

# 新エネルギーの開発利用について

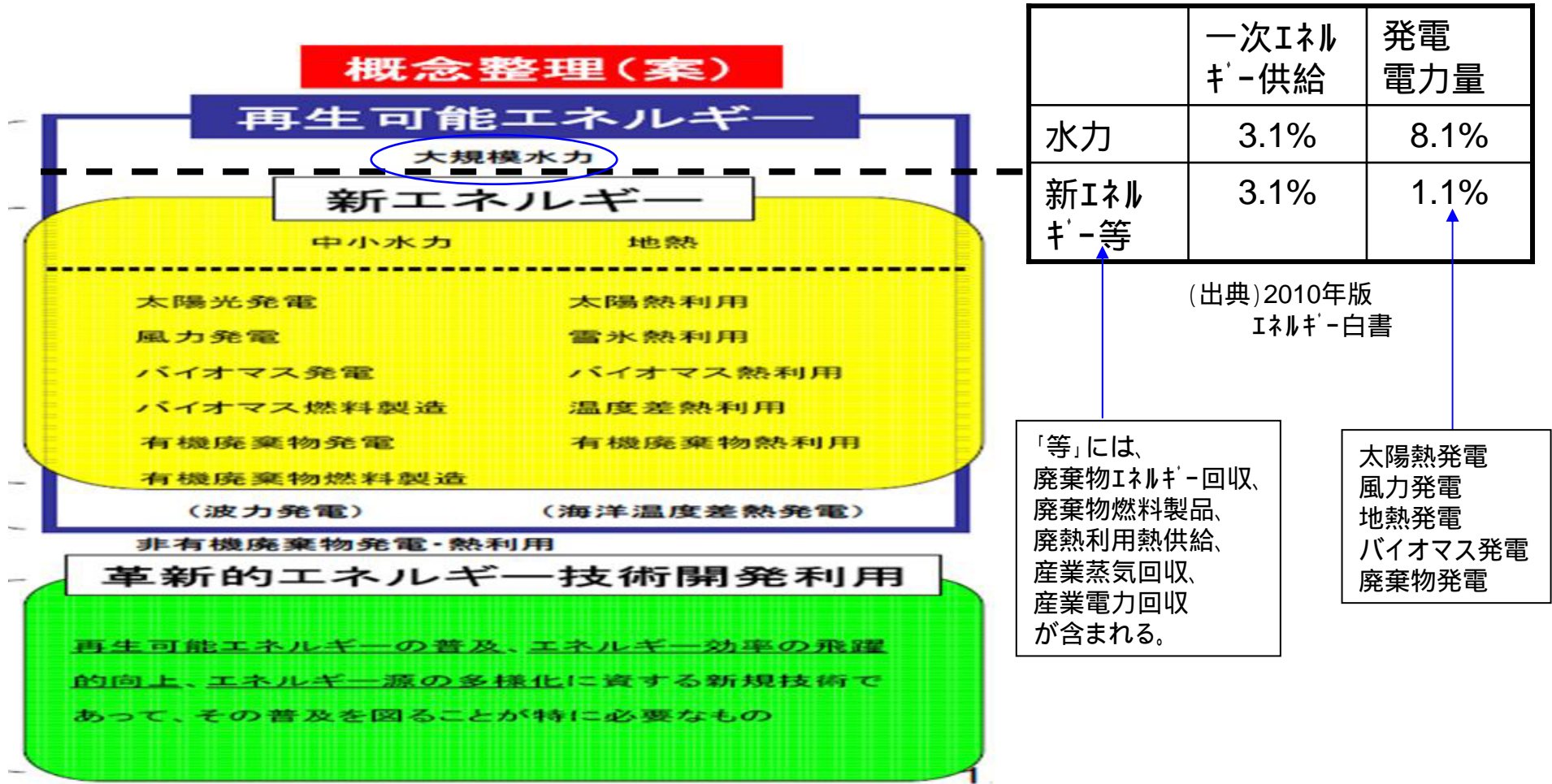
平成23年5月31日

(財)エネルギー総合工学研究所  
山田 英司

---

# 新エネルギーの概念整理

- 再生可能エネルギーのうち、一次エネルギーの半分、電力供給の約9割が水力の寄与です。
- 「新エネルギー」は、再生可能エネルギーから大規模水力を除いたものにほぼ該当します。

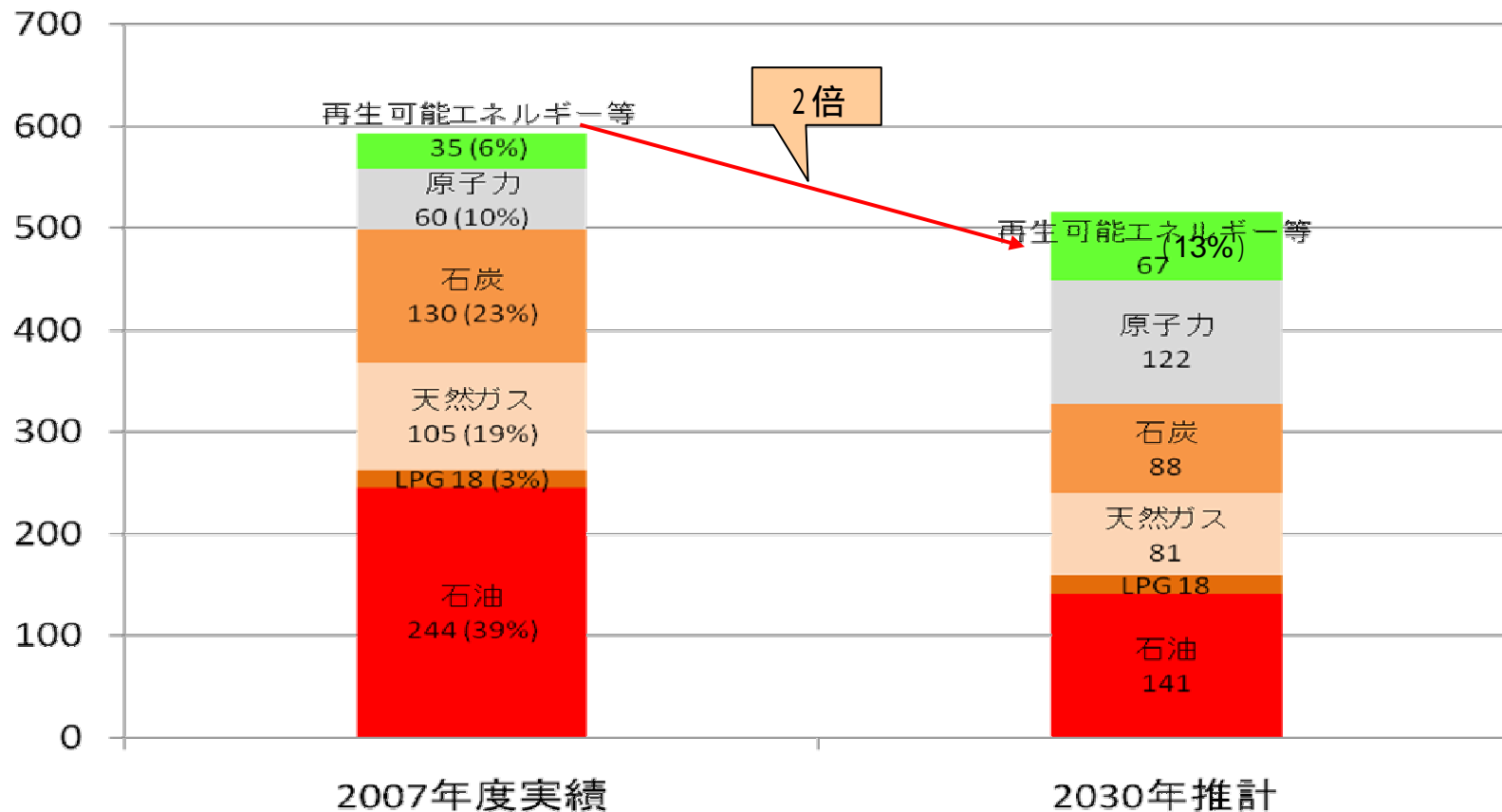


(出典)総合資源エネルギー調査会新エネルギー部会第(第15回、平成18年3月24日)配布資料

# 1. わが国のエネルギー供給のあり方

1. 昨年5月のエネルギー需給見通しでは、2030年に向け再生可能エネルギー供給倍増を計画  
電力供給量では、ゼロエミッション電源として、2030年に向け2.4倍増を計画しています。
2. 福島第一事故を踏まえ見直される計画では、供給量の更なる増加が見込まれます。

## 供給側の絵姿 (一次エネルギー供給)

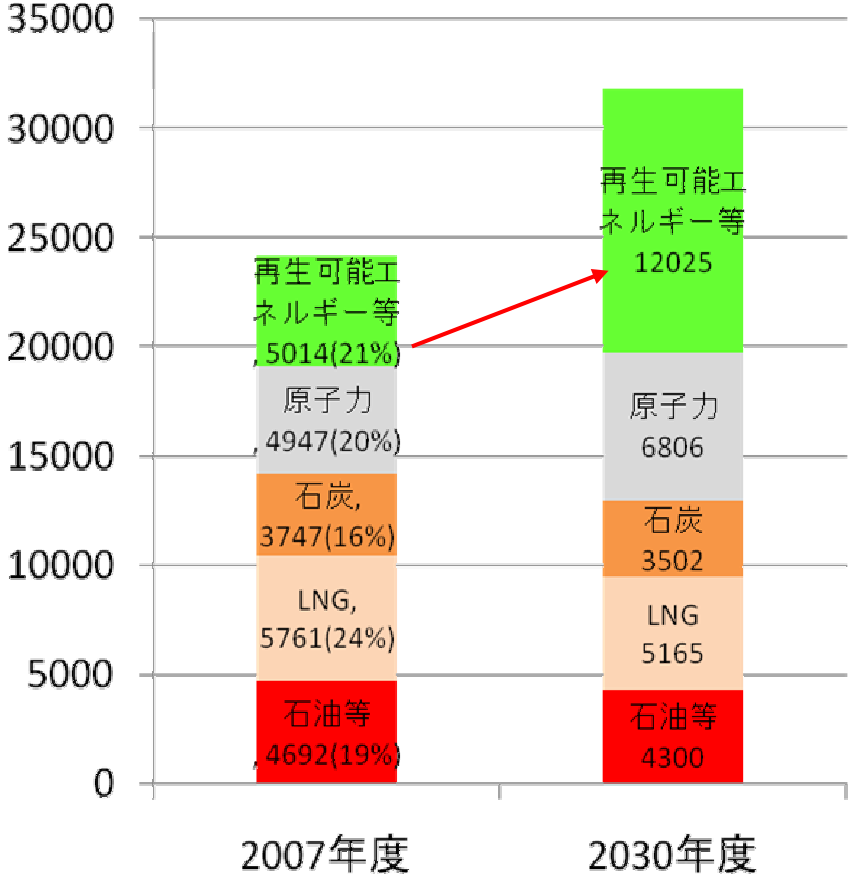


(資料) 経産省資料(2010.6)

