

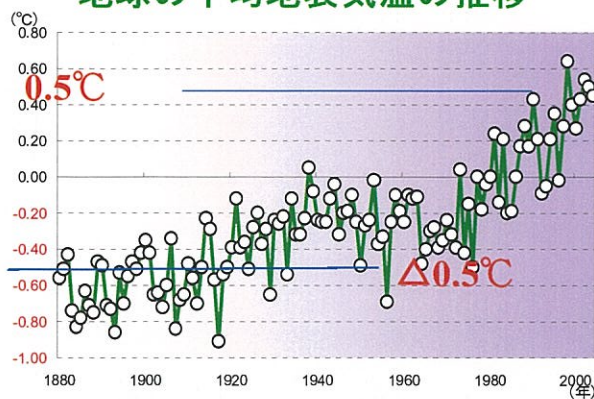
# スマートコミュニティの現状と将来展望

2011年11月17日

独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)

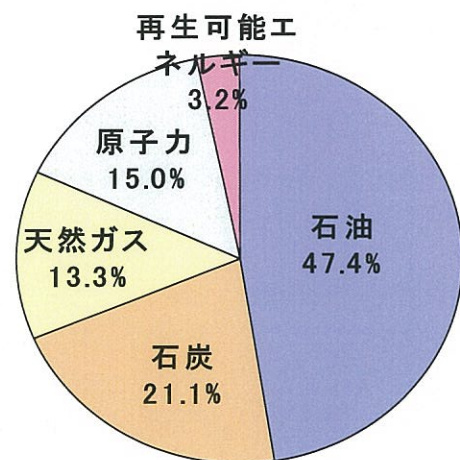
渡邊 宏

地球の平均地表気温の推移



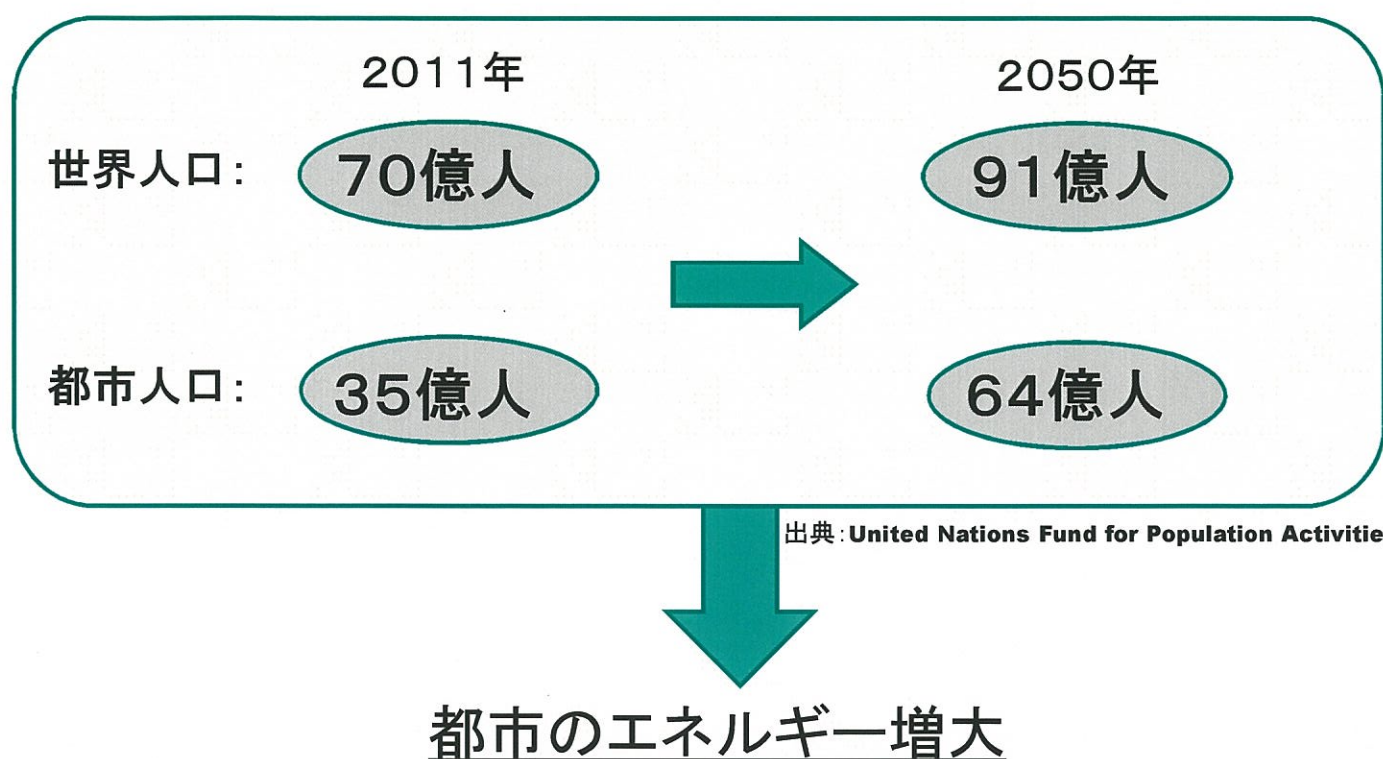
(注) 1971年から2000年までの平均値に対する乖離を示した

日本の1次エネルギー供給(2005年)



- 地球温暖化の進行
- 高い石油依存率(エネルギーセキュリティ)
  - 発展途上国などのエネルギー需要の増大で、エネルギー資源の確保が困難になると予測される。

## 世界の人口増大と都市への集中



2

### 新成長戦略 ～「元気な日本」復活のシナリオ～



#### グリーン・イノベーションによる環境・エネルギー大国戦略

##### 【2020年までの目標】

『50兆円超の環境関連新規市場』、『140万人の環境分野の新規雇用』、『日本の民間ベースの技術を活かした世界の温室効果ガス削減量を13億トン以上とすること(日本全体の総排出量に相当)』

##### 【主な施策】

電力の固定価格買取制度の拡充等による再生可能エネルギーの普及  
エコ住宅、ヒートポンプ等の普及による住宅・オフィス等のゼロエミッション化  
蓄電池や次世代自動車、火力発電所の効率化など、革新的技術開発の前倒し  
規制改革、税制のグリーン化を含めた総合的な政策パッケージを活用した低炭素社会実現に向けての集中投資事業の実施

➡ 再生可能エネルギーの導入を支えるスマートグリッドの構築  
拡大する海外のインフラ市場獲得

3

- (1)スマートグリッド構築への動きは、2001年のカリフォルニア電力危機や、2003年の北米大停電などを契機として始まり、再生可能エネルギー促進や電気の利用効率化へのニーズにより加速。
- (2)需要増に対して、発電所・送電設備などのインフラ整備が不十分であるため、電力需要の大きい時期に、以下のような手段で需要家の電力使用量を抑制するなどにより、電力供給インフラの不足をスマート化で補うことが主目的。
  - ・電力価格と電気の使用量を表示するメーターに需要家が反応して、電力価格が高くなる高需要期に、需要を抑制する方策
  - ・電気の周波数(供給力不足時に低下)の低下に応じて、家電(冷蔵庫、エアコンなど)製品の消費電力を抑制する技術など
- (3)グリーン・ニューディール政策
  - ・温暖化ガス排出削減
  - ・再生可能エネルギーの電力比率の向上(2025年までに25%)
  - ・プラグインハイブリッドカーの普及促進
  - ・スマートグリッドの構築
    - 送電網増強、スマートメーターの設置(4000万個)

- (1)スマートグリッド構築への動きは、風力など再生可能エネルギーによる分散型電源の大量導入を契機として始まり、2006年の欧州広域停電により加速。
- (2)各国・各地域のネットワークが複雑にメッシュ化しており、最近の電力自由化にともなう広域的な電力取引の増加と、予測困難な風力発電などの分散形電源の増加により、ネットワーク内の電気の流れの調整が難しくなっており、ネットワーク内の混雑も頻繁に発生。
- (3)風況により出力が大きく変動する風力発電などが、電力供給システムの信頼性に与える悪影響が懸念されることから、その対策として分散型電源の出力状態を把握・予測し、分散型電源の調整(抑制)を行なう技術としてスマートグリッドへのニーズあり。

	国・地域名	欧州	米国	中国	韓国	日本	
	背景 必要機能		<ul style="list-style-type: none"> <li>エネルギー自給率が低く、エネルギー効率が低い</li> <li>風力発電、コジェネの大量導入を予定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>発・送配電線のインフラ不足</li> <li>電力価格が低く、エネルギー効率が悪い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>急速な経済発展による電力供給不足</li> <li>送配電設備が脆弱</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CO2排出量の急激な増加</li> <li>国を挙げて新たなビジネス機会と認識</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>エネルギー自給率が低く、エネルギー効率が低い</li> <li>太陽光発電の大量導入を予定</li> </ul>
スマートグリッド導入の目的	環境負荷の低減／電力効率の最大化	再生可能エネルギーの導入	○	○	○	○	○
		消費の見える化による省エネルギー	△	△		○	△
		電力料金のカスタマイズ化	△	△			
		送電の低損失化		○			
	電力需要・供給の安定化	再生可能エネルギー発電の電力安定化	○	△	△		○
		大規模停電の防止		○	△		
	電力事業の効率化	蓄電池による小規模停電の防止		△			
		検針の無線化	△	△			△
		ピークカットによる設備効率化	△	△		△	△
	不正利用の防止	盗電防止	△		○		
電力料金回収率向上				○			

出典：JETRO調査報告書「海外インフラ・プラントビジネス動向調査(スマートグリッド)」より抜粋・加工

## 知能型電力網促進法制定背景

### スマートグリッド事業の安定的・体系的な推進基盤造成

- 現在、企業の自発的な参加に依存してスマートグリッドR&D、実証などを推進しているが、**制度的な安定性がないため、企業の持続的な参加と推進を保障することが難しい状況**
  - アメリカ、EUなど世界の主要国もR&D、標準化、普及政策 とともに**制度的基盤造成推進**

### 現況法律及び制度上の限界克服

- 電気事業法は電力分野の法律であり、**電力・ITなどの融合産業を育成・造成するには限界が存在**
  - 電気事業法の適用範囲：発電、送・配電、電気販売
- 既存制度の限界を克服し、**融合インフラ構築及び新成長動力創出に必要な事項を規定**

### 電力・IT融合インフラ構築及び融合発展創出促進

- スマートグリッドは**省エネ、電気自動車、新再生エネルギー拡大**を可能とする必須インフラ
- 済州実証事業、国家ロードマップなど**色んなスマートグリッド政策の安定的推進**をするための根拠準備

## 知能型電力網促進法主要内容

### 知能型電力網基本計画策定・施行(案第5、6、9条)

- 知能型電力網の構築及び関連事業を体系的に育成するために国家的レベルの中長期的で総合的な計画策定・施行
- 5年単位の基本計画及び毎年施行計画策定
- 電気エネルギー供給者及び使用者の参加を保障するために機器及び製品の導入・入替えなど、時期別・段階別転換計画を策定

### 知能型電力網事業者の登録(案第12条)

- 知能型電力網産業の体系的な管理及びサポートをするために知能型電力網事業をしようとするものは知識経済部長官に登録することができる。

8

## 知能型電力網促進法主要内容

### 知能型電力網投資費用の支援(案第14条)

- 公共性、安全性など公益を実現するために必要な投資をする事業者にその費用の一部又は全部を支援できる根拠を作る。

### 知能型電力網拠点地区指定(案第18条)

- 知能型電力網構築及び利用の拡散のために必要な場合、知能型電力網拠点を指定し、必要な費用を支援

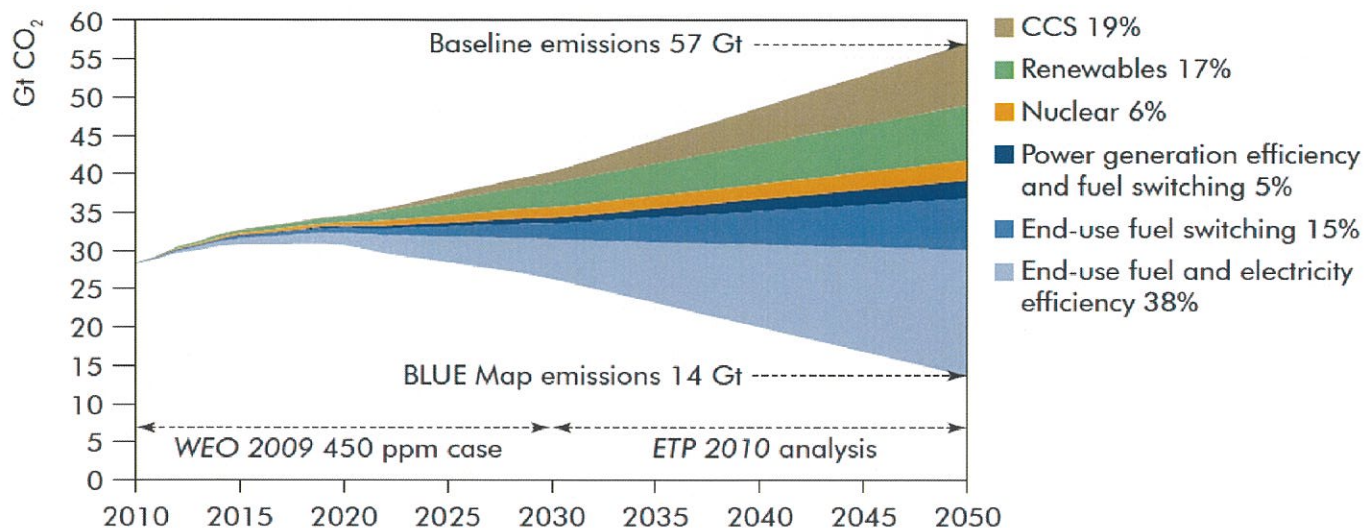
### 認証及び標準化(案第15、17条)

- 知能型電力網の安定性・相互運営性を確保するために機器及び製品、サービスなどに対する認証実施及び標準化推進

9

# IEAによるエネルギー見通し

Key technologies for reducing CO<sub>2</sub> emissions under the BLUE Map scenario



出典: International Energy Age



10

## スマートコミュニティの必要性



- 未来の快適で充実した社会、豊かな世界の構築
- 二酸化炭素削減、再生可能エネルギー大量導入、公共サービスの多様化等に対応した新たな社会システムの構築

### 課題

- 電力システムの再生可能エネルギー大量導入に対する親和性の拡大
- 多様な公共サービスとのコミュニケーションの確立
- 多様な需要家のニーズに応えるサービスの確立 等

- 情報通信技術を用い、供給側のみならず需要側をも取り込んで、エネルギーや多様なサービスの流れを効率的に制御する**スマートグリッド**が解決の鍵
- エネルギーの有効利用という観点からは、電力だけでなく、熱エネルギーや他インフラの有効利用、社会システムも含めた**スマートコミュニティ**構築が必要

11

スマートコミュニティは、地球環境問題解決へ貢献するのみならず、新規投資による雇用の創出など、次世代社会作り実現の鍵。

・ **再生可能エネルギーの大幅導入の実現**

太陽光発電等の再生可能エネルギーは、天候等により出力が変動する特徴がある。各種技術を投入したスマートコミュニティにより、高い電力品質を保ちつつ、再生可能エネルギーの大量導入が可能。

