自然エネルギーの可能性と
新たな日本のモデル

平成２４年９月6日

資源エネルギー庁
省エネルギー・新エネルギー部長
新原　浩朗

電源間の発電設備容量（≠発電量）の比較（イメージ）

■ 各再生可能エネルギー電源の発電設備の容量を比較すると、このページのとおり。ただし、発電設備の容量は、実際の発電量とは異なることに注意が必要。

■ 実際の発電量は、設備容量に平均的設備利用率を乗じて目安に。

太陽光＝12%%、風力＝20%
地熱、バイオマス、小水力＝70～90%

（参考：単位換算）
1MW＝1000kW
1GW＝100万kW＝1000MW

※

4kW【住宅用太陽光：平均利用率12%】
※住宅太陽光発電の平均設備容量

中小水力

10kW～数1,000kW
【利用率80%前後】

メガソーラー

1,000～1万kW 【平均利用率12%】
（＝1～10MW程度）

風　力

1～5万kW程度【平均利用率20%】
風車一本が2MW。合計5本程度のものが多いが、大きければ20～30本規模のものも。

地　熱

2～6万kW【利用率80%前後】
中には更に小型のものも。

大規模水力

10～30万kW程度

火　力

30万～
100万kW

原子力

約100万
kW

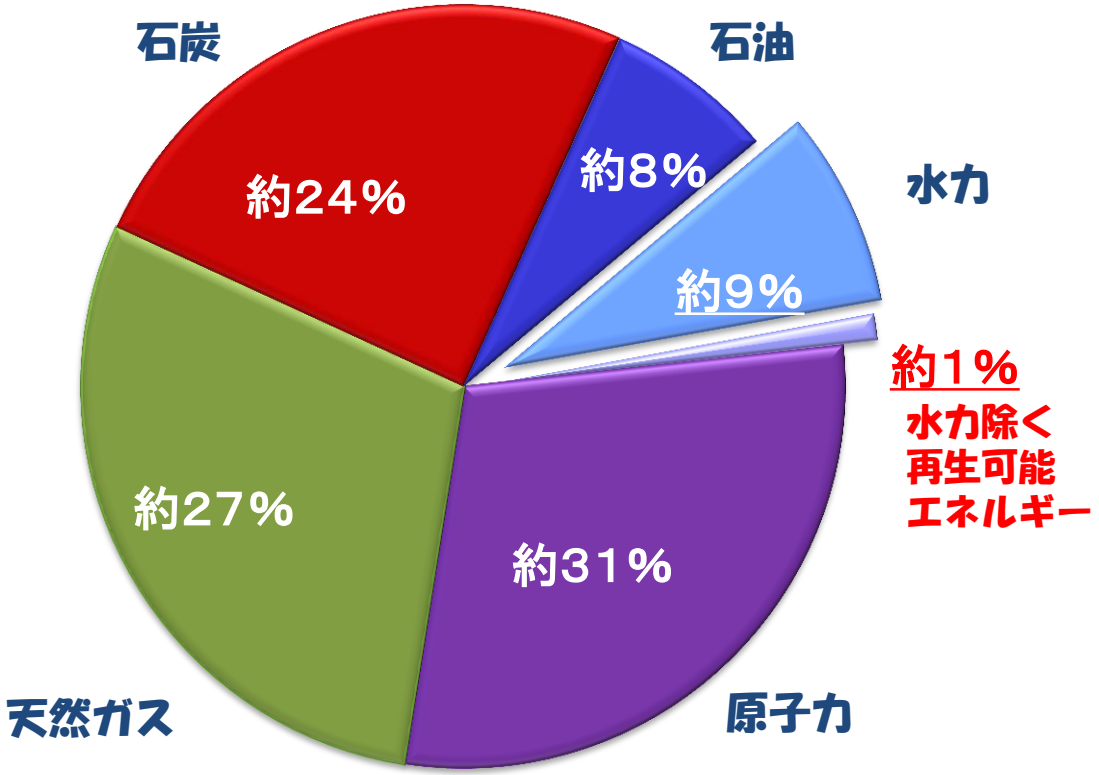
4kW　1,000kW　1MW　1万kW　10MW　10万kW　100MW　100万kW　1000MW　1GW

我が国の再生可能エネルギーの導入状況

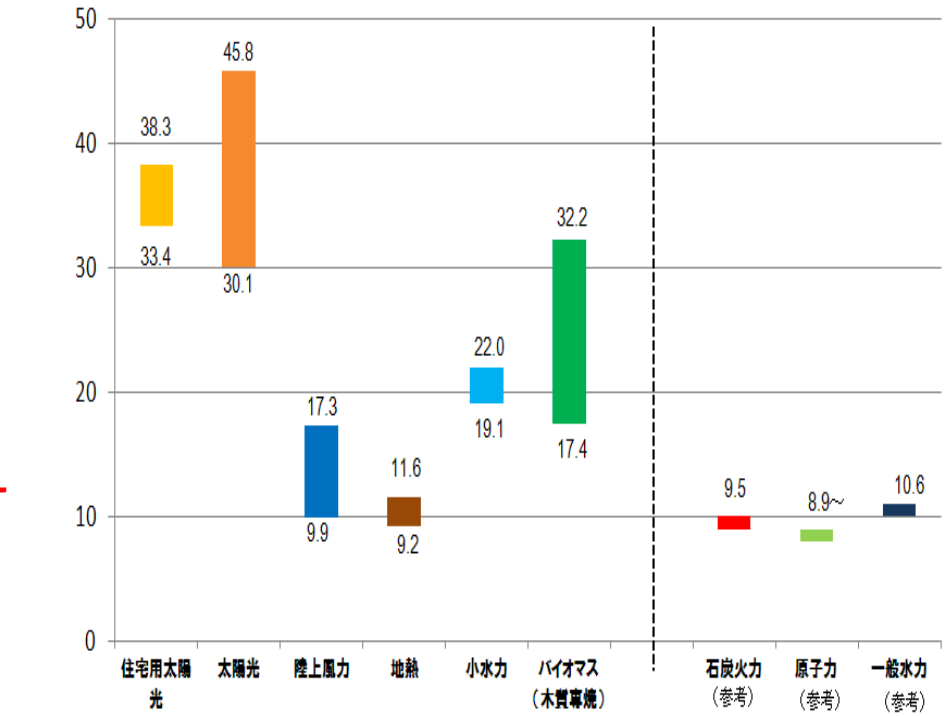
■　２０１０年度の発電電力量のうち、再生可能エネルギー等が占める割合は約１割。（しかも、その大半は、水力発電。）

