

# 次世代エネルギーシステムに関わる国際標準化

奥野義道 Yoshimichi Okuno  
新井 裕 Yutaka Arai  
星 靖之 Yasuyuki Hoshi  
伊藤憲一 Ken'ichi Ito

キーワード スマートグリッド, マイクログリッド, BEMS, CEMS, IEC 61850, OpenADR2.0b, 分散電源

## 概要

近年、マイクログリッドやスマートグリッドなど次世代エネルギーシステムの必要性が高まりつつあり、分散電源の多様性や規模の拡大、デマンドレスポンスの導入などから、複数ベンダーによる多様な電力系統設備間を相互接続し、運用することが求められている。このような状況の下、次世代エネルギーシステムの通信に関わる国際標準化が重要となっている。積極的な国際標準化を進める欧州のSG-CG (CEN-CENELEC-ETSI Smart Grid Coordination Group) と米国のNIST (National Institute of Standards and Technology)、国際標準化のとりまとめを行うIEC、追従する日本のJSCA (Japan Smart Community Alliance) 動向から各国の事情と方向性を読み解くことができる。当社は取り組みの一つとして、近年、複数の国際通信規格でトランスポート層プロトコルへの採用が検討されているXMPPをベースとした各種通信の統合を開始した。その結果、アプリケーションに非依存の共通通信プラットフォームが実現できる見通しを得た。

## 1 まえがき

近年、再生可能エネルギーやコージェネレーションシステム (CGS) 増加を背景に電力供給信頼性の向上への対応の観点から、マイクログリッドやスマートグリッドなど次世代エネルギーシステムに対する関心が高まっている。次世代エネルギーシステムでは、複数ベンダーによる多様な分散型電源や電力系統設備間を相互接続し、最適運用することが求められている。また、次世代エネルギーシステムはデマンドレスポンス (DR) など地域の電力系統を安定させるサービスを担い、地域の電力安定を管理する電力システムやアグリゲータと相互接続し、連携運用することが求められている。

本稿では、以前、既報の論文<sup>(1)</sup>に続き、次世代エネルギーシステムに関わるその後の国際標準化の動向と当社の取り組みを紹介する。

## 2 各国の動向

### 2.1 欧州の動向

欧州では、20-20-20 Target (2020年までにCO<sub>2</sub>を20%削減、省エネ20%、再生可能エネルギー20%を目指す) を目標に、CEN (European Committee for Standardization)・CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization)・ETSI (European Telecommunications Standards Institute) 3組織の合同によるSG-CG (CEN-CENELEC-ETSI Smart Grid Coordination Group) で標準化が推進されている。

標準化への要求事項は、M/490と呼ばれる仕様にとまとめられ、欧州の共通のフレームワークを構築するための条件が記述された。SG-CGは、「First Set of Standards」, 「Reference Architecture」, 「Sustainable Process」, 「Smart Grid Information

Security」の4つの作業部会で組織され、M/490要求仕様に従い、それぞれ以下のような文書を発行した。

(1) フレームワーク (Framework Document)<sup>(2)</sup>  
SG-CGのスコープを明確にし、各作業部会の成果がコンパクトにまとめられている。

(2) アーキテクチャ (Reference Architecture)<sup>(3)</sup>  
SGAM (Smart Grid Architecture Model) を提案している。この3次元的に整理したアーキテクチャモデルの上で、欧州では欧州仕様の作成、NIST (National Institute of Standards and Technology) 仕様 (後述) の見直し、規格作成団体への働きかけを合理的に進めようとしている。

