

九州地域の再生可能エネルギー ポテンシャルについて

平成24年3月29日

環境省地球環境局地球温暖化対策課
工藤 俊祐



我が国の再生可能エネルギーの導入目標

- 再生可能エネルギー: 2020年までに一次エネルギー供給量に占める割合を10%に達するようにする(地球温暖化対策基本法案、エネルギー基本計画)
- G8ドーヴィル・サミットにおける菅総理冒頭発言(抄)(平成23年5月26日)



今回の震災及び原発事故を受けて、我が国はエネルギー基本計画を見直します。これまでの「原子力エネルギー」と「化石エネルギー」という2本の柱に、「自然エネルギー」と「省エネルギー」という2本の柱を加え、4本の柱を打ち立て、エネルギーの未来を切り開くべく、4つの挑戦を行っていきます。

...

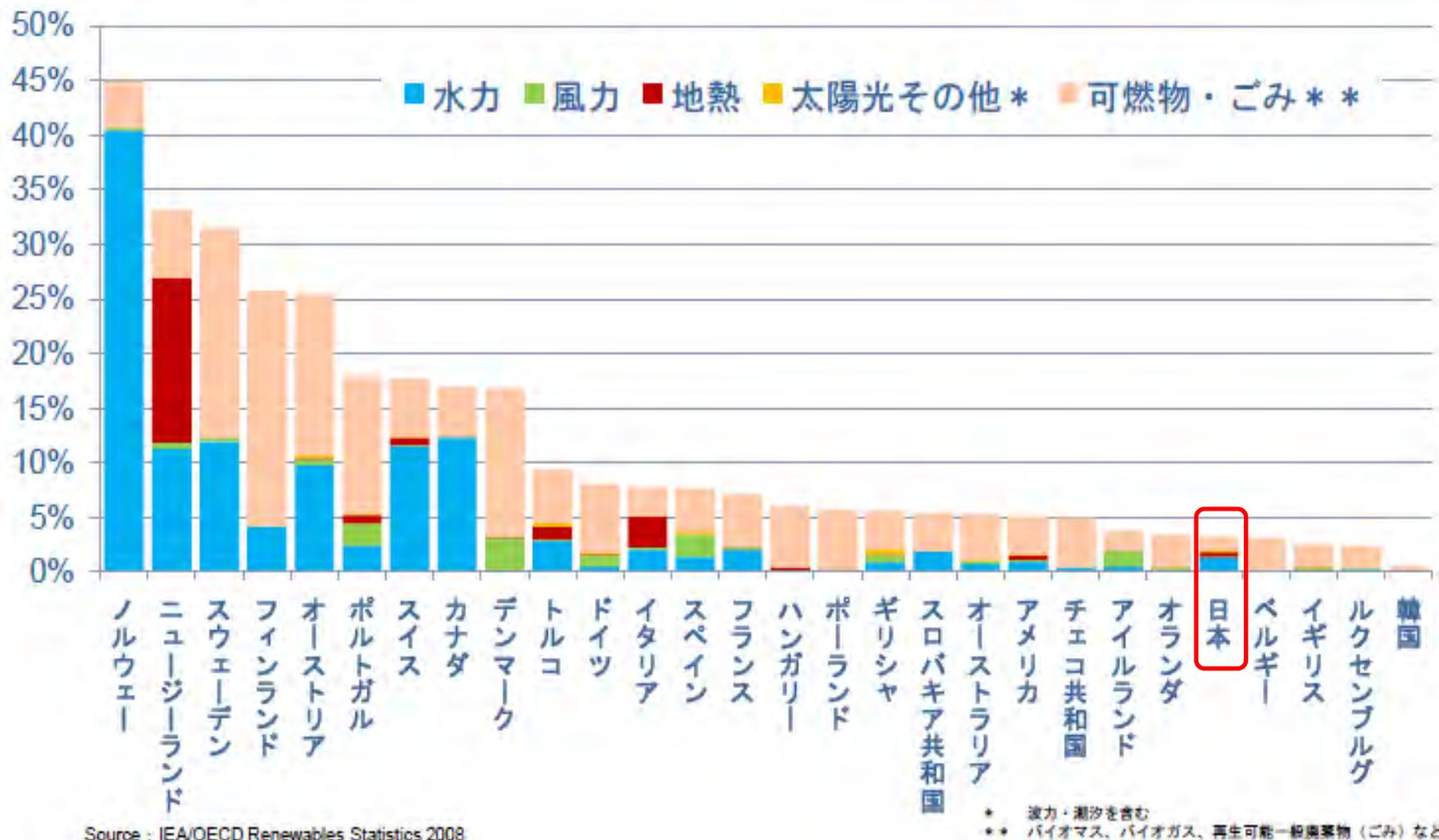
第3の挑戦は、再生可能エネルギーの利用の飛躍的拡大です。我が国が、今回の地震と津波から学ぶべきことは、「自然の恐怖」ではなく、むしろ「自然と共生」し、「自然の恵み」を最大限に活用することです。

未来に向けて、我が国として再生可能エネルギーを基幹エネルギーの1つとして加えるべく、実用性の飛躍的な向上に挑戦します。

発電電力量に占める再生可能エネルギーの割合を、2020年代の出来るだけ早い時期に、少なくとも20%を超える水準となるよう、大胆な技術革新に取り組みます。... また、日本の技術力を結集し、大型洋上風力、藻類などからの次世代バイオマス燃料、バイオマスエネルギーや地熱について、本格的導入を目指します。



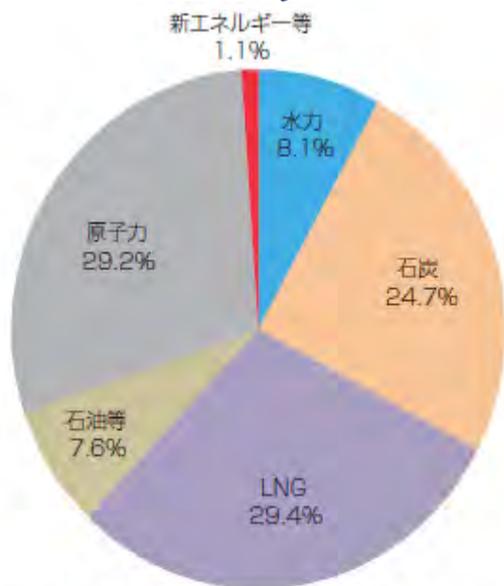
一次エネルギー供給に占める再エネの割合



※統計方法の違いにより、日本の値は3.2%程度となっている

発電電力量に対する割合(2009年)