・ **一層の省エネの推進と利便性の向上**

自動的なエアコンの温度調整や家電の負荷調整などを通じ、一層の省エネ実現と利便性を向上。

・ **一層高い信頼性を有する情報ネットワークの構築**

サイバーセキュリティ技術を用いた情報通信ネットワークを通じ、需要側と供給側のリアルタイムの通信を実現。

・ **電気自動車の普及**

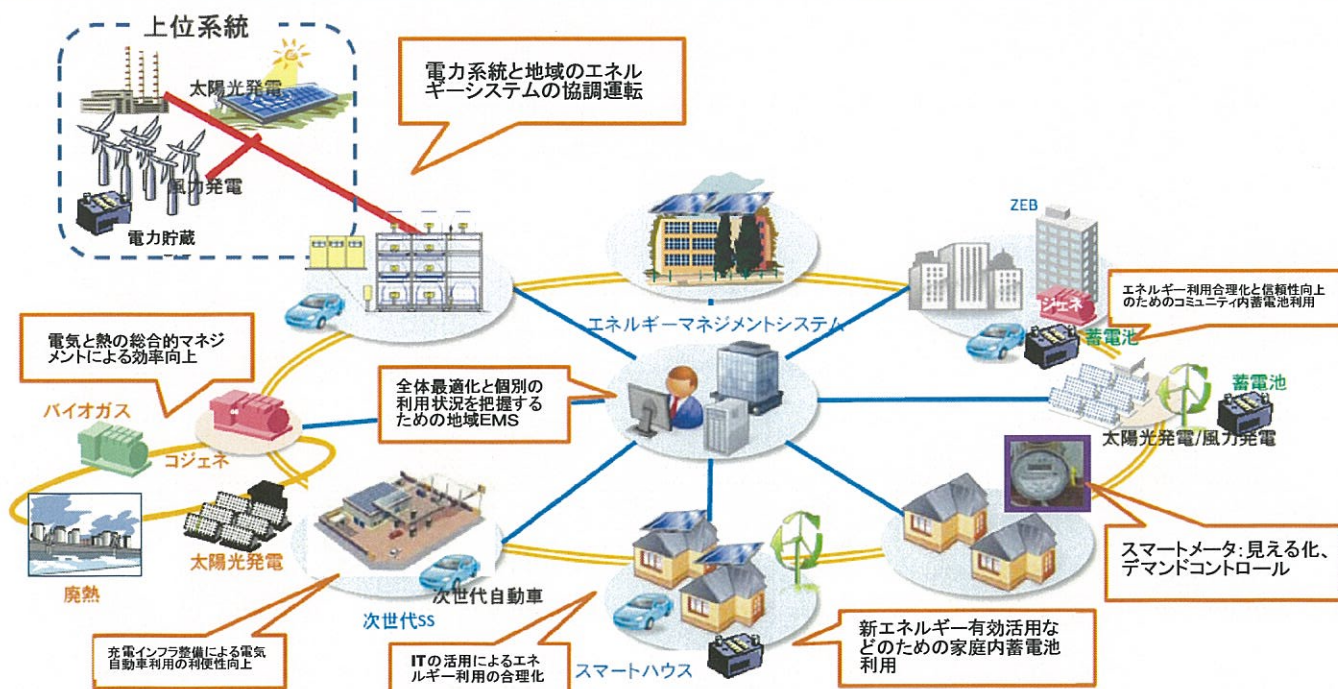
電気自動車(蓄電池)と系統間の効果的やりとりにより、再生可能エネルギーの変動を抑制。電気自動車の普及にも効果的。

・ **雇用と新サービスの創出**

スマートグリッドや新しいスマートインフラ産業の確立のための情報通信ネットワークの構築や、新しいサービスの創出により、市場と雇用を創出。

スマートコミュニティの絵姿

スマートコミュニティとは、そこに住む人、家庭、あるいは働く人、事業者などが、環境やエネルギーに優しい行動を自律的にかつ持続的にとる街であり、これを支えるインフラや社会システムが整っている街



送電系統の監視・制御技術・先進技術	広域状態監視・制御	PMU(位相計測装置)を主要構成要素とし、GPS情報を用いて広域電力系統の同時刻での潮流、電圧などのデータを収集し、状態の監視に用いるシステム。系統規模が大きく、運用が複雑な米国が強い関心。
	再生可能エネルギーとの協調制御システム	風力発電・PVによる系統不安定化を防止するため、出力を監視・制御。大型風力発電を対象とした制御システムが、スペイン、ドイツ、フランスで運用中。日本では様々な気象予測・発電量予測手法が提案されている。
	系統用蓄電池システム	アンシラリーサービス(周波数や電圧などの電気の品質を維持する対策)の提供や、風力発電・PVに起因する余剰電力蓄電、ピーク負荷カットによる送配電投資の抑制のための大型蓄電池の活用。日米欧を中心に実証研究が進展。日本は民生用蓄電池やNaS電池で世界的に優位。
	ローカルEMS	電力系統の下流側の設備の監視を行うとともに、HEMSやBEMS、基幹系の制御システム(中給等)と協調制御を行うシステム。大量の分散電源導入下に必要な技術。日米欧を中心に様々な実証研究が進展中。日本では国内4地域実証、米国NM実証等を通じ、技術の確立を目指す。
	配電自動化	配電系統に設置される機器の状態や電流・電圧等を遠隔監視しながら開閉器を自動操作することで、供給信頼度の維持・向上や保守作業の省力化を図るシステム。日本では導入完了済で、技術力は世界トップクラス。諸外国での導入はこれからで、ニーズに応じたパッケージ化が必要。
	超電導送電 高電圧直流送電	高温超電導ケーブルは現在実用化に向け開発中であり、実証プロジェクトが国内外で実施中。メッシュ系統で有効な高電圧直流送電(HVDC)は既に実用化されており、中国を始め世界各国で導入検討中。更なる導入に向けては、コスト面、技術面で課題あり。
需要家側のエネルギーマネジメント技術	パワーエレクトロニクス応用機器 (電圧制御機器)	大容量化した半導体素子を電力システム技術に活用し、電圧調整、送電線インピーダンスの変化による送電線潮流コントロールなど、系統運用の効率化を行う技術。既に多くの実運用事例が存在するが、低コスト化、コンパクト化、信頼性確保が今後の課題。
	EMS技術 HEMS BEMS FEMS	施設内の需要機器(電化製品や給湯器等)、供給機器(PVやFC等)、EV等をネットワークで制御する技術。日米欧等で研究開発が進展中。スマートハウス・ビル的重要技術。通信プロトコルやインターフェースの標準化が必要。普及のため一層の低コスト化が課題。
	デマンドレスポンス・スマート家電	経済的インセンティブによる需要家の行動変化を通じて、系統電力のピーク電力カットや供給信頼度を向上するもの。国内外において実証事業進展中。家庭内対象機器、制御方法、系統運用と協調した実施方法を検討する必要あり。
先進的なインフラ技術	電動車両の連系技術	G2V、V2G、V2Hあり。国内外において実証事業進展中。充電時間帯の検討や系統運用と協調した実施方法を検討する必要あり。
	PCS	DC/AC変換し、分散型電源を系統に連系するためのインバータ・コンバータ装置と、保護装置を有する機器。技術的には日本優位。各国のニーズに応じた技術開発を行う必要あり。
	AMI・スマートメーター	ITを用い、需要家と電力会社の双方向通信を可能とするインフラストラクチャ。世界中で様々な機能を持った機器開発中。標準的機能や通信システム、セキュリティ方式等の検討の要あり。米国NISTやIEC中心の国際標準化動向の把握・活動への参画が必要。

## 多様なエネルギー技術

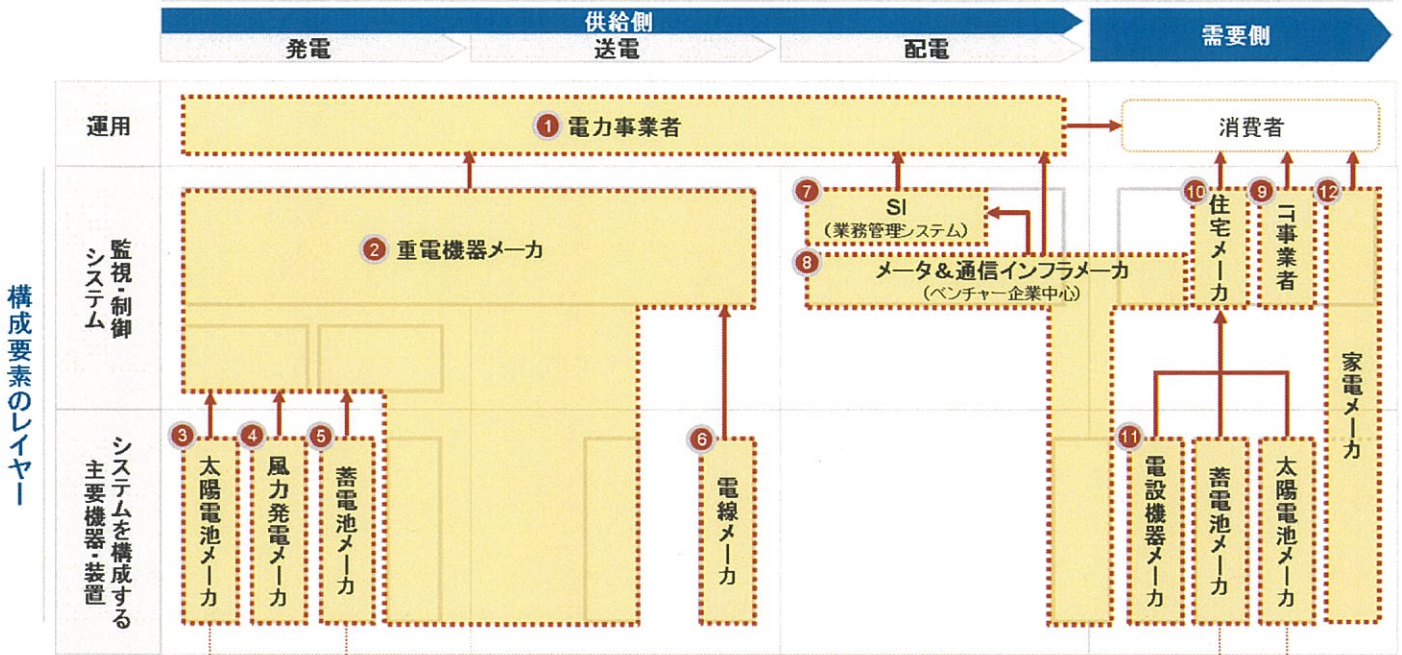
スマートコミュニティ実現に向けて、スマートグリッド技術以外にも、様々な最先端のエネルギー技術が必要。

- 再生可能エネルギー
  - ✓ 太陽光発電(低コスト化, 低シリコン・非シリコン型など)
  - ✓ 風力発電(洋上風力発電など)
  - ✓ バイオマス(セルロースからのエタノール製造, 第三世代のバイオ燃料など)
  - ✓ 太陽熱発電
  - ✓ 波力発電など
- 省エネルギー
  - ✓ 工業用途
  - ✓ 電化製品(LED や有機ELなど)
- 蓄電池
  - ✓ 定置用蓄電池
  - ✓ 自動車用蓄電池(EV, PHEV)
- 燃料電池
  - ✓ 定置用
  - ✓ 燃料電池自動車(FCV)
- 超電導技術



スマートグリッドは、その市場としての有望性から、多種多様な業種・業界からの参入が相次ぐ、極めて複雑なプレイヤー構成を持つ領域である。

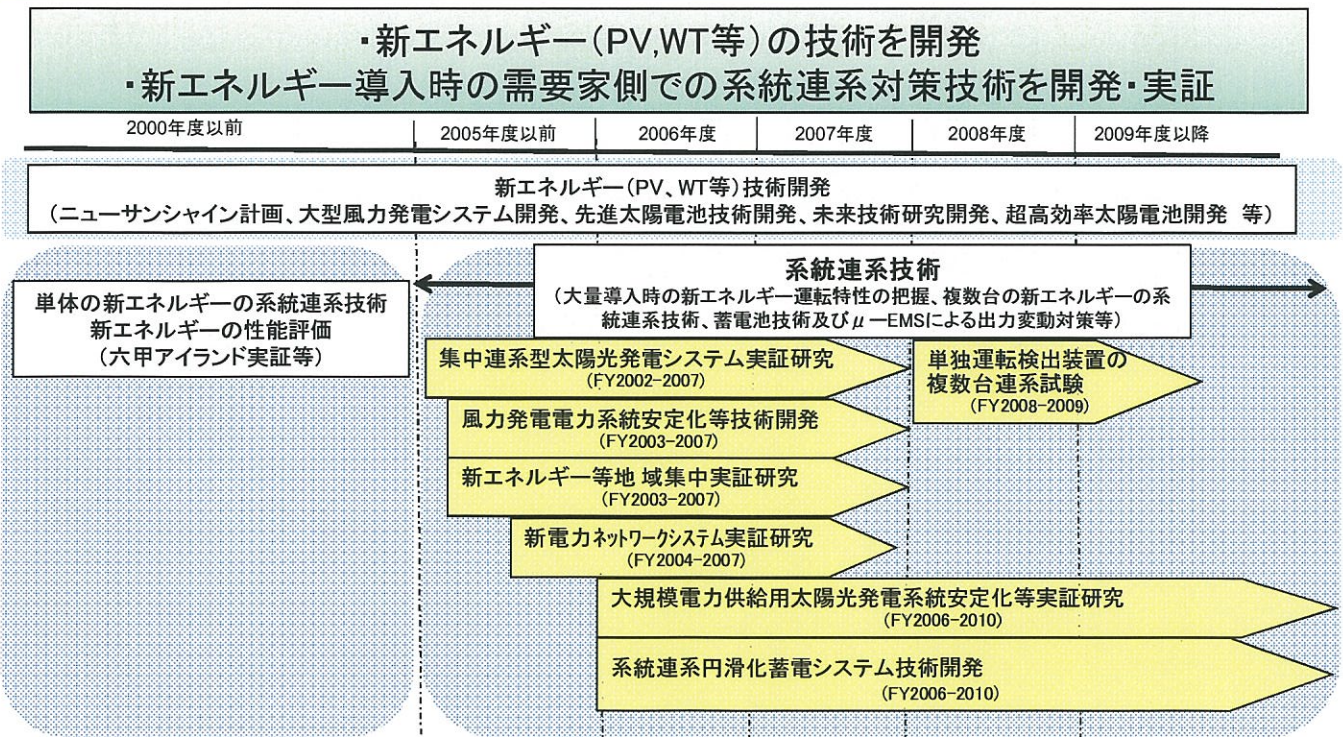
電力フロー



出典: Arthur D. Little (Japan), Inc.調査資料

16

スマートコミュニティ(スマートグリッド)実現に向けたこれまでの取組



スマートコミュニティ構築に向けさらなる開発・実証を展開

17

- 愛知、京丹後、八戸の3地域において、新エネルギー等を適正に組み合わせた「分散型エネルギー供給システム」を構築
- 実証研究地域内で安定した電力・熱供給を行うと同時に連系する電力系統へ極力影響を与えないシステムを実証
- 供給電力等の品質、その他のデータを収集・分析



「八戸市 水の流れを電気です返すプロジェクト」

- 自営線を用いた独立した電力需給システムを構築し、一般電力系統に依存しない高品質な電力を供給
- 事業終了後も、市庁舎等へ電力を供給

東日本大震災において...

