

スマートグリッドの普及とその重要インフラの情報  
セキュリティにもたらす影響に関する調査

財団法人未来工学研究所

平成 23 年 3 月

## スマートグリッドの普及とその重要インフラの情報セキュリティにもたらす影響

1. スマートグリッドの概要
  - 1.1 2007年米国エネルギー自給・安全保障法
  - 1.2 米国「エネルギー自給・安全保障法」が与えたスマートグリッドの定義
  - 1.3 米国NISTが提示するスマートグリッドの概要
2. スマートグリッドの最近の動向と将来予測
  - 2.1 米国におけるスマートグリッドの動向と将来予測
    - 2.1.1 米国におけるスマートグリッド推進のロードマップ
    - 2.1.2 米国におけるスマートグリッド推進主体と市場状況
    - 2.1.3 オバマ政権の「米国再生・再投資法」とスマートグリッド
    - 2.1.4 米国におけるスマートグリッド実証実験などの動向
    - 2.1.5 米国における標準化等の動向と将来予測
  - 2.2 欧州におけるスマートグリッドの動向と将来予測
    - 2.2.1 欧州におけるスマートグリッド推進主体と市場状況
    - 2.2.2 欧州におけるスマートグリッド実証実験などの動向
    - 2.2.3 欧州における標準化等の動向と将来予測
  - 2.3 アジア諸国におけるスマートグリッドの動向と将来予測
    - 2.3.1 韓国におけるスマートグリッドの動向と将来予測
    - 2.3.2 台湾におけるスマートグリッドの動向と将来予測
    - 2.3.3 シンガポールにおけるスマートグリッドの動向と将来予測
  - 2.4 わが国におけるスマートグリッドの動向と将来予測
    - 2.4.1 わが国におけるスマートグリッド推進主体と市場状況
    - 2.4.2 わが国におけるスマートグリッド実証実験などの動向
    - 2.4.3 わが国における標準化等の動向と将来予測
3. スマートグリッドの普及が電力インフラの情報セキュリティにもたらす影響の考察
  - 3.1 米国における影響の考察
  - 3.2 欧州における影響の考察
  - 3.3 アジア諸国における影響の考察
    - 3.3.1 韓国における影響の考察
    - 3.3.2 台湾における影響の考察
  - 3.4 わが国における影響の考察
  - 3.5 スマートグリッドに関する各国・地域の取組みと課題のまとめ
4. 今後の取り組みに向けた提言
5. 付録、文献一覧

## 1. スマートグリッドの概要

### 1.1 2007年米国エネルギー自給・安全保障法

スマートグリッドがエネルギー政策における重要課題として広く認識されるに至ったのは、米国のブッシュ政権が2007年12月に発効させた「エネルギー自給・安全保障法 (Energy Independence and Security Act of 2007=EISA) がきっかけであった。同法はエネルギー効率の向上と再生可能エネルギーの利用を目標として制定されたものであるが、その第13章で、電力網システムの近代化を目指した、いわゆるスマートグリッドの普及が重要政策課題として特記された。次項で同法第13章の記述を通じて、スマートグリッド概念の概要を紹介する。

2007年エネルギー自給・安全保障法 (Energy Independence and Security Act of 2007=EISA  
[http://frwebgate.access.gpo.gov/cgi-bin/getdoc.cgi?dbname=110\\_cong\\_bills&docid=f:h6enr.txt.pdf](http://frwebgate.access.gpo.gov/cgi-bin/getdoc.cgi?dbname=110_cong_bills&docid=f:h6enr.txt.pdf)

同法の連邦議会調査局による概要版

[http://energy.senate.gov/public/\\_files/RL342941.pdf](http://energy.senate.gov/public/_files/RL342941.pdf)

### 1.2 米国「エネルギー自給・安全保障法」が与えたスマートグリッドの定義

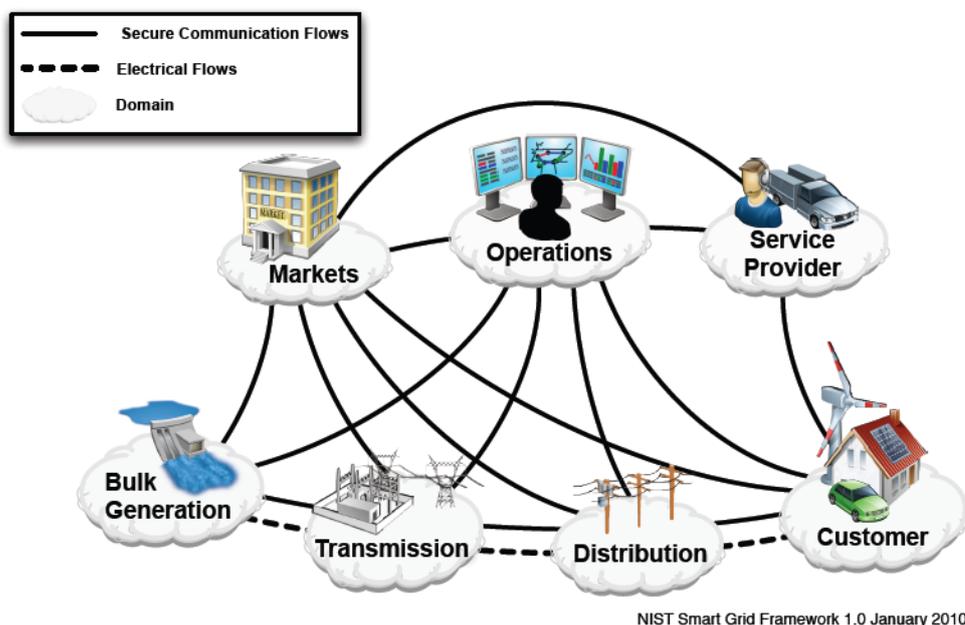
同法第13章第1節では、スマートグリッドを次の10点の特性を満たすものとして定義している。この10項目は、ほぼ世界的に承認されたスマートグリッドの定義であると考えられる。

- ①デジタル情報と制御の技術の増加する利用によって、電力グリッドの信頼性、セキュリティ、効率性を改善する。
- ②完全なサイバーセキュリティを伴った、グリッドの運用と資源のダイナミックな最適化。
- ③再生可能エネルギーを含む、分散型資源と発電の展開と統合。
- ④デマンド・レスポンスとデマンドサイド資源のエネルギー効率的な資源展開と協同。
- ⑤グリッドの運用、ステータス、配電自動化などに関わる計測と通信などの（リアルタイムで、自動化された、双方向的な）スマート技術の展開。
- ⑥スマートアプリケーションと需要家デバイスの統合
- ⑦プラグイン電気自動車とハイブリッド自動車及び熱貯蔵エアコンを含む、先進的電力貯蔵とピークカット技術の展開と統合
- ⑧需要家へのタイムリーな情報と制御の選択肢の提供。
- ⑨グリッドに提供されるインフラを含めた、電力グリッドに結合される家電と機器の通信と双方向性の標準化
- ⑩スマートグリッドの技術・実施・サービスの利用への不合理で不要な障害の特定と低減。

### 1.3 米国 NIST が提示するスマートグリッドの概要

米国の EISA 法の第 1305 項では、「スマートグリッド装置とシステムの柔軟な利用を増大させるプロトコルと標準を創設する」組織として米国商務省標準技術研究所（NIST）が指名され、現在 NIST の主導下でスマートグリッドに関わるプロトコル技術の標準化が進められている。NIST は、スマートグリッドについて下の図表 1-1 のような概念を提起し、これがスマートグリッドに関する世界的な共通認識となっている。なお、この図においては、情報通信の流れが実線で示されており、電力の流れが点線で示されている。

図表 1-1 NIST の定義するスマートグリッドの 7つのドメイン



上図では、電力産業における従来からの主要プレーヤーとして、①大規模発電事業者、②送電、③配電、④需要家の4者が下方に並んでおり、上方にスマートグリッド化に伴うプレーヤーとして、⑤電力市場、⑥系統オペレータ、⑦情報サービスオペレータが並んでいる。下方の4者間には電力が流れる一方で、全7者の間では双方向の情報が流れる形になっている。また、右下に登場する需要家の側に、風力発電、太陽光発電などの発電機能や、電気自動車などの蓄電池機能を備えられているのも、スマートグリッド時代の特徴である。

本報告書では、スマートグリッドという概念が有する各側面のうち、特に情報通信とそのセキュリティ、及びセキュリティに関わるプロトコルや標準化に力点を置いて論及することとする。



技術受容の加速	技術移転 教育とアウトリーチ	先進製造技術の導入と 規模拡大テクニック 配電網と管理維持インフラの強化	製造インフラの確立 配電とサービスインフラの確立
電力市場運用の強化	システムと市場の アナリシス 立地と認可の取組み 規制改革	立法課題の明確化 地域的プランニング過程 地域的な市場規制メカニズムの確立	均衡が取れ適切に機能する規制と市場
国家的協調	連邦政府の協調 連邦・州・自治体の協調 産業界の協力 国際協力	効率的で、スムーズに運用され、高い水準の影響力があり、コスト分担的な官民協力	効率的でグローバルな影響力のある官民のパートナーシップ

[http://www.oe.energy.gov/DocumentsandMedia/Electric\\_Vision\\_Document.pdf](http://www.oe.energy.gov/DocumentsandMedia/Electric_Vision_Document.pdf)

[http://www.oe.energy.gov/DocumentsandMedia/ER\\_2-9-4.pdf](http://www.oe.energy.gov/DocumentsandMedia/ER_2-9-4.pdf)

### 2.1.2 米国におけるスマートグリッド推進主体と市場状況

2007年の米国のEISA法では、スマートグリッド関係の担当官庁としてエネルギー省(DoE)を指定している。標準化政策(NIST 担当)を除き、政策立案、研究開発、実証試験、連邦議会への報告などのすべてについて同省が担当官庁である。研究開発や実証試験などについても、スマートグリッド関連投資の20%を同省が補助することになっている。

なお、米国では電力事業の規制については連邦政府のみならず州政府の発言権も強く、州政府の重点政策や財政状況の違いによって、スマートグリッド推進状況などに少なくないバラツキがある。また、州によって電力事業自由化の進展状況も異なっていることに注意を払う必要がある。

### 2.1.3 オバマ政権の「米国再生・再投資法」とスマートグリッド

2008年9月のいわゆる「リーマン・ショック」後、オバマ政権は総額約8000億ドルの超大型経済刺激策、いわゆる「米国再生・再投資法」(American Recovery and Reinvestment Act=ARRA)を打ち出した。

“American Recovery and Reinvestment Act of 2009”

[http://frwebgate.access.gpo.gov/cgi-bin/getdoc.cgi?dbname=111\\_cong\\_bills&docid=f:h1enr.pdf](http://frwebgate.access.gpo.gov/cgi-bin/getdoc.cgi?dbname=111_cong_bills&docid=f:h1enr.pdf)

このうち約326億ドルがエネルギー省関連予算であり、うち45億ドルが電力グリッドの

近代化（スマートグリッド化）のみに投じられることになった。スマートグリッド以外にも、太陽光や風力など再生可能エネルギーや電気自動車開発などにも巨額の国家予算投入が行われることになっている。スマートグリッドが電力市場の近代化、情報化といった将来的理念としてだけでなく、ビジネスの目標として具体化の方向を加速したのは、この大型国家投資計画の発表以来であるといえる。

“Energy. gov ARRA における DoE 予算の詳細”

<http://www.energy.gov/recovery/breakdown.htm>

#### 2.1.4 米国におけるスマートグリッド実証実験などの動向

米国における電力業界の監督主体が州政府であること、地域的な濃淡はあるものの電力産業の自由化が進んでいること、さらに「2009 年米国再生・再投資法」がスマートグリッド計画への 20%の補助金支出を決めていることなどから、スマートグリッド関連の実証試験は州政府と地域の電力会社との産官共同計画として進められている場合が多い。PG&E（北カルフォルニカ）、SCE（南カルフォルニア）、ConED（ニューヨーク州）などが特に進んでいると言われている。

アメリカでのスマートグリッド化の進展は、電力系統側の ICT 化と、スマートグリッドの需要家側入り口である電力メータのスマート化（双方向通信化、遠隔開閉機能付加等）の双方から進められている。スマートグリッドの導入についていえば、カルフォルニア州、東海岸諸州などを中心に、2010 年秋の段階ですでに全米で 40%程度の需要家にスマートメータの設置が終わっているとされている。

