

## 色度図上における人間の許容照明環境領域

会員 三木光範 (同志社大学) 准員 鈴木真理子 (同志社大学大学院) 非会員 吉見真聡 (同志社大学)

## Acceptable Region on Chromaticity Diagram for Office Lighting

Member Mitsunori MIKI(Doshisha University) , Member Mariko SUZUKI(Doshisha University)  
and Non-Member Masato YOSHIMI(Doshisha University)

## ABSTRACT

We focus on improvement of the office lighting and created the color lighting system which can adjust chroma on given hue, using full-color LEDs. Here, we developed the algorithm which calculates the optimal ratio adjusting the intensity of the target color retaining the target illuminance. For many colors, we investigated that the intensity of color is acceptable for office workers by experiments using the proposed system and we applied the color intensity obtained to uv chromaticity diagram. As a result of experiments, the acceptable region on chromaticity diagram showed significant individual difference and is classified into the three patterns. These results indicate the acceptable region on chromaticity diagram for office lighting.

**KEYWORDS** light, chroma, chromaticity diagram, acceptable region, lighting system, full-color LED

## 1. まえがき

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<sup>1)</sup>。このような背景から、我々は個々のオフィスワークに合わせて個別の照明環境を提供する知的照明システムを提案している<sup>2)</sup>。

その一方で、色光が生体を与える影響も広く注目を集めている研究であり、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。また、光源の開発と普及が進み、様々な照明光が利用できるようになってきた。特に LED 光源は長寿命、小体積、省エネルギーなどの特徴があり、カラーLED 照明の登場により、蛍光灯では実現不可能であった、有彩色光の細かな制御が実現可能となった。よって、色光照明がこれからの照明光として利用されていくことが予想される。

現在までに、色光が生体及ぼす影響について、様々な光源を用いた、生理的影響と心理的影響に大別される研究が行われてきた。

例えば、井上ら<sup>3)</sup>は、蛍光灯を用いて、持続する光に暴露された場合の生理心理的反応についての実験において、色によって与える影響が異なることを導いている。赤色光は低照度ではやや緊張、興奮が高まり、目が疲れやすい。青色光は沈静的に働き、高照度では次第に印象が低下し主観的集中力が減退する。黄色光は目だって緊張や興奮はしないがリラックスもしていない。緑色光は比較的長時間とともに印象がよくなることを報告している。

齋藤・清水ら<sup>4)</sup>は、プロジェクタを用いて、色光環境での精神疲労軽減効果を検討した。点滅光である蛍光灯を用いる場合ではなく、非点滅光を用いたほうが、より精神疲労の誘発が少なく、特に緑色の光環境では好みによる個人差の影響が少なく、精神疲労を低減させる可能性があるとして報告している。

平手ら<sup>5)</sup>は、LED 照明の色光による、生理・心理的影響を検討した。総合的にみると、黄色、シアン色以外の色光は純度が高くなる

と良い評価は得られず、緑色を除いた色については、白色よりは多少色味のある淡い光色が良い評価を得たと報告している。また、色光が執務に与える影響として、白色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、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、フルカラーLED 照明器具を用いて、色光の彩度を自由に設定できる照明システムを構築し、様々な色について、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。本稿では色空間として CIE 1960 uv 色度を用いた。実験より得られた色の強さを 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許容領域を得た。

## 2. 彩度が調整可能な色光照明システム

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 照明器具 (SHARP 株式会社 DLA-016E) を用いた、彩度が調整可能な色光照明システムである。白色光に色光を徐々に加えていくことで、少し色みのついた光環境を実現する。制御用 PC が出力するデジタル信号によって LED 照明の光度が制御され、机上に設定された照度お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光源の明るさを表し、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。

本研究で用いたフルカラーLED は R、G、B および Y の 4 色から成る。それぞれの uv 色度を表 1 に示す。また、各色の分光分布を図 1 に示す。測定には色彩照度計 (コニカミノルタ CL-200) を用いた。各色について、1000 段階の調整が可能である。4 色の内、2 色を用い、それぞれの色の光度を 5 cd の幅で組み合わせることで連続的に変化させることにより、各 2 色で実現可能な色度を調べた。得られた色度点を色度図上にプロットしたとこ

る、各2色の色度点を結ぶ直線上にプロット点が隙間なく載る結果となった。よって、本研究で用いたフルカラーLED照明器具で実現できる色度範囲は、R、G、BおよびYの色度点を結んだ四角形の内側となる。ただし、Yの色度はRおよびGの線上に極めて近いため、三角形に近い形となった。実現できる色度範囲を図2に示す。

表1 RGBYの色度  
Table 1 Chroma of RGBY LED.

