

エネルギーの “地産地消”を目指して

～ クラスタ一拡張型地域エネルギーシステム ～

横山 隆一

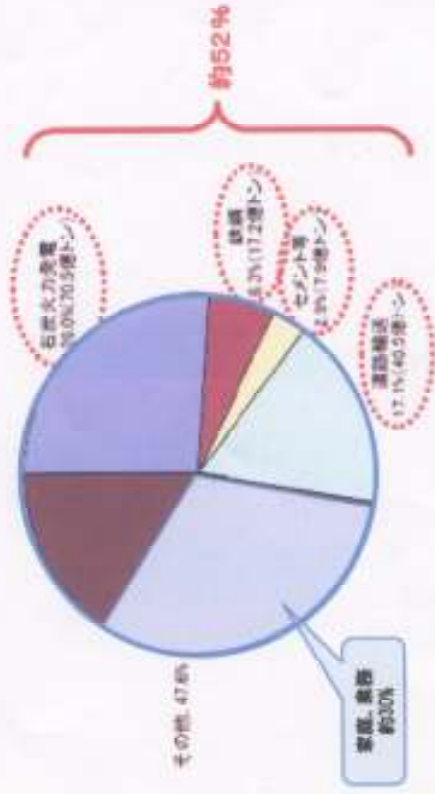
環境・エネルギー研究科
理工学術院
早稲田大学

CO₂排出削減のための クリーンエネルギー技術と 次世代エネルギーシステム

内容

- CO₂排出削減のためのクリーンエネルギー技術と次世代エネルギーシステム
- 次世代エネルギーシステムとしてのスマートグリッドへの期待
- スマートグリッド構築への諸外国の取り組み
- 我が国のスマートグリッドの実証動向と開発方向
- 宮古島メガソーラ実証研究の目的と構成設備
- 地産地消エネルギー供給のためのクラスタ一拡張型スマートグリッド
- 自然災害に強い、地産地消型エネルギー供給ネットワーク
- 日本型スマートグリッドと今後の展開

世界のエネルギー起源CO₂排出量 (1971年～2005年、2007年作成)



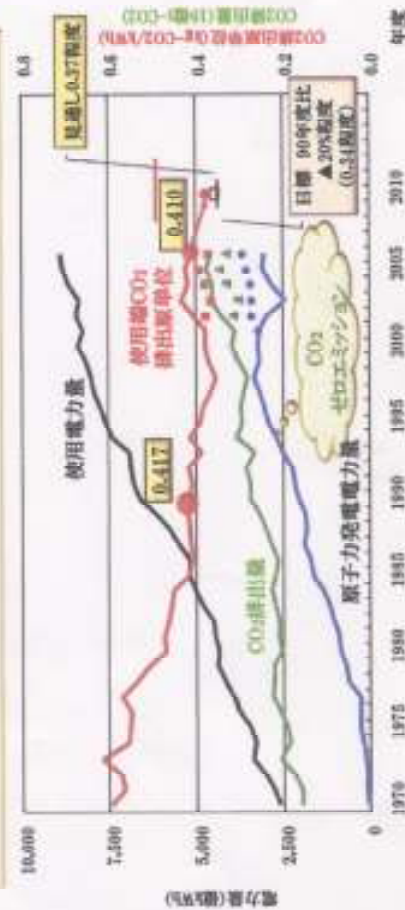
各種電源の発電量当たりのCO2排出量 (メタンを含む)



【出典】原子力については、電力中央研究所「ライフサイクルCO2排出量による原子力発電技術の評価 平成13年9月」、
他電源については、電力中央研究所「ライフサイクルCO2排出量による発電技術の評価 平成13年3月」

電気事業からのCO2排出量の推移

○ 使用電力量は増加したが、原子力発電を中心としたベストミックスにより
使用燃CO2排出原単位を抑制



目標および見通しは2008~12年度の5年平均値
*データは2002~08年の原子力の長期停止等の影響がない場合の試算値

電源別の発電コストの比較

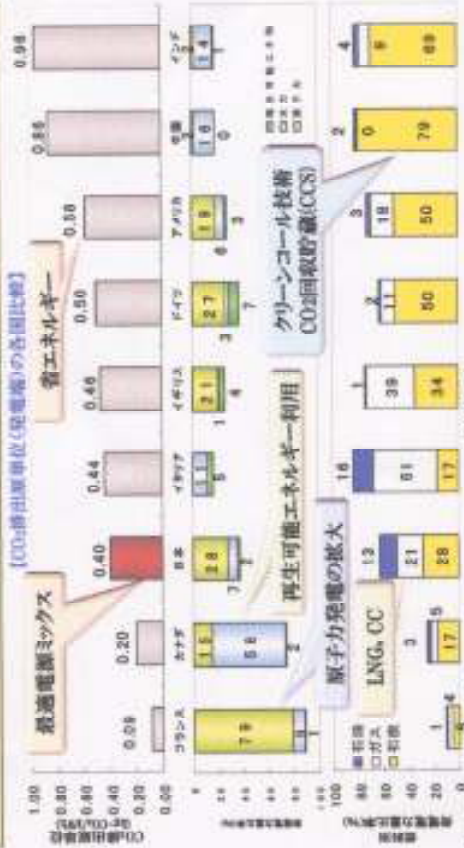
- 固定費用も含めた電源別の発電コストを見ると、原子力・石炭・LNGが低コスト。
- 一方、石油火力などは発電コストに占める燃料費の割合が高いため、燃料コストの値上がりが増加
コストの上昇に直結する。



東京電力は燃料費が低コストな発電所を重視し、燃料費が安い火力発電所（平成18年1月）での発電
コスト削減は40%、燃料費削減は28%（電力の64.5%）、燃料費削減は7%を削減。

電力CO2排出原単位(発電端)の国際比較

- 日本のCO2排出原単位は諸外国に比べて十分に低い。
- フランス(原子力中心)、カナダ(水力中心)には及ばないものの、世界でもトップクラス
- ドイツは国民合意により脱原子力を選択した結果、石炭の比率が高く、



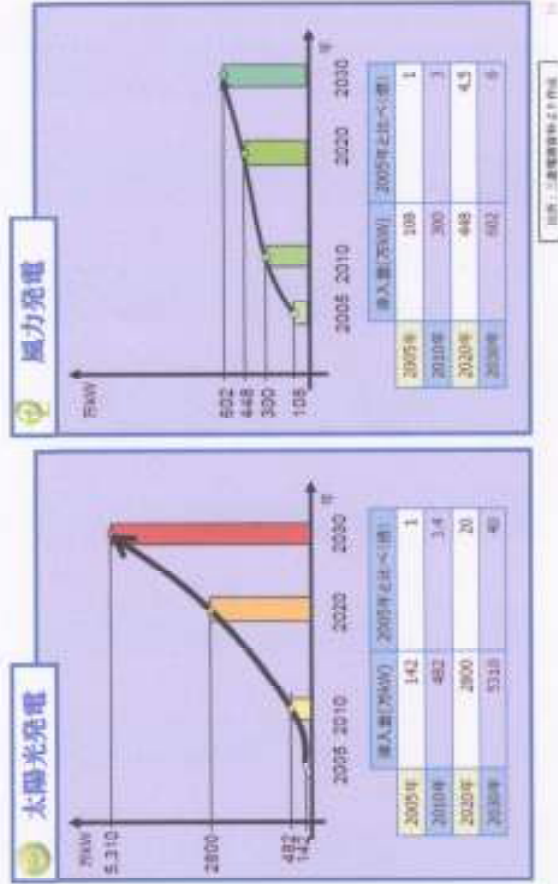
● CO2排出原単位は燃料の種類によって大きく異なる。*出典: IEA Greenhouse Gas Emissions of OECD Countries 2004-2008
● CO2排出原単位は燃料の種類によって大きく異なる。*出典: IEA Greenhouse Gas Emissions of OECD Countries 2004-2008

