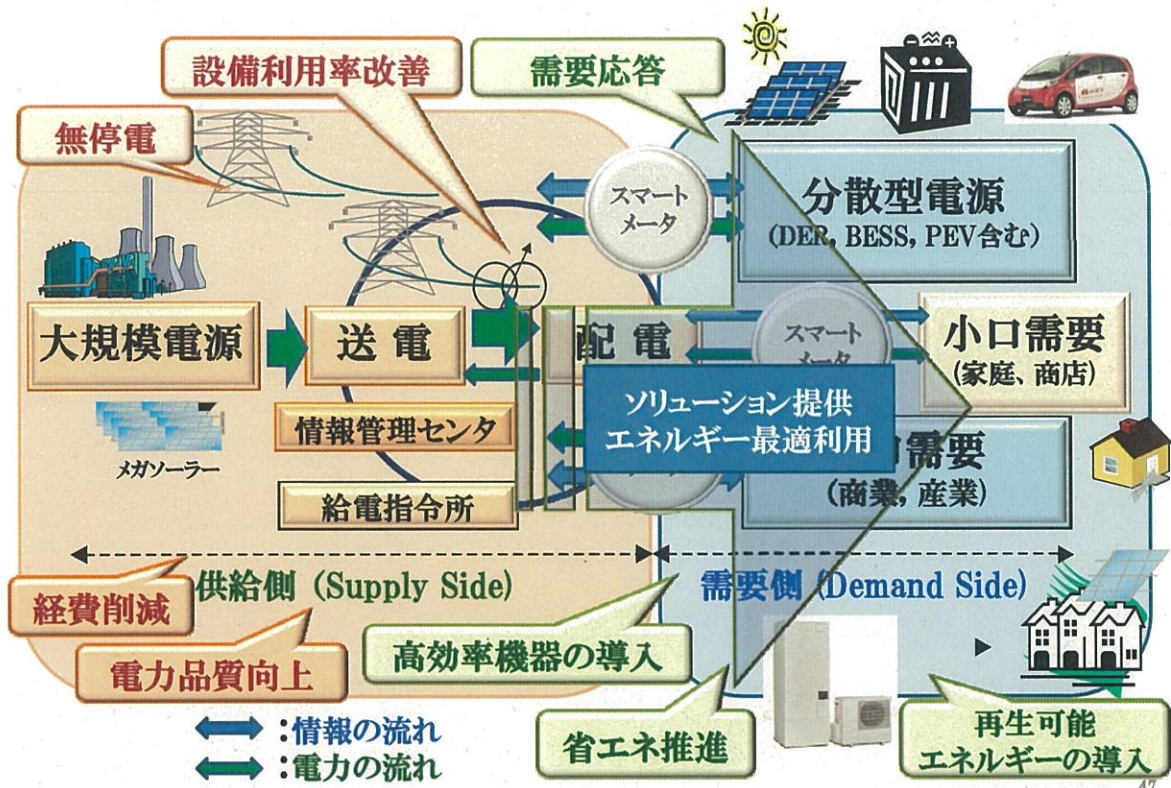


スマートグリッドへがもたらす社会便益

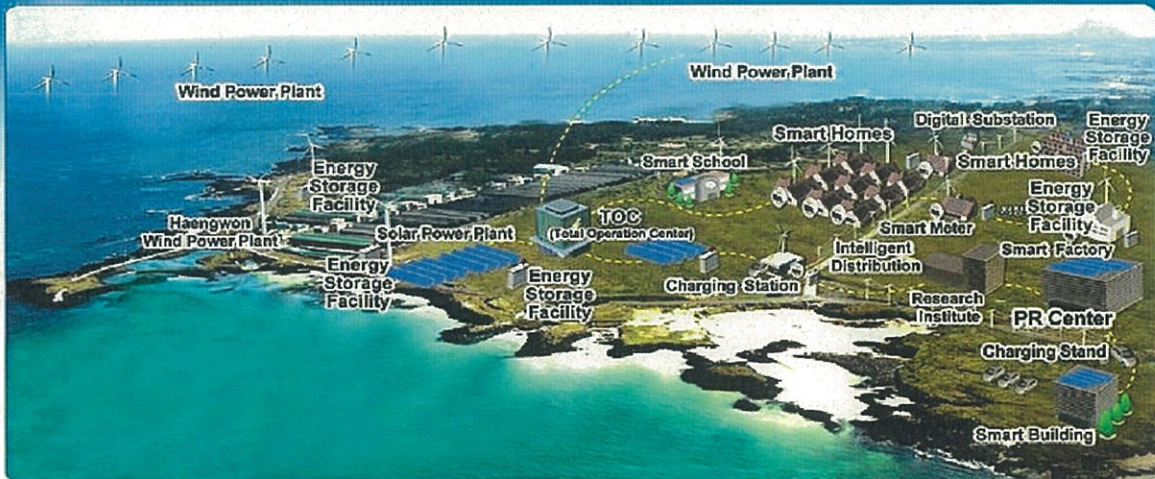


諸外国におけるスマートグリッドの開発動向



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



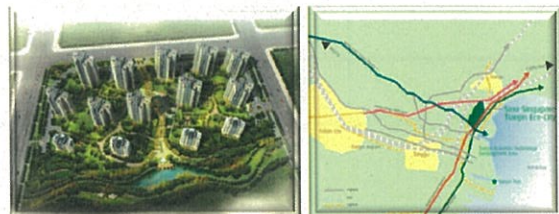
- Features:**
- Integrated test bed
 - Close collaboration between public and private sectors
 - Verification of different power market models
 - Participants: Korea Electric Power Corporation (KEPCO) plus automakers, telecommunications companies and home appliance manufacturers
 - Includes major companies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

出典: Jeju Smart Grid Test Bed by KEPCO2011

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

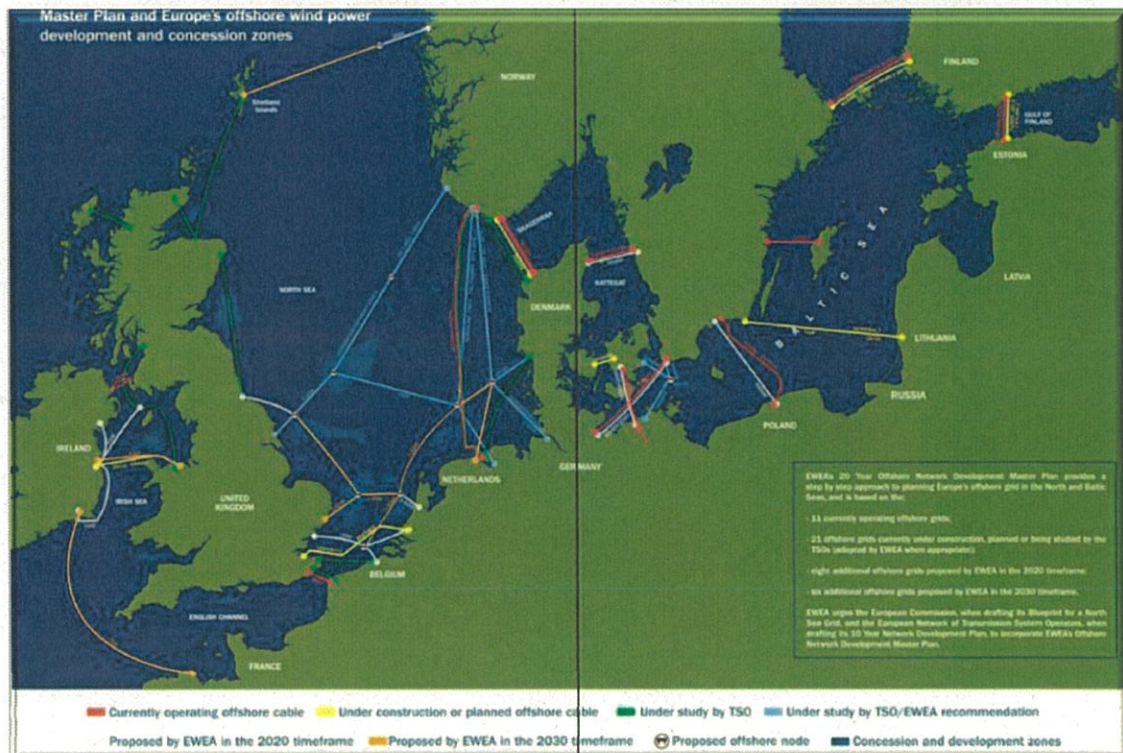


将来的には海外展開も企図

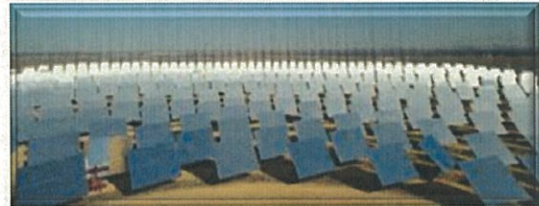
次世代電力供給グリッドの開発方向



EWEAによるスーパーグリッド構想



地中海地域における 再生可能エネルギー分布

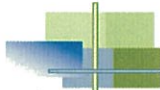


東アジアスーパーグリッド構想

- 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



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



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



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ー]