「等」から再エネに該当しないものを除き、水力と合計すると約9%



(出所) 資源エネルギー庁「平成 22 年度電力供給計画の概要」

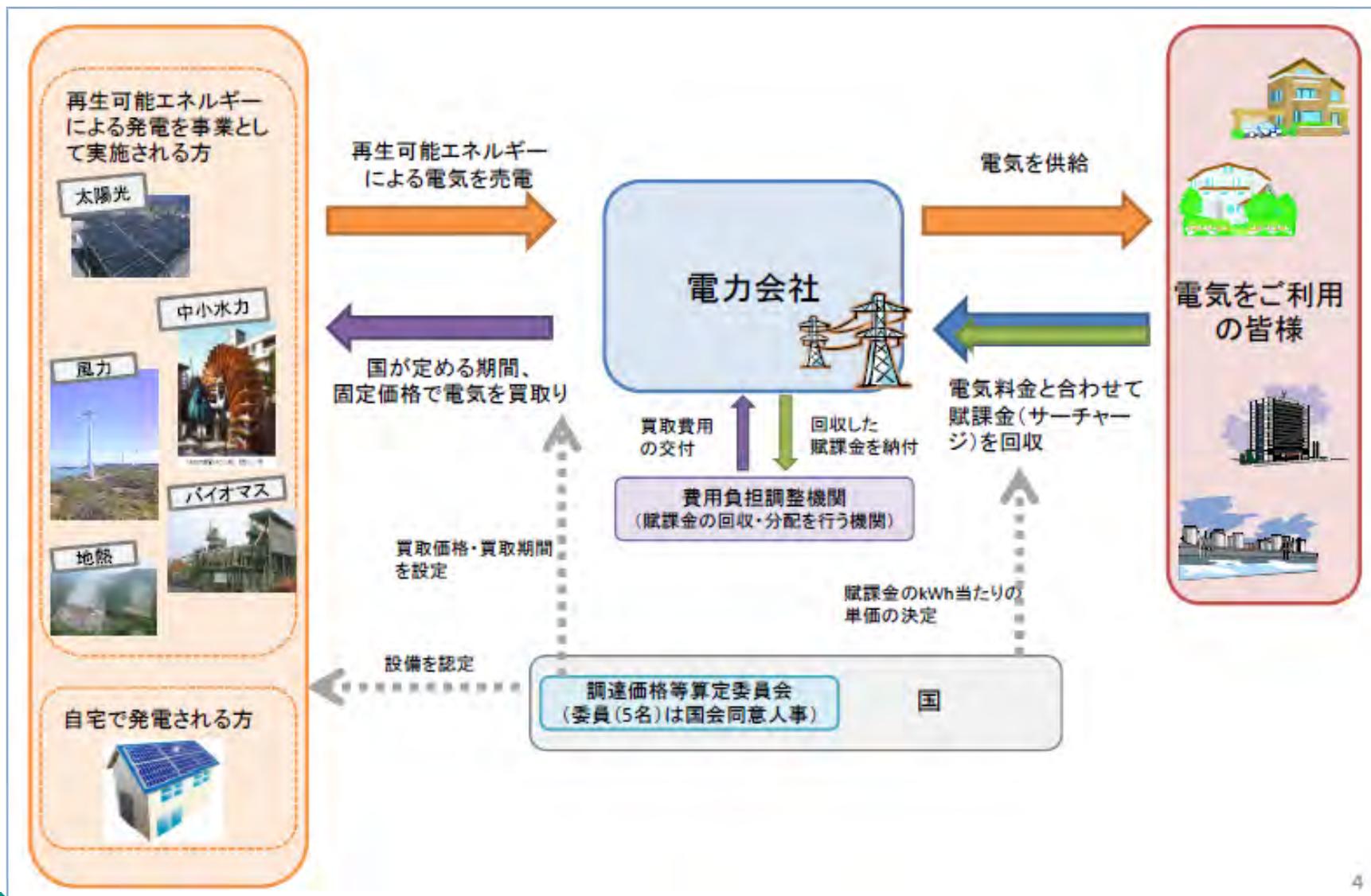
Table R4. Renewable Electric Power Capacity, Existing as of 2009

(出典:REN21
Renewables2010)

Technology	World Total	Developing Countries	EU-27	China	United States	Germany	Spain	India	Japan
GW									
Wind power	159	40	75	25.8	35.1	25.8	19.2	10.9	2.1
Small hydropower <10 MW	60	40	12	33	3	2	2	2	4
Biomass power	54	24	16	3.2	9	4	0.4	1.5	0.1
Solar photovoltaic-grid	21	0.5	16	0.4	1.2	9.8	3.4	~0	2.6
Geothermal power	11	5	0.8	~0	3.2	0	0	0	0.5
Concentrating solar thermal power (CSP)	0.7	0	0.2	0	0.5	0	0.2	0	0
Ocean power	0.3	0	0.3	0	0	0	0	0	0
Total renewable power capacity (including small hydropower)	305	110	120	62	52	42	25	14	9
Total hydropower (all sizes)	980	580	127	197	95	11	18	37	51
Total renewable power capacity (including hydro-power of all sizes)	1,230	650	246	226	144	51	41	49	56

2009年現在、発電量の19.9%
2020年までに発電量倍増の計画

再生可能エネルギーの固定価格買取制度の概要



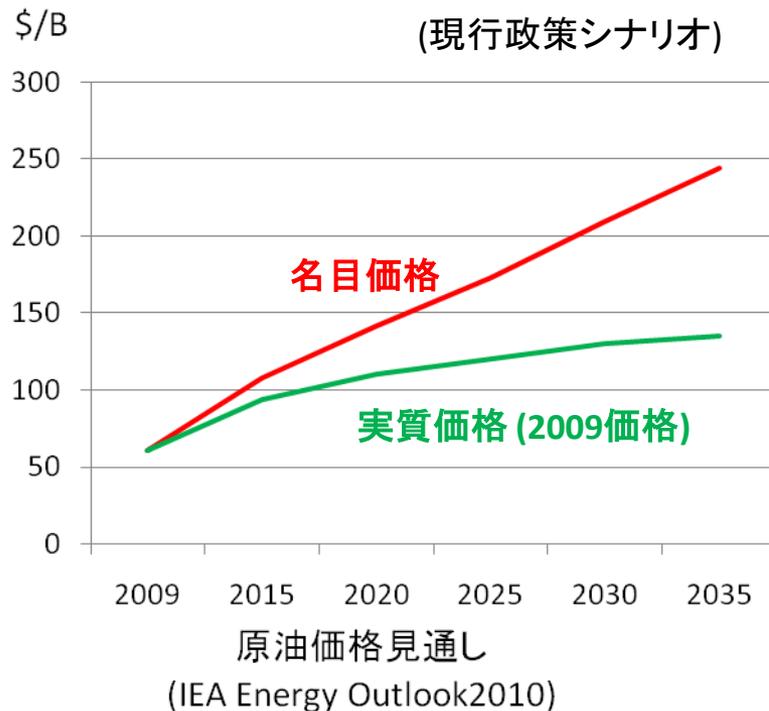
長所

- ① 枯渇しない
海外に依存しない
- ② 短期間での運転開始が可能
- ③ 災害に強い

化石燃料依存は莫大な国富が流出



化石燃料価格は急騰



再エネは本当に海外に依存しない？

- ◆世界の投資額は2,430億ドル(2010年、世界経済フォーラム)
- ◆我が国の投資(35億ドル)は中国(544億ドル)、ドイツ(412億ドル)、米国(340億ドル)の1/10未満(2010年、次頁)
- ◆このままいけば製品や技術を海外に依存？

長所

- ① 枯渇しない
海外に依存しない
- ② 短期間での運転開始が可能
- ③ 災害に強い

短期間での運転開始が可能

- ◆ 火力発電所...新規立地の申し入れから**10年程度**を要する
- ◆ 太陽光発電...**数カ月**で運転可能
- ◆ 風力発電...風況調査開始から5~7年程度※で設置可能
※現在既に新規設置に向けて用地取得や所要の調査等を終えている事例があり、そうしたケースでは、更に短期間(最短3年)で設置できる可能性。



※ただし、地熱発電は火力発電と同等のリードタイムが必要

災害に強い



ウインドパワーかみす
(茨城県神栖市、震災後も
運転中,14,000kW)

- 震災の影響により**運転が不可能になった風力発電設備はない**(日本風力発電協会調べ)
- 太陽光発電は、**停電時でも「自立運転機能」**で発電した電気を直接利用可能

