

オフィスにおける照明設備の省エネ制御

Energy-Saving Control for Office Lighting

森本 康司

■ MORIMOTO Yasushi

太田 正明

■ OTA Masaaki

従来、ビル施設における照明制御システムは、省エネルギー（以下、省エネと略記）を目的として導入されるケースが多かった。近年では省エネを実現しつつ居住者の視環境に悪影響を与えないことや、居室のレイアウト変更に伴う制御変更に容易に対応できることなどが要求されるようになってきた。

東芝ライテック（株）では、これらに対応した新方式の照明制御システムを開発し、日本テレビ放送網（株）の日本テレビタワーに納入した。このシステムは、明るさを検知する照度センサと人感センサを使用した照明モジュールの概念を導入し、きめ細かな照明制御を行うとともに省エネとレイアウト変更に対する柔軟性を確保した。また、制御状態から照明電力を計算できる機能を追加し、省エネ効果の検証などビル管理のためのデータを提供できる。

Lighting control systems have been introduced in buildings in many cases for energy-saving purposes. In recent years, however, not only energy saving but also favorable effects on the visual environment are desired by users. In addition, lighting control systems are required to flexibly respond to control system changes associated with changes in office layout.

Toshiba Lighting & Technology Corp. has developed a new lighting control system and supplied it to the Nippon Television Tower of Nippon Television Network Corp. This system has newly introduced "lighting modules" consisting of a brightness detection sensor and an occupation sensor to secure fine lighting control, energy-saving control, and adaptability to layout changes. Moreover, the system incorporates a function to calculate lighting power from the state of lighting control, which furnishes power consumption data for building management to confirm energy-saving effects.

1 まえがき

照明を制御する動きが本格的に始まったのは1970年代後半からである。当時はオイルショックによる省エネ要求の高まりから、集中管理システムによってむだな照明の点灯を排除する点滅制御が中心であった。

1990年代になると、ビル物件の大型化に伴う施工の簡素化要求に応えるため、伝送線だけで端末動作電源の供給と制御信号の伝送が行える2線多重伝送方式（MESL-D_{TM}システム）を開発した。しかし制御としては、依然として点滅制御が中心であった。

近年では、省エネと快適性の両立を求めらるようになった。更に、連続調光可能なインバータ式安定器と照度センサを用いた制御が広く行われるようになったこともあり、調光動作が照明制御の中心の一つになってきた。

2003年4月、東京汐留地区に竣工（しゅんこう）した日本テレビタワーの照明制御システムの受注に際し、照明エネルギーの効率的低減や頻繁に行われるオフィスレイアウトの変更に対するフレキシビリティ確保を要求され、その要求仕様に基づき照明制御システムを開発、納入したので以下に述べる。

2 日本テレビタワーのシステムコンセプト

日本テレビタワーは24時間稼働であり、従来のオフィスビルに比べて稼働時間が非常に長く電力消費が多いことと、レイアウト変更などは短時間に行わなければならないことから、照明設備としては以下のコンセプトで計画された。

- (1) 照明エネルギーの効率的低減
 - (a) 窓際エリアの昼光利用と、室内エリアでの初期照度補正による明るさ一定制御を行う。
 - (b) 人の不在箇所は在席者の視環境を考慮しながら、できる限り減光・消灯制御を行う。
- (2) レイアウト変更に対するフレキシビリティの確保 頻繁に行われる間仕切り変更や部屋の用途変更に対応可能とする（点滅区分、用途に応じた照度の変更）。
- (3) 照明電力の把握が行えること 省エネ効果の確認、運用管理の基礎データを収集する。

3 制御概要

照明エネルギーの効率的低減方策として、センサと調光信号端末を備えた“調光センサ”による制御とし、柔軟な間

仕切り変更に対応するために同一の調光信号線で制御される器具群を単位とした“モジュール”を設定し、システム構成上の基本的な制御単位とした。次にその考え方を示す(図1)。

