

目標照度および目標の光色を実現する知的照明システム

- 単一の特定位置の場合 -

Intelligent Lighting System Provided Targets Illuminance and Color Appearance

- On a Specific Place -

三木 光範[†]

富島 千歳^{††}

廣安 知之[‡]

吉見 真聡[†]

Mitsunori MIKI Chitose TOMISHIMA

Tomoyuki HIROYASU Masato YOSHINI

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注目されるようになってきている。また、光環境が人に与える影響についての研究が行われている [1]。光環境の中で特に照度と光色に着目した研究では、目標照度および光色を実現するシステムが必要である。しかし、現在の研究で用いられているシステムは、手動制御のため設定が困難である。このことより、目標照度および光色を入力するだけで実現する照明システムを構築する。なお、本研究では光色を表す指標として色温度および色度を用いる。

2 照度および光色

照度とは、ある場所での明るさを表し、単位は lx (ルクス) である。また、本研究で光色を表す指標として用いる色温度とは、光源の光の色と同じ光の色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。色度とは、光の色を 2 値の数値で表したものである。照度および光色が人に与える影響についての研究は多く行われており [1][2]、照度および光色の制御は重要であると考えられる。

3 目標照度および色温度を実現する照明システム

3.1 提案システムの要件

本システムは、光度と照度および色温度の関係式より、目標照度および色温度の実現を行う。また、2 灯の異なる色温度の照明を用い、各照明の明るさを変化させることによって幅広い色温度を提供する。照度は、光源からの距離の二乗に反比例するという性質があり、光源の光度からある地点の照度を関係式で求められる [3]。一方、光度からある地点の色温度を求める関係式は存在しない。また、光度を測定するのは容易でないため、照度と色温度の関係式を求めることにより、光度と色温度の関係式を導出する。なお、光度とは光源の明るさを表す。システムの構成を図 1 に示す。

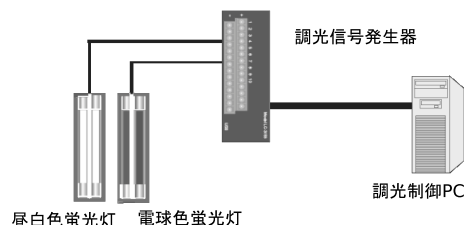


図 1: システム構成図

3.2 光度と色温度の関係式導出の問題点

色温度を表す黒体放射軌跡線は色度を 2 次元座標に変換した色度図 [4] 上において表される。また、同じ色温度の線を等色温度線と呼ぶ。同じ色温度であっても色度が異なる場合が存在するため、より正確な関係式を求めるためには、色度を用いる必要がある。そこで、色度を用いて光度と色温度の関係式を求める。なお、色度から色温度の変換は、JIS で標準化されている [5]。

3.3 光度と色温度の関係式導出実験

照度と色度の関係式より光度と色温度の関係式を導出する。昼白色蛍光灯と電球色蛍光灯 1 灯ずつを用いて、照明直下位置における色度を測定し、各照明の照度値の比から色度を推測した値との比較を行った。90%、60%、30% を明るさの設定値とし、9 種類の組み合わせにおける色度を測定した。結果の内、2 種類の組み合わせにおける結果の色度図を図 2 に示す。

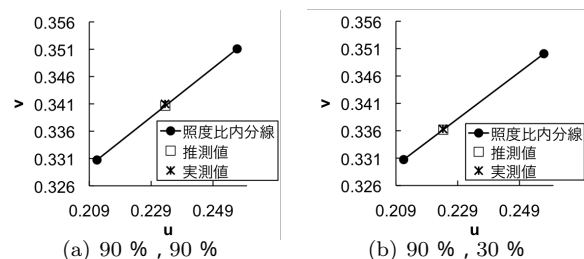


図 2: 蛍光灯の照度比内分 (昼白色蛍光灯の設定光度光度, 電球色蛍光灯の設定光度)

実験結果より、異なる色温度の照明が 2 灯存在する環境における色温度は、各照明における色度を照度比で内分することにより求められることがわかった。なお、他の 7 種類の組み合わせによる実験結果からも、上

