

大震災後のエネルギー政策の課題

2011年6月3日（金）

財団法人 日本エネルギー経済研究所

理事長 豊田正和

目次

1. 短期的課題

- (1) 福島第一の安定化
- (2) 電力不足への対応
- (3) 石油・ガスの需給対策

2. 中長期的課題: エネルギー基本計画の見直しへの考慮点

- (1) 現在の基本計画
- (2) 基本的考え方
- (3) 原子力政策
- (4) 省エネルギー政策
- (5) 再生エネルギー政策
- (6) 化石エネルギー
- (7) ポイント

1. 短期的課題

(1) 原子力発電所事故への対応①

1) 福島第一原発の安定化

- 福島第一原子力の発電設備容量は、469.6万kW、第二は、440万kW。
- 日本全体で5月末現在、54基、稼働中19基、定検・停止中35基、建設中2基。設備容量4896万kW。なお、2007年度では設備容量ベースで約25%、発電量ベースで約30%が原子力。
- 当面、東電が発表した安定化に向けた2つのステップを着実に実施。他の原発については、「緊急安全対策」による、津波対策を中心とした安全性の確保。浜岡原発については、5/7の 首相要請を踏まえ、停止(261.7万kW)。
- 定検後立ち上がらないと、日本全体の問題へ。着実な立ち上げ期待。

1. 短期的課題

(1) 原子力発電所事故への対応②

(図1) 東電が発表した工程表(5/17)

赤字: 前回からの追加点、青字: 変更点

課題	前回(4/17)時点	ステップ1(3ヶ月程度) ▼現時点(5/17)	ステップ2 (ステップ1終了後3~6ヶ月程度)	中期的課題	
I. 冷却	(1) 原子炉 淡水注入	最小限の注水による燃料冷却(注水冷却)	循環注水冷却の確立	冷温停止状態	
		滞留水再利用の検討/準備 窒素充填 格納容器漏洩箇所の密閉の検討/実施 作業環境改善 熱交換機能の確保	格納容器冠水		構造材の腐食破損防止 <small>※一部前倒し</small>
II. 抑制	(2) 燃料プール 淡水注入	注入操作の信頼性向上/遠隔操作 循環冷却システム(熱交換器の設置) <small>※一部前倒し</small>	注入操作の遠隔操作 熱交換機能の検討/実施	より安定な冷却	燃料の取り出し
		(3) 滞留水 放射性レベルの高い水の移動 放射性レベルの低い水の保管	保管/処理施設の設置 保管施設の設置/除染処理	保管/処理施設拡充 除染/塩分処理(再利用)等 海洋汚染拡大防止	汚染水全体の低減
	(4) 地下水	地下水の汚染拡大防止(保管/処理施設拡充計画にあわせてサフトレナ管理)		汚染土壌の固化等	
		地下水の遮へい工法の検討		地下水の遮へいの構築	
	(5) 大気・土壌	飛散防止剤の散布 瓦礫の撤去 原子炉建屋カバーの設置(換気システム付)		原子炉建屋コンテナ設置	
		環境の安全性を継続確認・お知らせ		環境の安全性を継続確認・お知らせ	
III. リンケータ 除染	(6) 測定 低減 公表	発電所内外の放射線量のモニタリング拡大・充実 はやく正しくお知らせ		環境の安全性を継続確認・お知らせ	
IV. 余震対策等	(7) 津波補強 他	余震・津波対策の拡充、多様な放射線遮へい対策の準備	(4号機燃料プール)支持構造物の設置 各号機の補強工事の検討/実施	各号機の補強工事	
V. 改善 環境	(8) 生活 職場	作業員の生活・職場環境の改善			

1. 短期的課題

(1) 原子力発電所事故への対応③

2) 賠償問題への対応

- 賠償額は、3－5兆円規模。
- 委員会で、賠償規模、スキームについて検討中。
賠償法に基づき早期な対応が必要。

3) 風評被害への対応

- 日本製品(農産品、魚＋工業製品)の輸入規制、日本への外国からの観光客が激減
- 少なくとも、4つの対応
 - ア. きめ細かい情報提供
 - イ. 日本政府等による無害証明書の発行
 - ウ. 日本政府から、現状の説明
 - エ. 日本を訪問した外国人から、宣伝してもらう

1. 短期的課題

(2) 電力不足への対応①

◆今夏の供給力の見通し

東京電力から東北電力に最大限の融通を行うこととし、この結果、東京電力で5380万kW(7月末)、東北電力で1370万kW(8月末)。最低限必要な需要抑制率は、東京電力で▲10.3%、東北電力で▲7.4%。

	東北電力		東京電力	
	7月末	8月末	7月末	8月末
供給力見通し	1,280万kW	1,230万kW	5,520万kW	5,620万kW
融通量	+140万kW	+140万kW	▲140万kW	▲140万kW
融通後供給力	1,420万kW	1,370万kW	5,380万kW	5,480万kW
想定需要	1,480万kW	1,480万kW	6,000万kW	6,000万kW
必要な需要抑制率	▲4.1%	▲7.4%	▲10.3%	▲8.7%

1. 短期的課題

(2) 電力不足への対応②

◆需要抑制の目標： 東京・東北管内全域▲15%

(1) 大口需要家 (契約電力500万kW以上の事業者)

— 経団連の自主行動計画には、637社参加(4月末)

(2) 小口需要家 (契約電力500万kW未満の事業者)

