

# 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

HEMS and BEMS Energy Management Solutions to Realize Disaster-Robust Houses and Buildings

余語 将成

西村 信孝

荻田 能弘

■ YOGO Masashige

■ NISHIMURA Nobutaka

■ OGITA Yoshihiro

これまでわが国では、安全・安心でかつ快適な生活を過ごすために大量のエネルギーを投入し消費してきた。しかし、東日本大震災の影響を受けて深刻な電力不足に直面しており、国民の生活や経済活動の中心である住宅や、事務所ビル、商業施設などでも停電や節電への対策が急務になっている。

東芝は、快適さと省エネルギーを両立した、災害に強い社会インフラを実現するため、太陽光発電などの再生可能エネルギーの利用技術や、蓄電・蓄熱技術、更にピークカットやピークシフトなどで需要家への電力供給を調整するデマンドレスポンス制御技術などを統合して、住宅やビルのエネルギー管理を最適化するHEMS (Home Energy Management System) 及びBEMS (Building Energy Management System) を開発し提供している。

Huge amounts of energy have been consumed to provide a safe, secure, and comfortable life in Japan. However, now that electricity conservation and blackouts have become a critical issue following the Great East Japan Earthquake of March 11, 2011, there is an urgent need to implement measures for houses, buildings, and facilities against the serious shortage of electricity.

In order to realize a social infrastructure with robustness against disasters as well as a good balance between comfort and energy saving, Toshiba has been developing and providing total energy solutions called the home energy management system (HEMS) and the building energy management system (BEMS). Among the technologies employed by these systems are a technology for effective usage of renewable energies such as photovoltaic (PV) generation, technologies for electricity and thermal storage, and a demand response control technology to regulate power supplies by peak cut and peak shift adjustment.

## 1 まえがき

エネルギー消費における産業部門とそれ以外の構成比率は、この40年ほどで大きく変化している。エネルギー消費と実質GDP (国内総生産) の推移を図1に示す。経済産業省資源エネルギー庁が2010年に公表した「エネルギーに関する年次報告書 (エネルギー白書)」<sup>(1)</sup>によれば、産業部門のエネルギー消費量がほぼ横ばいであるのに対し、2008年度の需要家側 (民生部門) のエネルギー消費量は第1次石油ショックが起きた1973年度のそれに比べ約2.5倍に拡大しており、需要家側での省エネルギー対策が重要になっている。

また、低炭素社会の実現に向けて、再生可能エネルギーの利用及び省エネルギーの導入を推進することが世界的に求められている。わが国でも、2020年までに二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) 排出量を1990年比で25%削減することを目標に掲げ、産業界から個人に至るまで様々なレベルでの取組みが行われている。

更に東日本大震災の影響を受け、これまで以上に省エネルギーや節電への対応が必要になっている。震災直後は、電力供給が減少したため広い地域で計画停電を実施することで大規模停電を回避したが、病院や信号機など公共機関・設備への電力供給が断たれ社会全体に大きな影響を与えた。今後もこのような深刻な電力不足が懸念されるなか、国民の生活や

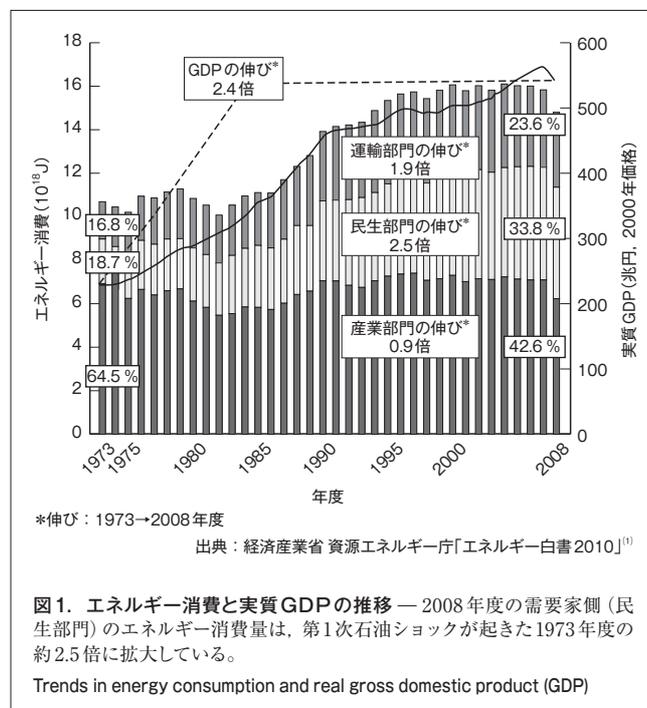


図1. エネルギー消費と実質GDPの推移 — 2008年度の需要家側 (民生部門) のエネルギー消費量は、第1次石油ショックが起きた1973年度の約2.5倍に拡大している。

