

台頭する新世代の スマートグリッドと 新国際標準 2014

[NISTリリース3.0/SGIP2.0/OpenADR/DLMS-COSEM/SGVP/
G.nbplc/M2M-IoT]

Smart Grid Global standards and Technology Trends 2014

新井 宏征 / 井上 恒一 / 久保 亮吾 / 近藤 芳展 / 西 宏章 / 湧川 隆次 /
インプレスSmartGrid ニュースレター編集部 [著]

S A M P L E

本サンプル版の利用について

本サンプル版の配布やWebサイトへのアップロードなどの行為について特に制限はございません。ご自由にご利用ください。掲載データの利用については、下記「**■データの利用にあたって**」の記述に準じます。ご参照ください。

なお、本サンプル版を販売するなどの商業利用は禁止いたしますのであらかじめご了承ください。

掲載データの取り扱いについて**■CD-ROMの内容**

本報告書のCD-ROMには以下のファイルを収録しています。

- 台頭する新世代のスマートグリッドと新国際標準 2014.pdf
本報告書の本文PDFです。
- ReadMe.txt
ファイルのご利用に際しての注意事項を書いたテキストファイルです。ご利用の前にこのファイルをお読みください。

■データの利用にあたって

データの利用に関し、以下の事項を遵守してください。

- (1) 社内文書などに引用する場合、著作権法で認められた引用の範囲内でご利用ください。また、その際、必ず出所を明記してください。
例:「台頭する新世代のスマートグリッドと新国際標準 2014」(株式会社インプレスビジネスメディア発行)
 - (2) 雑誌や新聞などの商業出版物に引用される場合は、下記までご一報ください。
株式会社インプレスビジネスメディア
〒102-0075 東京都千代田区三番町 20
電話 03-5275-9040 / FAX 03-5275-8089
im-info@impress.co.jp
 - (3) 紙面、データ、その他の態様を問わず、本報告書に掲載したデータを利用して本製品と同一または類似する製品を製作し、頒布することを禁止します。
 - (4) 本製品(およびその複製物を含む)を、当社の書面による承諾なしに第三者に譲渡、転売、貸与または利用許諾することを禁止します。
 - (5) お客様が法人である場合、その法人内に従事する者のみ使用できます。
- ※なお、株式会社インプレスビジネスメディアは本データの利用により発生したいかなる損害につきましても、一切責任を負いません。

■商標などについて

本報告書に登場する商品名・サービス名は、一般に各社の商標または登録商標です。
本文中は™マークまたは®マークは明記していません。
掲載したURLは2014年1月16日現在のものです。サイトの都合で変更されることがあります。
あらかじめご了承ください。

はじめに

高まる低炭素社会の実現や地球の温暖化防止に向けた国際世論を背景に、「電力システム」と「ICT」（情報通信技術）を連係させ、電力を効率的に活用して節電・省エネを実現するスマートグリッドは、国際的な広がりをもって急速に普及し始めている。さらに、太陽光発電や風力発電をはじめとする再生可能エネルギー（「創エネ」）への活発な取り組みや電気自動車や家庭用蓄電池などの「蓄エネ」技術の開発、スマート家電やLED照明機器などによる「省エネ」の実現は、スマートグリッドを支える大きな基盤となり始めている。このようなスマートグリッドの実現に向けて、世界の各国で国家的なプロジェクトの推進や多額な国家予算が組まれている。

ここでの最も重要な技術的なテーマは、スマートグリッドを構成する機器やシステム間での相互運用性である。これらの実現ために、国際的な標準化機関等でさまざまな取り組みが行われている。最近の主な動向を見てみると、次のようなものが挙げられる。

- (1) 「NIST のリリース 3.0 ドラフト版」（スマートグリッドの相互接続性標準に関するフレームワークとロードマップ ドラフトリリース 3.0）が 2014 年 2 月付けで発表されたこと（注：2010 年 1 月にリリース 1.0、2012 年 2 月に同リリース 2.0 を発表済み）
- (2) SGIP（スマートグリッド相互接続性パネル）が SGIP 2.0 へ移行し強化されたこと（PAP のさらなる進展）
- (3) スマートグリッドに必要な標準規格一覧（CoS : Catalog of Standards）の充実
- (4) デマンドレスポンス（電力の需要応答）向けの OpenADR プロトコルの登場（2011 年、IEC の TC57 と PC118 で標準化を開始）
- (5) 東京電力が国際標準 IEC 62056 「DLMS/COSEM」の通信プロファイルを採用
- (6) IEEE-SA（IEEE 規格協会）におけるスマートグリッドビジョンプロジェクト（IEEE SGVP : IEEE Smart Grid Vision Project）が設立され、スマートグリッドの将来像の策定を目指して活発な活動を展開
- (7) ITU-T で PLC 標準に関する高速版規格「G.hn」／低速版規格「G.nbp1c」を大幅に改訂
- (8) IETF で IoT/M2M への流れを加速する IETF 標準（6LoWPAN 規格等）が次々に完成

これらの流れを捉えて、本書では次のような内容を解説している。

第 1 章:特にスマートグリッドのような社会インフラを刷新するような取り組みは、政府などが中立的な立場で導入促進のための旗振りをし、産官学のそれぞれの関係者の連携を促すことが重要である。ここでは、日米欧の各国の政策についてその概要をまとめている。

第 2 章:最近の NIST や SGIP 関連の大きな変化の 1 つは、2013 年 1 月に SGIP が産業界主体の NPO へと移行し、「SGIP 2.0」となったことである。また、もう 1 つの大きな変化は、2014 年 2 月付けの「NIST のリリース 3.0 ドラフト版」が発表されたことである。本章では、NIST リリース 3.0 ドラフト版を中心に、米国における標準化の最新情報を整理した。さらに SGIP の概要や CoS の策定プロセ

スおよび一覧、最新の PAP の活動状況をまとめている。

第 3 章:本章ではスマートグリッドのキーアプリケーションであるデマンドレスポンス用のプロトコル「OpenADR」について解説する。ここでは、OpenADR 2.0（バージョン 2.0）が提供する守備範囲（可能なサービス）を見たのち、OpenADR を開発している中核機関である OpenADR アライアンスを解説する。その後、具体的な技術内容とその役割を説明し、実用化フェーズに入った OpenADR の状況を見ていく。

第 4 章:東京電力は、2014 年 4 月から 2020 年までの 7 年程度の期間に、日本最大規模の 2,700 万世帯に対してスマートメーターの導入を開始する。ここでは、同社のスマートグリッドの具体的な通信方式やスマートメーター導入計画、新たなサービスイメージなどを含め、その全体像を解説する。さらに、国際的にも広く普及し、IEC TC13 と DLMS UA（DLMS ユーザー協会）で開発・策定され、同社でも採用した DLMS/COSEM プロトコルによって、IEC 標準のデータフォーマットによる電力使用情報等の（A ルート）通信プロファイルの解説を行う。

第 5 章:2011 年 9 月に承認された IEEE-SA（IEEE 規格協会）におけるスマートグリッドビジョンプロジェクト（IEEE SGVP）は、30 年先を見据え、スマートグリッドの将来像の策定を目指して活発な活動を開始している。同協会の進める標準化は企業からも重要視され、重要な役割を果たしている。本章では、IEEE に関連する広範なスマートグリッド標準の全体像とその動向を整理して解説する。

第 6 章:本章の前半では、ITU-T の標準化活動状況と、標準化を推進する ITU-T/SG15 についてのその位置づけと内容について述べる。また後半では、ITU-T/SG15 における宅内広帯域網に適用される G.hn（ホームネットワーク）と、大改訂された電力線伝送に特化した G.nbp1c（狭帯域 PLC）に関する最新の標準規格について整理して述べる。

第 7 章:IETF では、ホームネットワーク向けの通信プロトコルの標準化が進んでいる。最近では省電力なコンピュータでも、不安定な無線ネットワークでも IP を利用するため、経路制御や IP の拡張、アプリケーションフレームワークについて、それぞれ ROLL、6LowPAN、CoRE ワーキンググループで標準化作業が行われている。本章ではこれらの最新動向について解説する。

本格的なビジネスフェーズを迎えたスマートグリッド周辺の標準化動向を整理してまとめた本書が、読者の皆様の新しいビジネス拡大お役に立ていただければ幸いです。

最後に、本書の出版にあたり、著者の皆様や快く資料の提供や取材に応じていただいた皆様に、心から御礼申し上げます。

2014 年 1 月

インプレス SmartGrid ニュースレター編集部

目次

台頭する新世代のスマートグリッドと新国際標準 2014

はじめに	3
第1章 スマートグリッドの発展を支える日米欧の政策動向	
=活発化する各国のプロジェクト=	15
1.1 スマートグリッドの発展を後押しする政策.....	16
1.1.1 東日本大震災とスマートグリッドへの社会的な注目の高まり	16
1.1.2 スマートグリッドの導入を後押しする政府の政策	17
1.2 米国におけるスマートグリッド関連政策概要.....	17
1.2.1 産油国に対する原油依存の度合いを低下	17
1.2.2 米国における電力の20%を再生可能エネルギーへ.....	17
1.2.3 DOE（エネルギー省）の2つの取り組み	18
1.2.4 改めて相互接続性の重要性を強調	19
1.3 欧州におけるスマートグリッド関連政策概要.....	19
1.3.1 欧州におけるスマートグリッド導入の背景	19
1.3.2 欧州では219のスマートグリッド関連のプロジェクトを展開	20
1.3.3 重要な「DIRECTIVE 2009/72/EC」という指令	20
1.3.4 欧州におけるスマートグリッド導入の障害となっている要因	21
1.4 日本におけるスマートグリッド関連政策概要.....	22
1.4.1 スマートメーター導入計画を前倒し	22
1.4.2 日本のスマートグリッドに関係の翌年度の予算要求	23
第2章 NIST リリース 3.0、SGIP 2.0 とスマートグリッドの最新標準化動向	
=重要性を増す CoS の役割と相互接続性の課題=	25
2.1 NIST と SGIP、そして SGIP 2.0 へ.....	26
2.1.1 中心的な役割を果たした NIST.....	26
2.1.2 SGIP は「SGIP 2.0」に移行.....	27
2.1.3 NIST の「リリース 3.0 ドラフト版」のプロフィール.....	27
2.2 米国における標準化活動の全体像と各組織の取り組み概要.....	29
2.2.1 米国におけるスマートグリッド標準策定環境	30
2.2.2 NIST を中心にしたスマートグリッド関連の標準化組織.....	31
2.3 NIST におけるスマートグリッド標準化の取り組み概要	38
2.3.1 これまでの NIST によるスマートグリッド関連の活動経緯	38

2.4	NIST リリース 3.0 の概要	39
2.5	SGIP 2.0 の概要と活動内容	40
2.5.1	SGIP 2.0 の体制.....	40
2.6	SGIP 2.0 における標準規格策定プロセス	43
2.6.1	CoS (Catalog of Standards)	45
2.7	具体的な標準規格策定の取り組み.....	48
2.7.1	現在の CoS 一覧.....	49
2.7.2	NIST が特定した標準規格等.....	52
2.7.3	PAP の取り組み	60
第3章 デマンドレスポンス標準プロトコルと OpenADR		
	＝実用化フェーズを迎え国際展開へ＝	65
3.1	OpenADR の誕生とその発展の経緯	67
3.2	OpenADR とは：デマンドレスポンスの通信基盤	68
3.3	OpenADR の通信に関する定義とその特徴	71
3.3.1	OpenADR の通信に関する定義.....	71
3.3.2	OpenADR を利用する利点と特徴.....	72
3.3.3	OpenADR アライアンス：OpenADR の開発の中核機関	73
3.4	OpenADR の守備範囲	73
3.4.1	OpenADR 2.0 が提供可能なサービス：VTN/VEN.....	74
3.4.2	OpenADR 2.0 と 3 つのプロファイル.....	75
3.4.3	デマンドレスポンスにおける Slow DR と Fast DR	77
3.5	OpenADR におけるメッセージの交換とその役割	78
3.6	OpenADR におけるデータの授受	79
3.7	OpenADR 2.0a フィーチャーセット	81
3.7.1	サポートするイベント	81
	[1] OpenADR 2.0a：EiEvent サービスのみ規定	81
	[2] OpenADR 2.0a におけるイベントの授受	81
3.7.2	oadrEvent	84
3.7.3	データモデル	85
3.7.4	UML モデル	85
3.8	OpenADR 2.0 におけるトランスポート機構	86
3.8.1	HTTP を利用した Push/Pull の通信.....	86
3.8.2	サービスエンドポイント URI.....	87
3.8.3	HTTP メソッド	87
3.8.4	通信失敗の条件.....	87
3.8.5	HTTP ヘッダとコンテンツエンコード.....	87

3.8.6	コンテンツレンダリング	88
3.8.7	トランスポート機構におけるセキュリティ	88
3.8.8	コンテンツタイプ	88
3.8.9	その他	89
3.9	OpenADR 2.0 におけるセキュリティの考え方	89
3.9.1	TLS と暗号化手法	90
3.10	OpenADR におけるシステム登録の手法	91
3.11	OpenADR 2.0b と OpenADR 2.0a の比較	91
3.11.1	OpenADR 2.0a と OpenADR 2.0b の違い	92
3.11.2	OpenADR 2.0b における EiEvent Pull の拡張	92
3.11.3	SignalName の拡張	94
3.11.4	OpenADR アライアンスレポートプロファイル	95
	〔1〕 OpenADR 2.0b のレポートに関するプロファイル	95
	〔2〕 レポートの開始	96
3.11.5	In-band (インバンド) 登録	96
3.11.6	EiOpt サービスの定義	98
3.11.7	アプリケーションエラーコード	98
3.11.8	サービスエンドポイント URI	98
3.12	最近の OpenADR に関するトピック	98
3.12.1	OpenADR に関するトピック	98
3.12.2	いよいよ本格化する日本における ADR 連携実証	100
第 4 章 構築が開始された東京電力のスマートグリッドの全貌と		
	IEC 標準「DLMS/COSEM」プロトコルの展開	103
4.1	日本における需要家の構造とメーター機能の対応状況	105
4.1.1	日本の電力需要家の現状	105
4.1.2	電力各社のスマートメーター等の調達方法	106
4.1.3	電力各社のスマートメーター導入状況 (概要)	107
4.1.4	電力各社のスマートメーター (低圧) 導入スケジュール	108
4.1.5	東京電力: 国内外からのオープンな調達・導入を推進	109
	〔1〕 東京電力のスマートグリッドのイメージ	109
4.2	東京電力における従来型 (機械式) 計器とスマートメーターの違い	111
4.2.1	すでに東電「独自仕様」に決まっていたスマートメーター	111
4.2.2	10 年間で 3.3 兆円を超える合理化案を策定へ	113
4.3	スマートメーター制度検討会の経緯を踏まえた高度な機能の標準装備	114
4.3.1	スマートメーターと家庭内の HEMS 間の連携	114
4.3.2	スマートメーターの計量部と通信部の一体型も	114

