

スマートグリッドを巡る欧米の動向と 日本型スマートグリッド

2010/4/1

(財)電力中央研究所
システム技術研究所
栗原 郁夫

内容

1. スマートグリッドを巡る欧米の動向

- スマートグリッドとは
- スマートグリッドの背景, 米国の取り組み
- スマートグリッドの効果
- 欧州などの取り組み

2. 日本型スマートグリッドの展望と課題

- 日本型スマートグリッドとは
- 研究開発状況 など

内容

1. スマートグリッドを巡る欧米の動向

- スマートグリッドとは
- スマートグリッドの背景, 米国の取り組み
- スマートグリッドの効果
- 欧州などの取り組み

2. 日本型スマートグリッドの展望と課題

- 日本型スマートグリッドとは
- 研究開発状況 など

スマートグリッドの概念

- 定義は明確ではないが、共通する点として、
 - 電気とITとを融合（インテリジェント化）
 - 供給サイドと需要家サイドの相互連携
 - 再生可能エネルギーの大量導入
 - 電気の効率的利用（省エネ，CO2削減等）



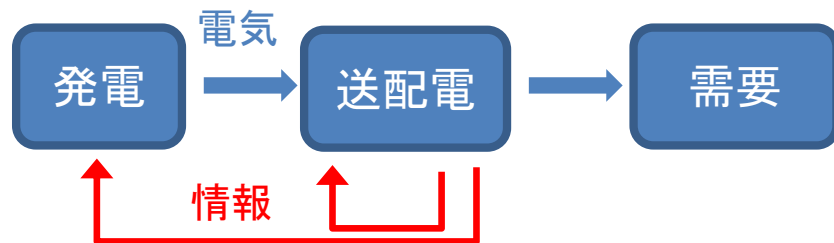
Not a destination, but a journey

California Edison's De Martini cautioned. "We expect this to be 20-plus years in the making. It is not a destination; it is a journey."

従来のグリッドとスマートグリッド

従来のグリッド

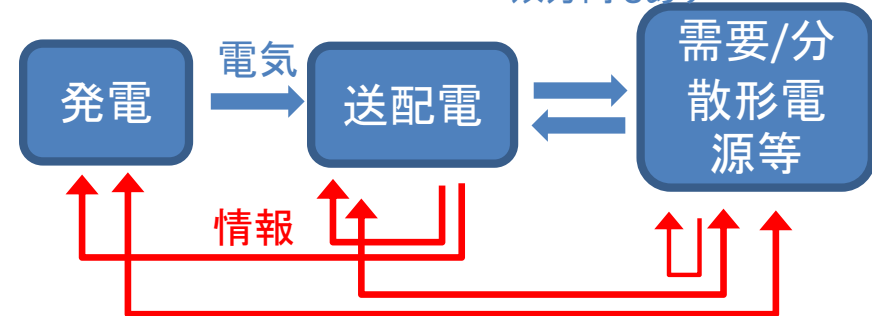
- 一方向の流れ



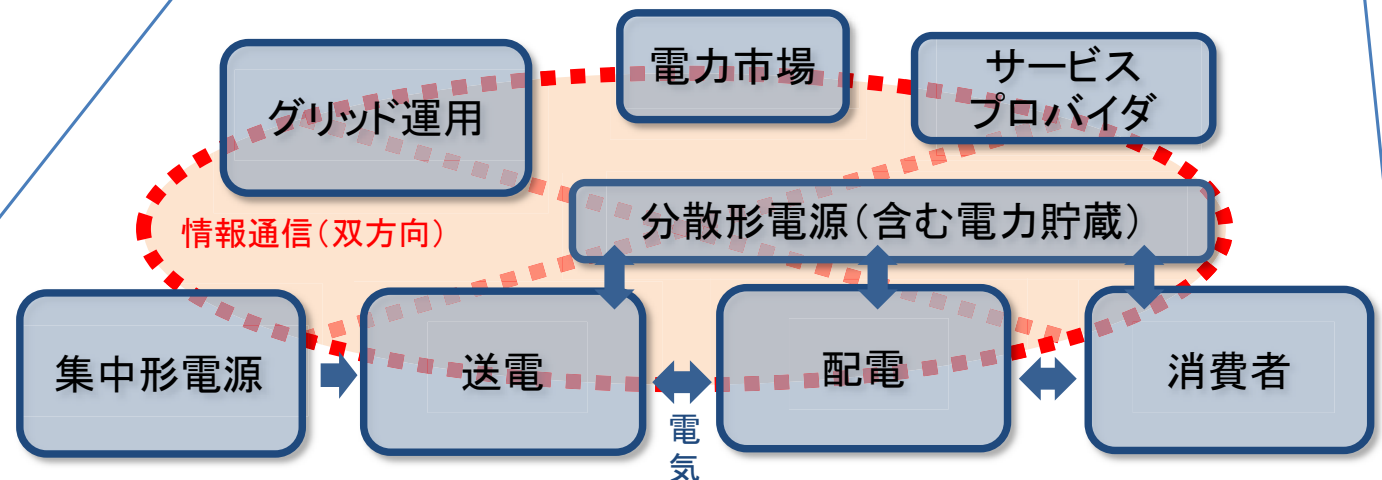
- 総需要に応じて発電を制御
- 潮流状況に応じて送配電系統を制御

スマートグリッド

- 双方向もあり



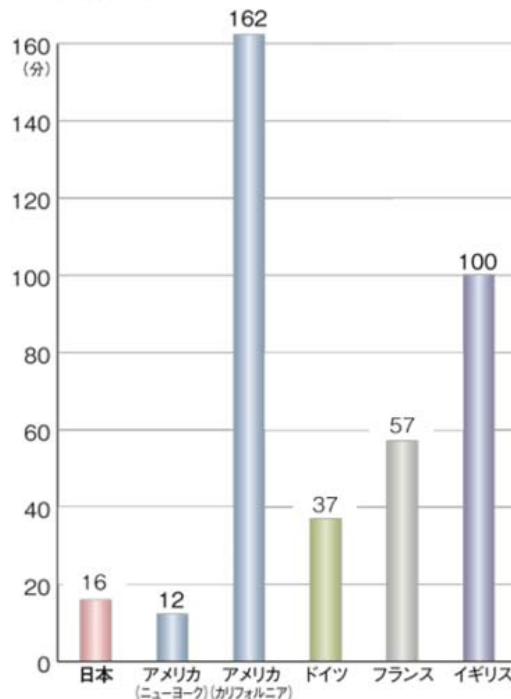
- 従来部分の高度化
- 需要家等との双方向通信により需給，送配電システムの運用



※図はフルスペックのスマートグリッドであり、必ずしもすべてが揃う必要があるわけではない

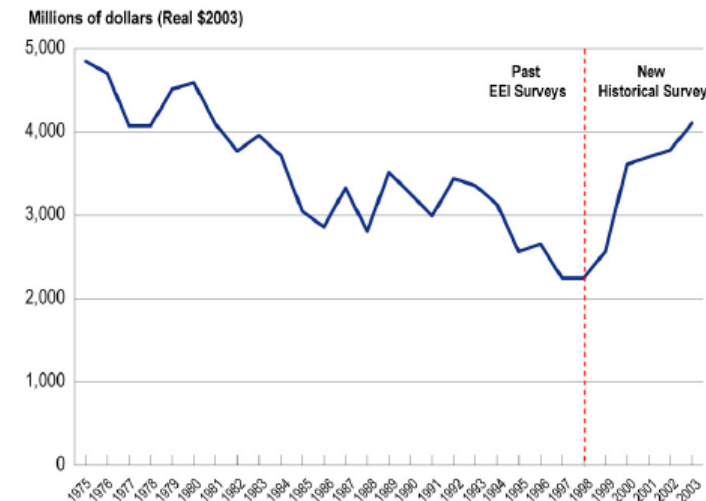
スマートグリッドの背景

- 欧米で2003-2004年頃から言われ始める
 - 大規模停電(2003年北米大停電など), 電力自由化, 設備老朽化, 分散形電源などが背景
 - その後, 温暖化問題等で加速



需要家あたりの停電時間の比較

(出典: 電気事業連合会)



Notes: These results are shown in real 2003 dollars, using the Handy-Whitman Index of Public Utility Construction Costs to adjust for inflation from year to year.

Source: Data sources for annual transmission investments vary. Prior to 1998, data are from EEI's Uniform Statistical Report. For 1998 data are from EEI's Annual Construction Expenditures Survey, FERC Form 1s, and company 10-Ks. For years 1999-2003 data are from EEI's Annual Property & Plant Capital Investment Survey and FERC Form 1s.

米国, 送電線設備投資の推移



スマートグリッドの背景

- 米国では2003年頃以降, 様々な組織が次世代系統の提案・研究や普及活動
 - EPRI (intelligrid)
 - DOE(Modern Grid, Smart Grid)
 - GridWise コンソーシアム
 - スマートメータ導入プロジェクト(電力会社)
- 2007年「エネルギー自給・安全保障法」(Energy Independence and Security Act) でSmart Gridの開発が記載される(政策の一環となる)



スマートグリッドの背景

- オバマ政権のもとで、エネルギー政策の中にSmart Grid への投資が記述される。
- 景気刺激策（American Recovery and Reinvestment Act: ARRA）の中で、スマートグリッドが登場。総額7870億ドルの中で110億ドル^(※)がスマートグリッド。
- スマートグリッドに向けた具体的な実施策（標準化の実施、ITセキュリティ対応など）については2007年エネルギー自給・安全保障法 に記載された事項が実施されている。

※ 110億ドルの中の45億ドルが2007年エネルギー自給・安全保障法のSmart Gridに対応

米国におけるスマートグリッド(まとめ)



背景

電力インフラの老朽化と
高ストレス環境

時代にそぐわない供給
信頼度, 電力品質

電力需要増と電源投資
の必要性見通し

エネルギー資源の海外
依存

地球温暖化問題(エネルギー
利用効率化(省エネ), 輸送部門電化
(PHEV), 再生可能エネルギー)

景気と雇用問題
(グリーン・ニューディール)

ねらい

供給サイドと需要サイド
の連携

再生可能エネルギー
の導入

安定供給・信頼度
の向上

設備の最適化
と効率運用

電力市場の活用
と活性化

スマート グリッド

(需要家まで
を含む高度な
双方向通信と
監視, 運用・
制御技術を活
用した(次世
代の)電力
ネットワーク)

ARRA(景気刺激策)の中でのスマートグリッド

1. スマートグリッド投資グラント計画(2009/10/27)

- ・約400件の提案のうち100件を採択
- ・補助金額(約半額補助) 34.3億ドル (総投資額81.7億ドル)
- ・アラスカを除く全州。
- ・6つのカテゴリー

分類	内容	件数	補助金	全額
1 AMI	スマートメータの設置	31	\$818,245,749	\$2,012,517,885
2 需要家システム	メータの内側の設備や装置のスマート化. HEMS, BEMS, 分散形電源, デマンドレスポンス装置, 負荷制御機器, 電力貯蔵機器, PHEV, マイクログリッド	5	\$32,402,210	\$67,335,624
3 配電系	配電自動化, 制御の最適化, 負荷制御システム, 分散電 源・貯蔵の配電系適用	13	\$254,260,753	\$508,999,728
4 送電系	PMU, 可視化システム, リモートセンシング, モニタリング, データ収集, 高度情報化システム, 既存送電設備のスマー ト化	10	\$147,990,985	\$298,445,777
5 機器の製造	装置, ソフト, 通信制御システム, ビルや業務用, 家庭用の 機器やシステム, 分散形電源, 電力貯蔵装置	2	\$25,786,501	\$51,594,003
6 統合化システム	電力システムの複数の部分にわたってスマートグリッド機 能を付加するもの。たとえば, AMIと配電系, 需要家シス テムとAMI, 送電系と配電系など。	39	\$2,150,505,323	\$5,232,871,744
合計		100	\$3,429,191,521	\$8,171,764,761

2. スマートグリッド実証イニシアティブ(2009/11/24)

- ・16のスマートグリッド実証プロジェクト
- ・16の電力貯蔵プロジェクト
- ・補助金額 \$6.2億ドル(投資総額16.5億ドル)



米国スマートグリッドのイメージ

- ・各種センサと解析技術によるリアルタイム運用(設備の有効活用)
- ・各種センサによりCBMベースの設備保守管理
- ・各種センサの簡単な利用(plug and play)
- ・全社的なアセットマネジメントを支援。

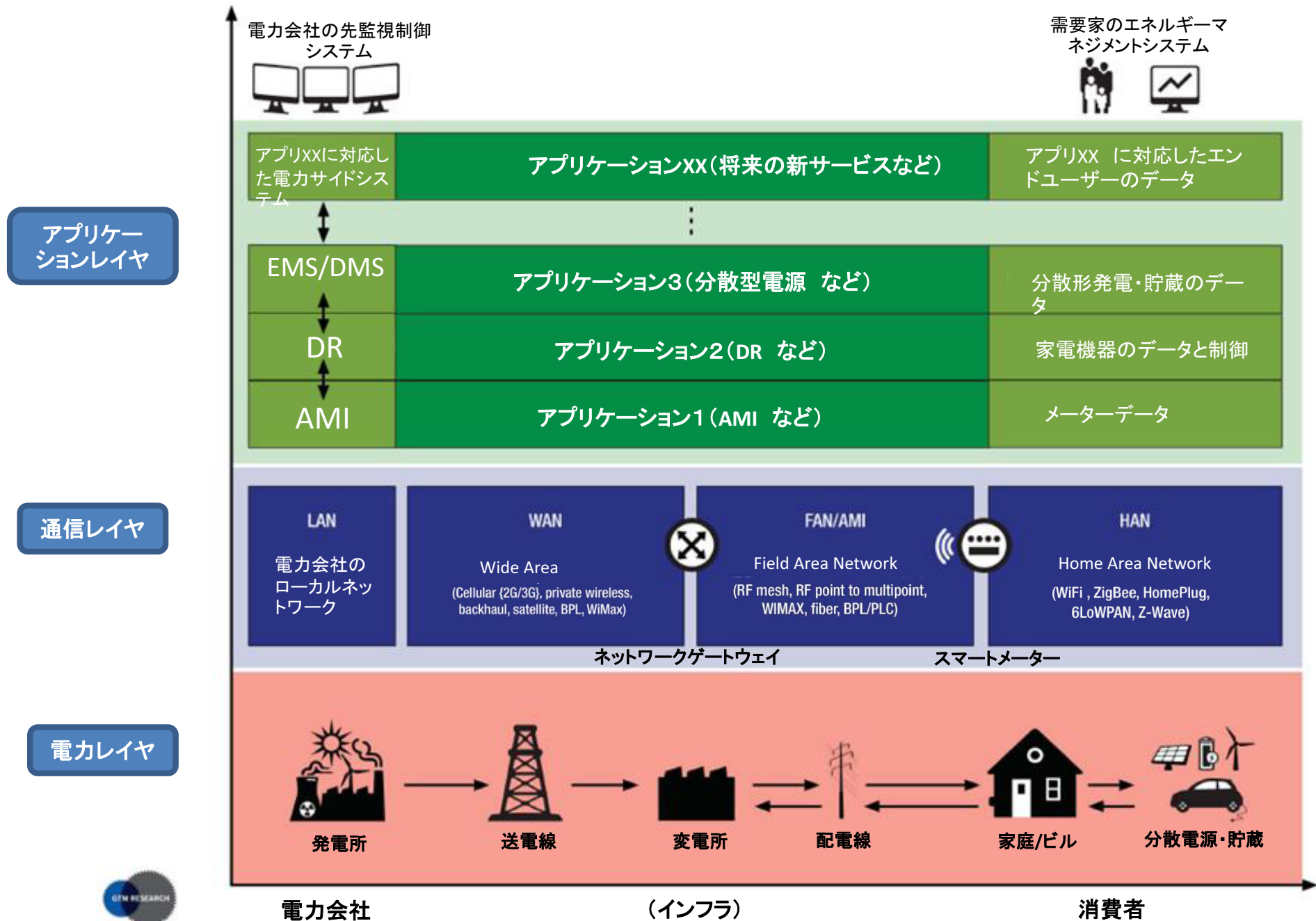
- ・高度なセンサ(PMU等)により、広域系統の監視ならびに制御の高度化。
- ・系統の自己回復力(self-healing)を強化。
- ・需給両サイドの連携による予防的措置, 停電回避
- ・個別需要家毎の停電把握。



- ・供給側と個々の需要家とが双方向通信で連携(スマートメータ)。
- ・電力系統と需要家の負荷機器・分散形電源等との一体的, 効率運用(デマンドレスポンス(電源投資抑制), 省エネ・効率的電気利用, EV/PHEVのバッテリー活用など)



