

令和4年度

博士論文

Earth Mover's Distance を用いた配色イメージの
感性マッピングに関する研究

佐久田 祐子

徳島大学大学院先端技術科学教育部

システム創生工学専攻 博士後期課程3年

目次

第1章 序論

- 1.1 研究背景 1
- 1.2 研究目的 2
- 1.3 本論文の構成 3

第2章 関連研究

- 2.1 色の感覚と知覚 5
- 2.2 色の数値化 7
 - 2.2.1 物理的表色系 7
 - 2.2.2 知覚的表色系 8
 - 2.2.2.1 マンセル・カラー・システム 8
 - 2.2.2.2 MacAdam の色度図 9
 - 2.2.2.3 CIE L*u*v*色空間 10
 - 2.2.2.4 CIE L*a*b*色空間 11
- 2.3 色とイメージの関係 12
- 2.4 色とイメージのスケール化 14
 - 2.4.1 単色イメージスケール 14
 - 2.4.2 配色イメージスケール 16
 - 2.4.3 配色イメージスケールの限界と提言 19
- 2.5 EMD に基づくイメージ語の推定 20
 - 2.5.1 Earth Mover's Distance (EMD) とは 20
 - 2.5.2 輸送問題とは 21
 - 2.5.3 EMD を活用した先行研究 22

第3章 EMD を用いた画像の印象推定

- 3.1 EMD による色ヒストグラム間の距離推定 26
- 3.2 イメージ語の推定手法 28
- 3.3 提案手法の優位性 29

3.4	EMD による提案手法の評価	30
3.4.1	画像印象推定システムの概要	30
3.4.2	評価用画像の収集	31
3.4.3	分析 1：評定者により分類された画像の EMD 判定	33
3.4.4	分析 2：評定者により「プリティ」へ分類された画像の EMD 判定	34
3.4.5	分析 3：評定者により「クラシック」へ分類された画像の EMD 判定	37
第 4 章 SD 法に基づく提案手法の評価		
4.1	評価画像の作成	41
4.2	人による印象評定のための形容語選定	44
4.3	性格特性尺度	45
4.4	調査概要	47
4.4.1	調査時期	47
4.4.2	調査対象者	48
4.4.3	調査項目	49
4.5	調査結果および考察	50
4.5.1	各画像の印象評定値	50
4.5.2	TIPI-J 尺度の内的整合性および因子的妥当性	59
4.5.3	性格特性と各画像の印象評定値の相関	62
4.5.4	画像の好みに影響を及ぼす要因の検討	67
4.5.4.1	好みの画像の人数および性別の割合	67
4.5.4.2	好みの画像と性格特性の関係	68
第 5 章 結論		
		73
謝辞		75
参考文献		76

図 目次

- 図 1 L・M・S 錐体の分光感度
- 図 2 MacAdam の弁別楕円群
- 図 3 単色イメージスケール
- 図 4 配色イメージスケール
- 図 5 言語イメージスケール
- 図 6 EMD のイメージ図
- 図 7 EMD による色ヒストグラム間距離の計算
- 図 8 EMD によって「エレガント」に分類された画像
- 図 9 EMD によって「ロマンティック」に分類された画像
- 図 10 EMD によって「プリティ」に分類された画像
- 図 11 評定対象イラスト
- 図 12 回答者の年代構成
- 図 13 各画像の「あたたかい」得点
- 図 14 各画像の「やわらかい」得点
- 図 15 各画像の「かわいい」得点
- 図 16 各画像の「ロマンティックな」得点
- 図 17 各画像の「クリア」得点
- 図 18 各画像の「田園的」得点
- 図 19 各画像の「エレガント」得点
- 図 20 各画像の「華やか」得点
- 図 21 各画像の「おだやか」得点
- 図 22 TIPI-J の確認的因子分析結果
- 図 23 好みの画像の違いによる外向性得点の差
- 図 24 好みの画像の違いによる調和性得点の差
- 図 25 好みの画像の違いによる勤勉性得点の差
- 図 26 好みの画像の違いによる神経症傾向得点の差
- 図 27 好みの画像の違いによる開放性得点の差

表 目次

- 表 1 イメージ語と上位カテゴリーイメージ語の対応
- 表 2 評定一致画像の内訳
- 表 3 評定一致画像数および EMD 判定との一致率
- 表 4 「かわいい」画像の EMD による判定
- 表 5 「クラシック」画像の EMD による判定
- 表 6 EMD の印象推定結果に基づき選定された画像
- 表 7 再評価に用いた印象語
- 表 8 性格特性尺度 (TIPI-J)
- 表 9 回答者の居住地域の割合
- 表 10 TIPI-J 尺度の因子分析表
- 表 11 TIPI-J 尺度の 5 因子と画像 1 (エレガント 1; EI1) の印象評定値の相関
- 表 12 TIPI-J 尺度の 5 因子と画像 2 (エレガント 2; EI2) の印象評定値の相関
- 表 13 TIPI-J 尺度の 5 因子と画像 3 (ロマンティック; Ro) の印象評定値の相関
- 表 14 TIPI-J 尺度の 5 因子と画像 4 (クリア; CI) の印象評定値の相関
- 表 15 TIPI-J 尺度の 5 因子と画像 1 (ナチュラル; Na) の印象評定値の相関
- 表 16 TIPI-J 尺度の 5 因子と画像 6 (プリティ; Pr) の印象評定値の相関
- 表 17 TIPI-J 尺度の 5 因子と画像 7 (シック; Ch) の印象評定値の相関
- 表 18 TIPI-J 尺度の 5 因子と 7 画像における「かわいい」印象評定値の相関
- 表 19 選択された好みの画像の割合
- 表 20 選択された好みの画像と評定者の性別とのクロス表

第 1 章 序論

1. 1 研究背景

近年、人工知能（Artificial Intelligence ; AI）に関する研究はめざましい進歩を遂げている。「AI は人間を超えることができるのか」という問いに対して、多くの研究者たちがこれに挑戦するかのごとく、人間に限りなく近い、あるいはそれを超えるような技術開発をめざしている。AI といえば、ロボット開発のような限定的な分野に関係するものだという認識が一般に持たれていた時代も終わり、かなり生活の身近なところへの適用も進んでいる。たとえば小売店における売り場販売員の操作によって行われていたレジが、消費者自身の操作で行われるセルフレジへと移行し、さらに無人の AI レジへと移行していく流れが現在あるように、多くの人が AI の進歩を肌で感じ取ることができるようになってきた。

将来的には AI の導入によって人間が必要とされなくなる職業が数多くあるといわれる一方で、簡単には人間の作業をそのまま AI に置き換え難い場合もある。それは人間の感性を考慮する必要のある分野である。おおよその作業は自動化が可能であると思われるが、その自動化が人間にとって心地よいかどうかは別問題である。人間の感性とは非常に曖昧なもので、同じような素材に対しても、何となく触り心地がよい、何となくしっくりこない、という差異が生じる。視覚刺激に関していえば、目の前に一面の赤色が呈示される場合と、ピンク色の背景の中に赤色が呈示される場合とでは、同じ赤色に対する見え方も、それに対して抱かれるイメージも異なるように、色とイメージが一对一で対応するような単純さはない。

複雑な感性を考慮した AI システムの開発は、人々の暮らしの利便性を高めるのみならず快適性をも高めることが容易に推測できる。先の視覚刺激に関していえば、個々人

の好みに合わせたインテリア空間内の色使い, 贈呈する対象のイメージに合わせたフラワーアレンジメント, 気分を高揚させる色使いの玩具, より一層おいしく感じられる料理の盛り付けなど, 適用可能な範囲は広い.

先述の通り, 色から受けるイメージは単色と配色とで異なる. また, 我々が日常的に目にするものは複数の色の組合せで成り立っている. このため, できる限り多くの色の組合せを考慮したうえで, その配色に対応するイメージが推定できるシステムを開発することは, インテリアや服飾, さまざまな産業界での応用が期待できる. それと同時に, 生活の利便性や快適性をも高めると考えられる. 従来のような個人の経験や勘に頼る方法ではなく, 対象物の配色パターンから受けるイメージの検索を自動化させることで, 効率よく, かつ求めるイメージ通りの配色パターンへと容易にたどり着けるようになるであろう.

1. 2 研究目的

本研究の目的は, 色刺激に対して抱かれるイメージ語を自動的に推定するシステムを構築することである. 具体的には, 画像データを入力として与え, その画像の配色が人に与えるイメージをイメージ語として出力するシステムの開発である.

従来型の色イメージ推定方法は, イメージ語が付与されている既存のカラーチャートを参照しながら, 対象物の色合いに最も近いと判断されたものが採用されるように, 個人の主観に委ねられたものである. 対象物が単色であれば, カラーチャートと並べて見比べることで, どれが最も近い色であるかを判断することはそれほど困難ではない. しかし, 多くの対象物がそうであるように, 複数の色で構成されている場合は, 配色カラーチャート内のどれが最も近いか判断することは容易ではない. なぜなら 3 色配色の場合, 色見本の各色は 1 : 1 : 1 の割合で呈示されているが, 対象物の配色割合は必ずしも 1 : 1 : 1 ではなく, カラーチャートのように 1 つの色が 1 つの領域にまとまってい

るわけでもない。そのため、どの配色見本が対象物と最も近いかは、それを見た人間が勘で判断しなければならない。このプロセスには時間と労力が費やされるうえに、正確性をも欠くという現状がある。

本研究では、画像内の色の割合を考慮し、イメージ語と対応する配色のうち、最も近いものを推定する方法を提案する。イメージ語と配色の対応については、日本カラーデザイン研究所による言語イメージスケールおよびカラーイメージスケールを適用する。画像と配色イメージ語の距離の推定には Earth Mover's Distance(EMD)を用い、画像イメージを簡便に推定できるシステムの構築を行うことを本研究の第一の目的とする。また、提案手法による画像イメージの推定結果と、人間の感性による評定結果の一致率を検討し、イメージスケール上のカテゴリの再検討を行うことも併せて試みる。

1. 3 本論文の構成

本論文では、第 2 章で関連研究について述べたのち、第 3 章で提案手法の説明を行う。続いて第 4 章では提案手法の評価実験について述べ、第 5 章でまとめと今後の課題について述べる。より具体的な流れは次の通りである。

第 2 章第 1 節と第 2 節では、色の知覚という主観的な現象が定量的に扱うことが可能となる原理について概説する。続いて第 2 節で色とイメージの関係について述べる。ここで紹介する言語イメージスケールおよびカラーイメージスケールは、本研究で提案する手法で用いられている。言語イメージスケールは、感性が言語化される際に使用される形容詞語を、心理軸から成る空間に配置したものである。また、同様の空間に単色あるいは配色を配置させたものがカラーイメージスケールである。続いて第 3 節で EMD について、そのもととなる理論とその後の展開を含む基本的な考え方について述べる。さらに EMD を適用した先行研究の紹介と、色とイメージ間の距離の推定をどのように行うのかについて論じる。

第 3 章では、EMD を用いた画像のイメージ推定方法について説明を行ったうえで、評価実験結果について報告する。EMD を用いた画像イメージの推定と、人間の感性による画像イメージとの一致率を見ることによる評価実験、さらに、提案手法によって推定されたイメージ語と、人間の判断によるイメージ語の一致率が低い画像について、データを追加し再検討を行った結果について述べる。

第 4 章では、SD 法に基づき提案手法の評価を行う。異なる配色の同一図柄を複数枚用意し、EMD によって推定されたイメージと SD 法によるイメージの関係と、カラーイメージスケールの再構築について提案を行う。

第 5 章では、提案手法と評価実験結果を振り返り、本研究の成果の今後の可能性について論じる。それと同時に、限界点と今後の課題についても述べる。

第 2 章 関連研究

2.1 色の感覚と知覚

色とは単なる物理刺激を指すのではなく、光の波長を人間の感覚器官が受容し、その情報が脳に伝達されて知覚される主観的な感覚のことを指す。したがって可視光線（下限 360–400 nm, 上限 760–830 nm）のみが色の分類対象となる。波長の短い紫外線や、波長の長い赤外線が人間の目には見えないように、知覚できない波長の光は色感覚をもたらしえないことになる [1]。

色を知覚する感覚器官は網膜にある。銀塩カメラになぞらえるならば、瞼がシャッター、水晶体がレンズ、そしてフィルムに相当するのが網膜である。網膜は視細胞、双極細胞、水平細胞、アマクリン細胞、神経節細胞の 5 つが層状に配列しているものであるが、そのうち色の知覚に関係しているのは視細胞である。視細胞はその形態から桿体細胞と錐体細胞の 2 種類に分類される。光の強度に応じて暗所では桿体が、明所では錐体が主に機能するように、これらの視細胞は周囲の明るさに応じて相互補完的に働いている。しかし桿体細胞は暗所でわずかな光も感知できるものの、色を識別することはできない。一方の錐体細胞は、明所にて色の識別が可能であることから、色の知覚には錐体細胞が関わっているといえる [2]。

なぜ錐体が色の識別を可能にしているかについては、錐体はその形態によって 3 種類（S, M, L 錐体）に分類されるためだといわれている。S, M, L とは短波長、中波長、長波長の頭文字であり、それぞれどの波長に敏感であるかによって分類されている。錐体は光を吸収して網膜にそれを送る役割を担っているが、その際どの程度光を吸収するかは錐体細胞によって異なっている。その違いは発現している視物質の性質に依存している。S 錐体は青視物質、M 錐体は緑視物質、L 錐体は赤視物質を発現しており、

眼に入った光がどのような波長成分を有するかに応じて、各視物質を介して各錐体が興奮する[2].

各錐体の活動度の相対的な違いは脳に伝えられて処理され、色として知覚される。ところが波長スペクトルが著しく異なっている光に対して、3種類の錐体が同じような相対比で興奮することがある。たとえば、赤と緑を混ぜると黄色の光となるが、黄色の単色光との区別は我々にはできない。黄色単色光の波長は570-585nmであり、これに対して反応するのはM錐体とL錐体である(図1)。L錐体は赤色単色光、M錐体は緑色単色光に反応するが、黄色単色光の波長付近ではL・M両錐体が反応するため、赤色と緑色の光が混ざると黄色の単色光と同じように見えるのである。

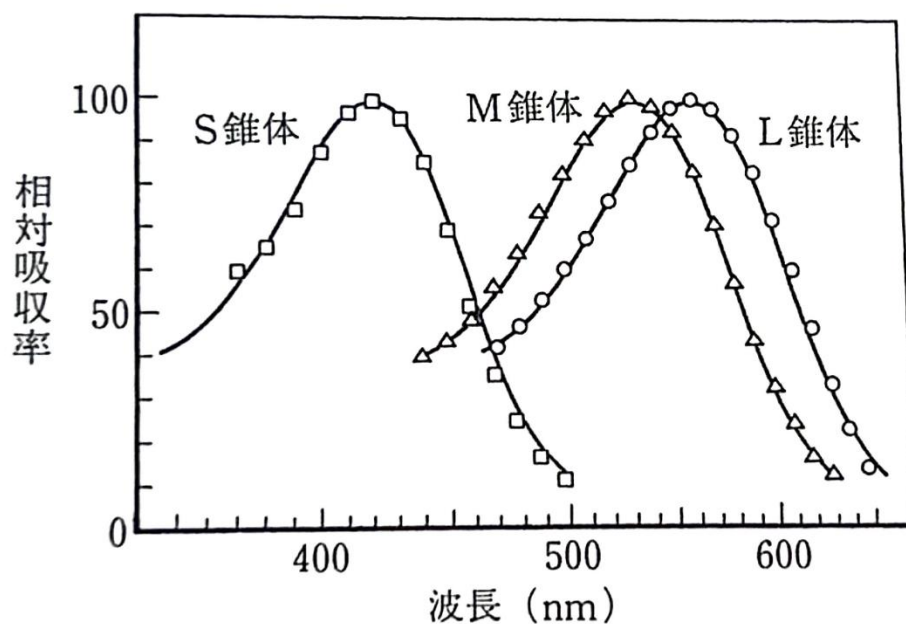


図1 L・M・S錐体の分光感度(出典:文献[1])

この仕組みにより、我々は3種類の錐体の興奮の相対比によってすべての光の色を知覚している。また、光の色は各錐体の興奮の相対比によって識別されているため、人間の色の弁別能力は、人間がどのような分光吸収特性を示す視物質を有しているかに依存

している。言い換えれば、人間が知覚するすべての色は3つの原色光を混ぜ合わせるこ
とによって人工的に表現することができるのである。

2.2 色の数値化

色が本来、主観的な心理現象に過ぎないことは既に述べたが、このため知覚された色
を伝達するためには、何らかの基準にしたがって符号化あるいは数値化するシステムが
必要である。色を数値化する方法は複数存在するが、大きくは物理的表色系と知覚的表
色系に分類できる。物理的表色系で代表的な RGB は主に TV や PC のモニタに採用さ
れ、CMYK は主に印刷場面で採用されている。RGB や CMYK は色を作り出す方法を
記述した表色系であり、色の再現や操作を行う場合に適している。2.2.1 では物理的表
色系について、2.2.2 では知覚的表色系について詳しく述べる。

2.2.1 物理的表色系

光の三原色は赤・緑・青、色の三原色は青緑（シアン；C）、赤紫（マゼンタ；M）、
黄（イエロー；Y）といわれている。これは1.1で述べた通り、波長感度が異なる網膜
上の視細胞、L錐体・M錐体・S錐体から出力される信号の比率を人間が知覚するから
である。したがって、これらの三原色を一定量混ぜ合わせることで、理論上ではすべて
の色を作ることができる。前者に基づいたものが RGB 法、後者が CMYK 法であり、
いずれも三原色を軸とする三次元空間の座標で色を物理的に捉えるものである。

物理的表色系では色の表示を標準化するために、赤原色を 700nm、緑原色を 546.1nm、
青原色を 453.8nm の単波長光と定め、これらの原色を用いた等色実験によって得られ
たデータから等色関数が定義されている。なお等色実験とは、三原色を調整しながら混
色したものを人に呈示し、等しい色に見えた瞬間の三原色の各混色量を測るものであ
る。しかし、この等色関数では 440nm-545nm（青紫-黄緑系）の色において負の値が生

じることがわかっている。すなわち RGB の混色量では色域の単色光を正確に再現できない[3].

2.2.2 知覚的表色系

2.2.2.1 マンセル・カラー・システム

物理的表色系は前項で述べた通り、色の定量的表示を目的とした混色系であるため、光源次第で値が異なることがあるうえ、人間の色の見え方や感じ方とのずれがあることがわかっている。このような不都合を数学的に回避するために考えられたものが知覚的表色系である。

一般にも広く知られているマンセル・カラー・システムのマンセル色相環は、現在の知覚的表色系の代表的なシステムの1つである。マンセル (Albert Henry Munsell, 1858–1918) は考案の初期段階で、薄めた黒インクを用いて物理的に等間隔である明度のグレースケールを作成したところ、人の目からは連続性に欠けて見えることに気づいた。見た目に等間隔に変化するようなスケールの作成に取り組み、色相、彩度についても同様に、人の目から見て等間隔であると感じられるスケールの開発を行い、これらをもとに色を三次元空間に配列するための色立体を完成させた[4].