Trends in energy consumption and real gross domestic product (GDP)

経済活動の中心となる住宅やビルでも停電や節電への対策は急務である。そのため、省エネルギー技術、創エネルギー技術、及び蓄エネルギー技術を駆使して、短期的な視点だけで

なく市場ニーズを加味した中長期的な視点に立った、以下に示す対策が必要になる。

- (1) 震災後の電力供給不足の観点から、限られた電力供給量に応じて需要家側での需給制御を実現し、需要と供給の全体バランスを調整
- (2) 需要家側において、再生可能エネルギーを用いた発電機器及び、蓄電と蓄熱を実現する蓄電池、ヒートポンプ、燃料電池などの、新エネルギー機器の導入加速
- (3) 新エネルギー機器が導入された住宅やビルのユーザーニーズに合わせ、効果的に省エネルギーを実現するエネルギー管理システムの開発

ここでは、電力供給が逼迫（ひっばく）するなかで、情報通信技術（ICT）の活用によって、住宅やビルにおける最適なエネルギー管理を可能にするHEMS及びBEMSに対する東芝の取組みと将来展望について述べる。

## 2 HEMS

現在のHEMSでは、家庭でのエネルギー消費機器である複数の家電機器や住宅設備にICTを活用して、消費電力量や機器動作を計測し表示して省エネルギーを喚起する他、ユーザーの意思に従って携帯電話などを用いて家電機器の遠隔制御を行うことができる。このシステムは、消費電力量の“見える化”に主眼を置き、どれだけのエネルギーが、いつ、どこで、何に使用されているかをビジュアル化できる。消費電力量の見える化だけでも、節電に対する意識付けを行うことができ、省エネルギーに効果がある。

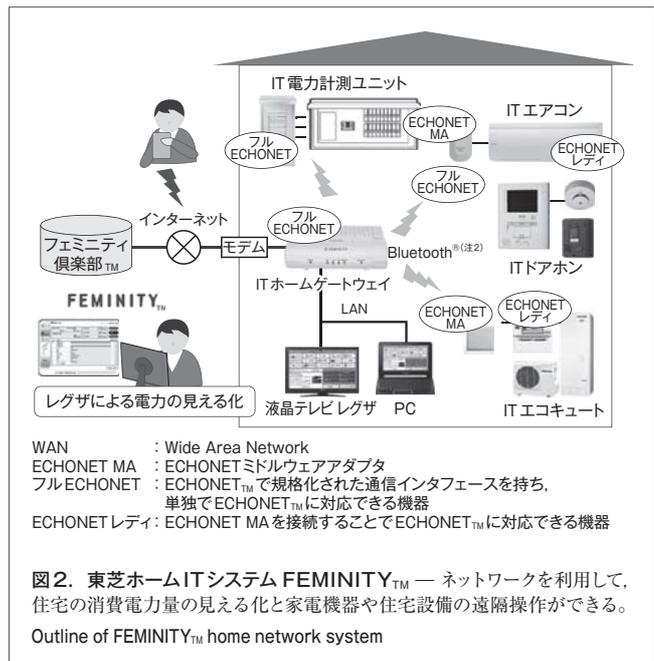
更に、電力供給源として今後の普及が確実な太陽光発電システムや蓄電池システム、及び近い将来普及が見込まれるプラグインハイブリッド電気自動車（PHEV）や電気自動車（EV）などとの連携を視野に入れ、余剰電力のピークカットやピークシフトを実現することが重要になる。安価な夜間電力を蓄電池システムに蓄えておき昼間に利用したり、太陽光発電による電力を蓄電して使えるようにしたり、最適な電力管理を行って光熱費及び環境負荷の低減を図ることができる。

近い将来、HEMSは、住宅内の最適なエネルギー管理を行うために重要な役割を担うことになる。住宅での省エネルギーとその見える化は、1軒で行うだけでなく多数の家庭に展開して、地域全体で行うことで、より大きな効果が期待できる。更に、住宅内だけでなく、外部の生活エリアと連携して情報提供するツールとして可能性を広げることが期待されている。

### 2.1 東芝の取組み

当社は、家庭内ネットワークとしてECHONET<sup>TM</sup>（注1）規格を家電機器に採用し、生活を便利にするホームITシステム

（注1） ECHONETは、エコネットコンソーシアムの商標。



“FEMINITY<sup>TM</sup>”（IT：情報技術）を2002年4月から商品化している<sup>(2)</sup>。FEMINITY<sup>TM</sup>のイメージを図2に示す。このシステムのキーコンポーネントであるITホームゲートウェイは家電機器と無線で接続できるため、宅内配線は不要である。また、遠隔で家電機器や住宅設備などを操作することができる。消費電力量をパソコン（PC）などで一目で把握でき、住宅内の省エネルギー活動に貢献している。