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

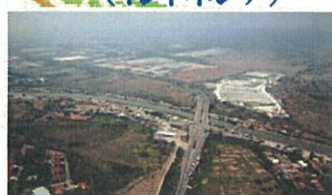
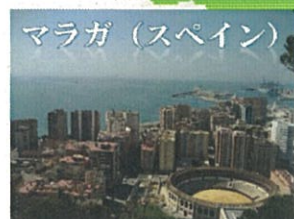
- ✓3地区(クラスター)で2万7千kWの太陽光発電、4,000世帯にスマートハウス、2,000台のEVを普及。熱・未利用エネルギーの利用も検討
- ✓蓄電池による制御、HEMS、BEMS、EVを組み合わせた地域エネルギーマネジメントシステム(6~8,000世帯規模)をバーチャルに技術実証
- ✓3地域のエネルギーマネジメントシステムと大規模システムとの相互補完実証。
- ✓2005年比で2014年までに約6万4千t-CO2(約24%)を削減

NEDOスマコミ実証の海外展開

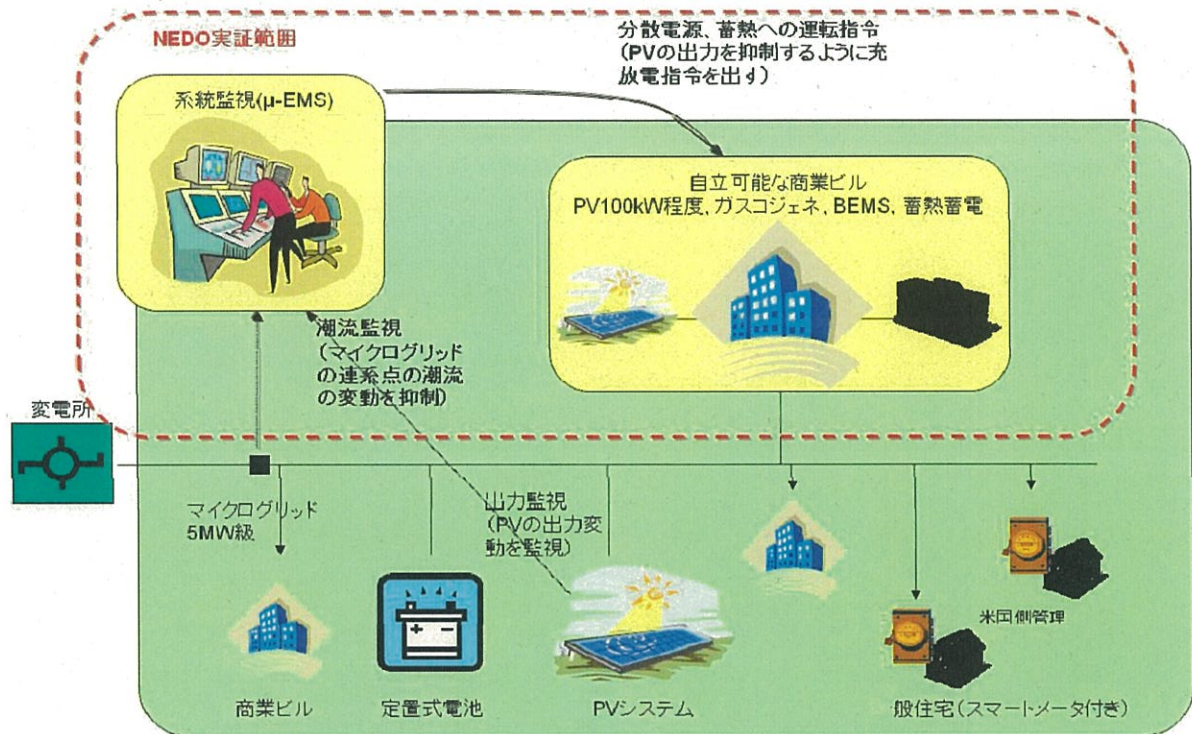
- 相手国と実証事業に関する実施協定書(MOU)を締結
- 現在、6件の実証事業(実証段階:4件、建設段階:2件)を展開



ニューメキシコ州
(米)

