

新時代の電力インフラを支えるスマートグリッド技術と東芝の取り組み

Smart Grid Technologies Supporting Electric Power Infrastructure for New Era and Toshiba's Efforts

神竹 孝至

■ KAMITAKE Takashi

2011年3月11日に発生した東日本大震災以降、スマートグリッドに対する期待がこれまで以上に高まっている。政府のエネルギー・環境会議はスマートメータや、蓄電池、再生可能エネルギーなどスマートグリッドの核になるコンポーネントの導入を喫緊の目標とした。米国などでは、スマートメータを用いたデマンドレスポンスという新しい電力需給制御方式が実用化されており、大きな効果が報告されている。わが国でも横浜スマートシティプロジェクトなどで効果検証の計画が進められている。

東芝は、電力需給ギャップの調整をするものとして期待されている電力用蓄電池を開発した。また、社会インフラのエネルギー供給形態をより強固にするための多様な施策として大きく伸びると期待される再生可能エネルギーでは、太陽光や、太陽熱、風力、水力、地熱など環境に応じて各種のソリューションを柔軟に提供できる。

To fulfill the heightened expectations placed on smart grids following the Great East Japan Earthquake of March 11, 2011, it is necessary to develop smart grid technologies for the introduction of renewable energy sources and improvement of energy usage efficiency. The Energy and Environment Council established by the Japanese government has decided to deploy core components of smart grids such as smart meters, rechargeable batteries, renewable energies, and so on. Smart meters and demand response programs, which constitute a new electricity supply and demand scheme, have already been put into practical use in the United States and will also be evaluated in the Yokohama Smart City Project (YSCP) in Japan.

Toshiba has developed battery energy storage systems for both utility grid and home use applying its SCiB™ batteries in order to adjust the balance of power supply and demand. Furthermore, as renewable energies are expected to be important energy resources to ensure national energy security, we are offering various solutions including photovoltaic, solar thermal, wind, hydroelectric, and geothermal power plants utilizing our core technologies acquired through the development of electric power systems.

東日本大震災を境としたスマートグリッド像の変化

2011年3月11日の東日本大震災は人的かつ物的に甚大な被害をもたらしただけでなく、信頼性が極めて高いとされてきたわが国の電力網に対する信頼も大きく揺るがせた。ここ数年は電力需給が厳しいと言われるなか、これまでのように需要に供給が合わせるだけではなく、供給が厳しい際には需要側も節電に協力する、新しい需給制御の考え方の導入が必要と思われる。スマートグリッドは最新の情報通信技術によって、需要側の不便を極力抑えながら、この電力需給制御を迅速かつ柔軟に行うものであって、大震災後、特に期待が高まっている。

■大震災前のスマートグリッド

わが国では、地球温暖化防止のため

に太陽光発電をはじめとする再生可能エネルギーの大量導入が政策的に計画されてきた。これまでの日本におけるスマートグリッド議論は、これとあいまって導入が必要になるという考え方が強かったように思う。すなわち大量の再生可能エネルギーを導入すると電力システムの安定性に問題が生じる懸念があるので、その対策として再生可能エネルギーや、蓄電池、スマートメータ、配電機器、エネルギー管理システム、情報通信システムなどを有機的にシステム化したスマートグリッドが必要になるとの考え方である。

既に産官学が協力して種々の技術的・経済的検討がなされている。“大量の太陽光発電導入による配電線の電圧上昇問題”（この特集のp.36 - 39参照）や、“太陽光発電や風力発電の天候の変化から生じる出力変動を原因とする周波数変動問題”、“余剰電力問題”などの

課題に関しては技術的には解決策が見つかりつつある。

むしろ課題は経済性であり、2020年時点で2,800万kWの太陽光発電導入に対して3.5兆円程度、2030年時点で5,300万kWの太陽光発電導入に対して6兆円程度の費用見積もり⁽¹⁾をいかに下げられるかが課題となっている。この費用の大部分は蓄電池であり、このため独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）などで価格ロードマップ⁽²⁾が作成され、産官学を挙げてこの実現のために努力しているところである。

■大震災後のスマートグリッド

大震災以前のわが国では、スマートグリッドは中長期的に必要であるものの、緊急の課題とは見なされていなかった。しかし大震災による影響で電力需給が厳しくなり、節電要請が広く行われ

