

民間事故調の調査を終えて

2012.5.12

北澤 宏一

Fukushima 事故検証委員会

- 米国1979TMI事故:4つの事故調パラレルに 20年後に本
- 日本:政府6月目処(畑村)、民間3月(北澤)、議会9月(黒川)
- 民間委:政府(官邸、各種院委、省)、自治体、住民
医療施設、東電OB、匿名、海外 300人より聴取
- 事故前:TMI以降30年の日本の油断、必要な対策多数放置
 - 上から下までの怠慢(後送り)、審議会的行政
 - 空気を読む自縄自縛集団、既得権維持構造
- 危機管理:暗中模索の現場(危機対策知識・備え不足)、機能不全の院や委、不適切な人事、エリートパニック、時代遅れの情報システム、機能しない多層決定機構(→官邸による現場指揮)、情報共有不全、危機時に役所間の責任転嫁
- 政府と技術に対する国民の信頼失墜

「最悪のシナリオ」とエリートパニック

原子力委員会 毎日新聞 2011年12月24日 ←民間事故調

- 4基の炉、3つの使用済み燃料プール、7つの危険
東電の撤退、連鎖的事故、2-3週間のうちに避難対象は首都圏を含め3000万人の可能性。
- 4号機建屋水素爆発、高所の使用済み燃料プール露出、放射能含有量最大。水漏れ空焚きから燃料棒破損・放射能漏えいの恐れ、余震懸念、ヘリ散水
福島50・馬淵国交相ら→緊急補強工事、定常冷却
「神風？」
- エリートパニック 非常に大きな国家的危機
「国として機能しなくなる」
「国民をパニックから護る」→情報の存在自体を隠蔽

「原子炉は町上の急坂に駐車するトラック」

○ 多重・多様のブレーキ→「だから大丈夫！」
「深層防護」 (v.s. 「本質安全炉」)

- ブレーキ整備不全(ベント関連、センサー、予備電源、水冷予備)、他国に遅れ
- ブレーキの操作知識不十分(現場)
- 緊急時の規則マニュアル不備

原子力安全保安院、原子力安全委員会の責任放棄

- 安全委: 全電源喪失後の備え「不必要」とする指針
- 安全保安院: 「民間事業者の自主性に任せる」
- TMI後のNRC勧告を無視
- 安全神話→30年間の自縄自縛状態
政府・電気事業者・メーカー

空気を読み合う自縄自縛社会

- 原子力安全・保安院、原子力安全委員会、関連省庁、アカデミア、政治家、電力会社経営陣、関連メーカー、関連財団・社団法人
- 誰もが「問題ではあった」と感じていた、2元的行政
IAEAの警告 安全委員会無視「優れており有効」
- 誰もが「自分だけ竿を差しても・・・」
全員が「空気を読む」思考に⇔ 帰巢本能
- 誰も責任を取れる人がいない「組織的怠慢」
バックフィット機能不全←官僚の無謬性信仰
- 外部から多数の専門外第3者委員を招いて議論する場の不在(シビリアンコントロールの不在)。

過密配置は極度に危険：相互干渉による拡大
特に使用済み核燃料棒貯蔵プール
瓦礫飛散による干渉
放射能上昇による干渉
水素漏れによる誘爆
最悪シナリオへの発展の元

危険性：準備怠慢

- **自縄自縛状態 → 日本のガラパゴス化**

最悪のシナリオ

首都圏3000万人避難、外国人の出国

東京都戒厳令、天皇避難、富士山、浜岡
2号機圧力容器、4号機使用済燃料プール

報告書なかったことに

10893本、1535本(4号機)

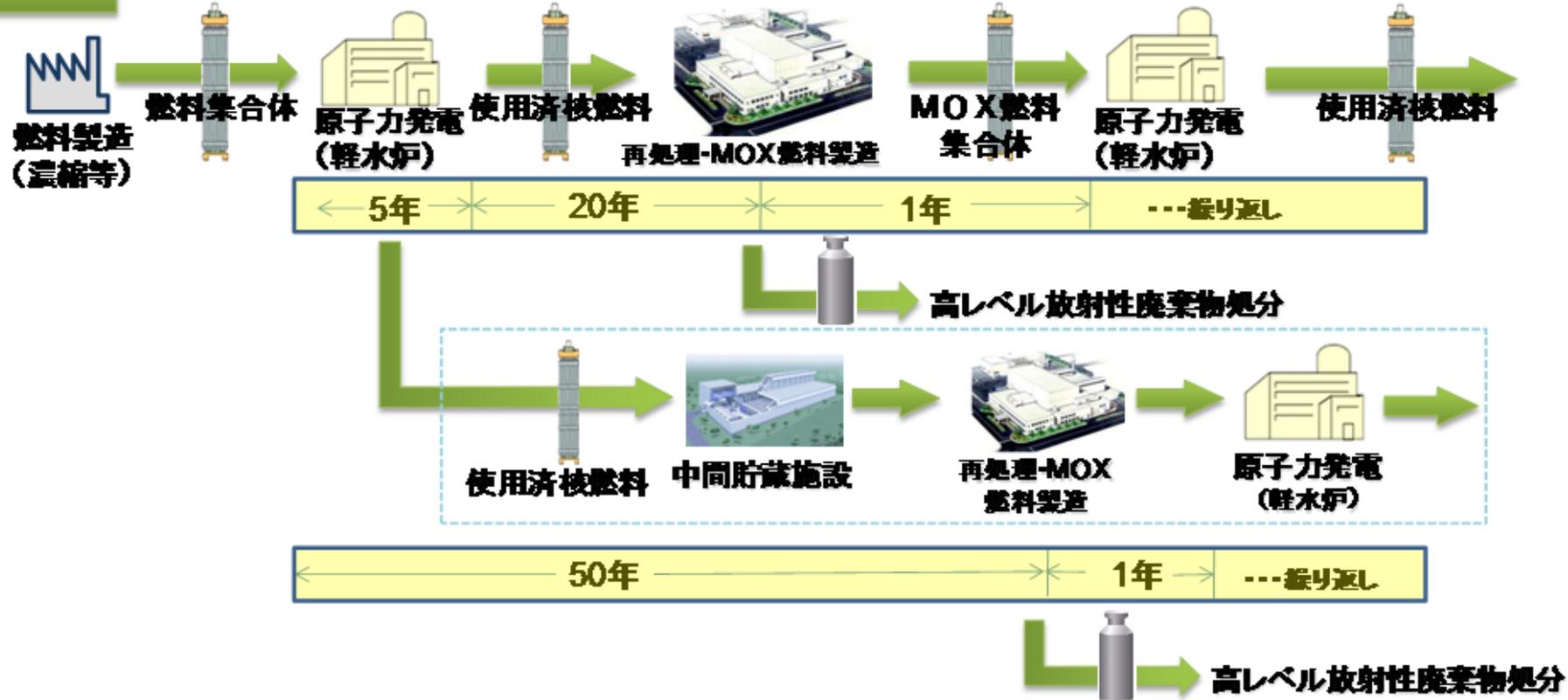
日本の危機管理

保安院の機能不全

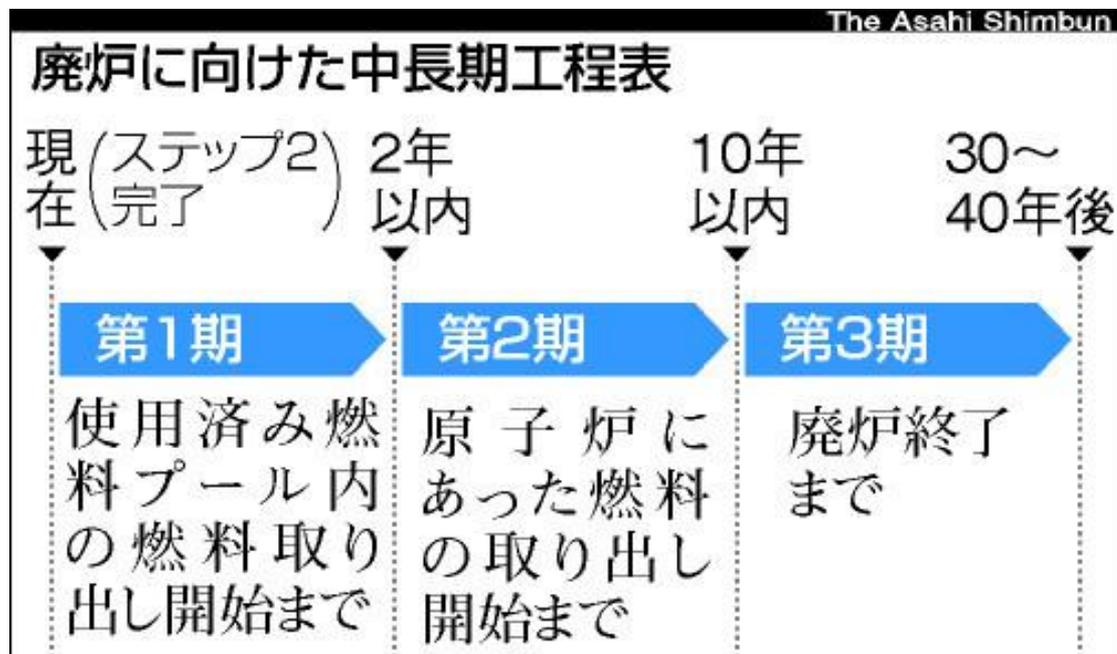
安全委員会の希薄化

多層構造

現状モデル (使用済燃料の半分は20年貯蔵後、再処理をし、残りの半分は50年貯蔵後、再処理を行うモデル)



(8) 福島第一原発廃炉に向けた工程表



2011.12.22朝日新聞

第2期: 原子炉内の燃料の状況が確認できていないため、今後見直しの可能性がある。

1.1 学術会議東日本大震災復興対策委員会 「エネルギー政策の選択肢分科会」設置の目的

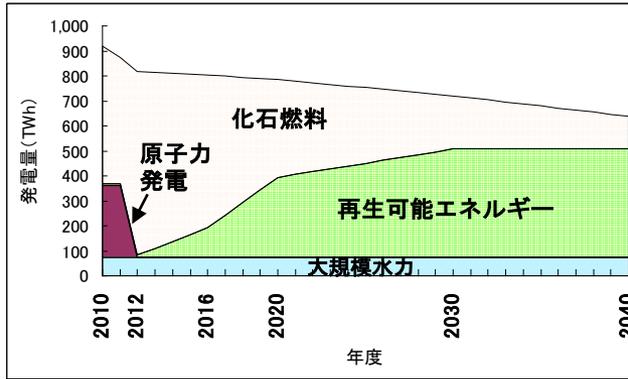
- 抜本的にエネルギー政策を従来の枠にとらわれずに見直すきっかけを作り、積極的な情報発信を目指す。
- 学術会議のポテンシャルを活かす。その他の多くの委員会との連携を推進し、尊重する。
- 東日本大震災復興計画の進捗をも視野に入れるため、常に迅速に資料収集などを行い、中間時点でも未定稿現状報告ができるように務める。
- 今後の長期的な検討(WG設置など)の体制作りを準備し、エビデンスベースでの資料作りと提言報告などを目指す。
- 日本全体のあらゆる組織や団体の力および情報をフレキシブルに自己の判断により出典を明記して採り入れる。

1.2 中間提言(2011年6月)で提示した 「電力供給源に係る6つのシナリオ」

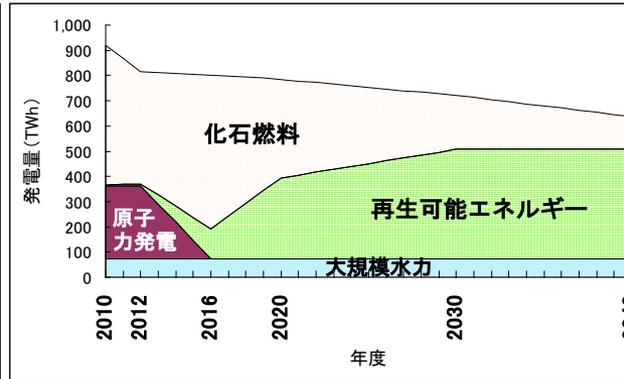
- A 速やかに原子力発電を停止し、当面は火力で代替しつつ、順次再生可能エネルギーによる発電に移行する。
- B 5年程度かけて、電力の30%を再生可能エネルギー及び省エネルギーで賄い、原子力発電を代替する。この間、原子力発電のより高い安全性を追求する。
- C 20年程度かけて、電力の30%を再生可能エネルギーで賄い、原子力発電を代替する。この間、原子力発電のより高い安全性を追求する。
- D 今後30年の間に寿命に達した原子炉より順次停止する。その間に電力の30%を再生可能エネルギーで賄い、原子力による電力を代替する。この間、原子力発電のより高い安全性を追求する。
- E より高い安全性を追求しつつ、寿命に達した原子炉は設備更新し、現状の原子力による発電の規模を維持し、同時に再生可能エネルギーの導入拡大を図る。
- F より高い安全性を追求しつつ、原子力発電を将来における中心的な低炭素エネルギーに位置付ける。

