

横浜スマートシティプロジェクト (YSCP)

榛葉博則 Hironori Shinba
平嶋倫明 Tomoaki Hirashima
宝利裕二 Yuji Hori
宇山孝士 Takashi Uyama

キーワード スマートグリッド、EMS、需要予測、最適制御、デマンドレスポンス

概要



スマートBEMS

EMS (Energy Management System) は、スマートグリッドを構築する上で欠かせない重要な役割を担うシステムである。当社は横浜スマートシティプロジェクトに参画し、スマートEMSの開発・実証検証を行った。横浜ワールドポーターズでは、スマートBEMS (Building Energy Management System) と分散型電源を組み合わせたスマートエネルギーシステムを構築し、BEMS本来の導入効果と併せて20%程度のCO₂排出削減を実現できる見通しを得た。また、上位システムからのデマンドレスポンス要請に対しては、エネルギー供給設備による対応と、オペレーションによる負荷削減の対応によって40%程度を受電電力抑制を達成した。今後、実証で培った技術とノウハウを活用して、コージェネレーションシステム、蓄電システムなどの分散型電源を最適制御するスマートEMSのビジネス展開を目指す。

1 まえがき

近年の温室効果ガス削減、省エネ、震災後の節電意識の高まりや事業継続計画 (BCP: Business Continuity Plan) の見直しの動向に加え、再生可能エネルギーの導入拡大に伴う系統安定化の必要性からスマートグリッドが注目されている。スマートグリッドとは、情報通信ネットワークの活用によって送電系統・配電系統・需要家の情報を統合管理・一体運用するもので、EMS (Energy Management System) はスマートグリッドを構築する上で欠かせない重要な役割を担っている。

当社は横浜スマートシティプロジェクト (YSCP) の取り組みとして、需要サイドのエネルギー利用効率向上やデマンドレスポンス (DR) 対応などのスマートグリッドの実証を行い、本実証で培った知見やノウハウを活用したビジネス展開を図っている。

本稿では、YSCPにおける当社の取り組みと当社のビジネス展開について紹介する。

2 YSCPにおける当社の取り組み

YSCPは、平成22年に経済産業省から「次世代エネルギー・社会システム実証地域」として選定を受けたプロジェクトで、家庭や業務用ビルなど、既成市街地のエネルギー需給バランスの最適化に向けたシステムの導入・実証などを推進するものである。当社はYSCPに幹事会社として参画し、横浜ワールドポーターズにスマートBEMS (Building Energy Management System) を、住友電気工業(株)横浜製作所にスマートFEMS (Factory Energy Management System) を、東京電力(株)綱島変電所隣接地に需給調整用蓄電システムを導入し、実証を行った。

以下に横浜ワールドポーターズにおける実証概要と成果を紹介する。

2.1 実証目的

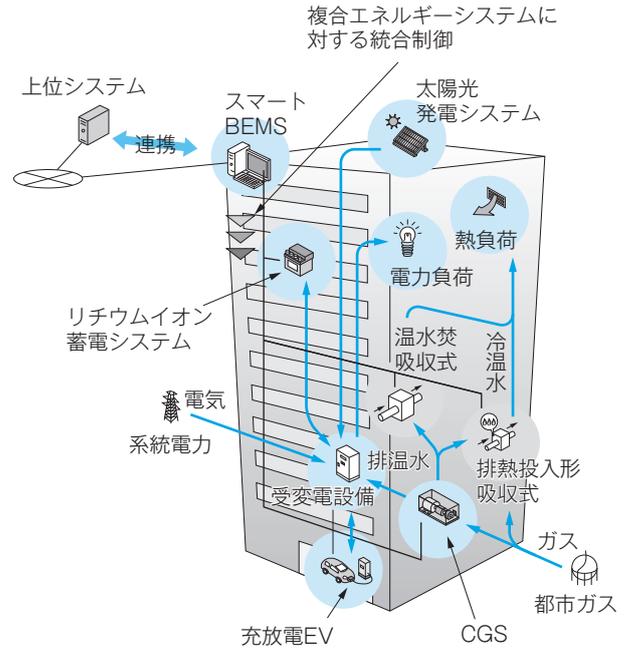
スマートグリッドでは、CEMS（Community Energy Management System）などの上位システムからの要請に応じて、需要家が能動的に電力需要を調整するための仕組みが必要となる。ここでは経済的合理性を伴った応諾判断が不可欠であり、基準となる常時のエネルギー運用でも経済性・効率性が求められるとともに、需要家の利便性が損なわれないことも重要となる。本実証では、需要家構内の分散型電源や蓄電システムなどのエネルギー供給設備を最大限に活用することで、エネルギー利用の効率化とDRに対応した新しいエネルギーシステムの構築を目指している。

