

省エネ性に優れ快適なオフィス空間を創造する 最先端のLED照明と制御システム

Creation of Comfortable Energy-Saving Offices Using Leading-Edge LED Lighting and Control Systems

太田 正明 近藤 世樹

■OTA Masaaki

■KONDO Seiju

ビル施設のオフィス専有部分においては、設備全体のエネルギー消費量の約40%を照明が占めている。そのため、照明の省エネと快適性を更に向上させる必要があり、照明器具のいっそうの高効率化と照明制御システムの最適化が不可欠である。加えて、従来のような照明設備の個別制御だけではなく、空調設備など他の設備とBEMS (Building Energy Management System) により連携することで、より高度なビルソリューションが可能になる。

東芝グループは、これらのニーズに対応した高効率なLED (発光ダイオード) 照明、新方式のセンシング技術、柔軟に運用できる制御システム、及びBEMSとの連動制御と統合的一元管理などの先進的な技術を開発した。これらは、設備全体の高付加価値化を目指して2013年3月に完成したスマートコミュニティセンターに導入され、同年10月から運用が開始された。

On average, approximately 40% of the electricity consumed by the office areas of a building is for lighting. To further improve the energy-saving performance and comfort of lighting, it is necessary to enhance the efficiency of lighting fixtures and to optimize the lighting control system beyond the limits of conventional methods. By combining the lighting control system with a building energy management system (BEMS) connected to other facilities including the air-conditioning system, it has become possible to offer high-value-added building solutions.

In order to increase the overall utility of lighting facilities, The Toshiba Group has developed highly energy-efficient light-emitting diode (LED) lighting, a new sensing technology, a lighting control system that flexibly responds to a variety of office operations, and high-value-added functions for interlocked control and central management between the lighting control system and BEMS. These technologies have been introduced in the Smart Community Center, an advanced environmentally friendly office building that was completed in March 2013 and in which operations commenced in October 2013.

1 まえがき

照明の歴史においては、経済的な背景の影響を大きく受けながら技術開発が進められてきた経緯がある。1970年代の前半にはオイルショックが起り、オフィスの照明ではシステム天井用照明が開発され、同年代の後半には、照明用インバータや照明を自動制御するシステムが実用化された。1980年代に入り、インテリジェントビルの建設ラッシュが始まり、オフィスの照明基準など照明関係のソフトウェアが整備されていく。1990年代には地球環境の保護が叫ばれるようになり、高効率照明の代表であるHf (高周波点灯専用) 照明と、調光機能が小形の明るさセンサや人感センサと組み合わせ、調光制御する簡易なセルフコントロールシステムが開発された。2000年代に入るとHf照明の成熟期となり、幅広い用途で普及が進んだ⁽¹⁾。

一方、制御システムはそれぞれ個別に管理と運用がなされていたが、設備のオープン化によってビル全体の統合的一元管理が構築されるようになり、その結果、設備間のシステム連携やネットワーク化が進んで多様なサービスができるようになった。また、ローカル側照明は点滅回路ごとの制御が主流であったが、2006年には、調光制御と通信機能により器具1台ごとに制御できる画期的なシステムが実現した。そして、2011年

の東日本大震災を契機に、環境への配慮から節電を含めた省エネがキーワードとなってLED (発光ダイオード) 照明が注目されるようになり、照明の運用についても見直され始めた。既に、LED照明は素子の高効率化が急激に進んでおり、一気に普及段階に入った。制御システムでは、機器単体からシステム全体の管理及び運用において、高機能化と高付加価値化が求められている。

ここでは、照明設備における省エネ性の改善や環境負荷の低減及び快適性の向上を目的とした、東芝のビルソリューションを実現する最新技術についてその一端を述べる。

2 スマートコミュニティセンターの照明計画

東芝のスマートコミュニティセンターのコンセプトは、快適性と省エネ性の高レベルでの両立、災害時における限りあるエネルギーの有効活用、及び安心と安全の確保である。これらのコンセプトを実現するための照明計画の概要は、次のとおりである。

