

## 画像の内容に対応した色彩補正モデルに関する考察 Color compensation adapted to contents of images

小島 由梨乃<sup>†</sup> 望月 理香<sup>‡</sup> 渡辺 昌洋<sup>‡</sup> 趙 晋輝<sup>†</sup>  
Yurino Kojima Rika Mochizuki Masahiro Watanabe Jinhui Chao

**概要:**ユニバーサルデザインの一環として、色弱者でも不自由なく閲覧できる画像補正技術の実用化が進んでいる。その技術をデジタルサイネージなど多種多様なユーザが閲覧する媒体に適応する場合、一般色覚者・色弱者双方が見やすいと感じ、かつ画像に対して違和感を抱かないようにする必要があると考える。従来の色弱補正では、同じ色に対して常に同様な補正を行うが、画像のジャンルや内容によっては、補正効果や違和感の度合いが異なることが確認された[1]。そこで本研究では、画像コンテンツの内容に対応して部分的に色彩補正を行う新しい方式を提案した。その上で、従来の補正モデルも用いて、デジタルサイネージなどに映る食品画像や風景画像など複数のジャンルの画像を対象とし、それぞれの画像において補正効果が高く、かつ違和感を与えない補正モデルについて比較を行った。また、各ジャンルの中でも、画像の内容に対応した補正モデルや違和感を抱き始める段階について調査した。

### 1. はじめに

色弱と呼ばれる色覚特性が存在し、特定の色の組み合わせが見分けづらい・混合しやすいなどの特徴がある。色覚は5つの種別に分けることができ、本研究では主に赤系統の色が見づらいP型と、主に緑系統の色が見づらいD型を対象としている。日本人男性で色弱である方は約5%であると言われているのに対し、欧米人男性では約8%と高い。今後、外国人観光客は増加すると予想されるため、色弱者向けの色彩補正(色弱補正)はより必要になると考えられる。また、デジタルサイネージなどの媒体は、色弱者のみならず一般色覚者も閲覧するため、補正を施しても見る人が違和感を抱かずに閲覧できることが望まれる。

一方今までの色弱補正は、異なる画像や、同一画像で異なる部分にある同じ色に対しても、常に同様な補正を施している。しかし、著者らが食品画像等の色彩補正について調べた結果、色弱者及び一般色覚者は、映るメニューによっては同じ色の同様な補正に対する美味しさと違和感の評価が異なることがわかった[1]。さらに、画像の中の色はほとんどの場合、物体色として現れ、画像コンテンツに依存するニュアンスを持つことを考慮すると、画像の内容に即した補正方式がより対応できると考えられる。

そこで本研究では、閲覧者の色覚特性に関係なく、違和感を与えない色彩補正を行うことを目標に、画像の内容に対応するために部分的に補正を行うモデルを提案した。また、従来の補正モデルも使用し、風景画像や食品画像など異なる内容の画像によって、より対応できる補正モデルについて実験を行い確認した。

### 2. 従来の色弱補正モデル

本研究では、望月らの研究[2]に報告されている、Brettelの色盲モデル[3]を参考とした色弱補正モデルと色弱シミュレーションモデルを用いて補正を行った。元の色刺激を $Q$ 、色盲者が $Q$ を見て知覚する色刺激を $Q'$ 、色弱の強さの度合を表す尺度である色弱度を $\omega(0 \leq \omega < 1)$ とすると、色弱補正後の色刺激 $P$ と色弱シミュレーション後の色刺激 $Q''$ は式(1)、(2)で求めることができる。

$$P = Q' + \frac{1}{(1-\omega)}(Q - Q') \quad (1)$$

$$Q'' = \omega Q' + (1-\omega)Q \quad (2)$$

### 3. 部分補正モデルの提案

#### 3.1 平面への射影方向の違いを用いた部分補正モデル

Brettelらの色盲モデルでは、LMS色空間内における不変色相のベクトルと等エネルギー白色のベクトルから張る平面对象色を射影して、色盲者が知覚している色刺激を提示する。不変色相は複数存在し、P型・D型の場合は475nmあるいは575nmからなる平面を用いるが、各色は色空間に点在しているため、色によって平面への射影方向が異なる。P型色盲・D型色盲におけるシミュレーション時のL-M平面を図3.1(a)、3.1(b)に、図3.1での各色盲シミュレーション時におけるLMS値の増減についてまとめた表を表3.1に、図3.1(b)を別方向から見た図を図3.2に示す。