2.2 実証概要

横浜みなとみらい21地区の大型商業施設である横浜ワールドポーターズ（延床面積約10万m²）にスマートBEMS及び定置用大形リチウムイオン蓄電システム（リチウムイオン蓄電システムは日本電気株との共同プロジェクト）を導入し、既存のコージェネレーションシステム（CGS）と組み合わせたスマートエネルギーシステムを構築した。第1図に横浜ワールドポーターズの実証システムを示す。

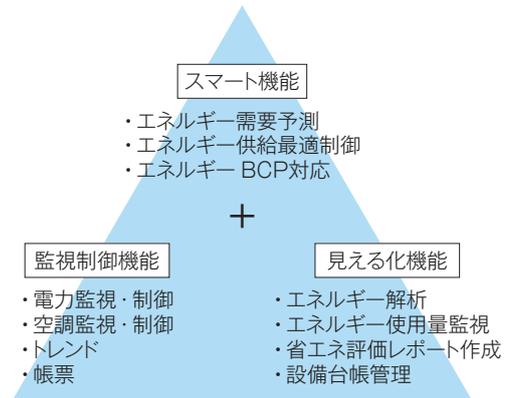
スマートBEMSは、上位システムに対する情報通信端末としての役割に加え、DRを含む様々な状況・条件に応じて適切なエネルギー運用を実現することを目的として、従来の監視制御機能と見える化機能にスマート機能を実装したものである。第2図にEMSの機能構成を示す。

スマート機能は、エネルギー需要予測機能・エネルギー供給最適制御機能・エネルギーBCP対応機能などから構成される。エネルギー需要予測機能は過去の需要データと気象データから翌日の電熱需要を予測する。エネルギー供給最適制御機能は、需要予測に基づきエネルギー供給設備の最適な運用計画を立案・自動制御することで、エネルギーコストや環境コストの最小化を図る。上位システムからのDR



第1図 横浜ワールドポーターズの実証イメージ

横浜ワールドポーターズにスマートBEMS及びリチウムイオン蓄電システムを導入し、スマートエネルギーシステムを構築した。

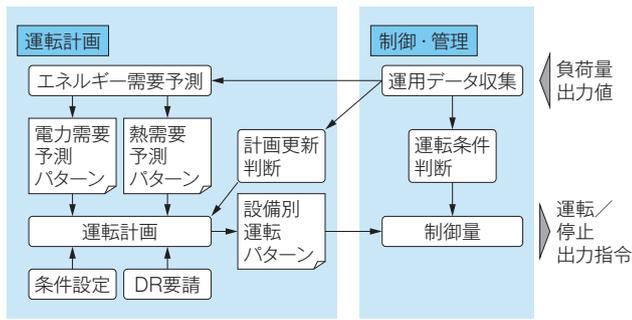


第2図 EMSの機能構成

スマートBEMSは従来の監視制御機能・見える化機能に加え、スマート機能を実装したものである。

要請に対しては、インセンティブ単価を考慮して運用計画を立案、DR応諾を判断する。第3図にエネルギー供給最適制御イメージを示す。また、需要予測値と実績値に乖離が生じた場合には、需要予測値を自動補正した上で、自動再計画を行う機能も有している。

