

# エネルギーマネジメントシステム (EMS) の現状と展望

Energy Management System (EMS) : Current Status and Future Outlook

白川 正広 SHIRAKAWA Masahiro

小林 直人 KOBAYASHI Naoto

桑山 仁平 KUWAYAMA Jimpei

## 1 まえがき

わが国のエネルギー自給率は4%と低く、また、そのほとんどを石油やLNG（液化天然ガス）などの化石燃料に依存している。エネルギー自給率を向上させ、エネルギーセキュリティを確保することは第1次オイルショック以降、長年の課題となっている。また近年、中国をはじめ、新興国の経済成長を背景としてエネルギー消費が急増しており、エネルギーの安定確保の問題に加え、地球環境問題も深刻化している<sup>(1)</sup>。

その対策の一つとしてクリーンな再生可能エネルギーの積極的な活用が政策的に推進されており、2012年から「再生可能エネルギーの固定価格買取制度」がスタートした。

一方、喫緊の課題は経済再生であり、持続的発展が可能となる経済社会の実現に向けた戦略的な取り組みが必要となる。世界に先駆けてクリーンで経済的かつ安定した次世代のエネルギーシステムを実現することは、前述のエネルギーセキュリティの確保に加え、国際競争力の強化や、地域の資源を生かした地域再生につながる大きな柱となる<sup>(2)</sup>。

2010年から開始された経済産業省“次世代エネルギー・社会システム実証事業”では、四つの地域（横浜市、豊田市、けいはんな学研都市、北九州市）で、

次世代エネルギーシステムの実現を視野にスマートグリッド<sup>(\*)1</sup>の先進的な実証が推進されている。本事業では、地域の再生可能エネルギーを安定かつ高効率に活用するとともに、BEMS<sup>(\*)2</sup>、HEMS<sup>(\*)3</sup>、スマートメータ<sup>(\*)4</sup>などの需要家側の省エネルギー（省エネ）システムにより、需要家も地域のエネルギー需給運用に参加するデマンドサイドマネジメントの技術的、社会的な実証・評価を行っている。また、この実証・評価の成果を海外向けエネルギーインフラや東日本大震災復興インフラに展開するための検討も進めている。

次世代のエネルギーシステムにおいては、需要家にさまざまなエネルギーメニューの選択肢が提供される。需要家がこれらを賢く使いこなすためにはエネルギーマネジメントシステム（EMS）<sup>(\*)5</sup>の普及が重要な条件となる。

本稿では、地域のエネルギー管理を行うCEMS<sup>(\*)6</sup>や各分野向けの需要家EMS、およびEMSを構成する各種技術について述べる。

## 2 エネルギーマネジメントシステム (EMS) 技術

### 2.1 EMSの全体像

図1に富士電機が考えるEMSの全体像を示す。

#### (\*)1 スマートグリッド

エネルギー事業者と需要家がスマートメータなどで情報を連携し、大規模な電力系統と地域の電力グリッドを協調運用する電力流通システムのことである。これによって、再生可能エネルギーの大量導入やエネルギーの効率的な利用を行うことができる。

#### (\*)2 BEMS

Building and Energy Management Systemの略である。業務用ビルの空調、照明、動力などのエネルギー管理を行うシステムのことである。大規模なビルでは、ビル施設管理システムと情報を連携し、エネルギー設備や負荷のリモート制御を行うことができる。

#### (\*)3 HEMS

Home Energy Management Systemの略である。家庭用の太陽光発電や夜間電力を用いた給湯、空調システム、家庭用燃料電池などの普及に伴い、住宅のエネルギー需給に対する見える化を実現するためのものである。HEMSの形態はさまざまであり、各家庭にホームターミナルを設置して監視・制御を行うもの、パソコンやスマートフォンを利用してエネルギー管理サービスを提供するもの、家電自体をインテリジェント化するものなどがある。

#### (\*)4 スマートメータ

双方向通信機能を持たせた電力量計である。これにより、電力量の遠隔検針をはじめ、電圧・電流計測、契約電力量の遠隔変更や電力供給の遠隔停止、停止解除を行うことができる。