マンセルは色相について赤色、黄色、緑色、青色、紫色を基準とみなしている。マンセルの5色の原色の根拠は、色相環の反対側にある色を回転して混ぜるとグレーになることを基準としている。マンセルは、絵の具で混色した時に、無彩色グレーになるのが原色と考えたが、RGBの三原色では回転混色してもグレーにはならなかった。そこで色相・明度・彩度の3つのパラメータを表示するために、色彩を球体という形で立体表示する色彩球をマンセルは考案し特許を取った。この地球儀のような色彩球を回転させ、混色した時にグレーに見える配色が、これら5原色だった。マンセルのカラー・システムは後にアメリカ光学会による修正を経て、RGBの三原色をそれぞれ 0° 、 120° 、

240° に固定したうえで、知覚的に概ね等間隔となるよう色が配置された現在の形となっている。

2.2.2.2 MacAdam の色度図

人間の色感覚は、見ているものが同じであっても、対象物の大きさによって変化し、視角が変化すると色感覚も変化することがわかっている。視角とは眼球の中心を基点とし、対象物の直径の上端と下端をそれぞれ結んだ角度のことである。MacAdam は色彩計の一視野に色度図上からサンプリングした 25 の基準色点について等色実験を行った。その各点を中心として 6~9 方向に変化する色彩を他の視野に取り、各方向の等色調整時の標準偏差が丁度可知差異と等しいことを確かめたうえで標準偏差を算出した。なお、丁度可知差異とは、ある刺激と他の刺激の弁別が可能な最小の差異のことである。同じ色に見える範囲を、基準色点を中心に丁度可知差異を境界線とする楕円によって示したものが有名な MacAdam の色弁別楕円（標準偏差楕円）である [5]。

MacAdam によって 1942 年に発表された色度図に示された楕円群は、座標の位置によって大きさがさまざまである（図 2）。たとえば緑色の表示領域における楕円のサイズはかなり大きいのに対し、青~青紫の表示領域では非常に小さくなっている。このことは、色の種類によって、色度図上の距離と、肉眼による色差の感覚が一致していない、すなわち均等色差空間になっていないということを示している。

色度図上での 2 点間の距離が同じであっても、青領域では区別でき、緑系統の色では区別ができないという事態が生じる。また、弁別域が楕円ということは、色ズレの方向によって、色差の感覚と色度図上の距離とが一致していないことも意味する。そのためこれは均等色空間とはいえず、この不均等な位置関係を改善したものが CIE L*a*b*表色系である [6]。

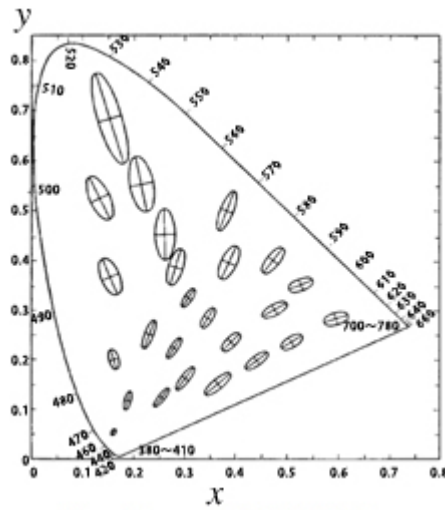


図2 MacAdam の弁別楕円群 (出典：文献[7] p. 13)

2.2.2.3 CIE L*u*v*色空間

色の種類（色度図上の位置）や色ずれの方向によらず，色空間の座標上の2点間距離と肉眼での色差感が一致するようにすることができれば，どの色に対しても色差を示す数値（座標上の2点間の距離）を示すだけで統一的に色のずれを定量的・客観的に取り扱うことができる．CIE L*u*v*色空間はこれを実現するために考案された色空間の1つである[8]．

CIE L*u*v*色空間は明度関数 L^* と色相と彩度からなる色知覚を表す u^*v^* を用いて，物体色について，完全拡散面を基準とする相対値として計算される定義式で，三次元直交座標空間の色座標 (L^*, u^*, v^*) を定義している． u^*v^* 色度座標は，物体色の色度表示として，基準白色面（完全拡散反射面）の色度すなわち白色照明光源の座標を原点 $(u^*_n, v^*_n) = (0, 0)$ として，その光源によって照明された物体によって反射光がどれだけ色づくかを，色差が均等になるようにして示したものである．しかし MacAdam の色弁別楕円と比較すると，かなり色差均等性が改善されているが，それでも完全に均等な色空間とはいえない．

2.2.2.4 CIE L*a*b*色空間

CIE L*u*v*色空間が提案されたのと同時期に提案されたもう 1 つの色空間が CIE L*a*b*色空間である。これは、L*, a*, b*からなる 3 次元空間上に色を配置したものである[9]。次の変換式によって 3 次元直交座標 (L*a*b*) で物体色表示の均等色空間が定義されている。

明度指数 L*

$$L^* = 116 \left(\frac{Y}{Y_n} \right)^{1/3} - 16$$

クロマティクネス指数：a*b*

$$a^* = 500 \left[\left(\frac{X}{X_n} \right)^{1/3} - \left(\frac{Y}{Y_n} \right)^{1/3} \right]$$

$$b^* = 200 \left[\left(\frac{Y}{Y_n} \right)^{1/3} - \left(\frac{Z}{Z_n} \right)^{1/3} \right]$$

ただし、

$$\left(\frac{Y}{Y_n} \right) > \left(\frac{24}{116} \right)^3$$

$$\left(\frac{X}{X_n} \right) > \left(\frac{24}{116} \right)^3$$

$$\left(\frac{Z}{Z_n} \right) > \left(\frac{24}{116} \right)^3$$

L*値は明度を表し、値が大きいほど白に近く、小さいほど黒に近い色となる。a*値およびb*値は平面上で色相を表しており、a*値が大きいほど赤紫色が強くなり、小さいほど青緑色が強くなること、b*値が大きいほど黄色が強くなり、小さいほど青色が強くなることを

それぞれ意味している。a*b* 色度座標は、物体色の色度表示として、基準白色面（完全拡散反射面）の色度座標を原点 $(a^*, b^*) = (0, 0)$ としている。これは光源が白色光であることが前提となっており、その光源によって照明された物体によって反射光がどれだけ色づくかを、色差が均等になるようにして表示している。CIE L*a*b*では、明度指数 L* については、CIE L*u*v* 色空間と同じ定義であるが、色度 a*, b* については、三刺激値に対して 1/3 乗という非線形演算を施すことによって、均等色空間を実現している[10]。

以上のことから、人間は同じ波長を常に同じ色として知覚しているわけではないため、物理的表色系よりも知覚的表色系のほうが人間の感覚に近いといえる。感性研究においては後者を利用するほうが適切であり、さらに色空間の高い均等性が保たれている CIE L*a*b*空間を本研究では採用する。

2.3 色とイメージの関係

我々を取り巻く環境には、さまざまな色が用いられている。個人空間内であれば好みの色を自由に用いられるが、公共の施設や空間の場合は一定の基準が設けられていることがある。たとえば一般道路の案内標識は、背景色が青、高速道路の場合は背景色が緑、文字は白と定められている。また、危険を知らせる、あるいは注意喚起させるための標識の背景色には黄色が、禁止を表す標識の背景色には赤色が定められている。交通現場に限らず、店舗内における価格割引の掲示物が多くの場合黄色地であるなど、視認性、誘目性を高めるために色が利用されているといえる。

また、識別性を高めるため、採用する色に意味を持たせている場合もある。たとえば日本国内では、男性用トイレのピクトグラムは青色、女性用トイレは赤色で表現されていることがある。公衆浴場の入り口の暖簾の色も、これと同様の使い分けがなされている。また、ランドセルの色は女兒が赤系統、男児が黒という暗黙裡に意味づけがなされる。

ている場合もある。近年はジェンダー問題に関連してピクトグラムの色については見直される傾向にあり、ランドセルの色も選択の幅が広がり自由度は高くなっているが、いまだに女性的なイメージ、男性的なイメージが色に付随していることは否めない。

一方、色が人の感情に影響を及ぼすことを想定したうえで選択される場合も多い。たとえばカフェの内装にはいわゆるアースカラーと呼ばれる土や木を連想させる色、すなわちリラクゼーション効果を期待する色が多く取り入れられていたり、テーマパーク内の外装・内装の色は、来場者の気分を高揚させるためカラフルにされているなど、人々を快適にさせるため、気分を高揚させるため、あるいは魅力的に見せるために、見る者に与えるイメージが考慮されている。すなわち、色には見る者に対して何らかのイメージを抱かせる能動的な作用があると一般的に考えられている。

先述の通り、色とは本来さまざまな波長の可視光線を網膜で感知し、その情報が脳に伝えられ認識された主観的な心理現象に過ぎない。しかし色相・明度・彩度の組合せによって分類され、色名が割り当てられたことで、同時にイメージも付随するようになったといえる。たとえば赤色には「激情・怒り・歓喜・活動的・興奮」、青色には「落ち着き・淋しさ・悲哀・深遠・沈静」のイメージがあるとされる [11]。このイメージ調査結果は日本国内におけるものであるが、同様の研究を張ら [12] が中国において実施している。中国国内4地域（北京、武漢、杭州、重慶）にて、男女大学生に対して赤色のイメージ調査を行った結果、一貫して「太陽、血液、情熱」などの連想語が上位を占めたことが明らかにされている。同一国内といえども地域の特徴がそれぞれ異なる中国4地域内で一貫した結果が得られたこと、および日本国内での調査結果とも一致していることから、色の持つイメージに大きな文化差はみられないと推測できる。つまり、単色が持つイメージは、赤であれば太陽や炎や血液、青であれば空や海というように、自然界でその色を持つ物や現象のイメージと概ねリンクしていると考えるのが妥当である。

色とイメージの関連性については、多くの場合、Semantic Differential Method(以下

SD法)あるいはリッカート法によるアンケート調査と、因子分析またはクラスター分析の統計的手法を組合せて検討が行われている。たとえば女性の化粧およびファッションとして知られるネイルカラーの印象を測定した研究[13]、VDT表示色の印象と好ましさを検討した研究[14]、医療用ユニフォームに対する印象を調べた研究[15, 16]、空間色と印象の関係を調べた研究[17-19]、服装の色とそこから受ける人物の印象を調べた研究[20, 21]、色に対する印象評価を性格特性別に調べた研究[22]、観賞魚の色・形・模様をもたらす印象について調べた研究[23]など数多い。

以上のように、色と印象に関する先行研究のテーマは、インテリア空間などの特定の分野に留まることなく多岐に渡ることが明らかである。これは、色から得られる印象を評定するニーズが高いことを窺わせる。しかしながら、先行研究で採用されている色条件は主に単色であることが多く、検討される色の種類も少ない場合は2-3色に限定されている。ここから見えてくる問題は、仮に多くの色について検討しようとしても、配色の組合せ数が多くなれば、それに伴ってデータの扱いも複雑化するため、多くの研究者にとって扱いにくいということであろう。検討する色の種類を減らすことなく、ユーザの利便性を考慮したシステムによりイメージを推定することができれば、従来の色とイメージに関する研究の発展に貢献できるはずである。次節では、このための基礎となるイメージスケールについて説明する。

2.4 色とイメージのスケール化

2.4.1 単色イメージスケール

小林[24-27]は色のイメージを系統立ててスケール化することを試みた。一般的に色は色相・明度・彩度の三属性で表現されることが多いが、小林は明度と彩度を融合したトーン(色調)という指標を用い、これと色相との組合せによって体系化させている。各色が持つ心理的なイメージは、「明るい-暗い」「沈静的-刺激的」という対立する意

味を持つ2つの形容詞を両極とする形容詞対を複数組提示したうえで、評価者に評定させるSD法によって分析している。この結果、色の心理的な差別化に関わる要因として“SOFT-HARD”および“WARM-COOL”を抽出した。続いてこれらを軸とする二次元空間座標に、各色のイメージを配置するための座標を決定し、イメージ空間上に色を位置づけた。これによって得られた単色カラーイメージスケールが図3である。

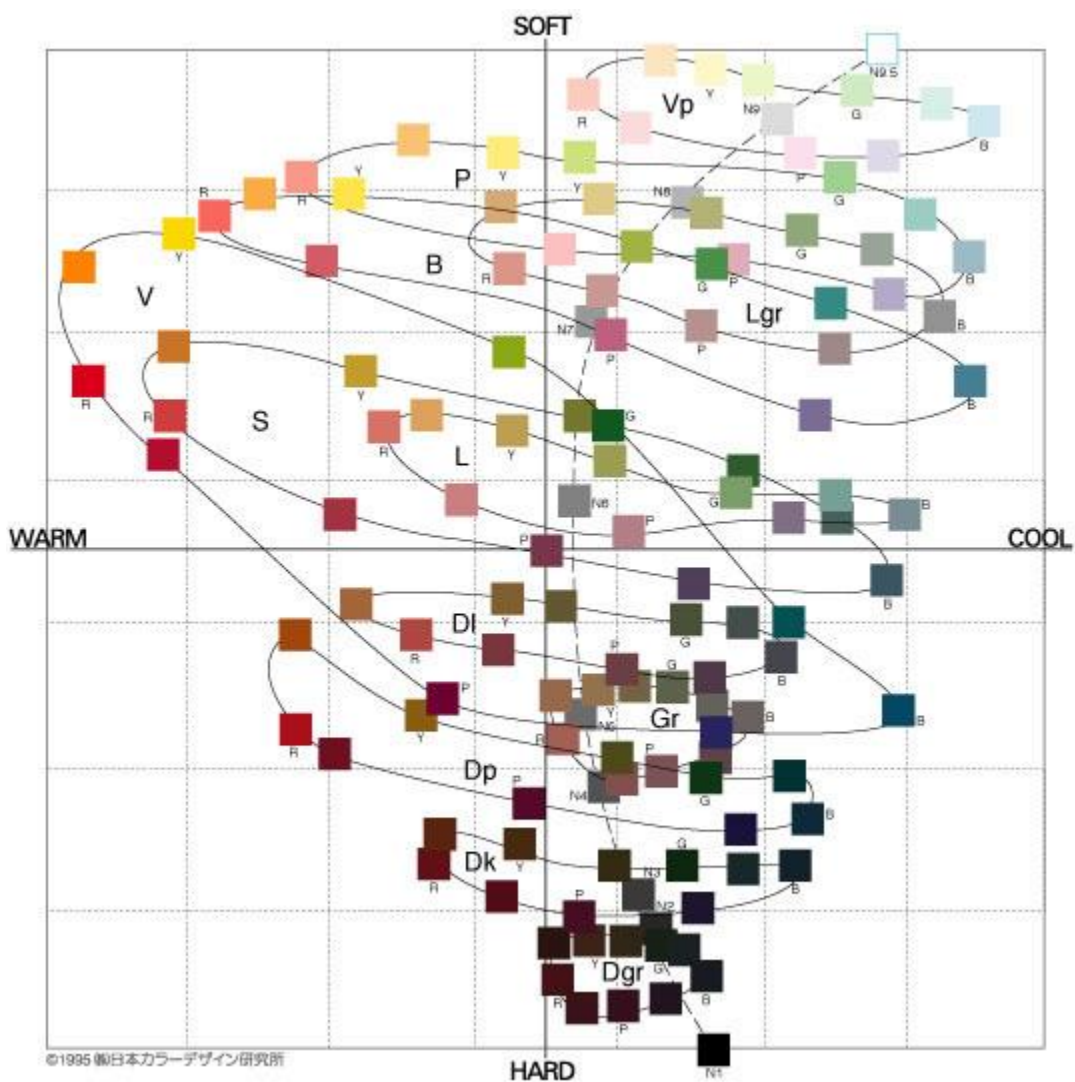


図3. 単色イメージスケール (出典：文献[27] p.9)

2.4.2 配色イメージスケール

一方、複数の色の組合せが見る者に与えるイメージは、単純に単色イメージを組合せたものにはならない。類似のイメージを持つ色を組合せた場合、すなわち赤色と橙色のような組合せの場合、それぞれの単色イメージと配色イメージは類似する傾向にあるが、おおよそ対極的なイメージが持たれている赤と青の2色を同じ割合で組合せた場合、それぞれのイメージが相殺、あるいは単純に両立するわけではない。さらに、3色の配色になると、その複雑さは一層増加する。たとえば先述の赤と青に加えて「快活・明朗・愉快・活動的・元気」というイメージが持たれている黄を他の2色と同じ割合で組合せて呈示した場合、社会的でにぎやかなイメージを見る者に与えることがわかっている[22]。赤・青・黄の組合せの場合、黄の単色イメージに全体の配色イメージが強く影響を受けるが、黄のイメージが常にどの配色においても優勢であるわけではない。また、配色内での各色の割合の要因も考慮する必要がある。このように配色が見る者に与えるイメージには非常に複雑な過程が含まれていることがわかる。

さまざまな配色が見る者に与えるイメージを調べることにより開発されたのが、配色イメージスケールである。このスケールでは、SOFT-HARD 軸および WARM-COOL 軸の2つの軸からなるイメージ空間内に単色ないしは配色（3色・5色）が位置づけられている（図4）。なお、ここでの軸はいずれも物理量ではなく心理量である。具体的には、対象となる配色のイメージが SOFT（やわらかい）と HARD（かたい）を両極とする軸のどこに位置づけられるか、同様に WARM（あたたかい）と COOL（つめたい）を両極とする軸のどこに位置づけられるか、中間を0点、両極を3点とする7段階のSD法によって得られた主観的評定データをもとに決定されている。

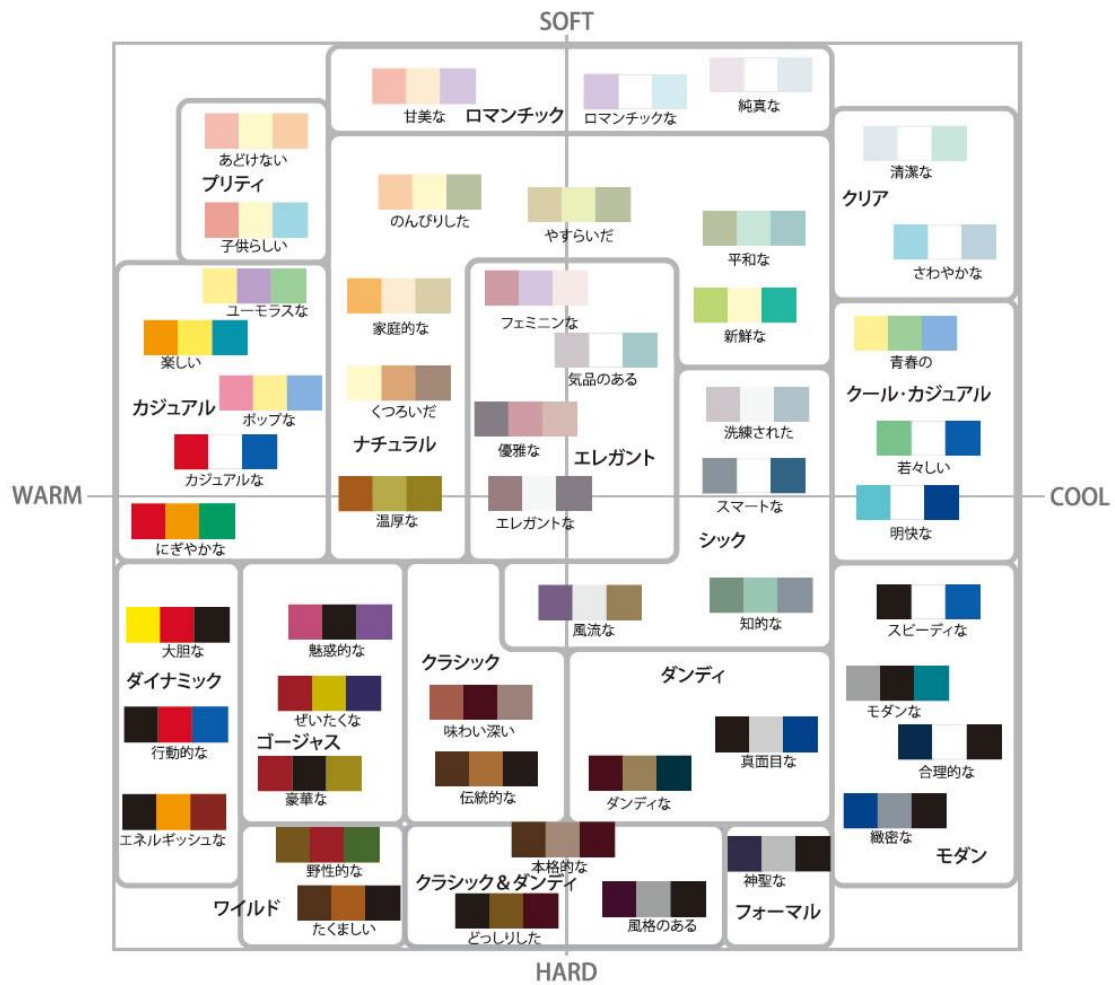


図 4. 配色イメージスケール (出典：文献[27] p.11)

