

# 実執務環境における色温度制御機構を組み込んだ知的照明システムの構築

加來 史也

## 1 はじめに

本研究室では、各照明を自律分散的に制御することで、各個人に適した照度環境を提供する知的照明システムの研究を行っている<sup>1)</sup>。知的照明システムは、各個人が必要とする照度を提供することによって、知的生産性の向上や消費電力量の削減を図っている。

一方、照度だけでなく光色の改善による知的生産性や快適性の向上、ストレスの軽減などが報告されており<sup>2)</sup>、光色が個人に及ぼす影響の検証が必要となっている。そして、照度と光色が人に与える影響を検証するために、自由に照度と光色を変更できる実験システム（以下、照度・光色実験システム）を、複数の被験者が執務しているスペースに構築する。このシステムにおける光色の単位には、ある温度の黒体の発する色で光色を表す色温度を用いる。

本報告では、照度・光色実験システムの概要を述べ、システムの有効性を動作実験によって検証する。

## 2 照度・光色実験システム

### 2.1 照度・光色実験システムの概要

本システムは、既存の知的照明システムに色温度制御機構を組み込むことで、任意の場所に任意の照度、および任意の色温度を実現するシステムである。知的照明システムは、現在照度と目標照度の差、および消費電力量を最小化するように、自律分散的に各照明の光度を調節し、目標照度をシステムである<sup>1)</sup>。これにより目標照度を実現する。また、色温度 4500 K の白色蛍光灯と色温度 2800 K の電球色蛍光灯を異なる比率で点灯させることで、2800 K から 4500 K までの色温度を擬似的に発生できることを利用し、電球色蛍光灯を光度制御することで目標色温度も実現する。

### 2.2 照度・光色実験システムの構成

本システムは、2 台の制御用 PC、10 灯のインバータ制御可能な白色蛍光灯、10 灯のインバータ制御可能な電球色蛍光灯、2 台の調光信号発生器、10 台の照度センサ、1 台の電力計、および 1 台の A/D 変換ボードから構成される。本システムの構成図を Fig. 1 に示す。

各蛍光灯は調光信号発生器と接続され、調光信号発生器は制御用 PC と接続されている。調光信号を制御用 PC で制御することで、光度制御を行っている。また、各蛍光灯は 100 V の電源と接続され、電力を得ている。なお、本システム全体の消費電力量は、各蛍光灯の光度の和から仮想的に算出する。

各照度センサは、A/D 変換ボードを介して、制御用 PC と接続されている。そして、制御用 PC は、A/D 変

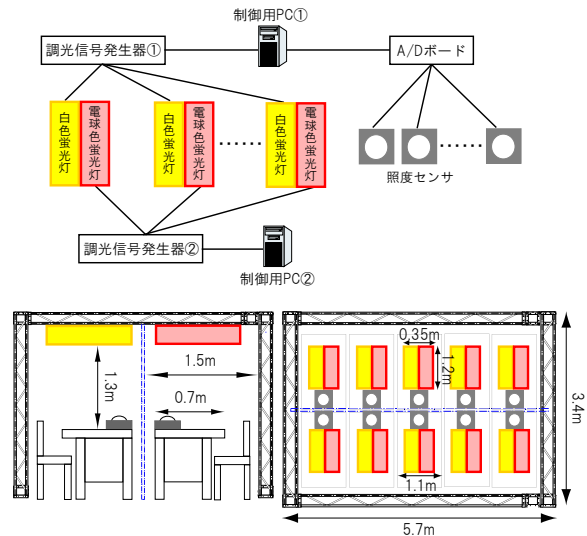


Fig.1 照度・光色実験システムの構成

換ボードによってデジタル化された各照度センサからの照度情報を取得している。

### 2.3 照度・光色実験システムの制御

知的照明システムは、照度センサとして色温度が計測可能な色彩照度計を用いることで、任意の場所に任意の色温度を実現できる<sup>2)</sup>。

しかしながら、色彩照度計は非常に高価であるため、被験者の人数分の色彩照度計を用意することが困難である。また、色温度は遠くの照明からの影響を照度より強く受けやすく、近い領域では大きく異なる目標色温度を実現できないと考えられる。そのため、本報告では色温度の自動制御は行わず、以下に示す制御方法を用いる。

#### 2.3.1 照度制御

他の照明や外光などの影響と併せて、自動的に制御用 PC が白色蛍光灯の光度を制御することで、目標照度を実現する。

この白色蛍光灯の制御には、相関係数を用いた適応的隣接アルゴリズム (Adaptive Neighborhood Algorithm using Correlation Coefficient : ANA/CC) を利用する。ANA/CC は確率的山登り法 (Stochastic Hill Climbing : SHC) をベースに、知的照明システム用に改良したものである。ANA/CC は光度変化と照度変化との相関関係を基に、照明と照度センサの概略的な位置を動的に学習し、位置関係に基づいて次光度および目的関数を適応的に決定し、目標照度との差と消費電力量を最小化する<sup>3)</sup>