— 自主計画策定、公表

— 「節電行動計画の標準フォーマット」の周知

(3) 家庭

— 「家庭の節電対策メニュー」の周知、促進

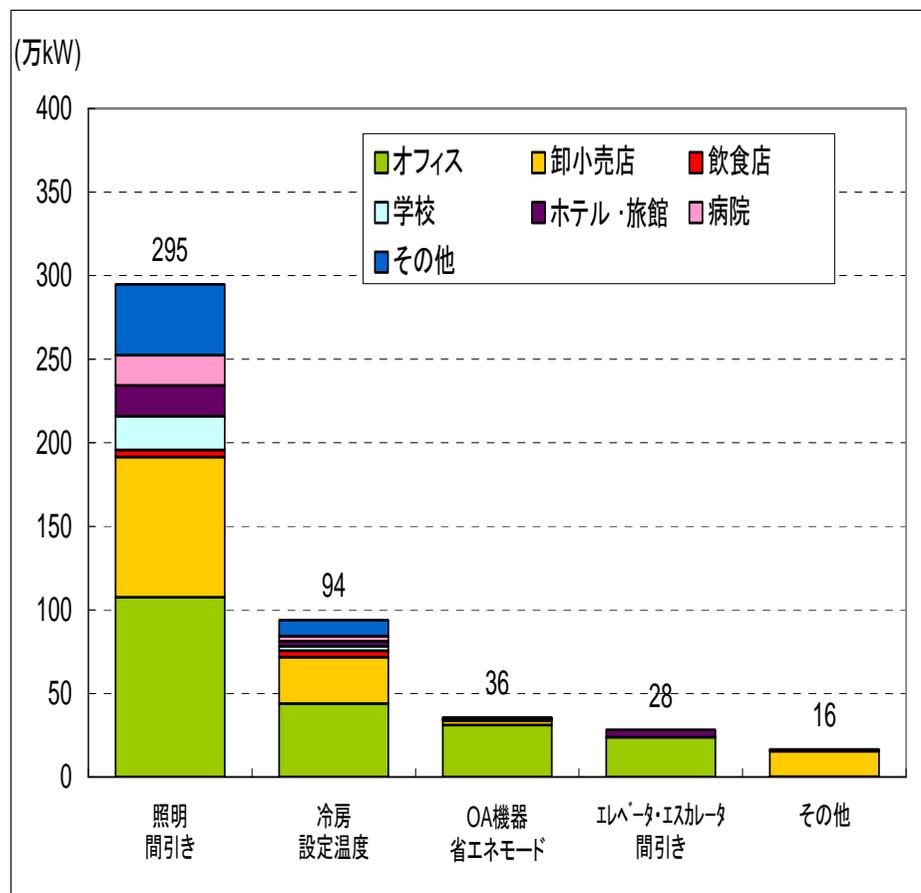
(注) 政府、独立行政法人、公益法人も節電計画策定

1. 短期的課題

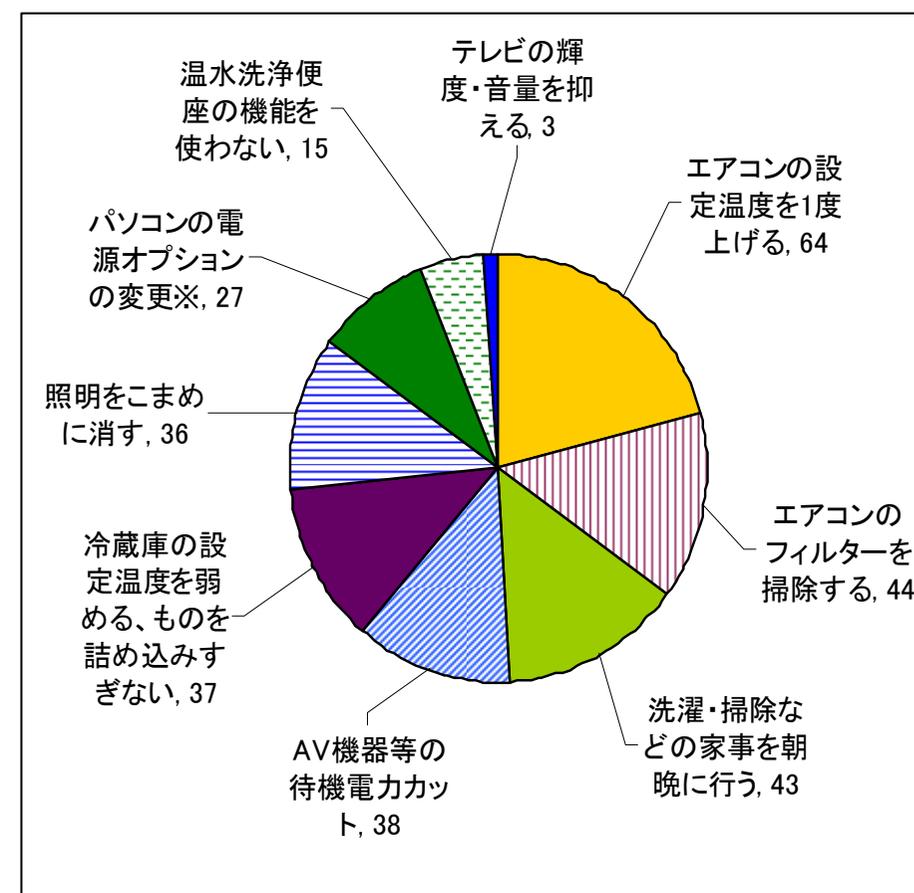
(2) 電力不足への対応③

◆ 業務、家庭の節電

オフィス・商業ビル等における節電対策による東電管内での節電量(最大期待値、400万kW)



家庭における節電対策による東電管内での節電量(最大期待値250-310、万kW)



1. 短期的課題

(3) 石油・ガスの需給対策①

◆ 石油・ガスの世界需給への影響

■ 減少要因

◇ 経済成長の鈍化、産業活動の全般的な低下等による需要減少分

■ 増加要因(こちらの影響がより大)

◇ 東京電力・東北電力による石油・ガス火力の追加稼働

◇ その他の電力会社による追加需要

○ 定期検査からの再起動遅延の可能性

○ 自家発の増加

◇ 増分は、石油:12-15万B/D前後、LNG:990-1220万トン

■ 石油、LNGともに、全体としては供給確保可能

◇ 国際市場での供給余力

◇ 様々な調達手段の駆使

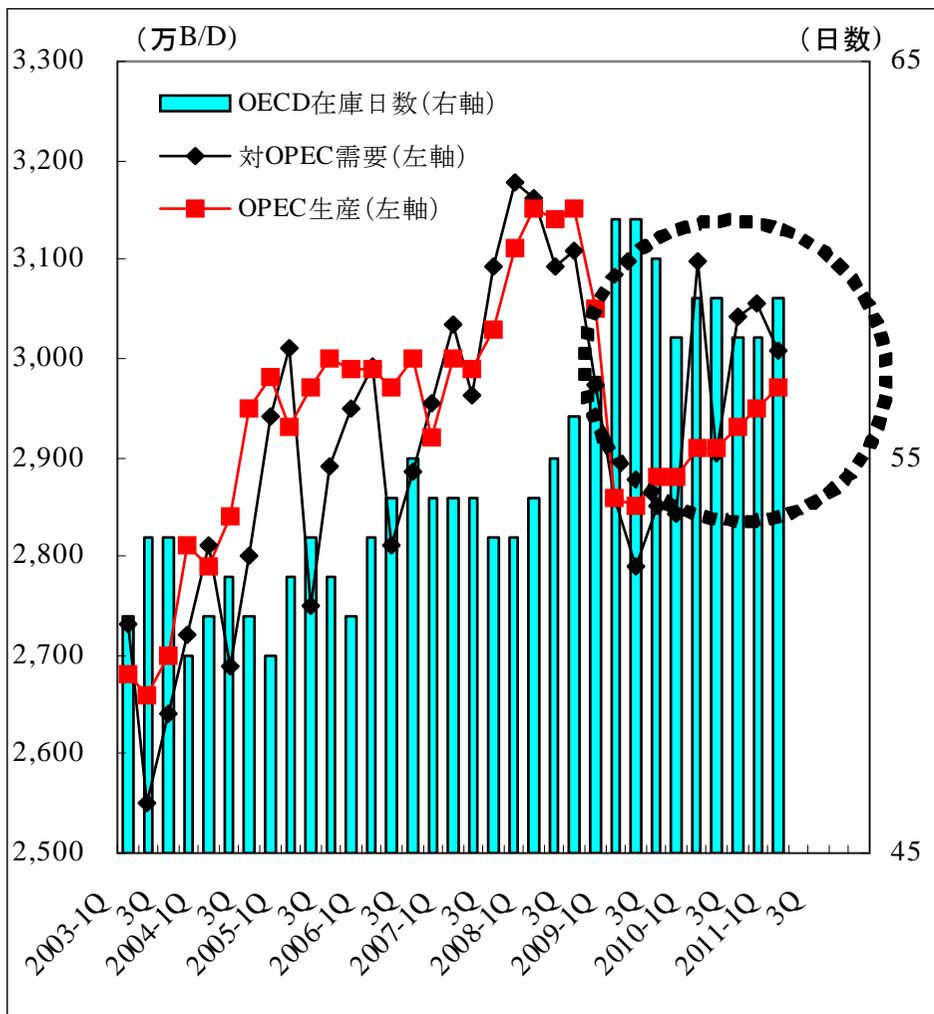
◇ しかし、需給を引き締める方向に働く作用も(特にLNG)