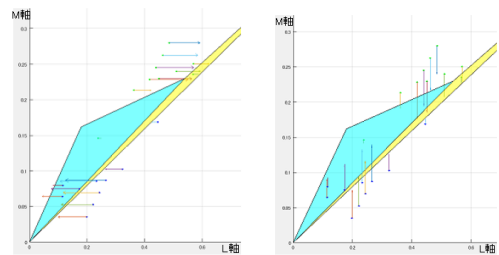


図 3.1(a) P型色盲

図 3.1(b) D型色盲

図 3.1 色盲シミュレーション時の L-M 平面

表 3.1. 各色盲シミュレーション時の LMS 値の増減

色相の位置/色盲型	L 値(P型色盲)	M 値(D型色盲)
左下(図 3.2 の赤枠)	減少	増加
右上(図 3.2 の青枠)	増加	減少

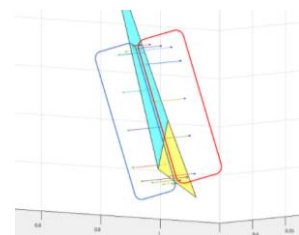


図 3.2 D型シミュレーション時の LMS 色空間

<sup>†</sup> 中央大学 Chuo University

<sup>‡</sup> NTT サービスエボリューション研究所 NTT Service Evolution Laboratories

上記の現象より、色全体を各平面との位置関係から 2 つの領域に分けることができる。また、このとき右上に位置する色がほぼ寒色系となり、左下側に位置する色はほぼ暖色系となる。

画像を部分的に色弱補正したい場合、事前に補正前画像における補正対象の RGB 値を設定して部分補正するという案も考えられるが、JPEG 画像では圧縮を行っているため、各画素で RGB 値が異なり、一部分を補正するのに多くの RGB 値を設定する必要がある。そのため、上記の現象を用いることで 1 つの事前条件で部分補正することが可能となる。

### 3.2 各補正モデルと画像内容との関係性

著者らは、前節で述べた提案モデルと従来モデルを用いて、複数の食品画像を対象に、より画像内容に対応する補正モデルを評価する実験を行った。結果として、「部分補正モデルの方が美味しそうと感ぜられる」とされる画像があった。また、好印象を示す評価値のピークと、許容できる画像の違和感の境界がそれぞれの画像によって異なることも判明した。食品画像の中でも、映っている食品によって評価結果が大きく異なることから、他の画像ジャンルにおいても同様のことが言えると考えられる。

そこで、食品画像のみならず、複数のジャンルの画像を用いて印象評価を行い、より対応した補正モデルの確認・好印象を示す評価値と違和感の評価値の関係性を調査した。

## 4. 評価実験

### 4.1 実験環境

本研究では、異なる目的で実験を 2 種類行う。それぞれディスプレイは EIZO 株式会社製 ColorEdge CG275W、ディスプレイと被験者間の視距離は 80cm である。実験 1 は天井部分以外を N5.5 に近い色の暗幕で覆われた暗室で行い、照明はパナソニック株式会社製 Hf 器具専用 Hf プレミア蛍光灯を用いている。実験 2 は環境・照明共に一般的な生活環境に近づけた状態で行う。また、被験者は一般色覚者 1 名、色弱者 1 名 (D 型弱度) である。