### 2.3.2 色温度制御

目標照度環境下において目標色温度が実現するように、電球色蛍光灯の光度を被験者が設定することで、目標色温度を実現する。

電球色蛍光灯の設定光度は、Fig. 2 に示す色温度の分布図を用い、目標照度および目標色温度から算出する。この色温度の分布図は、白色蛍光灯および電球色蛍光灯の光度を変化させ、色彩照度計を用いて色温度を計測する予備実験により作成した分布図である。そして、算出した光度で電球色蛍光灯が点灯することで、目標照度が実現すると同時に目標色温度も実現される。

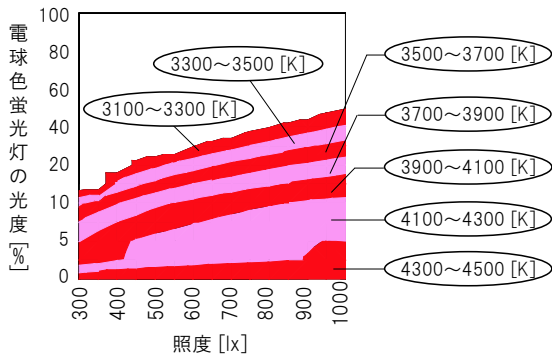


Fig.2 色温度の分布

## 3 照度・光色実験システムの動作実験

### 3.1 実験環境

Fig. 3 に示す環境において、本システムの動作実験を行った。

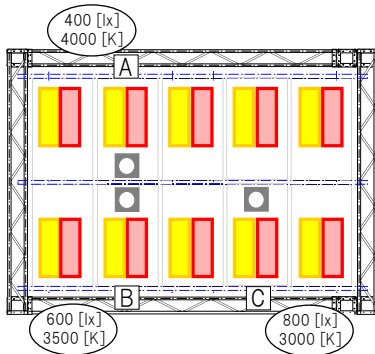


Fig.3 実験環境

A 点は目標照度 400 lx および色温度 4000 K, B 点は目標照度 600 lx および色温度 3500 K, C 点は目標照度 800 lx および色温度 3000 K と設定した。

この実験結果を基に、照度の収束状況と色温度の収束状況の 2 つの観点から検証する。

### 3.2 実験結果および考察

3.1 節の実験環境において、本システムを動作させた時の照度履歴を Fig. 4 に、色温度履歴を Fig. 5 にそれぞれ示す。

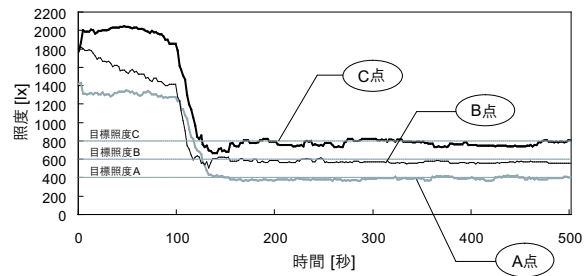


Fig.4 照度履歴

Fig. 4 より、照度は 100 秒程度で安定し、どの色温度環境においても目標照度に収束していることが確認できる。

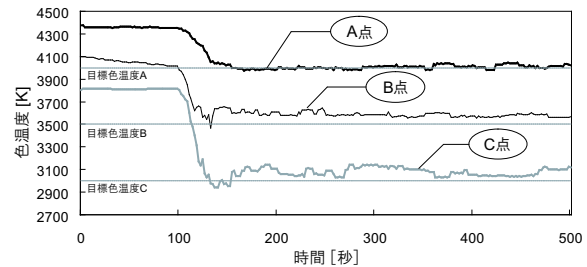


Fig.5 色温度履歴

また、Fig. 5 より色温度は照度と同じく 100 秒程度で安定し、どの照度環境においても目標色温度に収束していることが確認できる。

以上の実験結果から、本システムが任意の場所で任意の照度、および任意の色温度を実現し、複数のユーザが要求する様々な光環境を同時に提供できることを確認できる。

## 4 今後の課題

現行の照度・光色実験システムは、目標色温度を手動制御により実現しているが、必ずしもユーザライクなシステムであるとは言えない。そこで、今後はより使い勝手の良いシステムへの改良を目指し、まず目標色温度の自動制御による実現を目指す。

### 参考文献

- 1) 三木光範, 廣安知之, 今里和弘, 池田聡, "知的照明システムの提案および制御方式の有効性の検証", 設計工学・システム部門講演会講演論文集, pp.55-58, 2004
- 2) 三木光範, 廣安知之, 芦辺麻衣子, "照度と光色を個別分散制御する照明システム", 計測自動制御学会第 34 回, 知能システムシンポジウム講演論文集, 2007
- 3) 今里和弘, 三木光範, 廣安知之, 米澤基, "知的照明のための適応的近傍アルゴリズム", 情報処理学会研究報告, pp.49-52, 2005