1. 短期的課題

(3) 石油・ガスの需給対策②

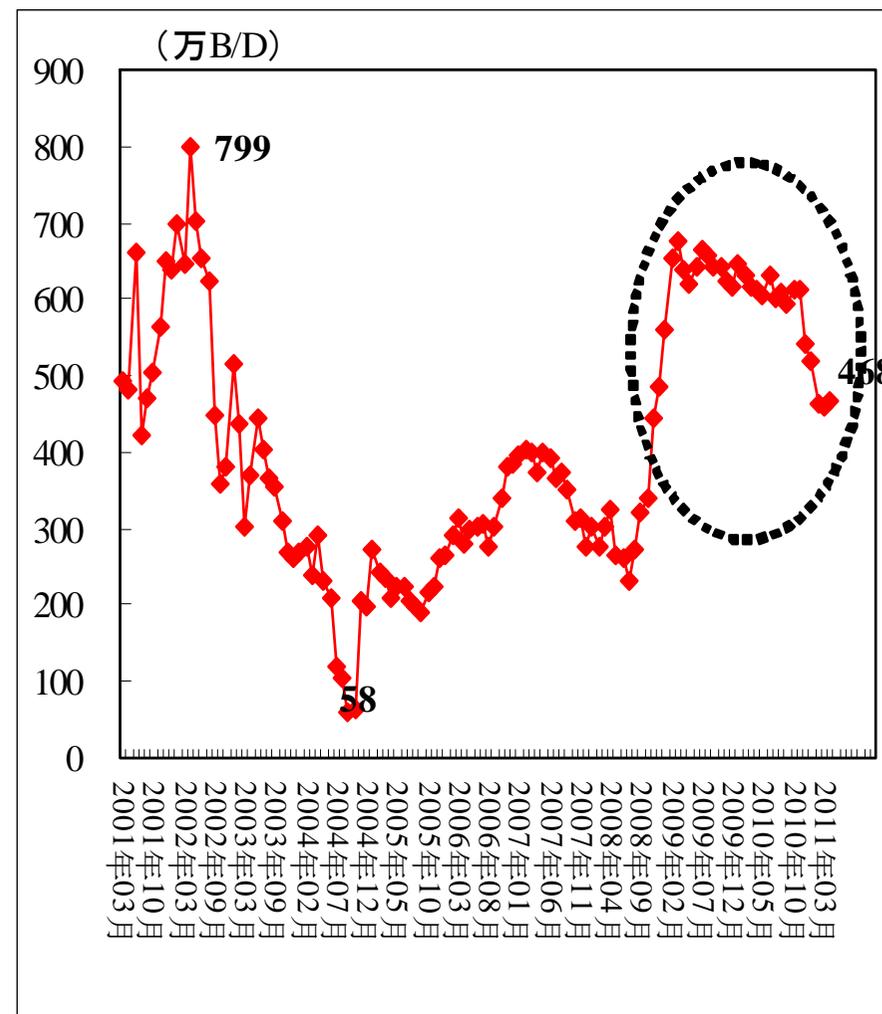
◆ファンダメンタルズの状況

OPEC生産とOECDの在庫日数



2011年第1四半期のOECD在庫日数は59日程度

OPEC生産余力



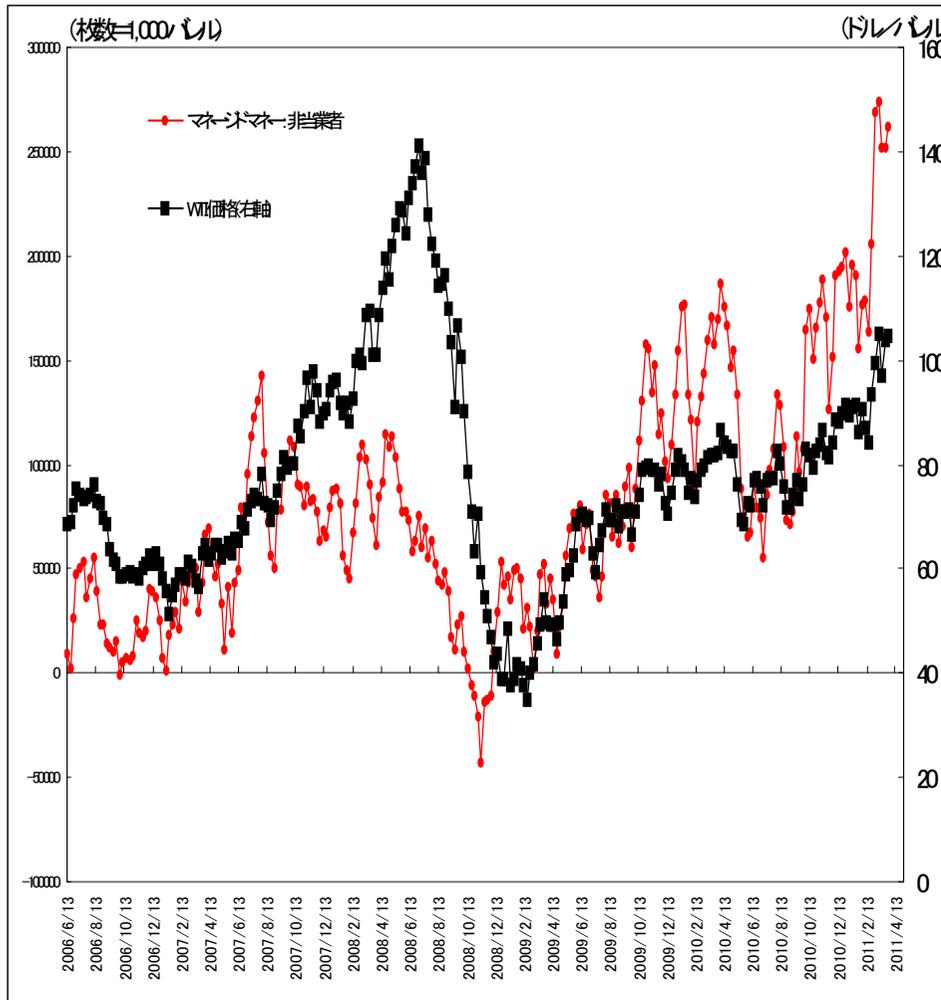
(出所)IEA「Oil Market Report」より作成

1. 短期的課題

(3) 石油・ガスの需給対策③

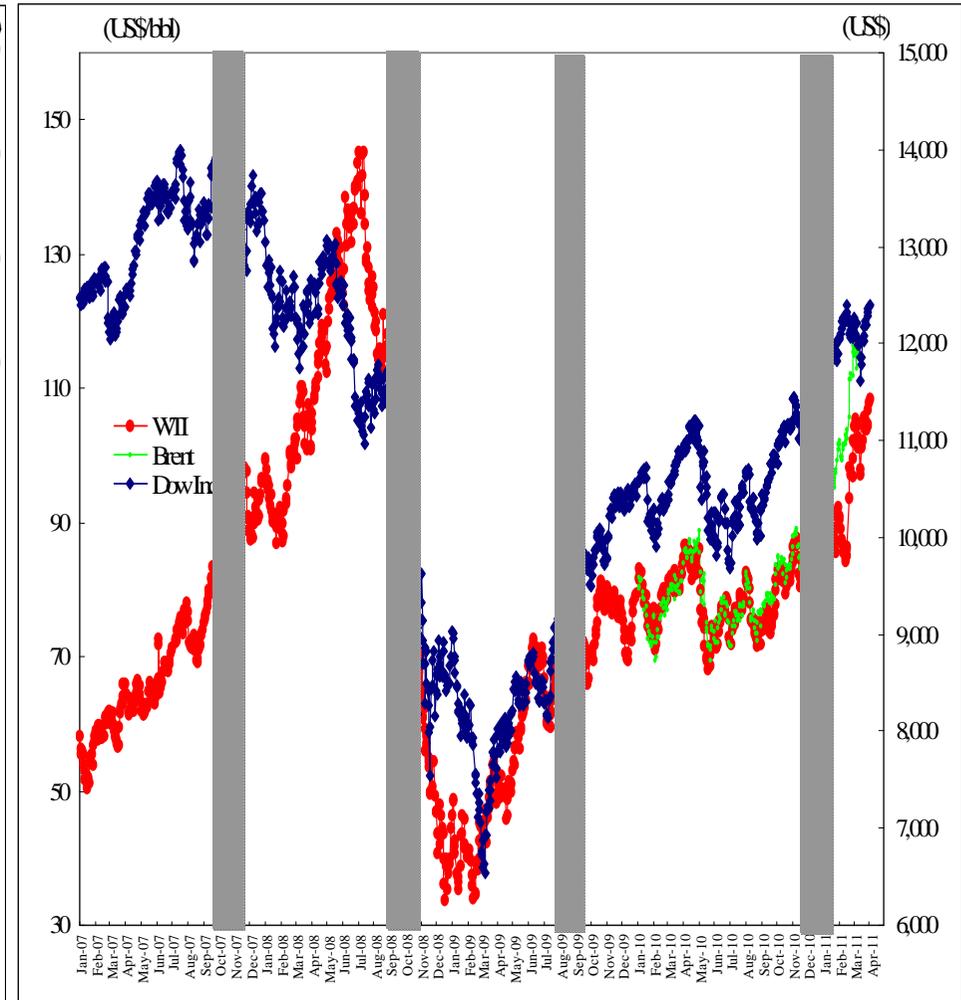
◆ 投機的様相

「Managed Money」とWTI価格



NYMEXおよび米商品先物取引委員会(CFTC)資料より作成

WTI価格と株式市場(+ブレント)



NYMEX資料等より作成

2. 中長期的課題

○エネルギー基本計画見直しへの考慮点①

(1) 現在の基本計画(2009-2030)

- エネルギー自給率及び化石燃料の自主開発比率を倍増
自主エネルギー比率(※)を38%→70%程度まで向上
※従来のエネルギー自給率(国産+原子力)に加え、自主開発資源も勘案
- ゼロ・エミッション電源比率を34%→約70%に引き上げ
- 「暮らし」(家庭部門)のCO₂を半減
- 産業部門において、世界最高のエネルギー利用効率の維持・強化
- エネルギー製品等の国際市場で我が国企業群がトップクラスのシェア獲得



