

再生可能エネルギー大量導入のための クラスター拡張型グリッド

災害に強く地域主導の電力供給インフラストラクチャー

横山 隆一

環境・エネルギー研究科
理工学術院
早稲田大学

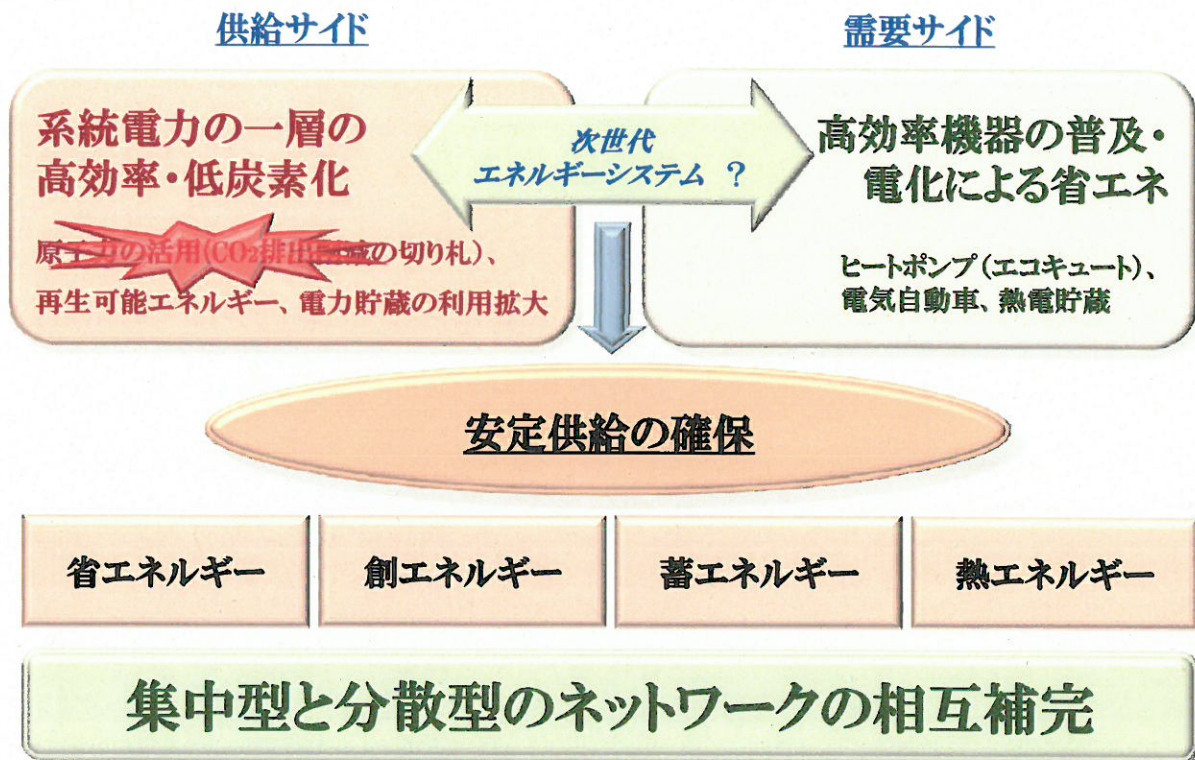
1

電力安定供給のための エネルギー技術のパラダイムシフト

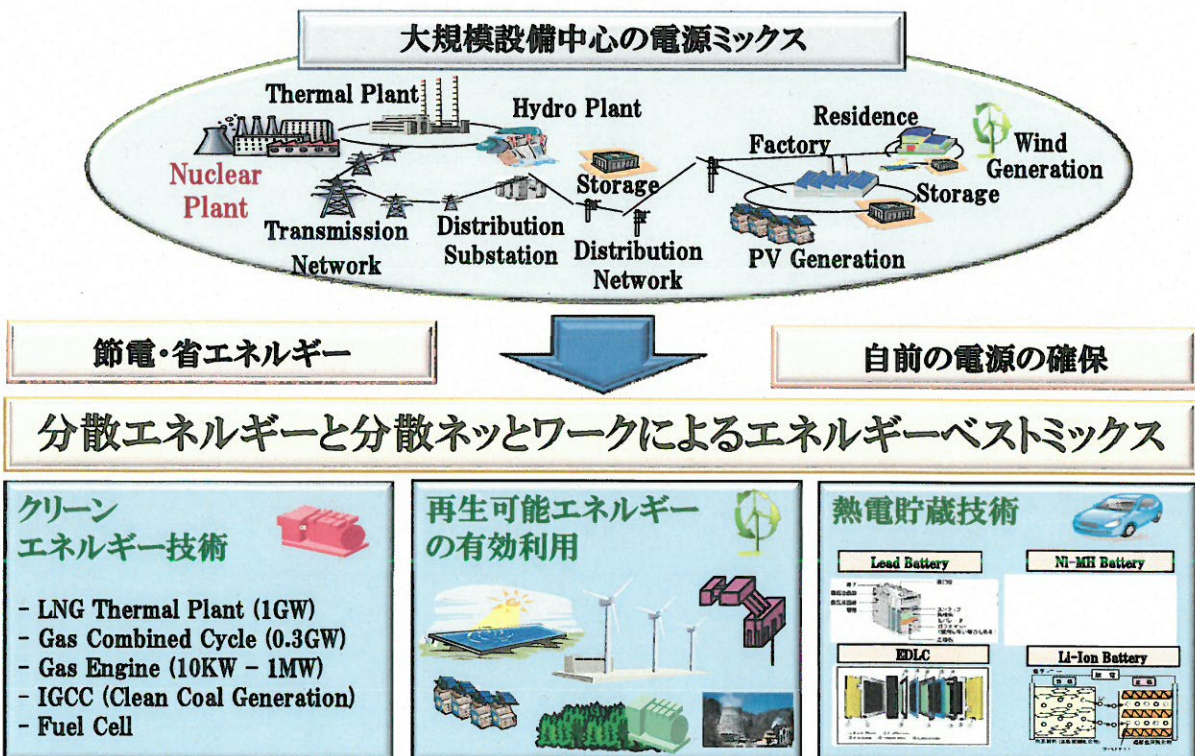


2

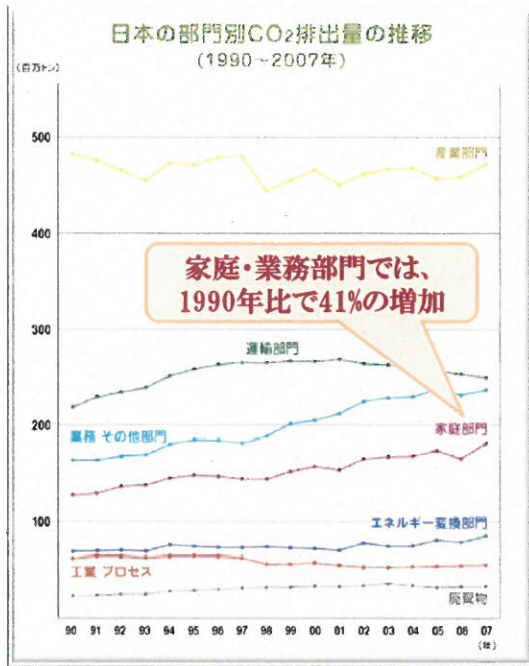
新たなエネルギー社会インフラの構築



電力分野における新たな技術展開

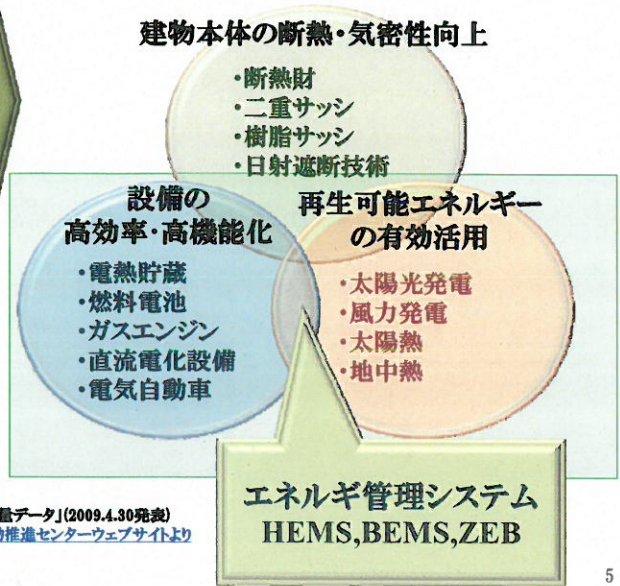


家庭部門におけるCO₂排出量の推移(増加)



出典) 温室効果ガスインベントリオフィス「日本の1990~2007年度の温室効果ガス排出量データ」(2009.4.30発表)
 * 各排出量の単位は[百万トン=二酸化炭素(CO₂)換算] 全国地球温暖化防止活動推進センターウェブサイトより