- (1) 用途や場所に適したLED照明の採用
- (2) フレキシブルな照明制御システムの採用
- (3) 人の動きを重視したセンシング制御の開発

2.1 用途や場所に適したLED照明

当センターのオフィスの照明には、明るさ感を向上させる面発光形で、一辺が600 mmの角形のシステム天井用LEDベースライトを採用した(図1)。高光束で高効率のLEDモジュールの採用により、従来の蛍光灯器具(東芝ライテック(株)製FHP45W×2灯用)と比較すると、500 lxの同照度条件において、器具間隔3 m(従来品間隔の約1.7倍)で、1スパン(9×9 m)当たりの器具台数は約1/3となり、同様に照明電力も約64%削減できる(表1)。また、パネルカバーに微小なドットパターンを印刷する要素技術“μホール”を採用することで、高出力ながらもまぶしさを抑制でき、明るさ感を高めた面発光照明を実現できた。約5~100%の連続調光制御により運用に合わせた照度設定が可能で、器具1台から制御できる通信機能付きの仕様とした。

エントランスなど共用部分の照明には、高出力と省エネ性を

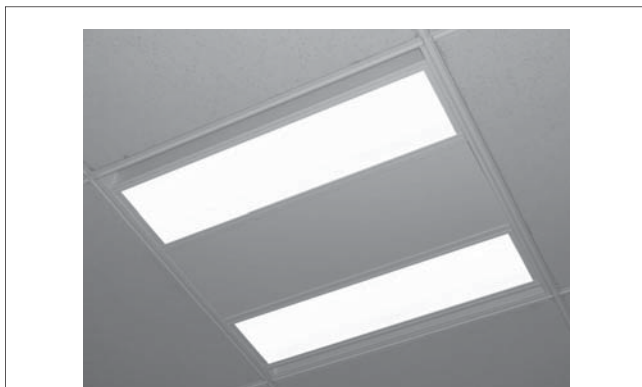


図1. システム天井用LEDベースライト — 高出力とまぶしさを抑制を両立した、通信機能付きで連続調光制御が可能なLED照明器具である(写真はサンプル品)。

Surface-emitting LED baselight

表1. システム天井用のLEDベースライトと蛍光灯ベースライト(従来)の仕様比較

Comparison of specifications of LED baselight and conventional fluorescent lighting

項目	仕様	
	LEDベースライト	蛍光灯ベースライト(従来)
光源仕様	LEDユニット(高効率8モジュール)	FHP45W×2灯
照明範囲(1スパンサイズ)(m)	9×9	9×9
1スパン当たりの面積(m ²)	81	81
器具配置(列)	3×3	5×5
器具ピッチ(m)	3.0	1.8
1スパン当たりの器具台数(台)	9	25
運用設定照度(lx)	500	500
連続調光範囲(最小-最大)(%)	5-100	25-100
運用総消費電力(W)	474	1,330
単位面積当たりの運用消費電力(W/m ²)	5.9	16.4
電力率(%)	36	100
省エネ率(%)	64	-

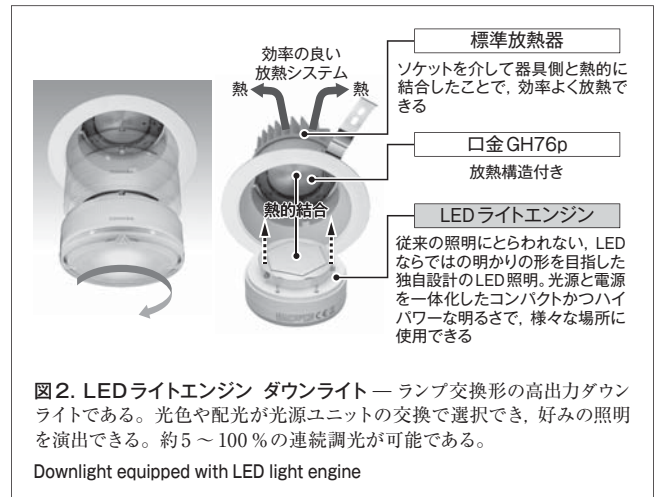


図2. LEDライトエンジン ダウンライト — ランプ交換形の高出力ダウンライトである。光色や配光が光源ユニットの交換で選択でき、好みの照明を演出できる。約5~100%の連続調光が可能である。

Downlight equipped with LED light engine

両立したLEDライトエンジンダウンライト(図2)を採用した。器具とLEDランプの効率の良い放熱結合技術により、高出力ながら光源の交換により光色や配光が選べ、好みの照明環境が容易に実現できる。従来の蛍光灯ダウンライト(同FHT42W)と比較すると、約44%の省エネになる。

