

スマートグリッドの最新の標準化動向と東芝の取組み

Trends in International Standardization of Smart Grids and Toshiba's Approach

齊藤 健 正畑 康郎 大場 義洋

■ SAITO Takeshi ■ SHOBATAKE Yasuro ■ OHBA Yoshihiro

全世界でスマートグリッドへの注目が高まっている。スマートグリッドは、再生可能エネルギーの普及及び送配電や需要家の効率化を目指すシステムで、分散電源など電力分野の先端技術に加え、情報通信技術 (ICT) を高度に適用することで実現される。デマンドレスポンスなどの新規サービスを実現するためには、これら先端技術の相互運用性を確保することが必須である。すなわち、スマートグリッドの構築には標準化が極めて重要になる。

このような背景の下、東芝は、電力系統と需要家の接続インタフェースやサイバーセキュリティなどスマートグリッドに関する国際標準化に積極的に貢献している。

Smart grid systems, which support the wide dissemination of renewable energy and enhance the efficiency of both electric power transmission and distribution systems and systems on the consumer side, have been attracting considerable attention worldwide in recent years. In order to realize a smart grid system, the application of advanced information and communication technology (ICT) as well as the latest technologies in the electric power field, including distributed energy resources, is required. Interoperability of these technologies is also essential to provide new services including demand response (DR). International standardization of these technologies is therefore becoming increasingly important for the construction of smart grid systems.

With these trends as a background, Toshiba is vigorously promoting international standardization of smart grids including interfaces connecting users' systems with the electrical grid and cybersecurity.

1 まえがき

電力送配電系統や需要家をICTによりインテリジェント化し、再生可能エネルギーの普及やエネルギー流通の効率化を目指すスマートグリッドへの世界的な注目が高まって久しい⁽¹⁾。スマートグリッドが構築される際には幅広い先端技術が電力系統や需要家に導入されるが、これらの先端技術を高度に相互連携させながら運用することが必須となる。そのため、これらの技術の相互運用性を確保するための標準化活動が極めて重要になることは既に文献(1)で指摘した。現時点でも、各国政府の積極的な関与の下、各標準化機関でスマートグリッドに関する標準化活動が継続して進められている。

ここでは、文献(1)以降のスマートグリッドの標準化動向及び、電力系統と需要家の接続インタフェースやサイバーセキュリティの標準化における東芝の取組みについて述べる。

2 国内外の標準化動向

国際標準化機関のIEC (国際電気標準会議) 及び欧米を中心として、標準仕様の策定や標準化機関間の連携模索の動きが極めて活発に行われていることを文献(1)で述べた。現時点でもこの動きは継続している。

2.1 欧州の動向

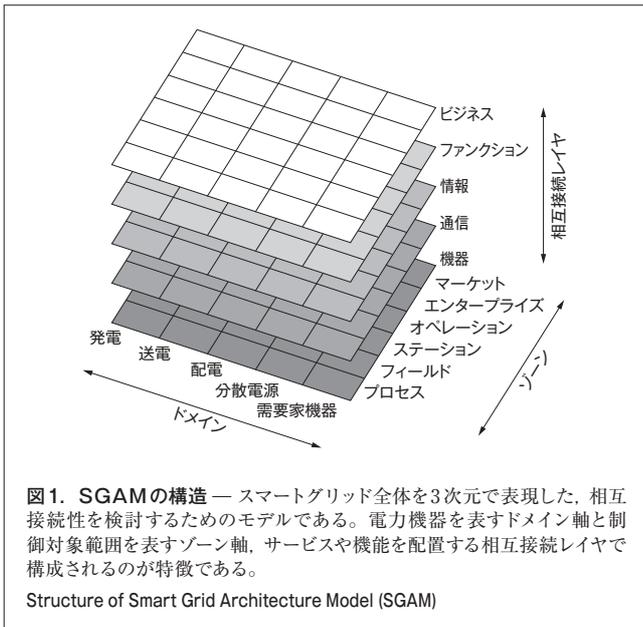
EU (欧州連合) 委員会がMandate^(注1)のM/490に対応して、欧州の標準化団体であるCEN (欧州標準化委員会)、CENELEC (欧州電気標準化委員会)、及びETSI (欧州電気通信標準化機構) により組織したSG-CG (Smart Grid Coordination Group) が組織された。そのSG-CGが2012年12月に全世界に向けてWeb公開したレポート群⁽²⁾⁻⁽⁵⁾が注目されている。それらは、スマートグリッド参照アーキテクチャ、標準リスト、標準群の更新を行うための手法、及びサイバーセキュリティに関する欧州の考え方をまとめたもので、総計470ページに及ぶ。

