

有彩色照明下での色度と色知覚

Chromaticity and color perception under chromatic lighting

戸倉三和子*

Miwako Tokura

In order to clarify how the color is perceived under chromatic color lighting, a trial experiment on the perceived color of the color chart was conducted. The chromaticity of the eight color charts presented under chromatic illumination is located in the range of light colors on the chromaticity diagram, but in many cases, the subject's perception is consistent with the presented color chart. It is thought that the color is perceived by the relative position to the white chromaticity. Under these experimental conditions, red, pink, and orange often had different perceptions and color charts. In the experiment on the identification of the color chart, there was a tendency that it was difficult to identify under the same color chromatic illumination. However, in this experiment, red, pink, and orange coincidence rates were low under any chromatic illumination. It is necessary to consider the color chart and options to be used.

1. はじめに

有彩色照明下では白色照明下とは異なる心理・生理的效果が期待され、これまでに青色や緑色の照明下で心理・生理的に落ち着く傾向が示唆されている^{1), 2), 3)}。心理・生理的反応を定性的に把握するためには、色の見え方などの視覚的な影響も考慮する必要があるが、空間全体を有彩色光で照明した場合、色の恒常性や順応の影響もあり、ヒトの視覚ではどのように見えるのかは明らかになっていない。

筆者らは有彩色光が色の見えに与える影響の基礎的な知見を得ることを目的とし、有彩色光下での色票の見え方に関する試行実験を行い、同系色の色票を比較する場合、同系色の光色下では違いが分かりにくくなる傾向があることを示唆した⁴⁾が、実際にどのような色に見えるのかは明らかではない。

そこで、有彩色照明下ではどのように色を知覚しているのかを明らかにするために、色票の知覚色に関する被験者実験を行った。

2. 実験方法

実験は平成30年11月8日から12月14日に11号館11201教室内の実験室で行った。被験者は20～25歳の男子10名、女子10名の計20名で、一人ずつ各13条件を2日間に分けて行った。

図1に実験室の平面図を示す。実験室は6畳程度の広さで、天井は黒、壁と床、机は白色仕上げとし、実験室の設定変更の間被験者が待機する前室は、天井、壁、床、机とも黒色仕上げとした。実験室の天井の3か所に照明が設置してあり、乳白色のカバーにより光源が直接見えないようにしている。照明の光源は蛍光ランプで、白、赤、緑、青、黄の5色が調光できるようになっており、室中央の机上面(床上705mm)

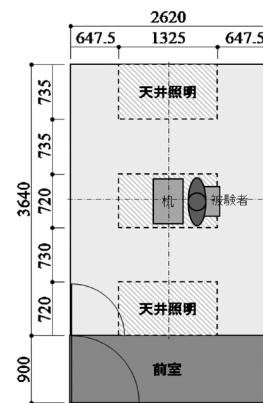


図1 実験室平面図

* 居住空間デザイン学科 准教授

照度が200lxになるように設定した。

図2に分光放射照度計(MK350N)により測定した机上面における実験条件の5色の照明光の xy 色度を示す。図中の破線は各色のおよその範囲を示したものである。各照明の色度はおおむね色度図の各色の範囲にあることがわかる。図3に実験に使用した白色照明の分光分布を示す。演色性の高い白色蛍光ランプであるため、一般の白色蛍光ランプに比べ広い分光分布となっている。図4に有彩色照明の分光分布を示す。白色照明に比べ、ピーク波長がはっきりしている。

被験者は上下黒の服装に着替え、ランダムに設定された有彩色光で照明された実験室に入室し3分間順応する。順応終了後、質問紙による色票の色の見え方に関する評価を行い、退室する。次の実験条件の設定が完了するまで、実験室外の前室で待機し、設定された条件の実験室での実験を6または7条件繰り返す。

色の見えに関する評価に用いた色票には、カラーネーミングの基本の11色(白・赤・緑・青・黄・紫・ピンク(桃)・オレンジ(橙)・茶・グレー(灰)・黒)を用いた。質問紙の左側に正方形の色票を配置し、「左にある四角は何色に見えるか」を11色の色名から選択する。ここで回答された色名を知覚色とする。補完する言葉が必要であれば、4つの形容詞(赤っぽい・青っぽい・緑っぽい・黄色っぽい)から選択する。また、その色票の「明るさ」と「鮮やかさ」について4段階で評価した。

