

次世代エネルギー・社会システム —スマートグリッドから期待される社会システム革新—

山地憲治
地球環境産業技術研究機構(RITE) 理事・研究所長
東京大学名誉教授

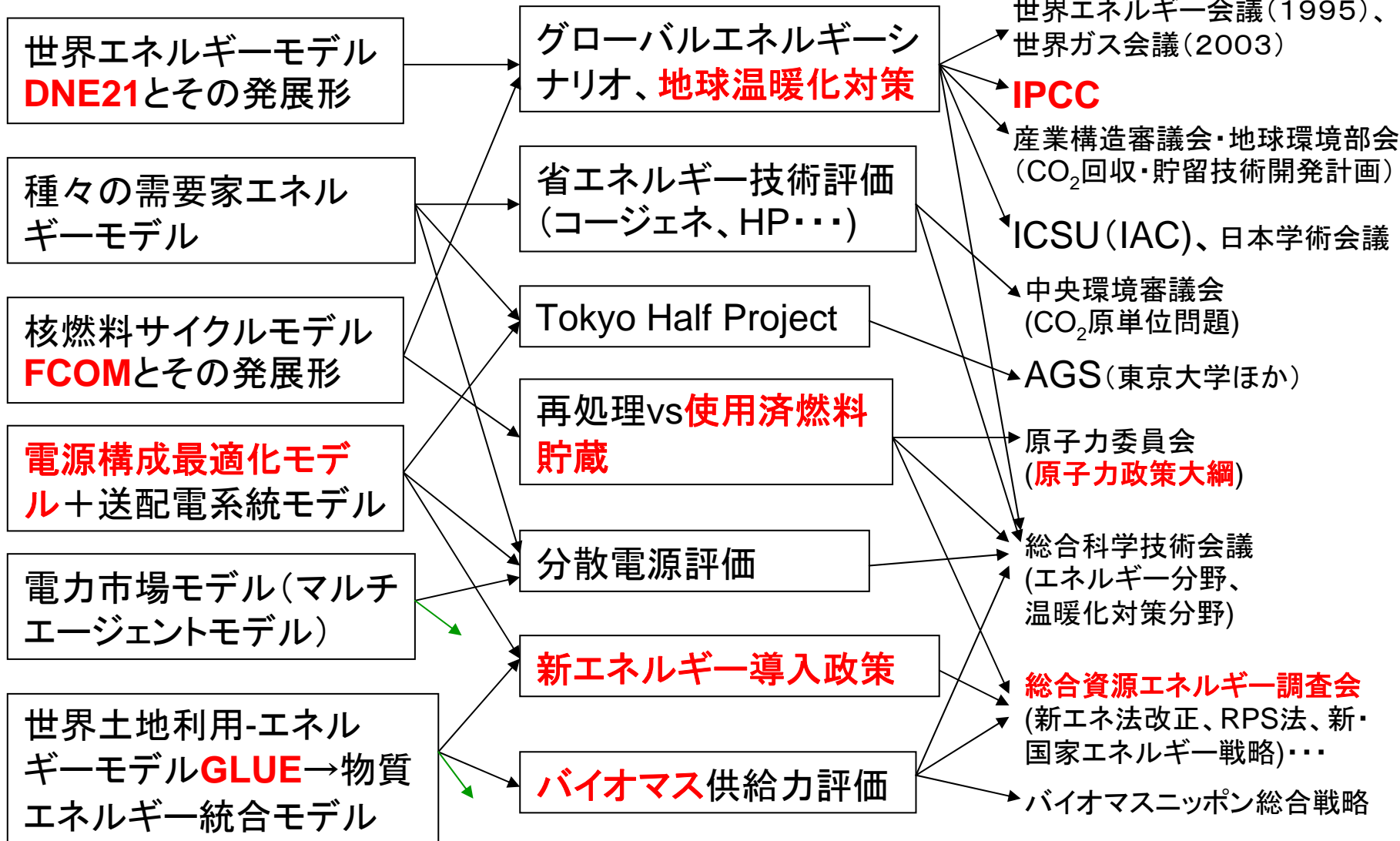
1. 低炭素社会に向けた政策展開
2. スマートグリッドとは？
3. 需要家が所有するエネルギー機器との連携
4. 次世代エネルギー・社会システムの実証
5. スマート社会への展開と課題

私のエネルギー政策研究 研究手法とテーマ

<手法>

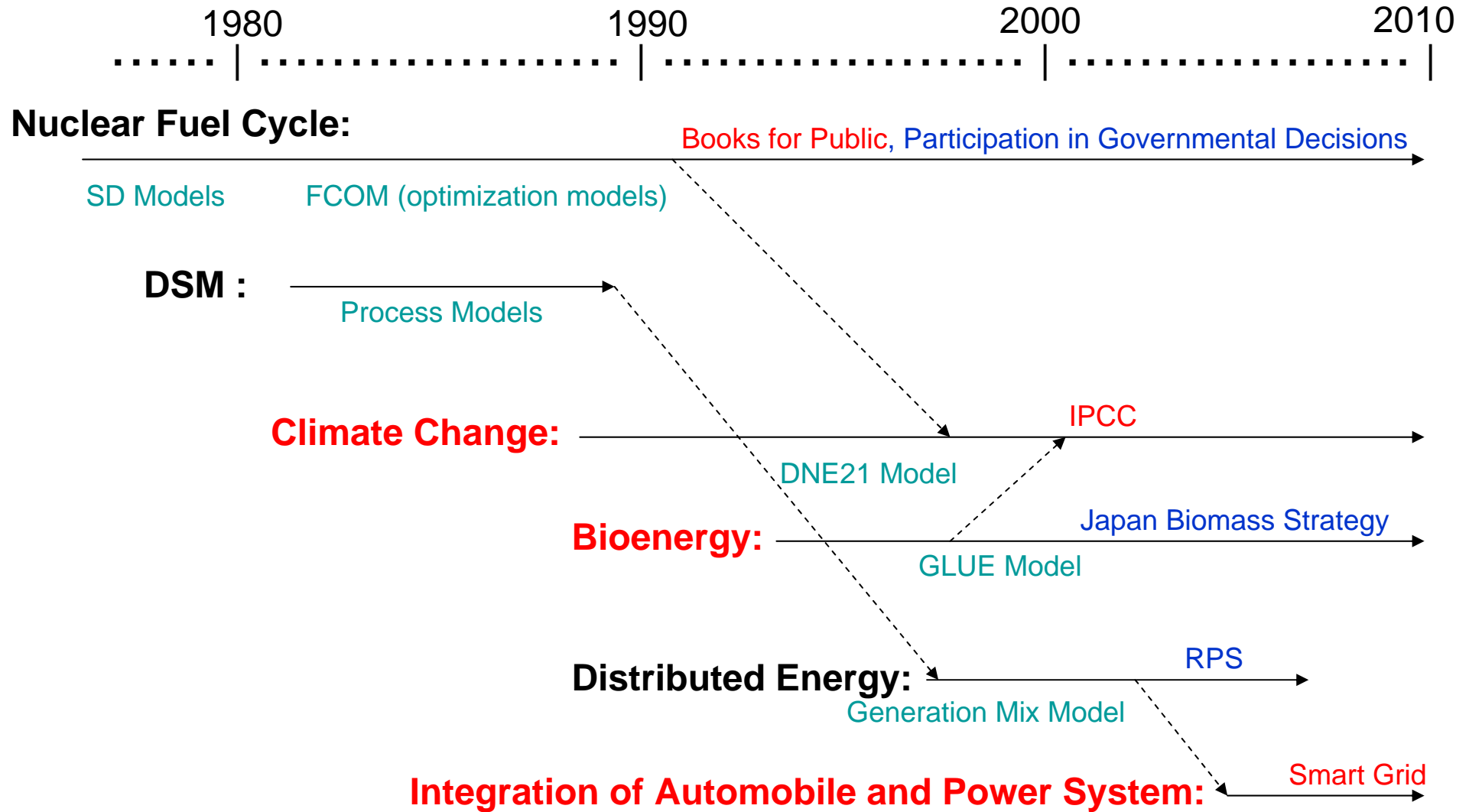
<テーマ>

<出口>



From Study to Policy: some cases

Outline of Research History



低炭素社会への最近の動き(1)

○「低炭素社会づくり行動計画」(2008年7月29日、閣議決定)

