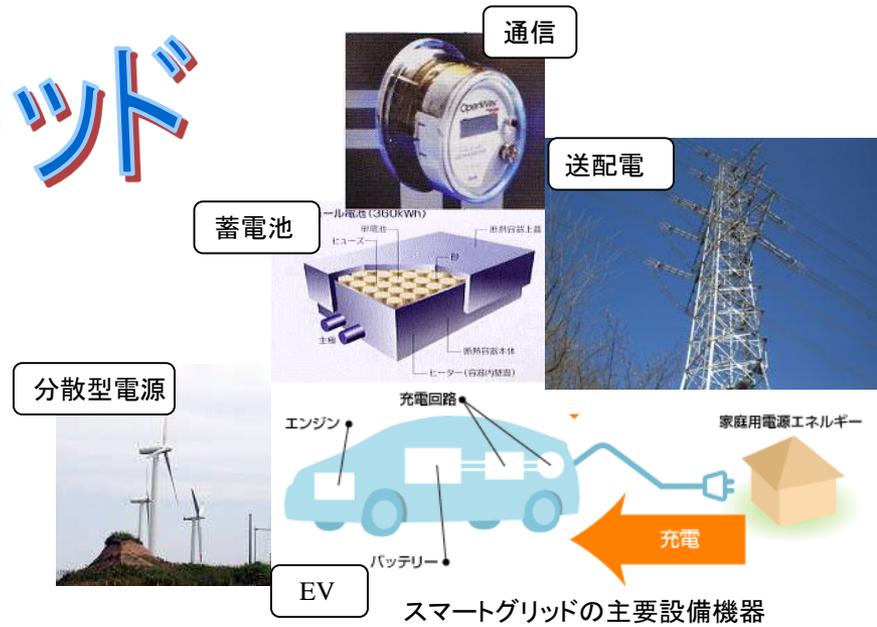


スマートグリッド

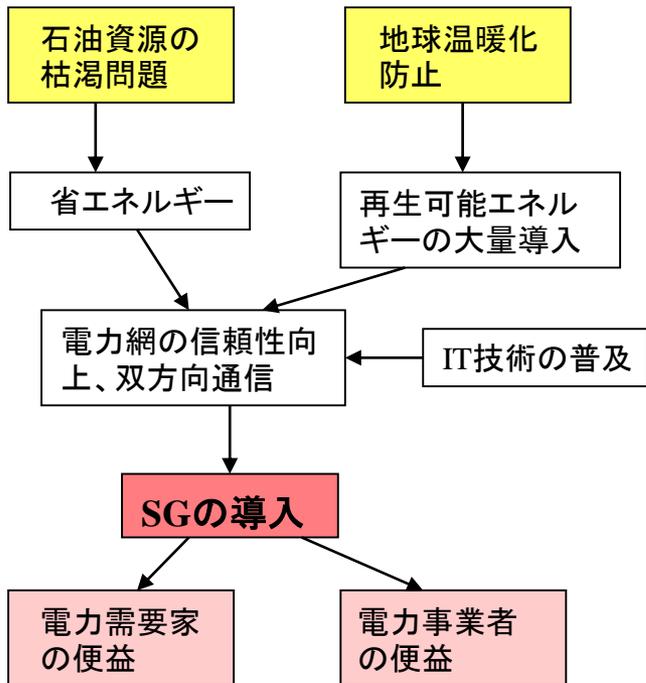
本資料で使用する略号:

- SG=スマートグリッド
 - MG=マイクログリッド
 - SM=スマートメータ
 - AMI=先進的計測設備
 - PHEV=プラグインハイブリッドカー
 - EV=電気自動車
 - METI=経済産業省
- 一般的な略号
ではない



スマートグリッド(SG)とは

(グリッド=送電網、電力供給網)



システム構成の目的:

1. 電力の需給
2. 情報の双方向性
3. 分散型電源の取り込み
4. グリッド信頼性向上のための監視・迅速対応
5. 省エネの実現

系統技術上での課題

- ・需給バランス
- ・周波数調整、経済負荷配分
- ・配電線電圧制御
- ・蓄電池容量、電源予備力適正化

図40-1 SG導入の目的

第1回SG展2010 (2010.6.16-18 於.東京ビッグサイト)

「SG」=次世代電力網。2009年、米オバマ大統領がそのインフラ整備に約1兆円の政府支援を表明して、世界的に注目。約3700億円の拠出は決定。今後数年でインターネット革命に匹敵する電力+ITの革命が予見され、再生可能エネルギーの大量導入に不可欠なシステム

IECの定義:

1. 双方向通信・制御、
2. 分散的処理とセンサーを用いる電力ネットワーク

SGの3要素

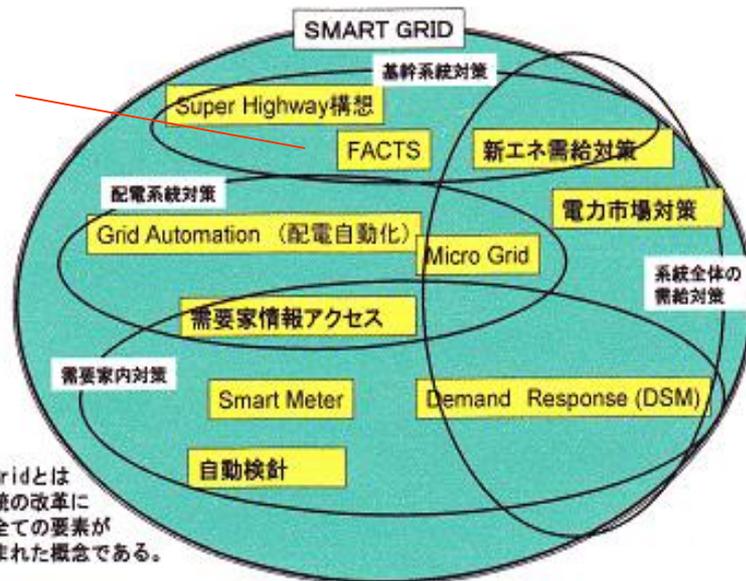
- a. 送配電ネットワークの高度化
- b. 需要側(住宅、オフィス)へのマネジメント
- c. 再生可能エネルギーの統合拡大

