

Webサービス技術を用いて地域需要家の連携を実現するCEMS

Community Energy Management System to Connect Utility Customers Using Web Service Technologies

松澤 茂雄

山田 孝裕

宮崎 一彦

■ MATSUZAWA Shigeo

■ YAMADA Takahiro

■ MIYAZAKI Kazuhiko

太陽光や風力などの再生可能エネルギーを有効活用するために、住宅や、ビル、電気自動車 (EV) などの需要家と連携して地域単位にエネルギー管理を行う地域エネルギーマネジメントシステム (CEMS: Community Energy Management System) に注目が集まっている。CEMSでは、エネルギーの見える化とデマンドレスポンス (DR) の二つの機能により様々な需要家との連携を実現することから、需要家とのインターフェースの共通化が重要になる。

東芝は、グローバルな標準化の動向を考慮したWebサービス技術を基に地域エネルギーマネジメント共通インターフェースを開発することで、様々な需要家との連携を可能にするCEMSを開発した。

Demand is emerging for a community energy management system (CEMS) that can manage energy usage through community-level connections with users including houses, buildings, electric vehicles, and so on, in order to make more effective use of photovoltaic power generation, wind power generation, and other renewable energies. To establish close cooperation between the CEMS and a diverse range of utility customers, visualization of both energy consumption and the demand response (DR) function as well as the standardization of interfaces are required for the CEMS.

Toshiba has developed a CEMS that can connect utility customers using a newly developed community energy management unified interface applying global-standard Web service technologies.

1 まえがき

太陽光や風力などの再生可能エネルギーを最大限に活用するために、地域単位で高度なエネルギー利用を可能にする地域エネルギーマネジメントシステム (CEMS) 実証のための取組みが進められている。

東芝は、経済産業省から実証地域に選定されている横浜市の「横浜スマートシティプロジェクト (YSCP)」⁽¹⁾に参画し、太陽光発電 (PV) 及び電気自動車 (EV) が大量導入されることを想定した実証を進めながら、CEMSの開発を進めている。

CEMSが再生可能エネルギーを最大限に活用するには、CEMSと需要家の連携が必要である。この連携には、電力供給側からの要請に応じて需要家側が電力需要を調整するデマンドレスポンス (DR) が有効である。

CEMSを普及させるためには、以下に示す取組みにより、サービス、システム、及び機器を充実させることが必要である。

- (1) インタフェースの共通化 様々な需要家と連携
- (2) API (Application Programming Interface) の提供 第三者がアプリケーション開発

そこで当社は、DRなどで先行事例のある海外の動向を考慮して、Webサービス技術を用いた需要家との連携を実現するCEMSを開発した。ここでは、YSCP向けCEMS実証システムを例に、その構成について述べるとともに、CEMSのアプリケーションとして地域エネルギー見える化機能及びDR機能

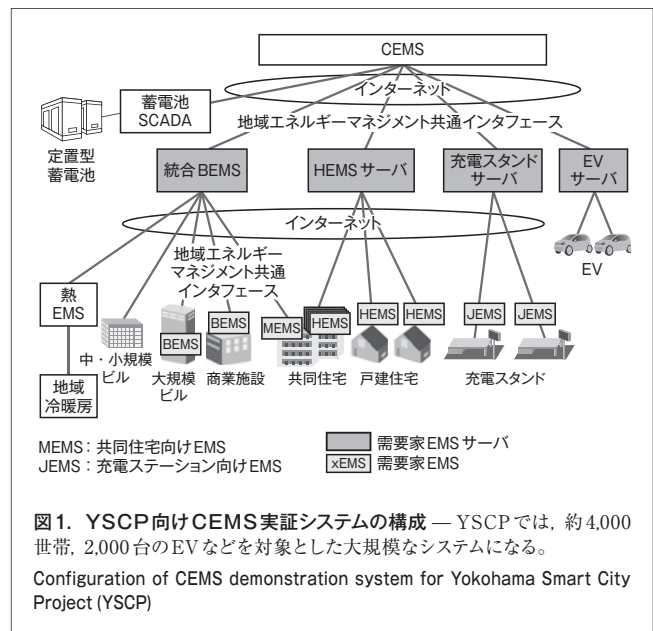


図1. YSCP向けCEMS実証システムの構成 — YSCPでは、約4,000世帯、2,000台のEVなどを対象とした大規模なシステムになる。

Configuration of CEMS demonstration system for Yokohama Smart City Project (YSCP)

