

# スマートコミュニティ実現に向けた中部大学における多棟エネルギーマネジメント

古川 慧 岡澤 岳 小林 勝広 関 泰三 木田 健一 沼田 茂生  
(技術研究所) (技術戦略室) (技術開発部) (名古屋支店) (名古屋支店) (技術研究所)

## Multi-building energy management system at Chubu University for a smart community

by Kei Furukawa, Takashi Okazawa, Katsuhiko Kobayashi, Taizou Seki, Kenichi Kida and Shigeo Numata

### Abstract

In July, 2012, Chubu University and Shimizu Corporation built a smart grid system for managing the energy demands of several buildings on the Chubu University Kasugai campus. The system uses several dispersed generators to meet these electric power demands and is able to control demand response during power shortages. Moreover, the system can automatically send emails to the persons in charge when power-saving measures need to be taken for the external equipment. We have achieved a 24.3 percent reduction in dairy peak load and a 29.5 percent in electric energy consumption in the first year. To test the system's effectiveness, campus faculties were added one by one to the system. The system proved able to manage the energy demands of the entire campus, which represents a smart community.

### 概要

中部大学と当社は多棟エネルギーマネジメントを行なうキャンパス版スマートグリッドを中部大学春日井キャンパスに構築し、2012年7月に共同実証実験を開始した。本システムは、分散型電源を活用した電力ピークカットと電力需給逼迫時のデマンドレスポンス制御に加え、自動制御対象外の実験設備等に対しメールによる人手を介した節電行動喚起機能を実装している。初年度の成果は、使用電力最大値 24.3%、電力使用量 29.5%削減を達成した。本共同実証では対象学部を順次拡大し、キャンパス全体をスマートコミュニティに見立てた大規模なエネルギーマネジメントを実現する。

## §1.はじめに

### 1.1 背景

中部大学では、新学部の設置や大電力需要の実験装置の増設に伴い、契約電力に対して電力需要が逼迫しており、2010年夏期には契約電力を超過する事態が発生した。この事態に加え、東日本大震災以後の我が国の電力事情<sup>1)</sup>もあり、中部大学では夏期における電力需要の平準化と電力使用量の抑制が喫緊の課題となっていた。2011年夏期、中部大学は教職員や学生に協力を依頼し、電力需給逼迫時に不必要な照明や空調、緊急性を要しない実験設備の電源を切ることで節電(使用電力最大値の削減)と省エネ(電力使用量の削減)につなげ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。しかし、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。

当社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年夏期は技術研究所で開発したスマート BEMS(Building Energy Management System)を活用して、技術研究所の使用電力最大値を約 37%削減した<sup>2)6)</sup>。2011年度までに開発済みのスマート BEMS は単体ビル向けであるが、2012年現在、多棟や複数需要家への適用拡大を目



写真 - 1 中部大学春日井キャンパス全景

指し、さらなる研究開発を進めている。

## 1.2 実証実験の概要

中部大学と当社は、中部大学春日井キャンパス(愛知県春日井市：写真-1)の講義棟および実験棟によって構成される建物群を対象に、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(キャンパス版スマートグリッド)を構築し、設備機器の自動制御および人手を介した節電行動による電力需要抑制効果の共同実証を行なうことに合意した。本システムは、自動制御が適さない実験装置に対して、人による節電を促す新しい機能を実装し、大学特有の要素に対応した事が特徴である。共同実証を通じ電力需要予測に基づく無駄のない節電や発電に取り組み、平常時における電力需要平準化と電力使用量抑制、非常時におけるエネルギー自給力向上を目指す。

本実証は2012年7月から3年間の計画であり、初年度は生命健康科学部を対象に実施したが、今後対象学部を順次拡大し、春日井キャンパス全体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、キャンパス版スマートグリッドの概要と、2012年夏期の実証結果を報告する。

## §2.キャンパス版スマートグリッドのシステム構成

生命健康科学部の棟構成を図-1に示す。本学部は、50、51号館の低層階に講義室や実習室、高層階および55号館に研究室が配置されている。また、51号館1Fには食堂・厨房と学生が自習できるスペースが設けられている。52号館は、2012年4月に竣工した新築建物で、主に実習室として使用される予定である。53号館は実験用動物を飼育する建物であり、施設担当者からの要請で本実証においては制御対象外とした(計測は対象とした)。このように、対象の建物群は棟毎に

