

知的照明システムへの在席センサの組み込み

The Intelligent Lighting System Incorporating Seat Sensor

三木 光範*
Mitsunori Miki

松谷 和樹†
Kazuki Matsutani

吉見 真聡*
Masato Yoshimi

吉井 拓郎†
Takuro Yoshii

1. はじめに

近年、オフィスにおける、オフィスワークの快適性および知的生産性の向上に注目が集まっている。オフィス環境を改善することにより、知的生産性が向上すると報告されている [1]。我々は、オフィスにおける光環境に着目し、任意の場所に任意の照度を実現し、かつ省エネルギー性を実現できる照明システム（以後、知的照明システム）の開発を行っている [2]。また、知的照明システムの実用化にむけ、実オフィスへの導入を行っている。知的照明システムは、執務者が離席している場合、その場所には明るさ（照度）が不要と判断している。導入システムでは、在席/離席の切り替えは、執務者がウェブ上のユーザインタフェースを通して行う必要があるが、在席/離席の切り替えが適切に行われていないことが多く、不必要な明るさが提供されていることがある。そこで、本稿では在席状態を自動的にセンシングする在席センサを組み込んだ知的照明システムを提案し、実オフィスに導入した際にどの程度消費電力を削減できるかを検証する。

2. 知的照明システム

知的照明システムとは、各照明が自律的に照明の明るさである光度を変化させることで、各執務者が要求する照度（目標照度）を満たし、かつ、不必要な明るさを抑えることで省エネルギーを実現する照明制御システムである。

知的照明システムは、複数の調光可能な照明、複数の照度センサ、および電力計から構成される。また、各照明は照度センサの位置情報を必要とせず、照明の各照度センサに対する影響度を把握することにより、位置関係を学習している。これにより適切な場所に適切な照度を提供する。

3. 実オフィスにおける運用とその課題

我々は、知的照明システムの有用性の検証を目的とし、六本木ヒルズ森タワー、東京ビルディング、新丸の内ビルディング、および大手町ビルディングの4か所に知的照明システムの導入を行っている。検証実験の結果、個別分散照度、および省エネルギー性実現の観点において良好な結果が得られたが、課題も存在する。知的照明システムは、執務者が離席している場合は、該当執務者の目標照度を0 lxとして扱うことで、不必要な明るさを抑制することが可能である。また、各照明は、自身の明るさが不要と判断すれば、消灯する仕組みとなっている。執務者の在席状態は、執務者自身がウェブ上のユーザインタフェースにアクセスし、在席状態を切り替えることで変更される。しかしながら、各執務者の在席状態の切り

替えはほとんど行われていない。そのため、実際には執務者が離席しているにも拘らず、不必要な明るさが提供されており、また、照明の適切な消灯が行えない。

在席状態の変更が行われない原因として、在席状態の変更に手間がかかることが挙げられる。そこで、執務者の在席状態を自動的にセンシングする在席センサを用いることで、これらの問題を解決することを考える。

4. 在席センサを組み込んだ知的照明システム

実験に使用するワイヤレス在席センサを試作した（株式会社プロビデント製）。在席センサは、圧力を感知するシート状の圧力センサ、データを送信するデータ送信端末、データを受信するコーディネータから構成される。図1に圧力センサ、図2にデータ送信端末のそれぞれの外観を示す。データ送信端末、およびコーディネータ間の通信仕様は、省電力性に優れた短距離無線通信規格であるIEEE802.11.4に準拠している。データ送信端末は、コーディネータに対してデータフレーム（28byte）を送信する。データ送信端末は、自身が固有にもつアドレスをデータフレームに付与することで、各センサを識別することを可能としている。コーディネータおよび計測PC間の通信は、RS-232Cに準拠したシリアル通信を行う。

今回構築したシステムは、30秒毎に在席センサがコーディネータに対し、圧力情報を送信する。システムは閾値以下の圧力が5分以上連続して取得された場合、執務者が離席したと判断し、該当執務者の目標照度を0 lxとして扱う。



図 1: 圧力センサ



図 2: データ送信端末

5. 実オフィスにおける検証実験

5.1 実験概要

現在、知的照明システムの実証実験を行っている東京ビルディング三菱電機株式会社本社オフィスへ在席センサを導入し、照明の消費電力量がどの程度削減できるかを検証する。

東京ビルの知的照明フロアでは、LED照明30台、照度センサが各席に1台ずつ、合計42台設置されている。今回の実験では照度センサを設置している42席のうち、10席に在席センサを設置した。

*同志社大学理工学部

†同志社大学大学院

実験は2011年1月29日より開始した。実験環境の平面図を図3に示す。枠で囲われた席に在席センサを設置した。枠内の数字は在席センサの識別用番号を表す。また、照明右の数字は照明番号を表す。圧力を感知する圧力センサは各執務者の座席に設置した。