図 4 では平面上に配置された各配色に形容詞が付与されているが、これは同じ空間内に配置された 180 個のイメージ語からなる言語イメージスケール (図 5) を配色イメージスケールに重ねたものである。言語イメージスケールとは、人々が色に対して抱く共通の感覚を形容詞で表し、色との結びつきを研究しスケール化したものである。これも配色イメージスケールと同様の手法で SOFT-HARD 軸および WARM-COOL 軸の 2 つの軸からなるイメージ空間内に形容詞を配置させている。スケール上の離れた位置にある形容詞同士は反対のイメージを表す。同様に、近い位置にある形容詞同士は類似

のイメージを表す。このスケールと配色イメージスケールを重ねることにより、配色とイメージ語の等価変換を可能にしている。

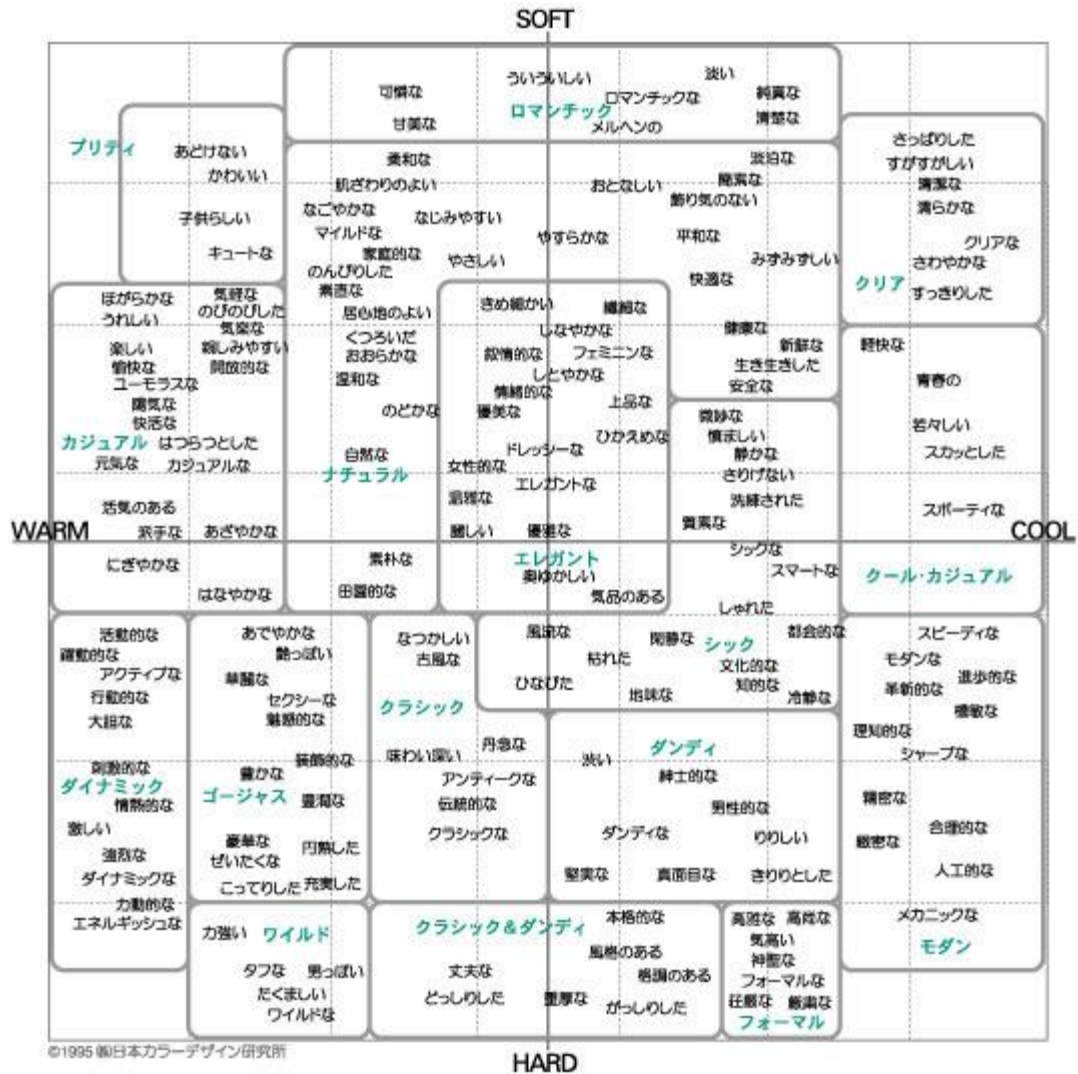


図 5. 言語イメージスケール (出典：文献[26] p.11)

2.4.3 配色イメージスケールの限界点と提言

配色イメージスケールを用いることにより、求めるイメージに近いイメージ語と対応する配色を知ることができる。このようにして知り得た最適な配色を、商品開発や環境改善に活かすことは社会にとってきわめて有用である。

しかしながら、我々は、よほど特殊な環境下でない限り、視野の範囲内には常に数多くの種類の色が存在することになる。つまり、知覚された色全体の中で、それぞれの色がどの程度の割合で存在し組合せられているかを考慮しなければ、対象のイメージに関する実用的な情報を得ることは難しい。

既にデザインされたものが一般にどのようなイメージを持たれるかについて確認することは、このイメージスケールだけでは困難である。なぜなら配色スケールでは配色内の各色が均一の割合で構成されているが、実際に色の割合が均一である配色の対象物はまれであり、特定の色が多い配色も珍しくない。さらに風景写真のような、さまざまな色が複雑に混ざり合っている画像については、見ただけではその配色構成を容易に識別できないため、単純にイメージスケールを適用することはできない。

また、たとえば商品開発過程におけるパッケージサンプルの評価結果とターゲット層にマッチしたイメージ語との間にずれが生じていた場合、求めるイメージへ近づけるための具体的な修正案を導き出すことも難しい。これらの問題を解決するためには、画像の配色構成を識別したうえで配色イメージスケールにおける位置づけを確定させ、それが言語イメージスケールのどのイメージ語と関連するのか判定できるシステムの開発が必要である。

本論文では、与えられた画像と配色イメージスケール中の配色イメージ(単色, 3色, 5色)を比較することにより、入力画像がどの配色イメージに最も類似しているかを調べ、その配色イメージに対応しているイメージ語(印象語)を出力する手法を提案する。画像と配色イメージの比較を行なうために、画像および配色イメージカラー色ヒストグ

ラムを作成し、ヒストグラム間の距離を EMD により計算する。次節では、EMD について詳しく説明したうえで、EMD に基づくイメージ語の推定手法を提案する。

2.5 EMD に基づくイメージ語の推定

2.5.1 Earth Mover's Distance (EMD)

Earth Mover's Distance(EMD)[28]は輸送問題の解に基づき計算される距離尺度である。EMD において扱われるのは、シグネチャと呼ばれる特徴量と重みの集合体で与えられる分布 P と分布 Q の距離である。特徴量間で距離 d_{ij} が定義されている場合、特徴量の集合が 2 つ与えられれば、1 つ 1 つの特徴量をもとにして特徴量集合間の距離を求めることができる。この全体像を表したものが図 6 である。

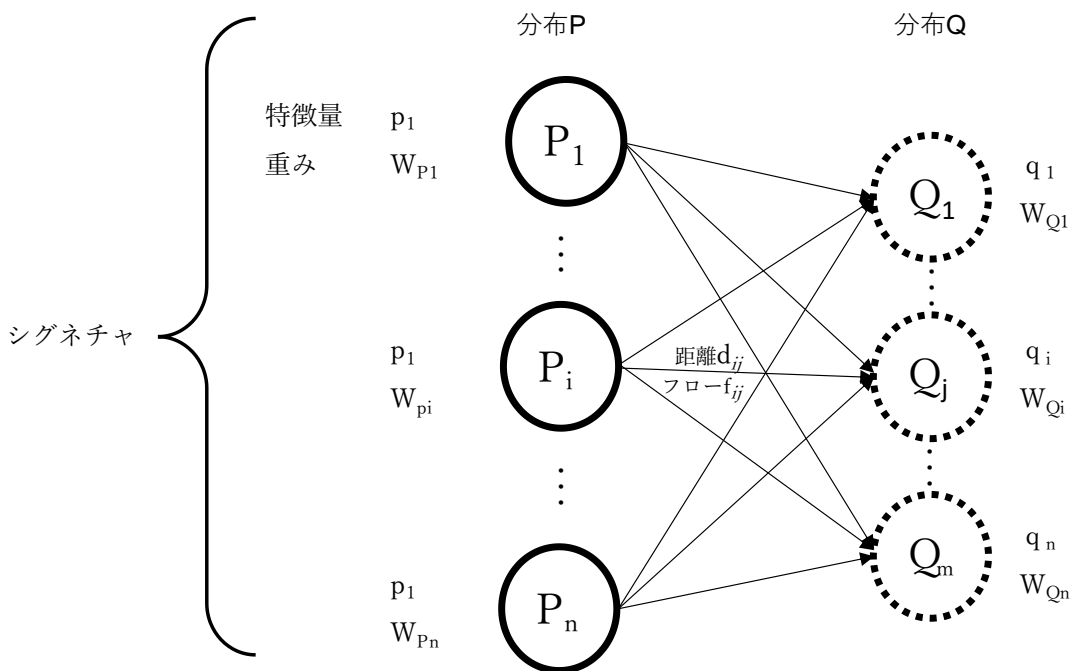


図 6 EMD のイメージ図

2.5.2 輸送問題

EMD を理解するために、輸送問題と絡めて説明しておく必要がある。輸送問題とは、フランスの数学者 Gaspard Monge (ガスパール・モンジュ) が 1781 年に提唱し、定式化したもので、モンジュの最適輸送問題とも呼ばれている [29]。発表当時、大変な難問として多くの研究者たちの知るところとなり、以後議論が重ねられてきたが、1987 年によろやく Brenier, Y. が厳密な形で解を導いたとされている。その内容は、ある土地で採掘された砂山を、別の土地にある穴にすべて移したい場合の、移動コストを考慮したうえでの最適な移動のさせ方を求める方法である。この問題を解くには面積や体積、積分の概念が必要であり、これが問題の解決を難しくしていた原因だといわれている。

一方、モンジュの最適輸送問題の変形ともいうべく、離散的なパターンの輸送問題がある。たとえば、A 工業では P1, P2, P3 の 3 か所の工場で製品を生産しているとする。これを Q1, Q2, Q3, Q4 の 4 つの小売店に供給するが、店舗によって平均的な売上数が異なるため、その需要に応じた供給を行わなければならない。最短距離にある工場からの供給が理想であるが、各工場の生産能力には上限があるため、店舗の需要を 1 つの工場で満たせるわけではない。製品を各工場から各店舗まで輸送するにはガソリン代、高速道路代、ドライバーの賃金という中間マージンが必要となる。これは工場と小売店の距離に応じて変化するため、どの工場からどの店舗へ製品をどれくらい供給するかを決定する際、トータルのコストが最小となる解を考える必要がある。換言すると、供給地の集合と需要地の集合があり、それぞれの供給地には供給量、それぞれの需要地には異なる需要量、供給地と需要地の間には距離に応じた輸送コストが与えられる際、需要地の需要量を満たすよう供給地から需要地へ荷物を輸送する際の合計輸送コストが最小となるように輸送する方法を探る問題である。モンジュの最適輸送問題が連続変数を扱う問題だとするならば、これは離散変数を扱う問題といえ、1941 年に Hitchcock,

F.L.が定式化したことから、このような離散的な輸送問題をヒッチコック型輸送問題と呼ぶ。

2.5.3 EMD を活用した先行研究

Rubner ら[28]が EMD を画像間の類似度として用いたため、類似画像検索分野において EMD が採用されている研究は数多い。たとえば竹内ら[30]は、EMD を用いたキーワードによる画像検索を行う手法を提案している。Web の画像検索では、画像に対してあらかじめキーワードを付与しておく方法と、Web ページ内の画像説明文を自動抽出して画像に付与する方法がある。しかしすべての Web ページ内の文章と画像は一致しているとは限らず、そのため自動抽出された画像説明文が必ずしも画像の説明に合致するとは限らない。牽引付けされたキーワードと検索質問との類似度をキーワードのみによる検索に加え、画像の特徴量を用いることで、本来異質のデータを統一的に扱うことを可能にしている。

また、山根ら[31]はキーワード指定による画像検索では、適切なキーワードをユーザが思いつげなかった場合に、求める画像に辿り着くことができない問題に注目し、画像そのものを入力することで類似する画像を検索する類似画像検索について論じている。画像の類似検索では、画像をユークリッド空間内の特徴ベクトルとして表現し、その2つの距離が近いほど類似度が高いと判断されるが、人間の感覚的には似ていると思われるものが計算上は距離があまり近くなならないこと、あるいはそれとは逆の現象が生じることがある。これを解消するために、マルチベクトル特徴空間方式とならんで EMD を組み込んだ手法を提唱している。

以上のように、EMD は画像検索に適した手法であるが、各分布の特徴量を定義することさえできれば、それが異なる性質のもの同士であっても EMD による計算は可能である。これを踏まえ、次第に画像以外の分野においても EMD は応用されるようになって

た。その代表格が、文書検索に関する研究分野である。たとえば藤江ら[32]は、既存の検索システムにおいて、意味は同じであっても入力される検索語が異なれば検索結果も異なるという問題を抱えている点に着目し、ここに EMD を適用している。この問題を解消するには、単なる単語との関連によるものではなく、文書の意味を捉えた検索が必要となるため、既存の概念ベースを用い、単語の関連性に基づく文書間の類似性について EMD を用いて推定するシステムを構築した。その結果、Web 検索評価用テストコレクション NTCIR3-WEB を評価指標としたところ、他の手法よりも提案手法のほうに有意に良好な結果であることを示した。

EMD が文書類似度に適用される研究は数多い。そのうちの 1 つが柳本ら[33]の研究である。この研究では文書間の類似度としてコサイン類似度が多く採用されている現状に問題を呈している。すなわち、コサイン類似度を用いたベクトル空間は直交空間だと仮定している点である。しかしながら、検索語が互いに意味的に独立であるとは考えにくく、特定の単語同士の共起を考えれば、この手法に限界があることは明らかである。そこで牽引語間の相関性を考慮するため、文書類似度の推定に EMD を採用している。同様に Wan ら[34]も、牽引語間の関連性に配慮した文書類似度の推定に EMD を用いることで、同義語や多義語の問題に対応している。

類似する数学問題文の検索に EMD を適用した研究もある。過去問を収集して学習に利用する、あるいは出題の際に過去問と重複していないかを確認するなど、教育現場での過去問検索ニーズは一定数あると考えられる。しかし数学に関しては、自然言語文と数式の混在する問題文が存在するため、自然言語文のみからなる文書と数式集合とに分割したうえで類似度を定義する必要がある。そこで狩山ら[35]は、自然言語文と数式集合、または数式集合間の類似度に EMD を用いた手法の提案を行っている。その結果、2つの数式集合関係が包含関係にある場合、それらが互いに等しいとみなされる問題は残されたが、前提記述に関しては 60.1~79.7%、質問記述に関しては 77.3~83.6%の精

度で記述を識別できることを明らかにした。

その他、言語に関する分野の研究に EMD が採用されるケースは多い。翻訳システムの開発過程で機械翻訳の質を上げるためには対訳コーパスが重要となる。しかし対訳コーパスを人手で収集することは時間と労力の大きなコストがかかる。対訳コーパスを自動生成する手法に EMD を適用したのが田上ら[36, 37]の研究である。対訳コーパスを自動生成する多くの手法では、単語の意味そのものが十分に考慮されていないという問題があった。しかし EMD を用いることで、異言語間の文同士の対応関係を単語の分散表現に基づく類似度により決定することを可能とした。なおこの研究では EMD に加えて文ベクトルに基づく距離も考慮に入れることで、翻訳の精度を高めた。

また、音楽検索の分野においても EMD が適用されている。たとえば、聞いたことあるが曲名がわからない、このような場合に重宝するのが音楽検索システムである。現在流れている音楽の曲名を検索する際は大きな問題にならないが、過去の聴取経験から音楽の曲名を検索する際に使用される情報は、ユーザのあいまいな記憶によるメロディ、そしてあいまいなリズムと音程によるハミングが検索に用いられる情報となる。従来の手法では、音楽特徴間の類似度計算に DP マッチングやユークリッド距離が用いられているが、獅々堀ら[38]は距離尺度に EMD を採用することで、リズムと音程との類似度を同じ距離尺度で算出することを可能にした。評価実験の結果、検索結果 10 位以内に正確なデータの出現する割合が向上した。柘植ら[39]はこの研究を応用し、リニア PCM 形式の音楽データから特徴を抽出して、フィルタバンク特徴量と EMD を用いた音楽検索手法を提案している。日本のポップス 780 曲を用いた評価実験の結果、提案手法は従来のオーディオ指紋を特徴量とした手法より高い検索精度を達成した。

ソーシャル・ネットワーキング・サービス(Social Networking Service; SNS)上に投稿されたデータの分析にも EMD が適用されている。たとえば風間ら[40]は、東日本大震災時の Twitter データを用いて単語間の関係の時系列変化を分析している。これにより

社会の中で注目されているテーマについて、現実での出来事からの影響とその推移、デマがどのように拡散されていくのか一連の関係を把握できるようになるが、その際、単語の出現ツイート数と出現時刻の2つの類似性を測るための手法として EMD を採用した。

同音異義語判別に EMD を採用した研究もある。河原ら[41]は、入力された文章中における同音異義語の誤変換を抽出するシステムを提案している。その際、特徴量として局所的情報と大域情報を割り当てていが、前者を対象とする同音異義語の直前と直後に出現する単語の品詞情報の組合せ、後者を文書に出現する単語としている。これらは本来異質であり、同時に評価することは難しいが、EMD によって統一的に扱うことを可能にした。

英字略語による検索システムに EMD を適用した研究もある。たとえば本論文における“EMD”は Earth Mover's Distance の各頭文字を取った略語であるが、他分野ではインターネットを通じて音楽を配信することを指す場合もあれば、特定の企業名を表す場合もある。このように多義性を有する英字略語に対する意味推定を行うシステムの開発に EMD が用いられている。入力文章中から抽出された英字略語に同音異義語が複数存在する場合、入力文章と概念化した語彙の意味的な近さを計算するが、関連度の計算において1対1ではなくM対Nで対応をとることができる点から EMD を用いている(田邊ら[42], 後藤ら[43])。

第3章 EMDを用いた画像の印象推定

3.1 EMDによる色ヒストグラム間の距離推定

EMDでは、分布は特徴量と重みの集合で与えられる[28]。色ヒストグラムの場合、特徴量は色(L*, a*, b*の3次元)であり、重みは各色の使用頻度(ヒストグラムのビンの高さ)となる。また分布間の距離は、一方の分布をもう一方の分布に移すための最小のコスト(仕事量)と定義する(図7参照)。いま色 c_i と色 c_j の間の距離を d_{ij} とすると、色 c_i のビンから色 c_j のビンへ量 f_{ij} を移すためのコストは $d_{ij} \times f_{ij}$ であると考えられる。したがって、分布を移すための総コスト W は、以下で与えられることになる。

$$W = \sum_i \sum_j d_{ij} \times f_{ij} \quad (1)$$

分布の移し方には数多くの可能性があるが、EMDはこのうちの最小のコストを与えるものと定義する。すなわち、EMDによる距離 D は、以下で求めることができる。

$$D = \min \left(\sum_i \sum_j d_{ij} \times f_{ij} \right) \quad (2)$$

また、移動量 f_{ij} は以下のような制約を満たす必要がある。なお、 n はヒストグラムのビン数、 w_{c_i} は色 c_i のビンに入る量である。

$$f_{ij} \geq 0 \quad (1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n) \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^m f_{ij} \leq w_{ci} \quad (1 < i \leq n) \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^n f_{ij} \leq w_{cj} \quad (1 < j \leq m) \quad (5)$$

制約(3)は、移動量 f_{ij} が負でないことを意味している。制約(4)は色 c_i のビンから他のビンに移される総量に関するものであり、制約(5)は色 c_j のビンに他のビンから入ってクール総量に関するものである。以上のような制約付きの最小化問題は、線形計画法を用いて効率的に解くことができる[10].