発電分野の低炭素社会実現に向けた貢献

- 低炭素社会の実現に向けた電気事業の取組みの柱は、供給サイドでの系統電力の一層の高効率・低炭素化、需要サイドでの高効率機器の普及・電化による省エネ。
 - <系統電力の高効率化・低炭素化> 原子力、再生可能エネルギーの利用拡大、高効率火力発電、電力貯蔵等
 - <高効率機器の開発・普及> ヒートポンプ、電気自動車、蓄熱空調等
- 電力需給両面において、官民一体となって実効ある対策を長期的な視点から着実に講じていくことが重要。

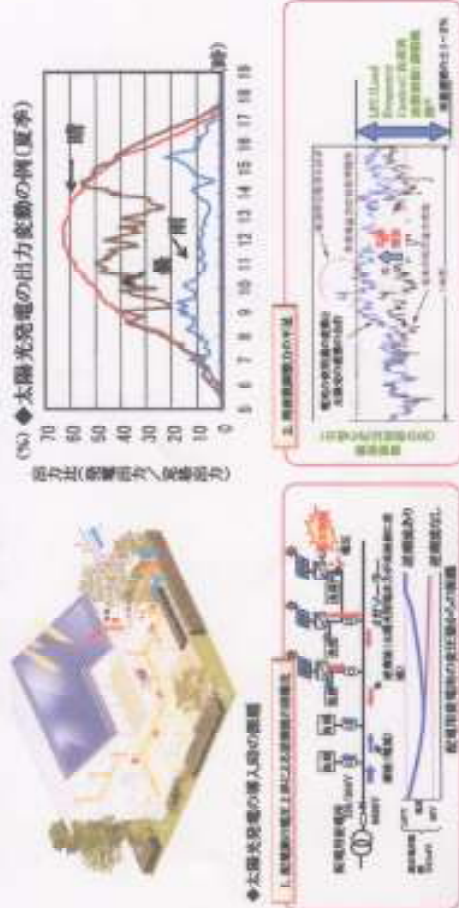


我が国の再生可能エネルギー発電導入目標

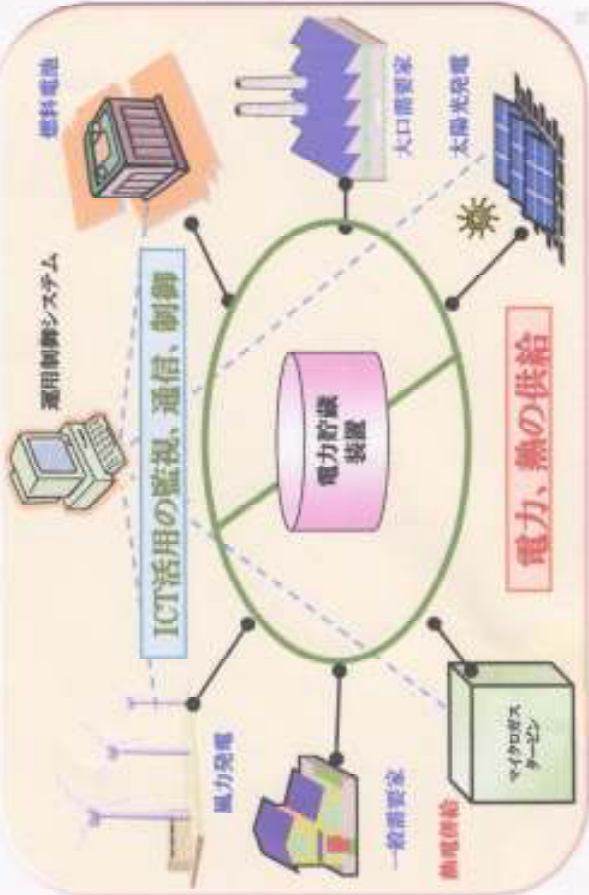


再生可能エネルギー大量導入に伴う系統課題

- 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が生じる
- 電力ネットワークがその高い機能を維持できるような系統安定対策を進めることが重要



自立型 Micro Gridの構造と運用制御



米国グリーンニュー딜政策の目標

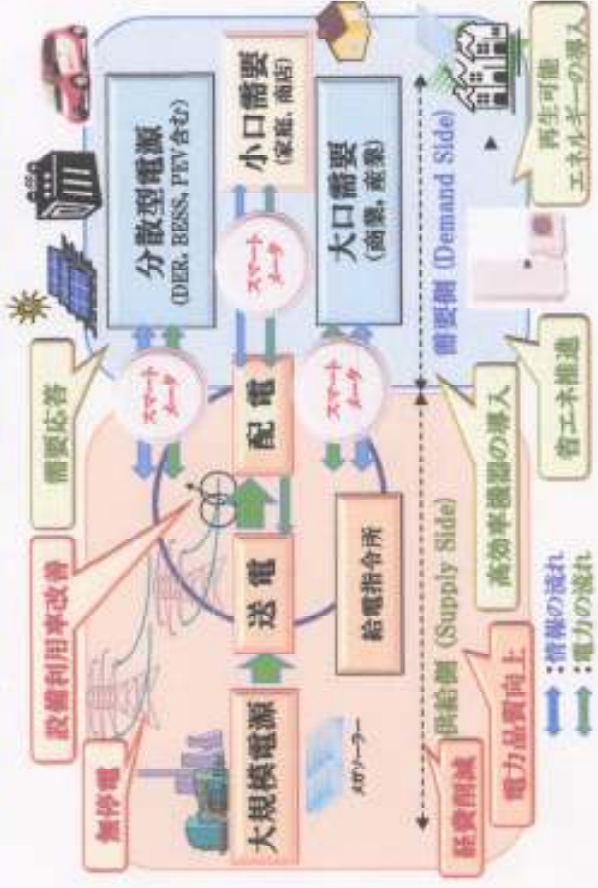


次世代エネルギーシステムとしての スマートグリッドへの期待

次世代電力システム実現のための主要技術



スマートグリッドへの転換と流通構造変化



スマートグリッドのための先端電力計とAMI



AMIからの計測データの活用分野

家電機器、電気自動車、再生可能エネルギー関連のすべての情報がスマートメータに集められ、スマートグリッド(メータデータウェアハウス)へ送信される



次世代電力供給システムの実施主体と特徴

名称	実施主体	概要および技術的特長
Modern Grid	米國DOE, NETL	AMI, 送配電運用高度化, 設備保全高度化など(将来グリッドの全般的考え方を提示)
GridWise	GridWise	ICT活用による自己回復性, 顧客ニーズの迅速な対応, 耐攻撃性, ニーズに応じた電力品質提供, 多様な電源取捨, アセット最適化等の実現(分散型電源や配電・需要家関連中心)
IntelliGrid	IntelliGrid Consortium (EPRI)	送配電運用, 顧客サービス, 市場, 電網に対する通信・分散計算基盤, 高度シミュレーション技術, 消費者ポータル機能, 監視技術等の開発(ICT基盤主体)
PIER: Public Interest Energy Research	CEC: California Energy Commission	配電自動化, 次世代配電設備, AMI-DR-DERなど幅広く対象(DR用エアコン制御などに特化), 送電データ収集自動化, 変電所自動化
SmartGrids	EC (欧州委員会)	電力系統の柔軟性, 利用者アクセス性, 信頼性, 経済性を確保するためのオープンシステムや需要家インタフェース技術などの開発(再生可能エネルギーの導入に注力)
Power IT	韓国電力, エーカ, 大学, 研究機関	給電運用や送電監視の高度化, 変電所・配電線のインテリジェント化, 送電計画精度強化, 高度LOCの運用
TIPS	電力中央研究所	需要・供給両側での一体的制御技術, DRの評価, 上位系統の対応能力評価, 情報通信プラットフォーム, 次世代電力機器