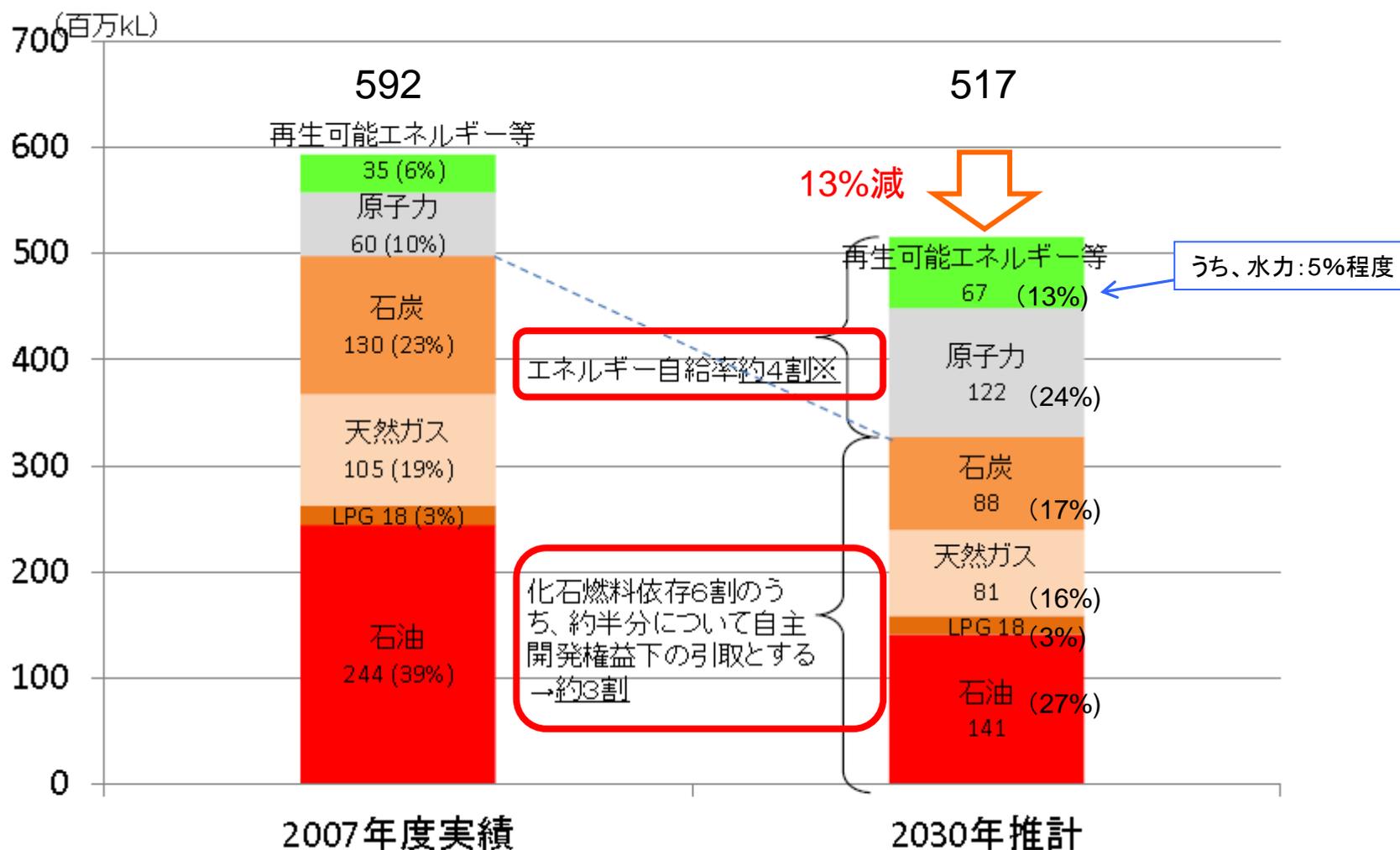
- ① 国民を守るためのエネルギーセキュリティの確保
- ② 世界のモデルとなる低炭素型経済成長の実現
- ③ 国民が実感できる日々の「暮らし」の変革
- ④ 世界全体のCO₂削減への貢献や我が国への投資の呼び込みなどを同時に実現



- 本計画に掲げる政策を強力かつ十分に推進することで、エネルギー起源CO₂を、2030年に90年比▲30%程度もしくはそれ以上に削減。
- これは、2050年に90年比▲80%に向けた現状からの削減幅の約半分に相当するきわめて野心的な姿。

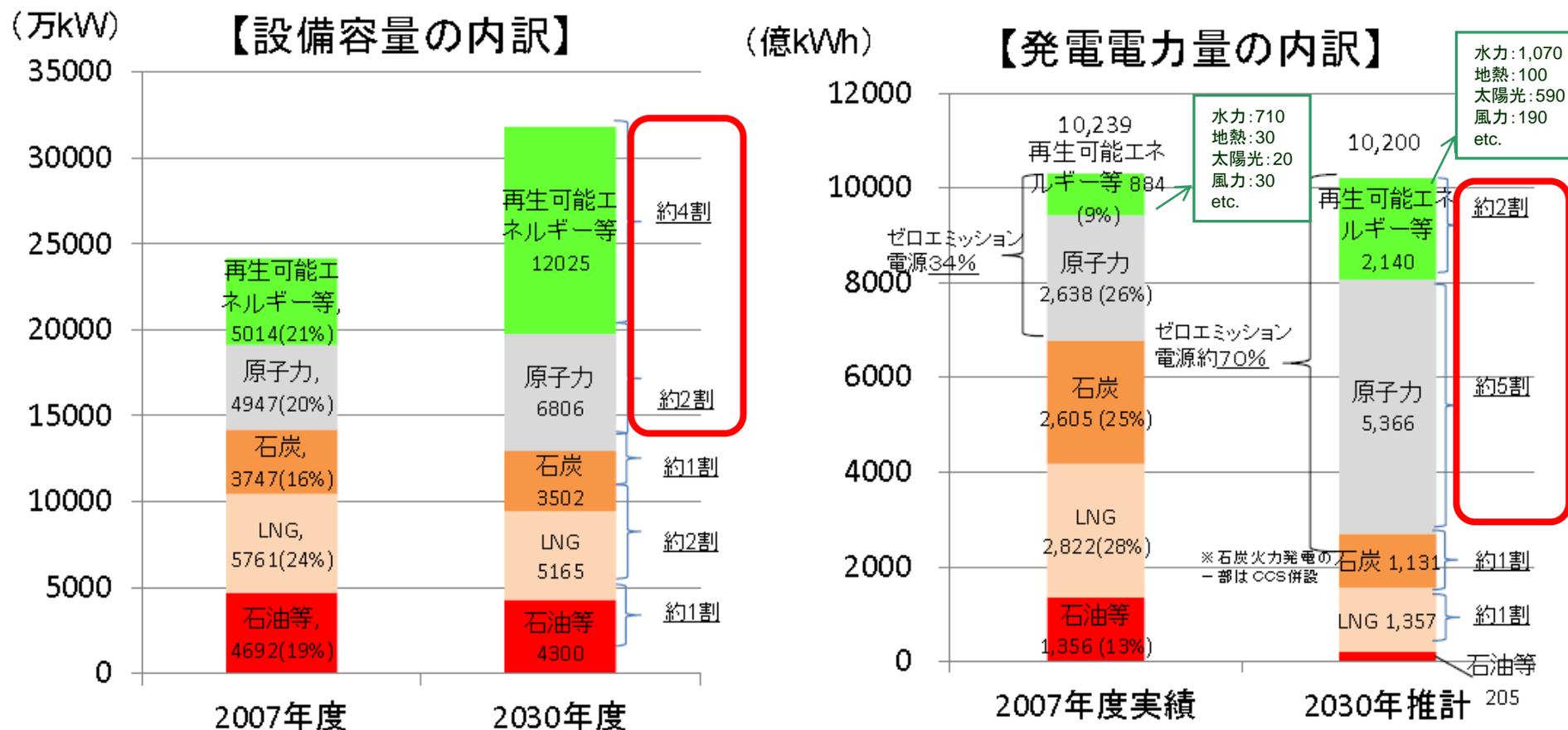
【参考】エネルギー基本計画：エネルギー構成

- 自主エネルギー比率(自給率+自主開発比率)を38%→70%程度に
- CO2排出量を1990年比30%削減



【参考】エネルギー基本計画：電源構成

- 原子力14基の新增設、設備利用率を60%→90%へ
- 再生可能エネルギーを2.4倍導入(水力以外は約15倍)
- ゼロエミッション電源比率を34%→70%程度に



