

照明の光色が色の見えに与える影響

The effect of light color of lighting on color appearance

戸倉三和子*

Miwako Tokura

In order to obtain basic knowledge of the influence of chromatic light on the appearance of color, trial experiments on appearance of color chart under chromatic light were conducted. In the evaluation of the impression of the space, there were many responses "reddish" and "uncomfortable" with red light, and the same results as in the past research were obtained. Subjective assessment of headache and eye fatigue showed a lot of responses that "head hurts" and "eye tired" in the case of red light and blue light, different results from impression evaluation. In the subjective evaluation on the appearance of colors, there were many responses that it was difficult to distinguish colors when looking at red color charts under red light. The same was true when viewing blue series color charts under blue light.

1. はじめに

省エネ要請に応えるLED照明の普及に伴い、照明器具の小型化・分散化が進み、用途に応じた適切な照明の使用が重視されるようになってきた。また、量販店等で一般に販売されているLED照明器具には明るさだけでなく、光色をリモコン等で簡単に調節できるものも多く、状況に応じて明るさや光色を調節することが身近になってきている。従来の白熱電球や蛍光灯による照明と異なり、LED照明では白色以外の光も多くみられる。白色以外の光（ここでは有彩色光と呼ぶ）には白色光にはない心理的効果が期待される反面、ブルーライトによる被害など生理的な影響も懸念されている。

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)}が、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。照明の光色により対象物の見え方は異なるが、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。そこで、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った。

2. 実験方法

実験は平成29年11月24日から12月12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、2名1組で実験に参加した。

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、壁、床とも白色仕上げとし、実験室の設定変更の

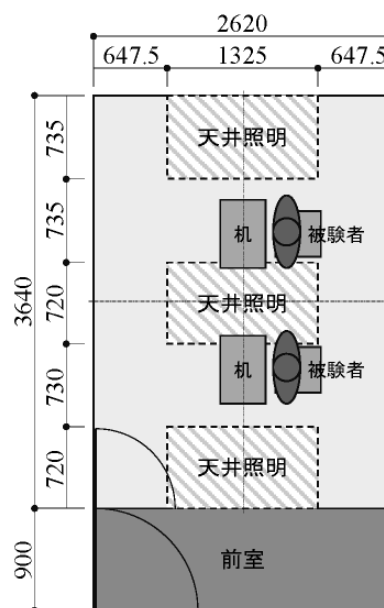


図1 実験室平面図

* 居住空間デザイン学科 准教授

間被験者が待機する前室は、天井、壁、床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。照明の光源は蛍光灯で、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680mm）照度が200lxになるように設定した。表1に実験条件の5色の照明光のxy色度（CIE 1931 XYZ色空間の色度図における横軸、縦軸の数値）を示す。



図2 実験室平面図

被験者は上下黒の服装に着替え、2人1組で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、唾液アミラーゼ濃度と血圧を測定後、5分間順応する。順応終了後、快適さなどの室内の印象評価（7段階）、目の疲れなどの生理状態の主観評価（4段階）、色の違いの分かりやすさなどの色の見えに関する評価を質問紙に記入し、再度、唾液アミラーゼ濃度と血圧を測定し、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5条件繰り返す。実験中、指先と上腕の皮膚表面温と脈拍を連続測定した。

表1 照明光の色度

照明	x	y
白	0.372	0.364
赤	0.616	0.327
緑	0.27	0.645
青	0.146	0.093
黄	0.535	0.463

色の見えに関する主観評価は、2色の色票を横に接して並べ、「左右どちらの色票が明るく

表2 評価に用いた色票の白色光下でのxy色度

色票No.	左		色*	右		色*
	x	y		x	y	
1	0.62	0.33	赤	0.61	0.34	やや黄味の赤
2	0.37	0.42	くすんだやや黄味の緑	0.34	0.44	ややくすんだ緑
3	0.39	0.34	ややくすんだ桃	0.4	0.36	桃
4	0.42	0.42	やや明るい黄	0.36	0.35	明るいややくすんだ青
5	0.41	0.25	明るいややくすんだ紫	0.46	0.25	やや明るい紫
6	0.22	0.25	くすんだ青	0.22	0.23	やや暗い青
7	0.47	0.28	やや明るい赤味の紫	0.5	0.29	赤味の紫
8	0.34	0.35	灰	0.34	0.34	やや青味の灰
9	0.5	0.39	やや赤味の橙	0.48	0.4	やや暗い橙
10	0.31	0.35	明るいややくすんだ青	0.32	0.37	明るい緑
11	0.38	0.38	やや明るいくすんだ黄味の緑	0.38	0.37	くすんだ黄味の緑