(注:IEC=国際電気標準会議)

SGが備える機能の例

- a. システムの自動化
- b. 電力品質の管理
- c. 分散型電源の管理
- d. 需要レスポンス
- e. スマートメータリング
- f. 予防保全
- g. 停電時の管理
- h. エネルギー貯蔵の管理(蓄電池など)

Flexible A/C Transmission System
(パワーエレクトロニクスを駆使して、変圧器、交直交変換器、電力貯蔵等の設備を制御する技術)



Smart Gridとは電力系統の改革に係わる全ての要素が織り込まれた概念である。

図40-2 米国でのSGが包含する技術コンセプト (ENERGY誌 2009.10)

SGのシステム

表40-1 SG実現に必要な構成要素
(日刊工業新聞 2010.2.15)

セグメント	機器	概要
需要者関連	スマートメーター	家電などの電気機器の電力消費をリアルタイムで収集し、それらのデータのやり取りを系統制御センターと行う
蓄電池関連	蓄電池	風力発電や太陽光発電などから出力された電力を蓄え、電力需要に応じて出力
	インバーター/パワーコンディショナー	太陽光発電や蓄電池から出力された直流電流を交流電流に変換
送・配電網関連	電圧調整関連機器	電力系統への逆流による電圧上昇を抑制
	超伝導ケーブル	電力損失と電力容量を従来のケーブルと比較して大幅に改善したケーブル
系統内全体	各種センサー	系統内での電力量などをリアルタイムに計測
	電力網通信など	センサーやスマートメーターが収集した電力データを系統運用者に送付したり、運用者が指示したデータを系統内の各種機能に伝達
	各種システム	収集したデータを活用して、電力の需給調整を行ったり、電力の流れや品質を監視

野村証券金融経済研究所などの資料をもとに作成

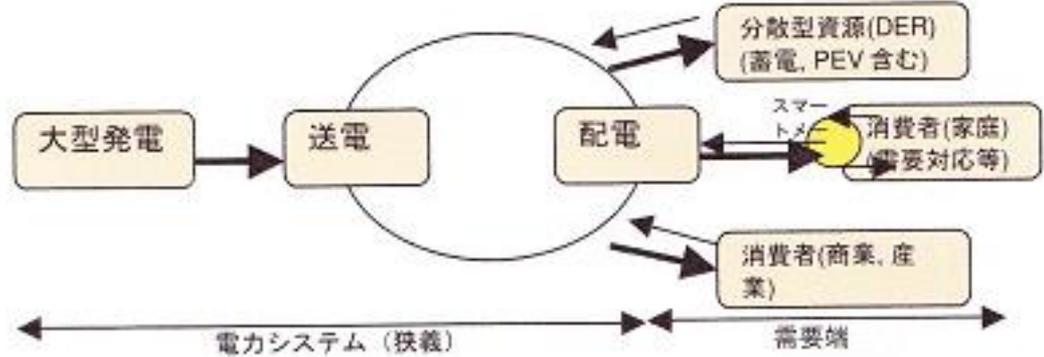


図40-3 SGの領域 ⑤

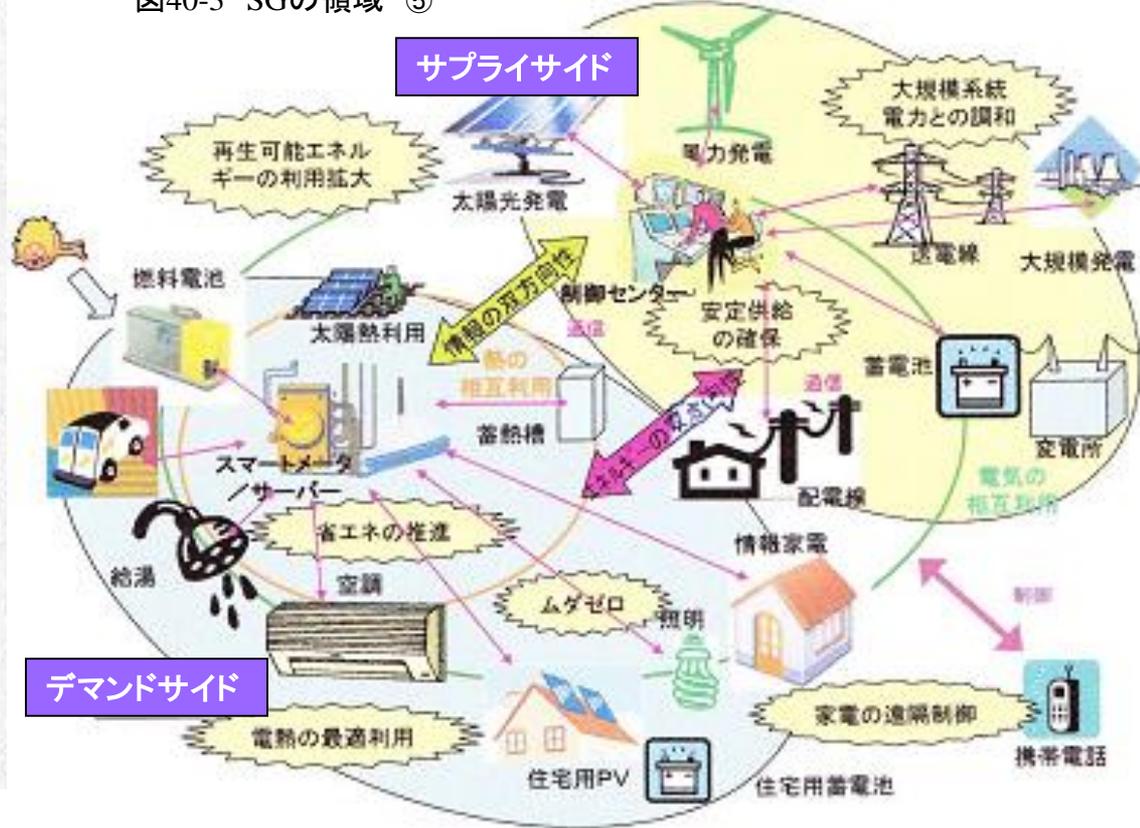


図40-4 SGの概念 (ENERGY誌 2009.10)

