

## 〔2. 建築における ICT 技術〕

省エネを実現するための  
照明制御通信技術

兵主 春彦

HARUHIKO HYOSU

(パナソニック㈱) エコソリューションズ社 エナジーシステム事業 G  
R&D センター マルチメディア伝送研究 G GM

山根 一泰

KAZUYASU YAMANE

(パナソニック㈱) エコソリューションズ社 エナジーシステム事業 G  
R&D センター マルチメディア伝送研究 G 主事

## はじめに

BEMS (Building and Energy Management System) 市場では、2009年度からの改正省エネ法<sup>1)</sup> 施行に伴い、2010年度以降、エネルギー使用量等を把握するための「見える化」や、短期間で低コストで導入できる手動型EMS (Energy Management System) が実績を伸ばしている。東日本大震災後は、特に関東・東北圏で電力供給不安が高まっており、中央監視システム (BAS (Building Automation System) /BEMS) を導入している大規模施設では、現状以上の節電ニーズが高まっている。

オフィスにおける総消費電力に占める照明の消費電力は2割と言われている。BEMSを実現するための照明制御システムの主たる機能は下記の通りである。

- ① 省エネ照明制御  
ひと在/不在による自動ON/OFF制御  
外光利用による明るさフィードバック制御
- ② 計画制御  
運用計画による省エネスケジュール制御
- ③ 省エネ管理  
省エネ制御運用効果の見える化  
省エネトレンド表示

上記①～③を従来に比べて更にフレキシブルに、かつインテリジェントに実現することで、照明制御システムのBEMS価値向上が実現できると考えている。

本稿では、当社が開発に取り組んでいる次期照明制御システムの概要と、それを実現するための照明制御通信技術について報告を行う。

## 1. システムの特長と概要

## 1.1 システム概要

現在開発中の次期照明制御システム「FreeFit MX」は、当社現行商品の照明制御システム「FreeFit」<sup>2)</sup>、「FreeFit light」<sup>2)</sup>、<sup>3)</sup> 等との親和性を保ちつつ、新たに照明器具に通信機能を搭載することで、高機能な制御および管理を可能とするシステムである。本システムを利用することで、照明器具1灯ごとのきめ細かなON/OFF調光制御や、不在エリア連動<sup>※1)</sup>制御等の新たな制御手法導入によ

る省エネの推進、レイアウトやテナント変更時の照明制御区分の変更設定をソフトウェアにて実現することによる省施工化、照明器具単位での電力量監視やメンテナンス情報収集による保守管理作業の省力化等が実現可能である。

## 1.2 システム構成

当システムは、床面積数十万m<sup>2</sup>クラスのオフィスビルに1システムで対応することを想定して設計されており、6万灯を超える照明器具に対する制御・監視の応答性能を担保するため、ヒエラルキー型構成を採用している (図-1)。

具体的には、オフィスビルの各フロアまたは2フロアに1台、マネージメントサーバーおよび照明制御センター装置とEthernetで接続されるアプリコントローラを設置し、その配下にローカル制御を司る制御ユニットをクローズドEthernetで収容する形態を採る。なお、アプリコントローラ1台と最大8台の制御ユニットは1つのLCU (Light Control Unit) 盤に収容される。

制御ユニットは、当社独自の伝送方式であるエヌマスト多重伝送<sup>※2)</sup>、<sup>4)</sup>、<sup>5)</sup> と、今回新たに開発した伝送方式とを併用する形態を採る。これにより、制御ユニット1台当たり最大256灯、アプリコントローラ1台当たり最大2048灯の通信機能付照明器具を壁スイッチや熱線センサ、明

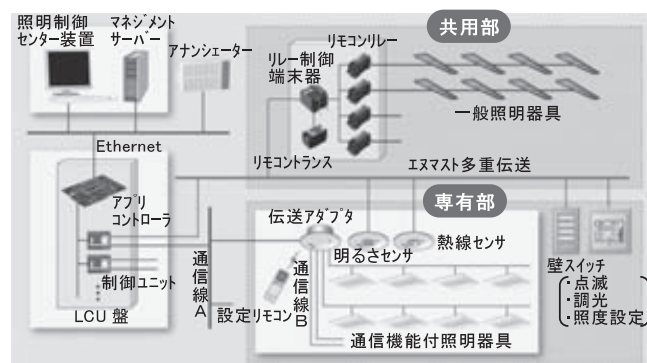


図-1 システム構成

- ※1 特定のエリアにおいて、ひとがいる時には、ひとが検知されたエリアは点灯、それ以外のエリアは減光状態で点灯し、ひとが一人もいなくなった時には、エリア全体を消灯する機能。
- ※2 パルス幅変調型のベースバンド伝送方式で中央監視装置と多くの端末間を2芯の無極性配線により接続し、制御・監視を可能とする当社独自の多重伝送方式。

