

原子力発電の温室効果ガス 限界削減コストについて

内閣府 原子力委員会
2010年3月16日

(財)日本エネルギー経済研究所 常務理事
伊藤浩吉

報告内容

- 中・長期エネルギー需給展望と
原子力の位置づけ
- 原子力のCO₂限界削減費用と
発電コスト

旧政権下の中期目標の6つの選択肢と新目標

JAPAN

2005年比

1990年比

真水

国内モデル

世界モデル

① 米・EU目標並み
(限界削減費用同等)

② 先進国全体▲25%
限界削減費用均等

麻生総理 '05年比
▲15%(90年比▲8%)

長期エネルギー需給見通し
再計算(平成21年8月)

④ 先進国全体▲25%
GDP当たり対策費用均等

90年比17%深堀り(真水?)

鳩山総理 '90年比
▲25%

±0%

-5%

-10%

-15%

-20%

-25%

-30%

1

2

3

4

5

6

+5

±0

-5

-10

-15

-20

-25

① 努力継続ケース

2005年比▲4%、90年比▲4%

京都議定書目標

90年比▲0.6%、
2005年比▲7.9%

③ 最大導入ケース

2005年比▲14%、90年比▲7%

⑤ 1990年比▲15%ケース

2005年比▲21%、90年比▲15%

⑥ 1990年比▲25%ケース

2005年比▲30%、90年比▲25%

日本モデルの各種選択肢 — 必要な対策・政策の考え方

対策技術の普及

政策

全目標で原子力の新規建設基数は同一
⇒ 原子力9基新規建設(泊3号含む)

①長期需給見通し**努力継続**(2005年比▲4%、1990年比+4%)

これまでの**効率改善の延長線上で努力を継続**

- ・既存技術の延長線上で効率改善

原子力発電稼働率約80%

- ・現状の政策(自主努力を促す効率改善目標、トップランナー規制、補助金など)により達成

③長期需給見通し**最大導入**(2005年比▲14%、1990年比▲7%)

最先端の技術を設備更新時に最大限導入させるため、誘導的規制措置を実施

- ・最高効率の機器を現実的な範囲で最大限導入

原子力発電稼働率約80%

- ・現状の政策に加え、新たな買取制度(太陽光)、エコカー購入支援補助、省エネ住宅の規制強化等により、政策をさらに最大限強化

⑤1990年比**▲15%**(2005年比▲21%)

実現可能性を無視して法律による強制、義務化、大幅な補助等を実施

- ・新規(フロー)に導入する機器はすべて最高効率の機器に
- ・更新時期前の既存(ストック)の機器も一定割合を買換え、改修

原子力発電稼働率約90%

<タイプA(財政出動重視型)>

- ・高価な最高効率の機器でも、何年か使えば経済的に有利になるレベルの補助、税の重課・軽課(投資回収年数3年~10年)
- ・財源の裏打ちが必要(年間3.6兆円)

<タイプB(義務付け重視型)>

- ・新規導入の機器は、すべて最高効率の機器とすることを義務付け
- ・既存の機器にも、範囲を限って買換え、改修を義務付け

⑥1990年比**▲25%**(2005年比▲30%)