マイクログリッド(MG)

MG = 複数の小規模な発電施設で発電した電力をその地域内で利用する仕組み。
分散型電力網とも呼ばれる

SGは**広域情報ネットワーク**、MGは**地域情報ネットワーク**、さらにその下に**需要家内情報ネットワーク**の3層構成がある

新エネルギー電力(太陽光、風力、バイオマス、燃料電池)施設と蓄電池を地域内に設置して小規模な電力ネットワークを構築し、その中で電力供給を需要の変動に合わせて制御。建設費用が安価で、送電のエネルギーロスが少ないというメリットがある。沖縄県などの離島で系統安定化についての実証実験中(環境ビジネス、KHI社報)

系統から電圧と周波数調整のサービスを受け、系統異常時には解列して自立運転するシステムもある (GTSJ誌)

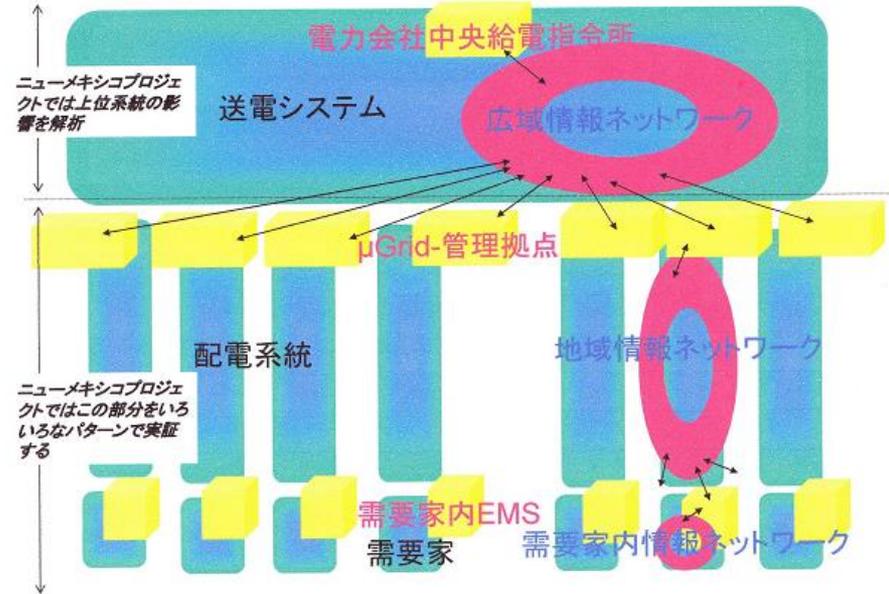


図40-5 SG-MGの構成 (NEDO)

MGで期待される役割:

- 1.再生可能エネルギーの出力変動をMG制御技術によって吸収し、既存系統への影響を極力小さくする
- 2.非常時に自立運転で安定した高品質電力を供給 — 金融、交通、避難関連の施設、データセンターに導入可能
- 3.大規模なインフラが不要 — 排熱利用エネルギー活用
- 4.発展途上国で自然エネルギー主体の電化対策 (GTSJ誌)

MGの検討課題:

1. 需要制御技術の開発
2. 電力貯蔵装置の容量削減
3. 系統電圧の維持
4. 故障への対応 (GTSJ誌)

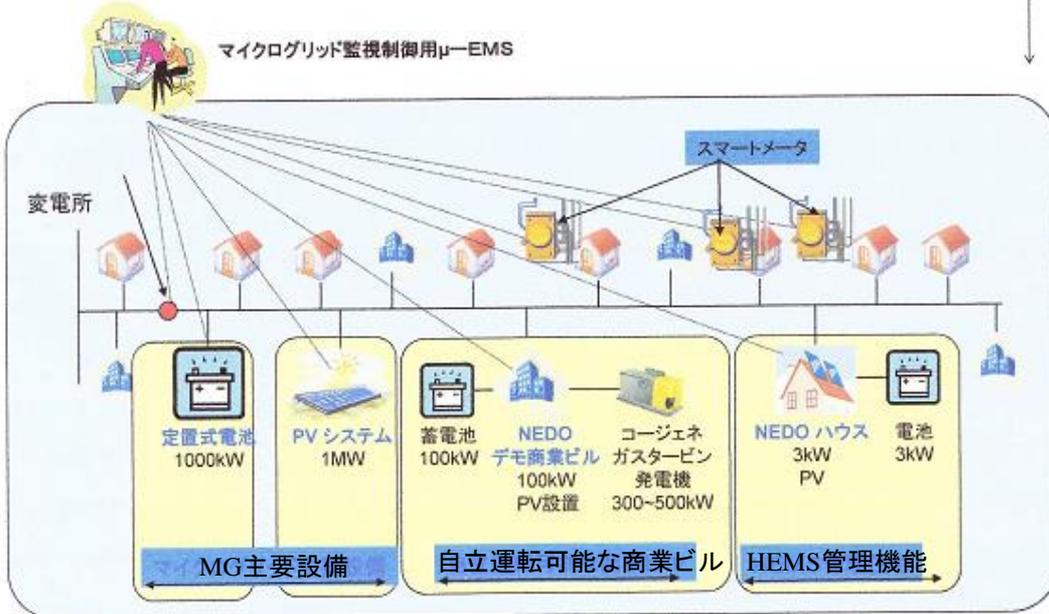


図40-6 日本のMG案 (NEDO)

スマートメーター(SM)

SM=住宅・オフィスと外部電力線との接続部に設置。単に電力量計の電子化や機能の高度化だけではなく、需要家と電力会社の間で双方向通信が可能な電力の「見える化」のためのシステム

SMの機能の例

- 需要家の消費電力や太陽光発電の発電量をリアルタイムに把握
- そのデータを送電網を通じて電力会社に送付
- 電力会社における業務改善、顧客サービスの多様化に活用
- オフィス内の機器を無線通信でON/OFF、送電量を電力会社から制御

SMを通して家庭内家電をネットワーク化:

たとえば「外出先で冷蔵庫の状況を確認」、「消し忘れた照明器具を携帯電話機の操作でオフ」などを実現

全世界の設置数:4900万個/2007年、
7600万個/2009年末

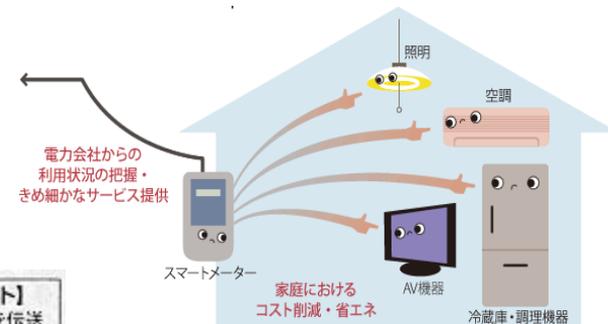


図40-7 SMの住宅への設置イメージ (野村総研)

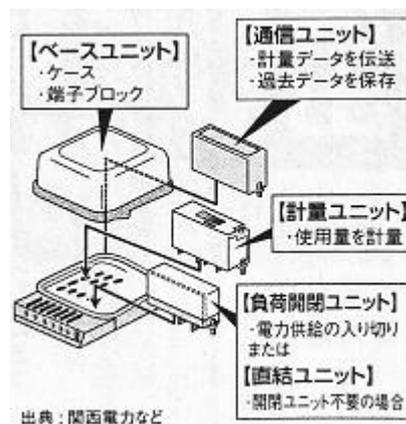


図40-8 SMの構成要素 (日刊工業新聞 2010.3.17)



図40-9 「新計量システム」の新型メーター(関西電力が導入中)

AMI(Advanced Metering Infrastructure):SMと電力需給システムを組合せSMの機能を十分に発揮するシステム。SM、サーモスタットを含む各種制御機器、データ管理・表示・制御機器、マネジメントシステム、それらの機器間の通信からなる(米エネルギー省国立再生可能エネルギー研究所)

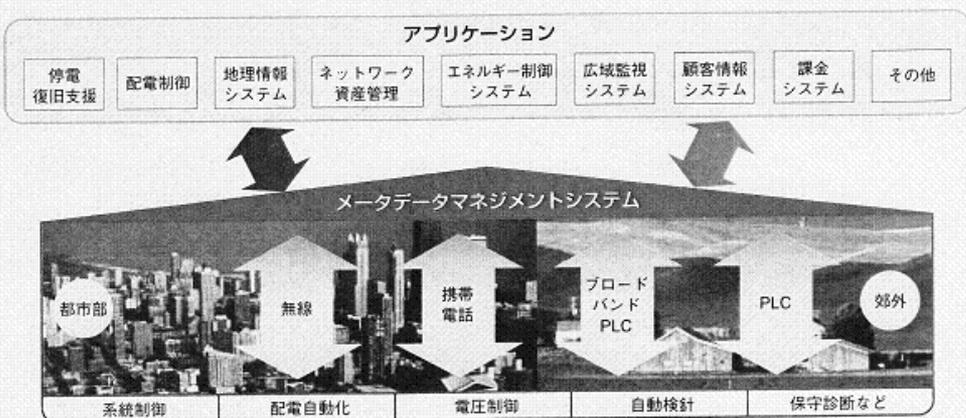


図40-10 AMIのコンセプト (OHM誌 2010.3)

- AMI
- 制御部:
 - 電力の運用に関わるデータの収集、監視、制御、データの分析
 - データ転送部:
 - 請求のための遠隔検針
 - 遠隔接続・切断
 - 断線の即時発見と即応
 - 無断使用の発見
 - 短時間での利用量把握
 - 分散電源の監視と制御

欧米での背景

⑥ SGの導入の重点は各国のエネルギー・経済事情に応じて異なる

ヨーロッパ:

- a. CO2削減目標の達成 ← 2020年までに90年比-20%
- b. 再生可能エネルギー大幅導入のための手段-ネットワーク内の送電網過負荷
- c. EVの路上駐車充電するインフラ整備(フランスなど)
- d. 料金回収率向上のため、SM導入の推進(イタリアなど)
- e. 2006年の欧州広域停電に対する対策
- f. 政府・系統運用者と国民の間にコスト負担等に係るコミュニケーションギャップ解消

アメリカ:

- a. 脆弱な送電インフラへの対応 - カリフォルニア電力危機(2001年)、北米大停電(2003年)が契機
- b. IT導入による停電時間の低減、システムの信頼性向上
- c. 再生可能エネルギー大幅導入
- d. 電力需要情報活用した新サービスの創出(高需要期の需要の抑制、供給力不足時の家電消費電力を抑制)
- e. グリーンニューディール政策 - 1.温暖化ガス排出削減、2.再生可能エネルギーの電力比率向上(2025年までに25%)、3.PHEVの普及、4.送電網増強、SMの設置
- f. 太陽光発電、風力発電、PHEV、AMIなどを統合制御
- g. AMI系統状態の可視化技術、GPS使用の広域監視装置などの開発

Future Network Vision

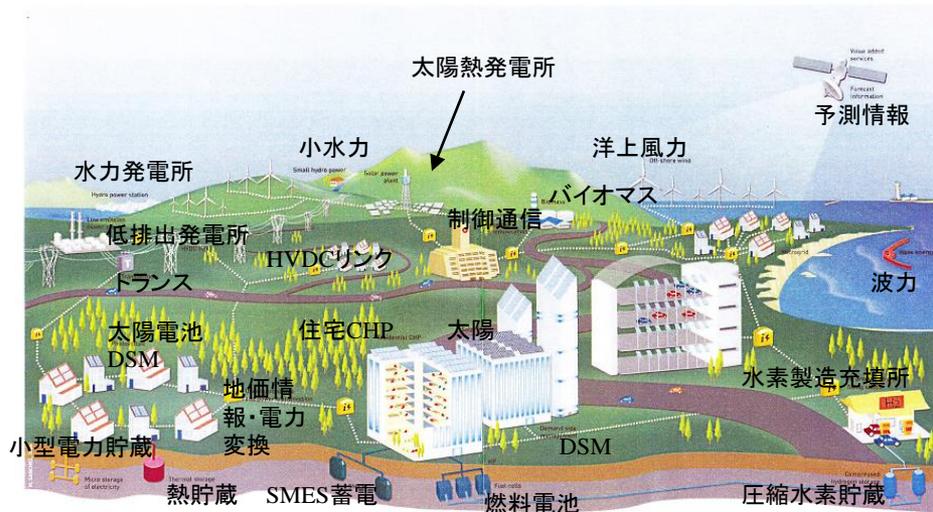


図40-11 EUにおけるSGのコンセプト (EU Vision)