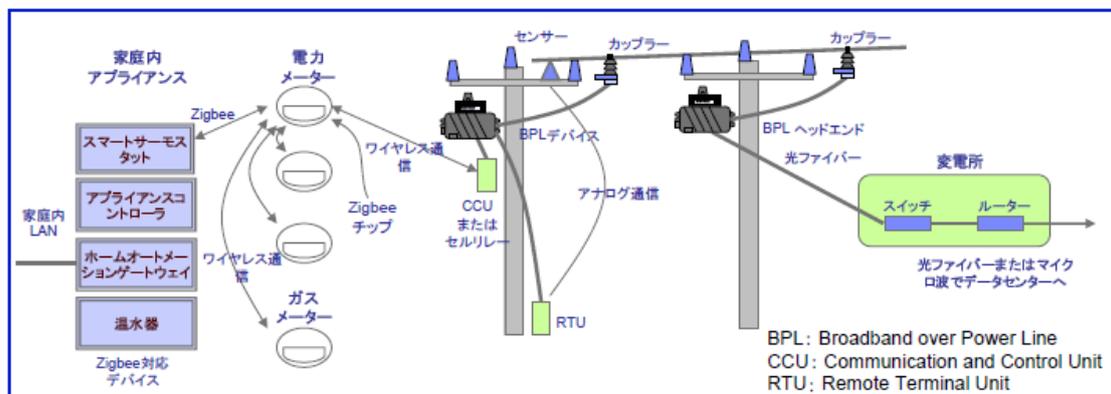
「経済産業省スマートメータ制度検討会（第3回）における、東芝東光メーターシステムズ提出資料」

<http://www.meti.go.jp/committee/materials2/downloadfiles/g100722a04j.pdf>

アメリカンにおけるスマートグリッド実証実験の一例として、下の図表 2-3 にテキサス州ヒューストンに本社を置く、Center Point Energy 社が行っている約 1 万件の需要家を対象とした実証実験の概要を示す。なお、同社は電力とガスの両ユーティリティを扱う送配電業者であり、電力ガス双方合わせて 500 万の需要家を有し、売上高約 1 兆円の NYSE（ニューヨーク証券市場）上場企業である。

図表 2-3 はスマートグリッドにおけるいわゆる「最後の 1 マイル」部分を示しているが、家庭内スマートメータから無線（Zigbee）を通じて電柱上の CCU（通信制御ユニット）に情報が伝送され、BPL(Broadband over Power line)デバイス間の有線伝送を経て BPL 中継機器に送られ、そこからデータセンターに集約されるという道筋が示されている。また RTU（遠隔端末装置）の使用も試みられている。

図表 2-3 Center Point Energy 社のスマートメータ実証試験の概要

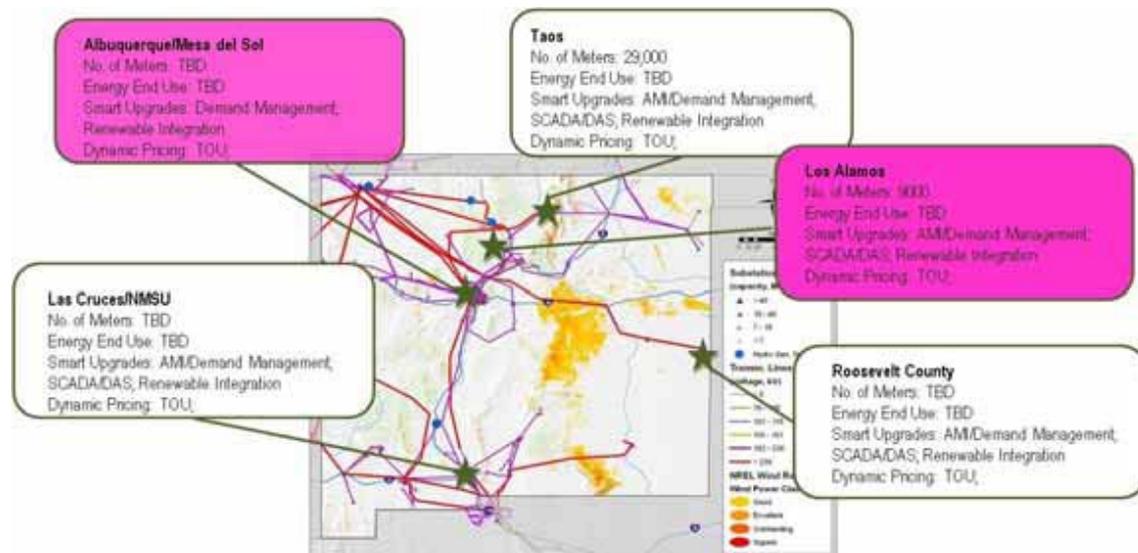


総合資源エネルギー調査会電気事業分科会制度改革ワーキンググループ（第6回）IBM 配布資料

<http://www.meti.go.jp/committee/materials/downloadfiles/g71101c04j.pdf>

また、米国ニューメキシコ州では、同州政府と日本の NEDO（新エネルギー・産業技術総合開発機構）との共同実証実験プロジェクトとして「New Mexico Green Grid Initiative」が 2010 年 3 月に始まって現在進行中である。このプロジェクトはロスアラモス及びアルバカーキ地域を対象に実施されるが、例えばロスアラモス郡においては、2～合計 MW 程度の配電線に 2MW 程度の太陽光発電（PV）と蓄電池 1MW 程度を投入し、逆潮流が大量に発生する条件下で、信頼度の高い系統の構築を図るという野心的なプロジェクトである。図表 2-4 に同プロジェクトの概要を示す。

図表 2-4 ニューメキシコ州のグリーングリッドプロジェクトの概要  
(赤字部分が日本側参加プロジェクト)



<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1054/1054-01.pdf>

### 2.1.5 米国における標準化等の動向と将来予測

上に示したようなスマートグリッドの実証実験やスマートメータの導入が進められる一方で、NIST を中心にスマートグリッド周辺の技術的標準化作業が進められている。その意味で米国のスマートグリッド関連の最新重要文献は、2010 年 1 月に公表された「スマートグリッドの相互運用標準のフレームワークとロードマップ」と題する” NIST Special Publication 1108” (以下 NIST SP1108) である。この文書では、標準化と情報セキュリティを中心にスマートグリッドの推進方策が論じられている。以下に、NIST SP 1108 が掲げる 14 項目の優先アクションプランを掲げる。この 14 項目は、スマートグリッドに係る現時点での米国の関心の所在を示していると考えられる。

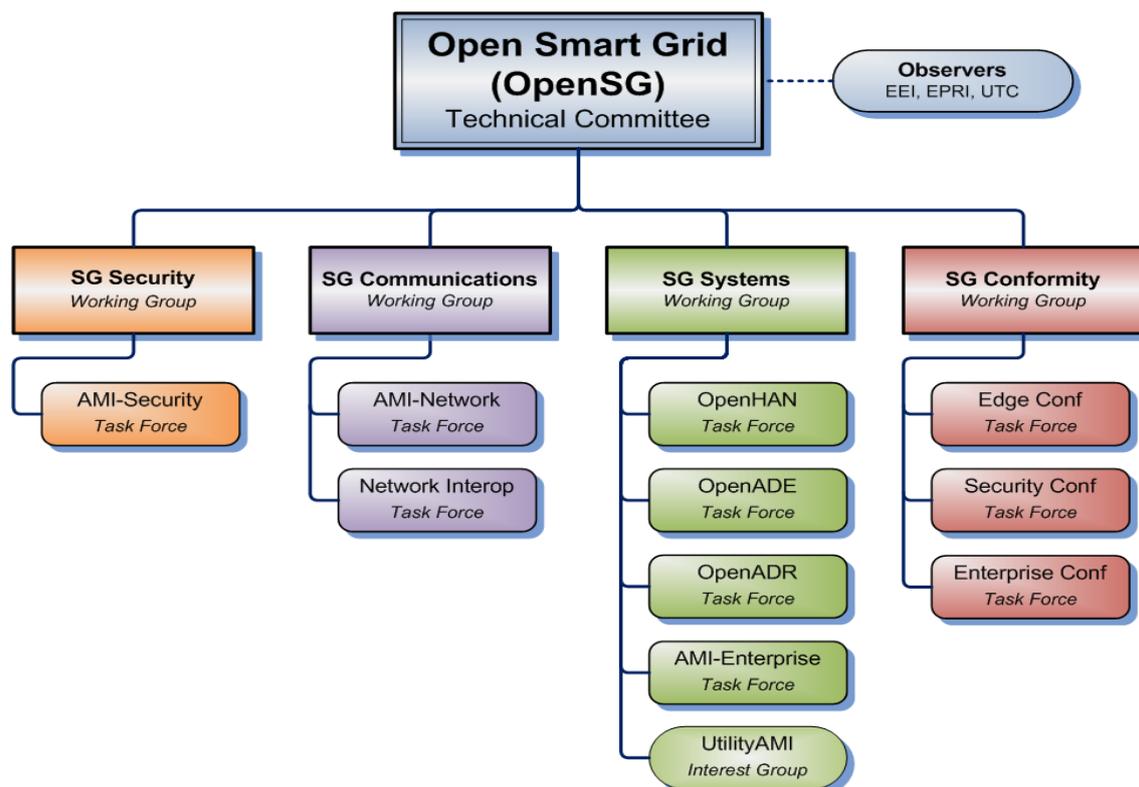
- ①メータデータプロファイルの標準化
- ②電力使用情報の標準化
- ③デマンドレスポンス信号の標準化
- ④価格と製品定義の共通仕様の開発
- ⑤電力流通の共通スケジュール通信の開発
- ⑥スマートグリッドに適した IP プロトコルの使用ガイドライン
- ⑦無線通信の使用ガイドライン
- ⑧家庭における電気機器通信の PLC 標準の調整
- ⑨配電グリッド管理の共通情報モデルの開発

- ⑩送電と配電システムモデルのマッピング
- ⑪DNP3 プロトコルの IEC 61850 へのマッピング
- ⑫IEEE C37.118, IEC 61850 と精密な時間シンクロとの調整
- ⑬電力貯蔵相互接続のガイドライン
- ⑭プラグイン電気自動車をサポートする相互運用標準化

[http://www.nist.gov/public\\_affairs/releases/upload/smartgrid\\_interoperability\\_final.pdf](http://www.nist.gov/public_affairs/releases/upload/smartgrid_interoperability_final.pdf)

また、産業界側ではスマートグリッド関連の業界団体として OPEN SG (OPEN SMART GRID) が 2009 年に設立され、盛んな活動を展開している、参加企業は、欧米の有力電力会社、GE などのベンダー、IBM、シスコ、セマンティックなどの IT 企業など 173 社であり、わが国からは東芝が参加している。下図に示すように、OPEN SG ではセキュリティ、通信、システム、統合（標準化）を主題とする 4 つのワーキンググループの下に幾つかのタスクフォースが設立されている。

図表 2-5 米国オープン SG の分科会状況



<http://osgug.ucaiu.org/FLL2010/Presentations/SG%20Security%20Boot%20Camp%20-%2020101101.pdf>

OPEN SG が 2010 年 11 月にフロリダで開いた Enabling the Smart Grid と題するミーティングで、SG Systems ワーキンググループの議長と副議長が共同で行った報告が、米国におけるスマートグリッドの進展に伴う標準化の現状と方向性を示していると思われるので下に引用する。

ビジネスを動かすもの (Business Drivers)

- ★相互運用性のために電力消費プロファイル蓄積における数多くの標準化を必要とする。
- ★標準制定機関の進行は比較的遅く、より多くのユーザからのインプットを必要とする。
  - ・ユーザからの共通の要求を保証する標準制定機関相互の共同作業が必要である。
  - ・現行の標準におけるギャップを提起し、それに対する可能なソリューションを提案することによって標準の設定を促進する。
  - ・ユーザからのインプットに基づいて、標準制定機関がいつどのように標準を更新するかを決定する。
- ★情報標準化においては、記号論的カオスを（追加するのではなく）解決する。
  - ・異なった名前で定義された同じ情報や、異なった定義を持たないこと。
- ★異なった通信プロファイルにまたがっても、同じ情報標準が用いられることを保証する。
  - ・他の標準にマッピングすることは避けられない一方で、一個の情報標準モデルを使用、収集、拡張することに努める。
  - ・ IEC TC57 の共通情報モデル (CIM) はこの目的のためのデフォルト情報モデルである。
- ★AMI (Advanced Metering Infrastructure=先進電力計量インフラ) ADE (Automatic Data Exchange = 自動データ交換) HAN (Home Area Network, 宅内ネットワーク), ADR (Automated Demand Response=自動需要レスポンス、電力需要を需要側で調整するシステム)の間には、相当の情報オーバーラップが存在する。
  - ・ (各システムの間で) 要求やサービスは大幅に異なるが、これらは同じ情報モデルを用いて構築が可能である。