(2) シナリオ別発電構成一覽

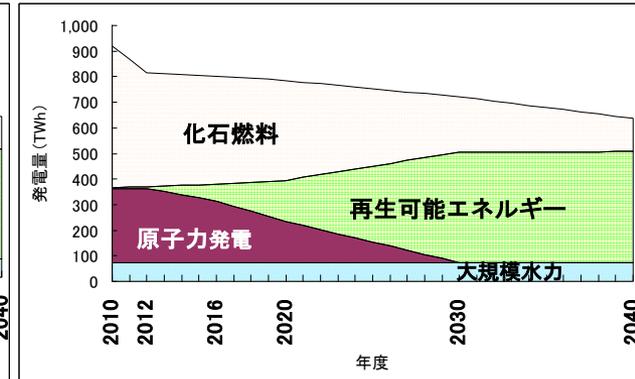
シナリオ A



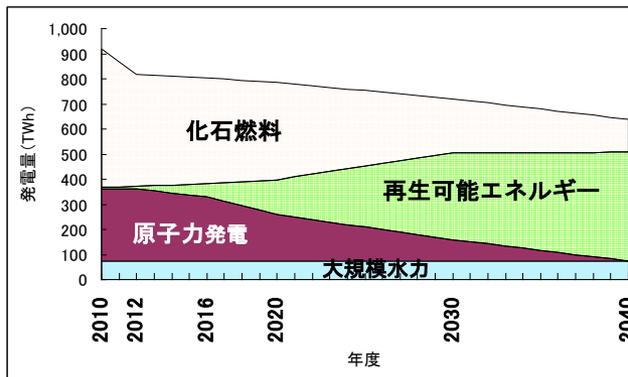
シナリオ B



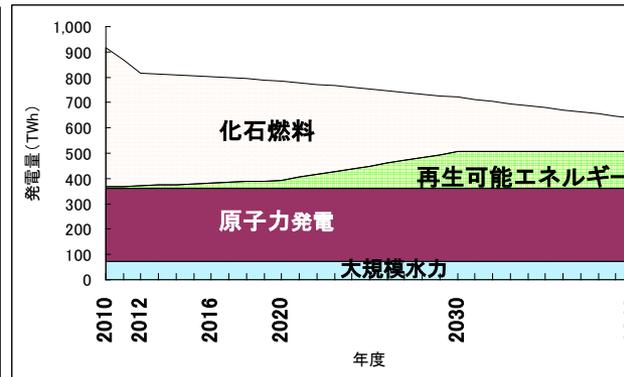
シナリオ C



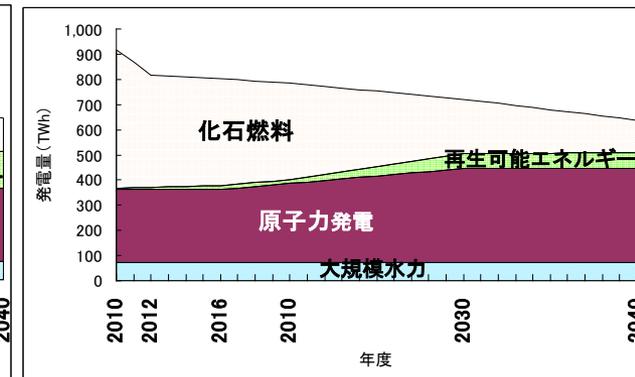
シナリオ D



シナリオ E



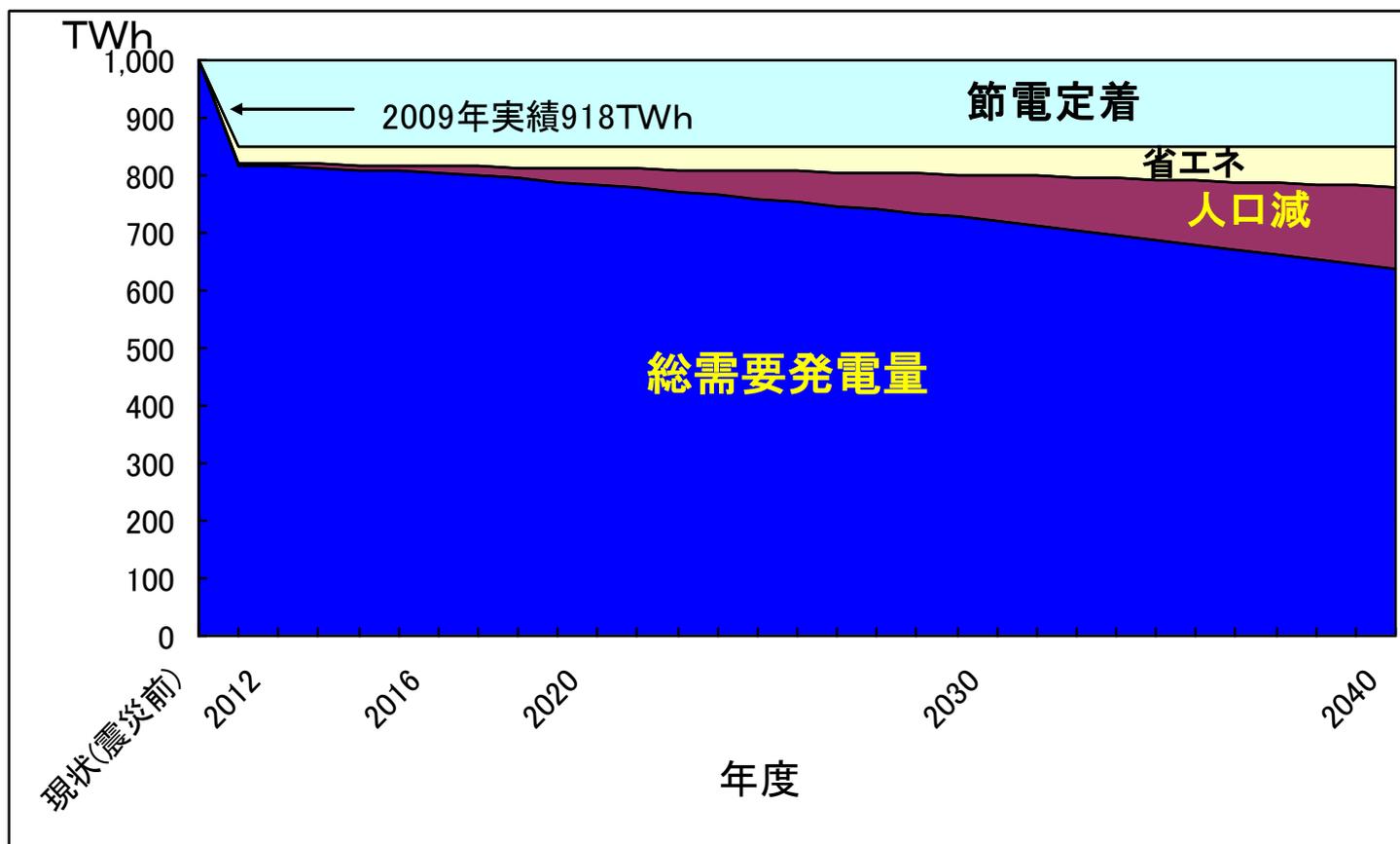
シナリオ F



- ・初年度の発電量の減少は、15%節電の定着化を想定。その後の減少は省エネと人口減を想定。
- ・温室効果ガス排出量削減目標達成を前提

(6) 試算で前提とした総需要発電量

震災前の1,000TWh/年を基準として、節電などの需要減を見込んで試算。
2009年度実績918TWhに比べると、2012年度は▲11%。



- ・節電
毎年▲15%
定着と想定
- ・省エネ
2012年▲3%
2040年までに
▲7%
- ・人口減
2040年までに
▲14%

(2) 6つのシナリオの試算結果

シナリオ	A	B	C	D	E	F
	原発即停止	原発5年で停止	原発20年で停止	原発寿命で停止	原発現状維持	原発増強
2011-16年再エネ投資額	約5兆円/年	約5兆円/年	約2.4兆円 /年	約2.2兆円 /年	約0.5兆円 /年	約0.4兆円 /年
2016年主な再エネ導入量	風力37.6GW 太陽光31.3GW	風力37.6GW 太陽光31.3GW	風力17.1GW 太陽光14.2GW	風力17.1GW 太陽光14.2GW	風力3.4GW 太陽光2.8GW	風力3.4GW 太陽光2.8GW
標準家庭の電気代(原子力のコスト5.9円/KWhの場合)	2016年+766円 2020年+1,821円 2030年+2,290円	2016年+766円 2020年+1,821円 2030年+2,290円	2016年+205円 2020年+666円 2030年+2,290円	2016年+155円 2020年+615円 2030年+1,761円	2016年▲168円 2020年▲163円 2030年+420円	2016年▲187円 2020年▲256円 2030年▲145円
備考	当面火力で補うが、2020年までに50%再エネに移行。最初の投資額が大きい。		再エネへの移行が緩やか。技術開発や量産効果で安価になることも期待。		15%節電の前提により電気代は減少。原発発電コストの見直しや賠償額により、上記より高額になる可能性も。	

主な算出前提

- ・すべてにおいて、節電15%を実施したと仮定
- ・A～Fすべてで2020年に温室効果ガス25%削減(1990年比)、2030年ゼロエミッション電源70%を達成
- ・E,Fについて、福島原発の事故の賠償額は含んでいない。
- ・発電コスト 水力:11.9円、火力(石炭6.2円、LNG6.5円、石油等11.2円、原発5.9円
太陽光:48円→31円、風力:20円→18円、地熱20円、バイオマス21.8円

原発撤退なら月2121円増

「維持」は372円増

20年後の電気料金

学術会議試算

東京電力福島第一原子力発電所の事故を受けて、原発存続の行方が注目される中、日本学術会議の分科会(委員長＝北沢宏一・科学技術振興機構理事長)は、原発の撤退から現状維持・推進まで六つの政策の選択肢ごとに、標準家庭(1か月約6000円)の電気料金が、どれくらい増えるかの試算をまとめた。原発を放棄し、太陽光などの再生可能エネルギーに移行した場合の負担は大きく、逆に維持すると負担は小さくなるが、同分科会は、今後、原発の安全規制が強化され、存続しても負担増になる可能性があると指摘。秋にも最終報告をまとめる。

標準家庭の1か月の電気料金の値上げ幅(試算)

		2016年	2020年	2030年
再生可能エネルギー(移行) 原発撤退	①速やか(来夏まで)に全原発を停止	752円	1717円	2121円
	②5年間で全原発を計画的に停止	763円	1729円	2121円
	③2030年までに全原発を計画的に停止	278円	719円	2118円
	④2040年までに、寿命に達した原発から順次停止	278円	659円	1748円
現状維持	⑤寿命に達した原子炉の設備を更新し、現状の原子力発電の規模は維持	▲120円	▲177円	372円
原発推進	⑥2030年までに全発電量の50%程度までに、原子力発電を拡大	▲125円	▲186円	13円

※物価上昇は考慮していない

試算は、エネルギー政策に関する発電コストのほか、温室効果ガス削減の国際的取組み、15%の節電、人口

減少、原発の安全対策などにかかると費用をともに検討した。選択肢は、大きく分けて原発の「撤退」、全発

電量の約30%を原子力が占める「現状の維持」、50%まで拡大する「推進」。撤退は、全原発停止の時期によって4ケースに分けた。

影響もある」としている。産業界も影響大

つながら。単純に全原発を停止すればいいという考えは問題だ

現在、稼働中の原発が定期検査を迎える来夏までに全原発が停止した場合、火力発電に切り替えた後、温室効果ガスを減らす再生可能エネルギーの比率を高めていく。国際的な削減目標を達成するための対策が本格化する2030年には、標準家庭1か月の電気料金の上乗せは、2121円と算出した。

日本エネルギー経済研究所の十市勉顧問の話「家庭の負担増にとどまらず、産業界に目を向けるべきだ。電気料金が上がれば、企業は電気料金の安い海外に工場を移転し、雇用の危機に

コスト上昇確実

一方、現状維持の場合、30年に372円の負担増になる。火力から太陽光などへの移行が進むためだ。また推進の場合は、30年でも13円の増加にとどまった。

NPO法人環境エネルギー政策研究所の飯田哲也所長の話「今後、原発の安全規制は厳しくなり、コストが上昇するのは確実だ。再生可能エネルギーは、普及すれば10〜20年後には徐々に安くなる。安全、安心、クリーンなエネルギーの選択が現実的、合理的だ」

分科会では、原発については「安全対策のほか、廃炉や使用済み核燃料の処理コストの増大や、事故が起きた場合の社会への甚大な

1.5 エネルギー選択のポイント

エネルギー選択には、

1.どのシナリオも解決すべき課題とリスクがある。

2.国の安全保障も関わっている。

3.時間的要素を考慮したビジョンが必要になる。

4.何を選択するかに関わらず省エネルギーが重要な前提条件になる。

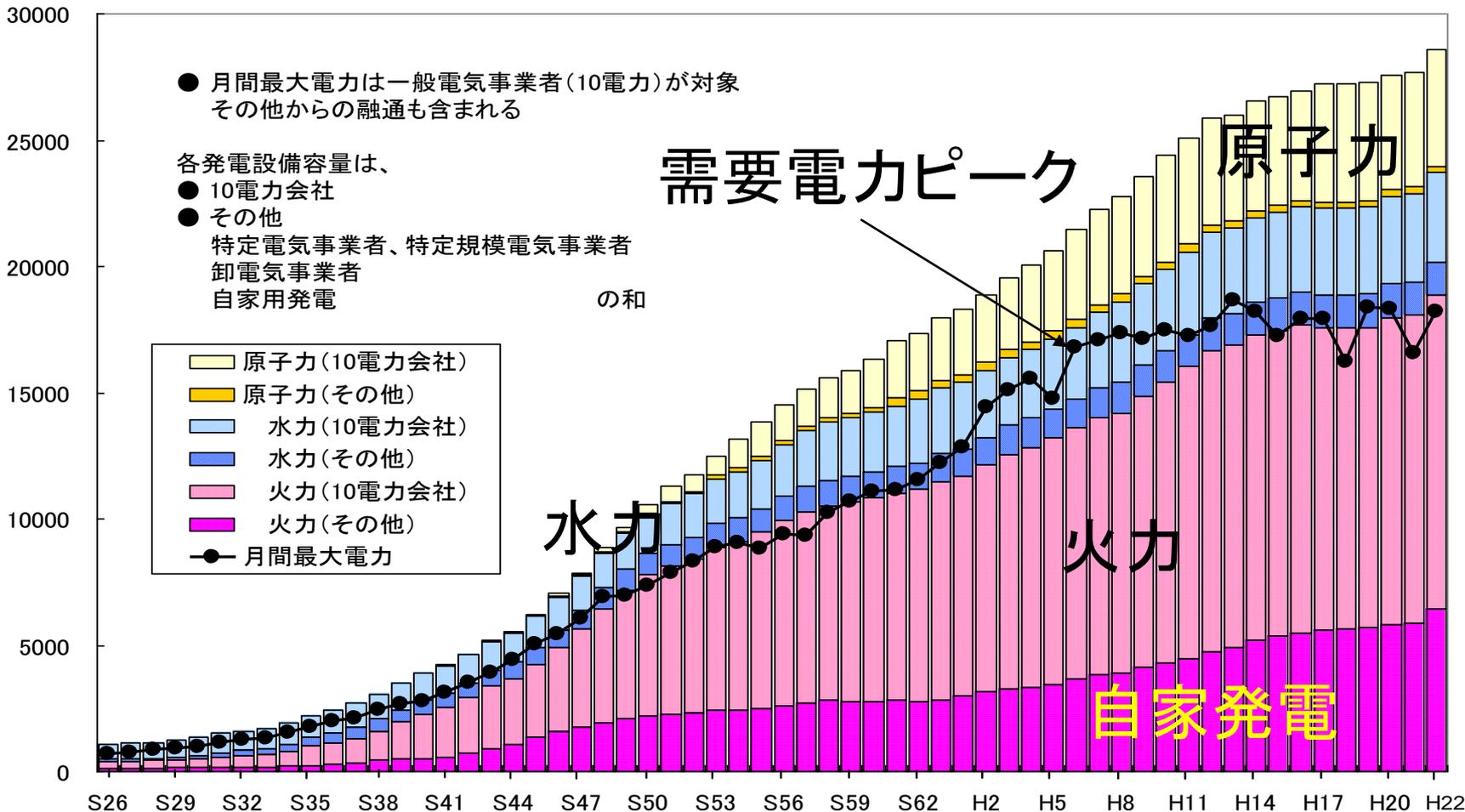
5.国民の理解と合意が必要になる。

6.諸外国の動向にも目を向ける必要がある。

(4) 発電施設の設備容量と電力使用のピーク値の推移

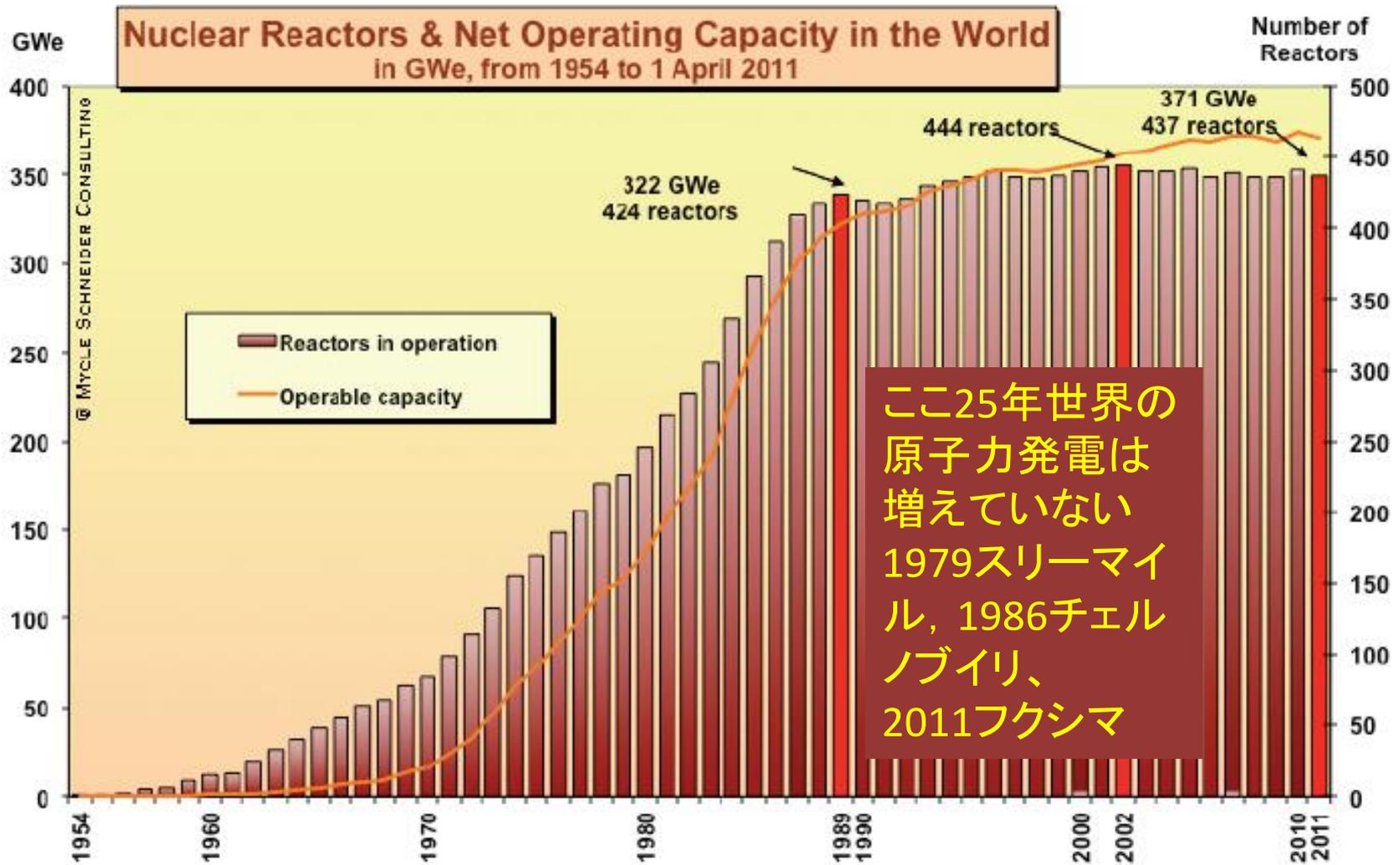
出典：資源エネルギー庁電力調査統計(2001年以降のデータ)
 (財)日本経営史研究所日本電力業史DB(2000年以前のデータ)

[万kW]



