

オフィスビルの照明制御システムの最新技術

Latest Technologies for Lighting Control Systems in Office Buildings

西垣 英則

小谷 朋子

■ NISHIGAKI Hidenori

■ KOTANI Tomoko

オフィスビルでは、設備のオートメーション化が進み、空調設備とともにエネルギー消費量が多い照明設備の省エネ化が期待されている。

東芝ライテック(株)は、より効率的に省エネ化を図るため、人感センサや、あかりセンサ、タイムスケジュール機能などを搭載した照明制御システムを開発してきた。また、照明器具に無線機能を搭載することで調光信号線を不要にした無線照明制御システムの商品化や、ビル管理の国際通信規格であるBACnet[®]に対応させることで、照明と空調・セキュリティ機器などを連携して運用及び管理する技術の開発を進めている。当社は、LED(発光ダイオード)照明と照明制御システムを用いることで、快適性と省エネを両立させたオフィス照明の実現を目指している。

In addition to air-conditioning systems in office buildings, lighting facilities also consume large amounts of electricity and are therefore the targets of building energy efficiency and conservation measures.

Toshiba Lighting & Technology Corporation has been developing and supplying optimal lighting control systems equipped with motion sensors, light control sensors, an automatic scheduling function, and other functions to efficiently reduce energy consumption in accordance with customers' needs. We have also developed wireless-controlled luminaires that can be easily installed because no light control wiring is required. Furthermore, we are engaged in the development of a building operation and management system that combines lighting facilities with other facilities, including air-conditioning systems and security systems, and complies with the BACnet[®] data communication protocol for building automation and control networks. We are aiming to create comfortable and energy-saving office lighting by applying our proprietary technologies for light-emitting diode (LED) lighting and lighting control systems.

1 まえがき

ビルのオートメーション化が進み、中央監視システムの導入による設備の一元管理や省エネを目的とした最適な設備運用が行われてきており、その中で特にオフィスビルの運用においては空調設備とともにエネルギー消費量が多い照明設備に対して、省エネ化が求められている。

そのため、照明設備においても専用の制御システムを導入し、人感センサやあかりセンサなどの各種センサを使用した制御や、タイムスケジュール制御、接点信号の授受やネットワークを介した連動情報入力を用いた連携運用制御などによる省エネ化が行われている。現在では照明を自動制御する製品は多種多様にわたっており、照明器具そのものにセンサを組み込んで照明を制御する形態のものから、制御システムを用いて包括的な制御を行えるようになってきているものまである。

このような背景のなかで、照明に対するきめ細かな管理や他の設備システムとの連携を行うために、ビル設備の統合運用管理機能が必要になってきており、メーカーが異なっても運用可能なオープン化技術(仕様が公開されている技術)や、新たなセンサ・照明制御技術なども必要不可欠になってきている。

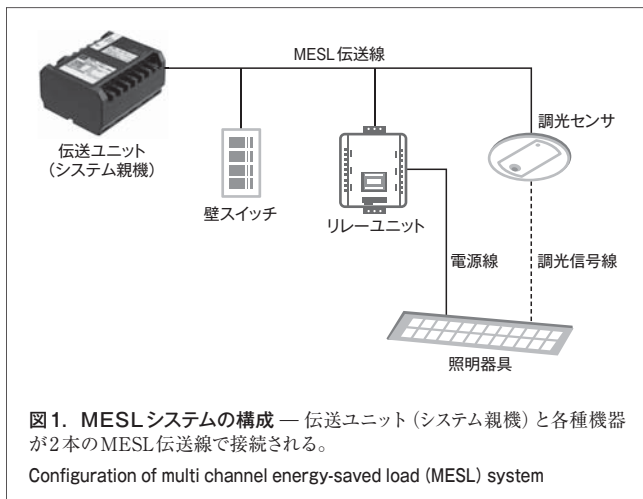
ここでは、既存の照明制御システム、オープン化技術、及び照明器具に無線通信機能を搭載した信号線レスの照明制御システムについて述べる。