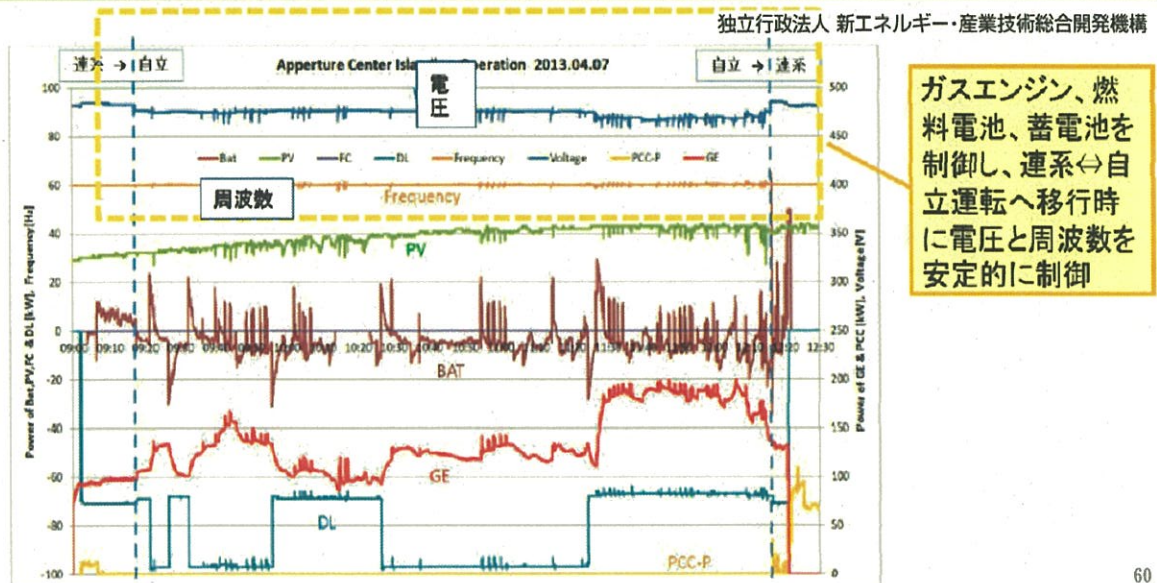


アルバカーキサイトにおける 電熱統合制御と高信頼自立供給の構築



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



災害に強く地域主導型の エネルギー供給インフラストラクチャー

クラスター拡張型スマートグリッドの構築



61

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
- **ポイント付与のディマンドリスポンス**

モデルハウスの構成機器と外観



62

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



FCV2H実証

北九州エコハウス



可搬型インバーターボックス



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

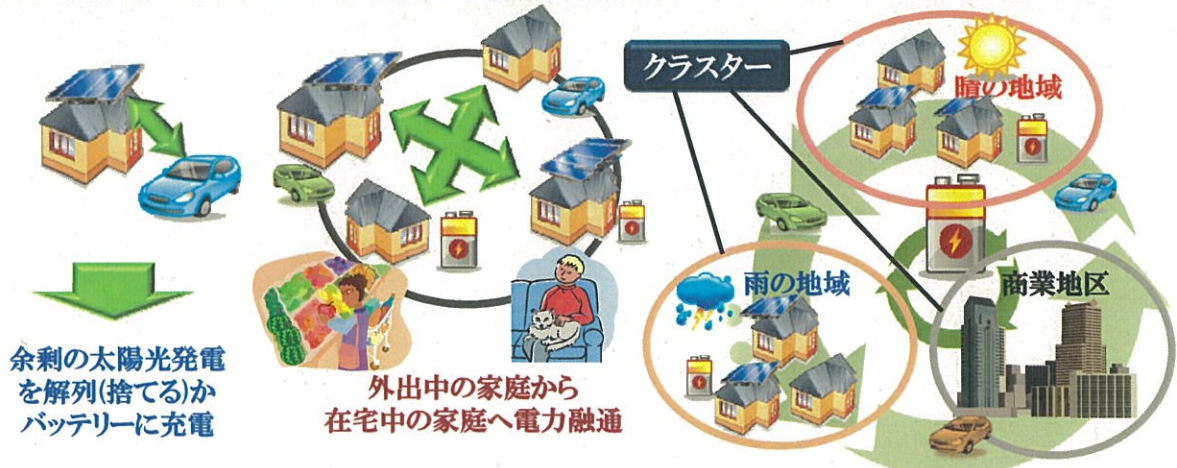
地域間エネルギー融通とクラスターの形成

- 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

家屋単位の消費

地域内での最適化

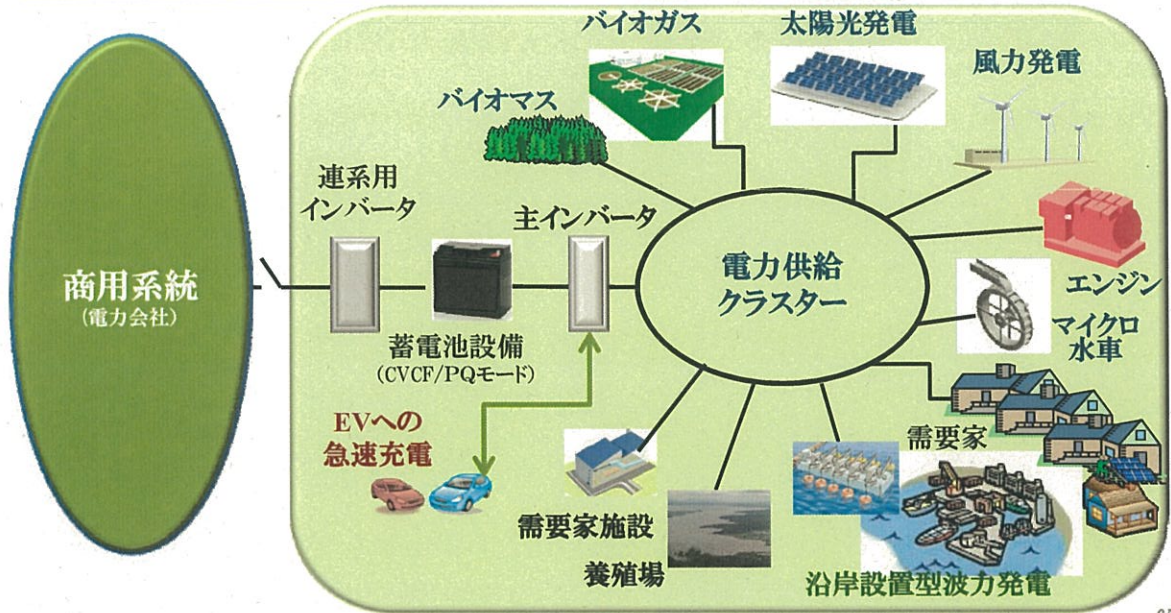
地域間で最適化



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

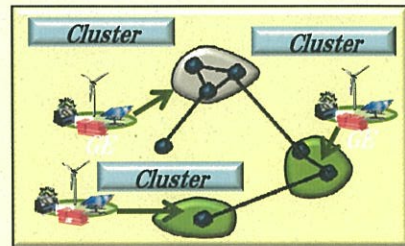


65

研究開発の目標と特徴

目的・特徴

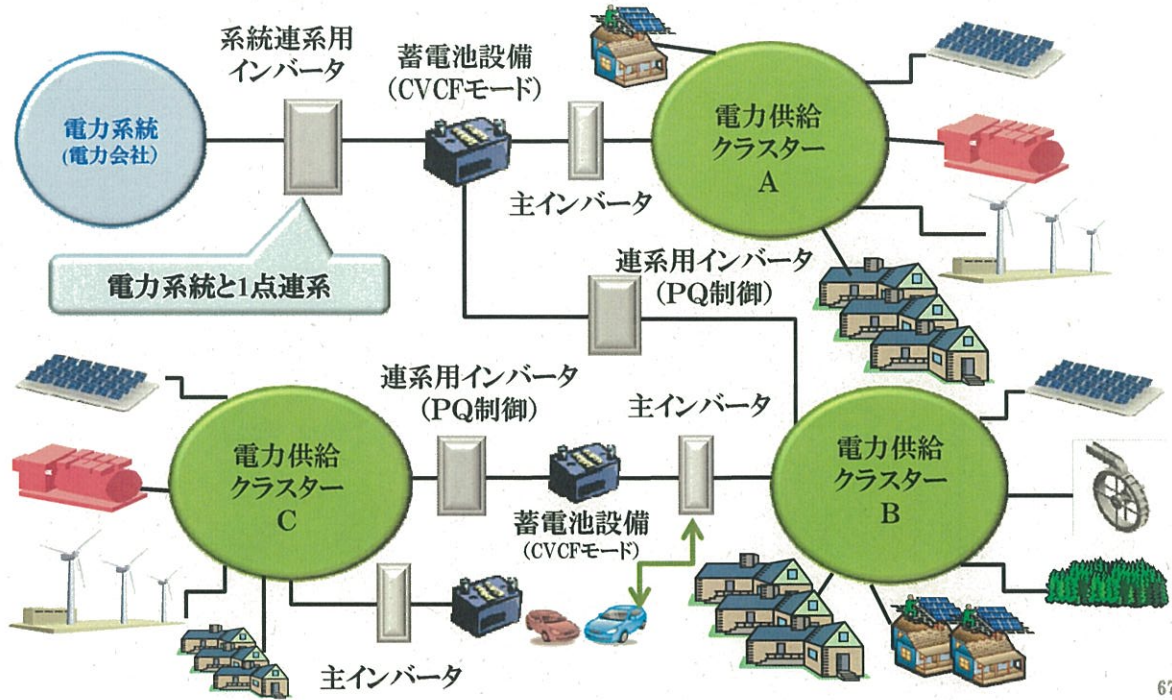
- クラスター拡張型エネルギーシステムの提案と実証試験**
 - 対象地域や集落に適した規模のエネルギー供給ネットワーク(クラスター)設置
 - 需要の増大に応じて随時クラスターを増設
 - 相互を連系し結合型ネットワークを拡張
- クラスター拡張型エネルギーシステムの特長**
 - 再生可能エネルギーの有効利用
 - 熱及び電力貯蔵装置の有効活用
 - 地域への交流/直流電力供給
 - 電動車両への急速充電
- 社会システムとしての役割(電力系統に全面依存しない)**
 - 発展してゆく地域での新たな地産地消型エネルギー社会インフラストラクチャー
 - 電力供給ネットワークが完備されていない離島や僻地向け
 - 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

