

センサネットワークを用いた大規模照度分布計測システム

三木 光範[†] 笠原 佳浩^{††} 吉見 真聡[†] 吉井 拓郎^{††}

Large Scale Illuminance Distribution Measurement System using Sensor Network

Mitsunori MIKI[†], Yoshihiro KASAHARA^{††}, Masato YOSHIMI[†], and Takuro YOSHII^{††}

あらまし オフィスにおける照度評価に関する研究は広く行われている。しかし、多数の照度センサを用いた計測は困難であることから、現在までオフィスにおける照度の分布が実測された例はほとんど無い。オフィスにおける照度は、主に計算機シミュレーションで求められることが多く、計算精度の検証例等も報告されている。しかし、この方法のみでは、什器や備品による影響、および照明器具ごとに異なるランプの劣化や反射板の汚れによる光束の変化をシミュレーション結果に反映させることは容易でない。そのため、多数の照度センサを用いて照度を測定し、得られたデータから照度の分布を求める必要がある。そこで本研究では、160台以上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構築した。

キーワード センサネットワーク、大規模計測、照度分布、オフィス環境

1. まえがき

現在、オフィスの照度環境を構築するにあたり、机上面の照度は JIS 照度基準を満たすよう簡易的なシミュレーション [1] を基に照明設計を行っている。しかし、照明器具の経年劣化や、什器・備品による影響により照度環境が大きく変化するといえる。そのようなことから、現存するオフィスの照度分布を正確に求めることは、照度環境の改善にとって重要である。現在、照度分布は計算機シミュレーションで求められることが多く、モンテカルロ法を応用した手法や天空光などの気象データを用いた手法など、数多くの照度計算法が提案されており、照度計算精度の検証例等も報告されている [2]~[4]。しかしながら、現存するオフィスにおいては、数多くの什器や備品による影響、照明器具ごとに異なるランプの劣化や反射板の汚れによる光束の変化、および壁面の反射率の変化をシミュレーション結果に反映させることは容易でない。そのため、現存するオフィスにおける照度環境の実態調査などでは、照度シミュレーションではなく、数点の計測点を

基に室内全体の照度分布を推測する手法が用いられている [5], [6]。

数点の計測点から推測する手法では、什器や備品による影響、および照明器具ごとに異なるランプの劣化や反射板の汚れによる光束の変化を含めた照度分布を求めることが可能である。しかし、広い面積のオフィスにおいて詳細な照度分布を求めるためには多くの照度計測点が必要であり、これまでの手法では、そのすべてを計測することは容易でない。また、同時に複数の計測点を計測することが難しく、時間により変化する外光の影響を受ける可能性がある。これらのことより、多数の照度センサを用いて同時に照度を測定することで照度分布を求めるシステムが必要である。

現在までに多数の照度センサを用いた計測システムとして、荒木らが開発した多点同時照度測定システムが報告されている [7]。荒木らの多点同時照度測定システムでは、30台の照度センサを接続しての照度測定実験が行われているが、照度分布の計測には至っていない。また、照度センサの最大接続数が80台であるため、オフィスの照度分布計測においては接続可能照度センサ数が少ないと考えられる。

そこで、本論文では多数の照度センサ素子とマイクロプロセッサ等、比較的安価な機器を用いて照度分布を計測できるシステムを構築した。本研究はこれまでにない台数 (168台) の照度センサを用いて、1秒

^{††} 同志社大学大学院 工学研究科, 京都府
Graduate School of Engineering, Doshisha University, 1-3
Tataramiyakodani, Kyotanabe-shi Kyoto, 610-0394 Japan
[†] 同志社大学 理工学部, 京都府
Department of Science and Engineering, Doshisha University

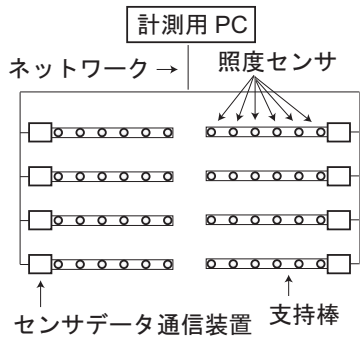


図 1 照度分布計測システム
Fig. 1 Illuminance distribution measurement system

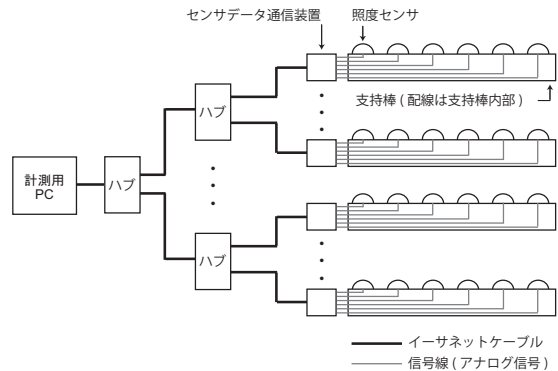


図 2 照度分布計測システムの構成図
Fig. 2 Configuration diagram of illuminance distribution measurement system