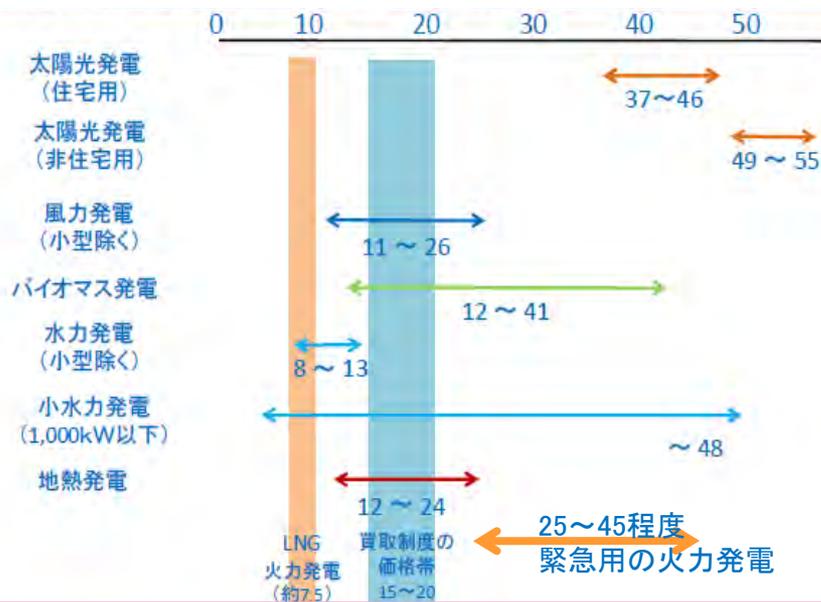
- 被災地では、太陽光パネルを設置して**被災者に電気を供給**



短所(通説)

- ① エネルギー密度が小さく導入ポテンシャルも小さい
- ② 地域偏在性が高い
- ③ **発電コストが高い**
- ④ 時々刻々と変化する電力需要には対応できない

現状の発電コスト (円/kWh。2010年3月24日経産省買取制度PT資料を改)



近い将来の発電コスト

2016年時点における米国・発電コスト比較(DOE)

Plant Type	Range for Total System Levelized Costs (2009 \$/megawatthour)		
	Minimum	Average	Maximum
Conventional Coal	85.5	94.8	110.8
Advanced Coal	100.7	109.4	122.1
Advanced Coal with CCS	126.3	136.2	154.5
Natural Gas-fired			
Conventional Combined Cycle	60.0	66.1	74.1
Advanced Combined Cycle	56.9	63.1	70.5
Advanced CC with CCS	80.8	89.3	104.0
Conventional Combustion Turbine	99.2	124.5	144.2
Advanced Combustion Turbine	87.1	103.5	118.2
Advanced Nuclear	109.7	113.9	121.4
Wind	81.9	97.0	115.0
Wind - Offshore	186.7	243.2	349.4
Solar PV ¹	158.7	210.7	323.9
Solar Thermal	191.7	311.8	641.6
Geothermal	91.8	101.7	115.7
Biomass	99.5	112.5	133.4
Hydro	58.5	86.4	121.4

高い?

Source: Energy Information Administration, Annual Energy Outlook 2011, December 2010, DOE/EIA-0383(2010)

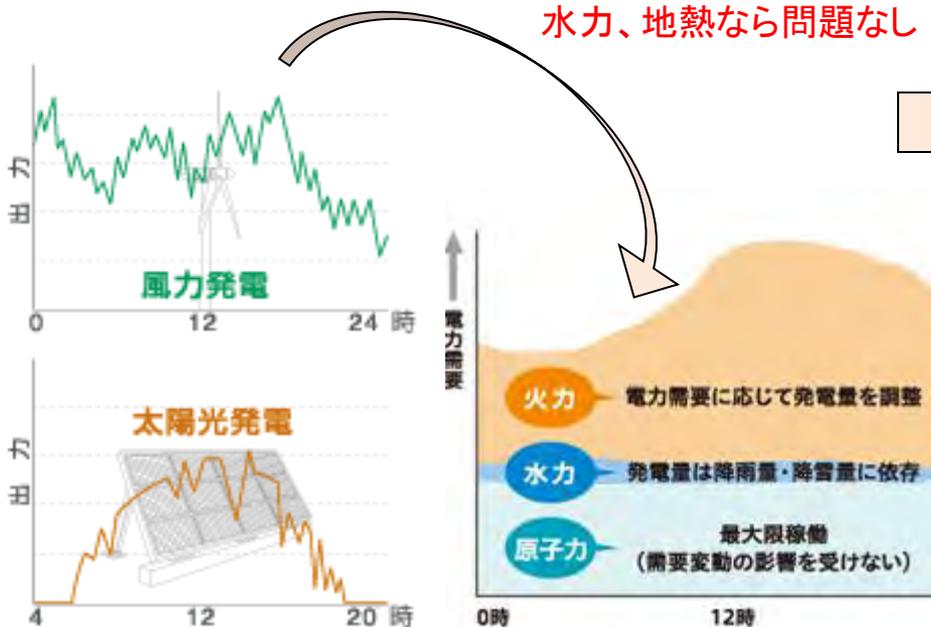
短所(通説)

- ① エネルギー密度が小さく導入ポテンシャルも小さい
- ② 地域偏在性が高い
- ③ 発電コストが高い
- ④ 時々刻々と変化する電力需要には対応できない

通常は火力発電の出力を調整し系統に受入

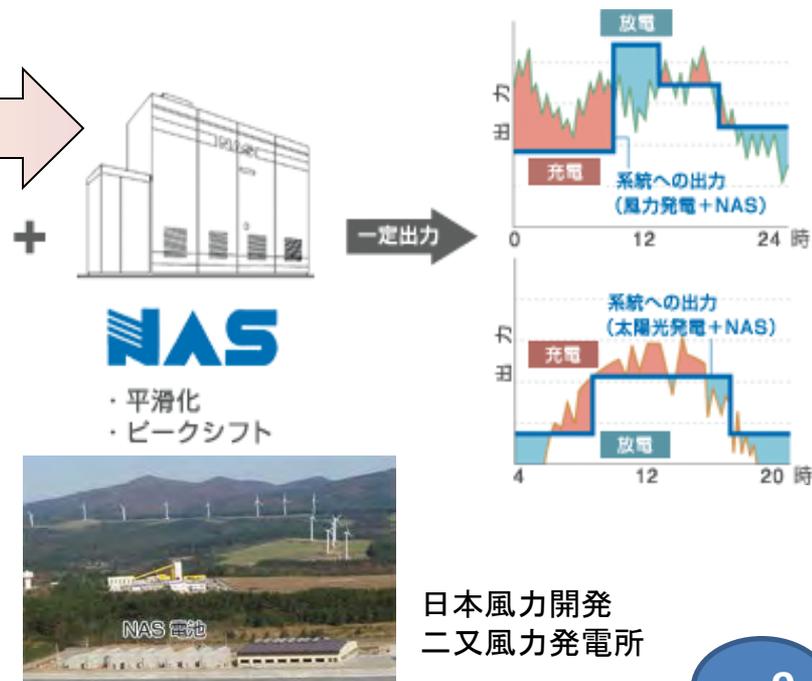
よって連系可能量には限界も

水力、地熱なら問題なし



蓄電技術の低コスト化に期待

NAS: ナトリウム・硫黄電池



再生可能エネルギーの特徴

環境施策としての長所 = CO₂排出量が火力発電より一桁以上小さい

長所

- ① 枯渇しない
海外に依存しない
- ② 短期間での
運転開始が可能
- ③ 災害に強い



短所(通説)