#### (\*)5 EMS

Energy Management Systemの略である。電気、熱、ガスなどのエネルギーの見える化や設備の最適運用などを実現するシステムのことである。管理する対象に応じて、BEMS、CEMS、FEMS、HEMS、REMSなどがある。

#### (\*)6 CEMS

Cluster Energy Management Systemの略である。地域のエネルギー需給最適化を行うシステムのことである。スマートメータや需要家の省エネルギーシステムと情報を連携し、需要家側負荷の直接制御および間接制御を行うことができる。

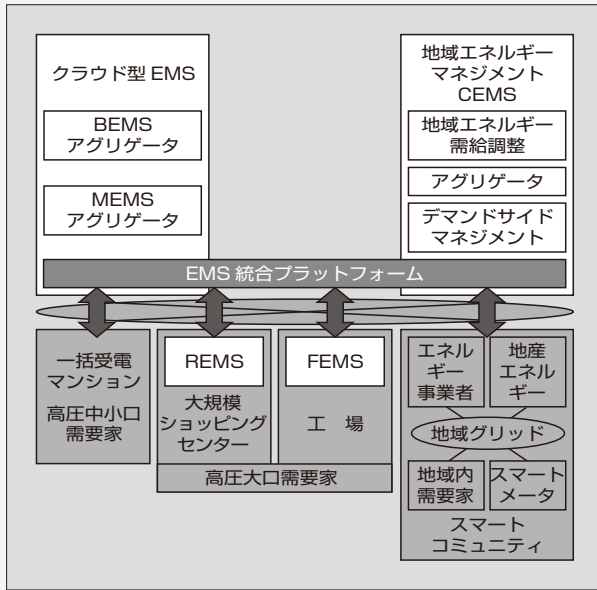


図1 EMSの全体像

富士電機では、スマートコミュニティにおいて地域のエネルギー管理を行うCEMS<sup>(\*7)</sup>、ならびに工場や店舗など各種分野の需要家のエネルギー見える化、省エネを推進するEMSをパッケージ商品化し、「EnergyGATEシリーズ」として2011年に発売した。

また、流通店舗や産業分野の需要家向けには、富士電機がこれまで顧客とともに蓄積してきた省エネや製造、施設運用などのノウハウを基に、より高度なエネルギー管理を実現する店舗流通EMS<sup>(\*8)</sup>や工場のEMS<sup>(\*9)</sup>（FEMS）を提供している。

さらに、小中学校や小規模店舗、一括受電マンションなどの高圧小口需要家では、エネルギー使用量が小さく、EMS設備を個別に導入するとコスト回収が難しい。そこで、クラウド環境<sup>(\*10)</sup>でEMSサービスを提供することにより、EMS設備の投資コストを抑制している。

## 2.2 EMSの開発ロードマップ

わが国では、1979年に「エネルギーの使用の合理化に関する法律」（省エネ法）が制定されて以来、幾度

となく改正されてきている。1997年には地球温暖化防止を目指した「京都議定書」を批准し、さらに規制を強化する形で改正され、再生可能エネルギーの導入に向けて政策的な推進が図られてきた。

また、経済社会がグローバルに進展する中で、わが国への市場開放の要請に応えるため、1995年から電力自由化が段階的に拡大されている。一方で、国内の産業分野の国際的な競争力確保や市場拡大を目的とした国際標準への積極的な対応が進められている。

さらに、中東産油国の情勢不安に加え、2000年前後から中国や東南アジアの新興国の経済拡大により石油やLNGの消費量が拡大し、その価格が高騰している。

富士電機では1973年の第1次オイルショック以降、省エネに関するさまざまな製品・ソリューションを顧客に提供してきた。また、取り巻く環境変化や情報処理技術の進展を先取りし、高度なEMS製品を開発してきた。図2に、富士電機のEMSおよび主要な技術・コンポーネントの開発ロードマップを示す。次に、EMSを構成する主な要素技術の開発経緯とEMS製品について述べる。