### 4.2 実験概要・目的

実験 1 では、好印象を示す評価値と違和感の評価値の関係性を確認する。好印象を示す形容詞は、食品画像は「美味しそう」、風景画像は「美しい」とする。実験画面には 2 枚の同様の内容である画像を表示し、左上側は補正前画像 (以下、元画像)、右側にある 5 ヶ所のうちランダムに選択された 1 ヶ所には補正後の画像を映す。補正前と比較した補正後の印象を「とても美味しそう」～「とても不味そう」のように 5 段階に設定した形容詞から選択する。

実験 2 では、食品画像・風景画像・植物画像・人物画像の 4 つのジャンルの画像において、より対応している補正モデルを調査する。実験画面には、元画像、従来モデルで補正した画像、部分補正モデルにて図 3.2 の赤枠内の色相のみ補正した画像、青枠内の色相のみ補正した画像の 4 枚を、元画像から等間隔となるように配置した。元画像以外の 3 枚から「最も好印象な画像」を選択し、結果を集計する。

### 4.3 実験結果・考察

本論文では、実験 1 の一部の結果のみ記載する。風景画像における好印象評価と違和感評価の結果を平均したグラフを図 4.1 に示す。

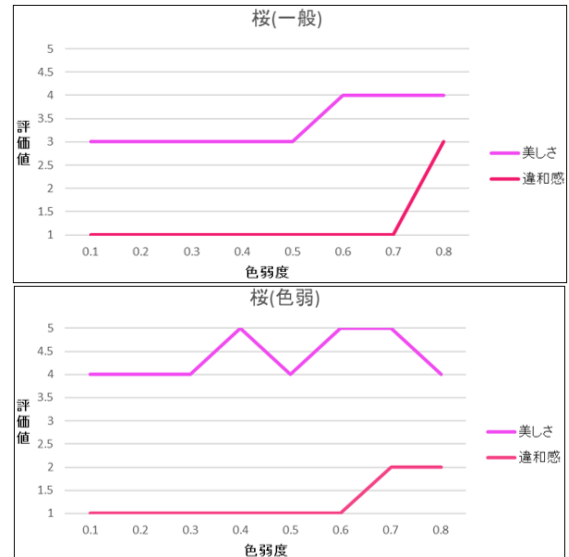


図 4.1 風景画像における好印象評価と違和感評価

好印象のグラフは評価値が高いほど好印象であることを示しており、違和感のグラフは評価値が高いほど違和感を強く抱いていることを示すため、好印象は高く、違和感は低い状態が望ましい。食品画像では 2 つのグラフが交わり、違和感の強さが好印象を上回ることがあったが、対象の風景画像では色弱者・一般色覚者共にある程度一定の好印象を保ち、グラフが交わらなかった。違和感を抱いても好印象を保っていることから、風景画像は多少現実離れしていても受け入れられると考えられる。これは、画像加工アプリが発展し、加工された画像を目にする機会が増えたことが原因の 1 つではないかと考えられる。

## 5. まとめと今後の課題

本研究では、画像のジャンルや画像の内容が異なれば、適切とされる補正モデルが異なるかを調査したと共に、好印象と違和感の抱くタイミングの関係性を確認した。

現時点では、食品画像と風景画像における好印象評価と違和感評価の関係性には大きな違いがあることが判明した。今後、被験者人数も増やして詳細の傾向を掴みたい。また、対応した補正モデルに関しても、特に食品画像、風景画像・植物画像、人物画像のそれぞれで異なる傾向が見られると予想し、調査を行う。

### 参考文献

- [1] 小島 由梨乃, 望月 理香, 渡辺 昌洋, 趙 晋輝, “食品画像の色彩補正に対する受容性に関する考察”, HCG シンポジウム 2018
- [2] 望月 理香, 中村 竜也, 趙 晋輝, “色弁別閾値を基準とした新しい色弱補正法の提案”, 電子情報通信学会論文誌 A, Vol. J94-A, No.2, pp.127-137, 2011.
- [3] H. Brettel, F. Vie'not, J.D. Mollon, “Computerized simulation of color appearance for dichromats”, Journal of Optical Society of America, Vol.4, No.10, PP.2647-2655, 1997.