2. 中長期的課題

○エネルギー基本計画見直しへの考慮点②

(2) 基本的考え方

- 重要なことは、総合的視点

- 総合的視点

- a. 安全保障の視点

- b. 温暖化の視点

- c. コストの視点

- d. 活用可能な賦存量／エネルギー密度など

- この四つを満たすエネルギーは、残念ながら存在しない。

- ◇石油は、a、b、c のすべてで課題あり

- ◇ガスは、a、b は、石油より良いが、c では、石油連動

- ◇石炭は、a、c は、石油より良いが、b が、大きな問題

- ◇太陽光は、a、b は、良いが、c、d が問題。

- ◇風力、地熱等は、a、b、c はよいが、d が問題。

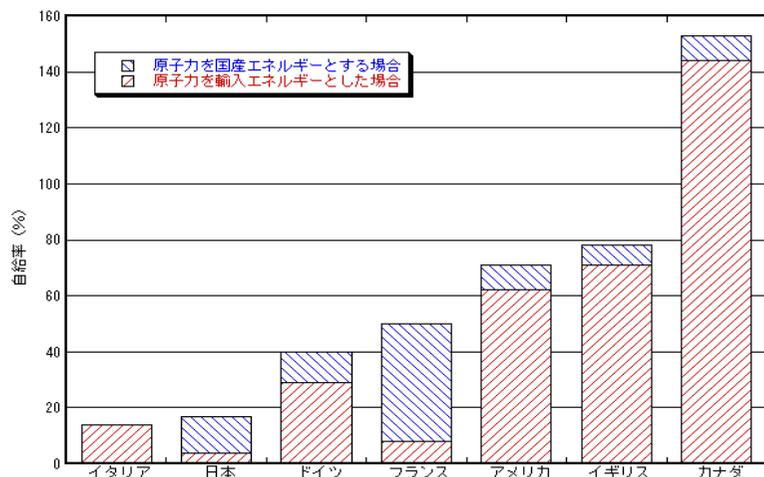
- (注) 太陽光は、100万kWの発電に山手線内広さの土地が必要。

- 風力は、更に、3. 5倍の広さが必要

2. 中長期的課題

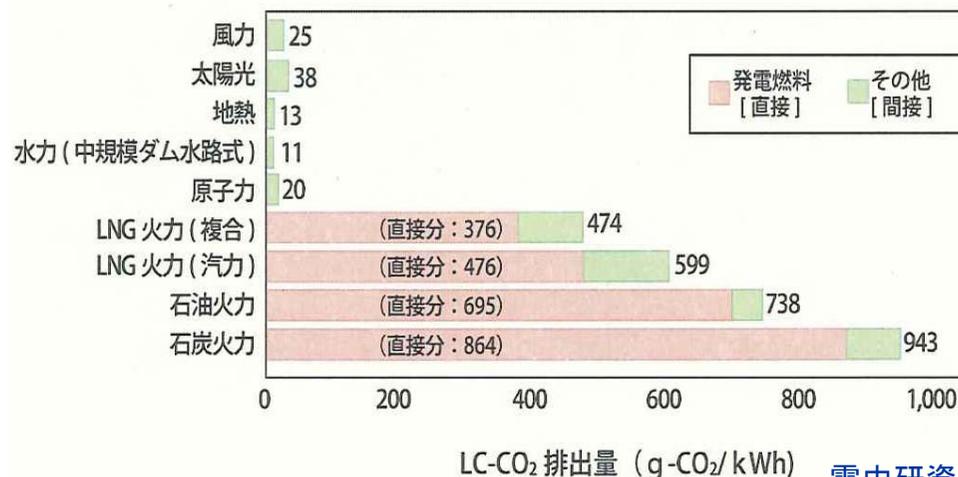
○エネルギー基本計画見直しへの考慮点③

◆安全保障の視点



エネルギー白書

◆温暖化の視点



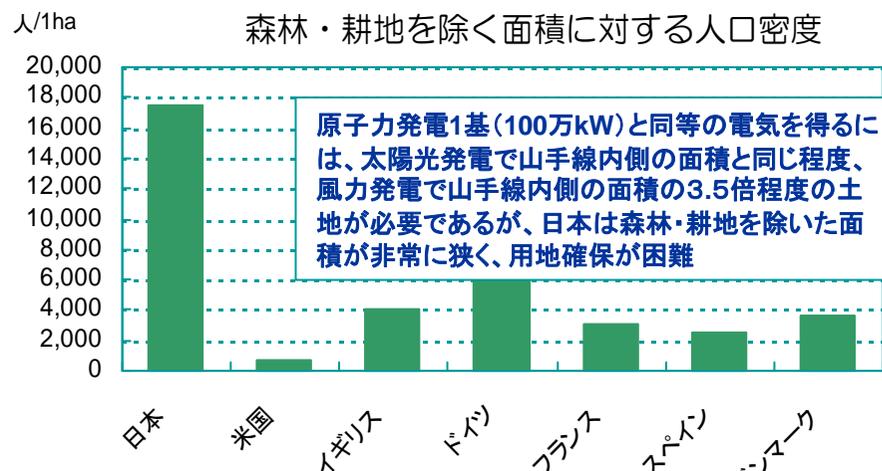
電中研資料

◆コストの視点

発電方式	発電単価 (円/kWh)	設備利用率 (%)
水力	8.2~13.3	45
石油	10.0~17.3	30~80
LNG	5.8~7.1	60~80
石炭	5.0~6.5	70~80
原子力	4.8~6.2	70~85
太陽光	46	12
風力	10~14	20

エネルギー白書

◆エネルギー密度の視点



エネ研作成

2. 中長期的課題

○エネルギー基本計画見直しへの考慮点④

(3) 原子力政策

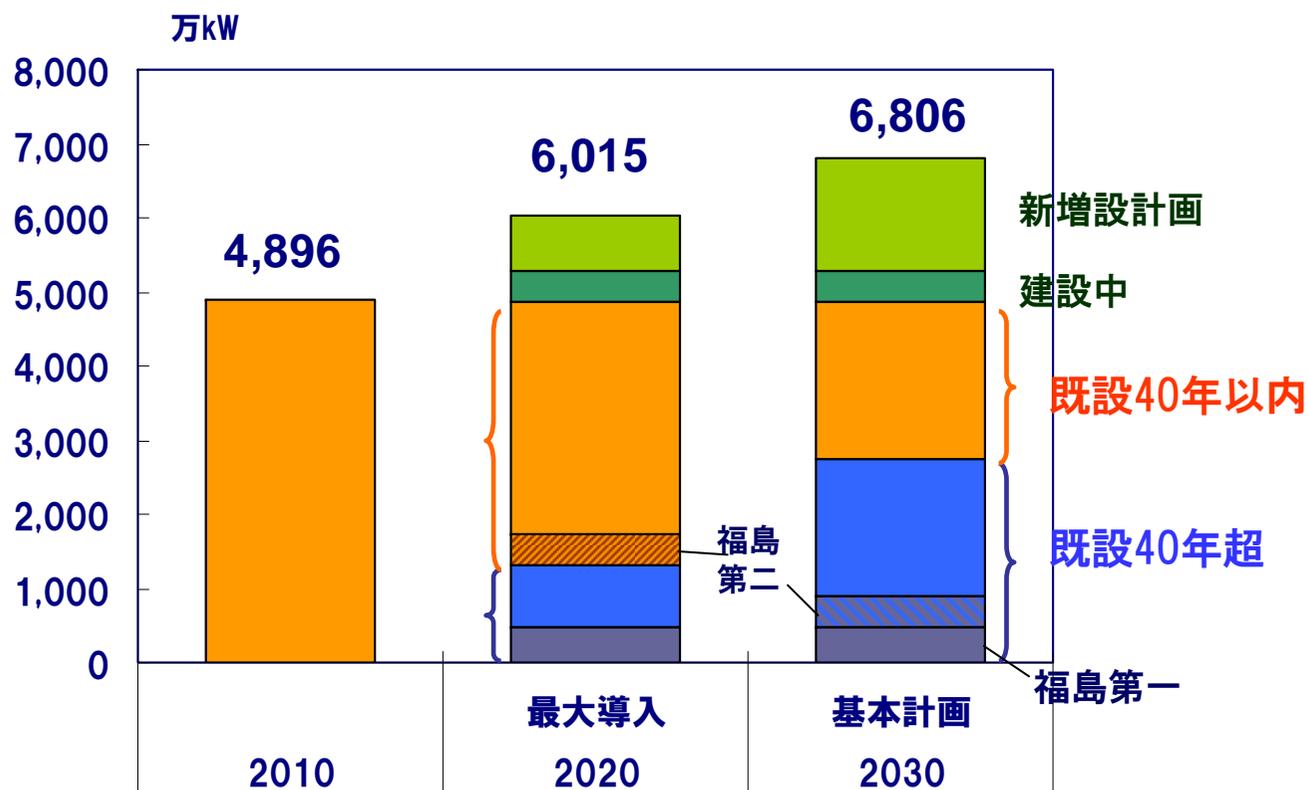
- 4つの総合的視点 : a—dすべてに優れる

- しかし、安全性の確保の万全化が前提:より安全な原子力へ
 - ＞今回の事故原因の徹底的な探究が不可欠
地震か、津波か、その他の原因か。
 - ＞国際協力で、安全性確保を図る。
ベストプラクティスを共有

- グローバルな視点も重要
 - ＞各国が、其々、どのような理由で、それぞれの政策をとるのか

- リスクマネジメントという視点
 - ＞想定外を想定する

【参考】原子力の設備容量



新增設計画		741	1532	
建設中		414	414	
既設40年以内	4,896	3,555	2,122	
うち福島	910	440(第二)	0	
既設40年超		1,305	2,738	
うち福島		470(第一)	910	
			(第一、第二)	

2. 中長期的課題

○エネルギー基本計画見直しへの考慮点⑤

(4) 省エネルギー政策<i></i>

- 4つの視点: いわば、d. 賦存量を除き、優れている
- 日本の強いものをさらに強く。(次ページ)
10%の省電力は、原子力1350万kW、
太陽光9500万kWに相当
- 特に、家庭、業務での省エネは、未だ大きな余地あり。
産業競争力強化にもつながる
(注) 高性能、新素材、新製品
- 一方で、産業分野での省エネは、既に最も進んでおり、
限界もあるか
- 産業構造の転換、生活・業務スタイルの変更も重要
(注) 今回の節電が、試金石。

