

J-023

## 照度・光色可変型知的照明システムを用いた 実執務空間における最適な光環境について

### Optimal Light Environment at Workplaces using an Intelligent Lighting System with Variable Illuminance and Light Color Mechanisms

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

#### 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、光色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 [4]、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、昼白色、赤色および青色蛍光灯を用いて、オフィスワークごとに個別の光色環境を提供する照明制御システムを開発し、執務に与える影響を実験により計測した結果について報告する。その結果をもとに、執務に適した光色環境について検討を行った。

#### 2. 光色による生体への影響

現在までに光色が生体に及ぼす影響について、生理的影響と心理的影響に大別される様々な研究が行われてきた [3]。生理的影響の例として、赤色系環境において血圧の上昇と心拍数の増大が見られる一方で、青色系環境ではそれとは逆の現象が確認されることが報告されている。心理的影響の例としては、暖色系環境では体感温度が上昇し、寒色系環境では降下する性質を挙げることができる。また、赤色系環境では時間が過大評価され、青色系環境では過小評価される傾向にあることが報告されている。蛍光灯の種類と覚醒水準の関係を調査した研究では、三波長型蛍光灯を使った場合、色温度 7500 K の青色系の光が 3000 K の赤色系の光よりも高い覚醒水準を誘発したのに対し、単一波長蛍光灯では逆の結果が得られたとの実験結果が報告されている [4]。

#### 3. 照度・光色可変型知的照明システム

##### 3.1 構築システムの概要

本研究報告で開発した照明システムは、執務環境によく用いられる昼白色蛍光灯に加え、光度制御機構を持つ赤色/青色蛍光灯を用いることで、各オフィスワークが指定した光色をそれぞれのデスク上に提供する。デスクの机上照度は、全ての座席において同じ照度となるよう、実験者が調査し設定する。

##### 3.2 構築システムの構成

開発したシステムは、各 10 灯の昼白色/赤色/青色蛍光灯、制御用 PC、調光信号発生装置で構成される。図

1 に執務環境に構築した実験環境を示す。図 1a に側面、図 1b に上面を示したように、10 台のデスクの直上に蛍光灯が設置される。

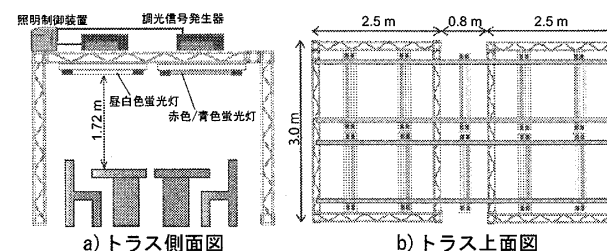


図 1: 実験環境

##### 3.3 構築システムの制御

照明システムでは、制御用 PC が出力するデジタル信号によって蛍光灯の光度が制御され、机上に任意の照度が提供される。図 2 に、昼白色と赤色蛍光灯における信号値と机上照度の関係を示す。なお、青色蛍光灯における信号値と机上照度の関係は赤色蛍光灯における信号値と机上照度の関係とほぼ同等である。稼働中は、ワークが赤色または青色の色の強さを変更した場合、設定照度が維持されるよう、昼白色蛍光灯と赤色/青色蛍光灯の照度が調整される。

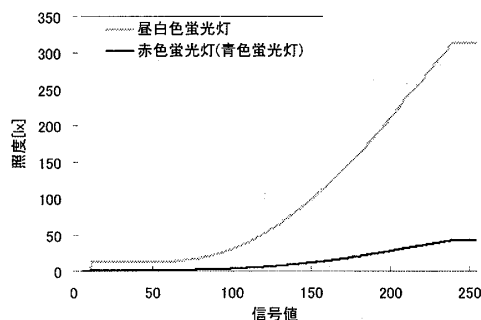


図 2: 信号値と照度の関係

#### 4. 光色が執務に与える影響の計測実験

##### 4.1 実験概要

執務に適した照明の光色を調べるために、前章の光色可変型照明システムを用いて、20 代前半の大学生 10 名を対象に被験者実験を行った。各被験者の机上の照度は、0:00-13:00, 13:00-17:00, 17:00-24:00 の 1 日に 3 回、800, 600, 400 lx の 3 種類の照度がランダムに割り当てられる。各色の強さは 12 段階の調節幅を持ち、1 段階ごとに机上面が 2.5 lx 変動するよう設定されている。実験に際して、被験者の業務開始時および照度変化時は、ランダムな色の強さが与えられる。被験者は、割り当てられた

\*同志社大学理工学部

†同志社大学生命医学科

‡同志社大学工学部学生

§同志社大学大学院

照度の元で色の強さを調整し、各自が適していると考えられる色の強さを選擇して執務に取り組む。また、照度変化時または業務終了時に、色の強さを變更した理由や、執務のしやすさ、感想を記述するアンケートを実施する。10日間の実験を行い、1日ごとおよび各時間帯ごとの各蛍光灯の色の強さの変化を計測した。