スマートグリッドのレイヤ構造





電力会社の先監視制御システム



需要家のエネルギーマネジメントシステム



具体例

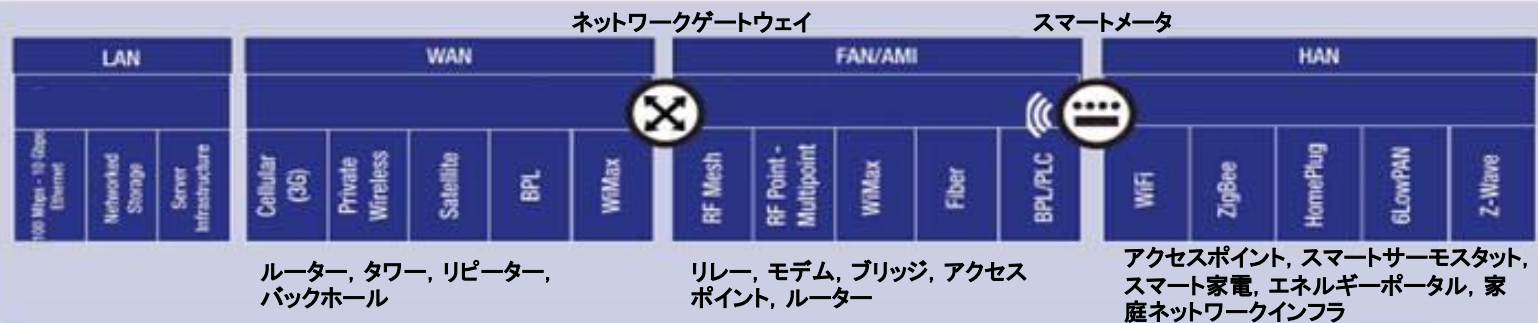
アプリレイヤ

将来アプリ、サービス
ビジネス & 消費者ケア
PHEV活用(スマート充電, V2G)
分散形電源 & 貯蔵
系統最適化
デマンドレスポンス
AMI

エネルギートレーディングシステムなど	リアルタイムエネルギー市場		トレーディングのためのデータ
新旧システムのビジネス統合	エンドユーザーからEMS へのアプリ・データフロー		家庭・ビル ウェブベースのポータル(オンライン支払, データ経歴, エネルギー使用比較, CO2排出量)
PHEV充放電監視制御	PHEV へのアプリ・データフロー		PHEVスマート充電やV2Gのためのインターフェイス
分散電源の見える化, 制御システム	分散型電源・貯蔵の監視と制御		分散型電源の簡単な系統連系
EMS/DMS	セルフヒーリング(事故予測, 停電管理, 混雑最小化, 同的制御, 気象データ統合など)	配電自動化, 設備保護, 革新的センサー, 自動復旧(系統切り替え)	電力消費のポイントでのデータ
負荷制御, 需給最適化	先進的需要管理, デマンドレスポンス, 負荷予測, 負荷シフト		正確かつ適応性のある制御(機器の電力消費の見える化を含む)
AMI, 停電監視, 課金	遠隔読み取り, 自動開閉, プリペイ, 移転管理など		メータデータへのリアルタイムアクセス, 事故直前データを送信

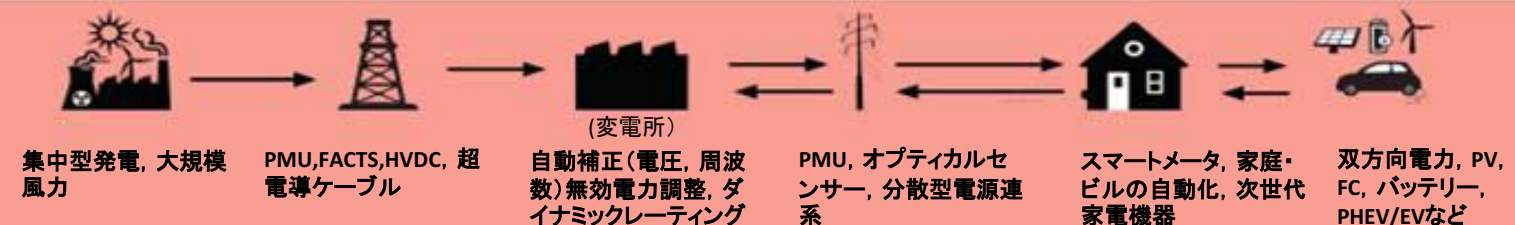
サイバーセキュリティ対応

通信レイヤ



電力レイヤ

設備監視と保護





取り巻く産業構造



需要家のエネルギーマネジメントシステム



電力会社の先監視制御システム



アプリ レイヤ

将来アプリ、サービス

PHEV活用(スマート充電, V2G)

分散形電源 & 貯蔵
系統最適化

デマンドレスポンス

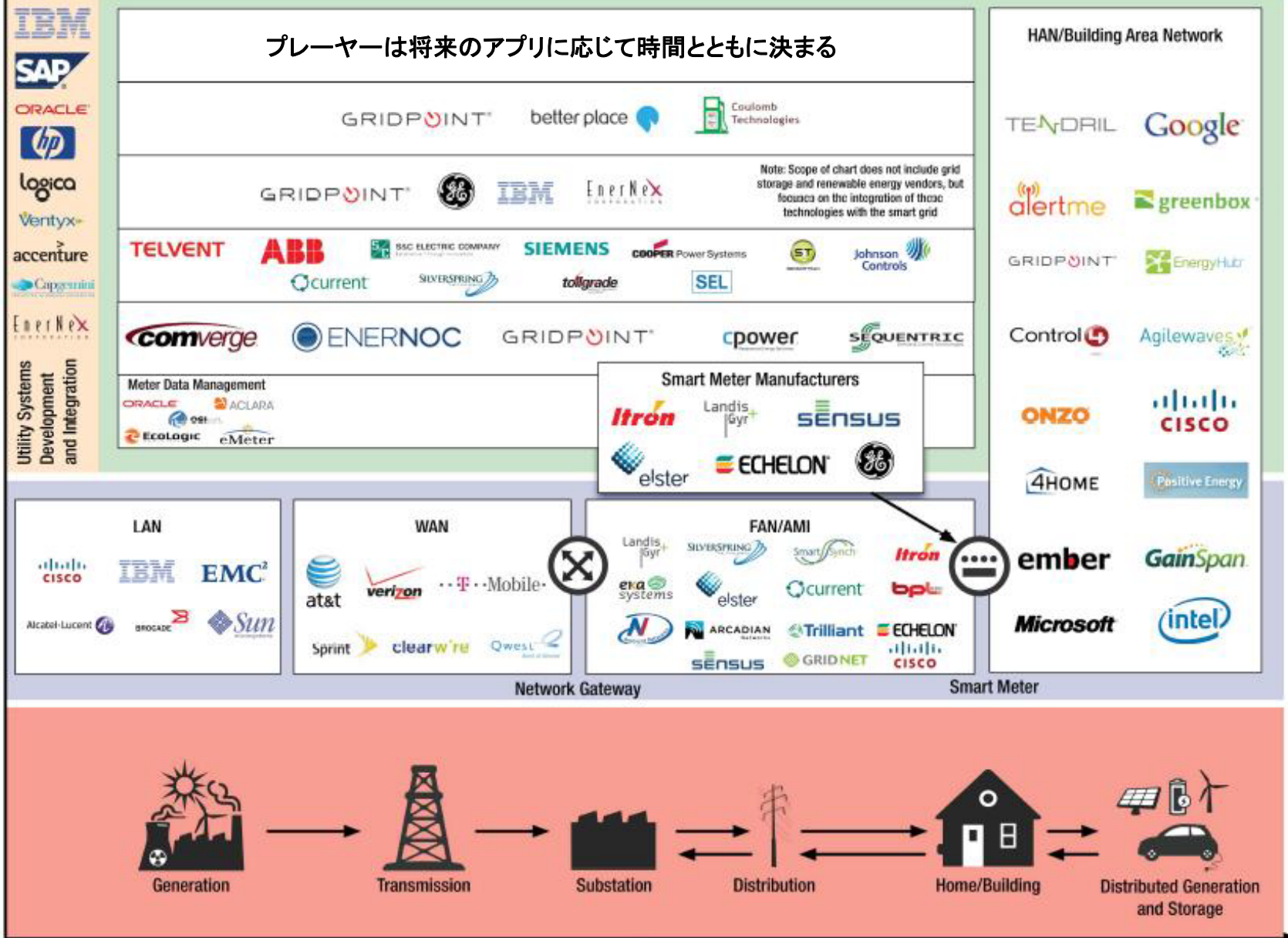
AMI

通信レイヤ

電力レイヤ

プレーヤーは将来のアプリに応じて時間とともに決まる

HAN/Building Area Network



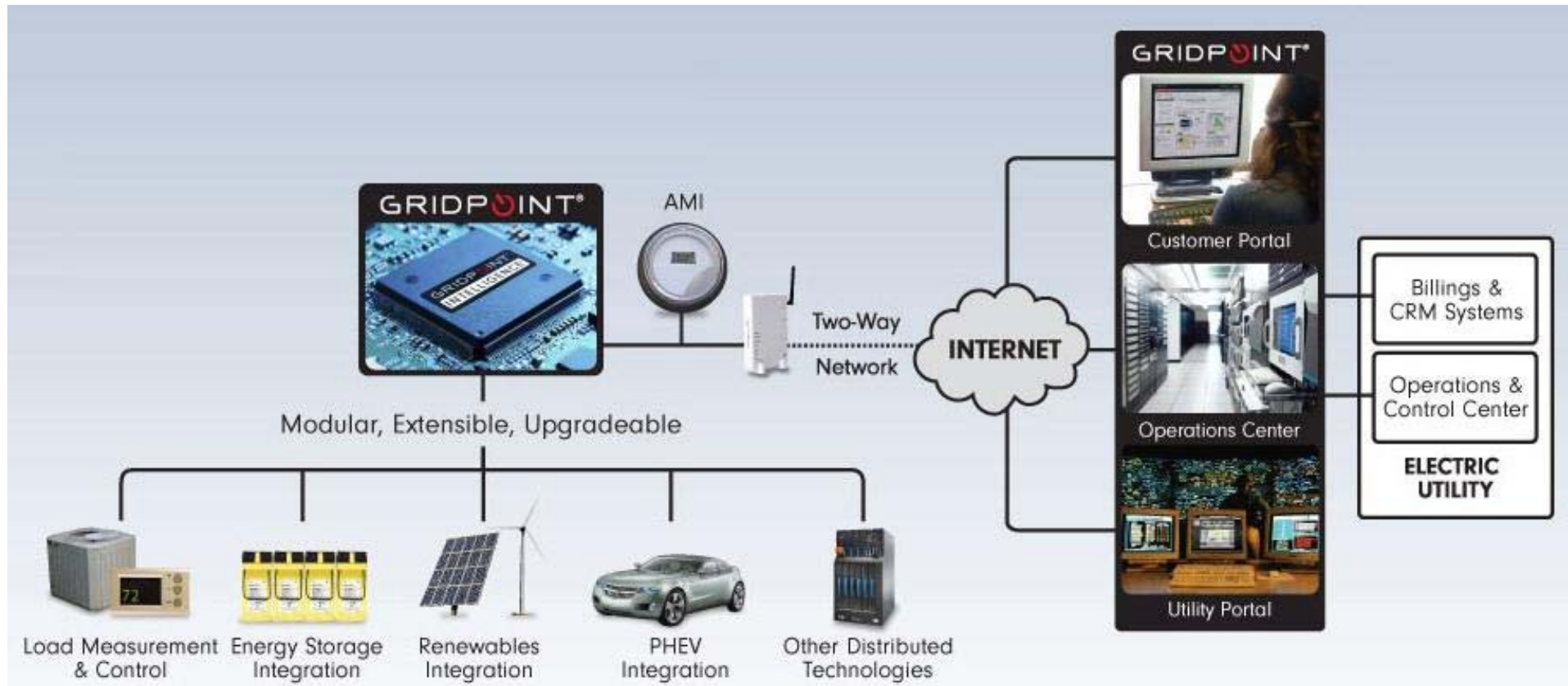
Utility

Infrastructure

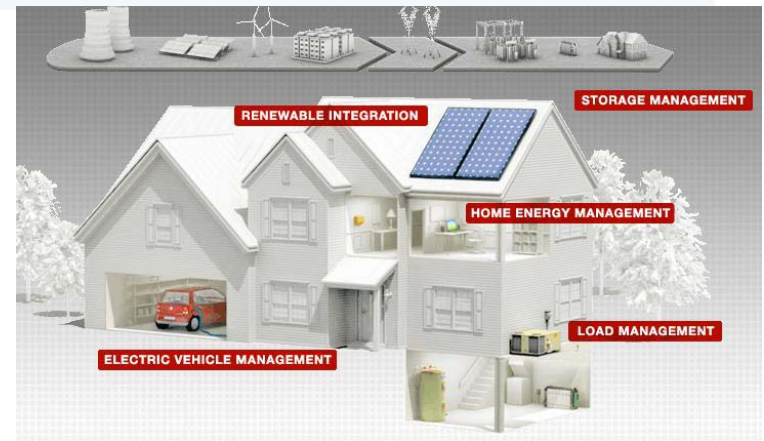
Consumer



● 関連企業の取り組み (需要家エネルギー管理インフラ)

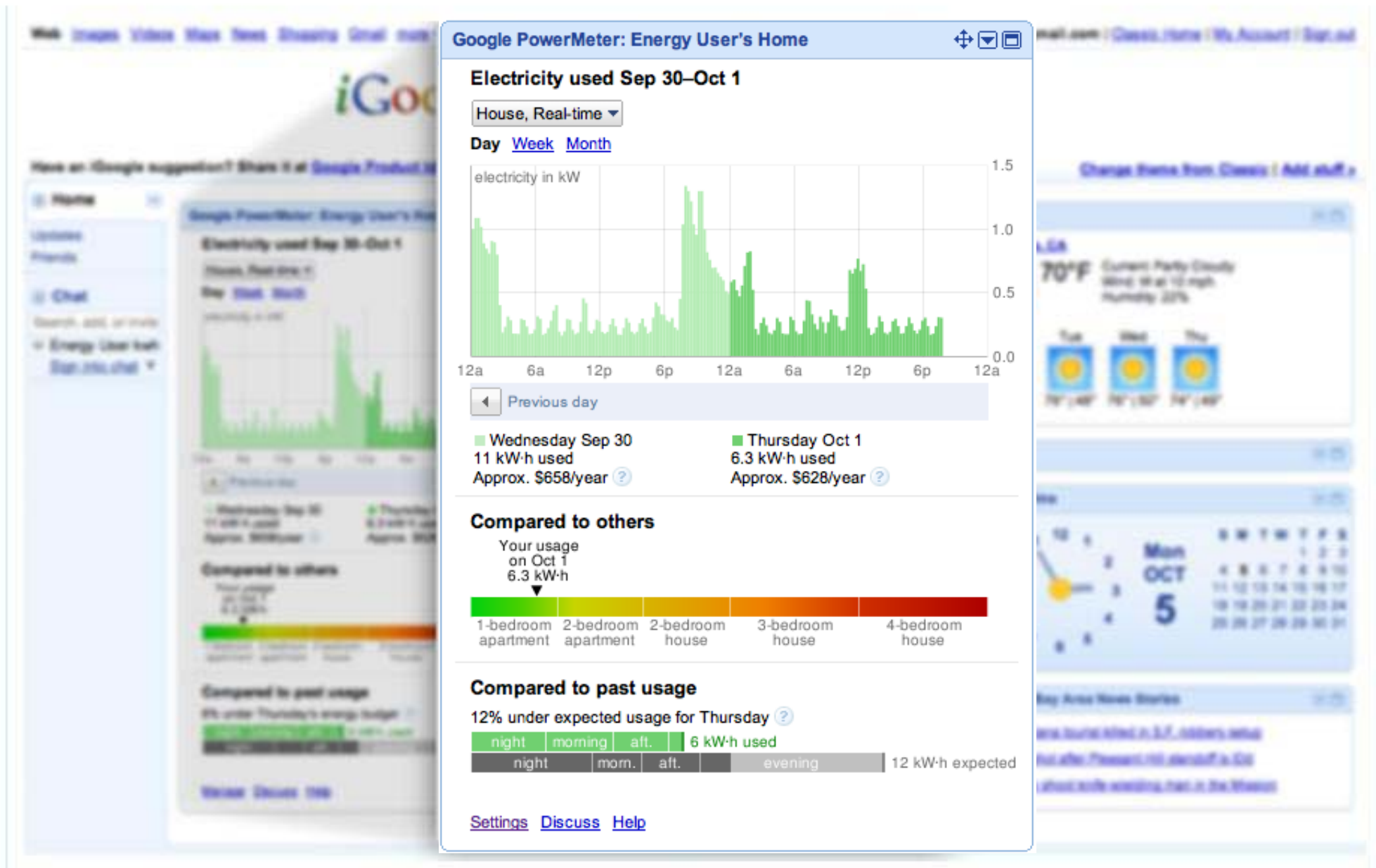


GRIDPOINT





Google PowerMeter

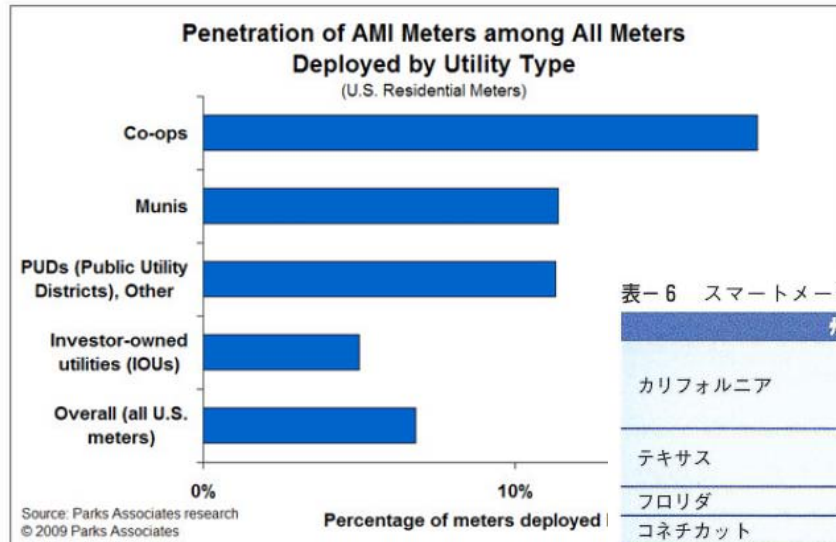


スマートメーター

- 1時間～15分程度毎の電気使用の計測（と電力会社等との双方向通信）
- 電力使用量や、他のシステムと連携してCO₂排出量等のリアルタイム見える化
- 価格信号などのインセンティブに対応した家電機器の制御（スマート家電）やPHEV/EVの充電制御（自動化や携帯端末等での制御も含む）