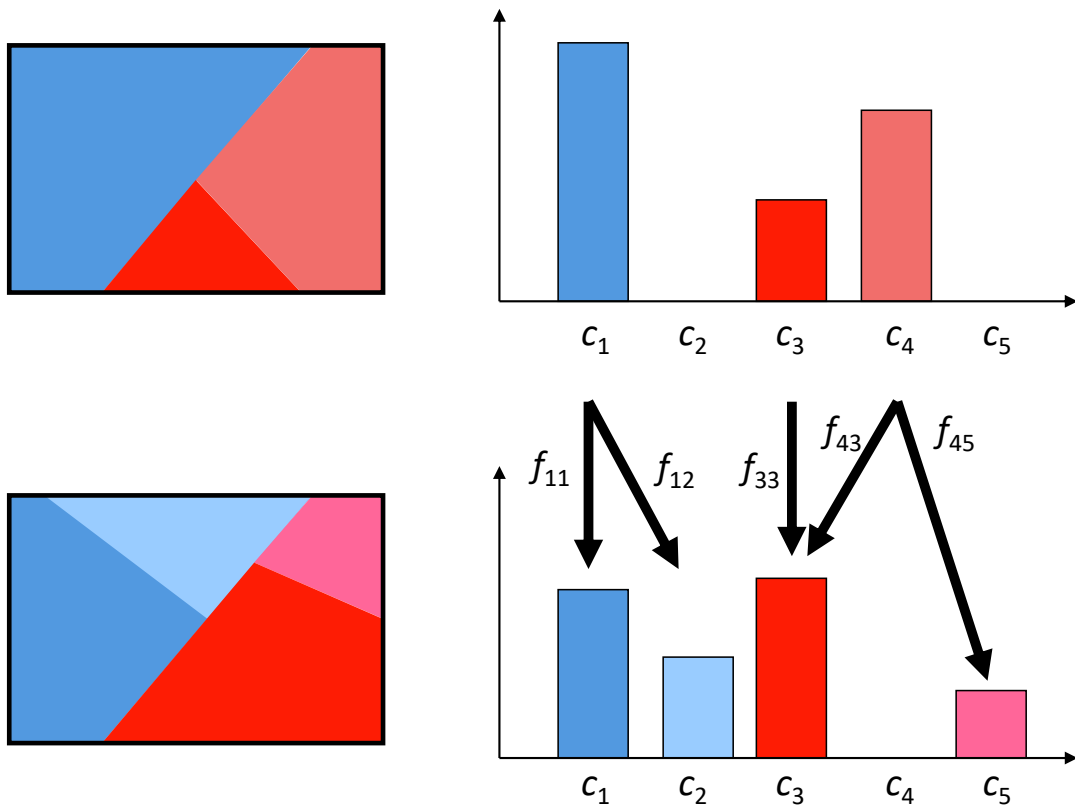


図 7. EMD による色ヒストグラム間距離の計算

色ヒストグラム間の距離を計算するには EMD 以外にも、さまざまな距離尺度を用いることができる。たとえばヒストグラムの各ビンの度数をベクトルの要素とみなせば、ユークリッド距離やコサイン距離等のベクトル間距離により、ヒストグラム間の距離を計算することができる。しかし、ベクトル間距離では、異なったビン間の関連性を考慮することができない。一方、EMD では、ヒストグラムのビン間の関連性を考慮した距離を考慮することが可能となる。たとえば EMD の場合、図 7 の例では、上側のヒストグラムの色 c_1 を下側のヒストグラムの色 c_1 と c_2 に関連付けて距離計算を行っている。したがって、配色の比較には、単純なベクトル間距離よりも EMD のほうが適していると考えられる。

3.2 イメージ語の推定手法

既に述べたように、EMD は色ヒストグラムのような分布間の距離を計算するのに適している。配色イメージは単色、3色あるいは5色から成る色ヒストグラムとみなせるうえ、画像もその中に含まれている色の割合を調べることで容易に色ヒストグラムに変換することができる。したがって、画像と配色イメージの比較を行なうために EMD は適切であると考えられる。また、Rubner ら[28]は、色やテクスチャに基づく類似画像検索において画像間の類似度を求めるために EMD を用いて、高精度な画像検索を実現している。類似画像検索において EMD が有効であることから、画像と配色イメージ間の類似度計算にも EMD は有効であると考えられる。

さて、一般のカラー画像から色ヒストグラムを作成する際には減色処理を行い、適度な数のビン数に収める必要があるが、我々は配色イメージスケールに採用されている基本色 130 色（単色のイメージスケール）をビンの代表色とした。すなわち、与えられた画像に対し、画像中の各ピクセルが基本色 130 色のどれに近いかを調べることにより、

色ヒストグラムを作成した。なお、2つの色の間の距離は、CIE $L^*a^*b^*$ 空間におけるユークリッド距離を用いた。

与えられた画像からのイメージ語の出力は、以下のような手順で行う。

- (1) 単色、3色、5色の各配色イメージから色ヒストグラムを作成する。また、3色と5色の配色イメージの場合には、各色が同率で含まれるヒストグラムに加え、各色が色々な割合で混合したヒストグラムも複数作成する。
- (2) 与えられた画像に対し、画像中の各ピクセルが基本色130色のどれに近いかを調べることにより、色ヒストグラムを作成する。
- (3) (2)で得られた色ヒストグラムと、(1)で準備された配色イメージの各ヒストグラムとの間の距離をEMDに基づき計算する。最も距離の近い配色イメージから得られるイメージ語を出力する。

3.3 提案手法の優位性

本論文で用いる配色イメージスケールでは、単色に加え、3色や5色の配色も取り入れられているため、色と印象の間の関連をよりきめ細かくとらえることができる。また、徳丸ら[44, 45]は、配色イメージスケールに基づき、ファジー推論を用いて色彩情報から印象を判定するシステムを開発しているが、このシステムで対象としているのは3色配色に限定されており、一般の画像データに対する印象判定を行なうことはできない。

配色情報から印象を判定するのは逆のアプローチとなるが、小川ら[46]は印象を表す単語から配色を作成するシステムを構築している。さらに、Yukawaら[47]は配色イメージスケールおよび言語イメージスケールを用いて、印象語から絵画を検索するシステムを構築している。Yukawaらの方法はベクトル空間モデル[48]に基づくものであり、印象語や画像を一定長のベクトル特徴量に変換することにより、ベクトル間のユークリッド距離に基づき検索を実行する。本論文で提案する手法では、単純なベクトル間距離

でなく、画像や配色イメージを色の分布とみなし、分布間の距離を計算するのに適した EMD を用いているところに大きな特徴がある。単純なベクトル間距離に比べ、EMD を用いることの利点については、3.1 で説明した通りである。

3.4 EMD による提案手法の評価

3.4.1 画像印象推定システムの概要

3.1 で提案した手法に基づき、入力された画像から配色イメージを出力するシステムを構築した。実際に出力される配色イメージは、図 4 のうち、各イメージ語のまとまり（全 16 個の上位カテゴリ）を表す単語である（表 1）。たとえば「かわいらしい」や「子どもらしい」等のイメージ語と同じイメージ空間に配置される配色パターンに距離が最も近いと判断された画像の場合、「かわいらしい」や「子どもらしい」の上位カテゴリである「プリティ」が出力されることになる。

表 1. イメージ語と上位カテゴリイメージ語の対応

上位カテゴリー	属するイメージ語
プリティ	「かわいらしい」, 「子どもらしい」等
カジュアル	「元気な」, 「陽気な」等
ダイナミック	「活動的な」, 「情熱的な」等
ゴージャス	「豪華な」, 「豊かな」等
ワイルド	「男っぽい」, 「ワイルドな」等
ロマンティック	「可憐な」, 「メルヘンの」等
ナチュラル	「自然な」, 「のどかな」等
エレガント	「女性的な」, 「優雅な」等
シック	「しゃれた」, 「都会的な」等
クラシック	「古風な」, 「伝統的な」等
ダンディ	「紳士的な」, 「渋い」等
クラシック&ダンディ	「風格のある」, 「重厚な」等
フォーマル	「厳粛な」, 「気高い」等
クリア	「清らかな」, 「爽やかな」等
クール・カジュアル	「スポーティな」, 「若々しい」等
モダン	「シャープな」 「人工的な」等

3.4.2 評価用画像の収集

2名の評定者（いずれも色彩学を専門としない工学部所属の20代男子大学生）に対し配色イメージスケールのレクチャーを行い、本研究で用いられている配色やイメージ語に対する理解を深めてもらった。次に、イメージスケールの16カテゴリに属すると思われる画像を以下のようにして収集した。

最初に、第一評定者（評定者A）が、自らの感性に基づきインターネット上からGoogle画像検索などを用いて、各カテゴリに属すると思う画像を50枚ずつ収集した（50枚×16カテゴリで総数800枚）。続いて、評定者Aの分類結果を伏せたまま、第二評定者（評定者B）が評定者Aの収集した画像800枚を評定者Bの感性で再分類した。2名の分類結果が一致した画像をそのカテゴリに属する画像とした。

このようにして各カテゴリに属する画像を収集したところ、カテゴリによっては極端

に少ない画像数のところがあった。すべてのカテゴリに属する画像が10枚を超えるよう、再度、同様の収集作業を行い画像数の是正を図った。最終的に2名の評定が一致した画像数は405枚となった。405枚の画像のカテゴリ別の内訳を表2に示す。

表2. 評定一致画像の内訳

イメージ・カテゴリ	画像数 (枚)
プリティ	31
カジュアル	37
ダイナミック	19
ゴージャス	25
ワイルド	16
ロマンティック	23
ナチュラル	43
エレガント	30
シック	16
クラシック	31
ダンディ	12
クラシック & ダンディ	12
フォーマル	11
クリア	36
クール・カジュアル	43
モダン	20
合計	405

3.4.3 分析1：評定者により分類された画像の EMD 判定

800 枚のサンプル画像に対する評定者 A, 評定者 B の感性による分類結果と EMD によるカテゴリ判定結果がどの程度一致しているか調査した。また 2 名の評定が一致した画像 (405 枚) に対しても, EMD との一致率を求めた。これらの結果を表 3 に示す。カテゴリごとに, EMD との一致率には大きなばらつきがあり, 特に「シック」に対しては評定者 B との一致率は著しく低くなっていることがわかる。また, 評定者間一致率の高さは 70%前後を目安とするが, 本論文ではその値が特に低いカテゴリに注目し, 「プリティ」と「クラシック」について次節以降で分析を行う。

表 3. 評定一致画像数および EMD 判定との一致率

イメージカテゴリ	EMD判定との一致率(%)		
	評定者A	評定者B	評定一致画像
プリティ	16.0	12.5	12.9
カジュアル	58.7	40.0	67.6
ダイナミック	53.3	39.5	52.6
ゴージャス	69.4	44.9	64.0
ワイルド	72.0	29.4	43.8
ロマンティック	39.6	28.6	43.5
ナチュラル	68.0	51.2	74.4
エレガント	68.0	51.6	63.3
シック	60.4	8.9	62.5
クラシック	20.4	13.7	16.1
ダンディ	66.7	33.3	75.0
クラシック & ダンディ	98.0	79.4	91.7
フォーマル	82.0	36.8	81.8
クリア	61.7	41.5	52.8
クール・カジュアル	20.8	17.9	23.3
モダン	60.0	67.2	75.0
平均	57.2	37.3	56.3

3.4.4 分析2：評定者により「プリティ」へ分類された画像の EMD 判定

評定者による分類と EMD 判定との一致率が顕著に低かった「プリティ」カテゴリについて、これが2名の評定者においてのみ認められる現象か、一般化して捉えるべき現象かを検討する。最初に、2名の評定者が「プリティ」だと判断した画像が EMD でどのカテゴリに判定されるかを確認した。その結果、多くの画像が「エレガント」と判定されていたことが明らかとなった。

次に、評定者による分類と EMD の分類が一致しなかった画像イメージの特徴を調べたところ、画像内に用いられているモチーフのイメージに影響を受ける（たとえばハート型が用いられている場合、形のイメージが先行する）可能性が考えられた。すなわち、画像イメージの分類を評定者が行う際、色彩イメージのみによる判断は困難だということである。

以上のことを確認するために、PC やスマートフォンの背景画像として Web 上で配布されている画像のうち、「プリティ」の和訳である「かわいい」という単語と紐付けされている画像を新たに 155 枚用意した。これらの画像は分析 1 で採用されたものとは重複しないものに限定した。画像の中にはハートや花などの「プリティ」を連想させるモチーフが含まれるものもあったが、大半は特定のモチーフを含まない画像であった。これらの画像の EMD による判定結果を表 4 に示す。

表 4. 「かわいい」画像の EMD による判定

イメージカテゴリ	分類された画像数 (枚)	全体に占める割合(%)
プリティ	24	15.5
カジュアル	2	1.3
ダイナミック	0	0.0
ゴージャス	2	1.3
ワイルド	0	0.0
ロマンティック	32	20.6
ナチュラル	15	9.7
エレガント	59	38.1
シック	4	2.6
クラシック	2	1.3
ダンディ	1	0.6
クラシック & ダンディ	0	0.0
フォーマル	1	0.6
クリア	12	7.7
クール・カジュアル	0	0.0
モダン	1	0.6
合計	155	100.0

表 4 より、「かわいい」背景画像として Web 上で分類されている素材が EMD によって「プリティ」と判断される率は、表 2 の評定者 A・B の結果と値が類似していた。Web 上のフリー素材はユーザの利便性が考慮されたうえで、当該のさまざまなサイト運営者が各々の感性によって分類したものであると推測できる。サイト運営者による分類が一般利用者の感性との間にズレがあったとしても、そのことは何らかの形でフィードバックされ、不一致は解消されていくはずである。あるいは、Web 上の分

類結果を利用者が受動的に学習することで、利用者の感性が影響を受けている可能性もあるだろう。Web 上での分類と評定者 2 名の感性による分類の近似性から、少なくとも評定者 A および B の感性が一般的な感性とかけ離れているわけではないと推測できるが、この点については経験のあるデザイナーを評定者に加えることや、配色イメージスケールおよび言語イメージスケールが現代の一般的な感性にマッチしているか吟味することなど、いくつか検討すべき点が残されている。

さて、感性によって「プリティ」カテゴリに分類される 155 枚の画像を EMD によって判定した結果、最も多かったのが「エレガント」へ分類される場合であった。次いで「ロマンティック」への分類が多く、累積で 60% 近くにのぼることがわかった。「プリティ」に分類される件数が全体の 15% 程度であったことから、「プリティ」=「かわいい」の概念が言語イメージスケールの作成された当時と比較して、広がっていると考えられる。

言語は時代と共に変化していくため、以前は存在しなかった表現が使われるようになることも、以前とはその意味が変わっていくこともある。本来の「かわいい」の意味には幼さが含まれているが、現在の「かわいい」には大人の女性らしい魅力も含まれるようになっているのだろう。すなわち「エレガント」=「女性的な」、「ロマンティック」=「可憐な」というイメージがいずれも「かわいい」のイメージに内包されつつあると思われる。イメージスケール上での「プリティ」と「ロマンティック」は隣接するカテゴリであるため、その境界が曖昧になっていると考えられる。

なお、PC 壁紙用フリー素材として配布されている画像のうち、「かわいい」というキーワードと紐付けられていながら、EMD によって「エレガント」「ロマンティック」と判定される画像、および比較のために「プリティ」と判定される画像のサンプルを図 4-6 に示す。図 4 は、図 6 と比較すると紫がかかった淡いピンク色が広い範囲を占めていることがわかる。この色は、配色イメージスケールにおいて「プリティ」カテゴリには

含まれず、「エレガント」カテゴリに含まれることから、EMD 判定は妥当である。しかしながら先述の通り、この色を含む配色に対するイメージ語は再考の余地がある。図 6 についても、「プリティ」カテゴリの配色に該当する色よりも明るい色が多く用いられているため EMD 判定は妥当であるが、同様の問題点が指摘できる。

ところで「プリティ」と「カジュアル」は、イメージスケール上では隣接するカテゴリ同士であるが、これらのイメージが重複する傾向はほぼ認められない。配色イメージスケールの「プリティ」「ロマンティック」「エレガント」カテゴリ間の境界線を中心に再検討していく必要がある。

3.4.5 分析 3：評定者により「クラシック」へ分類された画像の EMD 判定

「プリティ」に次いで、人の感性による分類と EMD による判定が著しく乖離しているという結果の得られた「クラシック」についても、前節と同様の分析を行った。これに伴い、新たに「クラシック」というイメージ語と紐づけられている画像の収集を行う必要があった。

「プリティ」イメージの場合、それが内包する「かわいい」等の印象語で表現されることの方が多いが、「クラシック」イメージの場合は「古風な」等の印象語で表現されることは少なく、そのまま「クラシック」または「クラシカル」と表現されることが多い。そのため、これらの印象語と紐づけされたフリー画像を Web 上で新たに 41 枚収集した。なお、分析用の画像枚数が「プリティ」カテゴリに関連する画像よりも少ないが、これは PC やスマートフォンの背景画像としてのニーズが「かわいい」カテゴリに比して少ないことを表している。EMD による判定を行った結果、「クラシック」あるいは「クラシカル」というイメージ語と紐づけられている画像の過半数が、EMD によって「シック」に分類されることが明らかとなった（表 5）。「シック」は「都会的な」、「しゃれた」などの印象語から成るカテゴリであるが、都会のイメージ、あるいは、しゃれ

たイメージは時代と共に変化していきやすく、ある時期に都会的に感じられていたものが10年経過するだけでも古風な印象を持たれるということは容易に想定できる。このような理由から、「シック」に関しては、言語イメージスケールと配色イメージスケールの対応を再考する必要があるだろう。ただしこれについては、今回分析を行った画像数が十分ではない可能性があるため、慎重に検討する必要がある。

表5. 「クラシック」画像のEMDによる判定

イメージカテゴリ	分類された画像数（枚）	全体に占める割合(%)
プリティ	0	0.0
カジュアル	0	0.0
ダイナミック	0	0.0
ゴージャス	0	0.0
ワイルド	0	0.0
ロマンティック	0	0.0
ナチュラル	9	22.0
エレガント	2	4.9
シック	22	53.7
クラシック	2	4.9
ダンディ	2	4.9
クラシック & ダンディ	2	4.9
フォーマル	1	2.4
クリア	0	0.0
クール・カジュアル	0	0.0
モダン	1	2.4
合計	41	100.0