SG-Systems “Boot Camp” Overview, Brent Hodges, Greg Robinson

<http://osgug.ucaug.org/FLL2010/Presentations/Forms/AllItems.aspx>

## 2.2 欧州におけるスマートグリッドの動向と将来予測

### 2.2.1 欧州におけるスマートグリッド推進主体と市場状況

欧州では、EU 市場統合の一環として電力市場の統合・自由化が推進されてきた。1996 年には欧州議会で EU 電力指令が決議され、加盟国は 2003 年までに発電事業を自由化すること、小売市場の段階的自由化 (2003 年までに 32%まで)、発電・送電・配電が垂直的に統合されたモデルから送電系統運用者を分離することなどが求められた。また、2003 年には EU 電力指令がさらに改訂され、送電系統運用者の法的別会社化を求められ、2007 年 7 月までに小売市場の全面自由化を求められるに至った。

1996 年と 2003 年の二つの電力指令

<http://www.ems.rs/eng/stranice/regulativa/direktive/dir96-92.pdf>

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32003L0054:EN:HTML>

しかしながら、国有電力会社が市場を独占してきたフランス（EDF）やイタリア（ENEL）と、市場自由化が進行した英国やドイツでは電力自由化の進展度合いは大きく異なっており、法的な自由化が進められてきたとはいえ、EDF や ENEL は現在でも大きな市場支配力を有している。EU における電力市場の規制主体はあくまで各国政府であり、EU は各国政府に対して指令（directive）を発することはできるものの、最終的な強制力を持っていないことに留意しておく必要がある。

### 2.2.2 欧州におけるスマートグリッド実証実験等の動向

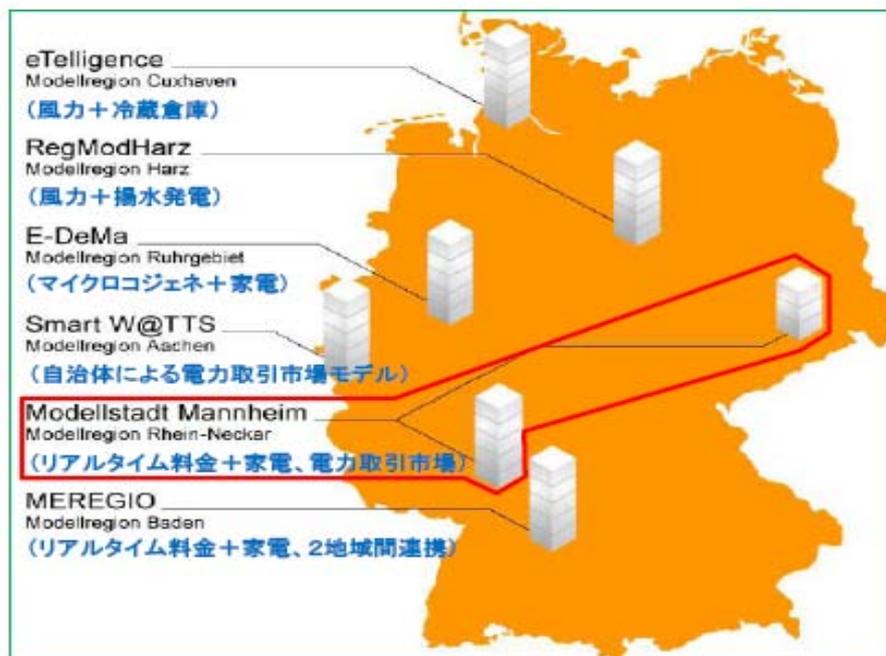
欧州においてはスマートグリッドの重要要素技術であるスマートメータの導入が 2000 年代に入って急速に進み、2009 年末段階でイタリア、スウェーデン、フィンランドでは 100%、英国（40%）、ドイツ（10%）、オランダ（30%）、フランス（20%）などでも急速に普及・実用化が進んでいる。

「経済産業省スマートメータ制度検討会（第 3 回）における、東芝東光メーターシステムズ提出資料」

<http://www.meti.go.jp/committee/materials2/downloadfiles/g100722a04j.pdf>

また、スマートグリッドの実証実験は欧州各国政府の主導下で積極的に推し進められている。その一例として、2008 年 9 月からドイツ連邦政府が 6 地域で展開している「E-Energy」プロジェクトを下図 2-6 に示す。このプロジェクトには 2013 年までに 1 億 4000 万ユーロが投入される予定である。

図表 2-6 ドイツにおけるスマートグリッド実証試験



経済産業省スマートメータ制度検討会（第8回）における経済産業省商務情報政策局情報経済課の提出資料（赤線は経済産業省ミッションが視察したプロジェクト、原資料のまま）

[http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004668/008\\_04\\_00.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004668/008_04_00.pdf)

### 2.2.3 欧州における標準化等の動向と将来予測

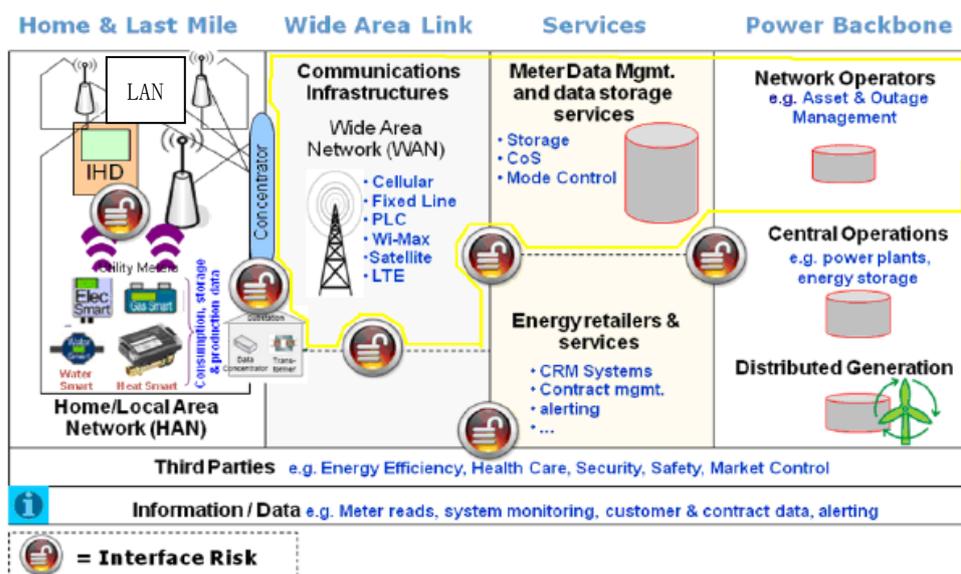
2009年11月、欧州委員会のガス&エネルギー局はその下にアドホック組織として「スマートグリッド・タスクフォース」(SGTF)を設立し、SGTFはスマートグリッド化の政策立案機関として現在活動中である。同タスクフォースの存続予定期間は約20カ月であり、2011年夏頃まで活動が継続される予定である。

SGTFはステアリングコミッティ(運営委員会)の下に、三つのエキスパートグループ(EG)が置かれている。EG1が「スマートグリッドとスマートメータの機能(Functionalities)」、EG2が「データセキュリティ、データハンドリング、データプロテクションのための規制勧告」、EG3が「スマートグリッド展開に関わる関係者の役割と責任」である。

このうちEG2中間報告書が概観するスマートグリッドのアーキテクチャ概念図は、図表2-7の通りであり、黄色の枠で囲まれている部分が、EU諸国においてDSO(配電サービス業者)が担っている機能を示している。

また、下図において描かれている6個の錠前が、スマートグリッドの普及に際して生じるセキュリティリスクファクタであり、この部分に研究開発と標準化の必要があると、SGTFは指摘している。

図表 2-7 欧州におけるスマートグリッドのアーキテクチャ概念図



出典：SGTF EXPERT GROUP2 中間報告書

[http://ec.europa.eu/energy/gas\\_electricity/smartgrids/doc/expert\\_group2.pdf](http://ec.europa.eu/energy/gas_electricity/smartgrids/doc/expert_group2.pdf)

上の図に示されたインタフェイスは、①HAN（家庭内ネットワーク）の各ユーティリティ（電力・ガス・水道）計量メータから宅内ディスプレイ (IHD) や宅内通信デバイスの間、②宅内通信デバイスからデータ集約装置、③データ集約装置からエネルギー小売業者への通信インタフェイス、④WAN からメーターデータの管理とストレージサービスへのインタフェイス、⑤WAN からサードパーティのサービスプロバイダ（エネルギー効率化、ヘルスケア、セキュリティ、安全管理、市場コントロール）へのインタフェイス、⑥WAN から配送電業者、系統運業者へのネットワーク、の6つである。

上に述べたインタフェイスリスクをさらに13点に分解して、詳細な表にまとめたのが下の図表 2-8 である。上図の6つのインタフェイス番号との対応を、左欄の最後に○数字で示した。

図表 2-8 SGTF の指摘する13のインタフェイスリスク

インタフェイスと前頁に示した番号	インタフェイスのタイプ	リスクの内容	リスクのあるデータのタイプ
1) スマートメータから IHD (インハウスディスプレイ) へ ①	二つのデバイス間の物理的インタフェイスリスク	個人データ漏えい、プリペイド情報、メータ計量情報、価格情報、料金情報などの偽装の危険が存在する。ファームウェアのアップグレードに関わるリスクもある。	需要家データ

2) HAN から LAN へ ①	需要家ネットワークから外部への物理的インタフェースのリスク	PLC 及び無線メッシュを使用して LAN に繋げると、多くのメータが可視化されることで、データセキュリティに大きなリスクが発生する。メータ計量情報、負荷プロファイル情報、アラーム情報などが偽装されるリスクが存在する。負荷プロファイルの技術情報にも漏洩リスクがある。	需要家への請求情報、アラーム技術情報
3) LAN から WAN へ ②	サブステーション/地域データ集約装置と大容量回線デバイス、または PLC データ集約装置間の IP ブリッジの物理インタフェース	家庭からのデータ移動と他の消費者データの結合によって、より高度なレベルのリスクが発生する。スマートメータシステムにおいては、ローカルなデータ集約装置と長距離の大容量回線とのインタフェースリスク。	メータ計量情報、負荷プロファイル情報、アラーム情報
4) WAN から中継機器/データ収集装置へ ③	大容量回線データデバイスからデータ収集装置への最終システムへのリンクに存在する物理インタフェースリスク	配電業者間に競争が存在する市場モデルの場合に存在するリスク。	メータ計量情報、負荷プロファイル情報、アラーム情報
5) WAN から中央データ収集装置へ ④	メータあるいはデータ集約装置から中央データ収集装置への物理インタフェース。	送配電が垂直的に統合されている市場モデルの場合に存在するリスク	メータ計量情報、負荷プロファイル情報、アラーム情報
6) LAN/WAN/DC (Domain Controller) からネットワーク管理者へ ⑥	データ収集装置からのデータサービス・インタフェース	変電所モニタリングに際して存在するリスク	ネットワークモニタリングの技術データ、メータ計量情報、アラーム情報
7) LAN/WAN/ DC から DSO(電力小売	データサービス・インタフェース	消費者への電力料金請求とその他の付加サービス提供に際して	消費者請求用データ情報

業者)へ ⑤		生じるリスク	
8) 消費者の発電から配電ネットワークオペレータへ	逆潮電力提供量計測と大容量回線ネットワークの間の物理インタフェース	負荷マネジメントに際して発生するリスク	ネットワークモニタリングの技術情報
9) 消費者発電から電力小売り業者へ ④	逆潮電力提供計測と大容量回線ネットワークの間の物理インタフェース	消費者請求データの通信におけるリスク	メータ計量情報、負荷プロファイル情報、アラーム情報
10) 電力小売り業者からサードパーティへ ④	電力小売業者の外注サービス(例えばプリペイドサービス)	付加的サービス提供に際して発生するリスク	消費者データ
11) HAN からサードパーティへ ④	データ・インタフェース	エネルギーサービスを提供するに際してのリスク	メータ読出し情報、負荷プロファイル情報
12) 消費者発電からサードパーティへ ④	データ・インタフェース	分散型発電の統合サービス提供に際してのリスク	メータ読出し情報、負荷プロファイル情報
13) メータから無線メッシュへ ①	トポロジー接続に依存した物理的/データ・インタフェース	データインストールとインストール時の料金ダウンロードに際してのリスク	メータ読出し情報、負荷プロファイル情報、料金データ