エネルギーBCP対応機能は、受電停電などの非常時に分散型電源の運用支援を行うもので、需要家の設備構成や要求に応じて案件ごとにカスタマイズするものである。



第3図 エネルギー供給最適制御イメージ

需要予測に基づきエネルギー供給設備の最適な運転計画を立案・自動制御することで、エネルギーコストや環境コストの最小化を図る。

本実証では、横浜ワールドポーターズでスマートエネルギーシステムを構築・運用することで、本システムの有効性評価を行った。

2.3 実証内容とスケジュール

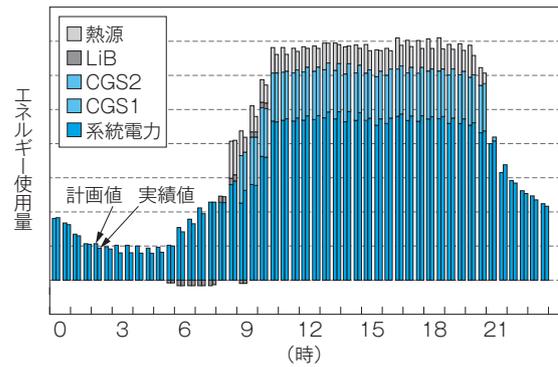
主な実証内容とスケジュールを以下に示す。

- (1) スマートエネルギーシステム構築：2011年度
スマートBEMS×2セット及び定置用大形リチウムイオン蓄電システム（250kWh）を実証サイトに導入し、既存のCGSと組み合わせたスマートエネルギーシステムを構築した。
- (2) エネルギー供給最適制御実証：2012～2014年度
既存CGSと蓄電システムなどのエネルギー供給設備をスマートBEMSで最適制御し、施設内エネルギー利用効率向上の効果検証を行った。
- (3) エネルギー供給設備によるDR実証：2012～2014年度
上位システムからのDR要請に対し、既存CGSと蓄電システムの調整余力を活用した自動応答型DR実証を行った。
- (4) 負荷削減DR実証：2013～2014年度
エネルギー供給設備によるDR対応に加え、オペレーションによる負荷削減のDR実証を行った。

2.4 実証の成果

2.4.1 施設内エネルギー利用効率向上の実証

第4図にエネルギー供給最適計画グラフ例を示す。既存CGSと蓄電システムに対するスマート



第4図 エネルギー供給最適計画グラフ例

エネルギー供給最適制御によって、CGSの排熱利用の適正化が図られ、効率的なエネルギー運用を実現している。

BEMSの統合最適制御の運用計画である。CGSでは排熱利用の適正化が図られているほか、蓄電システムでは夜間と昼間の電気料金単価の差額を活用した負荷シフト運転となっている。

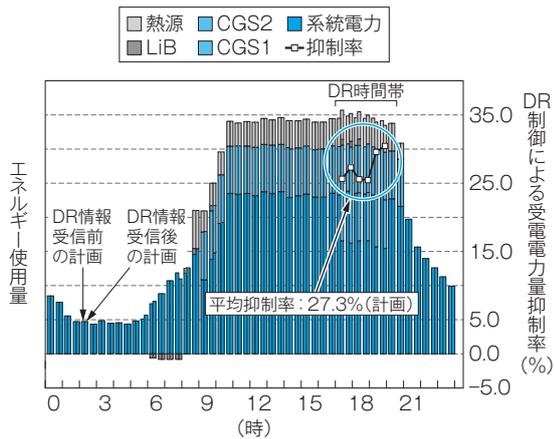
なおスマートエネルギーシステムの構築前は、8時30分から9時30分までの時間帯にCGSの排熱回収が見込めるにもかかわらず、逆流防止のためCGSを停止させていた。しかし蓄電システムの充電制御と組み合わせることで、9時から9時30分にCGS定格運転ができ、結果としてより効率的なエネルギー運用を実現している。

2.4.2 エネルギー供給設備の自動応答型DR実証（冬季）

第5図にエネルギー供給設備による冬季DR対応グラフ例を示す。前述の施設内の最適運用パターンを基準に、冬季DR実証を行った結果である。本ケースにおけるDRの概要は、以下のとおりである。

- (1) DR種別：PTR（Peak Time Rebate）
- (2) DR対象時間：17時～20時
- (3) DRインセンティブ単価：10円/kWh

DR情報受信後の計画では、DR対象時間帯で2台目のCGSを稼働、ともに定格運転とすることで、受電電力の抑制を図っている。さらに蓄電システムの放電時間帯をDR対象時間帯にずらすことで、更なる抑制を図っている。当該時間帯はDR要請が無ければ非効率な運用になっていると考えられるが、インセンティブの付与によって経済合理性が担保されるとの判断の上で、運転計画が更新されたものであ