図 8. EMD によって「エレガント」に分類された画像（出典：文献 [49]）



図 9. EMD によって「ロマンティック」に分類された画像（出典：文献 [49]）



図 10. EMD によって「プリティ」に分類された画像（出典：文献 [49]）

第4章 SD法に基づく提案手法の評価

4.1 評価画像の作成

配色イメージスケールにおける「プリティ」「ロマンティック」「エレガント」の3カテゴリについて、その境界が曖昧であり、再検討の必要性があることについては既に論じた通りである。EMDの評価実験で用いた画像は、ハート柄や風船、イチゴのケーキのような、題材自体が幼くかわいい意味合いを含むものである場合、それに合う配色、すなわちかわいさを強調するような配色が施されていた可能性がある。その場合、純粋に画像の配色のみからのイメージを人間が評定することは難しく、画像の題材が意味するものを含めた総合的な評定がなされるはずである。

図柄の意味が画像の印象評定に及ぼす影響を排除するため、同一の図柄に対して異なる配色で色づけされた画像を複数用意することにした。なお、図柄を選定する際、たとえば血といえば赤色、葉や茎といえば緑色、という対象物と色との結びつきが強いと想定されるものは避けるようにした。これは、図柄に対して定番の色とは異なる色を塗った場合、違和感を評定者が覚える可能性があるからである。図柄と色に特定の結びつきがないものとして、曼荼羅模様などを代表とする幾何学模様があげられるが、模様の形状自体が完全に整然としていることからイメージスケール上のSOFT-HARD軸において極端にHARD寄りの印象を評定者に与えることを懸念し、採用を見送った。

SOFT-HARD軸、WARM-COOL軸のいずれにおいても極端に評定値が偏ることのないよう、また、どのような色づけがされていても受け入れられやすい図柄であることを条件に、非現実的な世界をテーマとした図柄を選定した。なお、図柄は後述するスマートフォン向けのアプリケーション内にあるフリー素材である。

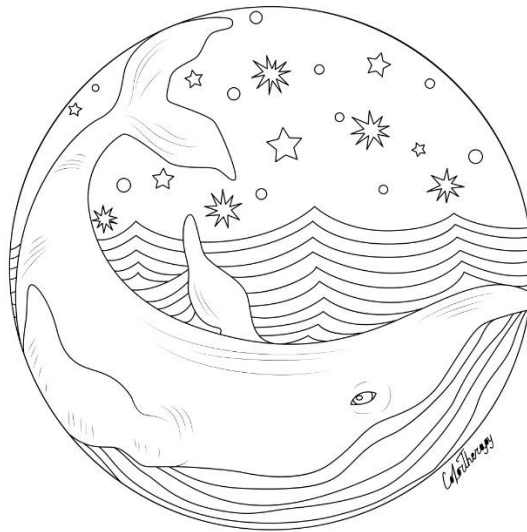
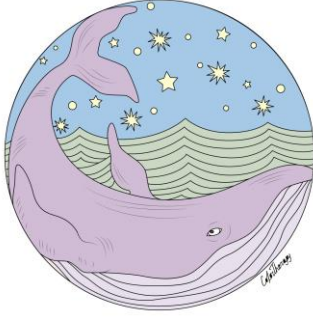
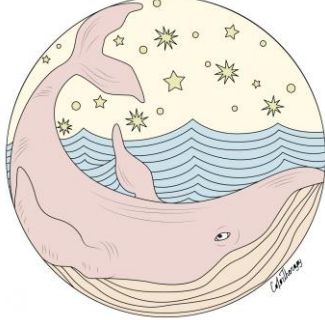
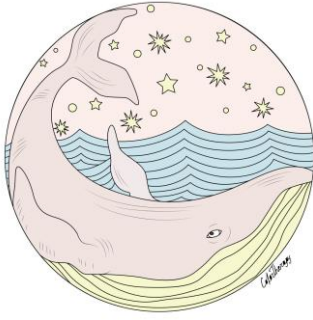
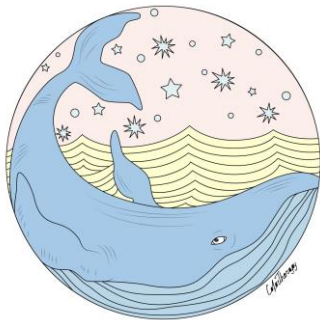
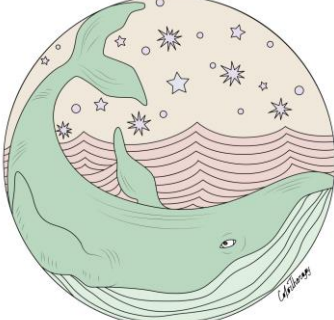
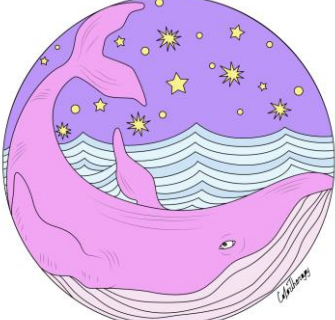



図 11. 評定対象イラスト

次に、図 11 の図柄にさまざまな配色パターンで色づけを行った。色づけの作業はスマートフォン向けのアプリケーション“Color Therapy－大人の絵本”を利用し、女子大学生 2 名に作業を依頼した。その際、「かわいい感じの配色」「エレガントな感じの配色」「ロマンティックな感じの配色」「ナチュラルな感じの配色」「クリアな感じの配色」「シックな感じの配色」になるような色を選んで塗るように伝えた。使用する色は各々の感性に基づいて選択すること、なるべく全体的にまとまりがよくなるように努めることを意識するよう依頼したうえで、多数のサンプル画像を作成させた。

完成したサンプル画像はすべて EMD を用いて印象推定を行い、「エレガント」を除くすべてのカテゴリに属すると推定された画像を各 1 枚、「エレガント」カテゴリのみ 2 枚選出した。選出された画像とカテゴリは表 6 の通りである。

表6. EMD の印象推定結果に基づき選定された画像

エレガント1 (E1)	エレガント2 (E2)	ロマンティック (Ro)
		
クリア (Cl)	ナチュラル (Na)	プリティ (Pr)
		
シック (Ch)		
		

おおよその画像は EMD による印象推定結果が色づけ担当者の予測と一致していたが、画像「エレガント 2」のみ色づけ担当者の予想と異なったこと、画像「エレガント 1」と比較した際、同じカテゴリに属することに対する意外性が高いことから、当該カテゴリのみ 2 画像検討することとした。

4.2 人による印象評定のための形容語選定

画像の印象を測定する心理学的方法として、多くの先行研究が SD 法を採用していることから、本研究においても SD 法を用いることとした。SD 法で使用する形容語については、「プリティ」「ロマンティック」「エレガント」に対応させる形で「かわいいーかわいくない」「ロマンティックなーロマンティックでない」「エレガントなーエレガントでない」の 3 対の形容項目、配色イメージスケールの SOFT-HARD 軸、WARM-COOL 軸に対応させる形で「やわらかいーかたい」「あたたかいーつめたい」「クリアなーくすんだ」の 3 対の形容詞項目を含めた計 9 項目とした。また、画像に対する好みの度合いも測定するため「好ましいー好ましくない」の項目も追加し、各画像に対して計 10 項目、7 段階評定の尺度を作成した（表 8）。なお表 7 に記載されている通り、評価がポジティブであるほど得点が高くなるよう点数を割り当てたが、回答者が評定の際に目にする画面上では赤字の得点を非表示とし、左側の形容詞群を A、右側の形容詞群を B としたうえで、左右両端から内側に向かって順に「非常に A (B)」「とても A (B)」「やや A (B)」、中央を「どちらでもない」と上部に表記した。

表 7. 再評価に用いた印象語

1	あたたかい	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 1	つめたい
2	やわらかい	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 1	かたい
3	かわいい	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 1	かわいくない
4	ロマンティックな	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 1	現実的な
5	クリアな	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 1	くすんだ
6	田園的な	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 1	都会的な
7	エレガントな	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 1	エレガントでない
8	華やかな	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 1	地味な
9	おだやかな	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 1	おだやかでない
70	好ましい	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 1	好ましくない

4.3 性格特性尺度

評定者の性格特性と配色に対するイメージとの関係を明らかにするため、Big Five 尺度を用いた。性格特性の捉え方は視点によって異なるが、包括的に性格特性を扱うために古くから知られている理論が性格主要 5 因子説、すなわち Big Five 理論である。この理論に基づいて多くの尺度が研究者たちによって相次いで開発されたが、古いものでは質問項目数が 100 を超えるものも珍しくなく、少ないもので 60 項目程度と、回答者への負担が大きかった。次第に回答者の負担軽減と、他尺度との同時測定に相応しい項目数の開発が求められるようになった。この流れで開発された短縮版 Big Five 尺度のうち、現時点で最も項目数の少ないものが小塩ら[50]の日本語版 Ten Item Personality Inventory (TIPI-J 尺度) である。この尺度は Big Five 尺度の下位尺度である「外向性」「調和性」「勤勉性」「神経症傾向」「開放性」について各 2 項目用意されており、合計 10 項目で構成されている。10 個の性格特性を表す質問項目に対し、「全く違うと思う」から「強くそう思う」の 7 段階で評定する尺度である。

各尺度の単純平均値には測定誤差が含まれることから、項目数の少なさは構成概念の推定値に歪みを生じさせる恐れがあるため、最低でも3項目以上で下位尺度を構成することが通常推奨される。しかしTIPI-Jは各下位尺度を構成する2項目間には有意な相関がみられ、再検査信頼性も十分な値であったと報告されている[51]。また、藤島ら[52]のFFPQ-50尺度、和田[53]のBFS尺度、内田[54]のBFS-S尺度、村上ら[55]の主要5因子性格検査、下仲ら[56]のNEO-FFI日本語版など、国内のさまざまなBig Five尺度との関連を検討し、依存的妥当性および弁別的妥当性も十分備わっていることが確認されていることから、本研究でもTIPI-Jを採用することとした(表9)。

なお表9に記載されている項目2, 6, 8-10は逆転項目であり、その他の項目は素点の状態、逆転項目については逆転処理したうえで評価がポジティブであるほど得点が高くなるよう1-7点を割り当てている。回答者が評定の際に目にする画面上では、表8に記載されている赤字の得点を非表示とし、左端を「非常にあてはまる」、中央を「どちらともいえない」、右端を「まったくあてはまらない」と上部に記載した。

表 8. 性格特性尺度 (TIPI-J)

1	活発で、外向的だ	7	6	5	4	3	2	1
2	他人に不満をもち、もめごとを 起こしやすい	7	6	5	4	3	2	1
3	しっかりしていて、自分に厳 しい	7	6	5	4	3	2	1
4	心配性で、うろたえやすい	7	6	5	4	3	2	1
5	新しいことが好きで、変わった 考えをもつ	7	6	5	4	3	2	1
6	ひかえめで、おとなしい	7	6	5	4	3	2	1
7	人に気をつかう、やさしい人 間だ	7	6	5	4	3	2	1
8	だらしなく、うっかりしてい る	7	6	5	4	3	2	1
9	冷静で、気分が安定している	7	6	5	4	3	2	1
10	発想力に欠けた、平凡な人間 だ	7	6	5	4	3	2	1

4.4 調査概要

4.4.1 調査時期

2022年12月、インターネット・リサーチ会社（株式会社クロス・マーケティング）に登録しているウェブモニター500万人（2022年時点）の中から、無作為に抽出された20-60代の対象者に対して、アンケートの依頼文を送信した。アンケートのテーマは「あなたご自身に関するアンケート」と表記し、アンケートに取り組む前段階では色彩がテーマであること、画像の印象推定を行う内容であることが調査対象者にはわからないようにした。また、アンケート回答に対する謝礼はなく、インターネット・リサーチ会社の運営するポイントシステムによって得られる通常のポイントが調査対象者に付与されるのみであった。

4.4.2 調査対象者

アンケートの依頼文が送付された者のうち、調査への参加に同意した 503 名（男性 255 名，女性 245 名，無回答 3 名，平均年齢 45.1，SD14.1）から得られたデータを分析の対象とした。なお，回答者の年代構成は図 12 の通りである。

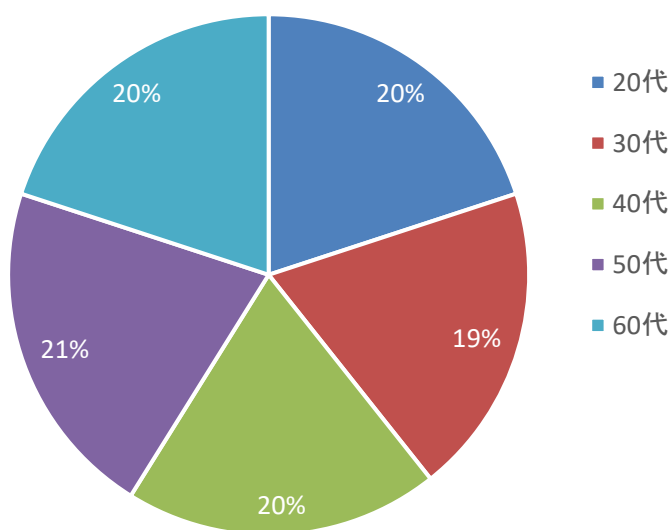


図 12. 回答者の年代構成

回答者の性別および居住地域は，アンケート依頼時に限定することなく，全国からまんべんなく集めることとした。集められたデータについて，回答者の居住地域の分布を確認したところ，総務省統計局により公表されている令和 2 年度の都道府県別人口から算出した地域ごとの住民比率と大きく異なることから，属性に偏りのないデータを収集することができたといえる（表 9）。

表 9. 回答者の居住地の割合

	単位 (%)						
	北海道地方	東北地方	関東地方	中部・北陸 地方	関西地方	中国・四国 地方	九州・沖縄 地方
令和2年 地域別住民の割合 ^{注)}	4.14	6.83	34.61	16.76	17.69	8.68	11.29
本調査における回答者 居住地の割合	6.36	6.36	36.58	14.51	20.68	6.96	8.55

注) 総務省統計局が公表する令和2年の都道府県別人口データをもとに集計したもの。

4.4.3 調査項目

スクリーニング項目として年齢、性別、居住地、職業を尋ねる項目のほか、デザイン関係者であるかどうかを尋ねる項目も設けた。これはデザイン関係者が一般とは配色に関する知識や経験が異なるため、配色イメージの評価も一般とは異なる可能性があることを考慮し、必要があれば分析の時点で1つの変数として用いることができるようにするためであった。しかし実際には回答者503名中、デザイン関係者は31名であり、全体の回答への影響は少ないと考えたため、本論文ではこれを区別することなく分析することとした。

その他の項目については、4.1に挙げた7つの画像に対する印象評定各10項目の合計70項目と、画像に対する印象評定と同様の10項目を用いて、評定者自身のイメージを測定する項目も設けた。また、7つの画像のうち、最も好きなものを1つ選ばせる項目も設けた。これらと併せて4.3で述べた性格特性を調べるためのTIPI-J10項目の合計91項目からなるアンケートを作成した。

4.5 調査結果および考察

4.5.1 各画像の印象評定値

各画像の印象評定値に差がみられるかどうか、画像の種類を独立変数、各印象評定値を従属変数とする参加者内要因の1要因分散分析を行った。各検定結果と平均得点の図を以下に示す。なお検定には F 分布を用いた。 F 分布とは、自由度が異なる2つのカイ二乗分布の分散比が従う確率分布である。検定統計量である母分散の比が F 値であり、 F 値のとりうる確率を p 値と呼ぶ。統計的仮説検定における帰無仮説を棄却する水準は 0.05 未満と定めた。

「あたたかい」得点を従属変数とした際には (図 13), 1%水準で有意差が認められた ($F(6, 3012) = 112.64, p < 0.01$)。Holm 法による多重比較の結果、「エレガント (E12)」と「ロマンティック (Ro)」の間、「クリア (Cl)」と「ナチュラル (Na)」 「プリティ (Pr)」の間、「ナチュラル (Na)」と「プリティ (Pr)」の間以外のすべての組合せにおいて 1%水準で有意差が認められ、「エレガント (E12)」および「ロマンティック」の「あたたかい」得点が高いことがわかった。また「シック (Ch)」の得点が最も低く「つめたい」寄りの評価であることもわかった。

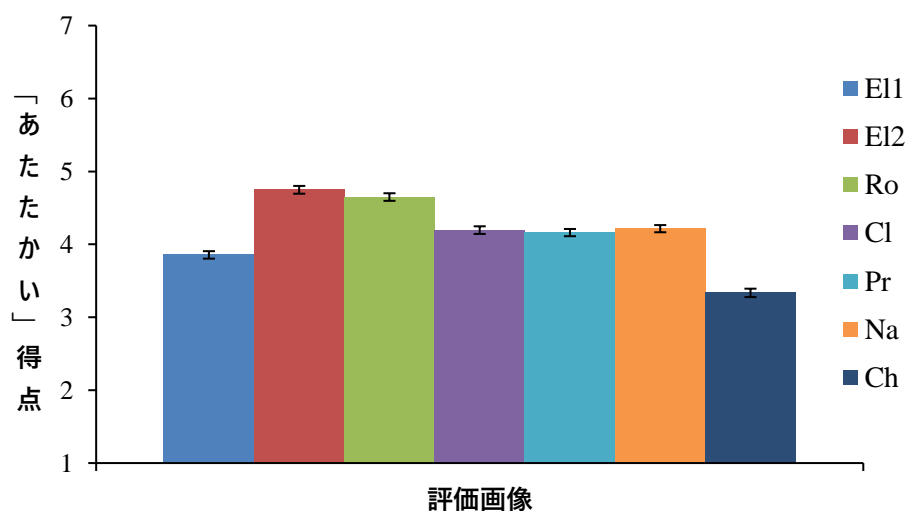


図 13. 各画像の「あたたかい」得点

言語および配色イメージスケールにおける「ロマンティック」および「エレガント」カテゴリの WARM-COOL 軸における位置づけはちょうど中間である。しかし本調査結果からは、「あたたかい」得点がプリティ画像を超えていたことから、この2つのカテゴリの範囲はプリティを包括する可能性が示唆される。ただし、2つのエレガント画像のうち E11 の「あたたかい」得点は高くはなく、やや「つめたい」寄りであったことから、エレガントカテゴリ自体を分割する必要もある。

次に、「やわらかい」得点を従属変数とした際には（図 14）、1%水準で有意差が認められた ($F(6, 3012) = 85.10, p < 0.01$)。Holm 法による多重比較の結果、エレガント (E11) とプリティ (Pr)、クリア (Cl) とナチュラル (Na) 以外のすべての組合せにおいて 1%水準または 5%水準の有意差が認められた。エレガント画像 (E12) およびロマンティック (Ro) 画像は特に「やわらかい」と評価され、シック画像は「かたい」寄りの評価がなされた。

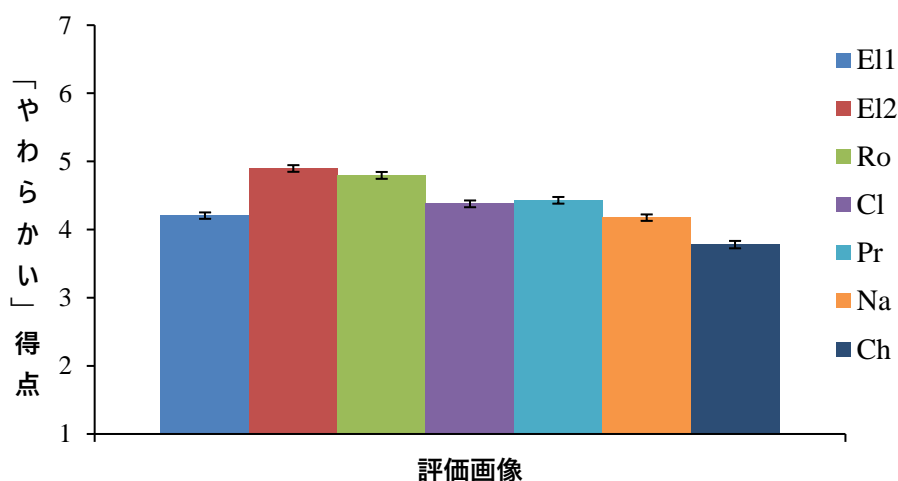


図 14. 各画像の「やわらかい」得点

言語および配色イメージスケールにおいて、ロマンティックカテゴリは SOFT-HARD 軸の最も SOFT 寄りであることと、今回ロマンティック画像の「やわらかい」得点が高かったことは整合的である。しかし言語および配色イメージスケールでは、エレガントカテゴリよりもロマンティックカテゴリの方が SOFT 寄りに位置づけられているが、本調査結果からは順位が逆転しており、エレガント画像 (E12) のほうがロマンティック画像よりも有意に「やわらかい」得点が高かった。図 13 の結果と併せて鑑みると、エレガントカテゴリは 2 分割され、そのうちの 1 つは最も SOFT および WARM 寄りの、プリティカテゴリを包括する形で配置させることが望ましい。