“TASK FORCE SMART GRIDS, EXPERT GROUP 2: REGULATORY, FEBRUARY 16, 2011”

[http://ec.europa.eu/energy/gas\\_electricity/smartgrids/doc/expert\\_group2.pdf](http://ec.europa.eu/energy/gas_electricity/smartgrids/doc/expert_group2.pdf)

## 2.3 アジア諸国におけるスマートグリッドの動向と将来予測

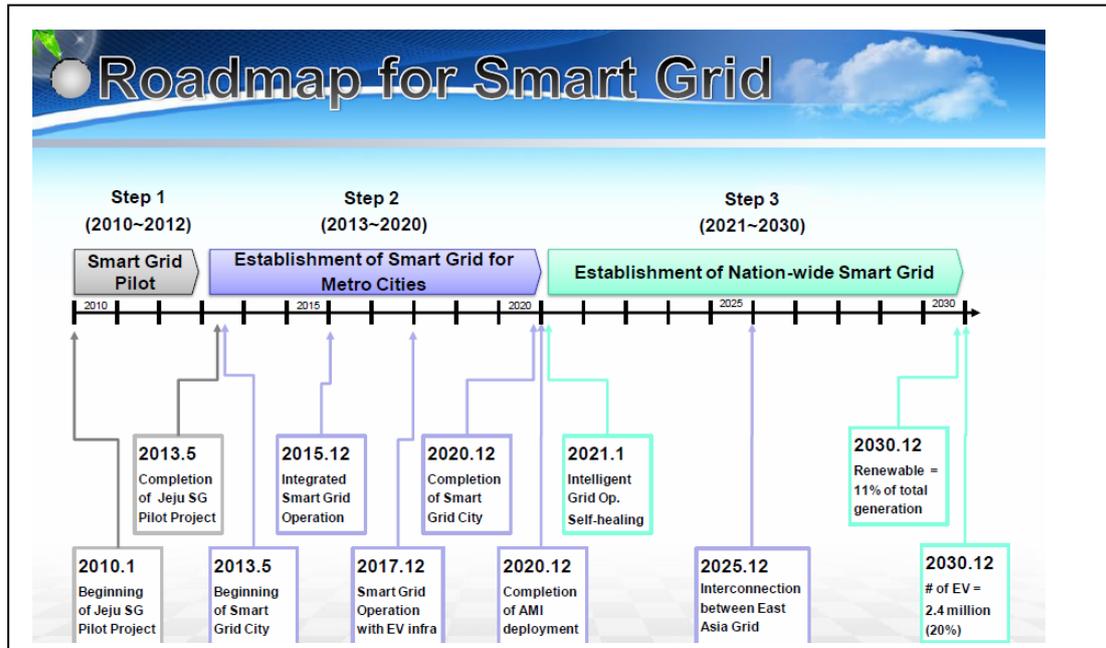
### 2.3.1 韓国におけるスマートグリッドの動向と将来予測

2010年2月に知識経済部が大統領に「世界最初の国家単位のスマートグリッド構築ビジョン」を提言,3月に「スマートグリッドロードマップ樹立推進委員会」を設立,5月にスマートグリッド協会も発足した。2010年11月には「スマートグリッド促進法案」,「リアルタイム電気料金制導入法案」,「内需創出・輸出産業化法案」などの関係法整備を伴う政策目標が発表

されている。

政府が定めたスマートグリッドのロードマップは、次の3段階のステップで実施されることとなっている。(図表 2-9)

図表 2-9 スマートグリッド普及ロードマップ



Dong Sub Kim” Smart Grid Pilot Project in Jeju Island and KEPCO’ s AMI Deployment

また、上に示したロードマップの一環として、韓国は済州島でのスマートグリッド実証プロジェクトに取り組んでいる。政府と民間事業者が双方拠出方式で済州の旧左(Gujua) 邑の一带に実証実験基地を構築しスマートグリッド開発技術の開発を進め早期の実用化を図ることが狙いである。民間から多様な分野の約 168 の事業者が参加して投資額の 3 分の 1 を負担し、政府投資が 3 分の 2 を占めている。総投資額は 1060 億ウォン(約 86 億円)である。実証試験は 3000 世帯の需要家と 2 カ所の変電所等で構成され、風力発電などの小規模再生エネルギー電源、電気自動車充電器、家電製品、エネルギー情報ポータルシステム、ビルディング自動化システムなど、産業全般を網羅してスマートグリッド構築に取り組んでいる。

### 2.3.2 台湾におけるスマートグリッドの動向と将来予測

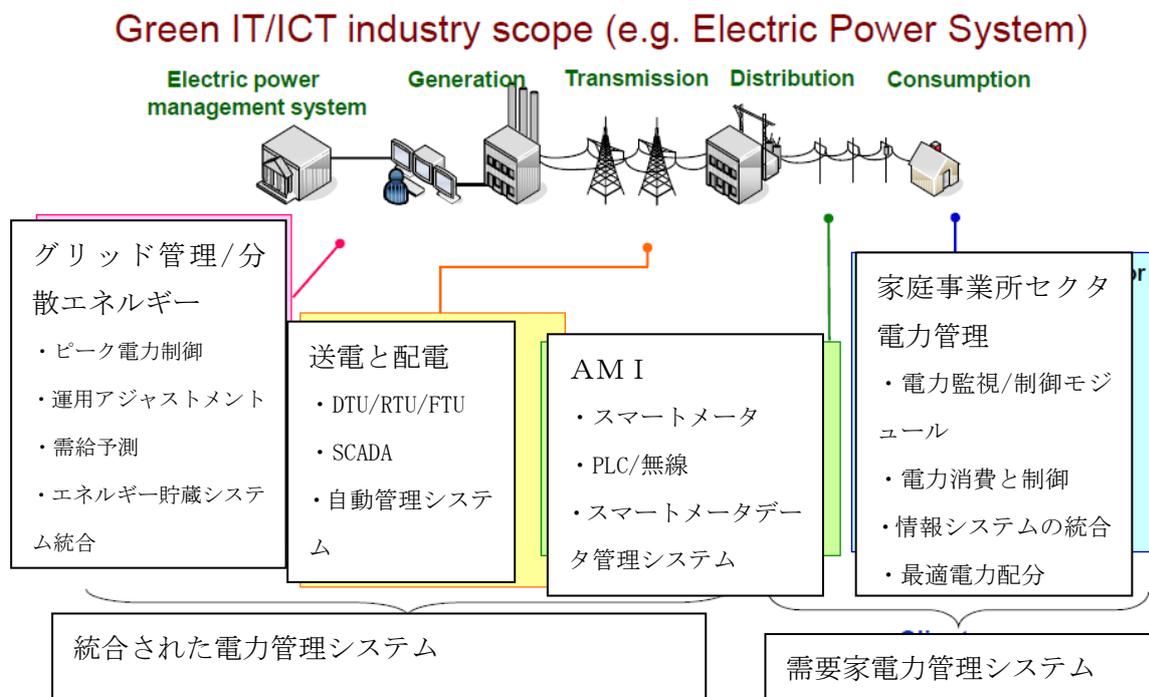
台湾は 2009 年 4 月に MOEA (Ministry for economic Affairs=経済部) が主催した「グリ計画」の中心は太陽光発電、LED 照明、風力発電、バイオ燃料、燃料電池、グリーン ICT、低排ガス車などに置かれている。

台湾のリニューアブル電源は、2010 年 5 月時点で、設置済み風力発電タービンが 219 機、設置容量は 417MW である。PV は設置容量 7.3MW、在来型水力が 1937MW となっている。2025 年における目標値は、風力 3000MW、PV1000MW、バイオマス 1400MW である。以上のような目

標を達成するために、スマートグリッド化が要請されている。

台湾におけるスマートグリッド・スマートメータ導入計画の概要を図表 2-10 に示す。

図表 2-10 台湾におけるスマートグリッド導入計画の概要



[http://www.greenit-pc.jp/activity/asia/file/chinese\\_taipei.pdf](http://www.greenit-pc.jp/activity/asia/file/chinese_taipei.pdf)

台湾の電力消費は産業用の高圧 220V と家庭用の 100V に二分されているが、総電力消費の 58% を占める高圧ユーザから AMI の導入を始めるというのが、スマートメータ計画の中心になっている台湾電力の方針である。台湾の高圧ユーザは約 2 万 4000 社に達するが、そのうち 1200 社のユーザについては 2010 年中にスマートメータを取り付け、残りの 2 万 3000 社については 2011 年と 2012 年で AMI 化を完了するとしている。また、低電圧ユーザについては、2012 年までに 1 万軒、2014 年までに 100 万軒、2015 年までには 500 万軒に AMI を普及させるとしている。なお、台湾の電力最終ユーザは計 600 万軒である。

### 2.3.3 シンガポールにおけるスマートグリッドの動向と将来予測

シンガポールでは、エネルギー市場監督庁（EMA）の下で、発電会社 3、送配電会社 1、販売会社 1 が設立され、その下に多数の小売会社が競争しており、アジアでは最も電力自由化が進展した国となっている。また、1 顧客当たりの平均停電時間が年間 1 分以下と、高い電力品質を実現している。

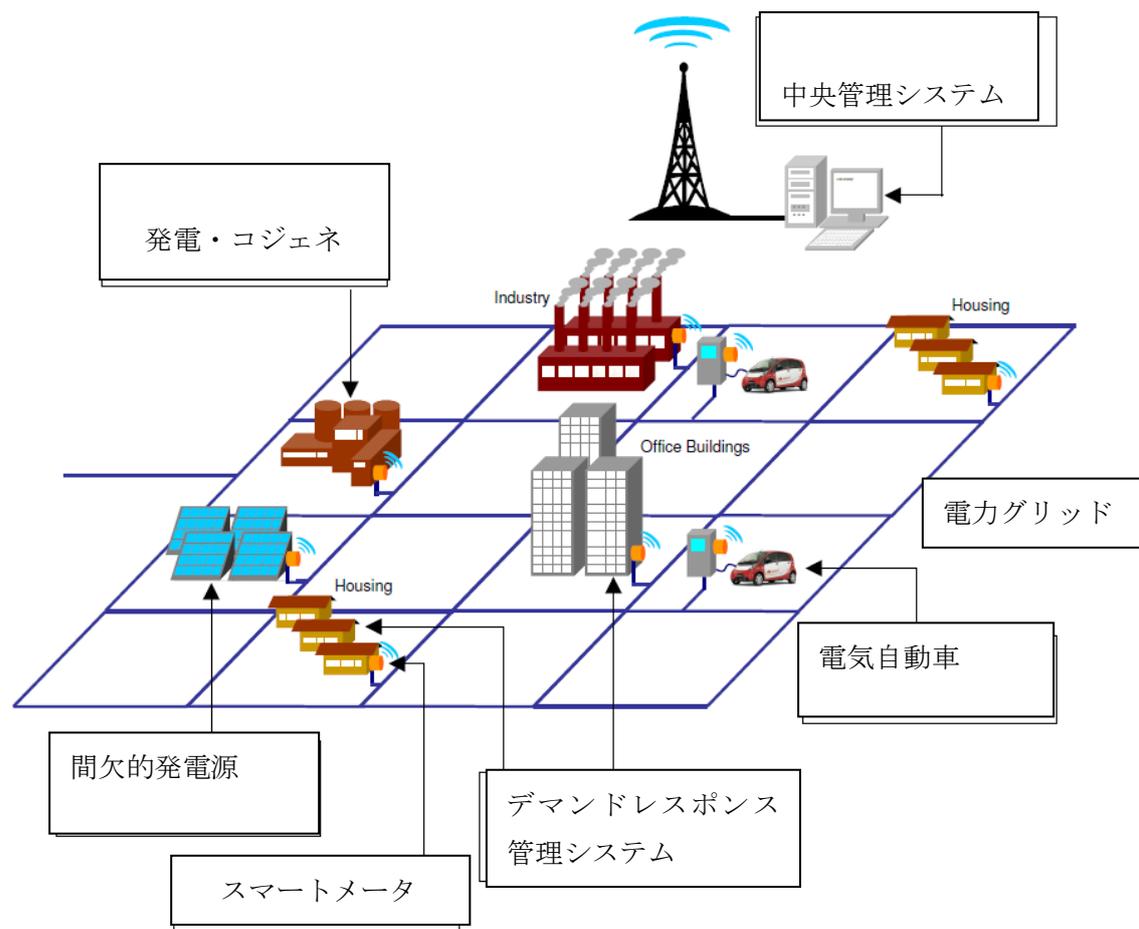
2009 年 11 月に EMA は「Intelligent Energy System=IES」という名で、スマートグリッド実証実験を開始している。この実証試験の第 1 フェーズでは、4500 個のスマートメータ

