

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

Construction of Intelligent Lighting System that builds in the Control Mechanism of Color Temperature at actual workspace

三木 光範* 廣安 知之† 加來 史也‡ 吉形 允晴§ 田中 慎吾§

Mitsunori Miki Tomoyuki Hiroyasu Fumiya Kaku Mitsuharu Yoshikata Shingo Tanaka

1. はじめに

近年、オフィスワーカーの快適性を向上させることによって知的生産性の向上を求める声が高まっている [1]. このような背景から、我々は知的照明システムの開発を行っている. 知的照明システムは、各ユーザが必要とする照度を提供することで、オフィスにおける知的生産性の向上を図る.

一方、照度のみならず光色が生体に与える影響が近年注目されている [2]. そこで、さらなる知的生産性の向上のため、個別色温度環境を実現する照明制御システムの実現を目指す.

本報告では、知的照明システムに色温度制御機構を組み込むことで、実執務環境において任意の場所に任意の照度、および任意の色温度を提供するシステムについて述べる.

2. 知的照明システムの概要

知的照明システムとは、コンピュータによる光度制御が可能な照明器具、照度センサ、および電力計を一つのネットワークに接続し、自律分散的に各照明の光度を調節することにより、任意の場所に任意の照度を提供するシステムである [1].

3. 色温度制御機構を組み込んだ知的照明システム

3.1 構築システムの概要

本システムは、ユーザの要求する照度を実現する従来の知的照明システムに加え、電球色蛍光灯とその制御装置を用いることで、ユーザの要求する照度、および色温度を実現する.

なお、色温度とは光色を表す単位の1つであり、絶対温度 [K] で表す. ある色温度の光源は、その色温度と同じ温度の黒体が放射する光と同じ光色を発する. このため、色温度が高い光源ほど青く光り、色温度が低い光源ほど赤く光る.

また、色温度の異なる照明が同時に点灯している場合は、各照明の光度の比率によって、全体の色温度が決定される. このことから、各照明の光度を調節することにより、色温度を制御できる.

3.2 構築システムの構成

本システムのハードウェア構成は、制御用 PC2 台、インバータ制御可能な白色蛍光灯と電球色蛍光灯各 10 灯、調光信号発生器 2 基、照度センサ 10 基、電力計、お

び A/D 変換ボードから成る. 本システムの構成を図 1 に示す.

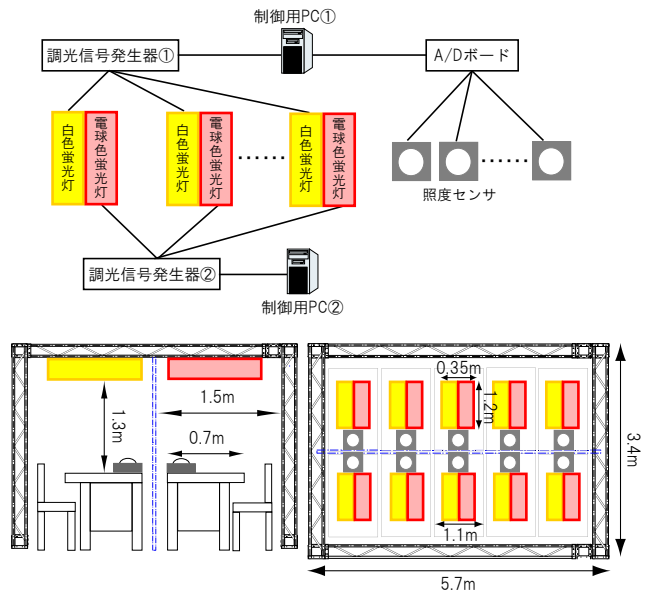


図 1: 構築システムの構成

図 1 のように、10 人のユーザが作業できる空間に本システムを構築した. そして、各ユーザのワークスペースの上に白色蛍光灯および電球色蛍光灯を取り付け、机の上に照度センサを設置した.

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. 制御用 PC で調光信号を制御することで、光度制御を行っている. そして、各照度センサは A/D 変換ボードを介して制御用 PC と接続されており、制御用 PC は照度センサから出力される照度情報を A/D 変換ボードでデジタル信号に変換し、取得している.

3.3 色温度および照度制御

知的照明システムは、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することが可能である [2]. しかしながら、色彩照度計は非常に高価なため、ユーザごとに色彩照度計を用意することが困難である. このため、以下に示す方法によって、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.