■　他方、風力、地熱、太陽光発電には、まだまだ潜在力あり。７月１日に開始した再生可能エネルギーの固定価格買取制度（再エネ特別措置法）をきっかけに導入拡大の道筋に。

我が国の年間発電電力量の構成（2010年度）



コスト等検証委員会による主要電源のコスト試算



（注）「再生可能エネルギー等」の「等」には、廃棄物エネルギー回収、廃棄物燃料製品、廃熱利用熱供給、産業蒸気回収、産業電力回収が含まれる。
（出所）資源エネルギー庁「平成22年度電源開発の概要」を基に作成、「コスト等検証委員会報告書」（平成23年12月・国家戦略室）より

現行の各シナリオにおける再生可能エネルギーの電源構成に占める割合（１）

再生可能エネルギーの導入は、現行の3つの選択肢で限界。これをいかに実現するかに注力。

【再生可能エネルギーの全体像】

○ 我が国の現行エネルギー基本計画が掲げる20%目標は、十分野心的な水準との国際的な認識。ただし、20%以上の目標が達成不能だとは言われてはいない。

○ 25%以上の目標達成は、主として風力がどの程度導入可能となるかに依存。

	２０１０年 （再エネ１０％）	２５シナリオ （再エネ２５％）	１５シナリオ （再エネ３０％）	ゼロシナリオ （再エネ３５％）
太陽光	０．３％	６％	７％	７％
風力	０．４％	３％	７％	９％
地熱	０．２％	２％	２％	３％
水力	８％	１１％	１１％	１２％
バイオマス	０．３％	３％	３％	４％

現行の各シナリオにおける再生可能エネルギーの電源構成に占める割合（２）

太陽光発電

1. 2030年時点における導入量到達のためには、毎年以下の導入量が必要。
   ①15シナリオ：毎年300万kW （住宅186万kW＋非住宅113万kW）
   ②ゼロシナリオ：毎年330万kW （住宅212万kW＋非住宅113万kW）

2. 住宅については、年間186万kW（15シナリオ）は、導入実績（2012年度は、固定価格買取制度の施行で150万kWの導入見込み）を考えれば、努力すれば実現可能。

3. また、導入可能な一戸建ては1200万戸とは言っても、毎年、一戸建ては40万戸程度新築があるため、現在は古い耐震基準の住宅も一定程度建て替わる。こうした点を考慮すれば、年間212万kW（ゼロシナリオ）も、厳しいがまったく実現不可能な数字ではない。立て替え時は、原則、太陽光敷設とすべく住宅のスペックを変えていく。

4. 非住宅（ビル、メガソーラー等）については、現在は、年間50万kW程度の導入。
   年間113万kWのため、更に努力。
5. 総体として、
   ①（屋根貸しモデル等を活用した）屋根の更なる開拓
   ②屋根の利用可能性を広げる軽量の太陽光パネルの開発、などが課題。

現行の各シナリオにおける再生可能エネルギーの電源構成に占める割合（３）

風力発電 （発電コストが相対的に低いので依存度高くしたいが、送電線整備が各国とも課題）

1．2011年度時点で**約250万kW**の我が国の現行の累積導入量。
これに対し、2030年の累積導入見込量は、
①25シナリオ：**1760万kW** （陸上1473万kW＋洋上207万kW）
②15シナリオ：**3490万kW** （陸上2904万kW＋洋上586万kW）
③ゼロシナリオ：**4755万kW** （陸上3952万kW＋洋上803万kW）

2．　現在既に、風況の良い北海道・東北管内において**500万kW**の発電者からの申込みあり。他電力管内でも一定の導入があり得ることを考えれば、陸上風力**1473万kW**(20-25シナリオ)は、事業的には実現可能。ただし、北海道・東北は、現時点でも、既に発電者の希望を全ては受け入れられない送電線の脆弱度。

3．①農地法、アセスメント等の各種立地規制の整備に加え、② 20-25シナリオの場合、北海道北部、青森・秋田地区の地域内送電線の整備と北本連系線の増強、③15シナリオ、ゼロシナリオについては、数兆円規模の地域間も含めた送電線整備が課題。
（注）ドイツにおいても、再エネ2020年35％目標達成のため、今後10年間で合計200億ユーロ（2兆円）の送電網増強投資が必要との計画を4送電会社が政府に提出している。

4．　洋上風力については、ちょうど2010年代半ばから実用化フェーズに入る。ただし、漁業権の調整の解決が必要。

現行の各シナリオにおける再生可能エネルギーの電源構成に占める割合（4）

【地熱】

1. 2010年度時点で**約53万kW**の累積導入量。これに対し、2030年の累積導入見込量は、
   ①15シナリオ　:**312万kW**　（大規模252万kW＋温泉60万kW）
   ②ゼロシナリオ:**388万kW**　（大規模315万kW＋温泉73万kW）

2. 2020年時点では、いずれのシナリオにおいても**約100万kW**の累積導入量までしか見込んでおらず、2020年以降に加速度的に新規の地熱発電の導入が進む必要。

3. 発電のリードタイムを考慮すれば、早い時期からの拡大導入着手が必要。

【水力】

1. 2010年度時点で、大規模水力1118万kW＋中小水力1046万kW＝2164万kW。

2. 大規模水力は、2030年度に向けて、いずれのシナリオでも現行から**＋60万kW**。2015年までに、15万kW級の水力発電所が1箇所計画されており、仮に、同様の案件がさらに3箇所出てくれば達成可能。