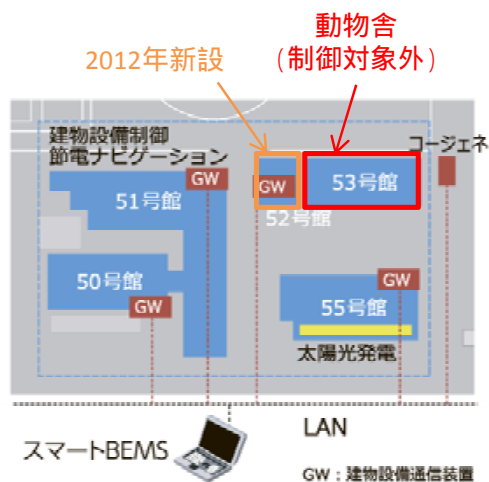


図-1 生命健康科学部棟構成と機器の配置

用途が異なることが特徴である。

キャンパス版スマートグリッドのシステム構成図を図-2に示す。本システムは分散型電源を有し、各機器を制御するスマートBEMS、電力需要と太陽光発電の予測を行なう予測サーバー、節電メールを配信し節電行動を促す節電ナビゲーション、節電効果を可視化する見える化サーバー、から構成されている。以下に各機能の概要を述べる。

### 2.1 分散型電源

分散型電源として太陽光発電(定格出力20kW)、鉛蓄電池(定格出力20kW、定格容量144kWh)、ガスコージェネレーションシステム2機(定格出力各25kW)を生命健康科学部に実装した。

太陽光発電と鉛蓄電池は1台のPCS(Power Conditioning System)を介して出力する構成となっており、太陽光発電出力と蓄電池出力を合わせて20kWを供給する。また、蓄電池を非常時のバックアップ電源として活用することを想定し、SOC(State Of Charge: 電池容量)が50%に達すると自動的に出力を停止し、非常用電力を確保する設定とした。

電力需要と太陽光発電の予測に基づき、電力需要が節電目標値を下回るよう、当日の朝に蓄電池の放電計画をおこない、ピーク時間帯に適切に放電することで、電力需要の平準化を図る。また、当日の30分電力デマンド値も常時監視しており、電力需要が予測に反して急増するような事態に対応して、計画より前倒して放電することで節電目標値を超えないよう制御する。

ガスコージェネレーションシステムは、ベース負荷の低減を目的とし、24時間の定格出力とした。

以上から、需給逼迫時におけるサプライ側の供給力は、最大70kWである。

### 2.2 スマートBEMS

スマートBEMSは、各機器に対する制御および監視と、電力需要抑制のためのデマンドレスポンス機能を備える。キャンパス版スマートグリッドにおけるスマートBEMSの特徴を以下に述べる。

#### 2.2.1 各機器に対する制御と監視

スマートBEMSは分散型電源や照明・空調に対して制御指令をかける。分散型電源に関しては、鉛蓄電池とガスコージェネレーションシステムに対して、起動/停止と出力値指令をする。照明に関しては、電源ON/OFFと一部の機器に対しては調光指令を出し、空調に関しては、電源ON/OFF、冷暖房/送風切り替え、温度設定、風量設定を行なう。

またスマート BEMS は、分散型電源各種と照明・空調の通信用コントローラー、電力・ガス・水道各メーターと通信し、それぞれの状態や出力値、使用量の監視を行なう。

### 2.2.2 デマンドレスポンス

需要予測に基づき予め機器の設定を変更する計画デマンドレスポンスと、需給逼迫時に確実に節電するリアルタイムデマンドレスポンスを開発した。

本システムにおける計画デマンドレスポンスの対象は、照明・空調の各設定項目である。需要予測値が節電目標値に逼迫する時間帯に、照明・空調の設定値変更を行なう。

リアルタイムデマンドレスポンスは、スマート BEMS のデマンド監視機能を活用し、直近 30 分間における電力デマンド値の増加率から電力量を求め、その値が節電目標値に逼迫する時間帯に、対象機器に対し停止や設定値の変更を行なう機能である。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。これにより施設利用者への影響の少ない電力ピークカットを行なう。

### 2.3 予測サーバー

予測サーバーは、電力需要と太陽光発電出力の予測機能を備える。

#### 2.3.1 電力需要予測機能

電力需要予測機能は、過去の電力需要実績を元に、

講義や実習、曜日や季節を考慮した当日の負荷パターンを作成し、それに対して当日の気象条件による補正をおこない、生命健康科学部の電力需要を予測する。前日 17 時と当日 8 時に予測し、スマート BEMS および節電ナビゲーションに予測結果を送信する。

