

# 大型商業施設向け EMS

## EMS for Large-scale Commercial Facility

小松原 滋 KOMATSUBARA Shigeru

項 東輝 XIANG Donghui

山田 康之 YAMADA Yasuyuki

大量のエネルギーを消費する大型商業施設では、節電、省エネルギー（省エネ）ならびにエネルギーの効率的な利用が急務であり、これらの対策としてEMSの導入が進められている。

富士電機は、需要予測や発電量予測から最適需給運用計画を作成し、エネルギーの最適運用を実現する大型商業施設向けEMSを開発した。このシステムの導入により、消費特性の異なるテナントや施設内の設備に対して、きめ細かな節電・省エネ行動への誘導、ならびにエリア別使用量、用途別使用量、原単位などによるエネルギー管理ができるようになるため、エネルギー消費量およびCO<sub>2</sub>排出量の削減が期待できる。

In large-scale commercial facilities that consume vast amounts of energy, power conservation, energy savings, and the efficient utilization of energy are challenges requiring urgent attention, and the introduction of an EMS is being promoted as a solution.

Fuji Electric has developed a large-scale commercial facility EMS to generate optimal supply and demand management plans based upon demand forecasts and power generation forecasts, and to realize the optimal application of energy. With the introduction of this system, operation can be guided precisely toward power conserving and energy saving behaviors, energy management can be implemented by area, by application, and by basic unit or the like, and a reduction in energy consumption and CO<sub>2</sub> emissions can be expected.

### 1 まえがき

東日本大震災後の電力不足により、節電や省エネルギー（省エネ）に対する社会的なニーズが高まっている。大量のエネルギーを消費する百貨店、ショッピングセンター、総合スーパーマーケット、複合施設などの大型商業施設では、省エネの徹底、エネルギーの効率的な利用が急務であり、節電対策としてEMS（Energy Management System）の導入が進められている。

富士電機では、従来のEMSをさらに進化させ、大型商業施設向けに特化したEMSを開発した。需要予測、発電量予測から最適需給運用計画を作成し、エネルギーの最適運用を実現している。

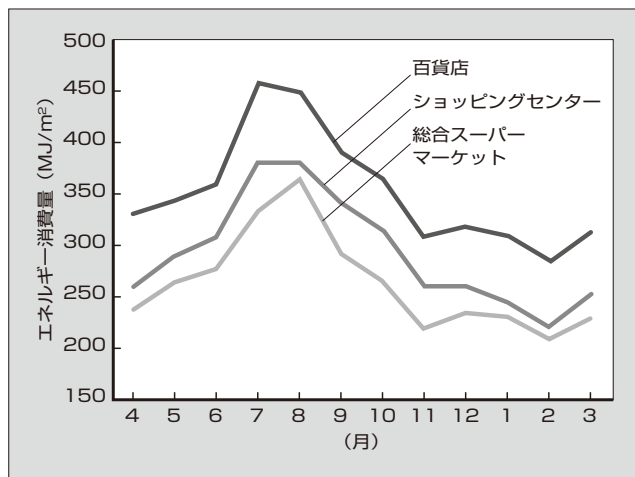


図1 大型商業施設の月別エネルギー消費量

### 2 大型商業施設を取巻く環境とエネルギー管理

#### 2.1 エネルギー消費傾向

大型商業施設は、一般的に業種の異なる多くのテナントで構成され、核となる大型店、専門店、飲食店および共用部からなる。施設全体の月別のエネルギー消費量を図1に、業態別のエネルギー消費の内訳を図2に示す。

月別のエネルギー消費の傾向は業態間で類似しているが、その内訳は異なる。しかしながら、どの業態の施設でも空調、照明および動力のエネルギー消費量が高い割合を示しているため、きめ細かなエネルギー管理や省エネ行動への誘導により、エネルギー消費量の削減が期待できる。

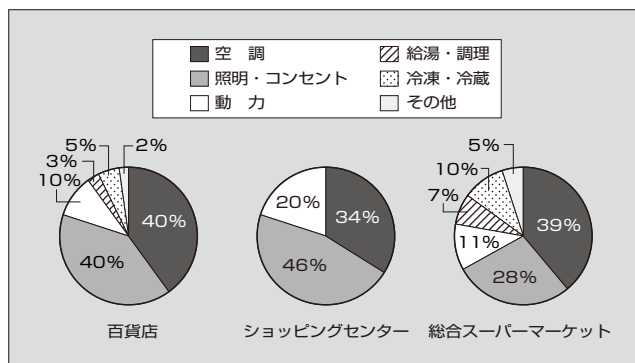


図2 エネルギー消費の内訳

#### 2.2 エネルギー管理状況

施設のエネルギー管理は、ビル中央監視システム（BAS：Building Automation System）により、電源、熱源、空調、照明、エレベータなどの各設備の監視・制御を