図5に色差計(TES-135 PLUS)により測定した白色LED光下の色票の xy 色度を示す。ここでは、11色のうち8色(白・赤・緑・青・黄・紫・桃・橙)の結果について示す。各色票の色度はおおむね色度図の各色の範囲にあることがわかる。

色票の提示順による影響を考慮し、質問紙の色票の順序は実験ごとに入れ替えた。また、質問紙を重ねた状態で記入するため、質問紙と質問紙の間に白紙を挟んだものを使用した。

3. 白色照明下での色票の色度と知覚色

図6に実験室内で色彩輝度計(CS-100A)により測定した白色照明下での8つの色票の色度を示す。図5と比較すると、全体に狭い範囲に分布している。図3に示すように、図5の測定に使用している白色LED(図3の破線)と図6の測定に使用している白色蛍光ランプ(図3の実線)では分光分布が異なっている。実験室の白色蛍光ランプは色差計の白色LEDに比べ長波長成分が多いため、色票の色度が色度図の右側(赤色寄り)になったと考えられる。

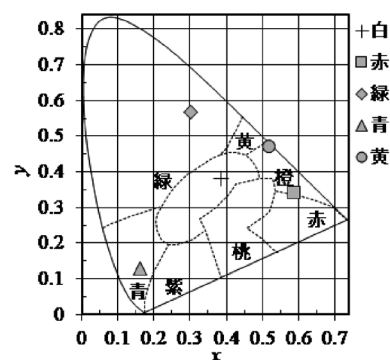


図2 照明光の色度

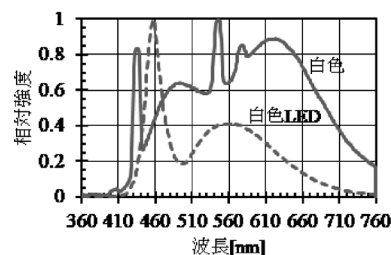


図3 白色光の分光分布

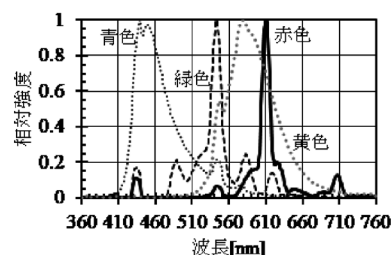


図4 有彩色光の分光分布

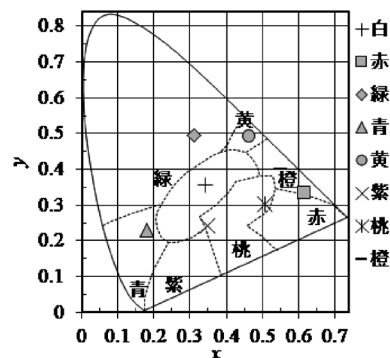


図5 色票の白色LED下の色度

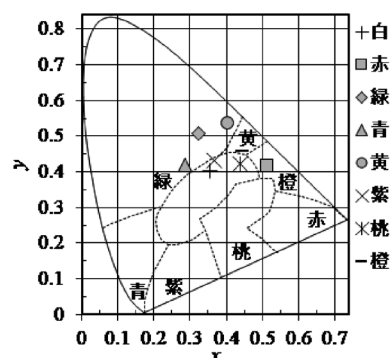


図6 色票の白色光下の色度

赤、桃、橙は白より右に、緑、黄は白色より上に、青は白色より左にある点は図3と同じ傾向である。紫は白色より上にあり、図3や色度図上の色範囲では白より下にある。

色の見えに関する被験者の回答では、全被験者が色票の色名を選択しており、白色照明下では色票の色名と知覚色は一致するといえる。

4. 有彩色照明下での色票の色度と知覚色

図7に赤色照明下での8つの色票の色度を示す。8つの色度はすべて橙の範囲に分布しており、相対的な位置がわかりにくいので、図8に拡大して示す。白の右側に赤、桃、橙の3つが近接しており、緑、黄が上、青が左側、紫が下に位置しており、白を基準とした場合の各色の相対的な位置は図5と同様の傾向にあるといえる。