● スマートメーター(米国の導入状況)



・現状で5～6%。
・計画では主要電力で2015頃までに完了を予定(2015で4000万(約30%))

表-6 スマートメーター導入計画の一例(州規制当局承認前のも含む)

州名	事業者	開始年	完了予定	導入数
カリフォルニア	Southern California Edison (SCE)	2008	2012	530万
	Pacific Gas & Electric (PG&E)	2006	2011	530万
	San Diego Gas & Electric (SDG&E)	2009	2011	140万
テキサス	Oncor	—	2012	300万
	Center Point Energy	2009	2014	240万
フロリダ	Florida Power & Light (FPL)	—	—	440万
コネチカット	Connecticut Light & Power (CLP)	2009	—	120万
イリノイ	Ameren	2006	—	110万
	Commonwealth Edison	—	—	20万
ミシガン	DTE Energy	2009	2015	300万
	Consumers Energy	2009	2013	180万
アラバマ、ジョージア、ミシシッピ、フロリダ	Southern Company	2008	2012～2013	430万
ウィスコンシン、アイオワ、ミネソタ	Alliant Energy	2008～2009	2010～2011	100万
アーカンソー、インディアナ、ケンタッキー、ルイジアナ、ミシガン、オハイオ、オクラホマ、テネシー、テキサス、バージニア、ウエストバージニア	American Electric Power (AEP)	—	2015	500万
インディアナ、サウスカロライナ	Duke Energy	—	—	160万
マサチューセッツ	National Grid	2009	—	1.5万
アリゾナ	Arizona Public Service	—	2012	80万
	Salt River Project	—	2008	30万
バージニア	Dominion	2008	2013	230万
アイダホ	Idaho Power	—	2011	47.5万
メリーランド、デラウェア、ニュージャージー、バージニア、ワシントンDC	PEPCO Holdings	—	2013	190万
メリーランド	Baltimore Gas & Electric (BGE)	2009	2012	120万
オレゴン	Portland General Electric Co. (PGE)	2008	2011	85万
ハワイ	ハワイ電力 (HECO)	2009	2015	43万

※ ーは計画段階または未公表。

出所 IEEほか各種報道

内容

1. スマートグリッドを巡る欧米の動向

- スマートグリッドとは
- スマートグリッドの背景, 米国の取り組み
- スマートグリッドの効果
- 欧州などの取り組み

2. 日本型スマートグリッドの展望と課題

- 日本型スマートグリッドとは
- 研究開発状況 など

スマートグリッドの効果

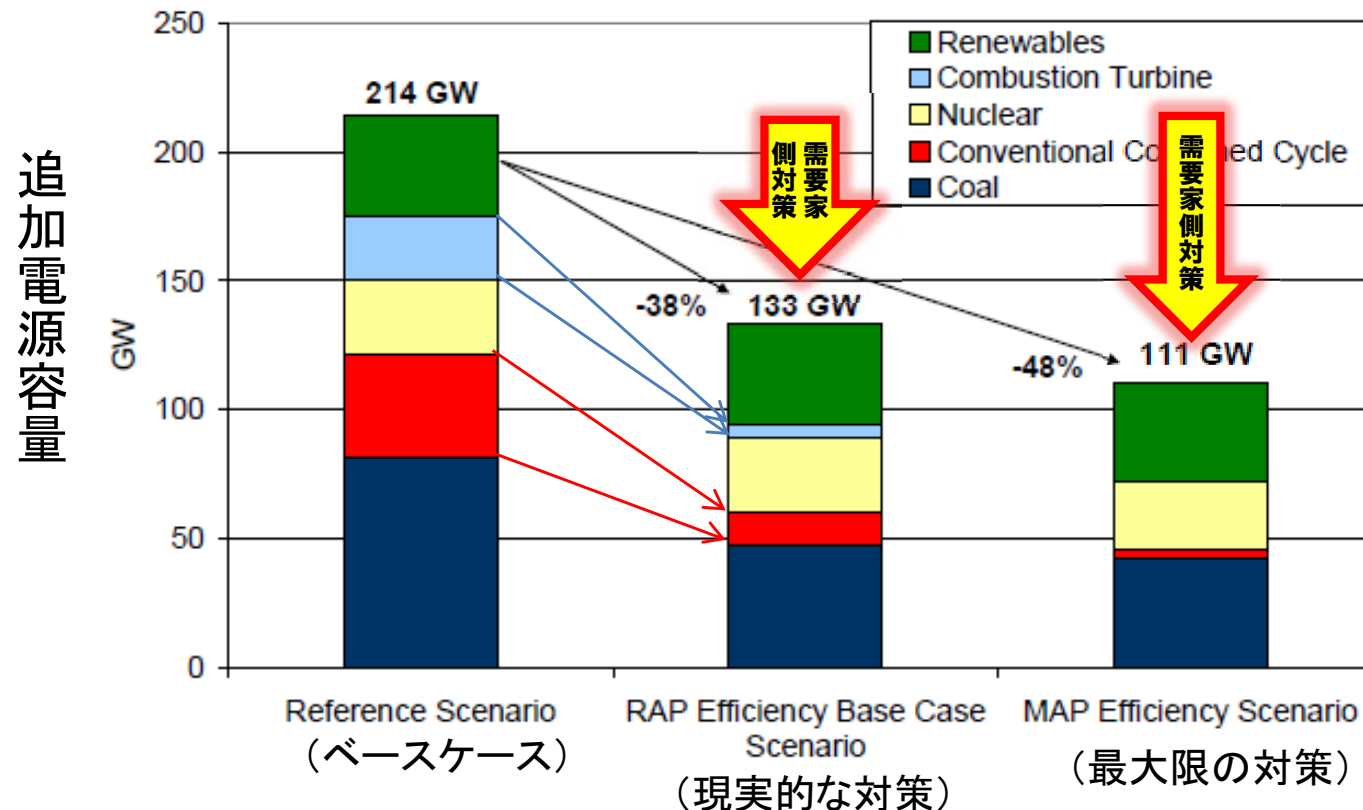
- 設備投資の繰り延べ
 - デマンドレスポンス(DR)によるピーク削減
 - 省エネ, 電気料金削減, CO₂削減
 - 見える化, DR等による省エネ行動, 電気料金削減
 - システム化(エネルギー管理)による省エネ, 電気料金削減
 - 再生可能エネルギーの大量導入
 - 供給信頼度向上
 - 系統運用の高度化
 - 停電の減少
 - 復旧早期化
 - 電気利用の利便性向上, 新しい電気利用
 - PHEV/PV, V2H, V2G
 - 需要家サービス向上
 - 停電/復旧情報提供
 - エネルギー関連新規ビジネス
- など



● デマンドレスポンスによる追加電源の抑制 (2010-2030)

✓新規電源のうち，化石燃料系を主体に，トータルで40～50%の削減が可能

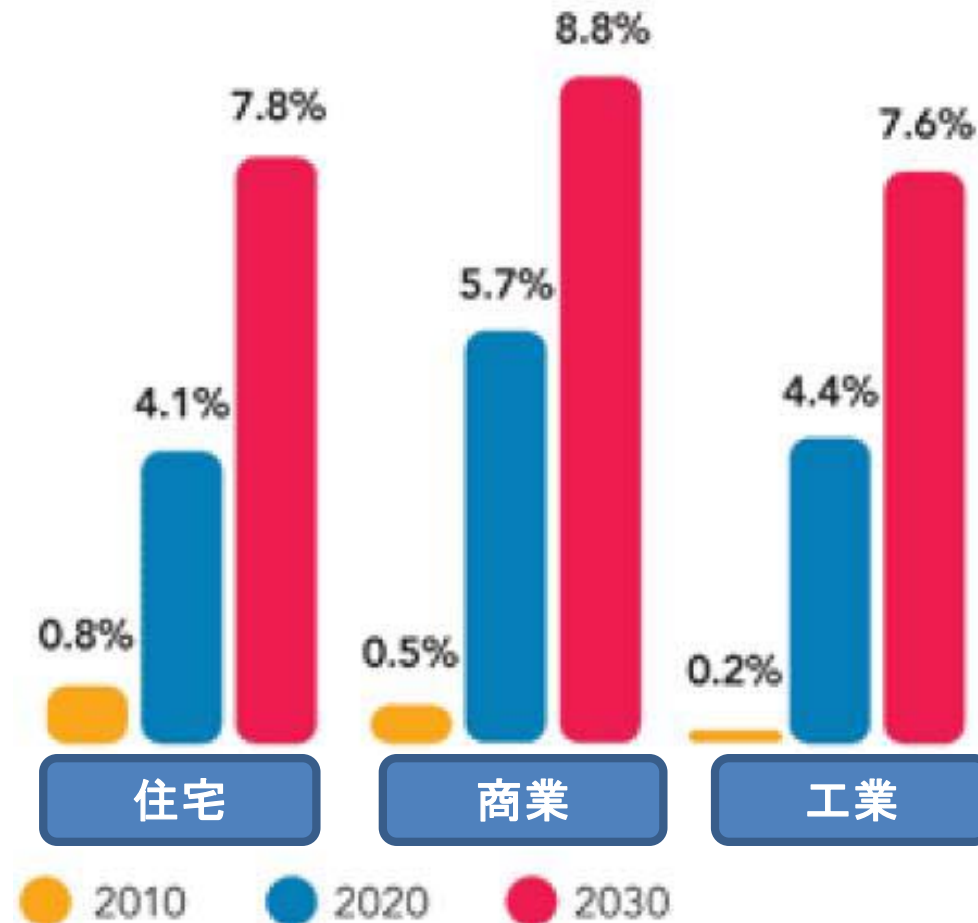
Impact of RAP and MAP EE/DR Programs on Reference Scenario Required Generation Capacity
No Carbon Policy (2010-2030)



※米国では今後，2030年までに電力需要が少なくとも23%は増加



● デマンドレスポンスの省エネポテンシャル

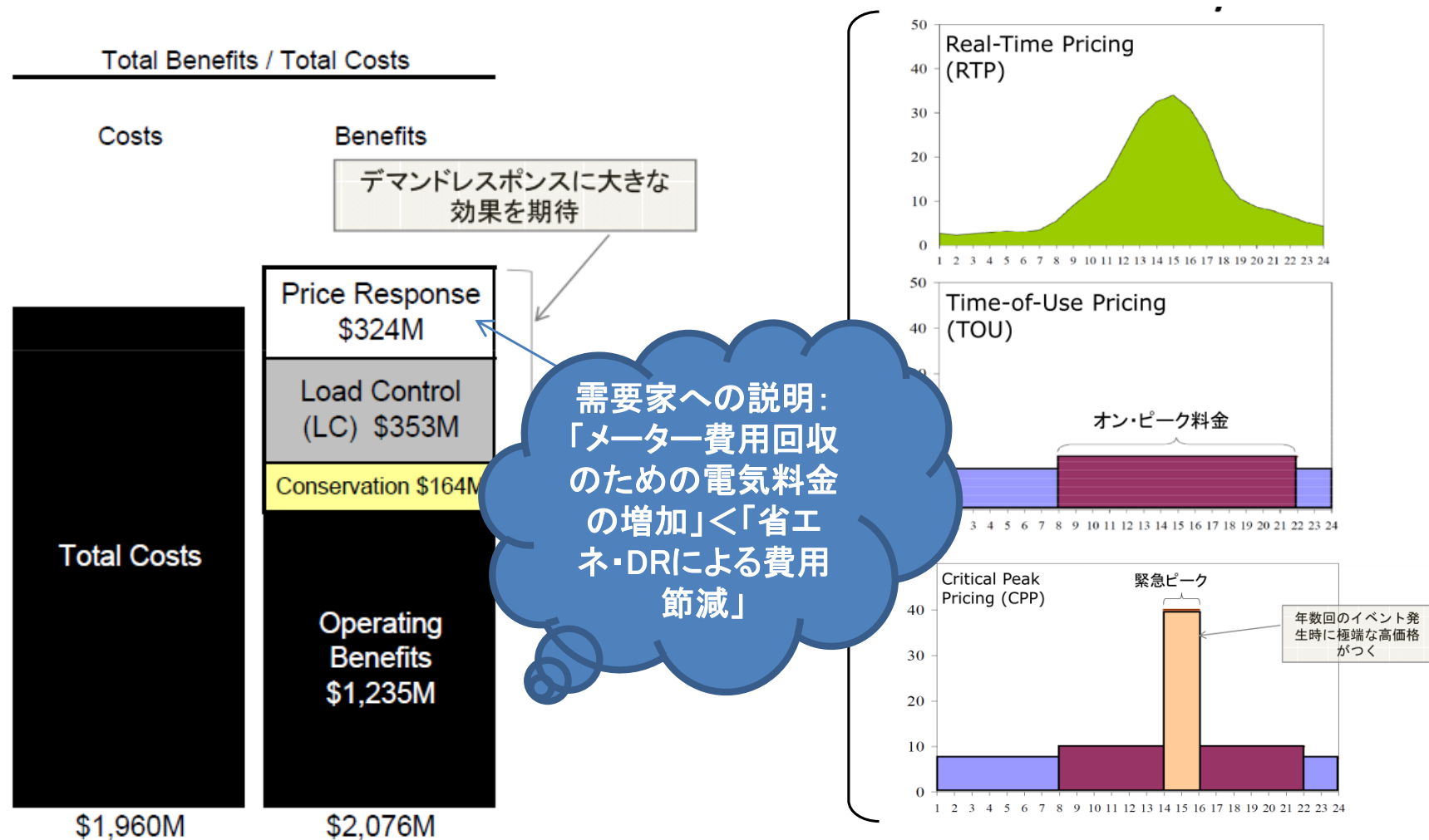


Source: Assessment of Achievable Potential from Energy Efficiency and Demand Response Programs in the U.S. (2010–2030), Electric Power Research Institute, January 2009.