表-1 接続可能機器と台数

項目	仕様
マネージメントサーバー	最大1台/システム
照明制御センター装置	最大4クライアント同時ログイン/サーバー
アプリコントローラ	最大32台/システム
アナンシェーター	最大4セット(160窓×4台を1セット)/システム
制御ユニット	最大8台/アプリコントローラ
伝送アダプタ	最大4台/制御ユニット
明るさセンサ	最大64台/制御ユニット
熱線センサ	最大64台/制御ユニット
通信機能付照明器具	最大65,536台/システム 最大2,048台/アプリコントローラ 最大256台/制御ユニット 最大64台/伝送アダプタ
負荷回路	最大256回路/制御ユニット
グループ	最大256グループ/制御ユニット
パターン	最大136パターン/制御ユニット

注：通信機能付照明器具の各制御数は、照明端末器による構成数により減じられる。

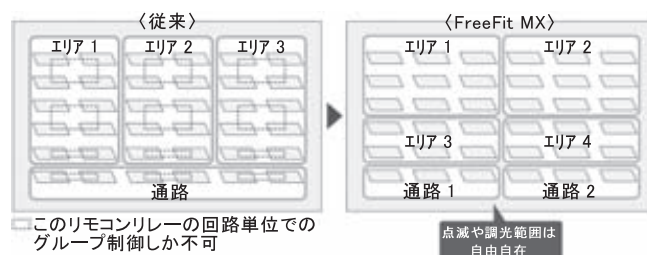


図-3 レイアウトフリー機能



図-4 保守支援機能

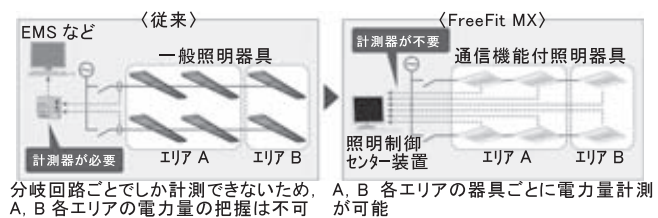


図-2 計量機能

明るさセンサ等で制御できるとともに、従来のリレーにより制御される一般照明器具も収容可能な構成となっている。

通信機能付照明器具は、制御ユニットの配下に設置される伝送アダプタを介して、別の新規開発の伝送方式を用いて接続される。

システムの接続可能機器と接続台数を表-1に示す。

### 1.3 システム機能

#### (1) 計量機能 (図-2)

従来システムでは、電力系統ごとに別途備えた機器を用いて照明器具グループごとの電力量を計測していた。一方、通信機能付照明器具を導入し、点灯状態を1灯1灯個別に管理することにより、照明器具単位での電力量を把握できるようになる。従って、電力系統等の物理的な接続状態によらず、自由なグルーピングで電力量の計測が可能となり、この計測値を基にしたきめ細かなエネルギー管理が実現できる。さらに、BACnet (Building Automation and Control Networking protocol) を介して他社システムと統合することで、他社サーバーに通信機能付照明器具の電力量を通知することもできる。

#### (2) レイアウトフリー機能 (図-3)

従来システムでは、オフィスのレイアウト変更等に伴う照明器具の点灯区分（一括で制御できるグループ）変更の際には、必ず電源配線工事が必要であった。一方、通信機能付照明器具を用いた個別制御の実現により、電源配線区分と照明器具の点灯区分を独立させることがで

きる。照明器具のグルーピングをソフトウェアで自由に変更できるようになる。したがって、運用開始後であっても、工事レスで自由にグルーピングが可能となる。

#### (3) 保守支援機能 (図-4)

従来システムでは、照明器具の電源制御を行うリレー端末の状態までしか管理できず、照明器具自体の状態を把握することが不可能であった。一方、通信機能付照明器具を用いた個別状態管理の実現により、管球の球切れ等の情報を管理者が素早く認知することができるようになるので、保守作業の大幅な効率化が期待できる。

#### (4) 省エネ照明制御機能

下記①～③の機能により、各エリアにおける明るさ環境が最適になるよう、照明器具の調光制御を行うことが可能となる。これにより、25%程度の省エネ効果が見込める。

##### ① センサ制御機能

エリア内にひとがいない時には照明器具がOFFとなり、ひとがいる時には、あらかじめ設定された明るさ目標照度になるよう、エリア内に設置された複数の明るさセンサから得られる明るさ情報ならびに複数の熱線センサから得られるひとの在/不在情報を制御ユニットまたはアプリコントローラで演算し、照明の明るさを制御する機能。

##### ② スケジュール制御機能

ある日時になると、あらかじめ設定された内容に従って照明器具をON/OFF/調光制御したり、あるいは明るさ目標照度等のシステムパラメータを変更したりする機能。

##### ③ トレンド表示機能

電力使用量や調光の推移、省エネ率を時間軸で記録し、照明制御センター装置にてグラフなどで記録を確認する機能。この機能を用いることで、以下のような管理業務が実現できる。

