

# RGB蛍光灯を用いた雰囲気制御システム

—光の明るさと色を個別分散制御する照明システム—

三木 光範<sup>†</sup>, 芦辺 麻衣子<sup>††</sup>, 廣安 知之<sup>†</sup>

(同志社大学工学部)<sup>†</sup>, (同志社大学大学院)<sup>††</sup>

## 1 はじめに

近年, オフィスなどにおいて, オフィスワーカーの快適性や健康性ならびに知的生産性の向上を求める声が高まっている. また, 光環境を改善することで知的生産性の向上が図れることが報告されている<sup>1)</sup>. このような背景から, 我々は, ユーザの要求に応じて任意の場所に任意の明るさを提供できる知的照明システムを提案している<sup>2)</sup>. 光の明るさだけでなく, 光の色も変えることにより, 更なる知的生産性の向上を図ることを考える.

本研究では, 任意の場所に任意の光色と明るさを提供するシステム(以下, 雰囲気制御システム)を構築することを目的とする. 知的生産性と光色に関する予備実験を行い, 自律分散型雰囲気制御システムの提案を行う.

## 2 知的生産性に及ぼす光色の影響

### 2.1 実験目的および実験概要

調色と知的生産性との関係を検証するため, 調色による感性評価実験を行う. 調色には, RGB蛍光灯を用いる.

被験者は, 特に目に疾病のない大学生10名(20代前半, 男女各5名)である. 同志社大学知的照明実験室にて, 指定した光色の環境下で加算作業を行った. 知的生産性の評価指標は未だ確立されていないが, 本実験では作業効率と疲労感で評価を行う. 疲労の主観的測定方法である「自覚症しらべ」, および人の働きぶりを評価する検査である「内田クレペリン検査」を実施し, 作業効率および疲労感を評価する. また, アンケートを行う.

### 2.2 実験環境および実験手順

実験環境は, 以下の5つで, 机上面照度は全て150[lx]である.

- 白色光 (白色蛍光灯のみを点灯)
- 赤色光 (R蛍光灯のみを点灯)
- 緑色光 (G蛍光灯のみを点灯)
- 青色光 (B蛍光灯のみを点灯)
- 電球色光 (電球色蛍光灯のみを点灯)

各照明環境において10分間順応させたのち, 「内田クレペリン検査」(1分間)を5回行った. 各作業の間には30秒間の休憩を取った. そして, 各環境の加算作業前および作業後に「自覚症しらべ」を行った. なお, 各環境での実験間には白色光で5分間のリセット時間を設けた. また, 習熟効果や疲労を考慮し, 5つの環境を被験者ごとに異なる順序で実験を行っている.

### 2.3 実験結果

作業効率として, 加算作業における正答数を用い, 疲労感の指標として, 「自覚症しらべ」による被験者全員の合計数における各環境の加算作業前後の疲労感の増加数を用いる. Fig. 1に加算作業の正答数の結果を示す. 正答数には有意な差が見られなかった. Fig. 2に疲労感の増加数を示す. 赤色光は他の環境と比べて有意に疲労感の増加数が高い. ( $p < 0.05$ )

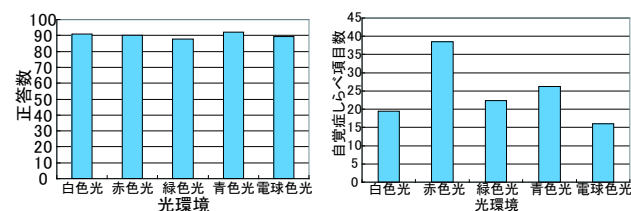


Fig. 1 加算作業の正答数 Fig. 2 疲労感の増加数

また, アンケートの結果より, 主観的評価では作業効率を向上させる光色と疲労感を軽減する光色は, 個人によって異なった.

### 2.4 まとめと考察

特定の光色が作業効率に影響するという効果は見られなかった. 個人による有意な差が見られなかったのは短時間作業であったためであると考えられる. 一方, 疲労感においては, 赤色光の環境で非常に疲れやすい色環境であることが分かった. また, アンケートによる主観的評価では, 作業効率および疲労感のどちらにおいても, 光色による有意な差は見られなかったが, 個人によって好みの光色が存在する可能性があることがわかった. 今回の実験より, 個人毎に異なる光色を与えるシステムが必要だと考える.