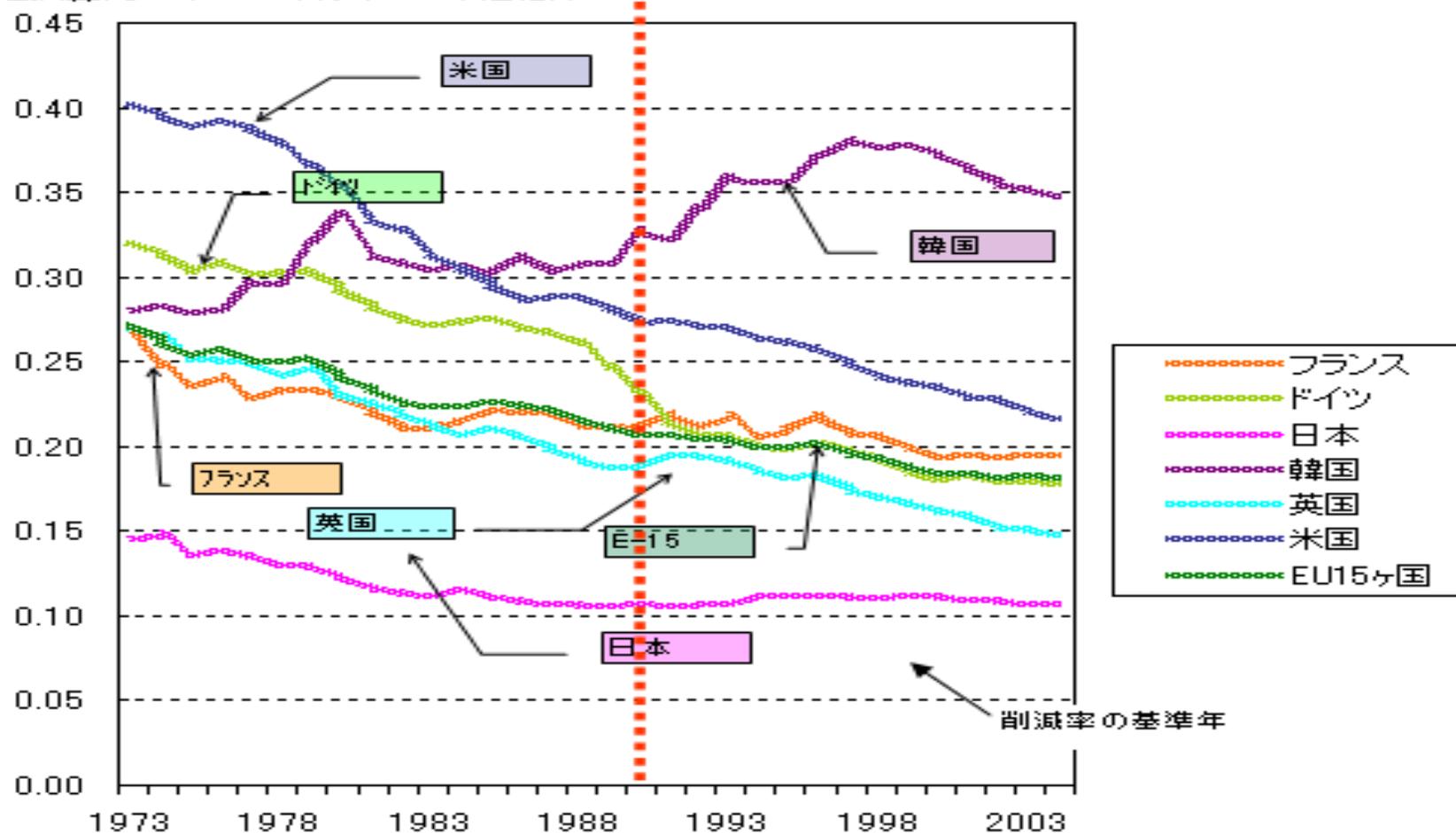
2. 中長期的課題

○エネルギー基本計画見直しへの考慮点⑥

(4) 省エネルギー政策<ii>

各国の消費エネルギー原単位の推移

(石油換算トン/1,000USD(2000年価格))



資源エネルギー庁HPより

2. 中長期的課題

○エネルギー基本計画見直しへの考慮点⑦

(5)再生エネルギー政策

- 太陽光を中心に、風力、地熱など最大限の導入が必要。
- 総合的視点：c. コスト、d. エネルギー密度が課題
- 蓄電池、スマートグリッド、メガソーラーの導入等により、どこまで、系統への安定的導入とコストの低減が可能か。
- 特に、c とd の関係…物理的限界をどう考えるか

【参考】原子力1基(100万kW)のインパクト

電源設備100万kW当りの効果／原子力 vs 新エネ

		設備 利用率%	発電量, 億kWh	CO2削減 量 (百万トン)	初期コスト (億円)	発電コスト (円/kWh)	原子力100万kWの代替に 必要な	
							設備容量 (万kW)	用地面積
太陽光	100万kW	12.0	10.5	0.7	5,200	49.5	710	山手線内
風力(陸上)	〃	20.0	17.5	1.1	1,900	10.8	430	山手線の3.5倍
風力(洋上)	〃	30.0	26.3	1.6	2,500	9.5	280	
小水力	〃	80.0	70.1	4.3	16,000	22.8	110	
地熱	〃	70.0	61.3	3.7	8,500	13.9	120	
原子力	〃	85.0	74.5	4.5	3,000	6.5	100	
(火力発電)								山手線内67km ²
LNG	〃				1,640	7.5		
石炭	〃				2,720	5.8		

需要面の対応を考えると

省エネルギー(10%省電力)
 原子力:1350万kW
 太陽光:9500万kW に相当

【参考】再生可能エネルギーの導入見通し

(基本計画相当)

	2008年 実績	2020年	2030年	ISEP 2020年
太陽光発電	設備容量： 214万kW	2,760万kW	5,592万kW	8,100万kW
	住宅：	1,660万kW	3,942万kW	—
	非住宅：	1,100万kW	1,650万kW	—
風力発電	設備容量： 186万kW	500万kW	1,000万kW	4,000万kW
	陸上：186万kW	500万kW	800万kW	—
	洋上：0万kW	0万kW	200万kW	—
地熱発電	設備容量： 53万kW	70万kW	165万kW	340万kW

ISEP見通しは:「無計画停電」から「戦略的エネルギーシフト」へ, 2011年5月6日

【参考】住宅への太陽光発電の導入(基本計画相当)

- ・太陽光発電を1200万世帯に導入する想定
- ・非住宅への導入は現在の55倍へ拡大する想定

1. 導入ポテンシャルの大きさ

- NEDOの「太陽光発電ロードマップ(PV2030+)」では全国で5,400万~2億kWのポテンシャル、環境省(H22年度)によると非住宅でのポテンシャルは5,900万kW~1億5000万kW
- 住宅では、耐震基準や設置場所等を勘案すれば、戸建住宅への太陽光パネル等の導入限度は約1,000万戸(3,500~4,000万kW)。
- 太陽熱温水器の導入も考慮すると更に小さくなる。

2. 導入ペースの速さ

- 2009年度で年間で約15万件のペース。
- 余剰電力買取価格が実施されているものの、1,200万世帯への導入の実現には、2030年まで毎年、55万世帯程度への導入が必要。これは、全ての新築戸建住宅へ強制的に導入する場合に匹敵する。

