

J-029

## 色度図上における人間の快適照明環境領域 Comfortable Region on Chromaticity Diagram for Office Lighting

三木 光範\*      鈴木 真理子†      廣安 知之‡      吉見 真聡\*  
Mitsunori Miki      Mariko Suzuki      Tomoyuki Hiroyasu      Masato Yoshimi

### 1. はじめに

近年、オフィスなど執務空間において快適性や知的生産性を向上させる環境に関する研究が盛んに行われており、なかでも光環境がその大きな要因となることが報告されている [1]。このような背景から、我々は個々のオフィスワークにに合わせて個別の照明環境を提供する照明システムを提案している [2]。また、その一方で、色光が生体に与える影響も広く注目を集めている研究であり [3]、知的生産性の向上にも大きく寄与するものと考えられる。そこで、本研究報告では、オフィスにおける色光の有効性を調べるため、執務をする際に許容できる色光の強さについて調べる実験を行った結果について報告する。実験に際して、フルカラーLEDを用いて、自由に色光を設定できる照明システムを構築した。得られた結果より、ワークが快適に執務を行うことができる色の強さを、uv 色度として色度図上に当てはめることで色度図上における快適領域を得た。

### 2. 色光が生体に与える影響

現在までに、色光が人に及ぼす影響について、様々な研究が行われている。例えば、赤色光は活動性が高く、緊張させる効果があり [4]、また、赤色系の光よりも、青色系の光の光色のほうが高い覚醒水準を誘発することが報告されている [3]。また、色光が執務に与える影響として、照明に赤色および青色の光を混ぜた執務空間における、それぞれの色に対する評価は異なり、青色光を混ぜた照明に関しては、執務を快適に行う要素のひとつに成り得る結果が先行研究で得られた。以上のことから、光の色を制御とすることでオフィスの知的生産性の更なる向上が期待されている。

### 3. 任意の色光を実現する照明システム

本研究報告で開発した照明システムは、赤 (R)、緑 (G)、青 (B) および黄色 (Y) から成るフルカラーLED (SHARP 製試作品) を用いた、任意色光を実現する照明システムである。白色光に色光を徐々に足していくことで、少し色みのついた光環境を実現する。構築したシステムを用い、様々な色について、ワークが長時間執務を行うことができる色の強さを調べ、uv 色度として色度図上に当てはめることで色度図上における快適領域を得た。

開発したシステムは、フルカラーLED29灯、制御用PC、色彩照度計で構成される。図1に天井面から見たLEDの配置図、図2に構築した実験環境を示す。

本システムでは、制御用PCが出力するデジタル信号によってLEDの光度が制御され、机上に任意の照度お

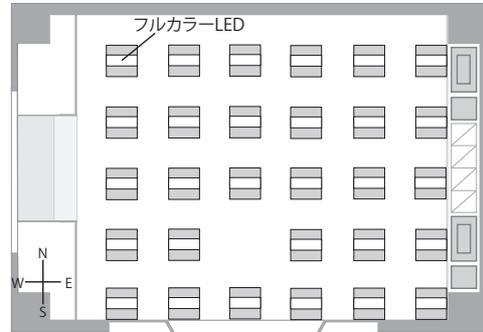


図1: LED 配置図

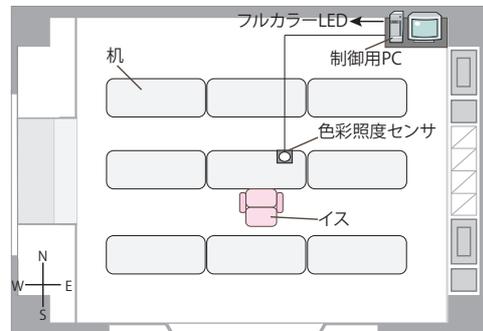


図2: 実験環境

よび色が提供される。光度とは、ある方向の立体角当たりの明るさを表し、単位は、カンデラ [cd] を用いる。照度とは、光によって照らされている任意の場所の明るさを表し、単位はルクス [lx] を用いる。構築したシステムの制御は以下ようになっており、29台のLEDは全て同じ制御を行なう。

#### 1. 目標照度、色の設定

目標とする照度および白色光に加える R,G,B, および Y の比率を設定する。赤色、緑色、青色および黄色を設定する場合、R, G, B および Y のみを増加する。また、水色を設定する場合には G および B を 6:1 で点灯し、紫色を設定する場合には R および B を 4:1 で点灯する。

#### 2. 初期設定

uv 値 (0.21, 0.32) (色温度 5000 K) の白色光になるよう、R,G,B, および Y の点灯比率を設定し点灯する。

#### 3. 色光の増加

白色光に加える R,G,B, および Y の比率に 10cd 掛けたものを増加量とし、各色の現在光度に加える。

\*同志社大学理工学部

†同志社大学大学院

‡同志社大学生命医科学部

4. 照度調整

色彩照度計から得られた現在照度と目標照度を比較し、目標照度とずれている場合は、R,G,B、およびYの点灯比率を保持した状態で、目標照度を満たすよう各光度を調整し点灯する。目標照度を満たした場合は3.へ移行する。