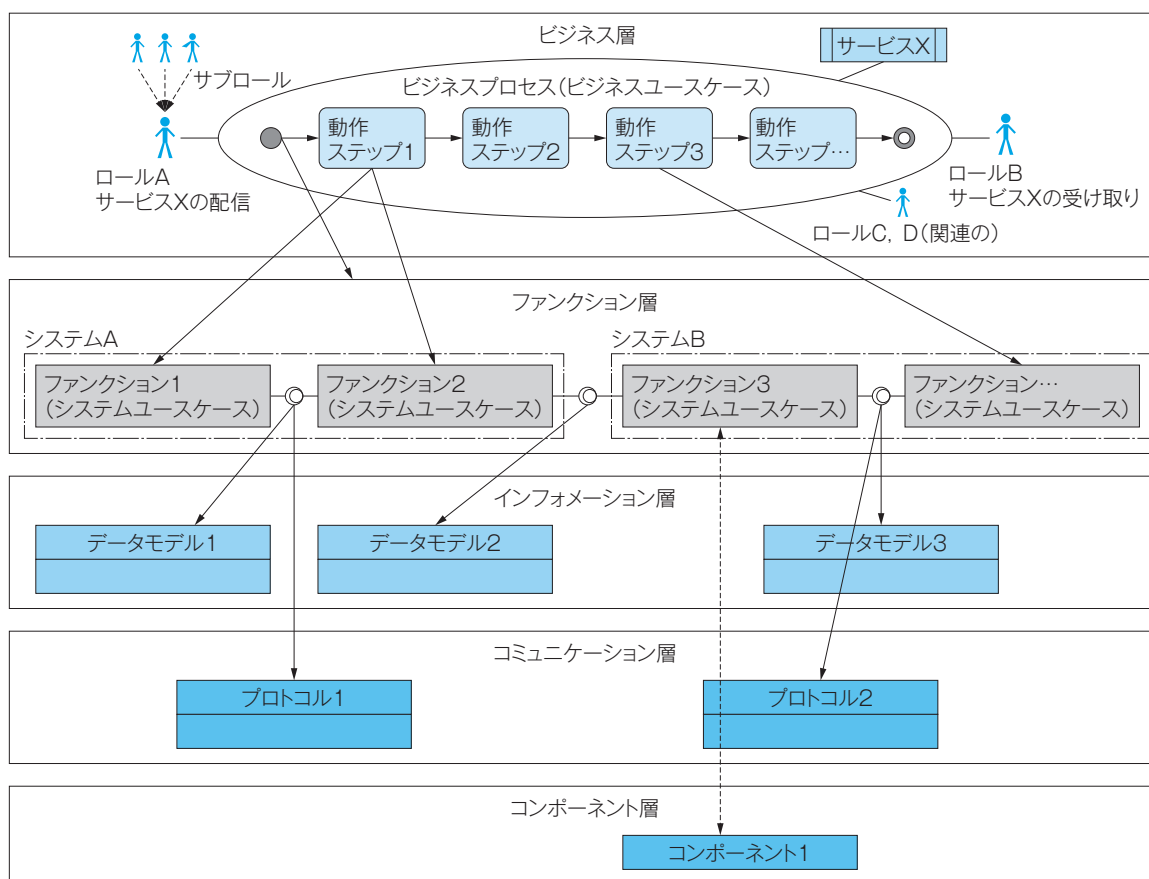
また、ここでは同時に第1図のようなビジネスユースケースから、各階層のモデルにマッピングする

方法が提案されており、規格化へのプロセスとドメイン・アプリケーションの分析方法をルール化している。これらはIEC 62357 (標準的なスマートグリッドアーキテクチャに対する国際規格) にも影響を与えつつある。

(3) 標準化工程 (Sustainable Processes)<sup>(4)</sup>

スマートグリッドの標準化に当たってのユースケースの活用について記載されている。ユースケースを分析し、要求事項と機能を把握することで、スマートグリッドの基準となる枠組みを定義できるとの考えが基盤となっている。以下の4項目で構成される。

- (a) ユースケースの分類・収集・管理方法
- (b) 収集したユースケースの概念に沿ってジェネリックユースケースとしクラスター分類する方法
- (c) ユースケースの管理ツール



注. 「SGAM User Manual-Applying, testing & refining the Smart Grid Architecture Model (SGAM) Version 2.0」(CEN-CENELEC-ETSI Smart Grid Coordination Group)に基づき作成