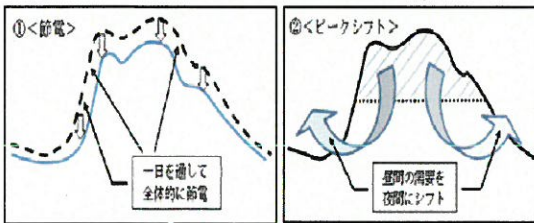
家庭・業務部門におけるCO₂排出量低減対策 (エネルギー利用の効率化)



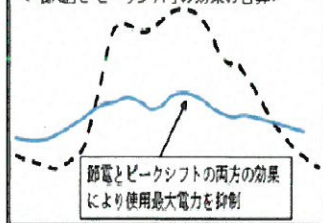
東日本大震災後の社会ニーズの動き

- 震災後、電力ネットワークにとって節電、ピークカットが急務
- 災害時のエネルギー供給の確保が課題となり、分散型エネルギーシステムとしてのスマートコミュニティの意義が増大

節電とピークシフト



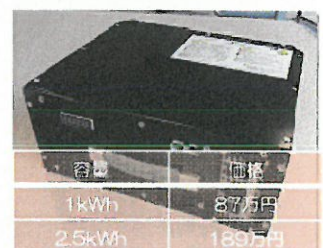
<「節電」と「ピークシフト」の効果の合算>



安全を売りにした商品の発売



トヨタホーム(豊田市)



ヤマダ電機(エンジンパワー)

◆地域における災害に強いスマートコミュニティ構築の動き (「スマートコミュニティ構想普及支援事業」)

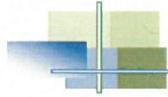
大阪府夢州・咲州・舞州地区(日建設計等)
 再生可能エネルギー、ごみ発電等から得られるエネルギーと蓄電池の組み合わせた自立防災システム・新交通システムの構築



福岡県福岡市(新出光相光石油等)
 急速充電器、燃料電池、蓄電池等を備えたEV向けサービスステーションの可能性調査

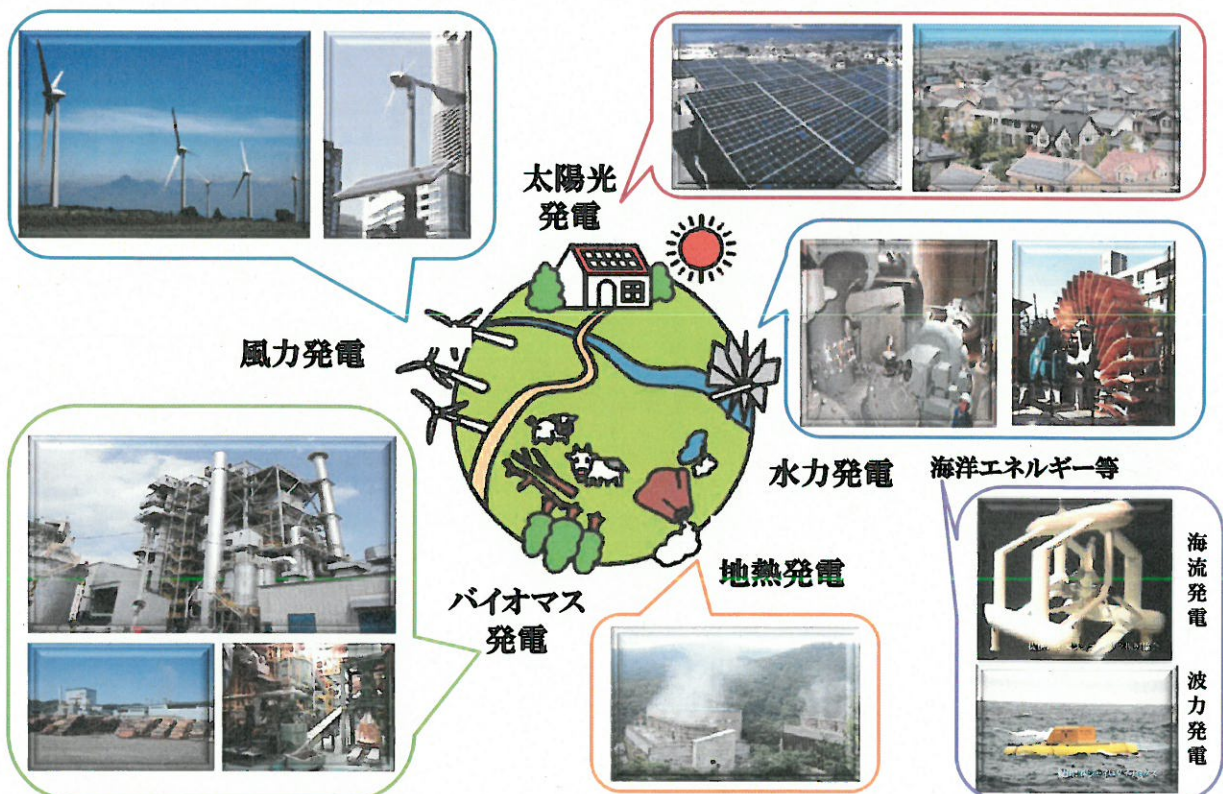


次世代電力ネットワークと スマートコミュニティ開発への取り組み



7

再生可能エネルギーの種類と特徴



出典：資源エネルギー庁『日本のエネルギー』、新エネルギー財団『新エネ大賞』、NEDO『新エネ百選』等

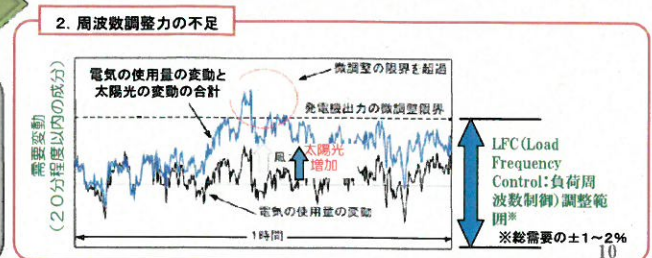
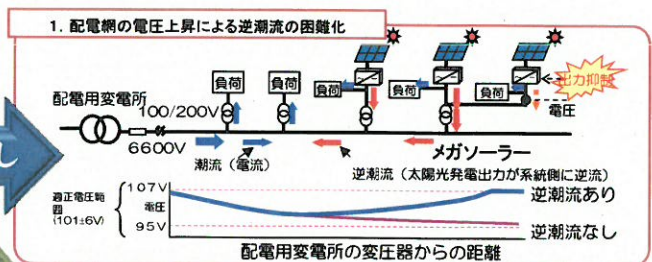
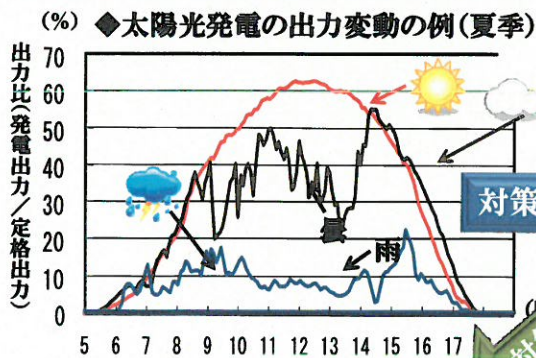
8

