

1. はじめに

中部大学と清水建設は、両者の共同実証実験として、中部大学春日井キャンパス（愛知県春日井市：図1）の建物群を対象に、多棟のエネルギーマネジメントを実現するスマートグリッドシステムを構築し、設備機器の自動制御および人手を介した実験設備などへの節電行動による電力需要抑制効果を実証する。本システムを運用することにより、2011年度比25%の電力ピークカットと15%の電力使用量削減を目標としている。共同実証実験を通じ、建物群の空調・照明・研究設備の電力使用量の抑制ならびに、電力需要予測に基づく無駄のない蓄電や発電に取り組み、平常時における電力需要の平準化と、東海・東南海・南海連動型地震が発生した場合に甚大な被害が予想される当該キャンパスにおいて、非常時におけるエネルギー自給力の向上を目指す。

共同実証実験は、2012年7月から3年間で、まず生命健康科学部の建物5棟を対象に実施する。その後も順次対象学部を拡大し、春日井キャンパスの大部分を対象とした大規模な複数建物のエネルギーマネジメントを実現する予定である。本報では、共同実証初年度の成果として、2012年度夏の実証結果を報告する。



図1 中部大学春日井キャンパス全景

2. 背景

中部大学では、新設学部や大規模電力需要実験装置の増加に伴い、契約電力に対する電力需要が逼迫しており、2010年夏にはついに契約電力を超過する事態となった。この事態に加え、東日本大震災以後の電力事情¹⁾もあり、中部大学では夏期の電力ピーク時における電力需要の平準化と電力使用量の抑制が課題となっていた。2011年夏には教職員や学生に協力を依頼し、電力需給逼迫時に節電のため学内の緊急性を要しない設備の電源を切る取り組みをおこない、再び契約電力超過となる事態は避けられたものの、このような取り組みには多大なる労力や事前の準備が必要であるという問題点が浮き彫りになった。

清水建設ではスマートコミュニティ実現の要となるスマートグリッド技術の開発を進めており、2011年夏には技術研究所にて開発したスマートBEMSを活用して約37%の節電効果を実証した^{2), 3), 4), 5), 6)}。現状のスマートBEMSは単体ビル向けであるが、多棟や複数需要家への適用拡大を目指し、さらなる研究開発に取り組んでいる。

両者はスマートグリッドシステムを構築、運用することが課題解決および目標達成につながると判断し、共同実証実験を実施することになった。スマートグリッドシステムは、サプライサイドとデマンドサイドを統合制御するもので、電力需給が課題となるこれからの社会において注目される技術と考えている。

3. システム構成

(1) 分散電源

生命健康科学部に展開するキャンパス版スマートグリッドシステムは、分散電源として太陽光発電システム（20kW）、鉛蓄電池（出力20kW、容量144kWh）、ガスエンジンコージェネ

レーションシステム(25kW×2台)を備え、平常時の電力平準化と非常時のバックアップ電源として機能するよう制御する(図2)。

(2) スマート BEMS

上述の電力供給(サプライ)側と、空調・照明・研究設備など電力需要(デマンド)側を統合制御し、節電・省エネルギーと室内環境の快適性維持の両立を実現するシステムである。本システムが有する各種機能については、次章で詳説する(図3)。