**第1図 ユースケースからの機能要求と非機能要求の抽出**

SGAMと呼ぶ3次元的に整理したアーキテクチャモデル上で、欧州では欧州仕様の作成、NIST仕様 (後述) の見直し、規格作成団体への働きかけを合理的に進めようとしている。また、ここではビジネスユースケースから各階層のモデルにマッピングする方法が提案されており、規格化へのプロセスとドメイン・アプリケーションの分析方法をルール化している。これらはIEC 62357 (標準的なスマートグリッドアーキテクチャに対する国際規格) にも影響を与えつつある。

(d) コンセプトモデルの事例紹介  
特にジェネリックユースケースは、規格化に当たって重要である。また、コンセプトモデルの事例として紹介されている「Flexibility（電力調整力）」と「Traffic signal model（多段式電力調整制御モデル）」の概念は、欧州からの提案として多くの関連規格の会議の場で議論されており、影響力を増している。

(4) 標準規格リスト（First Set of Standards）<sup>(4)</sup>  
SGAMの図定義、既存の規格へのSGAMマッピングの記載である。規格マッピングは、当社がアプリケーションユースケースから規格の適用性を検討する際に、ツールとしても利用でき、利便性が高い。

(5) セキュリティ（Information Security）  
セキュリティのガイダンスを提供し、関係者にセキュリティの方向性を示すことで、欧州のスマートグリッドの展開を円滑に進めようとしている。

セキュリティの要件は、ISO/IEC 27000にのっとり、CIA（Confidentiality〈機密性〉、Integrity〈透明性〉、Availability〈有用性〉）に基づいたスマートグリッド用CIAの詳細を定めるものである。

## 2.2 米国の動向

スマートグリッドの標準化作業は、米国が中心的な役割を果たしている。アメリカ国立標準技術研究所（NIST）が2009年11月にSGIP（Smart Grid Interoperability Panel）を設立し、スマートグリッドに関連する相互運用性を確保する取り組みを開始した。SGIPはPAP（Priority Action Plan）と呼ばれる作業分科会にスマートグリッドに関する重要項目を割り当て、各分科会でロードマップに従って標準化への審議を進めてきた。

その大きな成果として、NISTフレームワークが挙げられる。NSITフレームワークはこれまでに3版が公開されており、それぞれ以下のような特長を持つ。

(1) 初版（2010年1月公開）<sup>(6)</sup>

- (a) ハイレベル概念参照モデルを紹介
- (b) 75の既存標準規格をスマートグリッド関連規格として特定

(c) 早急に解決が必要な15項目を選定し、15の優先行動計画（PAP）を策定

(2) 第2版（2012年2月公開）<sup>(7)</sup>

- (a) ハイレベル概念参照モデルの拡張
- (b) SGIP設立
- (c) セキュリティ及び試験・認証のフレームワーク策定方針

(3) 第3版（2014年9月公開）

- (a) 概念モデルの更新（欧州のSGAMとIEC 62357を紹介し、混在のモデルも提案している。）
- (b) セキュリティ及び試験・認証のフレームワーク（NISTR7628）と規格化への指針
- (c) 災害などの回復に有効なマイクログリッドコンセプトの積極導入
- (d) 59の既存標準規格を規格カタログとして登録
- (e) 25のPAP（うち13PAPは終了）
- (f) 改定された規格（OpenADR2.0, SEP2, IEEE1547, NAESB REQ18, UL1741）

OpenADRは、米国に本拠を置く民間団体のOpenADRアライアンスがDRに関わる技術の仕様を作り、標準化を進めたものである<sup>(9)</sup>。DRとは、「卸市場価格の高騰時または系統信頼性の低下時において、電気料金価格の設定またはインセンティブの支払に応じて、需要家側が購入電力の使用を抑制するよう電力消費パターンを変化させること」<sup>(10)</sup>を指す。

現在、IECのIEC/TC57とIEC/PC118では、OpenADR2.0bとIECの電力システム情報モデルであるCIM（Common Information Model）や電力用監視制御システムの標準通信プロトコルであるIEC 61850を協調させる作業が始まり、DRに関する国際標準化の動きが活発化するとみられる。