3.1 照明システムモジュール

システム天井(天井枠を格子状に組んで、照明器具などの設備や天井板を載せていく工法)の照明モジュール(3.2m×3.2m)であり、Hf(高周波点灯専用)32W高出力型1灯用調光器具×4台で構成する。

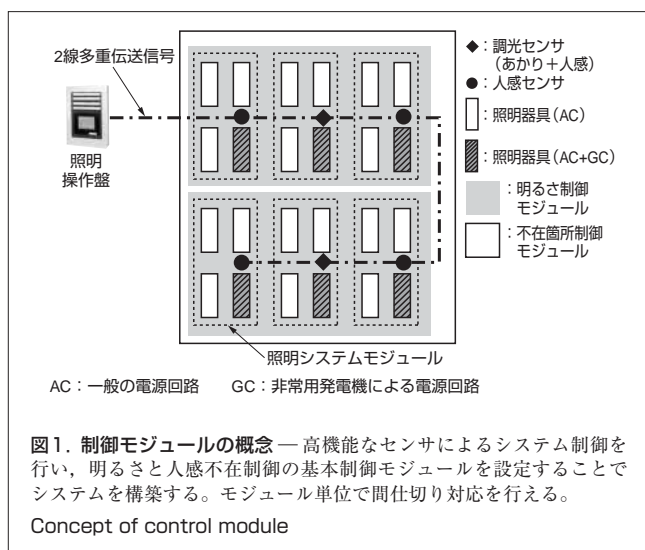
間仕切りの構成は、このモジュール単位に変更ができる。

3.2 明るさ制御モジュール

三つの照明システムモジュールからなるモジュールである。調光センサ1台から出力される3系統の調光信号により制御される。

3.3 不在箇所制御モジュール

人感センサによる不在箇所制御を行うモジュールで、各照明システムモジュールに設置されている人感センサと調光センサ内蔵の人感センサをグループとして制御する。

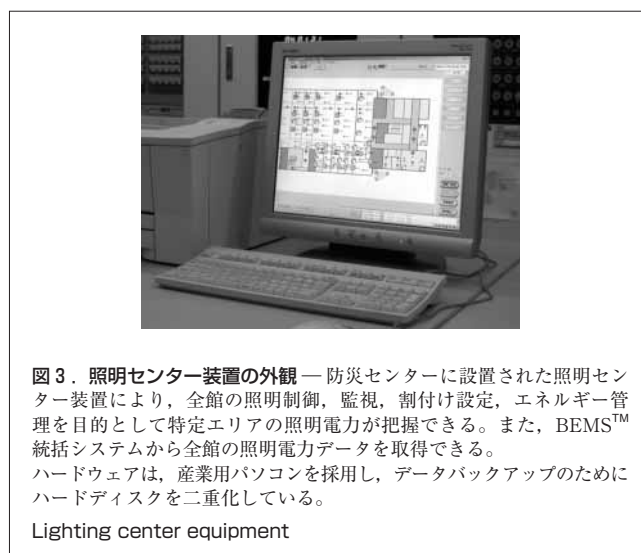
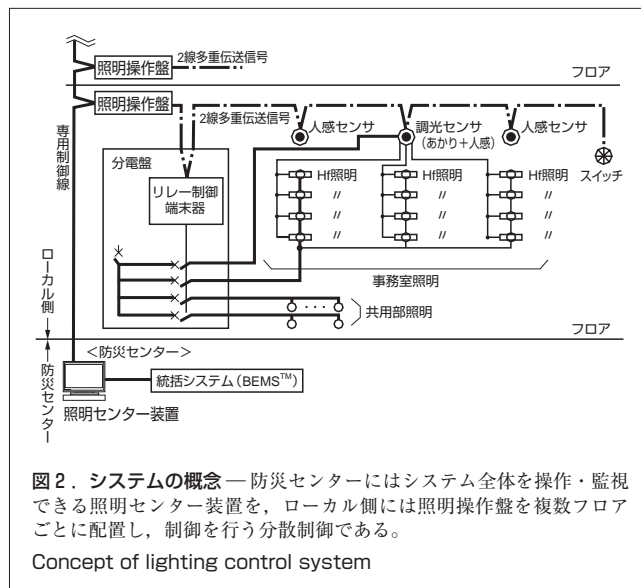