再生可能エネルギー利用の発電規模



再生可能エネルギー大量導入時の系統対策

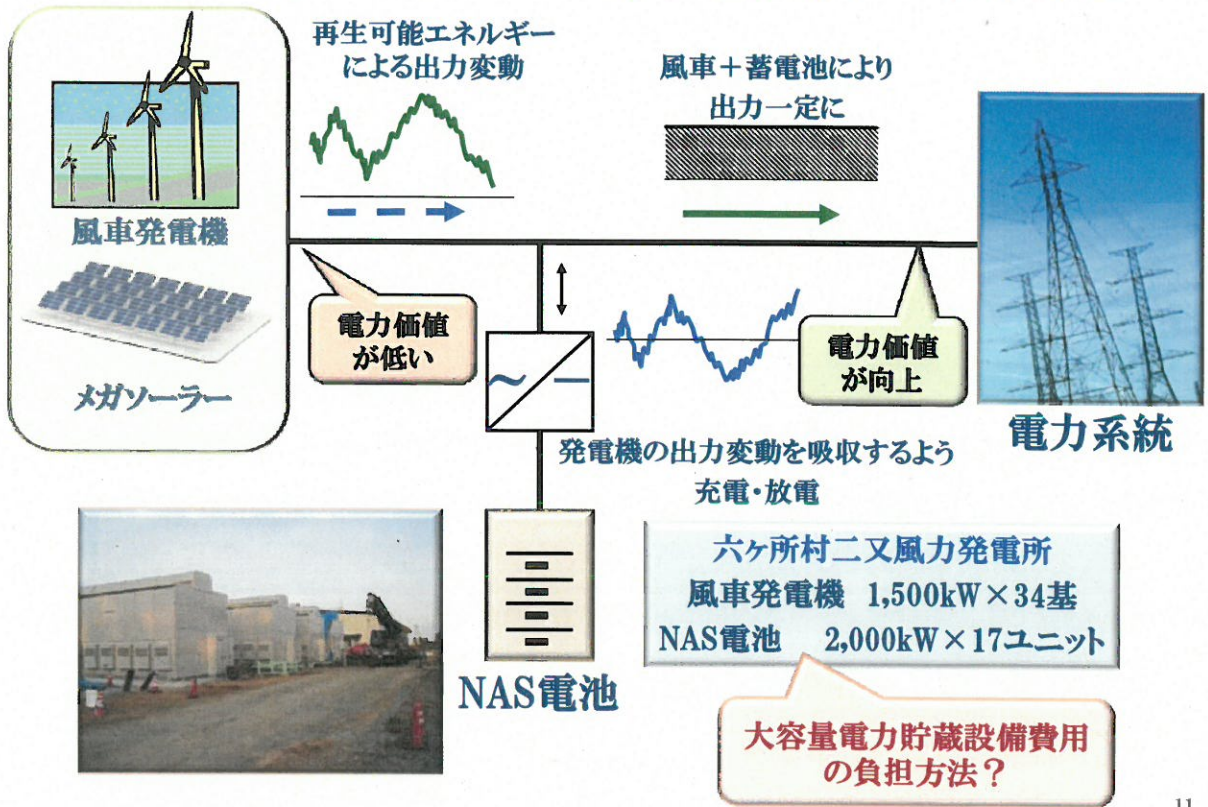
- 太陽光をはじめとする再生可能エネルギーの大量導入により、電力ネットワークに余剰電力の発生、電圧の上昇、周波数調整力の不足といった課題
- 他方、IT技術の進歩と蓄電池の普及により、電力需給両面の制御を行うことで、電力の高効率なシステム(スマートグリッド)の構築が可能



