

# 蓄電システムが日本を救う

二次電池による社会システム・イノベーションと  
東北復興

2011. 7. 21  
日本記者クラブ

東日本防災環境未来都市研究会

東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻  
宮田 秀明

## 二次電池による 社会システムイノベーション

グリーンニューディールを日本発で東京大学を  
プラットフォームとしての民間ビジネスで成功させるために

### ようこそ 二次電池社会システムへ

環境問題解決のためには色々な課題を環境ビジネスとして成功させないといけません。私たちは社会システム創造をテーマにこれを支援していきます。

- ✦ 代表のメッセージ
- ✦ 団体概要
- ✦ 定款・規約

#### フォーラム Forum

- 2010年10月 6日 第7回フォーラムのご案内
- 2010年10月 6日 第7回、8回フォーラム日程のお知らせ

参加フォーラム一覧

#### 分科会 Subcommittee meeting

- A:リチウムイオン電池の社会財化分科会
- B:リチウムイオン電池の定置型利用分科会

分科会一覧

#### プロジェクト Project

- 沖縄プロジェクト

プロジェクト一覧

公益型として設立した法人。2008年6月より活動。

二次電池 (rechargeable battery) が「電気は貯蔵できる」というパラダイムシフトによって一種の産業革命を起こすことを支援する活動を行っている。

# 沖縄を観光と環境の県にするプロジェクト

## EVレンタカーによって EV社会のショーケースにする

2009/4/24	講演会	民間企業のビジネスとして取り組む初のケース
2009/6/25	コンサル報告	
2009/10/16	次世代エネルギー ビジネス検討委員会	民間ベースの活動が様々な価値を創造する
2010/3/19	AEC(株)設立	
2011/2/01	日産「リーフ」 220台レンタカー投入	1000台投入で650万人の観光客のうち30万人がEVを体験する
2020	6000台の EVレンタカー	





2011年2月1日 那覇 出発式



# EV(電気自動車)充電マップ

※ご利用中、電気残量の確認を行って下さい。残量・走行可能距離をご確認の上、必要に応じて最寄の施設にて充電をして下さい。  
 ※他の方の利用状況などにより、待ち時間が発生する場合があります。  
 余裕をもって快適なドライブを。  
 ※カーナビへの登録は、住所での登録が便利です。

**上限約80%**  
 約15分～約30分で終了。  
 最大で約80%まで回復します。

**急速充電器**  
 ①～⑪

**フル充電**  
 約5時間から7時間かかるが、フル充電できます。  
 \*30分の充電だと、1～2メモリ程度しか回復しません。  
 1メモリあたりの走行の目安…5～8km

**普通充電器**  
 ⑫～⑳

**① ファミリーマート糸満米須店**  
 イトマン コメス  
 住所：糸満市米須168-1  
 ご利用可能時間：0:00～24:00

**② ファミリーマート与那原店**  
 ヨナバル  
 住所：与那原町与那原3695  
 ご利用可能時間：0:00～24:00

**③ コクワエナジー牧港SS**  
 マキミナト  
 住所：浦添市牧港5-3-7  
 ご利用可能時間：0:00～24:00  
 (日曜日は21:00～翌朝7:00まで休み)

**④ ファミリーマート北谷美浜三丁目店**  
 チャタンミハマ  
 住所：北谷町美浜3-6-5-1



**⑧ ファミリーマート恩納たんちゃ店**  
 オンナ  
 住所：恩納村合茶1917  
 ご利用可能時間：0:00～24:00

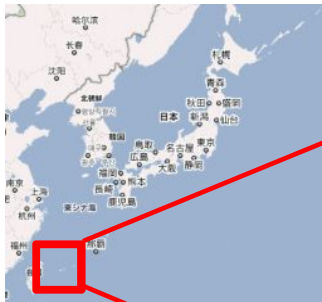
自然・人間・技術がハーモニーを作る  
環境エネルギー社会のデザイン

変動する電力需要(人間の営み)と  
変動する再生可能エネルギー発電(自然)とを  
二次電池による電力貯蔵とITによるマネジメントでスマートに繋ぎ  
最適な社会システムを設計し日々に経営する

CSSD

Computational Social System Dynamics

# 石垣島基本情報



※1

人口	48,613人(平成22年)
面積	229.00km <sup>2</sup> (内石垣島が222.94km <sup>2</sup> )
位置	北緯24度20分 東経124度9分
年間電力需要量	267,150MWh/年 ※3

※3 以下より算出

$$\text{石垣島の電力需要量} = \frac{\text{石垣島の人口}}{\text{沖縄県の人口}} \times \text{沖縄県の電力需要量}$$

沖縄県の人口: 1,360,830人(平成17年)  
 沖縄県の電力需要量: 7,478,367千kWh/年

※1 引用: Google map

※2 石垣市の概況 <http://www.city.ishigaki.okinawa.jp/500000/500100/gaikyou.htm>



# 石垣島発電所情報



## 石垣発電所

ディーゼル発電6基、総出力  
26,500kW

## 石垣第二発電所

ディーゼル発電4基、総出力  
40,000kW

## 石垣ガスタービン発電所

ガスタービン2基、10,000kW

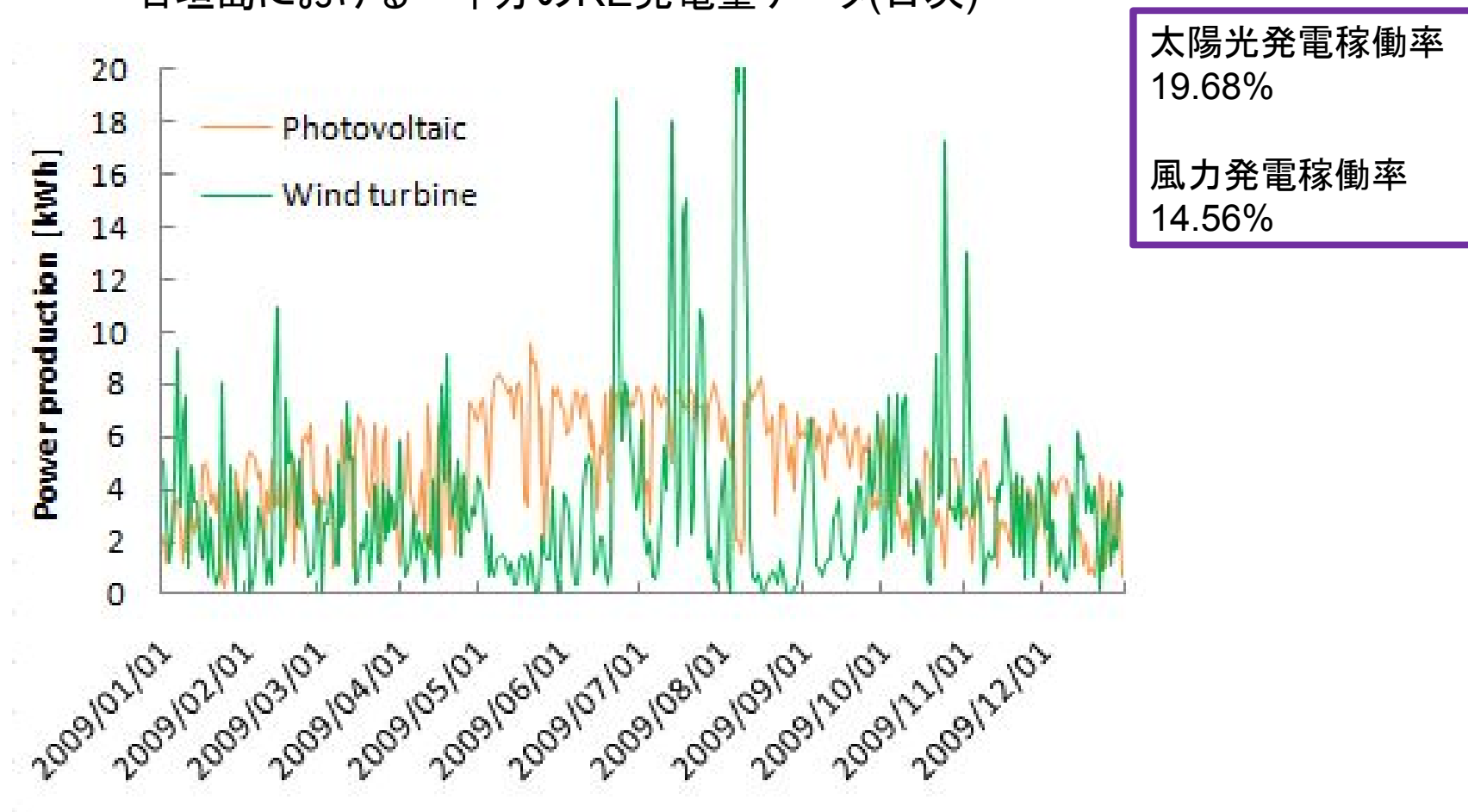
引用: 離島の電気 川崎重工業株式会社広報室

HP: [http://www.khi.co.jp/knews/backnumber/bn\\_2004/pdf/news135\\_01.pdf](http://www.khi.co.jp/knews/backnumber/bn_2004/pdf/news135_01.pdf)



# 年間再生可能エネルギー発電量の変化

石垣島における一年分のRE発電量データ(日次)



# 集中配置シミュレーション結果まとめ

各ケースの導入量とCO<sub>2</sub>削減率

	20%削減ケース	50%削減ケース	地産地消ケース
二次電池	50[MWh]	150[MWh]	1500[MWh]
太陽電池	30[MW]	72[MW]	240[MW]
風力発電	2[MW]	28[MW]	140[MW]
CO <sub>2</sub> 削減率	20.3[%]	50.1[%]	100[%]

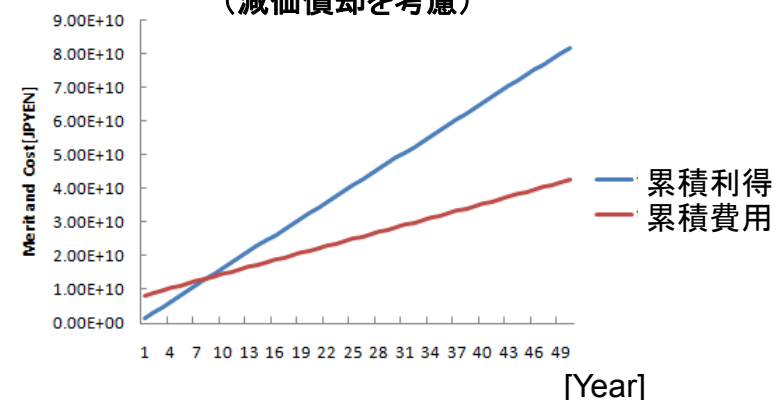
投資回収年数(減価償却を考慮)

	20%削減ケース	50%削減ケース	地産地消ケース
投資回収年数*	8.07[年]	13.7[年]	解無
年間利得	16.4[億円]	39.3[億円]	76.6[億円]
初期費用*	76.3[億円]	241[億円]	983[億円]
年間費用*	6.96[億円]	21.6[億円]	241[億円]

