

実オフィスにおけるスマートフォン型照度センサを用いた知的照明システムの構築

山口浩平

Kohei YAMAGUCHI

1 はじめに

著者は、オフィスにおいて各執務者が要求する個別の明るさ（照度）を最小の消費電力で実現する知的照明システムの研究・開発を行っている。知的照明システムは既にその有効性が認められ、東京都内の複数のオフィスで実証実験が行われている。実オフィスにおいて必要な場所に必要の照度を提供することに成功し、高い省エネルギー性を実現した¹⁾。

この成果を基に、2012 年 8 月に二子玉川ライズ・オフィス 8F のカタリスト BA に、実オフィスにおいて初となる無線照度センサを用いた知的照明システムを導入した。さらに、2015 年 10 月には無線照度センサをスマートフォンを用いたものに変更し、利便性を高めることで知的照明システムの利用促進を図った。

本稿では、カタリスト BA に導入した知的照明システムの特徴的な機能と、新たに導入したスマートフォン型の照度センサを用いた知的照明システムの詳細について述べる。

2 導入した知的照明システムの特徴

カタリスト BA は次世代のオフィスモデル研究を実践する場として、プロジェクトワークやワークショップなど様々な知識創造活動が積極的に行われており、知的照明システムを導入することによって、オフィス価値の向上や照明の消費電力削減を狙っている。

カタリスト BA には執務者の固定席が存在しておらず、利用者が自分好みの執務スペースや会議スペースを作ることができ、様々な利用形態が想定できる。

このようなオフィスの特徴から、カタリスト BA に導入する知的照明システムには、ディスカッションやブレインストーミング、プレゼンテーションなど様々なオフィス用途に対応可能であることが求められる。また、カタリスト BA を複数の業務に利用する場合もあるため、利用者が制御エリアを選択できるようにする必要がある。

これらの要件から、カタリスト BA に導入した知的照明システムは、無線照度センサを用いて各執務者に個別の照度を提供する機能に加え、様々なビジネスシーン、ワークシーンに対応するシーン制御モードを有している。

3 シーン制御モード

各執務者は web 上から Fig. 1 に示すようなユーザインタフェースにアクセス可能であり、シーン制御モードではユーザインタフェースに示されたボタンを選択することで、様々なシーンに適した照度・色温度で照明を点灯できる。これにより、通常の執務に適した照度・色温度

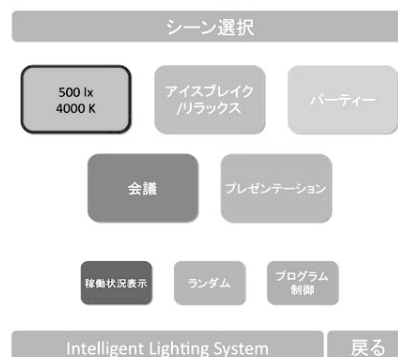


Fig.1 シーン制御用ユーザインタフェース



Fig.2 変更前（左）および変更後（右）の照度センサ

を提供するデフォルトモード、休憩時や会話を楽しむのに適したリラククスモードなど、エリア全体の照明をワンタッチで調光できる。また、カタリスト BA を複数の業務に利用する場合もあるため、エリアごとに点灯光度を調光可能な会議モードも存在する。さらに、時間帯により様々な企業が利用するため、利用時間の管理と利用時間の終了時に通知を行うこともできる。利用時間の通知は、照明の点灯光度を繰り返し増減させることで行う。

これらのように、執務者はシーン制御モードを用いることによって、様々な利用形態に合わせた調光・調色を行うことができ、ディスカッションやブレインストーミングなど、創造的作業の効率の向上に繋がると考えられる。

4 センサモード

4.1 新たな照度センサの導入

カタリスト BA は通常のオフィスのような固定席が存在しないため、利用者の移動が想定される。そこで実オフィスにおいて初めて無線照度センサを用いて、執務者の移動に対応し必要な照明だけを点灯するセンサモードを導入した。これにより利用者の満足度と生産性の向上に繋がると考えられる。

しかしながら、2012 年 8 月に知的照明システムを導入して以来、センサモードはあまり利用されていない。

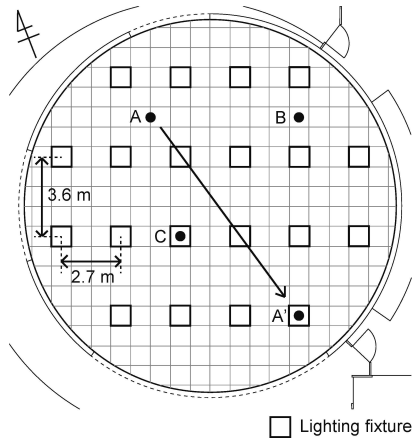


Fig.3 実験環境

その要因として、無線照度センサの操作が執務者にとって分かりにくいことや、無線照度センサが電池式であるため電池切れの際に手間がかかるといったことが考えられる。

そこで、2015年10月に、Apple社の iPod touch と Lumu Labs 社のスマートフォン用照度計 Lumu を用いた新たな照度センサを導入した。Lumu はスマートフォンのイヤホンジャックに挿入して利用する。ドーム状のセンサ部で照度を取得しスマートフォンに照度値を送信する。変更前の無線照度センサおよび新たに導入した照度センサを Fig. 2 に示す。