| 色 | u     | v     |
|---|-------|-------|
| R | 0.537 | 0.346 |
| G | 0.058 | 0.379 |
| B | 0.182 | 0.064 |
| Y | 0.206 | 0.371 |

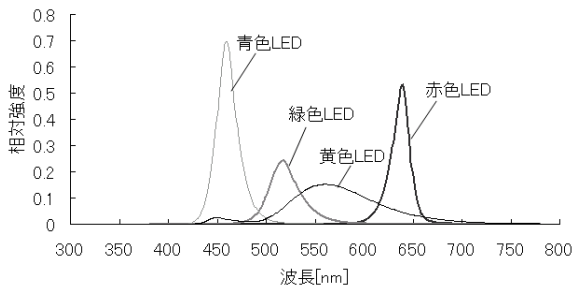


図1 フルカラーLEDの分光分布  
Fig.1 Spectral distribution of full-color LED.

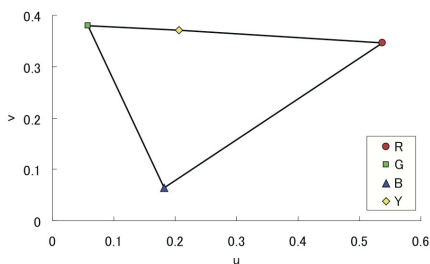


図2 LEDの実現色度範囲  
Fig.2 Realizable range of chroma offered by LED.

開発したシステムは、フルカラーLED照明29灯、制御用PC、色彩照度センサ(コニカミノルタ CL-200)で構成される。図3に天井面から見たLEDの配置図、図4に実験環境を示す。

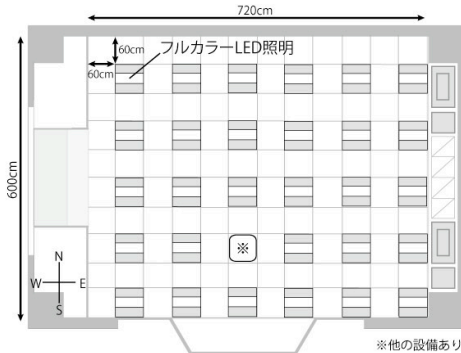


図3 LEDの配置図  
Fig.3 LED layout.

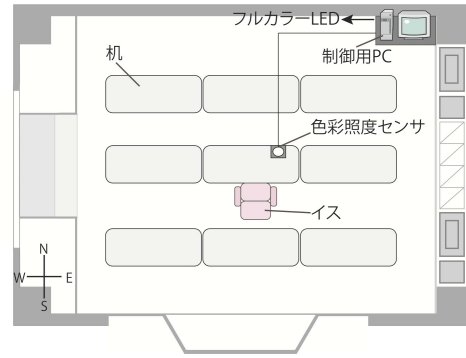


図4 実験環境  
Fig.4 Experiment Environment.

本システムでは、目標照度とR、G、BおよびYの各色の比率を設定することで、その比率に基づき、目標照度を保った状態で彩度を調整するシステムである。目標とした色は、赤色、緑色、青色、黄色、水色および紫色の6色である。本システムが目指す制御としては、図5に示したように、色度図において、初期値である白色から、設定する各色に向かってベクトル状に色度変化する制御である。望ましいベクトル上を色度変化するよう、色度に合わせてR、G、BおよびYの光度を調整した場合、照度が大きく変化することになる。また、各色により、色度に及ぼす影響が大きく異なることから、照度を一定にするのは容易ではない。そのため、本システムでは、簡易的に彩度調整を行なうアルゴリズムを用いた。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照明は全て同じ制御を行なう。

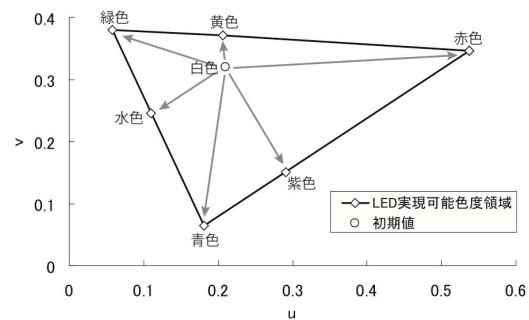


図5 望ましい色度変化  
Fig.5 Excepted chromaticity change.