本手法は、負荷パターン作成において大学固有の情報を加味しているのが特徴であり、ニューラルネットワーク等を使わない簡易な手法でありながら予測精度は良好である。本手法の予測誤差を、本実証前年の 2011 年から過去 3 年の電力実績を用いて検証すると、概ね 10%以内に収まった。一般的に予測誤差が 10%を超えると、システムとしての信頼性に欠けるとされることが多いが、本予測手法はその条件をクリアしている。本実証では 10%以下の予測誤差を目標とした。

#### 2.3.2 太陽光発電出力予測機能

太陽光発電予測機能は、過去の典型的な快晴の発電パターンを元に、当日の天気を考慮して発電出力を予測する。過去の発電実績を分析することにより、天気の状態によって快晴の発電パターンに対してどの程度の出力かを表す係数を算出し、当日の天気予報を元に快晴の発電パターンを補正し予測する。天気予報を用いることで、天気の推移に適合した発電予測ができる。

### 2.4 節電ナビゲーション

節電ナビゲーションは、自動制御を行なう事が適切でない実験装置や講義中・実習中の室内に対して、人手を介した節電行動の喚起を意図したシステムである。

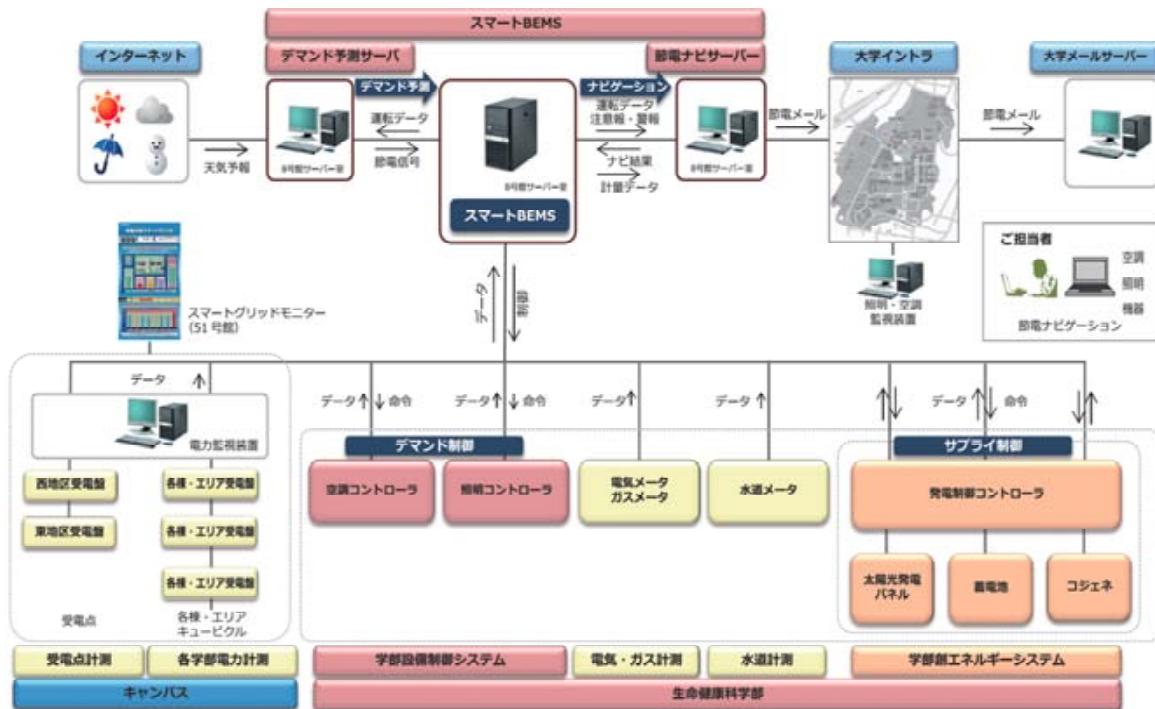


図 - 2 キャンパス版スマートグリッドのシステム構成図

具体的には、自動制御対象外の照明や空調、研究に供する実験装置、研究室内の OA 機器や家電機器等が対象で、これらの機器の使用者に対して節電すべきタイミングを知らせる電子メール(節電メール)を配信する。これにより、電力需給逼迫時に対応した適切な電力ピークカットが実現できる。大学には自動制御に適さない設備機器が多く、本システムによりそのような機器に対しても節電効果が期待できる。