間に約 24 回の速度で照度分布を計測できるシステムを提案する。この照度分布計測システムを用いることで、現存するオフィスの照度環境を調査することが可能となり、電力制限による間引き点灯や外光連動型照明システムの性能検証などに対する評価に大きく貢献できると考える。なお、構築システムでは、照度データの収集に TCP/IP 通信を利用する。これにより、接続照度センサ数と照度計測頻度との間にトレードオフが存在するが、接続可能な照度センサ数は大きく緩和され、かつ照度センサの数の増減に柔軟に対応可能なシステムとなる。本稿では、この大規模照度分布計測システムの構築および照度分布の実測について述べる。

2. システム概要

本研究で提案する照度分布計測システム（以下、本システム）は、オフィス環境における照度の分布計測を目的としたシステムである。本システムは、複数の照度測定モジュールから構成されている。この照度測定モジュールは 6 台の照度センサ、および 1 基のセンサデータ通信装置からなる。図 1 に照度分布測定システムの概念図を示す。

本システムでは、机上面位置での照度分布計測を想定しているため、支持棒を用いて照度センサを配置している。これにより、通路などの照度センサを机上面位置に設置することが困難な場所においても、机上面位置での照度の計測が可能となる。図 1 におけるセンサデータ通信装置は、照度センサで計測された照度値の A/D 変換機能、および照度値を計測用 PC へ送信するための通信機能を持っている。センサデータ通信装置と計測用 PC はネットワークで接続されており、計測されたすべての照度データを計測用 PC へ集約す

ることが可能である。計測用 PC では、センサデータ通信装置から受信した照度データ、および照度センサの位置情報を基に、リアルタイムに照度分布の可視化を行っている。本システムの構成図を図 2 に示す。

図 2 に示した通り、本システムでは、計測用 PC とセンサデータ通信装置間を Ethernet（有線）にて接続し、TCP/IP 通信にて通信を行う。また、接続照度センサ数と照度計測頻度との間にトレードオフが存在するが、ハブを介することで照度センサ数の変化に対応することが可能となる。照度分布の計測では、オフィスの大きさにより接続する照度センサ数が異なる。そのため、照度分布の計測を目的とするシステムでは、照度センサ数の柔軟な増減に対応する必要がある。また、無線通信を用いることで配線を容易にすることは可能であるが、無線通信では電波干渉やノイズによってデータ転送時の信頼性が低くなるため、有線接続とした。

3. システム構成器具

本システムは、照度センサに Panasonic 電工製 NaPiCa 照度センサのリードタイプ (AMS302) を使用している。NaPiCa 照度センサは、安価であり、照度に比例した高い出力電流が得られ、人間の視感度に近い感度特性を有している [8]。本システムでは、多数の照度センサを使用するため、比較的安価な照度センサを用いる必要がある。さらに、NaPiCa 照度センサでは、高い出力電流が得られるため、簡易な回路を作成することにより、容易に出力電圧を取得することができる。また、照度の測定においては、人間が視覚として感じる明るさと近い感度特性を持っていること

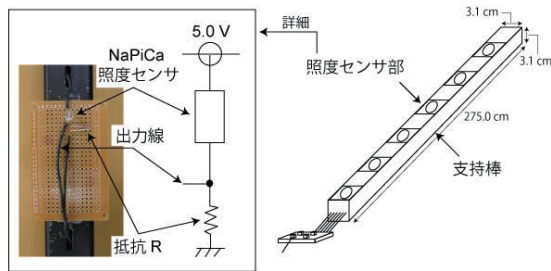


図3 照度センサ部
Fig. 3 Illuminance sensor

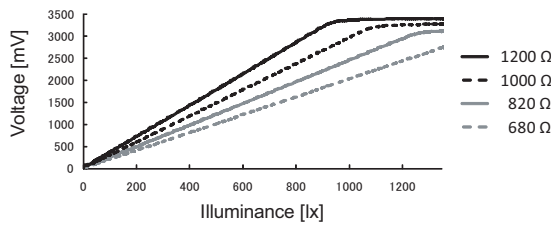


図4 使用抵抗値による出力電圧の違い
Fig. 4 Difference in output voltage by using resistance value

が重要となるが、NaPiCa 照度センサは、人間の視感度に近い感度特性を持っている。また、時間的応答特性に関して、スイッチング時間が 8.5 ms である [8]。本システムにおける照度センサ部を図 3 に示す。