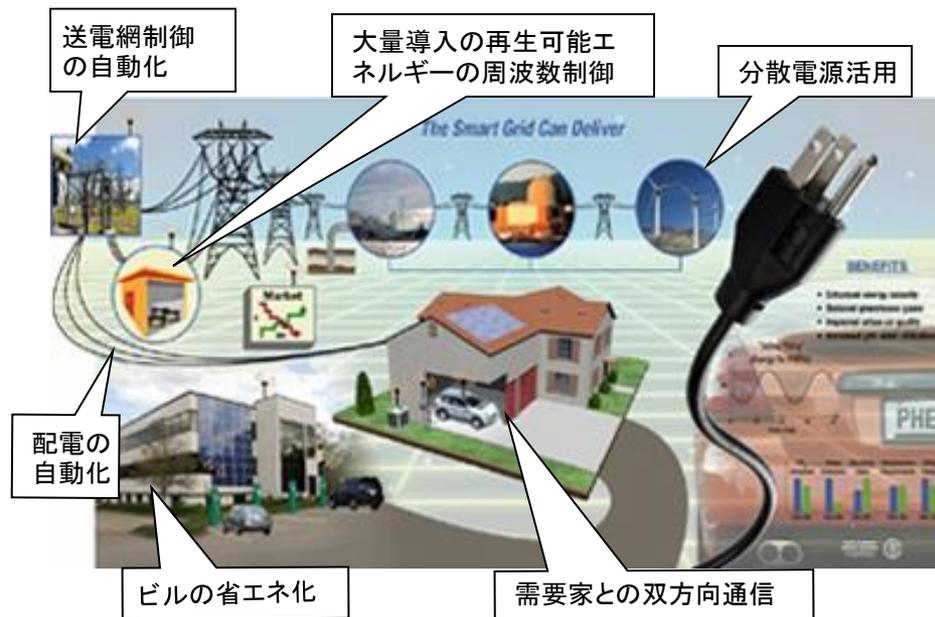


図40-12 SG構成技術に関する課題(アメリカ)

日本の状況

日本の電力供給信頼度は世界最高水準

—送電網の事故率の監視・制御システム技術、停電範囲極小化のための自動化技術を導入済

SG導入に求められる対応:

- a. 送配電網への再生可能エネルギー電源の大量連系。小口発電／分散型と在来の大型発電設備との需給バランス制御、周波数制御、電圧制御
- b. 需要家との双方向通信—太陽光発電、蓄電池、ヒートポンプ給湯器、PHEV、等の電気エネルギーネットワーク全体への貢献、活用方法、EVの充電管理
- c. 家庭内の家電機器の運転制御、各種サービスなどは将来的に必要

力点

日本: 送配電部分の信頼性の確保

欧州: 供給サイドの再生可能エネルギーと系統連系

アメリカ: SM情報を用いて様々なサービスを提供

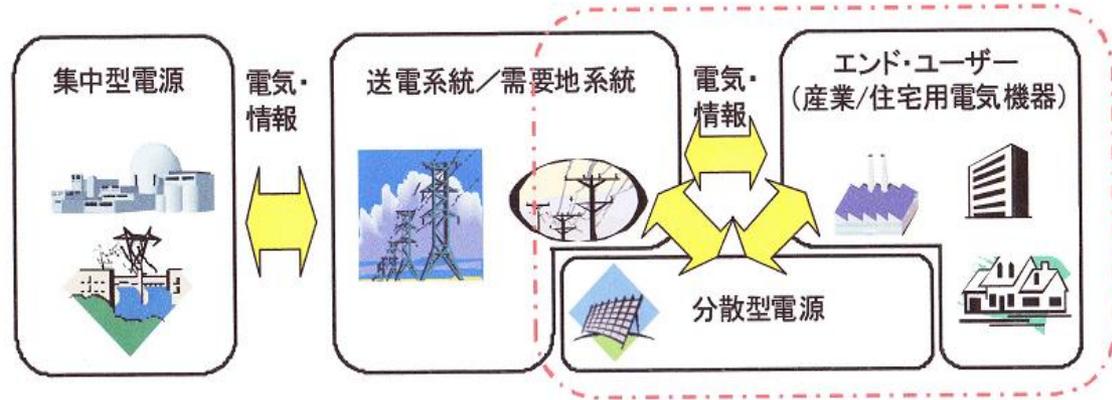


図40-13 日本のSGのコンセプト (経済産業省 ④)

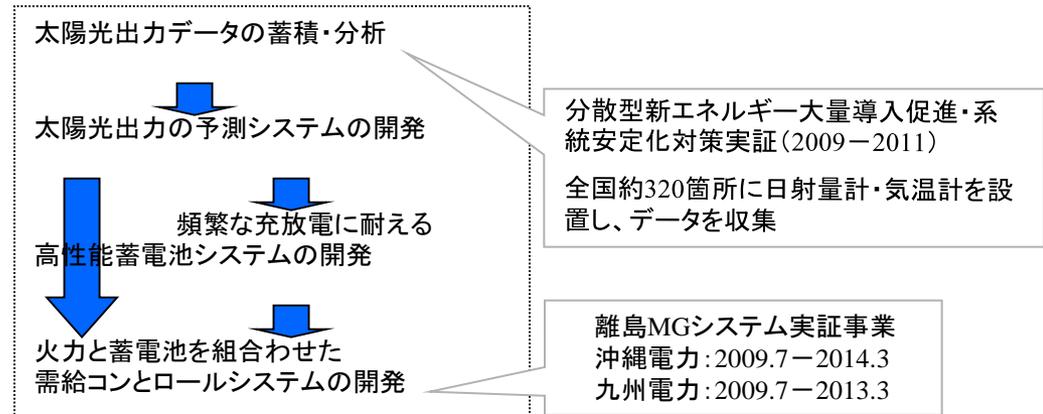


図40-14 日本型SGの構築 (日刊工業新聞 2010.2.25により調製)