と、それを実現するインターフェースについて述べる。

2 CEMS実証システムの構成

YSCP向けCEMS実証システムは、図1に示すように、CEMS、需要家EMS (Energy Management System)、及び需要家EMSサーバの3階層から構成される。各構成要素を以下に

述べる。

2.1 CEMS

CEMSは、当社の技術である電力系統内の監視・需給制御を実現するμEMS (Micro Energy Management System) をベースとしたシステム⁽²⁾である。

需要家EMSや定置型蓄電池などを制御する蓄電池SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) と連携しながら、PVなどの再生可能エネルギーを多数導入したコミュニティ内の電力需給のバランスを維持する機能を持つ。需要家EMSとの連携では、DRを実行する。

2.2 需要家EMS

住居向けのHEMS (Home Energy Management System) や、ビルや商業施設向けのBEMS (Building Energy Management System), EV向け充電スタンドなど、需要家の省エネにつながるシステムである。

2.3 需要家EMSサーバ

需要家EMSサーバは、需要家が大量に接続されることを想定し、需要家の情報を集約するシステムである。需要家EMSサーバ上で、BEMSなどの需要家EMS機能をクラウドサービスとして需要家に提供することで、BEMSを持たない需要家との連携が可能になる。

YSCP向けCEMS実証システムで設置される需要家EMSサーバには、HEMSサーバ、統合BEMS、及び充電スタンドサーバがある。

3 地域エネルギー見える化機能

地域エネルギー見える化機能は、地域全体のエネルギー消費動向を示すグラフや、地域における住宅やビルの省エネランキング情報などを、Webアプリケーションとして需要家などに提供するものである(図2)。

この機能で必要な電力実績情報は、需要家EMSサーバが需要家から様々なプロトコルで集めたものを、CEMSが地域エネルギーマネジメント共通インタフェースを介して需要家EMS

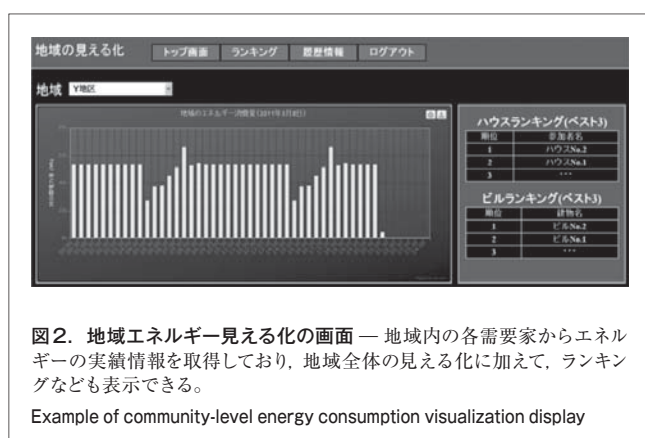


図2. 地域エネルギー見える化の画面 — 地域内の各需要家からエネルギーの実績情報を取得しており、地域全体の見える化に加えて、ランキングなども表示できる。

Example of community-level energy consumption visualization display

サーバから取得する。また、第三者がこの情報を取得して、Webアプリケーションなどの開発も可能である。

4 DR機能

DR機能は、CEMSからの要請により、需要家側で電力需要を調整するためのものである。

4.1 DRメニュー

YSCP向けCEMS実証システムでは、DRの実行タイミングやインセンティブを変えた試行を予定している。以下に、それらの内容について述べる。

4.1.1 タイミング CEMSでは、以下に示すようなタイミングでDRを要請する。

- (1) 通期DR 長期間の時間別の電力料金表を需要家に提示するDRで、需要家に時間別の料金差を活用した定期的な電力消費計画を促す。
- (2) 翌日DR 翌日に電力供給量の不足や、PVによる余剰電力の発生が予想される場合に要請するDRで、需要家に電力消費計画の変更を促す。
- (3) 当日DR 予想外の天気やPVの発電量又は需要家の電力消費量が計画値から外れて調整が必要になった場合に、1～2時間前に発行するDRで、需要家に即時の対応を促す。

YSCPでは、米国で主流の前日以前に提示する(1)及び(2)に、(3)を加えることで、再生可能エネルギー発電の不安定な状況に需要家がどこまで対応できるかを実証する予定である。

