

# 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

## Optimal Light Environment at Work Place with Illuminance and Color-Temperature Controllable Intelligent Lighting System

三木 光範<sup>†</sup>

廣安 知之<sup>††</sup>

富島 千歳<sup>‡</sup>

Mitsunori MIKI

Tomoyuki HIROYASU

Chitose TOMISHIMA

### 1 はじめに

近年、オフィスにおいて、オフィスワークの快適性や知的生産性の向上が着目されるようになってきている。また、人間の生活における光環境についての研究が進み、光環境の改善は知的生産性の向上に繋がるということが報告されている [1]。これらの背景から、我々は、ユーザの要求に応じて任意の場所に任意の照度を提供する知的照明システムを提案している [2]。また、人に影響を与える光環境の要因には、照度だけでなく色温度も存在することが報告されている [1]。このことより、光の照度だけでなく、色温度を変化させることによって、知的生産性や快適性の向上を図ることができると考えられる。本研究では、知的照明システムに色温度制御機構を付加したシステムを用い、執務に最適な色温度について検討を行った。

### 2 知的照明システムと色温度制御

知的照明システムは、複数の照明器具と移動可能な複数の照度センサおよび電力計からなり、それぞれはネットワークに接続されている。各照明器具には制御装置が搭載されており、ネットワーク上の照度情報や電力情報などから個々の照明が自律的に学習動作を行うことによって照明器具の光度の調節（調光）を行う。この知的照明システムに色温度の異なる2つの照明を導入し、その光度の割合を変化させることによって、照度のみならず色温度の制御が可能となる。ユーザは、目標照度と目標色温度を自由に設定することにより、執務に最適な光環境を選択することができる。

### 3 照明における色温度の重要性

色温度とは、ある光源の光の色を表すために黒体の温度を用いるものである。ある光源の光の色を、その光と同じ光を完全黒体が放射する時の温度で表し、単位は絶対温度 K (ケルビン) が用いられる。色温度は高いほど青白い色に、低いほど赤みがかった色に近づく。蛍光灯における色温度は、JISによって標準化されており、電球色は 2600~3250K、温白色は 3250~3800K、白色は 3800~4500K、昼白色は 4600~5500K、昼光

色は 5700~7100K である。

光環境における色温度に関する研究は多く行われており、その先駆的な研究である Kruithof による快適な照度と色温度の組み合わせの研究では、低照度では低色温度が快適であり、また高照度では高色温度が快適であることが報告されている [4]。また、近年では Kruithof の研究の検証とともに、人間の様々な行動に適した光環境に関する研究が行われ、生活場面に応じた適切な照明環境の設計が重要であることが報告されている [3]。光環境による人の知的生産性の向上に関しても研究が進められており、生体リズムにあわせた照明によって知的生産性が向上することが報告されている [5]。これらのことより、色温度が人に与える影響は大きいと考えられる。しかしながら、実際の執務環境における最適な色温度に関する研究はほとんど行われていない。

### 4 実験

#### 4.1 実験概要

個人によって執務に最適な色温度が異なることを確認するために、色温度制御機構を付加した知的照明システムを用い、実執務環境下で実験を行った。被験者は 20 代前半の学生 10 人とした。実執務空間の一部に、図 1 に示すように電球色蛍光灯と昼白色蛍光灯 1 対を 1 つの照明とする、色温度制御機構を付加した知的照明システムを導入した。なお、使用した蛍光灯は松下電工のパルック電球色とパルック色であり、色温度可変域は 2900~4500K であった。各被験者は、執務に最適と思われる色温度と照度を各自自由に設定し、約 2 週間普段と同じ執務を行った。色温度と照度は常時変更可能とし、被験者の好きな時に変更を行った。また、被験者には毎日アンケートとして、色温度と照度を変更したときの理由や、感想などを記入してもらった。

#### 4.2 実験結果

各被験者の選好色温度と選好照度の中で、もっとも長い時間設定していた最頻値と上限値、下限値のグラフを図 2 に示す。また、実験開始から 6 日間の被験者 B, E, F, H の選好色温度履歴を図 3 に示す。各被験者が選好した色温度と照度の関係を図 4 に示す。