電力需給両面の調整

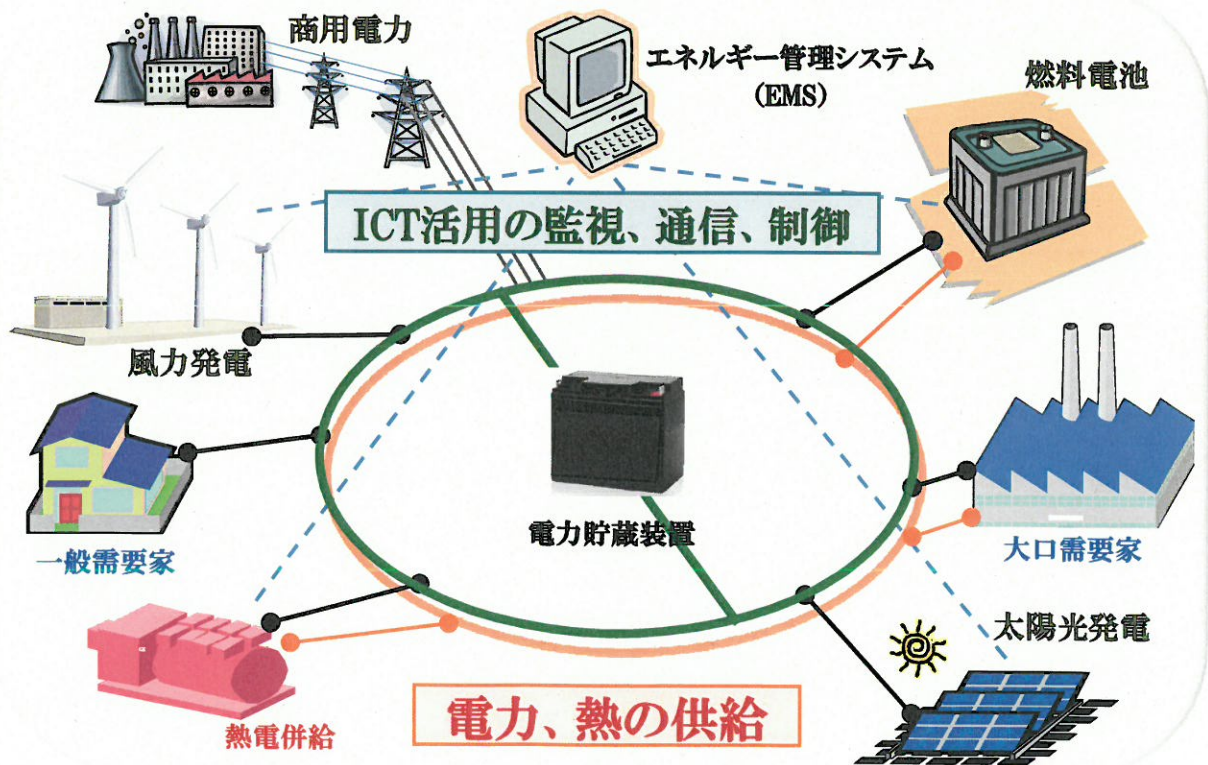
スマートメーター 見える化 蓄電池 電気自動車 EMS

大容量蓄電池による発電出力の安定化



11

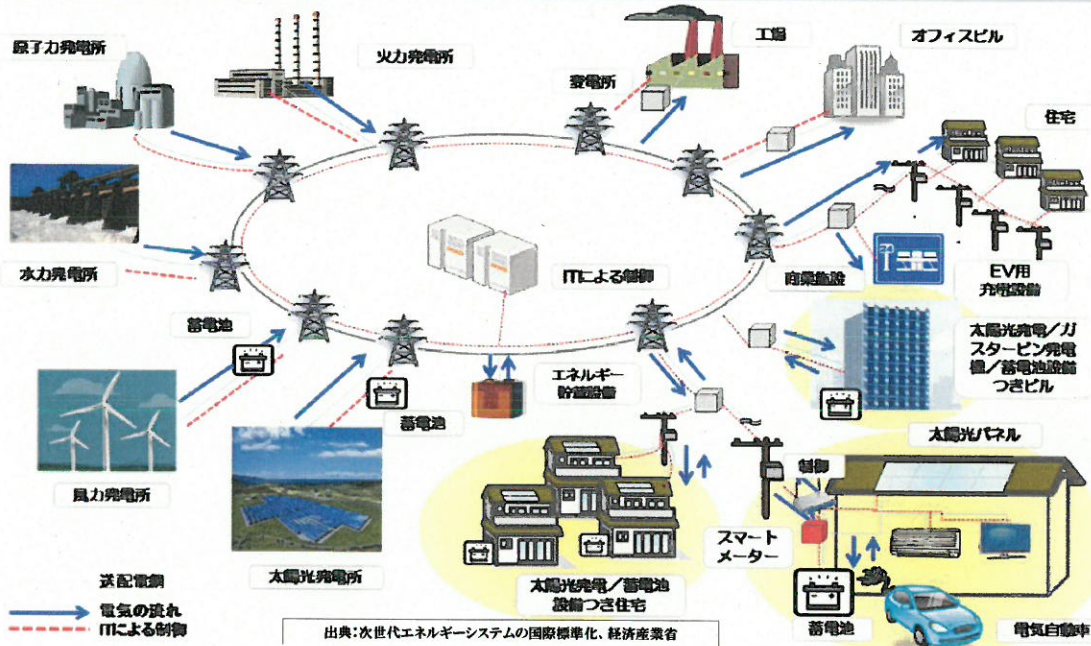
地産地消型マイクログリッドの構造と需給運用



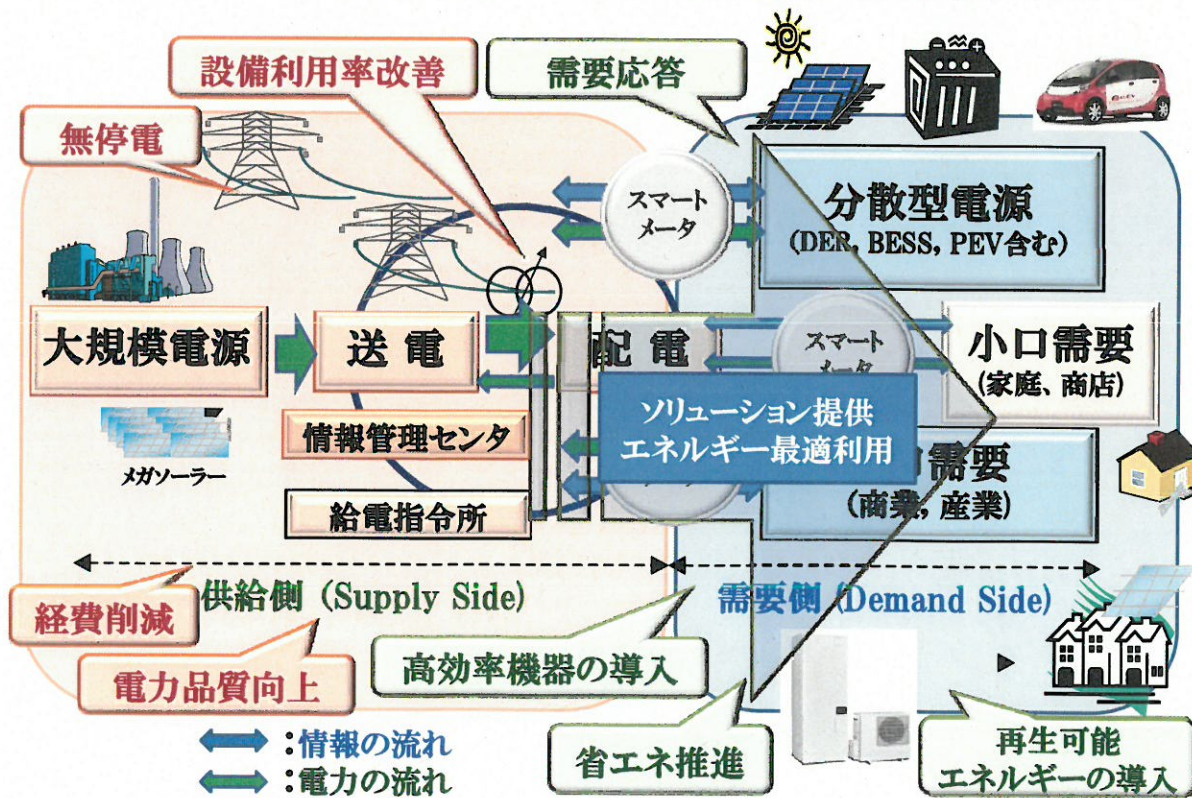
12

スマートグリッドの目的と構造

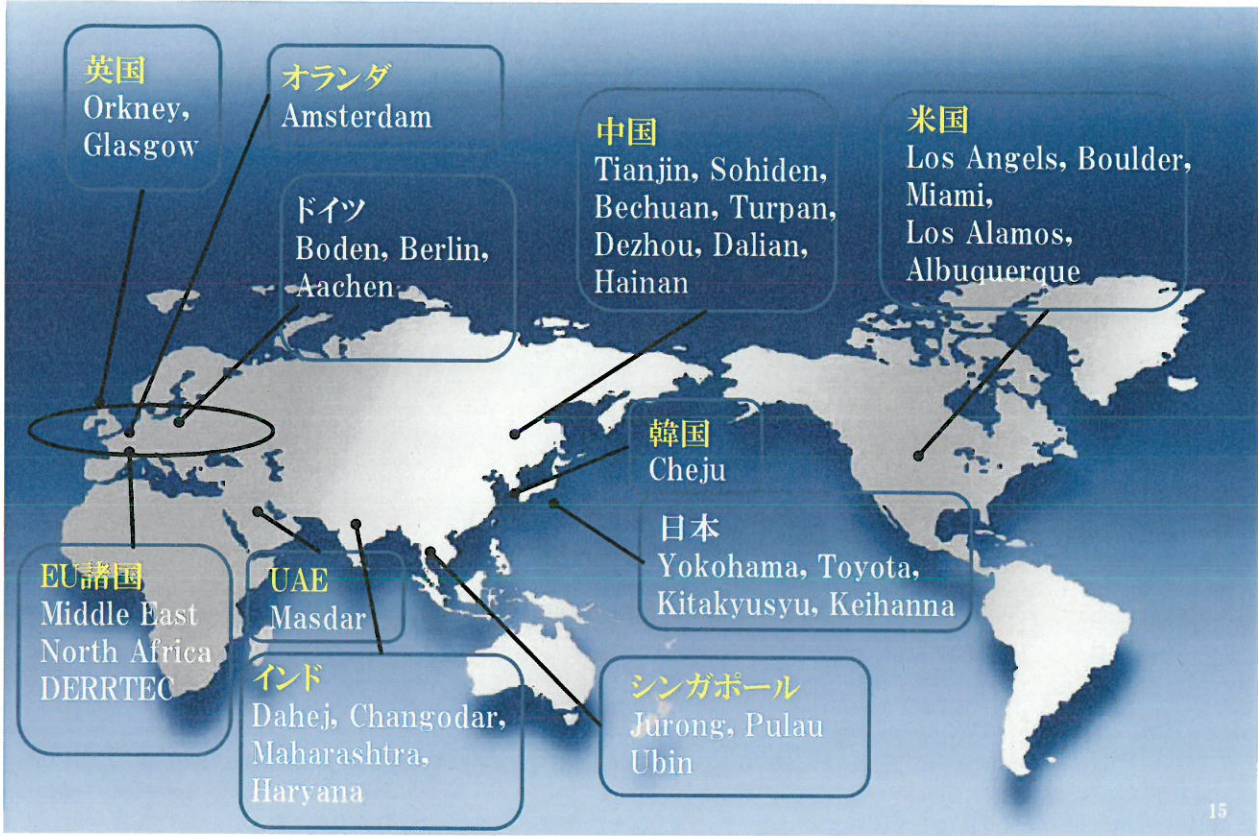
従来の電力システムに、双方向情報通信インフラを完備し、電気関連情報のやり取りにより、需給両面からの調整を行うことで、電力システム全体の供給信頼性、環境性、効率性を高めようという「賢い:Smart」+「電力網:Grid」



スマートグリッドへがもたらす社会便益

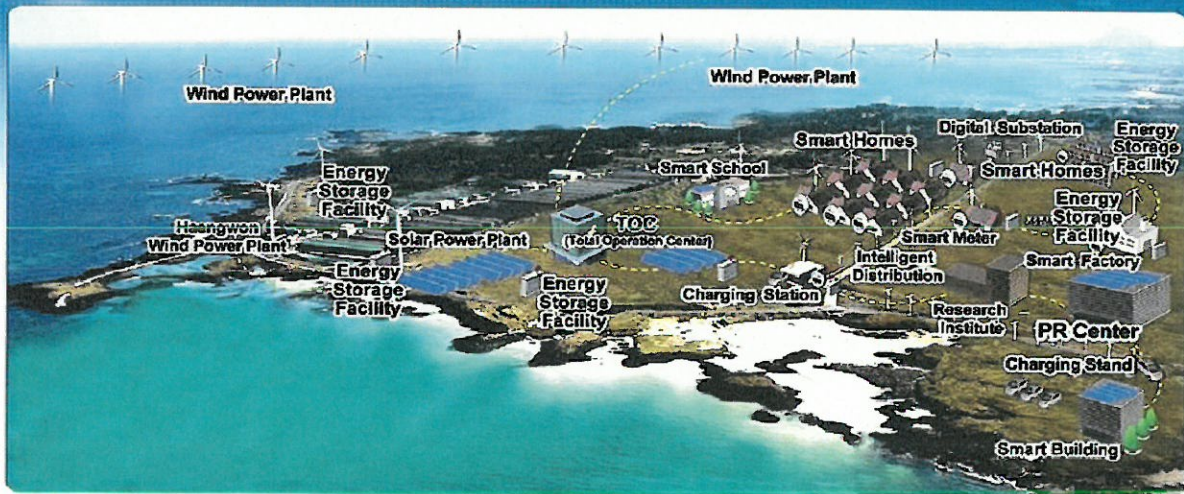


諸外国におけるスマートグリッドの開発動向



スマートグリッド構築への諸外国の取り組み

Jeju Island Smart Grid Test Bed, Korea

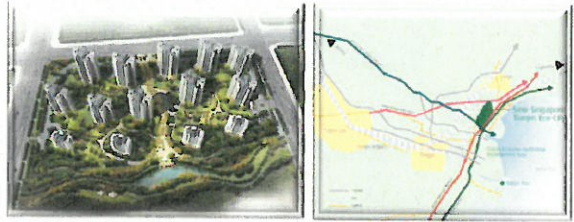


- Features:**
- Integrated test bed
 - Close collaboration between public and private sectors
 - Verification of different power market models
 - Participants: Korea Electric Power Corporation (KEPCO) plus automakers, telecommunications companies and home appliance manufacturers
 - Includes major companies such as LG, SKT, KT and Samsung
 - Open to foreign companies

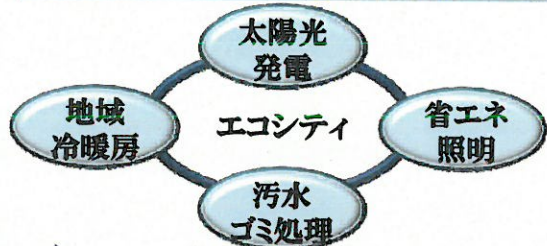
スマートグリッドを核とした都市開発(中国)

