

スマートグリッドの普及とその情報セキュリティ にもたらす影響

平成23年3月

(財)未来工学研究所

目次

1. 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
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
4. NISC、重要インフラ所管官庁、重要インフラ事業者が取り組むべき対策の提言

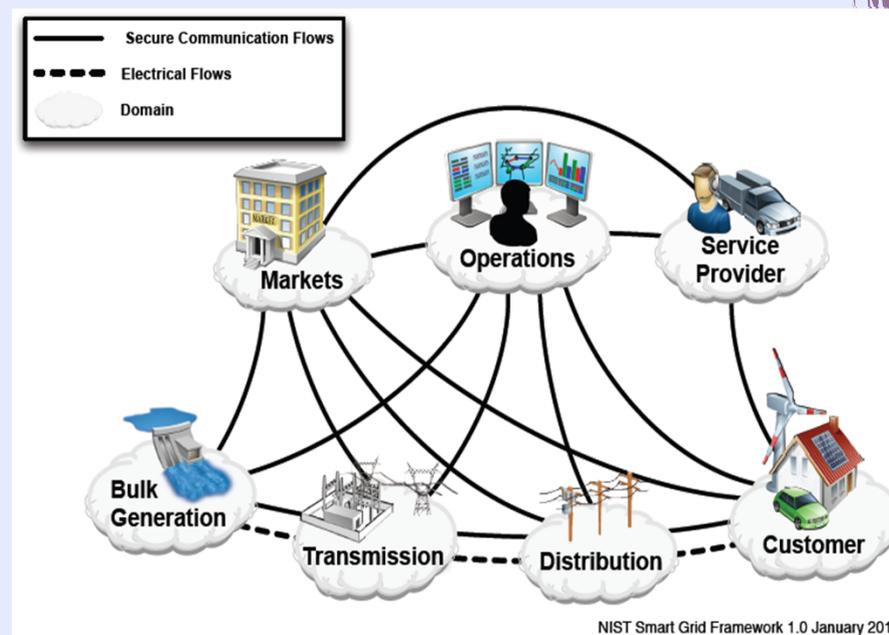
1. スマートグリッドの概要

■ 米国「エネルギー自給・安全保障法（EISA法、2007年12月）が出发点

【スマートグリッドの10の特性】

- ① デジタル情報と制御技術の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
- 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 分散型資源による発電の展開と統合
- ④ デマンド・レスポンスとデマンド側資源の効率的利用
- ⑤ グリッドの運用などに関わる計測と通信の(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・ハイブリッド自動車・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
- 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的で不要な障害の特定と低減。

NISTの定義するスマートグリッドの7つのドメイン



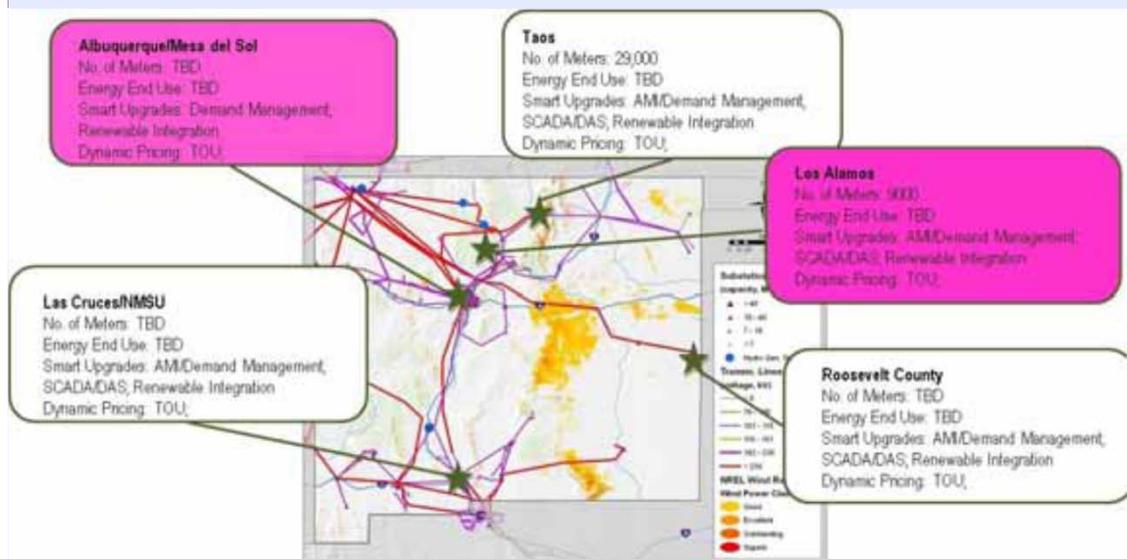
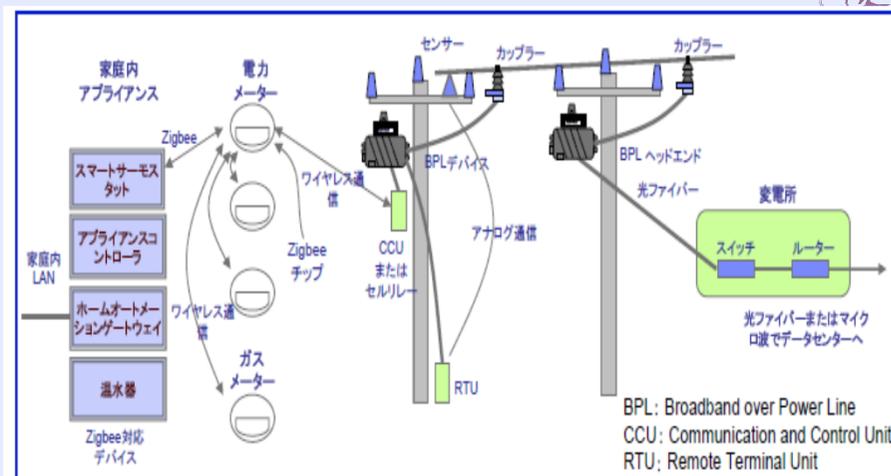
2. スマートグリッドの最近の動向と将来予測① 米国の技術開発ロードマップ(2004年段階)