● スマートメーターの費用対効果

・ サザンカリフォルニアエジソンでの検討例





スマートグリッドのCO₂削減効果(1)

Table 10-1
Smart Grid Energy Savings and Avoided CO₂ Emissions Summary (2030)

Emissions-Reduction Mechanism Enabled by Smart Grid	Energy Savings, 2030 (billion kWh)		Avoided CO ₂ Emissions, 2030 (Tg CO ₂)	
	Low	High	Low	High
1 Continuous Commissioning of Large Commercial Buildings	2	9	1	5
2 Reduced Line Losses (Voltage Control)	4	28	2	16
3 Energy Savings Corresponding to Peak Load Management	0	4	0	2
4 Direct Feedback on Energy Usage	40	121	22	68
5 Accelerated Deployment of Energy Efficiency Programs	10	41	6	23
6 Greater Integration of Renewables	--	--	19	37
7 Facilitation of Plug-in Hybrid Electric Vehicles (PHEVs)	--	--	10	60
Total	56	203	60	211

The Green Grid

電気事業からのCO₂の2.6-9% (米国全体では0.8-3%) の削減 (EVそのものの削減効果などは含まれない)

Energy Savings and Carbon Emissions Reductions Enabled by a Smart Grid

1016905

Technical Update, June 2008

スマートグリッドのCO₂削減効果(2)

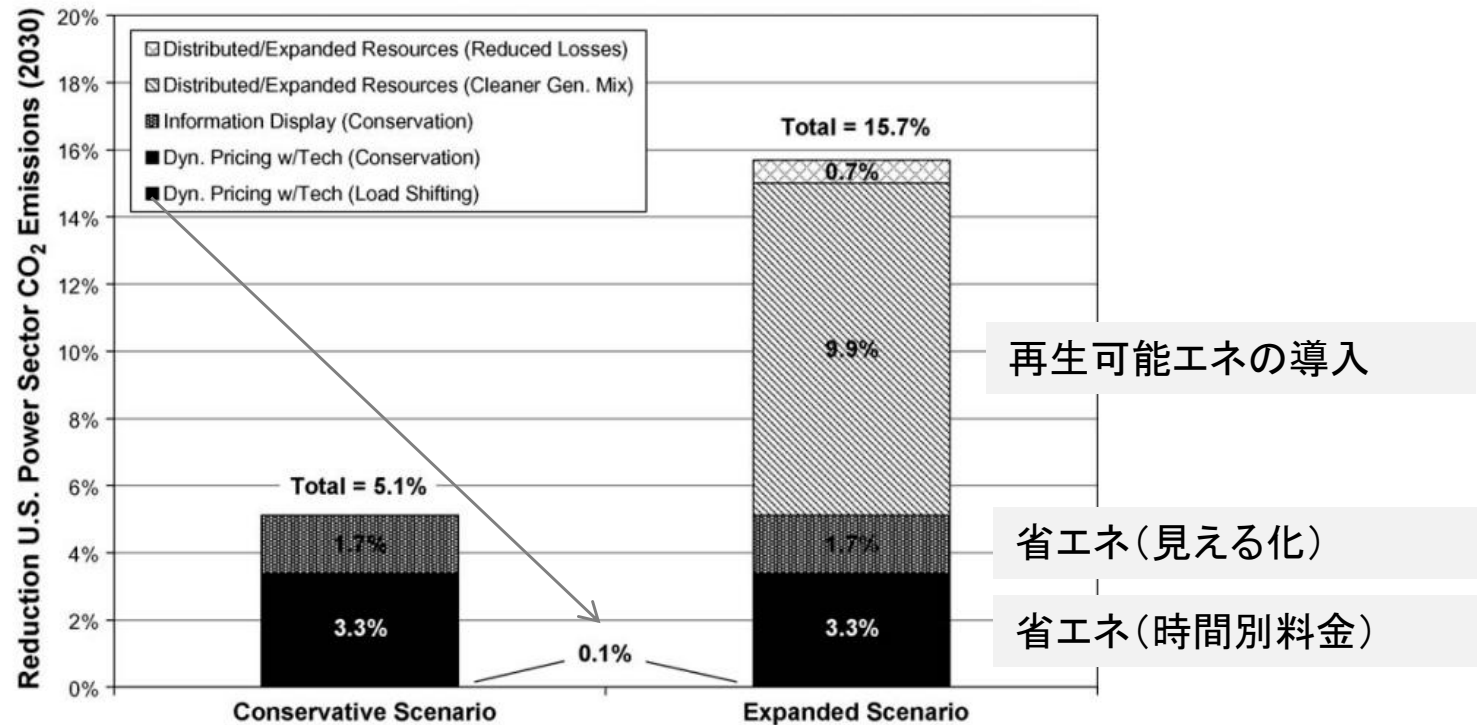
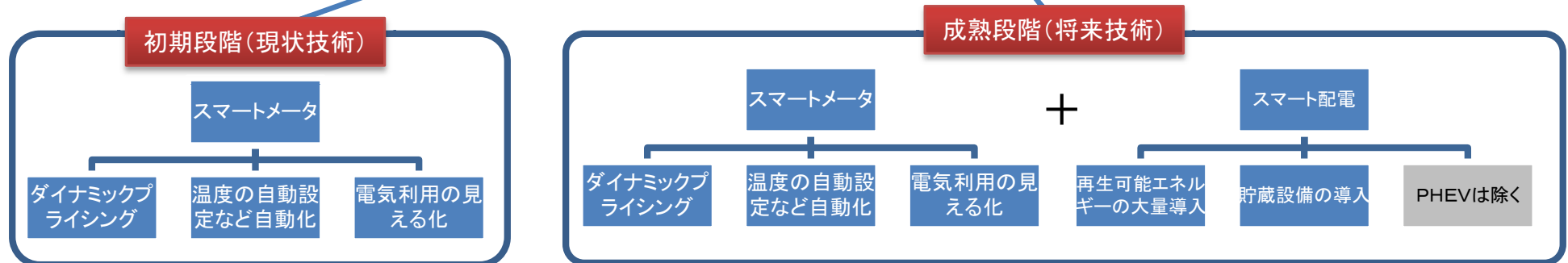


Figure 5: CO₂ Reductions Attributable to Individual Smart Grid Components in 2030





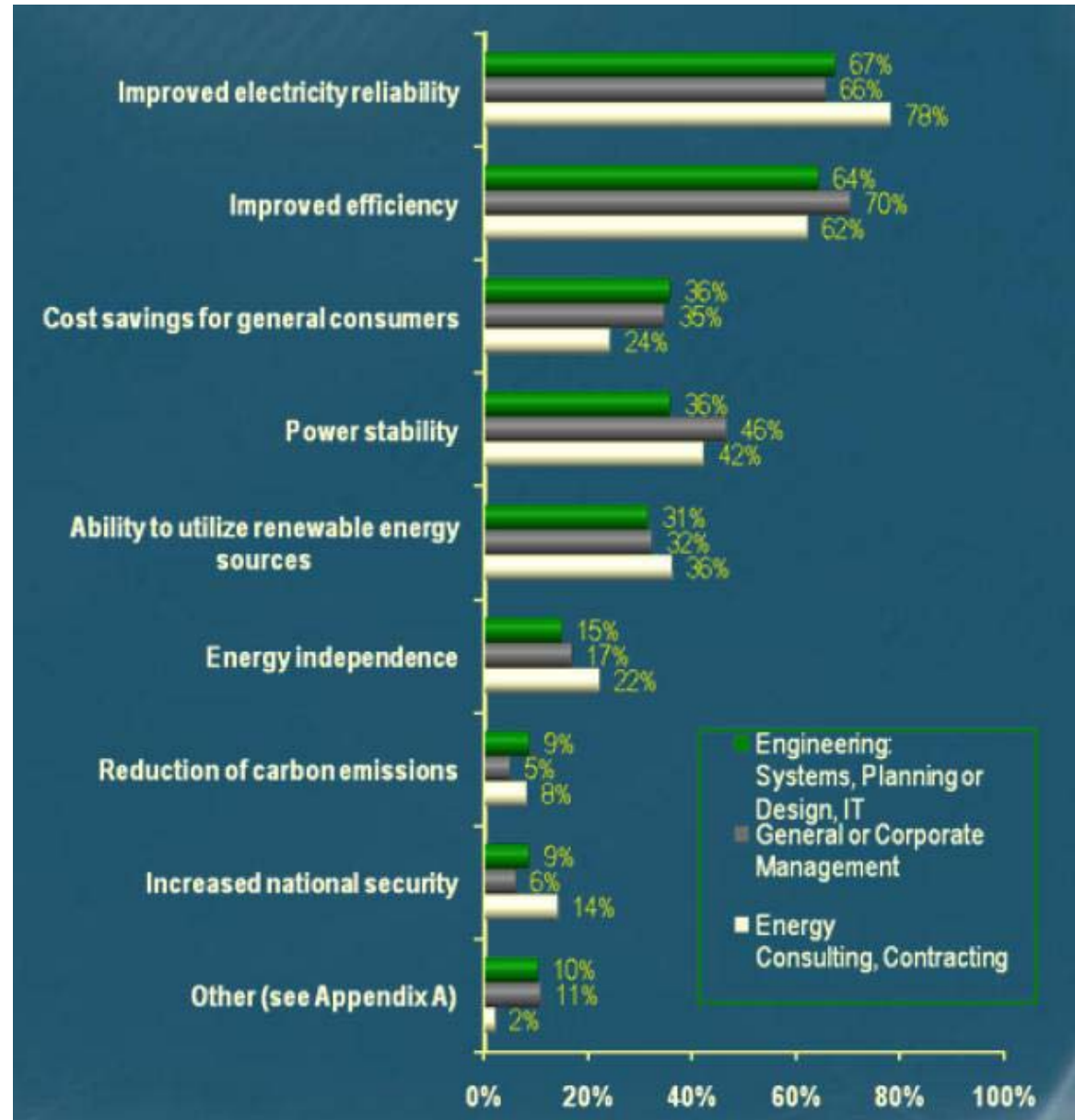
● 電力会社へのアンケート調査(米国)

● スマートグリッドの メリット

1. 信頼度向上
2. 効率向上
3. 系統安定性
4. 再生可能エネの連系

・
・

資源の海外依存の低減 や
温暖化対応
は低いランク



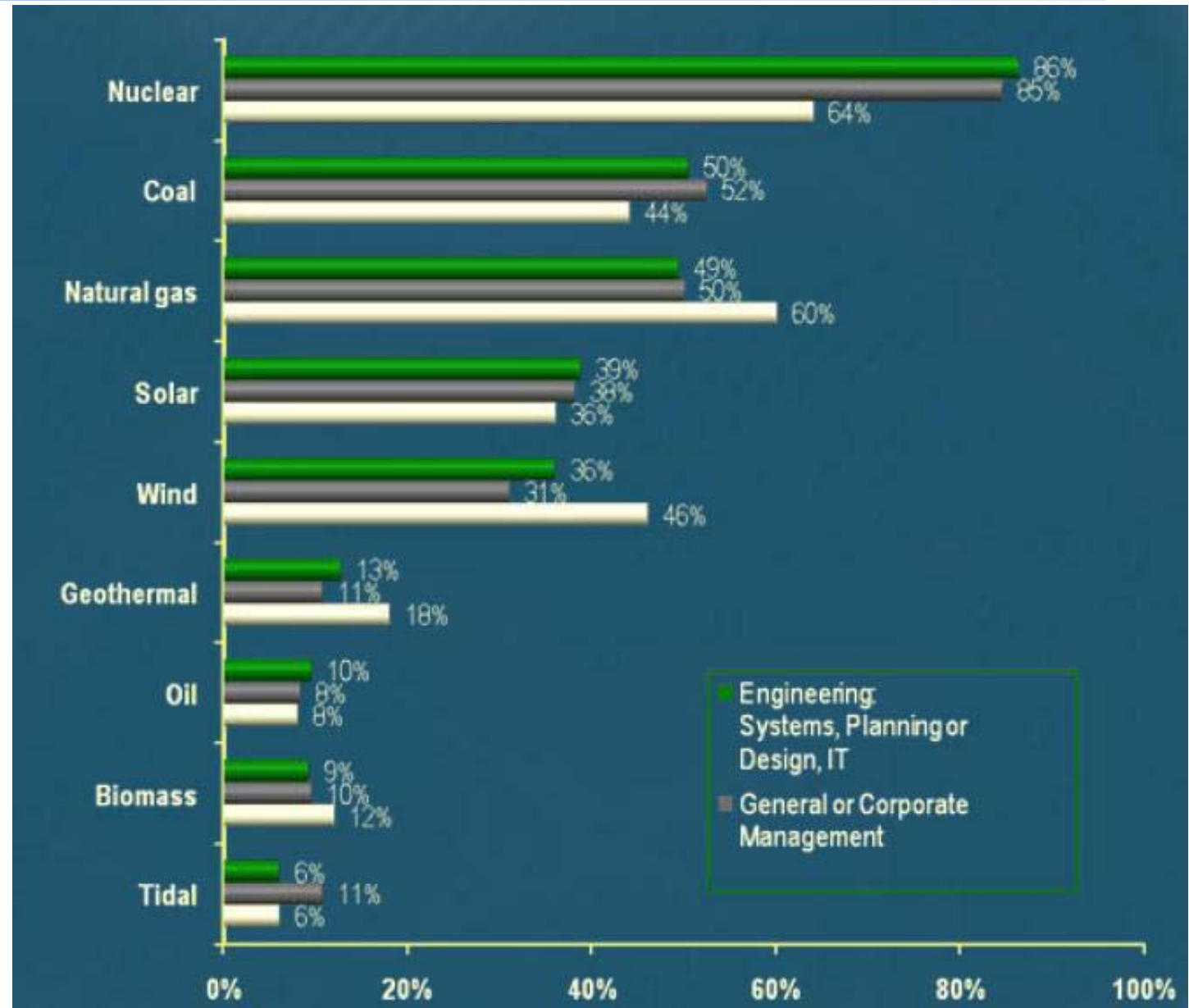


● 電力会社へのアンケート調査(米国)

● キーとなる電源

1. 原子力
2. 石炭
3. 天然ガス
4. 太陽光
5. 風力

▪
▪

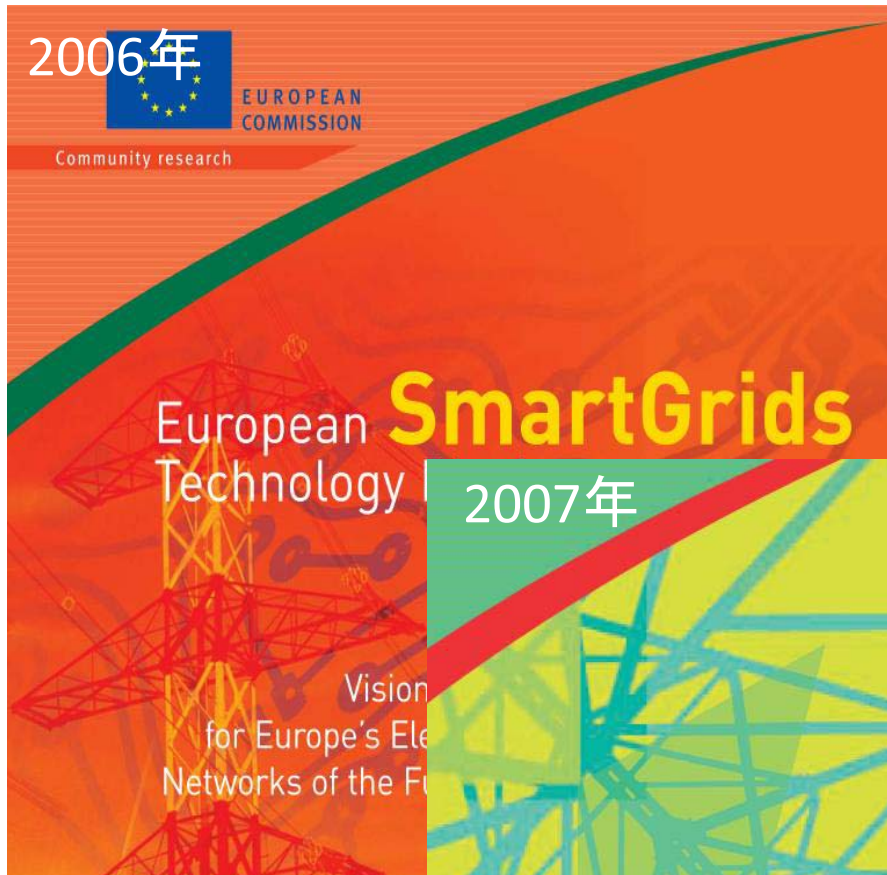


欧州のスマートグリッド

- EU大での技術プラットフォーム(研究プロジェクト)として実施
第7次フレームワークプログラム
(FP7: 2007-2013: 多分野)の中の1項目
(※FP6でも関連テーマを実施)
 - 関連個別研究やプロジェクトは多い(基本コンセプトは類似: 需要家との通信, 分散形電源の活用など)
- 米国ほど明確に国のエネルギー政策として出しているところは現状ではないが, 最近では幾つかの国家プロジェクト, EU大の新しい動きが出始めている。
 - スマートメータの導入, 導入計画, 実証
 - 再生可能エネルギーの活用実験など



FP7におけるスマートグリッド



● EU: 将来の電力システムの展望(イメージ)



● スマートグリッド 展開の優先順位

SmartGrids Deployment Priorities

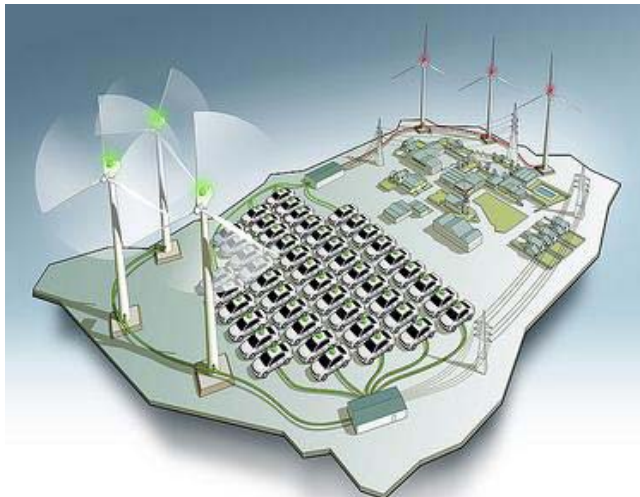
- Deployment Priority #1: **Optimizing Grid Operation and Use**
送電網運用の最適化
- Deployment Priority #2: **Optimizing Grid Infrastructure**
送電網インフラの最適化
- Deployment Priority #3: **Integrating Large Scale Intermittent Generation**
再生可能エネルギーの大量導入
- Deployment Priority #4: **Information & Communication Technology**
ICT活用
- Deployment Priority #5: **Active Distribution Networks**
配電高度化
- Deployment Priority #6: **New Market Places, Users & Energy Efficiency**
新しい市場, エネルギー利用効率化

● スマートグリッド: 研究プロジェクト例 (デンマーク)