まず、図 2 に示す色温度の分布図を用いて、目標照度と目標色温度に適合する点をプロットし、電球色蛍光灯の光度を読み取る. そして、その電球色蛍光灯の光度、および目標となる照度を制御用 PC に入力する. これにより、電球色蛍光灯は入力した光度により点灯し、白色

*同志社大学理工学部

†同志社大学生命医科部

‡同志社大学工学部学生

§同志社大学大学院

蛍光灯は電球色蛍光灯の光度と併せて、目標となる照度が実現するように自動的に光度を調節する。

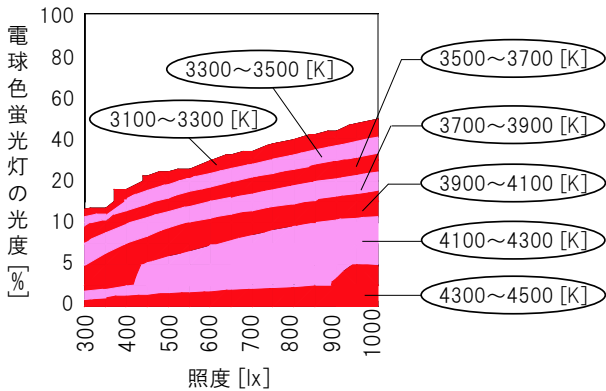


図 2: 色温度の分布

白色蛍光灯の光度制御には、相関係数を用いた適応的近傍アルゴリズム (Adaptive Neighborhood Algorithm using Correlation Coefficient : ANA/CC)[3] を利用している。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、照明と照度センサ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を適応的に決定するアルゴリズムである。これにより、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。

なお、図 2 は白色蛍光灯、および電球色蛍光灯の光度を細かく変更し、色彩照度計を用いて色温度を計測した予備実験により、作成した図である。

4. 構築システムの動作実験

4.1 実験概要

図 3 に示す環境において、構築したシステムの動作実験を行った。

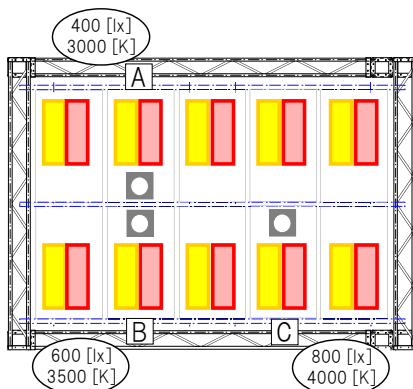


図 3: 実験環境

A 点は目標照度 400 [lx] および色温度 3000 [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 4000 [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。

4.2 実験結果および考察

照度履歴を図 4 に、色温度履歴を図 5 にそれぞれ示す。

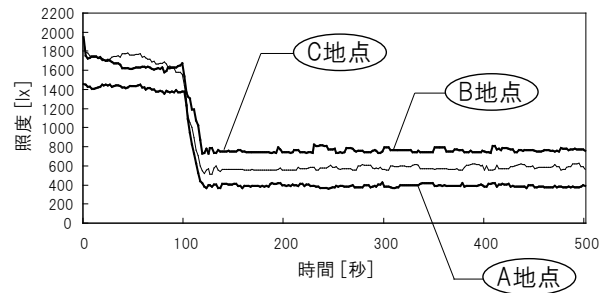


図 4: 照度履歴

図 4 より、電球色蛍光灯の光度に関わらず、どの地点においても 100 秒程度で目標照度に収束していることが確認できる。

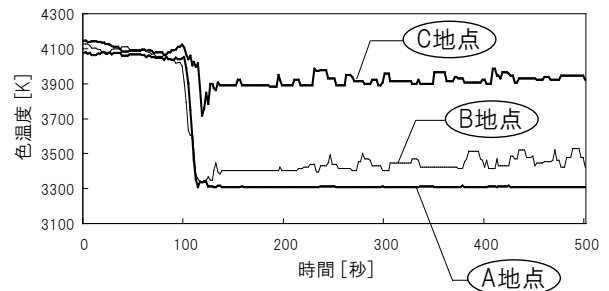


図 5: 色温度履歴

また、図 5 より色温度は照度と同じく 100 秒程度で安定し、200 [K] から 300 [K] 程度の誤差は生じるが、どの地点においても目標色温度にほぼ収束していることが確認できる。

以上の 2 つの実験結果から、本システムが A, B, C の各点において目標照度、および目標色温度を実現し、それぞれのユーザが要求する光環境を提供できることを確認できた。

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, 日本機械学会, 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, pp.49-52, 2005