

スマートグリッドの基盤技術

Core Technologies for Smart Grids

鈴木 邦明 三田村 謙一 竹田 大輔

■ SUZUKI Kuniaki ■ MITAMURA Kenichi ■ TAKEDA Daisuke

東日本大震災以降、わが国もエネルギー政策で再生可能エネルギーの導入が促進され、これまで以上に効率的でかつ安定したエネルギーの運用方法が求められている。これを実現するため、スマートグリッド技術が期待を集めている。

東芝は、エネルギー管理などのシステム技術、需要家までのサービスを含めた情報通信技術（ICT）、及び分散電源などのデバイス技術を、スマートグリッドの基盤技術として位置づけ、これらの技術開発を推進するとともに、付加価値の高い製品開発とソリューション提案を行っている。

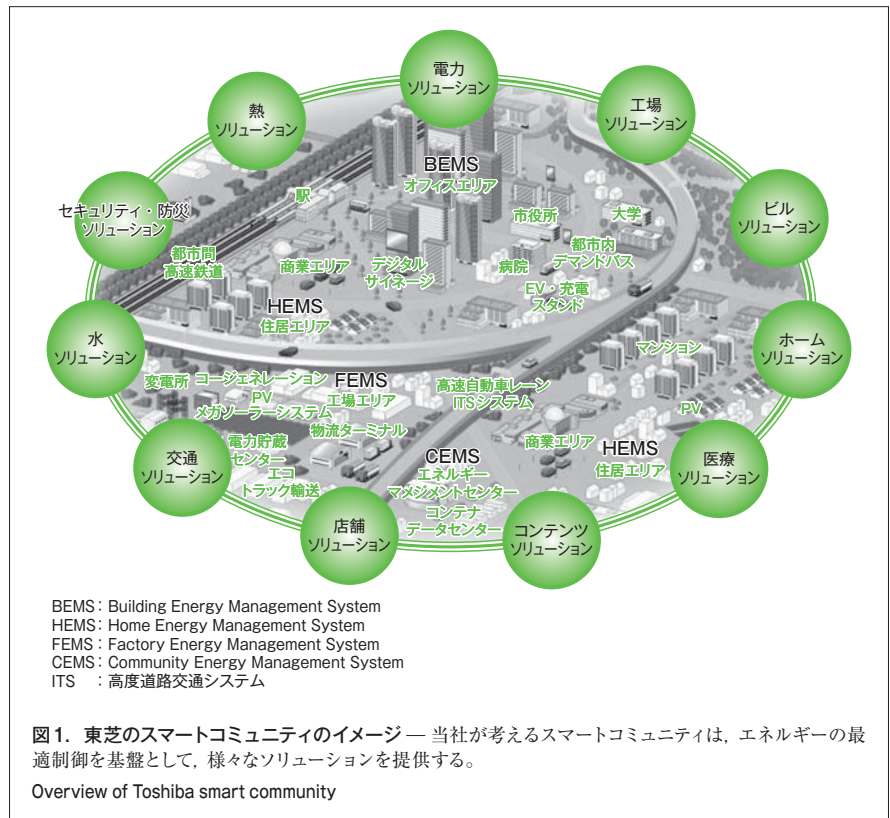
Since the Great East Japan Earthquake, demand has arisen for more efficient and stable energy management in conjunction with the rapid introduction of renewable energy sources. Smart grid technologies have become increasingly important as a solution to this issue.

Toshiba is vigorously promoting the development of core technologies for smart grids, including system technologies for energy management systems, information and communication technologies (ICTs) for the provision of services to electricity users, and device technologies for distributed power supply systems, and is globally supplying products and solutions with high added value based on these technologies.