炭素価格の導入や活動制限などの手法により、経済活動を縮小させると仮定

- ・新規・既存の機器のほぼすべてを最高効率の機器に
- ・経済の活動量(生産量)を低下

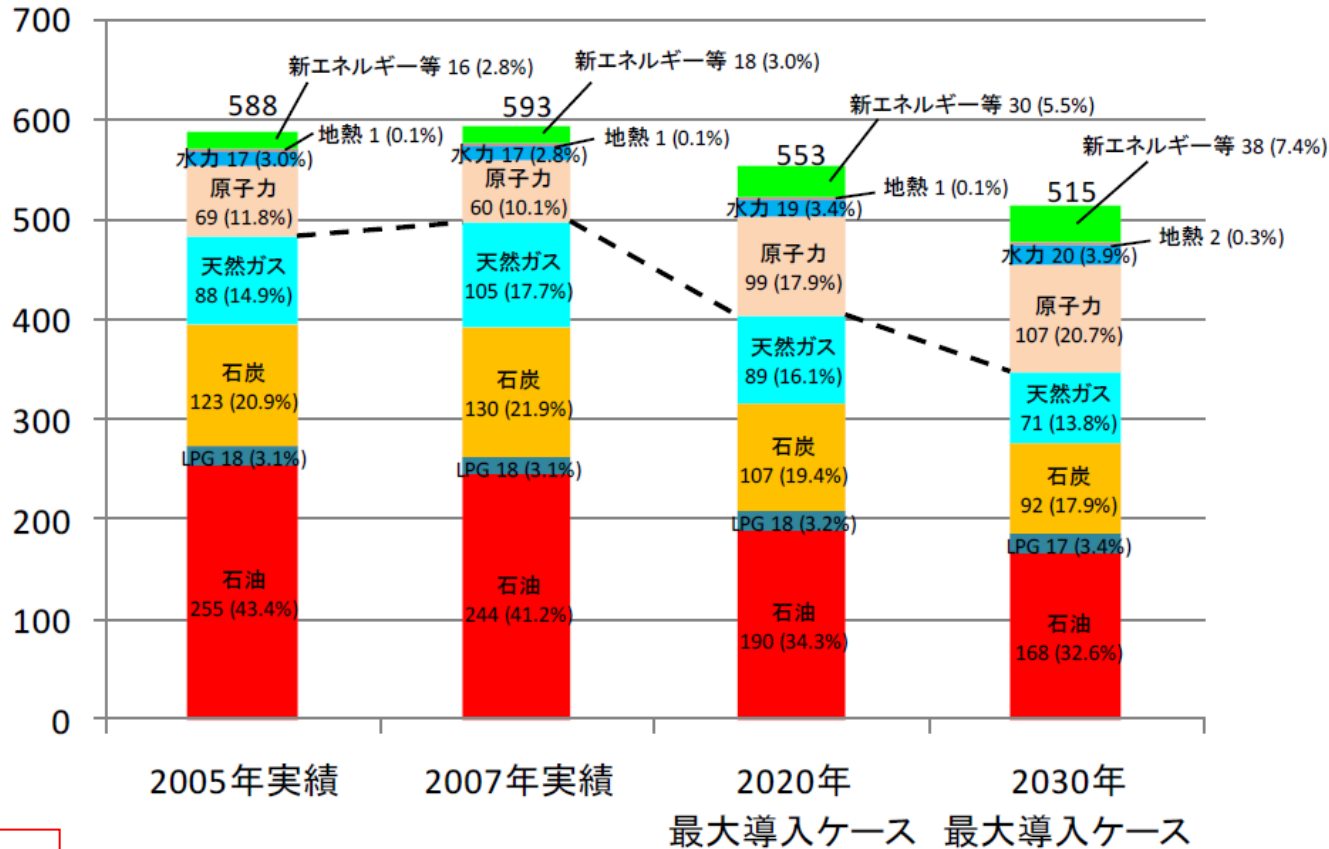
原子力発電稼働率約90%

- ・新規、既存の機器を、ほぼすべて最高効率の機器とすることを義務付け
- ・炭素への価格付け(炭素税、排出量取引)も不可欠

一次エネルギー供給の展望(長期エネルギー需給見通し、平成21年8月)

原油換算
百万kL

一次エネルギー供給の推移



原子力
の比率

11.8%

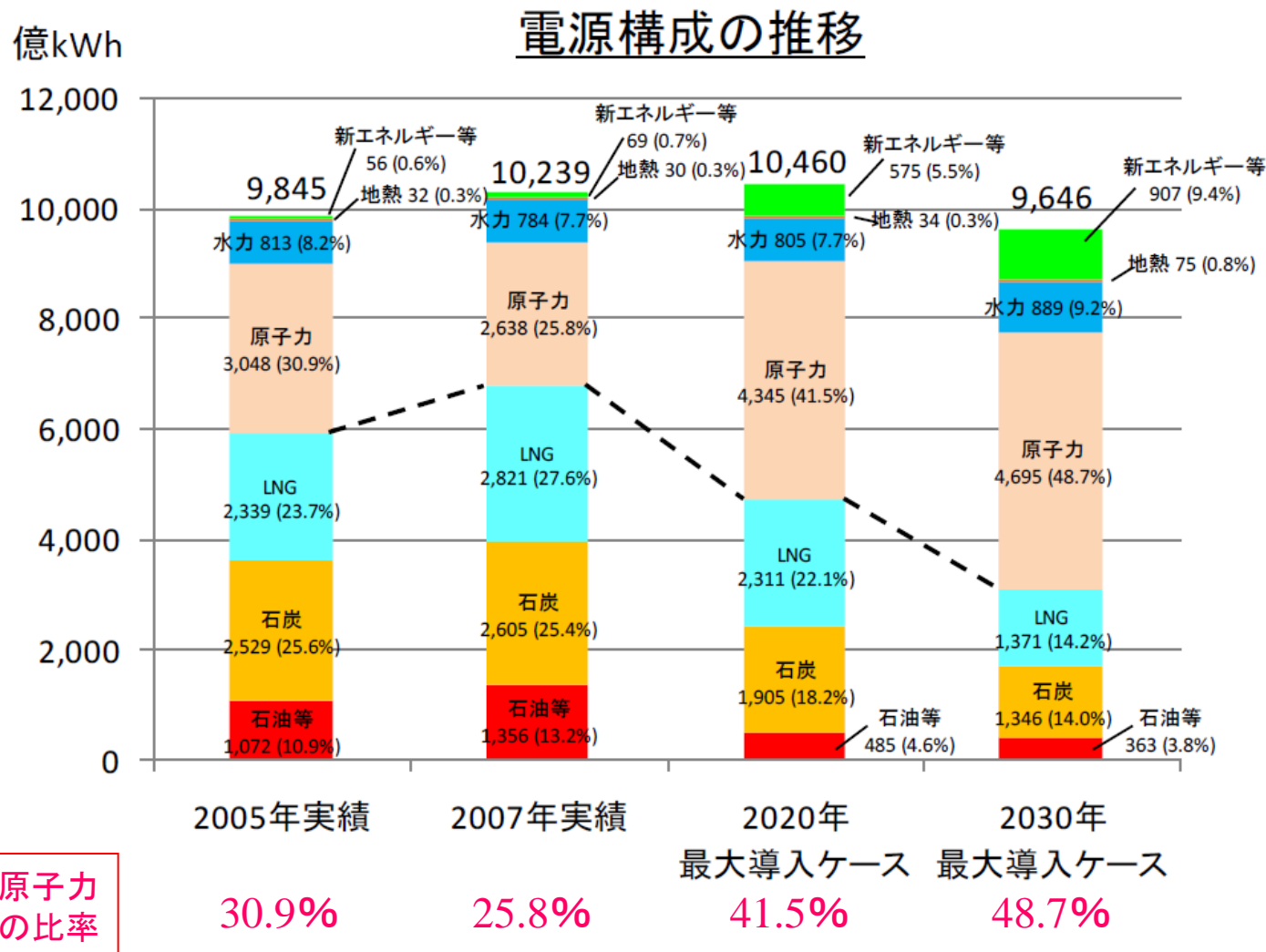
10.1%

17.9%

20.7%

- ・ 長期エネルギー需給見通し再計算(平成21年8月)では、2020年までに最大導入ケース(選択肢③相当)として、原子力発電所9基の新規建設と、設備利用率の約80%までの向上を見込む。(2030年には更に2基建設、設備利用率85%)