図9に8つの色票に対して被験者が知覚した色が色票の色と一致した割合（一致率）を示す。一致率が低い色票においては、被験者が知覚色として最も多く選択した色名とその選択率を示す。色度図上ではすべての色票が橙の範囲に分布しているが、白、緑、青、黄はほとんどの被験者が色票の色を知覚色として選択していた。紫、オレンジ（橙）は一致率が8割程度、ピンク（桃）は5割程度と低い。赤は一致率が0で、ほとんどの被験者はオレンジ色と回答しており、ピンクをオレンジと知覚した被験者も1/3程度いた。図8で示したように、赤、桃（ピンク）、橙（オレンジ）の色度は近接しており、被験者も同じような色として知覚していると考えられる。

図10に緑色照明下での8つの色票の色度を示す。8つの色度はすべて緑の範囲に分布しており、相対的な位置がわかりにくいので、図11に拡大して示す。白の右下に赤、桃、橙の3つが近接しており、黄が上、緑と青が左下に近接し、紫が下に位置していた。白を基準とした相対的な位置では、緑の位置が白色照明と異なっていた。

図12に8つの色票に対して被験者が知覚した色が色票の色と一致した割合（一致率）を示す。色度図上ではすべての色票が緑の範囲に分布しているが、白、緑、青、黄はほとんどの被験者が