「2020年を目途に「**ゼロエミッション電源**」の割合を**50%以上**に引上げ」、「太陽光発電の導入量を**2020年に10倍、2030年には40倍**とすることを目標」、「3～5年後に太陽光発電システムの価格を現在の半額程度に低減することを目指す」、等の方針が決定した。

○二階俊博経済産業大臣が「**太陽光発電の新たな買取制度**」を表明(2009年2月24日)
「国民の皆様の全員参加型」で太陽光発電の導入拡大に取り組む姿勢を表明。

○麻生太郎内閣総理大臣スピーチ(「新たな成長に向けて」)(2009年4月9日)

「太陽電池、電気自動車、省エネ家電は新三種の神器」、「2020年には、エネルギー消費に占める**再生可能エネルギーの比率**を今より倍増して、世界最高水準の**20%**まで引き上げたい」、「**太陽光発電の規模を、2020年までに今より20倍に**」

○「エネルギー供給事業者による非化石エネルギー源の利用及び化石エネルギー原料の有効な利用の促進に関する法律」の成立(2009年7月1日)

○鳩山由紀夫新首相の国連気候変動首脳会議における発言(2009年9月22日)
地球温暖化対策の中期目標として「1990年比で言えば2020年までに**25%削減**」を表明

低炭素社会への最近の動き(2)

○余剰電力買取制度小委員会:

2009年11月から実施;住宅用48円/kWh、非住宅用24円/kWh、ダブル発電については各々39円と20円;10年間固定価格買取;2011年度以降は買取価格低減の見込み;暦年の買取費用(回避可能原価は控除)を翌年度にkWhあたり均等に太陽光サーチャージとして回収(過不足は翌年度に調整)、2010年度のサーチャージはゼロ(1銭以下になるため)

○再生可能エネルギーの全量買取に関するプロジェクトチーム:

現在審議中;2010年3月に制度の選択肢を提示、制度の詳細決定は参議院選挙後

○次世代エネルギー・社会システム協議会:

現在審議中;システム実証(4月に4件選定)を早急に開始、標準化、ロードマップ作成、部分最適を全体最適につなぐ仕組みが大切

○総合部会・基本計画委員会:

3月末までにエネルギー基本計画見直しの方針を提示、パブコメを経て見直し案を取りまとめ6月18日に閣議決定

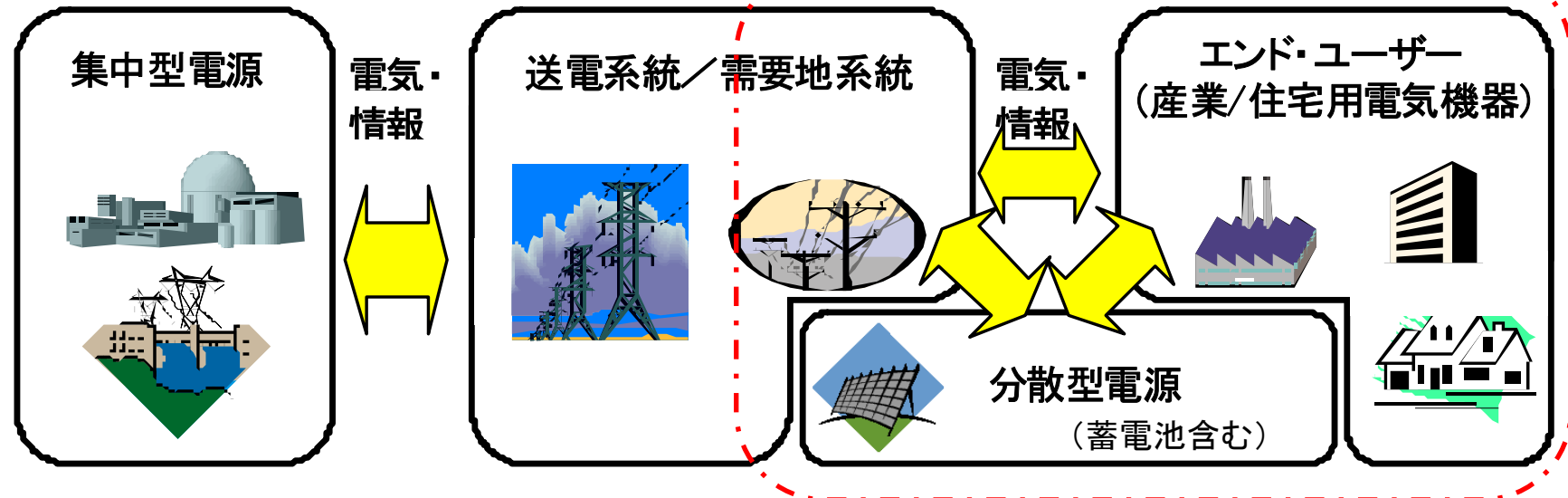
スマートグリッドとは

○欧米を中心にスマートグリッドの概念が提唱。

＜スマートグリッドの概要（定義は明確になっていない）＞

- 従来からの集中型電源と送電系統との一体運用に加え、情報通信ネットワークにより分散型電源やエンドユーザーの情報を統合・活用して、高効率、高品質、高信頼度の電力供給システムの実現を目指すもの

● ＜スマートグリッドのイメージ＞



(低炭素電力供給システム研究会資料)