4.3.3	新しい料金メニュー・サービスの開発	115
4.4	スマートメーターの導入に関する東京電力の検討の経緯	117
4.4.1	3つの分野でRFC（意見募集）およびRFP（提案依頼）を実施	117
4.4.2	仕様の見直しにあたって、3つの視座を設定	118
4.5	スマートメーターシステムに関するパートナー事業者の選定	120
4.6	スマートメーターの3つの通信方式	122
4.6.1	東京電力は屋外通信（Aルート）に3つの通信方式を採用	122
4.6.2	経済産業省のBルート（屋内ルート）の通信方式の審議	124
4.6.3	Bルートにおける通信方式のプロトコル構成	125
4.7	東京電力のスマートメーター導入計画：入札説明会の開催	127
4.8	東京電力のスマートメーターの情報ルートと全体像	129
4.8.1	情報ルート：Aルート、Bルート、Cルートの役割	129
4.8.2	東京電力のスマートメーター機能の全体像	131
4.9	スマートメーターを活用した新たなサービス	132
4.9.1	「新成長タスクフォース」の設立	132
4.9.2	CEMSを核にしたスマートシティの構築	132
4.9.3	YSCPにおけるDR（デマンドレスポンス）の発動イメージ	133
4.10	スマートメーター通信システムにIECの標準規格を採用	134
4.11	スマートメーターシステム仕様の見直しにあたっての考え方	135
4.11.1	IEC（国際標準規格）の採用	135
	〔1〕国際標準のインタフェース	135
	〔2〕IPの実装	136
	〔3〕国際標準のデータフォーマット	136
4.12	IECにおけるスマートグリッドを標準化する具体的組織	137
4.12.1	戦略グループの「SG3：Strategic Group 3」で スマートグリッドの標準化を推進	137
4.13	100以上を超えるIECにおけるスマートグリッド標準	139
4.13.1	COSEM：“The Blue book”に対応	141
4.13.2	DLMS/COSEM：“The Green book”に対応	141
4.13.3	共通情報モデル（CIM）：IEC 61968に対応	141
4.14	DLMS/COSEMに4冊のThe“Coloured books”の役割	146
4.15	IEC 62056「DLMS/COSEM」の通信プロファイルの構成	148
4.15.1	ローカル網、アクセス網、広域通信網と各プロファイルの対応	148
4.15.2	DLMS/COSEMは共通の標準言語	149
4.15.3	COSEMデータとデータセキュリティの発展	150
4.16	DLMS/COSEM環境における標準プロトコルと構成	152

4. 16. 1	クライアント-サーバ方式の通信形態を採用	152
4. 16. 2	DLMS/COSEM の通信プロファイル	153
4. 16. 3	DLMS/COSEM のクライアントとサーバのセッション	155
4. 16. 4	DLMS/COSEM ベースのクライアントモデルの構成	155
4. 17	今後の展開：スマートグリッドは東京電力の救世主となるか？	156
第5章 新ビジョン (SGVP) のもとに活性化する IEEE 標準の全体像		
	＝スマートグリッド標準を次々に策定＝	159
5. 1	スマートグリッド標準化に取り組む IEEE の活動	162
5. 1. 1	SGIP のスマートグリッド関連標準一覧 (CoS : Catalog of Standards)	162
5. 1. 2	IEEE の標準化策定プロセス	163
5. 2	IEEE-SA が提示した IEEE ビジョンプロジェクトの設立と目的	164
5. 2. 1	IEEE の『ビジョンプロジェクト』設立の経緯とその目的	165
5. 2. 2	IEEE SGVP (スマートグリッドビジョンプロジェクト) の目的	167
	〔1〕 First-2-Market : 早期の市場投入	167
	〔2〕 産学連携	168
5. 2. 3	IEEE SGVP (スマートグリッドビジョンプロジェクト) の全体像	168
5. 2. 4	まとめ : 30 年後を予想するビジョンプロジェクトへの期待	169
5. 3	IEEE におけるスマートグリッドへの体制と標準	170
5. 3. 1	学術団体と標準化団体の両面を備える IEEE	170
5. 3. 2	IEEE-SA とソサイエティによる標準化体制	170
5. 4	学術団体としてのスマートグリッドの取り組み	171
5. 4. 1	IEEE 電力・エネルギーソサイエティの取り組み	171
5. 4. 2	IEEE 通信ソサイエティの取り組み	173
5. 4. 3	IEEE 産業エレクトロニクスソサイエティの取り組み	175
5. 4. 4	IEEE が発行するスマートグリッド関連雑誌	176
	〔1〕 IEEE Transactions on Smart Grid の発行	176
	〔2〕 その他のスマートグリッドに関連する雑誌	177
5. 5	標準化団体としてのスマートグリッドの取り組み	178
5. 6	IEEE の重要な 5 分野のスマートグリッド関連標準	188
5. 7	【IEEE 標準①】 IEEE 2030 : スマートグリッドの相互運用に関する標準化動向	188
	〔1〕 IEEE 2030-2011 標準	189
	〔2〕 IEEE 2030 シリーズとしての標準化	189
5. 7. 1	電力システムからの観点 : PS-IAP	189
5. 7. 2	通信からの観点 : CT-IAP	193
5. 7. 3	情報からの観点 : IT-IAP	198
5. 8	【IEEE 標準②】 IEEE 1547 : 電力系統と分散電源の相互接続に関する標準化動向	202

5.8.1	IEEE 1547-2003 : 電力系統 (EPS) と分散電源 (DR) の相互接続に関する標準 (Standard)	203
5.8.2	IEEE 1547.1-2005 : EPS と DR の相互接続における適合性試験手順に関する標準 (Standard)	204
5.8.3	IEEE 1547.2-2008 : EPS と DR の相互接続に関する適用指針 (Application Guide)	205
5.8.4	IEEE 1547.3-2007 : EPS と DR の相互接続における監視、情報交換および制御に関する指針 (Guide)	205
5.8.5	IEEE 1547.4-2011 : EPS と DR Island の設計、運用および統合に関する指針 (Guide)	206
5.8.6	IEEE 1547.6-2011 : EPS と DR の相互接続に関する推奨事項 (Recommended Practice)	206
5.8.7	IEEE P1547.7 : DR 相互接続の影響調査に関する指針 (Guide)	206
5.8.8	IEEE P1547.8 : IEEE 1547 の拡張利用に関する推奨事項 (Recommended Practice)	207
5.9	【IEEE 標準③】 IEEE 1888 など : 設備自動化に関する標準化動向	207
5.9.1	IEEE 1888-2011 : グリーンコミュニティ向け通信プロトコルに関する標準 (Standard)	208
5.9.2	IEEE 1888.1-2013 : グリーンコミュニティにおける制御および管理に関する標準 (Standard)	209
5.9.3	IEEE P1888.2 : グリーンコミュニティにおけるネットワーク統合と拡張に関する標準 (Standard)	210
5.9.4	IEEE 1888.3-2013 : グリーンコミュニティにおけるセキュリティに関する標準 (Standard)	210
5.9.5	IEEE P1888.4 : グリーンスmartホームおよび居住地域における制御ネットワークプロトコル (Standard)	210
5.9.6	IEEE 1888 シリーズ以外の設備自動化に関する標準	210
5.10	【IEEE 標準④】 IEEE 802、IEEE 1901 など : 通信ネットワークに関する標準化動向	211
5.10.1	IEEE 802.3 : MAC 層 (CSMA/CD アクセス方式) および物理層仕様	212
	[1] IEEE 802.3at : 次世代 PoE	213
	[2] IEEE 802.3av : 次世代 EPON	213
	[3] IEEE 802.3az : 低消費電力イーサネット (EEE)	214
5.10.2	IEEE 802.11 : 無線 LAN の MAC 層および物理層仕様	215
	[1] 各無線 LAN 規格と変調方式	215
	[2] IEEE 802.11s : メッシュネットワーク	216
	[3] IEEE 802.11ah : スマートグリッドの新規格	217

[4] Wi-Fi アライアンス	217
5.10.3 IEEE 802.15.4: 無線 PAN の MAC 層および物理層仕様	217
[1] ZigBee アライアンスによる ZigBee 規格	217
[2] IEEE 802.15.4g による SUN 規格 (スマートグリッド用物理層規格)	218
[3] IETF では 6LoWPAN 規格を標準化	218
5.10.4 IEEE 802.24: スマートグリッド	218
5.10.5 IEEE 1901: 高速 PLC	219
5.10.6 IEEE 1905.1: 異種混合ネットワークの統合	219
5.11 【IEEE 標準⑤】 IEEE におけるその他の標準化動向	219
5.11.1 セキュリティに関する標準	220
5.11.2 電力品質に関する標準	220
5.12 SEP 2 相互運用コンソーシアム (CSEP) を設立	220
5.13 IEEE-SA (IEEE 標準化委員会) の動向	222
5.13.1 ビジョンに基づいた技術研究開発と標準化の連携	222
5.13.2 標準化団体間での連携体制の構築	222
【事例 1】 Open Stand	223
【事例 2】 デュアルロゴアグリーメント (Dual Logo Agreement)	223
第 6 章 大改訂された ITU-T におけるスマートグリッド標準と	
G.hn (高速) / G.nbp1c (低速) 規格	225
6.1 スマートグリッドの概念モデルの検討	227
6.2 ITU-T におけるスマートグリッドの標準化体制とその仕組み	229
6.2.1 ITU-T におけるスマートグリッドの標準化体制	229
6.2.2 プロジェクト名: G.nbp1c と G.hn で標準化を推進	230
[1] ITU-T/SG15 の WP1 の中の Q.15/Q.18 で標準化	230
[2] G.nbp1c 関連規格 (勧告): G.9955/G.9956、および G.990x シリーズの 7 つ	230
[3] G.wnb 規格 (勧告): G.9959	230
[4] G.hn 関連規格 (勧告): G.996x シリーズの 5 つ	231
[5] G シリーズ勧告	231
6.3 ITU-T におけるスマートグリッドに関する標準規格: G.hn と G.nbp1c	234
6.3.1 スマートグリッド規格: ITU-T SG15 Q.15 と Q.18 が策定	234
6.3.2 G.hn と G.nbp1c: スマートグリッド向け規格	235
6.4 G.hn の標準化動向①: 3 つの基本標準で構成	235
6.4.1 G.hn 規格: 電力線・同軸線・電話線を対象	235
6.4.2 IEEE 1901 との共存が可能	236
6.4.3 G.hn アーキテクチャ参照モデル	237
6.4.4 G.hn のプロトコル参照モデル	238

6.4.5	G. hn が規定するバンドプラン.....	239
6.5	G. hn の標準化動向②：スマートグリッド向け G. hn バンドプラン	240
6.5.1	G. hn の LCP プロファイル：スマートグリッド向け簡易プロファイル.....	240
6.5.2	最大伝送速度は 20Mbps.....	241
6.6	G. hn の標準化動向③：G. hn（電力線におけるバンドプラン）に関する今後の課題... ..	242
6.7	G. nbplc の標準化動向①：ナローバンドを利用した電力線通信技術の現状.....	242
6.7.1	G. hn と G. nbplc の違い.....	242
6.7.2	G. nbplc の周波数帯.....	243
6.7.3	OFDM 方式ベースの G. hnem や G3-PLC、および PRIME.....	243
6.8	G. nbplc の標準化動向②：G. nbplc の標準化状況.....	244
6.8.1	G. hnem プロジェクトを G. nbplc プロジェクトとして整理.....	244
6.8.2	ナローバンド PLC（狭帯域 PLC）標準の新しい体系	245
6.9	G. nbplc の標準化動向③：G. 9902（G. hnem）規格の内容	246
6.9.1	NIST の要求条件をすべて盛り込む.....	246
6.9.2	G. hnem のネットワークモデル.....	247
6.9.3	電力管理向けネットワークモデルの例	248
6.9.4	G. hnem の物理層の構成.....	249
	〔1〕物理層の機能ブロックモデル.....	249
	〔2〕G. hnem の物理層の特徴	250
	〔3〕G. hnem のバンドプラン	251
6.9.5	G. hnem および G. hn における使用周波数帯.....	253
6.9.6	G. hnem のデータリンク層の構成.....	254
	〔1〕データリンク層の機能ブロックモデル.....	254
6.10	G. nbplc の標準化動向④：G3-PLC と PRIME の概要.....	257
6.10.1	G. 9903（G3-PLC）の概要	257
	〔1〕CENELEC バンドに FCC バンド、ARIB バンドを追加！	257
	〔2〕ECHONET Lite を実装するために推奨される G3-PLC.....	257
	〔3〕G. nbplc 向けのルーティングプロトコルを規定する G. 9905.....	258
6.10.2	G. 9904（PRIME）の概要.....	258
	〔1〕IPv6/OFDM を採用した狭帯域 PLC 標準の新しい体系	258
	〔2〕G. 9902（G. hnem）、G. 9903（G3-PLC）、G. 9904（PRIME）	258
6.11	G. nbplc の標準化動向⑤：G. nbplc に関する今後の課題.....	259
6.11.1	IEEE P1901.2 WG グループでの共存の検討.....	259
6.11.2	ITU-T 方式と IEEE 方式の共存を実現.....	260
6.12	ITU-T におけるその他のスマートグリッド関連標準化の動向	261
6.12.1	「G. wnb」の標準化作業：Annex に Z-Wave を規定.....	261

[1] 「G.wnb」の規定から「G.wnb-freq」の規定へ.....	261
[2] G.wnb 関連における新しい標準化の動き	262
6.12.2 JCA SG & HN (ホームネットワーク) の展開	262
6.13 複数ベンダによる相互接続性の確認.....	263
第7章 IoT/M2M への流れを加速する IETF 標準	
=6LoWPAN も完成し HAN 構築のキーテクノロジー=	265
7.1 IETF のスマートグリッド向け最新標準化動向	267
7.1.1 NIST のスマートグリッドネットワークと IETF の役割.....	267
[1] NIST のスマートグリッドを構成するネットワーク	267
[2] スマートグリッドネットワークを2つに分ける.....	268
7.1.2 スマートグリッドとインターネットの関係	269
7.2 IETF の活動とスマートグリッドの取り組み	271
7.2.1 IETF (インターネット技術標準化委員会)	271
7.2.2 スマートグリッドに関する IETF の活動内容	273
7.3 スマートグリッド基幹網と IETF の技術.....	274
7.3.1 スマートグリッドの基幹網はインターネット技術を再利用	274
7.3.2 NIST が IETF に打診したのはプロトコルセットの必要性が背景.....	274
7.3.3 IETF が示したスマートグリッドの IP 化に向けたガイドライン： RFC 6272 (スマートグリッドのためのインターネットプロトコル)	276
7.4 IETF におけるスマートグリッドへの具体的な活動	
=HAN からエネルギー管理、IoT まで=	276
7.4.1 IETF の HAN (ホームネットワーク) 関連の標準の策定	276
7.4.2 IETF における「エネルギー管理」標準の策定.....	279
7.4.3 IETF が目指す「IoT」(Internet of Things) と、 それを実現するスマートオブジェクトのコンセプト	280
[1] IoT とスマートオブジェクト	280
[2] 数百億台のコンピュータから数兆台のスマートオブジェクトを接続.....	281
7.4.4 IETF で進む「スマートオブジェクト」関連の標準化.....	281
[1] 「Iwlg」ワーキンググループ：「軽量な実装指針」標準の策定.....	281
[2] 「homenet」ワーキンググループ：「ホームネットワーク」標準の策定.....	281
7.5 IETF WG の活動①【6lowpan ワーキンググループ】：6LoWPAN.....	283
7.5.1 6LoWPAN とその RFC	283
7.5.2 6LoWPAN が想定する通信環境およびデバイス.....	284
7.5.3 6LoWPAN の2種類のデバイスと3つのトポロジー.....	285
7.5.4 6LoWPAN における標準化目標と現在の活動.....	286
7.6 IETF WG の活動②【roll ワーキンググループ】：ROLL/RPL.....	287

7.6.1	ROLL とその RFC	287
7.6.2	ROLL で標準化されている RPL プロトコル	289
7.7	IETF WG の活動③【core ワーキンググループ】: CoRE/CoAP	291
7.7.1	CoRE と CoAP およびその RFC	291
7.7.2	REST アーキテクチャ	293
7.7.3	CoAP アプリケーションプロトコルの仕組みと機能	293
索引		297
執筆者紹介		310
奥付		312