	設計と試験	技術開発と市場受容	製造と規模拡大
グリッドアーキテクチャの設計	概念設計 プロトタイプ 実地試験	実地試験の拡大と実証 地域的展開	地域的展開の拡大 国家的ゴール
重要技術の開発	先進コンダクター 電力貯蔵 リアルタイム監視 電力エレクトロニクス	実地試験の拡大と実証(分散発電を含む) 地域的展開	国家的国際的展開
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 大テクニク 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

オバマ政権の「米国再生・再投資法」(2008年9月)で
スマートグリッドへの大型投資が決定。
スマートグリッド化が加速

2. スマートグリッドの最近の動向と将来予測② 米国での実証実験

また、米国ニューメキシコ州では、同州政府と日本のNEDOとの共同実証実験プロジェクトが2010年3月より在進行中。



Center Point Energy社のスマートメータ実証試験では Zigbee無線を使用したラストワンマイルをシステムを構築

2. スマートグリッドの最近の動向と将来予則③ 米国における標準化等の動向 (NIST)

NIST SP1108の示すスマートグリッドの標準フレームワークとロードマップ
14項目

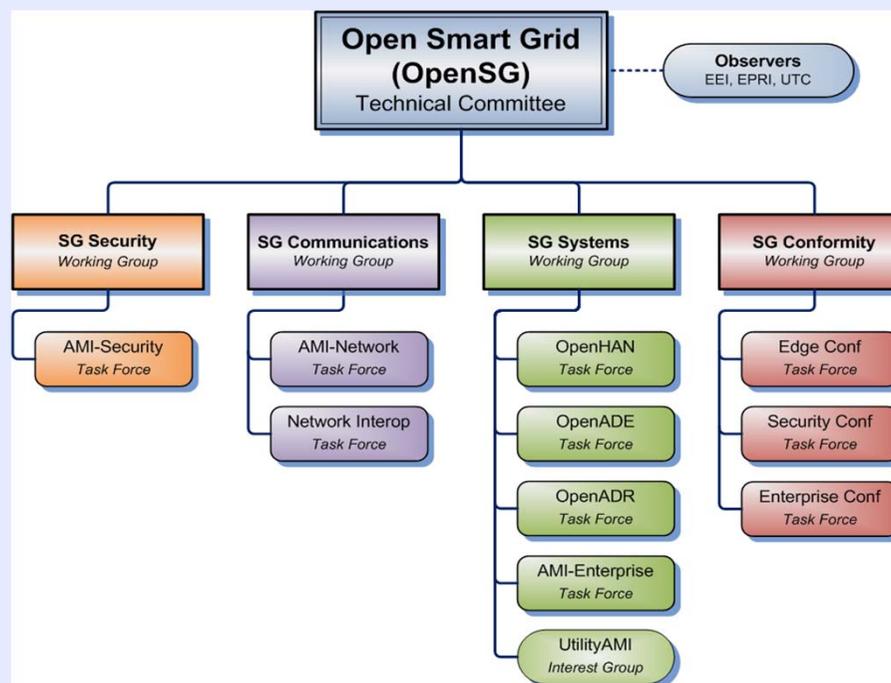
- ①メータデータプロファイルの標準化
- ②電力使用情報の標準化
- ③デマンドレスポンス信号の標準化
- ④価格と製品定義の共通仕様の開発
- ⑤電力流通の共通スケジュール通信の開発
- ⑥スマートグリッドに適したIPプロトコルの使用ガイドライン
- ⑦無線通信の使用ガイドライン
- ⑧家庭における電気機器通信のPLC標準の調整
- ⑨配電グリッド管理の共通情報モデルの開発
- ⑩送電と配電システムモデルのマッピング
- ⑪DNP3プロトコルのIEC 61850へのマッピング
- ⑫IEEE C37.118, IEC 61850と精密な時間シンクロとの調整
- ⑬電力貯蔵相互接続のガイドライン
- 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

2. スマートグリッドの最近の動向と将来予測④ 米国における標準化等の動向(産業界)