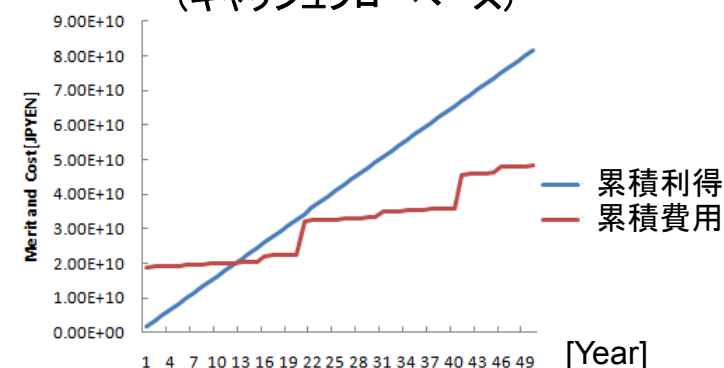
投資回収年数(キャッシュフローベース)

	20%削減ケース	50%削減ケース	地産地消ケース
投資回収年数	12.3[年]	17.7[年]	解無
年間利得	16.4[億円]	39.3[億円]	76.6[億円]
初期費用	188[億円]	590[億円]	2560[億円]

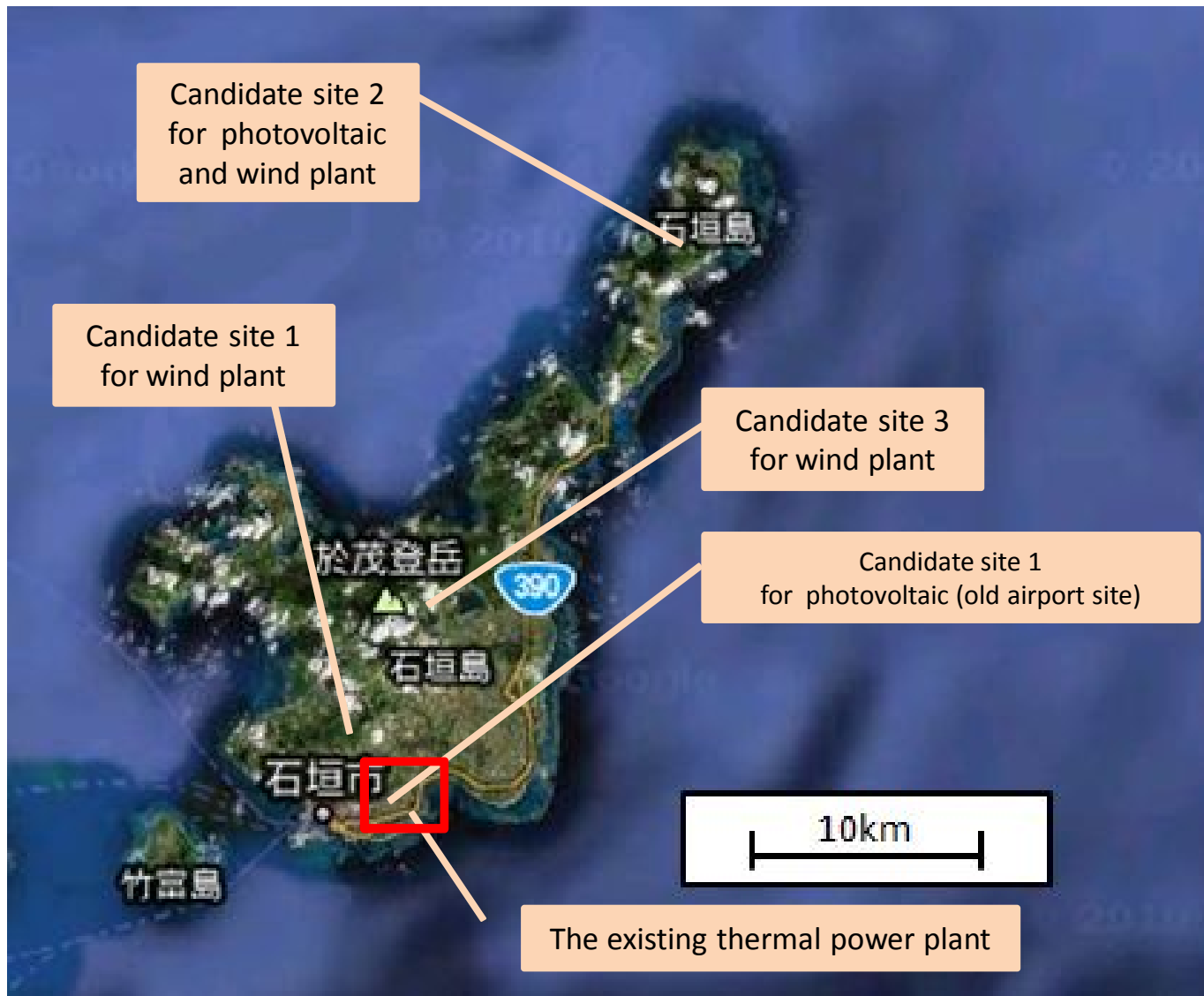
CO<sub>2</sub>20%削減ケースの経年累積利得と累積費用  
(減価償却を考慮)



CO<sub>2</sub>20%削減ケースの経年累積利得と累積費用  
(キャッシュフローベース)



# 石垣島集中配置CO<sub>2</sub>20%削減ケース導入候補地

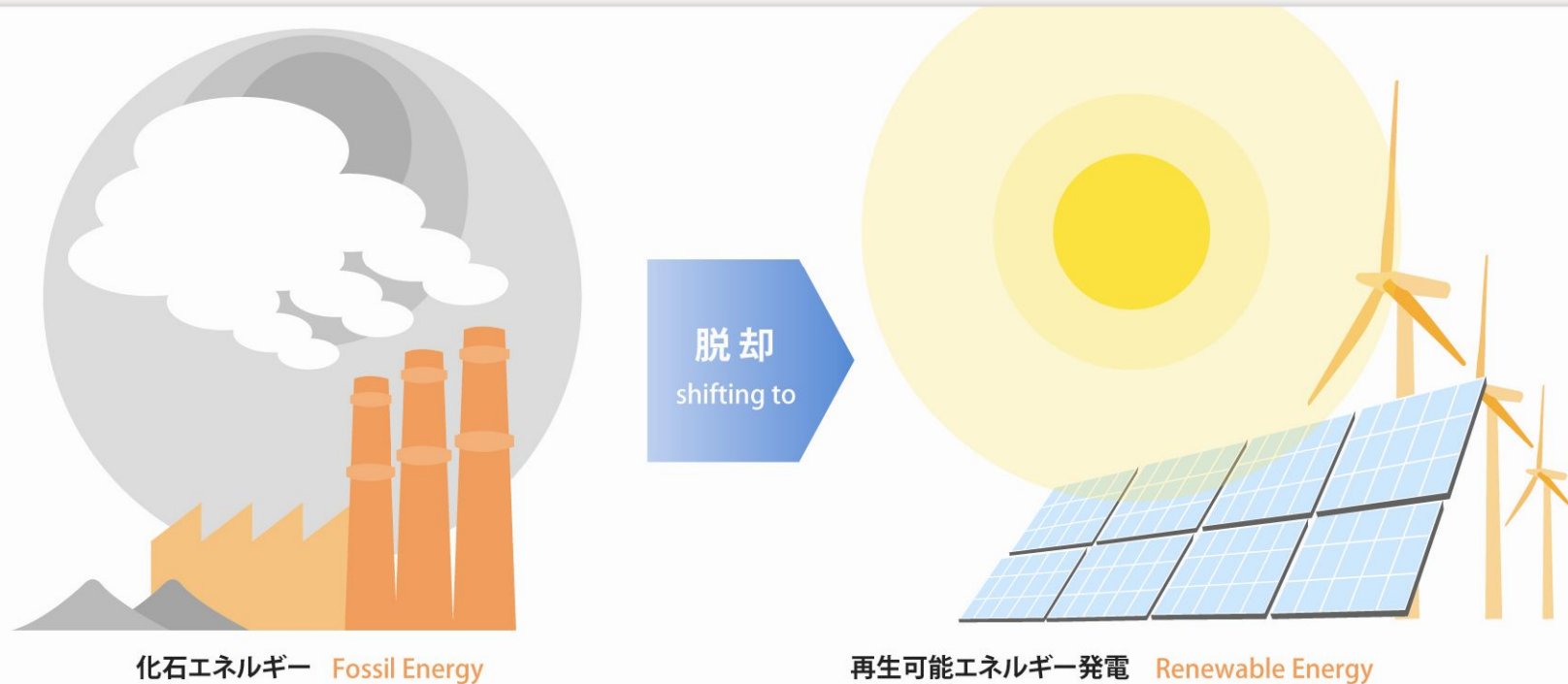




A

# 蓄電システムによる産業革命

Social System Design



長期的には化石エネルギー資源の枯渇は明確に予想されるので、化石エネルギー依存から脱却しなくてはならないことは明らかである。日本としてはエネルギー資源の98%を輸入に頼っている現状からエネルギー安全保障の面からも問題が大きい。一方、原子力エネルギー利用に対する懸念が高まっており、完璧に安全を確保しようとする、低コストとわれてきた原子力発電はコスト的にも競争力を失う可能性がある。核燃料の及ぼす影響の続く時間が余りにも長く、結局人間の制御できない熱源とも言えるだろう。残された道は再生可能エネルギー発電である。

すべての電力を太陽光発電に  
頼るとき必要な面積

8800平方キロメートル (94km四方)

