

# エレメンタル色知覚とカテゴリカルカラーの関係

## Relation between elemental color perception and categorical color

永瀬 達也 Tatsuya Nagase  
森野 大作 Daisaku Morino  
大山 照一 Syoichi Oyama  
矢口 博久 Hirohisa Yaguchi  
溝上 陽子 Yoko Mizokami

千葉大学 Chiba University  
千葉大学 Chiba University  
千葉大学 Chiba University  
千葉大学 Chiba University  
千葉大学 Chiba University

キーワード：カテゴリカルカラー，エレメンタルカラースケーリング，色の見え

keywords: Categorical Color, Elemental Color Scaling, Color Appearance

### 1. はじめに

ある基準となる照明光源を考え、それを基準としたとき、他の照明光源が物体色の見えに及ぼす影響を演色と呼び、また光源に固有な演色についての特性を演色性と呼ぶ。演色性は、色の見えの一致度が高いほど良いが、多数の演色性を比較する際に何らかの定量的な評価方法が必要になる。演色評価方法として代表的なものとしてはCIEの演色評価数が挙げられるが、これは色差を用いた色再現性に着目し評価しており、たとえ評価が悪かったとしても色の見えが著しく変化しているとは必ずしも言えないといった問題が生じている。その改善策として実際に人が色名判断する際に最も重要だと思われる色名（カテゴリカルカラー）に注目したカテゴリカル評価方法の提案もなされた。しかし、色名のみ注目したのでは光源の変化による色味の細かな変化をみることはできない。よって、色名応答実験に加えて、色味を応答する実験（エレメンタルカラースケーリング法）を行い、色の見えの変化を追加することにより、より良い評価方法の考案が可能ではないかと考える。また、エレメンタル色知覚は反対色過程に対応し、カテゴリカル色知覚はより高次レベルに対応すると考えられ、両者の関係を定量的に解析することは色覚メカニズムの観点からも興味深い。したがって、本研究ではエレメンタル色知覚とカテゴリカルカラーの関係性を明らかにすることを目的とする。

### 2. 実験

#### 2-1. カテゴリカルカラーネーミング法

被験者が呈示された色票の色の見えを所定の色名から最も適切だと思うものを選択する方法である。本研究では、赤・桃・橙・黄・緑・青・紫・茶・白・黒・灰の11色名を用いる。色を表す表現は、文化・人種に関わらずこの11のカテゴリカルカラーの概念に分類できることがBerlinとKay<sup>1)</sup>によって提案されている。

#### 2-2. エレメンタルカラースケーリング法

NCS表色系の概念により色の見えを色の構成要素で評価する方法である。NCS表色系では心理的な比率尺度を用いて人間の知覚量を表すことを目的としている。色の見え

を $w$ （白味）、 $s$ （黒味）、 $c$ （色味）の比率で評価し、さらに $c$ を $R$ （赤味）、 $G$ （緑味）、 $Y$ （黄味）、 $B$ （青味）の比率に分割して評価する。ただしその際、Heringの反対色説に基づき、 $R$ と $G$ は反対色のため同時に知覚されることはなく、また $Y$ と $B$ も同様であるとする。この概念により、色票の色の見えを $w, s, c$ が

$$w+s+c=10$$

となるように評価する。その後、 $c$ を構成する基本色の $R, G, Y, B$ が

$$R+G+Y+B=10$$

となるように $c$ を $R, G, Y, B$ の比率に分割して評価する。実際には、 $R, G, Y, B$ の合計は $c$ と等しい。そのため最終的には $R, G, Y, B$ の合計が $c$ の値と等しくなるように、それぞれに $c$ の割合を掛け合わせる。掛け合わせたものを $r, g, y, b$ とすると

$$c=r+g+y+b$$

$$w+s+r+g+y+b=10$$

となる。

本研究では、この $w, s, r, g, y, b$ をエレメンタル値と表記し、用いる。

#### 2-3. 実験条件

暗室のブースにおいて、光源の直下に色票観察用のステージが設置されてある。このステージ上に約10°視野のマンセルN5相当の灰色背景の紙が敷かれており、その中央に約2°視野の色票が設置されるようになっている。光源には、D65近似蛍光ランプ（色温度5800K）と3種類の白色LED（色温度2800K, 5100K, 7500K）を用いた。照度は色票が呈示される部分で500lxとした。また、色票は292枚のマンセル色票を用いた。この色票292枚の試行を1セッションとした。被験者3人に対して、1つの光源につき、カテゴリカルを3セッション、エレメンタルを2セッション行った。

### 3. 実験結果・解析

カテゴリカルカラーネーミング法では、各色票に対して計9の色名の応答が得られる。この内、7応答同じ色名だった場合にその色名に決定する。エレメンタルカラースケ

ーリング法では、3人による計6セッションの要素値の平均をとった。カテゴリカルカラーネーミング法によって決定された色名数を色名カテゴリ毎に示すとTable.1となる。

Table.1 色名が決定した色票数

| 赤   | 桃   | 橙  | 黄  | 緑   | 青   |
|-----|-----|----|----|-----|-----|
| 27  | 40  | 31 | 47 | 190 | 156 |
| 紫   | 茶   | 白  | 黒  | 灰   |     |
| 135 | 109 | 10 | 5  | 11  |     |