2 中・大規模向け照明制御システム

2.1 MESLシステム

東芝ライテック(株)では、中規模、及び大規模施設における照明制御のため、MESL(メッスル)システムと呼ばれる照明制御システムを複数ラインアップしている。規模に応じて接続可能な照明器具の台数などは変化するものの基本的なシステム構成はどれも同じであり、伝送ユニットと呼ばれる照明制御システムの親機と、壁スイッチや、調光センサなどの各種センサ、照明器具をオン/オフするためのリレーユニットなどが、2本のMESL伝送線で接続される(図1)。

MESL伝送線は配線するときに極性を配慮しなくてもよい無極性の2線多重伝送方式を採用しており、バス接続やスター接続など、フレキシブルな配線に対応できる。また、壁スイッチやリレーユニットなどの端末機器には、動作用の電源を制御信号と同じ伝送線から供給する設計としているので、電源線を別途配線する必要がない。



2.2 T/Flecsシステム

T/Flecs (ティーフレックス) システムは、照明器具に通信機能を搭載し器具ごとに異なるアドレスを設定することで、1台単位のきめ細かな制御を可能にした照明制御システムである。MESLシステムは、制御対象の規模に応じた複数のラインアップを準備しているが、T/Flecsシステムは、MESLシステムと組み合わせることで拡張性を持たせ、制御対象の規模や制御の内容に柔軟に対応できる。

2.2.1 T/Flecsシステムの構成

T/Flecsシステムは、システム全体を管理するエリアコントローラを親機とし、人感センサやあかりセンサ、壁スイッチ、及び通信機能付照明器具から構成される。各機器はMESLシステムと同じように2線多重伝送方式を用いて、バス接続やスター接続される。伝送信号電圧はMESLシステムでは $\pm 24\text{V}$ だが、T/Flecsシステムでは機器の省電力化のために $\pm 12\text{V}$ とした。

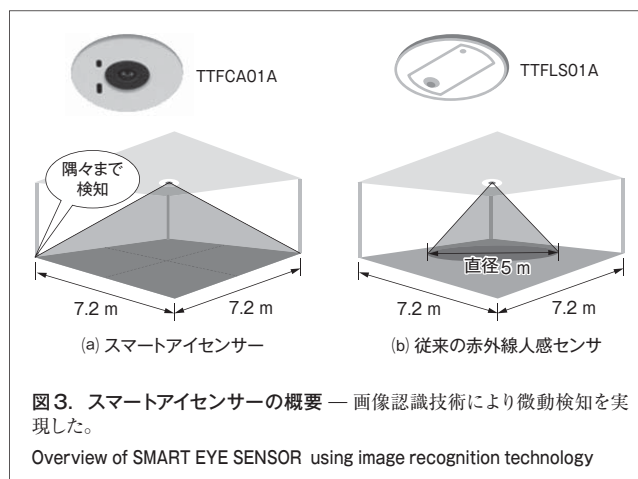
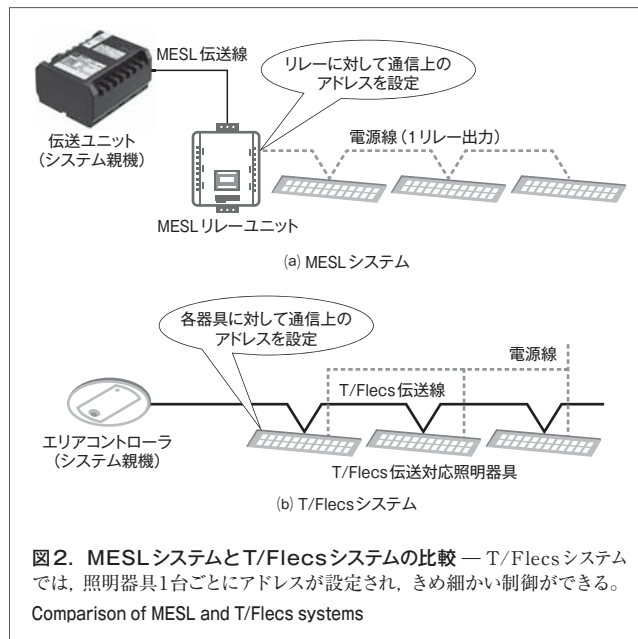
照明器具、センサ、及びスイッチは、それぞれ通信上の異なるアドレスを持っているので、専用のパソコン (PC) からアドレスを指定して各機器をグルーピングすることで、制御エリアを設定したり変更したりできる。レイアウトを変更するときはPCで設定を行うだけであり、照明電源の区画を意識したり、配線を変更したりする必要がない。