<sup>†</sup> 同志社大学理工学部

<sup>††</sup> 同志社大学生命医科学部

<sup>‡</sup> 同志社大学工学部学生

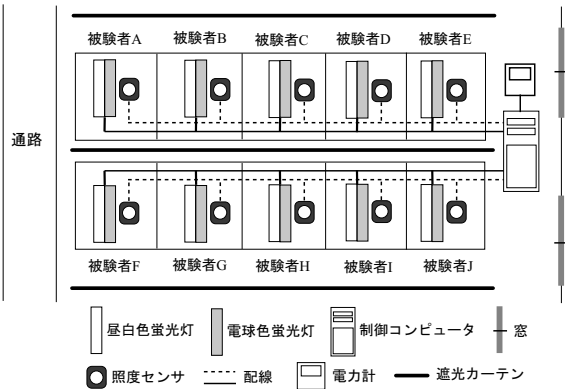


図 1: 実験環境

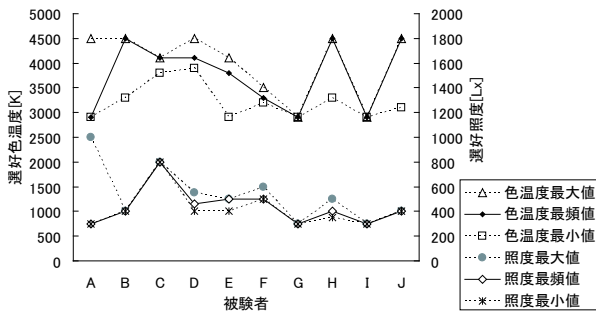


図 2: 各被験者の選好色温度と照度

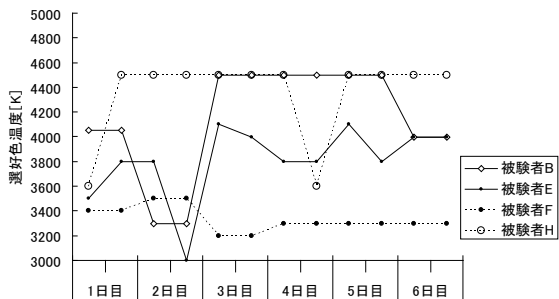


図 3: 選好色温度履歴

図 2 では、色温度最頻値が最も高かったのは被験者 B, H, J の 4500K で、最も低かったのは、被験者 A, G, I の 2900K であった。また、被験者 G, I のように執務に最適と感じる色温度が常に同じである人や、被験者 A, B, E, H, J のように大きく幅がある人がいた。照度についても、被験者 C のように高照度のみを選好する人や、被験者 G, I のように低照度のみを選好する人、また被験者 A のように様々な照度を選好する人がいることがわかった。図 3 では、被験者 B, F は日によって選好色温度の変化が見られたが、1 日において選好色温度の変化はなかった。一方、被験者 E, H は、1 日においても選好色温度が変化していた。図 4 では、照度と色温度には相関は見られないが、高照度、高色温度は選好されていないことがわかった。また、今回の実験では色温度の変域が 2900~4500K であったが、被験者 G, I はさらに色温度の低いものを希望した。さらに、アンケート結果には、夜は色温度を低くすると集中できる／朝は色温度が高い方が良

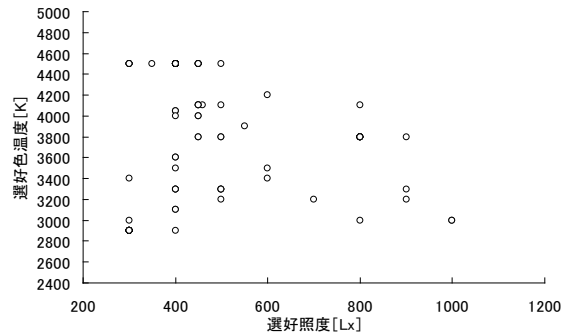


図 4: 選好色温度と照度

い／色温度が低いと暑苦しく感じる／体調不良のときに色温度を下げると気分がよくなったなどがあった。

## 5 考察

各被験者によって選好色温度の最頻値や幅が異なることから、執務に最適と感じる色温度やその幅には個人差があると考えられる。また、本実験での色温度可変域よりも低い色温度を希望する被験者がいたことから、その個人差は大きいと考えられる。さらに、選好色温度履歴に変化があったことから、個人によって頻度は異なるが、執務に最適と感じる色温度は個人内で変化すると考えられる。被験者のアンケート結果からは、色温度によって体感温度が変化し、時間帯によっても最適と感じる色温度が異なるのではないかと考えられる。また、体調などとの関係を述べるアンケート結果があったことから、身体の状態などが最適と感じる照明に影響を与えると考えられる。

## 6 まとめ

本研究では、色温度制御機構を付加した知的照明システムを用いて、個人によって執務に最適と感じる色温度が異なることを確認した。また、その個人差は大きいことがわかった。このことから、各個人の好みに合った色温度を提供することは重要であると考えられる。

## 参考文献

- [1] 大林 史明, 富田 和宏, 服部 瑤子, 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, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2006, Vol.1, No.1322, p. 151-p.156, 2006
- [2] 三木 光範: 知的照明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] 高橋 啓介: 照明の色温度と照度とが室内環境評価に及ぼす効果, 医療福祉研究, Vol.2(2006), pp. 30-36, 2006
- [4] Kruithof, A. A.: Tubular luminescence lamps for general illumination, Philips Tech.Review, 6, pp 65-96, 1941
- [5] 戴 倩穎, 井上 学, 下村 義弘, 岩永 光一, 勝浦 哲夫: I-2 オフィス空間における照明色温度の日内変動が生理心理機能に与える影響, 日本生理人類学会誌, Vol.5, No. 特別号 2(2000), pp. 12-13, 2000