### (1) 計測・制御コンポーネント

計測・制御コンポーネントは、EMSを構成する上で、現場の負荷機器のエネルギー使用状況を計測し、制御するものである。1985年にプログラマブルコントローラ「MICREX-F」を発売し、ビルや工場設備の状態監視や計測、自動制御など施設運用の高度化、省力化を実現する製造・施設管理システムを提供している。さらに、ユーザーニーズや情報処理技術の進化に対応し、オープンインタフェース化した「MICREX-SX」や顧客内の各種システムとのデータ連携が容易な「MICREX-NX」など、より高性能なシリーズを展開している。

1995年以降の省エネ法改正では、従来の大規模事業所に加え、中小規模の事業所にも継続的な省エネが義務化され、簡易なエネルギー計測システムのニーズが拡大した。富士電機ではこれに対応し、「F-MPC」や「PowerSATELITE」などの安価な計測端末によるエ

### (\*7) スマートコミュニティ

自然環境と調和し、低炭素で安定、かつ経済的な社会インフラのことである。エネルギーの効率的な使用や資源の循環的活用、環境保全など、コミュニティ全体の持続可能な発展を目指したものである。

### (\*8) REMS

Retail Energy Management Systemの略である。店舗流通分野におけるエネルギー需給の見える化の実現や設備の最適運用を行うシステムのことである。小売店舗における省エネルギーは、食品の安全衛生管理や利用客の快適性を最優先に確保した上で実施する必要がある。

### (\*9) FEMS

Factory Energy Management Systemの略である。生産管理やサプライチェーン管理と連携し、製品のライフサイクルコスト低減に着目して高度な工場運営を行うシステムのことである。1998年の省エネ法の改正に基づいたエネルギー管理指定工場の規制に応えることができる。

