

異なる照明環境間でのカラーネーミングによる色恒常性成立度合の測定

Measurement of degree of color constancy across different lighting environments by color naming method

中川 亮	Ryo Nakagawa	立命館大学大学院	Ritsumeikan University
篠田 博之	Hiroyuki Shinoda	立命館大学	Ritsumeikan University
瀬谷 安弘	Yasuhiro Seya	立命館大学	Ritsumeikan University

Keywords: 色恒常性, 色順応, エレメンタリーカラーネーミング.

1. はじめに

光源が変化した場合でも我々は反射物体の表面の色が変化したとは知覚せずに, 光源が変化する前と同じ色として知覚する. この現象は色恒常性と呼ばれる.

色恒常性に関する研究は多くなされているが色恒常性の成立度合を定量的に検討した研究は少ない. そこで本研究では被験者に主観的な色の見えを報告させるカラーネーミング法(後述)を用いて色恒常性の成立度合を定量化することを目的とした.

2. 実験

2. 1 実験手順

正常色覚者 3 名(RN, KF, RI)が実験に参加した. 被験者はブース内で複数の照明光の下で色票に対してエレメンタリーカラーネーミングを行う. 照明光に順応している場合としていない場合の条件で実験を行った. 後者の条件では被験者は筒を通して色票を観察した. その際色票以外は見えない.

2. 2 エレメンタリーカラーネーミング

エレメンタリーカラーネーミング法では, 被験者は色を白, 黒, 赤, 黄, 緑, 青の 6 つの基本色の知覚的な構成量(0 から 100 までの数値)で表現する. 被験者は 2 つの段階に分けて色の評価を行った. 第一段階では, 観察している色を色み, 白み, 黒みの 3 つに分解し, 第二段階では, 第一段階で答えた色みをさらに 4 つの反対色成分(赤, 緑, 黄, 青)に分解した. 第一段階と第二段階それぞれにおいて分解された成分は合計すると 100 になるよう設定された.

2. 3 照明条件

照明光はD光源とA光源に加え, さらに色温度の低い光源をA'光源として実験に用いた. それぞれのxy色度座標はD(0.3070, 0.3309), A(0.4420, 0.3913), A'(0.5275, 0.4062)であった.

2. 4 色票

本研究では43(有彩色40枚+無彩色3枚)枚のマンセル色票を用いた. 有彩色は5R, 10R, 5YR, 10YR,

5Y, 10Y, 5GY, 10GY, 5G, 10G, 5BG, 10BG, 5B, 10B, 5PB, 10PB, 5P, 10P, 5RP, 10RPの20色相で, 明度/彩度が6/6のものと4/4のものを実験に使用した. また無彩色色票においてはN4, N6, N8を使用した.

3. 結果

結果はエレメンタリーカラーネーミング法で得た色み(%)を半径とし, 4つの反対色成分の割合を角度とした極座標(後に示す図1中のr, g, y, bがそれぞれ赤, 緑, 黄, 青に対応)でプロットした. 被験者RNによる明度6彩度6の有彩色20種類と無彩色N6に対するカラーネーミングの結果を図1(a), (b)に示す. 図1(a)が順応有條件の実験結果, 図1(b)が順応無条件の結果を示している. シンボルはそれぞれひし形がD光源下, 四角がA光源下, 三角がA'光源下の結果を表している. 無彩色N6の結果は白抜きのシンボルで示した. シンボルの形はそれぞれ照明条件のものに対応している.

図1(a)と(b)を比べると, 前者ではプロットされた結果があまり変化していないが後者ではD光源からA光源, A'光源と色温度が下がるにつれてプロット位置が黄, 赤の象限へと移っている. これは順応有条件では被験者が照明に色順応したことにより, D光源下での色の見えがその他の光源下でも完全ではないがかなりの度合いで成立していることを示し, 順応無条件では色票からの反射光の影響を受けていることを示している. 例えば, 順応無条件の無彩色色票N6(図1(a), (b)中の白抜きのシンボル)に対するカラーネーミングの結果の推移を例として見てみると, D光源下では全く色みのない原点に位置しているのに対して, A光源, A'光源と光源の色温度が下がるにつれて, 照明光の影響によりプロット位置が黄赤の象限へと変化していることがわかる.