次に、「かわいい」得点を従属変数とした際には (図 15)、1%水準で有意差が認められた ($F(6, 3012) = 44.41, p < 0.01$)。Holm 法による多重比較の結果、エレガント (E11) とナチュラル (Na) の間、エレガント (E11) とプリティ (Pr) の間、エレガント (E12) とロマンティック (Ro) の間、クナチュラル (Na) とプリティ (Pr) の間以外のすべての組合せにおいて 1%水準で有意差が認められた。しかしその差は、プリティ画像の「かわいい」得点が最も高いというものではなく、エレガント画像 (E12) およびロマンティック画像が最も高いという結果であった。シック画像は「かわいくない」寄りの評価であった。

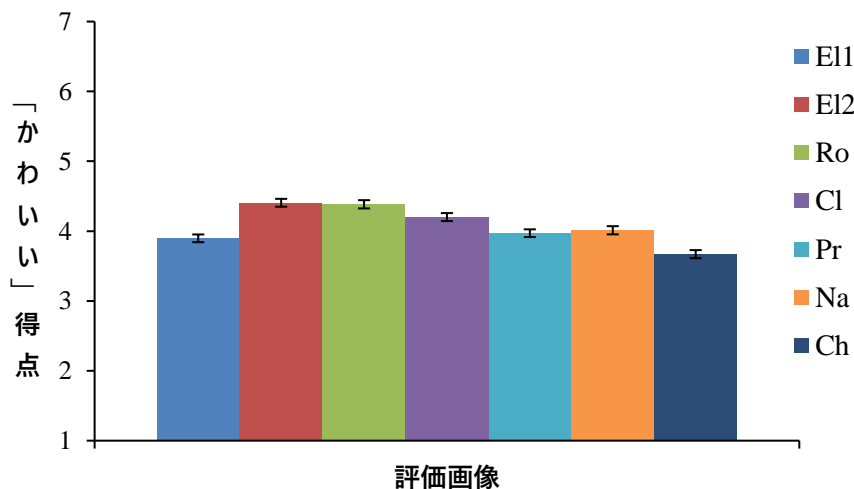


図 15. 各画像の「かわいい」得点

「ロマンティック」得点を従属変数とした際には（図 16），1%水準で有意差が認められた（ $F(6, 3012) = 9.27, p < 0.01$ ）。Holm 法による多重比較の結果，全画像の組合せにおける約半数において有意差が認められた。具体的には，エレガント

（EL1）との組合せではエレガント（EL2），ロマンティック（Ro），プリティ（Pr），エレガント（EL2）との組合せではクリア（Cl），ナチュラル（Na），シック（Ch），ロマンティック（Ro）との組合せではクリア（Cl），ナチュラル（Na），シック（Ch），残るはクリア（Cl）とプリティ（Pr），プリティ（Pr）とシック（Ch）の組合せにおいてのみ1%または5%水準で有意差が認められた。すべての画像において平均評定値が中点である4を超えており，どの画像においてもロマンティックの対義語である「現実的な」寄りの評価にはならなかったことがわかる。これは5-1で述べた通り，図柄の選択に際し，非現実的なものをあえて採用していることが大きく影響したと考えられる。

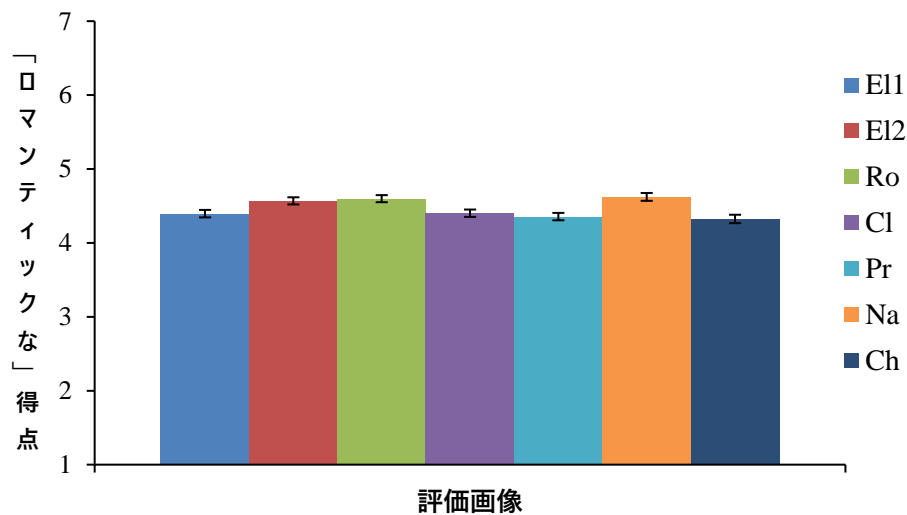


図 16. 各画像の「ロマンティックな」得点

「クリア」得点を従属変数とした際には（図 17），1%水準で有意差が認められた（ $F(6, 3012) = 27.95, p < 0.01$ ）。Holm 法による多重比較の結果，全画像の組合せにおける過半数において有意差が認められた。有意差が認められた組合せは次の通りである。エレガント（E11）との組合せではクリア（Cl），プリティ（Pr），シック（Ch）の3項目，エレガント（E12）との組合せではクリア（Cl），プリティ（Pr），シック（Ch）の3項目，ロマンティック（Ro）との組合せではクリア（Cl），プリティ（Pr），シック（Ch）の3項目，クリアとの組合せではナチュラル（Na），ナチュラル（Na）との組合せではプリティ（Pr）とシック（Ch）の合計12である。これらすべてにおいて1%水準での有意差が認められた。クリア得点が最も高かったのはシック画像，次いでクリア画像であり，プリティ画像やロマンティック画像の得点は低かった。

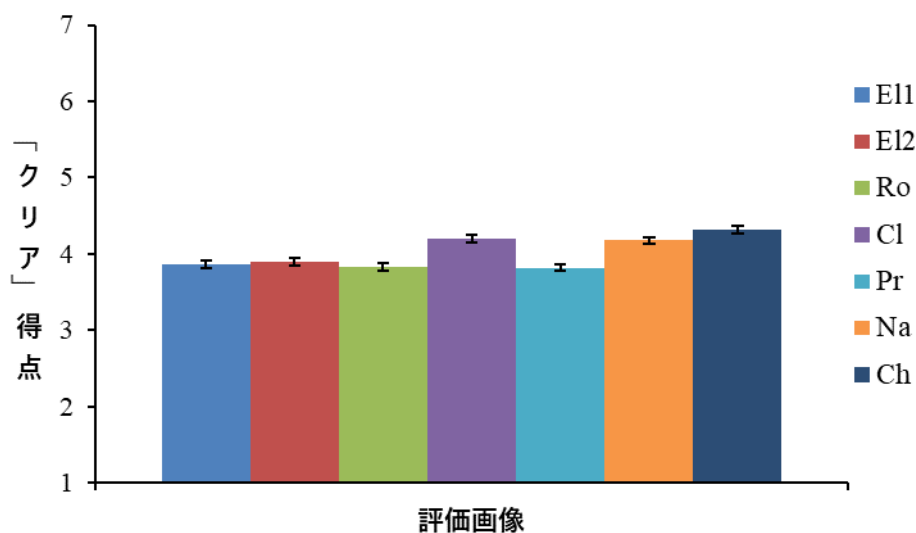


図 17. 各画像の「クリア」得点

「田園」得点を従属変数とした際には（図 18），1%水準で有意差が認められた（ $F(6, 3012) = 27.95, p < 0.01$ ）。Holm 法による多重比較の結果，全 21 の組合せのうち 7 つの組合せ以外で 1%水準の有意差が認められた。有意差がみられなかった組合せはエレガント（El2）とロマンティック（Ro），クリア（Cl），ナチュラル（Na）の 3 つの組合せ，ロマンティック（Ro）とクリア（Cl）およびナチュラル（Na）の 2 つの組合せ，クリア（Cl）とナチュラル（Na）の組合せ，プリティ（Pr）とシック（Ch）の組合せのみであった。この項目については中点である 4 を大きく超える画像がなく，逆にシックの得点が最も低く，都会的な印象だったことが明らかにされた。

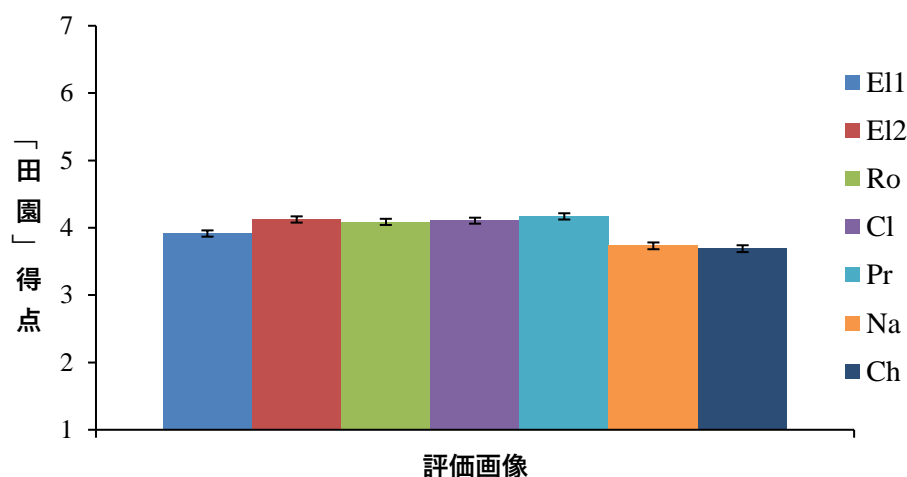


図 18. 各画像の「田園」得点

「エレガント」得点を従属変数とした際には（図 19），1%水準で有意差が認められた（ $F(6, 3012) = 6.75, p < 0.01$ ）。Holm 法による多重比較の結果，全 21 の組合せのうち有意差が認められた組合せは 6 つのみであった。有意差がみられた組合せはエレガント（El1）とプリティ（Pr），エレガント（El2）とナチュラル（Na），ロマンティック（Ro）とナチュラル（Na），クリア（Cl）とナチュラル（Na），ナチュラル（Na）とプリティ（Pr），プリティ（Pr）とシック（Ch）であり，プリティ（Pr）とシック（Ch）の組合せが 5%水準，それ以外は 1%水準で有意差が認められた。プリティ画像のみ，エレガント得点が 4 を下回っていた。

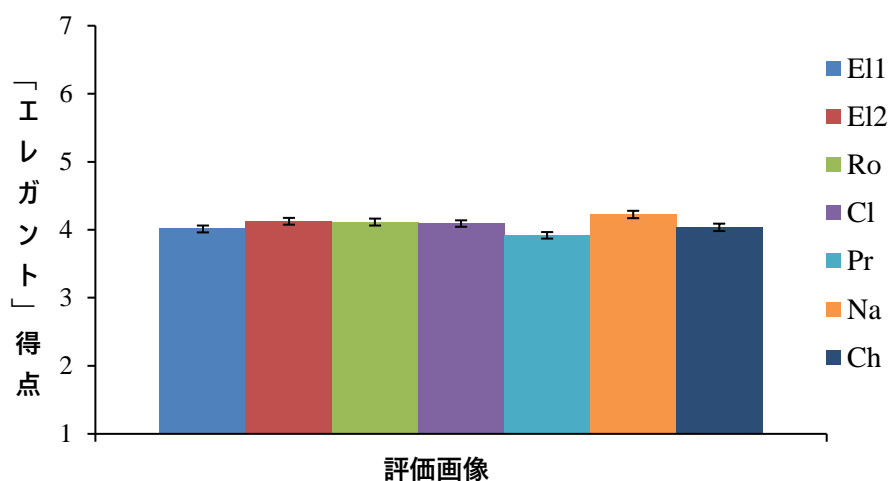


図 19. 各画像の「エレガント」得点

「華やか」得点を従属変数とした際には（図 20）、1%水準で有意差が認められた（ $F(6, 3012) = 45.65, p < 0.01$ ）。Holm 法による多重比較の結果、全 21 の組合せのうち 11 の組合せで有意差が認められた。有意差が認められた組み合わせは次の通りである。エレガント（E11）との組合せではナチュラル（Na）、プリティ（Pr）の 2 組、エレガント（E12）との組合せでもナチュラル（Na）、プリティ（Pr）の 2 組、ロマンティック（Ro）との組合せでもナチュラル（Na）、プリティ（Pr）の 2 組、クリア（Cl）との組合せにおいてもナチュラル（Na）、プリティ（Pr）の 2 組、ナチュラル（Na）との組合せではプリティ（Pr）とシック（Ch）の 2 組、シック（Ch）とプリティの 1 組、合計 11 組である。「華やか」得点はプリティ画像が最も低く、ナチュラル画像がどの画像よりも最も高いことがわかった。

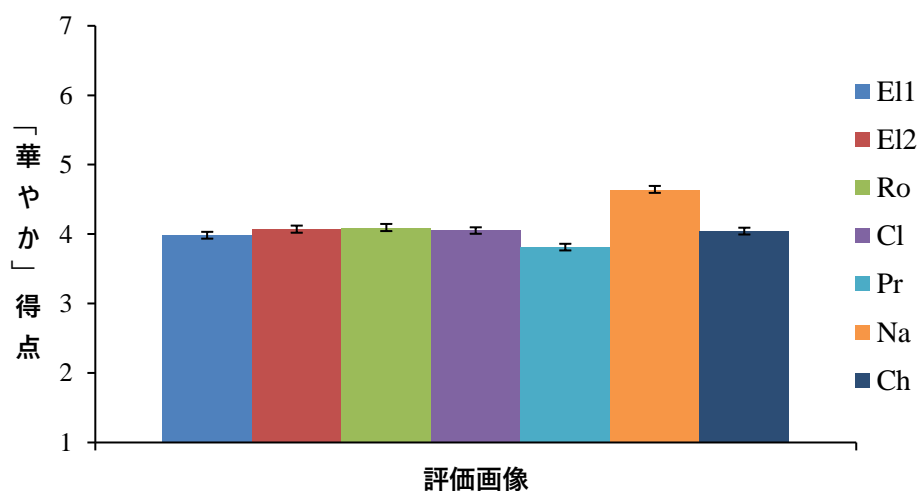


図 20. 各画像の「華やか」得点

最後に、「おだやか」得点を従属変数とした際には（図 21）、1%水準で有意差が認められた（ $F(6, 3012) = 45.65, p < 0.01$ ）。Holm 法による多重比較の結果、全 21 の組合せのうち 5 つの組合せを除くすべての組合せにおいて 1% または 5% 水準で有意差が認められた。有意差が認められなかった組合せは次の通りである。エレガント（E11）とクリア（Cl）およびナチュラル（Na）、エレガント（E12）とロマンティック（Ro）、クリア（Cl）とナチュラル（Na）、プリティ（Pr）とシック（Ch）が有意差のみられなかった組合せである。最も「おだやか」得点が高かった画像はエレガント（E12）、次いでロマンティック（Ro）であった。逆に「おだやか」得点が中点の 4 に満たなかった画像はナチュラル（Na）のみであった。

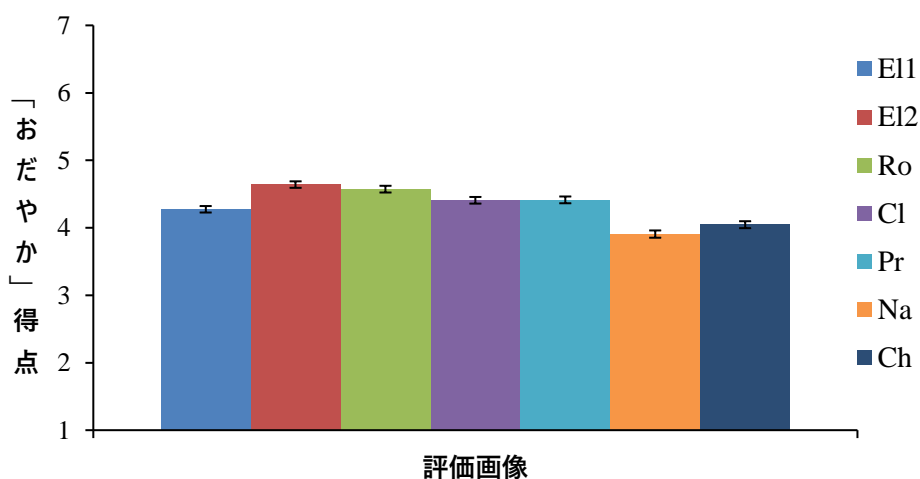


図 21. 各画像の「おだやか」得点

4.5.2 TIPI-J 尺度の内的整合性および因子的妥当性

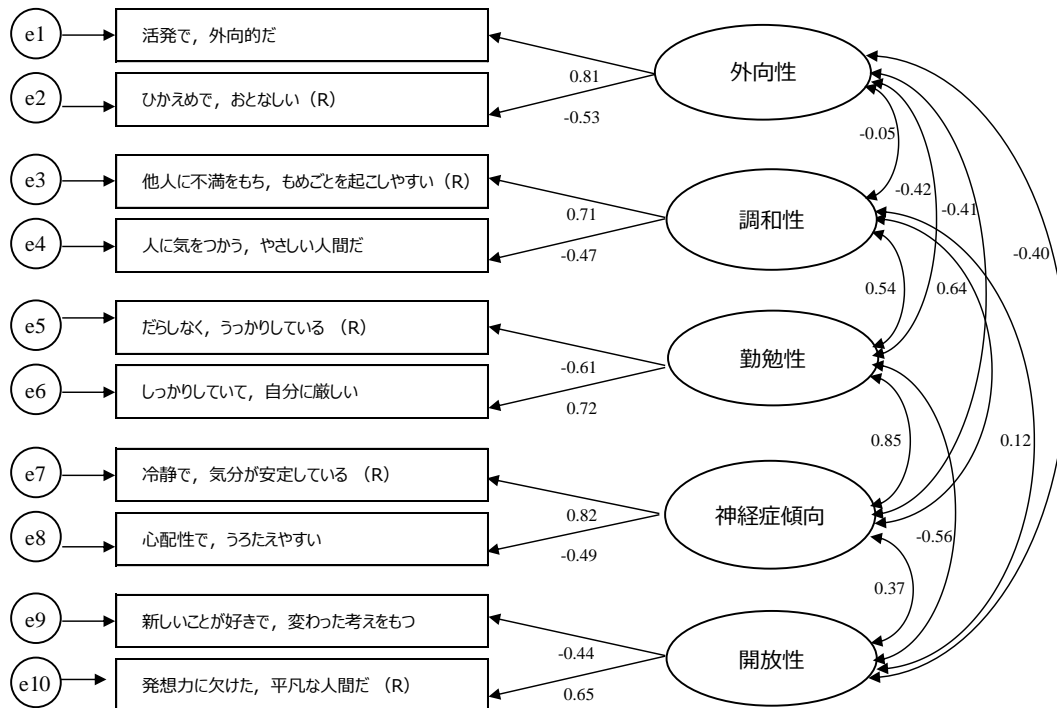
TIPI-J の下位尺度得点を後の分析に用いるために、本研究によって得られたデータが先行研究通り 5 因子構造であるのか、あらかじめ確認を行うこととした。性格特性の 5 因子モデルは古くから最も支持され続けてきた理論であるが、TIPI-J に関しては利便性を第一に考えられた項目数を極限まで減少させた尺度であることから、因子構造が不安定である可能性がある。本データからも同様の構造が認められるか、因子的妥当性および内的整合性の検討を行うために、5 因子のモデルを組み確認的因子分析を実施した（表 10, 図 22）。