白、黒、灰の無彩色色名は他の色名に比べてデータ数が少ないことがわかる。妥当性のある解析結果を導き出すにはデータサンプルが少ないと判断し、以下の解析ではこの3色を除く有彩色8色名を用いるものとする。両実験方法により各色票に対して光源別に色名と要素値が得られる (Table.2)。

Table.2 色名と色要素値の結果の例

| 色票      | 色名 | 白味   | 黒味 | 赤味   | 緑味 | 黄味   | 青味   |
|---------|----|------|----|------|----|------|------|
| 5R 4/12 | 赤  | 1.17 | 1  | 7.55 | 0  | 0.17 | 0.12 |

次に、この結果の白味から黒味を引いたものを白/黒味とする。同様に赤/緑味、黄/青味も求める (Table.3)。

Table.3 色名と色要素値の例

| 色票      | 色名 | 白/黒味 | 赤/緑味 | 黄/青味 |
|---------|----|------|------|------|
| 5R 4/12 | 赤  | 0.17 | 7.55 | 0.05 |

$a$  (白/黒味),  $t$  (赤/緑味),  $d$  (黄/青味) の要素を軸としたエレメンタル空間に色名をプロットする。この空間において、各色名の領域を決定する。ここで、解析をしやすくするために、Fig.1のように2次元平面を考え解析を行う。この平面において、隣り合った色名の境界線を求めることにより各色名領域を決定する (Fig.2)。

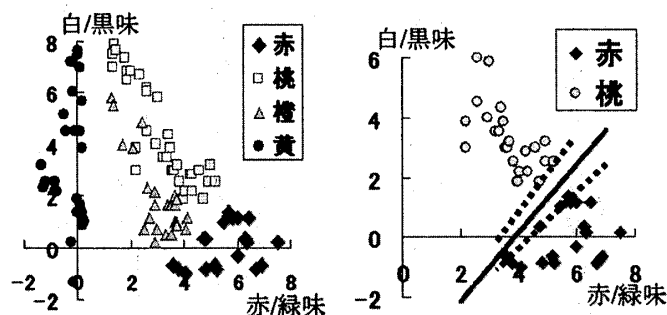


Fig.1 エレメンタル値による色票のプロット(一部)

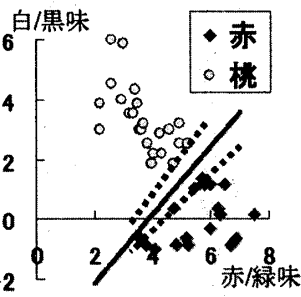


Fig.2 赤と桃の境界

境界線の決定の仕方は、

- 1) 2色名の各色票がプロットされた色名領域において、境界に最も近いであろう色票をそれぞれの色名においていくつか選び出す。

- 2) それぞれの色名において選び出された色票の近似直線(破線)を引く。

- 3) 2本の近似直線の角の二等分線を求め、その直線(実線)を境界線とする。

ただし、選び出す2色名は互いに隣り合っているものとし、間に他の色名を挟まないものとする。

これにより、赤と桃の境界は

$$a = 1.146 \cdot t - 4.426$$

と定まる。赤は桃の他にも、橙、紫、茶とも隣り合っている。これらについても同様に境界を求めると、色名“赤”の領域は以下のように定まる。

$$a \leq 1.146 \cdot t - 4.426 \quad \text{桃}$$

$$a \leq -1.225 \cdot d + 2.542 \quad \text{橙}$$

$$d \geq -0.355 \cdot t + 0.912 \quad \text{紫}$$

$$t \geq 3.417 \quad \text{茶}$$

これらは空間における平面の方程式となっており、赤の領域は4つの平面で決定されることとなる (Fig.3 ~ Fig.5)。また、他の色名についても同様に領域が決定される。

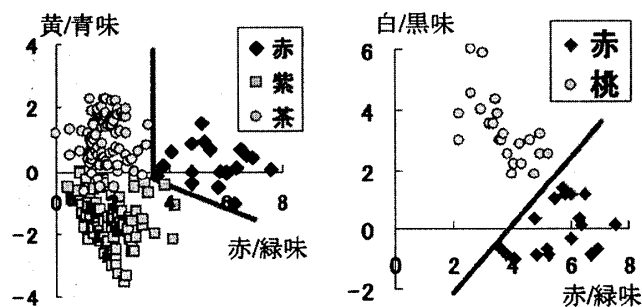


fig.3 赤の領域(紫、茶との境界) fig.4 赤の領域(桃との境界)

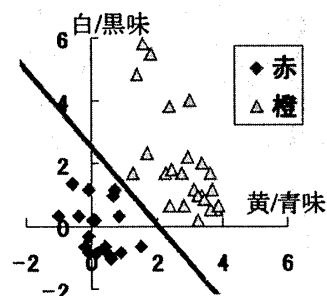


fig.5 赤の領域(橙との境界)

#### 4. おわりに

各色名の領域を定めることにより、カテゴリカルカラーとエレメンタル色知覚の関係性を見出すことが出来た。これにより、エレメンタル色知覚による色要素値から、カテゴリカルカラーを求めることが可能であると言える。

#### 参考文献

- 1) BERLIN B and KAY P 1969, "Basic color terms: The universality and evolution", Berkeley: University of California Press.