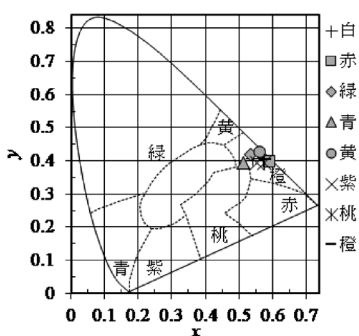


図7 色票の赤色光下の色度

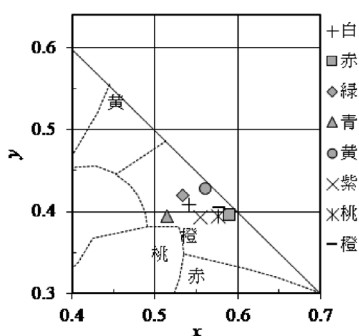


図8 赤色光下の色度（拡大）

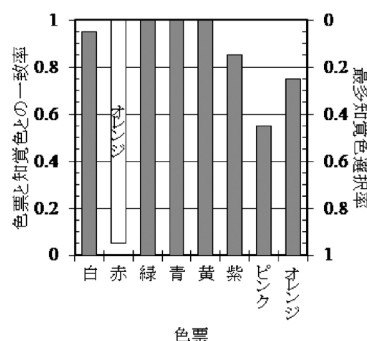


図9 色票の赤色光下の知覚色

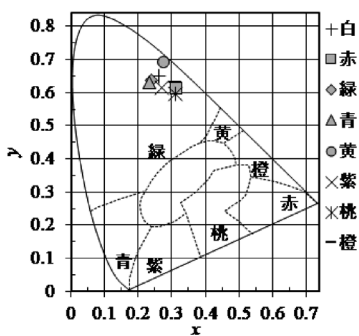


図10 色票の緑色光下の色度

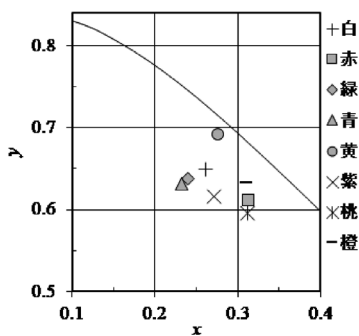


図11 緑色光下の色度（拡大）

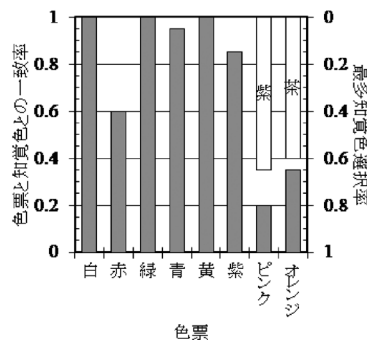


図12 色票の緑色光下の知覚色

色票の色を知覚色として選択していた。紫は一致率が8割程度、赤は6割程度と低い。オレンジ（橙）は一致率が4割程度で6割の被験者は茶と回答し、ピンク（桃）は一致率が2割で6割程度の被験者は紫と回答していた。赤の色票でも1/3程度の被験者が紫と回答していた。図4で示したように、緑色光の分光分布は赤色に相当する波長成分が少なく、赤、紫、ピンク（桃）、オレンジ（橙）は暗く見えるため、桃→紫、橙→茶といった知覚色の変化が起きるのではないかと考えられる。図11で緑と青の色度は近接しているが、赤色照明下の赤とオレンジ（橙）のように、同じ色に知覚されることはなかった。

図13に青色照明下での8つの色票の色度を示す。黄以外の7つの色度はすべて青の範囲に分布している。拡大した図14を見ると、白の右に赤、上に緑、黄、橙、下に青、紫、桃が位置している。白を基準とした相対的な位置は白色照明と異なっていた。

図15に8つの色票に対して被験者が知覚した色が色票の色と一致した割合（一致率）を示す。赤色照明下、緑色照明下と同様、白、緑、青、黄はほとんどの被験者が色票の色を知覚色として選択していた。紫は一致率が5割程度で1/3の被験者は青と回答している。赤、オレンジ（橙）は一致率が2割程度で、赤は6割の被験者が、オレンジ（橙）は8割の被験者が茶と回答している。ピンク（桃）は一致率が1割未満で8割程度の被験者は紫と回答していた。図14で示したように、紫と桃の色度は近接しており、近い色に知覚されていると考えられる。緑と橙の色度も近接しているが、同じ色に知覚されることはなかった。

図16に黄色照明下での8つの色票の色度を示す。8つの色度はすべてxy色度図の黄の範囲の外周（単色光の軌跡）に並んでいる。拡大した図17を見ると、単色光の波長約570nm～580nmの範囲に、青、緑、白、黄、紫、橙、赤、桃の順に並んでいる。

図18に8つの色票に対して被験者が知覚した色が色票の色と一致した割合（一致率）を示す。他の有彩色照明下と比べ、全体に一致率が低いことがわかる。図17に示したように、8つの色票の色度はほぼ直線上に並んでおり、白色照明や他の有彩色照明下とは分布が異なっている。一