### (\*10) クラウド

クラウドコンピューティングの略である。ネットワーク経由で、分散したサーバやコンピュータにデータを保存したり、その中のソフトウェア資源を利用する技術をいう。

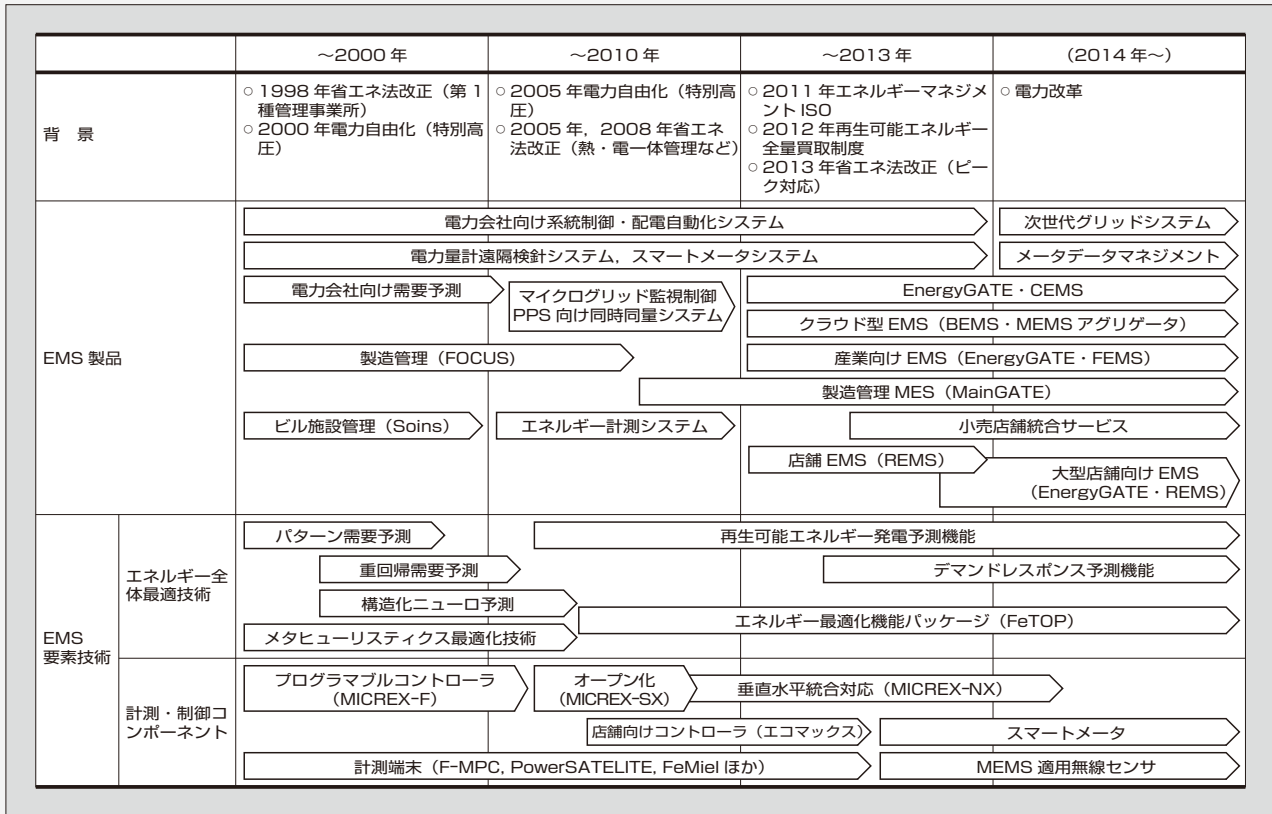


図2 EMSおよび主要な技術・コンポーネントの開発ロードマップ

エネルギー計測システムを発売した。

さらに、現場への計測端末の設置を簡素化するため、無線タグを適用した自己給電型の計測センサや、構内での検針情報の取得が可能なスマートメータを開発した。

(2) エネルギー全体最適技術

省エネ法の数度にわたる改正を通し、大規模な事業者を中心に、主要な個別の省エネ対策がほぼ実施済みとなり、さらなる省エネの達成にはエネルギー設備全体や製造計画に踏み込んだ運用改善が必要となる。加えて、電力自由化によるエネルギー調達の実現の増加や、不安定な再生可能エネルギーの利用促進など、需要家のエネルギー設備の運用が複雑化している。

富士電機では、複雑なエネルギー設備の全体最適運転計画を行う最適化パッケージ「FeTOP」を2003年に発売した。FeTOPは構造化ニューラルネットワークやメタヒューリスティクス最適化技術などの高度な情報処理技術を用いて、計画立案を自動化するものである。電気・熱・動力などのエネルギー設備のコストや環境負荷を最小にすることができる。エネルギーの全体最適のほか、水系制御や再生可能エネルギーの発電量予測など広範な最適化問題に適用できる。

(3) EMS製品

クリーンで安定、安価なエネルギー需給の実現に向け、エネルギー供給者と需要家間で情報連携を行い、

協調してエネルギー流通制御を実現することが大きな課題となる。そのためには、需要家へのEMSの導入を促進し、これらをエネルギー事業者や各種エネルギーサービスプロバイダのシステムと双方向で連携させるCEMSの導入が必須の要件となる。

富士電機では、これまで個々の顧客に提供してきたエネルギー計測・制御技術やエネルギー最適化技術、情報処理技術などを統合し、エネルギー管理システムパッケージ「EnergyGATE」を2011年に発売した。

図3にEnergyGATEのソフトウェア構成を示す。本パッケージは、エネルギー事業者、需要家双方を対象としている。特徴は、共通の統合EMSプラットフォーム

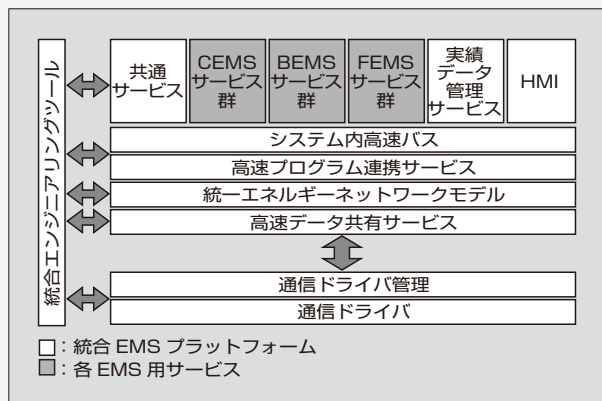


図3 「EnergyGATE」のソフトウェア構成

フォーム上にエネルギー事業者向けソフトウェア、需要家向けソフトウェアをそれぞれ搭載し提供する構成となっていることである。

統合 EMS プラットフォームでは、各サーバに分散配置された EMS サービスソフトウェアの連携を行う高速プログラム連携サービス「Fuji Service Bus」と、各ソフトウェアからのデータ参照や制御指示を管理する高速データ共有サービス「Field Connector」を実装している。これらの機能により、エネルギー事業者と需要家が設置した EMS において、シームレスかつ高速なサービスソフトウェア連携やデータ共有が実現できる<sup>(3)</sup> (197 ページ“統合 EMS プラットフォームによる最適運用計画機能構築フレームワーク”参照)。