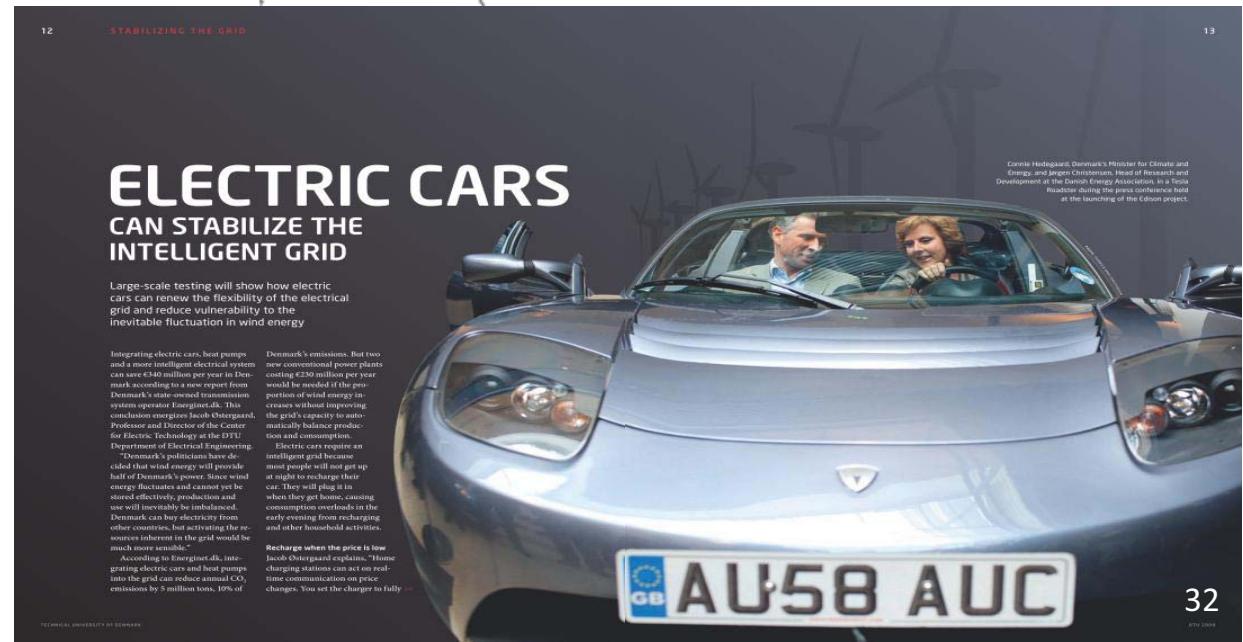
The EDISON Project Smart Grid Innovation Symposium June 2009

Electric vehicles in a **Distributed and Integrated** market using **Sustainable energy** and **Open Networks**

- To develop standardized solutions which are applicable globally
- To provide a technical platform for a **風力の出力変動を多数の電気自動車のバッテリーの充放電制御によって緩和(V2G)**
- **世界で適用できる標準的なソリューションを開発**



onstration on the island of **Bornholm**



欧州のスマートメータ導入展望(2009)

主な国	2009年時点での現状
オーストリア	30,000台設置。国としての義務はないが見直し中
ベルギー	試験的实施。結果に応じて国としての対応
デンマーク	いくつかの配電事業者が実施中。国としての計画はない。
フィンランド	2014年までに全家庭に導入する法律が成立(2009/3)
フランス	試験的結果に基づき2010年中に全導入に向けた方針を決める予定。 2020年で96%の導入を目標
ドイツ	50以上の配電事業者で試験的に実施(10~100,000メーター)。国としての方針は議論中。市場ベースの方法を検討中。
イギリス	2020までに全需要家(2700万)に導入を国として決定。2009/12に計画を公表。
ギリシャ	2010~2013の間に導入を開始
イタリア	現状で3300万のメータ。 2011で全需要家(3600万)にスマートメータ
ノルウェー	2009年に全国的な導入に関する提案があったが、最終決定は2010年春までに持越し。持越しの理由は標準化の動向。
ポルトガル	規制局が予備的検討を開始
ポーランド	2010~2017までの間に導入の議論
スペイン	2018年に全導入を完了予定(2008から開始)
スウェーデン	2009/7に100%導入を完了(最低限、月に1回は計測)。<u>10~15%はスマートとは言えないものもある。</u> (92%は時間読み可能)
オランダ	プライバシーとセキュリティのために上院が法制化を却下。自発的な導入に向けて標準化等を見直し中。 新たな決定は2010年秋に予定。最大の配電事業者(Oxxio)はすでに10万台を住宅に設置済み。

欧州における至近の新たな動き

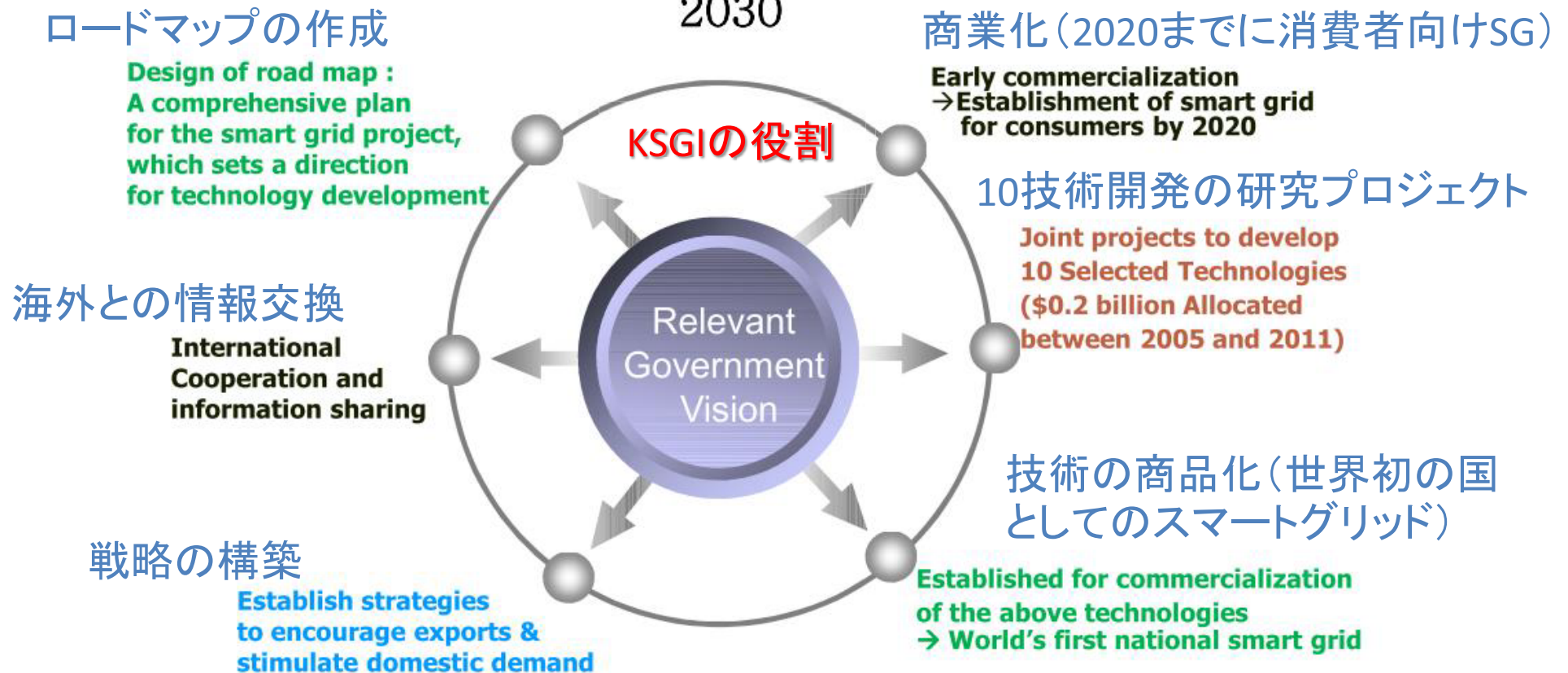
- **欧州電力系統イニシアティブ**: スマートグリッドの実現に向けた欧州送電/配電事業者の貢献(研究開発)(2009/10)
 - ✓ 約20億ユーロの研究開発(2010から5ないし10年:デモ含む)計画
- **欧州委員会**がスマートグリッドに関するタスクフォースを設立(2009/12)。
 - ✓ 第3次電力自由化指令の展望のもと、スマートグリッドの実現に向けたステップについて欧州大で調整を図る(政策、制度的な面が中心)
 - タスク1:スマートグリッドの実現に向けて関係者の共通のビジョンの醸成
 - タスク2:EU大での実施に関する戦略的意思決定と政策助言の明確化
 - タスク3:欧州市場でのスマートグリッド、スマートメータの実施に向けたロードマップの作成
- **欧州電力・ガス規制グループ***のスマートグリッドに関するポジションペーパー(2009/12)
 - ✓ ネットワークユーザーから見たスマートグリッドへのニーズ分析と規制局の役割について整理
 - 規制局の役割: ①ネットワーク会社に消費者に有益な革新的ソリューションを促す
②ネットワークユーザのニーズに適合するようにスマートグリッド開発のバリアを解消(技術には中立的立場:どの技術を適用するかは事業主体による)



韓国のスマートグリッドへの取り組み

- ✓2030年までに韓国をスマートグリッド化(65兆ウォン(5.2兆円))
- ✓韓国知識経済省による韓国スマートグリッド研究所(KSGI)の設立(2009/8)
- ✓2011年済州島でのスマートグリッド実証プロジェクト

Goal ahead: Completion throughout the nation by 2030

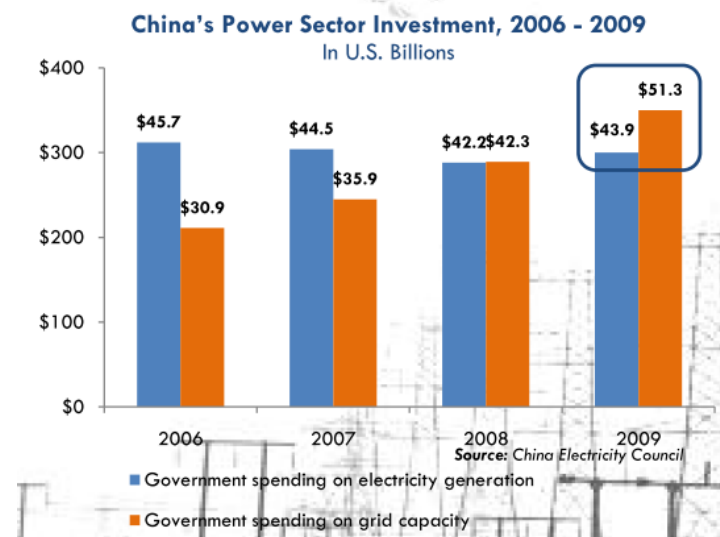
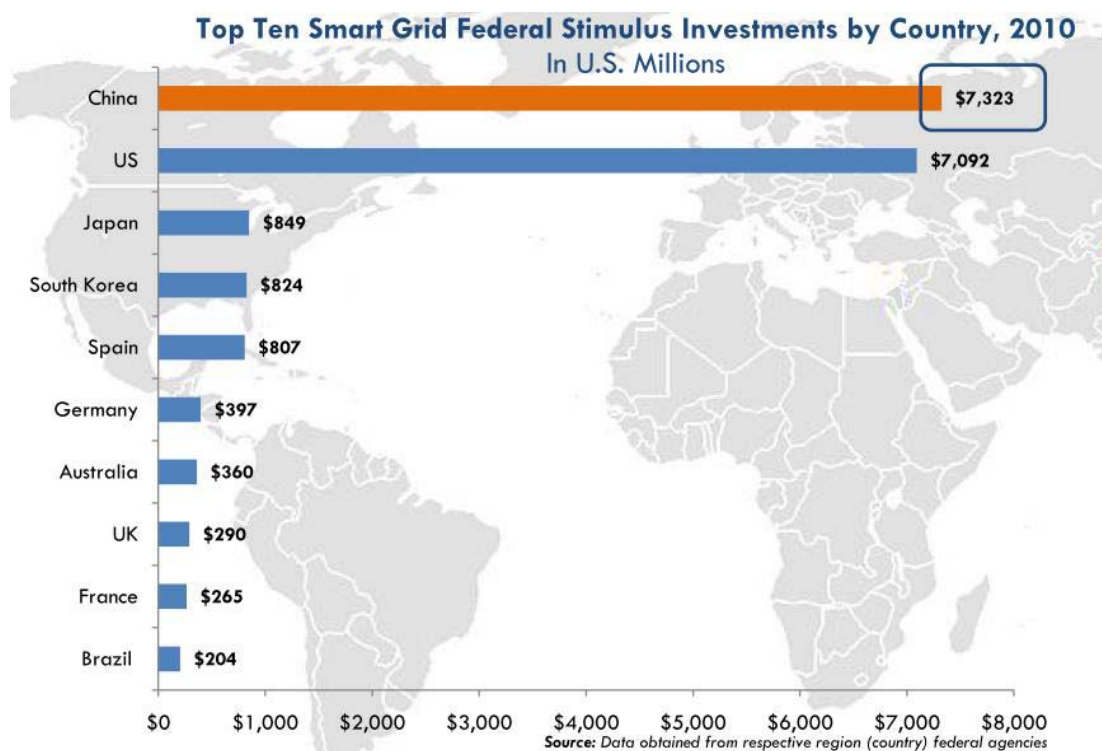




中国のスマートグリッドへの取り組み

Smart Grid Snapshot: China Tops Stimulus Funding

The industry insider's guide to smart grid and smart grid technologies.



[January 12, 2010]

GE to build China smart grid demo center

(United Press International Via Acquire Media NewsEdge) GE will partner with the Chinese city of Yangzhou to build a smart grid demonstration center, the company announced Friday.

GE says the initial demonstration phase -- which will include wireless-enabled smart meters, home energy management systems and smart appliances set up in a 100,000-square-foot lab -- is designed to showcase how GE technologies can "help China improve the reliability, efficiency and carbon footprint of its energy delivery." Grid infrastructure and control technologies to be used in the demonstration include automated outage identification and restoration software, field-force automation and deployment systems and grid-wide network management software.

内容

1. スマートグリッドを巡る欧米の動向

- スマートグリッドとは
- スマートグリッドの背景, 米国の取り組み
- スマートグリッドの効果
- 欧州などの取り組み

2. 日本型スマートグリッドの展望と課題

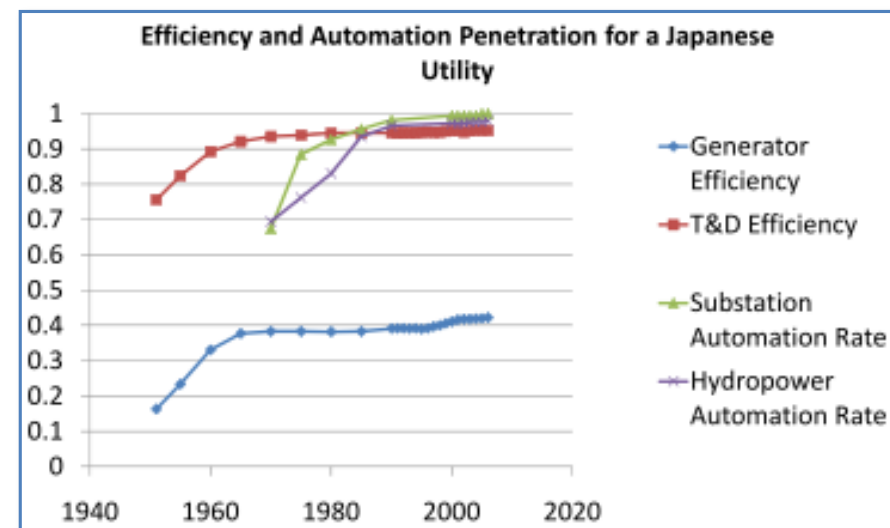
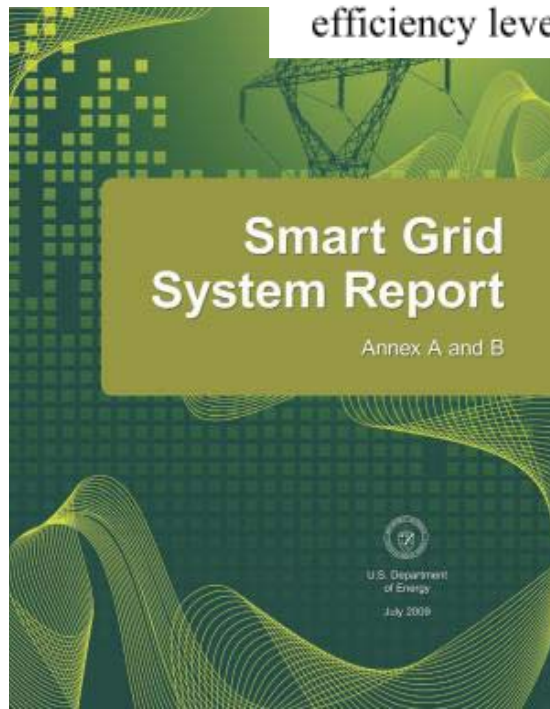
- 日本型スマートグリッドとは
- 研究開発状況 など

日本の系統はどの程度スマート？ (ICT等の活用)