このようにT/Flecsでは、照明器具が設置されている空間の用途と状況に応じた照明制御ができる、自由なレイアウトを実現している。

MESLシステムとT/Flecsシステムの比較を図2に示す。MESLシステムではリレーに対してアドレスを設定しているため、リレーにどの照明器具が配線されているかで点滅や調光の区画が決まってしまう。一方T/Flecsシステムでは、リレー回路や調光回路を考慮することなく配線を行い、後から設定変更で区分を決めることができる。

2.2.2 スマートアイセンサー

“スマートアイセンサー”は、わずかな動きでも検知して人の在/不在を認識する新たな



人感センサであり、当社T/Flecsシステムのセンサとして使用できる。今までの一般的な人感センサは赤外線の変化を検知しているため、人のわずかな動きでは検知することができず、オフィスワーカーがいるにもかかわらずPC作業程度の動きでは不在と検知してしまう場合があった。スマートアイセンサーではセンシング素子としてCMOS (相補型金属酸化膜半導体) センサを使用しており、画像認識により微動検知を実現している(図3)。

またスマートアイセンサーでは、検知エリアを最大四つに分割してエリアごとの在/不在状態を検知できるため、従来の人感センサ4台分を1台でカバーできる。四つのエリアの設定変更は撮影した画像を元にPC上で行えるため、レイアウト変更に伴う検知エリア変更などの際にも工事をする必要はない。更に、在/不在の検知対象外としたいエリアを非検知エリアとして設定することもできる。

3 BACnet^(†)を用いた照明制御システムのオープン化技術

照明制御システムの導入によって、人感センサやあかりセンサなどの各種センサを使用した制御、タイムスケジュール制御、及びセキュリティシステムなど他のシステムとの連携による制御を実現できる。

このような背景のなかで、照明に対するきめ細かな管理や、空調など他の設備システムとの連携を行うためには、ビル設備の統合運用管理機能が必要で、各システムのメーカーが異なっても運用可能なオープンネットワークへの対応も不可欠になっている。

国内においては、2001年頃からオープンプロトコルが普及し始め、その中でもビルディングオートメーションシステムに特化しており、米国暖房冷凍空調学会で規定されたオープンネットワーク通信プロトコル規格BACnet^(†)がデファクトスタンダードになっている(図4)。一般社団法人電気設備学会(以下、電気設備学会と略記)により、BACnet^(†)-2004の仕様を対象にインターオペラビリティを高めるための電気設備学会標準規格BACnet^(†)システムインターオペラビリティガイドライン(IEI-EJ-G-0006:2006)が策定され、国内ではこのガイドラインに沿って運用されているものが多い。

その後BACnet^(†)-2008, BACnet^(†)-2010, BACnet^(†)-2012がリリースされ、わが国においてはBACnet^(†)-2012の翻訳版が2014年5月に電気設備学会から出版された。現在BACnet^(†)-2012に対する電気設備学会標準規格を策定中である。