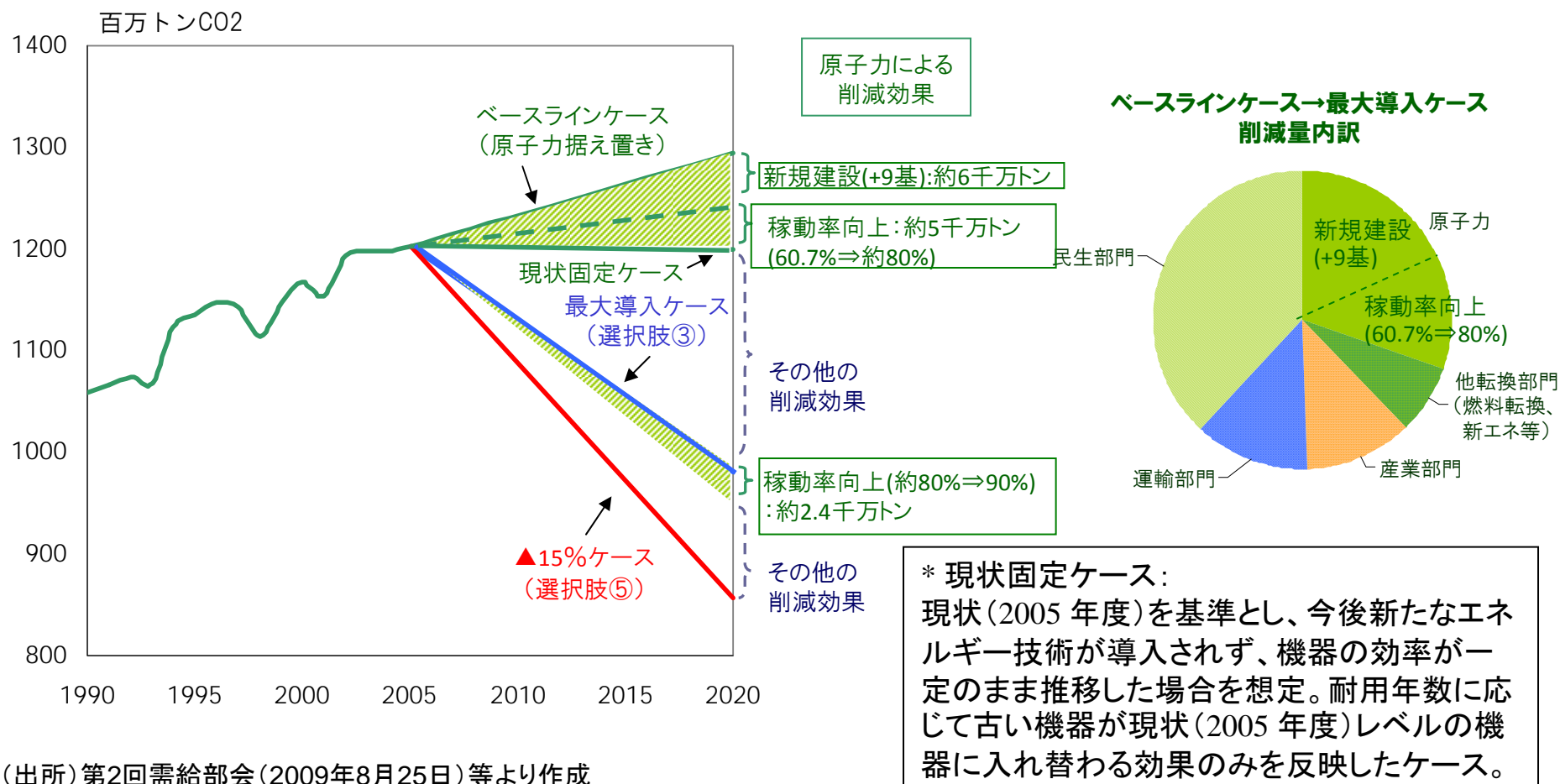
電源構成の展望(長期エネルギー需給見通し、平成21年8月)



- 発電構成に占める原子力のシェアは2020年に42%、2030年に49%まで拡大。
- 選択肢⑤(90年比15%)での2020年の原子力比率は55%まで拡大。

原子力発電導入によるCO₂削減効果

- 2007年度(稼働率60.7%)の原子力発電量を2020年まで横置きとしたケース(ベースラインケース)から、最大導入ケースまでのCO₂削減量は、2020年時点で3億1000万トン。そのうち原子力による削減効果が約1/3の1億1000万トンを占める。
- 更に、▲15%ケース(選択肢⑤)では設備利用率を90%まで高めることを想定。