節電ナビゲーションは、予測サーバーの電力需要予測およびスマート BEMS のデマンド監視によって節電メールを配信する機能と、参加者の節電行動履歴を記録し節電量を算出する機能を有する。

## 2.5 見える化サーバー

見える化サーバーは、全学の電力使用状況、生命健康科学部の電力需給バランス(分散型電源による供給力と対象建物毎の詳細な使用状況)、節電行動履歴の集計から推定された節電量の「見える化」を行なう。「見える化」された各データは、学生の節電意識向上を目的に、大型ディスプレイ(スマートモニター)に表示される(図-3)。また、全学の電力使用状況は、スマートモニターだけでなく、イントラネット上にも公開しており、生命健康科学部だけが節電に取り組めば良いのではなく、全学が共通の目的意識を持って節電に取り組めるよう、情報提供に努めている。

## §3.キャンパス版スマートグリッドの運用

初年度夏期の実証期間は、2012年7月2日(月)～8月3日(金)である。この間、授業や実習は例年通りとし、学生には普段と変わらない大学生活を送ってもらった。実証では本システムを活用して、電力需給逼迫時は分散型電源による供給力の増強とデマンドレスポンスによる需要抑制、および節電ナビゲーションによる節電行動喚起を実行した。需給逼迫の度合いにより、節電目標値の90%と95%を上回る時の2段階に分け、指令を送出した。自動制御は節電効果が確実に得られるが、節電ナビゲーションは担当者任せであり節電メール配信後すぐに節電効果が得られるとは限らない。そのため、指令送出手のタイミングは両者同時とした。

### 3.1 自動制御

蓄電池の放電ならびに計画デマンドレスポンスは当日8時の需要予測における使用電力最大値が90%を、リアルタイムデマンドレスポンスは電力デマンド値が90%および95%を上回る時にそれぞれ実行した。



図-3 スマートモニターの表示画面

### 3.2 節電メール

節電メールは、教職員から構成される節電担当者のPC/携帯アドレスに配信される。それを受け取った節電担当者は、予め個人毎に割り当てた節電対象機器に対して、電源を切る等の節電行動を取る。節電メールは以下の5種類である。各メールの概要を示す。

#### 1) 予報

前日17時の需要予測値が節電目標値の90%を上回る時、予報メールを配信する。これにより、翌日予定していた実験を他の日に変更したり、翌日不在の時に家電のプラグを予めコンセントから抜いたり、といった行動を促し、節電につなげる狙いがある。

#### 2) 予報解除

当日8時の需要予測値が節電目標値の90%を下回る時、予報解除メールを配信する。天気予報が前日と変わると、前日17時と当日8時の電力需要予測の結果が大きく異なる場合がある。不必要な節電行動は、教職員や学生に無用な負担を強いるので、その結果節電行動の協力を得られなくなる可能性がある。これを避けるため、節電が不必要の場合は予報を解除した。

#### 3) 注意報

当日8時の需要予測値が節電目標値の90%を上回る時、注意報メールを配信する。予報通り当日の節電が必要な時は、節電を要請する注意報メールを改めて配信することで、確実な節電行動を促す。

#### 4) 緊急注意報

注意報が配信されていない時、当日8時以降の任意の時間において、スマート BEMS がデマンド監視機能を使い、今後30分以内に節電目標値の90%を越えると判断した場合に緊急注意報メールを配信する。当日8時の段階では注意報が出なかったが、天気の急変

等で急にデマンドが増加した場合に、迅速な節電行動を促すべく本メールを配信する。

### 5) 警報

当日 8 時以降の任意の時間において、スマート BEMS がデマンド監視機能を使い、今後 30 分以内に節電目標値の 95% を越えると判断した場合に警報メールを配信する。緊急注意報と同様であるが、警報メールには緊迫感を持たせた文言と緊急時に節電すべき機器を具体的に指示してあり、担当者が迷わず確実な節電行動を取れるよう配慮している。

### 3.3 節電効果の見積り

電力需給逼迫時に見込める節電効果を事前評価した。まずデマンドレスポンスによる節電効果を算出した。照明は調光率の低減や共用部の消灯、空調は設定温度変更や送風モードへの切り替え等の項目を用意し、必要な削減量に応じて段階的に制御する。これらを実行した場合に削減できる消費電力は、最大約 90kW と見込んだ。