天津エコシティ

- 中国・シンガポール政府が「エコシティ」開発に向けた協力を合意(2007年)
- 中国側とシンガポール側が各々50%の出資を行い、開発企業を設立
*シンガポール側はファンド資金も活用

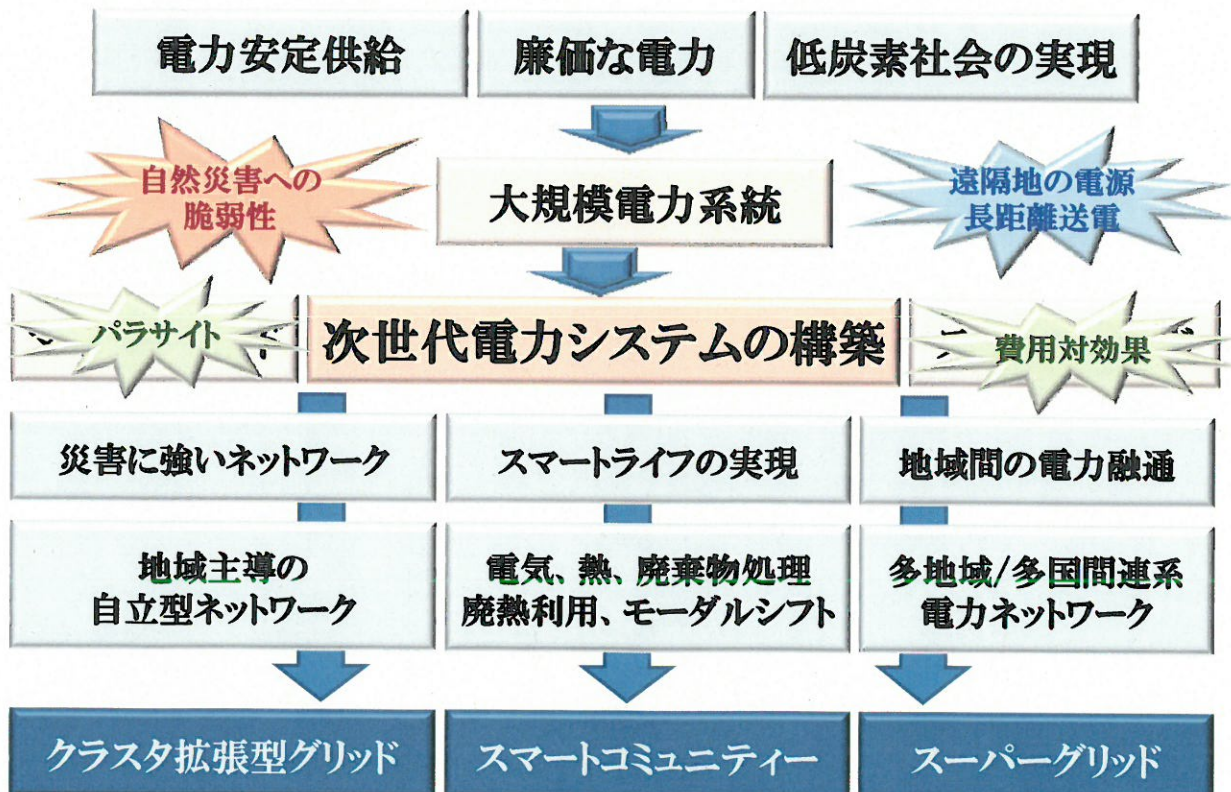


シンガポール政府系企業が設計を担当

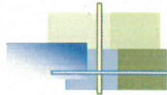


将来的には海外展開も企図

次世代電力供給グリッドの開発方向

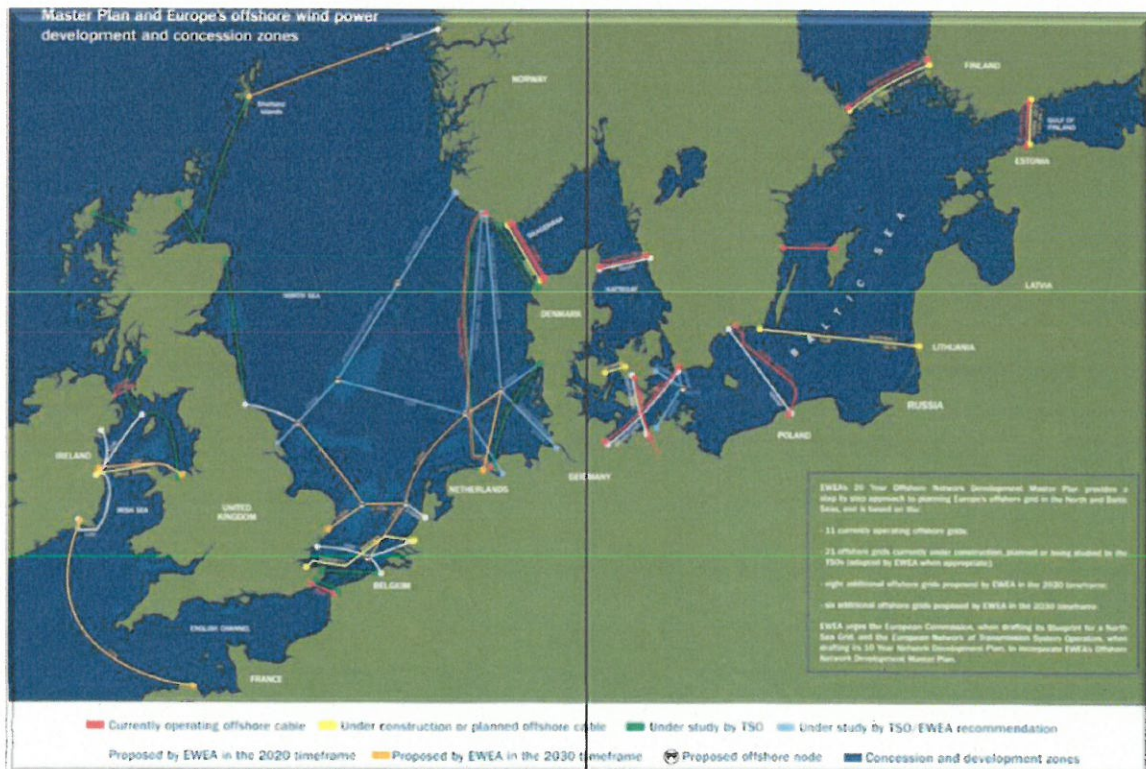


次世代エネルギーネットワークと スマートコミュニティ開発



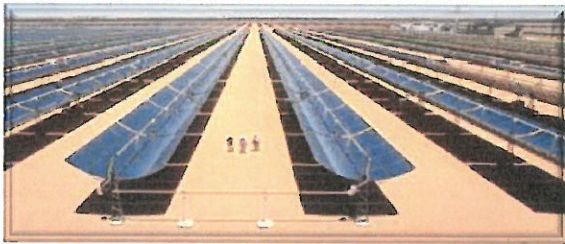
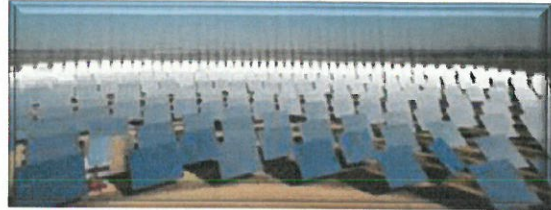
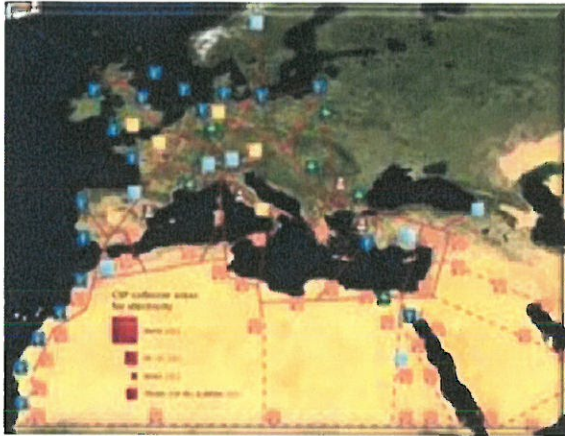
19

EWEAによるスーパーグリッド構想



20

地中海地域における 再生可能エネルギー分布



21

東アジアスーパーグリッド構想

- 日本は、東北大震災とそれに伴う津波による打撃で、大きく低下した**電力供給の安定回復**というもう一つのかべも長期戦で乗り越える必要があり、2012年が開始時期
- 経済人や学者らで構成する**日本創成会議**(座長:増田寛也・東大大学院客員教授、元総務相)は、孤立している日本の電力網(グリッド)を外国と相互接続し、国境を越えて電力を融通しあう仕組みを提唱
- 手始めに、**韓国との間で双方のグリッドをつなぐ海底ケーブル**を敷設する計画を提案
- 敷設場所は、基幹ケーブルの日本側の末端である福岡からは、東日本に向けて伸びる日本列島に別の海底ケーブルを設置
- 基幹ケーブルは、日本の電力会社が東西各地で運用するグリッドに、交流・直流変換設備を介して接続