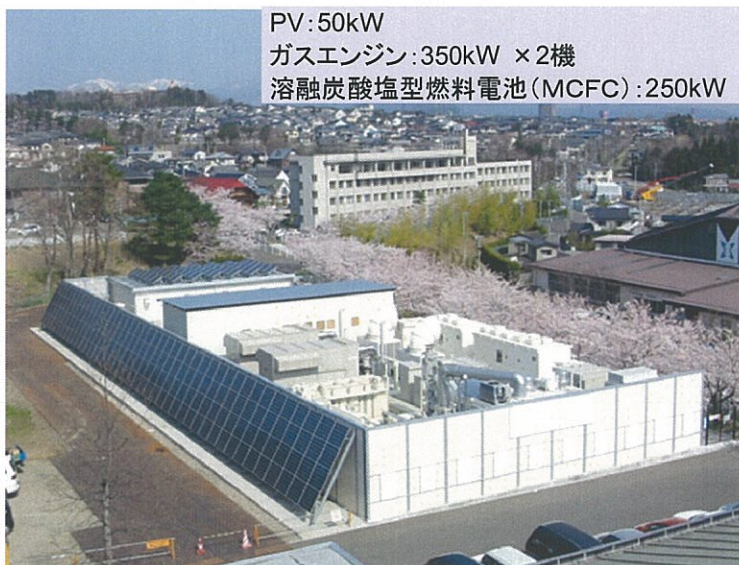
- 太陽光発電は、非常用発電と一緒に運転され続けて、下水処理場に電力を供給
- ガスエンジンは、復旧後市庁舎本館の電気の2~3割をカバー



- 新エネ等分散型電源を利用して需要家の多様な電力品質ニーズに応える技術の開発・実証
- 系統の電力品質を維持するための系統制御技術の開発・実証

事業終了後

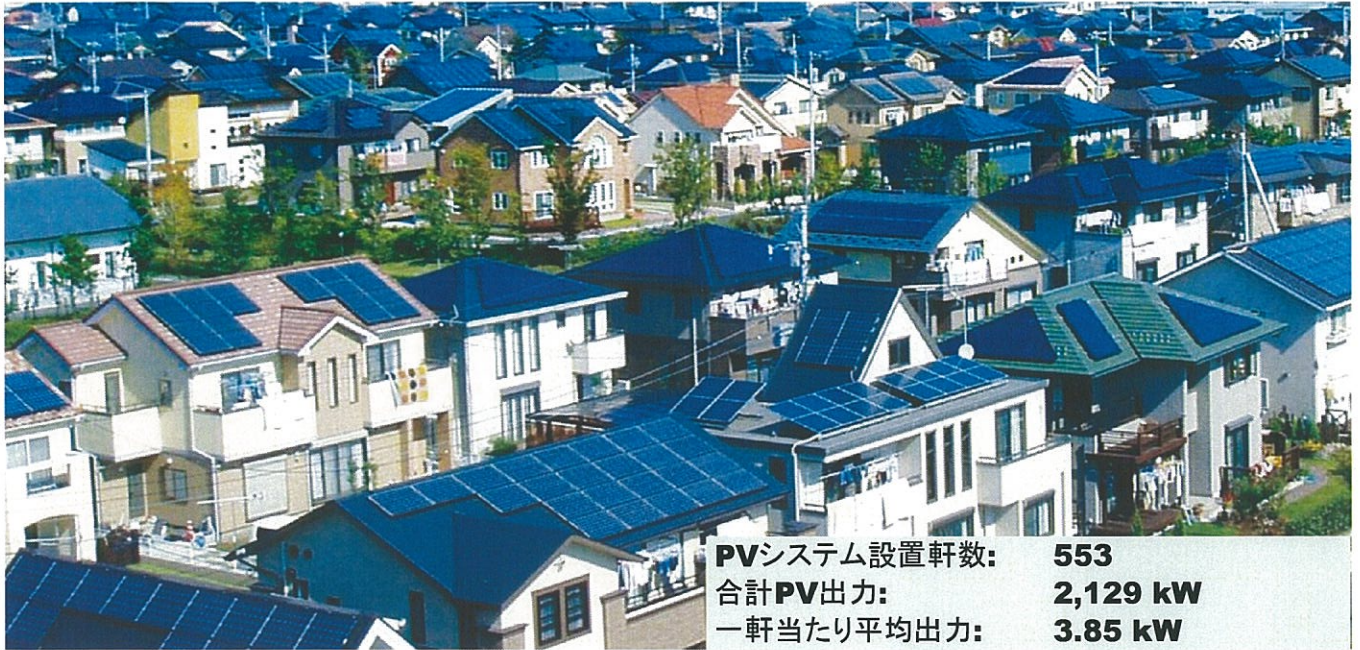
- 「東北福祉大学 せんだんホスピタル」の常用型バックアップ電源として、350kW × 2機 of ガスエンジン及び50kW of PVを継続的に活用



宮城県仙台市実証サイト

東日本大震災において...

- 現地の都市ガスが破損せずガス供給が継続されたことから、宮城県内において全域停電の中、震災翌日から東北福祉大学せんだんホスピタルに対し、ガスエンジン及びPVにて電力供給を継続することができた。



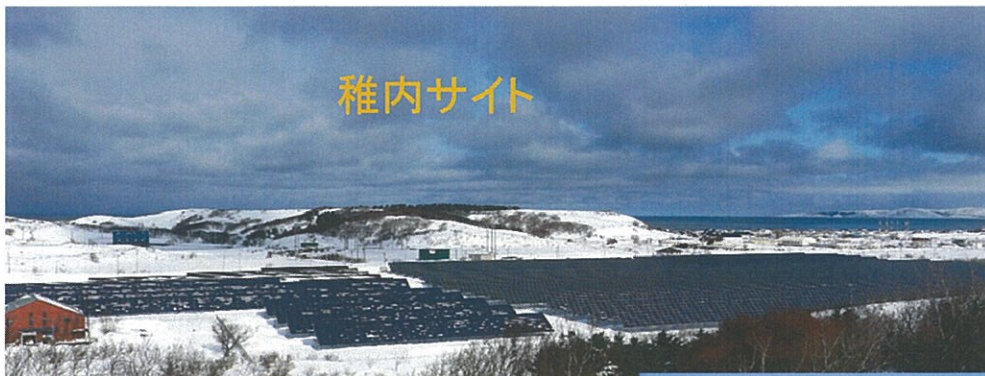
**PVシステム設置軒数: 553**  
**合計PV出力: 2,129 kW**  
**一軒当たり平均出力: 3.85 kW**

群馬県太田市実証サイト

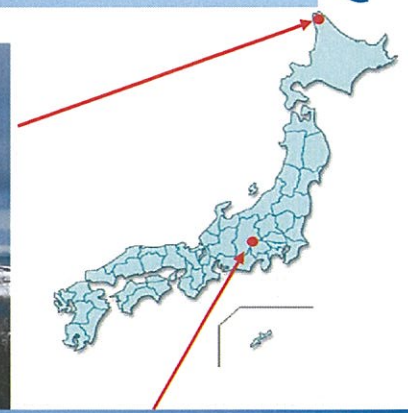
- 単独運転検出装置の相互干渉による誤動作・誤不動作の回避技術の確立
- 蓄電池を用いた出力抑制を伴わない電圧上昇防止技術を開発
- シミュレーション手法の開発

20

大規模電力供給用太陽光発電システム安定化等実証研究(FY2006-FY2010)



稚内サイト



◆**稚内サイト**  
 5 MW PV (主に結晶系)  
 NaS 電池 1500 kW-7.2hrs

◆**北杜サイト**  
 1.8 MW: PV (27種類のPV)



北杜サイト

- 蓄電池を用いた出力・周波数変動を抑制するための技術を開発
- メガソーラーに適した新しいインバータの開発
- 様々なタイプの太陽電池をテスト

21



実証サイト 苫前ウインビラ発電所  
出力 30.6MW 風力発電機 19基



レドックスフロー電池

変換器出力: 6MW

(蓄電池短時間容量に対応)

蓄電池定格出力: 4MW

貯蔵能力 : 6MWh

- ・ ウインドファームの出力変動を抑える蓄電技術・制御技術を開発
- ・ ウインドファームレベル、系統レベルの風力発電量予測の手法

※ 仁賀保高原、グリーンパワーくずまき、田原臨海、阿蘇にしはら、長崎鹿町の各風力発電所ではデータ収集を行い、シミュレーションベースで蓄電導入効果を評価

国内スマートコミュニティ実証(FY2010-FY2014)

【神奈川県横浜市】

[大都市・大規模型]

(再生可能エネルギーの大規模導入(27MWの太陽光発電導入)、スマートハウス(4000世帯)・ビルの導入、次世代交通システム(次世代自動車2000台))

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

【福岡県北九州市】

[産業都市・特区的取組型]

(産業都市特区における、太陽光発電(5MW)や水素エネルギーを生かしたスマートグリッド網を中核とした、住民等地域全員参加のエネルギーエリアマネジメント実証)

参加者: 北九州市、新日本製鐵、日本IBM、富士電機システムズ

【愛知県豊田市】

[地方都市・暮らし密着型]

(低炭素交通システム(V2X、ITS)の構築(次世代自動車3100台)、電気、熱、未利用エネルギーを交えたエネルギーの有効利用)

参加者: 豊田市、トヨタ自動車、デンソー、中部電力、東方ガス、シャープ、トヨタホーム、富士通、東芝、KDDI、サークルKサンクス、三菱重工、豊田自動織機、ドリームインキュベータ

【京都府けいはんなエコシティ】

[学研都市・新技術型]

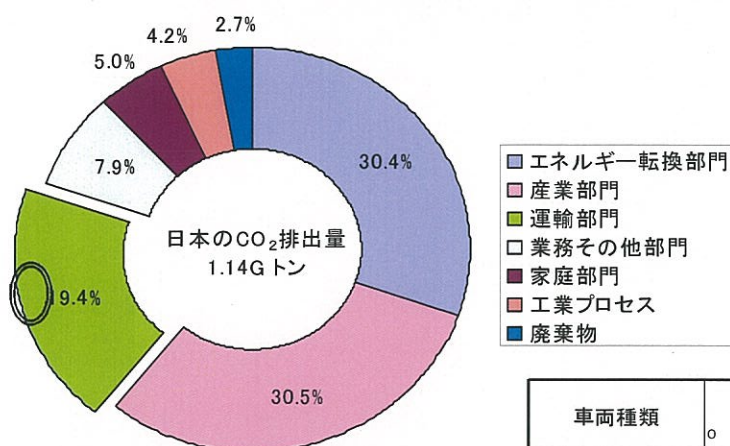
(学研都市を対象とした、各家庭、ビル内においてエネルギーを可視化してエネルギー制御を行う「ナノ・グリッド」による技術の実証)

参加者: 関西文化科学研究都市推進機構、エネルギー情報化ワーキンググループ、同志社山手サステイナブルアーバンシティ協議会、京都府、京田辺市、木更津川市、精華町、関西電力、大阪ガス

# 蓄電技術の重要性の高まり

## 蓄電技術の重要性の高まり

### 運輸部門でのCO<sub>2</sub>削減効果



CO<sub>2</sub>排出量の約20%が運輸部門  
↓  
電動車両化により大幅なCO<sub>2</sub>削減が可能

寄与できる



自動車社会と環境の調和  
のためには、CO<sub>2</sub>対策が必要

図 部門別二酸化炭素排出量  
(出典: 国立環境研究所  
データベースよりNEDO作成)

車両種類	1km走行当りCO <sub>2</sub> 総排出量(10・15モード) 単位: g-CO <sub>2</sub> /km				
	0	50	100	150	200
FCV現状	[Bar chart showing ~85 g-CO <sub>2</sub> /km]				
FCV将来	[Bar chart showing ~60 g-CO <sub>2</sub> /km]				
ガソリン	[Bar chart showing ~180 g-CO <sub>2</sub> /km]				
ガソリンHEV	[Bar chart showing ~120 g-CO <sub>2</sub> /km]				
ディーゼル	[Bar chart showing ~150 g-CO <sub>2</sub> /km]				
ディーゼルHEV	[Bar chart showing ~100 g-CO <sub>2</sub> /km]				
CNG	[Bar chart showing ~150 g-CO <sub>2</sub> /km]				
PHEV	[Bar chart showing ~100 g-CO <sub>2</sub> /km]				
EV	[Bar chart showing ~0 g-CO <sub>2</sub> /km]				

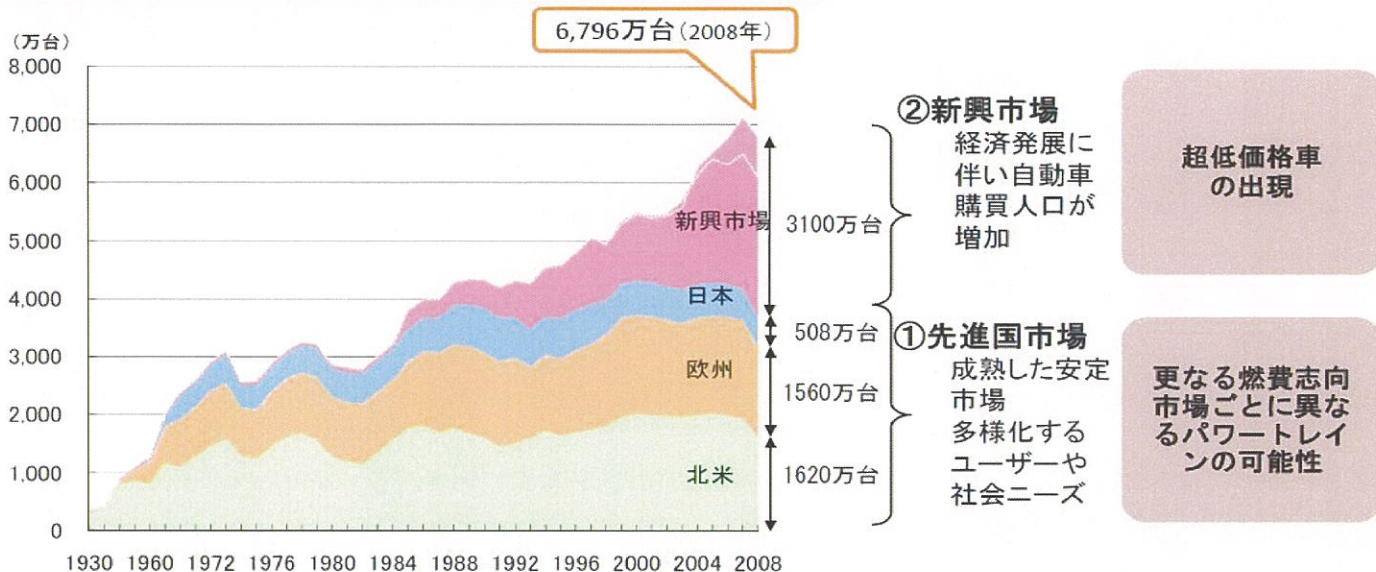
電力構成: 日本の平均電源構成

図 車両種類による1km走行当りCO<sub>2</sub>総排出量  
(出典: JHFC資料に一部加筆)