スマートグリッドの動向

2011年の東日本大震災後、わが国でも省エネ意識の高まりとともに、より効率的でかつ安定したエネルギーの運用方法を模索する動きが加速した。政府の掲げるエネルギー政策も再生可能エネルギーの本格活用を前倒して実現する動きや、デマンドレスポンスに代表されるようにエネルギーを消費する側の効率的なエネルギー活用の動きも含めて、社会全体最適を得るための動きが活発化したといえる。大震災前は従来の原子力、火力、及び水力発電をベースにして、系統の安定化に配慮しつつ再生可能エネルギーを順次導入してきた。しかし、大震災後は再生可能エネルギーの大量導入を図るとともに、熱エネルギーや、交通及び物流のためのエネルギーを含めて、社会全体のエネルギーの利用効率向上と災害時を含めたエネルギーの信頼性確保が求められるようになった。

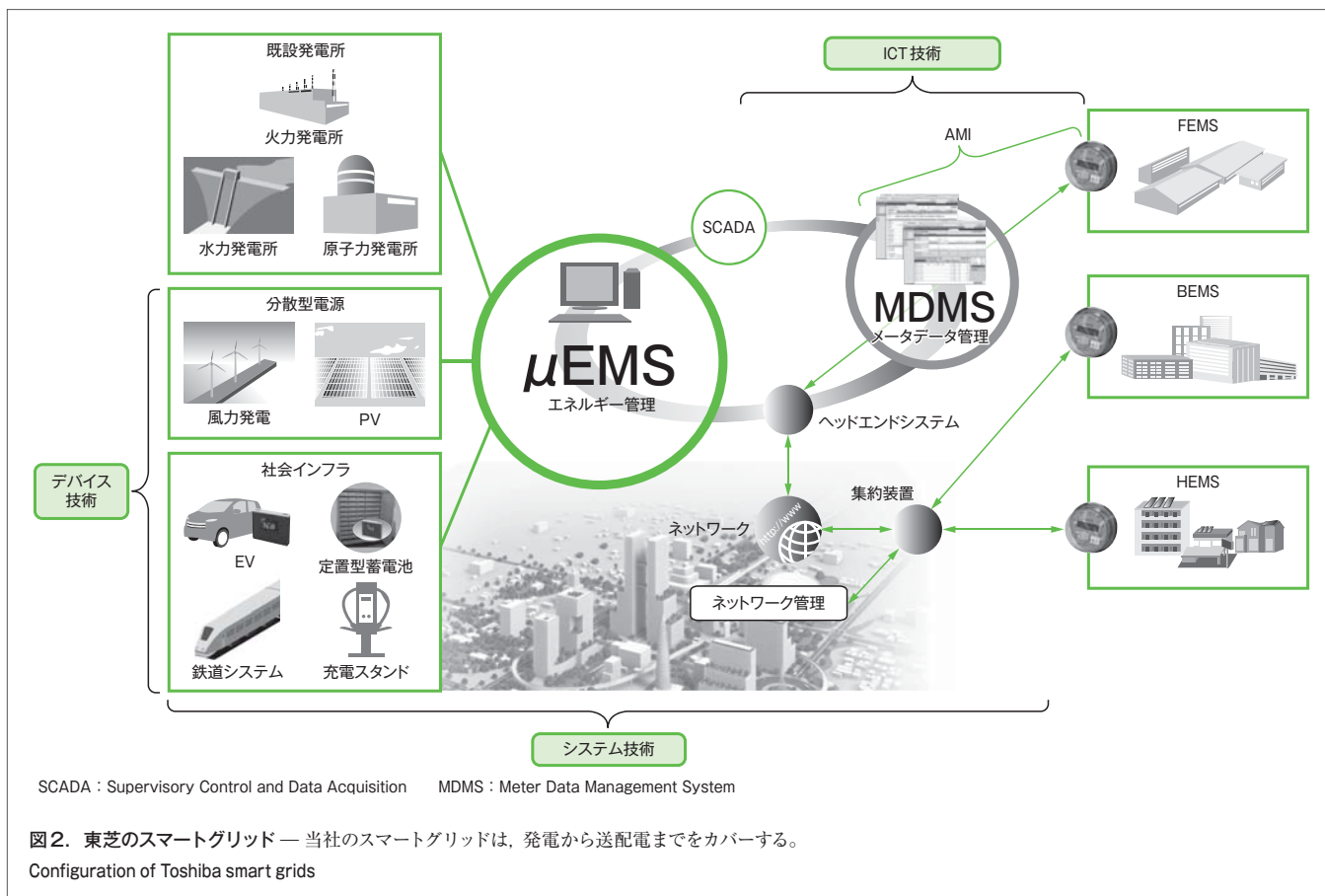
このように様々なエネルギー利用の最適化と高信頼化を地域（コミュニティ）で実現するソリューションは、通常スマー