22

スマートコミュニティの必要性と目標

エネルギー全体の効率的な利用のためには、電気のみならず熱や運輸部門も含めた総合的な管理を行うためのスマートコミュニティ(社会システム・インフラ)を構築することが必要

スマートコミュニティ



23

次世代エネルギー・社会システム実証事業

神奈川県横浜市

[大都市・大規模型スマートコミュニティ]

実施者

横浜市、アクセンチュア、日産自動車、東芝、明電舎、パナソニック、東京ガス、東京電力

概要

- ✓3地区(クラスター)で2万7千kWの太陽光発電、4,000世帯にスマートハウス、2,000台のEVを普及。熱・未利用エネルギーの利用も検討
- ✓蓄電池による制御、HEMS、BEMS、EVを組み合わせた地域エネルギーマネジメントシステム(6~8,000世帯規模)をバーチャルに技術実証
- ✓3地域のエネルギーマネジメントシステムと大規模系統との相互補完実証。
- ✓2005年比で2014年までに約6万4千t-CO₂(約24%)を削減

NEDOスマコミ実証の海外展開

- 相手国と実証事業に関する実施協定書(MOU)を締結
- 現在、6件の実証事業(実証段階:4件、建設段階:2件)を展開



アルバカーキサイトにおける 電熱統合制御と高信頼自立供給の構築

1. 電力系統から切り離されても自立可能なビル電力供給システムを構築
 2. 連系時は電気と熱を統合制御できる高い信頼性を有する供給体制を構築
 3. PVの出力変動をEMSにより、ビル内電源設備の制御により吸収できることを実証
- 独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構



メサデルソルセンタービル(負荷400kW)

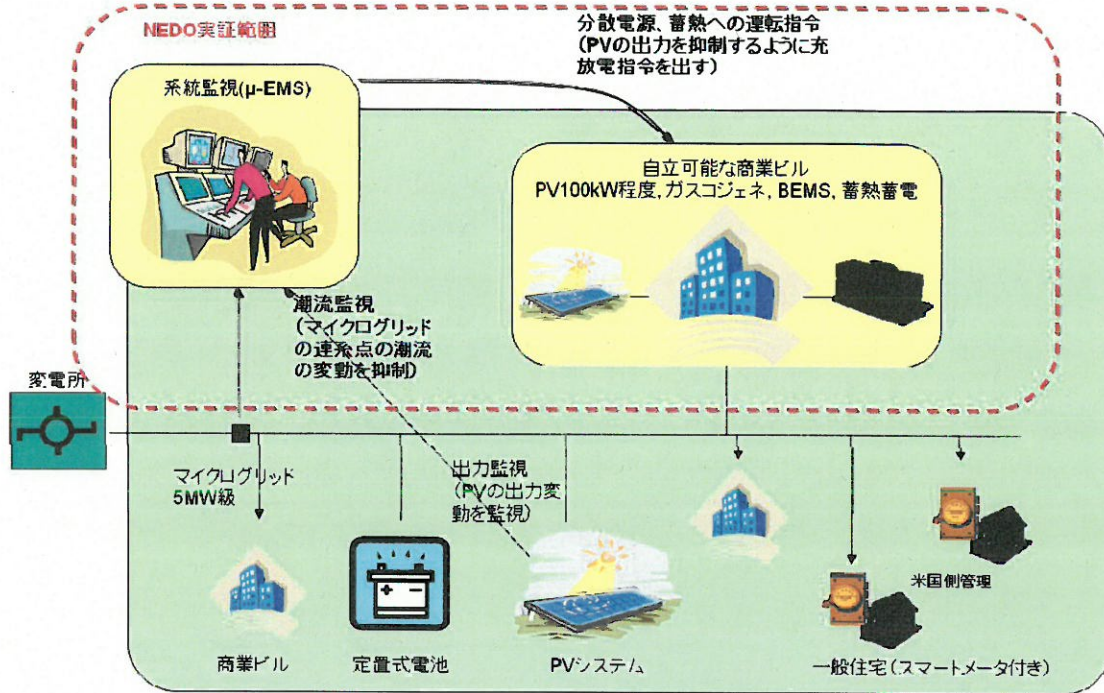


燃料電池
(80kW)



ガスエンジン
(240kW)

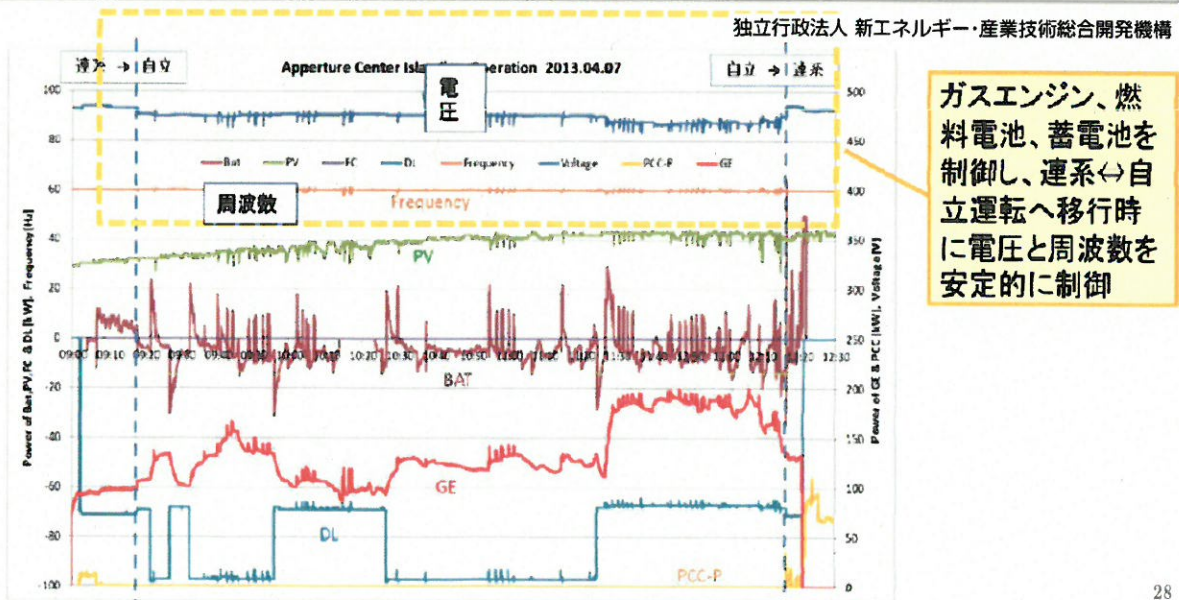
アルバカーキにおける 商業地域マイクログリッド実証



独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 27

アルバカーキサイトにおける 無瞬断での自立運転移行の実現

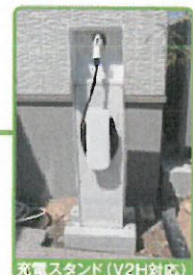
米国では初めて民生業務用ビルのマイクログリッド化
による無瞬断での自立運転移行を実現



豊田市におけるスマートハウスの実証

- 豊田市における実証では、東山地区と高橋地区の2地区に、太陽光パネル、家庭用燃料電池、エコキュート、蓄電池、プラグインハイブリッド自動車、電気自動車等を備えた**67戸のスマートハウス**を建設。66戸が分譲され(販売価格は東山地区で約5,000万円程度)、住民が入居済み
- **ポイント付与のデマンドリスポンス**

モデルハウスの構成機器と外観



29

北九州市での実証FCV2Hの実証

- 2013年度より、燃料電池自動車(ホンダ FCXクラリティ)から住宅への給電(FCV2H)により、**非常時の外部給電機能、電力需給逼迫時のピークカット**効果を検証予定

ホンダ FCXクラリティ



可搬型インバーターボックス

FCV2H実証

北九州エコハウス



地域節電所 (CEMS)