Smart Grid Reference Architecture⁽²⁾では、欧州のスマートグリッド参照アーキテクチャが規定されている。ここで特徴的なのは、相互接続性を議論するためのSGAM (Smart Grid Architecture Model) である。SGAMは、図1に示すように3次元構造を持ち、スマートグリッドを構成する機器間の相互接続性を議論するために使用される。

ドメイン (Domain) 軸は、電力系統を構成する機器を発電 (Generation)、送電 (Transmission)、配電 (Distribution)、分散電源 (Distributed Energy Resources : DER)、及び需要家機器 (Customer Premises) の順に並べたものである。

ゾーン (Zones) 軸は、制御対象範囲を表現している。制御される機器 (電力を扱う機器、例えば変圧器など) を制御対

(注1) EU委員会から出される指示。



象とするプロセス (Process) ゾーンと、それらの保護を行う機器を制御対象とするフィールド (Field) ゾーン、複数の機器から構成される拠点を制御対象とするステーション (Station) ゾーン、複数の拠点をまとめた電力系統を制御対象とするオペレーション (Operation) ゾーン、運用者視点での電力系統管理 (例えば資産管理や顧客管理) を制御対象とするエンタープライズ (Enterprise) ゾーン、電力市場を制御対象とするマーケット (Market) ゾーンから成る。

最後の軸は相互接続レイヤ (Interoperability Layer) と呼ばれ、相互接続が求められるサービスや機能をそれらの機能レベルに応じて配置する、複数のレイヤとして表現されている。これらのレイヤは、ビジネス (Business) レイヤ (市場構造や規制を配置) と、ファンクション (Function) レイヤ (スマートグリッドで実現されるサービスを物理的実装から独立に配置)、情報 (Information) レイヤ (物理的実装やファンクションの間でやり取りされる情報構造を配置)、通信 (Communication) レイヤ (機器間の情報転送のためのプロトコルや機構を配置)、機器 (Component) レイヤ (機器の物理的実装を配置) から成る。

First Set of Standards⁽³⁾では、現時点で得られるIEC標準や欧州標準それぞれのSGAMフレームワークにおける位置づけとともに、それぞれの標準文書の整備状況が示されている。このレポートでは欧州標準やIEC標準のほか、IEEE (電気電子技術者協会) やIETF (Internet Engineering Task Force) などの標準が300種以上参照され、AMI (Advanced Metering Infrastructure) システムや分散電源システムといった、スマートグリッドを構成する20種を超えるシステムごとに、SGAMフレームワークにおける標準文書の位置づけが示されている。

Sustainable Process⁽⁴⁾では、ユースケースを起点とした標準作成プロセスが示されている。ユースケースは、注目するサー

ビスについてシステム挙動のシーケンスを記述したものである。ユースケースを起点にすることで、開発する標準の適用範囲を明確にすることができる。今後、標準の開発に伴ってユースケースの数も増大することが想定され、それらを管理するためのデータベースの必要性が指摘されている。このデータベースとして、IEC Component Data Dictionary (CDD) の適用に言及があるが、これは、当社が先導して開発を進めてきたIEC 61360シリーズによるデータベースである。

SG-CGのレポート群の特徴として、Flexibilityという概念の採用がある。需要家の機器が電力を使用する時間や量を変更可能な場合、それをFlexibilityとして表現し、電力系統はFlexibilityを参照しながら電力の供給を調整する。各需要家機器の需要パターンをFlexibilityとして仮想化することで、機器の種別によらず一貫した手法で電力供給を制御できるようにすることを狙っている。

2.2 米国の動向

EISA (Energy Independence and Security Act) 2007のSection1305で、米国におけるスマートグリッド機器の相互接続性確保の中心組織として指名されている、商務省国立標準技術研究所 (NIST) も引き続き活発に活動を行っている。米国の利害関係者間の合意形成を目的に設立されたSGIP (スマートグリッド相互運用性パネル) は、2013年1月に、連邦政府のファンドで運営される形から、会員企業の会費により運営される非営利団体 (SGIP 2.0, Inc.) へと再編された。当社はランディス・ギア社とともにFunding Memberとして名前を連ねている。

SGIP2.0でも、SGIPで行われていたPAP (Priority Action Plan) による標準化団体への働きかけなどの標準化活動は継続して行われている。新しいPAPとして、PAP19: Wholesale Demand Response, PAP20: Green Button ESPI Evolution, 及びPAP21: Weather Informationが設立され、活発な審議が行われている。