4.1.2 インセンティブ CEMSでは、以下に示す5種類のインセンティブを持たせたDRを実行する。

- (1) TOU (Time of Use) 電力コストの高い時間帯と低い時間帯を分けた料金体系方式で、通期DRで使用
- (2) CPP (Critical Peak Price) 電力ピーク日を設けて、ピーク日の特定時間帯に、より高額な料金を設定する料金体系方式で、翌日DRで使用
- (3) PTR (Peak Time Rebate) 指定した時間帯に、電力消費した分及び削減した分だけリベートを支払う方式で、翌日DR及び当日DRで使用
- (4) L-PTR (Limited-PTR) 上限値付きのPTRで、翌日DR及び当日DRで使用
- (5) CCP (Capacity Committed Program) 電力抑制量の目標値を達成した場合にリベートを支払う方式で、翌日DR及び当日DRで使用

TOUや、CPP、PTRなどの調整目標値を指定しないメニューでは、電力需要の調整量は需要家が実際に行動を起こすことで明確になる。一方、L-PTRやCCPは、上限値や調整目標値を提示するため、電力需要の調整量がある程度予測できるため早期に導入しやすいと考えられる。YSCPでは、これらのメ

ニューに対する需要家の反応や電力調整の効果を実証実験によって明らかにする予定である。

4.2 研究施設におけるDR機能の実証実験

インタフェースの具体化に向けて開発したシステムを、当社の府中事業所に設置したスマートグリッド研究棟内の設備と接続し、DR機能による研究棟内の電力需給調整の実証実験を行った。

今回の実証は、DRメニューL-PTRと当日DRを想定したDR要請に対してリアルタイムに反応するようにしたものである。CEMSは予測した需要計画値と実績値の間で差異が発生した場合、DR要請をHEMSサーバに送信する。DR要請を受け取ったHEMSサーバが家電機器の運転状態を変更することで、電力の需要調整が行われる(図3)。CEMSとHEMSサーバ間の

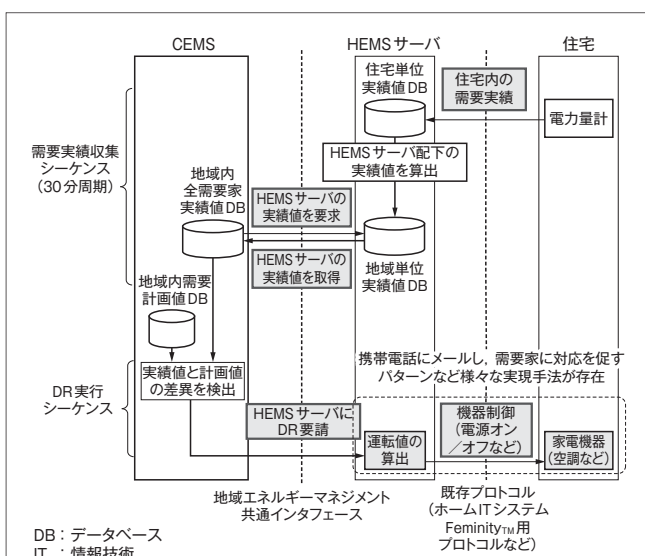


図3. DRのシーケンス — 開発したシステムを府中事業所のスマートグリッド研究棟で実証実験したときのCEMS, HEMSサーバ, 及び住宅間のシーケンスである。

DR sequence

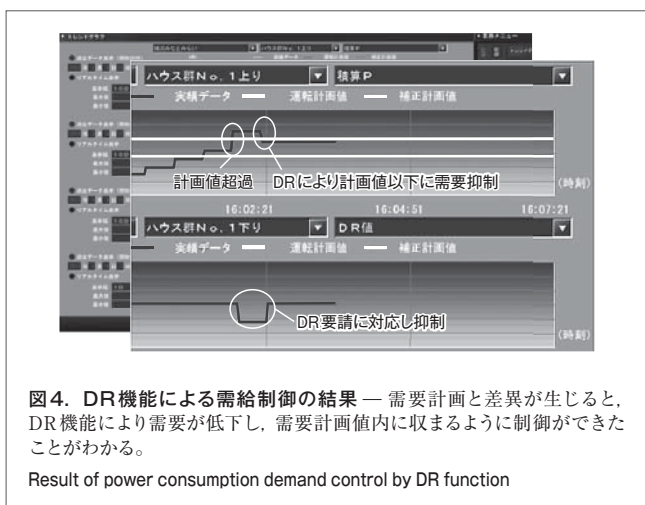


図4. DR機能による需給制御の結果 — 需要計画と差異が生じると、DR機能により需要が低下し、需要計画値内に収まるように制御ができたことがわかる。

Result of power consumption demand control by DR function

間の実績値収集とDRのやりとりは、地域エネルギー見える化機能と同様に、地域エネルギー管理共通インタフェースで実現している。

DR機能による需給制御の結果例を図4に示す。HEMSサーバから収集したエネルギー情報の実績値が事前の計画を策定した運転計画値を超過しそうになったときに、DR機能により修正が行われていることがわかる。この実証実験により、地域内での電力の需給バランスの維持に向けた連携が可能であることがわかった。