スマートグリッド構築への諸外国の取り組み

スマートグリッド構築への諸外国の取り組み

主要先進国では、スマートグリッドの整備及び国際展開に政府が中心的に関与

米国の動向

- 再生可能エネルギー導入目標(2025年)は、**電力消費の25%**
- スマートグリッド予算
 - * 45億ドル(約4千億円)
- スマートメーター設置と各種実証等
- NIST(米国標準技術局)を中心に関連機器等の国際標準化を推進
 - * 1.5千万ドル(約13億円)

ドイツの動向

< DESERTEC計画 >

- 再生可能エネルギー導入目標(2020年)は、**最終エネルギー消費の15%**
- 北アフリカの砂漠での風力・太陽熱発電を欧州や中東に送電する巨大プロジェクト
 - * 2050年に30電力需要15%獲得が目標
 - * プロジェクト総額: 4000億ユーロ
 - * ドイツ系企業12社が参画 (ABB, Siemens, トイツ銀行等)



韓国の動向

- グリーン成長国家戦略を策定し、スマートグリッドを重点分野に位置付け
 - * 世界市場シェア3分の1が目標
- 海外展開を目指したモデルプロジェクト
 - * 济州島, 370億ウォン(約30億円)
- 韓国スマートグリッド協会の立上げ
 - * LS産電, 韓国電力, LG化学, KT 等

欧州におけるスマートグリッド導入方向

欧州(EU全体)でのスマートグリッド推進の背景

- EU全体としての電力供給品質の向上
- 複雑な電力供給運用における離な需要応答(Demand Response)の必要性増大
- 電送対策の必要性増大
- 多様な形態の分散電源と既存の集中発電が共存する環境促進
- 電力自由化による事業形態の多様化と新規ビジネス
- 設備更新時期の到来(高経年化設備の更新)

国名	経 過 案
ドイツ	<ul style="list-style-type: none"> 政府が、実証プロジェクトを立ち上げ マンハイム市等が、供給に合わせて需要を自動制御、余剰電力をプールやスケートリンク等に投入し吸収する仕組みを検討
フランス	<ul style="list-style-type: none"> EDFが、電気自動車への路上充電インフラとしてSC設備を検討中
マルタ共和国	<ul style="list-style-type: none"> EUとコンサル契約し、2013年までに全土でSCの導入を総額25万ドルにSM(電気と水素)を導入、遠隔監視・使用量管理が可能
イタリア	<ul style="list-style-type: none"> ENELが、2001年よりSCの設置開始、2005年末まで2700万台を設置済
オランダ	<ul style="list-style-type: none"> アムステルダム市が、2025年に100%比40%のCO2削減を目標としてSCを導入計画を推進
スウェーデン	<ul style="list-style-type: none"> 2009年7月より月単位のピーク需要を電力会社が義務付け

EU Smart Grids: Building the Smart European Electricity System

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」開発に向けた協力に合意(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

世界のスマートグリッドの開発動向

- EU27を以て中心とした新興国の経済成長を背景に、電力、水道、鉄道、道路といったインフラ 需要が旺盛
- 都市圏端とセクタの両方とも多い
- 海外では、スマートグリッドや関連するインフラ整備を含めたプロジェクトが多数進行中
- 米州では、国内実証とともに海外展開を積極的に行進

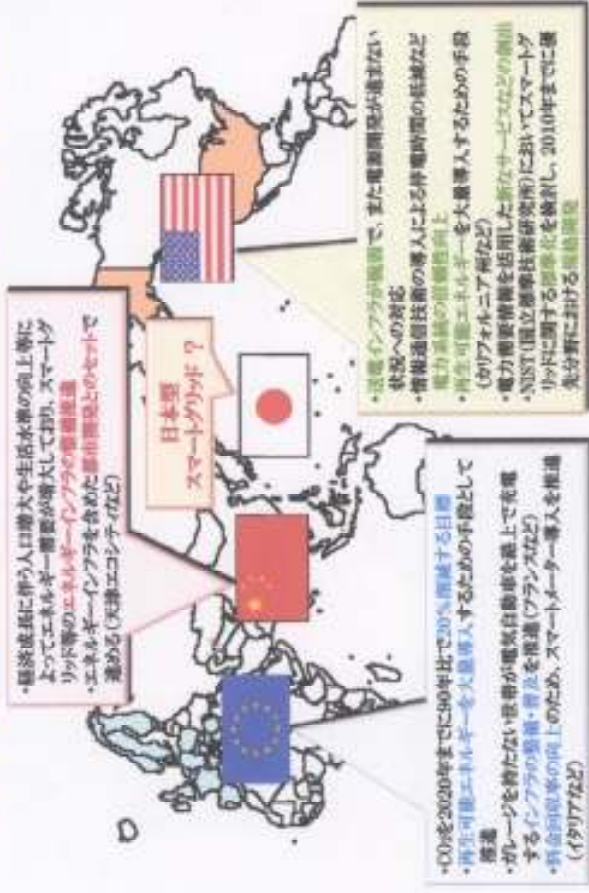


多くのスマートグリッドプロジェクトに米企業が参加

米企業は、スマートグリッドの導入に、スマートグリッドの導入を推進する役割を担っている

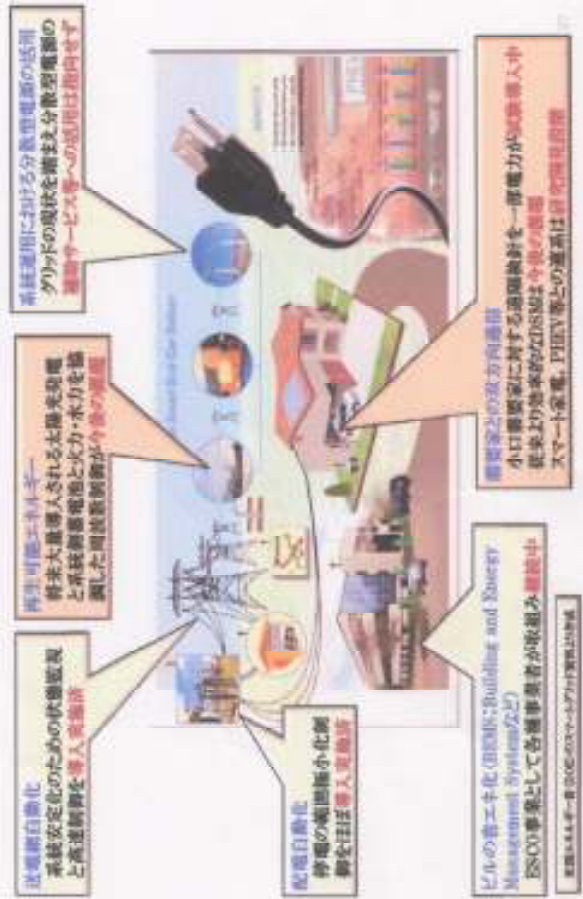
スマートグリッドの導入を推進する役割を担っている

主要地域のスマートグリッドを取り巻く状況



我が国のスマートグリッドの実証動向と開発方向

日本のスマートグリッド構成技術に関する実施状況と導入課題



スマートグリッドにおける需要応答および分散型電源の役割

- ① 電力の信頼性の向上と質の向上
- ② 安全性とサイバー・セキュリティ
- ③ エネルギーの効率性の向上
- ④ 環境と保全面での対応
- ⑤ 直接的経済利益