66

クラスター拡張による 電力供給ネットワークの形成と系統連系

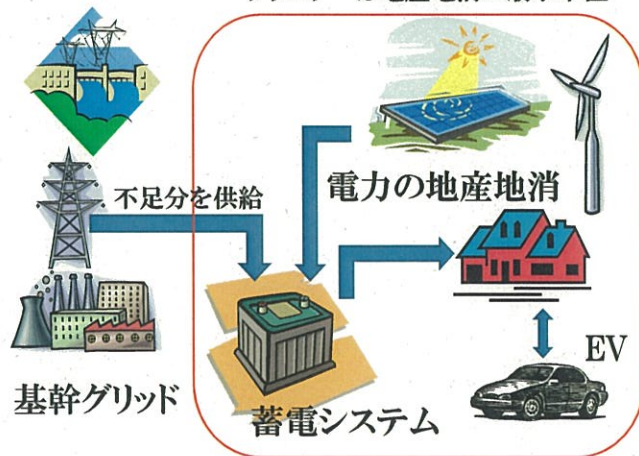


67

クラスター拡張型マイクログリッドの特長

クラスター拡張型マイクログリッド

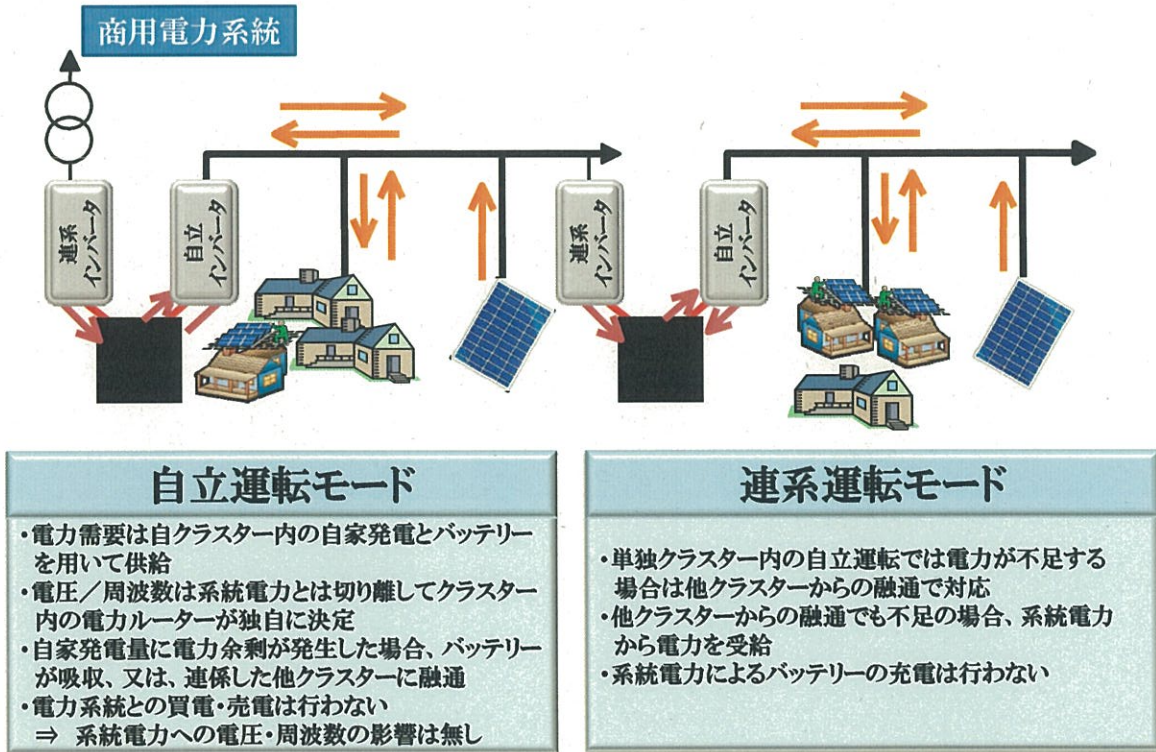
クラスターは地産地消の最小単位



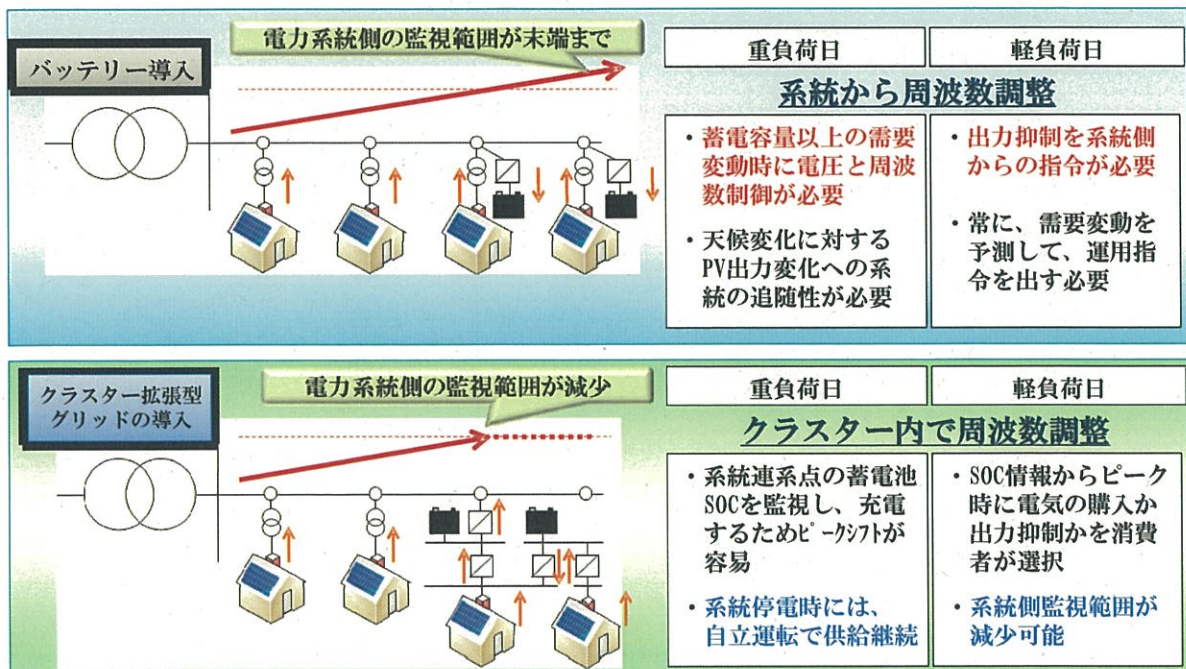
- 発電源と蓄電池の組合せで電力供給と消費を一体化したシステム
- 電源には再生可能エネルギーをはじめとした種々の発電源を単独又は混合して活用
- クラスター単位での交直連携により規模を自在に拡張し相互に電力融通が可能
- 電力の地産地消費を実現
- 系統電力とは疎結合で連携
- 無電化地域や離島等の系統電力との電力網が及ばない地域には最適

クラスター単体での自立運用及び複数クラスターを連結(拡張)させた連系運用も可能

クラスター拡張型マイクログリッドの特長

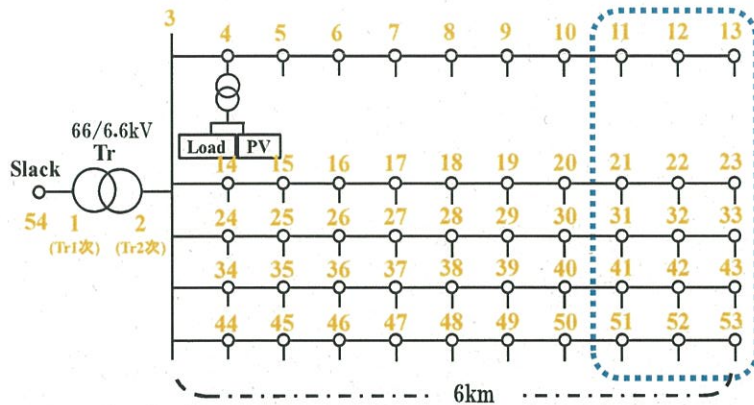


再生可能エネルギー大量導入時のクラスター拡張型グリッドの特長

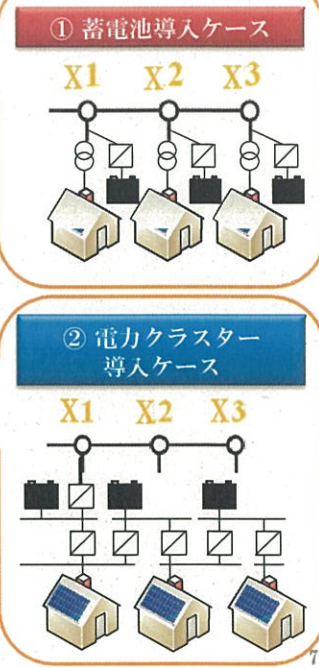


再生可能エネルギー大量導入時の クラスター拡張型グリッドの特長

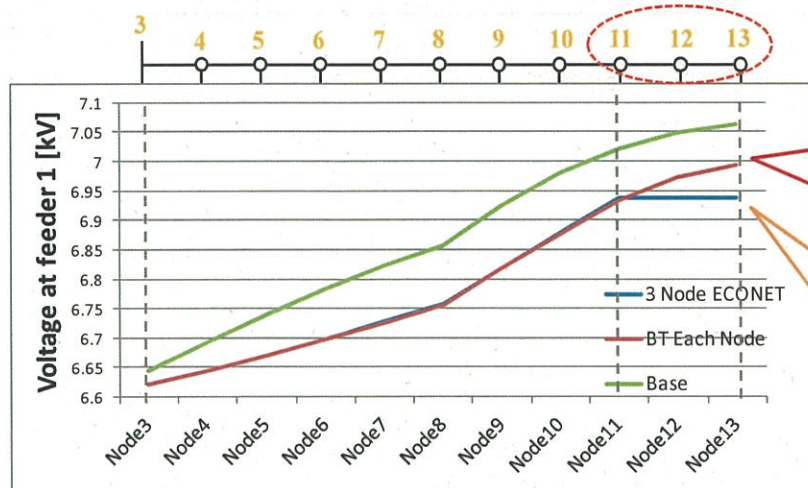
電気協同研究会・配電系統モデルに基づく検証



- フィーダー直長 6km (ノード3~13,23,33,43,53)
- ノードごとに住宅100戸 (全て同一負荷)
- 軽負荷+年間PV最大出力日 (軽負荷日) の昼12時
- PV導入量10MVAを各ノードに均等配置
- 検証計算は、①蓄電池個別導入ケースと、②クラスター型グリッド導入ケースの比較



