology, Rajamangala Univ. of Tech. Thanyaburi, Thailand	
	² Color Research Center, Rajamangala Univ. of Tech. Thanyaburi, Thailand	
[P1B-8]	The Influence of Background Color of Silver Jewelry Advertising on Purchasing Decision	211
	Jarunee Jarernros ¹ , Ploy Srisuro ¹ and Chanprapha Phuangsuan ²	
	¹ Department of Advertising and Public Relations Technology, Rajamangala Univ. of Tech. Thanyaburi, Thailand	
	² Color Research Center, Rajamangala Univ. of Tech. Thanyaburi, Thailand	
[P2B-1]	少数色覚者 (赤緑色弱) の美的感覚	214
	Beauty sense of Protan and Deutan	
	市原恭代 (工学院大学), 坂本 隆 (産業総合研究所)	
	Yasuyo G. Ichihara ¹ and Takashi Sakamoto ²	
	¹ Kogakuin University, ² National Institute of Advanced Industrial Science and Technology	
[P2B-2]	2色覚の記憶色再生	216
	Memory Colors in Dichromats	
	須長正治 (九州大学大学院), 清水郁哉, 天野夏希, 佐藤雅之 (北九州市立大学)	
	Shoji Sunaga ¹ , Ikuya Shimizu ² , Natsuki Amano ² and Masayuki Sato ²	
	¹ Kyushu University, ² University of Kitakyushu	
[P2B-3]	広色域ディスプレイの多原色化による異常3色覚のオブザーバメタメリズム軽減シミュレーション	219
	A Simulation Study of Reducing Observer Metamerism for Anomalous Trichromats by Multi-channel of Wide Color Gamut Display	
	桂 重仁, 須長正治 (九州大学大学院), 矢口博久 (千葉大学)	
	Shigehito Katsura ¹ , Shoji Sunaga ¹ and Hirohisa Yaguchi ²	
	¹ Kyushu University, ² Chiba University	
[P2B-4]	Effect of tissue on color appearance of objects	222
	Benjawan Kimcheang ¹ , Mitsuo Ikeda ² and Chanprapha Phuangsuan ²	
	¹ Faulty of Mass Communication Technology, Rajamangala Univ. of Tech. Thanyaburi, Thailand	
	² Color Research Center, Rajamangala Univ. of Tech. Thanyaburi, Thailand	
[P2B-5]	Skin color of Thai people	226
	Atitaya Sangngiew ¹ , Chanprapha Phuangsuan ² and Mitsuo Ikeda ²	
	¹ Faculty of Masscommunication Technology, Rajamangala Univ. of Tech. Thanyaburi, Thailand	
	² Color Research Center, Rajamangala Univ. Tech. Thanyaburi, Thailand	
[P2B-6]	Influence of glare on the color appearance of objects for elderies in a tunnel	230
	Parichat Boonreung ¹ , Chanprapha Phuangsuan ² and Mitsuo Ikeda ²	
	¹ Faculty of Mass communication Technology, Rajamangala Univ. of Tech. Thanyaburi, Thailand	
	² Color Research Center, Rajamangala Univ. Tech. Thanyaburi, Thailand	
[P2B-7]	Colors to represent fragrance	233
	Chanisthar Trainaja ¹ , Chanprapha Phuangsuan ² and Mitsuo Ikeda ²	
	¹ Faculty of Masscommunication Technology, Rajamangala Univ. of Tech. Thanyaburi, Thailand	
	² Color Research Center, Rajamangala Univ. Tech. Thanyaburi, Thailand	
[P2B-8]	Color of lips and skin	237
	Kanjana Kerdsawad ¹ , Chanprapha Phuangsuan ² and Mitsuo Ikeda ²	
	¹ Faculty of Masscommunication Technology, Rajamangala Univ. of Tech. Thanyaburi, Thailand	
	² Color Research Center, Rajamangala Univ. Tech. Thanyaburi, Thailand	
[P2B-9]	Chromatic Adaptation on a 2D Picture	241
	Jaruwan Chaisang ¹ , Chanprapha Phuangsuan ² and Mitsuo Ikeda ²	
	¹ Faculty of Masscommunication Technology, Rajamangala Univ. of Tech. Thanyaburi, Thailand	
	² Color Research Center, Rajamangala Univ. Tech. Thanyaburi, Thailand	
[P2B-10]	Photograph to present light source color mode as the real scene	245
	Onsucha Upakit ¹ , Chanprapha Phuangsuan ² and Janjira Mepean ¹	
	¹ Faculty of Mass Communication Technology, Rajamangala Univ. of Tech. Thanyaburi, Thailand	
	² Color Research Center, Rajamangala Univ. of Tech. Thanyaburi, Thailand	

自然画像における彩度・明度コントラスト変調の 組み合わせと彩度順応効果

The combination of saturation and luminance contrast modulation on natural images and colorfulness adaptation

益満大志
溝上陽子

Taishi Masumitsu
Yoko Mizokami

千葉大学大学院
千葉大学大学院

Chiba University
Chiba University

Keywords: 彩度順応, 彩度, 明度コントラスト, 自然さ, 自然画像.

1. はじめに

私たちは、明るさや色相の変化だけでなく、彩度に対しても順応することができる。

Mizokami et al.¹⁾ は、画像の彩度に対する順応効果を示し、自然な空間特性を持つ自然画像の方が、不自然な分割画像よりも彩度順応の効果が高いことを明らかにした。しかし、この結果からは画像の空間特性、画像の知覚される自然さのどちらが順応効果に影響するのかは明らかになっておらず、また、変調は彩度方向のみを変化させた条件で検討を行っていた。

一方、Nakano et al.²⁾ は、自然画像において彩度の上昇（低下）と同時に輝度コントラストを上昇（低下）させると、彩度のみを上昇（低下）させた場合よりも自然に見えることを明らかにした。つまり、彩度と輝度コントラストの変調の組み合わせによって画像の知覚される自然さが変化する。もし画像の彩度順応効果が知覚される自然さに影響を受けるのであれば、彩度・輝度コントラスト変調による自然さも順応効果に影響を与える可能性がある。

そこで本研究では、空間特性を保ったまま画像の彩度・明度コントラストを様々な組み合わせで変調し、画像の自然さと彩度順応効果との関係を明らかにする。

2. 実験

2.1 実験環境

実験は、暗室ブースで行った。ブース内にはLCD モニタ、顎台を設置した。被験者は顎台で頭部を固定し、視距離を 80 cm に保った。

2.2 実験刺激

6 種類の自然画像に対して彩度と明度コントラストを変調し、順応刺激を作成した。順応刺激は、何も変調をしていない原画像、彩度のみを変調した画像（彩度変調刺激）、彩度・明度コントラストをともに上昇（低下）させる方向に変調した画像（自然変調刺激）、彩度の上昇（低下）と同時に明度コントラストを低下（上昇）させ、不自然に感じるよう変調した画像（不自然変調刺激）の 4 条件とした。明度コントラストは、CIE1976 $L^*a^*b^*$ 色空間における L^* のコントラストに変調係数 j を、彩度はメトリッククロマ C^*_{ab} に変調係数 k をかけて変調した。順応刺激の変調係数の組み合わせ (j_a, k_a) による変調刺激を図 1 に示す。テスト刺激は、順応刺激に含まれない自然画像 1 種類に彩度変調、自然変調、不自然変調にてそれぞれ 7 段階に変調し、作成した。

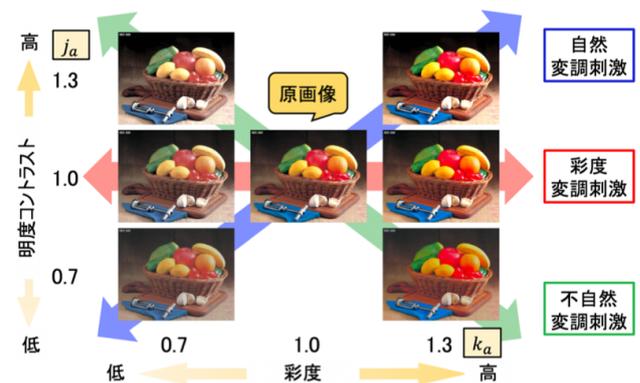


図 1 順応刺激の変調条件

2.3 実験手順

本実験は、恒常法にて行った。はじめに 3 分間の暗順応を行った後、同じ変調係数の順応刺激 6 種類を 2 秒ごとに異なる位置にランダムに呈示し、2 分間の順応を行った。その後テスト刺激 1 枚を 3 秒間呈示し、被験者は呈示されたテスト刺激に対し、「鮮やかに見える」または「色褪せて見え

る」の二者強制選択で応答した。その後、順応刺激を先ほどと同様に 10 秒間呈示する再順応を挟んで、次のテスト画像を呈示した。これを繰り返し、全テスト刺激をランダムに 5 回ずつ呈示した。これを異なる変調係数の順応刺激に対しても同様に行った。ここまでの流れを 1 セッションとし、計 3 セッション行った。この手順を、各順応条件で繰り返した。また、コントロール条件として、順応なしでテスト画像の鮮やかさを応答する条件も行った。被験者は、色覚正常者 5 名とした。

3. 結果

テスト刺激が「鮮やかに見える」と応答した確率が 50% の時の変調係数 k_b をプロビット解析にて求め、閾値 k_t とした。結果の例として、テスト刺激に彩度変調刺激を用いた条件における被験者 Obs.1 の、順応刺激の彩度変調係数 k_a と閾値 k_t の関係を図 2 に示す。

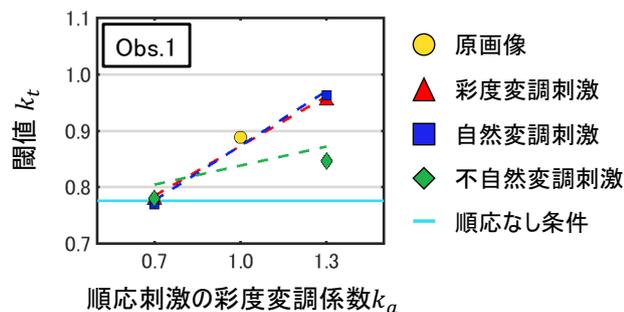


図 2 順応刺激の彩度変調係数 k_a と閾値 k_t の関係 (被験者 Obs.1)

図 2 より、全ての順応刺激の条件で順応刺激の彩度が上がるほど「鮮やかに見える」の境界の閾値が上がった。すなわち、彩度順応効果が見られた。図 2 における点線は、各順応刺激の条件で、低彩度側 ($k_a = 0.7$) での結果、高彩度側 ($k_a = 1.3$) での結果、原画像に順応した時の結果の 3 点に対して、最小二乗法により線形近似したものである。

また、各順応刺激の条件における閾値と、順応なし条件での閾値の差を取り、彩度順応効果と定義した。図 3 に、テスト刺激に彩度変調刺激を用いた条件における、各順応刺激の条件での彩度順応効果の被験者平均を示す。エラーバーは、標準偏差 (SD) を表している。

図 3 より、低彩度側 ($k_a = 0.7$) では、どの順応刺激の条件でも順応なし条件での閾値との差がほとんどなく、彩度順応効果は見られなかった。これは、今回は原画像を元に変調を行ったが、結

果として低彩度順応条件が順応なし条件と同等の彩度条件で順応させることになったためと考えられる。低彩度側の効果を検証するには、より低い彩度条件での実験が必要である。一方、高彩度側 ($k_a = 1.3$) では、彩度変調刺激、自然変調刺激に順応した時、大きな彩度順応効果が見られた。不自然変調刺激に順応した場合でも彩度順応効果は見られたものの、それらと比べると順応効果は比較的小さいという結果になった。この傾向は、全ての被験者で一貫して見られた。

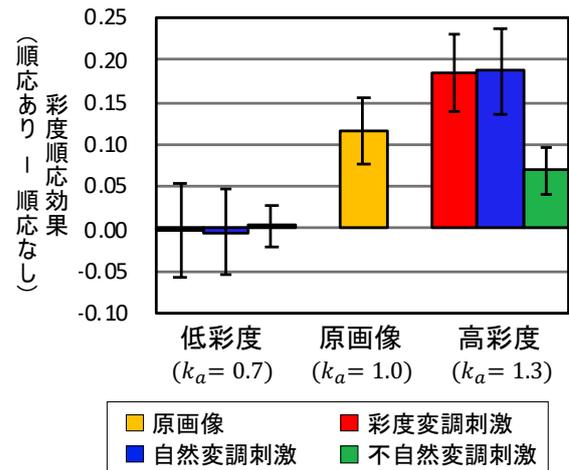


図 3 彩度変調刺激をテスト刺激とした場合の各順応刺激における彩度順応効果 (順応あり条件の閾値 - 順応なし条件の閾値)

また、テスト刺激に自然変調刺激を用いた条件における、各順応刺激の条件での彩度順応効果の被験者平均を図 4 に示す。

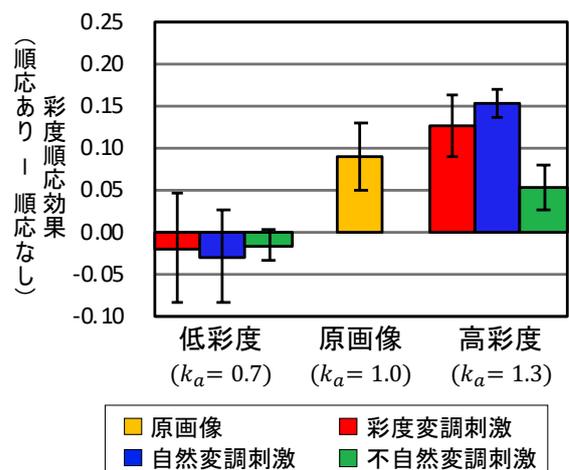


図 4 自然変調刺激をテスト刺激とした場合の各順応刺激における彩度順応効果 (順応あり条件の閾値 - 順応なし条件の閾値)

図4より、テスト刺激に自然変調刺激を用いた条件でも、彩度変調刺激を用いた場合と同様の傾向が見られた。

さらに、テスト刺激に不自然変調刺激を用いた条件における、各順応刺激の条件での彩度順応効果を図5に示す。この条件では2人の被験者で実験を行っており、それぞれの個人結果を図5に示す。図5より、テスト刺激に不自然変調刺激を用いた条件では、彩度順応効果は他のテスト刺激の条件と比べて全体的に小さい傾向が見られた。しかし、低彩度側で特別な傾向が見られないこと、高彩度側で順応刺激が不自然変調刺激である時、順応効果が最も小さくなったことは、他のテスト刺激の条件における結果と共通していた。

以上より、テスト刺激の変調が異なっても、彩度順応効果の傾向に違いは現れないと言える。

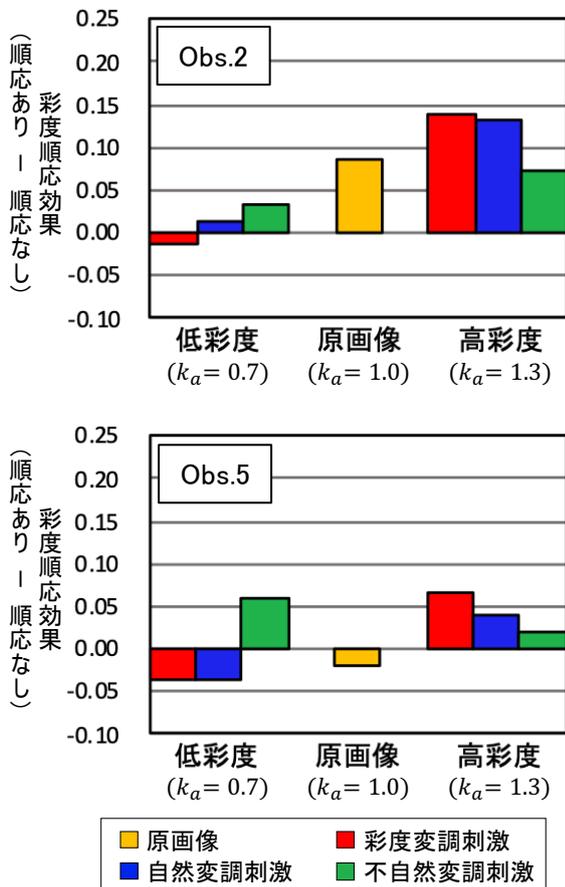


図5 不自然変調刺激をテスト刺激とした場合の各順応刺激における彩度順応効果 (順応あり条件の閾値 - 順応なし条件の閾値)

4. 考察

彩度順応効果と画像の知覚される自然さの関連を確かめるため、全ての被験者に対して順応刺

激の自然さ評価を実施した。「最も不自然に見える」を1点、「最も自然に見える」を6点とし、被験者は実験で使用した全ての順応刺激の自然さを6段階の点数で評価した。これを各被験者に対して3回実施した。図6に、順応刺激の自然さ評価の結果と全てのテスト刺激の条件における彩度順応効果の関係を、低彩度側 ($k_a = 0.7$), 高彩度側 ($k_a = 1.3$) でそれぞれ示す。エラーバーは、標準偏差 (SD) を表している。

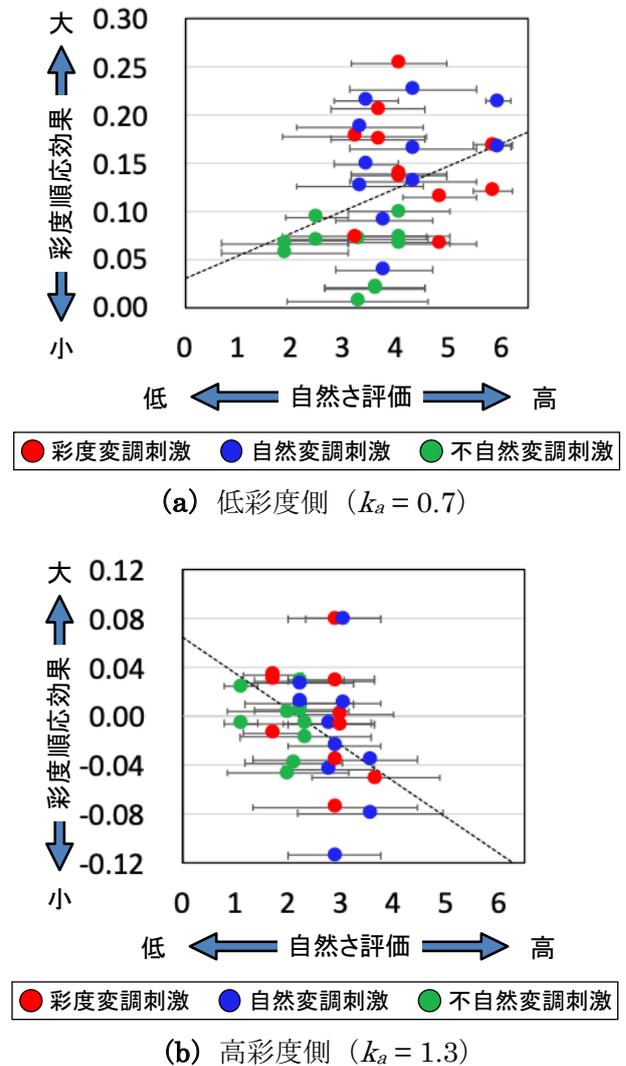


図6 順応刺激の自然さ評価の結果と全てのテスト刺激の条件における彩度順応効果の関係

図6より、彩度順応効果が大きかった彩度変調画像、自然変調画像の条件では、順応刺激の自然さ評価が高い傾向にあった。一方、彩度順応効果が小さかった不自然変調画像の条件では、自然さ評価が低い結果となった。

これらの結果から、順応刺激の自然さ評価と彩度順応効果の相関を計算すると、低彩度側で $r = -0.43$ の負の相関、高彩度側では $r = 0.37$ の正の

相関が見られた。つまり、順応刺激の自然さが高いほど、順応効果は大きい傾向が見られた。自然さ評価と彩度順応効果の相関がそれほど高くなかった原因としては、被験者間での結果のばらつきが大きいことが挙げられる。

また、Nakano et al.²⁾の結果より、自然変調刺激は、彩度変調刺激よりも自然さ評価が高いと予測していた。しかし、この2つの順応刺激の条件では、自然さ評価に差が見られなかった。そのため、今回刺激の変調に用いた彩度変調係数の範囲では、彩度変調刺激は全て自然に見え、特別不自然には感じられなかった可能性がある。この2条件では彩度順応効果にも違いが見られなかったことから、順応刺激の自然さ評価と彩度順応効果は対応していると考えられる。

5. 結論

画像の彩度順応効果は、彩度・明度コントラスト変調による画像の自然さが高いほど大きいことが示された。これは、画像の彩度順応効果は、彩度・明度コントラスト変調による画像の自然さに影響を受けることを示唆している。

参考文献

- 1) Mizokami et al.: Effect of spatial structure on colorfulness adaptation for natural images, *Journal of the Optical Society of America A*, 29, 118-127 (2012)
- 2) Nakano et al.: The effect of color saturation and luminance contrast on color naturalness, *Journal of Vision*, 9(8):1040, 1040a (2009)

ipRGC がディスプレイの色知覚に与える影響

Effects of ipRGC on color perception for display device

秋葉 航太 Kota Akiba 千葉大学大学院 Chiba University
 田中 緑 Midori Tanaka 千葉大学 Chiba University
 堀内 隆彦 Takahiko Horiuchi 千葉大学大学院 Chiba University

Keywords: ipRGC, 色再現, 色知覚, ディスプレイ, 色補正

1. はじめに

21世紀に入り、哺乳動物の網膜上に錐体、桿体とは別の新たな光受容体が発見され、内因性光感受性網膜神経節細胞(ipRGC: intrinsically photosensitive retinal ganglion cell)と名付けられた。従来の研究では、ipRGCは概日リズムの調節などの非画像形成機能に影響を与えているとされてきたが、近年、ipRGCが視知覚に影響を与えているという報告が増えている(例えば[1])。しかしながら、それらの報告はいずれも、厳密に管理された環境下の実験に基づいている。本稿では、ipRGCが一般のディスプレイの色知覚に与える影響について、実験的に検証する。

2. 実験用ディスプレイの特性

本実験では、桿体の影響を抑制するために、最大輝度 2000cd/m² を有する液晶ディスプレイ(SHARP PN-A601)を使用した。ディスプレイの色校正のために、各RGB値と輝度Yの関係を表すLook-Up Table(LUT)を実測によって求め、これに基づいて色再現を行った。さらに、X-Rite カラーチェッカーをLED天井照明(約6000K)下に設置し、全24色に対して手動で再現色の微調整を行った。その結果、CIEΔE色差は全色平均1.15、最大2.85で色再現できることを確認した。

3. 実験方法

本実験では、カラーパッチと高輝度ディスプレイ上の再現画像との間でカラーマッチングを実施した。双方の色の分光分布は異なるため、もしipRGCが色知覚に影響している場合には、必ずしも色差が最小とはならないマッチング結果が予

想される。

実験環境を図1に示す。被験者は正常色覚を有する男女10名である。被験者からディスプレイまでの視距離は1.5m、カラーパッチまでの視距離は約0.6mであり、双方の色を並置して観察できる。いずれの色刺激の視野角も3.4°となる。カラーマッチングでは、被験者が色相、彩度、明度を自由に調整した。カラーマッチングの初期値として、測色的な再現色(色差が最小となる色)とした。

実験には、カラーチェッカー色の中から、再現精度が良かった7色(red, blue, moderate red, blue sky, magenta, cyan, white)を用いた。特に、ipRGCの視感度のピークである488nm付近の作用を確認するために、短波長成分を多く含む色と少ない色を選択した。被験者に調色の調整に慣れてもらうためにトレーニングを行った後に実験を行い、終了したときのディスプレイの再現色を、分光放射輝度計(KONICA MINOLTA CS-2000)を用いて計測した。

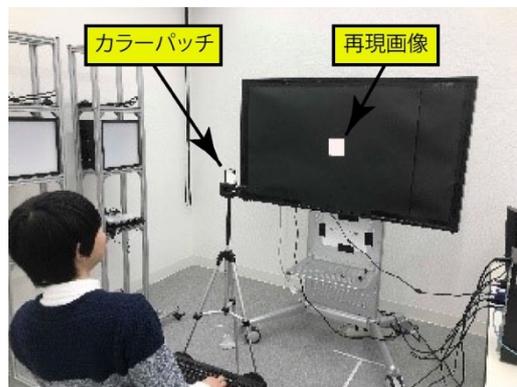


図1. 実験環境

4. 実験結果

カラーマッチング後の再現色とカラーパッチのCIEΔE色差を求め、被験者10名の平均をと

った結果を、測色的な色再現の色差とあわせて図2に示す. 測色的な色再現の7色の色差平均は1.5であったのに対して、カラーマッチング後の色差平均は9.5となった. 色差の比率を求めたところ、 $(L^* : a^* : b^*) = (0.74 : 0.14 : 0.12)$ となり、主に L^* の知覚量の違いが影響していることがわかる. 色ごとの色差の比率を解析したところ、例えばblueでは $(L^* : a^* : b^*) = (0.50 : 0.11 : 0.39)$ となり、低波長に高いエネルギーを有する色では、 b^* の比率が高いことが分かった. この結果は、ipRGCがディスプレイの色知覚に影響を与えている可能性を示唆している.

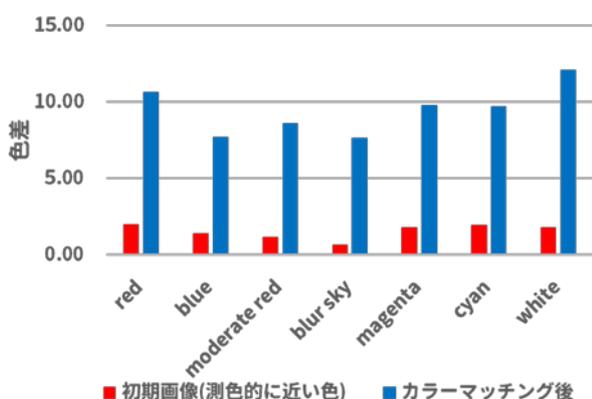


図2. 被験者10名の平均色差

5. 補正式の作成

ipRGCは神経節細胞であることから、錐体信号を変調する形で作用していると仮定した. そこで、従属変数を「目標のカラーパッチのCIE XYZ」とし、独立変数を「ipRGC吸収率」と「カラーマッチング後のディスプレイのCIE XYZ」として重回帰を行うことにより、ipRGCを考慮したXYZの補正式を導出した. データ数は被験者10名に対して色刺激が7種類あるため、全部で70データである. ipRGC吸収率は、ipRGCの分光感度[2]とディスプレイの再現色の分光分布を用いて求めた. 導出された回帰式を以下に示す.

$$X_{ipRGC} = 14.97 + 14.39 \times ipRGC + 1.46 \times X_m \quad (1)$$

$$Y_{ipRGC} = -1.26 + 66.88 \times ipRGC + 1.45 \times Y_m \quad (2)$$

$$Z_{ipRGC} = -59.45 + 411.35 \times ipRGC + 1.25 \times Z_m \quad (3)$$

式(1)の変数は、 X_{ipRGC} が予測値、 $ipRGC$ がipRGC吸収率、 X_m がカラーマッチング後のディスプレイ

の再現色のX値である. 式(2)および式(3)に関しても同様である. これらの回帰式によって補正された X_{ipRGC} 、 Y_{ipRGC} 、 Z_{ipRGC} を用いて、カラーマッチングの色差を計算した. 補正後の被験者10名の平均色差を図3に示す. 補正式を用いることによって、7色の平均は3.4に改善され、ipRGCの影響を考慮した色差式の有用性が示唆された.

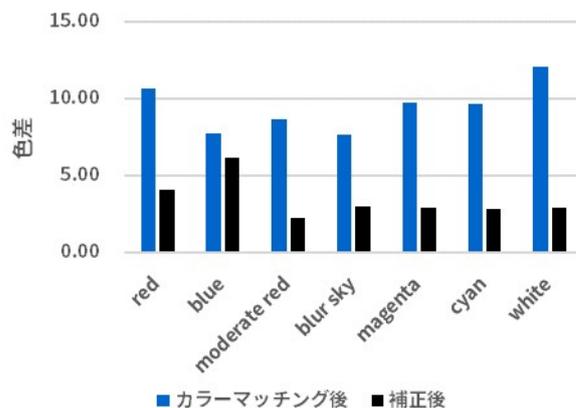


図3. 補正後の被験者10名の平均色差

6. まとめ

本稿では、高輝度ディスプレイを用いたカラーマッチング実験により、ディスプレイの色知覚にipRGCが影響し得る結果を得た. そこで、ipRGC吸収率を考慮したXYZ補正式を導出し、色差が改善されることを示した.

今後は、2018年にCIEによって定められたipRGC分光感度[3]とCIE2015 XYZを用いて、補正式の再検討を行いたい. また、実験環境に関して、現在はディスプレイまでの距離とカラーパッチまでの距離が異なるため、実際に横に並置できるような実験環境の構築をすることによって、被験者がより正確な色再現が可能になるように改善したい.

参考文献

- [1] T.M. Brown et al.: Melanopsin-Based Brightness Discrimination in Mice and Humans, *Current Biology*, 22, pp.1134-1141 (2012)
- [2] <http://lucasgroup.lab.lis.manchester.ac.uk/documents/MelanopicSensitivityFunctionHuman.xlsx> (2019年1月24日確認)
- [3] CIE System for Metrology of Optical Radiation for ipRGC-Influenced Responses to Light (2018)

閉眼時の明るさ感評価：まぶたの光透過率測定

Brightness evaluation under the closed eyes condition:

Measurement of optical transmittance of eyelid

酒井英樹

Hideki Sakai

大阪市立大学大学院

Osaka City University

Keywords: 明るさ感, 光環境, まぶた, 睡眠.

1. はじめに

睡眠不足や睡眠障害は、健康上の問題や生活への支障を生じさせることから、それらを解消することを目的として、睡眠に影響を与える様々な要因の解明が進められている[1]. その1つに光環境があり、日中、及び、入眠・睡眠中に暴露する光が、生活リズムや睡眠の質に影響を与えることが報告されている[2-4]. ここで、このような研究で光環境を記述する際、色温度や照度の値が使われているが、それらは開眼時の明所視における視覚特性に基づいたものである. 眼の光学特性や明暗順応、色順応特性に変化はないとしても、睡眠中は閉眼している. 網膜に届く光は、まぶたを透過することで、その分光分布（色温度に影響する）や光束量（照度に影響する）が変化する. よって、睡眠中（閉眼時）の光環境を適切に記述するためには、まぶたの光透過率、及び、閉眼時の明るさの感じ方を知る必要がある.

そこで、本研究では、両眼の開閉に応じて照度を増減させる照明装置を用いて、開眼時と閉眼時の明るさ感が一致する条件から、まぶたの光透過率の算出を行った. 既往研究で、まぶたを挟み込む接触式で光学測定した結果[5,6]や、片眼の開眼時と閉眼時の視感覚の閾値から算出した結果[7]が報告されているが、本研究では、両眼に対して、顔面照度が 100 lx となる明所視環境で実験を行った.

2. 実験方法

閉眼時の顔面照度を 100 lx として、開眼に連動して照度を変化させ、閉眼時と同じ明るさを感じるように被験者に照度を調整させた. そして、同じ明るさを感じる開眼時の照度（例: 50 lx）から、まぶたの透過率（例: 50 lx / 100 lx = 0.5, よって 50%）を算出した. なお、閉眼時は焦点が合わない状態であることから、開眼時と同じ条件（焦点

が合わない状態）で明るさを評価できるように、両眼全体を覆う拡散シートを付けたメガネを被験者に装着させて実験を行った. 光源は、赤（ピーク波長 630 nm）、黄（593 nm）、緑（515 nm）、青（460 nm）の単色光 LED と、白色 LED ($T_{cp} = 4188K, R_a 93$) の計 5 色を使用した. 全てピーエコーポレーション社 5050 テープ LED であり、光色名はメーカーによる. 図 1 にコニカミノルタ分光照射度計 CL-500A で拡散シート透過後の被験者の眼の位置で実測した分光放射照度を示す. 上述のピーク波長、相関色温度、平均演色評価数は実測値から算出した. 5 色の提示順序は順序効果を考慮して被験者ごとにランダムとし、被験者 1 人につき、1 色ごとに 3 回測定を行った. ただし、結果が倍以上違うなどバラツキが大きかった場合は、1, 2 回測定を追加した.

被験者は、21 歳から 24 歳の男性 10 名と女性 13 名の計 23 名（のべ 33 名）であり、女性 13 名は化粧ありの条件に加えて、10 名には化粧を落とした条件（化粧なし）でも実験した. その 10 名について、5 名を化粧あり条件を先に、残り 5 名を化粧なしを先に実験した. 男性は 10 名とも化粧なしの条件である.

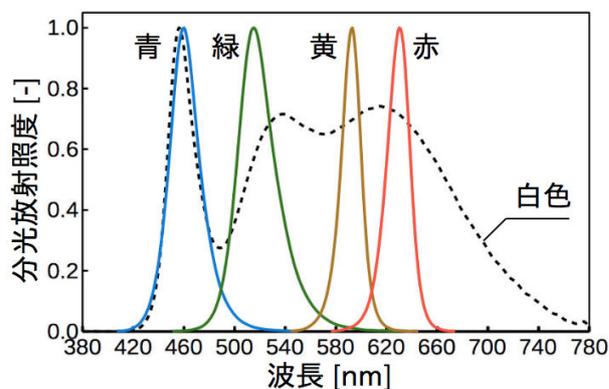


図 1 単色 LED 4 色と白色 LED の分光放射照度（ピーク値を 1.0 に正規化して表示）

3. 実験結果

閉眼時の照度 100 lx と同じ明るさに感じる開眼時の照度の実験結果から算出したまぶたの光透過率を表 1 に示す. 被験者のべ 33 名の平均光透過率は, 赤 52.4%, 黄 26.2%, 緑 21.6%, 青 4.5%, 白色 42.7%であった. 既往研究では, 光学測定による Robinson ら[5]は短波長 (580 nm まで) 3%, 長波長 (700 nm) 14.5%と, 視感覚の閾値から算出した Ando ら[7]は青 LED (ピーク波長 470 nm) 0.3%, 緑 LED (555 nm) 0.3%, 赤 LED (630 nm) 3.4%と報告している. これらの報告と比較して, 本実験での結果は, 数倍から 10 倍以上, 高い透過率となった. 実験条件が大きく異なるため必ずしも一致する必然性はないが (既往研究間にも 10 倍程度の違いがある), 原因としては, 5 色とも個人差が大きく, 特に赤と白色は, 透過率が 100%を超えた被験者も存在したことが挙げられる. 100%を超えることは, 閉眼してまぶたを透過した光の方が明るくなっていることを意味するため本来有りえない. よって, 一部の被験者には, 実験教示が正しく伝達できていなかった可能性もある. しかし, 図 2 に色ごとに透過率の高かった順に被験者の結果を並び替えた折れ線グラフを示すが, 5 から 10 人目あたりで一部, 不連続な低下が見られるものの, 全体としては 33 人目の最も低かった被験者結果にかけて, 透過率は徐々に低下している. さらに, 図 2 について被験者の順番は色ごとに並び替えており, 1

表 1 まぶたの光透過率 (被験者のべ 33 名)

光源	赤LED	黄LED	緑LED	青LED	白LED
ピーク波長/色温度	630 nm	593 nm	515 nm	460 nm	4188 K
最大値 [%]	106.9	76.7	68.3	15.5	101.4
最小値 [%]	6.0	5.0	4.8	0.9	11.1
平均値 [%]	52.4	26.2	21.6	4.5	42.7
標準偏差	31.5	18.2	16.7	3.9	24.8

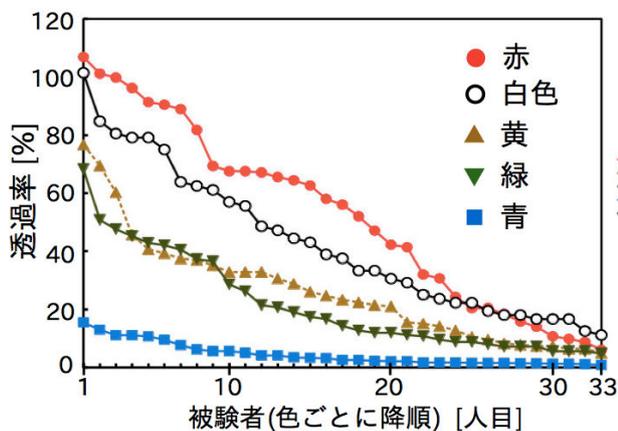


図 2 まぶたの光透過率分布

つの色の透過率の高かった被験者が, 別の色でも高い透過率を回答している訳ではない. 実験中, 及び, 実験後のヒアリングで, 開眼時と閉眼時で色相が異なって見えたという報告もあったことから, 判断基準として採用した明るさ感に生じる個人差 (ヘルムホルツ・コールラウシュ効果など [8,9]) が要因となった可能性も考えられる.

以上, 明所視環境での閉眼時の明るさ感は, 既往研究のまぶたの光透過率から予測されるものとは大きく異なる可能性があることを指摘したい.

謝辞 本研究の実施にあたり, 藤原葉月氏 (大阪市立大学) に多大な協力をいただきました. 記して謝意を表します.

参考文献

- 1) 厚生労働省健康局: 健康づくりのための睡眠指針 2014 (2014)
- 2) GE. Quinn, CH. Shin, MG. Maguire, RA. Stone: Myopia and ambient lighting at night, *Nature* 399 (1999) 113-114
- 3) 吉永尚紀, 藤田水穂, 田中裕二: 入眠時照度に対する嗜好の個人差と生体反応に関する基礎研究: 生理機能と主観的評価に与える影響, *日本看護技術学会誌* 10, 2 (2011) 23-29
- 4) 杉野友啓, 山田浩嗣, 梶本修身: 木の内装と間接照明を組み合わせた寝室環境による睡眠の質改善と疲労軽減効果, *日本補完代替医療学会誌* 12, 2 (2015) 55-64
- 5) J. Robinson, SC. Bayliss, AR. Fielder: Transmission of light across the adult and neonatal eyelid in vivo, *Vision Res.* 31 (1991) 1837-1840
- 6) A. Bierman, MG. Figueiro, MS. Rea: Measuring and predicting eyelid spectral transmittance, *J. Biomedical Optics* 16, 6 (2011) 067011-1-8
- 7) K. Ando, DF. Kripke: Light attenuation by the human eyelid, *Biological Psychiatry* 39 (1996) 22-25
- 8) M. Ikeda, S. Ashizawa: Equivalent Lightness of Colored Objects of Equal Munsell Chroma and of Equal Munsell Value at Various Illuminances, *Color Res. Appl.* 16 (1991) 72-80
- 9) Y. Nayatani, H. Sobagaki: Causes of Individual Differences on Brightness / Luminance (B/L) Ratios, *J. Light and Vis. Env.* 27 (2003) 160-164

面光源と点光源における光沢感評価

Perceived gloss evaluation under surface light and point light sources

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

Keywords: 配光, 鏡面光沢度, 光沢感情.

1. はじめに

素材表面に感じる光沢感は、その素材で構成される製品や空間の視覚的評価・価値に大きな影響を持つ[1,2]. そのため、製品カタログ等に外観の仕上げとして「光沢あり」や「つや消し」といった光沢の度合いが記載されていることも多い。しかし、光沢感は、素材の特性だけで決まるものではない。

光沢感を生じさせる主な光学的要因[3]には、鏡面反射光の強さ（鏡面光沢度）、鏡面反射光と拡散反射光との対比（対比光沢度）、光沢面に映る像の鮮明さ（鮮明度光沢度）があるが、これらは、素材の反射特性だけでなく、観察する際の照明条件などによっても変わってくる。

本研究では、光沢感を評価する際の照明条件のうち、配光に着目し、面光源下と点光源下における素材の光沢感の差異を、被験者実験によって明らかにすることを試みた。

2. 実験方法

2.1 実験1 面光源と点光源の比較

蛍光灯の光を拡散シートを通して照射する面光源評価ブースと、電球型LEDランプ3個をダウンライトとした点光源評価ブースとを隣通しに設置し、その中に置かれた直径40mmの球体試料を、ブースの外から視距離およそ700mmの距離で観察する条件で評価を行った(図1, 2)。

なお、照明条件の違いは、配光(面光源と点光源)のみとし、照度(およそ1,000 lx)、相関色温度(およそ5,500 K)は、両ブースとも同じにした。観察対象は、明度、光沢の異なる塗料を施した無彩色球体10種とステンレス球1種の計11種とし

(表1)、被験者30名(男女各15名、年齢21~24歳)に、光の反射具合をどのように感じるかを特定の用途、製品は考えず、多目的に使用する素材の仕上げ具合として、光沢感、光沢比較、光沢

感情の3項目について評価させた。

光沢感の評価(質問1)では、面光源下において、光沢が強く感じられる順に試料11個を並べさせた。

光沢比較(質問2)では、点光源下での試料の光沢感を、質問1で並べさせた面光源下における光沢順位のどれに相当するかで回答させた。

光沢感情の評価(質問3)は、点光源下で光沢あり(高光沢)と光沢なし(低光沢)の試料を提示し、光沢の有無が、高級感・硬軟感・温冷感・軽重感・新旧感に影響するかを回答させた。

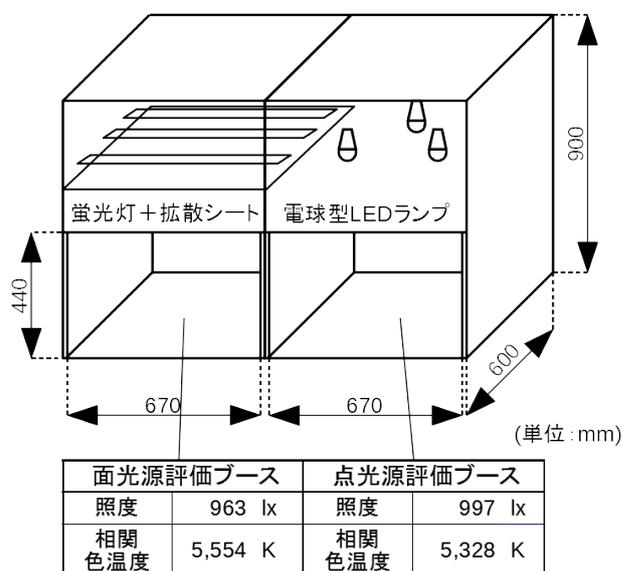


図1 評価ブース内の照度と色温度



図2 面光源下(左)と点光源下(右)の試料の様子

表1 実験試料一覧 (直径 40 mm の球体)

試料 (製品表示)	色彩値 (D65/2°)			鏡面光沢度		
	L*	a*	b*	Gs(20°)	Gs(60°)	Gs(85°)
A:白色つや	95.9	-0.9	2.1	82.0	92.1	96.7
B:白色つやなし	97.0	-0.8	2.5	1.5	4.7	6.8
C:淡灰つや	59.7	-0.3	-0.7	64.2	86.1	96.5
D:淡灰つやなし	58.3	0.0	-0.2	0.5	3.9	12.4
E:濃灰つや	44.7	-1.3	-3.1	66.7	87.4	95.4
F:濃灰つやなし	45.8	-0.8	-2.6	1.2	9.8	35.3
G:黒色つや	3.1	-0.4	2.0	57.7	84.0	96.4
H:黒色つやなし	22.4	0.1	-0.6	0.5	5.9	15.1
I:メッキ調クロム	65.4	-1.5	-1.8	76.6	270.0	87.1
J:メッキ調シルバー	79.1	-0.7	-0.3	15.0	95.5	31.5
K:ステンレス面	0.1	0.0	0.0	1044.7	541.7	112.3

(球体試料と同条件で平板に塗布し, コニカミノルタ色彩計 CM-2600d, 光沢計 CM-268Plus で測定)

2. 2 実験2 点光源単独での評価

実験2では, 実験1で使用した点光源評価ブースのみを用いて, 光沢が強く感じられる順に試料11個を並べさせた(つまり, 実験1の質問1と同様の評価を, 面光源下ではなく点光源下で行った)。

被験者は実験1に参加していない30名(男6名・女24名, 年齢19~48歳)である。

3. 実験結果

3.1 光沢感及び光沢比較(実験1質問1及び2)

図3に, 実験1の質問1で得られた面光源下における各試料の光沢感の評価結果(横軸)と, 実験1の質問2で得られた点光源下における評価結果(縦軸)を示す(評価結果の個人差, 男女差とも小さかったことから, 図3は被験者30名の平均値のみを示している)。ここで, 光沢感得点とは, 面光源ブース内におかれた11種の球体試料について, 質問1で各被験者が回答した光沢順位を1位11点(最も高光沢), 2位10点, ..., 11位1点(最も低光沢)として30名の得点を平均した値である。また, 縦軸の点光源下における光沢感得点は, 点光源ブース内に置かれた試料の光沢感を, 面光源ブース内に高光沢順に並んでいる試料のどれと等しいかを回答させた結果であり, 点光源下の光沢感を面光源下の光沢感得点で表している(同じ光沢感の試料がなく, 2試料の間になる場合は0.5刻みで得点化した)。

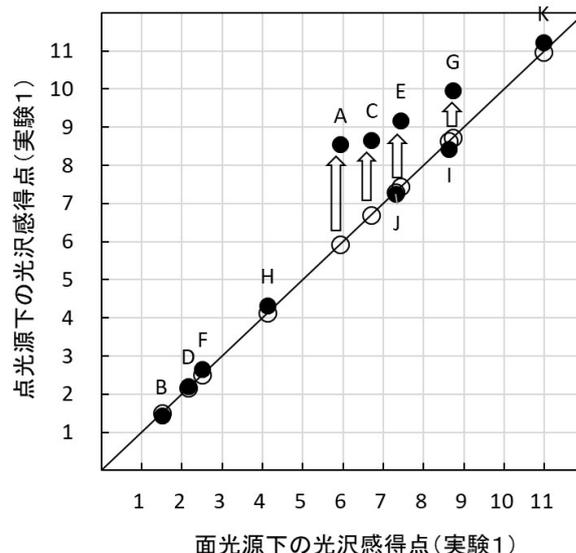


図3 面光源下と点光源下での光沢感得点の差異

●が実験結果で, ○は仮に差異がなかった場合の得点である。●と○の得点差(矢印)が離れているほど, 配光の影響が大きいことを示す。

3.2 光沢感情(実験1質問3)

図4に示すように, 光沢あり試料の方が, 高級で, 硬く, 新しいと感じる割合が多く, 光沢なし試料の方が温かく感じる割合が多かった。ただし, 違いを感じず無回答(光沢は影響しない)を選択した割合も30%程度あった。一方, 軽重感は, 無回答(光沢は影響しない)の割合は13%程度と小さいが, どちらが軽いかについては, 光沢あり, 光沢なしで二分された。

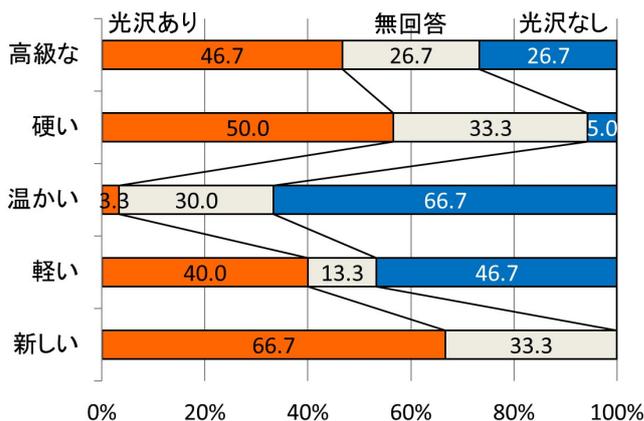


図4 点光源下での光沢感情の実験結果

3.3 点光源下での光沢感(実験2)

実験1の面光源下での光沢感(図3横軸)と比較して, 光沢感得点がメッキ調(記号:I, J)では低下し, “つや”試料(記号:A, C, E, G)では上昇した。

4. 考察

4. 1 面光源と点光源の比較

図3から、まず、面光源、点光源とも、鏡面光沢度の低い“つやなし”試料(記号: B, D, F, H)は、明度 L^* が低いほど、光沢感が高くなった。同じく、鏡面光沢度の高い“つや”試料(記号: A, C, E, G)も、明度 L^* が低いほど、光沢感が高くなった。これは、図2に示すように、照明の写り込み(ハイライトと呼ばれる白い部分)が、明度が低いほど目立つために、光沢感が上昇したと解釈できる。鏡面光沢度がほぼ同じ試料間では、対比光沢度が強く影響する[4]。ただし、面光源と点光源の結果を比較すると、“つやなし”試料では差異はほとんどないが、“つや”試料では面光源下に比べて点光源下で、光沢感が高くなるとともに、明度による試料間の差異が小さくなった。つまり、点光源は、高光沢試料の光沢感を上昇させるとともに、明度の影響を低減させ、光沢感を均一化する効果があると言える。

次に、これらの効果を定量化する。すなわち、面光源から点光源への光沢感得点の変化(ΔGp)を、試料の明度、及び 20° 、 60° 、 85° 鏡面光沢度を説明変数として回帰分析を行った。その結果、

$$\Delta Gp = 1.8006 \cdot \log\{Gs(20^\circ)\} - 2.8512 \cdot \log\{Gs(60^\circ)\} + 2.0727 \cdot \log\{Gs(85^\circ)\} - 1.8682 / L^* + 0.0909 \quad (1)$$

が得られた。例えば、同じ材質(つまり、同じ鏡面光沢度)で明度のみ異なる建材で覆われた空間を設計する場合、面光源であれば、鏡面光沢度が同じであっても、明度の違いによって光沢感の差異が出来てしまうが、点光源であれば、明度による光沢感の差異を抑えることができ、(1)式を使うと、その光沢感を予測することができる。

4. 2 光沢感情

本研究で得られた結果は、既報[5]の面光源下での傾向と同じであるが、点光源下では、特に硬軟感・温冷感の差異が明確となり、光沢のある試料は、硬く、冷たいと感じる傾向が強調された。点光源下では高光沢試料の光沢感が強調され、光沢感情がより明確に現れたと考える。

4. 3 点光源下での光沢感

図3の結果は、面光源下と点光源下での光沢感の直接比較で得たものである。しかし、実際の場合面では、直接比較することは少ないと思われる。

そこで、図3の結果の妥当性を検証する目的で、点光源下のみでの試料の光沢感を評価したのが、実験2である。その結果、3.3節で記述した通り、“つや”試料は、他の試料と比べて、相対的に光沢感が上昇しており、図3の結果と矛盾しないことが確かめられた。

5. まとめ

本研究では、以下のことを明らかにした。

- 1) 面光源下と比較して、点光源下では、高光沢の表面のみ光沢感が増す(光沢比強調効果)。
- 2) 点光源下では、高光沢表面の明度による光沢感の感じ方の違いを抑える効果がある(光沢平滑化効果)。
- 3) 点光源下では、光沢感情が強調される。

これらの効果は、すでに店舗照明などで点光源が多用されていることから、周知の事実と思われるが、本研究では、その効果を定量的に捉え、点光源が光沢感に与える影響を予測する式を提案した点が新しい。

注) 本研究の一部は、平成27年度日本色彩学会関西支部大会で報告を行った。

参考文献

- 1) 榎究, 澤知江: 室内雰囲気評価に及ぼす色彩・照明・素材の複合効果, 日本建築学会計画系論文集 Vol. 516, pp. 15-22 (1999)
- 2) 稲垣卓造, 飯島祥二: 光沢と室内の諸要因が雰囲気評価と行為の選択に与える影響, 日本色彩学会誌 Vol. 33, pp. 308-318 (2009)
- 3) 日本色彩学会編, 新編色彩科学ハンドブック第3版, 東京大学出版会, 2011, pp. 154-164
- 4) 芹川聖一, 下村輝夫: 物体の色が光沢度に及ぼす影響の検討, 電気学会論文誌C Vol. 113, No. 11, pp. 1013-1022 (1993)
- 5) 酒井英樹・伊與田浩志: 光沢・半光沢・光沢なし—光沢感の分類基準の検討, 日本色彩学会誌 Vol. 38, pp. 214-215 (2014)

肌色の違いによる顔の明るさ知覚の比較

Comparison of brightness perception of face by difference of skin color

田中 豪

Suguru Tanaka

千葉大学工学部

Chiba University

溝上 陽子

Yoko Mizokami

千葉大学大学院

Chiba University

Keywords: 色覚, 肌, 顔, 明るさ知覚

1. はじめに

肌色は、健康状態や感情、人種などの情報を知る重要な手がかりとなる。日本人の肌色分布データは、赤みがかった肌は暗く、黄みがかった肌は明るい傾向を示している¹⁾。しかし、Yoshikawa et al. の研究により、平均明度が同じであっても、赤みがかった肌は明るく、黄みがかった肌は暗く見える傾向があることが示された²⁾。また、単色パッチではこの効果が見られないことも示されている。これは、私たちが人の肌色特有の知覚をしていることを示唆している。

Yoshikawa et al. ²⁾の研究では、実験刺激に日本人女性の平均顔と肌色を用いていた。しかし、人間の肌色には多様性があり、人種などにより肌色の特性は異なる。本研究では、異なる人種の肌色に対しても、同様の明るさの知覚特性を示すかどうかを検証する。

2. 実験

2.1 実験環境

実験環境を図1に示す。実験は暗室ブースで、LCDモニターを用いて行った。視距離は60 cm、刺激の視角は $12.9^\circ \times 16.7^\circ$ とした。黒いディスプレイ上の左に評価刺激、右にマッチング刺激を呈示した。刺激には白線の枠を付け、顔の背景はN5相当とした。白線の幅の視角は 1.2° とした。

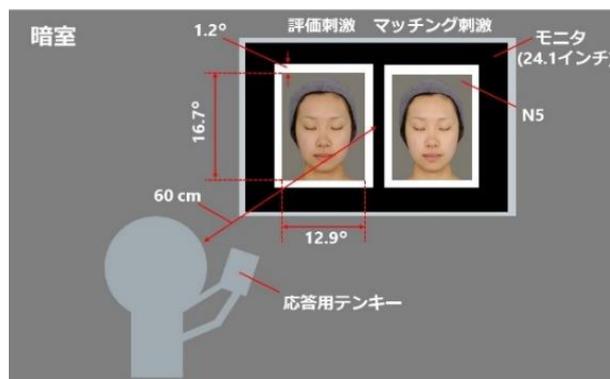


図1 実験環境

2.2 実験刺激

日本人女性の平均顔を用いて、コーカシアン、タイ人³⁾、アフリカン⁴⁾の平均的な肌色を再現し、明るさの評価実験を行った。各人種タイプの平均肌色の a^* 、 b^* から色相角を算出し、その色相角を基準としてプラス方向すなわち黄み方向、マイナス方向すなわち赤み方向にそれぞれ 4° ずつ2段階変調させ、各肌色タイプに対し計5枚の評価刺激を作成した。実験に用いた評価刺激を図2に示す。また、各人種タイプの平均肌色の明度を基準として1ステップで17段階(-8~+8)に変化させ、マッチング刺激とした。また、肌色の明度や色相角の影響を調べるため、アフリカン、タイ人、日本人については、色相角を保持したまま明度を変化させた刺激画像も用意した。また、単色の場合には色相が明るさ知覚に影響を与えないことを確かめるため、単色パッチでも同様の明るさ評価実験を行った。単色パッチの評価刺激を図3に示す。

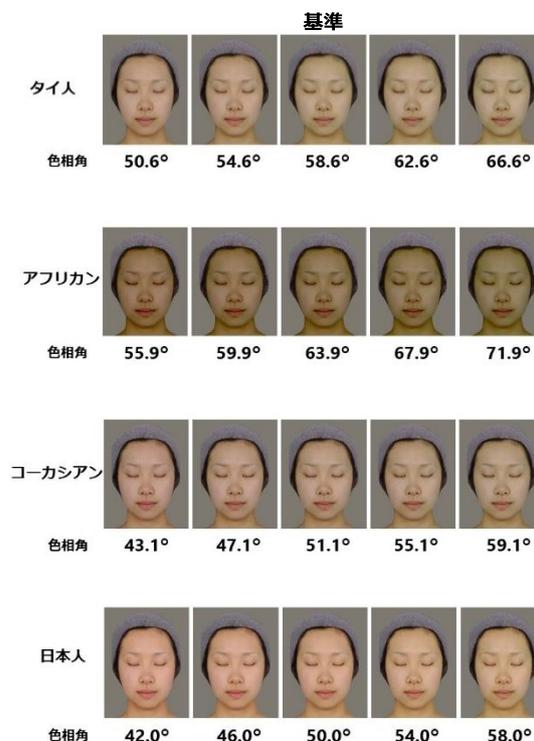


図2 顔画像の評価刺激

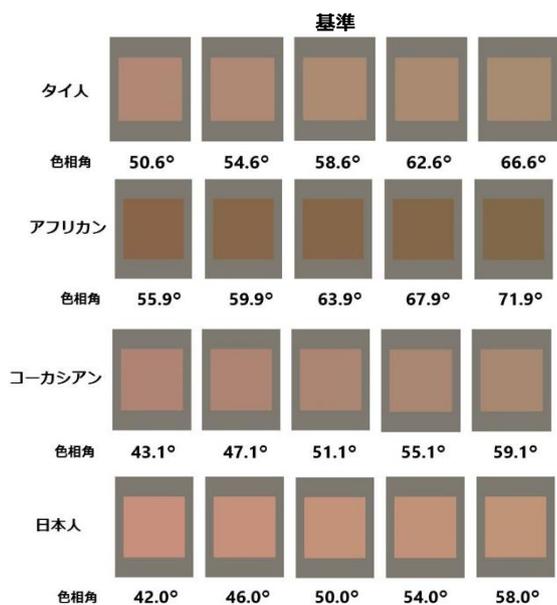


図 3 単色パッチの評価刺激

2.3 実験手順

実験には調整法を用いた。初めに暗順応と明順応を一分間ずつ行った。被験者は、評価刺激の明るさに一致するようにマッチング刺激の明度を調整した。この操作を評価刺激の枚数分に行い、これらを1セッションとした。評価刺激は、各色相と人種をランダムな順に呈示した。被験者は色覚正常の日本人4名であり、各5セッションずつ行った。

3. 実験結果

顔画像の被験者平均結果を図4に示す。横軸は評価刺激の色相角を示す。数値が小さいほど赤みがかかった画像となり、大きいほど黄みがかかった画像となる。縦軸は各評価刺激に対して被験者が応答した明度である。エラーバーは標準偏差である。近似直線が右下がりであるので、いずれの肌色でも赤みがかかった肌は明るく黄みがかかった肌は暗く見える傾向となった。ただし、顔画像の明度が低くなると、この効果が小さくなった。また、同一明度である日本人、タイ人高明度、アフリカン高明度の近似直線の傾きを比較すると、タイ人の色相で最も大きくなっている。このことから、色相によって傾きの大きさが異なる可能性が考えられる。

単色パッチの被験者平均結果を図5に示す。単色では、赤みがかかった肌は明るく黄みがかかった肌は暗く見える傾向はなかった。これは Yoshikawa et al. 2) の研究結果と一致している。

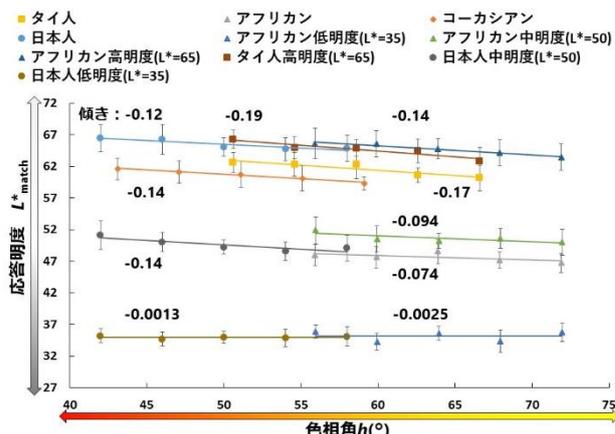


図 4 顔画像における各評価刺激に対する被験者の応答明度

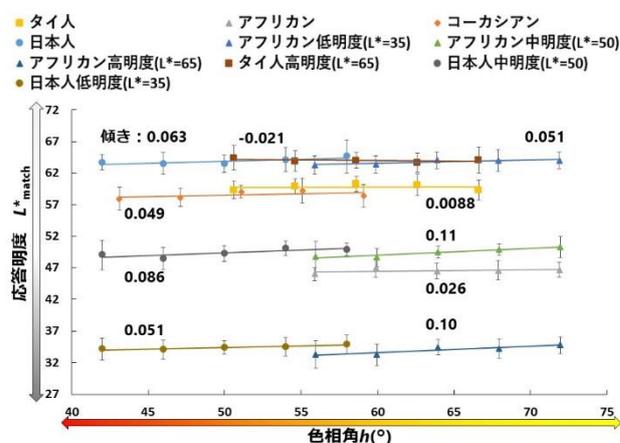


図 5 単色パッチにおける各評価刺激に対する被験者の応答明度

4. 考察

色相や明度によって、赤みがかかった肌は明るく黄みがかかった肌は暗く見える効果の大きさが異なることが示唆された。鈴木ら 5) は肌色領域を心理的に赤みと黄みで分割し、明度や色相によって赤みと黄みの知覚的判断が異なることを明らかにした。本実験において、この赤みと黄みの知覚的判断が傾きの大小に影響しているのではないかと考え、本実験で用いたすべての評価刺激に対し赤みと黄みの評価実験を同じ被験者で行った。まず、評価刺激を赤みか黄みかで判断し、その後判断した色に対し3段階で色みの度合いを評価した。その結果を図6に示す。横軸は評価刺激の色相角を示し、縦軸は、被験者の応答を1(黄み)~6(赤み)の値に変換して示している。3.5を黄みと赤みの境界とみなすと、タイ人の色相角で赤みから黄みへと知覚的判断が変化していることが読み取れる。このことがタイ人の色相角で傾きが大きくなったことに影響している可能性が考えられる。また、明度による赤みと黄みの知覚的判断の傾向の差異は明確ではなかった。

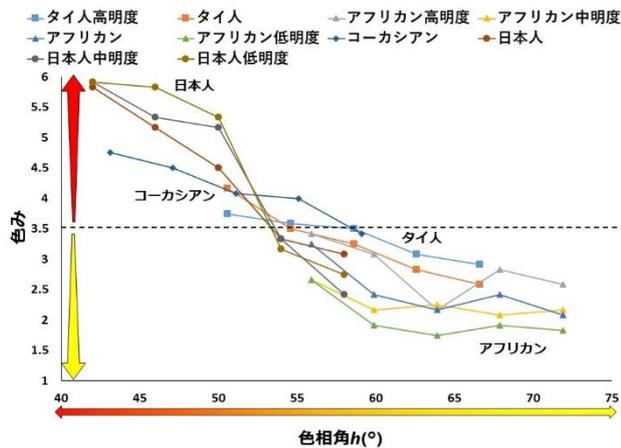


図 6 評価刺激に対する赤みと黄みの被験者応答

5. 結論

本研究では、様々な肌色の明るさ知覚の特性を調べた。その結果、いずれの肌色でも赤みがかった肌は明るく、黄みがかった肌は暗く見える傾向が得られた。この効果は顔画像の明度が低くなるにつれて小さくなることが分かった。タイ人の色相角でこの効果が顕著に表れたのは、赤みと黄みの知覚的判断が切り替わる色相角であったことが影響したためと考えられる。

参考文献

- 1) 吉川 拓伸, 「肌色を科学する—第1回—」, 日本色彩学会誌, 29, 31-34 (2005).
- 2) Yoshikawa, et al., “Effect of chromatic components on facial skin whiteness”. *Color Research & Application*, 37-4, 281-291 (2012).
- 3) Xiao, et al., “Characterising the variations in ethnic skin colours: a new calibrated data base for human skin”, *Skin Research and Technology* 23, 21-29 (2017).
- 4) Everett, et al., “Making Sense of Skin Color in Clinical Care”, *Clinical Nursing Research*, 21-4, 1-22 (2012).
- 5) 鈴木恒男, 棟方明博「肌色の分類を行う際の心理的基準の解析」, 日本色彩学会誌, 25, 2-11 (2001).

肌質感再現のためのマルチスケール光学シミュレーションの拡張

The extension of multi-scale optical simulation for Skin Reappearance

山口義隆*1 Yoshitaka Yamaguchi 富士フイルム株式会社 FUJIFILM Corporation
 吉田那緒子*1 Naoko Yoshida *1 画像技術センター Imaging Technology Center
 谷武晴*2 Takeharu Tani *2 先端コア技術研究所 Frontier Core-Technology Laboratories

Keywords: FDTD, 光線追跡, 画像, 肌, 透明感.

1. はじめに

人の肌質感は、肌で反射される光により作り出されるものである。観察される画像をコンピュータ上に再現する可視化シミュレーションを構築することで実物がない場合でも肌質感の再現が可能となり、さらにシミュレーションの精度を上げることで、肌構造や光学特性の変化による肌質感への影響を対応づけることができる。

そのため、肌質感を物理特性に基づきシミュレーションで可視化することは、肌を美しく見せるためのスキンケア用品・ベースメイク用品の開発などを考える上で重要な基礎技術の一つである。

肌構造とサイズの関係を図1に示す。本研究以前の可視化シミュレーション技術では、キメ、毛穴、シワ、顔輪郭などの $\mu\text{m}\sim\text{cm}$ オーダーの表面凹凸形状(以降、マクロ凹凸)、および光学特性を与えた肌モデルで幾何光学に基づき計算し、肌の質感や色などの可視化が行われてきた¹⁾。しかし、肌表面には角層細胞のような nm オーダーの表面凹凸形状(以降、ミクロ凹凸)も存在し、これらは肌の見えに影響することが示唆されている。本研究では上記課題解決を試み、可視化シミュレーション技術としてミクロ凹凸の変化を考慮したマルチスケール光学シミュレーション手法を提案した²⁾³⁾。

提案手法では、電磁場光学と幾何光学の異なる光学領域の連結と計算コストの削減により、ミクロ凹凸の変化を可視化できるようになった。これにより、肌のつやや光沢感といった肌質感は再現できるようになったが、シミや色むらなどを含む複雑な肌質感(透明感など)は再現できなかった。

本稿では、ミクロ凹凸の変化を可視化できるマルチスケール光学シミュレーション技術を拡張

し、肌質感の評価に必要な肌のシミや色むらの明暗分布が可視化できるシミュレーションを実現した。また、本シミュレーションを肌質感の一つである透明感の見えの可視化へ適用した例を報告する。



図1 肌構造とサイズの関係

2. マルチスケール光学シミュレーション

マルチスケール光学シミュレーションの全体構成を図2に示す。構築したマルチスケール光学シミュレーションは、光学特性計算部と可視化部の二つから構成されている。

光学特性計算部は、二つの Step からなる。Step1 でミクロ凹凸による表面散乱の特性を電磁場光学に基づいて計算する。 $5\mu\text{m}$ 角領域で表面凹凸をモデル化し、電磁場光学のシミュレーション手法である FDTD 法により反射光の角度分布 BRDF (Bidirectional Reflectance Distribution Function)、および透過光の角度分布 BTDF (Bidirectional Transmittance Distribution Function)を計算する。

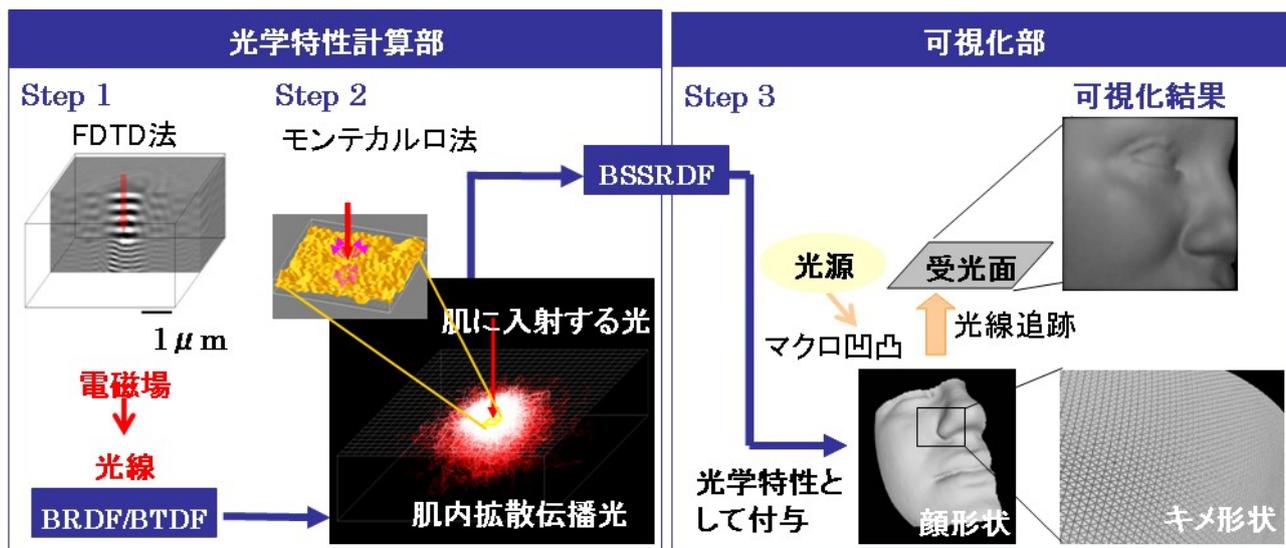


図2 マルチスケール光学シミュレーションの全体構成

次に Step2 で、肌内部の光の拡散を散乱係数、吸収係数をパラメータとしたモンテカルロ法を用いて計算する。このとき、肌表面に入射する光線および肌表面から出射する光線に対し、Step1 で計算した BRDF/BTDF に基づき、乱数によって光線の伝搬方向を決定する。入射角度を変えたモンテカルロ法の計算を繰り返し行い、肌から反射する光の空間分布、角度分布の情報を持つ BSSRDF (Bidirectional Scattering Surface Reflectance Distribution Function)⁴⁾ を作成する。

可視化部の Step3 では、肌モデル(形状、光学特性)と観測モデル(光源、受光器)を設定し、幾何光学に基づき計算することで出力画像を得る。具体的には肌モデルに対してマクロ凹凸と Step2 で計算された BSSRDF を光学特性として付与し、光源から出射した光が肌モデルで反射し、受光面で結像する過程を光線追跡により計算する。

本稿では、Step3 の可視化部を拡張し、肌質感の評価に必要な肌のシミや色むらの明暗分布が可視化できるシミュレーションを実現した。

3. 透明感再現のための技術拡張

透明感は肌の色や明るさのみで知覚されるものではなく、シミや色むらといったテクスチャを含めて知覚するものである。従って、透明感を再現するためには、シミや色むらの不均一な明暗分布を光学特性としてシミュレーションに付与する必要がある。また、従来のシミュレーションで

は単一波長での計算であるため、色を可視化するにあたり RGB 画像化が課題であった。それぞれの課題に対する技術拡張を次節より説明する。

(1) 不均一な光学特性の付与

Step3 の可視化部において、マクロ凹凸の位置に対応した光学特性のマップを作成し、マップに応じて計算する光学特性 (BSSRDF) を選択できるようにマルチスケール光学シミュレーションを拡張した。これにより、形状の位置によって異なる光学特性 (BSSRDF) を参照して計算できるため、肌やシミや色むらのなどの可視化が可能となった。

光学特性のマップは、シミや色むらを表す反射率の分布に応じて、異なる光学特性 (BSSRDF) を付与することで作成した。具体的には、シミおよび色むらを含む実画像を参照画像とし、参照画像の RGB の各波長のヒストグラムを標準偏差を基準に 10 分割し、分割した領域の平均値と中心値との割合で反射率の分布を算出し、その反射率の分布に応じて、肌の文献値から算出した光学特性 (BSSRDF) を基準に反射率を変化させた光学特性 (BSSRDF) を付与することで、光学特性のマップを作成した。

(2) 受光面からの RGB 画像化

光学特性 (BSSRDF) を RGB の波長それぞれで付与し、波長ごとに受光面の分光分布を計算するようマルチスケール光学シミュレーションを拡張した。

$P(\lambda)$ を照明光の分光分布、 $R(\lambda)$ を反射物体の

分光反射率、 $\bar{x}(\lambda), \bar{y}(\lambda), \bar{z}(\lambda)$ を等色関数とすると、反射物体の三刺激値 X, Y, Z は次式で与えられる⁵⁾。

$$X = k \int R(\lambda) \cdot P(\lambda) \cdot \bar{x}(\lambda) d\lambda$$

$$Y = k \int R(\lambda) \cdot P(\lambda) \cdot \bar{y}(\lambda) d\lambda$$

$$Z = k \int R(\lambda) \cdot P(\lambda) \cdot \bar{z}(\lambda) d\lambda$$

$$k = 100 / \int P(\lambda) \cdot \bar{y}(\lambda) d\lambda$$

ここで、受光面での分光分布は、 $R(\lambda) \cdot P(\lambda)$ に相当することから、上式より X, Y, Z を求め、さらに白色基準点を考慮した上で、 X, Y, Z を R, G, B へ変換した。

4. シミュレーションによる透明感の可視化

(1) シミュレーション対象

シミや色むらなどを含む複雑な肌質感として、透明感の見えの可視化を対象とし、透明感なし／普通／透明感ありの三段階の肌を可視化した。

(2) シミュレーションモデル

参照画像から前述の光学特性のマップを透明感なし／普通／透明感ありの三つの状態でモデル化し、肌モデルにマクロ凹凸と光学特性(BSSRDF)および光学特性のマップを付与し、幾何光学により計算することで透明感の見えを可視化した。

図3に基本となるシミュレーションモデルを、図4に観察モデルを示す。図5に参照画像を示す。

なお、参照画像は市販の顔画像撮像装置 Facial Stage(モリテックス社製)により撮影した画像を使用した。

(3) シミュレーション結果

透明感なし／普通／透明感ありの三段階での肌の透明感の見えの可視化結果を図5に示す。透明感のない肌モデルほどシミや色むらが多くなる傾向が可視化される結果となり、透明感あり／普通／透明感なしの三段階の序列を再現できることを確認した。

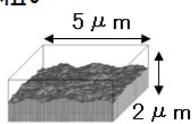
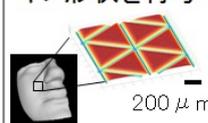
肌モデル 光学特性 パラメータ	マイクロ凹凸	粗い 
	表皮／真皮の 散乱吸収係数	肌の文献値
肌モデル 形状 パラメータ	マクロ凹凸	顔形状＋ キメ形状を付与 
	サイズ	80 × 80mm
観測モデル パラメータ	光源	45° 入射
	レンズ・受光器	垂直0° 撮像
	光源波長	R: 650nm G: 550nm B: 450nm

図3 基本シミュレーションモデル

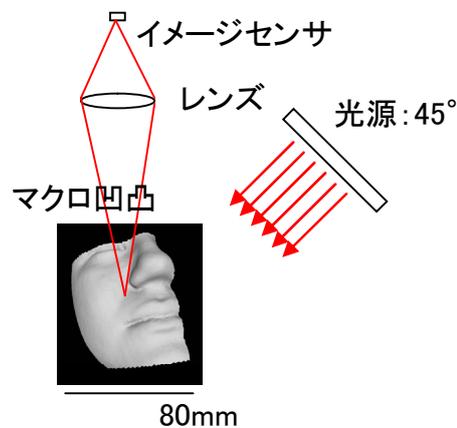


図4 観察モデル

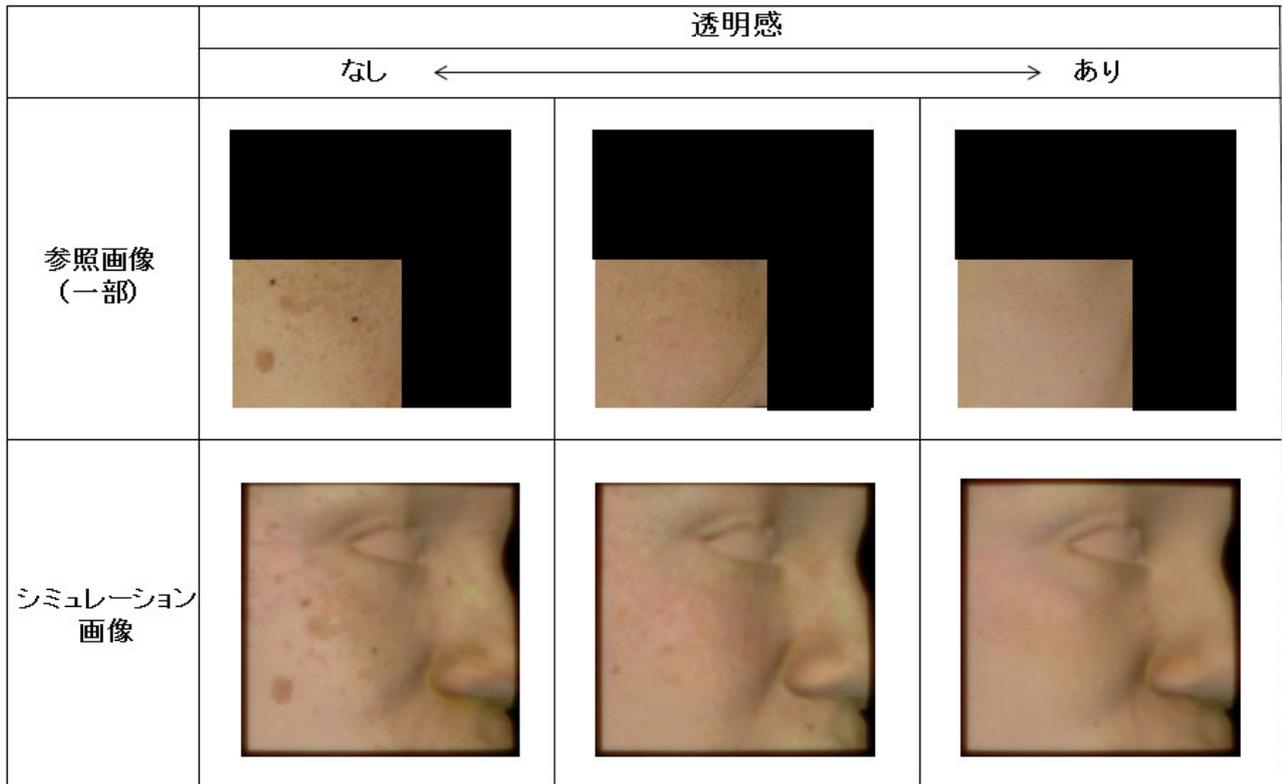


図5 参照画像およびシミュレーション結果

5. 結論

本シミュレーションにより、肌のシミや色むらの明暗分布が可視化できるようになった。これにより、透明感の善し悪しを判断できるシミュレーションが可能となったことを確認した。

参考文献

- 1) 勝山 智祐, 長谷川 克行「ファンデーションによる毛穴補正原理の解明」、*Optics & Photonics Japan 2012*.
- 2) 山口義隆, 池田恵梨子, 谷武晴, 吉田那緒子, 磴秀康. 肌質感再現のための可視化シミュレーション技術構築. *コスメティクスと肌・顔研究会第3回*, 2015.
- 3) 山口義隆, 吉田那緒子, 大軽郁子, 谷武晴. 可視化サイズ拡大のためのマルチスケール光学シミュレーションの拡張. *日本色彩学会平成 28 年度研究会大会*, 2016.
- 4) JENSEN H. W.: A practical model for subsurface light transport. In *Proceedings of ACM SIGGRAPH 2001*(New York, 2001)
- 5) 大田登. 色彩光学. 第2版, 東京電機大学出版局, 2001.

コンピュータカラーマッチングを用いた循環不全状態の皮膚サンプルの改良 Improvement of Color Appearance of Skin Samples on Circulatory Failure Status by using Computer Color Matching Method

秋月有紀 Yuki Akizuki 富山大学
大住雅之 Masayuki Osumii 材・色・光・サイエンス

University of Toyama
Office Color Science Co. Ltd.

Keywords: コンピュータカラーマッチング (CCM)、皮膚色、循環不全、分光反射率

1. はじめに

ショック状態や鬱血状態のような循環不全時には人間の皮膚色は変化するが、特にヘモグロビンの吸収に關与する 500~600nm の範囲での分光反射率の変化が大きい。災害時を含めた救急医療ではこの皮膚色の变化を適切に把握することが必要であり、本研究ではそのための識別用光源の開発に向けて、循環不全を含めた皮膚サンプルの製作を試みている¹⁾²⁾。

本報告では、ウレタンを基材とし、個々の顔料の分光反射特性のデータベースを作成した上で、コンピュータカラーマッチング (CCM) の手法を用いて顔料の調合比を算出し、実際の循環不全時の皮膚色と同じ分光反射率となる皮膚サンプルを作成した内容について紹介する。

2. 本研究で使用する CCM システム

本研究で用いる CCM システムは、散光性のある塗膜を通過する光の挙動について言及した Kubelka-Munk の散乱吸収理論及び Saunderson の塗膜内部反射の關係式に基づいて第二著者が開発したものであり、システムで用いる主要な関数³⁾を図 1 に示す。図中の K と S は Kubelka-Munk の吸収係数と散乱係数、 R_W と R_B は塗膜を塗る素地 (本研究では ASTM-D344 と ISO6504-

$$A = R_{WC} \cdot R_B \cdot R_{BC} \cdot R_W$$

$$B = \{R_W - R_B\} \{1 + R_{WC} \cdot R_{BC}\} - \{R_{WC} - R_B\} \{1 + R_W \cdot R_B\}$$

$$R_{\infty} = \{-B + \sqrt{B^2 - 4A^2}\} / 2A$$

$$S = \ln \left\{ \frac{(R_{\infty} - R_W)(1/R_{\infty} - R_{WC})}{(R_{\infty} - R_{WC})(1/R_{\infty} - R_W)} \right\} / \left\{ X \cdot (1/R_{\infty} - R_{\infty}) \right\}$$

$$K = S(1 - R_{\infty})^2 / (2R_{\infty})$$

図 1 本研究の CCM システムにおける関数 (一部)³⁾

3 に準拠した BYK チャートを利用) の白面反射率 (89.4%) と黒面反射率 (6.3%)、 R_{WC} と R_{BC} は素地の白面上および黒面上の塗膜反射率、X は塗装膜厚さ (本研究では 200 μ m) である。

本研究で使用する基材は、無色透明のウレタン (竹林化学工業製、タケシールクリアーウレタン 80) であり、主成分がポリオールの主剤とポリイソシアネートの硬化剤を 1:1 の割合で混合した。顔料は御国色素製の、ウレタン樹脂用着色剤 ZA カラー (ホワイト 2000、レッド T-220、エロー 2300、エロー 5000、グリーン T-219、ブルー 2200、ブラウン 6600、ブラック 2900) 及び微粒子分散加工顔料 MHI カラー (レッド #310、マゼンタ #889、エロー #340、エロー #593) 計 12 種類を用いた。なお顔料の希釈には 2-ブタノンを利用した。

ある顔料について、単色でウレタン基材へ混合し濃度を 1%, 3%, 5% と変化させたものを 200 μ m の厚さで素地に塗った塗膜と、ZA ホワイト 2000 とその顔料を 7:3 で混合しウレタン基材へ濃度 1, 3, 5% と変化させたものを 200 μ m の厚さで素地に塗った塗膜を準備し、素地の白面と黒面上の塗膜反射率を分光測色計 CM-2600d (測定径 3mm) で測定した。この測定データを CCM システムに入力し、その顔料の Kubelka-Munk 吸収係数 K と散乱係数 S を反復計算により求めた。この作業を 12 種類の全顔料について実施し、顔料データベースを作成した。これを元に、複数の顔料を組み合わせて、目標とする「循環不全を含めた皮膚色 12 種類: 3 状態 (健康状態・ショック状態・鬱血状態) × 4 群 (青年女性・青年男性・高齢女性・高齢男性)」²⁾の分光反射率に近似するような K/S の混色計算を行い、この皮膚色の分光反射率との誤差が最小となり、かつ色差 ΔE^*ab が 0 に収束するような顔料調合比を算出した。

最終的に、目標となる皮膚色 12 種類を製作するために必要な顔料は、図 2 に示す 8 種類の内の 6 種類の顔料の組合せであることが分かった。

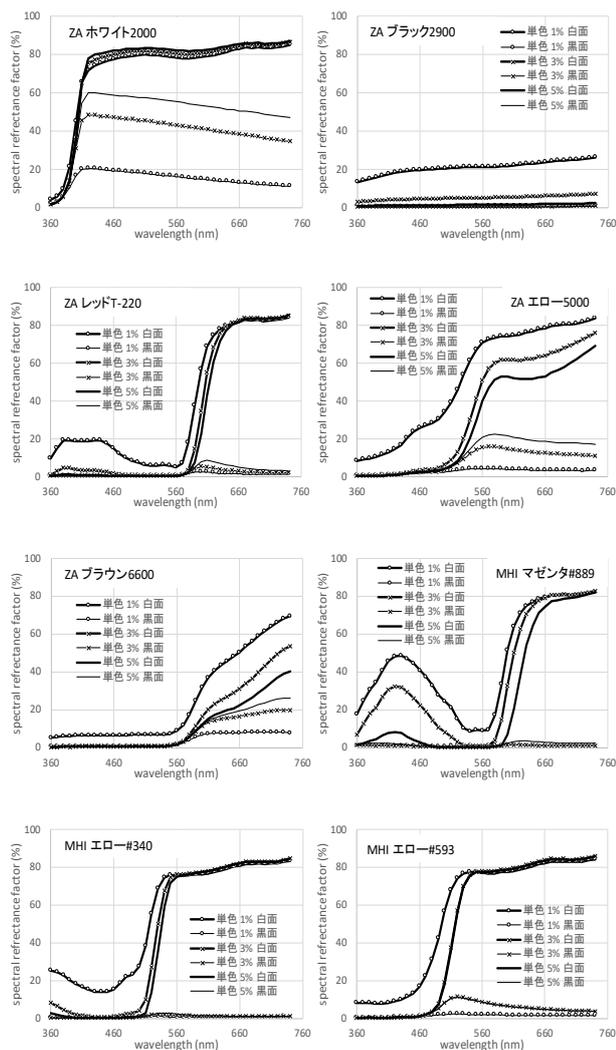


図2 皮膚サンプル製作に使用する顔料の分光反射率（濃度・素地面の比較）

3. 改良した皮膚サンプルの精度

青年女性健康状態について、人間の皮膚・D65光源下でのマンセル値を合わせた紙製色票¹⁾・既報で作成したウレタン製皮膚サンプル²⁾・今回改良したウレタン製皮膚サンプル（但し素地に塗った厚さ200 μ mの塗膜状態）・CCMシミュレーション結果の分光反射率を比較し、図3に示す。

紙製色票に比べて既報のウレタン製皮膚サンプルの方が人間の皮膚に近い分光反射率であったものの、ヘモグロビンの特徴を表す500-600nmの間の分光反射率のズレが大きかった。それに対して、今回改良したウレタン製皮膚サンプル（白面素地の塗膜）は人間の皮膚にかなり近い分光反射率となっていた。

CCMシミュレーション結果の分光反射率は、600nm以上で人間の皮膚のそれとズレが生じて

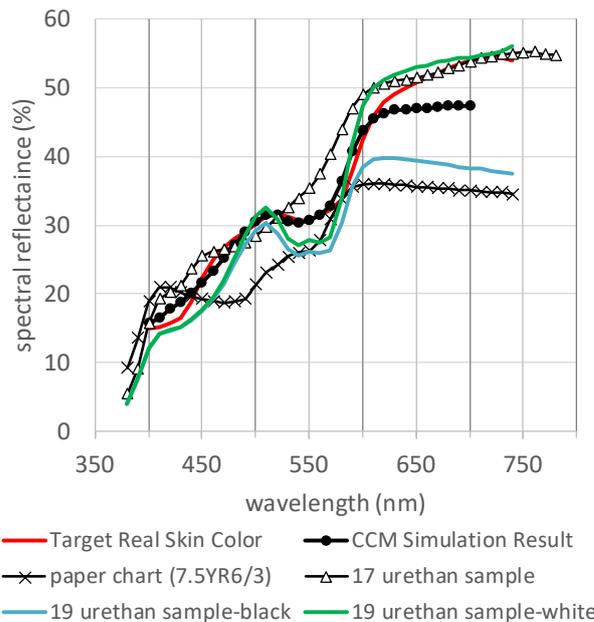


図3 青年女性健康状態におけるサンプル比較

いるが、それ以外は両者がほぼ一致している。それを踏まえた上で、人間の皮膚の分光反射率との誤差の二乗和をそれぞれ計算し、CCMシミュレーション結果の値と比較した。400-700nmの範囲では紙製色票13.5倍・既報ウレタン2.2倍・改良ウレタン1.2倍であり、人間の皮膚とCCMシミュレーション結果との一致性が非常に高い500-600nmの範囲では、紙製色票18.3倍・既報ウレタン20.0倍、改良ウレタン5.7倍であった。すなわち、今回改良したウレタン製皮膚サンプルは人間の皮膚を良く再現できたと考えられる。

謝辞

顔料をご提供下さいました御国色素(株)技術研究所山本勇樹様はじめ関係者の皆様に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) Akizuki Y., Ohno Y., Study on Spectral Characteristics for identification of Skin Colour of Injured Japanese Persons at Disaster Sites, Proceedings of the 4th CIE Expert Symposium on Colour and Visual Appearance, x0430 (2016) 179-189.
- 2) Akizuki, Y., Ohno, Y., Preliminary Study on Spectral Characteristics for Identification of Skin Colour under Circulatory Dysfunction using Artificial Skin Samples, Proceedings of the CIE Midterm Meeting, x044, (2017) 303-313.
- 3) M.Osumi, The Human Skin Colorimetric and Evaluation Way applied Spectral Imaging and Analysis of Optics Structure, Proceedings of AIC Interim Meeting (2014) 660-669.

有色化処理後の指紋の色情報を用いた画像処理による指紋の鮮明化

Image Enhancement of Pre-processed and Colored Fingerprints using Color Information

角田英俊	Hidetoshi Kakuda	科学警察研究所	National Research Institute of Police Science
秋葉教充	Norimitsu Akiba	科学警察研究所	National Research Institute of Police Science
黒木健郎	Kenro Kuroki	科学警察研究所	National Research Institute of Police Science
日比野和人	Kazuhito Hibino	警察庁犯罪鑑識官	National Police Agency
黒沢健至	Kenji Kurosawa	科学警察研究所	National Research Institute of Police Science
土屋兼一	Ken'ichi Tsuchiya	科学警察研究所	National Research Institute of Police Science
横田亮	Ryo Yokota	科学警察研究所	National Research Institute of Police Science
井元大輔	Daisuke Imoto	科学警察研究所	National Research Institute of Police Science
平林学人	Manato Hirabayashi	科学警察研究所	National Research Institute of Police Science
田辺鴻典	Kosuke Tanabe	科学警察研究所	National Research Institute of Police Science
羽合佳範	Yoshinori Hawaii	科学警察研究所	National Research Institute of Police Science

Keywords: 色相, CIELAB, 指紋, 画像処理, 主成分分析.

1. はじめに

指紋の同定は、犯罪捜査において最も有力な方法の一つであり、犯罪現場などに残された証拠物から指紋の形状を鮮明に得ることは重要である。指紋は通常は肉眼では見えないため、ニンヒドリン処理などの有色化処理によって指紋を可視化することが従来から広く行われている。しかし有色化後の指紋と、指紋が付着している背景物体の明るさや色が近い場合は、有色化処理後も指紋が背景に埋もれて視認困難となり証拠として活用できない場合が多い。

このような有色化指紋を画像化し、画像処理により指紋の鮮明化を行うことで、証拠活用の可能性を高めることができると期待される。画像処理による指紋の鮮明化手法には、画像を指紋照合システムに入力した際にシステムが識別しやすいように、既に指紋の隆線が視認可能な画像に対して更なる鮮明化を行う手法¹⁾などが存在するが、同手法は視認困難な状態の隆線の画像に対しては有効とは限らない。また、視認困難な状態から指紋の鮮明化を行う手法²⁾としては、同一背景の画像を差し引く手法³⁾が存在するものの報告は少なく、また同手法には同一背景の画像が必要である。

そこで本稿では、有色化後も背景に埋もれて視認困難な指紋の証拠活用可能性を高めることを目的として、色情報を用いた画像処理による指紋の鮮明化手法の検討を行った。この際、同一背景

の画像が入手できない場合も鮮明化処理が実施できることを目指した。また、身の回りのデジタルカメラやフラットベッドスキャナ等で画像化した画像に対して鮮明化処理を実施できるよう、RGB カラー画像を画像処理の対象とした。

2. 試料および画像処理対象画像

模様入りの紙に指紋を押捺してニンヒドリン処理を行い試料を作成した。作成した試料をデジタル一眼レフカメラ (K20D, Pentax) により撮影し、RGB カラー画像を取得した。得られた試料画像を図1に示す。各成分 R, G, B はいずれも 8 bit であり、画素数は横 721 画素、縦 1345 画素であった。



図1
RGB 試料画像

3. 画像処理

(1) コントラスト調整

図1に対し、画像処理の最も一般的な手法の一つであるコントラスト調整を行った。結果を図2に示す。指紋の隆線の存在が確認できるが、背景模様も混在しており、視認困難な部分が残っている。なお、図1を R, G, B の各成分に分解した画像をコントラスト調整した場合も同様に、視認困難な隆線が残った。

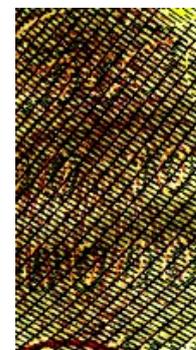


図2
図1のコントラスト調整結果

(2) 色相を明暗に変換

色相を扱う色空間のうち、本発表では、色をヒトの視覚に近い形で扱う CIELAB 色空間を用いた。図 3 (a)に CIELAB 座標系の模式図を示す。

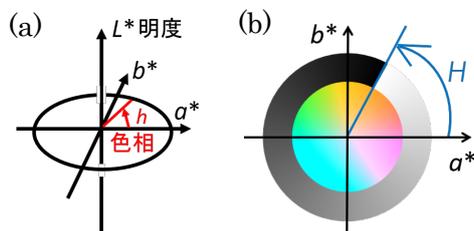


図 3 (a)CIELAB 色空間 (b)色相と明暗の対応づけ

CIELAB 空間における色相 $h(x, y)$ を、画素値 $i(x, y)=255/360 \times h(x, y)$ によって 8 bit モノクロ画像として表示する。ここで (x, y) は考えている画素の座標である。このようにすると、色相 $h(x, y)$ が 0 より僅かに大きい画素は黒、360 より僅かに小さい画素は白として表示され、色相値が 0(360)を境に明暗のコントラストを得ることができる。なお、色相は 360 度周期性をもつため、色相値 0 と 360 は同じ色相を表す。

任意の色相 $H(0 \leq H < 360)$ において明暗のコントラストを与えるために、新たに $h'(x, y)$ を

$$h'(x, y) = h(x, y) - H \quad (h(x, y) - H \geq 0)$$

$$h'(x, y) = h(x, y) - H + 360 \quad (h(x, y) - H < 0)$$

によって定義して、 $i'(x, y)=255/360 \times h'(x, y)$ を画像表示する。以上のようにすることで、図 3 (b)のように、内側の色相が外側のグレースケールの帯の明暗に対応して表示される。

以上を図 1 に適用した結果を図 4 に示す。図 4 (a)は $H=90$ に対して明暗表示したものであり、色

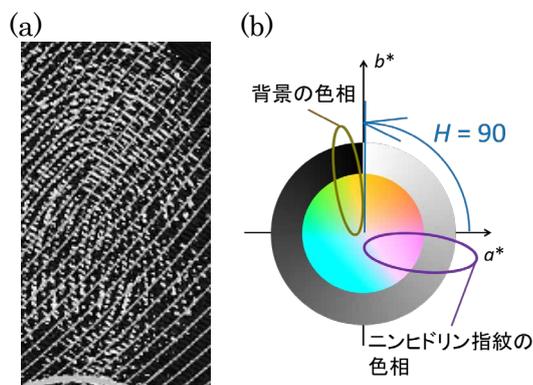


図 4 (a)図 1 を $H=90$ に対して明暗表示したもの (b)色相と明暗の対応

相と明暗の対応は図 4 (b)のようになっている。図 4 (a)は一見すると隆線と背景に明暗のコントラストが見られる一方、隆線が左上から右下方に切断されており、隆線の切れ目が隆線の終止によるものか、重畳する模様が黒く表示されていることによるものか区別が難しい。

(3) 色データの主成分分析

(2)では色相という一つの情報のみを利用して画像処理を行っていた。そこで色相のみの利用では鮮明化の余地が残った図 1 に対して、さらなる鮮明化のため、当初の RGB 試料画像 (図 1) に戻り、R, G, B の三次元情報全てを利用する。本発表では主成分分析に着目した。主成分分析は、データの分布の広がり (分散) が大きい順に互いに直交する軸 (主成分ベクトル) を求める手法である。本稿では主成分分析を、コントラスト調整とは異なる視点から画像を取り扱う新たな基底を与える手段として利用した。

主成分分析の結果得られる主成分ベクトルは、対象となるデータの分布形状に依存するため、データの分布形状が異なると得られる主成分ベクトルも異なる。図 1 の三次元色情報の分布形状は、RGB 色空間では図 5 (a)、CIELAB 色空間では図 5 (b)のように互いに異なっており、それぞれの色空間で主成分分析を行うことで、データを取り扱う視点を増やすことができることが期待される。なお、図 5 のデータ点 1 点は画像中のある一つの画素の三次元色情報に対応する。

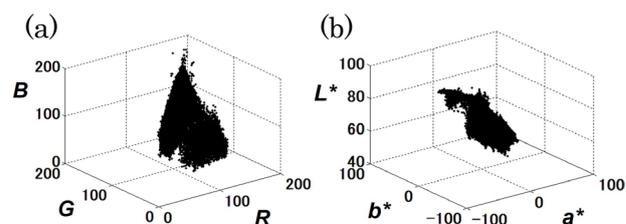


図 5 図 1 の色情報の三次元分布形状 (a)RGB 空間上 (b)CIELAB 空間上

試料画像が N 画素から構成されている場合、主成分分析の対象となるデータ行列は $N \times 3$ 行列となる。ここでデータ行列の列数の「3」は、RGB 空間では (R, G, B) 、CIELAB 空間では (a^*, b^*, L^*) の各三成分を意味する。得られる主成分単位ベクトルと、データ行列の平均から伸ばした各画素の色データベクトルとの内積をとることで、内積の値を画素値にもつ「主成分画像」を表示し、主成分画像中に指紋が鮮明化されているか調べた。RGB 空間における主成分画像では指紋を鮮明化することはできなかった。一方、CIELAB 空間で

の主成分画像は図6のようになり，第一主成分をコントラスト調整した図7において指紋が鮮明化された．主成分ベクトルには符号の任意性があるが，CIELAB空間の主成分ベクトルに対しては， $L^* > 0$ となるよう主成分ベクトルの符号を選んだ．

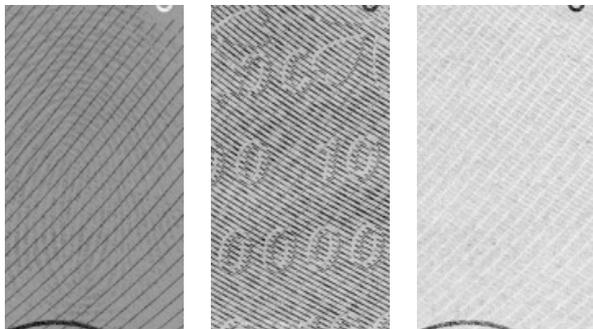


図6 図1のCIELAB空間上の主成分画像．左から第一，第二，第三主成分．

図7では，図2の左上から右下に伸びる暗緑色の縞模様が目立たなくなっており，図4(a)に見られるような隆線の切断も軽減されていた．以上の点から，主成分分析を用いた画像処理結果である図7が，コントラスト調整や色相のみを用いた画像処理に比べ指紋をより鮮明化していると考えられた．



図7 図6の第一主成分のコントラスト調整結果

4. 考察

図7が得られた理由を考察した．図7のCIELAB色空間上での主成分ベクトルは図8(a)のようになっており，各主成分ベクトルが対応する色相を図8(b)に示す．図8(b)の中心から伸びる線分は，各主成分ベクトルが a^* - b^* 平面上に作る影の長さを表している．ここでは各主成分ベクトルの色相に注目する．

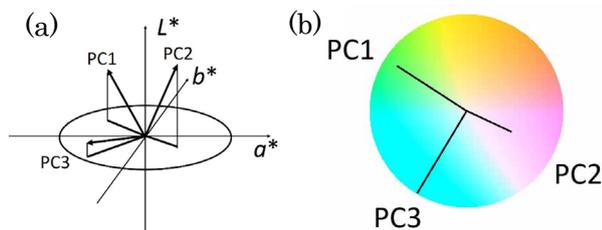


図8 (a)CIELAB空間上の主成分ベクトル (b)各主成分ベクトルの a^* - b^* 平面上への射影

図8(b)から，図7を与えるCIELAB空間上の第一主成分ベクトル(PC1)は緑の色相を向いている．したがって，各画素の色情報ベクトルとの内積計算において，図2の左上から右下に伸びる

暗緑色の縞模様は，第一主成分ベクトルの色相と同じ緑の色相であるため，主成分ベクトルとの内積の値が相対的に大きくなって明るく表示される．図2から背景の色相は黄色であり，緑と色相が近いため，背景も主成分ベクトルとの内積が大きくなって明るく表示される．一方，ニンヒドリン指紋は紫色をしており，紫は緑と色相が反対であるため，主成分ベクトルとの内積は小さくなり暗く表示される．以上のように，色相がほぼ反対の構造の一方が明るく他方が暗く表示されたことで，図7において指紋が鮮明化されたと考えられる．内積には明度や彩度も反映されるが，鮮明化過程の主要な傾向については以上のように色相を用いて判断できると考えられる．右上から左下に向かう縞は，色相が紫のため指紋と同様に暗く表示され，色情報を用いて分離することはできなかった．以上の過程を図9に示す．

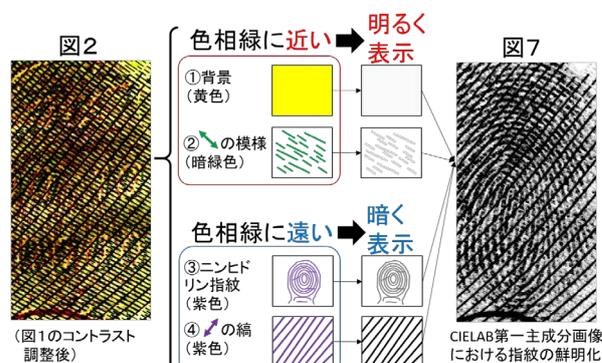


図9 指紋鮮明化の過程

5. まとめ

有色化処理後も背景に埋もれて視認困難な指紋をRGBカラー画像として画像化し，色情報を利用した画像処理により指紋の鮮明化を行った．

CIELAB空間上の色相を明暗に変換する手法，RGB空間またはCIELAB空間において主成分分析を行う手法により，コントラスト調整と比較してより視認しやすい指紋を得ることができた．

本手法は，試料画像の色情報に基づいて，人にとってより見やすく，指紋の特徴点について判断する一助となる画像を提示する手法と考えられる．

参考文献

- 1) L. Hong, Y. Wan, and A. Jain, Fingerprint Image Enhancement: Algorithm and Performance Evaluation, *IEEE trans. on Pattern Analysis and Machine Intell.*, 20 (1998) 777-789
- 2) B. Dalrymple, Background Subtraction Through Exhibit Substitution, *J. Forensic Identif.*, 54 (2004) 150-157

フィルム作品「紅」における特別なフィルターワークとその色彩効果

Special Filter Work and its Color Effects in the Cultural Documentary Film "Beni"

佐々木麻衣子 Maiko Sasaki 東京工芸大学工学部工学研究科 工業化学専攻

矢島 仁 Hitoshi Yajima 東京工芸大学芸術学部映像学科 准教授

東 吉彦 Yoshihiko Azuma 東京工芸大学工学部メディア画像学科 准教授

(Tokyo Polytechnic University)

Keywords: フィルム撮影, ベニバナ色素,
赤末域, Infrared Cut off Filter

要旨

短編文化記録映画「紅」は、化粧紅の製法を題材に制作した映像作品 1) である。作品中で紹介する化粧紅とは純度の高いベニバナの紅色色素そのものであり、ベニバナ花卉から伝統的製法で精製されたもの 2) である。繊維等に染色されたベニバナ色素は緑から青色にかけての可視光を吸収し赤色蛍光を発することが知られており 3)、また乾いた状態の新鮮な化粧紅は、明瞭な緑色金属光沢を呈する 4)。映像作品では、これらの諸性質を持つ色材の特徴を伝えるために、色彩の確かさと優れた質感描写力を期待して映画用 35mm カラーネガフィルムを使用して記録した。しかし、その映像は期待に反し、緑色の光沢を有する紅猪口が、金色に写ってしまった。

この発表は、乾燥した化粧紅の色彩をヒトの眼で観察される通りに写し取るために行った、フィルム撮影時のフィルターワークによる赤末域の感度コントロールの試みである。

1. 緒言

銀塩の感光性を応用した高精度な多重塗布感光材料である映画用カラーフィルムは、素晴らしい感光度とラチチュードの広さ、そして豊かな階調表現、さらに長期に渡る安定した保存特性のため、記録媒体の首位にあると言っても過言ではない。このため、バジェットの大きな海外の映画作品では、しばしばフィルム撮影が選択されている。しかし、映画の流通形態がプリントフィルムからDCPパッケージに変わるにつれ、全くフィルムを使わない映画制作も多くなり、日本の娯楽映画市場でのフィルム撮影の比率は激減している。

では、フィルム撮影と電子的撮影のどこが特に異なるのかといえば、撮影媒体の感度、彩度、コントラスト、などが基本的に固定されているのがフィルムであり、それらを撮影時の設定や後処理

で比較的自由に変更できるのが電子的撮影である。すなわちフィルム撮影では、撮影時にそのシーンの演出に必要な光量と照明比を満足させなければならず、例えば晴れの日という設定のシーンならば本当に晴れの日を待つか、大光量のライトで強いコントラストの照明をするしか方法がない。けれども電子的な撮影では感度とコントラストを電氣的に可変させることが可能で、曇天で撮影しても見かけを晴れの日のようにすることもできる。そのため天候の条件が悪くても、天気待ちなどをせずに撮影が強行されることもある。また、フィルムでは特定部分のみの色彩変更は極めて困難であるが、電子的撮影では比較的容易で、さらに不要な写り込み物の除去も可能である。

要するにフィルム撮影では、銘柄ごとの再現特性がやや固定的であり、また映写で鑑賞する限り意図した色彩がほぼ維持されるのに対し、電子的撮影では、映像加工の自由度が極めて大きく、鑑賞環境も多様であるため、機器により再現される色彩も異なり得るのである。

映画「紅」は、黄色い花卉から赤い紅餅になり、精製の過程で微妙な色彩の変化を経て、化粧紅として緑色に輝き、さらに女性の唇を明るく鮮やかに彩るまでの色彩が主題であるから、その色彩情報を客観的に記録する目的で35mm銀塩カラーフィルムの使用が最も望ましいと考えた。

またそれは同時に、大学等が保有する豊富なフィルム撮影と編集の機材を使用できるため、コスト削減に大きく寄与した。

2-1. 発端

「紅」化粧紅の美しさを描いた作品であるため、紅を唇に差す化粧のシーンは最重要である。紅猪口の緑色光沢と、明るく鮮やかな紅色との対比を効果的に見せるため、紅花染めの和服のお嬢さんが化粧をするシーンを、古民家を借りて冬の晴天の日に撮影した。

紅猪口の内面にある紅色素は金属的光沢があり、ほぼ緑色の鏡とみなせる。つまり周囲のすべ

てのものが、写り込んでしまうのである。そのような場合の撮影における対処は大面積の白を写り込ませること。(写真1) 大面積の白は、猪口の内面に緑色の輝きとなって表現される。



写真1, 天井に白ビニールが張ってある様子

撮影済みのフィルムは直ちに現像所に送られ、翌日には「良い仕上がりです、紅猪口は美しい色ですね」との連絡にホッとした。しかし、試写室で愕然とした、紅猪口だけが、光沢のある黄色に見えたのである。(写真2) 光沢のある緑色ではなく、黄金色に輝いていたのである。現像所の担当者は緑色の紅猪口を見たことはなく、ただ金色を美しいと思ったのだという。



写真2, 金色に写ってしまった最初の映像

2-2. カラーネガ・ポジでの発色

映画用カラーネガフィルムの発色システムも他の銀塩カラーネガフィルム・カラー印画紙と大差はなく、イエローカプラーの含まれた青感乳剤層、マゼンタカプラーの含まれた緑感乳剤層、シアンカプラーの含まれた赤感乳剤層、がそれぞれ高感度、中庸感度、低感度とラチチュードを広げるべく重層されており、その標準的な各種の写真特性は、メーカー発表のデータシートで確認することができる。

緑色の物体からの反射光、つまり 550nm 付近の緑色光は主にフィルムの緑感乳剤層を感光させ、現像工程を経てマゼンタに発色したネガ像となる。さらにプリント工程では、マゼンタネガ像を透過した焼き付け光がポジフィルムの青感乳剤層と赤感乳剤層を感光させ、現像処理で発色したイエローとシアンの色素が重なり、緑色のポジ像となる。

緑色が金色つまり、黄色になったということは、ポジフィルムの青感乳剤層が強く感光したわけであるから、遡ってネガがマゼンタ像ではなく、むしろ青色像になっていたということになる。シアン、マゼンタ、イエロー、の色材で青色にするには、シアンとマゼンタの混色が必要であり、シアンの色素が余剰であるということは、赤感乳剤層が余剰に感光し発色したということになる。

2-3. フィルムの感色性と肉眼の感色性

映画用カラーネガフィルムはヒトの目の感じる波長域よりさらに赤外線までを感じている。そのために時として肉眼視と色再現が異なる現象が知られているが、あえて感光波長域を赤外域まで伸ばしてある理由を Kodak 社は、赤外線をほとんど除外するフィルムを作ることは可能です。しかし、そのためには、感度や彩度を失うなど、望ましくない選択を強いられます。5) と述べており。特別な場合に問題が起きることが予測されるものの、一般的な被写体の好ましい色再現を優先しフィルム設計がされているのである。

2-4 紅色素の分光反射率測定

スライドガラスに 50nm の厚さで均一に塗布した紅色素の拡散反射特性を 図1 に示す。数値は入射と反射のそれぞれ法線からの角度であり、ほぼ磨いた金属面のような反射特性 6) である。

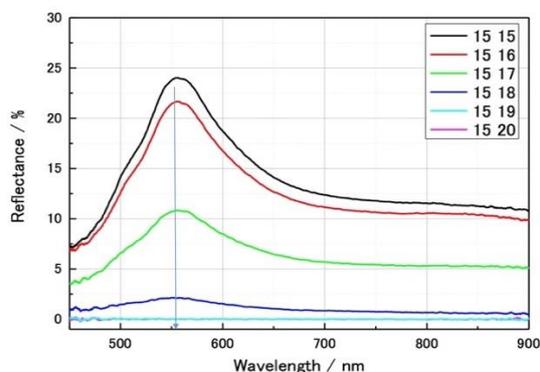


図1, 紅色素膜の分光反射特性

入射角度 15 度, 反射測定角度 15 度及び 16-20 度

いっばんに人の目で緑色と感じる 550nm に反射ピークを持ち、それより短波長部はピークからの距離に比例して反射が減少するのに対して、長波長部は赤末域を経て赤外域に到るまで緩やかに強い反射が持続している。

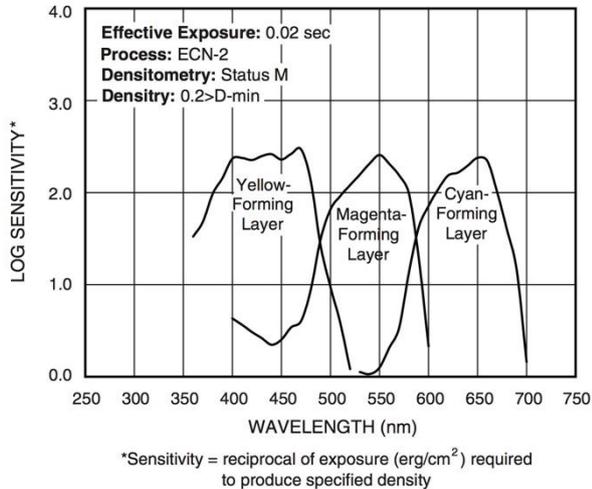


図2, EK5207 フィルムの分光感度曲線

使用したフィルムの分光感度を図2に示す。赤感乳剤の感度のピークは 650nm 付近にある。

紅色素の反射特性と合わせると、人の目がほとんど感じなくなる限界に近い 650nm~700nm 付近の紅色素の反射がフィルムの赤感乳剤を過剰に発色させていると考えられ、これを削減することで好ましい色再現が可能になると考えた。(図3)

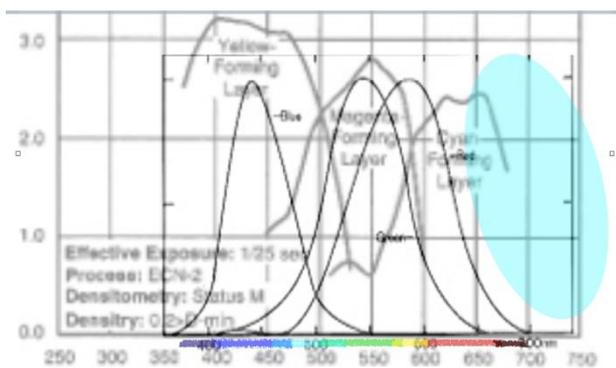


図3, ヒトの目とフィルムの分光感度比較

3-1. 赤外線除去の実験

赤外線を吸収除去するために水槽は有効である。昆虫など小動物の撮影時に被写体を傷めることなく 30k lux を超える照度で照明 7) するために、筆者は厚さ 13 センチメートルの水フィルター(写真3)を使用したことがあるが、これはあくまで照明用であり撮影光路には不向きである。

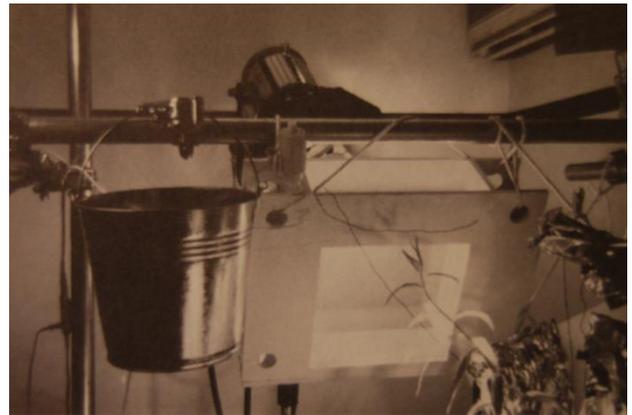


写真3, 高照度照明のための防熱フィルター

水を用いた撮影用の防熱装置としては、炉の中の灼熱した焼き物を撮影する際に製作した、厚さ 1inch の水槽(写真4)も保有している。また、コダックから 1998 年ごろに購入した Infrared Cut off Filter No. 301A と No. 304 の 2 種類のダイクロミック干渉フィルターも手元にあった。No. 301A は 678nm を目標に濃度 0.50 の赤外線除去のフィルターであり、また No. 304 は 667nm を目標にした濃度 0.50 の赤外線除去のフィルターであり、640nm までの可視光を高い比率で透過し近赤外線を反射する 8) ほぼ無色透明なガラス基板のフィルターである。これら 3 種類の赤外線除去フィルターを使い実際の効果を確かめてみた。



写真4, カメラに装着した 1inch 水フィルター

3-2. 第1回目のテスト撮影

実際の化粧のシーンは屋内であるが、北側の天空光がキーライトのため、室内の補助光源および猪口に反射させる白も HMI で照明(写真1)されており、テスト撮影も HMI 光源を使用した。

フィルムは従前から使用のタングステンタイプ EK5219 フィルムに光学ガラスにマウントされた No. 85 フィルターで色温度補正をし、さらに赤外線除去のためのフィルターを重ねた。テスト撮

影結果を、写真5, 6, 7, 8, に示す。



写真5, No. 85 写真6, No. 85+水 1 inch



写真7, 写真8,
No. 85+No. 301A No. 85+No. 304

明らかに効果の認められたのが No. 304 フィルターであり、No. 301A および 水 1 inch フィルターは顕著な効果は認められなかった。

3-3. 第2回目のテスト撮影

第1回目のテスト撮影ではガラス基板のフィルターが2枚重なったことになり、それが原因と思われる微弱なゴースト像が観察されたので、フィルムをデイライトタイプ EK5207 フィルムに代へて再びテストを行った。フィルムが変われば分光感度も変わるわけであるから、その効果を再確認するため、No. 304 および No. 301A フィルターについて再テストした。

結果は No. 304 フィルターを使用した撮影に顕著な効果が認められ、緑色の紅猪口を表現することができた。また、猪口以外の部分の色調も特に異常なく観察されたので、無事に再撮影をすることができた。(写真9)



写真9, No. 304 フィルターを使用した映像

4. まとめ

銀塩カラーフィルムの撮影において、ヒトの目の感じる赤と、感じることのできない赤外との境界領域である 赤末域 と呼ばれる波長域の分光

感度を適切に調節したことで、ベニバナ色素の緑色金属光沢のような、赤外域に強い反射スペクトルを持つ物体の色彩を肉眼視に近づけ、かつ再現性よく撮影することができた。

水の層は、熱作用を持つ波長の赤外線吸収には効果が確かめられていたが、写真作用としての赤末域の波長の吸収にはほとんど効果が見られなかった。

また、このような撮影は、赤外線を吸収あるいは反射するフィルター類と、フィルムの分光感度、そして何より被写体の分光反射特性の組み合わせにより、結果に大きな差が出る微妙な領域であると認識した。

今後、同様の撮影をするためには、目的に叶った特性のダイクロミックフィルターの入手も課題であるが、さらに、ヒトの目の波長特性並びに、その個人差をも考慮する必要があると考えられる。

謝辞

本研究では、突然の依頼にもかかわらず快く光学測定をしていただいた東京工芸大学工学部山田勝実教授ほか多くの方々に大変お世話になりました。誌面をお借りして感謝いたします。

文献等

- 1) 佐々木麻衣子, 矢島仁, 映像文化製作者連盟作品登録 No.16870 (2016).
- 2) 佐々木麻衣子, 大嶋正人, 高橋圭子, 平岡一幸, 山田勝実, 矢島 仁, 東京工芸大学工学部紀要 Vol. 41 No. 1 (2018).
- 3) 下山 進, 文化財情報学研究, 第2号 131-139 (2005).
- 4) 矢島仁, 佐々木麻衣子, 高橋圭子, 平岡一幸, 大嶋正人, 山田勝実, 日本写真学会誌, 81, 65-69 (2018).
- 5) Eastman Kodak Company, An Introduction to Color, H-12J, K14 (1997).
- 6) 矢島 仁, 山田 勝実, 平岡 一幸, 高橋 圭子, 大嶋 正人, 東京工芸大学 KOUGEI カラーサイエンス&アート、シンポジウム&成果報告会予稿集 p7-8 (2018).
- 7) 矢島仁, 映画テレビ技術 No. 590, p19-23 (2001).
- 8) 長瀬産業株式会社コダック製品事業部, 科学的・技術的用途のコダック フィルター, p-58 (1976).

ゲーテの「色を帯びた影」がよく見えるチップ LED 照明装置

An apparatus with chip LEDs suitable for demonstrating Goethe's colored shadows

中川 貴 Takashi Nakagawa 元 福岡工業大学 former Fukuoka Institute of Technology

Keywords: チップ LED, 照明装置
ゲーテの色を帯びた影.

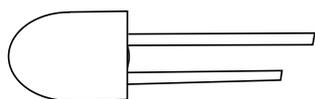
1. はじめに

文豪として知られるゲーテは科学者でもあった。彼は近代物理学を完成させたニュートンの光の物理学に反発し、これを論破する著作として、有名な「色彩論」¹⁾を書いた。この「色彩論」には誤りがあったので世間に無視されたが、その中に記載された「色を帯びた影」は有名な現象として知られている。

これは、物体を一方から白色光で照らし、他方から有色光で照らしたとき、有色光による影が、無彩色ではなく、有色光の補色を帯びて見えるという現象である。ただ従来、有色光は白色光に色のフィルターをかけて得ることが多く、鮮やかさに欠け、装置がやや大きくなりがちであった。

現在、鮮やかな有色光は LED (light-emitting diode) で簡単に得ることができる。ただ、工作に広く用いられる砲弾型の LED (図 1) は放熱が不十分なので、光源として十分な明るさを得ることが難しい。

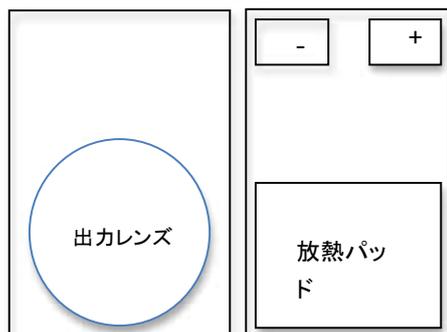
図 1 . 砲弾型 LED



そこで筆者は、工業的に多用され始めた高出力チップ LED (図 2、Lumileds の LUXEON Rebel シリーズ) を使用して「色を帯びた影」を実演する装置を製作した。この LED は 1 辺が 2~3 mm で、裏面にはんだ付けのパッドが 3 箇所ある。

図 2.
チップ LED.