神奈川県横浜市での大都市・大規模実証型

事業概要・規模

- みなとみらい地区、港北ニュータウン、金沢地区の3地区で実証
- 実証規模は、TMVの太陽光、4,000世帯にスマートハウス、2,000台のEVを普及、累計で27MWの再生可能エネルギー導入を目指す
- BEMS/HEMSによる家庭の制御やデマンドレスポンスを実施、エリア間の統合EMSでマネージ（横浜市全体）
- CO2削減目標：2025年までに04年比▲30%
- 5年間総事業費は195億円（740億円との報道）

実証事業の特徴

- APECの開催地みなとみらい地区で、住宅展示場で次世代スマートハウスを展示、世界へ発信
- 3つの特性を踏まえ、広く市民参加を募りながら大規模なデマンドレスポンスとエネルギーマネジメントを実施
- みなとみらい地区：高層ビル、高層マンション
- 港北ニュータウン地区：中層階ビル/戸建住宅
- 金沢地区：大規模な集合団地、3か所ソーラー
- 新築だけでなく、ニュータウンなど既存住宅の住民を大規模に取り込んだ実証を実施
- 参加企業がSPC（特選目的会社）を組成し、複核的な都市の発展と海外都市への展開を予定

スマートグリッドの技術実証と国際展開

○ 海外のスマートエネルギープロジェクトの動きは国内以上に急速に進展。一方、供給信頼性の高い日本の電力技術に対する期待も高く、電力供給システムをはじめとした日本のエネルギー関連技術に対するマーケットポテンシャルは高い。

○ 国内プロジェクトを通じて世界に通用する技術を開発し、日本のクオリティの高い電力供給システムを海外に展開するため、先進国やエネルギー供給の潜在ニーズの高い地域から順次実証、実証結果を「実証」に、海外案件獲得につなげる。

○ これにより、世界のCO2削減に貢献しつつ、日本の新産業創出が可能に。

日本 - 東（ニュー・メキシコ州）
米国防立研究所とNRELによる「ハイベル」技術実証を州内各所で実施中（日本は最高レベルに参画）、実証、実証ラウンドテーブルが地元産業界に参画（事業計画は約10年）

日本（沖縄） - 東（ハワイ州）
2009年11月の日米首脳会談に際して、日本がグリーンエネルギー技術協力に際して、カヌエラス州と提携を合意。協定におけるスマートグリッドとして世界に先駆。2010年11月日米日米首脳会談で、APAC協定プロジェクトとして世界に展開

日本 - 東（インド）
2009年12月山形市と協定されたグループ（ハイベル）によるスマートグリッドの実証化。2011年以降、関係企業のコンソーシアムを形成。グループはハイベルとNRELのプロジェクトを推進。2010年4月には、日本企業コンソーシアムと、グループ（ハイベル）が共同で、PFC協定に基づいて、スマートグリッドを推進するプロジェクトとして世界に展開

NM州における日米技術実証プロジェクト

アリカ・ニューメキシコ州5箇所、異なる属性の実証を実施。NED0が中心となり、ロスアラモス郡を領外系統、アルバカーキ市を都市系統として実証を実施

実証サイト	実証概要
<i>Los Alamos</i>	<ul style="list-style-type: none"> ● 2MW級の太陽光発電、定置型蓄電池1MW ● 家庭100軒程度に太陽光3kW、蓄電池3kWを設置。 ● 実証配電系統を4系統使用し、配電系統を切り替えることでPV導入率の割合を上げた、スマート実証研究実施 ● リアルタイムモニタリング、負荷制御が可能。 ● 配電線単位での自立運転も可能
<i>Albuquerque</i>	<ul style="list-style-type: none"> ● PV500kW、蓄電池2MWhを設置。 ● 一般住宅にPV設置予定 ● NED0商業ビル設置予定
<i>Taos</i>	<ul style="list-style-type: none"> ● 最終的にPV10MW程度を導入予定 ● スマートメーター75%（1,000軒）設置済み ● JTRリアルタイムモニタリング、負荷制御が可能
<i>Roosevelt</i>	<ul style="list-style-type: none"> ● ウィンドファーム（30MW程度）とバイオガス発電を中心にした送電線 ● レベルでの安定供給実証試験
<i>Las Cruces</i>	<ul style="list-style-type: none"> ● ニューメキシコ州立大学内スマートグリッド実証

沖縄・ハワイにおけるエネルギー協力

協力の背景

2009年11月の日米首脳会談時に合意した日米グリーン・エネルギー技術協力において、沖縄、ハワイが協定共有を含めた協力を協議するカヌエラス州と提携することに合意。

協力の意義

沖縄、ハワイは、地理的条件（離島）、気候条件（亜熱帯～熱帯）、エネルギー構造（高い化石燃料依存）、再生可能エネルギーへの積極的な取組等、多くの類似性を有する。

→ 環境の類似した両地域でベストプラクティス共有を始めとした協力を行うことで、両地域のエネルギー問題を克服

→ 離島における再生可能エネルギー導入・普及促進モデルとしての世界へ向けたいノベーション

→ 日米間の協力の基盤としての沖縄～ハワイ協力

協力の方向性

- 経済産業省、米国エネルギー省、沖縄県、ハワイ州が中心となり、協力を具現化するタスクフォースを設置
- 日本気象庁やNRELも積極的に関与
- 宮古島とハワイ州で行われているマイクログリッドに於いての協定交流をキックオフとし、再生可能エネルギー分野で協力を進め、離島におけるモデルケースとして世界に向けて発信

今後のスケジュール

2010年7月 スマートグリッド・再生可能エネルギーセンター（宮古島/ルルル）
 2010年11月 APAC2010首脳会合（於：横濱）：日米両首脳間で本プロジェクトの進捗を協議
 2011年11月 APAC2011首脳会合（於：ハワイ）：日米両首脳間で本プロジェクトの進捗を協議

