

# 知的照明システムにおける狭角型照明導入による選好照度実現精度の向上

富岡 亮登

Ryoto TOMIOKA

## 1 はじめに

我々はオフィスにおける執務者の快適性・知的生産性の向上を目的とした知的照明システムの研究を行っている。<sup>1)</sup> 知的照明システムでは、制御装置、照明器具、照度センサ、および電力計を 1 つのネットワークに接続する。制御装置が照明に対して個別に分散制御を行うことにより、照明の光度を変化させながら個々の執務者が選好する照度を与えると同時に、不要な照明の点灯度合いを抑え消費電力量を削減することが可能である。

しかし、標準的なオフィス環境では、近接する執務者との距離が十分大きくない場合が多く、全ての執務者にそれぞれの希望照度を提供できるとは限らない。例えば、隣接する 2 人の執務者が高照度と低照度を同時に希望すると、その 2 人の希望照度を同時に提供することができない場合がある。そこで、知的照明システムに配光角が狭い照明器具を用いることで、選好照度の実現精度を向上させる手法を提案する。

## 2 知的照明システムにおける照度制約

知的照明システムにおいて、全ての執務者の選好照度が実現できない要因には以下のものが挙げられる。

- 一般的な執務環境では執務者同士の間隔が狭い
- オフィスに導入されている照明の配光角が広い

上記のような、照明と執務者の机の物理的条件が執務者の選好照度実現精度を低くしている。本研究の目的は、これらの物理的条件のなかでも照明に着目し、照度制約の緩和を目指すことである。

## 3 照明配光角を用いた仮想環境の構築

### 3.1 概要

狭角型照明を実環境に導入する際にはコストがかかるため、事前に照度収束シミュレーションを行い、知的照明システムに最適なダウンライトを選定する必要がある。

知的照明システムの照度収束シミュレーションを行う場合、通常は各照明と照度センサを実環境に構築し、各照明がセンサに与える影響を照度/光度影響度係数として測定を行う必要がある。しかし、実環境に実機を導入する前の照度収束シミュレーションでは照度/光度影響度係数を実測することができない。そこで、狭角型照明の照明配光角と各照明・センサの位置関係から照度/光度影響度係数を算出し、シミュレーションを行うことで狭角型照明が照度制約を解消することを確認する。

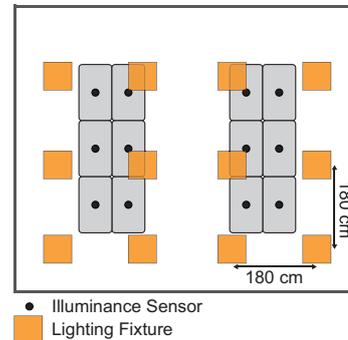


Fig.1 広角型照明を導入した配置図

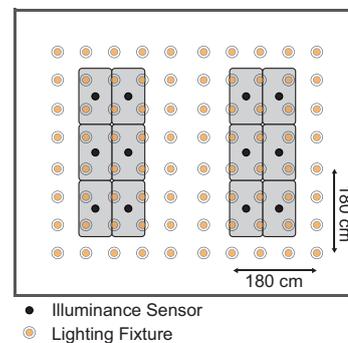


Fig.2 狭角型照明を導入した配置図

### 3.2 配光曲線を用いた照度/光度影響度係数の算出

照度/光度影響度係数を算出する手法では、照明と照度センサの位置関係、および使用する照明の配光曲線を用いる。Fig. 1 に一般的なオフィスの照明とデスクを用いた仮想環境のレイアウトを示す。一般的なオフィスでは広角型照明が 180 cm 間隔で設置される。また、デスクは 70 cm x 120 cm の標準的なものを想定する。これに対し、狭角型照明を導入するレイアウトでは 2 に示すように 60 cm 間隔で狭角型照明を設置する。

## 4 狭角型照明を用いた場合の照度収束シミュレーション

### 4.1 シミュレーションの概要

オフィスで一般的に使用される広角型照明では実現できない目標照度パターンとして、Fig. 3 に示す目標照度を各座席の照度センサに設定する。300 lx と 700 lx を選好する執務者を交互に配置することにより、一般的な広角型照明では全ての目標照度を同時に実現できないと考えられる。この目標照度パターンに対して、Fig. 1 と Fig. 2 で示した各環境で照度収束シミュレーションを行