産業界側ではスマートグリッド関連の業界団体としてOPENSG (OPEN SMART GRID)が2009年に設立され盛んに活動している。

<OPEN SG (OPEN SMART GRID)>

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。

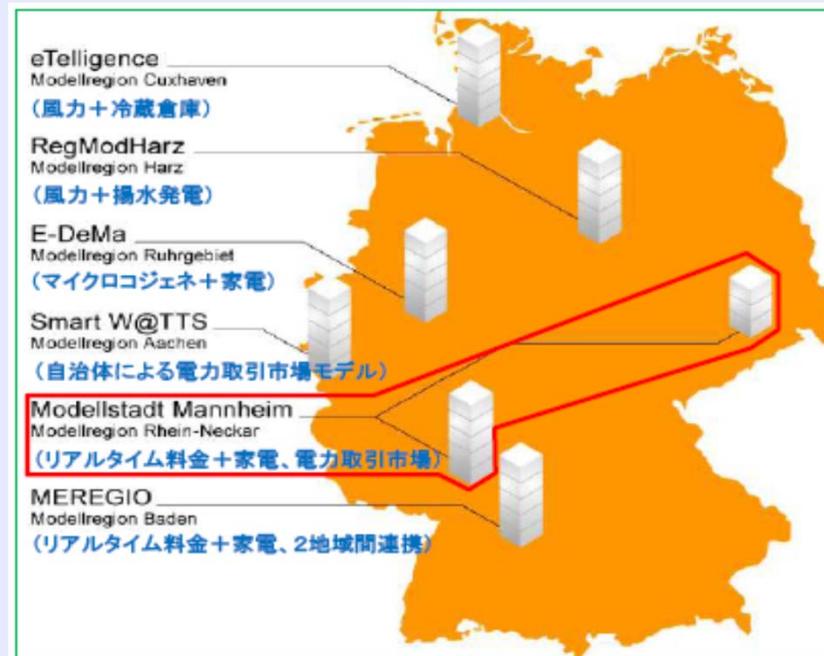


2. スマートグリッドの最近の動向と将来予測⑤

欧州

- 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ーの導入が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が進んでいる。

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。
2013年までに1億4000万ユーロが投入される予定。



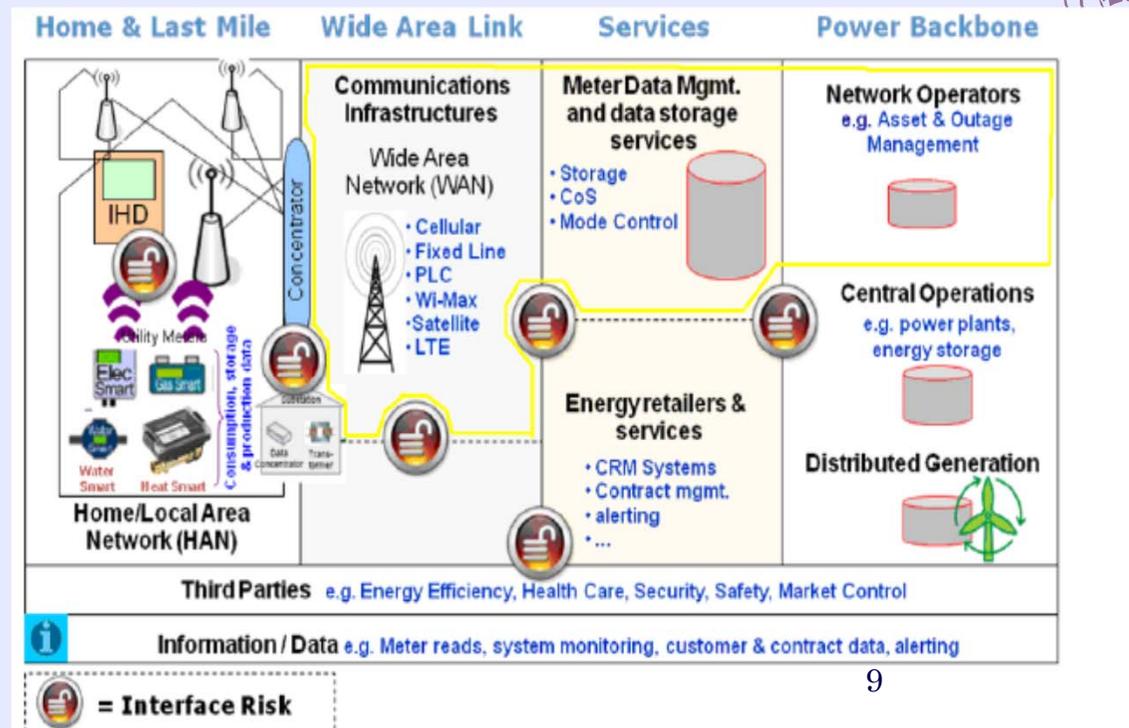
2. スマートグリッドの最近の動向と将来予測⑥ 欧州②

■ 欧州における標準化等の動向と将来性

「スマートグリッド・タスクフォース」(SGTF)がスマートグリッド化の政策立案機関として現在活動中。EG1「スマートグリッドとスマートメータの機能(Functionalities)」、EG2「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「スマートグリッド展開に関わる関係者の役割と責任」の3つのエキスパートグループを設置。