行うことで実施されている。しかし、従来のビル中央監視システムは、エネルギーマネジメントを効率的に実施するための機能が不十分であり、節電対策は、運用管理者が次のような対策を手動で実施することが多かった。

- (a) 館内照明の間引き点灯
- (b) 館内空調のコントロール
- (c) 昇降機（エレベータなど）の停止
- (d) 熱源のコントロール

大型商業施設向け EMS を導入すると、これらの操作を自動化できるとともに設備の運転情報を収集・分析し、経済性とエネルギー効率を評価した最適な運転が実現できる。

### 2.3 エネルギー管理における課題

#### (1) エネルギー管理の細分化と省エネ活動の全員参加

エネルギーの管理業務は、施設管理部門が兼務で行うことが多いため、エネルギー需要側と一体となったエネルギー管理に至っていない。需要側が供給側を意識した運用を行うか、供給側が負荷変動を意識した最適供給を行うなど、需給一体のエネルギー管理と省エネ活動が求められる<sup>(3)</sup>。

ショッピングセンターでは、需要側であるテナントが多数入居しており、エネルギー消費量の大きな割合を占める。区分別、業種別にエネルギーの使用状況を分析し、エネルギーの運用効率を向上するための課題を明確にし、実施可能な対策に結びつけるためのきめ細かな管理を行う必要がある。そのためには、需要側のテナントと供給側である施設部門がエネルギー情報を共有し、全員が省エネ活動に参加できる仕組みが求められる。

#### (2) 電気・熱（燃料）・新エネルギーの最適運用

エネルギー事情により、電気料金および燃料料金は中長期的に上昇する傾向にある。このため、施設における電気・熱（燃料）をベストミックスで積極的に運用する必要がある。電気・熱（燃料）の料金単価を考慮し、ランニングコストと CO<sub>2</sub> 排出量を最小にするために、電気・熱（燃料）を利用する設備の最適運用はますます重要になる。

#### (3) 電力負荷のピークカット・ピークシフトの実現

東日本大震災以降、原子力発電所の停止によって電力会社の最大供給力が低下し、電力供給が逼迫（ひっばく）する事態が発生した。電力需要の量だけでなく、電力需要のピークを抑えるため、「電気事業法」による電気の使用制限が発動され、電力需要のピークカット、ピークシフトなどの対応が大口需要家に求められた。

その対応には、再生可能エネルギー（太陽光発電、風力発電など）の利用や蓄電システム、蓄熱システムの導入が有効である。しかし、これらの設備の運用は、エネルギー管理者にとって、どの設備を、どの時間帯で運転すればよいかを判断することが求められ、非常に複雑な作業となる。

あらかじめ、気温・湿度、曜日、来客数などを考慮し、施設内のエネルギー負荷を予測すると同時に、天候の影響を受ける太陽光や風力などによる発電量も予測し、負荷設備の運転ならびに蓄電システムや蓄熱システムの蓄電・放電、蓄熱・放熱のスケジューリングを行う必要がある。

#### (4) 省エネ行動支援

エネルギー管理、省エネ活動は、担当者に負担を感じさせず、継続的に実施できるようにすることが必要である。

実績や運用ノウハウを生かし、エネルギー管理者やテナントの担当者に対して、デマンド調整ガイダンスや省エネ行動メッセージを的確に発信するなど、ソフト面からの支援機能があると良い。

#### (5) エネルギー見える化

一般に設備管理部門が、設備の運用・管理業務を遂行しながら、エネルギー分析・管理業務も行うため、効率良く行うことが求められる。特に、エネルギーの使用状況をさまざまな切り口で分析・管理できるエネルギー見える化の環境整備が重要である。

## 3 富士電機の大型商業施設向け EMS

2.3 節で述べたエネルギー管理における課題を解決するために、富士電機は、“統合 EMS プラットフォーム”技術を適用し、大型商業施設向け EMS を開発した<sup>(4)</sup>。

