

# 色彩照度計を用いずに各執務者の要求した色温度を実現する知的照明システム

川島 梨沙

Risa KAWASHIMA

## 1 はじめに

近年、オフィス環境における執務者の知的生産性の向上に注目が集まっており、光環境を変えることで、仕事の能率が向上することが明らかになっている<sup>1)</sup>。光環境には、照度、色温度などがあり、執務者に最適な照度・色温度を提供することは、光環境改善に有効であると報告されている<sup>2)</sup>。

このような背景から、我々は個々の執務者が要求する照度・色温度を提供する知的照明システムの研究を行っている<sup>3)</sup>。しかし、実オフィスに導入した知的照明システムでは、色彩照度計が高価であるという理由から、照度センサのみを用いて色温度制御を行っている。ここでは、照明の色温度を執務者が各照明ごとに手で指定しており、これは執務者の手間となっている。

そこで、色彩照度計を用いず、各執務者が要求した照度と色温度を提供する知的照明システムの新たな手法を提案する。本研究は、照度センサに目標照度・目標色温度を設定することで任意の場所に任意の照度・色温度を提供することを目的とする。

## 2 知的照明システム

知的照明システムは、任意の場所に執務者が要求する照度を省電力で提供する照明システムである。また、本システムに色彩照度計を組み込むことで、執務者に個別の照度と色温度を提供することが可能である。Fig. 1 に知的照明システムの構成を示す。

ここでは、各照明の光度情報と色彩照度計から取得される照度・色温度情報を基に、照明制御アルゴリズムを用い、各照明の光度を変化させる。これを繰り返すことで、執務者の要求した照度・色温度を提供する最適な点灯パターンを実現する。

## 3 色彩照度計を用いずに要求した色温度を実現する手法

### 3.1 提案手法の概要

本研究では、色彩照度計を用いずに、要求した照度・色温度を簡易的に実現する手法を提案する。ここでは、色温度情報を用いない色温度制御が有効であると考えられる。よって、これは色彩照度計を用いた手法に比べ、色温度の実現性は劣ることが推測される。

提案手法では、照度センサへの物理的な距離が近い照

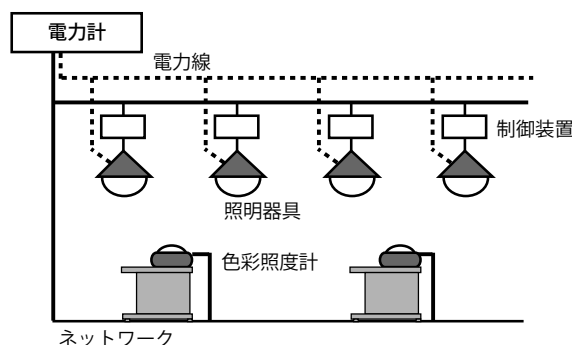


Fig. 1 知的照明システムの構成

明を、要求した色温度で点灯させる。ここでは、照度／光度影響度係数を用いて、照度センサへの影響度が高い照明を抽出し、それを目標色温度で点灯させる。なお、照度センサに対して影響のある照明は最大、6灯程度であるため、提案手法では照度センサへの影響度が高い上位4～9灯の照明を抽出する。

### 3.2 色温度表を用いた照明の点灯比率の決定

色温度の制御方法として、異なる色温度を持つ照明の点灯比率を変化させることで、任意の色温度で照明を点灯させる。提案手法では、ある色温度を実現するために必要な2色の照明の点灯比率を予備実験により求める。そして、色温度と照明の点灯比率の関係性を求めることで、照明を任意の色温度で照明を点灯させる。

### 3.3 照明配置図を用いた照度／光度影響度係数の再推定

提案手法では、照度／光度影響度係数を用い、照度センサに影響度の高い照明を要求した色温度で点灯させる。回帰分析は、照度センサに最も影響のある照明2灯程度を特定することができる。しかし、その他は推定誤差により、照度センサから遠く離れた照明に影響度の高い照明として抽出することがある。その結果、照度センサが遠く離れた照明が要求した色温度で点灯し、他の照度センサに影響を与える可能性がある。

そこで、照度／光度影響度係数の大きい2灯の照明と、照明の物理的な位置情報を示した照明配置図を用いて、照明抽出の精度を向上させる手法を考案した<sup>4)</sup>。この手法を用いることで、照度センサに近い照明の抽出精度が向上した。