3. 中小水力は、2030年時点における導入見込量になるためには、以下の導入量が必要。
   ①15シナリオ　:毎年12万kW
   ②ゼロシナリオ:毎年22万kW

4. 中小水力は近年の年間導入量は、**1～2万kW**程度であり、水利権取得手続きの円滑化が課題。

再生可能エネルギーの導入量見込み

■ 経済産業省で把握している開発予定案件、及びこれまでの導入トレンドから推計すると、今年度だけでも、約250万kWの再生可能エネルギーの導入拡大が推計される（約１，９５０万kWの再生可能エネルギーが、２，２００万kW程度に増加する見込み）。

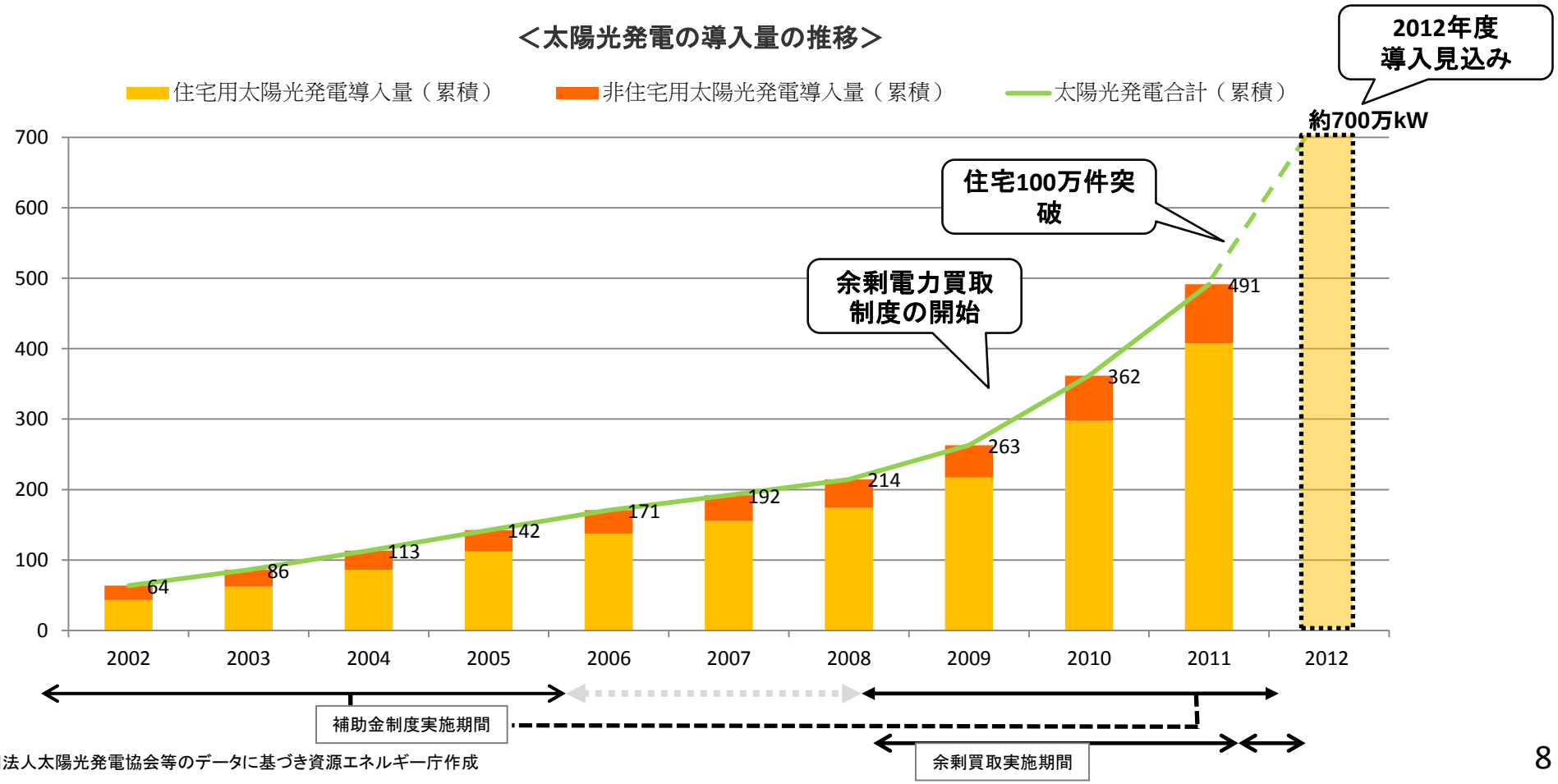
＜今年度の再生可能エネルギーの導入量見込み＞

	２０１１年度時点における導入量（出力ベース）	２０１２年度の導入見込み（出力ベース）	買取対象の電力量
太陽光（住宅）	約４００万ｋＷ	＋約１５０万ｋＷ （２０１１年の新規導入量１１０万ｋＷの４割増）	約３２億kWh （現行の余剰買取制度での買取量を含む）
太陽光（非住宅）	約８０万ｋＷ	＋約５０万ｋＷ （資源エネルギー庁の把握情報より）	約５億kWh
風力	約２５０万ｋＷ	＋約３８万ｋＷ （直近の年間導入量から５割増）	約７億kWh
中小水力（1000kW以上）	約９３５万ｋＷ	＋約２万ｋＷ （資源エネルギー庁の把握情報より）	約１億kWh
中小水力（1000kW未満）	約２０万ｋＷ	＋約１万ｋＷ （直近の年間導入量から５割増）	約０．５億kWh
バイオマス	約２１０万ｋＷ	＋約９万ｋＷ （直近の年間導入量から５割増）	約５億kWh
地熱	約５０万ｋＷ	＋０万ｋＷ	約０億kWh
計	約１,９４５万ｋＷ	＋約２５０万ｋＷ	約５０億kWh