- ・明るさセンサや熱線センサを導入しているフロアと、導入していないフロアで、センサ制御機能の省エネ効果を検証する。



- ・特定フロアのスケジュール制御と、手動でのON/OFF/調光の行為で、スケジュール制御機能の省エネ効果を検証する。
- ・特定フロアの電力消費量を検証する。

表-2 通信線A・B伝送仕様

項目	通信線A	通信線B
通信手順	CSMA/CA方式	ポーリング/セレクトイング方式
伝送速度	30 kbps	4.8 kbps
配線形態	終端なしフリースポロジ	終端なしフリースポロジ
最遠長	500 m/セグメント	300 m/セグメント
総延長	1,500 m/セグメント	600 m/セグメント
最大接続端末台数	5 台/セグメント	17台/セグメント
配線線種	ペア線 (FCPEV φ1.2 推奨)	ペア線 (FCPEV φ1.2 推奨)
配線極性	無極性	無極性

## 2. 照明制御通信技術

### 2.1 性能値

当システムは、1.2節で既述の通り、6万灯を超える照明器具を1システムで制御および監視できるシステムであることから、高速な通信性能が要求される。

一般にユーザーが照明器具の制御を行った際に違和感を覚えない応答時間は0.5秒以内であるといわれる。そこで、複数の情報を基に演算を行って制御値を決定する必要のあるセンサ制御については0.5秒以下、単一の入力情報を基に制御を行うことのできる壁スイッチ制御については、従来システム性能同等の0.3秒以下を制御応答性の目標性能値として設定した。

照合および監視の性能については、従来システム同等の値を目標性能値としている。

### 2.2 通信線A伝送技術

システムにおいて、ローカルシステムの幹線である制御ユニットと伝送アダプタとの間（図-1通信線A）に採用する伝送方式は、今回新規に開発した方式である。本方式実現のため、物理（PHY）層およびメディアアクセス制御（MAC）層を担う専用ICを新たに開発した。

本方式は、当社従来方式のエヌマスト多重伝送方式に比して数倍の高速伝送が可能であり、かつ、1回の送信で伝達できるデータ量も数十倍となっているため、高速制御だけでなく、端末の状態監視や保守情報の収集といった新規機能の実現が可能となった。

### 2.3 通信線B伝送技術

システムにおいて、伝送アダプタと通信機能付照明器具との間（図-1通信線B）に採用する伝送方式も、今回新規に開発した方式である。

本方式は、多数の照明器具に搭載する必要があるため低コストな回路構成で実現でき、かつ照明器具から発せられる電磁ノイズを受けても信頼性の高い通信が可能であるという特長を有している。

表-2に通信線Aおよび通信線Bの伝送方式の概略仕様を示す。

### 2.4 プロトコル

システムは、1.2節で示した通り、ヒエラルキー型構成を採っているため、6万灯超の照明器具を制御できるにもかかわらず、各セグメント単位でみた場合、通信線Aでは最大5台、通信線Bでも最大17台の端末しか接続されることがないことから、当社従来システムと同様に通信信頼性の確保を最優先とし、制御ユニット以下の通信については、すべて、上位側の単一の端末が複数の下位端末の通信を調停するポーリング/セレクトイング方

式<sup>\*3</sup>を採用している。

定常時はシステム内の各端末の状態監視を、エヌマスト多重伝送システムおよび通信線Aシステムについては制御ユニットが、通信線Bシステムについては伝送アダプタが主導して、それぞれで独立に行い、その結果をアプリコントローラに集約し、マネジメントサーバーを介して照明制御センター装置から要求される個別照明器具の電力量等の提供サービスを行う。

壁スイッチやセンサ、あるいはスケジュールなどによる制御要求が発生した場合には、一旦状態監視の処理を中断し、その制御対象範囲に応じて制御ユニットまたはアプリコントローラ主導で制御処理を実施する。その後、この制御処理が完了した段階で、再度状態監視を再開して定常状態に戻る。

以上のような手順を採用することで、ほぼリアルタイムに各端末の状態を把握できるので、効果的な保守・管理機能を提供でき、かつ、信頼性の高い照明制御機能を提供できる。

## おわりに

照明制御通信技術により、東日本大震災以後、急激に高まった省エネニーズに貢献できることを期待する。

## 参考文献

- 1) 財省エネルギーセンター：省エネ法の概要2010/2011 (2010)
- 2) パナソニック電工(株)：エミット・フレキシブル照明制御システム FreeFit・FreeFit light (2010)
- 3) 志茂：フレキシブル照明制御システム「FreeFit」, 松下電工技報, Vol.52, No.1 p.106 (2004)
- 4) 島田ほか:時分割多重伝送方式, 特許第1180690号 (1979)
- 5) 島田ほか:時分割多重伝送方式, 特許第1195362号 (1979)  
(平成23年12月26日 原稿受理)

※3 通信線Aについては、下位プロトコルである伝送方式としては多重アクセス方式の1つであるCSMA/CA方式を採用しているが、上位プロトコルで端末間にマスター/スレーブの関係を持たせてポーリング/セレクトイング方式を用いるという形態を採る。