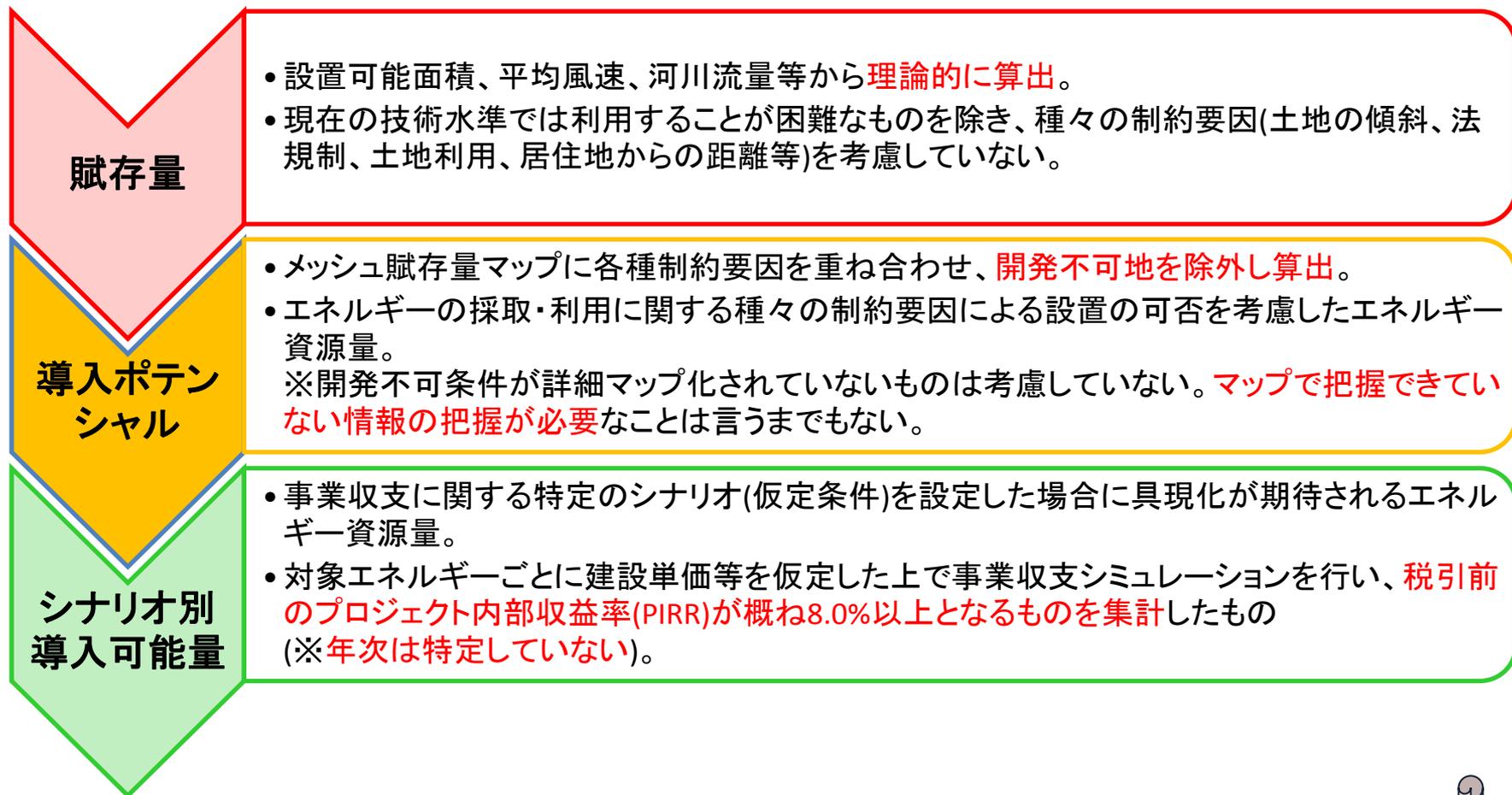
- ① エネルギー密度が小さく
導入ポテンシャルも小さい
- ② 地域偏在性が高い
- ③ 発電コストが高い
- ④ 時々刻々と変化する電力需要には対応できない

再生可能エネルギー導入
ポテンシャル調査の実施趣
旨（「通説」の検証）

【公表資料のURL】

- 報道発表資料 <http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=13696>
- 報告書 <http://www.env.go.jp/earth/report/h23-03/>
- ポテンシャルマップ <http://www.env.go.jp/earth/ondanka/rep/index.html>

定義と留意事項



【留意事項】

①異なるエネルギー間の比較： 試算結果は設備容量(kW)で示した。しかし、再生可能エネルギーによって標準的な設備利用率は異なるため、**発電電力量(kWh)への換算もエネルギー種によって異なる**ので、異なるエネルギー間の比較に際しては注意が必要である。

②既開発分の取扱い： 試算結果は**既開発分を含んだものとして推計したものである**。ただし、既開発分は事業採算性以外の観点で導入されているものもあり、単純な比較はできない。

陸上風力発電の導入ポテンシャル試算上の開発不可条件

区分	項目	開発不可条件
自然条件	風速区分	5.5m/s未満
	標高	1,000m以上
	最大傾斜角	20度以上
社会条件 : 法制度 等	法規制区分	1) 国立・国定公園(特別保護地区、第1種特別地域) 2) 都道府県立自然公園(第1種特別地域) 3) 原生自然環境保全地域 4) 自然環境保全地域 5) 鳥獣保護区のうち特別保護地区(国指定、都道府県指定) 6) 世界自然遺産地域 7) 保安林
社会条件 : 土地利 用等	都市計画区分	市街化区域
	土地利用区分	田、建物用地、幹線交通用地、その他の用地、河川地及び湖沼、 海水域、ゴルフ場 ※「その他農用地」、「森林(保安林を除く)」、「荒地」、「海浜」が開発可能な 土地利用区分
	居住地からの距離	500m未満



シナリオ別導入可能量

「再生可能エネルギーの全量固定価格買取制度」(Feed-in Tariff, 以下FITと略す)の導入や技術開発によるコスト縮減を想定して、以下のように設定し、事業性の観点から具現化が見込まれる量を推計。

FIT対応シナリオ

- 現状のコストレベルを前提とし、FITが導入され、一定の買取価格及び期間で買取が行われるとした場合。

技術革新シナリオ

- 技術革新が進んで、設備コスト等が大幅に縮減し、かつ、FIT法案において想定されている制度開始時点の買取価格及び買取期間が維持される場合。
- 太陽光発電は設備コストが現状の1/2~1/3、風力発電、中小水力発電は設備コストが現状の1/2(ただし、土木工事費は4/5)、地熱発電は設備コストが現状の4/5(ただし、温泉発電は1/2)に削減されることを想定。

参考シナリオ

- 補助制度導入や対象エネルギーで固有的に考えられる諸条件の変更等を想定したシナリオを追加的に設定し、それに対する導入ポテンシャルや導入可能量の変化についても分析を行った。



事業収支に関するシナリオ

太陽光発電（非住宅用）

設備利用率	所要面積	太陽電池 設備費	付随機器 設備費	設置工事費*2	FIT買取価格	FIT買取期間
12%*1	67 W/m ²	39 万円/kW	14 万円/kW	7.7万円/kW	24、36又は48 円/kWh	15又は20年間

*1 このほか方位の違いによる年間発電電力量を考慮した。

*2 窓、形状が複雑な屋根への設置等については1~2万円/m²の整備費を加算した。このほか、耕作放棄地については、送電網から遠いと想定されること、本来用途には日照の関係で使えなくなることから、1千万円/kmの送電線敷設費と地価の6%(年額)の借地料を考慮した。

※住宅のポテンシャル ... 事業収支シミュレーションにより導入可能量を試算することは適切ではないため、試算対象から除外した。なお、NEDOが2004年に試算した結果では、
・潜在量(賦存量に相当)...戸建:1.01億kW、集合住宅:1.06億kW
・導入可能量(技術開発シナリオに応じた2030年頃の累積量)...戸建:3,710万~5,310万kW、
集合住宅:820万~2,210万kW
と試算されている。



● 風力発電

設備利用率 (利用可能率及び出力補正係数補正後)	所要面積	風車システム装置・工事費	道路整備費*	送電線敷設費(66kV)*	調査費・設計費等*	FIT買取価格	FIT買取期間
風速に依存 6.5m/s→24% 7.5m/s→31%	1万 kW/km ²	25 万円/kW	85 百万円/km (直線距離×2を想定)	55 百万円/km	467 百万円 (2万kW発電所を想定)	15又は20 円/kWh	15又は20 年間

