

目標の色度および照度を実現する LED 照明システム

富島 千歳[†] 三木 光範^{††} 廣安 知之[‡] 吉見 真聡^{††}

[†]同志社大学大学院 ^{††}同志社大学工学部 [‡]同志社大学生命医科学部

1 はじめに

近年オフィスにおいて、オフィスワーカーの知的生産性、創造性、および快適性の向上に注目が集まっている。オフィス環境が知的生産性に与える影響に関する研究が行われ、オフィスワーカーの仕事内容などによって求められる照度が異なるという研究結果が報告されている [1]。一方、近年 LED 照明の普及などから、光環境の中でも特に光色の利用が発展していくと考えられる。光色に着目した研究では、光色が緊張感や興奮を誘発させる効果があることが報告されている [2]。しかし、光色が人に与える影響に関する研究では単一の光環境で実験が行われており、複数の場所に異なる光環境が存在する環境での実験を行う必要があると考えられる。このことから、複数の目標色度および目標照度を実現する LED 照明システムを構築する。

2 目標の色度および照度を実現する LED 照明システム

2.1 システムの概要

システムは複数のフルカラー LED 照明から構成され、各照明が任意の色度で点灯することにより、一つの空間において複数の場所に異なる色度および照度を実現する。目標の色度および照度を設定することで、システムがそれらを満たす照明環境を実現する。光源として、SHARP 製の調光可能なグリッド天井用フルカラー LED 照明 (DL-A016E) を用いた。フルカラー LED 照明は赤色 (R)、緑色 (G)、青色 (B)、および黄色 (Y) の 4 色からなり、各色デジタル制御で 0~1000 の値で調光が可能である。この組み合わせにより様々な光色を実現する。

2.2 照度および色度の制御方法

本システムは、光度と照度および光度と色度の関係より、目標の色度および照度を実現する。また、4 色のフルカラー LED 照明を用い、各色の明るさを変化させることによって幅広い色度を提供する。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、複数の異なる色度の光源における光度から

ある場所の色度を求める関係式は定義されていない。このことから、複数の異なる色度の光源における光度と色度の関係式を導出する。なお、光度とは特定方向における光源の明るさを表す。

2.3 複数の異なる色度の光源における光度と色度の関係

2.2 節で述べたように複数の異なる色度をもつ光源の光度および色度の関係式を求める。カラー光源を用いた光色の指定には様々な指標が用いられるが、本研究では Luv 表色系の uv 色度を用いた。

2 灯のフルカラー LED 照明を用いて、実験を行った。実験環境を図 1 に示す。各フルカラー LED 照明を RGBY の 4 色のうち異なる単色光で点灯させ、その 2 灯の間での色度を測定した。点灯は調光信号値 200、500、および 800 とした。なお、それぞれの調光信号値における各照明の光度は、照度を計測し、光度と照度の関係から算出した。また、測定箇所は図 1 に示すように、それぞれの照明の直下、各照明直下から 30cm 刻み、および各照明の真ん中の計 9 点とした。照度および色度を色彩照度センサ (コニカミノルタ製: CL-200) で計測した。測定結果の一例として、照明 1 を赤色 (調光信号値 200) 照明 2 を黄色 (調光信号値 200) とした場合における各場所での色度測定結果を図 2(a) に、照明 1 を青色 (調光信号値 200) 照明 2 を黄色 (調光信号値 200) とした場合の各場所での色度測定結果を図 2(b) に示す。

結果より、測定色度は照明の各単色光における色度を結んだ直線上となり、各照明に近いほどその照明の単色光における色度に近づくことがわかった。

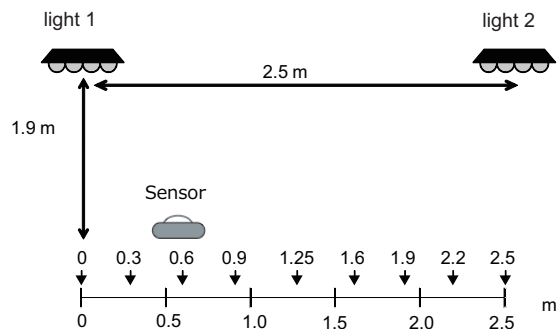
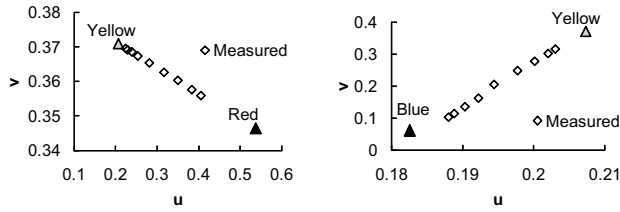


図 1: 実験環境

測定結果と各光源の光度から、複数の異なる色度の光源における光度と色度の関係式を導出した。また、

LED lighting system provided target chromaticity and illuminance
Graduated School of Knowledge Engineering and Computer Science, Doshisha University ([†])
Faculty of Science and Engineering, Doshisha University (^{††})
Faculty of Life and Medical Sciences, Doshisha University ([‡])



(a) 赤色 LED (調光信号値 200) 黄色 LED (調光信号値 200)
 (b) 青色 LED (調光信号値 200) と黄色 LED (調光信号値 200)