2.3 わが国の動向

わが国では、2010年1月に、経済産業省が“次世代エネルギーシステムに係る国際標準化に関する研究会”での議論の結果を基に、「スマートグリッドに関する国際標準化ロードマップ」を発表し、基本戦略を策定した。その後、国際標準化の活発化に伴う競争激化を受け、2012年1月には、日本工業標準調査会 (JISC) 国際専門委員会の下にスマートグリッド国際標準化戦略分科会が設置され、国際標準化の状況分析が行われた。その結果、2012年12月に、表1に示す20項目が重要アイテムとして認識されている。これら20の重要アイテムについては、各国内審議団体において行動計画を策定するとともに、適時に国際標準化対応状況を確認していくことになっている。

一方、国内の環境整備も経済産業省を中心に進んでいる。HEMS (Home Energy Management System) に関しては、

表1. スマートグリッド分野に係る20の国際標準化重要アイテム
Twenty important items for international standardization of smart grids

事業分野	重要アイテム	国内審議団体
送電系統広域監視制御システム	1 送電系統広域監視制御システム	電気学会
	2 蓄電池最適制御	電気学会
系統用及び需要側蓄電池	3 蓄電池モジュール	電池工業会
	4 車載用蓄電池の残存価値評価方法	日本自動車研究所
配電網の管理	5 配電自動化システム	電気学会
	6 分散型電源用パワコン	日本電機工業会 電気学会
	7 配電用パワーエレクトロニクス機器	電気学会
EMS及びデマンドレスポンス	8 デマンドレスポンスネットワーク	電気学会
	9 HEMS	電子情報技術産業協会
	10 BEMS	電気学会
	11 FEMS	日本電気計測器工業会
	12 CEMS	国内実証の進歩を踏まえ検討
EV	13 EV用急速充電器及び車両間通信	日本自動車研究所
	14 EV用急速充電器用コネクタ	日本自動車研究所
	15 EV用急速充電器本体設計	日本自動車研究所
	16 車載用リチウムイオン電池安全性試験	日本自動車研究所
	17 車両・普通充電インフラ間通信	日本自動車研究所
	18 インフラ側からのEV用普通充電制御	日本自動車研究所
AMIシステム	19 メータ用アクセス通信	日本ガス協会 情報通信技術委員会
	20 メータ通信部と上位システムとのインタフェース	電気学会 日本ガス協会

EMS : Energy Management System パワコン : パワーコンディショナ
BEMS : Building Energy Management System
FEMS : Factory Energy Management System
CEMS : Community Energy Management System
*日本工業標準調査会 国際専門委員会 スマートグリッド国際標準化戦略分科会報告書から引用。

2012年2月に、HEMSと家庭内機器との公知なインタフェースとしてECHONET Lite™(注2)(6)を推奨した。これにより、異なるメーカー間の相互接続が可能になった。また、スマートメータとHEMSのインタフェースについても、通信ミドルウェア(コマンド、プロトコル)はECHONET Lite™に準拠し、ネットワーク接続形態はIP(Internet Protocol)に準拠することが定められた。

その後、重点的に検討を進めるべき家庭内の機器として、スマートメータ、太陽光発電、蓄電池、燃料電池、電気自動車(EV)とプラグインハイブリッドEV(PHEV)、エアコン、照明機器、及び給湯器を重点8機器に特定した。これらの機器について、下位層(伝送メディア)の特定と整備及び運用マニュアルの整備などが行われた。電力スマートメータについては、先行して、920MHz帯 特定小電力無線、無線LAN、及びPLC(Power Line Communication)が、伝送メディアとして推奨されている。更に、全国共通に用いるデマンドレスポンスの手法として、OpenADR(7)をベースとした検討を進め、詳細仕様が策定された。

(注2) ECHONETLite™は、エコーネットコンソーシアムの商標。

3 電力系統と需要家の接続インタフェースの標準化及び東芝の取組み

IEC TC(専門委員会)57 WG(作業グループ)21: Interfaces and protocol profiles relevant to systems connected to the electrical gridは電力系統と需要家の間の接続インタフェースを規定することを目的に審議を進めている。当社は、IEC TC57 WG21の、国内委員会の一員及び国際エキスパートとして、この審議に参加している。

電力系統と需要家の連携により新規サービスの実現が期待できるが、系統からの指示に含まれる情報種別やその形式が、新規サービスを実現しやすい性質を持つのが望ましい。この観点からエコーネットコンソーシアムで議論を働きかけ、HEMSの要求を四つのユースケースとして記述し、IEC TC57 WG21に提出した(8)。これらの要求が国際標準に含まれるよう、働きかけを継続している。