※色度による色表現の補完のため、筆者の視覚で見た色の言語による表現を加えた

見えるか：左右どちらかに○をつける」、「左右の色の違いの程度：はっきりわかる、わかる、やっとわかる、わからないの4つから

選択する」について質問紙に記入する。表2に色票のxy色度を示す。実験条件下での色票の見えは照明光色により異なるので、ここでは白色光下での色度を示す。色票の並び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。

3. 空間の印象評価

空間の印象評価は「落ち着くー落ち着かない」などの対になる言葉に「非常に」、「かなり」、「やや」の3種類の副詞を付加した言葉と、「どちらでもない」を加えた7つの選択肢から選択する。

図3に5条件の有彩色光における空間の印象評価「落ち着くー落ち着かない」に関する主観評価の回答数を示す。4つの有彩色光より白色光が

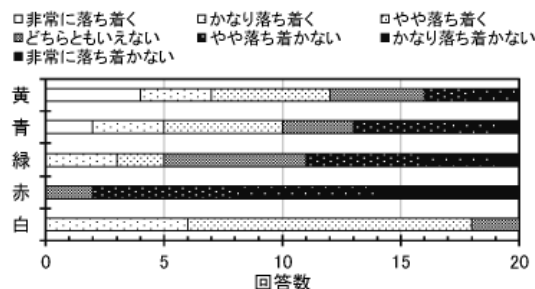


図3 有彩色光空間の落ち着きの印象評価

もっとも落ち着くという評価が多かったが、4つの有彩色光の中では、赤色光空間では「非常に落ち着く」～「やや落ち着く」と回答する被験者はなく、ほとんどの被験者が「落ち着かない」と回答している。黄色光空間は電球色光空間に近く感じるのか、白色光空間に次いで「落ち着く」側の回答が多かった。

図4に5条件の有彩色光における空間の印象評価「快適な—不快な」に関する主観評価の回答数を示す。図3の「落ち着く—落ち着かない」の評価と同様に、有彩色光より白色光が「快適な」という回答が多く、有彩色光の中では、赤色光が「不快な」という回答が多かった。黄色光が白色光に次いで「快適な」回答が多かったが、緑色光と青色光では、「快適な」という回答はほぼ同じであったが、「不快な」という回答は青色光が多かった。

図3の緑色光と青色光とを比較すると、「落ち着かない」という回答はほぼ同じであったが、「落ち着く」という回答は青色光が多かった。緑色光では「あまり落ち着かないが不快ではない」という印象を与えると考えられる。

4. 生理反応に関する主観評価

図5に「現在頭が痛いか」に対する主観評価をしめす。回答は「非常に痛い」、「かなり痛い」、「やや痛い」、「まったく痛くない」の4つの選択肢から選択し回答した。

白色光ではほとんどの被験者が「まったく痛くない」と回答しているが、赤色光では「まったく痛くない」と回答した被験者はいなかった。緑色光と青色光でも「まったく痛くない」と回答した被験者は少なかった。

図6に「現在目が疲れているか」に対する主観評価をしめす。白色光でも「まったく疲れていない」という回答は半数ほどで、他の評価に比べ、黄色光との違いが小さかった。赤色光と青色光では1/3程度が「非常に疲れている」という評価が多かったが、緑色光では少なかった。

5. 色の見えに関する主観評価

図7に色票No.1の色票(×)と5色の照明光(○)の色度をxy色度図上に布置した。色票No.1(左:赤、右:やや黄味の赤)の2色は赤色光の色度と近いことがわかる。