図 2: 色度測定結果

導出した式による推測値と実測値との比較を行った。結果の一例として、照明 1 を赤色 (調光信号値 200) 照明 2 を黄色 (調光信号値 500) とした場合における各場所での色度推測結果を図 3 に、照明 1 を青色 (調光信号値 200) 照明 2 を黄色 (調光信号値 500) とした場合の各場所での色度推測結果を図 4 に示す。

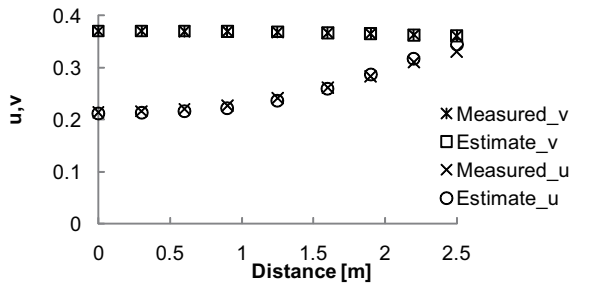


図 3: 色度推測および測定結果 [赤色 LED (調光信号値 200) と黄色 LED (調光信号値 500)]

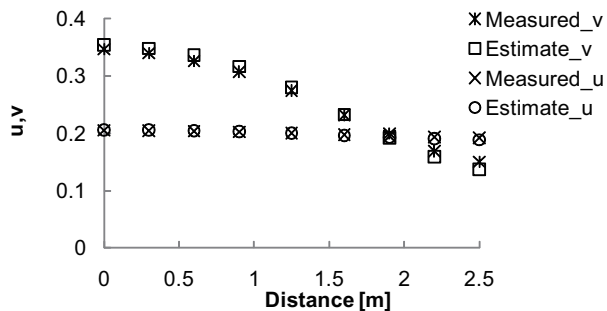


図 4: 色度推測および測定結果 [青色 LED (調光信号値 200) と黄色 LED (調光信号値 500)]

結果から、複数の異なる色度の光源における色度は、各色の光度に各色の重みを掛けた値、および求める場所と各光源との距離の 4 乗の比率によって求められることがわかった。なお、結果より各色の重みは赤色 1、緑色 2、青色 3、黄色 4.2 となった。

3 検証実験

2.2 節にて述べたように、照度と光度の関係と、2.3 節から導いた複数の異なる色度の光源における光度と色度の関係を用い、フルカラー LED 照明 29 灯を用い

たシステムを構築した。構築したシステムの検証実験を行った。実験環境を上から見た図を図 5 に示す。3 つの目標色度および目標照度を設定し、システムの動作後に照度および色度の測定を行う。目標値は、1 番の場所に照度 750 lx, uv 色度 (0.12,0.33), 2 番の場所に照度 370 lx, uv 色度 (0.17,0.22), 3 番の場所に照度 300 lx, uv 色度 (0.20,0.16) とした。結果を図 6 および図 7 に示す。

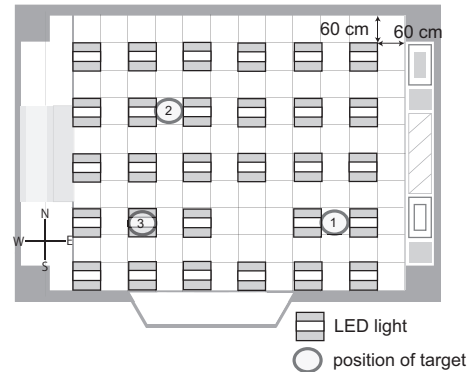


図 5: 実験環境

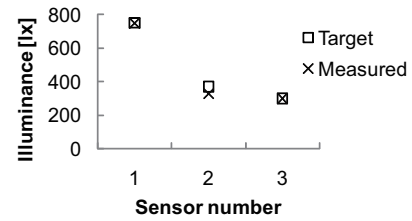


図 6: 照度結果

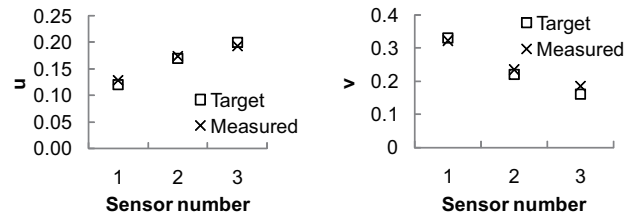


図 7: 色度結果

結果より、目標の色度および照度が実現できたと考えられる。このことより、提案したシステムを利用し、一つの空間に複数の色度および照度を提供できることが確認できた。

参考文献

- [1] Peter R. Boyce. Individual lighting control : Task, performance, mood, and illuminance. *JOURNAL of the Illuminating Engineering Society*, pp. 131-142, 2000.
- [2] 岩切一幸, 綿貫茂喜, 安河内朗, 柝原裕. 光源色がその曝露中と曝露後に cnv の早期成分に及ぼす影響. *日本生理人類学会誌 = Japanese journal of physiological anthropology*, Vol. 2, No. 3, pp. 31-37, 19970800.
- [3] 照明学会 (編). 照明ハンドブック, 第 2 章. オーム社, 第 2 版, 2003.