統合 EMS プラットフォームには、主な機能として次に示す四つがある。

- (a) 電力、ガス、水、熱などのさまざまな種類の計測情報を収集するデバイスのデータアクセス機能
- (b) エネルギーに関する時系列の予測・実績情報を統合的に管理する機能
- (c) 対象施設の規模に応じたカスタマイズが可能なエネルギーシステムのモデリング機能
- (d) 省エネ最適制御を実現する EMS ビジネスアプリケーションの動作管理機能

柔軟性・拡張性に優れた統合 EMS プラットフォームにより、単独の大型商業施設への導入からスマートコミュニティにおける他システムとの連携まで、幅広いビジネス領域への適用を実現している。

### 3.1 大型商業施設向け EMS の機能

エネルギー管理業務は、導入した大型商業施設向け EMS を中心に遂行される。大型商業施設向け EMS の全体構成を図 3 に、機能構成を図 4 に示す。

大型商業施設向け EMS では、施設の内部・外部で発生している各種条件を判断し、最適なタイミングで機器の制御を行い、さらにテナントの従事者だけでなく管理者への指示も行う。大型商業施設向け EMS の特徴的な機能を次に示す。

#### (1) 需要予測

需要予測（図 4-A）は、消費特性の異なる各エリアから集計した負荷実績を予測計算に使用することで、エリアごとのミクロな予測値を算出することができる。各エリアの予測値を合計することで、施設全体のマクロな需要予測を高い精度で算出している。また、予測精度のさらなる向上のため、大型商業施設に特化した補正機能を備えている。

図 5 に施設全体画面を示す。施設をいくつかのエリアに分割し、対象エリアの予測需要を示している。この画面では、エネルギーの需給計画・実績、テナントの電力使用状況を俯瞰（ふかん）して把握するとともに、ドリルダウン