4 システム概要と主要制御機器

日本テレビタワー内の防災センターに照明センター装置を配置し、1~4フロア単位で配置された照明操作盤(全14面)の統合管理を行う。照明操作盤は照明の個別、グループ、パターン制御などを行う。端末機器との通信は、2線多重伝送方式である(図2)。

4.1 照明センター装置

各照明操作盤の統括制御を行う。グラフィック画面から手動操作、タイムスケジュール設定、各種割付け設定、電力モニタ機能を備えている。ハードウェアは、信頼性を確保するために産業用パソコンを採用するとともに、ハードディスクを二重化仕様とした(図3)。



4.2 照明操作盤

分散的にシステム構成されたローカル側照明制御装置である。グループ、パターンなど登録データを元に、リレー制御端末器、センサなどの制御や状態監視を行う(図4)。

4.3 調光センサ

センサは天井埋込み型である。調光センサは調光器具に調光信号を送出する機能とセンサを組み合わせ、センサ情報を元に自律制御する機能と、上位通信からの制御により調光信号を出力する機能を備えている。明るさ検知部と人感検知部を備えた“あかり+人感”型(図5)と、明るさ検知部だけの“あかり”型(図6)がある。

4.4 人感センサ

人感検知信号を上位に通信するセンサである(図7)。調光センサと異なり負荷を制御する機能はなく、端末の制御は照明操作盤によって行われる。



図4. 照明操作盤の外観 — 1～4フロア単位に制御を行うCPUを備えたコントローラである。リレーやセンサの制御、監視、割付け設定、スケジューラ機能を備えている。
Local lighting controller



図5. 調光センサ(あかり+人感)の外観 — 調光機能を備えたセンサ付きコントローラである。明るさ制御を行う“明るさ検知部”と人の在・不在を判断する“人感検知部”があり、3系統の調光制御出力を行え、取付けは天井埋込み型構造である。
Controller with brightness detection sensor and occupation sensor



図6. 調光センサ(あかり)の外観 — 調光機能を備えたセンサ付きコントローラである。明るさ制御を行う“明るさ検知部”があり、3系統の調光制御出力を行え、取付けは天井埋込み型構造である。
Brightness detection sensor



図7. 人感センサの外観 — 熱感型赤外線センサにより、人の在・不在信号で照明の点灯、減光、消灯などの制御を行える。
Occupation sensor

5 照明制御の方法

複数のモジュールを組み合わせたエリアという概念を設定した。モジュールごとの制御も可能だが、基本的に制御はエリアを単位として行う(図8)。

5.1 明るさ制御(適正照度制御)

調光センサを利用して明るさが一定となるような制御を行っている。同一エリア内の明るさ制御モジュールは同じ動作目標値が設定されるが、各モジュールは照度センサにより器具の調光度を変化させ照度を一定に保つ。

窓側の居住空間(ペリメータ部)では昼光を利用することによる照明電力の低減、居室部(インテリア部)では初期照度補正による電力削減が主効果となる。設定照度は800 lxで運用しているが、昼間の時間帯において窓側は約25%、インテリア側では約70%前後の調光度となった。