次に節電ナビゲーションによる節電効果を算出した。節電ナビゲーションを適用するにあたり、対象を次のように定めた。まず、節電メールの送付先は、生命健康科学部の教職員 138 名全員を対象とした。また節電協力機器は、中部大学が管理している資産台帳をベースとして、機器管理者へのアンケートによって現在の設置状況と整合させた上で、使用頻度が高いものを抽出した。2012 年 7 月現在、950 台の設備機器が設置されている事が判明した。登録機器 950 台の内訳は、空調 87 台、照明 131 台、パソコン 143 台、プリンタ 53 台、実験装置 458 台、その他 78 台であった。

節電メールを受信した時にこれらの機器が稼動している割合や節電に協力する割合を、ヒアリング等を元にそれぞれ設定し節電量を推定した。その結果、最大約 30kW の節電見込みが得られた。以上から、需給逼迫時得られる節電効果は最大で、デマンド側 120kW、サプライ側 70kW の合計 190kW と見積もった。

2011 年最大消費電力 660kW に 52 号館新設に伴う消費電力増加量 50kW(利用予定に基づく推定)を加えた値から、前述の自動制御と節電ナビゲーションによる節電効果の見積りを差し引き、2012 年は節電目標 520kW(2011 年比 25%削減)とした。

節電目標を元に月間の省エネ目標を定めた。節電目標に対応する削減幅の減少要因として節電可能な時間帯が平日の日中に限られる事、増加要因としてガスコージェネレーションシステムの 24 時間運転がベース負荷を削減している事を考慮し、省エネ目標(7 月)は 230,000kWh(2011 年比 15%削減)とした。

## §4. 2012 年夏期の結果

### 4.1 節電効果

2011 年に最大消費電力を記録した 6 月 28 日を含む一週間と、2012 年に最大消費電力を記録した 7 月 18 日を含む一週間の生命健康科学部の電力データを比較する(表 - 1)。最大消費電力は 2011 年の 660kW に対し 2012 年が 545kW、削減率は前年比 17.4%という結果となった。

53 号館は実験動物飼育施設であり、制御対象外である。しかし表 - 1 を見ると、53 号館の電力が前年に比べ高くなっているのがわかる。これは電力ピーク時間

表 - 1 使用電力最大値の年度比較(上表:2011 年度、下表:2012 年度)

日付	電力ピーク時間	最高気温	50,51号館 kW	52号館 kW	53号館地上 kW	53号館屋上 kW	55号館 kW	50号方面合計 kW	増加要因分 kW	増加要因除外 kW
6/27	月 13:00	28.7	362	0	168	11	63	604		
6/28	火 13:00	33.5	401	0	183	11	66	660		
6/29	水 12:00	34.7	390	0	176	8	60	634		
6/30	木 12:00	34.8	388	0	176	8	72	643		
7/1	金 11:00	29.3	376	0	160	10	61	607		
<b>最大電力 (6/28)</b>								<b>660</b>		
日付	電力ピーク時間	最高気温	50,51号館 kW	52号館 kW	53号館地上 kW	53号館屋上 kW	55号館 kW	50号方面合計 kW	増加要因分 kW	増加要因除外 kW
7/16	月 13:00	31.1	269	6	190	15	34	514	44	470
7/17	火 13:00	33.7	256	9	190	14	44	513	47	466
7/18	水 14:00	34.7	265	7	202	20	51	545	45	500
7/19	木 13:00	35.5	234	11	196	13	48	502	49	453
7/20	金 13:00	26.6	232	4	167	16	49	468	42	426
<b>最大電力 (7/18)</b>								<b>545</b>	45	500

帯だけでなく一日中に及ぶため、ベース負荷が高くなっていったと考えられる。原因究明のため53号館施設担当者へヒアリング調査をおこなったところ、53号館4Fの外調機(24時間運転)が、2011年は通年で停止状態だったのに対し、2012年は稼働しているということがわかった。従って、節電による需要抑制効果を正確に把握するため、2012年については、新築の52号館使用電力と、53号館4F外調機の使用電力を、純増加要因として除外した電力値についても比較する。増加要因の消費電力算出は以下に基づく。

- 1) 52号館：表-1に記載の実測値
  - 2) 53号館4F外調機：下式で求めた計算値  

$$\text{クーラー消費電力} = \text{冷水コイル能力} / \text{COP} \cdot \text{負荷率}$$

$$\text{ファン消費電力} = \text{給気ファン定格値} \cdot \text{台数} \cdot \text{負荷率}$$

$$+ \text{排気ファン定格値} \cdot \text{台数} \cdot \text{負荷率}$$
- 増加要因を除くと、2012年の最大消費電力は500kWで削減率は24.3%となり、節電目標の25%削減(495kW:52号館を除く)はほぼ達成することができた。