第1章

スマートグリッドの発展を支える日米欧の政策
動向＝活発化する各国のプロジェクト＝

1.1	スマートグリッドの発展を後押しする政策.....	16
1.1.1	東日本大震災とスマートグリッドへの社会的な注目の高まり	16
1.1.2	スマートグリッドの導入を後押しする政府の政策	17
1.2	米国におけるスマートグリッド関連政策概要.....	17
1.2.1	産油国に対する原油依存の度合いを低下	17
1.2.2	米国における電力の20%を再生可能エネルギーへ.....	17
1.2.3	DOE（エネルギー省）の2つの取り組み	18
1.2.4	改めて相互接続性の重要性を強調	19
1.3	欧州におけるスマートグリッド関連政策概要.....	19
1.3.1	欧州におけるスマートグリッド導入の背景	19
1.3.2	欧州では219のスマートグリッド関連のプロジェクトを展開	20
1.3.3	重要な「DIRECTIVE 2009/72/EC」という指令	20
1.3.4	欧州におけるスマートグリッド導入の障害となっている要因	21
1.4	日本におけるスマートグリッド関連政策概要.....	22
1.4.1	スマートメーター導入計画を前倒し	22
1.4.2	日本のスマートグリッドに関係の翌年度の予算要求	23

現在のようにスマートグリッドが注目されるようになった背景には、社会面や技術面などのさまざまな要因が考えられるが、同時に、各国の政策も重要な役割を果たしている。特にスマートグリッドのような社会インフラを刷新するような取り組みは、政府などが中立的な立場で導入促進のための旗振りをし、産官学のそれぞれの関係者の連携を促すことが重要になってくる。そこで本章では、スマートグリッドの発展を促進する重要な役割を担っている各国の政策について、米国、欧州、そして日本における概要をまとめている。

1.1 スマートグリッドの発展を後押しする政策

本シリーズの最初の一冊として、『日米欧のスマートグリッド政策と標準化動向 2010』を出版したのは2009年12月。その頃は、まだスマートグリッドという言葉がメディアで取り上げられることも多くはなく、ましてやそれが普段の生活にどのようにかかわるのかということは、あまり深い議論がなされていなかった。

1.1.1 東日本大震災とスマートグリッドへの社会的な注目の高まり

『日米欧のスマートグリッド政策と標準化動向 2010』の中で筆者が記したスマートグリッドの定義は「ITを活用した次世代の電力網の形態であり、電力に加えて情報が双方向に流れることで、電力関連の新しい機能やアプリケーションを利用できるようにする試みのこと¹⁾」となっている。この定義からもわかるように、当日のスマートグリッドの見方は（少なくとも筆者自身）実現するための技術に重点が置かれていたように思われる。

それから4年という時間が流れた。「ドッグイヤー」と呼ばれる技術の世界での4年というのは、とてつもなく長い時間である。改めて世間を見渡してみると、スマートグリッド関連のニュースが一般の新聞や雑誌で取り上げられることはもはや当たり前のものになり、「スマートハウス」という呼び名で新しい住宅についての折り込みチラシまでが入っているような時代になった。

このような状況になったのは、さまざまな要因が考えられる。2011年3月11日に発生した東日本大震災と、それに続く原子力発電への懸念から、スマートグリッドへの社会的な注目が高まったとも言われている。また、M2M (Machine-to-Machine) をはじめとした、スマートグリッドの要素技術が発展したことによって、従来よりも信頼性が高く、コスト面でもメリットがあるようなスマートグリッド関連技術とそれに伴うサービスの導入が可能になったことも、現在の状況を後押しするものだ

¹⁾ 『日米欧のスマートグリッド政策と標準化動向 2010』14 ページ

と言えるだろう。

1.1.2 スマートグリッドの導入を後押しする政府の政策

そのような要因とあわせて注目したいのが、日本および各国で定められているスマートグリッドの導入を後押しするような政策である。スマートグリッドのように社会インフラを刷新するような取り組みは、一企業の努力だけで実現することは難しい。むしろ、政府などが中立的な立場でスマートグリッド導入促進のための旗振りをし、通常は利害関係にある企業をはじめ、産官学のそれぞれの関係者が連携をすることで、はじめて大胆な取り組みができるようになる。もちろん、そのような取り組みが、かえって発展を妨げる場合もあるが、現時点では良い面も大きい。

そこで世界におけるスマートグリッド関連の標準化動向を確認する前提として、米国、欧州、そして日本におけるスマートグリッド関連の政策の概要を確認する。

1.2 米国におけるスマートグリッド関連政策概要

1.2.1 産油国に対する原油依存の度合いを低下

米国では、オバマ大統領の包括的なエネルギー政策の中で、スマートグリッドが欠かすことのできない重要な要素として位置づけられている。米国がスマートグリッドを推進することによって、中東を中心とする産油国に対して原油を依存する度合いが低下する他、雇用の創出や米国のスマートグリッド関連企業が世界中で競争力を持てるようになるという具体的なメリットを実現できると見込んでいる。

2013年2月12日に公開されたオバマ大統領の“State of the Union”（一般教書演説）ではエネルギー効率化について触れ、その直後に聴衆の拍手が起こっている。具体的には、演説の中で、今後20年の間に家庭やビルが消費するエネルギーを半分にすると述べている。さらに米国内のインフラが老朽化していることについても触れ、自律型の電力網を構築する必要性についても述べている。

1.2.2 米国における電力の20%を再生可能エネルギーへ

また、2013年6月25日に気候変動について触れたオバマ大統領のコメント³では、今後7年間（つまり2020年まで）に米国における電力の20%を再生可能エネルギー源由来のものにすると述べ、や

² <http://www.whitehouse.gov/the-press-office/2013/02/12/remarks-president-state-union-address> 参照

³ <http://www.whitehouse.gov/the-press-office/2013/06/25/remarks-president-climate-change> 参照

S A M P L E

第2章

NIST リリース 3.0、SGIP 2.0 とスマートグリッドの最新標準化動向＝重要さを増す CoS の役割と相互接続性の課題＝

2.1	NIST と SGIP、そして SGIP 2.0 へ.....	26
2.1.1	中心的な役割を果たした NIST.....	26
2.1.2	SGIP は「SGIP 2.0」に移行.....	27
2.1.3	NIST の「リリース 3.0 ドラフト版」のプロフィール.....	27
2.2	米国における標準化活動の全体像と各組織の取り組み概要.....	29
2.2.1	米国におけるスマートグリッド標準策定環境.....	30
2.2.2	NIST を中心にしたスマートグリッド関連の標準化組織.....	31
2.3	NIST におけるスマートグリッド標準化の取り組み概要.....	38
2.3.1	これまでの NIST によるスマートグリッド関連の活動経緯.....	38
2.4	NIST リリース 3.0 の概要.....	39
2.5	SGIP 2.0 の概要と活動内容.....	40
2.5.1	SGIP 2.0 の体制.....	40
2.6	SGIP 2.0 における標準規格策定プロセス.....	43
2.6.1	CoS (Catalog of Standards).....	45
2.7	具体的な標準規格策定の取り組み.....	48
2.7.1	現在の CoS 一覧.....	49
2.7.2	NIST が特定した標準規格等.....	52
2.7.3	PAP の取り組み.....	60

第2章は「NIST・SGIPを中心とした米国におけるスマートグリッド最新標準化動向」として、米国における最新の標準化策定の取り組みを整理している。

本文でも詳しく解説しているとおり、これまでのNIST（米国国立標準技術研究所）やSGIP（スマートグリッド相互接続性パネル）の取り組みからの大きな変化の一つ目は、2013年1月にSGIPがそれまでの官民合同の取り組みから産業界主体のNPOへと移行したことである。この現行のSGIPは「SGIP 2.0」と呼ばれ、引き続き米国におけるスマートグリッド関連の標準化活動において重要な役割を果たしている。さらに、大きな変化の二つ目は、2013年2月に「NISTのリリース3.0ドラフト版」（スマートグリッドの相互接続性標準に関するフレームワークとロードマップドラフトリリース3.0）のPreliminary Discussion Draft（予備ディスカッションドラフト）版である。以下「リリース3.0ドラフト版」と記載）が発表されたことである。

本章では、そのような変化を踏まえながら、NISTリリース3.0ドラフト版によって公開された資料を中心に米国における標準化動向の最新情報を整理している。具体的には、冒頭でSGIP 2.0への移行の背景を整理している。SGIP 2.0に移行したとはいえ、NISTを含む関係者の全体像を理解することは引き続き重要であるという観点から、SGIP 2.0への移行の背景を整理したあと、標準化活動の全体像と各組織の取り組み概要をまとめている。

その後、NISTによるスマートグリッド関連の活動経緯を振り返った上で、SGIPの概要と活動内容として体制やCoS（Catalog of Standards、標準規格一覧）の策定プロセスについてまとめている。その後は具体的な標準規格策定の取り組みとして、現在のCoS一覧やNISTが特定した標準規格等の最新情報、そして最新のPAPの活動状況をまとめている。

2.1 NISTとSGIP、そしてSGIP 2.0へ

2.1.1 中心的な役割を果たしたNIST

本報告書の最初の版とも言える『日米欧のスマートグリッド政策と標準化動向2010』を2009年12月に発行した時から、米国は世界のスマートグリッド政策や技術を先導し続けてきた。特にスマートグリッド関連の標準規格の策定については、早い段階からInteroperability（相互接続性）の重要性を謳い、主に米国を中心に活動する標準化団体（SDO：Standards Development Organization）をはじめ、米国外の団体も積極的に巻き込みながら、標準化活動を行ってきた。

そのような標準化活動の中で中心的な役割を果たしたのがNIST（National Institute of Standards and Technology、米国国立標準技術研究所）である。2007年12月にブッシュ大統領によって制定されたEISA（Energy Independence & Security Act、エネルギー自立・安全保障法）において、NISTがスマートグリッドに関する標準規格の策定について「主な責任（primary responsibility）」を負う

ことが明記されて以来、彼らは米国におけるスマートグリッド関連の標準化活動を先導する役割を担ってきた。

その後、2009年11月にスマートグリッドの標準化活動を官民が協力して推進していくために SGIP (Smart Grid Interoperability Panel、スマートグリッド相互接続性パネル) が組織されることとなった。SGIP においても、NIST は特に技術面における重要な位置づけを保ち、活動を続けていた。SGIP が立ち上がったからは米国における標準化策定についての取り組みも順調に進み、相互接続性についての議論にとどまらず、サイバーセキュリティ¹⁰などまで議論の対象を広げている。

2.1.2 SGIPは「SGIP 2.0」に移行

その SGIP は、2013年1月より、それまでの官民が協力する体制から産業界主導の NPO (Non-Profit Organization、非営利組織) へと移行し、引き続きスマートグリッド関連の標準化活動などにおいて中心的な役割を果たしている。この新たな SGIP は「SGIP 2.0」と呼ばれる。SGIP 2.0 においても、NIST は引き続き技術面において先導的な役割を果たしており、米国のスマートグリッドのさらなる発展がこの SGIP 2.0 の活動にかかっていると看做しても過言ではない。

SGIP は NPO (SGIP 2.0) に移行した後、活動のための資金を NIST からの支援に頼ると同時に、会員から徴収する会費に頼っている。そのため、SGIP 2.0 に移行してからの詳細な活動情報については、残念ながら会員にならないと入手できないものもあり、正確な全貌を把握することが難しくなってしまった。

2.1.3 NISTの「リリース 3.0 ドラフト版」のプロフィール

本章では、そのような NIST と SGIP 2.0 について、公開されている情報を元にしながら、最新の活動状況を整理していく。NIST や SGIP についての前提知識を持ち合わせていない読者にとっても読みやすいように基本的な知識も盛り込んで整理した内容となっている。

なお、今回主に参照している資料は“NIST Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards, Draft Release 3.011” (スマートグリッドの相互接続性標準に関するフレームワークとロードマップ ドラフトリリース 3.0) の Preliminary Discussion Draft (予備ディスカッションドラフト) 版である (以下「リリース 3.0 ドラフト版」と記載する)。この資料はすでに公開されているものではあるが、本資料の 2 ページ目にある表紙には「2014年2月」と書かれている。

タイトルに「リリース 3.0」とあるように、これ以前に大きく 2 回のリリースがあった資料である。

¹⁰ NIST のサイバーセキュリティ: 「National Institute of Standards and Technology Initiates Development of New Cybersecurity Framework」 (NIST は新サイバーセキュリティフレームワークの開発を開始)。米商務省の 2013 年 2 月 13 日付けリリース。
<http://www.commerce.gov/news/press-releases/2013/02/13/national-institute-standards-and-technology-initiates-development-new>

¹¹ http://www.nist.gov/smartgrid/upload/NISTDraftFrameworkOct_2013.pdf 参照

S A M P L E

第3章

デマンドレスポンス標準プロトコルと OpenADR
＝実用化フェーズを迎え国際展開へ＝

3.1	OpenADR の誕生とその発展の経緯	67
3.2	OpenADR とは：デマンドレスポンスの通信基盤	68
3.3	OpenADR の通信に関する定義とその特徴	71
3.3.1	OpenADR の通信に関する定義.....	71
3.3.2	OpenADR を利用する利点と特徴.....	72
3.3.3	OpenADR アライアンス：OpenADR の開発の中核機関	73
3.4	OpenADR の守備範囲	73
3.4.1	OpenADR 2.0 が提供可能なサービス：VTN/VEN.....	74
3.4.2	OpenADR 2.0 と 3 つのプロファイル.....	75
3.4.3	デマンドレスポンスにおける Slow DR と Fast DR	77
3.5	OpenADR におけるメッセージの交換とその役割	78
3.6	OpenADR におけるデータの授受	79
3.7	OpenADR 2.0a フィーチャーセット	81
3.7.1	サポートするイベント	81
	〔1〕 OpenADR 2.0a：EiEvent サービスのみ規定	81
	〔2〕 OpenADR 2.0a におけるイベントの授受.....	81
3.7.2	oadrEvent.....	84
3.7.3	データモデル.....	85
3.7.4	UML モデル	85
3.8	OpenADR 2.0 におけるトランスポート機構	86
3.8.1	HTTP を利用した Push/Pull の通信.....	86
3.8.2	サービスエンドポイント URI.....	87
3.8.3	HTTP メソッド	87
3.8.4	通信失敗の条件	87
3.8.5	HTTP ヘッダとコンテンツエンコード.....	87
3.8.6	コンテンツレングス.....	88
3.8.7	トランスポート機構におけるセキュリティ	88
3.8.8	コンテンツタイプ	88
3.8.9	その他.....	89
3.9	OpenADR 2.0 におけるセキュリティの考え方	89

3.9.1 TLS と暗号化手法..... 90

3.10 OpenADR におけるシステム登録の手法 91

3.11 OpenADR 2.0b と OpenADR 2.0a の比較 91

 3.11.1 OpenADR 2.0a と OpenADR 2.0b の違い..... 92

 3.11.2 OpenADR 2.0b における EiEvent Pull の拡張..... 92

 3.11.3 SignalName の拡張..... 94

 3.11.4 OpenADR アライアンスレポートプロファイル..... 95

 [1] OpenADR 2.0b のレポートに関するプロファイル 95

 [2] レポートの開始 96

 3.11.5 In-band (インバンド) 登録 96

 3.11.6 EiOpt サービスの定義..... 98

 3.11.7 アプリケーションエラーコード 98

 3.11.8 サービスエンドポイント URI..... 98

3.12 最近の OpenADR に関するトピック 98

 3.12.1 OpenADR に関するトピック..... 98

 3.12.2 いよいよ本格化する日本における ADR 連携実証 100

ここでは、まずスマートグリッドのキーアプリケーションとして注目されるデマンドレスポンス用のプロトコルである「OpenADR」について、その誕生とその発展の経緯を紹介する。

デマンドレスポンス (DR) とは、電力会社と電力の需要家 (家庭等) の間で、電力の需要と供給の制御を行い、電力の有効活用を図る仕組みである。これを自動的に行い、ピーク時に電力価格の高騰を避けるための制御などを行うのが OpenADR プロトコルである。

ここでは、デマンドレスポンスの通信基盤を解説した後、OpenADR 2.0 (バージョン 2.0) が提供する守備範囲 (可能なサービス) を見たのち、OpenADR を開発している中核機関である OpenADR アライアンスを解説する。