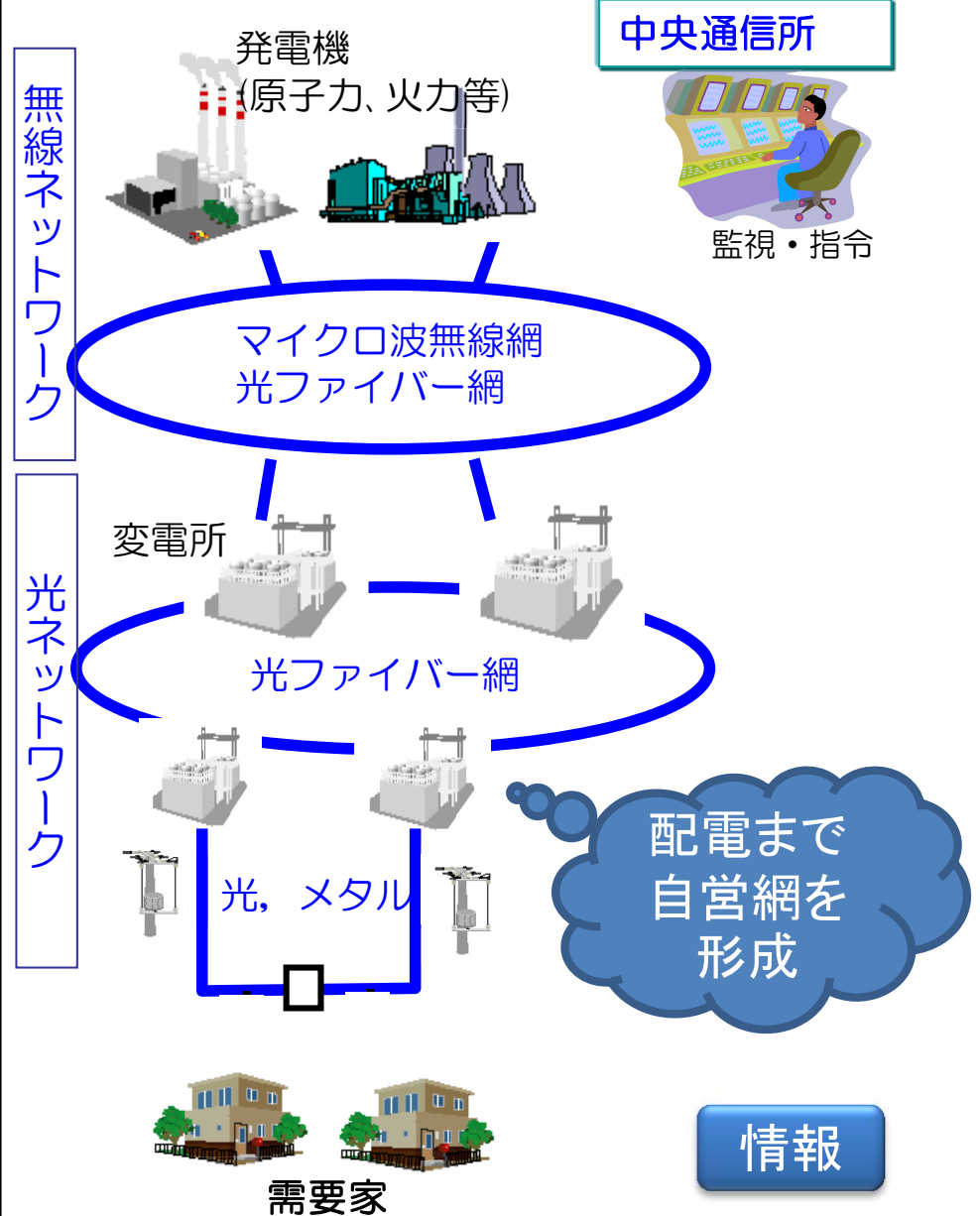
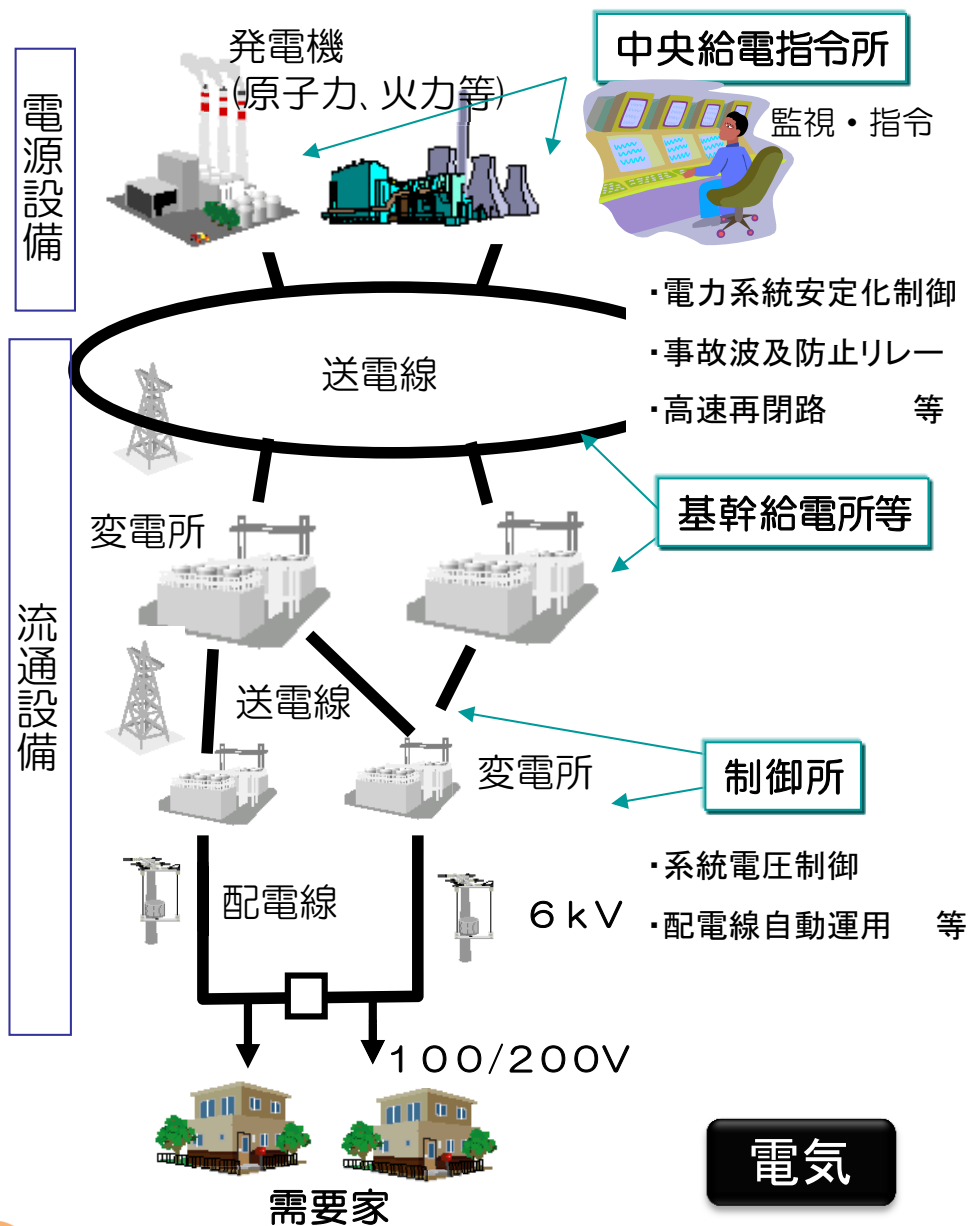
Energy efficiency is the cheapest source of energy. While many of the largest assets have been without significant improvement for decades, investments in new technologies can provide new opportunities for utilities to make efficiency gains. While the United States has focused on incremental

日本の電力会社は自動化とスマートグリッド技術に多大な投資をしてきており、電力会社によっては変電所、(水力)発電所の自動化をほぼ100%達成している……

utilities continue to make gains while the efficiency of utilities in the United States stagnates. This is because Japanese utilities have invested heavily in automation and smart-grid technology, with some utilities having almost 100% substation and generation automation. Figure M.15.6 shows some efficiency and automation information for a Japanese utility. The ability of U.S. utilities to improve efficiency levels will depend on the regulatory environment for deploying smart-grid technologies.

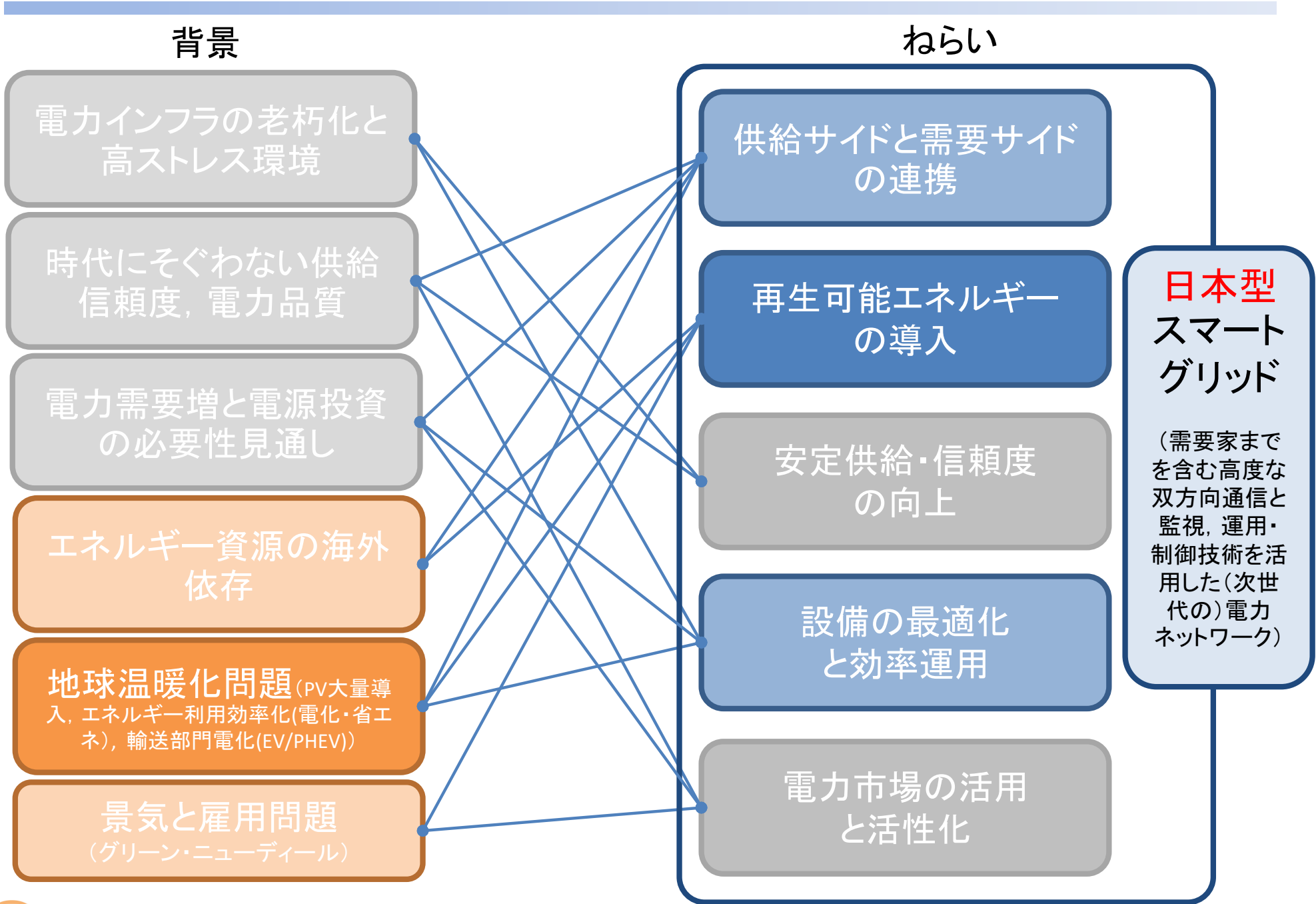


● 日本の電力系統でのICT等の活用





日本型スマートグリッドの背景



日本型スマートグリッド

●日本型の低炭素社会を支える効率的電力供給・利用インフラ

より、具体的には、

●太陽光発電(PV)の大量導入 (主に住宅設置, 2020年:2800万kW, 2030年:5300万kW)のもとで, 安定かつ効率的供給・利用を実現するインフラ。

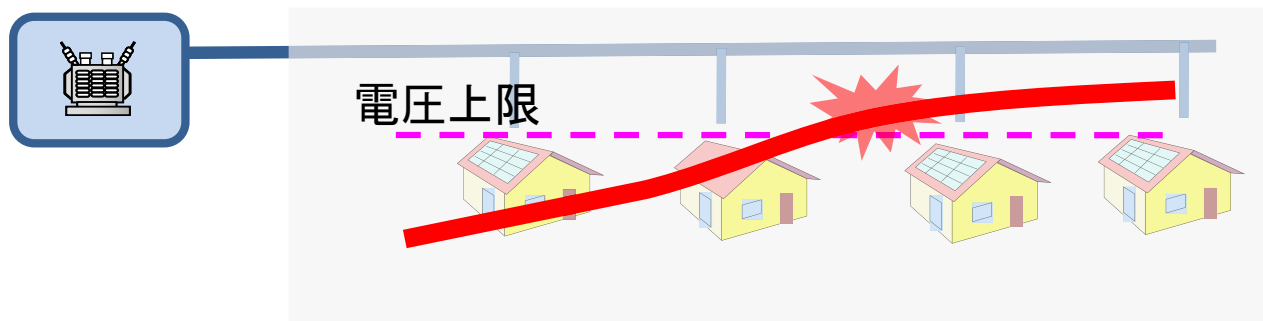
●電気自動車, HP式給湯器など新しい電気利用や効率的電気利用(電化の推進, 省エネ)を支えるインフラ^(※)。

※) 例えばEV/PHEVの高度な充電インフラ(スタンドの位置情報や課金方式も含めて)

太陽光発電大量導入に伴う系統課題(1)

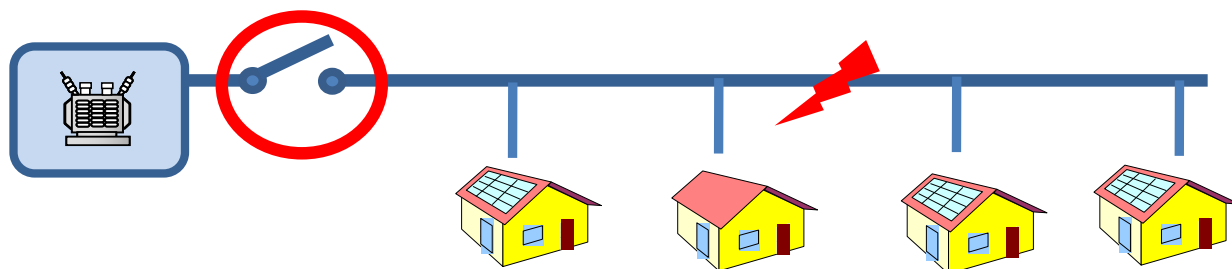
■ 配電系統上の課題

● 電圧管理($101 \pm 6V$)の問題



✓配電線容量の20%程度以上
(戸建て住宅で8軒に1軒程度)で
顕在化

● 保護・保安の問題(単独運転)



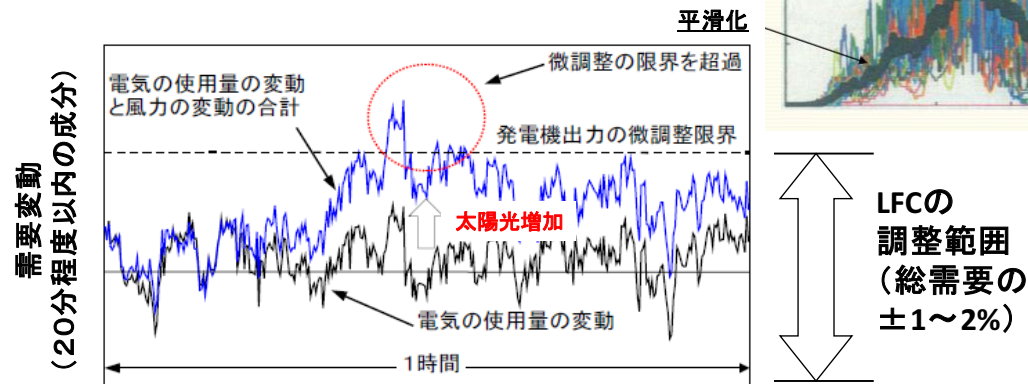
✓配電線容量の20~30%以上
で顕在化

- 柱上変圧器の分割設置, SVCの設置などによる対策
- PVインバータの制御方式による対応
- ループパワーコントローラ(LPC)などの新型配電機器による対応

太陽光発電大量導入に伴う系統課題(2)