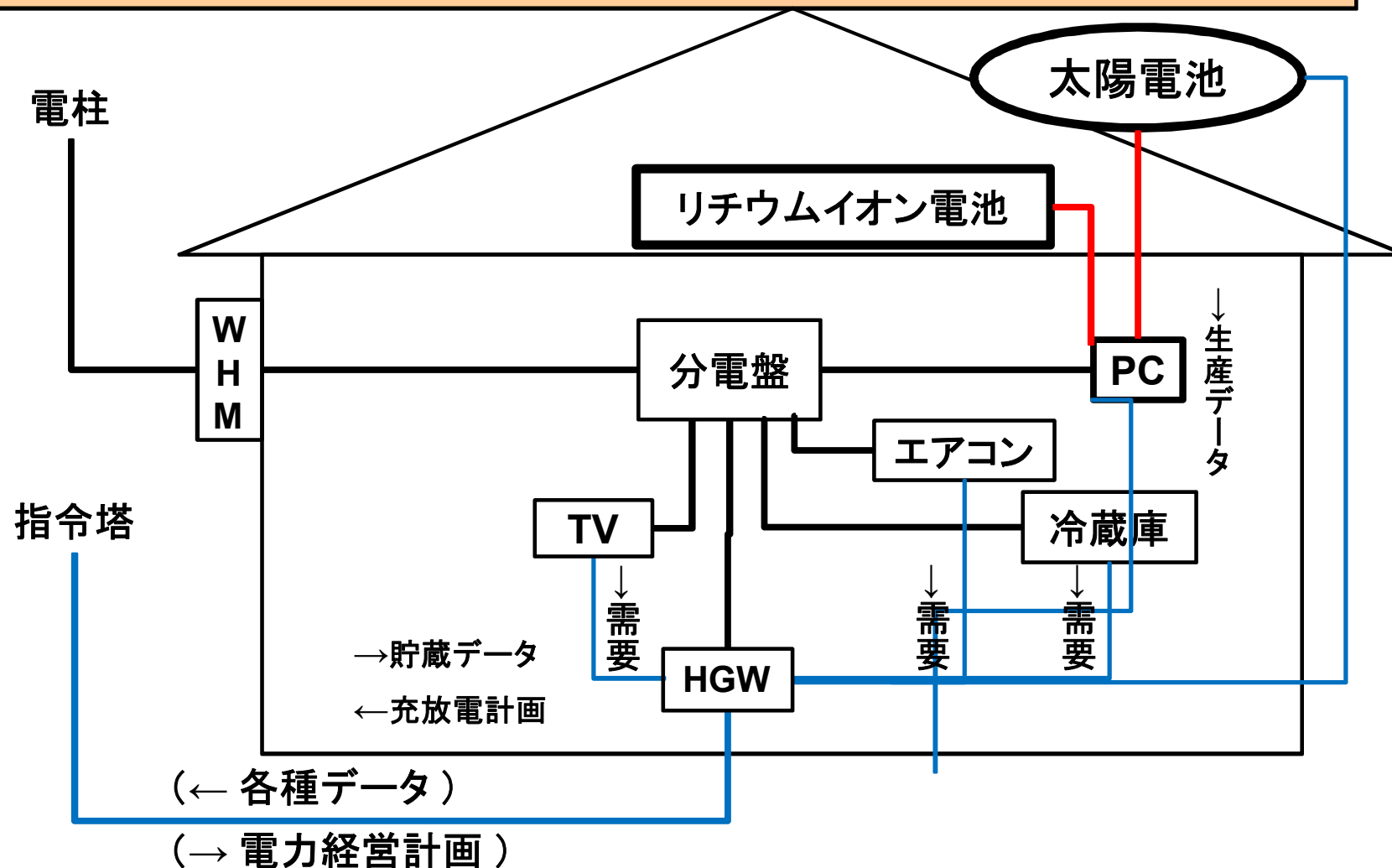
資源エネルギー庁H21年度調べ



太陽エネルギーを利用する再生可能エネルギー発電法が最も大きな役割を占められる。日本の電力需要のすべてを太陽電池による発電により賄おうとすれば必要な土地面積は約8800km<sup>2</sup>になり、日本国土全体の面積の2.3%に相当する。50%賄う場合は1.2%であるので、実現可能な規模と考えられる。しかし、太陽光や風力による発電は天候次第の発電であり、不安定である。特に太陽光による発電では夜間は全く発電されない。したがってこのような天候次第の不安定な発電の導入可能規模は全体需要のせいぜい10%以下と考えられている。20%から50%が国の長期目標とすれば不安定さを解消する新しい技術が不可欠である。



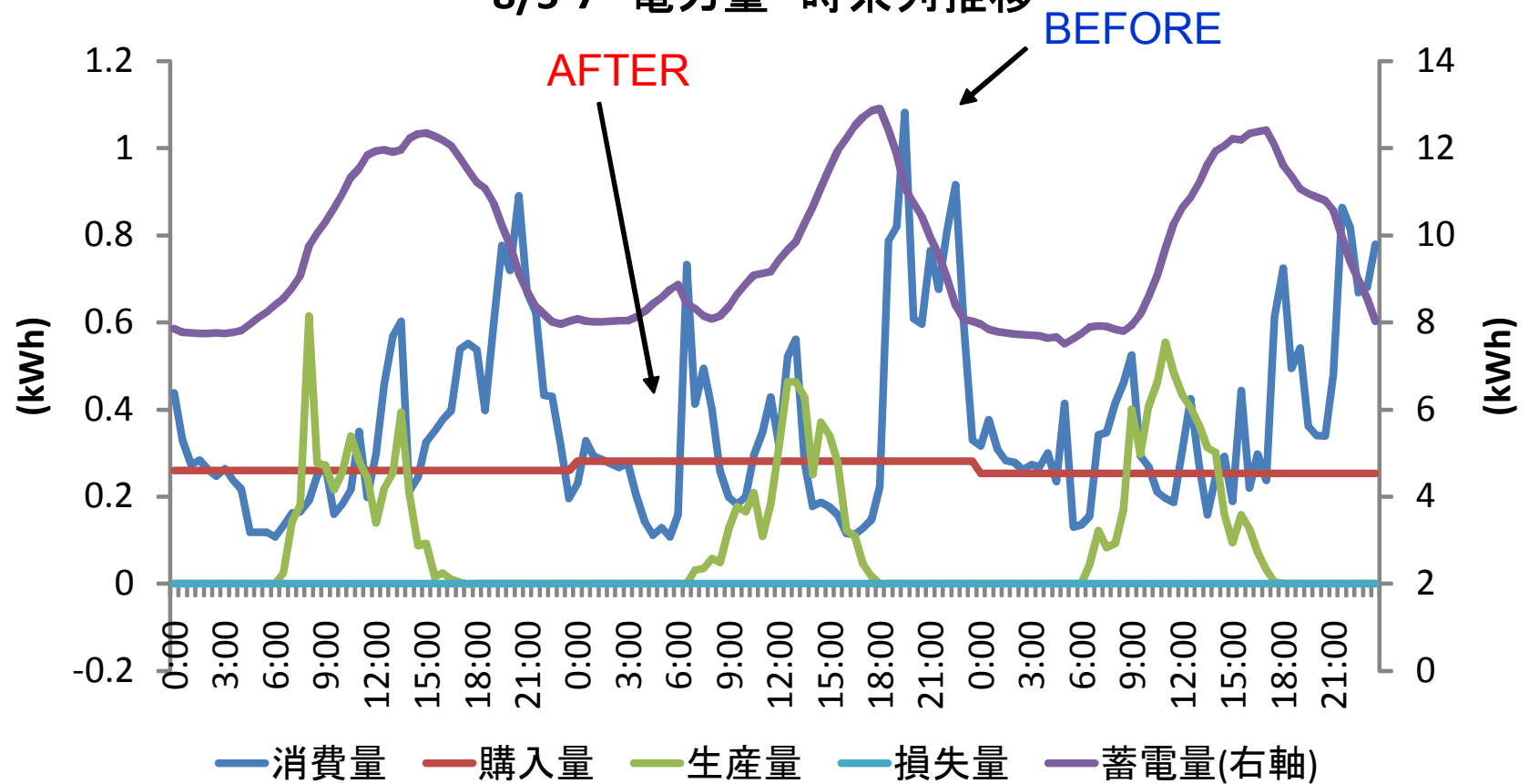
# リチウムイオン電池と太陽電池の両方を持つ スマートハウスの例



## 電力会社からの電気購入量を平滑化できる

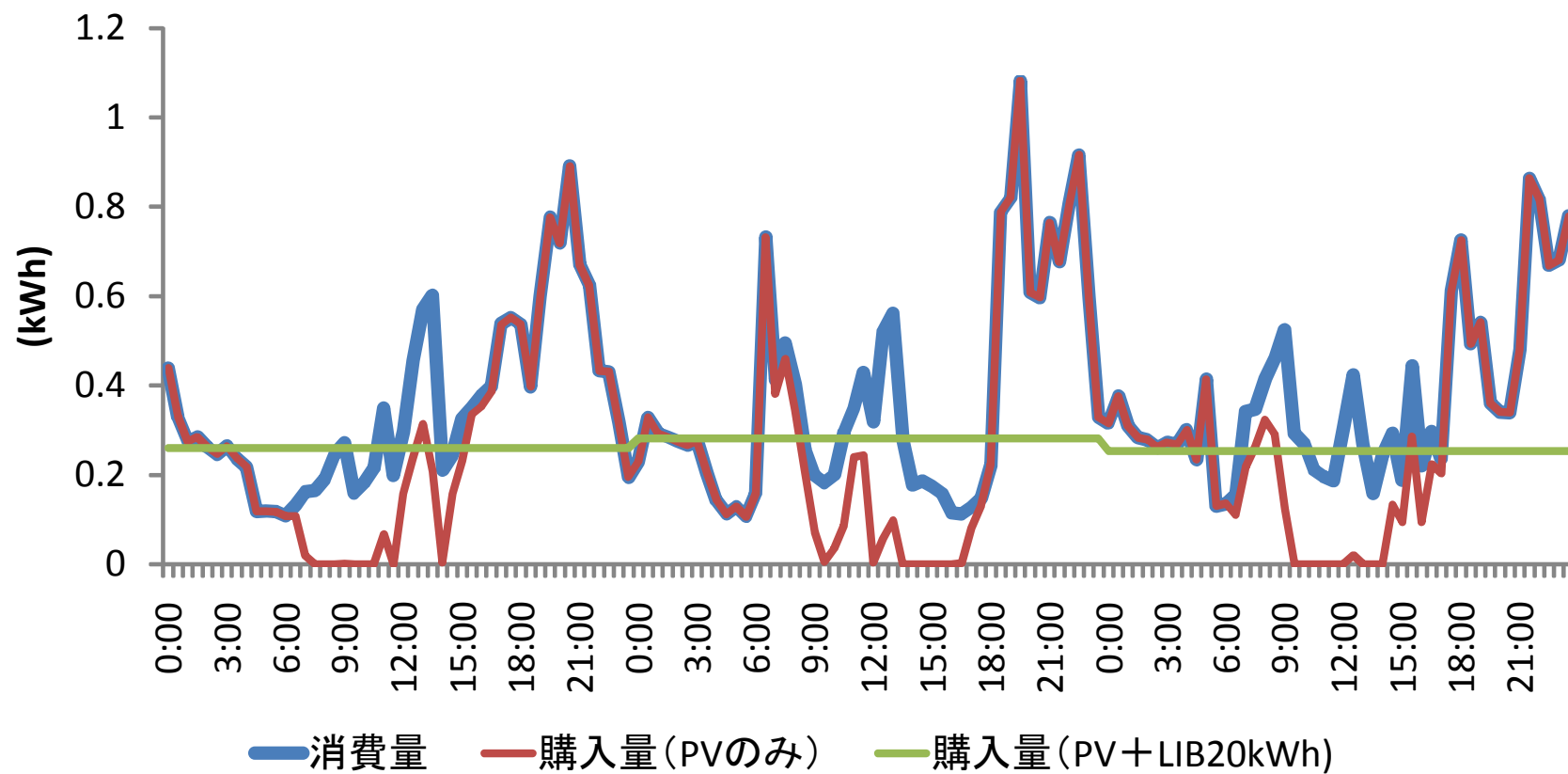
### 電力量 三日間推移(時系列データ)