各対策の削減効果（現状固定ケース→最大導入ケース）

約100の最先端の技術を最大限導入。モデル分析に加え、専門家の知見等を踏まえて設定

		CO ₂ 削減量	対策費用	CO ₂ 限界削減費用
1. 建築物（住宅・ビル等）の省エネ …住宅やビルの断熱性能等を向上させる	新築の8～9割が最も厳しい省エネ判断基準（平成11年基準）を満たす	約38百万トン	約8兆円	約4.6万円
2. 次世代自動車、燃費向上 …次世代自動車の普及促進、自動車走行燃費の改善	2020年には新車販売の約半分が次世代自動車に（保有ベースで現状3%程度→2割）、全乗用車（従来車＋次世代車）の新車燃費が約35%向上（保有ベースで約3割改善）	約21百万トン	約12兆円	約3.6万円
3. 省エネ家電 …冷蔵庫、テレビ、エアコン、照明など省エネ家電製品の普及	市場で購入される機器の全てが将来のトップランナー基準を満たす	約17百万トン	約7兆円	▲約0.3万円
4. 交通流対策 …高度道路交通システム(ITS)の推進、トラック輸送の効率化、エコドライブ普及促進等		約16百万トン	—	—
5. IT機器の省エネ（グリーンIT） …ネットワーク・情報通信機器（ルーター、サーバー、ストレージ）の効率化により、IT分野のエネルギー消費を削減。	高効率機器がほぼ100%普及する	約15百万トン	約4兆円	約2.3万円
6. 太陽光発電 …補助金や新たな買取制度等により大幅に普及拡大	2020年頃に現状の20倍程度（約2800万kW）	約15百万トン	約8兆円	約11.4万円
7. 高効率給湯器（家庭用） …ヒートポンプ式給湯器、潜熱回収型給湯器、燃料電池等の導入を推進	単身世帯を除く全世帯の8割以上（約2800万台）に普及（現状約200万台）	約9百万トン	約5兆円	約3.2万円
8. 製鉄革新技术 …SCOPE21型コークス炉の導入、廃プラスチックのケミカルリサイクル拡大等、最先端の省エネ機器を最大導入		約5百万トン	約1兆円	約1.9万円
9. 化学工業革新技术 …内部熱交換型蒸留塔の導入、ナフサ分解技術等、最先端技術を最大導入		約4百万トン	約1兆円	
10. 高効率工業炉・ボイラー等 …熱効率の高い工業炉、ボイラー等を導入		約3百万トン		
小計		約143百万トン		
その他…		約75百万トン		
		合計	約218百万トン	

項目外	原子力の推進	設備利用率 80%	約60百万トン	約110百万トン	約3～5兆円	新規建設 約▲500円 稼働率向上 約▲1,500～5,800円
		新增設9基	約50百万トン			
		設備利用率 90%	約24百万トン			

CO₂限界削減コスト

限界削減コスト

$$= \frac{\text{対策時の総コスト} - \text{リファレンスケースの総コスト}}{\text{対策時の排出量} - \text{リファレンスケースの排出量}}$$