NaPiCa 照度センサでは、図 3 で示した抵抗 R の値により照度測定範囲が異なる。光源から鉛直直下方向 1 m の位置において約 5 lx ごとに照度を変化させた際の、照度計（東京光電製 ANA-F11）の照度と NaPiCa 照度センサの出力電圧を計測した。計測結果を図 4 に示す。

図 4 より、抵抗値が 1,200 Ω では 900 lx まで測定が可能であり、抵抗値が 680 Ω では 1,000 lx 以上の照度も測定が可能である。オフィスにおける照度として 750 lx が推奨されていること、および実際のオフィスでは照度値が 1,000 lx を超えることを考慮し、本システムでは 1,200 lx まで測定可能な 820 Ω を使用する。また、図 4 より、抵抗値が 820 Ω では、0～1,200 lx までの出力電圧と鉛直直上方向の光源から受ける照度の関係は 1 次式で近似できる。

NaPiCa 照度センサにおける個体差を調べるため、照度センサと照明の距離を変化させて、照度計（東京光電製 ANA-F11）の照度と NaPiCa 照度センサの照度との比較実験を行った。実験環境を図 5 に示す。

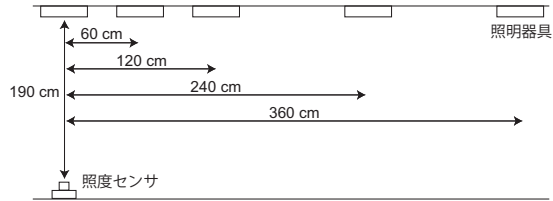


図5 個体差評価実験
Fig. 5 Experimental environment of individual difference

表 1 個体差評価実験の結果

照度センサ	0 cm	60 cm	120 cm	240 cm	360 cm
ANA-F11	298	246	164	49	26
Napica 1	294	248	168	41	15
Napica 2	304	249	170	42	17
Napica 3	303	241	167	41	16
Napica 4	303	241	171	48	25
Napica 5	306	251	169	49	24
Napica 6	296	248	171	46	25
Napica 7	299	247	169	47	24
Napica 8	305	251	160	47	27
Napica 9	297	249	157	47	28
Napica 10	303	243	161	48	25

図 5 より、本実験では Napica 照度センサの個体差を比較するため、10 台の Napica 照度センサに対して、0 cm、60cm、120 cm、240 cm、360 cm の位置での照度の比較を行う。結果を表 1 に示す。

表 1 より、照度計と NaPiCa 照度センサの最大誤差は、0 cm においては 8 lx、60 cm においては 5 lx、120 cm においては 7 lx、240 cm においては 8 lx、360 cm においては 11 lx である。また、NaPiCa 照度センサ間での最大誤差は、360 cm における NaPiCa 1 と NaPiCa 9 間の 13 lx である。以上のことより、照度センサとは最大 11 lx の誤差がみられた。また、個体差に関して最大 13 lx の誤差がみられた。本システムはオフィスの光環境の調査や検証を行うために用いられることを想定するが、13 lx 程度の誤差であれば許容される傾向にあるといえる。したがって、本提案システムにおける誤差は 13 lx 程度となり、我々が想定する利用用途において問題は生じないと考えている。

また、照度センサの設置間隔に関して、オフィスの一般的なグリッド照明の間隔が 180 cm であること、および照度は滑らかに変化することから、照度センサの設置間隔は 90 cm 以下であればよい。しかし、本システムでは、より多様な照明配置にも対応するため、照度センサの設置間隔を 50 cm とした。

なお、NaPiCa 照度センサの利用環境や経年変化に

表 2 PIC18F67J60 の性能 [9]

Program Memory Type	Flash
Program Memory(KB)	128
CPU Speed(MIPS)	10.5
RAM Bytes	3,808
ADC	11ch, 10-bit
Ethernet	10BASE-T