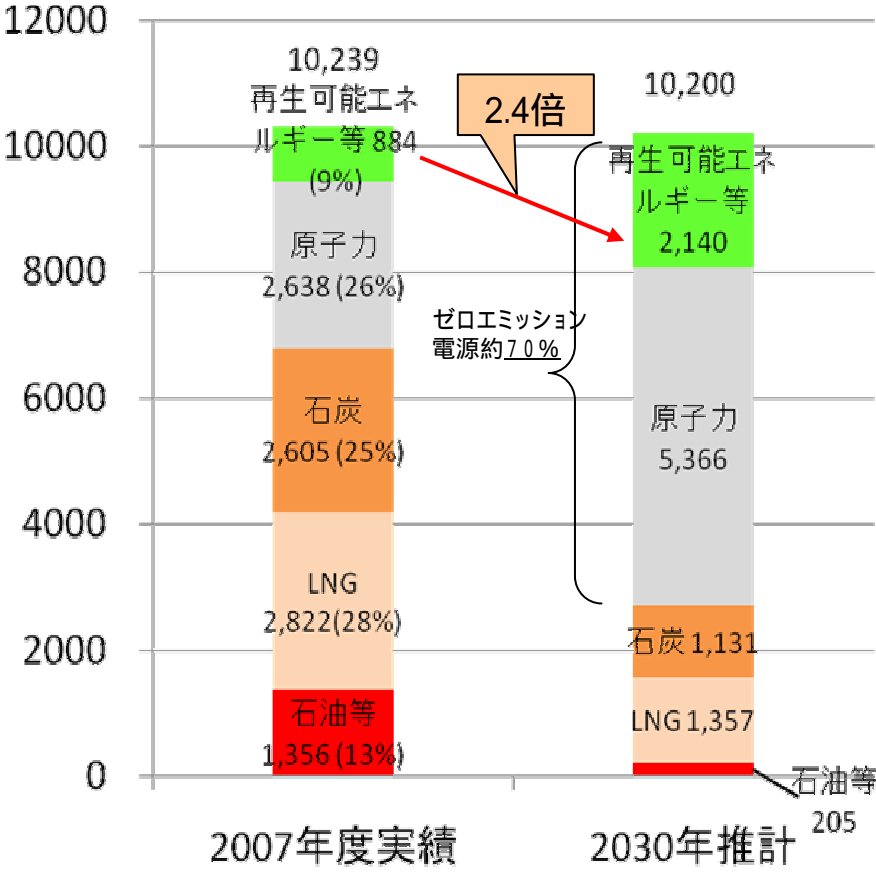
# 供給側の絵姿（電源構成）

ゼロ・エミッション電源比率は約70%程度となります(現状34%)

【設備容量の内訳】



【発電電力量の内訳】



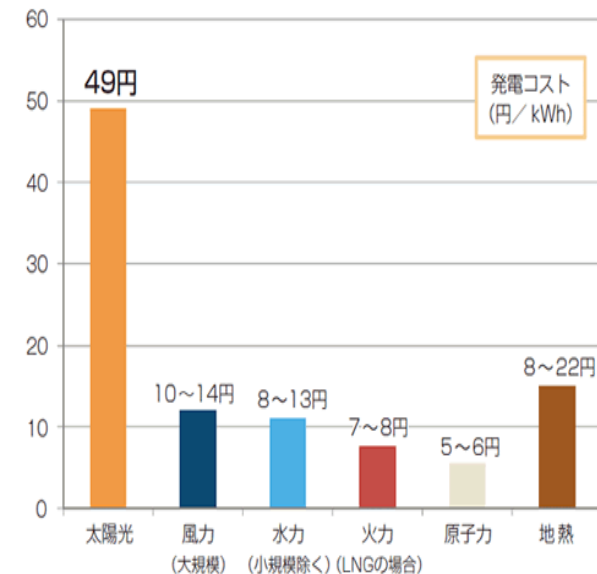
(資料) 経産省資料(2010.6)

## 2. 新エネルギー発電の比較

1. 風力発電、太陽光発電は気象による出力変動が大きいのが難点です。
2. 新エネルギー（特に太陽光）は発電コストが高く、技術革新や普及拡大による低減が必要です。
3. 条件が良い地点では、既に開発利用が進んでいます。

	プラント規模 現状の発電コスト	出力 変動	導入拡大の見通し・課題
太陽光 発電	数kW～数千kW ～50円/kWh	中	立地ポテンシャル大。 機器コスト低減により導入拡大。 次世代の高効率・低コスト技術。
風力発電	数千kW×数基～数10基 10～15円/kWh	大	風況の良い地域は系統制約あり。 低コストの系統対策技術。 洋上プラント技術。
バイオマス 発電	数十～数千kW 10～100円/kWh	可変	低コスト資源の利用はかなり進展。 未利用資源は小規模分散賦存。 小規模向け高効率・低コスト技術。
廃棄物 発電	数100～数万kW 10～15円/kWh	可変	中～大規模施設への導入は一巡。 小規模向け高効率・低コスト技術。
中小水力 発電	100～1000kW 20～100円/kWh	小	好条件の立地点は少ない。
地熱発電	数百～数万kW 15～50円/kWh	一定	好条件の立地点は少ない。

各エネルギー源別発電コスト

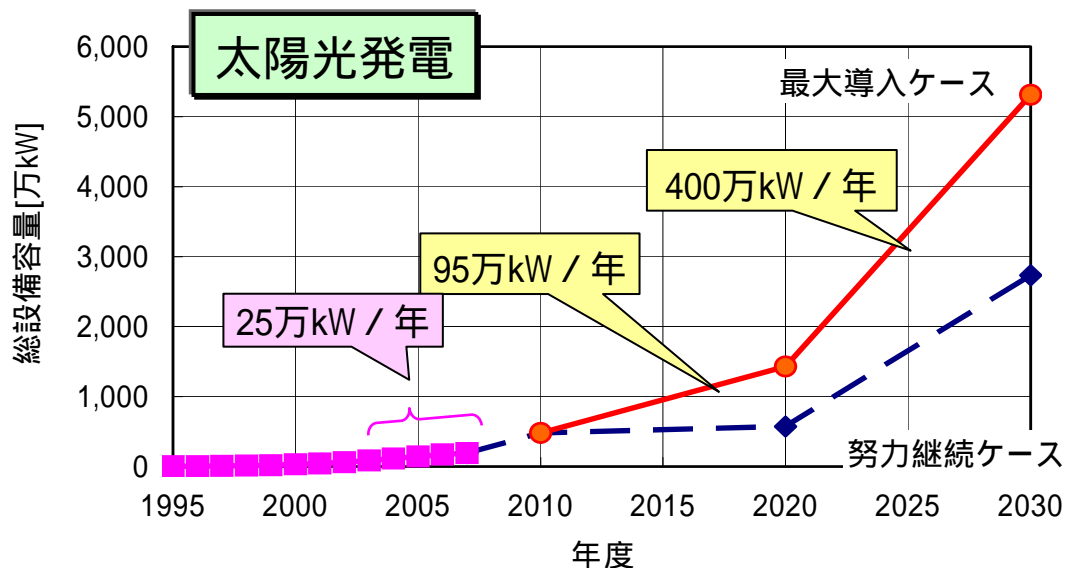


(出典) 2010年版エネルギー白書

(出典) エネルギー総合工学研究所調べ

# 太陽光発電と風力発電の導入実績と導入目標

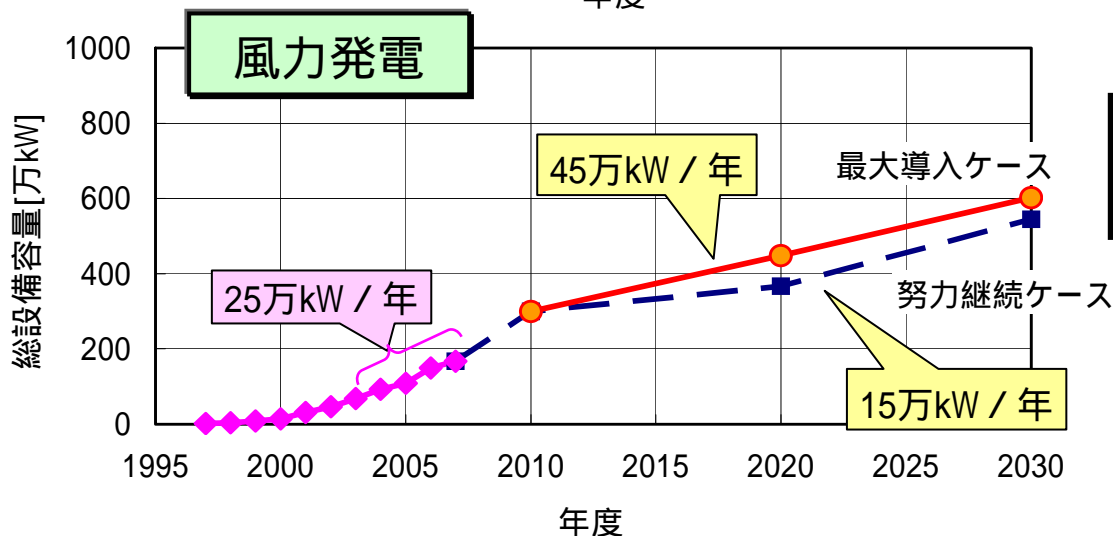
わが国では、新エネルギーのうち、太陽光発電と風力発電の導入拡大が期待されています。



導入目標 5,310万kW ← 現状(2005年) 140万kW

最大導入ケース達成のためには

- 世界最大級のメガソーラー発電所の全国展開
- 新築戸建て住宅の7割(2020年)～8割(2030年)に設置
- 工場・公共施設の8割(累積)に設置



導入目標 600万kW ← 現状(2008年) 188万kW

最大導入ケース達成のためには

- 2020年に陸上限界の8割(累積)に設置
- 2030年には、陸上限界ほぼ一杯に設置




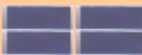
(出典) 総合資源エネルギー調査会需給部会「長期エネルギー需給見通し」平成20年5月に基づいてエネ総研が作成