表1. 当面のエネルギー需給安定策工程表
Road map for stabilization of energy supply and demand

施策名		2011年夏	2011年冬	2012年夏
省エネ促進 など	省エネ投資促進	○		
	省エネ製品によるピークカット(蓄電池, HEMS, BEMSなど)	○		
	リースによる省エネ機器の導入促進		○	
再生可能 エネルギー 導入促進など	固定価格買取制度の導入			○
	分散型電源の導入促進	○		
	木質バイオマス発電の促進	○		
	スマートコミュニティの構築	○		
	地域の防災拠点などへの再生可能エネルギー導入促進	○		
電力システム の改革	農地・林地・漁業区域の再生可能エネルギー発電の立地調整			○
	柔軟な料金メニューの設定と需要家によるピークカットの誘引強化			○
	電力卸売市場の整備			○
	送配電システムの機能強化 (スマートグリッド, スマートメータ, 連系送電線など)			○
	送配電線利用の中立性・公平性確保			○

HEMS: Home Energy Management System
BEMS: Building Energy Management System
○: 対策終了時期
*エネルギー・環境会議、「当面のエネルギー需給安定策工程表」³⁾から抜粋

るなか、情報通信技術により電力需給制御を賢く行う、スマートグリッドに対する期待が急速に高まった。

表1は、国家戦略室 エネルギー・環境会議がまとめたエネルギー需給安定策工程表の一部である³⁾。スマートメータや、蓄電池、再生可能エネルギーなどスマートグリッドの核になるコンポーネントの導入が喫緊の目標とされている。

以下に、これらコンポーネント技術の動向と当社の先端スマートグリッド技術開発への取組みについて述べる。

スマートメータと デマンドレスポンス

スマートメータの最初の効果は、リアルタイムに電力使用量の“見える化”をすることにより、電力消費者の節電意識を高められることである。

しかしスマートメータの効果はそれだけではない。米国では、スマートメータを既に3,100万台(普及率22%)導入しており、デマンドレスポンスがピーク電力の削減に効果的とし展開を始めている。デマンドレスポンスとは、電力需給の状態に応じて料金を変更するダイナミック料金設定によって、ピーク時間帯

における電力消費を抑制しようというものである。

米国は当初から、デマンドレスポンスを米国におけるスマートグリッドの普及のきっかけとなるキラーアプリケーションとみなし、2007年には連邦議会が連邦エネルギー規制委員会(FERC)に、デマンドレスポンスの効果アセスメントとアクションプランの策定をするよう命じた⁴⁾。

図1はその結果の一部で、デマンドレ

スポンスによるピーク需要の削減可能性を2019年まで予測したものである⁵⁾。全員参加の場合はピーク需要を2019年時点で20%(18,800万kW)削減できる可能性があるとの報告である。また、デマンドレスポンスによる使用電力削減量は、既に米国におけるピーク需要の7.6%に当たる5,800万kWに達しているとの報告もある⁶⁾。

デマンドレスポンスに関わる標準化も進んでいる。そのうち有力なものに、米国ローレンス パークレイ国立研究所などが中心に仕様を策定し、OASIS(Organization for the Advancement of Structured Information Standards)やUCAIug(UCA International Users Group)などの標準化団体が仕様を發展させたOpenADR(Open Automated Demand Response)がある。

大震災を受けて、わが国でもデマンドレスポンスの効果検証を行う機運がにわか高まっている。現在、経済産業省の国家プロジェクトで進めている4地域実証がその場になる見込みであり、東芝が参画している「横浜スマートシティプロジェクト(YSCP)」でも、実施されることになっている(この特集のp.12-15参照)。横浜スマートシティプロジェクト(図2)は、住宅4,000軒と電気自動