第5図 エネルギー供給設備による冬季DR対応グラフ例

DR対応時間帯で2台目のCGSを稼働、ともに定格運転させることで、受電電力の抑制を図っている。

る。その結果、DR対象時間帯で受電電力量を平均27.3%抑制する計画となっている。

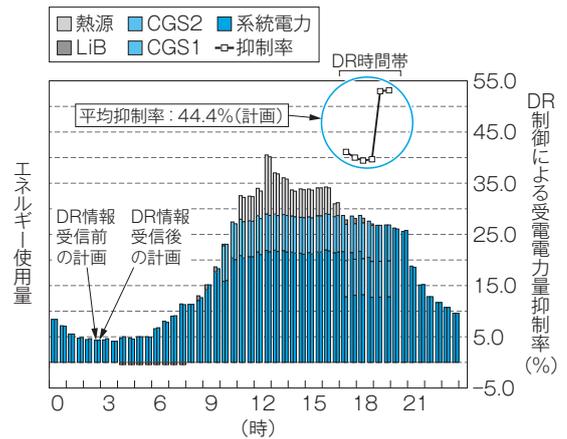
2.4.3 オペレーションによる負荷削減DR実証(冬季)

第6図に負荷オペレーションによる冬季DR対応グラフ例を示す。2013年度の冬季は、エネルギー供給機器によるDR対応に加え、「オペレーションによる負荷削減」を組み合わせたDR実証を行った。本ケースにおけるDRの概要は、以下のとおりである。

- (1) DR種別：CCP (Capacity Commitment Program)，ネガワット入札
- (2) DR対象時間：17時～20時
- (3) DRインセンティブ単価：30, 30, 30, 30, 10, 10円/kWh (17時から30分単位)

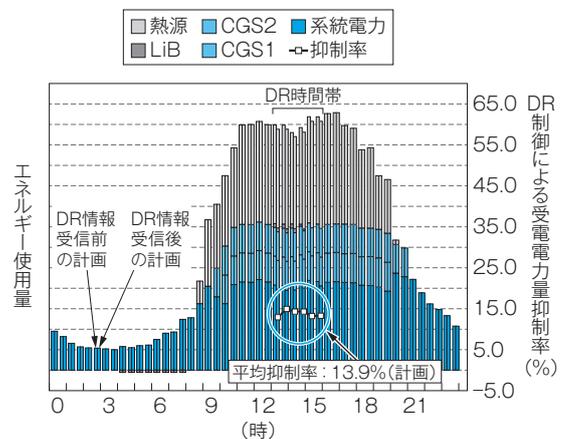
DR情報受信後の計画では、DR対象時間帯で2台目のCGSを稼働、ともに定格運転としているほか、蓄電システムの放電時間帯をDR対象時間帯へシフトしている。DR情報受信前の計画を基準として、インセンティブの付与によって経済合理性が担保されるとの判断の上で運転計画が更新されたものであるが、元々経済的な損失が発生しないと想定される単価で入札しているため、結果的にその単価が妥当であったことを示している。

第5図のケースとは館内のエネルギー運用が異なっているため直接の比較はできないものの、DR対象時間帯に受電電力量を平均44.4%抑制する計画となっている。



第6図 負荷オペレーションによる冬季DR対応グラフ例

エネルギー供給設備によるDR対応に加え、負荷オペレーションによるDR対応を実施することで、更なる受電電力の抑制を実現した。



第7図 負荷オペレーションによる夏季DR対応グラフ例

本実証サイトでは、夏季のDR時間帯でのエネルギー供給設備の調整余力を有していないため、負荷オペレーションによる負荷削減のみでDR対応を行った。

2.4.4 オペレーションによる負荷削減DR実証(夏季)

第7図に負荷オペレーションによる夏季DR対応グラフ例を示す。2014年度の夏季は、2013年度の冬季と同様に、エネルギー供給機器によるDRの対応に加え、「オペレーションによる負荷削減」を組み合わせたDR実証を行った。本ケースにおけるDRの概要は、以下のとおりである。

- (1) DR種別：CCP，ネガワット入札
- (2) DR対象時間：13時～16時
- (3) DRインセンティブ単価：50, 50, 50, 50, 50, 50円/kWh (13時から30分単位)

DR情報受信前・受信後の計画では、DR対象時間帯でCGS及び蓄電システムの運転計画に相違は見られない。CGSは通常運用時からDR対象時間帯に2台運転で計画しているため調整余力がなかったこと、及び蓄電システムについても通常運用時からピーク時間帯に放電を行う計画であり、DR対象時間帯とピーク時間帯が同一であるため、結果として調整余力がなかったことが理由である。