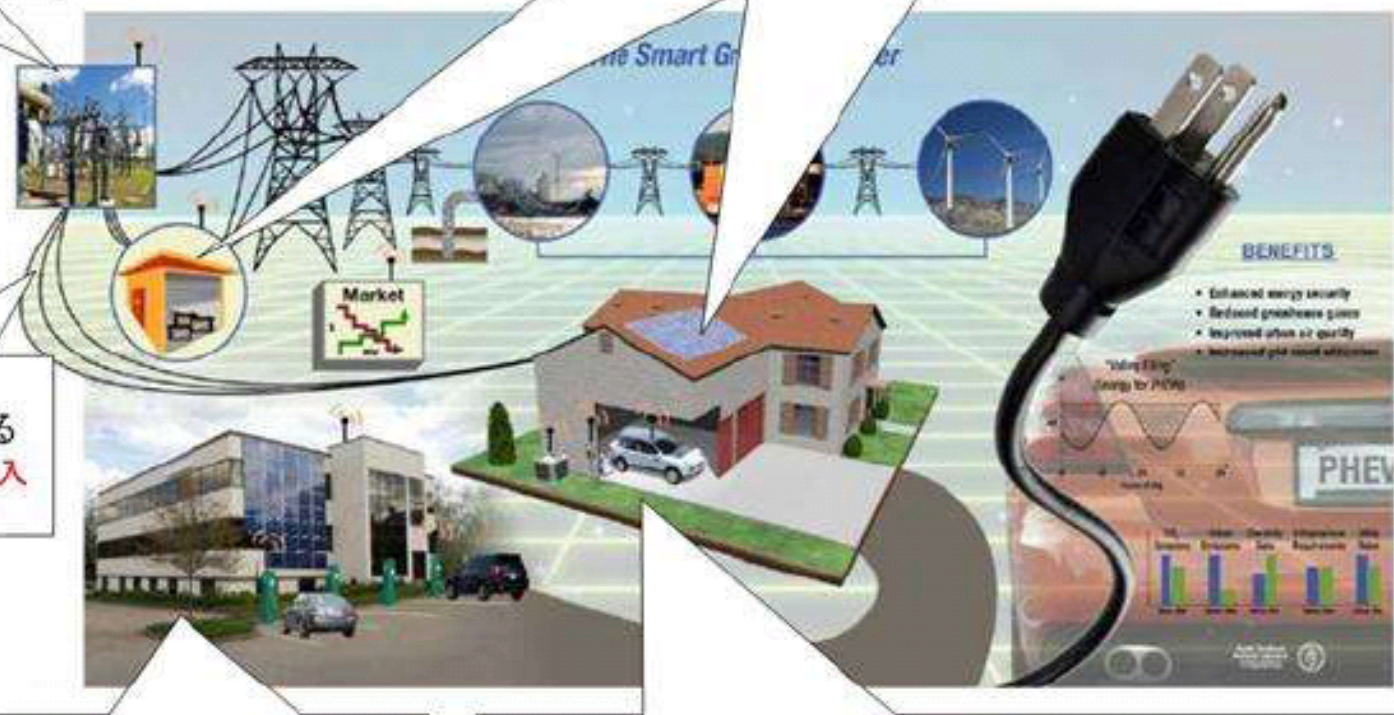
送電網自動化
・送電ネットワークの状態の監視と自動的な制御システムを導入実施済

再生可能エネルギー
・今後大量導入される太陽光発電、ネットワーク側蓄電池と既存の火力発電・水力発電等との協調制御が今後の課題

配電自動化
・停電範囲を最小化する制御システムをほぼ導入実施済

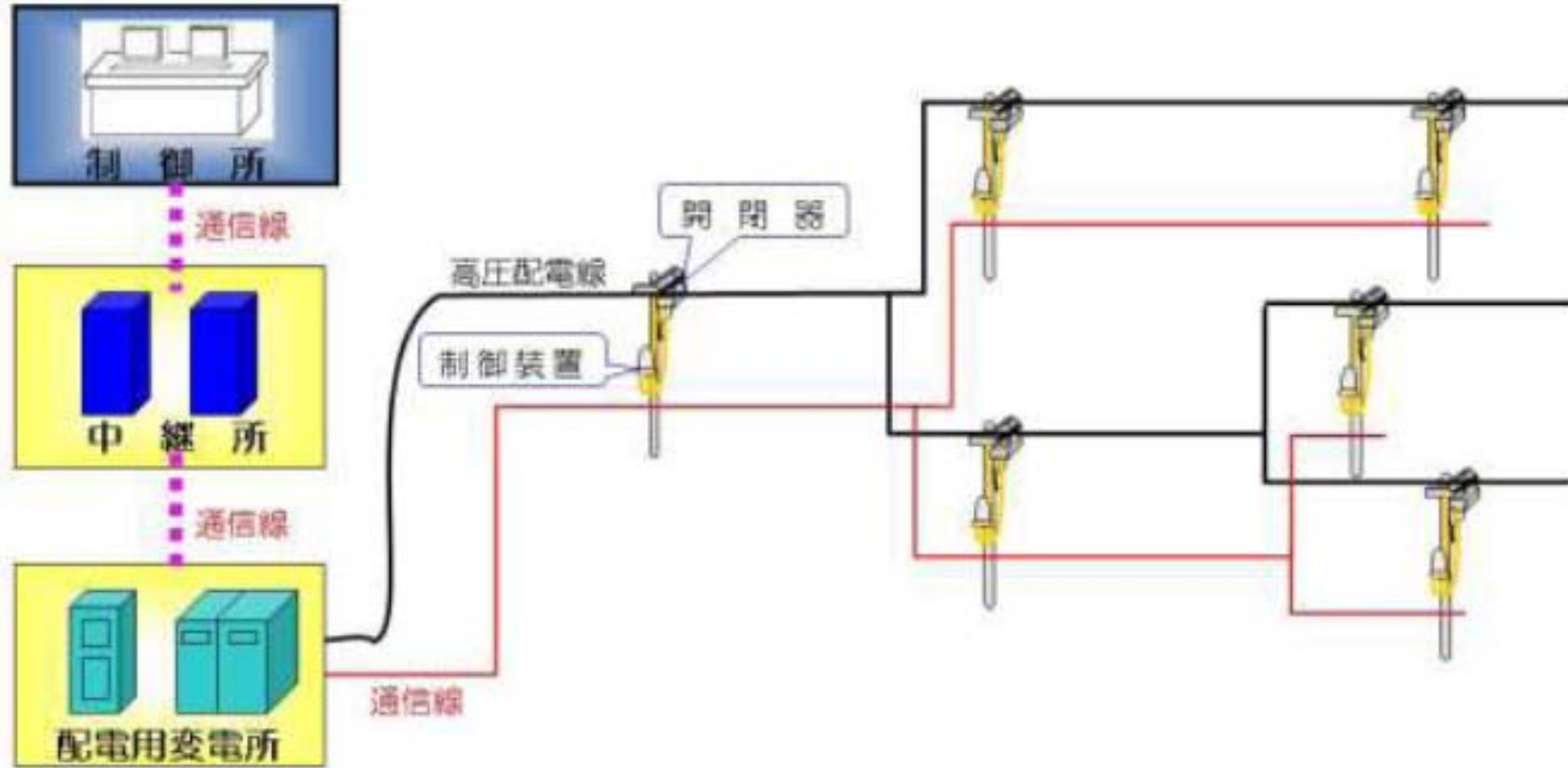
ビルの省エネ化 (BEMS: Building and Energy Management Systemなど)
・ESCO事業として各種事業者が取組み継続中

需要家との双方向通信 (スマートメーター等)
・小口需要家に対する遠隔検針を一部電力会社が試験導入中
・DSM (需要側管理) は今後の課題
・スマート家電、プラグインハイブリッド車等との連系は研究開発段階



低炭素電力供給システム研究会090701

【我が国の配電自動化の概要】



低炭素電力供給システム研究会090701



家庭に入ってくる様々な電気機器

山地憲治100625

太陽光発電等の再生可能エネルギー大量導入時の課題

○太陽光発電等の再生可能エネルギーが大量に導入された場合の系統安定化対策として、柱上変圧器の増設などの電圧上昇対策に加え、蓄電池の設置や出力抑制等の余剰電力対策が必要となる。

1. 余剰電力の発生

【課題】太陽光発電が増加すると、休日など需要の少ない時期に、ベース供給力(原子力+水力+火力最低出力)と太陽光の合計発電量が需要を上回り、余剰電力が発生(右図)。

【対策】蓄電池の設置、GWや年末年始など低負荷期における出力抑制等

2. 出力の急激な変動

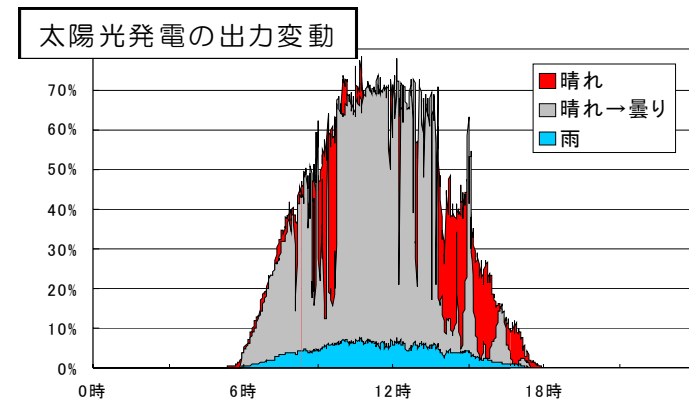
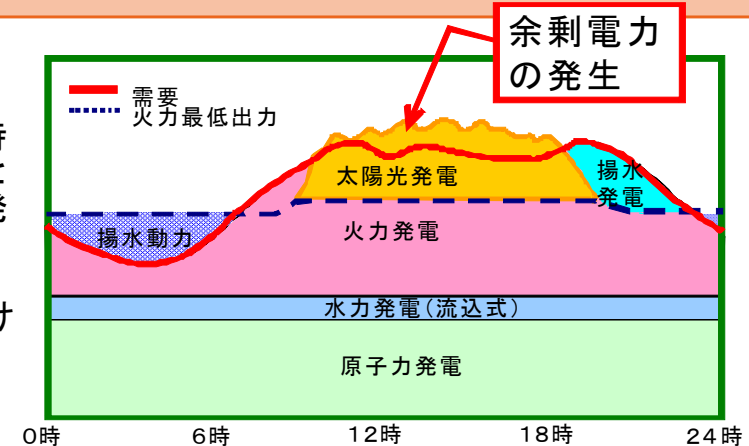
【課題】太陽光発電の出力は、天候などの影響で大きく変動(右下図)。短期的な需給バランスが崩れると周波数が適正値を超えて、電気の安定供給(質の確保)に問題が生ずるおそれ。