電力会社による発電に自家発電等の協力が得られれば、ピーク電力需要は、水力+火力+自家発電合計の80%程度である(H22)。

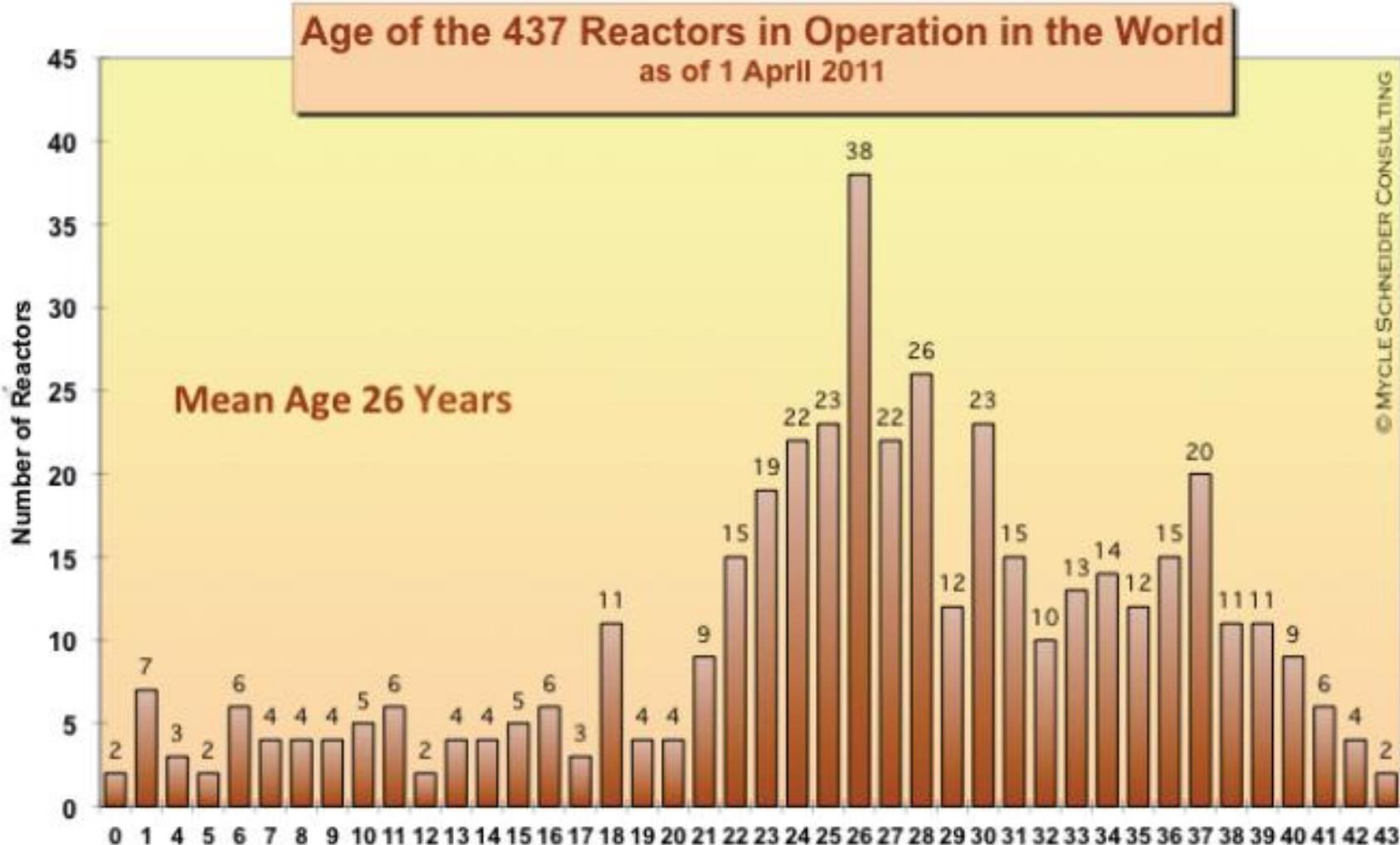
(7) 世界全体の原子力発電量の推移 1966年-2011年



ここ25年世界の
原子力発電は
増えていない
1979スリーマイル,
1986チェルノブイリ、
2011フクシマ

Source: IAEA-PRIS, MSC, 2011

(6)稼働中の世界の原子炉437基の年齢



世界437基の原子炉は高齢が多い。米国では寿命40年、
 仏では原則30年。今後退役増大。新設計画は中国とインド。
 当面は退役分を計画中新設ではカバーできない。→減少予想

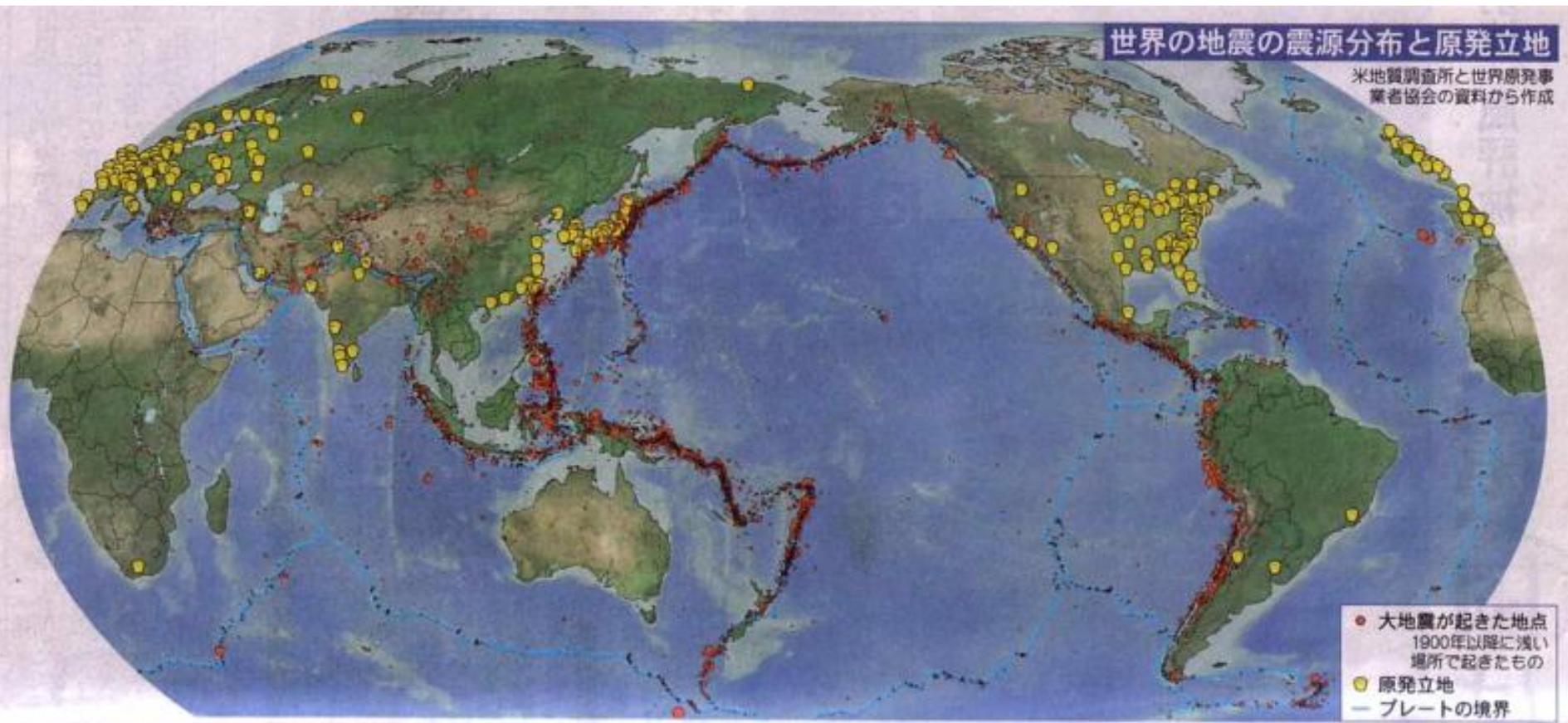
Sources: IAEA-PRIS, MSC, 2011

国によるエネルギー政策の選択肢事情

国の広さと観光の重要度

(国土面積: 仏>西、瑞>日>独>伊>韓>澳>瑞>台)

大地震(マグニチュード6以上)の起こる場所: 2割が日本



日本と台湾のみが地震地域に原発サイトを有する 首都台北のすぐ北に3基

(出典: 紙屋研究所 <http://d.hatena.ne.jp/kamiyakenkyujo/20110525/1306338295>)

(8) 最近の世界の原子力発電の動き

(A) アメリカ

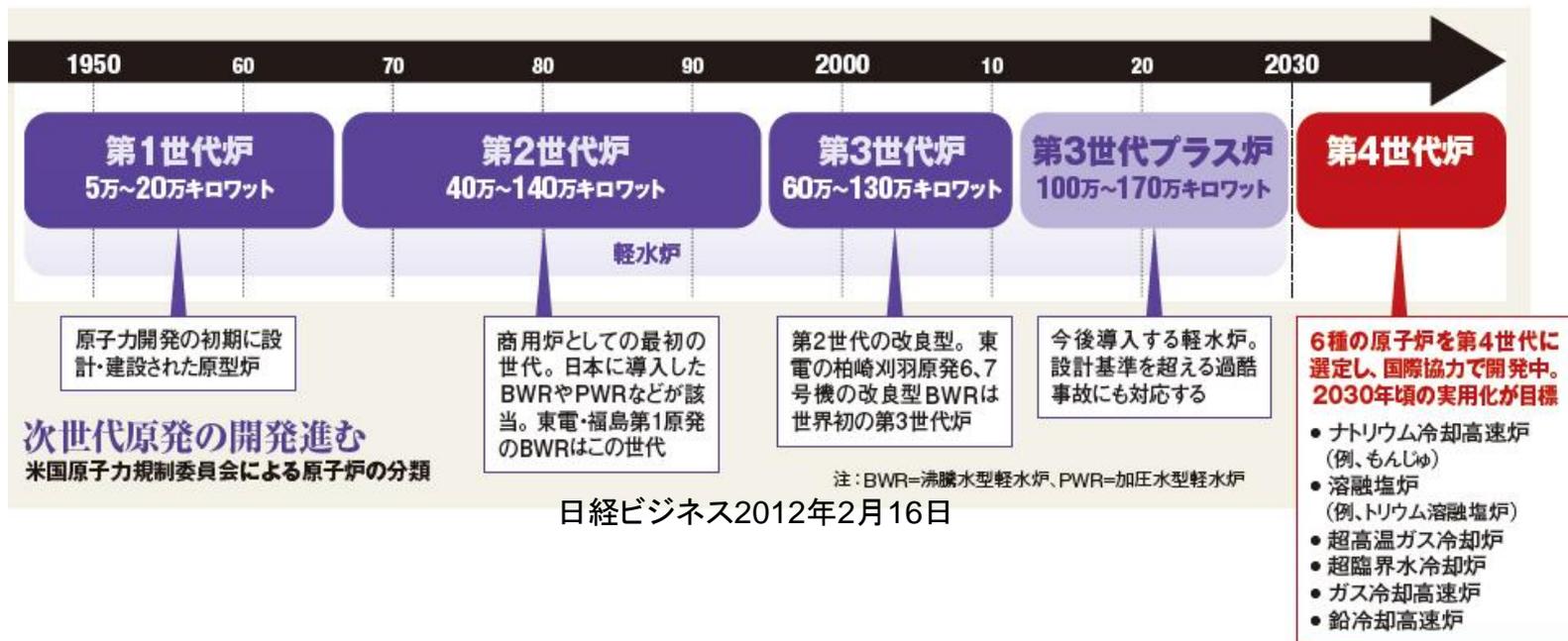
34年ぶりに原発建設計画を承認(NRC)
「ボーグル原子力発電所」の3号機と4号機で
年内にも着工、2016年完成予定。

2012.2.10NHK

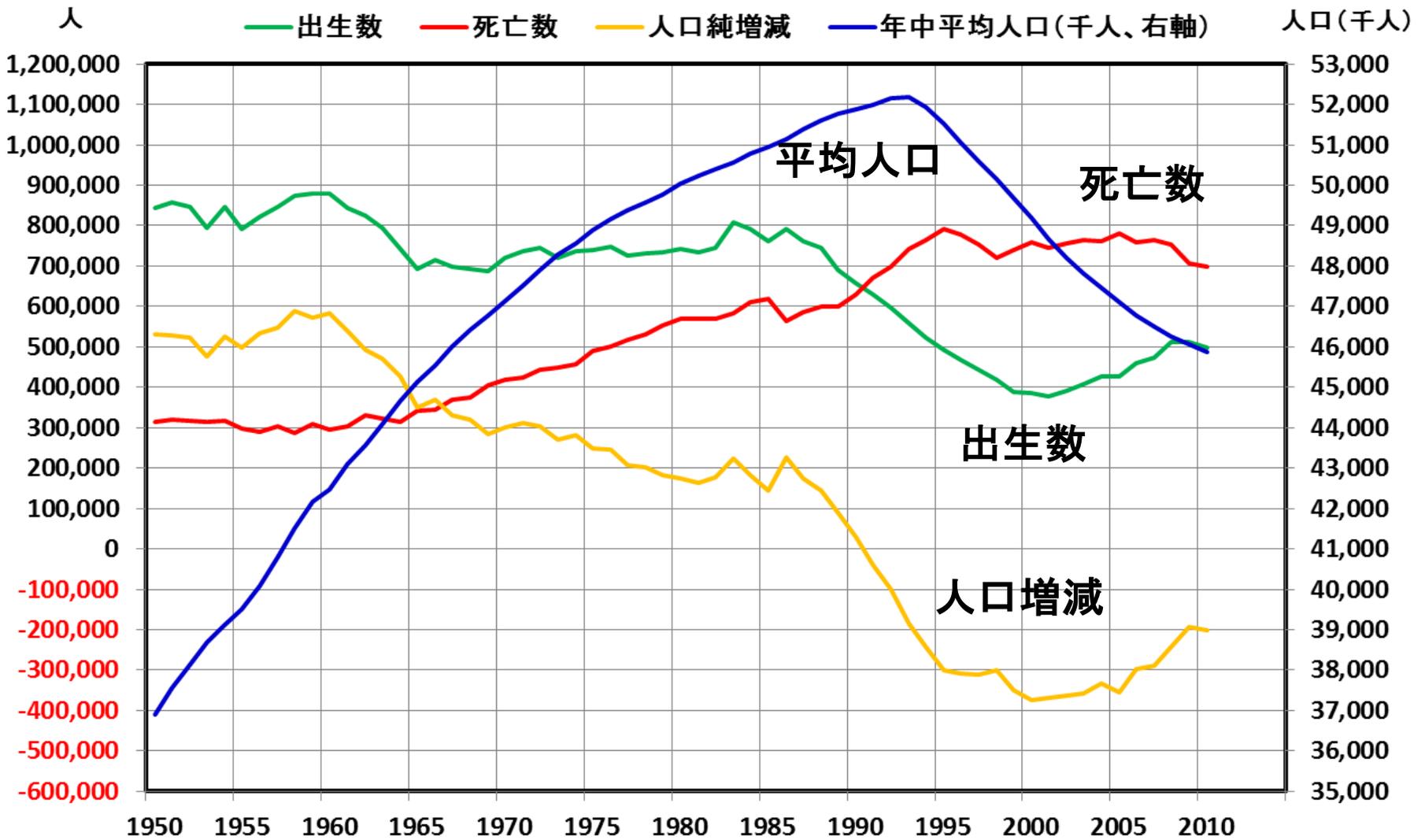


(B) 中国

- ①2010年 1080万KW(13基:設備容量、総発電量の2%)
- ②2011年 原発の方針見直し
- ③2012年 2020年までに8000万KW(設備容量、総発電量の5%)まで拡大検討
(第二世代原発→第三世代原発)



ウクライナの人口動態 1950年～2010年



データ: 国連人口統計年鑑 グラフ: © 株式会社三極経済研究所

↑ チェルノブイリ

日本と台湾のみが地震地域に原発サイトを有する 首都台北のすぐ北に3基

化石燃料：当面増強 年間3兆円 近年の輸入～25兆円へ

(1) 既存資源の枯渇対策

- ・シェールガス(新LNG)開発が注目度アップ
三井物産がペンシルベニア州での開発の権益を取得 等
我が国大手商社が加、豪など産出国と提携
つなぎのエネルギーとして注目←石炭に比べ温暖化ガス排出量4割減

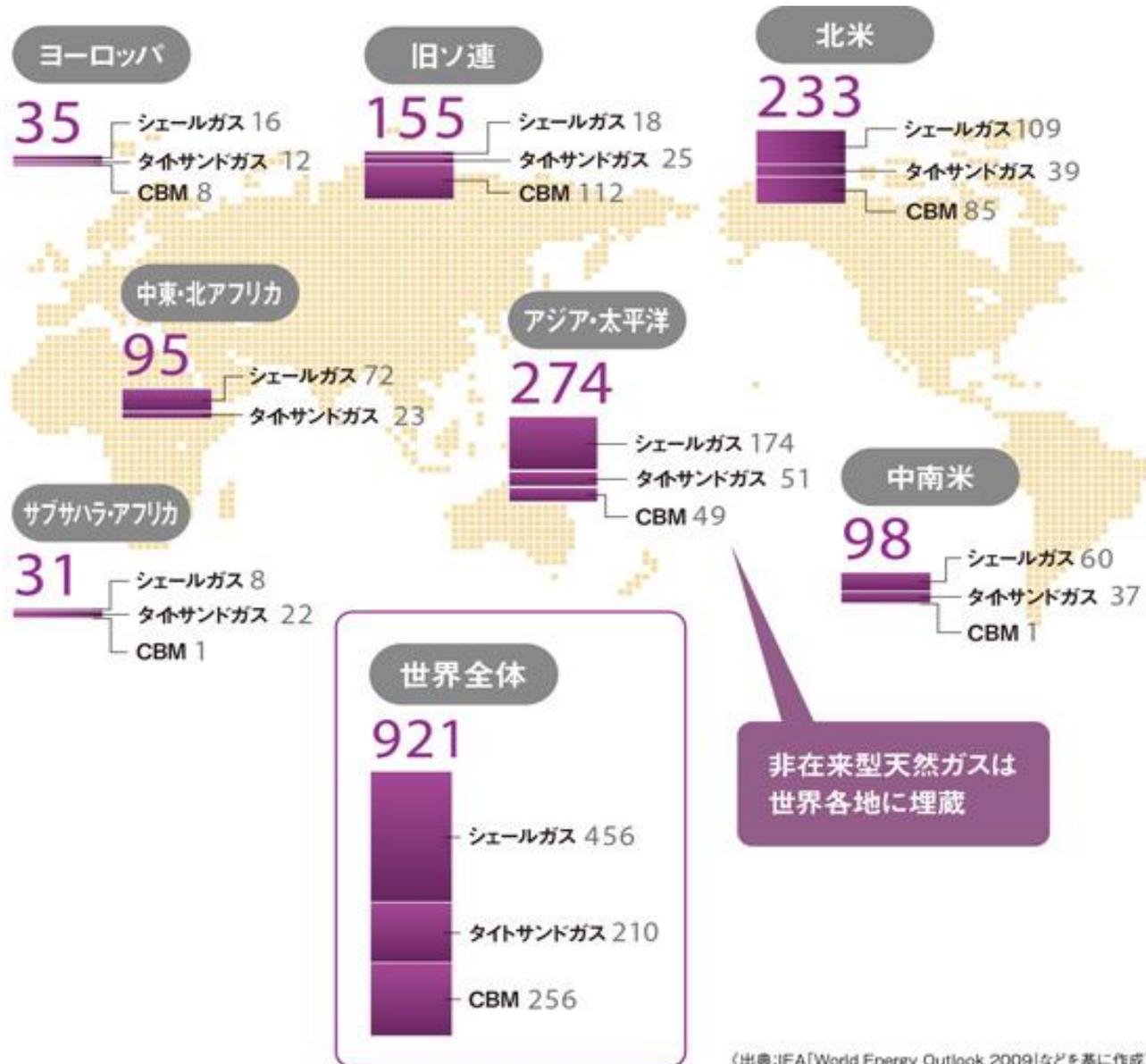
(2) 地球温暖化対策

- ・温室効果ガス排出削減目標(国際約束)の達成
2020、2030、2050年などの関門をどう果たすか
2050年以降には枯渇と気候変動の観点から使用減へ
- ・化石エネ発電は再生可能エネのバックアップ用に当面温存