トコミュニティと呼ばれている（図1）。こうした地域全体に関わるエネルギーソリューションは、被災地の復興を含めた街づくりの視点が加わり、その重要性が

急激に増してきている。

そのなかで、様々なエネルギー利用の最適化と高信頼化にあたり、電気エネルギーに着目した技術がスマートグリッド



である。電気エネルギー利用の最適化と高信頼化は、その歴史とともに急速に進展してきたが、スマートグリッドの世界でそれがピークを迎えようとしている。電気エネルギーは、熱エネルギーや運動エネルギーへの変換が容易であり、太陽光発電 (PV) 及び風力発電や、電気自動車 (EV) 用を含む蓄電池などが普及するなかで、様々なエネルギーソリューションの基盤となりつつある。そのため、スマートグリッドは、スマートコミュニティの実現に向けた重要な技術として位置づけられ、今後も発展し続けるものと考えられる。

スマートグリッドを支える 東芝の基盤技術

当社は、国内電力会社の中央給電指令所システムに代表されるエネルギーマネジメント技術と、2011年に東芝グループに加わったランディス・ギア社のスマート

メータ・ネットワーク技術により、発電から送電、更に配電までを網羅する全体システムへの対応が可能になった。

図2に示すように、分散型電源や蓄電池などのデバイス技術、スマートグリッド監視制御システム (μEMS) に代表されるシステム技術、これらと需要家までを接続してサービスを提供するICTにより、発電所から需要家までの一貫したソリューションの提供が可能である。例えば、デマンドレスポンスを実施する枠組みを電力会社と需要家の双方に提供することで、需要家には節電に見合った電気料金、電力会社側にはデマンドレスポンスのピーク削減効果を見越した系統運用手法など、ともにメリットを享受できる。

このようなソリューションを提供するため、当社は前述のシステム技術、ICT、及びデバイス技術をスマートグリッド基盤技術と位置づけ、技術と製品の開発を進めている。また、国内外で企画され

る実証・商用プロジェクトにも積極的に参画している (囲み記事参照)。ここでは、システム技術としてμEMS、ICTとしてAMI (Advanced Metering Infrastructure) とセキュリティ技術、デバイス技術として蓄電池システムについて述べる。

システム技術

前述のように、PVや風力発電といった再生可能エネルギーが今後大量に導入されていくと予想されるが、これらの発電出力は天候に左右されるため、既設の電力系統が不安定になることが想定される。そのためスマートグリッドでは、再生可能エネルギーの出力変動を抑制し、系統の需給バランスを保つことが必要になる。μEMSは、このようなスマートグリッド向けのエネルギーマネジメントを提供する⁽¹⁾ (この特集のp.6-9参照)。

米国における東芝のスマートグリッドプロジェクト

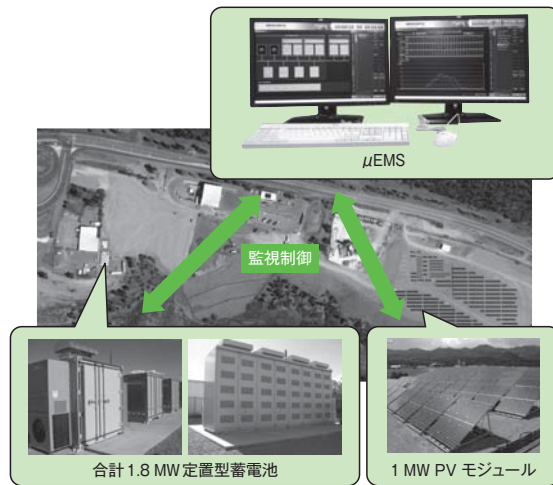
■ 米国ニューメキシコ州における日米スマートグリッド実証 (NEDO実証事業)