宮古島の発電設備とメガソーラー実証研究設備

宮古島の発電設備構成



宮古島メガソーラー実証研究の目的と構成設備

～ 離島地産地消型マイクログリッドの実証事業 ～

宮古島メガソーラー実証研究の設備規模

離島独立系統へ、太陽光発電設備を大量導入した場合の実系統へ与える影響の把握および系統安定化対策についての実証研究

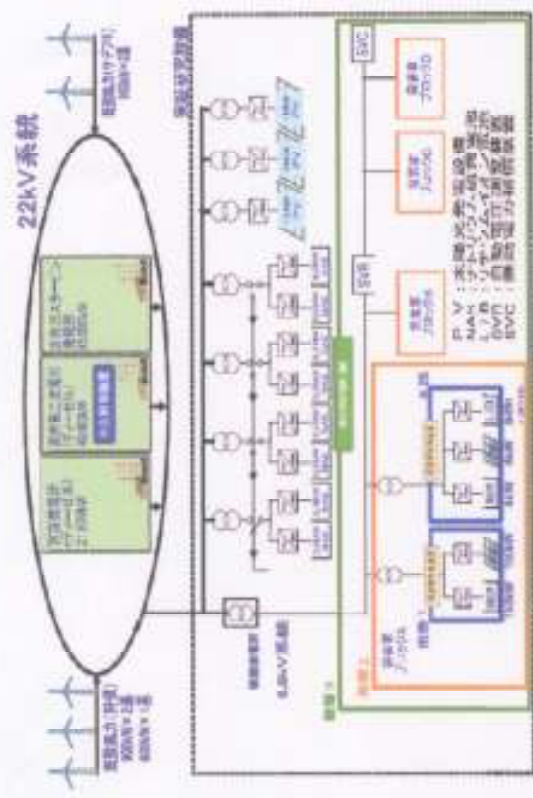


相対電力系統に太陽光発電や蓄電池を設置し、蓄電池の充放電により、太陽光発電の不安定成分を吸収することで電力系統への影響を軽減する運用方法を検証

宮古島メガソーラー実証研究設備の設置状況



宮古島メガソーラ実証研究設備の系統構成



宮古島メガソーラ実証研究の検証事項

宮古島の系統需要は最大で約 50,000kW であり、今回の**太陽光発電設備 (4,000kW)**を系統連系した際の系統安定化対策として、**ナトリウム硫黄電池 (NAS 電池)**等による系統安定化装置を設置し、以下の項目についての実証試験を行う。

- 1) 太陽光発電の急峻な出力変動を平滑化するための**制御機能を検証**
- 2) 既存電源の周波数制御に加え、太陽光発電と蓄電池との組合せによる**周波数調整機能 (周波数制御を積極的に支援する手法)**を検証
- 3) **太陽光発電の予測手法を検討し、予測された太陽光発電結果及び蓄電池残存電力量から発電計画を作成し、計画に基づいた出力運転の実現**
- 4) 横振の配電線路においては、**横振配電線路に連系されている蓄電池と太陽光発電の最適制御層に関する検証**

スマートハウスでのエネルギーマネジメント

各家庭では、家電にスマートタップを取り付け、電力消費状況をリアルタイムでホームサーバー、メーターに集約、電力会社に送信。系統全体の発電状況や需要状況に応じて、全体として、**エネルギーが余ると、電力会社が料金を値下げしてスマートメーターに表示。料金が安くなるにつれて、プログラムされた順位に基づき待機中の家電が自動的に稼働。EV、蓄電池に充電**
エネルギーが不足すると、電力会社が料金を値上げしてスマートメーターに表示。料金が高くなるにつれてプログラムされた順位に基づき、不要不急の家電から順番に自動的に稼働が停止



地産地消エネルギー供給のための クラスタ拡張型スマートグリッド

地域間でのエネルギーマネジメントの効用

○家庭単位のエネルギーマネジメントよりも複数間、さらには地域でのエネルギーマネジメントを考える方が効率的。
 ○再生可能エネルギーを積極的に発電した方が効率が良い晴天日に、外出している家庭は、蓄電してもエネルギーが余る。そのときに在宅している家庭が消費すれば合理的。
 ○家庭や地域ごとでなく、一定の広帯域に置くことができ、コスト安。
 ○家庭や地域間の需要が多く、ビルは昼の需要が多い、これらを組み合わせると、エネルギーをより効率的に利用することが可能。



CO₂排出削減及び省エネルギーのための拡張型スマートグリッドの提案

エネルギー消費サイゼ

設備の高効率・高機能化
 燃料電池、二次電池、直流電化設備、HEMS

×

エネルギー供給サイゼ

自然エネルギーの有効活用
 太陽光発電、風力発電、バイオマス、太陽熱、地中熱

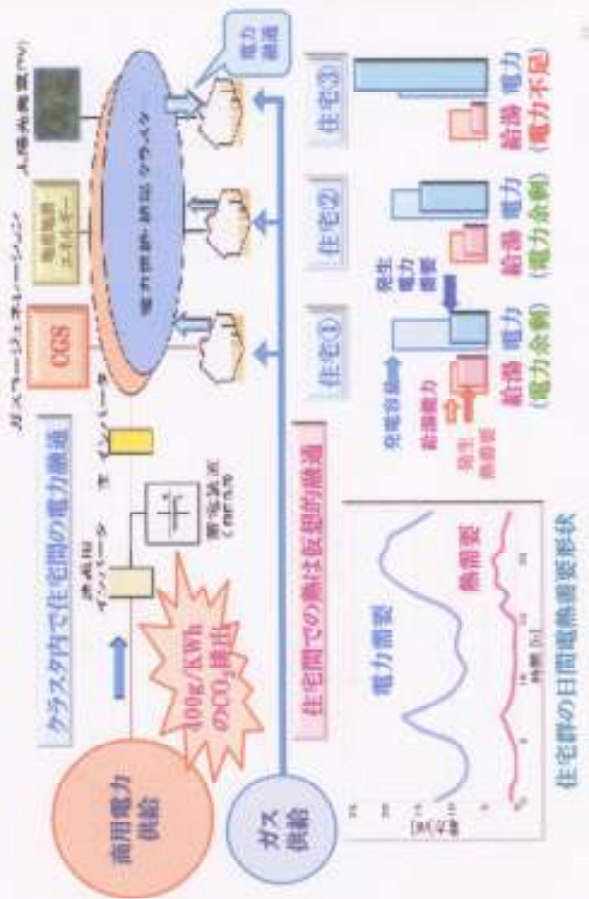


研究開発の目標と特徴

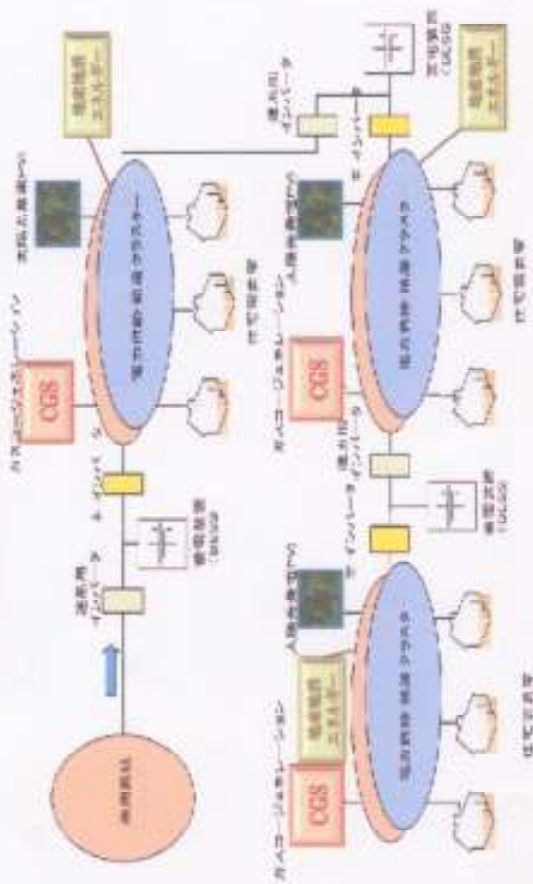
- クラスター拡張型エネルギーシステムの提案と実証試験
 - 適正規模の供給ネットワーク(クラスターと呼ぶ)の設置
 - 電力需要の増大に応じて随時クラスターを増設
 - 相互を連系し統合型ネットワークを構築
- クラスター拡張型エネルギーシステムの特徴
 - 再生可能エネルギーの有効利用
 - 地域への交流/直流電力供給
 - 熱及び電力貯蔵設備の有効活用
 - 電動車両への急速充電
- 社会システムとしての役割(電力系統に全面依存しない)
 - 発展してゆく地域での新たな地産地消型エネルギー-社会インフラストラクチャー
 - 電力供給ネットワークが完備されていない離島や僻地向け
 - 未電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規模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社会システム改革を実現