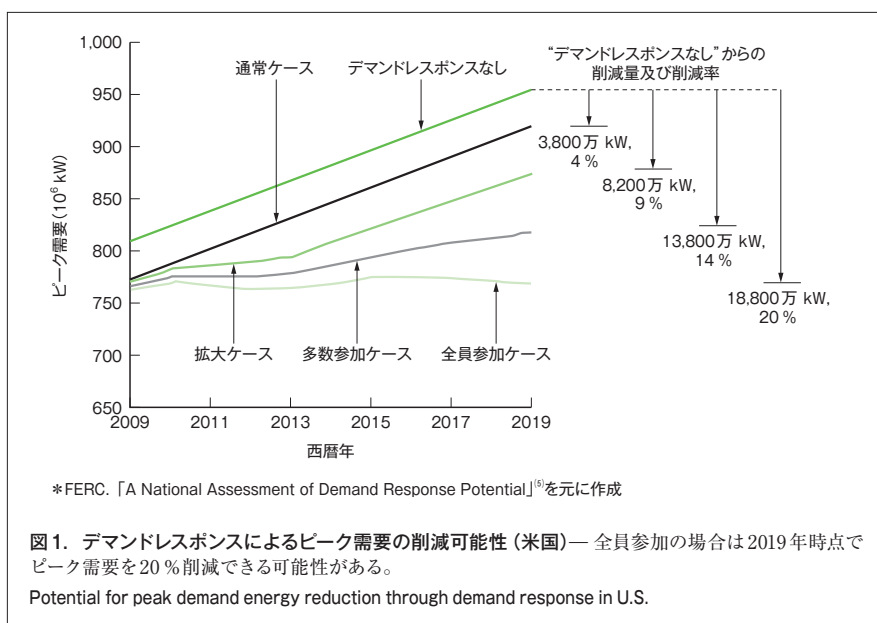
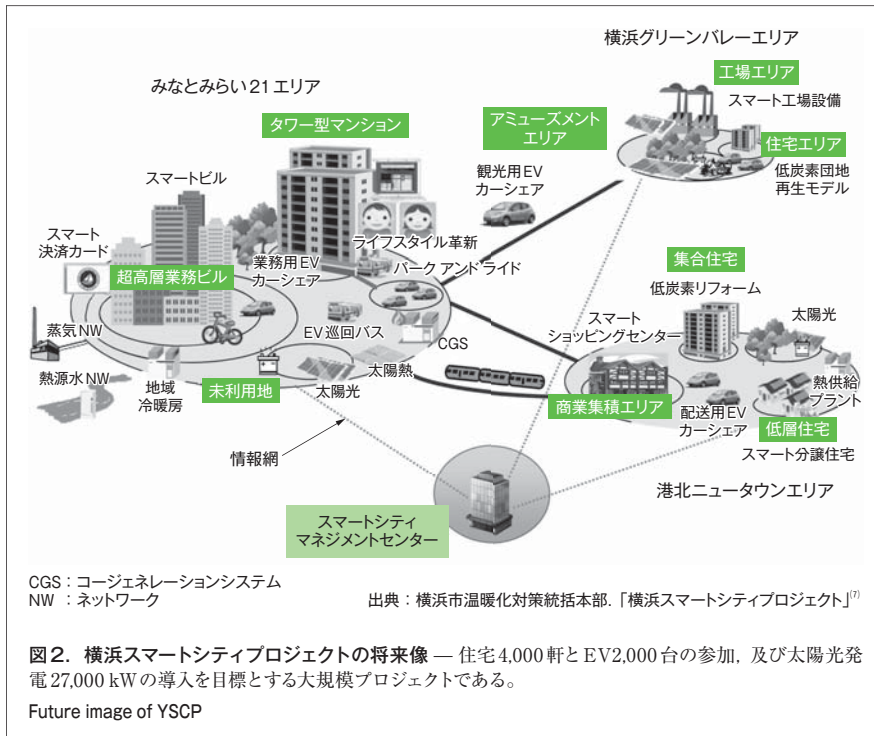


図1. デマンドレスポンスによるピーク需要の削減可能性(米国) — 全員参加の場合は2019年時点でピーク需要を20%削減できる可能性がある。
Potential for peak demand energy reduction through demand response in U.S.

蓄電池

当社は、安全性に優れ、急速充放電性能が高く、かつ長寿命のリチウムイオン二次電池である SCiB™ を提供している。SCiB™ のいっそうの高性能化と低コスト化を目指すのはもちろんであるが、スマートグリッドにおける蓄電池の使い方にも重要な観点である。

スマートグリッドにおける蓄電池の設置場所及び使用目的を図3に示す。蓄電池の使用目的は大きく二つに分かれる。一つは風力発電や太陽光発電などの短時間的な発電変動を吸収し電力システムの安定性（電源周波数や電圧）を保つためである。もう一つは電力が余っている時間に充電して電力が不足している時間に放電する、いわゆるタイムシフトのためである。設置場所は、風力発電所や太陽光発電所への併設と、配電網など電力系統内への設置、ビルや住宅への設置がある（この特集のp.32-35参照）。また忘れてならないのは、EVやプラグインハイブリッドEV（PHEV）の