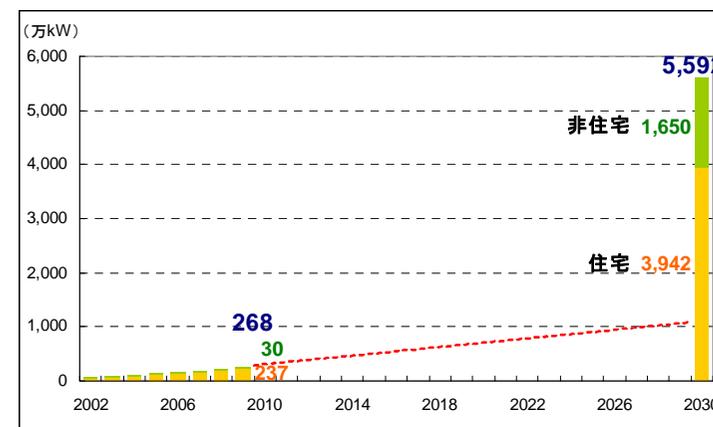
(参考)戸建住宅用太陽光発電の導入限度について

1戸建て総数:約2650万戸



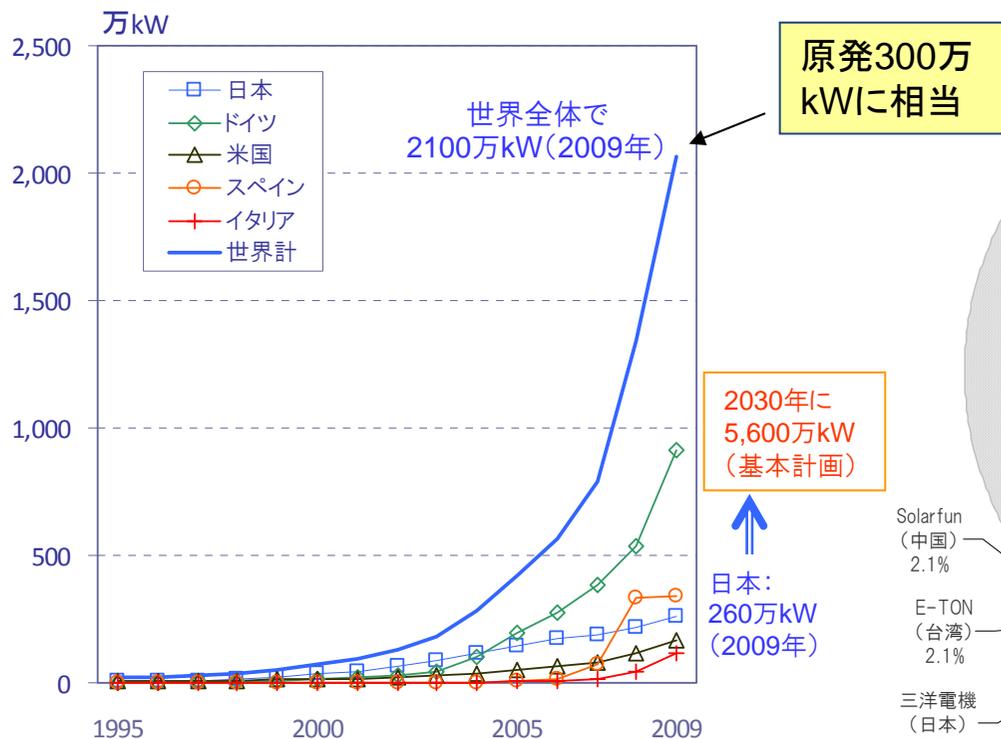
〔 中期目標検討委員会 東京大学 湯原教授による分析 〕

【太陽光発電の導入量推移】



【参考】太陽光発電の導入状況

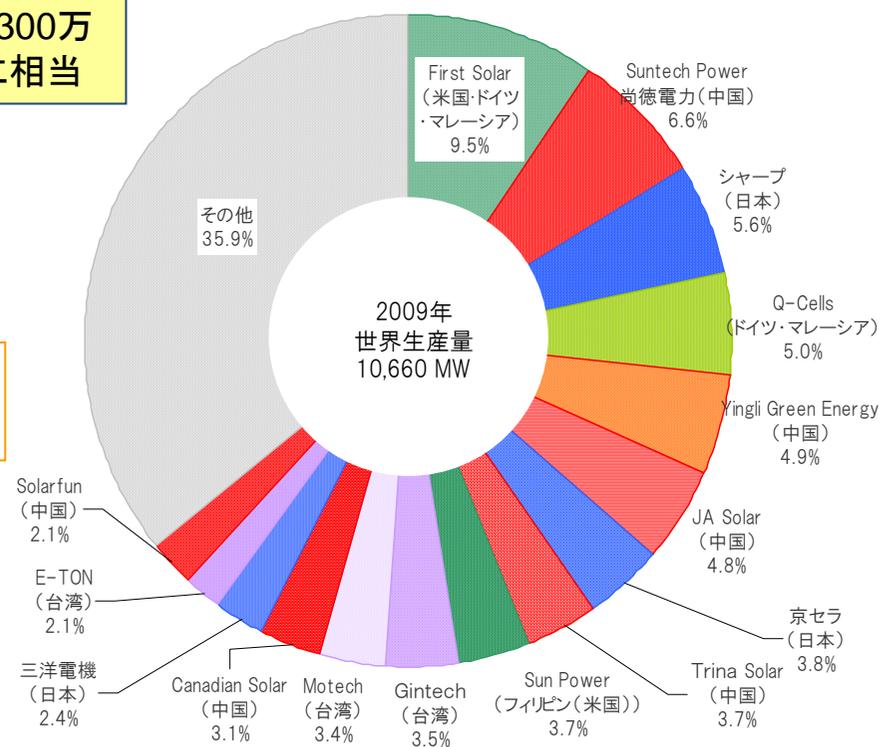
世界の太陽光発電の導入状況



註:「世界」はIEA-PVPS参加国の合計

出所:IEA-PVPS "Trends in Photovoltaic Applications – Survey report of selected IEA countries between 1992 and 2008"

世界の太陽光発電モジュールメーカー (2009年)



出所:IEA "Trends in Photovoltaic Applications – Survey report of selected IEA countries between 1992 and 2008"

- ・世界の累積設置容量は2063万kW。日本は2004年まで設置容量で世界一位であったが、固定価格買取制度(FIT)の導入によりドイツ及びスペインが現在1位及び2位を占める。
- ・2005年頃までは日本が世界の太陽光発電パネル生産量の約半分を占めていたが、その後比率は低下し、ドイツ・中国・米国等のメーカーが生産量を伸ばしている。

【参考】風力発電の導入(基本計画相当)

・2030年に1000万kWの導入

1. 導入ポテンシャルの大きさ

- 風力発電の陸上での建設ポテンシャルは、NEDO試算によると**約640万kW**。したがって、1000万kW導入するためには、自然公園や洋上での大規模立地が必要。
- 国立環境研究所が前提としている建設ポテンシャルは過大と思われる。例えば、**森林地帯**にも設置し、**最大10kmのアクセス道路を敷設することを前提としている**が、自然保護上許容されるであろうか。

2. 実際の立地制約等

- **景観、騒音、バードストライク**等の課題があり、地元住民との調整を慎重に行うことが求められており、急速な導入増加は難しいのではないかと考えられる。洋上風力発電では、**漁業権**の問題もある。
- 環境アセスの対象となることで、建設計画から運転開始までに合計で**6～9年の期間が必要**になると言われている。
- そもそも、地形や風況等の要因から、風力発電の設置に**適した地域が少ない**ため、こうした日本の自然条件を踏まえた、導入ポテンシャルの検証が必要。

3. 導入のコスト

- 陸上風力発電のコストは既に競争力を有するレベルにあるが、世界的な需要の急拡大や導入に伴う適地の減少から、近年は**システム価格が上昇する傾向**。

4. その他の課題

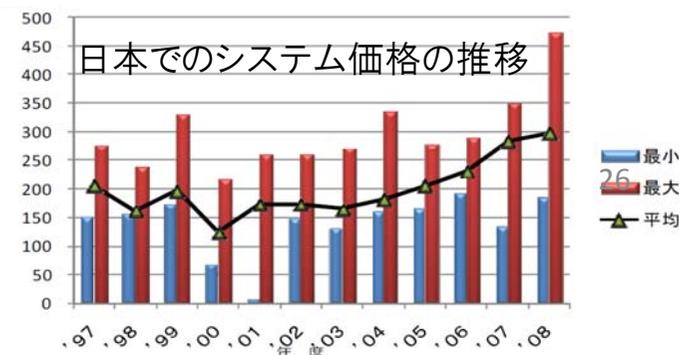
- 太陽光と同様に出力が大きな変動をもつ発電方式であるため、日本では電力各社が連系可能量に上限を設けている。**系統対策**が今後の大きな課題。

日本の風力発電ポテンシャルの試算結果

	単位:万kW	
	日本風力発電協会	環境省
陸上	16,890	30,000
洋上(着床式)	9,383	31,000
洋上(浮体式)	51,949	130,000
合計	78,222	190,000

