

# マルチエリア型人感センサを用いた照明制御の検討

伊藤 克也

Katsuya ITO

## 1 はじめに

近年、オフィスビルにおいて省エネルギーに対する意識が高まっている。オフィスにおける照明の消費電力は全体のおよそ 40 % を占めており<sup>1)</sup>、照明環境を改善することで消費電力を大きく削減することができる。

このような背景から、人感センサを用いて照明制御を行うオフィスが増加している<sup>2)</sup>。一方、従来型人感センサと比較し、より詳細に人の検知が可能なマルチエリア型人感センサの開発が進んでいる。

そこで本研究では、マルチエリア型人感センサを用いた照明制御手法において消費電力削減効果が高い点灯パターンの検討を行う。マルチエリア型人感センサの検知エリアに応じた最適な点灯パターンを提案し、マルチエリア型人感センサを用いた照明制御手法および従来型人感センサを用いた照明制御手法の消費電力削減効果を比較検証する。

## 2 人感センサ

### 2.1 従来型人感センサ

従来型人感センサは、人間の動きを検知する感知器であり、人が検知可能範囲内で動くと、その動きを検知し信号を送る。一般的に、赤外線を用いて人の検知を行うことが多いため、本研究では従来型人感センサとして、赤外線による人感センサを想定する。

### 2.2 マルチエリア型人感センサ

本研究で用いるマルチエリア型人感センサは、オムロン社が開発した人感センサである。従来型人感センサとの相違点は、 $3.6 \times 3.6 \text{ m}^2$  の検知範囲内の人の有無を検知するだけでなく、検知範囲を 16 分割し、その分割した各々の区画に対して人の有無を検知できる点である。そのためマルチエリア型人感センサでは、従来型人感センサと比べ、検知範囲内にいる人の詳細な位置を特定することが可能である。また複数人いた場合でも各々の位置を検知することが可能である。

## 3 人感センサを用いた照明制御手法

### 3.1 従来型人感センサを用いた照明制御手法

人感センサを用いて照明制御する際には、人感センサとその周囲の照明を対応付ける。そして、人感センサが人を検知に応じて、対応づけられた照明を点灯させる。従来型人感センサは、検知範囲内の人の有無を検知する

ことができるが、検知範囲内の人の位置を判別することはできない。そのため従来型人感センサを用いた照明制御手法は、検知範囲内全てを明るく照らす必要がある。よって、従来型人感センサを用いた照明制御手法では、人を検知した人感センサに関連付けられた照明を最大点灯光度で点灯するように制御する。

### 3.2 マルチエリア型人感センサを用いた照明制御手法

マルチエリア型人感センサは検知範囲内の人の有無を検知するだけでなく、検知範囲を 16 分割し、その分割した各々の区画に対して人の有無を検知できる。人の詳細な位置を判別できるため、照明を細かく制御できると言える。しかし、現在マルチエリア型人感センサを用いた照明制御手法は確立されていない。そこで、本研究ではマルチエリア型人感センサを用いた照明制御手法を提案する。提案手法では、マルチエリア型人感センサの検知可能範囲である 16 分割した各々の区画に対して、最低限満たすべき机上面の照度（以下、設定照度）を満たし、かつ照明の消費電力の和が最小となる点灯パターンを選出する。選出した点灯パターンにおける机上面の照度は、後述する照度推定により算出する。選出した点灯パターンの消費電力が同等の場合、検知範囲に近い照明を明るく点灯する点灯パターンを選択する。提案手法を用いることにより、消費電力削減効果の高い照明制御を実現する。

### 3.3 照度推定

ある部屋の任意の位置における照度計算手法についてはこれまで逐点法、光束法およびモンテカルロ法を用いた照度計算など様々な手法が研究されている<sup>3)</sup>。しかし、これらの手法で精度を高める際には、照明器具の光束、配光曲線など様々なパラメータを設定する必要がある。一般的には実際の環境でこのようなパラメータの値を得ることは容易ではない。

そこで、本研究では条件を限定することにより、簡易な手法で照度を推定する。すなわち、執務者の席を固定席と想定し、任意の位置ではなく特定の位置における照度推定を行う。各照明がある点灯光度で点灯した際に特定の机上面に及ぼす照度を計測することで、その位置に及ぼす照明の影響度合いを算出する。この影響度合いを用いることで、前述したパラメータを考慮することなく、特定の位置における照度を推定することが可能である。