リファレンスケース = 現状固定ケース

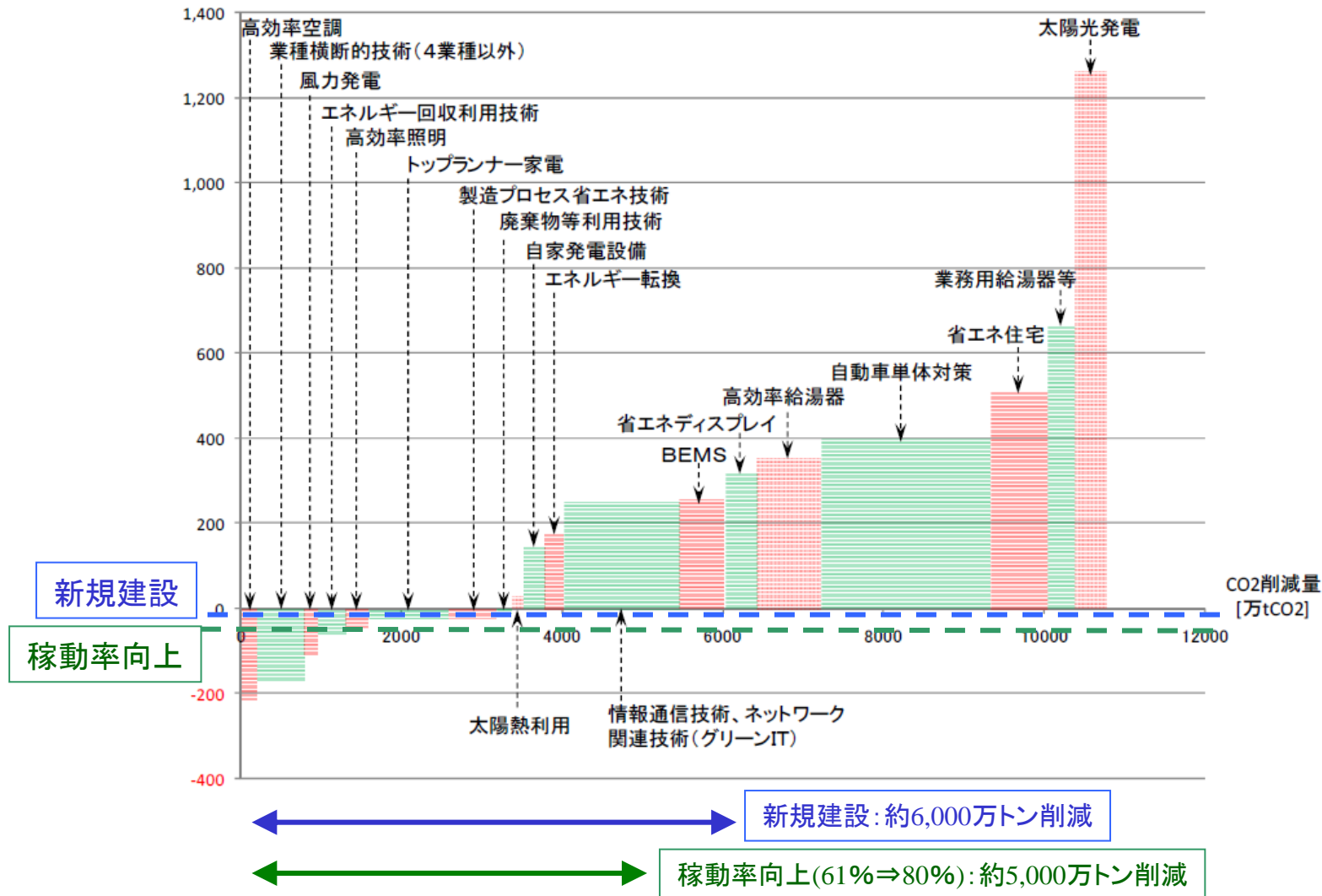
※ 総コスト・・・初期投資、運転維持費、燃料費等を含む

CO₂限界削減コストカーブ、2020年（日本エネルギー経済研究所）

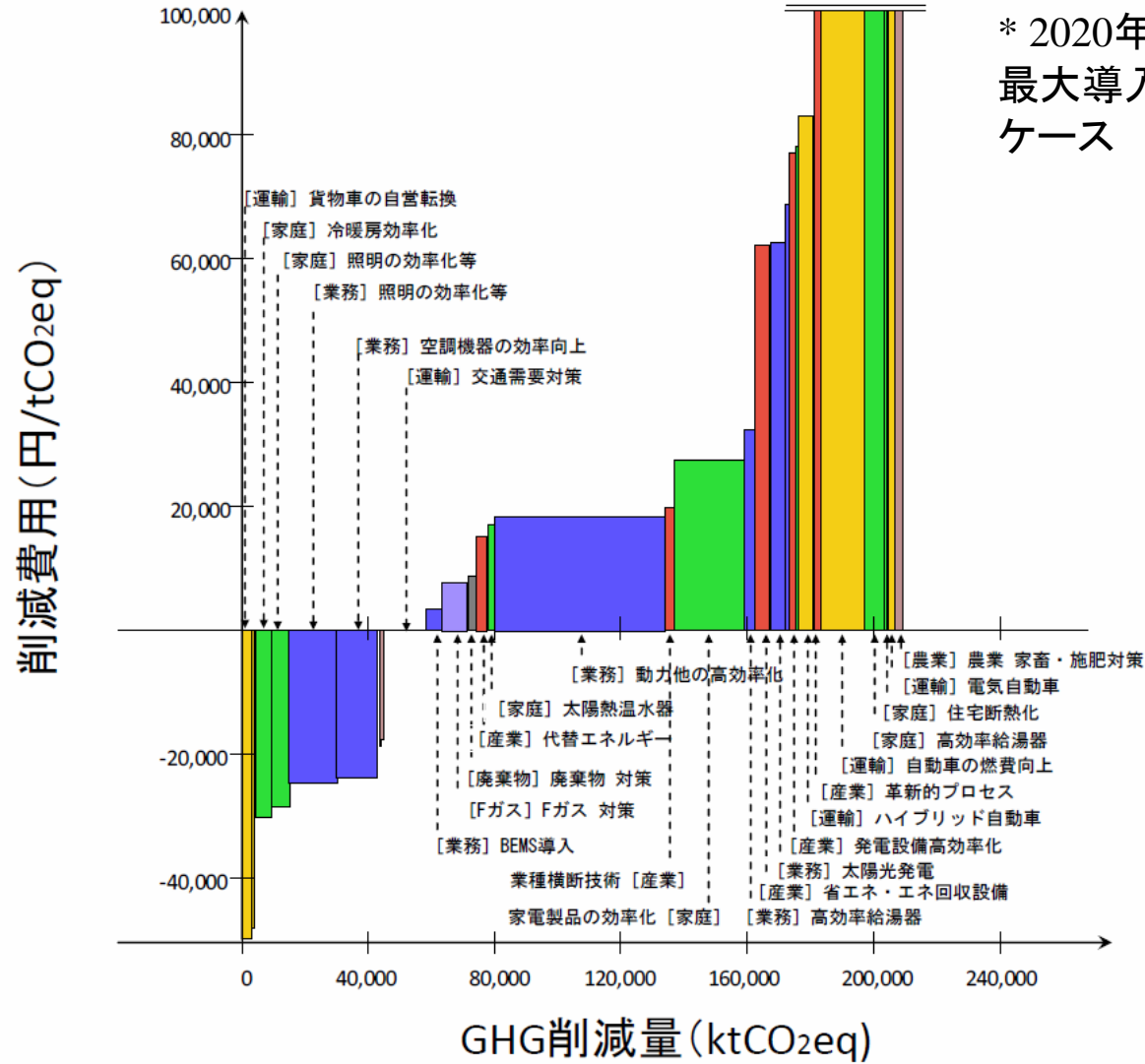
※ コスト等検討小委員会(2004)の試算値を用い、石炭火力発電を代替すると仮定した場合・・・
限界削減費用は ▲500円/tCO₂(新規建設)、▲1,500～5,800円/tCO₂(稼働率向上*)

限界削減費用
[\$/tCO₂]

*石炭投入量を削減すると仮定、石炭価格を36ドル/t(2002年)～137ドル/t(2008年)と想定



CO₂限界削減コストカーブ (国立環境研究所)