（出典）・単年度導入量については、太陽光発電はJPEA出荷統計、風力発電はJWPA統計）、その他電源はRPSデータ等より。・2012年度見込みについては、各種前提により資源エネルギー庁推計

再生可能エネルギーの導入量見込み（太陽光発電）

■ 固定価格買取制度の施行に伴い、調達価格・期間案をベースに発電開始量の調査を行ったところ、平成24年度については、７月１日から翌年３月３１日までの半年であるが、これまでの累積の太陽光発電の導入量約500万kWに対し、今年度だけで約200万kWの導入拡大の見込み（住宅用太陽光発電で150万kW程度、非住宅用太陽光で50万kW程度の導入）。



出典：一般社団法人太陽光発電協会等のデータに基づき資源エネルギー庁作成

再生可能エネルギー導入拡大に向けた課題

- 再生可能エネルギーの導入を拡大していくためには、固定価格買取制度の整備に加え、再生可能エネルギーを給電するための、送配電側のインフラ強化が不可欠。
- 特に、風力の拡大を念頭に置いた場合、系統強化は大きな課題。大きく、三つの対応オプションあり。

1. ネットワーク（送電網）の広域系統運用

- 電力会社管内のバックアップ電源が不足する場合、バックアップ電源に余力のある電力会社との連携を強化し、系統全体として受け入れ能力を上げることが可能。
- また、風力に適していながら、電力需要が少ないために地内送電網が脆弱であり、それ自体が導入拡大の支障となる場合あり。