(3) 高効率発電対策

- ・コンバインドサイクル発電、コジェネ発電など

■ 非在来型天然ガスの原始埋蔵量(2009年) 単位:兆m3



(出典:IEA「World Energy Outlook 2009」などを基に作成)

大ガス田クラスのメタンハイドレートの存在を確認

メタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム(MH21)は、石油・天然ガス開発の機器や生産手法を活かせる可能性があることから、石油や天然ガスとほぼ同様の形態の「砂質層孔隙充填型メタンハイドレート」に着目しました。この形態のうち、メタンハイドレート含有率が高く、一定の広さ厚さを有するものを「メタンハイドレート濃集帯」と名付け、東部南海トラフだけでも大ガス田クラスのメタンハイドレート濃集帯が存在することを確認しました。

■ 日本周辺のBSR分布図



BSR: Bottom Simulating Reflecto (r 海底疑似反射面)。海底下を地震探査した際に表れる特殊な反射記録。メタンハイドレートの存在を示し、メタンハイドレート濃集帯抽出のための一つの指標となる。



砂質層孔隙充填型メタンハイドレート

メタンハイドレート海底掘削開始 愛知・渥美半島沖 JOGMEC、海面下1260メートルに井戸 2012/2/15日経

(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構(JOGMEC)は15日、愛知県渥美半島沖、「メタンハイドレート」の試験掘削開始。

地球深部探査船「ちきゅう」は、水深約千メートルの海底を約260メートル以上掘る。計4本の井戸を10～20メートル間隔で設ける。1本当たりの作業期間は約10日。

JOGMECの職員ら約100～150人、3月下旬まで。

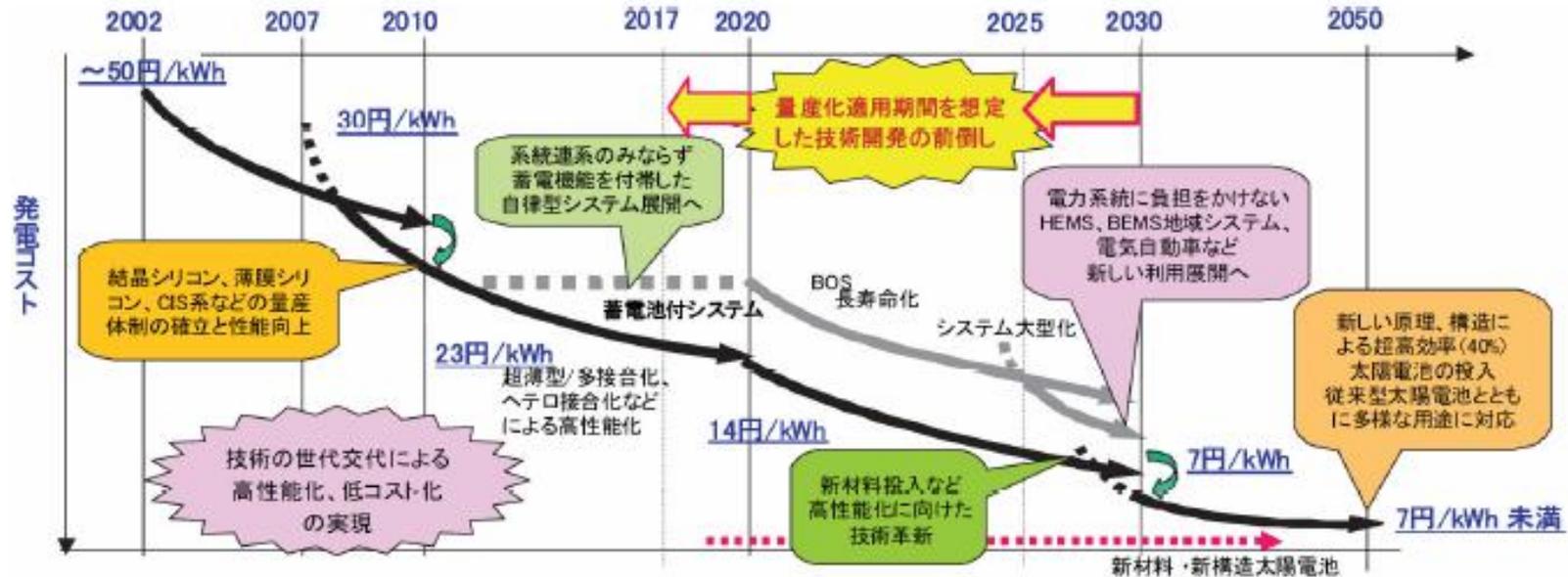
メタンハイドレートを含む地層は海面から約1260メートル下に存在。来年1～3月に世界初となる海洋産出試験を実施。2018年度の商業化を目指す。



愛知県渥美半島沖で、メタンハイドレートの海底掘削を始めた地球深部探査船「ちきゅう」(15日)＝共同

太陽光発電技術開発シナリオ(2009、NEDO)

2011年太陽電池がグリッドパリティ達成(19円/kWh)、
本図より現実には更に加速。



実現時期(開発完了)	2010年~2020年	2020年(2017年)	2030年(2025年)	2050年
発電コスト	家庭用電力並 23円/kWh程度	業務用電力並 14円/kWh程度	汎用電源並み 7円/kWh程度	汎用電源未滿 7円/kWh未滿
モジュール変換効率 (研究レベル)	実用モジュール16% (研究セル20%)	実用モジュール20% (研究セル25%)	実用モジュール25% (研究セル30%)	超高効率モジュール 40%
国内向生産量(GW/年)	0.5~1	2~3	6~12	25~35
(海外市場向け(GW/年))	~1	~3	30~35	~300
主な用途	戸建住宅、公共施設	住宅(戸建、集合) 公共施設、事務所など	住宅(戸建、集合)、 公共施設、民生業務用、 電気自動車など充電	民生用途全般 産業用、運輸用、 農業他、独立電源

◆太陽電池の技術動向

1970年代のサンシャインプロジェクト時代の技術蓄積

→太陽電池を人工衛星用から民生用に変えた

→2000年代独米韓台中にも技術普及

技術開発が停滞すると製造コスト的に海外に製造移転。

常に一步技術レベルが進んでいる必要(産業総合研究所)

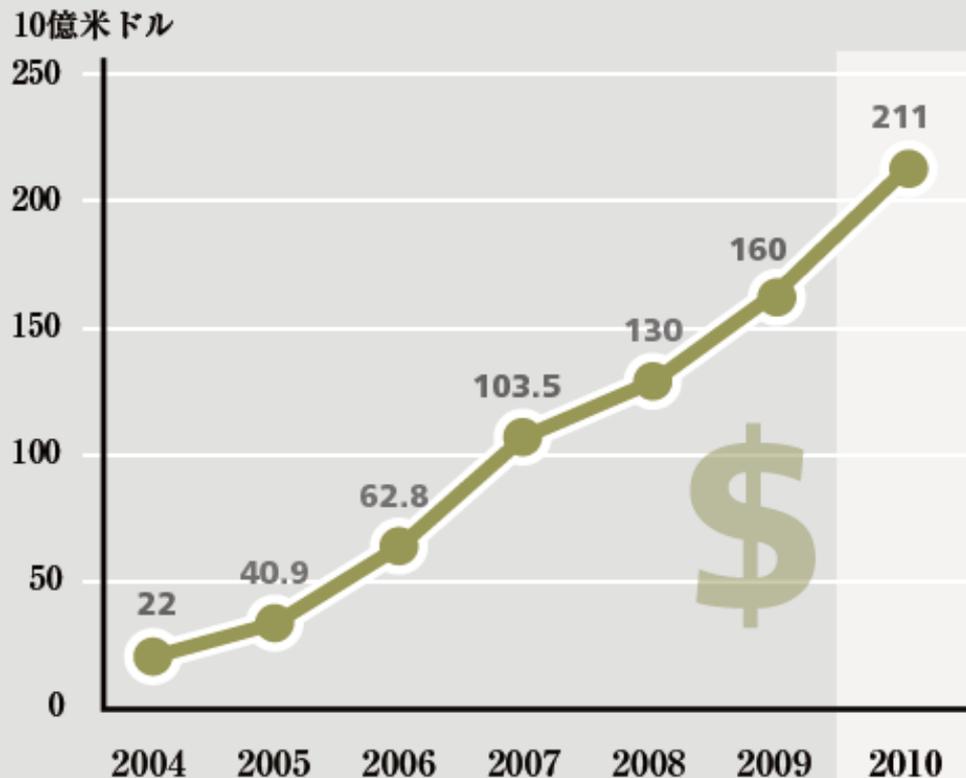
現在進行中の新技術は？

(発電効率現在の10%程度を20%からさらに30%、40%に、
電池の厚みを薄膜型にして省資源・省エネ型に、屋根など
に塗布型に、電池と建築材の一体化など)

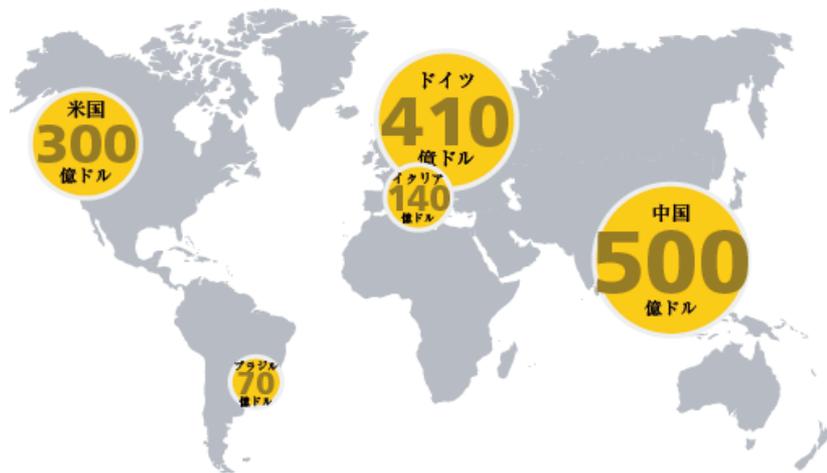
- ・有機薄膜型(2011三菱化学発売)
- ・有機物塗布型(東京大学)
- ・デンドライト型Si結晶利用(東北大学金属材料研究所)
- ・シリコン溶液塗布型(北陸先端大学)
- ・色素増感型(物質材料研究機構)

2.1世界の再生可能エネルギー投資額

図12.世界の自然エネルギー(大型水力を除く)への投資額(2004年~2010年)



**世界の再生エネ投資
2010年20兆円に
6年で10倍
2大産業に自動車と並ぶ**



金融投資と小規模投資を含め、世界全体の自然エネルギーへの投資は2010年には記録的規模の2110億ドルに達した。中国は約500億ドルを呼び込み、2年連続で市場をけん引した。

2009および2010年の再生可能エネルギーへの投資額各国比較 10位まで

Table 4. Renewable Energy Investment, Top 10 Countries, 2009 versus 2010

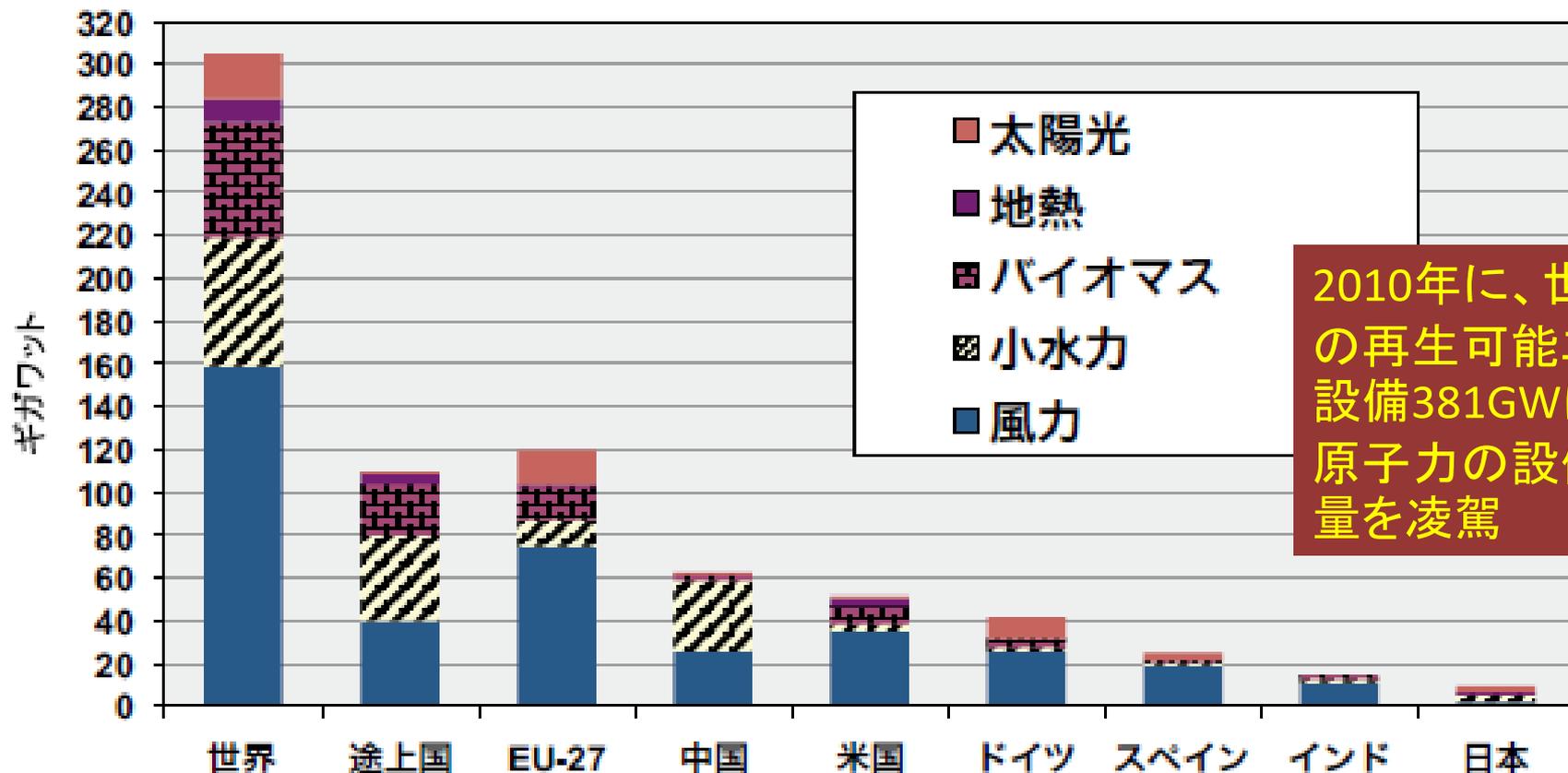
2010 Rank	Country	2010 Investment (billion dollars)	2009 Investment (billion dollars)	2009 Rank
1	China	54.4	39.1	1
2	Germany	41.2	20.6	3
3	United States	34.0	22.5	2
4	Italy	13.9	6.2	8
5	Rest of EU-27	13.4	13.3	4
6	Brazil	7.6	7.7	7
7	Canada	5.6	3.5	9
8	Spain	4.9	10.5	6
9	France	4.0	3.2	12
10	India	4.0	3.2	11

日本は10位までには入っていない

Ref: Pew Charitable Trusts, "Who's Winning the Clean Energy Race – Edition 2010" (Philadelphia: 2011).