図8に色票No.1の左右の色はどちらが明るいかに対する回答を示す。白色光では左の「赤」

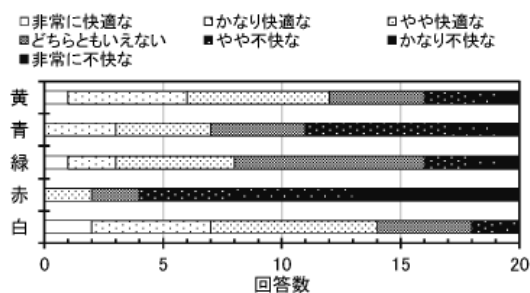


図4 有彩色光空間の快適さの印象評価

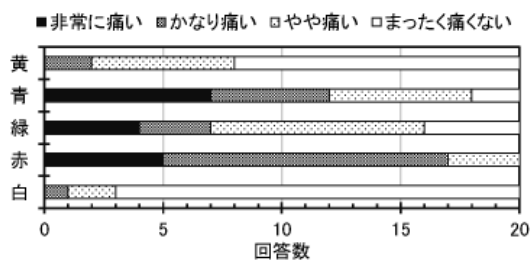


図5 有彩色光空間の頭の痛みの主観評価

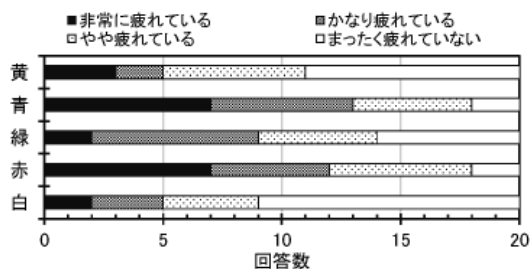


図6 有彩色光空間の目の疲れの主観評価

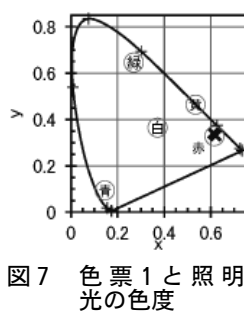


図7 色票1と照明光の色度

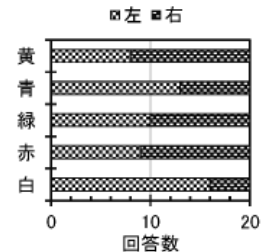


図8 色票1のどちらが明るいのか

を明るいと判断する被験者が多いが、黄色光では右の「やや黄味の赤」を明るいと判断する被験者が少し多かった。

図9に色票No.1の左右の色の違いの程度に関する主観評価を示す。図7の色度図でもわかるように、2つの色は非常に近いので、白色光でも「はっきりわかる」という回答は少なく、赤色光では4割が「わからない」と回答している。緑色光では「わかる」と回答している被験者が他の光色よりも多い。

図10に色票No.2の色票（左：くすんだやや黄味の緑、右：ややくすんだ緑）の色度を、図12に色票No.11の色票（左：やや明るいくすんだ黄味の緑、右：くすんだ黄味の緑）と5色の照明光の色度を示す。色票No.2の2色と色票No.11の4色はどれも彩度が低いので、色度図では白に近い位置に布置され、同系の緑であるため、色度が近いことがわかる。

図11に色票No.2の左右の色はどちらが明るいかに対する回答を示す。白色光では右の「ややくすんだ緑」を明るいと判断する被験者が多いが、黄色光では左の「くすんだやや黄味の緑」を明るいと判断する被験者が多かった。図8同様、黄色光では黄味の色のほうが明るいという回答が多く、黄色光により黄味が明るく見える可能性がある。しかし、図13の色票No.11では、白色光でも黄色光でも、右の「くすんだ黄味の緑」より左の「やや明るいくすんだ黄味の緑」を明るいと判断する回答が多かった。色票No.11の左右の違いの程度に関する回答では、「わからない」は図9の色票No.1と同程度だったが、「やっとなわかる」が全体に多かった。図13では、どの光色でも「左が明るい」という回答が多いので、色票No.11の場合、明度を手掛かりに色を区別する被験者が多かったのではないかと考えられる。

図14に色票No.4の色票（左：やや明るい黄、右：明るいややくすんだ青）の色度と5色の照明光の色度を示す。2つの×のうち、右上の○黄に近い×が左、左下の×が右の色票の色度である。図15に色票No.4の左右の色はどちらが明るいかに対する回答を示す。白色光含め、黄色光