### ③ 各分野向けの EMS 構築

#### 3.1 地域エネルギーマネジメントシステム

富士電機は 2010 年から経済産業省“次世代エネルギー・社会システム実証事業”の 4 地域の一つとして選定された“北九州スマートコミュニティ創造事業<sup>(※11)</sup>”において地域の需給制御を行う CEMS の実証・評価を推進中である。本 CEMS は、地域の再生可能エネルギーを当該地域で有効に活用するために、気象データと連携した再生可能エネルギー発電量予測や最適需給計画機能など先進の地域エネルギー管理機能を搭載している (202 ページ“分散電源系統における需給制御システム技術”および 207 ページ“太陽光発電の発電量予測技術”参照)。

加えて、実証地域内の全需要家に設置したスマートメータ、および参加各社で実証中の需要家 EMS と双方向に情報を連携し、需要家のピークシフト反応を創出するダイナミックプライシング<sup>(※12)</sup>の実規模実証を行っている。

2014 年度末までの実証期間中、前述のダイナミックプライシングの他、再生可能エネルギーを大量に導入したときのグリッドの電力品質の維持や、工場に近接した地域の特長を生かした水素利用、熱マネジメントなど各種の先導的な技術・社会システムの評価を行う予定である。

実証事業に並行して、実証終了後の CEMS 事業の継続や実証成果の国内外への展開に向けたビジネスモデルの検討を進めている。CEMS には需要家のエネ

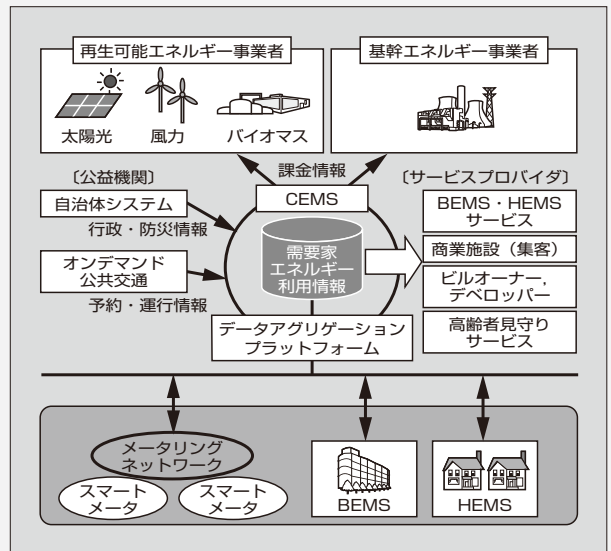


図4 CEMSのデータアグリゲータのサービス連携イメージ

ルギー利用状況に関する情報が大量に集まる。事業化検討では、データアグリゲータ事業としても位置付け、その収益性の確保を評価している。その際、CEMS 運用者を、地域のエネルギー需給を最適化する地域エネルギーマネジメントサービス事業に加え、大量の需要家情報を需要家の承諾の下、各種のサービスメニューの拡大に活用することを検討している。

図4に CEMS のデータアグリゲータとしてのサービス連携のイメージを示す。CEMS で収集した需要家エネルギー利用情報は、エネルギーの見える化や省エネなどの EMS サービスのほか、高齢者見守りや交通、商業施設の集客などのエネルギー以外のサービスにも展開可能である (166 ページ“北九州スマートコミュニティ創造事業におけるダイナミックプライシング社会実証”参照)。