* 洋上風力では、基礎・浮体設備費、送電線敷設費、調査費・設計費等を、水深と相関があるとの仮定を置き、別に計上した。ただし、陸上風力と建設条件が変わらないケースもあり、こうしたケースは表現できていない。

● 中小水力発電 (設備容量3万kW未満)

設備利用率	発電設備費	道路整備費	送電線敷設費(低圧線)	FIT買取価格	FIT買取期間
65%	新エネ財団「中小水力発電ガイドブック」に記載されている算出方法を使用	50百万円/km (直線距離×2を想定)	5百万円/km	15又は20 円/kWh	15又は20年間

● 地熱発電

設備利用率	水平偏距	地熱資源調査	生産井・還元井掘削費	輸送管設置費	発電施設	用地取得造成費等	FIT買取価格	FIT買取期間
5千kW未満70% 2万kW以上80% 温泉発電90%	1.5km	35 億円*	131 億円*	61億円*	20万円 /kW	23億円*	15又は20 円/kWh	15又は20 年間

*5万kWの場合のデータであり、個々に想定される発電容量に応じて設定した。

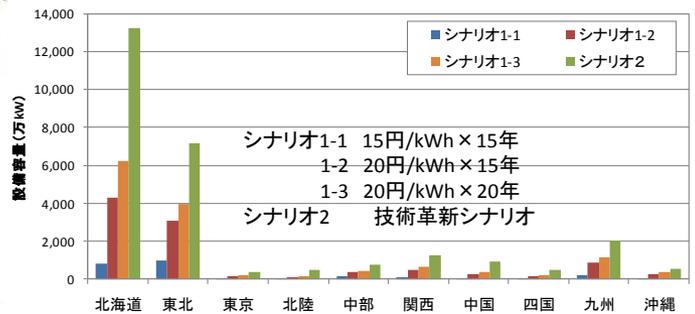
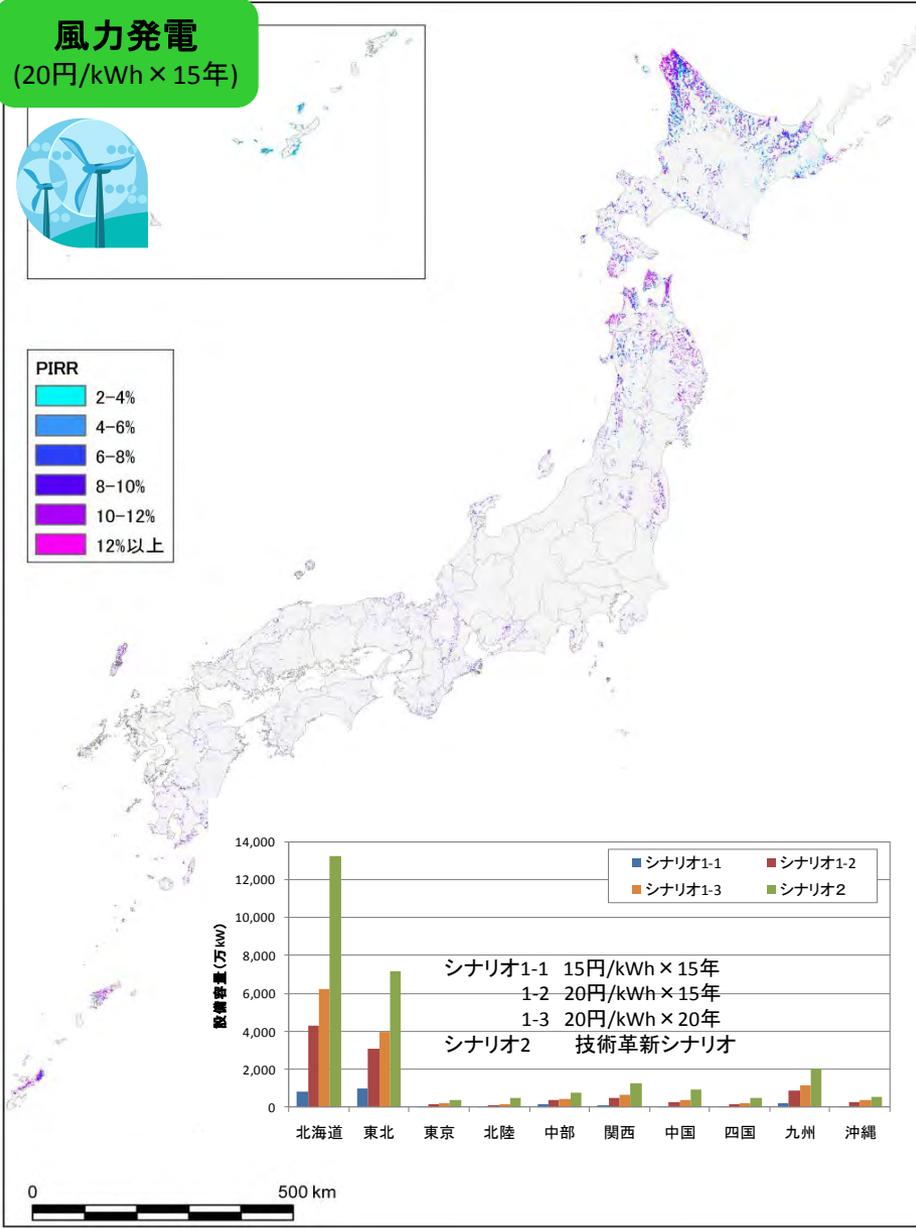
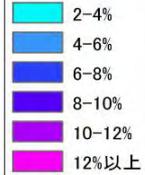
推計結果

風力発電

(20円/kWh × 15年)