発光面 (左)
と裏面 (右)

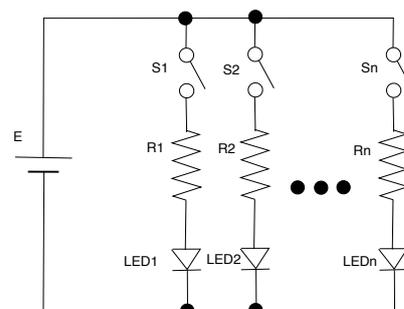


2. LED の電気的特性と点灯回路

LED の電気的特性は整流用の PN 接合ダイオードと同様の定電圧に近い特性であるが、電圧降下は LED の色によって異なり、赤は 2V 程度、青、緑、白は 3.5V 程度である。光の強さはほぼ電流に比例するが、電流は直列につなぐ抵抗の値で加減することができる。

図 3 は筆者が製作した実験装置の回路図である。

図 3 . LED 点灯回路



ゲーテの「色を帯びた影」の実験では白色 LED と一つの有彩色 LED を同時に点灯させるだけなので、電源は 1~2A 程度の電流容量があればよい。そこで、1 個 1.2V の充電できる単三電池を 4 個直列に繋いだ 4.8V の電源を用いた。

3. チップ LED を放熱板にはんだ付けする方法

放熱板としては、厚さ 0.3mm の銅板を 2 cm 幅に切ったものを用いた。その 1 辺または両辺にチップ LED をはんだ付けする。チップ LED の裏面にはプラスとマイナスの電極と放熱パッドがあるが、放熱パッドは電極とは繋がっていない。そこで、放熱パッドとプラス電極を放熱板にはんだ付けし、マイナスの電極は放熱板から絶縁することにした。

そのため、放熱板に深さ 3mm、幅 5 mm の切れ込みの列を作った。これらの各切れ込みは、チップ LED のマイナス極を出すための切れ込みである。一方、この切れ込みの列と綺麗に噛み合うように切れ込みを作った厚紙を用意した。チップ

LEDはこの厚紙に両面テープで仮止めした。

この状態で厚紙と放熱板を突き合わせると、チップLEDの放熱パッドとプラス電極は放熱板に乗り、マイナス極は放熱板の切れ込みの上に来る。

従って、予め放熱板にはんだとペーストを盛っておき、加熱すれば、放熱パッドとプラス電極は放熱板にはんだ付けされる。筆者は、この加熱に料理用のコントローラ付きホットプレートを用いた。チップLEDは熱に弱いので、ハンダが溶けたとき直ちにチップを放熱板に押し付けたあと冷却することが重要である。

この後、厚紙を取り除き、マイナス電極を普通のはんだ鬚でリード線に接続すればよい。

4. 「色を帯びた影」の実験

実験装置は、10cm×15cmの白い板の中央に1cm角の柱を3本立て、柱を一方から白いLEDで暗めに照らし(50mA程度)、他方から有色LEDで明るく照らす(500mA程度)ものを製作した。

図4は、その装置で両方の照明を点灯したときの写真である。左の白色光は弱いので、その光による影はよくわからないが、右の有色光による影(弱い白色光だけで照らされている領域)は左に向かって伸びているのがわかる。

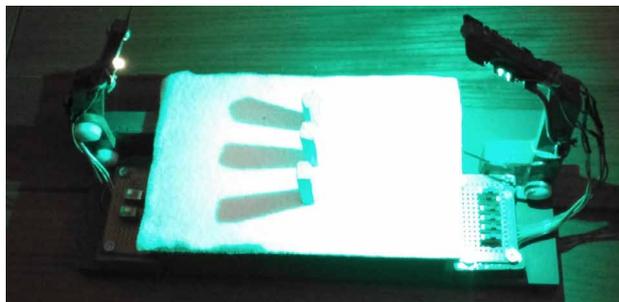


図4. 実験装置による実験の様子

この装置で有彩色の光が遮られた影を観察すると、その色はおよそ表1のようになった。この影の色は装置から10m程度離れて観察しても明瞭に認められた。

光源の色	赤	赤橙	黄色	緑	シアン	青
影の色	青	青	青	赤紫	赤	橙

表1. 実験で観察された影の色

5. むすび

ゲーテの「色を帯びた影」は、物体を高出力チ

ップLEDで照らすことにより、明瞭に観察できることがわかった。高出力チップLEDはRS online や若松通商などの通信販売で容易に入手することができ、単価も数百円程度と手頃なので、装置の製作はさほど難しくない。

ただし万一、高出力チップLEDの強い光を直接見ると網膜に障害を受け、失明に至る恐れもあるので、安全には注意が必要である。

参考文献

1) J. W. V. ゲーテ著. 高橋, 前田訳. 色彩論完訳版. 工作舎 (1999)

照明が演出する絵画の印象

Impressions of paintings modulated by lighting

西川 恵
北岡明佳

Megumi Nishikawa
Akiyoshi Kitaoka

立命館大学
立命館大学

Ritsumeikan University
Ritsumeikan University

Keywords: 照度, 色温度, 絵画, 印象評価.

1. はじめに

現在, 美術館・博物館の展示照明は, 資料保存の観点から 50lx や 150lx など 300lx 以下の明るさ(照度)が推奨されるが, 日常生活空間が 1000lx 前後である(倉田・矢島, 2004)ことから, 多くの美術館・博物館では比較的暗い照明が用いられているといえる。しかし, 作品の印象の観点からは, 遠藤(1979)が照明の照度と色(色温度)による絵画の印象変化を検証し, 照度が高く明るいほど美しい, 快い, 動的な等の評価が高くなる傾向を示し, 色温度は印象に与える影響は小さいとした。展示照明について, 資料保存の観点からは多くの研究が行われているが(Garside, Curran, Korenberg, MacDonald, Teunissen & Robson, 2017; 神庭, 1990; 見城, 1990), 作品の印象の観点から行われた研究は数少ない。また, 遠藤(1979)は照明環境について重要な示唆を与える研究であるが, 絵画の鑑賞を参加者が照明箱の中の絵画をのぞく形で行い, 実験環境が美術館等の展示とは大きく異なるなどその方法に改善が必要と思われる点もある。

よって, 本研究では照明の照度と色温度による絵画の印象変化を検討することを目的に, 実際の展示に近い環境で実験を行い, 絵画の美しさ, 快さ等に加え, 遠藤(1979)では検証されなかった恐ろしさ, 不気味さなどの印象の変化を検討した。本研究は, 予備調査で絵画を選出し, 実験 1 で照度の効果, 実験 2 で色温度の効果, 実験 3 で更に高い照度が絵画の印象に及ぼす効果を検証した。

2. 予備調査

(1) 方法

立命館大学の女子大学生 5 名(21-24 歳, 平均 22.5 歳)が実験に参加した。参加者にはノート型パーソナル・コンピュータで 29 点の西洋画を提

示し, その印象を質問紙で評定させた。絵画の評定尺度は遠藤(1979)で使用された 4 対の意味尺度(美しい-醜い, 快い-不快な, 暖かい-冷たい, 動的な-静的な), 石坂・高橋(2006)の印象評定尺度 4 対(好きな-嫌いな, うれしい-悲しい, 安心する-不安な, さびしい-楽しい), 三浦(1999)で使用された形容詞を参考に作成した尺度 2 対(恐ろしい-優しい, 不気味な-不気味でない), 本研究で独自に作成した尺度 2 対(興奮した-冷静な, 怒った-穏やかな)の計 12 対の 7 段階尺度とした。

(2) 結果と考察

結果から, 美しい・快い等の評価が高かった(a)フェルメール・(b)ボッティチェリ・(c)レイトンを“美しい絵画群”, 恐ろしい・不気味な等評価の高い(d)ゴヤ・(e)ルーベンス・(f)ゴヤを“恐ろしい絵画群”, さびしい・冷静な等評価の高い(g)ピカソ・(h)ピカソ・(i)フリードリヒを“寂しい絵画群”, 怒った・動的な等評価の高い(j)ポッチョーニを“怒った絵画”として計 10 点を選出した(図 1)。

3. 実験 1

(1) 方法

立命館大学の大学生 20 名(男性 5 名, 女性 15 名, 21-26 歳, 平均 22.1 歳)が実験に参加した。1 つの絵画について照度を 50, 150, 450, 1350lx の 4 段階に変化させた(色温度は 4200K 一定)。絵画刺激は予備調査で選出した 10 点(図 1)を提示し, 評定尺度は予備調査と同じ 12 対の 7 段階尺度を用いた。実験は立命館大学の視知覚鑑定実験室(図 2, 図 3)で行い, 絵画を実験室の無地白色の壁に掲示し, 部屋全体の照明を調節して絵画を評価させた。照明は 3 秒かけて次の照明に変化し, 変化して 5 秒程度たった後, 絵画の評価をさせた。絵画の提示順, 照明の変化順は参加者ごとにランダムとした。

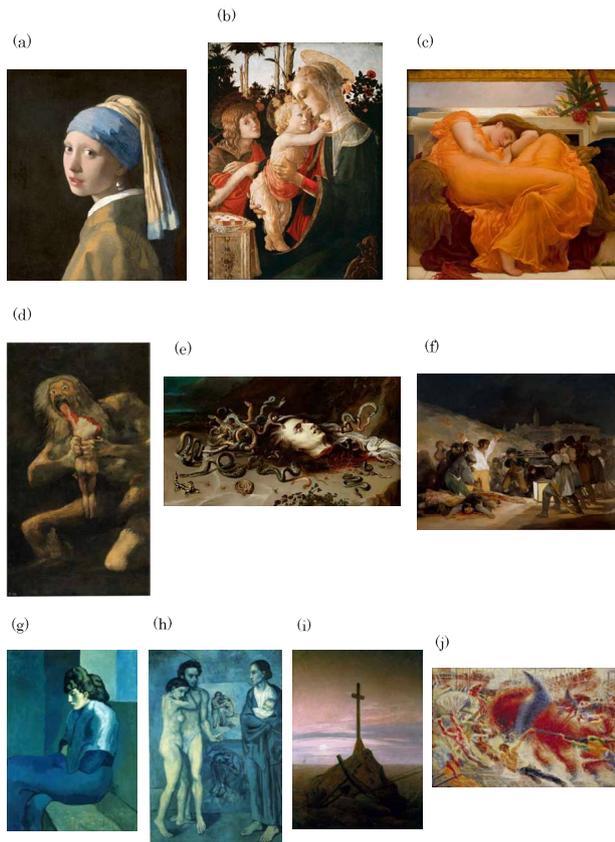


図1 予備調査で選出された絵画。(a) フェルメール《真珠の耳飾りの少女》1665年, (b) ボッティチェリ《聖母子と洗礼者聖ヨハネ》1470-1475年, (c) レイトン《フレイミング・ジュン》1895年頃, (d) ゴヤ《我が子を食らうサトルヌス》1820-1823年頃, (e) ルーベンス《メデューサの首》1617-1618年, (f) ゴヤ《マドリッド, 1808年, 5月3日》1814年, (g) ピカソ《Melancholy Woman》1902年, (h) ピカソ《人生(La vie)》1903年, (i) フリードリヒ《バルト海のそばの十字架》1815年頃, (j) ボッチョーニ《立ち上がる都市》

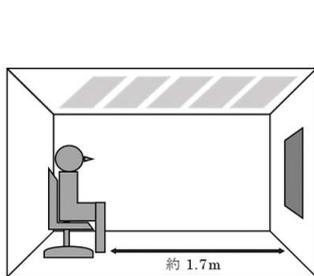


図2 視知覚鑑定実験室の模式図。



図3 実際の鑑賞風景。

(2) 結果と考察

12対の評定尺度ごとに、照度4水準×絵画群4水準の2要因分散分析を行った。美しい-醜い尺

度では照度の主効果が有意であった($F(1.7, 32.1) = 14.52, p < .01$, 図4)。多重比較の結果、1350lx条件が50lx, 150lx, 450lxより有意に評定値が高かった(すべて $p < .01$)、50lx, 150lx, 450lx条件では互いに有意差はみられなかった。絵画群の主効果も有意であり($F(2.3, 43.6) = 68.05, p < .01$)、美しい絵画群、寂しい絵画群、怒った絵画、恐ろしい絵画群の順に評定値が高かったが、寂しい絵画群と怒った絵画に有意差はなかった。照度と絵画群の交互作用も有意であった($F(4.3, 80.9) = 3.64, p < .01$)。単純主効果の検定の結果、全ての絵画群で照度の単純主効果が有意であった(美しい絵画群： $F(1.8, 34.9) = 3.82, p < .05$ ；恐ろしい絵画群： $F(2.0, 37.9) = 5.66, p < .01$ ；寂しい絵画群： $F(3, 57) = 4.48, p < .01$ ；怒った絵画： $F(3, 57) = 11.38, p < .01$)。多重比較の結果、美しい絵画群と恐ろしい絵画群はどの条件間にも有意差はなかったが、寂しい絵画群で1350lx条件の評定値が150lxより有意に高く($p < .01$)、怒った絵画で1350lx条件の評定値が50lx, 150lx, 450lxより有意に高かった(すべて $p < .01$)。以上の結果から、50lx, 150lx, 450lx程度の変化では絵画の美しさに違いはみられないが、1350lxまで明るくするとより美しく感じられ、その傾向は特に(g)~(j)の寂しい絵画群、怒った絵画にみられた。

他の尺度の分散分析の結果は省略するが、快い、動的な、好きな、興奮した、暖かい、うれしい、安心する評価は傾向が似ており、1350lx照明下で50lxまたは150lxより評価が高くなった。恐ろしい印象は照度が低いときより評価が高くなり(図5)、不気味な、さびしい印象も似た傾向を示した。

美しい、快い、動的な印象は、遠藤(1979)でも照度が上がると評価が高くなる傾向が示されたが、より美術館等に近い鑑賞環境で実験を行った本研究においてもこの傾向が示され、心理統計法を用いて確認された。その他の印象は、本研究で初めて照度による印象変化が明らかとなった。

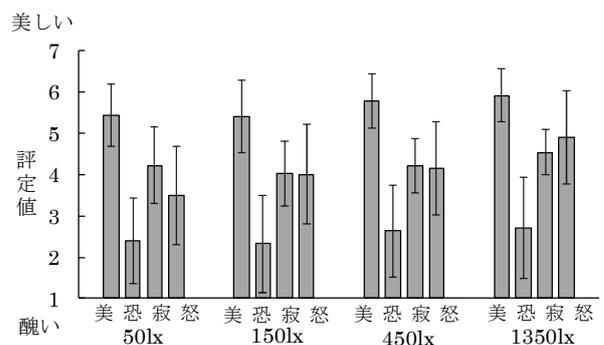


図4 美しい-醜い尺度の評定値。エラーバーは標準偏差を示す。

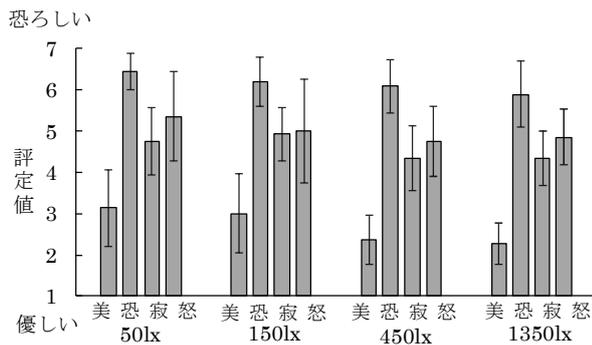


図5 恐ろしいー優しい尺度の評定値。エラーバーは標準偏差を示す。

4. 実験2

(1) 方法

立命館大学の大学生 20 名(男性 5 名, 女性 15 名, 19-24 歳, 平均 22.0 歳)が実験に参加した。1 つの絵画について色温度を 3000, 4200, 6500K の 3 段階に変化させ(照度は 150lx 一定), 絵画刺激, 評定尺度, 実験室装置, 手続きは全て実験 1 と同一であった。

(2) 結果と考察

実験 1 と同様に 12 対の各評定尺度で色温度 3 水準×絵画群 4 水準の 2 要因分散分析を行った。美しいー醜い尺度では色温度の主効果は有意ではなかった($F(2, 38) = .21, p = .812$)。絵画群の主効果は有意であり($F(3, 57) = 56.01, p < .01$), 多重比較の結果, 美しい絵画群, 寂しい絵画群, 怒った絵画, 恐ろしい絵画群の順に評定値が高かったが, 寂しい絵画群と怒った絵画に有意差はなかった。色温度と絵画群の交互作用は有意ではなかった($F(3.6, 67.7) = 1.29, p = .286$)。

他の分散分析の結果は略すが, 美しい, 快い, 好きな評価は, 遠藤(1979)と同様に色温度によって評価に違いはみられなかった。しかし, 興奮した, 暖かい, 動的な, うれしい, 安心する評価は 6500K より赤みのある 3000K の照明でより高く, 恐ろしい, 不気味な, さびしい印象は 3000K より青白い 6500K の照明で評価が高かった。

5. 実験3

(1) 方法

立命館大学の女子大学生 4 名(21-23 歳, 平均 22.3 歳)が実験に参加した。照度 5000lx(色温度 4200K)の照明下で絵画を評価させた。絵画刺激, 評定尺度, 実験室装置は実験 1,2 と同一であった。

(2) 結果と考察

美しいー醜い尺度では, (a)~(c)の美しい絵画群

で 5000lx の美しい評価の得点が実験 1 の 50~1350lx より高かった。(d)~(j)の恐ろしい絵画群, 寂しい絵画群, 怒った絵画では得点が高くはならず, これにはもとより美しい評価の高い絵画は明るいほど美しい評価が上がる事が示唆される。他の実験 1 で照度が高いとき評価が高かった快い, 動的な, 好きな, 興奮した, 暖かい, うれしい, 安心する評価は半数以上の絵画で 50~1350lx より得点が高くならなかった。しかし, 実験 1 と 3 は参加者数が異なり統計検定等は行っていないため, 更なる検証が必要である。

6. 総合考察

本研究では, 照明の照度と色温度による絵画の印象変化を検証し, 展示照明を作品の印象の観点から検討することを目的とした。本研究の結果から, 絵画の美しい, 快い, 好きな, 興奮した, 暖かい, 動的な, うれしい, 安心する評価は, 1350lx の照明下で 50lx または 150lx より評価が高いと示された。また, 5000lx 照明下での結果から, 美しい絵画はより明るいほどより美しく感じられる可能性が示唆されたが, 今後より正確な検証が必要である。現在, 展示照明には 50lx, 150lx などの照度が推奨されており, 資料保存の観点から照度を低くおさえることも重要と思われるが, 鑑賞者の視点からは, より明るい照明の方が絵画はより美しい, 快い等と感じると示唆される。また, 美しい, 快い, 好きな評価は色温度による違いはみられなかったが, 興奮した, 暖かい, 動的な, うれしい, 安心する評価は 6500K より赤みのある 3000K の照明でより高くなると示された。

恐ろしい, 不気味な, さびしい印象は, より照度が低いとき評価が高くなり, また, より色温度が高い照明のときも評価が高くなった。絵画の中には, 中野 (2007) が述べるように「死」「戦争」「暴力」に関する絵画など, 恐ろしさや不気味さを伝えることに意味のある絵画も存在し, そのような展示ではより暗い照明, または, 青白い照明の方が, 印象の演出により効果的といえる。

引用文献

遠藤健治 (1979). 美術鑑賞におよぼす照明の照度と色温度の影響 心理学研究, **50**, 157-160.
Garside, D., Curran, K., Korenberg, C., MacDonald, L., Teunissen, K., & Robson, S. (2017). How is museum lighting selected? An insight into current practice in UK

museums. *Journal of the Institute of Conservation*, **40**, 3-14.

石坂裕子・高橋晋也 (2006). 表現技法の教示が
絵画の印象に与える影響—遠近法の歪みに
着目して— 心理学研究, **77**, 124-131.

神庭信幸 (1990). 博物館展示照明が色材料に及
ぼす作用効果 照明学会誌, **74**, 191-196.

見城敏子 (1990). 照明による文化財劣化と波長
依存性 照明学会誌, **74**, 197-199.

倉田公裕・矢島國雄 (2004). 新編 博物館学 東
京堂出版

三浦佳世 (1999). 絵画における時間—視覚要因
の分析を通して— 基礎心理学研究, **17**,
121-126.

中野京子 (2007). 怖い絵 朝日出版社

適応型階段関数系による展開を用いた絵画画像の

色変化ベクトルによる特徴分析の一試行

A trial of color image analysis for painting arts with coefficients of a recursive bi-divided step function system

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について、画面上のさまざまなスケールについての平均色差に着目し、完全正規直交系を用いることにより、画面上の大きさについて重複することなく、かつ、取りこぼすことがないような方法を構成した。さらに、使用する基底として画面上の色変化に適応した階段関数系を定義することにより、Haar-wavelet と比して、色変化の特徴をより明確に捉えられる方法を提案した。これまでは明暗や彩度、a*値、b*値といった色成分ごとに階段関数系により展開した係数のパワースペクトルや統計量から特徴をとらえようとしてきたが、本発表では、展開係数の成すベクトルから画面上の色変化の特徴分析を試みる。例えば、画面上隣接する展開係数ベクトルの内積から「直交する色変化」や「色差空間上で類似の色変化」というような関係を見出すことが可能であり、このような関係から画面上の色の配置（隣接関係）を保存した分析方法を構成することができる。これまでに分析を試みてきたモネ、ゴッホ等 80 点の絵画作品について、提案方法により、絵画画像における作家の「個性」を計量的にとらえるかを検討する。

2. 再帰的 2 分割による完全正規直交系の構成

色彩画像上の矩形領域 S を縦方向または横方向について 2 分割した矩形領域を S' 、 S'' とする。ここで、 $S = S' \cup S''$ である。また、 S' 、 S'' は各矩形

領域の面積を示すものとする。本発表では画面をまず横方向に分割し、次に縦方向に分割することとした。これは分割が横方向または縦方向のみに分割方向が偏ってしまい、基底が持つべき完全性を失ってしまうことを防ぐためである。横方向の分割から始めることとしたが、分割の方向を縦横のどちらから始めるかについては、対象とする色彩画像の色変化を考慮して定めるべきである。

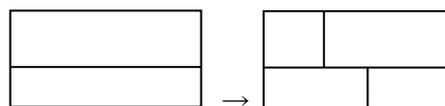


図 1. 再帰的な 2 分割手順

S 及びその分割 S' 、 S'' について、基底関数 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 を画面全体から始めて、矩形領域 S' 、 S'' を再帰的に横→縦→横→縦…と分割した $\varphi_{S'}$ 、 $\varphi_{S''}$ から、完全正規直交系 $\{\varphi_S\}$ が得られる。 $\{\varphi_S\}$ による関数 $f(x, y)$ の展開係数は

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

関数 $f(x, y)$ は画面上の座標 (x, y) に CIELAB の各成分を対応させる関数であるとする。

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

と書けるが、これより展開係数は平均色差に矩形領域 S' 、 S'' の面積とその比に応じた重み付けしたものと解釈できる。

本研究では、画面上の各画素における色と代表色との色差 ΔE の重心を分割点として採用した。図2にファン・ゴッホの自画像3点を例に重心位置と画面構成の関係を示す。作品により分割のレベルは異なるが眼や瞳の位置と分割の位置がよく符合している様子が観察される。理論的ではないが、自画像の中で重要な要素の画面上の位置と重心による分割が強く関連していることから、何等かの関係が存在することが示唆される。

3. 展開係数ベクトルの内積による色変化分析

L^* 、 a^* 、 b^* の展開係数が成す3次元ベクトルを考え、展開係数のベクトルの間の内積に注目してみる。ある領域 S_0 と隣接する領域 S_k の、それぞれに対応する展開係数ベクトル \vec{v}_0 と \vec{v}_k の内積 (\vec{v}_0, \vec{v}_k)

$$(\vec{v}_0, \vec{v}_k) = |\vec{v}_0| |\vec{v}_k| \cos \theta$$

から、「直交する色変化」や θ が小さいことによる「類似の色変化」等という色変化の間の概念的な関係性が得られる。図3に一例として、ファン・ゴッホ《画家としての自画像》の分割レベル10に

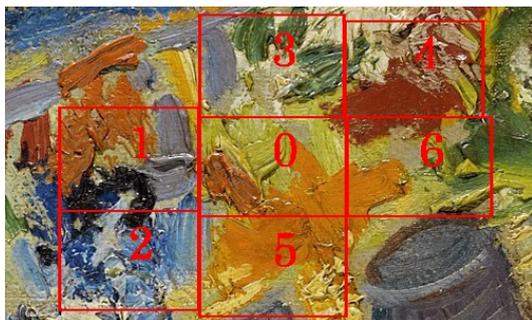


図3. 隣接する領域との内積

おける隣接する分割を示す。図中と No.0 の領域の展開係数ベクトルと No.1 から No.6 の各領域における展開係数ベクトルの内積を求める。この例の場合、6つの内積値が得られるが、これらから領域 No.0 とその周辺領域の色変化の特徴量を得るために、これらの内積値から何等かの後処理を行う。ここでは、絶対値が最大となる内積値を特徴量として採用した。

4. 実験と考察

ファン・ゴッホ《画家としての自画像》を対象に、分割レベル6から11について、各分割領域とその隣接領域の内積値の絶対値の最大値を濃淡画像として示した(図4)。濃淡画像の暗い部分は内積値の絶対値が小さい、すなわち、展開係数ベクトルのノルムが小さい(色変化が小さい)、もしくは隣接する領域の展開係数ベクトルと成す角が直交に近いことを示す。一方、明るい部分は展開係数ベクトルのノルムが大きい、もしくは隣接する領域と「似た」色変化(展開係数ベクトルの成す角が0度に近い)、または、「反対方向」の色変化(成す角が180度に近い)を示す。分割レベル6ではやや陰りのある顔の左側と背景の間に比較的大きな色変化が見られるが、分割を進めると、パレットの上に置かれた色配置に対応した計量が成されていることがわかる。分割レベルが偶数の場合、領域を左右に分割するため、分割レベル10の結果のようにキャンパスの木枠のエッジをよく捉えた結果が得られる。

5. 今後の課題

本稿ではファン・ゴッホの自画像3点を通して、提案手法により画面上の色変化を捉えられることを示した。今後、ファン・ゴッホ、モネ、レンブラント等の複数の作家の作品群について分析を行い、色変化の特徴の計量を試みる。また、提案手法はその定義から、画像特徴量として用いられている Haar-like 特徴量との関連があるが、Haar-like 特徴量との比較も今後の課題である。



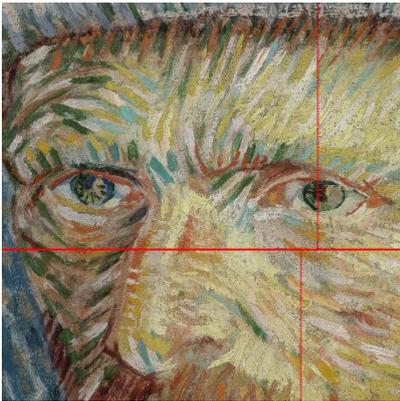
《フェルト帽を被った自画像》



《画家としての自画像》



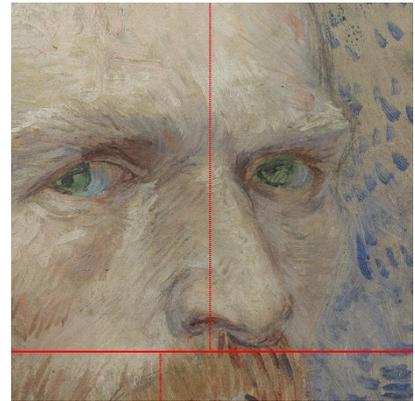
《自画像》



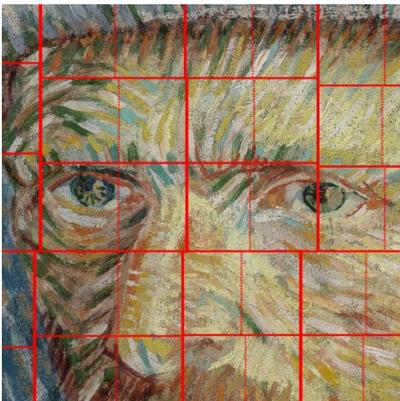
分割レベル=2



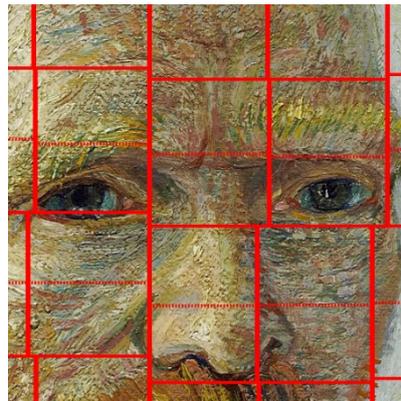
分割レベル=2



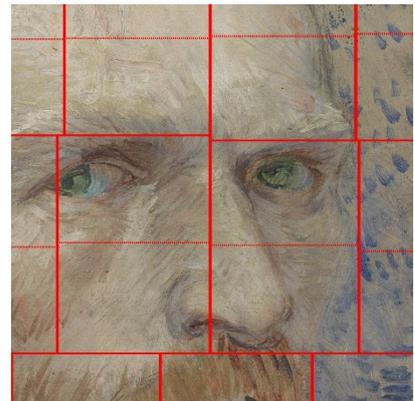
分割レベル=2



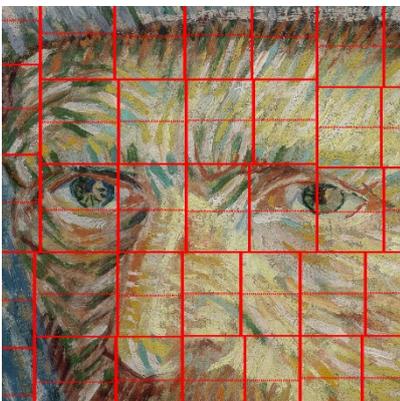
分割レベル=8



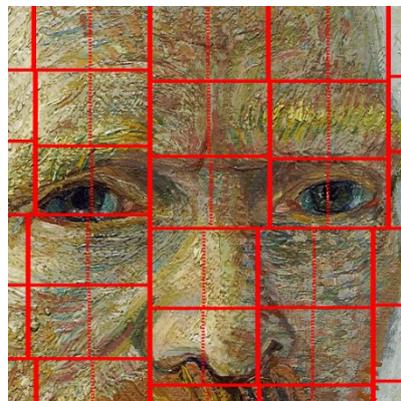
分割レベル=9



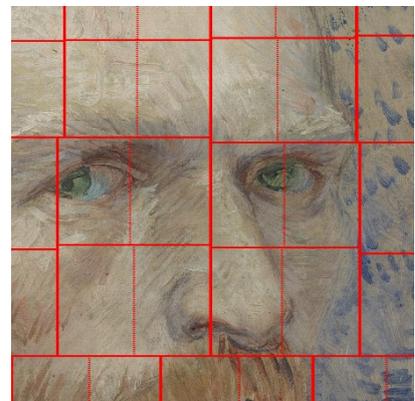
分割レベル=7



分割レベル=9

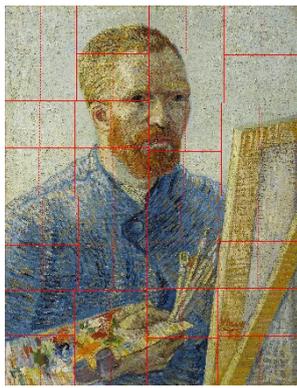


分割レベル=10

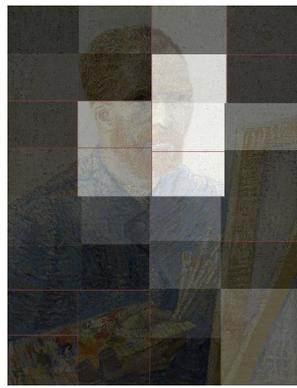


分割レベル=8

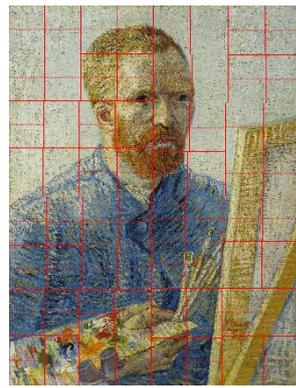
図2. 重心による分割と画面構成



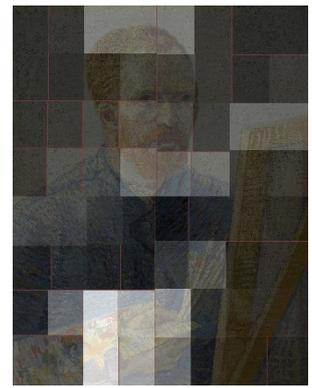
分割レベル=6 の分割



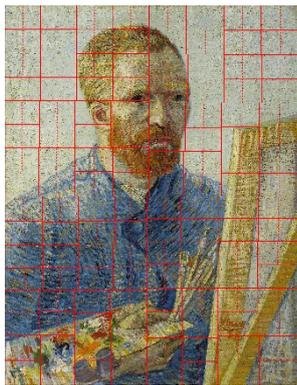
内積値画像



分割レベル=7 の分割



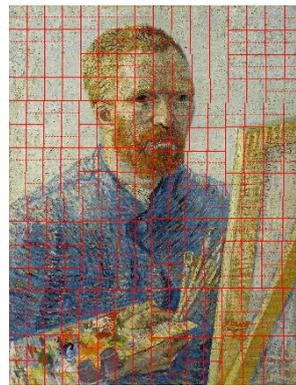
内積値画像



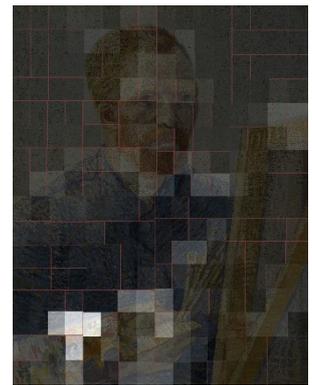
分割レベル=8 の分割



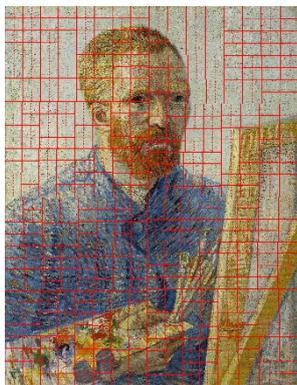
内積値画像



分割レベル=9 の分割



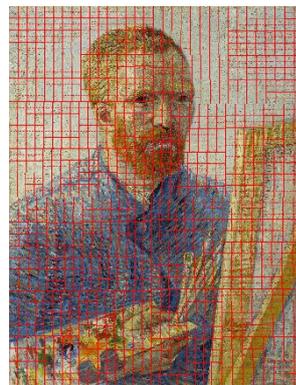
内積値画像



分割レベル=10 の分割



内積値画像



分割レベル=11 の分割



内積値画像

図 4. 再帰的分割と内積値画像

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] 室屋泰三, 再帰的 2 分割による任意波長を持つ階段関数系による絵画画像の色彩変化の計量の試み任意波長を持つ階段関数系による絵画画像の

色彩変化の計量の試み, 日本色彩学会 平成 30 年度全国大会, 2018.

- [3] 室屋泰三, 再帰的 2 分割による階段関数系を用いた絵画画像群の分析の一試行, 日本色彩学会 平成 30 年度研究会大会 色彩科学系 5 研究会合同研究発表会

現代日本人にみられる色彩語彙の特徴：美術系大学生の事例

Color terms in Modern Japanese: Case of Students of Art and Design

筒井亜湖

Ako Tsutsui

東京工芸大学

Tokyo Polytechnic University

Keywords: 色名, 色彩語彙, 基本色彩語, 自由想起, 美術系大学生

1. はじめに

本研究は、美術やデザインを専攻している大学生がどのような色彩語彙を使用しているのか、その特徴と普及実態を、再生法によって確認した。再生法による色彩語彙調査は、近江^{1,2)} や富永ら^{3,4)} によって過去に実施されている。それらの結果と本研究の結果とを比較検討した。

2. 方法

調査参加者に対して、色名の自由想起を求めた。

2.1. 調査参加者

18歳から25歳までの、美術やデザインを専攻する日本人大学生297名(男性79名, 女性218名, 平均年齢19.57歳)。

2.2. 手続き

調査参加者に対し郵紙を配付し、想起した色名を列挙するよう求めた。調査は集団法により、4グループに分けて実施した。所要時間は教示と調査(10分)を含み約20分であった。調査は2018年9月から12月に実施した。

3. 結果と考察

3.1. データの整理・集約

自由記述によったことから、同一色名を表すが微妙に異なる語彙表現がみられた。そのため、著しく近似した表現の色名は同一カテゴリにまとめて分析した。

3.2. 想起色名数

調査参加者ごとの想起色名数の平均は33.1語(最大86語, 最小5語)であった。一般成人210

名による先行研究¹⁾では、平均想起色名数は34.9語(最大63語, 最小11語)であり、平均はほぼ同程度であったが、最大想起色名数は先行研究と比較して多かった。また、想起色名総数は754語であった。先行研究¹⁾の想起色名総数は約300弱であることから、美術系大学生に知られている色彩語彙は多岐にわたることがうかがわれた。また、上位色名の想起率が低い傾向もみられた(表1)。最も多くの人々が挙げた赤でさえ、83.2%の人しか挙げていない。色名想起総数が多く、上位色名の想起率が総体的に低いということは、それぞれの調査参加者が多様な色名を想起したことを示唆している。これには「一般的ではない色名を書かなければ」という美術系大学生特有の心的構えが影響したのかもしれない。

3.3. 色彩語彙想起表

上位50位までの想起色名順位、想起数、および想起率を表1に示す。データの基本構造は先行研究で確認されてきた特徴とほとんど変わらなかったが、いくつか美術系大学生特有の傾向や時代による変化もみられた。以下にデータの特徴を述べる。

(1) 基本色彩語⁵⁾の優位性

上位6位まではKey and McDaniel⁶⁾の根源色カテゴリに該当する色名が並び、13位までに11基本色彩語の全てが出揃う。これは、いずれの先行研究^{1,2,3,4)}においても確認されている頑健な傾向であり、我々が日常的に使用する色彩語彙は、色情報の認知的処理基盤である色カテゴリに強く規定されていることを反映しているといえよう。

(2) 黄緑・水色

黄緑(想起率68.4%)と水色(63.3%)は、11基本色彩語と同程度に想起率が高い。この傾向は約30年前の調査³⁾においても既に確認されていることから、この2色名は基本色彩語と同等に現代日

表1 色彩語彙想起表 (1位~50位)

順位	色名	想起数	想起率(%)
1	赤	247	83.2
2	黄	241	81.1
3	青	239	80.5
4	緑	239	80.5
5	白	234	78.8
6	黒	226	76.1
7	紫	226	76.1
8	黄緑	203	68.4
9	ピンク	202	68.0
10	茶	202	68.0
11	水	188	63.3
12	オレンジ	176	59.3
13	灰	176	59.3
14	橙	155	52.2
15	金	141	47.5
16	銀	140	47.1
17	桃	125	42.1
18	朱	124	41.8
19	黄土	120	40.4
20	紺	120	40.4
21	藍	119	40.1
22	山吹	113	38.0
23	紅	111	37.4
24	肌	111	37.4
25	レモンイエロー	108	36.4
26	赤紫	105	35.4
27	エメラルドグリーン	104	35.0
28	マゼンタ	102	34.3
29	コバルトブルー	95	32.0
30	パーマネントイエロー	93	31.3
31	焦茶	92	31.0
32	グレー	89	30.0
33	ターコイズブルー	87	29.3
34	深緑	87	29.3
35	青紫	86	29.0
36	ベージュ	84	28.3
37	青緑	82	27.6
38	スカイブルー	81	27.3
39	群青	76	25.6
40	ビリジアン	73	24.6
41	空	69	23.2
42	シアン	68	22.9
43	クリーム	62	20.9
44	桜	62	20.9
45	ワインレッド	59	19.9
46	若草	57	19.2
47	鶯	55	18.5
48	カーキ	53	17.8
49	バイオレット	50	16.8
50	浅葱	50	16.8

本人に定着している, 基本的な色名とみなせる.

(3) 系統的色相名

黄緑のほか, 上位 50 位までの間には, 赤紫 (35.4%), 青紫(29.0%), 青緑(27.6%)がみられ, 系統的色相名の普及が確認できる. しかし, 同様に系統色相名である黄赤は, 本調査の参加者のなかで想起する者はいなかった.

(4) 紺・藍

紺の普及率が高いことはかねてより知られている^{1,3)}が, 今回のデータでは紺と類似した色域を表す色名である藍がかなり近接した(40.4%と40.1%). これは, 染料としての藍に馴染みがある美術系大学生の特徴かもしれない.

(5) 外来語

全想起色名の 59.7%, 色名数でいうと 450 語が, 外来語に由来する色名であった. 外来語表現が定着している色名や, 基本色彩語の英名なども含まれるが, 想起される外来語色名の多くは油絵の具やアクリル絵の具などの色名であった(表2参照). なお, 絵の具の色名は外来語色名だけでなく, 岩絵の具や染料などの和名による伝統的な色名も多くみられた. これらの色材名のバリエーションの多さが, 本調査の想起色名総数を引き上げた要因となっている.

(6) 色材の影響

油画を専攻している大学生を対象とした約 20 年前の先行研究²⁾では, 黄を代表する油絵の具の色名はカドミウムイエローであったが, 今回のデータではパーマネントイエローに置き換わっていた. これは, この 20 年で毒性の強いカドミウム系の色材が使用されなくなり, 代わりとなるパーマネント系が普及したためであろう. 個人の保有する色彩語彙は, 色彩との接触経験に規定される⁷⁾ことから, 絵の具を介して色彩と関わりをもつことの多い美術系大学生の色彩語彙が, 市販される色材の変化に影響を受けることは自然なことである. 一方, 20 年ほど前からクレヨンなどの色材名として使用されなくなった肌色だが, 代わりとして使用されるようになった薄橙(11.8%)やパールオレンジ(4.0%)は, 肌色(37.4%)と比較すると想起率が低く, あまり定着してはいないようである.

(7) 男女差

本調査の参加者は性別に偏りがあるため検証

表2 色彩語彙想起表 (51位~100位)

順位	色名	想起数	想起率(%)
51	ねずみ	50	16.8
52	えんじ	49	16.5
53	サーモンピンク	49	16.5
54	カーマイン	48	16.2
55	プルシャンプルー	47	15.8
56	オリーブ	46	15.5
57	薄紫	45	15.2
58	ウルトラマリン	43	14.5
59	パープル	43	14.5
60	イエローオーカー	42	14.1
61	ジェットブラック	40	13.5
62	スカーレット	40	13.5
63	イエロー	39	13.1
64	ブラック	39	13.1
65	藤	39	13.1
66	コーラル	38	12.8
67	シルバー	38	12.8
68	ピーコックブルー	38	12.8
69	ホワイ	38	12.8
70	ランプブラック	36	12.1
71	バーミリオン	35	11.8
72	赤茶	35	11.8
73	薄橙	35	11.8
74	グリーン	34	11.4
75	アイボリー	32	10.8
76	堇	32	10.8
77	オフホワイ	31	10.4
78	オペラ	31	10.4
79	レッド	31	10.4
80	銅	31	10.4
81	ショッキングピンク	30	10.1
82	バートシェンナ	30	10.1
83	ネイビー	29	9.8
84	ブルー	29	9.8
85	クリムゾン	28	9.4
86	ゴールド	28	9.4
87	バートアンバー	28	9.4
88	ブラウン	28	9.4
89	茜	28	9.4
90	小豆	28	9.4
91	マリンプルー	27	9.1
92	萌黄	27	9.1
93	セピア	26	8.8
94	ナイトブルー	26	8.8
95	パーマネントレッド	26	8.8
96	ライムグリーン	26	8.8
97	ライラック	26	8.8
98	緋	26	8.8
99	ラベンダー	25	8.4
100	瑠璃	25	8.4

は不十分であるが、男女において平均想起色名数に差がみられ、女性の方が男性よりも10近く想起数が多かった(女性 36.2, 男性 26.9)。これは、度々確認される女性の色彩への関心の高さに起因していると思われる。

4. まとめ

本研究は、美術系大学生における色彩語彙の特徴と普及実態を、再生法によって確認した。色名想起率データは基本色彩語に該当する色名が想起率の上位を占めることや、黄緑や水色の定着率の高さ、系統的色相名の普及といった先行研究で確認されたのとほぼ同様の傾向が示された。これは、この30年の間では、我々日本人が使用する色彩語彙には大きな変化が見られないことを示す。しかし、細部には美術系大学生に特有の特徴や時代による変化なども認められた。今後は定期的にデータを収集し、美術系大学生の色彩語彙の経年変化に注視していきたい。

引用文献

- (1) 近江源太郎 (2007) 現代日本人に見られる色彩語彙の特徴 (1) 想起色名調査結果 色彩研究, 54 (1), 7-14.
- (2) 近江源太郎 (2007) 現代日本人に見られる色彩語彙の特徴 (2) 絵画系学生および伝統的染色技能者の事例 色彩研究, 55 (1), 1-6.
- (3) 富永昌治 (1991) 現代色彩語彙の調査と分析 日本色彩学会誌, 15 (2), 119-126.
- (4) 小野文路・堀内隆彦・富永昌治 (2010) 現代日本人を対象とした色彩語彙の調査と分析 日本色彩学会誌, 34 (1), 2-13.
- (5) Berlin, B. and Kay, P. (1969). *Basic color terms: their universality and evolution*. Berkeley, CA: University of California Press.
- (6) Key, P. and McDaniel, C. K. (1978). The linguistic significance of the meanings of basic color terms. *Language*, 54 (3), 610-646.
- (7) 近江源太郎 (2008) 色の名前に心を読む-色名学入門 研究社, 東京.

ブリティッシュカラーカウンシルとジョージ6世の戴冠式

British Colour Council and the Coronation of George VI

日高 杏子 Kyoko Hidaka

芝浦工業大学

Shibaura Institute of Technology

Keywords: Coronation, British Colour Council, British Traditional Colour, Nationalism.

1. はじめに

本研究は、色彩文化の視座よりイギリス国王ジョージ6世(Albert Frederick Arthur George, 1895-1952) (図1)の戴冠式に関する色彩計画について検討する。研究目的は、国家的式典とナショナリズムの表象としての伝統色との関係を明確にするためである。第49回日本色彩学会全国大会において、当該戴冠式の色彩計画に関する一次資料「イギリス伝統色」British Traditional Colours (1937) (図2)について発表した。実際の戴冠式や関連イベントでどのように表現されていたのかの検討に欠いていた。当時の写真、肖像画、関連文献を通じ、伝統色の視覚的表象を検討することで、この欠如を補完する。先行研究として、パトリック・バイティによるブリティッシュカラーカウンシルのインテリアのためのカラーチャートに関する書籍がある。しかし国家イベントの色彩計画に関する研究はまだ限られている。

1937年5月12日、ジョージ6世の戴冠式が執り行なわれた。戴冠式は国家的行事で、国威の表象でもある。ジョージ6世の戴冠式は、ブリティッシュカラーカウンシルが色彩計画を指導していた。当該戴冠式のための色見本帳、肖像、および当時の日本からの駐英大使夫人が記した文書から色彩計画を見ていく。本来は兄エドワード8世が国王になるべきところが、離婚経験のあるアメリカ人女性と結婚したため、弟のジョージ6世が代わりに即位という特殊な事情のある戴冠式であった。

特に、当時ヨーロッパ諸国で広まっていたナショナリズムの検討として、戴冠式の一環として行われた観艦式、園遊会、舞踏会も考察する。

2. ジョージ6世の戴冠式

「イギリス伝統色」の刊行目的は、ジョージ6世の戴冠式典に使用する色彩を、イギリスの伝統色で統一するためであった。赤色、白色、青色、紫色、金色、銀色、タータン、これらがイギリスの代表的な伝統色である。(図3)「イギリス伝統色」は、国旗、軍事、民族の色彩がテーマであり、戦間期のナショナリズムを顕著に表している。



図1 ジェラルド・ケリー卿「ジョージ6世」1941頃、油彩、National Portrait Gallery蔵

吉田茂駐英大使(元・首相)の最初の妻・雪子が執筆したエッセイ「グローヴナー・スクエアの木の葉の囁き」Whispering Leaves in Grosvenor Square 1936-37(1937/1997)には、ジョージ6世戴冠式の色彩の描写が記されている。吉田は、イギリスの戴冠式に感銘を受け、配色に関する記録を残した。彼女がブリティッシュカラーカウンシルによる戴冠式の色彩計画を事前に知っていた可能性は低い。この書籍に綴られた色はあくまでも慣用色名で、色彩の表記としては正確さには欠けるが、公式ゲストとして出席、実際に目撃した記録としては信憑性が高い。

吉田によれば、ジョージ6世は勲章で飾られた

海軍の制服を着ていた。元々は、ジョージ6世は国王になる意図はなく、それまで海軍に所属していたため、海軍の制服を着ていたと思われる。エリザベス王妃は、純金ラメの入った衣装をまとい、肩から斜めに青いリボンをかけていた。周囲にいた貴族の衣裳は真紅色と記されている。

戴冠式の儀式後は、国王と王妃の両方が白貂の毛皮で縁取りした紫に近い真紅色の外衣を羽織っていたと記録している。

付き添いの貴族の衣裳で実際に使われたものと同じ生地ベルベット見本が存在する。(図4)

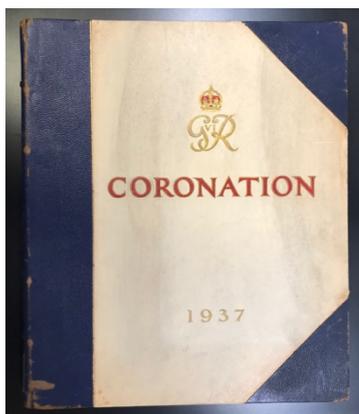


図2 イギリス伝統色(1937) 文化学園図書館蔵

3. 観艦式, 園遊会, カレドニアン舞踏会

戴冠式の一環として、1937年5月20日には南イングランド・スピットヘッドで観艦式も行われた。観艦式は軍事パレードの一種で、軍艦を並べて壮行する式である。日本からは軍艦「足柄」が参加した。園遊会では、イギリスや日本の国旗を手にした外交官への歓迎がなされた。他にカレドニアン(北部ブリテン島=スコットランドのラテン語名称)舞踏会では、タータンチェック、キルト、バグパイプ音楽によるスコットランド民族的表象のイベントが行われた。

4. 考察

「イギリス伝統色」では、染織見本が並び、色彩計画が示された。この見本に基づき、国旗ユニオンジャックの赤色、白色、青色を強調した配色、さらに国家の豊かさを表すための金色と銀色、そして北部ブリテン島スコットランド民族の象徴であるタータンという色彩計画が忠実に表象された。駐英大使の妻だった吉田は、これらの表象を目撃したのである。当時、ナチスドイツを始め、極端なナショナリズムがヨーロッパ中で台頭していた。ナチスは第三帝国を標榜し、ハーケンクロイツや制

服、音楽などを使い、巧みに民衆の心を掴んだ。その流れを受け、イギリスも国家を強調した色彩計画が綿密に設計されたと考えられる。

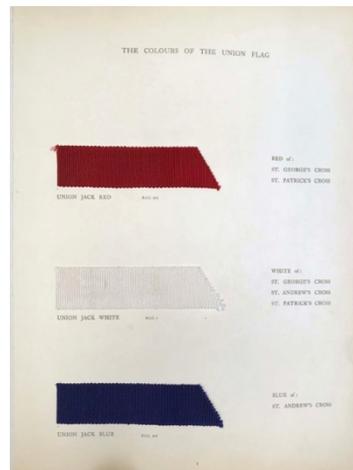


図3 イギリス伝統色(1937) 文化学園図書館蔵



図4 イギリス伝統色(1937) 文化学園図書館蔵

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 18K11965(基盤研究C)「近代イギリスにおけるデザインのための色彩規格とナショナリズムの研究」によるものである。

参考文献

- 1) British Colour Council: British traditional colours : souvenir in connection with the coronation of His Majesty King George VI and Her Majesty Queen Elizabeth (1937)
- 2) 吉田雪子, 長岡祥三編訳「ジョージ六世戴冠式と秩父宮: グローヴナー・スクエアの木の葉の囁き」新人物往来社, (1996) 89-123
- 3) 高木宏之「スピットヘッドの『足柄』ジョージ6世戴冠記念観艦式70周年!」丸, 60巻, 潮書房, (2007) 39-45

日本の色名の近代化

Modernization of Japanese Colour Terms

國本 学史 Norifumi Kunimoto 慶應義塾大学

Keio University

Keywords: 近代化, 西洋化, 色名, 色材, 日本の色彩.

1. はじめに

日本の色彩文化は、近代以前と近代以降において、顕著な違いが見られる程に変化している。端的に言えば、「西洋化」にともなう色彩文化の変化と言って良い。しかし、色名の変化については、近代化・西洋化という文脈において、漠然と言及されることが多い反面、具体的にどのような領域に西洋化の影響があり、いつ頃から変化を迎えているのか、という点はあまり明確になっていない。さらに、近代化・西洋化に伴う色名の変化がありつつも、近代以前から続く和漢の色名はその後も消失せず、アルファベット表記(英語やラテン語)で表記された色名の発音をカタカナで充てた色名や、アルファベット表記とカタカナ表記をと同時併記するもの、漢字・カタカナ・ひらがなの表記等が混在・併存し、今日でも外来語由来と思われる色名の表記に際して、明確な基準があるわけではない。しかし、ある程度の傾向のようなものは感じられるものである。本研究は近代化・西洋化として一義的に捉えられがちな日本近代の色彩語と文化変容について、色料の変化や教育における変化や、国語国字の問題等を参照し、色名の近代化の背景と歴史的経緯を整理する。

2. 諸要素の先行研究

現状、前節であげた諸要素について、専門領域から様々な先行研究がなされている。日本語の外来語の受容や使用状況については、近代以前に日本にはなかった物や概念に外来語が用いられている点を指摘する、村中による研究がある*(1)。色材の変化については、荒井・二宮による、明治期日本画の絵具調査報告や*(2)、國本による色名と絵具の変化についての論考がある*(3)。また、近代的な色彩論の受容と色名のとの関連につい

ては、國本による論考がある*(4)。いわゆる国語国字問題と色名との関連では、漢字の性質と社会文化の変化との関わりという要素についても検討した方光鋭による研究や*(5)、漢語等のナショナリズム的側面についても検討した Adel Amin Saleh による先行研究があげられる*(6)。

個々の研究は、優れた分析と考察がなされているが、本論で指摘するような、諸要素の関連についての視点は充分ではない。

3. 色名の変化の様相

(1) 色材名称の変化

網羅的に近代史上における全ての文字記録を提示することは困難であるが、傾向として色名の表記がどのような変化を見せているかについて、いくつかの類例から見て行きたい。

まず、工業生産や絵具といった色材・絵具の名称の表記について見て行く。明治時代の早い時期に見られた工業関係の色材名表記として、明治14年(1881)竹内久兵衛『絵具染草薬品略説 和洋異名伊呂波字引』(図1)、明治17年(1884)の『[竹内商店]原価録』や、明治20年(1887)竹内久兵衛『実業応用絵具染料考』(図2)があげられる。当該は、色材を扱った竹内久兵衛による、総覧的解説書やカタログ等である。明治14年の書籍では、典拠等は不明ながらも「洋名言辞対訳ノ部」とするアルファベットの語彙と商品に関わる語彙の対応が示され、色名も多少その解説中に含まれている。明治17年の原価録と明治20年の染料考には、和漢語の色名、漢字名カタカナのルビ、カタカナによる色名、アルファベットの色名が混在しており、色名表記の基準のようなものは見えてこない。カタカナのルビも、アルファベットを読んだ音を示すものもあれば、和漢語的に充てられた漢字を日本語音で読んだものもあり、色名を和漢語・西洋語、どちらかに限定するものではない。

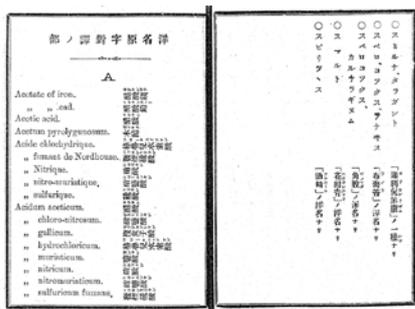


図 1.竹内久兵衛 『絵具染草薬品略説 和洋異名伊呂波字引』

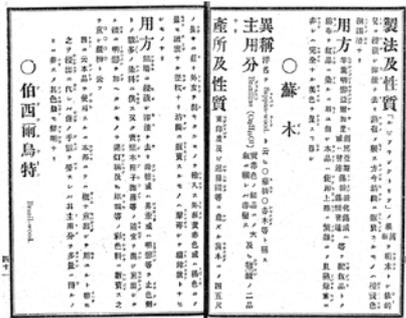


図 2.竹内久兵衛 『実業応用絵具染料考』

この他、明治 32 年(1899)発刊の、野沢鋤三郎、越川文之助『製図彩色水絵具誌』は(図 3)、輸入・国産の水絵具(必ずしも水彩絵具ではないが)について、カタログ的に色票と名称を掲載している。輸入元はイギリスの Winsor&Newton 社、国産は村田や中村の製品である。村田は国産絵具第一号製造を喧伝していた村田宗清であろう。同書の表現も、和漢語色名、アルファベット、カタカナ、ひらがな読みや組み合わせがある。例えば読みを充てたもの(“WARM SEPIA”を“うをむせびあ”等{烏賊黒とする別頁あり}),意味を直訳したもの(“NEW BLUE”を“新藍”{“紫青”とする別頁もあり}),意識的な和漢語(“CRIMSON LAKE”を“深紅”),混在したもの(“CADOMIUM ORANGE”かどみうむ橙色)など、多種多様な色名が示されている。表記の統一ははかられておらず、どのような色がどのように呼称されるか、という点では、当該書に関しては色票がなければ混乱は避けられない。

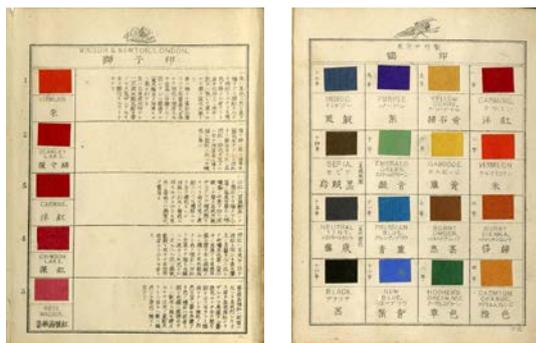


図 3. 明治 32 年(1899) 『製図彩色水絵具誌』

水彩画流行に伴って刊行された、明治 37(1904)年の織田一磨の『水彩画法』では、色票とともにアルファベット色名にカタカナルビがあり、明治 38 年の三宅克己『水彩画手引き』では、「赤・緑・黄・青・茶褐色・白」の分類それぞれは漢字で、各色名は「CRIMSON LAKE, EMERALD GREEN, SEPIA」等のアルファベットの色名にカタカナルビが振られている。さらに、明治 39(1906)年の印藤眞楯の『油絵階梯』では、カタカナ色名に括弧でアルファベットが併記される。明治 42(1909)年の、石川欽一郎・丸山晚霞・鶴澤四丁・大下藤次郎の『最新水彩画法』になると、カタカナ色名のみの表示となる(丸山晚霞「色彩に就いて」)。

明治 42 年(1909)の、大阪山内泰次郎商店のカタログ『絵具染料相場表』では(図 4)、商品名はその多くがカタカナの色名となっており、分類部分では、「紫之部」「紅梅之部」と「レッド之部」「ブルー之部」というように、和漢語とカタカナ色名が併存し、個別の商品色名では、カタカナによる色名が 140 程(漢字名 30 程)程見られる。

図 4. 明治 42 年(1909) 山内泰次郎商店 『絵具染料相場表』

また、レーキ顔料・絵具、そして染色に用いられる、化学・合成染料等の輸入が増加して行く時期が明治 30 年頃以降である*(7)。輸入されるドイツやイギリスの製品は、アルファベットの色名やその読みをカタカナのルビで付した表記にしたり、読みの音をそのままカタカナ色名として用いたりした色名で示されて取引されたため、一般的に用いる色名においても、アルファベット表記やカタカナ表記が増加したのであろう。

(2) 教科書的な色名表記

明治期以降、学制制定と制度の発展を通じて、初等教育においても色彩に関わる知識が児童に教授されるようになった。明治初期に登場してその後姿を消した色図を始め、色彩や美術の知識・技術の習得にあたっては、当然のことながら、色

彩の名称が示される必要がある。問題は、そこで示される色名が、どういうものである。

例えば、明治8年(1875)2月松川半山『小学校生徒必携』における色図の図解では、その後の様々な色図の教科書・参考書に登場する「明治七年八月改正」の図とは若干の違いがある色図が掲載される。例えば、黄にエルロウ、赤にレッド、青にプルユー(ユに6半濁点)、樺にオーレンチ、緑にグリーン、紫にポアプル、紺にインチュー、というように、漢字色名にカタカナ色名が付されている部分がある。その他の色名にも、瑠璃やカナリア色など、他の色図教科書・参考書にない独自の色名を採用している部分がある(図5)。「明治七年八月改正」の表記がある図では、色名はどれも同様の図であるので、統一がはかられなければ、色名表記は混乱していたことが推測される。

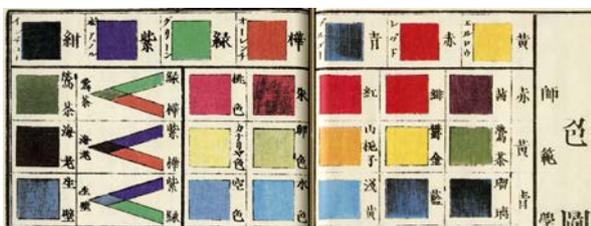


図5. 明治8年(1875)2月
松川半山『小学校生徒必携』

同様の書籍における本文の説明については、書籍の編著者によって、漢語訓読調のものからひらがなで説明が書かれたものまで様々である。そのため、本文中の表記も不統一であるが、色名の読みはひらがな・カタカナがあるとしても、文中ではあまり洋色名を記さず、したがってカタカナで読みを記すということも少なかったと言って良い。玫瑰・橄欖・紫桜など、むしろ現代では見慣れない漢語調の色名が複数示されている。

明治20年代には、排外的ではないが日本文化の墨守をいういわゆる国粹主義的精神も言われたためか、西洋化の潮流の中でも、旧来の和漢語の色名は消えなかった。例えば、明治29年(1896)の国語の教科書『小学読本』には、五色の解説とあわせて、「ベニ・緋・紅梅・鶉色・鬱金・黄緋・萌黄・蒲色・海老茶・鶯茶・藍鼠・灰色・褐色・紫・黒・藤色・海老色・檳榔子・茶色・鼠色」という色名が示されている。

外来語の色名が、敵性語的な意味で意図的に排除されたのは、昭和16年(1941)の国民学校令下の時期であり、この頃の「イロヅ」の掛図からは、洋色名由来の色名や読み仮名は排除されていた部分があるが*(8)、これはむしろ外来語になれた当時の社会的な習慣に反して無理があった。

上記の事実を鑑みるに、初等教育の段階において、色をどう分類し・呼称するか、ということまでは、手が回っていない。教育的な側面から言えることは、明治43年(1910)の国定教科書としての『新訂画帖』制定に伴う、米欧の美術教育的視点を取り入れた色彩知識の教育の変化を待つ必要があった。新訂画帖的な教育体制に至り、共通の教科書のもとで色彩は示されるようになった。色材確保における地方の不利などはありつつも、標準的色彩教育のシステムが示された。

4. 国語国字問題と色名

慶應2年(1866)に、前島密が徳川15代将軍慶喜に対して「漢字御廃止之儀」を奏上したことを端緒として、いわゆる国語国字問題、国字改良運動、ローマ字の重視などの議論が多く行われるようになった。言文一致運動などは明治初期よりあり、これらの気運は、明治35年(1902)の文部省国語調査委員会の設置に結びついた。

より良い国語、言文一致、というものを追求する過程にあって、外来語はどのように表記されるべきか、という問題は避けられなかったであろう。前節までに見てきたように、色彩語のうち、新しく入ってきた色を表すに際し、「原語のアルファベット表記」、「原語の読みの音を充てたカタカナ(あるいはひらがな)での表記」又はそのルビ等の提示、「和漢の色彩語を充てて代用する表記」、「漢字の色名で読みをカタカナ等で示す表記」、「新しい漢語を作って表記」、という方法がある。

この内、3-1で言及した通り、明治30-40年代頃になるに従い、原語のアルファベットを読んだ音のカタカナ表記(例えば、ライトグリーン、アリザリンレッド、ヴァミリオン、クリームソレーキ等)が増えてくる。これは恐らく、輸入色料や輸入絵具が増えたことで、商品名(ときには輸出入の会社名なども含む)が元々アルファベット表記であり、それを仕入れ・販売・購入する者達にとっては、増加の一途を辿る新しい洋色名について、いちいち和漢の色名に訳して手配するのは手間である。洋色名と商品名、和漢の色名で対応関係に混乱があれば、商品を取り違えることになるので、そのまま洋色名をカタカナで表記して、売買を行うことが適していたのであろう。結果として、社会的な認知度としても、洋色名が和漢の漢字色名にわざわざ「翻訳」されるよりも、カタカナで表記されて行くようになったと推測できる。

ただし、漢字廃止等の提案には多くの反対もあり、また、西周(1829-1897)のように、明治7

年(1874年)創刊の『明六雑誌』において、『洋字ヲ以テ国語ヲ書スルノ論』と書いていながら(図6),多くの和製漢語を作った人物の存在したごとく,和漢語の利便性もまた否定できるものではなかった。表語文字の漢字を用いれば,色名によって示される色合いについて,ある程度想像できるという利点もあった。例えば洋色名として入ってきた単語が,読み方を読んでも知らない・理解できないものであっても,青や紅,という漢字が記されてあれば(かどみうむ黄,等),おおよその色相を想像できる。漢文が煩わしいものである,として徐々に忌避されて行くようになり,大槻如電(1845-1931)などは明治33年(1900)には,世の風潮としての漢文への忌避を述懐しているが,幸いにも,色名表記に際して,和漢のS記名表記は,カタカナ表記と併存し,今日まで続いている。



図6. 明治7年(1874年)『明六雑誌』創刊号において『洋字ヲ以テ国語ヲ書スルノ論』

5.おわりに

日本の色名は,古代語から発生したイロの言葉の上に,飛鳥・奈良時代を通じて流入した五色のような色概念と漢字の色名,顔料名・染料名のような直接的色材名,かさね色のような形容的情緒の色名が複数存在している。そこら,近代になって西洋の色材・概念・色名・色彩論が流入したが,その知識・概念・言葉を一気に取り入れることは,困難と混乱をもたらしたことは言うまでも無い。日本の色彩文化は,重層的であり*(10),色名を示すに,漢字を廃してカナで代用として示せるものでもなければ,和漢の語彙に全て訳出して集約できるものともならなかった。

しかし,現実の社会の中では,理念や制度に制約されず,色材に関わる色名はその輸入量が増加する明治30-40年頃にかけて,利便性からカタカナ表記が増えて行く。さらに,新訂画帖のように,政府が制度的な充実をもって美術や色彩の教育を行った時期は,明治43年である。

国語国字問題の面から言えば,明治30年代以降,やはり漢文や漢語は,官製の文章などには残る一方で,一般的には好まれなくなっていく。

こうした点を考慮すれば,おおよそ,明治30-40年代頃の時期,洋色名をカタカナ語で示して行く一つの傾向が固まっていたことが分かる。それは,必ずしも一義的な「西洋化」ではなく,アルファベットの色名をそのまま受容するものでもなかった。今日の我々は外来色名をカタカナで示すことが多いが,これはある意味で,上記の頃からの表記の習慣を継承したものであると言えるであろう。

【注・参考文献】

- 1) 村中淑子「外来語の色彩語について」『青空文庫』パッケージを用いて『人間文化研究』3, 2015.10, pp.55-83.
村中淑子「色彩語「ブルー」について 明治・大正の文献から」『現象と秩序』4, 2016.03, pp.67-80.
- 2) 荒井経,二宮修治「狩野芳崖遺品顔料の分析調査報告」『東京学芸大学紀要. 第5部門, 芸術・健康・スポーツ科学』56, 2004.10, pp.33-41.
- 3) 國本学史「近代日本における絵具をめぐる状況」『芸術学』20, 2017.03, pp.65-78.
- 4) 國本学史「日本における色材・色名の変容と色彩学の展開」『鹿島美術研究』年報30号別冊, 2013.11, pp.82-93.
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.
- 5) 方光鋭「明治期における国語国字問題と日本人の漢学観」『言葉と文化』10, 2009.03, pp.181-196.
- 6) Adel Amin Saleh「現代日本社会における「国語国字改良運動」の影響 言語と社会そして政治アイデンティティとの関係をめぐって」『横浜国立大学留学生センター教育研究論集』19, 2012.03, pp.43-67.
- 7) 染料業界五十有余年刊行会編『染料業界五十有余年』染料業界五十有余年刊行会, 1964.
- 8) 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.
- 9) 平井昌夫著, 安田敏朗解説『国語国字問題の歴史』三元社, 1998.
- 10) 國本学史「作为东方色彩的日本色彩文化及其多重性」『2018 中国伝統色彩学術年会論文集』2018.11, pp.53-67.

日本文化における紅白の意味—日本の色彩文化の特質—

The Meaning of Red and White (*Ko-haku*) in Japanese Culture: The Unique Qualities of Japanese Culture Concerning Color

吉村 耕治 Kohji Yoshimura 関西外国語大学 Kansai Gaidai University
山田 有子 Yuko Yamada 挿絵画家・色彩講師 Color Instructor, Illustrator

Keywords: 日中の紅白の意味の違い, 日本の色彩文化の特質, 紅白の由来, 嘉辰令月の紅白.

1. はじめに—日中における紅白の意味の差

紅の訓読み「くれなゐ」は、「呉(くれ)」という国の「藍(あゐ)」(藍は染料の総称)の意で、中国から渡来した染料を意味する。呉は、古代中国の春秋時代(前770-前403年)に存在した国名で、日本語の「呉服」の語源にもなっている¹。紅は、紅花の汁で染めた赤色、つまり、鮮明な赤色を意味する色名で、藍色ではない²。中国では赤色が「めでたい色」として有名であるが、「紅白」という表現には特に「めでたい」という意味はなく、「吉事と凶事」を意味する。中国史上の最後の王朝、清(しん: 1636-1912年)の時代では、吉事が「紅」、凶事が「白」と呼ばれている(cf. 『学研漢和大字典』学習研究社、1980年、984頁)。そこで、本稿では、紅白には日本独特の風習や感性が反映していることや、お祝いの儀式の「めでたさ」を象徴する紅白の由来を明らかにしたい。

紅は、紅花の異名で、元々は植物名を表す語であったが、奈良時代(710-784年)の歌集『万葉集』(20巻)では、その植物で染めた衣服の色を表し、紅葉の色や女性の容色を表すために使われている(cf. 『日本語源大辞典』446頁)。紅花は、アフリカのエチオピアが原産地とされ、エジプトや地中海沿岸からシルクロードを經由して、紀元前1世紀か2世紀頃に中国に伝わり、紀元前200年頃には中国の敦煌の近くで栽培されている。日本には5~6世紀頃に高句麗の僧によって伝えられており、紅は、聖武天皇(701-756; 在位724-749年)の時代には色名として広く用いられている³。

2. 日本語の紅白の多様な意味

日本では古くから、日常(ケ: 褻)と非日常(ハレ: 晴: 表立って晴れやかなこと)を区別する感性が見られる。紅白は中心の意味として、ハレ(非日常)を象徴していることが多い。例えば、祝い

の席の紅白幕や、紅白の水引、紅白餅(紅白菱餅)、紅白まんじゅう、紅白きんとん、紅白千歳飴、紅白テープ、紅白リボン、紅白紐、紅白かまぼこ、紅白なます、おめでたい日本酒としての「紅白にぎり酒」など、縁起物として盛んに用いられている。21世紀の現代、普段の生活とハレの生活の区別が徐々に曖昧になりつつあるが、紅白をめでたいものと感じる風習は、今も息づいている。

例えば、紅白きんとんには、「嘉辰」という銘柄の品が販売されている。この銘は、「めでたい月日/めでたくよろこばしい時節」を意味する「嘉辰令月(かしんれいげつ)」という『和漢朗詠』(1018年頃に編纂)の語句に由来する。嘉辰は、「めでたい日/よい日」、令月は、「めでたい月/何事をするのにもよい月」を意味する。

注目すべき点は、日本語では「赤バラ/白バラ」「赤ワイン/白ワイン」「赤帽/白帽」のような「赤/白」という表現とは別に、「紅白」が使われているという事実である。つまり、紅白には「赤と白」の意味とは別に、特殊な意味が付加されている。それは、縁起物として祝いの儀式で用いられるという特性、つまり、ハレの日の「めでたさ」を象徴している。この紅白は、めでたい兆しを表す「吉祥」を願う心に由来している⁴。祝いの儀式で用いられる紅白の紅色(赤)には、「厄除け・畏怖・威力」が、白色には、「清新・清浄(潔白)・高貴」が象徴されていると言える。

おせち料理の定番、紅白かまぼこは、その半円形の形状が「日の出」に似ていることから、めでたい食材とされている。紅白かまぼこの紅は、めでたさと慶び/魔除けを、白は、神聖さ/清浄を表している。また、ハレの日の食卓を華やかにしてくれる正月の簡単な料理としては、大根の白と人参の紅色が鮮やかな紅白なますもある。

NHK紅白歌合戦は、1951年に始まるが、第1回から第3回は新春を祝うラジオの正月番組として放送されている。回数の明記が始まったのは、

テレビ放送が始まった1953年の第4回からで、大晦日恒例の番組になっている。2018年の第69回目にはBS4K・8K放送が始まっているが、一貫してハレの要素の「めでたさ」が維持されている。女性歌手は紅組（あかぐみ）、男性歌手は白組（しろぐみ）と呼ばれるが、ハレのめでたさを保つために、赤ではなく、紅が採用されている。

尾形光琳（1658-1716年）筆の国宝「紅白梅図屏風」（MOA美術館蔵）では、水流の装飾模様の左側に白梅、右側に紅梅の花が対比的に描かれている。屏風に紅白の梅を描いた理由は、松竹梅を縁起の良いめでたい木とする考えに拠っている。この考えは中国より平安時代に入っている。松と竹は厳しい寒さに耐えて色褪せず、梅は寒さに耐えて春の訪れを告げるといった特性から、中国では「歳寒三友」と呼ばれる。松竹梅は、中国では「精錬・潔白・節操」という文人の理想が表されているが、日本では「めでたさ」が象徴され、それぞれ長寿・子孫繁栄・喜びを象徴している。

ハレの日の食べ物には、赤飯や餅、鯛（淡紅色の皮と白い身）もある。紅白という表現が使われなくても、視覚上の紅白が、「めでたさ」を表していることもある。

3. 日本の国旗に見られる紅白の意味

日本の国旗は、一般的に「日の丸」と呼ばれているが、正式名称は「日章旗」で、その色は正式には、白地に赤ではなく、白地に紅色である。「国旗及び国歌に関する法律」（1999年8月13日公布・施行）で規定されている。日章の紅色は、博愛や活力／情熱や忠誠心、地の白色は、神聖や純潔／純粋さや正直さを意味する。紅色は、JIS慣用色名のマンセル色体系では3R 4/14。

日章旗と同様に、赤と白の2色だけで構成された国旗が存在するが、微妙な違いがある。日章旗の縦横比は2:3で、色が紅白の2色のみ、旗の上下・左右が対称である。インドネシア共和国の国旗の縦横比は2:3、赤は勇気・情熱、白は真実・純潔・聖なる心を表す。モナコ公国の国旗の縦横比は、4:5で、赤と白はGrimaldi王家の紋章の色を表す。ポーランドの国旗は、白と赤の横二色旗で、インドネシア国旗と上下が逆、縦横比は5:8、白は共和国の尊厳・喜び、赤は独立のために流された血・自由を表す。特に赤と白の2色を用いる国旗の赤の意味については、アジア諸国とその他の地域で大きな違いが見られる。アジアのインドネシアでは勇気、ジョージアでは赤十字、シ

ンガポール共和国では平等と世界人類、トルコ共和国では勇気、バーレーン王国では自由を表す。ヨーロッパ・アフリカ・北アメリカ・オセアニアでは、赤が血を表すことが多い。ヨーロッパのオーストリア共和国ではサラディンとの戦いでベルト部分を残し血まみれになったレオポルド5世の外衣、デンマーク王国では神聖ローマ帝国軍旗の色、スイス連邦でも同じ軍旗が基になり、主権、ポーランド共和国では独立の為に流された血、モナコ公国では犠牲者の血、北アメリカのカナダでは第一次大戦の犠牲者の血、オセアニアのトンガ王国ではキリストの血を表している。

古代の日本民族は農耕民族であったため、太陽はとても大切な存在で、信仰の対象になっていたため、紅が国旗に用いられている。元々、「日の丸」は、素朴な太陽崇拝に起因しているが、国家としての政治的体制が整い、武士階級が成立するとともに権威と結びつくようになる。江戸時代末期には、「日の丸」は日本を代表する総船印になり、太陽を表す円が含まれていたことから、明治時代に日の丸が一気に大衆化している。

太陽信仰は、日本だけではなく、古代エジプトや、ギリシャ、インド、インカでも形成されている。日本では太陽を拝むことは、日拝（にっばい）と呼ばれ、太陽神である天照大御神（アマテラスオオミカミ）の力をいただいて、活力が身体にみなぎり、けがれを祓い、身体の生命力や免疫力を増強することを意味する（cf. 小野澤 1999: 8）。太陽崇拝は神話化され、権威の象徴として女神の天照大御神が誕生している。天照大御神は太陽神であると同時に、高天原（たかまのほら）に君臨して皇室の祖先神となり、伊勢神宮の内宮に祭られている。天武天皇（在位 673-686年）の時代に皇祖神として天照大御神の地位が確立したと考えられている。延暦16（797）年に完成した『続日本紀』の大宝元（701）年の項で、朝廷の儀式の折、「日幡・月幡」を用いた記録があり、「日の丸」の初見とされている（cf. 小野澤 1999: 10）。

文武（もんむ）天皇（在位 697-707年）が大宝元年の元旦当日、大極殿で朝賀の儀を行った折、その飾付の一つに「左日像青龍朱雀幡、右月像玄武白虎幡」と記された内容を基にしている。この「日像青龍朱雀幡」（「幡」は旗・のぼりの意）が日の丸の始めとされている（cf. 『続日本紀』巻第二「文武紀二・起大宝元年正月盡2年12月」0031.jp2; 小野澤 1999: 10）。

この「日像」は、金塗りの丸柄に三本足のカラ

スを描いたものと言われている。このカラスは、中国に由来する「八咫鳥(やたがらす)」で、太陽の中に棲むおめでたい鳥とされている。和銅 5 (712) 年編纂の『古事記』では、神武天皇東征の折に先導役を務めた話がある伝説上の鳥である。『日本神話辞典』(大和書房)によれば、ヤタは「大きい」の意で、神武天皇を導いた伝説は鳥が日神の使いとする信仰に拠るものとされる。

4. 中国とソビエト連邦の国旗における紅と黄

中国の国旗は、1949年に制定され、「五星紅旗(ごせいこうき)」と呼ばれる。紅色の地に1つの大きな星と4つの小さい星が黄色(金色の意も含む)で描かれている。日本の紅白に対して、中国では紅と黄(金色)が用いられている⁵。紅は、共産主義革命、黄色は、光明を象徴し、大星は、中国共産党の指導力(中国共産党と人民の団結)、4つの小星は人民、つまり、労働者、農民、知識階級、小資産階級(愛国的資本家)を表している。小星の頂点が大星の中心を向いているところに、人民が一つの中心(共産党)の下に団結することが象徴されている。それと同時に、大星は、中国本土、4つの小星は、満州・モンゴル・ウイグル・チベットを表すとも言われる。

ソビエト連邦の国旗でも、赤(緋色)と金(黄色)が用いられ、地色の赤は自由と幸福な生活のための闘争、金の縁取りを持つ赤い五芒星は五大陸における共産主義の最終的勝利、鎌と槌は労働者階級と農民の絶えざる団結を象徴している。その国章は太陽光で照らされ、小麦の穂で囲まれていることが表されている。

5. 紅白が日本で多用される淵源(根源)

紅白は、慶事や吉祥の他に、「対抗する二つの配色」を表す場合もある。このような紅白のルーツ(根源)については、平安時代末期の源平合戦、つまり、治承・寿永の乱(1180-1185年)で使われた旗に由来するという説が一般的である。本節では、源平合戦の前の淵源について述べたい。

源氏と平氏は、戦いで敵と味方を区別するために、平氏は赤い旗(紅地の布に金の丸)、源氏は白い旗(白地の布に紅色の丸)を用いていた。源平合戦で平氏が滅亡し、源氏の「白地紅丸」の旗が、後に受け継がれたという説がある。江戸幕府も、開国する時に、公用旗として白地に紅丸の旗を用いており、日章旗にも継承されている。

紅白の由来を考察すると、縁起の良いめでたい

木とされていた紅白の梅が、重要な一要素を担っていたと推察される。梅は、中国が原産で、遣唐使が630~894年の間に約20回、派遣され、奈良時代(710-764年)までに白梅が伝わり、平安時代(794-1185年)には紅梅も伝わっている。1本の木から紅白の梅の花が咲く「紅白咲き分け梅」もあり、華やかな印象の紅梅と清純な印象の白梅が、同じ木の株から同時に開花するため、一層めでたいものと考えられている。その紅白の梅が、草木がよみがえる陰暦2月(令月。如月:語源「衣更着」「気更来」)の異称、「嘉辰令月」に咲くことにより、「めでたさ」に繋がったと考えられる。

一般的には、紅は、元々は朱雀、白は、白虎を表すという説もある。ここには中国の陰陽五行説の影響が見られる。また、紅白は、人の一生を表すという説もある。赤は、赤ちゃん・出生、白は、死や別れを意味するという考えである。これらの他に、一層根源的な説を、以下に紹介したい。

その説とは、赤と白は天上界の色で、青と黒は地上の色とする考えである(cf. 増田 2013: 204)。赤には4種類の意味が見られる。第一は、太陽の色、第二に、火の色、第三に、血の色、第四に、魔除けの色である。人間には血を嫌う性質があるのと同様、悪霊も血を嫌う性質があると考えられ、さらに、獰猛な動物も火を嫌うところから、赤には魔除けの意味が付加されている。白にも3種類の意味が見られる。第一は、骨の色、第二は、明るい光の色、第三に、浄土の色である。これらの天上界の色である赤と白に対して、青は、地上の草木の色で、地上から見た空の色、黒は、光の陰として地上にできる色で、燃えた後の色である。基本四色の赤と白を天上界の色とする考えが、紅白のめでたさに繋がっていると考えられる。

6. 水引の紅白の淵源(根源)

進物用品を包む紙を結ぶのに用いる水引は、吉事の場合には、紅と白、金と銀、金と赤など、凶事の場合、黒と白、藍と白が用いられている。

その水引の起源についても諸説が見られる。室町時代(1336-1573年)の日明貿易では、明からの輸入品のすべての箱に赤と白の縄が縛り付けられていたことが、一説になっている。輸出用であることを示す縄を、日本側で「贈答用の習慣」と誤解し、贈答品に赤と白の紐をかける習慣が生じたとする説である。また、魔除けとして縄に塗った黒色の毒が赤色に変色したとする説もある。宮廷に献上する品物に紅白の麻の紐で結ぶ習慣

が生まれ、室町時代後期には麻の紐の代わりに、糊水を使って紅白や金銀に染め分けた紙糸が使用されるようになったと考えられている。

祝い事全般に用いることができる水引は、赤と白である。特に皇室の祝い事には、紅白が用いられるが、実際には濃い緑色の水引も存在する。結婚祝い・結納・長寿祝い・褒章受章祝いのように1回限りの祝い事には、金銀、神札や門松飾りには、金赤、明治以降、仏事の香典やお供えには、黒白、藍白、黒が忌避される関西・北陸地方の法要では、染織・染色技術の難易度が最も低い黒の次に高い色が黄色であることから、黄白が用いられている。染織・染色技術の難易度は、高い順に「金・銀・紫・赤・藍・黄・黒」で、祝い事には赤以上の色が用いられている。

7. 三色団子に内在する紅白

紅白という表現が明確に含まれていない場合でも、紅白の概念が重要な要素になっていることがある。例えば、花見に必要とされる「三色団子」の色は、上から「赤（桜色）・白・緑」の順である。三色団子の意味については諸説が見られるが、三色は四季の季節を表すと考える説が有力である。赤は太陽／桜の色で、春を表し、白は雪の色で、冬、緑は新緑で、夏を表す。秋が含まれていない（つまり、秋がない）のは、食べ「飽きない」という意味と、「商（あきな）い」が続くようにという二重の意味が込められている。

三色団子の三色のすべてが春を表すという説もある。赤は、春の花である桜／太陽の色を、白は、桃の節句に飲む白酒／早春の残雪／春霞／春の白い空、緑は、春に一斉に力強く芽吹く緑／春の野草の「よもぎ」を表すと考えられている。

縁起をかつぐ食べ物としての三色団子は、赤・白・緑の三色すべてにめでたい意味があるとする説もある。赤と白は、紅白／春の花である桜の色を表し、緑は邪気を払う効果があり、めでたい色と考えられている。さらに、桜の花が咲く順序を表すとする説もある。柔らかな早春の太陽の色を表す赤・残雪の白・その下から芽吹く新緑の緑とする説である。早春の情景を表すとする説もある。赤は、桜が咲いていることを、白は、残雪の白、緑は、その下にある新緑を表している。

8. おわりに—日本の色彩文化の特性

日本語の紅白の意味と用法は、2種類に大別することができる。つまり、祝い事・めでたさが中

心的意味の場合と、「対向する二つの配色」が中心的意味になる場合とがある。「めでたさ」を表す場合には、必ず「紅白」という表現が用いられるが、「対向する二つの配色」が中心的意味の場合には、紅白の代わりに、赤白が用いられる場合がある。「紅白」の「紅」は、本来の「紅」の色を表す場合と、「赤」と同義になる場合とがある。この意味の豊かさ・精神性と多義性に、日本語の色彩語・色名の特性が反映されている。

註

1. 和服用織物の総称の「呉服」から、江戸時代まで布を測るのに用いた物差しは、「呉服尺」とか「呉服(物)差(し)」と呼ばれている。
2. 紅花の花の色は紅色で、葉が藍に似ているところから、紅藍（くれないのあい）とする語源説も見られる（cf. 『日本語源大辞典』小学館、2005年、446頁）。
3. 紅花は、紅藍（べにあい）、久礼奈為（くれない）、呉の藍（くれのあい）、末摘花（すえつむはな）などと呼ばれ、属名の *Carthamus* は、アラビア語の *quartom*、ヘブライ語の *kartami*（染める）に由来する。英語名は *safflower*, *bastard saffron*。安土・桃山時代（1573-1603年）から江戸時代（1603-1868年）にかけて、藍茜、紫根とともに代表的な染料植物として京染めなどに使われている。
4. めでたい兆しは、吉祥と呼ばれる。例えば、祝意を表すために用いられる松竹梅や、菊・宝づくし・鶴と亀・鳳凰（ほうおう）・瑞雲（ずいうん）・蘭（らん）などは、吉祥模様、陰陽道で何事を行うのにも吉とされる日は、吉祥日、福德を授ける仏教守護の女神は、吉祥天、鬼子母神が手に持つ魔除けの果実（ザクロ）は、吉祥果と呼ばれる。
5. 日本の紅白に対して、アメリカ合衆国では赤と青（二大政党の共和党と民主党のテーマカラー）、韓国では青と白が珍重されている。

参考文献（五十音順）

- 小野澤敏夫（1999）『図説日の丸—そのルーツと歴史—』群馬県：あかぎ出版。
- 刈安 望（2016）『決定版：国旗と国章図鑑』東京：世界文化社。
- 鳩居堂（監修）（2013）『鳩居堂の日本のしきたり豆知識』東京：マガジンハウス。
- 樋口清之（2007）『日本の風俗—起源がよく分かる本—』東京：大和書房。
- 樋田直人（2001）『中国の年画—祈りと吉祥の版画—』（あじあブックス32）東京：大修館書店。
- 増田美子（編）（2013）『日本服飾史』東京：東京堂出版。

景観計画における色彩制限と気候に関する研究

-274 の景観計画を対象として-

A Study on Color Restriction and Climate in Landscape Planning

- For case studies of 274 enforced landscape plans -

加藤美子

Yoshiko Kato

啓新高等学校

Keishin High School

Keywords: 景観計画, マンセル値, 色彩制限, 気候.

1. 本研究の背景と目的

景観法が施行され 14 年が経過し、景観行政団体（以下、行政団体）が、2018 年 3 月 31 日現在、713 団体、景観計画策定団体（以下、行政団体）は 558 団体となった。全国の景観計画内の景観形成基準の中には色彩が組込まれており、マンセル値による色彩制限が行われている行政団体が多かった¹⁾。日本国内では地域固有の気候が存在していることから降水量、気温、日照時間、湿度などの気候特性は、日光の注ぎ方や空気中の水分などが人間の色の知覚認識に大きな影響を与えると考えられる。そのため気候は、地域の景観形成、とりわけ色彩制限値の認識に多大な影響を及ぼすと考える。

本研究に関連する既往論文を見ると、飯島による中四国 10 都市の街路景観色彩の特性と気候要素を調査した研究²⁾、同じく飯島による東北地方 12 都市における街路景観色彩と気候要素の関係を調査した研究³⁾、飯島による色と光の地域性と景観観光資源の本物性の研究⁴⁾ などがあるが、全国の景観計画の中で設定されている色彩制限値と気候の関係を調査した研究はまだ見られない。

- I. 北海道型
- II. 日本海東北型
- III. 三陸常磐型
- IV. 北陸型
- V. 関東東海型
- VI. 中央高原型
- VII. 瀬戸内型
- VIII. 山陰型
- IX. 南海型
- X. 九州型

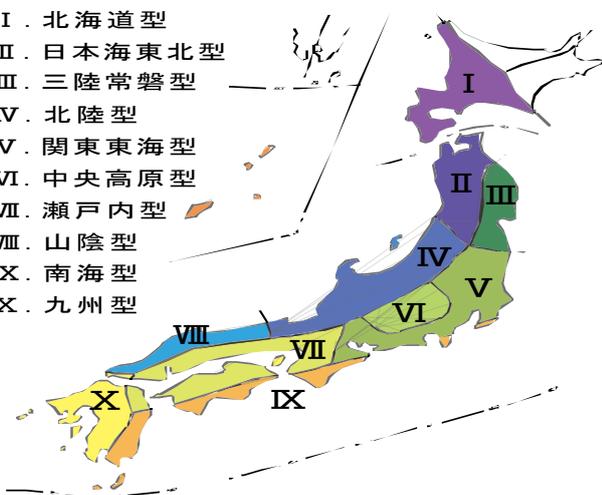


図1 関口式による気候区分

本研究の目的は、全国の景観計画で設定されている色彩制限値、地域ごとの気候特性との関係を分析することで、地域特性に応じた景観計画の在り方に対する知見を得ることを目的とする。

2. 調査概要

2.1 気候区分の定義

色彩制限値を設定する際、日光の注ぎ方や空気中の水分などが人間の色知覚認識が色彩制限値に影響を与えると同時に、その土地の植生にも影響を与えていると考えられることから、その地域の特性とする気候は、景観形成に及ぼす一因子となると考える。このことから日本の気候^{注1)}区分の一つである関口式気候区分^{注2)}を用い、気候特性の「年間降水量」「平均気温」「平均湿度」「年合計日照時間」の4項目に着目した。さらに、それら4つの気候特性の組み合わせと、日本全国の気候を10地区(図1)に区分し、気象庁ホームページポータルサイト^{注3)}のデータを調査した。それぞれの気候区分で用いられている彩度・明度制限値を平均化して比較、分析を行なった。各気候区分で用いられる気候特性の値は、その区分内の計画がある市町村の平均値を用いている。

2.2 色彩制限値の定義

本研究の調査対象は 2011 年 2 月 1 日の時点で、景観法に基づいた景観計画を策定している全国 274 市町村景観形成基準を基に計画の中で、市全域を対象として制限し、マンセル値を設定している 186 団体とする。これらの団体はアンケート調査を実施した結果、有効回答は 152 団体(81.72%)だった¹⁾

このうち行政団体が色彩調査を実施した 73 計画(48%)、色彩調査を実施していない計画 70 計画(46%)、無回答 9 計画(6%) となっており、ほぼ半数の計画が色彩調査を実施している。色彩調査を実施した 73 計画のうち、その実測値と景観計画としてマンセル値と比べて「差異がない」と回答した基準を「差異なし景観形成基準」(43 計画)として抽出した。これは地域の環境に存在する色彩を基準に設

表 1 気候区別気象条件と彩度平均値

気候	平均降水量	平均気温	平均湿度	平均日照時間	5R	10R	5YR	10YR	5Y	10Y	5GY	10GY	5G	10G	5BG	10BG	5B	10B	5PB	10PB	5P	10P	5RP	10RP	N値
全国平均	1682.33	13.86	72.55	1876.70	4.17	4.31	4.76	4.86	4.53	3.83	2.83	2.76	2.76	2.72	2.71	2.70	2.70	2.71	2.70	2.70	2.68	2.68	2.69	2.70	
北海道型	1114.92	6.98	73.50	1539.50	5.00	5.00	4.78	4.78	4.78	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	1
日本海東北	1811.65	11.45	75.50	1543.73	4.83	4.83	5.00	5.00	4.50	3.38	3.38	3.38	3.38	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	1
北陸型	1905.91	13.89	73.88	1655.80	3.97	4.48	4.99	4.99	4.88	4.25	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.81	2.81	2.78	2.77	2.77	2.79	2.79	2	
山陰型	1805.46	14.60	74.50	1633.36	4.31	4.31	4.31	5.31	5.31	4.85	2.62	2.15	2.15	2.15	2.15	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1
九州型	2017.90	16.39	71.50	1827.23	5.03	5.03	4.83	4.9	4.37	3.50	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	4
南海型	2306.80	16.09	70.33	1975.18	5.04	4.94	5.97	5.99	5.72	4.94	4.31	4.21	4.21	4.21	4.21	4.21	4.21	4.21	4.21	4.21	4.21	4.21	4.21	4.21	3
瀬戸内型	1401.48	15.58	68.00	1860.11	4.16	4.41	5.01	5.02	4.45	3.90	2.02	2.02	2.01	1.97	1.97	1.97	1.97	1.97	2.05	2.05	1.95	1.95	1.95	1.95	8
三陸・常磐型	1289.24	12.50	73.80	1770.50	3.43	3.86	5.10	5.14	4.79	3.64	2.36	2.29	2.29	2.29	2.29	2.29	2.36	2.14	2.14	2.14	2.14	2.14	2.14	2.14	1
関東・東海型	1579.44	10.81	71.25	2029.23	3.95	4.34	5.22	5.21	4.76	3.40	2.34	2.20	2.21	2.18	2.09	2.09	2.13	2.15	2.16	2.12	2.09	2.06	2.12	2.25	20
中央高原型	1278.29	10.81	71.25	2029.23	4.18	4.18	5.14	5.14	4.23	4.23	2.77	2.77	2.77	2.77	2.81	2.81	2.81	2.81	2.84	2.84	2.84	2.84	2.84	2.84	1
南日本型	1994.50	23.37	74.50	1785.53	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1

定して基準値あると判断した。本研究では気候区分ごとの気象条件を考慮した色彩制限値を分析することを目的とすることから、差異なし景観形成基準を分析した(図2)。

3. 気候区分の気象実態と色彩の関係

3.1 気候区別による気象実態

次に気候区別に、気候特性4項目の年間平均を分析した(表1)。なお、各気候区分の彩度平均値のN値は、調査基準値が差異なし景観形成基準の43計画のデータを基にしている。そのため関東・東海型は20計画であるが、6つの気候区分は1計画のみと大きなばらつきが見られた。

このデータこれによると平均降水量は、北海道型と南海型では2倍以上の1191.88ミリの差となっている他、南海型と九州型は2000ミリを超えている。

次に平均気温は、南日本型は23.3度で北海道型と比較すると16.39度も気温差が生じている。さらに平均湿度は瀬戸内型のみ70%を下回り日本海東北型とは7.5%の差がある。最後に平均日照時間では北海道型と関東・東海型、中央高原型を比較すると489.73時間の差が生じている。

このように気候区分で気候特性が大きく異なっている事から、色彩基準値においても気候区分の違いにより、設定されている値が異なっていると考えられる。

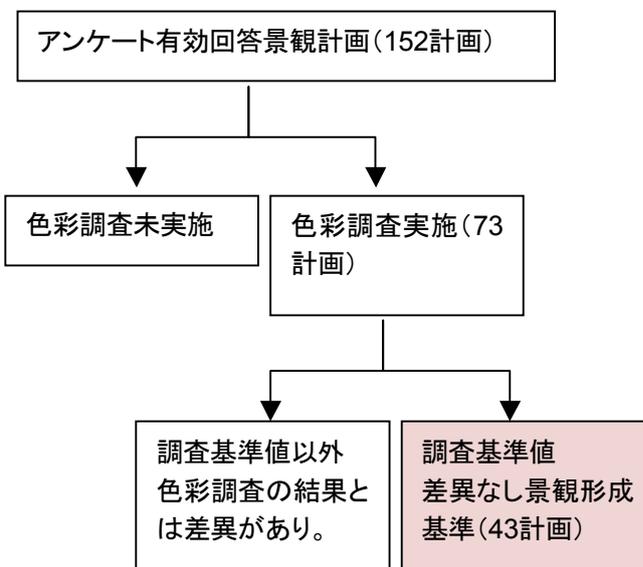


図2 アンケート有効回答の内訳

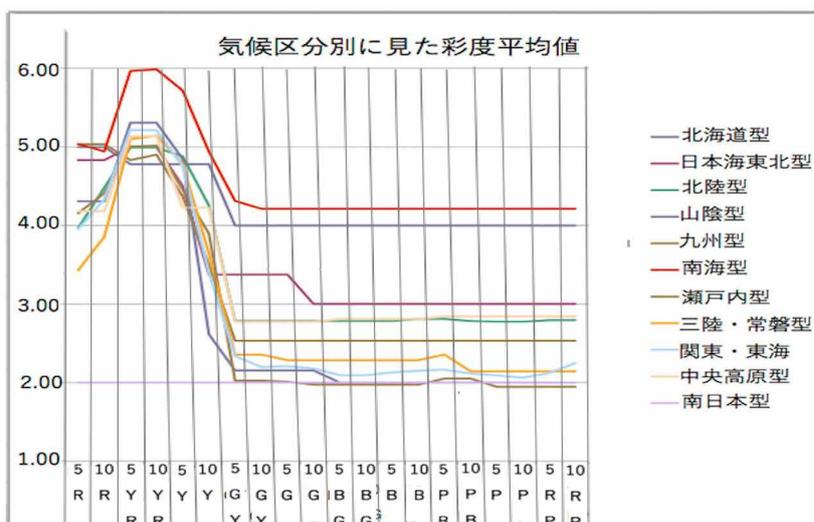


図3 気候区別に見た彩度平均値

3. 2 気候区別の彩度と気象条件

景観行政策定団体は彩度が景観コントロールに最も有効な属性として考えている¹⁾ことから気候区別による各色相(色みの偏りの無い中心色相番号5と各色相の最終番号10)の彩度の平均を分析した(図3)。これによると南海型が他の気候より、全ての色相において彩度が高く設定されている。さらに最も設定彩度値の差が大きかったのは10YRで、南日本型が2.00に対し、南海型が5.99となっている。

次に気候特性別に5YRの彩度平均値を分析した。日照時間と彩度平均値の関係をみると(図4)では中央高原型や南海型の日照時間が長い地域は彩度が高くなる傾向(相関関数=0.2398)が見られた。

また気温と彩度との関係(図5)では、北海道型などの気温の低い地域での彩度が低く設定される傾向(相関関数=0.1948)になっている。降水量と彩度平均値の関係(図6)では関東・東海型など降水量が比較的多い地域では彩度が高く設定されている傾向(相関関係=0.3394)が見られた。

最後に湿度と彩度との関係(図7)では、湿度が高いと彩度が低くなる傾向(相関関係=0.0483)が見られた。南海型のみ全ての気象条件において5R~10R以外の彩度が高い数値となっている。

3. 3 気候区別の明度と気象条件の関係

次に明度と気候との関係性を分析した。明度においては最高値ではなく、最も明度の低い黒などの圧迫感を与える色を制限するために設けている最低値を参照している。各組み合わせの中で比較的一定の傾向が見られたものを次に示した。

年合計日照時間と気候区分による5YRの明度最低値との関係(図8)では、関東・東海型などの日照時間の長い地域は明度の最低値が高くなる傾向(相関関数=0.5349)がある。

また平均湿度と気候区分による5Rと明度の最低平均値との関係(図9)は、北海道型や北陸型、三陸・常磐型などの湿度が高い地域は明度の最低値が低くなる傾向(相関関数=0.4879)があり、関東・東海型の湿度が低い地域では、明度の最低値が高くなる傾向である。

4. まとめ

4. 1 調査結果

1) 景観計画でマンセル値を使用している行政団体(有効回答152団体)のうち、色彩調査を実施した行政団体は73団体(48%)、実施していない団体は70団体(46%)で、色彩調査を実施した計画(73計画)の中で、実際に調査したデータと差異なく

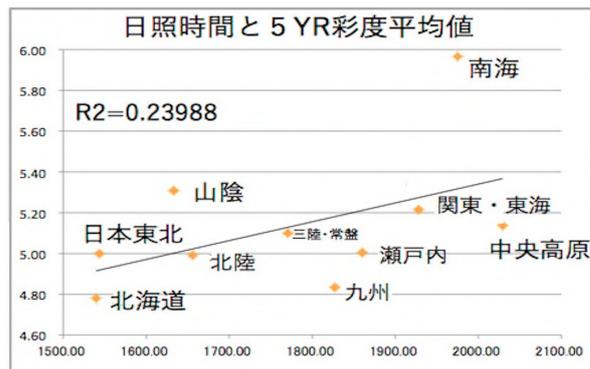


図4 日照時間と5YR彩度平均値との関係

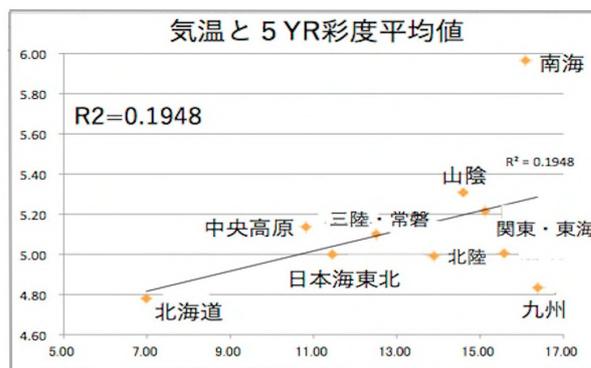


図5 気温と5YR彩度平均値との関係

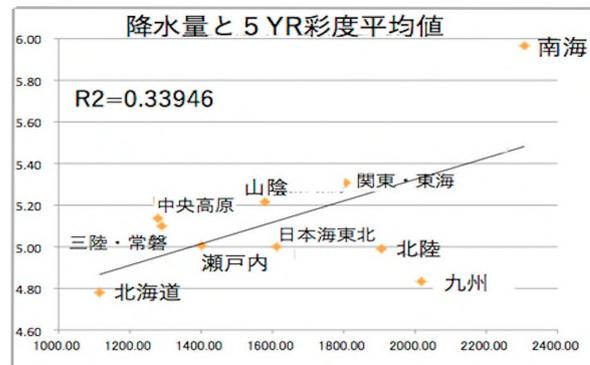


図6 降水量と5YR彩度平均値との関係

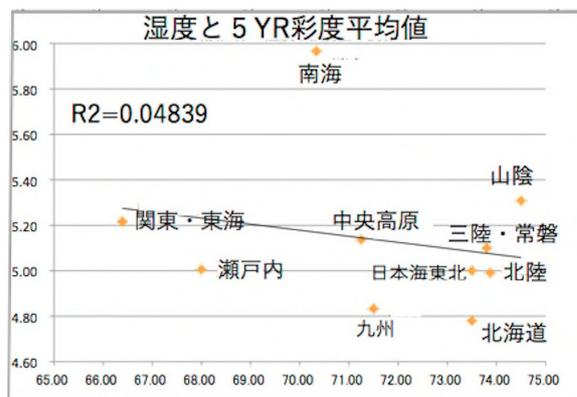


図7 湿度と5YR彩度平均値との関係

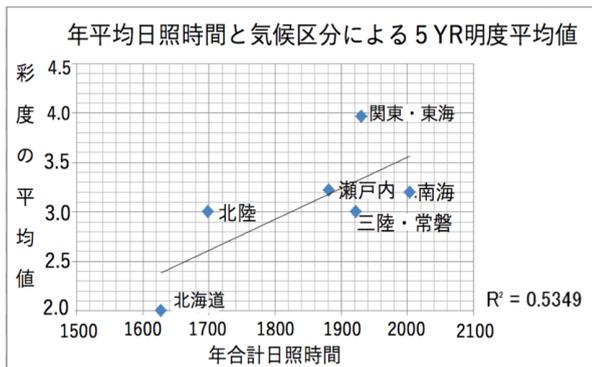


図8 日照時間と5YR 明度平均値との関係

- 色彩制限値を設定した計画は43計画あった。
- 2) 気候区分別の気候特性の差異が最も大きい地域は、降水量は北海道型と南海型で1191.88ミリ、気温では北海道型と南日本型で16.39度、湿度は瀬戸内型と日本東北型で7.5%、日照時間は北海道型と関東・東海型、中央高原型を比較すると489.73時間の差が時間の差が見られ、地域により気候特性が大きく異なっている。
 - 3) 気候区分毎に彩度の設定値に差が見られ、日照時間が長い地域は彩度が高くなる傾向が見られた。気温が低い地域は彩度が低くなる傾向が見られ、降水量が多い地域は彩度が若干高くなる傾向が見られた。湿度が高くなると彩度が低くなる傾向が見られたが、その相関は低く山陰型だけは湿度が高く、彩度も高くなっている。南海型のみ、全ての気候特性において彩度が高くなっている。
 - 4) 明度と気象条件との関係性では、5YRの明度では、日照時間の長い地域は、明度の最低値が高くなる傾向が見られ、5Rの明度においては、湿度が高い地域では、明度の最低値が低くなる傾向が見られた。

4. 2 景観形成基準における今後の方向性

色彩調査を実施しないで色彩制限値を定める計画が存在していたが、その土地の気象条件や歴史、資源などの多角的視点から色彩環境は形成されることから、これらを詳細に調査することを景観形成基準設定のプロセスとして組込むことが望ましいと考える。景観法が制定され14年が経過し、地区ベースの細やかな規制を行う計画が今後さらに増加して行くと思われる。今後の景観計画策定ではマンセル値で表記することのできる限界を考慮しつつ、他項目との組み合わせにより、望ましい景観形成に誘導していくことが求められる。

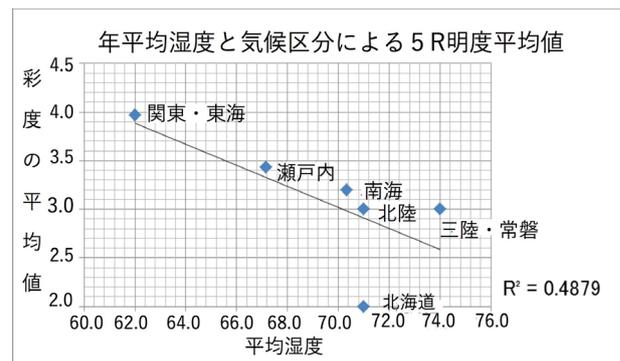


図9 湿度と5R 明度平均値との関係

街並みの景観形成は一朝一夕で完成するものではなく、長い年月が掛かる修景作業によって少しずつ実現されるからこそ、行政・住民・業者が協働し、地域固有の気象条件や環境色彩を認識し一つずつ積み重ねていくことが肝要である。

謝辞

この研究は、福井大学大学院工学研究科野嶋慎二教授の御指導と、同大学院工学研究科博士前期課程二年(当時)田中洪大君の協力を得て、福井市役所はじめ全国の景観行政団体の方にご協力いただきました。記して謝意を表します。

注

- 1) 地球上のある地域の1年を周期として繰り返される大気現象を総合したもの。
- 2) 関口武(1989)による日本の気候区分は熱収支や水収支の理論を取り入れ、かつ各要素の年変化型なども考慮したもので、多方面に最も多く実用化されているものである。
- 3) 気象庁ホームページポータルサイト
www.jma.go.jp/

参考文献

- 1) 加藤美子. 景観計画におけるマンセル値を用いた色彩制限の研究-全国274市町村景観計画を対象として-. 日本色彩学会誌 vol. 42 no. 3 pp. 151-154.
- 2) 飯島祥二. 中四国10都市の街路景観色彩の特性と気候要素との関係. 日本建築学会大会学術講演梗概集(北海道)1995. pp. 405-406.
- 3) 飯島祥二. 東北地方12都市における街路景観色彩の特性と気候要素の関係. 日本建築学会大会学術講演梗概集(近畿)1996. pp. 421-422.
- 4) 飯島祥二. 色と光の地域性. 第88巻3号(2004), pp. 138-142.

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 -鹿児島県を事例として-

Practical research for developing Local identity color method

牧野暁世 Akiyo Makino 鹿児島大学 Kagoshima University
産学・地域共創センター Regional Co-creation Center for Industry and Society

Keywords: ローカルアイデンティティカラー, かごんまの色, 地域ブランディング, 鹿児島県.

1. はじめに

色彩は、あらゆる場所に存在するとともに、それ単独では実体として存在せず、それゆえ様々なものに定着できる性質を持つ。また、人間の知覚、認知、感情、印象、価値形成等に影響を及ぼす。このような色彩の特徴は、ブランディングの領域において企業理念や商品の価値などを可視化し、社会に発信するためのビジュアルアイデンティティに活用されてきた。近年は地域ブランディングの領域においても、その活用が進められている。

ところが地域ブランディング全体を見ると、広義の地域ブランドとそれを構成する狭義の地域ブランド（地域資源を由来とした個別ブランド）との間に一貫性、整合性が担保された色彩計画が必ずしも設計されているとは言えない。そのため、同一地域内であるにも関わらず、イメージが散逸し、その結果、地域の魅力を十分に発信しきれない可能性がある。地方創生や地域活性化が叫ばれる昨今、広義と狭義の地域ブランドをつなぎ、地域ブランディングに資するための色彩計画手法が求められているのではないだろうか。

そこで、本研究ではそのための手法の構築を目的とし、全国各地と同様に地方創生が喫緊の課題のひとつである鹿児島県を対象として実践的に検討することとした。

2. 地域ブランディングと色彩

本研究では、地域ブランディングの定義について、東北開発研究センター（2005）、Baker（2007；2012）、村山（2011）、経済産業省（2018）、大森（2018）を参考に「歴史、文化、伝統、気候、風土、天然資源、人々や人々の生活、建造物、産業など、もともと地域の中に存在していた資源や潜在的に存在している資源に新たな価値を創出・定着・強化させることにより、地域の持続的な経済

的・文化的発展を図る戦略的アプローチ」とする。

青木（2004）は、より強い地域ブランドを構築するためには地域全体と諸領域間とのイメージのつながりが重要であるとし、田中ら（2012）はより強い地域ブランディングには様々な資源をより上位の概念で束ねること、つまり地域資源のイメージの統合化へつなげる新たな手法が必要となると指摘している。赤澤ら（2015）は、そのための統一的なビジュアルデザインの重要性を示している。また、大堀（2011）は「地域の個性・らしさ」と定義される「ローカル アイデンティティ」という概念に新規の要素が導入され、キャッチフレーズ等の形での明示化により、地域社会が活性化する可能性があることを述べている。

平田ら（2013）は、景観色彩が与える地域の価値向上に着目し、地域ブランディングへ活用可能な景観色彩基準・ガイドラインの特徴を明らかにした。その特徴は特定色の数値だけでなく、地域資源を表すと思われる名称とともにその意味が付与された「意味付与型」としている。この見方を支える心理学的理論を探せば、Collins & Loftus（1975）の記憶の連想ネットワークモデルが見出せる。Keller（1991）は、この記憶の連想ネットワークモデルに依拠する形で、ブランド知識の構成次元として「ブランド認知」と「ブランド・イメージ」の2つを挙げている。これは特定の色彩と地域性のイメージがより強固に連想されれば、強いブランド認知とイメージを得ることができる可能性を示すものである。

これらのことから、広義と狭義の地域ブランドを統合し、「地域の個性・らしさ」を表現する「意味付与型」の色彩計画手法を開発できれば、地域ブランディングに資することができると考えられる。本研究では地域ブランディングで活用する地域資源を由来とした色彩を「ローカルアイデンティティカラー（Local Identity color : LI カラー）」とし、以下の通り検討をしたい。

3. ローカルアイデンティティカラーの構想

(1) 特徴

LI カラーの概念図を以下に示す (図1)。

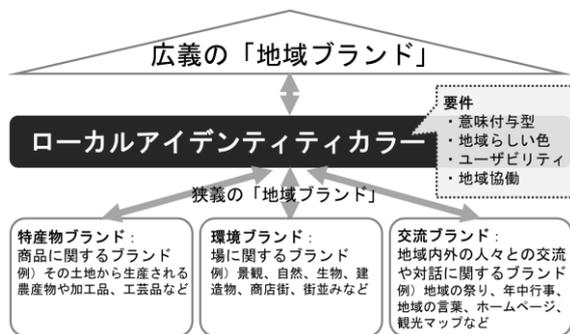


図1. LI カラーの概念図

広義と狭義の地域ブランドをつなぎ、双方に一貫性、整合性を与えるために、LI カラーは前述の「意味付与型」のほかに「地域らしい色」、「ユーザビリティ」、「地域協働」を備えるものとする。

「地域らしい色」について、「意味付与型」カラーガイドの実践的研究である尾崎 (1999) は、自然環境、歴史・文化に関わるものを、宮内 (2008) は自然環境、遺産伝統、気質人間性を構成要素とした。地域ブランド研究では、地域ブランドは広義の地域ブランドの下に構成される複数の狭義の地域ブランドによる傘の形状 (青木, 2004) で説明されるが、狭義は主に「特産物」、「環境」、「交流」に分類されるなど (青木; 2004, 博報堂; 2006, 平田ら; 2013), 類似点が多い。そこで、LI カラーにおいても同様の構成とする。

「ユーザビリティ」について、札幌市、品川宿、白馬村における取組事例から、様々な狭義の地域ブランドで設定された色彩が活用されるためには、色見本とともに用途に応じた色彩値が記述されていること、コンセプトがわかりやすく明示されていること、配色や活用事例が充実していること、さらに独自の色彩体系が構築されるのが望ましいと考えられる。

「地域協働」について、「兵庫五国の伝統色」(DIC グラフィックス, 2018) では地元新聞社と協働し、住民投票でシンボルカラー5色を選出した。この手続きにより住民への地域への愛着や誇りなどの醸成を図るとともに、持続的・主体的な色彩活用に寄与すると考えられる。

(2) 構築のプロセス

LI カラーを関係者間で共有し、活用するために必要となるカラーガイド構築までのプロセスを、山羽ら (2015)、札幌市、品川宿、白馬

村における地域ブランディングの取組事例を参考にし、以下の通り設定した (表1)。

表1. LI カラーガイド構築のプロセス

(1) 基本事項の検討 ① 目的, ② 対象地, ③ 用途, ④ 色彩体系, 表記方法, ⑤ 収録色数, ⑥ 地域資源, ⑦ 調査方法, ⑧ カラーガイド基材
(2) 色彩的調査 ① 実施, ② 整理
(3) 地域協働による策定 ① 知的財産権への対応, ② 情報発信, ③ 追加調査 (必要に応じて), ④ カラーガイド作成 ⑤ 活用の注意事項, ⑥ コンセプトシート作成 ⑦ カラーガイド活用法, ⑧ 配色提案, ⑨ 独自の色彩体系考案
(4) 評価・改善 ① 評価, ② 改善

4. 実践的検討

各概要を以下に記す。なお、表1における(3)~(2)まで実施した (2019年3月現在)。

(1) 基本事項の検討

① 目的

対象地の地域ブランディングに資するためのカラーガイド試作を試みることにした。

② 対象地

鹿児島県全域とした。

③ 用途

特産物ブランドでは服飾品、環境ブランドでは、看板、交流ブランドではホームページと設定した。

④ 色彩体系, 表記方法

マンセル値, CMYK 値, RGB 値, 調査対象名, 調査対象に関する説明文等とした。なお、一部の色彩にはDIC カラーガイド No. も付した。

⑤ 収録色数

山羽ら (2015) による「500色以上1000色以下」を上限、「札幌の景観色70色」で示されている「70色」を下限とし、本研究では収録目標数を100色程度とした。

⑥ 地域資源

対象地における景観及び心情に由来す57種類の地域資源の色彩調査 (鹿児島県, 1975) や県内7地区のイメージカラーをテーマとした創作料理の会食イベント (江良, 2010) を参考にし、県内の各自治体等発行による33種類の観光案内パンフレットや県ホームページ等及び牧野 (2017) を踏まえ、地域資源を選定することとした。次に、県行政組織規則を参

考に県内7つの行政地区(霧島・始良, 北薩摩, 中薩摩, 南薩摩, 大隅, 種子島・屋久島・三島・トカラ列島, 奄美) 別及びブランド別に選定した地域資源を分類し, その妥当性を確認することとした。

⑦調査方法

対象の性質に応じて, 機械測色, 視感測色印象調査のいずれかの方法を用い, マンセル値を算出した。また, 日本色彩研究所(2004)を参考に, 得られたマンセル値から CMYK 値や RGB 値等を明らかにすることとした。

⑧カラーガイド基材

マンセル値に基づいた建築用塗料を用いた紙製を試作することとしたほか, 永田ら(2015)の手法も参考にし, 既存の色票をの活用を検討することとした。

(2) 色彩学的調査

①実施

調査は2016年4月～2019年1月の間に実施した。

機械測色は, 分光測色計(コニカミノルタセンシング製 CR-20 及び CM-5)を用い, 主に液体及び黒素材を対象に実施した。

視感測色は, 日本カラーデザイン研究所(2008)及び鈴木(2014)を参考に, 日本塗料工業会塗料用標準色ポケット版2017年J版及び日本規格協会 JIS 標準色票光沢版第9版を用い, 特産物ブランド, 環境ブランド, 交流ブランドのいずれかに属する対象に実施した。すべての調査対象の観察時間帯は日の出3時間後から日の入り3時間前であった。なお, 観察者は石原式色覚検査表を用い, 色覚に異常がないことを確認した色覚正常者1人であった。

印象調査は, PCCSにおける有彩色132色(12色×11トーン)及び無彩色5色の計137色に基づく色票を用い, 鹿児島県の特徴的な言葉及び地名(表2における調査対象名のうち, 「イメージ」と記載されているもの)に対するイメージカラーを18～21歳までの大学生99人を対象に実施した。その際, もっとも多く選択された色1色を代表色とした。

②整理

ここでは138項目の調査対象名一覧を示す(表2)。

表2. 調査対象名一覧

1	赤土ハレイシヨの土	47	黒之瀬戸	93	ソテツ
2	あくまき	48	黒豚	94	鯛車の赤
3	アコウ	49	げたんは	95	鯛車の黄
4	甘口醤油	50	ゴールドビーチ	96	タカエビ
5	アマミノクロウサギ	51	黒色磨硝土器	97	竹島
6	安納芋	52	黒糖	98	竹製品
7	異人館	53	甌島のキビナゴ	99	たげのこ
8	出水武家屋敷の石垣	54	高麗餅	100	だっしよ豆腐
9	イヌマキ	55	克灰袋	101	種子鉄
10	指宿の菜の花	56	西郷隆盛銅像	102	垂水の千本イチヨウ
11	えっがね	57	桜島小みかん	103	タンカン
12	エラブユリ	58	桜島大根	104	ぢやんぼもち
13	オオゴマダラの羽根	59	「桜島」のイメージ	105	知覧の新茶
14	大島蝋	60	桜島の灰	106	「てげてげ」のイメージ
15	「大隅」のイメージ	61	佐多岬から見た黒潮	107	十島の島バナナ
16	薩川の滝	62	薩摩揚げ	108	土産海岸
17	奥十曾のエドヒガン	63	薩摩産黄島港	109	照国神社の鳥居
18	オツのコンボ	64	薩摩硝石	110	長島町のブリ
19	カイコウス	65	薩摩切子の藍	111	長目の浜
20	「鹿児島県」のイメージ	66	薩摩切子の黄	112	バベツル
21	鹿児島市側から見た錦江湾	67	薩摩切子の金赤	113	西田橋
22	鹿児島市側から見た桜島	68	薩摩切子の島津紫	114	ハイビスカス
23	鹿児島ラーメン	69	薩摩切子の紅	115	花瀬公園の石畳
24	ガジュマル	70	薩摩切子の緑	116	春駒
25	柏原海岸のルービン	71	薩摩黒合鴨	117	芭蕉布
26	釜蓋神社の釜蓋	72	薩摩黒切子	118	パッションフルーツ
27	蒲生の大クス	73	薩摩西郷梅	119	はやとの風
28	蒲生和紙	74	薩摩鋳器	120	反射炉跡
29	川辺仏壇の金箔	75	さつま町の田の神さあ	121	ハンダマ
30	川辺仏壇の漆黒	76	薩摩つけ櫛	122	東串良のキュウリ
31	かるかん	77	薩摩鍋	123	東串良のビーマン
32	喜入のリュウキュウコウガイ	78	「薩摩」のイメージ	124	吹上浜
33	喜界島の白ごま	79	薩摩藩英国留学生記念館	125	プリンセスかのや
34	「ぎばいせんせ」のイメージ	80	薩摩深水刃物	126	紅サツマ
35	霧島神宮	81	獅子島の化石	127	坊津
36	キンカン	82	シバザクラ	128	ボゼの飯面
37	「錦江湾」のイメージ	83	志布志のウナギ	129	本枯節
38	黒牛	84	尚古集成館	130	ボンタン漬
39	黒温泉	85	縄文杉	131	丸池湧水
40	黒麴	86	シラス	132	マンゴーの実
41	黒薩摩	87	しろくま	133	実エンドウ
42	黒島	88	白薩摩	134	ミキ
43	黒酢	89	人工衛星おおすみ	135	ミヤマキリシマ
44	黒酢燻煙	90	砂蒸し温泉	136	弥五郎どんの梅染単衣
45	クロダイ	91	曾於の青ゆず	137	溶結凝灰岩
46	黒ぢよか	92	曾木の滝	138	ルリカケス

(3) 地域協働による策定

①知的財産権への対応

制作されたカラーガイドが将来的に多くの人に持続的・発展的に正しく活用されるために, その権利を保護する必要がある。そのため, 本研究の成果について商標権取得を試みた。

地域の言葉で「鹿児島」を「かごんま」と呼称することがある。そこで, 収録した色彩の総称を「かごんまの色」と命名し, 色見本帳, 教材, パンフレット, 書籍を指定商品とした商標登録手続きを行った。

②情報発信

鹿児島県最大級のデザインイベント「かごしまデザインフェア 2019」(2019年2月)において, 138色の「未来へつなげたい かご

んまの色 総選挙」(図2及び写真1)を実施するとともに、地域ブランディングへの活用の理解促進のため「かごんまの色」を使用したスカーフを試作・展示した。多くの方に投票いただき、有効投票数 1,530 票を得た。この取組は地元新聞やテレビ番組で紹介された。その後、集計結果は鹿児島大学ホームページを通じて発表し(表3)、地元新聞やテレビ番組で再び紹介された。



図2. チラシ



写真1. 当日の様子

5. 今後の検討

今後は地域の方々から「かごんまの色」について様々な意見をいただき、それを踏まえて愛着や誇りを持って活用してもらえようカラーガイドの策定を進めていく。必要に応じて「かごんまの色」の追加調査を実施し、十分に検討された名称や意味を付したカラーガイド作成を試みる。あわせて、コンセプトシート、カラーガイド活用法、配色提案など想定される使用現場に即して作成を検討する。また、活用の注意事項を把握し、明文化しておく。既存のカラーオーダーシステムの使用と共に独自の色彩体系考案も理解促進のために有効と考える。これらをまとめた際、地域の方々から評価を受けて改善につなげたい。

謝辞

本研究に協力していただいたすべての皆様に感謝申し上げます。

表3. 「かごんまの色」上位20色(色相順に表示)

順位	投票数	カラー	意味	説明	マンセル値	マンセル値に基づく系統色名(JIS Z 8102)	マンセル値に基づくDIC類似
1位	139		「きばいやんせ」のイメージ	鹿児島弁で「頑張ってください」の意。元気を届ける地域のことば	4R4.5/14	ごくあざやかな赤	2483
7位	49		薩摩切子の金赤	幻の色。純金を色ガラスの材料に使用しており、華やかな高級感がある	5R4/14	ごくあざやかな赤	2495
12位	35		薩摩切子の紅(べに)	銅を使って発色させたシックな赤色。重厚感が漂う	5R3/10	こい赤	2486
20位	21		オッのコンボ	江戸時代から鹿児島に伝わる、台所に置く起き上り小法師人形	7.5R4/14	ごくあざやかな黄みの赤	F111
8位	47		桜島小みかん	世界一小さいミカン。桜島、始良地域などで生産される	2.5YR6/14	ごくあざやかな黄赤	2522
5位	79		キンカン	生で皮ごと食べられる。爽やかな芳香。鹿児島県は全国第2位の生産量	5YR6.5/14	ごくあざやかな黄赤	2529
14位	30		「てげてげ」のイメージ	そこそこ、適当に、の意。心のゆとりを表す地域のことば	5Y8/13	ごくあざやかな黄	F222
19位	22		薩摩西郷梅	さつま町名産。初夏の味覚。実が大きく、果肉は厚くて柔らかいのが特徴	7.5GY8/6	うすい黄緑	2103
6位	54		「大隅」のイメージ	錦江湾の東岸にある半島。農業県鹿児島において、我が国有数の食料基地	4G6/8	つよい緑	2567
12位	35		雄川の滝	南大隅町にある滝。幾何学模様の節理とエメラルドブルーの水面が美しい	10BG4/8	こい青緑	217
2位	91		「錦江湾」のイメージ	鹿児島県の薩摩半島と大隅半島に挟まれた湾。湾名の元は島津家久公の歌	5B 6/8	明るい緑みの青	N880
17位	23		土盛海岸	奄美大島にある海岸。輝く水面はブルーエンジェルとも言われる	5B7/4	やわらかい緑みの青	2173
11位	36		坊津	日本三大津の一つ。鎖国時の江戸時代には海外貿易の拠点として栄えた	10B6/6	やわらかい青	69
9位	44		薩摩切子の藍	薩摩切子を代表する伝統色。清々しくも凛とした色合いが特徴	5PB2/2	ごく暗い紫みの青	F11
3位	87		ルリカケス	奄美大島、加計呂麻島、請島のみに生息。県の鳥。国指定天然記念物	7.5PB3/10	こい紫みの青	C269
10位	41		薩摩切子の島津紫	金とコバルトを使用。透明度が高く、鮮やかで高貴な紫	5P3/8	こい紫みの青	F59
17位	23		シバザクラ	春の到来を告げる花。霧島高原では日本一早く咲くシバザクラが楽しめる	2.5RP4/12	ごくあざやかな赤みの紫	2618
15位	26		ミヤマキリシマ	県の花。霧島山系一帯を中心に自生する。「深い山に咲くツツジ」の意	5RP6/8	明るい赤紫	2459
4位	80		「桜島」のイメージ	錦江湾にある活火山。現在も約5,000人が桜島と共生して生活している	7RP7.5/8	明るい紫みの赤	26
16位	24		桜島の灰	桜島から日常的に地上に降り注ぐ灰。厄介者であり自然の恵みの一部	N3	暗い灰色	C275



地域色を把握するための方法論に関する一考察

A Study of Method for Researching Local Colors

杉山朗子 Akiko Sugiyama 日本カラーデザイン Nihon Color & Design Institute.inc
研究所

Keywords: 景観色彩, 地域性, 現地調査, 測色, ワークショップ.