5 地域エネルギー管理共通インタフェース

前述した地域エネルギー見える化機能や、DR機能を実現するために開発した地域エネルギー管理共通インタフェースについて以下に述べる。

5.1 データモデル

YSCP向けCEMS実証システムで使用するインタフェースは、経済産業省「平成22年度 地域エネルギー管理システム標準化等調査事業」の成果である共通仕様に準じたものである。YSCP向けCEMS実証システムでは、共通仕様のデータモデル(図5)に、インセンティブなどの情報を追加している。

5.2 通信プロトコル

5.2.1 プロトコル構成 米国では、DR仕様についていくつかの先行事例があるが、今回のCEMSのような事例に適合する仕様として、OpenADR (Open Automated Demand Response) がある。OpenADRは、米国エネルギー省が進めているDR制度に合わせて仕様を検討している技術であり、米

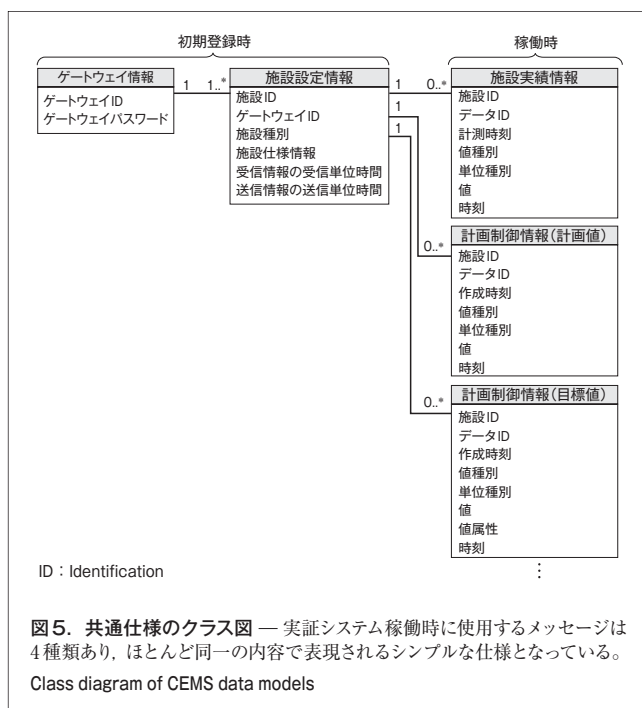
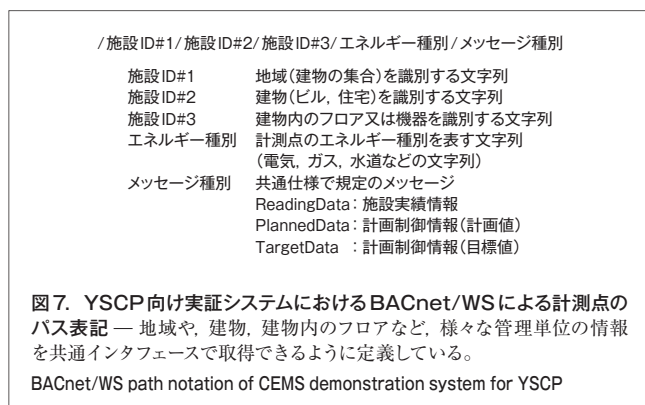
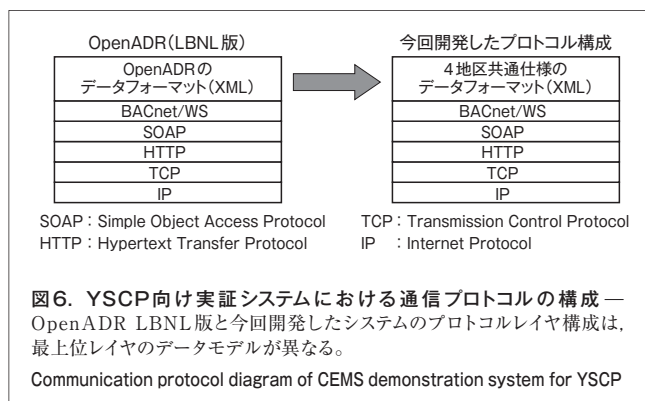