[†] 同志社大学理工学部

[‡] 同志社大学生命医科学部

^{††} 同志社大学大学院

記のことがわかった。実験から得られた、照度と色温度の関係式より目標照度および色温度を実現する光度を導出できると考えられる。

3.4 提案システムの動作

ユーザが照度と色温度を設定することで、目標照度および色温度を実現できるシステムを構築した。

システムの動作は、以下のようになっている。

1. 目標照度と目標色温度の設定

2. 目標色温度の色度変換

JISZ8725[5]を用いて目標色温度を黒体軌跡上の色度に変換する。

3. 昼白色および電球色蛍光灯を用いて実現できる色度の設定

各蛍光灯の色度を結んだ線が実現できる色度となる。

4. 目標色温度の等色温度線上において実現できる色温度(色度)の算出

目標色温度の等色温度線と2種類の蛍光灯の色度を結んだ線の交点を目標色温度の色度とする。

5. 各蛍光灯の照度比率および照度の算出

各蛍光灯の色度を結んだ線上を、目標色温度の色度が分割する比率を照度比とする。

6. 各蛍光灯の光度の導出および点灯

各蛍光灯の光度と照度の関係式から、各蛍光灯の照度を満たす光度を導出し、点灯する。

3.5 提案システムの検証

システムの検証のため、照度と色温度を設定し、システムによる光度における実測値との比較を行った。実測値は、昼白色蛍光灯と電球色蛍光灯が対になった蛍光灯を用い、中心で測定を行った。4つの設定値を用いて検証を行った。設定値および実測値の結果を図3に示す。

結果より、本システムは設定された照度および色温度を実現する有効なシステムであると考えられる。

4 目標照度および色度を実現する照明システム

4.1 提案システムの要件

前章で述べた色温度だけでなく、赤、緑、および青の3原色のカラー蛍光灯を用いることにより、更に多くの光色を提供する。本システムは、光度と照度および色度の関係式より、目標照度および目標の色度の実現を行う。なお、光度と色度の関係については、3.2節で導いた関係式を用いる。

4.2 提案システムの動作

ユーザが照度と色度を設定することで、目標照度および色度を実現できるシステムを構築した。

システムの動作は、以下のようになっている。

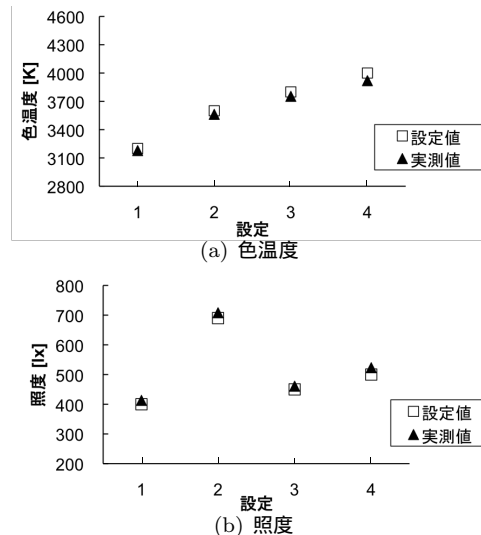


図3: 目標照度および色温度と実測値

1. 目標照度および色度の設定

目標とする照度および色度を設定する。

2. カラー蛍光灯を用いて実現できる色度の設定

各蛍光灯の色度を結んだ線上及び三角形内が実現できる色度となる [6]。

3. 目標色度の各カラー蛍光灯の比率を算出

各蛍光灯の色度と目標色度の差を用いて、各蛍光灯の照度比率を求める。

4. 各蛍光灯の照度の算出

目標照度を算出した比率で分割し、各蛍光灯の照度を算出する。

5. 各蛍光灯の比率の補正および光度の導出

算出された比率から、補正を行い、各蛍光灯の光度と照度の関係式から、目標を満たす光度を導出する。

5 まとめ

本研究では、光環境の照度と光色に着目し、目標の照度および色度を実現するシステムおよび、目標の照度および色温度を実現するシステムの構築を行い、システムの有効性が示された。

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. オフィスワークのプロダクティビティ改善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.
- [2] 金井隆志, 勝浦哲夫, 岩永光一, 下村義弘. 室内照明の色温度が作業中の覚醒度に与える影響. 日本生理人類学会誌, Vol. 5, No. 2, pp. 14-15, 2000.
- [3] 逐点法による照度計算. <http://iwasaki.co.jp/kouza/212/index.html>.
- [4] CIE (国際照明委員会: Commission Internationale de l'Eclairage). http://www.cie.co.at/index_ie.html.
- [5] JIS. JISZ8725:光源の分布温度及び色温度・相関色温度の測定方法, 1999.

[6] 篠田博之, 藤枝一郎 (編). 色彩工学入門, p. 108. 森北出版, 2007.