次に、OpenADR 2.0 における3つのプロファイル OpenADR 2.0a、OpenADR 2.0b、OpenADR 2.0c を整理して解説する。その後、OpenADR におけるメッセージの交換とその役割を説明し、OpenADR 2.0 プロファイルでサポートされているメッセージの内容について述べる。さらに OpenADR におけるデータの授受の方法を解説した後、OpenADR 2.0b と OpenADR 2.0a の比較を行い、実用化フェーズに入った OpenADR の状況を見る。最後に、早稲田大学 新宿実証センターで行われている OpenADR の実証スケジュールを紹介する。

3.1 OpenADRの誕生とその発展の経緯

OpenADR (Open Automated Demand Response Communications Specification、自動化された電力需給の制御に関する仕様) の開発は、2002年のカリフォルニア電力危機に端を発する。その開発は、ローレンスバークレー国立研究所 (LBNL: Lawrence Berkeley National Laboratory) のデマンドレスポンス (電力需要応答) 研究センター (DRRC: Demand Response Research Center) による OpenADR 研究プログラムによる資金供与を受け、カリフォルニアエネルギー委員会の公共利益エネルギー研究プログラムが設立されることでスタートした。

その目標は、電力供給網の経済性と信頼度を改善する電力変動価格の導入を通して、カリフォルニアのエネルギー政策を遂行することであった。最初のフィールドテストは、商業や工業エリアをターゲットとし、多くのイベント処理を備えることで、デマンドレスポンス利用プログラムを自動化することに焦点があてられていた。

このフィールドテストにおいて、特にデマンドレスポンス研究センター (DRRC) では、情報通信技術を利用することによって、電力需要に変動して変化する電力料金を利用しつつ、電力システムの信頼度を保ちながらデマンドレスポンス (需用電力応答) 処理を自動化できるかどうかの確認を行った。これらの研究、開発、そして普及は OpenADR が市場へと利用される足がかりとなっている。今日では、

世界中の施設や団体が、増大する電力需要の管理や電力システムのピーク容量の管理のため、OpenADR を利用している。

DRCC OpenADR 1.0 仕様は、OpenADR 規格を作成するために、OASIS (Organization for the Advancement of Structured Information Standards、構造化情報標準機構) により資金提供を受けて開発されている。OASIS は、国際的な非営利目的の協会で、情報社会におけるオープンな標準規格の 開発、合意形成、採択を推進している。

OASIS のエネルギーインターオペレーション (エネルギー相互運用) 技術委員会²⁸は、

「エネルギー、OASIS SOA 参照モデル(SOA-RM:OASIS のサービス指向アーキテクチャ向け参照モデル、Reference Model for Service Oriented Architecture)に適合するサービス、変動価格情報・緊急情報・売値や電力負荷発電予測などの市場に関わる、情報の相互運用と標準的な交換手段のための XML 表現について、これらの協調利用や情報交換を可能とする情報モデルと通信モデル」

のための技術標準を開発した。

この OASIS エネルギー相互運用技術委員会は、デマンドレスポンスや分散エネルギーリソース (DER : Distributed Energy Resource) の他にも、スマートグリッドにおけるアプリケーションを考慮しており、これらを踏まえた OASIS エネルギー相互運用技術バージョン 1.0 標準を策定した。

この OASIS エネルギー相互運用技術バージョン 1 では、数多くのエネルギーの相互利用や転送サービスが示されているのに対して、OpenADR では、これを基本としつつ、そのうちの 8 つのサービスについて応用を考え、OpenADR プロファイルを定めている。

さらに、OpenADR アライアンスは、この OpenADR プロファイルと呼ばれる、自動デマンドレスポンスを行うための機能セットのサブセット (全体の一部分) を取り上げ、OpenADR 2.0 プロファイルの基本としている。そのサブセットの詳細は後述する「3.4 OpenADR の守備範囲」で述べるが、EiRegisterParty、EiEnroll、EiMarketContext、EiEvent、EiQuote、EiReport、EiAvail、EiOpt などである。

3.2 OpenADRとは：デマンドレスポンスの通信基盤

デマンドレスポンス (DR) とは、電力価格や電力システムの利用状態を考慮して、電力供給サービスにおける信頼性の向上をはかり、電力価格の高騰を避けるための設備制御を行うことである。

²⁸ OASIS EI TC と略され、EI と TC はそれぞれ Energy Interoperation、Technical Committee の意味である。

第4章

構築が開始された東京電力のスマートグリッドの全貌と IEC 標準「DLMS/COSEM」プロトコルの展開

4.1	日本における需要家の構造とメーター機能の対応状況	105
4.1.1	日本の電力需要家の現状	105
4.1.2	電力各社のスマートメーター等の調達方法	106
4.1.3	電力各社のスマートメーター導入状況（概要）	107
4.1.4	電力各社のスマートメーター（低圧）導入スケジュール	108
4.1.5	東京電力：国内外からのオープンな調達・導入を推進	109
	〔1〕 東京電力のスマートグリッドのイメージ	109
4.2	東京電力における従来型（機械式）計器とスマートメーターの違い	111
4.2.1	すでに東電「独自仕様」に決まっていたスマートメーター	111
4.2.2	10年間で3.3兆円を超える合理化案を策定へ	113
4.3	スマートメーター制度検討会の経緯を踏まえた高度な機能の標準装備	114
4.3.1	スマートメーターと家庭内の HEMS 間の連携	114
4.3.2	スマートメーターの計量部と通信部の一体型も	114
4.3.3	新しい料金メニュー・サービスの開発	115
4.4	スマートメーターの導入に関する東京電力の検討の経緯	117
4.4.1	3つの分野で RFC（意見募集）および RFP（提案依頼）を実施	117
4.4.2	仕様の見直しにあたって、3つの視座を設定	118
4.5	スマートメーターシステムに関するパートナー事業者の選定	120
4.6	スマートメーターの3つの通信方式	122
4.6.1	東京電力は屋外通信（Aルート）に3つの通信方式を採用	122
4.6.2	経済産業省のBルート（屋内ルート）の通信方式の審議	124
4.6.3	Bルートにおける通信方式のプロトコル構成	125
4.7	東京電力のスマートメーター導入計画：入札説明会の開催	127
4.8	東京電力のスマートメーターの情報ルートと全体像	129
4.8.1	情報ルート：Aルート、Bルート、Cルートの役割	129
4.8.2	東京電力のスマートメーター機能の全体像	131
4.9	スマートメーターを活用した新たなサービス	132
4.9.1	「新成長タスクフォース」の設立	132
4.9.2	CEMS を核にしたスマートシティの構築	132

4.9.3	YSCP における DR (デマンドレスポンス) の発動イメージ	133
4.10	スマートメーター通信システムに IEC の標準規格を採用	134
4.11	スマートメーターシステム仕様の見直しにあたっての考え方	135
4.11.1	IEC (国際標準規格) の採用	135
	[1] 国際標準のインタフェース	135
	[2] IP の実装	136
	[3] 国際標準のデータフォーマット	136
4.12	IEC におけるスマートグリッドを標準化する具体的組織	137
4.12.1	戦略グループの「SG3 : Strategic Group 3」で スマートグリッドの標準化を推進	137
4.13	100 以上を超える IEC におけるスマートグリッド標準	139
4.13.1	COSEM : “The Blue book” に対応	141
4.13.2	DLMS/COSEM : “The Green book” に対応	141
4.13.3	共通情報モデル (CIM) : IEC 61968 に対応	141
4.14	DLMS/COSEM に 4 冊の The “Coloured books” の役割	146
4.15	IEC 62056 「DLMS/COSEM」の通信プロファイルの構成	148
4.15.1	ローカル網、アクセス網、広域通信網と各プロファイルの対応	148
4.15.2	DLMS/COSEM は共通の標準言語	149
4.15.3	COSEM データとデータセキュリティの発展	150
4.16	DLMS/COSEM 環境における標準プロトコルと構成	152
4.16.1	クライアント-サーバ方式の通信形態を採用	152
4.16.2	DLMS/COSEM の通信プロファイル	153
4.16.3	DLMS/COSEM のクライアントとサーバのセッション	155
4.16.4	DLMS/COSEM ベースのクライアントモデルの構成	155
4.17	今後の展開 : スマートグリッドは東京電力の救世主となるか?	156

日本の電力システムは、今、歴史的な転換を迎えようとしている。差し迫る電力の自由化とスマートグリッドの展開という2つの新しい動きが同時進行する潮流の中で、福島原発の復旧を進める東京電力は、いよいよスマートメーターの導入のための入札説明会を開始。2014年4月から7年程度の期間（当初10年程度の期間であったが3年前倒しされた）をかけて日本最大規模の2700万世帯へスマートメーターの導入を開始する。同じく「スマートメーター通信システム」（AMI）も、第1次の運用を開始する。システム全体の本格的稼働は、「スマートメーター運用管理システム」（MDMS）等が完成する2015年の7月からとなる。

ここでは、東京電力のスマートグリッドの基本的なコンセプトから、東日本大震災に（2011年3月11）による福島第一原子力発電所の事故を契機に行われてきた、スマートグリッド（スマートメーターシステム）の全面的な見直し・再検討の状況を整理して解説する。また、具体的な通信方式、スマートメーター導入の計画、新たなサービスのイメージなどを含めて、その全体像を解説する。

さらに、国際的にも広く普及し、IEC TC13 と DLMS UA（DLMS ユーザー協会）で開発・策定され、東京電力でも採用された DLMS/COSEM プロトコルによって、標準化されたデータフォーマット（IEC 標準）による電力使用情報〔検針（30分値）〕等の通信を行う（A ルート）通信プロファイルの解説を行う。

最後に今後の展望を解説する。なお、この原稿は、東京電力（株）スマートメーター推進室の企画グループマネージャー大澤武郎氏への取材をベースにまとめられたものである。

ご協力いただいた大澤武郎氏に厚く御礼申し上げます〔文責は（株）インプレスビジネスメディア SmartGrid ニュースレター編集部〕。

4.1 日本における需要家の構造とメーター機能の対応状況

最初に、日本における全般的な、家庭や企業などの電力の需要家の構造とメーター機能の対応状況を概観してみよう。

4.1.1 日本の電力需要家の現状

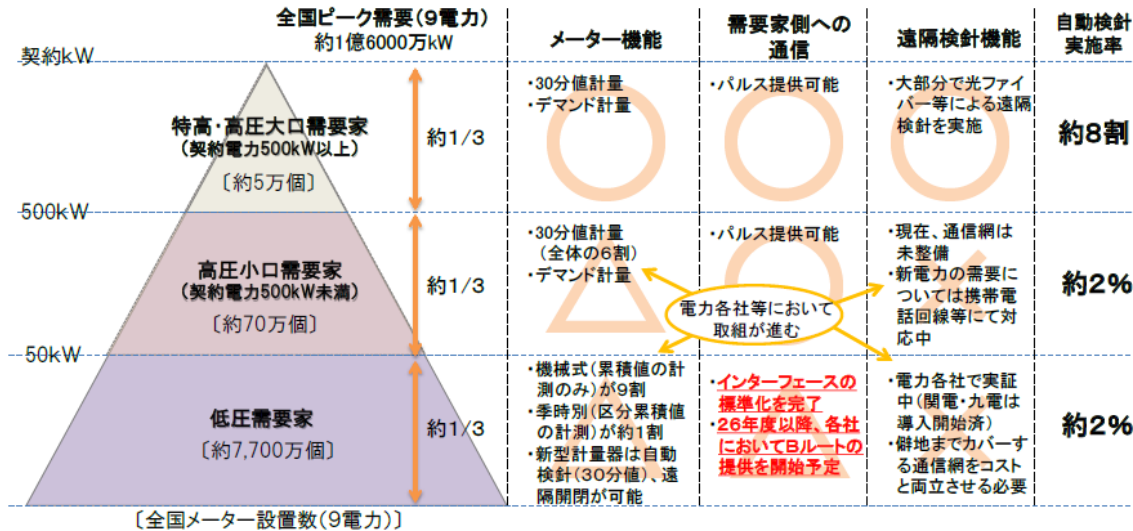
日本の電力需要家は、図 4-1 に示すように、沖縄電力を除く 9 電力会社において、大きく、

- (1) 特高・高圧大口需要家：契約電力 500kW 以上（メーター数：約 5 万个）
- (2) 高圧小口需要家：契約電力 500kW 未満（メーター数：約 70 万个）
- (3) 低圧需要家：契約電力 50kW 未満（約 7700 万个）

の3部門に分けられ、ピーク需要に占める各部門の割合はおよそ1/3ずつとなっている。

また、設置されているメーターの性能も各部門で異なっており、特高・高圧大口需要家では、大部分の需要家で遠隔検針が実施されているのに対し、低圧需要家では9割が機械式メーター（人手による検針）のままとなっているのが現状である。

図 4-1 日本の需要家構造とメーター機能の対応状況



[出所 : http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004668/pdf/012_03_00.pdf]

4.1.2 電力各社のスマートメーター等の調達方法

また、表 4-1 に家庭向けの電力各社のスマートメーター、通信方式および関連するシステムの調達方法を示しているが、調達方法については、「電気料金制度・運用の見直しに係る有識者会議」報告書⁴⁴では、スマートメーターの導入に関して、効率的な調達の観点から「オープンな形で実質的な競争がある入札を行うこと」が原則とされている。

一方、表 4-1 からわかるように、採用が予定されている家庭向けのスマートメーターの基本仕様については、

- (1) 東京電力仕様を予定しているのは、北海道電力、東北電力、中部電力、北陸電力の 5 社（東京電力を含む）であり、
- (2) 関西電力と九州電力は関西・九州仕様、
- (3) 残りの中国電力、四国電力、沖縄電力は、先行する他電力会社と基本仕様を統一するとしており、

3つのグループに分かれているのが現状であるが、今後、電力の自由化なども控えていることもあり、

⁴⁴ [平成 24 (2012) 年 3 月

http://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/energy/denkiryoukin/report_001_02a.pdf]

第5章

新ビジョン (SGVP) のもとに活性化する IEEE 標準の全体像＝スマートグリッド標準を次々に策定＝

5.1	スマートグリッド標準化に取り組む IEEE の活動.....	162
5.1.1	SGIP のスマートグリッド関連標準一覧 (CoS: Catalog of Standards)	162
5.1.2	IEEE の標準化策定プロセス.....	163
5.2	IEEE-SA が提示した IEEE ビジョンプロジェクトの設立と目的	164
5.2.1	IEEE の『ビジョンプロジェクト』設立の経緯とその目的.....	165
5.2.2	IEEE SGVP (スマートグリッドビジョンプロジェクト) の目的	167
	〔1〕 First-2-Market : 早期の市場投入.....	167
	〔2〕 産学連携	168
5.2.3	IEEE SGVP (スマートグリッドビジョンプロジェクト) の全体像	168
5.2.4	まとめ : 30 年後を予想するビジョンプロジェクトへの期待.....	169
5.3	IEEE におけるスマートグリッドへの体制と標準	170
5.3.1	学術団体と標準化団体の両面を備える IEEE.....	170
5.3.2	IEEE-SA とソサイエティによる標準化体制.....	170
5.4	学術団体としてのスマートグリッドの取り組み.....	171
5.4.1	IEEE 電力・エネルギーソサイエティの取り組み.....	171
5.4.2	IEEE 通信ソサイエティの取り組み.....	173
5.4.3	IEEE 産業エレクトロニクスソサイエティの取り組み.....	175
5.4.4	IEEE が発行するスマートグリッド関連雑誌.....	176
	〔1〕 IEEE Transactions on Smart Grid の発行	176
	〔2〕 その他のスマートグリッドに関連する雑誌.....	177
5.5	標準化団体としてのスマートグリッドの取り組み.....	178
5.6	IEEE の重要な 5 分野のスマートグリッド関連標準	188
5.7	【IEEE 標準①】 IEEE 2030 : スマートグリッドの相互運用に関する標準化動向.....	188
	〔1〕 IEEE 2030-2011 標準	189
	〔2〕 IEEE 2030 シリーズとしての標準化	189
5.7.1	電力システムからの観点 : PS-IAP	189
5.7.2	通信からの観点 : CT-IAP	193
5.7.3	情報からの観点 : IT-IAP	198
5.8	【IEEE 標準②】 IEEE 1547 : 電力系統と分散電源の相互接続に関する標準化動向.....	202