#### 4.2 省エネ効果

生命健康科学部の2011年と2012年の7月の月間電力使用量を比較して、省エネ効果を算出する。2012年については、節電効果と同様、増加要因である52号館および53号館4F外調機を除外した比較も行なう。比較結果を表-2に示す。2012年7月の電力使用量は221,420kWh(2011年比18%減)、増加要因除外で190,344kWh(2011年比29.5%減)となり、当初目標の15%を大きく上回る結果となった。増加要因を除外した削減量は79,735kWhで、分散型電源による発電量39,465kWhを除いた40,270kWhが自動制御と節電ナビゲーションによる効果と推定できる。この値は、自動制御および節電行動が可能な日中の時間帯における節電効果から推定される削減量を大きく上回る。これは、本実証を通じて省エネ意識が高まり、日常的に電力使用を控えるようになった事が一因となり、それが夜間・休日も含めたベース負荷の削減につながったと考えられる。教職員に対する終了後のヒアリングで

表-2 月間電力量の年度比較

対象建物	7月 月間電力量 (kWh)	
	2011年度	2012年度
50,51号館	143,261	110,228
52号館	0	2,506
53号館	100,833	86,167
55号館	25,985	22,519
合計	270,079	221,420
増加要因		31,076
増加要因除外		190,344

は、そのような肯定的な発言が散見された。

## §5.考察

### 5.1 予測精度

本実証において、需要予測が結果に与える影響は大きい。需要予測に基づき、自動制御や節電メール配信を実施しているためである。需要予測の誤差が大きいとそれが無用な節電要請につながり、結果として節電効果が十分に得られない可能性も考えられる。そこで需要予測の精度を検証する。図-4に2012年7月平日の使用電力最大値の予測値と実績値を示す。実証期間を通じての予測誤差は、単純平均5.82%であった。当初目標は10%であり、それを超えた日が2日(最大誤差11.8%)あるが、概ね達成できた。

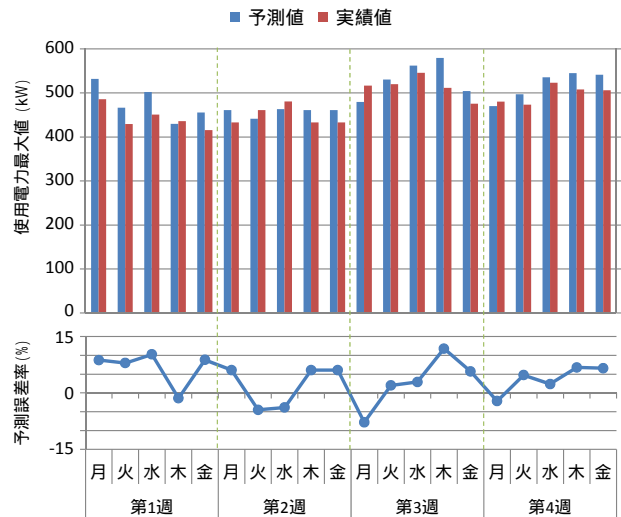


図-4 使用電力最大値の予測と実績

定量的な評価のために、式(1)に示すEEP(Expected Error Percentage)を算出した。EEPは、予測誤差の期待値の割合を示すもので、10%以下であれば実用として十分な精度と言われている<sup>7)</sup>。EEPと単純平均の値を表-3に示す。実証期間のEEPを算出すると、6.01%となった。以上から、本実証における需要予測は、十分な精度を持っていることがわかる。

$$EEP(\%) = 100 \cdot \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{n} (y_p - y_d)^2} / |y_{d,max}| \quad (1)$$