8/5-7 電力量 時系列推移



# 電力購入量 三日間推移(時系列データ)

8/5-7 電力量 時系列推移



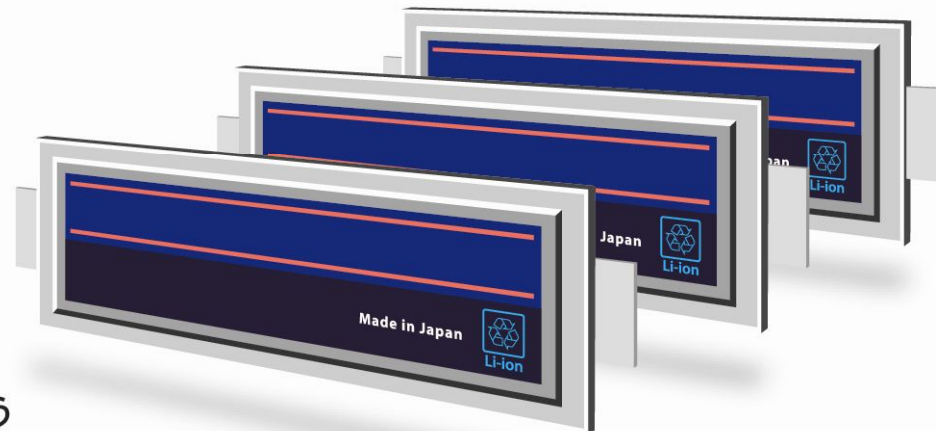


## リチウムイオン電池の利点

低価格化と長寿命

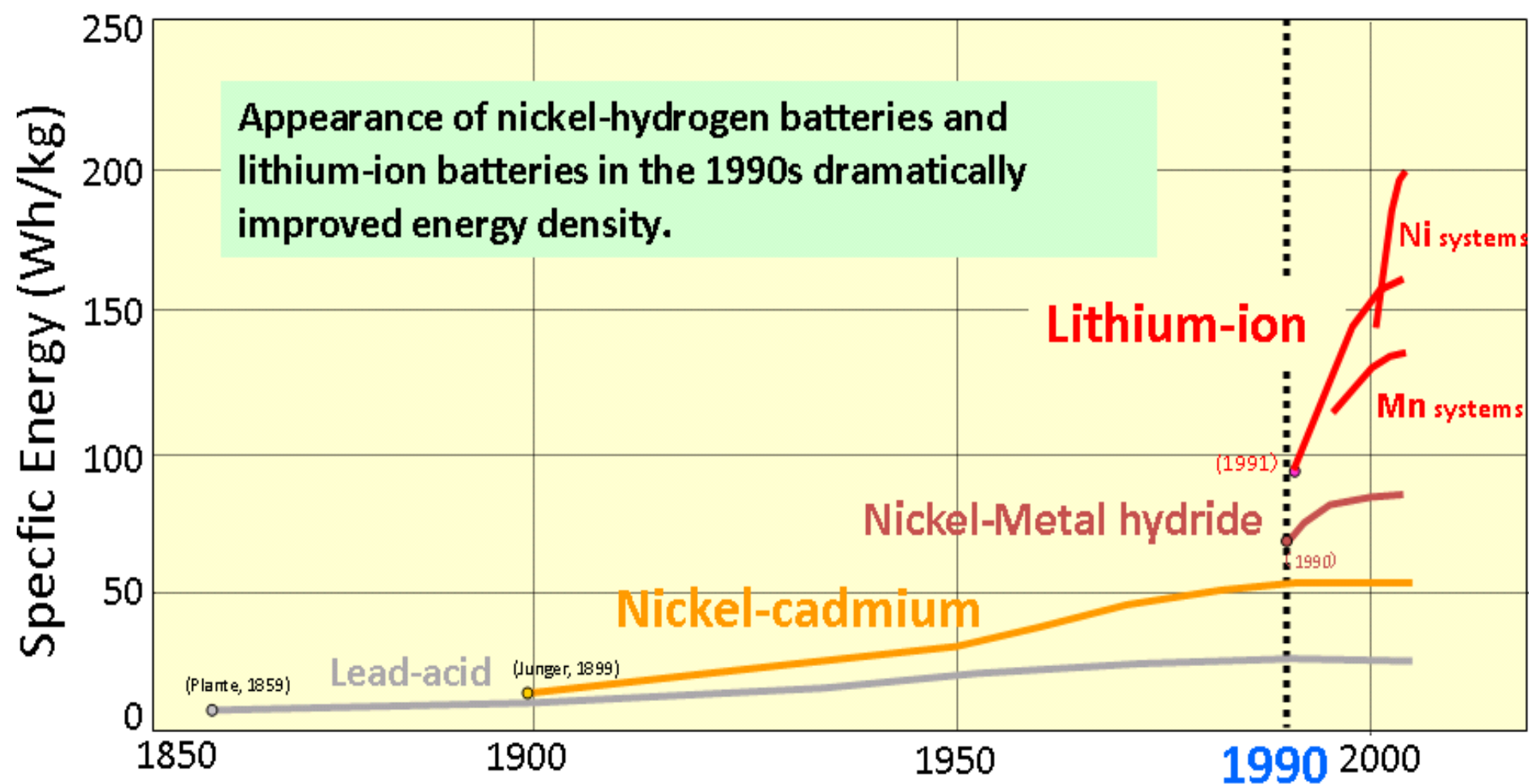


自然エネルギー発電の不安定さを補う



1990年から生産されているリチウムイオン電池は高エネルギー密度化と低価格化が急速に進行している。2010年より電気自動車やハイブリッド車の大量生産が始まったので、年産1GWh以上の規模の電池工場が稼働するようになった。スマートコミュニティーやスマートハウスなどで用いる定置利用専用の大型電池の開発も始まっており、車載電池の再利用と並行して普及が進みそうである。寿命は定置利用なら10～20年といわれている。価格の低下は、2015年時点で20～40円/Whになりそうであるので、経済性も高くなる。自然エネルギー発電の不安定さはリチウムイオン電池を使った電気マネジメントによって解決される。

# 二次電池の容量向上の歴史



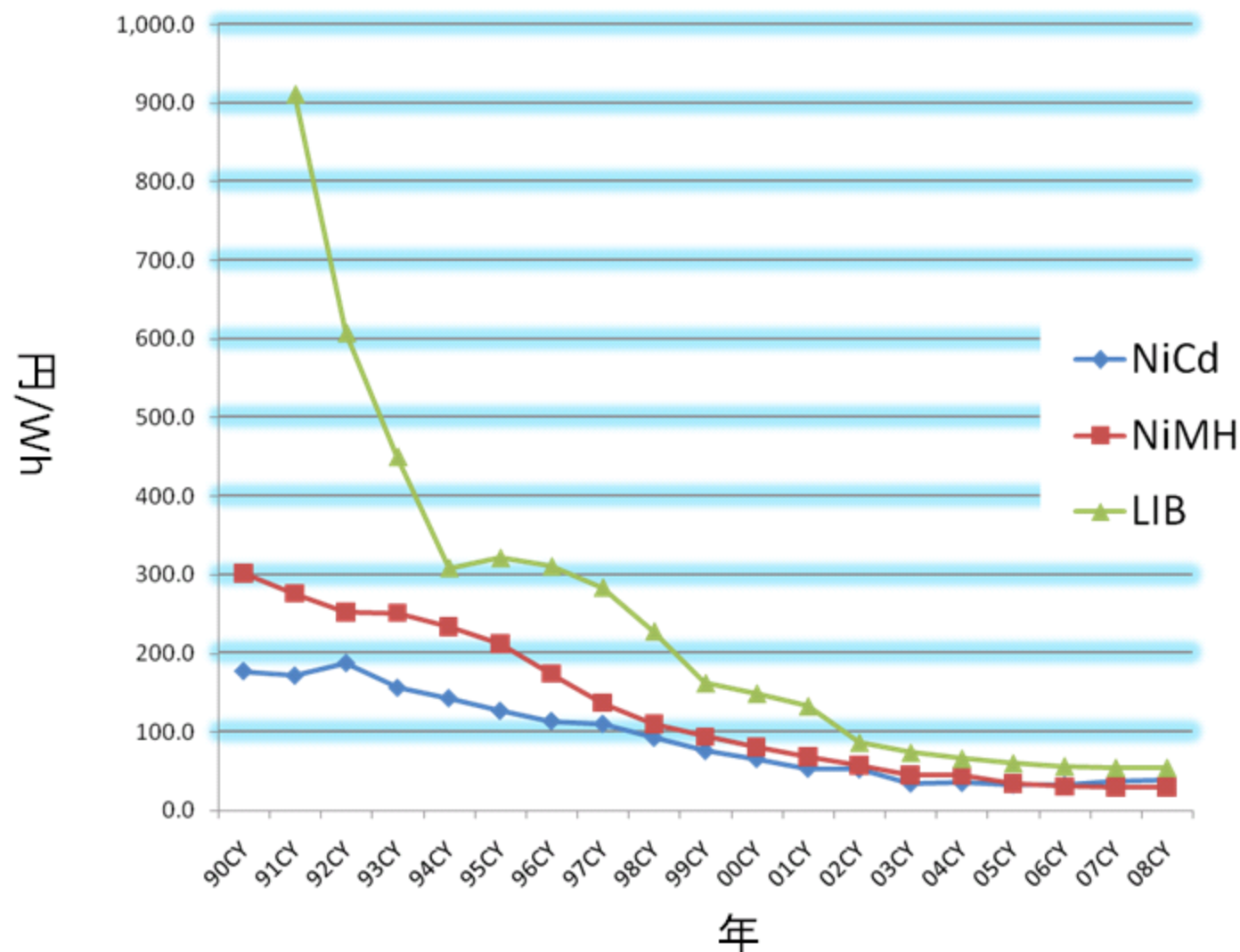
Shimamura et al, WEVA journal vol.1 pp.251-257 (2007)

**Fig. Improvement in specific energy of secondary batteries**

## 二次電池の価格推移

電池の価格はこの約20年間で大きく低下

⇒ 『次世代のテクノロジー・産業創出』へ潜在的なポテンシャルを秘める



(インフォメーションテクノロジー総合研究所調査)

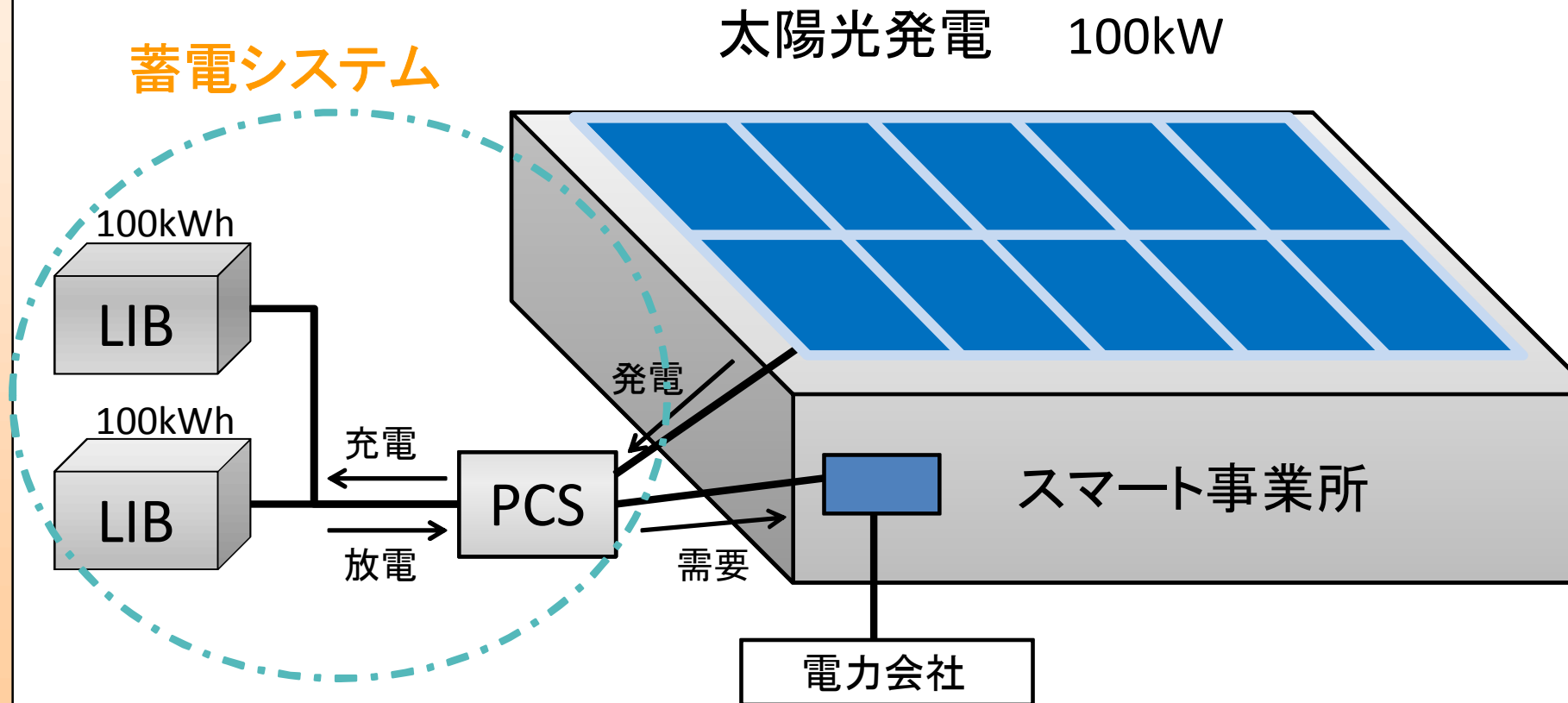
リチウムイオン電池による蓄電システムと自然エネルギー発電の  
組み合わせが産業革命を起こす