表 10. TIPI-J 尺度の因子分析表

	I	II	III	IV	V
第1因子：外向性 ($\alpha = 0.60$) ($M = 3.55, SD = 1.31$)					
活発で、外向的だ	0.81				
ひかえめで、おとなしい (R)	-0.53				
第2因子：調和性 ($\alpha = 0.50$) ($M = 4.69, SD = 1.10$)					
他人に不満をもち、もめごとを起こしやすい (R)		0.71			
人に気をつかう、やさしい人間だ		-0.47			
第3因子：勤勉性 ($\alpha = 0.60$) ($M = 3.98, SD = 1.26$)					
だらしなく、うっかりしている (R)			0.72		
しっかりしていて、自分に厳しい			-0.61		
第4因子：神経症傾向 ($\alpha = 0.57$) ($M = 4.07, SD = 1.22$)					
冷静で、気分が安定している (R)				0.82	
心配性で、うろたえやすい				-0.49	
第5因子：開放性 ($\alpha = 0.45$) ($M = 3.78, SD = 1.17$)					
新しいことが好きで、変わった考えをもつ					0.65
発想力に欠けた、平凡な人間だ (R)					-0.44
	I	—			
	II	-0.05	—		
	III	-0.42	0.54	—	
	IV	-0.41	0.64	0.85	—
	V	-0.40	0.12	0.56	0.37

注 1) R は逆転項目、 α は信頼性係数、M は平均値、SD は標準偏差を表す。

注 2) 第 2 因子、第 3 因子は、それぞれ調和性、勤勉性が高いことを意味する項目に対する因子負荷量が負となっているが、下位尺度得点算出の際には、因子名を意味する特性の度合いが高い場合に得点が高くなるよう、因子負荷量が正である項目を逆転処理した。



注) 楕円は潜在変数、四角は観測変数、e は誤差変数、R は逆転項目を表す。

図 22. TIPI-J の確認的因子分析結果

表 10, 図 22 より, 各因子に対する因子負荷量および標準化推定値はすべて $|.44|$ 以上であったが, 各因子の信頼性係数 α の値は $.45 - .60$ と低かった. また, モデル適合度 ($\chi^2(35) = 687.82, p < .001, CFI = .37, GFI = .76, AGFI = .63, RMSEA = .19, AIC = 727.82, BIC = 812.24$) はいずれも低かった. なお, 全観測変数の関連の仕方をすべての共分散で説明するモデルを飽和モデル, 潜在変数間の関連で説明するモデルを推定モデルとし, 飽和モデルと推定モデルとの差をカイ 2 乗値で示したものが χ^2 値である. χ^2 値が 0 に近く, 有意水準 p が 0.05 以上で帰無仮説が棄却できない場合, 推定モデルの適合度がよいことを表す. また, 飽和モデルでの全分散が推定モデルでの分散をどの程度説明できているかを示す指標が GFI (Goodness of Fit Index の略) であり, GFI の自由度を調整したものが AGFI (Adjusted Goodness of Fit Index の略) であり, GFI の自由度を調整したものが AGFI (Adjusted Goodness of Fit Index の略) である.

略)である。GFI および AGFI が.90 以上であれば、一般に推定モデルの適合度は高いと捉える。RMSEA はサンプル数、自由度の影響を考慮した推定モデルの適合度を表す指標であり、0.1 未満であれば当てはまりがよいとされる。AIC は赤池情報量規準 (Akaike Information Criterion)、BIC はベイズ情報量規準 (Bayesian Information Criterion) のそれぞれ略であり、いずれも飽和モデルとの離れ具合を示す指標である。AIC および BIC は絶対的な基準値がなく、他の推定モデルとの相対評価で用いられるものである。今回、AIC、BIC 以外の適合度指標の値は低かったが、これらの指標には項目数の少なさが影響すると言われていること、また、5 因子構造が先行研究と著しく異なるわけではないことは確認されたため、先行研究に倣う形で 5 因子構造を以下の分析で採用した。なお、各下位尺度得点の平均値、標準偏差は表 11 内に示している。

4.5.3 性格特性と各画像の印象評定値の相関

TIPI-J の下位尺度である性格特性 5 因子得点と、各画像の印象評定値に関係が認められるかどうか明らかにすることを目的とし、相関係数を算出した (表 11-17)。

表 11. TIPI-J の 5 因子と画像 1 (エレガント 1; E11) の印象評定値の相関

	外向性	調和性	勤勉性	神経症傾向	開放性
E11あたたかい	0.06	-0.01	0.09 *	-0.09 *	-0.05
E11やわらかい	0.06	0.05	0.09 *	-0.09 +	-0.05
E11かわいい	0.15 **	0.10 *	0.04	-0.10 *	0.07
E11ロマンティックな	-0.04	0.12 **	0.07	-0.08 +	-0.04
E11クリア	0.08 +	0.08 +	0.09 *	-0.11 *	-0.02
E11田園	0.02	-0.02	0.07	-0.04	-0.05
E11エレガント	0.08 +	0.05	0.03	-0.06	0.01
E11華やか	0.07	0.08 +	0.06	-0.04	0.04
E11おだやか	0.02	0.08 +	0.01	-0.08 +	-0.03
E11好ましい	0.11 *	0.09 *	0.03	-0.11 *	0.01

** $p < 0.01$, * $p < 0.05$, + $p < 0.10$

表 12. TIPI-J の 5 因子と画像 2 (エレガント 2; E12) の印象評定値の相関

	外向性	調和性	勤勉性	神経症傾向	開放性
E12あたたかい	0.03	0.09 *	0.02	0.03	-0.07
E12やわらかい	0.02	0.13 **	-0.02	0.05	-0.04
E12かわいい	0.11 *	0.08 +	-0.03	0.01	0.01
E12ロマンティックな	-0.03	0.03	0.01	0.01	0.01
E12クリア	0.06	0.07	0.05	-0.11 *	0.03
E12田園	-0.01	0.04	-0.03	-0.08 +	0.05
E12エレガント	0.07 +	0.02	0.04	-0.03	0.02
E12華やか	0.08 +	0.03	0.05	-0.09 +	0.06
E12おだやか	0.00	0.06	-0.01	0.03	0.00
E12好ましい	0.07	0.12 **	0.02	-0.03	0.03

** $p < 0.01$, * $p < 0.05$, + $p < 0.10$

表 13. TIPI-J の 5 因子と画像 3 (ロマンティック; Ro) の印象評定値の相関

	外向性	調和性	勤勉性	神経症傾向	開放性
ROあたたかい	0.02	0.12 **	-0.03	0.00	-0.05
ROやわらかい	0.01	0.13 **	-0.01	0.01	-0.03
ROかわいい	0.14 **	0.16 **	0.04	-0.09 *	0.09
ROロマンティックな	-0.01	0.10 *	0.04	-0.03	0.07
ROクリア	0.13 **	0.07	0.09 *	-0.12 **	0.00
RO田園	0.05	0.04	0.00	-0.07 +	0.02
ROエレガント	0.02	0.08 +	0.00	-0.04	-0.04
RO華やか	0.08 +	0.09 *	0.03	-0.10 *	0.04
ROおだやか	0.08 +	0.11 *	0.00	-0.01	0.01
RO好ましい	0.13 **	0.13 **	0.04	-0.06	0.04

** $p < 0.01$, * $p < 0.05$, + $p < 0.10$

表 14. TIPI-J の 5 因子と画像 4 (クリア; Cl) の印象評定値の相関

	外向性	協調性	勤勉性	神経症傾向	開放性
Clあたたかい	0.09 *	0.13 **	0.03	-0.03	0.00
Clやわらかい	0.12 **	0.10 *	0.05	-0.06	0.02
Clかわいい	0.20 **	0.11 *	0.09 *	-0.09 *	0.13 **
Clロマンティックな	0.02	0.08 +	0.09 *	-0.08 +	0.06
Clクリア	0.04	0.11 *	0.00	-0.07 +	0.02
Cl田園	0.09 *	0.03	-0.01	-0.03	0.04
Clエレガント	0.01	0.06	0.00	-0.04	0.00
Cl華やか	0.05	0.13 **	0.05	-0.08 +	0.08 +
Clおだやか	0.07 +	0.09 *	0.04	-0.06	0.01
Cl好ましい	0.12 **	0.13 **	0.02	-0.02	0.05

** $p < 0.01$, * $p < 0.05$, + $p < 0.10$

表 15. TIPI-J の 5 因子と画像 5 (ナチュラル; Na) の印象評定値の相関

	外向性	協調性	勤勉性	神経症傾向	開放性
Naあたたかい	0.12 **	0.04	0.02	-0.02	-0.03
Naやわらかい	0.06	0.11 *	0.02	-0.09 *	-0.02
Naかわいい	0.21 **	0.05	0.04	-0.11 *	0.08 +
Naロマンティックな	0.00	0.08 +	0.03	-0.11 *	0.10 *
Naクリア	0.10 *	0.10 *	0.07	-0.16 **	0.07
Na田園	-0.01	0.01	-0.09 *	-0.05	-0.04
Naエレガント	0.01	0.06	0.00	-0.05	0.00
Na華やか	0.14 **	0.05	0.03	-0.12 **	0.09 +
Naおだやか	0.02	0.14 **	0.02	-0.10 *	-0.03
Na好ましい	0.13 **	0.08 +	-0.01	-0.05	0.04

** $p < 0.01$, * $p < 0.05$, + $p < 0.10$

表 16. TIPI-J の 5 因子と画像 6 (プリティ; Pr) の印象評定値の相関

	外向性	協調性	勤勉性	神経症傾向	開放性
Prあたたかい	0.10 *	0.01	0.04	-0.06	-0.02
Prやわらかい	0.15 **	0.02	0.06	-0.07	0.03
Prかわいい	0.18 **	0.15 **	0.09 *	-0.15 **	0.08 +
Prロマンティックな	0.02	0.13 **	0.00	-0.03	0.03
Prクリア	0.06	0.14 **	0.11 *	-0.10 *	0.08 +
Pr田園	0.06	-0.01	0.05	-0.11 *	0.07
Prエレガント	0.04	0.13 **	0.08 +	-0.06	0.09 *
Pr華やか	-0.01	0.18 **	0.05	-0.05	0.09 *
Prおだやか	0.03	0.07	0.06	-0.10 *	0.02
Pr好ましい	0.08 +	0.15 **	0.06	-0.12 **	0.10 *

** $p < 0.01$, * $p < 0.05$, + $p < 0.10$

表 17. TIPI-J の 5 因子と画像 7 (シック; Ch) の印象評定値の相関

	外向性	協調性	勤勉性	神経症傾向	開放性
Chあたたかい	0.11 *	0.05	0.10 *	-0.12 **	0.03
Chやわらかい	0.05	0.11 *	0.07	-0.15 **	0.11 *
Chかわいい	0.13 **	0.09 +	0.11 *	-0.14 **	0.14 **
Chロマンティックな	0.04	0.10 *	0.03	-0.12 **	0.09 *
Chクリア	0.03	0.04	-0.02	-0.04	-0.06
Ch田園	0.02	0.06	0.06	-0.09 *	0.07
Chエレガント	0.03	0.06	-0.02	-0.06	0.08 +
Ch華やか	0.07 +	0.10 *	0.05	-0.12 **	0.07
Chおだやか	0.08 +	0.08 +	0.02	-0.10 *	0.07
Ch好ましい	0.05	0.05	-0.02	-0.09 *	0.03

** $p < 0.01$, * $p < 0.05$, + $p < 0.10$

表 11-17 より, いくつかの組合せにおいて有意な相関はみられるものの, 最大でも |.21| であることから, 性格特性と画像の印象評定値にはほとんど相関は認められなかった. すなわち, 配色イメージは個人の性格特性によって影響を受けるものではなく, おおよそ人に共通するものだと考えてよさそうである.

しかしながら、非常に弱い相関であるとはいえ、「かわいい」評定値に関してのみ、他の評定項目とは異なり |.20| 前後の相関係数がみられている。表 11-17 内の「かわいい」評定値と性格特性との相関係数のみを表 18 にまとめた。

表 18. TIPI-J の 5 因子と 7 画像における「かわいい」印象評定値の相関

	外向性	協調性	勤勉性	神経症傾向	開放性
E1かわいい	0.15 **	0.10 *	0.04	-0.10 *	0.07
E2かわいい	0.11 *	0.08 +	-0.03	0.01	0.01 *
ROかわいい	0.14 **	0.16 **	0.04	-0.09 *	0.09 **
Coかわいい	0.20 **	0.11 *	0.09 *	-0.09 *	0.13 **
Prかわいい	0.18 **	0.15 **	0.09 *	-0.15 **	0.08 +
Naかわいい	0.21 **	0.05	0.04	-0.11 *	0.08 +
Chかわいい	0.13 **	0.09 +	0.11 *	-0.14 **	0.14 **

** $p < 0.01$, * $p < 0.05$, + $p < 0.10$

表 18 より、「外向性」との間の相関係数はいずれも有意な正の相関であることがわかる。特にクリア (Cl) 画像, プリティ (Pr) 画像, ナチュラル (Na) 画像との間に弱いながらも 1%水準で有意な正の相関が認められる。外向性が高いほど、これらの画像に対する「かわいい」評定値を高くつける傾向がある。一方、「神経症傾向」との間の相関係数は、絶対値は低いながらもほとんどが 1%–10%水準の有意、あるいは有意傾向の負の相関がみられていることから、神経症傾向の度合いが高いほど「かわいい」評定値を低くつける傾向がある可能性が示唆される。また、「調和性」とロマンティック (Ro) 画像, プリティ (Pr) 画像との間、「開放性」とシック (Ch) 画像との間にも非常に弱いものではあるが 1%水準で有意な正の相関がみられている。

4.5.4 画像の好みに影響を及ぼす要因の検討

4.5.4.1 好みの画像の人数および性別の割合

最も好みであるとして選択された画像の割合を表 19 に示す。EMD によって同じエレガントカテゴリとして判定された画像でありながら、E11 と E12 では選択される人数に有意差がみられ ($\chi^2(6) = 70.60, p < 0.01$)、E12 の方が好まれやすいことがわかった。また、全画像中、好みの画像としてシックを選択する人が最も多いことも明らかとなった。

表 19 選択された好みの画像の割合

画像	人数	比率 (%)
エレガント (E11)	50	9.94
エレガント (E12)	91	18.09
ロマンティック (Ro)	87	17.30
クリア (Cl)	41	8.15
プリティ (Pr)	87	17.30
ナチュラル (Na)	36	7.16
シック (Ch)	111	22.07
合計	503	100.0

続いて、選択される好みの画像が性別によって異なるかを調べた。性別と画像を独立変数とし、選択された画像を従属変数とする 2×7 のカイ二乗検定を行った結果、1%水準で有意差が認められた ($\chi^2(6) = 36.89, p < 0.01$)。残差分析の結果、ナチュラル画像において1%水準で女性の方が有意に多く、またシック画像においては5%水準で男性の方が有意に多かった。プリティ画像においては10%水準で男性の方が多く選択する傾向がみられた (表 20)。

プリティ、ロマンティックカテゴリは男性よりも女性らしいイメージとの結びつきが強く、女性に多く好まれると推測したが、本調査結果からは有意差が認められなかった。逆に、有意傾向にとどまったが、プリティ画像は男性によって多く選択される

結果となった。プリティカテゴリは言語・配色イメージスケール上では幼いイメージとの関連が強く、小さい子ども用の玩具に多く採用されるような配色がこれに該当している。つまり、成人女性用の持ち物や服飾品に採用されやすい配色とは異なるという意味である。したがって女性にプリティカテゴリの配色が好まれることには繋がらないことを本結果は示している。

表 20 選択された好みの画像と評定者の性別とのクロス表

	観測値	好みの画像						
		E11	E12	Ro	Cl	Pr	Na	Ch
性別 (性別)	男性	27	15	49	22	52 ⁺	22 ^{**}	68 [*]
	女性	22	21	37	19	34 ⁺	69 ^{**}	43 [*]
	合計	49	36	86	41	86	91	111

** $p < 0.01$, * $p < 0.05$, + $p < 0.10$

4.5.4.2 好みの画像と性格特性の関係

性格特性によって好みの画像に違いはみられるかを明らかにすることを目的とし、先述の TIPI-J 尺度の確認的因子分析の結果に基づき、各下位尺度得点を算出した。その結果を外向性、調和性、勤勉性、神経症傾向、開放性の順に図 23-27 に示す。

続いて、7 画像の中から評定者が選んだ最も好みの画像を独立変数、性格特性の各下位尺度得点を従属変数とする調査対象者間要因の 1 要因分散分析を行った。その結果、外向性 ($F(6, 496) = 1.55$, ns)、調和性 ($F(6, 496) = 0.41$, ns)、勤勉性 ($F(6, 496) = 0.25$, ns)、開放性 ($F(6, 496) = 0.40$, ns) を従属変数とした場合には有意差は認められなかったが、神経症傾向を従属変数とした場合にのみ 10%水準で有意傾向がみられた ($F(6, 496) = 1.86$, $p < 0.1$)。これについて Holm 法による多重比較検定を行ったところ、プリティ画像 (Pr) とエレガント画像 (E11)、ロマンティック画像 (Ro)、ナチュラル画像 (Na) との間にいずれも 5%水準で、エレガント画