【対策】出力調整機能の増強等

3. 電圧上昇

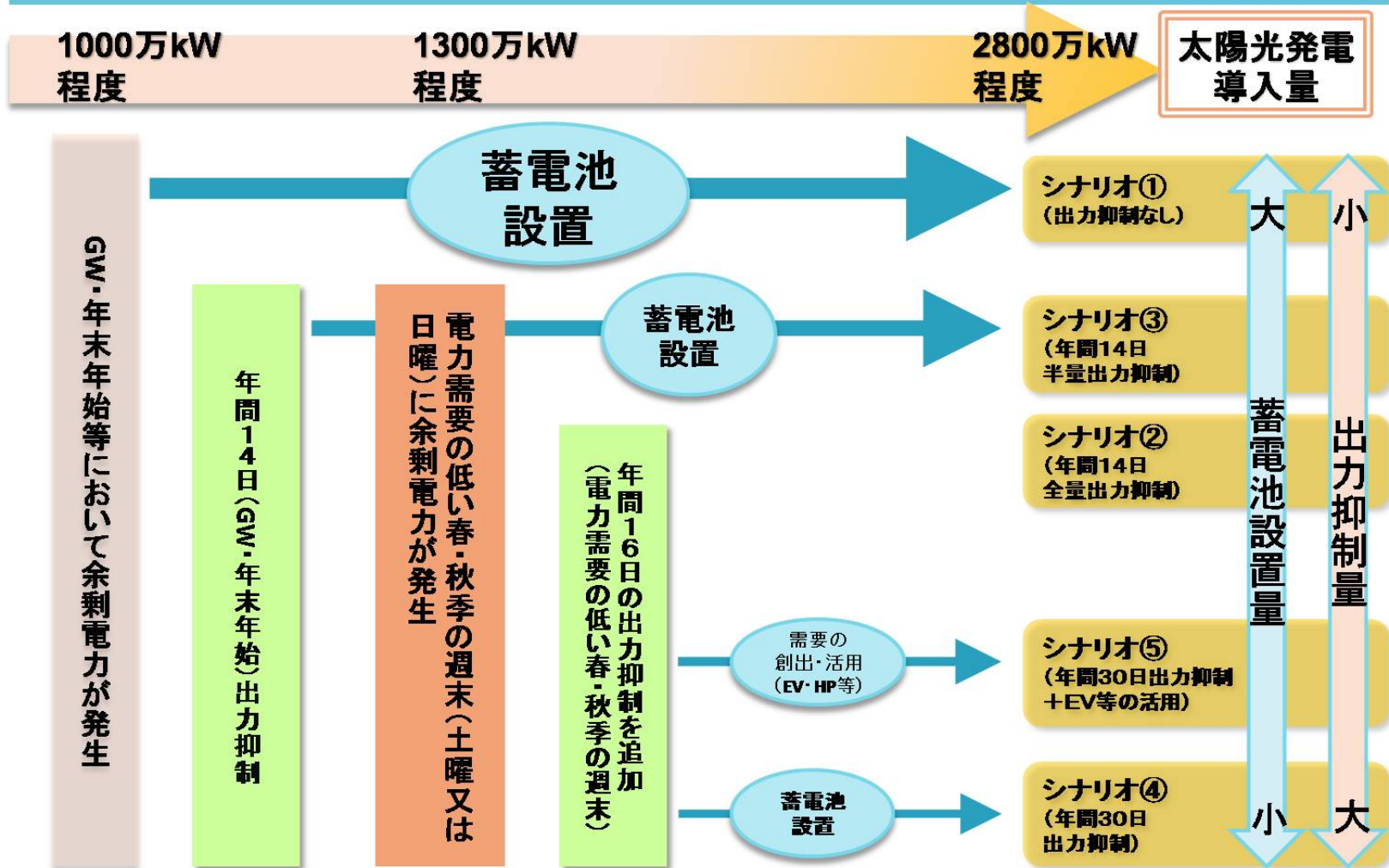
【課題】太陽光パネルの設置数が増加した場合、配電網の電圧を適正値(101±6V)にするため太陽光発電の出力を抑制せざるを得なくなるおそれ。

【対策】配電網の強化(柱上変圧器の増設)等



出所:再生可能エネルギー全量買取PT

系統安定化対策シナリオと余剰電力対策量試算の考え方



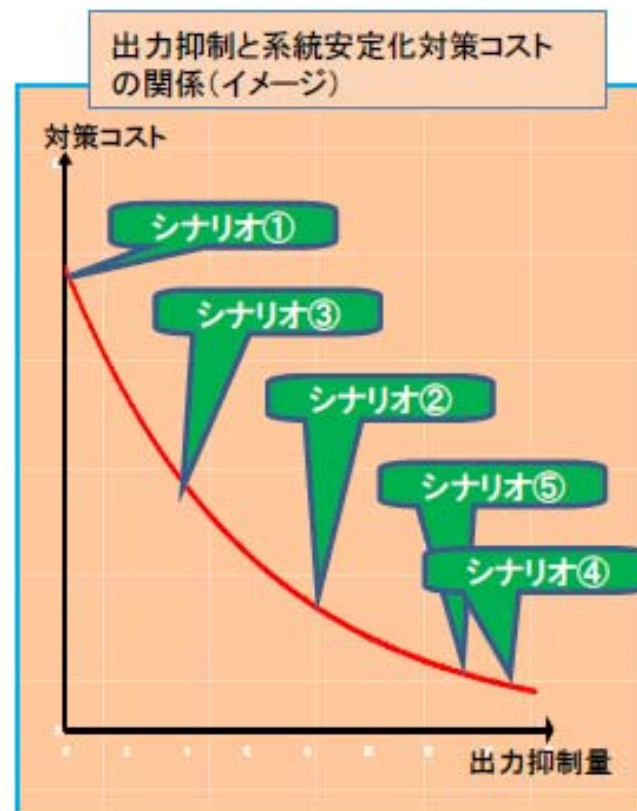
備考: 次世代送配電ネットワーク研究会においては、地域レベルでの需給バランス制御についてもシナリオ⑥として検討したが、技術的実現可能性等の検証が必要であり、今回の試算に馴染まないことから、シナリオ①～⑤について試算を行った。

2020年までの対策シナリオごとのコスト試算結果

(太陽光発電2,800万kW導入ケース)

(将来価値で試算、単位:兆円)

シナリオ	合計	うち、蓄電池設置コスト	余剰電力対策に任る蓄電池設置が必要となる太陽光発電容量
①出力抑制なし (系統側蓄電池)	16.2	15.1	1,000万kW以降 (2015年見込)
①出力抑制なし (需要家側蓄電池)	45.9 ~ 57.2	45.4~ 56.7	1,000万kW以降 (2015年見込)
②年間14日出力抑制	3.67	2.80	1,300万kW以降 (2016年見込)
③年間14日半量抑制	8.54	7.56	1,000万kW以降 (2015年見込)
④年間30日出力抑制	1.36	0.55	2,700万kW以降 (2020年見込)
⑤年間30日出力抑制 + EV等活用	1.45	0.55	2,900万kW以降