えられるため, まだまだ認知されていないと思われる「地域色」の把握の方法論を考えてみたい.

1. はじめに

景観法制定から15年近く経ち, 担当者も2代目3代目と地元の良好な景観を目指して継続して取り組んでいる. 改定などに取り組む自治体も見られるようになった. そのような中で, なぜこの色彩範囲になったのかとの質問にうまく回答できないといった声が聞かれる. これは, 景観計画策定までの調査や検討などのデータや資料が共有・継承されておらず, 拠り所としては景観計画の冊子のみとなったからではないかと察するところである. さらに, 地域性は歴史的な地区のある場所に限られる傾向が強¹⁾, 現行の色彩規制は「保全」「ネガティブチェック」が主であると捉えられている面もあるようだ.²⁾

また, 景観計画などに示されている色彩基準の研究を見ると, そのほとんどはマンセルカラーを活用した範囲での指定が多く, その範囲の類似傾向が指摘され, 課題として現在の色彩規制誘導基準の内容に地域性があまり感じられないことがあげられている.³⁾

しかし地域らしさの評価構造に色彩要素が影響しているという研究結果もある.⁴⁾ このような研究が進み, 近年, 景観色彩の取組みにおいて地域性を重視する傾向が強まってきた.

例えば, 国交省では2017年10月に「道路デザイン指針」及び「景観に配慮した道路附属物等ガイドライン」を改定したが, その中で附属物の検討の際に基本とする色彩選定の考え方として, 「地域の特性に応じた適切な色彩を選定することが基本であり, 下表以外により適切な色彩があれば, その色彩を採用する」とあり, 地域それぞれで適切な色彩を検討するのが望ましいとして地域性重視の姿勢を示している.⁵⁾

今後景観計画の改定や見直しが進む時期と考

2. 色彩計画のための調査方法の確認

(1) 現地での測色調査

平田らの景観の色の活用による地域ブランディングの可能性の研究⁶⁾では, 現在の各地の景観計画において意味付与型は少ないが, 意味付与型の計画は「多様な地域資源から測色している」ことを把握したという. 地域住民の関与によって地域の文脈に沿った説明が可能となり, 地域の色彩コントロールだけでなく異分野への波及も認められたとのことである. 「多様な地域資源からの測色」は地域性の把握に欠かせないものと言える.

筆者は, 景観計画のための調査としてではなく大型建造物の色彩計画のアイデアソース及び周辺景観への影響の検討の為の調査に取り組んできた. それらは景観計画策定にも有用と思われるので事例として挙げてみたい.

景観の色彩は「風土(地理・地形・気候)」「歴史(まちの成り立ち)」「住民や来訪者の心理」「継承する仕組みや活動」の積み重ねで現在がある. 現地での測色調査においても「自然環境色」「社会環境色」「文化環境色」の現地調査を行うと, 特色があることを見出すことが多い.⁷⁾

(2) 測色調査対象としたい3つの分野

1	自然環境色	空・山・海・川・湖・土・砂・岩・石. 田畑, 果樹園などの耕作地. 山や花や樹木の葉などの季節変化の色. 並木・防風林・屋敷林・生垣・庭木など.
2	社会環境色	建造物全般, 公共建築物全般, 公共交通機関施設, 商店・住宅街, 戸建住宅含む. 工作物全般, 道路付帯物など.
3	文化環境色	公共交通機関(電車・バス・タクシー) 農産物・水産物他特産物及び販促物. 伝統工芸, 祭礼・行事. 看板・サイン・標識・各種表示. 地元製品のマークロゴ・パッケージなど.

(3) 現地での測色調査の留意点

a. 自然環境色の現地調査

笠間らによる北海道の環境及び景観に適合した道路付属物等の色彩の在り方で、実際の色サンプルによる調査も実施した結果では、北海道の道路景観の特異性として、「広大で開放的景観」「冬季の雪景色」などから北海道の環境に適合した色彩ルールの必要性が示されている。⁸⁾ 主要かつ特徴的な景観がみられる季節等時期、時間も重要なポイントである。

例えば、照明柱などの色彩検討の際に、ケヤキ並木であればケヤキの樹皮の色などを参照する方法をとると 10YR~2. 5Y などが多くみられる。他に、青森出身の建築家から地元で多いブナの樹皮の色が、独特であると教示された。日本塗料工業会の色票による視感測色では色相は 5Y, 明度は 6. 5 から 7. 0, 彩度が 0. 5 というコンクリート打ち放しに類似した色であることが確認された。地域独特の色とよいだろう。地域独特の樹種、大切に使われてきた樹種を対象として季節での変化が把握できたらよいであろう。

海に囲まれた日本では、その海や浜の色は、各地で違っている。白砂青松という表現は誇張と思っていたが、調査で兵庫県須磨周辺に初めて行った際には驚かされ、育った環境の差異を感じた。

b. 社会環境色の現地調査

建造物の色が中心である。景観計画では最も一般的に調査が行われている対象であろう。その多くは YR から Y に集中しているという結果かと思われる。調査対象が中心市街地や官庁街のビル中心であると、時代性を反映して近年の外装色中心になる懸念がある。できれば長い年月を経て使われ続けてきた民家や商家などの色が把握できると望ましい。図-2 どこの地区を調査するのかの検討が重要である。歴史的背景、どのような産業で成立したのか、最も賑わった時代の姿を残す地区などの情報収集を行い、店舗や住宅の傾向など、その土地の生活像を捉えたい。景観は生活の積み重ねから成り立ってきているものである。

東京でも、昭和 20 年の大空襲を免れた地域で、大正末期から昭和初期の傾向を継承した色・素材などを採取でき、色への気遣いなどが把握できた。

c. 文化環境色

文化環境色の調査の際には、第三者の目も重要である。例えば宮崎県で、官公庁の館銘板で御影石に名称を彫り、そこに黄色の顔料を塗っている

のを見た際には、関東では少ない例と感じた。その後、鹿児島島の墓地では墓石の文字がすべて黄色く塗られているのを確認できた。地元では見慣れた光景で、気にも留めない可能性がある。第三者の目を通すと違いが浮かび上がってくる事例であろう。

図-3 のように、看板やサイン・標識の色に、地域の色を反映した計画を見出すこともある。



図-1 青森県ブナ林の樹皮の色の測定 2018年

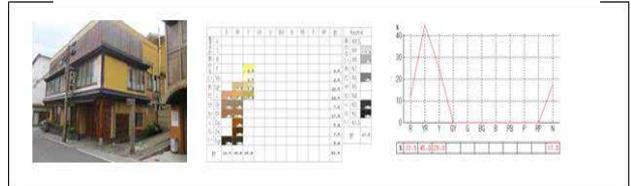


図-2 社会環境色-鳴子温泉街近景での測色結果。木を生かした建築が多く YR 系の濃淡の組合せが多い。壁で黄系が多いのが特徴的。2017年6月



図-3 文化環境色-鳴子温泉の標識・ガードレール・支柱など黄みを帯びたアイボリー。こけしに使われるミズキの明るい色に類似。2017年6月

(4) 参考データ-残したい色アンケート

東北大震災の後に山形の東北芸術工科大学学生に、「地域で大切にしたい、残したい色彩」について自由記述を依頼した。その結果として、自然の色への関心が大変高いことがわかった。さらに県別にみると青森県は他と比較して祭りに関する色が多く挙げられ「文化・風俗」を重視していることがわかる。回答者が多かった山形市と仙台市に着目すると、「風土としての自然」というとらえ方と、「公園や並木、庭木」という都市型の自然、また「地域特産の作物・耕作地」といった自然というように土地利用の違い、日々触れている景観の違いが出てきた。その後も継続してアンケートを行っているが、2 回目の 2012 年のグラフを見ても結果の傾向は同様である。

以上のように、自然、社会、文化という面から「多様な地域資源」の測色による地域色の把握は、

多くの地域で可能であろうと思われる。

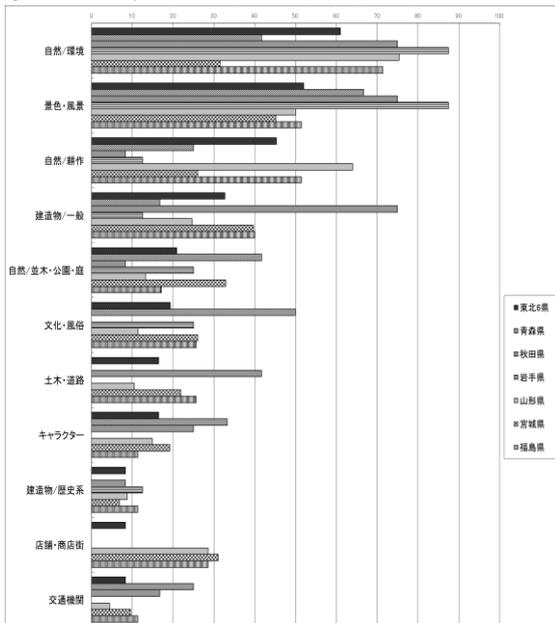


図-4 残したい色アンケート東北六県
東北芸術工科大学 2011

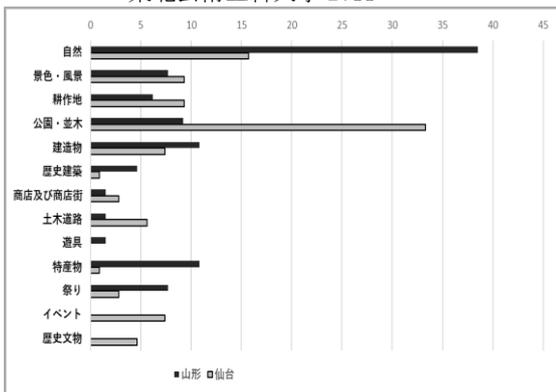


図-5 残したい色アンケート山形41名仙台108比較
東北芸術工科大 2012

3. 測色調査以外の手法

測色調査以外に、住民や来訪者へのアンケート調査、またヒアリングやワークショップによる意見収集など様々な手法が使われている。共通認識に役立つものと思われる。

(1) 形容詞による調査とワークショップの併用

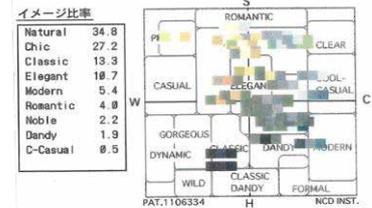
形容詞を使ったまちのイメージ調査は手軽で、大人数の意見の把握ができるメリットがある。経年比較、住民と来訪者や年代差比較なども行える。

ここでは松江の事例見てみよう。形容詞による調査と、まち歩きをしてからのもちに対する討議の結果を一覧にしたものである。図-6

ワークショップで特徴をあげてもらうことで、調査結果のデータの読み取りの際に地元のとらえ方を知ることができ、効果的である。また、天

気や気候、風景や光景で表現する心象風景をあげてもらうことで、地域の特徴を共有することができる。この際に、老若男女が参加していることもポイントである。日常の中に潜む歴史・伝統的な面、最近の様子など広い範囲での多様な景観資源があげられ、その特徴も把握しやすい。このワークショップで挙げられた松江の雰囲気我代表する「おんぼら」という方言はその後松江市の景観計画にも取り上げられた。

形容詞	回答率
1 伝統的	70.5
2 古風な	59.1
3 情緒的な	56.8
4 地味な	47.7
6 控えめな	45.6
8 おとなしい	//
8 素朴な	43.2
のんびりした	//
文化的な	//



誇りに思う場所	松江城	風格はあるがこぢんまりしていて、美しくちょっと控えめ白漆喰と黒い板貼り、銀鼠瓦、単色でない味わい深い瓦のグレー石垣、石積、松、松並木、武家屋敷 周辺の閑静さ、城下町的曲がった道
穴道湖		朝の穴道湖、穴道湖の夕日、雨の穴道湖、波のない穴道湖、水の流れが緩やかで情緒的、派手さがなく柔らかい水の都、シミジミを探る舟、堀川の舟
生活文化	季節感 お茶文化	季節感を大切にする日常生活 静けさとゆったりした気持ちを与えてくれるお茶の文化に育まれた日常生活、 素朴な和菓子-抹茶の色、 上用饅頭の皮の、餡がうっすら透けて見えるような色
まち並みの特性	サイズ	路地の隠れ家的空間構成、大きなスケールは似合わない
地形		低い山に囲まれた風景、露んだ青っぽい山並み
天候・気候	天気 季節	松江に似合うのは、雨、曇り空、霞、霧 グレイッシュな冬の松江
雰囲気		のんびり、ゆっくり、素朴、控えめ、奥ゆかしい
色彩	基調 刻々と変わる色	彩度が低い色、水面、霧の色、空の色、水の色 季節、天候、時間、見る角度によつて色が変わる 夕日はオレンジ～茜色～紫霞の色 春のぬくもりの色～暖かくゆるくなくほんわかとした色、 刻々と変わる冬の色
方言	おんぼら	控えめ、奥ゆかしい、肌に馴染みやすい、おちつきのある、のほほん、のんびり

図-6 松江市での形容詞による調査結果と
ワークショップで抽出された松江らしさの事例

(2) 色を使つてのワーキング

大学生に実施している色紙を使った配色構成など、色彩ツールを使つての検討も効果的と思われる。「自分の育った地域の魅力」というテーマで、形態・色数自由で構成してもらう。コメントも付記してもらうが、気候・季節・伝統産業・まち並みの雰囲気・住民の気風なども書かれており、まちの様子が伝わってくる。



図-7 配色構成-自分の育ったところの魅力 2018

さらに2018年に「地域小紋」というテーマで、地域の色を活かすデザインに取り組んだ。モチーフを考え三色展開するのだが、その色の考案の参考にしたものや事柄について整理したのが図-8のグラフである。ここでもやはり自然・気候風土・耕作地があげられ関心の高さが感じられる。さらに、芸能・民謡など文化面が上位になっているのがわかった。

簡易な方法としては、まち歩きや画像による地域の景観の把握の検討会の際に、地域の魅力として残したい色の抽出、実際の色の組み合わせを想定しながら配色を作成するなど、簡単な色紙を用いて検討すると、参加者が同時に色を目にすることができるので、共感されやすい。現物の色違いなどが準備できればさらに、実感してもらえらる。

例に挙げたのは台東区下町塾で行ったアメ横とジュエリータウンのまち歩きワークショップでそれぞれに使うとよい店舗・看板の色として作成・投票した配色の結果である。図-9

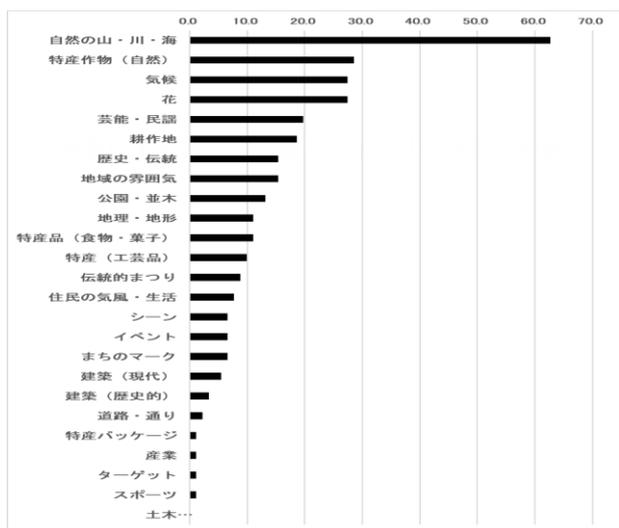


図-8 配色課題-地域の色を活かす「地域小紋」の色を考える際に参考にした事柄・もの 91名

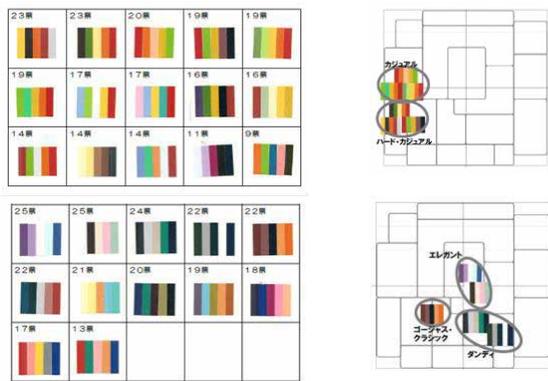


図-9 ワークショップ-アメ横とジュエリータウンで使いたい色-5色配色投票結果と上位のイメージ分析

専門や関心の違う人達でも共有できる結果を得ることができる。

4. まとめと今後

これまでのワーキングを見直してみると、測色の範囲の検討は重要と思われる。身の回りにおいて、意識に上りにくい自然環境の色はベースの色として把握しておきたい。社会環境色としての建造物関連では、旧街道沿いなどは対象として思いつきやすいが、古く開発された住宅地なども有効である。近隣で産出する石や土壁などに特徴が出ている場合もよくみられる。伝統・文化においては幅広く候補がありうるので「多様な地域資源」の検討自体が有意義であろう。

また、「色彩ツール」あるいは「現物の色」の使用は、小学生から高齢者まで、専門知識のない方でも楽しく取り組めるので、さらに使い方を工夫しながら試行していきたい。

すでに景観計画を策定した自治体も多くなったが、公共施設や広告のガイドラインの策定などの機会があれば、「地域の色」を探すワークショップなどで、共有できるデータを作成しておくこと、これからのまちづくり活動に有用であると思われる。

参考文献

- 1) 栗山, 三輪, 末包, 北村「都市景観形成のための建築物の色彩誘導基準に対する設計者の評価に関する研究」都市計画学会関西支部研究発表会講演概要集 7巻 2009
- 2) 中野, 中井「景観色彩問題の事例分析に基づく色彩規制の在り方に関する考察」土木学会景観・デザイン研究校先週 NO. 5 2009
- 3) 高橋, 内村「景観計画における地域の固有性と内発性を生かした景観形成基準に関わる一考察」に陳都市計画学会都市計画報告集 NO. 8 2009
- 4) 徐ミンジョン, 山本早里, 藤戸幹雄「都市街路景観における地域らしさの評価」2013 日本デザイン学会 デザイン学研究
- 5) 国土交通省道路のデザインに関する検討委員会景観に配慮した道路付属物等ガイドライン 2017
- 6) 平田徳恵, 岡村祐, 川原晋 「景観色彩ガイドラインの活用による地域ブランディングの可能性-特定色を指定する「意味付与型」の表現方法に着目して」日本建築学会計画系論文集第78巻第685号 663-671 2013年3月
- 7) 杉山他「地域イメージを活かす景観色彩計画」, 学芸出版社, 2008
- 8) 笠間聡, 高橋哲生, 松田泰明「北海道の環境及び景観に適合した道路付属物等の色彩のあり方について-国土交通省「景観に配慮した道路付属物等ガイドライン」の策定を受けて」土木学会第14回景観・デザイン研究講演集 2018

色と音と光の周波数による、脳・心・身体への影響実験

A Study of the Effects of Wavelength of Color, Sound and Light on The Human Brain , Heart, and Body

齊藤美雪 Miyuki Saito 一般社団法人日本子ども色彩協会 Japanese child color association
一般財団法人UNI H&H 大学院 UNI H&H Graduate school

Keywords: : 色彩知育、周波数、脳、教育、オキシトシンホルモン

趣旨

幼児教育から企業での人材教育までの教育において、AI によって刻々と変わる社会の仕組みが変わり、文部科学省でも 2014 年から教育改革が遂行されているが、大人はこれまで受けてきた教育方法しかわからないため、今の固定概念や常識を一旦クリアにし、柔軟性を持つ必要があると考える。一方的に教える教育から、自らが考えて創り出していける柔軟な人材の教育へと移行していくことがこれからの教育者には必須だ。しかし、企業においても教育現場においても新しい人材の育成や教育にどう対応していったらいいのかを模索しているのが現状。人間の行動は、意識的な行動は 2-4%であり、無意識により行動は 96-98%であるため、無意識下に働きかけることが必須である。 (世界脳機能学会データより)

	意識脳	無意識脳
脳の質量	17%	83%
信号(インパルス)の速さ	190-220km/h	16万km/h以上
1秒間の情報伝達単位	2000ビット	4兆ビット
知覚と行動を支配する割合	2-4%	96-98%
機能	意志的	自律的
時制	過去と未来	現在
記憶の限界	20秒位まで	永久

つまり、「変えよう」という強い意思を持って変えられるものではないということだ。無意識の知覚や行動は、背骨にある自律神経系が司っているため、自律神経に働きかけるには振動(周波数)を活用するしか手段はない。そこで、幼児色彩教育・幼児教育・企業研

修に関わる教育者対象に、色・音・光を使った教材によってどのような変化が起こるかを実験した。

対象者

- ・社) 日本子ども色彩協会・色彩知育講師 18名
 - ・財) UNI H&H 大学院・講師 2名
- 計 20名 (女性、20代~50代)

期間: 2019/1/13~2019/3/17 (約2ヶ月間)

方法

- ① 色・音・光の周波数を使った教材を日常生活で取り入れてもらい、約2週間ごと全4回、本人に体感を記録してもらった。
- ② 脳の仕組みや自律神経に影響するオキシトシンホルモン、トマティス理論を講座にて学習することを同時に行ってもらった。
- ③

教材と使用方法

- ・ モーツァルトの楽曲に超高速倍速(50,000倍~100,000倍)の音源を掛け合わせたCD(著作権登録No. 第37394号-1)を家庭で流す
- ・ 色と音のイメージを使った呼吸法(著作権取得番号第37720号-1登録)を1日に1回目安に家庭で各自行う
- ・ 水溶性珪素(元素記号Si、原子番号14、シリカ)を1日10ml 目安で各自摂取する



理論

色・音・光の周波数による振動が脳や自律神経に働きかけ無意識の知覚・行動に繋がる。脳は実際に起こったこととイメージしたことの区別がつかないため、実際の音楽だけでなく色や音をイメージする方法も使った。

・ オキシトシンホルモンの分泌

4000Hz の高周波を多く含むモーツァルトの楽曲を聴くことで、頸椎から上の延髄や頭頂・前頭前野に響き、オキシトシンホルモンを多く分泌させ、副交感神経が優位になり脳の活性化や免疫力の向上につながる (IgA 濃度が高まる)

色と音をイメージし、吐くこと優先の呼吸法によって自律神経が調整され副交感神経の働きが良くなりオキシトシンホルモンを分泌させる。脳波がα波・θ波になり脳幹網様体をコントロールできて柔軟になる。血流が良くなる。

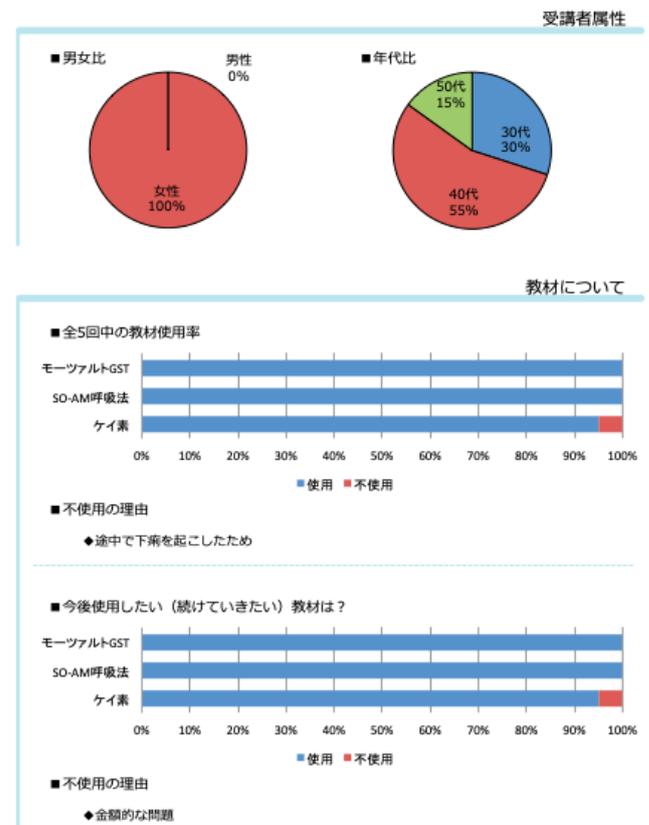
・ トマトニス理論

高周波の音が耳から脳にエネルギーを供給する。松果体は6000Hzと共鳴すると考えられ、その松果体の主成分は珪素である。モーツァルトの楽曲には4000~8000Hzの高周波が豊富に含まれ、人間の延髄~頭頂あたりに直接響き、無意識に呼吸が整い、脳を活性化させ、副交感神経が優位になりリラックスする。

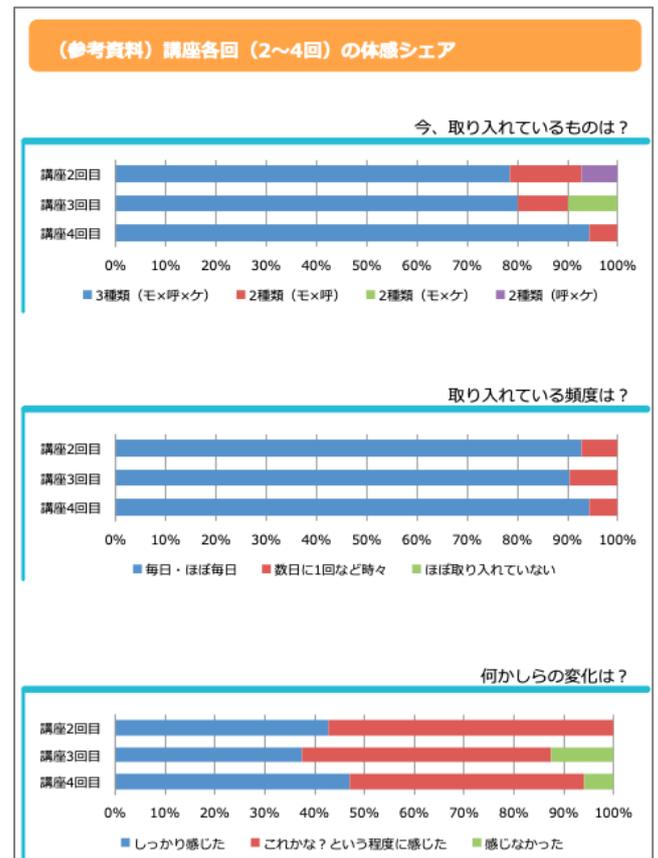
これらの理論をベースにした教材を色彩や教育に関わる講師(うち、19人が母親)に取り入れてもらい、自身の体感の変化や仕事や家庭にどのような影響があったかを調査した。

実験結果：

《講座受講と教材の使用により感じた変化や効果》



《講座各回(2~4回)の体感シェア》



アンケート結果

Q1. メンタル・思考面で

具体的にどのような変化を感じましたか？

- ・今感じていることが思い込みやエゴになっていないかなど、色々な視点で見られる
- ・リラックスしている
- ・毎朝気持ちのスッキリしていて、気持ちが洗礼されるように感じる
- ・一日の活動前のエネルギー源になる
- ・夫との会話が増えたり、子ども達ともフラットな関係で会話ができるようになった
- ・イライラしたり、大きく悩むことがなくなった
- ・思考がクリアになり、自分が進む方向性が見えやすくなった
- ・自信がもてるようになり、物事がうまく進むようになってきた
- ・自分がこだわりそうになっていることに気付き、それが本当に必要なことなのか？と振り返り、0ベースで考え直せるようになってきたため、考えや行動の選択肢が増えた
- ・先に心配や不安なことを考えてしまい、無駄なエネルギーを使っていたが、心配しなくなり、新しい生活に対して前向きに捉えられるようになった
- ・「子どもの全てを受け止めよう」と思え、全ての心が繋がったような気持ちになった
- ・やる気がわき、気持ちが明るくなる
- ・心が落ち着き、気持ちがリセットできる
- ・迷いがなくなり、更に前向きになった
- ・自分と向き合うようになってたり、自分で限界を作っていることに気付き、それを超えたいと思うようになった
- ・周りの状況に左右されずに、「私ベース」で考えることが出来るようになった
- ・ポジティブ度が増し、何となく大丈夫と思えるようになってきた

Q2. 健康・美容面で

具体的にどのような変化を感じましたか？

- ・ケイ素をとるようになって顔のシミが消えて、薄くなってきた気がする

- ・全体的に免疫が上がった気がする ⇒ 肌・髪の毛にツヤが出てきた
- ・耳が良くなってきたように感じる
- ・夜、足が冷えて眠れない時に呼吸法をすると、足先までぽかぽかするようになった
- ・周りから色が白くなったと言われる
- ・呼吸が深くなった
- ・頭痛がなくなった
- ・いつも眠りが浅いが、深く眠れるようになった
- ・激しい動悸が軽くなってきた
- ・風邪をひかなくなった（体調を崩しそうな時にケイ素を多めに摂ったらすぐに治った）
- ・周りでインフルエンザが爆発的に流行しているが、かからずに済んだ
- ・身体の疲れがリセットされ、軽くなる
- ・元々低体温だが、少しずつ上昇してきた
- ・健康診断の肺活量で息を吐く力が弱いと言われていたが、今年はしっかり吐けていますと言われた
- ・持病の副鼻腔炎が、風邪が引き金になり悪化していたが、ケイ素を飲み出して2週間で症状がなくなった
- ・白髪が黒くなってきた
- ・ケイ素を使うと、吹き出物が消えるようになった
- ・ストレスに強くなった
- ・手足の末梢の冷えが改善されてきた
- ・朝の目覚めが良くなるようになった
- ・身体の変化に敏感になってきた気がする
- ・仕事を休むほどではないが、素の自分になるための毒が出来てきているのかも知れないと感じる

Q3. 作業効率・ビジネス面で

具体的にどのような変化を感じましたか？

- ・人に委ねることが出来るようになってきたため、サポートしてもらいやすくなった
- ・頭がスッキリして、仕事が捗るようになった
- ・気持ちの切り替えが出来て仕事が捗るようになった
- ・ベビー色彩知育教室で呼吸法をした時、空気が落ち着くのを感じた
- ・自分が進みたい方向へ導かれるように、仕事に関する話が舞い込んでくる
- ・仕事にプラスに作用している

まとめ：色・音・光の周波数を使い無意識に働きかけると、体感の個人差はあるものの 94%の人に変化が起こり、その内容は思考と身体のすべてに及ぶことがわかった。また、ほとんどの人が自分だけでなく家族や周りも変化が起こったと感じていた。アンケート結果によると、心・思考・身体が整い、柔軟性が生まれたといえるであろう。感覚的な捉え方が変化し、周りの人にも影響があったのは、人間がもつホルモンの中で唯一他の人に影響を与えるオキシトシンホルモンによるものと推測できる。

考察：個人の感覚としての感想だけでなく、体や脳への影響を計測し分析する必要性を感じた。今後の計画として、これらの教材を未使用の人対象に、使用前使用後のオキシトシン分泌量の計測・文政をウィスコンシン州立大学名誉教授の高橋徳先生に検証していただく予定。

参考文献

- 1) 人を愛することで健康になれる～愛のホルモン・オキシトシン～ (高橋徳)
- 2) モーツアルトを科学する (アルフレッドトマティス)
- 3) Super Brain (Deepak Chopra)
- 4) ブレイン・プログラミング (Allan Pease & Barbara Pease)
- 5) 聴覚脳 (篠原佳年)
- 6) 脳には自分を帰る6つの力がある (Richard Davitson Ph D)
- 7) 人類を救う珪素の力 (細井睦敬、菅野光男、大山良徳)
- 8) 音楽療法の生態機能への影響と医学的意義 (和合治久・佐々木勉・稲江榮一)
Bulletin of Saitama Medical School Junior College, 12,9~19, 2001)

二色の配色による色刺激の味覚的な印象

Impression of Taste on Color Stimuli in Two Color Scheme

櫻井 将人 Masato Sakurai 静岡理科大学 Shizuoka Institute of Science and Technology

Keywords: 味覚的な印象, 色刺激, 二色配色, クロスモーダル.

1. はじめに

色の味覚的な印象は報告されており, 食品パッケージなどのデザインへの活用に関して議論されている¹⁻³⁾. 先行研究において, 単色による味覚的な印象が調査され, 甘みは赤系, 酸味は黄色系で彩度の上昇により感じられ, 苦味は明度の低下に伴い感じられることを報告している³⁾. しかし, 食品パッケージに使用されている色は単色であることが少ないため, 複色色が配色された場合の影響について調査する必要があると考えられる. そこで, 本研究では, 配色による色の味覚的印象を明らかにし, パッケージデザインを支援するツールに適用することを目的として, 二色で配色された色刺激に対して基本味(甘味, 酸味, 塩味, 苦味, 旨味)の印象を主観評価し, 結果を基に食品パッケージデザイン支援ツールの検討を行った.

2. 実験

刺激の色は, 先行研究³⁾で使用された有彩色10色相(5R, 5YR, 5Y, 5GY, 5G, 5BG, 5B, 5PB, 5P, 5RP)の中で最も彩度の高かった10色と, 先行研究³⁾の結果で基本五味(甘味, 酸味, 塩味, 苦味, 旨味)の印象評価が最も高かった5色を選択した. 最も彩度の高い色と旨味の印象評価が最も高かった色が同じであったため計14色となった. 表1に刺激の色を示す. 配色は図1のように面積比が同じである2種類, 面積比が約2:1となる1種類の3パターンを用いた. ただし, 面積比が2:1の場合は内外の配色により2種類存在し, 配色としては計4パターン用いた. したがって, 14色の刺激の色に対して, 二色配色の組み合わせは ${}_{14}C_2=91$ 通りであり, 配色パターンが4であるため, 合計364刺激が存在した. 刺激のサイ

ズは一辺が約130mm(約視角15度)の正方形で, 背景はN5の灰色で統一されていた.

D65 蛍光ランプで照明されたブース内に設置したディスプレイ(Dell UP2414Q)に刺激を呈示し, それぞれの刺激における各基本味への印象を5段階(1:ほとんど感じない, 2:わずかに感じる, 3:やや感じる, 4:感じる, 5:非常に感じる)で評価を行った. 刺激はランダムで呈示された. 実験参加者は評価値をテンキーで入力し, 刺激呈示時間は実験参加者の判断に一任した. 前の刺激の影響を除去するため, 刺激間はN5の灰色刺激を呈示した. 評価は各刺激に対して1回行った. 実験参加者は20歳代学生男女各10名の計20名とした.

表1 使用した刺激の色

彩度	5R	5	20	47.08	0.619	0.3
彩度	5Y	9	14	194.01	0.457	0.4
彩度	5B	6	12	68.62	0.167	0.2
彩度	5G	8	20	140.85	0.194	0.5
彩度	5P	5	28	46.4	0.266	0.1
彩度	5GY	9	14	183.67	0.400	0.5
彩度	5BG	8	16	138.28	0.182	0.3
彩度	5PB	5	16	45.64	0.469	0.2
彩度	5RP	5	22	44.35	0.474	0.2
味評価高	5RP	6	12	67.31	0.402	0.2
味評価高	5GY	9	12	185.64	0.387	0.5
味評価高	5B	7	12	98.27	0.178	0.2
味評価高	5GY	4	8	27.36	0.397	0.5
味評価高	5YR	7	16	96.33	0.544	0.4

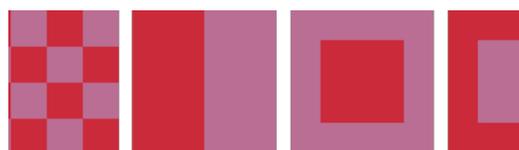


図1 配色パターン

3. 結果

図2に二色配色で顕著な評価をレーダーチャートで示した結果を表す。同時に先行研究³⁾の単色での結果も示し、配色による影響を検討する。レーダーチャートの各頂点が基本五味における主観評価を示し、中心からの距離が評価値を示している。実験参加者20名の平均値を示している。図2(a)は上部に示す通りの配色で、先行研究より2色共に甘味を感じる色であった。図2(b)は各々甘味、酸味を感じる色の配色となっている。図2より、(a)では甘味が強調される傾向にあり、(b)では甘味・酸味ともに評価値は減少し、両方の味覚的印象が抑制される傾向にある。他の配色でも甘味、酸味、塩味に関して同様の傾向が示された。したがって、同様の味覚的印象を感じる色であれば強調し、そうでなければ抑制する傾向が示唆された。また、単色の結果を元にそれを統合することで二色配色の味覚的印象を導出できる可能性が示唆された。

4. 食品パッケージデザイン支援ツールの検討

上記結果を基に色を選択すると基本五味の味覚的印象がレーダーチャートで表示されるツールを検討した。単色か二色か、色相・明度・彩度等を入力するとレーダーチャートが表示される仕組みになっている。本ツールの有効性を検討するため、市販のパッケージで二色で配色されたパッケージを集め、任意の点の色を測色し、その色に最も近い刺激の結果と比較し、妥当性を検討した。その結果、甘味の数値が高い配色が市販のチョコレート菓子のパッケージに使用されていた。図3に比較した例を示す。

5. まとめ

配色による色の味覚的印象を明らかにし、パッケージデザインを支援するツールに適用することを目的として、二色で配色された色刺激に対して基本味（甘味、酸味、塩味、苦味、旨味）の印象を主観評価し、結果を基に食品パッケージデザイン支援ツールの検討を行った。色における甘味、酸味、塩味の味覚的印象に関して、それぞれの味覚的印象が強かった二色で配色することで、その味覚的印象が強調することが分かった。また、検討した食品パッケージ支援ツールにおいて、市販されている食品パッケージの色彩との整合性の観点から妥当性が示され、応用的に活用可能であることが示唆された。

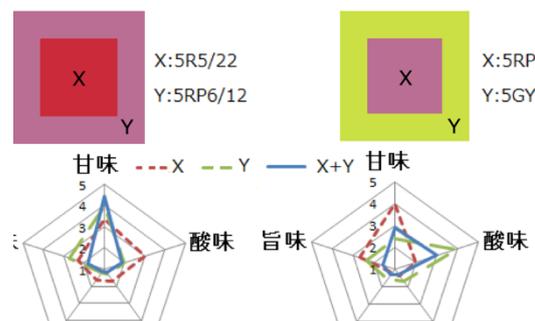


図2 二色配色における味覚的印象
(a):甘味強調, (b):甘味/酸味抑制)

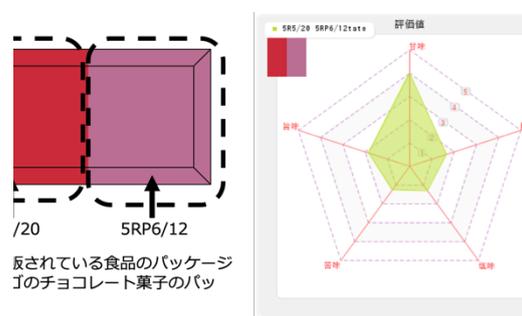


図3 食品パッケージとツールの出力結果の比較(例)

謝辞

本研究の実験実施において西川恭司氏、山口優太氏(当時、金沢工業大学)の多大な協力を得た。ここに謝意を表す。

参考文献

- 1) J. M. Moga, Influence of color on taste thresholds, *Chem. Senses Flavor* 1 (1), 115-119 (1974).
- 2) 木下武志, 松田憲, 綾部かとり, 色が味覚イメージに及ぼす影響, *芸術工学会誌*, 54, 107-112 (2010).
- 3) M. Sakurai, Y. Michinaka and T. Yoshikawa, Effects on Impression of Taste in Color Stimuli, AIC2015 Tokyo (the Midterm Meeting of the AIC (Association Internationale de la Couleur)) (Tokyo, Japan, May 2015) 348-353 (2015).

色弱者の基本色領域

Spans of fundamental colors for people with defective color vision

伊藤納奈	Nana Itoh	産業技術総合研究所	National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)
佐川 賢	Ken Sagawa	産業技術総合研究所	National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

Keywords: 色弱, 1型2色覚, 2型2色覚, 基本色領域, 類似性, 色の組み合わせ

1. はじめに

アクセシブルデザインの技術資料として、産総研では高齢者・障害者の感覚特性データベースの作成を継続している。その中で、色弱者の識別しやすい色の組み合わせを目的に、基本色領域に関するデータ収集を行ってきた。このデータベースは、アンカーとなる基本色 13 色のそれぞれについて、類似と判定される色の範囲をマンセル表色系上に類似度別に領域で表すものである。すでにデータの一部は CIE にて発表しているが¹⁾、データ収集はその後継続され、色弱者の基本色領域の一般的特性が明らかになった。

本報告では、色弱者の基本色領域とそれに基づく色弱者の識別しやすい色の組み合わせを紹介する。

2. 被験者

被験者はすべて医学的な検査により、強度の 1 型 2 色覚、及び、2 型 2 色覚と判定された人である。全体で、1 型 2 色覚者は 29 名、2 型 2 色覚者は 30 名のデータを収集することができた。全員男性で、年齢は 14 歳から 74 歳まで分布している。

異常 3 色覚型の被験者のデータも収集することができたが、今回は 2 色覚型の、いわゆる強度の色弱に関するデータを報告する。

3. 結果と考察

図 1 に 1 型 2 色覚(P-型)の基本色領域を示す。基本色は赤(R)、橙(YR)、黄(Y)、黄緑(GY)、緑(G)、青緑(BG)、青(B)、青紫(PB)、紫(P)、赤紫(RP)、白(WHT)、灰(GRE)、黒(BLK)の 13 色ある。測定法に関しては CIE の前報に記載した¹⁾。基本色領域は 50%の類似性を基に作成したものである。すなわち、一つの基本色に対して、2 人に 1 人は

類似していると判定する色の範囲である。基本色領域は、明度・色相・彩度の総合的な類似性の判断あり、図には明度 9, 7, 5, 3 の異なるレベルに表現されている。さらに同一明度ではいくつかの基本色領域が重なっているため、見やすくするために横に分割して表している。図 2 も同様な図であるが、対象者は 2 型 2 色覚 (D 型) である。

結果を見ると、図 1、図 2 に示されたどの基本色領域も、赤/緑方向に引き伸ばされた形となっている。これは、高齢者やロービジョンでは見られなかった傾向であり色弱特有である。理由は赤と緑の識別が悪いことに起因する。そのため、1 型 2 色覚の赤と緑を見ると一部重なりも見られる。ただし、赤と緑の領域は全く重複していないことから、色弱でも赤と緑の識別はある類似度の範囲で可能であることがわかる。

さらに結果を詳細に見ると、1 型 2 色覚と 2 型 2 色覚では、赤・緑方向に引き伸ばされた方向がわずかに異なることに気づく。1 型 2 色覚では赤-青緑の方向 (図の垂直方向) であるが、2 型 2 色覚ではこれが時計方向にやや傾く。この違いは xy 色度頭上に描かれた P 型と D 形の混同色線の違いやパネル D15 の 1 型 2 型判定基準線の違いと対応する。基本色領域の計測でも、その傾向が捕らえられたことは興味深い。

表 1、表 2 は、色弱の色の組み合わせ表である。図 1、図 2 の基本色領域データと 10%類似性の相互の重なり関係を分析して得られたものである。識別性の異なる 3 段階の組み合わせ表は、実用的に有用と思われる。なお、図 1 は表 1 と、図 2 は表 2 と組み合わせる必要がある。

参考文献:

1) Nana Itoh, Ken Sagawa: SPANS OF FUNDAMENTAL COLOURS OF PEOPLE WITH COLOR VISION DEFECTS CIE Proceedings CIE2013 Paris (2013)

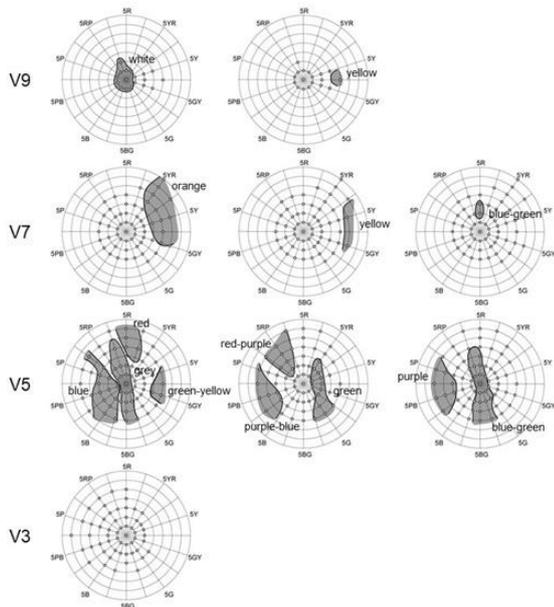


図1 1型2色覚 (P型) の基本色領域 (50%類似度レベル)

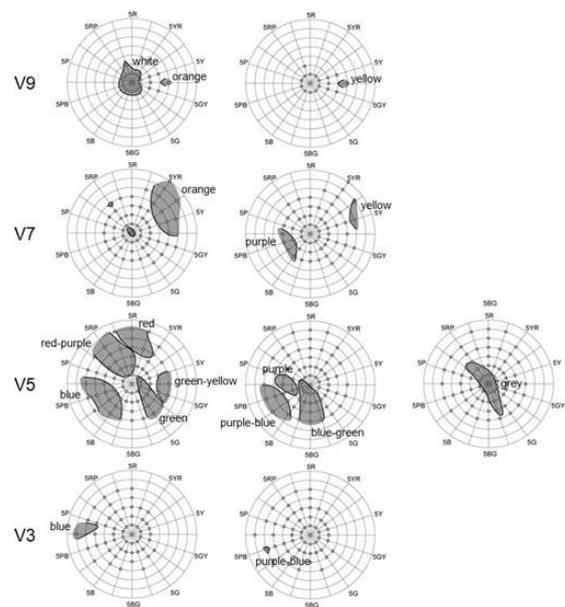


図2 2型2色覚 (D型) の基本色領域 (50%類似度レベル)

表1 1型2色覚の基本色の組み合わせと識別度

	R	RY	Y	GY	G	BG	B	PB	P	RP	GRE	WHT	BLK
R		++	+++	++	+	+	+++	+++	+++	++	++	++	++
RY	++		+	++	++	++	+++	+++	+++	+++	+++	++	+++
Y	+++	+		++	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	+++
GY	++	++	++		++	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
G	+	++	++	++		+	+++	+++	+++	++	+	++	++
BG	+	++	+++	++	+		++	++	++	+	+	++	++
B	+++	+++	+++	+++	+++	++		+	+	+	++	++	+++
PB	+++	+++	+++	+++	+++	++	+		+	++	++	++	+++
P	+++	+++	+++	+++	+++	++	+	+		++	++	++	+++
RP	++	+++	+++	+++	++	+	+	++	++		+	++	++
GRE	++	+++	+++	+++	+	+	++	++	++	+		++	++
WHT	++	++	++	+++	++	++	++	++	++	++	++		+++
BLK	++	+++	+++	+++	++	++	+++	+++	+++	++	++	+++	

注) +++ 非常に識別しやすい ++ 識別しやすい + 混同しやすい

表2 2型2色覚の基本色の組み合わせと識別度

	R	RY	Y	GY	G	BG	B	PB	P	RP	GRE	WHT	BLK
R		++	++	++	++	+++	+++	+++	+++	++	++	+++	+++
RY	++		+	++	++	+++	+++	+++	+++	++	+++	++	+++
Y	++	+		++	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	+++
GY	++	++	++		++	++	+++	+++	+++	+++	++	+++	+++
G	++	++	++	++		+	++	+++	+++	++	+	++	+++
BG	+++	+++	+++	++	+		+	++	++	++	+	++	+++
B	+++	+++	+++	+++	++	+		+	+	++	++	++	+++
PB	+++	+++	+++	+++	+++	++	+		++	++	++	++	+++
P	+++	+++	+++	+++	+++	++	+	++		++	++	++	+++
RP	++	++	+++	+++	++	++	++	++	++		+	++	+++
GRE	++	+++	+++	++	+	+	++	++	++	+		++	+++
WHT	+++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++		+++
BLK	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	+++	

注) +++ 非常に識別しやすい ++ 識別しやすい + 混同しやすい

手で探索し思考する色彩演習プログラムについて

Color exercise practice program to explore and thought with hand

粟野 由美 Yumi Awano 東京造形大学 Tokyo Zokei University
金澤 律子 Ritsuko Kanazawa 東京造形大学 Tokyo Zokei University

Keywords: 色彩教育, 造形, ハンズオン, 質感,

1. はじめに

1980年代から顕著になった第三次産業革命においてデザイン実務へのデジタル技術浸透が進み,そこへ人材を送り出す造形芸術系の教育機関では1990年代に入るとCG, web, DTPなどコンピュータ演習科目が開講され始め,それらを専門とする大学学部,学科,専攻領域も開設された.その潮流のなか,今後必須となるであろう新参の制作技法の研修に時間を割り当てるために,今後の需要に確信のない訓練に時間を割り当てる余裕はなくなり,教養・造形基礎科目の統廃合が相次いで起きた.色彩教育に関しては,実材を使う際の教室運営の煩雑さや色票などの教材の品質向上もあって,絵筆を持つ演習科目は減っていった.とはいえ色彩は造形芸術の基盤要素であることに変わりはなく,造形教育において研究,実践されてきた様々な教授法の蓄積があり,科目名に「色彩」が無くとも,専攻領域の専門性に最適化して複合的・総合的に展開されて現在に至る^{註1)}.本稿では東京造形大学にて2010年代に改めて絵筆を持つ色彩演習科目を立ち上げた動機について,その取り組みに対する学生らの応答を介して点検したい.

2. 研究の背景と経緯

東京造形大学では造形基礎科目の改編を2010年に具体的化し,筆者らは科目名「色彩と構成」を2011年度から開講した.当時から「色彩」と名のつく科目は講義「色彩学」^{註2)},コンピュータ演習「デジタルカラー演習」^{註3)}があるほか,実技としての色彩学は専攻領域内で最適化するのが合理的であるし,現実感や達成感も期待できる^{註4)}ので,美術・デザイン10専攻領域内でそれぞれの色彩教育が行われている.

人の成長環境は多様なので世代区分の一般化が全てではないが,筆者らデジタル・イミгранト世代^{註5)}は旧態(手の仕事)の体験知と現場での独学による新態(コンピュータの仕事)の体験知を更新しながら,既に社会で活躍するミレニアル世代やZ世代と呼ばれる現在の大学学齢世代(実態上のデジタル・ネイ

ティブ)らと,第四次産業革命中の社会および大学での研鑽を共にしている.デザイン学科の中には,折からの制作環境のデジタル化の普及もあって,制作に絵筆を持つことがほぼ不要な専攻領域があり,入学試験では伝統的な実技(デッサンや彩色画)以外の選択肢があるためか,減法混色の実体験は記憶の彼方という人も珍しくない.よく観察して得た情報を的確にあらわすことは科学全般,哲学,造形芸術においても重要な基盤である.あらわしかた,描き方に関して言えばCGやデジタル画像処理もその手法のひとつであるから,物体色材を手にしなないことや手であまく描けないことが全てにおいて致命的な問題とは言えない.ただし観察する経験,気づきを得る能力は全ての,時には空想においても基礎となるため,この不足,未熟は致命的である.いずれ造形芸術がコンピュータのみで完結する製造に置き換わっても,観察して気づくのに必要な観点をもつ人間が必要な表現領域はある.「脳化社会」¹⁾を生きる第四次産業革命期の造形芸術系学生は,第一次産業革命以前とは異なる様相で現実の物理空間における物体の振る舞いや人間の知覚をよく理解しなければならない.かつて諸藩の事情と判断によって手放したものが,次の変革期には進化した工学技術とリバランスして新たな意義をもつならば,それに応じた造形教育を整備しなければならない.その源泉は乳幼児が世界に触れるような皮膚感覚であろうか²⁾³⁾.

このような問題意識から,造形基礎「色彩と構成」では体感と観察を基本に据えて,それを色彩学の基礎知識と応用技能に誘導するプログラムを構想した.

3. シラバスの概要

授業は2コマ3時間を週に1回,半期14回,1クラス定員31名で全専攻領域対象,当初数年は新旧カリキュラム学生混在のため学部全学年に開き,近年は1-2年生を対象としている.構成は毎回点検して演習内容を調整するため,8年間の開催のうちに取り下げたり順序や時間配分を変えたりした演習もあるが,標準的な構成の概要を次に述べる.制作管理や指

導についての詳細は紙面の都合上割愛する。

1回目:心身の柔軟体操とアイスブレイクの効果も含めて、色票を持って大学キャンパスや自宅を含む生活環境から「カラー・ハンティング」の後、表色系、顔色系など系統色名と三属性について学ぶ。

2-3回目:色票をマンセル10色相の明彩度チャートに貼り込みながら、薄さや明るさなどを見分ける眼を育み、明度と彩度を理解する。

4-5回目:身近にあふれる印刷物をマンセル10色相に対応する色相ごとに台紙を分けてカラージュする「カラー・コレクション」により、色相の変わり目を判断する眼を育む。

6-8回目:先に色覚の多様性と色彩表現における処方、これからの課題に対するスマートフォン・アプリの活用について解説する。水性絵具(初期はポスターカラー、近年はアクリル絵具)でマンセル基本5色の色票に合わせて調色し、測色器で数値を確認する。色材の組成にも知識を得ながら、有彩色の、色相の傾きへの影響を体感する「色のデッサン」に取り組む。作成した各純色について同明度無彩色を調色し、制作した無彩色と純色を混色して彩度段階を制作する。制作した無彩色を明度順に並べ、純色の明度位置から白との混色段階、黒との混色段階を制作する。

9-10回目:様々な材質を集める「テクスチャ・ハンティング」。質感を生む様々な技法に触れる造形経験をを通して創造の瞬発力を鍛える意義もある。芸術家が同じ技法を用いた作品を鑑賞し、基本的な技法から表現の可能性を拡張する。

11-12回目:色彩調和論と配色の心理効果を学び、身近にある製品パッケージの配色を色空間にプロットして配色パターンを掴む。内容物との整合性、デザインに込められたメッセージを考察する。季節や音、味、匂いなどを題材に色彩でイメージ表現をし、履修生相互の印象評価から共通感覚を考察する。

13-14回目:最終課題の構想と制作、展示、講評

会。「音楽の視覚的表現」や「ブックデザイン」など、半期の到達感を得られるよう課題を設定し、学生相互に学びのある発表、評価方法を工夫している。

以上の14回構成は、学生の創作自由度と条件拘束のバランスがタームごとに交互に入れ替わるよう設計してある。演習授業の空間は学生との心理的な相互作用により刻々と姿を変えるが、どのような構図となっても学生が自分の時間を有意義に使っていると信じられ、安心して演習に集中できるよう調整することが教員の課題である。例えば、表現の自由とはほど遠く、なぜ自分がこの苦勞をするのかに悩んでしまいがちな「色のデッサン」では、専用の装置(測色器)を特別な経験としてゲーミフィケーションに転用し、個別対面で攻略法を考え、「バトル・フィールド」での“戦果”を称賛する、といったRPGの「レベルと経験値による成長システム」に乗せると、実際に目視で目標値に近い値が出せるようになり楽しくなる⁴⁾⁵⁾。

4. 学生の応答:テクスチャ・ハンティング～質感を体験するプログラム

第2項で、手が記憶する皮膚感覚を造形教育に据え直すという趣旨を述べたので、本項では「テクスチャ・ハンティング」の課題成果物4点を紹介する。これらはクロッキーと同様なインスピレーションの速記録と位置付けられ、この経験が後日、各自の作品制作の際に発芽することを期待する。「」内は開始前に伝えた手がかりである。

4.1. フロッターージュ

「物体表面の凹凸が色と材質を感じさせる。表面に直接触れてみよう。紙を当てて色材で擦り、凸部分の跡を観察する。色と質感の関係が切り離される。紙の種類や色、擦るときの力加減や方向を変えて、色材が凸部に当たる時の抵抗を感じてみる。」

「形態が材質と結びついているものもある。材質と形態を切り離し、全く違う物なのに質感が似ているもの



図1.フロッターージュに造形実験



図2.フロッターージュによるカラーージュ造形実験

に見立ててみよう。擦り取る力加減や色材で硬さの違いを表現しよう。」

コンクリートにあてた紙をずらしながら色を変えて擦り取った痕が、ランダムドットステレオグラムによる立体感や、並置混色による別色知覚を生み、元の材質とは異なる柔らかい質感を感じさせる事例(図1)と、フロタージュの斑を乾いた質感と捉えて「ベーカリーショップの籠とパン」に見立てたコラージュ(図2)。

4.2. マーブリングA:成り行き任せの造形

「水上での色材(染料, 顔料, エナメル)の振る舞いを観察して紙に写し取る。水と共に見える色と紙に吸い上げた色の違いを観察しよう。メディウムで水の粘度を調整し、配色を計画し、針で形を操作する。」

墨流し、マーブリング、エブルの作例を紹介し、今回使える材料の性質と成り行きを観察した。その造形から着想した見立てで絵本にまとめた学生もいた。

4.3. ペーパークロマトグラフィ:成り行き任せの造形

「濾紙の中央に水性サインペンで色を並べ、ペーパークロマトグラフィを観察する。各色の分離のしかたを利用してできる形を想像し、その元となる形を描く。想像通りの造形になるだろうか。」

分解過程を観察し、上昇と下降の性質を利用して輪郭線を残す形と配色を研究した(図3)。

4.4. 色砂の混色とメディウムによるテクスチャ

「色砂で混色し、紙に糊で形を描き、砂絵表現を試す。砂の量を加減し顔料や様々なメディウムと混ぜて凹凸、硬柔、艶、煌めきのサンプルを作る。その材質から連想する形を描く。」

目に見える大きさの粒を使って色混の仕組みを理解する。絵画用のメディウム各種、マットやパール粉、再帰性反射剤入りのエナメルなどと組み合わせて素材を作り、指で材質を感じながら描いた事例(図4)。

5. 評価と考察

「色彩演習」を履修する学生は、絵画、彫刻、グラ



図3.ペーパー・クロマトグラフィによる造形実験

フィック、写真、映画・映像、アニメーション、メディア、テキスタイル、インダストリアル、室内建築という10の専門領域に所属する。この科目で用いる材料は安価で容易に手に入る品々、技法は自然の振る舞いに少し人間が介在するのが基本で、描画力や器用さなどの特別な訓練を前提としない。「描かれた」ものはどのような色形であれ何らか造形実験としての意味をもっており、先に想像した狙い通りの結果になったかどうかの納得感においての失敗感が生じたとしても、成果物としての絶対的な「失敗作」はない。むしろ、失敗感をもたらす美への固定観念に気づき、そのことから解放され、全てに美を認められる意識の上で、合目的性の観点から失敗かどうかの評価をすればいい。そういう構えであるから、絵を描かない専攻領域の学生も絵を描く専攻領域の学生に気後れすることなく取り組むことができ、偶然であれ、あらわれた色や形が魅力的であれば周囲の人から歓声があがり、クリエイティビティの同じステートメントにいる同志という安堵を得られる。そのことが次の造形実験のモチベーションを後押しし、積極的な出席、清掃・保管など教室環境維持への理解へつながっていく。

絵心に高い自尊心をもち、色彩実技に野心を抱く学生であれば、偶然を引き寄せる力を身につけようと飽くなき探究心を発揮するので、満足するまで材料は制限なく支給する。安価で容易に手に入る材料なので、自主制作を始める学生もいる。アイデアを目の前にあらわすための技術的な障壁を無くすことで個人の中に閉じ込められていたビジョンが溢れだし、アイデアはコミュニケーション・メディアとなる。

また、小学校の図画工作時間や地域コミュニティでの子ども向けワークショップなどでほとんどの履修生が経験したことのある技法なので、幼稚な記憶を持つ人もいる。しかしながら第3項に記載した「手で模索し思考する」プログラムの段階を経ながら色彩現象とその科学的知識に触れた経験は、それを幼稚な技法に留めない想像力の促進剤となり、目標をもった



図4.メディウムによる造形実験

造形実験として素晴らしい創造の跳躍をみせる。

コラージュはコンピュータでの画像処理のほういろいろと構想を試したり、加工を施したりして多様な表現に発展させることができるので、デジタルスキルのある学生はそちらに興味をもつ。しかし最終的にデジタル・コラージュをアイデアスケッチとしてもう一度フロッタージュ採取に取り組んだ事例もある。フロッタージュをして手で感じた材質の記憶が、平坦な画面の向こうに見える形や色、触感的な視覚錯誤の出来事に違和感を呼び、プリントアウトしてみてもやはり「違う」と気付いたのだろう。紙の作業は切り刻んでしまえば取り返しがつかない。実材演習は造形芸術に必要な、決断力を行使する訓練でもある。ただし経験を積む過程では、失敗感を重ねるあまり苦手意識や挫折感を深めてしまうので、飛び道具の活用も有意である。翻って、視覚的経験から知っていることと、実際に触れてみた皮膚感覚から知ること、働きかける想像力の層が異なるのだろう。抽象的なシミュレーションや思考実験だけではたどりつけない境地がある。

本稿「色彩演習」で扱う「基礎」という言葉は、初心者向けの易しい内容、ではなく、基本(fundamental)を意図している。学生たちの成果物にあらわれる反応を検討して、生まれおちて成長する間に手放したものをこの演習で掴み直し、合わせて色彩への知識、関心が深まったものと評価できると考える。

6.まとめ

本稿で述べた「手で探索し思考する色彩演習」は、実材による描画表現や観察、視覚実験を中心に、「体験する色彩学」を教育プログラムに実践したRudolf Srwiner, Johannes Itten, Josef Albers, 和田三造ら先達の文献に学び、また次述する筆者の経験にも重ねて、その現在の価値を確信して企画した。

筆者が美術大学で受けた1980年代の色彩教育で最も心身にその記憶が残っているのは、ポスターカラーで指定された基本5色から目視で調色してマンセル100色相環を完成させる演習である(註5)。この訓練は既に当該校でも行われておらず、これらを測色したデータベースは、「手で探索し思考する色彩演習」が行われていた時代の貴重な資料といえる(註6)。また別科目での、300種類のテクスチャを3日間で収集して一覧にまとめる課題は考現学的にも貴重である(註6)。

就職した建築設計企業での仕事始めは、色見本帳から色票を使いやすいように分類して全てノートに貼り、専用色見本帳を作ることであった。

1998年に、色彩学もコンピュータも初心の受講者にもわかりやすいデジタル色彩演習を開講した(註7)。

2000年度まで在籍した大学研究室には1950年か

ら半世紀近くに及ぶ色彩演習授業での「色彩による感情表現」という課題の提出物(絵画)が保管されていた(註8)。そこから抜粋した約1800点につき、2015年度からデジタル・アーカイブに取り組んでいる(註9)7)。

第1項で述べたように、実材を使う色彩演習は準備、運営、保管などの管理に時間的、労力的な負担が大きい。しかしながら脳化社会7)を生きる学生にとっての貴重で有益な機会を減らすのではなく、運営から得た知見を活かし、膨大な負担については教材や教室環境の工夫、プログラムの高効率化で対処していく所存である。

最後に、かつて絶えたことなく色彩教育に臨み、研究・研鑽を重ねてきた人々、その体系に寄与した人々に感謝と敬意を述べて、本稿を閉じる。

註1)「日本の芸術大学では色彩学をきちんと教えない」という

主観を一般化しようとする向きが現存することは承知している。

註2)2013年度より栗野が担当、前任の松井英明氏、海本健教授(当時)は色紙による配色演習を取り入れていたと聞く。

註3)1999年度後期より栗野が担当。「デジタルカラー演習」の名称は前任の長幾朗教授(当時)による。引継ぎを機に内容変更を了承され、現在に至る。2000年代の内容は下記参照。栗野由美: デジタル色彩学の検討とカリキュラム開発—メディア芸術・デザイン系学生を対象とした教育実践の検討。(2007)日本色彩学会誌 第31巻 第一号

註4)栗野はメディアデザイン専攻領域所属、色彩に関しては栗野・金澤とも全学生が対象。

註5)金沢美術工芸大学、山岸政雄教授(当時)による。

註6)金沢美術工芸大学、平野拓夫氏による。

註7)人材派遣会社が経営するパソコンスクールでDTPとwebコース受講者対象に企画・開講。

註8)東京藝術大学、色彩研究室。上原之節教授、小町谷朝生教授(いずれも当時)による。

註9)東京造形大学特別研究費(2015,2016,2017,2018,2019)

参考文献

- 1)養老孟司,池田清彦,奥本大三郎: 虫捕る子だけが生き残る〜「脳化社会」の子どもたちに未来はあるのか。(2008)小学館
- 2)佐藤学監修,ワタリウム美術館編: 驚くべき学びの世界 レッジョ・エミリアの幼児教育。(2011)(株)ACCESS
- 3)安齋千鶴子: 子どもの絵はなぜ面白いのか。(1986)講談社
- 4)Marc Prensky: デジタルネイティブのための近未来教室—パートナー方式の教授法 (2001) 共立出版
- 5)岸本好弘: ゲームはこうしてできている。(2013)SBクリエイティブ
- 6)山岸政雄: 100色相環の表色と色差について: 美術大学生の実験。(1992)金沢美術工芸大学紀要36号
- 7)栗野由美: 「色彩の感情表現」アーカイブの方法と活用について〜配色と構成および質感の傾向分類報告〜。(2016)日本色彩学会 画像色彩研究会2015年度研究発表会論文集

Enlightenment of Cyan Use in Taoist Costumes on Modern Fashion Design

Zheng Xiao Hong
Fang Ping

RRENMIN UNIVERSITY of CHINA
RRENMIN UNIVERSITY of CHINA

Keywords: Taoism Cyan Aesthetic Taste Design

1.The Uniqueness of the Color on Taoist Costumes

The costume of Taoism is the dress used in practice and sacrifice ceremony, and the costumes in ancient China changed as time changed, but the costumes of Taoism have always kept the relatively same characteristics because of the religious inheritance. In "Taiqing Emperor to Taoism Book": "The dresses in ancient time are all the dresses in Huang Di time. After that, Emperor Wuling Zhao changed to Hu suit, and Chinese dresses changed slightly. Then, until Emperor Sui Yang East tour, they all wore hu suits. Only the dress of Taoists remained. Thus, it is called the yellow dress." Taoists always confine to the rules of "Huang Lao", and their costumes are always under the law of ancient China. Consequently, they are the dresses that under the least influence of national culture, and they are the most representative costumes.

The early Taoism dress was not customized, and the dress code was preliminarily formed in the Southern and Northern dynasties. Through observing the color use of these dresses, we can feel the Taoism's love for cyan, which can be explained by its aesthetic ideas.

(1)The Use of Cyan in Taoist Costumes

The earliest systematic dress code of Taoism started from the Southern Dynasty Lu Xiujing. In "Li Shi Zhen Xian Ti Dao Tong Jian": "Xiujing's Taoist dress is very beautiful, like the moon and star, like the rainbow and flower." Since then, the systematic dress code has gradually finished, including different styles, patterns and colors under various status and occasions.

period	Classification	Use	Colour
Wei and Jin dynasties	Fa fu	robe	yellow、purple、cyan
	Guan jin	crown	cyan、black
	Xue lv	shoes	cyan、black

Modern times	Da gua	Ordinary dress	navy blue
	De luo	Formal dress	navy blue
	Rong yi	When ordained with	yellow
	Fa fu	For ceremony	purple
	Hua yi	When reciting with	motley

(2)Impacts of Consciousness on the color use of Taoist costumes

Taoism originated from the Taoist theory in the pre-Qin Dynasty, absorbed the concept of heaven and the power of the immortals, and finally been given the religious meaning. Taoist Aesthetic idea is Chinese people's thought on "What is beautiful" and "How to be beautiful" based on the localized and nationalized religious beliefs. Among Chinese aesthetic ideas of various schools, Taoist aesthetic idea focuses more on religion which is closely related to the spiritual meaning. "Religion has nothing to do with thinking. Religion is something about feeling and emotion. He is something that stands on the human soul." For instance, the Western color culture originates from the color sense in Christian theology. Thus, color is related to religion from its birth. In China, the traditional color sense is in correlation with Yin Yang Wu Xing of Han. Gold, wood, water, fire, soil refers to red, yellow, green, black, white respectively. These five main colors can mix up to form other colors. The use of color in ancient China demonstrates an ideological path, both from the level of consciousness or perception. Cyan, among the five colors, is the most harmonious one, and it is also the one that can fully represent Taoist spirit.

Taoist costumes are the materialized manifestation of the religious component in Taoist philosophy, emphasizing on "Nature" and pursuing aesthetic angles as "God" and "charm" and "meaning". Due to this aesthetic attitude, Taoist dress usually use plain color, especially cyan, except for some dignified condition. The extensive use of

cyan stems from the association of the ancestors. People's first impression is mostly formed by color, with each color related with different associations. People's subconscious cognition of color is common, and this commonality is influenced by emotion, soul, and many other factors including climate, national psychology and cultural background. Accordingly, the use of color can reflect the special aesthetic taste and spiritual characteristics of a nation or a group.

2.The Taoist culture and aesthetic interest behind the cyan

The origin in the pre-Qin Dynasty and development in the Wei and Jin dynasties laid the basic style of Taoist aesthetic thought, whether it is the idea of Laozhuang or the Hermit culture in Wei and Jin dynasties, they have their own understanding of the concept of "cyan", showing different ways of expression.

The Deep exploration of the meaning of ancient "Qing", or cyan, through literature is helpful to better understand the traditional Chinese way of thinking in the historical context.

(1) Pre-Qin Cyan

Mineral grinding

The early meaning of Qing is a concrete object, a mineral that can be used as a pigment, and this kind of mineral has a great relationship with the meaning of color. Some scholars believe that "Qing", or cyan comes from the symbiotic ore of Shiqing and Malachite. This ore is also recorded in the sea and the ocean. Its application can be traced back to the Stone Age. A large number of pottery woods found in the site of the Taotao Temple in Shanxi are used. As a raw material for pigments, the color reference is as follows:

L:56-84 A: -9-2 b:-27-1

Plant Extraction

"Green, take it from blue and green to blue" The green here is the pre-Qin period, a blue color extracted from blue grass, including blue, indigo, horse blue, etc. This blue is green juice. After the occurrence of a chemical reaction, the color reference is as follows:

L:33-64 A: -4-3 b:-18-19

The true color of the plant

The pre-Qin has recorded that the ancients used green to describe the color of plants, such as the lush green bamboo" in the Book of Songs. Zheng Xuan (Chinese thinker in Han Dynasty) explained: "Green, lush

appearance." The color is the same as that of today's plants. The color reference is as follows:

L: 42-68 a: -5-4 b:0

(2)The interaction between Taoist thought and aesthetic orientation

Origin and Development

At the beginning of the establishment of Taoism in the late Western Han Dynasty, social unrest and frequent disasters, the people's life and safety were not guaranteed, and the rulers were extremely distrustful. The original world outlook and social order were affected. Taoism was born in such a social environment. Therefore, one of the main ideas of the original Taoism is fairness and tranquility. Some scholars have studied that the cyan color will bring a calm and peaceful psychological feeling. The choice of cyan color also reflects the ancient people's strong desire for peace.

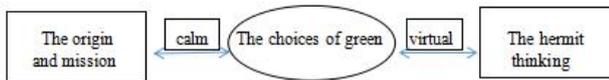
Hermit Culture

The hermit culture and the Taoist culture in the Wei and Jin Dynasties have great commonality. They also advocate the preservation of their lives. pursue spiritual freedom and pleasure and believe that if their spirit is overly obsessed with foreign objects and they don't know to stop, the spirit will inevitably be depleted. In the end, the essence will be exhausted. Under this kind of thinking, the self-sustaining people have very low material requirements. Unlike the Taoism as a religion, the true value of hermit culture lies in the maturity and development of art and aesthetics. To a certain extent, it can be regarded as the influence of Taoism. The performance of the secular aesthetic orientation is characterized by the word "virtual silence". Laozi's aesthetics is hailed as the starting point of traditional Chinese aesthetics. It first proposed the concept of "virtual silence." People are required to exclude subjective desires and subjective stereotypes. The idea of "virtual silence" has been widely used in various fields in ancient China. The Chinese people emphasize the role of emptiness, whether it is aesthetic creation or art appreciation. This value orientation is very similar to the Taoism advocated in conforming to nature and things. The green color in Taoism is high, plain and natural, with illusory and infinite spirit.

Interactions

Whether it is the desire for tranquillity in the late Western Han Dynasty or the hermit culture in the Wei and Jin dynasties, it is influenced by the spread of Taoism, and also the basis of the ancients' yearning for tranquillity,

simplicity and falsehood. Cyan through memory habits and sense of association, from both spiritual and visual aspects to bring people related feelings, a sense of poignant and quiet, a free and not impetuous style, an inclusive atmosphere, a rich and delicate emotional cognition of the outside world.



(3)The color expression and reasons of Taoist thought

The thesis regards cyan as an important manifestation of Taoism's unique emotion, and this can be clarified from both rational and sensible levels:

Rational level

In a sense, the sanctity of Taoism lies in believing that breaking transcendental secular is the ladder to be divine, requiring the individual to abandon lust and material desire. This strict restraint of desire is a kind of cultivation, where Taoism believes that "five colors puzzle our eyes." People will be dazzling if watching the beautiful colors for a long time. Human desire swells up with more life enjoyment. To obtain the long-term spiritual happiness, people must restrain their own desire. In this way, cyan is the best. People can be alert from the living, eating and wearing.

In addition, China has the concept of "immortals" in culture, which lies in transcending the bondage of individual life and becoming truly free it. Huang Laodao's "Cultivating Qi and Shen makes people long living" is the start of Taoism and since then Taoism has always kept this idea. "Tao" also refers to "Qi". It is the origin of all things and controls the life of the things. The ancients believe that through cultivating Qi, people can be immortal, but they should be quiet with no materialized desire. Today's psychological experiment proves that: in the green environment, the skin temperature can be reduced by about 2°C, heartbeat can be reduced about 4-8 times per minute, breathing will slow down, the heart burden is reduced, and the spirit is relaxed. Thus, the nature of cyan conforms to the value and ideal of Taoist culture, pursuing the spiritual world with the way of nature.

Sensible Level

The use of cyan is a collective unconscious result, related to national physiology and psychological effects. According to Kandinsky, blue sends out the feeling of serenity, while green can also express serenity and stability. Quan Zhendao claims that "be pure, and do not be controlled by illusory realm." To achieve spiritual

transcendence, it is necessary to be pure. As for Taoist ethics, people do not need to abandon the secular life, but cultivate themselves and be humble and indisputable inside. Cyan is often associated with smog, chaos and desolation, which is due to the ancient Chinese geography, covering the Yangtze River and Yellow River with rich vegetation. All these sceneries are mostly cyan, so cyan and the feeling of desolation are closely linked. This sensible formation is impacted by human subconscious, and this is an external force that dominates people in the long process of development.

3.the Referential Significance of Cyan to Contemporary Design

Lu Xun once said: "China roots deeply in Taoism ... People often hate monks, nuns, Muslims, and believers, instead of Taoists. Those who understand this notion, understand most of China. "As the only native religion, the aesthetic spirit of Chinese Taoism condenses the cultural and psychological characteristics of the Chinese nation, and the use of cyan in the past thousands of years has been rooted in the blood. Modern physiological and genetic studies have shown that the national subconscious, as a " racial memory ", can affect the extremely complex genetic code or its transcription of DNA and RNA which work as human genetic substances. In this way, it assists with the formation of increasingly complex cerebral cortex scratches, thus containing the potential of aesthetic function.

In modern times, there are many designers willing to choose cyan, the most representative color, for their own design to present Chinese traditional culture. By studying and analyzing these cases, this paper discovered the current status and new significance of cyan in the context of modern global cultural integration and attempted to explore how Cyan can better exert its value in the future Chinese brand building and cultural output.

(1)The lag of the research and application of Chinese traditional color

China's concept of color is in line with its own system and is influenced by the Chinese people's physiological characteristics, ethnic customs, and aesthetic thoughts. However, since modern times, Chinese culture has been impacted by global culture, and the national dissatisfaction has arisen. The cultural output of developed countries has affected the entire field of aesthetic ideology. Chinese people have added certain Western characteristics to their understandings and aesthetics of color. Even with the new development needs,

the design of various fields in China is increasingly advocating the return to their own national culture, but in the field of color, most of the returning design still stays in the simple imitation stage. The existing Taoist culture-related designs in China often lack a certain degree of flexibility. Most of them are only continuing the traditional practices of Taoism. Obviously, they cannot meet the needs of modern people. Therefore, it is necessary to explore the culture behind Taoism and study their spiritual theories, in order to find the corresponding road to innovation in Taoist related design.

(2)The significance of the spiritual dimension of cyan

Humanistic care

"Be immortal" has an absurd component in modern times, but it stems from the Chinese people's extreme concern for life, and is based on health care. This is a topic that people are still interested in today, not only living and sitting. The material aspects of lying, clothing, food, and shelter also include spiritual pleasure. The blue color in Taoism symbolizes a kind of caring spirit for life and emphasizes the idea of caring for life in design.

National symbol, comfort, and pleasure

Because of the mutual influence of aesthetic thoughts and expressions caused by national customs, Cyan as a carrier and medium carries and strengthens the subtle and feminine side of the Chinese national character. There is a kind of harmony. Cyan can continuously strengthen human perceptual memory in modern design, activating the imagination of the national psychology and the experience of the heart consonance, thus inspiring the sense of intimacy and identity of cyan, emotions such as praise and pleasure.

Harmony between Man and Nature and Naturalness of Taoism

Since the 20th century, the over-exploitation of the natural environment has led to serious environmental damage. The design of all countries is based on the protection of the environment and the harmlessness to nature, which is very similar to the Taoist ideology of "harmony between man and nature" and "naturalness of Taoism". It conforms to the idea of pursuing harmonious coexistence between man and nature and the needs of modern people and coincides with the deep ecology of contemporary West.

(3)How cyan is used in modern design

Architectural Design In contemporary society

In contemporary society, with the aesthetics and innovation of materials and technology, Taoist architecture needs to present new forms of expression. However, most

Taoist architectural designs are only in antiques and have not passed on their spirit. Cyan has a certain extension effect on space, which can highlight the openness of the room. In addition, the calming effect of cyan makes people feel calm and free in psychology. In Laozi, there is a "keep its simplicity", which does not mean to be crude, but simple and plain. It is necessary to give greater play to the spiritual and material values carried by Cyan. It must not only consider the matching and proportion of cyan, but also the integration with the surrounding environment, and the integration into the modern minimalist and simple design style.

Packaging design

The purpose of cyan in the field of packaging is not to highlight the charm of color, but to highlight the characteristics of the product itself. The color of cyan itself is gentle and round, and any color with it plays a role in neutralization. It is especially suitable for tea, wine, porcelain, and other products that involve the traditional culture. Nevertheless, it is also necessary to pay attention to the rational integration of Chinese and Western culture in the design concept. The packaging belongs to the graphic design. It cannot just imitate the style of the ink painting, the faithful description and reflection of things, but to put more emphasis on the refinement and transformation, producing new vibrant colors.

References

- 1)Yang Miao. aesthetic research on fairy biography and Yong cheng Ji xian Lu [D]. 2012.(Chinese)
- 2)Zhang Yinghuai. Lu Xiuqing's Taoist Academic Thought Research [D].(Chinese)
- 3)Taoist feng shui and aesthetics [D]. Zhejiang university, 2012.(Chinese)
- 4)Sun Yiping. Taoist Culture [M]. Nanjing: Nanjing University Press, 2009:2.(Chinese)
- 5)Lin Xiaoyan. Xunzi's Argument Reasoning Research [J]. Journal of Shaanxi Preschool Normal University, 2014 (3): 116 - 119.(Chinese)
- 6)Sun Yiping. Between Sacred and Secular - On the Development of Taoism in the 21st Century. Chinese Taoism, 2001 (5): 14 - 17.(Chinese)
- 7)Du Guangting. Yong Cheng Ji Xian Lu [M]. China Literature and History Publishing House, 2000: 166.(Chinese)
- 8)Li Xiaoguang. Life and death transcendence and human care [D]. Bashu Book Company, 2002.(Chinese)

Analysis of the black in Beijing opera costumes

Presenter: Zuo Sifan

Coauthors:Zheng Xiaohong

Affiliation:RENMIN UNIVERSITY of CHINA

Affiliation:RENMIN UNIVERSITY of CHINA

Keywords: Black ,Peking Opera costumes.

1. Introduction

In the eyes of the East and West, the color system presents a different form. To a certain extent, the color of the Orientals is biased because it is intertwined with various cultures, cognitions and concepts. Westerners are more rational in color, because Westerners are more aware and researching colors from a scientific perspective.

For black, the Chinese generally think that black represents elegance, confidence, mystery, power, integrity, stability, and depth. In the Beijing opera, black was once the special color of the character Bao Zheng, and the reason for this phenomenon is intriguing. Black is also an important member of the traditional Chinese five-color doctrine. Then the development of black in Beijing opera, the meaning of which is already developing and changing, the significance behind this transformation is worth exploring.

2. The development of black meaning before the Qing Dynasty

The development of Peking Opera costumes was during the Qing Emperor Kangxi (1662-1722) and Qianlong period (1736-1795), and it was in full swing in the Cixi era (1862-1908). At the peak of the period, it is only more than 200 years ago, so before the black, there must be a change in its meaning.

In the book "The Color of Ideas - Research on Chinese Traditional Colors" by Chen Yanqing, it is clearer to summarize the causes of the traditional Chinese color system concept, from the initial 1. a hustle and bustle, 2. two-color initial score (yin and yang , black and white, pure mixed), 3. three-color view (black, white, red), 4. four-color view (black, white, red, yellow), 5. five-color view (black, white, red, yellow, blue) 6, the five-color system under the jurisdiction of the black color (Xuan Huang - black, white, red, yellow, green) and the generation of the color system. It can be seen that black occupies an unbreakable position in the five colors.

The following will be the meaning of black from the Qin and Han Dynasties to the Ming Dynasty.

2.1 Black - from Qin and Han to the Northern and Southern Dynasties

Starting from Qin and Han, the Chinese color system began its strict and stable system construction.

The concept of the Qin Dynasty is still a conscious choice after Emperor Qin Shihuang unified the six countries. Qin replaced the Zhou Dynasty, Zhou Dynasty admires red, then it must be controlled by water which the color is black. This kind of substitution, the source of its concept is the "five elements theory"(five virtue cycles represented by wood, fire, earth, gold and water) ^[1]. In the "*Historical Records of Qin Shihuang*", the clothes and the festival flags are all black. Black has become the highest level of use in the most important occasions ^[2].

The color of the Western Han Dynasty was repeated at the beginning. Later, Wang mang captured power, thinking that he was the descendant of Huang Di, the Eastern Han Dynasty changed the element fire and advocated red, and the black was in the second place here, and its noble meaning was erased a lot.

The Jin Dynasty, the Northern and Southern Dynasties changed frequently. At this time, the color system was mainly manifested in the choice of the color symbol of the dynasty. This choice was hesitant and repeated, for white, red, and yellow. The discussion was fierce but there was no final result. Until Song Wudi--Liu Yu's meditation, the color for Liu Song was still black.

In the Northern Wei Dynasty, black became the highest level of color in the five-color system. Since then, black has been discussed in the dynasty of various dynasties.

During the Qin and Han Dynasties and the Jin and Northern and Southern Dynasties, the "five elements theory" always ran through various dynasties. This is one of the important reasons why black has been constantly overthrown in the dynasty. However, no matter how the dynasty is replaced, since the Qin Dynasty is still black, black has been injected into the noble. The meaning of this, I believe no one is questioning.

2.2 Black - from Sui and Tang Dynasties to the Ming Dynasty

The Sui and Tang Dynasties are a big era that cannot be split. The color of the Sui and Tang Dynasties has several characteristics: 1.It begins to establish the color of the official uniform; 2.The Buddhist color spreads widely in China; 3.The poetic color sense is refined, and the cultural implication becomes rich, such as "sky and water's green"; 4.The open system of the Tang Dynasty brings color expansion and enrichment. Among the above several characteristics, only in the third point - poetic color, black has room for discussion. After all, the color of the Tang and Sui is not black, but due to the development of Confucianism, Buddhism and Taoism in the Sui and Tang Dynasties It is the development of Taoism. The two forms of painting language, color and ink, begin to separate. The differentiation of "green" and "ink" in landscape painting makes the mysterious yellow and black and white of Chinese color system have a new explanation here. Black and white as the opposite and complementary colors began to show its conception and philosophical in the art field, black and white correspond to yin and yang, in the yin and yang changes described by Taoism, nothingness, black and white black began to point in artistic expression The philosophical thinking of yin and yang, whether or not there is, the color has become the expression of Taoist philosophy. At this time, the black and white world of ink and wash is a spiritual purification process that explores the origin of the world through art.

In the Song Dynasty, China did not realize the unification. Even in a certain period of time, Song, Liao, Xixia, and Jin were parallel. They all had clear claims on the dynasty. Black has a deeper interpretation in the Song Dynasty. The ink can be divided into light ink, thick ink, coke ink, ink, kitchen ink, and etc [3]. The ink color performance system has been established at this time. Black is more poetic.

One of the more striking features of the Song and Jin Dynasties was that drama and southern Opera were more active, and they began to be classified in costumes with their roles, laying the ancient opera character and performance form, and providing reference for the development of later drama.

In the performance of the theater in the Song and Jin Dynasties, performance costumes began to choose colors according to the performance system and character characteristics. the color is highlighted in the drama's dressing style of Song and Jin Dynasties. Color is the main body, and "positive color" is used as a supplement to the visual function of the stage distinction, which makes the color in the drama dressing have the symbolic meaning of

stripping reality, breaking through the five-color taboo in the middle, and performing color symbols around the character type in the drama performance. The re-combination and the second interpretation of visual meaning eventually led to the color gaining independent visual performance in the performance of the drama. In addition, in order to create a funny effect, Song and Jin Drama often painted black, white and red colors on his face to enhance the character's drama. The three colors belong to the positive color system, but they are not opposed by the ruling class. Later, the use of positive colors in the costumes of the opera created precedents and expanded the symbolic meaning of color in the drama.

In the Yuan and Ming Dynasties, the performances of drama performances were more detailed in the classification. The color of the costumes was set according to the rules of the court for the public service, and the rules of the five colors were followed. The division of roles of Yuan drama has undergone major changes on the basis of Song and Jin drama. The division of roles is more and more detailed, the relationship between the primary and secondary is significant, and the sequence of performance and order are relatively more standardized. The positive color plays an obvious role in establishing a relatively stable stage spectrum and internal order, especially in the early Ming Dynasty to the middle of the Qing Dynasty. With the gradual decline of the Northern drama, the South Opera has achieved unprecedented development and prosperity, and created the South Opera in the stage of the opera performance.

In the legendary era of the main, the South Opera was later combined with various local tunes and dialects to develop a local sound chamber of different styles, especially the Kunqu Opera's sound chamber spread widely during that period.

In the Ming Dynasty, Kunshan cavity in the choice of clothing color, followed the Ming Dynasty official clothing and color system and through the color of clothing and the upper and lower five colors to carry out the status of the status of the dignity, forming a preliminary clothing coloring taboo and stage color order, the Ming Dynasty official stipulated that "official and civilian clothes must not be used...black, yellow, purple and Green, turmeric, light yellow.[4]" Black is forbidden again, and it has become a drama scene such as the palace court. The must-have color. Here, black has been associated with the royal and court.

In addition to the Kunshan cavity, there is also a Yiyang cavity. According to Wang Zhizhang's "*The Chronicle of Chinese Peking Opera*": the role of the Yiyang opera,

divided into “sheng”, “dan”, “jing”, “chou” had finer classifications. “Sheng”: the old, the young, sheng with green crowns, Dawusheng(大武生), Xiaowusheng(小武生);

“Dan”: Huabaotou(花包头), Zhengdan(正旦), Sidan(四旦), Huadan(花旦), Wanxiaodan(玩笑旦), Wudan(武旦);

“Jing”: Black jing(黑净), Red jing(红净), white jing(白净), Erhua jing(二花净), Mao jing(毛净); “Chou”: Wen chou

(文丑), Wu chou(武丑)^[5]. It can be seen that black is closely related to the “jing”. “Jing” is mainly the imperial court, the brave and bold frontal characters and the people who knows kung fu.

In summary, the status of black as one of the traditional five positive colors in China is indisputable, which means that black is a noble color. Later, the intervention of Confucianism, Buddhism and Taoism made black have the meaning of unity, poetry and philosophy. The evolution is refined, and the black symbolizes the court dynasty and the imperial court. It generally represents a brave or straightforward person, and the meaning of black is constantly enriched.

3. The meaning of black in Peking Opera during the Qing Dynasty

Before the Qing Dynasty, from the primitive period witchcraft ghosts to avoid evil, totem advocated “black” guardian to worship the gods, from the various dynasties and the male suit system to the theory of Confucianism, Buddhism and Taoism; From folklore, faith to the perspective of the development of art color, black has been implanted in people’s minds with mystery, guardianship, nobleness, unity, philosophy, boldness, and strength.

In particular, after the Qing Dynasty settled in Beijing, the clothing regulations were revised several times. According to the difference in the identity of the object, it shows a strict and orderly difference. According to the regulations, the uniforms and uniforms of officials at all levels must abide by the limitations of the hierarchy. They are different from each other, respectful and orderly, and the service has become an important symbol of the social life of the Qing Dynasty.

The operas of the Qing Dynasty were largely developed on the basis of the Yuan and Ming operas, and the theme of the opera was inclined to the Qing Dynasty drama. As a large-scale drama activity, the Qing Dynasty court drama

not only pushed the scale of performance and the wearing paradigm to the extreme, but also made color as an important part of the character’s appearance into the stage visual system, forming a color program that fits the character type. After Kunqu and Yiyang opera fell, the Hui drama rose, and the Beijing opera was developed on the basis of the Hui drama.

The costumes of Peking Opera were formed in the Qing Dynasty. The specifications are based on the Ming Dynasty (1368-1644) costumes, which absorb the typical elements of the historical costumes. They are integrated and beautified according to the principle of performance.

Clothing is roughly divided into cloak(蟒), xizi(褶子), pei(帔),

and clothing(衣). The colors are divided into upper five colors and lower five colors.

In Beijing opera, the characters with black clothing can be roughly divided into three categories: One is the black-faced image in “jing”, and the females such as Yang Qiniang and Ba Jiu’s grandmother are also wearing black, where black means personality--strong; the first is the low-ranking small officials who catch the fast-moving heads, such as Song Jiang, Wu Song, Qin Qiong, etc. Or have no official posts, such as Cheng Ying, Yu Heng, Fan Zhongyi, Mo Ji, etc. It is a poor and strong role, such as Wang Baochuan, Qin Xianglian, Luo Fu, etc. here, black means the hierarchy system defined in the feudal society: “There are hundreds of households, the clothes are all true colors, not dare “Outside”^[6]. In the Qin and Han Dynasties, the emperor was dressed in black. Since the Song Dynasty, the dynasty mostly admired yellow. The folks began to use black, and the drama was so customary. The other type of black was mostly played by “chou”, mostly nightwalkers, thieves, stolen cups, stealing graves. The black here appears as a protective color^[7].

Therefore, in the Beijing opera, black generally means the imperial court, the integrity, the martial arts, the firm, the strong, the protection. It is not difficult to explain why the overall color feeling of Bao Zheng in Beijing Opera is black. In the Beijing opera, as a crime-solving official, Bao Zheng is fair and selfless, symbolizing the highest authority of the law, and is indifferent and quiet, without bias and selfishness. Therefore, using black can best express the inside and outside characteristics of Bao Zheng, the black in Beijing opera is Bao Zheng’s proprietary color.

4. Conclusion

From the above classification of Peking Opera costumes, we can see that each category has a suitable crowd. The use of costume color and pattern color has a saying. Peking Opera itself is also a stylized art. The Chinese have always believed that "no rules, no squares" The design of each Beijing opera costume is based on the character, historical status, and significance of the times. However, for China, the relationship between character and traditional Chinese color is also self-contained. The long history of the development of China is the result of the blending of various cultures, the replacement of dynasties, and the survival and development of the people's living. It cannot be seen from the ruling costumes of Chinese dynasties and their prescribed color taboos. The development of color to the inevitability of today. Although the inevitability cannot be seen, the possibility remains to be traced.

Beijing Opera costumes use color to express specific ideological connotations and character relationships. People of different ages, status, and honors adopt a specific color system. These color systems are developed on the basis of traditional Chinese traditional color concepts.

The concepts of five colors, five colors and five elements and five colors have been developed in the Xia, Shang and Zhou Dynasties. From the beginning of Qin, color has become a strong support for maintaining orthodoxy. After the integration of various totem beliefs, the Han nationality used the "dragon" as a totem and evolved the "five elements theory" of Xia, Shang, Zhou, Qin and Han. Different dynasties The clan has different color beliefs, until the Han Dynasty formed five colors, the ten colors of the positive color. In the drama dressing, the positive colors of green, red, yellow, white, and black are respected, and the green, red, blue, purple, and yellow are used as the humble. The positive and the color are used to judge the identity and morality of the opera characters.

For the color, the Chinese nation is based on the ethical and religious color customs, and forms a complete belief system based on the five elements of the principle of mutual grammar. It forms an important psychological suggestion for the color selection of opera characters, and the symbolic meaning of this color is also It is the inner metaphor of our national character.

Regardless of how the times change, black has always had a place in the Chinese five-color system. In the primitive period, black is closely related to witchcraft, ghosts, and totems, symbolizing mystery, guardianship, and awe. Since Qin admired black, the black has been closely related to the palace aristocracy, and is a symbol of noble status. In folk

culture, black is death. In the history of Chinese art, black and white form the artistic conception of the mountains and rivers, and black is poetic in it; In the Confucianism, the black is a great weapon to maintain the rule and reason.

As an art form that shows people's life, Beijing Opera's stylized features make its interpretation of color incomplete. It is precisely because of this feature that its costumes are concentrated and vividly show the Chinese people's universal cognition and symbol of color. The meaning, only black can tell the Chinese people's understanding of the hierarchy, morality, philosophy, religion and other cultures, not to mention the entire Chinese traditional color system.

References

- 1) [Warring States] Lv Buwei, "*Lv Shi Chun Qiu*", volume thirteenth, "*Ying Tong*", Shanghai Ancient Books Publishing House, 1989, pp.94 (Zhejiang Bookstore)
- 2) Chen Yanqing: *The Color of Ideas - Research on Chinese Traditional Colors*, Peking University Press, 2015, pp.62
- 3) [Song Dynasty] Guo Xi, "*Lin Quangao*", "*Drawing*", Jinan: Shandong Pictorial Publishing House, 2010, pp.81
- 4) [Qing Dynasty] Zhang Tingyu: *The History of Ming Dynasty*, Volume 69, Zhonghua Book Company, 1977, pp.1683
- 5) Wang Zhizhang: "*The Chronicle of Chinese Peking Opera*", China Theater Publishing House, 2003, pp.1309-1311
- 6) [Song Dynasty] Meng Yuanlao: "*Dongjing Menghualu · folk*", Zhonghua Book Company, 1982
- 7) Deng Yuanchang: *On the Black and White of Beijing Opera Color* [J]. Chinese Beijing Opera, 1997(03), pp.13-15

The Association between Colors and Emotions among Japanese Adults and Children

Mahshid Baniani

Faculty of Art and Design, University of Tsukuba

Keywords: Color, Preference, Emotion, Students

1. Background and Purpose of Research

Colors tend to be related to other sensations and emotions. In other words, color is not just represented in vision, and it can evoke emotional responses, aesthetic judgements, and associations to objects and concepts.¹ The purpose of this research is to clearly identify how adults and children feel towards colors.

2. Method of Research

2-1. Participants

47 children (23 girls and 24 boys) aged from 7 to 12 ($M=8.11$) enrolled in elementary schools in Tsukuba Science City, and 47 Tsukuba University students (26 female and 21 male) aged between 19 and 23 ($M=20.1$) were the subjects of this study.

2-1. Procedure

The experiment was conducted between November and December 2018 and consisted of the following 3 tasks.

1. A questionnaire was given to the subjects, and they were asked about the color they like the most/least, the color they would like to wear the most/least, the color they want their bedroom to be, and the color of their favorite toy (in case of children) or favorite object (in case of adults).
2. They were presented with 8 facial emotions (Fig. 1) each presented in 11 different colors (red, orange, brown, yellow, green, blue, purple, pink, gray, black, and white), and were asked to select the most appropriate answer.
3. They were presented with 11 different color card boards (the same colors as step 2), and were asked to rate how they feel about the represented color on a five-point Likert scale from

very unhappy to very happy.

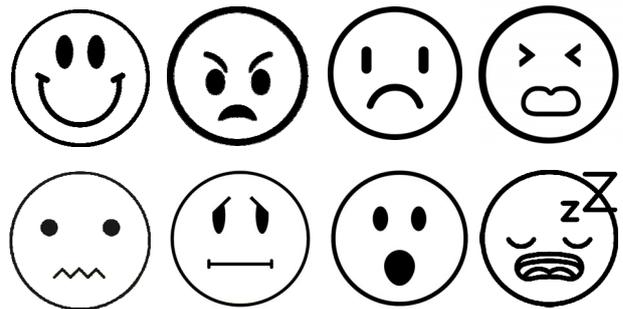


Fig. 1. The eight emotional facial expressions in color white

3. Results

3-1. Color Assessments

In this section, it can be observed how the subjects feel towards each color from very unhappy to very happy (3rd task of the experiment) (Fig. 2).

It can be observed that no adult found brown or gray as happy colors ($P<0.05$). However, 21.3% of children found brown as a happy color. 76.6% of the adults rated green as neutral. 91.5% of adults found orange to be a happy color ($P<0.05$). In addition, no adult associated pink or orange with unhappy ($P<0.05$), while 21.2% of children found pink very/unhappy and 38.4% of children associated orange with very/unhappy.

Children found red to be a happier color than the adults did, and adults found orange and yellow to be happier colors than the children did. 76.6% of adults found gray to be very/unhappy, while 46.8% of the children associated gray with very/unhappy.

In regards to white, adults found it to be a happier color than the children did ($P<0.05$). Only 4.2% of the adults regarded white as unhappy, while 57.5% of the children associated white with very/unhappy.

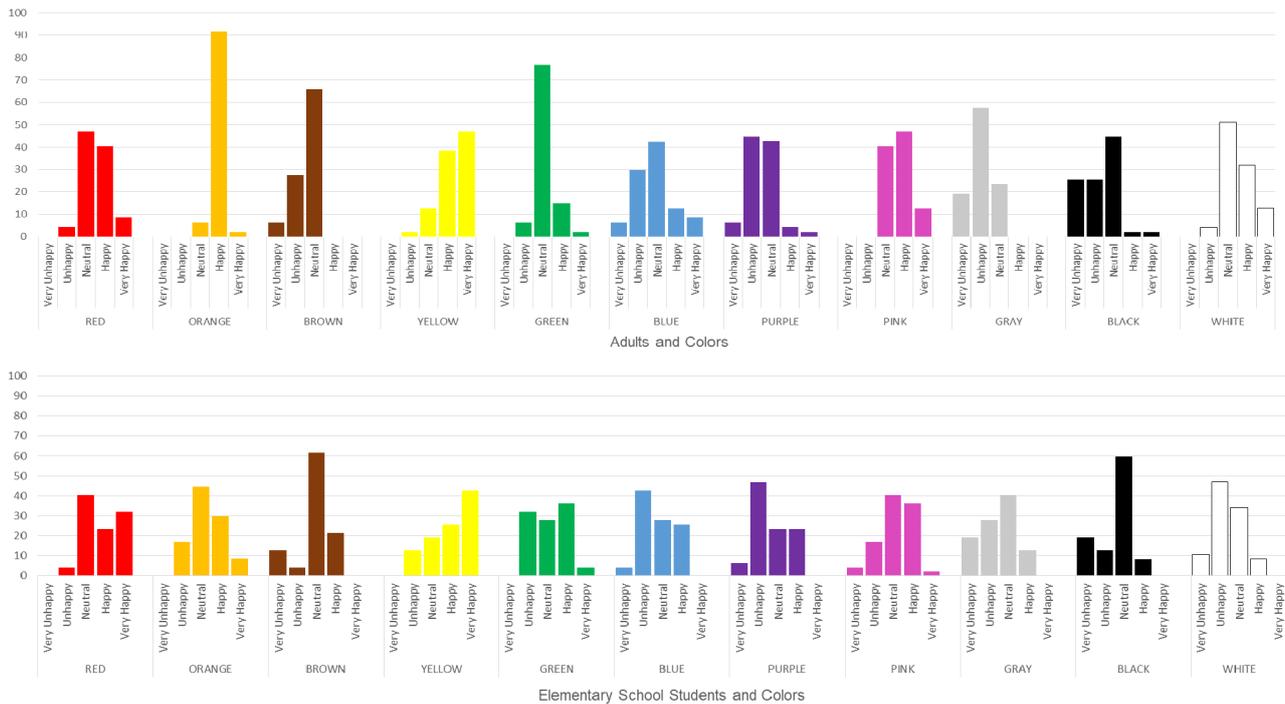


Fig. 2. Color assessments of adults (top chart) and elementary school children (bottom chart)

3-2. Emotional Facial Expressions and Colors

As it can be observed from Fig. 3, both adults and children associated happy with yellow ($P<0.05$). Anger was associated with red among adults ($P<0.05$), however red and black among children.

Adults associated sadness with blue ($P<0.05$), while it was associated with blue, black, and white among children.

Guilt, surprise, and tired were associated with black, yellow, and gray respectively among adults. Children associated guilt with black as well; however, surprise was associated with black and yellow; and tired with black and white.

As it can be observed children have associated black with all negative feelings ($P<0.05$).

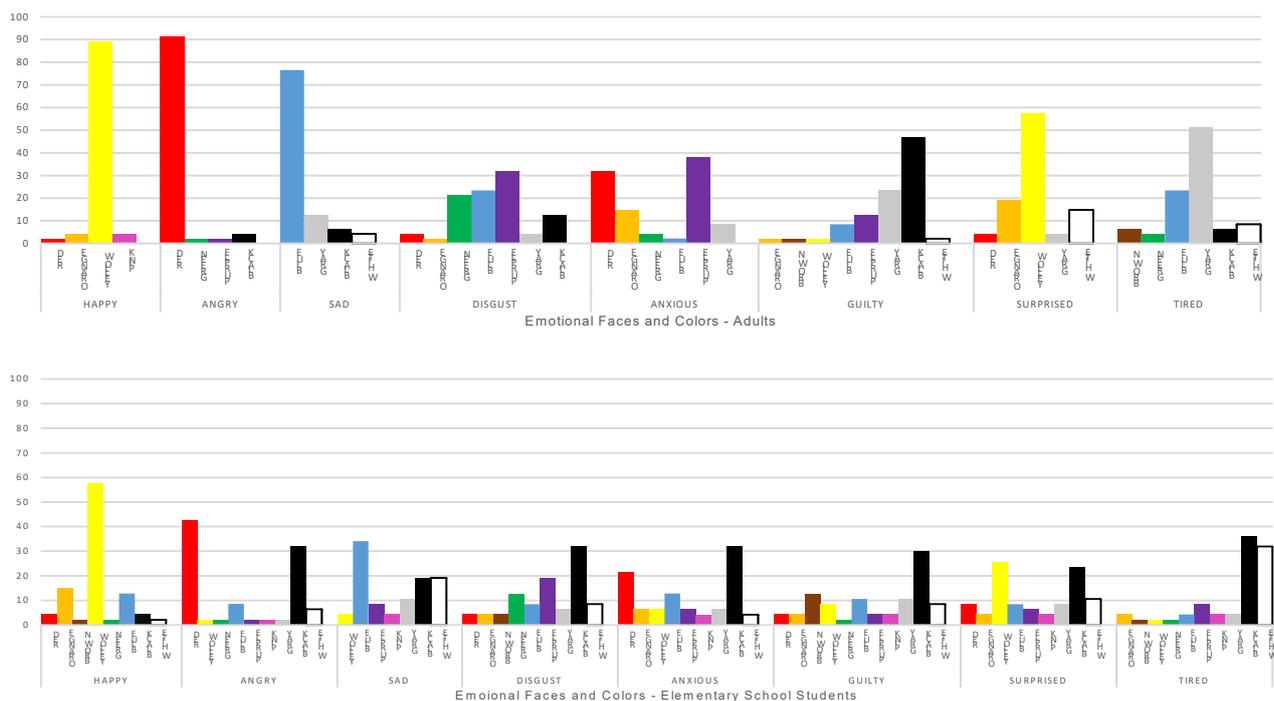


Fig. 3. Emotional facial expressions and colors

Table 1. Color preferences of adults and children

	Most favorite color			Least favorite color			Wanted color for bedroom		
	Adults	Blue	Red	Black	None	Pink	Brown	White**	Light blue
%	19.2	14.9	12.8	17.2	12.8	10.6	32.2	12.8	6.4
Children	Red	Gold	Blue	Pink	Black	Gray	White**	Light Blue	Gold
%	21.3	21.3	10.6	42.6	23.4	8.6	23.4	17.2	8.6

	Most favorite color to wear			Least favorite color to wear			Favorite toy/object's color		
	Adults	White	Black	Navy	Pink*	White	Purple	White	Black
%	21.2	21.2	14.9	36.2	12.8	8.6	23.4	23.4	12.8
Children	Black	Red	Blue	Pink*	Black	Red	Red	Blue	Purple
%	19.2	17.2	14.9	29.8	25.5	14.9	17.2	17.2	12.8

3-3. Color Preferences

This section focuses on the 1st task of the experiment. The subjects were free to write any color they wanted.

From Table 1, it can be observed that blue and red are favorite colors of both adults and children, however children prefer red to blue. Pink is the least favorite color and also a least favorite color to wear ($P<0.05$) among both adults and children. On the contrary, black is among most favorite colors to wear. Additionally, white and light blue are the colors that both adults and children want for their bedroom ($P<0.01$).

4. Discussion

The purpose of this research was to identify how adults and children perceive colors, which was conducted through a three-task experiment. It was observed that subjects associated yellow with happiness and blue with sadness. ($P<0.05$) Numerous studies have reported that adults and children associate blue with sadness^{2,3}. The link of yellow with happiness has been found in work with adults² and with children³. Moreover, children associated black with all the negative facial emotions ($P<0.05$). Burkitt et al.⁴ concluded that black tends to be the most frequently chosen color for completing drawings of the negatively characterized topics. Similarly, Table 1 indicates that black is among the least favorite colors of children. It was observed that although both blue and red

are favorite colors of adults and children, but adults prefer blue to red and children prefer red to blue which has been concluded in other studies⁵ as well. Additionally, pink was among the least favorite colors, although no adult rated pink as an unhappy color. Their reason for not liking it was "being too cute". It was observed that white was a preferred color for bedroom ($P<0.01$), which was observed in a previous study⁶ as well.

References

- 1) Alice Brooker and Anna Franklin: The effect of colour on children's cognitive performance, *British Journal of Educational Psychology*, 2016, Vol. 86, pp. 241-255
- 2) G.L. Collier: Affective synesthesia: extracting emotion space from simple perceptual stimuli, *Motivation and Emotion*, 1996, Vol. 20, pp. 1-32
- 3) E.M. Karp and H.B. Karp: Colour associations of male and female fourth-grade school children, *Journal of Psychology*, 1988, Vol. 122, pp. 383-388
- 4) E. Burkitt, M. Barrett, and A. Davis: Children's colour choices for completing drawings of affectively characterized topics, *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 2003, Vol. 40(3), pp. 445-455
- 5) M.R. Zentner: Preferences for colours and colour emotion combinations in early childhood, *Developmental Science*, 2001, Vol. 4(4), pp. 389-398
- 6) Mahshid Baniani and Hiroya Igarashi: How Different People with Different Life-Styles Think towards Interior Design, In *AIC Color 2009*, Sydney

THAI COLOR NAMES IN DIFFERENT REGIONS OF THAILAND

Nischanade Panitanang	Faculty of Mass Communication Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thailand
Chanprapha Phuangsuvan	Color Research Center, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thailand
Mitsuo Ikeda	Color Research Center, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thailand

Keywords: Thai color names, Color categories, World color survey, Regions of Thailand, Color chips.

1. Introduction

Thailand society has a rich cultural heritage. In each area, there are different spoken languages according to region and environment. These diversities caused questions about the color names used in Thai. Berlin and Kay (B&K, 1969)¹⁾ proposed eleven basic color terms (11 BCTs) for a total universal list of color categories, which all languages contain these eleven colors terms. The 11 BCTs are red, orange, yellow, green, blue, purple, pink, brown, gray, black, and white they are monolexic used by all speakers of twenty languages to communicate about the color of any type of object and that color name not covered by any other basic color terms.

Due to the World Color Survey (WCS)²⁾; established in 1976 to check and expand the findings of B&K study, the number of color terms used in Thailand will be investigated by using the color categorical method for the approximately stimuli as WCS color chips (coincided with that of the B&K study in the use of the Munsell color chips), 320 chromatic chips representing 40 equally spaced of hues, at 8 levels of value, and at maximum available chroma, beside chromatic chip there were 10 achromatic chips, making for an overall total of 330 chips.

2. Experiment

2.1 Subjects

The study was conducted with 100 Thai subjects from 4 regions; 25 subjects from North, 25 subjects from Northeast, 25 subjects from Central, and 25 subjects from South to investigate the different color names obtained from subjects of each region regardless to age and gender. All subjects were tested that they had normal color vision by using the Farnsworth Munsell D-15 Color Vision Test before starting experiment.

2.2 Apparatus

The 330 color chips taken from the Munsell Book of Color Glossy Edition were almost the same as was used in the World Color Survey color chart were employed,

composed of 320 chromatic of values from 2 to 9 with 40 equally spaced Munsell hue (2.5 R to 10 RP, in hue steps of 2.5) at the maximum chroma of each value in each hue. Beside chromatic chips there were 10 achromatic of values from 1.5 to 9.5. Each color chip (of the size 2 x 2.1 cm²) was mounted on a square cardboard of the size 5 x 5 cm² covered by gray matte paper approximately N5, the color chart and example of color chip shown in Figure 1, 2 and 3 respectively. The back of each color chip card board was white, and the color code of that color chips was specified. The arrangement of 330 color chips were mixed and created a new order starting from number 1 to 330 to prevent the subject guessing the color name in advance. All color chips were kept in separate 6 plastic boxes.



Figure 1. World color survey color space. Horizontal row shows 40 hues with a step of 2.5 start from 2.5R on the left graph to 10RP on the right graph. Vertical column shows values start form 1.5 on the bottom to 9.5 on the top.

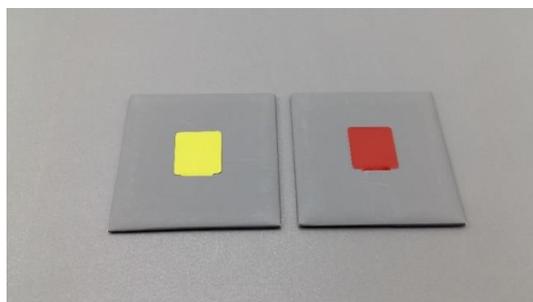


Figure 2. Examples of Munsell color chips.

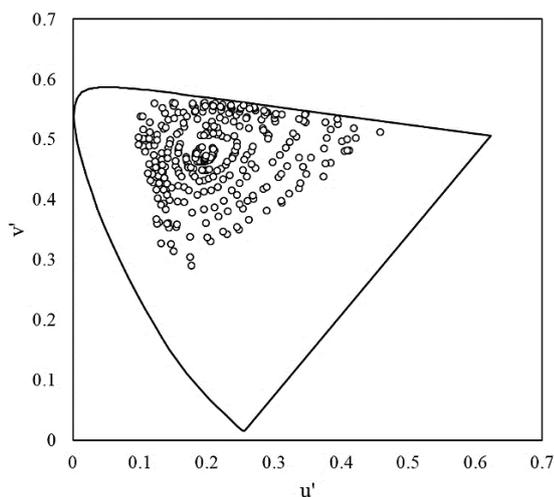


Figure 3. The distribution of 330 color chips on CIE $u'v'$ color space.

The color chips were presented in an experimental booth of the size 150 cm in width, 200 cm in height, and 60 cm in depth. The booth surrounded by white walls of 81 cd/m^2 and the chromaticity coordinate was $x = 0.3186$, $y = 0.3384$ when measured by Konika Minolta FD-7 Spectrodensitometer. A surrounding floor which a color chip was placed high from the room floor 70 cm, covered with gray paper, the luminance was 22 cd/m^2 and the chromaticity coordinate was $x = 0.3117$, $y = 0.3255$. The booth was illuminated by 6 fluorescent lamps (TOSHIBA FL18W/T8/EX-D) hung from the ceiling. The average illuminance was measured from 9 positions on the surrounding floor using Konica Minolta CL-500A Illuminance Spectrophotometer was varied between 2,316 ~ 2,554 lx, correlated color temperature was varied between 5,528 ~ 5,917 K, and the chromaticity coordinated was $x = 0.3233$, $y = 0.3593$. The spectral power distribution of the lights shown in Figure 3.

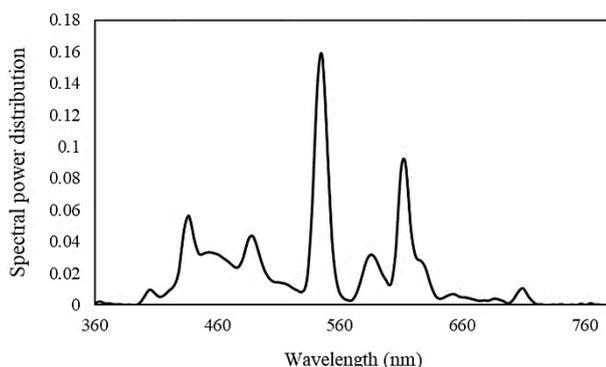


Figure 4. Spectral power distribution of experimental booth lighting.

2.3 Procedure

Before starting experiment, subject was asked to fill out a questionnaire to give his/her information about region, and dialect of him/her region, because Thailand has a different type or accent of spoken language that is used differently in each region. After that, the subject tested him/her color vision by rearranged the color chips of D-15 which were mixed in the beginning to correctly return to the box in color order. Only subject who passed the test can participate the color naming experiment. The 330 color chips of new created ordering were presented to subject one by one from number of 1 to 330. The subject observed color chips at an approximately viewing distance of 40 cm, the visual angle was 3 degrees. He/she could name color of each chip in two manner; Free-naming and Force-naming with the criteria as following.

2.3.1 The free-naming following 3 criteria; 1) The color name must be single word, subject was not allowed to use a compound color term such as Kheaw-om-Lueang (Yellow-Green) or modifiers words such as Kheaw-Khem (Dark green). 2) The word must be a general color name, subject allowed to use any word that was generally agreed to represent that color. 3) The word must normally use to name the color of any type of object or something in everyday life.

2.3.2 The force-naming, subject could use only 11 BCTs; red, orange, yellow, green, blue, purple, pink, brown, gray, black, and white.

Initially, subject was let to use free-naming to name color of the chips and if any of the color chips were called by non-basic color term (non-BCTs), then subject would be asked again to provide additional information that which of the 11 BCTs is the best represent for that color. There for, we could obtain both non-BCTs and 11 BCTs in the same time.

3. Results and discussion

Thai color name obtained form 100 subjects show a total of 95 color names. Figure 6 shows mean number of color terms used by 100 Thai subjects of four regions was 19.58 ± 5.52 (Mode = 20). These included 11 BCTs of Berlin and Key (1969) plus 9 non-BCTs as shown in Table 1. Considering the consistency of using color names greater than or equal to 80%, there were 12 color names frequently used in the following order; Khiao (Green), Muangn (Purple), Chom-phu (Pink), Fa (Sky), Nam-ngoan (Blue), Lueang (Yellow), Nam-tan (Brown), Som (Orange), Daeng (Red), and Thao (Gray) are used by 100 subjects, Khao (White), and Dam (Black) are used in 11th and 12th respectively by 98 and 92 subjects. Areas of the 12 color names are plotted on WCS color space shown in Figure 5.

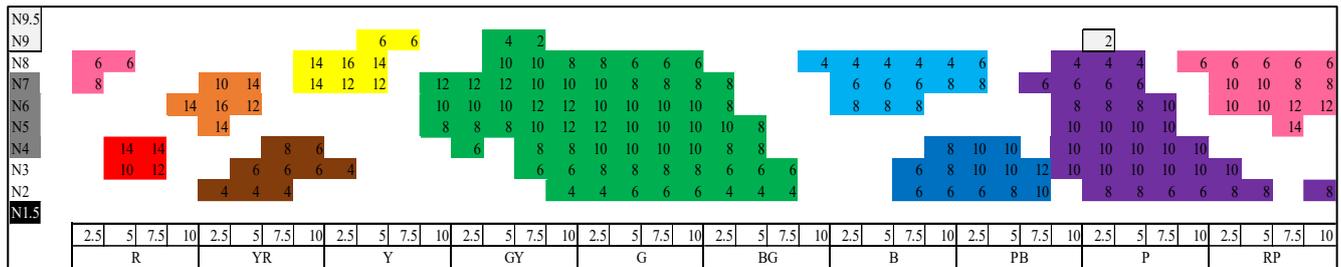


Figure 5. Area of color names greater than or equal to 80% of usage obtained from 100 subjects. There were 12 color names, including 11 BCTs of Berlin and Key (1969) plus “Fa” (Sky). The pseudo colors represented each color name (“Fa” shown by light blue, white shows by pale gray with black rectangular). Number inside the areas indicated chroma of the color chips.

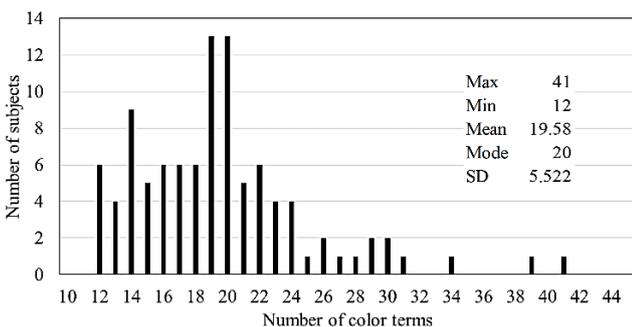


Figure 6. Number of color terms used in Thailand obtained from 100 Thai subjects.

The mean number of color terms found in each region has a similar amount of color term usage (N = 25 for each region); 20.72 color terms (SD ±6.26, Mode = 19) from North, 19.24 color terms (SD ±4.65, Mode = 20) from Northeast, 18.96 color terms (SD ±5.28, Mode = 12) from Central, 19.4 color terms (SD ±5.91, Mode = 20) from South. In these numbers, Khiao (Green) was used as the most frequent for all regions, Muangn (Purple), Chom-phu (Pink), Fa (Sky), and Nam-ngoan (Blue) were respectively used, the order of color terms usage varies depend on region.