5.2 人感センサによる不在箇所制御

在席の場合は通常の明るさ制御(800 lx)を行い、人感エリ

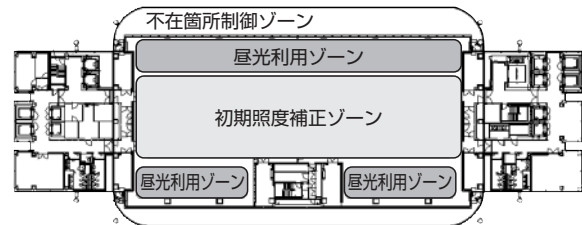
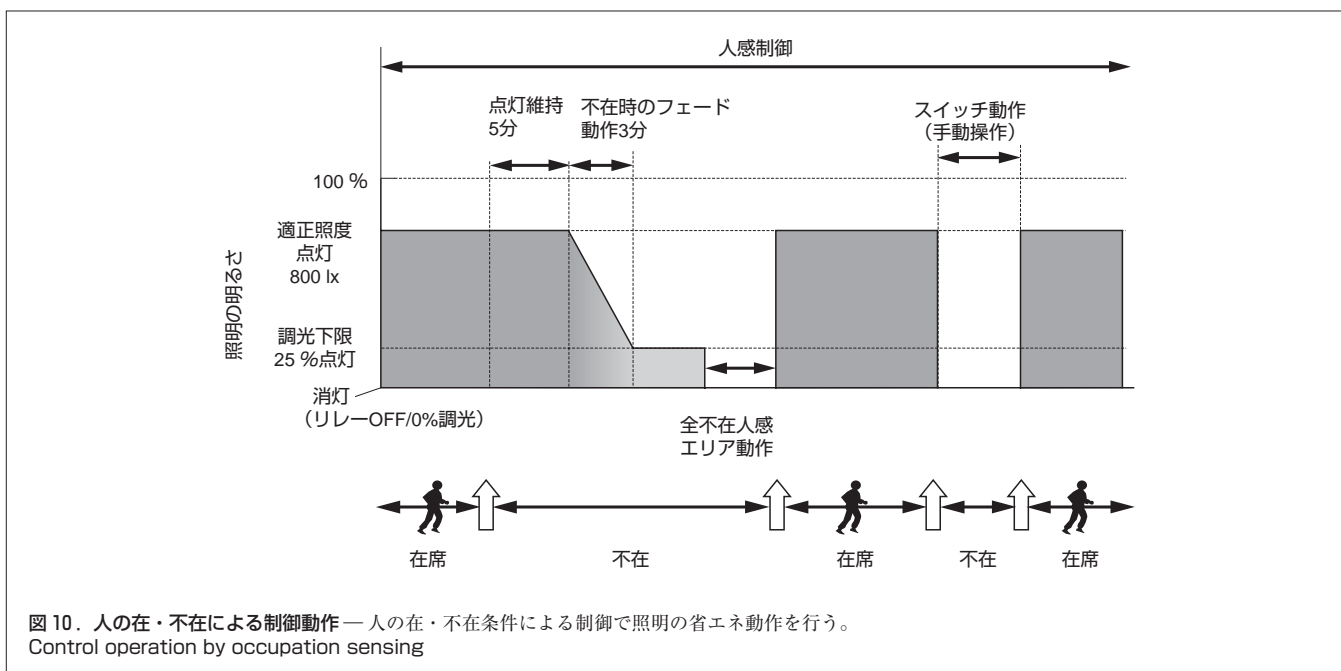
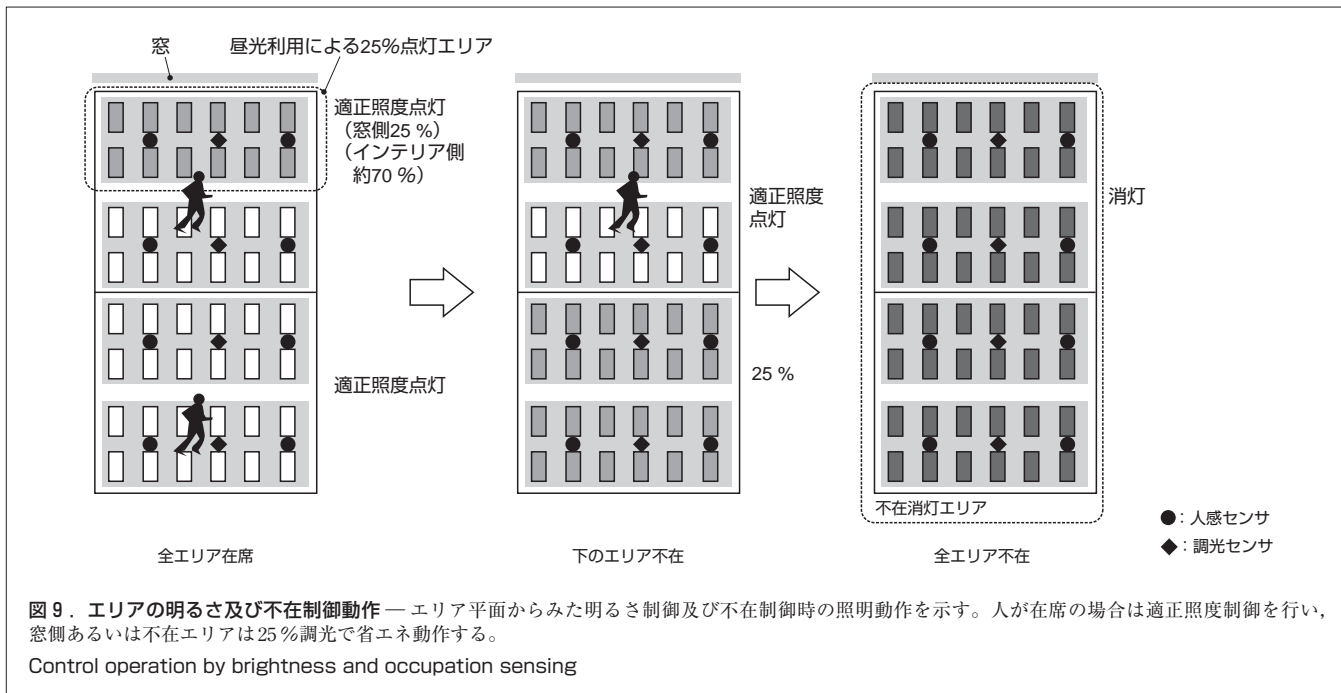