リチウムイオン電池による蓄電システムが日本の電力危機を改善し  
電力事業者の経営を健全化する

- ・ 自然エネルギー発電先進国のEUは不安定に悩んでいる、破たん寸前
- ・ EUは蓄電の重要性に気付いているが、電池産業は出遅れている
- ・ カルフォルニア州は自然エネルギー発電事業者に蓄電義務化(2011SEP)  
法案成立
- ・ 日本の二次電池技術は世界一
- ・ しかし、猛追する韓国、米国資本と組む中国電池メーカー
- ・ 日本の国際収支を支える自動車・エレクトロニクス産業の将来は不透明
- ・ 電池を使った電気エネルギー社会システムは大きなビジネス



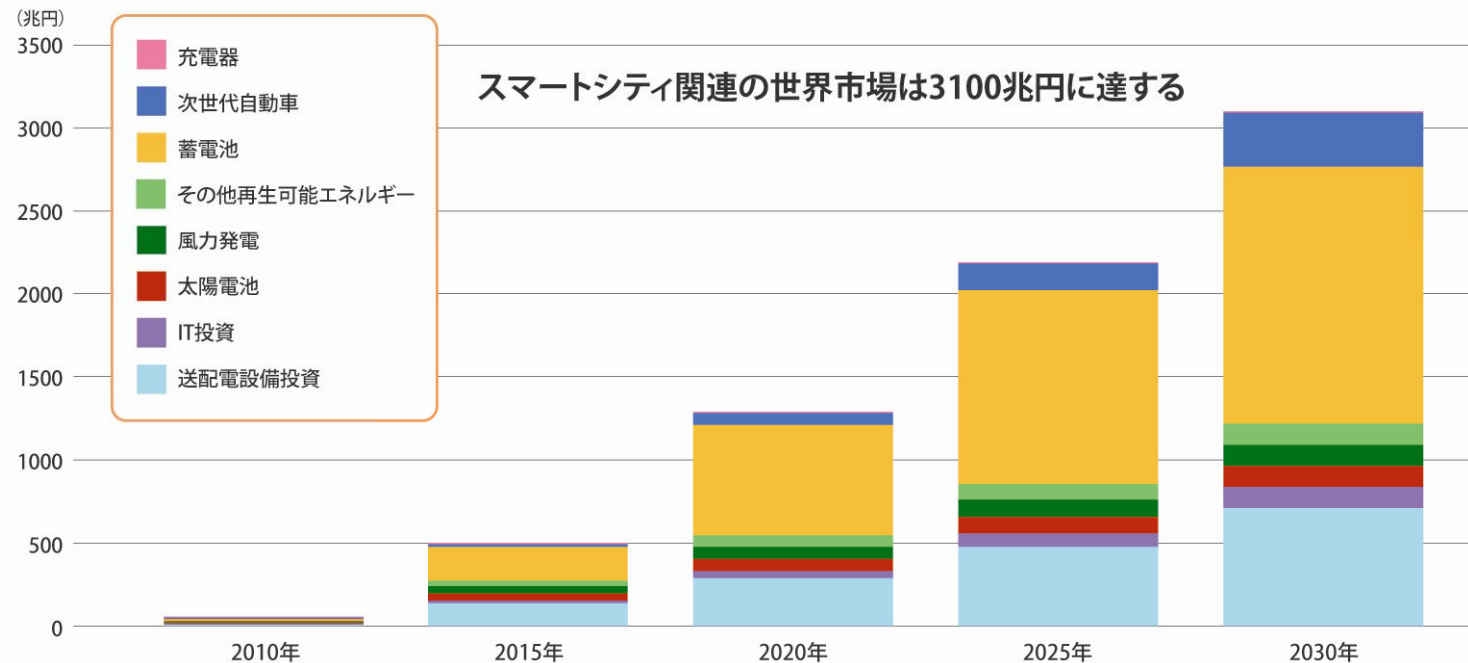
- A. 電力の昼夜変動に対して蓄電システムを導入する場合  
B. 自然エネルギー発電も同時に導入する場合