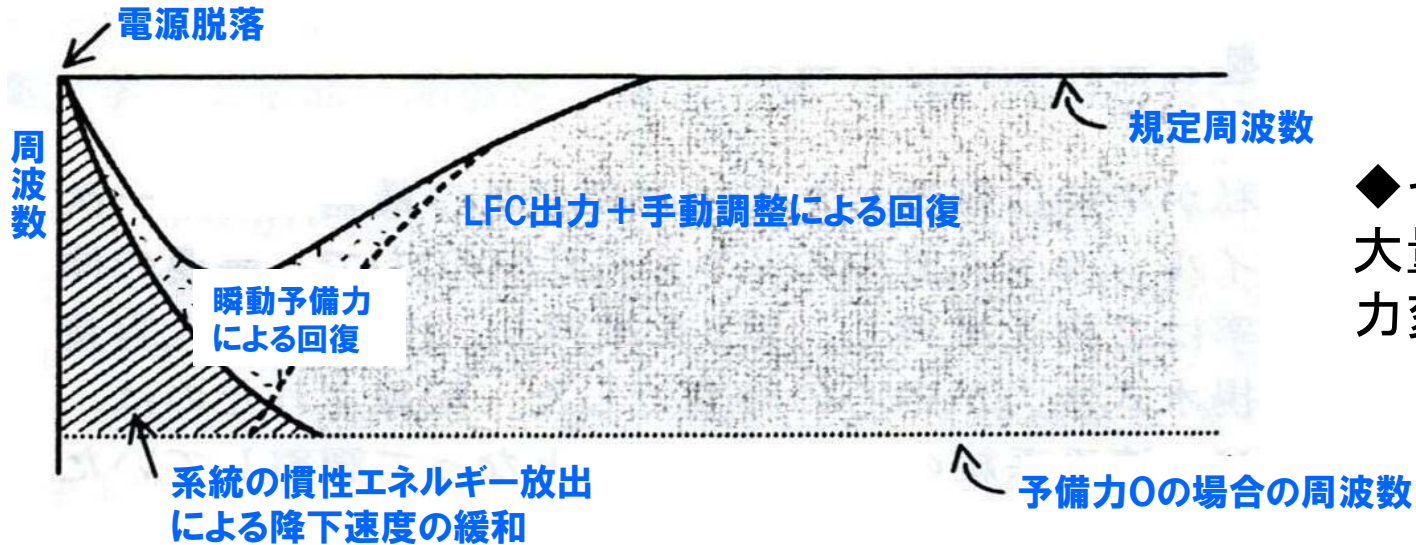


<コスト試算の前提条件>

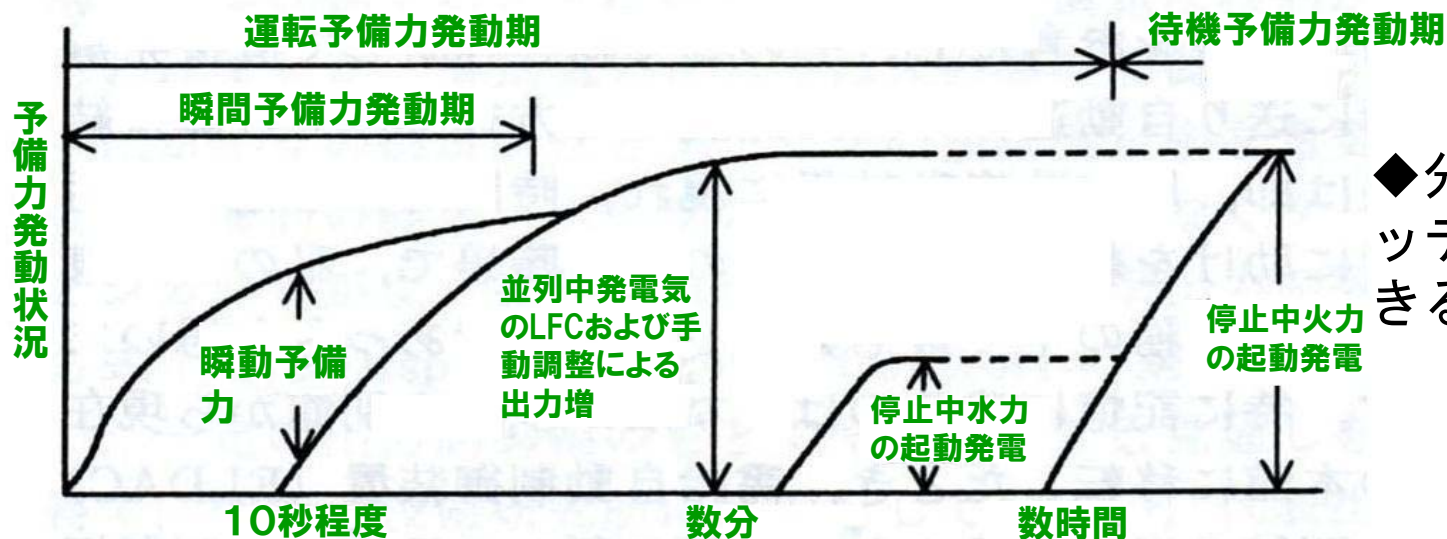
- 蓄電池設置対策以外の対策としては、出力抑制機能を付加したパワーコンディショナーの導入、需給制御システムの改修、需要創出対応(EV等活用)のためのスマートインターフェース導入等が想定される。
- 蓄電池設置コストには、余剰電力対策の他、周波数調整対応のための蓄電池設置も含まれる。

出所:再生可能エネルギー全量買取PT

大電源脱落時の周波数、予備力応動状況例

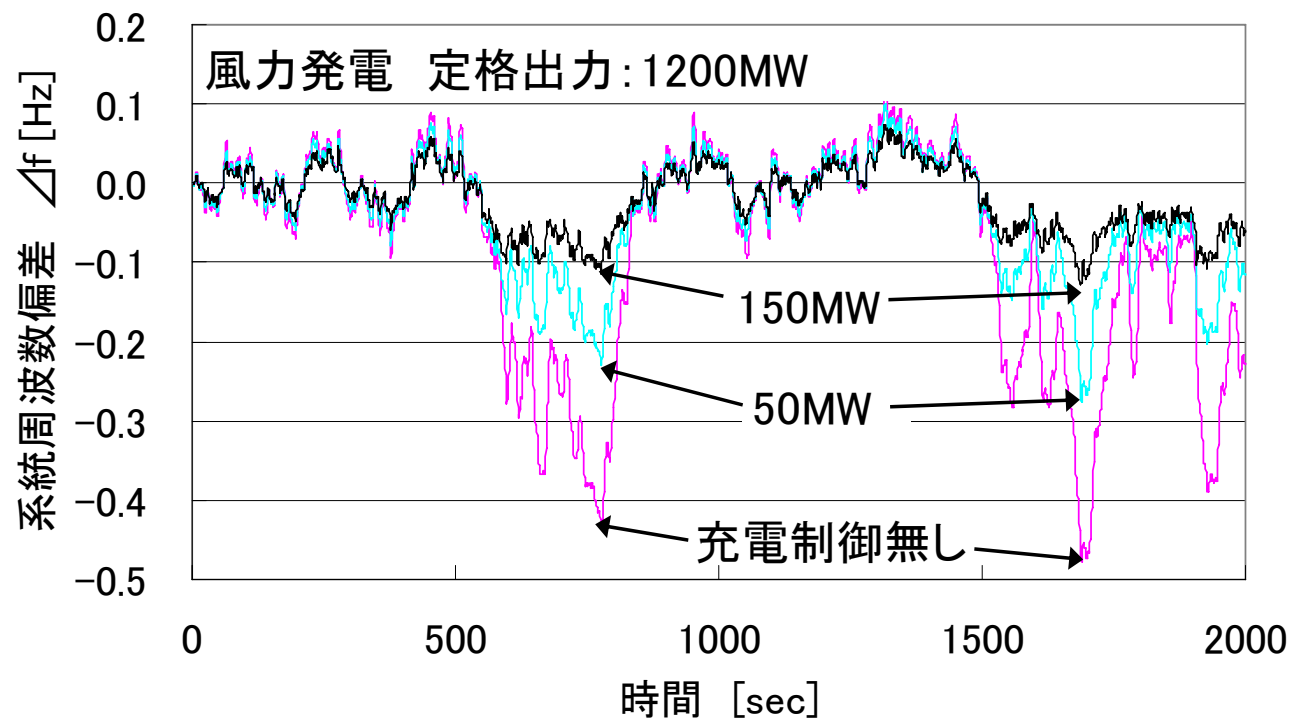


◆その他、風力大量連系時の出力変動時



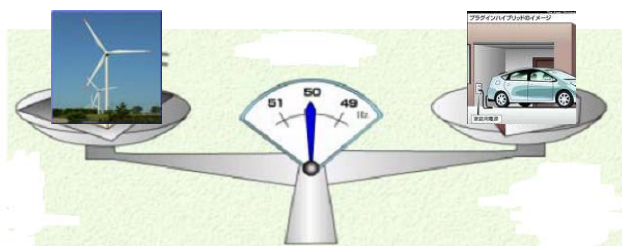
◆分散型電源、バッテリーが代替できるか？

PHEVの充電制御による風力発電導入時の周波数変動の抑制効果



— 充電制御無し — 50[MW] (100,000cars) — 150[MW] (300,000cars)

(乗用車台数)



出所: 高木雅昭, 山本博巳, 山地憲治: 系統連系されたプラグハイブリット車の充電制御による風力発電連系可能量の評価, 電気学会論文誌B 電力・エネルギー部門誌 vol.128 No.12, pp1513-1521 (2008)