It is worth noting that, “Fa” (Sky) which not included in 11 BCTs was used as 4th of popularity list (see Table 1), it greater than the “Blue” which is used as the 5th of rank. Also “Dam” (Black), one of the 11BCTs, found to be placed in the 12th of the rank and used by 92 subjects, while "Fa" used by 100 subjects. Considering the difference between “Blue” and “Fa”, was found to be very high in number of subject’s usage for all regions of Thailand. We measure the tristimulus values (XYZ) of the color chips called by “Blue” and “Fa” with ≥80% and translated in be CIEu’v’, then plotted on the CIEu’v’ color space to see the area of them according to the color perception. As we can see in Figure 7(a) the area of “Blue” and “Fa” are clearly separated into higher frequency of usage than “Blue”, but area of “Fa” is

Table 1. Twenty popularity list of color terms used in Thailand obtained from 100 Thai subjects.

Order	Color name in Thai	Color name in English	Number of subject	Frequency of usage (%)
1	Khiao	Green	100	26.28
2	Muang	Purple	100	12.97
3	Chom-phu	Pink	100	9.96
4	Fa	Sky	100	9.65
5	Nam-ngoan	Blue	100	6.72
6	Lueang	Yellow	100	4.86
7	Nam-tan	Brown	100	4.61
8	Som	Orange	100	4.11
9	Daeng	Red	100	3.21
10	Thao	Gray	100	2.10
11	Khao	White	98	5.01
12	Dam	Black	92	1.52
13	Khi-ma	Horse feces	77	1.48
14	Lueat-mu	Pig’s blood	72	0.67
15	Ban-yen	Thai Mirabilis flower	47	0.52
16	Nuea	Skin	46	0.71
17	Khai-kai	Chicken egg	41	0.45
18	Tha-le	Ocean	39	0.57
19	Old-rose	Old rose	37	0.32
20	Cream	Cream	34	0.47

smaller than “Blue” and shifted toward the light blue and almost to the white point. Which indicates the specific use of the “Fa” to call only light blue color chips. Figure 7(b) shows the area of “Blue” and “Fa” with them centroid for difference regions, they are rather similar for all regions, the area and the centroid of both color names are clearly separated from each other. The area of “Fa” are differences in shape according to regions, but they all overlapped to each other. It also happened in the “Blue”.

Considering together with Figure 6, it can be seen that the color name "Fa" was used to call the color chips with *light blue* tone, such as 2.5B 7/6, 2.5B 8/4, 5B 7/6, 5B 8/4,

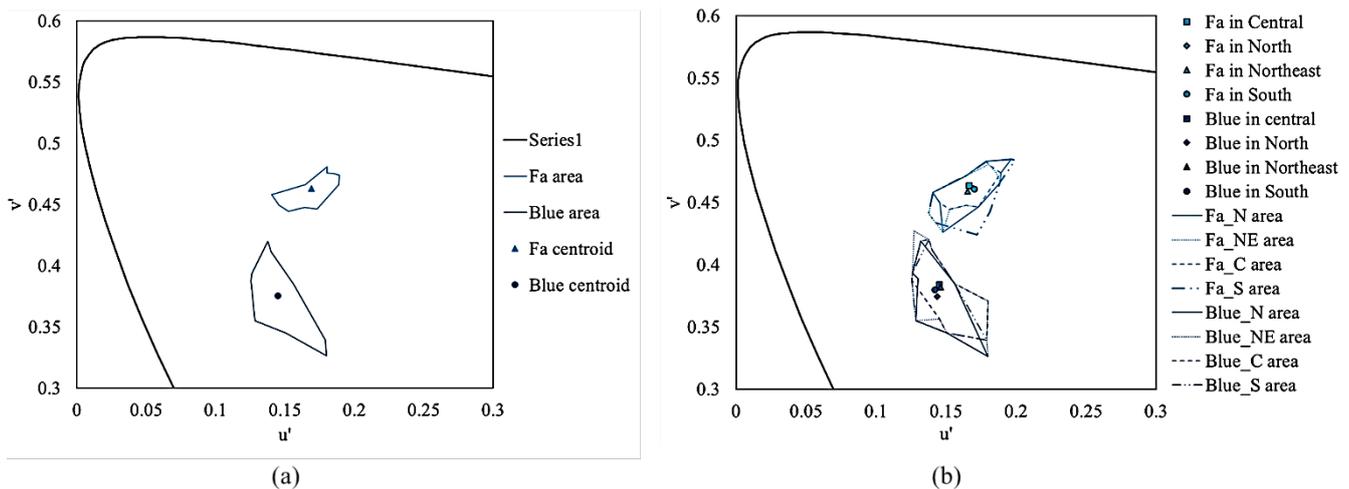


Figure 7. Area of color name “Blue” and “Fa” plotted on CIE $u'v'$ diagram. (a) The areas showing greater than or equal to 80% of color name used by 100 subjects of four regions. (b) The areas of difference region used by greater than or equal to 80% of 25 subjects in each region. The color lines indicated areas of each color name, and filled symbols indicated centroid of the color name.

7.5B 7/6, 10B 8/4, etc. The color name “Blue” consist of 7.5B 2/6, 7.5B 4/8, 10 3/8 etc.

It cleared that, Thai subjects perceived “Blue” and “Fa” as a different color. Unlike the study of B&K and American English³⁾, it seems like that Thai basic color names may have more than 11 colors. Similar to Japanese color name, “Mizu” (Water color) found to be a candidate for a 12th of Japanese basic color term, used by 98% of subjects.⁴⁾

Considering for other non-BTCs, besides “Fa”, there were more two interesting color names; “Khi-ma” (Horse feces / Dark yellowish-green), and “Lueat-mu” (Pig’s blood / Crimson) which found as high number of subjects’ usage, they were used by 77 and 72 subjects respectively. However, when considering the number of subjects’ usage with $\geq 80\%$, only “Fa” having a very high number of subjects, used by 100 subjects, and is clearly separated from the blue. There for, “Fa” might be a new candidate for the 12th basic color name of Thailand.

References

- 1) Berlin, B., & Kay, P. (1969). Basic color terms: Their universality and evolution. Berkeley, CA: University of California Press.
- 2) Cook, R. S., Kay, P., Regier, T. (2005). The World Color Survey database: History and use. In Cohen, Henri, & Claire Lefebvre (Eds.), Handbook of Categorisation in the Cognitive Sciences (pp. 224– 241). Amsterdam: Elsevier.
- 3) Lindsey, D. T., Brown, A. M. (2014). The color lexicon of American English. *Journal of Vision*, 14(2), 1-25.
- 4) Kuriki, I., Fukuda, K., Tokunaga R., Lindse D. T., Uchikawa K., Shioiri S. (2017). The modern Japanese color lexicon. *Journal of Vision*, 17(3), 1–18.

平均顔を用いた髪色印象評価の性別・年代別傾向分析

Analysis of Gender and Generation-Related Differences in Interpersonal Impressions Generated by Hair Colors

中川 登紀子 Tokiko Nakagawa ハリウッド大学院大学 Hollywood Graduate School of Beauty Business

Keywords: ヘアカラー, 髪色, 美容, 対人印象, 第一印象.

1. はじめに

髪色は対人印象を決める重要な要素の1つである。図1に示した2つの画像は、毛髪部分の色のみが異なり、それ以外の色(肌色や瞳の色, メイクアップ等)は全く同じであるが、髪色が異なるだけで多くの人が異なる対人印象を抱くであろう。美容室等でヘアカラーリングを行う時、髪色についてアドバイスを求める声も多く、美容室やパーソナルカラーサロン等で実際に髪色のアドバイスが行われることも多い。しかしながら、これまで髪色に起因される対人印象についてはほとんど研究が行われてこなかった。

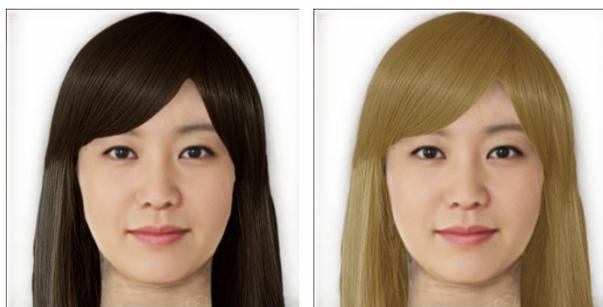


図1 髪色の違いによる対人印象の違い

これまでの研究では、日本人女性の髪色と対人印象の違いを明らかにすることを目的とし、平均顔を用いて髪色による対人印象の違いを行った。本研究では、性別や年代ごとに集計を行い、実験参加者の性別や年代による対人印象評価の傾向を探ることを目的とし分析を行った。

2. 実験方法

(1) ヘアカラー画像の作成

自然光下で撮影した20~40代の日本人女性20

名の平均顔を作成した(図2左)。こうして得られた平均顔は全体がぼやけた状態であるため、Adobe Photoshopを用いて画像をくっきりした状態に変更し、髪型を合成した(図2右)。

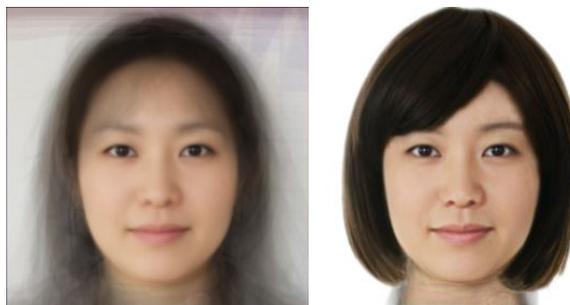


図2 平均顔

(左: 髪型合成前, 右: 髪型合成後)

図2右の画像の毛髪部分を、Adobe Photoshopを用い明度を6段階に変化させた画像を作成し、さらにそれぞれの明度において、色みを8段階に変化させた画像を作成した。明度段階の作成においては、美容業界をはじめ、一般企業でもガイドラインとして幅広く採用されているNPO法人日本ヘアカラー協会のレベルスケール(新美容出版刊「ヘアカラー入門」巻末にL*a*b*値記載)の4レベル, 6レベル, 8レベル, 10レベル, 12レベル, 14レベルにできる限り近づけるよう、カラーサンプリングを行いながら色を調整した。また色み段階の作成においては、毛束に業務用ファッション用ヘアカラー剤8レベルのナチュラル(赤みを抑えた茶), ブラウン(赤みの強い茶), アッシュ(青), マット(緑), ゴールド(黄), カッパー(オレンジ), ピンク(赤紫), バイオレット(紫)をそれぞれ人毛の毛束(ライトブラウン, ブラウン, ブラック)に染色し、染色前と染色後の Δa^* , Δb^* を参考にしながらも、それぞれの色みの違いが目視で明確に分かるように色を調整した。こうして得られたのが図3に示した48色のヘアカラー画像である。



図3 ヘアカラー画像

※ディスプレイ設定・印刷等の影響により、実際の色と異なる場合があります。

(2) 評価方法

実験は質問紙法で2017年6月23日～2018年5月17日に行った。実験参加者には、図3のヘアカラー画像と質問項目を印刷した質問用紙を配布し、「若々しい」「大人っぽい」「女性的」「中性的」「気さく」「クール」「華やか」「渋い」「元気」「落ち着いた」「かわいい」「エレガント」「好き」「きれい」「似合う」「似合わない」「現在の髪色にもっとも近い」「やってみたい髪色に近い」に当てはまる色を、それぞれ1色以上3色まで(「現在の髪色にもっとも近い」は1色、「やってみたい髪色に近い」は1～3色)選んでもらった。実験参加者は男性45名、女性180名、未回答1名、合計226名(うち10代96名、20代51名、30代10名、40代28名、50代29名、60代以上9名、年齢不明3名)であった。

(3) 集計方法

各評価項目について、実験参加者の属性ごとに48色のヘアカラー画像それぞれが選ばれた度数を集計した。そこからレベルごとの周辺度数を求め、以下の式で平均レベルを求めた。ここで n_i は i レベルにおける周辺度数を、 n_{total} は当該評価項目、当該属性における総度数を表す。

$$\text{平均レベル} = \frac{(n_{14} \times 14 + n_{12} \times 12 + n_{10} \times 10 + n_8 \times 8 + n_6 \times 6 + n_4 \times 4)}{n_{total}}$$

また次の手続きで寒暖スコアを求めた。美容業界や家庭用白髪染めでは、髪色を赤みを感じやすい色(美容業界では暖色と呼ばれることが多い

め以下暖色と記す)と赤みを抑えた色(以下寒色)とに分けることが多いため、ヘアカラー画像を暖色(ブラウン、カッパー、ピンク、バイオレット)と寒色(ナチュラル、アッシュ、マット、ゴールド)に分けた。暖色の周辺度数 $n_{暖色}$ と寒色の周辺度数 $n_{寒色}$ を求め、次の式で寒暖スコアを求めた。

$$\text{寒暖スコア} = \frac{(n_{暖色} - n_{寒色})}{n_{total}}$$

なお、寒暖スコアは-1から1までの値を取り、絶対値が0.28以上である場合、 χ^2 検定において有意水準5%で暖色と寒色の度数に有意な差があるといえる。

3. 結果と考察

前項の集計方法にて得られた寒暖スコアをx軸に、平均レベルをy軸にとり、実験参加者の属性ごとにプロットを行った。なお、印象評価に関する項目は青い点で、嗜好に関する項目はオレンジの点で示し、さらに「若々しい」「大人っぽい」のように対照的な意味を持つことば同士を矢印(\leftrightarrow)で示した。

(1) 性別による比較

男性実験参加者による印象評価結果を図4左に、女性実験参加者の印象評価結果を図4右に、それぞれ示した。

男性実験参加者は、「若々しい」「元気」「華やか」「気さく」にレベルの高い色を、それらと対照的な意味合いをもつ「大人っぽい」「落ち着いた」「渋い」「クール」にレベルの低い色を選択する傾向にあった。しかしながら、「華やか」「かわいい」の2つの項目において寒色よりも暖色を有意に選ぶ傾向があることを除いては、印象評価項目において特定の色み(暖色または寒色)を有意に選択するという傾向は見出されなかった。実際に、男性実験参加者のそれぞれの評価項目への回答は14レベルのゴールドに集中した「嫌い」「似合わない」を除いて幅広い色みに分散していた。一方、女性実験参加者は「若々しい」「元気」「華やか」「気さく」「かわいい」にレベルの高い色を、「大人っぽい」「落ち着いた」「渋い」「クール」「エレガント」にレベルの低い色を選択する傾向は男性実験参加者と同じであったが、「女性的」「華やか」「気さく」には暖色を、それらと対照的な意味合いをもつ「中性的」「渋い」「クール」には寒色を選択するという、男性実験参加者には観察されなかった傾向が見て取れた。

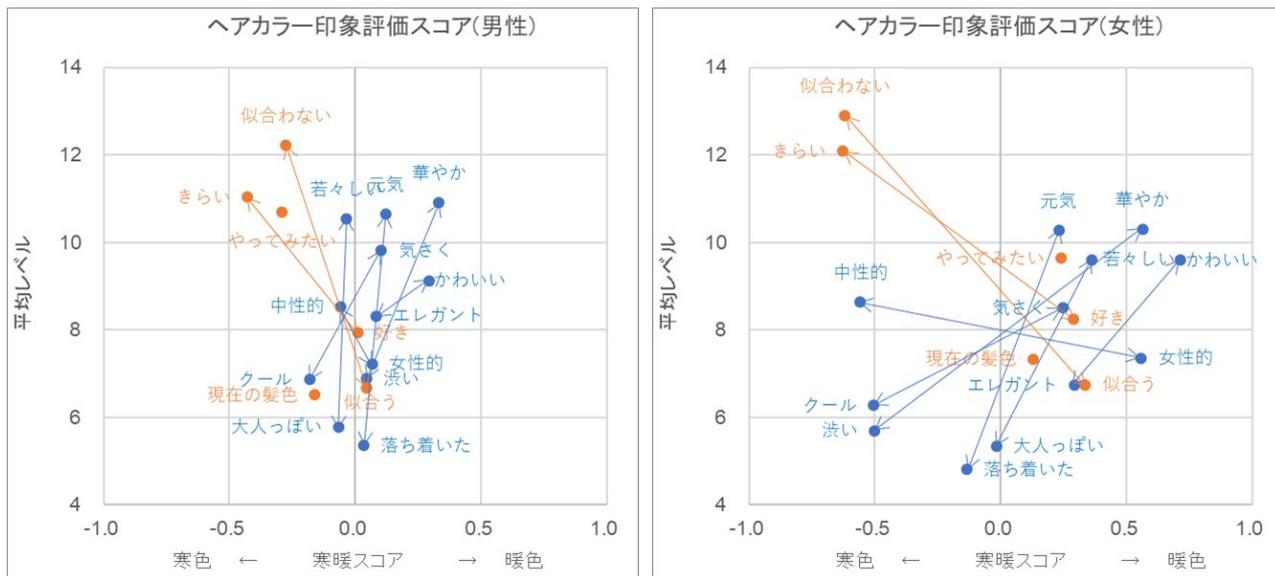


図 5 ヘアカラーの印象評価の性別比較
(左:男性実験参加者, 右:女性実験参加者)

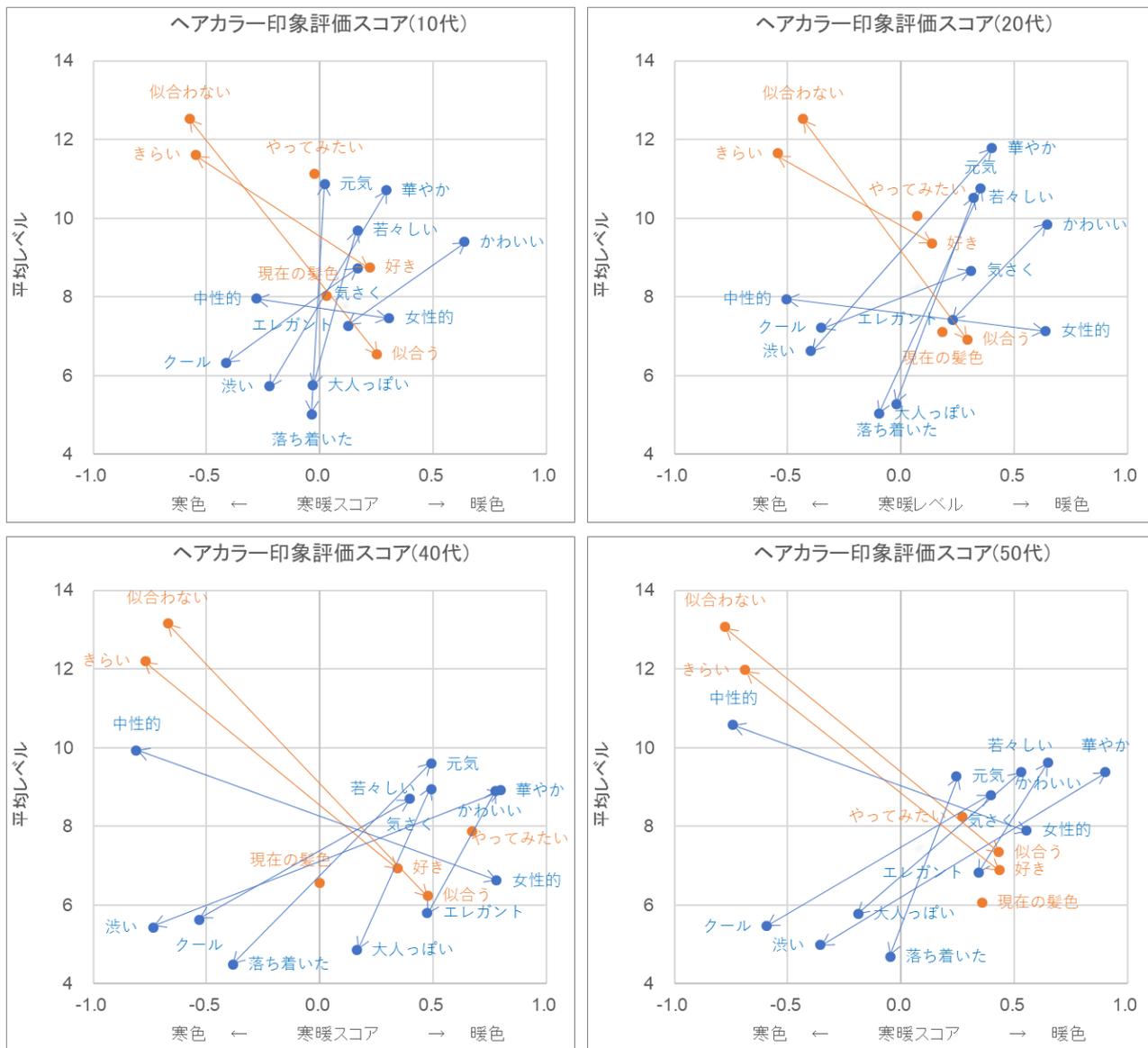


図 4 ヘアカラーの印象評価の年代別比較

(左上:10代実験参加者, 右上:20代実験参加者, 左下:40代実験参加者, 右下:50代実験参加者)

以上の結果から、今回の実験では、男性実験参加者の結果からは、レベルと印象との関係については関係性が認められる評価項目が多かったものの、寒暖に関しては一貫した傾向がほとんど見られなかった。女性実験参加者の結果からはレベルと寒暖の両方で一貫した傾向が認められた。

男女間で特に寒暖スコアに相違がみられる理由として、次の2つの点が考えられる。1つ目は、明度の違いはほとんどの人にとって見分けやすいが、茶色の小さな見え方の違いは見分けにくいという点である。女性は男性よりも4色型色覚を持つ人が多いと言われており、より茶系の色の差を見分けられる人が多いかもしれない。しかしながら、色覚の違いが髪色の知覚に対してどのように働かかはさらなる検証が必要であろう。2つ目は、男性は色よりも目鼻立ちや顔の輪郭などの「形」をより重要視しているという可能性である。筆者が美容学校で授業を行う時、男子学生は素材としての顔で印象を評価し、女子学生はヘアメイクアップも含めた全体で印象を評価しているように感じることもある。今後さらなる検証を行ってきたい。

(2) 年代による比較

年代の属性のうち、25名以上の有効回答があった10代、20代、40代、50代の実験参加者における結果についてプロットを行ったものを図5に示す。

すべての年代における共通点は、「若々しい」「元気」「華やか」「気さく」「かわいい」にレベルの高い色を、「大人っぽい」「落ち着いた」「渋い」「クール」「エレガント」にレベルの低い色を、「女性的」「気さく」に暖色を、「中性的」「クール」に寒色を選択したことであった。要するに、対照的な意味合いをもつ言葉同士を結ぶベクトルの向きが逆転するような現象は見受けられなかった。しかしながら年代が上がるにつれ、多くの評価項目が低レベル側にシフトし、「女性的」と「中性的」、「華やか」と「渋い」、「気さく」と「クール」についてはそれぞれの寒暖方向にベクトルの長さが大きくなっていくのが観察された。

年代により印象評価スコアに相違があった理由としては、次の2つが考えられる。1つ目は、ヘアメイクアップから受ける第一印象は10代ではまだ固定化されておらず、20代から40代くらいまでに徐々に形成されるという可能性である。10代から40代にかけてプロットの位置が

縦横に広がり、40代と50代とではそれぞれの評価項目のプロットが近い位置にあったが、これはリップカラーに起因される第一印象を調査した実験²⁾でも観察された現象である。2つ目は、おしゃれに対する感度・自由度が高い20歳前後の学生時代にヘアカラーを体験している世代とそうでない世代との差である。40代以上の大半はヘアカラーブームが起きた1990年代にはすでに社会人になっており、明るすぎる髪色にマイナスイメージを持つ人も一定数いる年齢層である。今回の実験では「きらい」「似合わない」を除きポジティブなことばを用いたため、40代以上では全体的にプロットの位置が低レベル側にシフトし、寒暖スコア方向に広がったと考えられる。10代や20代は、様々な髪色にチャレンジしたい世代であり、「やってみよう髪色」も比較的高レベルにある。「嫌い」に選択する人が集中した14レベルのゴールドリを除けば、高レベルの髪色への受容性が高いともいえる。

4. まとめ

日本人女性の平均顔を用い、48色のヘアカラー画像を作成し、実験参加者に様々な印象評価項目に該当するヘアカラー画像を選んでもらった。男性は主にレベルで、女性はレベルに加えて寒についても多くの印象評価項目について一貫した傾向が認められた。また年齢が上がるにつれ、印象評価に関わる要素がレベルから寒暖へ遷移していく様子が観察された。ただし、印象評価のベクトルの方向が大きく変わることとはなかった。

実験参加者の属性による対人印象の共通点・相違点を明らかにすることで、今後顧客を取り巻くTPOや顧客自身の表現したいイメージに応じたヘアカラーリングの提案に応用できるであろう。

参考文献

- 1) 中川登紀子:ヘアカラーの印象評価,日本色彩学会誌.42-6(2018)210-212
- 2) 中川登紀子:性別毎・世代毎のリップカラーの印象評価の比較,フレグランスジャーナル.47-2(2019)31-37

中高年男性を対象としたファッション色彩に関する意識調査

Consciousness Survey Regarding Fashion Colours Targeting Middle-aged men

江良智美 Satomi Era

帝京平成大学現代ライフ学部
人間文化学科メディア文化コース

Teikyo Heisei University
Faculty of Modern Life
Department of Human Culture
Media Culture Course

Keywords: ファッション色彩, 意識調査, 中高年男性, ビジネスカジュアル, クールビズ, メンズファッション

服を纏うことは、自己肯定感の増大、精神的な豊かさの創出、良好な対人関係の構築など、様々な役割が期待できる。

1. はじめに/本研究の目的

2005年から環境省が推進してきたビジネス時の衣服軽装化による環境対策キャンペーン「クールビズ」も14年目を迎え、定着しつつある。就業時に着用されることが一般的であったスーツの着用が簡略化されたことは、日本における男性向けファッションに大きな影響を及ぼした。

だが、女性がファッションを通じてより自分らしく装い、アンチエイジングなどコスメトロジーに興味を持ち生活に取り入れることに肯定的であるのに対し、40代以降の男性は、体型など身体的変化、住宅購入や教育費等の家庭における経済的負担を迎える時期であり、自らの衣服に対する興味や投資を諦めてしまう傾向にある。この原因には心理学的観点から考察すると、中高年期の発達における自尊感情や自己評価に深く関係していると考えられる³⁾。

しかし、女性向けファッションが生活、年代、志向などから細やかに分類され、様々なデザインや物語性によって商品展開されるのに対し、男性向けファッションはいまだ新しい提案の余地がある。男性向けファッション商品でも「ジェンダレス」などの影響から自由な表現が増えてきている。しかし、働き盛りである中高年男性を購買者と設定する衣服は画一的なものが多く、素材、デザイン、サイズ、価格帯などのバリエーションは少ない現状がある。

一方で、サラリーマンと家庭を守る専業主婦という「夫は外で働き、妻は家庭を守るべきである」という戦後以降日本人夫婦の基本モデルであった性別役割分担意識は大きく変化している。内閣府が発表した『男女共同参画基本白書(概要版)平成29年度版』⁴⁾では、性別役割分担意識に対して昭和54年は「賛成」「どちらかといえば賛成」という意見が女性70%、男性75.6%だったのに対し、平成28年には女性37%、男性44.7%と減少している。

厚生労働省資料『健康日本21』¹⁾では、国民の一生涯を「幼年期」(0-4歳)、「少年期」(5-14歳)、「青年期」(15-24歳)、「壮年期」(25-44歳)、「中年期」(45-65歳)、「高年期」(65歳以降)と分類している。近年は人生100年時代と呼ばれる超高齢化社会に突入しているが、実際問題としてWHOが提唱する心身ともに自立し、健康的な生活を送ることのできる健康寿命が重要であり、平均寿命と健康寿命の差の縮小化は現在地域福祉の政策などで進められている²⁾。こうした状況の中で、ファッションが人生に彩りを与える可能性は非常に大きい。自分が心地良く感じる色彩や素材の衣

男性中心型労働慣行の典型であった終身雇用や年功序列制度は崩壊し、働き方は裁量労働制や成果主義が中心となり、より個人化してきている⁵⁾。一方で家庭生活における父親の育児参加や妻の就業による家事分担など、家庭生活の活動に対する期待は増大している。ワーク・ライフ・バランスの重要性は喫緊の課題であるが、仕事と家庭を繋ぐ存在として「自分らしさ」を表現するための男性向けファッションは、今後果たす役割が大きいと考える。

男性学の観点から考察すると、日本社会にはファッションやコスメトロジーに興味を持つ男性は「男らしくない」という固定概念があり、「男らしくない」ことに対する劣等感や自己肯定感やその後の人格形成に大きな影響を与える⁶⁾。また日本では中高年男性が自分らしく装うことへ抵抗感を感じる人は少なくない。更に配偶者や家族からの指摘で衣服の選択が左右されることも日本人男性の特有事例といえるだろう。一方で生涯独身として過ごす男性も増加しており、価値観は多様化している。ファッションは現状を打破する役割を担うべきであり、「男らしさ」などの社会通念を払拭することはダイバーシティ社会において重要な課題である。

中高年男性向けファッションの選択肢が豊かになることによって得られる利点は多い。しかし、雑誌媒体の記事等を精査すると、商品紹介が中心で、年齢や体型変化のカバー方法、ビジネスや対人関係で好印象を与えるための着こなし情報が多く、より深いパーソナリティや個人の志向に訴える内容が少ない。中高年男性向けファッションの根本的な課題は情報不足にもあると考える。

男性向けファッションの先行研究として、繊維学の観点から紳士服素材の機能性、ユースカルチャーとの関係性から言及した論考は存在するが、中高年男性に特化した事例は非常に少ない。ファッションと中高年男性の関係を様々な学問領域から研究することは、男性が自分らしく装うことの社会的認知を高め、アイデンティティの確立や生きがいの創出に繋がると考える。本研究では、中高年男性向けファッションを今後どのような角度から総合的に研究するべきかの試論第一段階としてファッション色彩から研究対象者の主観的情報を得ることを目的とした。そして中高年男性が日常的に感じる衣服や色彩の所感を中心に質的調査を試みた。結果、今後規模を拡大したアンケート調査を行うための諸問題を抽出でき、今後の指針を得ることができた。

2. 方法

調査方法：インターネットアンケートによる多項目選択式回答及び自由記述式回答の質的調査を行なった。業界や就業形態、好きな色に対する所感、ファッションとして取り入れる色彩の印象、衣服選択時の意見等を求めた。

対象年齢：一般的に中高年男性と呼称する世代

は、厚生労働省の提言する壮年期から中年期である。本研究では就業する男性を対象としたので60歳で定年退職すると仮定し、40代と50代に限定した。試験調査のため100名を上限とし、102名から有効回答を得た。

回答者：筆者の友人・知人及びその紹介者にSNSで告知を行い、調査に応じてくれる協力者を募った。

調査期間：2019年2月14日から2月16日の2日間インターネット上で回答サイトを公開し、上限の100名に回答者が達した時点で終了した。

3. 調査票について

題目：『男性を対象としたファッション色彩に関する意識調査』とし、『中高年男性を対象としたファッションについての意識調査』の一環であることを明記した。

設問設定：設問は以下の11問を設定した。

1. 年齢区分：年齢は、40-43歳、44-46歳、47-49歳、50-53歳、54-56歳、57-59歳として各年代を前期、中期、後期として分類した。
2. 就業形態/職種/業界
3. 普段着についての興味・関心
4. 「自分に似合う色」への関心
5. 「好きな色」への関心とその所感
6. 「好きな色」の着用度合いとその所感
7. 「よく着用する普段着の色」とその所感
8. 「着用してみたい」と思う色とその所感
9. 「お洒落である」と思う色とその所感
10. 普段着にカラーコーディネートを取り入れることへの関心
11. 普段着と色彩についてのエピソード、困っていることに対して所感

4. カラーチャートについて

4-1. 「好きな色」「よく着用する色」に関して

調査対象を中高年男性と限定した場合、選択肢としてどのようなカラーチャートを使用するかは重要な課題である。質問票を作成するにあたり、中高年男性にとっては色数が多すぎても少な過ぎても選択と判断が難しくなることが判明した。よって今回の試験調査では基本となる色彩を心理四原色とその心理補色計8色とし、色番号

(2, 4, 6, 8, 12, 14, 18, 20)をPCCSの純色(ビビッドトーン)からまず抽出した. 次に明清色, 暗青色, 中間色から男性向けファッションで比較的多く採用される代表的なトーン(パール, ダル, ダークグレイッシュ)の同番号を抽出した. 無彩色としてホワイト, ライトグレイ(Gy-8.5), ミディウムグレイ(Gy-5.5), ブラック(Bk)4色を抽出し, 計36色を選択した. しかしインターネット調査においては細微な色彩の差異が判断されにくく, 特に中高年男性にとって「青」「黄色」など純色の印象が強くと中間色に関しては「わからない」という回答が多く寄せられることが判明し, 調査対象とするファッション色彩の選定は今後の課題であると感じた.



(図1)「好きな色」「よく着用する色」のカラーチャート

4-2. 「着用してみたい色」「お洒落である」と感じる色に関して

「着用してみたい色」「お洒落である色」に関しては, 研究対象者が青年期を過ごした時期の流行色を抽出し, 所感との関連性の分析を試みた. 参考資料として(社)日本流行色協会(JAFCA)『日本のファッションカラー100: 流行色とファッショントレンド 1945-2013』を用い, 2019年2月現在で40歳(1978年生)から59歳(1958年生)の男性が青年期(15-24歳)を過ごした時期を1973年から2002年前後頃と仮定し, 特徴的で話題となったファッションスタイルや期間に服飾雑貨品に用いられた流行色27色を抽出した⁷⁾.



(図2)「着用してみたい色」「お洒落であると感じる色」のカラーチャート

4-3. 普段着に関するエピソード, 困っていることに関して

自由記述方式で「普段着と色彩に関するエピソード」「困っていること」の回答を求めた結果, 有効回答102件のうち, 95件の回答が寄せられた. 質問票冒頭の多項目選択式回答で「普段着について関心がある」とした人の割合が82.4%だったことに対し, その大多数が自分の着用している衣服に不安や疑問を感じていることが判明した.

5. 今後の研究について

今回の試験調査では2日間に100件の回答が寄せられ, 中高年男性のファッション研究の意義と対象者が情報を必要としていることが明確となった. 2019年度全国大会発表までに今回の試験調査結果を精査し, 今後の研究活動の指針を明確にしたいと考えている.

- 1) 厚生労働省 HP 『健康日本21』
(https://www.mhlw.go.jp/www1/topics/kenko21_11/s0.html), 2019年3月25日閲覧.
- 2) 厚生労働省 HP 広報誌「厚生労働」
https://www.mhlw.go.jp/houdou_kouhou/kouhou_shuppan/magazine/2018/03_01.html
2019年3月25日閲覧.
- 3) 若本純子『老いと自己概念の媒介機能から捉えた中高年期発達の機序』p.106-125, 風間書房, 2010.
- 4) 内閣府男女共同参画局『男女共同参画白書(概要)平成29年度版』
http://www.gender.go.jp/about_danjo/white_paper/h29/gaiyou/html/honpen/b1_s04.html
2019年3月25日閲覧.
- 5) 多賀太『揺らぐサラリーマン生活: 仕事と家庭のはざままで』ミネルヴァ書房(2011).
- 6) 多賀太『現代思想: 特集男性学の現在; 日本における男性学の成立と展開』, vol.47-2, 青土社(2019) p21-33.
- 7) (社)日本流行色協会(JAFCA)『日本のファッションカラー100: 流行色とファッショントレンド 1945-2013』, ビー・エヌ・エヌ新社(2014).

上衣と下衣の対比印象度及び感性評価に対する柄の大きさや色彩の与える影響

The Influence of Size and Color of Pattern on Contrast Impact of Two-Piece Garments and KANSEI Evaluation

高石耕平	Kohei Takaishi	宇都宮大学	Utsunomiya University
今津果歩子	Kahoko Imazu	同志社女子大学	Doshisha Women's College of Liberal Arts
藤本純子	Junko Fujimoto	同志社女子大学	Doshisha Women's College of Liberal Arts
石川智治	Tomoharu Ishikawa	宇都宮大学	Utsunomiya University
奥田紫乃	Shino Okuda	同志社女子大学	Doshisha Women's College of Liberal Arts
阿山みよし	Miyoshi Ayama	宇都宮大学	Utsunomiya University

Keywords: コントラスト・インパクト, 上衣・下衣, 布地, 花柄.

1. はじめに

現代人のファッションコーディネートへの関心は高く、コーディネートを選ぶ際に最も重要な要素の一つである配色問題に関しては色票やモニターを用いた様々な研究が行われている[1, 2]. 現代人の大多数のファッションコーディネートは上衣(ブラウス, シャツ等)と下衣(パンツ, スカート等)の組合せである. ファッションセンスの有無に関わらず, 人々は上衣・下衣を選ぶ際に何らかの「対比」を考えている. 無地・柄に関わらず, 上衣と下衣の対比印象及び感性評価との関係を定量的に表すことができれば, ファッションデータベース等でのコーディネートの提案にも役立つ.

我々は, 先行研究において上衣と下衣の対比印象の強さを「コントラスト・インパクト」と呼び, その尺度化と感性評価との関係について検討した[3, 4]. しかし, 下衣の色は黒に限定され, 上衣のパターンは統一されていなかった. したがって, 結果の汎用性が不十分であり, 柄の大きさによる影響の分析も困難であった.

本研究では, テスト刺激として4種の明度の無地を用いた下衣と同じパターンで柄の大きさが異なる上衣, 同じ柄で色の異なる上衣を用いた組合せにおいて, 上衣と下衣の対比印象の強さの尺度化を試みる. また, それらの組合せに対して感性評価を行うことで柄の大きさや色彩がコントラスト・インパクトや感性評価にどのような影響を与えるのかについても検討する.

2. 実験概要

対比印象比較実験では, 花柄の上衣と無彩色無地の下衣を組み合わせたテスト刺激と無彩色無地の上衣・下衣を組み合わせた対比刺激の対比印象の比較を行わせた. テスト刺激と対比刺激の呈示例を図1に示す. 花柄の布地は黒系, 赤系, 黄系, 緑系, 青系の大きい花柄, 黒系の中, 小サイズの花柄の計7種類, 無地は白, グレイ1, グレイ2, 黒(明度は9.5, 7, 4, 1.5程度)の4種類を使用した.



図1. 刺激呈示の例

感性評価実験では, 対比印象比較実験で用いた28種類のテスト刺激に対して感性評価を行わせた. 「落ち着いた」「かわいい」「清楚な」「明るい(視覚的)」「地味な」「目立つ」の6評価語を用い, 0から6の7段階で感性評価を行った.

被験者から呈示刺激までの視距離は約100cmとし, 刺激は55cmの台に置いて呈示した. 鉛直面照度を約650lx, 水平面照度を約350lxに設定した. 被験者は生活科学系の女子学生5名, 工学系の女子学生5名の計10名で行った.

3. 測色

上衣と下衣の平均輝度として図2の挿入図の赤で囲んだ部分の輝度、色度を2次元色彩輝度計(KONICA MINOLTA CA-2500)を用いて測色した。各々の組合せにおいて、平均輝度の高い方を L_{high} 、低い方を L_{low} とした。

4. コントラスト・インパクトの導出方法

対比印象比較実験において、テスト刺激と対比刺激の組合せごとに、被験者全員分の「テスト刺激の方が対比印象は強い」と判断された回数を集計した。それをテスト刺激ごとにまとめ、対比刺激の上衣と下衣の輝度コントラストを x 、その対比刺激と組合せになった場合の「テスト刺激の方が対比印象は強い」と判断された回数を y とし、シグモイド型の関数を用いて曲線近似を行った。この時求められた近似式の $y=20$ の時の x の値をコントラスト・インパクトとした(図2)。

ここでの x は以下の式(1)で算出した。 k は結果がシグモイド型の関数での近似が良好になるように無地の明度に乘じた係数であり、白、グレイ1、グレイ2、黒に対して、各々2.0, 1.1, 0.6, 0.5である。全条件で近似曲線による推定値と実際にテスト刺激が選ばれた回数の相関係数は0.89以上であった。

$$x = (kL_{high} - kL_{low}) / (kL_{high} + kL_{low}) \quad (1)$$

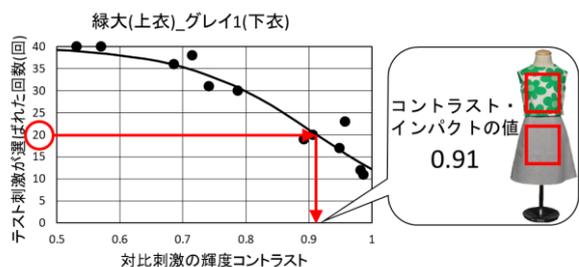


図2. コントラスト・インパクトの求め方

5. 実験結果

求められたテスト刺激のコントラスト・インパクトを図3に示す。黒の小及び中サイズの花柄では下衣の明度低下と共にコントラスト・インパクトは低下し、有彩色の花柄では下衣の明度低下とともにコントラスト・インパクトは増大している。

テスト刺激のコントラスト・インパクトと各評価語の平均評価値との関係について、無彩色の組合せと有彩色を含む組合せに分けて検討した。無彩色の組合せでは「明るい」「目立つ」と強い正

の、「落ち着いた」「地味な」と強い負の相関が見られた。有彩色を含む組合せでは「かわいい」「清楚な」「明るい」と強い負の相関が見られた(表1)。

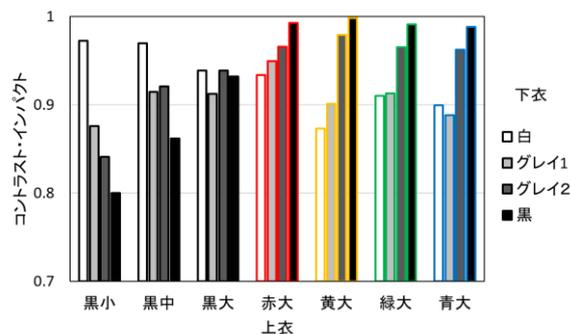


図3. テスト刺激のコントラスト・インパクト

表1. コントラスト・インパクトと評価語の相関係数

	無彩色	有彩色
落ち着いた	-0.86	-0.08
かわいい	0.56	-0.60
清楚な	0.43	-0.75
明るい(視覚的)	0.79	-0.67
地味な	-0.81	0.36
目立つ	0.76	-0.26

6. まとめ

対比刺激の明度に適当な係数を乗じて導出したコントラスト・インパクトにより、対比印象の強さを定量化できた。上衣の柄の大きさや無彩色、有彩色の違いにより、コントラスト・インパクトの傾向に違いが見られた。無彩色・有彩色の組合せ各々において、いくつかの感性評価語との間に強い相関が見られたが、両者を統一的に説明するためにはさらなる検討が必要である。

参考文献

- 1) 伊藤久美子: 服装における色彩調和に関する研究—色彩感情からみた配色—, 日本色彩学会誌 25(3) (2001) 183-192
- 2) Huang, M., et al.: Color Harmony in Two-Piece Garments, Color Res. Appl. 42(4) (2017) 498-511
- 3) Ayama, M., et al.: Contrast Impact of Two-Piece Garments, AIC2017 Jeju (2017)
- 4) 高石耕平ほか: 上衣と下衣の組み合わせにおける対比印象評価—コントラスト・インパクトの提案—, 第20回日本感性工学会大会予稿集 (2018)

衣服の色相選択と緊張感の調査研究

The Research Study in Hue Selection of Clothes and Nervous

昆野照美 Terumi Konno C. W. I
 柿山浩一郎 Koichiro Kakiyama 札幌市立大学

Color Working Institute
 Sapporo City University

Keywords: 衣服、色相、心理、緊張感、大学生

との仮説を構築し、「緊張時」での服装の色相選択傾向を明らかにすることを研究目的とする。

1. はじめに

人間には、あらゆる生活シーンで自身が保有している衣服や持ち物などを選ぶ機会がある。その際の選択基準は、人間個々に異なるものであるが、毎日の衣服選択基準には大きく分けると①ファッション性、②機能性、③社会性の3分類があると本研究では考えた。具体的な定義を以下に示す。

①ファッション性とは、衣服は人それぞれのアイデンティティを表すものであり、個人の意志が強く反映され、基本的には外部からの制限をあまり受けない要素と定義する。

②機能性とは、季節や天候によって左右される要素と定義する。具体的には天候不順時（大雨時）に、水に弱い材質や水撥ねが目立つ色の衣服を着ていくことをあきらめる等である。

③社会性とは、国や地域などの文化的背景の中に存在するTPOといった、衣服に対する社会的な制限の要素と定義する。例えば冠婚葬祭などには厳格な色彩の約束事が存在する。日本における結婚式では、招待された女性は花嫁と同じ白色はタブーとされ、また、お葬式では列席者の衣服は、黒色が基本とされる。

本研究では、以上3つの分類の中で、人間の判断に外部的要因が関係しない①を調査対象とする。具体的には、ひどく落ち込んでいるときに鮮やかな色の衣服を着ることがためらわれる、又は、元気な気分時には、明るい色の衣服を選択した経験が少なからずあることなどがあげられる。

2. 研究目的と仮説

本研究では、学生の「通常期間（平常時）」と、一般的に緊張状態になると考えられる「テスト期間（緊張時）」の通学時の衣服を対象とする。「学生の定期試験週間と、そうではない期間の服装の色相に、なんらかの変化が現れるのではないか」

3. 先行研究調査

内藤⁽¹⁾の調査によると、大学生の着装規範意識は、「学校」は「百貨店やデパート」と近似した位置に布置され（図1）⁽²⁾、なおかつ「機能性」や「社会性」の得点が低くなるのが明らかとなっている。つまり、大学生の衣服は①ファッション性を重視して着用され、②機能性や③社会性の影響をあまり受けず選択されている。したがって、大学生の通学時の服装は、個人の意思が強く反映され、外部からの影響が少ないため、自然な感情によって選択されているといえる。

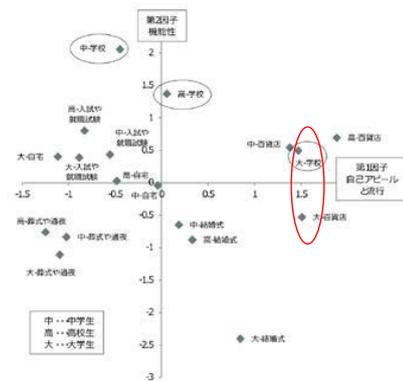


図1 着装規範意識 因子得点散布図

(出典 内藤 2014 p924)

4. 研究方法

2018年7～8月にかけて、札幌市内の大学生を対象に通学時に装着している衣服の色相調査を行った（図2）。



図2 実験風景

仮説の「通常期間」と「テスト期間」の色相変化の調査を目的とし、撮影日程を検討した。具体的には、天候や温度、湿度の条件に左右されることも考慮し、夏季の通常期（7月中4日間）とテスト期間（8月中4日間）の複数日のデータを取得することとし、ビデオカメラを札幌市立大学芸術の森キャンパスのエントランスに設置した。撮影した人数は、通常期 580 名、テスト期間 372 名であった。

5. 分析のプロセスと実験結果

分析のプロセスとしては、撮影した通行人の衣服の色彩をパソコン上で抽出し、「通常期間」と、「テスト期間」それぞれに対して、上下衣服の色彩を pccs カラーカードの近似色に置き換え、その後、マンセル値（色相、明度、彩度）に変換した。同時に、当日の天候、気温、湿度も記録した（表 1）。

表 1 衣服の色相・明度・彩度

7月10日 曇り 20度 75%		色相											明度			彩度				
上着衣		R	YR	Y	GY	G	BG	B	P	RP	W	N	Bk	高(>)	中(>)	低(<)	高(>)	中(>)	低(<)	
1	Sy-7.0 N7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	71	03
2	Sy-7.0 N7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	71	03
3	Sy-2.5 N2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	253	03
4	W N9.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	951	03
5	Bk n1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	153	03	
6	Bk n1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	153	03	
7	H2 4R 7/8 4R 7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	71	82
8	W N9.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	951	03
9	dkg4 10R 2/10R	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	23	153
10	W N9.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	951	03

表 1 では、衣服の色彩データを色相・明度・彩度の 3 属性に変換したが、体調に最も関わっている傾向が強い「色相」のみに限定した⁽³⁾。

「通常期間」と「テスト期間」の色相データのみを対象とし、何らかの特徴的な色相傾向があるかを表 2 と表 3 のように、比較検討することとした。

表 2 衣服の色相（各日）

上着衣	色相											明度			彩度				
	R	YR	Y	GY	G	BG	B	P	RP	W	N	Bk	高(>)	中(>)	低(<)	高(>)	中(>)	低(<)	
通常	11%	4%	2%	0%	6%	0%	1%	15%	0%	0%	27%	12%	20%	42%	18%	40%	7%	20%	73%
テスト	8%	3%	2%	0%	2%	0%	2%	12%	1%	0%	34%	10%	20%	47%	15%	38%	8%	14%	78%

下着衣	色相											明度			彩度				
	R	YR	Y	GY	G	BG	B	P	RP	W	N	Bk	高(>)	中(>)	低(<)	高(>)	中(>)	低(<)	
通常	3%	5%	2%	0%	5%	0%	1%	32%	0%	0%	5%	12%	34%	17%	27%	57%	2%	34%	65%
テスト	2%	7%	3%	0%	2%	0%	0%	33%	0%	0%	4%	12%	33%	20%	23%	57%	2%	34%	64%

表 3 「通常期間」と「テスト期間」の全日比較（平均）

日	天候	気温	湿度	件数	色相											明度			彩度							
					R	YR	Y	GY	G	BG	B	P	RP	W	N	Bk	高(>)	中(>)	低(<)	高(>)	中(>)	低(<)				
7月10日	曇り	20	75	133	12	5	2	1	6	1	3	21	0	2	34	16	30	58	15	60	4%	23%	74%			
7月11日	晴れ	17	74	177	9%	4%	2%	1%	5%	1%	2%	16%	0%	2%	26%	12%	23%	44%	11%	45%	4%	23%	74%			
7月12日	晴れ	24	56	74	12	5	9	0	15	0	1	30	0	0	53	19	33	75	36	66	15%	31%	54%	8%	18%	74%
7月13日	雨	20	79	196	11%	5%	1%	1%	4%	0%	1%	9%	0%	0%	36%	14%	16%	46%	16%	38%	##	16%	73%			
580					16%	6%	1%	0%	7%	0%	1%	14%	0%	0%	23%	12%	21%	40%	21%	39%	6%	22%	72%			
通常 平均					11%	4%	2%	0%	6%	0%	1%	15%	0%	0%	27%	12%	20%	42%	18%	40%	7%	20%	73%			

図 3、図 4 のように上着衣と下着衣各々に対し、各色相において、比較的变化が生じた色相を可視化した。

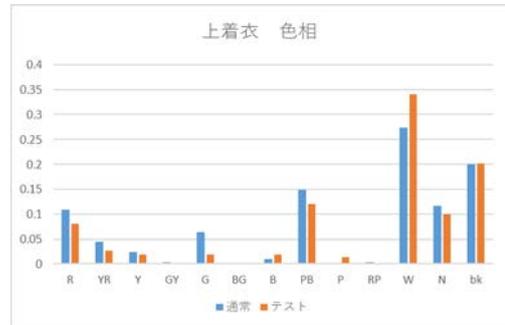


図 3 デザイン学部通行人調査 上色相

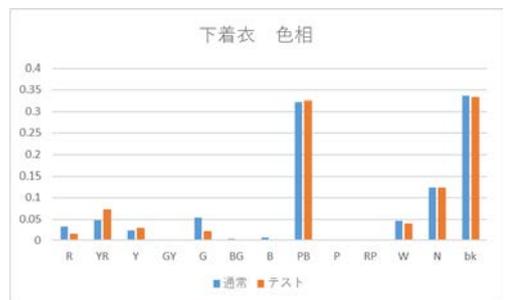


図 4 デザイン学部通行人調査下色相

結果は、上着衣に関しては、テスト期間に有彩色が減る傾向にあり、G（緑）は 4%減、R（赤）、PB（紫みの青）は各 3%減となった。逆に W（白）は増える傾向にあった。W（白）に関しては、「通常期間」と「テスト期間」の違いは平均で 7%であるが、同じ天候で比較すると、雨天時は、23→43%とかなり増加する傾向にあった。

下着衣に関しては、テスト期間に G（緑）が 5%から 2%に減り、W（白）と bk（黒）も 1%減った。逆に、YR（橙）は 5%→7%に増え、Y（黄）、PB（青）も 1%増える傾向にあった。

6. 統計的分析

6-1. t 検定による分析

通常期間とテスト期間の色相の変化の差を分析するため、統計的検定を行うこととし、対応の

ない t 検定 (母集団が通常期間とテスト期間が全く同じ人物というわけではなく対応がないためこの検定方法をとった) による分析を行うこととした。

次に、「通常期間」と「テスト期間」の割合の変化の割合がやや大きい上色相の、W (白)、G (緑)、PB (紫みの青)、R (赤)、下色相の G (緑)、YR (橙) を対象に、それらのデータに関して対応のない t 検定を行うこととした (表 4)。

表 4 通常期間とテスト期間の衣服の色相割合の変化

上	通常	580	テスト	372	下	通常	580	テスト	372
通常	580	27%	34%		G	5%	2%		
サンプル	580	372			通常	580	372		
w	27%	34%			G	5%	2%		
					YR	5%	7%		
G	6%	2%			通常	580	372		
					サンプル	580	372		
PB	15%	12%			YR	5%	7%		

6-2. t 検定結果

(1) 上着衣 PB (紫みの青) に関して、両側検定の t 検定を行った結果、「通常期間」と「テスト期間」には、有意な差は認められなかった (表 5)。

表 5. PB (紫みの青) に関する t 検定. * $p < 0.05$. $p < 0.01$, **; $p < 0.001$

	n	比率 (%)	Z値	p値
通常	580	14.83%	1.11934	0.2327
テスト	372	12.10%		

(2) 上着衣 G (緑) に関して、「通常期間」と「テスト期間」を対象に、両側検定の t 検定を行った結果、有意確率 $p < 0.001$ で、有意差が確認された (表 6)。

表 6. G (緑) に関する t 検定. * $p < 0.05$. $p < 0.01$, **; $p < 0.001$

	n	比率 (%)	Z値	p値
通常	580	6.38%	3.2249	0.0013**
テスト	372	1.88%		

(3) 上着衣 W (白) に関して、「通常期間」と「テスト期間」を対象に、両側検定の t 検定を行った結果、有意確率 $p < 0.05$ で、有意差が確認された (表 7)。

表 7. w (白) に関する t 検定. * $p < 0.05$. $p < 0.01$, **; $p < 0.001$

	n	比率 (%)	Z値	p値
通常	580	27.00%	-2.3055	0.0211*
テスト	372	34.00%		

(4) 下着衣 YR (橙) に関して、両側検定の t 検定を行った結果、「通常期間」と「テスト期間」には、有意な差は認められなかった (表 8)。

表 8. YR (橙) に関する t 検定. * $p < 0.05$. $p < 0.01$, **; $p < 0.001$

	n	比率 (%)	Z値	p値
通常	580	4.83%	-1.5683	0.1168
テスト	372	7.26%		

(5) 下着衣 G (緑) に関して、両側検定の t 検定を行った結果、「通常期間」と「テスト期間」は有意確率 $p < 0.05$ で、有意差が確認された (表 9)。

表 9. G (緑) に関する t 検定. * $p < 0.05$. $p < 0.01$, **; $p < 0.001$

	n	比率 (%)	Z値	p値
通常	580	5.34%	2.4261	0.0153*
テスト	372	2.15%		

6-3. χ^2 乗検定による分析

6-2 では、それぞれ変化の割合が比較的高い色相にあたりをつけて両側検定の t 検定を行ったが、上着衣の色相と下着衣のすべての色相を対象に χ^2 乗検定で分析をした (表 10、11)。

表 10 全ての上色相における χ^2 乗検定結果

期待度数	通常	テスト
R	57.269	36.731
YR	26.807	17.193
Y	15.231	9.769
GY	4.265	2.735
G	28.025	17.975
BG	1.218	0.782
B	5.483	3.517
PB	98.697	63.303
P	1.828	1.172
RP	1.218	0.782
W	143.172	91.828
N	68.235	43.765
Bk	128.550	82.450

独立性の検定

カイ二乗値 自由度 P 値 * : $P < 0.05$ ** : $P < 0.01$
30.1986 12 0.0026 **

Cramer's V 0.1781

通常期間とテスト期間の上色相の変化に関しては、p 値が 0.0026 のため、 $p < 0.01$ において、 $\chi^2(12) = 30.1986$ で有意な連関が認められた。また、連関の強さに関しては、Cramer's V (効果量) = 0.1781 のため、小さな連関であるといえる。

下色相の変化に関しては、p 値が 0.0026 のため、 $p < 0.01$ において、 $\chi^2(10) = 13.3296$ で有意な連関は認められなかった。

表 11 下色相 χ^2 乗検定結果

期待度数	通常	テスト
下色相		
R	15.442	9.558
YR	33.972	21.028
Y	15.442	9.558
G	24.089	14.911
BG	1.235	0.765
B	3.088	1.912
PB	190.245	117.755
RP	0.618	0.382
W	25.942	16.058
N	72.886	45.114
Bk	197.039	121.961

独立性の検定

カイ二乗値 自由度 P 値 * : P<0.05 ** : P<0.01
13.3296 10 0.2058

Cramer's V 0.1191

7. 考察

以上の表 10、表 11 をもとに考察を行う。本調査の結果、「通常期間（平常時）」と「テスト期間（緊張時）」の着衣の色相には、以下の傾向がみられるのではないかと考えた。

- (1) 上の着衣に関しては、テスト期間は主に、有彩色は減り、白が増加する傾向にある。
- (2) 下の着衣に関しては、緑と白と黒がやや減少し、逆に橙、黄、青がやや増加する傾向にある。

8. 本研究の結論

本研究では、「緊張時」と服装の色相選択傾向にどのような傾向があるかを明らかにすることを研究目的に、通行人の衣服調査を行った。

結果、一定の傾向があることを確認し、緊張時にある被験者は、上着衣に白を選択し、下着衣には橙、黄、青を着装する傾向がやや高まることが明らかとなった。

9. 今後の課題

本研究の通行人調査においては、「緊張」と「白」のかかわりが示唆されたが、その理由を明確にするため、別の季節での調査を行うことが考えられ

る。また、通行人に対して負担がかからない方法で、各日の衣服の色相を選択した理由を聞くなどの調査を実施検討することも今後必要であろう。

参考文献

- [1]内藤章江: 中学生・高校生・大学生の着装規範意識と着装に関する教育経験, 繊維製品消費科学, 55(12), pp 920-932, 2014
- [2]内藤章江: 中学生・高校生・大学生の着装規範意識と着装に関する教育経験, 繊維製品消費科学, 55(12), pp 924, 2014
- [3]昆野照美: 色相選択の心理的要因とアクティビティの関係, 札幌市立大学 修士論文, p65, 2019

室内空間の雰囲気に適した壁紙

—壁紙の色と模様による心理効果の実験—

Wallpaper for Different Indoor Space Atmosphere :Psychological Experiment on Wallpaper Color and Pattern

庄 怡 Yi Zhuang 筑波大学芸術系
阿部 楓子 Fuko Abe 筑波大学芸術専門学群
山本 早里 Sari Yamamoto 筑波大学芸術系

Faculty of Art and Design, University of Tsukuba
School of Art and Design, University of Tsukuba
Faculty of Art and Design, University of Tsukuba

Keywords: インテリア, 壁紙, 色, 模様, 心理効果

る壁紙のカタログを調査する。次に、その結果を踏まえ、壁紙のサンプルを複数作成して印象評価実験を行う。

1. はじめに

日本では 2017 年に内装仕上げ材として 701,884,165 平方メートルの壁紙が生産され、その中で、2,087,321 平方メートルの壁紙が世界の市場へ輸出されている¹⁾。インテリア商品の製造を行っているL社が出版している壁紙のカタログ最新版には 861 枚の壁紙があった。しかし、このように壁紙の種類は多いが、使用者の満足度などは特に検証されておらず、ほぼ事業者の判断で生産されている。

君島ら(2008)²⁾は壁紙のパターン知覚が印象評価に与える影響を研究した。その結果、イメージ要素・パターン要素に対して、解像度が上がるとイメージ要素の認識度が高くなるということがわかった。しかし、使用者に対して心理的な影響は検証されていない。

石瀬ら(2012)³⁾は壁面色の違いによる気分の変化および生理的な効果を実験し、それぞれの色に対する気分をまとめた。しかし、単色の色に対する実験であり、パターンや、配色の面は述べられていない。

大森ら(2002)⁴⁾は色彩刺激に対する心理評価と生理反応の実験を行った。研究の結論として、色紙の大きさによって生理的な反応が異なることを示している。

このように、先行研究では、壁紙の色、パターンなどが使用者に影響を与えていることを明らかにしているが、それぞれの部屋の雰囲気に合う壁紙の特性は分析されていない。この現状を踏まえ、本研究は、より優れた空間を創出するため、壁紙の配色、色の数と模様をもとに、部屋の雰囲気にあった壁紙のデザインの手法を明らかにする。そのため、現状調査として市場で使われてい

2. 現状調査

現状の壁紙を把握するため、はじめにL社の壁紙のカタログ 2017-2020 版(図1)を調査した。マンセル表色系の色票を用い、861 枚の壁紙に対して測色調査を行った。ベース色、色数と模様の特徴から壁紙のデータをまとめた。

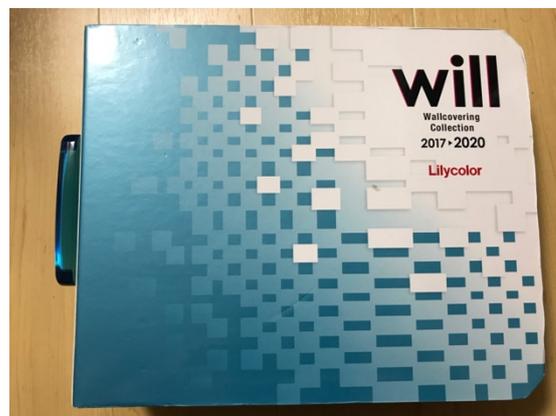


図1 L社の壁紙のカタログ

ベース色は図2に示したように、34%の壁紙がY系の色を使っており、26%の壁紙がYR系の色を使っている。また、19%の壁紙が無彩色N系の色を使っていることがわかった。

明度から見ると、35%の壁紙が明度9以上の色を使っており、21%の壁紙が明度8~8.5の色を使っていた。彩度に関しては、58%の壁紙が彩度1~2の色を使っていた。15%の壁紙が彩度3~4の色を使っていた。

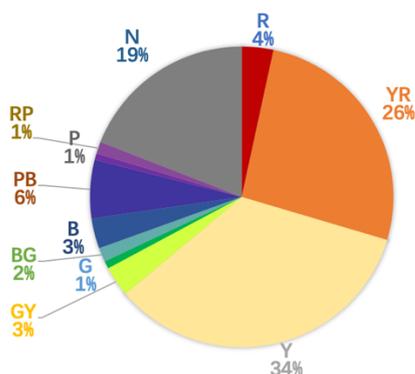


図2 カタログの壁紙のベース色の色相

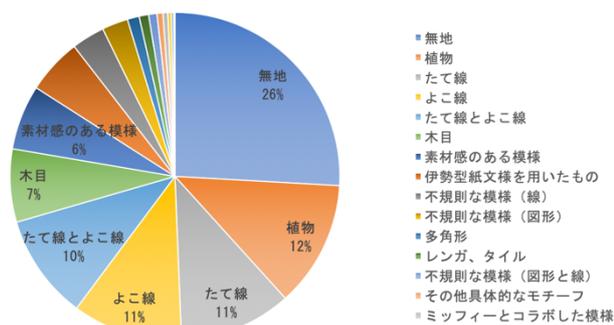


図3 カタログの壁紙の模様

壁紙の模様を分類した結果を図3に示す。無地の壁紙が一番多く使われている(26%)。その次は植物(15%)、幾何学の模様である(たて線11%、よ

こ線11%、たて線とよこ線11%、他)。

3. 印象評価実験の方法

現状調査の結果をもとに、現実によく使われている色相Y系、B系、N系の色をベース色として実験用の壁紙を制作した。

色数は2~3色、4~7色に分け、模様は具象的な模様、幾何学の円の模様、幾何学の三角形の模様に分けて実験図版を作った。実験図版は図4に示したように合計18枚である。

今回の実験図版は縮尺4分の1で900センチ×600センチの大きさに印刷し、一枚ずつ被験者に見せて(図7)、「この壁紙が部屋の四面に使われているとして、部屋の雰囲気にあうかどうか」を評価させた。

それぞれの図版に対して、評価項目は形容詞対と行動パターンに分けている。形容詞は図5に示したように9対があり、7段階のSD法で評価した。行動パターンは図6に示したように10種があり、ふさわしさを5段階で評価した。

被験者は筑波大学の大学生20名で、内訳は男性10名、女性10名である。実験時間は30分である。

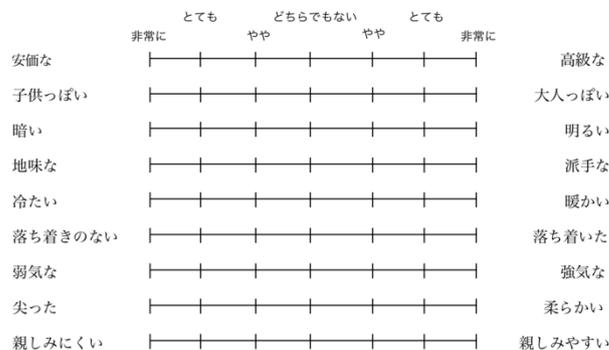


図5 評価項目の9対の形容詞対

模様	色相		B系		N系		Y系	
	少	多	少	多	少	多	少	多
模様1 具象的な模様								
模様2 円を用いた幾何学の模様								
模様3 三角形を用いた幾何学の模様								

図4 実験用18枚の壁紙



図6 評価項目の10種類の行動パターン



図7 実験風景

4. 印象評価実験の結果

(1) 実験者の属性分析

実験者の属性により印象評価の結果を比較したところ、性別に有意差があった($p < 0.05$)。

そのため、壁紙の雰囲気に対する印象評価の結果は女性と男性に分けて分析する。

(2) 女性における実験データの分析

評価項目に対する有意差があったデザイン手法を表1に示した。

まず、色の面から分析を行った($p < 0.01$)。ベース色の無彩色 N は「高級感」があり、「大人っぽい」、「落ち着いた」感じがあった。また、「行動5 会議室」「行動7 静かで落ち着いた部屋」にふさわしかった。Y系の壁紙は「明るい」、「派手な」などイメージがあった。また、「行動2のカフェ」や、行動3、4、8、10の部屋にふさわしいことが明らかになった。

次に、色数に関しては、壁紙に使われている色

の数が大きくなると、より「派手な」、「強気な」イメージがした($p < 0.01$)。

最後、模様に関して分析を行った($p < 0.01$)。模様1 具象的な模様は「高級感」(図8(a))が感じられ、また、「大人っぽい」、「落ち着いた」イメージがあった。模様2の幾何学の円を使った壁紙は「柔らかい」、「親しみやすい」感じがあった。

(3) 男性における実験データの分析

まず、色の面から分析を行った($p < 0.01$)。ベース色の無彩色 N は「大人っぽい」感じられた。また、行動5、7、9にふさわしかった。Y系の壁紙は「明るい」、「派手な」、「暖かい」などのイメージがあった。また、行動パターン2、3、4、8、10にふさわしいことが明らかになった。

次に、色数に関しては、壁紙に使われている色の数が大きくなると、より派手なイメージがした($p < 0.01$)。

模様に関して分析を行った($p < 0.01$)。模様1 具象的な模様は「高級感」(図8(b))と「大人っぽい」感じがしたが、「行動6のフリースペース」にふさわしくなかった。模様2の幾何学の円の壁紙は「柔らかい」、「親しみやすく」感じられた。

(4) 男女の比較

分析の最後、女性と男性のデータの比較を行った結果、女性は「高級な～安価な」の評価項目にベース色の影響があり、また、「強気な～弱気な」のイメージには色数と模様の影響があったが、男性のほうは特に影響がなかった。

5. まとめ

今回の結果により、女性と男性が壁紙に対する印象が違うことが分かった。

また、壁紙のデザインの手法に関して、以下のようにまとめられる。色の面では、大人っぽいイメージを作りたい部屋に対して、無彩色のほうがふさわしい。暖かく、明るく、派手な、柔らかく、親しみやすいイメージには、Y系の色のほうがふさわしい。

模様の面では、具象的な模様はより高級、大人っぽく感じられる。また、円の幾何学の模様は比較的柔らかく、親しみやすいイメージがある。

「高級な～安価な」、「強気な～弱気な」などに男性と女性との差があったので、それぞれのイメージの部屋にふさわしいデザイン手法を検討すべきことが示唆された。

今回は18枚の壁紙しか実験しておらず、また有意差が出ない評価項目もあったので、今後の実験では、実験パターンと評価項目を増やす予定である。

謝辞

本研究は課題設定による先導的人文学・社会科学
 研究推進事業領域開拓プログラム「脳機能亢進
 の神経心理学によって推進する「共生」人文社会
 科学の開拓」(AFD29210)による研究助成を受け
 ました。

参考文献

1) 日本壁紙協会、“壁紙生産出荷量統計データ”
 (https://www.wacoa.jp/data/pdf/2017/2017nen
 do.pdf 参照 2019.3)

2) 君島新一、田村雅紀、大原千佳子：視覚距離に
 より多像化する壁紙のパターン知覚が印象評価
 に与える影響—その1パターン・イメージ原図を
 対象として官能検査，大会学術講演会研究発表論
 文集(2012) 131-134

3) 石瀬加寿子、百瀬桂子、齋藤美穂：壁面色の違
 いによる気分の変化および生理的効果に関する
 研究，日本色彩学会誌 32(2008) 98-99

4) 大森正子、橋本令子、加藤雪枝：色彩刺激に対
 する心理評価と生理反応評価，日本色彩学会誌 26
 2(2002)50-63

表1 有意差があった項目

評価項目	女性			男性		
	ベース色	色数	模様	ベース色	色数	模様
*詞対	1. 高級な～安価な	**	-	**	-	**
	2. 大人っぽい～子供っぽい	**	-	**	-	**
	3. 明るい～暗い	**	-	**	-	**
	4. 派手な～地味な	**	**	-	**	**
	5. 暖かい～冷たい	**	-	-	**	-
	6. 落ち着いた～落ち着きのない	**	-	**	-	**
	7. 強気な～弱気な	-	**	**	-	-
	8. 柔らかい～尖った	**	-	**	**	-
	9. 親しみやすい～親みにくい	**	-	**	**	-
*行動	1. 1人で本を読んだり音楽を聴いたりする部屋	-	-	-	-	*
	2. 軽食を楽しんだり勉強したりするカフェ	**	-	*	**	-
	3. 家族と食事するなどくつろぐ部屋	**	-	-	**	-
	4. 友人と食事するなどワイワイ楽しむ部屋	**	-	**	**	-
	5. 毎週の仕事の進捗報告をしたり、打ち合わせをするオフィスの会議室	**	-	-	**	-
	6. 大学やオフィスの、自由にミーティングなどでもできるフリースペース	-	-	**	-	**
	7. 静かで落ち着いた雰囲気のある部屋	**	-	**	**	-
	8. ガヤガヤした騒がしい雰囲気のある部屋	**	-	**	**	-
	9. 静かで落ち着いた雰囲気のある1人で過ごす部屋	*	-	*	**	-
	10. 友人や家族も含む不特定多数の人と過ごす部屋	**	-	**	**	-

** 1%有意 * 5%有意

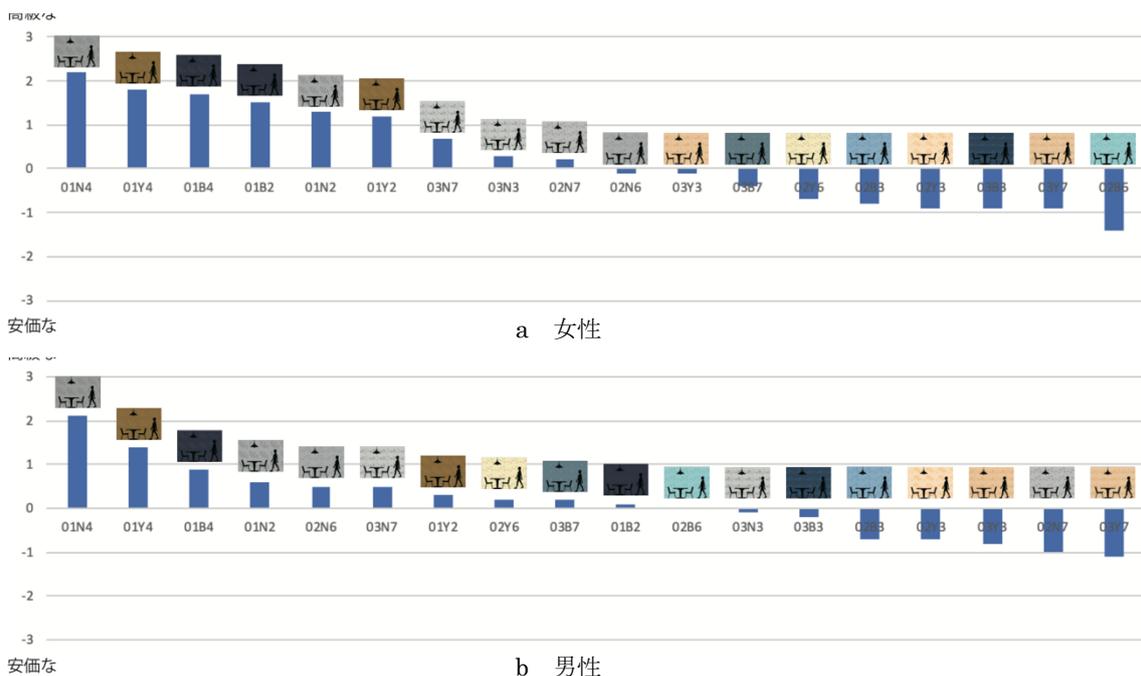


図8 印象評価結果

有彩色照明が在室者の色の見えに与える影響

The influence of lighting by used chromatic light on color appearance

戸倉三和子

Miwako Tokura

帝塚山大学

Tezukayama University

キーワード：有彩色照明，色の見え，色票

1. はじめに

従来の白熱電球や蛍光灯による照明と異なり、LED照明では白色以外の光も多くみられる。白色以外の光（有彩色光）には白色光にはない心理的効果が期待される反面、ブルーライトによる被害など生理的な影響も懸念されている。

これまでに青色や緑色の照明下で心理・生理的に落ち着く傾向が示唆されている^{1),2),3)}が、心理・生理的反応を定性的に把握するためには、色の見え方などの視覚的な影響も考慮する必要がある。照明の光色により対象物の見え方は異なるが、空間全体を有彩色光で照明した場合、色の恒常性や順応の影響もあり、ヒトの視覚ではどのように見えるのかは明らかになっていない。そこで、有彩色照明が色の見えに与える影響の基礎的な知見を得ることを目的とし、有彩色照明下での色票の見え方に関する試行実験を行った。

2. 実験方法

実験は2017年11月24日から12月12日に帝塚山大学11号館11201教室内の実験室で行った。被験者は20～25歳の男子10名、女子10名の計20名で、2名1組で実験に参加した。

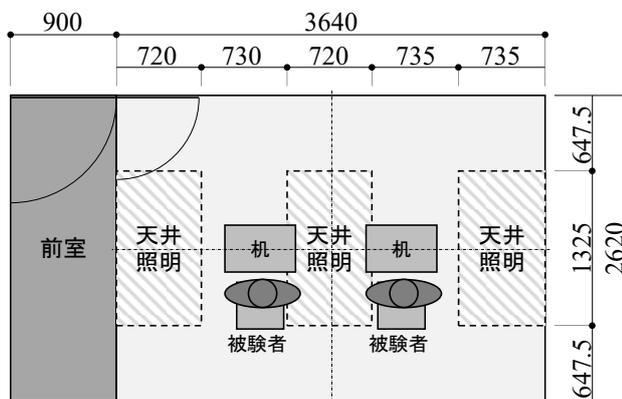


図1 実験室平面図

図1に実験室の平面図を示す。実験室は6畳程度の広さで、天井、壁、床とも白色仕上げとし、実験室の設定変更の間被験者が待機する前室は、天井、壁、床とも黒色仕上げとした。

実験室の天井の3か所に照明が設置してあり、乳白色のカバーにより光源が直接見えないようにしている。照明の光源は蛍光灯で、白、赤、青、黄、緑の5色が調光できるようになっており、室中央の机上面（床上680mm）照度が200lxになるように設定した。表1に実験条件の5色の有彩色照明の xy 色度を示す。白色には美術・博物館用蛍光灯（4200K、Ra97）を使用し、黄色には低誘虫蛍光灯を使用した。赤色、青色、緑色には調光用カラー蛍光灯を使用した。

被験者は上下黒の服装に着替え、2人1組で有彩色照明で照明された実験室に入室し、唾液アミラーゼ濃度と血圧を測定後、5分間順応する。順応終了後、快適さなどの室内の印象評価（7段階）、目の疲れなどの生理状態の主観評価（4段階）、色の違いの分かりやすさなどの色の見えに関する評価を質問紙に記入し、再度、唾液アミラーゼ濃度と血圧を測定し、退室する。次の実験条件の設定が完了するまで、実験室外の前室で待機し、設定された条件の実験室での実験を5条件繰り返す。実験中、指先と上腕の皮膚表面温と脈拍を連続測定した。

表1 有彩色照明の色度

照明	色度 (x, y)
白	0.372, 0.364
赤	0.616, 0.327
青	0.146, 0.093
黄	0.535, 0.463
緑	0.27, 0.645



図2 実験風景(赤色照明)

色の見えに関する主観評価は、2色の色票を接して並べ、「左右どちらの色票が明るく見えるか：左右どちらかに○をつける」、「左右の色の違いの程度：はっきりわかる、わかる、やっとわかる、わからないの4つから選択する」について質問紙に記入する。表2に2つの色票の組み合わせとそのxy色度を示す。実験条件下での色票の見えは照明光色により異なるので、ここでは白色光下での色度を示す。色票の並び順による影響を考慮

表2 実験に用いた色票の組み合わせ

色票 No.	左 色度(x,y)	右 色度(x,y)	色票 No.	左 色度(x,y)	右 色度(x,y)
1	(0.62, 0.33)	(0.61, 0.34)	7	(0.47, 0.28)	(0.5, 0.29)
2	(0.37, 0.42)	(0.34, 0.44)	8	(0.34, 0.35)	(0.34, 0.34)
3	(0.39, 0.34)	(0.4, 0.36)	9	(0.5, 0.39)	(0.48, 0.4)
4	(0.42, 0.42)	(0.36, 0.35)	10	(0.31, 0.35)	(0.32, 0.37)
5	(0.41, 0.25)	(0.46, 0.25)	11	(0.38, 0.38)	(0.38, 0.37)
6	(0.22, 0.25)	(0.22, 0.23)			

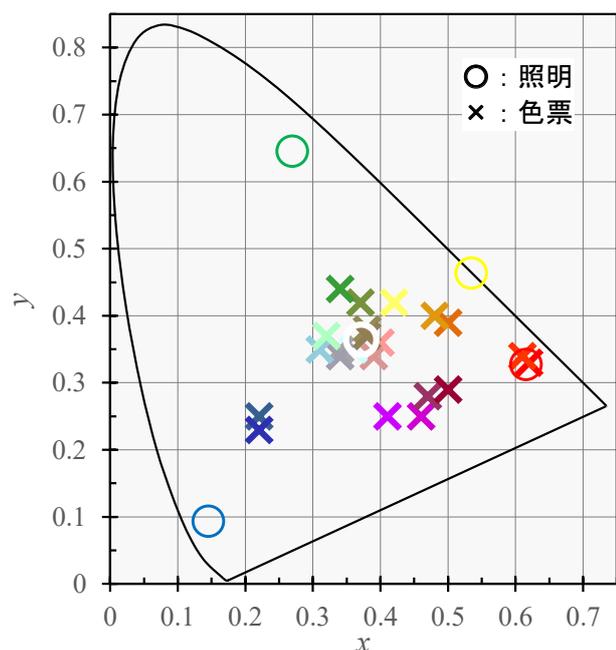


図3 実験に用いた照明と色票のxy色度

し、質問紙の色票の順序は実験ごとに入れ替えた。

図3に実験に用いた5種類の照明と11対22色の色票の色度を示す。色票No.4の組み合わせ以外は、色度図上の比較的近い位置に布置される。

3. 空間の印象および疲労の主観評価

空間の印象評価は「落ち着くー落ち着かない」などの対になる言葉に「非常に」、「かなり」、「やや」の3種類の副詞を付加した言葉と、「どちらでもない」を加えた7つの選択肢から選択する。

図4に5条件の有彩色照明空間の「落ち着くー落ち着かない」に関する印象評価の回答数を示す。4つの有彩色照明より白色照明がもっとも落ち着くという評価が多かったが、4つの有彩色照明の中では、赤色照明空間で「非常に落ち着く」～「やや落ち着く」と回答する被験者はなく、ほとんどの被験者が「落ち着かない」と回答している。黄色照明空間は電球色照明空間に近く感じるのか、白色照明空間に次いで「落ち着く」側の回答が多かった。

図5に5条件の有彩色照明空間の「快適なー不快な」に関する印象評価の回答数を示す。図3の「落ち着くー落ち着かない」の評価同様、有彩色照明より白色照明が「快適な」という回答が多く、有彩色照明の中では、赤色照明が「不快な」という回答が多かった。緑色照明と青色照明では、「快適な」という回答はほぼ同じであったが、「不快な」という回答は青色照明が多かった。

図4の緑色照明と青色照明とを比較すると、「落ち着かない」という回答はほぼ同じであったが、「落ち着く」という回答は青色照明が多かった。緑色照明では「あまり落ち着かないが不快ではない」という印象を与えられられる。

図6に「現在頭が痛いか」に対する主観評価をしめす。回答は「非常に痛い」、「かなり痛い」、「やや痛い」、「まったく痛くない」の4つの選択肢から選択し回答した。

白色照明ではほとんどの被験者が「まったく痛

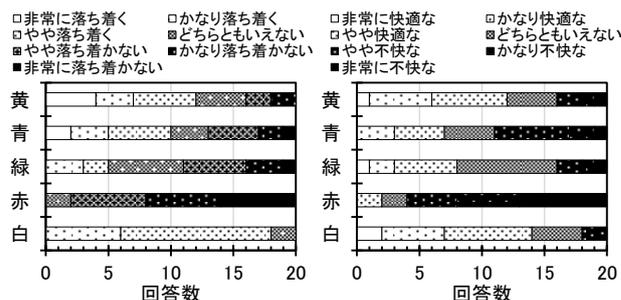


図4 空間の落ち着きの印象評価

図5 空間の快適さの印象評価

くない」と回答しているが、赤色照明では「まったく痛くない」と回答した被験者はいなかった。緑色照明と青色照明でも「まったく痛くない」と回答した被験者は少なかった。

図7に「現在目が疲れているか」に対する主観評価を示す。白色照明でも「まったく疲れていない」という回答は半数ほどで、他の評価に比べ、黄色照明との違いが小さかった。赤色照明と青色照明では1/3程度が「非常に疲れている」という評価が多かったが、緑色照明では少なかった。

4. 色の見えに関する主観評価

図8に色票No.1の左右の色はどちらが明るいかに対する回答を示す。白色照明では左を明るいとする被験者が多いが、黄色照明では右を明るいとする被験者が少し多かった。

図9に色票No.1の左右の色の違いの程度に関する主観評価を示す。図3からわかるように、2つの色は非常に近いので、白色照明でも「はっきりわかる」という回答は少なく、赤色照明では4割が「わからない」と回答している。緑色照明では「わかる」と回答している被験者が他の光色よりも多い。

図10に色票No.2の左右の色はどちらが明るいかに対する回答を示す。白色照明では右を明るいとする被験者が多いが、黄色照明では左を明るいとする被験者が多かった。図8同様、黄色照明で

は黄味の色の方が明るいという回答が多く、黄色照明により黄味が明るく見える可能性がある。しかし、図12の色票No.11では、白色照明、黄色照明ともに、右より左を明るいとする回答が多かった。

図13の色票No.11の左右の違いの程度に関する回答では、「わからない」は図9の色票No.1と同程度だったが、「やっとわかる」が全体に多かった。図12では、どの光色でも「左が明るい」という回答が多いので、彩度の低い色の組み合わせである色票No.11の場合、明度を手掛かりに色を区別する被験者が多かったのではないかと考えられる。

図14に色票No.4の左右の色はどちらが明るいかに対する回答を示す。白色照明を含め、黄色照明以外では「左が明るい」という回答が多いが、黄色照明では「右が明るい」という回答がわずか

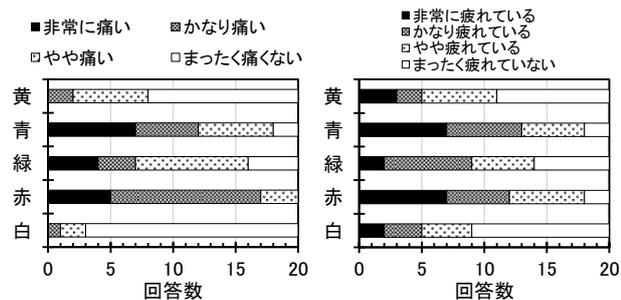


図6 頭の痛みの主観評価

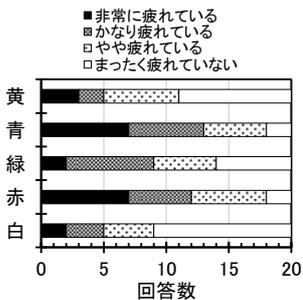


図7 目の疲れの主観評価

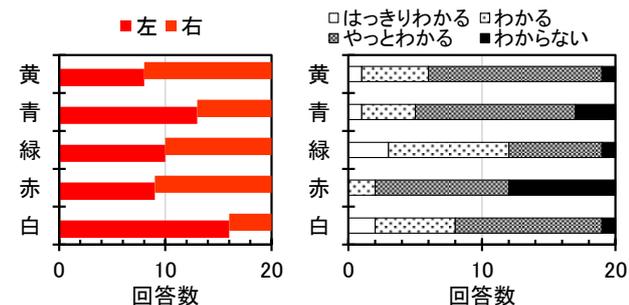


図8 色票1のどちらが明るい

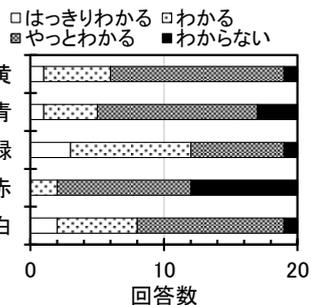


図9 色票1の左右の色の違い

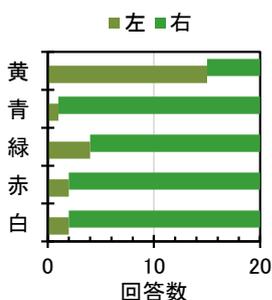


図10 色票2のどちらが明るい

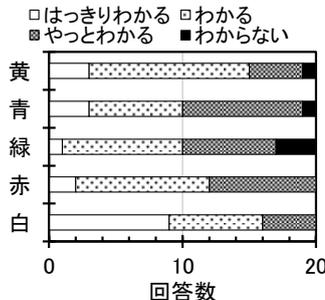


図11 色票2の左右の色の違い

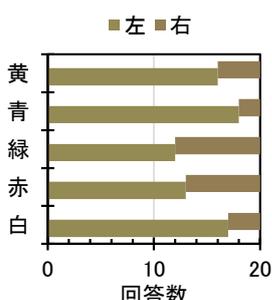


図12 色票11のどちらが明るい

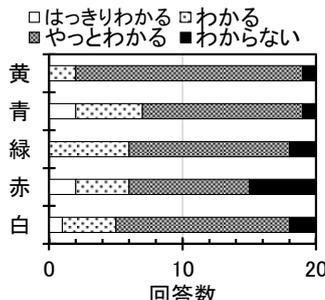


図13 色票11の左右の色の違い

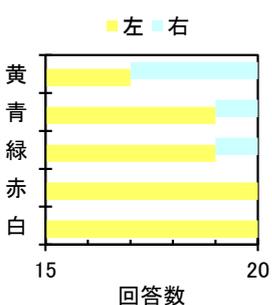


図14 色票4のどちらが明るい

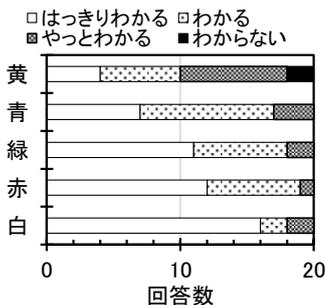


図15 色票4の左右の色の違い

に多い。図3からわかるように、色票No.4の右の色は黄色照明の色度に近く、左の色は遠い。黄色照明では黄系統の色が暗く見えることが原因と考えられる。

図15に色票No.4の左右の色の違いの程度に関する主観評価を示す。黄色照明以外では「わからない」という回答はなく、「やっとなわかる」という回答も少なかったが、黄色照明では「わからない」と「やっとなわかる」が半数であった。黄色照明下では、2色とも色味が区別しにくいのではないかと考えられる。

図16に色票No.6の左右の色はどちらが明るいかに対する回答を示す。白色照明、緑色照明、黄色照明では「左が明るい」という回答が多いが、赤色照明、青色照明では「右が明るい」という回答が多い。

図17に色票No.6の左右の色の違いの程度に関する主観評価を示す。白色照明、緑色照明、黄色照明では「はっきりわかる」、「わかる」という回答が半数以上だが、赤色照明、青色照明では「やっとなわかる」、「わからない」という回答が6割以上であった。

図18に色票No.8の左右の色はどちらが明るいかに対する回答を示す。白色照明、赤色照明では「右が明るい」という回答がやや多いが、緑色照明、青色照明、黄色照明では「左が明るい」という回答が多かった。

図19に色票No.8の左右の色の違いの程度に関する主観評価を示す。赤色照明、緑色照明で「わからない」という回答が多かった。

図20に色票No.10の左右の色はどちらが明るいかに対する回答を示す。光色による目立った違いは見られない。

図21に色票No.10の左右の色の違いの程度に関する主観評価を示す。黄色照明で「わからない」という回答が多く、次いで、緑色照明、青色照明でわかりにくいという回答が多かった。

今回の色の組み合わせでは、白色照明が色の違いがわかりやすいという回答が多かったが、図17のように部分的には有彩色照明の方が違いがわかりやすいという場合があった。

光色は2つの色の明るさや色の区別のしやすさに大きな影響を与えることが分かった。その影響の度合いは、光色と色票の組み合わせにより異なり、今回の実験では、赤系統の色票を赤色照明の下で見る場合、青系統の色票を青色照明の下で見る場合に特に違いが分かりにくいという結果であった。

【謝辞】実験は帝塚山大学卒業生の汪睿さんによるところが大きい。記して謝意を表す。

※本報は平成30年度帝塚山大学現代生活学術部紀要「照明の光色が色の見えに与える影響」を修正したものである。

【参考文献】

- 1)加藤雪枝、橋本玲子、雨宮勇：室内空間の内装色に対する心理的評価と生理的評価に関する研究、日本色彩学誌25、pp.40-41、2001年5月
- 2)井上容子、久保博子、藤本亜弓：反応および印象・疲労感-有彩光照明環境に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.501-502、2008年9月
- 3)藤原舞：室内色および照明色が在室者の心理的・生理的反応に与える影響、帝塚山大学居住空間デザイン学科卒業研究、2016年3月

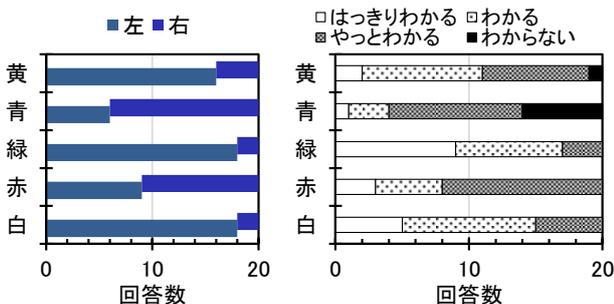


図16 色票6のどちらが明るいか

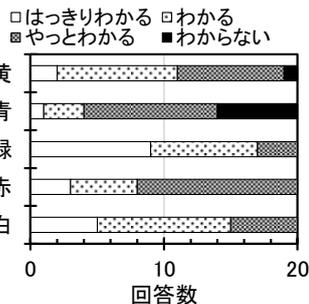


図17 色票6の左右の色の違い

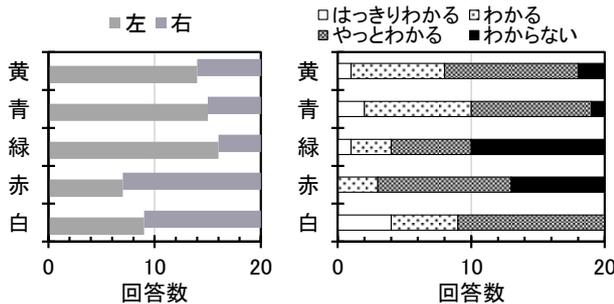


図18 色票8のどちらが明るいか

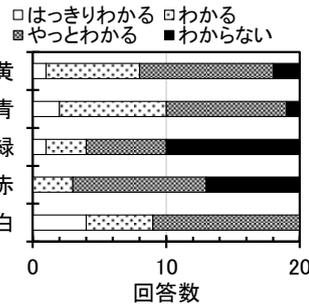


図19 色票8の左右の色の違い

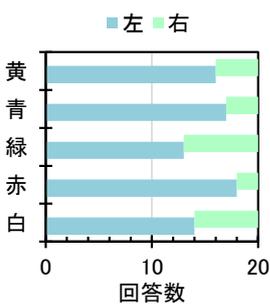


図20 色票10のどちらが明るいか

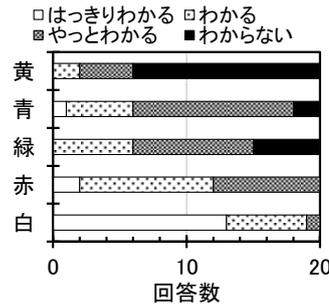


図21 色票10の左右の色の違い

ヘッドマウントディスプレイとデスクトップディスプレイを用いたシーン画像に対する色知覚の比較

Comparison of Color Perception in Scene Images using Head-Mounted Display and Ordinary Desktop Display

西村和昇 Tomonori Nishimura 千葉大学大学院
 平井経太 Keita Hirai 千葉大学大学院
 堀内隆彦 Takahiko Horiuchi 千葉大学大学院

Chiba University
 Chiba University
 Chiba University

Keywords: ヘッドマウントディスプレイ(HMD), Virtual Reality (VR), 色知覚, 明るさ知覚.

1. はじめに

ヘッドマウントディスプレイ(HMD)を用いた Virtual Reality(VR)体験は、臨場感のある没入体験を可能にする。近年では、外科手術訓練などにも利用され、専門的分野においても広く普及している。VRの有用性やVR酔いのようなVR特有の症状に関する研究は多く行われているが、一方、現実空間とVR空間における見えの違いを詳細に調査した研究はほとんど行われていない[1]。現実空間とVR空間における見えの違いを詳細に調査するため、堂崎らは通常のデスクトップディスプレイに表示したパッチ画像と、HMDに表示したパッチ画像における色と明るさ知覚の差異を、主観評価実験により調査した[2]。本稿では、シーン画像を用いた実験に対しても、デスクトップディスプレイとHMDにおいて色の見えが異なるかを調査した。

2. カラーマッチング実験

本研究の目的は、通常のデスクトップディスプレイとHMD上に作成したVRシーンを用いて、色の知覚にどの程度差異があるかを調査することである。そこで、現実の空間を再現したシーン画像を作成し、デスクトップディスプレイとHMDに表示したシーン画像の色を等しくする実験(カラーマッチング実験)を設計した。実験環境を図1に示す。本実験で使用したデスクトップディスプレイはEIZO製 ColorEdge CG277, HMDはOculus製 Oculus Rift DK2である。測色値の計測には、コニカミノルタ製分光放射輝度計CS-2000を使用した。両ディスプレイの色域を図2に示す。被験者は、正常色覚者の男性5名であった。実際の実験環境は暗室であり、デスクトッ

プディスプレイとの視距離は30cm(視野角70°相当)に設定した。提示シーンの作成にはUnityを使用した。実験は、異なる種類のシーン画像セットを用いて、2回実施した。画像セット1は、1枚のシーン画像からHSVを変更して作製したシーン画像(計7シーン:実験1)であり、画像セット2は異なる複数のシーン画像(計4シーン:実験2)である。



図1 実験環境

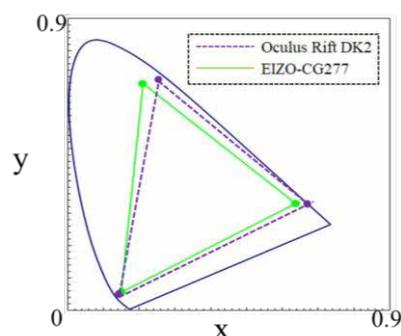


図2 両ディスプレイの色域

2. 3. 実験プロトコル

実験は以下の手順で行った。

- ①両ディスプレイにシーン画像を表示する。
- ②デスクトップディスプレイに表示されたシーン画像のHSV値を調整し、HMDに表示された画像の見えに合わせる。

③ 手順①と②を全てのシーン画像に対して行う。

手順②において、被験者は何度でも自由に画像を比較してよいものとし、時間の制限等は設けなかった。また、デスクトップディスプレイと HMD でシーン画像を比較する際には、デスクトップディスプレイにおいてはマウス操作により、HMD においては装着した頭部を動かすことによりシーン全体を見渡すことができた。ただし、被験者には、比較においてシーン内全てを必ず見渡す必要はないことを伝え、シーン内のどの範囲を比較対象にしてもよいこととした。

3. 実験結果

デスクトップディスプレイに表示されたシーン画像の HSV 値を調整することによって得られたシーン画像と、HMD に表示されたシーン画像の L^* , a^* , b^* 値を比較した。結果のグラフを図 3 に示す。図 3 のグラフにおいて、赤色のグラフは HMD 上でのシーン画像の物理測定値を、青色のグラフはデスクトップディスプレイの色を調整して得た被験者の評価平均値を表している。明度に関して、どのシーン画像に対しても被験者の評価平均値の方が HMD より高い結果となった。被験者は HMD 上のシーン画像の見えに合わせるようにデスクトップディスプレイ上のシーン画像の見えを操作しているため、この結果は被験者が HMD 上のシーン画像の方が明度を高く感じることを示している。このことから、文献[2]において実施したパッチ画像と同様に、HMD の方がデスクトップディスプレイよりも明度を高く感じられることが示唆された。また、色相と彩度に関して、被験者平均値の色相の値は概ね HMD と同じような傾向を示しており、被験者平均の彩度は、HMD よりも高く知覚している傾向にある。そのため、HMD 上の方が明度と彩度を高く感じる傾向にあることが示された。

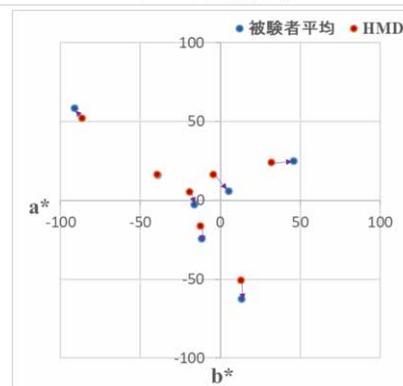
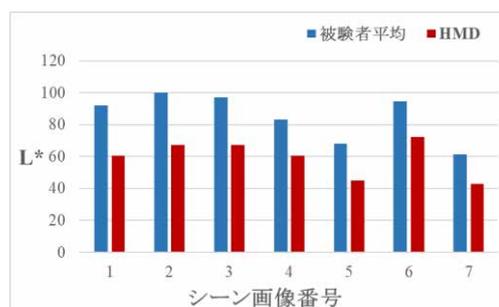
4. まとめ

本研究では、デスクトップディスプレイと HMD を用いて、シーン画像に対する色の見えの違いを調査した。主観評価実験の結果より、シーン画像を用いた VR 空間においても、パッチ画像を用いた実験結果と同様に、明度と彩度が高く感じられる可能性が示唆された。

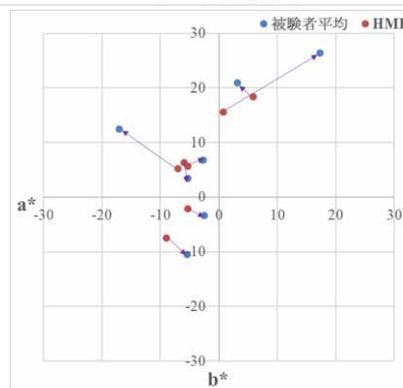
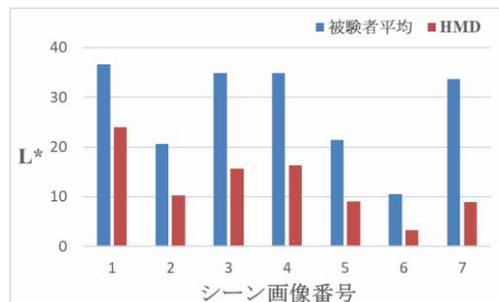
今後の課題として、VR シーンの方が明度・彩度が高く感じられる原因についての考察や、VR シーンの明度と彩度を現実シーンにフィッティングするためのモデル構築などが挙げられる。

参考文献

- [1] Pedro et al: Correlation between perception of color, shadows, and surface textures and the realism of a scene in virtual reality, JOSA A, Vol. 35, Issue 4 (2018) pp.B130-B135
 [2] 堂崎進吾, 平井経太, 堀内隆彦: VR 空間における色と明るさの知覚に関する一考察, 信学技報 (EID), vol.117, no.266, EID2017 (2017) pp.15-18



(a) 実験 1 の結果 (上:明度,下:色相と彩度)



(b) 実験 2 の結果 (上:明度,下:色相と彩度)

図 3 各シーン画像の L^* , a^* , b^* 値の比較

物品画像の色の違いの許容度

— e-commerce 取引を念頭に置いて —

Allowable color difference between goods and their images

槇 究	Kiwamu Maki	実践女子大学	Jissen Women's University
森田 和奏	Wakana Morita	元実践女子大学	Jissen Women's University
山村 里奈	Rina Yamamura	元実践女子大学	Jissen Women's University

Keywords : 色の好み, 印象評価, 物品

1. はじめに

近年、取引が拡大している e-commerce (電子商取引) の不満第 1 位が「商品のイメージやサイズ、色がわかりにくい」¹⁾ だとの報告がある。今後、メルカリに代表される一般人が商品を提供するフリーマーケット形態の取引も増加していくと予測されることを考えると、色の不整合の問題はさらにクローズアップされるであろう。

本研究ではスマートフォン等に表示される画像の色と実物の色の違いに着目し、(1) 色の違いが気になる状況についてラフな検討を行った上で、(2) 色の相違の気になりやすさを画像比較評価実験結果を基に検討する。その結果から、撮影者が注意すべき事項、消費者が注意すべき事項に関する情報を提供することを試みる。

2. 物品とスマートフォンによる撮影画像との色彩比較 (予備調査)

2-1. 調査概要

研究者 2 名が所持している衣服を各自の部屋でスマートフォン (iPhone) を用いて撮影した。撮影したのは、表 1 に示す 15 サンプルである。

撮影画像 (図 1) をパーソナルコンピュータ (13 インチ Apple Macbook Air) 上で呈示して、色評価用蛍光ランプの照明下で撮影対象の物品と比較し、その時に感じた色の違いについて気づいたことを、それぞれ 3 名がコメントした。

2-2. 調査結果

表 1 に、そのコメントを示す。

黒は、どの条件で撮影した画像でも黒に見えるのと 3 名共が答えた。一方、白は電球色や昼白色で「生成りっぽい」、「オレンジがかって見える」などのコメントがあった。電球色では赤・黄に於いて「オレンジっぽい」、紫に於いて「ピンクっ

ぽく見える」というコメントが出されている。これらは AUTO で撮影しても、YR 系の色味が残っていることを表している。緑・青で「暗く見える」や「くすんで見える」とコメントされることと併せ、光源の分光分布 × 衣服表面の反射特性から予想される分光分布変化の影響が見られたと言えるだろう。紫が昼白色で青みがかって見える、青が (a) でグレーがかって見えるのも同様に分光分布の変化として解釈可能である。

一方、カーテン前、床上、クローゼット前は、同じ照明の光で照らされているにも関わらず、カーテン前と床上・クローゼット前では、グレー (a)、赤 (a)、(b) のコメントが異なる。これは、撮影対象部位をクリックしてそこに露出等を合わせるよう試みた際に生じた、撮影機器のプログラムによる影響と考えられる。

3. 適正なシャッタースピード評価実験 (実験 1)

実物ともっとも近いと感じられる色を表現する画像のシャッタースピードについての知見を得る為に、配色カードと配色カードを撮影した画像を比較する実験を実施した。

3-1. 実験概要

新配色カード 199c (日本色研事業) から、11 トーンの偶数番号各 12 色、無彩色 10 色、計 142 色のカラーカードを選出した。

配色カードを立体感が出るようにかまぼこ状にしたもの (図 2) を、暗室で色評価用蛍光ランプで照明し、Canon EOS 80D を用いて、シャッタースピードを 1/3EV ずつ変化させて 13 枚ずつ撮影した。AUTO で撮影したものと、その状態から + 方向に 6 枚、- 方向に 6 枚である。ネットショッピングに使われている画像は白背景が多いことを考慮し、かまぼこ状の配色カードは机の上に白い紙を敷いた上に置いている。

実験では、色評価用蛍光ランプの下で、配色

表1 スマートフォンで撮影した画像と実物の比較時のコメント

背景	照明光	黒		白		グレー		赤		黄		緑		青		紫	
		N1.5	(a) N9.5	(b) N9.0	(a) N9.5	(b) N6.5	(a) 2.5R 6/12	(b) 7.5R 4-14	(a) 10YR 6/10	(b) 10YR 7/10	(a) 2.5G 4/8	(b) 2.5G 2/3	(a) 5PB 5/4	(b) 2.5PB 6/4	(a) 5P 3/8	(b) 2.5P 7/6	
カーテン	昼白色 (白背景はRa不明、オレンジ背景はRa83)	黒に見える×3	(a) 背景が白ではない色があるとより白に見える。背景が白ではない方が透け感が変わる	(b) いい方	(a) 一番近く見える	(b) 暗く見える。本物に近い。グレー×3	(a) くすんで見える。少しオレンジよりの色×2。一番近い	(b) 暗く見える×3	(a) 青白い、黄色みが強い	(b) 暗く見える	(a) 緑が薄い、色隠せている	(b) グレー味がかかっている×2	(a) 青みがかかっている	(b) 暗い、青っぽい			
床	昼白色 (白背景はRa不明、オレンジ背景はRa83)	黒に見える×3	(b) 1番近い	(a) 色味が違う	(b) 本物に近い×2	(a) 実物に近い×2	(b) 実物と同じに見える。実物との色の違和感はない	(a) 同じに見える	(b) 1番実物に近い	(a) 緑が薄い	(b) 実物に近い×2。明らかに見える	(a) グレー味がかかっている	(b) 暗く見える×2	(a) 青みがかかっている	(b) 青っぽい		
クローゼット	昼白色 (白背景はRa不明、オレンジ背景はRa83)	黒に見える×3	(a) 生成りっぽい	(b) 暗い	(a) 色味が違う	(b) 暗く見える。少し濃く見える。論外	(a) 実物に近い×2	(b) 実物と同じに見える。実物との色の違和感はない	(a) 同じに見える	(b) 1番実物に近い	(a) 同じに見える	(b) くすんでいるように見える	(a) グレー味がかかっている	(b) 1番いい×2	(a) 青みがかかっている、薄く見える	(b) 青っぽい	
研究室	昼白色 (演色性Ra99)	黒に見える×3	(a) 白っぽい	(b) 背景が白だから透け感がわからない、白っぽすぎる	(a) 暗く見える。色味が違う	(b) 本物に近い。グレー×3	(a) 色が濃く見える	(b) 実物と同じに見える。実物との色の違和感はない	(a) 1番いい、青白い	(b) 背景が真白だから明るく見える	(a) 1番いい×2	(b) 暗く見える×2	(a) 1番いい、許容できる、薄く見える	(b) 暗い、青っぽい			
電球色の場所	電球色	黒に見える×3	(a) 生成りっぽい	(b) オレンジがかって見える×2。黄ばんで見える	(a) 少し白っぽく見える。1番近い	(b) 少し濃く見える。論外	(a) 少しオレンジよりの色、一番近い	(b) 実物と同じに見える。実物との色の違和感はない。1番実物に近い	(a) 1番いい、本物よりオレンジがかかっている	(b) オレンジっぽい、黄色味、赤み、青み、赤みを帯びている	(a) 同じに見える	(b) くすんでいるように見える	(a) 暗く見える×2。許容できる、薄く見える	(b) 1番近く見える。許容できる、薄く見える	(a) 1番いい×2。薄い	(b) 1番近く見える、ピンクっぽい×2。薄い	
その他の意見											(b) 黒に見える	(b) 本物と同じに見えるものはない					

※白背景とオレンジ背景は、撮影した住戸が異なるため、それぞれカーテン、床、クローゼットや照明の種類が異なる

カードを1枚ずつ画像と同様のかまぼこ状にして白い紙の上に呈示し、撮影した画像から、最も色が似ていると感じたものを選択してもらった。画像を呈示したのは、キャリブレーションされた13インチのApple Macbook Air、評価したのは21~22歳の女子大学生5名である。

3-2. 実験結果

5名が最も見た目と近いと判断した画像のシャッタースピードの中央値を表2に示す。

全体に左から右に行くほど、また上から下に行くほどシャッタースピードが遅い方が適当であるとの傾向が読み取れる。つまり、p,lt,bといった高明度のトーンではシャッタースピードを遅くして暗めに、g,dk,dkgといった低明度のトーンでは遅くして明るくした方が、実際の色に近い画像となる。このように、実物の色に近づけるためには、トーンによってシャッタースピードを変化させた方が良いことが分かった。

なお、選択された画像はすべてAUTOで撮影したものより遅い



図1 スマートフォンで撮影した画像例

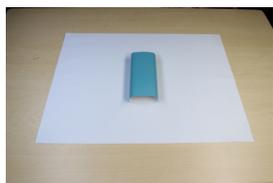


図2 撮影した配色カードの例 (実験1)

シャッタースピードで撮影されたものであった。背景が白い場合、対象物に適切なシャッタースピードより速めにシャッターが切れてしまうので、シャッタースピードを上げて撮影した方が実物に近くなるという背景色の影響である。

また、最も見た目が実物に近いとされた画像でも、実物との色の違いに違和感を感じたものがあつた。それは、dkg, d, gといった低明度のトーンが黒っぽく感じられることであり、特に14,16などの緑~青系の色相で顕著であった。

4. 色の違いの許容性評価実験 (実験2)

どの程度の色の違いまで許容できるのか、抽象的画像、セーター、バッグ、靴の4種類の画像を呈示して比較評価する実験を実施した。

4-1. 実験概要

4-1-1. 呈示画像の作成

スチレンボードに日本色研事業株式会社が発行する新配色カード199cのoff N-2を貼り付け、シャッタースピードを変化させて撮影した

表2 最も見た目と近いとされた画像のシャッタースピードの中央値 (実験1)

色相	p	lt	b	ltg	sf	v (奇数)	v (偶数)	dp	d	g	dk	dkg	N N	N N
													N	明度
4	400	400	400	320	250	250	250	320	320	200	200	125	200	W
2 R	400	320	250	400	320	250	200	200	320	200	200	125	200	Gy-9.0
24	500	320	320	250	320	200	250	200	200	250	160	125	250	Gy-8.0
22	320	400	320	320	400	200	200	200	200	200	160	125	250	Gy-7.0
20 Y	320	320	320	320	320	320	200	200	200	200	200	160	250	Gy-6.0
18	400	320	400	320	320	320	250	250	250	250	250	200	250	Gy-5.0
16 G	400	400	500	320	400	400	250	250	250	250	250	160	320	Gy-4.0
14	500	500	640	500	400	400	400	320	320	320	250	160	320	Gy-3.0
12	400	400	500	400	320	400	400	320	320	250	250	200	250	Gy-2.0
10 B	500	500	400	320	250	640	320	320	400	250	160	125	250	Bk
8	400	500	400	400	400	640	500	400	400	250	200	160		
6 P	500	500	500	400	320	320	400	250	320	250	160	160		

※数値はシャッタースピードの逆数であり、赤い色が濃いほどシャッタースピードが遅いことを、青い色が濃いほどシャッタースピードが速いことを表している

画像をPC画面に呈示して実物と比較し、最も類似していると判断した画像を抽象的画像のカラーシミュレーション元画像とした。その画像のカラーカード部分を、p,b,g,dkの4トーン×2,8,12,18,22の5色相の組み合わせである20色と無彩色Gy,Bk,Wの3色、計23色にAdobe Photoshopを用いて変化させ、基準画像を作成した。Photoshopを用い、基準画像からL, a*, b*を-9から+9まで3ずつ値を変化させ、18枚の比較画像を作成する作業をすべての基準画像で実施した。23×18=414枚と基準画像で437枚となる。セーター、バッグ、靴についても、基準点を定めて同様の作業を行った結果、427×4=1,748枚の画像が作成された。(図3)

これらの画像は、暗室内で色彩色差計ミノルタCS-100を用いて計測したY,x,y値を用いて計算したL*,a*,b*値へと変換され、ターゲットとしたL*,a*,b*値と比較された。Y,x,y値からL*,a*,b*値への変換は、参照白色点として同一光環境で撮影された新配色カードの白を計測した値を用いて、図4に示す式により為された。

その結果を大まかに言えば、L*の値は誤差が小さく使用に耐えるが、a*は若干精度が落ち、b*は3より小さな間隔のものが多いというものであった。全体に修正を加え、当初より目標とする色差に近づいたが、隣り合うサンプル間の色差が2.0から4.0の範囲に収まらないものが、表3の枚数だけ残った。

L*, a*, b*ごとに、元画像と-側3枚、+側3枚を1画面に収めた呈示画像を作成した(図5)。スライドは、23基準画像×L*,a*,b*の3種類×抽象的画像を含めた4品目=276枚となった。



(1) 抽象的画像 (2) セーター (3) バッグ (4) 靴
図3 呈示画像の4品目の色変換画像例(実験2)

表3 実験呈示画像に於ける誤差

	L				a				b			
	抽象的	セーター	バッグ	靴	抽象的	セーター	バッグ	靴	抽象的	セーター	バッグ	靴
-9	5	7	12	12	5	11	12	14	21	20	17	17
-6	2	6	12	7	3	10	9	14	18	20	13	13
-3	2	4	7	7	1	7	8	11	11	15	6	9
0	2	2	13	3	4	6	12	11	5	6	8	5
+3	2	2	6	6	2	6	6	8	2	12	8	6
+6	2	5	14	8	2	11	7	10	18	20	9	11
+9	5	9	11	8	1	9	10	16	20	23	15	15
合計	20	35	75	51	18	60	64	84	95	116	76	76

4-1-2. 実験手順

表示領域表示領域 W:596.7 × H:335.7 mmのモニター EIZO X271-CNを教室に設置し、実験協力者の背後にパーティションを立てて映り込みを抑えた実験環境を設定した。実験時には、実験協力者1名を招き入れて着座させ、実験方法等に関する教示の後、276枚の画像を呈示し、「許容できる」と感じる色と「許容できない」と感じる色の境界を知らせてもらった。実験協力者は、18歳~22歳の女子大学生20名である。実験所要時間は、約1時間であった。

4-2. 実験結果

円の面積が許容度(0~1)と対応したバブルグラフを作成した。全9枚のうち、抽象的画像のL*, a*, b*の許容度を示す3枚を図6に示す。

4-2-1. L*の値を変化させた時の許容度の変化

「L*値の変位」が0付近にある1が基準画像を表している。抽象的画像では、+3の場合には0.7~0.8、つまり70%から80%の人が許容した場合が多かったのに対し、-3の場合には60%程度の人が許容したものが多かった。+6については0.2程度、-6については0.4~0.6程度の値が並ぶ。明るさを減ずる方が許容度の減少は小さいことが分かる。許容度の基準を仮に6割程度と考えると、L*の変位は-5~+4程度に収める必要があるということになる。

そういった全体的な傾向の中で、許容度の減少が急激であったのはpトーンの2,8,12,18辺りである。パールトーンは白に近いので、暗くなるとその特性が損なわれるのだと考えられる。

4-2-2. a*の値を変化させた時の許容度の変化

抽象的画像のL*と比較するとa*の方が間隔の

$$L^* = 116 \left(\frac{Y}{Y_0} \right)^{1/3} - 16$$

$$a^* = 500 \left[\left(\frac{X}{X_0} \right)^{1/3} - \left(\frac{Y}{Y_0} \right)^{1/3} \right] \quad x = \frac{x}{y} \cdot Y$$

$$b^* = 200 \left[\left(\frac{Y}{Y_0} \right)^{1/3} - \left(\frac{Z}{Z_0} \right)^{1/3} \right] \quad z = \frac{1 - (x+y)}{y} \cdot Y$$

図4 Y,x,yからL*a*b*への変換式

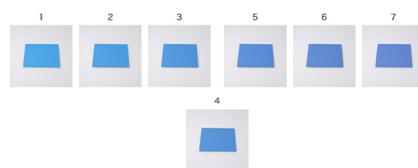


図5 呈示スライド

ばらつきが大きくなっている。これは、Adobe Photoshopのa*スライダーの精度がL*と比較すると落ちることが原因として考えられる。

pトーンに於いて+3の許容度が小さめの値を示している。薄い色であるので変化が目立つという解釈が成り立つかと思っただが、-3に於いては、他のトーンとの相違はそこまで大きくはない。薄い色では赤みが増すことに敏感なようだとの指摘に留めておく。

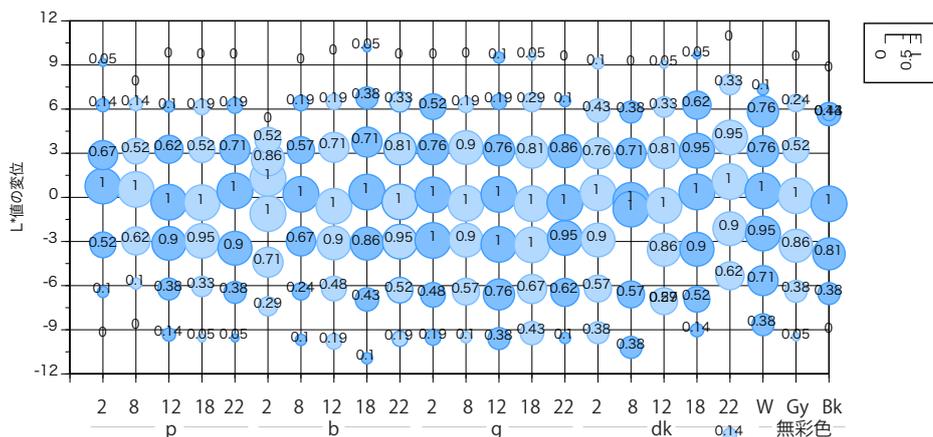
b,g,dkの各トーンでは+3で0.8~0.9前後の数値となっており、許容度は高い。一方、-3では、dk以外のトーンで0.6~0.7という値を取ることも多く、ここでも赤味を帯びるより緑味を帯びることに敏感である様が見て取れる。

4-2-3. b*の値を変化させた時の許容度の変化

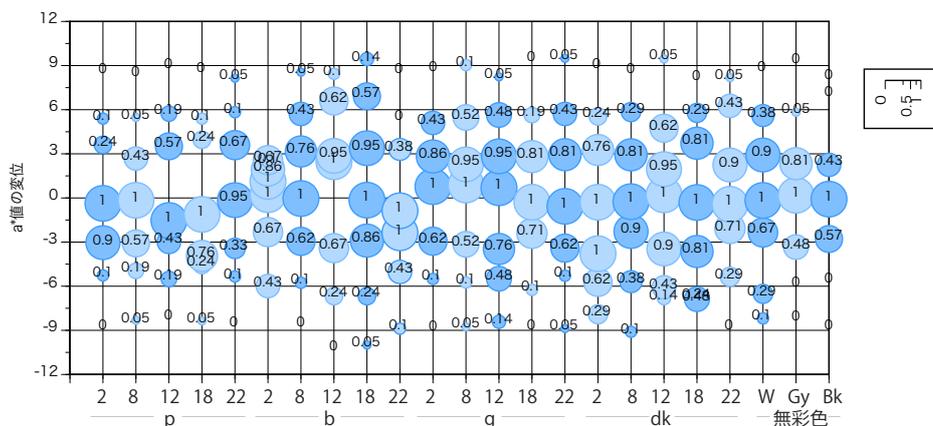
b*の場合、+3や-3の時点で、既に60%を切る許容度を示すケースも多い。そこを超えると、ほとんどが0を示している。L*やa*よりb*の許容範囲は狭い、つまり、人は黄-青方向の色の違いに敏感であると言えよう。

5. おわりに

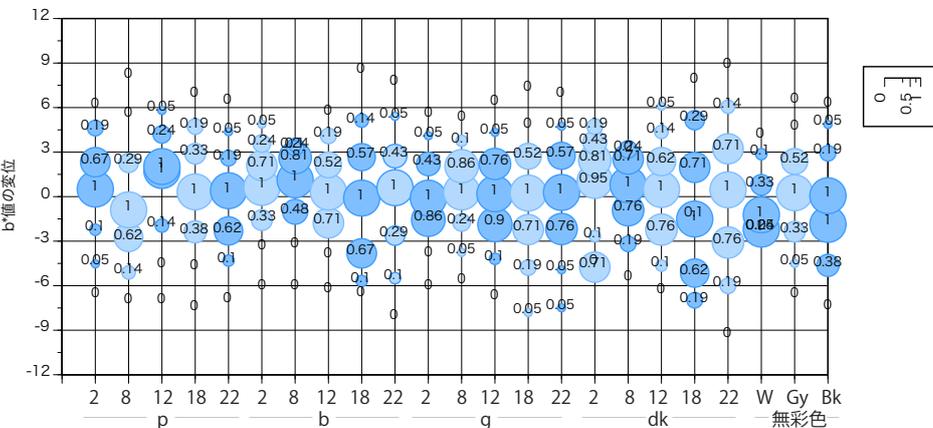
このように、暗緑色や暗青色は黒く写る、L*が3程度暗いのは気にならないことが多いがY系は他より気にする人が多い、a*方向よりb*方向で許容度が下がりやすいなどを示唆する結果が得られた。色の違いの気になりやすさ実験は、



(1) L*を変化させた場合 (抽象的画像)



(2) a*を変化させた場合 (抽象的画像)



(3) b*を変化させた場合 (抽象的画像)

※0付近の「1」は、基準画像であることを表す。その位置が変位0のところがないのは、-9~+9までの比較画像を含めた平均値を基準点として設定したためである。

図6 許容できると判断した人の割合 (実験2)

色変換の精度改善が今後の課題である。

参考文献

1) インターネット通信販売の利用状況調査 (ネット通販に不満を持ちつつ、今後も利用増加へ)、公益財団 地方経済総合研究所調査結果、2016-04-12、https://www.dik.or.jp/wp-content/uploads/2017/01/p_160411_1.pdf

ENHANCED EFFECT OF SIMULTANEOUS COLOR CONTRAST WITH TISSUE PAPER

Mitsuo Ikeda

Color Research Center, Rajamangala University of Technology
Thanyaburi, Thailand

Keywords: Simultaneous color contrast, Tissue paper, Elementary color naming method

1. Introduction

The simultaneous phenomenon was considered to indicate the effect of chromatic adaptation, and researchers have studied the subject from time to time. It is said that when a gray patch is surrounded by a large colored field, the gray patch appears tinged, normally a complementary color of the surrounding field. When the pattern is made of paper, the effect is only slight, and it is rather hard to perceive color on the gray patch. There is an interesting quote in a text book¹⁾: “If a piece of tissue paper is then placed over these papers to obscure contours as well as to reduce saturation and evidence of texture, an induced color may appear in the gray patch.” This quote states that tissue paper on the simultaneous color contrast pattern enhances the phenomenon. In the Heian era of Japan (approximately 1000AD), ladies in the court enjoyed Kasane color (layers of colors). On top of a kimono of vivid color, ladies wore a white cloth made of raw silk, which transmits light, and enjoyed the color of the layers, Kasane. If a lady wore a kimono of deep-red color dyed by safflower, the Kasane color was light pink, called Sakura (cherry) Kasane.²⁾ The above quotation provides the reason for the enhancement of the simultaneous color contrast phenomenon in the phrase, “to obscure contours”. Ikeda proposed a concept of the recognized visual space of illumination RVSI, which asserts that the chromatic adaptation takes place to illumination that fills a space and not to color of the object that a person looks at.³⁾ The appearance of an object has three attributes: edges and lines to make a pattern; the color of the surface; and brightness. If the evidence of texture is reduced by the tissue,

the color and brightness remain, which represent light to an observer. According to the concept of RVSI, the observer will adapt to the light, and chromatic adaptation efficiently occurs to perceive vivid color on the gray patch. We thought it worthwhile to quantitatively investigate the relation of the surrounding color and the induced color. We use the elementary color naming method, which gives us the color appearance both directly and quantitatively.