#### 3.2 FEMS

富士電機では、「MainGATE シリーズ」を中心とする製造管理パッケージをさまざまな業種に展開しており、バッチ・ライン・連続工程など、さまざまな製造設備の運用に関するノウハウを蓄積している。産業分野向け FEMS は、このノウハウを生かし、工場の製造計画と連携した工場ユーティリティ設備の最適運用を実現している点が特徴である。

大規模な製鉄工場ではエネルギーセンターを保有し

#### (※11) 北九州スマートコミュニティ創造事業

2010 年から経済産業省が推進している“次世代エネルギー・社会システム実証事業”の一つとして選定された。北九州市八幡東区の東田地区 (120 ha) で 2014 年まで実施される。特徴の一つとして、東田地区は、

東田コージェネ株式会社による自管線による電力供給地域で、同地区の電力需給組合の協力により、実規模のダイナミックプライシングの実証を行っている。

#### (※12) ダイナミックプライシング

需給状況の変化に応じて時間帯別に電力料金を変動させる制度である。需給の逼迫 (ひっばく) が予想される時間帯の電力料金を上げることで、需要家の節電行動を促す。



ており、製鉄に関わるガスや熱、電力などのエネルギー供給を行っている。富士電機は、エネルギー供給を製鉄プロセスと連動して最新のメタヒューリスティクス最適化技術を用い、最適運転計画を立案する鉄鋼EMSを開発した（177 ページ“製鉄所のエネルギー管理を最適化する「鉄鋼 EMS パッケージ」”参照）。

また、大量の熱消費が主体の製紙分野などでは、東日本大震災の後、老朽化したボイラ設備更新の際に、災害時の電源確保を考慮し、コージェネレーション<sup>(※13)</sup>に置き換える顧客が増加している。富士電機は、熱デマンドに対応してコージェネレーションやボイラを最適に運転する熱マネジメントシステムを開発した（173 ページ“製紙工場におけるコージェネレーション設備のエネルギー最適運転システム”参照）。

### 3.3 ビルやマンションのクラウド型EMS

高圧小口需要家（契約電力 50kW 以上、500kW 未満）は、エネルギー使用量が小さく、省エネやEMS設備を個別に導入するためのコストを回収することが難しい。小口需要家向けにクラウド環境で見える化や省エネなどのEMSサービスを提供することにより、EMSの設備投資におけるコストを抑制することが可能である。

図5にクラウド型EMSの概要を示す。小口需要家側にはエネルギー関連の情報表示端末を設置し、外部のEMSアグリゲータから通信ネットワークを介してエネルギー見える化や省エネなどのEMSサービスを

提供する。需要家側でエネルギー見える化による設備運用の改善で10%程度の省エネを想定している。

また、対象施設のオーナーや小中学校を所管する自治体向けに当該のエネルギー情報を集約して定期的に配信する。

富士電機は、小中学校や業務用ビルなどを対象としたBEMSアグリゲータ事業を2012年に、高圧一括受電マンション向けのMEMS（マンションEMS）アグリゲータ<sup>(※14)</sup>事業を2013年にそれぞれ開始した（188 ページ“クラウド型EMSによるエネルギー管理支援サービス”参照）。

### 3.4 REMS

コンビニエンスストアやスーパーマーケットなどの流通店舗の省エネは、食品の冷凍・冷蔵ショーケースの温度管理ならびに空調温度や照明といった店内環境の快適さの維持など特殊な要因との両立が求められる。

富士電機では、これらのニーズに応じて冷凍・冷蔵ショーケースをはじめとするコールドチェーン機器や環境に配慮した店舗工法「エコロユニット」をラインアップしている。加えて、店舗内のエネルギーを監視し、ショーケースや空調の温度および照明を自動制御する「エコマックスコントローラ」を開発し、店舗全体の省エネを支援している。

さらに、収集した各店舗のエネルギー消費データをBEMSアグリゲータによるクラウド型EMSで収集し、チェーン店舗本部にエネルギー管理支援情報を送信したり、各店舗に省エネガイダンスを送信したりするREMSを構築した。図6にREMSの構成例を示す。

また、複数のテナントで構成される大規模ショッピングセンターを対象に、施設内のダイナミックプライシングを行うEMSを開発し、実証・評価中である（193 ページ“店舗のEMSを実現する「エコマックスコントローラ」”および182 ページ“大型商業施設向けEMS”参照）。