$y_p$ : 予測値,  $y_d$ : 実測値,  $y_{d,max}$ : 最大実測値,  $n$ : データ数

表-3 予測精度の定量評価

検証期間	単純平均	EEP
2012年7月	5.82%	6.01%

### 5.2 節電効果の検証

2012年の電力ピークをつけた7月18日の節電効果

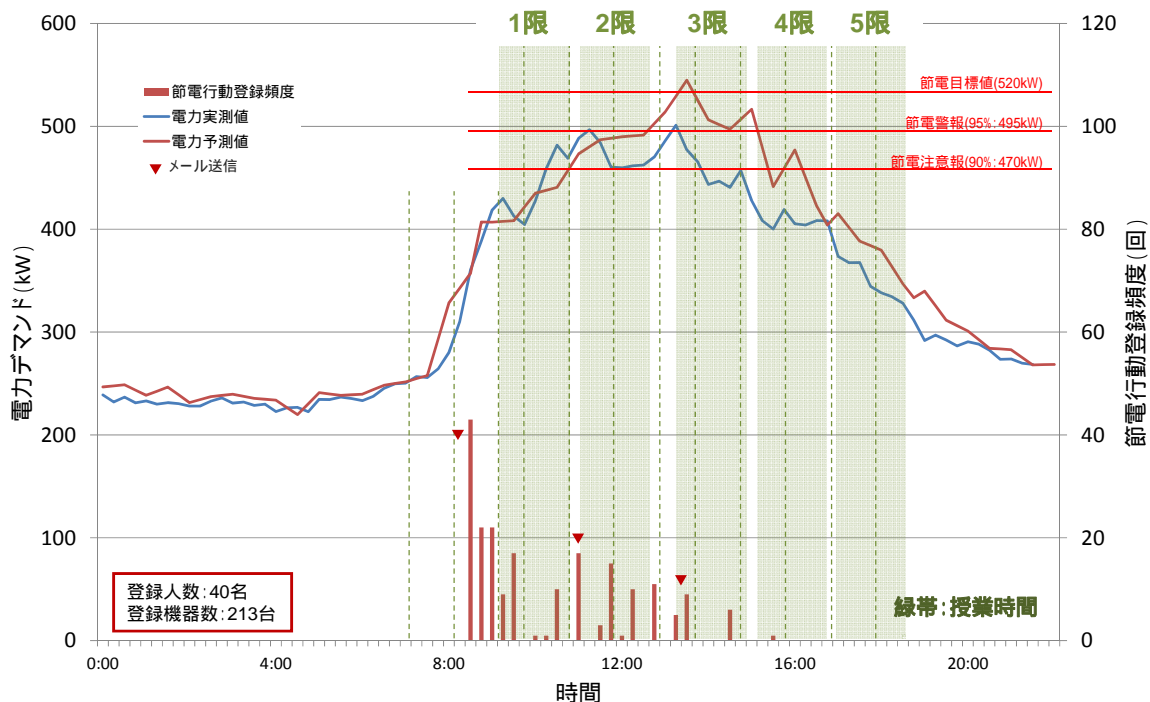


図 - 5 一日の電力プロファイルと節電行動

は、前年の電力ピークをつけた日と比較すると 160kW の削減となり、分散型電源の 70kW を除くと 90kW が デマンド側の削減量となる。それを、自動制御と節電 ナビゲーションそれぞれの効果に分けて考察する。

### 5.2.1 自動制御による節電効果

自動制御の効果を計測値から推定する。2012 年 7 月 18 日の幹線毎の計測データから自動制御実施前後の 30 分デマンド値の差分を算出し、それを自動制御の節電効果とした。結果を表 - 4 に示す。自動制御による削減量は約 50kW となり、試算による最大削減量 約 90kW を大きく下回る結果となった。内訳をみると 電灯コンセントが 37kW と当初試算に近い実績が得られたが、空調動力において約 13kW と当初試算の 1/4 にとどまった。これは、空調動力のピーク時電力を当初試算では設備稼働率 70%~80%で見込み、合計 184kW としていたが、実際には約 40%、合計 78kW にとどまっている事が一因と推察される。実際の使用状況を調査すると、最高気温が 30℃を超える状況でも空調を使用しない研究室があることや、設定温度を自主的に 28℃に固定している講義室や実習室等が確認でき、この事が空調動力のピーク時電力が低い結果に

つながったと考えられる。

### 5.2.2 節電ナビゲーションによる節電効果

まず、節電ナビゲーションによる節電メール配信が電力需要抑制にどれほど影響しているか、電力デマンド推移と節電行動登録数の関係から考察する。

7 月 18 日の電力プロファイルを図 - 5 に示す。予測サーバーは、当該日は使用電力最大値が節電目標を超えると予測した。それに伴い 8:00 に注意報メール配信および 11:00 に蓄電池放電を計画し、またデマンド監視機能により電力デマンド値が急増した 11:30 頃と 13:15 頃に警報メールが配信された。

7 月 18 日の節電行動登録件数は 213 件であり、登録機器の定格消費電力から推定される節電効果は約 15kW となり、試算の 30kW を下回った。自動制御の節電効果と合わせると約 65kW となり、デマンド側の削減量が 90kW であることから、残り 25kW は他の要因によって削減されたと考えられる。