- (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は、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5000K)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。
- (4) 照度調整  
色彩照度センサ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。ここでの照度の変動範囲は±約 30 lx である。目標照度を満たした場合は(3)へ移行する。

上記のアルゴリズムを用いて彩度調整を行なった場合、照度を一定にする処理を行なった際に、想定していたベクトル上からずれる場合が発生した。白色から各色に向かう色度の変化過程を図 6 に示す。図 6 より、色度変化は厳密には目標の色に向かって色度図上を直線状に変化したものではないことがわかる。しかしながら、この軌跡上のある点が、被験者の許容領域の限界の色度点であるということには間違いない。

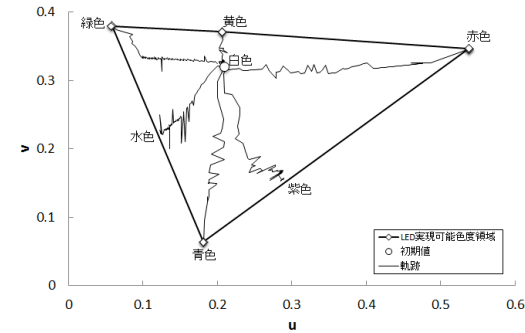


図 6 各色についての色度変化  
Fig. 6 Chromaticity change of color lights.

### 3. 色度図上における許容領域の計測実験

#### 3.1 実験概要

ワークが不快に感じることなく、執務を行うことができる色光環境を調べるため、構築システムを用いて、20 代前半の大学生男女 9 名（男性 6 名、女性 3 名）を対象に被験者実験を行った。実験概要を表 2 に示す。実験は、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 1 回ずつ実験を行った。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。実験中は、被験者は執務（文献調査や論文執筆などのパソコン作業）を行い、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、許容できる限界の色光と判断した色光環境下において実際に長時間の執務を行っていない。

実験手順を図 7 に示す。今回の実験は執務空間を想定している。また、オフィスの基準照度が 750 lx 以上であるため、オフィスの光環境に近い 800 lx から順番に実験を行なった。得られた色の強さを uv 値として取得し、色度図に当てはめることで、色度図上における許容領域の限界とした。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。

表 2 実験概要

Table. 2 Experimental outline.

|      |   |  |
|------|---|--|
| 実験期間 | 2010年7月20日～8月23日                                  |  |
| 実験場所 | 同志社大学理工学部<br>知的オフィス環境創造システム実験室<br>(グリッド天井, 内装は白色) |  |
| 被験者  | 大学生および大学院生 男女9名 (21～23歳)<br>※男性6名, 女性3名           |  |
| 照明条件 | 光色  | 赤色, 緑色, 青色, 黄色, 水色, 紫色<br>(フルカラーLED照明) |
|      | 照度  | 800, 600, 400 lx                       |
| 室温   | 約25～26℃   |  |

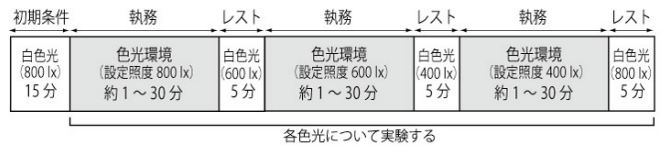


図 7 実験手順

Fig. 7 Experimental procedure.

#### 3.2 実験結果

設定照度 800 lx における被験者 A～I の各色の許容限界色度を表 3 に示し、色度図上における色光の許容領域を図 8 に示す。表 3 および図 8 により、各被験者によって許容できる許容限界色度および色度領域には個人差がみられた。図 8 において、許容領域が最も広がった被験者 D と許容領域が最も狭かった被験者 F の許容領域を図 9 に示す。図 9 より、被験者 D および F の許容領域を比較したところ、被験者 D の許容領域は被験者 F の約 5 倍の面積であった。

表 3 800 lx における各色の許容限界色度

Table. 3 Acceptable chromaticity at 800 lx.

|   | 赤色     |        | 緑色     |        | 青色     |        |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|   | u      | v      | u      | v      | u      | v      |
| A | 0.2790 | 0.3030 | 0.1262 | 0.3434 | 0.2000 | 0.1490 |
| B | 0.3407 | 0.3158 | 0.1324 | 0.3330 | 0.1943 | 0.2178 |
| C | 0.2657 | 0.3236 | 0.1830 | 0.3360 | 0.2091 | 0.1840 |
| D | 0.3293 | 0.3231 | 0.0967 | 0.3514 | 0.2023 | 0.1625 |
| E | 0.3453 | 0.3225 | 0.1182 | 0.3295 | 0.2084 | 0.2024 |
| F | 0.2280 | 0.3271 | 0.1690 | 0.3314 | 0.1957 | 0.2396 |
| G | 0.3690 | 0.3180 | 0.1400 | 0.3316 | 0.1952 | 0.2450 |
| H | 0.3210 | 0.3220 | 0.1263 | 0.3344 | 0.2091 | 0.2097 |
| I | 0.2880 | 0.3207 | 0.1150 | 0.3340 | 0.1985 | 0.1472 |