2. バックアップ電源の整備

- 発電量が不安定な風力発電や太陽光発電を大量に受け入れるためには、その変動を吸収し需給を安定させるバックアップ電源が必要。

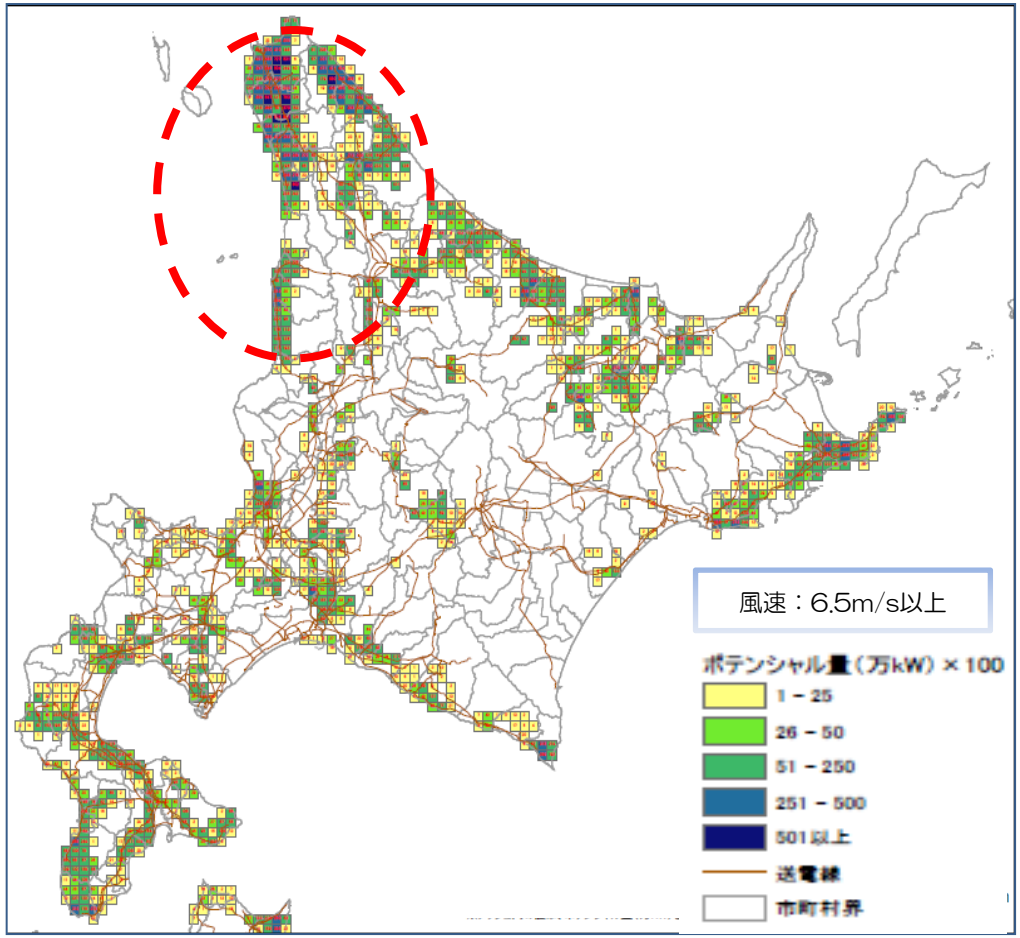
3. 蓄電池の戦略的活用

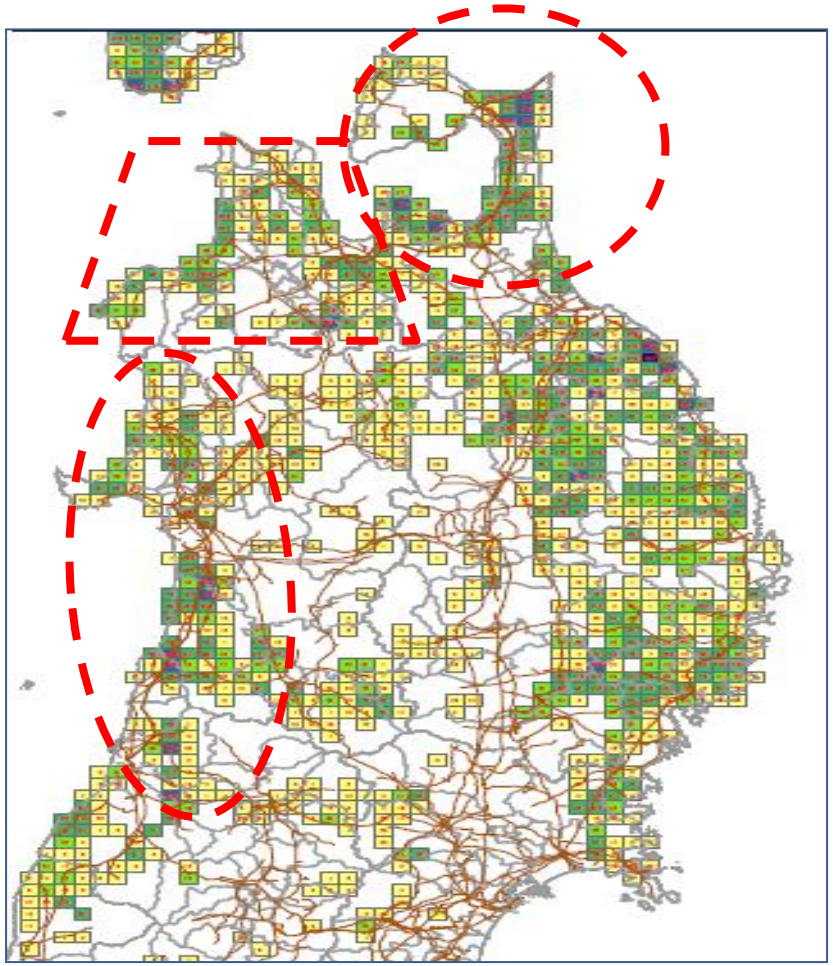
- バックアップ電源の代わりに、我が国の優れた蓄電池技術を戦略的に活用し、その変動を吸収させるのも重要なアプローチ。このためには、蓄電池のコスト低減化が必要。

ネットワーク（送電網）の広域系統運用

■ 風況が良いにもかかわらず、需要が低いために地内送電網が脆弱な場合は、系統全般の強化以前に、地内送電網を整備しなければ、風力の電気がそもそも系統に接続できない、といった課題あり。以下の地域がその典型。

- 北海道　：　北海道北部（「西名寄地区」等）
- 東　北　：　下北半島（青森県）、津軽半島（青森県）、秋田県沿岸・酒田地域





北海道・東北における風力発電の連系可能量

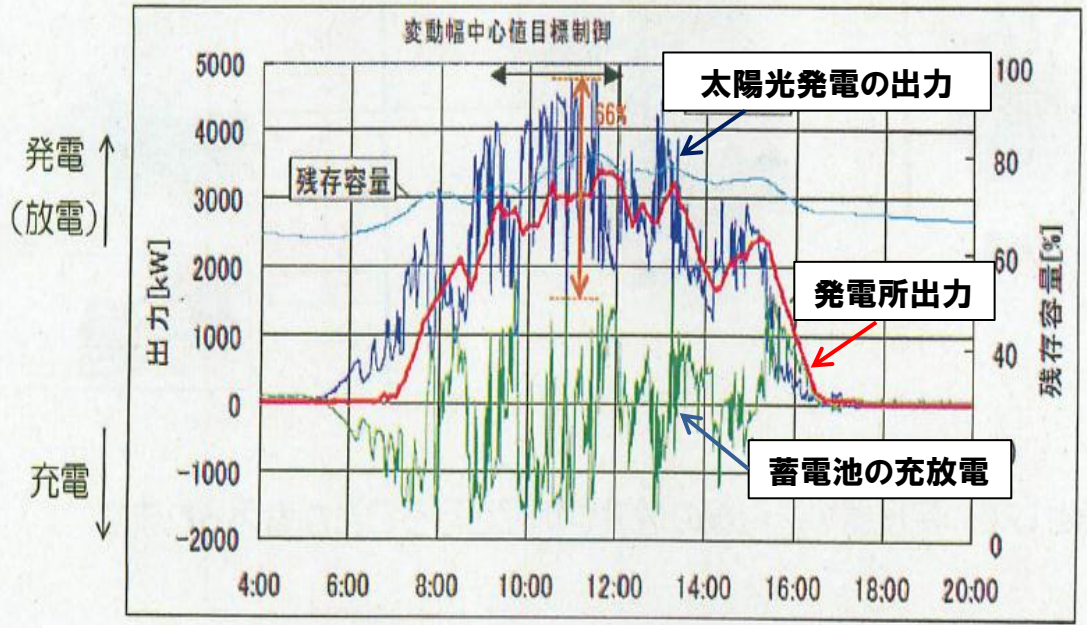
■現状の北海道・東北の連系可能量は、現時点でも連系希望を全て受け入れることができない状況。

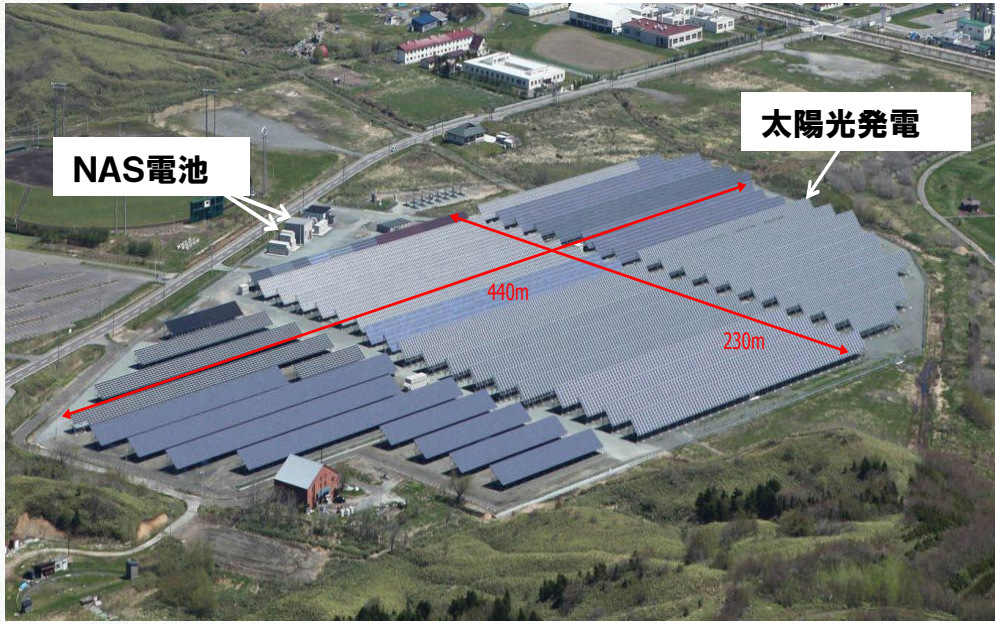
	既連系量	現在の系統を前提とした連系可能量の上限	平成23年度における風力発電の連系希望量
北海道	28．9万kW	56万kW	187万kW
東北	55．5万kW	200万kW	324万kW

