原著論文

色彩感情予測式を用いた“重色目”の分析

片山 一郎*, 青木 務**

* 宮城工業高等専門学校情報デザイン学科, ** 神戸大学大学院人間発達環境学研究科

Analysis of Color Combinations in the Heian Period, “*Kasane-Irome*”, by using Color Affection Prediction Formulas

Ichiro KATAYAMA* and Tsutomu AOKI**

* Dept. of Design and Computer Applications, Miyagi National College of Technology, 48 Medeshima-Shiote Aza Nodayama, Natori, Miyagi 981-1239, Japan

** Graduate School of Human Development and Environment, Kobe University, 3-11 Nada-Ku Tsurukabuto, Kobe, Hyogo 657-8501, Japan

Abstract : To identify the characteristics of the two-color combinations called “*Kasane-Irome*” which are found in the noble attire of the Heian Period, we calculated their estimated values of the affection factors by using color affection prediction formulas and compared them with the values calculated for two-color combinations of 201 colors of Practical Color Co-ordinate System (PCCS). The result showed that in 120 types of “*Kasane-Irome*”, the average value of the “contrast” factor was lower and those of the “floridness” and “warmth” factors were higher as compared with the values of 20100 two-color combinations of PCCS 201 colors. However, there was no statistically significant difference found in the average value of the “pleasantness” factor that shows degree of good harmony. There was no statistically significant difference in the average values of the factors such as “pleasantness” “contrast” “floridness” and “warmth” which are caused by “*Kasane-Irome*” used in different seasons.

Keywords : *Kasane-Irome*, Color affection prediction formulas, Color harmony, Color affection

1. は じ め に

平安時代の貴族は、草木や季節の情景など、自然の美を洗練された形で身に纏うという高度な美意識を有し、配色に特定の呼称を与えて楽しんだ。それらは“かさね色目”と呼ばれ、衣服の表地と裏地の2色配色である“重色目”と重色目を有する衣服を着重ねたさいにできる多色配色である“襲色目”に大別されるが[1]、『源氏物語』や『枕草子』など、平安時代の文学作品に頻繁に見られるのが重色目である[2]。

従来、かさね色目は、服飾史や色彩文化史の分野で研究対象とされてきた。そのため、定量的な分析はきわめて限定的である[3]。本研究では、衣服の表地と裏地の2色配色である重色目に注目し、その特徴を明らかにすることを目的として、色彩感情予測式を用いて定量的に分析した。なお、重色目には、表地と裏地の間に中部（なかべ）を挟んだ3色配色も少数あるが、本研究では扱わない。

2. 色彩感情予測式

色彩感情および配色調和の研究は長い歴史を有し、著名な体系として、Ostwaldの色調和理論[4]とMoon-SpencerによるM-S理論[5-7]があり、前者は1920年代に、後者は1940年代にそれぞれ発表された。とくに、マンセル表色系に立脚したM-S理論は、現在でも代表的な色調和理論として扱われているが[8]、M-S理論に対して否定的な研究もある[9-13]。いずれにしても、実験の規模および結果の解析にお

いて、色彩感情を定量的に論じるには不満足な状況が続いた。

1960年代中頃から1970年代初めにかけて、電気試験所大阪支所（現在の産業技術総合研究所関西センター）を中心として、心理、統計、物理の専門家によって色彩調和委員会が組織された。同委員会は、配色調和の学問的体系の確立を目指して、大規模な評価実験と厳密な解析を行った[14-19]。評価実験には多様な属性を有する被験者のべ682名が参加し、784個の評価サンプルが使用された。同委員会が取り組んだ具体的な研究課題を列挙すると、2色配色における調和の良さの測色値（マンセル表記）からの推定、2色配色の調和域の検討と配色選定図の作成、3色配色のSD法による感情分析、色彩感情因子評点を測色値から推定する色彩感情予測式の導出、配色感情の個人差および性格との対応関係の検討、2色配色の面積比が配色感情に及ぼす影響の検討、単色感情と配色感情の対応関係の検討等である。

同委員会の研究成果を要約すると、2色および3色配色の色彩感情を構成する主要な因子は、「快さ」「目立ち」「華やかさ」「暖かさ」の四つであること、色彩感情予測式による色彩感情推定値と評価実験値との相関係数は、2色配色の場合0.8前後であり、十分な精度で色彩感情予測が可能であるということである。さらに、色彩感情予測式の応用として、特定の色彩感情を与える配色の自動選定法の提案を行っている。これは、芸術性の高い配色を除き、一般的な共感を得ることを目的とする配色設計は、自動化可能であることを示すものである。ただし、当時の計算機の能力の制約により、色彩感情予測式の計算処理と選定されたカラー画像の呈示が困難であったため、実用化には至らなかった。ようやく、最近