タが需要家に配布されが、その範囲は産業ユーザ、商業ユーザから住居にまで及んでいる。IES では、フェーズ I (2010 年～2012 年)、フェーズ II (2012 年～2013 年) の 2 段階により「スマートメータ」「需要応答管理システム」「複数の電力源からの供給電力管理」の 3 分野に関する実証実験が行われることになっている。

なお、シンガポールを中心とした ASEAN 諸国において、電力の相互融通視点に入れた電力網結合計画が語られ始めている。APEC の Energy Standard Information System (ESIS) などが、将来的にそのような話し合いを行うフレームワークとなる可能性がある。

なお、シンガポールにおけるスマートグリッド概念図を図 4-26 に示す。

図表 2-11 シンガポールの I E S 概念



<http://www.cleantechinvestor.com/portal/smart-grid/5860-spotlight-on-singapore-smart-grid-city.html>

2009年に最初にパイロット地域に選ばれた「マリンパレード&ウェストコースト地域」の400戸以上の住居では、電力使用量が宅内に設置されたディスプレイにリアルタイムで示される。このリアルタイム表示が時間別電力料金と組み合わせられて、2.4%~3.9%のピーク電力使用量の低下がみられた。この結果、時間別料金性のインセンティブによって顧客の最適消費が実証されたとしている。

上の実験結果に基づいて、IESはオフピーク時に低価格電力を提供し電力使用の効率化を進めようとしている。事前プログラムされた自動デバイスとスマートメータアプリケーションによって、オフピーク時の電力利用を増加させる計画である。

## 2.4 わが国におけるスマートグリッドの動向と将来予測

### 2.4.1 わが国におけるスマートグリッド推進主体と市場状況

わが国の電力行政は経済産業省の資源エネルギー庁が担当官庁であり、その下でわが国の電力供給体制は、北は北海道電力から南は沖縄電力まで、発電から送配電までを垂直的

に担う地域独占 10 電力会社によって維持されてきた。

諸事業の自由化と規制緩和のなかで、2000 年頃から電力事業においても市場自由化が開始され、2000 年 3 月には特別高圧 (20,000V) の需要家 (2,000kW 以上) が自由化され、2004 年 4 月からは高圧 (6,000V) 以上 500kW 以上の需要家が、2005 年 4 月からはすべての高圧受電者(原則として 50kW 以上)の需要家に自由化範囲が拡大されて今日に至っている。

“電気事業連合会、新しい電力供給システムの概要”

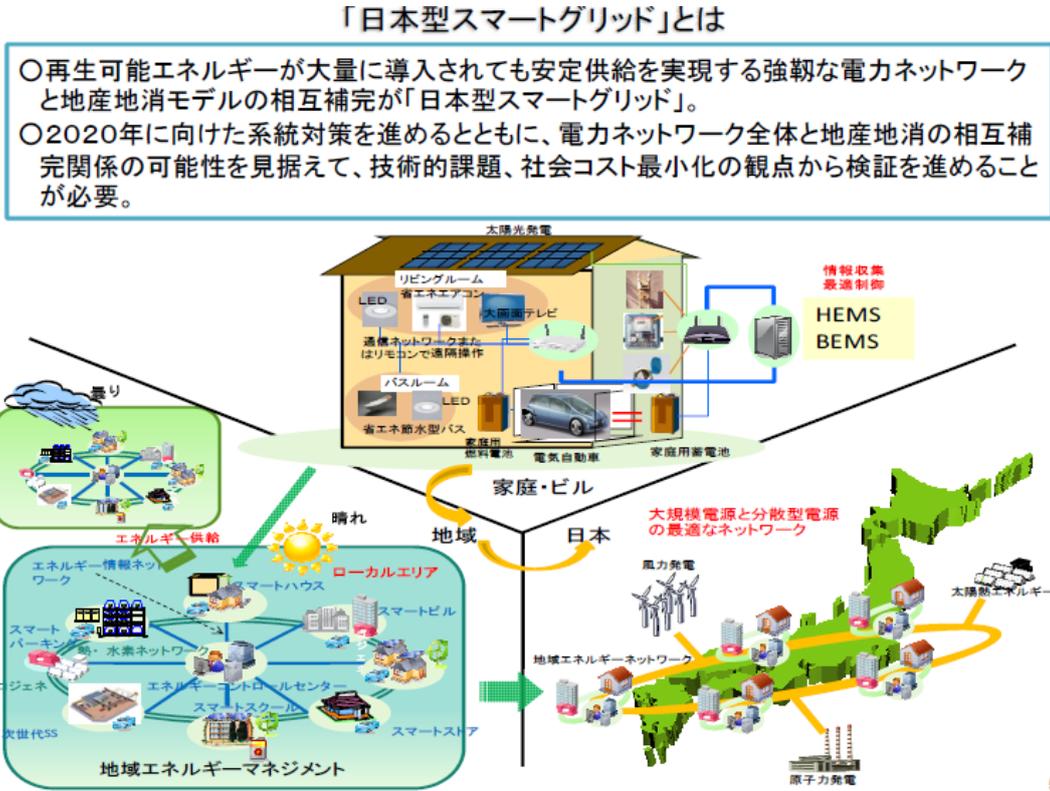
<http://www.fepc.or.jp/present/jiyuuka/outline/index.html>

欧米諸国と比較すると自由化のペースは早いとはいえず、1. で紹介した NIST の定義するスマートグリッドの 7 つのプレーヤーのうち、①大規模発電事業者、②送電、③配電は同一企業体によって担われており、⑤の電力市場は大口需要家のみが開かれており、⑦のサービスプロバイダはほとんど存在していないのが実情である。

#### 2.4.2 わが国におけるスマートグリッド実証実験などの動向

わが国でも近年スマートグリッドに関する関心が急速に高まり、平成 21 年度頃から資源エネルギー庁の下に、スマートグリッドに関連する幾つかの研究会、検討会、協議会などが設置され、その検討が進められてきた。次世代送配電ネットワーク研究会 (平成 21 年 8 月発足)、次世代エネルギー・社会システム協議会 (平成 21 年 11 月発足)、次世代配電システム制度検討会 (平成 22 年 5 月発足) などである。下に示した図は、第 7 回次世代エネルギー・社会システム協議会 (平成 22 年 1 月 19 日) の配布資料が描く、日本型スマートグリッドの概念図である。

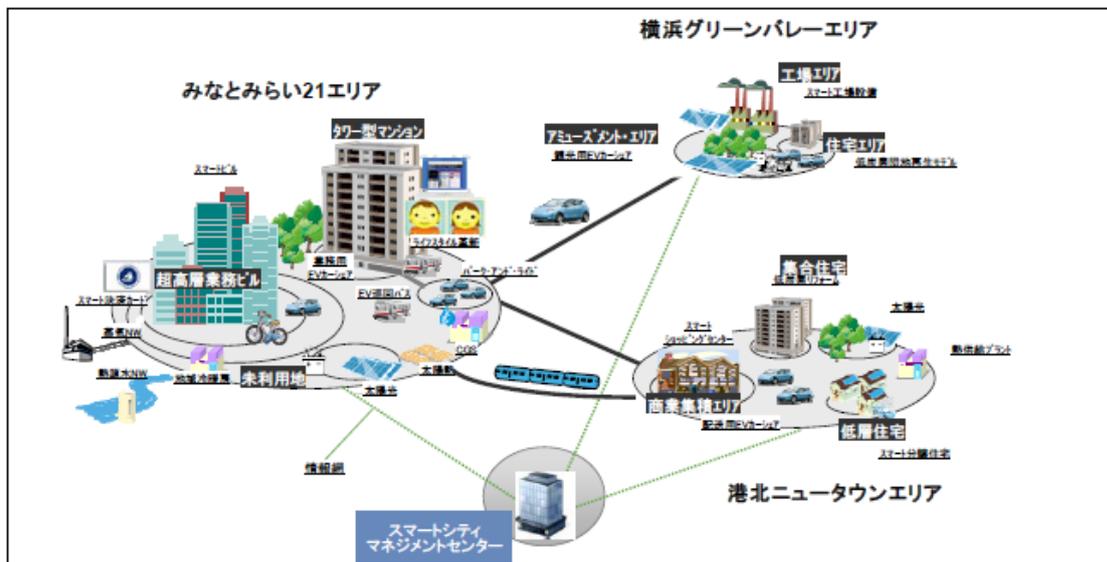
図表 2-12 日本型スマートグリッドの概念図



また、平成 22 年 4 月には第 8 回次世代エネルギー・社会システム協議会で、横浜市、豊田市、けいはんな学研都市、北九州市の全国地域の「次世代エネルギー・社会システム実証地域」が選定され、スマートグリッド関連の実証試験が始められている。

その一つである横浜市における「ヨコハマ・スマートシティ・プロジェクト」では、みなと未来 21 エリア、港北ニュータウンエリア、横浜グリーンバレーエリアの三つの地域で、平成 26 年度を目標として、実証 3 エリアでの CO<sub>2</sub> の 6 万 4000 トン削減。約 27MW の太陽光発電、約 4000 世帯への HEMS (Home Electric Management System)、約 2000 台の電気自動車の導入を目指すとされている。下の図表 2-13 に「ヨコハマ・スマートシティ・プロジェクト」の概念図を示す。

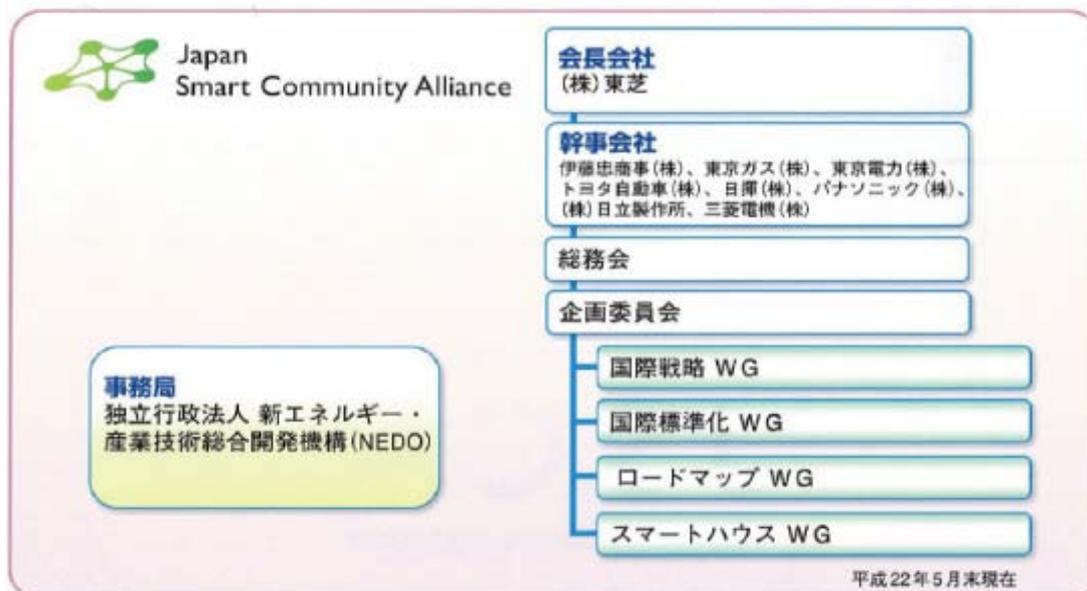
図表 2-13 「ヨコハマ・スマートシティ・プロジェクト」の概念図



<http://www.city.yokohama.lg.jp/kankyo/ondan/press/h22/100811/100811.pdf>

また、平成 22 年度には、スマートコミュニティ・アライアンスが、民間企業を主体とし NEDO を事務局として設立された。同アライアンスは、国際戦略、国際標準化、ロードマップ、スマートハウスの 4 つのワーキンググループを持ち、わが国におけるスマートグリッドの推進に取り組んでいる（2010 年 11 月の会員総数は 504 社である）。下の図表 2-14 はスマートコミュニティ・アライアンスの組織図である。