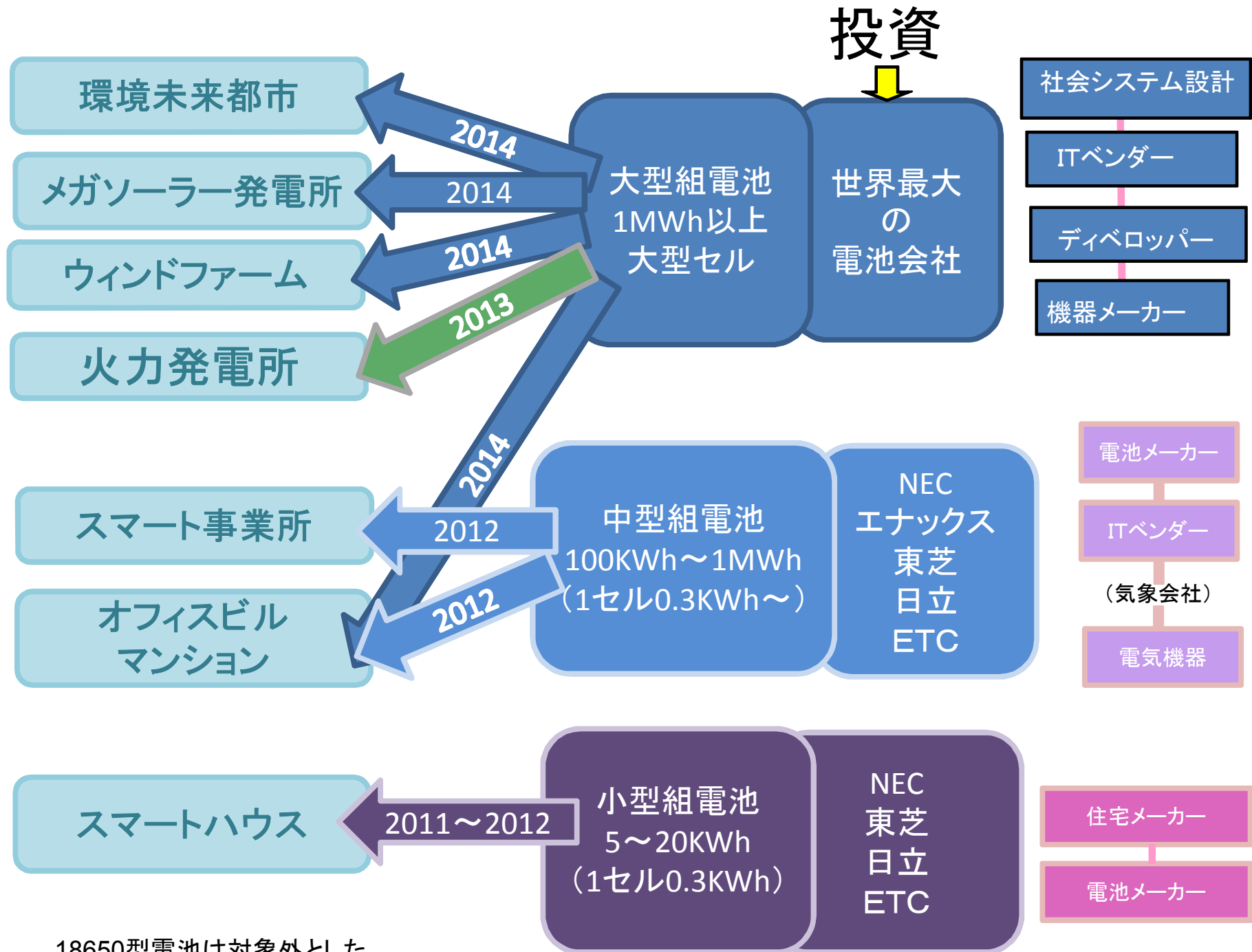
2012年から始まるスマート事業所/スマートハウスのビジネス

# 社会システムに関する電池システム産業の急成長

Social System Design

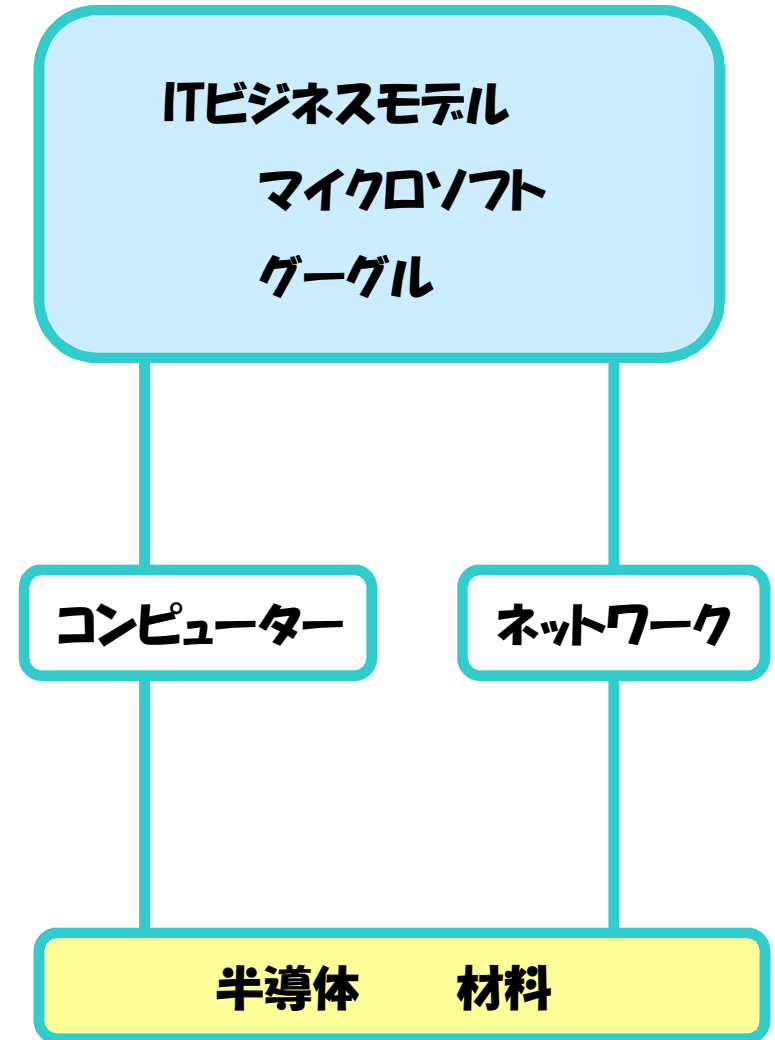
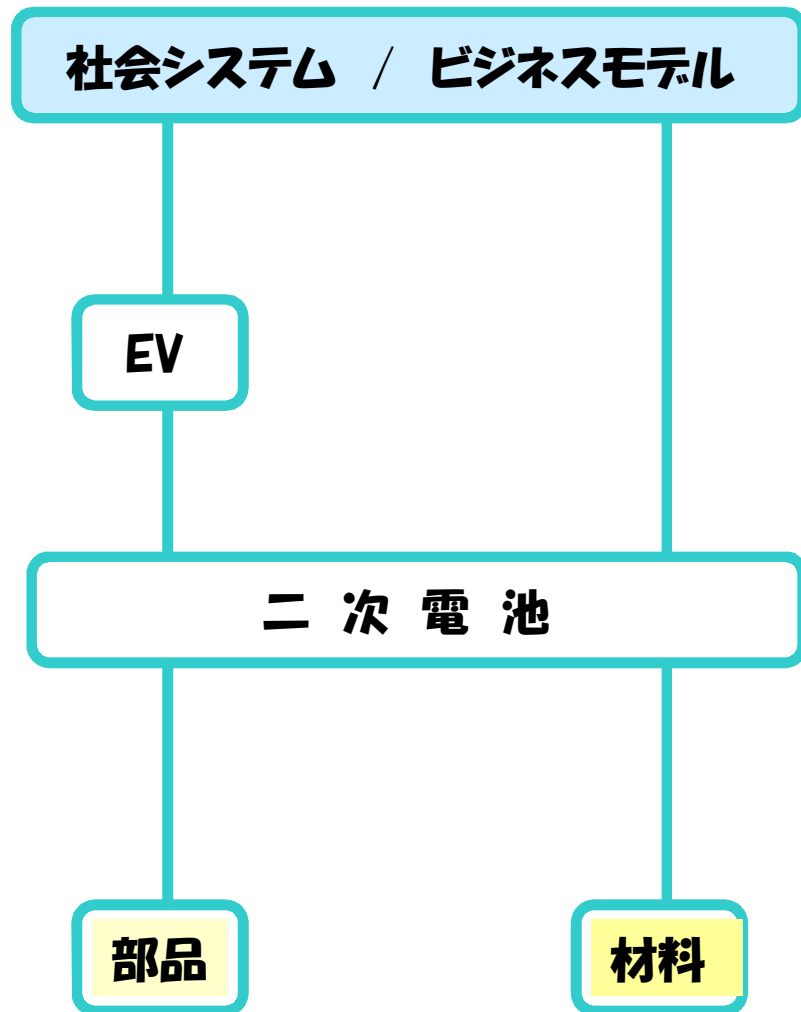


リチウムイオン電池産業は新しい産業として有望視されている。「電気は大規模に貯められる」というパラダイムシフトは一種の産業革命を起こすとも言われている。日経BPクリーンテック研究所の予測では、2030年におけるスマートシティの世界市場は3100兆円に達することになっていて、その約半分は蓄電池が占めている。現時点では日本のリチウムイオン電池技術が最も国際競争力があるが、産業政策としては単なる電池製造業の振興だけでなく電池のマネジメント法や環境未来都市などの社会システム設計法の開発も平行して推進していく必要がある。



18650型電池は対象外とした

## 社会システムビジネスとしての取り組みが大切





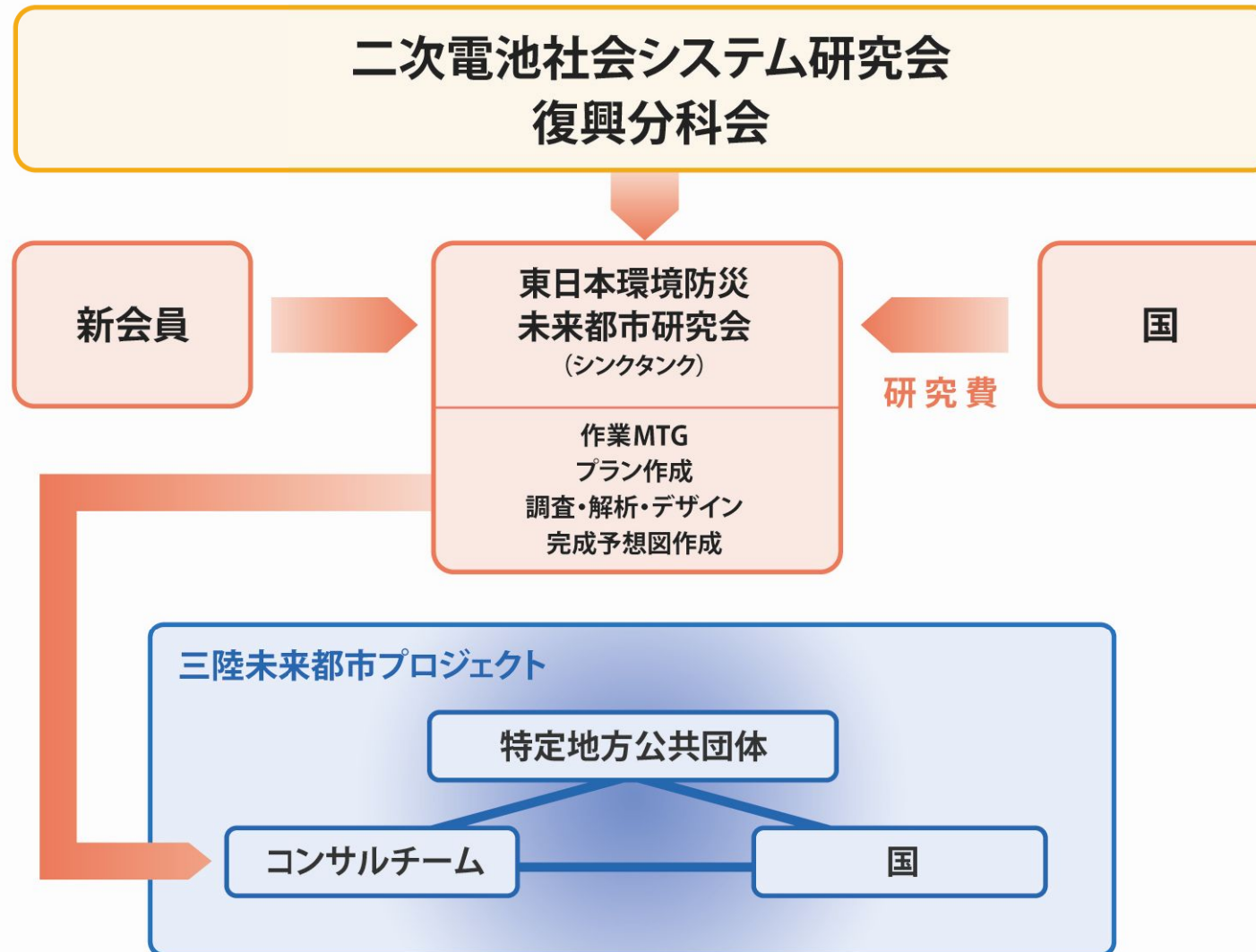
A large, stylized, light orange letter 'B' is positioned on the left side of the slide. It has a thick, rounded font style. A thin white outline map of Japan is located on the right side of the slide, extending from the top right towards the bottom center. It shows the main islands of Japan.

東日本環境防災未来都市研究会  
「東北未来都市と新エネルギー環境事業の  
企画設計支援」

Social System Design



■ 国の成長戦略にある環境未来都市構想には環境問題の解決に加えて、エネルギー安全保障の改善と産業振興の3つを同時に達成とすることが期待される。いわば3つの方程式を同時に解くことが要請されていると言える。東日本大震災の被災都市では災害からの復興がテーマであるが、これらの都市のうちのいくつかを環境未来都市とし復興させるデザインは、地域と日本の両者の繁栄に貢献すると考えられる。



1. 環境防災未来都市  
の建設
2. 分散型発電システム  
ギガソーラー発電・蓄電基地  
の建設
3. 企 業  
定置利用型リチウムイオン電池  
大量生産 in 東北  
自然エネルギー発電機器 WT,PV

東北の復興

エネルギー  
安全保証の進歩

環境問題の解決

産業振興



# 1. 環境未来都市の建設 ケーススタディーの対象都市 Social System Design

全ての被災都市に適用可能です



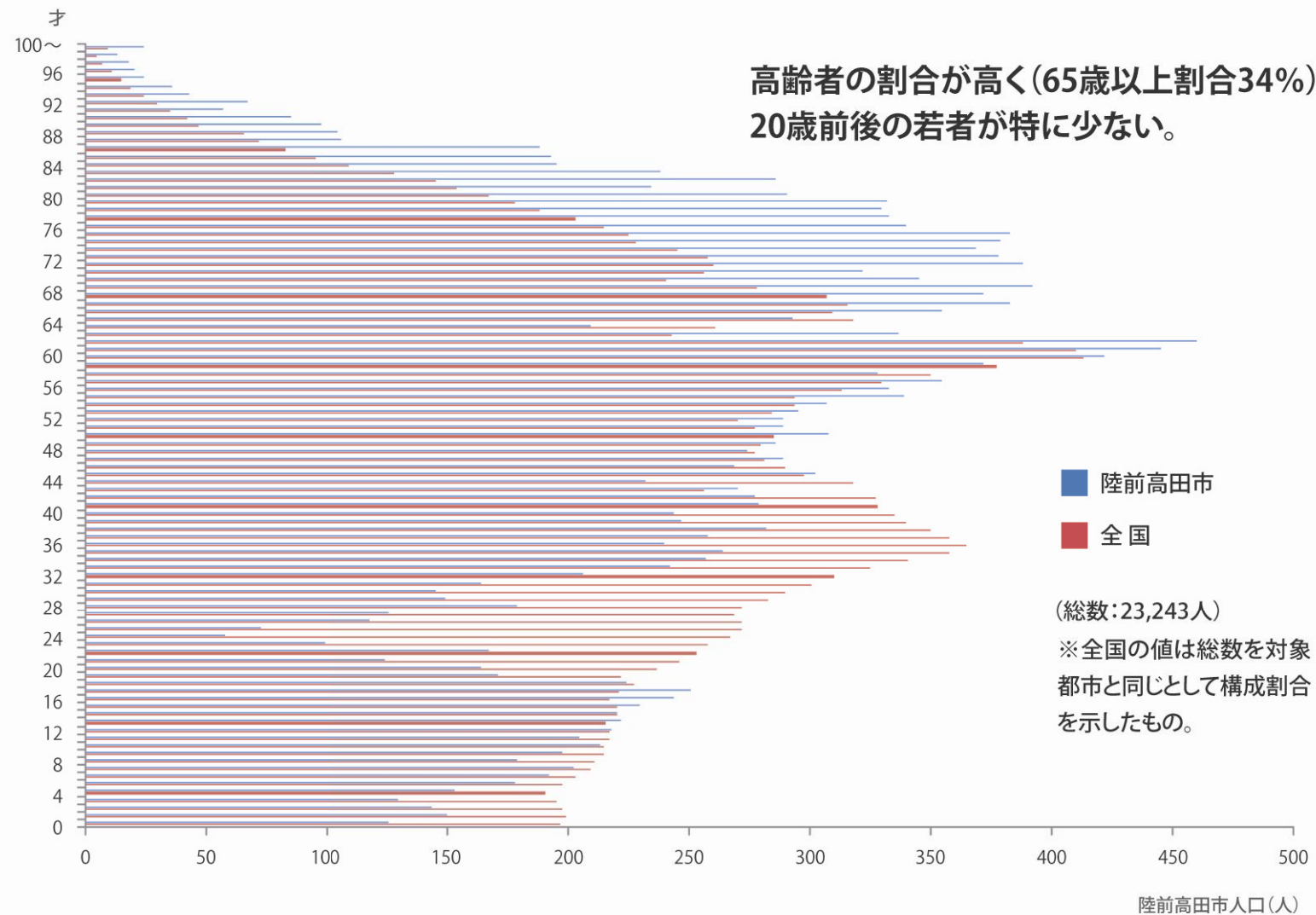
岩手県 陸前高田市



三陸のそれぞれの都市には、製造業、水産業、農業、観光業などの固有の産業によって特徴を持つので、それらの産業に対する復興計画も大変重要である。しかし、本提案では全く新しい再生可能エネルギー発電とエネルギーマネジメントを行い、エネルギーを部分的に地産地消したり、電気を売電したりするエネルギー産業を復興の基盤とした環境未来都市の計画を中心に行っている。日本初だけではなく世界初の環境未来都市のプロトタイプをまず産業基盤の弱い都市に作るとともに、国内外の都市に広げていくことを目指すべきである。製造業、水産業、農業、観光業を主産業とする三陸の各都市に対しても、同様に応用可能と思われる。