* 2020年、対策ケース I : エネ庁の最大導入ケースと同程度の努力ケース

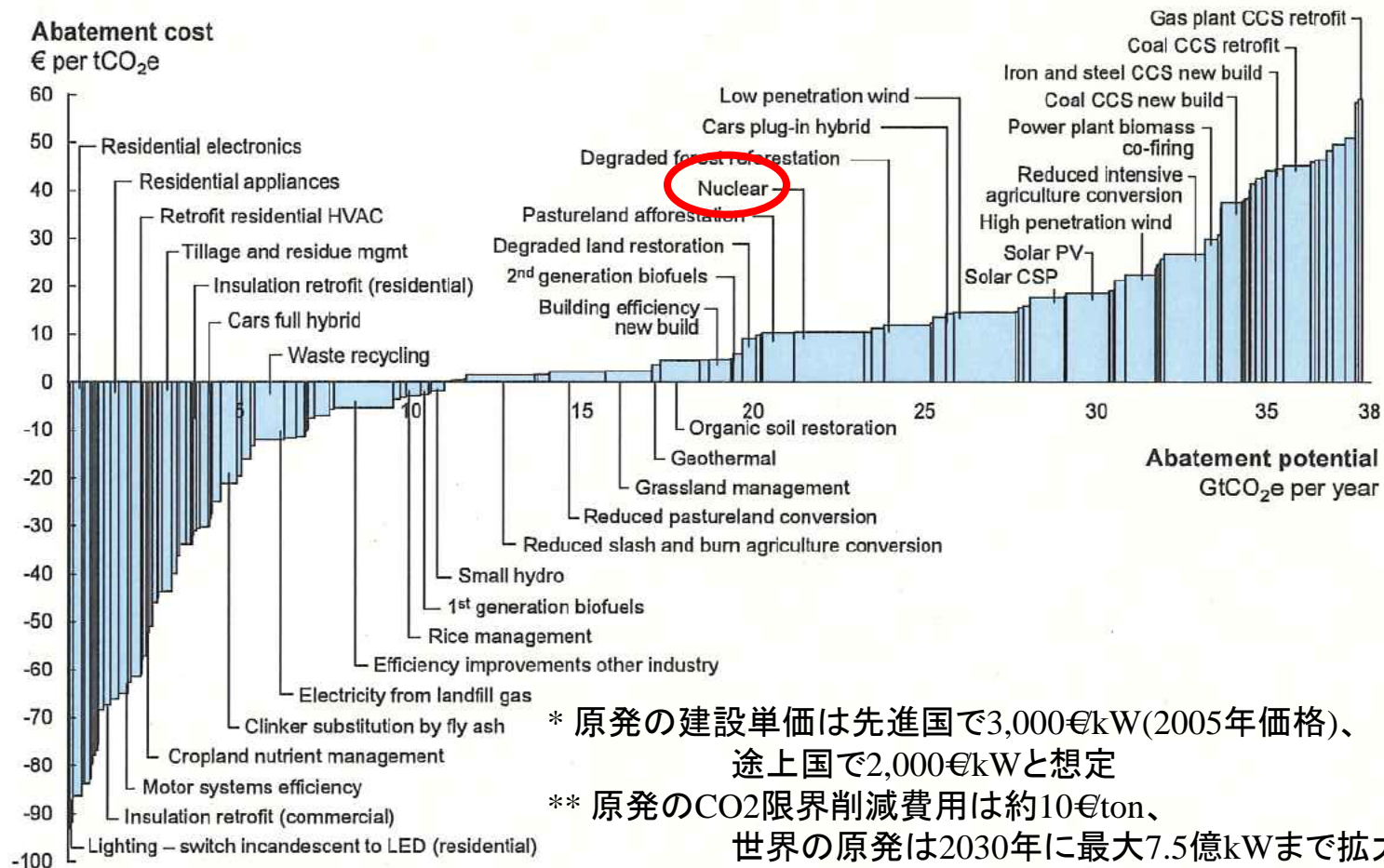
* 固定ケースとの差から推計。需要部門のみを対象とし、転換部門の対策による効果は需要部門に転嫁。

* 削減費用の推計では投資回収年数を3年と想定した。(但し、太陽光発電、断熱構造化については10年とした。)

* 太陽光発電や次世代自動車はここでの削減費用の算定において将来における価格の低下は見込んでいない。

世界のCO₂限界削減コストカーブ (McKinsey)

Global GHG abatement cost curve beyond business-as-usual – 2030



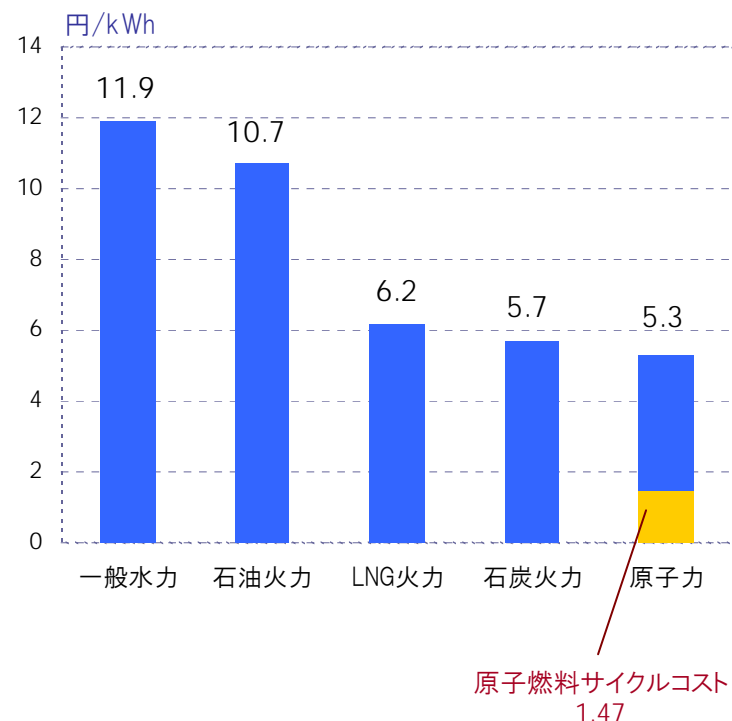
Note: The curve presents an estimate of the maximum potential of all technical GHG abatement measures below €60 per tCO₂e if each lever was pursued aggressively. It is not a forecast of what role different abatement measures and technologies will play.
Source: Global GHG Abatement Cost Curve v2.0