日本の電力網がすでに高度な通信機能を備えており、補修、機能増強も継続的に実施

東電—送電線敷設時に光ファイバー回線とRFマイクロ波回線も同時に敷設して送配電網のほとんどの通信機能を組み込んでいる。停電からの迅速復旧(平均の年間停電時間は延べ4分、米国は90~100分)。現在、変電所近辺までのネットワーク制御網は万全だが、一般家庭に近いところまでのネットワーク制御は未整備 (NECエレクトロニクス)

経済産業省の取組み

2010年度予算
の概算要求:

- | | |
|-----------------------------|--------|
| 1) SM大規模導入実証実験 | 6.5億円 |
| 2) 次世代送配電系統最適制御技術実証事業 | 3.5億円 |
| 3) 分散型新エネルギー大量導入促進系統安定化対策補助 | 3.57億円 |

次世代エネルギー・社会システム協議会 — 経済産業省(METI)主体で民間企業によるSGの推進母体。国際標準化や海外へのシステム展開を目指す。METIは実証実験地域を公募し、横浜市、豊田市、京都府(けいはんな学研都市)、北九州市を選定、約50社が参画し、2030年SGの完全実施を目指す。5年間で1000億円 (2010年4月8日)

METIが中心となり、電力、自動車、IT、大学など286の企業・団体が「**スマートコミュニティ・アライアンス**」の設立総会を開いた(2010.4.6)。NEDOが事務局で、国内外の情報把握・発信、国際標準化、技術開発ロードマップ、スマートハウスの検討、日米協力の推進などを実施(※ 2010年12月発表の政策展開一巻末)

SGの実証実験を青森県六ヶ所村にて2010年8月からスタート — 日本風力開発(主契約)、トヨタ、日立が参加し、風力発電、スマートハウス、EV充電スタンドなど地域ぐるみで実証実験を行う (ENERGY2009.12)

地域エネルギーマネジメントシステムの実証実験 (日刊工業新聞 2010.1.15) — 小型蓄電池や天然ガスコージェネレーション(熱電併給)システムを設置して地域内で電力の需給調整を実験

「スマートハウス」実証プロジェクト—H21年度委託事業。三菱総研が主契約、大和ハウスなどが参加。家電、太陽電池、燃料電池、蓄電池などをネットワーク化、IT技術でエアコンの温度調節、テレビの消し忘れ防止などを自動化、無駄な消費電力を抑制

METIはインドのSG+複数のインフラによる**総合的都市開発コンソーシアム**を設置。日立、北九州市などが参画 (日刊工業新聞2010.3.24)

資源エネルギー庁公募「**09年度離島独立型系統新エネルギー導入実施事業**」—沖縄電力が、宮古島で2010年秋から実証試験 (日刊工業新聞 2010.2.26)

NEDOは2010年4月から**4年間米ニューメキシコ州でのSG実証事業**に参画 (日刊工業新聞 2010.2.26) — 電力需要5MWの1/4の太陽光発電を導入し、住宅、ビルにSMを設置して電力需要を細かく管理。実験には東芝、清水建設、などが参加、費用の20-30%をNEDOが負担

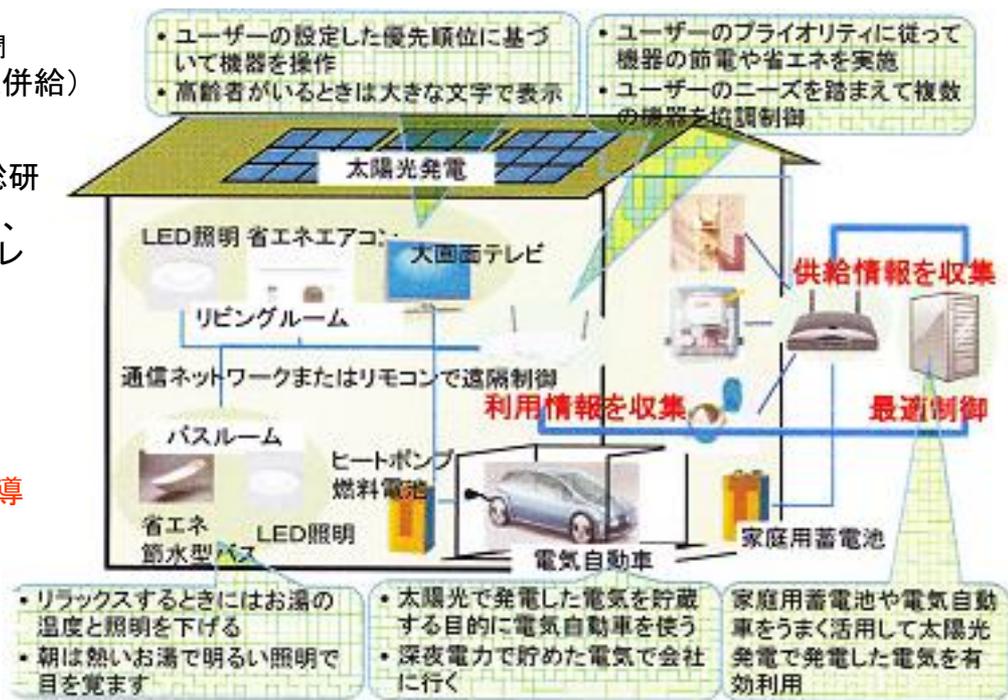


図40-15 METIによるスマートハウスのイメージ
(次世代エネルギー・社会システムの構築にむけて)

市場

SGはインターネット革命に次ぐ社会インフラ革命とも見られ、国家、地域、企業の強気のビジネス参入が見込まれる。充電インフラ普及が注目ポイント

世界の市場見込み (日経産業新聞ほか)

日米欧のSG市場規模は2010～2030年で**1兆2510億ドル** (野村証券金融経済研究所の予測)

全世界では現在7兆円から2014年までに**17.1兆円**になると予想 (米SBI社調査)

日本 - SG関連の設備投資額は**7200億円/年**

アメリカ - 現在の市場は約5400億円(60億ドル)。今後21%/年で拡大し、2014年までの1.5兆円(170億ドル)まで拡大 (米SBI社調査)