になって、色彩感情予測式に基づく配色選定システムの実用例が示されている [20]。

ここで注意すべきは、色彩感情予測式は、服飾、家電製品、建築など、特定の用途を想定しない一般的な色彩感情の予測を目的としているという点である。本研究は、色彩感情予測式を用いて、平安時代の貴族の装束に使われていた配色の評価を試みるものであり、装束そのものに対して生じる感情効果を評価するものではない。そのため、材質、形状、面積、文様などの効果は考慮していない。以下に色彩感情の主要4因子の予測式 [14, 15] を示す。

「快さ」因子の推定値は、式1に示すように、11の説明変数から成る重回帰式で求められる。

$$x_{p,AB} = b_0 + \sum_{n=1}^{11} b_n x_{n,AB} \quad (1)$$

ただし、 $x_{p,AB}$ は「快さ」因子の推定値、 b_0 は定数、 b_n は偏回帰係数、 $x_{n,AB}$ は構成色のマンセル色空間内の位置とそれらの組み合わせで決まる説明変数である。

「目立ち」因子の推定値は、式2に示すように、構成色間の色差と最高彩度値の和で表される。

$$x_{c,AB} = 2\Delta E_{AB} + 3C_{\max,AB} \quad (2)$$

ただし、 $x_{c,AB}$ は「目立ち」因子の推定値、 ΔE_{AB} はGodlove色差式に基づく構成色間の色差 [21]、 $C_{\max,AB}$ は構成色中の最高彩度色のマンセルクロマ値である。

「華やかさ」因子の推定値は、式3に示すように、構成色それぞれの「華やかさ」因子の和で表される。

$$x_{f,AB} = x_{f,A} + x_{f,B} \quad (3)$$

ただし、 $x_{f,AB}$ は2色配色の「華やかさ」因子の推定値、 $x_{f,A}$ および $x_{f,B}$ は、それぞれ構成色AおよびBの「華やかさ」因子の推定値である。単色の「華やかさ」因子の推定値は、式4によって求められる。

$$x_{f,i} = f(H_i) + 0.2(V_i + 0.5C_i)^2 \quad (4)$$

ただし、 $f(H_i)$ は構成色のマンセル色相によって決まる値、 V_i および C_i は、それぞれ構成色のマンセルバリュー値およびマンセルクロマ値である。

「暖かさ」因子の推定値は、式5に示すように、構成色それぞれの「暖かさ」因子の和で表される。なお、これは計算機処理との親和性を改善した改訂版の予測式 [20] である。

$$x_{w,AB} = x_{w,A} + x_{w,B} \quad (5)$$

ただし、 $x_{w,AB}$ は2色配色の「暖かさ」因子の推定値、 $x_{w,A}$ および $x_{w,B}$ は、それぞれ構成色AおよびBの「暖かさ」因子の推定値である。単色の「暖かさ」因子の推定値は、式6によって求められる。

$$x_{w,i} = c_0 + \sum_{n=1}^9 c_n x_{n,i} \quad (6)$$

ただし、 $x_{w,i}$ は「暖かさ」因子の推定値、 c_0 は定数、 c_n は偏回帰係数、 $x_{n,i}$ は構成色のマンセル色空間内の位置で決まる説明変数である。

図1に重色目のいくつかの例を示す [22]。図1に示した各重色目について、色彩感情予測式によって算出した感情因子の推定値を図2に示す。ただし、各感情因子の推定値は基準化して尺度を統一している。図2から、例えば春の配色である「裏山吹」は、よく目立ち、華やかであるが、快さが小さい、つまり不調和であることが分かる。また、秋の配色である「花薄」は、快さが大きい良い調和で、比較的目立つが、華やかさおよび暖かさが小さいことが分かる。このように、色彩感情予測式を用いることで、各配色に対して生じる感情効果を定量的に分析することができる。

3. 分析方法

文献 [2] に示された特定の呼称を有する重色目は120種類であるが、重色目に用いられる基本色数は48ある。また、色彩設計分野で広く使用されている日本色研配色体系 (PCCS) [23] では、色票が約200種類用意されている。基本48色を組合せてできるすべての2色配色は1128通り、さらにPCCSハーモニックカード201色 [24] を組合せた2色配色は20100通りとなる。重色目の2色配色としての特徴を明らかにするため、これら多数の2色配色と比較する。