蓄電池の戦略的活用

■ バックアップ電源も、ネットワーク（送電網）にも課題が残る場合、変電所等における蓄電池の設置によって、出力変動の吸収を図るのも重要なアプローチ。
（太陽光発電の出力を蓄電池の充放電で調整することにより、発電所トータルでの出力変動を抑制）

蓄電池による出力変動抑制（北海道・稚内メガソーラーの例）





※太陽光発電の容量：約5,000kW、蓄電池の容量：約1,500kW

※蓄電池容量比が30%の場合は変動幅を約70%、同比50%の場合は変動幅を約90%、安定化。

系統用大型蓄電池の潜在可能性

■ 従来は、コストが比較的安価なＮＡＳ電池、鉛電池が主流。近年、リチウムイオン電池等の利用が拡大。

	鉛電池	ニッケル水素電池	リチウムイオン電池	NAS電池
※1 エネルギー密度	約35Wh/kg	約60Wh/kg	約120Wh/kg ～200Wh/kg	約110Wh/kg
※2 寿命（サイクル数）	4500サイクル	2000サイクル	3500サイクル	4500サイクル
設置コスト（万円/kWh）	5万円/kWh	10万円/kWh	20万円/kWh	4万円/kWh
動作環境	－	－	－	300℃程度の高温環境が必要。

※1エネルギー密度：1kg当たりに蓄電可能な電力量。従って、同じ重量の蓄電池を設置した場合、エネルギー密度が高いほど、大量の充放電が可能となる。
※2サイクル数：1回の充放電を1サイクルとして何サイクル充放電できるかを示す指標。

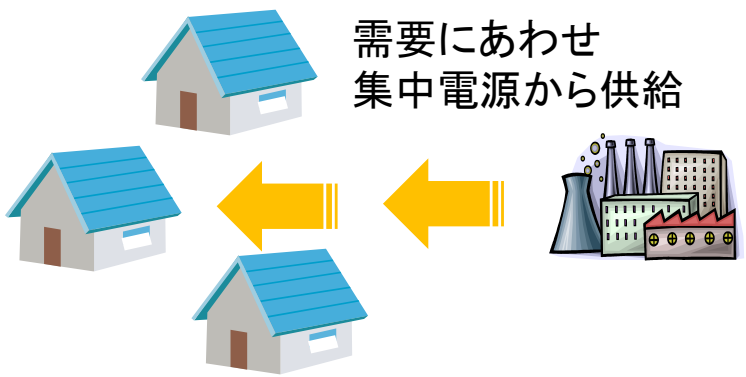
出典：AIST、NEDO資料に基づき経済産業省で作成。

エネルギー需給の構造変化

- 従来までは、需要にあわせて、電力会社が、需要者が必要な時に必要なだけ同じ価格帯で電気を供給。震災を経て、季節別や時間帯別の柔軟な電力料金メニューやポイントインセンティブなど、需要家への働きかけ（デマンド・レスポンス）を通じて需給を調整する、創意工夫の余地が生まれてきている。
- 再生可能エネルギーは変動し、地域性も強い。今後、再生可能エネルギーが発電量の25～35%の割合で導入されれば、従来、供給サイドで担ってきた需給の調整機能を需要家が担うことに。家や地域で需給の波を平準化できれば、系統負荷の低減につながる。
- 大規模集中電源から一方向で供給されるエネルギー供給構造から、需要と供給の双方向による需給調整を行う、分散型のエネルギー需給構造へと変革。