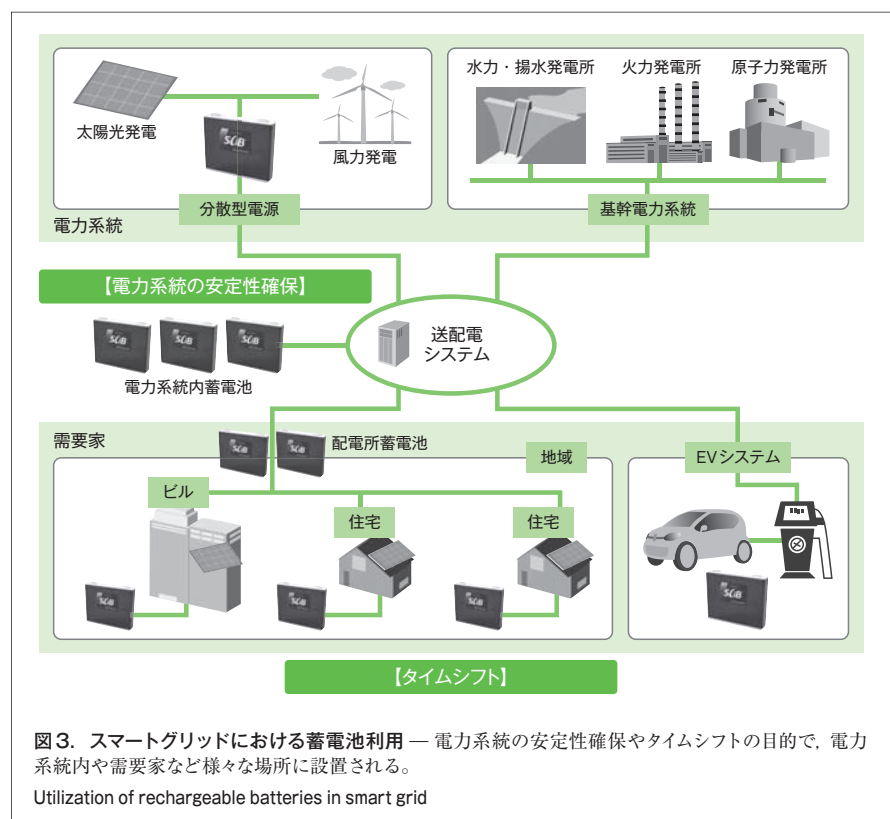


車（EV）2,000台の参加、及び太陽光発電27,000 kWの導入を目標とする大規模プロジェクトである⁽⁷⁾。

スマートメータに関して、当社は、東光電気（株）とともに東光東芝メーターシステムズ（株）を2009年12月に設立したのに引き続き、スマートメータ世界No.1シェア^(注1)のランディスギア社を2011年7月に東芝グループに加えた。ランディスギア社はスマートメータの他、スマートメータ用のメータデータ監視システムにも強く、当社のスマートグリッドシステムと組み合わせることで、家庭のメータから電力網までカバーできるシステムを全世界的に供給することができる。

その効果により、早速に2011年9月、当社イタリア子会社のアンサルドT&D社がローマ市配電・水道公社アチア社からスマートグリッドシステムを受注した。このシステムは太陽光発電や蓄電池、スマートメータなどを組み合わせ、EV用の充電スタンドに効率的に電気を供給するシステムを構築するものである（2012年春運用開始予定）。スマート

メータはランディスギア社が、蓄電池 SCiB™ とスマートグリッド監視制御システム μ EMS (Micro Energy Management System) などは当社が供給する。



(注1) 2011年5月現在、当社調べ。

太陽光	日本No.1シェア ^(注2) 36%(メガソーラー) (容量ベースシェア、電力会社向けメガソーラー案件、2010年度時点計画内案件含む)
風力	韓国風車メーカー Unison 社と業務提携
水力	日本メーカーでNo.1シェア ^(注3) 水車78%、発電機66% (2007~2010年受注累計、日本メーカーの受注量を100%にした時のシェア)
地熱	累計納入設備容量で、世界No.1シェア ^(注4) 24% (2010年12月までの累計)

図4. 東芝の再生可能エネルギーソリューション—それぞれトップレベルの実績と技術を保有している。
Toshiba's solutions for renewable energies

蓄電池である。EVやPHEVの蓄電池は大容量であるがゆえに、ピーク需要時に一斉に充電されると、電力需給制御に悪影響を与えるおそれがある。しかし、電力が余っているときに充電してもらえば、発電所側も発電電力をむだにせずに済む。更に、ピーク需要時に、使用していない車の蓄電池から放電してもらえば、ピーク需要を緩和できる可能性がある。すなわち使い方しだいで電力系統に悪影響を与えることも、良い影響を与えることもあるということである。