欧州におけるスマートグリッドのセキュリティアーキテクチャ概念図

右図の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。



2. スマートグリッドの最近の動向と将来予測⑦ アジア-韓国

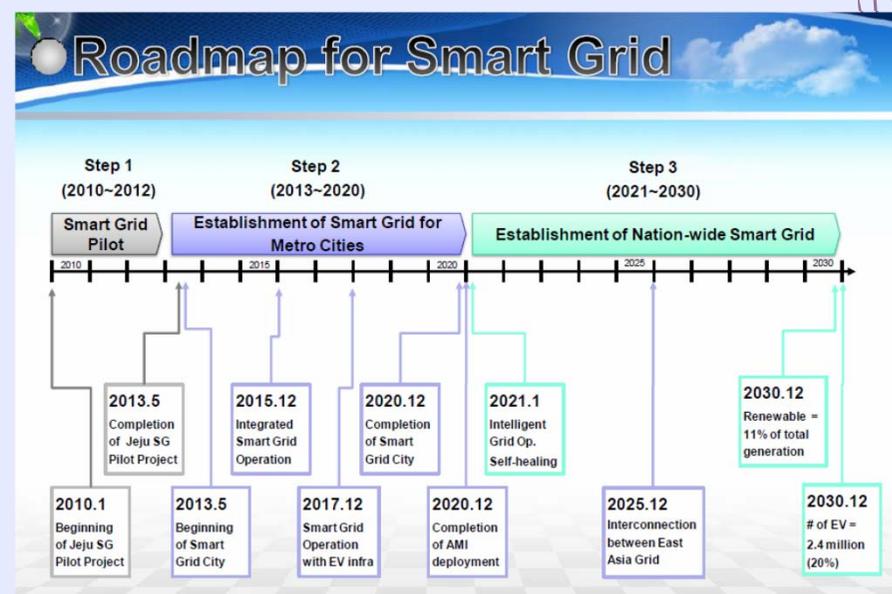
- 「世界最初の国家単位のスマートグリッド構築ビジョン」（2010年2月、知識経済部）、「スマートグリッドロードマップ樹立推進委員会」設立（同3月）、スマートグリッド協会発足（5月）。
- 2010年11月「スマートグリッド促進法案」, 「リアルタイム電気料金制導入法案」, 「内需創出・輸出産業化法案」などの法整備を伴う政策目標を発表。

韓国のスマートグリッド普及ロードマップ

【済州島スマートグリッド実証プロジェクト】

右図のロードマップの一環で、済州島において、政府と民間事業者が Matching Fund 方式で済州の旧左 (Gujua) 邑の一带に実証実験基地を構築。Smart Grid 開発技術の開発を進め早期の実用化を図っている。

総投資額は1060億ウォン（約86億円）。3000世帯の需要家と2カ所の変電所等で構成。



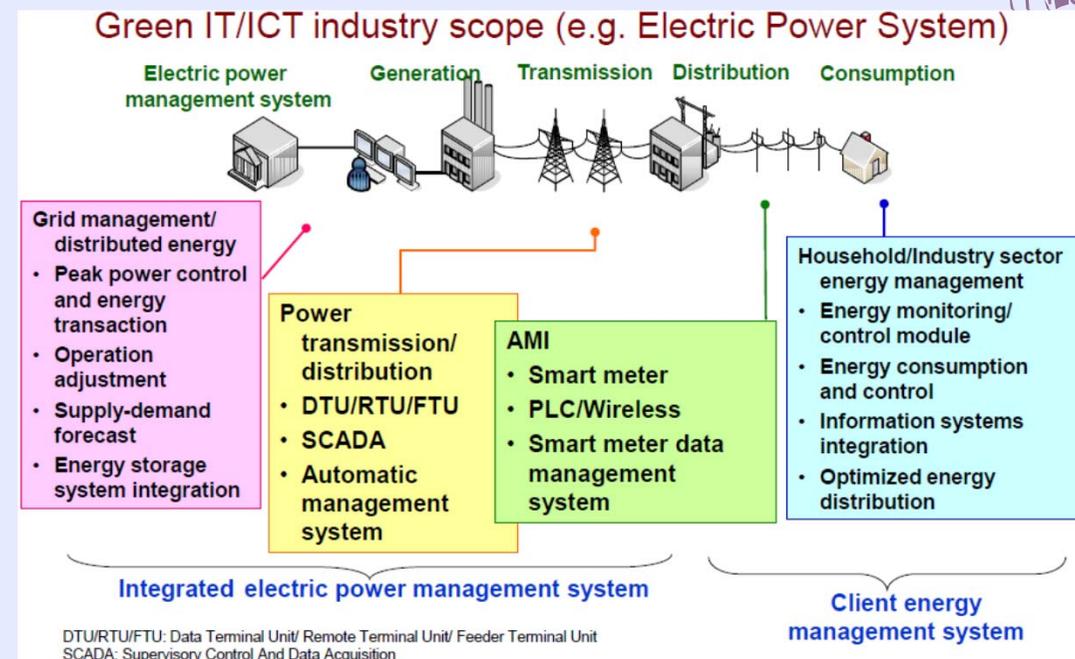
2. スマートグリッドの最近の動向と将来予測⑧ アジア-台湾

2009年4月にMOEA (Ministry for economic Affairs=經濟部) が主催した「グリーンエネルギー開発戦略」によって、本格的なスマートグリッド開発計画を発足。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。