図表 2-14 日本スマートコミュニティ・アライアンスの組織図

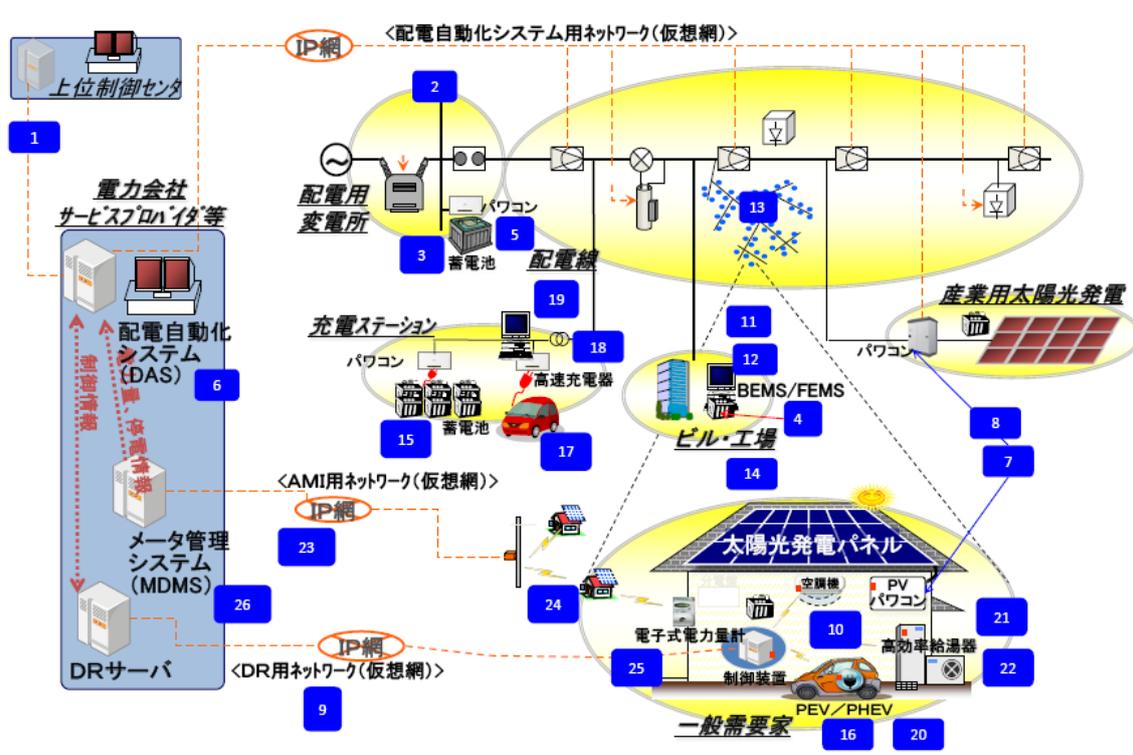


<https://www.smart-japan.org/activity/tabid/59/Default.aspx>

### 2.4.3 わが国における標準化等の動向と将来予測

わが国においてスマートグリッドに関わる標準化について検討したのが、経産省産業技術環境局が平成 21 年 8 月に設置した「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」である。この研究会での最終報告（平成 22 年 1 月公表）では、下の図表 2-15 に掲げる 26 のアイテムを、スマートグリッドに関わる「標準化したい重要アイテム」と特定している。図表 2-15 に引き続いて 26 の各アイテムの名称を掲げた。

図表 2-15 経産省が特定した標準化したいとする 26 の重要アイテム



<http://www.meti.go.jp/report/downloadfiles/g100129d01j.pdf>

1. 送電系統広域監視制御システム
2. 系統用蓄電池の最適制御
3. 配電用蓄電池の最適制御
4. ビル・地域内蓄電池の最適制御
5. 蓄電池用高効率パワコン
6. 配電自動化システム
7. 分散型電源用パワコン
8. 配電用パワエレ機器
9. デマンドレスポンスネットワーク
10. HEMS(Home Electric Management System)

- 1 1. BEMS(Building Electric Management System)
- 1 2. FEMS(Factory Electric Management System)
- 1 3. CEMS(community Electric Management System)
- 1 5. 蓄電池モジュール
- 1 6. 車載用蓄電池の残存価値評価方法
- 1 7. EV 用急速充電器と車両間通信
- 1 8. EV 用急速充電器用コネクタ
- 1 9. EV 用急速充電器本体設計
- 2 0. 車載用リチウムイオン電池の安全性試験
- 2 1. 車両・普通充電インフラ間の通信
- 2 2. インフラ側からの EV 用普通充電制御
- 2 3. メーター用広域アクセス通信
- 2 4. メーター用近距離アクセス通信
- 2 5. AMI システム用ガス計量部
- 2 6. メーター通信部と上位システムとの認証方式

### 3. スマートグリッドの普及が重要インフラの情報セキュリティにもたらす影響の考察

#### 3.1 米国における影響の考察

米国におけるスマートグリッドの標準化や技術開発の担当部門となっている NIST の「スマートグリッド・相互運用性・パネル」の「サイバーセキュリティ・ワーキンググループ」は、2010年8月、「スマートグリッドのサイバーセキュリティ・ガイドライン」を、3部から成る NISTIR 7628 文書として公表した。この文書の第3部は、スマートグリッドに係るセキュリティと標準化に焦点を当てているので、セキュリティ関連の研究開発について書かれた部分（同文書第8章）の概要を紹介する。

NISTIR 7628 の第8章は「スマートグリッドにおけるサイバーセキュリティの研究開発テーマ」と題されており、研究開発分野を5つ上げている。①デバイスレベル、②暗号とキー管理、③システムレベル、④ネットワーク課題、⑤スマートグリッド関連のその他のセキュリティ課題である。以下、5つの分野ごとの課題として挙げられた項目を紹介する。

##### ①デバイスレベルの課題

- ☆コスト効率の良いタンパーレジスタントな（不正開封防止機能を持つ）デバイスの開発
- ☆組み込みプロセッサによる侵入検知

##### ②暗号とキー管理の課題

- ☆プライバシーが強化された暗号アルゴリズム
- ☆ネットワーク内統合スキームの暗号
- ☆アイデンティティに基づいた暗号化
- ☆信頼されたサードパーティなしのアクセス制御
- ☆オンライン接続が限定された（あるいは皆無の）相互運用性

##### ③システムレベルの課題

- ☆区切られた回復と反応のアーキテクチャ
- ☆リアルタイムセキュリティのアーキテクチャ
- ☆測定の正確さと適時性のトレードオフ
- ☆レガシーシステムの統合
- ☆回復力の管理と意思決定のサポート
- ☆メカニズムの効率的な構成
- ☆リスク評価とリスク管理
  - ・攻撃アナリシスの進歩
  - ・リスク測定
  - ・リスクを基準としたサイバーセキュリティ投資

##### ④ネットワークの課題

☆COTS システムとネットワークの安全な利用

- ・スマートグリッドにおけるインターネットの利用
- ・TCP/IP のセキュリティと信頼性課題

☆先進ネットワーク

☆IPv6

⑤スマートグリッド関連のその他のセキュリティ課題

☆システムの連合におけるプライバシーとアクセス制御

- ・ビジネス主体毎の管理された分離
- ・高度にダイナミックなシステム連合環☆

☆インフラの相互依存性の課題

☆クロスドメイン（電力系と情報系の間）のセキュリティ事象検出・分析・対応

☆スマートグリッドにおける隠ぺいされたネットワークチャネル、その創設、特定、検出・除去

☆DoS 攻撃からの復旧

☆クラウドのセキュリティ

☆セキュリティ設計と検証ツール

☆分散型セキュリティと中央集中型セキュリティの対比

☆システムのセグメンテーションと仮想化

☆脆弱性分析

☆脆弱性分析ツール

☆データ出自

☆セキュリティとユーザビリティ

☆電気自動車のセキュリティ課題

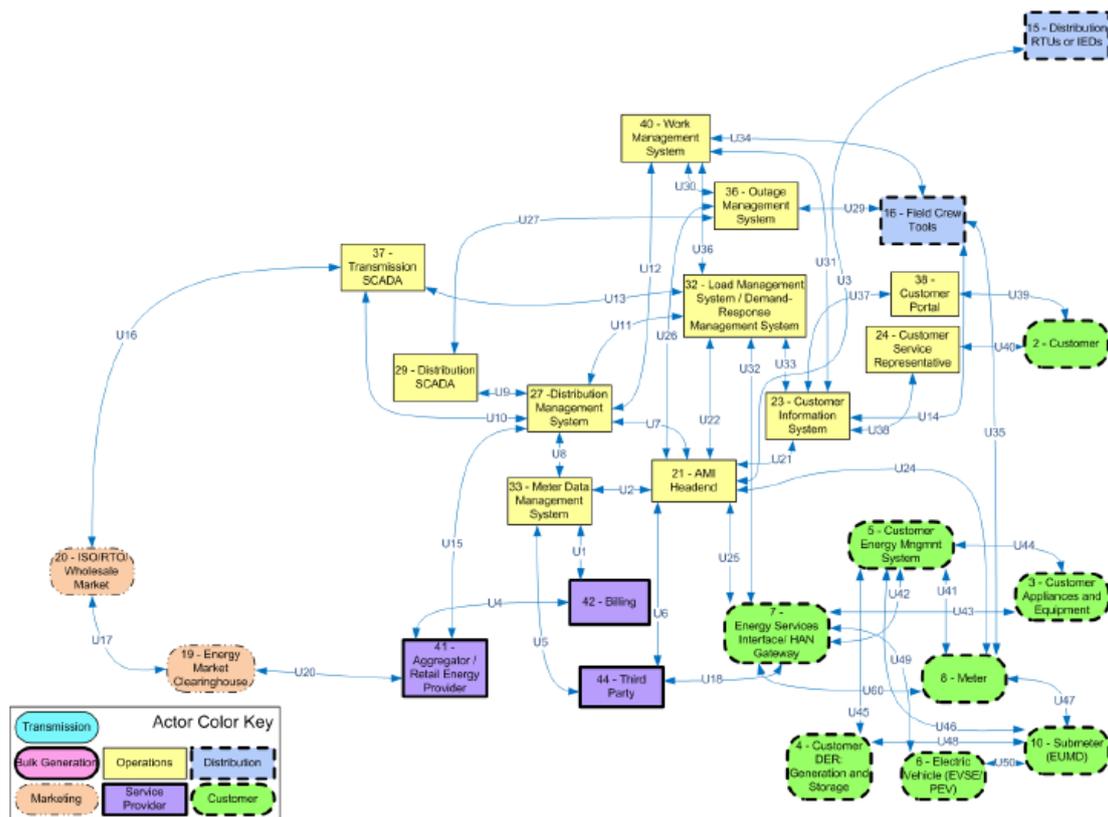
☆異常な使用を検出するモデリング

また、NISTIR 7628 の付属文書 F においては、「スマートグリッドにおける論理アーキテクチャとインタフェイス」と題して、スマートグリッドの6つの分野におけるインタフェイスの所在について論及し、各分野の論理インタフェイスについて長大な表を掲げ、セキュリティギャップの所在点を示唆している。

- ①先進計測インフラストラクチャ (AMI)
- ②分散型グリッドの管理
- ③電力貯蔵
- ④電気輸送 (電気自動車)
- ⑤顧客への約束 (デマンドレスポンスとエネルギー利用の効率化)
- ⑥ワイドエリアの状況認識 (WASA)

以下に掲げた図表 3-1 は、①先進計測インフラストラクチャ（AMI）における論理インタフェイスの所在について、NISTIR 7628 が示した概念図である。

図表 3-1 NISTIR 7628 におけるスマートグリッドの論理インタフェイスの概念図  
(AMI の場合)