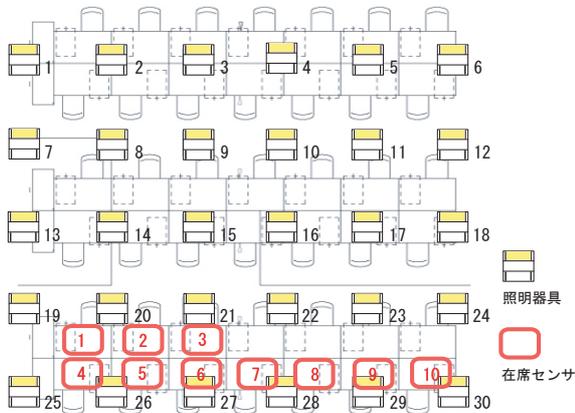


図3: 実験環境 (平面図)

5.2 執務者の在席状態と照明の光度の推移

実験結果の一例として、2011年2月9日における、照明番号26の照明の光度履歴、およびその照明の影響を受ける執務者の在席状態を図4に示す。なお、左縦軸は照明の光度値 [cd]、右縦軸は在席状態、横軸は時間 [時] を表している。図4では、照明番号26の照明に近い在席センサ1, 2, 4, 5および6の執務者がすべて離席している場合は、照明が消灯していることが分かる。このように在席状態を自動的にセンシングすることで、適切に不必要な明かりを抑えられていることが分かる。

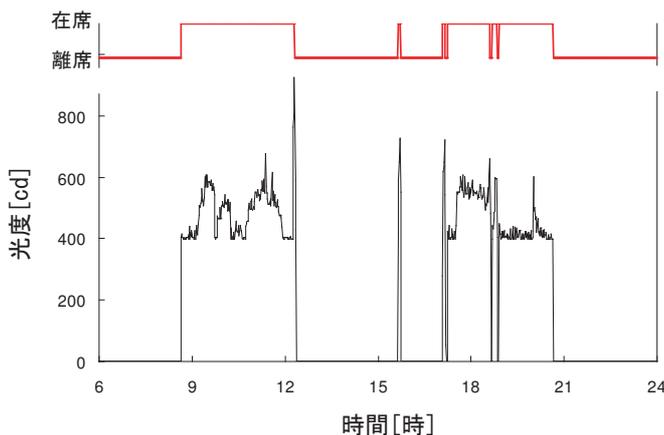


図4: 照明番号26光度履歴 (2011年2月9日)

5.3 省エネルギー性の検証

本実験において、どの程度消費電力が削減することができたか検証する。

照明番号19, 25, 26, 27, および30の照明の消費電力の和を基準とし、在席センサ導入前、導入後の消費電力を比較する。各照明の消費電力は、平日の9時から12時, 13時から18時までの消費電力の平均値を用いた。なお、導入前のデータとして、1月10日から1月21日, 導入後のデータとして2月8日から3月4日までのデータを用いた。在席センサ導入前の電力履歴を図5, 導入後の電力履歴を図6にそれぞれ示す。

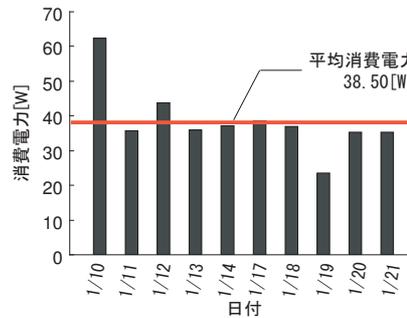


図5: 在席センサ導入前の消費電力履歴

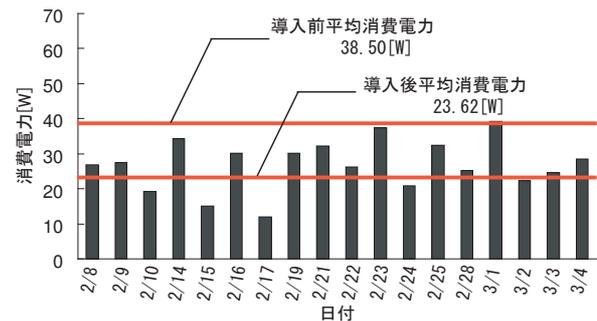


図6: 在席センサ導入後の消費電力履歴

図5, 6より、在席センサ導入後の電力履歴の方が全体として低く推移していることが分かる。導入前の、消費電力の平均は38.50[W], 導入後の消費電力の平均は23.62[W]程度となっており、在席センサを導入することで、在席センサを導入したエリアの照明の消費電力を導入前の4割程度削減することができた。今回の実験では、42席のうち10席に在席センサを導入したが、より多くの席にセンサを導入することで、より消費電力が低減できると考えられる。

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. オフィスワーカー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. ヒューマンインターフェースシンポジウム 2006, 2006
- [2] 三木光範. 知的照明システムと知的オフィスコンソーシアム. 人工知能学会, Vol.22, No3, pp.399-410, 2007