### 3. 各種の新エネルギーの概要

#### (1) 太陽光発電

1. 世界の累積導入量は800万kW(2007年)で、日本は第6位です。欧州で急増しています。
2. 現在の主流は多結晶シリコン系の太陽光モジュールです。今後は、効率向上を目指し、化合物半導体系、有機系、さらに、量子ナノ構造を有する革新的な太陽電池を目指します。

#### 太陽光電池の種類と特徴

太陽電池の種類		コスト	主な特徴	対応している主なメーカー
シリコン系	 単結晶シリコン	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>*豊富な使用実績がある太陽電池の元祖</li> <li>*実用レベルでは最も効率の良い太陽電池</li> <li>*耐久性・信頼性も抜群</li> <li>*設置面積当りの発電量が多い</li> </ul>	YOCASOL、SUNTECH、三洋電機、シャープ
	 多結晶シリコン	◎	<ul style="list-style-type: none"> <li>*現在の主流の太陽電池</li> <li>*コストパフォーマンスに優れ、大量生産に適している</li> <li>*表面には複雑な模様があるのが特徴</li> <li>*設置面積当りの発電量が多い</li> </ul>	シャープ、三菱電機、YOCASOL、京セラ、フジフリアム、昭和セルソーラー
	薄膜系シリコン 	◎	<ul style="list-style-type: none"> <li>*少量の原材料シリコンで太陽電池を形成(結晶系の1/100以下の膜厚)</li> <li>*製造に必要なエネルギーも節約できる</li> <li>*発電出力当りのコストが低いので、設置面積に余裕があり、発電コストを重視する場合には適しています。</li> </ul>	三菱重工、カネカ、シャープ
化合物半導体系	結晶系化合物(GaAs系) 	△	<ul style="list-style-type: none"> <li>*人工衛星や集光型などの特殊用途</li> <li>*用途や使用方法に合わせて多様な材料や構造のものがああります。</li> </ul>	シャープ
	薄膜系化合物(CIS,CIGS,CdTe他)	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>*用途や使用方法に合わせて多様な材料や構造</li> <li>*薄くて省資源、量産しやすい</li> <li>*低価格から高性能品まで変幻自在</li> <li>*特にニッチ市場での期待が大きい</li> </ul>	Hondaソルテック、昭和セルソーラー
有機系	有機系(色素増感型他)	—		
量子ドット				

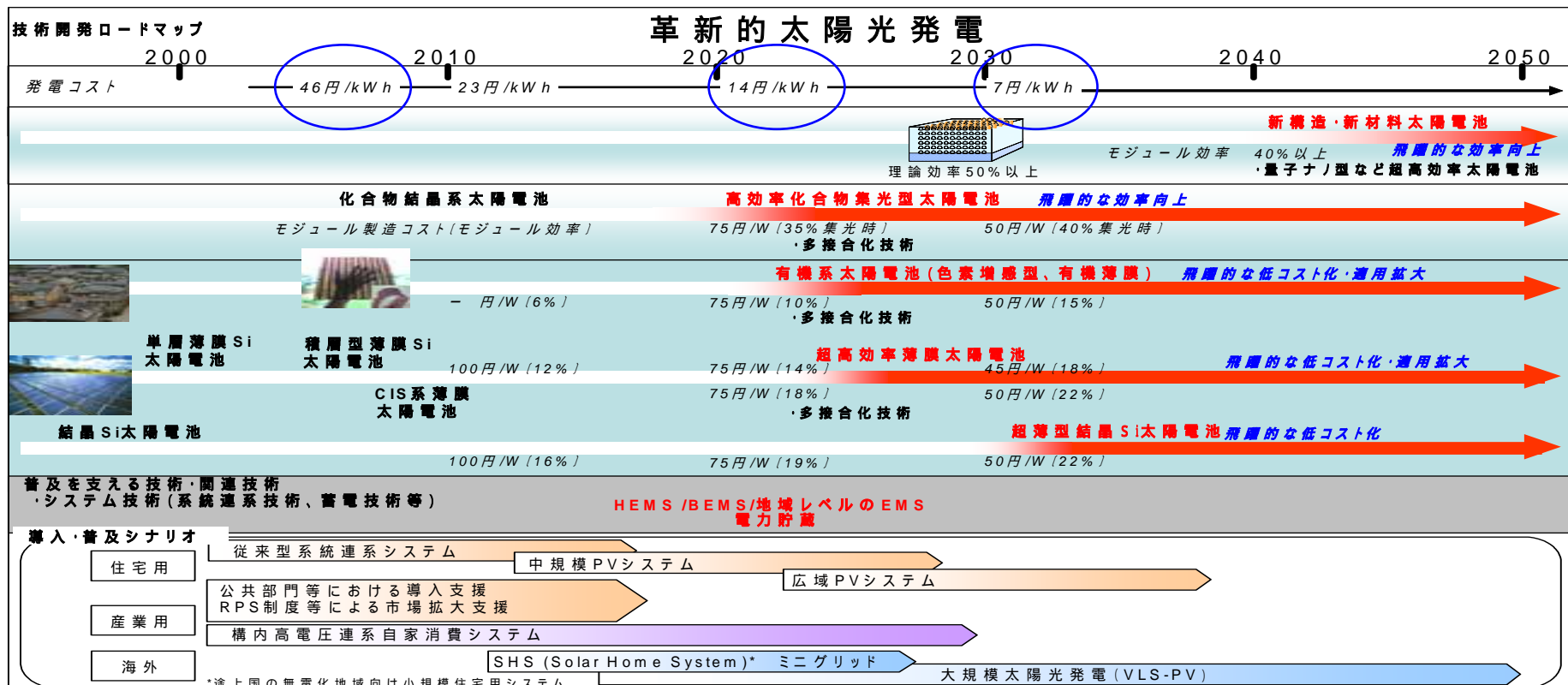
(出典)2009年7月エネ総研シンポジウム、太陽光発電協会岡林事務局長講演資料

# Cool Earth エネルギー革新技術計画

1. 技術開発のポイントは、発電効率の向上によるコスト低減です。

発電効率(10数% 40%)の向上により、コスト低減(現状 46円/kWh 2030年 7円/kWh)

2. 大震災を契機に、技術開発の加速化、普及の前倒しが必要とされる見込みです。



(出典) 経済産業省「CoolEarth - エネルギー革新技術計画」(平成20年3月5日)

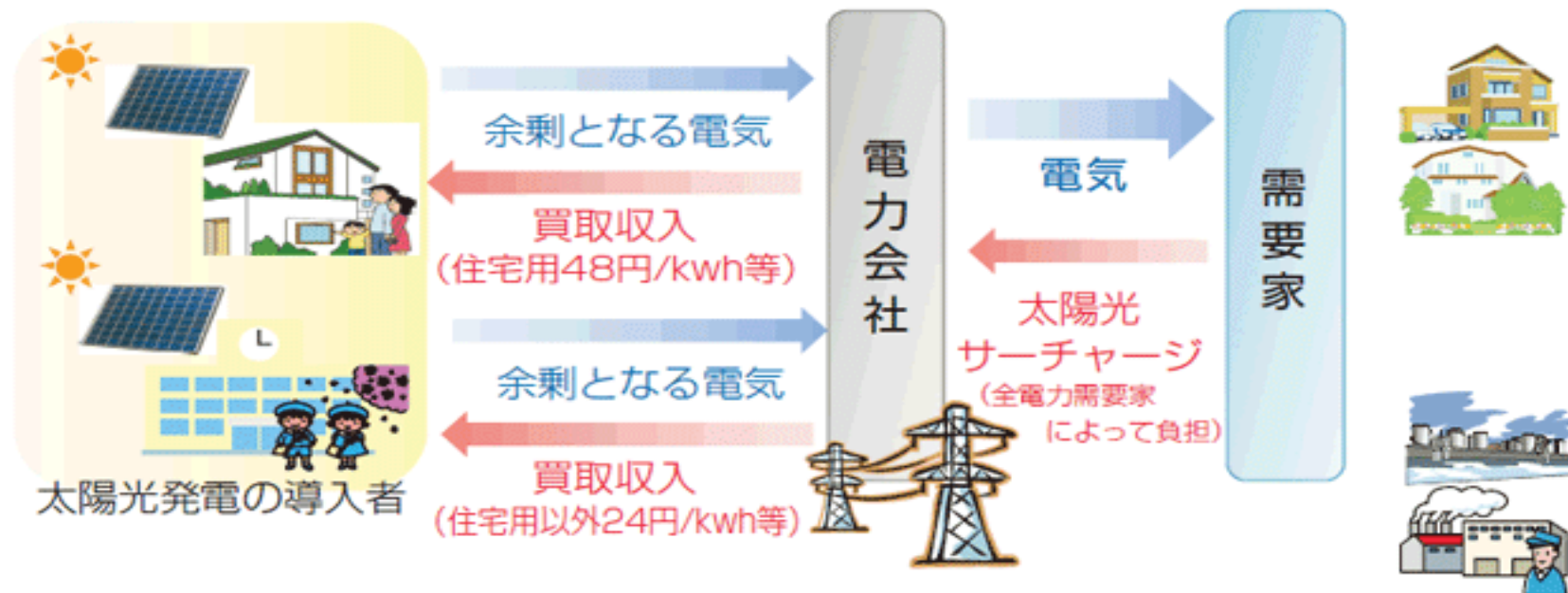
CoolEarth - エネルギー革新技術計画」は、経産省からの受託によりエネ総研が原案を作成しております。



# 太陽光発電の余剰電力買取制度

1. 09年11月から、太陽光発電を推進するため、買取制度が創設されています。太陽光発電の余剰電気を、10年に亘り、それまでの2倍程度の価格で買い取る制度です。
2. 再生可能エネルギーの全量買取制度のあり方について検討が進められています。