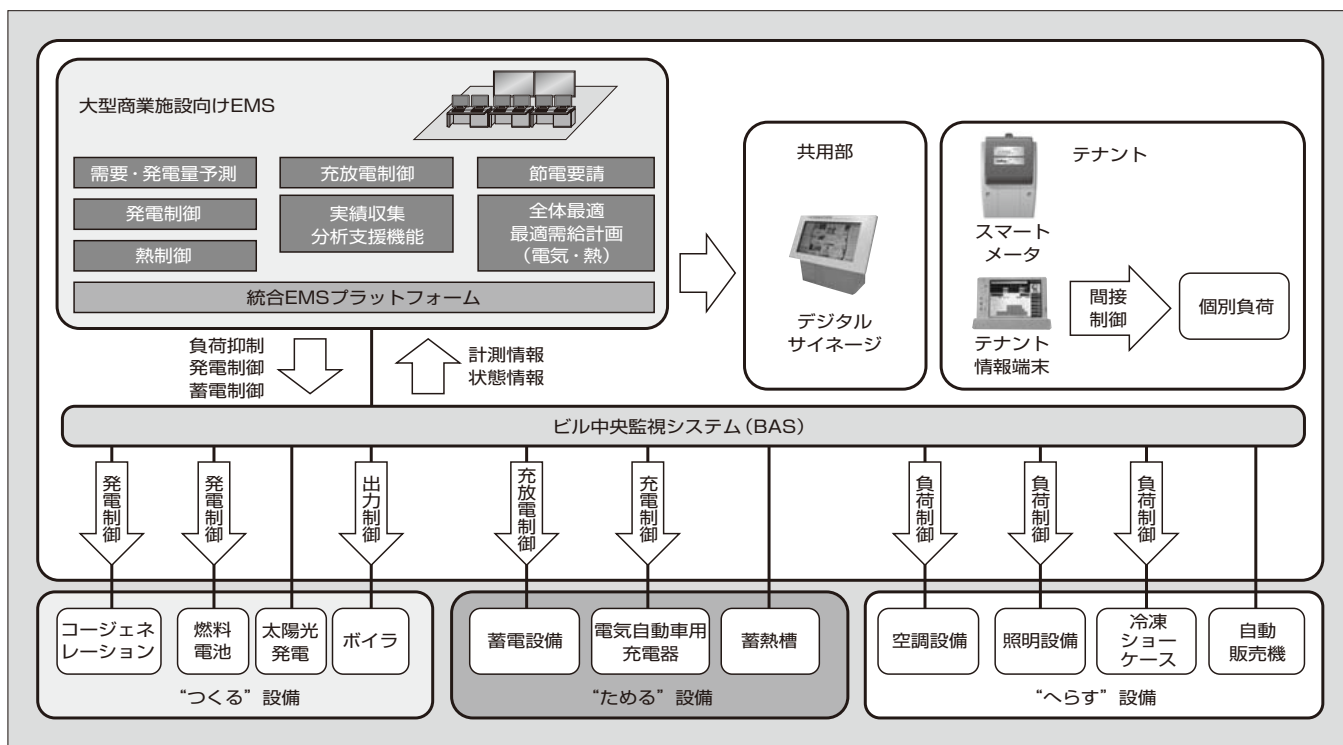


図3 大型商業施設向け EMS の全体構成

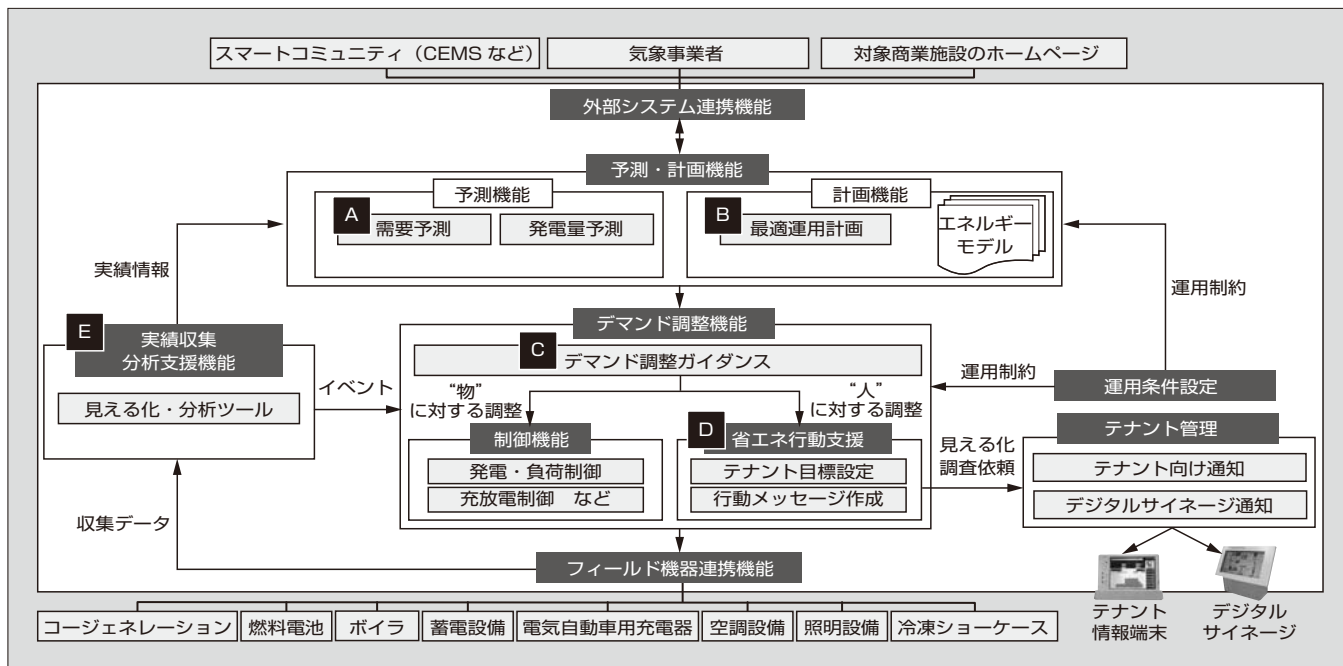


図4 大型商業施設向け EMS の機能構成

操作でエリアやテナントの詳細情報を容易に表示できる。

(2) 最適運用計画

最適運用計画 (図4-B) は、発電、蓄電、電力搬送、負荷、熱源などのさまざまな設備で構成されるエネルギーシステムのモデル化情報と予測情報を基にエネルギー需給のシミュレーションを実行することで、高効率運転(コストおよびCO<sub>2</sub>の削減)を行うための需給計画と制御スケジュールを作成することができる。図6に最適運用計画(図4-B)の入出力情報を示す。作成された需給計画と制

御スケジュールに従い、各機器の制御や設定を最適なタイミングで実行することにより、エネルギーの高効率運転を可能とし、電力・熱(燃料)・新エネルギーの最適運用を実現している。