## 2.3 IECの動向

SG3は国際標準管理委員会（SMB）のスマートグリッド戦略グループで、16か国が参加している。下部組織として28の技術委員会があり、100以上国際標準に取り組んでいる。SG3ではスマートグリッドを11の分野に分けて定義し、特に重要なものを配電網管理・スマートホーム／商用施設／工業施設／

需要家側エネルギー管理・電気輸送 (e-Mobility) としている。また、11分野に関係する標準が記載されたマッピングチャートを作成し、Webに公開している。

他方で、「TC13電力量計・負荷計測装置」では、電力メータからのデータ伝送の標準化 (IEC 62056「DLMS/COSEM」など)、「TC57電力システム管理および関連する情報交換」で集約された電力量データと管理システムのインタフェースや、電力系統と需要家システムのインタフェース、情報モデルの標準化などが行われている。

また2011年秋には、「PC118スマートグリッドユーザインタフェース」が設立され、DRの実現 (OpenADRのIEC化) をターゲットとした標準化活動が始まっている。

このような活発な活動の中で、特に注目されるのがTC57/WG17の活動である。ここでは、電力系統の変電所内に限った監視制御用に開発された通信規格であるIEC 61850をスマートグリッドへ拡張することを検討している。そこでは、重要家側の電力資源である電気自動車や蓄電池、CGS、再生可能エネルギーやマイクログリッドへの情報モデルの拡張や、インターネット環境で需要家とセキュアでリアルタイムに近い通信を実現するために、トランスポートレイヤのXMPP (eXtensible Messaging and Presence Protocol) へのマッピングなどの開発が進められている。

## 2.4 日本の動向

日本は「スマートコミュニティ」のコンセプトを特長としており、電力の有効利用に加え、熱や未利用エネルギーを含めたエネルギーの「面的利用」や地域の交通システム、市民のライフスタイルの変革などを複合的に組み合わせたコミュニティ単位での次世代エネルギー・社会システムを目指している。経済産業省では、2010年1月に「日本の国際標準化ロードマップ」と「標準化すべき26の重要アイテム」を発表し、2010年4月にJSCA (Japan Smart Community Alliance) を設立した。その後、重要アイテムは分野ごとの位置付けの見直しによって、

2012年12月に20アイテムに変更されている。

さらに2011年の東日本大震災以降、DRは電力逼迫対策として注目され、JSCAの4地域実証をはじめ各地で実証実験が始まった。DRの普及を推進するためには標準的な通信インタフェースが必須であり、経済産業省は2012年6月にJSCAスマートハウス・ビル標準・事業促進検討会の下に、次世代DR技術標準研究会を立ち上げ、検討を開始した。2012年9月に国内のDR通信の標準としてOpenADR2.0採用の推奨を受け、経済産業省はDRタスクフォースを立ち上げ、OpenADRをベースとした電力システムとアグリゲータと需要家間の通信インタフェースを策定した<sup>(4)</sup>。

当社でも実証4地域の横浜スマートシティプロジェクト (YSCP) で、前述したOpenADRの実証実験に参加し協力を重ねている。

## 3 当社の取り組み

マイクログリッドやスマートグリッドでは、電力システムとアグリゲータと需要家間の電力用通信が重要である。前述したように、その通信目的と機能の違いごとに国際的な通信規格が発行されているが、複数の目的と機能を持つアプリケーションの通信を意識したものではない。この問題を解決するために、当社はXMPPをベースとした目的や機能の異なるアプリケーションに依存しない共通の通信プラットフォームの構築を検討している。

近年、XMPPは、リアルタイムに近いインターネット通信を可能にする手段として、多くの通信規格でトランスポートレイヤにXMPPを適用する例が増えている。OpenADR2.0bやIEC 61850-8-2 (Draft) もその例である。この2つのプロトコルは階層的なコントロールシステム (例: PSO (Power System Operator)・アグリゲータ・EMS・DER) で、DR・アプリケーションと電力監視制御アプリケーション (EMS) を実現する際に、2つのプロトコルを有するデバイスが必要となる (第1表)。OpenADR2.0とIEC 61850は、その上位/下位階層に対するクライアント/サーバの位置が逆転して



