

2W-7 実オフィス環境における個別照度を提供する照明システムの評価

三木 光範[†] 笠原 佳浩^{††} 廣安 知之[‡] 吉見 真聡[†]

[†]同志社大学理工学部 ^{††}同志社大学大学院 [‡]同志社大学生命医科学部

1 はじめに

近年、オフィス環境を改善することでオフィスワークの知的生産性、創造性、および快適性の向上に注目が集まっており、オフィスにおける光環境の改善に関する研究が行われている [1]。このような背景から、我々の研究室では個々のオフィスワークの要求に応じた照度を提供する知的照明システムの研究を行っている。知的照明システムでは、各ワークが自身の照度センサに目標照度を設定することで、その値を満たしかつ電力が最小となる点灯パターンを最適化手法を用いて実現することができる。現在、知的照明システムは、基礎実験の結果、ユーザの目標照度を満たし、高い省エネルギー性を実現できることが確認されており、実用化に向けて検証実験を行っている [2]。

また、我々の研究室では実オフィスに導入された知的照明システムの有効性を評価するため、オフィス環境を対象とした照度分布計測システムを構築した [3]。

本研究では、照度分布計測システムを用いて行った実オフィス環境における知的照明システムの評価結果について述べる。

なお、照度とは単位面積当たりに入射する光束を表す物理量で、単位は lx (ルクス) である。また、後に述べる光度とは光源からある方向へ放射された単位立体角当たりの光束を表す物理量で、単位は cd (カンデラ) である。

2 システム概要

2.1 知的照明システム

知的照明システムは、コンピュータ制御が可能な複数の照明器具、照度センサ、および電力計をネットワークで接続することにより構成される。各照明は照度センサからの照度情報、および電力計からの電力情報を基に、自律分散アルゴリズムに基づいて光度を変化させる。この光度変化を繰り返すことにより、目標とされる照度を満たし、かつ電力が最小となる点灯パターンへの収束を行っている。

2.2 照度分布計測システム

我々の研究室では、多数の照度センサから得られた照度データをリアルタイムに照度分布として可視化するシステムを開発した。このシステムでは、多数の照度センサから得られた照度データをリアルタイムに照度分布として可視化する。そのため、季節や天候により変化する外光の影響や、短時間で変化する直射日光の影響、あるいは照明器具毎に異なる劣化や汚れに対応することが可能である。Fig.1 に照度分布計測システムを示す。

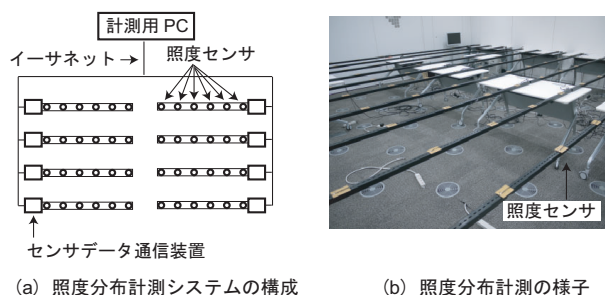


Fig. 1: 照度分布計測システムの構成

3 実オフィス環境における知的照明システムの評価

3.1 実験環境

現在、知的照明システムは複数のオフィスにおいて実用化に向けた検証実験が行われている。三菱地所株式会社が保有する新丸の内ビルディング (東京都千代田区) 内の次世代低炭素型技術実証オフィス「エコツェリア」もその内のひとつである。エコツェリアでは、三菱電機照明株式会社およびシャープ株式会社の協力により、調光範囲が広い LED 照明器具が 24 台導入されている。これにより、従来の照明器具と比較して、省エネルギー性の向上および要求される照度に柔軟に対応することが可能となる。

実オフィス環境における知的照明システムの評価を行うため、我々の研究室で開発した照度分布計測システムを用いて、エコツェリアにおいて照度分布計測実験を行った。本実験では照度分布計測用に 204 台の照度センサを 50 cm 間隔に設置した。また、知的照明システムの制御用に 10 台の照度センサを使用した。各照度センサの目標照度は、それぞれ A : 1125 lx, B : 1050 lx, C : 1200 lx, D : 1200 lx, E : 1050 lx, F : 750 lx, G : 675 lx, H : 600 lx, I : 1125 lx, J : 1200 lx とした。実験環境を Fig.2 に示す。なお、実オフィ

Evaluation of Lighting System that Provides Individual Illuminance in a Real Office Environment

[†] Mitsunori MIKI (mmiki@mail.doshisha.ac.jp)

[†] Yoshihiro KASAHARA (ykasahara@mikilab.doshisha.ac.jp)

[†] Tomoyuki HIROYASU (tomo@is.doshisha.ac.jp)

[†] Masato YOSHIMI (myoshimi@mail.doshisha.ac.jp)

Doshisha University (†)

1-3 Miyakodani, Tatara, Kyotanabe, Kyoto 610-0321, Japan

ス環境では、机と机の間にローパーティションがあり、照度分布計測システムを机の上に配置することが困難である。そのため、遮蔽物がない床面から 125 cm の位置に照度センサを配置した。以降、この床面から 125 cm の高さにおける照度について述べる。

