

照度・色温度可変型照明システムの構築と執務における最適な照度および色温度 Development of a lighting system with variable luminance and color temperature, and preferred illuminance and color temperature for works

三木 光範* Mitsunori Miki 谷口 由佳† Yuka Taniguchi 廣安 知之‡ Tomoyuki Hiroyasu 吉見 真聡* Masato Yoshimi

1. はじめに

近年オフィス環境への関心が高まり、オフィスにおける光環境の改善は作業効率の向上に繋がることが報告されている [1]。光環境には光の明るさを表す照度および光の色を表す色温度などの指標があり、人の生体および心理に影響を与える要因としてあげられる。そこで、執務を行う際に均一な光環境ではなく個人の好みにあわせた環境を提供することで知的生産性や作業効率の向上を図ることができるのではないかと考えられる。

本研究では、個人が要求する照度および色温度を実現するシステムを構築し、執務に最適であると感じる照度および色温度についての検討を行った。

2. 照度および色温度が人に与える影響

光環境には照度および色温度などの指標があり、照度とは単位面積当たりに照射される光量のこと、単位はlx(ルクス)である。色温度とは光の色を定量的な数値で表現する尺度であり、単位はK(ケルビン)である。色温度が低いほど赤みがかった色で、反対に色温度が高いと青白い色となる。オフィスにおける光環境の改善は作業効率の向上に繋がることが報告されている [1]。そこで、執務を行う際に均一な光環境ではなく個人の好みにあわせた環境を提供することで知的生産性や作業効率の向上を図ることができるのではないかと考えられる。

本研究では個人が要求する照度および色温度を実現するシステムを構築し、執務に最適であると感じる照度および色温度に関する実験を行う。

3. 照度および色温度可変型システムの構築

3.1 システムの概要

本システムは、昼白色蛍光灯および電球色蛍光灯の光度を調節することでユーザが要求した照度および色温度を実現する。なお、光度とはある方向における光の強さのことで、単位はcd(カンデラ)である。

3.2 システムの構成

本システムのハードウェア構成を図 1 に示す。なお、昼白色蛍光灯および電球色蛍光灯の調光範囲は 20～100%である。

図 1 に示すように、昼白色蛍光灯および電球色蛍光灯は調光信号発生器につながれており、制御用 PC から調光信号発生器に命令を送信することで、制御を行う。各照度センサはアナログ入力信号取得ボードを介して、制御用 PC に接続されている。制御用 PC はデジタル化された照度データを取得する。

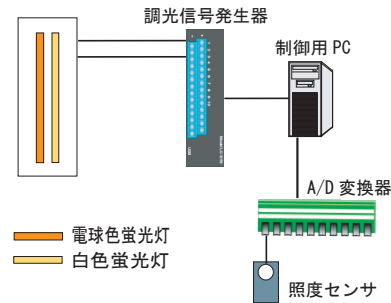


図 1: システムの構成図

3.3 色温度制御

高色温度照明および低色温度照明の点灯比率を変化させることで中間の色温度が実現できる。そこで、昼白色蛍光灯および電球色蛍光灯の照明器具直下の光度をそれぞれ変化させた際の色温度を測定した。その測定結果を基に、昼白色蛍光灯および電球色蛍光灯の点灯比率を変化させることで色温度を実現する。色温度ごとの昼白色蛍光灯および電球色蛍光灯の点灯比率を表 1 に示す。

表 1: 昼白色蛍光灯および電球色蛍光灯の点灯比率

色温度 [K]	昼白色蛍光灯 [%]	電球色蛍光灯 [%]
3000	0	100
3400	33	67
3600	47	53
3800	57	43
4000	69	31
4200	80	20
4600	100	0

3.4 照度および色温度の制御方法

本システムは、表 1 を基に 2 種類の蛍光灯の点灯比率を変えることでユーザが要求する照度および色温度を実現する。

以下に具体的な処理の流れについて説明する。なお、以下の光度とは照明器具直下の光度を指す。

- (1) ユーザが選択した目標色温度に応じた点灯比率で照明を点灯させる
- (2) ユーザが選択した目標照度を取得する
- (3) 照度センサから現在照度を取得する
- (4) 現在照度が目標照度に対して過不足 (± 50 lx) がある場合は最大点灯光度の 3% で光度を増減させる
- (5) 現在照度が目標照度の ± 50 lx の範囲内であれば、最大点灯光度の 1% で光度を増減させ、目標照度値へ収束させる
- (6) (3) に戻る

なお (4)(5) では、目標色温度に応じた点灯比率を保持したまま、昼白色蛍光灯および電球色蛍光灯の光度を増

*同志社大学理工学部
†同志社大学大学院
‡同志社大学生命医学科

減させることで、要求する照度を実現する。また、目標色温度を変更した場合は(1)に戻る。以上の動作により、ユーザが要求する色温度および照度を実現する。

4. 均一照度および均一色温度実験

実執務空間に構築したシステムを用いて、学生の被験者 10 名に対して均一照度および均一色温度実験を行った。均一照度実験は 3000~4600 K を 200 K ごとに、均一色温度実験は 250~850 lx の範囲を 50 lx ごとに目標値をそれぞれ選択可能とする。実験環境を図 2 に示す。