2. Experiment

The stimulus pattern is composed of a gray test patch of size 30 x 30 mm² pasted at the center of a large colored paper. Nine colors were printed on papers of which L* and CIE chromaticity coordinates u'v', and these are shown in Table 1 and in Fig. 1a by open circles. The colors are red (1), reddish yellow (2), yellow (3), yellowish green (4), green (5), greenish blue (6), blue (7), reddish blue (8), and bluish red (9). The colors are arbitrarily numbered 1 through 9. A white surround was also prepared, which is shown by an open square in Fig. 1a.

Table 1 Color specifications of surrounding and test stimulus.

#	Color	L*	u'	v'
1	R	41	0.432	0.518
2	yR	58	0.308	0.540
3	Y	86	0.213	0.559
4	yG	62	0.165	0.554
5	G	45	0.086	0.544
6	gB	52	0.118	0.360
7	B	20	0.184	0.276
8	rB	29	0.280	0.352
9	bR	43	0.387	0.423
10	White	92	0.196	0.458
	Test	56	0.194	0.459

These color papers were pasted on white paper of size 30 x 30 cm². The surrounding color had a square shape of size 130 mm on one side.

throughout the experiment. A subject looked at a stimulus pattern covered by the tissue and judged the color of the test stimulus by the elementary

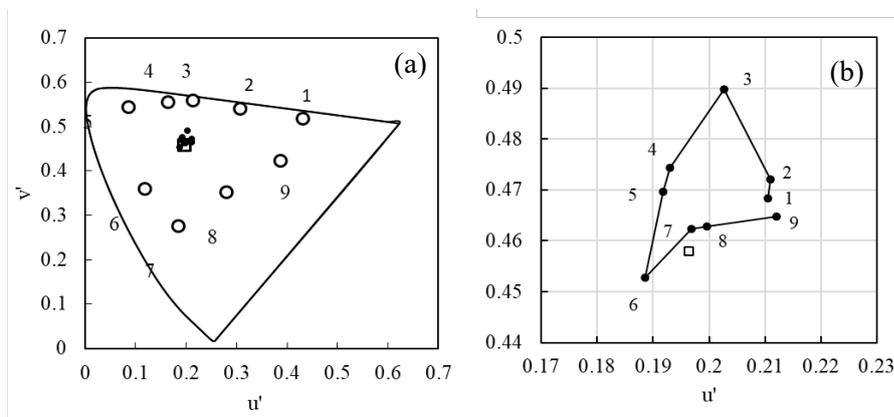


Figure 1. a, Colors employed for the surrounding (○) and for test patch (□). Black dots show the color of tissue surround. b, Colors of tissue surround in enlarged scale.

The outside width of the surround that surrounds test stimulus was 50 mm. Commercially available tissue paper was used with a haze value of 87%. The paper was held on a frame with a window of size 18 x 18 cm². The chromatic points of the surround with tissue paper are shown in the u'v' diagram by black dots in Fig. 1a. All the colors are very close to white, and the enlarged graph is shown in Fig. 1b.

color naming, namely, the amounts of chromaticness, whiteness, and blackness in percentages, as well as the amounts of unique hues, red, yellow, green, and blue, also in percentage. He/she could hold the stimulus with his/her hands if he/she wanted. The stimulus was presented in a pseudo random order. When all 46 stimuli were observed, one session was over. Five such sessions were conducted with each subject.

A stimulus was placed on a table in the experimental booth, which was illuminated by fluorescent lamps of the daylight type. The horizontal illuminance on the table was 1,000 lx

Five subjects participated in the experiment: MI, CP, PC, JM, and SS. Except for subject SS, all the subjects had experience in the elementary color naming experiment. It was the

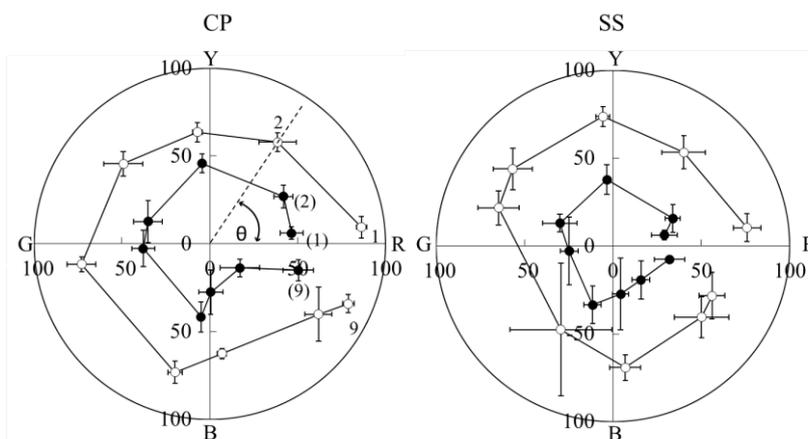


Figure 2. Color appearance of surround (○), and tissue surround (●) from the subject CP (left) and SS (right).

first time that subject SS had participated in this kind of experiment.

3. Results and discussion

The color appearance results obtained by the elementary color naming method are plotted on polar diagrams used in the opponent color theory as shown in Fig. 2; the results were taken from subject CP on the left and subject SS on the right for surrounding width of 50 mm. Open circles indicate the color appearance of the surround without tissue, and the filled circles indicate the color with tissue. The stimulus numbers given in Fig. 1 are shown at some points for subject CP. The color with tissue is shown in brackets. From the amounts of unique hues, the hue angle θ is obtained, as indicated for the stimulus number 2 of the surround for subject CP. The amount of chromaticness gives the point along the radius at the distance from the origin. Thus, the color appearance is specified by the hue angle θ and the amount of chromaticness, which is 100% on the circumference. Error bars at each point indicate the standard deviation after 5 repetitions. The standard deviation is not large with the experienced subject CP, which indicates good reproducibility of the results, but it is large with the naïve subject SS. The general character of the two curves from subject SS agree with that of subject CP, and we took the average of five subjects for the pattern with a 50 mm width of surround we plotted them in Fig. 3. Open circles show the color appearance of the surround without tissue, and the filled circles show the color appearance of the surround with tissue. Error bars indicate the standard deviation among 5 subjects. When we plot the hue angle of the (surround with tissue) θ_{ts} against the hue angle of the (surround without tissue) θ_s , we obtain the open circles shown in Fig. 4. The left most point is from the color #2 and the right most point is from #1. A dotted line is the regression line, which is very close to the solid line of 45° line. The apparent hue with tissue did not change from the apparent hue without tissue. However, there was a difference in the amount of chromaticness, as seen in Fig. 3. The amount of chromaticness with tissue was

approximately 60% on average compared to that without tissue. All the colors became pale. This

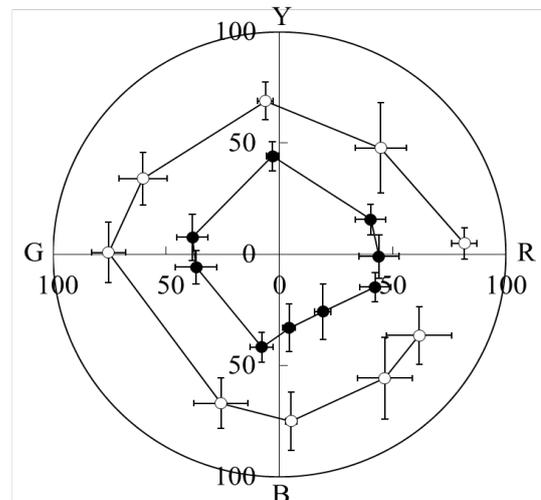


Figure 3. Color appearance of the surround (\circ) and that of the tissue surround (\bullet). Averaged results of 5 subjects.

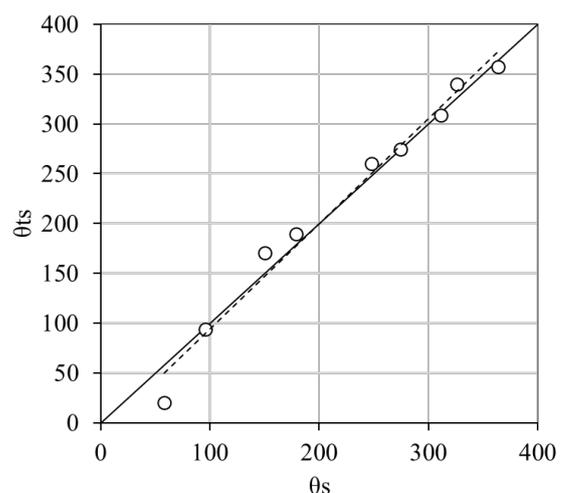


Figure 4. Apparent hue angle of the tissue surround, θ_{ts} plotted for apparent hue angle of the surround θ_s .

demonstrates that in Heian Kasane people enjoyed the change in saturation, as Yoshioka writes, “to present light magenta of cherry blossom, a kimono cloth is better to dye with safflower to make it a slightly more vivid color than a real cherry and to cover it with a silk made of raw silk” p58 of²⁾.

Regarding the color appearance of a test patch in the simultaneous color contrast pattern with tissue, we took the average of 5 subjects, and the results are shown with filled circles in Fig. 5.

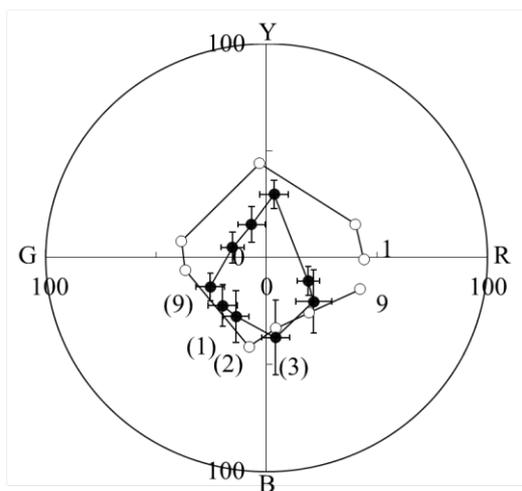


Figure 5. Color appearance of surround (○) and of test patch (●). Average of 5 subjects.

Standard deviations among the 5 subjects are shown by short error bars. The open circles are from the surround with tissue, same as the filled circles in Fig. 3. The color appearance of the central gray patch when covered with tissue, is roughly opposite to that of the surround with tissue in this polar diagram. The surround with tissue of #1 appeared unique red, and the test patch did not appear as the opponent color of red, namely, unique green, but rather bluish green as shown clearly in the two-room experiment²⁾ and in the afterimage experiment.³⁾ The concept of RVSJ asserts that the visual system chromatically adapts to the illumination, not to the light coming from the object to explain the difference. Thus, the agreement of the present results and those of two-rooms experiment indicates that the color appearance of the test patch exhibited in the tissue experiment implies that it is because of the adaptation to the illumination induced by the surrounding color with tissue. Any object pattern is composed of edges or lines and colors filling the regions in the pattern. With a tissue of haze value of 87%, the lines in the simultaneous color contrast pattern are completely blurred out, and only the colors remain. The subject sees the light of the color and will adapt to the light, and a vivid color will be perceived for the central gray patch.

We share the opinion of Graham and Brown, who wrote in a text book “a tissue obscures contours and reduces evidence of texture”.¹⁾

References

- 1) Graham, C H. (1965) Vision and visual perception, In Chapter 16 “Color contrast and color appearance: Brightness constancy and color constancy” by C H Graham and J L Brown, John Wiley & Sons., 461.
- 2) Yoshioka, Y. (2012) Dictionary of Kasane color of dynasty. Shiksha, Kyoto. [in Japanese]
- 3) Phuangsuwan, C. and Ikeda, M. (2017) Chromatic adaptation to illumination investigated with adapting and adapted color. *Color. Col Res Appl.* 571-579.

DEVICE DEPENDENT SIMULTANEOUS COLOR CONTRAST

Chanprapha Phuangsuan

Color Research Center, Rajamangala University of Technology
Thanyaburi, Thailand

Mitsuo Ikeda

Color Research Center, Rajamangala University of Technology
Thanyaburi, Thailand

Keywords: Simultaneous color contrast, object mode, Output devices, Two-rooms technique, Elementary color naming

1. Introduction

The simultaneous color contrast is a common subject in the study of color vision as it provides researchers with data from which they can speculate the visual mechanism to see color. In the study, however, people used different devices to present the stimulus pattern. The most common and traditional pattern was presented on a paper as demonstrated on text books, which we call object color mode experiment. In other time the Maxwellian view system was employed by Takahashi and Ejima, an optical projection system by Valberg. Recently many researchers use display unit, with which people can manipulate stimulus pattern easily with various experimental conditions. It is possible that different devices give different data to draw different conclusions about the simultaneous color contrast.

2. Experiment

A typical pattern for the simultaneous color contrast experiment is a large colored field with a small gray patch placed at the center. In the present experiment the central gray patch was an

achromatic paper of Munsell Value N6. A similar visual field was prepared with five difference devices; object stimulus made of a paper as mentioned above, object stimulus with a tissue, a display (Fig 1b), a projected pattern (Fig 1d), and two rooms technique (Fig 1a). Four colors, red, yellow, green, and blue were employed for the surround and they were presented as a large size shown on Table1 and chromaticities on Table 2. The color specifications of the CIE x and y of the object stimulus became the target for other devices, and we reproduced the similar colors for other four devices as for the object stimulus as shown in Table 2. The luminance of surround was also tried to be similar to that of the object, but we could not make equal as seen in Table 2. In the object with tissue the color appearance of stimulus was judged with a commercially available tissue paper placed on and over the stimulus. Both object and tissue object were observed under fluorescent lamps of the daylight type as shown in Fig.1c. Figure 1a illustrates the two-rooms technique. There was a small window W opened on the separating wall between a subject room and a test room, through which a subject could see a white board T placed in the test room which was illuminated by a fluorescent lamp of the daylight type. The illuminance level in the test room was

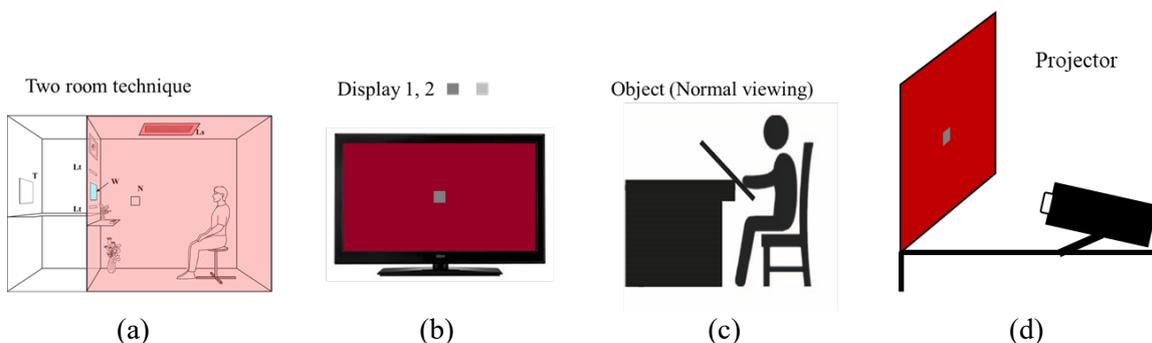


Figure 1. Different devices. a, two-rooms technique; b, display; c, object; d, projector.

Table 1 Size specifications of stimuli

Devices	Position	Width (cm)	Height (cm)	Viewing Distance (cm)	Width (°)	Height (°)
Object	Surround	40	29	30	67	52
	Test Patch	3	3		5.7	5.7
Display	Surround	90	68	30	112	97
	Test Patch	2.8	2.8		5.3	5.3
Projector	Surround	77	56	78	53	40
	Test patch	3.4	3.4		2.5	2.5
Two-rooms	Window	4	4	179	1.3	1.3

Table 2 Chromaticity specifications of surrounds of stimuli

	Paper			Display			Projector			Two-rooms		
	L(cd/m ²)	x	y									
R	39.1	0.587	0.341	38.8	0.582	0.322	90.6	0.567	0.366	23	0.584	0.335
Y	218	0.42	0.537	204	0.437	0.5	541	0.412	0.524	43.6	0.442	0.504
G	50.6	0.235	0.52	55	0.245	0.501	155	0.283	0.503	33.3	0.234	0.515
B	13.6	0.191	0.157	16.5	0.211	0.205	55.1	0.204	0.16	16	0.22	0.201

adjusted so that the appearance at W was the object color mode and the horizontal plane illuminance was 30 lx just in front of T. The subject room was illuminated by LED lamps and when it was red, for example, a stimulus pattern of the simultaneous color contrast of red surround was produced on the retina.

The color appearance was judged by the elementary color naming method. That is to estimate the amounts of chromaticness, whiteness, and blackness in percentage, and the apparent hue by amounts of two or one unique hues also in percentage. When a stimulus pattern was presented a subject adapted to the field for about one minute and judged the color appearance of the central patch, and then the surround. Four colors were pseudo-randomly presented. The judgment was done for the central test patch and for the surround. For each stimulus condition the judgement was repeated for five times on different day or time. Five subjects, MI, CP, JM, PC, and

NW participated in the experiment.

3. Results and discussion

Color appearance obtained by the elementary color naming method can be shown by a polar diagram normally used in the opponent colors theory. Figure 3 shows the results of color appearance of surround in the case of object mode from three subjects, CP, MI, and NW. Unique red and green appearance are taken along the horizontal direction, red being positive and green being negative and unique yellow and blue along the vertical direction, the former being positive and the latter being negative. The distance from the origin along the radial direction gives the amount of chromaticness, the circumference giving 100% of the chromaticness. Apparent hue is expressed by the angle from R-axis in the counterclockwise direction and it is determined by the ratio of amounts of unique hues. In each figure four open circles are plotted corresponding to red,

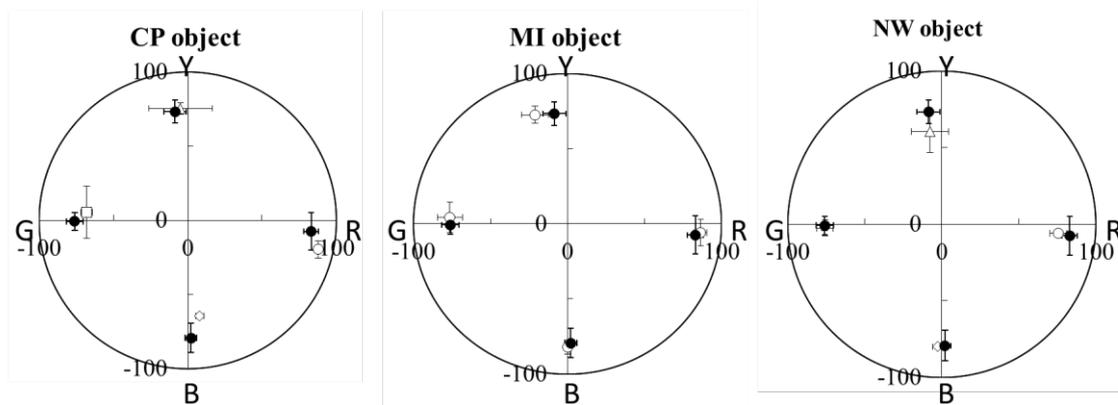


Figure 3. Color appearance of surrounds, red, yellow, green, and blue from three subjects, CP, MI, and NW. ○, individuals' data. Short bars indicate standard deviation after five repetitions. ●, mean of 5 subjects. Short bars indicate SD of 5 subjects.

yellow, green, and blue surround. Each surround appeared almost unique hue as shown by their points almost on or near to the respective axis. Thin short bars indicate the standard deviation after five repetitions. Subjects CP and MI were well experienced subjects for this kind of psychophysical experiment while the subject NW was a naïve subject. SDs of NW are small compared to CP, which implies that the reproducibility of data is not worse with the naïve subject than the experienced subjects. Filled circles give the average of the five subjects and thick short bars SD of the five subjects.

The main point of interest in the simultaneous color contrast experiment is the color appearance of the central achromatic test patch for different surrounding color. The results are shown in Fig. 4 for four surrounding colors by circles with red surround, triangles with yellow, squares with green, and diamonds with blue surround. Depending on devices employed the amount of chromaticness differed and it increased from the smallest percentage with the object mode, then the display, the object with tissue, the projector, and finally the largest amount of chromaticness with the two-rooms technique. The chromaticness was zero with white surround and points in Fig. 4 are connected by solid lines starting with the origin in the order just mentioned above. The order was different from this with green and blue, where the chromaticness was

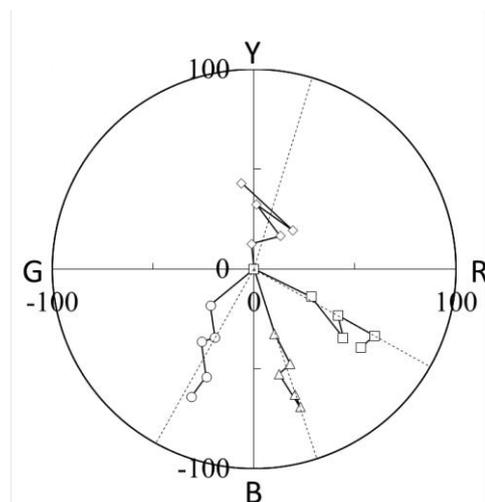


Figure 4. Averaged results of five subjects of color appearance of the central test patch for four different surrounding colors; ○, red surround; △, yellow surround, □, green surround, ◇, blue surround. Dotted lines show representative hues of respective surrounding color.

slightly larger with display than the tissue.

The apparent hues did not change much with different devices. The average of apparent hue angle of different devices was calculated, and it was drawn by a dotted line. All five points mostly came close to the lines indicating no apparent hue change with devices except the blue surround. The amount of chromaticness was averaged for different surrounding colors for five subjects and plotted in Fig. 5. It monotonically

increased.

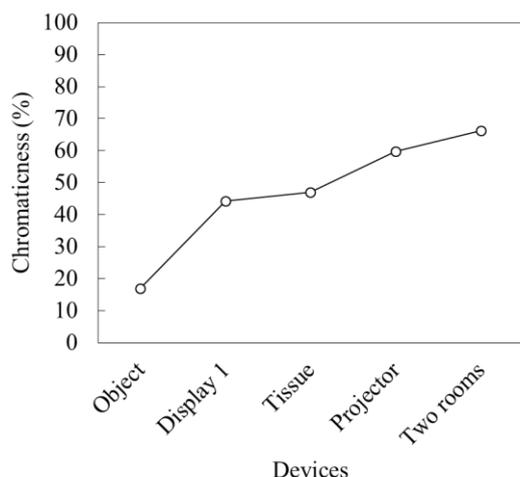


Figure 5. Amount of chromaticness with devices.

Let us consider why the different amount of chromaticness occurs. It is generally agreed that the simultaneous color contrast phenomenon is a result of chromatic adaptation to the surrounding color. The effect is very large with the two-rooms technique and it was asserted that the chromatic adaptation takes place to the color of light that illuminates the space. In the two rooms technique a space is illuminated by a colored light and the visual system adapts to the color, which is an

essence of the concept of recognized visual space of illumination RVSI proposed by Ikeda. According to this concept the effect should be very small in the object mode as the surrounding color of the paper belongs to the paper and is difficult to transform to the illumination color on the surface of the paper. The display is self-luminous, and the subjects can recognize the color as the illumination. Same as in the projector, which causes the subjects strongly to adapt to the color. A tissue makes the surface perception of paper indistinct and color is transformed to illumination. Chromatic adaptation is not small, and the color appearance of the test patch becomes more vivid.

References

- 1) C. Phuangsuwan: Chromatic adaptation to illumination investigated with adapting and adapted color, *Color Res. Appl.* 42 (2017)571-579.
- 2) C. H. Graham: *Vision and visual perception*, John Wiley & Sons (1965).
- 3) M. Ikeda: Color Appearance Explained, Predicted and Confirmed by the Concept of Recognized Visual Space of Illumination, *Optical Review*. 11 (2004) 217–225.

COLOR NAMES NOT EXPRESSIBLE BY 11 BASIC COLORS FOR THAI PEOPLE

Siriwan Sonkaew

Faculty of Mass Communication Technology, Rajamangala
University of Technology Thanyaburi, Thailand

Chanprapha Phuangsuan

Color Research Center, RMUTT, Thailand

Mitsuo Ikeda

Color Research Center, RMUTT, Thailand

Nischanade Panitanang

Faculty of Mass Communication Technology, RMUTT,
Thailand

Keywords: Eleven basic colors, Color category, World color survey, WCS, Thai people

1. Introduction

The well-known 11 basic colors were introduced by Berlin and Kay in 1969. Many countries were studied the color names their normally use.¹⁾ The world color survey WCS is organization to correct the color name and compare to the 11 basic colors. In Japan Kuriki et al. (2017) found the candidate for Japanese color term to be added into the 11 basic colors which is “Mizu” (Water color).²⁾ In Thailand many color terms are used in the daily life and it depends on region of living, age, occupation, experience, gender etc. The aim of this research was to investigate the color names that used beside the 11 basic colors in Thailand.

(D65) 18W/T8/EX-D were attached the ceiling to give the averaged illuminance 2644 lx by measuring at four positions on the table by illuminance spectrophotometer CL-500A Konica Minolta. The inside wall was pasted by white wall paper of about N9 ($L^* = 94$) and of chromaticities $x = 0.306$, $y = 0.321$. The table was covered by a gray cardboard of $x = 0.330$, $y = 0.340$ and $L^* = 51$.

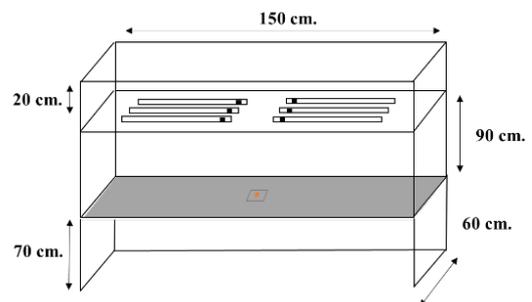


Figure 1 The experimental booth

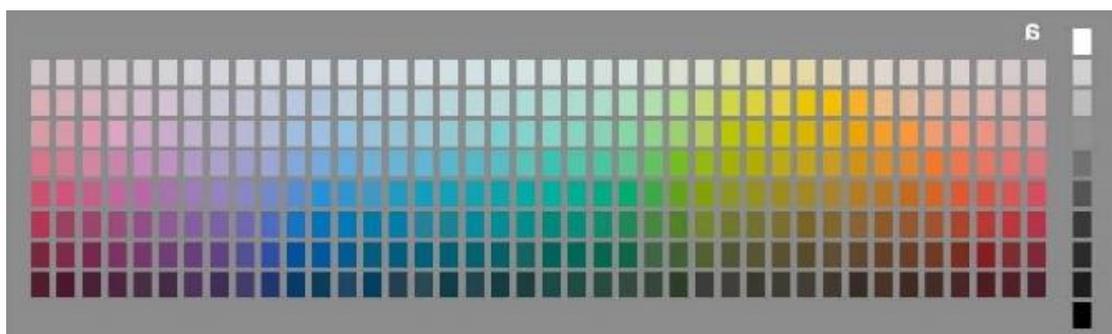


Figure 2 The 330 color chips from Munsell Book.

2. Experiment

Apparatus

Figure 1 shows the experimental booth which is 150 cm wide, 60 cm deep, 180 cm high. Six lamps of 40-W Toshiba Fluorescent Daylight

Stimuli

The 330 color chips were selected from the Munsell Book of Color glossy ed., X-Rite, Inc. (see in Fig. 2). Those color chips were 15 hues (2.5, 5, 7.5, 10 in R, YR, Y, GY, G, BG, B, PB, P,

RP) and 10 values (1.5, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 9.5) and chroma varied from 2-16 depending on hue. Each chip was mounted on a cardboard of size 7x7 cm² covered with gray matte paper approximating N5 in the Munsell value as shown in Fig. 3.

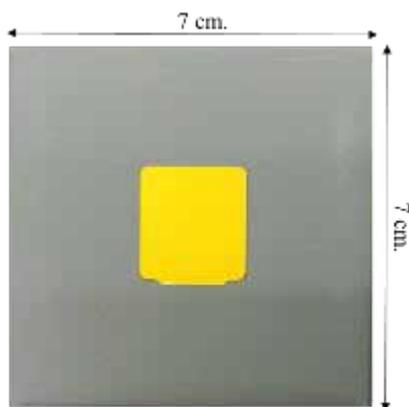


Figure 3 A sample of color chip.

Procedure

The experiment was carried out in a dark room as shown in the Fig. 4. The experimenter showed the color chip one by one to a subject and he/she named the color chip with a single term or monolexemic. The compound color terms such as Keaw-Aom-Namgean (greenish-blue) or modified words by adding the adjective in the front or behind color name as Mung-on (light purple) were not allowed in the experiment.



Figure 4. Showing the atmosphere while obtaining the color name.

However, the color name of the type of any objects that could generate color name were allowed to use. Subjects task were to name free color name and after that they asked to use only 11 basic colors. 11 basic colors from Berlin and Kay are red, green, blue, yellow, orange, pink, purple, brown, black, white, and gray. It was only one session for each subject, and it took about 1 hour to complete the entire experiment.

Sixty subjects (30 females and 30 males) from Rajamangala University of Technology Thanyaburi participated in the experiment. All the subjects had the normal color vision as tested by Panel D15.

3. Results and discussion

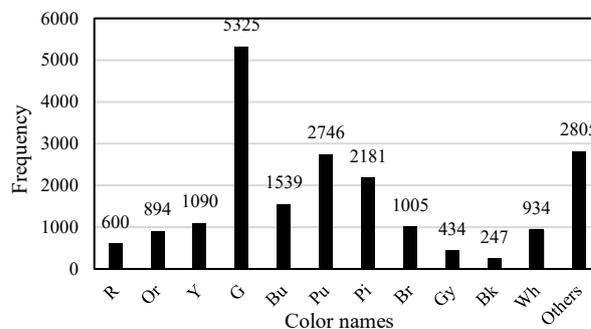


Figure 5 The frequency respond of each color term.

There were many responses beside the basic colors responded by the subjects. Figure 5 shows the frequency of color names and other names were at 2,805 responses or 14.18%. The highest frequency was show at green color term with 5,325 responses or 27% and second was purple color term with 2,746 responses or 13.86% respectively. The total responses were 19,800 responses.

There were 25 color names beside 11 basic

with color names, such as Fha (sky blue/light blue) with 1,663 responses, Khee ma (horse feces/olive green) 159 responses, Nue (skin tone) with 117 responses, Mint with 99 responses, Cream (paleyellow), and Lued moo (pig blood/deep red) for example. As shown in fig.6 But the most frequent response was “Fha” in Thai or “Sky” which showed 1,663 responses or 59.28%. We concluded that the color name “Fha”

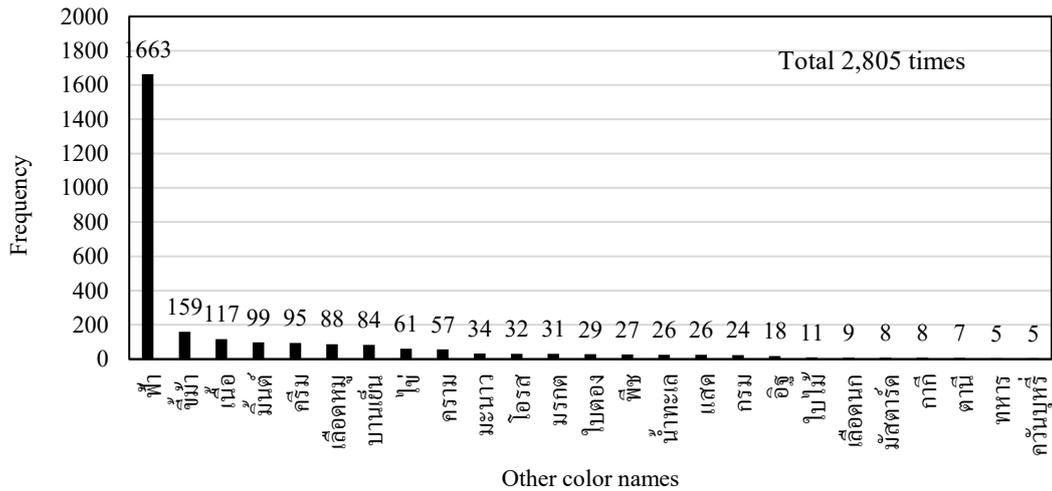


Figure 6 Showing the 25 color terms from other names beside 11 basic colors.

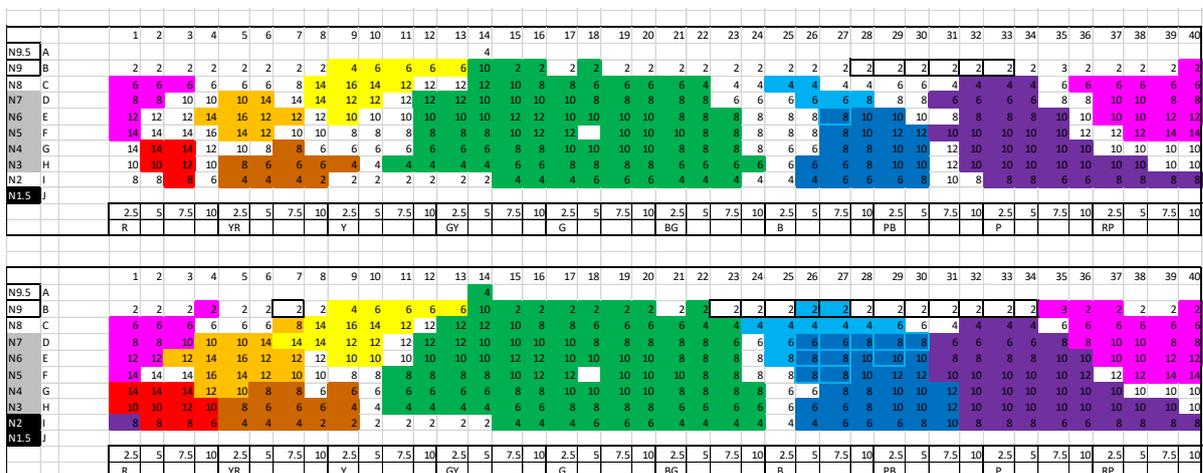


Figure 7 Upper, area of color names at 80% of responses and lower, area of color names at 60%.

should be included in Thai basic color in addition to the eleven basic colors proposed by Berlin and Kay. Figure 7 shows the area at 80% and 60% of responses. Upper picture showed area of red, orange, yellow, brown, green, blue, purple, white, gray and black also including Fha (sky color). Lower picture was similar color area which showed in the upper picture, but the lower percentage of responses increased the area of each color. The confused area between Fha and blue is shown by 10 colors and we need more experiment to investigate the threshold of those color names. We found no difference in responses between female and male.

References

- 1) Berlin, B., & Kay, P. (1969). Basic color terms: Their universality and evolution. Berkeley, CA: University of California Press.
- 2) Kuriki, I., Fukuda, K., Tokunaga R., Lindse D. T., Uchikawa K., Shioiri S. (2017). The modern Japanese color lexicon. Journal of Vision, 17(3), 1–18.

IMPROVEMENT OF THE COLOR DISCRIMINATION OF ELDERLIES WITH A SPOT LIGHTING

Napasorn Wisestoom

Faculty of Mass Communication Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thailand

Mitsuo Ikeda

Color Research Center, RMUTT, Thailand

Chanrapha Phuangsuwan

Color Research Center, RMUTT, Thailand

Keywords: cataract, cataract experiencing goggles, 100 hue test, spot lighting, color discriminability

1. Introduction

People get cataract soon or later when they become older. Crystalline lenses get frosted and cause to scatter incoming light in the eyes. Ikeda and Obama¹⁾ used cataract experiencing goggles to simulate cataract eyes and showed colors of objects desaturate. They reasoned the desaturation to white light coming from environment that scatters over the retina in the eyes because of frosted lenses. The desaturation brings problems to elderlies, reduction of readability of sentences, deterioration of color discriminability, and others. One method to reduce these problems is to reduce environment light by reducing illuminance in the space. However, this idea is untenable because it causes people to feel inconvenience as they cannot see objects clearly at the low illuminance. We propose here adoption of a spot lighting, where light illuminates only objects that people are looking at. Environment light is extremely reduced by this system and visual performance is expected to remain as normal eyes.

In this paper, the 100 hue test was employed to test the visual performance and the test was carried out under two lighting systems, a spot lighting and a normal fluorescent lamp lighting.

2. Experiment

Apparatus

Two lighting systems were set up side by side with a separating wall as schematically illustrated in Fig. 1. The right is a normal lighting with 8 fluorescent lamps of daylight type of 18W. They were put at the ceiling at the height 120 cm above an observing table. No covers were attached to the lamps and light radiates to all the directions before it reaches the table providing an abundant environment light. The

illuminance was adjusted by number of lit lamps and black masks put on the lamps. The left is a spot lighting with 3 LED lamps of 5W and color temperature 6500K. They were installed in a hood so that it illuminates only a limited area of 50 cm wide and 50 cm high. The vertical plane illuminance at the subject's eyes were 540 lx in the fluorescent lamp and 10 lx in the spot lighting. The illuminance on the table was about 1000 lx in both cases and the color temperature was 6100 K in both cases. There was slight difference between the two systems for the color temperature and the illuminance. The surface of the observing table was covered by a black cloth to make glare from the table surface zero.

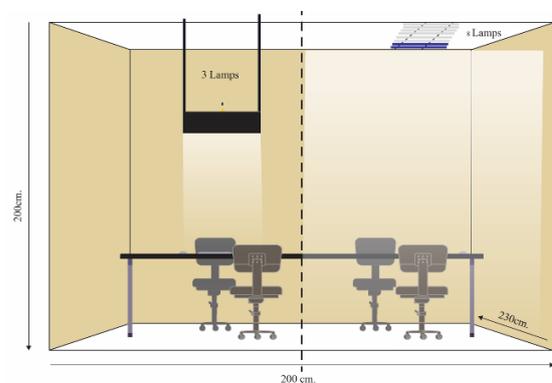


Fig. 1 Experimental booth installed with two lighting systems: left, spot lighting; right, fluorescent lighting.

Cataract experiencing goggles

Obama et al. developed cataract experiencing goggles to simulate cataract eyes³⁾. The goggles are composed of two filters, a color filter and a haze filter. Those filters were determined based on the color appearance impression and other visual impression to the outside scene of 24 patients right after the operation to exchange their crystalline lens with IOL. All the patients started to feel some inconvenience in seeing things in their daily life, such as unable to clearly identify face of neighbors, misunderstanding of color

of objects, and so on. The luminous transmittance was 58 % and the haze value of the haze filter was 24 %, which is larger than the value 18% reported in the past1), probably because of additional scratches on the surface after many uses.

100 hue test

Color discriminability was measured by 100 hue test, which was composed of 85 different color chips covering hue. They were numbered from 1 through 85 and grouped to four, 85-21 (red group), 22-42 (green group), 43-63 (blue group), and 64-84 (purple group), and color chips of the groups were put in rods of 50 cm long, respectively. Their u' - v' chromaticity coordinates are shown in Fig. 2. A filled circle indicates color chip #85 and the next to this in the counterclockwise direction is #1. Circles indicate chips in the first red rod, triangles green rod, squares blue rod, and diamonds purple rod. In the experiment color chips of a group were randomly put on the observing table and a subject returned the chips in the rod one by one in the order of color appearance. No time limit was set for observation. When all four rods were measured the subject moved his/her position to another lighting system and repeated the measurement similarly to the other lighting system.

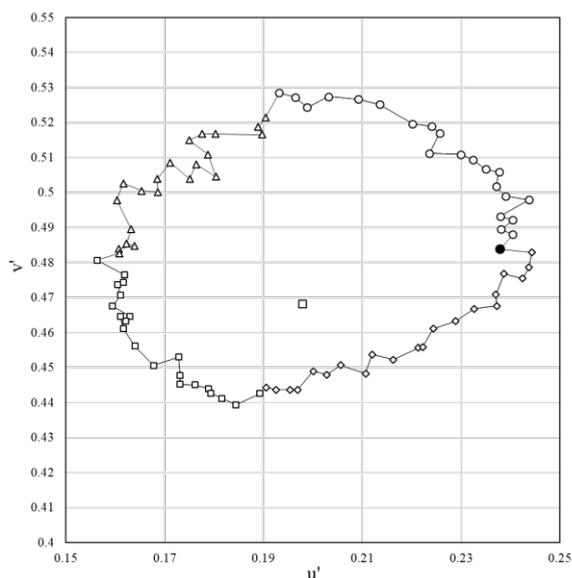


Fig. 2 Chromaticity coordinates u' - v' of 85 color chips in 100 hue test. A filled circle indicate color chip of #85. Number increases in the counterclockwise direction, #1 being next to #85.

Error score was calculated according to the method adopted in ophthalmic clinics for 100 hue test. To obtain error score of a chip, difference of the number of the chip to the number of chip placed at the next position and difference to the number of chip placed one before were obtained. Those difference were then converted to positive value and the two values were added to get the score for the chip. This method gave error score 2 for no error as the two differences are 1 and 1, and the total error score becomes 170.

Subjects

Fifteen subjects who were under- and graduate students except one staff participated in the experiment. Four were experienced subjects for psychophysical experiment. They were all normal in color vision as tested by the 100 hue test and Ishihara test.

3. Results and discussion

Examples of results are shown in Fig. 3 from the subject NW, who was an experienced subject. Figure 4 gives results from a naïve subject KK.

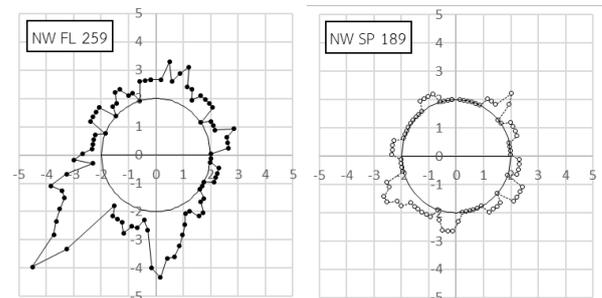


Fig. 3 Graphs to show examples of results of error score from the subject NW. Left, fluorescent lighting. Right, spot lighting.

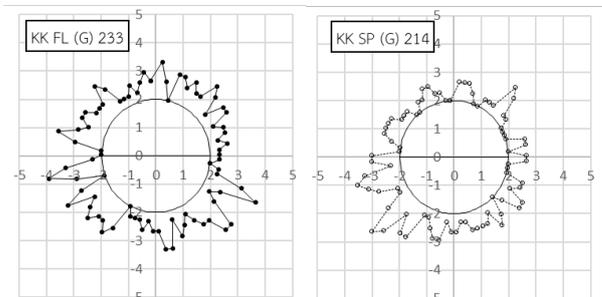


Fig. 4 Results from the subject KK.

The left figure was from the fluorescent lighting and the right from the spot lighting. Dotted circle of radius 2 gives score of correct response and points existing outside of the circle indicate error was made. Under the fluorescent lighting both subjects made many errors, total error score being 259 and 233. With spot lighting errors were much less as seen on the right figure. All points came close to the circle of radius 2 and the total error score was 189 and 214. Tendency that error score was less with spot lighting was found in every subject as summarized in Table 1.

Table 1 Error score of all the subjects for spot lighting, and fluorescent lighting.

	AS	BK	BT	CP	JC	JM	KK	KP	NN	NP	NW	PC	SP	SS	TM	Mean	SD
Spot	199	196	188	185	188	173	214	208	216	199	189	215	199	190	188	197	12
Fluorescent	215	208	196	197	199	183	233	230	256	204	233	255	213	203	203	215	22

Mean error score was 215 with fluorescent lighting system and 197 with spot lighting system. Figure 5 is a plot of averaged results of 15 subjects under Fluorescent lighting (filled circles) and spotlighting (open circles). For almost of all the color chips the spot lighting gave less error than the fluorescent lighting.

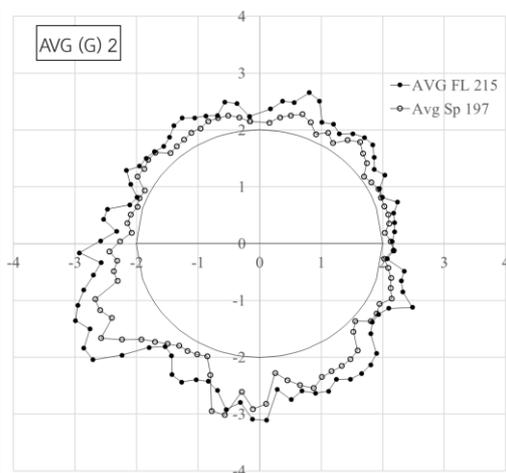


Fig. 5 Error score graph of average of 15 subjects, filled circles from fluorescent lighting, open circles from spot lighting.

Figure 6 is an alternative plot of Fig. 5. For a color chip without error, a value 0 was given by reducing 2 from error score given in Fig. 5. Along the abscissa the color chip number is taken and along the ordinate the real error score. Filled circles are for fluorescent lighting and open circles for spot lighting. At most color chips open circles locate under filled circles, implying spotlighting system better for color discriminability than the fluorescent lighting system.

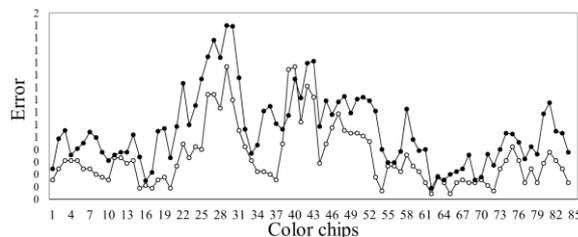


Fig. 6 Real error score: ○, spot lighting
●, fluorescent lighting.

References

- 1) Ikeda M. and Obama T. Desaturation of color by environment light in cataract eyes. *Col Res Appl* 2008,vol.33 pp142-147.
- 2) Obama T. Ikeda M. Kusumi A. Shinoda H. Desaturation of color charts caused by environment light at the use of a cataract experiencing goggle. *Jr Col Sci Assoc Jpn* 2004 vol 28 pp 95-101 [in Japanese]
- 3) Obama T, Uozato H, Terauchi H, Matsuoka M. A qualitative determination of senile cataract experience filters. *J Color Sci Assoc Jpn* 2004;28:245-252 [in Japanese].

手で探索し思考する色彩演習実践成果物

Color exercise practice work to explore and thought with hand

粟野 由美 Yumi Awano

東京造形大学

Tokyo Zokei University

金澤 律子 Ritsuko Kanazawa

東京造形大学

Tokyo Zokei University

Keywords: 色彩教育, 造形基礎, イメージ表現.

1. はじめに

東京造形大学の造形基礎科目「色彩と構成」¹⁾は、美術・デザイン学科の10専攻領域で活かす基盤要素に位置付け、色材の物性を体感しながら色彩のはたらきに見識を持たせる目的で運営している。色彩は、どの専攻領域においても表現の構築に大きく関わる。色空間の概念を体感的に理解し、作品の構成力をより養うことは作品の完成度を高めることにつながる。「手で探索し思考する色彩演習」は、制限による不自由さがある課題であっても、「まず、手を動かして探索してみよう」「手を動かしながら思考することによって興味を感じたことを糸口として、自由な表現を見つけてみよう」と課題への取り組み方を導くことにより、個々人の積極性にも予めの実技能力にも依拠しない制作意欲を引き出し、色材の物性を体感しながら創作に親しみ、個々人の専攻領域で活かす表現要素としての色彩のはたらきに見識を持たせるよう工夫した教育運営を実践している。

「芸術で重要なのは、表現と描写の方法だけではなく、各人の個性及び人間性にかかっている。まず第一に個性を養い、その個性による創造が必要である。個性が必然的に創造を成し遂げるのである。色彩の真剣な研究は、人間の養成のための優れた方策でもある。なぜなら、それは内面的かつ知覚の世界にわれわれを導くからである。」とヨハネス・イッテンは『色彩論』²⁾で述べている。この考えを「手で模索し思考する色彩演習」の教育運営の実践に活かしている。本稿にてこの教育プログラムの実践成果物を振り返る。

2. 演習テーマと概要

2-1. 「色のデッサン」からカラーデザインへ

演習テーマは「色のデッサン」である。色そのものに焦点を合わせ「色を単数で考える」と「色を複数で考える」演習課題を通して、色が作用する「差」を考察し、色彩の役割や心理的作用も検討していく。演習は実材(絵の具、色材、メディウム、様々な材料)と支持体(洋紙、和紙、布など)の組み合わせの違いによる「見え」の変化、テクスチャー<マチエールを含む>の活用による表現の広がりや体感的に理解し、学生が個性的に「色彩のはたらき」を応用することへの親しみを体感できるよう導く。毎回の授業で制作したA4版シート(課題)はデータ保存し、期末には保存データを編集し、個々人が今後も使える「My Color Book」を完成させる。これには、視覚とその他の感覚の併合的色彩表現を模索し、より自由な表現ができる課題や自由制作も含まれる。授業成果はカラーデザインした1冊の本にまとめることによって、学生が自分の「個性」を「気づくこと」、学んだことの「達成感」を味わえることが狙いである。

2-2. 「色彩演習」シラバスの一例

「色彩と構成」は31名定員で、前期「色彩演習」14回、後期はその応用として「構成演習」14回で開講し、例年約40%が前後期を継続受講する。

2-2-1. 前期「色彩演習」(WS:制作課題)

- 1) 色を見るということ<視知覚の特性>
WS:色の不思議
- 2) 色空間(顕色系)の概念~三属性
WS:絵の具による色相環(視認計測・測色機による測色値の読み方)
- 3) 色のデッサン~絵の具による調色1
WS:「シロ」と「クロ」(Value)・グレーチップ作成
- 4) 色のデッサン~絵の具による調色2
WS:「アカ」と「ミドリ」、「キ」と「アオ」による彩色と色彩構成(Value&Chroma 1)
- 5) 色のデッサン~絵の具による調色3
WS:立体感・透明性<無彩色と有彩色1色>(Value&Chroma 2)

- 6) 色のデッサン～
絵の具により作成した色紙を用いた表現 1
WS:共感覚く五感刺激によるイメージ表現>
- 7) 色のデッサン～
絵の具により作成した色紙を用いた表現 2
WS:言葉から導かれたイメージ表現 1
- 8) 色のデッサン～
絵の具により作成した色紙を用いた表現 3
WS:言葉から導かれたイメージ表現 2
- 9) 色と色材・質感1
WS:テクスチャー・ハンティング(画材 A タイプ)
- 10) 色と色材・質感2
WS:テクスチャー・ハンティング(画材 B タイプ)
- 11) 色彩調和と配色の心理的効果
WS:「My Color book」制作 1
- 12) 色彩調和と配色の心理的効果
WS:「My Color book」制作 2
- 13) 色彩調和と配色の心理的効果
WS:「My Color book」制作 3
- 14) まとめ,課題鑑賞,講評会

2-2-2.後期「構成演習」(WS:制作課題)

- 1) 「色」の「いろいろ」
WS:色の形とイメージの変化
- 2) 色空間(顕色系)の概念～三属性とトーン 1
WS:トーン・キューブ 1(立方体の量的調和)
- 3) 色空間(顕色系)の概念～三属性とトーン 2
WS:トーン・キューブ 2(立方体の量的調和)
- 4) 三属性とトーン 1
WS:ドミナントカラー・コレクション(10色相)
(カラーージュによる色彩構成)
- 5) 三属性とトーン 2
WS:ドミナントカラー・コレクション(10色相)
(カラーージュによる色彩構成)
- 6) 色と色材・質感 1
WS:マチュールを用いた平面構成 1
- 7) 色と色材・質感 2
WS:マチュールを用いた平面構成 2
- 8) 色と色材・質感 3
WS:マチュールを用いた平面構成 3
- 9) 色彩調和と配色の心理的効果―
視覚とその他の感覚の併合的色彩表現
WS:リズムと色彩
- 10) 色彩調和と配色の心理的効果―
視覚とその他の感覚の併合的色彩表現
WS:曲,歌詞からのイメージによる色彩表現 1
- 11) 色彩調和と配色の心理的効果―
視覚とその他の感覚の併合的色彩表現

- WS:曲,歌詞からのイメージによる色彩表現 2
- 12) 色彩調和と配色の実践―
WS:折り本形式での「My Color Book」制作 1
- 13) 色彩調和と配色の実践―
WS:折り本形式での「My Color Book」制作 2
- 14) まとめ,課題鑑賞,講評会

3. 実践成果物と評価

制作課題の成果物を紹介する(図1~6)。

「色のデッサン」など機械的な制度を訓練する課題は不得意な学生も,表現を探る創造的な課題には自発的・意欲的な取り組み姿勢が発揮された。レポートでは下記のように肯定的な感想が多く,この授業計画の目的達成を評価できる。

- ・使ってみたかった画材を使用でき色々な挑戦が面白くて嬉しかった。
- ・構成に時間がかかったが,ユニークさがあり,納得のいく作品に仕上がりに,達成感を味わった。
- ・今まで気がつかなかったことにも意識がひろがり,新鮮で楽しかった。
- ・この感覚を忘れないようにしたい。
- ・色について興味が湧き,これからも色彩を意識した制作をしていきたい。

4. まとめ

1966年2月18日,イッテンは「画家は彼自身の企図にもとづき色面と色彩を用い,その生命力は彼自身から奔流する.彼は直感もしくはインスピレーションの導くところにしたがって自らの経験を形づくる.いかに絵画が発展してゆこうとも,色彩はつねにその造形要素の主体となって存在しつづけるであろう。」と述べている³⁾。本稿で述べた「色彩演習」シラバスの構想にあたっては,自らも課題制作に取り組んでみて,画材・支持体選定,課題の条件設定,解説と制作(理解,構想,実現)の配分,意欲を引き出す魅力的な成果物の検討と修正を重ね,履修生の集团的傾向と個人的性質に応じてプログラムを調整し続けている。学生を「気づき」へ導き,表現に挑戦させるために自らも手で探索し思考し続けることは,教員の人生にも大きな影響を与えていることに気づく。その過程はイッテンの言葉の体現者であろうとし,体現させる者であろうとすることの往復である。

本稿ではシラバスと課題成果物の一部を掲載したが,全国大会当日はできるだけ多種多様な課題成果物を展示する予定である。

図 1. 2-2-2.5)ドミナントカラー・コレクション(学生 A)

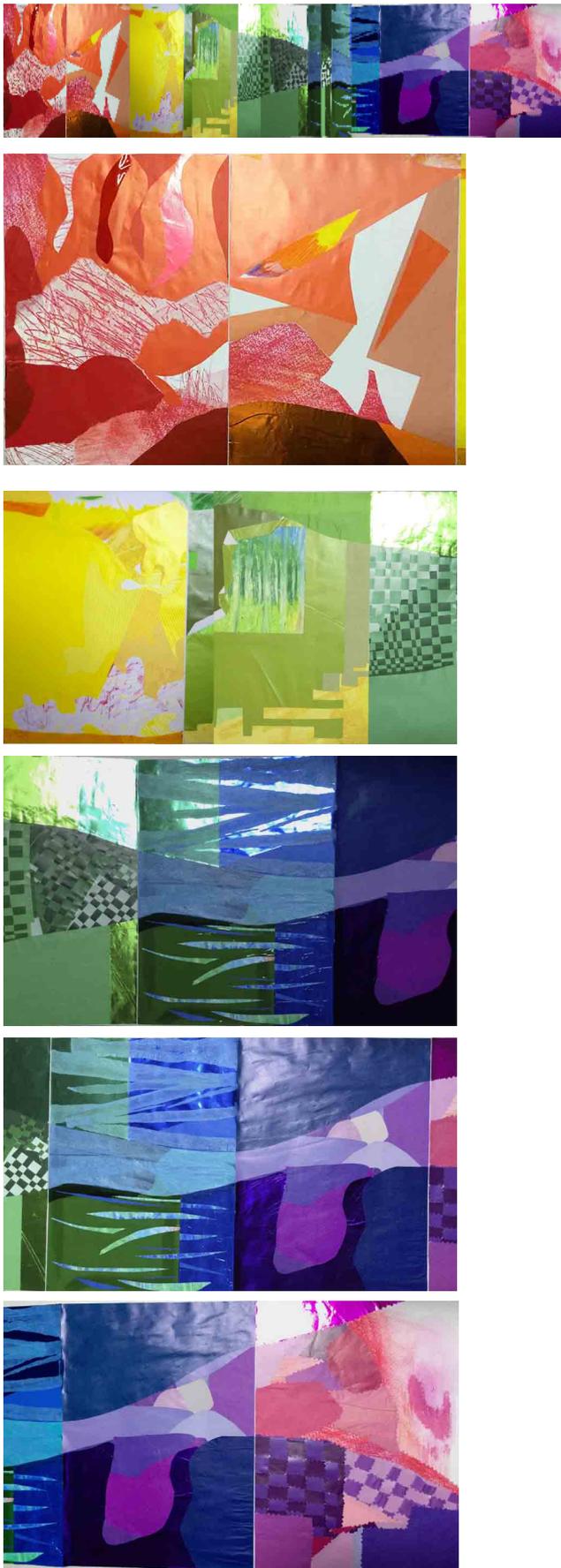


図 2. 2-2-2.5)ドミナントカラー・コレクション(学生 B-左図・右図続き)



図 3. 2-2-2.12)-13)「My Color Book」のブックデザイン(学生 C)



図 4. 2-2-2.12)-13)「My Color Book」のブックデザイン(学生 D)



図5. 2-2-2.12)-13)「My Color Book」のブックデザインと内容ページ
抜粋(学生 E)

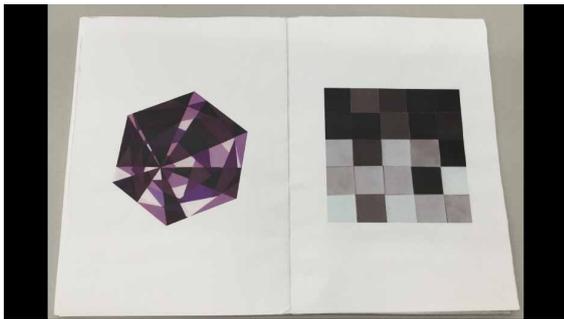
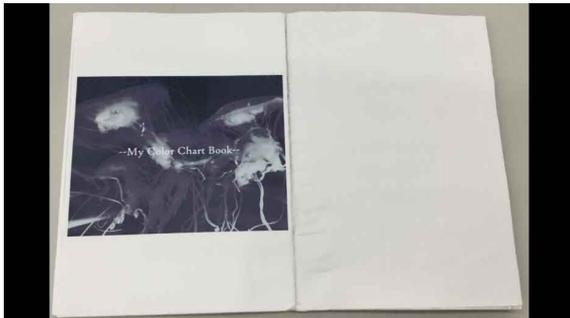
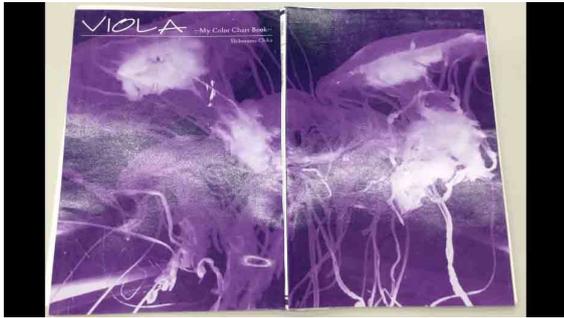


図6 2-2-1. 3)~5) 色のデッサン



註1) 2011年開講.2018年よりハイブリット科目「色彩演習」

註2) 『ヨハネス・イッテン 色彩論』ヨハネス・イッテン著 大智浩 訳
株式会社美術出版 1999年 第16刷 P94 あとがきより抜粋

註3) 同上 p95より抜粋

参考文献 1) 『ヨハネス・イッテン 色彩論』ヨハネス・イッテン著
大智浩 訳 株式会社美術出版 1999年 第16刷

2) JOHANNES ITTEN WEGE ZUUR KUNST 『芸術への道 ヨハネス・イッテンによる芸術教育の方法』ドロレス・デネーロ/DOLORES DENARO 著
石川潤 編・訳 2003年 京都国立近代美術館

幼児の平面表現の特徴—色シール課題による性差の検討—

Characteristics of child's plane expression

—Sex difference analysis through tasks using color stickers—

島田 由紀子 Yukiko Shimada 國學院大学
大神 優子 Yuko Ohgami 和洋女子大学

Kokugakuin University
Wayo Women's University

Keywords: 幼児, 性差, 平面表現, 色シール.

1. はじめに

子どもの自由画にみられる使用色やモチーフには性差があり, 男児は寒色系で「乗り物」等, 女児は暖色系で「お姫さま」等の表現が多いと報告されている¹⁾が, モチーフによって色彩が選択される可能性が考えられる. また, 構図についても性差があると報告されているが²⁾先行研究は少ない. 就学前の子どもにとって技能を要する描画は個人差が大きい. そこで本研究では, 子どもにとって親しみのあるシールを用いた平面表現の作品について分析を試みることにした. この調査研究によって, 子どもの平面表現の特徴を明らかにするとともに, 描画活動とは異なる平面表現の造形活動の提案につながることを期待できる.

2. 方法

(1) 対象

幼稚園・保育所の4・5歳児クラスに在籍する幼児が調査に参加した. 男児78人(5歳0ヶ月~6歳11か月), 女児54人(4歳11ヶ月~6歳11か月)の計134名であった.

(2) 課題

①平面構成課題

4×4の16枠を印刷したA4用紙に, 2色の円形のシールを貼る平面構成課題である. シールは各色5枚ずつ配付した. 枠の大きさは1辺が22mmであった. 円形のシールは, 市販のタックラベル直径16mmを使用した. 色の組み合わせが異なる2種類の課題を実施した. 課題1は青・ピンクの色の組み合わせ, 課題2は青・黄の色の組み合わせである. 青は男児が好む色でピンクは女児が好む色³⁾, 黄は男女ともに好む色である⁴⁾. なお, 練習課題として, 3×3の9枠に4枚の黒シールを貼る課題を設定した.

②好きな色アンケート

課題で使用した黄・青・ピンクの3色のうち, もっとも好きな色を1つ選択するよう求めた.

(3) 手続き

各自が在籍する幼稚園・保育所の保育室で, 集団で実施した. 担任保育者の協力を得て, 第一著者が調査を実施した.

練習課題, 本課題(2種類)の計3課題を連続して集団で実施した. 用紙とシールを配付し, 貼り方は自由であるが, 貼り直しはできないことを教示した. 練習課題(黒シール4枚)では, シールをすべて貼るよう指示した. 本課題(青・ピンクシール各5枚/黄・青シール各5枚)では, シールを全部貼るのでも, 残すのでもどちらでも良いと指示した. 課題が終了するごとに用紙とシールの台紙を回収した. 回収後に, 続けて次の課題の用紙とシールを配付し, 同様に教示を繰り返した.

最後に, 好きな色を調べた. 最後の課題用紙を, 黄・青・ピンクの3色のうち, もっとも好きな色のシールが貼ってある箱に提出するよう求めた.

全体の所要時間は約15分であった.

調査への協力は, 各園の園長から了承を得た. これらの手続きに関しては, 保育教諭養成課程研究会研究倫理委員会の承認を得た(承認番号2018-1).

3. 結果

シールの配置を検討するため, 練習課題を含む3課題のいずれか1課題以上で, シールを枠外に貼った子どもを分析対象外とした. 男児では78人中25人(32.1%), 女児では54人中19人(35.2%)が分析対象外となった. 性別(2)×枠外/枠内(2)の χ^2 検定を行った結果, 人数の偏りはみられなかった($\chi^2(1)=0.14, n.s.$).

以下の分析では, シールをすべて枠内に貼った男児53人, 女児35人の計88人を対象とした.

(1) 好きな色

図1に、男女別の好きな色の選択割合を示した。性別(2)×好きな色(3)の χ^2 検定を行った結果、人数の偏りが有意であった($\chi^2(2)=22.2, p<.01$)。残差分析の結果、好きな色として、男児では青を選択する割合が高く、女児ではピンクを選択する割合が高いことが示された($p<.01$)。

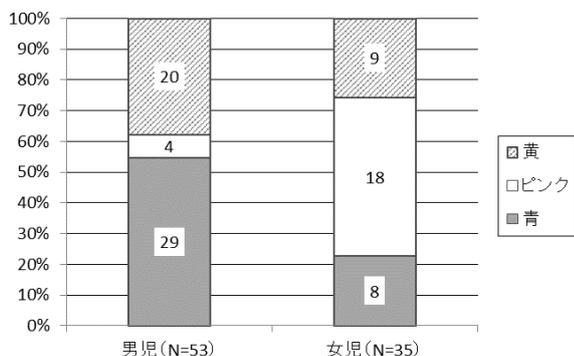


図1 好きな色の男女別の選択人数の割合

(2) 平面構成課題

使用色：色の好みには男女で違いがあったものの、各色の使用枚数については、男女ともにほぼすべて使用していた(各色5枚)。

対称性：色の要因を除いて、全体の構成が対称的になっているかどうかを検討した(線対称・点対称含む)。対称的な構図を作成した割合は、17.1~35.8%と幅があったが、性別(2)×対称性の有無(2)の χ^2 検定を行った結果、人数の偏りは有意ではなく、性差は見られなかった。

中央部への配置：色の要因や対称性を除いて、中央部の4枠にシールが貼られているかを検討した。図2に、男女別に中央4枠への配置あり/なし(一部欠損も含む)で分類した結果を示した。2回の課題別に性別(2)×中央部への配置の有無(2)の χ^2 検定を行った。その結果、課題1(青・ピンク)では人数の偏りは有意ではなかったが、課題2(青・黄)では人数の偏りが有意であった(課題1： $\chi^2(1)=2.5, p=.11$, 課題2： $\chi^2(1)=5.3, p<.05$)。残差分析の結果、課題2では、男児で中央4枠を埋める割合が高く、女児では中央4枠のいずれかに空白がある割合が高いことが示された($p<.05$)。

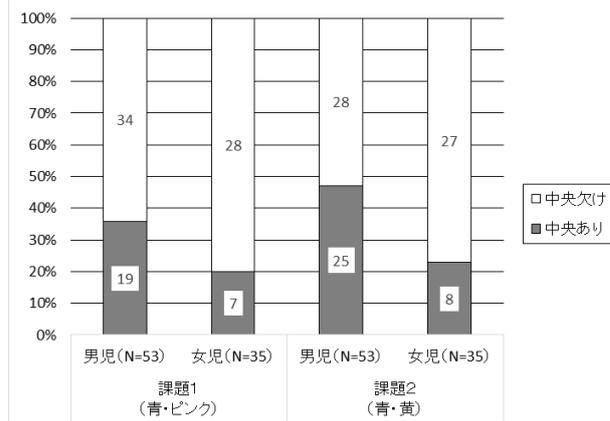


図2 中央部への配置の有無：男女別の選択人数の割合

4. 考察

好きな色の調査では、男児は青、女児はピンクで、先行研究⁵⁾と共通していることから、子どもの好きな色には普遍性があると考えられる。平面課題では、シールが色に関係なくほぼすべて貼られていたことは、色よりもシールを貼る行為が優先されたからではないだろうか。課題2(青・黄)の構図に性差が確認できたが、前出の皆本⁶⁾によると、女児は自由画の構図でモチーフを均等に描き、男児の自由画では表現したいモチーフを強調する。このことから、女児のシールの場合は貼る位置にバラつきがみられ、男児のシールは中央部の4枠に貼ることで強調した表現になっているのではないだろうか。また、出席ノートに毎日シール貼る先行研究⁷⁾では、子どもによってシールを縦に揃える、毎日シールを変える等の他、次第にきれいに貼ることが報告されている。今後は課題の回数を増やすことや、枠や色数を増やすことも検討する必要がある。

文献

- 1) 新井康允. 自由画の男女差とアンドロゲン 人間総合科学. 2001, 創刊号, pp.105-115.
- 2) 皆本二三江, 「お絵かき」の想像力, 2017, 春秋社, P.148.
- 3) 島田由紀子, 幼児の色彩感情, 美術教育学, 2001, 第22巻, pp.95-104.
- 4) 森俊夫 他, 幼児の嗜好する色彩特徴, 岐阜女子大学紀要, 2011, 第40号, pp.45-51.
- 5) 前掲3)
- 6) 前掲2)
- 7) 財満由美子 他, 保育における出席ノートへの「シール貼り活動」の意義, 2012, 幼年教育年報第34巻, pp.35-43.

机上作業時の心理評価に及ぼす色彩の影響 — 高年者と若年者との比較 2 —

Influences of Color on the Psychological Evaluation During Desk Work. Comparison of Elderly People and Young People 2

松田 博子 Hiroko Matsuda
名取 和幸 Kazuyuki Natori
破田野 智美 Tomomi Hatano

カラーコンサルタントスタジオ Color Consultant Studio
日本色彩研究所 Japan Color Research Institute
立命館大学 Ritsumeikan University

キーワード：色彩環境，机上作業，高年者，若年者，心理評価

Keywords: color environment, desk work, elderly people, young people, psychological evaluation.

1. はじめに

松田・名取・破田野 (2018) に続き色彩環境が作業時の心理評価に及ぼす影響を検討した。松田ら (2018) が検討した壁面の色の場合，若年者では明度と「楽しい」・「気分が良い」との間に相関が見られた。また赤，青，赤紫，黒の壁面では，高年者の評価と若年者の評価の間に違いが見られた。若年者は高年者と比べて「好き」で，かつ「楽しい」色や，「気分が良い」色でなければ，すべての項目で高得点が出なかった。

今回の実験では机上面作業時の背景色による高年者と若年者の心理評価の差を検討した。色刺激として9色の色画用紙を机上面に敷き，作業としての満足感も達成できるように，色画用紙の上で市販の写経用の般若心経をボールペンまたは鉛筆で写経してもらい完成させた。その結果，机上の色の場合も年齢層による心理評価の違いがみられた。

2. 方法

2.1. 調査対象者

高年者 17 名 (女性 15 名，男性 2 名；52～80 歳，

平均年齢 66.1 歳)。若年者 18 名 (女性 18 名；18～20 歳，平均年齢 19.0 歳) の協力を得た。

2.2. 実施時期

高年者調査は 2017 年 12 月 4 日，若年者調査は 2018 年 8 月 21 日に行った。

2.3. 調査場所

高年者は京都の大学の講義室，若年者は大阪の大学の講義室で行った。いずれの講義室も全体の大きさや窓の位置は，ほぼ同じであった。

2.4. 照明環境

高年者と若年者の照明条件が同じになるよう，直射日光を避けて，昼白色蛍光灯下で調査した。机上面照度は 600lx 以上であった。

2.5. 机上面に用いた色刺激

松田ら (2018) が壁面に使用した 9 色相に準ずる市販の 4 つ切版色画用紙 (392×542mm) を用いた。それぞれのマンセル値は，赤 (4.5R 4.4/12.1)，橙 (2.0YR 6.5/12.8)，黄 (3.3Y 8.1/11.3)，緑 (4.1G 5.1/7.1)，青 (5.3PB 4.5/7.6)，紫 (7.3P 4.3/8.5)，赤紫 (10RP 3.5/11.0)，ピンク (6.9R 8.8/2.2)，黒 (7.3GY 2.6/0.3) である。

作業机 (2.5Y8.5/1.0) は，高年者調査では長机を前後 5 行左右 2 列に，若年者調査では一人机を



図 1. 高年者画用紙配置図 (左) と般若心経配置 (右)



図2. 作業風景 若年者 (左) と高年者 (右)

前後5行左右4列に並び、両調査の色画用紙の配置が同等となるよう留意した。机上には壁面の調査(松田ら, 2018)と同じ色順(赤・橙・黄・緑・青・紫・赤紫・ピンク・黒)で画用紙を配置し、その中央にB4判の白いコピー用紙を1枚敷いた。その上に市販の般若心経を置いた(図1)。なお画用紙の色は隣に着席した対象者同士が同じになるようにした。またアンケート調査用紙は二人の間に重ねて配置した。高年者は長机の中央に、若年者は一人机の二人の間に椅子を配置してその上に置いた(図2)。

2.6. 作業内容と手続き

調査には複数の対象者が同時に参加した。作業を始める前に、般若心経は右から書くこと、各色につき2行だけを写経すること、文字数が少なく空白のある行は、隣の行の文字を書くこと、また休みたい場合は机上面だけを見ることを教示した。対象者は、いずれかの色の机の前に着席し、合図と同時に鉛筆かボールペンで写経作業を始めた。3分経過後、写経を終え、アンケート用紙に作業の「感想」と(a)この色が好き-嫌い、(b)作業がはかどる-作業がはかどらない、(c)楽しい-楽しくない、(d)気分が良い-気分が悪い、

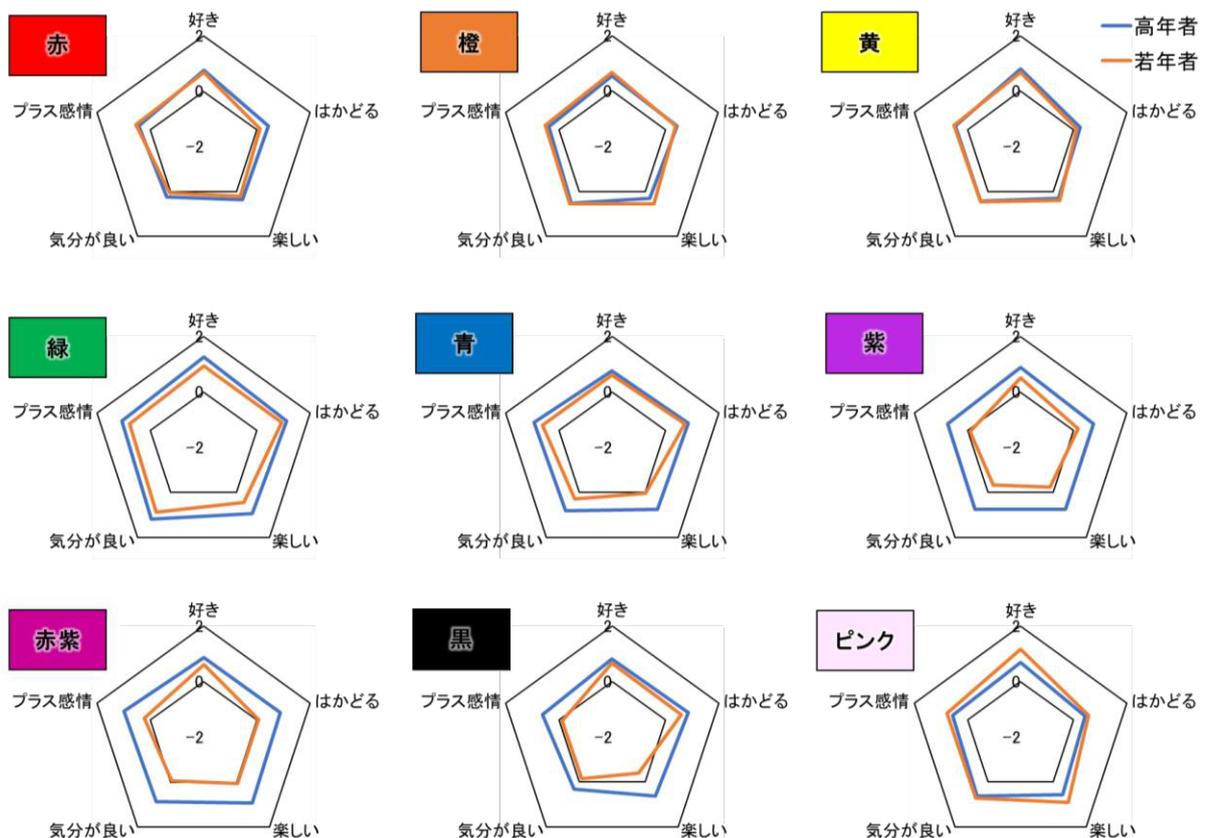


図3. 各色の机上面の評定値：色別

表 1. 各項目間の相関係数 r

	高年者						若年者					
	好き	はかどる	楽しい	気分が良い	プラス感情	明度	好き	はかどる	楽しい	気分が良い	プラス感情	明度
はかどる	0.70						0.51					
楽しい	0.69	0.90					0.75	0.15				
気分が良い	0.69	0.70	0.82				0.76	0.54	0.87			
プラス感情	0.71	0.89	0.97	0.87			0.67	0.38	0.85	0.88		
明度	-0.29	-0.69	-0.51	-0.07	-0.46		0.59	-0.02	0.86	0.70	0.63	
彩度	-0.13	-0.35	-0.29	-0.01	-0.18	0.09	-0.48	-0.58	0.15	0.00	0.16	0.09

(e) 全体的にプラス感情－マイナス感情の5項目について5段階の心理評価を記入した。3分経過後、合図に従いアンケート用紙を所定の位置に置き、それぞれ最初に置かれた般若心経をもって、次の色の机に移動し、白い紙の上に般若心経を置いて、同じ作業を繰り返した。

3. 結果

5段階尺度で得た各対象者の評定値を-2, -1, 0, 1, 2に読み替え、机上面の色(赤/橙/黄/緑/青/紫/赤紫/黒/ピンクの9条件)×項目(好き/はかどる/楽しい/気分が良い/プラス感情の5条件)×年齢層(高年者/若年者の2条件)の90条件で平均を求めた。図3は平均値を色別に示したものである。また、平均値に基づき、年齢層の別に、各項目の相関を求め、表1に示した。

3.1. 色別 (図3)

赤・橙・黄：高年者と若年者との差が見られな

かった。

緑：いずれの年齢層ともすべての項目で評価が高かった。殊に高年者は評価が高かった。

青：「楽しい」「気分が良い」などの評価は若年者の方が低かった。

紫：年齢層による差が大きく、若年者は「好き」以外の評価がすべて低かった。

赤紫：年齢層による差が大きく、若年者は「好き」以外の評価がすべて低かった。高年者はすべての評価が高かった。

黒：「楽しい」「プラス感情」の評価が若年者で低かった。

ピンク：いずれの年齢層も評価は高かった。殊に若年者が高く評価した。

若年者は、高年者に比べて、全体の評価が低い傾向にあった。

3.2. 項目別 (図4)

項目別に机上面の色(赤/橙/黄/緑/青/紫/赤紫/黒/

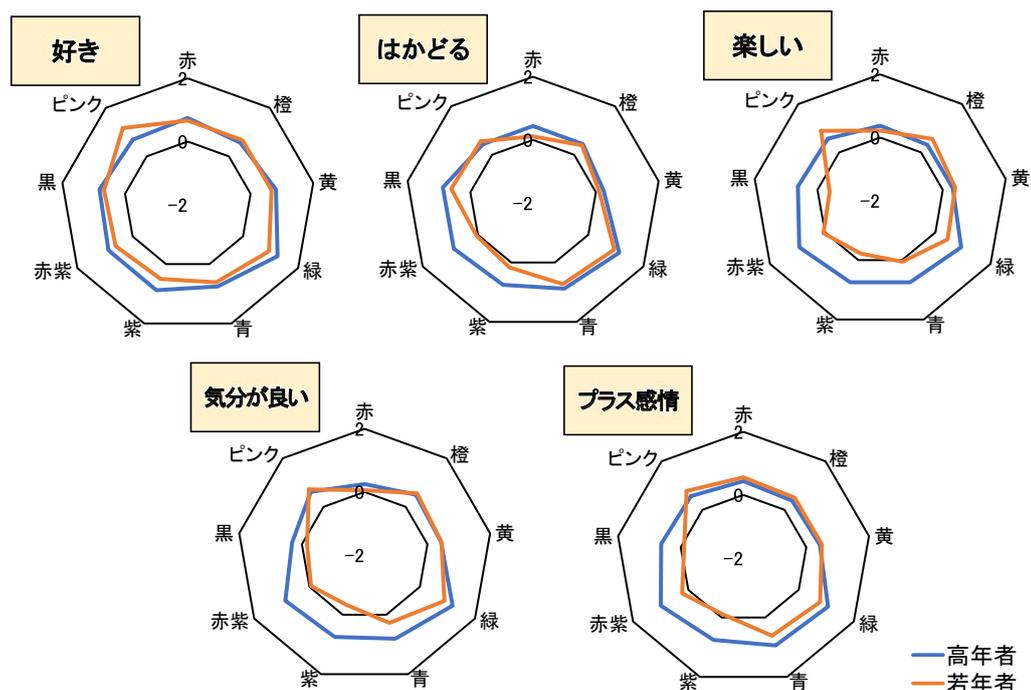


図 4. 各色の机上面の評定値：項目別

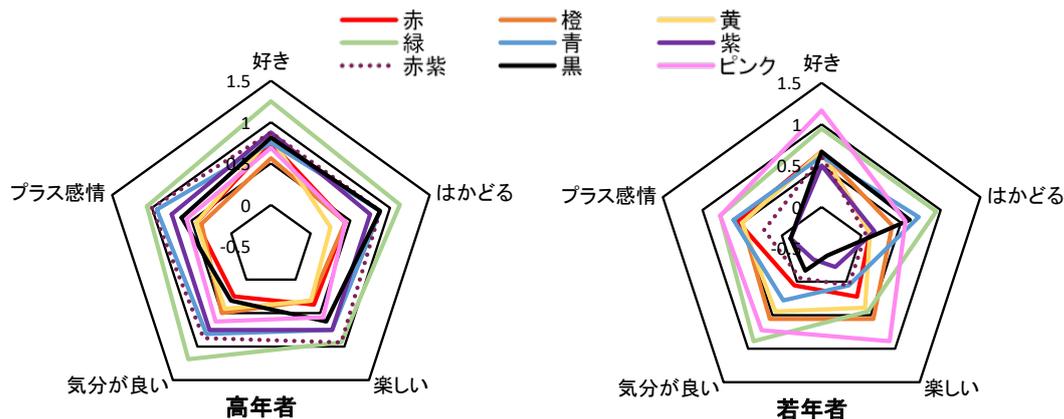


図5. 高齢者と若年者の色相別比較

ピンクの9条件)×年齢層(高齢者/若年者の2条件)の2要因分散分析を行った結果を述べる。

「好き」・「全体的にプラス」: いずれの主効果、交互作用も認められなかった。

「はかどる」: 机上面の色の主効果 ($F(8, 264) = 2.42, p < .05$) が認められ、黄に比べて緑ははかどると評価された ($p < .05$)。

「楽しい」: 年齢層の主効果 ($F(1, 33) = 5.62, p < .05$)、および机上面の色×年齢層の交互作用 ($F(8, 264) = 2.91, p < .01$) が認められた。高齢者は若年者に比べて紫・赤紫・黒で楽しさを高く評価した ($p < .05$)。また若年者では色による差が認められ、ピンクは紫や黒に比べ、楽しさが高く評価された ($p < .05$)。

「気分が良い」: 机上面の色の主効果 ($F(8, 264) = 3.37, p < .01$) と年齢層の主効果 ($F(1, 33) = 5.42, p < .05$) が認められた。高齢者は若年者に比べ、気分の良さを高く評価した ($p < .05$)。また緑は赤・紫・黒に比べ、気分の良さが高く評価された ($p < .05$)。

3.3. 項目間の相関 (表1)

高齢者は「好き」「はかどる」「プラス感情」「楽しい」「プラス感情」の間に比較的強い正の相関が見られた。

若年者は「はかどる」と「楽しい」の間に相関が認められず、「はかどる」と「プラス感情」の間の相関も弱かった。「楽しい」と「プラス感情」や「気分が良い」との間には比較的強い正の相関が認められた。

表1に各項目と机の色の明度、彩度との相関係数を併記した。若年者と高齢者は明度とそれぞれの項目との関係が逆転しており、高齢者は明度が低いほど「はかどる」「楽しい」「プラス感情」の評価が高く、若年者は明度が高いほど「好き」「楽しい」「気分が良い」「プラス感情」の評価は高か

った。また若年者は彩度が低いほど「好き」「はかどる」の評価が高かった。

4. 考察

高齢者と若年者の間に「好き」「はかどる」「気分が良い」「楽しい」「プラス感情」の評価の違いがみられた。高齢者と若年者の両者にすべての項目で高得点だったのは緑色であった。高齢者は若年者に比して紫・赤紫・青の明度の低い色でも評価は高かったが、若年者は、ピンク、次に、橙・黄のような明度の高い色の評価が高く、明度の低い紫・赤紫・黒については気分が悪くマイナス感情を示している。机上面は、普段自分たちが使用している机の色との関係もみられるのか、高齢者はクラシックな暗い色を、若年者はやさしい明るい色を、高く評価した。両者に共通するのは緑系であり、大きな違いは、高齢者は赤紫・緑、若年者はピンクが作業効率も気分も良いと評価した点である。図5で示したように、高齢者と若年者で、緑以外は、明度による影響か、心理評価が逆転していることが示唆された。また全体的に高齢者は若年者と比して比較的どの色相においても心理評価得点が高いが、若年者は黒・紫・赤紫色の評価点が低く、色相による違いが確認された。問題点としては、今回の作業は般若心経を用いたことで、両者の間に認識の違いが生じた可能性がある。高齢者は写経=墨のイメージもあり、暗い色が落ち着く、なじむというコメントもみられた。それに反して、若年者は単なる漢字の羅列でしかなく、作業内容における意識の違いが結果に影響した可能性も考えられる。今後の課題として調査していきたい。

引用文献

松田博子, 名取和幸, 破田野智美. 作業時の心理評価に及ぼす壁面の色の影響: 高齢者と若年者との比較. 日本色彩学会誌. 2018, vol.42, p.220-224.

白と黒の表面が触り心地に及ぼす影響

—高齢者を対象とした実験—

The effect of white and black surface for tactile textures : an experiment on elderly persons

稲葉 隆 Takashi Inaba

日本カラーデザイン Nippon Color & Design Research
研究所 Institute INC.

Keywords: 触感, 白黒, 触り心地.

1. はじめに

高齢者が手で触って使用する製品の表面にはすべり落としにくい加工がされるだけでなく、触り心地を良くする工夫も必要である。これまでに色が硬さや粗さの印象を喚起することが報告されている。そこで、製品色としてよく用いられる白と黒の違いによって表面の触り心地に影響が生じるかを高齢者を対象とした実験により検討した。

2. 目的

表面の状態（微細な凹凸の有無）と表面の色（白・黒）の組合せによって、触り心地などの触感が異なるかを高齢者を対象として検討した。触覚情報である触感に視覚情報である白・黒の色の影響が生じると仮説をたてた。

3. 方法

(1) 刺激

表面に加工された微細な凹凸（以下、シボと記す）の深さが段階的に異なる樹脂板（30 mm×50 mm）を刺激とした。シボの平均深さは、0.00 μm（平滑面）、36.96 μm（細シボ）、76.54 μm（粗シボ）の3種類で、それぞれ白（N9.2）と黒（N2.3）の2色ずつ、計6枚の樹脂板を用いた（表1）。

(2) 尺度

粗さの度合い（「なめらかな—ざらざらした」）、触り心地（「触り心地が良い—触り心地が良くない」）、製品としての使いやすさ（「リモコン、スマホとして使いやすい—リモコン、スマホとして使いにくい」）、製品としての好悪（「リモコン、スマホとして好き—リモコン、スマホとして好きではない」）の4項目について7段階の尺度（ひじょうに、かなり、やや、どちらでもない）で評定した。

表1 刺激の一覧

No.	表面の色 (マンセル記号)	表面の状態 (シボ深さ μm)
1	白 (N9.2)	平滑面 (0.00 μm)
2	白 (N9.2)	細シボ (36.96 μm)
3	白 (N9.2)	粗シボ (76.54 μm)
4	黒 (N2.3)	平滑面 (0.00 μm)
5	黒 (N2.3)	細シボ (36.96 μm)
6	黒 (N2.3)	粗シボ (76.54 μm)

(3) 実験参加者

65歳から79歳までの男女計42名（男性20名・女性22名）が実験に参加した。実験参加者の指先にケガなどが無いことを確認した上で実験をおこなった。

(4) 手続き

実験参加者に回答用紙を渡し、以下の教示をおこなった。

「これからプレートをお見せしますので、表面を触り、その印象を回答用紙にそってお答え下さい。触り方は、プレートの表面で利き手の指先を左右に何度か動かすようにしてください。まず、「なめらかな—ざらざらした」について、1.ひじょうになめらかな、2.かなりなめらかな、3.ややなめらかな、4.どちらでもない、5.ややざらざらした、6.かなりざらざらした、7.ひじょうにざらざらした、の7段階の中からもっともふさわしいと感じたものに○をつけてください。回答する際に、プレートを触りなおしても構いません。また、正解不正解はありませんので、感じたままをお答えください。以下、同様に、「触り心地が良い—触り心地が良くない」「リモコン、スマホとして使いやすい—リモコン、スマホとして使いにくい」「リモコン、スマホとして好き—リモコン、スマ

ホとして好きではない」についてお答えください。」

刺激は1つずつグレー (N7) の台紙 (A4サイズ) の上に固定し、実験参加者ごとにランダムに提示した。

4. 結果

粗さの度合い、触り心地、製品としての使いやすさ、製品としての好悪の評定結果 (M , SD) を表2に示した。

表2 評定結果 (M , SD)

		平滑面		細シボ		粗シボ	
		白	黒	白	黒	白	黒
粗さ度合い	M	1.77	1.83	4.06	4.20	4.67	4.71
	SD	0.82	0.87	1.43	1.41	1.63	1.50
触り心地	M	1.92	2.18	3.41	3.23	3.89	3.94
	SD	1.03	1.07	1.49	1.47	1.56	1.45
製品としての 使いやすさ	M	2.68	2.62	3.35	3.17	3.86	3.83
	SD	1.29	1.25	1.41	1.45	1.57	1.47
製品としての 好悪	M	2.74	2.65	3.39	3.50	3.97	3.89
	SD	1.38	1.25	1.48	1.43	1.61	1.53

次に各項目において、表面の状態と色 (白・黒) が評定に及ぼした影響を検討するために、表面の状態 (3)、表面の色 (2) の2要因分散分析をおこなった。

粗さの度合い 表面の状態の主効果は1%水準で有意であったが ($F(2, 246) = 167.85$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .58$), 表面の色の主効果、表面の状態と色の交互作用は認められなかった。Bonferroniの方法による多重比較の結果、平滑面と細シボ、平滑面と粗シボ、細シボと粗シボそれぞれの間に有意な差 ($p < .01$) があり、平滑面、細シボ、粗シボの順に粗さが増した評定がなされた。

触り心地 表面の状態の主効果は1%水準で有意で ($F(2, 246) = 62.64$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .34$), 表面の色の主効果は認められなかった。表面の状態と色の交互作用は5%水準で有意であった ($F(2, 246) = 4.05$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .03$)。Bonferroniの方法による多重比較の結果、平滑面と細シボ、平滑面と粗シボ、細シボと粗シボそれぞれの間に有意な差 ($p < .01$) があり、粗シボ、細シボ、平滑面の順に触り心地が良く評定がなされた。また、表面の状態の各水準における色の多重比較検定 (Bonferroni) の結果、平滑面では白は黒より触り心地が良く評定され ($p < .05$)、粗シボでは逆に黒が白よりも触り心地が良い方向で評定される傾向が認められた ($p < .1$) (図1)。

製品としての使いやすさ 表面の状態の主効果は0.1%水準で有意であったが ($F(2, 246) = 13.51$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .10$), 表面の色の主効果、表面の状態と色の交互作用は認められなかった。Bonferroniの方法による多重比較の結果、平滑面は粗シボより使いやすく ($p < .01$)、細シボは粗シボより使いやすい評定がなされた ($p < .01$)。

製品としての好悪 表面の状態の主効果は0.1%水準で有意であったが ($F(2, 246) = 11.00$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .08$), 表面の色の主効果、表面の状態と色の交互作用は認められなかった。Bonferroniの方法による多重比較の結果、平滑面は粗シボより好まれる評定がなされた ($p < .01$)。

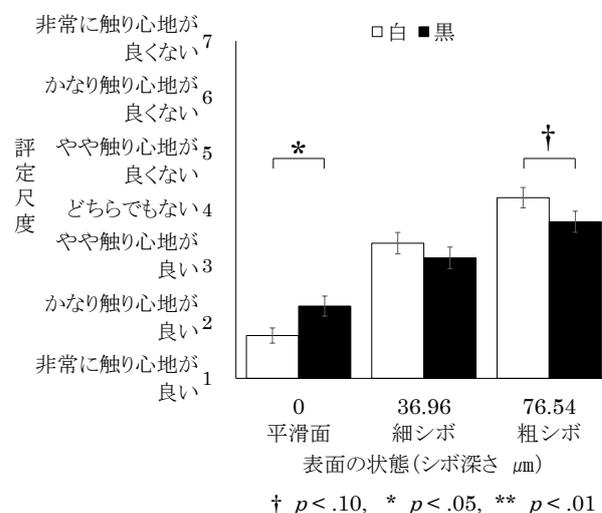


図1 触り心地評定の平均値。エラーバーは標準誤差を示す ($n = 42$)。

5. 考察

一般に、加齢により感覚機能が衰え、触覚器官においても感受鈍化、組織変性、伝達異常などが認められる (山野井, 1998)。そのため、握ったり触れたりして使用する製品にはすべり落としにくい素材が用いられ表面加工がなされる。そのような機能的な工夫に加え、触感による製品価値の向上も重要な開発視点である。本研究では、触感によりもたらされる快として触り心地と製品としての好悪に着目し、それらに対する表面の色 (白・黒) の効果を検討した。その結果、触り心地の良さは表面の状態 (シボの度合い) により判断されるが、同時に表面の色の影響を受けることが示唆された。シボのない平滑な面では黒よりも白い方が触り心地が良く、逆にシボの深い面は白よりも黒の方が触り心地が良い方向で判断される傾向があった。その理由として、白と黒が視覚的に喚

起する触感と実際に表面を触って得られる触感との一致・不一致が挙げられる。白は滑らかさを喚起し、黒は粗さを喚起することが示されていることから(稲葉, 2016)、触感において平滑面は黒より白と一致しやすく、シボの深い面は白より黒と一致しやすい。触感が一致しやすい組合せはそうではない組合せよりもスムーズに認知されることで快を生じさせやすいと考えられる。

触覚に触刺激(3段階の粗さ)を提示するとともに、視覚に色刺激(白・灰・黒)を提示した実験(稲葉, 2018)では、色刺激なしで平滑面を触覚提示した際の心地良さに比べ、同時に白を視覚提示した場合の方が心地良さは高まり、同時に灰色や黒を視覚提示した場合には心地良さは低下した。本研究における白い平滑面において心地良さが高まった結果はこれと一致する。稲葉(2018)の実験参加者は10代から30代(平均年齢26.2才)であったことから、触り心地に対する色(明度)の影響は加齢による影響を受けにくいことが予想される。

また、無彩色の明度の違いによって喚起される粗さの度合いが異なることが先行研究(稲葉, 2016)では示されているが、本実験では粗さの判断に白と黒の違いは影響しなかった。この結果は加齢による粗さの知覚機能の衰えによる可能性もある。あるいは、視覚のみで判断される粗さにおいては色が影響する可能性はあるが、実際に触った場合は触覚優位な判断がされやすく、色が影響しにくくなることも考えられる。

次に、製品を想定した2つの項目には表面の状態のみが影響をもち、色の影響は認められなかった。「製品としての使いやすさ」はシボが浅いほど使いやすくと判断され、平滑面が最も使いやすくとされた。しかし、リモコンやスマホは手に持ち握って使用するものであるため、本実験のように表面を触るだけで判断することは難しかったとも言える。「製品としての好悪」も同様の理由で判断が困難であったと思われるが、平滑な表面は深いシボをもつ表面よりも好まれた。これらの項目については今後より実際的な手続きで実験をおこなう必要がある。

6. 結論

表面の微細な凹凸の深さと白黒の色の組合せにより、粗さ度合い、触り心地、製品として使いやすさ・好悪の判断に違いが生じることを高齢者を対象とした実験により検討した。その結果、粗さ度合いの判断や製品を想定した判断には白黒の色は影響しなかったが、触り心地の良さは影響

を受けた。平滑面では白が、シボの深い面では黒が触り心地が良いと判断される傾向が示めされたのは、色による視覚的な触感の喚起と実際に触って得られる触感との一致・不一致によると解釈された。

引用文献

- 1) 稲葉 隆: 色彩の属性が視覚的な粗さ知覚に及ぼす影響, 応用心理学研究 41 (2016) 319-320
- 2) 山野井 昇: 加齢と皮膚感覚, 繊維学会誌 54 (1998) 237-241
- 3) 稲葉 隆: 触感における快評定に色彩が及ぼす影響, 日本感性工学会論文誌 17 (2018) 321-328

GMMによるアゲハチョウ科の配色傾向の分析

Color combination analysis of papilionidae butterflies using Gaussian mixture models

梯 絵利奈	Erina Kekahshi	千葉大学大学院	Chiba University
村松 慶一	Keiichi Muramatsu	埼玉大学大学院	Saitama University
日比野治雄	Haruo Hibino	千葉大学大学院	Chiba University

Keywords: 色彩調和, 配色分析, 階層的クラスタ分析, GMM, アゲハチョウ科.

1. 背景・目的

色彩調和はこれまで主に実験的側面と経験的側面から研究されてきた。前者の多くは equal hue, equal chroma, unequal lightness, high lightness を示すが [1-4]、後者は主に complementary hue, equal hue, equal chroma, equal lightness に要約され [1]、互いの主張の一部に不一致がみられる。上記二つの観点からの検討にたいし、小林は美しいものの代表である絵画の配色構造を明らかにすることで色彩調和論にアプローチした [5]。美しい色彩は絵画のような人工物だけでなく、ヒトの美的感性に関係なく発展した自然界にもみられる。実際、自然の色彩を応用し、カラーデザインを支援する様々なツールが開発されており [6-8]、心理学的にも自然のもつ色彩の調和が明らかになってきている [9,10]。しかしその配色体系は定量的に研究されていないことから、これらを明らかにすることで色彩教育ひいてはカラーデザインの発展と充実に貢献できると考えられる。自然界の生物のなかでも特に蝶はヒトから好まれ [11,12]、様々な工芸品の装飾や芸術作品のモチーフとなっている [13,14]。そこで、本研究では蝶の中でも特に大型で美麗種が多いとされるアゲハチョウ科に着目し [15]、その配色体系を解明することを目的とした。

このための取り組みとして、筆者らはこれまでアゲハチョウ科の画像を色彩の類似度にもとづいて分類し、クラスターごとに作成したヒストグラムを観察することでその配色傾向を調査した [16,17]。具体的には、Histogram Intersection (HI) によって算出した画像間の類似度を、階層クラスタ分析の変数に用いることで蝶画像を分類し [18,19]、各クラスターから CIE L*C*h の各属性

のヒストグラムを作成した。これらのヒストグラムからは単峰や正規分布よりも裾引きや二峰型、三峰型などの分布が多く観察されたため、これらの特性をより詳細かつ客観的に分析する必要があると考えた。このための有効な統計分析手法として、筆者らはガウス混合モデル (Gaussian Mixture Model: GMM) に着目した。GMM はデータを複数のガウス分布の重ね合わせで表現するクラスタリング手法の一つである。BIC などの情報量規準によって要素数、つまりガウス分布の個数を決定し、平均 (μ)、混合比 (π_k)、および分散 (σ^2) を変数とした確率密度関数で示すことができる。

2. 方法

(1) 分析対象

分析には筆者らのこれまでの研究と同様の 118 種の蝶画像を用いた [16,17]。これらは一般向けの蝶の写真集や図鑑から 2 冊以上に掲載されている種をもとに選出しており、蝶の中でも特に人に好まれる種であると考えられる。

(2) 画像の分類

画像の分類にはこれまでと同じく HI と階層クラスタ分析を用いた [16,17]。HI は二つの画像の類似度をヒストグラムの比較によって計算する手法である。HI には CIE L*C*h 色空間の L*、C*ab を 20 分割、hab を 24 分割したヒストグラムを用い、ヒストグラムの度数は比率とした [16,17]。HI では画像が似ているほど類似度が 1 に近づくため、1 - 類似度を距離 (非類似度) とした。これらの距離を用いて ward 法による階層クラスタ分析を行った。なお、クラスター数は慣例に従い階層間の高さの変化量が増加する点から決定した。

(3) ガウス数の決定

一般に、GMM では BIC などの情報量規準の値が最も高い要素数を採用する。しかし、要素数ごとの BIC をシミュレーションしたところ、要素数の増加に伴い BIC が上がり続ける傾向が多く、のクラスターでみられた (図 1)。一方で特定の値に収束する傾向もみられたため、本研究では BIC が収束しはじめる要素数周辺の確率密度曲線を実際のヒストグラムと重ね、形状が最も近い要素数を採用した。なお、ヒストグラムの階級幅は 2. (2)と同様であった。

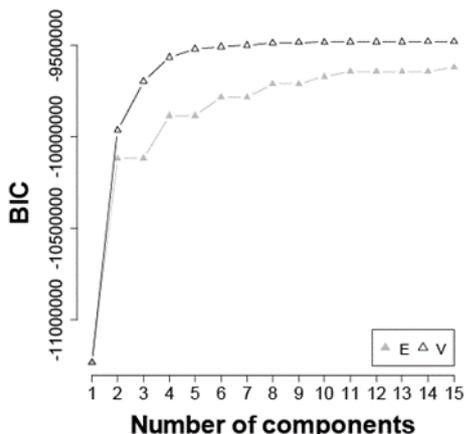


図 1 要素数に応じた BIC の例

表 1 カテゴリの範囲と配色型

Range	Category	Similar	Contrast
$L^*, C^*_{ab} \leq 33$	Low	Low	High
$33 < L^*, C^*_{ab} \leq 66$	Middle	Middle	-
$66 < L^*, C^*_{ab}$	High	High	Low
$0 \leq h_{ab} < 30$	1	2, 3, 11, 12	7
$30 \leq h_{ab} < 60$	2	1, 3, 4, 12	8
$60 \leq h_{ab} < 90$	3	1, 2, 4, 5	9
$90 \leq h_{ab} < 120$	4	2, 3, 5, 6	10
$120 \leq h_{ab} < 150$	5	3, 4, 7, 8	11
$150 \leq h_{ab} < 180$	6	4, 5, 7, 8	12
$180 \leq h_{ab} < 210$	7	5, 6, 8, 9	1
$210 \leq h_{ab} < 240$	8	6, 7, 9, 10	2
$240 \leq h_{ab} < 270$	9	7, 8, 10, 11	3
$270 \leq h_{ab} < 300$	10	8, 9, 11, 12	4
$300 \leq h_{ab} < 330$	11	1, 9, 10, 12	5
$330 \leq h_{ab} < 360$	12	1, 2, 10, 11	6

(4) 配色型の決定

CIE L^*C^*h の各属性値を表 1 に示す基準の通りに分割し (L^*, C^*_{ab} は三分割、 h_{ab} は 12 分割)、範囲のカテゴリおよびその組み合わせによる配色型を定義した。

GMM の変数であるガウス平均 (μ) は代表色、混合比 (π_k) は面積、分散 (σ^2) はガウス分布の幅とみなせるため、要素の分類にはガウス平均の値を用いることとした。なお、本研究では混合比が 3%以下あるいは分散が大きい要素は有意ではないと考え、分析から除外した。有意とみなした要素のガウス平均から、表 1 の定義に従い各要素を分類した。各要素のカテゴリの組み合わせから、表 1 の定義に従い各クラスターの配色型を決定した。

3. 結果・考察

階層クラスター分析の結果、 L^*, C^*_{ab} では 8 クラスター、 h_{ab} では 7 クラスターが抽出された。各属性の傾向について述べる。まず、 L^* における各クラスターのガウス数および平均、混合比、分散を表 2 に示す。表 2 より、 L^* では多くのクラスターが Low と High に分布していたことから、本研究で対象としたアゲハチョウ科の配色には主に明度コントラストが表れていたと考えられる。次に、表 3 から、 C^*_{ab} では多くのクラスターが low に分布していたことから、主に低彩度調の類似彩度配色が表れていたと考えられる。 h_{ab} では多くのクラスターが 2~4 に分布していたことから、主に類似色相が表れていたと考えられる (表 4)。

1. でも述べた通り、実験的に色彩調和を検討した先行研究において共通して得られている法則は equal hue, equal chroma, unequal lightness, high lightness の 4 つである [1-4]。また、経験的色彩調和論では主に complementary hue, equal hue, equal chroma, equal lightness の 4 つが主張されている [1]。これらのうち、equal hue, equal chroma, unequal lightness は本研究で得られた結果、すなわち類似色相、類似彩度、明度コントラストと同様の性質を示していると考えられる。

なぜこれらの配色が好まれるかについては、処理流暢性の影響が考えられる。処理流暢性とは情報処理のしやすさであり、流暢性が高い、すなわち認知的な処理が容易な刺激は美的評価が高いことが示されている [20]。実際、明度のコントラストは視覚タスクのパフォーマンスやテキスト等の視認性を向上させる [21,22]。また、色の彩度は奥行知覚や覚醒度に影響することから [23,24]、彩度のコントラストはこれらの知覚を歪める、換言すれば類似彩度はこうした知覚を安定させると考えられる。さらに、補色色相は色の同時対比を強調させ [25]、明度や彩度のコントラストよりも知覚されるちらつきが強いことが示されてお

り[26]、視覚的負荷が強いと考えられる。ここから類似色相では負荷の軽減が推測される。これらはいずれも認知的な負荷に関わる現象を示していることから、上記の配色が好まれる要因として処理流暢性の影響が示唆されていると考えられる。

表2 各クラスターにおけるL*の傾向。Cはクラスター、Gはガウスを示す。グレーのセルは分析から除外したガウスである。

C	G	μ	πk	σ^2
1	1	22.26	0.645	72.6
	2	38.87	0.268	240
	3	79.82	0.0861	67.5
2	1	29.29	0.405	127
	2	49.7	0.46	249
	3	84.25	0.134	28.2
3	1	19.09	0.406	114
	2	51.8	0.306	399
	3	90.38	0.288	21.5
4	1	11.65	0.627	28.5
	2	33.89	0.214	225
	3	81.03	0.159	65.3
5	1	4.247	0.173	7.07
	2	14.55	0.152	46
	3	50.46	0.272	290
	4	77	0.403	43.3
6	1	3.519	0.286	4.17
	2	13.38	0.415	41.4
	3	43.01	0.159	352
	4	85.75	0.14	47.5
7	1	2.15	0.559	3.09
	2	51.48	0.441	786
8	1	5.207	0.134	7.17
	2	17.11	0.451	47.2
	3	36.9	0.263	208
	4	82.62	0.151	98.3

表3 各クラスターにおけるC*abの傾向

C	G	μ	πk	σ^2
1	1	16.62	0.944	52.2
	2	44.62	0.0557	407
2	1	10.96	0.313	25
	2	25.28	0.55	26.3
	3	45.04	0.137	314
3	1	1.776	0.0908	1.16
	2	4.549	0.182	2.63
	3	8.341	0.151	3.04
	4	12.83	0.161	5.01

5	5	16.84	0.298	21.9
	6	47.04	0.0813	433
	7	88.35	0.0366	10.1
4	1	6.779	0.897	11.2
	2	36.52	0.103	537
5	1	6.413	0.112	9.08
	2	23.18	0.267	63
	3	33.12	0.2	12.5
	4	39.66	0.421	88.8
6	1	5.868	0.418	12.3
	2	38.84	0.582	306
7	1	1.505	0.241	1.14
	2	7.488	0.179	17.4
	3	35.14	0.141	265
	4	76.14	0.439	107
8	1	2.581	0.814	4.27
	2	33.25	0.186	580

表4 各クラスターにおけるC*abの傾向

C	G	μ	πk	σ^2
1	1	77.98	0.995	214
	2	186.3	0.00487	15500
2	1	68.17	0.982	102
	2	134.2	0.0181	7210
3	1	49.69	0.678	80.5
	2	76.94	0.317	666
	3	280.4	0.00489	1630
4	1	38.18	0.264	81.8
	2	44.5	0.31	77.5
	3	93.31	0.416	325
	4	325.3	0.00985	438
5	1	108.2	0.723	68.6
	2	97.89	0.277	1940
6	1	50.57	0.244	384
	2	128.2	0.52	384
	3	188	0.182	384
	4	272.2	0.0538	384
7	1	79.06	0.243	390
	2	97.47	0.755	35.8
	3	271.4	0.00253	1810

参考文献

[1] Ou L, Chong P, Luo MR, Minchew C. Additivity of colour harmony. Color Res. Appl. 2011;36(5):355-372.

- [2] Ou L, Luo MR. A colour harmony model for two-colour combinations. *Color Res. Appl.* 2006;31(3):191-204.
- [3] Ou L, Yuan Y, Sato T, et al. Universal models of colour emotion and colour harmony. *Color Res. Appl.* 2018;43(5):736-748.
- [4] Szabó F, Bodrogi P, Schanda J. Experimental modeling of colour harmony. *Color Res. Appl.* 2010;35(1):34-49.
- [5] Kobayasi M. Analysis of color combination in fine art paintings. *Proc. Int. Symp. Multispectral Imaging Color Reproduction.* 1999;139-142.
- [6] Kinoshita S, Yoshioka S. Structural colors in nature: The role of regularity and irregularity in the structure. *ChemPhysChem.* 2005;6(8):1442-1459.
- [7] Hsiao S, Tsai C. Transforming the natural colors of an image into product design: A computer-aided color planning system based on fuzzy pattern recognition. *Color Res. Appl.* 2015;40(6):612-625.
- [8] Design Seeds. "For all who love color". 2009. available at: <https://www.design-seeds.com/> (Accessed, 5 June 2018)
- [9] 松家 雄一. ナチュラル・ハーモニーとコンプレックス・ハーモニーの配色評価の違い. 基礎造形, 6, 51-56, 1997
- [10] 足立吉隆, 大山妹子, 草木雅広, 高野佳子. 植物に現れる色の二色配色調和(第1報) -JIS Z 8721に記載された色との比較-. 日本色彩学会誌, 32(2), 85-93, 2008
- [11] Gabriele B, Schlegel B, Kauf P, Rupf R. The importance of being colorful and able to fly: Interpretation and implications of children's statements on selected insects and other invertebrates. *Int. J. Sci. Edu.* 2015;37(16):2664-2687.
- [12] Shipley N, Bixler R. Beautiful bugs, bothersome bugs, and fun bugs: Examining human interactions with insects and other arthropods. *Anthrozoös.* 2017;30(3):357-372.
- [13] 松香光夫. アジアの昆虫資源. 農林水産省国際農林水産業研究センター, 1998.
- [14] 渡邊恵. 蝶の模様 -文学に見られる蝶のイメージとの関連性について-. 服飾文化学会誌, 9(1), 81-91, 2008
- [15] Layberry R, Hall P, Lafontaine D. *The butterflies of Canada.* University of Toronto Press 77. 1998.
- [16] 梯絵利奈, 村松慶一, 崔庭端, 日比野治雄: 階層的クラスター分析を用いたアゲハチョウ科の蝶の色彩分析, 日本色彩学会誌, 日本色彩学会, 42 (3_Supplement) , pp75-78, 2018.
- [17] Kakehashi, E., Muramatsu, K., Choi, J., Hibino, H. Lightness, chroma and hue distribution on Papilionidae butterflies. Interim Meeting of the International Color Association (AIC) 2018.
- [18] Swain M, Ballard D. Color indexing. *Int. J. Comput. Vis.* 1991;7(1):11-32.
- [19] Krishnamachari S, Abdel M M. Image browsing using hierarchical clustering. *Proc. IEEE Int. Symp. Computers and Communications.* 1999;301-307.
- [20] Reber, R., Schwarz, N., & Winkielman, P. Processing Fluency and Aesthetic Pleasure: Is Beauty in the Perceiver's Processing Experience? *Personality and Social Psychology Review*, 2004; 8(4), 364-382.
- [21] Ko Y H. The effects of luminance contrast, colour combinations, font, and search time on brand icon legibility. *Appl. Ergon.* 2017;65:33-40.
- [22] Lin C C. Effects of contrast ratio and text color on visual performance with TFT-LCD. *Int J. Indust. Ergon.* 2003;31(2):65-72.
- [23] Hagtvedt H, Adam Brasel S. Color Saturation Increases Perceived Product Size. *J. Consumer Res.* 2017;44(2):ucx039.
- [24] Sagawa K. Visual comfort to colored images evaluated by saturation distribution. *Color Res. Appl.* 1999;24(5):313-321.
- [25] Chevreul ME. (Translation by C Martel. from the French edition of 1839) *The Principles of Harmony and Contrast of Colors.* New York: Van Nostrand Reinhold; 1981.
- [26] Yano N, Tanikawa Y, Fukuzumi S. The effects of screen colors on mental fatigue - Mental work-load validation under different conditions- (In Japanese). *IPSJ SIG technical reports.* 2012;2012-HCI-148(13):1-8.

Web 上の大規模データの解析による Moon & Spencer の色彩調和論における「美度」の妥当性の検証

Verification of "Aesthetic Measure" in Moon & Spencer's Color Harmony Theory by Analysis of Large Scale Data on the Web

吉賀 なお Nao Yoshiga 岐阜大学 Gifu University
深井 英和 Hidekazu Fukai 岐阜大学 Gifu University

Keywords: 色彩調和論, Moon & Spencer, 美度,
大規模データ

1. はじめに

人が感じる色彩の調和についての議論の歴史は長く、これまでに数多くの色彩調和論が提案されてきたが、各色彩調和論の妥当性はほとんど検証されてこなかった。その要因として、色の好みは性別、年齢、文化、人種、経験、精神状態などによってさまざまであること、人を被験者とした心理実験特有の難しさがあったと考えられる。

一方、近年のインターネット技術の発展により大規模なデータが注目されている。我々は、不特定多数のユーザが好みの色の組み合わせを自由に投稿でき、かつ不特定多数の第三者が評価することができるウェブサイト(COLOURlovers[1])における、数百万に及ぶ投稿パレットデータから一部抽出した大規模なデータを解析することにより、色彩調和に関する解析を行っている[2]。

本研究では、Moon & Spencer の色彩調和論[3][4][5]で定義された「美度」の妥当性を投稿パレットデータで検証した。Moon & Spencer はマンセルシステムをもとに明度・彩度・色相において調和領域と不調和領域を決定し、それらを基にした複雑性と秩序から「美度」を定義した。我々はまず RGB 表色系で表されたパレットデータをマンセル表色系に変換したうえで、Moon & Spencer の定義に従って美度を計算した。もし、美度の定義が妥当であるなら、投稿されたパレットは、無作為に作製されたパレットよりも統計的に美度が高いはずである。これを検証するために、我々は投稿されたパレットデータと、ランダムな色で作成したパレットデータで美度の統計を比較した。

2. 色空間

色空間とは、色を定量化するために 3 次元で記述された色の空間である。色空間には様々な種類があるが、ここでは本解析で用いる RGB 色空間とマンセル色空間を説明する。

2.1 RGB 色空間

RGB 色空間は、加色混合の代表的色空間であり、各軸は赤、緑、青に対応する。24bit で色を表す場合、それぞれの数値は 0~255 の値で表される。一般にカラーディスプレイの表示等、デジタル機器での内部表現に用いられる。

2.2 マンセル色空間

マンセル色空間は、色の三属性である色相・明度・彩度によって色を表す。色相は赤・黄赤・黄・黄緑・緑・青緑・青・紫青・紫・赤紫を基本 10 色とし色相環で表せる。明度は色の明るさ、彩度は色の鮮やかさを表す。色相・明度によって彩度の範囲が異なるため、マンセル色立体は歪んだ形をしている。

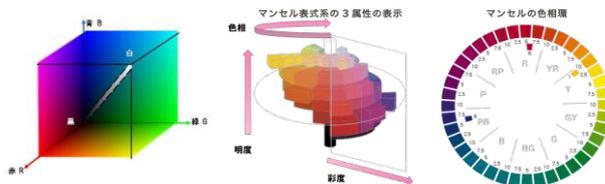


図 1. RGB 色空間

図 2. マンセル色空間

3. Moon & Spencer の色彩調和論

Moon & Spencer は、それまで定性的にしか議論されてこなかった色彩の調和を初めて定量化した[3][4][5]。Moon & Spencer の色彩調和論では、色空間上の相対位置による調和、美しく見える面積比を選ぶ計算法、配色の美度を算出する方程式が提案されている。以下に Moon & Spencer による色彩調和論を説明する。なお、本研究では

面積比については解析の対象としなかった。

3.1 色空間上の相対位置による調和

2色配色の調和は、基準となる色に対する対象となる色の相対位置で決まる。色の三属性において調和領域と不調和領域がそれぞれ定義されている。表1、図3、図4に分類をまとめたものを示す。

表1. 調和・不調和領域と三属性の関係

	領域名	色相差	明度差	彩度差
調和	同一	0~1j.n.d.	0~1j.n.d.	0~1j.n.d.
不調和	第一の曖昧	1j.n.d.~7	1j.n.d.~0.5	1j.n.d.~3
調和	類似	7~12	0.5~1.5	3~5
不調和	第二の曖昧	12~28	1.5~2.5	5~7
調和	対比	28~50	2.5~10	7~
不調和	眩輝		10~	

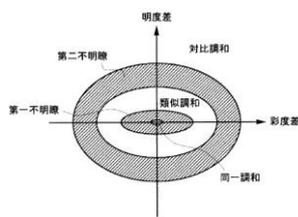
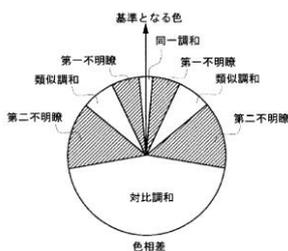


図3. 色相の調和領域 図4. 明度・彩度の調和領域

3.2 配色の美度を表す方程式

Moon & Spencer は、数学者 Birkhoff の「美しさは複雑さの中の秩序にある」という考え方に基づき、色における美度 M を式(1)のように定義した。

複雑さ C および O は、それぞれ式(2)および式(3)で定義される。美的係数は色の三属性の関係を考慮し心理実験によって決定されている。

$$M = \frac{O}{C} \tag{1}$$

$$C = (\text{色数}) + (\text{色相差のある色対の数}) + (\text{明度差のある色対の数}) + (\text{彩度差のある色対の数}) \tag{2}$$

$$O = (\text{色相の組数} \times \text{色相の美的係数}) + (\text{明度の組数} \times \text{明度の美的係数}) + (\text{彩度の組数} \times \text{彩度の美的係数}) \tag{3}$$

4. 解析方法

Web 上から取得したパレットデータは RGB 色空間で表されているため、マンセル色空間へ変換する。図5に、投稿パレットの例を示す。RGB 空間からマンセル色空間への直接的な変換式はないため、XYZ 色空間, xyY 色空間への変換を経由し, xyY 色空間とマンセル色空間の対応表よりマンセル値の近似値を求めた。マンセル色空間は離散的であるため変換によって細かな色の違いは失われるが、美度を計算するうえで十分な精度と判断した。次に、3節で説明した定義に基づき、各パレットの美度を計算する。ここで、解析の目的は人によって選ばれた配色の美度の検証であるため、投稿パレットとは別に、RGB をそれぞれ一様分布でランダムに生成したパレットを投稿データと同数用意し、美度を比較する。また、投稿数の多い5色パレットでは高評価データを抽出し、Web 上の評価と美度の関連を確認する。高評価データは、Love 数が6以上かつ View 数が50以上のパレットとした。本研究では、無彩色を含むパレット、面積比は解析対象としなかった。



(a) 美度 = 2.88 Love 数 = 2 (b) 美度 = 1.02 Love 数 = 158

図5. COLOURlovers に投稿されたパレットの例

5. 結果・考察

5.1 美度分布

5色パレットの美度分布を図6に示す。青線、緑線、赤線はそれぞれ、投稿データ、高評価データ、ランダムデータに対応する。ここで投稿データは取得した全182,632パレットから無彩色を含むものや無効なものを取り除いた166,173パレットを解析対象とし、ランダムパレットも同数用意した。上で定義した条件を満たす高評価データは16,924パレットであった。ランダムデータと比較して投稿データでは高い美度に分布の偏りがみられた。16万以上のデータでヒストグラムを作製した為、ほとんど統計誤差は無視できる。一方、投稿データと高評価データの間には美度分布に大きな差異はなく、Web 上の評価値と美度の値に関係性はみられなかった。図7、図8、図9に示すように、5色パレット以外の多色パレットでも美度の比較を行った。4色パレットのデータ数は

4,826パレット, 3色パレットのデータ数は3,257パレット, 2色パレットのデータ数は4,764パレットである. 色数が多くなるほど, 投稿データとランダムデータで美度の分布に明確な差がみられた.