また、分散した多数の蓄電池を統合して制御することによって大容量の蓄電池として働く、仮想集合蓄電池も登場する見込みである。

再生可能エネルギー

水力を除く再生可能エネルギーの発電量が2008年時点で、わが国は総発電量比で2.8%であるのに対し、再生可能エネルギー先進国のドイツは11.8%に達している⁽⁸⁾。これは、1990年の「電力供給法」を経て2000年に世界初の固定価格買取制度「再生可能エネルギー法」を制定したのが奏功したと言われている。固定価格買取制度を導入したその他の国の状況を考え併せて、固定価格買取制度の効果は大きいと考えられ、わが国において2011年8月に成立した固定価格買取制度に関する特別措置法はおおいに期待できる。

(注2) 2010年9月現在、当社調べ。
(注3) 2011年5月現在、当社調べ。
(注4) 2011年11月現在、当社調べ。

当社の再生可能エネルギーに対する取組みを図4に示す。それぞれトップレベルの実績と技術を保有している。また蒸気タービンと発電機で培った技術を応用し、新たに太陽熱発電システムの検討も行っている。2011年10月には、愛知県田原市での国内最大規模の太陽光・風力発電所(太陽光5万kW、風力6,000kW)建設を目指した「たはらソーラー・ウインド共同事業」に参画を表明した。当社は、このように再生可能エネルギーの広い技術を保有しており、顧客の方針や設置環境に応じてソリューションを柔軟に提供できる。

先端スマートグリッド技術開発の取組み

当社は、スマートグリッドの実現のために、国内外の実証プロジェクトに積極的に参画している(囲み記事参照)。またこれらの基礎になるスマートグリッドに関わる先端技術開発や国際標準化活

動を積極的に進めている。電力技術と情報通信技術を密接に連携させながら進めていることが特徴である。

その一つの例が、当社府中事業所内に構築したスマートグリッド研究棟と太陽光発電研究棟である(図5)。研究開発した電力技術と情報通信技術を組み込んだシステムをこの設備を用いて事前検証することで(この特集のp.16-31参照)、実際のシステムを迅速に立ち上げることができる。

また、標準化への貢献も積極的に進めている。スマートグリッドは極めて複雑なシステムであり、一企業だけで構築できるものではない。それぞれが持ち寄った製品やシステムを問題なく相互接続をするためには標準化が欠かせない。当社は、スマートグリッドは世界に広がると考え、多数の世界的な標準化活動に参画し積極的に貢献をしている(同、p.7-11参照)。

情報セキュリティ技術も極めて重要である。スマートグリッドには最先端の情報通信技術が神経網として使用されるが、この神経網がハッカーなどにより攻撃されると停電などの重大事につながるおそれがある。また電力使用情報などの個人情報漏れを万全の対策を講じる必要がある。当社は、情報セキュリティについても積極的な研究開発及び標準化活動を行っているが、これらについては、東芝レビュー Vol.66 No.11の特集「社会インフラを支える情報セ



スマートグリッド研究棟

太陽光発電研究棟

図5. 東芝府中事業所内の研究棟—研究開発した電力技術や情報通信技術をこれらの設備を用いて事前検証できる。

Research facilities at Toshiba Fuchu Complex

東芝のスマートグリッド実証プロジェクトへの取組み

当社のスマートグリッド技術は、わが国を含む世界各国で高い評価を得ている。現在、図に示すように、既に多くのプロジェクトに参画している。スマートグリッドは国や地域によって注目点が異なっている。例えば、わが国は電力需給の安定化と低炭素

社会の実現への寄与を期待しており、米国はデマンドレスポンスを重視し、欧州は既に12%シェアに達している再生可能エネルギーの発電量変動の解決を重視している。一方、新興国は電力だけでなく水や、熱、交通、ヘルスケアも含めたスマートコ

ミュニティとしてのソリューションを期待している。世界各国のプロジェクトに参加していることは、各種のソリューションを用意するという意味で、当社にとって貴重な経験となっている。