日本: 家庭用太陽光発電設備などを中心に約33億ドル
(国連環境計画(UNEP2011.7.7))

自然エネルギー発電設備容量
途上国、EU、上位6カ国(2009年)

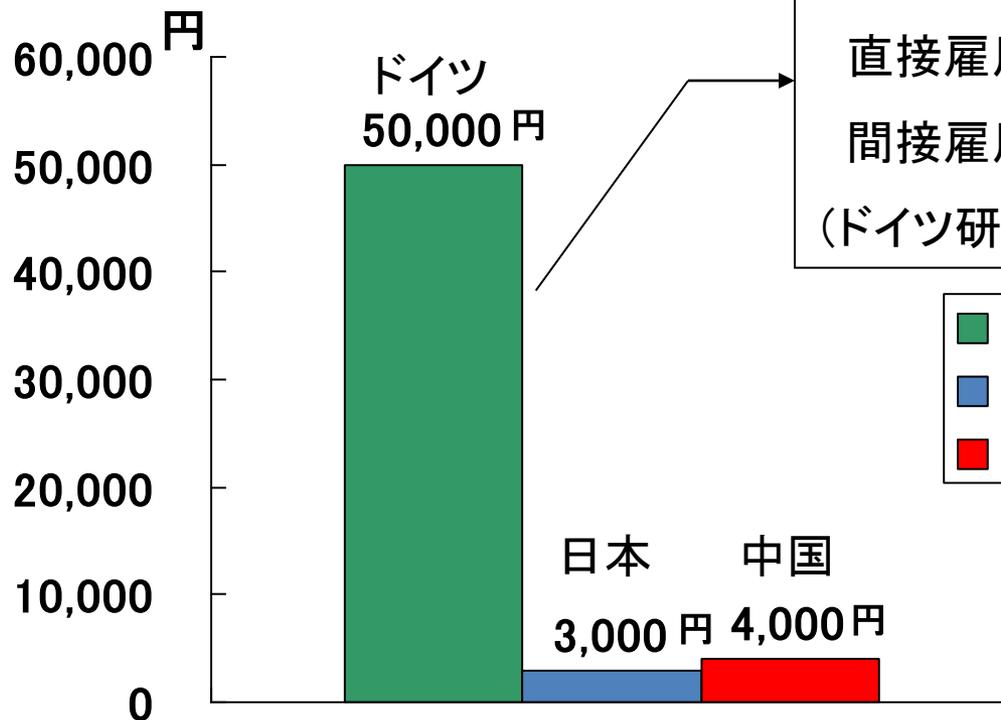


2010年に、世界の再生可能エネルギー設備381GWに、原子力の設備容量を凌駕

日本

再生可能エネ設備投資額 日独中比較(2010年)

中国 : 544億ドル
 ドイツ : 412億ドル
 日本 : 33億ドル



◆新たな雇用創出

直接雇用: 約30万人

間接雇用: 約100万人

(ドイツ研究振興協会DFG2010)

■ ドイツ
 ■ 日本
 ■ 中国

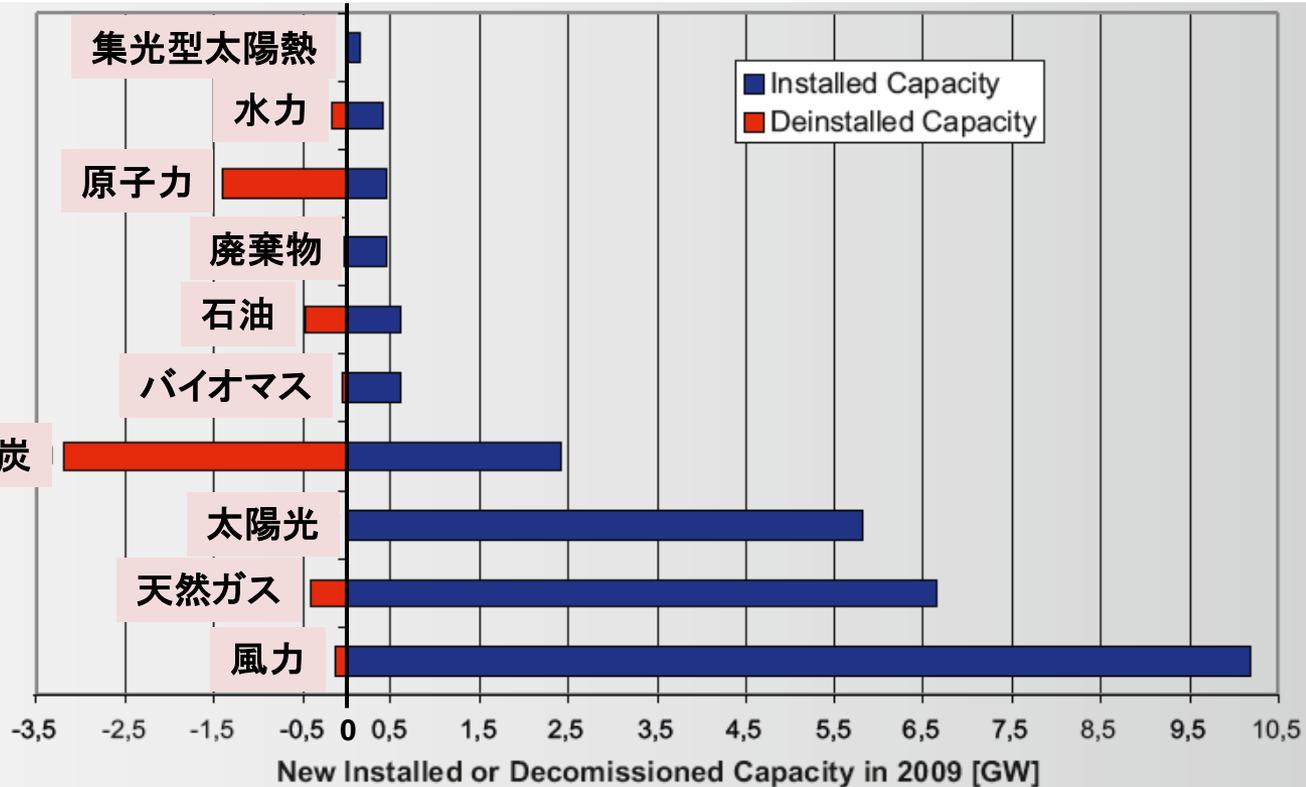
一人当たり再エネ投資額(概算額)

Ref: Pew Charitable Trusts, "Who's Winning the Clean Energy Race – Edition 2010" (Philadelphia: 2011).

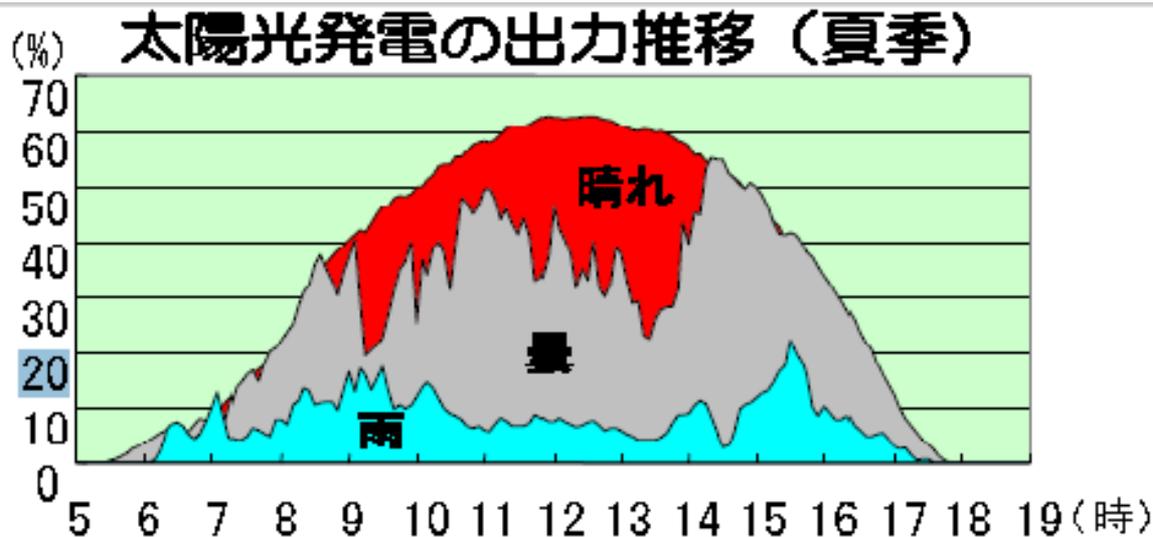
国連環境計画(UNEP2011.7.7)

エネルギー源転換の現状(欧州 2009)

Fig. 5: New installed or decommissioned electricity generation capacity in Europe in 2009



2009年の欧州
設備容量ベースでの
導入量比較
石炭、原子力から
天然ガス、風力、太陽
への転換進行

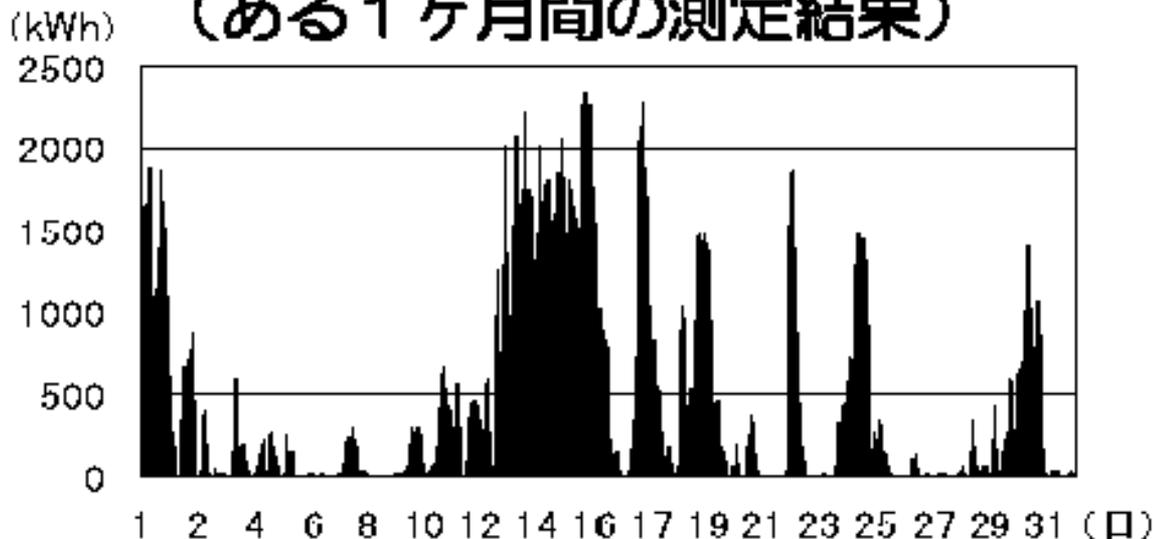


電力の安定供給問題:

欧州の経験—風力などが全電力の2割程度に達するまでは蓄電池なしでやれる。水力や火力の出力調整をこまめに行う。

電力はなるべく広域で合算融通が有利。欧州は広域融通体制へ。海底ケーブル最長580km可。

風力発電の出力変化 (ある1ヶ月間の測定結果)



日本

プラグインハイブリッド車や電気自動車の普及望ましい。揚水発電(数GW程度が既存)を変動電力の需給調節用に転用可。

2050年を目標に水素電解など化学エネルギーによる国家備蓄・貯蔵へ。

6.4 欧州における高圧直流送電網

The European supergrid

http://www.smartgridnews.com/artman/publish/Business_Global/Denmark-smart-grid-playbook-The-road-to-happiness-3779.html



HVDC cable network: the key to “weather-proofing” the large scale use of renewable energy. It will develop over 10–15 years, leg by leg.

longest subsea power cable 580km、450kV



同縮尺
の日本

6.3 日本の高圧直流送電網イメージ



直流電力融通幹線

北海道-本州-九州

0.5GW → 10GW

DC-DCコンバータ:

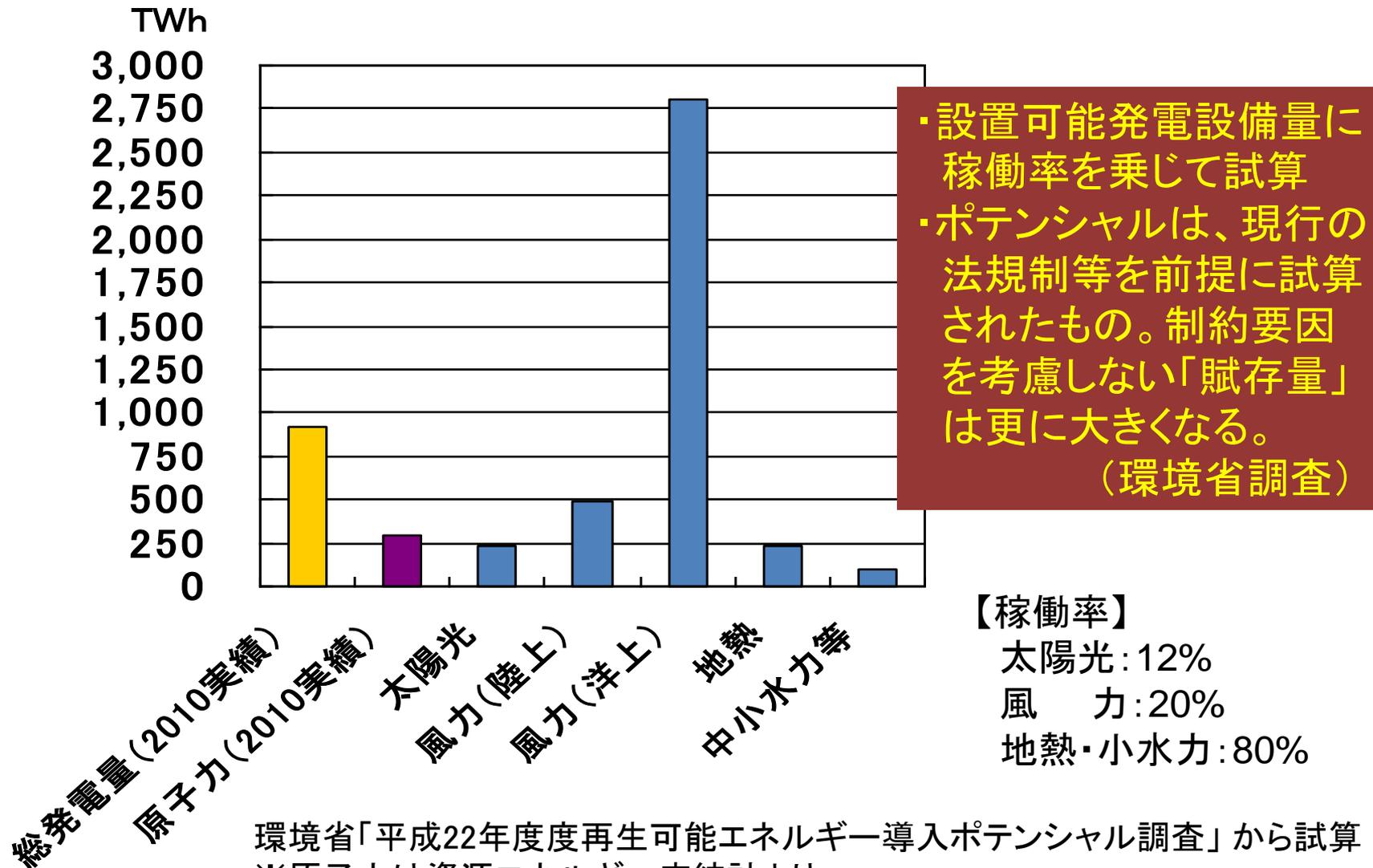
AC-ACコンバータ

より有利

スエーデン2000km

すでに実現、日
本のコストより1桁
安価

(5) 再生可能エネルギーのポテンシャル(年間発電量に換算)

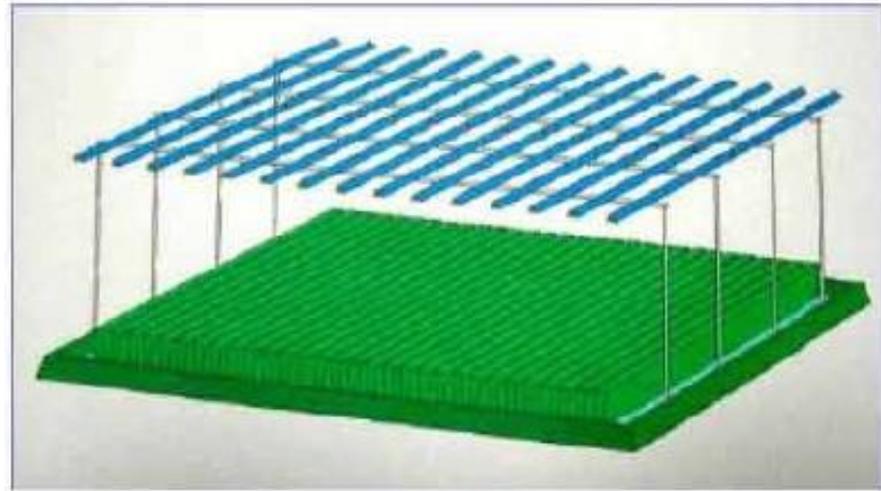


ソーラーシェアリングとは

太陽光パネルを、間隔を空けて高い架台に設置することにより、同じ土地で、作物栽培と発電を両立させる方法。

CHO技術研究所の長島彬氏が2003年に提唱。

千葉県市原市皆吉の実証試験場



太陽光パネル面積

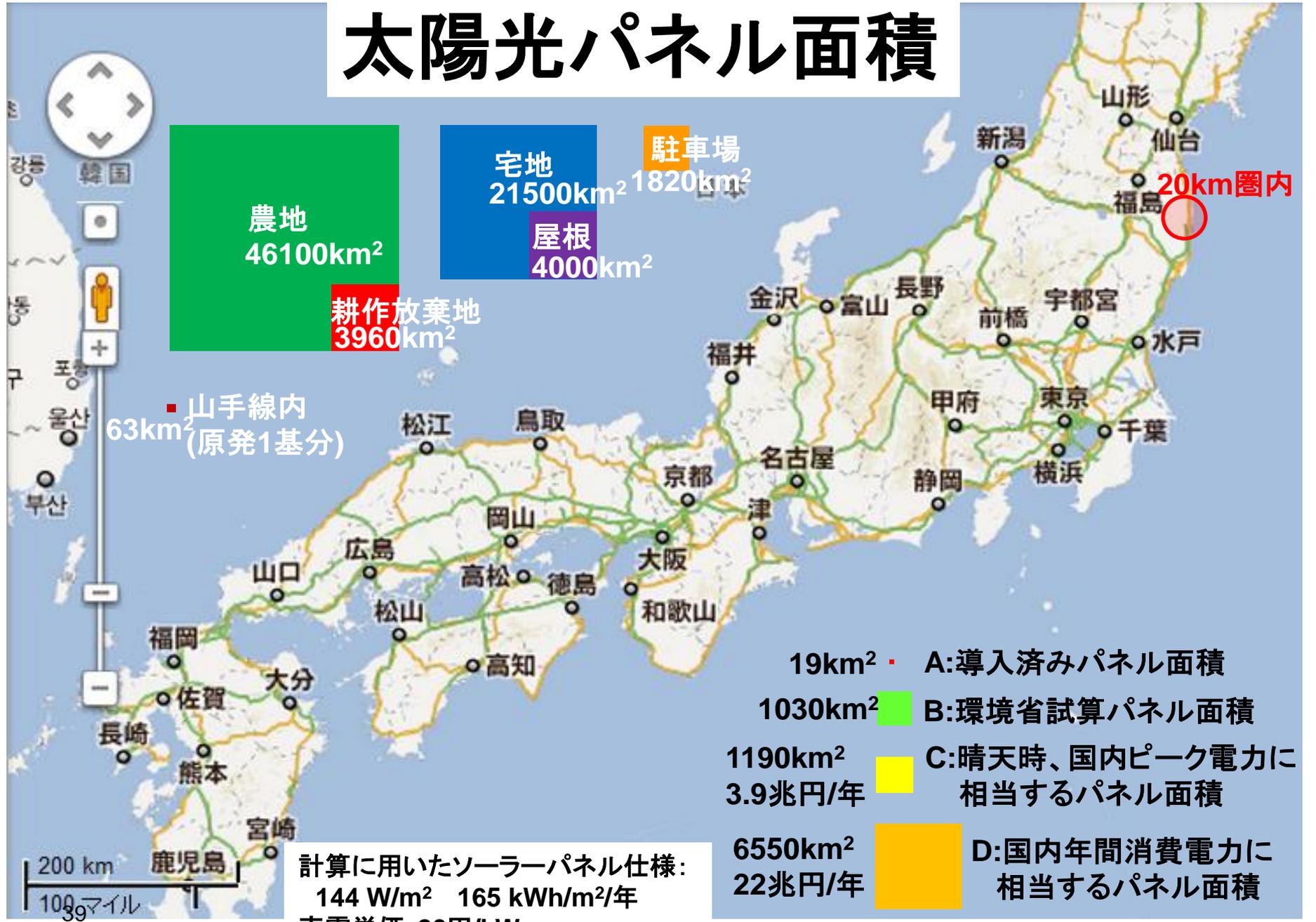
農地
46100km²

宅地
21500km²
1820km²
駐車場
屋根
4000km²

耕作放棄地
3960km²

■ 山手線内
63km²
(原発1基分)