新築の一般住宅の場合、10～15年程度でコスト回収が可能（従来は20～30年）



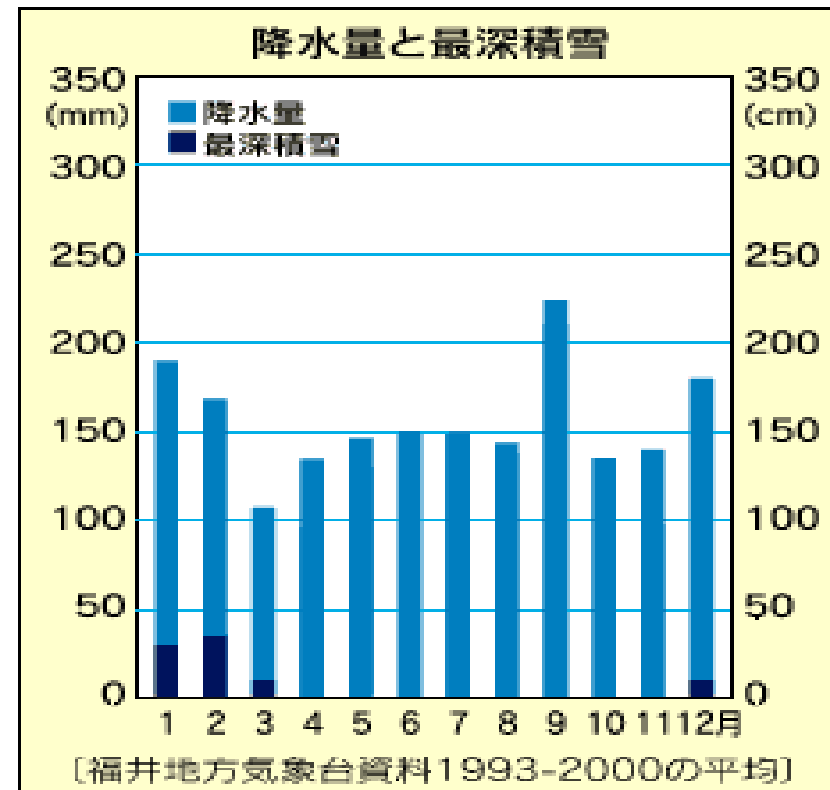
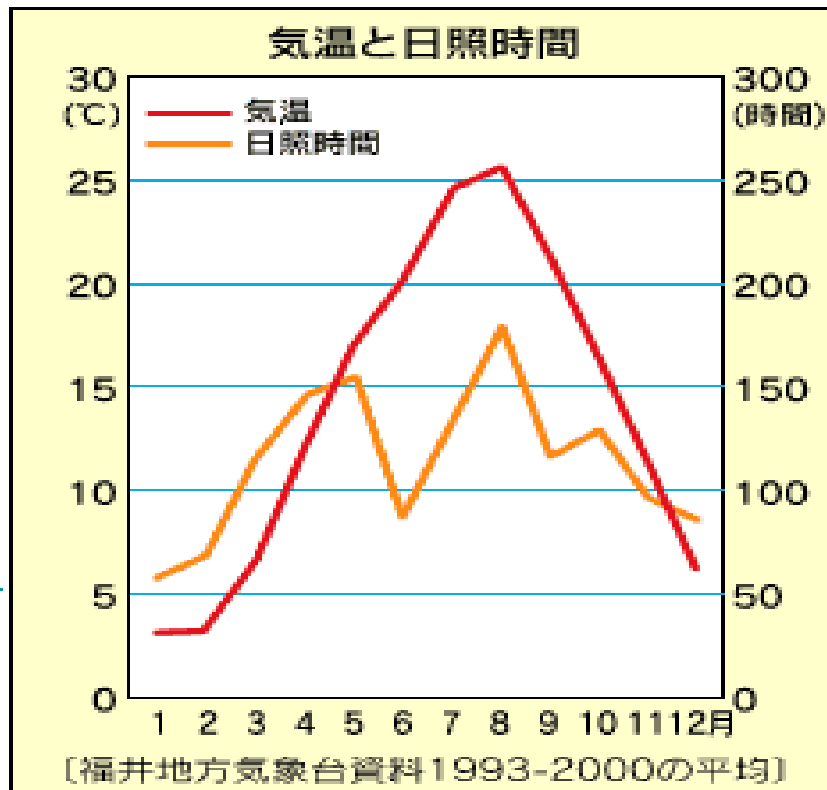
導入当初は住宅用(10kW未満)は48円/kWh、それ以外は24円/kWh。  
自家発電設備等を併設している場合は、それぞれ39円/kWh、20円/kWh。

(出典)2010年版エネルギー白書

# 福井県の気候

1. ほぼ同緯度に位置する東京と福井市を比較した場合、
  - 1) 日照時間は、東京に対し、1月では36%、8月では114%
  - 2) 降水量は、東京に対し、1月は6倍、8月は88% (本来は降水時間で比較すべき)
2. 太陽光発電に、冬場は適しているとは言い難いですが、夏場は良好です。

## 小浜市の気候

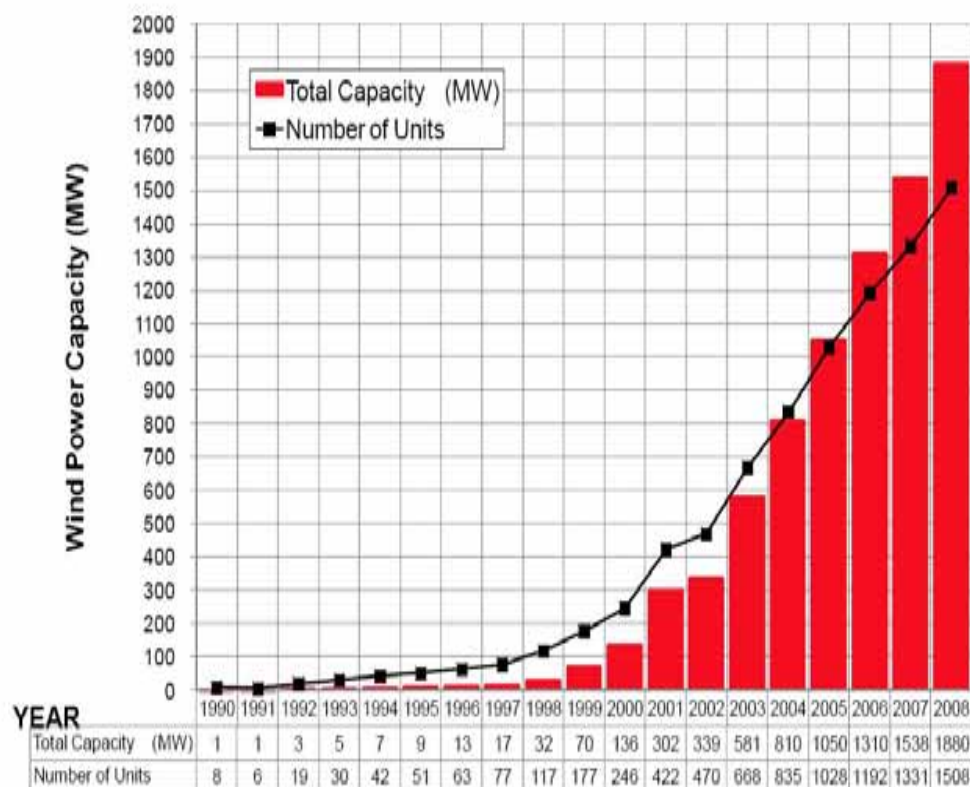


(資料) JA福井中央会等作成のHP

## (2) 風力発電

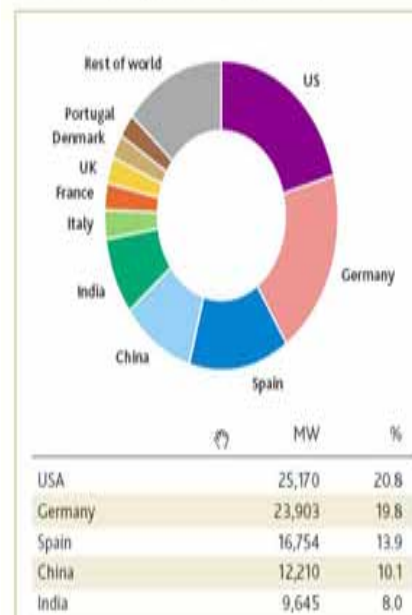
1. 風力発電は経済性が良好で、世界の容量は1億2000万kW(2008年)で、毎年3割程度増加しています。わが国も急増していますが、188万kWはトップ10外です。
2. 欧州は平原で風が定常的に吹き渡るのに対し、日本は風況が不安定、加えて、夏の台風、冬の雷等風車に厳しい自然環境です。