まず、文献 [2] に示された重色目120種類と重色目に用いられる48の基本色それぞれの再現色票を分光測色し、マンセル値(HV/C)を取得する。なお、PCCSハーモニックカード201色については、あらかじめ各色票に対応するマンセル値が与えられている。

120種類の重色目、基本48色を組合せてできるすべての2色配色1128通り、およびPCCS 201色を組合せた2色配色20100通りについて、構成色のマンセル値から色彩感情予測式を用いて「快さ」「目立ち」「華やかさ」「暖かさ」の各因子の推定値を算出する。

文献[2]に示されている120種類の重色目のうち9種類は、同色異名配色つまり表裏反転して色の組み合わせ自体は同じものである。色彩感情予測式は、色の配置による効果を考慮していないため、分析対象の重色目は、厳密には111種類となる。ところで第1章で述べたとおり、重色目は季節の情景や草木を表現しているため、季節ごとに用いられる配色が決められていた。本研究で分析対象とした重色目120種類を用いられる季節で分類すると、春、夏、秋、冬それぞれに対応して、33種類、22種類、39種類、6種類となる。残りの20種類は、四季通用である。しかし、同色異名配色の多くはそれぞれ異なる季節で用いられ、いずれを取捨選択するか合理的な根拠が無い。さらに同色異名配色の重複の有無による分析結果の差異は非常に小さいことから、本研究では同色異名配色を含む120種類の重色目に対して分析した。

図1 重色目の例

4. 結果と考察

基本48色の色域をPCCS 201色のそれと比較した。図3に基本48色とPCCS 201色の a^*b^* 平面上での分布を、図4に L^*C^* 平面上での分布をそれぞれ示す。図3および図4を通覧すると、基本48色はPCCS 201色に比較して、高彩度領域および低彩度領域に含まれる色が少なく、中彩度色が中心であることが分かる。ただし、白色は基本48色にも含まれている。また、色相および明度に関しては、基本48色は、ほぼ全色相方向に分布し、高明度から低明度まで分布している。

次に120種類の重色目と基本48色およびPCCS 201色で構成される2色配色について、「快さ」「目立ち」「華やかさ」および「暖かさ」因子の推定評点ごとの相対出現頻度を求めた。その結果を図5に示す。図5において、横軸は各因子の推定評点を、縦軸は相対出現頻度をそれぞれ示している。図中の3本の垂直線は、それぞれの配色における推定評点の平均値を示している。重色目、基本48色、PCCS 201色それぞれで構成される2色配色の推定評点の平均値について多重比較を行った結果、「快さ」因子は、推定評点の平均値間に有意差は認められなかったが、「目立ち」「華やかさ」および「暖かさ」因子については、表1に示すとおり、統計的に有意差が認められた。また、推定評点の平均値の大小関係を統計的に検定したところ、表2に示すとおり結果であった。つまり、「目立ち」因子に関しては、重色目および基本48色で構成される2色配色は、PCCS 201色で構成される2色配色に比較して、推定評点の平均値が小さく、「華やかさ」因

図2 色彩感情予測式による感情因子の推定値

子に関しては、重色目および基本48色で構成される2色配色は、PCCS 201色で構成される2色配色に比較して、推定評点の平均値が大きくなっている。ただし、重色目については、「華やかさ」が高い配色と「華やかさ」を抑えた配色との二つのグループに分かれているため、平均値近傍の出現頻度は大きく低下している。なお、それぞれのピーク値近傍の「華やかさ」評点を有する配色群について検討したが、系統

図3 PCCS 201色と基本48色の
 a^*b^* 平面上での分布

図4 PCCS 201色と基本48色の
 L^*C^* 平面上での分布

図5 各因子の推定評点の相対出現頻度分布

表1 2色配色群間の因子推定評点平均値の多重比較結果
(Steel-Dwass)

対立仮説	因子			
	快さ	目立ち	華やかさ	暖かさ
PCCS 201色 ≠ 基本48色	n.s.	**	**	**
PCCS 201色 ≠ 重色目	n.s.	**	**	*
基本48色 ≠ 重色目	n.s.	n.s.	*	*

** : 1%有意 * : 5%有意

表2 2色配色群間の因子推定評点平均値の大小の多重比較結果
(Steel)

対立仮説	因子			
	快さ	目立ち	華やかさ	暖かさ
PCCS 201色 < 基本48色	n.s.	n.s.	**	**
PCCS 201色 < 重色目	n.s.	n.s.	**	**
PCCS 201色 > 基本48色	n.s.	**	n.s.	n.s.
PCCS 201色 > 重色目	n.s.	**	n.s.	n.s.