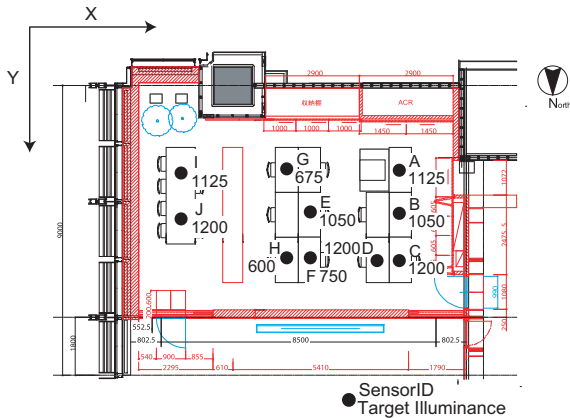


Fig. 2: 実験環境

3.2 照度評価

照度分布計測システムによって計測された、照度収束状態の照度分布を Fig.3 に示す。

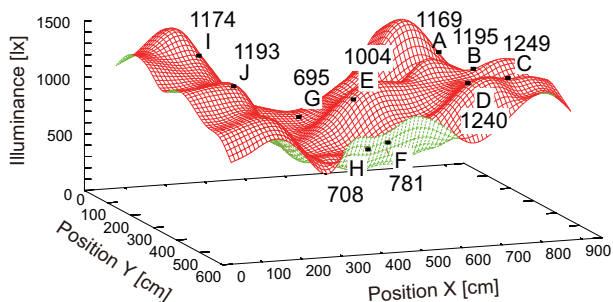


Fig. 3: 照度収束状態の照度分布

Fig.3 より、全体として北側よりも南側の方が照度値が高くなっている。これは、南側では壁際に照明が配置されているため、壁からの反射の影響であると考えられる。また、知的照明システムにより照度センサを設置した場所には個別の照度が提供されており、照度センサのない場所では全体的に低い照度となることが確認できた。実オフィス環境において、人間は 50 lx 程度の照度差を認知できないとされている [4]。このことから考えると、ほぼ全ての照度センサに関して目標照度が満たされていることが分かる。しかしながら、照度センサ B, H では目標照度値と測定照度値の照度差が 50 lx 以上であった。これは、現在の知的照明システムでは高い目標照度値を優先しているためである。つまり、照度センサ B, H の周囲の照度センサが高い照度値を要求しているため、照度センサ B, H の照度が満たせなかったと考えられる。

次に、ワークエリアにおける照度分布について述べる。ワークエリアの照度評価に関しては、CIE (国際照明委員会) では、ワークエリア内では均斉度 (平均照度に対する最小照度の比) が 0.7 以上、ワークエリア周辺では均斉度が 0.5 以上を推奨している [5]。Fig.4 に、特にワークエリアにおいて照度変化が大きかった照度センサ E の結果を示す。なお、表示範囲は標準的なオフィスの机上面の大きさが 1100 mm(W)×700 mm(D) であることを用いた [6]。

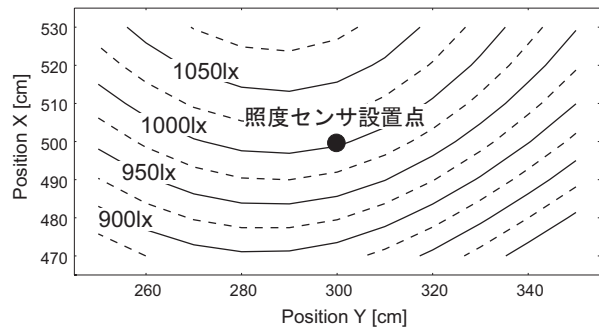


Fig. 4: ワークエリア【照度センサ E】

Fig.4 より、照度センサ E のワークエリアにおける照度変化は約 300 lx であり、均斉度は 0.73 であった。また、他の全てのセンサについても均斉度は 0.7 以上であった。CIE により推奨されているワークエリアの均斉度が 0.7 以上であることを考えると、知的照明システムにより提供されるワークエリアの照度環境は執務に適した環境である。

以上の結果から、実オフィス環境においても知的照明システムの有効性が確認できた。

謝辞

本実験の遂行にあたりご協力頂いた、三菱地所株式会社 近江氏、足立氏、株式会社セコニック 松元氏、武井氏、深澤氏、龍谷大学 小野先生の皆様に謝意を表します。

参考文献

- [1] Peter R. Boyce, Neil H. Eklund, S. Noel Simpson, Individual Lighting Control: Task Performance, Mood, and Illuminance, *Journal of the Illuminating Engineering Society*, pp. 131 - 142, Winter 2000
- [2] Miki M, Hiroyasu T, Imazato K, Proposal for an intelligent lighting system, and verification of control method effectiveness, *Proc IEEE CIS*, pp. 520 - 525, 2004
- [3] Miki M, Kasahara Y, Hiroyasu T, Yoshimi M, Construction of illuminance distribution measurement system and evaluation of illuminance convergence in intelligent lighting system, *Proc IEEE SENSORS*, pp. 2431 - 2434, 2010
- [4] 鹿倉智明ら, オフィス照明環境における明るさ変動近くに関する研究, *情報処理学会研究報告*, pp. 49 - 52, 2005
- [5] CIE:Lighting of Indoor Work Places, CIE S 008/E-2001, p.4, 2001
- [6] JIS S 1010:1978 Standard Size of Writing Desks for Office