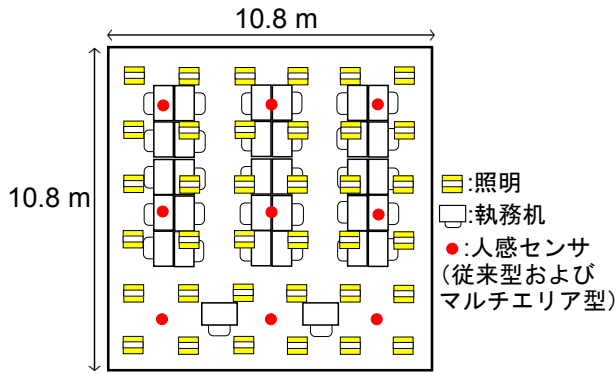


Fig. 1 シミュレーション環境 (オフィス平面図)

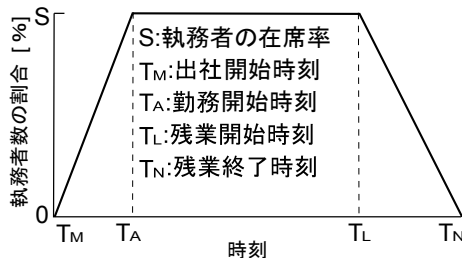


Fig. 2 執務者の在席率の推移

## 4 消費電力シミュレーション

### 4.1 実験概要

マルチエリア型人感センサおよび従来型人感センサを用いた照明制御手法の消費電力削減効果を比較検証するため、実オフィスを想定したシミュレーションを行った。その際、1日における執務者数の変動を模擬するために、出社時間帯、就業時間帯および退社時間帯を設けた。また、本研究では執務者の人数は32名とする。

本実験で用いる実オフィスを模擬したシミュレーション環境を Fig. 1 に示す。点灯パターンによる机上面の照度を推定するために、窓はないものとする。また、在席している執務者の人数に応じた消費電力削減効果を検証するため、3通りの在席率を想定しシミュレーションを行う。1日の執務者数の推移を表すグラフを Fig. 2 に示す。なお、 $T_M$  から  $T_A$  は出社時間帯、 $T_A$  から  $T_L$  は就業時間帯、 $T_L$  から  $T_N$  は退社時間帯を示している。以下にシミュレーションの条件を示す。

- 任意の執務者が出社および退社することとする。
- 就業時間帯では、平均在席者率が設定在席率（30%、60%および90%）となるようにする。
- 執務者は、就業時間帯の平均在席率が設定在席率と等しくなるよう、離席を行う。
- 執務者全員が同じ確率で平均30分間（10~50分の一様分布）の離席を行う。

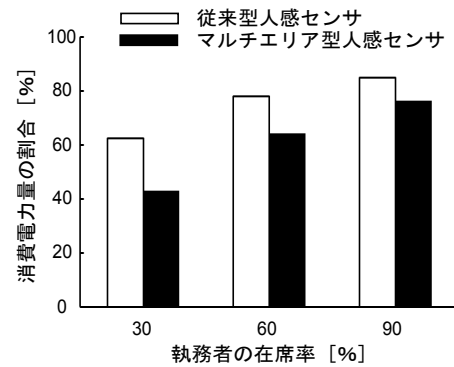


Fig. 3 消費電力の比較

- 離席を行う回数は執務者1人につき1度までとする。
- 12時から1時までを昼休みとし、照明は全消灯するものとする。
- 土曜日と日曜日を除いた1ヶ月間を想定し、試行回数は20日間とする。

### 4.2 実験結果

計3通りの執務形態におけるマルチエリア型人感センサを用いた照明制御手法と従来型人感センサを用いた照明制御手法の20日間の消費電力を Fig. 3 に示す。なお、縦軸は20日間すべての照明を最大点灯光度で点灯した際の消費電力を100%とした際の割合で示す。

Fig. 3 に示すように、マルチエリア型人感センサを用いた照明制御手法が、執務者の在席率の低い執務形態において20.6%、執務者の在席率の高い執務形態においても8.8%の消費電力削減効果を持つことを確認した。

## 5 結論

マルチエリア型人感センサを用いた照明制御手法は、従来型人感センサを用いた照明制御手法と比較し、想定した計3通りの執務形態で消費電力削減効果が高いことを確認した。特に執務環境に対して執務者の在席率の低い執務形態において、消費電力削減効果が最も高いことがわかった。以上の結果より、提案手法を用いることにより、オフィスにおける消費電力削減効果が向上すると考えられる。

## 参考文献

- 1) オフィスビルのエネルギー消費量の特徴。  
<http://www.eccj.or.jp/office-bldg/01.html>.
- 2) 中澤功, オフィスにおける人感センサ照明制御システム 照明学会全国大会講演論文集 37, 2004.
- 3) 大谷義彦, 大川守, 内田暁, 山家哲雄, モンテカルロ法を用いた照度計算の検討について 照明学会誌 82, 2009.