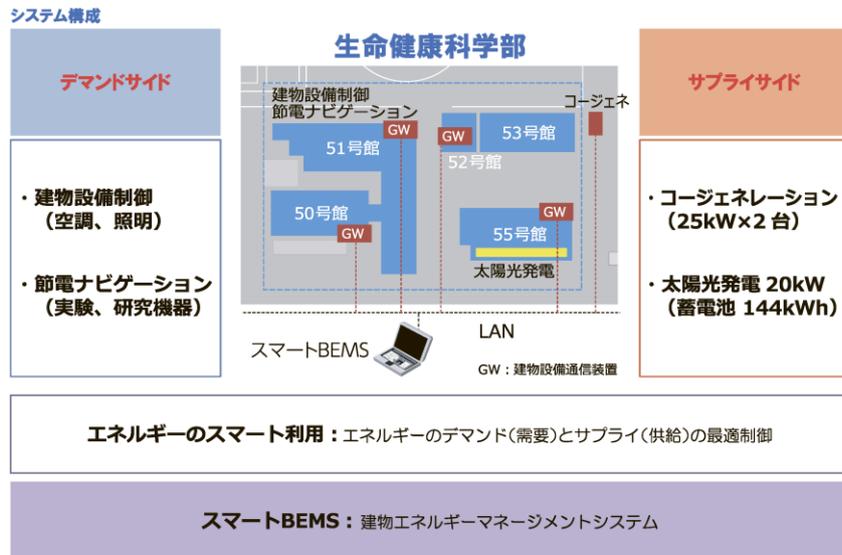


図 2 スマートグリッドシステムの機器構成

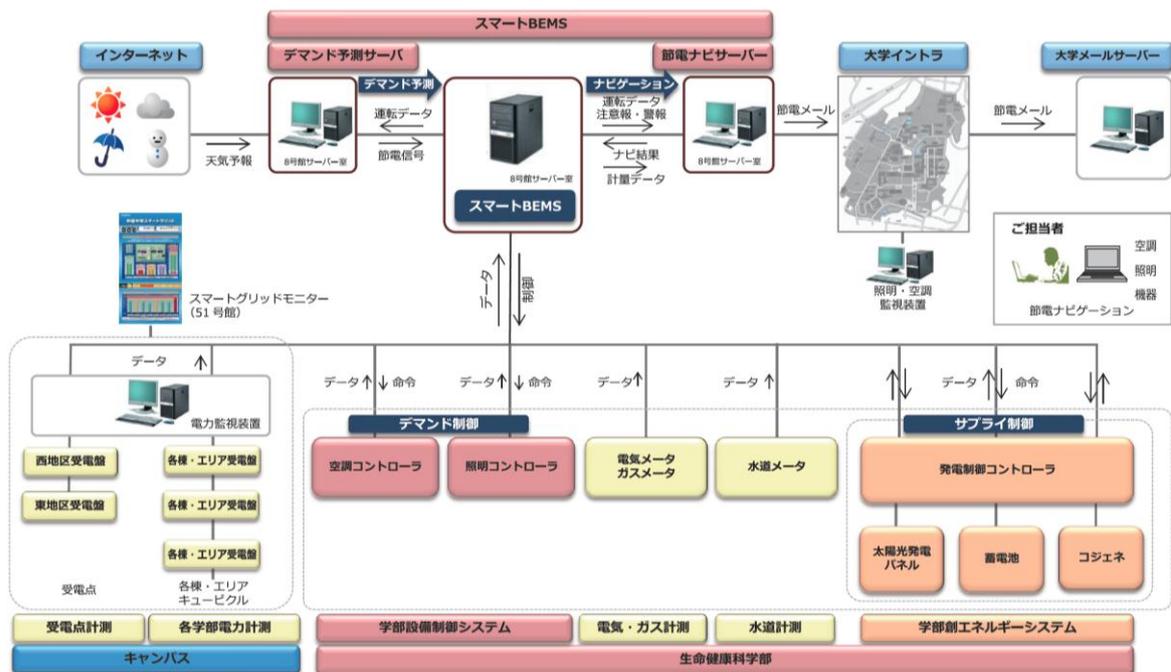


図 3 スマートグリッドシステムのシステム構成図と情報の流れ

4. スマートグリッドシステム機能概要

(1) 電力需要予測

気象データや過去の電力需要実績を利用して、建物の電力需要を予測する。予測のタイミングは、前日夕方（17:00）と当日朝（8:00）である。建物における電力需要予測は、建物内の電力計測が細かくできるほど精度向上が期待できる反面、計測点数の増加はコストの増加に直結する。本実証では、ピークカットに効果的な予測精度と計測点数の最適な関係を探る予定である。また、大学キャンパスに特有な要因（たとえば授業カリキュラムなど）が電力需要とどのような関係があるかについても調査したい。

(2) 蓄電池運転計画

電力需要予測で得られたピーク電力を元に、実電力需要が節電目標値を下回るよう蓄電池の放電計画を立案する。蓄電した電力をピーク時間帯に適切な量を放電することで、電力の平準化を図る。また、当日の電力デマンドも監視しており、電力需要が予測に反して急増するような場合にも対応できるよう、随時運転計画を見直し効果的なピークカットを目指す。

(3) デマンドレスポンス

対象建物のうち新築や改修した建物では、設備機器の発停や設定値変更、電力使用量の監視などが、スマート BEMS から管理できる。電力デマンドの抑制は2段階のデマンドレスポンスにより実施する。まず前日および当日朝の電力需要予測から、電力ピークが節電目標値を上回る時間帯に合わせ予め機器の運転スケジュールを見直し電力消費量を抑える。それを実施しても抑制しきれない場合は、節電量に必要な分の機器に対し、停止や設定値の変更をかける。節電対象は、できるだけ施設内環境を悪化させないように配慮し、影響の少ない機器から制御を実行する。これにより無理のない節電をおこなう。

(4) 節電ナビゲーション

予め施設利用者と協議済みの節電メニューリストの中から、スマート BEMS が電力ピーク時に最適な節電メニューを選定し、学内 LAN を通じてメール（節電メール）等で節電担当者へ節電を要請する（図 4）。節電メールでは、研究室内の空調・照明や実験機器などスマート BEMS から直接制御できない機器の停止を依頼し、その実行を Web 上で登録（節電登録）してもらうことで機器の運転や節電の状況を確認する。