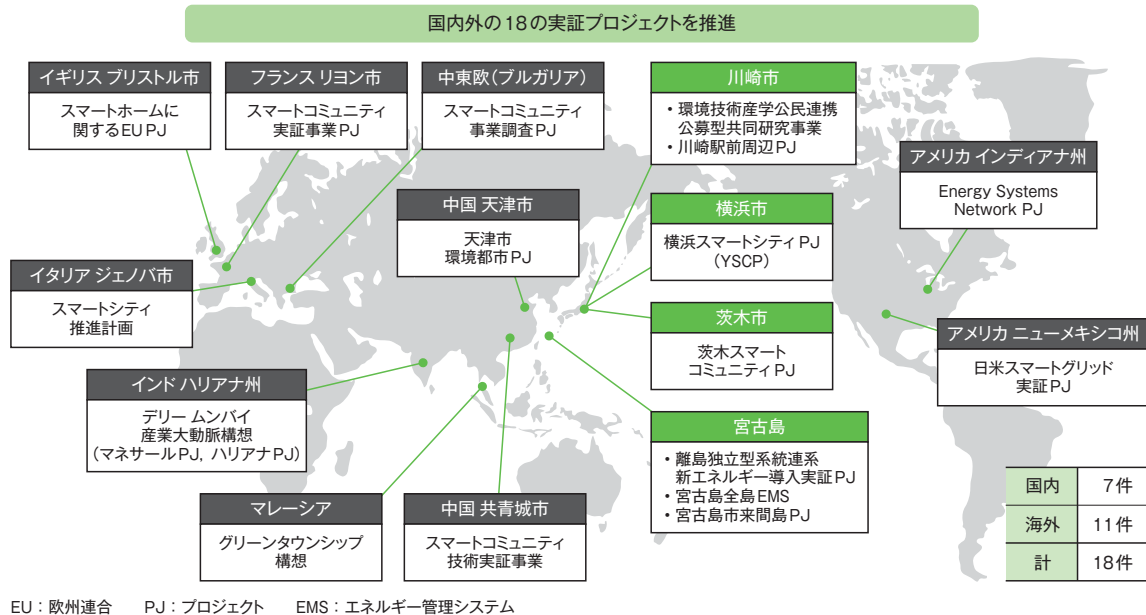


図. 東芝が参加する主要プロジェクト

セキュリティ技術」を参照願いたい。

開発成果の実用化に向けて

東芝レビューのスマートグリッド関連特集号は、2010年9月の「低炭素社会を実現するスマートグリッド」(Vol.65 No.9)、2011年8月の「震災復興に貢献するスマートコミュニティソリューション」(Vol.66 No.8)に続き、今回が3回目である。今回は先端技術開発に焦点を当てたが、当社はこれらの開発成果を一刻も早く実用化し、わが国の、世界の、そしてとりわけ東日本大震災の被災者の方々に貢献したいと考えている。

文献

(1) 経済産業省 資源エネルギー庁. “次世代送配電ネットワーク研究会報告2010年4月”. <<http://www.meti.go.jp/report/data/g100426aj.html>>.

(参照 2011-11-05).

(2) NEDO. “NEDO 二次電池技術開発ロードマップ (Battery RM2010)”. 2010-05. NEDOホームページ. <<http://www.nedo.go.jp/content/100153876.pdf>>. (参照 2011-11-05).

(3) エネルギー・環境会議. “当面のエネルギー需給安定策 (案) 2011年7月”. 国家戦略室ホームページ. <http://www.npu.go.jp/policy/policy09/pdf/20110729/siryol_1.pdf>. (参照 2011-11-05).

(4) EISA2007. 529条: 2007. 米国エネルギー自給・安全保障法.

(5) Federal Energy Regulatory Commission (FERC). “A National Assessment of Demand Response Potential”. 2009-06. FERC Homepage. <<http://www.ferc.gov/legal/staff-reports/06-09-demand-response.pdf>>. (accessed 2011-11-05).

(6) FERC. “2010 Assessment of Demand Response & Advanced Metering”. 2011-02. FERC Homepage. <<http://www.ferc.gov/legal/staff-reports/2010-dr-report.pdf>>. (accessed 2011-11-05).

(7) 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)”. 横浜市温暖化対策統括本部ホームページ. <<http://www.city.yokohama.lg.jp/ondan/yscp/>>. (参照 2011-11-05).

(8) 電気事業連合会. “主要国の電源別発電電力量の構成比”. 原子力・エネルギー図面集 2011. p.4-6. <<http://www.fepec.or.jp/library/publication/pamphlet/nuclear/zumenshu/digital/index.html>>. (参照 2011-11-05).



神竹 孝至
KAMITAKE Takashi

研究開発センター首席技監。
スマートグリッドの研究・開発に従事。IEEE、電子情報通信学会会員。

Corporate Research & Development Center