その要因は二つ挙げられる。一つは、節電ナビゲーションによる節電効果が実際よりも低く算出されている事である。節電効果は、機器をグループに分けて需要率を設定し、定格消費電力にそれを乗じて算出している。従って、実際の需要率はより高い事が考えられる。もう一つは、連日配信された節電メールのおかげで節電意識が高まり、機器の使用を控えた事である。これは、終了後ヒアリングやベース負荷の減少から推察でき、この場合すでに使用を止めているので節電行動登録には現れない。以上の理由から、デマンド側で

表 - 4 自動制御効果と当初試算の比較

用途名称	自動制御効果(kW)	当初試算(kW)
共用部/講義室/電灯コンセント	37	39
空調動力	13	52
合計	50	91

表 - 5 終了後ヒアリングの主要意見

回答分類	主要意見
節電行動登録	<ul style="list-style-type: none"> <li>・登録後はその機器を使わない限り、登録内容を継続して欲しい。</li> <li>・「現在使っていない」という選択肢が欲しい。</li> <li>・登録機器の修正を容易にできるようにして欲しい。</li> </ul>
節電メール	<ul style="list-style-type: none"> <li>・連日のメール配信で節電に慣れたが、逆に危機感が薄れる。</li> <li>・電力事情の切迫度合いをメール文に記載すべき。</li> <li>・授業などで節電メールに即時対応できない場合があるので予め行動した。</li> </ul>

90kW の節電効果が得られたと考えられる。

次に、節電メールと節電行動登録の関係について考察する。節電メールを受け取った節電担当者は、節電ナビゲーションを介して節電行動を登録する。本実証においては、実際の節電行動と節電ナビゲーションへの登録について、明確なルール(登録のタイミング等)を設定しなかったため、行動のタイミングと節電行動登録には開きがあると考えられるが、その上で考察を進める。図 - 5 を見ると節電行動の多くが注意報メール配信時の 8 時過ぎに登録されているのがわかる。その後、2 回のデマンド監視による警報メールが配信されるが、その時の節電行動登録数は少ない。このような事象は当初想定したものではなく、本来は使用電力最大値が節電目標を超えそうな時に節電行動を促す事を考えていた。しかし、節電担当者の多くは注意報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、朝に節電行動登録していた。その理由は、終了後ヒアリングを通して明らかになった。生命健康科学部の教職員に対しておこなった実証実験終了後のヒアリングで挙げられた主要な意見を表 - 5 に示す。「授業中等即時対応できない場合を想定して行動した」、「日常的に節電行動を取る癖が付いた」という意見が出された。このような意見や節電行動は

<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)
- 7) 戸田芳信ら：“負荷予測制御を伴う最適制御”，空調調和・衛生工学会学術講演論文集 (2005)

システム設計時の想定とは異なったが、節電ナビゲーションにより日常の節電が意識付けられ、その結果節電目標を達成できたと考えられる。

節電行動の分析および終了後ヒアリングから、2012 年度版のシステムには、次のような課題があることがわかった。

- 1) 節電行動登録における選択肢の検討
- 2) 機器登録に関する手続きの簡便化
- 3) 節電メールが頻発しない工夫
- 4) 節電行動登録に関するルール付けの必要性

§6.おわりに

本稿では、中部大学に実装したキャンパス版スマートグリッドの構成と機能について詳解し、2012 年夏期の実証結果を報告した。

2012 年度は前年度比で、使用電力最大値 24.3%、電力使用量 29.5%削減を達成することができた。本システムの活用により、自動制御による需要抑制と分散型電源による電力供給を軸とすることで節電に対する手間や準備を省き、節電メールによる自主的な節電を要請することで、担当者が空いている時間に身の回りの節電ができ、無理をしない節電が可能になった。

本実証実験は、スマート BEMS を多棟の制御に適用した初の案件である。従来の自動制御技術に加え、自動制御が適さない機器へも人の節電行動を喚起する新しい機能を実装しており、多棟および複数事業所への今後の適用に向け、その基礎となる結果が得られた。

キャンパス版スマートグリッドは、大学キャンパスに特有の要素を考慮し、供給側と需要側を統合制御して、多棟の節電と省エネを実現するシステムで、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と考えている。今後は、本実証結果と終了後ヒアリングから得られた知見を活かし、2012 年冬期や 2013、2014 年度に向けたシステム改善を実施して、さらなる節電/省エネにつなげる予定である。