## 市場の拡大と多様化の進展

- 今後も、新興市場を中心として、自動車市場は拡大。
- 新興市場では、超低価格車を中心として市場の拡大が見込まれるが、その場合においても、従来車の燃費向上が一層求められる。
- 先進国では、燃費・環境志向の高まりとパワートレインの変化が進展。

### グローバル自動車市場の推移

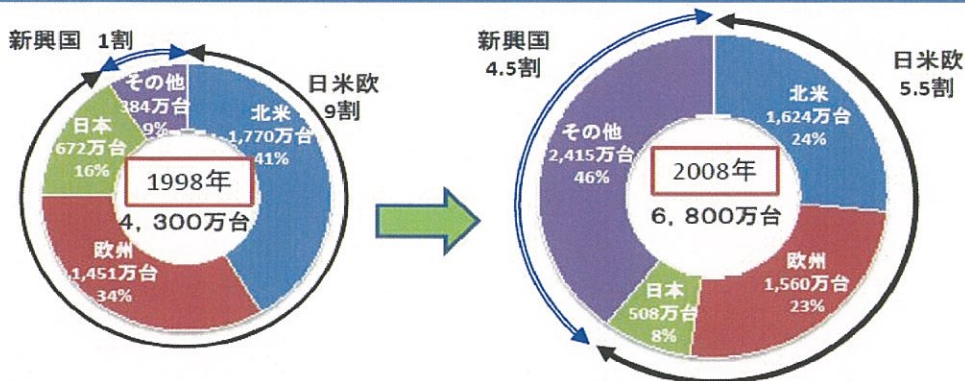


26

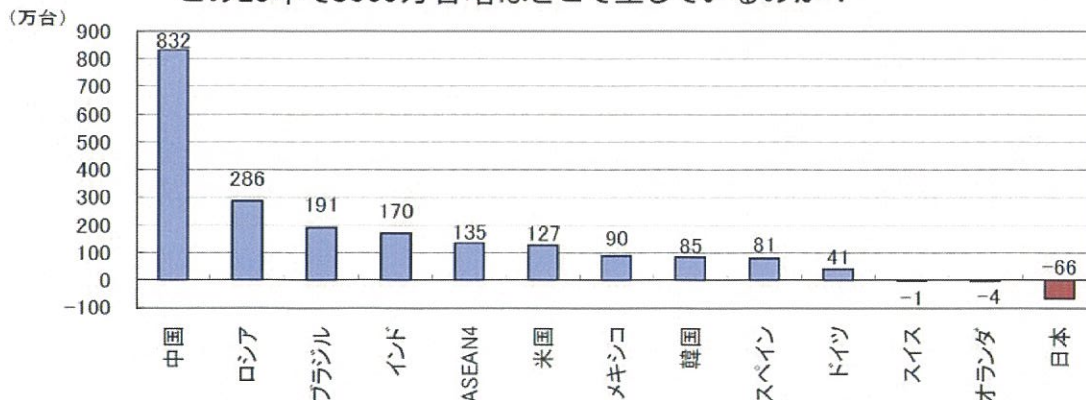
## 伸びた市場、伸びる市場

- 1990年代まで日米欧3極の時代。（日米欧：その他＝9：1）
- BRICs、ASEAN4など新興国の伸びにより、4極へ。（日米欧：新興国＝11：9）

### 世界販売台数

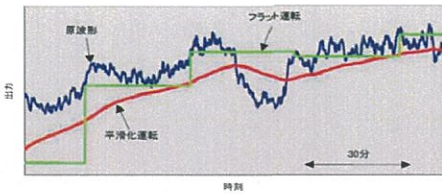


この20年で3000万台増はどこで生じているのか？

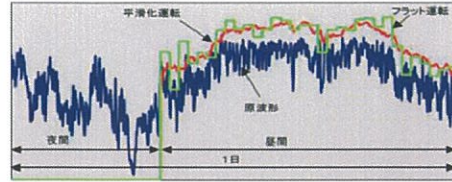


27

自然エネルギー発電の変動出力を安定化する機能を持ち、より**低コスト**でより**長寿命**な**大型**の蓄電システムの開発が必要。



(a) 短周期対応

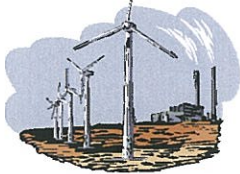


(b) 長周期対応

出典) NEDO, 「平成17~18年度 委託業務成果報告書 系統連系円滑化蓄電システム技術開発に関する調査」, 平成18年7月

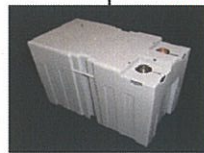


出力は、お日様任せ、風任せ・・・。



充電 ↓ ↑ 放電

蓄電システムの開発  
評価方法の検討



キーポイント = 大型、低コスト、長寿命



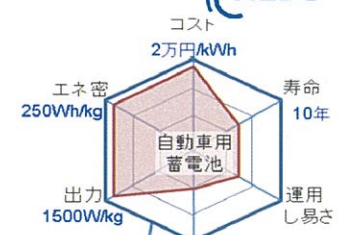
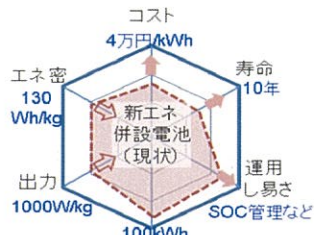
<想定される悪影響>

- ・ 電圧の変動
- ・ 周波数の変動

など・・・

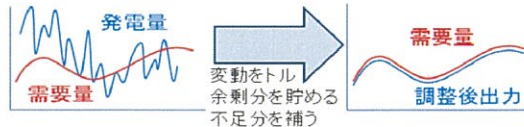
抑制

## スマートコミュニティの蓄電システム



### <系統用蓄電システム>

- ・ 電力系統全体の需給バランスをとる
- ・ 高安全・低コスト・長寿命な蓄電池



中央給電司令所

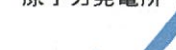
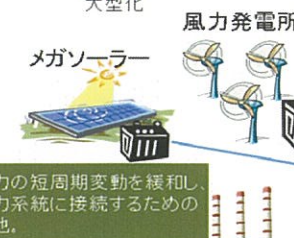


コスト 2万円/kWh



電力需給バランス調整のための電池、短周期変動や余剰電力貯蔵。

系統



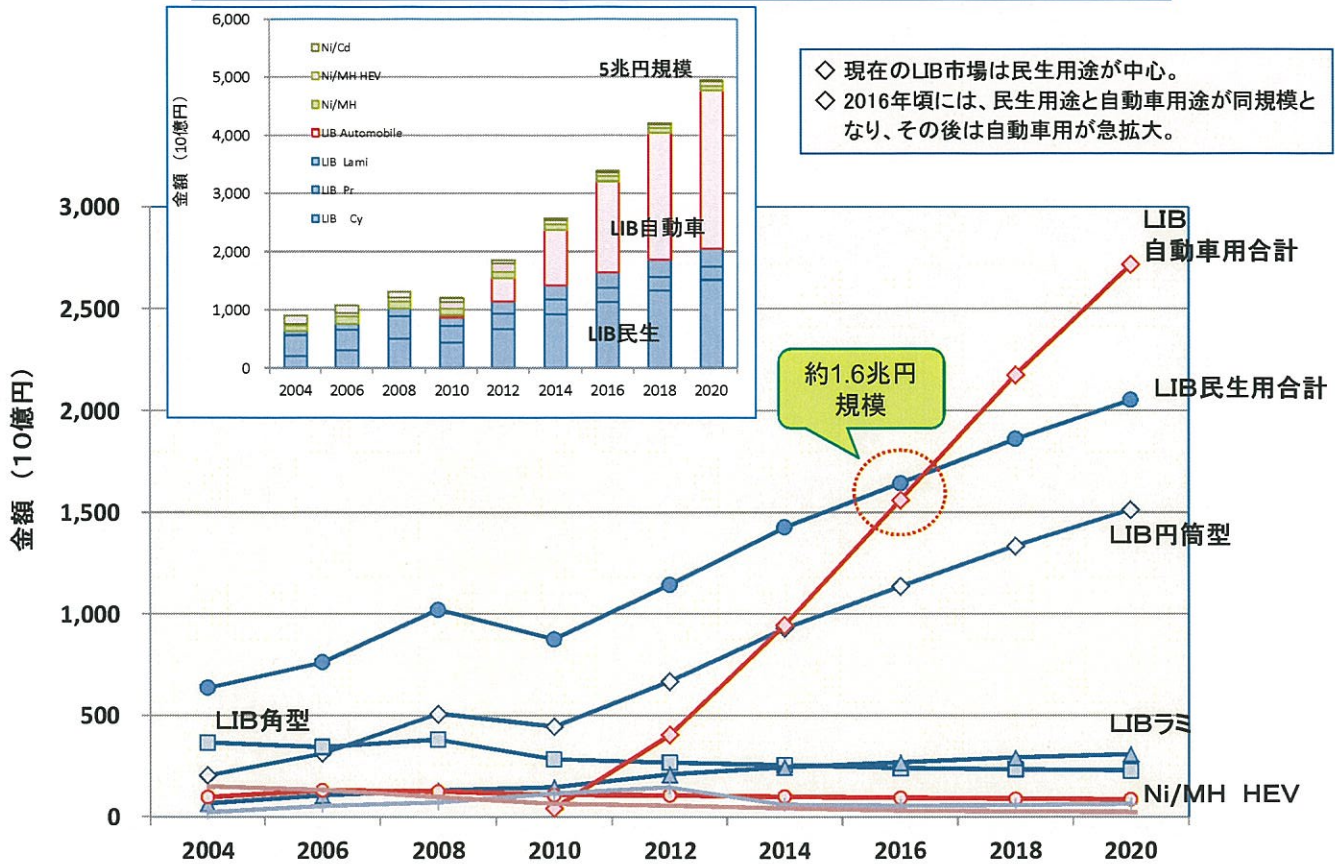
発電所



電力需要家の負荷平準化用電池、EV用電池

需要地

# 自動車用・民生用LIBの市場推移



◇ 現在のLIB市場は民生用途が中心。  
◇ 2016年頃には、民生用途と自動車用途が同規模となり、その後は自動車用が急拡大。

出典：IT総研レポートを基にNEDO作成

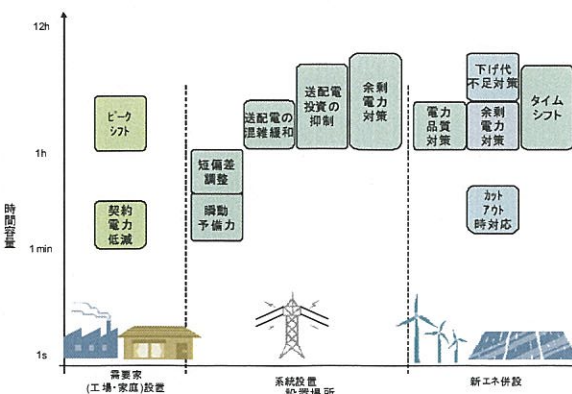


# 電池の推定市場規模(定置用)

世界	2020年
単年度当たりの導入量	約2,100万kWh
最大蓄電システム市場 (単年度当たり平均)	約4700億円 ~約8000億円

設置場所	用途/役割	概要	時間容量	検討状況			
				欧	米	中	日
系統設置	短偏差調整 (Regulation, Primary Control)	瞬時の需給変動に従って発生する偏差に対応する電力の供給力。	0.5~1h	○	○	□	△
	瞬動予備力 (Spinning Reserve, Secondary Control)	瞬時の需給変動に対応する系統安定化のための電源。予備電源が起動するまでに対応する。	5~30min	○	○	□	△
	送配電投資抑制	ピーク出力に合わせて送配電を整備する必要をなくす。1日のピークだけでなく、年間のピークにも対応。	1h~7h	□	○	-	○
	送配電混雑緩和	ピーク時の送配電混雑にかかる費用を軽減。	1~4h	-	△	-	×
	余剰電力対策	新エネ等導入によって発生する余剰電力を系統側で蓄電	1~8h	□	□	□	△
離島, 孤島	電力品質対策	新エネの出力変動を抑制	1~4h	○	○	-	○
	電力品質対策	新エネの出力変動を抑制	1~4h	□	□	□	○
新エネ併設	下げ代不足対策 (主に風力) 需要最小時に、供給力過剰(下げ代不足)にならないように調整		4~8h	×	×	×	○
	タイムシフト	供給側でオフピーク時の安い電力を蓄電しピーク時に放電	1~7h	-	○	△	○
需要家	需要家	ピークシフト、契約電力削減用途として導入。	4h	○	○	□	○

凡例 ○:導入・実証事例あり, △:検討例あり, □:必要性が示唆されている, ×:想定されていない, -:不明





# 「次世代送配電ネットワーク研究会」(2010年4月報告)蓄電池にかかわるポイント

## 1. 系統安定化に必要な対策内容・時期

発生時期	系統を不安定化する現象	対策内容
近々に	①電圧上昇: 太陽光発電(PV)が集中的に導入される地域から電圧上昇問題広がる。 ②バンク逆潮流: PV設置割合が需要家の約2割を超えると配電用変電所で逆潮流発生。 ③停電事故など	①柱上変圧器の分割設置や電圧調整装置の設置等を随時実施 ②バンク逆潮流対策 ③単独運転・不要解列防止機能を有するPVのPCSの設置 ※PVの導入拡大の初期段階から停電事故等に対応する必要があるため、できるだけ早期に対策を実施
2014年頃 PV導入量が 1,000万kW超	④・⑤余剰電力・周波数変動 特異日(電力需要が特に少ないGW・年末年始等)において余剰電力・周波数変動が発生。	④特異日における出力抑制や蓄電池の設置 ⑤揚水発電の増設(可変速化を含む)、蓄電池の設置によるLFC容量の確保等
2015年頃 PV導入量が 1,300万kW超	⑥余剰電力の増加 需要の少ない時期(春・秋季)の土曜又は日曜においても余剰電力が発生。	⑥更なる余剰電力対策 出力抑制日の追加や更なる蓄電池の設置、新規の需要創出等

## 2. 蓄電池への要求性能

項目	要求性能
システムコスト	揚水発電機並み(2.3万円/kWh)
容量	設置箇所当たり数万kWh~100万kWh
連続充放電時間	定格出力付近で数時間(6~7時間)の連続充放電が可能(揚水は定格出力で6時間以上運転可能)であること。
充放電効率	充放電のロスが小さいこと。週間単位で充電状態を保持し、保温による電力消費がある場合にも揚水発電並み(総合効率70%、電池直流端で80%)程度であること。
寿命	寿命が長く(20年程度)、かつ劣化診断技術があること。
安全性	大容量のものを設置(屋内・屋外)し、長期間運転した場合にも、安全性が確保されていること(難燃化など)。
その他	・保守点検が容易であること(メンテナンスフリーが望ましい) ・LFC指令等への応答 等