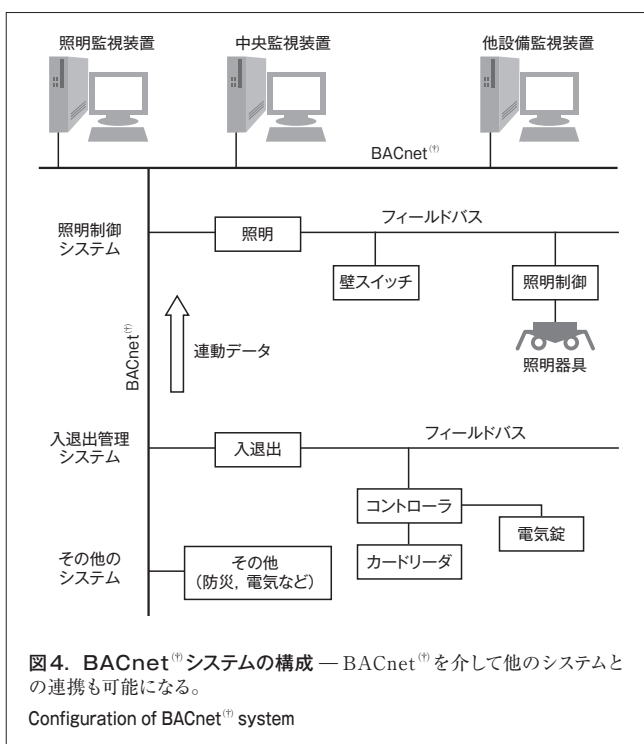


図4. BACnet^(†)システムの構成 — BACnet^(†)を介して他のシステムとの連携も可能になる。
Configuration of BACnet^(†) system

4 最新の無線照明制御システム技術

既存物件の照明を新しくするとき、LED照明器具できめ細かな制御を行いたいなどの理由によりMESLシステムやT/Flecsシステムなどの照明制御システムを導入しようとする、新たに信号線工事が必要になることから導入が見送られることがあった。

今回、新たに調光信号線を無線化した無線照明制御システムを開発したことにより、リニューアル物件での照明制御システムの導入、また新規物件においても調光信号線の配線工事が不要になり、上記の問題点を解決できた(図5)。

4.1 無線照明制御システムの構成

無線照明制御システムの構成規模を以下に述べる(表1)。

無線エリアコントローラが親機となり、無線照明器具及び無線センサとの間は920 MHz帯で通信を行う。無線照明器具で使用する920 MHz帯と無線センサで使用する920 MHz帯は周波数チャンネルが異なる。操作と設定はタブレット操作器から行い、無線LANで無線エリアコントローラと通信する。

無線エリアコントローラには有線LANのインタフェースもあり、1システム最大10台まで無線エリアコントローラの接続が可能である。無線エリアコントローラ間では有線LAN経由でお互いの情報を共有している。

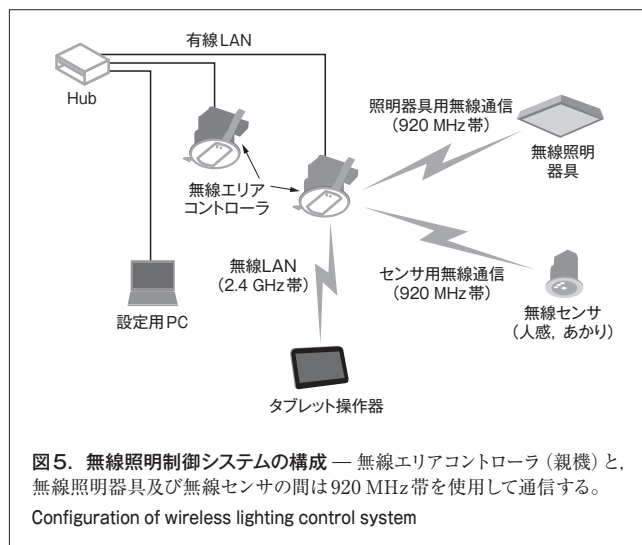


図5. 無線照明制御システムの構成 — 無線エリアコントローラ(親機)と、無線照明器具及び無線センサの間は920 MHz帯を使用して通信する。
Configuration of wireless lighting control system

表1. 無線照明制御システムの最大接続数

Maximum number of devices in wireless lighting control system

機器名称	最大接続数(台)
無線エリアコントローラ	10
無線照明器具	3,000
無線センサ	(無線エリアコントローラ1台当たり300)
タブレット操作器	5
設定用パソコン	5

表2. 無線照明制御システムの最大通信距離

Maximum ranges of communication functions in wireless lighting control system

機器間通信の方法	通信媒体	最大通信距離
有線LAN (100BASE-TX)	UTPケーブル (カテゴリー 5以上)	100 m
無線LAN	無線 (2.4 GHz帯)	35 m (見通し距離)
無線照明器具通信	無線 (920 MHz帯)	35 m (見通し距離)
無線センサ通信	無線 (920 MHz帯)	35 m (見通し距離)