わが国の風力発電設備容量の推移

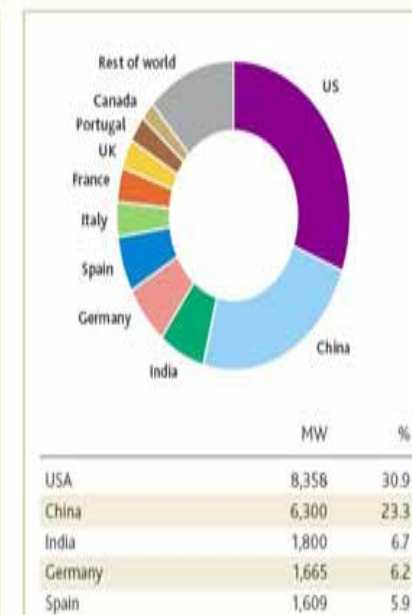


米国が世界最大であるが、最近では中国(08年630万kW増加)やスペインの増加が著しい

TOP 10 TOTAL INSTALLED CAPACITY 2008



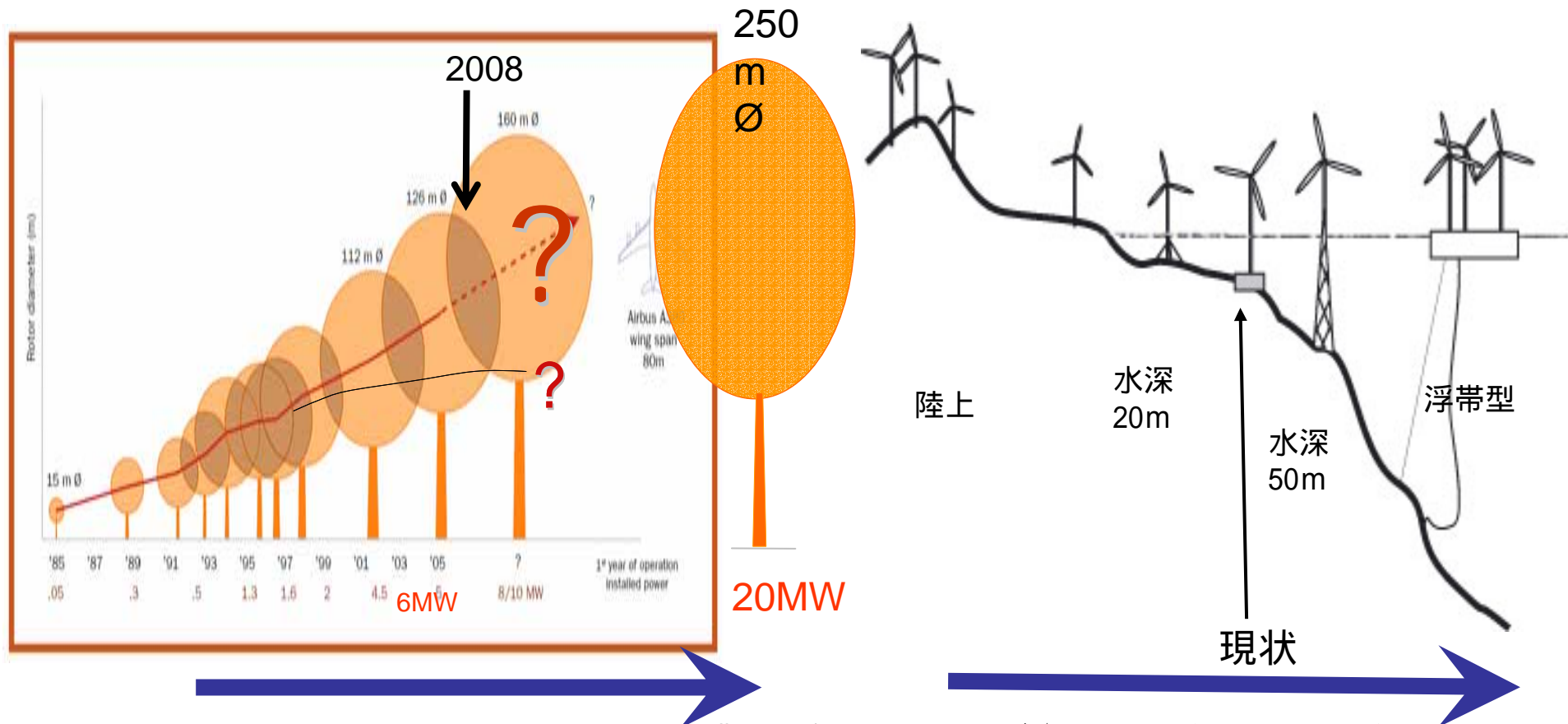
TOP 10 NEW CAPACITY 2008



(出典)2009年7月エネ総研シンポジウム、東京大学荒川教授講演資料

# 風力発電技術の方向は、大型化と洋上発電

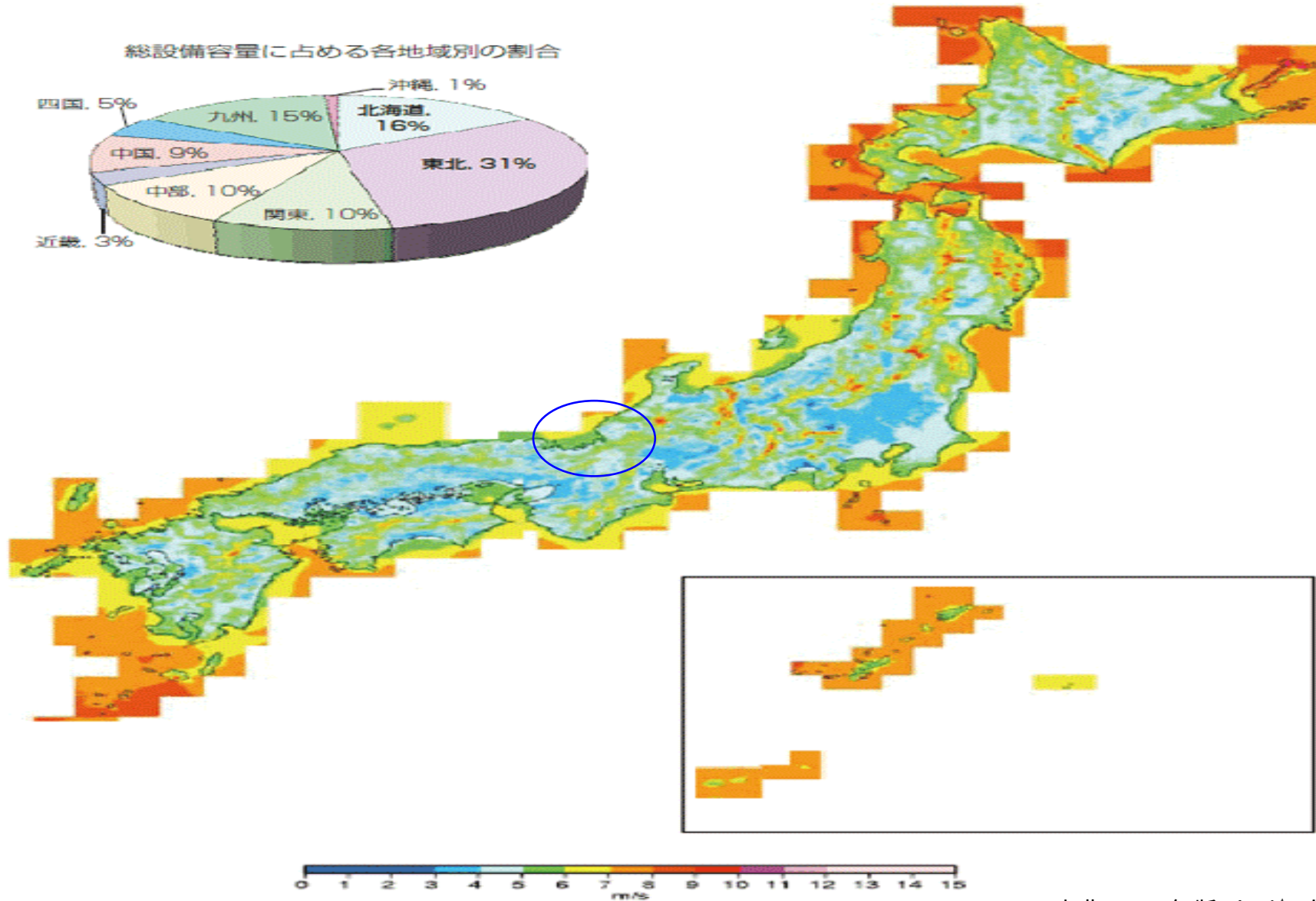
1. 風車の大型化、洋上化が進み、現在直径126m、6千kW 将来 250m、2万kW
2. 強風、雷対策を施した日本型風車も開発されています。
3. 出力変動に対しては蓄電池を組み込むことが検討されています。



(出典) 2009年7月エネ総研シンポジウム、東京大学荒川教授講演資料

エネ総研は、北海道苫前町の風力発電所で、出力変動を蓄電池システムを用いて平滑化させる調査研究を実施しました。

# わが国の風況マップ



(出典)2010年版エネルギー白書

1. 落雷すると、火災が発生し、あるいは、ブレード(翼)の破損等が生じます。
2. 対策として、ブレード先端にある避雷針的な電極の強度向上等を実施し、火災、破損は減少してきています。



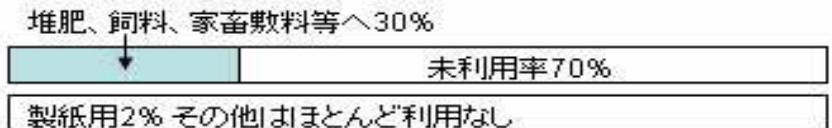
(出典)2009年7月エネ総研シンポジウム、東京大学荒川教授講演資料

### (3) バイオマス

#### わが国のバイオマス賦存量・利用率(2006年)



未利用バイオマス



各データは2006年12月時点で把握した最新値

出展: バイオマス・ニッポン総合戦略会議 平成19年2月

資源作物系

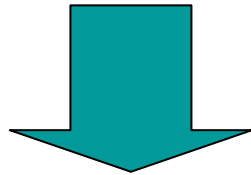
- セルロース系(ユーカ等)
- 糖質系(サウキビ、テンサイ等)
- 油脂系(菜種、ヤシ等)

(出典)エネ総研資料

発生分布が広く薄い上、容積当たりのエネルギー密度が低く、収集・運搬に要するコストが大きい。

小規模分散型の設備になりがちで、スケールメリットによる高効率化、低コスト化が難しい。

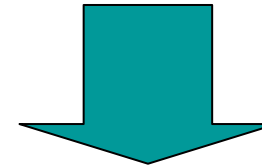
温暖気象の日本では、熱利用などの需要供給のマッチングが取りにくい。



### 地産・地消型利用(中小規模)

主要課題(燃焼・ガス化・メタン発酵)

- ・収集・運搬コスト低減(未利用系)
- ・システムの高効率化
- ・設備合理化・低コスト化



### 広域消費型利用(大規模)

主要課題(電力・液体燃料)

- ・基本的には同左+
- ・バイオマス原料の確保(資源作物系)
- ・食糧・飼料・材料利用との競合
- ・インフラの整備

(出典) エネ総研シンポ 浅見研究員講演資料(平成19年 9月)

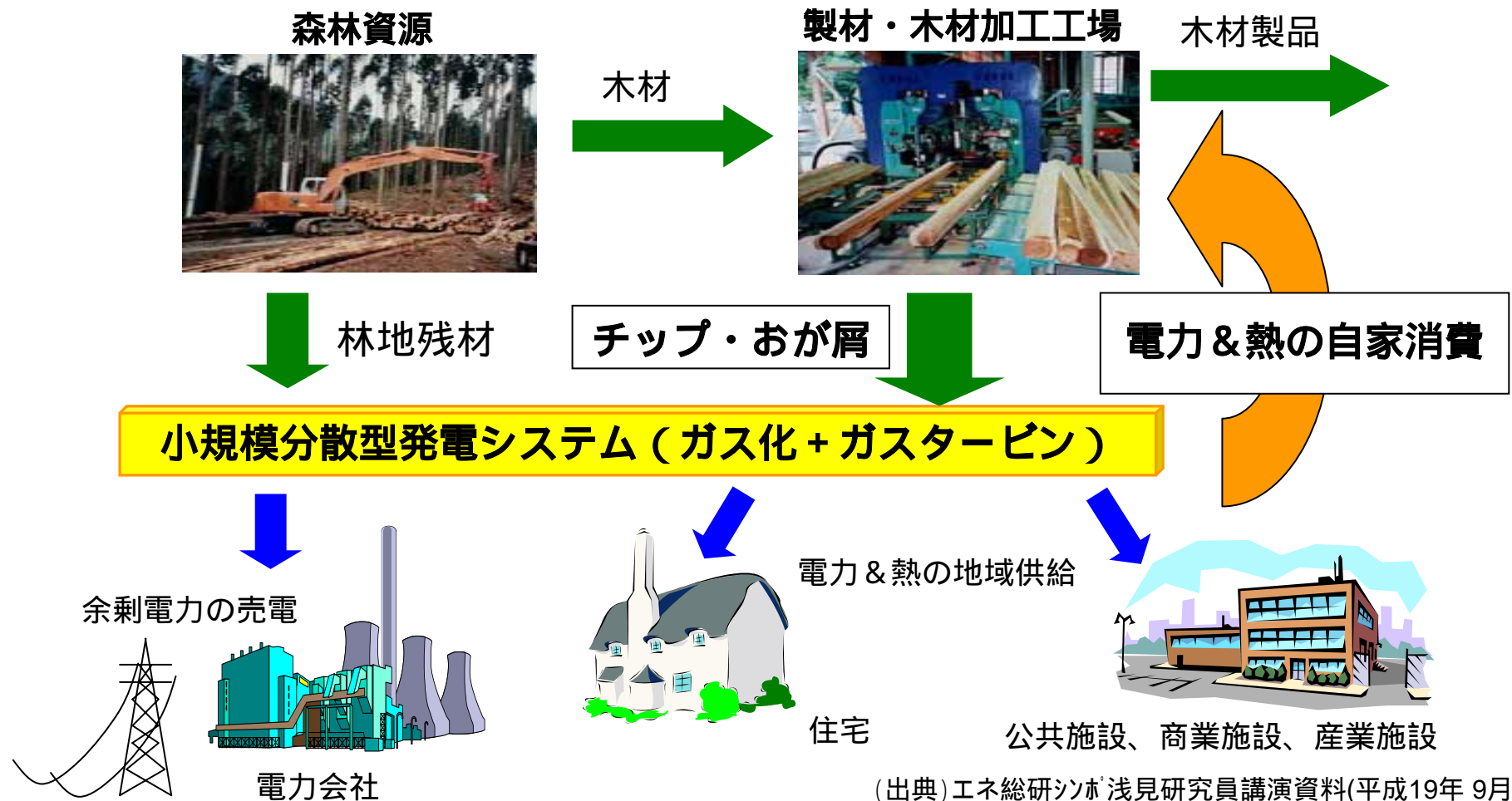
エネ総研は、食料と競合しないセルロース系バイオマスからの液体燃料製造に関し調査研究を実施しています。