Moon & Spencer が定義した美度は, 投稿パレットで統計的に高い値の分布を示した為, 美度の定義に一定の妥当性は認められるが, 人を惹きつけるパレットが必ずしも高い美度値を持つとは限らなかった.

5.2 調和と不調和

Moon & Spencer の定義によると, 美度が0.5より大きい配色は調和, 負の値の配色は不調和に分類される. それぞれのパレット数の割合を表2に示す. 結果, 投稿パレットと比較してランダムに作製したパレットの方が調和したものが多く, 不調和のものが少なく分類された. 他の色数パレットでも同じような結果となった. また無作為に作製したランダムパレットにおいても調和したパレットが88%を超えていることから, 調和, 不調和を決定する美度の閾値は再考の余地があると思われる.

ここで, 美度が高いパレットとWeb上の評価が高いパレットを比較した結果, 美度が高いパレットは, 色相と彩度が同じで明度変化をさせている配色が多く, Web上の評価が高いパレットは, 色相変化をさせている配色が多いことがわかった. 図5(a)は美度が高いパレットの一例であり, 図5(b)はWeb上の評価が高いパレットの一例である. Moon & Spencer の色彩調和論は無難な配色の美度を評価するには有効であるが, Web上で高評価であったような人を強く惹きつける独特な配色に対しては有効ではないと考えられる.

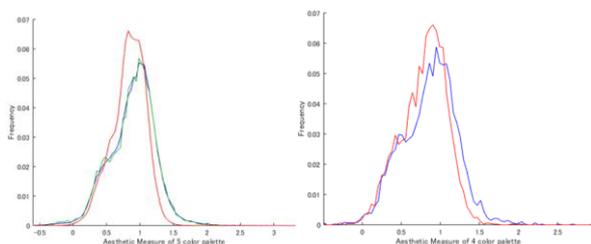


図 6. 5色 美度数

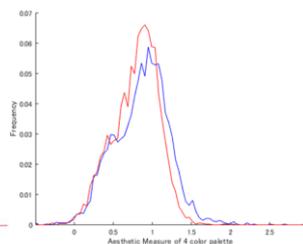


図 7. 4色 美度数

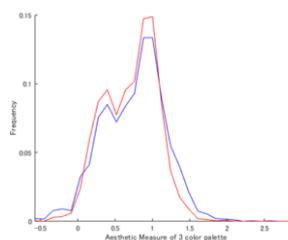


図 8. 3色 美度数

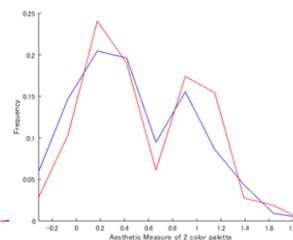


図 9. 2色 美度数

表 2. 5色パレットの調和と不調和の割合

美度	投稿データ (166,173)		ランダムデータ (166,173)	
	パレット数	割合	パレット数	割合
M>0.5	143,023	86.07%	147,223	88.60%
0<M<0.5	21,781	13.11%	18,788	11.31%
M<0	1,309	0.8238%	162	0.09749%

6. まとめ

本研究では Web 上にある大規模なデータを用いて, Moon & Spencer の色彩調和論における「美度」の妥当性を検証した. その結果, 美度分布では, ランダムデータより投稿データの方が高い美度に分布が偏っていることがわかった. これより, Moon & Spencer が定義した美度には一定の妥当性があるといえる. ところが, 美度の値による調和と不調和について, 定義されている閾値で分類すると, ランダムデータの方が調和したパレットが多く, 不調和パレットが少ない結果となった. よって, 調和, 不調和を分類する閾値は再考の余地があると思われる.

参考文献

- [1] COLOURlovers. <https://www.colourlovers.com/>
- [2] 深井英和, "インターネット上の大規模データの解析による色彩調和の特徴検出", 日本色彩学会第47回全国大会, 2016.
- [3] Parry Moon and Domina Eberle Spencer, "Geometric formulation of classical color harmony," *Journal of the Optical Society of America*, Vol. 34, No. 1, pp. 46-59, 1944.
- [4] Parry Moon and Domina Eberle Spencer, "Area in color harmony," *Journal of the Optical Society of America*, Vol. 34, No. 2, pp. 93-103, 1944.
- [5] Parry Moon and Domina Eberle Spencer, "Aesthetic measure applied to color harmony," *Journal of the Optical Society of America*, Vol. 34, No. 4, pp. 234-242, 1944.

白色 LED の分光分布と物体色の三刺激値の関係

Relationship between Spectral Distribution of White LED and Tristimulus Values of Object Colors

吉村由利香 Yurika Yoshimura 大阪産業技術研究所 Osaka Research Institute of Industrial Science and Technology
大江 猛 Takeru Ohe 大阪産業技術研究所 Osaka Research Institute of Industrial Science and Technology

Keywords: 白色 LED、分光分布、物体色、三刺激値、演色性

1. はじめに

近年、白色LED照明が市場を拡大する中、テキスタイルなど色彩を持つ工業製品が販売される店舗や消費者が製品を使用する環境はLED白色照明であることが増えている。しかし、これらの工業製品はD65光源などの基準光源下で色彩の企画や管理がされていることが多く、製品色のLED下の見え方や企画色との違いについて、知りたいとの要望がある。しかし、異なる光源下で物体色見え方を比較する場合、色順応補正が必要である。照明ランプの演色性の評価では、試験光（例えばLED）と試験光と同じ相関色温度を持つ基準光（CIE昼光あるいは完全放射体の光）下で、8種類の代表的な色相の物体色（試験色）の見え方の違いを評価する。このとき、試験光と基準光の色度座標の違いは色順応で知覚的に補償されるので、この補正処理を行い、 $U^*V^*W^*$ 等色空間の座標に変換して、その色差 ΔE_i から演色評価数 R_i を算出している。そこで、本研究では、青色ダイオードと黄色蛍光体の構成による白色LEDをモデル光源（試験光源）として、基準光源（試験光源と同じ相関色温度のCIE昼光）下の製品の色彩と試験光源下の色彩を比較する際の色順応の影響について、それぞれの光源による三刺激値の違いから検討を行った。

2. 実験方法

2.1 試料

試験光である白色LEDランプは、市販の代表的な青色ダイオードと黄色蛍光体の構成によるLEDランプ（LED3: 昼光色 T_{cp}6443K/ 6.9W/ 570ルーメン）を使用した。比較のための基準光源は試験光源と同じ相関色温度のCIE昼光（JIS Z 8780）の相対分光分布を使用した。物体色と

して、演色評価数計算用の試験色（JIS Z 8726）を用いた。

2.2 測定方法

LED光源の光学測定は、大塚電子(株)製全光束測定システム FM-1000LO, Labsphere製積分球装置 LMS-650を用いて、分光分布、相関色温度を測定した。

2.3 LED 試料光源の分光分布の波形変化と、演色評価数の算出、並びに物体色の三刺激値の算出

試料光源のスペクトルは、LEDランプの黄色蛍光体による550nmのピーク幅をデジタル処理で変化させて作成した。実際のランプの発光では、450nmの青色ダイオード発光を励起光として550nmの黄色の蛍光発光をつくるため、これら二種類のピーク強度は常に連動して変化すると考えられるが、本研究では個々のピークが色彩に及ぼす影響を見積もることを目的とするため、各ピークは独立したものとして取り扱った。

光源の演色評価数の算出は、分光分布を変化させたLED光源を試料光源とし、この試料光源と同じ相関色温度のCIE昼光を基準光源として、JIS Z 8726（光源の演色性評価方法）によって、その ΔE_i 値及び R_i 値を算出した。

試料光源下の物体色の三刺激値は、波形変化させた試料光源の分光分布に物体色の分光反射率とXYZ等色関数を乗じて算出した。比較のための基準光は、試験光と同じ相関色温度のCIE昼光とし、同様に基準光下の物体色の三刺激値を算出した。これらを用い、各試験色の基準光に対する試験光の三刺激値の比を求めた。また、試験光下の三刺激値について、基準光下の三刺激値からの偏差を算出した。

3. 結果

3.1 黄色蛍光体ピークの幅と演色性の関係

青色ダイオードと黄色蛍光体で構成された白色LEDランプについて、蛍光体による発光ピー

ク (550nm) の幅が白色 LED の演色性に及ぼす影響について調べた。黄色蛍光体の 550nm 発光ピーク幅をデジタル的に Fig.1 の様に変化させると、ランプの色度座標は、相関色温度が 6443K から 5836K まで変化した ($duv \leq 0.0023$)。これら試験光の演色評価数 (Ri 値) は、550nm のピーク幅を広げることによって R1 から R8 まですべての試験色で Ri 値が大きくなり、演色性が改善された。また、特殊演色評価数 R9 (赤)、R10 (黄)、R11 (緑)、R12 (青)、R15 (日本人の肌色) についても、試験光と基準光の色差である ΔE_i は 550nm のピーク幅が大きくなるに従って減少した。

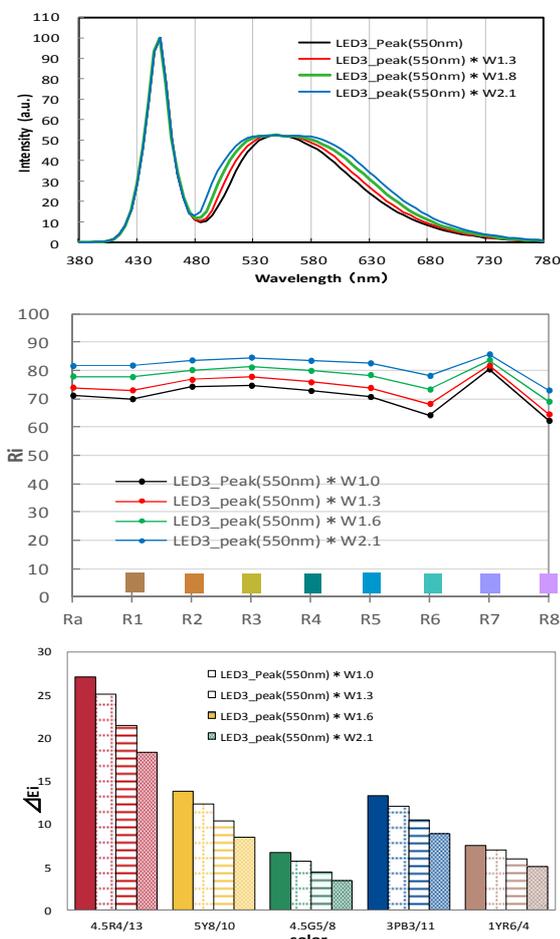


Fig.1 Effect of the 550nm peak width of the LED spectra on the Ri and the ΔE_i of the LED.
 500nm*W1.0 : Tc6443K, $duv=0.0017$
 500nm*W1.3 : Tc6216K, $duv=0.0023$
 500nm*W1.6 : Tc5989K, $duv=0.0020$
 500nm*W2.1 : Tc5836K, $duv=0.0017$

3.2 黄蛍光体ピークの幅と試験色の三刺激値の関係

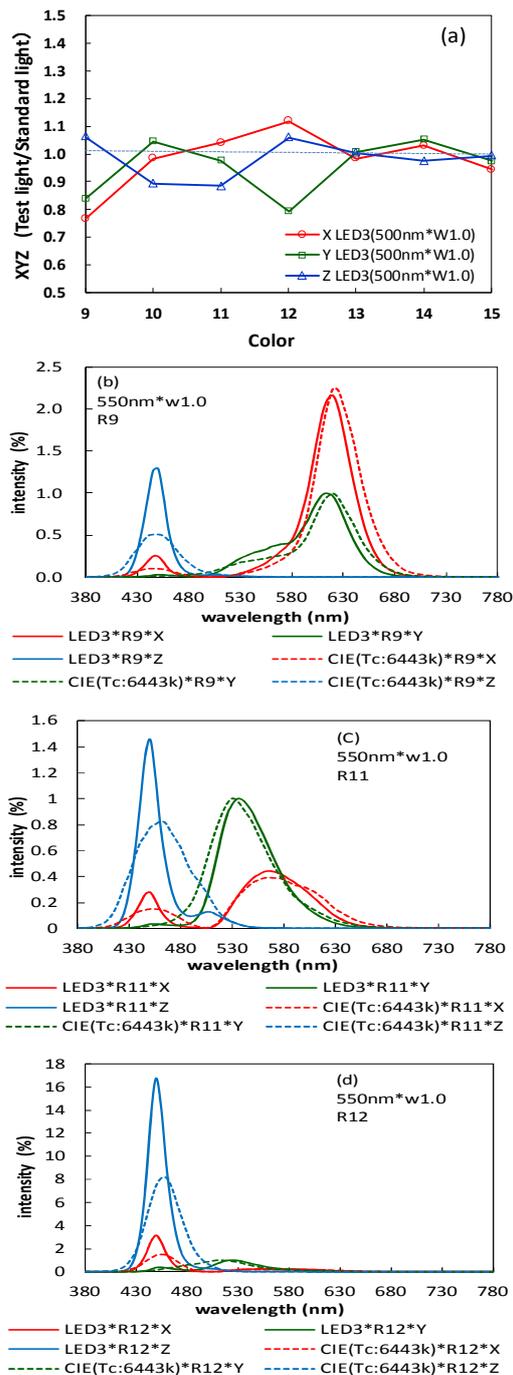


Fig.2 The tristimulus values of the colors under the original LED.
 500nm*W1.0 : Tc6443K, $duv=0.0017$

LED ランプの蛍光体ピーク幅 (550nm) と試験色の三刺激値 (XYZ) の関係を知るため、特殊演色評価数用試験色 R9、R10、R11、R12、R15 を物体色に用いて、試験光 (LED 光源) 下と基準光 (試験光と同じ相関色温度の CIE 昼光) 下の三刺激値をそれぞれ算出し、これらの比率を計算した (Fig.2)。

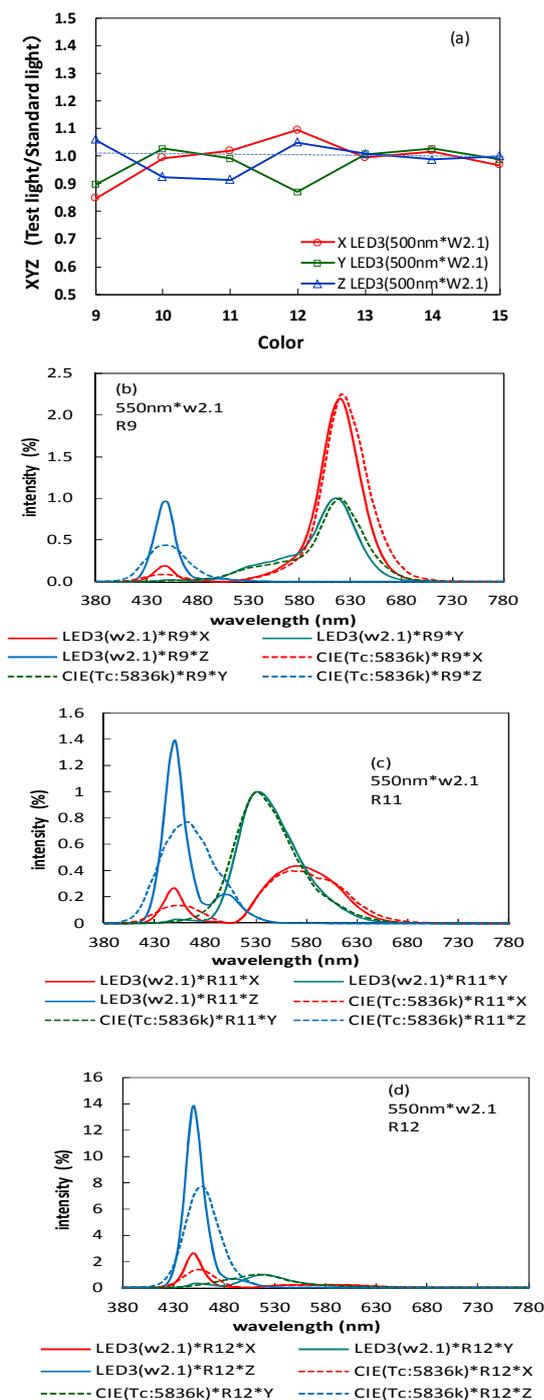


Fig.3 The relationship between the ratio of tristimulus values and the spectral distribution curve of the colors under the digital processed LED.

500nm*W2.1 : Tc5836K, duv=0.0017

試験光である 550nm の幅を変更していないオリジナルの LED 光源 (500nm*W1.0) 下の三刺激値について、基準光の三刺激値に対する比率を計算すると、Fig.2(a) に示すように、R9 (赤) の試験色では X 刺激と Y 刺激で、R12 (青) の

試験色では Y 刺激について比率が小さくなり、基準光との差が認められた。R9、R11、R12 の三刺激値分光曲線 (Fig.2(b)~(d)) を見ると、試験色の反射率曲線によって、三刺激値分光曲線は大きく変化し、R9 (赤) の場合、600nm 付近から急激に立ち上る赤の反射率曲線を反映して Y 刺激のピークが 620nm 付近にシフトした。R12 (青) の試験色の場合、Y 刺激の比率において基準光と大きな開きがあるが、Fig.2(d)における Y 刺激の面積が小さいため、僅かな基準光との刺激量の差が大きな比率となることが考えられた。これらの試験光と基準光の三刺激値曲線の差は試験光 (LED) と基準光 (CIE 昼光) の分光分布の波形の違いと、試験色の反射率曲線の兼ね合いで生じると考えられる。

一方、黄色蛍光体ピーク (550nm) 幅を大きくした分光分布 (500nm*W2.1) の場合、XYZ 刺激の比率は Fig.2 のオリジナルの分光分布の場合よりも 1 に近くなった (Fig.3)。試験色の三刺激値曲線も試験光と基準光で一致度が増し、この結果は、Fig.1 における演色評価数の結果に対応するものと考えられた。

3.3 演色評価数と試験色の試験光・基準光間の三刺激値偏差

Fig.2 及び Fig.3 の三刺激値は試験光と基準光間の色順応補正を行っていないため、これらを視感に合わせて評価するには、色順応の影響を考慮する必要がある。一方、Fig.1 の演色評価数 R_i 及び基準光からの ΔE_i の値は、試験光 (LED) と基準光 (試験光と同じ相関色温度の CIE 昼光) 間の色度座標の違いを補正するための色順応補正が行われている。そこで、Fig.2 及び Fig.3 における色順応の影響を調べるため、各試験色の試験光の三刺激値について、基準光からの偏差を算出し、この偏差と色順応補正されている Fig.1 の R_i 値との関係を調べた。その結果、LED の黄色蛍光体ピーク (550nm) 幅を変更していない分光分布 (500nm*W1.0) では、 R_i 値と三刺激値偏差の間に直線的な関係が認められた (Fig.4(a))。550nm の黄色蛍光体のピーク幅を大きくすると (500nm*W2.1)、 R_i 値が改善されると同時に三刺激値偏差が減少して、 R_i 値と三刺激値偏差の直線性を示す相関係数は 0.95 に改善された (Fig.4(b))。色順応補正を行った R_i 値と色順応補正を行っていない三刺激値偏差で、直線性が保たれる結果から、Fig.2 および Fig.3 において試験光と基準光の色順応の影響は比較的小さいこ

とが推測された。これに対し、LED の分光分布の 485nm の凹部分の強度を 3 倍 (485nm*H3.0、 $T_c=7313K$ 、 $duv=0.0043$) に変化させた場合では、Fig.5(a)に示すように、 R_i と偏差の直線性が消失し、試験光と基準光の三刺激値の比は、すべての試験色で Z 刺激の比率が減少した。これは 485nm の凹部分の強度が高くなったことにより試験光の相関色温度が上昇し、黒体軌線からの距離 (duv 値) が大きくなって色順応の影響が増大したと考えられた。

参考文献：

- (1) 吉村由利香, 大江 猛, J.CSAJ , Vol.41, (2017) 125-127.
- (2) 吉村由利香, 大江 猛, 科学と工業, Vol.89, No.4, (2015) 89-94.
- (3) W. Davis, Y. Ohno, Proc. of Fifth International Conference on Solid State Lighting, 2005 (SPIE 2005) 59411G-1.
- (4) 吉村由利香, 大江 猛, J.CSAJ , Vol.42, (2018) 185-187.

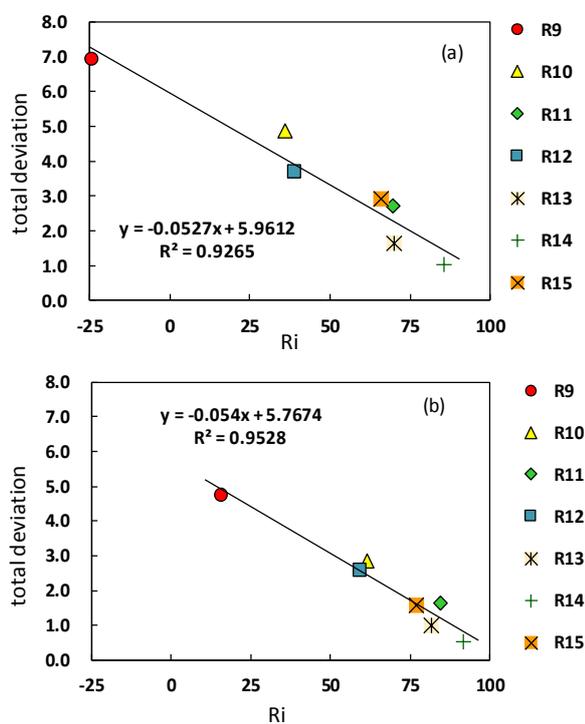


Fig.4 Relationship between R_i and deviation of the tristimulus values of the colors under the digital processed LED (550nm peak width).

- (a) 550nm*W1.0 : $T_c=6443K, duv=0.0017$
- (b) 550nm*W2.1 : $T_c=5836K, duv=0.0017$

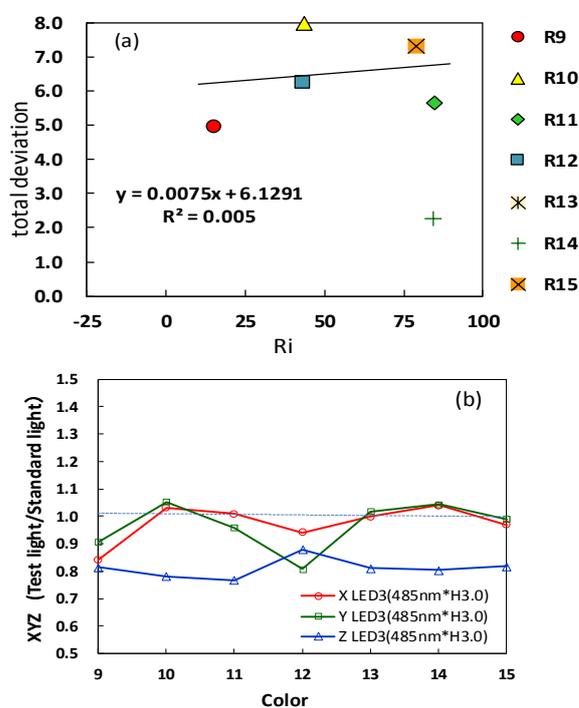


Fig.5 Relationship between R_i and deviation of the tristimulus values of the colors under the digital processed LED (485nm peak intensity).

485nm*H3.0 : $T_c=7313K, duv=0.0043$

光の3原色光と白色光が与える体感温度への心理的・生理的影響

Psychological and physiological effects on the sensible temperature given by the three primary colors of light and white light

佐々木 柊 Shu Sasaki 神奈川工科大学
 大河原 翔 Sho Ookawara 神奈川工科大学
 金指 洸稀 Koki Kanezasi 神奈川工科大学
 三栖 貴行 Takayuki Misu 神奈川工科大学

Kanagawa Institute of Technology
 Kanagawa Institute of Technology
 Kanagawa Institute of Technology
 Kanagawa Institute of Technology

Keywords: 光の3原色, ECHONET Lite
 サーモグラフィカメラ, hitoe, VAS

1. はじめに

従来の生活環境では室内で使われている照明の白色光で、暖色系もしくは寒色系の違いだけであった。近年、LED(Light Emitting Diode)照明は様々な光色を調色・調光できるようになった。また、フルカラーシーリングライトが販売されたことで、生活環境において有彩色光を利用できるようになった。

白色光の暖色系では温かみを、寒色系では涼しさを感じることはすでに証明されている⁽¹⁾。白色光の暖色で暖かさを感じるのであれば赤色光を使用すればさらに暖かさを感じるのではないかと、また青色光ではさらに涼しさを感じるのではないかとという疑問を抱いた。そこで本研究では光の3原色光と白色光の人に及ぼす体感温度への心理的影響と生理的影響について考察する。

2. 実験概要

本実験で使用した実験室のイメージ図を Fig.1 に示す。天井、床、エアコン設置側の壁は白色塗装されており、ほかの壁面は外からの光を遮断するために暗幕カーテンを設置した。実験室の温度はエアコンで $23^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ に調整し、エアコンの風が当たらない位置に被験者が座る椅子を設置した。また、埃や花粉を取り除くことを目的として空気清浄機 (SHARP 製 KC-500T9-W) を設置した。エアコンと空気清浄機は室内状況の安定化のために実験開始1時間前に稼働させた。実験での評価項目は心理的評価の VAS(Visual Analogue Scale)と生理的評価の hitoe⁽²⁾によるストレス指標 LF/HF の測定、サーモグラフィカメラ (NECAvio 製 InfReC-R300S) による顔表面温度の測定を行った。実験にはフルカラー LED シーリングライト (東芝ライテック社製 LEDH81718LC-LT3、以下シーリングライト) を2台用意し、実験室の上部に設置した。照明光色の制御は ECHONET Lite という同じ Wi-Fi に接続されてい

る機器を制御できる通信プロトコルを使用し、シーリングライトの光色を変化させた⁽³⁾。使用する光色は光の3原色である赤、緑、青と白の4色とした。使用した光色の RGB 値と xy 色度座標を Table1 に示す。また、使用した光色の主波長とピーク波長を Table2 に示す。Fig.2 に使用した光色の xy 色度座標と白色との差を示す。Fig.3 にコマンド値を変化させたときの各光色の照度を示す。Fig.4 に使用した光色の発光スペクトルを示す。照度は被験者の前に設置したテーブルで測定し、青色 LED の照度である $17[\text{lx}]$ に統一した⁽⁴⁾。

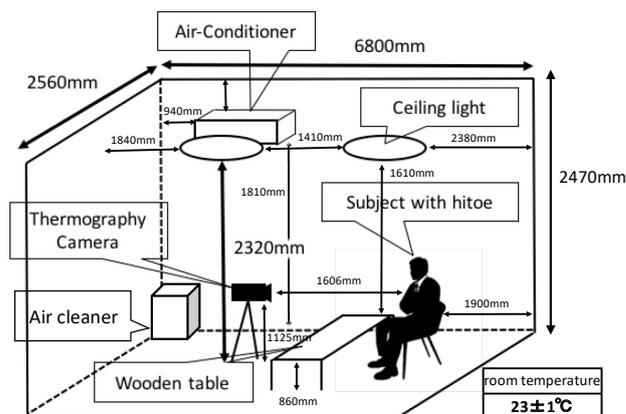


Fig. 1 照明光色可変実験室

Table 1. 使用した光色の RGB 値と xy 色度座標

Color	RGB Command (0~255)	Real RGB level (x,y)
White	(67,67,67)	(0.131,0.062)
Red	(163,0,0)	(0.298,0.302)
Green	(0,90,0)	(0.692,0.306)
Blue	(0,0,255)	(0.194,0.735)

3. 実験方法

被験者は色覚正常な20代前後の男子学生7名、女子学生7名の計14名で行った。サーモグラフィカメラを被験者の顔面から約2mの距離に設置し、顔表面温度の測定を行った。顔表面温度は顔面の最大値とした。被験者にはLEDシーリングライトの白色光色下に10分間、次にいずれかの3原色光を15分間、最後に白色10分間の計35分間実験室に滞在させた。VASの記入は実験開始から5分ごとに行った。また、3原色の一色ごとに実験日を変え、次の実験まで3日以上あけることで、被験者に前回の光色と比較させないようにした。実験中は口頭で回答できる簡単な連想問題を行わせ、色の変化による心理的・生理的影響を考察した。3原色光の点灯順番は被験者によって異なるように設定した。Fig.5に実験のフローチャートを示す。

Table 2. 使用した光色の主波長とピーク波長

Color	Dominant wavelength [nm]	Peak wavelength [nm]
White	621	452
Red	528	633
Green	469	519
Blue	584	566

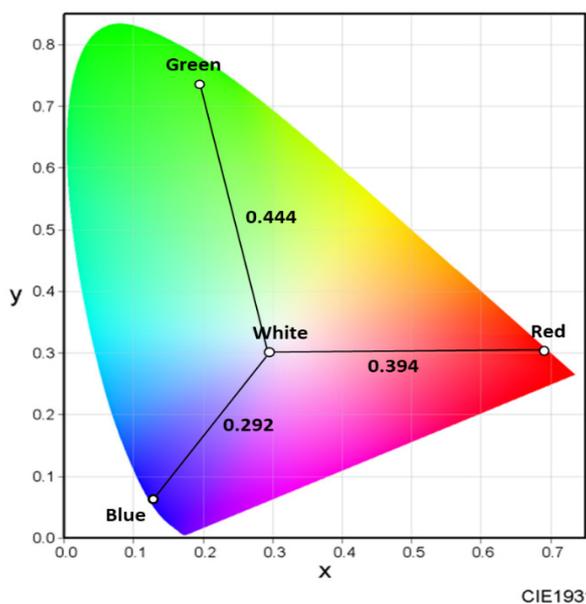


Fig. 2 使用した光色の xy 色度座標と白色との差

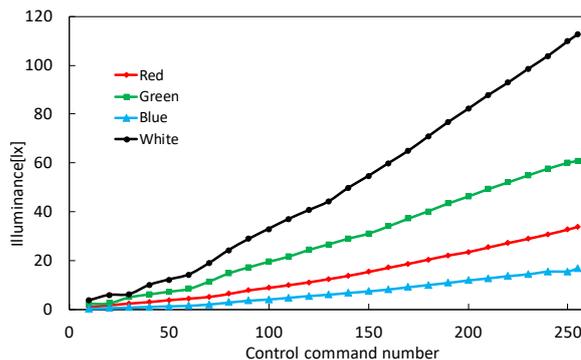


Fig. 3 RGB 値を変動させた時の各光色の照度

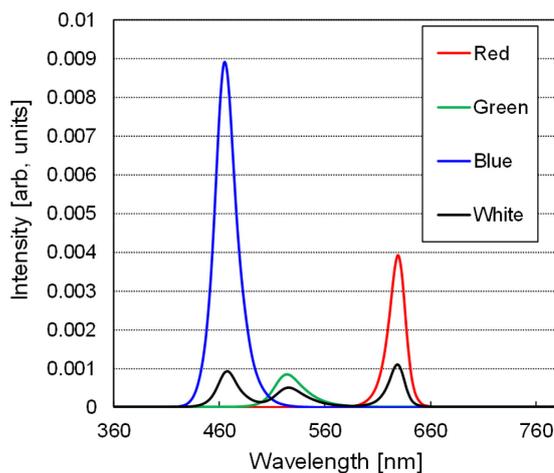


Fig. 4 使用した光色の発光スペクトル



Fig. 5 実験のフローチャート

4. 実験結果と考察

4.1) VASによる心理的影響の評価

Fig.5に「暖かさ」に関する3原色光暴露時のVAS測定結果から白色光暴露時のVAS測定結果を減算したものを示す。平均値を比較すると白色よりも赤色で男性が25、女性が11と暖かさを感じているという結果になった。緑色では男性が2、女性が-11と男性は暖かさを感じているが女性は暖かさを感じていないという結果になった。青色では男性が-8、女性が-10と暖かさを感じていないという結果になった。青色に関しては男女で大きな差は現れなかった。このことから赤色光では白色光と比べて暖かさを感じやすい光色であることが分かった。

Fig.6に「冷たさ」に関する3原色光暴露時のVAS測定結果から白色光暴露時のVAS測定結果を減算したものを示す。白色よりも赤色で男性が-25、女性が-15と冷たさを感じていないという結果になった。緑色では男性が-6、女性が1と男性は冷たさを感じず、女性は冷たさを感じているという結果になった。青色では男性が9、女性が10と冷たさを感じているという結果になった。このことから、青色光は白色光に比べて冷たさを感じやすい光色であることが分かった。

4.2) hitoeによる生理的影響の評価

Fig.7に「LF/HF」に関する3原色光暴露時の測定結果から白色光暴露時の測定結果を減算したものを示す。平均値を比較すると白色光より赤色光で男性が-0.0461、女性が-0.0002とストレスを感じていないという結果となった。緑色光では男性が0.0154、女性が-0.0001と男性はストレスを感じているが、女性はストレスを感じていないという結果となった。青色光では男性が-0.0399、女性で0.0284と男性はストレスを感じていないが、女性はストレスを感じているという結果となった。今回の実験では男女でストレスを感じる光色が違うことが分かる。一般的に男性に比べて女性の方が一日に摂取するカロリーが低いことや、体温・熱生成に関与する交感神経活動が低いことから寒さに弱いといわれているため⁵⁾、冷たさを感じられる青色光で女性のストレス値が高くなったと考えられる。しかし、被験者単体での測定結果を比べると、ストレスが高くなる光色と低くなる光色の個人差が大きいため、光色が与える効果、また体感温度変化によるストレス変化の影響を断言することは難しく、色の好みや前日の睡眠時間による概日リズムの違いなどによる影響が考えられる。

4.3) サーモグラフィーによる生理的影響の評価

Fig.8に顔表面温度の各光色での白色光に対する変化を平均化したものを示す。男女ともに一度目の白色光暴露時と比べて、全ての3原色光暴露時で顔表面温度は上昇し、2度目の白色光暴露時には上昇した顔表面温度が低下した。このことから3原色光にはヒトの顔表面温度を上昇させる傾向があることが考えられる。また、顔表面温度の変化量を平均化したところ白色光暴露から3原色光暴露に変化させた場合男性は0.131°C、女性は0.075°C上昇となり約2倍の差が生じた。3原色光暴露から白色光暴露に変化させた場合、顔表面温度は男性で0.128°C、女性で0.106°C低下した。男女による変化の違いは、性差による皮下脂肪の厚さ⁶⁾が影響していると考えられる。

5. 今後の展望

今後は本研究で得られたデータを使用して、外気の温度と連動して照明光色を変更する照明システムの構築、照度を変動させた場合の人の体感温度の変化について検討する。

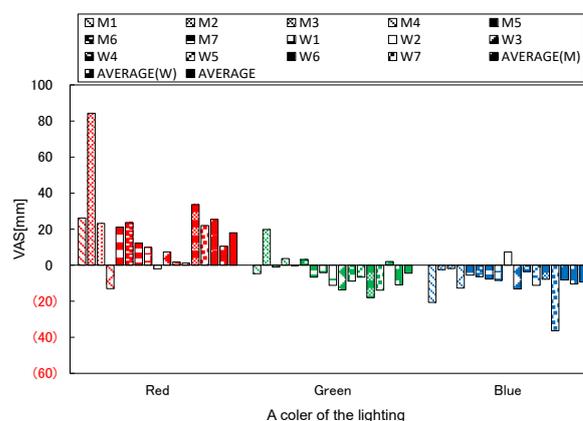


Fig. 5 各照明光色の「暖かさ」でのVAS値の平均

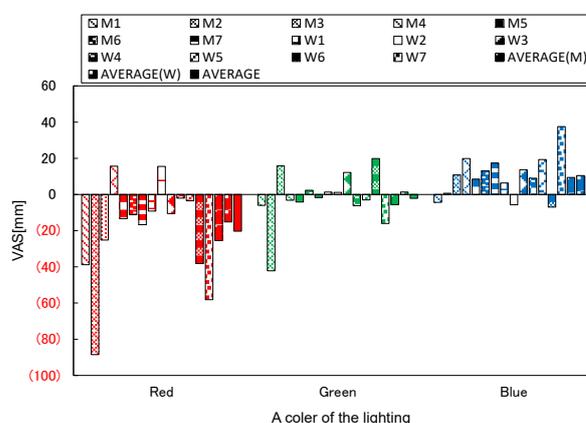


Fig. 6 各照明光色の「冷たさ」でのVAS値の平均

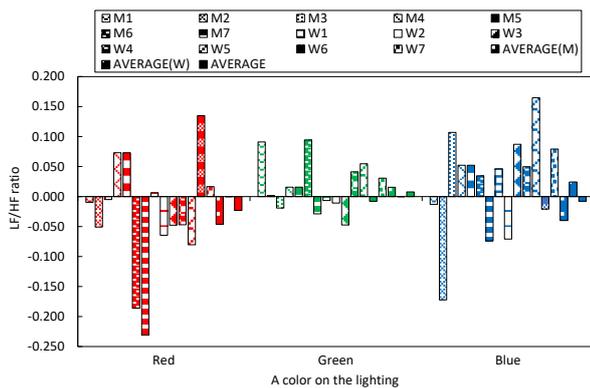


Fig. 7 各照明光色に対する LF/HF の平均値

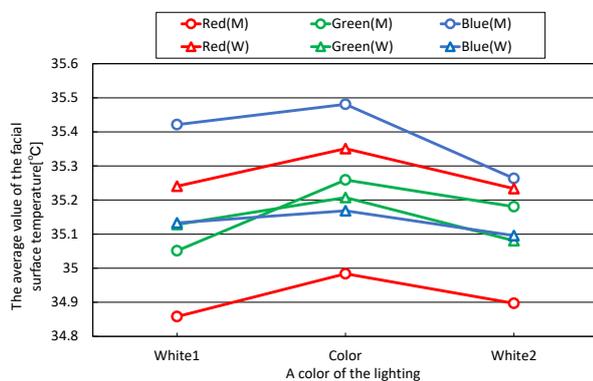


Fig. 8 色の変化による顔面温度の平均値

6. まとめ

光の 3 原色光と白色光が与える体感温度への心理的・生理的影響の結果を以下にまとめる。

- 心理的評価、生理的評価共に 3 原色光は人の体感温度に影響を与えることが分かった。
- 顔表面温度は光色を受けると上昇した。照明光色の変化により男性で 0.131°C 上昇、女性で 0.075°C 上昇するため、女性のほうが光色に対する影響が低い傾向が得られた。
- 体感温度は、赤色光と青色光で変化があり、照明光色の心理的・生理的影響が異なる結果が得られた。
- ストレス度は光色に対する影響が男性と比べて女性のほうが低い結果が得られたことから体感温度とストレスには相関性があることが考えられる。

参考文献

- (1) 石川泰夫, “光色と快適住居環境-光色による冷暖房省エネ効果について-” 照明学会誌 第 77 巻, 第 11 号, pp18-20, (1993).
- (2) NTT docomo, “着るだけで生体情報の連続計測を可能とする機能素材“hitoe”の開発及び実用化について”
http://www.nttdocomo.co.jp/info/news_release/2014/01/30_00.html
- (3) ECHONET コンソーシアム
<https://echonet.jp/>
- (4) 栗原一輝, 田村太志, 小田原健雄, 白井恒祐, 三栖貴行, 渡部智樹, 一色正男, “LED シーリングライトの照度特性と照明光色研究のための実験環境の構築”, 第 39 回 照明学会東京支部大会, pp.1-2, (2017).
- (5) 藤田公和, 野中章臣, 加藤渡, 星野秀樹, 加藤恵子, 大島博人, 寺田泰人, 黒柳淳, 脇坂康彦, “若年女性の冷え感と身体特性、生活習慣との寒冷性について” スポーツ健康科学研究 第 39 巻, pp.19-27, (2017).
- (6) 老若男女の温熱生理学(2):性差と加齢の影響
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jhesj/4/1/4_KJ00007029814/article/-char/ja/
- (7) 李東起, 江欣宸, 古賀誉章, 平手小太郎, “LED 照明の光色が作業空間における不快感に与える影響に関する基礎研究”, 日本建築学会技術報告書 Vol.17, No.35, pp.201-204, (2011).
- (8) 松尾崇, 渡辺紳一, 小関章仁, 堀大久麻, 高橋龍尚, “顔面温度計測によるストレス評価について”, Dynamics and Design Conference 2008, CD-ROM 論文集, No.08-14, Full-Papers CD (4pages), (2008).

異なる照度における色差の属性判別

Discrimination of Color Difference Attribute under Different Illuminances

林 涼介 Ryosuke Hayashi 東京工芸大学
 森野晃司 Koji Morino 東京工芸大学
 東 吉彦 Yoshihiko Azuma 東京工芸大学

Tokyo Polytechnic University
 Tokyo Polytechnic University
 Tokyo Polytechnic University

Keywords: 印刷物, 色評価, 照度, 色差, 属性判別

1. はじめに

印刷物の品質検査や色調評価を行う場合には、標準化された観察条件¹⁾が用いられており、2000lx±250lxの観察照度が推奨されている。しかし、屋内環境においてそのような高い照度を我々が日常生活で経験することはなく、ほとんどは1000lx未満である。我々は先行研究²⁾において、反射物の色評価に2000lxの高照度が必要なのかを主観評価実験により調査した。しかし、被験者数が4人と少なく、客観性に乏しかった。

本研究では、被験者数を増やした主観評価実験を行って、2000lxの必要性について検証する。

2. 実験

本研究では、色差の属性識別能力が、照度によってどのように変化するかを調べることで、色評価における高照度の必要性を検証する。

2-1 呈示刺激

呈示刺激には、日本色彩研究所の新版色彩能力テスター³⁾のHVC識別テストカード初級(図1)を用いた。これには、赤、黄、緑、青、紫の5種類の色相で、色相、明度、彩度のいずれか一つの属性のみが異なる色票対がそれぞれ2種類ずつ、計6種類の色票対を含む合計30種類のカードが含まれる。各カードの色票対は、以下の小松原の式²⁾によって計算される色差値 E_k がほぼ等しくなるように作成されている。

$$\Delta E_k = \{(0.75 \times \Delta H^*)^2 + \Delta L^{*2} + (0.5 \times \Delta C^*)^2\}^{0.5}$$

ここで、 ΔH^* はメトリック色差で次式で表される。

$$\Delta H^* = (\Delta E^{*2} - \Delta L^{*2} - \Delta C^{*2})$$

また、 ΔL^* はメトリック明度差、 ΔC^* はメトリック彩度差である。



図1 実験に用いたHVC識別テストカード

2-2 実験環境

実験は、図2に示すような暗室内に置かれた照明観察ブースで行われた。光源には京セラの高演色LED(色温度5000K, Ra=96)を使用した。ブース天井にLEDバーライトが7本付いており、全体で調光できるようになっている。実験では、500lx, 1000lx, 2000lxの3段階の照度条件を用いた。

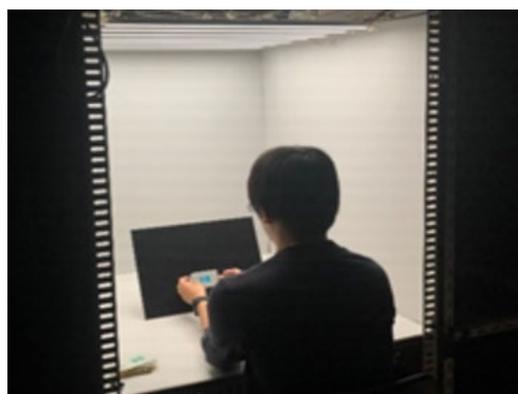


図2 照明観察ブースを用いた実験の様子

2-3 実験手順

実験は以下の手順で行った。

- ① 被験者は、暗室内に設置された観察ブースの前で、試料台との視距離50cmの位置に着座した。

- ② 実験者は、色彩能力テスト付属の色相(H)、明度(V)、彩度(C)の3属性が段階的に変わる目測補間テスト用スケール見本(図3)を被験者に見せながら、色の3属性の違いについて説明した。
- ③ 被験者は、HVC識別テストカードを1枚ずつ試料台に置き、カード上の色票対を見て、3属性のいずれが異なるかを判断し口頭で回答した。実験者はそれを記録用紙に記入した。
- ④ ③の作業を赤、黄、緑、青、紫の合計30種類のカードについて繰り返した。このとき、カードの呈示順はランダムとした。
- ⑤ 30種類のカードの判断作業を1試行として、これを3回繰り返した。作業に先立ち、実験者は毎回カードの順番がランダムになるようにカードを並び替えた。

以上の作業を各照度条件で、2日以上空けて、別々の日に行った。照度の順番はランダムとした。



図3 目測補間テスト用スケール見本

2-4 被験者

実験には、3色型色覚でかつ視機能に異常が見られない20代の男女15名(男性11名、女性4名)が実験に参加した。

3. 結果

3-1 正答率の変化

各被験者の回答結果について、カードの種類(色相5種類×属性3種類=15種類)ごとに正答率を求め、15名の被験者について平均を求めた結果を図4に示す。色票の色によって正答率に違いが見られるが、とりわけ色差が色相(H)の場合は、色による差が非常に大きい。正答率は赤と黄が最も高く、青が最も低かった。色差が明度(V)の場合は、逆に赤が最も低かった。ただし、色による正答率の差はあまり大きくない。色差が彩度(C)の場

合は、赤と黄が最も低かった。色による正答率の差は、色差が明度(V)の場合と同程度であった。最後に、3種類の照度条件の間で結果を比較すると、あまり違いは認められなかった。

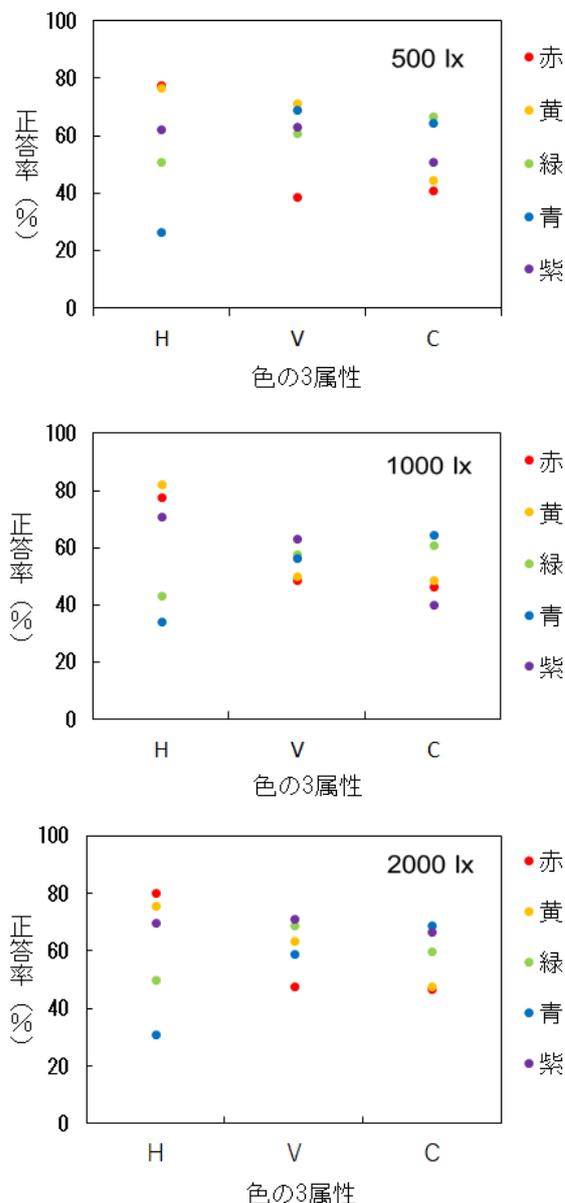


図4 全被験者による正答率の平均

次に、照度500lxの結果について、男性11名の平均と女性4名の平均を比較して図5に示す。色差が3属性のいずれの場合も、女性の方が正答率が高い。また、女性の場合、正答率が低い色と高い色で明確に2グループに分かれていることが分かる。とりわけ、色相差に対する識別力は青の色票が目立って低く、明度差に対しては赤、彩度差に対しては黄が照度にかかわらず、共通して低い。この傾向は、他の照度条件でも認められた。男性ではこのような明確な傾向は見られない。

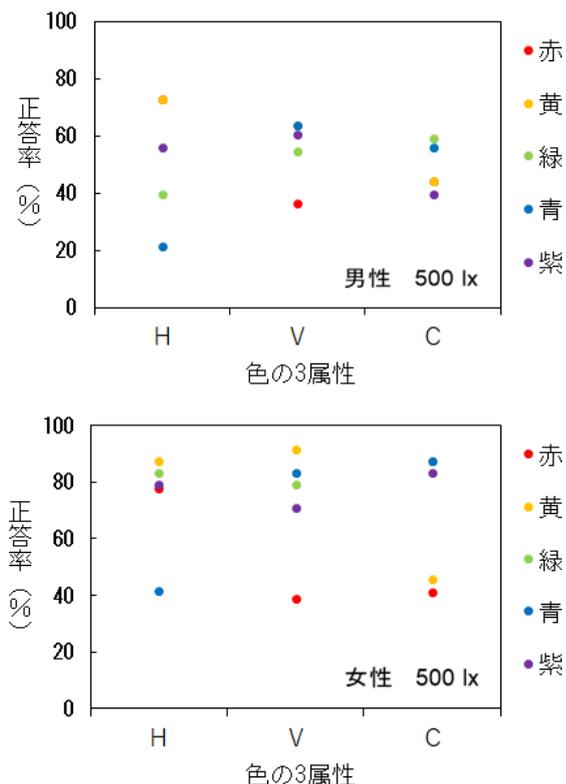


図5 男性と女性での平均正答率の比較

3-2 間違え方の傾向性

色差の属性をどの属性に間違えたのかの傾向を調べた。図6に、赤の色票対に対する結果を示す。色相差に対して、明度と間違えたことはほとんどなく、彩度と間違えた場合が少しあった。明度差に対しては、色相差に間違えて判断した割合が非常に高く、彩度差に間違えた割合も高かった。彩度差についても同様で、色相差に間違えた割合が非常に高く、明度差に間違えた割合も高かった。黄の色票対においても、色相差に対する誤判断の割合は低く、明度差、彩度差については、他の属性に間違えた割合が高かった、特に、彩度差に対しては、明度差に間違えた割合が非常に高く、照度が上がるにつれて、その割合は減少した。

図7に、青の色票対に対する結果を示す。赤の色票対と大きく異なるのは、色相差に対する誤答率が非常に高いことである。それに対して、明度差、彩度差については誤答率が高いかやや高いぐらいで、特徴的傾向は認められなかった。緑の色票では色相差、明度差ともに彩度差に間違えやすく、紫では彩度差は明度差と間違えやすかった。

各色票対の色差に対する属性判断の間違え方の傾向性について、間違えた割合を4段階に分類して表1に示す。●は非常に高い、■は高い、▲

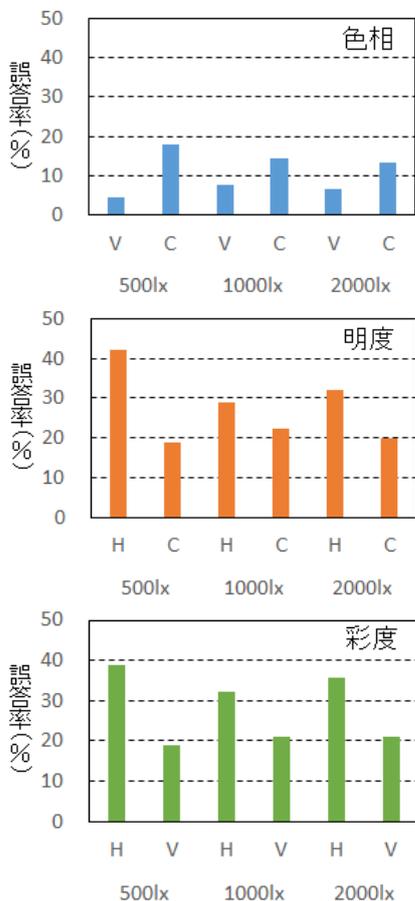


図6 色差の属性に対する間違え方 (赤)

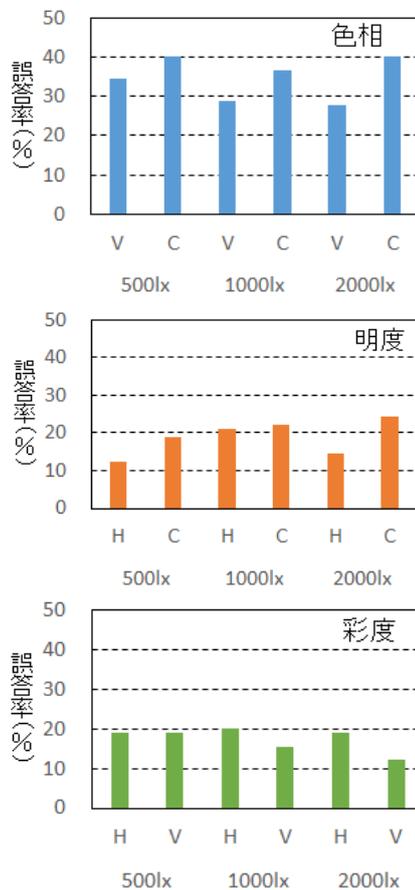


図7 色差の属性に対する間違え方 (青)

はやや高いを表し、空欄の場合はほとんど間違えなかったことを意味する。

表1 色差の属性に対する誤答の方向 (青)

色票の色	色差の属性	間違う方向		
		色相	明度	彩度
赤	色相			▲
	明度	●		■
	彩度	●	■	
黄	色相			▲
	明度	■		▲
	彩度	■	●	
緑	色相		▲	●
	明度	▲		■
	彩度	▲	■	
青	色相		●	●
	明度	▲		■
	彩度	■	▲	
紫	色相		▲	■
	明度	▲		■
	彩度	▲	●	

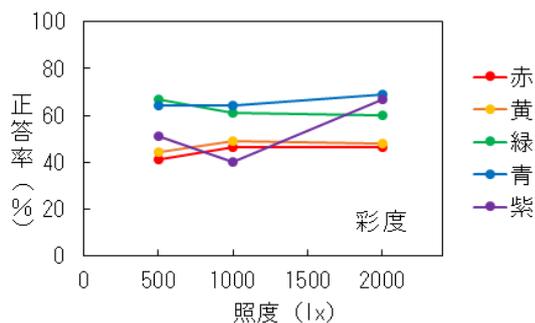
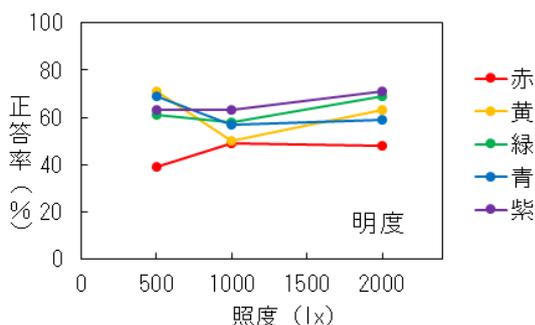
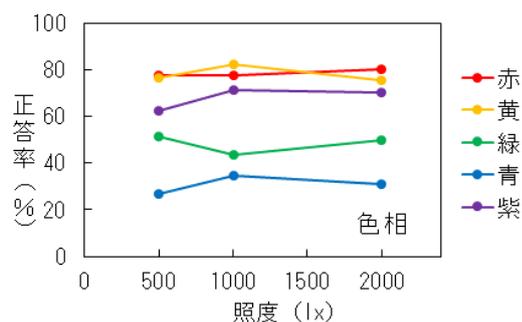


図8 照度と正答率の関係

4. 考察

得られた結果から照度と正答率の関係をまとめて図8に示す。色相、明度、彩度いずれの場合でも照度によって正答率に大きな違いは認められない。このことから、反射物の色評価に2000lxという高い照度が必要であるとは考えられない。今回実験に用いたLED光源は赤、緑、青の蛍光体の組合せにより発光し、その分光分布は図9のようになる。青色光付近で一つの山が見られるが、全体的にはかなりフラットに近い分布となっている。一方、色彩能力テスターの色票の色は、標準の光D65を前提に設計されており、今回用いた光源の下では若干色に違いが生じていると考えられ、カード上の2枚の色票の色差も設計値と異なっている。実際のLED照明下での各カードの色票対を測色して色差を求めた結果、4.4~6.4と、D65下での色差の測定値4.6~5.3に比べてやや値の幅が大きかったが、結果が大きく変わるとは考えにくい。

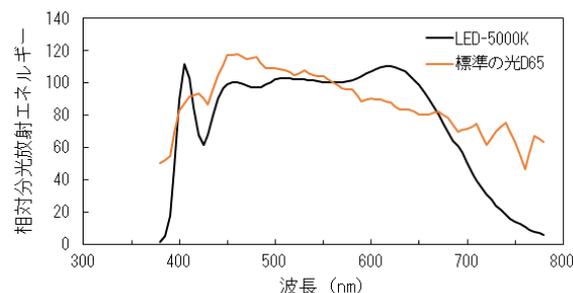


図9 実験に用いたLED照明光の分光分布

5. まとめ

色彩能力テスターに含まれる色票対を用いて、500lx、1000lx、2000lxの3段階の照度において色差の属性判別能力がどのように変化するかを調べた。その結果、照度により正答率に大きな変化はなく、反射物の色評価において2000lxの高い照度を必要とする根拠は見出せなかった。

参考文献

- 1) 日本印刷学会推奨規格:透過原稿, 反射原稿及び印刷物の観察方法 JSPST-1998 改正, 日本印刷学会誌, 35(1998)90-93.
- 2) T.Chomfuangkaew, T.Rattanavichien, K.Supasiriate, A. Hansuebsai, and Y. Azuma., Color discrimination for hue, value, and chroma under different illuminance levels, Proc. of ASPT2018 (2018) 41-42.
- 3) (財)日本色彩研究所: 新版色彩能力テスター (第2刷) (2000).

照明光色が内装材の色の見えの自然さに与える影響

Effects of Light Colour on Naturalness of Colour Appearance of Interior Material

宮田早絵 Sae Miyata 同志社女子大学大学院 Doshisha Women's College of Liberal Arts
 奥田紫乃 Shino Okuda 同志社女子大学 Doshisha Women's College of Liberal Arts

Keywords: LED 照明, 色の見えの自然さ, 内装材, 好ましき

1. はじめに

住宅や店舗などの室空間では、素材の異なる様々な内装材が用いられ、使用される内装材によって室空間の印象は異なると考えられる。また、照明も室空間の印象を決定する要因の一つである。近年、LED 照明の普及により室空間の雰囲気配慮した照明など多種多様なデザインが可能となっている。しかし、照明光色の違いによって内装材の見え方や質感が異なることが予測される。先行研究¹⁾²⁾では、室内照明環境で野菜や果物を対象として色の見えの自然さについて検討した結果、*duv*が負の条件のとき、色の見えが自然であることが明らかとなっている。また、内装材を対象として、実空間の 1/10 縮尺模型を用いて、見えや印象について検討した結果、白壁、木材及びれんがにおいては、3000-4000K で *duv* が負の条件のとき、色の見えが自然であり、好ましく感じられるが、畳においては 5000K で *duv*=0 のとき、色の見えが自然で好ましく感じられることが明らかになっている³⁾。そこで本研究では、内装材の質感に着目し、照明光色が内装材の色の見えの自然さ評価に与える影響を明らかにすることを目的とした主観評価実験を実施した。

2. 実験概要

実験に先立ち、内装材の国内主要メーカーのカタログ 8 冊より床材及び壁材で共通して取り扱われている内装材の中から色味や目地等を考慮して、5 種の木材と 5 種の石材を選定した。これらにれんが及び畳を加えた図 1 に示す計 12 種を視対象として選定した。これらの内装材を、図 2 に実験空間を示す幅及び奥行きが 450mm の壁面及び床面を N7 に仕上げた空間中央部に、幅・奥行き 50mm 角の大きさで提示した。空間天井部に設置した 15 チャンネルを持つ LED 照明光源 [LED Cube, THOUSLITE] を用いて、床面水平面照度を 500lx とし、表 1 及び図 3 に示す相関色温度 4

条件と *duv* 5 条件を組み合わせた全 20 種の照明条件を設定した。実験では、これらの照明条件下における「色の見えの自然さ」「光沢感」「柔硬感」「粗滑感」「温冷感」「照明の好ましき」に



図 1 視対象

表 1 実験における照明条件

条件名	相関色温度(K)	<i>duv</i>	<i>u'</i>	<i>v'</i>	<i>Ra</i>	<i>Rf</i> (CIE224)	<i>Rf</i> (TM30-15)
3300K-20	3300	-0.020	0.250	0.488	88	93	83
3300K-10	3300	-0.010	0.245	0.502	96	91	94
3300K	3300	0.000	0.241	0.515	87	87	85
3300K+10	3300	0.010	0.237	0.529	88	94	91
3300K+20	3300	0.020	0.232	0.542	85	89	88
4000K-20	4000	-0.020	0.237	0.477	93	92	87
4000K-10	4000	-0.010	0.231	0.489	97	93	96
4000K	4000	0.000	0.225	0.502	92	91	90
4000K+10	4000	0.010	0.219	0.514	89	95	92
4000K+20	4000	0.020	0.214	0.526	85	92	92
5000K-20	5000	-0.020	0.225	0.464	91	88	83
5000K-10	5000	-0.010	0.219	0.474	96	91	91
5000K	5000	0.000	0.212	0.485	92	91	93
5000K+10	5000	0.010	0.205	0.495	92	96	93
5000K+20	5000	0.020	0.197	0.506	85	92	88
6700K-20	6700	-0.020	0.216	0.446	93	81	85
6700K-10	6700	-0.010	0.208	0.455	96	89	93
6700K	6700	0.000	0.200	0.463	96	94	96
6700K+10	6700	0.010	0.191	0.472	88	93	91
6700K+20	6700	0.020	0.183	0.481	80	89	85

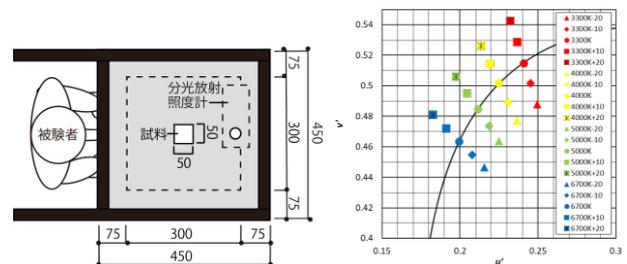


図 2 実験空間平面図 図 3 各照明条件の色度値

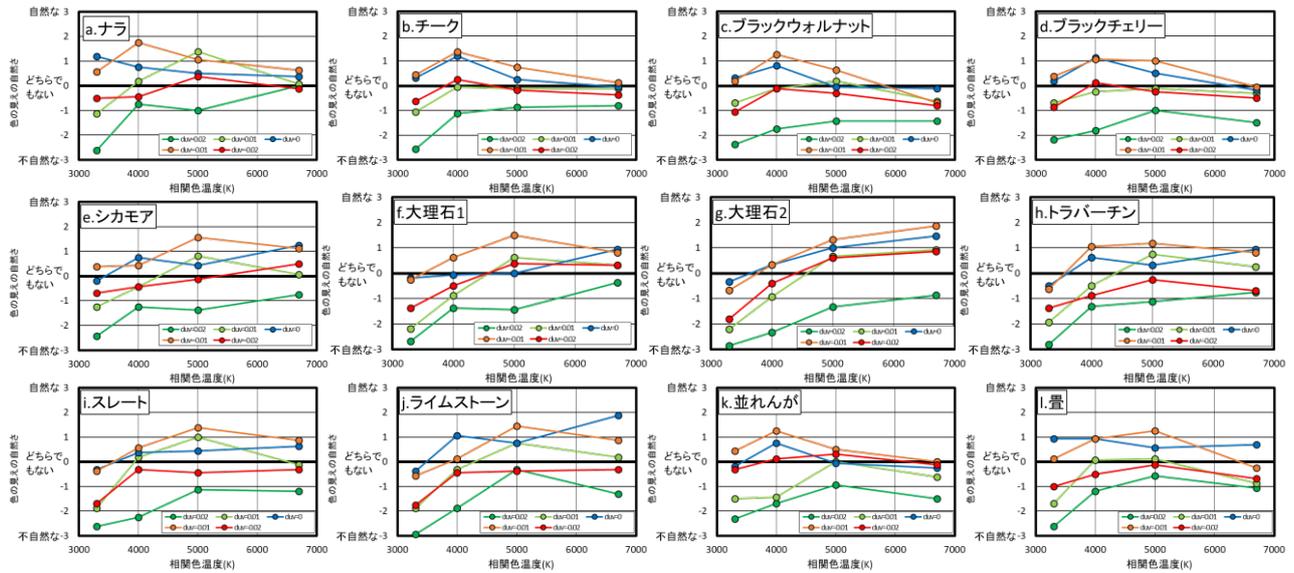


図4 色の見えの自然さ評価結果(平均値)

ついて-3から+3の7段階数値尺度で評価させた。被験者は本学学生の20代の女性16名とした。

3. 実験結果

(1) 「色の見えの自然さ」の評価結果

図4に各照明条件下における「色の見えの自然さ」の結果を、被験者16名の評価の平均値で示す。チーク、ブラックウォルナット及びブラックチェリーでは、相関色温度が4000Kのとき評価が最も高く、相関色温度が4000Kから低下または上昇するにしたがって評価が低下した。また、並れんがでも同様の傾向がみられた。一方、大理石1、大理石2及びスレートでは、いずれの duv 条件においても相関色温度が高いほど評価が上昇した。畳では $duv=0$ の場合にはいずれの相関色温度条件においても評価が高かったが、それ以外の duv 条件においては相関色温度が5000Kのとき評価が最も高く、5000Kから低下又は上昇するにしたがって、評価が低下した。

これより、赤みを帯びた内装材である木材及び並れんがでは、相関色温度が4000Kのときに評価が最も高く、白色や黒色の石材では、相関色温度が6700Kのときに評価が高い傾向がみられた。畳では、5000Kのときに評価が高い傾向がみられた。

(2) 各評価項目間の関係

表2に、「色の見えの自然さ」「光沢感」「柔硬感」「粗滑感」「温冷感」の各評価結果と「好ましさ」の相関係数を、図5に色の見えの自然さと好ましさの関係を示す。これより、「色の見えの自然さ」が「好ましさ」に強く影響されることが示された。

4. まとめ

本研究では、照明光色が内装材の色の見えの自

表2 各評価項目の相関係数

	好ましさ
色の見えの自然さ	0.84
光沢感	0.31
柔硬感	0.14
粗滑感	0.22
温冷感	0.09

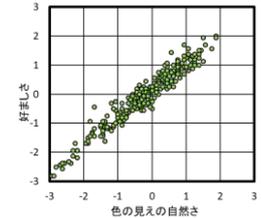


図5 色の見えの自然さと好ましさの関係

然さ評価に与える影響を明らかにすることを目的として、主観評価実験を行った。その結果、内装材の色の見えが好ましさに大きく影響し、内装材の種類により、好ましい照明条件が異なることが示された。一方、明度が高く他の木材よりも白色に近いナラやシカモアにおける「色の見えの自然さ」評価は、その他の木材とは異なる傾向を示し、特に白色に近い色みをしたシカモアはむしろ石材と似た傾向を示している。また、黄みを帯びたトラバーチン及びライムストーンのように他の石材と異なる傾向を示すものもあることから、内装材の選定方法や照明条件の設定において、さらなる検討が必要である。

【謝辞】

本研究はJSPS科研費17H01947の助成を受けたものです。

【参考文献】

- 1) Yoshi Ohno, Mira Fein : Vision Experiment on Acceptable and Preferred White Light Chromaticity for Lighting, CIEEx039:2014, pp.192-199, 2014
- 2) Jiamin S., Qiyang Z., Luo, M.R : White Light Chromaticity Locus for Naturalness, CIEEx044:2017, pp.32-37, 2017
- 3) Shino Okuda : Effects of Lighting Colour on Appearance of Interior Material and Preference of Lighting, Proceedings of the International Colour Association (AIC) Conference, pp.437-440, 2018

地域特色に着目した景観色彩研究

Landscape Color Research Focusing on Regional Characteristics

鄭曉紅 Zheng Xiaohong 中国人民大学

Renmin University of China

Keywords: 景観色彩, 地域特性, 色彩調査, 色彩企画, 色彩嗜好, 色彩環境.

1. はじめに

本プロジェクトは、中国福建省平潭島東南部に位置する將軍山景勝地を中心とし、壇南湾周辺の景観色彩の強化を目指すものである。平潭島の景観色彩原型を構築し、さらに農地景観、漁村景観、植生林など、平潭島ならではの四季折々の景観を耕し、壇南湾周辺景勝地を「都市から抜け出し、のんびりしている」夢の郷に改造する。

同緯度における都市景観色彩への研究結果を収集し、景観色彩の影響要因（地理、気候、材料、民族文化、宗教意識、科学技術、都市発展など）を分析した。この上に、平潭優遊自在郷に対し、携帯型亮度色度計を用いて色試験と記録を行い、主要色彩データをソフトウェアで抽出し、プロジェクト敷地の色彩を体系的かつ総合的に検討した。データはクロマトグラムとデータベースで表示した。平潭の地域文化と特性を重視するもとで、その景観特徴に最適化された色彩企画ガイドブックを制定した。このガイドブックは、設計者、実施者及びユーザへ便利を与え、景観担当者のための色彩企画指導方針にもなっている。また、将来の地域景観開発を更なる標準化にさせる。これにより、地域特性を活かし、景観色彩の健全発展を促進することを期待している。

2. 景観色彩実例研究

1) 同緯度都市景観色彩の比較研究

同緯度の島都市の色彩は、主に空気湿度、土壌色、および文化からの影響で作用される。竹富島、コスタリカ、ハワイという同じ緯度の3つの島都市では、年間湿度が高く、薄霧に覆われているようであるため、景観色彩が少し濁っているように見える。いわゆる、空気湿度が高くなると、彩度が低くなる。

カトマンズのような同緯度の高海拔都市の色彩は、主に光の強さ、空気湿度、および文化からの影響される。カトマンズには大量の伝統建築物と赤壁の寺院があり、貴重な歴史を持つ宗教聖域

な特徴があり、仏教文化の影響、高標高による強照度、内陸都市による低湿度など、以上の要素は、カトマンズを高明度、高彩度の都市にさせる。

マラケシュのような同緯度の内陸都市の色彩は、主に空気湿度、土壌色、および文化からの影響で変化する。モロッコの歴史を持つマラケシュは、赤い街で名を馳せる。城壁は深紅の岩ででき、よく保全されてきた。また、砂漠に位置し、乾燥気候や低湿度のため、高彩度な都市になる。

カサブランカ、ゴールドコーストなど、同緯度の沿岸都市は、比較的空気湿度が高く、低彩度を持っている。また、宗教文化及び土壌色から大きな影響を受けている。例えば、砂漠地帯のドバイは砂漠黄が主色調となる。その建物も宗教信仰と砂漠の特徴を反映する。

比較研究結論：湿度が高くなるほど、彩度は低くなる。宗教文化は地域色に大きな影響を与える。照明時間が長い地域に、明度は高くなる。一般的に言うと、土壌色は、都市の色調を決定する。(図1)

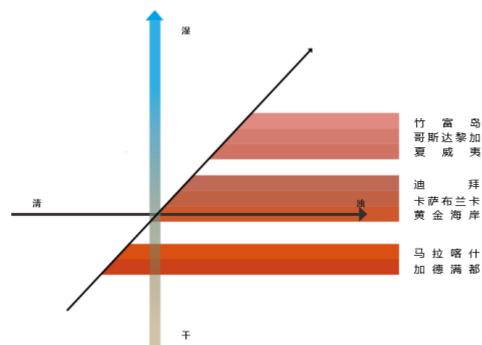


図1 同緯度都市景観色彩の比較

2) 緯度、光源の色温度と平潭島景観色彩の関係研究

色温度が地域色への影響の直接表現は、人間視覚の色順応である。これにより、地域景観の色特徴を形成する。高明度光源では、高明度色の変化は区別やすい；低明度光源では、低明度色の変化は区別やすい。(図2)

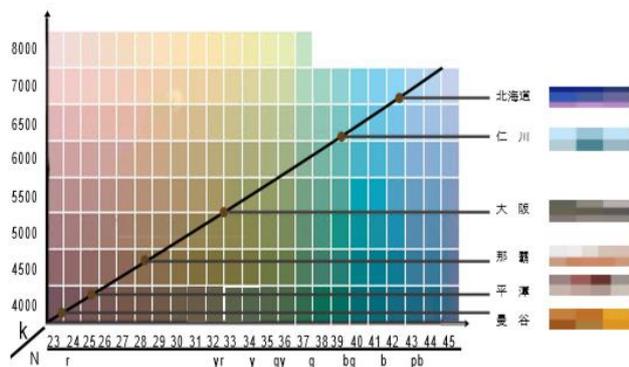


図2 緯度と光源の色温度の関係

平潭島：北緯 25 度左右、平均日照は 1785.3 時間/年、年間放射量は 108kcal / cm² で、色温度が 5500k 未満、光の演色性は黄色移行。

平潭島は福建省にあり、東南の丘陵地帯に位置する。当地の土壌はほぼ赤褐色で、この暖色は平潭島の基本色にもなっている。色彩学者野村は、ラテンアメリカ人とヨーロッパ人は一致した色生理学的反応を示しており、北部寒色と南部暖色の視覚発達の生理学的傾向を確認している。つまり、色覚機能の「局所的な性格」は、地域の人々の色知覚の形成に大きな影響を与え、その色趣味は「色方言」とも呼ばれている。色方言は言語とは異なり、自然光の動きとともに地球上で定期的発生し、国境を超える国際的な特徴を持っている。平潭島住民の色知覚特性、すなわち色方言は、その地理位置と地理環境の影響を受け、暖色傾向が窺われる。(図3)

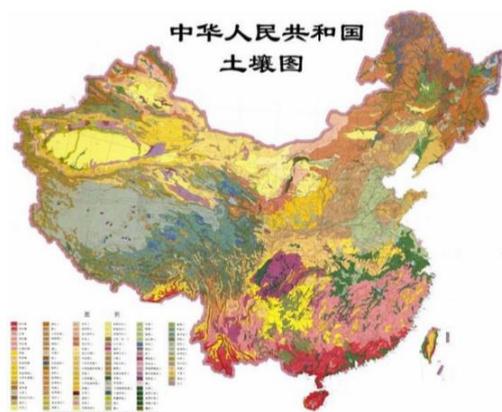


図3 中国土壤色彩分類図

3) 景観色彩全体環境研究まとめ：

a) 清色系高彩度の色

平潭島では、高明度、清色系、高彩度の色がより美しく見え、また強烈な明暗コントラストはさらに効果を向上させる。平潭は北緯 25 度にあり、

冬にしても照度が 30000 lux に達せる。この環境では低彩度の濁色が視野から消えるため、高明度系の色相変化と色度変化の察知が比較的容易である。

b) 暖色系嗜好、黄色移行

平潭は低緯度、高照度であり、暖色系嗜好に属する(季節変化はほぼない)。平均日照量は 1785.3 時間/年、年間放射量は 108kcal / cm² であり、色温度 5500k 未満の領域に属する。演色性は黄色移行である。平潭は日差しの強い高気温地域にあり、濃色が好みである。地元の人々は太陽の恵みで生活しているため、明るく暖色、特に赤、オレンジ、黄色が好きである。視覚生理学の研究成果によると、彼らの網膜の中心窩が強い赤色素を形成し、赤色視覚がよくさせるため、赤色を見るとスリルが生じる。そして彼らは外向的、率直で、衝動的で、強暖色系の特徴を持っている。通常の服や日常用品も、明るい暖色の選好が見られる。

c) 赤褐色の土壌環境

平潭島は、東南の丘陵地帯に位置する。当地の土壌はほぼ赤褐色で、平潭島の基本色にもなっている。地域色は、平潭の人々の美的センスに明確な影響を及ぼす。それにより、当地の人々は暖色に非常に敏感であり、赤と黄色の微妙な変化をより正確に区別できる。

3、平潭優秀な景観色彩調査

実地調査の過程では、多種類の風景色を観察し、最も代表的な地域配色方法を選択した。これを今後の標準として使用する。風景を將軍山風景区、南寨山風景区、南海浜風景区、山岐澳風景区及び錢便澳風景区に分けた。異なる景観へ、それぞれの角度から調査と記録を行った。海岸と空は気候の影響を受けるので、砂と植生の色に焦点を合わせ、将来の平潭島色彩計画への有効性を保証する。

1) 住宅区域

住宅区域は小規模村が集めるという分布傾向を示し、建材は主に石である。この石製の建物は、平潭島の独特な石文化と厳格な民俗習慣を受け継いでいて、多種類の積み方で秩序感を醸しだし、そしてグレーイエロー色外観も周囲の山森、畑、空と組み合わせ、自然素朴かつ古き良きの風景画になっている。

2) 平野田園、丘陵田園

景勝地の村周辺、山の平坦地に美しい農地があ

る。豊穡でない土地では、農民たちは山芋栽培を中心とする農業活動を営んでおり、小規模だが自給自足的できるといふ印象を与えている。長い生活活動のなかで、質高い村風景を形成した感じを与える。平野田園と丘陵田園は主に住居の周りに分布しており、全体的な形状はほぼ正方形である。平潭の小さな村の住人の生活様式は依然として耕作地に支配されているという事実により、地形の大部分はまだ田園の様態である。丘陵が多いため、田園地帯の様態も波状になり、時々段々畑が見える。

3) 山間林地

平潭政府は積極的に植林を推進し、海岸の防砂機能を一つの目標としている。島東部に南北縦の山があり、その山自体と麓の平野は木々に覆われている。一方、島全域の大部の植物は外来種であり、摂食害虫の侵入は植生の生態に悪影響を及ぼす可能性が残っている。山間林地は主に山、ふもと、そして沿岸地域に集中し、高度の防風機能と他の気候改善効果を持つ。森林植生は亜熱帯モンスーンの常緑針葉樹林と広葉樹林に属し、全部人工林と二次林であるため、全体的な色は単一の傾向を示し、気候から影響はほぼない。と同時に、モンスーンの影響で、林地の変化は小さく安定し、低明度と低彩度の緑色は短時間で調整することは困難である。

4) 山間石地

山間石地は主に高海拔の山頂や山腹に集中し、植生が山を完全に覆うことができない場合、石は山の表面に露出し、石の色が現れる。平潭の多風多雨気候は一年中、山を侵食する。その結果、平潭の山表面はユニークな景観特徴が生まれた。このユニークな地形特徴は、平潭の都市色彩に自然素朴な気質を与える。これをよく活用するにより、独特な石城を建築することが可能になる。

5) 神社、寺院

神社、寺院は平潭の風景線である。各村には、礼拝のために少なくとも1つか2つの神社があり、ある大きな村には教会と寺院も配置される。この供養文化の流行りは民俗習慣と密接な関係があり、平潭のユニークな文化的要素および生活のミニチュアとなっている。

6) 砂浜海岸

景勝地内の海岸線砂浜はほぼ浅瀬である。潭角

底と山岐澳などの各地では、養殖筏や小さいボートの群れが浜辺に引き上げられ、漁師たちが仕事するのを見ることが出来る。これは平潭島の生活文化によって作成されたユニークな風景のひとつとなる。遠当澳、田美澳、企沙澳などの場所では、海水浴場も整備する。また、自然によって作成された「建民沙堤」などの雄大な景観も重要な観光資源になるだろう。それは生活産業や観光娯楽のためのビーチとして使用できる。

7) 漁港

漁港は平潭で一番特徴を持つ風景です。建物や街は海辺に建てられており、その地域で活動しているボートや漁師の風景は町の素朴な生活景観を構成する。漁港を俯瞰するところが多いため、屋根の色は漁港全体の景観に大きな影響を与える。(図4)



図4 平潭色彩地図

4、平潭島色彩調査まとめ

1) 自然景観及び歴史文化建造物などの色分布は以下です：

a) 初段階調査の結果、石製建築群は比較的単純な色分布を示し、ドアや窓などの特別な部分だけに多様な色分布が見られる。壁、屋根はほぼカーキ色で、周囲の植生や砂と溶け合っている。

b) 平潭の植生種類も、気候や位置の制限で色が多様性に欠く。大面積の植生が砂石と絡み合っ、黄緑色になっている。それはある程度、建築物の独特性を抑える。

c) 平潭の気候は変化に富み、温差によって海や空の色も多様になり、場合により、島の建物は周囲の環境と調和し、人々に異なる気持ちを与える。したがって、将来の建築色彩計画では、これを十分に考慮する必要がある。

2) 建築物の色彩分布 (壁/屋根などを含む)

a) 建築色は比較的単一で、明度は3~6、色相はYRである。

b) 将軍山景勝地の山々は海から急峻に立ち上がり、岩は陰しく交錯し、景観は続々と現れる。景勝地内は、丘陵石景と海湾を特徴とし、主なスポットは記念碑、岩窟群、一線天、摩崖石刻、望帰岩、百丈崖及び望石林、一片瓦などである。

3) 植生の色彩分布 (木/草などを含む)

a) 植生の色彩は比較的集中な色相を示す。

b) 植生が多くの色を持っていないのは、主に平潭の季節的要因の影響を受ける。季節的植生と周囲の建物の統一性を考慮せざるを得ない。

4) 海洋の色彩分布 (浅瀬/遠洋などを含む)

1) 海色は色相がブルーにより、シアンに欠く。

2) 平潭の海色は時間や季節により大きく変わるが、将来の景観色計画ではこの点に注意し、建物の色は周囲の海色に合わせて調整できるように計画する。

5) 地面の色彩分布 (天然砂・人工道などを含む)

a) 地面の色は砂岩色に集中し、人工道路の色と合わせた後、地面の色分布が豊かになる。

b) 地面の色は豊かであり、明度上離散的な色分布は大面積になる時、特に将来の地面の色彩計画においては、周囲の建物および植生との色合わせが調和している如何を考慮する必要がある。

5、平潭島景観色彩計画方針

既存景観を考慮に入れ、平潭景観色彩計画手法を5つのカテゴリーに分類し、各手法に対応する景観タイプは次のとおり。

1) 自然景観色保護：景観資源としての自然景観は、元の景観印象を変えない色を使用するようにする。たとえば、山間林地で、植生色と調和するのは、地元の土壌、岩、砂岩、および樹幹の色である。そのため、天然素材及びその色に対応する素材を使用するのが最優選択である。歴史街区では、その景観と相容れない色を避ける。材料も可能な限り、歴史的景観と一致させる。

2) 自然景観色活用：良い自然景観を持つ地域では、その優れた特徴を際立たせる色を使用する。例えば、岩石海岸に、背景が良い環境色を使用する。平野の田園地帯では、全体的に明るい印象を

強調するために暗壁の使用を避ける。特に空を背景とする大きな建物には、高明度色を使用する。

3) 付加価値：新しい印象で魅力を向上させる景観地域では、現存景観の不足を埋める色彩を使用する。たとえば、港湾地域には、海岸で明色の使用と飾りで、人工美を発揮する。漁村地域では、水辺が明るい、山沿いが穏やかな雰囲気があり、既存の景観印象に基づく、冬には人を寂しく感じさせてしまうから、暖色を増えるべきである。丘陵田園では、農家が点在する生活地区であるため、明るい雰囲気を求めた方がいい。但し、明るさと穏やかさのバランスも注意すべきである。

4) 創造：地域の目的や機能に応じて、その特性に合う新しい景観を作成する。例えば、商業地域は最も人気のある地域であるため、複雑になりすぎないように注意しながら、その賑やかさを色で表現する。景観保全地域では、概念に従い色を選択する。住宅区域では、明るく居心地の良い雰囲気を作り出す。芸術地域では、色で平潭の芸術的な雰囲気を作り出す。

5) 既存景観の改善：既存景観の配色を変更することにより、景観を改善できる領域に使用する。たとえば、街の看板やガイドなどを決定する時、景観全体の協調を十分に考慮する。

6、平潭島景観色彩研究意義

近年、大規模な都市建設に伴い、各都市の特性は次第に消えていき、景観色彩はますます単調化になってしまっている。景観色彩計画と都市計画は同時に推進すべきである。景観色の存在と発展は、その地域の歴史的、文化的、地域的特徴を描き出す。全世界都市建設の過程で、地域の特性は次第に重視され、そして景観色彩企画も非常に重要な話題となっている。景観は動的であり、その時代の社会を反映していると同時に、都市の歴史、文化、美学を表し、都市建設の重要な一環となっている。景観色彩の重要な特徴は、私的施設にしても外部環境と接触できるため、公共環境の一部になる。景観は人々を魅了し、既に社会共有財産になる。優れた景観を破壊するのは、設計者の失格であり、景観色彩の使用に強い個人的傾向を持つからである。調和で整然とする景観色彩を作成することは、設計者と建築者だけでなく、そこに住む住民や観光客にとっても極めて重要なことである。

医療福祉を学ぶ大学生の色彩嗜好と性格特性の関連

Association of color preference and personality characteristics in the student who learns health and welfare

大石 如香 Yuka Oishi 新潟医療福祉大学
石本 豪 Go Ishimoto 新潟医療福祉大学

Niigata University of Health and Welfare
Niigata University of Health and Welfare

Keywords: 色彩嗜好, 性格特性, 医療福祉, 大学生.

1. はじめに

医学教育において、教育目標として Bloom らの考案した情意領域（態度）、認知領域（知識）、精神運動領域（技術）の3つが考えられており¹⁾、医療専門職を目指す医療福祉系の学生教育においても重要である。臨床実習などにおいて学生はこれら3領域の達成度を総合的に評価されるが、実習指導者に指摘される学生の問題点としてはコミュニケーション能力や社会性の未熟さなど情意領域に関するものが多い²⁾。したがって、学内教育においても、学生の性格や特性などを考慮した上での情意領域の育成が課題となる。本学はそれぞれ目指す医療専門職が異なり、多種多様な学生が在学しているため、それぞれの学生の性格特性を知ることは教育上重要である。

これまでの心理学的観点と色嗜好の関連に関する先行研究より、パーソナリティによって色の嗜好が何かしらの影響を受けていることが指摘されている³⁻⁷⁾。先行研究ではこれまで服飾系や医療系の専門学校生と大学生に対して、どのような色を好むかという聞き取り調査と性格分析が行われた^{1)-7),9)-11)}。しかしながら、専攻による色嗜好と性格特性の差異に関する研究はこれまでになかった。

これまでの先行研究で用いられている矢田部ギルフォード性格テスト（YG 性格診断検査）⁸⁾は有料の紙ベースによる診断であり、項目数も多く、検査に多くの時間を要し、被験者にも負担が大きいと考えられる。本研究では簡便な性格特性検査を用いて、医療福祉を学ぶ大学生における色嗜好と性格特性の関連を明らかにすることを目的とする。

2. 方法

2. 1 調査対象

大学生2年生191名（男性91名、女性100名）のデータを分析対象とした。所属学科の内訳は、健康スポーツ学科40名（男性30名、女性10名）、理学療法学科40名（男性30名、女性10名）、看護学科37名（男性13名、女性24名）、言語聴覚学科39名（男性7名、女性32名）、医療情報管理学科35名（男性16名、女性19名）であった。

2. 2 手続き

質問紙形式によるデータ収集を集団実施した。質問紙は色彩嗜好調査と性格特性調査の2部構成であった。第1部の色彩嗜好調査では色彩嗜好の骨格的特徴を抽出するため、基本色カテゴリーに着目した。赤、オレンジ、黄、黄緑、緑、青、紫、ピンク、茶、水色の10色名を提示し、その中から好きな色（嗜好色）をそれぞれ1位～4位まで4色を選択してもらった。各色の嗜好度を高い順に回答させ、嗜好度の高い順に重み付けをし（最小0点～最大10点）、一般的な嗜好順位および選択率を求めた。

第2部では性格特性に関する質問紙を用いた調査を実施した。アイゼンクの性格理論を基に16項目の性格特徴を抽出し、その特徴に自分がどれくらい該当するか5件法で回答させた（16項目、5段階尺度）。性格特性はTable 1に示す16の尺度から構成される。1因子ごとに配列された性格特性の得点（最小0点～最大16点）を求め、その総得点によって、アイゼンクの性格理論における4気質（黒胆汁質・胆汁質・多血質・粘液質）に分類した（Table 2）。性格特性のそれぞれの尺度について学生が在籍する学科ごとに分析を行った。学科ごとの群間差についてANOVA、色彩嗜好と性格特性の関連性についてはSpearman's rank correlation coefficientを用いて調査した。すべての統計解析にはIBM SPSS Statistics24を使用し、有意水準を5%未満とした。

Table 1 性格特徴調査質問紙

	当てはまらない	やや当てはまらない	どちらともいえない	やや当てはまる	当てはまる
内気	0	1	2	3	4
まじめ	0	1	2	3	4
不安	0	1	2	3	4
無口	0	1	2	3	4
怒りっぽい	0	1	2	3	4
衝動的	0	1	2	3	4
興奮しやすい	0	1	2	3	4
積極的	0	1	2	3	4
社会的	0	1	2	3	4
ものわかりが良い	0	1	2	3	4
陽気	0	1	2	3	4
リーダーシップがある	0	1	2	3	4
冷静	0	1	2	3	4
機利になる	0	1	2	3	4
おとなしい	0	1	2	3	4
注意深い	0	1	2	3	4

Table 2 アイゼンク の四気質と特徴 (松田, 1997)

気質	(元素)	多い体液	感情の動き	特徴
多血質	空気	血液	速い・強い	陽気 血気の多い人で、熱しやすく冷めやすく快活である
粘液質	水	粘液	遅い・弱い	平気 冷静で落ち着いた
胆汁質	火	黄胆汁	速い・強い	短気 精力的で怒りっぽい性格
黒胆汁質	土	黒胆汁	遅い・強い	陰気 憂鬱っぽい(メランコリ)

3. 結果

全学生における嗜好色順位は、第1位が青(21.2%)、以下、第2位赤(16.0%)、第3位オレンジ(12.7%)、第4位水色(9.9%)、第5位ピンク(8.9%)、第6位黄(8.5%)、第7位緑(7.8%)、第8位紫(7.6%)、第9位茶(4.4%)、第10位が黄緑(3.1%)であった。

学生全体の性格特性分類の4気質では、黒胆汁質25.6%、胆汁質24.4%、多血質25.7%、粘液質24.3%であった。健康スポーツ学科と看護学科では多血質、理学療法学科と言語聴覚学科では黒胆汁質が多い傾向があるが、 χ^2 検定の結果では、学科別人数と気質の間に統計学的な有意差は認められなかった。

Table 3 に学科別性格特性の尺度得点平均の比較結果を示す。「黒胆汁質」の総得点および「内気」において、看護学科と言語聴覚学科で統計学的な有意差が認められた。すなわち、言語聴覚学科の学生は、看護学科の学生に比して「黒胆汁質」と「内気」の傾向が顕著に認められた。また、「多血質」の総得点において、健康スポーツ学科と言語聴覚学科、看護学科と言語聴覚学科間で有意な差を認めたことから、健康スポーツ学科と看護学科の学生は、言語聴覚学科の学生に比して「多血質」傾向が強かった。

気質別の嗜好色では、黒胆汁質では青、粘液質では青、水色などの寒色系を好み、多血質では赤とピンクの暖色系を好む傾向が認められた(Fig 1)。

色嗜好と性格特性との関連では、赤、黄、黄緑、ピンクの4色において性格特性との関連が認められた。赤では「積極的 ($r=0.165 ; p=0.011$)」と「社交的 ($r=0.194 ; p=0.004$)」との間に正の相関関係が認められた。黄では「無口 ($r=-0.206 ; p=0.002$)」と「おとなしい ($r=-0.195 ; p=0.003$)」

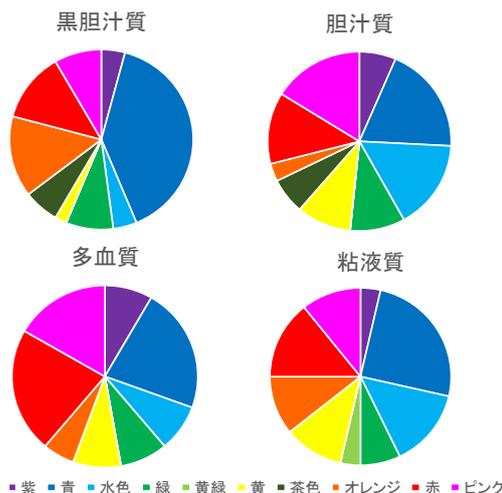


Fig 1 気質別色嗜好結果

との間に負の相関関係がみられた。黄緑では「注意深い ($r=0.145 ; p=0.010$)」、と「リーダーシップ ($r=0.162 ; p=0.022$)」との間に正の相関が認められた。ピンクでは「陽気」との間に正の相関を認め ($r=0.129 ; p=0.037$)、「粘液質 ($r=-0.196 ; p=0.006$)」、「不安 ($r=-0.128 ; p=0.039$)」および「無口 ($r=-0.141 ; p=0.026$)」との間に負の相関を認めた。

4. 考察

先行研究では、安定積極型の方は暖色系を好み、不安定消極型の方は寒色系を好む傾向がみられること⁴⁾⁵⁾や、内向的でおとなしい安定型では黄系を嫌い、青系や紫系を好むことが示されている⁷⁾。本研究においても、陽気な特徴を有する「多血質」は暖色系、内向的な特徴を有する「黒胆汁質」は寒色系を好む傾向が認められ、先行研究に類似した結果であった。色嗜好と性格特性との関連の検討においては、暖色系である赤では積極性と社交性との間に関連が認められた。一方、寒色系では、黄緑において注意深さとリーダーシップとの関連が認められた。また、内気や無口で不安傾向のある黒胆汁質では、黄色やピンクを好まない傾向があることが示唆された。

学科別の性格特性に関する検討では、色嗜好と性格特性に関連があり、健康スポーツ学科や看護学科の学生は、社交性や積極性、リーダーシップなどを示す多血質の傾向が強くと、一方、言語聴覚学科の学生は内気で不安傾向が強く、社交性や積極性に乏しい黒胆汁質の特性を有していることが明らかとなった。

本学では多職種間の連携やアプローチを学ぶ連携教育を重要視している。さまざまな職種を目指す複数の学科の学生から構成される連携基礎

Table 4 学科別性格特性の尺度得点平均の比較

	HS (n=40)	PT (n=40)	NS (n=37)	HI (n=35)	ST (n=39)	F statistic	P value
黒胆汁質	37.5(18.0)	41.5(15.8)	33.0(15.0)^a	41.3(16.9)	45.5(12.6)^a	3.455	0.009[*]
内気	8.4(1.2)	10.3(1.2)	7.3(1.4)^a	9.1(1.3)	12.0(1.2)^a	3.154	0.015[*]
まじめ	11.4(1.2)	10.3(1.2)	10.0(1.0)	11.0(1.2)	11.4(1.0)	0.422	0.793
不安	10.6(1.2)	11.9(1.2)	9.9(1.1)	12.9(1.0)	13.4(1.1)	2.601	0.038
無口	6.5(1.2)	8.8(1.1)	5.8(1.2)	8.3(1.4)	8.8(1.1)	2.076	0.086
胆汁質	39.1(16.3)	36.6(17.9)	38.9(15.6)	37.7(15.2)	36.4(16.7)	0.234	0.919
怒りっぽい	7.3(1.2)	9.0(1.3)	7.4(1.1)	7.4(1.0)	9.3(1.1)	1.161	0.329
衝動的		9.4(1.2)	11.4(1.2)	11.0(1.3)	10.9(1.2)	0.664	0.617
興奮しやすい	10.1(1.2)	9.5(1.3)	9.6(1.1)	10.1(1.2)	8.3(1.1)	1.077	0.369
積極的	10.9(1.1)	8.8(1.1)	10.5(1.0)	10.0(1.1)	8.0(1.0)	2.037	0.091
多血質	43.8(14.3)^b	40.1(12.6)	43.4(15.2)^a	40.0(13.1)	32.0(12.4)^{ab}	4.820	0.001[*]
社交的	11.4(1.1)	11.9(1.0)	11.9(1.1)	10.4(1.3)	8.6(1.1)	2.410	0.051
ものわかりが良い	12.0(0.8)	11.0(0.8)	10.8(0.9)	11.3(1.0)	8.8(1.0)	2.987	0.020
陽気	12.1(1.0)	10.6(1.0)	12.3(1.0)	12.4(1.0)	10.0(0.9)	1.991	0.098
リーダーシップがある	8.3(1.1)	6.6(1.0)	8.4(1.0)	5.9(1.2)	4.6(1.0)	3.476	0.009
粘着質	37.9(17.7)	42.1(15.9)	34.7(13.4)	38.7(15.4)	34.5(14.6)	1.617	0.172
冷静	9.9(1.1)	11.1(1.1)	9.9(1.0)	10.0(0.9)	9.1(1.0)	0.818	0.515
頼りになる	8.5(1.0)	7.4(1.0)	7.6(1.0)	7.4(1.0)	5.6(0.9)	1.813	0.128
おとなしい	9.3(1.3)	11.5(1.3)	8.0(1.3)	10.1(1.4)	9.8(1.2)	1.530	0.195
注意深い	10.3(1.2)	12.1(1.0)	10.7(1.0)	11.1(1.2)	10.0(1.1)	0.882	0.475

The values in the second to fourth columns indicate the mean (standard deviation).

All variables were tested using a one-way analysis of variance (ANOVA) and post hoc Scheffé tests.

($p < .05$): ^a ST < NS; ^b ST < HS; ^c AD < HC. HS = 健康スポーツ学科, PT = 理学療法学科, NS = 看護学科, HI = 医療情報管理学科, ST = 言語聴覚学科.

ゼミや連携総合ゼミを開講し、学科を越えた連携で「チーム医療」や「チームケア」、患者に対する支援法を学んでいる。本研究の結果、学科によって学生の性格特性が異なることから、各学科の学生の特性を踏まえた連携教育の重要性など、学生教育の参考となる視点が得られた。

特に、言語聴覚学科では、内気で不安傾向が強いことが明らかとなったことから、各医療専門職の資格を有する教員と臨床心理士の資格を有する教員が連携を取って、学生に対する細やかな指導を実施していく必要があると考えられる。臨床実習において学ぶべき関係性の構築や臨床能力の獲得が、就職後の職場適応に影響する可能性も指摘されており¹²⁾、学内教育において情意領域の育成は重要な課題と考えられる。臨床実習や就職後の職場適応では、社交性や積極性が求められ、消極性や不安傾向は臨床実習や職場での業務遂行の足かせとなる可能性があることから、この観点を踏まえた学内教育が必要である。また、今後、学生の状態不安や状況不安についてもフォローしていくことが重要である。

引用文献

- 1) 日本教育医学学会：臨床教育マニュアル—これからの教え方、学び方—。篠原出版，1994。
- 2) 井上桂子：臨床実習における学生の態度面の問題とその対策。作業療法ジャーナル，35 (2001)，297-301。
- 3) 中原雅美，村上茂雄，矢倉千昭，ほか：臨床実

習における学生の情意能力とストレスの変化。柳川リハビリテーション福岡国際紀要，3 (2007)，52-56。

- 4) 松田博子：色の好みとパーソナリティについて。線維製品消費科学，38 (1997)，78-82。
- 5) 松田博子，仲谷洋平：色の好みとパーソナリティとの関係についての研究 その2。日本色彩学会誌，20 (1996)，62-63。
- 6) 松田博子，名取和幸，仲谷洋平：色の好みとパーソナリティとの関係についての研究 その5：大学生の場合。日本色彩学会誌，28 (2004)，10-11。
- 7) 松田博子，名取和幸，破田野智美：嗜好色とパーソナリティ特性との関係—色のイメージと向性—。日本色彩学会誌，38 (2013)，338-339。
- 8) 矢田部順吉：矢田部・ギルフォード検査。心理学検査，1973。
- 9) 松田博子，伊坂裕子，仲谷洋平：色の好みとパーソナリティ：色彩嗜好と性格特性。日本色彩学会誌，31 (2007)，106-107。
- 10) 松田博子，伊坂裕子，仲谷洋平：色の好みとパーソナリティとの関係についての研究 その7：嫌悪色と性格特性。日本色彩学会誌，32 (2008)，64-65。
- 11) 松田博子，名取和幸，破田野智美：嗜好色とパーソナリティ特性との関係 2：色のイメージと情動性。日本色彩学会誌，38 (2014)，258-259。
- 12) 矢澤浩成：臨床実習から職場適応への連続性の検討。中部大学教育研究，11 (2011)，109-112。

自家用車の購入回数と免許保有がもたらす 自動車ボディカラー選択への影響

The Effect of Previous Purchase History and Driver's License Status on Automobile Color Choices

小畑 慧 Satoshi Obata 芝浦工業大学大学院 Shibaura Institute of Technology
Graduate School
日高 杏子 Kyoko Hidaka 芝浦工業大学 Shibaura Institute of Technology

Keywords: 自動車のボディカラー, 購入回数, 色彩の選択, 自動車免許保有.

1. はじめに

本研究では、マーケティングと製品の色彩計画の視点から、個人用自動車の過去の購入回数と免許保有の有無が、自動車のボディカラー選択へどのように影響するかを検討する。プロダクトの外観色は、製品仕様の構成要素として大きい。本研究の着想は、プロダクトのユーザーの経験値が商品の選択に影響があるのではないかと考えたことからである。自動車は特に高額商品であり、外観色の選択は経験や社会経済要素が関与すると考えられる。

先行研究として、インターネットのマイナビニュース (2018年5月4日) で、「好きな自動車の色」を自動車の所有者と非所有者それぞれ500名にアンケートをとった結果が掲載された。自動車の非所有者に質問した回答トップ3はシルバー (34.6%)、ブラック (29.0%)、ホワイト (28.6%)であった。所有者の回答トップ3はホワイト (24.6%)、ブラック (22.6%)、シルバー (19.4%)であった。反対に車の非所有者が選ばない色トップ3は、ピンク (45.2%)、パープル (33.4%)、ゴールド (30.2%)であった。上記のマイナビニュースの調査方法と結果を踏まえ、本研究ではさらに自家用車購入回数が多い回答者は、違う色相の車を求めるのではないかと、という仮説を立てた。

2. 目的

本研究目的は、自家用車の購入経験回数と免許保有の有無が、自家用車のボディカラーを選択する際にもたらす影響の傾向を図示することにある。本研究では、ボディカラー選択における色相別の傾向を見出すことが目標のため、明度・彩度の細かい違いやメタリックかマットの質感などの情報は与えていない。

3. 方法

本研究は、インターネットアンケートを通じ、自家用車の「選びたい色」と「選びたくない色」を15色の色見本と色名、および「わからない/どれでもよい」という選択肢から各1色ずつ、回答者552名に選ばせた。調査はwebアンケートサービスのQuestantを用い、色見本が回答者ごとにランダムに提示されるようにした。

加えて回答者の属性として、性別・年齢・年収・居住地・免許の有無・自動車の購入経験の回数を尋ねた。

4. 結果

(1) 自動車のボディカラーと自家用車購入回数

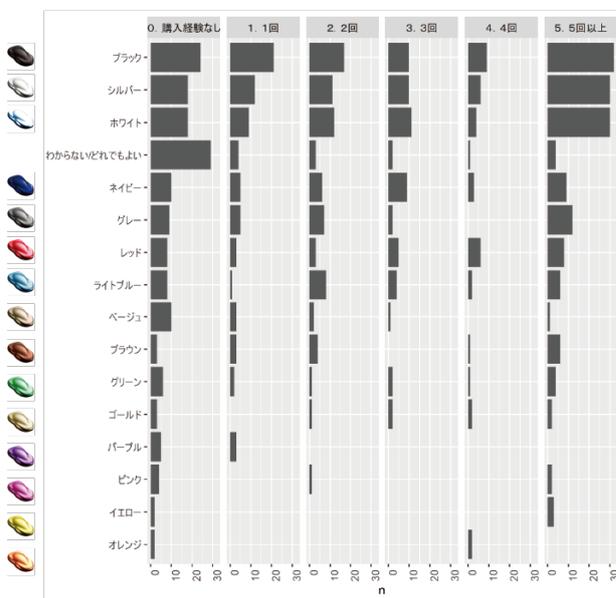


表 1 自家用車購入経験回数別の「選びたい色」 (単位: 人)

「選びたい色」は、全体集計でブラック (113名)・シルバー (87名)・ホワイト (84名)の無彩色系が選ばれている。購入経験の回数別でも、上記3色

が占めている.有彩色の中でもっとも多いのはネイビー(43)であった.(表1)だが購入回数が増えるにつれ,無彩色以外のボディカラーの選択肢が増えることが証明された.

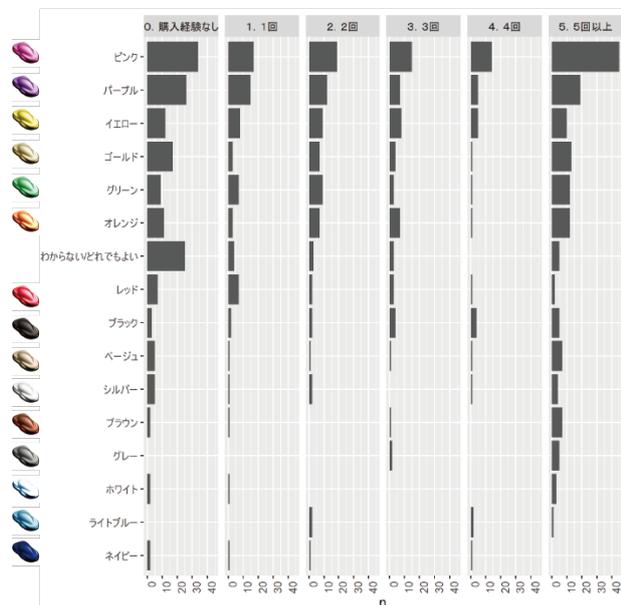


表2 自家用車購入経験回数別の「選びたくない色」(単位:人)

(2) 自動車のボディカラーと運転免許保有の有無

「わからない/どれもよい」という色彩の選択が未決である選択肢は、「選びたい色」では43/552名(7.8%),「選びたくない色」では40/552名(7.3%)が回答した.選択が未決な者は,購入経験がないという属性が最も多い.免許保有の有無でも,免許を持たない者の回答では,ブラックと「わからない/どれもよい」という選択肢がほぼ同数である.

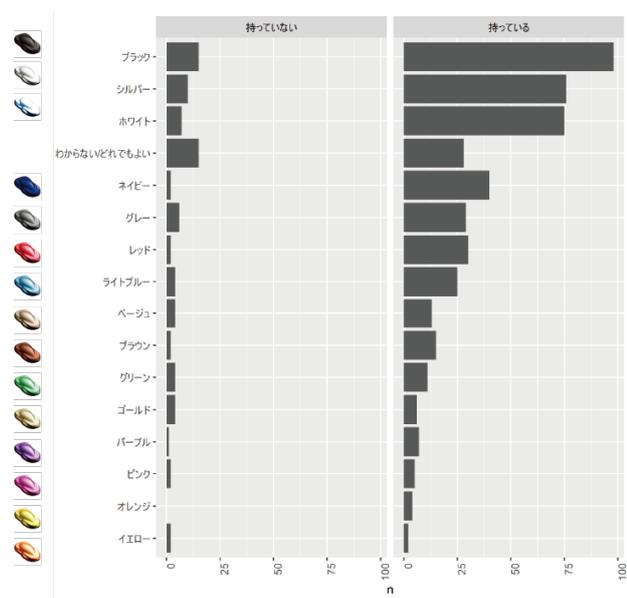


表3 自動車運転免許保有有無別の「選びたい色」(単位:人)

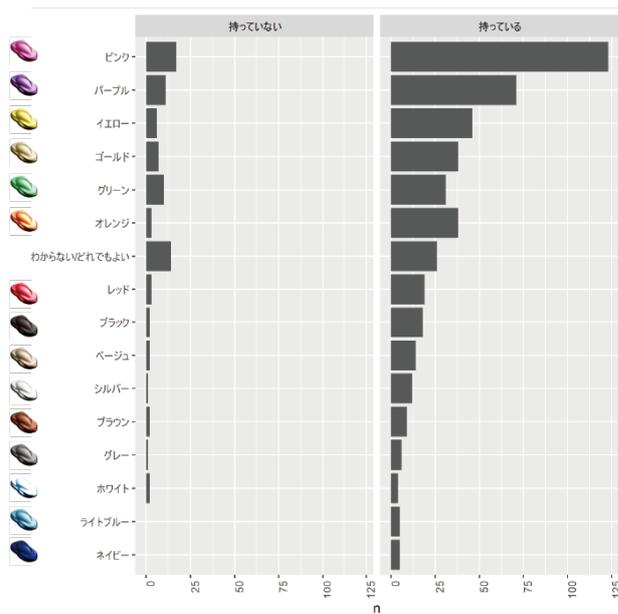


表4 自動車運転免許保有有無別の「選びたくない色」(単位:人)

5. 考察

購入回数が増えるにつれ,前回に購入した色と違う色を選ぶ動機が高まる.このニーズを受け,有彩色の車が増える.そのような自動車購入層に向け,新しいボディカラー展開で,既存にない斬新なカラー展開を行う企業が存在する.例えばトヨタの高級車クラウンでは,2013年発表のフルモデルチェンジにおいて,ピンク色の特別仕様車を発表した.自動車の選択では,色彩は重要な要素だが,車種,価格,燃費,ブランドロイヤリティなど多角的な要素が影響する.購入経験がない回答者は色彩の選択で「わからない/どれもよい」と答える者が多い.

自動車の色彩の選択傾向は,日本と他国では異なる可能性があるため,今後も他国データとの比較検討する余地がある.

参考文献

- 1) シーナ・アイエンガー: 選択の科学 コロンビア大学ビジネススクール特別講義, (2010) 141-156
- 2) 松井美智子, 姫野邦子: 女性は赤・白・青がお好き--女性の乗用車外板嗜好色調査の解析, 色材協会誌 57(7), (1984) 409-415,
- 3) マイナビニュース 2018年5月4日 <https://news.mynavi.jp/article/20180504-625650/>
- 4) トヨタ自動車ニュースリリース 2013年8月30日, <https://global.toyota.jp/detail/1740618>

色彩からの連想に基づくポジティブ感情の喚起

Evoking positive emotions through associations from colors

菊谷 敬子	Takako Kikuya	北海道大学大学院文学研究科	Graduate School of Letters, Hokkaido University
前原 吾朗	Goro Maehara	神奈川大学人間科学部	Department of Human Sciences Kanagawa University
川端 康弘	Yasuhiro Kawabata	北海道大学大学院文学研究科	Graduate School of Letters, Hokkaido University

Keywords: 色彩, 色彩感情, 連想, 肯定的感情, ストレス.

1. はじめに

ストレス状況下では, ポジティブ感情を喚起することで, ストレス状態からの回復が速くなることが報告された (Fredricson et al., 2000). このポジティブ感情によってネガティブ感情を打ち消す効果に基づき, ストレス状態時に, 2つの連想条件の違いによって, どのように感情の変化が生じ, 影響するかを調べることを目的とした.

ポジティブ感情が喚起される色を外的刺激とみなした色観察群と, ある音 (例えば「き」) から始まる単語を自由に連想させることを内的刺激とみなした連想群との間の感情変化の影響を検討した.

2. 方法

2.1 実験参加者

17名の大学生 (男性7名, 女性10名) が参加した. 平均年齢は18.4歳 ($SD=4.2$ 歳) であり, 全員このような心理実験に参加した経験はなかった.

2.2 実験器具

ビデオカメラ・録音機・脚立・ストップウォッチを用いた.

2.3 実験刺激

色観察群では, PCCS ハーモニックカード201の中の vivid, bright, pale の3トーンの中か

ら5色相 (赤, 黄色, 緑, 青, 紫) の計15種類の色票を用いた. しかし, 全ての単色を使用するのではなく, 実験参加者ごとにポジティブ感情が喚起する単色を事前に調べ, 15色の中から6色を実験刺激として用いた.

連想群の実験参加者には, N4.75の灰色の色票を用意した.

2.4 実験手続き

この実験は, 4つのフェーズから構成されている.

(1) ストレス課題フェーズ

実験参加者全員の感情状態を一時的にストレスがかかった状態に誘導するため, 2つの課題を続けて行った. はじめに, スピーチ課題を行い, 次に, 精神ストレス課題として用いられる暗算課題 (松村・澤田, 2009) を行った.

スピーチ課題では, 実験参加者は, 実験者の終了の合図がかかるまでの数分間, 話が途切れないように, あるトピックについてスピーチを行うように説明を受けた. この時の様子をビデオカメラで撮影されることが伝えられた. さらに, 後日, スピーチ内容を実験者と別の者と一緒に評価することが伝えられた. スピーチの準備時間として5分間が与えられ, スピーチ中には質問が一切, 受け付けられないことが伝えられた. ビデオカメラはスピーチ課題が始まる直前に設置された. スピーチ中に10~20秒ほどの沈黙が続いた場合には, 終了までには時間があるので話を続けるように促された. 実験者は3分が経過した時点で, 強制的にスピーチ課題を終了した.

口頭暗算課題は、スピーチ課題が終わった直後に行われた。この暗算課題では、2097から13を連続して引き算をするように求められた。また、計算の途中で間違えたら2097から戻って計算すること、および、なるべく速く正確に口に出して答えるように伝えられた。実験者は3分が経過した時点で、強制的に口頭暗算課題を終了した。

(2) 1回目の感情計測タイミングフェーズ

ストレス課題後の感情状態を測定するため多面的感情状態尺度(寺崎・岸本・古賀, 1992)を用いて実験参加者の感情状態を測定した。回答は「全く感じていない」「あまり感じていない」「少し感じている」「はっきり感じている」の4件法である。

(3) 連想課題フェーズ

色観察群の実験参加者は次のような教示を受けた。これから色が呈示され、はじめに思い浮かんだ言葉を口に出して答えるように伝えられた。

一方、連想群の実験参加者には、これから灰色の色票(N4.75)を提示するが、文頭がある音(例えば「き」)から始まる言葉で連想したものを口に出すように伝えられた。どの音から始まるかについては、実験参加者ごとにランダムに決められた。なお、この灰色の色票は注視点の役割を果たすため用いられた。

いずれの群でも色票の呈示時間は10秒程であった。1試行につき6枚の色票が呈示され、3試行が実施された。

(4) 2回目の感情計測タイミングフェーズ

連想課題後の感情状態の変化を測定するため、(2)の計測タイミングフェーズと同様の質問紙を使用し、感情状態を測定した。

3. 結果と考察

1回目と2回目の感情計測タイミングで測定した感情についての分析を行う。

(a) ポジティブ感情について

ストレス課題後と連想課題後の3つのポジティブ感情である非活動的快、活動的快、親和についてそれぞれの平均と標準誤差を算出した。

結果を図1から図3に示した。図の縦軸はポジティブ感情得点であり、横軸はストレス課題後の感情得点を連想課題前とし、連想課題後の感情得点を連想課題後と表示した。

図1・2より、色観察群も連想群も連想課題後には、非活動的快が増加した。特に、女性は男性よりも非活動的快のポジティブ感情が増加した(図2)。

参加者内要因を課題後(ストレス課題後と連想課題後の感情計測タイミングの感情得点)とし、参加者間要因を条件(色観察群・連想群)と性別(男女)の2要因として混合3要因分散分析を行った。

その結果、課題後要因と性別要因の交互作用に有意な交互作用が認められた($F(1, 13)=4.846$, $p<.05$)。男性の連想前の平均は1.89点であり、連想後の平均は1.84点であった。一方、女性の連想前の平均は1.35点であり、連想後の平均は2.29点であった。つまり、男性よりも女性の方が有意に連想後に非活動的快が上昇したことを意味した。しかし、これ以外の要因の主効果と交互作用に統計的に有意ではなかった。

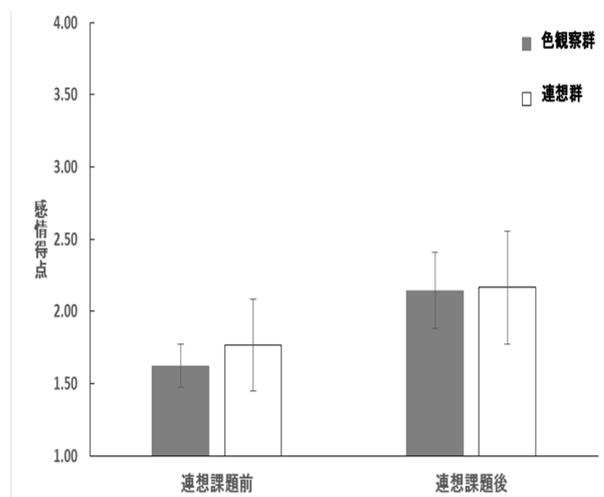


図1. 「非活動的快」の感情変化

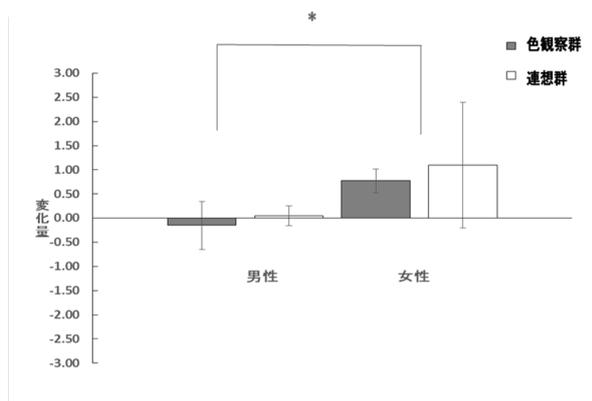


図2. 「非活動的快の性別」による変化
(図中の*は、性別要因の交互作用が有意を示す)

図3より、活動的快のポジティブ感情に関して、各群では、あまり変化がみられなかったが、連想群の方が減少した。図4より、親和のポジティブ感情に関して、色観察群では増加したが、連想群では減少した。

非活動的快の分析と同様に、3要因混合の分散分析を行った。その結果、活動的快では、いずれの要因の主効果と交互作用に統計的に有意な差は認められず、同様に、親和でも、いずれの主効果と交互作用に統計的に有意ではなかった。

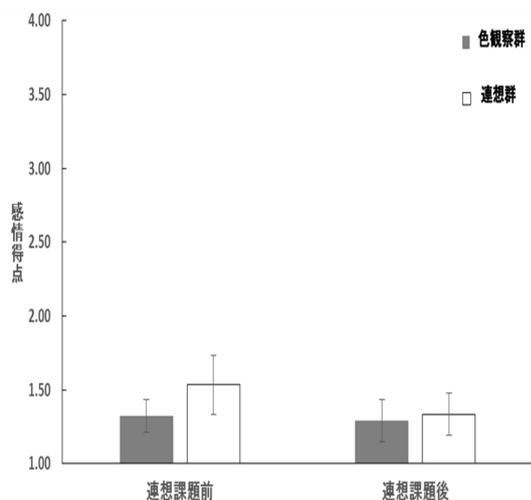


図3. 「活動的快」の感情変化

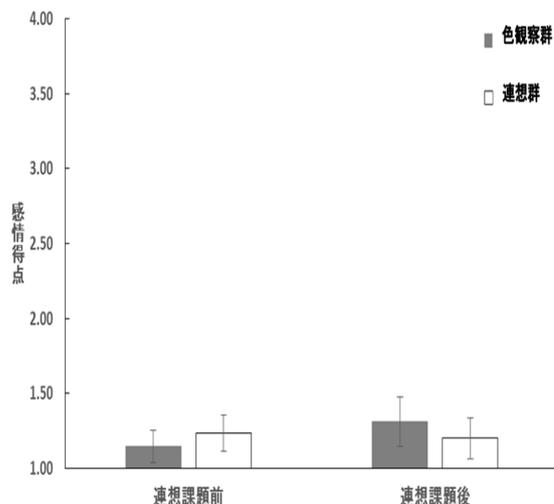


図4. 「親和」の感情変化

これらのポジティブ感情の結果は、条件群で統計的に有意な差が認められず、ストレス課題後に連想することで非活動的快のポジティブ感情が男性よりも女性の方が増加したことを示した。実験条件で差がないということは、ポジティブ感情を喚起させる色を見た時と文頭の音を決めて単語を自由に連想させることでも同じように効果が働くことが示唆された。

(b) ネガティブ感情について

ポジティブ感情の分析と同様の手続きで行った。結果を図5から図7に示した。

図5より、色観察群も連想群も連想課題後には敵意の感情が大きく減少した。参加者内要因を課題後(ストレス課題後と連想課題後の感情計測タイミングの感情得点)とし、参加者間要因を条件(色観察群・連想群)と性別(男女)の2要因として混合3要因分散分析を行った。その結果、敵意では、課題後要因の主効果が有意であった($F(1, 13)=14.723, p<.005$)。ストレス課題後の感情得点の平均は1.91点であり、連想課題後の感情得点の平均は1.30点であった。このことは、ストレス課題後に連想したことで敵意の感情が有意に減少したことを意味した。しかし、それ以外の要因の主効果と交互作用に統計的に有意ではなかった。

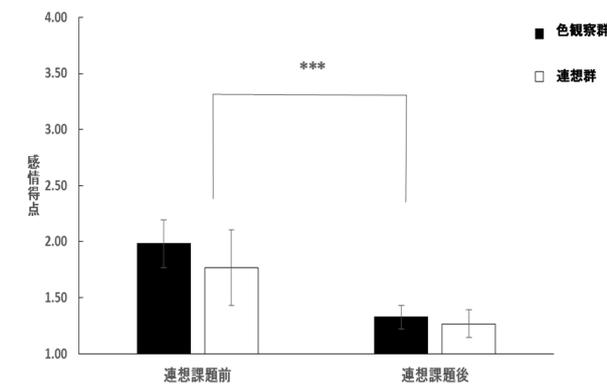


図5. 「敵意」の感情の変化

図6と図7の2つのネガティブ感情に関しても、色観察群も連想群も似たように増加し、減少する傾向が見受けられた。敵意の感情と同じように、3要因混合の分散分析をおこなった。その結果「抑うつ・不安」では、いずれの要因の主効果、および、交互作用で統計的に有意ではなかった。さらに、けん怠でも、いずれの要因の主効果、および、交互作用で統計的に有意ではなかった。

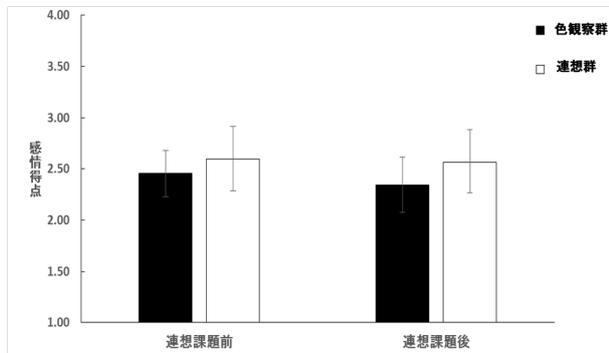


図6. 「抑うつ・不安」の感情の変化

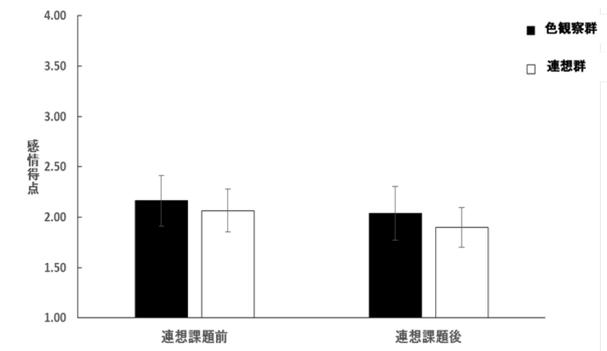


図7. 「けん怠」の感情の変化

これらの結果は、ストレス課題後に連想することで敵意のネガティブ感情が軽減し、敵意の感情を鎮めることが示唆された。また条件群で差がないということは、ポジティブ感情を喚起させる色と文頭の音を決めて単語を連想させることでも、敵意というネガティブ感情に対して同じような効果が働いたことが示唆された。

今回、外的刺激をポジティブ感情が喚起される色とし、ある文頭からの音という縛りはあるものの内的刺激をある文頭からの言葉による自由連想とした。記憶の再生作業といった内的刺激によっても感情は生起することから(今田ら, 2018), 今回の結果では、単なる言葉の連想をきっかけとし、自らの記憶の再生作業をすることによっても、ポジティブ感情が喚起される外的な色刺激からでも同じ様な効果が生じることが示唆された。

5. 引用文献

- 1) Fredricson, B. L., Mancus, R. A., Branigan, B., & Tugade, M. M. (2000). The undoing effect of positive emotions. *Motivation and Emotion*, 24(4), 237-258.
- 2) 今田純雄・中村真・古満伊里(2018). 感情心理学 感情研究の基礎とその展開 培風館.
- 2) 松村健太・澤田幸展 (2009). 2種類の暗算課題遂行時における心血管反応 心理学研究, 79, 473-480.
- 3) 寺崎正治・岸本陽一・古賀愛人 (1992). 多面的感情状態尺度の作成 心理学研究, 62(6), 350-356.