独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)による、日本企業19社が参画する大規模なプロジェクトである。当社はアルバカーキサイトとロスアラモスサイトの両方に参画しており、 μ EMS、スマートメータ、及び関連機器を納入している。

ロスアラモスサイトでは、大規模PV (1 MW) が導入された配電系統に対して、PVの出力変動を μ EMSが蓄電池 (合計1.8 MW) を制御することで抑制し、系統の安定化に貢献するための実証を行っている。このサイトは当社が取りまとめを行っており、現地企業や日本企業の協力のもと、2012年9月17日に運用を開始した。

■ 米国インディアナ州カーメル市における Plug-in Ecosystem

ショッピングモールの一 corner に構築したシステムで、昼間にPVで発電された電力を蓄電池に蓄え、買い物客がEVにプラグインで充電できる。当社は μ EMSと当社製二次電池 SCiB™ を納入しており、図Bの左側にあるコンテナにそれらが収納されている。当社がメンバーとして参画しているNPO法人Energy Systems Network (ESN) 主導の下、Duke Energy社の電力系統で2013年1月30日に運用を開始した。



図A. 米国ニューメキシコ州における日米スマートグリッド実証



図B. Plug-in Ecosystem

μ EMSは、需要予測、再生可能エネルギーの出力予測、それらに基づいた蓄電池の運転計画 (充放電計画)、及びその計画に沿った制御を行うことで、系統の安定化に貢献する。また、系統の電力需給の逼迫 (ひっばく) 度に応じてデマンドレスポンスを発行して需要調整することもできる。

μ EMSを活用することで、日中の需要ピーク時には蓄電池に蓄えた電気を活用したり、デマンドレスポンスにより需要を調整したりするなど、系統運用者の要求に応じた運用が可能になる。

ICT

■ AMI技術

AMI技術は、スマートグリッドを支えるICTの重要な構成要素の一つであり、電力計量機能と双方向通信機能を備えたスマートメータ、スマートメータの情報を集約するヘッドエンドシステム、スマートメータデータ管理システム (MDMS: Meter Data Management System)、及びそれらをつなぐ通信網から構成される (この特集のP.10 - 13参照)。当社のAMI技術は、ランディス・ギア社

のスマートメータ技術と当社の電力系統監視制御システムで培ったICTを統合した技術で、様々な通信方式に対応できる。それぞれの通信方式の特長を生かした適材適所のベストミックスを図ることが可能である。この技術により、コミュニティ全体のスマートメータに対する投資対効果を最大化することが可能である。

MDMSは、非常に膨大な数のスマートメータから受信する電力計量値を収集して、蓄積管理するとともに、個々のスマートメータと双方向通信を行うこと

で様々な保守情報を管理する。

当社のMDMS技術は、3千万台以上の膨大な数のスマートメータのデータを効率的に処理できるスケーラビリティを備えるとともに、ユーザーごとの運用に併せて柔軟にカスタマイズできるフレキシビリティを備えている。特に、海外ユーザーの豊富な運用実績に基づいた機能をベースにしており、AMIとともにシステムを一括して海外へ展開することもできる。

また、スマートメータからMDMSまでに存在する様々な通信方式を効率よく取り扱っていくために、国際標準に準拠することを重視した技術開発を進めている。例えば、無線マルチホップ方式では、中継経路プロトコルとして国際標準であるRPL (Routing Protocol for Low-Power and Lossy Networks)を採用している。こうした国際標準に準拠した方式を用いることにより、ガスや水道などの計量システムとの統合、及び将来のスマートコミュニティで必要とされる様々な計量システムを実現できると考えられる。