5.8.1	IEEE 1547-2003 : 電力系統 (EPS) と分散電源 (DR) の相互接続に関する標準 (Standard)	203
5.8.2	IEEE 1547.1-2005 : EPS と DR の相互接続における適合性試験手順に関する標準 (Standard)	204
5.8.3	IEEE 1547.2-2008 : EPS と DR の相互接続に関する適用指針 (Application Guide)	205
5.8.4	IEEE 1547.3-2007 : EPS と DR の相互接続における監視、情報交換および制御に関する指針 (Guide)	205
5.8.5	IEEE 1547.4-2011 : EPS と DR Island の設計、運用および統合に関する指針 (Guide)	206
5.8.6	IEEE 1547.6-2011 : EPS と DR の相互接続に関する推奨事項 (Recommended Practice)	206
5.8.7	IEEE P1547.7 : DR 相互接続の影響調査に関する指針 (Guide)	206
5.8.8	IEEE P1547.8 : IEEE 1547 の拡張利用に関する推奨事項 (Recommended Practice)	207
5.9	【IEEE 標準③】 IEEE 1888 など : 設備自動化に関する標準化動向	207
5.9.1	IEEE 1888-2011 : グリーンコミュニティ向け通信プロトコルに関する標準 (Standard)	208
5.9.2	IEEE 1888.1-2013 : グリーンコミュニティにおける制御および管理に関する標準 (Standard)	209
5.9.3	IEEE P1888.2 : グリーンコミュニティにおけるネットワーク統合と拡張に関する標準 (Standard)	210
5.9.4	IEEE 1888.3-2013 : グリーンコミュニティにおけるセキュリティに関する標準 (Standard)	210
5.9.5	IEEE P1888.4 : グリーンスmartホームおよび居住地域における制御ネットワークプロトコル (Standard)	210
5.9.6	IEEE 1888 シリーズ以外の設備自動化に関する標準	210
5.10	【IEEE 標準④】 IEEE 802、IEEE 1901 など : 通信ネットワークに関する標準化動向	211
5.10.1	IEEE 802.3 : MAC 層 (CSMA/CD アクセス方式) および物理層仕様	212
	[1] IEEE 802.3at : 次世代 PoE	213
	[2] IEEE 802.3av : 次世代 EPON	213
	[3] IEEE 802.3az : 低消費電力イーサネット (EEE)	214
5.10.2	IEEE 802.11 : 無線 LAN の MAC 層および物理層仕様	215
	[1] 各無線 LAN 規格と変調方式	215
	[2] IEEE 802.11s : メッシュネットワーク	216
	[3] IEEE 802.11ah : スマートグリッドの新規格	217

S A M P L E

〔4〕 Wi-Fi アライアンス	217
5.10.3 IEEE 802.15.4: 無線 PAN の MAC 層および物理層仕様	217
〔1〕 ZigBee アライアンスによる ZigBee 規格	217
〔2〕 IEEE 802.15.4g による SUN 規格 (スマートグリッド用物理層規格)	218
〔3〕 IETF では 6LoWPAN 規格を標準化	218
5.10.4 IEEE 802.24: スマートグリッド	218
5.10.5 IEEE 1901: 高速 PLC	219
5.10.6 IEEE 1905.1: 異種混合ネットワークの統合	219
5.11 【IEEE 標準⑤】 IEEE におけるその他の標準化動向	219
5.11.1 セキュリティに関する標準	220
5.11.2 電力品質に関する標準	220
5.12 SEP 2 相互運用コンソーシアム (CSEP) を設立	220
5.13 IEEE-SA (IEEE 標準化委員会) の動向	222
5.13.1 ビジョンに基づいた技術研究開発と標準化の連携	222
5.13.2 標準化団体間での連携体制の構築	222
【事例 1】 Open Stand	223
【事例 2】 デュアルロゴアグリーメント (Dual Logo Agreement)	223

世界最大の学術研究学会である IEEE は、その研究ソサエティに参加する研究者と企業を巻き込み、積極的な標準化活動を行っている。また、2011年9月に承認された IEEE-SA (IEEE 規格協会) におけるスマートグリッドビジョンプロジェクト (IEEE SGVP: IEEE Smart Grid Vision Project) は、30年先を見据えて、スマートグリッドの将来像を策定することを目指して活発な活動を開始している。

IEEE は、他の標準化団体と異なり、誰でも参加できるオープンさが標準化策定作業の公正さを高めている反面、作業部会の参加者以外には途中経過が分からないなど、情報収集だけを目的とした場合には不便さも見られる。また、組織としての大きさから、標準化の進捗や課題を網羅的に収集することが難しいという話はよく聞かれる。

IEEE の進める標準化は厳格なプロセスをもちながらも、策定開始から最長でも5年で発行されるという早さを持ち、技術のマネタイズを急ぐ企業からは重要視され、企業がデファクトスタンダードを狙う場面などでも重要な役割を果たしている。

筆者らは、IEEE P2030 作業部会への参加をきっかけに、その後も IEEE におけるスマートグリッド関連標準化活動の主要なメンバーとの交流や議論を続けている関係で、良質な情報に恵まれている状況にある。本章では、それらを整理する形で、IEEE に関連する広範なスマートグリッド標準の全体像とその動向を解説する。

5.1 スマートグリッド標準化に取り組むIEEEの活動

IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers、米国電気電子学会) は、米国に本部をもつ電気電子分野の学会であり、160以上の国から40万人以上の会員を有している。標準化活動については、IEEE-SA (IEEE Standards Association、IEEE 規格協会) が中心となり、これまでに1300以上の標準規格を出版し、現在も500以上の標準規格の策定作業を行っている。スマートグリッドに関連する IEEE 規格は100以上もあり、既存規格のスマートグリッドへの拡張を含めて活発に議論されている。

IEEE では、オープンな標準技術に基づいたシステム間相互運用性 (インターオペラビリティ) の確保を目指して、スマートグリッド関連の標準化に取り組んでいる。

5.1.1 SGIPのスマートグリッド関連標準一覧 (CoS: Catalog of Standards)

第1章で紹介した、NIST傘下のSGIP (Smart Grid Interoperability Panel、スマートグリッド相互運用性パネル。2013年1月にSGIP 2.0へ移行した) は、CoS (Catalog of Standards、標準一覧) と称してスマートグリッド関連機器の開発を促進する技術仕様書をまとめている。ここでは、スマー

トグリッド構築に関連する標準規格や事例、ガイドラインの概要をまとめ、レポジトリ(データベース)として更新していくとしている。2013年8月現在、IEEE 関連規格では、次の4つが認定を終えている。

- (1) IEEE 1815-2010, IEEE Standard for Electric Power Systems Communications - Distributed Network Protocol (DNP3) (電力システムの通信に関する IEEE 標準-分散型ネットワークプロトコル)
 - (2) IEEE 1901-2010, IEEE Standard for Broadband over Power Line Networks : Medium Access Control and Physical Layer Specifications (高速電力線通信 : MAC 層および物理層仕様)
 - (3) IEEE C37.238, IEEE Standard Profile for Use of IEEE 1588 Precision Time Protocol in Power System Applications (電力システムにおける高精度な時刻同期プロトコルの使用に関する IEEE 標準プロファイル)
 - (4) IEEE C37.239, IEEE Standard for Common Format for Event Data Exchange (COMFEDE) for Power Systems (電力システムにおけるイベントデータ交換のための共通フォーマット)
- IEEE は、今後も PAP に関連した優先度の高い規格から CoS への申請を行うとしている。

5.1.2 IEEEの標準化策定プロセス

IEEE の標準化活動は IEEE-SA が中心となり、これまでに策定済みの標準規格 1300 以上、現在でも有効な標準規格は 900 以上、策定中のものは 500 以上という規模で行われている。IEEE-SA には 7,000 以上の個人会員、200 の企業会員がおり、20,000 人以上が標準化活動に関わっている。

ここでは、IEEE の標準化策定プロセスを紹介する (図 5-1)。

S A M P L E

第6章

大改訂された ITU-T におけるスマートグリッド
標準と G. hn (高速) / G. nbplc (低速) 規格

6.1	スマートグリッドの概念モデルの検討.....	227
6.2	ITU-T におけるスマートグリッドの標準化体制とその仕組み	229
6.2.1	ITU-T におけるスマートグリッドの標準化体制.....	229
6.2.2	プロジェクト名 : G. nbplc と G. hn で標準化を推進.....	230
	[1] ITU-T/SG15 の WP1 の中の Q. 15/Q. 18 で標準化	230
	[2] G. nbplc 関連規格 (勧告) : G. 9955/G. 9956、および G. 990x シリーズの 7 つ	230
	[3] G. wnb 規格 (勧告) : G. 9959	230
	[4] G. hn 関連規格 (勧告) : G. 996x シリーズの 5 つ.....	231
	[5] G シリーズ勧告	231
6.3	ITU-T におけるスマートグリッドに関する標準規格 : G. hn と G. nbplc.....	234
6.3.1	スマートグリッド規格 : ITU-T SG15 Q. 15 と Q. 18 が策定.....	234
6.3.2	G. hn と G. nbplc : スマートグリッド向け規格	235
6.4	G. hn の標準化動向① : 3 つの基本標準で構成.....	235
6.4.1	G. hn 規格 : 電力線・同軸線・電話線を対象.....	235
6.4.2	IEEE 1901 との共存が可能.....	236
6.4.3	G. hn アーキテクチャ参照モデル.....	237
6.4.4	G. hn のプロトコル参照モデル.....	238
6.4.5	G. hn が規定するバンドプラン.....	239
6.5	G. hn の標準化動向② : スマートグリッド向け G. hn バンドプラン	240
6.5.1	G. hn の LCP プロファイル : スマートグリッド向け簡易プロファイル.....	240
6.5.2	最大伝送速度は 20Mbps.....	241
6.6	G. hn の標準化動向③ : G. hn (電力線におけるバンドプラン) に関する今後の課題...	242
6.7	G. nbplc の標準化動向① : ナローバンドを利用した電力線通信技術の現状.....	242
6.7.1	G. hn と G. nbplc の違い.....	242
6.7.2	G. nbplc の周波数帯.....	243
6.7.3	OFDM 方式ベースの G. hnem や G3-PLC、および PRIME.....	243
6.8	G. nbplc の標準化動向② : G. nbplc の標準化状況.....	244
6.8.1	G. hnem プロジェクトを G. nbplc プロジェクトとして整理.....	244
6.8.2	ナローバンド PLC (狭帯域 PLC) 標準の新しい体系	245
6.9	G. nbplc の標準化動向③ : G. 9902 (G. hnem) 規格の内容	246

6.9.1	NIST の要求条件をすべて盛り込む.....	246
6.9.2	G.hnem のネットワークモデル.....	247
6.9.3	電力管理向けネットワークモデルの例	248
6.9.4	G.hnem の物理層の構成.....	249
	[1] 物理層の機能ブロックモデル.....	249
	[2] G.hnem の物理層の特徴	250
	[3] G.hnem のバンドプラン	251
6.9.5	G.hnem および G.hn における使用周波数帯.....	253
6.9.6	G.hnem のデータリンク層の構成.....	254
	[1] データリンク層の機能ブロックモデル.....	254
6.10	G.nbp1c の標準化動向④：G3-PLC と PRIME の概要.....	257
6.10.1	G.9903（G3-PLC）の概要	257
	[1] CENELEC バンドに FCC バンド、ARIB バンドを追加！	257
	[2] ECHONET Lite を実装するために推奨される G3-PLC.....	257
	[3] G.nbp1c 向けのルーティングプロトコルを規定する G.9905.....	258
6.10.2	G.9904（PRIME）の概要	258
	[1] IPv6/OFDM を採用した狭帯域 PLC 標準の新しい体系	258
	[2] G.9902（G.hnem）、G.9903（G3-PLC）、G.9904（PRIME）	258
6.11	G.nbp1c の標準化動向⑤：G.nbp1c に関する今後の課題.....	259
6.11.1	IEEE P1901.2 WG グループでの共存の検討.....	259
6.11.2	ITU-T 方式と IEEE 方式の共存を実現.....	260
6.12	ITU-T におけるその他のスマートグリッド関連標準化の動向	261
6.12.1	「G.wnb」の標準化作業：Annex に Z-Wave を規定.....	261
	[1] 「G.wnb」の規定から「G.wnb-freq」の規定へ.....	261
	[2] G.wnb 関連における新しい標準化の動き	262
6.12.2	JCA SG & HN（ホームネットワーク）の展開	262
6.13	複数ベンダによる相互接続性の確認.....	263

ITU-T において、「電力線のみ」を対象としたトランシーバ規格「狭帯域・低速 PLC (G.nbplc)」の大幅な改訂が行われた。

スマートグリッドの実現において、情報通信技術 (ICT) の役割は重要である。情報通信技術の標準化を 100 年以上にわたり担ってきた ITU (国際電気通信連合) では、スマートグリッドの実現に貢献するため、2010 年から具体的な取り組みを開始した。まずは、ITU で取り組むべき領域を見極めるためにフォーカス・グループ (FG: Focus Group) と呼ばれる検討グループを立ち上げ、スマートグリッドにおける情報通信技術の役割を明らかにし、情報通信網に求められる条件やアーキテクチャの整理が行われた。その後、ITU-T/SG15 (第 15 研究委員会) で具体的な標準化が開始された。

本章の前半では、ITU-T においてどのような仕組みで標準化が行われるか、その標準化を推進する ITU-T/SG15 の位置づけと具体的な標準化活動の全体について整理して述べる。また、本章の後半では、ITU-T/SG15 において、実際の標準化が行われている、宅内広帯域網に適用される G.hn (home network、ホームネットワーク) と、電力線伝送に特化した G.nbplc (narrow band plc、狭帯域 PLC) に関する最新の勧告 (標準規格) について整理して述べる。SG15 では、もともと電力線伝送を含む宅内網の標準化に取り組んでおり、それをスマートグリッド用に拡張することによって、ITU の中でも先行してスマートグリッドに関する標準化作業を進めることが可能であった。

6.1 スマートグリッドの概念モデルの検討

現在、国際的に取り組まれているスマートグリッドの定義については、必ずしも統一的なものがあるわけではない。図 6-1 に、スマートグリッドのイメージを示すが、簡単に言えば、スマートグリッドとは、情報通信技術 (ICT) を用いて電力の需要と供給を適切に制御できるようにした、すなわち、インテリジェント化した電力供給システムのことである。これを米国の NIST (National Institute of Standards and Technology、国立標準技術研究所) は、図 6-2 (表 6-1 に用語解説) のように、需要家 (顧客)、市場、サービスプロバイダ、運用、大規模発電、送電、配電の 7 つのドメイン (領域) で描いた。これは、スマートグリッドの概念モデル (Conceptual Model) であるとして国際的に大きな反響を呼んだ。

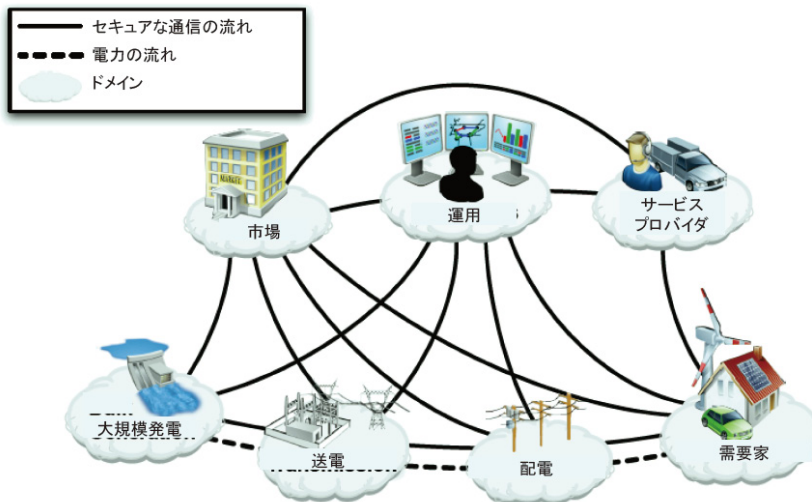
例えば、欧州に本拠を置く IEC (International Electrotechnical Commission、国際電気標準会議) でもこの NIST のスマートグリッドの概念モデルの採用が決定されたため、いわば世界共通のモデルとなっており、スマートグリッドを考える際の出発点でもある。このため、ITU でもこの概念モデルから検討が開始された。