再生可能エネルギー大量導入時の クラスター拡張型グリッドの特長



- 各ノード (100戸) に各500kWhの蓄電池を導入
- 配電系末端に、それぞれ500kWhの蓄電池を持つ3つのクラスターを連系

※ 蓄電池導入ケース、クラスター型共に同様の蓄電池運用アルゴリズムを使用

- PV導入容量はバンク容量の50% (10MVA) を均等配置で電圧超過 (+5%)
- クラスター拡張型グリッドでは比較的low容量のバッテリーで電圧上昇問題を解決可能
- バッテリー容量の増加で系統への逆潮流をなくすることも可能

環境性と耐災害性に優れたクラスター型インフラ

- ・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

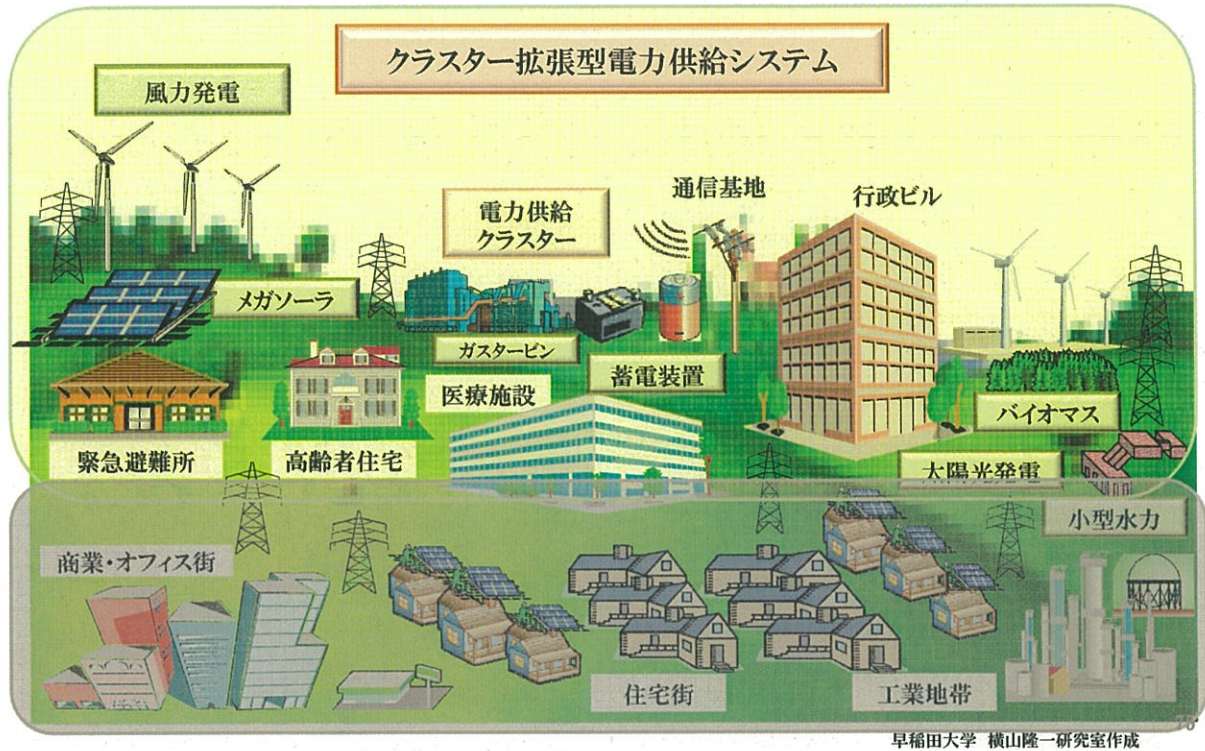
東北におけるスマートコミュニティの構築

- 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)

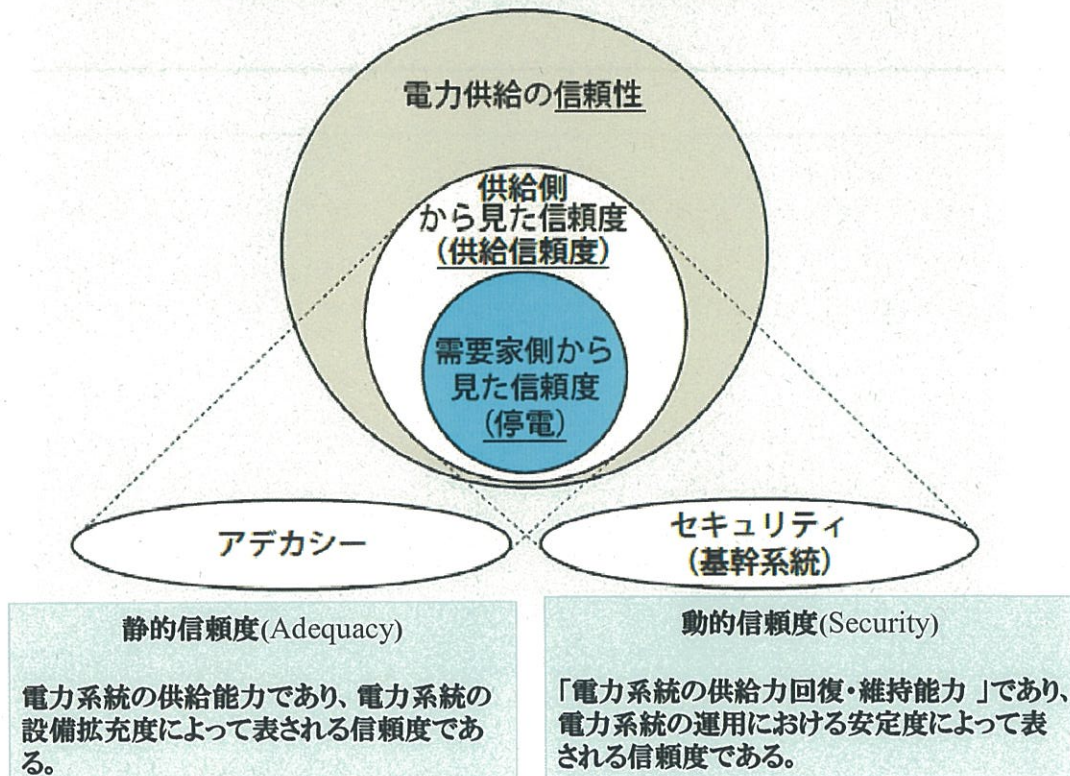


東北スマートコミュニティ事業の 主要企業とプロジェクト・マネージャー		
地域	主要企業	プロジェクト・マネージャー
宮古市	NTTデータ、エネット	日本国土開発
北上市	NTTファシリティーズ	北上オフィスプラザ
気仙沼市	荏原環境プラント	イーソリューションズ
石巻市	東芝、東北電力	東芝
大衡村	トヨタ自動車、セントラル自動車	トヨタ自動車
山元町	エネット	東日本電信電話
会津若松市	富士通、アクセンチュア、東北電力	富士通
釜石市	(検討中)	(検討中)