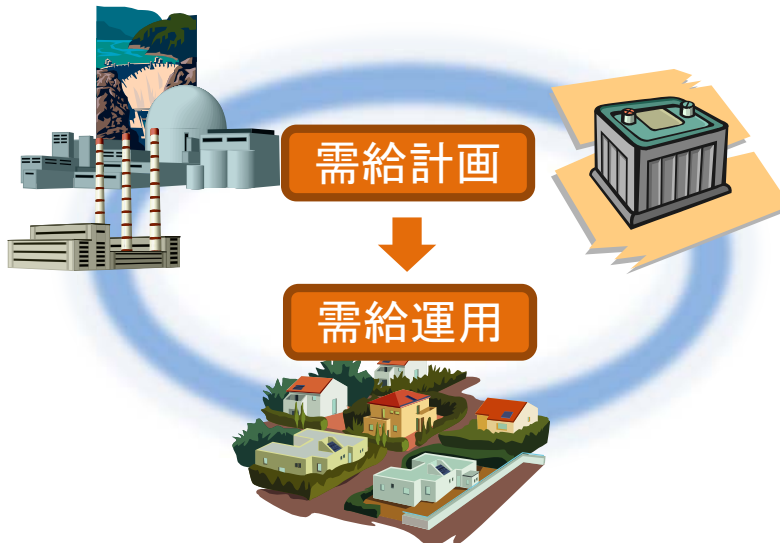
■ 需給運用上の課題

● 周波数調整力(LFC)の問題

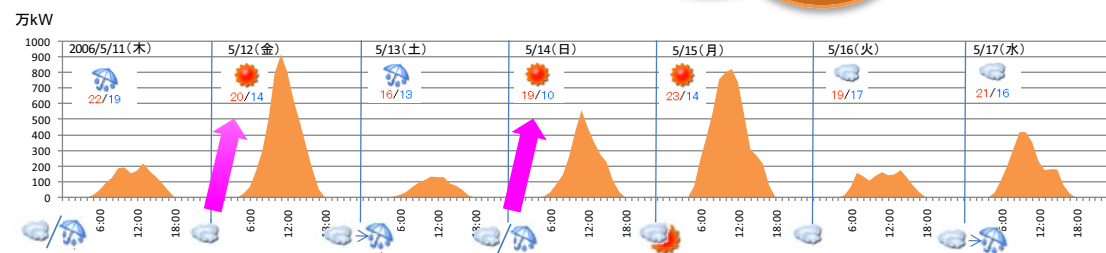


- PVの出力変動, 広がりによる平滑化などの基礎データ分析
- 影響の定量的分析
- 蓄電池等による対応
- 協調的需給制御方式等の開発

● 需給調整上の問題, 予備力確保の問題



基礎的検討が
必要なレベル

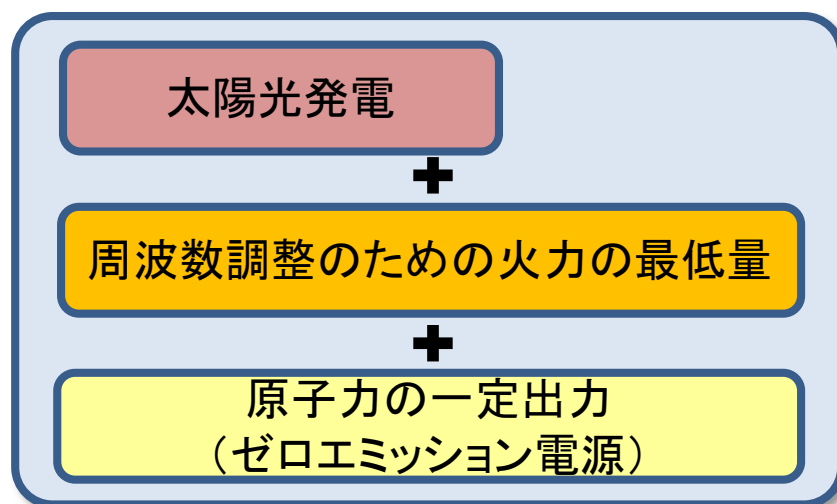


太陽光発電大量導入に伴う系統課題(3)

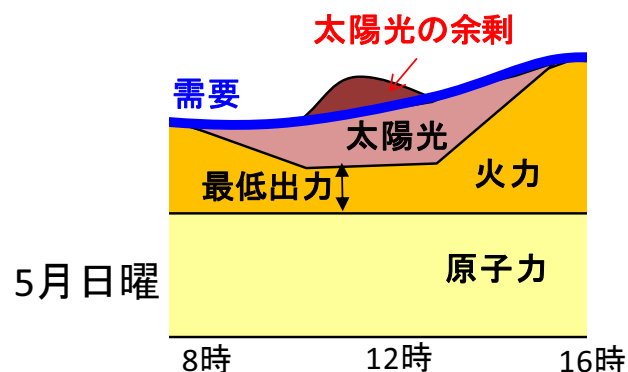
■ 需給運用上の課題

- 電力余剰の問題： 5月の土日など軽負荷で、晴天が多い日

> PVの出力変動, 広がりによる平滑化などの基礎データ分析
 > 影響の定量的分析
 > 蓄電池等による対応
 > 協調的需給制御方式等の開発



電力需要



日	20	21	22	23	24	25	26
最高気温	25	22.2	25.2	27.7	27	19.9	27.4
最低気温	14.6	13.8	17.2	17.8	19.5	18.3	18
9時							
12時							
15時							
日	27	28	29	30	31	-	-
最高気温	29	20.2	22.5	21.8	23.2	-	-
最低気温	20.2	14.2	13	17.6	17	-	-
9時						-	-
12時						-	-
15時						-	-

2007/5
東京

太陽光発電大量導入に伴う系統課題(4)

■ 系統運用上の課題

系統事故時におけるPVの特性上の懸念

- (a) 慣性（回転エネルギー）がない
- (b) 周波数調整能力がない（日射に応じた最大出力）
- (c) 系統事故時に出力が一時的に低下する（インバータの特性）
- (d) 電圧調整能力がない（あってもローカル）
- (e) 一斉脱落（防止対策は検討中）

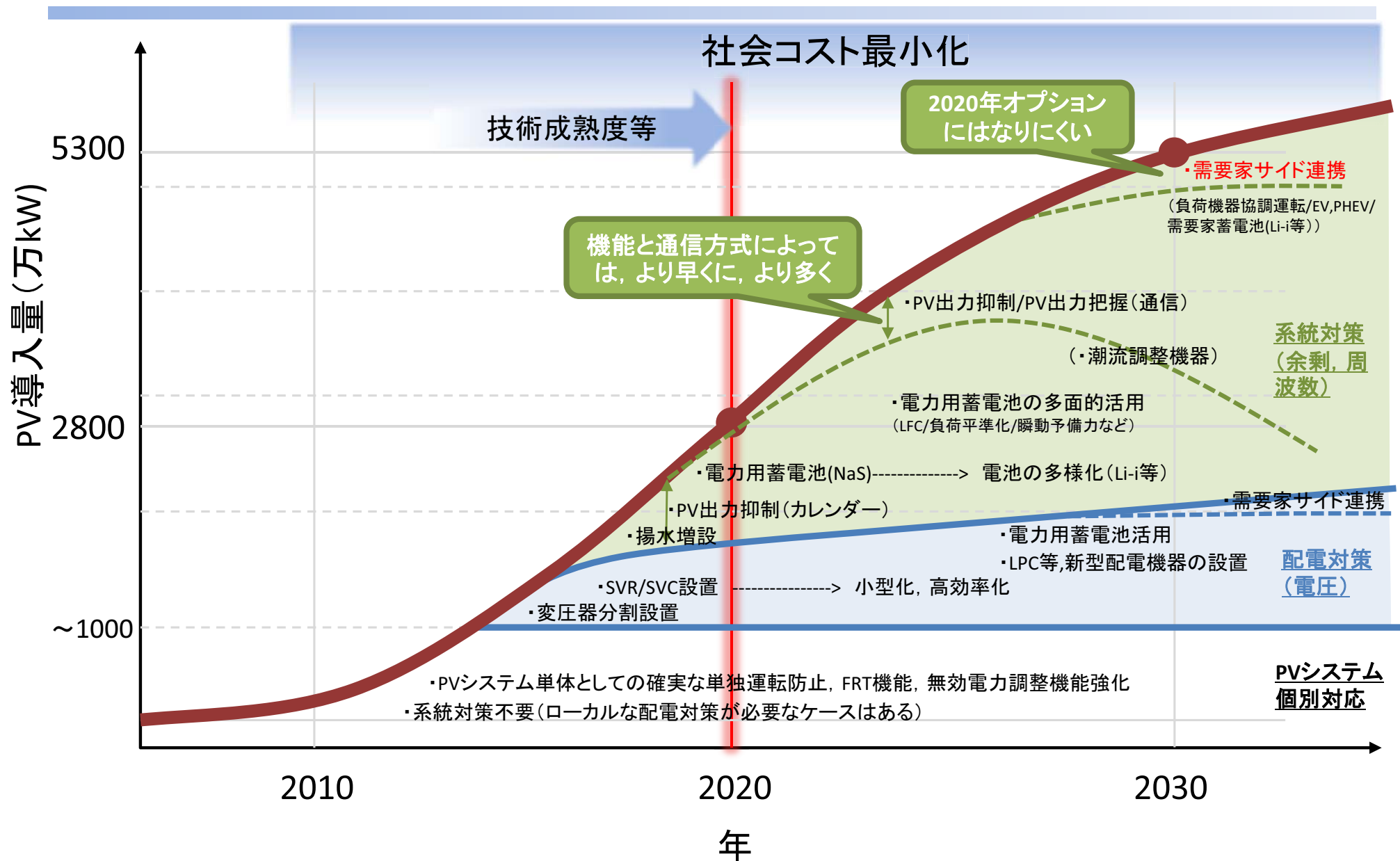
多くが基礎的
検討が
必要なレベル

予想される問題点

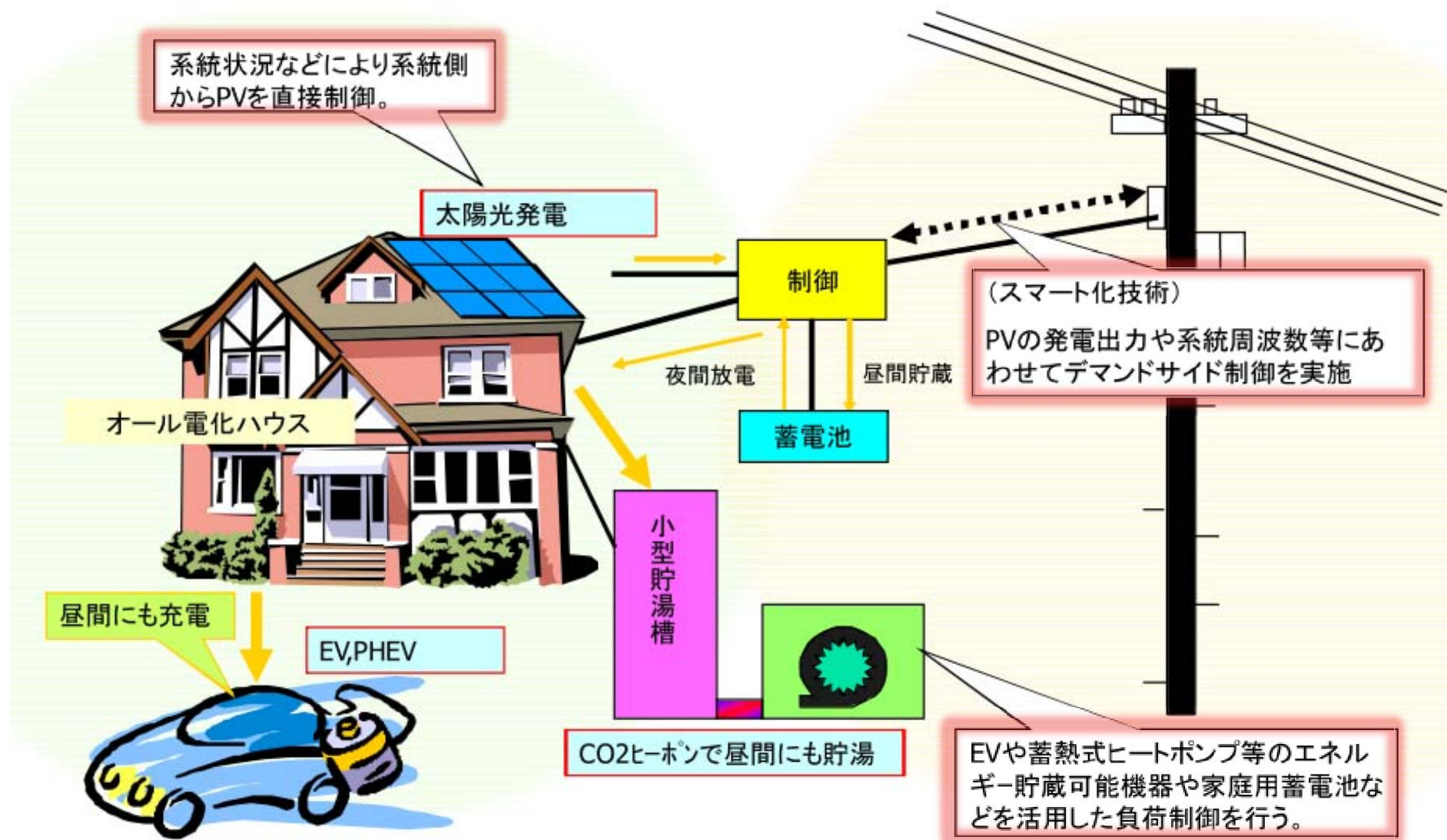
- (1) 同期安定度の低下（発電機が同期して回転していることで、系統全体が持っている現状を維持しようとする力が減少）
- (2) 周波数安定性の低下（周波数に応じて出力を変化させる力が減少）
- (3) 電圧安定性の低下（インバータ電源は電圧低下時に出力が一時的に低下。家庭用PVの電圧調整力（無効電力）は基幹系統まで届かない）
- (4) 電力潮流変動の増大（日射による予測が難しい出力変動が生じる）
- (5) 事故拡大の可能性（電圧低下等で一斉脱落）



PV大量導入系統対策技術展開(例)

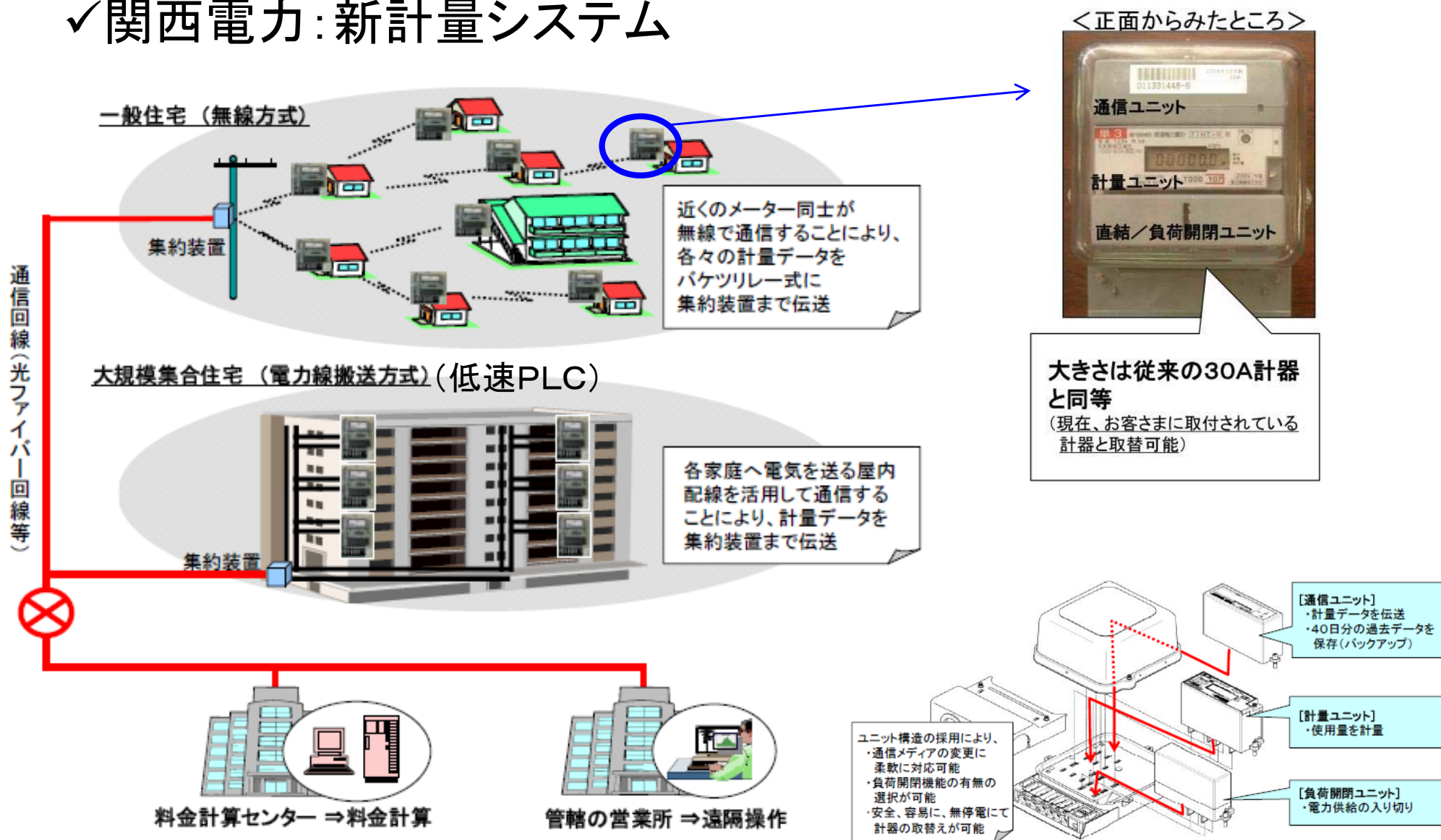


● 需要家と一体的なエネルギーの効率利用



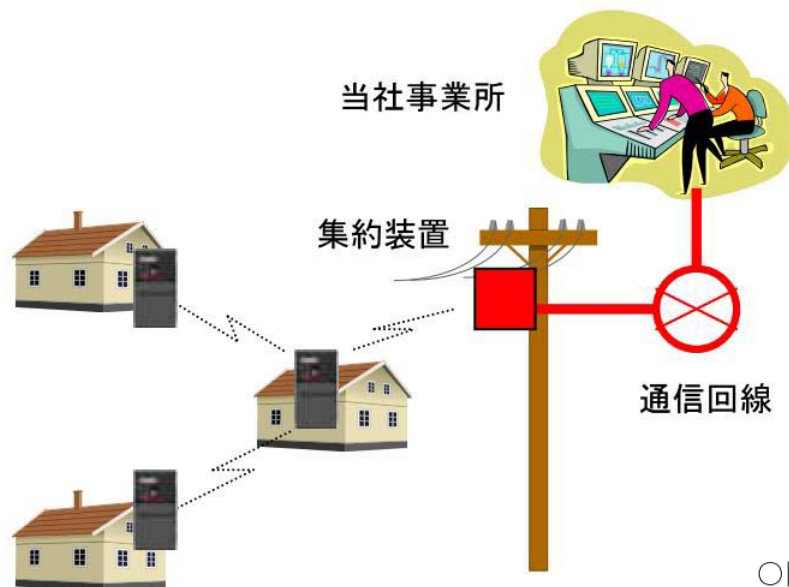
● 需要家との通信

✓ 関西電力：新計量システム



● 需要家との通信

✓ 東京電力：新型電子式メータ



○開発機器の機能検証、業務検証などで2～3年程度実施。

2010/10より 東京都清瀬市、小平市の一部、9万戸

	H22 /10	H23 / 9	H23 /10	H24 / 9	H24 /10 ～
機器の機能 検証等			— —		
業務検証等					— .