PIRR

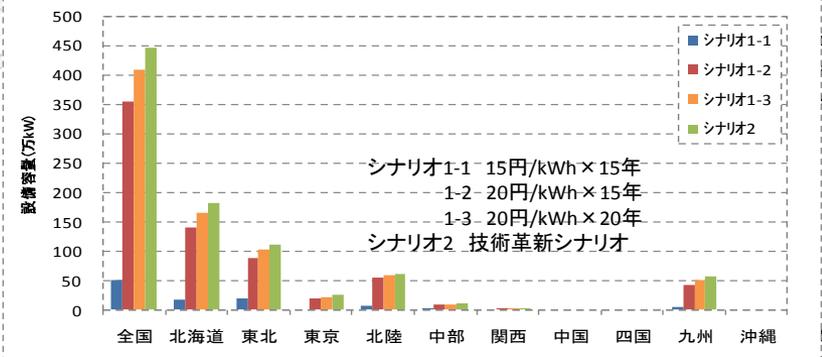
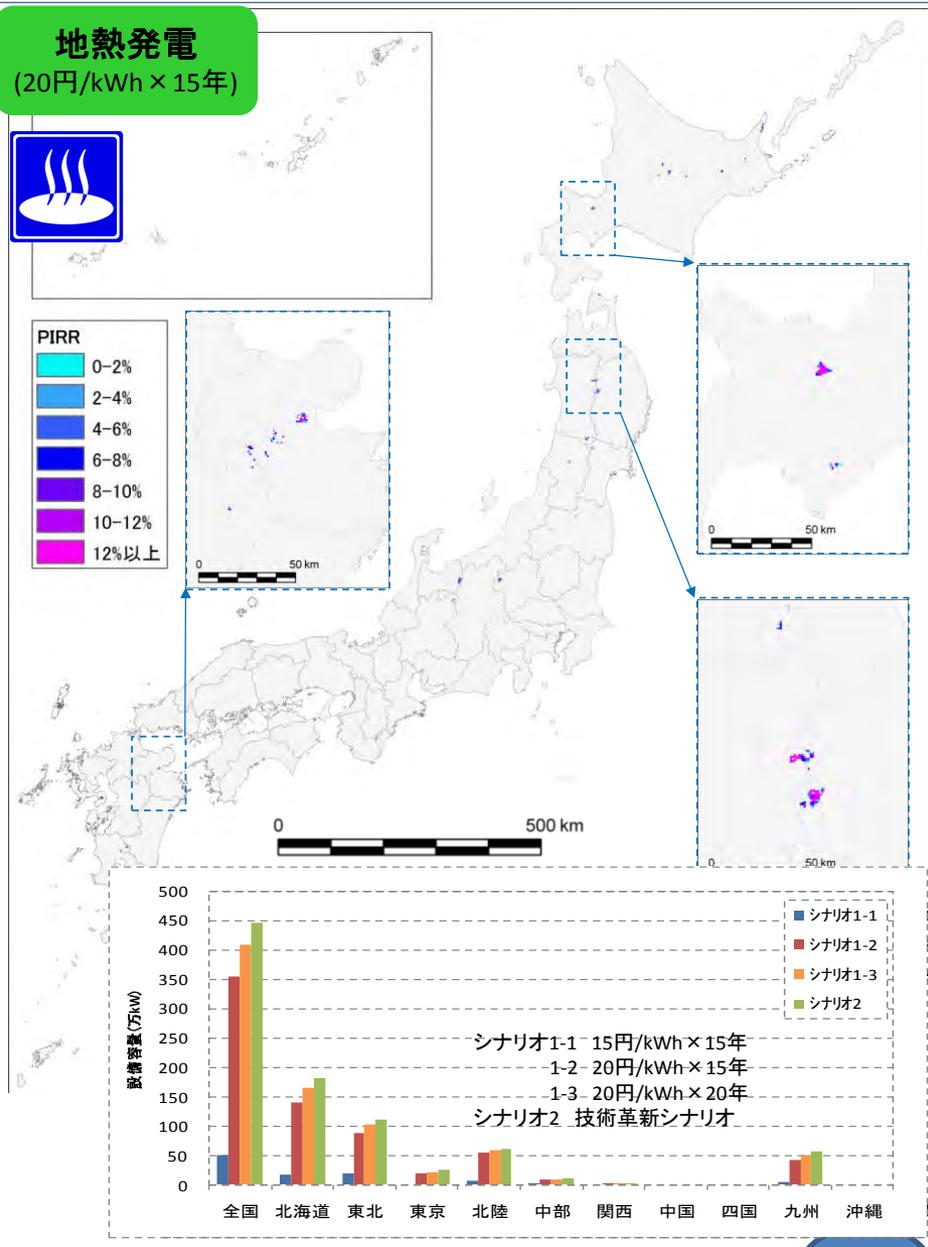
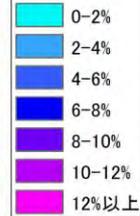


地熱発電

(20円/kWh × 15年)



PIRR





【参考】太陽光発電 (年間日射量)

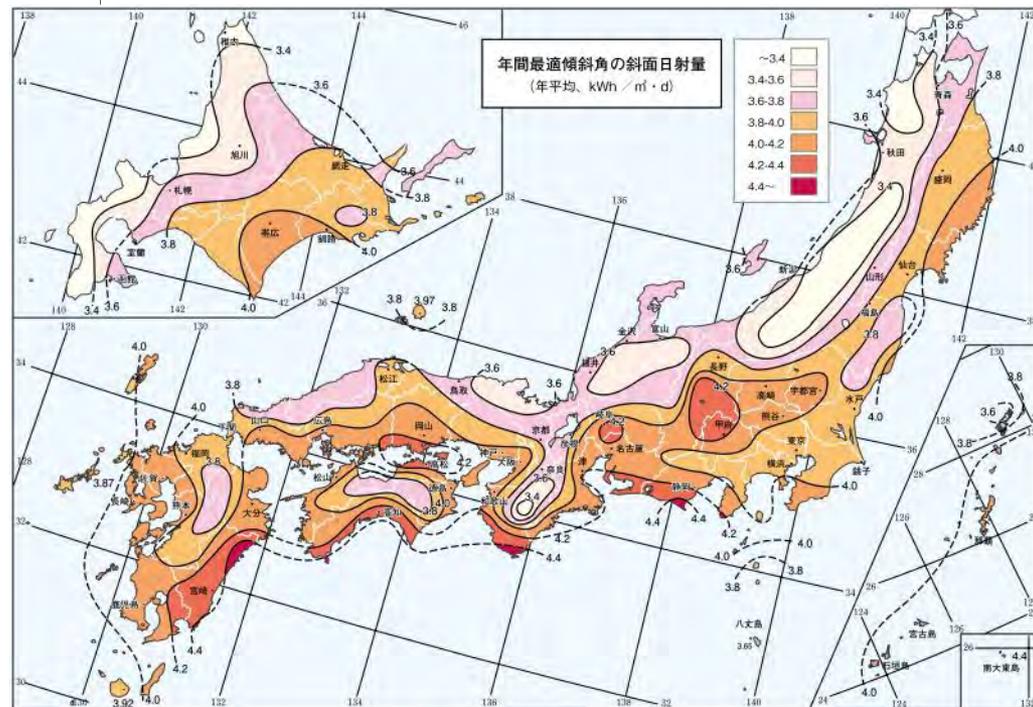
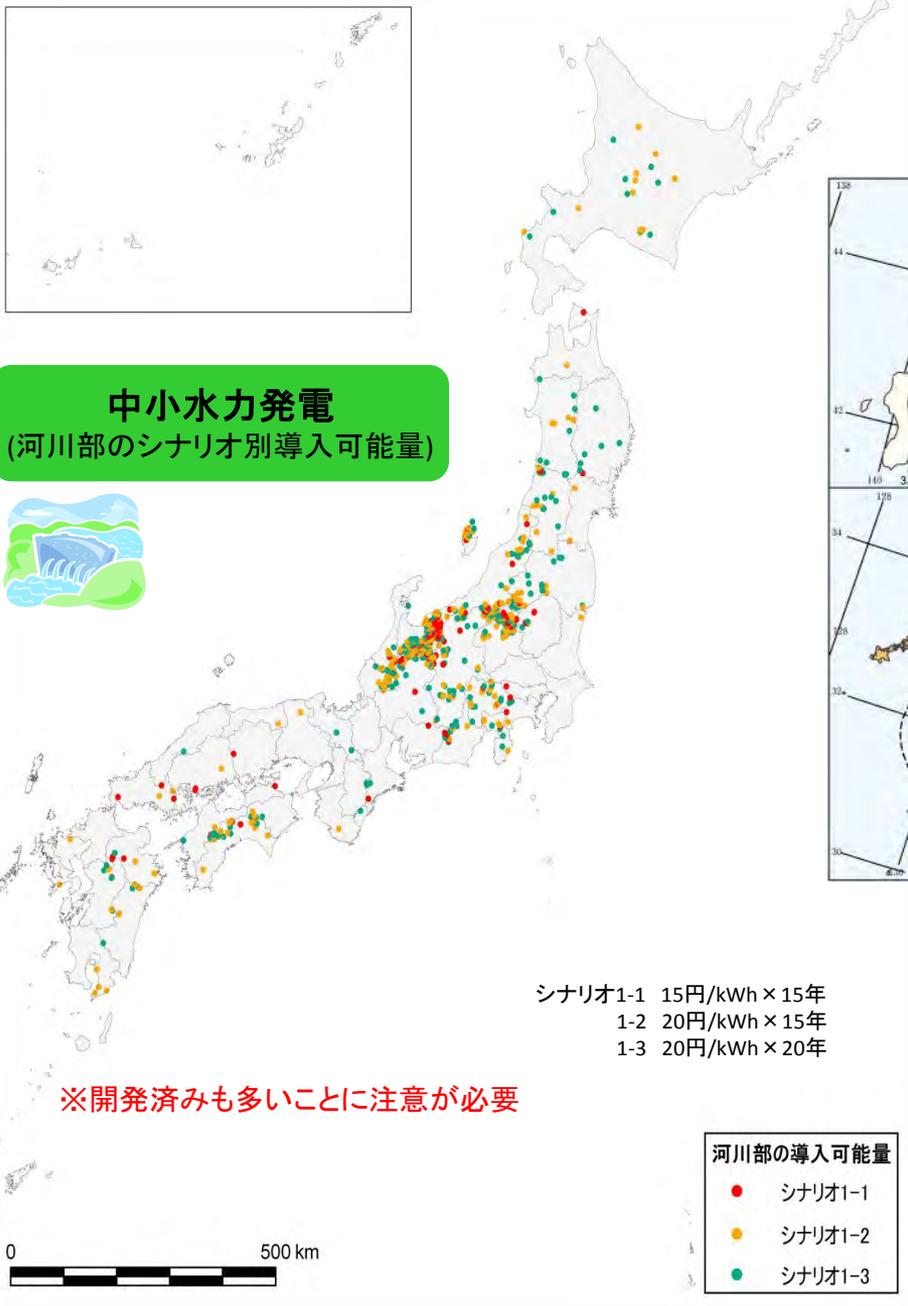