|   | 黄色     |        | 水色     |        | 紫色     |        |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|   | u      | v      | u      | v      | u      | v      |
| A | 0.2105 | 0.3708 | 0.1520 | 0.2074 | 0.2512 | 0.2594 |
| B | 0.2138 | 0.3400 | 0.1220 | 0.2727 | 0.2502 | 0.2572 |
| C | 0.2079 | 0.3464 | 0.1615 | 0.2398 | 0.2534 | 0.2638 |
| D | 0.2074 | 0.3594 | 0.1357 | 0.1970 | 0.2580 | 0.1887 |
| E | 0.2020 | 0.3452 | 0.1396 | 0.2576 | 0.2693 | 0.2168 |
| F | 0.2050 | 0.3709 | 0.1683 | 0.2634 | 0.2245 | 0.2790 |
| G | 0.2030 | 0.3470 | 0.1577 | 0.2335 | 0.2774 | 0.1740 |
| H | 0.2026 | 0.3474 | 0.1571 | 0.2146 | 0.2503 | 0.2538 |
| I | 0.2026 | 0.3474 | 0.1569 | 0.2040 | 0.2596 | 0.2420 |

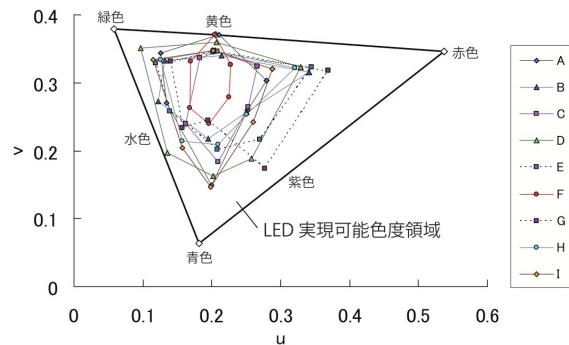


図 8 800 lx における全被験者の許容領域

Fig. 8 Acceptable region for all subjects at 800 lx.

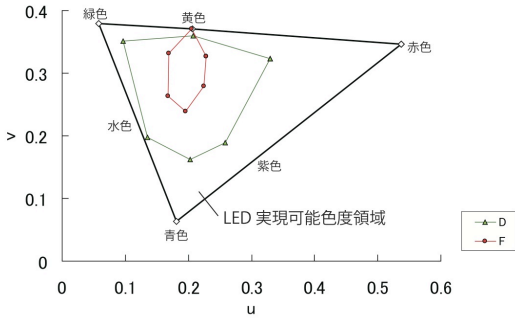


図9 800 lxにおける被験者DおよびFの許容領域  
**Fig.9 Acceptable region for D and F at 800 lx.**

次に、設定照度 600 lx での被験者 A~I の各色の許容限界色度を表 4 に示す。また、色度図上における色光の許容領域を図 10 に示す。表 4 および図 10 より、設定照度 600 lx においても、設定照度 800 lx と同様に、各被験者によって許容できる限界の色度および色度領域には個人差がみられた。図 10 において、許容領域が最も広がった被験者 D と許容領域が最も狭かった被験者 F の許容領域を図 11 に示す。図 11 より、被験者 D および F の許容領域を比較したところ、被験者 D の許容領域は被験者 F の約 2.8 倍の広さであった。

また、設定照度 400 lx での被験者 A~I の各色の許容限界色度を表 5 に示す。また、色度図上における色光の許容領域を図 12 に示す。表 5 および図 12 より、設定照度 400 lx においても、設定照度 800 lx および 600 lx と同様に、許容できる限界の色度および色度領域には個人差がみられた。図 12 において、許容領域が最も広がった被験者 D と許容領域が最も狭かった被験者 C の許容領域を図 13 に示す。図 13 より、被験者 D および C の許容領域を比較したところ、被験者 D の許容領域は被験者 C の約 2.8 倍の広さであった。