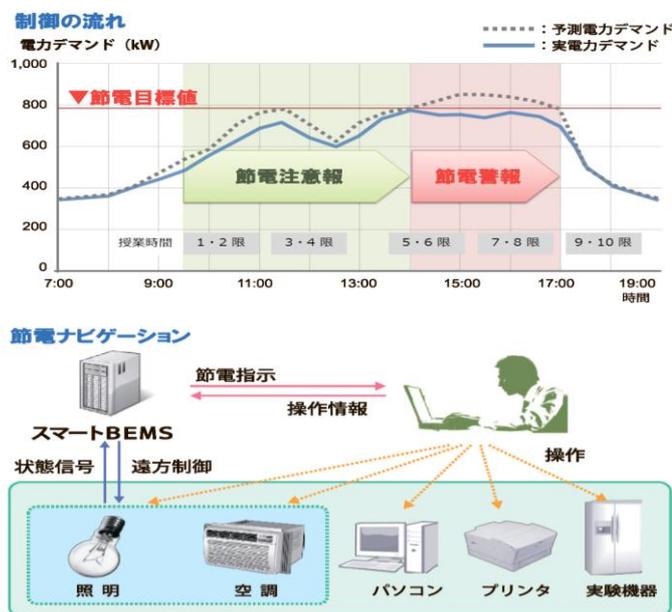


図 4 節電ナビゲーションの制御イメージ

5. 2012 年度夏期の実証結果

2012 年 7 月 2 日から本共同実証はスタートした。東海地方の 2012 年の夏は、梅雨明け前から蒸し暑い日が続いていたが、梅雨明けと同時に連日 35 度を超える酷暑日に見舞われる暑い夏となった。2012 年度夏の実証結果として、生命健康科学部の最大電力ピーク値と総

電力量を前年度と比較したものが図5である。2012年度のピークカット量は160kWとなり前年度比24.3%で目標の25%にわずかながら及ばなかったものの、十分な効果を上げる事ができた。削減量の内訳は、70kWが分散電源によるものなので、残り90kWが自動制御と節電ナビゲーションの効果と考えられる。総電力削減量は80MWhとなり前年度比29.5%と目標の15%を大幅に超える成果となった。後述するが、節電・省エネ行動が意識付けられたことにより、教職員や学生が日常的に電力消費を抑える行動を取るようになったことが大きな要因と推察される。

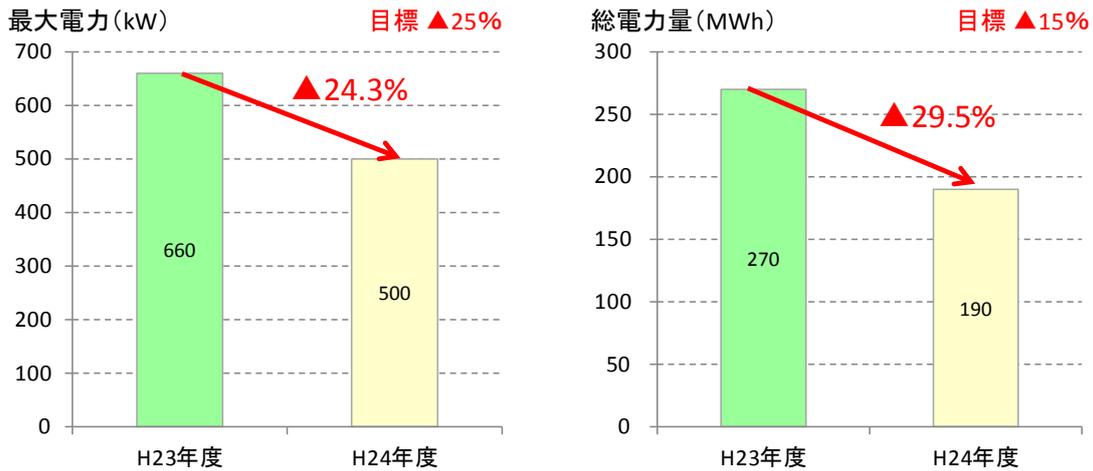


図5 最大電力と総電力量の年度比較

外気温と電力デマンドピーク値の相関関係を示したのが図6である。回帰曲線で比較すると、外気温とデマンドピーク値の強い関係性は見られず一律に150kW程度削減されているとわかる。当初の予想では、外気温が高くなった時にデマンド抑制行動が取られるので、ある外気温以上でデマンドピーク値が抑えられるものと思われた。このような結果になったのは、節電メールにより日常的な節電意識が生まれ、デマンドピーク値が高くなりそうな日は予め節電行動を取るようになったものと考えられる。