原子力の発電コスト … コスト等検討小委員会(2004)

発電コストは、建設コスト、割引率、投資回収年数、稼働率、燃料コスト等の前提条件により変動する。

	原子力発電	石炭火力発電
建設単価	27.9万円/kW	27.2万円/kW
熱効率	—	41.8%
燃料価格等	燃料コスト・・0.66円/kWh、 バックエンドコスト ・・0.81円/kWh (割引率3%)	35.5\$/t(石炭)
発電コスト (運転年数40年、 設備利用率80%、 割引率3%)	5.3円/kWh	5.7円/kWh

発電コストの比較



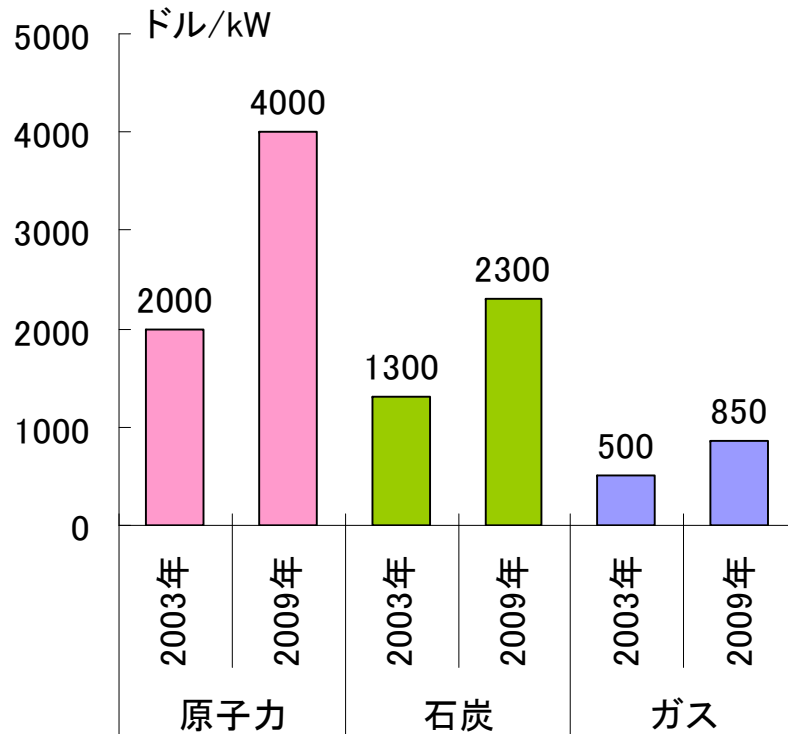
* コスト等検討小委員会(2004)における原油価格の想定は27.4ドル/bbl(2002年平均価格)

(出所)総合資源エネルギー調査会、電気事業分科会 コスト等検討小委員会 バックエンド事業全般にわたるコスト構造、原子力発電全体の収益性等の分析・評価 ～コスト等検討小委員会から電気事業分科会への報告～(2004年)

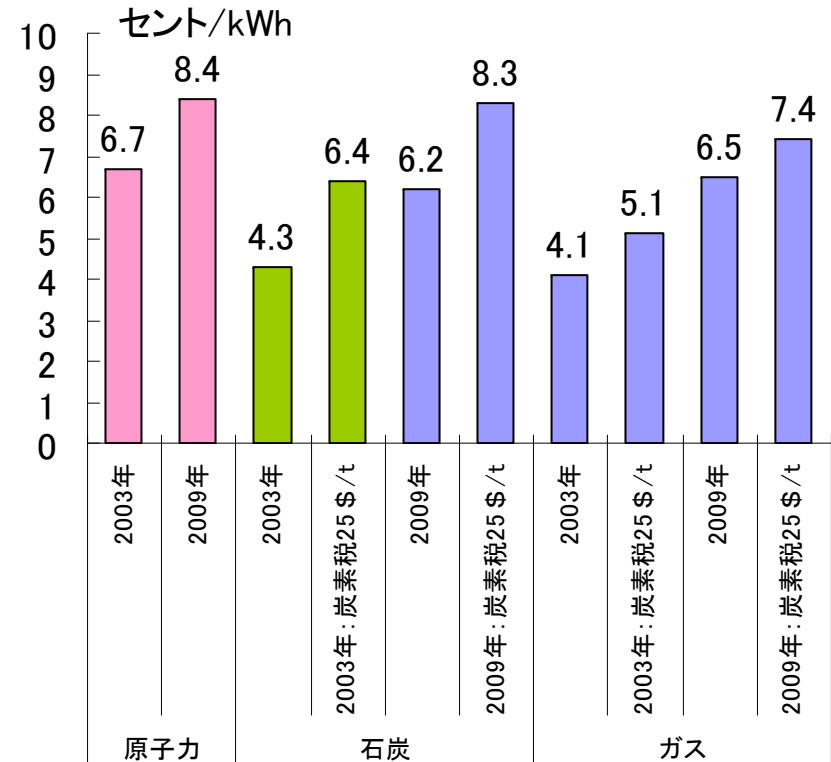
建設コスト

*MIT報告書: The Future of Nuclear Power(2003)、Update of the MIT 2003 Future of Nuclear Power(2009)より作成