**第1表** 1つの装置に2つの標準プロトコルが同居するケースの通信層モデル

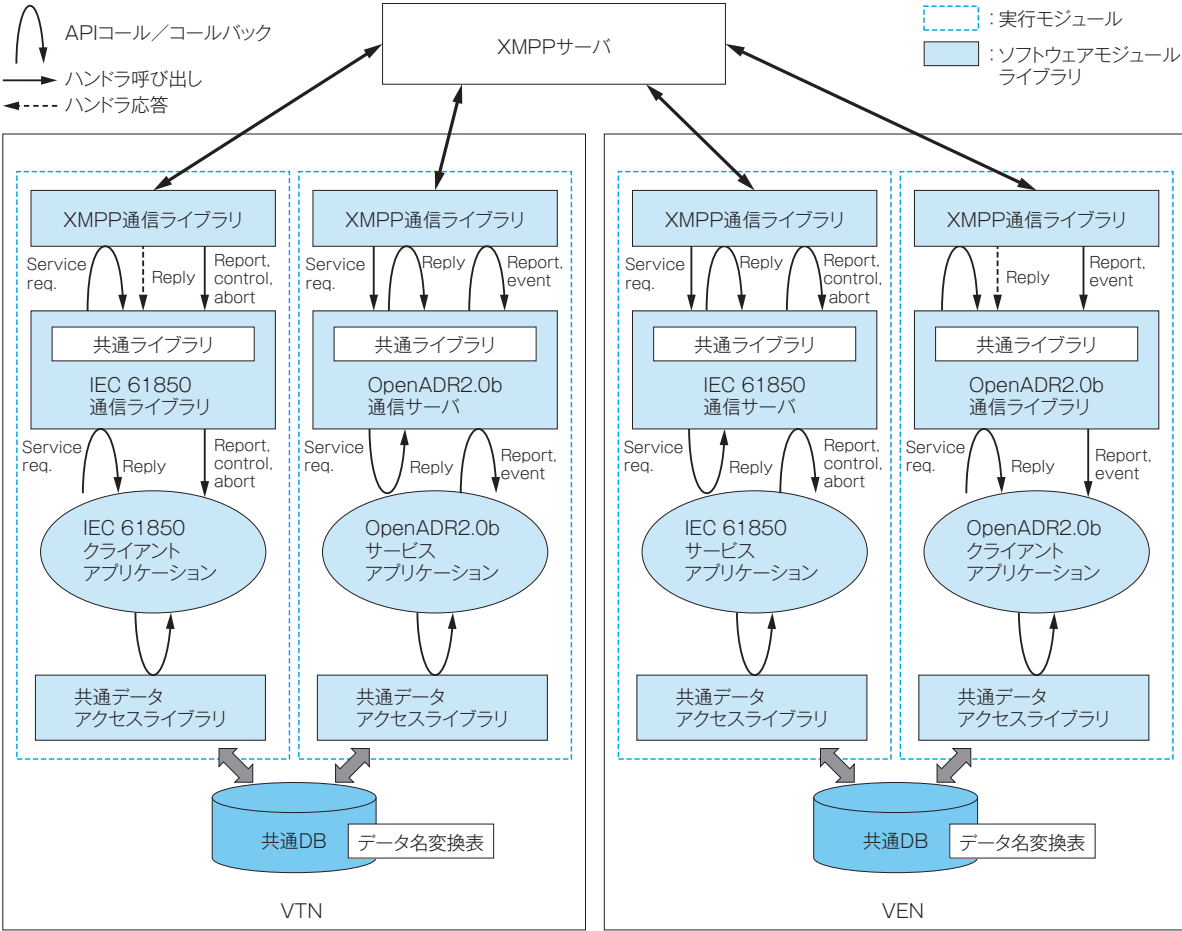
OpenADR2.0bやIEC 61850-8-2 (Draft) のプロトコルは階層的なコントロールシステム (例: PSO・アグリゲータ・EMS・DER) で、DR・アプリケーションとEMSを実現する際に、2つのプロトコルを有するデバイスが必要となる。