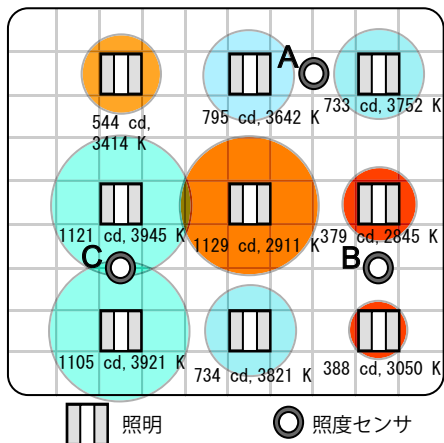


Fig. 2 色彩照度計を用いる手法での各照明の点灯状況

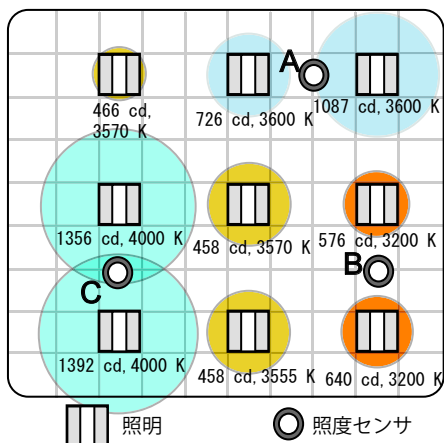


Fig. 3 色彩照度計を用いない手法での各照明の点灯状況

## 4 検証実験

### 4.1 実験概要

提案手法の有効性を示すために、検証実験を行った。実験室は、5.4 m × 6.0 m × 1.8 m の空間であり、実験の際には暗幕を設けた。また 2700 K ~ 5400 K, 26 cd ~ 2040 cd まで調光可能な SHARP 社製 LED 照明を 9 灯およびコニカミノルタ社製色彩照度計 (CL-200) を 3 台設置した。なお、色彩照度計から得られる色温度情報は、提案手法における色温度の実現性を確認するために用いる。検証実験では、各照度センサを離して設置し、色彩照度計を用いる手法と提案手法との比較実験を行った。

また、目標とする照度と色温度として、センサ A に 500 lx - 3600 K, センサ B に 350 lx - 3200 K, センサ C を 650 lx - 4000 K と設定した。

### 4.2 光度分布における検証

各手法における照明の点灯状況を検証する。300 ステップ試行した後の色彩照度計を用いる手法と提案手法の光度分布図を Fig. 2, Fig. 3 に示す。

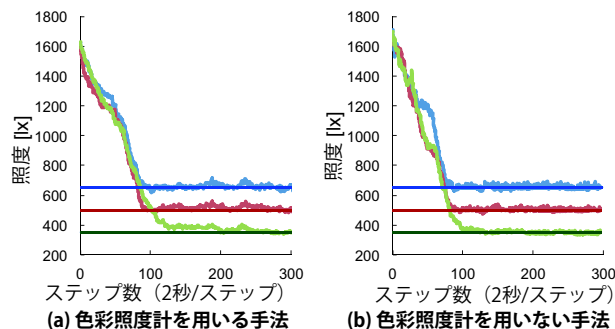


Fig. 4 照度の履歴

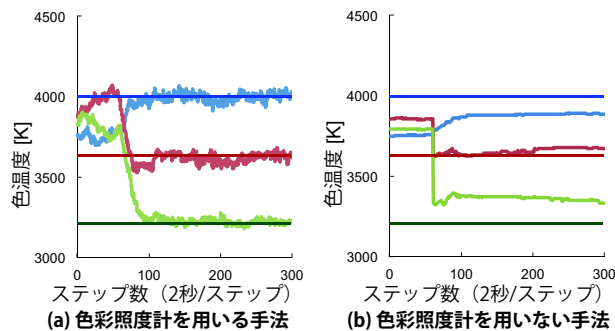


Fig. 5 色温度の履歴

実験結果より、Fig. 2 では各照明の色温度が一灯一灯ごとに变化しているのが分かる。これは要求された色温度を満たすよう、色彩照度計から得られる色温度情報を基にフィードバック制御を繰り返しているためである。これに対し、Fig. 3 では、各照度センサに近い照明が要求された色温度で点灯するのが確認できた。

### 4.3 照度および色温度における検証

目標照度・目標色温度の実現性を検証する。各手法の照度・色温度の履歴を Fig. 4, Fig. 5 に示す。Fig. 4 から、全ての照度センサの照度が目標値を満たしているのが確認できた。また、Fig. 5 においては、色彩照度計を用いずに、目標値に近い値で色温度が収束したのが確認できた。

## 参考文献

- William J. Olli Seppanen. Fisk: A model to estimate the cost-effectiveness of improving office work through indoor environmental control. *Proceedings of ASHRAE*, 2005.
- 大林史明, 富田和宏, 服部瑠子, 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, pp. 151-156, 2006.
- 芦辺麻衣子, 三木光範, 廣安知之. 知的照明システムにおける照度と色温度の個別分散制御. *情報処理学会研究報告. BIO, バイオ情報学*, Vol. 2008, No. 126, pp. 69-72, 2008.
- 三木光範, 東陽平, 小野景子, 吉井拓郎. 個別照度を提供する分散制御照明システムにおける照度センサの移動に適応する消灯メカニズム. *同志社大理工学研究報告*, Vol. 53, No. 2, pp. 92-98, 2012.