

# 実オフィスに導入した照明制御システムの稼働状況の可視化システム

## The visualization system operational status in the lighting control system introduced in the office of a company

三木 光範\*  
Mitsunori Miki

今宮 久夫†  
Hisao Imamiya

廣安 知之†  
Tomoyuki Hiroyasu

吉見 真聡\*  
Masato Yoshimi

### 1. はじめに

近年、オフィスビルにおけるエネルギー削減は、極めて重要な課題となっている。そのため、照明、空調、および OA 機器の細かな制御が求められている。しかしながら、オフィスビルでは消費される電力量の約 25[%] が照明電力で占められており [1]、照明における省エネは重要である。

また、オフィスなどにおいて、オフィスワークの知的生産性や創造性の向上を求める声が高まってきている。そして、オフィスワークを取り巻く環境（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いう報告がなされている [2, 3, 4]。

このような背景から、我々は個別に明るさ（照度）を提供することで、知的生産性の向上と消費電力量の削減を実現する知的照明システムの研究を行っている [5]。現在、知的照明システムは実用化に向けて東京都内の実オフィスにおいて実証実験が行われている。そこで、本研究では遠隔地における照明制御システムの稼働状況の可視化を行うシステムを構築した。

本システムは、東京都内の実オフィスに導入した知的照明システムを対象とし、ユーザの操作情報やセンサ情報を基に稼働状況の確認を行い、システムの故障の診断と解決策を検討するために用いる。

### 2. 知的照明システム

#### 2.1 知的照明システムの導入

知的照明システムは、複数の照明器具と複数の照度センサをネットワークに接続することで構成される。知的照明システムでは、オフィスワークが机上のパソコンから目標の明るさ（目標照度）を設定するだけで、照明や照度センサの位置情報を必要とすることなく、自動的に有効な照明を判断し、任意の場所に任意の照度を提供することができる。目標照度は、各オフィスワークが所持する照度センサごとに設定される。すなわち、照度センサの付近の明るさが目標照度となるように各照明器具の制御を行う。各照明器具は、三菱電機製の蛍光灯を用いており、白色蛍光灯 2 管および電球色蛍光灯 1 管から構成され、それらの光度の和を制御することによって、目標照度を実現する。なお、光度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心理的な物理量で、単位は cd（カンデラ）である。それに対して、照度は単位面積当たりに入射する光束を表す心理的な物理量で、単位は lx（ルクス）である [6]。

これまで知的照明システムは同志社大学の実験室において、その有効性が検証されてきた。しかし、実際のオ

フィスでは照明の数や照度センサの数（オフィスワークの数）も多く、選考照度および色温度がオフィスワークに与える影響や長時間稼働が可能なのかなど、様々な問題があると考えられる。そのため、知的照明システムの実用化に向けて、東京都内の三菱地所（株）大手町ビルディングにあるオフィスに導入し、実証実験を行っている [7]。

#### 2.2 ログデータ

三菱地所（株）大手町ビルディングに導入されている知的照明システムは、稼働状況の解析のためにユーザの操作情報とセンサ情報を出力している。これらを、ログデータと呼ぶ。実証実験には、詳細な時系列データが必要になる。そのため、以下のログデータを 1 分毎に出力している。なお、照明は、白色蛍光灯 2 管、電球色蛍光灯 1 管を 1 台として、合計 12 台用いている。また、照度センサは合計 15 台用いている。

1. ログデータの出力年月日時分
2. 各照明の白色蛍光灯の点灯光度（12 台分）
3. 各照明の電球色蛍光灯の点灯光度（12 台分）
4. 各オフィスワークの目標照度（15 台分）
5. 各照度センサの現在照度（15 台分）

オフィスワーク 1 人につき照度センサが 1 台設置されているため、目標照度および現在照度は、オフィスワークのデスクの数だけ出力されている。また、白色光度および電球色光度は、照明の台数分だけ出力されている。なお、ここでの光度は、照明器具直下方向の光度のことである。

この 5 種類のログデータが 1 分毎に出力され、1 日毎に新たなファイルが作成される。このログデータを利用することで、システムの稼働状況を確認することが可能である。

### 3. ログデータの取得方法

遠隔地における知的照明システムのログデータを取得するためには、システム制御用 PC にアクセスする必要がある。しかし、セキュリティの関係で直接アクセスすることはできない。そのため、社内ネットワークとは別の外部ネットワークが必要となる。そこで、社内ネットワークとは別にグローバル IP をもつ独立回線を新たに設置したりリモートシステムを構築した。リモートシステムを介してシステム制御用 PC にアクセスを行うことで、ログデータの取得が可能になる。

### 4. 稼働状況の確認

知的照明システムの稼働状況を詳細に確認するためには、フロアにおいての照明、照度センサ、および窓の位置関係が必要になる。これは、どの照度センサに対して

\*同志社大学理工学部

†同志社大学生命医科学部

‡同志社大学大学院

どの照明が点灯しているのか、外光の影響を受ける照度センサはどこなのかを把握するためである。そのため、実際のオフィスの平面図を用いて視覚化を行った。Fig.1に稼働状況の確認を行うユーザインタフェースを示す。