2.2 フレキシブルな照明制御システム

当センターの執務室は、用途や運用によってレイアウトが変更される。従来の照明システムは、点滅回路(リレー回路)ごとに制御されてきた。したがって、レイアウトが変更されるたびに回路変更を余儀なくされ、配線工事が必ず発生していた。そこで、配線工事を必要とせず、設定変更により照明器具1台から区分変更運用(注1)が可能な制御システムT/Flecs™(ティーフレックス)を採用した(図3)。これにより、今までにない照明パターンの自由なレイアウトが行え、点滅回路区分や調光エリア(調光信号)区分を気にすることなく、設計と施工の省力化が可能である(図4)。また、制御設定は、容易に現場に持ち込める携帯型パソコン(PC)による操作とすることで、照明の配置を確認しながら設定と変更ができ、調整作業

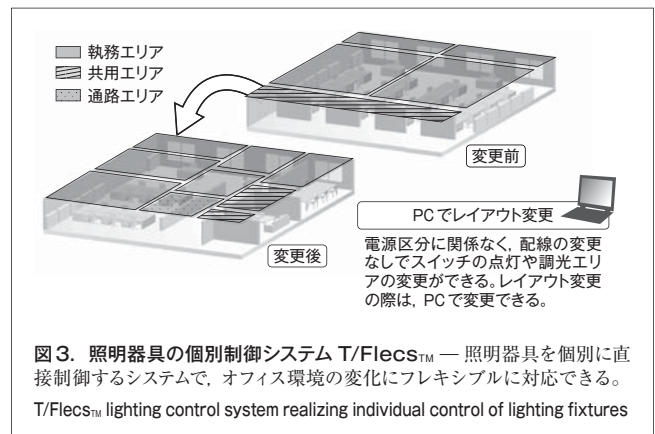
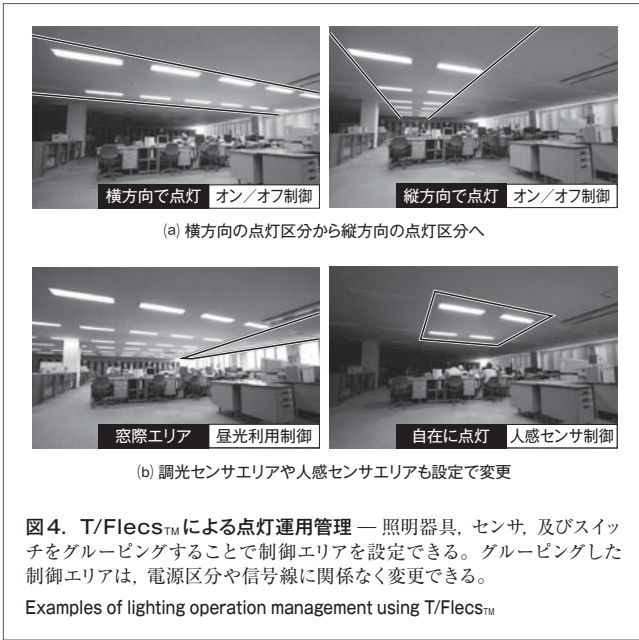


図3. 照明器具の個別制御システム T/Flecs™ — 照明器具を個別に直接制御するシステムで、オフィス環境の変化にフレキシブルに対応できる。T/Flecs™ lighting control system realizing individual control of lighting fixtures