### 2.2 HEMSの将来展望

現在普及しているHEMSの主な機能は、消費電力量の見える化と遠隔家電制御である。今後は、特に震災後の需要家ニーズを十分に満足させるために、更なる機能とサービスの改善が必要になる。

当社が検討しているHEMSの将来構想を図3に示す。当社は、社会インフラ全般から家電機器まで手がける複合電気メーカーとして、新エネルギー機器や家電機器の開発力、及びスマートグリッドをはじめとした電力系統技術力を融合させたHEMSの提供を目指している。また、災害に強い電力供給ソリューションとして、需要家群や地域を対象にコミュニティ向けのエネルギー管理の実現を推進する。これにより、複数の需要家が所有する自家発電設備や太陽光発電設備などの分散型電源を需要家群や地域で共有し連携制御することで、特定地域内の電力供給の継続性を確保できる。

今後、生活の質（QOL：Quality of Life）向上とCO<sub>2</sub>排出量削減の両立、及び災害に強い社会作りに取り組んでいくためには、以下に示すような新たな家庭内のソリューションを実現

（注2） Bluetoothワードマーク及びロゴは、Bluetooth SIG, Inc.が所有する登録商標であり、東芝は、許可を受けて使用。

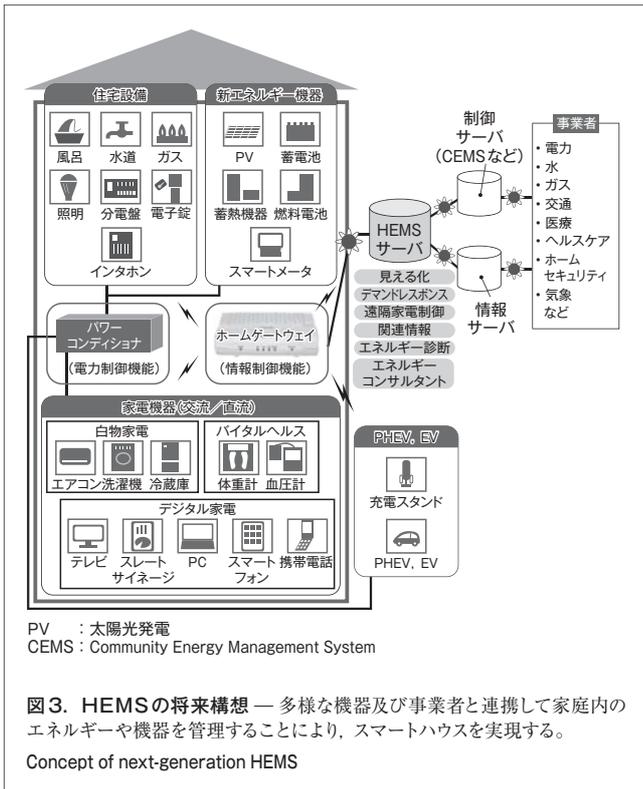


図3. HEMSの将来構想 — 多様な機器及び事業者と連携して家庭内のエネルギーや機器を管理することにより、スマートハウスを実現する。  
Concept of next-generation HEMS

するシステムの開発が求められる。

- 新エネルギー機器や、家電機器、PHEV、EV、住宅設備などの多様な機器をICTによって連動させ、機器ごとのエネルギーの見える化や、遠隔制御、ホームセキュリティなどの高度情報を一元化
- (1)の機器連携による省エネルギー技術、創エネルギー技術、及び蓄エネルギー技術と、デマンドレスポンスなどの電力系統技術の融合による、各世帯のエネルギー需要や災害時の自立運転などを自動最適制御
- 新エネルギー機器などによって作り出される直流電力の活用も考慮し、直流から交流変換ロスの最小化、またその変換器とパワーコンディショナ(PCS)を一体化することによるいっそうの省スペース化とコストミニマム化
- 電力や、水、ガス、交通、医療などの様々な事業者との連携による付加価値サービス