* 地域節電所 (CEMS) との連携により、ピークカット効果を検証

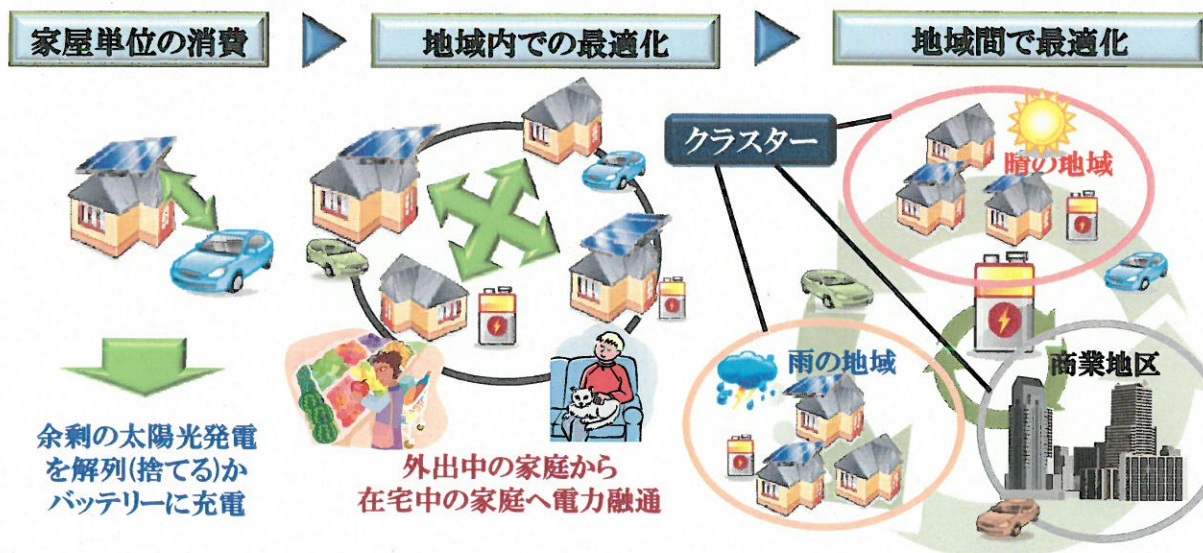
災害に強い地域主導型 電熱供給インフラクチャー

クラスター拡張型スマートネットワークの構築

31

地域間エネルギー融通とクラスターの形成

- 家屋単位のエネルギー管理よりも、複数間や地域間でのエネルギー融通が効率的
- 地域の天候や在宅の有無による需要の違いを利用して、エネルギーの融通
- 蓄電池も家屋ごとでなく、一定の世帯数に置くことで、設置コストを低減
- 住宅地域(朝晩の需要が多い)と商業地域(昼の需要が多い)を組み合わせると、エネルギーの効率的利用が可能

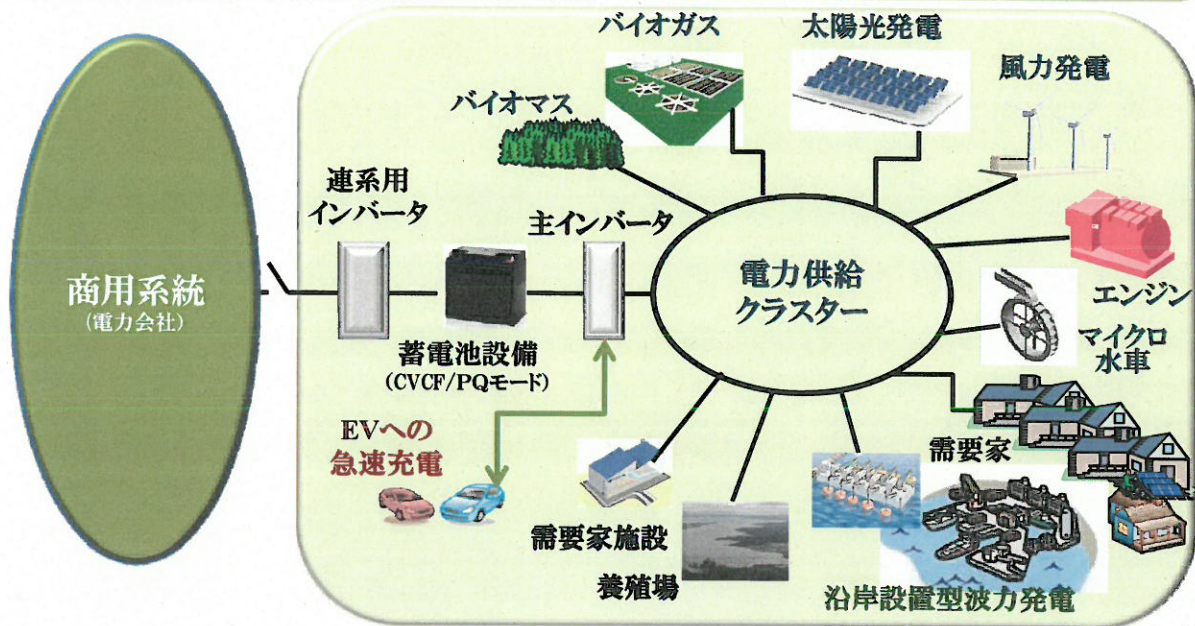


32

クラスター型電力ネットワークの構造

単一クラスターの構造

地産地消の再生可能エネルギーの活用

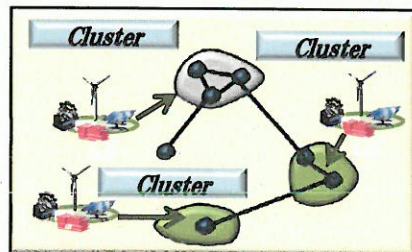


33

研究開発の目標と特徴

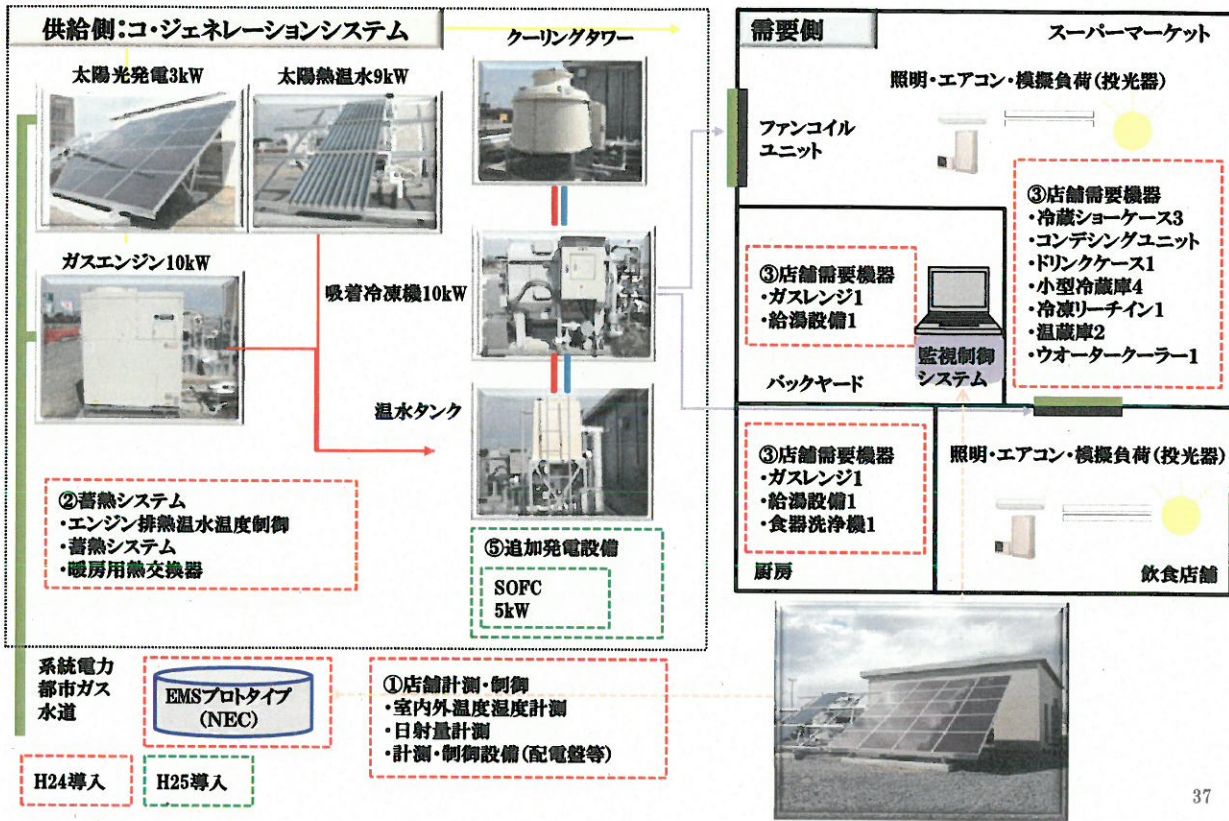
目的・特徴

- クラスター拡張型エネルギーシステムの提案と実証試験**
 - 対象地域や集落に適した規模のエネルギー供給ネットワーク(クラスター)設置
 - 需要の増大に応じて随時**クラスターを増設**
 - 相互を連系し**結合型ネットワークを拡張**
- クラスター拡張型エネルギーシステムの特長**
 - **再生可能エネルギーの有効利用**
 - **熱及び電力貯蔵装置の有効活用**
 - **地域への交流/直流電力供給**
 - **電動車両への急速充電**
- 社会システムとしての役割(電力系統に全面依存しない)**
 - 発展してゆく地域での新たな**地産地消型エネルギー社会インフラ**構築
 - 電力供給ネットワークが完備されていない**離島や僻地向け**
 - **未電化地域**を有する途上国向けの供給システム
- 再生可能エネルギーの大量導入のための新たなエネルギー社会インフラの構築**
- 相互連系で広域にわたる拡張型電力供給システムの展開が可能で災害に強い**
- 安定供給とCO₂排出削減というエネルギー社会システムの抱える問題解決に貢献**