「ワクワク」感の色彩描画表現に関する研究 —日韓大学生の比較—

Study on representation by color of "WAKUWAKU" Feeling

—A Comparative research between Japanese and Korean University students—

裴 湖珠 Hojoo Bae 信州大学大学院 Shinshu University
 佐々木千加 Chika Sasaki 韓国水原大学校 Suwon University

Keywords: ワクワク、色彩心理、日韓比較、感性語、視覚の文化、色彩嗜好

1. はじめに

少子化高齢化の進展やグローバル化の深化は産業構造を変えていく事によって日本は仕事と働き方を取り巻く環境の変化が大きくなりつつある。21世紀になり産業構造変化の加速化はさらに速度を増していく中で第4次産業革命と言う新しい局面を迎えてようとしている。そして新たな時代の仕事に対応するために必要とされる幅広い能力が求められている。その中で企業の活性化や多様化するものづくりの活性化を図る為人の感性研究は必要性が高まっている。本研究は人の感情の中でワクワク感を視覚的に表すとどんな色や表現方法で現れるのかを調べてみる事で本来持っているワクワク感が持つ感情の普遍的で客観的に表す資料を提案する事が目的である。なお、情報の加速化によるグローバル化は人のマインドや精神的な感じ方の変化を求められていて本来人が持っている自分らしさを見つける事により感性を高める事が重要なものである。第49回日本色彩学会全国大会にては日本内調べ考察をした。本稿では日本と韓国の大学生を対象にして比較することにより両国の共通する事や違いなどを分析、考察をした結果を報告する。

2. 実験・分析方法

分析の対象として日本では長野県に所在の大学を中心にアンケート調査し、韓国では韓国ソウル市の付近の京畿道にある水原大学校、オサン大学学生を中心に同じ内容のアンケート調査をした。

2-1. 対象者

日本：男性：36名・女性：164名 総合200名
 韓国：男性：36名・女性：164名 総合200名

2-2. 対象者年齢

両国共に18歳～27歳まで

2-3. 色鉛筆&紙

12色の色鉛筆：黄色(YELLOW=YE)、だいたい色(FLESH=FL)、オレンジ色(ORANGE=OR)、赤色

(RED=RD)、ピンク色(PINK=PK)、黄緑色(Yellow Green=YG)、緑色(GREEN=GN)、水色(Sky Blue=SB)、青色(BLUE=BU)、茶色(BROWN=BN)、黒色(BLACK=BK)、紫色(VIOLET=VI)

これから色は図の中での表記はカラ英語表記の省略(2文字)で表記をする。

紙：A4サイズの無彩色紙を使用

2-4. 調査実施期間

2018年9月～2019年3月まで

2-5. アンケートの質問項目

1：性別、2：年齢、3：国籍、4：職業、5、今住んでいる地域 6、一番長く住んだ所(県、市) 7、直感的に5分以内で自由に「わくわく」する気持ちを描いて下さい。9、上の絵で使用した色の順番を終えて下さい。(色を塗って下さい)の項目で調べた。

3. 結果および考察

3-1. 一番選ばれた色の比較

去年「わくわく感」の研究発表で日本人(641名)を対して調査結果では、一番選ばれた色は男女共に「赤色」であった。その次は、黄色で暖色系の色であった。しかし、今回の大学生(20代)の結果では、日本の男性は日本の総合結果と同じく「赤色」で、女性の場合は「オレンジ色」であった。総合的には日本は「オレンジ色」が一番目にした色で若い世代でも「黄色」選んだ。韓国では男女共に「ピンク色」が一番で選ばれた色で2番目は「赤色」であった。

	W	G	BN	VI	FL	B	GY	PK	SB	BK	R	Y	O
K	2	6	1	10	11	11	7	51	27	6	38	19	11
J	0	1	2	5	7	7	9	14	16	19	34	38	48

表1. 日韓一番選ばれた色の数

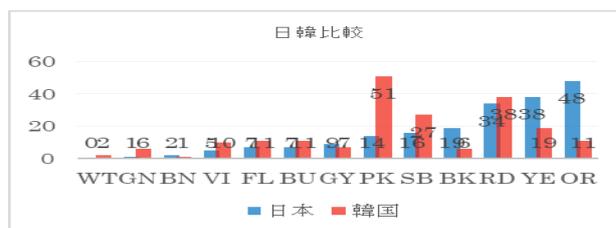


図1. 日韓一番選ばれた色の数

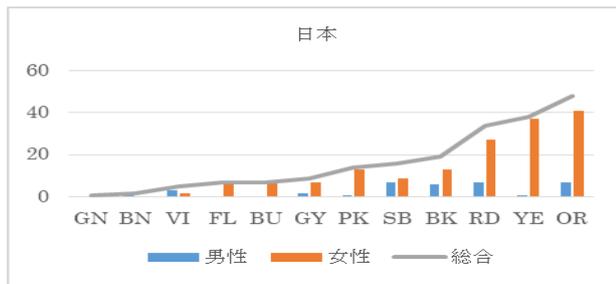


図2、一番目に選んだ色の数—日本

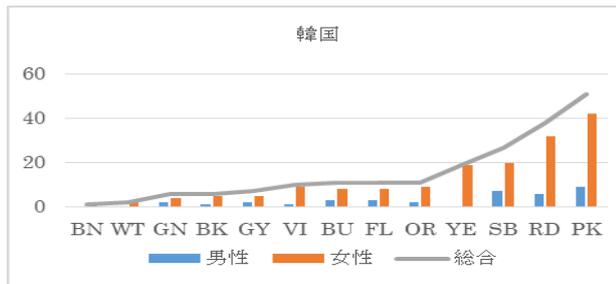


図3、一番目に選んだ色の数—韓国

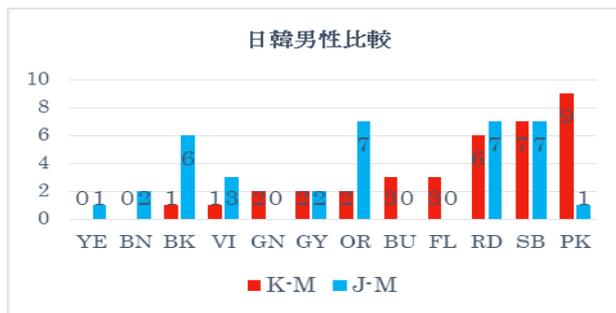


図4、日韓一番目で選んだ色の男性総合比較

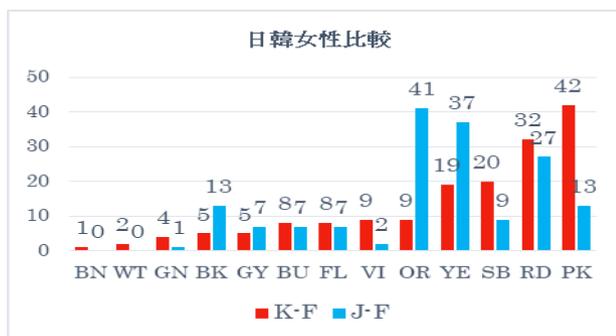


図5、日韓一番目で選んだ色の女性総合比較

3-2. 選んだ色順

● 日本 (図2, 3 参考)

男性：①RD②OR③SB

女性：①OR②YE③RD

● 韓国 (図2, 3 参考)

男性：①RD②OR③SB

女性：①PK②RD③SB

3-3. 配色関係

色の配色関係では日本の場合には200名で3色同じ

並び色は①赤色—黄色—オレンジ色、②赤—黄色—ピンク色、③赤色—黄色—水色がそれぞれ2名ずつであった。韓国の場合は「ピンク色—赤色—黄色」が唯一に3色一致した配色で4人が一致した。男女共に配色でも暖色系の色が多く見られる事は両国が同じであった。一点気になることは「黒色」が日本と韓国も同じく選んだ事である。韓国では色の選びの色として存在しない「白色」を一番で選ばれた人が2名もあった。自由に「わくわく」する気持ちを描く項目に対し、色を表現する前に形を先に考え、形を描くためのアンダーラインを黒で描いている事とは人は色と形を同時に思いつく事を示しているのではないかと思われる。

3-3. 色と形の関係

去年「わくわく感」の研究で年齢が高くなるほど経験による思い出を絵にする事で風景を描く人が多くも見られたが今回の若者の結果では特に風景が分かる海と山に対する画が少ない。それによってG&B色が少なく見られる。

今後中国を調べ日・韓・中3国の共通点や異同点が存在するかどうかを検討を進めるつもりである。(具体的な様々な例の対比グラフは6月の学会で発表をする予定)

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、p67-76 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

木村 敦、和田 有史、野口 薫：感情効果の類似が形と色の調和的關係に及ぼす影響、デザイン学会 52巻6号、p1-8、2005

山口 由依 (筑波大学図書館情報メディア研究科)、王 晋民 (千葉科学大学)、椎名 健 (筑波大学) 図形の心理物理的特徴と意味的特徴の対応関係、認知心理学研究 第1回、p.45-54. 2004

木村 敦：形能色彩の心理学的属性と感性効果についての検討、日本心理学会 第66回大会発表論文集、2002

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/

表情の典型色が及ぼす表情認知への影響

Typical color of emotional facial expression affects judgment for facial expression.

高橋 文代 Fumiyo Takahashi 北海道大学
川端 康弘 Yasuhiro Kawabata 北海道大学

Department of Psychology, Hokkaido University
Department of Psychology, Hokkaido University

Keywords: 表情認知, 典型色, 感情

1. はじめに

シーンの枠組み (gist) の把握や物体認知の同定課題において、対象に相応しい色 (以下、典型色とする) を有する刺激では、典型色による促進効果が示され、さらに、対象の同定が難しい場合に色の促進効果がより明確になることが報告されている (Castelhano & Henderson, 2008¹⁾; Loyd-Jones ら, 2008²⁾; Yip ら, 2002³⁾; Price & Humphrey, 1989⁴⁾; Biederman & Ju, 1988⁵⁾; Ostergarrd & Davidoeff, 1985⁶⁾)。しかし、表情の典型色という観点から典型色による表情判断への効果はこれまで調べられていない。本研究では、怒りや悲しみなどの表情が特定の色と関連があるという結果から (Takahashi & Kawabata, 2018⁷⁾)、各表情に関連する色を典型色と捉え、表情の典型色が表情同定にどのような影響を及ぼすかを調査する。実験では、特定の色との関連が明確だった怒り、悲しみ、無感情の表情を対象とし、表情変化の度合い (表情判断の難易度) と顔色 (典型色と非典型色) を変化させて、表情判断課題を行い、正答率と反応時間を指標として、表情の典型色による促進効果および非典型色による抑制効果について検討する。また表情の典型色・非典型色による認知判断への影響について感情間での比較を行う。

2. 方法

(1) 刺激と装置

24 インチ液晶ディスプレイに刺激を呈示した。刺激は、Mac OS にて SuperLab ver. 4.5 で呈示し、反応は Mac 用 K/B を用いた。

表情刺激は、高橋・川端 (2011)⁸⁾ の調査結果における表情同定における表情変化の閾値に基づいて、表情変化の度合いを段階的に調整した。また、曖昧な表情で表情に関連する色の促進効果がより明確に示されたことから (高橋・川端, 2014)⁹⁾、怒りと悲しみの表情刺激は目だけを 4 段階 (変化度合: 0.5,

1, 2, 3) に変化させた 8 表情とし、それに無感情 (無表情) 1 表情を加えた。これ以外にフィラーとして、怒りと悲しみの目と口がわずかに変化した表情 (変化度合 1) と判断しやすい変化の大きい表情 (変化度合 3) の 4 表情、目の表情と口の表情が一致しない曖昧な表情 (ex. 悲しみの目に喜びの口) 3 表情を加え、合わせて 16 表情とした。全ての表情に、5 色のバリエーション (赤: 怒り表情の典型色, 青: 悲しみ表情の典型色, 黄色: 喜び表情の典型色, 白: 統制色および無表情の典型色, 緑: どの感情とも関連性が低い色) を施し、表情刺激は合計 80 個とした。

(2) 手続き

1 ブロック 80 試行, 4 ブロックの反復測定を行った。具体的な手続きは、画面に教示文を呈示後、参加者がキーを押すと試行が開始された。最初に注視点が 1000ms, 続いて図式顔が画面中央に 100ms, その後、マスク刺激が呈示された後、参加者は、呈示された顔に感情があったかどうかをできるだけ速く正確に反応するよう求められた (タスク 1)。次の画面で、選択肢が表示され、読み取った感情をテンキーで回答した (タスク 2)。分析対象は 92 名 (男性 44 名, 女性 48 名) で、平均年齢は、21.7 才 (男性 22.3 才, 女性 21.0 才) だった。

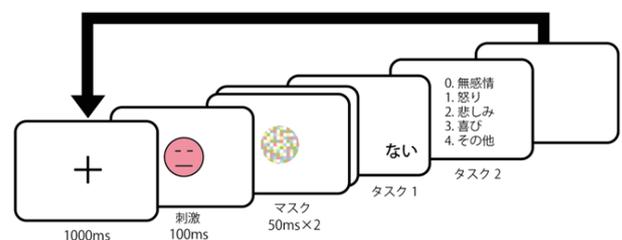


図1 実験の手続き

3. 結果と考察

タスク1の反応時間とタスク2の正答率について、怒りと悲しみでは参加者内2要因反復測定分散分析(表情変化の強さ4水準×色5水準)、無表情では参加者内1要因反復測定分散分析を行った。有意水準は5%とした。

タスク1の反応時間における色の主効果は全ての感情において有意であった(怒り: $F(3.756, 338.081)=5.865, p < .001$; 悲しみ: $F(3.789, 341.009)=2.567, p = .041$; 無表情: $F(2.602, 234.203)=3.041, p = .036$)。しかし、怒りにおいて、表情変化との交互作用が有意だった($F(7.526, 677.301)=2.679, p = .029$)。多重比較の結果、赤の反応時間が有意に短かった(青: $p = .004$; 緑: $p = .016$; 白: $p = .015$; 黄色: $p = .001$)。悲しみにおける多重比較の結果では、青の反応時間が赤よりも有意に短かった($p = .004$)。無表情における多重比較の結果では、黄色が青よりも有意に短かった($p = .003$)。また、白の反応時間は青、緑、赤に対して有意傾向であり(青: $p = .095$; 緑: $p = .093$; 赤: $p = .095$)、黄色の反応時間は緑に対して有意傾向だった($p = .093$)。

タスク2の正答率における色の主効果は全ての感情において有意だった(怒り: $F(4, 360)=15.835, p < .001$; 悲しみ: $F(3.614, 325.238)=26.307, p < .001$; 無表情: $F(3.804, 342.373)=7.716, p < .001$)。しかし、怒りにおいて、表情変化との交互作用が有意であった($F(10.690, 962.114)=1.856, p = .043$)。多重比較の結果、赤の正答率が全ての色に対して有意に高かった(青、緑、白、黄色: $p < .001$)。悲しみでは、青の正答率が全ての色に対して有意に高かった(緑、赤、白、黄色: $p < .001$)。無表情では、白の正答率が全ての色に対して有意に高かった(青: $p < .001$; 緑: $p = .005$; 赤: $p = .001$; 黄色: $p = .005$)。

これらの結果から、各表情に関連の高い色が典型色として促進効果を生じさせたと考えられる。また、色の効果が明確に現れる表情の強さが各表情によって異なることが示された。これは、表情自体の同定のしやすさの違いや表情自体が持つ役割とそれに対応する自律的な反応などに起因することが示唆される。すなわち、人間の色覚が3色型に進化した仮説(Mollon, 1989¹⁰)において、肌の血流の変化を識別することが挙げられていることと関連することが示唆される。さらに、本実験に用いた刺激の顔色は実際の肌の色とは異なっていたが、表情の典型色として有意な促進効果を生じさせた。この結果は、表情と連合して記憶された色は、物体の記憶色と同様に実際の物理的な測色値よりもカテゴリー色の代表的な色に偏倚することを示唆する。

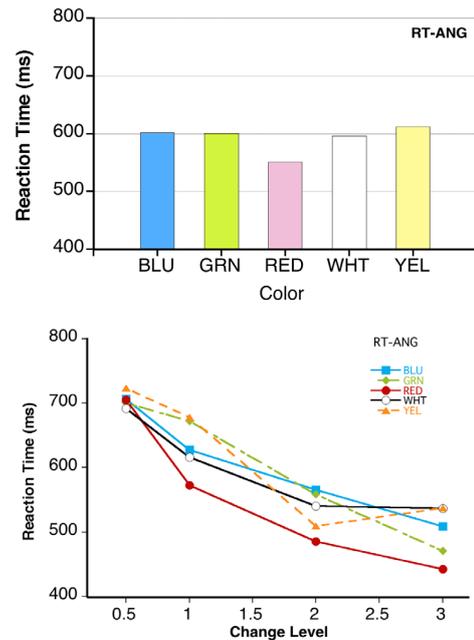


図2 怒り表情における反応時間

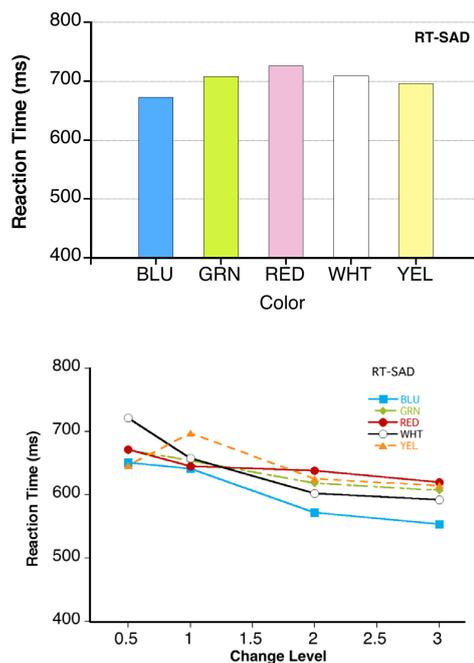


図3 悲しみ表情における反応時間

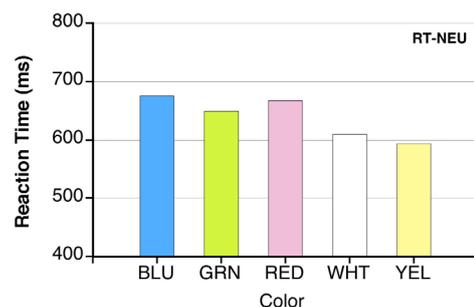


図4 無表情における反応時間

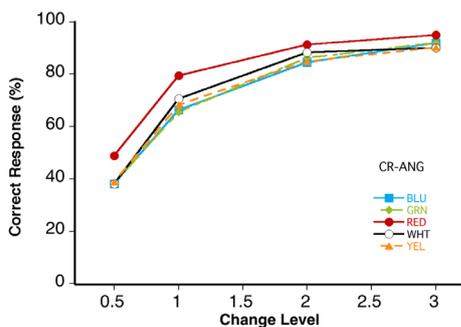
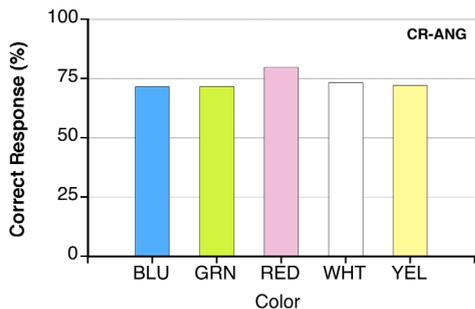


図5 怒り表情における正答率

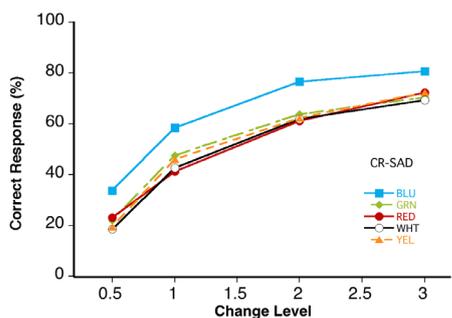
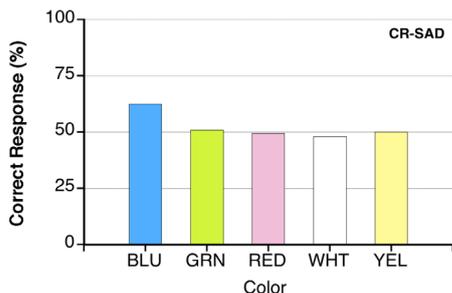


図6 悲しみ表情における正答率

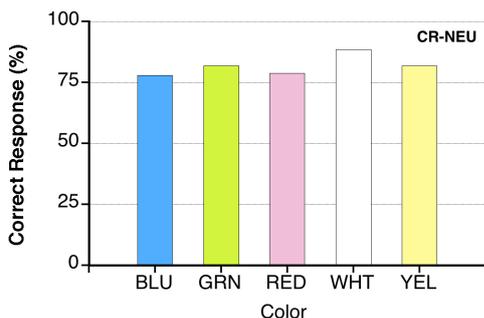


図7 無表情における正答率

参考文献

- 1) Castelhana, M.S., & Henderson, J.M.: The influence of color on the perception of scene gist, *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 34(3) (2008) 660-675.
- 2) Loyd-Jones, Toby, J., & Nakabayashi, Kazuyo: Independent effect of colour on object identification and memory, *The Quarterly Journal of Experimental Psychology* (2008) 1-13.
- 3) Yip, AW., & Sinha, P.: Contribution of color to face recognition, *Perception*, 31(2002) 995-1003.
- 4) Price, C.J., & Humphreys, G.W.: The effect of surface detail on object categorization and naming, *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, A,41(1989) 797-828.
- 5) Biederman, I., & Ju, G.: Surface versus edge-based determinants of visual recognition, *Psychological Review*, 94 (1998) 115-147.
- 6) Ostergarrd, A.L., & Davidoff, J.B.: Some effects of color on naming and recognition of objects. *Journal of Experimental psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 11 (1985) 579-587.
- 7) Takahashi, F. & Kawabata, Y.: The association between colors and emotions for emotional words and facial expressions. *Color Research and Application*, 43(2) (2018) 247-257.
- 8) 高橋文代・川端康弘: 表情の同定に及ぼす色の効果 —顔パーツの形状変化に対する表情認知閾—, *日本心理学会第75回大会(日本大学)大会発表論文集(2011)*, 702.
- 9) 高橋文代・川端康弘: 表情認知における顔色の効果, *日本心理学会第78回大会(同志社大学)発表論文集(2014)*, 568.
- 10) Mollon, J. D.: "tho' she kneel' d in that place where they grew..." The uses and origins of primate colour vision. *Journal of Experimental Biology*, 146(1989) 21-38.

香りに対する調和色を用いた香りの分類

Classification of fragrance by matched color

若田忠之 Tadayuki Wakata 早稲田大学

グローバルエデュケーションセンター

Waseda University

Global Education Center

Keywords: 香り, PCCS, トーン, 分類

1. はじめに

これまで、cross-modal 研究として色と香りに共通する印象次元の抽出、および香りに対する調和色の検討を行ってきた。色と他の感覚を対応づけるうえでは、「調和関係」と「印象の類似」が一つの軸となることが示唆されている(若田, 齋藤; 2015)。色の持つ印象は、トーンに対応するものと色相に対応するものがそれぞれ異なることが示唆されていることから(近江;2002)、トーンと色相のそれぞれの調和関係を軸にすることによって、類似した印象がもたれる香りの分類を行うことが出来ると考えられる。そこで本研究では前報である Wakata&Saito(2017)および若田ら(2018)で行った実験のデータ数を増やしたうえで、特に PCCS におけるトーンと色相に着目し、香りに対する調和色の選択を用いた香りの分類を行うことを目的とした。

2. 方法

2. 1. 刺激

色刺激: 色の選択は、Practical Color Co-ordinate System(PCCS)を基準に選出した。トーン刺激は 12 トーン[vivid: v, bright: b, strong: s, deep: dp, light: lt, soft: sf, dull: d, dark: dk, pale: p, light grayish: ltg, grayish: g, dark grayish: dkg]ごとに 12 色相(1.5cm×1.5cm)で構成された色相環を台紙(10cm×10cm)に貼付した(図 1)。色相刺激は 12 色相[2:R, 4:rO, 6:yO, 8:Y, 10:YG, 12:G, 14:BG, 16:gB, 18:B, 20:V, 22:P, 24:RP]ごとに 12 トーン(3cm×1.5cm)を台紙(5cm×21cm)に带状に貼付した(図 1)。また、無彩色は 9 段階(1.5[Bk]-9.5[W])のグレースケールを色相刺激と同様に台紙に貼付した。台紙はニュートラルグレイを用いた。色刺激の総数はトーン 12, 色相 12, 無彩色 1 の計 25 刺激とした。また、トーン、お

よび色相はそれぞれ A3 サイズの台紙(30cm×42cm)に貼付ものを全体の刺激として用いた。

香り刺激: 香り刺激は予備調査を基に選出した 30 種類の香りを用いた。香料は 20ml の褐色遮光瓶の中に入れた 2cm 四方の脱脂綿にしみ込ませたものを使用した。香りの濃度は嗅いだ際に一定になるように、10 μ l~500 μ l の間で調節した。ブランク刺激としてコーヒー豆を上記の褐色遮光瓶に入れたものを用いた。

音楽刺激: 音楽刺激は RWC 研究用音楽データベース(後藤ら;2002)より 40 曲を用いた。詳細は若田, 齋藤(2018)を参照のこと。

2. 2. 評価項目

20 形容詞対, 7 段階評定の Semantic Differential (SD) 法にて印象評価を行った。色刺激は明るい-暗い, あざやか-くすんだについて Visual Analog Scale による評価を行った。香り刺激, 音楽刺激は, 提示された刺激に最も調和する色および不調和な色をトーン・無彩色から 1 つずつ, 色相から 1 つずつの計 4 色選択した。各評価は iPad 上で動作するアプリケーションを用いた。



図 1. 色刺激例

2. 3. 実験環境および実験参加者

実験環境は大学の教室内の一般的な蛍光灯照明下(800~1,000lx)で行った。実験参加者は 65 名(平均年齢 21.5±1.2, 男女=26:39)であった。

2. 4. 手続き

色刺激はSD法による印象評価およびVASによる明るさ、あざやかさの評価を行った。香り刺激は印象評価を行った後に、トーンおよび無彩色と色相からそれぞれ調和色、不調和色を計4色選択した。香り間には嗅覚疲労低減の為にコーヒーの香りを嗅ぎながら1分間休憩をとった。また、嗅覚の疲労を考慮し、10刺激ずつ3つの群に分け、群間には十分な休憩を設けた。音楽刺激は香りと同様に印象評価を行った後に調和色、不調和色の選択を行った。刺激間には10秒間のホワイトノイズを提示した。

刺激提示およびSD法形容詞対の順序には複数の群を設け、被験者ごとにランダムに組み合わせることでカウンターバランスに考慮した。

※本研究では色刺激および音楽刺激のデータは分析に含めなかった。

3. 結果

3. 1. クラスタ分析

各香りに対する調和色の選択度数を被験者数で除した値を選択率とした。無彩色はトーンに含め、13刺激とした。色相は12刺激を用いた。また、本稿では調和色に着目し、不調和色については扱わないものとした。

トーンおよび色相におけるそれぞれの調和色の選択率を独立変数とし、ward法、平方ユークリッド距離を用いたクラスタ分析を行った結果、トーンでは7クラスター、色相では6クラスターが得られた(図2, 3)。以下トーンによるクラスターを「CL_t」、色相によるクラスターを「CL_h」と示す。

3. 2. 各クラスターの調和色および印象傾向

香りに対する調和色の選択率によって分類された香りのクラスターごとに、SD法によって得られた各香りの平均評定値によるイメージプロフィールを作成した。クラスターごとの調和色の選択率およびイメージプロフィールを図4, 5に示す。

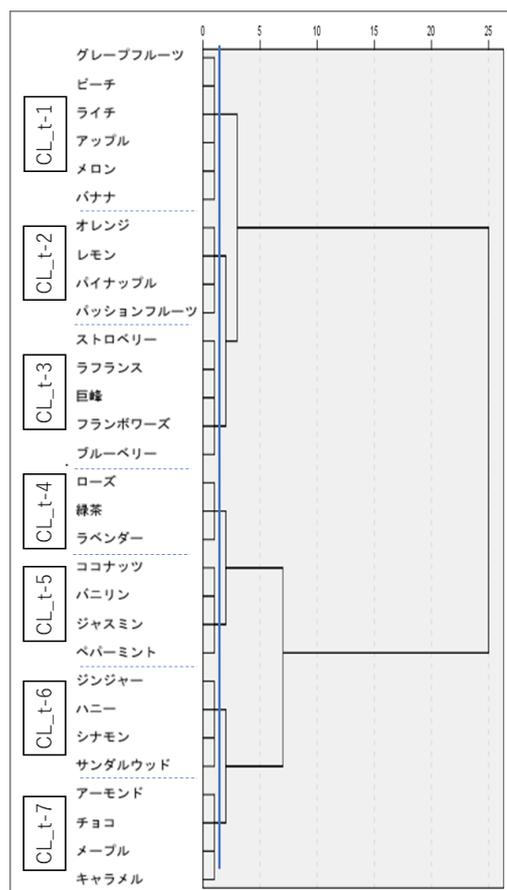


図2. クラスタ分析(トーン)デンドログラム

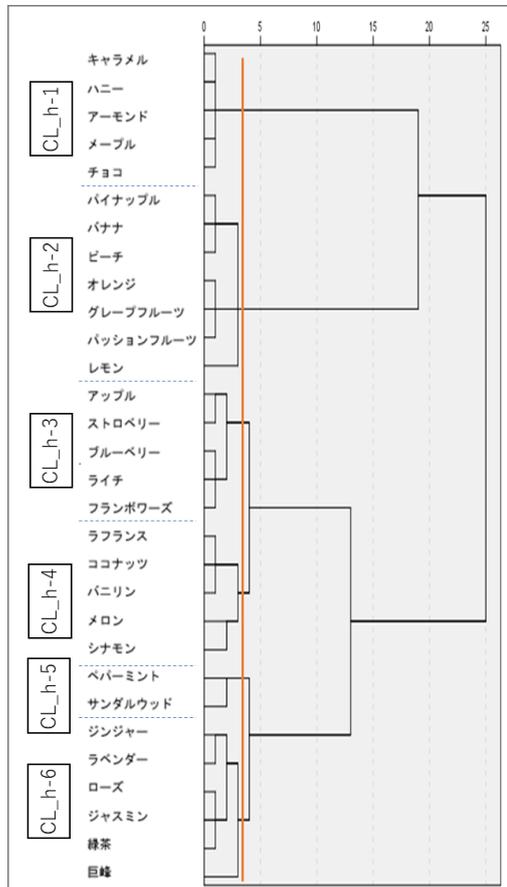


図3. クラスタ分析(色相)デンドログラム

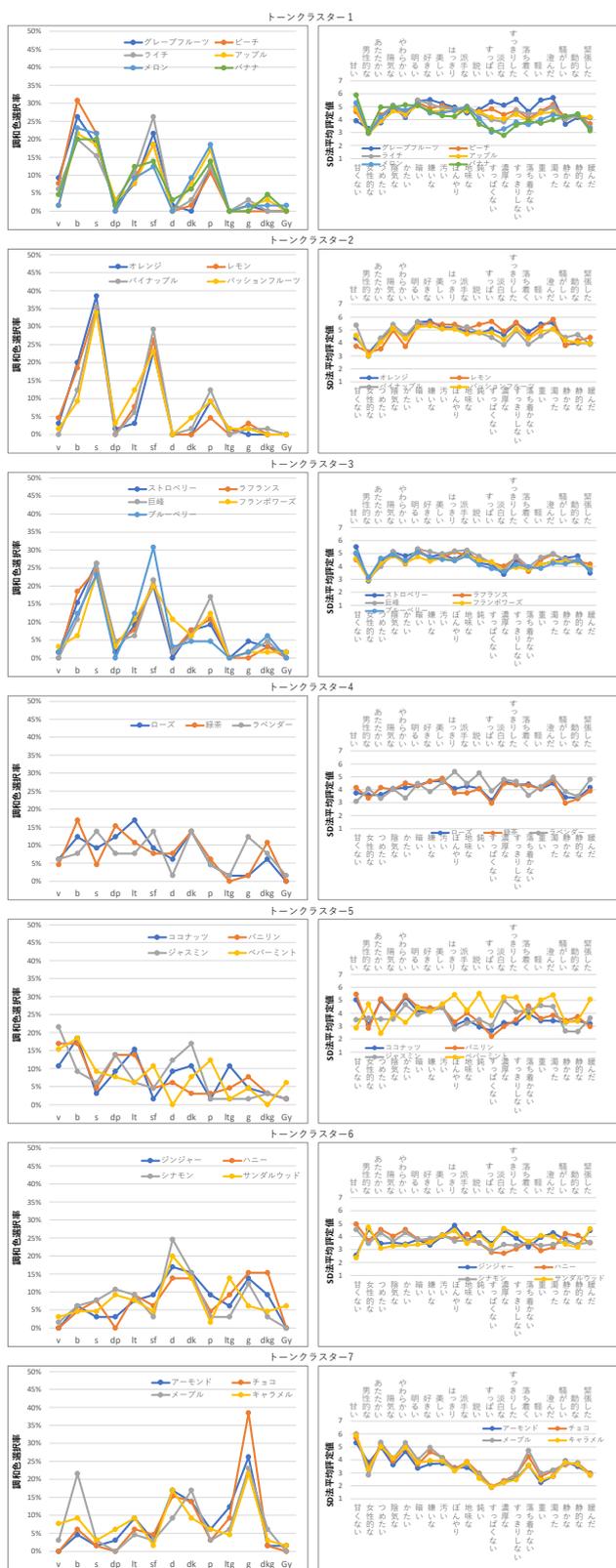


図4. トーンクラスター, 色選択率, 印象傾向

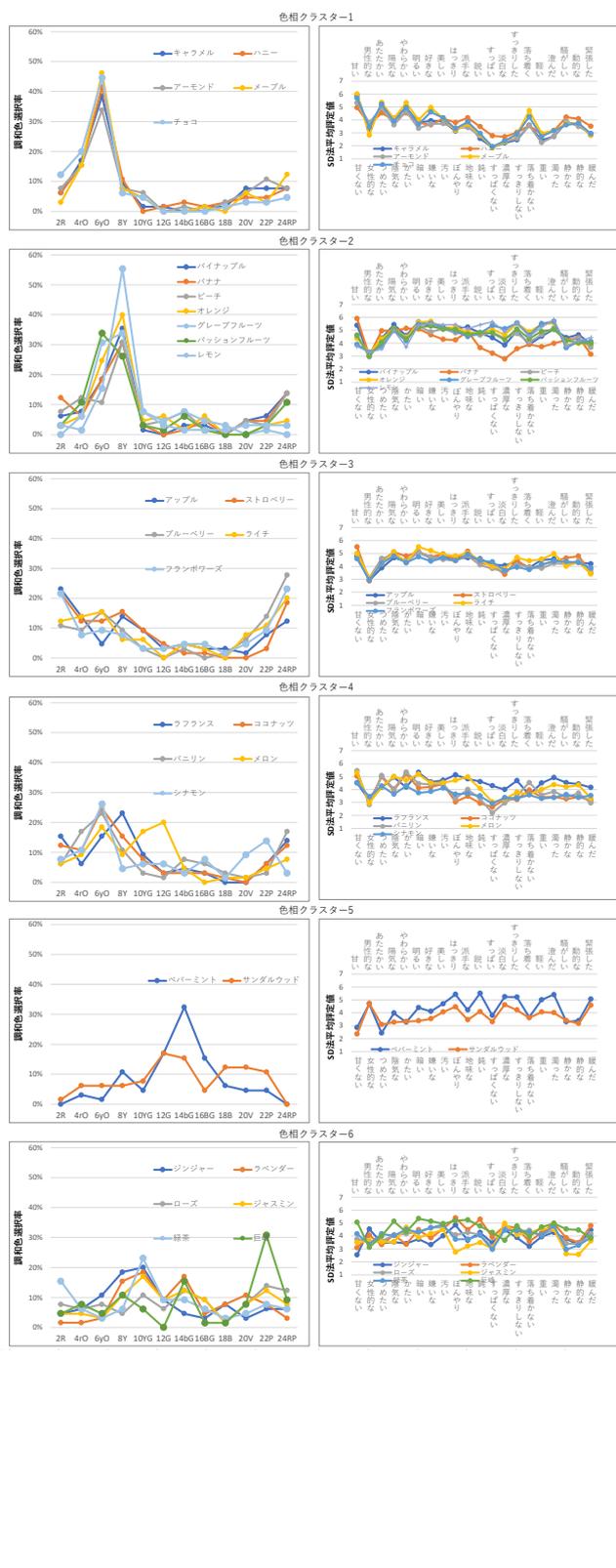


図5. 色相クラスター, 色選択率, 印象傾向

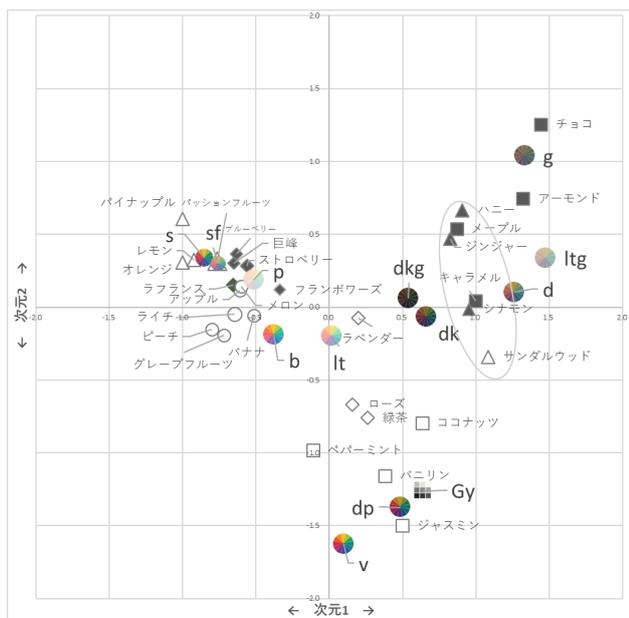


図 6. コレスポンデンス分析結果(トーン)

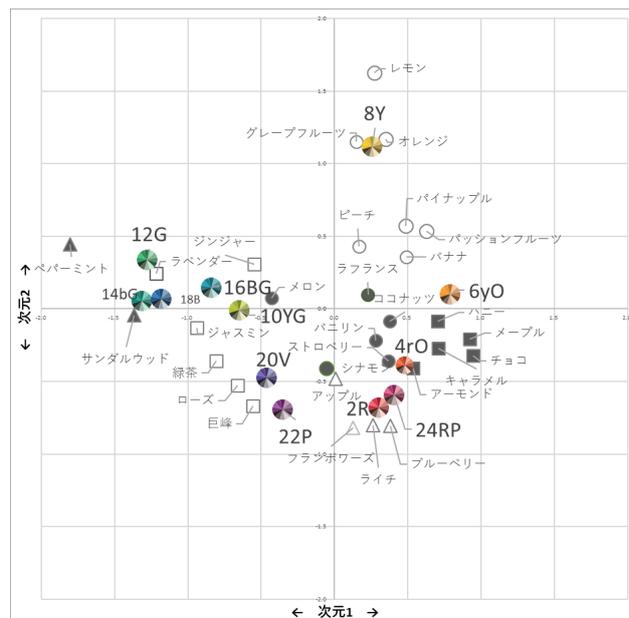


図 7. コレスポンデンス分析結果(色相)

3. 3. コレスポンデンス分析

香りと調和色の対応関係を明らかにするために、香りに対するトーンおよび色相のそれぞれの選択度数を用いてコレスポンデンス分析を行った。その結果を図 6, 7 に示す。

4. 考察

クラスター分析結果に着目すると、トーンによる分類と色相による分類に共通する点として、CL_{t-2}のオレンジ、レモン、パイナップル、パッションフルーツはCL_{h-2}においてもまとまりが見られたが、CL_{h-2}にはバナナ、ピーチ、グレープフルーツも含まれた。また、同様にCL_{t-4}のローズ、緑茶、ラベンダーはCL_{t-6}にも同様のまとまりが見られたが、CL_{t-6}はその他の香りも含まれた。CL_{t-7}とCL_{h-1}でアーモンド、チョコ、メープル、キャラメルに同様のまとまりが見られた。

これらのクラスターの印象の傾向に着目すると、特にCL_{t-2}、CL_{h-2}のオレンジ、パイナップルなどのグループとCL_{t-7}とCL_{h-1}のアーモンド、メープルなどのグループでは印象も共通する傾向が見られた。このことから、トーンと色相の双方に共通して調和色にまとまりが見られる香りは、印象が共通しやすいと考えられる。

調和色の傾向に着目すると、CL_{t-2}ではs, sf, pが、CL_{h-2}では6rO, 8Yが選択される傾向が見られた。

また、CL_{t-7}ではd, dk, gが、CL_{h-1}では

6 y O が選択される傾向が見られた。

コレスポンデンス分析の結果については、トーンにおいて「s, sf, p, b」, 「g, ltg, d」, 「dkg, dk」に特徴がみられた。相対的に第1次元に明度と彩度が関連すると考えられる。色相については、第1次元に暖色、寒色の関係性が対応すると考えられる。8Yが相対的に次元2において離れた値となり、レモン、グレープフルーツ、オレンジと合わせてプロットされることから、柑橘系の香りと黄色系の色の関連が強いと考えられる。

5. 結論

クラスター分析による調和色を用いた香りの分類において、トーンおよび無彩色による分類では7グループ、色相による分類では6グループに分類された。また、トーンと色相の双方に共通して調和色にまとまりが見られる香りは、印象が共通しやすいことが示唆された。

参考文献

- [1] 若田忠之, 齋藤美穂(2015), 音楽の調変化に伴う音の高さと PCCS トーンの対応についての検討, 日本色彩学会誌 39(4), pp.147-158
- [2] 近江源太郎. (1999). 色彩感覚 データ&テスト. 日本色研事業株式会社.
- [3] T. Wakata and M. Saito(2017), A study of common dimensions on the impression of color, fragrance and music, 日本色彩学会誌 41(3), pp.54-57
- [4] 若田忠之, 森谷春花, 齋藤美穂(2018), 色, 香り, 音楽に共通する印象次元の検討 2, 日本色彩学会誌 42(3), pp.96-99
- [5] 後藤真孝・橋口博樹・西村拓一・岡隆一(2002), "RWC 研究用音楽データベース: 音楽ジャンルデータベースと楽器音データベース, 情報処理学会 音楽情報科学研究会 研究報告 2002-MUS-45-4 2002(40), pp.19-26

本研究はJSPS科研費 16K16139の助成を受けたものです。

ライティングドームイルミネーション

Lighting Dome for Illumination

内田孝幸 Takayuki Uchida 東京工芸大学 工学部 Tokyo Polytechnic University
 久原泰雄 Yasuo Kuhara 東京工芸大学 芸術学部 Tokyo Polytechnic University
 川村仁志 Satoshi Kawamura (同) バリアブルデザイン Variable-design

Keywords: 五方十二面体, フルカラーLED, マイコン内蔵 RGB LED, NeoPixel.

1. はじめに

物体色は、その物体の分光反射率だけでなく照明色の分光分布に依存するのは良く知られている基本である。特に昨今では、角度依存を有する場合もあり、さらなる検討が進んでいる。ここでは、ほぼ球形を有するフレームユニット（ライティングドーム）によって全方向から照明を施すとともに、電氣的に制御が合理的に設計された RGB LED を用いることで、照明光の色を任意に変更できるイルミネーションを展示した。ドームの直径は頂点部材を 3D プリンタで出力することで任意に作製可能であり、さらに RGB LED のラインナップや制御方法についても発展が目覚ましい。このような背景から、今回のイルミネーションだけでなく、照明光による研究などの応用も期待できる。

2. ライティングドームの概要

2-1 ライティングドームの構造

ライティングドームは、五方十二面体（ごほうじゅうにめんたい）で構成されるフレーム型イルミネーション・オブジェである。五方十二面体とは、正十二面体の各面の中心を持ち上げ、5つの二等辺三角形に分けた形、すなわち正十二面体の各面に正五角錐を貼り付けた立体である。この構造によって、ほぼ球体を有した立体構造が合理的に構築できる。図1に直径約 2.8mφ のものと 1.1mφ のものを示す。

顔色など身体の色から健康状態を診断することは医療現場でよくなされているが、照明の色合いや角度による影響で見え方が変わるため、客観的な判断が難しい。ライティングドームは、人物などの被写体に全方向から照明を当てることが可能であるため、例えば、肌の色や質感評

価などに、すでに千葉大学らのグループによって、白色光源として作製、利用されている。本展示では、前述のように五方十二面体の 32 個の頂点に RGB LED を設置し、色彩や明度を個別にプログラミング制御できるように作製した。

2-2 ライティングドームへのマイコン RGB LED の配線と制御

今回展示したイルミネーション用の照明にはマイコン内蔵 RGB LED, NeoPixel を用いた。通常の RGB_LED では、個々に点灯用の配線が必要であるが、この LED は電源線の 2 本と制御用のパルス信号 1 本の合計 3 本の配線で点灯制御が可能であり、何より 100 個近い RGB_LED を直列（シリーズ）に接続し、個々の LED の点灯とその強度を制御できる点にある。これによって、配線が単純化され単純な配線で、すべての LED を点灯色を制御できる。

今回は汎用シングルボードコンピュータに Arduino などを用い、点灯制御をプログラミングにより記述し、彩り豊かなオブジェとした。



図1 直径 2.8mφ と 1.1mφ のランディングドームの展示例

3. イルミネーション :

3-1 「自動多色点灯デモモード」と「マニュアル RGB スライダー制御モード」

本展示では擬似球形の頂点に配した 32 個の RGB LED を任意に点灯制御できること示す. 一般に展示では, 自動的に色が変わるのが人目を引く一助となる. そこで, R→G→B→C→M→Y といったシーケンスで自動に点灯させたり, 32 個の場所によって, 色の変化をつけるようなプログラムを作製し, 点灯させた.

これとは別の機能として, 図2に示したような R, G, B スライダーのコントローラーによって RGB それぞれの点灯強度を制御できる「マニュアル RGB スライダー制御モード」を設けた. これによって, 加法混色の基本を学ぶことが可能である. また, 演色性もある程度制御可能であるので, ドームの内部の適切な照明についても検討ができる.



図2 マニュアル RGB 制御スライダー

3-2 : USB 分光器によるスペクトルモニタ

今回の展示では, 色を変化させるだけでなく小型の USB 分光器 (カラーコンパス : AT システム) によるスペクトルモニタを付けた, 測定ソフトは Windows8 上で動作し照射光のスペクトルをリアルタイムでモニタできる. NeoPixel を全点灯させた場合の測定の一例を図3に示す.

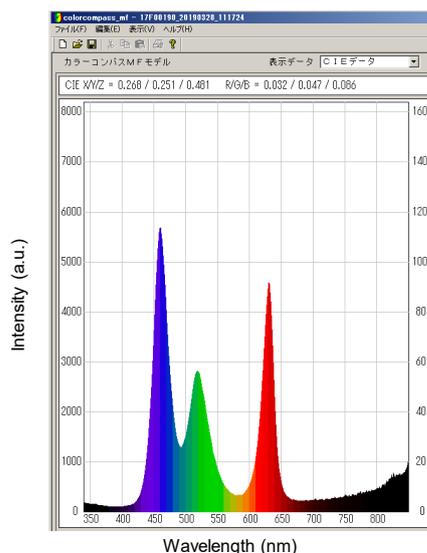


図3 小型の USB 分光器による 3 波長成分のスペクトル表示例



図4 各頂点の色を変化させた表示例 (1.1mp)

図4には各頂点の発光色の頂点を移動することによって約 10nm ずつ変化させたグラデーション表示の例を示す. 電源線 2 本を除く, 制御線 1 本だけで各箇所 (接続番号) の色をプログラムで指定できることは, 多方面での活用が期待できる.

図5に本大会会場である東京工芸大学中野キャンパスの本館ロビーに 2018 年 12 月に直径 2.8m の大型ドームを展示した際の写真である. この場合, 光量を増すために, RGB LED の個数を増やすことで対応することとして, 各頂点に 3 個 NeoPixel を配置して合計 32 箇所×3=96 個の RGB LED をシリーズ接続して表示した.

この場合、100個に近いRGB LEDsのNeoPixelを点灯させるため、点灯パターンのプログラミングの際には、消費電流にも配慮した。具体的には、LED点灯パターンにおいて、フル点灯(255, 255, 255)の場合、1個あたりの消費電流50mAである。したがって、96個のLEDをフル点灯させると、4.8Aとなる。全LED消費電流の合計が、許容電流以下になるように、配線や電源容量を考慮にいった。

作成したRGB LED点灯関数は以下の通り。
pulseColor: RGB値で指定した色を指定した時間パルス点灯

colorWipe: RGB値で指定した色を1番LEDから最後のLEDまで、順次点灯

Rainbow: 虹の7色(赤橙黄緑青藍紫)の順番でグラデーション点灯

theaterChaseRainbow: 虹の7色(赤橙黄緑青藍紫)の順番でグラデーション、指定した時間間隔の点滅

theaterChase: RGB値で指定した色を、指定した時間間隔のパルス点滅

rainbowFade2White: 指定した時間間隔で明度を上下させる

各関数は、Arduinoスクリプトで指定した順番に呼び出した。この際には、RGB値や点灯時間を様々な値で指定し、多様な点灯パターンを発光するようにした。レッド、グリーン、ブルー、シアン、イエロー、マゼンタという光と色の3原色を中心とした点灯、虹の七色(赤橙黄緑青藍紫)を順次グラデーションで変化させる点灯、目まぐるしく短時間間隔でパルスさせる点灯、呼吸しているかのように明度を2,3秒で上下させる点灯などを基本としている。前述のように、255, 255, 255の白色フル点灯は、とても明るく、映える点灯であるが、消費電力が大きいため、50msec以下の短い点灯時間とした。

4. まとめ

五方十二面体で構成されるフレーム型イルミネーション・オブジェであるライティングドームを構築し展示した。この球形をしたドームには被写体に全方向から照明を当てるため32個の頂点にRGB LED(Neo Pixel)を設置し、色彩や明度をArduinoでプログラミング制御できるようにした。さらに、点灯モードとして「自動多色点灯デモモード」と「マニュアルRGBスライダー制御モード」を設け、単に綺麗な自動図



図5 東京工芸大学中野キャンパス(本大会会場)のロビーでの展示写真 (2018年12月)

イルミネーションだけでなく、RGBの各スライダーによって加法混色を手動で設定できるようにした。測色の点ではUSB小型分光機を配置して、リアルタイムにドーム内のスペクトル強度をPC画面に表示でき、上述のコントローラーと合わせ、光源色とスペクトルが直感的にイメージできる。これらの機能を内包しながら、RGB LEDの色彩や点灯の様々なパターンにより彩り豊かなオブジェとして展示し、多彩な照明やイルミネーション・オブジェの可能性を示した。

謝辞: 本研究は「平成28年度(2016年度)文部科学省私立大学研究ブランディング事業」の助成を受けたものです。

参考文献

- 1) C. LeGendre, X. Yu, D. Liu, J. Busch, A. Jones, S. Pattanaik, P. Debeve, : Practical Multispectral Lighting Reproduction, SIGGRAPH 2016 Technical Papers, July 24-28, (2016)
- 2) P. Debevec, A. Wenger, C. Tchou, A. Gardner, J. Waese, T. Hawkins, : A Lighting Reproduction Approach to Live-Action Compositing, SIGGRAPH '02, (2002) 547-556.

多重 CMY 立方体を利用した減法混色教材

Subtractive color mixing educational tool using multiple CMY cubes

宮崎桂一	Keiichi Miyazaki	キュービクスデザイン	Cubics Design
東 吉彦	Yoshihiko Azuma	東京工芸大学	Tokyo Polytechnic University
内田孝幸	Takayuki Uchida	東京工芸大学	Tokyo Polytechnic University

Keywords: 減法混色, 教材, 多重, 立方体.

1. はじめに

AIC2015 Tokyo¹⁾では、減法混色を学習する教材として、図1の3種類のCMY立方体について報告した。中でも図1②コア型のCMY立方体は、見た目の美しさからそのメカニズムも解明²⁾し、その後、日本色彩学会誌のカラー口絵として掲載³⁾され、さらに1辺20cmの巨大な減法混色グラデーション立方体として、東京工芸大学のカラボギャラリー第3回「色を探検する」にアート展示した(図2)。



① ボックス型 ② コア型 ③ コアシェル型

図1. 3種類のCMY立方体



図2. カラボギャラリー展示

一方で、いずれのCMY立方体についても広く一般への色の教材としての活用や、ワークショップ等での活用が期待される。そこで、CMY立方体を以下の視点で拡張することで、

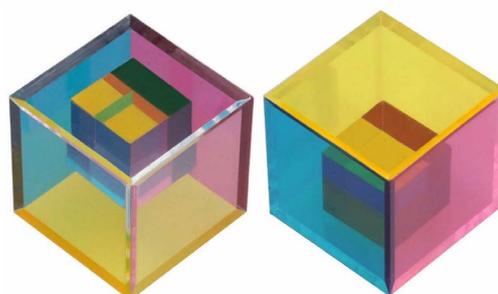
- ・ 多重構造化
- ・ 多面体化
- ・ 3面鏡反射混色

減法混色の教材としての可能性を継続的に追求している。本報告では、多重構造化について報告する。

2. 多重構造化

(1) CMY立方体の2重構造化

図1の3種類のCMY立方体の中で、①ボックス型のCMY立方体だけは中空構造なので、図3に示したように、小さい②コア型、あるいは③コアシェル型のCMY立方体を内包することができる。この2重構造により、外側のCMY立方体と内側のCMY立方体で生じる減法混色も観察できることから、このような多重構造のCMY立方体を多重CMY立方体と呼ぶことにする⁴⁾。ちなみに、さらに外側にもう一つのCMY立方体を加えることで、CMY→RGB→BLACKを形成する3重構造のCMY立方体も形成できる。



表面 裏面
図3-1. 2重構造CMY立方体の概観



Red = Y+M



Green = Y+C



Blue = C+M

図3-2. 2重構造 CMY 立方体の3面図

(2)内側の CMY 立方体の選択

内側に用いる CMY 立方体としては、不必要な混色を発生しない(立方体の内部で全く混色しない)ことから、③コアシェル型の CMY 立方体が、教材としては適切な立方体と判断できる。

(3)多重 CMY 立方体の特徴

単体の CMY 立方体との大きな違いは、図3-1に示したように、内側の CMY 立方体を小さくすることで、内側の CMY 立方体が自由に動き回る点にある。この動きの自由度により、混色の組み合わせも3次的に変化して、内外の CMY 立方体の向きが合わないと、全ての RGB 混色が同時に観察できず、簡単なパズル的な要素加わる。

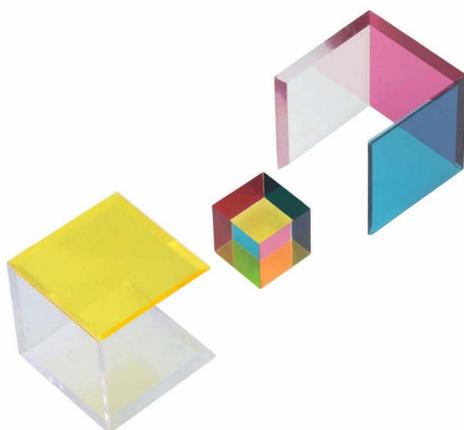


図4. 多重 CMY 立方体の分解図

3. 多重 CMY 立方体のワークショップ化

図4は、多重 CMY 立方体の分解図を示しており、内部の立方体が容易に取り出せる構造を示している。より混色の理解を深める方法として、完成した教材としてだけでなく、組み立てプロセスも体験できるワークショップを考案し、東京工芸大学のオープンキャンパスで開催・実施した結果(図5)、とても好評であった。



図5. ワークショップ風景(東京工芸大学わくわく KOUGEI ランド 2018)

4. まとめ

多重 CMY 立方体については、意匠登録⁴⁾も済ませており、教材として販売を開始している。昨年の IGAS2018 で紹介する機会もあり、印刷関連企業の社員教育活用の要望もあり教材としての道が開けてきている。

謝辞

この研究は2018年度(平成30年度)文部科学省私立大学ブランディング事業の助成によって行われた。

参考文献

- 1) K.Miyazaki, Development of Three Primary-color Transparent Cubes for learning Subtractive Color Mixing Visually, Proc. AIC2015 Tokyo (2015) 462-466.
- 2) K.Miyazaki, Optical Analysis of Rainbow Color Mixing Cube, Proc. ACA2018 Chiang Mai (2018) 503-507.
- 3) 桑山哲郎, 第26回「着色プリズムの世界」, 日本色彩学会誌,(2018), 42(6) 254
- 4) 意願 2018-015683 「減法混色学習用教材具」

Unattractive Colors for Plain Cigarette Packaging Design

Jitpinun Meekaew

Faculty of Mass Communication Technology, Rajamangala
University of Technology Thanyaburi, Thailand

Kitirochana Rattanakasamsuk

Color Research Center, RMUTT, Thailand

Natwipa Sinsuwan

Faculty of Mass Communication Technology, RMUTT, Thailand

Chanprapha Phuangsuwan

Color Research Center, RMUTT, Thailand

Keywords: Plain Cigarette Packaging, Unattractive Colors, Packaging Design

1. Introduction

Plain cigarette packaging policy is a policy which is promoted by the World Health Organization (WHO) in order to reduce the appealing of cigarette products. On the plain cigarette packaging, brands logo, image or trademarks are prohibited to display on the package. The package must contain the health warning images, text, labels and use the standard background color for all brands as shown in Figure 1. In Thailand, an attempts to apply the plain cigarette packaging policy has been started since 2016. But the standard color for plain cigarette packaging is still an ongoing topic. Previous research has shown that black could enhance the dreadfulness of warning image on plain cigarette packaging (Sirishotirat et al., 2017). But from our survey, black cigarette packaging also referred to the classic, minimalism and luxury of products. Therefore, it is important to investigate the appropriate color for the plain cigarette packaging in Thailand. It has been shown in the previous work that the top 4 rank of the most unattractive color term for Thai teenagers were “*Khiao Kheema*” (olive green), “*Nam Tan*” (brown), “*Muang*” (purple) and “*Tao*” (gray) (Rattanakasamsuk and Panya, 2018). In this research, we specified the color value of these unattractive color terms and applied them as the background on plain cigarette package. The effectiveness of these background colors were compared in order to identify the appropriate background color of plain cigarette packaging. The results of this research will be the academic data that can be used to promote and support the plain cigarette packaging policy in Thailand.



Figure 1. Plain Cigarette Packaging in Australia (Praithong, 2016.)

2. Experiment I

The experiment I was aimed to specify the color values of 4 unattractive color terms “*Khiao Kheema*” (olive green), “*Nam Tan*” (brown), “*Muang*” (purple) and “*Tao*” (gray).

2.1 Methodology

The subjects were 60 male and 60 female students, aged between 15 to 25 years old. Each gender was equally divided in to two groups as smoker and non-smoker. All subjects were normal color vision. The stimulus was a plain cigarette package presented on an LED monitor surround by a gray background. The background color of cigarette package was adjustable by using a keyboard and a mouse.

The subjects were asked to adjust the background color of cigarette package in order to find each unattractive brown, olive-green, gray, purple color for plain cigarette package. Five repetitions were required for each color. The luminance and CIE1931 xy chromaticity of each unattractive color were measured.

2.2 Results

The CIE 1931 xy chromaticities of each unattractive color were plotted in Figure 2(a). The average xy chromaticity of each unattractive color

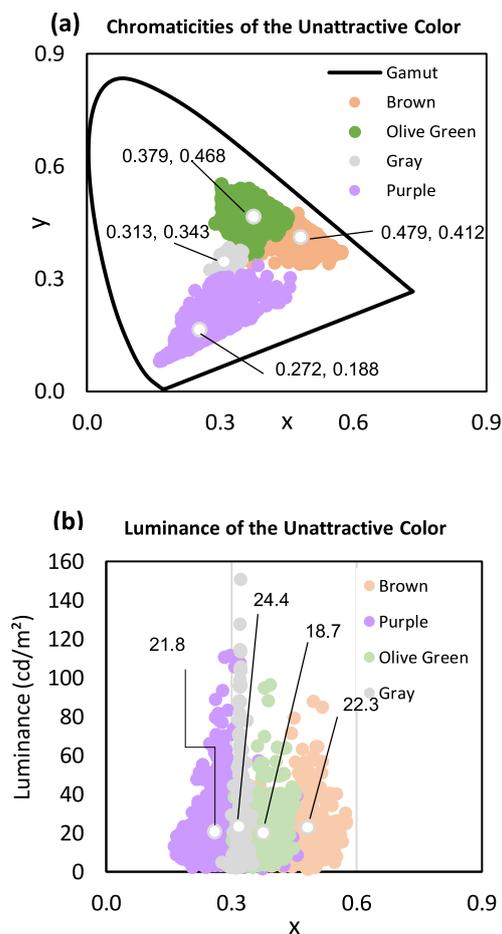


Figure 2. (a) Luminances and (b) xy Chromaticities of the Unattractive Color

were 0.379, 0.468 (brown), 0.479, 0.412 (olive green), 0.319, 0.343 (gray), and 0.272, 0.188 (purple).

Figure 2(b) shows the luminance of each unattractive color plotted against their x chromaticities. The luminance of more than 80% of the unattractive color were in the range of 0-30 cd/m². It can be implied that almost unattractive colors were low brightness, dim, or dark. The average luminance of the unattractive brown, olive green, gray and purple were 22.3, 18.7, 24.4, and 21.8 cd/m² respectively.

The average luminance and xy chromaticities of each unattractive color were converted to CIE L*a*b* as shown in Table 1. These CIE L*a*b* were used as the reference color values in the next experiment.

Table. 1 CIEL*a*b* of the Background Color

Color	L*	a*	b*
Brown	39.68	18.07	33.99
Olive green	36.48	-10.62	27.96
Gray	41.31	-0.60	0.05
Purple	39.22	37.60	-40.80
Black	10.87	0.55	0.93
White	92.12	1.12	-5.82

3. Experiment II

The experiment II was aimed to compare the effectiveness of each unattractive color on plain cigarette packaging.

3.1 Methodology

The subject's category was same as in the experiment I. 60 male and 60 female students (15 to 25 years old) were equally divided in to two groups as smoker and non-smoker.

Six mockups of plain cigarette packaging will be made in different background color (brown, olive-green, gray, purple, black and white). The color values of brown, olive green, gray and purple were controlled to match with the reference color value in Table 1.

In each trials, two mockups would be randomly paired and presented to the subject. The subjects were asked to select the mockup which was more unattractive. All colors mockup must be paired, totally 15 pairs. Two repetitions were required for each pair. The selected mockup got 1 score for its background color.

3.2 Results and Discussions

Figure 3 shows the score of unattractive background color of the plain cigarette packaging. The most unattractive color cigarette packaging was purple with 874 scores (24.28%) followed by brown with 770 scores (21.39%), and olive green with 744 scores (20.67%). All achromatic background color was less unattractive than the above color. The scores of gray, black, and white were 478 (13.28%), 405 (11.25%), and 329 (9.14%) respectively. Based on the results, purple was possibly the most suitable background color for plain cigarette packaging. However, we also investigate whether the smoking behavior and gender influenced on the color selection or not.

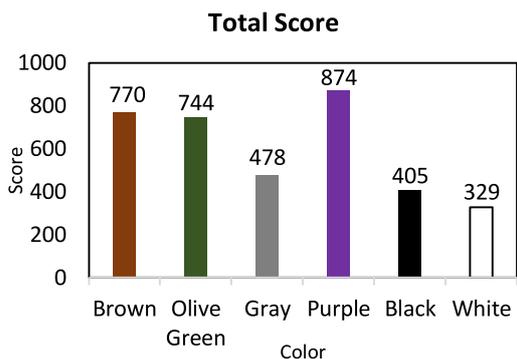


Figure. 3 Total Score of Unattractive Color

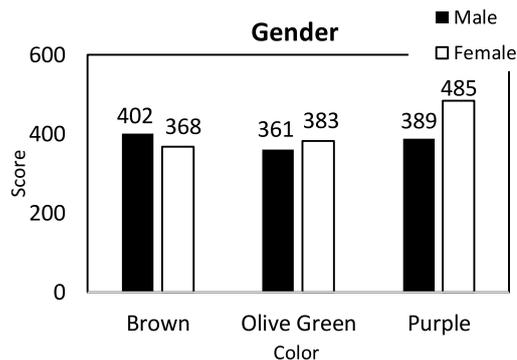


Figure 5. Effect of Gender on Unattractive Color

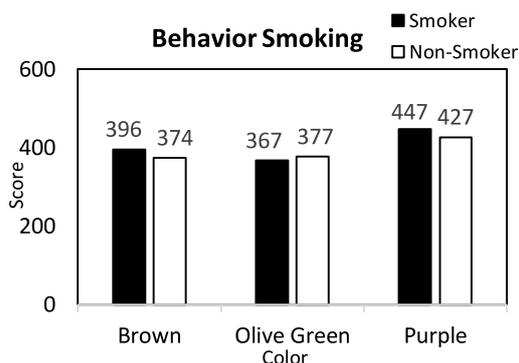


Figure 4. Effect of Smoking Behavior on Unattractive Color

Figure 4 shows the influence of smoking behavior on the top 3 unattractive background color of plain cigarette packaging. The result shows the same tendency that for both smoker and non-smoker, the most unattractive color was purple follow by brown or olive green. Chi-square test was conducted to investigate whether smoking behavior was independent from unattractive color selection or not. It was found that there is no association between smoking behavior and unattractive color (0.792, df=2, p=0.6730).

Figure 5 shows the top 3 unattractive background color of plain cigarette packaging selected by male and female subjects. The most unattractive color was purple follow by brown or olive green. However, there is quite large difference between male and female for purple. The independency of gender on unattractive color was statistically tested. The statistical results exhibited that gender shows dependency on unattractive color (9.753, df=2, p=0.0076). We found that the

cause of significant difference was the difference between male and female in purple selection (p<0.05).

4. Conclusion

Based on our results, purple was the most unattractive color for cigarette packaging design. However, purple might not be the best color to use as a background color of plain cigarette packaging because there was an effect of gender on purple. In contrast to brown and olive green which were the second and third rank of score for unattractive background color, there was no significant effect of gender and smoking behavior on brown and olive green. We recommended that brown and olive green were more suitable background color for plain cigarette packaging.

References

- 1) Sirishotirat, N., Silapasuwan, P., Wiwatwongkasem, C., Sujirarat, D., Wipawee, W., Uaemanikul, N., Pandee, N. and Somphopcharoen, M. (2017). The Opinions on the Warning Image on Plain Cigarette Packaging and the Effect of Fear of Danger of Cigarettes among Non-smoking Youths, *Journal of Journalism*, 10(3), 269-302.
- 2) Rattanakasamsuk, K. and Panya, S. (2018). Unattractive Colors by Color Memory of Thai Teenagers. *Proceeding of ACA2018 the 4th Asia Color Association Conference*, Chiangmai, Thailand, pp 391-395.
- 3) Praithong, P. (2016). Lagal Analysis of Using "Plain Packaging Policy" to Reduce Tobacco Consumption in Thailand, *Journal of jurisprudence*, 9(2), 10.

Color Transition of a Bio-based Ready-to-serve Label Using Extracted Dye from Red Dragon Peel

Surachai Khankaew¹
Sirirach Chinarunmangkorn¹

¹ Department of Digital Printing and Packaging,
Faculty of Mass Communication Technology, Rajamangala
University of Technology Thanyaburi (RMUTT), Thailand

Chanprapha Phuangsuan^{1,2}

² Color Research Center (CRC),
Faculty of Mass Communication Technology, Rajamangala
University of Technology Thanyaburi (RMUTT), Thailand

Keywords: Color Transition, Dye Extraction, Ready-to-serve Indicator, Red Dragon Fruit, Natural Dye.

1. Introduction

Some of natural colorants can be used as an extracted bio-dye indicator for temperature which is in intelligent packaging functions. Since its characteristic of color changed when exposed to different temperatures and light [1], there are various natural colorants such as curcumin from turmeric (curcuminoid), lycopene from tomatoes (carotenoid) and anthocyanin from blue flowers [2], vegetables and fruits (flavonoid), etc. [3].

Betalain is the major pigments presenting abundantly in some of red or purple fruits such as beet root and dragon fruit. Red dragon fruit (*H. Costaricensis*) which is chemically defined as the derivatives of betalamic acids. As Betalains impart a desirable red color to food and have numerous applications in food, it also has received an increased attention due to their antiviral and antimicrobial activities. The stability of betalains are strongly influenced by sugar, light, oxygen, water activity and pH [4] as well as temperature [5-6].

This study investigated in the use of betacyanin that extracted from red dragon (RD) peel. Betacyanin which is temperature sensitive was prepared to a thin film for monitoring the serving time of the semi-cooked foods by color changes. This type of indicator could be called as a ready-to-serve indicator or RSi which is a subset of the intelligent packaging technology. This RSi label will be a novel covert technology that is an effective and convenient visual tool for intelligent packaging technology in a category of printing and packaging technology.

2. Experimental

2.1 Materials and chemicals

Red pitaya (*H. Costaricensis*) or red dragon (RD) is agriculture product from Chantaburi province which was purchased from Talaad Thai (the largest wholesale market in ASEAN for the trade of agricultural goods, Prathumthani province, Thailand), transported to the laboratory within 2 h and kept under 4 °C until used. Fresh RD was clearness and redness skin, and an average weight of 228.93 ±33.27 g per each.

Ethanol (C₂H₆O) was used as a high polar solvent for RD dye extraction. Methylcellulose (MC), Methocel®, Dow Chemical, USA) and distilled water (DW) were used as an encapsulated polymer or a film former and water-based solvent, respectively. All reagents were used without any purification.

2.2 Betacyanin dye extraction from red dragon peel

Betacyanin dye is plant colorant which could be easily soluble in strong polar solution. In this case, betacyanin dye was extracted from the RD peel following the method of Khankaew (2018). Briefly, RD peel was cleaned, cut and extracted by solvent soaking method under the lab conditions. [4].

2.3 Preparation of betacyanin dye-based ready-to-serve indicator (RSi) label

RSi label was prepared by following [7] with adaptation. The high concentration of extracted betacyanin dye was investigated in the concentration using Beer-Lambert's law as following:

$$A = \epsilon lc$$

where ϵ is a molar absorptivity ($\text{l mol}^{-1} \text{cm}^{-1}$), l is a cell path length (cm), and c is concentration of the solution (mol l^{-1}) [8].

The dye solution which concentration of 0.86 wt.% was mixed with 5 wt.% MC using ratios of 1:2.5 and 1:5.0 parts, it was then immediately stirred for 15 min. After that, 10 g of the mixer were fabricated to a thin film by casting method, using a petri dish ($20 \times 100 \text{ mm}$), and then dried under lab condition (60 %RH, $25 \text{ }^\circ\text{C}$) for 24 h. The dried film was gradually peeled and cut into a small square label with average size of $15 \times 15 \text{ mm}$, and kept under vacuum packaging with high barrier material until used.

2.3 Effect of temperature and curing time on color transition of RSi

To determine the effect of energy and curing time of the microwave to the color transition of the RSi label by testing under different energy which are 120, 150 and $180 \text{ }^\circ\text{C}$ and the color transition of the RSi that different curing times was recorded in $L^*a^*b^*$ mode.

The L^* , a^* , b^* chroma system, which uses the corresponding values of total color differences (ΔE or ΔE) as dynamic parameters, was used to analyze the dynamic change in the bio-colorimetric solution. The total color difference is expressed as follows:

$$\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

where ΔL^* is the brightness difference between initiation and each time interval, Δa^* is the redness-greenness difference between initiation and each time interval, and Δb^* is the yellowness–blueness difference between initiation and each time interval.

From the latter, the ΔE value reveals the color transition of RP which is affected by temperatures. Hence, the linear relationship between color transition and temperature can be calculated for the reaction initial rate (k_i) and activated energy (E_a) used Arrhenius's equation [9] as followed:

$$\ln k = \ln A e^{-E_a/RT}$$

2.4 Characterization

A scanning electron microscope (SEM, JSM-5600 LV, JEOL, Japan) was used to investigate the surface morphology of the RSi label.

3. Results and Discussions

3.1 RSi label

RSi labels which ratios of the betacyanin dye were 2.5 and 5.0 revealed an average thickness of $0.0220 \pm 0.0207 \text{ mm}$ and $0.02627 \pm 0.0165 \text{ mm}$, respectively. The labels also appeared in pink color and light pink for 2.5 and 5.0 parts which the L^* , a^* , b^* of 75.29, 10.61, -0.37 and 77.79, 6.13, -0.69. The photographs of RSi shown in figure 3.1.

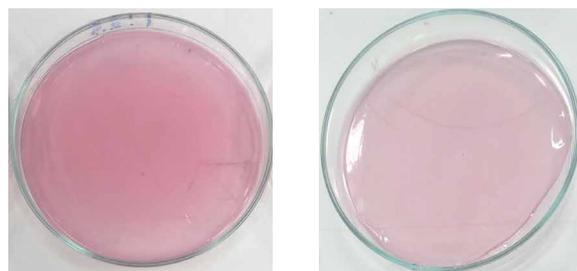


Fig 3.1 Photographs of RSi, ratios of 2.5 parts (left) and 5.0 parts (right)

The SEM image of the RSi label appeared rough surface which was caused by the micro-bubble that moved to the surface of RSi label during drying stage, the bubble size was $<1.0 \text{ }\mu\text{m}$ and dispersed around the label, as shown in figure 3.2.

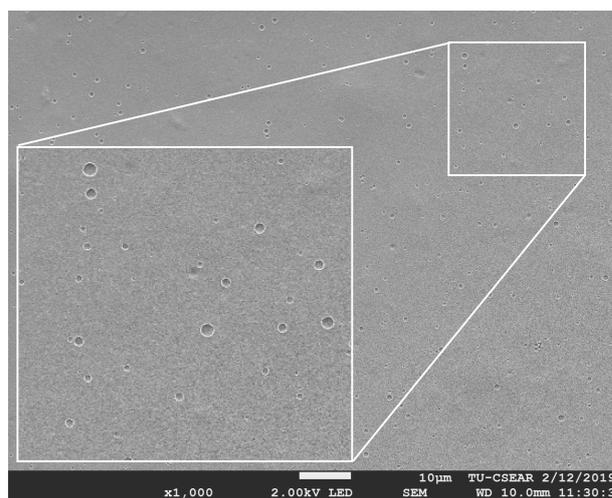


Fig 3.2 SEM image of RSi label

3.2 Color transition of RSi label contained betacyanin dye

The change in color of the RSi was calculated and reported in terms of total color difference of ΔE ($L^*a^*b^*$). The results found that the RSi which

concentrations of extracted betacyanin dye of 2.5 and 5.0 parts were continuously increased depending on the temperatures and times. Distinctively, the changes in del E kinetic (k_i) of 2.5 parts betacyanin concentration also portrayed higher values than 5.0 parts. This can be confirmed that the higher concentration of betacyanin dye affected the initial rate (k_i) of the RSi, from the k_i , the E_a of this RSi labels were 63.6420 and 56.8985 kJ mol^{-1} for 2.5 and 5.0 parts, respectively. The results showed in figure 3.3 and 3.4.

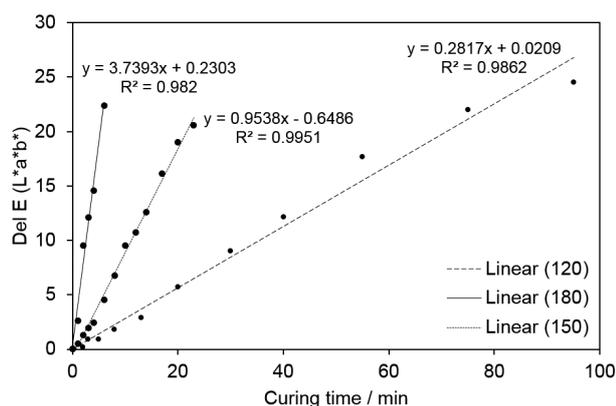


Fig 3.3 Total color difference (Del E) of RSi with 2.5 parts of betacyanin dye

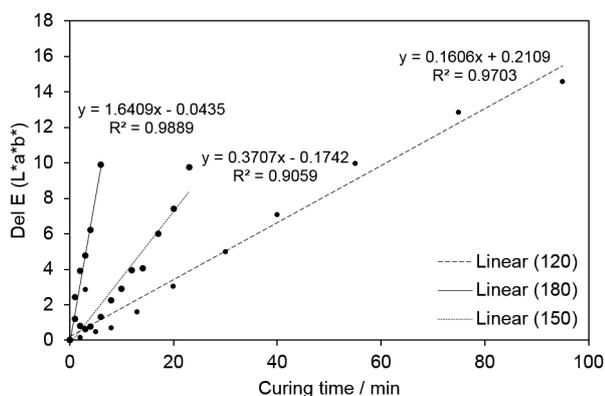


Fig 3.4 Total color difference (Del E) of RSi with 5.0 parts of betacyanin dye

3.4 Possible application of RSi label

Both of RSi labels (i.e. betacyanin dye (0.86 wt.% concentrations of 2.5 and 5.0 parts) were also continuously changed in color by temperatures and times, the color could simulate by using RGB mode (table 3.1). The original color of RSi revealed pink and light-pink depending on the betacyanin concentrations and they gradually transition to orange-brown and brown-gray at maximum del

E. The highest del E of both 2.5 and 5.0 parts concentration of betacyanin dye were 24.51 and 14.56 at temperature of 120 °C.

Table 3.1 Simulated color of RSi under exposed to the different temperature and time

Temp. (°C)	Ratios of 0.86 wt. % betacyanin dye (parts)			
	2.5		5.0	
	original	max. del E	original	max. del E
120		24.51		14.56
150		20.57		13.33
180		22.40		9.89

4. Conclusion

Extracted RSi label contained betacyanin dye which could change colors and shades from pink to orange-brown causing betacyanin structure change to betaxanthin indicaxanthin. The RSi label was also sensitive to change in colors when exposed to high temperatures (120 - 180 °C) which illustrated in the E_a values. Also, this E_a can be applied to monitor the serving time of the semi-cooked foods such as pasta or steak that should be warmed under a microwave or oven by easily changing in color. This characteristic of RSi label can be developed for many applications such as diagnostic indicator in intelligent packaging technology for the use of elderly consumers.

References

- 1) Vinicius B.V. Maciel, Cristina M.P. Yoshida, & Telma T. Franco. Development of a prototype of a colourimetric temperature indicator for monitoring food quality. *Journal of Food Engineering*, 111 (2012). 21-27.
- 2) G. H. Laleh, H. Frydoonfar, R. Heidary, R. Jameei & Zare. The effect of light, temperature, pH and species on stability of anthocyanin pigment in four berries species. *Pakistan Journal of Nutrition*, 5 (2006). 90-92.
- 3) Helmenstine, A.M. (2010). Edible pH Indicators Color Chart, ; <http://chemistry.about.com/od/acids/base1/ss/Edible-Ph-Indicators-Color-Chart.htm>. [accessed 12 March, 2018].

4) Khankaew, S. A Novel Colorimetric Bio-Based Indicator Using Naturally Extracted Dye from Red Dragon Fruit Skin. ACA2018 Chiang Mai: Inspiration in Color, December 5-8, 2018, Chiang Mai, Thailand.

5) Pristni, S. and Pradita, A. Stability of betacyanin extract from red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) peels. *Procedia Chemistry*, 16 (2015): 438-444.

6) G. H. Laleh, H. Frydoonfar, R. Heidary, R. Jameei and Zare. The effect of light, temperature, pH and species on stability of anthocyanin pigment in four berberis species. *Pakistan Journal of Nutrition*, 5 (2006): 90-92.

7) Khankaew, S., Boonsupthip, W., Pechyen, C. and Suppakul, P. Screening of Naturally-Derived pH Dyes from Plant Extract Powders as Colorimetric Bio-Indicator and Possible Application in Intelligent Packaging. 26th IAPRI Symposium on Packaging 2013, 10-13 June 2013, Espoo, Finland.

8) Calloway, D. Beer-Lambert Law. *Chem. Educ. Today* 74 (1997): 744.

9) Labuza, T.P., Fu, B., Use of time/temperature integrators, predictive microbiology, and related technologies for assessing the extent and impact of temperature abuse on meat and poultry products. *Journal of Food Safety*, 15 (1995) 201-227.

COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION FOR LOW VISION STUDENTS

Supannika Yongsue

Digital Media Technology, Faculty of Mass Communication,
RMUTT, Thailand.

Kamron Yongsue

Radio and Television Broadcasting Technology, Faculty of Mass
Communication, RMUTT, Thailand

Chanprapha Phuangsuwan

Color Research Center, Faculty of Mass Communication
Technology., RMUTT, Thailand

Keywords: Computer Assisted Instruction CAI,
Low vision, Children, Infographic

Checking the score of students learning was done
by pre-test and post-test exam.

1. Introduction

This research aimed to develop the Computer Assisted Instruction, CAI for vocabularies lesson for the low vision children around grade 5-6 in elementary school. The low vision children are many kinds, i.e. narrow of visual field, too nearside etc. When working with low vision children, it is important to remember that they have the potential to learn to use their vision in a more efficient way. How teachers should do to help them reach their maximum level of visual efficiency? Teachers and other professionals working with these children have to provide the necessary instruction and environmental modifications to help students maximize their visual ability, develop a positive self-image and greater independence in the classroom and the community. CAI is one tool to help to improve the visual ability (Paul Macaruso & Alyson Rodman, 2011; Seo, Y.-J., & Bryant, D.,2012). Computer-assisted instruction for high school students in learning English vocabulary can learn better and positive attitudes toward a computer and the software program (William W Ekane & Doris Maiken, 1997)..

2. Experiment

We designed the three set of vocabularies CAI with combining with infographics based on the controlled factors; high contrast and big size of numbers. We selected 30 words to create the CAI as shown in table 1. Fifteen students grade 5-6 persons of low vision students participated to study CAI. Two days those students were studied with teacher by text book and another by CAI. We checked the color defective by using Ishihara-test. Those observers showed normal color vision.

Table 1: The list of vocabulary 30 words.

No.	Words	No.	Words	No.	Words
1	Desk	11	Blackboard	21	Bin
2	Chair	12	Calculator	22	Clips
3	Book	13	Globe	23	Clock
4	Pencil	14	Ink	24	Glue
5	Pen	15	Map	25	Flag
6	Notebook	16	Paintbrush	26	Schoolbag
7	Ruler	17	Palette	27	Compass
8	Rubber	18	Magnifying Glass	28	Computer
9	Paint	19	Duster	29	Stapler
10	Scissors	20	Calendar	30	Beaker

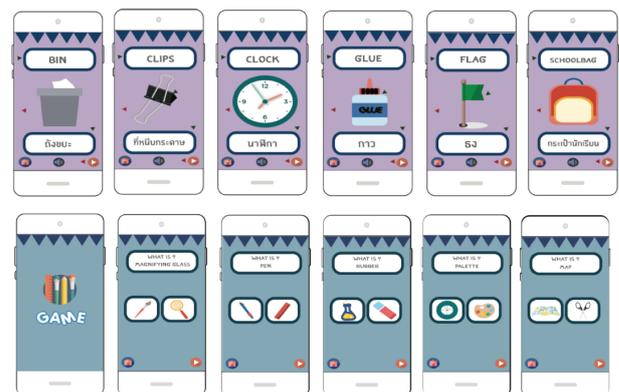


Figure 1. CAI of English vocabularies.

3. Results and discussion

The pre-test scores were 4 full 10 done by using the text book. Table 2 showed the satisfaction of students to CAI media. Table 3 showed the post-test scores were higher than the pre-test (see as figure 2), 8 full 10.

Table 2. The assessment of satisfaction to CAI.

Satisfaction/Person	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Mean	SD
1. Knowledge and Understanding of the Lesson before using the Media	2	1	2	1	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	2	1.73	0.46
2. Knowledge and Understanding of the Lesson after using the Media	3	2	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	2.73	0.46
3. The Picture can be Explained Easily	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3.00	0.00
4. Knowledge and Understanding of the Lesson before using the Media	4	2	2	2	4	2	2	2	4	2	2	2	2	2	4	2.53	0.92
5. Easy of using Online Media	4	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3.27	0.46
6. Easily Recognizable	4	3	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	3.73	0.46
7. Encourage more Learning	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	3.73	0.46
8. Overall Color Satisfaction in the Media	4	3	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	3.73	0.46

Student learning achievement with computer assist lessons statistic significant at .05. The CAI that have high contrast and a big size of numbers could help to improve maximize visual ability of low vision in english vocabulary learning. The analysis was followed the score transferring; 1-1.5 very fair, 1.6-2.5 fair, 2.6-3.5 Normal, 3.6-4.5 good and 4.6-5 very good. Students showed good satisfy 3.6-4.5 scores at easily to recognized, encourage learning and overall media in used color.

References

- 1) Paul Macaruso & Alyson Rodman: Efficacy of Computer-Assisted Instruction for the Development of Early Literacy Skills in Young Children, Reading Psychology (2011), pp.172-196.
- 2) Seo, Y.-J., & Bryant, D.: Multimedia CAI Program for Students With Mathematics Difficulties. Remedial and Special Education (2012), pp.217-225.
- 3) William W Ekane & Doris Maiken: The English Vocabulary-Technology Connection: A Third World Experience, Educational Media International (1997), pp.125-128.

Acknowledgement

The authors would like to thank Faculty of Mass Communication Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thailand. The authors would also like to thank Miss Woranuch Sangangam for creating and designing media for children with learning disabilities in this experiment.

Table 3. The Pre-Test and Post-Test

Person	Pre-test (40)	Post-test (40)
1	25	34
2	26	35
3	25	38
4	25	37
5	25	36
6	23	35
7	25	35
8	27	38
9	27	37
10	26	38
11	24	37
12	25	36
13	25	35
14	25	35
15	25	35
Total	378	541
AVG	25.20	36.07
SD	1.01	1.33

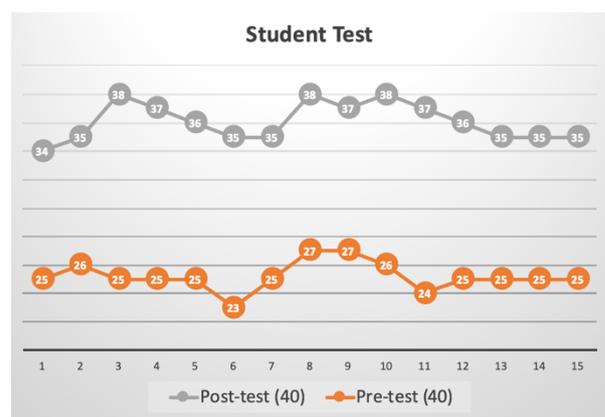


Figure 2. Pre Test and Post Test Score.

キャンセル

キャンセル

Influence of Extraction Methods on Dye Intensity of Onion Peels and Its Color Transition in Natural pH-dye Application

Surachai Khankaew¹
Kittapaht Phanboonkerd¹
Wasupol WaiWong¹
Chanprapha Phuangsuan^{1,2}

¹ Department of Digital Printing and Packaging,
Faculty of Mass Communication Technology, Rajamangala
University of Technology Thanyaburi (RMUTT), Thailand
² Color Research Center (CRC),
Faculty of Mass Communication Technology, Rajamangala
University of Technology Thanyaburi (RMUTT), Thailand

Keywords: Color Transition, Dye Extraction, Natural Dye, Onion Peels, pH Dye.

1. Introduction

Natural colorants used as colorimetric bio-indicator is interesting due to the perceived lower risk to the consumer. However, there are few published data in the scientific literature, related to bio-indicator which was used as colorants for pH-dye indicator applications [1].

Intelligent packaging can be defined as packaging materials which could be capable of carrying addition intelligent functions to facilitate consumer decision making, enhance safety, provide information, and warn about problems related to the quality of the food packed products. For example, it included food-spoilage indicator, biosensors, ripeness indicators, and time-temperature indicators, as well as radio frequency identification. Recently, researchers have studied and developed the intelligent packaging for monitoring the target metabolites by either direct or indirect systems and developed for food products in different goals of usage. For instance, it can be used to demonstrate ripeness of valuable and fruits or edible in fermented food packages by using commercial pH-dye colorants which their colors can be different under different conditions of biological product such as in the research result of Hong and Park (2000) which used Methyl Red (MR) and Bromocresol Purple (BP) as a color indicator to identify the level of acidity in Kim-Chi packaging by analyzing in acidity and total color difference of the indicator [2], and the result of Atchareeya et al. (2010) using colorant from Bromothymol Blue (BB) and Methyl Red (MR) as a pH label indicator for monitoring food spoilage

(Thong-Yord, the main ingredients were carbohydrate and sugar) reacting with carbon dioxide (CO₂) volume that produced from metabolite process of food spoilage [3]. However, the use of commercial pH-dye in the food spoilage indicator which should be packed inside the food package is still unperceivable from customers.

Nowadays, there are many kinds of natural colorants that can be used as a natural dye indicator of pH in intelligent packaging systems because of its characteristics of the change in color when exposed to different pHs. The natural colorants such as curcumin from turmeric (curcuminoid), lycopene from tomatoes (carotenoid), and anthocyanin from blue flowers, vegetables and fruits (flavonoid), etc. [4]. The onion is one of the most famous natural dye used for handicraft dyeing textile and paper which the onion shell dye also consists quercetin which is an important antioxidant [5].

Hence, this article presents the results of the influence of the color of onions which was extracted from different three methods and its color transition when affected acid and alkaline solutions, while the possible application in intelligent packaging technology as a naturally pH-dye for food spoilage indicator has also been demonstrated.

2. Experimental

2.1 Materials

Materials, the onion and red onion (*Allium cepa* L.) used for testing with different extraction methods, are purchased from Thai local market. Then, they were transported to the laboratory within 60 min. Before the test, the onions were peeled the colored shells out, cleaned with distilled water (DW)

for several times and dried in the oven at 80 °C for 1 h. After that, dried onion shells were (1) grounded to powder using a blender, (2) sieved with 2 mm diameter and (3) packed in a glass bottle and kept in a refrigerator until used.

Ethanol (Sigma–Aldrich) and distilled water were used as a solvent. Acetic acid (C₂H₄O₂) (Merck®) and sodium hydroxide (NaOH) (Ajax Finechem) were used to adjust pH of onion dye solutions. All chemical reagents were used without any purification.

2.2 Onion dye extractions

Two types of onion shells (i.e. onion (bulb onion), O and red onion, R) were extracted with three different methods by following:

(1) Solvent extraction - 1.0 g of onion shell powder was poured in the glass bottle followed by 50% wt. ethanol solution. The sample was continuously stirred for 15 min and kept under lab conditions for 24 h.

(2) Sonication extraction – 1.0 g of onion shell powder and 50% wt. ethanol solution were poured into the 250 ml Erlenmeyer flask. The sample was placed inside the ultrasonic bath with the normal frequency for 1 h. After that, it was filtered with Whatman® no. 1 paper following centrifuged with 5,000 rpm for 3.0 min.

(3) Soxhlet extraction - 1.0 g of onion shell powder was poured in the paper filtrate thimble and placed into the extractor. 75 ml of 50% wt. ethanol solution was poured into the 250 ml round bottom flask used as a solvent pot and then heated for evaporating the solvent to continuously bleach the dye out. Continuing the process around 3-5 h or until the dye solution was completely colorless.

2.3 Effects of pHs on color transition

To determine the effect of pH, adding onion dye and DW with ratio of 1:10 in test tube to test by titrating a 0.1 M C₂H₄O₂ of each sample from 20 to 100 µl (for 20 µl per times), and repeat again by using 0.1M NaOH were applied. The samples were mixed by vertex mixture for a few times.

Determination of changing bio-colorimetric solution, the color changes of onion dye-solution in different pH were determined by observation of the

unaided eye, and measurements of a pH meter and absorbance measurement were performed by using the visible spectrophotometer at a visible lambda range of 400–740 nm.

The L*, a*, b* chroma system, which uses the corresponding value of total color difference (ΔE) as dynamic parameters, was used to analyze the dynamic change in the bio-colorimetric solution. The total color difference (TCD) is expressed as followed:

$$\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

where ΔL* is the brightness difference between initiation and each time interval, Δa* is the redness-greenness difference between initiation and each time interval, and Δb* is the yellowness–blueness difference between initiation and each time interval.

3. Results and Discussions

3.1 Effects of dye extraction methods

According to the research articles, bulb onion and red onion could extract some of colorants such as flavonoid and anthocyanin which are easily dissolved in high polar solutions [6]. Bulb onion dye (OD) and red onion dye (RD) were extracted with different methods which are (1) solvent extraction (50% wt. ethanol solution), (2) sonication extraction and (3) Soxhlet extraction.

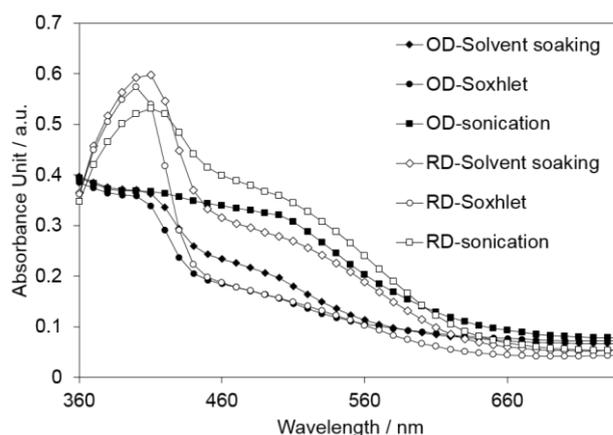


Fig 3.1 Absorbance of OD and RD which were extracted by different methods

The results revealed that all samples of RD appeared higher absorbance than the samples of OD. In the meantime, both RD and OD showed a

peak that was a maximum lambda (λ_{max}) of the absorbance of 410 nm. However, the results found that onion dyes which were extracted from sonication method was the highest of absorbance following solvent soaking and Soxhlet method, respectively (figure 3.1).

3.2 Onion dye intensities

The highest peak of RD was extracted by sonication method which the absorbance unit (a.u.) of 0.598 while OD which was extracted by sonication method revealed the highest peak of a.u. and λ_{max} of 0.3673 and 410 nm, respectively. This results may be caused by different types of natural dye containing in the onion shells which are anthocyanin (i.e. pink or blue color) for red onion and flavonoid (i.e. yellow, orange or colorless color) for bulb onion. (figure 3.2).

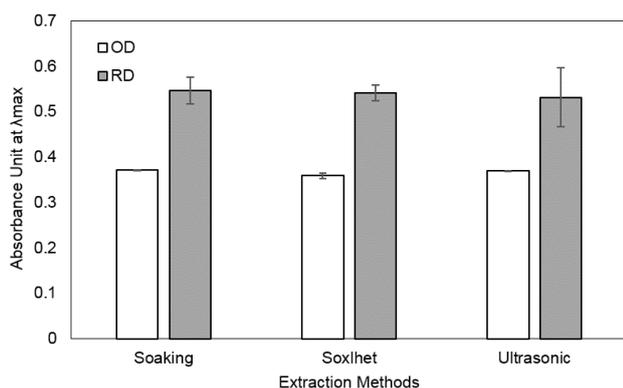


Fig 3.2 Absorbance of OD and RD extracted by different methods

3.3 Color transition of extracted onion shell dyes

Normally, the naturally extracted dyes are sensitive with alkaline media which could donate and exchange hydrogen ion and hydronium ion to the dye resulting in an appeared new color [7]. This result showed the RD that contained anthocyanin colorant appearing light-pink color in original state (i.e. pH = 3.90), and unnoticeably changed in colors, when it was adjusted by acid solution (0.1M HCl), and continuously changed from original color to pink, when the 0.1M NaOH was added into the RD solution. Similarly, for OD solution, the color was unappeared the color change when added by acid and it was gradually changed under alkaline media, respectively (figure 3.3 and table 3.1).

These results confirmed the change of RD and OD solutions by checking with pH meter which the results showed in figure 3.4.

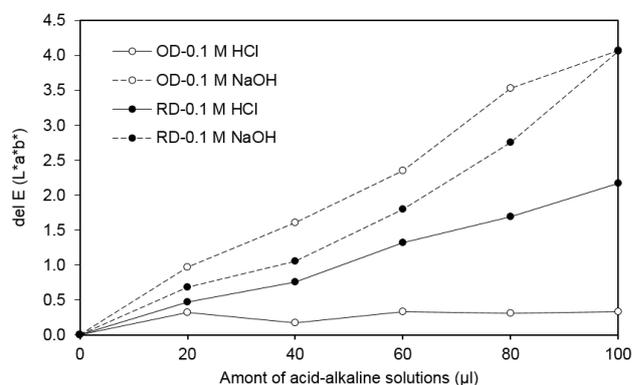


Fig 3.3 Total color difference (ΔE) of the RD and OD solutions when adjusted by acid and alkaline solutions

Table 3.1 Simulated colors of the RD and OD solutions affected by acid and alkaline solutions

Amount / μl	RD		OD	
	acid	alkaline	acid	alkaline
0				
20				
40				
60				
80				
100				

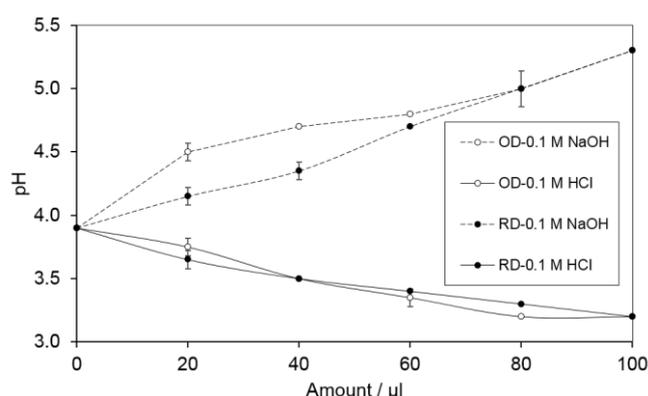


Fig 3.4 Changes in pH of the RD and OD solutions when adjusted by acid and alkaline solutions

3.4 Possible application of pH-indicator

RD and OD were not distinctly revealed in a good color appearance because of low intensity resulting in low total color difference or ΔE. However,

er, the RD can be applied as a food spoilage indicator (FSI) which is used for monitoring the vapor of alkaline such as amine vapor and some of organic compound under the headspace of packed fish [8].

4. Conclusion

This naturally extracted colorimetric pH-dye from onion shell bulb and red onion shells revealed light orange and orange-pink colors. Based on the results, the sonication method appeared the highest color intensity in all samples followed by solvent soaking and soxhlet methods, respectively. Both RD and OD showed a maximum absorbance peak of 410 nm. Moreover, they could change to another color when they were adjusted by acid and alkaline solution.

The potential uses in terms of pH-indicator such as the application for fish of a food spoilage indicator is recommended.

References

- 1) Restuccia, D., Spizzirri, G., Parisi, O.I., Cirillo, G., Curcio, M., Iemma, F., Puoci, F., Vinci, G., and Picci, N. New EU regulation aspects and global market of active and intelligent packaging for food industry applications. *Food Control* (2010); 21: 1425 – 1435.
- 2) Hong, S.-I., and W.-S. Park. Use of color indicators as an active packaging system for evaluating kimchi fermentation. *J. Food Eng.* 46 (2000): 67-72.
- 3) Nopwinyuwong, A., S. Trevanich and P. Suppakul. Development of a novel colorimetric indicator label for monitoring freshness of intermediate-moisture dessert spoilage. *Talanta* 81 (2010): 1126-1132.
- 4) Helmenstine, A.M. Edible pH Indicators Color Chart, (2010); <http://chemistry.about.com/od/acids/base1/ss/Edible-Ph-Indicators-Color-Chart.htm>. [accessed 17 December 2018].
- 5) Tomczak, D.W., and Czapski, J. Colour changes of preparation from red cabbage during storage in a model system. *Food Chemistry* (2007); 104: 709-714.
- 6) Borkowski, T., Szymusiak, H., Gliszczynska-Swiglo, A., and Tyrakowska, B. The effect of 3-O- β -glucosylation on structural transformations of

anthocyanidins. *Food Research International* (2005); 38: 1031-1037.

7) pH Indicators, (2019); https://en.wikipedia.org/wiki/PH_indicator. [accessed 12 March 2019].

8) Gill, A.O. and C.O. Gill. Preservative packaging for fresh meats, poultry and fin fish. (2005). pp. 204-226. *In* J.H. Han. ed. *Innovations in Food Packaging*. Elsevier Academic Press, London.

THE INFLUENCE OF INK-FILM THICKNESS OF SCREEN PRINTING TO THE DEFECTIVE RECOGNITION

Akaradet Tongawang

Faculty of Mass Communication Technology, Rajamangala
University of Technology Thanyaburi, Thailand

Chanprapha Phuangsuwan

Color Research Center, RMUTT, Thailand

Keywords: Defective, Ink-film thickness, Screen printing, Recognition, Color difference

1. Introduction

Nowadays, there has been an increased encouragement for the visual impairment disabled people. Braille writing system is one of the ways the visual impairment disabled people use to communicate with normal people, thus this research has an objective to study the influence of the thickness of the Screen ink on the perceptive capability of the visual impairment disabled people. Moreover, this research also aims to manufacture the screen system printing media for them, by running a printing test on 4 different types of texture, ink-film thickness, specification fabric number 36T and a glue layer thickness of 10, 20 and 30 μm baked at temperatures of 100, 120 and 140 $^{\circ}\text{C}$ and then measured for thickness. We also checked the quality of printed after heating by color difference value.

2. Experiment

We selected 8 Thai letters, ก, ค, ง, ช, ต, ป, ม and ฮ to design the stimulus (shown in Fig. 1). The screen printing was used to print the letter stimulus with V shape of squeegee and the screen fabric was nylon no. 36T. The embossing ink of black color was used to print on the substrate. Three different of thickness emulsion was 10, 20 and 30 μm to control the thickness of ink on the substrate. After printing the ink needs to pass by the heater with 3 differences of temperatures; 100, 120 and 140 $^{\circ}\text{C}$ to make the ink embossing. The printed was standard properties checked such as rub resistance test and color difference ΔE^*ab .

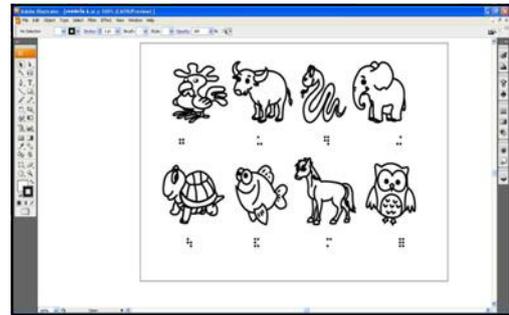


Figure 1. Artwork of stimulus.

Procedure of touching recognition

Six defectives of elementary school grade participated for checking on the stimulus by touching and answer the character of those letters.

3. Results and discussion

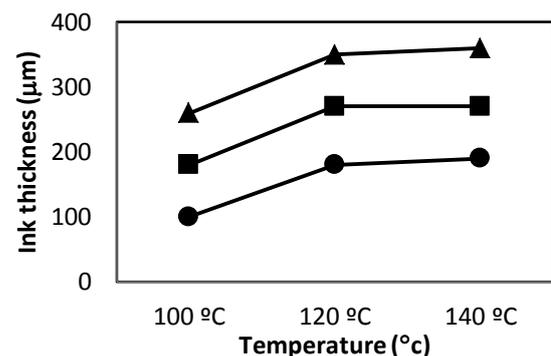


Figure 2. Thickness of ink under different temperatures of heating.

Figure 2 showed the thickness of ink printed through the different of screen emulsion at 10 (●), 20 (■) and 30 (▲) microns. The result showed that the thickness of ink was

related to the thickness of screen emulsion and temperature. At the 30 μm of screen emulsion gave the highest ink thickness in all heating temperatures. However,

the thickness of ink at 120 and 140°C showed almost same in ink thickness that means the heating temperature at 120°C was almost the limit of ink embossing reactive.

Figure 3 showed the result of rub resistance

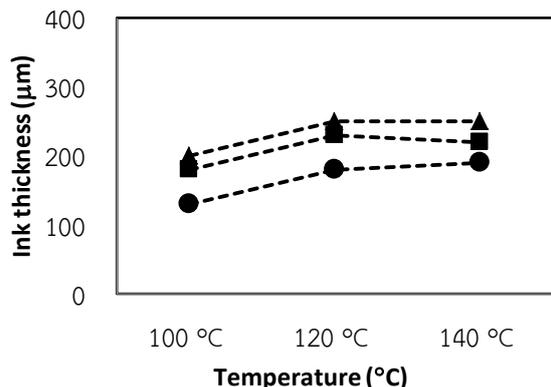


Figure 3. Rub resistance test.

test at 1,000 times of scrub. The highest thickness of ink showed decreasing of thickness more than others. Table 1 showed the color measurement of ink before and after heating. We can see the color difference ΔE^*ab and effect of heating showed huge value of ΔE^*ab at 10.87 under 140°C and thickness at 10μm.

Table 1. Measurement of color ink on substrate before and after heating.

Ink Thickness	100°C			120°C			140°C			No heat		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
10μm	30.87	5.86	-22.74	31.35	5.55	-21.13	32.37	5.23	-24.71	27.86	6.08	-23.87
20μm	28.18	5.75	-22.72	29.45	5.65	-21.95	30.81	5.09	-22.59	28.35	6.22	-24.18
30μm	29.28	5.73	-23.09	28.26	5.74	-23.63	31.19	5.20	-23.42	28.41	6.26	-24.21

Table 2. Color difference ΔE^*ab .

Temperature	10μm	20μm	30μm
100°C	5.20	1.18	1.14
120°C	9.99	3.19	0.16
140°C	10.87	5.67	6.03

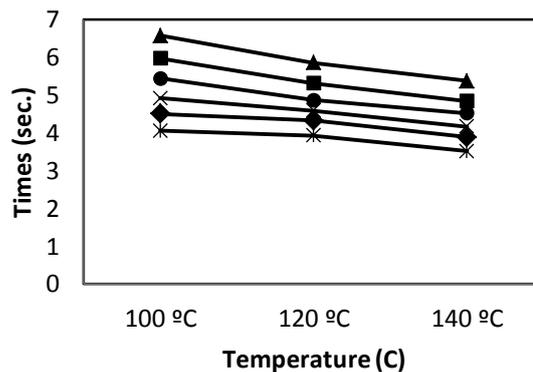


Figure 4. Touching recognition results.

Figure 4 showed the results of touching recognition by measuring the time of correcting answer the letters. The result showed that the highest thickness of stimulus given the quick recognition of defective students.



Figure 5. The stimulus for testing touching recognition.

References

- 1) Pansuwan, S. (1995). Reading and writing of Braille. Bangkok, 1-25.
- 2) Kulsirisawad, C. (1999). Printing materials. SukothaiThumatirat, Nothaburi, 2nd edition, 443-507.

USED OF COLOR FILERS TO SIMULATE A HEALTHY SKIN APPEARANCE FOR PHOTOGRAPHY

Chanida Saksirikosol Department of Advertising and Public Relations Technology, RMUTT, Thailand
 Ladinpat Artsawameathawong Department of Advertising and Public Relations Technology, RMUTT, Thailand
 Ploy Srisuro Department of Advertising and Public Relations Technology, RMUTT, Thailand
 Chanprapha Phuangsuan Color Research Center, RMUTT, Thailand

Keywords: Color filters, Healthy Skin, Photography, Appearance

1. Introduction

Nowadays, the beauty products are very popular because people are taking good care of themselves in order to always look good. Having been launched to the market, various beauty products, both small and large companies, are available for sale

The advertising can increase the opportunities to make the product well-known. The important factor that make the advertising attract the audience is the photographs.

In order to produce the photographs for advertising, the products and models need to look good to promote the product and grab the customer's attention especially the beauty products. In addition to the products, the model also plays an important role to create the credibility for the product.

Generally, when photographing the models for advertising, the model must have healthy skin in order to show the effectiveness of the product.

In the shooting process, lighting is an important part that affects a photo both color and quality. The color of the photo reflects on healthy skin. This research aimed to study the influence of colored filters to stimulate a healthy skin appearance for photography by using colored filters, as shown in Figure 1, for photographing the dark skin model.

2. Method

For the shooting process, the direction of the main light was set at the slightly front of the model and the fill light was at the opposite of the main light as shown in Figure 2. Then, 20 colored filters which were in pink and brown tone were alternately used when shooting the photos.

The model was in dark skin tone with the value of CIELAB (44.07 a*16.68 b*19.26)

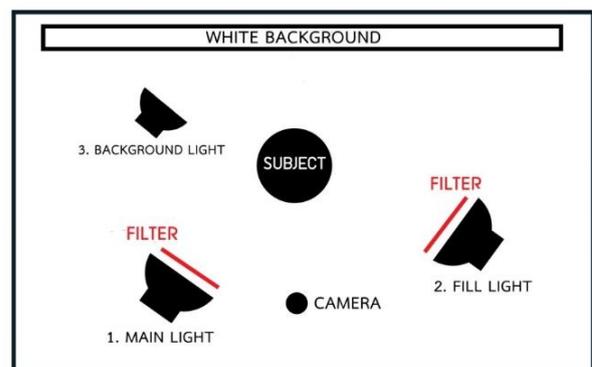


Figure 2 Plan Lighting

In the control room where the room illuminance kept constant at 300 lux, the photographs, one by one, were shown to 30 subjects through 27-inch EIZO monitor at the distance of 40 cm. Then, the subjects evaluated the photographs that display healthy skin and answered the Semantic Different Scale 7.



Figure 1 The 20 Color Filters

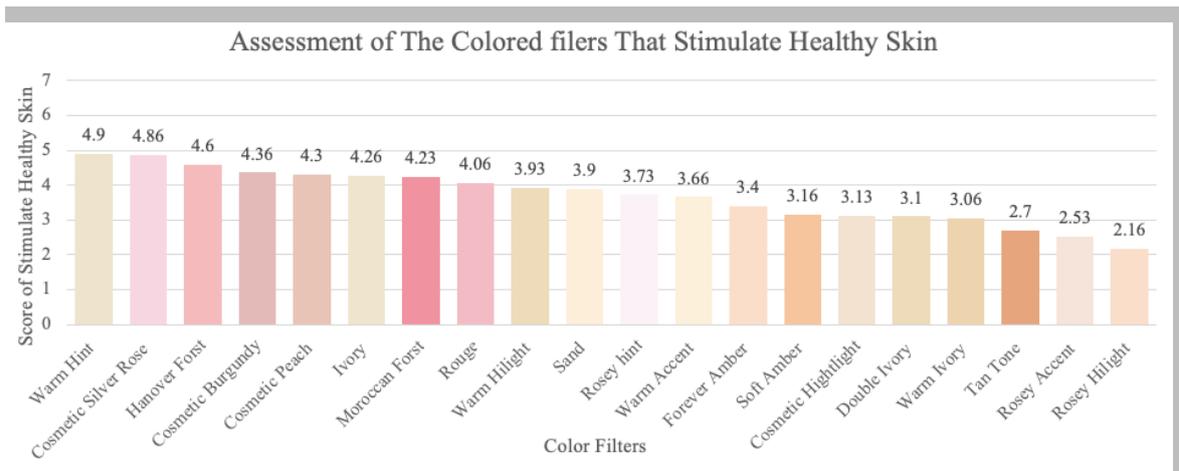


Figure 3 Assessment of The Colored Filters that Stimulate Healthy Skin

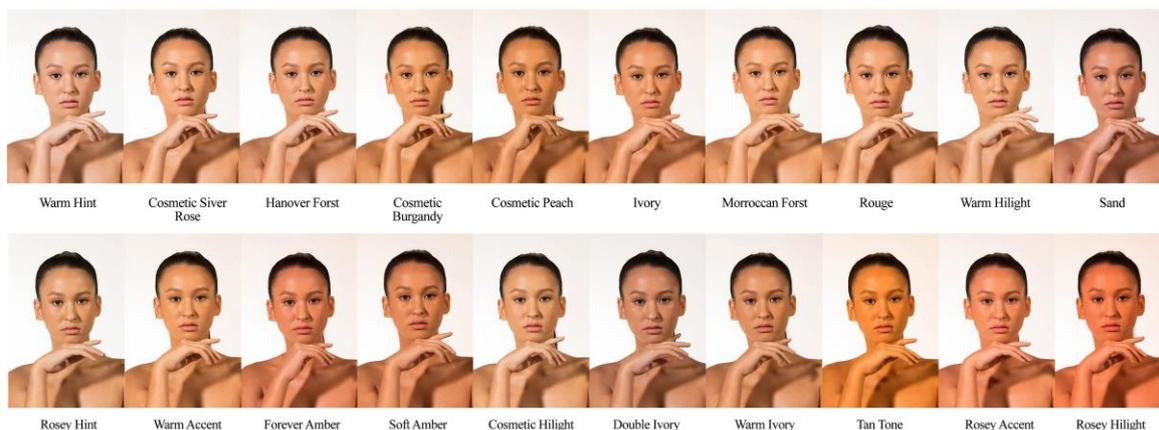


Figure 4 The Sample of Colored Filters Photographs

3. Result

For the evaluation result, the colored filters that made the model’s skin healthy were Warm Hint color filter with an average of 4.90, followed by Cosmetic Silver Rose color filter with an average of 4.86, Hanover color filter with an average of 4.60, and Cosmetic Burgundy color filter with an average of 4.36 respectively

4. Conclusion

The study found that when photographing dark skin model, the use of colored filters can help create healthy skin. The pink tone filter got the highest average score. However, brown tone filter was assessed to create an unhealthy skin.

References

- 1) François Giard & Matthieu J. Guillon.)2010(. Beauty or realism: The dimensions of skin from cognitive sciences to computer graphics.
- 2) Elizabeth Hungerford and others.)2013(. Coverage error of commercial skin pigments as compared to human facial skin tones.

THE INFLUENCE OF BACKGROUND COLOR OF SILVER JEWELRY ADVERTISING ON PURCHASING DECISION

Jarunee Jarernros

Department of Advertising and Public Relations Technology,
Faculty of Mass Communication Technology, Rajamangala
University of Technology Thanyaburi, Thailand

Ploy Srisuro

Department of Advertising and Public Relations Technology,
Faculty of Mass Communication Technology, Rajamangala
University of Technology Thanyaburi, Thailand

Chanprapha Phuangsuwan

Color Research Center, Rajamangala University of Technology
Thanyaburi, Thailand

Keywords: Purchasing decision, Silver jewelry advertising, Color background.

1. INTRODUCTION

Silver jewelry has been popular and beautifully worn. It is an accessory that represents an economic and social status. According to the beautiful design reflecting the art of various periods and the fineness of the production, silver jewelry become a relatively high price product. The entrepreneur must concern about the product presentation in order to respond to the needs and motivation of the consumers.

The photographs are necessary for entrepreneurs to create interesting jewelry. Jewelry photography helps promote jewelry in terms of real shape and size. The photograph represents the luxury feeling and stand out of background products so that an audience who has seen a jewelry advertising is interested and have a feeling to own that piece of jewelry. Therefore, jewelry photography mostly focuses on a close-up technique to emphasize the details of the jewelry. Other compositions are not considered. Also, the plain background color is used when photographing the jewelry.

In order to create outstanding and interesting photographs, the photographer focus on choosing the appropriate background color because each background color has an impact on different feeling. For example, red represents luxury and charming. White represents gentle, clean and pure. Black represents dark and sad. Each feeling conveys the message and creates the feeling to the photographs. Moreover, it can identify the quality and the characteristic of the product which stimulate the buying behavior of the customers.

2. METHOD

This research aimed to study the background color that affects the purchasing demand of the jewelry advertising photography. Eight background colors which were 3 additive colors: red, green, blue, 3 subtractive colors: cyan, magenta, yellow, and popular colors which were white and black. The researcher used the following methods:

1. The researcher used 1 piece of silver earring.

2. The researcher set eight background colors which were 3 additive colors: red, green, blue, 3 subtractive colors: cyan, magenta, yellow, and popular colors which were white and black were shown in Table 1.

Table 1. CIE LAB Background Color

Colors	L*	a*	b*
Red	33.85	55.41	22.49
Green	33.10	-26.13	8.75
Blue	23.46	11.98	-38.71
Yellow	83.42	-3.37	70.17
Cyan	52.80	-23.66	-9.66
Magenta	37.41	33.10	-19.86
Black	15.48	0.98	0.33
White	87.57	-0.57	0.96

3. The researcher photographed the silver jewelry by changing the background color. The lighting, the lens, the aperture of the lens, the image size, the camera angle and the composition for all images were controlled to be the same were shown in Figure 1.



Figure 1. Example of the silver jewelry photo used in the study

4. The photographs were shown to thirty subjects who were working females to assess the feelings toward the silver accessories photographs. By answering the questionnaires, the subjects saw the photos on 21.5 inch Apple computer. The color values of silver jewelry through the computer screen were shown in Table 2.

Table 2. Color values of silver jewelry through computer screen

Color	Red	Green	Blue	Cyan	Magenta	Yellow	White	Black
Y	24.67	19.23	3.08	74.13	15.97	187	186	0.38
X	0.60	0.24	0.20	0.23	0.34	0.38	0.31	0.20
y	0.33	0.37	0.17	0.30	0.21	0.42	0.33	0.42

Using the Semantic Differential Scale, the scale was divided into 5 levels and used the following adjectives:

- Expensive..... Inexpensive
- Real..... Fake
- Purchase Do not purchase

3. RESULTS

The result of the study of the background color that affects the purchasing demand of the jewelry advertising photography was as the following.

1. The result of the study of the background color that affects the price of the jewelry was shown as Chart1.

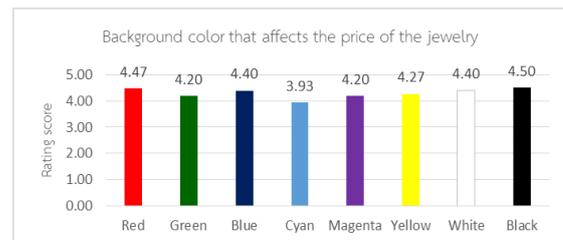


Chart 1. Shows result Background color that affects the price of the jewelry

According to the chart, the background color that affects the price of the jewelry the most was black, followed by red. According to the color psychology, this might be because black creates luxury, charming and passionate feeling. It is the classic color that creates the value to the product when the customer saw the advertising.

2. The result of the study of the background color that affects the reality of the jewelry was shown as Chart 2.

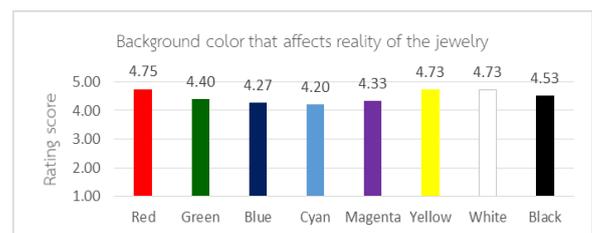


Chart 2. Shows result Background color that affects reality of the jewelry

According to the chart, the background color that affects the reality of the jewelry the most was red, followed by yellow and white. This might be because red is bright and fresh and popular to create an accessory. The audience got used to the sense of the reality of the jewelry. Moreover, yellow and white are bright and made the jewelry shiny like a real product.

3. The result of the study of the background color that affects the purchasing demand of the jewelry was shown as Chart 3.

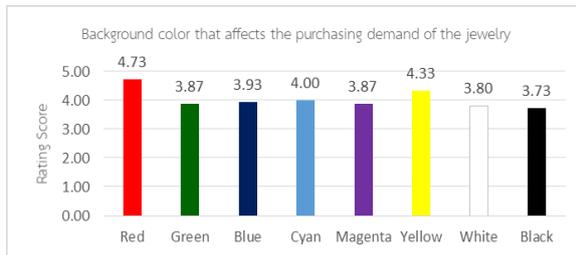


Chart 3. Shows result Background color that affects the purchasing demand of the jewelry

According to the chart, the background color that affects the purchasing demand of the jewelry the most was red, followed by yellow. This might be because red is bright and vivid and can create outstanding and interesting jewelry. Yellow is lively that can enhance the brightness of the jewelry so that the customer wanted to buy the jewelry. For black color, it represented the luxury and valuable feeling. However, it affected the purchasing demand of the jewelry the latest. It might be because black not only created the luxury feeling but also created the mysterious and dull feeling which were the negative feeling. Therefore, the customers did not want to buy the product.