快適かつ低炭素な都市の実現に向けた取組みとして、横浜市が中心となって計画する“横浜スマートシティプロジェクト(YSCP)”がある。ここでは、需要家における省エネルギー、創エネルギー、及び蓄エネルギーのエネルギー循環利用を促進する地域エネルギーシステムを構築することにより、地域全体のエネルギーの安定かつ計画的な需給の検証を行う。当社はYSCPに参画し、消費電力量の見える化や、各家庭のエネルギーの使い方に合わせたピークシフト及びピークカットを実現するデマンドレスポンスなど、HEMS導入によって、二律背反するQOL向上とCO<sub>2</sub>排出量削減の両立を目指す。

### 3 BEMS<sup>(3)</sup>

民生部門においてエネルギーの大口需要家である大規模な事務所ビルや商業施設には、ビル設備の運転管理の効率化や利用者に提供するサービスの向上を目的として、中央監視設備やビル管理システム(BAS)と呼ばれる監視制御システムが1970年代から導入されてきた。その後、2度の石油ショックと2000年以降の地球温暖化防止のためのCO<sub>2</sub>排出量削減を背景として、ビルの監視制御システムに装備されるエネルギー管理機能は省エネルギー制御を中心とした高度なものとなり、BEMSと呼ばれるようになった。

今回の震災の影響によって国内の広範囲にわたる電力の供給不足が現実の問題となり、事務所ビルや商業施設でも節電の実施が責務になっているが、この節電対策においてもBEMSとの連携は有効である。

#### 3.1 東芝の取組み

当社は、1970年代から統合ビル管理システムとしてBUILDAC™を商品化してきた。これらの技術開発を通じて、以下に示すような省エネルギーに関する機能を提供してきた。

- 空調や照明を指定時刻に動作させるスケジュール制御
- スケジュール制御と連動して室内の温度を開始から終了までの時間、適正に保つ空調機の最適起動停止制御
- 季節に合わせて室内の設定温度を自動変更する設定値スケジュール制御
- 入退室状況に合わせて空調機や照明を自動的に起動、停止させ、むだな運転を防止するシステム連動制御
- 冷暖房用熱源機器の適正運転台数制御
- 電力の有効利用を目的として力率改善用コンデンサの運転台数を適正に保つ無効電力制御

特に、事務所ビルのエネルギー消費の約1/2を占める空調熱源設備に対しては、快適性と省エネルギーを両立させる快適空調制御<sup>(4)</sup>を差異化機能として提供している。

また、ビル内の設備は様々な業者から納入されることが多く、統合した設備管理を実現するためにはそれらの接続コストが問題になることが多かった。そこで、共通の通信インタフェースとしてASHRAE(米国暖房冷凍空調学会)で規格化されたプロトコルBACnet<sup>(注3)</sup>(A Data Communication Protocol for Building Automation and Control Networks)の標準化策定や国内普及に努め、業者間にわたる設備の接続を実現してきた。

#### 3.2 BEMSの将来展望

低炭素社会を実現するための省エネルギーだけでなく、震災の影響による電力不足が現実の問題となった現在、エネルギー供給状況に応じたエネルギー利用技術の確立は必須であ

(注3) BACnetは、米国暖房冷凍空調学会の米国及びその他の国における商標又は登録商標。

り、このためにはデマンドレスポンスが有効である。また、継続的な企業活動を目的とした事業継続計画 (BCP) や事業継続マネジメント (BCM) の実現のためには、利用エネルギーを多様化するとともにエネルギーの蓄積技術も必要になる。

当社は、これらの要請に応えるソリューションとして、スマートBEMSと統合BEMSの開発を進めている。スマートBEMSの概念を図4に示す。

効果的なデマンドレスポンスを実現するには、ビルのエネルギー調整余力を確保することが有効であることから、スマートBEMSでは、再生可能エネルギーを直接利用するだけでなく、それらを電氣的又は熱的に蓄積して需要に応じたエネルギー管理機能を提供する。それを実現するため、設備機器の特性を緻密な物理式でモデル化し、QOLの一つの要素である快適さを制約条件にして投入エネルギーが最小となるよう最適化を図る、モデルベース制御を開発した<sup>5)</sup>。

更に、単独のビルではなく、地域内のビル群を管理することにより、エネルギーの効率的利用やBCP、BCMの実現に役立つ。そこで当社は、この中で中心的な役割を果たすビル群管理センター (統合BEMS) をYSCPなどで実証する予定であり、早期の技術確立を目指している。

一般に、オフィスや、商業施設、学校、病院などの用途、及び空調や照明などの設備性能などの制約から、個々のビルでは例えば15%の節電を常時キープするのは困難なことが多い。統合BEMSの基本的なコンセプトは、これらをビル群として管理し、エネルギー使用に余裕のあるビルには大きな節電量を負担させるなどしてビル間でエネルギーを融通させることで、地域としての節電目標を守れるようにすることである。