## 3. 個別蓄電池に対する見方、技術課題

電池	鉛蓄電池	NaS電池	ニッケル水素電池	リチウムイオン電池
見方	・システムコスト5万円/kWh程度 ・大容量化実績数千kWh級 →他の蓄電池に比べ優位。	・システムコスト4万円/kWh程度 ・大容量化実績20万kWh級 →コスト・容量規模等で揚水発電に比肩するレベル。	・システムコスト40万円/kWh程度 ・大容量化実績数百kWh級	・システムコスト(EV)10-30万円/kWh ・大容量化実績数百kWh級 →今後、移動体向け技術や量産効果の応用を期待。
技術課題	→更にコスト低減 →長寿命化	【余剰電力対策】 →ヒーター電力消費の低減 【出力変動対策】 →1~2時間率程度の連続充放電可能な新電池構造	→コストの低減 →数万kWh級の大容量化	→コストの低減 →数千~数万kWh級の大容量化

## 4. まとめ

電力用蓄電池に要求されるスペック(大容量化、経済性、安全性等)の達成に向け、引き続き、技術開発を進めていくことが必要である。  
更に、電力用蓄電池を活用した新たな需給制御システムを開発する場合には、引き続き、高い供給信頼度の電力供給システムを維持するために2~3年程度の電力用蓄電池の性能試験(充放電耐久性の確認等)が必要であることにかんがみ、**2013年頃までには電力用蓄電池の実用化の目処が必要である(2015年以降は生産体制の確立段階へ移行)**。(原文のまま転載)

# 蓄電設備の種類と概要

優位性の高い蓄電池の開発が有効

		力学的エネルギー貯蔵			電磁的エネルギー貯蔵		電気化学的エネルギー貯蔵
		揚水発電	圧縮空気エネルギー貯蔵(CAES)	フライホイール	超電導磁気エネルギー貯蔵(SMES)	キャパシタ	蓄電池
現状	エネルギー密度	~2.8[Wh/L]	~5.5[Wh/L]	15[Wh/L]	14[Wh/L]	25[Wh/L]	30~350[Wh/L]
	システム効率	70[%]	50[%]	75[%]	90[%]	80[%]	87[%]
	寿命	機械部分 23年	機械部分 23年	軸受け部 劣化早い		10年以上	セル 約10年
	コスト	建設コスト 2.3万円/kWh	5万円/kWh	500万/kWh	3億3千万/kWh(量産時)	10万円/kWh(量産時)	4万円/kWh(量産時)
課題		・建設の計画から竣工まで15年ほど要する ・日本には新設場所がほとんど残っていない	・効率が悪い ・岩塩層が必要だが日本にはない。建設できない。	・数秒~数分の貯蔵に適し、長時間の保存は効率悪化する。 ・爆発的破壊を起こすため地震などに備え大型のものは地中に埋設 ・高効率化のため真空構造、超伝導軸受けの採用もあるが著しく高価	・著しく高価 ・高出力は得られるが電力量は小さい(エネルギー密度が低く高価) ・液体ヘリウムによる冷却を必要としランニングコストもかかる	・大容量の電気を貯められない(エネルギー密度が低く高価)。	・寿命 ・コスト
	今後の取り組み	・容量は増やせないで発電機を増設して出力をあげる ・可変速揚水発電機への更新	・水封構造の空気槽 ・低コスト化 ・高効率化	・大容量化 ・低損失化 ・低コスト化	・高温超電導による低ランニングコスト化 ・システムコスト低減 ・大容量化 ・コイルの高性能化 ・高信頼性化 ・耐高電圧化	・LIC等による大容量化 ・他の蓄電池デバイスとの組合せ	・長寿命化 ・低コスト化
適用		・余剰電力貯蔵 ・周波数調整	・余剰電力貯蔵 ・周波数調整(LFC) ・調整力確保	・新エネの変動緩和 ・15分くらいまでの蓄電 ・UPS(~2分程度)	・数秒までの瞬低補償 ・数十秒までの短周期の変動調整、GFなど。	・数秒までの極めて短周期の変動緩和、GFなど。 ・電気化学電池と組み合わせ長寿命化。	・余剰電力貯蔵 ・周波数調整GF~LFC ・UPS(~2時間程度)

# 蓄電技術開発ロードマップ

# 蓄電技術開発ロードマップ

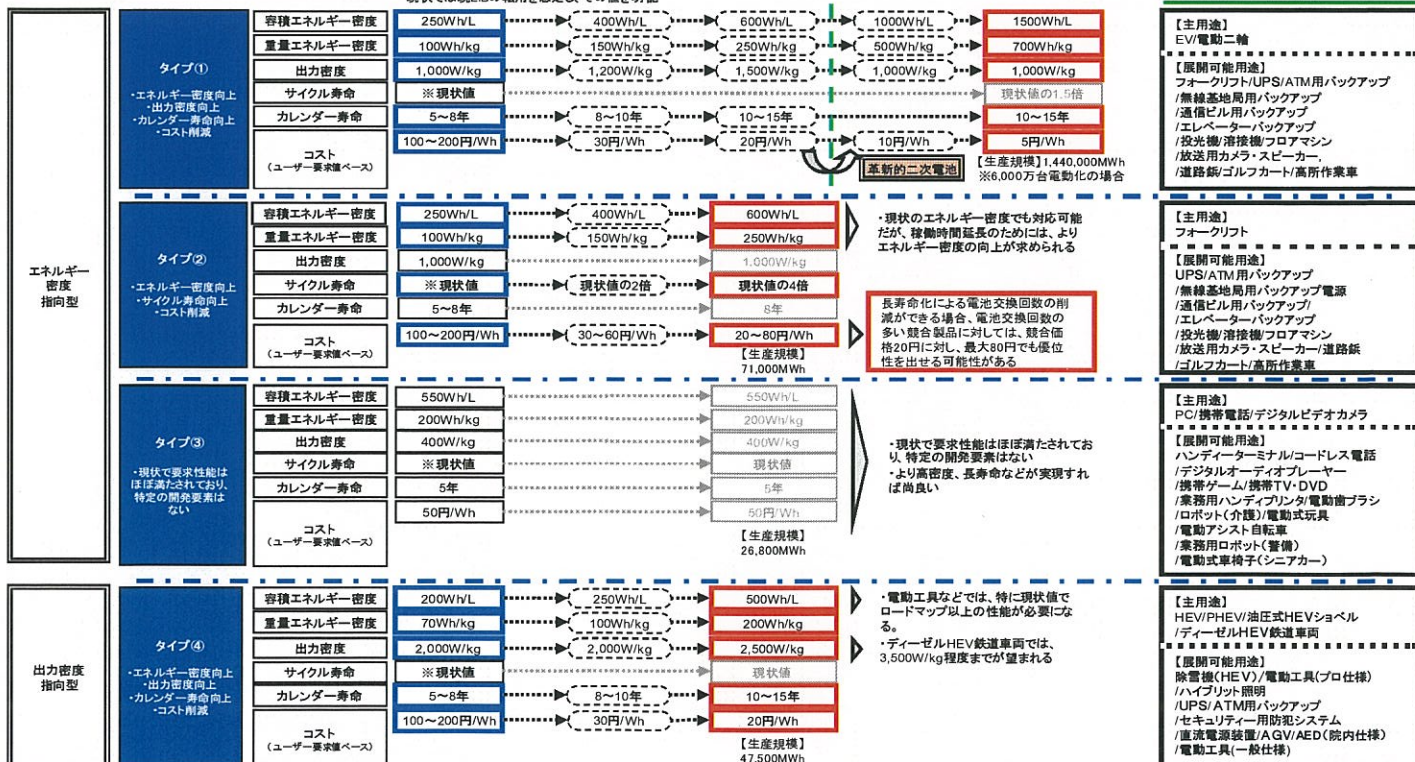
## 二次電池分野の技術ロードマップ (1/2)

開発段階の中間的な目標スペック値   より一層の向上が求められるスペック   普及に必要なスペック値(もしくは普及に向けた開発目標値)

### 二次電池の用途分類

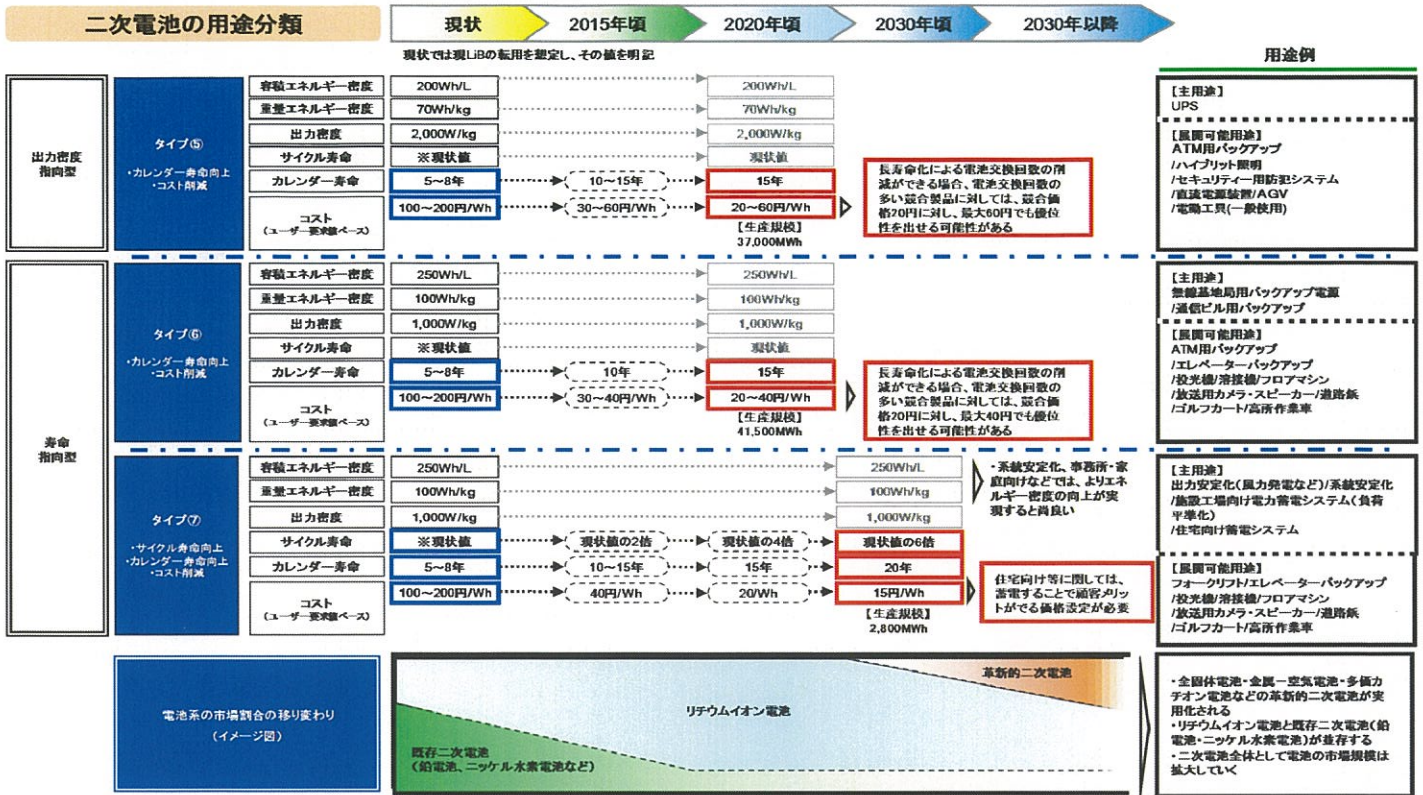
現状 2015年頃 2020年頃 2030年頃 2030年以降

### 用途例



※サイクル寿命の現状値=約1000回 : DOD=100%、1C放電、初期容量に対して残容量が95%に達する回数  
 ※カレンダー寿命とは、電池に求められる寿命のこと

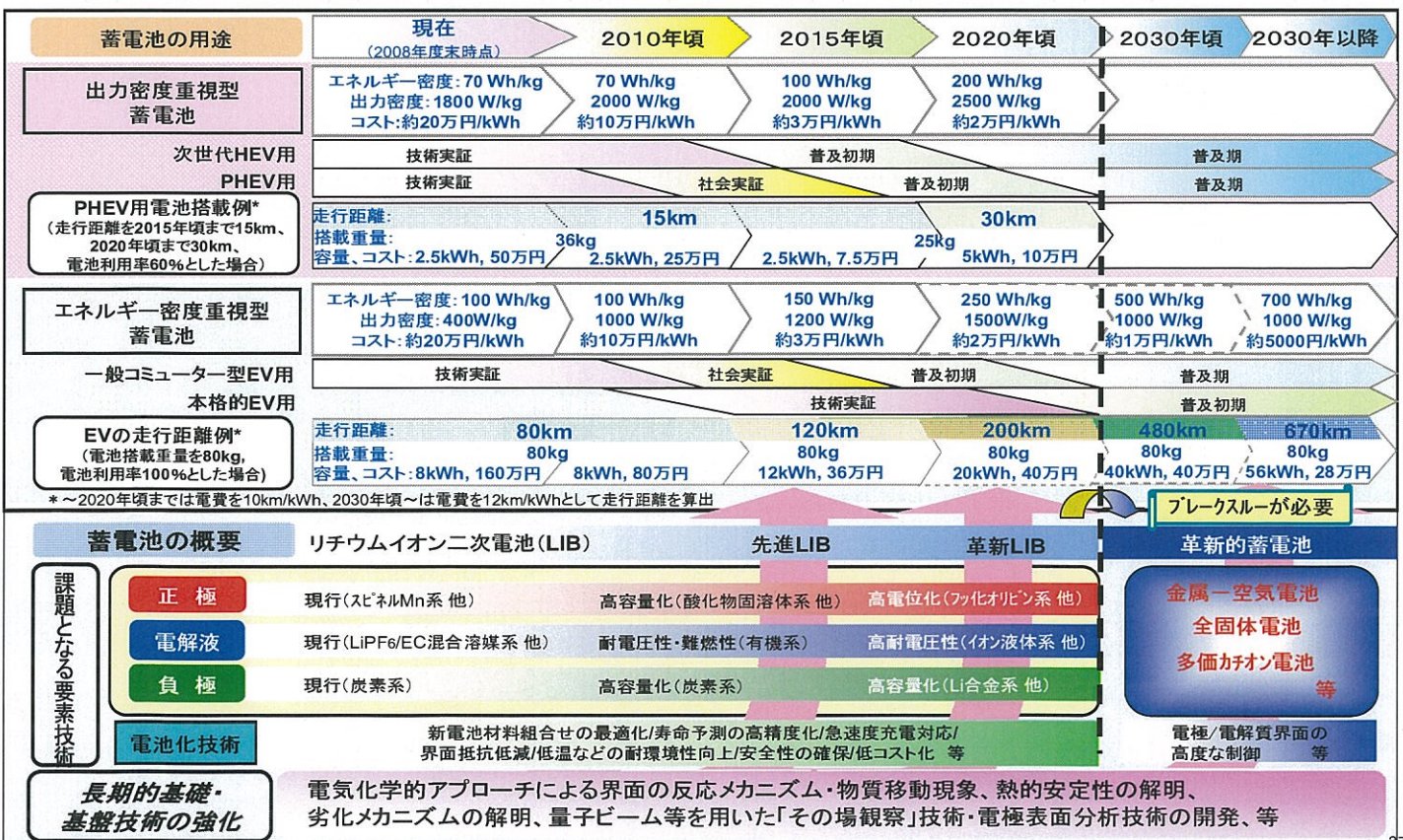
## 二次電池分野の技術ロードマップ (2/2)