20km圏内



19km² ■ A:導入済みパネル面積

1030km² ■ B:環境省試算パネル面積

1190km² ■ C:晴天時、国内ピーク電力に
3.9兆円/年 相当するパネル面積

6550km² ■ D:国内年間消費電力に
22兆円/年 相当するパネル面積

計算に用いたソーラーパネル仕様:
144 W/m² 165 kWh/m²/年
売電単価:20円/kWh

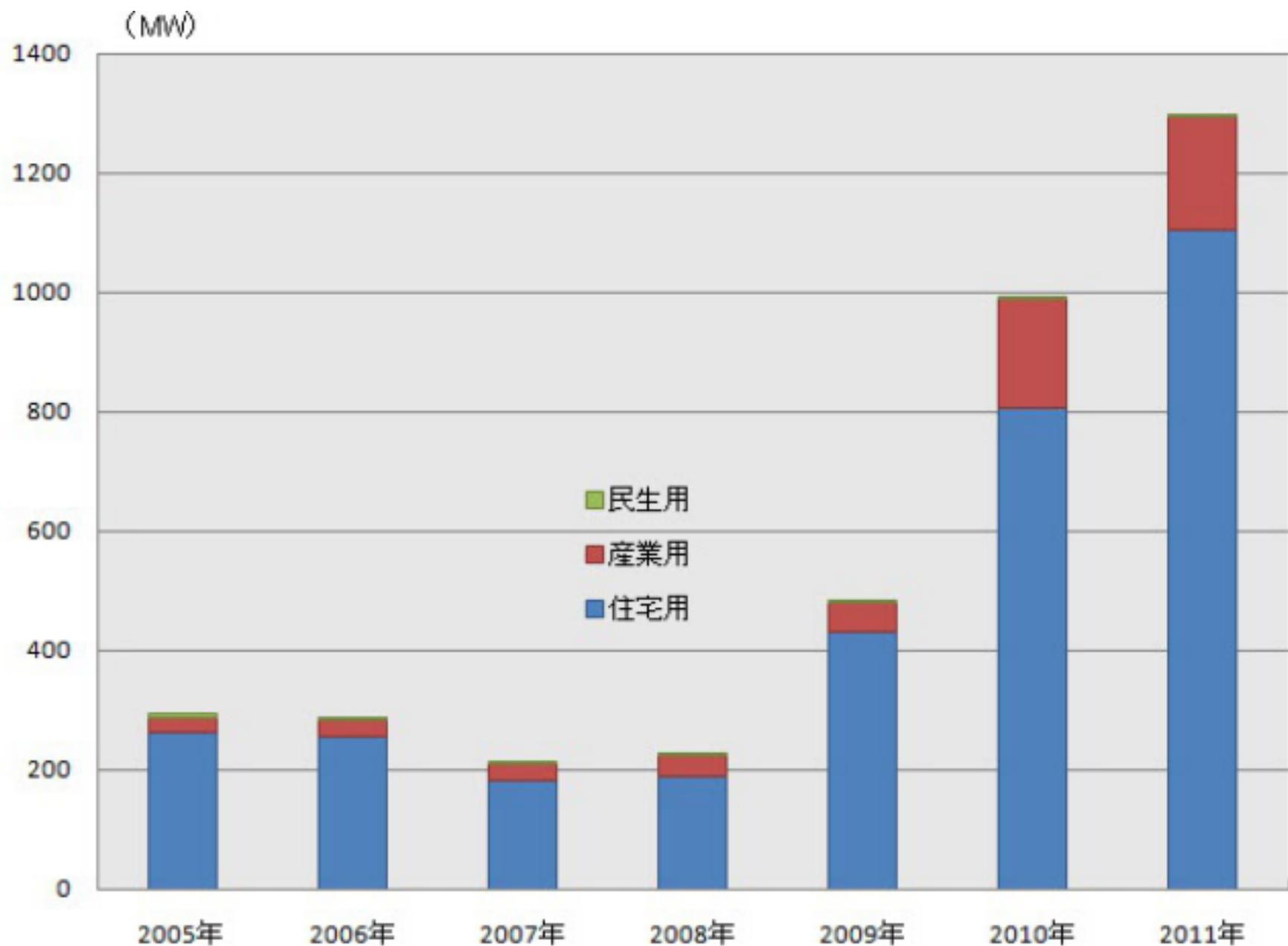
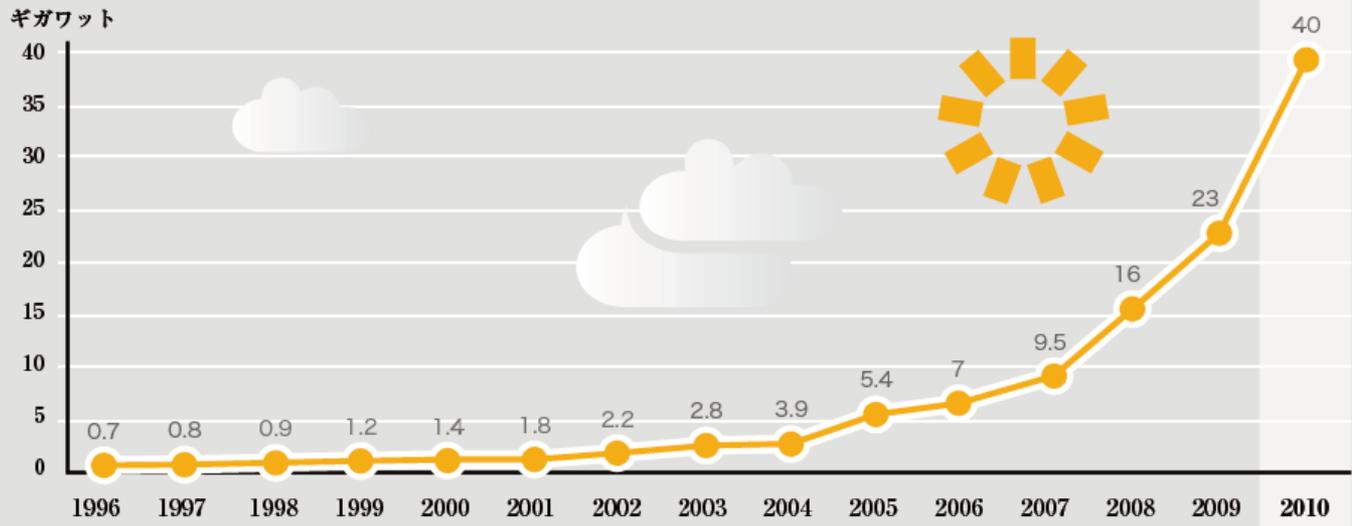


図1 日本の太陽光発電システムの設置容量の推移（出所:太陽光発電協会）

図7. 世界の太陽光発電設備容量 (1995年～2010年)



出典：PV News, EPIA

図8. 太陽光発電設備容量 上位10カ国 (2010年)



出典：EPIA, BMU, IDAE, GSE, KOPIA, CREIA

独、太陽光全量買取13年廃止へ 買取負担重荷に

ドイツ政府は太陽光発電の全量買取制度を2013年から廃止することを決めた。同制度のもとで太陽光の導入量が急拡大し、電気料金を通じた電力消費者の買取負担額が膨らんでいるためだ。今年4月以降に電力系統に連系する太陽光については13年1月以降、各設備の発電量の10～15%を買取対象から外す。買取価格は今年3月上旬に数割下げた後、5月以降はさらに毎月引き下げていく。再生可能エネルギーの導入先進国でも、太陽光の大量導入に伴う費用負担に耐えかねる状況が生じている。日本で進むエネルギー政策の見直し論議にも一石を投じそうだ。

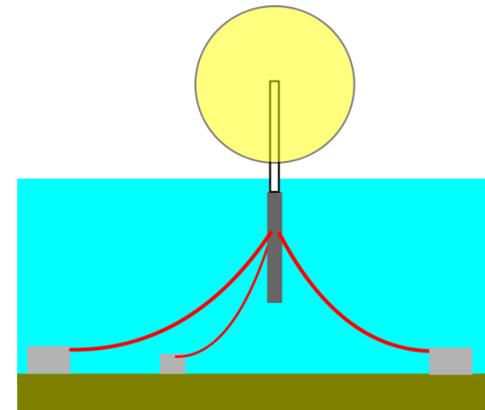
ドイツ政府が23日に発表した素案によると、太陽光設備の価格低下にあわせて買取価格を下げ、設備設置が過剰にならないようにする。全量買取をとりやめ、一部の発電量については自家消費や電力市場での売却を促す。買取価格の改定前に駆け込みで系統連系に殺到する事態を防ぐため、買取価格の改定頻度を半年ごとから毎月に変える。年間の太陽光設置量には目標値を設け、目標値からかけ離れた実績となった場合は省令によって買取価格を修正できる。

実用段階に入ったノルウェーの風力発電(浮体式洋上風力発電)



スタバンゲル沖に設置されたHywind

<http://webronza.asahi.com/global/2011041400011.html>



Hywindは*ballasted catenary*と呼ばれる係留方法を用いており、それぞれの係留ケーブルの中央に60トンの錘を設置し、張力を加えている。

(出展: ウィキペディア)

3.5 風力発電

①ポテンシャルは陸上280GW、洋上1,600GW

(平成22年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査:環境省)

②洋上風力発電

- ・安定して風が吹く洋上に風力発電所を建設すれば、稼働率は40～50%と陸上の2倍に。

(日経新聞:ユーラスエナジーHD)

③浮体式洋上風力発電

- ・九州大学の博多湾デモ実験(2011.12～)
- ・風レンズ
発電量を「2～3倍」に。
- ・可倒式
台風対策。
風車のメンテナンス対策。



(九州大学:経塚教授)

自然エネルギー世界白書2011

図5. 世界の風力発電設備容量 (1996年～2010年)

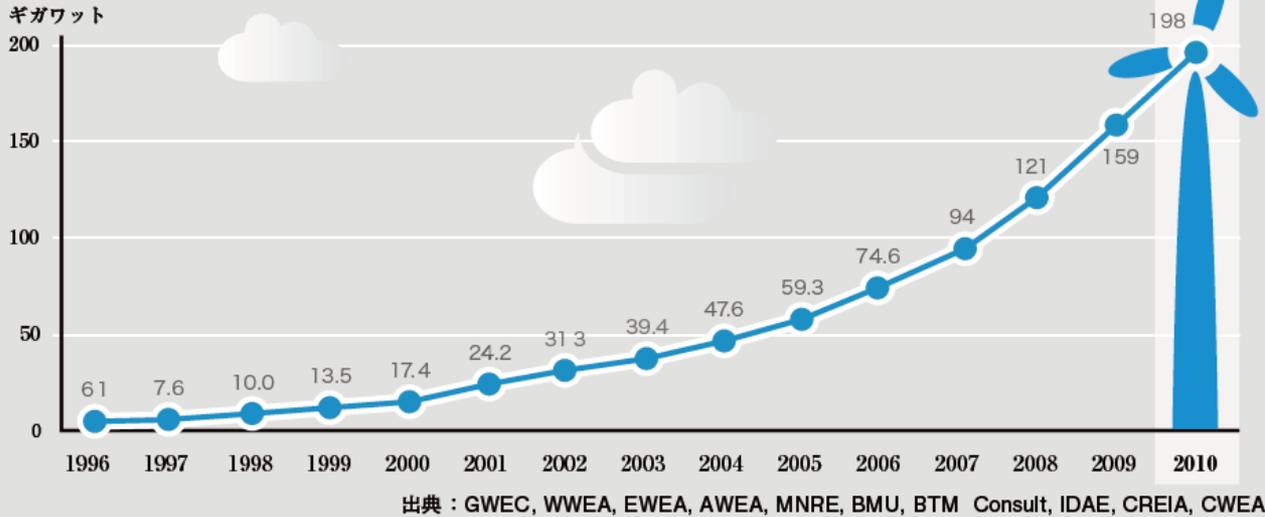
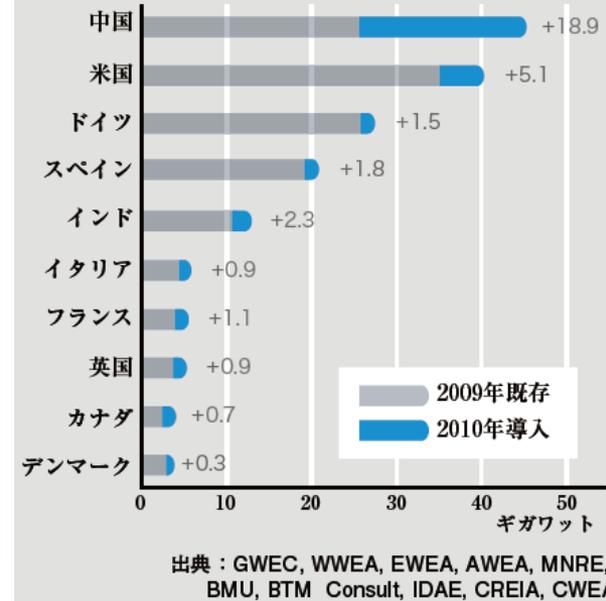


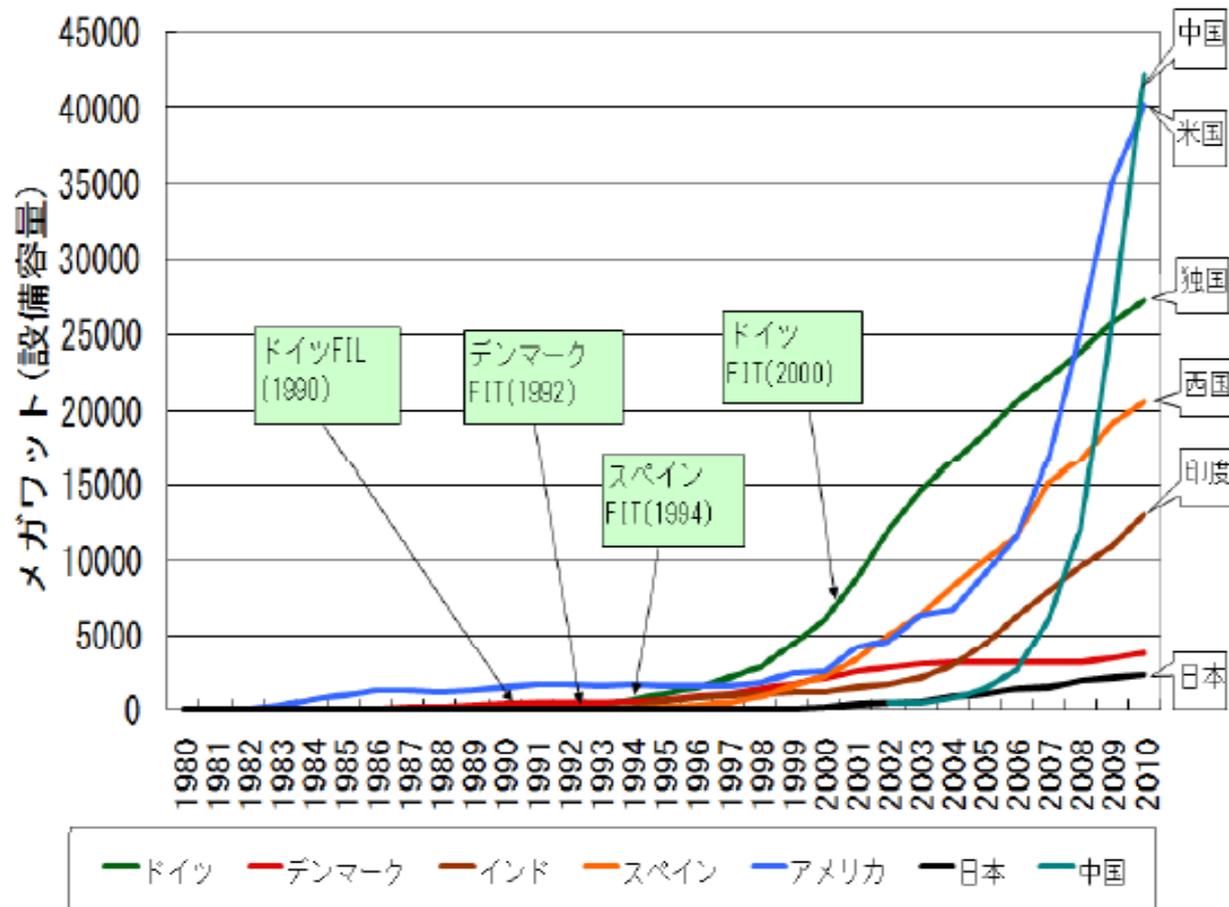
図6. 風力発電設備容量 上位10カ国 (2010年)