見通し距離：通信機器どうしに障害物がなく、見通せる距離のこと
UTP：非シールド対線

4.2 通信距離

無線照明制御システムでは無線エリアコントローラに、2系統の920 MHz帯、無線LAN、及び有線LANの通信機能を搭載している。それぞれの最大通信距離を表2に示す。

4.3 照明制御機能

無線照明制御システムの基本的な機能の中でよく使用される機能の概要について述べる。

- (1) グループ制御 あらかじめ設定した複数の照明器具を、一つのグループとして一括で制御する方法である。最大1,000グループの制御が可能であり、各グループに照明器具を割り付けることにより対応関係が決まる。レイアウト変更時にも割り付けを変えることにより、配線工事をしないでグループ変更が可能である。
- (2) シーン制御 あらかじめ複数の照明器具に、それぞれの調光レベルをシーン制御データとして設定し、そのシーンを再生する制御方法である。最大100シーン使用可能である。
- (3) ゾーン制御 あらかじめ設定されているグループを複数同時に制御したり消灯したりする方法である。最大100グループ使用可能である。
- (4) スケジュール制御 無線エリアコントローラが内蔵している時計の時刻を基準に、設定した時刻に設定した制御内容を実行する機能である。
- (5) デマンド制御 指定したゾーン又はグループに対して、指定した減光率を掛けて制御する制御方法である。

5 オフィス照明制御の動向

近年、地球温暖化など環境問題への意識向上や改正省エネ法などによって、ビルのエネルギー管理の導入が求められるようになり、オフィス照明の節電に対する関心が高まっている。LEDの消費電力は小さいため、既存の光源をLEDに取り換えることで省エネ化を図るとともに、光源が小さいので、配光の制御や複数のLED搭載による光色やスペクトルの制御などの光学制御がしやすいこと、また応答性が良いことなど、LEDの特長を生かした照明制御により、快適性と省エネを両立させ

ることが可能である。

例えば、照明器具を1台単位で制御することで、人感センサで検知したエリアの照明を点灯するとともに、周囲を調光点灯する“周囲点灯機能”を実現できる。また、PC作業が中心となった近年のオフィスでは、PC画面と周囲の輝度コントラストを和らげることで目の疲れを低減し、明るさ感の向上が期待できる。更に、大規模なオフィスビルでは、積極的に昼光を利用するためにブラインドと協調した照明制御や、タスク灯とアンビエント照明の連動制御、光色が異なる複数のLEDを搭載し人の1日のリズム（サーカディアンリズム）に合わせて時間帯により照度や光色を調整する照明制御などが、試験的に導入されている。

高機能な照明制御システムを導入することによる快適性の向上や、作業性の向上、目の疲れを軽減する効果、省エネ効果などを実証していく。

6 あとがき

照明制御システムは時代とともに変化しており、その時代の要求などに応じて、システムの構成や実現できる機能なども変化している。オフィスでは、昼光を最大限に利用しながら時間的あるいは空間的に明るさや光色を変化させ、より快適な照明空間を実現しながら省エネ可能な照明制御アルゴリズムを導入している。

また、照明と、空調やセキュリティなど他の機器との連携により、ビル全体を快適で効率的に管理するトータルソリューションを提案するためには、BACnet^(*)への対応が不可欠になる。今後、BACnet^(*)-2012で規定されている様々な機能を選定し、国内各社の共通認識で運用していくためのBACnet^(*)-2012のガイドライン発行が予定されている。

当社は、BACnet^(*)-2012への対応や、照明器具や照明制御システムのIoT (Internet of Things) 化に伴うクラウド環境活用技術との連携なども視野に入れ、引き続き研究開発を進めていく。

* BACnetは、米国暖房冷凍空調学会の米国及びその他の国における商標又は登録商標。



西垣 英則 NISHIGAKI Hidenori

東芝ライテック(株) 技術・品質統括部 研究開発センター。
照明制御システムの研究に従事。電気設備学会会員。
Toshiba Lighting & Technology Corp.



小谷 朋子 KOTANI Tomoko

東芝ライテック(株) 技術・品質統括部 研究開発センター参事。
光環境の設計・評価技術の研究に従事。照明学会、日本照明委員会会員。
Toshiba Lighting & Technology Corp.