図 日本の年間最適傾斜角の斜面日射量 (kWh/m²・d)

出典: 太陽光発電フィールドテスト事業に関するガイドライン (設計施工・システム編)(2010,NEDO)



中小水力発電 (河川部のシナリオ別導入可能量)



- シナリオ1-1 15円/kWh × 15年
- 1-2 20円/kWh × 15年
- 1-3 20円/kWh × 20年

※開発済みも多いことに注意が必要

河川部の導入可能量

- シナリオ1-1
- シナリオ1-2
- シナリオ1-3

調査結果の総括

		設備容量(万kW)			電力量(億kWh/年)	
		既設	導入 ポテンシャル	FIT対応シナリオ 導入可能量	導入 ポテンシャル	導入可能量 最大値
			(既設を含む)		(新增設のみ)	
太陽光 発電	非住宅	263 (住宅用 含む)	15,000	-	1,300	-
風力 発電	陸上	219	28,000	2,400 ~ 14,000	5,800	2,900
	洋上		160,000	0 ~ 300	43,000	80
中小水力発電		955	1,400	-	250	-
地熱 発電	熱水資源 開発	53	1,400	53 ~ 410	890	230
	温泉	0		57 ~ 68		45
合計				住宅用太陽光を除く→		3,300
参考	10電力合 計	20,397		既存分(販売ベース)→		8,585
	うち原発	4,623		既存分→		2,611

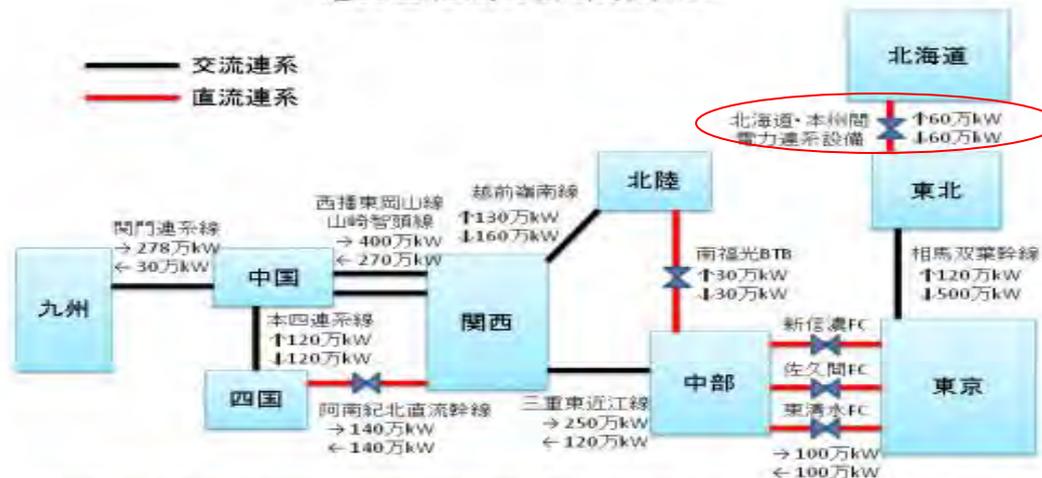


「通説」の検証結果

- ① エネルギー密度が小さく導入ポテンシャルも小さい
- ② **地域偏在性が高い**
- ③ 発電コストが高い
- ④ **時々刻々と変化する電力需要には対応できない**

風力発電に関する北海道のポテンシャルは活かしきれない

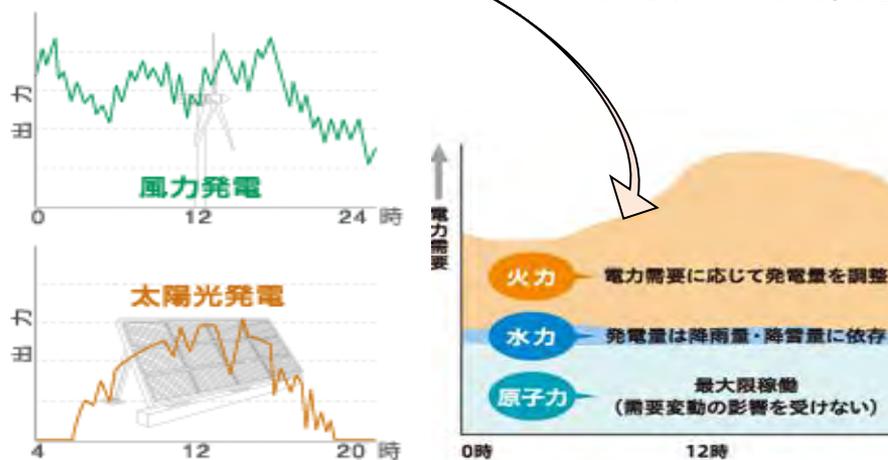
電力会社間の連系線容量



参考文献: 電力系統利用協議会 連系線整備(建設・増強)に関する勉強会とりまとめ報告書[資料編] p.46
<http://www.esri.or.jp/news/2006/20070222.html> 平成19年2月発行 平成23年3月アクセス