図8. フロアにおける明るさ及び不在制御による効果 — 明るさ一定制御(昼光利用ゾーン、初期照度補正ゾーン)及び不在制御による減光制御の省エネ効果がある。

Effect of brightness control and occupation control of floor

ア内のセンサすべてが不在を検知した場合に、そのエリアを25%調光制御する。隣接エリアの在席者に視覚ストレスを感じさせないようにするため、減光への移行においてフェード時間を適切に設定するとともに、不在であっても消灯しないようにしている。ただし、省エネ効果を得るため複数エリアを内包する大きいエリアを設定して、すべて不在の場合は消灯する制御を行っている。

不在制御の概念を図9、図10に示す。



6 フレキシビリティの確保

この照明制御システムは、調光センサから出力される調光信号により、明るさ制御や不在箇所制御のほか、一般に使用されるスイッチでの点滅制御も行うことができる。

明るさ制御モジュールを単位とする場合、エリアへの割付けは物理的変更を伴わず論理変更するだけでよい。従来は、間仕切り変更の際に行っていた電源配線の変更や個別回路の変更が不要となる。

これにより、オフィスレイアウトの変更に対するフレキシビリティの高いシステムを確保するとともに、分電盤側のリレー回路の削減が可能で、省スペースと省コストを実現した(図11)。