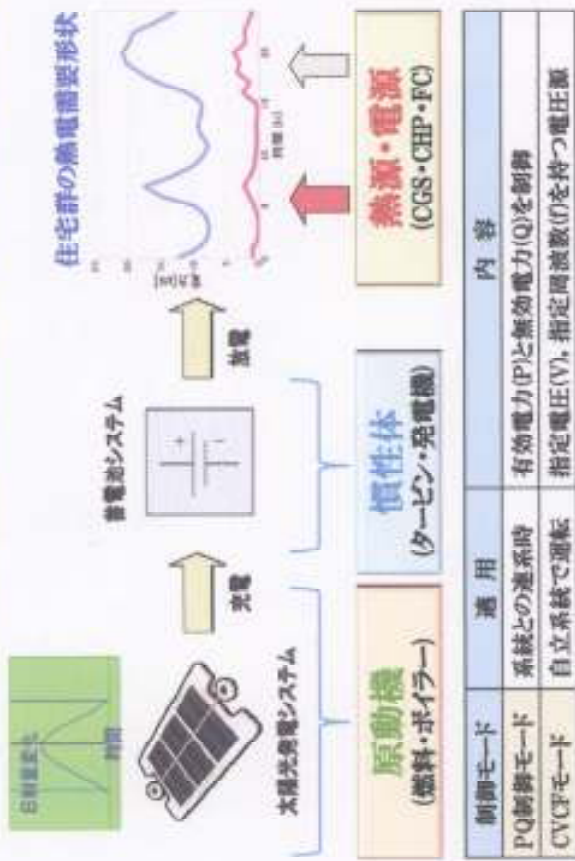
クラスター内での電力需給の平準化機能



クラスタ拡張型スマートグリッドによる 住宅区間エネルギー連携



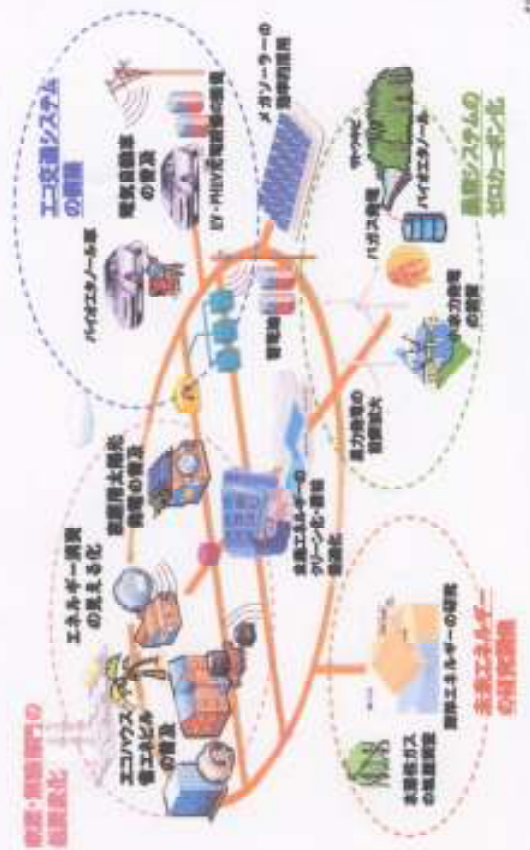
クラスタ内の電力貯蔵装置の役割と制御方式



クラスタ拡張型スマートグリッドのミニマル・クラスタ



高機能低炭素社会システムへの取り組み



従来電力供給システムと クラスター拡張型ネットワークの特徴比較

項目	現行の電力系統	マイクログリッド/スマートグリッド	クラスター拡張型ネットワーク
電源	大規模火力、水力、原子力	小型GE、PV、風力などであるが 調整可能な電源が主体	小型PV、風力、小水力などの 再生可能エネルギーが主体
貯蔵装置	揚水発電	バッテリー等の貯蔵装置が不可欠	
運用	他電力系統と電力融通のための連系	統括運用は制御電圧との協調制御	供給役割は、貯蔵装置が主役 各種電源は最大電力運用
電力融通	電力会社間	電力系統と蓄電池系、一時独立運用	通常は自律運用 クラスター相互連系容易
給電方式	電力会社間	マイクログリッド間の電力融通なし	電力ローグによる クラスター間の電力融通
規模	大	交流	交直 小
拡張性	長期電源送配電計画	中	短期計画でスタートアップ 大
用途	大規模社会インフラ	高信頼度次世代配電網への期待 (双方向通信、需要応答、資産管理)	都市部の家/商業施設への展開 離島および無電化地域への導入 災害対策及び地産地消

地域エネルギーマネジメントから広域系統へ

- 近隣に大規模集中電源の少ない需要密集地では、その地域内で発電する方が流通設備などの電力系統への負担抑制が可能
- 分散型電源が存在する地域には、地域内で需要創出と蓄電が効果的
- 地域ごとの状況に応じて、地域サイトが発電、電力消費、蓄電を柔軟に行うことで、系統と地域が相互補完すれば、社会全体のコストの低減が可能



震災前後の東京電力の発電設備

- 震災で停止した火力発電所(8発電所)
 - 鹿島(400万KW) → 3月中の復旧見通し
 - 広野(380万KW) → 復旧に時間がかかる
 - 常陸那珂(100万KW) → 復旧に時間がかかる
- 定期点検・保守作業中の火力発電機再起動
 - 富津1(3)号、2(7)号、大井1-2号、東扇島1号
- 原子力発電所稼働状況

震災前		震災後	
MW	稼働中	MW	稼働中
1	440	1	1100
2	744	2	1100
3	744	3	1100
4	744	4	1100
5	744	5	1100
6	1100	6	1356
7	1100	7	1356

稼働している発電機の2月の稼働率はすべて100%であった。

震災前後の東京電力の発電設備

- 東電内の火力機を、順次復旧させ再起動
- 休止していたコスト高の老朽電源も起動
- 新規参入事業者(PPS)や自家発電の事業者の電源からの応援
- 中部電力や電源開発の一部電源を50Hzで運転して、直接東へ送電



それでも、夏季ピーク6,000万KWに足りず、また、東北電力も徐々に需要回復→電力不足

関西60Hz系統には余剰電力があるのだが...

57

貯蔵装置によるピーク需要対応の可能性

- 電力貯蔵用電池で最も広く使われているのは **NAS電池**だが
 - 東電管内だけで → 100箇所 19万KWのみ
 - 8時間充電し7時間しか放電できない
- 電池の容量では全く足りない
 - コストも高い → 25万円/kWh
- 水力発電所の一種である**揚水発電所**
 - 夜間に水をあげ、昼間に落として発電 …電池と同じ
 - 8時間充電し7時間しか放電できない
 - 葛野川と神流川は設備増可能
 - 将来の増設をすれば葛野川で 160万KW, 神流川で 280万KWまで 増強可能

57

系統連系と融通可能容量



58

貯蔵装置によるピーク需要対応の可能性

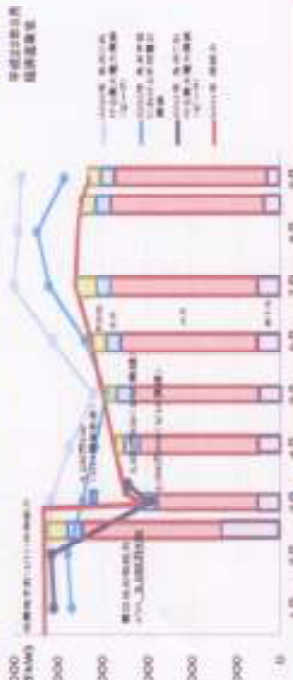
- 電池容量が小さく効果が少ない
- 電池と同機能の揚水発電所は増設可能
- 電池や揚水発電所ができるのはピークシフト
 - 使う時間をずらすことだけできる
 - エネルギーを生み出すことはない(充電のみ)