4. CONCLUSIONS

The study found that the background color affecting the real of the jewelry and the purchasing decision the most was red, followed by yellow. It might be because the red background creates the brightness of the jewelry, make the product real and always used to present the jewelry. Therefore, the customers get used to a product and make a purchase. Yellow background makes the jewelry shiny and makes the product real in accordance with the jewelry characteristics. Black background affects the price of the product but does not create the purchasing decision. This might be because, in color psychology, black represents charming and is the classic color. However, when using as a background color, black fabric absorbed light and made the photograph without dimension. The jewelry is not bright and standing out of the background. The overall product is not interesting. In terms of color psychology, black color not only created the luxury feeling but also created the mysterious and dull feeling which were the negative feeling. Therefore, the customers did not want to buy the product.

REFERENCES

- 1) Akenaron Bangtamai and Wirot Jearawacharamonkol (2015). Composition for Photography. IDC Premier company.Nontaburi
- 2) Ashe,T.P(2014).Color management & Quality output. Bulington, MA : Focal Press.
- 3) Zagia.R.D and Page, D.A (2011).Photographic composition.Bulington, MA : Elsevier.

少数色覚者の美的感覚

Beauty sense of Protan and Deutan

市原恭代 Yasuyo G. Ichihara 工学院大学
坂本 隆 Takashi Sakamoto 産業総合研究所

Kogakuin University
National Institute of Advanced Industrial
Science and Technology

Keywords: 色覚、2色覚、Protan, Deutan, 美的感覚

1. はじめに

少数派色覚者は一般色覚者(ここでは石原表をパスする者とする)と色の見え方が大きく異なる。そのため、一般色覚者が「綺麗」、「美しい」と感じるものが理解できないという事例[1]は多々起きる。しかし、少数派色覚者が描いた絵を一般色覚者が「綺麗」、「美しい」と感じることもある。[2]このように、一般色覚者と色の見え方は大きく異なるものの少数派色覚者には、彼ら独自の美的感覚があると予想される。

一方、画像や色見本を見て受ける印象には、構成色、配置形式、構図や面積比、描かれているもの等の要因が影響を与えていると言われている。[3]

須藤ら[4]は配置形式、構成色、面積比に着目しつつ4色配色における色面構成の類似性の要素の考察において、配置形式、構成色、面積比の3要因が色面構成の印象や類似性に与える影響が大きいとしている。これらの研究結果から配置形式、構成色、面積比が印象に影響を与える要因であると示唆されている。しかし、上記の実験は一般色覚者のみの結果であり、少数派色覚者においても同様の結果が得られるかは考えられていない。そこで本研究では、これらの研究を参考に4色配色によるデザイン作成を行い、配置形式、構成色、面積比の3要素に着目して分析を実施した。

2. 研究目的

本論文の目的は少数派色覚者(Protan, Deutan)の美的感覚に着目し、少数派色覚者の色の嗜好性において共通点や特徴が存在するか調査することである。本研究では、4色配色によるデザイン作成を行い、配置形式、構成色、面積比の3要素に着目して分析を実施した

3. 実験方法

3.1 被験者

被験者は、1型2色覚者が10名、2型2色覚者が11名の計21名で行った。

3.2 実験手順

Adobe Illustrator を使用して16個の正方形からなる正方形(120mm×120mm)を作成した後、16個の正方形を1グループ4つ(計4グループ)に分類し被験者に呈示した(図1)。各グループを自由な4色を選び塗り分けた後、Illustratorの「パスの変形」機能を使い正方形を任意の形に変形を行った。刺激画像は、昼光色の蛍光灯が点灯するオフィス空間において、Windows7のPCに接続された液晶ディスプレイを用いて被験者に呈示した

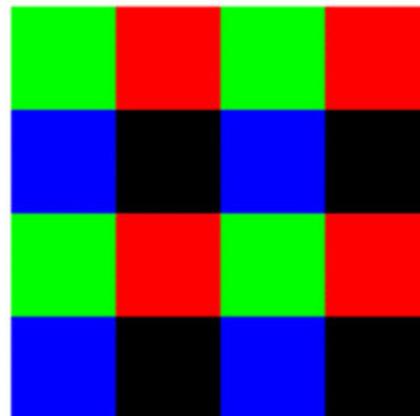


図1: 提示した正方形(120mm×120mm)

4. 実験結果

・混同色線について

少数派色覚者は、 xy 式度図上の「混同色線」と呼ばれる直線上に位置する色同士の区別がつかない。また、混同色線は1型、2型色覚者でそれぞれ異なる。

・1型2色覚の実権結果

図2は1型2色覚被験者Fが作成したデザインであり、図3はその使用色を Yxy グラフ上に表示したものである(白線は1型2色覚の混同色線)。図3を見ると1型2色覚の混同色線を外れるように4色を選択していることがわかる。これは1型2色覚被験者の色選択において最も多く見られる傾向であった。このことから1型2色覚被験者全体の傾向として混同色線を避けた配色を行う傾向があると言える。

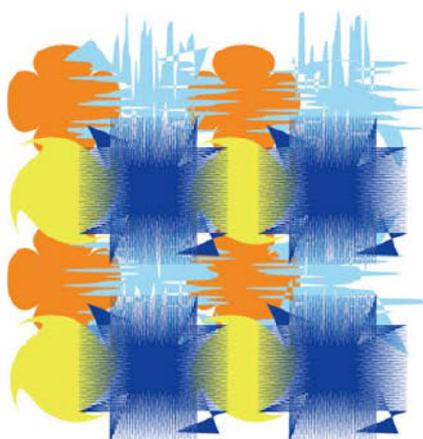


図 2 : 1 型 2 色覚被験者 F のデザイン

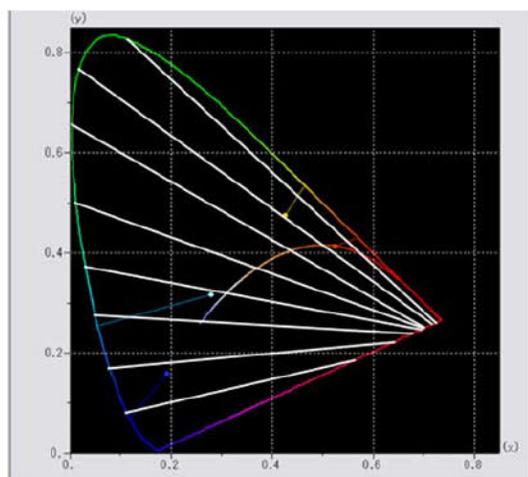


図 3 : 1 型 2 色覚被験者 F の Yxy グラフ

2 型 2 色覚

図 6 は 2 型 2 色覚被験者 Y の作成したデザインであり, 図 7 はその使用色を Yxy グラフに表示したものである(白線は 2 型 2 色覚の混同色線). 図 7 を見ると 2 型 2 色覚被験者においても 1 型 2 色覚被験者と同様に混同色線を外れるように色選択を行っていることがわかる. この傾向は 2 型 2 色覚被験者全体に見られる傾向であり, このことから少数派色覚者の色選択において, 混同色線を外れるよう配色を行う傾向があると考えられる.

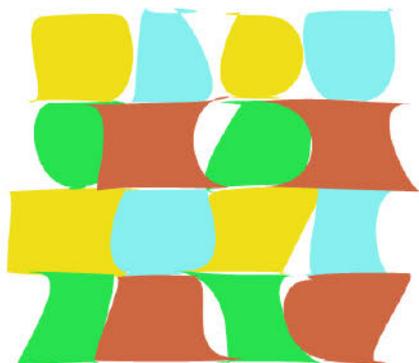


図 4 : 2 型 2 色覚被験者 Y のデザイン

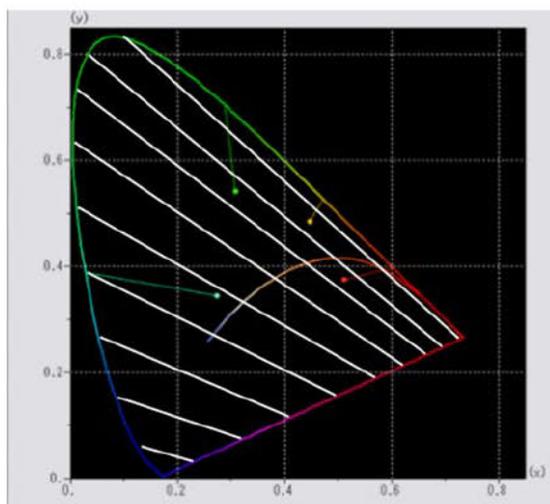


図 5 : 2 型 2 色覚被験者 Y の Yxy グラフ

5. 結論

本研究では少数派色覚者(Protan, Deutan)の美的感覚に着目し, 少数派色覚者の色の嗜好性において共通点や特徴が存在するかを 4 色配色によるデザイン作成を行い, 配置形式, 構成色, 面積比の 3 要素に着目して分析を行うとここで調査した. 結果として配置形式, 面積比に関しては特徴的な傾向はみられなかった. しかし, 構成色の選択において混同色線を外れるように色選択を行うという特徴があることが判明した. 配色作品はどれも対照色相もしくは類似色相で構成されており, 明度差もあって美度の高いものであった. 一般色覚者と少数派色覚者は大きく色覚が異なるが, 本実験の結果から少数派色覚者の配色に特徴的な傾向があるものの, 両者の間に美的感覚の良し悪しは存在しないと考えられる.

参考文献

- [1] 伊賀公一, “色弱が世界を変える-カラーユニバーサルデザイン最前線-”, pp. 55-56, 太田出版, 2011
- [2] 増田寛次郎, 深見嘉一郎, “色覚異常-眼科オピニオン-”, pp. 65-66, 中山書店, 1998
- [3] 吉田麗弥, “配色の〈面白さ〉に関する研究-配置・面積比・構成色の効果について-”, 日本色彩学会誌 volume26, 2002
- [4] 須藤麻美, 市原恭代, “4 色配色における類似性の研究-色面, 形(構成), 色選択のうち類似性の順位がより高いものは何か-”, 日本色彩学会視覚情報基礎研究会第 14 回研究発表会 論文集, 2012

2色覚の記憶色再生

Memory Colors in Dichromats

須長正治
清水郁哉
天野夏希
佐藤雅之

Shoji Sunaga
Ikuya Shimizu
Natsuki Amano
Masayuki Sato

九州大学大学院
北九州市立大学
北九州市立大学
北九州市立大学大学院

Kyushu University
University of Kitakyushu
University of Kitakyushu
University of Kitakyushu

Keywords: 2色覚, 記憶色, 自然物.

1. はじめに

2色覚には、混同色と呼ばれる見分けられない色の組み合わせがある。この混同色は、2色覚が2種類の錐体しか持たないことから解釈することができる¹⁾。しかしながら、1型2色覚または2型2色覚は、混同色であっても、比較的大きい刺激を長時間観察すると、3色覚と類似した色名応答をすることができる²⁾。すなわち、2色覚の色弁別特性と色名応答の間に乖離があり、2色覚の色覚特性には、まだわかっていないことが多く存在する。

2色覚が普段の生活の中で眼にする自然物の色に対して、どのような記憶色を持つのか評価した。

2. 方法

2.1 実験参加者

3色覚8名、表現型の2型2色覚3名が実験に参加した。実験参加者の色覚特性は、パネル D-15 色覚テストにより分類された。

2.2 記憶色再生対象自然物

記憶色の再生対象の自然物には、キャベツ、バナナ、にんじん、トマトの4種類を用いた。これらの自然物は、緑、黄、橙、赤と1型2色覚や2型2色覚が混同しやすい色をしており、1型2色覚や2型2色覚の記憶色を評価するのに適した自然物であるとみなせる。分光測色計(CM-600d, KonicaMinolta)により測定したこれらの実物の色度およびルミナンスファクタを図1と表1に示す。この際、色度およびルミナンスファクタの計算に用いた照明光の分光分布を CIE D65 の標準の光とした。

2.3 実験装置および記憶色再生刺激

実験装置として、パーソナルコンピュータによって制御した 24 インチ液晶ディスプレイ(ColorEdge CX241, EIZO)を用いた。実験参加者には、一辺が 0.8 度または 8 度の色パッチをグ

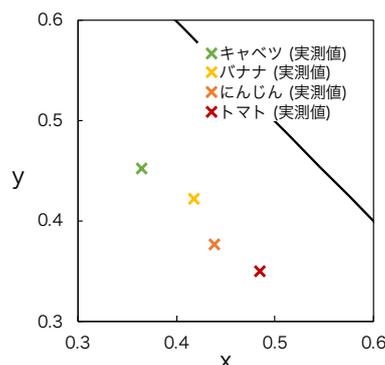


図1 記憶色再生対象の自然物の CIE_{xy} 色度

表1 記憶色再生対象の自然物の CIE_{xy} 色度とルミナンスファクタ

自然物	x	y	Y
キャベツ	0.365	0.452	28.91
バナナ	0.417	0.422	41.88
にんじん	0.438	0.377	25.42
トマト	0.485	0.350	12.04

ー背景上に呈示した。

2.4 手続き

実験参加者は、グレー背景順応後に実験を開始した。実験が開始されると、グレー背景上に自然物の名称が呈示された。実験参加者の課題は、パーソナルコンピュータに接続されたゲームコントローラを操作することで、色パッチの色度と輝度を調整し、呈示された自然物名の記憶色を再生することであった。キャベツ、バナナ、にんじん、トマトの自然物の名称はランダムに呈示され、各被験者は、各自然物に対し、8試行の記憶色再生を行った。この際、記憶色再生の時間を制限することはなかった。

3. 結果および考察

図2および図3に、3色覚と2型2色覚の記憶色再生結果を CIE_{xy} 色度図にて示す。図2、図3とも、横方向のパネルの違いは、実験参加者の違いであり、上のパネルは、0.8 度の色パッチを用いた際の結果、下のパネルは、8 度の色パッチを

用いたときの結果である。各パネルにて、4種類の自然物の8試行の記憶色再生の結果は、色およびシンボルの違いによって表され、それらの平均

を一回り大きいシンボルによって示されている。さらに、8試行の記憶色再生結果のばらつきから95%確率楕円を算出し、その楕円境界も示した。

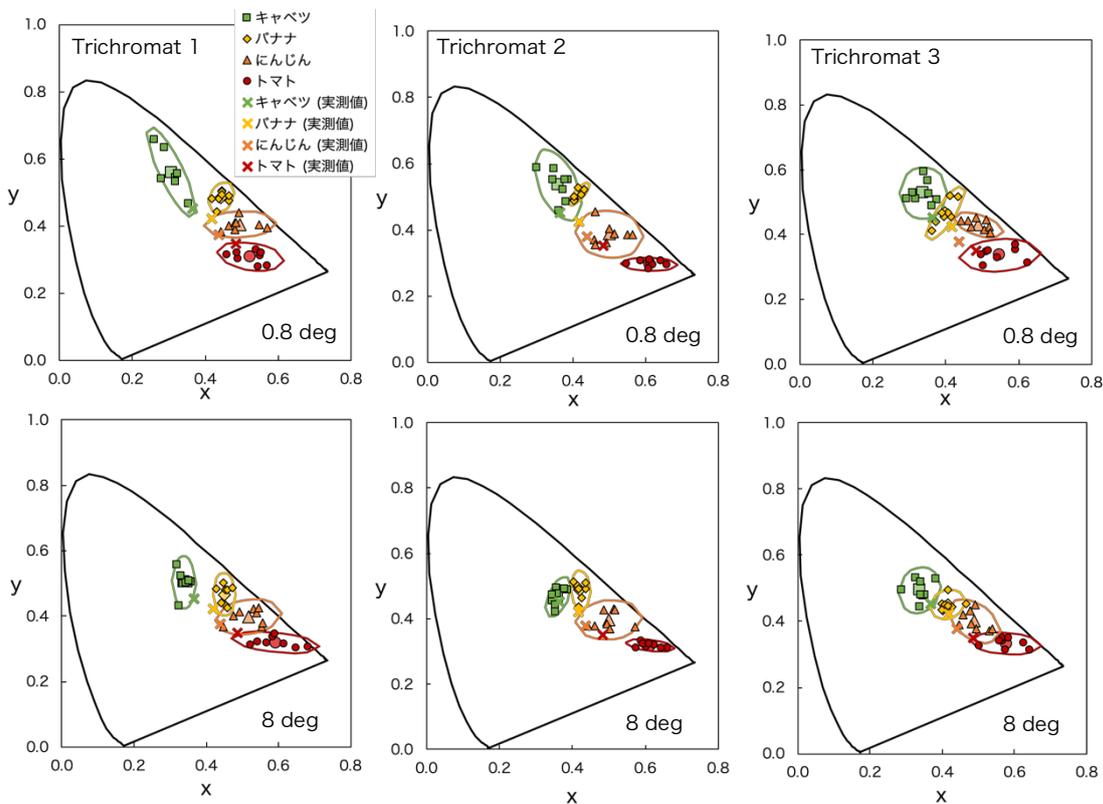


図2 3色覚の自然物の記憶色のCIExy色度

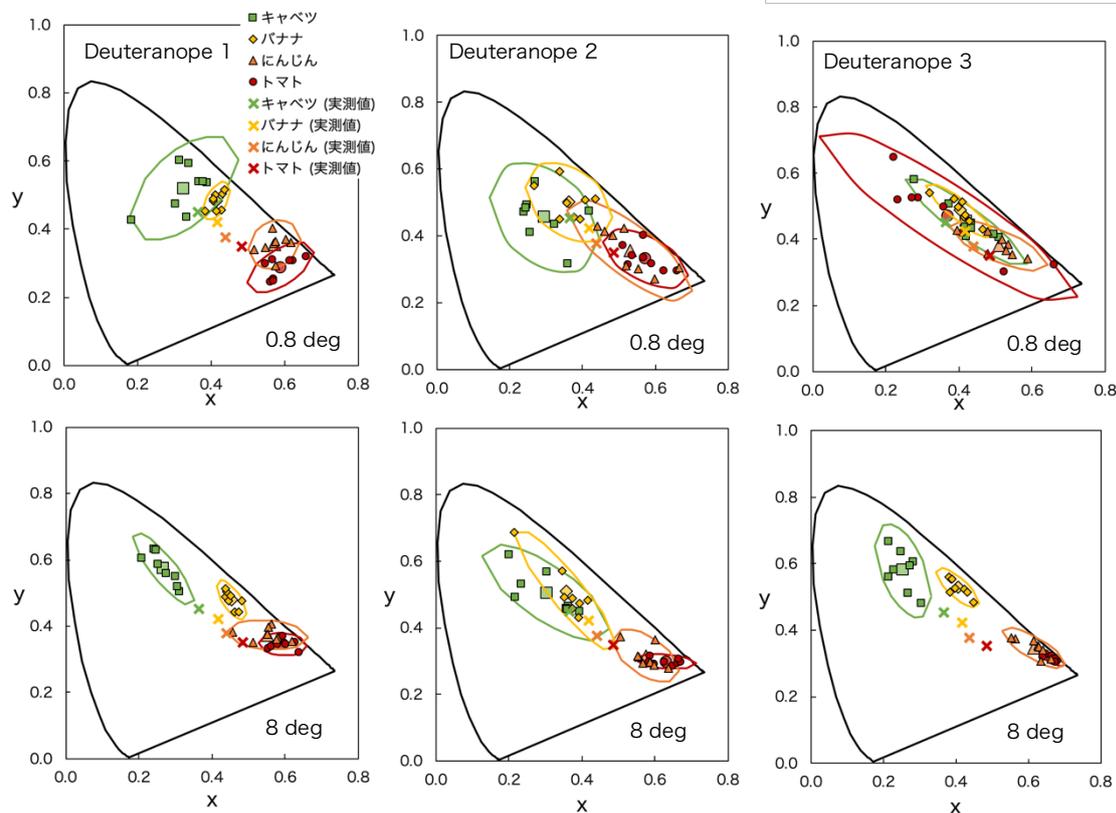


図3 2型2色覚の自然物の記憶色のCIExy色度

また、比較のため、図1に示した実際の自然物の測色結果も示した。

図2の3色覚の記憶色の結果は、Bartlesonが測定した記憶色の推移傾向³⁾と一致し、実物の色よりも彩度の高い色として記憶されることが本実験でも確認され、キャベツでは、より緑の方向にシフトしていることも観察された。また、4種類の自然物の記憶色は、色度図上でも分離され、色度の重なりがほとんど認められない。さらに、95%確率楕円の長軸方向は、彩度方向とほぼ一致した。このことから、彩度方向よりも色相方向にて、高い確度で記憶色を再生することができることを示唆する。また、0.8度の色パッチと8度の色パッチの条件を比較すると、その平均色度はほぼ一致し、さらに、8度の色パッチでのばらつきが小さくなっていることがわかる。すなわち、大きい刺激にて高い精度で記憶色再生の課題を行うことができることを意味する。なお、図2に結果を示していない、残りの3名の3色覚の結果も同様の傾向を示した。

一方、図3の2型2色覚の結果を見ると、0.8度の色パッチと8度の色パッチとで、大きく傾向が異なることがわかる。0.8度の色パッチの95%確率楕円は大きく、どの自然物の確率楕円も、少なくとも1種類以上の他の自然物の95%確率楕円と重なっており、その長軸あるいは短軸は、2型2色覚の混同色線方向と一致した。しかし、8度の色パッチの95%確率楕円は3色覚の結果と比較すると、そのサイズは大きいものの、ある程度局在し、その記憶色の平均色度は、3色覚と大きく変わらなかった。すなわち、8度の色パッチであれば、3色覚同様、2型2色覚のキャベツの記憶色は2色覚にとっての緑であり、トマトの記憶色は2色覚にとっての赤であるといえる。

先に述べたように、0.8度の色パッチに対する2型2色覚の記憶色再生結果は、混同色方向に沿ってばらつき、自然物体間の記憶色の色度はオーバーラップした。このことは、再生した記憶色再生に用いた刺激の色の見えが、不安定であったことを意味すると思われる。例えば、2色覚シミュレーションが示すように、もし、この領域の色が安定して、主波長575 nmの黄色として見えている⁴⁾のであれば、キャベツの緑やトマトの赤の記憶色とは異なるため、2色覚は、「記憶色が再生できない」と報告すると予測される。しかし、本実験では、どの2型2色覚の実験参加者もそのような報告をしなかった。すなわち、0.8度の色パッチでは、色の見えが不安定であり、記憶色再生

の色パッチが、時には2色覚にとっての緑に、また、ある時には2色覚にとっての赤に見えたという可能性を示唆する。

また、8度の色パッチでの2型2色覚の記憶色は、3色覚同様、高彩度方向へ推移する傾向を示した。このことから、2色覚でも、3色覚と類似した記憶色メカニズムを持つことが明らかになった。

4. おわりに

本研究では、2型2色覚の記憶色を再生法により評価した。その結果、8度の色パッチを用いた場合、3色覚と類似した記憶色を再生できることが明らかになった。しかし、0.8度の色パッチでは、記憶色はばらつき安定しなかった。このことは、小さな刺激では、2色覚の色の見えが安定しないことを意味する。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費課題番号 17H00809 (基盤 A)の助成を受けて行われた。

参考文献

- 1) 太田安雄, 清水金郎. 色覚と色覚異常: これだけは知っておきたい理論と実際. 金原出版, 1999.
- 2) Montag, Ethan D., Surface Color Naming in Dichromats, *Vision Research*, 1994, vol.34, no.16, pp.2137-2151.
- 3) Bartleson, C. J., Memory Colors of Familiar Objects. *Journal of Optical Society of America*. 1960, vol.50, no.1, pp.73-77.
- 4) Brettel, Hans ; Viènot, Françoise ; Mollon, John D., Computerized Simulation of Color Appearance for Dichromats. *Journal of Optical Society of America A*. 1997, vol.14, no.10, pp.2647-2655.

広色域ディスプレイの多原色化による異常3色覚の オブザーバメタメリズム軽減シミュレーション

A Simulation Study of Reducing Observer Metamerism for Anomalous Trichromats by Multi-channel of Wide Color Gamut Display

桂 重仁 Shigehito Katsura 九州大学大学院
須長 正治 Shoji Sunaga 九州大学大学院
矢口 博久 Hirohisa Yaguchi 千葉大学

Kyushu University
Kyushu University
Chiba University

Keywords: 異常3色覚, 広色域ディスプレイ, 多原色ディスプレイ, オブザーバメタメリズム, シミュレーション

1. はじめに

映像表示機器は、ここ数十年で大きく変化してきた。モノクロからカラーになり、さらに CRT から LCD に表示方法が変化したことにより、表示できる色域が広がった。次世代の国際規格においても、さらに広色域な規格となっており、この広色域化の流れは加速していくことが予想される¹⁾。

映像表示機器において広色域を実現するためには、原色を狭帯域化する必要がある。しかし、原色を狭帯域化することによる弊害にオブザーバメタメリズムがある。オブザーバメタメリズムとは、測色的色再現では、標準観測者の等色関数に基づく色再現がされているため、個人差がある実際の観測者の等色関数では、等色が成立するとは限らない現象のことである。Ramanath は、ディスプレイの原色が狭帯域である場合、オブザーバメタメリズムが顕著にあらわれることを報告した²⁾。さらに、須長らは、標準観測者の等色関

数と大きく異なる等色関数をもつ異常3色覚は、狭帯域の原色による広色域ディスプレイにおいて、オブザーバメタメリズムが顕著に現れることを示した³⁾。また、この現象は色覚異常に限ったことではない。Yaguchi らは、加齢による錐体感度の変化によりオブザーバメタメリズムが現れることを報告した⁴⁾。つまり、広色域ディスプレイでは、色の見えの個人差が今まで以上に問題になることが懸念される。

オブザーバメタメリズムを軽減する方法として、広帯域原色の使用が挙げられるが、当然色域は狭くなってしまう。広色域とオブザーバメタメリズムの軽減を両立させる方法として、多原色化が考えられる⁵⁾。本研究では、存在割合の多い2型異常3色覚に着目し、ディスプレイを多原色化することで、広色域を維持しつつオブザーバメタメリズムを軽減できることをシミュレーションにより確かめ、軽減するに適切な原色数とその波長を明らかにすることを目的とした。

2. 多原色化シミュレーション

シミュレーションをするにあたり、原色、観察者、テスト色は次のように定めた。

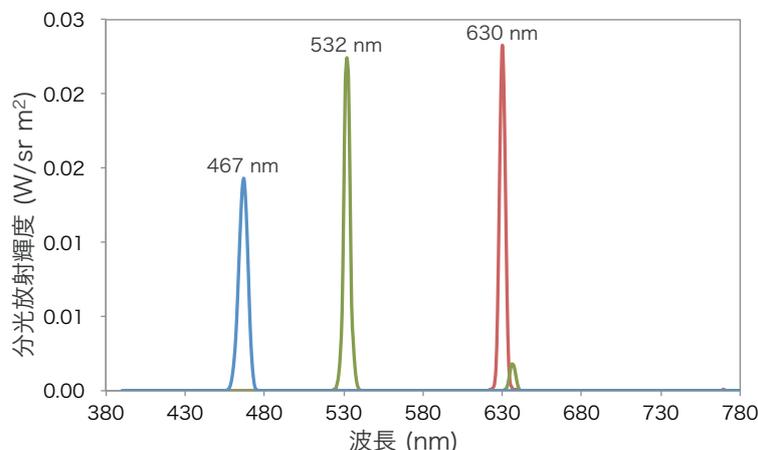


図1 原色の分光分布

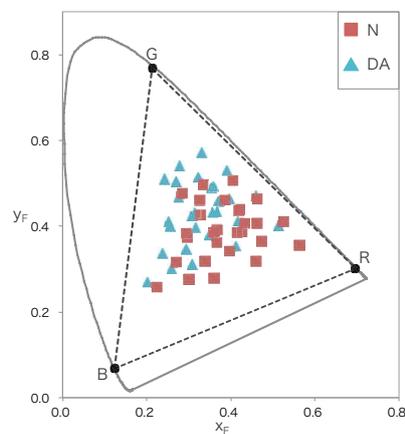


図2 色域とテスト色の各色覚の色度

原色の分光分布は、レーザテレビ (LASERVUE 75-LT1, 三菱電機) の各原色の分光分布を用いた。このとき、RGB 各原色のピーク波長は、ITU-R の BT.2100 規格で定められた波長に一致させた¹⁾。それぞれの波長は、630 nm (R), 532 nm (G), 467 nm (B) であった。図1に原色の分光分布、図2に原色の CIE_{x_Fy_F} 色度座標を示す。

観察者には、Yaguchi らの色覚モデルを用い、2型異常3色覚を想定した⁶⁾。図3に、2型異常3色覚の色覚モデルの錐体感度関数を示す。

テスト色としてマンセル表色系の管理色票から27色を用いた。図2にテスト色の CIE_{x_Fy_F} 色度座標 (N) を示す。また、2型異常3色覚モデルを適用した場合のテスト色の色度座標 (DA) も示す。この2つの色度間における差が、オブザーバメタメリズムとして現れる。

追加する原色は最大3色、つまり4原色から6原色を想定しシミュレーションした。テスト色 *i* における L 錐体刺激値は次式により求められる。

$$\int E_i(\lambda) \bar{l}(\lambda) d\lambda = R_i \int E_R(\lambda) \bar{l}(\lambda) d\lambda + G_i \int E_G(\lambda) \bar{l}(\lambda) d\lambda + B_i \int E_B(\lambda) \bar{l}(\lambda) d\lambda + P_i \int E_P(\lambda) \bar{l}(\lambda) d\lambda + \dots \quad (1)$$

$E(\lambda)$ は原色の分光分布、 R_i, G_i, B_i, P_i は原色の強度、 \bar{l} は錐体基本関数を表している。この計算を LMS それぞれについて求める。また、3色覚の錐体基本関数 \bar{m} を 2型異常3色覚の錐体基本関数 \bar{m}' に置き換えることで、異常3色覚の刺激値を求める。

3色覚と2型異常3色覚にて、各原色の強度を求めた後、色覚間における各色の色差 ΔE_{ab}^* を求めた。全27色の色差の総和が最小となるように追加する原色の波長を最適化した。このとき、各原色の強度が負とならないように、拘束条件を設

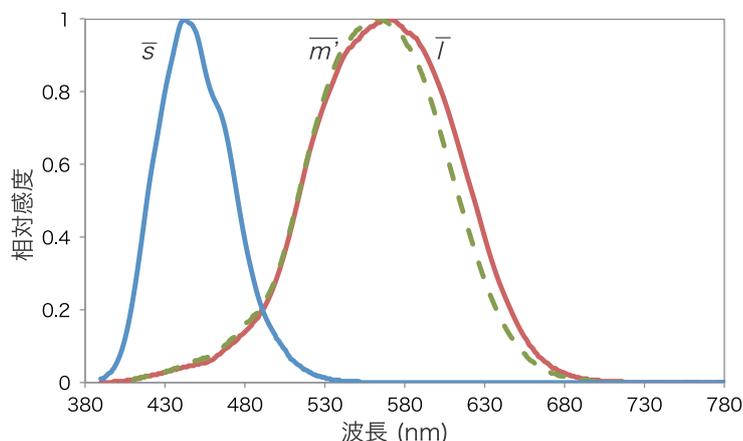


図3 2型異常3色覚モデルの錐体基本

表1 多原色としたときの原色の波長と色差変化

	3原色	4原色	5原色	6原色
Red	630 nm			
Green	532 nm			
Blue	467 nm			
P1		612 nm	600 nm	598 nm
P2			548 nm	545 nm
P3				471 nm
最大色差	37.94	24.70	4.09	4.67
最小色差	9.43	5.73	0.02	0.00
平均色差	24.70	15.31	1.74	1.68

定した。また、最初に追加する原色の波長を決定することで、各原色の強度が一元的に決められるように計算した。

3. 結果と考察

表1に追加した原色の波長と最大色差、最小色差、平均色差を示す。表1から、3原色から4原色、5原色と原色の数が増えることで、27色の平均色差が24.7から15.3、1.7に大きく減少したことがわかる。しかし、5原色から6原色に原色数を増やしても、平均色差は0.06しか減少せず、原色追加の効果は無いことがわかる。また、追加した原色のピーク波長は、RGB各原色のピーク波長と比較的近い波長となっており、さらに、5原色ではRG間の波長に原色が追加されている。これは、M錐体の感度ピークがL錐体側にシフトしている2型異常3色覚では、RとGの近傍の波長光の強度がより必要であったためと考えられる。

図4に5原色としたときの色域とテスト色の CIE_{x_Fy_F} 色度座標を示す。図2と比較すると、色覚間の色度の差がほぼ無いことがわかる。また、追加した原色のピーク波長は、スペクトル軌跡と接近しているRG間の波長であるため、多原色化による色域拡大の効果は見られない。

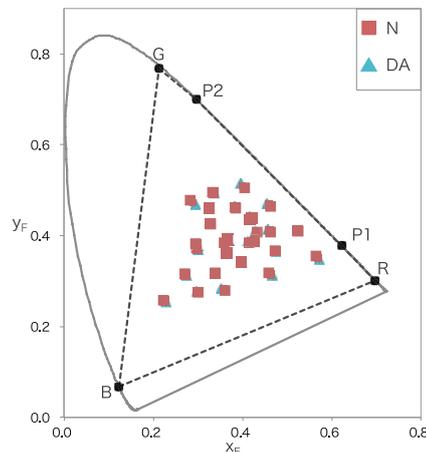


図4 5原色における原色とテスト色の色度

今回取り上げたテスト色 27 色では、5 原色とすることで、オブザーバメタメリズムは軽減されることが示唆された。しかし、27 色は比較的狭い範囲の色であり、広色域ディスプレイで再現できる色を網羅しているとは言えない。今後、さらにテスト色を増やし、色域全体にて有効かどうかを確かめる必要がある。

4. おわりに

本研究ではディスプレイの多原色化することで、オブザーバメタメリズムが軽減されることをシミュレーションにより確認した。さらに、R と G の原色間に新たな 2 原色を追加し 5 原色とすることで大きな効果が得られることが示唆された。しかし、比較的狭い範囲の色のみを扱ったため、今後はより広い範囲の色について調べる必要がある。

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費課題番号 17H00809 (基盤 A) の助成を受けて行われた。

参考文献

- 1) Rec. ITU-R BT.2100: Image parameter values for high dynamic range television for use in production and international programme exchange, 2018
- 2) R. Ramanath: Minimizing Observer Metamerism in Display Systems, *Color Res. Appl.* 34,5, 391-398, 2008
- 3) 須長正治, 桂重仁, 矢口博久: 広色域ディスプレイにおける異常 3 色覚の色の見え. *日本色彩学会誌*, Vol.41, No.3, 224-227, 2017.
- 4) H. Yaguchi, R. Suto, S. Katsura, S. Sunaga: Aging effect of observer metamerism for wide color gamut displays, *Proc. ACA2018*.
- 5) B. Hill: Optimization of total multispectral imaging systems: best spectral match versus least observer metamerism, *Proc. SPIE 4421*, 9th Congress of the International Colour Association,
- 6) H. Yaguchi, J. Luo, M. Kato, and Y. Mizokami: Computerized simulation of color appearance for anomalous trichromats using the multispectral image, *J. Opt. Soc. Am. A.*, Vol.35, No.4, 278-286, 2018

EFFECT OF TISSUE ON COLOR APPEARANCE OF OBJECTS

Benjawan Kimcheang

Faculty of Mass Communication Technology, Rajamangala
University of Technology Thanyaburi, Thailand

Mitsuo Ikeda

Color Research Center, RMUTT, Thailand

Chanprapha Phuangsuwan

Color Research Center, RMUTT, Thailand

Keywords: color of Kasane (layers), tissue paper, printed color, elementary color naming method.

1. Introduction

If we look at a colored object through a tissue paper the color slightly changes. In Heian era of Japan (around 1000AD), ladies in a court enjoyed Kasane color (layers of colors). Over a kimono of a vivid color they wore a white cloth made of raw silk which transmits light and they enjoyed the color of the layers, Kasane.



Figure 1. Examples of Kasane color. Left example was taken from reference 1.

If she wore a kimono of deep red dyed by safflower the Kasane color presented light pink color, called Sakura (cherry) Kasane¹. An example of Kasane color is shown in Fig. 1. In the present paper a tissue paper was used instead of a raw silk and the change of color appearance was investigated quantitatively by the elementary color naming method for different number of tissues.

2. Experiment

Apparatus

Nine Colors to be investigated were printed on papers of the size of 420 x 300 mm². Their $u'v'$ are plotted in a diagram as shown in

Fig. 2 by open circles. They were numbered arbitrarily 1 through 9. A white paper before printing was also prepared of which point is shown by an open square. Thus, there were ten color test stimuli and one white test stimulus in this experiment.

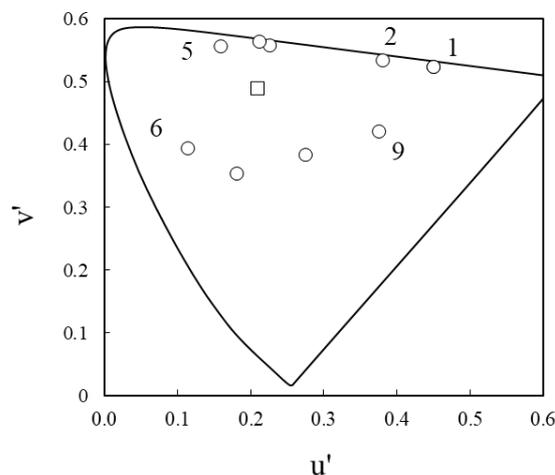


Figure 2. Colors of test stimuli are plotted on the $u'v'$ diagram by open circles. A square shows white test stimulus.

Commercially available white tissue with no texture was used. A tissue or tissues were held on a frame of cardboard to make them flat and the effective size of tissue was 18 x 16 mm². Scattering character of tissue for light is expressed by haze value, which is the percentage of scattered light to the total transmitted light. The value was measured with Murakami Color Research Laboratory Hazemeter HM-150 for 0, 1, 2, 3, and 4 layers of tissue paper and they were 0, 77, 89, 90, and 92 as shown in Fig. 3.

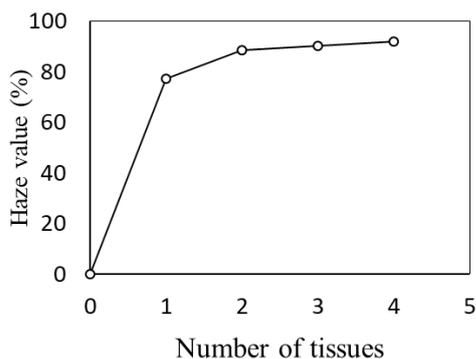


Figure 3. Haze value of tissues.

became close to white. The illuminance on the table on which the colored stimulus was place for observation was 1875 lx with fluorescent lamps of the daylight type.

Subjects were asked to judge the color of test stimulus through tissue by the elementary color naming method, namely judgement of amounts of chromaticness, whiteness, and colors, The results can be plotted on a polar a vertical yellow-blue axis. The apparent hue is expressed by the angle measured from the red axis in the counterclockwise direction and the chromaticness

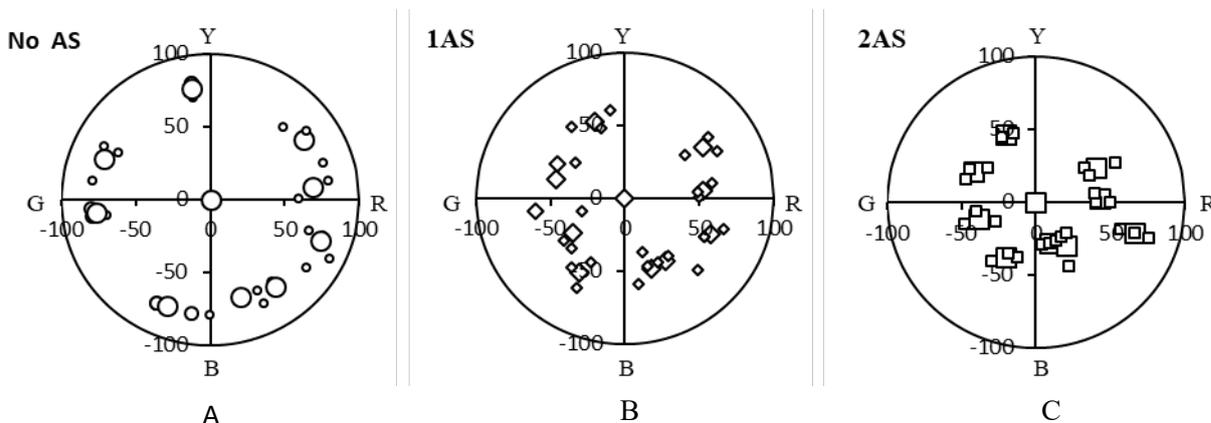


Figure 4a. Color appearance with no tissue (a), one tissue (b), and two (c).

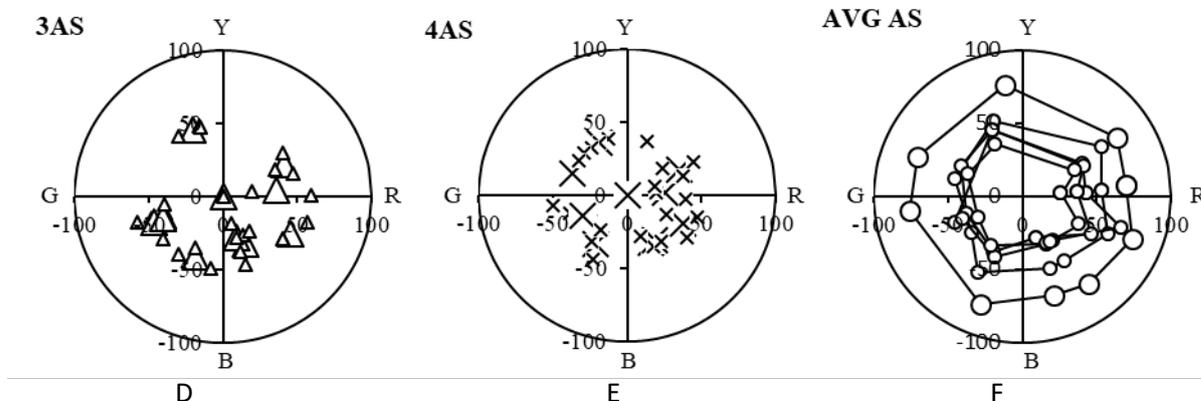


Figure 4b. Color appearance with three tissues (d), and four (e). f, Results of all conditions plotted

The measurement was repeated for three times and the standard deviation was about 0.1. When one tissue was placed on test stimuli, respectively, the chromaticities u' and v' changed to points shown in Fig. 4. Note the scale for u' and v' was enlarged. Physically all test stimulus

is expressed by distance from the origin along the radius direction. One hundred percentage of the chromaticness is shown on the circumference of the polar diagram.

Ten subjects, all students of Rajamangala University of Technology Thanyaburi, participated in the experiment and each subject

repeated the judgment for three times at different time. Subjects were all normal in color vision as tested by 100 hue tests.

3. Results and discussio

AS

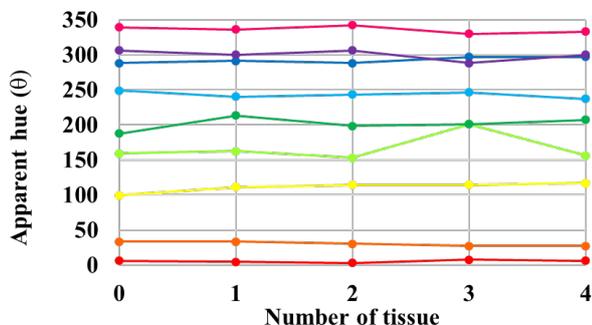


Figure 5. Apparent hue changes for different number of tissues. Subject AS.

Results of subject AS are shown in Fig. 5 for all the tissue conditions, no tissue (a), one tissue (b), two tissues (c) in Fig.4a, and three (d), and four (e) in Fig. 4b. Unique red R and green G are taken along the horizontal axis and unique yellow Y and blue B are taken along the vertical axis. The amount of chromaticness is shown by distance from the origin along radius. A circumference gives 100 % of chromaticness. When any point is connected by a line to the origin, the angle to the line from R axis in the counterclockwise direction gives the apparent hue of the point. It is called apparent hue or apparent hue angle. In each section of Fig. 5, raw data of three repetitions are shown by small symbols and the average by a large same symbol.

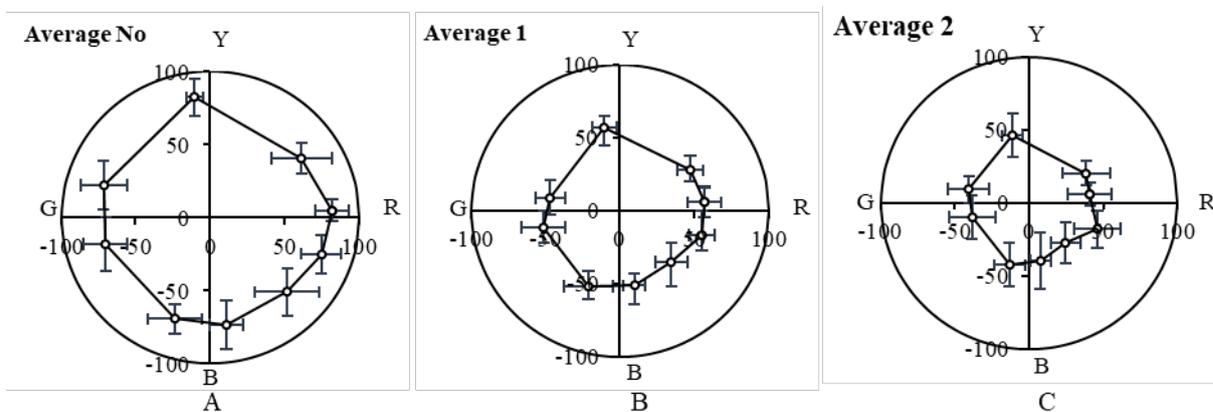


Figure 6a. Averaged Color appearance of ten subjects jwith no tissue (a), one tissue (b),

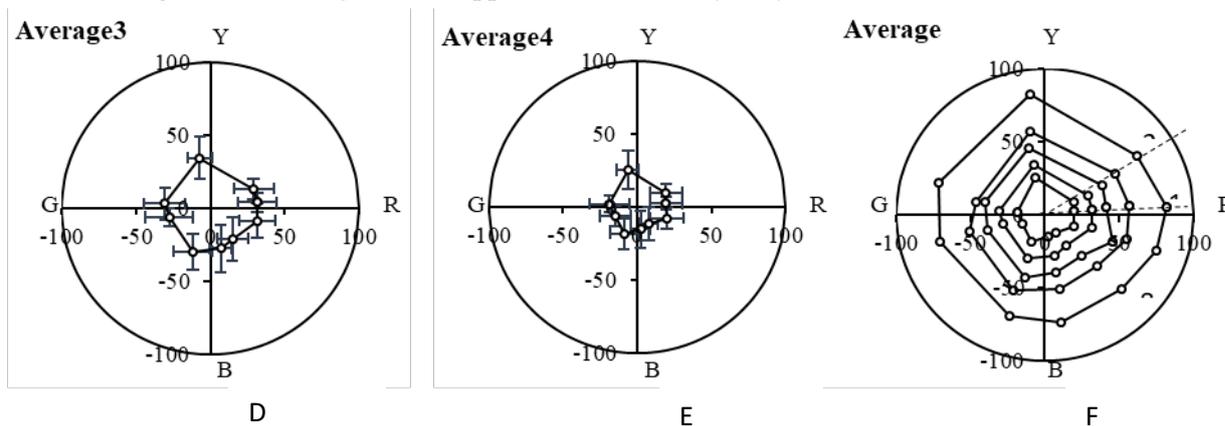


Figure 6b. Averaged Color appearance of ten subjects with three tissues (d), and four (e). f, Results of all conditions plotted together.

A fewer symbols than 3 appear for some colors because of overlap. Open triangle at the origin indicate the color appearance of a white test stimulus.

Three small symbols came very close to the large same symbol implying small variance among three repetitions. In (f), points of the average of three raw data are connected by lines with open circles for no tissue, diamonds for one tissue, squares for two, triangles for 3 and x for 4 tissues. Numbers in the figure show the color number given in Fig. 2. It is clear that with increase of tissue number the chromaticness decreases and contours connecting color appearance points of same number of tissues shrinks more and more. Although the amount of chromaticness decreases for a greater number of tissues, the apparent hue

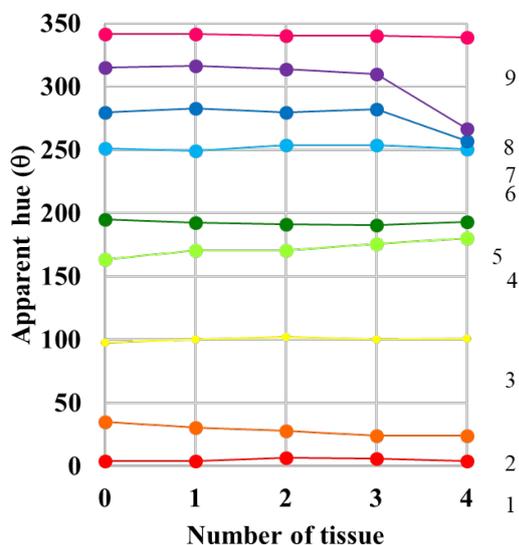


Figure 7. Apparent hue angle plotted for number of tissues. Average of ten subjects.

does not change as shown in Fig. 6 from the same subject AS. Colors of test stimuli are expressed by same colors in the figure. Curves are flat to indicate no change of apparent hue.

Figures 5 and 6 are reproduced with the averaged values of ten subjects in Fig. 7. Short bars indicate the standard deviation of 10 subjects. The effect of tissue paper on the color appearance of colored objects found in the subject AS is also

seen here for the averaged results. In Fig. 6b(f) the contours of number of tissues shrinks for a greater number of tissue but the apparent hue does not change as illustrated by dotted lines for the color #1 and #2. Points lie on the lines of fixed hue angle. This property can be confirmed by Fig. 7, which corresponds to Fig. 5 of subject AS. All curves except #8 and #7 are horizontal implying no change in apparent hue. With 4 tissues in #7 and #8 the apparent hue angle dropped down, but the change cannot be said significant if we see the standard deviation at that point Fig. 6b (e) significant if we see the standard deviation at that point Fig. 6b (e).

4. References

- 1) Y. Yoshioka, Dictionary of Kasane color of dynasty. Shikosha, Kyoto 2012. [in Japanese]
- 2) Ibid, p55

SKIN COLOR OF THAI PEOPLE

Atitaya Sangngiew

Faculty of Mass Communication Technology, Rajamangala
University of Technology Thanyaburi, Thailand

Chanprapha Phuangsuan

Color Research Center, RMUTT, Thailand

Mitsuo Ikeda

Color Research Center, RMUTT, Thailand

Keywords: skin color, Thai people, colorimetric measurement, skin color scale

angle at 45°, the CIE color matching functions at 2°. It measured the reflected light at every 20 nm. The display shows every 10 nm.

1. Introduction

Garnier skin color scale is very popular among young women in Thailand. It has color scale to represent face skin color and can be used to measure skin color of cosmetic users. Face skin color is categorized to three major groups, dark, tan, and white and the scale points out one of the categories for the user. Each category is further divided into five for white, six for tan, and five for dark, the scale having 16 steps of skin color in total. Effect of cosmetics will be specified by the scale. Garnier skin color scale was developed in Europe and it is important to develop a similar scale based on skin color of Thai people. As the first step of the development it is needed to have database of Thai skin color.

Left and right positions of a face were measured by directly contacting the specimen contact plate of the instrument to these points as shown in Fig.1. Values obtained at these two points were averaged to show in section of results.

Two hundred students became subjects, 100 males and 100 females.



Figure1. Positions of face for measurement.

2. Experiment

Konica Minolta spectrophotometer CM512m3A was used to measure skin color. The measuring aperture was set to 8 mm, illuminating

3. Results and discussion

Spectral reflectance curves are shown in Fig.2. At the top curves of all 200 subjects are shown and at the bottom left 100 males, and at the bottom right 100 females.

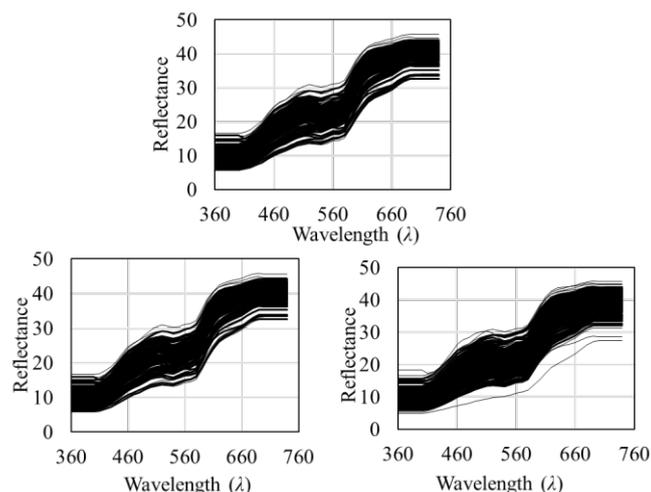


Figure2. Spectral reflectance of skin. Top, entire subjects; left, male; right, female

Curves are all overlapped, and the variance is large.

Averages were calculated and are shown in Fig. 3 by thick lines. Dashed curves and dotted curves show the highest curve and the lowest curve in Fig. 1 to show the range of variance. Those curves show normal shape of skin, dips at around 560 nm caused by melanin.

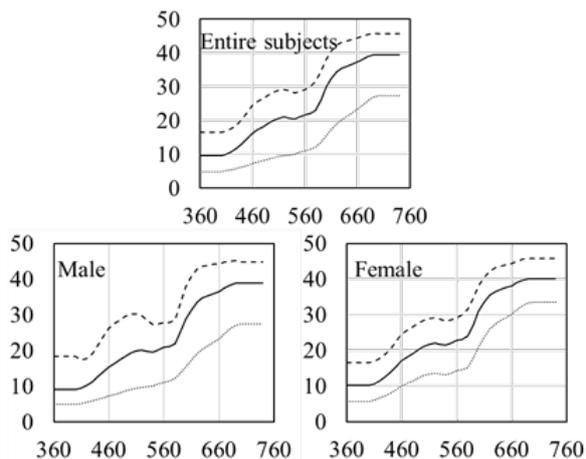


Figure 3. Averaged spectral reflectance of skin shown by solid curves. Dashed and dotted curves show the highest and the lowest curve in Fig2. Top, entire subjects; left, male; right, female.

To see the distribution of skin color, results are shown by $L^*a^*b^*$ diagrams in the followings. In Fig. 4 data of entire subjects are plotted on $L^*a^*b^*$ diagrams, a on a^*b^* , b on L^*a^* , and c on L^*b^* , by filled circles for male subjects and open circles for female subjects. In Fig4a, we see 6 females show large a^* values. That is, they have redder skin than others.

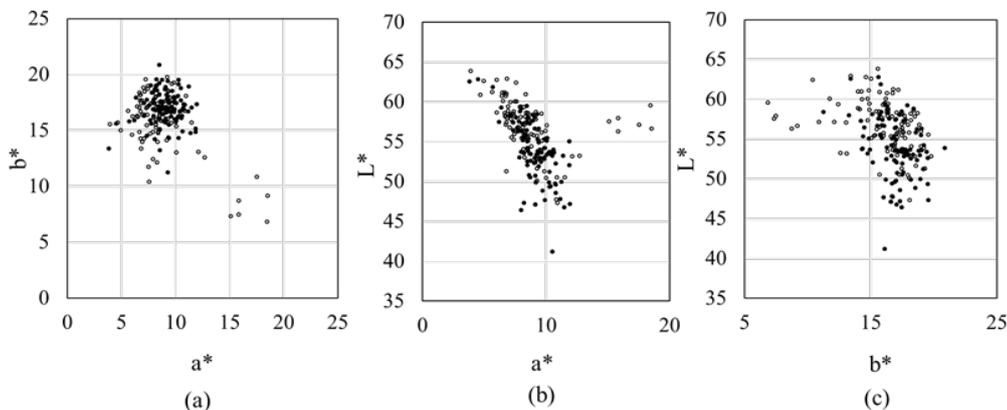


Figure 4. Skin colors are shown in $L^*a^*b^*$ diagram for entire subjects. A, a^*b^* ; b, L^*a^* ; c, L^*b^* .

We select three skins of subjects AA, BB, CC and show their spectral reflectance curves in Fig. 5. Figure 6 is separated plots of a^*b^* for male (a) and female (b).

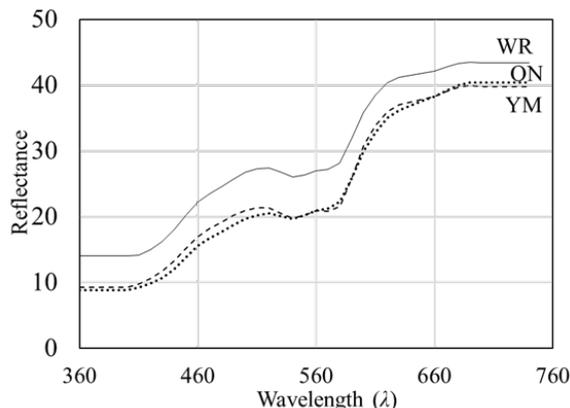


Figure 5. Spectral reflectance curves of skin for three examples, AA, BB, and CC indicated in Fig.4a

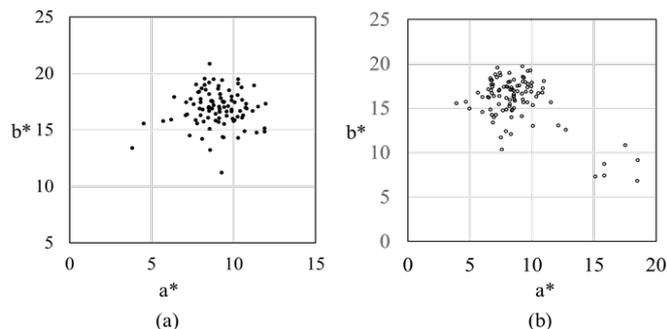


Figure 6. a^*b^* data points of male (a) and female (b).

and L^*b^* , respectively. From Fig. 6 it is clear that female has more variety in skin color than male. Majority of male and female distribute in this graph about same but some females have skin of large a^* and low b^* or pink skin. These pink skins also appear in Fig.7 of L^*a^* plot

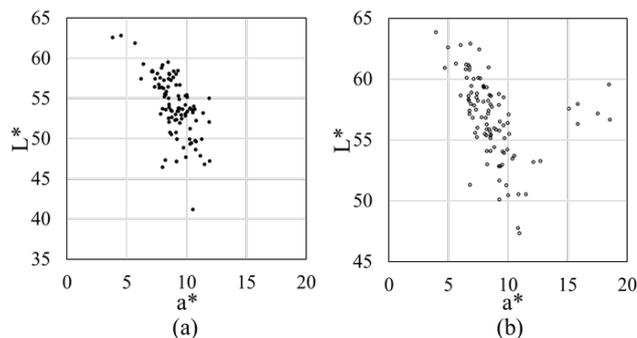


Figure 7. Plot of L^* and a^* , left for male and right female.

Garnier skin color scale is made of 16 color chips representing different skin color, particularly in lightness.

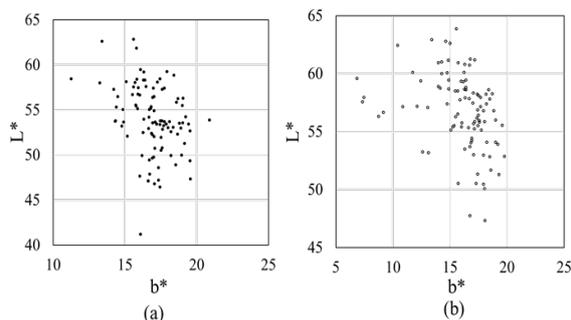


Figure 8. Plot of L^* and b^* , left for male and right female.

The colors were measured by the same instrument for skin measurement, Konica Minolta spectrophotometer CM-512m3A. Results are shown in Fig. 8 and 9. Three categories of skin color defined by Garnier are indicated in Fig.8b. In Fig.8a we see darker faces are defined to have more vivid color. It is seen that categories are mostly defined by L^* in Fig.9b.

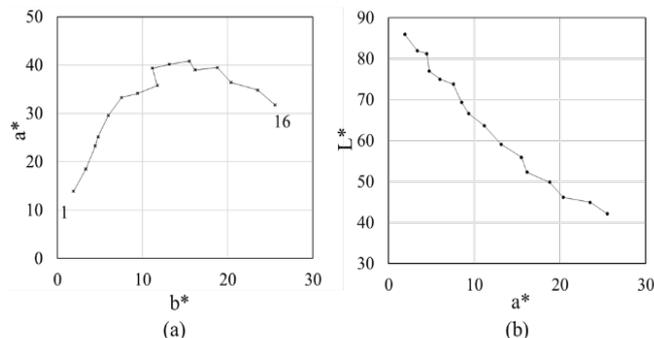


Figure 9. Measurement of skin color scale of Garnier. Left; a^*b^* and right; L^*a^* .

In Fig. 10 to 13, present data are plotted together with Garnier skin color scale, male on the left and female on the right. It is clear that none of Thai skin colors overlap with the scale. This should imply the scale is not applicable to Thai people and we need a new scale for Thai skin.

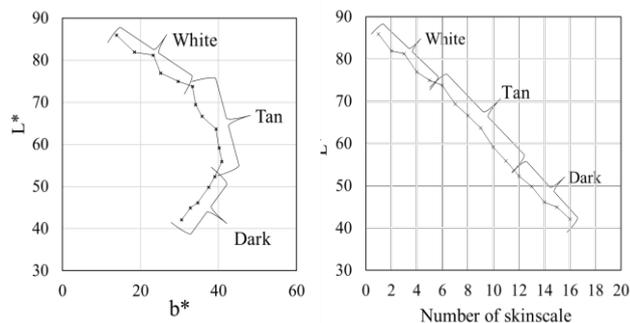


Figure 10. Measurement of skin color scale of Garnier. Left; a^*b^* and right; L^*a^* of each skin color scales.

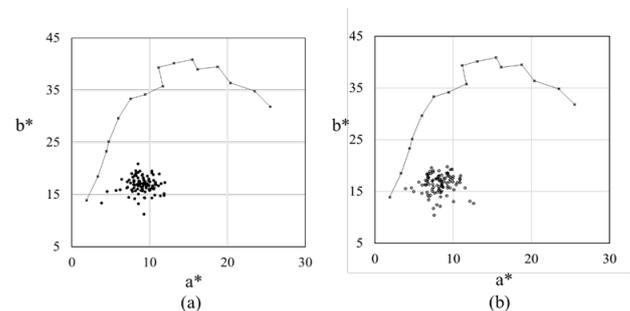


Figure 11. Comparison of color skin with color skin scale (Left) and a^*b^* of skin color and color skin scale (right).

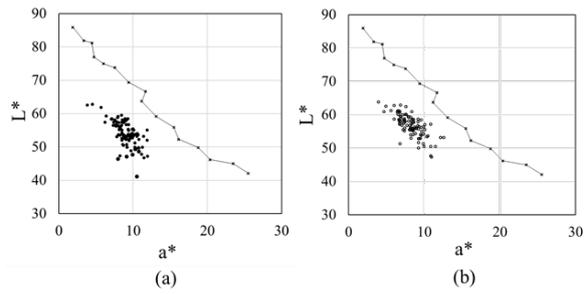


Figure 12. (a) Skin color of males in L^* and a^* compared with color skin scale. (b) for females.

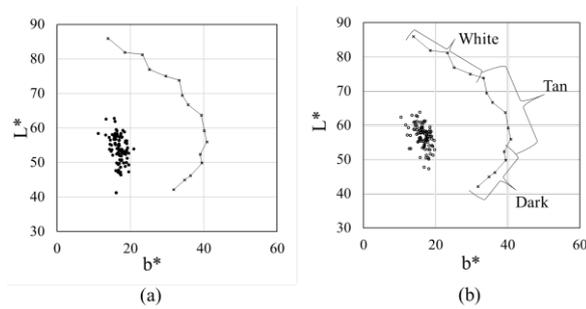


Figure 13. (a) Skin color of males in L^* and b^* compared with color skin scale. (b) for females.

References

Wannarat Wiratchakul: Spectral characteristics of thai skin colour, 2015.

INFLUENCE OF GLARE ON THE COLOR APPEARANCE OF OBJECTS FOR ELDERLIES IN A TUNNEL

Parichat Boonraung

Faculty of Mass Communication Technology, Rajamangala University of
Technology Thanyaburi, Thailand

Chanprapha Phuangsuan

Color Research Center, RMUTT, Thailand

Mitsuo Ikeda

Color Research Center, RMUTT, Thailand

Keywords: glare, tunnel, cataract experiencing goggles, eleven basic colors.

1. Introduction

When people get older, they get cataract in their eyes and feel inconvenience in some action in their daily life. The cataract eyes are caused by crystalline lens, which changes frosty and deterioration of blue light transmittance. An inconvenience should take place at the entrance of tunnel when they are driving car. The outside of the tunnel is very bright at daytime and inside the tunnel is dark. The outside bright area works as glare and to the cataract crystalline lens scatters the incoming light in the eye and covers the retinal image of objects placed in the tunnel, greatly reducing the detectability of the objects and their color. In the present research a simulated tunnel was constructed in a laboratory and cataract experiencing goggles were used to simulate the cataract eyes, consequently the elderly people, and color perception was investigated.

2. Experiment

Apparatus

A room is divided into two spaces, a test room and a subject room. Between the two rooms a wall with an opening to simulate a tunnel entrance was placed. The opening was 140 cm high and 50 cm wide. Inside the test room a stimulus holder was placed at 81 cm from the entrance and 50 cm high. On the front wall of the subject room 40 fluorescent lamps of 36W daylight type were aligned vertically on both sides of the entrance, 20 lamps on one side, to simulate glare light source at the tunnel entrance as seen in Figure. 1. Five different glare conditions were employed by changing number of lit lamps. They were 0, 4, 10, 20 and 40 lit lamps. The vertical plane illuminance at the subject eye is shown in Figure. 2. They were 0.3, 64, 170, 371, and 552 lx, respectively. There were two fluorescent lamps placed vertically in both sides of test stimulus. The vertical plane illuminance at the test patch was 260, 264, 279, 278, and 291 lx under the five glare conditions, respectively. The glare lights illuminated the test patch to some extent as seen in increasing illuminance on the test patch.

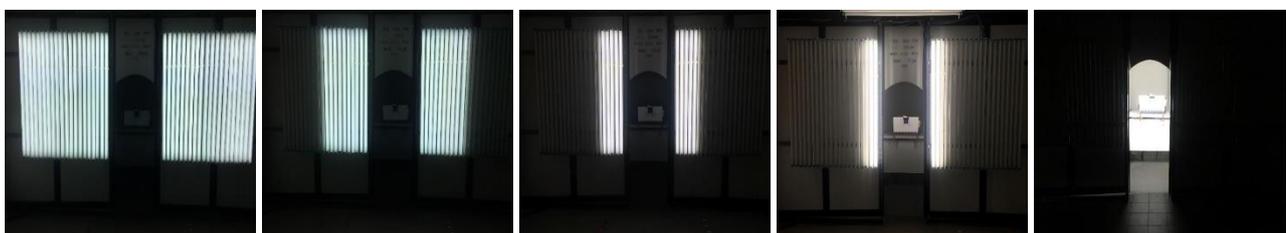


Fig. 1 Photographs of front wall with lit lamps. Numbers below pictures indicate number of lit lamps.

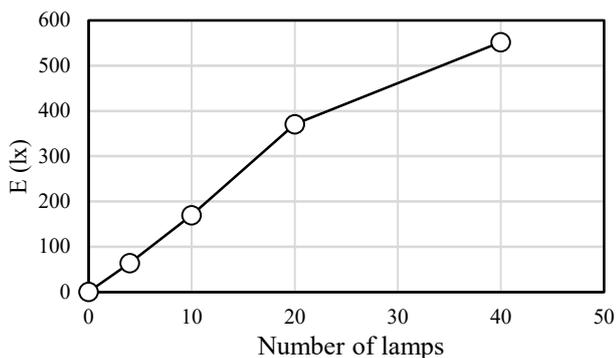


Fig. 2. Vertical plane illuminance at the subject eye at different glare conditions given by number of lit lamps shown on the abscissa.

A subject sat on a chair at the distance 3m from the tunnel entrance and the eye height was about 100 cm, same as the height of the test stimulus

Color chips of Color management color chips of Nihon Shikisai Jigyo were used, but some chips were curtailed to avoid overlap. The final number of the color chips employed was 87. They are shown on $u'v'$ diagram in Figure. 3. An open square shows D65. Size of the stimulus was 7 cm wide and 5.5 cm high and they became visual angle 1.3° and 1° , respectively. A subject, the senior author of this paper, judged basic color of each test patch by her naked eyes holding the patch by hand and the point is shown by her colors in Figure. 3. Number of patches that appeared green to her was most counting 19. Frequency of each color is plotted in Figure. 4a by open triangles. There were no patches that appeared to her white, gray, and black.

Subjects were asked to respond to each test patch by categorical color naming using 11 basic colors, red,

yellow, orange, brown, green, blue, pink, purple, white, gray, and black, after the presentation for 10 seconds with and without the goggles. Ten subjects, all university students, participated in the experiment. They repeated observation for three times. Thus, all the responses that each subject gave was 2,610.

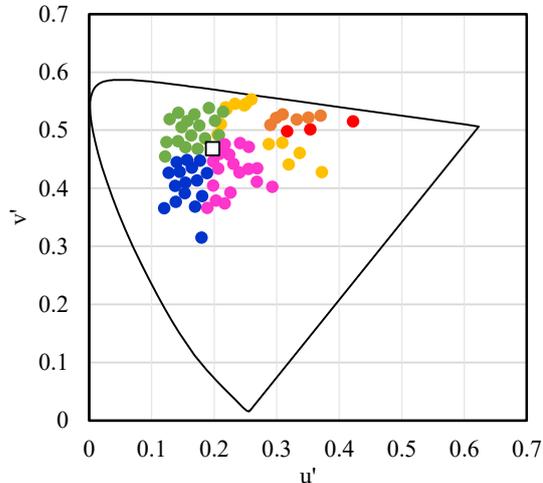


Fig. 3 87 test patches plotted on $u'v'$ diagram. (□). D65.

3. Results and discussion

Figure. 5a shows frequency of response of basic colors at each glare level when subjects did not wear goggles. Along the abscissa the glare level is taken and along the ordinate averaged frequency of 10 subjects. We see curves are flat for all the eleven basic colors. Subjects could recognize colors of all stimulus patches at all glare levels. No effect of glare from surrounding of the entrance existed with naked eyes. Results with goggles are shown in Fig. 5b. Some color recognition was influenced by glare strength. Particularly, response frequency of patches that appeared green and purple reduced for higher glare

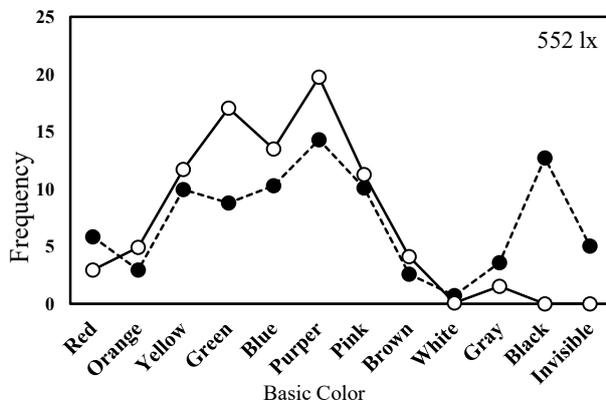
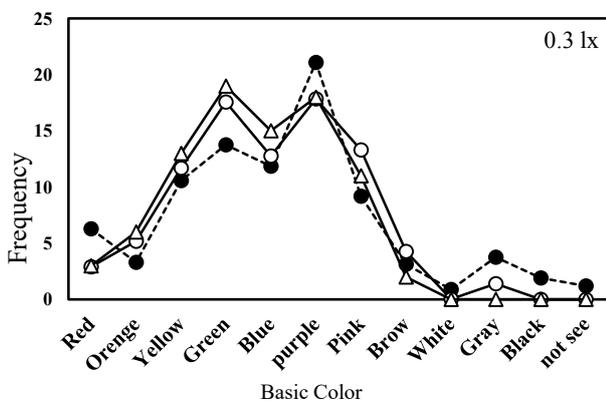


Fig. 4 a, Response frequency under no glare lights; **b,** the highest glare level.
○, without goggles; ●, with goggles. Δ, original color.

level, while that of black and invisible increased.

In Fig. 5a response frequency for 11 basic colors are plotted without goggles by open circles in the case of no glare lights and the curve resembles with that of the color appearance curve determined by the senior author with naked eyes shown by open triangles. Filled circles indicate results with goggles. The frequency distribution is not much different from that without goggles (open circles). The situation changes with the highest glare as shown in Fig. 5b. Originally green, blue, and purple patches now appeared different color, probably gray and black with goggles, while orange, yellow, pink and brown, on the other hand remained same color appearance with goggles even under the highest glare level.

Reference

1) Pijitra Sriwiroj: Color perception of elderly people under various illuminance conditions. Senior project (2016).

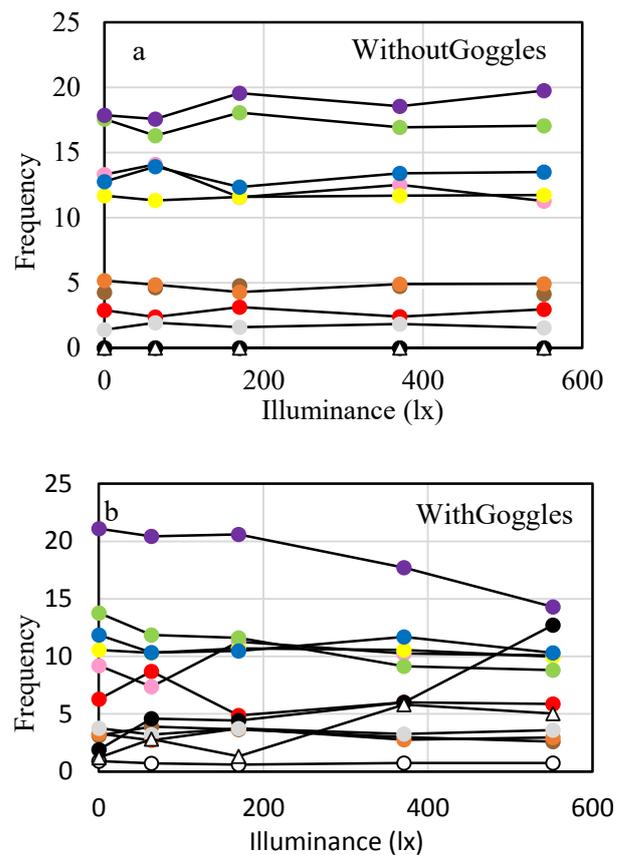


Fig. 5 Response frequency of eleven color names under different levels of glare. a, without goggles; b, with goggles.

COLORS TO REPRESENT FRAGRANCE

Chanisthar Trainaja

Faculty of Mass Communication Technology, Rajamangala
University of Technology Thanyaburi, Thailand

Chanprapha Phuangsuwan

Color Research Center, RMUTT, Thailand

Mitsuo Ikeda

Color Research Center, RMUTT, Thailand

Keywords: Color, Fragrances, Munsell, Gender, Popularity

1. Introduction

This research aimed to investigate the color that represents to Thai traditional flower fragrances. Thai traditional flower fragrances are well known as “Aroma”. Many kinds of aroma in the market such as bar, perfume, spy etc. The common flowers in Thailand use for aroma transformation are Jasmine, Ylang-ylang, Roses, white plumeria, lotus, Mok etc. The quality of aroma seems to wide range in the market, high to low and its relative to the price. The appearance is important role for the buying decision of the customers. What is the first appearance to the customers? It is “packaging”. The color of aroma packaging is normally adopted from flower color. That’s good idea, however our studied how color is related to the smell was another idea that may be interested to designer to use for aroma packaging design. For color related to smell seems not anyone proposing or studying yet. Waranya (2017) investigated the color imaginary for threes products (Dry- Longan, Dry- Mangoes and Dry- Fish paste) and found that observers could showed the imaginary color for each product.

2. Experiment

The experiment is done in the experimental room, size 100x200x200 cm. The room was illuminated by white light from fluorescent lamps which gave 1875 lx at the ceiling. We selected five aromas of flavor, Lotus, Ylang-ylang, Mok, White plumeria, and Jasmine which were popular selling in the market to carry out the experiment (see in Fig. 1). Each aroma was coded A, B, C, D and E respectively, to avoid the bias color from the color flowers. Each aroma was kept in a small bottle and a subject smelled aroma through a dipped cotton. Then he/she chose a hue on a hue ring sheet of Munsell Book. Then he/she observed the hue sheet of that hue to determine a color chip to represent the aroma in terms of Value and Chroma by ranking 1-5 colors (see in Fig.2). 50 subjects participated in the experiment.



Figure 1 Aroma from Thai traditional flowers.



Figure 2 Experiment to find out the color of each aroma.

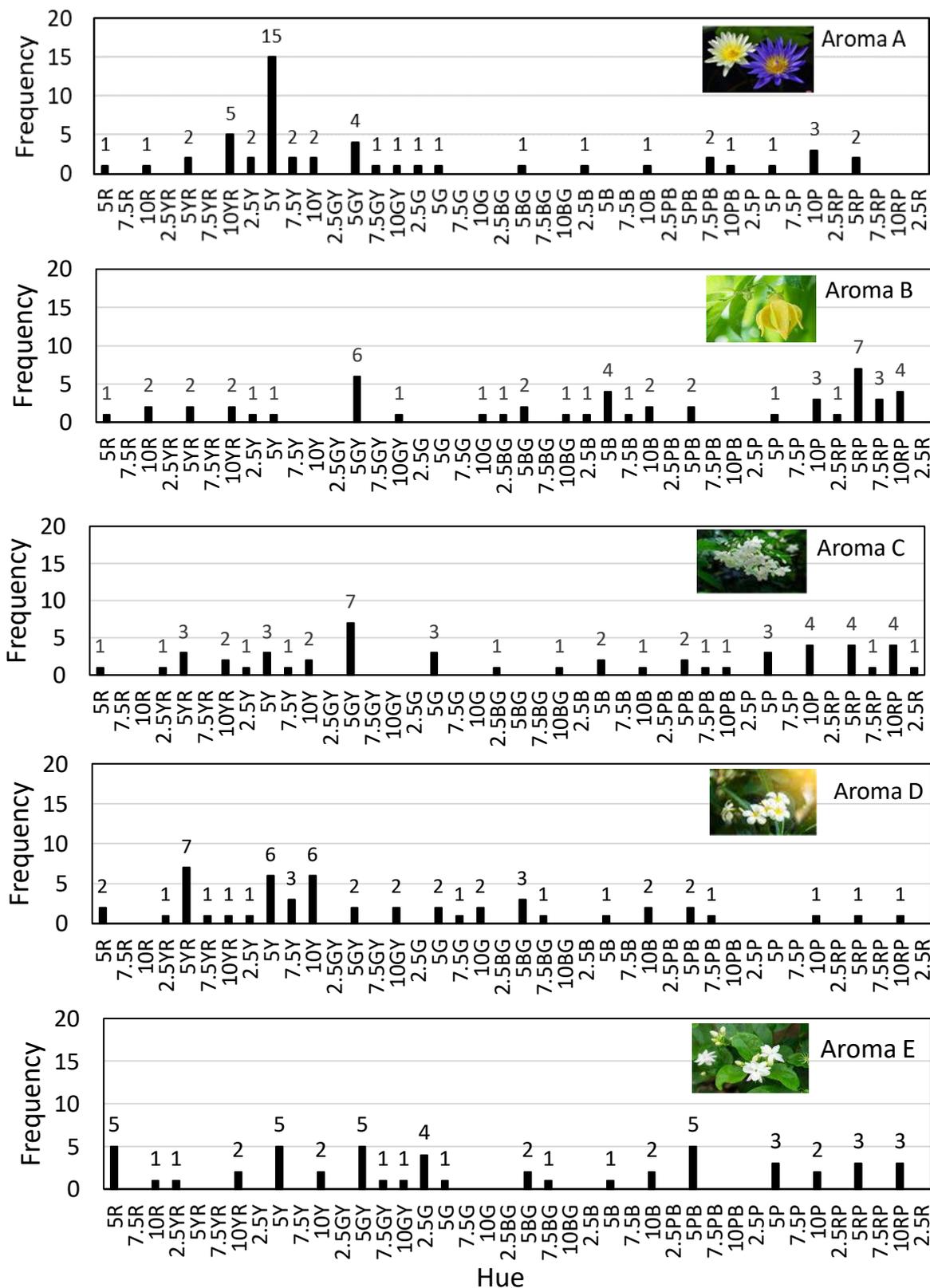


Figure 3 The chosen hue for each aroma.

3. Results and Discussion

Figure 3 showed the mean results of hue chosen for five aromas. The abscissa was hue in the Munsell system, and the ordinate was frequency of hue chosen. Aroma A (Lotus) the largest number of subjects were: 5Y for 15 subjects, Aroma B (Ylang-ylang): 5RP for 7 subjects and 5GY for 6 subjects, Aroma C (Mok): 5GY for 7 subjects, Aroma D (White plumeria): 5YR for 7 subjects and 5Y, 10Y for 6 subjects, Aroma E (Jasmine): 5R, 5Y, 5GY and 5PB for equally 5 subjects. As the results shown that the high frequency was not 50% of the number of total subjects. But we could see some tendency relative of smell and color in some extend. Aroma A and C showed clearly chosen hues but for Aroma B, D and E showed the similarly frequency of candidate hue. About the value and chroma to

represent in each aroma as shown in the Fig. 4. It was not much different among aroma. The range of value was from 6.45 to 7.81 and range of chroma was 7.04 to 8.24. To more clearly specific hue of aroma B, D and E we carried out the second experiment by using the candidate hues from the experiment 1 to ask subject about 10 subjects to do again smell and choose the hue. Finally, we got the results as shown in Fig. 5. The chosen hue for aroma B was 5RP at frequency 8 subjects, aroma D was 10Y at frequency 6 subjects and aroma E was 5PB at frequency 4 subjects. The chosen value was 7.8 to 7.95 and chroma was 9.20 to 10.60. Through the experiment we can say that aroma can be represented by colors, but it is desirable to obtain data from more subjects than the present 50 subjects.

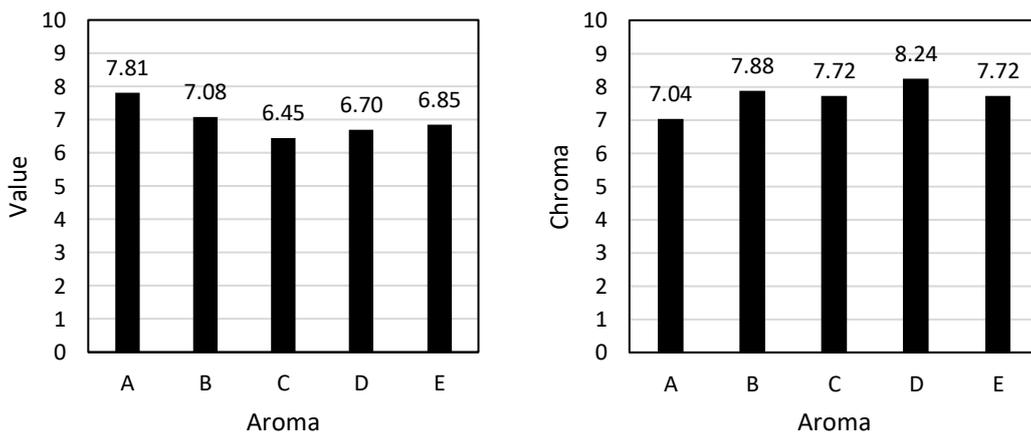


Figure 4 Chosen value and chroma for each aroma.

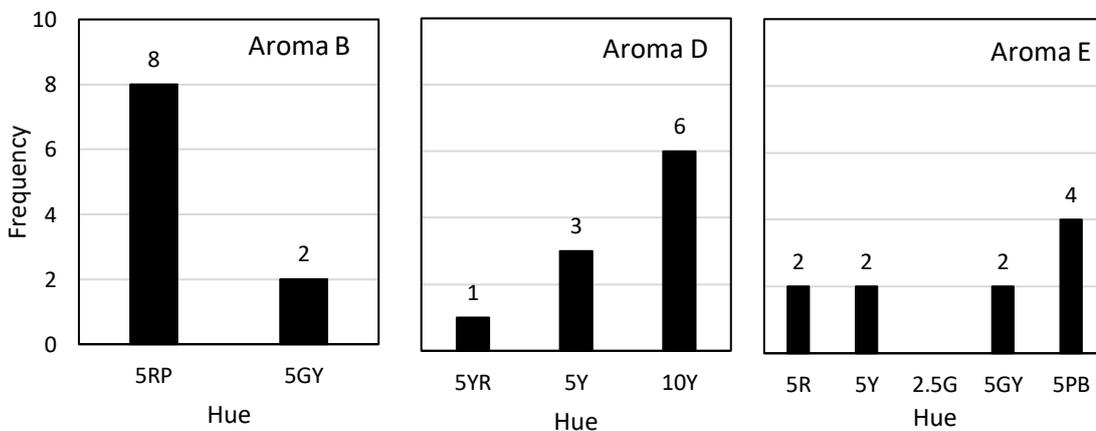


Figure 5 The second experiment results of hue chosen in aroma B, D and E.

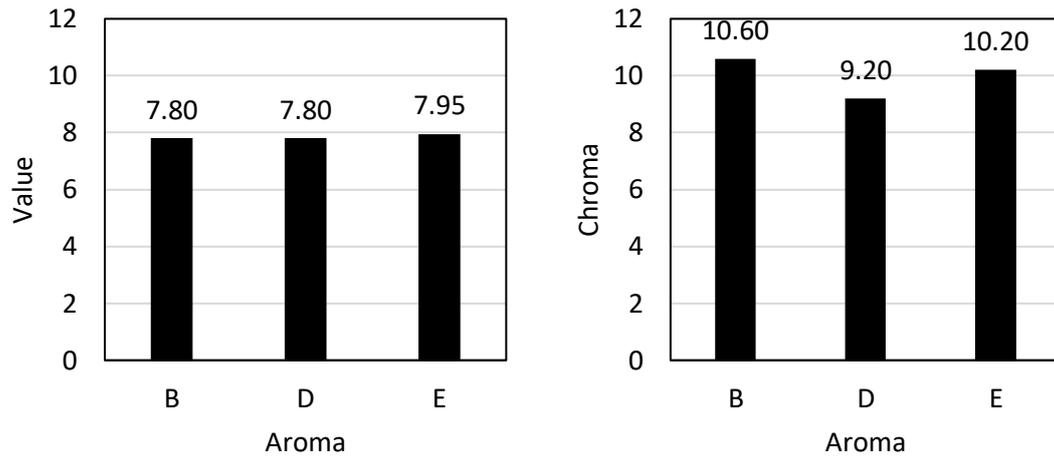


Figure 6 Chosen value and chroma for aroma.

4. References

- 1) Waranya Pongsawat: Packaging design of dried products based on memory color. Senior project (2017).

COLOR OF LIPS AND SKIN

Kanjana Kerdsawad

Faculty of Mass Communication Technology, Rajamangala
University of Technology Thanyaburi, Thailand

Chanprapha Phuangsuwan

Color Research Center, RMUTT, Thailand

Mitsuo Ikeda

Color Research Center, RMUTT, Thailand

Keywords: Lips color, skin color, Thai,
measurement

1. Introduction

Color specification of lips color is needed in printing field, but no trustable data are available in Thailand. The present research aims to make the data base of lips color of Thai people. Lips is a part of face. Skin colors of faces are also measured.

2. Experiment Apparatus

Konica Minolta spectrophotometer CM-512m3A was used to measure both skin and lips. The angle of illuminating light was set at 45° and aperture of 8 mm diameter was used for the measuring area. One hundred female students of RMUTT participated in the experiment. Positions of face and lips to measure are shown in Figure. 1 Left and right cheek were measured for skin and upper and lower lips were measured for lips and average values were calculated for color skin and lips, respectively. Before the measurement, subjects used makeup remover, cleansing water, to clean the positions of cheeks and lips.



Figure 1. Spectral reflectance lips.

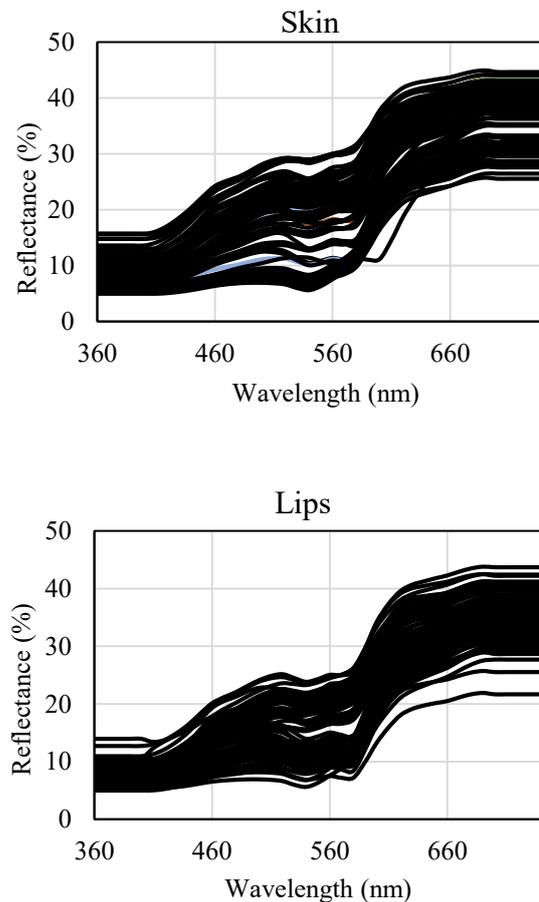


Figure 2. Spectral reflectance curves of lips (a) and skin (b).

3. Results and discussion

Figure 2. shows spectral reflectance curves of lips in (a) and spectral reflectance curve of skins in (b). Both show a dip at around 560 nm due to melanin but it is deeper in lips which cause the color more darker.

Figure3. compares skin color and lips color by a^*b^* plots. Color distribution of both lips and skin expands in a^* direction to show variety of lips and skin colors in red appearance. There were 6 subjects who showed large a^* in their skin color.

L^* in every subject. L^* values of skin and lips are compared by L^* lips L^* skin plot in Figure 6a. A dotted line is a 45° line.

All points locate below the line to indicate skin is brighter than lips. Similar plots are

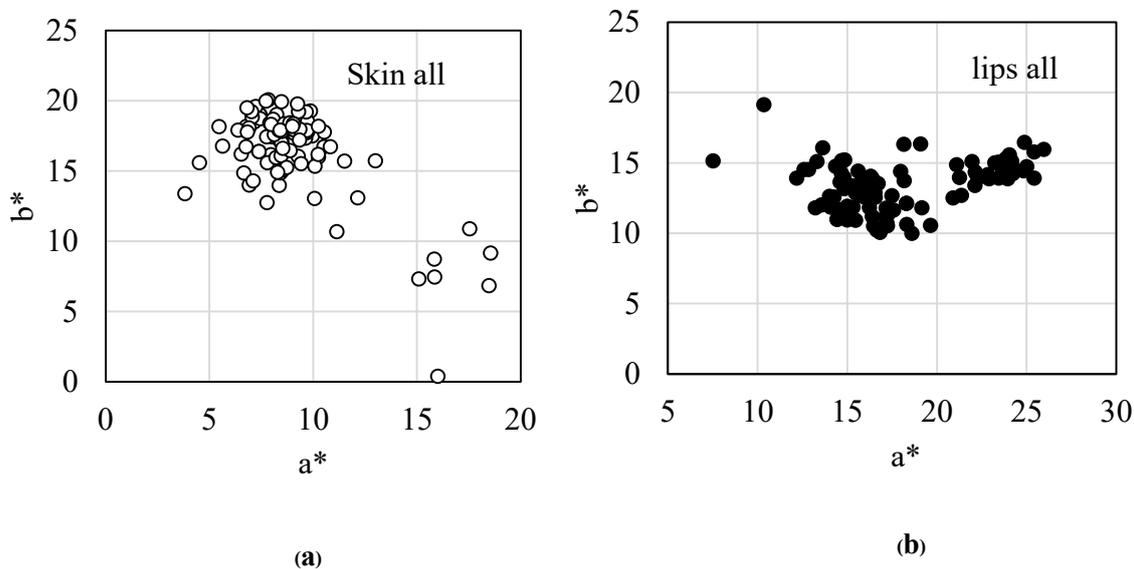


Figure 3. a^*b^* plots of skin (a) and lips (b).

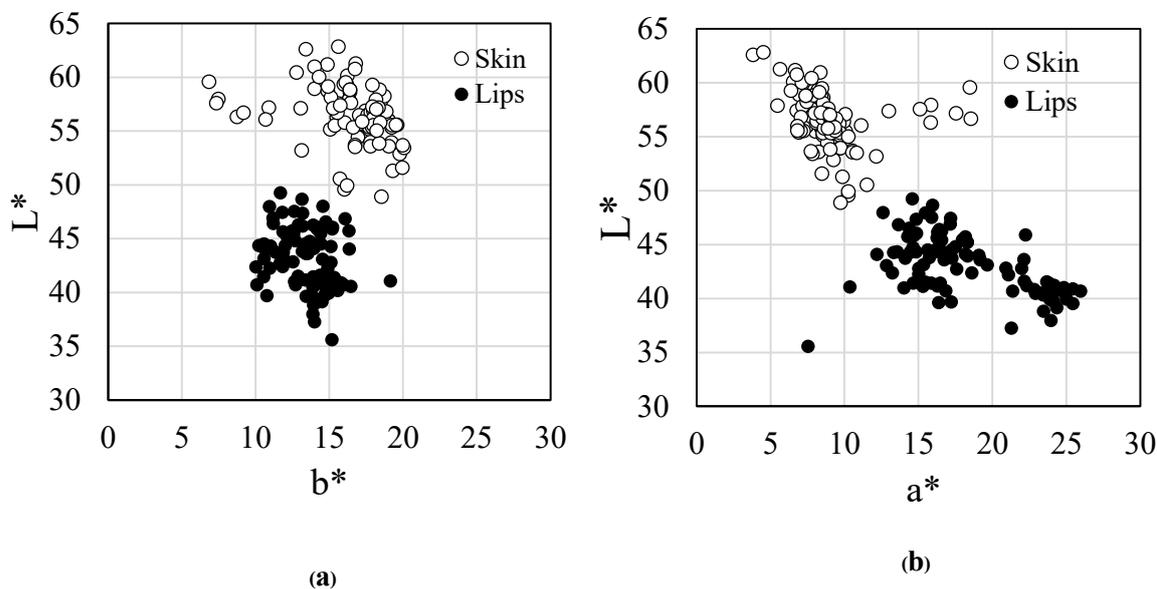


Figure 4. L^*a^* plot for skin (a) and lips (b).

Figure 4. shows L^* value in the ordinate. In (a) $L^* a^*$ plot is shown and in (b) L^*b^* plot. L^* values are further illustrated.

Figure 5. where L^* values of skin and lips of each subject are plotted for subjects. The larger L^* values are further illustrated in Skin had larger

prepared for a^* (b) and b^* (c) in Figure6. No correlation seems to exist between skin and lips. In the next three figures spectral reflectance of skin and lips are plotted together for three examples of skin brightness.

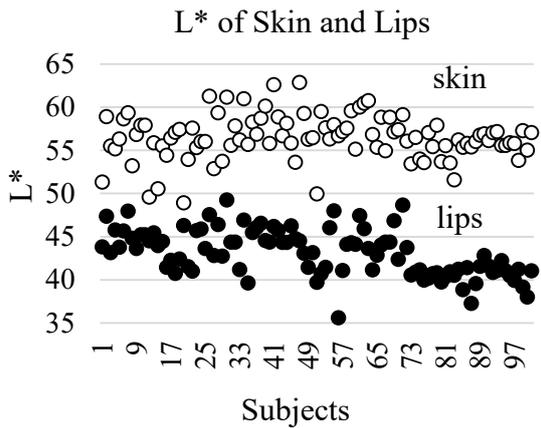


Figure 5. L* values of skin (○) and lips (●) of individuals.

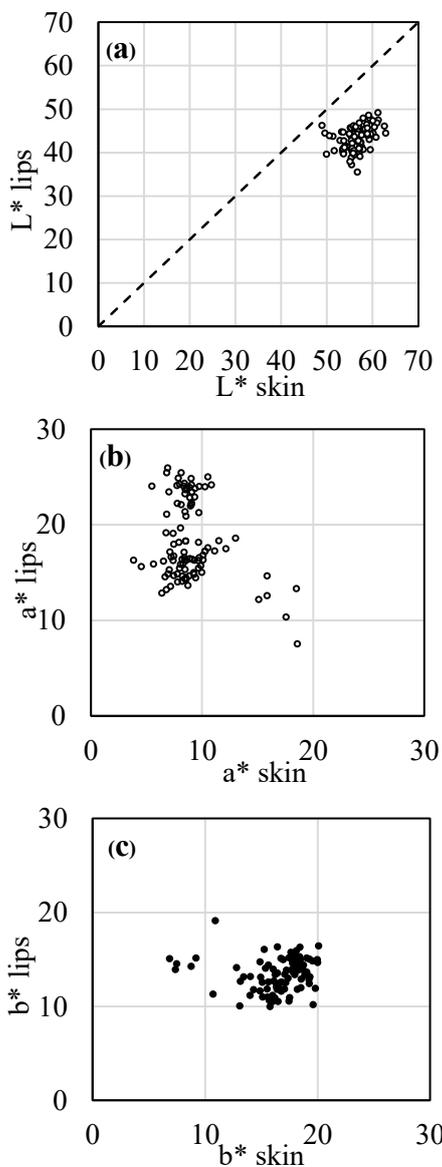


Figure 6. Relation between skin and lips in L* (a), a* (b), and b* (c).

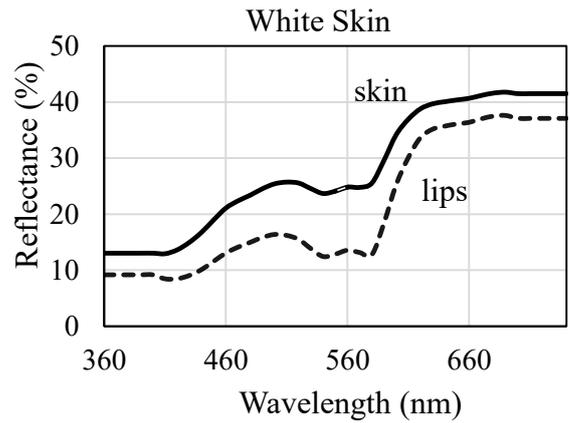


Figure 7. Spectral reflectance curves of skin and lips plotted together for a white skin.

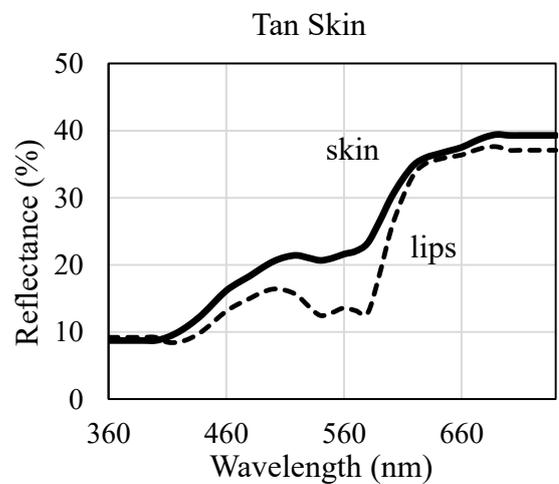


Figure 8. Spectral reflectance curves of skin

Figure 7. for white skin, Figure. 8 for tan skin, and Figure 9. for dark skin. Deeper dip at 560 nm in white and tan skin. Those three subjects L^*a^* are plotted in Figure 10. W, T, D indicate white skin, tan skin, and dark skin, respectively. Lips have small value of L^* and larger value of a^* than skin. The change of color from skin to lips is in the direction of larger a^* and smaller L^* .

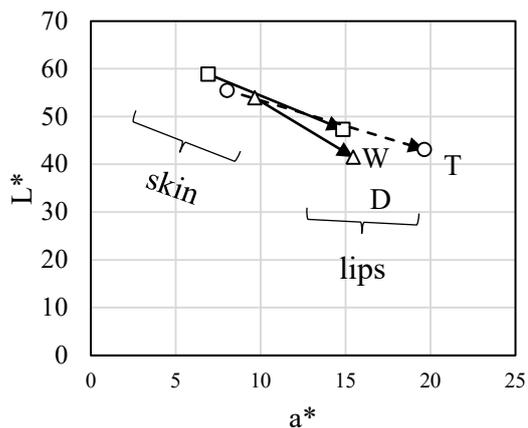


Figure 10. Graph to show change

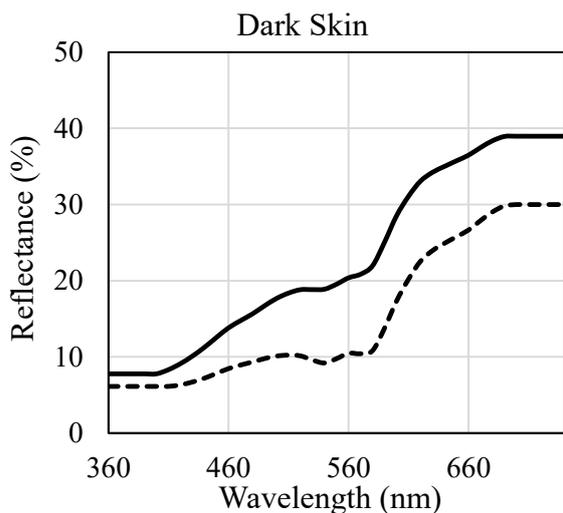


Figure 9. Spectral reflectance curves of skin

CHROMATIC ADAPTATION ON A 2D PICTURES

Jaruwan Chaisang

Faculty of Mass Communication Technology, Rajamangala
University of Technology Thanyaburi, Thailand

Chanprapha Phuangsuan

Color Research Center, RMUTT, Thailand

Mitsuo Ikeda

Color Research Center, RMUTT, Thailand

Keywords: Chromatic adaptation, 2D picture, D-up viewer, Colored illumination, Elementary color naming method

1. Introduction

This research aimed to demonstrate that chromatic adaptation to illumination can occur on 2D picture if the 2D picture is perceived as 3D space. Pungrassamee et al. (20015) showed that a test patch placed in a test room illuminated with white daylight was perceived different colors depending on the window size opened between the test room and a subject room from where a subject

2. Experiment

Apparatus

The experimental room was built with 300 cm wide, 110 cm deep and 200 cm high. It was composed of 2 rooms; a subject room and a test room and window W locates at the separating wall (see in Fig. 1 (left)). The subject room was illuminated with 7 lamps of fluorescent daylight type at the ceiling. The four colors (Red, Yellow, Green, Blue) of illumination was made by the commercial color films which gave the range of transmittance from 46 to 90% and chromaticity

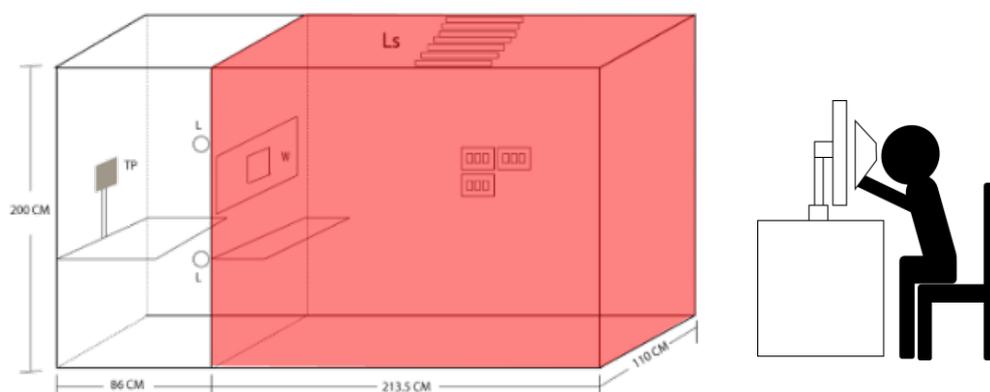


Figure 1. Experimental room (left), D-up viewer (right).

observed the achromatic test patch. When the window was small the patch appeared cyan, for example, if the subject room was illuminated red. But with a large window through which a subject could see objects in the test room other than the test patch the color of the test patch returned to its original color, namely a chromatic to imply that the color constancy took place for the test patch in the test room.¹⁾ In the present research the phenomenon was reproduced by 2D pictures with a help of D-up viewer which changed 2D picture to 3D scene.

values shown in Fig. 2 (right). The test patch TP was in the test room and illuminated with white light ($x = 0.323$, $y = 0.357$) by 2 fluorescent lamps installed at the wall. D-up viewer was built to give 3D scene in the 2D picture. The visual angle was kept at $40^\circ \times 67^\circ$ both real scene and D-up viewer. The illuminance of all color lights was about 100 lx. Five sizes of window W1-W5 at the separating wall between subject and test room were prepared; W1: 1.9x1.9 cm; W2: 4.4x4.4 cm; W3: 8x8 cm; W4: 12x32 cm; W5: 29x38 cm. With W1 and W2 subject could not see the scenery in the test room

but just felt the color patch pasted in the front wall of subject room with W3 to W5 subject gradually could see the scene of test room.

Stimuli

Pictures were prepared for the subject room illuminated by red, yellow, green, or blue light, and for different window size as shown in Fig. 3. The pictures were shown on LCD display (EIZO) of which size was 32x48.5² cm. The xy chromaticity values of real scene and photographs are shown in table 1.

Procedure

Subjects were asked to enter the room and he/she observed the gray patch through the window W in and judged it's appearance by the elementary color naming method; judging the amount of chromaticness, whiteness and blackness percentage then judge the amount of hues red, yellow, green and blue in percentage also. Then subjects observed photograph through a D-up viewer to judge the color appearance of the test patch by the same method. The room was dark for

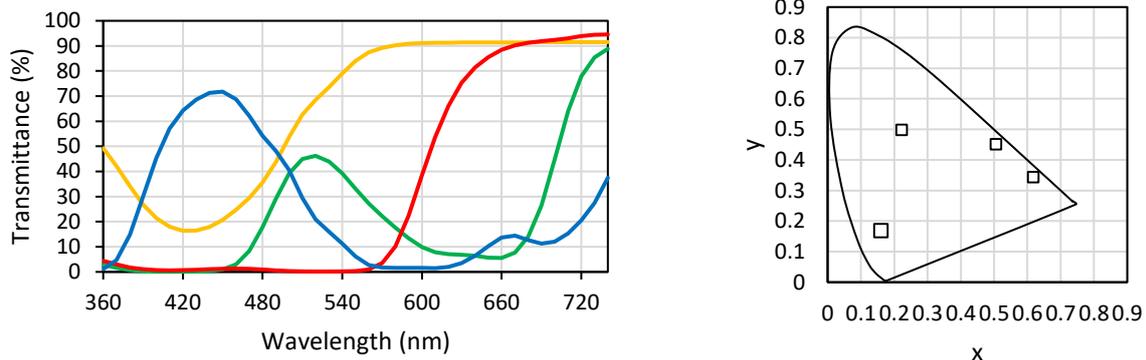


Figure 2. Transmittance of color filters (left), Chromaticity of color lights (right).

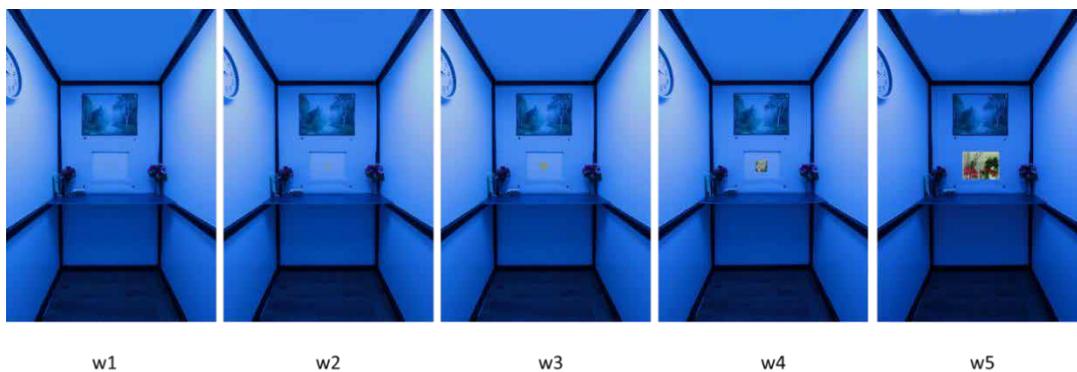


Figure 3. Sample of 2D picture taken under blue light with different size of windows.

Table 1. xy chromaticity of real scenes and photographs.

Color lights	Real scene		Photographs	
	x	y	x	y
Red	0.61	0.34	0.62	0.34
Yellow	0.50	0.45	0.51	0.45
Green	0.22	0.49	0.18	0.54
Blue	0.16	0.16	0.17	0.19

the D-up observation. After that subjects observed the gray patch on the photograph without D-up hood under the normal bright room. Five subjects participated in the experiment with five repetitions in each session.

3. Results and discussion

Figure 4 shows mean results of five subjects for color appearance of gray patch judgment under three conditions; real scene, D-up viewer and 2D picture. The abscissa represents window W 1-5 and the ordinate elements (%); chromaticness, whiteness and blackness. Gray areas on the graphs were amount of chromaticness, black areas were amount of blackness and white areas were amount

of whiteness. First column was result of real scene, it showed the amount of chromaticness over 60% at W1 and W2 in every color light but it decreased from W3 to W4 and 0% at W5. Second column was the appearance under D-up viewer, It showed the amount of chromaticness almost similar (40-60%) to the real scene in every color light but no chromaticness was perceived at W4 or in another word it returned to gray patch. The

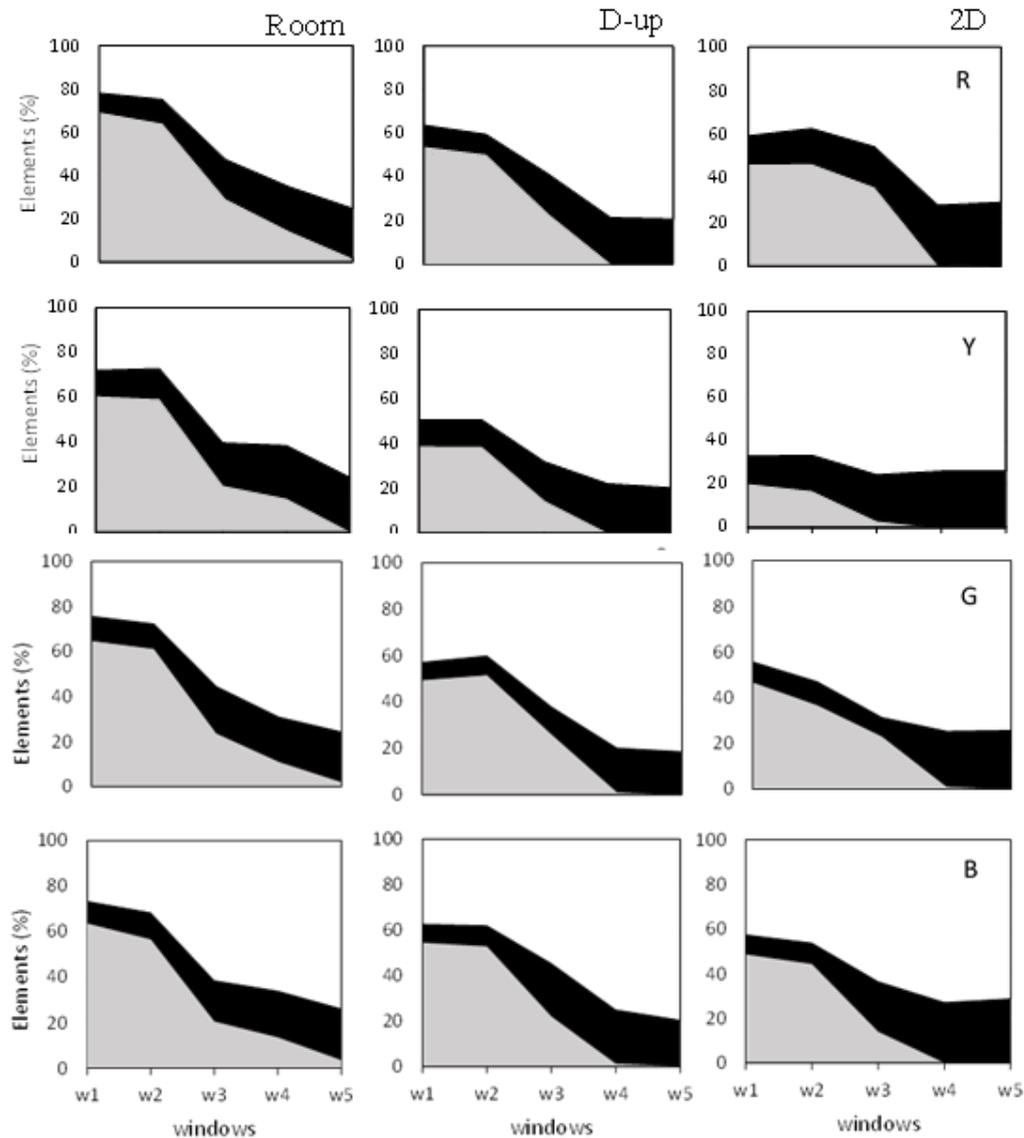


Figure 4. Amount of chromaticness, whiteness and blackness under real scene, D-up viewer and 2D picture.

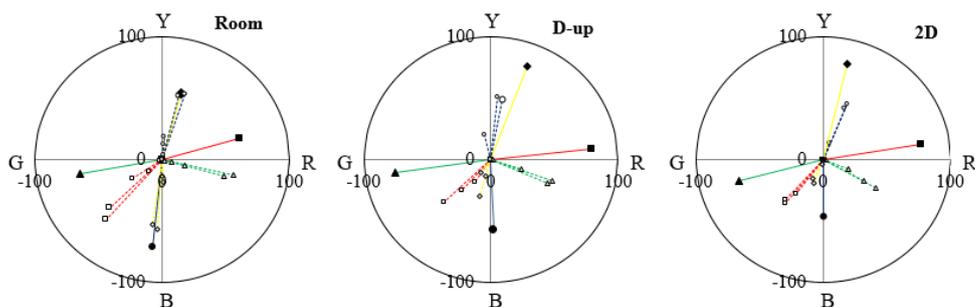


Figure 5. Mean of color appearance from W1 to W5 under red, yellow, green and blue.

results implies the chromatic adaptation occurred to the 2D picture presenting the same appearance of those real scene and D-up. The subject could perceive illumination of the room in 2D picture through D-up viewer. In addition to the scenery of picture it was prepared to give perspective which is a cue to perceive 3D as Phuangsuwan et al. (2013) showed that the v shape in the picture did not appear v shape as physical but parallel when observed by D-up viewer and showed the color constancy took place in the 2D picture. 2) The third column was from 2D view, it showed the amount of chromaticness of 20-50% with W1 and W2 but it decreased at W3, W4 and W5 and chromaticness amount became 0%. In this condition we expected that the chromaticness should be almost 0% in all window sizes but at W1 to W3 subjects could see the chromaticness it might be because of the effects of simultaneous color contrast and the perspective which worked very good to subjects. Based on this assumption we need to do further experiment and a careful preparation of experimental condition to eliminate both effects that mentioned above.

Figure 5 shows the average results of color appearance of the gray patch under red (□), yellow (◇), green (△) and blue (○). The indicate solid lines with the filled symbols the appearance of the color light in the room (real room), room color in the picture (observed by D-up viewer and normal situation). Dotted lines with the opened symbols were the color appearance of gray patch under W1 to W5. The results shows that in the real room at W1

and W4 which illuminated by red illumination subjects saw the greenish blue, under yellow illumination gray patch appeared almost unique blue, under green illumination it appeared reddish blue and under blue illumination it appeared yellowish red. Similarly, to the observation at D-up viewer but subject could see color patch from W1 to W3 only from W4 to W5 the gray patch returned to gray color because of subject could recognized the information in the test room and their adaptation move a to the space in the test room. It implies that chromatic adaptation occurred in the 2D picture and the real scene. In the 2D observation also showed perceived color of gray patch at W1 to W3 that might be because of 2 main reasons the effect of simultaneous color contrast and strong perspective even in 2D scene.

4. References

- 1) P. Pungrassamee, M. Ikeda, P. Katemake, A. Hansuebsai: Color Appearance Determined by Recognition of Space, Opt. Rev. 12-3 (2005), pp. 211-218.
- 2) C. Phuangsuwan, M. Ikeda, P. Katemake: Color Constancy Demonstrated in a Photographic Picture, Opt. Rev. 20-1(2013), pp. 74-81.

PHOTOGRAPH TO PRESENT LIGHT SOURCE COLOR MODE AS THE REAL SCENE

Onsucha Upakit

Faculty of Mass Communication Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thailand

Chanprapha Phuangsuan

Color Research Center Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thailand

Janjira Mepean

Faculty of Mass Communication Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thailand

Keywords: Color, White balance, Photograph, Real scene.

1. Introduction

Color constancy is a phenomenon in which perception of object to be stably seen as the recognized color object under various illuminations. For example, if we look at a blue object under skylight, the object reflected the spectrum of light in relating with the properties of surface. In this case, an observer's retina is stimulated blue color perception. With the object, if we move the blue object under tungsten illuminant which object reflected the different spectral reflectance to the eye, an observer still recognizes the object as blue as a discount of effects of the color illuminant¹⁾.

A photographic image is attempted to make it to work as the same functions as human eye. Color constancy is one of the functions inside a camera which it has been developing and makes an important role in photographic industry called white balance. The problem is even the new technology, an automatic white balance still cannot respond or work as the same as our human vision. This is the reason why professional photographer has been still using a manual white balance mode.

To do the color appearance experiment we need to reproduce the color of picture similarly with the color physical in the real scene. However, new model of camera is limited to turn off the function of white balance. In this paper we try to find out the technique the reproduce the color of picture to close to the color physical of the real scene.

2. Experiment

The experimental room was 200 cm high, 120 cm wide, 90 cm deep and were furnished with the

achromatic wallpaper and various of objects were placed in the room; picture frame, artificial flowers and others to simulate the normal living room. A rectangular window was opened on the front wall and covered with white board.

Table 1. xy chromaticity of colored illumination of the experimental room.

Color	Y	x	y
R	14.000	0.686	0.313
Y	34.200	0.481	0.476
G	23.900	0.217	0.690
B	7.570	0.137	0.083
C	30.000	0.159	0.245
M	20.300	0.315	0.157
Wh	47.800	0.333	0.332

The experimental room was illuminated by LED illuminations at the ceiling, we present seven colors; red (R), yellow (Y), green (G), blue (B), cyan (C), magenta (M) and white (xy chromaticity values which is shown in table 1), the chromaticity and luminance of the illumination were controlled by computer. Five steps of white balance were set; 5500, 6000, 6500, 7000, and 7500 K. The Hasselblad camera model H3D-39 was used for taking photograph. Focal length was 28 mm to get a good perspective photograph of the real scene.



Figure 1. Four positions of color measurement on the photograph and real scene

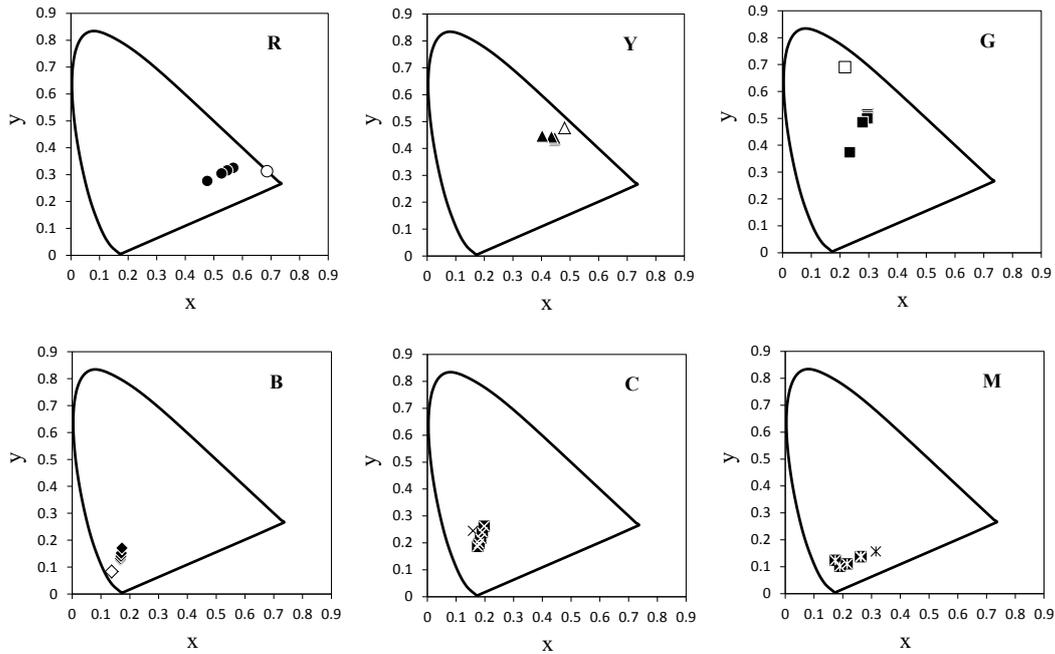


Figure 2. Comparison of color on photograph (filled symbol) and the color of the real scene (open symbol).

The printed photographs were sized 10x15 inches. Four points of color measurement both real scene and photograph were measured by Luminance meter Konica Minolta CS100A. The printed was measured under a normal white fluorescent light D65.

3. Results and Discussion

Figure 2 were the results plotted on 1931 CIE chromaticity diagram. There are five points in each color of illumination. The filled symbols are chromaticity xy on the photographs and opened symbols are the chromaticity xy of the real scene. Filled symbols are five points because of five different of white balance setting. The results showed that the color of photographs which was closer to the color of the real scene was setting white balance at 6500K. We transferred the chromaticity xy to uniform color space u'v' and calculated the color difference by using the formula as follows;

$$\sqrt{(u'p - u'r)^2 + (v'p - v'r)^2}$$

For u'p; photograph, u'r; real scene, v'p; photograph, v'r; real scene.

Table 2. The color difference of photograph taken under 6500K and real scene.

Color	Color difference
Red	0.013
Yellow	0.001
Green	0.021
Blue	0.002
Cyan	0.001
Magenta	0.006

Table 2 showed the smallest color difference of photograph taken under 6500K. Based on the experiment we suggest to take a photograph by setting white balance at 6500K to get similarly color of the real scene.

References

1) von Helmholtz, H. L. F. (1867). Handbuch der physiologischen Optik. Leipzig: Leopold Voss.