図5. 共通仕様のクラス図 — 実証システム稼働時に使用するメッセージは4種類あり、ほとんど同一の内容で表現されるシンプルな仕様となっている。Class diagram of CEMS data models

国標準技術研究所 (NIST) のスマートグリッドの相互接続に関わる作業部会 SGIP (Smart Grid Interoperability Panel) でも OpenADR 技術をベースとした議論が進んでいる。

YSCP 向け CEMS 実証システムでは、OpenADR との整合性を考慮し、OpenADR で唯一確定した仕様で実証実績もある LBNL (Lawrence Berkeley National Laboratory) 版⁽³⁾と同じプロトコル構成にした(図6)。このプロトコルでは、ビル監視制御用プロトコルの業界標準である BACnet^(注1)を Web サービス化した、BACnet/WS (BACnet/Web Service) を使用しており、BACnet/WS 用に記述した WSDL (Web Service Description Language) と XML (Extensible Markup Language) スキーマを共有することで、相互接続性を向上させることを狙った構成としている。

5.2.2 計測点の定義 BACnet/WS では、ツリー構造を持つ URL (Uniform Resource Locator) に類似したパス表現で、情報の取得先や値の設定先である計測点を定義する必要がある。そこで今回、図7に示すようなパス表現方式を用いた。この方式により、パスの指定を変えるだけで地域や、建物、建物内のフロア及び機器など様々な単位での情報取得が可能になる。これにより共通の API で様々な粒度の地域エネルギー見える化機能アプリケーションなどが開発できる



(注1) BACnetは、米国冷暖房空調協議会の米国及びその他の国における商標又は登録商標。

ようになる。

また、DR を実行する場合、1日分の時間帯別の削減目標値をリスト化したデータなど、データを構造化して扱う必要がある。そこで、BACnet/WS のメッセージ表現形式として、BACnet 2008 addendum t で定義される CSML (Control Systems Modeling Language) を使用し、構造化されたデータの取扱いを可能にした。

6 あとがき

当社は、地域単位での高度なエネルギー利用を可能にする YSCP 向け CEMS 実証システムの各構成要素間の連携に向けて、通信インタフェース機能、DR 機能、及び地域エネルギー見える化機能を開発した。

今後は、YSCP での実証に向けた開発を更に進めていくが、安定した電力システムでより多くの再生可能エネルギーを取り入れる実証に加え、発電量が不足した状態でより多くの再生可能エネルギーを取り入れる実証を想定して、DR 機能を更に具体化していく。

ここで述べた CEMS 開発の成果の一部は、経済産業省の平成 22 年度「地域エネルギーマネジメントシステム開発事業」によるものである。

文 献

- 横浜市温暖化対策統括本部. “横浜スマートシティプロジェクト (YSCP)”. 横浜市ホームページ. <<http://www.city.yokohama.lg.jp/ondan/yscp/>>. (参照 2011-11-16).
- 吉村吉彦 他. スマートグリッド監視制御システム μ EMS. 東芝レビュー. 65, 9, 2010, p.6-9.
- CEC-500-2009-063 : 2009. OPEN AUTOMATED DEMAND RESPONSE COMMUNICATIONS SPECIFICATION (Version 1.0).
- 高木喜久雄 他. 災害に強い電力供給インフラを実現するスマートグリッド技術. 東芝レビュー. 66, 8, 2011, p.9-12.
- 余語将成 他. 災害に強い住宅やビルの実現を目指すエネルギー管理ソリューション HEMS 及び BEMS. 東芝レビュー. 66, 8, 2011, p.17-20.



松澤 茂雄 MATSUZAWA Shigeo

研究開発センター ネットワークシステムラボラトリー研究主幹。スマートグリッドにおけるネットワークシステムの研究・開発に従事。電子情報通信学会会員。Network System Lab.



山田 孝裕 YAMADA Takahiro

社会インフラシステム社 電力流通システム事業部 スマートグリッド統括推進部主務。スマートグリッドシステムのエンジニアリング業務に従事。Transmission & Distribution Systems Div.



宮崎 一彦 MIYAZAKI Kazuhiko

社会インフラシステム社 府中事業所 電力システムシステム部主務。電力システム監視制御システムの設計・開発に従事。Fuchu Complex