# 人口：年齢構成

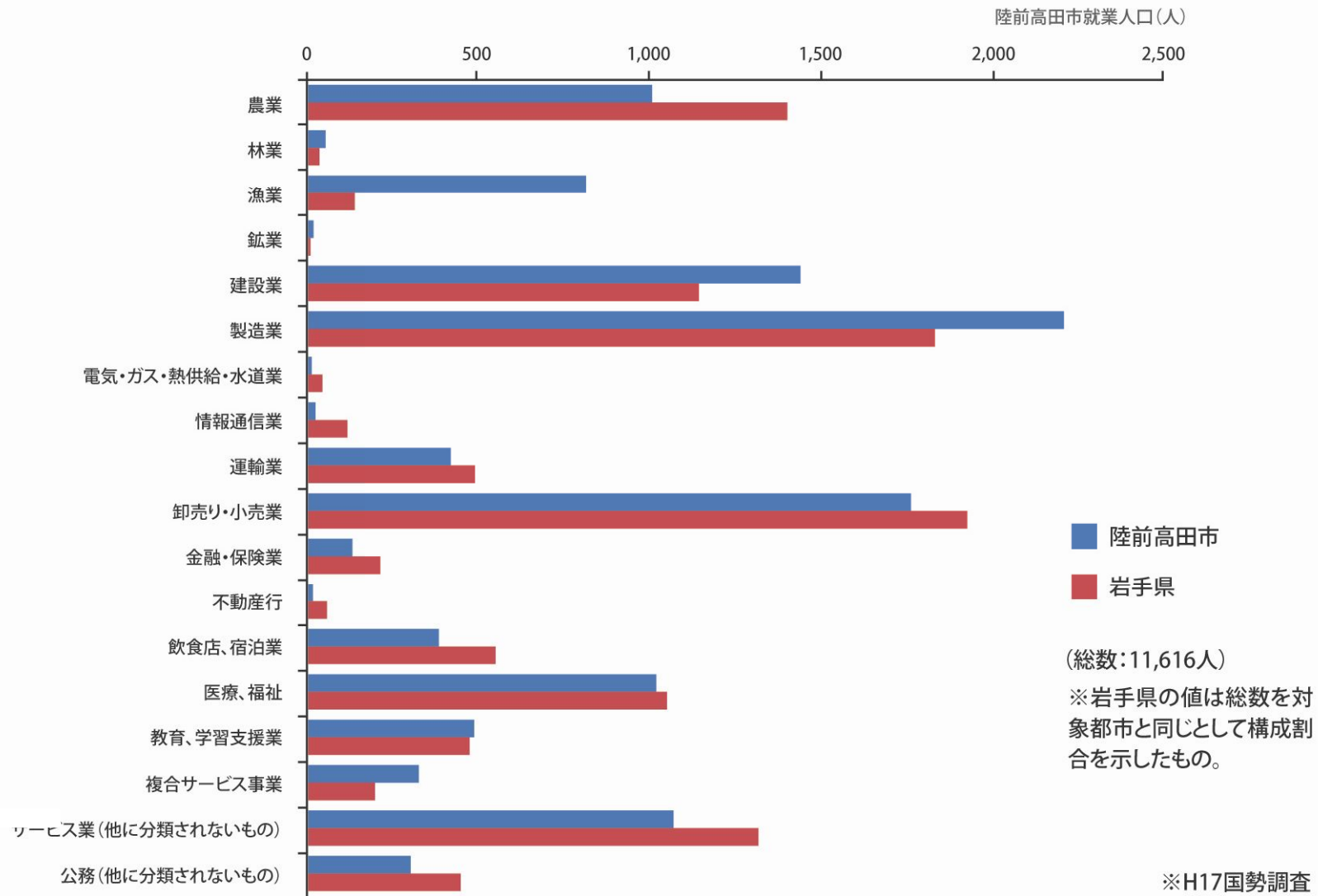
Social System Design



※岩手県人口移動報告年報 岩手の長期時系列データ(人口)

# 就業人口比率分布

Social System Design





- 世界最大級の地震・津波に襲われてもほとんど影響を受けない居住環境を高台に構築する
- 50%以上のエネルギーを自給し、農業等既存産業と共生しながら新たな産業を創出する

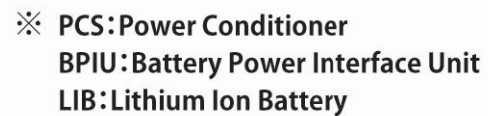


## 300MWメガソーラー概観図

Social System Design



## Social System Design

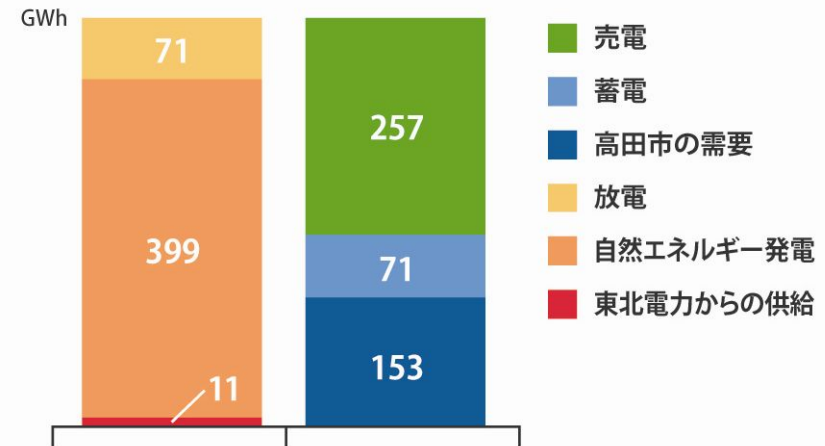
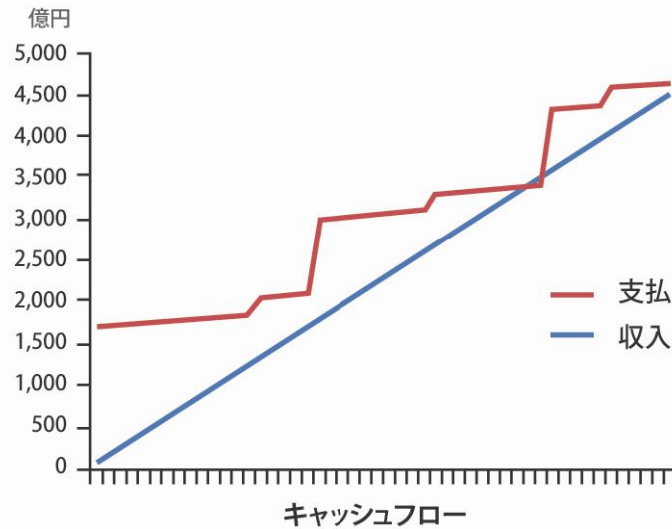


— DC  
— AC

- ・陸前高田市内需要の約50%をPVにより自給

# 300MWメガソーラー(大船渡市へ売電)

Social System Design

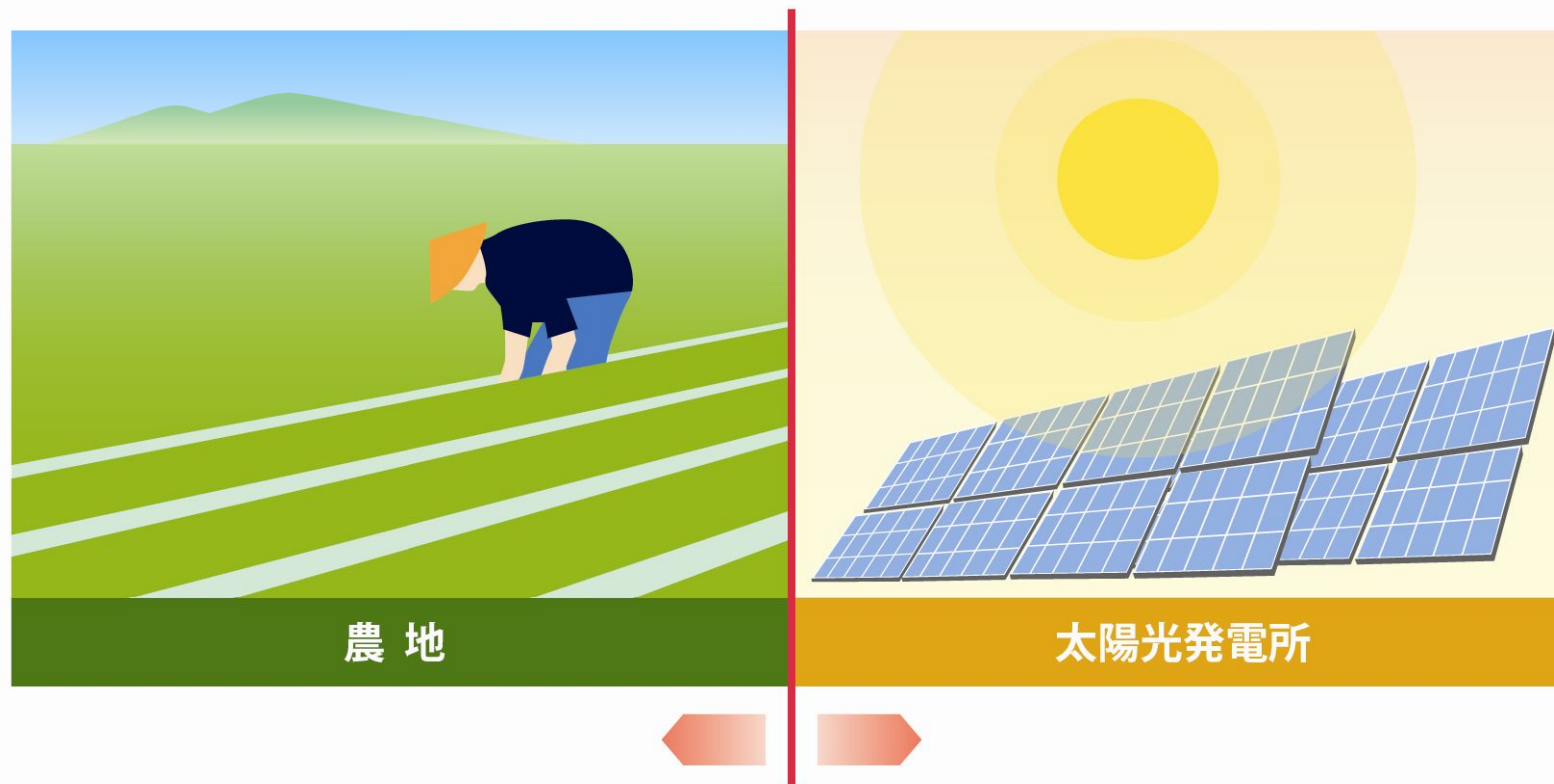


総需要	153GWh
太陽光導入量	300MW
太陽光発電面積	3.0km <sup>2</sup>
自然エネルギー年間発電量	399GWh
(うち消費量)	142GWh
(うち売電量)	257GWh
太陽光初期投資	144,000(百万円)