像（E12）との間に1%水準で有意差が認められ、プリティ画像（Pr）を選択した対象者の神経症傾向が有意に低いことが明らかにされた。

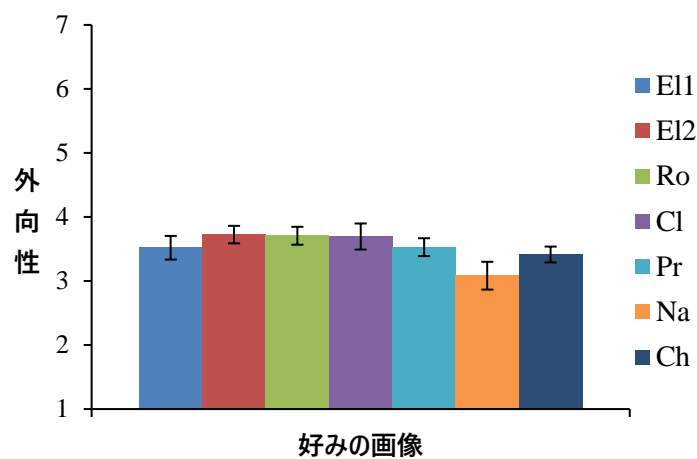


図 23 好みの画像の違いによる外向性得点の差

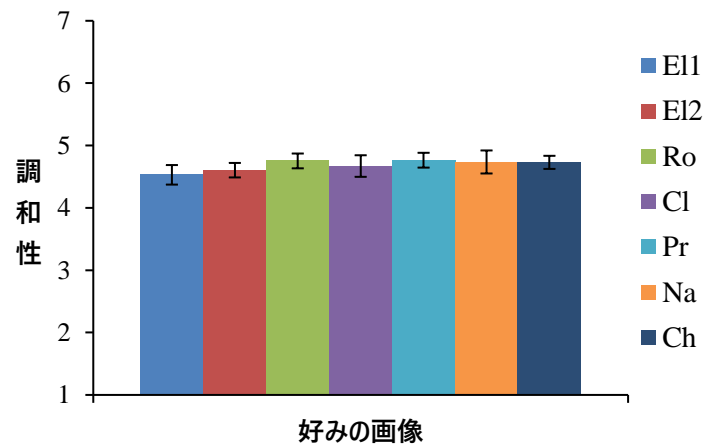


図 24 好みの画像の違いによる調和性得点の差

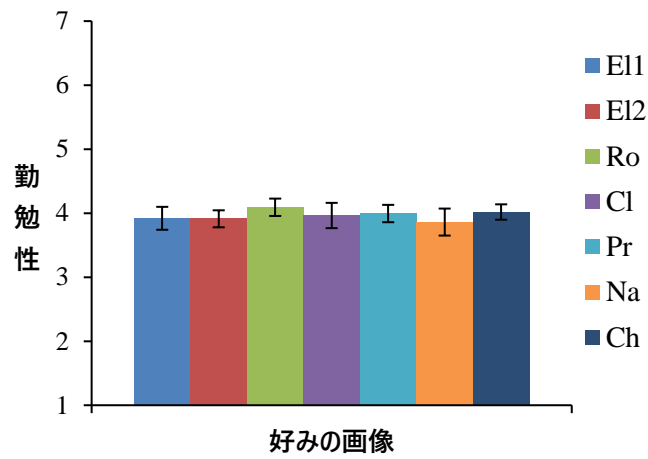


図 25 好みの画像の違いによる勤勉性得点の差

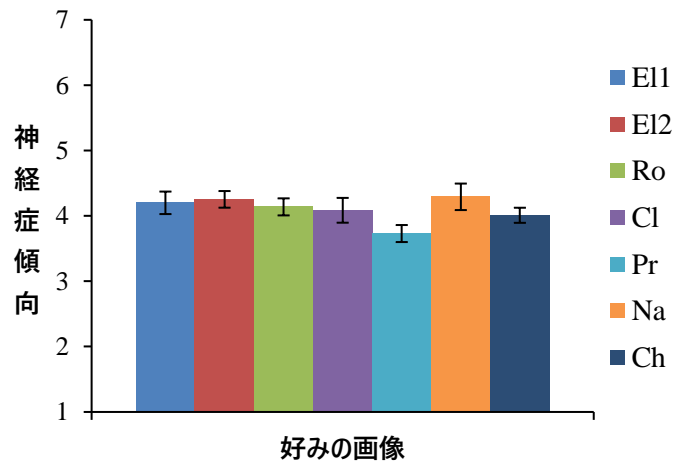


図 26 好みの画像の違いによる神経症傾向得点の差

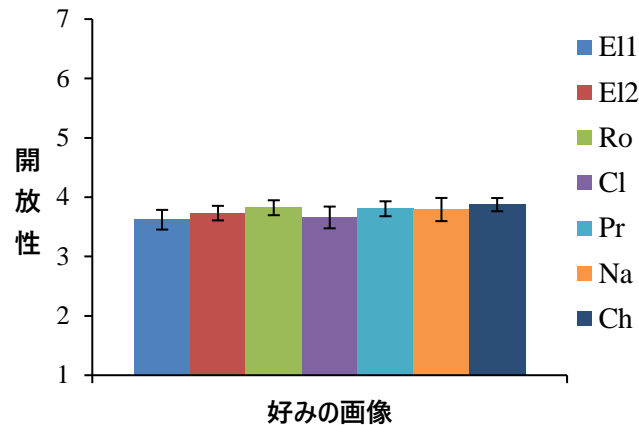


図 27 好みの画像の違いによる開放性得点の差

以上より、性格特性の主要 5 因子のうち、外向性・4 因子は好みの画像と関係せず、神経症傾向のみが関係していることが確認できた。これは表 20 に示した結果と整合的である。そこではプリティ画像に限らず、さまざまな画像に対して神経症傾向が高い場合、「かわいい」と評価を下すことが少ないことが明らかにされた。神経症傾向とは、些細なことが気になり不満や不安を抱きやすく、また抑うつ的な気分状態が持続しやすい特性のことを意味する。「あたたかいーつめたい」「やわらかいーかたい」評価項目は、あくまで心理的な印象を問うものであるが、回答者によっては物理的な感覚に寄せて捉える場合もあるだろう。しかし「かわいいーかわいくない」評価項目の場合は物理的な感覚に置き換えることが不可能であり、「かわいい」寄りに評価を下すことは、対象を褒めることに繋がる。抑うつ的な気分状態に支配されている場合、平均的な者よりも評価対象をポジティブに捉えることが難しく、逆にこの傾向が低い場合はポジティブな評価を行うことに抵抗が少ないことから、神経症傾向の低さとプリティ画像の好まれ方に有意な関係が認められたと考えられる。

高橋[57]によると、神経症傾向は年齢と共に低下していく傾向にあるとされている。そのため、配色に対する印象に年代で差異がみられるならば、神経症傾向が媒介変数となり、配色に対するかわいさの評定値に偽相関が認められるはずである。しかし本調査データを用いて年齢と各画像に対する「かわいい」得点との相関係数を確認した結果、有意な相関はみられなかったため、配色から得られるイメージの個人差は年代ではなく性格特性だといえる。

第5章 結論

本論文では、EMDに基づき画像を配色イメージスケール上にマッピングすることにより、画像から受ける印象を言語イメージで表現する手法を提案した。また、2名の評定者を用いた評価実験により、人による印象評価とEMDによる印象評価の差異について考察した。また、EMDを用いて評価された複数の画像を人に印象評定させたうえで、評定者の性格特性と配色イメージとの関連も明らかにした。

現実の画像は多数の色を含んでおり、EMDはこれら多数の色から成る配色を、単色、3色あるいは5色の配色イメージで近似しているといえるので、実際に人が受ける印象とEMDが出力する印象にはずれが生じる可能性がある。実験結果からは、「プリティ」「ロマンティック」「エレガント」を1つのまとまりとすることで、人による評価とEMDによる評価とのずれが解消されると考えられるが、イメージスケール上でこれらの3カテゴリは隣接していない。さらに調査を行った結果、「エレガント」カテゴリは2分割され、そのうちの一方は最もSOFTおよびWARM寄りの、プリティカテゴリを包括する形で配置させることが望ましいことを明らかにした。「プリティ」と「ロマンティック」を統合することは分析結果から十分妥当といえるが、それらと隣接する「ナチュラル」の一部を含める形で「エレガント」まで統合することの妥当性については、さらなる検討が必要である。

本論文におけるEMD評価実験での画像の評定者は2名であった。評定者に課された作業内容は単なる画像の分類ではなく、評価用画像の収集から分類までであったため、事前に十分イメージスケールの理解がなされるよう訓練が行われていた。訓練された評定者2名の分類結果は、少なくとも「プリティ」に関してはWeb上の一般的な分類と類似していたが、分析1の結果からわかるように、一部の評定項目において評定者間の

ばらつきが大きかったことも無視できない事実である。このばらつきについて、それが訓練の不足によるものなのか、個人差が大きく現れやすい側面が把握できたと捉えるべきなのかを結論づけることは早計である。ただし、評価実験に続いて実施した500人規模での配色イメージ調査においても、先の提言通り、イメージスケールにおける「プリティ」と「ロマンティック」の統合を是とする分析結果が得られたことから、今回の手続きに大きな問題があったとは考えにくい。したがって、より多くの評定者に対して同様の手続きによる評価実験を実施することが今後の課題となる。また、「クラシック」と「シック」のイメージが混同されやすい問題点については、EMD 評価実験の結果から2つのカテゴリを統合することで解消できると考えられたが、この提案の根拠となるデータをさらに集める必要がある。本研究では「かわいい」を中心とするSOFT-HARD軸のSOFT寄りのカテゴリを重点的に調べることを目的としたことから、HARD寄りのカテゴリについて十分な検討を行っていないため、今後同様の調査を実施することで引き続き検討したい。

以上、本研究におけるいくつかの課題も見いだされたが、本論文で提案した言語イメージへのマッピング手法自体は依然として有効であると考えている。もとの基準となる配色イメージスケールに変更を加えれば、その変更を反映した言語イメージへのマッピングを、提案手法により容易に行うことができるからである。たとえば、本論文で評定者が集めた画像と評定者による印象評価を基準イメージスケールとして使えば、この評定者の感性に基づく言語イメージへのマッピングを行うことが可能となる。したがって、本論文での提案手法は、配色を用いたさまざまなデザイン分野（服飾、建築物の内装・外装、商品の外装など）に応用可能である。

謝辞

本論文を作成するにあたり、多くの方々にご協力ならびにご指導をいただきました。ここに心より感謝の意を表します。

研究活動に関しては、大変親切で丁寧なご指導を賜った徳島大学大学院社会産業理工学研究部の北研二先生に対し、心より感謝いたします。また、適切なお助言をくださった獅々堀正幹先生、泓田正雄先生、吉田稔先生、松本和幸先生、共同研究者として協力してくださった津野邊純一様に感謝いたします。

本研究のデータ収集に協力してくださった徳島大学北研究室の皆様、株式会社クロス・マーケティングの担当者の皆様に心より感謝いたします。

最後に、本論文作成にあたりさまざまな面で協力を惜しみなく提供してくれた家族、博士論文の提出を応援し励ましてくれた職場の先輩、友人たちに心より感謝いたします。

参考文献

- [1] 松田隆夫, 高橋晋也, 宮田久美子, 松田博子: 色と色彩の心理学, 培風館, 2014.
- [2] 大山正: 視覚心理学への招待 見えの世界へのアプローチ, 2000, サイエンス社.
- [3] 中西祥八郎, 井関之雅: 色彩によるファジー属性判別, 電気学会論文誌 C, 109(5), pp. 353-360, 1989.
- [4] 川上元郎: わが国におけるマンセル表色系に関する研究小史, 照明学会雑誌, 56(3), pp. 125-130, 1972.
- [5] MacAdam, D.L.: Visual Sensitivities to Color Differences in Daylight, Journal of Optical Society of America, 32(5), pp. 247-274, 1942.
- [6] Stockman, A.: Cone fundamentals and CIE standards, Current Opinion in Behavioral Sciences, 30, pp. 87-93, 2019.
- [7] 田島讓二: カラー画像表示アルゴリズム, 情報処理, 27(1), pp. 11-20, 1986.
- [8] 高浜幸太郎, 側垣博明, 納谷嘉信: CIE LUV と CIE LAB 均等色空間に関する最近の話題, 照明学会誌, 64(5), pp. 223-229, 1980.
- [9] Markovic, I., Ilic, J., Markovic, D.: Color Measurement of Food Products Using CIE L*a*b* and RGB, Journal of Hygienic Engineering and Design, pp. 50-53, 2013.
- [10] Zhang, X. and Wandell, B.A.: A Spatial Extension of CIE LAB for Digital Color - Image Reproduction, Journal of the Society for Information Display, 5(1), pp. 61-63, 1997.
- [11] 富田正利: 色の感情効果, 日本色彩学会 (編) 新編色彩科学ハンドブック, 東京大学出版会, pp. 675-780, 1998.
- [12] 張粵, 齋藤美穂: 中国人学生の「赤」のイメージに対する研究, 日本色彩学会誌, 29(4), pp. 328-337, 2005.
- [13] 酒井浩二, 川畑綾香, 山本嘉一郎: AHP によるネイルカラーのよい印象の評価, 日本色彩学会誌, 30(2), pp. 77-84, 2006.
- [14] 西村武, 森本一成, 岸本泰蔵: VDT 表示色の印象と好ましさの心理要因分析, テレビジョン学会誌, 42(12), pp. 1358-1363, 1988.
- [15] 石井国雄, 田戸岡好香: ナース服の色が女性看護師に対する印象に及ぼす影響, 清泉女学院大学人間科学部研究紀要, 17, pp. 1-11, 2020.
- [16] 内田幸子, 小柴朋子, 田村昭子, 森本美智子, 田辺 文憲: ナースウェアに関する調査研究一質問紙調査による概要一, 繊維製品消費科学, 55(1), pp.44-51, 2014.
- [17] 庄怡, 阿部楓子, 山本早里: 室内空間の雰囲気に適した壁紙一壁紙の色と模様による心理効果の実験一, 日本色彩学会誌, 43(3), pp. 103-106, 2019.
- [18] 阿部楓子, 庄怡, 玉置淳, 山本早里: VR 空間を用いた印象評価実験による居室の目

- 的に適した壁紙の色と模様に関する研究, 日本色彩学会誌, 44(3), pp. 229-232, 2020.
- [19] 山下真知子: 空間の色彩がヒトの広さ・狭さの印象に及ぼす影響について—立体可視化装置 CAVE での心理評価検証実験の試み(3)—, 日本色彩学会誌, 42(6), pp. 40-43, 2018.
- [20] 庄山茂子, 浦川理加, 江田雅美: リクルートスーツのシャツの色が印象形成に及ぼす影響, デザイン学研究, 50(6), pp. 87-94, 2003.
- [21] 松村俊志, 向居暁: 保育実習生の服装が印象形成に及ぼす影響, 日本心理学会第75回大会発表論文集, 75, pp. 1148, 2011.
- [22] 松田博子, 名取和幸, 破田野智美: 好きな色と自己イメージとの関係—色イメージと自己イメージとパーソナリティ特性—, 日本色彩学会誌, 44(3), pp. 161-194.
- [23] 鈴木香里武: 観賞魚の色・形・模様が全体の印象に与える影響 —重回帰分析による影響力の比較—, 日本心理学会第79回大会発表論文集, 79, pp. 651, 2015.
- [24] 日本カラーデザイン研究所: 心を伝える配色イメージ, 講談社, 2008.
- [25] 小林重順 (著) 日本カラーデザイン研究所 (編): 配色イメージワーク, 講談社, 1995.
- [26] 小林重順 (著) 日本カラーデザイン研究所 (編): カラーリスト, 講談社, 1997.
- [27] 小林重順 (著) 日本カラーデザイン研究所 (編): カラーイメージスケール改訂版, 講談社, 2001.
- [28] Rubner, Y., C. Tomasi, Guibas, L. J.: The Earth Mover's Distance as a Metric for Image Retrieval, International Journal of Computer Vision, 40(2), pp. 99-121, 2000.
- [29] 石井博昭, 多田実, 西田俊夫: ファジイ輸送問題, 日本ファジイ学会誌, 2(1), pp. 79-84, 1990.
- [30] 竹内謹治, 黄瀬浩一: Earth Mover's Distance に基づく n-Color Based Image Retrieval, 情報処理学会, 7, pp. 33-38, 2007.
- [31] 山根康男, 星合忠, 津田宏, 片山薫, 太田学, 石川博: 画像の類似検索におけるマルチベクトル特徴空間方式と Earth Mover's Distance 方式の比較, 情報処理学会研究報告データベースシステム, 45, pp. 83-90, 2004.
- [32] 藤江 悠五, 渡部 広一, 河岡 司: 概念ベースと概念ベースと Earth Mover's Distance を用いた文書検索, 自然言語処理, 16(3), pp.25-49, 2009.
- [33] 柳本 豪一, 大松 繁: Earth Mover's Distance を用いたテキスト分類, 人工知能学会全国大会論文集, 21, 2007.
- [34] Wan, X., Peng, Y.: The earth mover's distance as a semantic measure for document similarity, Proceedings of the 14th ACM international conference on Information and knowledge management, 301-302, 2005.
- [35] 狩山和亮, 吉仲亮, 山本章博: 文字列パターンと MathML による構造を利用した数学問題文の検索, 人工知能学会全国大会論文集, 27, pp. 1-4, 2013.
- [36] 田上諒, 越前谷博, 荒木健治: 単語分散表現を用いた Earth Mover's Distance と

- 文長の違いに基づく類似度による対訳文の自動抽出, 研究報告自然言語処理, NL-238(2), pp.1-6, 2018.
- [37] 田上諒, 越前谷博, 荒木健治: 単語の分散表現を用いた Earth Mover's Distance と文ベクトルによる対訳コーパスの自動生成, 人工知能学会全国大会論文集, 32, pp. 1-8, 2018.
- [38] 獅々堀正幹, 大西泰代, 柘植覚, 北研二: Earth Mover's Distance を用いたハミングによる類似音楽検索手法, 情報処理学会論文誌, 48 (1), pp.300-311, 2007.
- [39] 柘植覚, 三好真人, 肖清梅: フィルタバンク特徴量と Earth Mover's Distance を用いた音楽検索, 情報処理学会研究報告, (6), pp.1-6, 2011.
- [40] 風間一洋, 鳥海不二夫, 榊剛史, 篠田孝祐, 栗原聡, 野田五十樹: 東日本大震災時の Twitter データを用いた単語間の関係の時系列変化の分析, 人工知能学会全国大会, 26, pp. 1-4, 2012.
- [41] 河原直人, 梅澤猛, 大澤範高: Earth Mover's Distance を用いた同音異義語判別, 情報科学技術フォーラム, 12, pp. 217-218, 2013.
- [42] 田邊僚, 吉村枝里子, 土屋誠司, 渡部広一: EMD を用いた英字略語の意味判断システム, 研究報告知能システム, 12, pp. 1-5, 2013.
- [43] 後藤和人, 土屋誠司, 渡部広一: 概念ベースと Wikipedia を用いた英字略語の意味推定, 自然言語処理, 24 (3), pp.351-369, 2017.
- [44] 徳丸正孝, 山下一美: ファジー推論を用いた配色のイメージ判定システムの構築, 電子情報通信学会論文誌, J83-D2(2), pp.680-689, 2000.4
- [45] 徳丸正孝, 村中徳明, 今西茂: 配色イメージ判定における個人差を考慮したシステム構築の試み, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J84-D2, No.4, pp.688-698, 2001.
- [46] 小川早紀, 萩原将文: イメージ語のクラスタリングを利用した配色支援システム, 日本感性工学会論文誌, 15(2), pp.287-296, 2016.
- [47] Yukawa, T., Hayakawa, T.: A Kansei Image Retrieval System using the Color Image Scale, International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems (SCIS) and International Symposium on Advanced Intelligent Systems (ISIS), pp. 38-43, 2008.
- [48] 北研二, 津田和彦, 獅々堀正幹: 情報検索アルゴリズム, 共立出版, 2002.
- [49] イラスト AC, <https://www.ac-illustr.com/>, (参照 2019-06-30).
- [50] 小塩真司・阿部晋吾・カトローニ, P.: 日本語版 Ten Item Personality Inventory (TIPI-J) 作成の試み, パーソナリティ研究, 21, pp. 40-52, 2002.
- [51] 鷹阪龍太, 山田一成: 公募型 Web 調査における TIPI-J の利用可能性の検討, 社会心理学研究, 35(1), pp.19-27, 2019.
- [52] 藤島寛, 山田尚子, 辻平治郎: 5 因子性格検査短縮版 (FFFQ-50) の作成, パーソナリティ研究, 13(2), pp.231-241, 2005.
- [53] 和田さゆり: 性格特性用語を用いた Big Five 尺度の作成, 心理学研究, 67(1), pp.61-67, 1996.

- [54] 内田照久: 音声の発話速度が話者の性格印象に与える影響, 心理学研究, 73, pp.131-139, 2002.
- [55] 村上宣寛, 村上千恵子: 主要5因子性格検査の尺度構成, 性格心理学研究, 6(1), pp. 29-39, 1997.
- [56] 下仲順子, 中里克治, 権藤恭之, 高山緑: 日本版 NEO-PI-R の作成とその因子的妥当性の検討, 性格心理学研究, 6(2), pp. 138-147, 1998.
- [57] 高橋雄介: パーソナリティ特性研究をはじめとする個人差研究の動向と今後の展望・課題, 教育心理学年報, 55, pp. 38-56, 2016.