ドメイン	発電	送電	配電	分散電源	需要家
ゾーン					
市場					
企業					
業者	<div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;">                     電力事業者                      送電事業者   配電事業者                      アグリゲータ                 </div>				
バイ		OpenADR2.0b IEC 61850		EMS	
フィールドネットワーク				IEC 61850 分散電源	
センサ					

おり、同一デバイス内での実装を困難なものにしている。

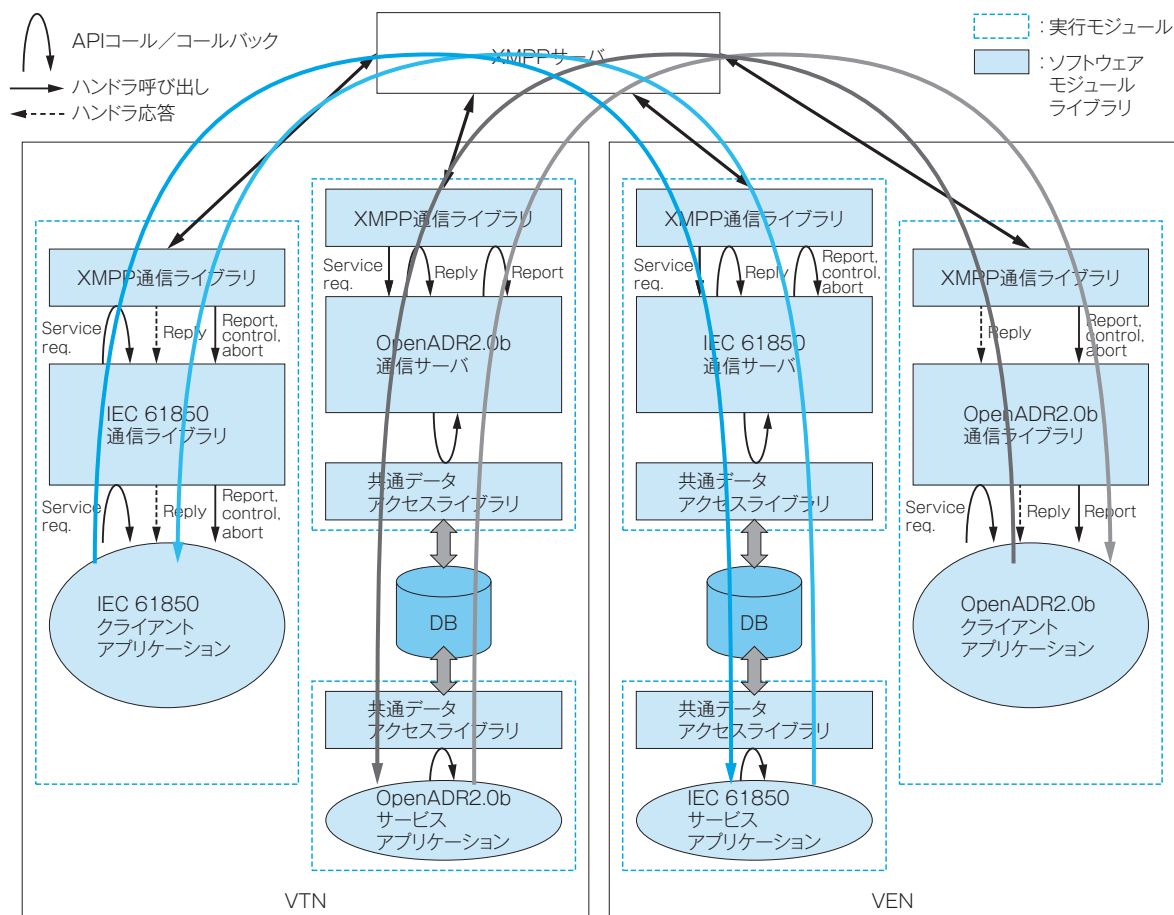
そこで、それぞれを個別に実装したアプリケーションを解析し、2つのプロトコルとAPI (Application Programming Interface)、情報モデルの共通項を整理した (第2図)。