台湾におけるスマートグリッド導入計画の概要

＜スマートメー設置方針＞

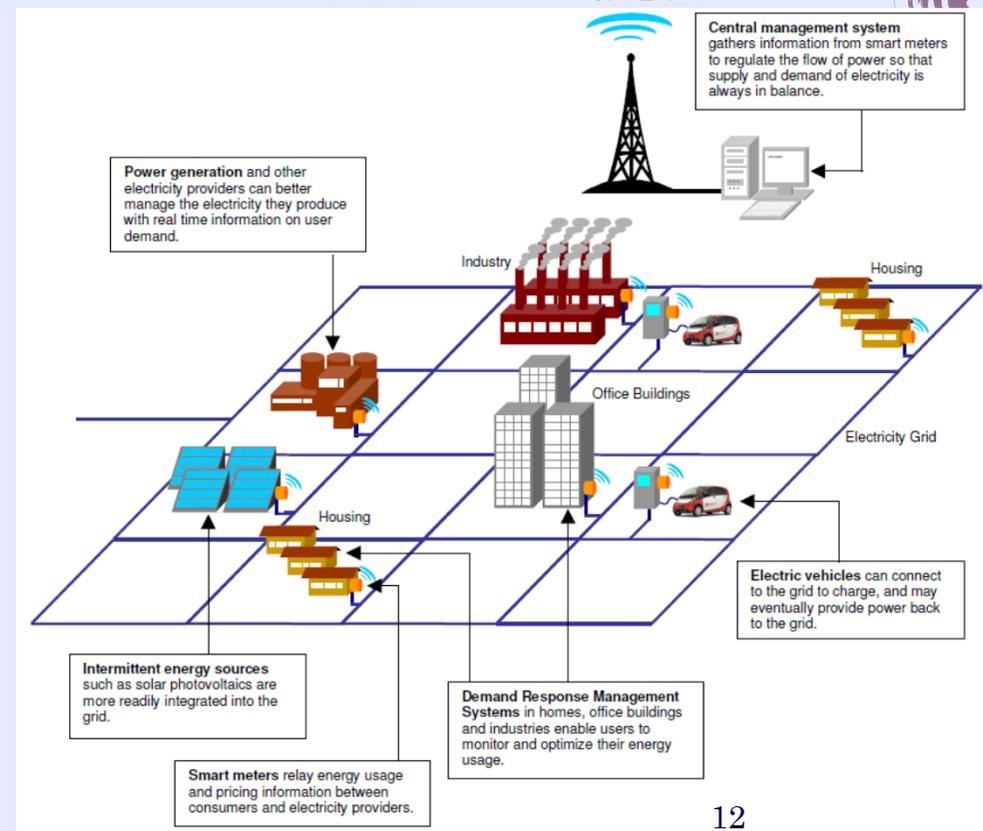
- ◆台湾の電力消費は産業用の高圧220Vと家庭用の100Vに二分されているが、総電力消費の58%を占める高圧ユーザからAMIの導入を始める方針。
- ◆高圧ユーザ約2万4000社のうち1200社のユーザについては2010年中にスマートメータを取り付け、残りの2万3000社については2011年と2012年でAMI化を完了。低電圧ユーザについては、2012年までに1万軒、2014年までに100万軒、2015年までには500万軒にAMI普及を予定。



2. スマートグリッドの最近の動向と将来予測⑨ アジア-シンガポール

同国はアジアでは最も電力自由化が進展。2009年11月、エネルギー市場監督庁（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。

シンガポールのIES概念図



< Intelligent Energy Systemの段階的発展 >

- ◆第1フェイズでは、4500個のスマートグリッド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。
- ◆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「スマートメーター」「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。