従来の配電系統に代わる新たなエネルギー社会インフラの構築

本庄スマートタウンのシステム構成と熱電フロー



37

本庄スマートタウンでのエネルギー利用最適化

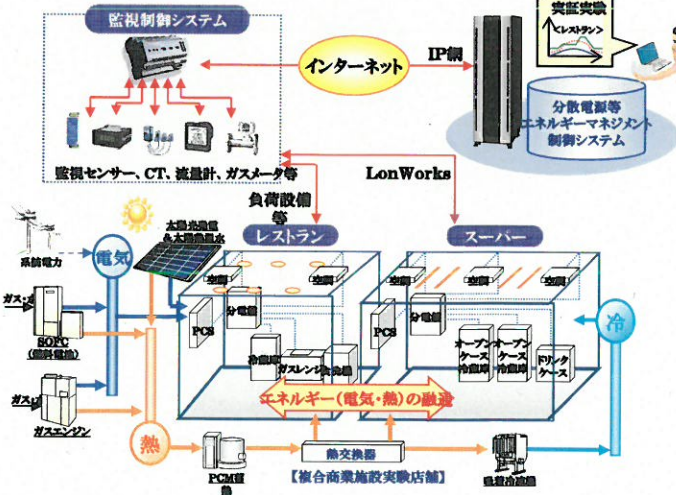
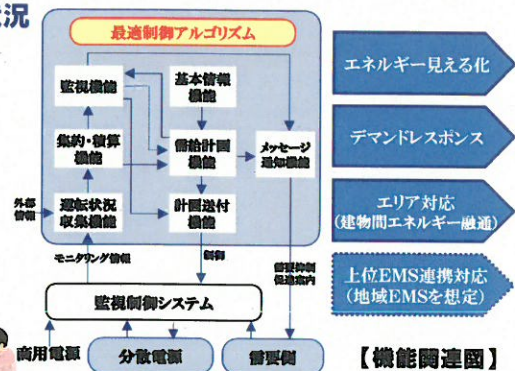
■ H24(2012)年度“分散電源EMSプロトタイプ”開発状況

【分散電源EMSとは】

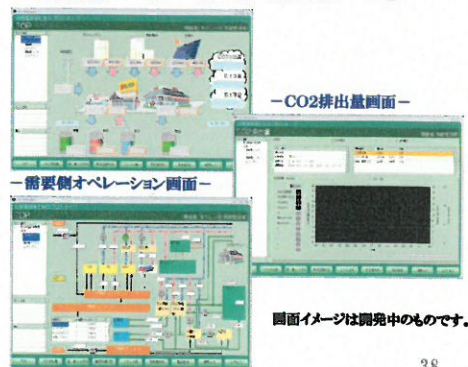
- 最適化アルゴリズムに準拠して分散電源設備や負荷設備及び、需要家応答を制御することで、エネルギーの最適利用と消費の均衡維持を図るシステム
- プロトタイプとは、実用化前の試作版プログラム構築

■ 実証店舗による実証実験

- 複合商業施設を想定した、電気と熱の融通実験
- 需要側は、スーパー、レストランの実店舗モデル
- 分散電源システム全体の性能評価を実施し、EMS実用化へ反映



-TOP画面- 【プロトタイプ画面イメージ】



38

環境性と耐災害性に優れたクラスタ型インフラ

- 災害時の供給信頼性維持から回復力確保へ
 - エネルギー拠点(クラスター)を点在させ、**災害時の即応性と回復力を確保**
 - クラスターを必要に応じて順次拡張し、**地域インフラとして成長**
- 地産地消の独立性の高い供給と地域の活性化
 - 地方自治体(市町村)が、**緊急電源を自前で確保**
 - **ライフライン**(電力、飲料水、温水、通信)の確保
 - ネットワークの構築より、**常時及び非常時電力確保による地域活性化**
- 再生可能及び分散エネルギーを有効活用と大量導入
 - 太陽光発電で必要最小限の電源は確保(昼間のみ)
 - 拠点によっては風力発電の設置(PVの停止時の電力供給)
 - 建設が容易な**ガスエンジン**と**蓄電池**の適正配置
- 防災性に優れたクラスター拡張型エネルギーインフラ
 地域電力供給→普及→標準化→**海外の無電化・島嶼等に展開**

商用電力全面依存から地域主導分散型ネットワークへ

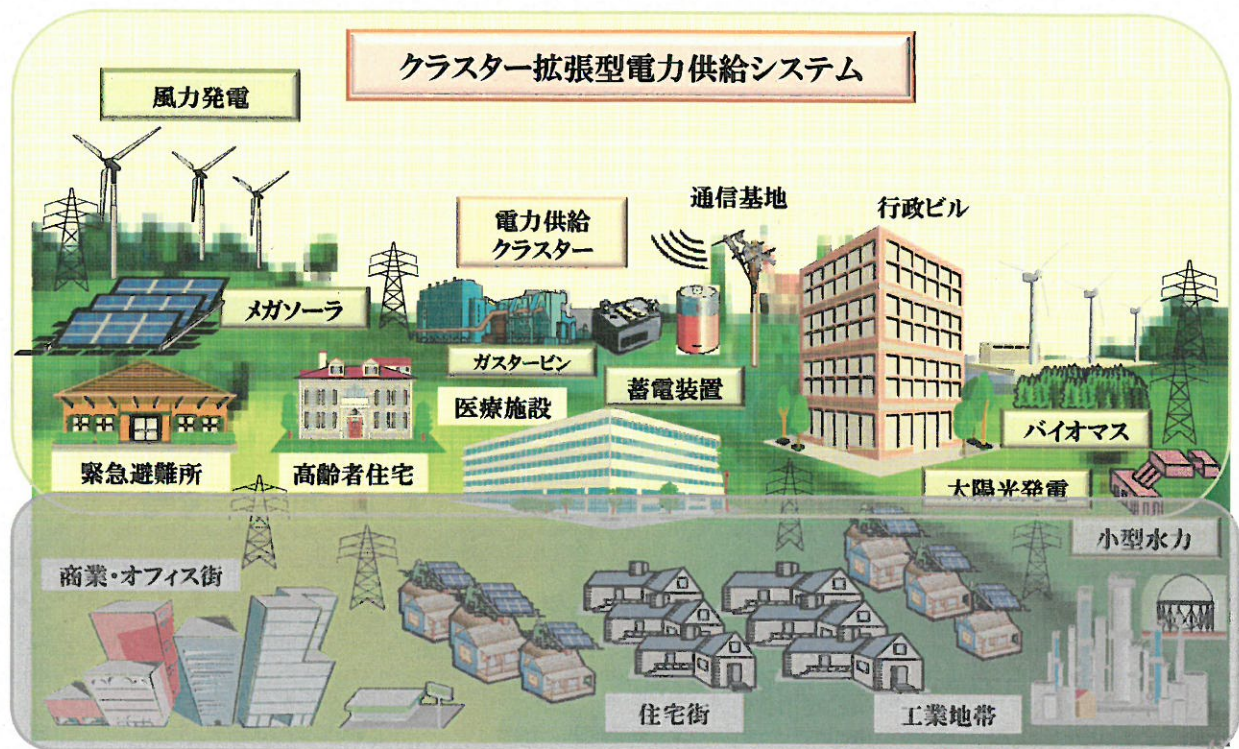
東北におけるスマートコミュニティの構築

- 復興に当たって、**被災三県**(福島、宮城、岩手)における再生可能エネルギーを活用したスマートコミュニティ構築を支援
 (2011年度第三次補正予算:80.6億円)



東北スマートコミュニティ事業の主要企業とプロジェクト・マネージャー		
地域	主要企業	プロジェクト・マネージャー
宮古市	NTTデータ、エネット	日本国土開発
北上市	NTTファシリティーズ	北上オフィスプラザ
気仙沼市	荏原環境プラント	イーソリューションズ
石巻市	東芝、東北電力	東芝
大衡村	トヨタ自動車、セントラル自動車	トヨタ自動車
山元町	エネット	東日本電信電話
会津若松市	富士通、アクセンチュア、東北電力	富士通
釜石市	(検討中)	(検討中)

災害に強いクラスター拡張型電力インフラ 次世代の新エネルギー・社会システム



ご清聴ありがとうございました。
講演内容に対するお問い合わせは、
下記にお願いします。

早稲田大学
理工学術院
環境・エネルギー研究科
横山 隆一
E-mail: yokoyama-ryuichi@waseda.jp