図 6-1 スマートグリッドのイメージ「ICT（情報通信技術）を用いてインテリジェント化した電力供給システム」



[出所：スマートグリッドの国際標準と最新動向 2012、2012年3月、インプレス R&D 刊]

図 6-2 NIST が策定したスマートグリッドの概念モデル (Conceptual Model)



[出所「NIST Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards, Release 1.0(Draft) 2009年9月、http://epic.org/smartgrid_interoperability.pdf]

表 6-1 スマートグリッド概念モデルのドメイン (注：電力の自由化が行われている米国の場合)

ドメイン (Domain)	ドメイン (領域) 内の各アクター (Actor、①～⑦)
ドメイン	インタフェースの定義に当たって共通性をもつアクター (装置、組織など) をグループ化したもの。(図 6-2 で雲の形をした「市場」や「運用」などのこと)

第7章

IoT/M2M への流れを加速する IETF 標準＝
6LoWPAN も完成し HAN 構築のキーテクノロジー

＝

7.1	IETF のスマートグリッド向け最新標準化動向	267
7.1.1	NIST のスマートグリッドネットワークと IETF の役割.....	267
	〔1〕 NIST のスマートグリッドを構成するネットワーク	267
	〔2〕 スマートグリッドネットワークを2つに分ける.....	268
7.1.2	スマートグリッドとインターネットの関係	269
7.2	IETF の活動とスマートグリッドの取り組み	271
7.2.1	IETF (インターネット技術標準化委員会)	271
7.2.2	スマートグリッドに関する IETF の活動内容	273
7.3	スマートグリッド基幹網と IETF の技術.....	274
7.3.1	スマートグリッドの基幹網はインターネット技術を再利用	274
7.3.2	NIST が IETF に打診したのはプロトコルセットの必要性が背景.....	274
7.3.3	IETF が示したスマートグリッドの IP 化に向けたガイドライン： RFC 6272 (スマートグリッドのためのインターネットプロトコル)	276
7.4	IETF におけるスマートグリッドへの具体的な活動 ＝HAN からエネルギー管理、IoT まで＝.....	276
7.4.1	IETF の HAN (ホームネットワーク) 関連の標準の策定	276
7.4.2	IETF における「エネルギー管理」標準の策定.....	279
7.4.3	IETF が目指す「IoT」(Internet of Things) と、 それを実現するスマートオブジェクトのコンセプト	280
	〔1〕 IoT とスマートオブジェクト	280
	〔2〕 数百億台のコンピュータから数兆台のスマートオブジェクトを接続.....	281
7.4.4	IETF で進む「スマートオブジェクト」関連の標準化.....	281
	〔1〕 「lwig」ワーキンググループ：「軽量な実装指針」標準の策定.....	281
	〔2〕 「homenet」ワーキンググループ：「ホームネットワーク」標準の策定.....	281
7.5	IETF WG の活動①【6lowpan ワーキンググループ】：6LoWPAN.....	283
7.5.1	6LoWPAN とその RFC	283
7.5.2	6LoWPAN が想定する通信環境およびデバイス.....	284
7.5.3	6LoWPAN の2種類のデバイスと3つのトポロジー.....	285
7.5.4	6LoWPAN における標準化目標と現在の活動.....	286

7.6	IETF WG の活動②【roll ワーキンググループ】: ROLL/RPL.....	287
7.6.1	ROLL とその RFC.....	287
7.6.2	ROLL で標準化されている RPL プロトコル.....	289
7.7	IETF WG の活動③【core ワーキンググループ】: CoRE/CoAP.....	291
7.7.1	CoRE と CoAP およびその RFC.....	291
7.7.2	REST アーキテクチャ.....	293
7.7.3	CoAP アプリケーションプロトコルの仕組みと機能.....	293

インターネットは人が利用するためのネットワークから、「人が介在しないマシン間通信やセンサーネットワークなどを実現するために、あらゆる物を IP 化する」という Internet of Things (IoT、モノのインターネット)へとその姿を変えようとしている。そして、数百億台のコンピュータから数兆台の IP 化された小型デバイス（スマートオブジェクト）がインターネットに接続される時代がやってくる。スマートメーターや家電製品などを IP 化し電力監視・制御するスマートグリッドは、まさにこの IoT を体現する動きである。また、最近では、国際的に M2M (Machine To Machine) コミュニケーションへの取組みも活発化している。

スマートメーターや家庭内の機器やセンサーを接続する HAN (ホームネットワーク) 向けに、通信プロトコルの標準化も進んできた。具体的には、省電力なコンピュータでも、不安定な無線ネットワークでも IP を利用するため、経路制御、IP の拡張、アプリケーションフレームワークをそれぞれ ROLL、6LoWPAN、CoRE ワーキンググループで標準化作業が進んだことである。また、ルータやスイッチなどの通信機器の電力監視や制御を実現するため、eman ワーキンググループが標準化を進めている。本章では、スマートグリッドに関する IETF (インターネット技術標準化委員会) の活動をまとめている。

7.1 IETFのスマートグリッド向け最新標準化動向

7.1.1 NISTのスマートグリッドネットワークとIETFの役割

[1] NISTのスマートグリッドを構成するネットワーク

スマートグリッド (Smart Grid) は、各国で張り巡らされた電力網に情報通信ネットワークの技術 (ICT) を適用して実現する次世代の電力網である。すなわち、情報通信ネットワークを整備することによって、電力網の安定化と、信頼性の向上をめざしている。米国では、スマートメーターの導入が進み、家庭の電力消費量をネットワーク経由で管理・運用するサービスがすでに開始されている。将来は、電力網の管理をネットワーク化し、家庭内の電化製品 (スマートアプライアンス) までも制御するという壮大な構想となっている。

ここで、スマートグリッドを構成するネットワークを整理してみる。

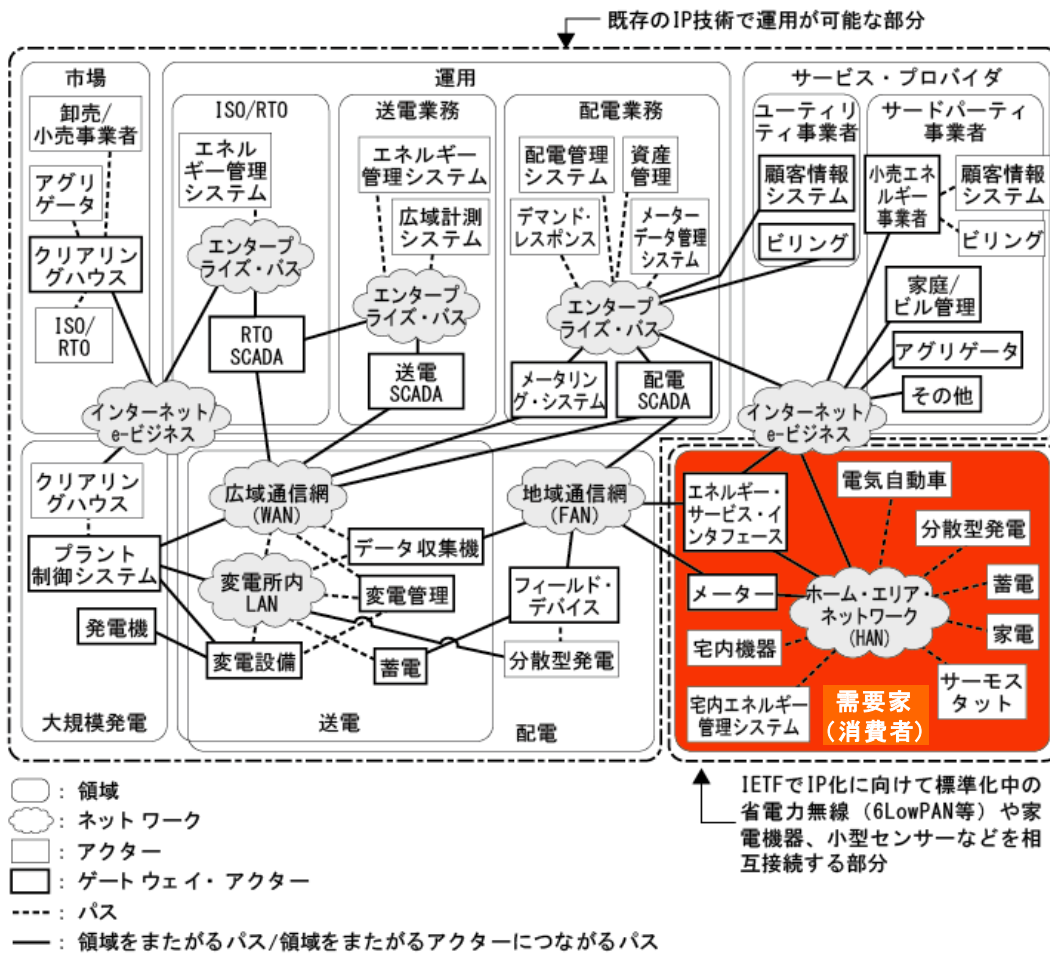
図 7-1 は、米国の国立標準技術研究所「NIST」(National Institute of Standards and Technology) が発表したスマートグリッドに関するネットワークの構成図であるが、家庭内網、電力運用網、サービスプロバイダ、送電網など、電力運用に関連するさまざまな事業者や利用者がネットワークで接続されていることを示している。

[2] スマートグリッドネットワークを2つに分ける

図 7-1 に示す、それぞれのネットワークは、表 7-1 のように分類できるが、スマートグリッドに関するインターネット技術を整理するには、スマートグリッドネットワークを次のように、公衆インターネットとホームエリアネットワーク (HAN) の2つに分けると分かりやすい。

- (1) 電力網の運用や配給をつかさどる基幹網 (公衆インターネット) の部分 [前出の図 7-1 の右下のホームエリアネットワーク (HAN) 以外のすべてのネットワーク] : 既存の IP 技術で運用が可能な部分。本文の 7.3 節「スマートグリッド基幹網と IETF の技術」で解説している。
- (2) 図 7-1 の右下の小さな四角の需要家 (消費者) のホームエリアネットワーク (HAN) 部分 : 現在、IETF で IP 化に向けて標準化中の、家電機器や小型センサーを省電力無線で接続する 6LoWPAN ネットワーク。本文の 7.4 節で解説している。

図 7-1 NIST のスマートグリッドネットワークの概要図



[出所 : NIST Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards, Release 1.0、NIST、2010年1月]

索引

アルファベット索引

■ 数字・記号

2QAM	250
3GPP	283
3つの視座	118
3つの通信方式	122
4QAM	250
4冊のカラーブックの発展	147
6lo	282
6lowpan	283
6LoWPAN	36, 126, 218, 255, 293
6LoWPANが想定する3つのトポロジー	286
6LoWPANに関する標準化文書(RFC)	283
6LoWPANの主な10の特徴(RFC 4919)	284
6lowpanワーキンググループ	278, 283
6tisch	282
7階層モデル	275
16QAM	250
401	89
802.11s	36
802.15.4-2003	284
802.16m	36
α-参照点	249
δ-参照点	249

■ A

AAL	139
AAP	246
ACSI	56
ADP	254
AE (Application Entity)	254
AEP	34
AES	152
AES key wrap	152
AMC-SS PLC	148
Amendment	246
AMI	121, 240, 269, 276
AMI (消費電力検針用の通信基盤) サービス 向け構成例	241
Annex	231
Annex C	240
ANNEX I.2	20
AODV	287

APC	247, 256
APC サブレイヤの構成	256
APDU	254
API	209
ARIB	252
ARIB STD-T108	123
ARIB STD-T84 1.0版	258
ARIB バンド	243
ARRA	18
ASHRAE	293
ASN.1	279
ATC	32
ATIS	37
A ルート	122, 129, 131

■ B

B2G	32
BACnet	293
BACnet/IP	207
BEMS	205
Blue Book	146, 147
BPL	35, 219
BSS	216
Bulk Generation	47
B ルート	111, 129, 131
B ルートにおける通信方式の プロトコル構成	125
B ルート機能	114
B ルート通信方式に関するプロトコル構成	127

■ C

CEA	53
CEMS	133
CEN	37
CENELEC	37
CENELEC - A バンドプランに関する 周波数割り当て	252
CENELEC - B バンドプランに関する 周波数割り当て	252
CENELEC - CD バンドプランに関する 周波数割り当て	252
CENELEC A バンド	251
CENELEC B バンド	251

CENELEC CD バンド	251
CENELEC バンド	243
certificate fingerprint	91
CES	250
CIM	141
CIM User Group	33
CIS	121
CoAP	36, 278, 291, 293
CoAP アプリケーションプロトコルの 仕組み	293, 294
CoAP が提供する主な機能	295
CoAP プロキシ	294
COMFEDE	57, 187
COMNAME	187
COMTRADE	186
Cor. 1	246
CoRE	291
core ワーキンググループ	278, 291
core ワーキンググループが協調している 標準化団体	292
core ワーキンググループに関する 標準化文書 (RFC)	292
CoS	45, 61, 162
COSEM	140, 141
COSEM データ	150
CoS として認定されている標準規格	49
CoS への掲載基準	46
CoS 一覧	49
CPS	29
CRL	90
CSEP	34, 220, 221
CSMA	212
CSMA/CA	215
CSMA/CD	255
CT-IAP	193
Customer	47
C ルート	129, 131

■ D

DAG	278, 289
DBA	214
DECT ULE	282
DER	57, 73
DHS	59
DICE	282
DIRECTIVE 2009/72/EC	20
Directorate	273
Distribution	47
DLL	244
DLMC/COSEM 環境における標準プロトコル	152
DLMS	140
DLMS UA	140, 146

DLMS/COSEM のクライアントと サーバのセッション	155
DLMS/COSEM の通信プロファイル	153, 154
DLMS/COSEM ベースの クライアントモデルの構成	155
DLMS/COSEM 対象製品	149
DLMS 標準関連製品の 製造業者数と認証製品数	150
DM (Domain Master)	247
DMS	229
DNP3	50, 184
DODAG	290
DODAG ルート	290
DOE	18
DR (Distributed Resources)	202, 203
draft	292
DRRC	67
DRSG	34
DS (Distribution System)	216
DSSS/CKK	215
DTE	213
DTLS	282, 296

■ E

ECC	90, 152
ECDSA	152
ECHONET Lite	69, 112, 257
EEE	214
EFM 規格	213
EI (Energy Interoperation)	73, 81
EiActivePeriod	85
EiEvent eventDescriptor (イベント識別子)	84
EiOpt サービスの定義	98
EISA	26, 31
EiTarget	85
eman	279
eman ワーキンググループ	279
EN (European Norm)	141
EPON	213
EPON の構成	214
EPRI	30, 34
EPS	203
EPS, DR と ICS の関係	205
ERDF	243
ETSI	37
EV&ITS プロジェクト	169

■ F

FAN	120, 217, 269
Fast DR	77, 78
FCC - 1 バンドプランに関する 周波数割り当て	253

FCC - 2 バンドプランに関する 周波数割り当て	253
FCC-1 バンド	251
FCC-2 バンド	251
FCC バンド	243, 251
FCC バンドプランに関する周波数割り当て	253
FEC	237, 239
FERC	31
FFD	285
FFT	241
FFT OFDM	219
FG (Focus Group)	262
FIAP	208
First-2-Market	167
FSK	243