設定照度 800, 600 および 400 lx の各結果より、どの設定照度においても、色度図上における許容領域には同様の個人差が見られた。

表 4 600 lx における各色の許容限界色度  
**Table.4. Acceptable chromaticity at 600 lx.**

|   | 赤色     |        | 緑色     |        | 青色     |        |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|   | u      | v      | u      | v      | u      | v      |
| A | 0.2744 | 0.3246 | 0.1143 | 0.3337 | 0.1924 | 0.1465 |
| B | 0.3405 | 0.3048 | 0.1218 | 0.3231 | 0.2067 | 0.1878 |
| C | 0.2917 | 0.3125 | 0.1646 | 0.3270 | 0.2048 | 0.1600 |
| D | 0.3194 | 0.3148 | 0.0904 | 0.3381 | 0.1972 | 0.1342 |
| E | 0.3462 | 0.3163 | 0.1180 | 0.3209 | 0.2060 | 0.1857 |
| F | 0.2502 | 0.3208 | 0.1585 | 0.3216 | 0.2046 | 0.1802 |
| G | 0.3589 | 0.3092 | 0.1412 | 0.3205 | 0.2110 | 0.2139 |
| H | 0.3121 | 0.3132 | 0.1243 | 0.3233 | 0.2055 | 0.1876 |
| I | 0.2880 | 0.3140 | 0.1196 | 0.3226 | 0.1987 | 0.1385 |
|   | 黄色     |        | 水色     |        | 紫色     |        |
|   | u      | v      | u      | v      | u      | v      |
| A | 0.2040 | 0.3710 | 0.1574 | 0.2066 | 0.2491 | 0.2807 |
| B | 0.2050 | 0.3360 | 0.1160 | 0.2461 | 0.2481 | 0.2370 |
| C | 0.2100 | 0.3465 | 0.1610 | 0.2461 | 0.2406 | 0.2737 |
| D | 0.2050 | 0.3360 | 0.1327 | 0.2078 | 0.2367 | 0.1695 |
| E | 0.2025 | 0.3369 | 0.1430 | 0.2406 | 0.2643 | 0.1842 |
| F | 0.2041 | 0.3582 | 0.1737 | 0.2412 | 0.2413 | 0.2535 |
| G | 0.2027 | 0.3406 | 0.1573 | 0.2169 | 0.2548 | 0.1531 |
| H | 0.2023 | 0.3410 | 0.1592 | 0.1975 | 0.2316 | 0.2546 |
| I | 0.2023 | 0.3410 | 0.1532 | 0.1916 | 0.2528 | 0.2023 |

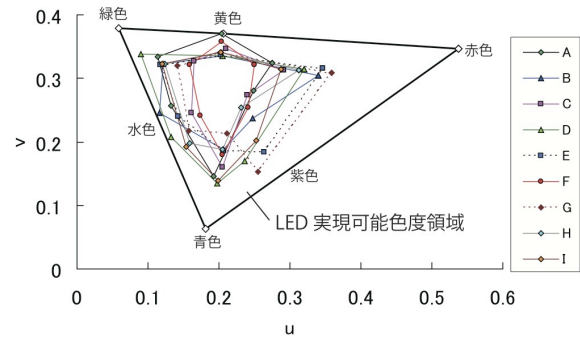


図10 600 lxにおける全被験者の許容領域  
**Fig.10 Acceptable region for all subjects at 600 lx.**

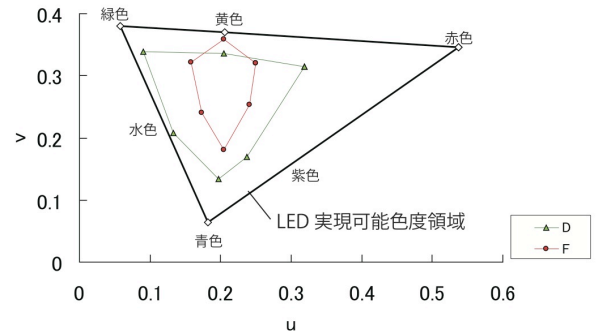


図11 600 lxにおける被験者DおよびFの許容領域  
**Fig.11 Acceptable region for D and F at 600 lx.**

表 5 400 lx における各色の許容限界色度  
**Table.5 Acceptable chromaticity at 400 lx.**

|   | 赤色     |        | 緑色     |        | 青色     |        |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|   | u      | v      | u      | v      | u      | v      |
| A | 0.279  | 0.317  | 0.1215 | 0.324  | 0.1938 | 0.1502 |
| B | 0.3235 | 0.287  | 0.1183 | 0.3106 | 0.2048 | 0.1578 |
| C | 0.2742 | 0.3004 | 0.1438 | 0.313  | 0.2011 | 0.1306 |
| D | 0.349  | 0.2983 | 0.097  | 0.3237 | 0.1993 | 0.1326 |
| E | 0.3491 | 0.3058 | 0.1241 | 0.3112 | 0.206  | 0.178  |
| F | 0.2501 | 0.3104 | 0.1442 | 0.3103 | 0.1959 | 0.1218 |
| G | 0.3439 | 0.2938 | 0.1259 | 0.309  | 0.208  | 0.182  |
| H | 0.3044 | 0.2972 | 0.129  | 0.306  | 0.2064 | 0.173  |
| I | 0.288  | 0.299  | 0.1268 | 0.3054 | 0.2136 | 0.1716 |
|   | 黄色     |        | 水色     |        | 紫色     |        |
|   | u      | v      | u      | v      | u      | v      |
| A | 0.2134 | 0.3704 | 0.1482 | 0.204  | 0.2652 | 0.303  |
| B | 0.2045 | 0.3315 | 0.1172 | 0.2447 | 0.2466 | 0.205  |
| C | 0.2113 | 0.3491 | 0.1906 | 0.2216 | 0.236  | 0.277  |
| D | 0.2045 | 0.3315 | 0.1368 | 0.1972 | 0.2293 | 0.156  |
| E | 0.2019 | 0.3212 | 0.1328 | 0.2494 | 0.2617 | 0.167  |
| F | 0.2039 | 0.357  | 0.1654 | 0.2232 | 0.237  | 0.2302 |
| G | 0.2019 | 0.3286 | 0.1515 | 0.2146 | 0.2438 | 0.1466 |
| H | 0.2016 | 0.3298 | 0.1613 | 0.189  | 0.2295 | 0.2658 |
| I | 0.2016 | 0.3298 | 0.1547 | 0.1962 | 0.252  | 0.1802 |