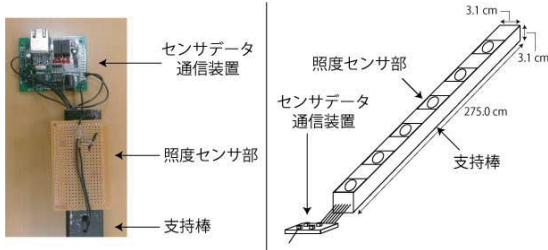


図 6 センサデータ通信装置部
Fig. 6 Sensor data transmission device

よる影響に関して、著者らはこれらの情報を持ちあわせていない。しかし、経年変化や利用環境に応じ、NaPiCa 照度センサから得られる電圧から照度への変換式を適切にすることで対応することができる。

本システムでは、センサデータ通信装置として 8 bit マイクロプロセッサ (PIC18F67J60) を使用している。性能を表 2 に示す。

このマイクロプロセッサは、入力レンジが 5 V の A/D コンバータを 11ch 備えている。この A/D コンバータにおける分解能は 10 bit であるので、照度分布計測システムの構成では、1 bit あたりの照度値は約 2 lx となる。また、このマイクロプロセッサは IEEE802.3 準拠 10BASE-T 対応の Ethernet コントローラを内蔵しているため、TCP/IP 通信が可能である。本システムにおけるセンサデータ通信装置を図 6 に示す。

4. 制御ソフトウェア

4.1 制御ソフトウェアの概要

本システムは、照度分布の計測を目的としているため、すべてのセンサの照度値を同時に計測する必要がある。また、リアルタイムな照度変化を計測するため、リアルタイムな計測を行わなくてはならない。図 7 に制御ソフトウェアの構成図を示す。

図 7 に示した通り、本システムの制御ソフトウェアは、センサデータ通信装置側と計測用 PC 側に分けられる。

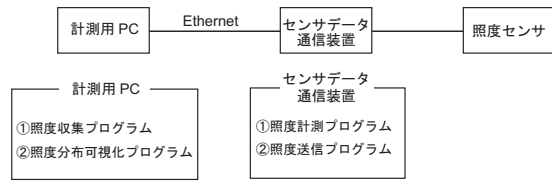


図 7 制御ソフトウェア構成図
Fig. 7 Configuration of software

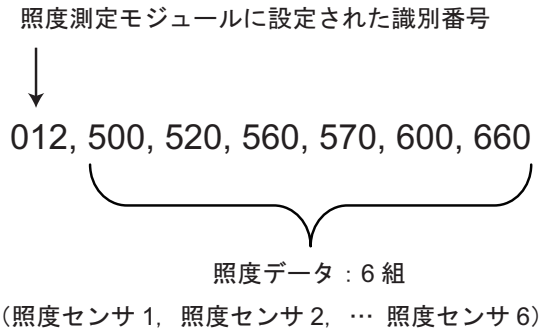


図 8 通信データフォーマット
Fig. 8 Communication data format

4.2 センサデータ通信装置側制御ソフトウェア

センサデータ通信装置側の制御ソフトウェアは、照度計測プログラムおよび照度送信プログラムから構成される。照度計測プログラムは、センサデータ通信装置に接続されている 6 台の照度センサの照度値を計測するプログラムである。照度計測プログラムは、センサデータ通信装置の起動と同時に動作を開始し、恒常的に計測を繰り返している。なお、各照度測定プログラムの測定間隔は、各照度測定プログラムの測定結果の収集に要する時間 (計測用 PC とセンサデータ通信装置との通信時間) よりも十分に短い。プログラムの測定間隔は、各照度測定プログラムの測定結果の収集に要する時間 (計測用 PC とセンサデータ通信装置との通信時間) よりも十分に短い。プログラムの測定間隔は、マイコンのクロック単位での話であり、測定タイミングに与える影響はないと考える。

照度送信プログラムは、計測された 6 台分の照度データを計測用 PC へ送信するためのプログラムである。照度送信プログラムは、サーバプログラムとして動作している。つまり、計測用 PC から照度送信命令を受け取ると、照度測定モジュールに設定された IP アドレス、および計測した 6 台分の照度データを計測用 PC へ送信する。計測用 PC へ送信するデータのフォーマットを図 8 に示す。図 8 に示した通り、計測用 PC へ送信するデータは、センサデータ通信装置に近い照度センサから順番に格納されている。

4.3 計測用 PC 側制御ソフトウェア

計測用 PC 側の制御ソフトウェアは、照度集取プログラムおよび照度分布可視化プログラムから構成される。照度集取プログラムは、照度測定モジュールから照度値を集取するためのプログラムであり、通信に TCP/IP 通信を用いている。TCP/IP 通信を用いることで、データ通信に関して高い信頼性が確保できる。照度集取プログラムは、センサデータ通信装置に照度送信命令を送信することで、照度情報を取得している。これにより、すべての照度測定モジュールにおける照度計測のタイミングを合わせている。