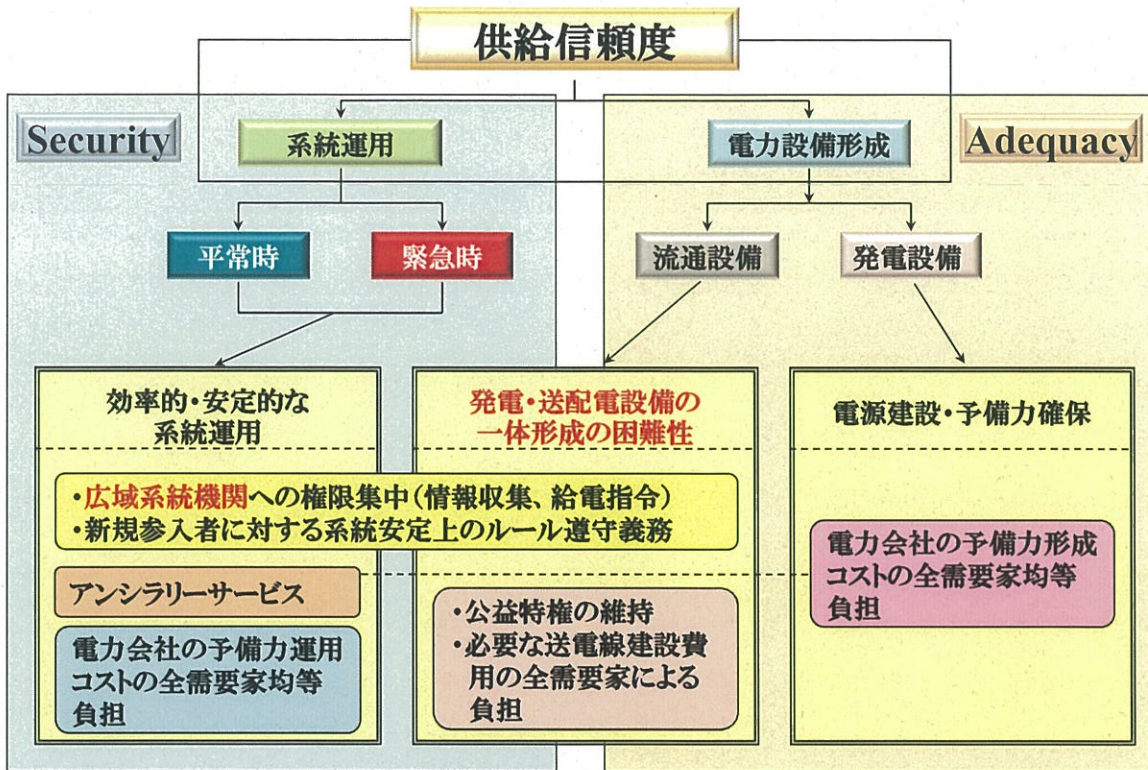
災害に強いクラスター拡張型電力インフラ 次世代の新エネルギー・社会システム



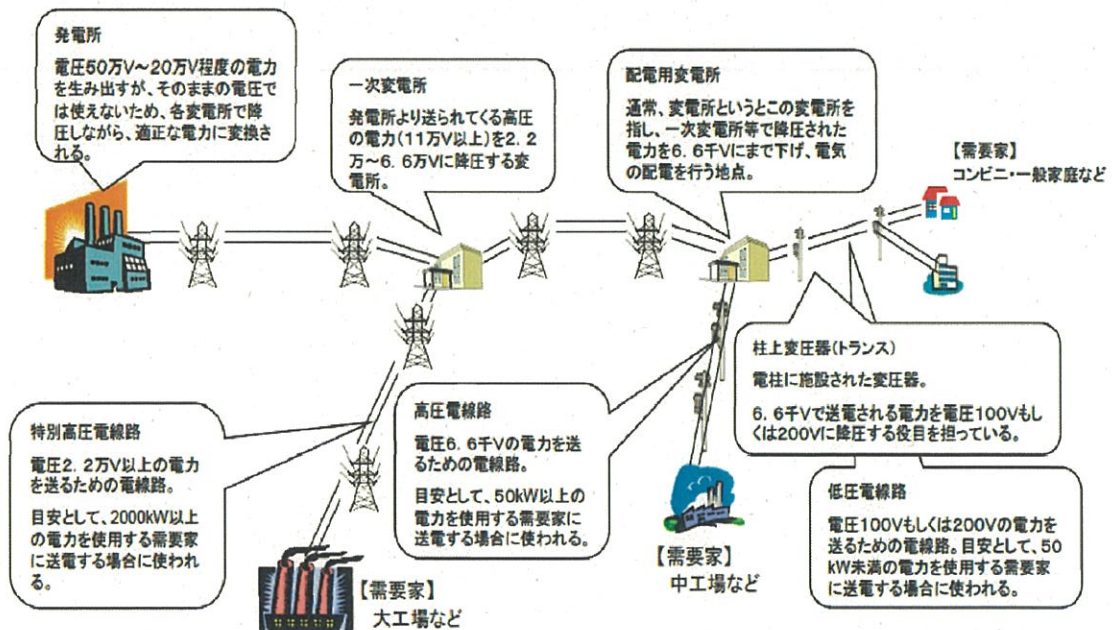
電力システムの供給信頼度の概念



電力システム改革後の供給信頼度維持



我が国の送配電網の構成と電圧レベル



- 発電所により発電された電気は、送電線→変電所→配電線の経路をたどり、各需要家まで供給
- 電力供給のシステムにおいては、発電部門(発電所)、送配電部門(送電:発電所~変電所、配電:変電所~需要家)の大きめに2つの部門に分類可

改革後の発送配電と小売事業者の役割

A 発電事業者

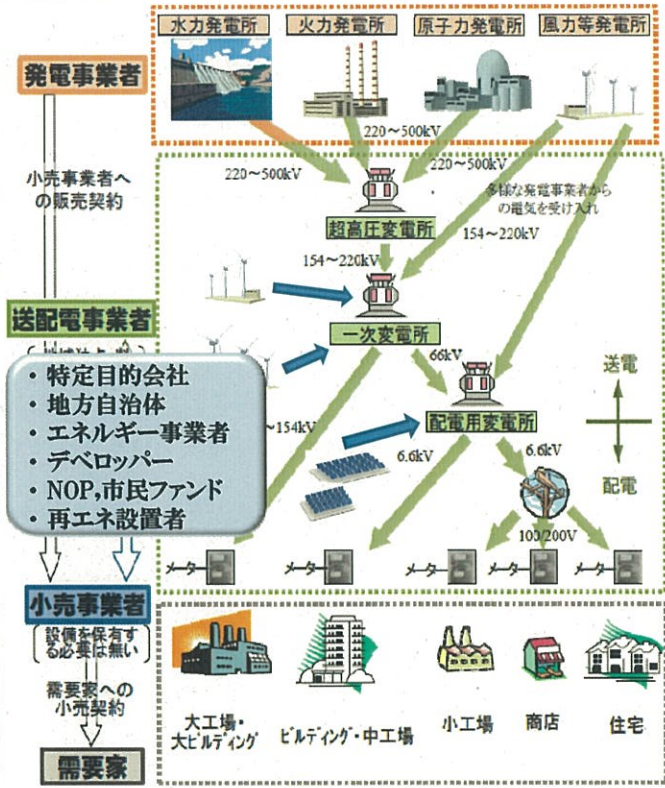
- ① 発電所の建設
- ② 燃料の調達
- ③ 発電所の運転
- ④ 小売事業者(又は自社の小売部門)への電気の販売

B 送配電事業者

- ・ ①地域独占・料金規制、
 - ・ ②料金による投資回収の保証、
 - ・ ③供給責任を措置(最終保障サービス提供、需給バランスの維持義務等)
 - ・ 中立性確保のための人事・会計等に関する規制
- ① 送配電網の建設・保守
 - ② 電力系統の運用(各発電所への指令や、送配電網の運用による安定的な電力の供給)
 - ③ メーターの設置、電力使用量の検針
 - ④ 「最終保障サービス」や「離島への料金平準化措置」の提供

C 小売事業者

- ① 顧客に販売する電力の調達(発電事業者からの購入、又は、自社の発電部門からの調達(注))
- ② 料金メニューの開発・提供
- ③ 顧客への営業、各種サービスの提供
- ④ 料金の徴収



出典: 総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会 第5回会合 資料1

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。

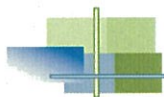
早稲田大学
理工学術院
環境・エネルギー研究科

横山 隆一

E-mail: yokoyama-ryuichi@waseda.jp



日本型スマート技術の今後の展開 (補足)



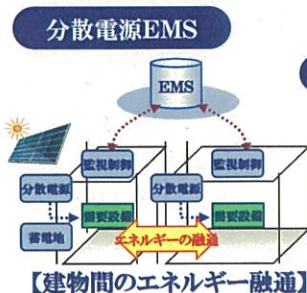
81

本庄スマートタウンにおけるエネルギー管理システム

・H23～25年度店舗等商業施設に関わる実証実験システム「分散電源EMS」の事業化

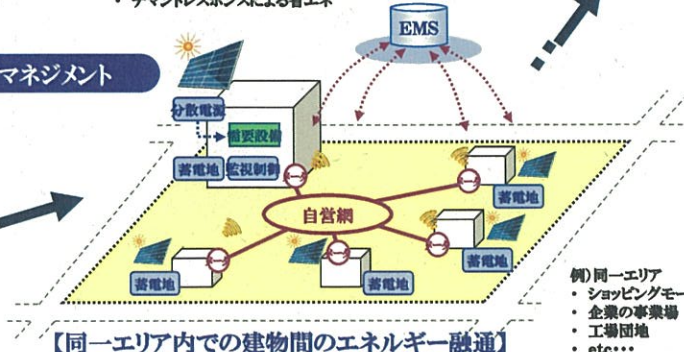
・エネルギー(電気・熱)の最適融通を実現するためには、比較的近隣エリアでの需給の位置関係が必要