- 現時点では 電池では容量不足
- 揚水発電所の容量アップも2年はかかる
- 発電量(kWh)の絶対量不足には無力

58

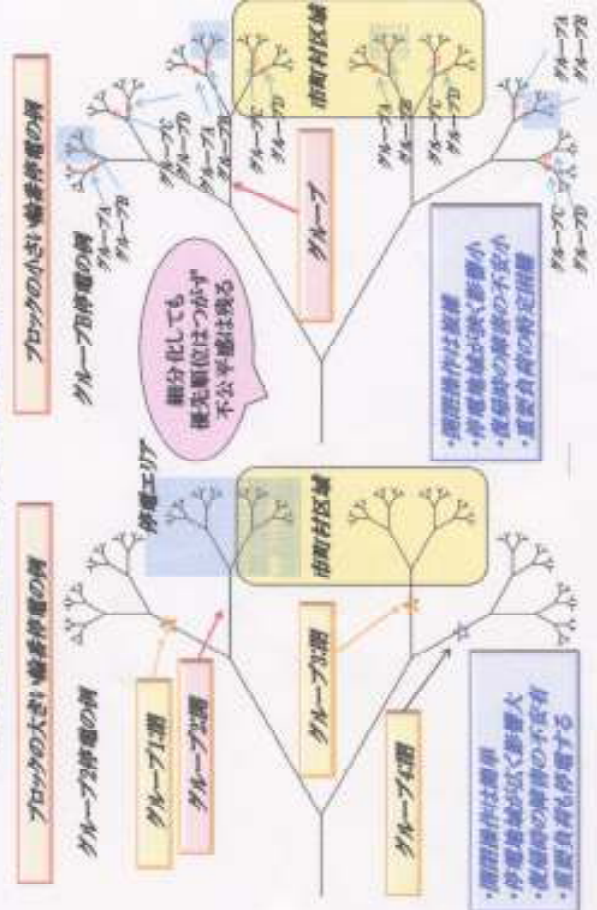
東京電力の本年夏の需給ギャップ見直し



＜夏季の需給ギャップの見直し＞
 ○ 夏季のピーク時需給は、東京電力の供給能力より不足が見込まれる。不足分は、電力会社間の融通、電力会社間の融通、電力会社間の融通により対応する。不足分は、電力会社間の融通、電力会社間の融通、電力会社間の融通により対応する。
 ○ 夏季の需給ギャップは、夏季のピーク時需給と供給能力との差である。夏季の需給ギャップは、夏季のピーク時需給と供給能力との差である。夏季の需給ギャップは、夏季のピーク時需給と供給能力との差である。
 ○ 夏季の需給ギャップは、夏季のピーク時需給と供給能力との差である。夏季の需給ギャップは、夏季のピーク時需給と供給能力との差である。夏季の需給ギャップは、夏季のピーク時需給と供給能力との差である。

＜夏季の需給ギャップの見直し＞
 ○ 夏季のピーク時需給は、東京電力の供給能力より不足が見込まれる。不足分は、電力会社間の融通、電力会社間の融通、電力会社間の融通により対応する。不足分は、電力会社間の融通、電力会社間の融通、電力会社間の融通により対応する。
 ○ 夏季の需給ギャップは、夏季のピーク時需給と供給能力との差である。夏季の需給ギャップは、夏季のピーク時需給と供給能力との差である。夏季の需給ギャップは、夏季のピーク時需給と供給能力との差である。
 ○ 夏季の需給ギャップは、夏季のピーク時需給と供給能力との差である。夏季の需給ギャップは、夏季のピーク時需給と供給能力との差である。夏季の需給ギャップは、夏季のピーク時需給と供給能力との差である。

需要家側での受電優先順位付け



輪番停電の実施と混乱



- ・戦後混乱期を除く初めての経験
- ・需要予測が困難のため事前に広報できない
 - 非常時であり過去の事例がなく、予測が難しい
 - インフラと民間需要に複雑な相関がある
- ・グループ分けが複雑で、わかりにくい
 - 重要負荷の特定が難しく、結果的に23区内を回避
 - 郊外の停電が多く不公平感がある
 - 地域を細分化しての停電で操作も複雑
- ・停電を想定していない電子機器が多い
 - これまで停電頻度が少ないため、問題視されなかった
 - 家電品などはコスト削減のため、停電に非対応

計画停電をはやく終息させる対策

- ・静岡・山梨の一部需要を60Hzで供給
 - ↑ 超高压送電線の建設、変圧器、調相装置及び保護装置の調整が必要
- ・周波数変換所の増強
 - ↑ 30万kWで400-700億円(13-24万円/kW)程度
 - ↑ 100万kWなら2,000億円、周辺設備を入れると1兆円もかかる。
- ・建設の早いガスタービン発電所を新設・増設
 - ↑ 30万kWで300億円(9~10万円/kW)程度、国が費用を出してくれるなら、実効可で即効性あり

供給信頼度に対する従来の対応

- 世界的にもN-1(最大容量設備1機の事故)尺度が主流
 - 最大容量の、電源、送電路、変電機器が1つ停止しても安定供給できることが条件
 - 複合事故の確率は低く、その時はあきらめる
 - N-2(複数設備の事故)などにするとコストが膨大になる
- 軽微な停電解消への対策は万全
 - 配電自動化、安定化装置、瞬低対策、想定事故評価
- 震災対策
 - 諸外国の例では送配電設備の損壊は大きい(チリ、ロシア、ジェルス)
 - 確保されていた例が多い(チリ、ロシア、ジェルス)
 - 国内の送配電設備は厳しい耐震設計をクリア
 - 今回の震災においても基幹送電系統は健全
 - 大規模電源喪失は想定していなかった
 - 津波による電源設備損壊は想定していなかった

55

電力供給の自立性とResiliencyの向上

- 複合事故の確率は低く、事故時の需給均衡最優先から脱却
- 大きな自然災害を想定すると、緊急用の地産地消
- 太陽光など自然エネルギーを使う分散型電源活用



57

震災後の復旧構想と有効技術

- 大規模電源喪失を想定すべき
 - 軽微な事故対応でなく、大災害に強い電力網
 - 輪番停電の問題
 - 優先順位をつけた停電ができない
 - 大きな地域を停電させると、地域全体がマヒ
 - 地域を細分化すると、開閉操作と周知が複雑
 - 23区内の都市機能を守ろうとすると不公平感がでる
 - 地域復興対策
 - 更地と化した地域への配電網の新設
 - 新たな都市計画の機会とすべき
 - 防災都市の電力供給をめざす
- ↑
- 最新の配電網建設技術を活用し、雇用創生する
 - スマートグリッドを具体的に展開する

56

スマートグリッドを活用した復興策

- 電力供給の自立性とResiliency(回復力)の向上
 - 大規模災害時の大規模電源喪失を想定
 - 緊急時は地域で緊急電源確保＝地産地消型
 - 太陽光など自然エネルギー等の分散型電源活用
- 需要側での受電優先順位付ける
 - 品質別供給構想から、緊急時の優先順位供給へ
 - 需要側が優先受電をすれば「輪番停電」は不要
 - 中央からの制御信号や双方向通信の活用
- 大きな被害を受けた配電網の早期再建
 - 地産地消型地域ユニット毎の早い復旧
 - 面的・線的復旧から拠点型復旧へ
 - 震災を教訓にした防災(ライフライン確保)機能の付加