また、最適運用計画の基礎データとなる、設備の種類や関連性(エネルギーの入出力)を示すエネルギーシステムをモデル化するエンジニアリングツールを実装した。これにより、設備を更新する場合のモデルをオフラインで作成し、効果のシミュレーションを行うことで、設備投資計画の立

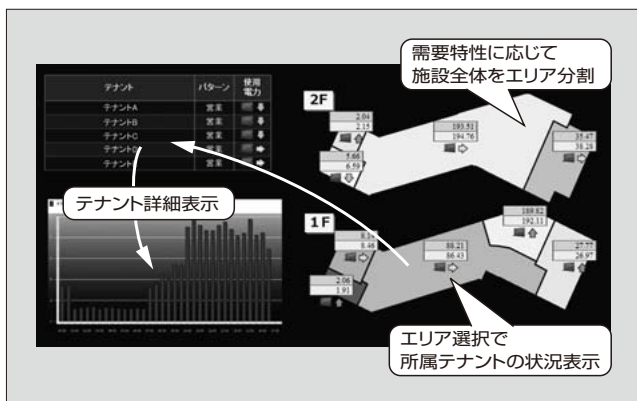


図5 施設全体画面

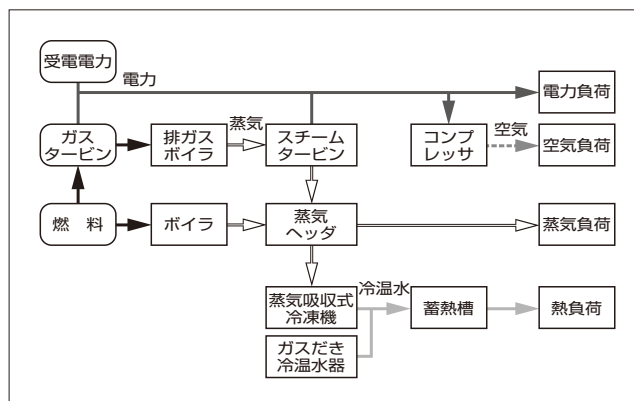


図7 エネルギー系統のモデル

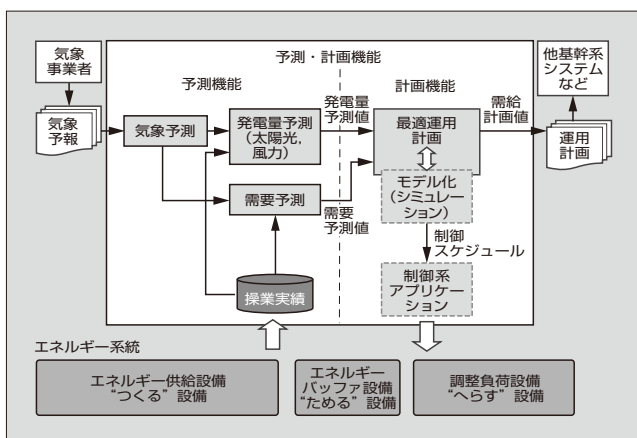


図6 最適運用計画の入出力情報

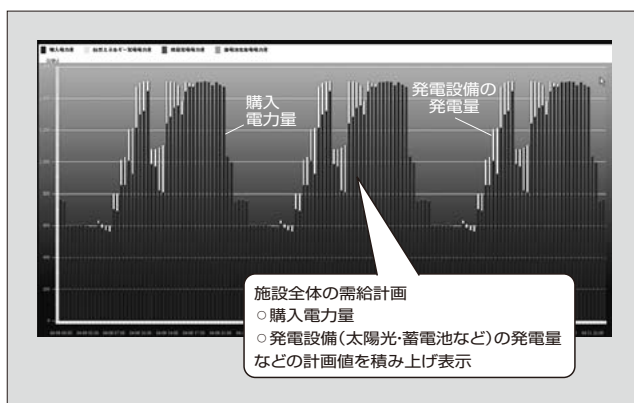


図8 最適運用計画による3日分の供給計画

案にも活用できる。

図7にエネルギー系統のモデルを、図8に最適運用計画による3日分の供給計画を示す。

### (3) デマンド調整ガイダンス

デマンド調整ガイダンス(図4-C)は、エネルギーの需給状況と機器の運転状態の変化を検出することで、運用管理者への推奨操作ガイダンスを作成することができる。“いつ”“何が発生”“把握すべき情報”“推奨する行動と効果”を運用管理者に通知し“気づき”を即時に与えるものである。