(注1) グループ化される照明器具の変更と点灯・調光・消灯の運用。



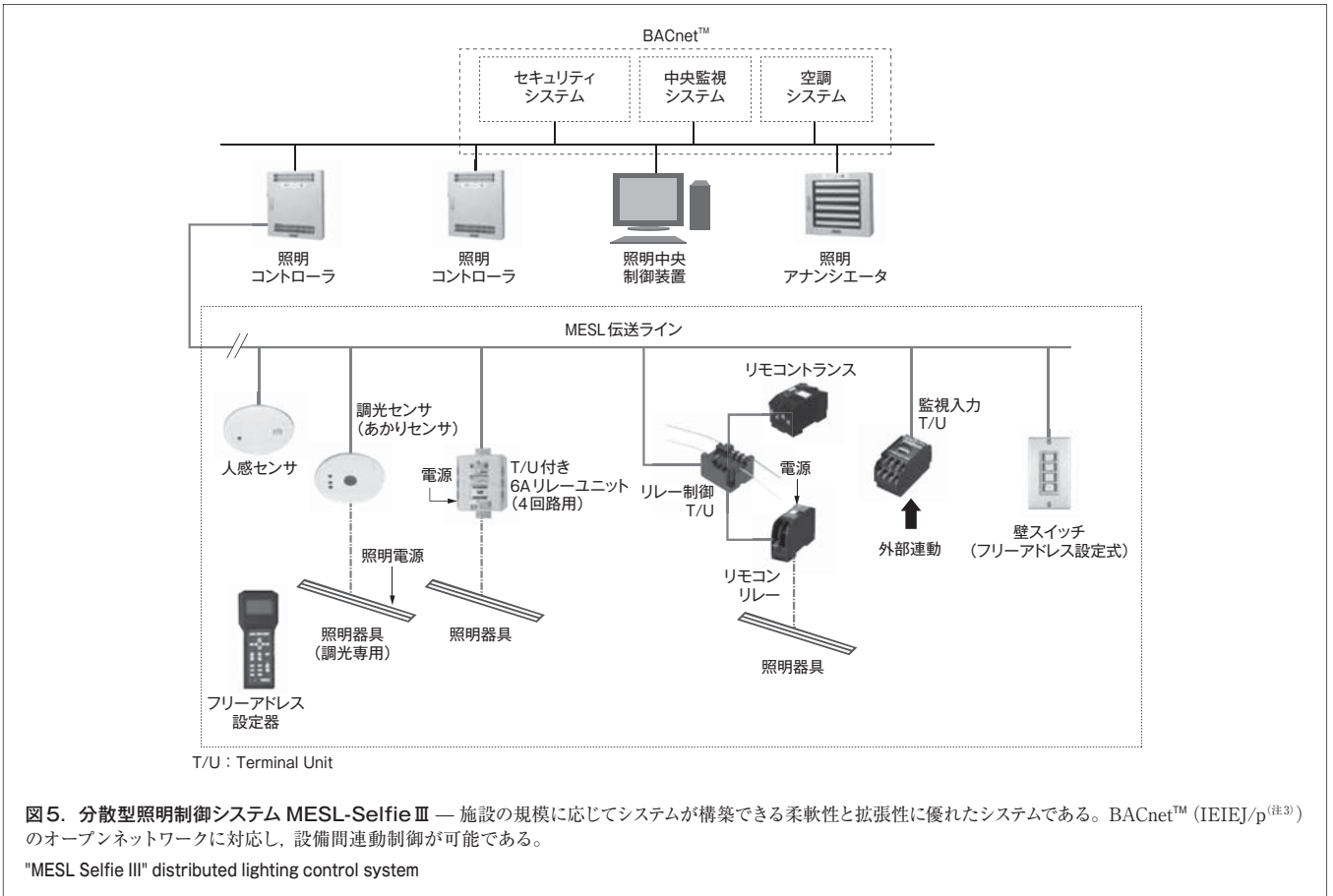
を短縮できる。制御システムの主な機能は、スイッチによる手動操作、調光センサ（あかりセンサ）による照度維持制御、人感センサによる在席検知制御、及びコントローラ内蔵のタイム

スケジュールによる調光及び消灯運用である。これらにより、エリアや用途に合わせ、快適で徹底した省エネ運用ができる。エリアコントローラと通信ユニットは天井埋込み形で分電盤を不要にし、通信ユニットより下位のローカル通信は伝送信号線と調光信号線を兼ねた2線式T/Flecs™信号線にして配線の省力化を図っている。

また上位のBEMS (Building Energy Management System) への接続は、分散型照明制御システム MESL-Selfie III を経由して、BACnet™ (注2) 通信により施設全体の照明運用管理や他設備との連携が行える仕様である (図5)。

2.3 人の動きを重視したセンシング制御

照明におけるセンサ制御には多様な方式が採用されているが、とりわけ人の在、不在の検知に利用されている人感センサは、従来から赤外線の変化を検知する焦電型が主流である。しかしこの方式では、小さな動きは検知できず不在と認識してしまう欠点があった。そのため、例えばPCで作業するオフィスワークや立ち話など、動きが少ない場合には消灯してしまい、また、執務室で使用する場合、人検知時点から点灯時間延長制御（遅延点灯制御）で補っていたが、省エネ効果が小さくなる、などの課題があった。