※サイクル寿命の現状値は約1000回 : DOD=100%、1C放電、初期容量に対して残容量が85%に達する回数

※カレンダー寿命とは、電池に求められる寿命のこと

## 次世代自動車用蓄電池技術開発ロードマップ



# 電池産業を巡る状況

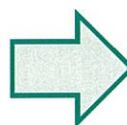
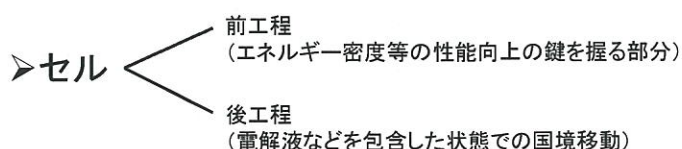
## 電池産業を巡る状況

38

### 電池産業を巡る競争力規程要因の状況

## 1. 電池関連のサプライチェーンの中でどこに強みを保持すべきか

### ➤部材



- ・ノウハウと製造装置への具体化との関係
- ・半導体のようにフルターンキーサービスは成立するか

### ➤モジュール／システム

制御システムや周辺パーツに強みを発揮できるか

## 2. 量産効果を活かすためにEV用／定置用で共通化すべき(できる)ところはあるか

- 電極レベル
- セルレベル
- モジュールレベル

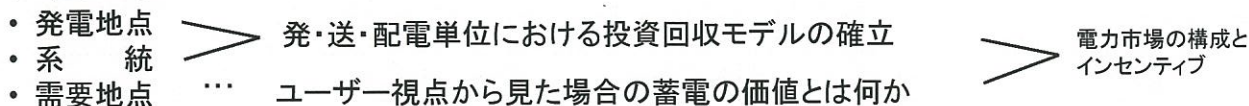
39

### 3. 世界最大の自動車大国となった中国における標準化、安全規格等の動向

- 自国電池産業の強みを最大化するための安全規格
- レアメタル戦略

### 4. 価格低減に向けた市場の人工的な創出／持続可能な市場創出

- EV導入普及のための支援
- 生活者の視点から見た場合のEV導入の価値は何か
- 定置用導入

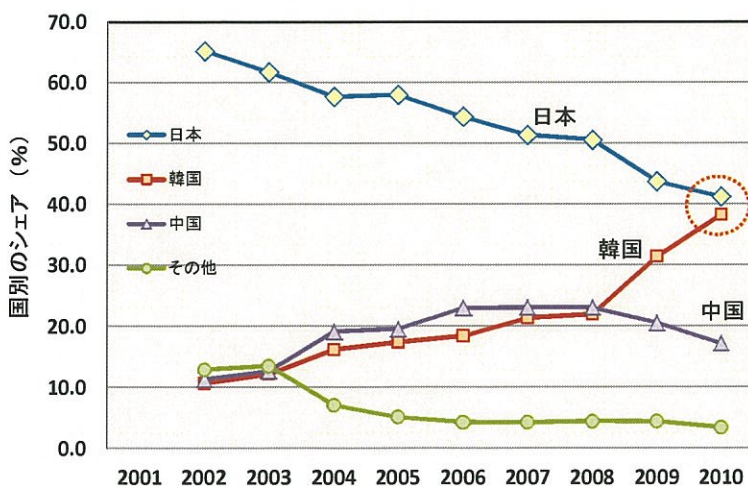


※エコに対する意識

- ・PV導入／国としてのCO2削減計画とのリンク
- ・単なる値引き／エコポイント付与によるエコ住宅リフォーム

40

### 民生用LIBセル出荷量のシェア推移



	2000年		2005年		2010年推定	
	メーカー名	シェア	メーカー名	シェア	メーカー名	シェア
1	三洋電機 三洋GSソフト エナジー	33%	三洋電機 三洋GSソフト エナジー	28%	パナソニック・ 三洋電機	26%
2	ソニー	21%	ソニー	13%	サムソンSDI	21%
3	松下電池工業	19%	サムソンSDI	11%	LG化学	17%
4	東芝	11%	松下電池工業	10%	ソニー	12%
5	NECTーキン	6.4%	BYD	7.5%	天津力神	5%
6	日立マクセル	3.4%	LG化学	6.5%	BYD	5%
7	BYD	2.9%	天津力神	4.5%	BAK	4%
8	LG化学	1.3%	NECTーキン	3.6%	日立マクセル	3%
9	サムソンSDI	0.4%	日立マクセル	3.3%	ATL	3%

※ ATLはTDK資本100%であるが香港の会社

- ◇ 現在のLIB市場は民生用途（ノートPC、携帯、DSC、ゲーム機など）が中心。
- ◇ 民生用途においても韓国、中国の追い上げが激化。
- ◇ 2011年には国別シェアは、韓国は日本と同レベル。

## 新規参入企業

海外では、ベンチャー等新規参入企業を含めた多くの自動車メーカーがリチウムイオン電池を搭載したEVへの参入を表明し、2~3年内の販売開始を予定。

新規参入企業

メーカー	車名	国	タイプ	動力源	販売年	バッテリー	EV走行可能距離	生産形態	初年度販売台数	価格
Think	City	スウェーデン	Sedan	EV	2008	ZebraLi-ion	200 km	委託生産 (Valmet Automotive)	NA	未定
Tesla	Roadster	アメリカ	Sports car	EV	2008	Lithium-ion	350 km	NA	累計700台納車 (09年9月時点)	109,000USD
TATA	Vista	インド	Sedan	EV	2009	Lithium-ion	180 km	MiJo Greenland/ Innovasyonと協業	NA	25,000ユーロ
BMW	Mini E	ドイツ	Sedan	EV	2009	Lithium-ion	240 km	自社 (BMWグループ内)	600台生産 (リース)	NA
BYD	F3DM/F6DM	中国	Sedan	PHEV	2009 (F3DMは08年12月)	Lithium-ion	100 km	自社生産	NA	F3DM: 14,98万円
BYD	F6E	中国	Sedan	EV	2009	Lithium-ion	161 km	自社生産	NA	NA
Daimler	smart for two ed	ドイツ	Sedan	EV	2010	Lithium-ion	240 km	NA	100台 (試験・リース段階)	20,000USD
Fisker	Karma	アメリカ	Sports car	PHEV	2010	Lithium-ion	80 km	委託生産 (Valmet Automotive)	15,000台 (予定)	87,900 USD
Pininfarina	Blue car	イタリア	Compact car	EV	2010	Lithium-ion	250 km	NA	(15年までに60,000台)	NA
GM	Volt	アメリカ	Sedan	PHEV	2010	Lithium-ion	64 km	自社生産	NA	~40,000usd
Tesla	Model S	アメリカ	Sedan	EV	2011	Lithium-ion	385 km	自社生産	NA	~49,900usd
Renault	Fluence ZE	フランス	Sedan	EV	2011	Lithium-ion	161 km	自社生産 (ルノー、Better Place 向)	NA	16,000ユーロ
VW	Golf TwinDrive	ドイツ	Sedan	PHEV	2013	Lithium-ion	50 km	NA	NA	NA
Ford	Escape	アメリカ	SUV	PHEV	2013	Lithium-ion	48 km	NA	NA	NA
Chrysler	Sprinter	アメリカ	Commercial van	PHEV	N/A	Lithium-ion	32 km	NA	NA	NA

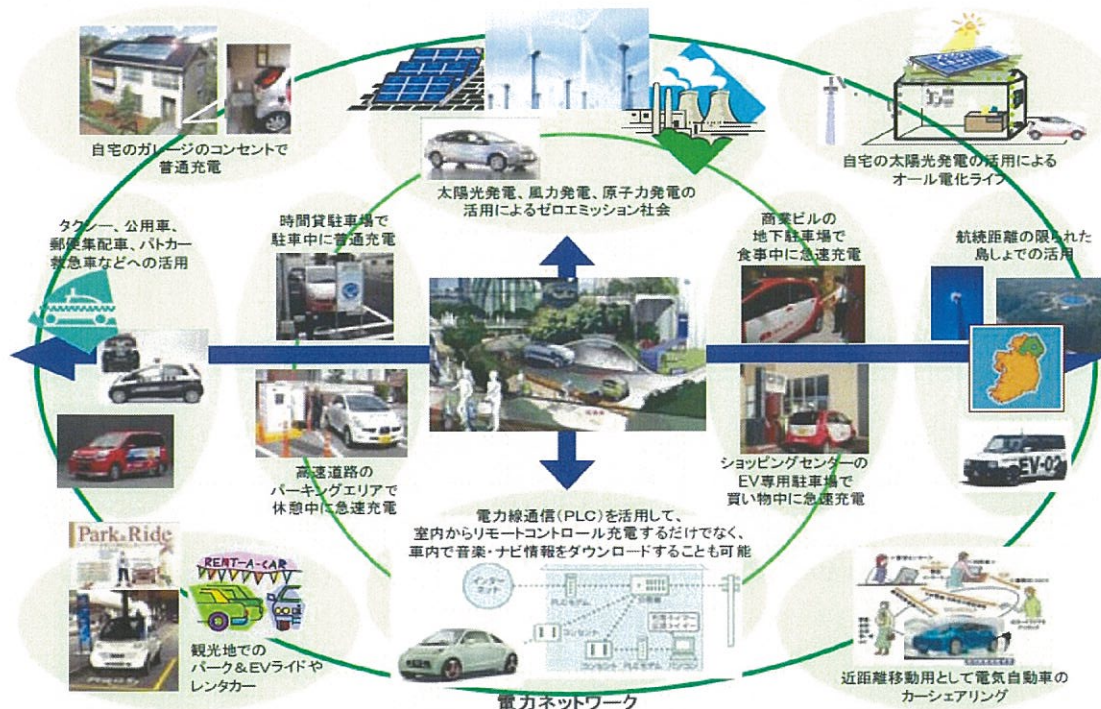
所: 各社HP等

42

## 新たなビジネスモデルの可能性

次世代自動車の普及に伴い、自動車及び関連産業を取り巻くビジネスモデルが変化していく可能性がある。

### 【EV/pHVタウン構想における様々なビジネスモデル】



43

1. **我が国にとってインフラ・システム輸出市場の獲得のチャンス。** 単体機器の輸出だけでは新興国との価格競争に陥り、中国、韓国等に市場を奪われる懸念。  
世界の多様な国・地域ごとのニーズに対して我が国の技術を最適化(ローカライズ)し、**インフラシステムのパッケージとして海外へ展開。**
2. **国際標準化の獲得**に向けて、実証事業から得られた成果をフィードバックするとともに、国・個別企業との議論を牽引。
3. 国内では規制上実証が行えない技術を海外で実証し、その成果を日本にフィードバック。

技術開発

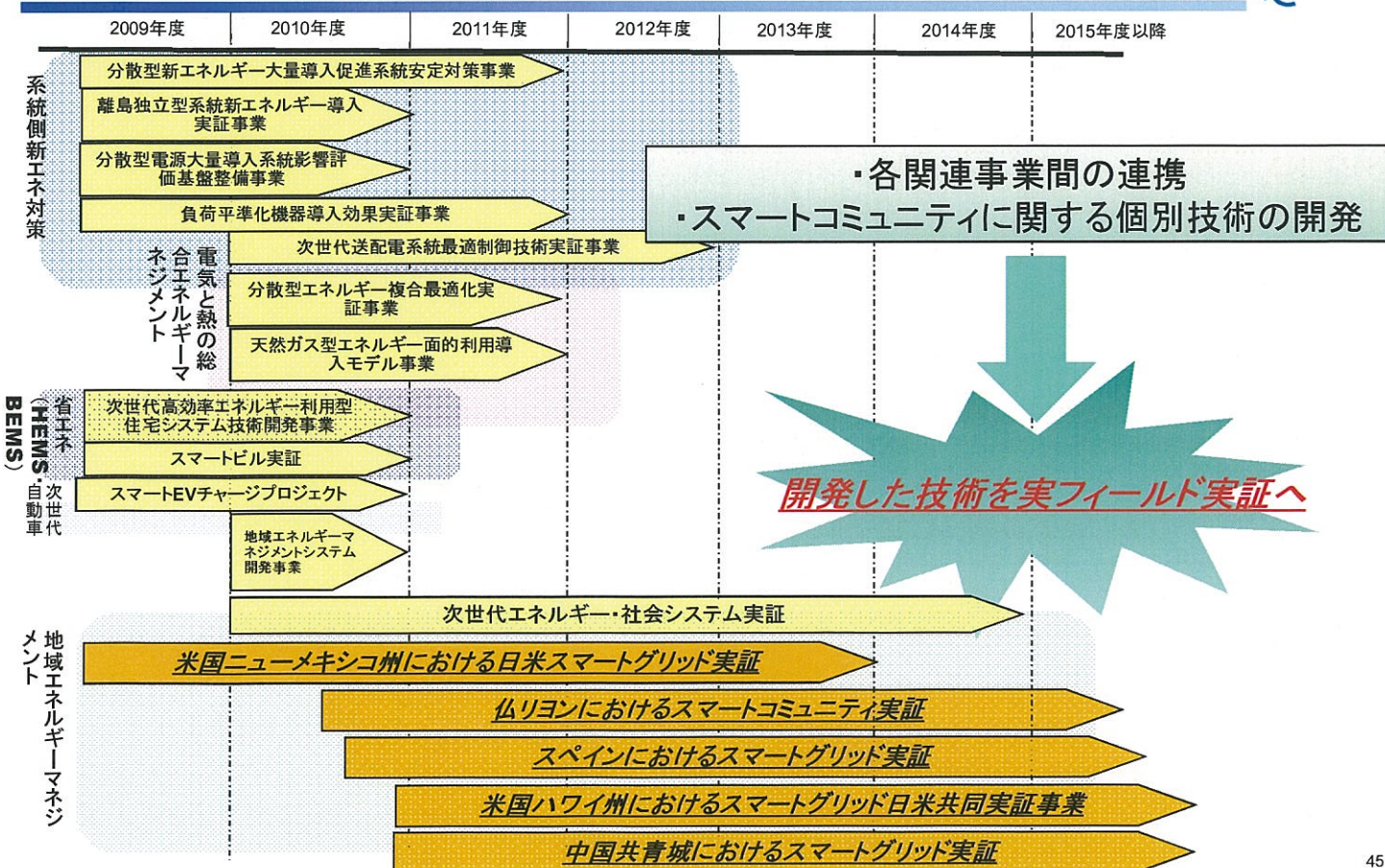
送電制御技術 蓄電池 省エネ・ZEB 次世代自動車 熱供給 再生可能エネルギー 交通システム 水素・燃料電池