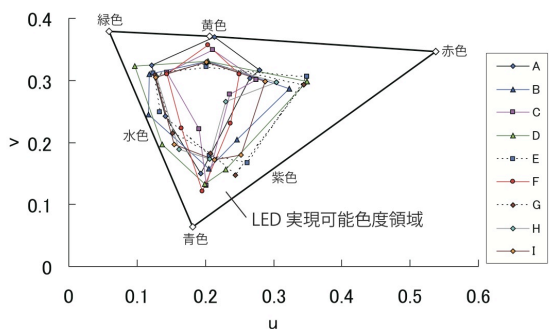


図 12 400 lx における全被験者の許容領域  
**Fig. 12 Acceptable region for all subjects at 400 lx.**

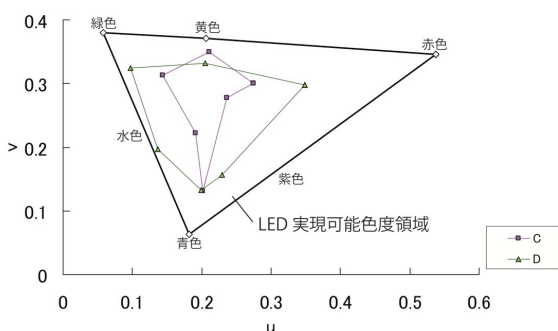


図 13 400 lx における被験者 C および D の許容領域  
**Fig. 13 Acceptable region for C and D at 400 lx.**

全被験者の許容領域を検討したところ、全被験者の実験結果は大きく分けて 3 パターンの傾向が見られた。各パターンの例として、被験者 B, C, H および G の各照度における許容領域をそれぞれ、図 14~図 17 に示す。

それぞれのパターンは、図 14 のように、どの色に対しても許容水準が高いパターン、図 15 のように、縦長の形状をしたパターン、そして、図 16 および図 17 のように、ある特定の色光のみ内側に凹んだ形状のパターンである。

図 14 は、他のパターンに比べ、どの色に対しても許容水準が高いという特徴を持つパターンである。また、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。

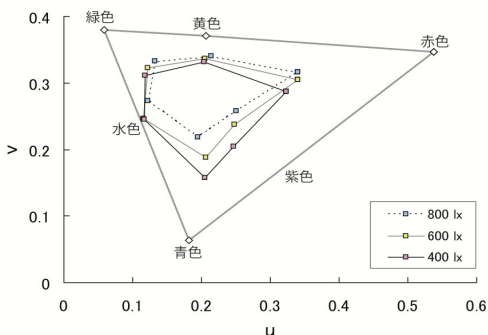


図 14 被験者 B の各照度における許容領域  
**Fig. 14 Acceptable region for B at each illuminance.**

図 15 では、黄色および青色に対しては、許容水準が高いが、他の色に対しては、許容水準が低い。また、図 16 では紫色のみが、図 17 では青色のみが凹んだ形状となっており、色光によって、許容できる色と許容できない色が存在することがわかった。

また、図 15, 図 16 および図 17 の各照度における色光の許容水準をみると、必ずしも低照度において高い許容水準をとるとは限らず、色によっては高照度の方が許容水準が高い場合があった。図 15 の結果では、照度による許容水準の差は見られず、全体的に許容領域は狭かった。

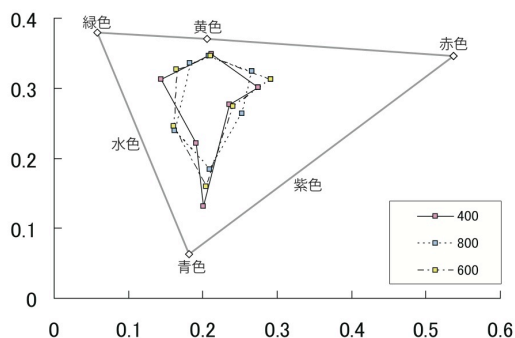


図 15 被験者 C の各照度における許容領域  
**Fig. 15 Acceptable region for C at each illuminance.**