電力料金単価が上昇する時間帯となる前に通知される、デマンド調整ガイダンスの例を次に示す。

- いつ：30分後
- 何が発生：電力料金単価の上昇時間帯到達
- 把握すべき情報：需給計画・実績と料金情報
- 推奨する行動と効果：共有部の照度設定を100%から75%に変更(削減効果：200kW)

画面上で“把握すべき情報”を選択すると、関連する機能を表示する画面へ切り替わることにより、操作性の向上を図っている。

### (4) 省エネ行動支援

省エネ行動支援(図4-D)は、エネルギーの消費動向や需給状況を表示することで、省エネ行動を促すことを目的としている。大型商業施設では、テナントのエネルギー

消費量が多く割合を占めている。そのため、最適なエネルギーコントロール(省エネ、ピークカット、ピークシフトなど)の実現には、テナントの従事者(人)に“意識改革”を促し、需給逼迫時に具体的な“省エネ行動”を実行できるようにすることが重要である。省エネ行動支援の内容を次に示す。

#### (a) テナント情報端末の設置

各テナントにタブレット型の情報端末を設置し、テナント従事者自身がテナントのエネルギー消費動向をいつでも把握できる機能を構築した。図9に、テナント情報端末の画面例を示す。スマートメータと連携することにより、テナント単位で用途別(照明、空調、動力)実績を収集するとともに、テナントの規模や特性に応じた表示項目、表示スケールで見える化を実施し、テナント情報端末の視認性の向上を図っている。

#### (b) 省エネ行動の依頼メッセージの表示

各テナントで実施できる省エネ行動は、テナントの業種特性、規模、操業時間帯によってさまざまな種類がある。大型商業施設向けEMSでは、テナントの従事者が実際に行動できる具体的な依頼メッセージと省エネ目標値をテナントごとに管理・計算し、需給逼迫時にテナントの情報端末にアラームとともに通知する。

需給逼迫時間帯などは、1分間隔で実績の表示を更新することで、省エネ行動の効果をその場で確認・実感できる画面構成としている。これは施設全体の省エネの取

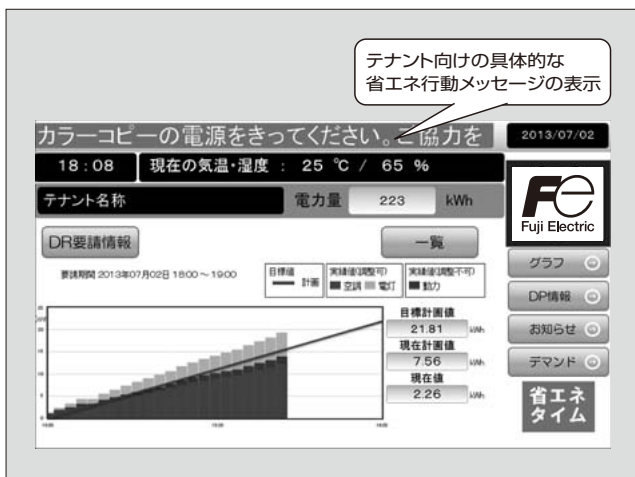


図9 テナント情報端末の画面例

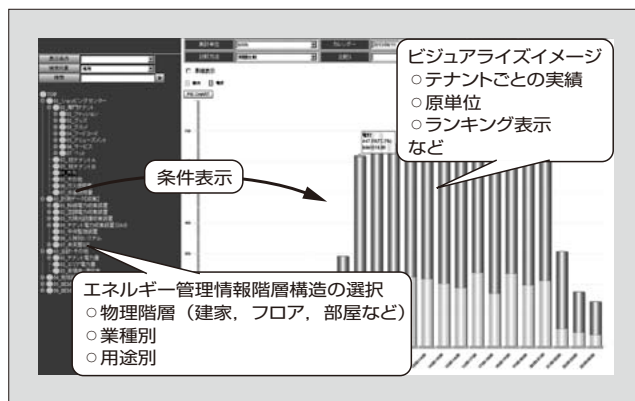


図10 見える化の階層集計画面

特集 エネルギーマネジメントシステム(EMS)