一方で、DR情報受信後の計画における電力需要は、オペレーションによる負荷削減量を差し引いて表示しており、それが受電電力の抑制として表れている。その結果、DR対象時間帯に受電電力量を平均13.9%抑制する計画となっている。

2.4.5 実証成果まとめ

スマートBEMSによる統合制御でエネルギー供給設備の運用の適正化が図られ、従来制御方式と比べエネルギー利用効率が向上することを確認した。CGS及び蓄電システムに対する制御結果を基に評価した結果、BEMS本来の導入効果と併せて、約20%のCO₂排出量を削減できる見通しを得た。さらに2014年度は、制御スパンを短周期化することでエネルギー効率化手法の高度化を図ることができ、よりきめ細かい制御とエネルギー効率化の更なる上積みを実現した。

上位システムからのDR要請に対しては、PTR、CCPのインセンティブ付与型DRメニューに対応した自動応答型DR機能の動作確認を行い、その健全性と妥当性を確認した。そこでは、DRに関する需要管理・データ送受信・応諾判断・反応時における運転計画の更新と制御といった一連の動作が全て自動化され、同時に負荷へ影響を与えない形でDR応答が行われた。冬季DR実証では、DR対象時間帯に既存のCGSを適切にコントロールすることで平均25～30%程度の受電電力抑制を達成し、さらに蓄電システム制御とオペレーションによる負荷削減を組み合わせることで抑制量の上積みが見られ、40%程度の受電電力抑制を達成した。夏季DR実証では、CGS及び蓄電システムに調整余力がなく、同デバイスを活用した方式ではDR応答できない結果となったものの、オペレーションによる負荷削減でDR応

答を行うことで平均10%程度の受電電力抑制を達成した。冬季DRと夏季DRで受電電力の抑制効果を比較すると、前者の方がより効果が大きく、本実証サイトにおける運用下では、冬季に十分な調整余力を有していると言える。

2014年度は、DRインタフェースを国際標準規格であるOpenADR2.0bを推進するという業界動向に即して、電力DRASを含む上位システムとスマートBEMS間通信でOpenADR2.0bを適用したDR実証を実施し、同通信プロトコルの適用ケースでも実運用レベルでDR応答ができることを確認した。

3 今後のビジネス展開

当社は、既にEMSを中心としたスマートエネルギーシステム構築のビジネス展開を図っており、病院や大学向けにスマートBEMSを受注している。

今後は、YSCP実証で培った知見・技術・運用ノウハウを活用してEMSの機能を更に向上させ、病院などの業務用施設、工場などの産業用施設へのシステムの納入を目指す。提案の際には、お客様のプロフィールから最適な設備構成(kW)と最適な設備運用(kWh)を試算し、エネルギーコスト削減効果や投資回収年を提示する。またCO₂削減・保守効率化・BCP強化・地域貢献などへの寄与も含め総合的に提案していく。

また本システムは、規制緩和などによって今後展開される可能性のある特定供給や自己託送などの同一需要家におけるエネルギー面的利用にも適用できるほか、特定電気事業や地域熱供給システムでの電熱最適運用にも応用活用できるシステムであるため、個々のアプリケーションの開発・カスタマイズを進めていく。

さらに電力システム改革によって新規エネルギー契約形態への対応支援、新電力事業者向けのシステム、バーチャルパワープラント、アンシラリーなどの新たな市場形成が想定されることから、新規ビジネスモデルに対応したシステムとサービスの提供を見据えながら、システムの応用開発も継続していく。

4 むすび

近い将来、電力システム改革・再生可能エネルギーの導入拡大に伴い、スマートグリッドの構築が本格化していくものと考えられる。当社はYSCPで開発したスマートBEMS・スマートFEMSをスマートグリッド構築のベースシステムと位置付け、更なる機能向上とシステム拡張によって、持続可能な社会への貢献を目指していく所存である。

・本論文に記載されている会社名・製品名などは、それぞれの会社の商標又は登録商標である。

《執筆者紹介》



榛葉博則
Hironori Shinba

システム事業企画部
エネルギーシステムのエンジニアリング業務に従事



平嶋倫明
Tomoaki Hirashima

システム事業企画部
エネルギーシステムのエンジニアリング業務に従事



宝利裕二
Yuji Hori

システム事業企画部
エネルギーシステムのエンジニアリング業務に従事



宇山孝士
Takashi Uyama

システム事業企画部
エネルギーシステムのエンジニアリング業務に従事