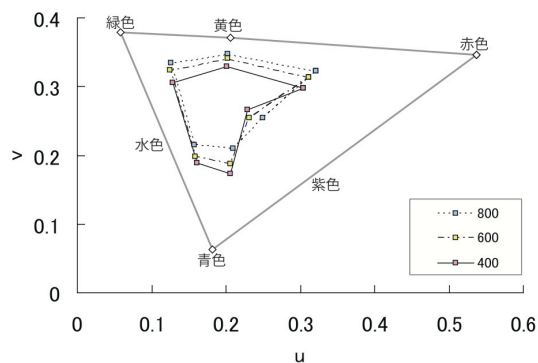


図 16 被験者 H の各照度における許容領域  
**Fig. 16 Acceptable region for H at each illuminance.**

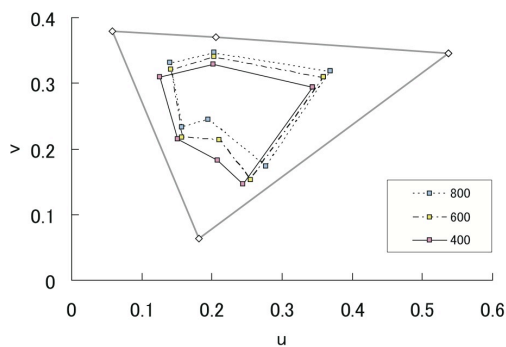


図 17 被験者 G の各照度における許容領域  
**Fig. 17 Acceptable region for G at each illuminance.**

全被験者の許容領域において、許容水準がもっとも低い色度点を各色についてプロットしたものを図 18 に示す。図 18 で示した領域が、各設定照度において、全被験者が許容できる色度領域となった。また、図 14 と同様に、照度が高いほど許容水準は低くなる傾向が見られた。

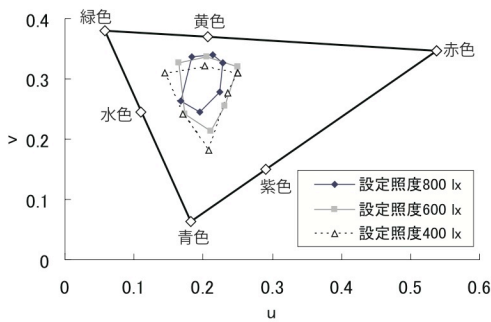


図 18 各照度における最小の許容領域  
Fig. 18 Minimum acceptable region at each illuminance.

#### 4. 考察

色光を用いた光環境において、個人が許容できる色光の彩度には大きな差があることがわかった。各照度の色度図上における許容領域について、その領域が最大の被験者と最小の被験者を比較した場合、設定照度 800 lx での最大領域が最小領域の約 5 倍の広さであったのに対し、設定照度 600 lx および 400 lx では約 2.8 倍となった。よって、高い照度においては、許容できる色光の彩度には大きな個人差があることがわかった。

各被験者における照度別の許容領域は、主として 3 パターンの特徴が見られた。特定の色が許容できない場合があり、色によって許容できる領域は大きく異なることがわかった。また、照度による許容領域の違いでは、青色については、照度が高いほど許容水準が低くなる傾向が見られた。

実験終了後に調査した各被験者の執務をする際に好きな色光、および嫌いな色光を図 19 に示す。図 19 において、好きな色光にはさまざまな色が選択されたが、赤色を選択した被験者はいなかった。嫌いな色光としては 9 名中 5 名の被験者が紫色を選択し、寒色系の色を選択した被験者はいなかった。

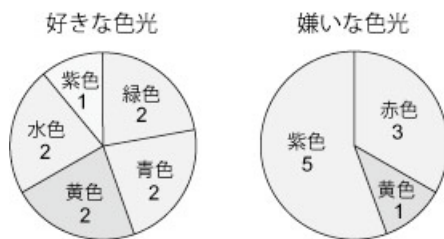


図 19 全被験者の好みの色光  
Fig. 19 Preferred color light for all subjects.