照度分布可視化プログラムは、照度集取プログラムで取得した照度データ、およびあらかじめ設定されている照度センサの位置情報を基に照度分布を可視化するプログラムである。照度分布の可視化を行う際には、照度センサの位置情報が必要となる。本システムでは、3 章でも述べたように 50 cm の間隔で、照度センサをあらかじめ決められた場所に設置する。照度分布可視化プログラムは、センサデータ通信装置に設定された IP アドレス、および 4.2 節で述べた受信データフォーマットを基に、照度データとその位置を対応付ける。また、照度分布可視化プログラムは、照度分布の計測を行う際に計測者が操作を行うための GUI となっている。

4.4 通信時間

4.3 節で述べた照度データ集取方法では、照度測定モジュールの接続台数が増加するに伴い、通信時間が増加し、リアルタイムな照度の変化を計測することが困難となる可能性がある。この問題に対し、照度集取プログラムの通信部分をマルチスレッド化することで対処する。照度集取プログラムの通信部分をマルチスレッド化するにあたり、シングルスレッド方式およびマルチスレッド方式の通信時間の比較実験を行った。シングルスレッド方式およびマルチスレッド方式の、照度集取プログラムにおける照度測定モジュールの接続台数と通信時間の関係を図 9 に示す。

図 9 より、シングルスレッド方式およびマルチスレッド方式の、1 台の照度測定モジュールとの通信時間は 1 回につき約 42 ms である。シングルスレッド方式では、照度測定モジュールの接続台数が増加するに従い、通信時間が比例的に増加している。シングルスレッド方式では、多数の照度測定モジュールを接続すると、リアルタイムな照度変化を測定することが困難となる。一方、マルチスレッド方式では、30 台まで照

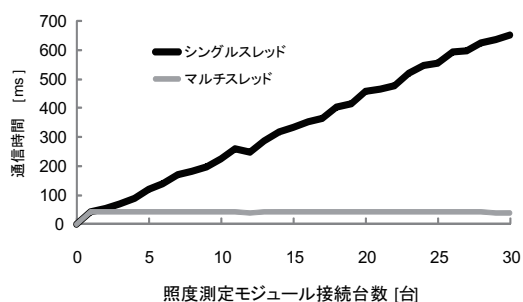


図 9 照度測定モジュールの接続台数と通信時間の関係
Fig.9 Relationship between the number of connected modules and communication time

度測定モジュールを接続した場合においても、通信時間の増加はみられない。そのため、マルチスレッド方式ではシングルスレッド方式と比較して通信時間の削減を行うことができる。このことより、本システムでは照度集取プログラムの通信部分をマルチスレッド化し、各照度測定モジュールから照度情報の取得を行う。

また、図 9 に示す実験から、1 台の照度測定モジュールとの通信時間は 1 回につき 42 ms である。この時間はサーバが照度測定モジュールと通信を行い、照度測定モジュールが A/D コンバータからデータを取得し、照度取得モジュールがサーバにデータを送信する時間である。また、マルチスレッド化し照度測定モジュールを 30 台に増やした状況下においても、1 台の照度取得モジュールと同様の通信時間が得られた。なお、この計測結果にはセンサデータ通信装置と計測用 PC との通信時間が含まれている。このことから、各照度測定モジュールの測定時刻の最大のずれは約 42 ms 以下であることがわかった。

なお、この結果から各照度測定モジュールの測定間隔は必ず計測用 PC との通信よりも必ず小さいことがわかる。このことから、データ収集までにかかる最小計測間隔は PC とセンサデータ通信装置との通信時間 (約 42 ms) であり、1 秒間に約 24 回計測することが可能である。オフィスにおける照度環境を調査する上で、このような測定間隔を上回るような照度変化はほとんどなく、十分な測定間隔であるといえる。