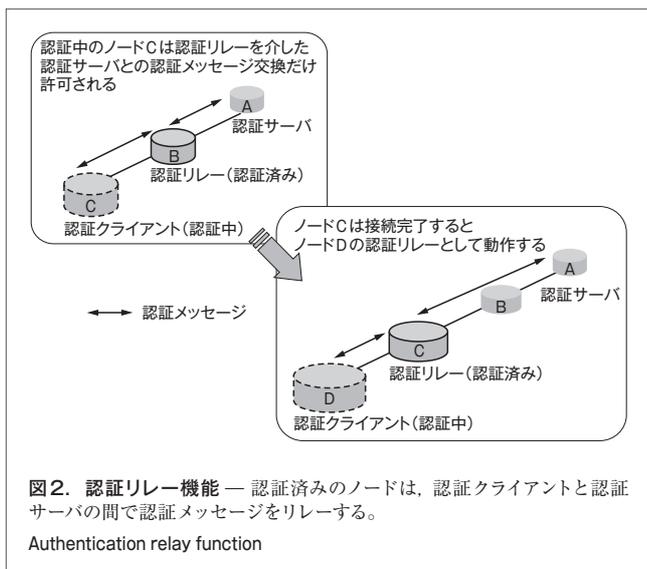
4 サイバーセキュリティの標準化と東芝の取組み

当社は、2000年初頭からIETFにおいて、ネットワークの種類によらず統一化されたネットワーク接続認証を行うためのプロトコルであるRFC 5191(Request for Comments 5191: Protocol for Carrying Authentication for Network Access)(9)の策定において主要な技術的貢献を行ってきた。一方、IEEE 802.15.4及び6LoWPAN(IPv6 over Low Power Wireless Personal Area Networks)を用いた無線メッシュ網や、ホームエリアネットワーク(HAN)などのスマートグリッドへの適用にあたり、ネットワーク接続認証が必要になった。特に無線メッシュ網はパケットリレー式にデータを転送するため、ある認証クライアントが他の認証クライアントのルータとなりえるなど、新たな接続認証モデルが必要になった。このため当社は、無線メッシュ網向けにRFC 5191を拡張した認証リレー機能 RFC 6345(10)(図2)の策定にも貢献した。これらのプロトコルは、ECHONET Lite™、ZigBee(注3) IP(11)などの標準として採用されている。

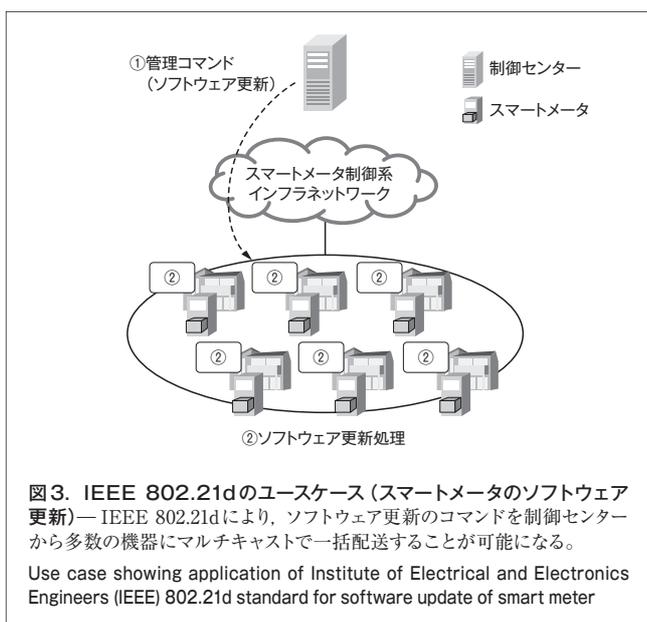
また、スマートメータを含むM2M(Machine-to-Machine)通信仕様を規定するETSI M2M(12, 13)においても、M2Mのサービス接続認証方式としてRFC 5191を提案し、採用された。RFC 5191は、IETFによるスマートグリッド関連のインターネット標準リスト(14)にも掲載されている。

また、当社は、数千万台規模のスマートメータを効率よく管理するための通信技術として、スマートメータを含むM2M機器のマルチキャストグループ管理規格であるIEEE 802.21d(15)を主導している。IEEE 802.21dの目的は、多数のM2M機器