# 地産・地消費型バイオマス利用の事例

木質バイオマス(林地残材、間伐未利用材)を燃料とした分散型熱電供給システムに関し、エネ総研は、高知県仁淀町で大学、メーカー等と共同研究を実施しました。

## 木質系バイオマスによる小規模分散型高効率ガス化発電システム



(出典)エネ総研シンポジウム浅見研究員講演資料(平成19年9月)

# 広域消費型バイオマス利用の事例

世界的に、バイオエタノール、バイオディーゼルの生産が、2004年以降、急増しています。食料・飼料と競合しないセルロース系から燃料製造する技術開発が実施されています。

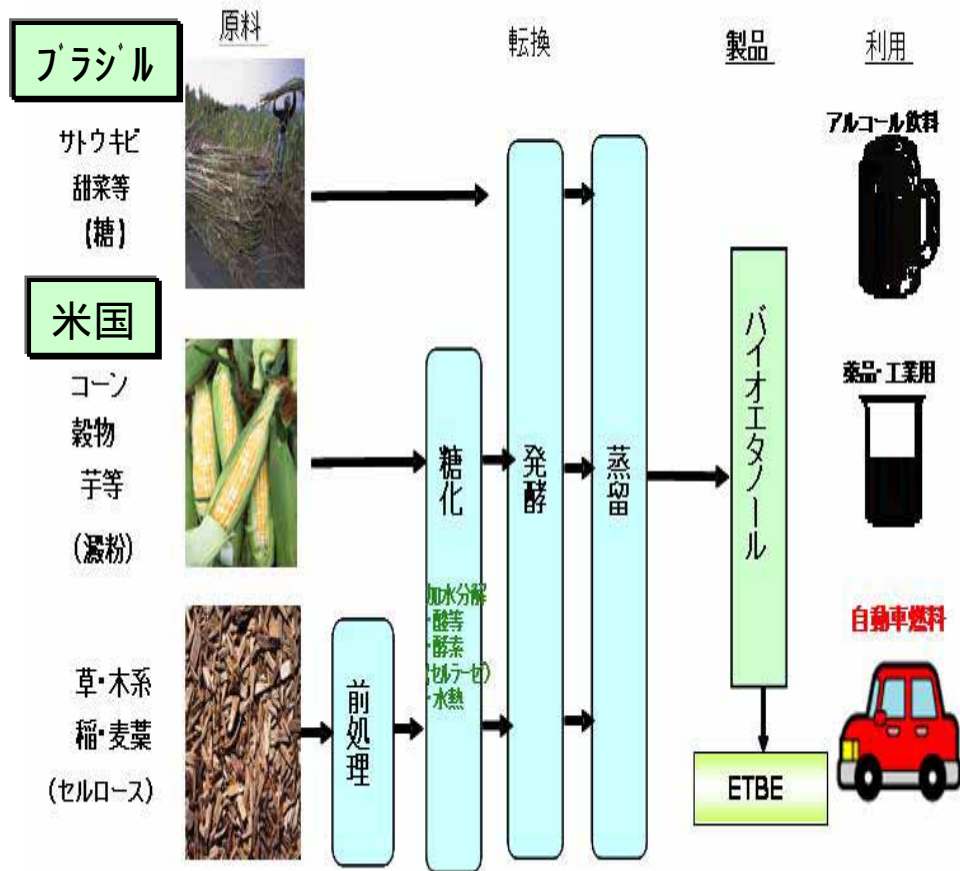
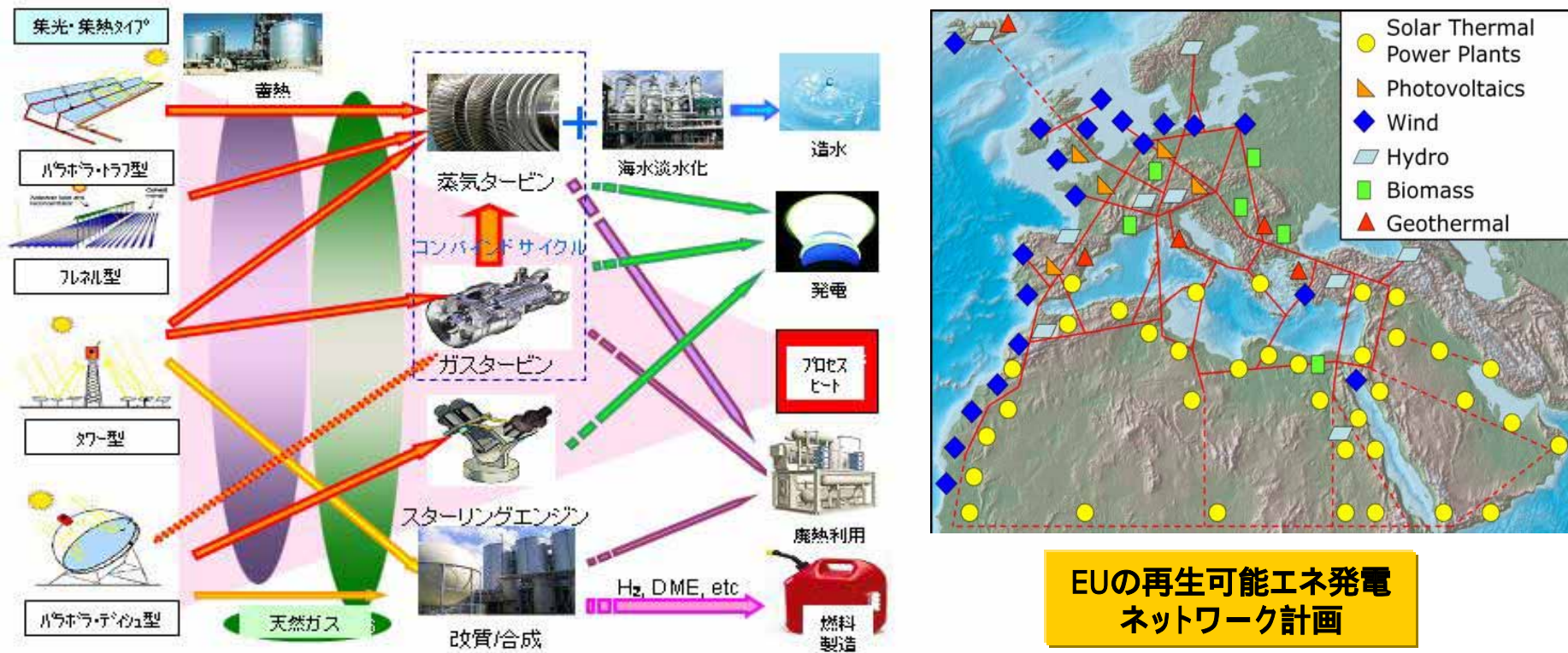


図3-1. バイオ燃料 (バイオエタノール) 実証実施地区

(出典) エネ総研月例研究会 山田・浅見研究員講演資料 (平成22年7月)

## (4) 集光太陽熱利用

1. 太陽熱は、太陽光を上回るポテンシャルを有し、関心を集めてきています。
2. 欧州では、地中海沿岸・中東地域の太陽熱等の再生可能エネルギーを利用する発電ネットワーク計画が進められています。



エネ総研は、電力のみならず熱利用や燃料製造と連携を図るエネルギーシステムを関連企業と協力して検討しています。

- 世界のポテンシャルや技術動向調査
- 集光・集熱システム的设计用シミュレーション
- 海水淡水化や高度熱利用との連携

エネ総研は、太陽を追尾して太陽光を集めるヘリオスタットを活用して太陽光を集光し、高い発電効率を実現する集光型太陽光発電システム開発を関連企業と共同して実施しています。