5. 照度分布計測

5.1 照度分布計測システムの使用法

本システムでは、照度分布の計測を行う際に計測者は図 10 に示す GUI を用いて操作を行う。

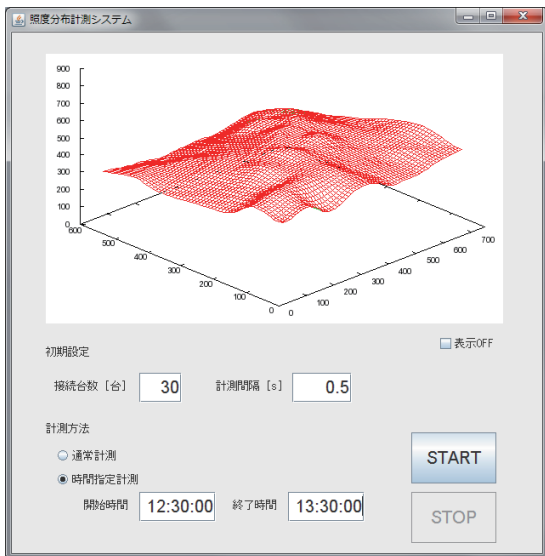


図 10 計測者操作 GUI 画面
Fig. 10 Screen for measuring experimenter

図 10 に示した計測者操作 GUI では、照度モジュールの接続台数と計測間隔を入力することで、照度分布計測を開始することができる。計測中は、上部の画面でリアルタイムに計測された照度分布を確認することができる。しかし、計測用 PC のスペックによっては、リアルタイムに計測結果の可視化を行う場合、計測頻度が遅くなる可能性がある。そのため、可視化を行わず、照度データの計測のみを行うことも可能とした。また、計測方法としては、通常計測と時刻指定計測の 2 通りが可能である。通常計測では、計測の開始および終了を、START ボタンおよび STOP ボタンで制御する。一方、時刻指定計測では、計測の開始および終了を、入力した開始時刻および終了時刻で制御する。

5.2 照度分布計測実験

照明シミュレーションによって算出される照度分布と本研究で構築した照度分布計測システムを用いて、照度分布の比較を行う。実験環境を図 11 から図 14 に示す。

図 11 に示した通り、本実験では縦 6.1 m、横 7.5 m の同志社大学にある知的環境創造システム実験室を使用する。実験室には照明 (Panasonic 製ツイン蛍光灯 FHP32EN) が 15 灯設置されている。

図 12 に示した通り、本実験では、照度分布計測システムを用いて 168 台の照度センサを接続した。これ

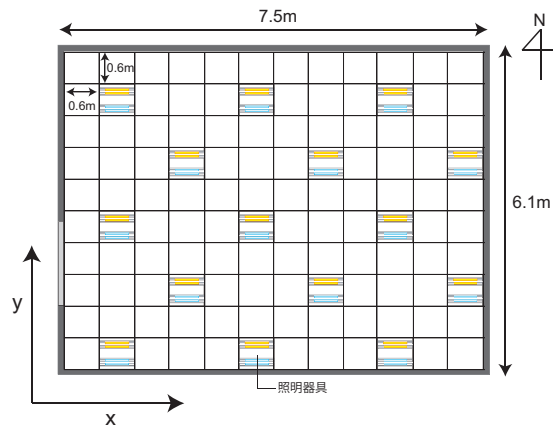


図 11 照明配置図
Fig. 11 Configuration of lightings

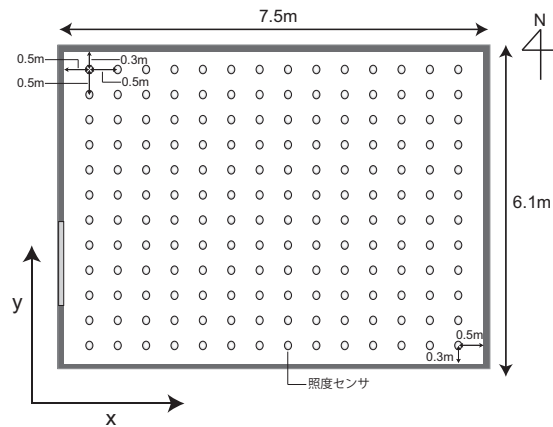


図 12 照度センサ配置図
Fig. 12 Configuration of illuminance sensors

まで多数の照度センサから照度を取得する場合、その取得台数は A/D コンバータのポート数に依存する 경우가多く、拡張が困難であった。しかし、本システムではサーバから各照度取得モジュールに TCP/IP 通信を用いて通信を行い、各照度測定モジュールから照度を取得することが可能である。これに伴い、IP アドレススペースでの拡張が可能となり、照度センサの最大接続可能台数が大きく緩和された。これにより、一般的なオフィス環境の照度分布を計測する上で、十分な照度センサ数を確保できると考える。

また、照度分布計測システムは、一般的なオフィスにおけるデスクの高さである床面から 70 cm の高さに設置した [10]。なお、照明までの高さは 190 cm である。図 13 に示した通り、本実験では、Logitech 製