■ G

G. 9901	233, 246
G. 9902 (G. hnem)	233, 244, 246, 258
G. 9903 (G3-PLC)	233, 244, 246, 258
G. 9903 (G3-PLC) の概要	257
G. 9904 (PRIME)	233, 244, 246, 258
G. 9904 (PRIME) の概要	258
G. 9905	233, 246, 258
G. 990x シリーズ	245
G. 9955	233, 246
G. 9956	233, 246
G. 9959	262, 282
G. 9960	233, 235, 236
G. 9961	233, 235, 236
G. 9962	236
G. 9963	233, 236
G. 9964	233, 236
G. 9972	233, 235, 236
G. cx	231
G. hn	34, 230, 233, 234, 235
G. hn LCP	253
G. hnem HAN	248
G. hnem および G. hn (電力線モード) の 使用周波数帯	254
G. hnem データリンク層における 機能ブロックモデル	256
G. hnem のデータリンク層	254
G. hnem のネットワークモデル	247
G. hnem のバンドプラン	251
G. hnem の物理層	249
G. hnem プロジェクト	244
G. hnem 物理層における機能ブロックモデル	251
G. hn-mimo	231
G. hn アーキテクチャ参照モデル	237
G. hn が規定するバンドプラン	239
G. hn で規定される各種バンドプラン	239
G. hn と G. nbplc の違い	242

G. hn のプロトコル参照モデル	238
G. hn の標準化動向	235
G. hn プロトコル参照モデルと機能概要	238
G. hn ホームネットワークの アーキテクチャモデル	237
G. hn 関連規格 (勧告)	231
G. hn 関連標準の概要および標準化状況	236
G. nbplc	230, 233, 234
G. nbplc の周波数帯	243
G. nbplc の標準化動向	242
G. nbplc プロジェクト	244
G. nbplc 関連規格 (勧告)	230
G. nbplc 狭帯域 PLC 標準の概要	259
G. nbplc 標準体系の見直し	245
G. wnb	233, 261
G. wnb-freq	261
G. wnb 関連標準の概要および標準化状況	262
G. wnb 規格 (勧告)	230
G3-PLC	243, 250, 257
GCM	152
Global Master (GM)	241, 247
GLOBECOM	174
GM (Global Master)	
Green Book	146, 147
GRIDMAN TG	36
GridWise Alliance	34
GridWise Architecture Council による 8 層モデル	47
GWAC	32
G シリーズ勧告	231

■ H

H2G	32
HAN	120, 213, 269
HE (Head End)	139
HEMS	108
HEMS における 標準メディアプロトコル構成	126
HomeGrid Forum	34
HomePlug Alliance	34
HTTP	293
http200	81
HTTP ヘッダ	87
HTTP メソッド	87

■ I

I2G	32
IAB	272
IANA	272
ICANN	272
ICC	173
ICC 2012	174

ICC 2013	174	IEEE 1547-2003	203
ICC 2014	174	IEEE 1547 シリーズの構成	203
ICS	204	IEEE 1588	58
IDB	247	IEEE 1888	207
IEC	33, 135, 137	IEEE 1888. 1-2013	209
IEC 61334	149	IEEE 1888. 3-2013	210
IEC 61334-4-32	154	IEEE 1888-2011	208
IEC 61334-5-1	153	IEEE 1888 シリーズの構成	208
IEC 61508	142	IEEE 1901	211, 219
IEC 61850	142	IEEE 1901. 2-2013	219
IEC 61850 User Group	34	IEEE 1901-2010	219
IEC 61968	141, 142	IEEE 1901 との共存	236
IEC 61968: 共通情報モデル/分散管理関連の 標準仕様	144	IEEE 1905. 1	219
IEC 61968-1	144	IEEE 1905. 1-2013	219
IEC 61968-3	144	IEEE 2030	188
IEC 61968-4	144	IEEE 2030 CT-IAP	194
IEC 61968-8 進行中の作業	145	IEEE 2030 CT-IAP インタフェース	196
IEC 61968 を含む IEC TC57 担当の規格体系の例	145	IEEE 2030 CT-IAP の構成要素	193
IEC 61970	142	IEEE 2030 CT-IAP 構成要素	195
IEC 62056	142	IEEE 2030 IT-IAP インタフェース	201
IEC 62056 / EN 13757- 1	141	IEEE 2030 IT-IAP 構成要素	200
IEC 62056: 関連の標準仕様	142	IEEE 2030 PS-IAP インタフェース	191
IEC 62056 「DLMS/COSEM」の 通信プロファイル	148	IEEE 2030 PS-IAP の構成要素	191
IEC 62056-21	142	IEEE 2030-2011 標準	189
IEC 62056-31	142	IEEE 2030 シリーズ	189
IEC 62056-41	142	IEEE 802	211
IEC 62056-42	143	IEEE 802. 11	215
IEC 62056-46	143, 154	IEEE 802. 11-2012	215
IEC 62056-47	140, 143	IEEE 802. 11a	215
IEC 62056-51	143	IEEE 802. 11ah	217
IEC 62056-52	143	IEEE 802. 11b	215
IEC 62056-5-3	140, 143	IEEE 802. 11g	215
IEC 62056-6-1	140, 143	IEEE 802. 11n 規格	216
IEC 62056-6-2	144	IEEE 802. 11s	216
IEC 62351	142	IEEE 802. 15. 4	217, 218, 283
IEC TC13	141	IEEE 802. 15. 4-2006	217
IEC/TR 61968-11	145	IEEE 802. 15. 4g	217, 218
IEC/TR 61968-13	145	IEEE 802. 15. 4g (SUN)	123, 218
IEC/TR 61968-9	144	IEEE 802. 24	218
IEC/TR 62357	142	IEEE 802. 3	212
IEC/TS 61968-2	144	IEEE 802. 3-2012	212
IECON	176	IEEE 802. 3at	213
IED	34, 56	IEEE 802. 3av	213
IEDs	183	IEEE 802. 3az	214
IEEE	35, 162	IEEE 802 委員会	212
IEEE 1547	202	IEEE P1547. 7	206
IEEE 1547. 1-2005	204	IEEE P1547. 8	207
IEEE 1547. 2-2008	205	IEEE P1815. 1	211
IEEE 1547. 3-2007	205	IEEE P1854	211
IEEE 1547. 4-2011	206	IEEE P1888. 2	210
IEEE 1547. 6-2011	206	IEEE P1888. 4	210
		IEEE P1901	237
		IEEE P1901 WG	35
		IEEE P1901. 2	219

■ M

M/441	148
M2M	16, 173, 277
MAC	179, 212, 235, 247
Markets	47
MDI	249, 250
MDMS	59, 121, 135
MIB	279
MIMO	216, 231
MMS	59
Modbus	207
MPDU	250, 255
MRHOF	289
MTC	282
Multispeak	64

■ N

NAESB	51
NAESB REQ	51
NAT	83
NDP	278
NEMA	35, 51
NERC	60
NesCom	164
NICT	174
NIST	19, 26, 32, 267
NIST Cyber Security	89
NIST SGIP PAP15	260
NIST SP 800-131	90
NISTIR	51
NIST が策定したスマートグリッドの 概念モデル	228
NIST が特定したスマートグリッド関連の 標準規格	53, 61
NIST によるスマートグリッドに関する 取り組みの経緯	38
NIST によるスマートグリッドの 概念参照モデル	46
NIST の「リリース 3.0 ドラフト版」	27
NIST のサイバーセキュリティ	27
NIST のスマートグリッド ネットワークの概要図	268
NIST のフレームワーク/ロードマップ に関する 3 つのリリース	28
NIST フレームワークリリース 1 と リリース 2 からリリース 3 への発展	29
NIST リリース 3.0	39
NIST を中心にした スマートグリッド関連の標準化組織	31
NPO	27
NSA Suite B	151, 152
NSTC	19

■ O

oadr	81
oadrEvent	84
OASIS	32, 55, 68, 293
OASIS EI	55
OASIS EI Version 1.0	74
OASIS EMIX	55
OBIS	139, 140
OF (Objective Function)	290
OFDM	215, 239
OFDM 方式ベース	243
OLE	55
OLSR	287
OLT	213
oneM2M	283
OnlineGreenComm	173, 174
ONU	213
OPC-UA	50
OPC-UA Industrial	55
Open Stand	223
OpenADR	55, 67, 73, 112
OpenADR 2.0	75
OpenADR 2.0a	75, 76, 81
OpenADR 2.0a フィーチャーセット	81
OpenADR 2.0b	75, 76, 92, 99
OpenADR 2.0b と OpenADR 2.0a の比較	91
OpenADR 2.0b における EiEvent Pull の拡張	92
OpenADR 2.0b のレポートに関する プロファイル	95
OpenADR 2.0b 仕様書	79
OpenADR 2.0c	75, 76
OpenADR 2.0 スキーマ	79
OpenADR 2.0 におけるセキュリティ	89
OpenADR 2.0 におけるトランスポート機構	86
OpenADR 2.0 フィーチャーセット	75
OpenADR 2.0 プロファイル	73
OpenADR アライアンス	73
OpenADR アライアンスレポート プロファイル	95
OpenADR におけるシステム登録の手法	91
OpenADR におけるデータの授受	79
OpenADR におけるメッセージの交換	78
OpenADR に関するトピック	98
OpenADR を利用する利点	72
OpenHAN	58
OpenSG	32, 33, 292
Operations	47
OPGW	181
OSI	275
OSI7 階層モデルと インターネット参照モデル	274
OSPF	287

out-of-band 91

■ P

PAN 217
 PAP 31, 60
 PAPI5 244
 PAR 164
 PCC 204
 PCS 239, 247
 PCS サブレイヤ 250
 PES 35
 PEV 218
 PFH 250
 PHY 179, 235
 PKI 90
 PLC (Power Line Communication) ... 123, 229
 PLMA 99
 PMA 239, 247
 PMA サブレイヤ 250
 PMD 239, 247, 250
 PMD サブレイヤ 250
 PMI 249
 PMU 57
 PoE 213
 PoE plus 213
 Poll 92
 PON 213, 236
 PPP 155
 PRIME 243, 250
 PRIME アライアンス 258
 prTS 148
 PSD 238, 244, 246
 PS-IAP 189
 PSK 243
 Pull 82, 86
 Push 81, 86

■ Q

Q (Question) 230
 Q. 15 230, 233, 235
 Q. 15/Q. 18 230
 Q. 18 230, 233, 235
 QAM 250

■ R

Recovery Act 18
 Research Forum 166
 Research Group 166
 REST 278
 REST アーキテクチャ 293
 RevCom 164

S A M P L E

RF (Radio Frequency) 240
 RF (Research Forum) 166
 RFC 117, 272
 RFC 4919 283, 284
 RFC 4944 284
 RFC 5548 288
 RFC 5673 288
 RFC 5826 288
 RFC 5867 288
 RFC 6206 289
 RFC 6272 276
 RFC 6282 284
 RFC 6550 288
 RFC 6551 288
 RFC 6552 288
 RFC 6568 284
 RFC 6606 284
 RFC 6690 292
 RFC 6719 289
 RFC 6775 284
 RFC 6988 280
 RFC 6997 288
 RFC 6998 289
 RFC による旧仕様の見直しー
 総括 (仕様・プロジェクト計画全般) ... 119
 RFD 285
 RFP 117
 ROLL 36, 287
 roll (ロール)
 ワーキンググループ 278, 287, 289
 ROLL に関する標準化文書 (RFC) 288
 RPL 278, 288, 289
 RPL (リプル) における DODAG と
 RPL インスタンスの関係 290
 RPL インスタンス 290
 RPL インスタンス識別子 290
 RPL で経路を計算した後に利用できる
 通信経路 291
 RSA 90
 RTO 229, 269

■ S

SAB 164
 SAE 52
 SAE International 35
 SC (Sub committee) 138
 SCADA 133, 269
 SCC 164, 170
 SCC21 35
 SDO 26, 283
 SENSEI 293
 SEP 1.0/1.1 217
 SEP 2 34, 69, 112, 217

SEP 2 のプロトコルスタック	221
SEP 2 相互運用コンソーシアム	220
Service Provider	47
SERVICE.request	152
SERVICE.respond	152
S-FSK PLC	153
SG (Strategic Group)	137
SG1	138
SG15	230, 234
SG15 における各 WP (作業部会) の 役割と機能	233
SG2	138
SG3	33, 137, 138
SG4	139
SG5	139
SG6	139
SGDP	18
SGIG	18
SGIP	27, 40, 162
SGIP 2.0	27, 32, 40
SGIP 2.0 における標準規格策定プロセス	43, 44
SGIP 2.0 内の組織とそれぞれの役割	42
SGTCC	58
SIGSGC	173
SignalName の拡張	94
Slow DR	77, 78
Smart Grid TAG	218
SmartGridComm	173
SMB	33, 137
SMB 下の 6 つの SG (Strategic Groups、戦略グループ)	138
SNMP	276, 279
SNR 利得	250
SSCP	184
SSL	91
STEP	37
Study Group	166
SUN 規格	218
Synchrophasor	57

■ T

TAP	246
TASE.2	49
TC (Technical Committee)	137
TC13 WG 14/TC57	140
TC-BACM	175
TCGCC	173
TC-NBCS	175
TC-SA	175
TC-SmartGrids	175
TDM	214
TDMA	214
TEPCO	121

TG 4g	218
The Blue book	141
The Green book	141
Third Energy Package	20
TIA	37
TLS	296
TLS 1.5	88
TR-1043	125
Transmission	47
TSAG	262
TSCGCC	173
TSCH	282
TTC	32, 257

■ U

UAN	248
UCA	292
UCAIug	31, 32, 89
UDP	295
UGCCNet	207
UGCCNet のネットワーク構成	209
UHV	138
UML モデル	85
UPOE	213
URI	86
User-Agent ヘッダ	89
UTF-8	88
UTP	213

■ V

V2H	133
VEN	71, 74, 80
VTN	74, 79

■ W

W3C	223
W3C 勧告	223
WAN	120, 214, 269
Wavelet OFDM	219
WDM	214
WG (Working Group)	272
White Book	147
Wi-Fi Alliance	36, 217
WiMAX 2	36
WiMAX Forum	36
Wi-SUN アライアンス	123
Wi-SUN 規格	123
Working Group	166
WP (Working Party)	234
WP1	233, 234
WP2	233

WP3	233
WPAN	126, 283
WTS12 会合	234

■ X

X. 509v3	90
XMPP	78, 89

■ Y

Yellow Book	147
-------------	-----

日本語索引

■ あ

アイドル	214
アクセス BPL	35
アクセス網 (FAN)	149
アクター	228, 229
アクリリッジ	81
アグリゲータ	73
アダプテーション層	126
アダプテーションレイヤ	262
アプリケーションエラーコード	98
アプリケーション層	275, 278
アンシラリーサービス	71, 78

■ い

一体型メーター	115
イベント	74, 84
意味的理解	47
インターオペラビリティ	162
インターネット関係の組織図	271
インターネットの各層の役割	275
インターネットの成長と IP 通信の展開	282
インデックス番号	252
インパルス性雑音	250

■ う

運用	229
運用ポリシー	270

YSCP	133
------	-----

■ Z

ZigBee	207, 283
ZigBee Alliance	36, 217
ZigBee/HomePlug	293
ZigBee 規格	217
Z-Wave	230, 261

■ え

エッジ	285
エリア EPS	203
エンコード	87
エンタープライズバス	269
エンティティ	140
エンド・ツー・エンド	275

■ お

欧州・米国・日本で使用される 狭帯域 PLC の周波数帯	259
欧州におけるスマートグリッド	19
欧州におけるスマートグリッド 関連プロジェクトの分布状況	21
オーバライド	72
オープンイノベーション	72
オープンスタンダード	72
オバマ大統領の “State of the Union”	17
オプトアウト	72, 75
オプトイン	75

■ か

概念モデル	227
仮想エンドノード	80
仮想最上位ノード	74
仮想終端ノード	74
仮想上流ノード	71, 79
加入	74
可用性	74
韓国スマートグリッド連合	99