Global wind power capacity increased by 38,343 megawatts to a total of 158,505 megawatts in 2009.¹ Despite a widespread economic recession, new wind power capacity grew more than 31 percent in cumulative installations, the highest rate in the last eight years.² (See Figures 1 and 2.) Worldwide, wind power contributed 340 billion kilowatt-hours, or 2 percent, to global electricity consumption in 2009

<http://vitalsigns.worldwatch.org/vs-trend/wind-power-growth-continues-break-records-despite-recession>

風力発電の設備容量推移とFIT制度



データ：GWEC

<http://www.isep.or.jp/images/press/Eneshift-ISEP20110614.pdf>

3.6 地熱発電

■地熱は24H発電できる安定電源

■日本の地位

技術は1位(世界シェア約70%)

賦存量は世界3位(33GW:原発33基相当)

現行法制下でもポテンシャルは14GW。

原発14基相当

(平成22年度再生可能エネルギー

導入ポテンシャル調査:環境省)



大分県・八丁原地熱発電所

■課題

・発電コスト

・国立公園・環境保護への対応

景観に配慮した開発(斜め掘り等)を可能とするなど開発規制が緩和(2012.3)

・温泉組合との対応

問題があれば、すぐに開発を止める仕組み

日本経済新聞

3月23日 金曜日

発行所 日本経済新聞社
 東京本社 電話03-3770-0251
 〒100-8586 東京都千代田区大手町1-3-7
 大阪本社 電話06-6943-7111
 名古屋支社 電話052-249-3311
 福岡支社 電話092-473-2300
 札幌支社 電話011-261-3211
 〒電子版アドレス
<http://www.nikkei.com/>
 購読のお申し込みに
 〒0120-21-4946
<http://www.nikkei946.com>

玉露園
 養れた時、ホッピと風。
 日本のお茶の心と出逢時。

心茶
<http://www.gokuroen.co.jp>

国内最大の地熱発電

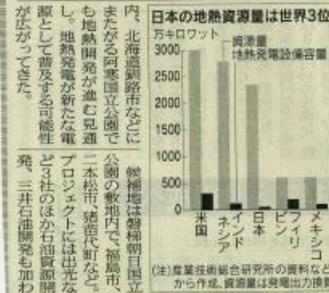
福島で原発1.4基分

出光など

出光興産、国際石油開発帝石、三菱マテリアルなどは福島県内で国内最大の地熱発電所を建設する方針を固めた。環境省が地熱開発について国立・国定公園内の掘削を条件付きで認める規制緩和を実施するのを売りに、新設は1999年以来、2020年ごろの稼働を目指す。発電容量は約1万キロワットを見通して、原子力発電プラント4分の1に相当する。総事業費は1千億円規模になると見られる。再生可能エネルギーの中でも安定した出力が見込める地熱発電の本格利用が日本でも始まる。(地熱開発の規制緩和は3面15～16頁) 【関連記事11面】

規制緩和、国立公園内に

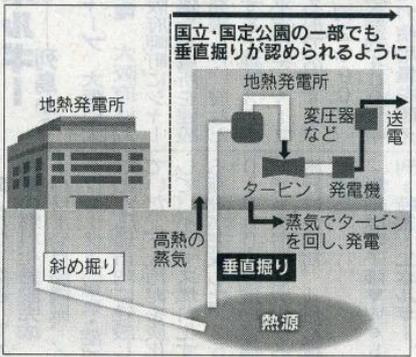
火山国日本は地熱資源が豊富だが国立・国定公園内と重なる規制緩和を受け、地熱開発が進む見通し。地熱資源が豊富な東北や北陸、関東、四国、九州など、掘削が認められるように、出力規模は約54万キロワットに、奥羽山脈の奥羽国立公園が広がってきた。



最終的には掘削程度が参入する見込み。各社は窓口を一本化し、掘削を通じて地元と協働する。早ければ4月に説明会を開く。道路工事などで地元への雇用を優先、運転開始後は地熱を生かした観光誘致政策も実施すること。地元の了解を得たい考え。

地元企業を前提に、各社が掘削を前倒し、各節減できたことで、参加する企業間で共同出資する企業間の共同出資を連発会社の設立を視野に入れる。掘削は各社が個別に手がけるが、国立公園では実際の地熱資源量のデータがない。複数企業が掘削するのを防ぐため、リスクを抑え効率的に開発する。正確な地熱資源量が容量は凡州電力(小原発電所)出力11万キロワットを上回り国内最大、約7万キロワットの電気がまかなえる。国内の商用地熱発電所は東電電力の大井町地熱発電所(約1万キロワット)のみ。石炭火力とはほぼ同水準。福島第1原発事故以降、日本の地熱開発は停滞している。地熱発電プラントでは再生可能エネルギーの活用が見込まれる。政府のエネルギー・環境会議の2011年12月までの報告書によると地熱発電のコストは1キロワット時あたり11円程度、10年

「垂直掘り」容認、コスト抑制



■ 地熱開発の規制緩和

▽…自然環境を守るため国立・国定公園内で地熱エネルギーを取り出す作業は制限されてきた。しかし原子力発電所の相次ぐ稼働停止で電力不足が懸念されるなか、環境省は地熱発電のための掘削作業を条件付きで認める方針を決めた。

▽…地元の住民や温泉事業者との合意形成などを条件に、自然環境の保護が必要な特別地域でも地熱発電所の建設や、地下に真つぐ掘り進む「垂直掘り」を容認。これまででは特別地域外から斜めに掘る手法は認める方針を示していたが、より低コストでの地熱開発が可能になる。



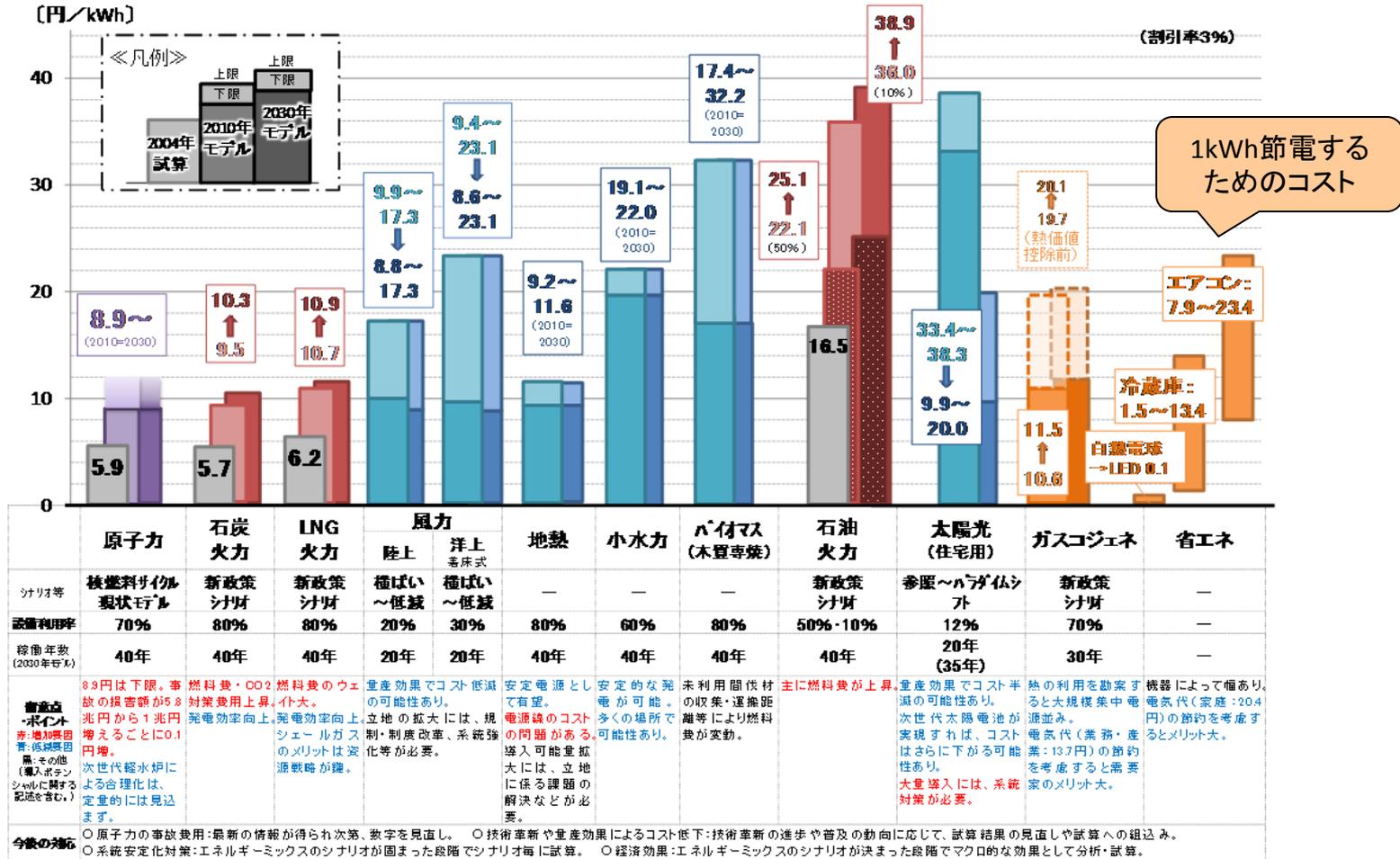
国内の事業用地熱発電所※
 環境省の資料(2011年6月)から

地熱開発

<参考1> 検証後の電源別発電コストの比較

【コスト試算のポイント】

- モデルプラント形式(最近7年間の稼働開始プラント、最近3年間の補助実績等を基に設定)
- CO2対策費用、原子力の事故リスク対応費用、政策経費等の社会的費用も加算。
- 2020年、2030年モデルは燃料費・CO2対策費の上昇、技術革新等による価格低減を見込んで試算。



出典:コスト等検証委員会報告書

(平成23年12月19日エネルギー・環境会議コスト等検証委員会)

ドイツの倫理実験 福島に対応

- ドイツ倫理委：子孫に「負の遺産」を押し付けない。
- 成功しなければドイツに未来はない、産業も移行。
- 原子炉8基を即時停止、2015-2022に残り18基を停止
- 輸入電力に依存せずにやる。
- 今後5年融資1373億ドル：ドイツ開発銀行
- 国民一人年5万円を再生可能エネ投資（既に開始）
- 当面石炭・天然ガス火力も増強
- 2020まで北南超高压送電ケーブル3000km
- 再生／全電力比率目標：
現在17%→2020に35%→2030に50%→
2050に80%、 また2020に省電力10%

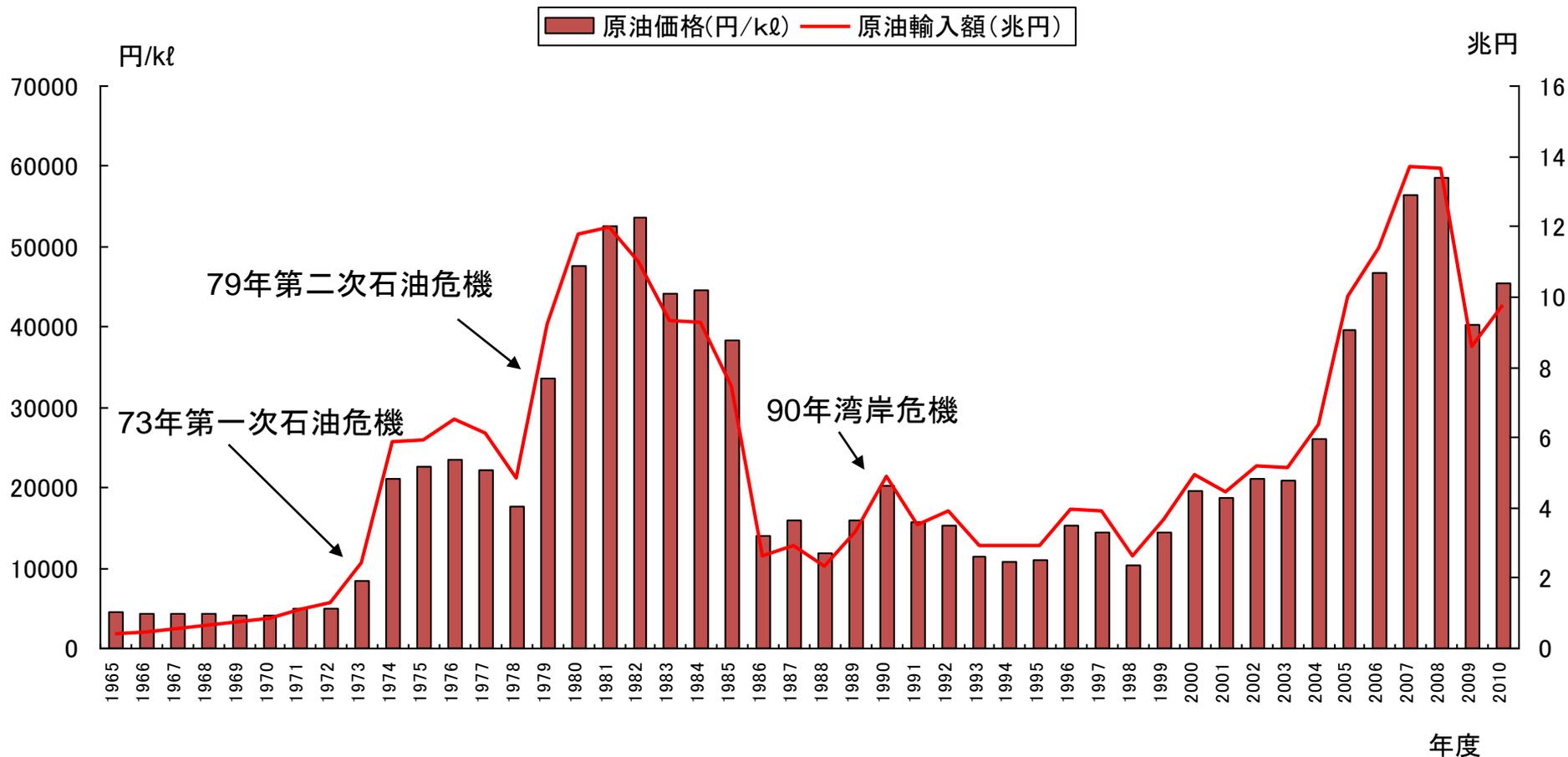
<http://www3.ocn.ne.jp/~elbe/kiso/energiepltk00.html>

- 温首相「経済のグリーン化は成長のエンジン」
- 2012-04-25
- 温首相演説「経済のグリーン化は成長の負担ではなく、エンジン」
- 「グリーン化は持続可能な発展を実現する効率的な手段。新市場と雇用機会を提供。グリーン経済の発展に大いに力を入れていく」。
- また、「人間は基本的な政治、経済と発展の権利だけではなく、基本的な環境権利も享受すべき。世界各国は共同行動に欠けている

3.2 再生可能エネルギーの課題

- ・コストダウン(特に、太陽光発電20円/KWh以下へ)
- ・全量制の電力固定価格買取制度(FIT)の整備
(日本では、2012年7月スタートの予定)
- ・大規模な投資が必要
(2020年までに温室効果ガス排出量を25%削減する国際約束を果たすためには、数兆円以上/年の再生可能エネ大量導入が必要。ただし、化石エネ輸入代20兆円が原資候補)
- ・広い用地が必要
(現状の変換効率を前提とした事務局試算では、選択肢Cの2030年時点で省エネを行った上で国土の1.5%程度必要)
- ・系統安定化の対策
(選択肢Cを例とすると今後10年は蓄電池等は不要、その後は蓄電池あるいは化学エネルギー貯蔵の導入が必要)