最大5000万kW
とされている

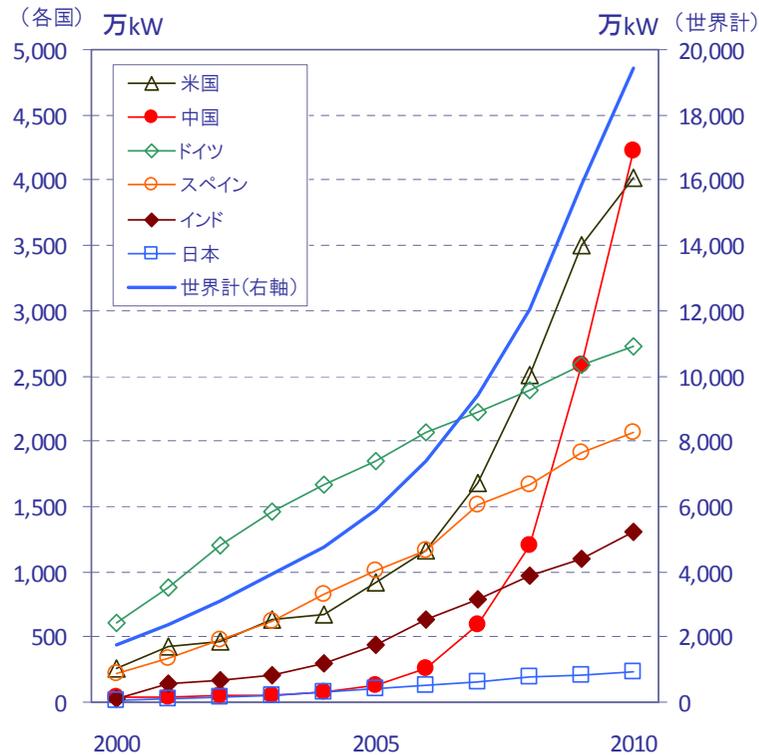
出所:NEDO再生可能エネルギー技術白書



出所:総合資源エネルギー調査会新エネルギー一部会資料

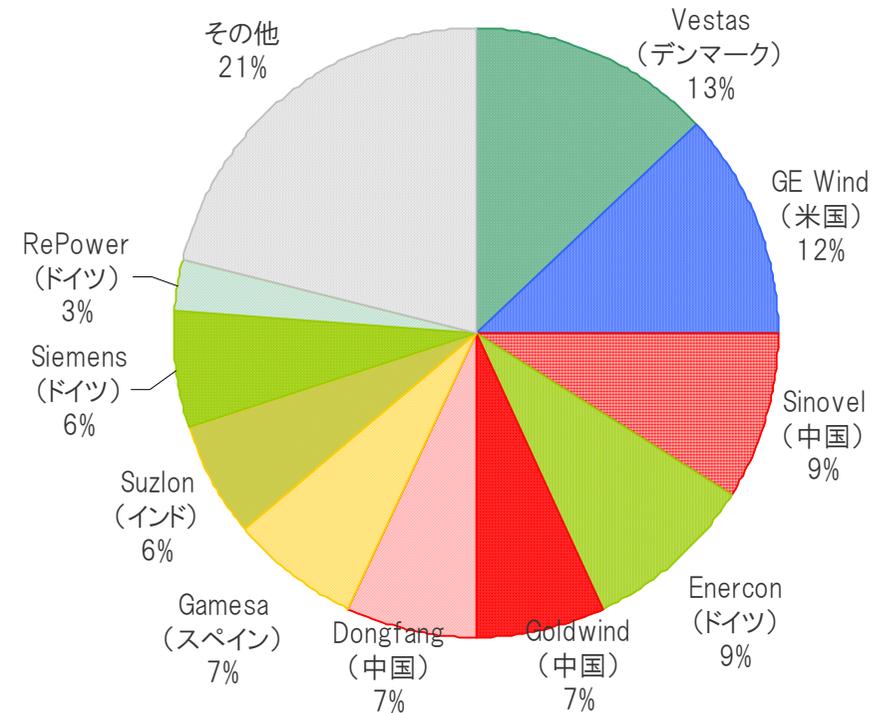
【参考】風力発電の導入状況

世界の風力発電の導入状況



出所: Global Wind Energy Council
"Global Wind Report" 2010

風力発電機の世界市場シェア(2009年)



出所: REN21 "RENEWABLES 2010 GLOBAL STATUS REPORT"

- ・ 2009年末の世界の累積導入量は前年比32%増の15,850万kW。従来は米国・ドイツ・スペインで多く導入されていたが、近年では中国・インドにおける設備容量の拡大が著しい。
- ・ 世界の風力市場シェアは2008年にはVestas(デンマーク)、GE Wind(米国)、Gamesa(スペイン)で約5割を占めていたが、2009年には中国メーカーの擡頭が顕著となった。国内メーカーでは、三菱重工業が国内のみならず、米国市場においても受注を伸ばしている。

【参考】地熱発電の導入状況と生産動向

■米国、インドネシア等で導入拡大

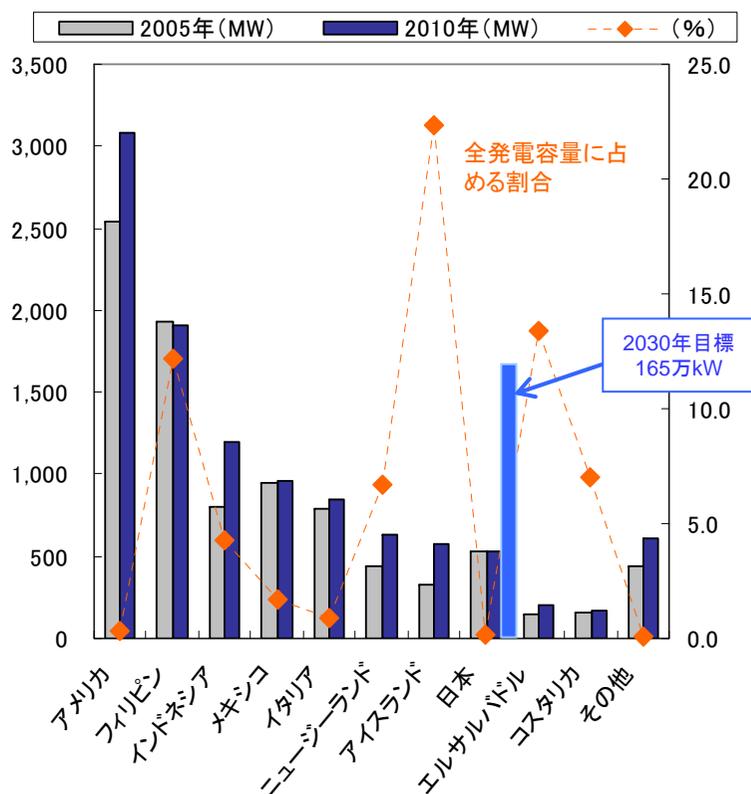
■我が国における導入に対する課題

- ・現状53万kWであるが、基本計画相当では2030年にポテンシャルの上限である累積165万kWまでの導入を想定している。ただし、過去10年新規開発の実績なし。
- ・ボーリング調査において地価熱源を確認する必要があることから、開発リスクが高い。
- ・国立公園、温泉利用との衝突など、立地制限がある。

■世界市場での日本メーカーのシェア大

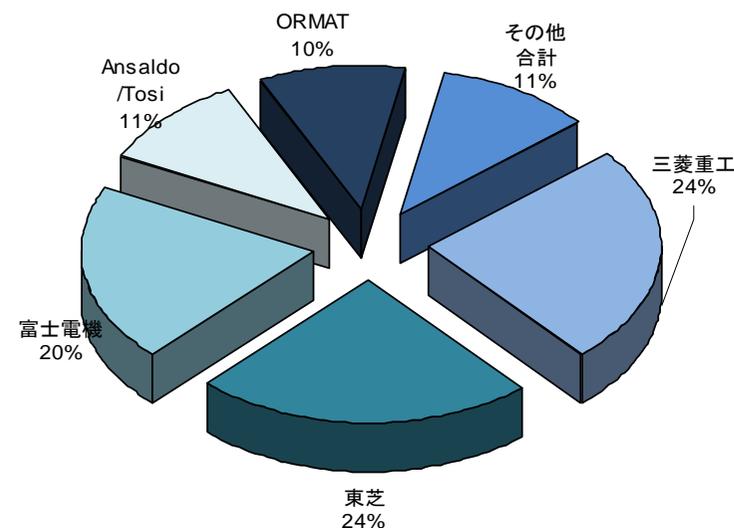
地熱発電導入状況

(注)全発電容量は2008年の値(EIA)



地熱発電の主要メーカー

累積



地熱発電のポテンシャル

- 発電原価12円/kWhまで ... 110万kW
- 発電原価15円/kWhまで ... 146万kW
- 発電原価20円/kWhまで ... 165万kW

(出所)「低炭素電力供給システムに関する研究会」報告書より作成

2. 中長期的課題

○エネルギー基本計画見直しへの考慮点⑧

6) 化石燃料政策

- 総合的視点 : a, b, c (安全保障、温暖化、コスト)で課題。
- 化石燃料の中では、天然ガスが、問題は、相対的に小さい。しかし、温暖化ガス問題から逃れられない。
- CCSの加速的開発が必要
(注)日本国内には、適当なサイトがない。
船での輸送が不可欠
- CCUという発想も重要
(注)根岸英一博士の発言

2. 中長期的課題

○エネルギー基本計画見直しへの考慮点⑨

7)ポイント

- ア. 出発点は、日本は「エネルギー小国」であることの認識
- イ. 総合的視点からの検討が肝要
 - a. 安全保障の視点 : 自主エネルギーか否か
 - b. 温暖化の視点 : CO₂の発生量の多寡
 - c. コストの視点 : 産業競争力への影響
 - d. 活用可能な賦存量／エネルギー密度の視点 : 物理的限度
- ウ. 原子力を代替する完璧なエネルギー源は見当たらない。安全性を基本前提とした、エネルギー源の多様化と技術開発推進が必要。
- エ. より安全な原子力、より安価な再生エネルギー、よりクリーンな化石燃料（特に、天然ガス、クリーンコール）、更に、より一層の省エネルギーなどを、組み合わせていくことが重要
- オ. 原子力の安全性確保/リスク管理については、国際的協力により、安全基準の国際標準化とベスト・プラクティスの共有が不可欠

ご清聴ありがとうございました。

お問い合わせ：report@tky.ieej.or.jp