ヘリオスタットを活用し集光した太陽熱で燃料(ソーラーフュエル)を製造する技術開発を行った際の施設です。

## センサー追尾ヘリオスタット



← 2号機

↓ 1号機

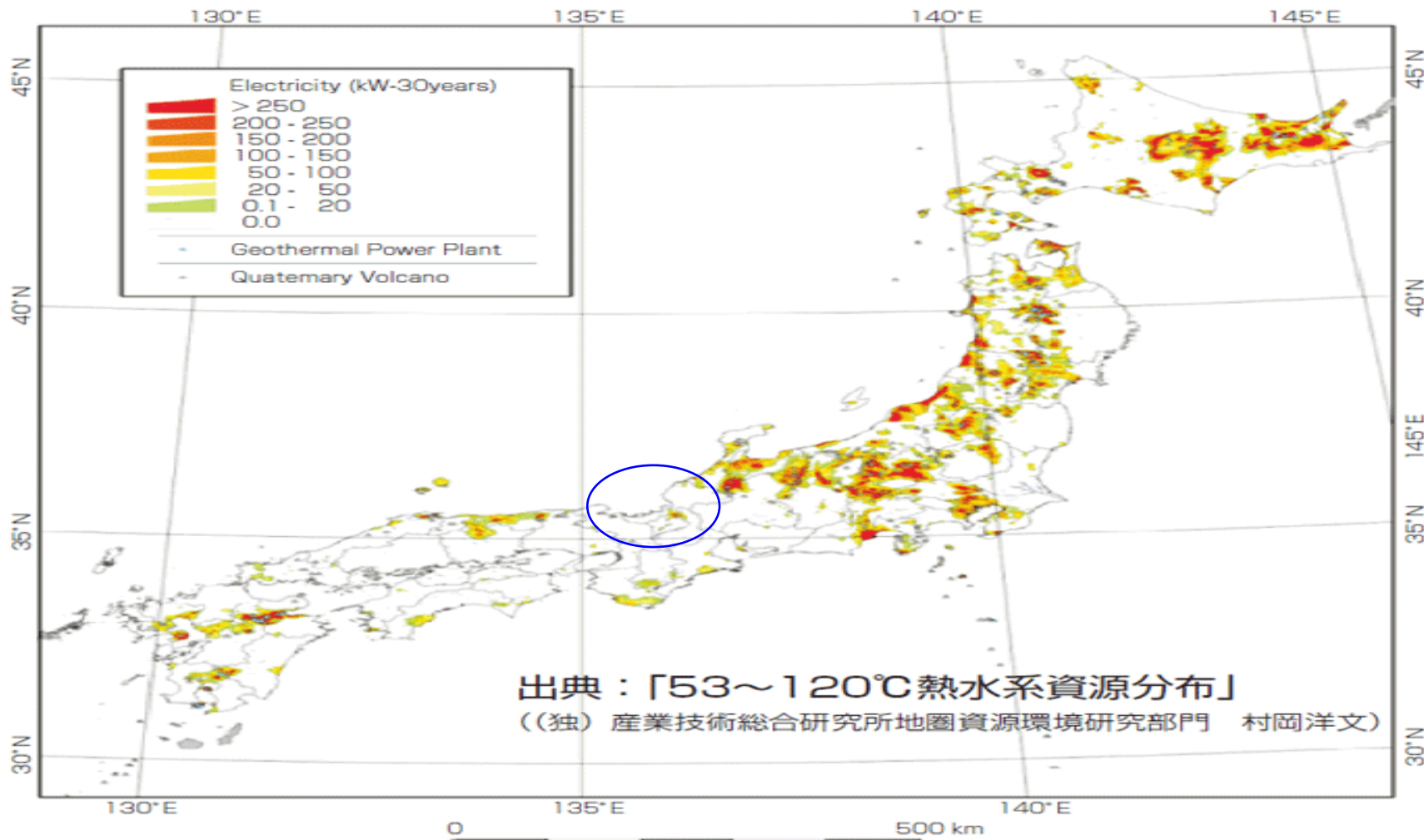


IAEが八王子で行った太陽追尾実験

(出典)エネ総研資料

## (5) 地熱

地熱発電は、設備利用率が高く、安定的な電源として期待されています。  
良好な立地地点は限られており、1999年の八丈島地点以降、新規立地はありません。



(出典)2010年版エネルギー白書

## (6) 波力

1. わが国が挑戦した大出力波力発電は失敗に終わりましたが、近年は、水深が深く、波高の大きい沖合で多数の小規模装置アレイを設置する方式が進められています。
2. わが国近海の平均波パワーは小さいといわれていますが、最近の研究によると、水深が大きい沖合での波パワーは、現在の観測地の2倍以上の値が出ています。



出典：高橋重雄「日本周辺における波パワーの特性と波力発電」

港湾技術研究資料, No.654,1989

(出典)エネ総研月例研究会 三井造船(株)黒崎氏講演資料(平成21年12月)

エネ総研は、波力発電、潮力発電等の海洋エネルギーに関し幅広く調査研究を実施しました。

# 4. 新エネルギーの開発導入を推進する上での課題

## (1) 系統の不安定化

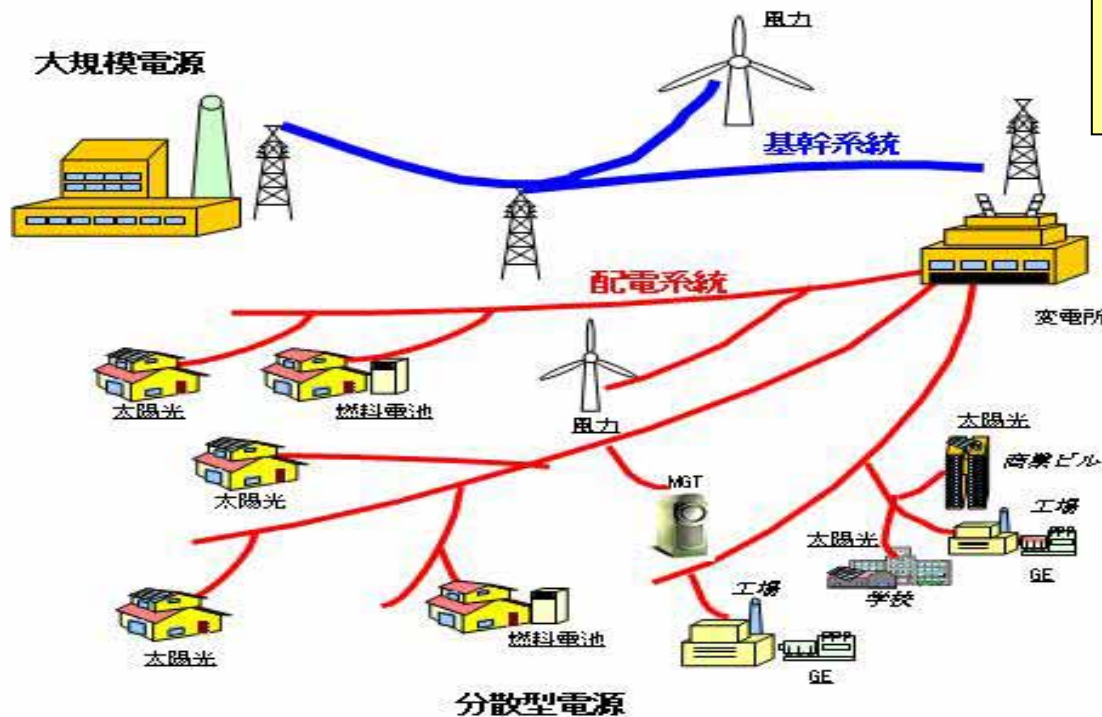
大量の分散型電源の普及・連系

期待される良い影響

- ・需給逼迫時の供給力
- ・送電損失の減少
- ・自立運転による停電範囲の縮小 等

懸念される悪い影響

- 配電系統の電圧上昇 等
- 基幹系統の
  - ・周波数変動
  - ・系統安定度の喪失 等



エネ総研は、分散電源と系統電源の調和に関し、長年に亘り調査研究を実施してきました。

(出典)エネ総研資料

# 電力システムの安定性を損なわない限界 (局所的な集中設置の場合を除いて)

太陽光発電 1000万kW程度  
 風力発電 500万kW程度  
 これ以上は、大規模な系統対策が必要  
 (電事連会長定例会見 2008年5月)

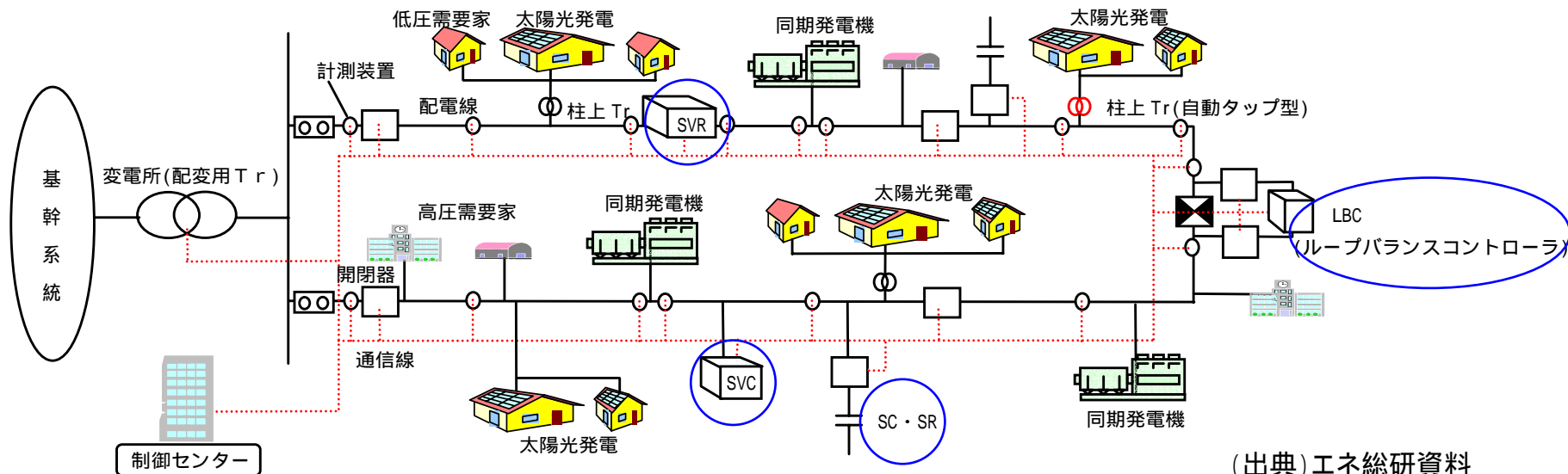


太陽光発電が1000万kWを超える時期  
 2016 ~ 22年 (現行見通しにおいて)

風力発電が500万kWを超える時期  
 2023 ~ 27年 (現行見通しにおいて)

自動電圧調整器(SVR)、静止型無効電力補償装置(SVC)、並列コンデンサ/分路リアクトル(SC・SR)や新規に開発するLBC(ループバランスコントローラ:BTB機器)等の系統制御機器の適切な集中、または、(各機器がそれぞれ独立な)自端制御により電圧適正化を図ります。

現在注目されるスマートグリッドの開発により、系統電力の安定化を実現することが期待されます。



(出典) エネ総研資料



## (2) 電気料金に与える影響

1. 欧米諸国では、電力自由化により電気は市場価格で調達される一方、競争力のない再生可能エネルギーの導入促進のため、RPS制度、FIT制度が導入されている。
2. RPSは、電気事業者に一定量の再生エネルギー電力の導入を求めるもので価格は相対取。一方、FIT制度は、政府が決定する価格で再生エネルギー電力の購入を義務付けるもの。