【出典】「電力系統の基本的要件と我が国の電力系統の特徴について」(H14/3/5 第5回電気事業分科会資料)をもとに作成

低炭素社会

スマートグリッド、スマートメータ
スマートエネルギーネットワーク

IT家電

スマートハウス
スマートシティ

総合エネルギー産業の展開

社会システムの情報化

電力システムと自動車の結合

情報セキュリティ

サイバーテロ
個人情報保護

成長戦略

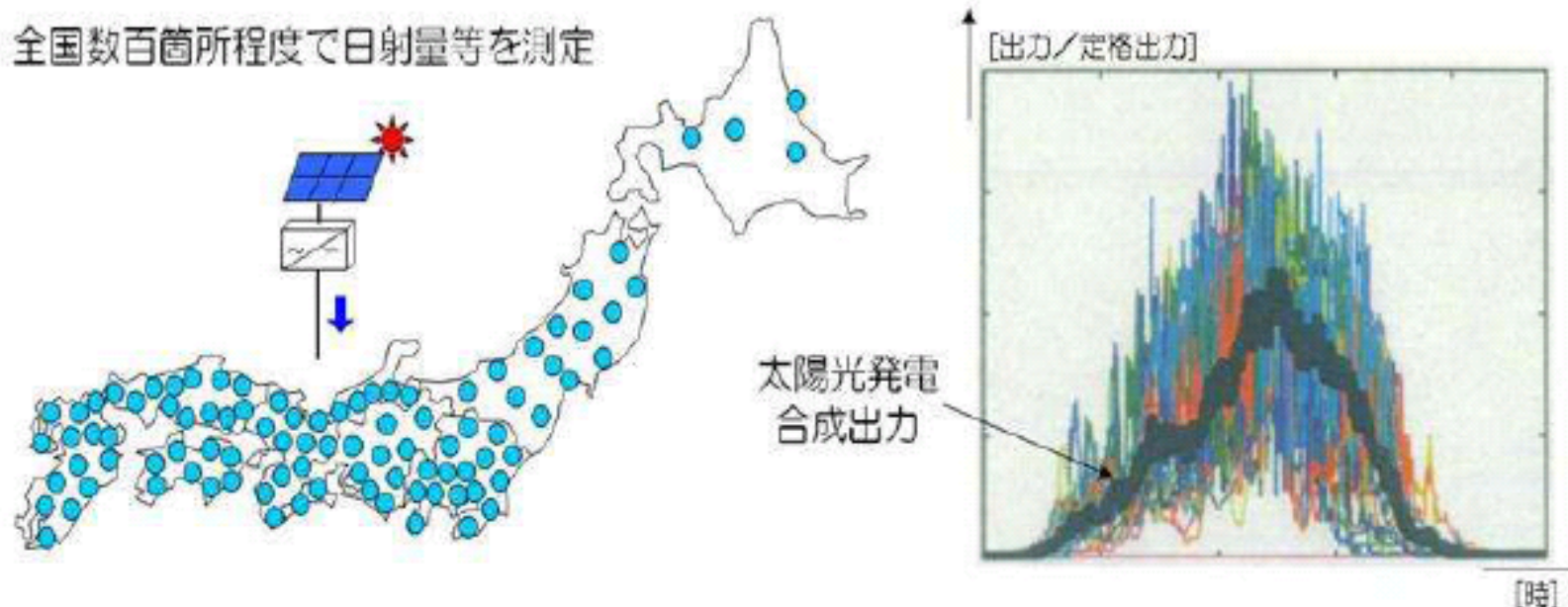
標準化
システムとしての競争

まずは、地域システムとしての実証

次世代エネルギー・社会システムの展開

【分散型新エネ大量導入促進システム安定化対策事業の概要】

全国数百箇所程度で日射量等を測定



<システム安定化策事業における実証項目>

実証項目	内容
大量導入による平滑化効果	太陽光の短周期変動(概ね周期20分未満の変動)及び電力需給計画・運用(下げ代、予備力など)に関する長周期変動(おおむね周期20分以上の変動)の平滑化効果の実証。
太陽光発電リアルタイムトータル出力の推定	太陽光発電の出力データのサンプルから太陽光からのリアルタイムトータル出力を精度よく推定する手法の開発・実証。

離島におけるマイクログリッドシステム実証事業

事業の目的

- 再生可能エネルギーの導入拡大は、エネルギーセキュリティの確保や、低炭素社会の実現に資するのみならず、我が国が強みとする技術を活かして、我が国経済の活性化や雇用拡大につながるもの。
- しかしながら、出力が不安定な太陽光等の再生可能エネルギーの大量導入を実現しつつ、電力の安定供給を維持するためには、系統安定化対策が不可欠。
- このため、電力システムの安定性を確保しつつ、連系可能な太陽光発電の設備容量等のデータを離島において検証し、2020年度以降に、再生可能エネルギーが大量に導入された場合の系統安定化対策を検討する。

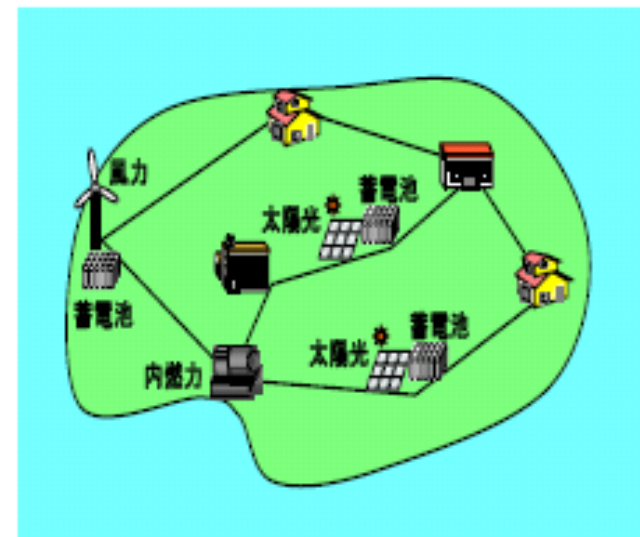
事業の内容

- 主にディーゼル発電により電力供給が行われている離島においては、電力の供給コストが、場合によっては150円/kWh以上にも達する。こうした離島では、太陽光や風力といった再生可能エネルギーの競争力が相対的に高いため、大規模な導入が先導的に進む可能性がある。一方、離島において出力が不安定な電源を大量に導入する際には、電力の運用面が技術的な課題も多い。
- こうしたことを踏まえ、地球環境問題への対応、離島の電源コスト低減等のため、太陽光発電、風力発電等の再生可能エネルギーと蓄電池、バックアップ用としての火力発電からなるマイクログリッドシステムを設置し、再生可能エネルギーの導入拡大に向けた系統安定化技術や制御方法、経済性等について知見やデータを得る。