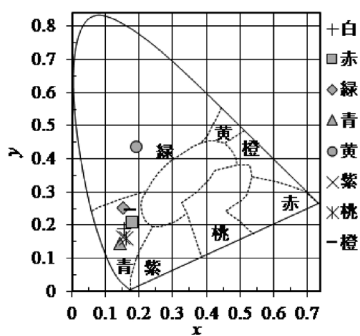


図13 色票の青色光下の色度

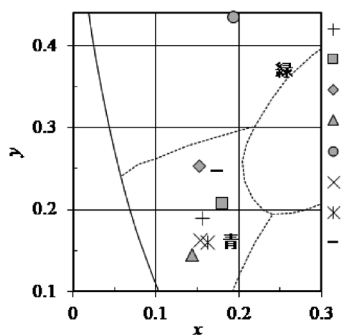


図14 青色光下の色度（拡大）

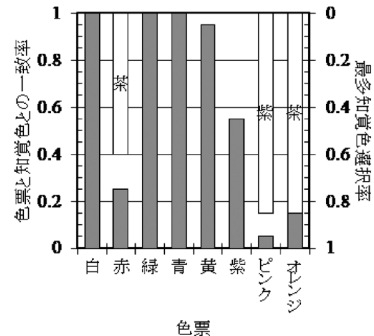


図15 色票の青色光下の知覚色

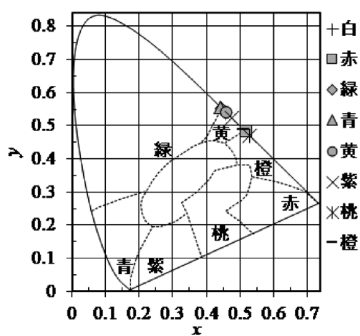


図16 色票の黄色光下の色度

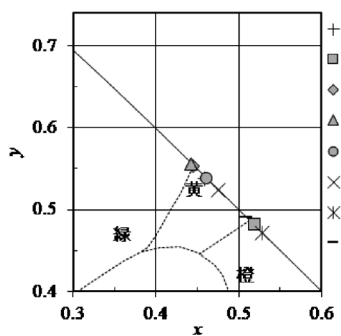


図17 色票の黄色光下の色度

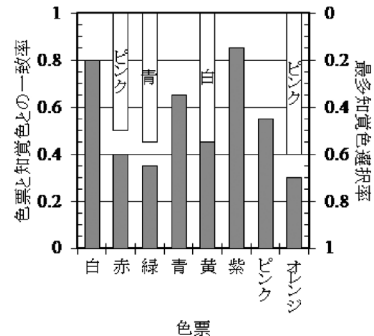


図18 色票の黄色光下の知覚色

致率は白、紫は8割程度であったが、青は6割程度であった。ピンク（桃）が5割程度の一致率で、4割の被験者が知覚色として赤を選択していた。赤、オレンジ（橙）は一致率が3～4割で、半数の被験者が知覚色としてピンク（桃）を選択していた。緑の一致率は4割程度で半数の被験者は知覚色として青を選択していた。黄は知覚色として白が選択されていた。黄の色票は黄色照明下ではさらに明るく見え、白と知覚された可能性がある。

xy色度図上では、白の右下は桃の範囲で、さらに離れると赤の範囲となる。図17を見ると、橙、赤、桃は白の右下に位置しており、もっとも離れているのが桃である。

5. まとめ

有彩色照明下での色票の知覚色に関する試行実験を行った。有彩色照明下で提示された色票の色度はxy色度図上のその照明色の範囲に位置するが、被験者の知覚色は色票の色と一致していることが多く、白色の色度との相対的な位置により色を知覚していると考えられる。一部では異なる色に知覚され、今回の実験条件では、赤、桃（ピンク）、橙（オレンジ）において知覚色と色票の色が一致しない場合が多かった。色票の識別に関する実験4）では、同系色の有彩色光下で識別しにくい傾向があったが、今回の実験では、どの有彩色光下でも赤、桃、橙の一致率が低く、使用する色票や選択肢を検討する必要がある。

【謝辞】

実験は卒業生の長田実咲さんによるところが大きい。記して謝意を表す。

【参考文献】

- 1) 加藤雪枝、橋本玲子、雨宮勇：室内空間の内装色に対する心理的評価と生理的評価に関する研究、日本色彩学誌25、PP.40 - 41、2001年5月
- 2) 井上容子、久保博子、藤本亜弓：反応および印象・疲労感—有彩光照明環境に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.501-502、2008年9月
- 3) 藤原舞：室内色および照明色が在室者の心理的・生理的反応に与える影響、帝塚山大学居住空間デザイン学科卒業研究、2016年3月
- 4) 戸倉三和子：照明の光色が色の見えに与える影響、帝塚山大学現代生活学部紀要、pp.35-40、2019年2月

和文要旨

有彩色照明下ではどのように色を知覚しているのかを明らかにするために、色票の知覚色に関する試行実験を行った。有彩色照明下で提示された8つの色票の色度はxy色度図上の有彩色光の色範囲に位置するが、多くの場合、被験者の知覚色は提示した色票の色と一致しており、白色の色度との相対的な位置により色を知覚していると考えられる。今回の実験条件では、赤、桃（ピンク）、橙（オレンジ）で知覚色と色票の色が一致しない場合が多かった。色票の識別に関する実験では、同系色の有彩色照明下で識別しにくい傾向があったが、今回の実験では、どの有彩色照明下でも赤、ピンク、オレンジの一致率が低く、使用する色票や選択肢を検討する必要がある。