図 19 において、寒色系の色は、好きな色光には選択されているが、嫌いな色光では選択した被験者はいなかった。また、赤色は、嫌いな色光としては選択されているが、好きな色光として選択した被験者はいなかった。以上のことから、寒色系の色に対する評価が高かったといえる。その理由としては、寒色系環境では覚醒水準が高く、集中しやすいこと<sup>8)</sup>が影響し、また、実験を実施した季初夏であったことから、寒色系の色が涼しく感じられたと予想される。各被験者の許容領域とアンケート結果を照合した場合、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。なお、全体を通して、男女による差は確認できなかった。

本研究では、6 色の色光についての実験を行ったが、さらに色光を増やして実験をすることで、色度図上における許容領域をより精密に調べることができるとと思われる。また、今回行った実験では、長時間の執務を行なう際に許容できる色光の強さを短時間で判断した。そのため、実際に長時間の執務をした際には、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。しかし、色光への慣れから、許容領域は広くなる可能性もあると考えられる。今後はこれらの点について検討が必要である。

#### 5. むすび

本研究では、オフィスなどの執務空間に色光を導入した際に、どのような影響があるかを検証するため、29 台のフルカラー LED 照明器具を用いて、部屋全体の空間における色光環境を調節し、不快と感じることなく執務ができる色光環境について検討を行った。

構築した、色光の彩度を調節できるシステムを用いて被験者実験を行った結果、執務における色度図上における執務に関する許容領域には個人差があり、許容領域が最大の被験者と最小の被験者の許容領域には大きな差があった。各照度における色度図上の快適領域では、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。また、実験終了後アンケートより、もっとも好きな色光としては赤色以外の様々な色が選択された。もっとも嫌いな色光としては、紫を選択した被験者が多かった。

以上の結果より、色光の各色で、執務に与える影響は異なり、かつ、個人差が大きいことがわかった。これらの研究を進めることで、オフィスにおける執務空間や、教育機関における学習空間において、それらの作業の効率を高める色光の有効性が明らかになるとと思われる。

#### 参考文献

- [1]大林 史明, 富田和宏, 服部 遥子, 河内美佐, 下田宏, 石井裕剛, 寺野真明, 吉川榮和: オフィスワークの生産性・快適性改善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]久保 博子, 井上 容子: 有彩色光照明の生理的・心理的影響, 照明学会誌 92(9), 645-649 (2008).
- [4]清水 規裕, 齋藤 友幸, 福本 一郎: 色光環境制御による精神疲労軽減効果の研究, 長岡技術大学研究報告, 号: 25, 頁: 87-91 (2003).
- [5]江欣宸, 李東起, 高秉佑, 古賀 誉章, 平手 小太郎, 宗方 淳, 吉澤 望: 作業空間における LED 照明の光色による心理的・生理的影響に関する研究, 日本建築学会環境系論文集, NO.654, pp.683-690 (2010).
- [6]李東起, 江欣宸, 平手 小太郎: 建築空間における LED 照明の光色が色味と不快感に与える影響に関する基礎研究, 日本建築学会環境系論文集, Vol.74, No.639, pp.553-559 (2009).
- [7]茂木 ふく子, 上條 正義, 佐渡山 亜兵, 小林 正自: 色光パターン刺激が生理・心理反応に与える影響～まぶしさについて, 照明学会全国大会講演論文集, No.38, p215 (2005).
- [8]岩切一幸, 綿貫茂喜, 安河内朗, 榎原裕: 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).

(受付日 2011 年 7 月 25 日/採録日 2012 年 2 月 2 日)



三木 光範（正会員）

同志社大学大学院

〒610-0394 京都府京田辺市多々羅都谷 1-3

1950年2月16日生まれ。1978年大阪市立大学大学院工学研究科博士課程了，工博。大阪市立工業研究所研究員，金沢工業大学助教授を経て1987年大阪府立大学工学部航空宇宙工学科助教授，

1994年同志社大学工学部教授。IEEE，情報処理学会，人工知能学会，システム制御情報学会，日本機械学会，計算工学会等各会員。超並列計算研究会代表。経済産業省産業技術審議委員など歴任。知的オフィス環境コンソーシアム会長。NEDO技術開発機構「省エネルギー照明システムの研究開発」プロジェクトリーダー。



鈴木 真理子（正会員）

同志社大学大学院工学研究科

〒610-0394 京都府京田辺市多々羅都谷 1-3

1987年5月4日生まれ。2010年同志社大学工学部インテリジェント情報工学科卒。同年，同大学院工学研究科修士課程入学。オフィスの視環境の改善を目指し，色光を用いた新たなオフィスの

光環境についての研究に従事。建築学会会員。



吉見 真聡（非会員）

同志社大学理工学部

〒610-0394 京都府京田辺市多々羅都谷 1-3

1981年5月1日生まれ。2004年慶応大学理工学部情報工学卒。2009年同大学院理工学研究所開放環境科学専攻後期博士課程了。博士（工学）。

2006年度より日本学術振興会特別研究員（DC1）。現在，同志社大学理工学部助教。リコンフィギャラブルシステム，並列処理，知的システムの研究に従事。人工知能学会会員。