原油価格と原油輸入額の推移



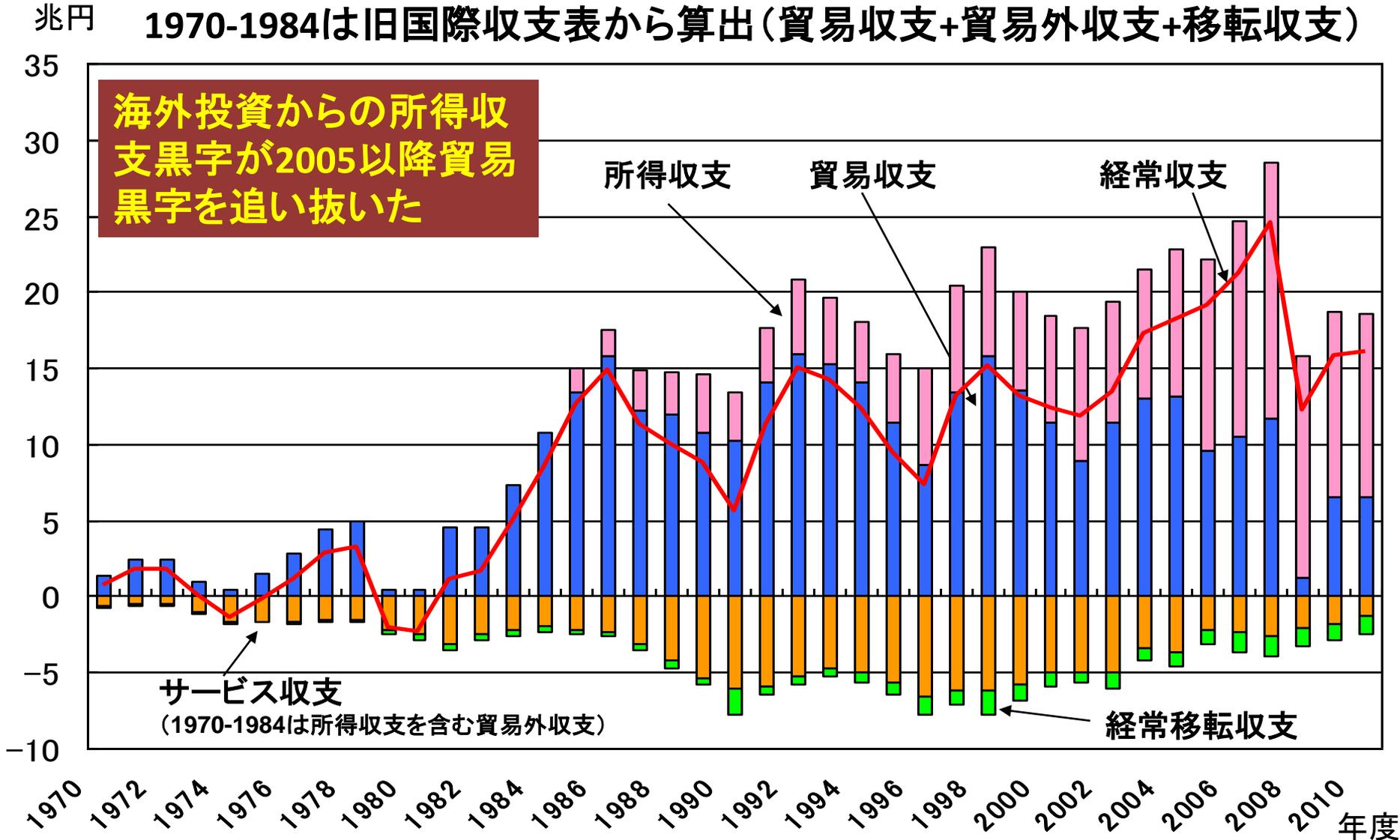
資源エネルギー庁:エネルギー白書2011から作成

日本の経常収支の推移

財務省「国際収支統計」

経常収支 = 貿易収支 + サービス収支 + 所得収支 + 経常移転収支

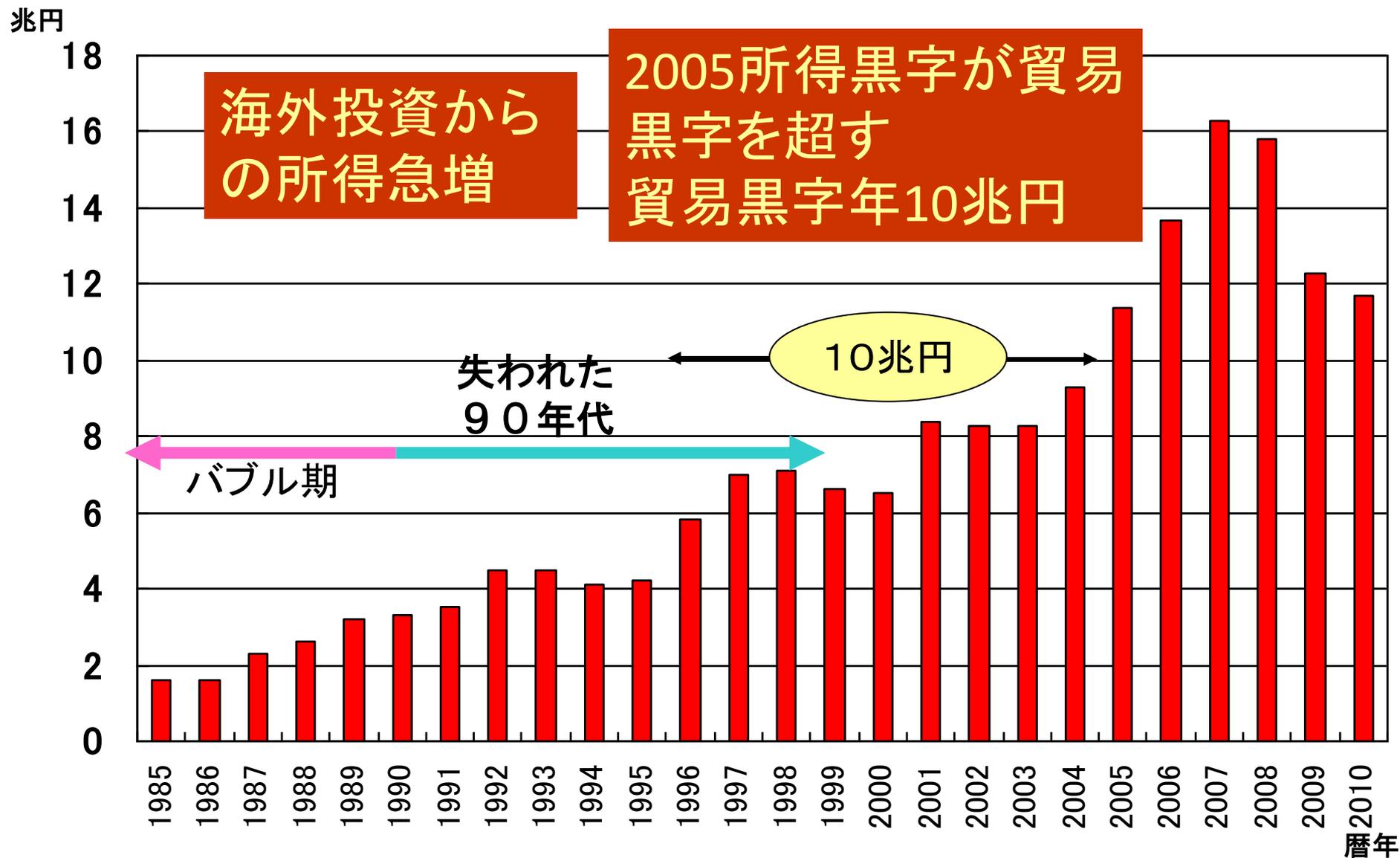
1970-1984は旧国際収支表から算出(貿易収支+貿易外収支+移転収支)



※①1970-1984は所得収支を含む貿易外収支をサービス収支とした。(弗建て暦年の統計に為替レートを掛けて算出)

②旧表→新表は1996.1月から。1985～1995は財務省発表の統計値

日本の所得収支 黒字



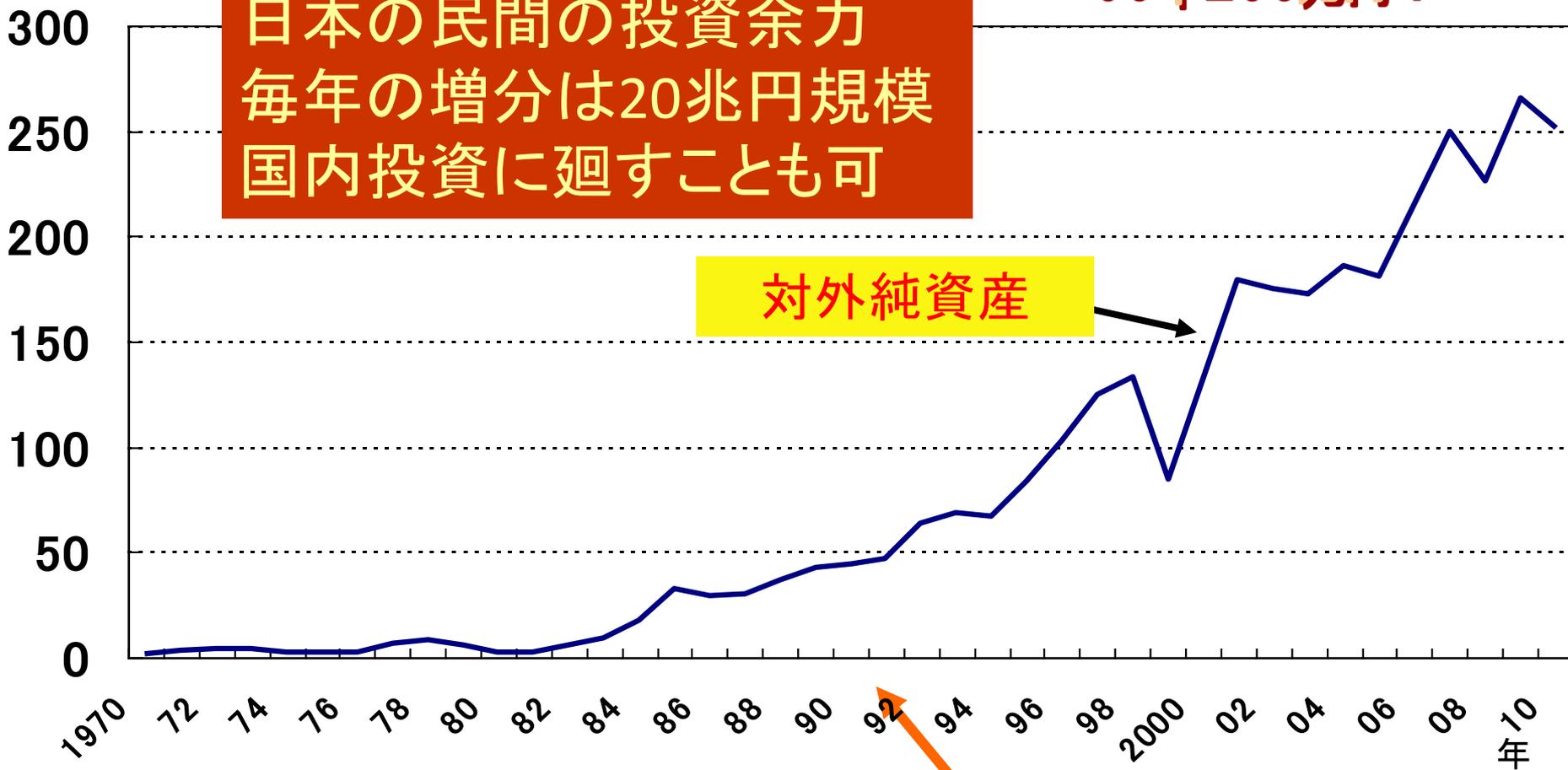
日本は何のために前代未聞の巨額海外純資産を作るのか？

日本の対外純資産(世界断トツ)

'09年266兆円!

(単位・兆円)

日本の民間の投資余力
毎年の増分は20兆円規模
国内投資に廻すことも可



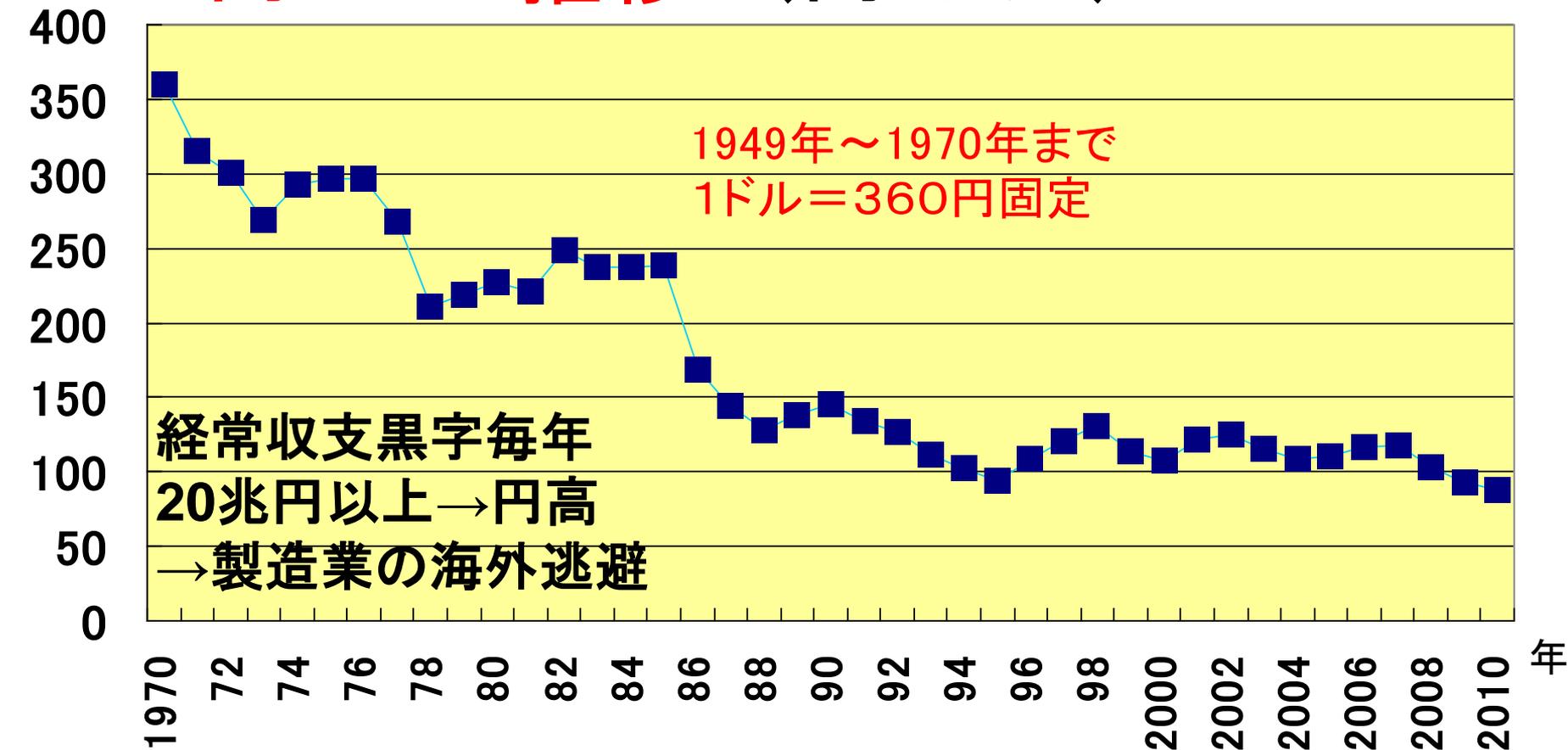
対外純資産

英国を抜く、以降世界トップ

※①1970-71は、財務省の本邦対外資産負債残高統計(旧統計)の値に円レートを掛けて算出

②1972-95は、財務省の旧統計の値

円レート推移 (円/ドル)



(出所) 日本銀行「主要指標グラフ」

暦年、平均

9. 再生可能エネルギーが 日本を再生する

価値ある新事業があるとき、日本社会はどの程度の投資に耐えられるか？

経済負担と経済成長：何が違うのか？

パソコン、スマートフォン、タブレット端末
などでGDPが増えるとこれは「経済成長」

しかし、新エネルギーに投資が増えると
「経済負担」を心配する声

このため日本のエネ構造が変わりにくかった。

「新しい価値あるもの(こと)を持続的に買う」：これは経済成長
国民の意識が変化した場合には「経済負担が経済成長」
変化の条件←持続性が付与できるか！

持続的になるまでの途中段階：投資を継続させるメカニズム
新エネは総額が大きいのでこれまで日本はひるんでいた

日本の電力費と経済予測 年15兆円

- ○○ 年 25兆円 v.s. 電力費 15兆円
- 日本の娯楽費 年 100兆円(GDPの20%)
- 電力が産業の米と思うと怖くて大金を電力に投資できない
←種々の経済予測—GDPがどれだけ減るかなど
- 「クリーンな電力は国民の楽しみ」であると捉えるととたんに安い出費となる
「国民の生き甲斐」としての出費を当面の日本の目標に

反省事項:

- 経済予測にはモデル成立の前提条件(仮説)がある
- 価値感が変化すると、評価項目の評価順位が変わる。

国民の価値観の変化→予測の本質的変化

(評価順位を変えた吟味が必要)

ちなみにオランダではNPO活動がGDPの20%、雇用の20%もNPOによる。

今後の方向性

望ましいエネルギーミックス及びエネルギー政策の改革の方向性
「総合資源エネルギー調査会基本問題委員会」の論点整理の抜粋

平成22年6月に策定したエネルギー基本計画においては、2030年に電源構成の過半を原子力に依存するとしていた。震災・原発事故を踏まえ、こうしたエネルギー構成のあり方は抜本的に見直す必要がある。その際、具体的手段や時間軸については様々な意見があったが、

- ① 需要家の行動様式や社会インフラの変革をも視野に入れ、**省エネルギー・節電対策を抜本的に強化**すること
- ② **再生可能エネルギーの開発・利用を最大限加速化**させること
- ③ 天然ガスシフトを始め、環境負荷に最大限配慮しながら、化石燃料を有効活用すること(**化石燃料のクリーン利用**)
- ④ **原子力発電への依存度をできる限り低減**させること

を基本的方向として、今後更に議論を深めていくこととする。

(平成23年12月20日)