海外実証

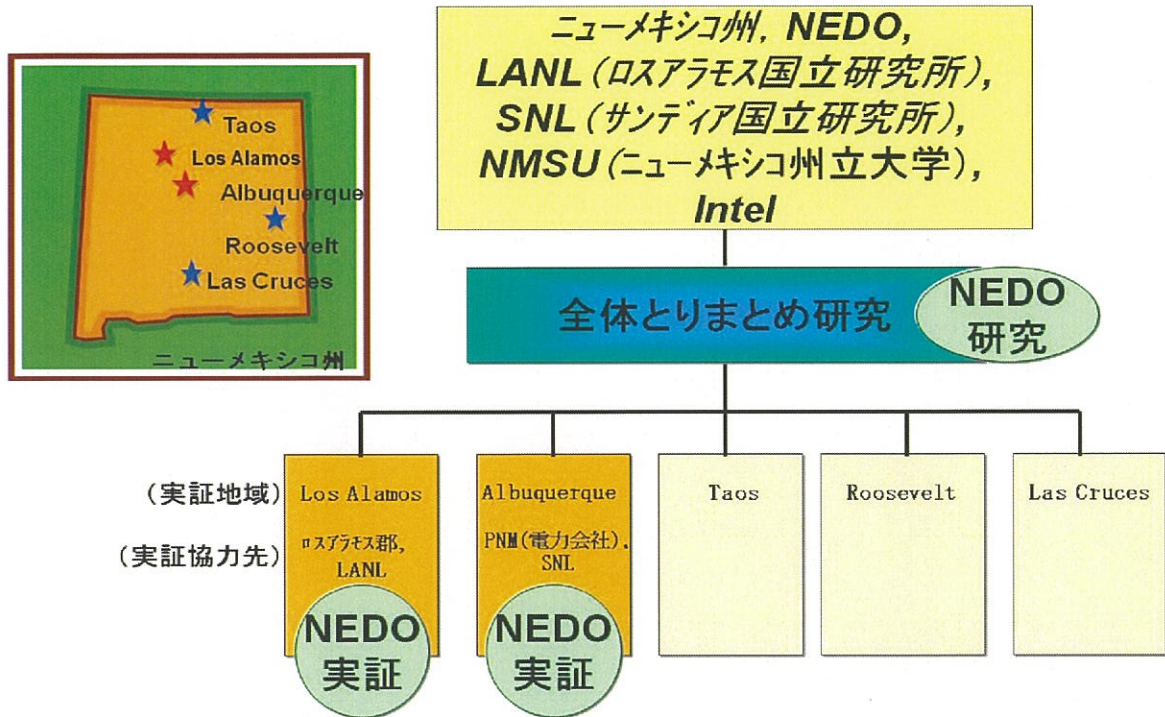
日本の優れた技術をパッケージ化し、海外市場へ展開

- ・ 海外実証にて日本の技術のショーケース化をはかり、輸出促進に寄与
- ・ 日本国内では実証困難な技術システムを実証
- ・ 現地企業・国研等の協力を得て高い品質のデータを収集し、国際標準化の推進に貢献

日本のスマートコミュニティ実現に向けた今後の展開



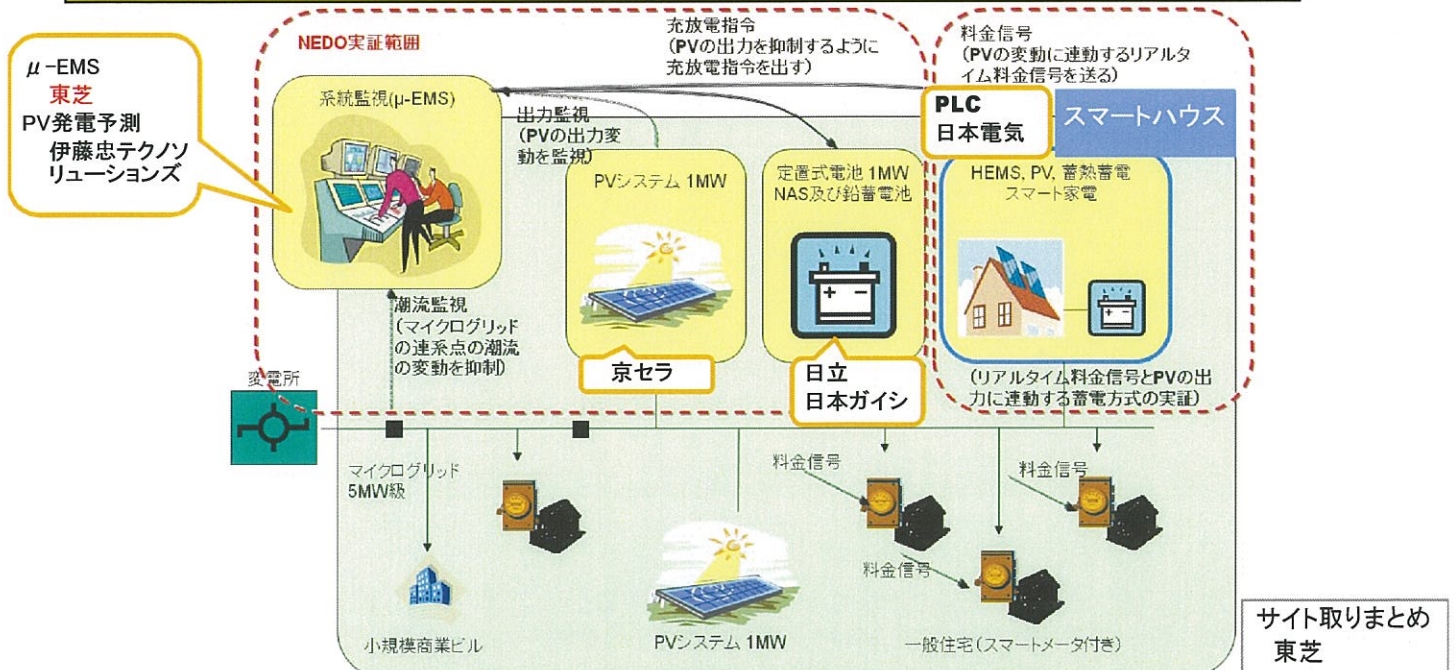
米国5箇所の実証サイトの内、ロスアラモス、アルバカーキの2箇所で実証研究を展開、日米共同で取りまとめ研究を実施。



46

【米ニューメキシコ】 (1) ロスアラモス郡におけるスマートグリッド実証 

集中型電力貯蔵や住宅デマンドレスポンスの実証。

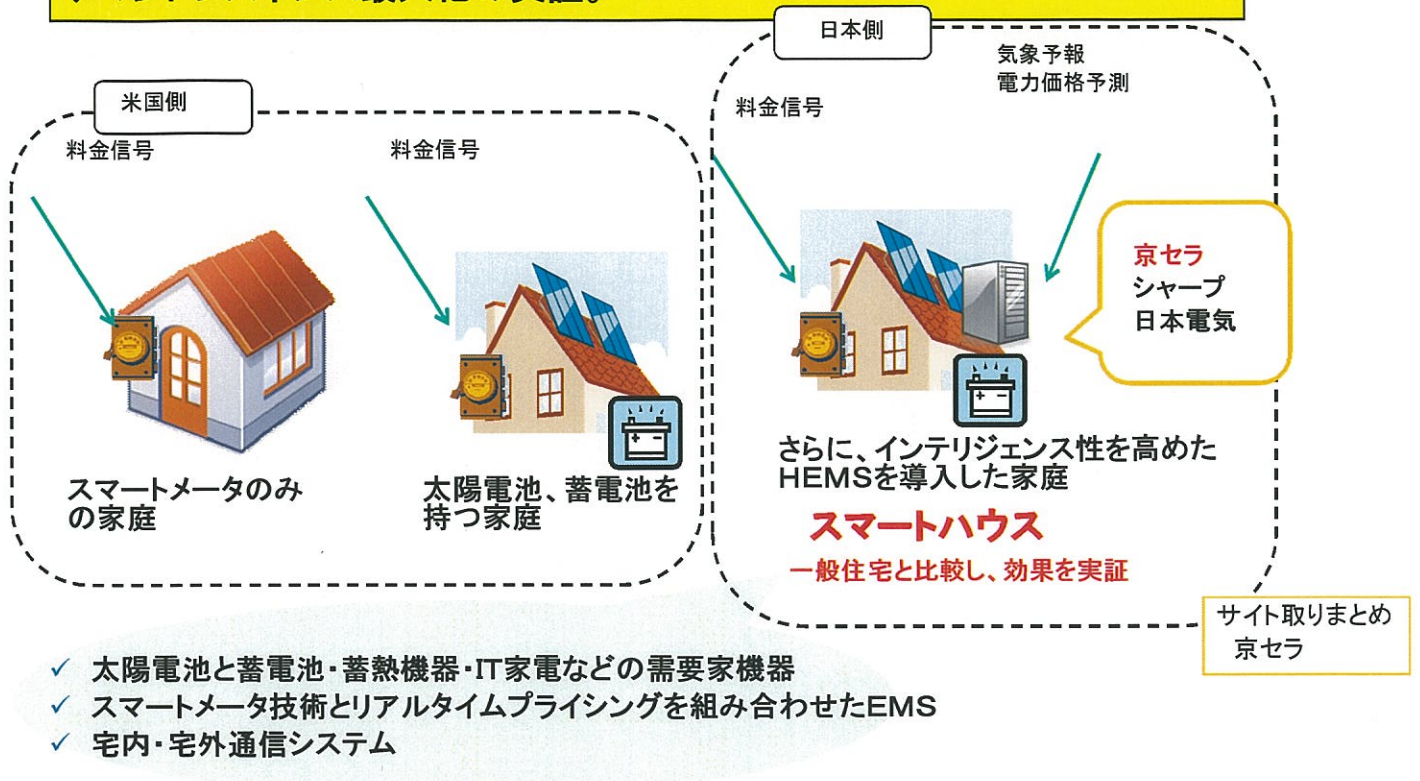


- ✓ 2~5MW程度の実際の配電線において、集中型太陽光発電、蓄電池を導入システム構成を切換えることによりPV導入比率を変えて、PV出力の変動吸収実験を実施
- ✓ スマート配電機器(情報通信機能を持った配電機器)を導入し、高い操作性を有する配電システムを構築・実証

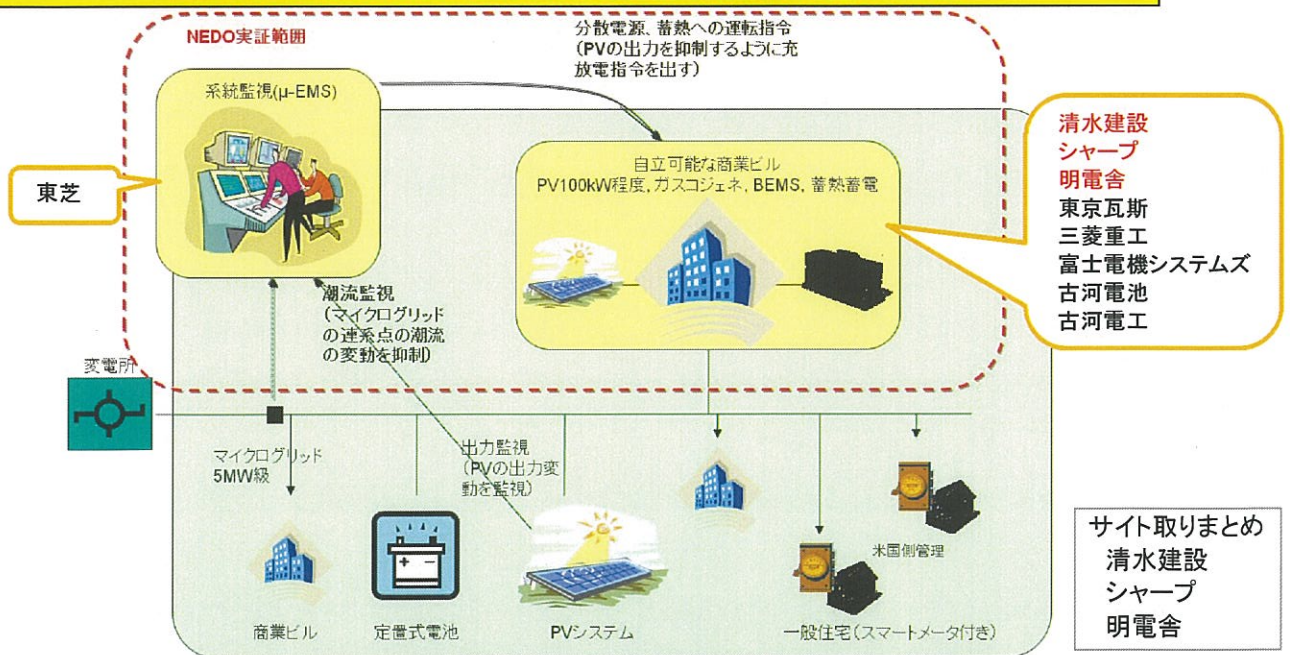
47



HEMS(ホームエネルギー管理システム)を用いた  
デマンドレスポンス最大化の実証。



業務用ビルの設備を用いたデマンドレスポンスの実証。



- ✓ 電力系統から切り離されても自立運転可能なビル需要地システムを、蓄電池、ガスエンジンコジェネ、燃料電池、蓄熱槽、太陽電池等により構築し、高い信頼性を有する供給体制を実証
- ✓ 配電系統内に設置された太陽電池発電の変動を、ビル側EMSと系統側EMSを連系させ、ビル内設備を制御することにより、吸収できることを実証

ニューメキシコ5箇所の実証研究の結果を用いて、日米でスマートグリッド関連の技術の評価。標準化活動へつなげる研究も実施。



- ✓ 実証から得られるデータなどを分析し、スマートグリッドの導入効果を評価する
- ✓ サイバーセキュリティ、系統連系技術の標準化に繋がる研究を実施
- ✓ 新エネルギー設備の設置場所等の影響を分析

50

【フランス】 リヨン再開発地域におけるスマートコミュニティ実証事業

フランス第二の都市であるリヨンのコンフルエンス再開発地区を中心とした地域で、省エネルギー、再生可能エネルギーの大量導入及び次世代自動車の普及を見据え、グランドリオン共同体(※)とともに、都市再開発に合わせてスマートコミュニティの実証を行う。

(※)グランドリオン共同体は、  
リオン市と周辺市町村を含む広域自治体



実施期間(予定):  
・ 実証事業:平成23~27年度(5年間)