4. 色度図上における快適領域の計測実験

4.1 実験概要

ワーカが快適に執務を行うことができる色光を調べるため、構築システムを用いて、20代前半の大学生男女5名を対象に被験者実験を行った。各被験者1人ずつ行い、机上面照度800, 600, および400 lxの3種類の照度下において、赤色, 緑色, 青色, 黄色, 水色, および紫色の6色について実験を行った。実験開始時は白色光とし、実験担当者がシステムの動作を開始すると、設定した色光が100%点灯となるまで約30分間、約5秒間隔で色光が増加していく。被験者は、長時間執務する際に許容できる限界の色光であると判断した場合、挙手により実験担当者に知らせる。よって、本実験では、長時間の執務を実際に行っていない。得られた色の強さをuv値に当てはめ、色度上における快適領域の限界とした。また、実験終了後に、最も好きな色光および嫌いな色光をアンケート調査した。

4.2 実験結果

照度800 lxでの被験者A~Eの色度図上における快適領域を図3、実験終了後に調査した各被験者の好きな色光、および嫌いな色光を表1に示す。また、被験者Bの各照度における快適領域を図4に示す。

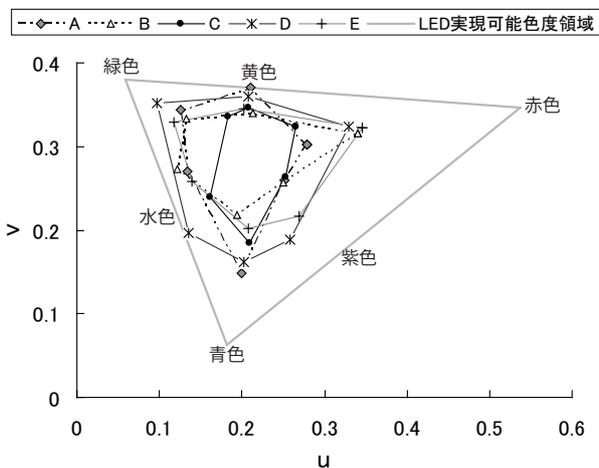


図3: 800 lxにおける被験者5人の快適領域

表1: 被験者5人の好みの色光

被験者	好きな色光	嫌いな色光
A	青色	紫色
B	水色	紫色
C	紫色	赤色
D	青色	紫色
E	緑色	黄色

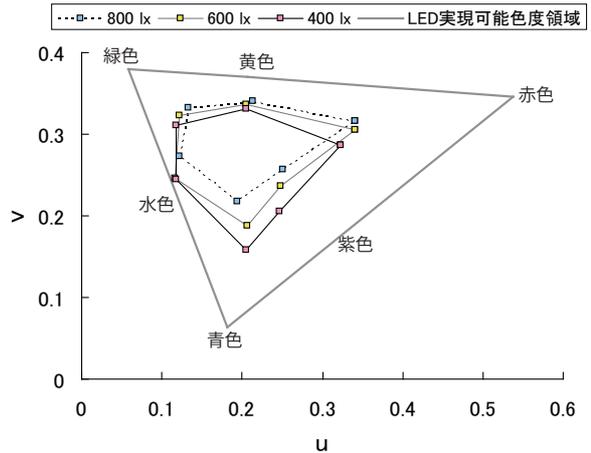


図4: 被験者Bの各照度における快適領域

図3では、照度800 lxについての結果を示した。各被験者によって、許容できる色度領域には大きな相違がみられた。また、400 lxおよび600 lxにおいても同様の結果が得られた。表1において、好きな色光として寒色系の色を選択した被験者が多く、嫌いな色光として紫色を選択した被験者が多かった。図4より照度が高いほど、許容できる領域が少し狭くなる傾向がみられた。各色によって、程度は異なるが、特に青色光に対しては、照度による差が顕著にあらわれた。

5. 考察

色光を用いた光環境における、個人の許容できる色光には大きな差があることがわかった。表1において、好きな色光として選択された色に寒色系が多かったのは、寒色系環境では覚醒水準が高く、集中しやすいこと[3]が影響し、また、実験を実施した季節が初夏であったことから、青色系の色が涼しく感じられたと予想される。図3および表1において、好きな色光として選択した色の許容範囲が狭い場合や、嫌いな色光として選択した色の許容範囲が広い場合があったことから、個人が好む色光と実際に許容できる色光は異なる可能性がある。本研究報告では、短時間で執務を行なう際に許容できる色光の強さを判断しているため、実際に長時間執務をした際には、色光によるストレスが蓄積されるため、許容範囲が狭くなる可能性があるが、逆に、色光への慣れから、範囲は広がる可能性があるも考えられる。今後はこの点について検討が必要である。

参考文献

- [1] 大林史明, 富田和宏, 服部揺子, 河内美佐, 下田宏, 石井裕剛, 寺野真明, 吉川榮和: オフィスワーカの生産性向上のための環境制御法の研究 - 照明制御法の開発と実験的評価 -, ヒューマンインターフェース, 2004
- [2] 三木光範: 知的システムと知的オフィス環境コンソーシアム, 人工知能学会誌, Vol.22, No.3(2007), pp.399-410, 2007
- [3] 岩切一幸, 綿貫茂喜, 安河内朗, 梶原裕: 光源がその曝露中と曝露後にCNVの早期成分に及ぼす影響, 日本生理人類学会誌, Vol.2, No.3, pp.31-37, 1997
- [4] 郭洋, 百瀬桂子, 齋藤美穂: 色光の生理的・心理的效果に関する研究, 日本色彩学会誌, 31(SUPPLEMENT), p20-p21, 2007