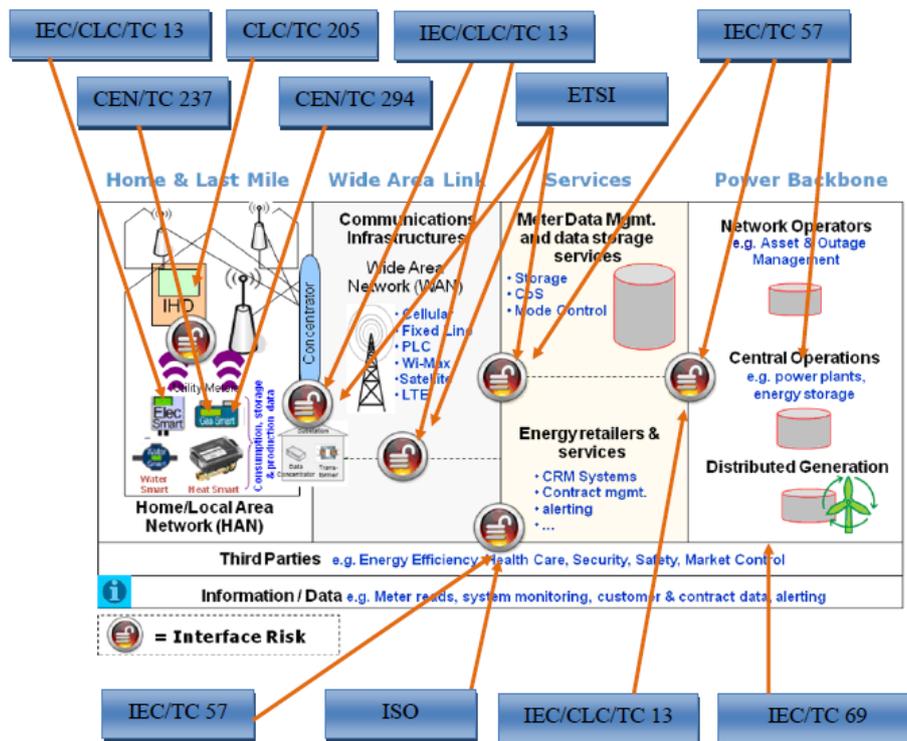


[http://csrc.nist.gov/publications/nistir/ir7628/nistir-7628\\_vol3.pdf](http://csrc.nist.gov/publications/nistir/ir7628/nistir-7628_vol3.pdf)

### 3.2 欧州における影響の考察

先に掲げた図表 2-7 には 6 個の錠前が示されこの部分にインタフェースリスクが集中するとされていた。SGTF の EG2 中間報告書は引き続き下に示す図表 3-2 を掲げ、各インタフェースリスクに係る標準化関連の委員会や組織を示すとともに、続く図表 3-3 ではそれら委員会や組織の責任分野が示されている。

図表 3-2 スマートグリッドに関わる情報リスクとそれに関連する欧州内の委員会と組織



出典：SGTF EXPERT GROUP2 中間報告書

[http://ec.europa.eu/energy/gas\\_electricity/smartgrids/doc/expert\\_group2.pdf](http://ec.europa.eu/energy/gas_electricity/smartgrids/doc/expert_group2.pdf)

図表 3-3 欧州の標準化委員会・組織とその責任分野

標準化委員会／組織	責任分野
IEC TC57	ESP システムのインタフェイスと共通情報モデル
IEC TC13	電力メータと通信プロトコル
ISO	データセキュリティのビジネスプロセス
CEN TC 294	バッテリー駆動メータ通信
CEN TC 237	ガスメータ
ETSI M2M	通信
CLC/TC205	家電製品の家庭内自動化と通信プロトコル
IEC TC69	電気自動車
PCI-DSS	プリペイドカード産業

出典：SGTF EXPERT GROUP2 中間報告書

[http://ec.europa.eu/energy/gas\\_electricity/smartgrids/doc/expert\\_group2.pdf](http://ec.europa.eu/energy/gas_electricity/smartgrids/doc/expert_group2.pdf)

上記の分析に基づいて、SGTF の EG2 中間報告書はスマートグリッドに関わるデータセキュリティに関して、以下の勧告を行っている。

このエキスパートグループは、ESO（欧州標準化機構）がスマートグリッド・インタフェイスのセキュリティ的側面を特にかつ暗示的にカバーする新しい標準化を、上記のリスト（本報告書の図表 3-2）に基づいて更新・拡張・開発する仕事を行わなければならないことを勧告する。

スマートグリッドのエンド・トゥ・エンドのセキュリティとプライバシー保護を設計するに際しては、最も適切な暗号プリミティブを明確に評価する仕事をもっとなされなければならない。例を挙げれば、システムティック・キー暗号（例えば AES）か、あるいは非対称暗号（例えば RSA や ECC 暗号）かである。暗号プリミティブの選択は、信頼プロビジョニング、キー配布、キー防護、キー発生、キーパーソナライゼーション、キー廃棄やリタイア、キー更新にとって、大きな影響を持っている。

### 3.3 アジア諸国における影響の考察

#### 3.3.1 韓国における影響の考察

韓国では米国立標準技術研究所（NIST）が昨年8月に発行したスマートグリッドのサイバーセキュリティに関するガイドライン NISTIR 7628 “ Guidelines for Smart Grid Cyber Security: Vol. 3, Supportive Analyses and References ”（The Smart Grid Interoperability Panel – Cyber Security Working Group、August2010）を基礎として検討している。しかしながら国情の違いなどを考慮した韓国版サイバーセキュリティに関するガイドラインの作成検討に

着手している。この検討には関連専門研究者が関わっており2011年中には案が提出される見込みである。

### 3.3.2 台湾における影響の考察

スマートグリッド化の核心部分である通信インフラとそのプロトコルについて、台湾電力は以下の4点を重要課題として指摘している。

①通信プロトコルの課題は、

- ・ SCADA システムの統合
- ・ 分散化した風力発電の情報プラットフォームの統合化
- ・ 新しい国際プロトコル標準の影響

②台湾電力の通信プロトコルのガイドラインは、

- ・ 2006年に公表され、
- ・ スマートグリッドシステム上の通信プロトコル問題を取り扱う勧告と方向性を提供している。

③特定のシステム向けの通信プロトコル標準はTCP/IP上のDNP3.0あるいはIEC61850にフォーカスされるだろう。

④系統システムにおけるSCADAプロトコルの継続性が、通信の高速性よりも重要である。

Taiwan Power Company's Work in Development in SCADA and Smart Grid, Yang, Jin-Shyr, Taipower, February 4, 2010, SCADA Asia 2010

### 3.3.3 シンガポールにおける影響の考察

シンガポールエネルギー市場監督庁は2010年10月、スマートグリッド関連分野の研究開発(Smart Energy Challenge=SEC project)に総計1000万Sドルを投入することを発表した。選ばれた分野は次の5つである。

- ①20MWの分散仮想発電所(デマンドレスポンスシステム)
- ②エネルギー浪費産業における高効率無酸素処理炉の開発
- ③電気自動車用のインテリジェントで高効率なバッテリーシステムの開発
- ④スマートグリッドにおける電気自動車用のサイバーセキュリティと安全なインテリジェント電子デバイス
- ⑤産業エネルギー効率化用の統一的電力ファクターの可変スピードドライブ

これら5つのうち、スマートグリッドのサイバーセキュリティに関するプロジェクトは④の電気自動車向けの安全なインテリジェント電子デバイスである。このプロジェクトの主管者であるInfocomm ResearchのDr. チョウ・ジャンインは次のように述べている。

「我々のプロジェクトは、電力グリッドインフラを強化する、セキュリティアーキテクチャの青写真を開発することを目的としている。(略)また、SECの補助金を得て、グリッドに安全に接続できるタンパーレジスタントな(不正開封防止機能を持つ)デバイスを開発

することを可能にする」。

また、この研究開発成果について、「セキュリティアーキテクチャの青写真は電力グリッドインフラを強化し、分散型 IED(Intelligent electronic Devices)の電力グリッドへの接続に伴うリスクの軽減を可能にする。テンパーレジスタントな IED の研究開発は、電気自動車の充電インフラ、車内モジュールとしての EV、物流管理と追尾システムなどの将来的応用への参照設計として利用される」としている。

[http://www.ema.gov.sg/media/news\\_pdfs/4cbc0be846e0bSEC\\_-\\_Media\\_Release\\_\\_web.pdf](http://www.ema.gov.sg/media/news_pdfs/4cbc0be846e0bSEC_-_Media_Release__web.pdf)

### 3.4 わが国における影響の考察

スマートグリッド周辺の情報セキュリティに関しては、「次世代送配電システム検討会第1ワーキンググループ」の第7回会合（平成22年12月27日）において配布された、「双方向通信の導入に関わる課題について」と題された資源エネルギー庁電力・ガス事業部の資料が、4点の検討課題を提起している。それらは、①ラストワンマイル等の通信インフラの整備、②情報セキュリティの確保、③標準化、④社会受容性の確保である。

ここでは、スマートグリッドに関わるセキュリティの観点から、特に重要と思われる、②情報セキュリティの確保の項と、③標準化の項で指摘されている課題を列挙する。

#### ②情報セキュリティの確保

○双方向通信により需要家の電力等使用情報や遠隔開閉用の制御信号が通信ネットワークに流通するため、個人情報の漏えいやサイバーテロ等、情報セキュリティの脅威の増大が想定される。

○電力ネットワークは電力の安定的供給を担う重要インフラであることや個人情報の保護、情報セキュリティの確保のため、不正アクセス、情報漏えい等についてシステム面、保守運用面等で十分な対策を講じていくことが必要ではないか。

#### ③標準化

○双方向通信による電力等使用情報の送受や、PCSのカレンダー情報の書き換えに向け通信プロトコルやデータフォーマット、通信機器のインターフェース等の標準化が必要ではないか。

○次世代送配電系統最適制御技術実証事業において、系統状況に応じた需要側機器の制御技術開発等の成果を踏まえ、需要側と系統側との通信手段及びインタフェースの標準化を検討していく予定。

○需要情報等の活用などで電力会社以外にも参入の可能性のある分野（HEMS等）の標準化を行う際には、関係者が広く参画できる体制を確保することが必要ではないか。

○可能な限り国際標準化を目指すとともに、標準化によるセキュリティの脆弱性にも十分に考慮することが必要ではないか。



	<p>制緩和の度合いが異なっている。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・競争激化により安定供給が確保できていない側面もある。</li> <li>・電力系統はループ状</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・EDF (仏) E.ON (独) バッテンフォール(スウェーデン)、Enel (伊) などの大手が国境を越えて巨大化しつつある。</li> <li>・電力系統はループ状で各国間の乗り入れが進んでいる。</li> </ul>	<p>つつあるが、10 電力体制の基本は強固である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・電力系統はくし状</li> </ul>
需要家 1 件当たりの停電率(電気事業の現状 2009 より)	州別のばらつきが激しい。ニューヨーク州 12 分。カリフォルニア州 162 分。	ドイツ 37 分 フランス 57 分 イギリス 100 分	16 分
スマートメータ導入の進展状況	・スマートメータの導入状況は州によって大きく異なる。	・スマートメータの導入に積極的であり、国によっては100%導入が達成されている(伊、スウェーデン、フィンランド等)。	・スマートメータの導入は大口需要家を中心に部分的に実用化されている。
スマートグリッド導入による優先的達成目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>・スマートグリッド化による停電ロスの削減</li> <li>・ループ状電力系統における電力資源の有効利用。</li> <li>・分散型再生可能エネルギーの電力系統への導入と制御。</li> <li>・デマンドレスポンスの精密化や見える化の導入による需要家への省エネ動機付与。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・盗電被害の防止</li> <li>・分散型再生可能エネルギーの電力系統への導入と制御。</li> <li>・全欧州のループ電力系統の統合による電力資源の有効利用。将来的には電力系統の世界的連結を考慮している。</li> <li>・見える化やデマンドレスポンスによる省エネの推進。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・再生可能エネルギーの電力系統への導入と制御。</li> <li>・蓄電池の系統への設置。</li> <li>・高い電力品質の維持</li> </ul>
セキュリティ問題	自由化が進み電力事業に関連するプレイヤーが増えたことや、オープン化の進展によって、ハッキング	米国ほどではないが、相当の被害が起こっていると伝えられている。	電力制御システムは欧米に比べてクローズドであり、脆弱性は少ないと思われる

	やマルウェア等による停電被害や発電所のシャットダウンなどが起こっていると伝えられている。		が、双方向通信化が進むことによる弱点への対応が必要になると思われる。
セキュリティ課題への対応	<ul style="list-style-type: none"> <li>・NIST が中心となって対応策を検討している。現時点では NISTIR 7628 が最新の成果である。</li> <li>・民間では OPEN SG1 セキュリティ WG が推進主体となっている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・欧州スマートグリッド・タスクフォース (SGTF) が中心となって対応策を検討している。現時点では SGTF のエキスパートグループ 2 の中間報告書が最新の成果である。</li> <li>・米国主体の OPEN SG1 に、欧州の電力会社やベンダーが積極的に参加している。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・スマートグリッドのセキュリティ課題の検討が始まっており、経産省の「次世代送配電システム検討会」が一つの中心となっている。</li> </ul>