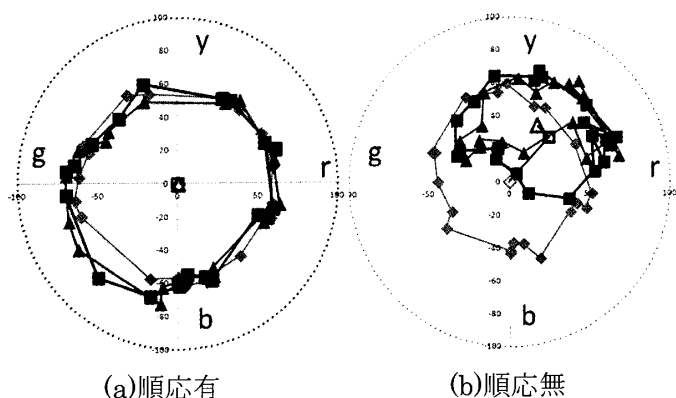


図 1. 被験者 RN 結果(明度/彩度=6/6)

4. 色恒常性の定量化

D光源下での無彩色色票N6に対するカラーネーミングでは、色みなしと判定されたため、D光源下を基準の照明環境として考え、そこからA光源やA'光源に変化したときの色恒常性成立度の定量化を試みる。実環境では完全な色恒常性が成立することはないともある程度色恒常性の成立がみられるため図1(a)のような結果となる。このときの色恒常性成立度を定量化するのが目的である。そのために基準となる二つの状況を定義する。まず照明光への色順応がまったく無い場合は、照明光の影響を受けるため、図1(b)のように、プロットされた点がD光源下のものと他の光源下のもので大きく変化する。これを色恒常性成立度がゼロの状態と定義する。一方、完全な色恒常性が成立している状況では、光源が変化してもD光源下でのプロット位置がまったく移動しないはずである。上記の状態を模式的に示したものを図2に示す。この図にもとづいて色恒常性の定量化方法を説明する。図2の(0)が順応無条件での結果であり(1)は順応有条件での結果を示している。(2)は色恒常性が完全であると仮定した場合に予測される結果を示している。色恒常性の成立度を I とし、D光源のプロット結果(実践で示された円)が囲む面積をそれぞれ D_n ($n=0,1,2$) さらにD光源ともう一つの光源のプロット結果(破線で示された円)が重なっている面積(図2にてグレーで示した部分)を C_n ($n=0,1,2$) すると I は次式で定義される。また $D_2 = D_1 = C_2$ である。

$$I = \frac{C_n - C_0}{D_n - C_0} \quad (1)$$

I は色恒常性が完全なら1となり順応が無い場合は0となる。 I は0から1の間で表現され1に近づくほど恒常性が完全なものに近い。

この計算式を用いて求めた色恒常性の成立度を図3に示す。図には図1の明度/彩度=6/6の結果からだけではなく、明度/彩度=4/4の結果からの計算結果

も示した。それぞれ、ひし形シンボルが被験者RN、四角がKF、白抜き三角がRIの色恒常性成立度 I を表している。横軸をD光源からA光源への変化(DA光源間)とDからA'光源への変化(DA'光源間)とし、それぞれに対する色恒常性成立度 I を分けて示した。この手法を用いて色恒常性を定量化したところ、どの被験者もDA光源間での色恒常性の成立度がDA'光源間での色恒常性の成立度合よりも高い傾向が確認された。また被験者RNとRIにおいてはDA光源間とDA'光源間のどちらにおいてもかなり高い色恒常性の成立度合が確認された。

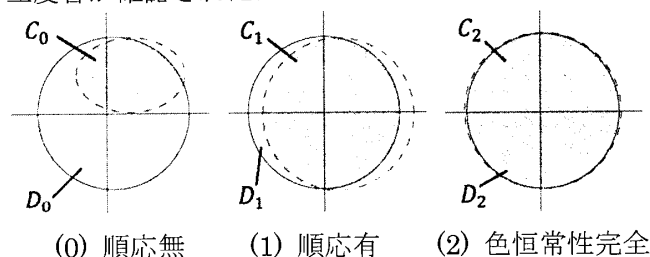
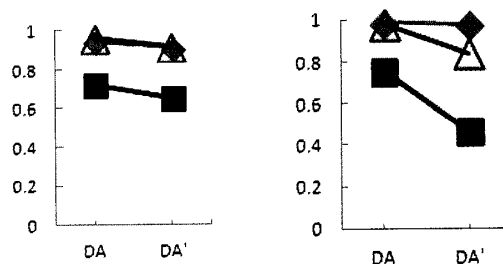


図 2. 模式図

図 3. 各被験者の色恒常性成立度合
左:明度/彩度=6/6 右:明度/彩度=4/4

5. むすび

本研究では、色恒常性を定量化する手法を提案した。提案手法での定量化の結果、個人差はあるがDA光源間、DA'光源間と色温度が下がるにつれて色恒常性の成立度も下がる傾向がみられた。この傾向は栗木らの研究[1]結果と一致する。無彩色に対し使用できないなど改善の余地も残っており、この点を解決することなどが今後の課題として挙げられる。

6. 参考文献

- [1] Ichiro Kuriki, Keiji Uchikawa: Limitations of surface-color and apparent-color constancy, J. Opt. Soc. Am. A/ Vol. 13, No. 8, 1622-1636, 1996