7 エネルギー計測と照明運用検討

照明を制御するリモコンリレー (ON/OFF 制御) や照明器具の調光状態は、照明操作盤を経由して照明センター装置

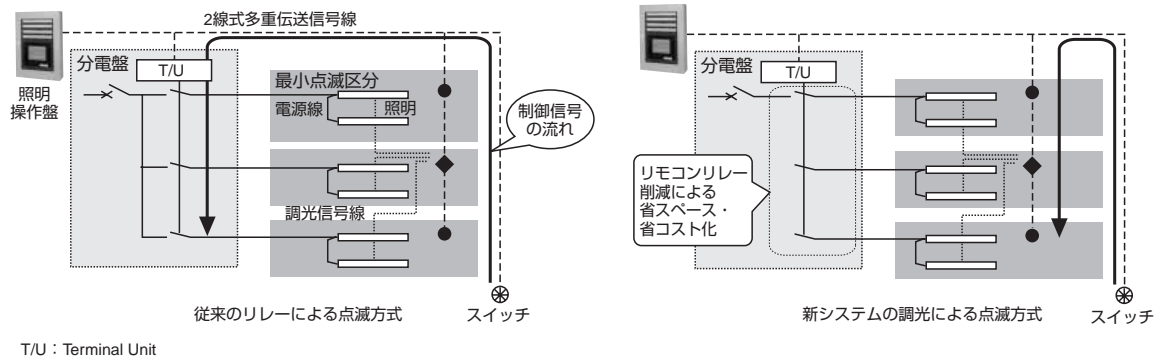


図 11. 調光信号ネットワークによる考え方—センサからの調光信号出力による点滅制御の考え方を示す。従来はスイッチ操作によるリレー ON/OFF で行っていたが、このシステムでは調光による点滅 (点灯: 800lx / 消灯: 0%) を行うことで、分電盤内のリレーを削減できる効果がある。

Concept of dimmer network

に収集している。照明センター装置に、調光状態と照明器具 (安定器) の調光特性から電力換算を行うことで消費電力量を計算する機能を実装した。

データは、照明制御盤から特定エリア計測用 (1分ごとのデータ) と長期計測用 (10分ごとのデータ) として取り込む。10分ごとのデータは、上位のビルエネルギー管理統括システム BEMSTM(注1) と連動し、ビル全体のエネルギー管理情報データとして活用している。これにより、エリアごとの消費電力把握と省エネ効果の確認、更に運用面でのエネルギー計画の検討が行える。

竣工後の照明電力データの一例を図 12 に示す。照明電力の推移から、昼間は明るさ一定制御で昼光により電力が抑えられ、電力一定なことから比較的人が在席していることがわかる。昼光量が減少していく夕方から夜間にかけては電力が増加している。また、深夜時間帯では、電力が瞬間的に落ち込むような現象が繰り返されており、人感不在減光制御

による動作で、制御による効果が現れている。また、照明の電力推移とともに、エリアごとに、時間帯でどのように利用されているのかも把握できる。なお、竣工後に人感不在制御の効果を検証したところ、約 12% の電力削減効果が得られていることがわかった。

8 あとがき

従来、照明制御システムは照明制御と状態監視が主であったが、このシステムは運用状態の変更において柔軟性を確保したことで、管理・運用コストの低減が可能になった。また、照明の電力監視を行えるようにしたことは、従来システムにはない新しい機能である。このシステムを用いない場合は、配電システムの制約から電力量計を大量に設置しなければならず、事実上不可能であった。この機能により新しい価値を提供できたものとする。

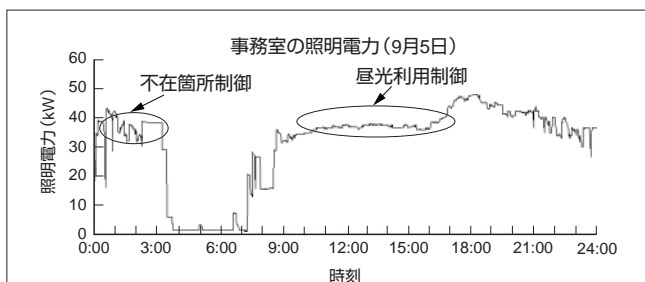


図 12. オフィスでの照明電力データ例—照明センター装置で取り込んだ電力データ例を示す。このように照明電力のデータを把握できるため、照明電力の運用管理に有効なツールとなる。

Example of office lighting power data

(注 1) BEMS は、(財)省エネルギーセンターの商標。



森本 康司 MORIMOTO Yasushi

東芝ライテック (株) 電材照明社 電材技術部参事。
照明制御システム機器の設計・開発業務に従事。
Toshiba Lighting & Technology Corp.



太田 正明 OTA Masaaki

東芝ライテック (株) 電材照明社 電材営業統括部主務。
照明制御システムのエンジニアリング業務に従事。電気設備
学会、照明学会会員。
Toshiba Lighting & Technology Corp.