従来のエネルギーシステム

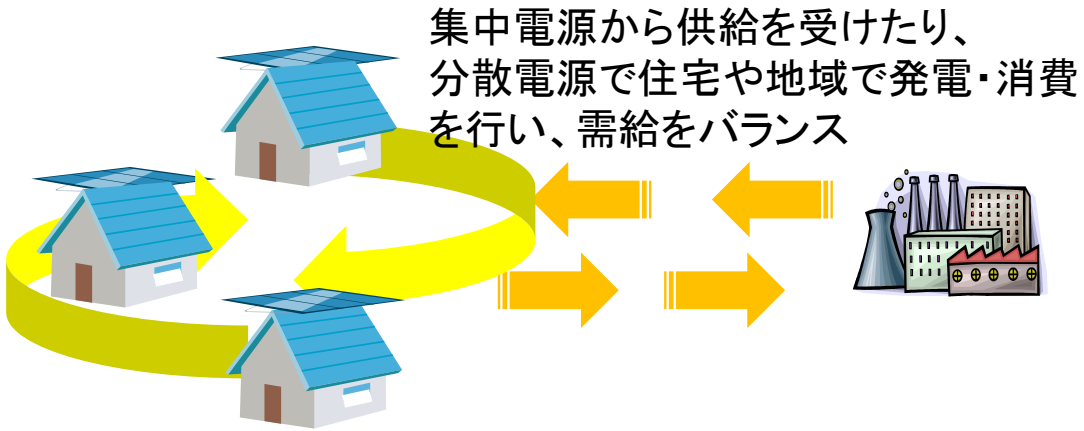
一方向型



大規模集中型

今後のエネルギーシステム

双方向型



北九州市実証の概要

■ 新日鐵が九州電力から配電線を譲り受けし、一般電気事業者の供給エリアから独立して電力の特定供給を実施。新日鐵が柔軟な電気料金を提供し、電気の供給を行っている。

■ 東田地区50事業所、家庭230世帯を対象に、当日のエネルギー需給状況に応じて電力料金を変動させるダイナミックプライシング実証等を実施。

環境共生マンション、企業単身者寮

【マンション】
太陽光発電　170kW
HEMS設置
スマートメータ設置

【寮】
太陽熱システム
地中熱システム
BEMS設置

テナントオフィスビル（CEMS設置場所）

太陽光発電　10kW
風力発電　　3kW
BEMS設置予定（H24）

環境ミュージアム・北九州エコハウス

太陽光発電　6kW
風力発電　　3kW
燃料電池　　1kW

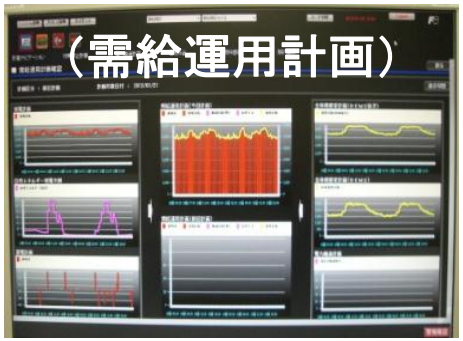
自然史・歴史博物館

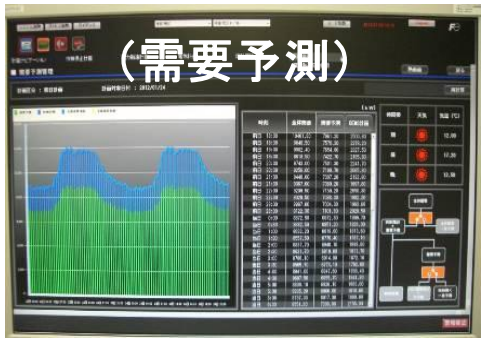
太陽光発電　160kW
燃料電池　　100kW
蓄電池　　120kW
BEMS設置予定(H24)

北九州市実証におけるダイナミックプライシング

- 特定供給エリア全体のエネルギーを統合管理するCEMS（地域エネルギーマネジメントシステム）を整備。
- CEMSに集約される電力需給に関する情報をもとに、需給状況に応じて価格を変更し、各需要家に電力料金を通知するダイナミックプライシングを本年4月より開始。
- 今年度はピーク時間帯の料金を上げる（最大で10倍）ことで、ピークカット効果を検証。

CEMS画面例



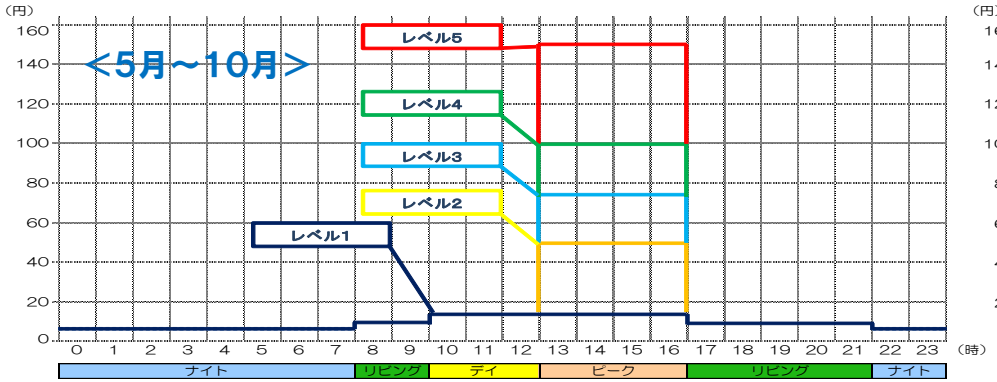


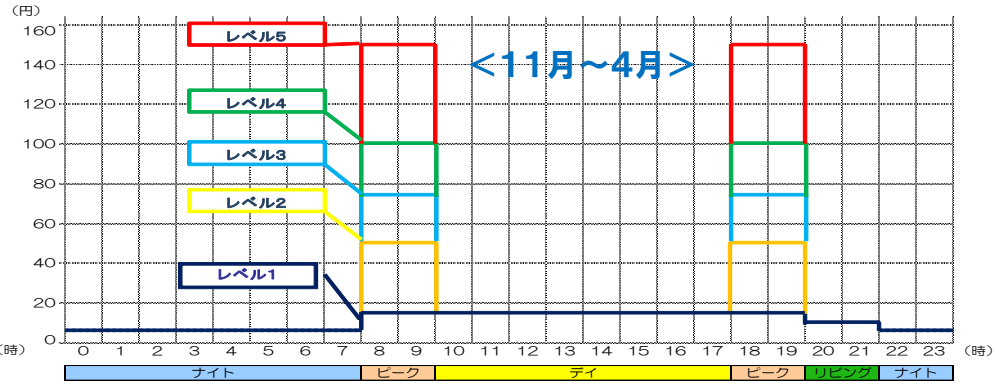
北九州市実証におけるインセンティブプログラム

- ■ その日の電力の逼迫度に応じて、ピークタイムにおいて「レベル1（15円/kWh）」～「レベル5（150円/kWh）」までの5パターンで変動させる実証を実施。
- ■ 実験として、7／5（木）にレベル2が発動し、11．9%の省エネ効果、7／6（金）にレベル3が発動し、26．4%の省エネ効果を実現。