そのため、統合BEMSには対象となるビルのエネルギー調整余力をリアルタイムで推定し、その余力に応じた削減目標を設定して設備機器を自動制御する機能が組み込まれている。

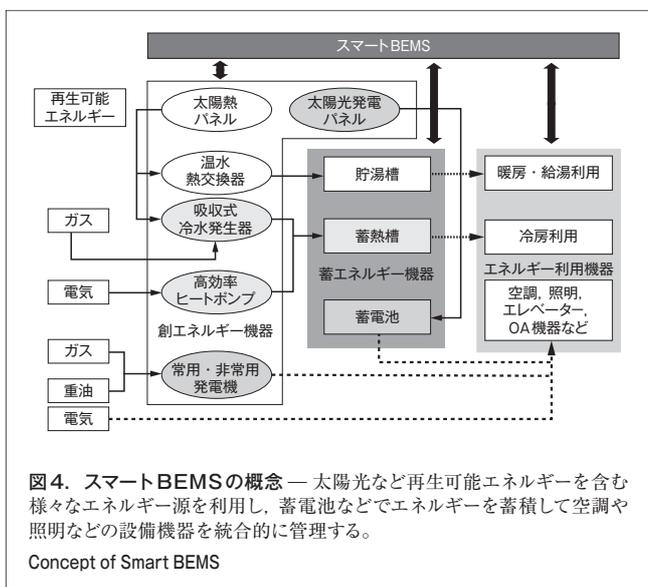


図4. スマートBEMSの概念 — 太陽光など再生可能エネルギーを含む様々なエネルギー源を利用し、蓄電池などでエネルギーを蓄積して空調や照明などの設備機器を統合的に管理する。

Concept of Smart BEMS

更に、コストや管理者の制約から世界的にも普及が進んでいない中小規模のビルに対するBEMSの導入も統合BEMSを利用すれば加速でき、ビルのスマート化が図れる。

また、対象ビルと統合BEMSとはインターネットを利用して接続されるため、欧米などで提唱されている通信プロトコルの標準化活動にも参加し、低コストで、セキュリティを確保した信頼性が高いシステムの実現を目指している。

## 4 あとがき

本来、住宅やビルは外敵から身を守るものとして発展し、日々の暮らしや経済活動の一翼を担ってきた。そして、電力不足という状況に直面し、エネルギーを管理することの重要性が再認識されている。

当社は、ICTを活用したHEMSやBEMSのサービス提供を通じて、個々の住宅やビルだけでなく、群として取り扱うエネルギー管理を実現することで、低炭素でかつ災害に強く構築コストも低い社会インフラの構築に貢献していく。

また、今後著しい発展が予想される新興国でも必要になる、これらのソリューションを提供することで、それらの国々の安全・安心なインフラ整備に寄与していく。

## 文献

- (1) 経済産業省 資源エネルギー庁. “平成21年度 エネルギーに関する年次報告書 (エネルギー白書)”. 資源エネルギー庁ホームページ. <<http://www.enecho.meti.go.jp/topics/hakusho/2010/index.htm>>. (参照2011-07-06).
- (2) 平原茂利夫 他. ホームネットワークを活用した家庭内省エネ技術—フェミニティ™電力モニターサービス. 東芝レビュー. 63, 10, 2008, p.7-10.
- (3) 西村信孝 他. ビルのゼロエミッション化を目指すスマートファシリティ. 東芝レビュー. 65, 5, 2010, p.2-6.
- (4) 花田雄一. “BEMSを使った業務用ビルの空調省エネルギー「快適空調制御」”. 省エネルギー実施事例発表 関東地区大会事例集. 東京, 2003-09, 省エネルギーセンター. 2003, p.125-132.
- (5) 高木康夫 他. 幅広いファシリティに対応できるトータル省エネソリューション. 東芝レビュー. 65, 5, 2010, p.7-10.



### 余語 将成 YOGO Masashige

スマートコミュニティ事業統括部 スマートコミュニティ事業開発部参事。スマートコミュニティ事業の開発及びエンジニアリング業務に従事。日本リアルオプション学会会員。Smart Community Div.



### 西村 信孝 NISHIMURA Nobutaka

スマートコミュニティ事業統括部 スマートコミュニティ事業開発部主査。BEMSを中心としたスマートコミュニティ事業の技術開発に従事。計測自動制御学会、電気設備学会会員。技術士（電気電子部門）。Smart Community Div.



### 荻田 能弘 OGITA Yoshihiro

スマートコミュニティ事業統括部 スマートコミュニティ事業開発部主務。スマートコミュニティ事業の開発及びエンジニアリング業務に従事。電気学会会員。Smart Community Div.