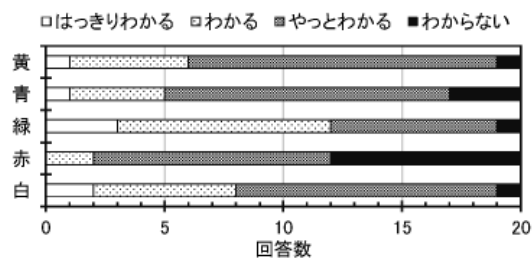


図9 色票1の左右の色の違いの主観評価

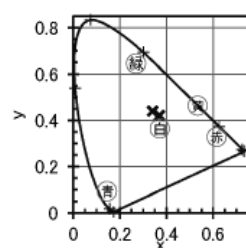


図10 色票2と照明光の色度

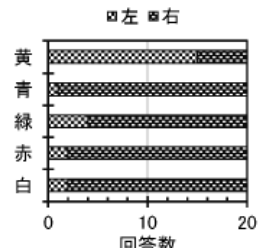


図11 色票2のどちらが明るい

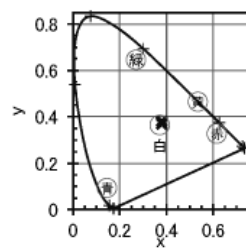


図12 色票11と照明光の色度

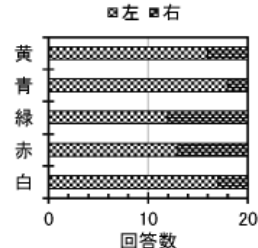


図13 色票11のどちらが明るい

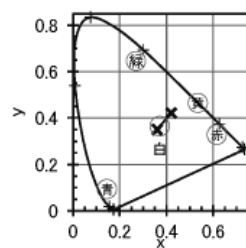


図14 色票4と照明光の色度

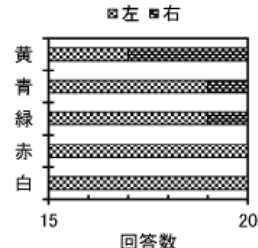


図15 色票4のどちらが明るい

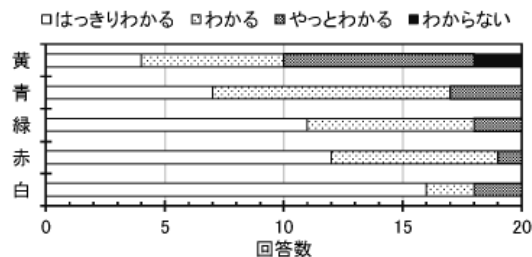


図16 色票4の左右の色の違いの主観評価

以外では「左が明るい」という回答が多いが、黄色光では「右が明るい」という回答がわずかに多い。表2および図14からわかるように、色票No.4の右の色は黄色光の色度に近く、左の色は遠い。黄色光では黄系統の色が暗く見えると考えられる。

図16に色票No.4の左右の色の違いの程度に関する主観評価を示す。黄色光以外では「わからない」という回答はなく、「やっとなわかる」という回答も少なかったが、黄色光では「わからない」と「やっとなわかる」が半数であった。黄色光のもとでは、2色とも色味が区別しにくいのではないかと考えられる。

図17に色票No.6の色票（左：くすんだ青、右：やや暗い青）の色度と5色の照明光の色度を示す。2色の色度は近いことがわかる。図18に色票No.6の左右の色はどちらが明るいかに対する回答を示す。白色光、緑色光、黄色光では「左が明るい」という回答が多いが、赤色光、青色光では「右が明るい」という回答が多い。

図19に色票No.6の左右の色の違いの程度に関する主観評価を示す。白色光、緑色光、黄色光では「はっきりわかる」、「わかる」という回答が半数以上だが、赤色光、青色光では「やっとなわかる」、「わからない」という回答が6割以上であった。

図20に色票No.8の色票（左：灰、右：やや青味の灰）の色度と5色の照明光の色度を示す。2色とも無彩色に近く、色度は白色に近いことがわかる。図21に色票No.8の左右の色はどちらが明るいかに対する回答を示す。白色光、赤色光では「右が明るい」という回答がやや多いが、緑色光、青色光、黄色光では「左が明るい」という回答が多かった。

図22に色票No.8の左右の色の違いの程度に関する主観評価を示す。赤色光、緑色光で「わからない」という回答が多かった。

図23に色票No.10の色票（左：明るいややくすんだ青、右：明るい緑）の色度と5色の照明光の色度を示す。2色とも明度が高く、白に近い位置に付置される。図24に色票No.10の左右の色