節電ナビゲーションがどのようにデマンドを抑制しているか、ある一日を例にとって詳しく解説する。ここでは、デマンドピーク値が節電目標に接近した7月13日を取り上げる。1日の電力プロファイルおよび自動制御タイミングと節電登録件数示したものが図7である。節電量の効果は、制御対象機器の電力計測により、自動制御で約50kW、節電ナビゲーションで約15kWであった。この日は13:30頃デマンドピーク値が節電目標を超えると予測されたが、これに伴い8:00に節電メールが送信されたことで、午後に使用を予定していた機器等の使用を抑えたことにより、節電目標を超えることなく推移したと考えられる。登録の総件数は213件であり、その大数が節電メール送信時の8:00過ぎに登録されているのがわかる。実際にはこの事象は意図したものではなく、本来はデマンドピーク値が節電目標を超えそうな時に節電登録

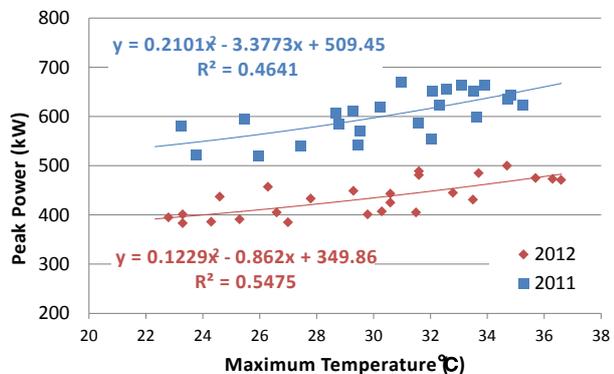


図6 デマンドピーク値と最高気温の相関関係

して欲しいと考えていた。ところが、多くの方は節電メールが来た時点で、特に使わなくてよいものは一日使わないという選択をして、朝一で節電登録しているようである。これは節電意識が高まり無駄なものは使わないようになったとも考えられるが、このことが不満や不便を生んでいる可能性もあるので、今後アンケートにより満足度等も含めた調査をし、最適な節電メールタイミングを図っていきたい。

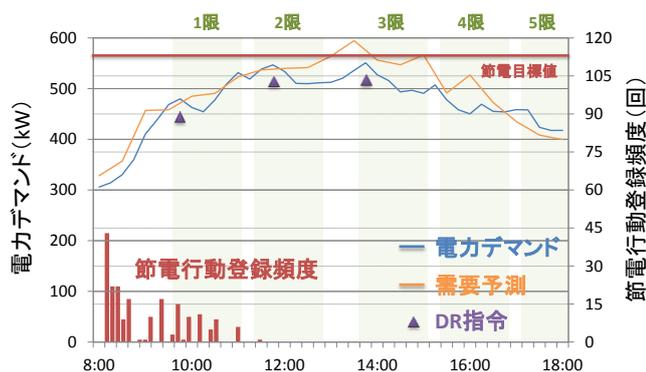


図 7 一日の電力プロフィールと節電行動登録の関係

6. まとめ

本稿では、中部大学に実装したスマートグリッドシステムの構成と機能について詳解し、2012 年度夏期の実証結果を報告した。2012 年度は 2011 年度と比較して、デマンドピーク値を 24.3%削減することができた。今後は、この結果とアンケートを通じて 2012 年夏の運用に対する評価、および冬期や来夏に向けたシステム改善を実施して、さらなる節電につなげる予定である。

参考文献：

- (1) 経済産業省：電気事業法第 27 条による電気の使用制限について，経済産業省 HP (2011)
- (2) 山本裕治ら：「蓄電池制御とデマンドレスポンスを組み込んだ BEMS による需給調整技術（その 1）予測／計画機能の運用結果」，電気学会平成 24 年全国大会講演論文集 (CD) (2012)
- (3) 下田英介ら：「蓄電池制御とデマンドレスポンスを組み込んだ BEMS による需給調整技術（その 2）蓄電池制御による運用結果」，電気学会平成 24 年全国大会講演論文集 (CD) (2012)
- (4) 中村卓司ら：「蓄電池制御とデマンドレスポンスを組み込んだ BEMS による需給調整技術（その 3）リアルタイムレスポンスの実証結果」，電気学会平成 24 年全国大会講演論文集 (CD) (2012)
- (5) 古川慧ら：“電力使用制限下における最大電力削減手法の開発（その 1）：分散電源を設置した需要家の最適スケジューリング”，電気学会平成 24 年全国大会講演論文集 (CD) (2012)
- (6) 坂東茂ら：“電力使用制限下における最大電力削減手法の開発（その 2）：労働コストと TOU を考慮した最適スケジューリング”，電気学会平成 24 年全国大会講演論文集 (CD) (2012)