** : 1%有意 * : 5%有意

的な特徴を見出すことはできなかった。「暖かさ」因子に関しては、重色目および基本48色で構成される2色配色は、PCCS 201色で構成される2色配色に比較して、推定評点の平均値が統計的に有意に高くなっている。

以上から、重色目は、派手さを抑えた華やかで暖かい配色が多いことが分かる。重色目と基本48色で構成される2色配色は、「快さ」「目立ち」「華やかさ」「暖かさ」のいずれの因子についても同様の傾向を示すことから、重色目の配色感情は、基本色として48色を選定した段階で特徴付けられているといえる。また、「快さ」「目立ち」「華やかさ」の3因子について、PCCS 201色で構成される2色配色の因子推定評点の出現頻度分布は、その組合せ数の多さから、ほぼ正規分布に近い形状を示すが、「暖かさ」因子に関しては他の3因子と異なり、最大出現頻度の「暖かさ」因子は、小さい値に偏っており、重色目の頻度分布は、「華やかさ」因子と類似した三峰性が認められる。

各季節で用いられる、重色目の「快さ」「目立ち」「華やかさ」「暖かさ」の各因子推定評点の平均値について、各種多重比較法を適用して分析した。その結果、夏の配色と冬の配色との間で「快さ」因子に有意差の傾向が認められたものの、その他の季節および四季通用の配色間では有意差は認められなかった。また、「目立ち」「華やかさ」「暖かさ」の各因子については、各季節および四季通用の配色間で推定評点の平均値に有意差は認められなかった。

図6は2色配色の配色選定図〔16, 17, 19〕であり、縦軸は構成色の明度（マンセルバリュー）差を、横軸は彩度（マンセルクロマ）差をそれぞれ示している。調和の程度によって

図6 配色選定図（明度差、彩度差）

図7 配色選定図（明度差、色相差）

領域が分割され、Iは良い調和の得やすい領域、IIIは不調和となりやすい領域、IIは中間的な調和領域であり、図中のドットは重色目の分布である。図7は明度（マンセルバリュー）差と色相（マンセルヒュー）差で整理した配色選定図であり、縦軸は構成色の明度差を、横軸は色相差をそれぞれ示している。図6と同様に、Iは良い調和の得やすい領域、IIIは不調和となりやすい領域、IIは中間的な調和領域を示し、ドットは重色目の分布である。図6および図7を通覧すると、重色目は良い調和を得やすい領域よりも不調和となりやすい領域に多く分布していることが分かる。「快さ」因子の出現頻度分布および配色選定図から明らかのように、重色目は良い調和の得られる配色とは言えない。しかし、良い配色とは、目的に合致した配色であり、必ずしも調和の良い配色とは限らない。日本人の潜在的な美意識の発露である重色目は、色彩という抽象的な手段で具体的な季節の草花や情景を象徴し、長い年月を経てもなおその美的効果と有用性を失うことはない。ただし、重色目を配色設計に有効に活用するには、その特徴と各配色が持つ意味を十分に理解することが重要である。

5. ま と め

色彩感情予測式を用いて重色目の配色感情因子の推定値を算出し、基本48色およびPCCS 201色を組み合わせるすべての2色配色の因子推定値と比較した。その結果、次の結論を得た。

- (1) 重色目は「快さ」の高い配色ではなく、派手さを抑えた華やかで暖かい配色である。
- (2) 用いられる季節が異なる重色目の比較において、「快さ」「目立ち」「華やかさ」「暖かさ」の各色彩感情因子の推定評点の平均値には、統計的な有意差は認められない。

参 考 文 献

- [1] 長崎盛輝：新版かさねの色目 平安の配彩美，青幻舎，2006。
- [2] 長崎巖監修：平安の配彩美 春夏秋冬かさねいろ，ピエ・ブックス，2005。
- [3] 小林光夫，国松亮，高橋みのり，鈴木卓治：かさね色目の計量的配色分析の試み，日本色彩学会誌，Vol.25，supplement，pp.102-103，2001。
- [4] E. Jacobson: Basic Color, Paul Theobald, Chicago, 1948。
- [5] P. Moon, D. E. Spencer: Geometric Formulation of Classical Color Harmony, Journal of the Optical Society of America, Vol.34, No.1, pp.46-59, 1944。
- [6] P. Moon, D. E. Spencer: Area in Color Harmony, Journal of the Optical Society of America, Vol.34, No.2, pp.93-103, 1944。
- [7] P. Moon, D. E. Spencer: Aesthetic Measure Applied to Color Harmony, Journal of the Optical Society of America,