・系統電力からの独立を目指すのではなく、系統電力との共存を前提に、ムダを減らし、CO2削減を目標

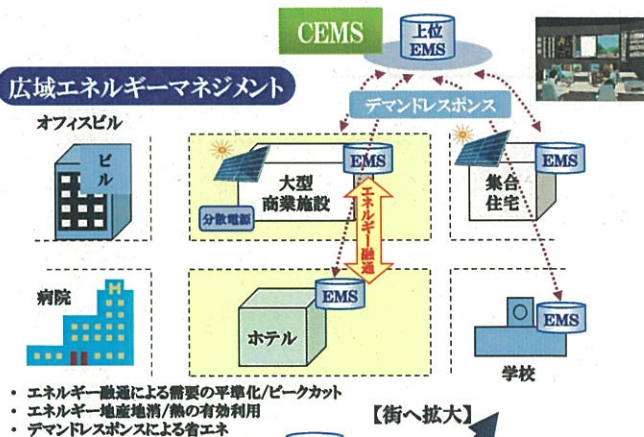


- ・エネルギー(電気・熱)監視、制御
- ・最適バランス
- ・分散型電源、系統、蓄エネ、需要

エアリアマネジメント



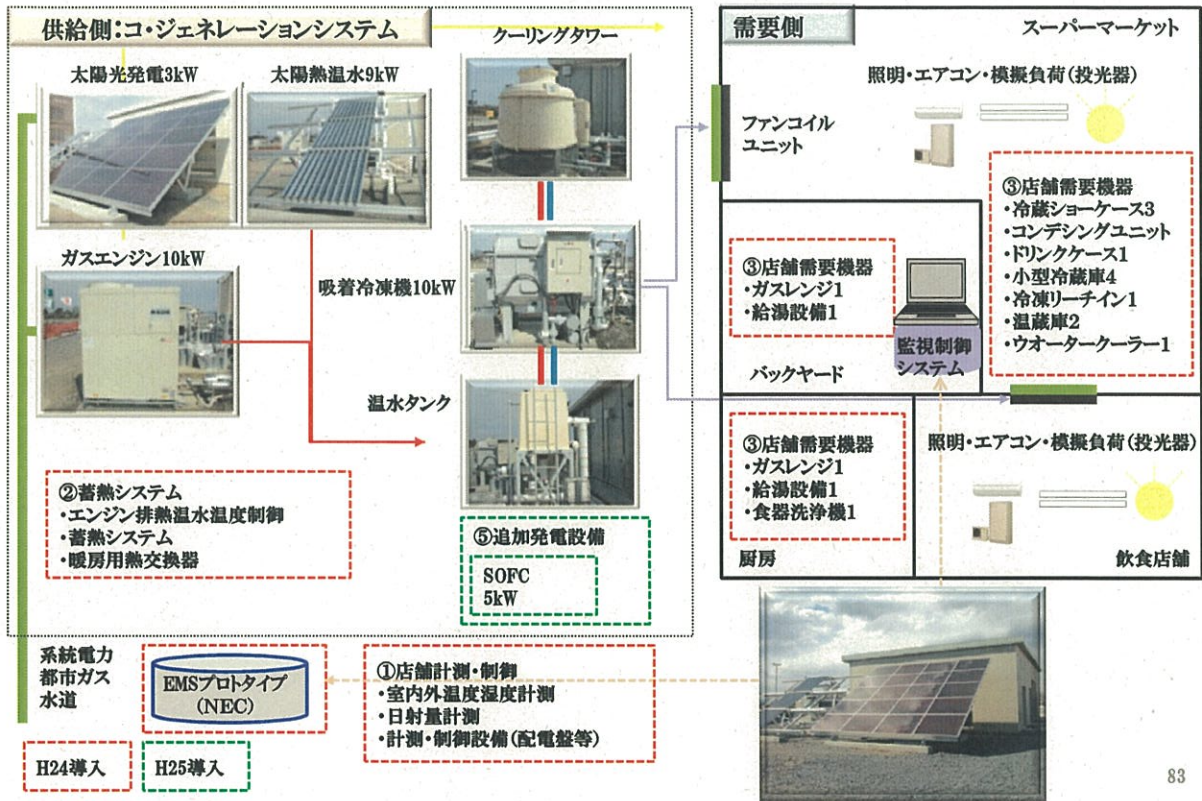
- 例)同一エリア
- ・ショッピングモール
 - ・企業の事業場
 - ・工場団地
 - ・etc...



- ・エネルギー融通による需要の平準化/ピークカット
- ・エネルギー地産地消/熱の有効利用
- ・デマンドレスポンスによる省エネ

82

本庄スマートタウンのシステム構成と熱電フロー



83

本庄スマートタウンでのエネルギー利用最適化

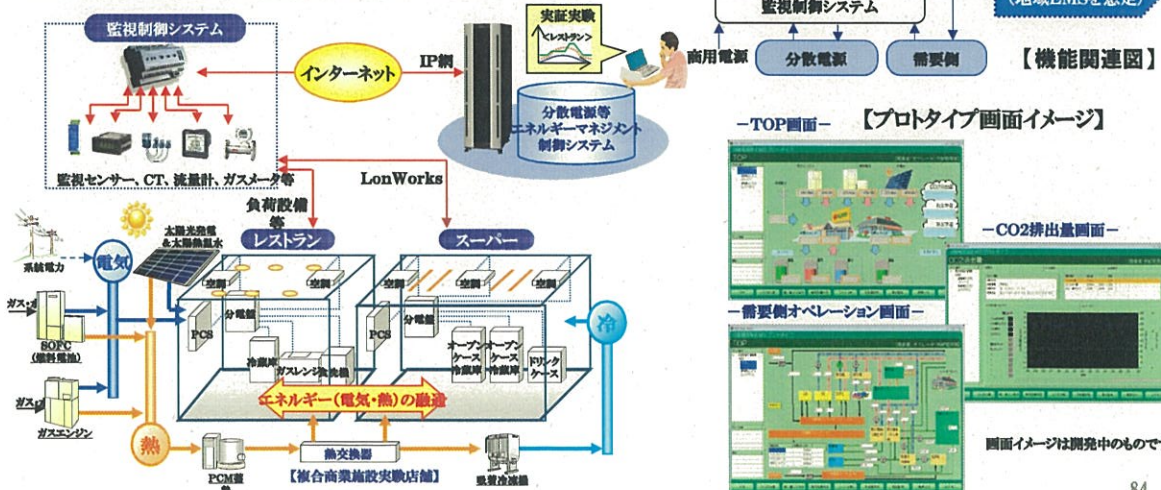
■ H24(2012)年度“分散電源EMSプロトタイプ”開発状況

【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



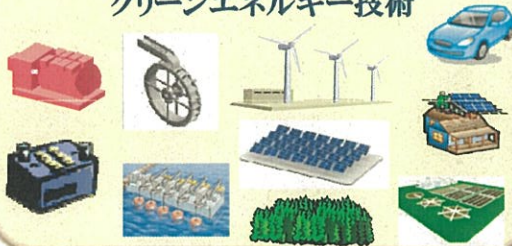
84

パッケージ型エネルギーインフラの提供

パッケージ型インフラ海外展開

2010年6月に閣議決定された「**新成長戦略**」において、アジア展開における国家戦略プロジェクトとして「**パッケージ型インフラ海外展開**」を推進しており、ここで提案する**クラスター拡張型電力供給ネットワーク**はそのパッケージ型インフラの実現システム