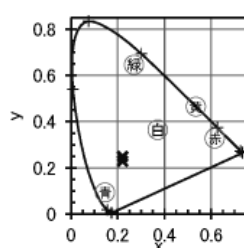


図17 色票6と照明光の色度

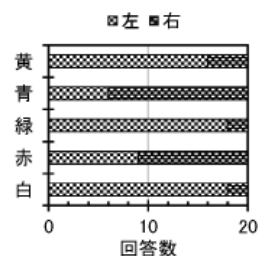


図18 色票6のどちらが明るいか

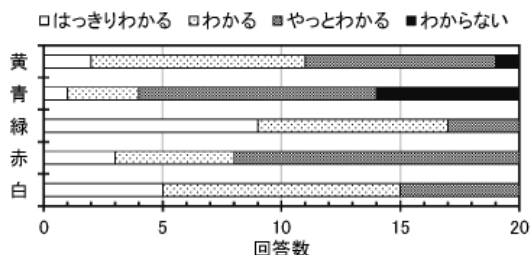


図19 色票6の左右の色の違いの主観評価

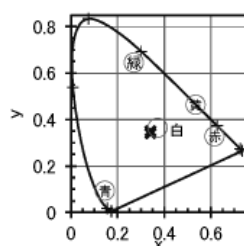


図20 色票8と照明光の色度

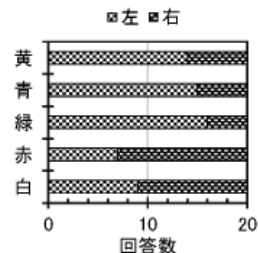


図21 色票8のどちらが明るいか

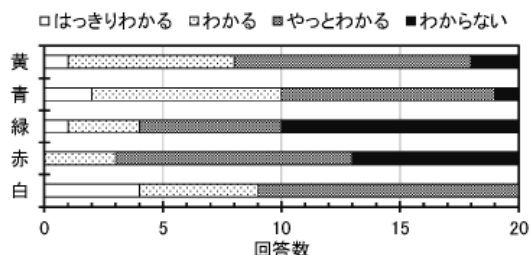


図22 色票8の左右の色の違いの主観評価

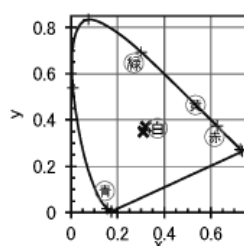


図23 色票10と照明光の色度

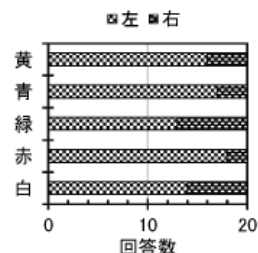


図24 色票10のどちらが明るいか

はどちらが明るいかに対する回答を示す。光色による目立った違いは見られない。

図25に色票No.10の左右の色の違いの程度に関する主観評価を示す。黄色光で「わからない」という回答が多く、次いで、緑色光、青色光でわかりにくいという回答が多かった。

今回の実験で使用した色の組み合わせでは、白色光が色の違いがわかりやすいという回答が多かったが、図19のように部分的には他の光色の方が違いがわかりやすいという場合があった。

光色は2つの色の明るさや色の区別のしやすさに大きな影響を与えることが分かった。その影響の度合いは、光色と色票の組み合わせにより異なり、今回の実験では、赤系統の色票を赤色光の下で見る場合、青系統の色票を青色光の下で見る場合に特に違いが分かりにくいという結果であった。

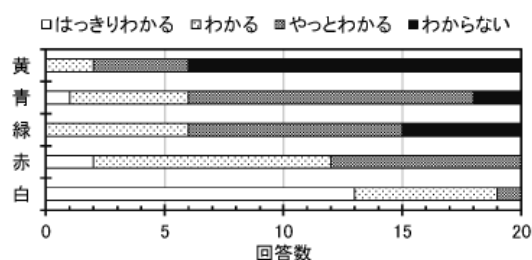


図 25 色票 10 の左右の色の違いの主観評価

7. まとめ

有彩色光下での色票の見え方に関する試行実験を行った。空間印象評価では、既往研究とおおむね一致した結果を得た。生理反応に関する主観評価では、印象評価とは異なる結果を得た。色の見えに関する主観評価では、光色と色票の組み合わせにより評価は異なるが、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見られた。

謝辞

実験は卒業生の汪睿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

和文要旨

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った。空間の印象評価では、赤色光で「落ち着かない」、「不快な」という回答が多く、既往研究と同様の結果を得た。頭痛や目の疲れに関する主観評価では、赤色光に加え、青色光も「(頭が)痛い」、「(目が)疲れている」という回答が多く、印象評価とは異なる結果を得た。色の見えに関する主観評価では、光色と色票の組み合わせにより評価は異なるが、赤系統の色票を赤色光の下で見る場合、青系統の色票を青色光の下で見る場合に違いが分かりにくいという結果を得た。