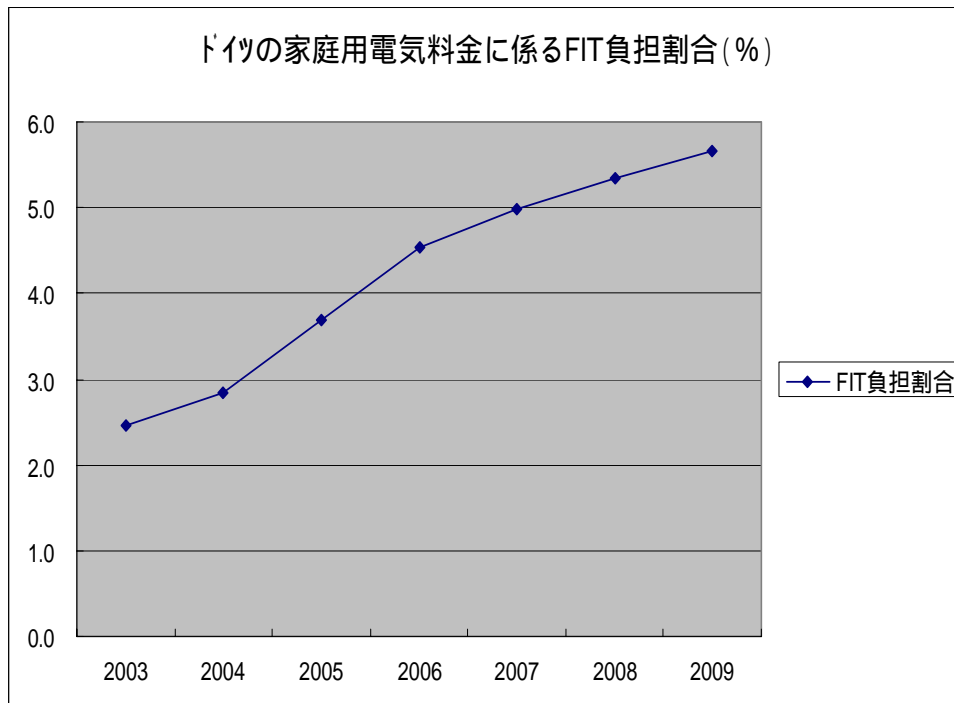
### 主要先進国のFIT(Feed-in Tariff、固定価格買取)制度の概要

	導入時期	対象	量的制限	備考
米国 カリフォルニア州	2007年	1,500kW以下の 用水・廃水施設利用電源	総量上限25万kW	RPSと併用 他はバーモント、ハワイ、オレゴン、メイン州
英国	2010年	5,000kW以下の再生エネルギー電源	詳細設計中	RPSと併用
フランス	2000年	風力、太陽光、バイオガス、家庭ゴミ、水力、地熱	各1.2万kW以下	
ドイツ	2000年	風力、太陽光、地熱 水力、廃棄物ガス、坑内ガス バイオガス	総量上限なし 各5千kW以下 各2万kW以下	
イタリア	2005年	太陽光発電設備(系統連携分)	総量上限120+50万kW	RPSと併用
スペイン	1994年	風力、太陽光・熱、バイオガス 水力、地熱	各5万kW以下 電源別に総量上限あり	

(出典)(社)海外電力調査会「海外電力」各号

1. ドイツでは、再生可能エネルギー電源の導入進展に伴いFIT買取費用負担が増加しています。
2. スペインでは、数次に亘るFIT買取価格の引上げに伴い、太陽光発電設備の導入が加速し、07年には目標超過となったため、08年、10年の2度買取価格の引下げを行いました。

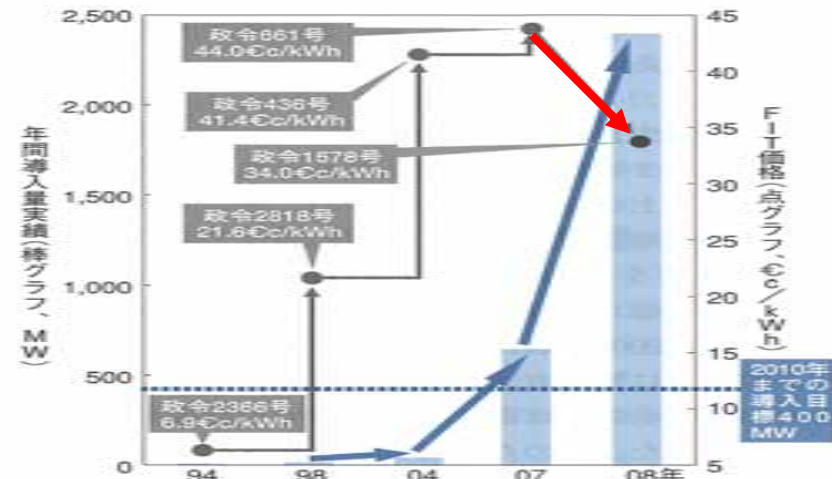
ドイツの家庭用電気料金において、FITに係る負担割合は、2003年の2.5%から09年には5.7%まで増加している。



(資料) (社)海外電力調査会海外電力 2011年2月号より作成

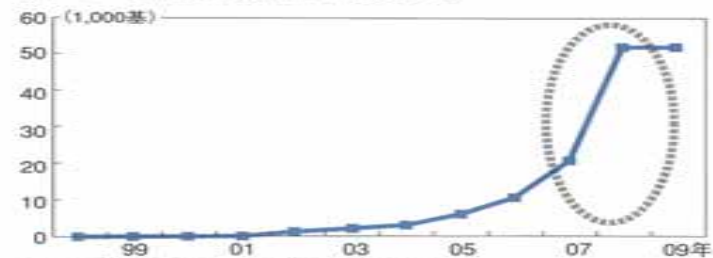
### スペインの事例

図-2 太陽光の導入量とFIT価格



※ 1994年と1998年は、1ペセタ=0.6ユーロセントで算出。  
出所 IEA/OECD(2009)Renewables Information; Rio, Pablo and Miguel A. Gual(2007)An Integrated Assessment of the Feed-in Tariff System in Spain. p.1000.より筆者作成

図-3 太陽光発電設備の登録数推移

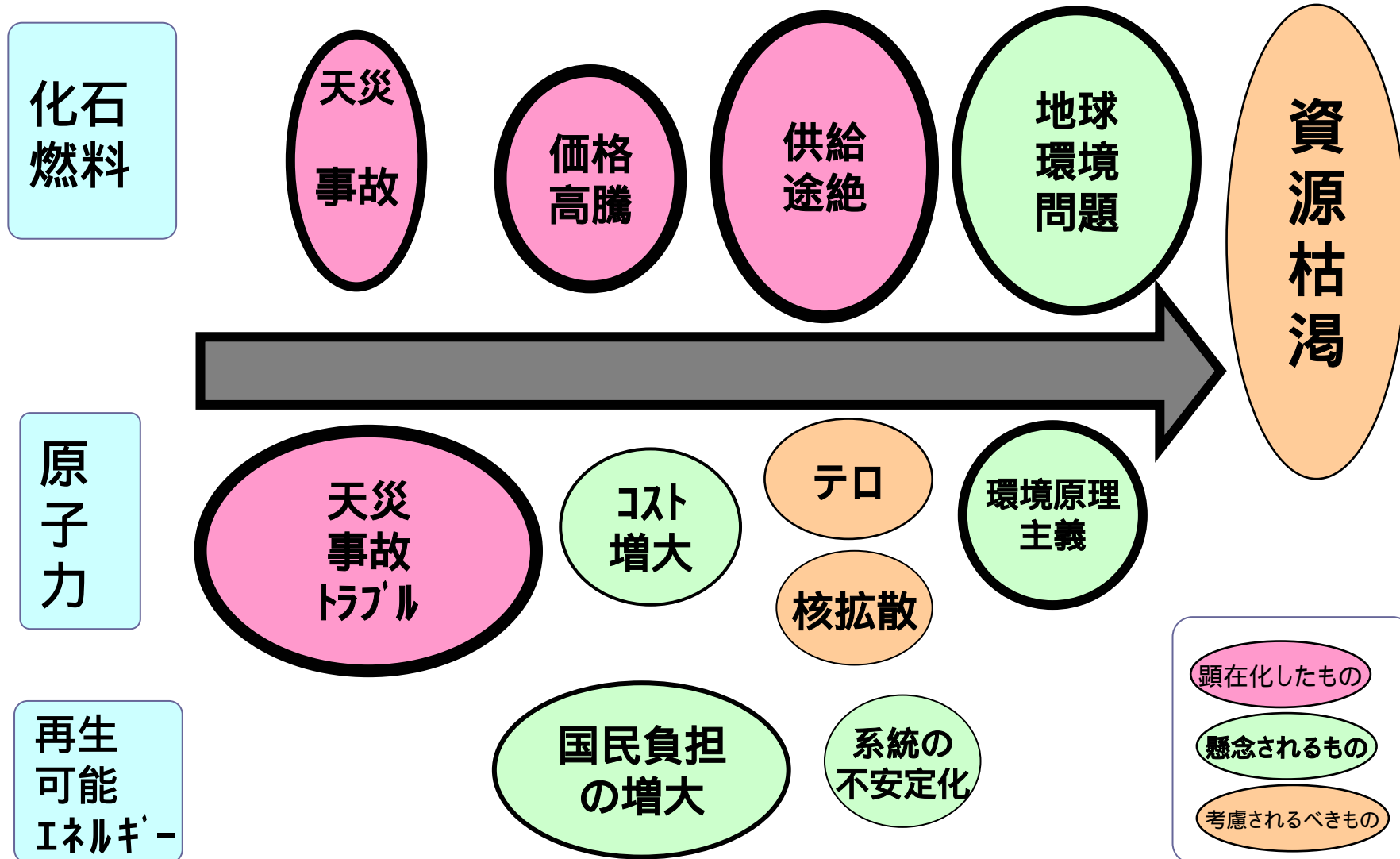


※ 2009年の数値は、1~10月までの合計。  
出所 CNE(2010)Información Estadística sobre las Ventas de Energía del Régimen Especialより筆者作成

(出典) (社)海外電力調査会「海外電力」2010年7月号

# 最後に、

各エネルギー源は、個々に供給リスクを内包しており、それらをコントロールしつつ、各国のエネルギー事情を勘案した”ベスト・ミックス”を構築していくことが肝要です。



# 御清聴ありがとうございました

(財)エネルギー総合工学研究所  
山田 英司

E-mail: [eyamada@iae.or.jp](mailto:eyamada@iae.or.jp)

Tel : 03-3501-8891

Fax : 03-3501-1735