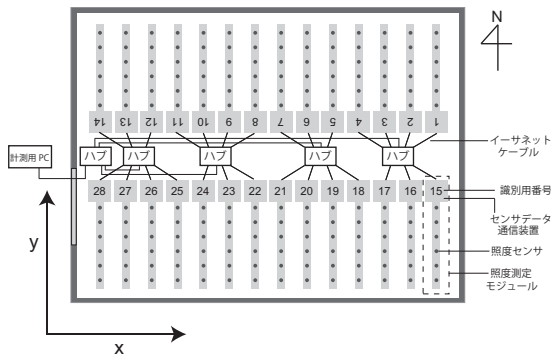


図 13 配線図
Fig. 13 Wiring diagram

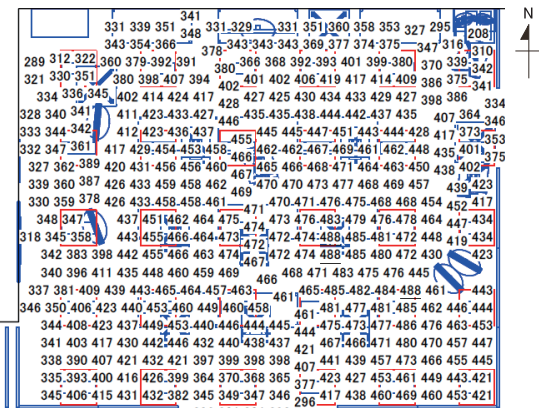


図 16 照度分布 (シミュレーション)
Fig. 16 Illuminance distribution (Simulation)

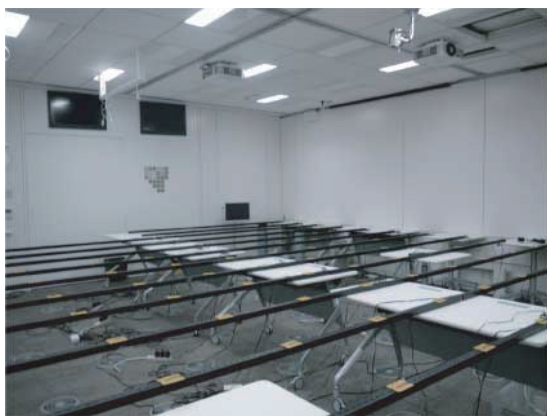


図 14 実験の様子
Fig. 14 Experimental scenery

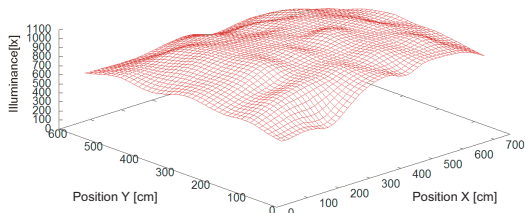


図 15 照度分布 (計測システム)
Fig. 15 Illuminance distribution (Measured system)

スイッチングハブ (LAN-SW08/PA) を 5 台用いて、照度分布計測システムの接続を行った。

本実験により計測された照度分布を図 15 に示す。また、照明シミュレーションソフト (Dialux) を用いた照度分布を図 16 に示す。なお、図 16 に示す数値は、その位置における照度である。

はじめに、計測システムにより得られた照度分布に

ついて考察する。図 15 では、計測照度間の照度を 3 次スプライン補間により求めている。図 15 より、計測された照度分布は、全体としてほぼ均一な照度環境である。しかし、照明器具直下では照度が高くなっている。また、東および南側の壁際では他の場所と比較して、約 200 lx 程度照度が高いことが分かる。これは、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。

次に、照明シミュレーションにより得られた結果について考察する。図 16 と図 15 を比較すると、照明器具直下の照度が高いということは、シミュレーション結果から得ることはできなかった。また、東および南側の壁際では他の場所と比較し、照度が高い結果も得ることはできなかった。この原因として、壁の反射率、照明器具の保守率、および配光曲線に関するデータ等の多くのパラメータを正確に設定することができなかったことが考えられる。

このことから、図 15 に示す照度分布は、計測でしか得ることができない照度分布であり、オフィスの光環境を調査する上で有効である。

6. まとめ

これまで、照度分布は主に計算機シミュレーションで求められてきた。しかし、現存するオフィスにおいては、什器や備品による影響、壁面の反射率の変化、および照明器具ごとに異なる劣化や汚れに対応することは容易ではなかった。このことから、照明器具の導入後における照度をシミュレーションから求めることは困難であるといえる。そこで、本研究では、多数の照

度センサを接続し、比較的安価である機器を利用することで、大規模かつ広い領域における照度分布の計測を行うことが可能な照度分布計測システムを開発した。本システムは部屋中に多数の物が存在する場合、それを考慮した照度センサの設置が必要となるが、シミュレーションでは計測できない照度を計測することが可能となった。