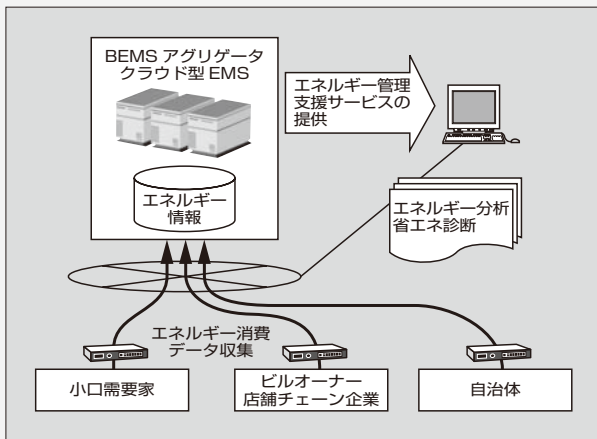


図5 クラウド型EMSの概要

#### (※13) コージェネレーション

工場やビルなどの需要家側に発電設備を設置し、発生する熱を利用することである。LNGを燃料とした場合、商用電力に比べ約30%のCO<sub>2</sub>削減効果が得られる。燃料の高騰により導入が頭打ちとなっていたが、大規模災害時の自立電源としての利用や、電力需給逼迫時のピークカット協力に対するインセンティブ付与により再度注目されている。

#### (※14) アグリゲータ

電力自由化の環境において、中小小口需要家を取りまとめ、見える化やエネルギー調達などの各種エネルギーサービスを低コストで提供するものである。中小小口需要家は価格交渉力が弱く、個々のエネルギーコストに対する低減メリットを享受しにくいという課題を解決することができる。

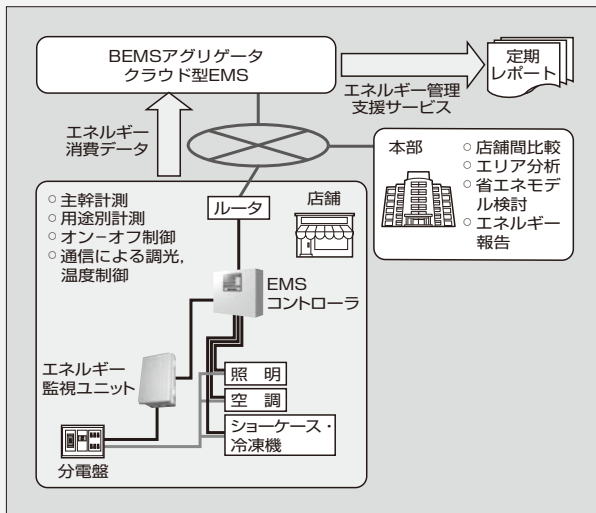


図6 REMS の例

#### 4 あとがき

本稿では、地域のエネルギー管理を行う CEMS や各分野向けの需要家 EMS、および EMS を構成する各種技術について述べた。

富士電機の EMS パッケージ「EnergyGATE」は、エネルギーの供給側から需要家までのスマート化を実現する上で重要なソリューションを提供するものと考えられる。今後は、海外展開を見据えた標準化動向や新しいエネルギー制度に対応した高度なエネルギーサービスの提供に努めていく所存である。

#### 参考文献

- (1) “平成24年度エネルギーに関する年次報告（エネルギー白書2013）”. 資源エネルギー庁. <http://www.enecho.meti.go.jp/topics/hakusho/2013energyhtml/index.html>, (参考 2013-07-16).
- (2) “戦略市場創造プラン”. 首相官邸. [http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/rm\\_jpn.pdf](http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/rm_jpn.pdf), (参考 2013-07-16).
- (3) 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.



#### 白川 正広

エネルギー分野の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長。日本原子力学会会員。技術士。



#### 小林 直人

エネルギー流通、スマートグリッド構築分野における技術および事業企画業務に従事。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長。電気学会会員。



#### 桑山 仁平

スマートコミュニティ分野の商品企画、営業技術に従事。現在、富士電機株式会社発電・社会インフラ事業本部スマートコミュニティ総合技術部担当部長。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。