照度センサは、照明調光用の PC に接続されたルータに対して、ソケット通信を用いてセンサ ID、計測した照度および執務者が設定した目標照度を送信する。また、照明器具には色温度の可変範囲が 3100 K~4700 K のパナソニック社製 LED 照明を用いた。

新たな照度センサの導入により、タッチスクリーンを用いた操作が可能になったことによる操作性の向上および、USB 充電が可能になったことによる利便性の向上を実現した。

4.2 照度収束実験

新たに導入したスマートフォン型照度センサを用いて、センサの近傍照明の抽出および目標照度への照度収束実験を行った。近傍照明の抽出には行列探索を用いた²⁾。行列探索では、照明の点灯光度を微弱に変化させることで、照度センサに近い照明 4 灯を照度センサにひも付ける。また、ひも付けされた 4 灯以外の照明は消灯する。

Fig. 3 に示すカタリスト BA の環境において、地点 A、B および C にそれぞれ照度センサ 1、2 および 3 を設置し、近傍照明の抽出を行った。照明の抽出後、目標照度への照度収束を開始した。照度センサに設定した目標照度は、地点 A、B および C のセンサにおいてそれぞれ、700 lx、500 lx、300 lx とした。次に、照度収束開始後 100 ステップ後に、地点 A のセンサ 1 を地点 A' に移動した。移動後、センサ 1 の UI 上の位置推定ボタンを押し、再度近傍照明の抽出を行った。照明の抽出後、再度目標照度への照度収束を行った。

照度センサから得られた照度値の履歴を Fig. 4 に示す。グラフの横軸は経過時間を、縦軸は照度値を示して

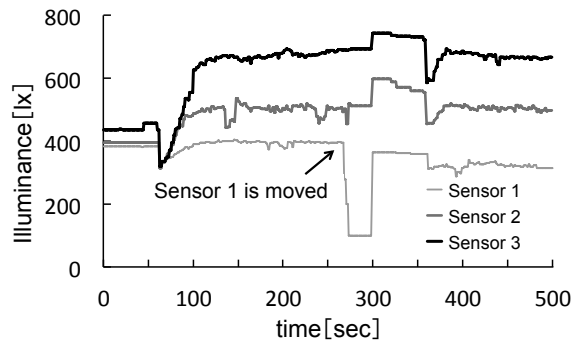


Fig.4 照度履歴

いる。各照度センサは約 1 分経過後から目標照度への収束を開始していることから、近傍照明の抽出は 1 分程度で完了していることが分かる。その後、制御開始から約 2 分後に照度センサ 2 および 3 の照度が目標照度に収束していることが確認できた。しかし、照度センサ 1 は目標照度が 300 lx であるのに対し高い照度をとっている。これは照度センサ 2 および 3 の目標照度が高く、センサ同士の設置間隔が狭いことから、センサ 2 および 3 の目標照度を満たすことを優先した結果、センサ 1 の照度が高くなってしまったのだと考えられる。照度センサ 1 を地点 A' に移動後、近傍照明の抽出は 1 分程度で完了し、すべてのセンサの照度が目標照度に収束していることが確認できた。

各照明の点灯光度については、照度センサに近い 4 灯が点灯し、4 灯の中でも照度センサに近い照明が強く点灯していることが確認できた。また、照度センサに近い 4 灯以外の照明が消灯していることが確認できた。この点灯状態で目標照度への収束を実現したことから、スマートフォン型の照度センサを用いた場合においても、近傍照明の抽出および照度収束が正しく行われたことが確認できた。

5 結論と今後の展望

実オフィスに、スマートフォンを用いた照度センサを導入し、知的照明システムとして有効に動作していることを確認した。新たな照度センサの導入により、以前の無線照度センサの課題点を改善し、カタリスト BA における知的照明システムの利用促進を図った。

今後の展望として、執務者が目標照度を選択するとその照度に適した色温度で照明が点灯する、照度・温度連動型の知的照明システムをカタリスト BA に導入することで、執務者の快適性のさらなる向上に繋がると考えられる。

参考文献

- 1) 大学法人同志社大学, 株式会社三井物産戦略研究所, "平成 20 年度~平成 22 年度成果報告書エネルギー使用合理化技術戦略的開発/エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発/自立分散最適化アルゴリズムを用いた省エネ型照明システムの研究開発," Technical Report 20110000000875, 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構, 4 月 平成 23 年.
- 2) 池上久典, 大規模な知的照明システムに対応した照度センサ近傍照明の抽出手法, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol.;J98-D, No.3