本システムを用いることで、照明器具の経年劣化後におけるオフィスの照度環境を調査することができ、照明器具の見直しや光環境の改善に貢献できると考える。また、得られる照度分布の計測結果とシミュレーション結果を比較し、ヒューリスティックにシミュレーションに用いられるパラメータを調整することで、シミュレーション精度の向上にも貢献できると考える。

文 献

- [1] 社団法人照明学会. 照明ハンドブック. オーム社, 2003.
- [2] 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, Vol. 82, No. 2, pp. 105-111, 1998.
- [3] 永田忠彦, 田辺智彦. モンテカルロ法応用の室内照度の計算. 日本建築学会計画系論文集, Vol. 487, pp. 43-49, 1996.
- [4] 菊池卓郎, 井川憲男. All sky model-1 を導入した昼光照明計算プログラムの性能検証. 日本建築学会環境系論文集, Vol. 73, No. 629, pp. 865-871, 2008.
- [5] 鹿島昭一, 安富重文, 喜多村義矩, 田代健次郎, 五十嵐直治. 一般事務室の実態調査に基づく照明環境評価. 日本建築学会計画系論文報告集, No. 365, pp. 30-39, 1986.
- [6] 望月悦子. 日本のオフィス建築における光環境の実態調査. 照明学会誌, Vol. 93, No. 12, pp. 149-152, 2009.
- [7] 荒木慶和, 坂野正幸, 熊木輝明, 田中大輔, 白鳥豊, 陳秀洪, 服部恭幸. 多点同時照度測定システムの構築. 照明学会誌, Vol. 93, No. 11, pp. 838-841, 2009.
- [8] Panasonic 電工株式会社制御機器本部: 照度センサ NaPiCa.
- [9] 共立電子産業株式会社: PIC イーサネット対応 CPU ボード取り扱い説明書.
- [10] JIS S 1010: 1978 Standard SizeOffice.

(平成 xx 年 xx 月 xx 日受付)



三木 光範 (正員)

1950 年生. 1978 年大阪市立大学大学院工学研究科博士課程終了, 工学博士. 大阪市立工業研究所研究員, 金沢工業大学助教授を経て 1987 年大阪府立大学工学部航空宇宙工学科助教授, 1994 年同志社大学工

学部教授. 研究分野はシステム工学, 最適化, 並列処理など, 最近は並列処理と最適化を組み合わせた技術をオフィス照明の分野に展開し, 知的照明システムを研究・開発している. 著書は「工学問題を解決する適応化・知能化・最適化法」(技法堂出版) 等多数. IEEE, 情報処理学会, 人工知能学会, システム制御情報学会, 日本機械学会, 計算工学会等各会員. 超並列計算研究会代表, 経済産業省産業技術審議委員など歴任. 知的オフィス環境コンソーシアム会長, NEDO 技術開発機構「省エネルギー照明システムの研究開発」プロジェクトリーダー.



笠原 佳浩

1988 年生. 2010 年同志社大学工学部インテリジェント情報工学科卒業. 同年, 同志社大学大学院工学研究科修士課程入学. 知的システムの研究に従事.



吉見 真聡 (正員)

2004 慶大・理工・情報工学卒. 2009 同大大学院理工学研究科後期博士課程了. 2006 年度より, 日本学術振興会特別研究員 (DC1). 現在, 同志社大学理工学部助教. リコンフィギャラブルシステム, 並列処理, 知的システムの研究に従事. 電子情報通信学会, 情報処理学会, 人工知能学会各会員.



吉井 拓郎

1988 年生. 2011 年同志社大学工学部インテリジェント情報工学科卒業. 同年, 同志社大学大学院工学研究科修士課程入学. 知的システムの研究に従事.

Abstract There have been various studies on illuminance evaluation in offices, but due to the difficulty of measurement by using many illuminance sensors, few examples of measurement of illuminance distribution in offices exist until present. Illuminance distribution in offices is often calculated by mainly computer simulation, and there are reports of verification examples of calculation precision. Only with this method, however, it is not easy to accurately evaluate illuminance due to an impact of fixtures and fittings, or deterioration or stain which is different by lighting equipments. Therefore, it is necessary to calculate illuminance distribution and its change from the data obtained by measuring illuminance using many illuminance sensors. In this study, we structured a system which visualizes the illuminance data obtained from more than 160 illuminance sensors as real-time illuminance distribution.

Key words Sensor network, Large scale measurement, Illuminance distribution, Office