クリーンエネルギー技術



自律的な地域型電力供給ネットワーク

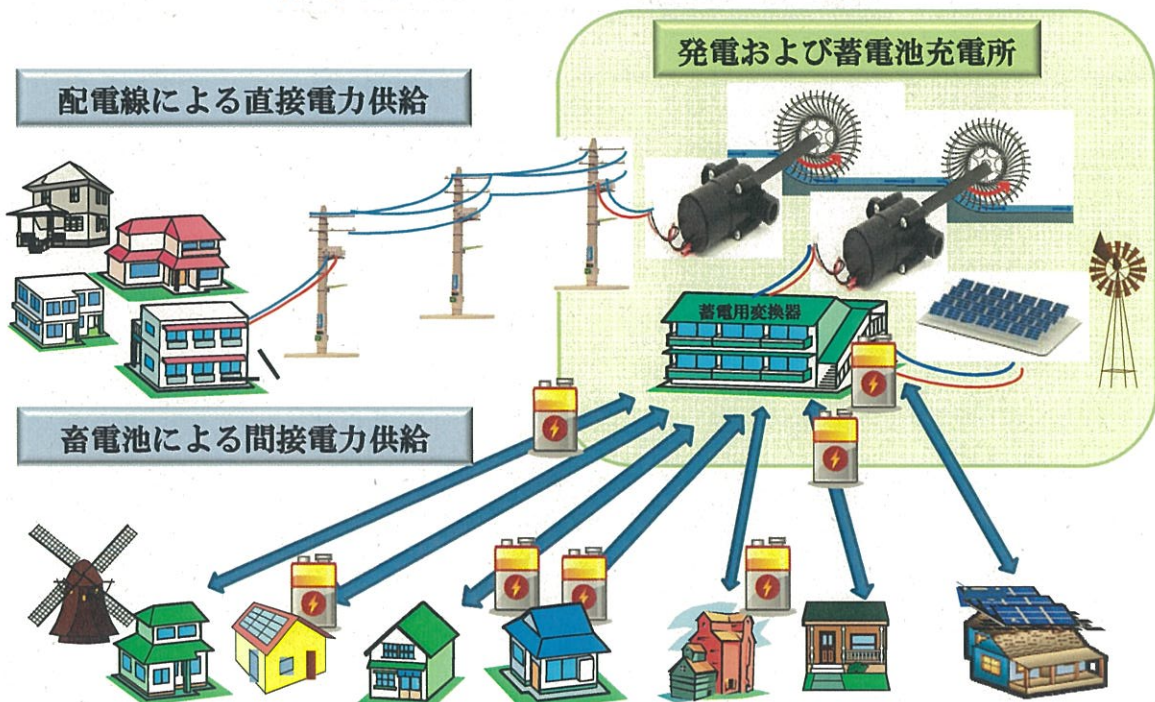
電力インフラが十分でない**途上国**においては、地域や集落特性に合わせた**適正規模**の電力供給ネットワークを設置する。それを増設し、相互間を連結することにより**再生可能エネルギー**を核とした**自律的な電力供給ネットワーク**を構築

開発途上国での**電力**、**通信手段**、**飲料水**の供給

現地における**技術者の育成**を行うことにより、**産業成長**に貢献でき、**雇用創出**だけでなく、**貧困層の救済**に寄与

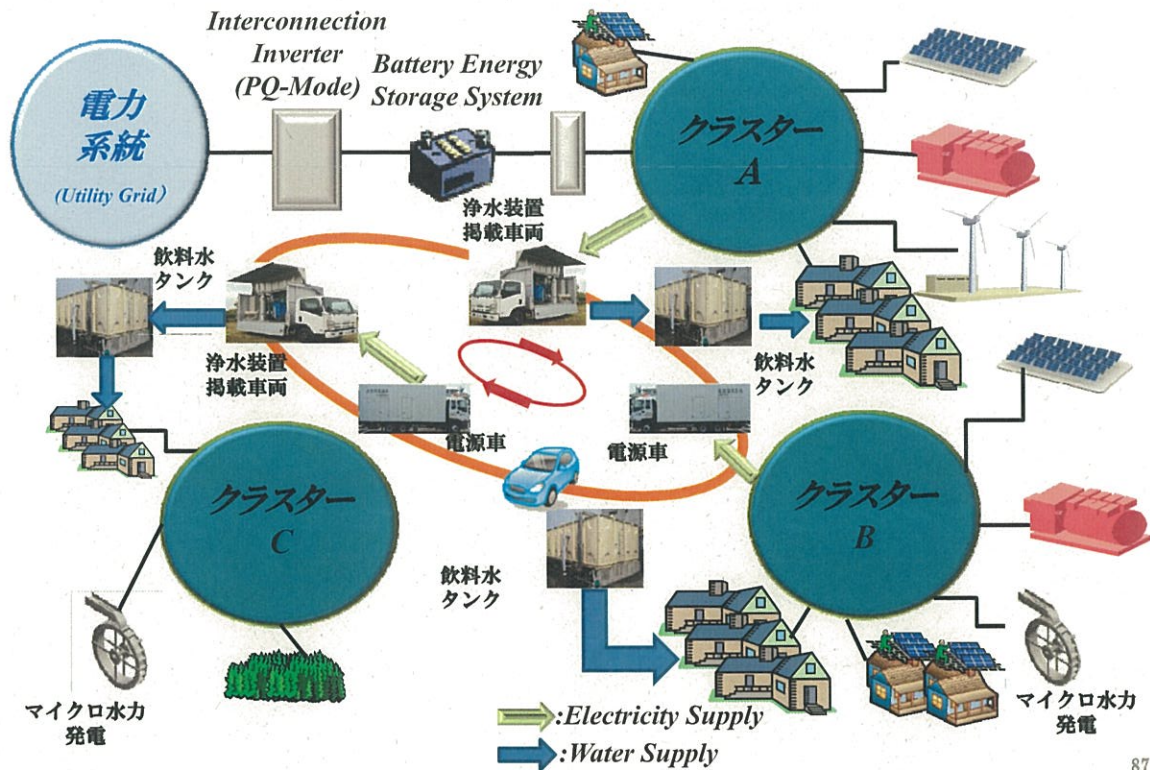
85

マイクロ水力発電と蓄電池による農村部への電力供給



86

パッケージ型エネルギー飲料水供給インフラ



87

養魚施設への電力供給実証サイトの選定

【セントラルルソン大学】
ティラピアの養殖を研究

電力供給システム
候補地

フィリピン地図



ティラピア (淡水魚)



ミルクフィッシュ



ガルーバ

収益見込み可能性があれば、高級魚(ガルーバ)の養殖

【パンガシナン州】

リングエン湾 (主な産業:
漁業と製塩)

【イロイロ市】

西ヴィサヤ地方の政治・
経済の中心でもある。

比較的、台風の影響を受け
にくいフィリピン北西部、あるいは
中部に実証プロトタイプを
設置

波力発電の外観



88

海外展開における 電力供給システムの類型比較

類型	先進国型		途上国型		離島型
国・地域	米国 (集中+分散型)	欧州 (集中+分散型)	インド、中国、ASEAN、中東等 (都市型) (郊外型)		アジア(インドネシア)等の 島嶼部、オセアニアの島嶼 国など (離島(独立)型)
システムイメージ					
配電網	有(信頼性:中)	有(信頼性:高)	有(信頼性:低)	無	有(信頼性:中~低)
基幹送電系統	有(信頼性:中)	有(信頼性:高)	有(信頼性:低)	無	無
課題(例)	<ul style="list-style-type: none"> ○老朽化した送配電系統のリプレイス ○自然エネルギー導入促進 ○スマートメーターの導入を通じた新たなサービス市場の創出 	<ul style="list-style-type: none"> ○大量導入が進む再生可能エネルギー(北欧の風力、南欧の太陽光等)の最大限活用を可能とする系統マネジメント 	<ul style="list-style-type: none"> ○送配電系統の増強と信頼性向上 ○盗電の防止 	<ul style="list-style-type: none"> ○自然エネルギー等による分散電源の導入による電化 ○分散電源を接続したマイクログリッドの構築 	<ul style="list-style-type: none"> ○自立的かつ安定的な電力システムの構築
適用可能な我が国の強み(例)	<ul style="list-style-type: none"> ○送配電系統の信頼性向上対策(系統保護/安定化システム等) ○蓄電池による自然エネルギーの出力安定化 ○EV、蓄電池等、新たな需要市場の創出を支える要素技術 ○自然エネルギーの導入に対応した需要側エネルギーマネジメント技術 	<ul style="list-style-type: none"> ○蓄電池による自然エネルギーの出力安定化 ○EV、蓄電池等、新たな需要市場の創出を支える要素技術 ○自然エネルギーの導入に対応した需要側エネルギーマネジメント技術 	<ul style="list-style-type: none"> ○配電網の信頼性向上対策(配電自動化システム等) ○送電系統の信頼性向上対策(系統保護/安定化システム等) ○EV、蓄電池等、新たな需要市場の創出を支える要素技術 	<ul style="list-style-type: none"> ○分散電源ハイブリッドシステム技術(太陽光、小水力等) ○マイクログリッド構築技術(供給側マネジメント) 	<ul style="list-style-type: none"> ○マイクログリッド構築技術(供給側マネジメント) ○自然エネルギーの導入に対応した需要側エネルギーマネジメント技術

<http://www.meti.go.jp/report/data/g100615aj.html>

89

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