実施体制



事業イメージ

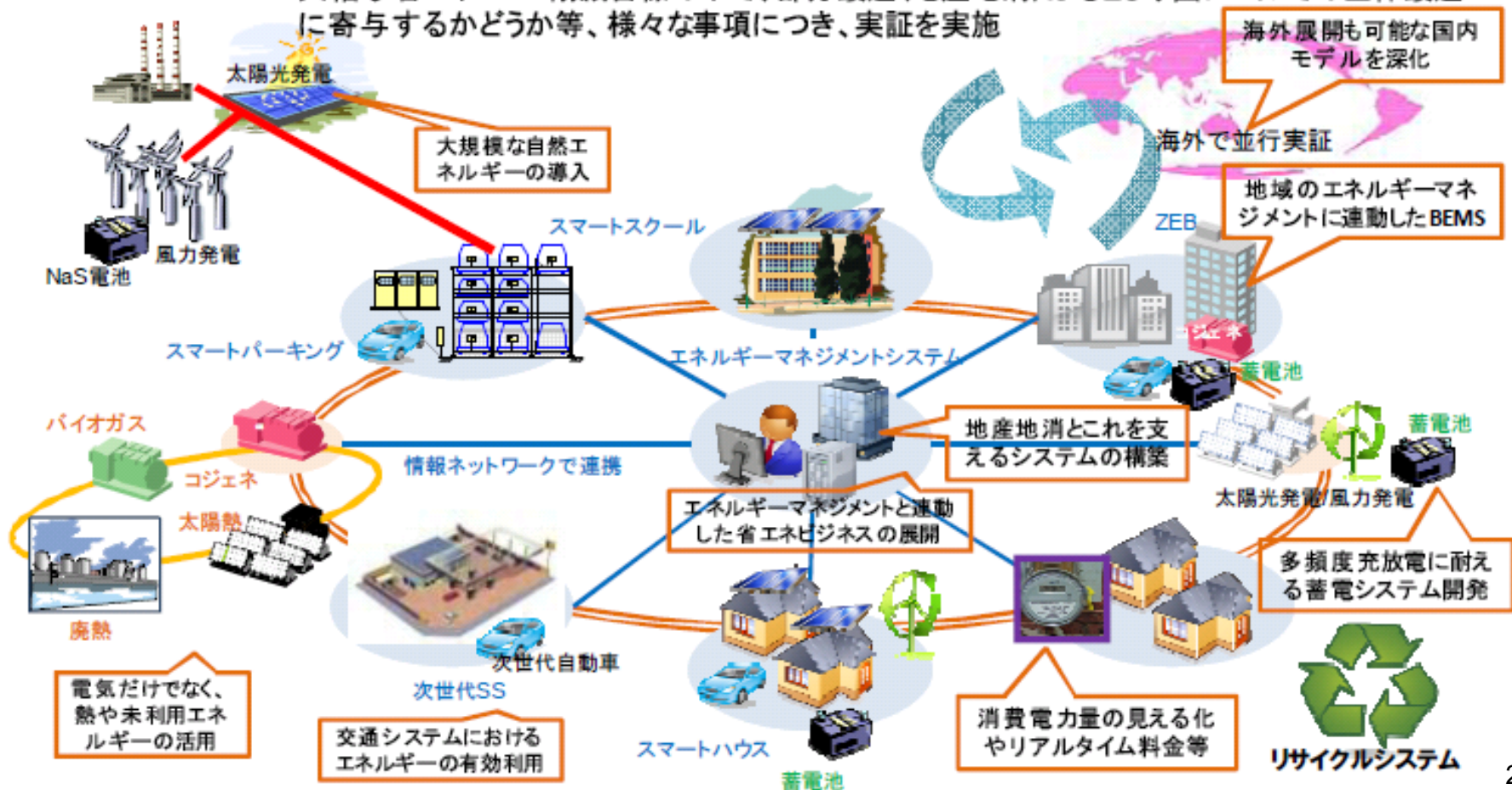


<離島マイクログリッドのイメージ>

「次世代エネルギー・社会システム」の実証

- スマートグリッド、交通システム、都市計画等が連携した次世代エネルギー・社会システムの構築に向け、実データ収集とこれらをマネージするシステムの構築が必要。
- 産業、住民、自治体など、地域が一体となって取組みに参加し、実際の「地域」でこれらの試行を行い、民生・運輸部門のCO2削減を「見える化」することが必要。

大幅な省エネ・CO2削減目標の下で、部分最適(地産地消)はもとより国レベルでの全体最適に寄与するかどうか等、様々な事項につき、実証を実施



各国のグリーン戦略ではスマートグリッドを重点化

アメリカの動向

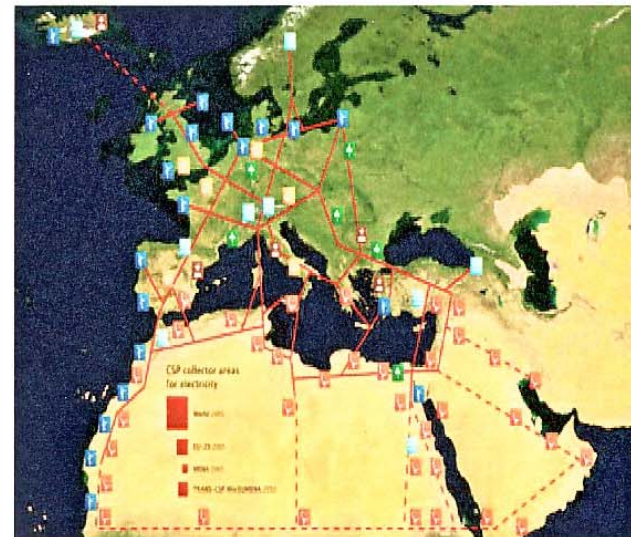
- 45億ドルのスマートグリッド予算を措置。スマートメーターやエネルギーマネジメントシステム実証プロジェクトを各地で実施。
- NIST(米国標準技術局)を中心に国際標準化を急ぐ。政府は1,500万ドル(約14億円)を手当。

韓国の動向

- グリーンと経済成長のためにスマートグリッドを推進。世界市場シェア1/3が目標。
- 済州島での実証プロジェクトの事業規模は370億ウォン(約30億円)。
- 韓国電力やサムスン等で構成する「韓国スマートグリッド協会」がGoogle、GE等米国企業と提携。

ドイツの動向(DESERTECプロジェクト)

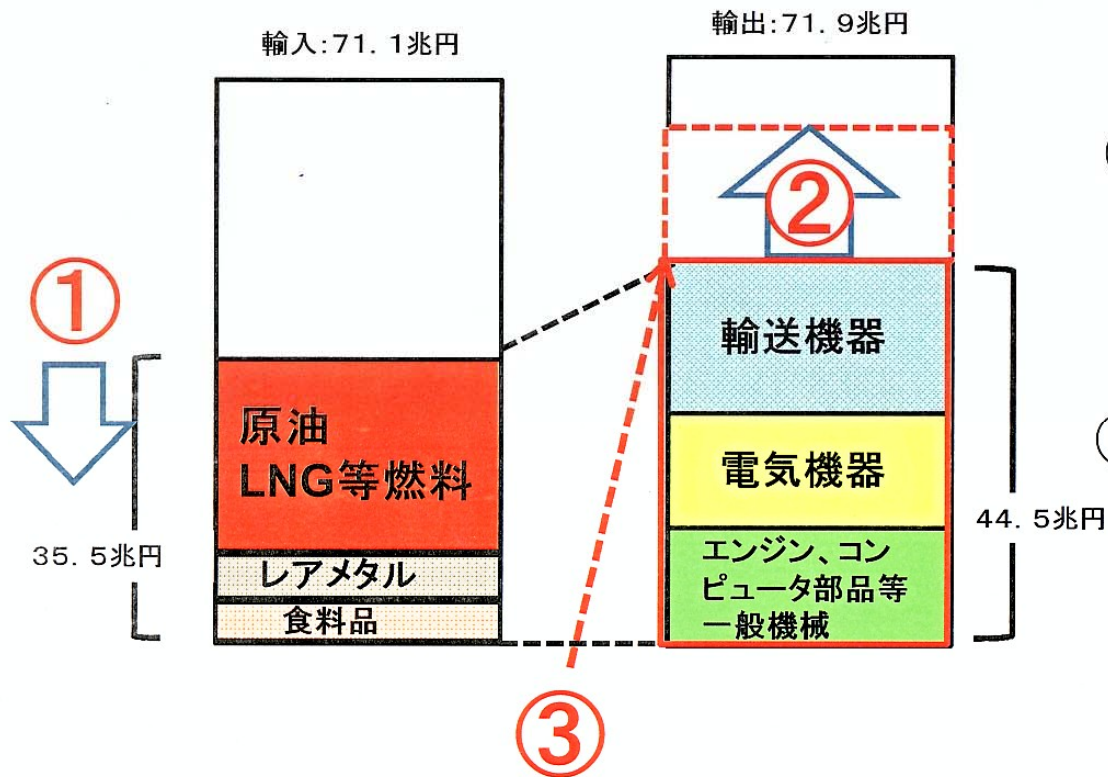
- 北アフリカのサハラ砂漠で風力・太陽熱発電を行い、欧州や中東に送電。
- 2050年までに欧州の電力需要の約15%を目指す。
- ABB、シーメンス、ドイツ銀行等が参加。事業規模は約4,000億ユーロ(約50兆円)。



(出典) <http://www.desertec.org/en/> 8

我が国の経済政策におけるスマートグリッドの意義

我が国の貿易構造(2008年)



①再生可能エネルギーの導入により化石燃料の輸入量を減らす

②環境・エネルギー対応により既存産業の競争力を強化

③優れた日本の技術力を活かし、新たな日本の「稼ぎ手」産業を創出

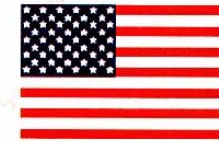
国内実証のノウハウをベースに海外展開

- 世界に通用するエネルギーマネジメントシステムをコアとして、海外実証の経験から得た海外の系統状況に応じたオーダーメイドのシステムを構築し、展開。



例) インドのスマートグリッド、
鉄道、リサイクルも含めた
都市開発プロジェクト

新興国では、マスター
プラン作成、構成する
技術、参加企業の枠組
み決定、エネルギーマ
ネジメントシステムなど
個別機器、システムの
運用etc.をパッケージで
提案。