その結果、モジュールを共通化し、アプリケーションのクライアント/サーバに非依存の共通プラットフォームが実現できる見通しを得た。2つの通信規格のアプリケーション層サービスを適切な共通サービスにマッピングし、情報モデルの違いを吸収する変換テーブルを用意することで、2つの通信規格のアプリケーション層サービスを利用するアプリケーションプログラムが、その違いを意識せずにシステムを構築できる (第3図)。



**第2図** 共通ライブラリ、情報モデルとデータのマッピング

OpenADR2.0bとIEC 61850の通信プロトコルを、それぞれ個別に実装したアプリケーションの通信サービスと情報モデルの例を示す。



第3図 共通モジュールを用いた2つの標準プロトコルのEMSへの実装

OpenADR2.0とIEC 61850は、その上位/下位階層に対するクライアント/サーバの位置は逆転しており、同一デバイス内での実装を困難なものにしている。それぞれを個別に実装したアプリケーションを解析し、2つのプロトコルとAPI、情報モデルの共通項を整理した。

この方法は、XMPPを視野に含めて拡張が図られているIEC 62056 (スマートメータ)・Modbus (計装通信)・DNP3 (IEEE1815.1)にも同様に適用できる。またXMPPの通信では、ドメイン単位の接続ID (JID)が決められるため、利用するアプリケーションごとの認証やストリームの暗号化が必須となる。これによってEnd-to-Endのセキュリティを担保することの可能性にも期待できる。ここで提案する手法は、今後、複数の通信規格をハーモナイズする手段として有効と考えられる。

#### 4 むすび

近年、マイクログリッドやスマートグリッドなど次世代エネルギーシステムの必要性が高まりつつあ

る。そこでは標準化されたICTの技術が、製品間・システム間の相互運用を助ける。関連する国際通信規格は種類が多く、ドラフト段階のものも多いが、欧米のフレームワークやガイドラインの策定作業で分類・統合が整い、方向性が定まりつつある。当社はこれらの情報を捉え、適切な判断をしながら規格を審議している組織に対し選択や修正を働き掛け、新たなシステムや装置の開発を進めていかなければならない。今後もシステム開発と情報収集を並行して進めながら、日本の電力事情や電力事業の慣習に合致した最適な標準を国内外に発信していく所存である。

・本論文に記載されている会社名・製品名などは、それぞれの会社の商標又は登録商標である。

## 《参考文献》

- (1) 奥野義道・新井 裕・伊藤憲一：「次世代エネルギーシステムに関わる国際標準化」, 明電時報 339号, 2013/No.2, pp.20-26
- (2) CEN-CENELEC-ETSI Smart Grid Coordination Group – Framework Document, November, 2012
- (3) CEN-CENELEC-ETSI Smart Grid Coordination Group – Smart Grid Reference Architecture, November, 2012
- (4) CEN-CENELEC-ETSI Smart Grid Coordination Group – Sustainable Processes, November, 2012
- (5) CEN-CENELEC-ETSI Smart Grid Coordination Group – First Set of Standards, November, 2012
- (6) NIST Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards, Release 2.0, January, 2010
- (7) NIST Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards, Release 1.0, February, 2012
- (8) NIST Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards, Release 3.0, September, 2014
- (9) OpenADR 2.0 Profile Specification B Profile, September, 2013
- (10) Assessment of Demand Response & Advanced Metering, Federal Energy Regulatory Commission, 2014
- (11) DR・インタフェース仕様書第 1.0版

## 《執筆者紹介》



**奥野義道**  
Yoshimichi Okuno

システム事業企画部  
情報通信技術開発及びスマートグリッド・エネルギーマネジ  
メントシステム開発に従事



**新井 裕**  
Yutaka Arai

電力システム技術部  
電力用監視制御システム開発及びスマートグリッド・エネ  
ルギーマネージメントシステム開発に従事



**星 靖之**  
Yasuyuki Hoshi

製品技術研究所  
情報通信技術開発及びスマートグリッド・エネルギーマネ  
ジメントシステム開発に従事



**伊藤憲一**  
Ken'ichi Ito

コンピュータシステム工場  
エネルギーマネージメントシステム開発に従事