イギリス - 今後5年間SGビジネスは約4兆円

ドイツ - 2009年から4年間で約180億円 (2010.1.5 日経新聞)

中国 - SG体制整備に2020年までに約50兆円投入を検討

アメリカ - SGの構築と合わせてEVの充電インフラ整備を加速。
米中両政権は充電インフラ標準仕様の共同開発 (日経エレクトロニクス 2010.3.22)

個別企業の目標例 (2010.2.4 朝日新聞、2010.2.4 日経ECOマネジメント)

東芝 - SG関連売上目標を2015年までに1000億円規模とする (2010.2.4 朝日新聞)
2009年10月に**スマートグリッド統括推進部**を設置

日立 - 2015年の売上目標を800億円: 系統送配電、太陽光発電、電力網の監視制御

東電/関電 - 2010年よりSMの導入を推進。それぞれ2000万/1200万個導入目標

SG関連のビジネス

- 全体システム、IT・通信関連
- 要素機器・設備
- PHEV、EV
- スマートハウス/スマートオフィス

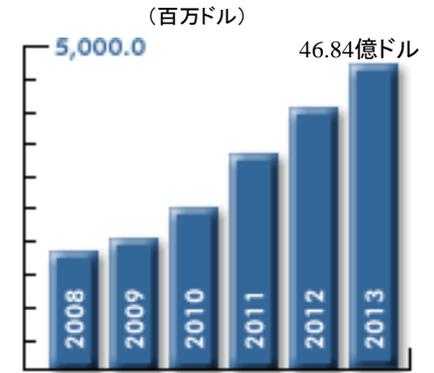


図40-16 アメリカのSGとAMIの市場 (Arcweb)

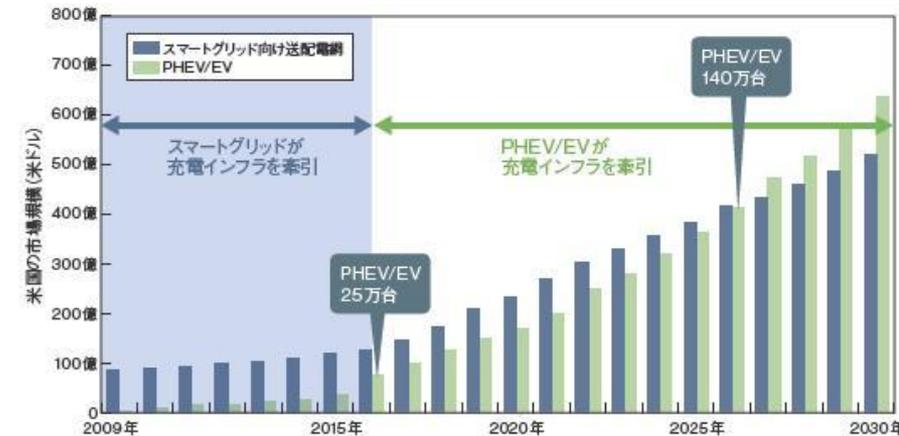


図40-17 充電インフラ市場 (日経エレクトロ 2010.3.22)

表40-2 全乗用車の電力と系統全電力の比較 (OHM誌 2010.3)

国	乗用車台数 [万台]	V2G 電力 @15kW/台 [GW]	全発電電力 (平均) [GW]	V2G/全発電電力 [-]
フランス	2,922	438	50	8.55
ドイツ	4,465	670	58	11.49
イギリス	2,845	427	40	10.81
米国	19,100	2,865	417	6.86
日本	5,444	817	113	7.23

出典: W. Kempton: Windtech International, March 2006 に日本のケースを加筆

各国とも自動車の全出力は電力系統の平均出力の10倍前後

標準化

各国は自国のシステムを**国際標準**とするためにしのぎを削っている。日本は携帯電話システムでのガラパゴス化の轍を踏まないような努力が絶対条件

「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」(METI)：国際事業戦略論として「国際標準化ロードマップ」を作成、右記の7分野で3年以内に国際標準化すべき**26の重要アイテム**を特定



- | | |
|---|-----------------------------------|
| 1. 送電系統広域監視制御システム | 5. 需要側蓄電池 |
| 2. 系統用蓄電池 | 6. 電気自動車 |
| 3. 配電網の管理 | 7. AMIシステム(SMを中心にした住宅用ネットワークインフラ) |
| 4. デマンドレスポンス(住宅ビル、工場単位でエネルギー需給を効率的に調整する仕組み) | |

- 我が国の優れた技術を海外に展開するためには**国際標準**が重要
- SGに関連した**国際標準化ロードマップ**を策定し**戦略的な標準化**を進める
- 標準化で先行する**米国**と、**日米共同実証プロジェクト**で標準の**共同開発**

将来を見据えた全体像を想定

日本企業にとっての重要システムを特定

日本企業の強みを活かす重要アイテムを特定

海外の市場動向。プレイヤーの分析

国際標準化ロードマップ策定(2010.1)

- ☆SGに関する総合的国際標準化戦略を検討。
- ☆EV用充電インフラ関連機器などの**26の重要アイテム**を特定。
- ☆日本企業の強みをいかし、感慨展開の**国際標準化ロードマップ**を策定

国際標準化優先分野の着実な実施

米国との連携

～NISTとの連携(日本/産業技術総合研究所) ・日米首脳会談における標準共同開発のための覚書締結(2009.11)
～欧州電気標準化委員会との情報交換
～アジア諸国への展開

関連施策検討や技術開発と国際標準化活動等の一体的推進

SG分野では**実証プロジェクト**からの情報・経験の共有、標準の開発で協力
ー 共同研究/クリーンエネルギーアクションプラン(SGはCO2回収、省エネなど5項目の1つに指定)
(日刊工業新聞2009.12.10)

米欧の動き ⑤

米国: 商務省&NISTは2010年1月に「SG相互運用性に関するNISTのフレームワーク及びロードマップ」を発表
(NIST=米国立標準技術研究所)