スマートグリッドにおける電源ミックス

● ベース電源

- 燃料費安で一定出力運転は基本的に不変。
- 特に原子力は、CO₂を排出しない電源として役割は高まる(利用率の一層の向上, 量的増加)。
- 石炭火力はエネルギーセキュリティ上, 一定量は不可欠。クリーン化技術が重要。負荷追従運転も。

● ミドル・ピーク電源

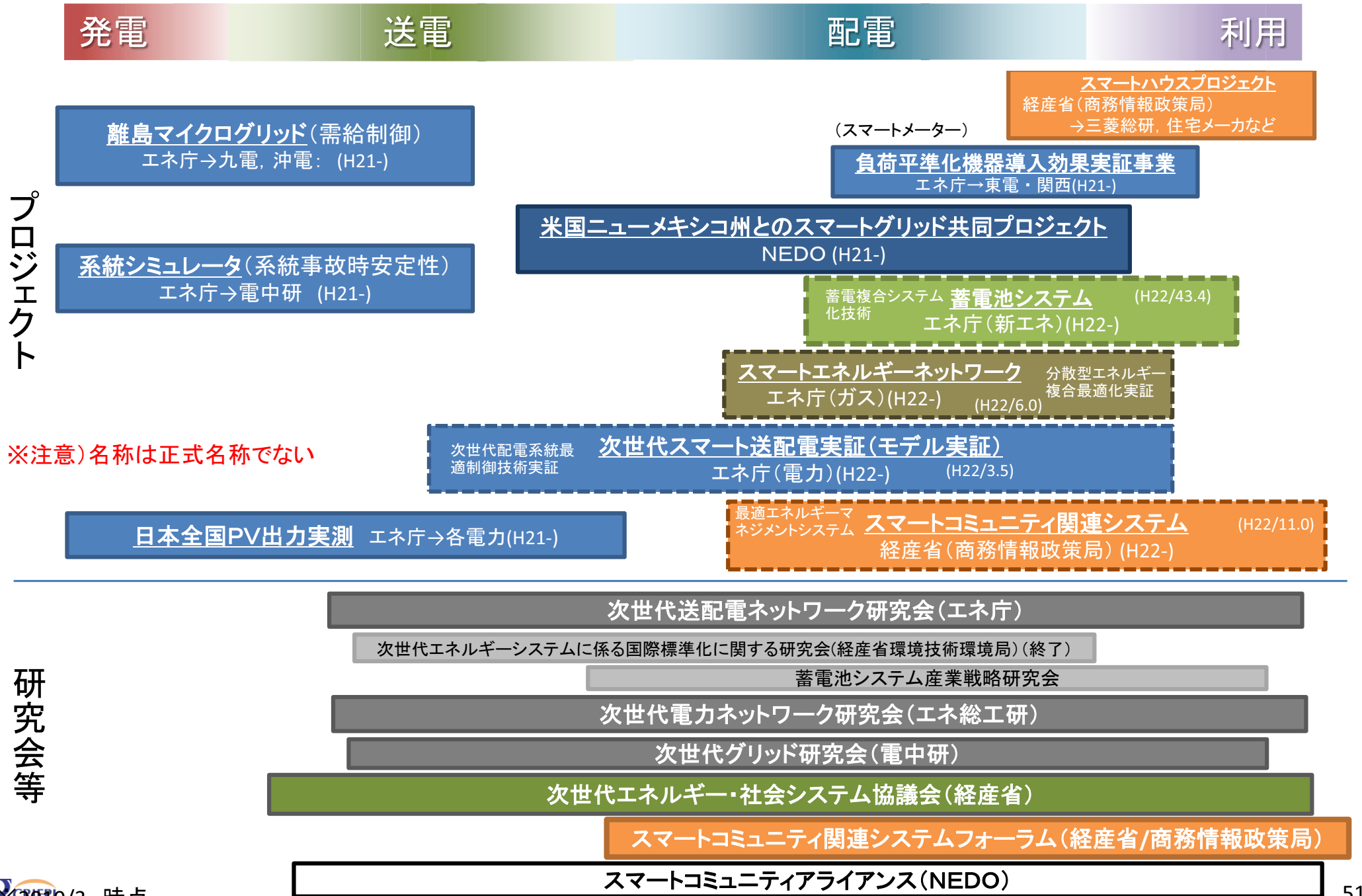
- 火力については, より高効率, 機動性に優れた発電方式に(コンバインド)。
- PVの大量導入とともに, 全体としては昼間出力抑制の方向。LNG燃料制約(テイクオフペイ)への対応が必要。
- 周波数調整のために一定量は確保が必要。
- PV出力の不確実性のために予備力として待機が必要となる可能性。また, 短期の予測誤差増大への補償機能も求められる可能性。
- 揚水発電がPV余剰対策として利用され, 現状の運用が変わる可能性。
- 蓄電池などの新たな貯蔵設備の必要性(夜間ベース電源貯蔵, PV余剰貯蔵, 周波数調整など)。ただし, 系統事故時の特性については要検討。

● 分散形電源(PV, 風力など)

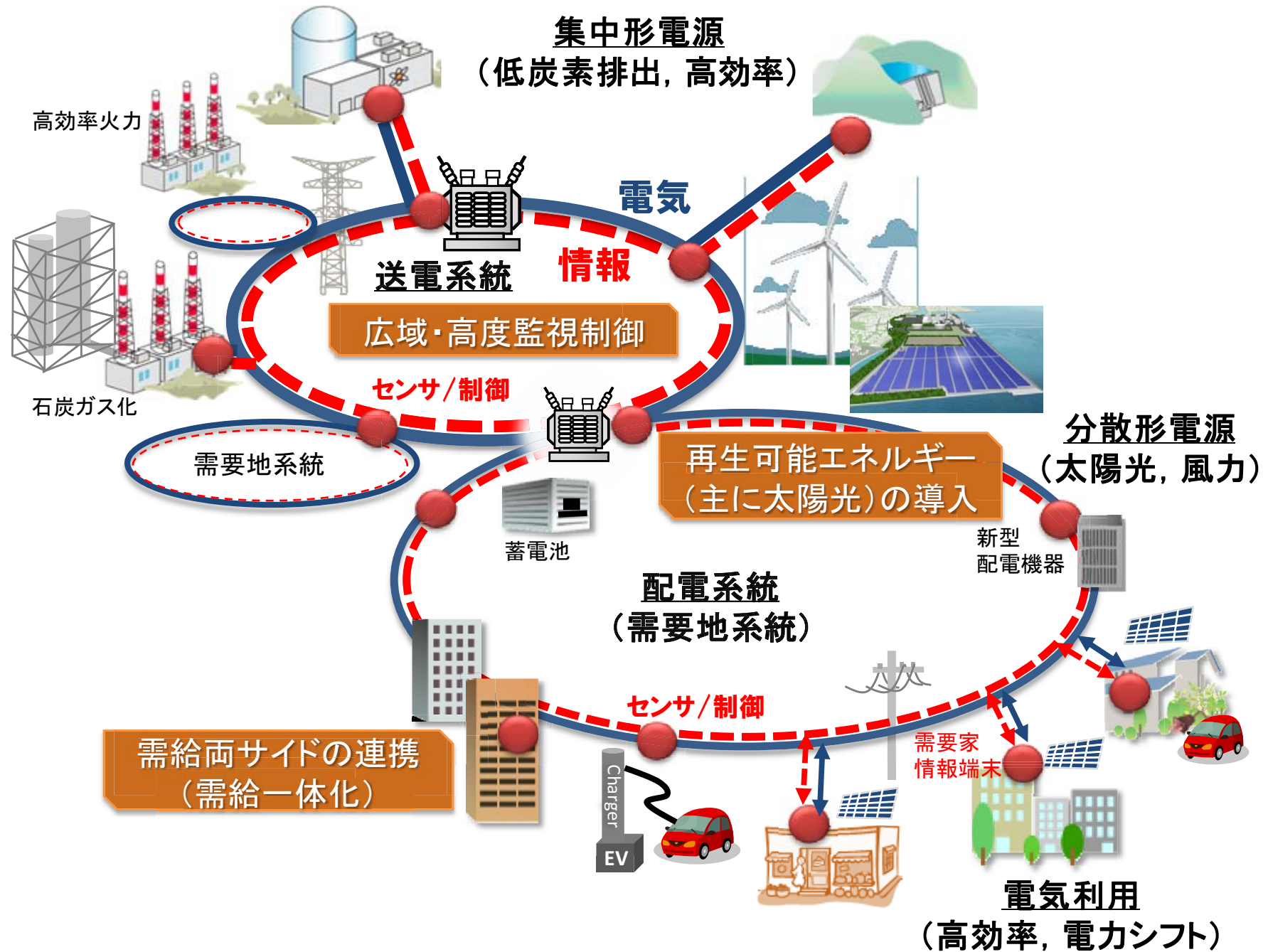
- 必要に応じて系統からの出力抑制などの制御。
- 出力変動対策, 系統事故時対策。

※需要家サイドのリソースの活用(デマンドレスポンス等)についてはポテンシャルや受容性, 確実性など, 基礎的な検討が必要。

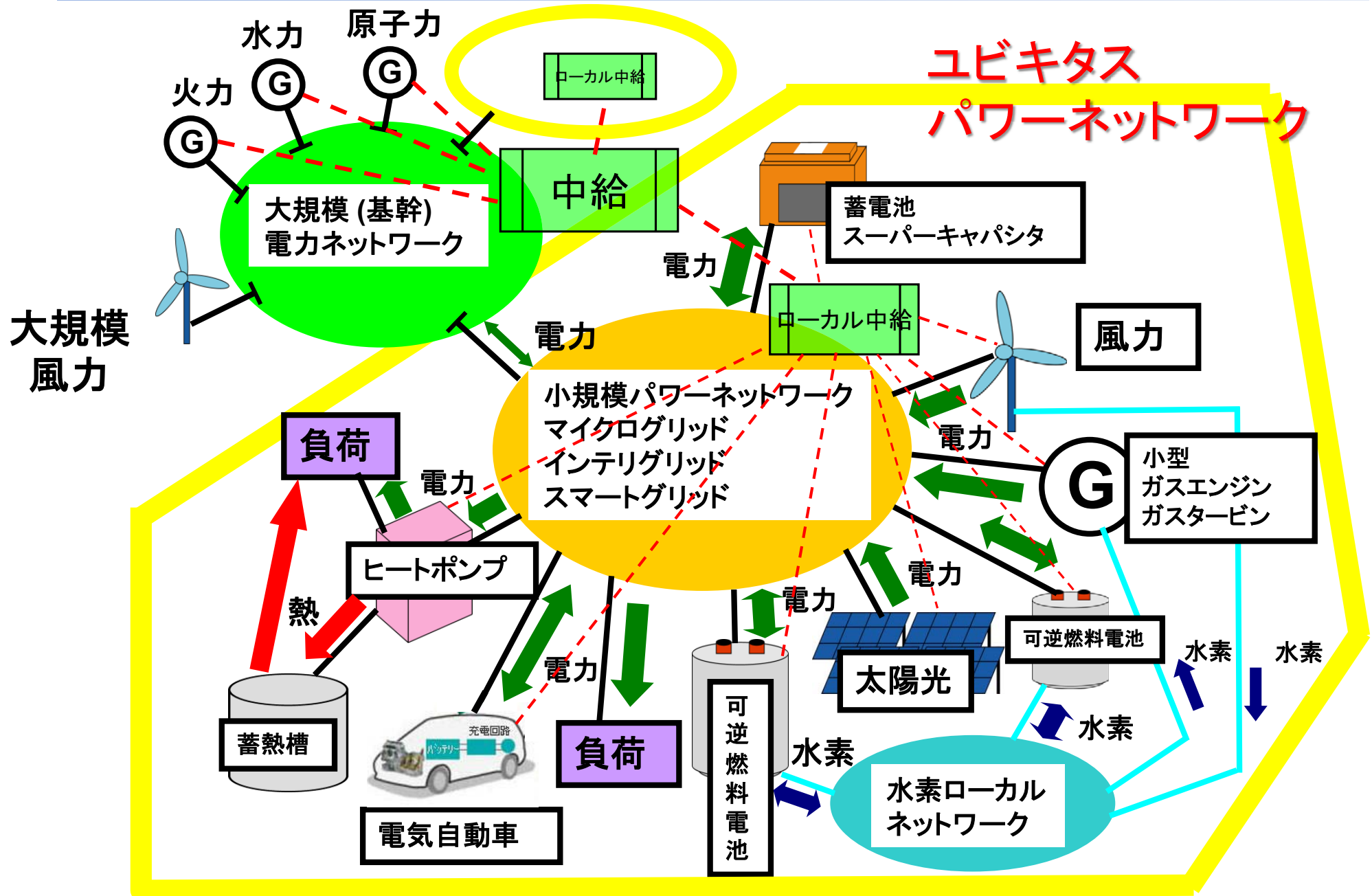
スマートグリッド関連プロジェクトや研究会等



● 電中研の次世代グリッド研究

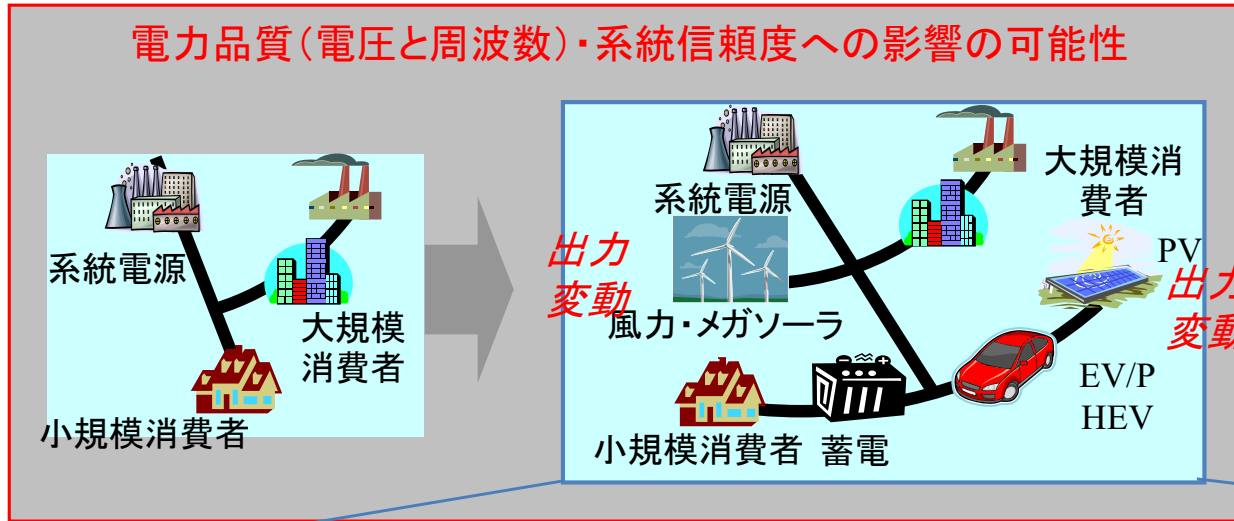


大学等の取り組み(1)



● 大学等の取り組み(1)

電力品質(電圧と周波数)・系統信頼度への影響の可能性



スマートパワー
ネットワーク

「スマートパワーネットワーク」理念→ 系統と需要家のスマート化によりCO2排出と社会コストを最小化, 信頼度維持