(注3) ZigBeeは、ZigBee Allianceの米国及びその他の国における登録商標。



に対するソフトウェアの更新(図3)や通信障害時の接続先切替えを、マルチキャスト通信を用いて効率的にかつ安全に行うことであり、グループ鍵の秘匿配送や更新、サーバ証明書の配送、及びサーバ証明書による署名付きグループコマンドの平文配送又は秘匿配送をマルチキャストで行う機能を実現する。特に、グループ鍵を秘匿して配送する方式として、MKB(Media Key Block)と呼ばれる、著作権保護で使用されている鍵管理方式を応用したグループ鍵管理が用いられる。IEEE 802.21dの標準化は、ハンドオーバーなどの異種網間サービスを規定するIEEE 802.21WGのTGd(Task Group d)で行われている。2013年3月にIEEE 802.21dのベースライン仕様が決まり、2014年の仕様発行に向けて標準化が活発に行われている。



5 あとがき

日欧米の標準化関連団体におけるスマートグリッドの最新の標準化動向と、当社の取組みについて述べた。当社は、スマートグリッドの構築には標準化が不可欠との認識に基づき、今後も標準化関連団体との連携を強化しながら、国際標準化という側面からもスマートグリッドの実現に貢献していく。

文献

- (1) 正畑康郎 他. スマートグリッドの標準化動向と東芝の取組み, 東芝レビュー, 66, 12, 2011, p.7-11.
- (2) CEN-CENELEC-ETSI Smart Grid Coordination Group. "Smart Grid Reference Architecture". CEN-CENELEC homepage. <http://www.cencenelec.eu/standards/HotTopics/SmartGrids/Pages/default.aspx>, (accessed 2013-04-11).
- (3) CEN-CENELEC-ETSI Smart Grid Coordination Group. "First Set of Standards". CEN-CENELEC homepage. <http://www.cencenelec.eu/standards/HotTopics/SmartGrids/Pages/default.aspx>, (accessed 2013-04-11).
- (4) CEN-CENELEC-ETSI Smart Grid Coordination Group. "Sustainable Processes". CEN-CENELEC homepage. <http://www.cencenelec.eu/standards/HotTopics/SmartGrids/Pages/default.aspx>, (accessed 2013-04-11).
- (5) CEN-CENELEC-ETSI Smart Grid Coordination Group. "Smart Grid Information Security". CEN-CENELEC homepage. <http://www.cencenelec.eu/standards/HotTopics/SmartGrids/Pages/default.aspx>, (accessed 2013-04-11).
- (6) エコネットコンソーシアム. ECHONET Lite 規格書 Ver 1.01.
- (7) OpenADR Alliance. "About OpenADR". OpenADR Alliance homepage. <http://www.openadr.org/overview>, (accessed 2013-07-05).
- (8) 正畑康郎 他. "IEC TC57 WG21の国際標準化動向と日本の対応". 平成24年電気学会 電子・情報・システム部門大会, 弘前, 2012-09. p.771-773.
- (9) Ohba, Y. et al. Protocol for Carrying Authentication for Network Access (PANA). IETF RFC 5191, 2008.
- (10) Ohba, Y. et al. Protocol for Carrying Authentication for Network Access (PANA) Relay Element. IETF RFC 6345, 2011.
- (11) ZigBee Alliance. ZigBee IP Specification. ZigBee Public Document 13-002r00, 2013.
- (12) ETSI. M2M Functional Architecture. ETSI TS 102 690, 2011.
- (13) ETSI. Machine-to-Machine communications (M2M); m1a, d1a and m1d interfaces. ETSI TS 102 921, 2011.
- (14) Fred, B.; David, M. Internet Protocols for the Smart Grid. IETF RFC 6272, 2011.
- (15) IEEE P802.21d. "IEEE 802.21 Task Group d (TGd)". IEEE802 homepage. <http://www.ieee802.org/21/TGd.html>, (accessed 2013-04-11).



齊藤 健 SAITO Takeshi

社会インフラシステム社 電力流通システム事業部 スマートメータシステム技術部主幹。スマートグリッド・スマートコミュニティシステムの設計・開発に従事。電子情報通信学会, 情報処理学会会員。Transmission & Distribution Systems Div.



正畑 康郎 SHOBATAKE Yasuro, D.Eng.

研究開発センター ネットワークシステムラボラトリー研究主幹, 博士(工学)。スマートグリッドシステムの国際標準化活動に従事。IEEE, 電子情報通信学会, 情報処理学会会員。IEC TC57 WG21国際エキスパート。Network System Lab.



大場 義洋 OHBA Yoshihiro, D.Eng.

研究開発センター ネットワークシステムラボラトリー研究主幹, 博士(工学)。スマートグリッド・スマートコミュニティシステムの国際標準化に従事。IEEE会員。IEEE 802.21dタスクグループ議長。Network System Lab.