### 3 自律分散型雰囲気制御システムの構築

#### 3.1 概要

各RGB蛍光灯に搭載された制御装置によって自律分散的に制御を行う自律分散型雰囲気制御システムを構築する。本システムは、Fig. 3に示すように、複数の調光可能なRGB蛍光灯、蛍光灯を調光する制御装置、および複数の移動可能な色彩照度センサを1つのネットワークに接続することで構成される。なお、色彩照度センサは、目標照度および目標色から算出される目標色度をネットワークに流す。著者らの研究室で開発した最適化アルゴリズムを用いることで、ユーザが要求する目標照度および目標色を実現する。

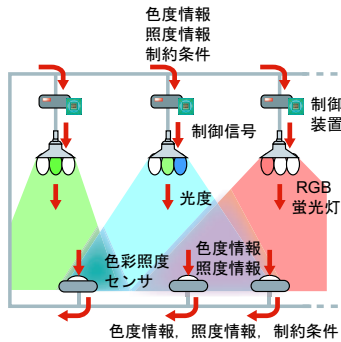


Fig. 3 自律分散型雰囲気制御システム

#### 3.2 制御アルゴリズム

制御装置の中で動作する制御アルゴリズムとして、確率的山登り法 (Stochastic Hill Climbing: SHC<sup>3</sup>) を用いる。以下に制御アルゴリズムについて説明する。

1. 初期設定を行う。全ての蛍光灯を初期光度で点灯させ、目標照度および目標色を設定する。
2. ネットワークから現在照度、目標照度および現在色度、目標色度を取り込み、照度および色度の現在値と目標値の差から目的関数値を計算する。
3. 光度を一定範囲内でランダムに変化させる。この範囲のことを、光度変動範囲と呼ぶ。
4. 光度変化後の照度と目標照度の差、および光度変化後の色度と目標色度の差から目的関数値を計算する。目的関数値が光度変化前の値より減少した場合、その状態および目的関数値を基準としその状態へと遷移する。目的関数値が減少しない場合は、変更前の値を基準とし、新たに次の状態を生成する。
5. 3~4の動作を繰り返し行う。

本アルゴリズムの目的関数を式(1)に示す。なお、この目的関数値は各知的照明機器にそれぞれ与えられ、各機器が自律分散的にこの目的関数の最小化を

行うことで、システム全体の最適化を図る。色度は、UCS色度座標値( $u'$ ,  $v'$ )である。

$$f = \sum_{i=1}^n [|Lt_i - Lc_i| + w\{(u't_i - u'c_i)^2 + (v't_i - v'c_i)^2\}] \quad (1)$$

$n$ : 照度センサの数,  $w$ : 重み,  $Lc$ : 現在の照度

$Lt$ : 目標照度,  $u'c, v'c$ : 現在の色度,  $u't, v't$ : 目標色度

### 4 提案したシステムの動作実験

#### 4.1 実験概要

構築した自律分散型雰囲気制御システムの動作実験を行い、その有効性の検証を行う。実験環境は、約60平方メートルの部屋であり、

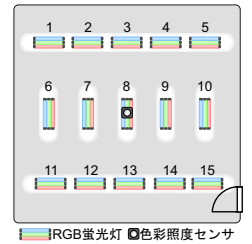


Fig. 4 実験環境

なお、目標色は、赤、緑、青、紫、水色、橙の6種類とし、各目標色の照度および色度は予備実験により測定した。

#### 4.2 実験結果および考察

本稿では、目標色を赤とした際の実験結果について記述する。Fig. 5, およびFig. 6に、照度履歴および色度履歴を示す。Fig. 5, およびFig. 6より、照度および色度が目標値に収束していることが確認できる。また、他の光色においても収束した。

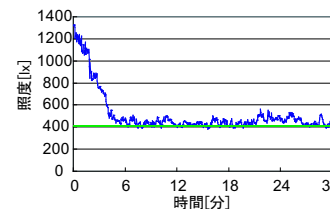


Fig. 5 照度履歴

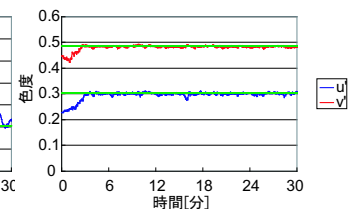


Fig. 6 色度履歴

### 5 まとめ

本研究では、光色が知的生産性に与える影響について実験を行い、疲労感を軽減する光色は人によって異なることがわかった。これより個人の好みの光色を実現する雰囲気制御システムの重要性が明らかとなり、RGB蛍光灯による自律分散型雰囲気制御システムを提案し、構築した。動作実験より、目標とする雰囲気を提供できた。

### 参考文献

- 1) 下田宏, 服部瑤子, 冨田和宏, 河内美佐, 石井裕剛, 大林史明, 寺野真明, 吉川榮和. オフィスワークの生産性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, 2006.
- 2) M.Miki, T.Hiroyasu, K.Imazato. Proposal for an intelligent lighting system and verification of control method effectiveness. *Proc IEEE CIS*, pp. 520–525, 2004.
- 3) D.H.Ackley. A connectionist machine for genetic hillclimbing. *Kluwer Academic*.