料金テーブル（円/kWh）

区分	季節	時間帯	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4	レベル5
ピークタイム	5月～10月	13時～17時	15.18	50.22	75	100	150
	11月～4月	8時～10時 18時～20時	15.09	50.02	75	100	150
デイタイム	5月～10月	10時～13時	15.18	15.18	15.18	15.18	15.18
	11月～4月	10時～18時	15.09 ～15.18	15.09 ～15.18	15.09 ～15.18	15.09 ～15.18	15.09 ～15.18
リビングタイム	5月～10月	8時～10時 17時～22時	10	10	10	10	10
	11月～4月	20時～22時					
ナイトタイム	通年	22時～8時	5.94	5.94	5.94	5.94	5.94





豊田市実証（住宅）

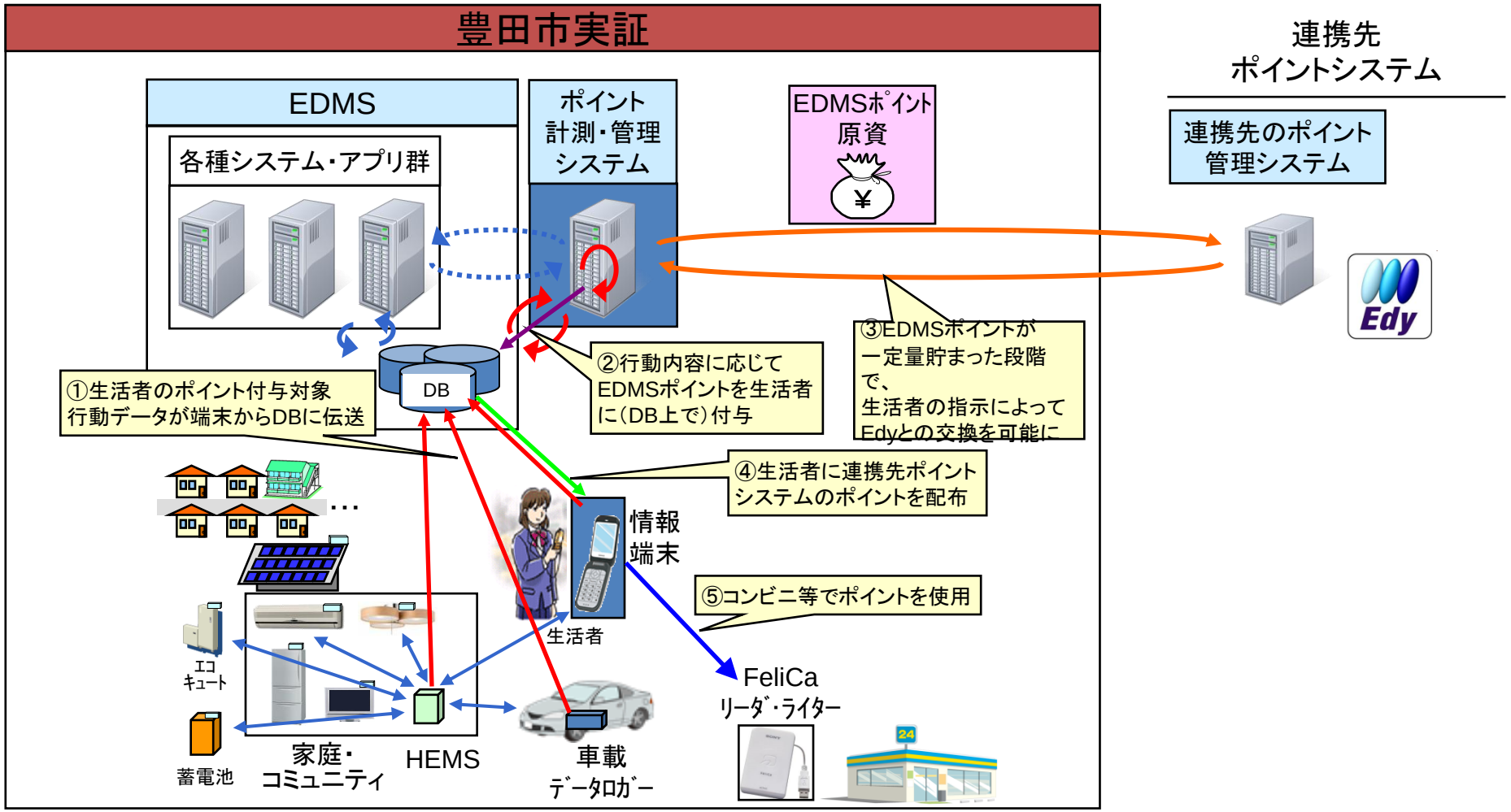
■　豊田市実証では、東山地区と高橋地区の2地区に、太陽光パネル、家庭用燃料電池、エコキュート、蓄電池、プラグインハイブリッド自動車、電気自動車等を備えた67戸のスマートハウスを建設中。既に44戸は分譲され（販売価格は東山地区で約5，000万円程度）。42戸には住民が入居済み。

建設中の東山地区の街並み

豊田市実証（ポイントインセンティブ）

■ ピーク時には使った電力量に応じEdyによるポイントを徴収したり、電力需給の緩んだときにはポイント付与したりすることにより、擬似的ダイナミックプライシングの導入を行う。

■ 今後は、交通における燃料費節減のため、運転者に働きかけを行い、渋滞している地域を回避した者に対してポイント付与を行うなどのデマンドレスポンス実証を実施予定。



豊田市実証における成果

- 昨年11月より実施した電力量の見える化により、昼間の太陽光発電により得られた電気を蓄電池に充電し、夕方に放電するという行動が進み需要の平準化が進んだ。
- 見える化住宅では分電盤の消費電力が8．6%低く、見える化によりエアコン利用の抑制など省エネが進んでいる。
- ポイント付与のデマンドレスポンス実証を昨年12月から開始。見える化と併せて約30%の節電が実現出来ている。

モデル棟の仕様（外部）

太陽光パネル（3.2KW）

エネファーム

エコキュート（370L）

外観

蓄電池（5KWh）

充電スタンド（V2H対応）