二次電池容量	610 MWh
二次電池初期投資	23,790(百万円)
年間系統購入量	79GWh
エネルギー自給率	93%
ピークカット率	23%
太陽光発電売上見込	11,970(百万円/年)



## 低地の産業用地



割合を変化させ、試算を行う

低地での主要産業を農業、太陽光発電とし、その可能性、経済性について試算を行う。  
このような未来都市の設計・建設を国内・海外における社会システムビジネスとして、戦略的に成長させる。

設置容量	1MW/ha
PV価格※	300,000円/kW
二次電池価格	30,000円/kWh
売電価格	30円/kWh

※PV:太陽光発電 (Photovoltaic power generation)

概算 1ha当年間売上見込

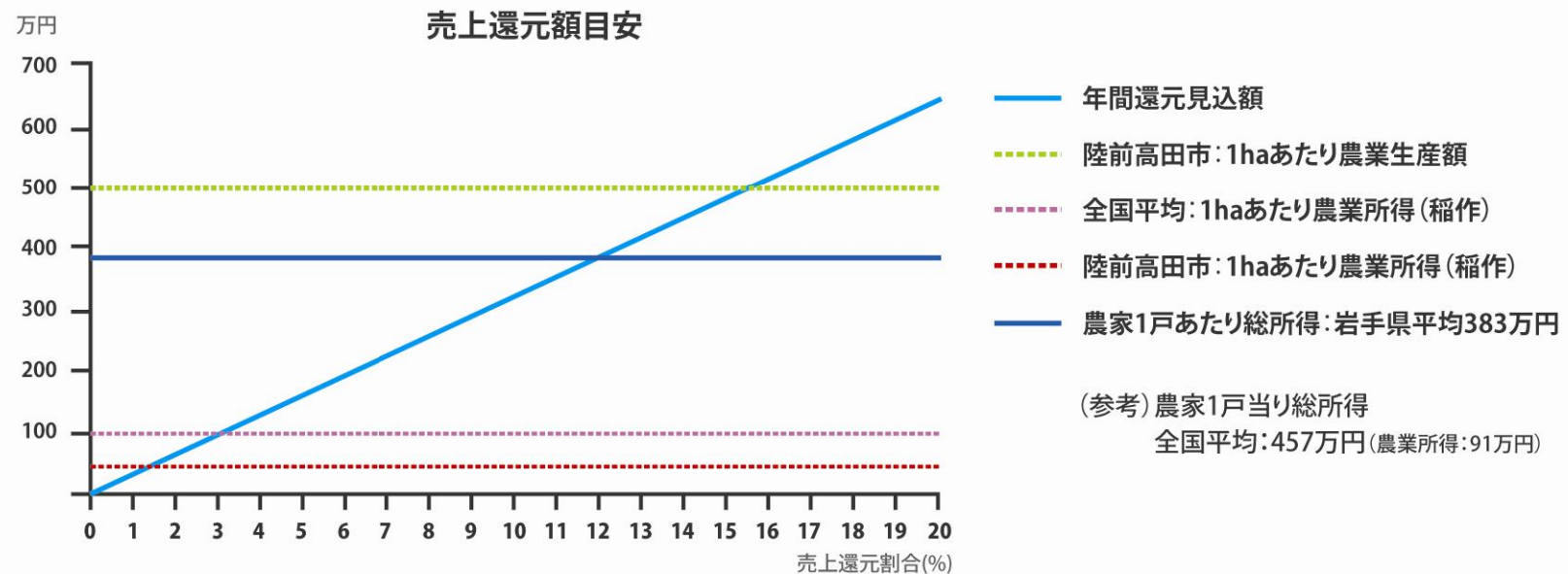
$$\frac{1000 \times 0.12 \times 24 \times 365 \times 30}{1000 \text{ kW} \times \text{発電効率} \times \text{年間発電量換算} \times \text{売電価格}} = 3150 \text{ 万円}$$

導入量  
1000kW

発電  
効率

年間発電量換算

売電価格





## 2. ギガソーラー発電・蓄電基地

Social System Design



太陽エネルギーの利用を急速に進めることは、環境、エネルギー、産業振興、東北地方においては復興のために、非常に大切である。全都道府県で、空き地、休耕地などを買上げ、または借り上げし、ソーラーパネル(太陽電池)を敷きつめて連結し、ギガソーラー発電所を建設する。計画中的世界最大級の太陽光発電所は、300MW程度の規模であるので、この規模を最初の目標にして、1GW、10GWへ規模拡大していく。おおよそ8GWのギガソーラー発電所で平均規模の原発1基分に相当し、必要な面積は8000-10000haになる。人の立ち入りが制限された地域においても稼働でき、発電により価値を創造できる。気候条件次第で、風力発電と組み合わせることもできる。

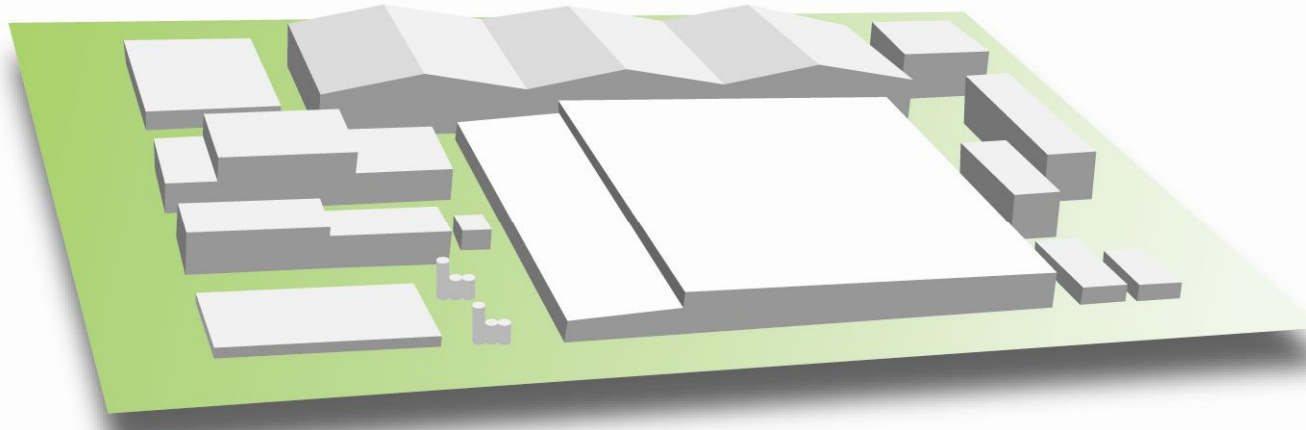
■ 想定されるスキームは複数あるが、ギガソーラー設置目的の有限責任組合（基金）を組成し、これを民間主体で構成された無限責任 組合が発電オペレーション会社として運営する仕組み等が想定される。その場合、地域補償は、配当金と土地賃借料の形で行われる。当初は、政府の補助金などが必要と思われるが、必要最低限の額にすることで事業自体が国際競争力を持つことも目的とする。

世界の完成済み又は計画中のメガソーラー発電所との大きな違いは、リチウムイオン電池による蓄電を行うことである。これにより電力供給が安定化し、自然エネルギー発電の大量導入が可能となる。



### 3. 東北リチウムイオン電池製造会社の設立

Social System Design



■ 車載用リチウムイオン電池の大量生産は2010年より日本で開始された。車載用リチウムイオン電池は近い将来年産10GWh規模の生産を行う企業しか生き残れないと予測され、大規模な工場が建設されるであろう。車載用以上の需要はスマート蓄電都市（環境未来都市）やスマートコミュニティ、スマート事業所、スマートビルなどの定置利用にあると考えられている。車載用リユースと定置用専用の開発の二つの道があり、長期的には後者が優勢になるであろう。蓄電池事業の国際的競争は激化しそうである。EUでは再生可能エネルギー発電の導入が電力の不安定さを高め、これを改善するための蓄電技術に注力しようとしている。米国カリフォルニア州では2010年に自然エネルギー事業者に対して蓄電義務化法案が成立した。日本でも定置利用専用電池の産業化を急がなければならない。幸い日本のこの分野の技術は世界の先頭にあり、定置利用専用型電池の開発も進められている。

■ この定置利用型リチウムイオン電池の量産工場を東北地方に建設し産業振興することも考えられる。1GWh(電気自動車4万台相当)の規模からスタートするとすれば、年間300億円の売り上げで、2000人程度の雇用を産み出すことになる。10GWhの目標規模に達すると2万人の雇用を生み出す。この計画は電池産業の国際競争で日本が先駆け勝利する戦略の一つになる。

このリチウムイオン電池製造会社に求められる要件は、世界的なコスト競争で優位なポジションを確保し、定置型電池のトップ企業となるべく、生産規模を迅速に展開することである。その実現のためには、意思決定力、資金調達力、および行政との調整能力、海外展開力などを含めた経営スピードが必要不可欠となる。

したがって、この企業に対する投資は従来の電池メーカーの共同出資形式ではなく、有望な製品モデルを持つ単独の電池メーカーの量産化に対する資金供給が望ましい。とくに官民主導のファンド資金を活用した生産規模の追求による成長加速が有望である。



## 政策的な項目

---

Social System Design



- **環境未来都市に対する特区指定を行う**  
(地方自治体の裁量権を拡大、技術・コンセプト実現へ向けた規制障壁の撤廃)
- **東北環境未来都市、および国内の遊休地に大規模自然エネルギー発電所と蓄電所を設置する。このため、必要になる世界初の定置専用リチウムイオン電池の量産工場を東北に建設する。さらに太陽電池、および風力発電の量産工場についても検討する**
- **被災地域(特区)の企業投資に対して税制を優遇する**
- **自然エネルギー発電または蓄電用の土地に対する利用・取引規制を緩和する**

- 自然エネルギー発電による電力の高価格での買い取り促進策を行う
- 消費者による発電源(再生可能エネルギー、火力、原子力)選択を可能にする
- 高品質電力供給(平滑化)に対するインセンティブを与える。または、自然エネルギー発電事業者には蓄電義務化または電力安定コストの負担を課す
- 自然エネルギー発電普及の重点を小規模個人から大規模事業者(100kW以上)へ転換し、税制優遇または補助金の対象とする