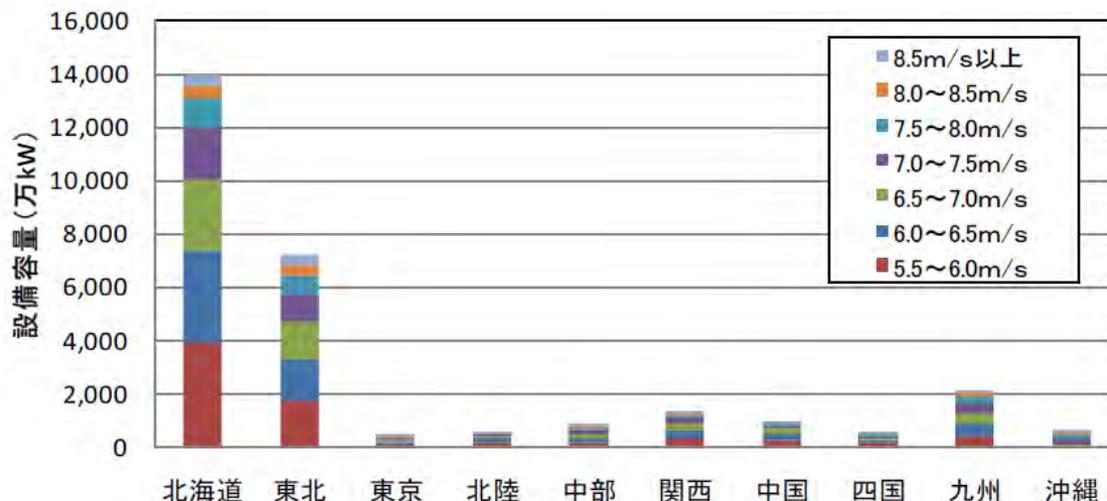
当面は火力発電の出力調整能力が制約に

水力、地熱なら問題なし

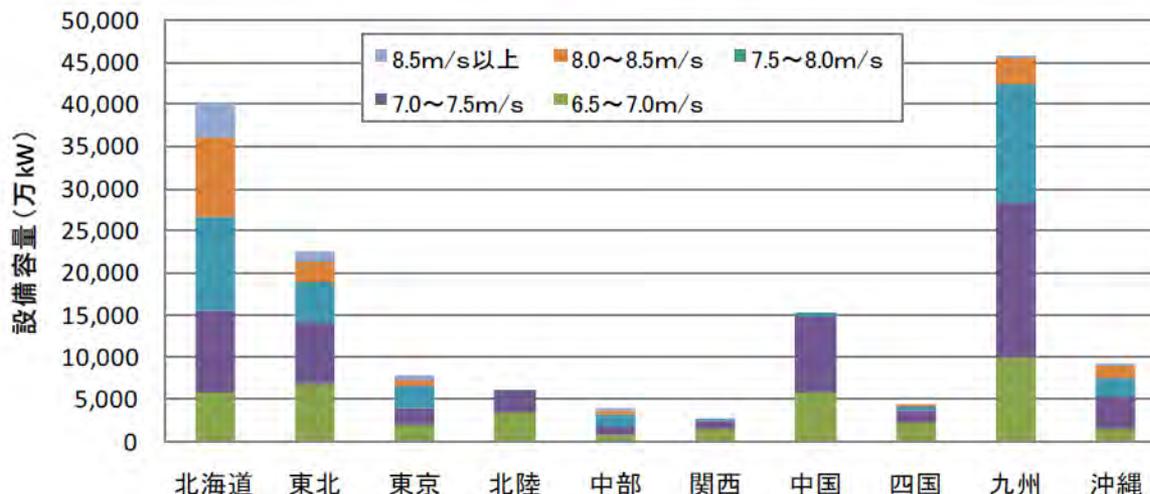


電力供給エリア別の導入ポテンシャル分布状況

陸上風力発電



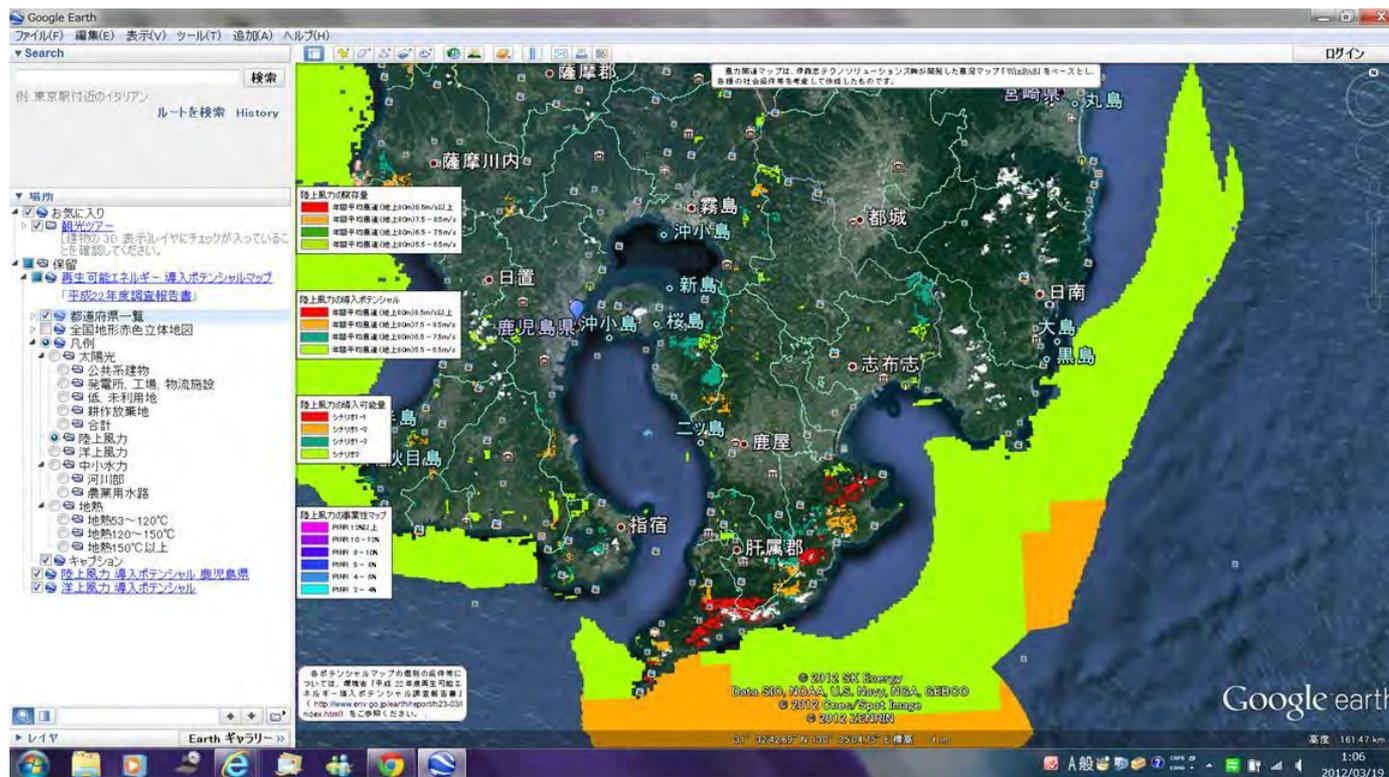
洋上風力発電



再生可能エネルギー導入ポテンシャルマップ

「再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査」の結果をGIS上に表示する「ポテンシャルマップ」を公開しており、これにより、地域の再生可能エネルギーの導入ポテンシャル・導入可能量を確認することができます。

なお、閲覧には、無償配布されているGoogle Earthが必要です。



<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/rep/>

洋上風力発電実証事業 平成24年度政府予算案30.48億円

◆ 洋上風力発電は大きな期待を集める再生可能エネルギー

- 我が国は、排他的経済水域世界第6位の海洋国であり、洋上には陸上に比べて大きな導入ポテンシャル
- 洋上は風速が高く、その変動が少ないため、安定かつ効率的な発電が見込まれる

◆ とりわけ、水深が浅い海域が少ない我が国では、深い海域(50m以深)に適用可能な浮体式が期待されている

我が国初となる、フルスケール(2MW)の浮体式洋上風力発電実証機の建造・設置・運転

H22-23年度の事業成果

①実施候補海域の選定

周辺漁協・住民の賛同・同意等から長崎県五島市杵島沖を選定(陸から約1km、水深約100m)



②基本設計の決定

様々な浮体式プラットフォーム形式の中から、コスト面、海底地盤適応性等により、スパー型を選定



H24-27年度の事業計画

	H24	H25	H26	H27
環境調査	→			
小規模試験機(100kW)の実海域設置・運転	→			
実証機(2MW)の実海域設置・運転		→	→	→
事業性等の評価				→

成果を反映(設置、制御等)

100kW小規模試験機
[H24年度に設置・運転開始]

2MW実証機は、H24年度に建造に着手

目標: 平成28年度の浮体式洋上風力発電の実用化