■セキュリティ技術と標準化

当社はセキュリティ技術を、スマートグリッドを支えるICTのもう一つの重要な柱であると位置づけ、2000年初頭から各方面での標準化活動に積極的に参加してきた。例えば、ネットワークアクセス認証プロトコルであるRFC5191やRFC6345は、その活動の重要な成果の一部である⁽²⁾。これらの重要な成果を、AMIほかスマートグリッドを支える基盤技術に適用し、いち早く市場に投入することで、その早期普及にも努めている(この特集のp.18-21参照)。

こうした技術は、エネルギーセキュリティを高めるために非常に有効な技術であるとともに、スマートコミュニティにおける多種多様な情報セキュリティを支える重要な基盤技術であると考えている。

デバイス技術

当社はリチウムイオン電池であるSCiBTMを提供している。SCiBTMは高入出力が可能であり、かつ長寿命と安全性を兼ね備えた二次電池である。非常用電源としてはもちろんのこと、発電量が天候に左右されるPVや風力発電の出力変動の抑制用、日中のピーク需要を削減してオフピークに間引くピークシフト用、及びEV用の蓄電池として活用が見込まれる。

また、近年では需要が見込まれる周波数制御(アンシラリーサービス)への活用が期待できる。これは瞬間的な負荷変動が生じた際に、蓄電池などの応答性に優れたデバイスを用いてシステムの周波数維持に貢献するサービスである。

このようにSCiBTMの用途は様々であるが、当社は監視制御技術である μ EMSと組み合わせることで、スマートグリッド向けのソリューションを展開していく(この特集のp.14-17参照)。

今後の展望

近年では大震災を契機とした需要家の節電意識の高まりや、PV及び蓄電池の普及、政府支援による売電の後押しにより、コンシューマー(消費者)ではなくプロシューマー(生産者であり消費者)としての需要家が増えてくると予想される。その結果、広範囲に分散したプロシューマー、つまりは電源であり負荷であるものをマネジメントする手法が必要である。このように自立分散した大量の電源及び負荷を管理するためには、それらのデータをインターネット上で管理すること、つまりクラウドシステムによるスマートグリッドの実現が求められる。

一方、スマートグリッドのクラウドシステム化により、これまで電力流通には関係ないと思われていたサービス事業との連携が容易になる。節電は電気料金の削減若しくはインセンティブという形でメリットを享受できるが、例えば需要家の

意思でこれを他の価値(インターネット上で利用可能なショッピングポイントなど)に変換できるようになれば、様々な業種を巻き込んで付加価値の提供が可能になる。

当社は、これまで述べた基盤技術の開発を進めるとともに、それを支えるための研究開発設備を構築し、事前検証することで、スマートグリッドの迅速な立上げを図っている(この特集のp.22-26参照)。

これらの実証設備から得られるデータをもとに、前述のサービス事業も視野に入れつつ、国内外のスマートグリッドの更なる拡大を目指す。

文献

- (1) 吉村吉彦 他. スマートグリッド監視制御システム μ EMS. 東芝レビュー. 65, 9, 2010, p.6-9.
- (2) 神田 充 他. 相互認証と暗号化処理を統合するスマートメータ用統合鍵管理技術AMSOTM. 東芝レビュー. 65, 9, 2010, p.23-27.



鈴木 邦明
SUZUKI Kuniaki

社会インフラシステム社 電力流通システム事業部
グリッドソリューション推進部長。電力系統監視制御システム及びスマートグリッド関連システムのエンジニアリング業務に従事。電気学会会員。
Transmission & Distribution Systems Div.



三田村 謙一
MITAMURA Kenichi

社会インフラシステム社 電力流通システム事業部
参事。スマートグリッド及びスマートメータシステムのエンジニアリング業務に従事。電気学会会員。
Transmission & Distribution Systems Div.



竹田 大輔
TAKEDA Daisuke, D.Eng.

社会インフラシステム社 電力流通システム事業部
系統ソリューション技術部参事、博士(工学)。スマートグリッドの技術開発及びエンジニアリング業務に従事。電子情報通信学会会員。
Transmission & Distribution Systems Div.