■ き

基礎的な接続性	47
キャッシュ	87, 294
キャリア	239
旧版の IEC 62056-61	140
近隣発見	286

■ く

クライアント-サーバ方式	152
クライアント-サーバ方式と 通信プロトコルの関係	153
「グリーン・ニューディール」政策	31
グローバルマスター	241, 247

■ け

経産省の概算要求	23
継続性・安全性・高信頼性	71
携帯 (1:N 無線) 方式	123
契約電力 500kW 以上	105
契約電力 500kW 未満	105
契約電力 50kW 未満	105
研究開発の 4 つのフェーズ	166
原子力損害賠償支援機構	113
検針員の数	115

■ こ

広域通信網 (WAN)	149
高速 PLC	219
国際電気通信連合 (ITU) の組織構成図	232
国内電力会社各社による スマートメーター導入計画	23
コグニティブ (Cognitive) 技術	212
コグニティブ技術	212
コグニティブ無線	212
コネクションオリエンテッド (CO)	153, 155
コヒーレント受信	250
コンセントレータ	122, 217, 230, 269
コンテンツタイプ	88
コンテンツレンダリング	88

■ さ

サービスエンドポイント URI	87, 98
サービスプロバイダ	229
最新の改訂版は IEC 62056-6-1	140
サイバー・物理融合システム	29
サイバーセキュリティ	27
サジェムコム	243
サブギガヘルツ	123
サブキャリア	239

サブキャリア番号	252
サブシステム	270
サブセット	68
サブネットワーク	270
産学連携	168

■ し

自営通信網	110
市場	229
システムのシステム	170
次世代 EPON	213
次世代 PoE	213
ジッター	86
周波数ノッチング	260
需要家 (顧客)	229
循環の無い経路	290
自律分散システム	270
新・総合特別事業計画	157
新成長タスクフォース	132

■ す

スクランブラ	250
スケーラブルアーキテクチャ	72
ステークホルダー	52
ステートレス	295
スポンサー投票	164
スマートアプライアンス	288
スマートオブジェクト	278, 280
スマートグリッド セキュリティジョイント タスクフォース	89
スマートグリッド概念モデルの ドメイン	47, 228
スマートグリッド国際フォーラム	171
スマートグリッドで使用される 各種ネットワークの分類	269
スマートグリッドネットワーク	267, 268
スマートグリッドの新規格	217
スマートグリッドの概念モデル	227
スマートグリッドの定義	16
スマートハウス・ビル 標準・事業促進検討会	124
スマートメーター制度検討会	114, 129, 131
スマートメーター導入効果	115, 116
スマートメーターの導入展開と 柔軟な料金メニュー	116
スマートメーターの導入に関する 検討の経緯	118
スマートメーターの通信システムと 運用システムに関する RFP	119
スリープ	217
スリープモード	285
スルーブット	241

■ せ

制御プレーン	208
セキュリティアルゴリズム	152
セキュリティに関する標準	220

■ そ

総合特別事業計画	109
送電	229
相場やダイナミックプライス	74
双方向通信	71
ソサイエティ	164, 170

■ た

大規模発電	229
ダイナミックプライス	71
楕円曲線	152
宅内 BPL	35
弾力性	29

■ つ

通信インタフェース標準	141
通信プロトコル標準	140
通信プロファイル	274

■ て

ディーフィー・ヘルマン	152
ディレクトレイト	273
データエンコード	275
データフォーマット標準	140
データプレーン	208
データモデル	72, 85
デジュール標準	222
デファクト標準	222
デマンドレスポンス (DR)	67, 111, 133
デマンドレスポンス・ インタフェース仕様書 1.0 版 (案)	99
デュアルロゴアグリーメント	223
電波法施行規則等の一部を 改正する省令 (総務八六)	242
電力卸市場におけるデマンドレスポンス	64
電力各社のスマートメーター 導入状況 (概要)	108
電力管理向けネットワークモデルの例	248
電力システムに関する改革方針	22
電力品質に関する標準	220
電力保安通信ネットワーク	110
電力向けアクセスネットワーク	248

■ と

東京電力	109
東京電力のスマートメーター関連の 通信方式	127
統語的相互接続性	47
登録	74
トーンマッピング	250
トポロジー	122, 285
ドメイン (領域)	227, 228
ドメイン間ブリッジ	238
ドメインマスター	238, 247
トランシーバ	234
トランスポート層	275
トリプルプレイサービス	236

■ な

ナローバンド PLC (狭帯域 PLC)	245
----------------------	-----

■ に

日本再興戦略	22
日本における ADR 連携実証	100
日本におけるスマートグリッド	22
日本の需要家構造と メーター機能の対応状況	106

■ ね

ネットワークアプライアンス	277
ネットワーク層	275, 278
ネットワーク相互接続性	47

■ は

媒体単位	237
配電	229
パブリックコメント	242
ハングアップ	285
バンドプラン	238, 239

■ ひ

ピークシフト	111
非活性化イベント	75
光パワースプリッター	213
ビジネス上の目的	47
ビジネス状況	47
ビジネス手順	47
ビジョンプロジェクト	169
非同期トランザクション	295
標準化団体間での連携体制	222

S A M P L E

■ ふ

負荷制御	218
不要輻射	240
プライスシグナル	74
プライマリーパブリックキー	88
フラグメンテーション	286
プリアンブル	260
プリアンブル信号	250
ブローカ	209
プロジェクト	244
プロジェクトA: アグリゲータ連携	101
プロジェクトB: スマートシティ連携	101
プロジェクトC: ADR 標準試験サイト連携	101
プロトコルセット	275
分離型メーター	115

■ へ

米国におけるスマートグリッド	17, 18
平成26年度 資源・エネルギー 関係概算要求	24
ヘッドエンド装置	248
変換	72
変電所ネットワーク	269

■ ほ

ホームエリアネットワーク (HAN) に關係する IETF の活動分類	277
ホームネットワーク通信インタフェース 実装ガイドライン	125
ポーリングインターバルタイミング	86
ホップ (MH) 方式	123
ホップ数	290

■ ま

マーケットコンテキスト	74
マキシム社	243
マルチキャリア	239

■ め

メガソーラー	110
メッシュネットワーク	216
メッシュネットワークの構成	216
メディア (通信回線) 層	275
メトリック (Metric)	290

■ ら

ラッパー	153
ランク (Rank)	290

■ り

リアセンブリ	286
リエゾン文書	262
リソース	291
リプル	289
リモートアップデート	89
リリース 1.	28
リリース 1.0.	40
リリース 1.0 ドラフト版	40
リリース 2.	28
リリース 2.0 ドラフト版	40
リリース 3.	28
リリース 3.0 ドラフト版	27, 40
リンク	214

■ る

ルーティング	274
ルートノード	289

■ れ

レジストリ	208
レポートやフィードバック	74
レポジトリ	163

■ ろ

ローカル網 (LAN)	149
-------------	-----

S A M P L E

[執筆]

新井 宏征(あらい ひろゆき) 株式会社スタイリッシュ・アイデア [第1章、第2章]

SAPジャパン、情報通信総合研究所を経て、2013年よりシナリオプランニングやプロダクトマネジメントを手がけるコンサルティング会社である株式会社スタイリッシュ・アイデアを設立、代表取締役社長に就任。東京外国語大学大学院およびUniversity of Oxford Said Business School Oxford Senarios Programme修了。主な著書に『世界の再生可能エネルギー最新動向2013』、『欧州スマートグリッドの最新動向2013』、『世界のスマートメーター／AMIとデマンドレスポンス最新動向2012』、『グーグルのグリーン戦略』(インプレスR&D)、訳書に『プロダクトマネジャーの教科書』、『90日変革モデル 企業変革を加速させる3つのフェーズ』(翔泳社)などがある。

井上 恒一(いのうえ こういち) 慶應義塾大学 [第5章]

慶應義塾大学先端研究センター共同研究員、株式会社ヒットコンテンツ研究所取締役COO。慶應義塾大学大学院理工学研究科機械工学専攻修士課程修了。米国シリコンバレーの通信機器ベンチャー、国内ベンチャーキャピタルにてキャリアを積む。情報通信技術の革新による社会情報基盤の未来に関心があり、研究領域ではスマートグリッドと新世代ネットワーク、事業領域ではアプリケーション／サービス基盤として注目されるソーシャルメディアに携わっている。IEEE-SAが推進するSmart Grid Vision ProjectのメンバーとしてVision Paperの策定・執筆に参加。主な著書に『スマートグリッドの国際標準と最新動向2012(共著)』『次世代自動車を中核にしたスマートコミュニティ最新動向2012(共著)』がある。

久保 亮吾(くぼりょうご) 慶應義塾大学 [第5章]

理工学部電子工学科専任講師。2007年、慶應義塾大学大学院理工学研究科総合デザイン工学専攻修士課程修了。同年、日本電信電話株式会社入社。NTTアクセスサービスシステム研究所において光通信システムの高速・高機能化技術、通信機器の省電力化技術の研究開発および標準化活動に従事。2010年、慶應義塾大学理工学部電子工学科助教、2013年より現職。現在は、システム制御、光通信システム、センサ・アクチュエータネットワーク、スマートグリッドなどに関する研究に従事。博士(工学)。

近藤 芳展(こんどう よしひろ) NTTアドバンステクノロジ株式会社 [第6章]

ネットワークテクノロジーセンタ標準化推進・技術調査部門 担当部長。沖電気工業株式会社にて、ISDN、DSL、PON技術などのアクセス網伝送技術関連の開発・設計業務に従事した後、2006年よりNTTアドバンステクノロジ株式会社に勤務。標準化推進・技術調査部門において、アクセス網伝送技術、ホーム網伝送技術を始めた伝送技術全般にわたる標準化関連業務に従事。米国ノースウェスタン大学(イリノイ州エバンストン)大学院博士課程修了。主な標準化活動として、ITU-T SG15(光伝送網およびアクセス網)におけるホーム網、メタルアクセス網伝送関連、ITU-T FG Smart(スマートグリッド関連フォーカスグループ)におけるスマートグリッド向けアーキテクチャ、IEEE P1901(広帯域PLC技術)における高速PLC技術に対する標準化活動などに従事。国内においても、情報通信技術委員会(TTC)における次世代ホームネットワークシステム専門委員会などをはじめとした各種標準化活動を実施中。

西 宏章(にし ひろあき) 慶應義塾大学 [第3章、第5章]

技術研究組合新情報処理開発機構、株式会社日立製作所中央研究所を経て2002年より慶應義塾大学理工学部システムデザイン工学科助手、2007年より同准教授、2010年より国立情報学研究所客員准教授。技術標準化に関して、IEEE802.3、IEEE2030標準化委員、IEEE EV無線給電技術標準化委員、IEEE標準化委員会 Smart Grid Vision Projectメンバー、IEEE標準化委員会 アンバサダーを歴任。IEEE Industrial Electronics Societyにおいて、Building Automation Control & Management, Sensor and Actuator, Smart Grid, Standardの各技術委員会委員を務めており、同Societyの国際会議IECONにおいて継続的にEnergy&ITスペシャルセッションを運営。また、国や自治体の委員として、長崎EV&ITSコンソーシアム スマートアイランドワーキンググループ長、内閣府社会実証戦略委員会委員、総務省ASP・SaaS普及促進協議会社会資本情報サービス展開委員会 副主査、同データガバナンス指針検討委員会 副主査、総務省グリーンICT推進連絡協議会委員などを歴任。

湧川 隆次(わきかわ りゅうじ) ソフトバンクモバイル株式会社 [第7章]

2004年、慶應義塾大学大学院政策メディア研究科後期博士課程修了。2004年、慶應義塾大学政策メディア研究科 特別研究助手。2005年、慶應義塾大学環境情報学部 有期専任講師を経て、2008年より株式会社トヨタIT 開発センター、2009年に米国子会社に移る。2013年よりソフトバンクモバイル(株)のネットワーク本部に勤務。インターネット標準化団体(IETF)で、移動体支援プロトコルの標準化に携わり複数のRFCを発行(RFC 3963、RFC 5648、RFC 5844など)。主な著書に『アンワイアード 果てしなきインターネットの未来—4Gへのシナリオ』、『モバイルIP教科書』、『スマートグリッドの国際標準と最新動向2012(共著)』(いずれもインプレスR&D)、『スマートグリッド教科書』(インプレスジャパン; 2011、共著)など。

インプレス SmartGrid ニュースレター編集部 [第4章] 【執筆協力】大澤 武郎 (おおさわ たけお) 東京電力株式会社

スマートメーター推進室企画グループマネージャー。1991年、東京電力株式会社入社。営業部業務革新プロジェクト通信設備グループマネージャー等を経て現職。スマートメーターの計画策定等に従事。

[プロデュース]

インプレス SmartGrid ニュースレター編集部

電力産業やICT産業のみならず、家電産業、半導体産業、住宅・建築産業、自動車産業など複数分野にまたがって発展している「スマートグリッド」に関する最先端の情報を、定期的に提供する日本初の「インプレス SmartGrid ニュースレター」を2012年10月に創刊。主に企業や組織の(1)マーケティング部門(市場動向分野)、(2)戦略部門(ビジネス動向分野)、(3)研究開発部門(技術・標準化動向分野)の方々を読者対象とし、冊子版と電子版の両方を月間で発行する。本誌が、企業や組織を超えた共通の「場」を提供するメディアとなれるよう活動を行っている。

STAFF

◎ AD/装丁
◎ 本文DTP制作
◎ 編集

インプレス SmartGrid ニュースレター編集部

岡田 章志
一島 宏
威能 契
三橋 昭和
東 さや香

[ino@impress.co.jp]
[mihashi@impress.co.jp]
[higashi-s@impress.co.jp]

● 本書の内容についてのお問い合わせ先

株式会社インプレスビジネスメディア メール窓口
im-info@impress.co.jp

件名に「『台頭する新世代のスマートグリッドと新国際標準 2014』お問い合わせ係」と明記してお送りください。

電話やFAX、郵便でのご質問にはお答えできません。返信までには、しばらくお時間をいただく場合があります。なお、本書の範囲を超える質問にはお答えしかねますので、あらかじめご了承ください。

● 商品のご購入についてのお問い合わせ先

インプレスビジネスメディア
〒102-0075 東京都千代田区三番町 20
TEL 03-5275-9040
FAX 03-5275-8089
report-sales@impress.co.jp

造本には万全を期しておりますが、万一、落丁・乱丁およびCD-ROMの不良がございましたら、送料小社負担にてお取り替えいたします。「インプレスビジネスメディア」までご返送ください。

ご注文は今すぐクリック 

- お支払い方法：銀行振込（ご請求書をお送りします）
- 納期：[法人] ご発注後、3営業日以内 [個人] ご入金確認後発送

台頭する新世代のスマートグリッドと 新国際標準 2014

NIST リリース 3.0/SGIP2.0/OpenADR/DLMS・COSEM/
SGVP/G.nbplc/M2M・IoT

2014年1月22日 初版発行

著者 新井 宏征／井上 恒一／久保 亮吾／近藤 芳展／西 宏章／湧川 隆次／
インプレス SmartGrid ニュースレター編集部

発行人 中村 照明

編集長 威能 契

発行 株式会社インプレスビジネスメディア [An Impress Group Company]

〒102-0075 東京都千代田区三番町 20

<http://www.impressbm.co.jp/>

im-info@impress.co.jp

発売 株式会社インプレスコミュニケーションズ [An Impress Group Company]

〒102-0075 東京都千代田区三番町 20

本書は著作権法上の保護を受けています。本書の一部あるいは全部について株式会社インプレスビジネスメディアから文書による許諾を得ずに、いかなる方法においても無断で複写、複製することは禁じられています。

印刷 大日本印刷株式会社

©2014 H. Arai, K. Inoue, R. Kubo, Y. Kondo, H. Nishi, R. Wakikawa, Impress SmartGrid Newsletter
Printed in Japan