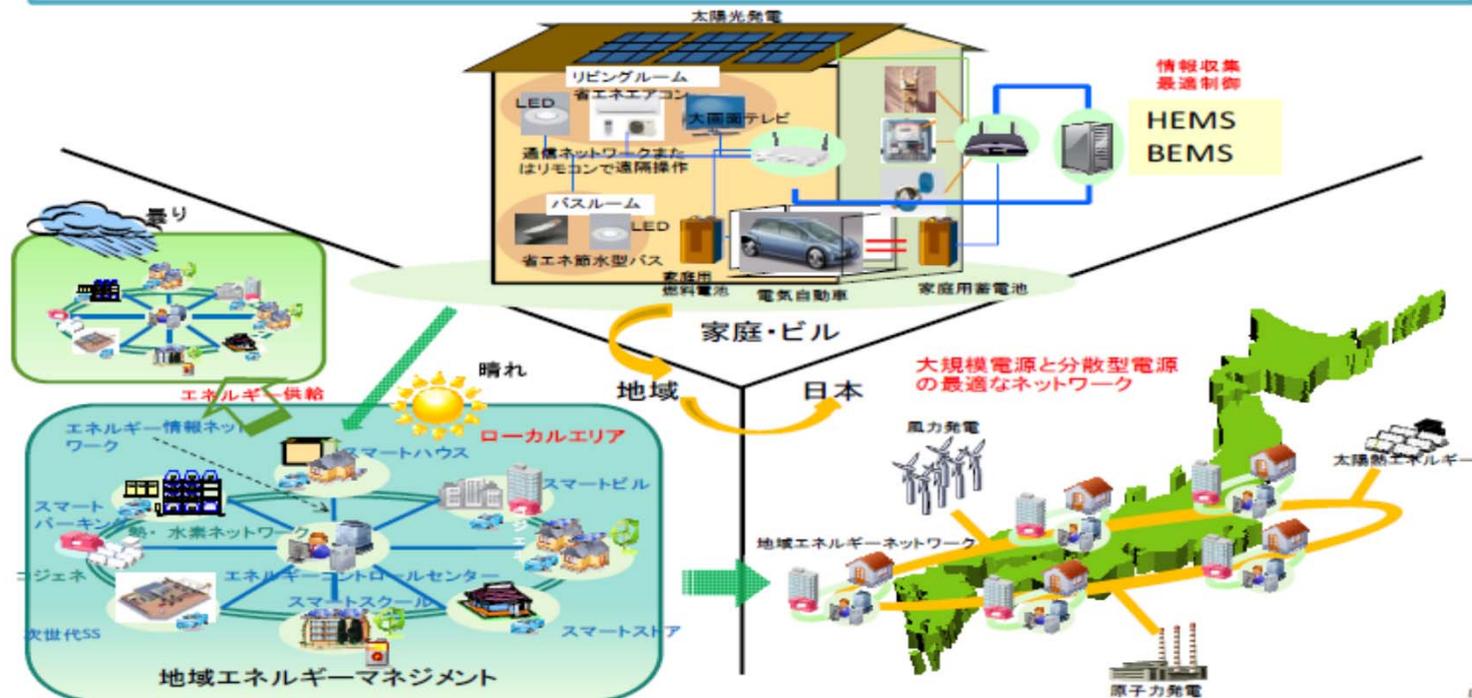
2. スマートグリッドの最近の動向と将来予測⑩

日本型スマートグリッド

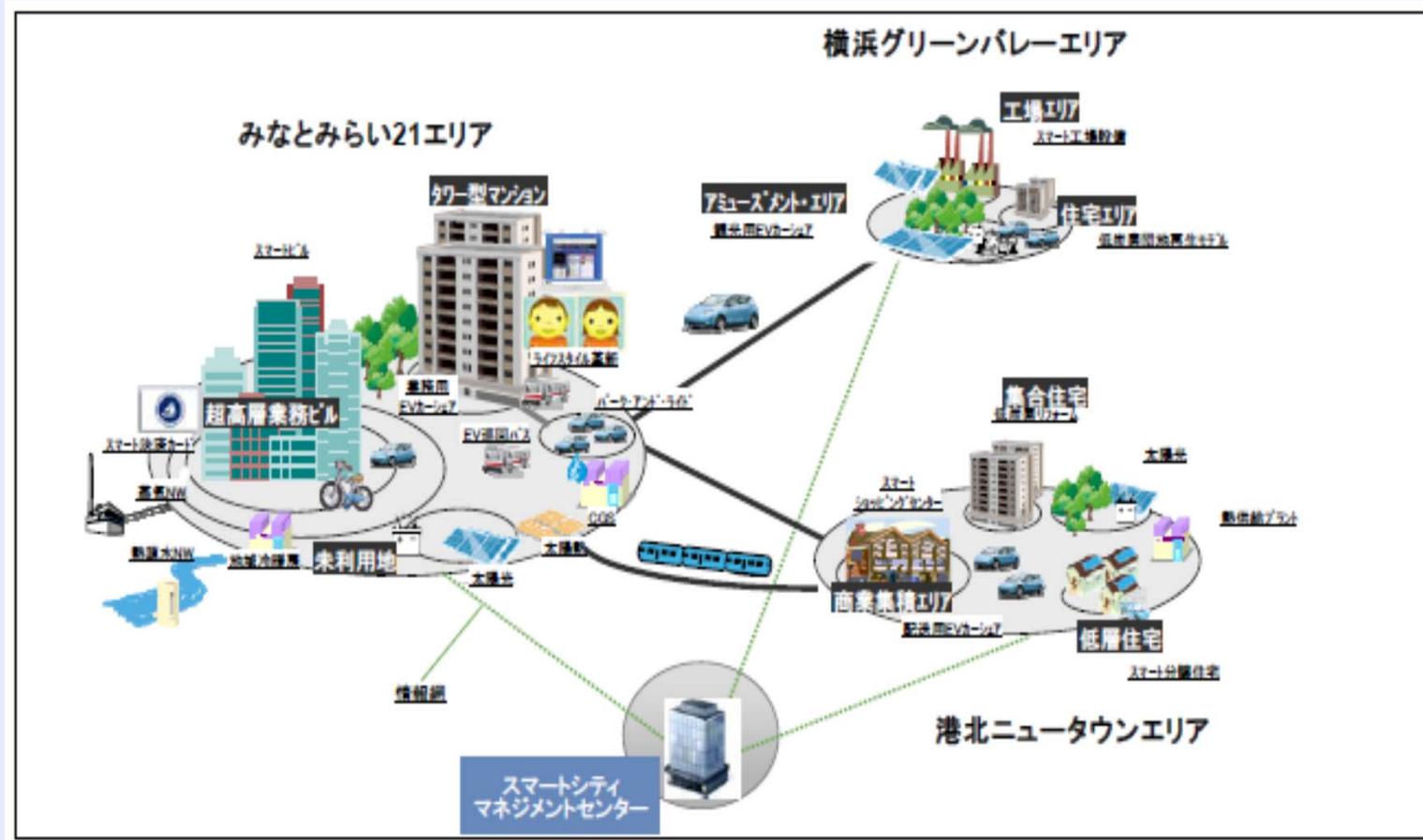
第7回次世代エネルギー・社会システム協議会(平成22年1月19日)の配布資料が描く、日本型スマートグリッドの概念図