4.2 実験結果

実験結果から、1日ごとの色の強さの変化の例として、ある特定の被験者が調節した赤色/青色の色の強さを図3, 図4にそれぞれ示す。また、執務に関するアンケート結果を図5に、時間帯ごとに設定した色の強さの平均値を図6に示す。

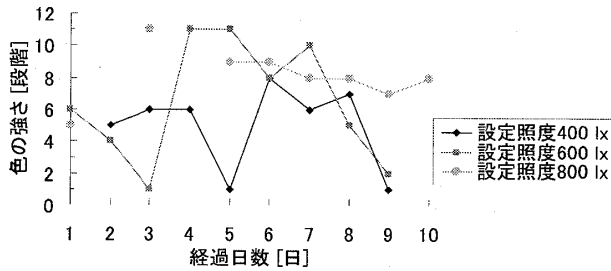


図3: 各照度における白色+赤色蛍光灯の赤色の強さ変化

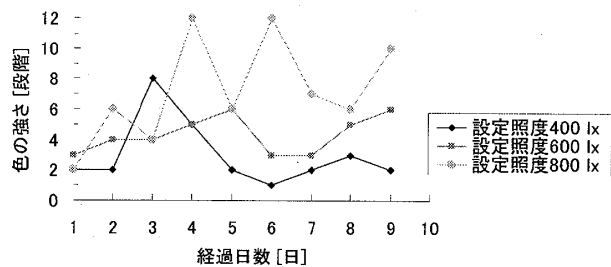


図4: 各照度における白色+青色蛍光灯の青色の強さ変化

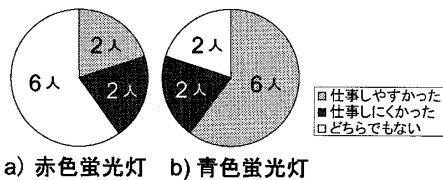


図5: 執務に関するアンケート結果

図4から、高照度時には色が強めに設定され、低照度時には弱めに設定している傾向が見て取れる。これは図2に示したように、照度が高くなると赤色/青色蛍光灯が照度に占める割合が相対的に減少することを原因として、低照度時と比較して同程度の光色の変化量を得るために色の強さを大きくする必要があるためだと考えられる。また、図5より、赤色光を含んだ照明での仕事のしやすさは、どちらでもないと答えた被験者が最も多く、青色光を含む照明での仕事のしやすさは仕事しやすかったと答えた被験者が最も多かった。図6において、時刻0:00~13:00の色の強さ変化を見ると、赤色蛍光灯での色の強さの平均値が4以下と低い値であり、逆に青色蛍光灯での色の強さの平均値は、6~7と、比較的高い値であった。また、アンケート結果には、赤色光については、暑く感じる/赤色光が強すぎると気分が悪くなった/白色

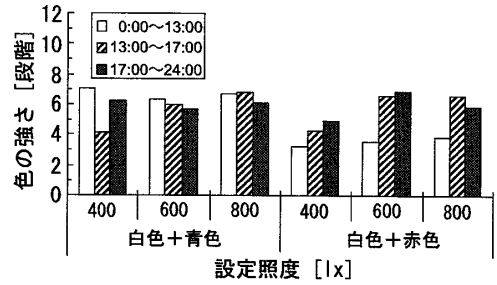


図6: 各照度における時間帯別色の強さ変化

のみよりも赤色が含まれている方が気持ちがいい/穏やかな気持ちになれるなどがあり、青色光については、涼しく感じる/集中できるなどがあった。

5. 考察

オフィス環境において、青色光を含む照明が好まれることがアンケートの結果から得られた。一方赤色光を含む照明は、執務との関係を明らかにする回答は得られなかったが、白色のみより少し赤色が含まれている方が気持ちがいい、穏やかな気持ちになれるなどの感想が得られたことから、休憩時や気分転換時の効能が予測できる。

赤色光の割合が4%以上になると、気分が悪くなったとの感想が複数得られた。赤色光を強くすると相関色温度は降下する。また、本実験では、先行研究[5]において、低い色温度を好んだ被験者を含んでいた。このことから、赤色光を強くすることと、色温度を下げることは同一でないことがわかる。こうして本研究報告で述べた実験により、照明に光色を導入した場合、昼白色と電球色蛍光灯による色温度の変化とは異なる影響が発生することが確認された。また、時刻0:00~13:00に、青色光が強く、赤色光が弱い結果となっているのは、登校時に歩いてきた等の理由で、赤色光は更なる暑さを感じ、青色光は涼しく、快適に感じるためだと思われる。このことから、赤色光および青色光が体感温度に影響を与える事が予測される。

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: オフィスワークの生産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] 三木光範, 木田清香, 廣安知之: 照明システムにおけるジェスチャおよび生体情報を用いたユーザーインターフェース, 人工知能学会第21回全国大会講演論文集, 2007
- [4] 岩切一幸, 綿貫茂喜, 安河内朗, 栃原裕: 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
- [5] 三木光範, 廣安知之, 富島千歳: 照度・色温度可変型知的照明システムを用いた実執務空間における最適な光環境, 第7回情報科学技術フォーラム (FIT2008) 講演論文集, 2008