

氏 名 迫田 宇広

学位（専攻分野） 博士（学術）

学位記番号 総研大甲第 1265 号

学位授与の日付 平成 21 年 3 月 24 日

学位授与の要件 先導科学研究科 光科学専攻
学位規則第 6 条第 1 項該当

学位論文題目 Quantitative Evaluation of Color by the Factors in the
CIE Colorimetric system Based on Chromatology

論文審査委員	主 査 教授	石黒 真木夫
	教授	渡辺 正勝
	教授	田村 義保
	准教授	前田 忠彦

論文内容の要旨

色の定量化は色に関わる多くの研究分野にとって重要なテーマの一つである。例えば数理分類学では適正な分類群を作成するために、色は重要な形質である。美学においては、色は作品を理解するために必要である。色彩調和論においては配色の規則性を求めることは有意義であるとされている。

しかしながらこれまで形状の研究は多くの研究がなされているが、形質としての色を扱った研究はあまり行われていない。加えて従来の研究については問題点が2つある。まず1つ目は領域を持った色について、単色であるかのように取り扱っていることである。具体的には平均値を用いた場合はその色は出現していない色である可能性がある。最頻値を用いた場合は最頻値以外の色の取り扱いが問題となる。2つ目の問題は、色の分散を認めつつも合成変数により色を定量化していることである。色の識別について、合成変数を求めることは合理的である。ただし合成変数では結果について解釈を行うことが難しい。

上記の議論のもっとも重要な部分は、色が領域を持つとき、従来色の定量化方法を修正することが必要であることを示すことである。本研究の目的は、領域を持った色を定量的に表すことである。ここでは色の分散に注目する。本稿で述べる色彩の分散とは CIE 表色系における

$$V[X] = E[(X - E[X])^2] \quad (1)$$

の値である。ただし領域を持った色 X は観測された色 x_1, x_2, x_3, \dots である。CIE 表色系 (CIE 1931 standard colorimetric system) は国際照明委員会 (CIE; Commission internationale de l'éclairage) により定められた XYZ 表色系、 $L^*a^*b^*$ 表色系、 $L^*u^*v^*$ 表色系を含んでいる。ただし、測光学 (photometry) の問題に触れることは本研究の範囲を超える。これは色彩の分散に注目することを特徴とする、測色学 (colorimetry) に属する研究である。

色は赤、緑、青、あるいは明度、彩度、色相などの合成量である。CIE における RGB 表色系では、原刺激を赤 700.0nm、緑 546.1nm、青 435.8nm とし、認知された色 x は、

$$x \equiv rR + gG + bB; r + g + b = 1 \quad (2)$$

で表される。また領域を持った色である X は通常において分散を持っている。以上が本研究の解析対象である。

本研究ではイメージ上だけでなく、色空間でも色を扱った。具体的にはイメージで出現した色について、色空間でヒストグラムを作成した。色空間であるから、ヒストグラムの座標は色の因子である。色空間として、CIE 表色系を用いた。これらにより、得られたヒストグラムなどについて色彩学的な解釈が可能になる。また色空間で特徴がある色について、イメージ上で表示した。領域を持った色について、イメージ及び色空間で扱った。本研究の目的である、領域を持った色についてイメージ及び色空間で扱うことができた。次に SEM を用いて領域を持った色の定量化をおこなった。観測変数に色の因子を用いた。色の因子を用いて定量化していることから、結果について色彩学的な解釈が可能である。以上が本研究の目的に対する成果の概要である。

本研究の新規性を一言で述べると、これまであまり注目されてこなかった形質としての色について、表型的類似性を評価する上での定量化法を示したことにある。従来の研究では領域を持った色についても単色と同じ取扱いをしているのに対し、本研究ではイメージデータと色空間の双方で色の分散に注目した。また合成変数ではなく、色の因子により領域を持った色を定量化し、色彩学的な解釈を可能にした。色の解析について SEM を用いた研究は以前にはない。SEM による色の解析は課題が多く残されており、将来において、本研究はより有用な成果を上げることができると思われる。

論文の審査結果の要旨

迫田宇広氏の博士申請論文審査を、午後4時30分から約2時間にわたって、本人と表記4名の委員全員の出席のもとに行った。論文発表、口頭試問の後、博士論文審査のための会議を行った。その概要を下記に示す。

[論文の概要について]

本研究は、イメージ上における、ある領域内で出現する色の情報を縮約的に記述するための方法を開発することを目的としている。学位申請論文は日本語で執筆されており、全5章74頁からなっている。第1章では研究の背景と色情報に関する研究の中での、本研究の位置づけが説明されている。第2章では色の数値化法であるCIE表色系について説明している。第3章では、表色系を用いて、色空間でのヒストグラムを作成することにより、色空間での特徴的と考えられる色彩とイメージデータでの位置の関係を扱うことが可能になることを、新規に示している。第4章ではSEM (Structural Equation Modeling、構造方程式モデリング)を用いた研究を行っている。従来、色の分布を記述する場合、主成分分析から求めた合成変数により説明していたため、解析結果について色彩学的な解釈を行うことができなかった。申請者はSEMのパス係数を用いた定量化を新たに提案し、色彩学的な解釈を可能にしている。第5章では結論とこれからの発展が示されている。

[論文の評価]

申請者は色空間で特徴がある色を、イメージ空間上で表示するための方法を提案し、有用な結果が得られることを示している。絵画作品“Le Pont de Courbevoie”に描かれている3人の人物のうちの1人が、他の2人の人物と比較して、作者による労力がそれほど割かれなかった可能性があることを示すことに成功している。また、絵画作品“Mona Lisa”について、RGB色空間において、人物と背景がある一定明度以上で別のクラスターを形成していることなどを示すことにも成功している。絵画を評価するための数値的方法を提案したという点で評価できる。

また、本論文において主成分分析による合成変数に変わるものとして潜在変数を導入し、SEMにより推定されたパス係数によって色の因子間の関係を記述する方法を提案している。この方法を用いることにより、明度、彩度、色相などの色の因子により領域を持った色の特性を説明するというアイデアは斬新なものと評価できる。さらに、実際に絵画作品のイメージデータ“Mona Lisa”を定量化することにより、モナリザの[人物部分の]色彩の力量性に、色相がどのように影響を与えているか(寄与しているか)を数量的に解釈することが可能であることを示している。一例ではあるが、イメージデータに対する色彩学的に意味がある解析を行うことの可能性を開いたと評価できる。

本論文の4章に関係した、申請者を筆頭著者とする査読付き論文1編が学術誌に採択済である。

以上のことから、博士論文審査委員会は委員全員一致して、本研究に対し博士の学位を授与するに十分値すると判断した。