(注2) 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。

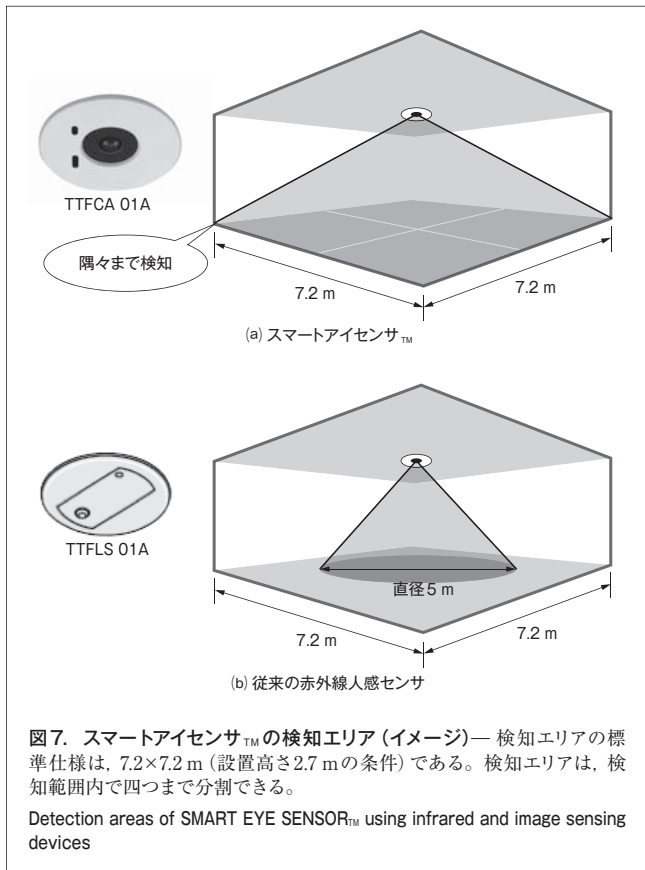
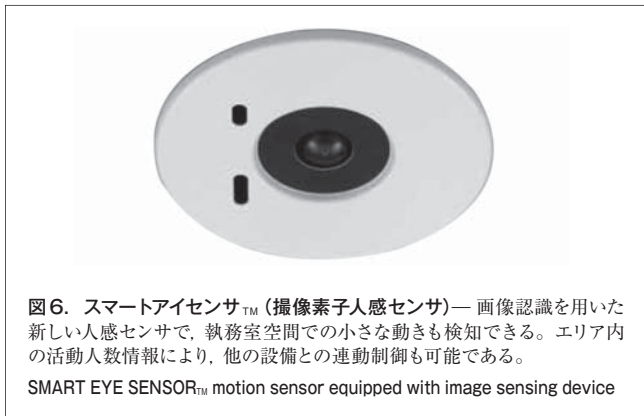
(注3) 一般社団法人 電気設備学会が策定したBAS (Building Automation System) の標準インタフェース仕様。

そこで、独自の高度な画像認識技術を取り入れた撮像素子人感センサ“スマートアイセンサ™”(図6)を開発した⁽²⁾。これにより、撮像した画像から小さな動きでも検知でき、従来の焦点型センサと比べ、確実な人検知と細かなエリアごとの省エネ制御が可能になった⁽³⁾。