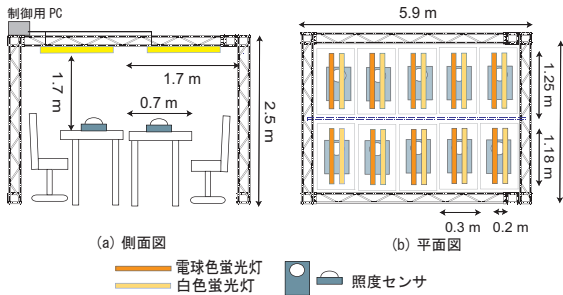


図 2: 実験環境

照度 400, 600, および 800 lx にする均一照度実験を行い、被験者がその日一日の中で最も長く選択した値である最頻値をプロットした結果を図 3 に示す。

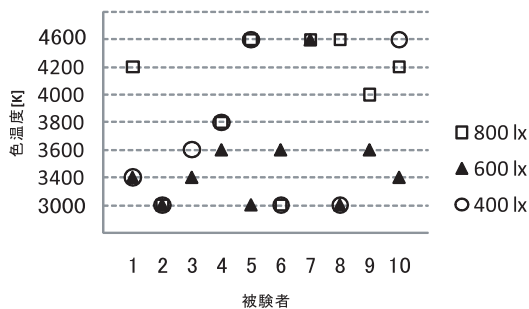


図 3: 均一照度実験

色温度実験 2800, 3800, 4000, および 4600 K にする均一色温度実験を行い、被験者が選択した最頻値をプロットした結果を図 4 に示す。

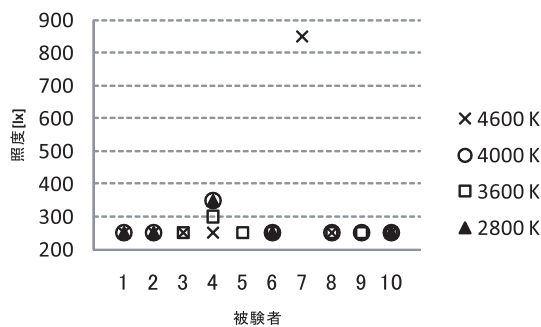


図 4: 均一色温度実験

図 3 より、被験者によって色温度の好みは多様であることがわかった。

図 4 より、ほとんどの被験者がどのような色温度でも低照度を好む人が多いことがわかった。

5. 選好照度および選好色温度実験

4. の均一照度および均一色温度と同様の環境下で 2 週間の選好照度および選好色温度の検証実験を行った。被験者は照度、色温度ともに選択可能とする。また、目標値を変更した際は変更した理由を、帰宅の際には一日の感想やコメントをアンケートに記入する。

選好照度および選好色温度実験を実施した際の全被験者の目標照度および目標色温度の関係を図 5 に示す。プロットの円が大きいほどその値を選択した回数が多いことを示している。なお、被験者が最も長く選択した最頻値をプロットしている。

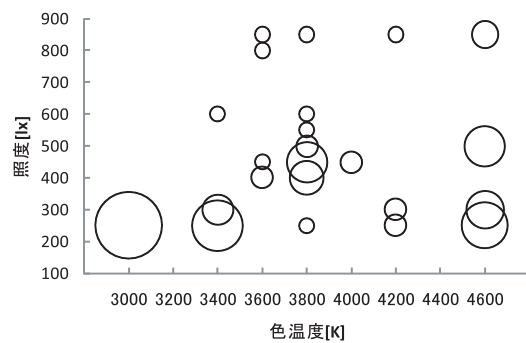


図 5: 照度および色温度の分布

図 5 より、色温度に関係なく低照度を好む傾向があることが分かる。また、低色温度で高照度を好む人はいないことがわかった。

アンケートのコメントには以下のようなものがあった。

- 気分転換のために目標照度および目標色温度を変更した
- 体調の悪い時は低色温度がよいが、良い時は高色温度の方が集中できると感じた
- 昼白色蛍光灯のみの点灯は気分が悪くなるように感じた

これらの結果より、体調によっても選好は異なることがわかった。

6. まとめ

本研究では、異なる 2 つの色温度の光源を用いて色温度を制御し、ユーザが要求した照度および色温度を実現する照度および色温度可変型システムを構築した。そして、構築したシステムを用いて、被験者の選好する照度および色温度の検証を行った。その結果、個人が好む光環境は多様であり、体調や気分によっても選好は異なることがわかった。このことから、一般的なオフィスにおいても照度および色温度を個人が自由に選択できる環境にする必要があると考えられる。

参考文献

- [1] 大林史明, 富田和宏, 服部瑤子, 河内美佐, 下田宏, 石井祐剛, 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, ヒューマンインターフェースシンポジウム 2006, Vol.1, No.1322, p.151-p156, 2006