組みが、テナント従事者にとって“やらされ感”ではなく“納得感”“達成感”を感じてもらうための工夫である。

(c) テナントの協力度の定量評価

大型商業施設向け EMS では、省エネ行動に対する効果を定量的に管理し、テナントごとの協力度を分析できる。また将来、省エネへの協力度に応じた、インセンティブ制度の運用への展開も可能としている。

(d) デジタルサイネージとの連携

デジタルサイネージとの連携は、施設全体の省エネ状況や取組みを来場者（お客さま）に見せることで“企業ブランド価値”を高めることに貢献している。

また、スマートコミュニティに参画している施設においては、需給が逼迫して地域内の電力料金が高くなる時間帯にセールなどを告知し、地域全体から集客することで地域全体のエネルギー効率の向上を目指している。

(5) エネルギー見える化

エネルギー見える化（図4-E）は、エネルギー情報の参照や集計を容易にできるようにすることで、エネルギー管理者の効率的・効果的な分析・評価を実現することができる。次に示す二つの工夫を実施した。

(a) 知りたい情報にたどり着くまでの迅速化

図10に、見える化の階層集計画面を示す。エネルギー情報を検索するための情報構造をテナントの業種（物販、飲食、サービスなど）を軸とし、階層ツリーから検索できるインタフェースとした。

管理者は、階層ツリー配下の細分化されたエネルギー情報（業種別、用途別使用量、原単位、ランキングなど）を容易な操作でさまざまな切り口で参照・集計できる。

(b) 知りたい情報を加工する時間の短縮化

参照・集計しているエネルギー情報は、表計算用ソフトウェアで使用できるファイル形式で管理者用 PC にダウンロードし、任意に報告用帳票などを作成することができる。

3.2 今後の技術的展開について

施設全体のエネルギー効率と投資コストの最適化には、維持管理コストも含め横断的に評価できる仕組みの導入が必要である。例えば、配管異常を検知した場合、維持管理コストとトレードオフ関係にあるエネルギーロスコストとリスクとを勘案し、最適な時期が決定される。

今後、富士電機が持つセンサ技術、設備維持管理ソリューションおよび EMS ソリューションを融合し、業務情報を横串で評価できる分析環境を追加することにより、大型商業施設のさらなるビルエネルギー最適化を実現する EMS を目指している。

4 あとがき

大型商業施設においてエネルギーの見える化と最適運用を行う EMS について、その機能・特徴を述べた。

これまでの成果を生かし、さらなる機能強化を実施することで、最適なエネルギー運用を実現させるとともに、電力需給調整に寄与し、効率的かつ合理的にエネルギーの利用を推進するスマートな社会の実現に貢献していく所存である。

参考文献

- (1) 一般財団法人 省エネルギーセンター. “商業施設（百貨店・総合スーパー・ショッピングセンター）の省エネルギー”. p.2, [http://www.shindan-net.jp/pdf/commercial\\_bldg.pdf](http://www.shindan-net.jp/pdf/commercial_bldg.pdf), (参照 2013-07-19).
- (2) 経済産業省 資源エネルギー庁. 各種商品小売業省エネルギー実施要領作成検討委員会. “各種商品小売業における省エネルギー実施要領”. 平成20年3月版, p.2, <http://www.enecho.meti.go.jp/topics/080804/3.pdf>, (参照 2013-07-19).
- (3) 東谷直紀ほか. 省エネルギー活動を支援するエネルギーマネジメントソリューション. 富士時報. 2011, vol.84, no.4, p.234-238.
- (4) 堀口浩ほか. 統合エネルギーマネジメントシステムプラットフォーム. 富士時報. 2011, vol.84, no.3, p.214-218.



**小松原 滋**

エネルギー管理システムの企画・開発・エンジニアリング業務に従事。現在、富士電機株式会社発電・社会インフラ事業本部社会システム事業部電力流通システム部担当課長。情報処理学会会員。



**山田 康之**

エネルギー管理情報システムの企画・設計・開発に従事。現在、富士電機株式会社産業インフラ事業本部東京事業所システム技術センターエネルギーシステム部。



**項 東輝**

製造管理・エネルギー管理システムの企画・開発・技術取りまとめに従事。現在、富士電機株式会社産業インフラ事業本部機電システム事業部FEMS 技術部担当課長。工学博士。計測自動制御学会会員，電気学会会員。





\*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する  
商標または登録商標である場合があります。