51

**(Task1):**

**P-plotビル**と称される新設予定ビルを対象に**BEMS**及びビル内需要設備の導入、運転管理、省エネルギーの実証

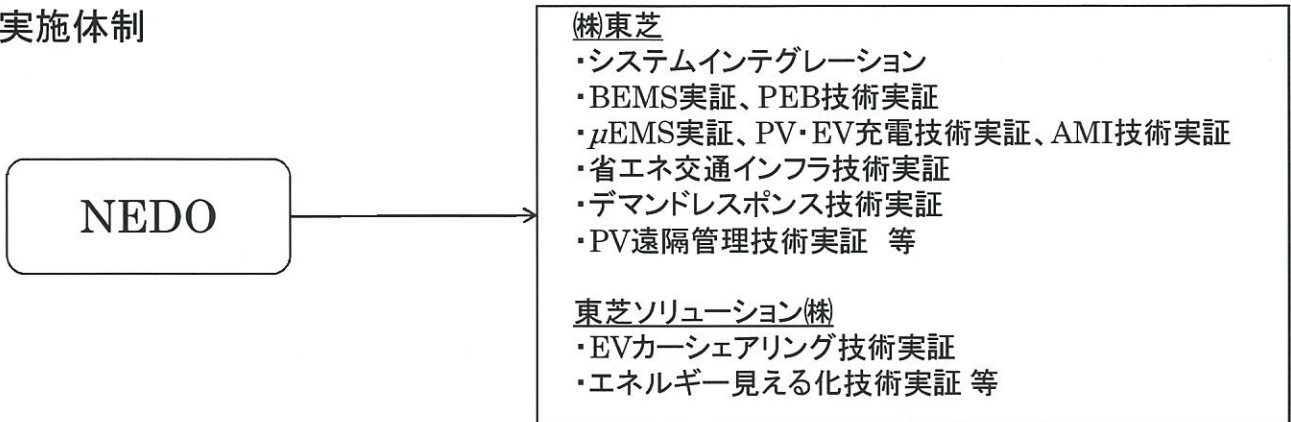
**(Task2):**

**EV**充電課金管理システム、**PV**遠隔管理システムなどの情報システム構築・実証

**(Task3):**

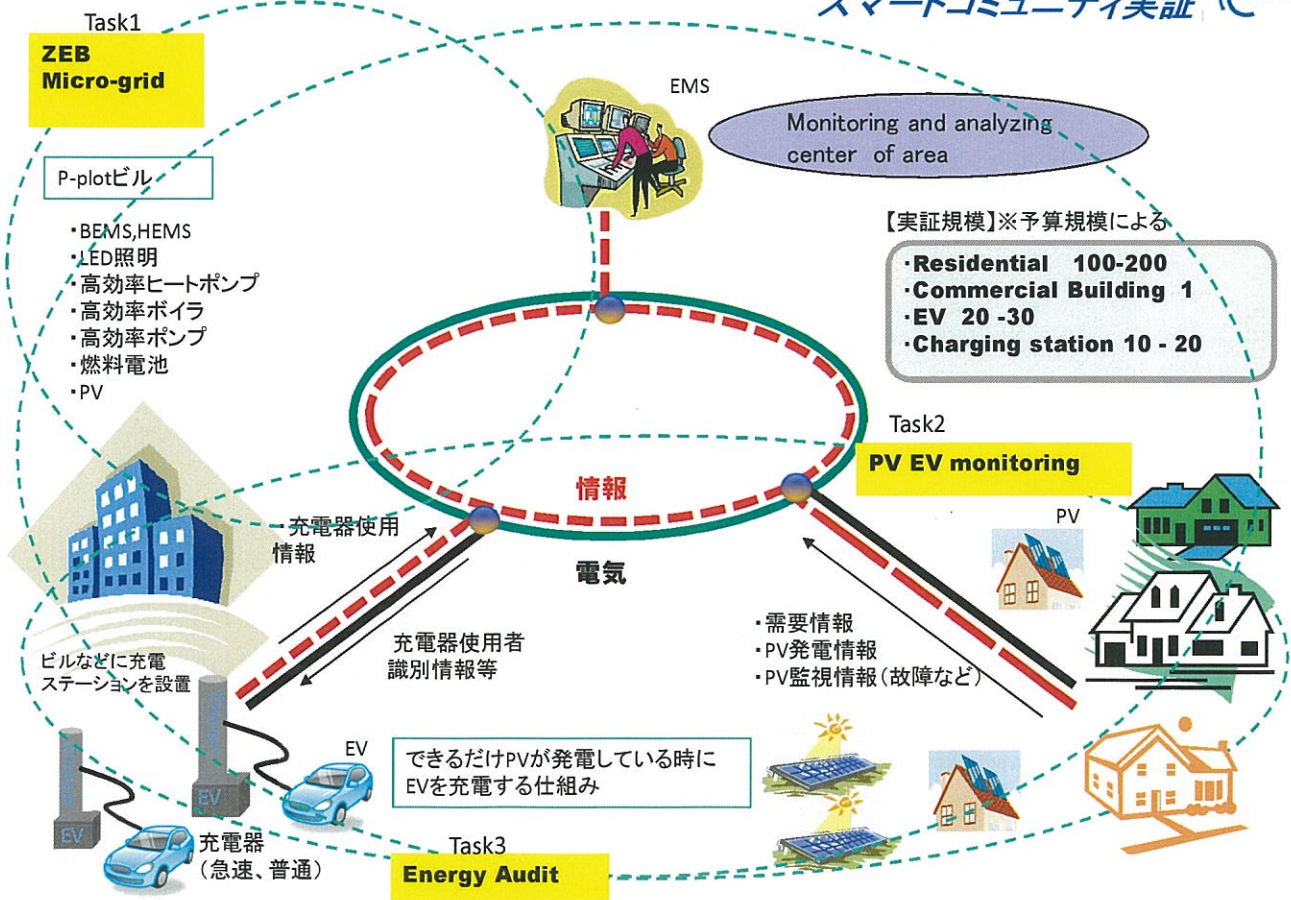
都市再開発地域内でのエネルギー消費監査

実施体制



【フランス】省エネビル、電気自動車の充電管理等を組み込んだ

スマートコミュニティ実証



実証の背景

- ・ 日西産業界の協力強化、日本技術の海外展開
- ・ 実証を通じた国際標準化への寄与 (EVの急速充電方式の規格化等)
- ・ 日本国内の社会システム変革へのフィードバック (電力自由化の導入の可能性等)



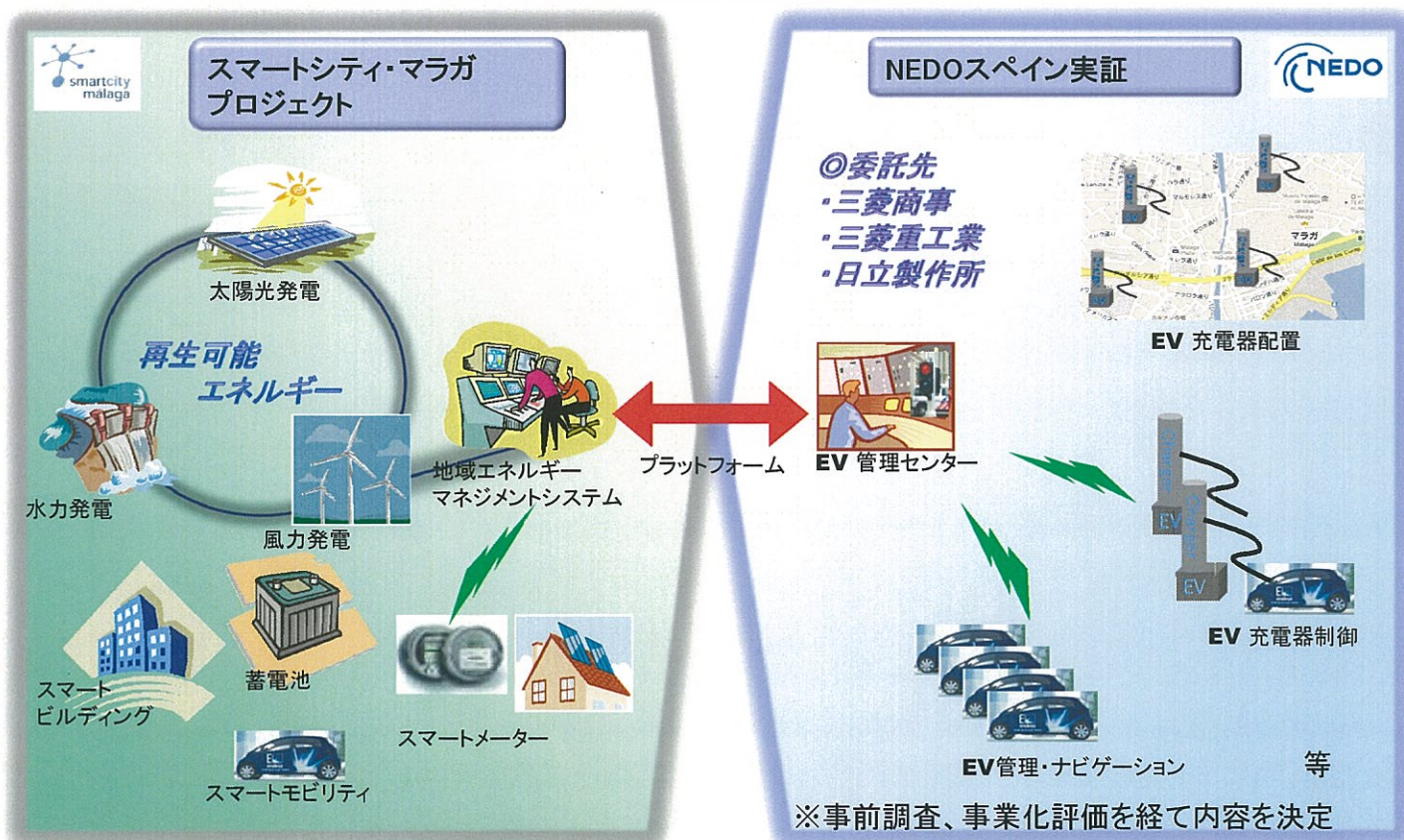
実証項目

- EVインフラ (電気自動車、充電設備をネットワーク化し、それらを統括管理するシステムを構築)
- 電力システム (急速充電器配置シミュレーション、系統モデル型配電自動化システム、統合デマンドサイドマネジメント)
- 統合ICT基盤 (統合ICT基盤を活用し、CEMSとの適用評価と実証)
- 総合サービス (EV管理センターに集まる多様な情報を元に、ユーザーにとって有用な情報を提供し、その対価を得るビジネスモデルを開発)

○実施期間：平成23年度～27年度 5年間(予定)

○実施体制：三菱商事、三菱重工業、日立製作所

【スペイン】スペインにおけるスマートコミュニティ実証事業(イメージ図)



## 協力の背景

2009年11月の日米首脳会談時に合意した日米クリーン・エネルギー技術協力において、沖縄、ハワイが知見共有を含めた協力を協議するタスクフォースを設置することに合意。

## 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。

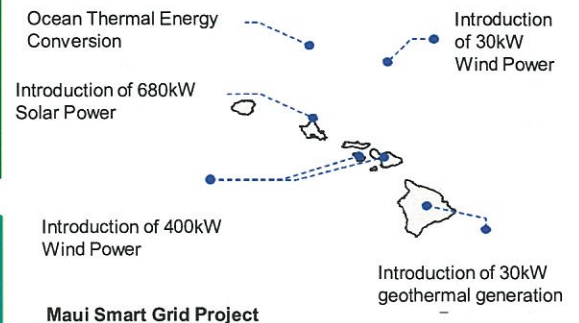


- 環境の類似した両地域でベストプラクティス共有を始めとした協力を行うことで、**最大限のシナジー効果を発揮**
- 離島における再生可能エネ導入・省エネ促進モデルとしての**世界へ向けたショーケース化**
- **日米間の協力の象徴としての沖縄－ハワイ協力**

## 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(第1回会合を2010年3月に開催)**
- **外務省やNEDOも積極的に貢献**
- **専門家ミッションを相互に派遣し、沖縄・ハワイ各島における実証事業実施に向け検討**
- **宮古島とハワイ州で行われているマイクログリッドについての情報交換**
- **再生可能エネ・省エネ分野において幅広い協力を行い、離島におけるモデルケースとして世界に向けて発信**

## Approach about new energy in Hawaii



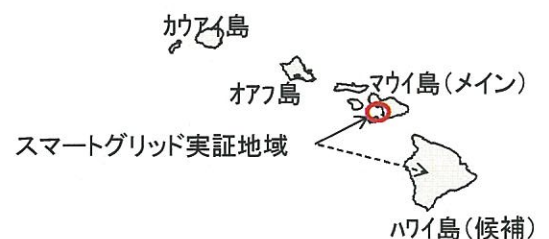
## 実証の意義

- 離島における再生可能エネ導入・省エネ促進モデルとしての世界へ向けたショーケース化。
- 本事業での系統連系実証により、今後の我が国の系統連系技術を用いて島嶼部のスマートグリッド市場を獲得。

## 実証項目

- (I) マウイ島におけるEVを活用した離島型スマートグリッド実証
- (II) Kihei地区における1配電用変電所レベルのスマートグリッド実証
- (III) 低圧系統(1低圧変圧器レベル)におけるスマートグリッド実証
- (IV) 全体総括研究

## 実証地域



○実施期間: 平成23年度～27年度 5年間(予定)

○実施体制: 日立製作所、日本ヒューレット・パッカード、みずほコーポレート銀行、シャープ、JFEエンジニアリング、サイバーディフェンス研究所

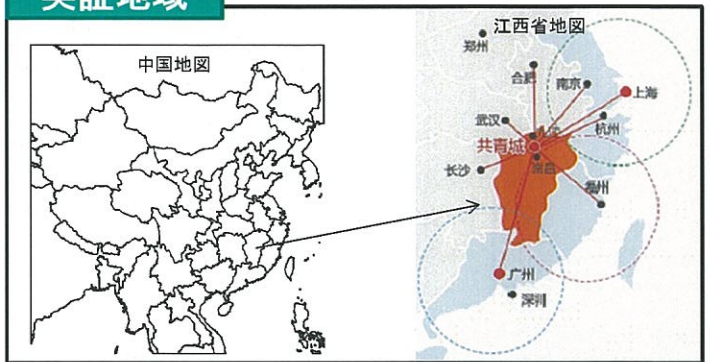
### 実証の背景・意義

- ・ 中国では沿岸地区が目覚ましい経済成長を遂げる一方、内陸部の経済は立ち後れて格差が拡大中。中央政府が目指す新工業化路線と中部振興戦略に基づいて江西省が打ち出した「共青城発展計画」により、共青城市は今後大きな発展が予想される。
- ・ 我が国の有する省エネルギー等の技術を適用することにより、中国経済のクリーンな発展を支え、当該技術の効果を実証し、定着・普及を図ることが可能。

### 実証項目

- (1) コミュニティ全体を協調して動作させ、効率的に計画・運用する統合EMSの構築および実証
- (2) 多様な都市活動全体の環境改善や省エネルギーを推進し、マネジメントするシステムの実証
- (3) 実証エリアに再生可能エネルギーを導入したスマートグリッド関連技術の実証
- (4) 低炭素交通管理システムの実証

### 実証地域



○実施期間：平成23年度～25年度 3年間(予定)

○実施体制：東芝、東芝ソリューション、東芝(中国)有限公司、スマートコミュニケーションズ、伊藤忠商事、伊藤忠(中国)集团有限公司、エヌ・ティ・ティドコモ

58

## 生活者の行動を促す仕組みの重要性

### ・供給者の視点からの設備投資

(例) アメリカボルダー市のスマートグリッド

- スマートメーターのコスト
- リアルタイムプライスと消費者応答

### ・生活者の潜在意識に働きかけ行動を促す仕組み

(例) 住宅エコポイントによる内窓設置

- 単なる値引きとエコポイント

59

## ニュータウンの再生(提案)

- 高齡化の進展
  - 買い物難民、移動手段限定
- 近隣大学等との連携ポテンシャル
  - 海外ではホームステイ、日本では？
- リフォーム需要の喚起
  - 高齡者2人世帯では広すぎる住宅に若者を受け入れ
  - 若者受入れによる見守り機能も期待
- リフォームの陰にエネルギー・設備面でも対応
  - コミュニティースモールEV、蓄電池等



エリア価値の向上