スマートアイセンサ™の機能の特長は、次のとおりである。

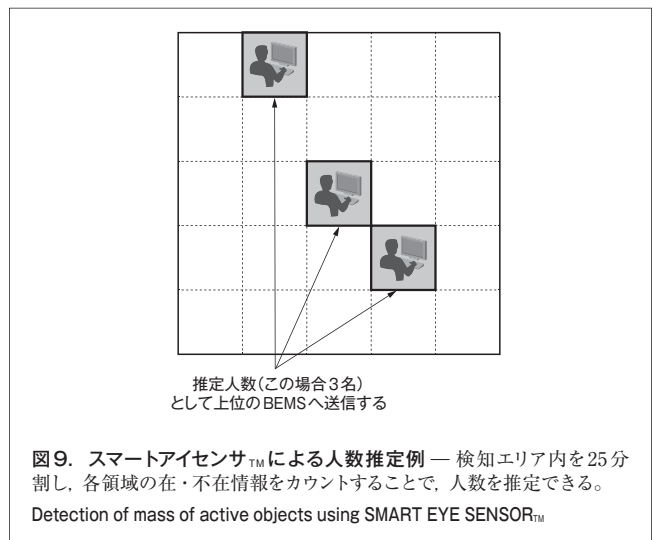
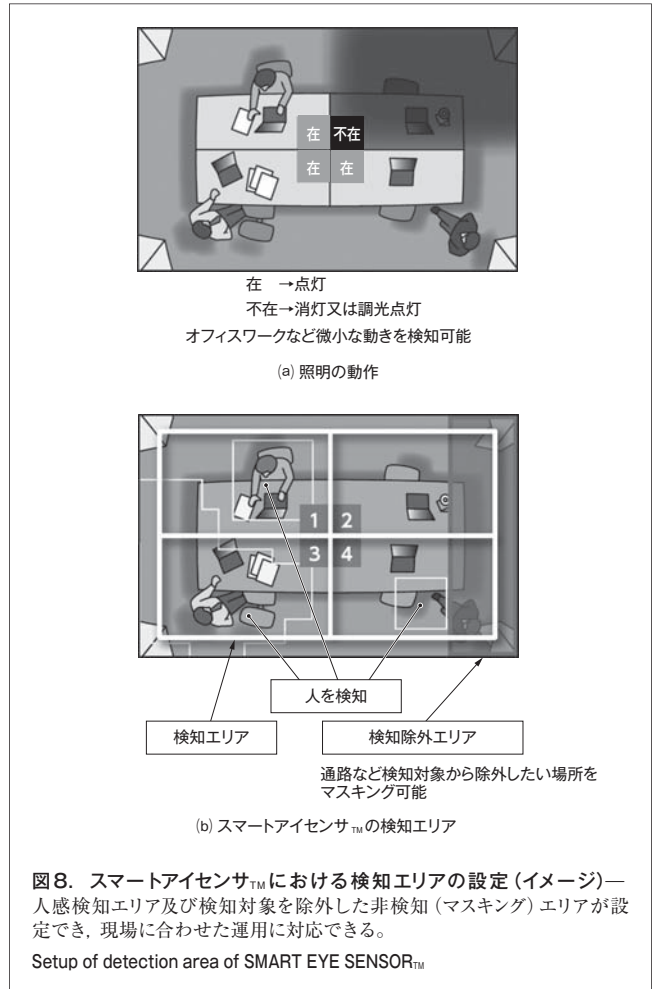
- (1) センサ1台で検知範囲の4エリアを別々に制御可能
- (2) センサの検知範囲を自由に設定可能
- (3) エリア内の人数を推定可能

(1)における検知エリアのイメージを図7に示す。細部までの確実な人検知により、徹底した省エネが可能になる。



(2)におけるセンサ検知エリアの設定を図8に示す。検知範囲を現場に合わせて設定可能である。

(3)における人数推定の例を図9に示す。スマートアイセンサ™からの人数情報を、空調など他設備との連動制御に利用することで、更に効率的な運用ができる。



スマートアイセンサ™を実際に導入して運用し、省エネ性能を検証した結果、執務室における日別の照明電力は13～28%の削減となり、平均で約19%の省エネ効果が認められた。検証の条件は、次のとおりである。

- (1) 試験期間 2013年6月20日～6月28日
- (2) 検証エリア 東芝 府中事業所内の執務室
- (3) 検証時間 9:00～19:00 (在席率が高い勤務時間帯)
- (4) 照明設備 スマートアイセンサ™ 28台、照明器具112台