「日本型スマートグリッド」とは

- 再生可能エネルギーが大量に導入されても安定供給を実現する強靱な電力ネットワークと地産地消モデルの相互補完が「日本型スマートグリッド」。
- 2020年に向けた系統対策を進めるとともに、電力ネットワーク全体と地産地消の相互補完関係の可能性を見据えて、技術的課題、社会コスト最小化の観点から検証を進める必要がある。



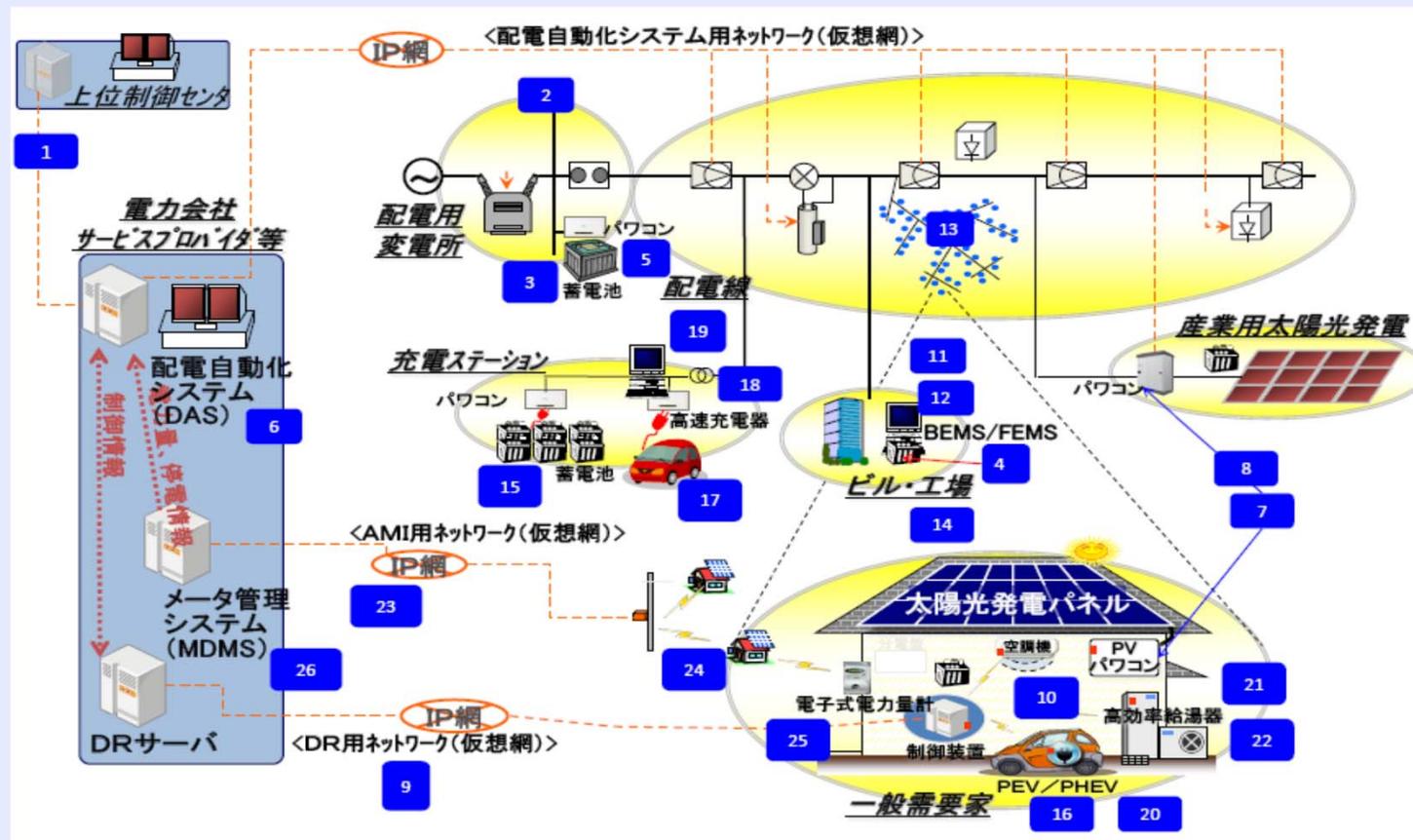
2. スマートグリッドの最近の動向と将来予測⑪ スマートシティ・横浜



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CO2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。

2. スマートグリッドの最近の動向と将来予測⑫ わが国における標準化等の動向

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」の最終報告（平成22年1月公表）では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。



3. スマートグリッドの普及が電カインフラの情報セキュリティにもたらす影響の考察-①米国

米国のスマートグリッド関連の重要文書、NISTIR 7628(2010年8月公表)
「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」