欧州: 2009年にSGタスクフォースを立ち上げ、2011年に提言とロードマップを取りまとめ欧州規格を策定予定

欧米では**AMI導入**や**需要レスポンス**に注目、電力需要の上昇・低下に応じた電気料金の自動連動による省エネ推進で、アメリカの国際標準化活動の中で重要な位置づけ。日本も要注目

図40-18 グローバルに展開できる国際標準の必要性 ⑥

(※ 最新の政策展開一巻末)

期待効果

SGによる
新産業創
出;



1. **オープン化** ー 双方向の送電、電力需給情報の活用が様々な商品、サービスを生む (ex. EVの蓄電池としての機能)
2. **世界標準化** ー 配電電圧を世界標準にすることが必要。日本は6.6kV/低圧側100V ⇔ 日米以外は20kV/230V。高い配電電圧は電力損失を軽減

需要家のメリット ー 消費電力モニタリングによる効率的な電気の使用、契約変更などの問い合わせ対応の迅速化
電力会社のメリット ー 負荷平準化、最大需要の抑制、不正使用の早期発見・防止、不払い顧客への利用制限、検針コストの削減
社会全体のメリット ー ピークコントロールによる環境負荷の軽減、需要・供給データ管理による供給信頼性の向上

ICT技術を活用した日本型先進SGの方向性

- ・配電系統、需要家の各種電気量のセンシング
- ・分散型電源の出力制御
- ・自動検針、DMS
- ・HEMS、BEMS (ホーム・ビルエネルギー管理)
- ・ネットワーク全体のエネルギー利用効率の向上
- ・各種情報サービス
- ・国際標準化への動きへの素早い対応

SGで米国のピーク電力は12%削減されると予想 (米ブルトラル社)

SG導入による欧米での期待効果 (IBM)

- a. 国を跨る電力システムの安定運用
- b. 負荷平準化の実現による低発電容量での系統運用
- c. 多極・分散電源と既存の電力ネットワークの統合によるエネルギーの効率運用
- d. 再生可能エネルギーの有効活用によるCO2排出削減



SG の効果

- a. 需要家のエネルギー消費をリアルタイムで制御し、ピーク需要を抑制
- b. 電気の品質(電圧、周波数)と信頼性を確保
- c. 電気の「見える化」を通じて消費者が省エネへの積極的に関与
- d. 自動化やセンサーでの情報収集で電力会社のシステム運用効率アップ
- e. 様々な自然エネルギーの技術をスムーズに利用

米国で解決すべき4つの課題 (nikkeibp web)

1. **設備コスト負担の明確化** ー 大規模なインフラ整備のコスト
2. **関連技術の標準化** ー 関連プレイヤーが多岐にわたる
3. **再生可能エネルギー技術開発** ー とくに電気の貯蓄技術
4. **セキュリティ対策** ー 送配電系の物理的保護、情報の改竄防止、電気代詐称

米スマートグリッドシティプロジェクト実証実験(コロラド州ボルダー市) ー 目標は電力消費の3割カット。消費者は太陽電池自家発電やPHEVの蓄電状況、家電ごとの電力消費をWebで知ることができる (東洋経済2009.3.21)

米カリフォルニア州SG計画 ー PG&E社が1000万個のSM設置を進め、15分ごとの電気料金確認や使用状況の設定を可能にする。安い夜間料金で洗濯したり、夏場の電力不足を補うなど(東洋経済2009.3.21)

課題

大型蓄電池の開発	SGで太陽光や風力で発電された電力を蓄え、電力系統を安定させるために大型の二次電池は不可欠。従来の鉛蓄電池に代わって高効率のリチウムイオン電池、NAS電池が開発されている。鉛蓄電池に比べ、充放電が早く、出力容量の大きいキャパシターも有力候補の1つ（日刊工業新聞 2010.2.22/23）。EVも有効な一手段
EV充電システム	公共施設に設置された充電スタンドとデータセンター（DC）をネットワークで結び、利用者認証や電気使用量をデータセンタに送り、利用者は外出先で手軽に充電することが可能となる。NTTはその実証事業を2010年1月に開始。また、店舗発行のICカード充電、ポイント付与などの構想もある（日刊工業新聞2010.2.19）
IPv6	SGではパソコン、TVに限らず、冷蔵庫、洗濯機、掃除機、エアコン、炊飯器などあらゆる家電製品が通信機能を持ち、ネットワークと接続され、現在のインターネットではアドレス数（IPv4で43億個）に限界があり、インターネットプロトコル（IP）の次世代規格IPv6が有望視される。ほぼ無尽蔵のアドレス割当てが可能となる。総務省は2009年秋の実証実験に着手し、2009年第2次補正予算で20億円を措置した（日刊工業新聞2010.2.22/24）
長距離電力の供給	SGの狙いの一つは省エネであり、長距離送電のロスを抑えることは大きな課題。米ゴア元副大統領らの提唱するSG間の連携（ユニファイドSG）、旧ソ連と欧州・北アフリカ・中近東などを連系させる（スーパーSG）の大容量直流送電、日本の電力中研で研究中の高温超電導直流送電（TIPS）などが検討されている（東洋経済2009.3.21）

キーワード

逆潮流	家庭や工場など通常電力を消費する側が、反対に系統に対して送り出す電力。多数の小規模発電が接続されると電圧変動、周波数変動といった品質低下を引き起こす恐れがある（Wikipedia）
DMS	デマンド・サイド・マネジメント。電力の需要家の調整や制御によって電力利用を平準化する方法。たとえば30分ごとに需用電力量の平均値を計測し、一定値を超えそうなときはユーザに警報（Green Devices2009秋号ほか）
スマートハウス	太陽光で発電した電力を家庭内で効率よく使う仕組み。不足分はこれまで通り電力会社から購入し、余剰分は他の家庭や電力会社に販売する。このような電力管理を支援する情報システムが必要。家庭の優先度に従って、機器の節電、省エネを実施。朝は暑いお湯と明るい照明で目を覚ます。太陽光で発電した電力を貯蔵する目的でEVの蓄電池も利用
V2G	Vehicle to Grid。EVが保有する電力を配電網に送ることを可能にする技術。米デラウェア大学で試作されているものは回生ブレーキを採用。110Vの代わりに240Vのプラグで、充電は2hr、配電網への送電も短時間で可能