い、照度収束履歴を比較する。

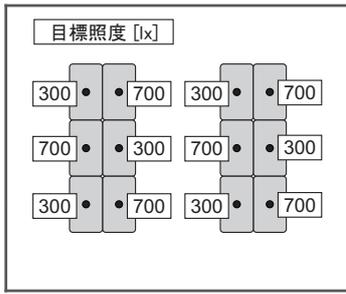


Fig.3 目標照度の設定パターン

照明制御アルゴリズムには、照度/光度影響度係数をセンサと照明の位置関係の判定に利用する ANA/DB を用いる。最適化における目的関数は式 (1) に示す式を用いる。

$$f_i = P + w \times \sum_{j=1}^n R_{ij}(I_j - I_j^*)^2 \quad (1)$$

$P$ : 消費電力 [W],  $w$ : 重み  
 $R$ : 照度/光度影響度係数 [lx/cd]  
 $I$ : 現在照度 [lx],  $I^*$ : 目標照度 [lx]

#### 4.2 シミュレーション結果

Fig. 4 に広角型照明を用いて Fig. 3 の目標照度に対して照度収束を行った照度履歴を、Fig. 5 に狭角型照明を用いて同じ目標照度に対して照度収束を行った照度履歴を示す。なお、ここでは目標照度の +8 % 以内に収束している場合、目標照度を達成していると定義する。

広角型照明を用いた場合、300 lx と 700 lx のいずれの目標照度も達成されなかった。式 (1) に示す最適化における目的関数では、目標照度と現在照度差の2乗をペナルティとして含み、300 lx と 700 lx を選好する執務者が交互に並ぶ配席パターンであるため、300 lx と 700 lx の中間である 500 lx 付近に照度収束している。

一方で、広角型照明の代わりに狭角型照明を導入した環境では、12 席とも 300 lx と 700 lx の目標照度を達成することができた。

#### 5 結論と今後の展望

狭角型照明の一種である、ダウンライトを用いて知的照明システムを構築すると各執務者の選好照度を同時にすべて実現可能であることが明らかとなった。今後、実環境に実機のダウンライトを同じ条件で導入し、照度収束の傾向および均斉度が得られるかどうかを検証する。

また、狭角型照明の設置間隔を小さくする手法についても考える。

#### 参考文献

- 1) M.Miki, T.Hiroyasu and K.Imazato, Proposal for an intelligent lighting system, and verification of control method effectiveness, Proc. IEEE CIS, 1, 520-525 (2004).

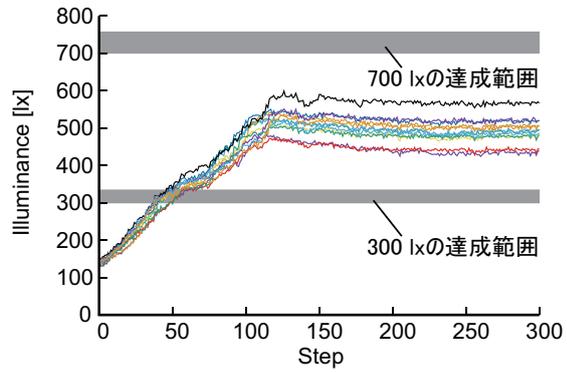


Fig.4 広角型照明を用いた場合の照度履歴

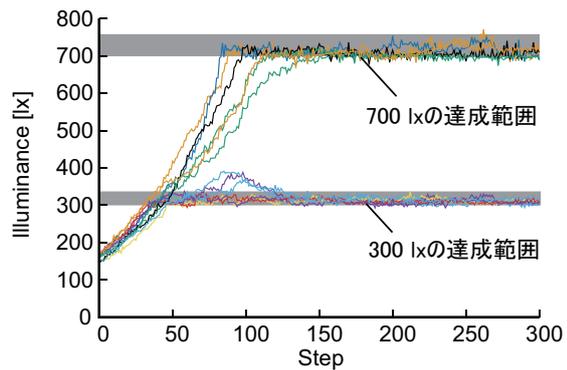


Fig.5 狭角型照明を用いた場合の照度履歴

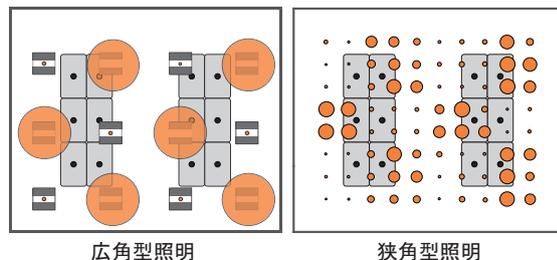


Fig.6 300 ステップ後の点灯パターン図

- 2)
- 3)