NISTIR 7628が指摘する5つの研究開発課題

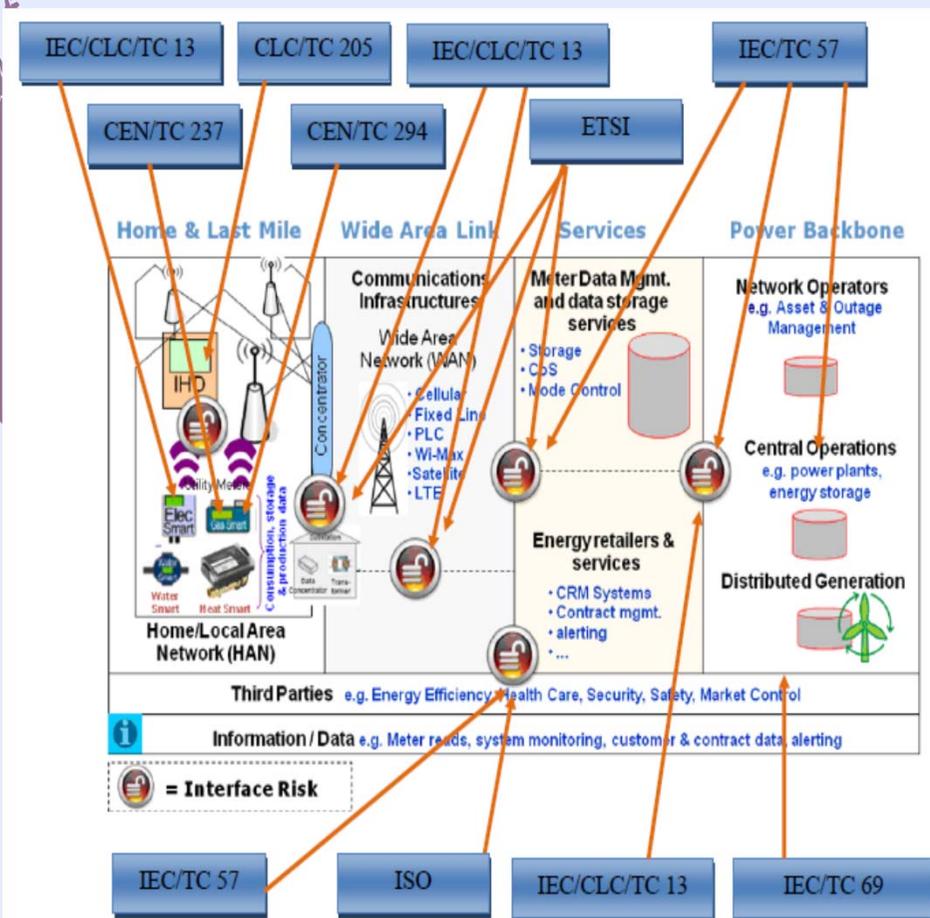
- ①デバイスレベル、
- ②暗号とキー管理、
- ③システムレベル、
- ④ネットワークキング課題、
- ⑤スマートグリッド関連のその他のセキュリティ課題

NISTIR 7628が指摘する6つの論理インタフェースとセキュリティギャップの所在点

- 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顧客との関係(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)

3. スマートグリッドの普及が電カインフラの情報セキュリティにもたらす影響の考察-②欧州

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



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ースと共通情報モデル

IEC TC13

電カ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

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我が国

「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）で配布された資源エネルギー庁電力・ガス事業部の資料「双方向通信の導入に関わる課題について」では、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社会受容性の確保の4点を重要課題として指摘している。スマートグリッドに関わる情報セキュリティの観点からは、このうち②情報セキュリティの確保、③標準化が重要。

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イス等の標準化が必要ではないか。
- ※次世代送配電システム最適制御技術実証事業において、システム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ーフェイ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。

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-④各国地域の比較

	米国	欧州	日本
規制主体	規制主体は各州政府	規制主体は各国政府。EUは調査や政策勧告などを行っている。	規制主体は政府
電力事業基盤の状況	・電力事業の自由化が進展。 ・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。 ・電力系統はループ状	・2000年代に入って段階的に自由化が進展。 ・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。 ・電力系統はループ状で各国間の乗り入れが進んでいる。	規制緩和により緩やかな自由化が進展しつつあるが、10電力体制の基本は強固である。 ・電力系統はくし状
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
スマートメーター導入の進展状況	・スマートメーターの導入状況は州によって大きく異なる。	・スマートメーター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)。	・スマートメーターの導入は大口需要家中心。

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"> ・スマートグリッド化による停電ロスの削減 ・ループ状電力系統における電力資源の有効利用。 ・分散型再生可能エネルギーの電力系統への導入と制御。 ・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。 	<ul style="list-style-type: none"> ・盗電被害の防止 ・分散型再生可能エネルギーの電力系統への導入と制御。 ・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。 ・見える化やデマンドレスポンスによる省エネの推進。 	<ul style="list-style-type: none"> ・再生可能エネルギーの電力系統への導入と制御。 ・蓄電池の系統への設置。 ・高い電力品質の維持
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数多く起こっていると見られる。	米国ほどではないが、相当の被害が起こっていると思われる。	電力制御システムは欧米に比べてクロードであり、脆弱性は少ないと思われるが、双方向通信化が進むことによる弱点への対応が必要にんなると思われる。
セキュリティ課題への対応	<ul style="list-style-type: none"> ・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。 ・民間ではOPEN SG1セキュリティWGが推進主体となっている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・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。 ・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。 	<ul style="list-style-type: none"> 重要インフラの情報セキュリティについては、情報セキュリティ政策会議(事務局は内閣官房情報セキュリティセンター)が中心となって検討に当たってきた。 ・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いる。

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
- 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
- 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
- ④電力業界からのスマートグリッド関連の積極的情報発信の必要性