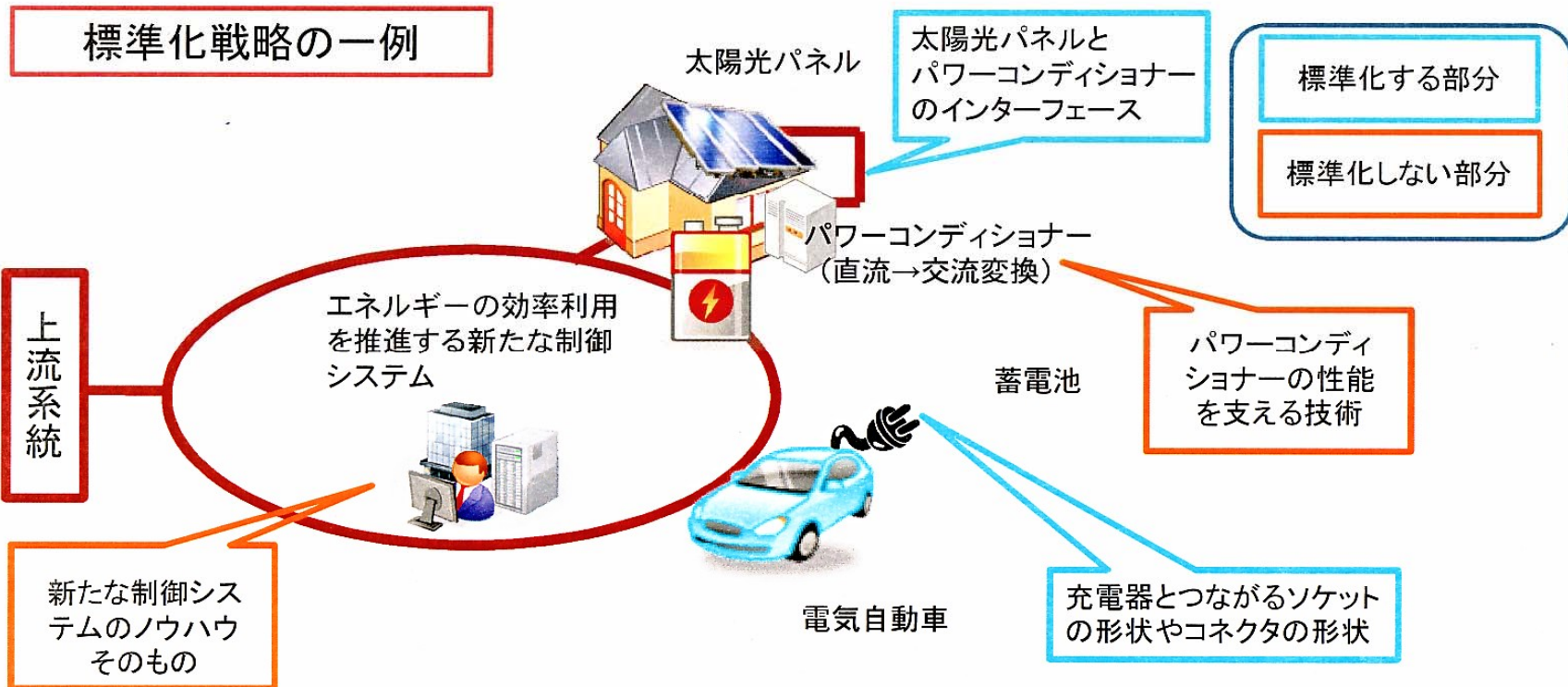
例) ニューメキシコ州におけ
る技術実証

例) ハワイ州における離島技
術の実証

先進国ではエネル
ギーマネジメントシ
ステムなど個別機器の
導入への提案。

「ガラパゴス化」防止を目指した標準化戦略

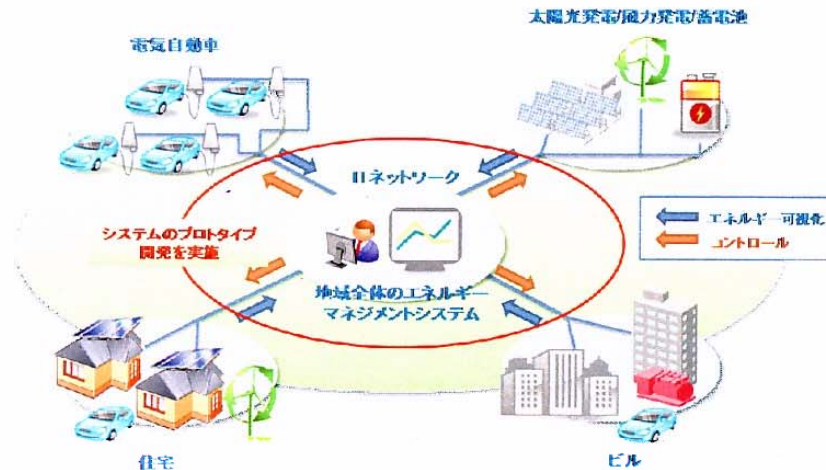
- エネルギーマネジメントシステムや各種機器とつながるインターフェイス部分は標準化、機器の制御システム等は標準化せずにブラックボックス化、といった戦略的な標準化が必要。
- 標準化で先行する米国との連携を始めとした諸外国との戦略的な連携を加速化。
- 分散型電源関連制御機器(パワコン)等の26のアイテムを特定、IEC等へ逐次提案。



目標実現のための政府支援策

◆ 技術・実証

- エネルギーマネジメントシステム等の開発・実証(87.5億円)



- 海外実証(18億円)
- スマートメーター実証(5.8億円)

※()内は平成22年度予算・事業規模

◆ フォーメーション

- 今年4月に企業約200社を母体とする、スマートコミュニティアライアンスを設立。

◆ 外交

- 
- 昨年12月、鳩山総理のインド訪問の際にスマートコミュニティの開発のMOUを締結。
 - 今後も、途上国、新興国への戦略的なトップ外交の推進。

スマートコミュニティのためのロードマップ

- 今春目途にスマートグリッドによって実現する社会を想定したロードマップを策定。
- 技術目標の積み上げによらない、社会の姿から逆算した技術開発のロードマップを策定。社会・技術ロードマップをスマートグリッドアライアンスで進化。

		現在/2010年～	▶ 2020年～	▶ 2030年～
市場規模(国内)		年2.5兆円	年3.6兆円	年5.4兆円
市場・投資		米国グリーン・ニューディール 14兆円投資(10年間)	中国スマートグリッド 50兆円投資(～2020)	ドイツ太陽熱発電プロジェクト 約50兆円(～2050)
海外	動向	<ul style="list-style-type: none"> ■EU指令により、スマートメーターを2020年目途に全戸導入。 ■大手企業が日本でも家庭用EMSの展開開始 	<ul style="list-style-type: none"> ■EUで再生可能エネルギーの割合20%達成。 ■EUスマートグリッド化(ETP Smart Grids) 	<ul style="list-style-type: none"> ■全米スマートグリッド化(Grid2030) ■韓国全土をスマートグリッド化
国内の取組・対策	海外展開	<ul style="list-style-type: none"> ■海外プロジェクトにも本格参加。日本の技術の強みを生かせるような戦略的標準化を推進。 	<ul style="list-style-type: none"> ■日本の優れた技術を生かし、海外(特にアジア)でのシステム需要を●割程度獲得。 	<ul style="list-style-type: none"> ■マスタープラン段階から、個々の機器、要素技術、プロダクトサポート等それぞれのビジネスシーンで、世界シェアを獲得。
	再生可能エネルギーの導入状況と対策	<ul style="list-style-type: none"> ■地域のエネルギーマネジメントシステムに関する実証が進む。 	<ul style="list-style-type: none"> ■地域でのエネルギーマネジメントが可能に 	<ul style="list-style-type: none"> ■再生可能エネルギーの導入状況に依り、経済性や安定性の面で、系統側と地域が最適なバランスを有するエネルギー供給システムが確立。
	ハウスビル	<ul style="list-style-type: none"> ■スマートメーターの普及 ■EV実証スタート 	<ul style="list-style-type: none"> ■スマートメーターが国内にほぼ普及。 	<ul style="list-style-type: none"> ■フルオートメーション型のHEMSによる次世代スマートライフの実現

エネルギーシステム統合の意義と課題

意義:

- ・システム境界拡大による最適化(コスト、効率、CO₂削減...)
- ・需要家の選択肢の多様化(品質への要求水準の差異化...)
- ・地域資源の活用(バイオマスなど輸送が困難な分散資源活用...)
- ・システム変化の柔軟性(ヴァーチャルネットワーク、料金制度...)
- ・ICTの技術進歩の取込: ICTの進歩・普及速度はエネルギー技術より速い

課題:

- ・ネットワークの保守性の下でも拡張性を持つ機能の選択
- ・サイバーテロや個人情報保護に対する対策
- ・公共インフラ形成に関する社会的合意

部分最適を如何に全体最適につなげるか?

サブシディアリティ: 需要家(HEMS, BEMS)、地域(μ グリッド)、

→ スマートグリッド・スマートエネルギーネットワーク

→ スマート社会



ウェブ検定URL

<http://www.ene-kentei.jp/>

エネルギー



ウェブ検定(無料)

合格証書

<http://www.ene-kentei.jp/>