58

需要家側での受電優先順位付け

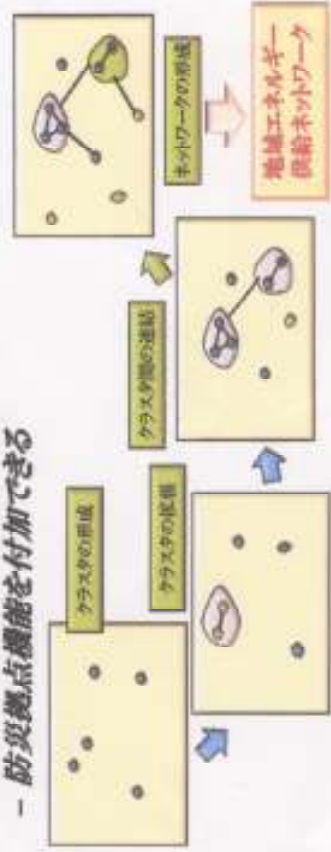
- 品質別供給から、緊急時の優先順位別供給へ
- 需要側が優先受電をすれば「輪番停電」は不要
- 大規模な電源喪失に容易に対応可



- ・各需要家ごとに優先順位を設定
- ・電力会社は緊急時の直接制御信号を配信
- ・優先順に大幅な需要制御が可能

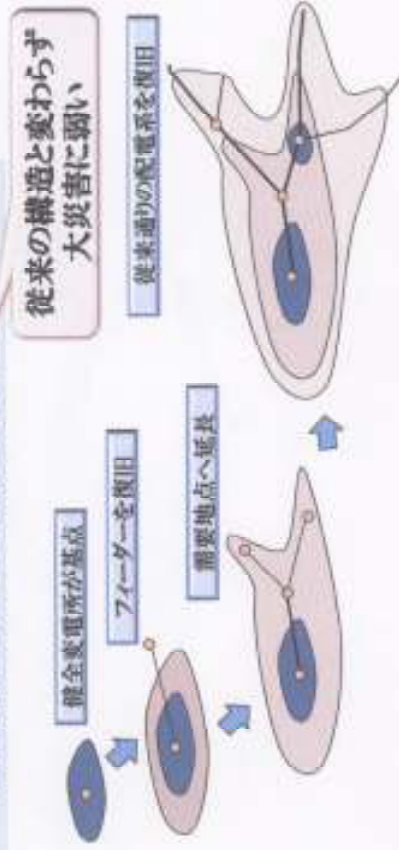
クラスター型スマートグリッドの展開

- ・拠点を点在させて個々に進展できる
- ・ユニット化されれば国内で備品融通ができる
- ・規格化すれば国内で備品融通可能
- ・電源を含めた拡充で、信頼度が高い
- ・拠点を点在させて展開できる
- ・防災拠点機能を付加できる



従来型配電系統への復旧における課題

- ・広い更地はなく、部分増強が中心の計画
- フィーダーを伸ばしながら進展する
- 配電網だけ増強、展開し電源は持たない
- 電源は配電所からの供給を前提



被災配電網のスマートグリッドによる再建

- ・大規模被災地や新興開発地域の電力網再建
 - 拠点を点在させて展開できるため**即応性**が高い
 - クラスタ単位で展開するため必要に応じて**拡張が可能**
- ・地産地消の独立性の高い供給
 - 緊急電源は市町村が、自前で**自律的**に確保する
 - **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、**電源確保**が重要
- ・再生可能及び分散エネルギーを有効に活用する
 - 太陽光発電で**必要最小限の電源は確保**
 - 拠点によっては**風力発電の設置**(PVの停電時の問題が顕在化)
 - 建設が容易な**ガスエンジンの分散配置**(バックアップ用)
- ・新しいクラスター単位の増設の普及
 - 10電力会社共通規格に標準化→**国際標準**に

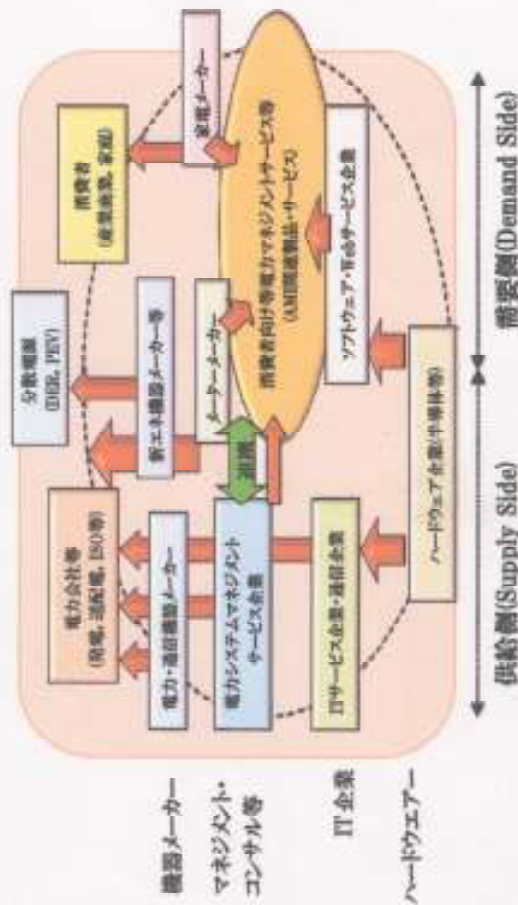
米国のSG/AMI/DR対応サービス企業

- スマートグリッド市場には、GE などの電力機器メーカーに加え、IBM、Accenture などのIT サービス系の企業が参入、2009年7月8日、GE と Tendril が連携して、需要応答対応の血洗機、温水器、電子レンジ等を販売
- AT&T は、2009年3月16日、Smart Synch と、スマートメーターと電力との間の情報交換を同社のワイヤレスネットワークを活用するとの連携発表
- Cisco は、2009年5月18日、電力から家庭に至るまでのIP ネットワーク支据に係るCisco Smart Grid Solution を発表し、2009年1月にはビル用の電力管理プログラムであるCisco Energy Wise を発表。
- Oracle は、2009年5月19日、電力のエネルギー・マネジメントシステムと消費者によるアクセスシステムをつなぐための各種ソフトウェア製品の発表
- Google は、2009年2月に、スマートメーターの情報を読み取り、表示する Google Power Meter を発表しているが、2009年5月19日に関し、SDG&E を含む電力会社8社と Itron との連携発表
- Microsoft は、2009年6月24日、電力企業から情報を受け、クラウド上で家庭向けのエネルギー消費量等を表示する「Horn」(β版)を発表

資料提供：各社発表資料、各社ウェブサイト、各社プレスリリース、各社IR資料

日本型スマートグリッドと今後の展開

スマートグリッドの関連企業と産業構造



資料提供：各社発表資料、各社ウェブサイト、各社プレスリリース、各社IR資料

エネルギー技術のシステム化と海外展開


我が国は、新エネルギー分野の個別技術では世界トップクラス
今後にはシステム化による海外展開が課題



スマートグリッド技術による新たなマーケットの創出

- エネルギーインフラストラクチャー需要は、海外（特にアジア・中東）で非常に大きい
- アジアは我が国と地理的に近い上に、経済的な結びつきも強く、我が国にとって大きなビジネスチャンスがあるマーケット





ご静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

日本型スマートグリッド構築への期待と課題