3 スマートコミュニティセンターへの導入

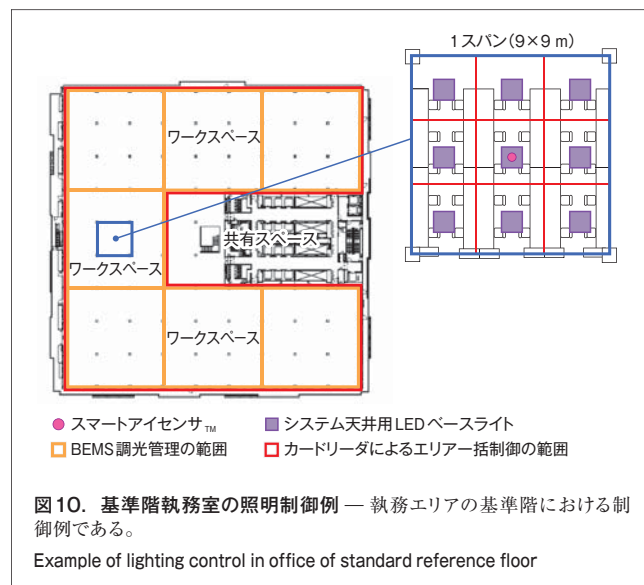
スマートコミュニティセンターは、東芝のスマートコミュニティ事業の拠点として建設されたオフィスビルである。特長は、最新のスマートBEMSにより、ビル室内環境の快適性維持と省エネの両立、電力需要の抑制と電力供給機器の対応、及び災害時における建物の機能維持である。照明設備は、前述した照明計画及びスマートBEMSと連携して運用と管理を行う。

照明及び制御システムの仕様は、次のとおりである。

- (1) 全館LED照明の採用
- (2) スマートBEMSと連携した、電力負荷抑制のための調光及び消灯の制御、監視
- (3) 照明センター装置、分散型2線式伝送照明システムMESL™、及び照明器具個別の制御システムT/Flecs™による、快適できめ細かな照明の運用と管理
- (4) スマートアイセンサ™の、人検知による照明制御及び人数推定による最適な空調制御
- (5) T/Flecs™による、器具1台からの設定、制御、及びフリーレイアウト対応
- (6) 各種センサ(調光センサ、人感センサ)による、徹底した省エネ制御

次に、ローカルエリアの照明設備の運用について概要を述べる。基準階の執務室部分は、1スパン(9×9m)を基本の制御エリアとして、システム天井用LEDベースライト9台とスマートアイセンサ™ 1台で人の在、不在の検知による減光制御を行っている。この施設では、きめ細かな照明制御を行うために、センサの検知エリアを9分割することで対応した。人の在席時は設計照度で点灯して運用し、不在時は調光により25%減光させることで省エネ運用する。共用部分の倉庫、通路、バックヤードスペースなど比較的在席率の低いエリアは、従来の人感センサにより調光及び消灯を行う。施設全体としては、効率的に電力を削減するため、タイムスケジュール制御により減光又は消灯する。また、セキュリティ連動の照明消し忘れ防止制御として、最終退室時には、カードリーダーによる対象エリアの一括消灯制御を行う。照明制御の例を図10に示す。

(注4) 1890年8月時点、白熱舎(当時)において、当社調べ。



4 あとがき

東芝のビルソリューション展開のモデル施設であるスマートコミュニティセンターへ導入された、最先端の照明器具及び制御システムの事例について述べた。

東芝の照明事業はわが国初^(注4)の電球製造開始から始まり、以来約120年が経過している。今後、最新のコンセプトに基づく光源、照明器具、及び制御システムの企画、開発を進め、設備連携による複合的なビルソリューションサービスなど、スマートコミュニティ事業を通して社会に貢献していく。

文 献

- (1) 高橋貞雄 他. オフィス照明の変遷. 照明学会誌. 93, 9, 2009, p.674 - 683.
- (2) 西角紗耶香 他. “撮像素子人感センサーの開発”. 2013年(第31回)電気設備学会全国大会講演論文集. 大阪, 2013-09, 電気設備学会. 2013, p.305 - 306.
- (3) 馬場賢二 他. ビルの安全・安心、省エネに貢献する画像認識応用ソリューション. 東芝レビュー. 65, 5, 2010, p.15 - 18.



太田 正明 OTA Masaaki

東芝ライテック(株) セールスエンジニアリングセンター センター長。照明及び制御システムにおけるコンサルティング及びエンジニアリング業務に従事。照明学会、電気設備学会会員。Toshiba Lighting & Technology Corp.



近藤 世樹 KONDO Seiju

東芝ライテック(株) 照明事業本部 商品統括部。照明制御システムの商品企画に従事。電気設備学会会員。Toshiba Lighting & Technology Corp.