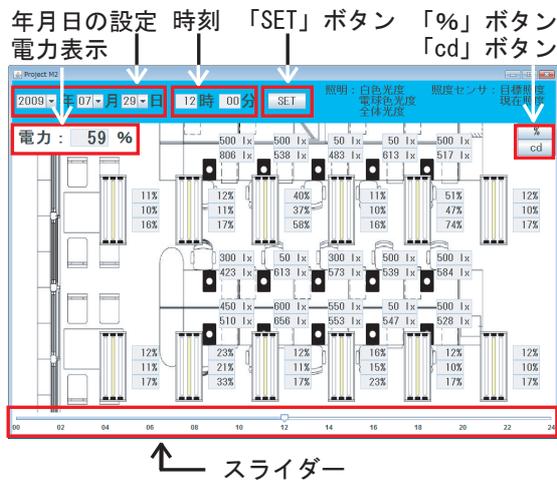


Fig. 1: 稼働状況の確認を行うユーザインタフェース

Fig.1の年月日の設定と「SET」ボタンにより、稼働状況の確認を行いたい年月日の設定を行うことができる。知的照明全体の消費電力は、各照明の白色光度および電球色光度を基に電力を算出し表示している。消費電力を表示することで、知的照明システムの消費電力量の削減効果を確認することができる。

ログデータの可視化を行う手段として、画像、グラフ、そして表などが挙げられる。知的照明システムの稼働状況の確認を行う際に管理者が最も入手したい情報は、各照明の光度と各照度センサの照度の数値であると考えられる。Fig.2に光度と照度の可視化を示す。ここでの白色光度の数値は、白色蛍光灯1管の数値を表示している。そのため、実際の白色蛍光灯の数値は2倍したものとなる。



Fig. 2: 光度と照度の可視化

Fig.2での全体光度とは、白色光度と電球色光度の総和である。全体光度を表示することで、1台の照明がどの程度の割合で点灯しているかを確認できる。光度に関しては、「%」と「cd」の単位切り換えを行うことが可能である。照度センサについては、目標照度および現在照度を表示することで、収束状況の確認が容易になる。また、Fig.1のスライダーを動かすことで、任意の時間の状況を確認できる。

上記の機能を使うことで、稼働状況を1分毎に確認することが可能になった。しかし、1日の稼働状況を確認することは容易ではない。そこで、各照明の光度履歴、

各照度センサの照度履歴、および消費電力（横軸：時刻、縦軸：光度、照度、および消費電力）を表示する機能を追加した。グラフ化することにより、1日の稼働状況を確認することができ、故障を発見することが容易になる。そして、故障の状況を診断し、解決策を検討することが可能になる。Fig.3に正常稼働の照度センサ、トラブルが生じている照度センサの履歴を示す。

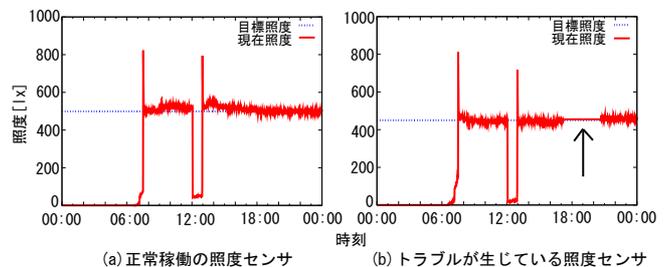


Fig. 3: 照度センサの履歴

Fig.3の(a)および(b)では、急激に照度が上がっている部分がある。その理由は、知的照明システムは電源投入時に100%点灯して、その後、目標照度に収束するためである。また、急激に照度が下がっている部分がある。これは、昼食時間で照明の電源が切られているためである。(a)では、現在照度が小刻みに変動している。しかし、(b)では、現在照度が一定の時間帯(矢印部分)がある。この時間帯では、何らかの原因により、現在照度が取得されていないことが分かる。このように、ログデータのグラフ化を行い、分析することでシステムのトラブルを発見することが容易になる。

## 5. まとめ

本研究では、遠隔地における照明制御システムの稼働状況の可視化システムを構築した。本システムにより、稼働状況の確認が可能になり、システムのトラブルを発見することが容易になった。しかし、効果的な可視化のためには、さらなる改良の余地があると考えられる。

本研究で提案したシステムを用いることで、オフィスの照明などに関して、詳細な稼働状況の確認を設備の管理者や利用者が容易にすることができ、運用管理や省エネ効果などの評価に役立つと思われる。

## 参考文献

- [1] ECCJ 省エネルギーセンター. <http://www.eccj.or.jp/office-bldg/02.html>
- [2] 西原直枝, 田辺新一. 中程度の高温環境下における知的生産性に関する被験者実験. 日本建築学会環境系論文集 No.568, pp.33-39, 2003.6.
- [3] 橋本哲, 寺野真明, 杉浦敏浩, 中村政治, 川瀬貴晴, 近藤靖史. 室内環境の改善によるプロダクティビティ向上に関する調査研究. 空気調和・衛生工学会論文集 No.93, pp67-76, 2004.4.
- [4] 小林弘造, 北村規明, 田辺新一, 西原直枝, 清田修, 岡卓史. コールセンターの室内環境が知的生産性に与える影響. 空気調和・衛生工学会学術講演大会論文集, pp2053-2056, 2005.9.
- [5] 三木 光範, 知的照明システムと知的オフィス環境コンソーシアム, 人工知能学会誌, Vol.22, No.3, pp.399-410, 2007
- [6] 照明学会. 大学課程 照明工学 (新版). オーム社, 1997.
- [7] 三菱地所(株) プレスリリース, <http://www.mec.co.jp/j/news/pdf/mec090331.pdf>