- Vol.34, No.4, pp.234-242, 1944.
- [8] たとえば, 東京商工会議所編: カラーコーディネーションの基礎, pp.84-85, 東京商工会議所, 2002.
- [9] A. Pope: Note on the Problem of Color Harmony and Geometry of Color Space, Journal of the Optical Society of America, Vol.34, No.12, pp.759-765, 1944.
- [10] 小木曾定彰, 中村洋, 乾正雄: Moon-Spencer 色彩調和論のホテル・ロビーの場合における考察, 日本建築学会関東支部第29回研究発表会抄録, 1961.
- [11] 伊藤行: ムーン・スペンサー色彩調和理論の批判, 日本建築学会論文報告集号外, p.658, 1965.
- [12] 伊藤行, 中内ヒロ子: Moon-Spencer 色彩調和理論の実証的検討, 日本建築学会九州支部研究報告, No.11, pp.171-178, 1962.
- [13] 伊藤行, 田尻道弘, 中村直: ムーン, スペンサーの色彩調和理論の実証的検討, 日本建築学会論文報告集, No.70, pp.75-81, 1962.
- [14] 日本色彩学会編: 新編色彩科学ハンドブック 第2版, pp.675-680, pp.687-688, 東京大学出版会, 1998.
- [15] 納谷嘉信他: 電気試験所彙報, Vol.29, No.8, pp.631-639, No.12, pp.914-933, 1965; Vol.30, No.2, pp.161-178, No.9, pp.741-752, No.11, pp.889-900, 1966; Vol.31, No.11, pp.1153-1168, 1967; Vol.32, No.2, pp.195-220, pp.221-238, 1968; Vol.33, No.2, pp.261-271, No.3, pp.205-229, No.12, pp.1397-1414, 1969; Vol.34, No.4, pp.267-276, No.7, pp.588-599, No.8, pp.649-657, 1970; Vol.36, No.5, pp.337-353, No.6, pp.415-433, 1972.
- [16] 色彩調和委員会: 2色配色の調和理論, 人間工学, Vol.2, No.4, pp.2-14, 1966.
- [17] 色彩調和委員会: 色彩調和の統計的研究, 標準化と品質管理, Vol.20, No.8, pp.15-26, 1967.
- [18] N. Mori, Y. Nayatani, A. Tsujimoto, J. Ikeda, S. Namba: An Appraisal of Two-Color Harmony by Paired Comparison Method (Part 1), Acta Chromatica, Vol.1, No.5, pp.221-235, 1967.
- [19] Y. Nayatani, A. Tsujimoto, J. Ikeda, S. Namba: An Appraisal of Two-Color Harmony by Paired Comparison Method (Part 2), Acta Chromatica, Vol.2, No.1, pp.1-15, 1969.
- [20] 酒井英樹, 卜部奈緒, 納谷嘉信: 色彩感情予測式に基づく配色選定システムの実用化, 日本色彩学会誌, Vol.31, supplement, pp.36-37, 2007.
- [21] I. H. Godlove: Improved Color-Difference Formula, with Applications to the Perceptibility and Acceptability of Fadinings, Journal of the Optical Society of America, Vol.41, No.11, pp.760-772, 1951.
- [22] 長崎巖監修: 日本の伝統色 配色とかさねの辞典, ナツメ社, 2008.
- [23] 文献 [14], pp.696-702.
- [24] 日本色研事業株式会社編: PCCS Harmonic Color 201-L, 日本色研事業株式会社, 1991.

片山 一郎 (正会員)

1988 年神戸大学教育学部卒業。2003 年同大学大学院総合人間科学研究科博士後期課程修了。現在、宮城工業高等専門学校情報デザイン学科准教授。博士 (学術)。照明学会, 日本色彩学会, 日本インテリア学会, 日本建築学会各会員。

青木 務 (非会員)

1970 年京都大学農学部卒業。1975 年同大学大学院農学研究科博士課程単位取得退学。現在、神戸大学大学院人間発達環境学研究科教授。農学博士。日本木材学会, 日本インテリア学会各会員。