#### 4. 今後の取り組みに向けた提言

##### ①将来的なグローバル電力グリッド建設への情報セキュリティ面での対応

ヨーロッパや北米では、国境を越えた電力系統の構築が進みつつある。特にヨーロッパにおいてはイタリア電力公社(ENEL)やフランス電力公社(EDF)などを中心に、ユーラシア大陸全体を電力グリッドとして結合しようという野心的な計画も進行しているという。このような動きは、シンガポールを中心としたアジア諸国にも見られる。わが国はこうした動きに関する情報収集に努めつつ、将来的に出現すると思われるグローバル電力グリッドに対する基本的な姿勢の検討を始める必要があると思われる。その際、グローバル電力グリッドに係る情報セキュリティの検討は最重要課題の一つとなると思われる。

##### ②スマートメータの標準規格開発への積極的参加の必要性

スマートグリッドの基盤的技術要素として、需要家端末としての次世代スマートメータの開発が進められている。スマートメータは単に双方向通信機能を持つだけでなく、将来的に HEMS、BEMS、CEMS などのエネルギー管理システムにおいて重要な役割を果たし、効率的な電力利用の中心的デバイスになるものと期待されている。スマートメータ開発におけるインタフェースリスクの防護とその標準規格の開発が求められており、電力インフラ事業者やベンダーなどの我が国関係者もこうした動きに積極的に参加することが期待されている。

##### ③スマートグリッドの具体的進展に応じた情報セキュリティの研究が必要

家庭における HEMS、オフィスビルやマンションにおける BEMS、工場における FEMS、地域社会における CEMS など、各レベルにおけるスマートなエネルギー管理システムの登場に伴って、多くの情報の処理が必要とされることになる。エネルギー利用に伴う情報はプライバシー度が高く、その保護が重要になると考えられる。従って、スマートグリッド化に伴う情報セキュリティについては、その対策を早くから考慮しておく必要があると考えられる。HEMS、BEMS 等の各ケースに応じて、セキュリティの詳細を明確化しておく必要があり、集中的な研究開発が望ましい。

##### ④電力業界からのスマートグリッド関連の積極的な情報発信の必要性

我が国の電力産業は諸外国と比べても自由化の進展が遅れ、クローズドな環境に置かれてきたといえる。スマートグリッドの普及につれて電力以外の様々な業界も関係するため、セプターカウンシルなどの場を通じて、スマートグリッドとその情報セキュリティ課題について、電力業界から、より積極的な情報発信が期待される。

## 5. 付録、文献一覧

### 5.1 本報告書で引用した文献

- ・ スマートグリッドに関するNISTの基本文献

“NIST Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards, Release 1.0”

[http://www.nist.gov/public\\_affairs/releases/upload/smartgrid\\_interoperability\\_final.pdf](http://www.nist.gov/public_affairs/releases/upload/smartgrid_interoperability_final.pdf)

- ・ 米国エネルギー省が2003年に公表した最初のスマートグリッド関連文書

“Grid 2030”

[http://www.oe.energy.gov/DocumentsandMedia/Electric\\_Vision\\_Document.pdf](http://www.oe.energy.gov/DocumentsandMedia/Electric_Vision_Document.pdf)

- ・ 米国エネルギー省が2004年に公表した最初のスマートグリッド技術ロードマップ

“National Electric Delivery Technologies Roadmap”

[http://www.oe.energy.gov/DocumentsandMedia/ER\\_2-9-4.pdf](http://www.oe.energy.gov/DocumentsandMedia/ER_2-9-4.pdf)

- ・ 米国 NIST の Special Publication 1108

“NIST Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards, Release 1.0

[http://www.nist.gov/public\\_affairs/releases/upload/smartgrid\\_interoperability\\_final.pdf](http://www.nist.gov/public_affairs/releases/upload/smartgrid_interoperability_final.pdf)

- ・ 経済産業省のスマートグリッド制度検討会における事例紹介プレゼンテーション

「安定供給と環境保全に向けた欧米の事例紹介、IBM」

<http://www.meti.go.jp/committee/materials/downloadfiles/g71101c04j.pdf>

- ・ 米国ニューメキシコ州における日米スマートグリッド共同実証研究の報告

「NEDO海外レポート NO.1054, 2009.11.4」

<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1054/1054-01.pdf>

- ・ 2010年11月に米国フロリダ州で開かれたオープンSGにおける、スマートグリッドセキュリティ関連のプレゼンテーション。

“SG Security Boot Camp, November 2010, SG Security WG Chair: Darren Reece Highfill”

<http://osgug.uciaug.org/FLL2010/Presentations/SG%20Security%20Boot%20Camp%20-%2020101101.pdf>

- ・経済産業省のスマートグリッド制度検討会への提出資料
- ・フランスのスマートグリッド関連動向、平成22年12月16日、経産省商務情報政策局情報経済課  
[http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004668/008\\_04\\_00.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004668/008_04_00.pdf)
  
- ・EUのスマートグリッド・タスクフォースの、データ安全に関する専門部会の報告書  
 “TASK FORCE SMART GRIDS EXPERT GROUP 2: REGULATORY RECOMMENDATIONS FOR DATA SAFETY, DATA HANDLING AND DATA PROTECTION, FEBRUARY 16, 2011”  
[http://ec.europa.eu/energy/gas\\_electricity/smartgrids/doc/expert\\_group2.pdf](http://ec.europa.eu/energy/gas_electricity/smartgrids/doc/expert_group2.pdf)
  
- ・濟州島におけるスマートグリッド実証実験に関する韓国電力のプレゼンテーション  
 “Smart Grid Pilot Project in Jeju Island and KEPCO’s AMI Deployment, Dong Sub Kim”
  
- ・台湾交通大学教授による台湾のグリーンIT戦略についてのプレゼンテーション  
 Green IT Activities and Situation in Taiwan, Dr./Prof. Jenn-Hwan Tarng  
[http://www.greenit-pc.jp/activity/asia/file/chinese\\_taipei.pdf](http://www.greenit-pc.jp/activity/asia/file/chinese_taipei.pdf)
  
- ・SCADA Asia 2010における台湾のスマートグリッドに関する台湾電力によるプレゼンテーション  
 “Taiwan Power Company’s Work in Development in SCADA and Smart Grid,” Yang, Jin-Shyr, Taipower, February 4, 2010, SCADA Asia 2010
  
- ・Cleantech Investor誌におけるシンガポールのスマートグリッド実験の紹介記事  
 “Spotlight on Singapore: Smart Grid City,” Cleantech Investor  
<http://www.cleantechinvestor.com/portal/smart-grid/5860-spotlight-on-singapore-smart-grid-city.html>
  
- ・経済産業省の次世代エネルギー・社会システム協議会における経済産業省の配布資料  
 「次世代エネルギー・社会システムの構築に向けて」、2010年1月19日、経済産業省  
<http://www.meti.go.jp/committee/materials2/downloadfiles/g100119a03j.pdf>
  
- ・横浜市役所による「横浜スマートシティプロジェクト」マスタープランの記者発表  
<http://www.city.yokohama.lg.jp/kankyo/ondan/press/h22/100811/100811.pdf>
  
- ・産業界・自治体・大学等が参加してスマートグリッド推進のために設立された「日本スマートコミュニティ・アライアンス」のホームページ

<https://www.smart-japan.org/activity/tabid/59/Default.aspx>

・経済産業省の「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」が2010年1月に公表した研究成果発表文書、「次世代エネルギーシステムに係る国際標準化に向けて」  
<http://www.meti.go.jp/report/downloadfiles/g100129d01j.pdf>

・米国 NIST によるスマートグリッドのサイバーセキュリティについての最新ガイドライン  
“NISTIR 7628 Guidelines for Smart Grid Cyber Security: Vol. 3, Supportive Analyses and Reference,” August 2010  
[http://csrc.nist.gov/publications/nistir/ir7628/nistir-7628\\_vol3.pdf](http://csrc.nist.gov/publications/nistir/ir7628/nistir-7628_vol3.pdf)

・次世代送配電システム制度研究会第1ワーキンググループ（第7回）における事務局配布資料  
「双方向通信の導入に向けた課題について、平成22年12月、資源エネルギー庁 電力・ガス事業部」  
[http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004671/007\\_03\\_00.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004671/007_03_00.pdf)

## 5.2 本報告書で参照した文献

・IEEE の国際会議における AMI への侵入検出に関するイリノイ大学の論文  
“Intrusion Detection for Advanced Metering Infrastructures: Requirements and Architectural Directions,” W. H. Sanders, and H. Khurana, in 2010 First IEEE International Conference on Smart Grid Communications, R. Berthier, 2010  
[https://www.perform.csl.illinois.edu/Papers/USAN\\_papers/10BER01.pdf](https://www.perform.csl.illinois.edu/Papers/USAN_papers/10BER01.pdf)

・デマンドレスポンスとスマートメータリングに関する連邦エネルギー規制庁のレポート  
“2008 Assessment of Demand Response and Advanced Metering Staff Report,” Federal Energy Regulatory Commission December 2008  
<http://www.ferc.gov/legal/staff-reports/12-08-demand-response.pdf>

・スマートグリッドに関する米国 GAO（説明責任局）の最新報告書  
Electricity Grid Modernization, GAO, January 12, 2011  
<http://www.gao.gov/new.items/d11117.pdf>

・EU のスマートメータアライアンス（ESMA）による 2010 年 1 月の最終報告書  
European Smart Metering Alliance Final Report, European Smart Metering Alliance (ESMA), January 2010

[http://ieea.erba.hu/ieea/page/Page.jsp?op=project\\_detail&prid=1564&side=downloadablefiles](http://ieea.erba.hu/ieea/page/Page.jsp?op=project_detail&prid=1564&side=downloadablefiles)

- ・ ESMA によるスマートメータに関するガイダンス文書

“Smart Metering Guide, Edition 2010,” 16 November 2009

[http://ieea.erba.hu/ieea/page/Page.jsp?op=project\\_detail&prid=1564&side=downloadablefiles](http://ieea.erba.hu/ieea/page/Page.jsp?op=project_detail&prid=1564&side=downloadablefiles)

- ・ 制御システムのセキュリティに関する NIST 800-82 文書についてのプレゼンテーション

“Industrial Control System Security NIST SP 800-82,” NIST Industrial Control System Cyber Security Workshop, 24 September 2010

[http://csrc.nist.gov/groups/SMA/fisma/ics/documents/Sept2010-Workshop/NIST\\_ICSWorkshop\\_Sep2010\\_SP800-82\\_briefing\\_Abrams.pdf](http://csrc.nist.gov/groups/SMA/fisma/ics/documents/Sept2010-Workshop/NIST_ICSWorkshop_Sep2010_SP800-82_briefing_Abrams.pdf)

- ・ 米国においてスマートグリッドの標準化に係る一連の文献

“NERC CIP-002 through CIP-009”

“NIST SP800-53 Rev. 0”

“NIST SP800-53 Rev. 1”

“NIST SP800-53 Rev. 2”

“ISO/IEC 15408 (Common Criteria)”

- ・ 以下はアジアにおけるスマートグリッド関連の幾つかの文献

- ・ IEEE の定期刊行物に発表された韓国人学者による配送電システムのセキュリティプロトコル研究

“Security Protocols Against Cyber Attacks in the Distribution Automation System,”

Lim, I.H.; Hong, S.; Choi, M.S.; Lee, S.J.; Kim, T.W.; Lee, S.W.; Ha, B.N.; NPTC, Myongji Univ., Yongin, South Korea

[http://ants.mju.ac.kr/publication/IEEE\\_TR.pdf](http://ants.mju.ac.kr/publication/IEEE_TR.pdf)

- ・ 韓国の電力システムと技術課題に関するソウル国立大学教授の論文

“Power System and Technical Issues in South Korea,” Prof. Jong-Keun Park School of Electrical Eng, Seoul National University,

<http://oldsite.nautilus.org/archives/energy/grid/papers/jkpark.PDF>

- ・ APEC EGEE&C におけるシンガポールエネルギー市場監督庁のプレゼンテーション

“Update on Energy Efficiency Policies & Programmes in Singapore,” Energy Market Authority, 35th APEC EGEE&C Meeting Wellington, NZ, 4-5 Feb 10

<http://www.apec-esis.org/www/UploadFile/5-%20Singapore's%20EE%20update.pdf>

- ・台湾の学者によるスマートメータの ZigBee 無線通信に関する論文

“Development of a Smart Power Meter for AMI Based on ZigBee Communication,” Shun-Yu Chan, Department of Electrical Engineering, I-Shou University/ Cheng-Shiu University, Taiwan

<http://ir.lib.ntust.edu.tw:8080/dspace/bitstream/987654321/14317/1/Smart%20Power%20Meter.pdf>