建設コスト



発電コスト



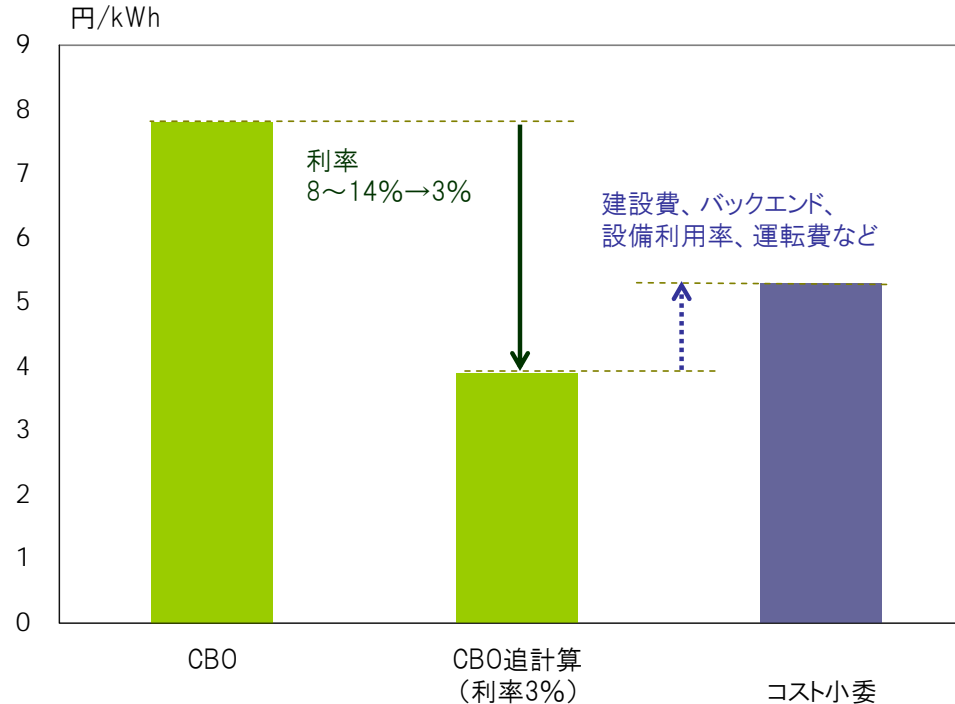
*”2003年“はThe Future of Nuclear Power(2003)、“2009年”は“Update of the MIT 2003 Future of Nuclear Power(2009)を参照

*”2003年“は2002年価格、“2009年”は2007年価格を示している。

MIT報告書によれば、資機材価格高騰等を反映して、原発の建設コストは倍増している。

原子力発電コストの感度分析 (割引率)

原子力の対策コスト …… 米国試算との比較

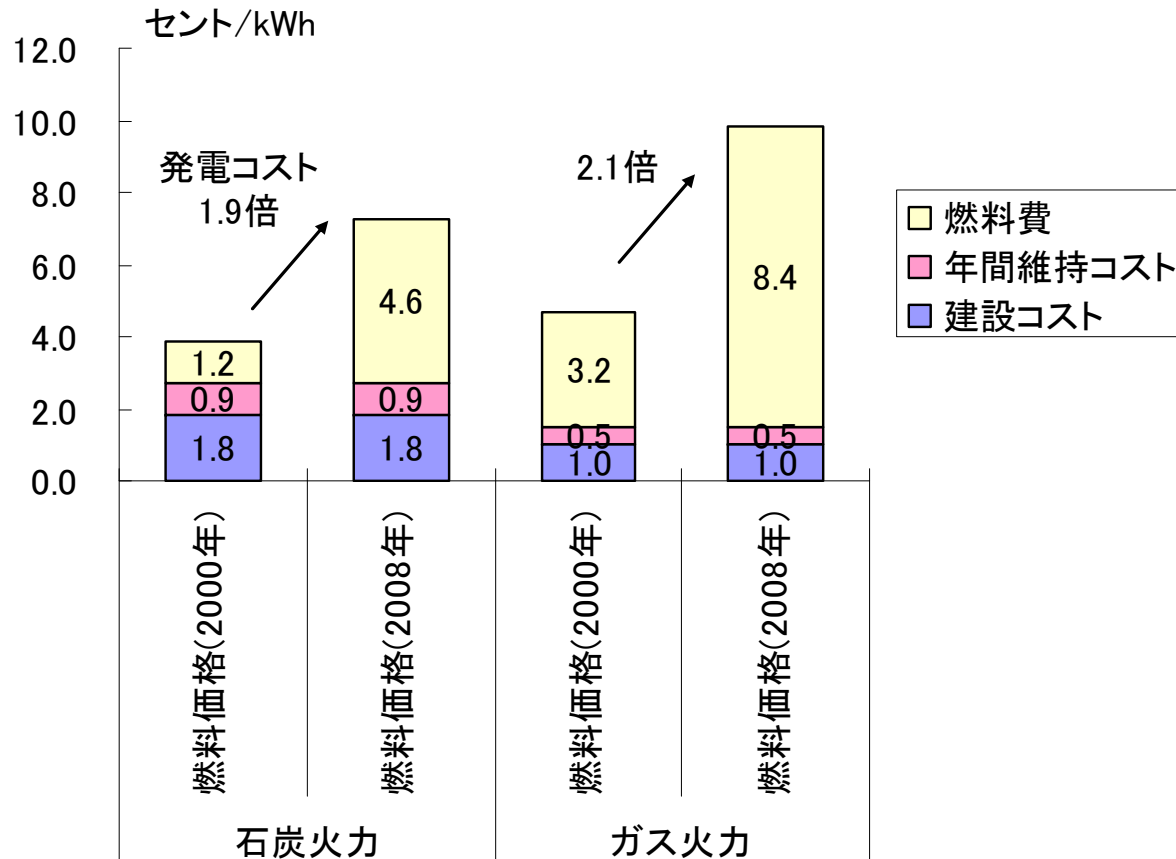


*CBO: Congressional Budget Office (議会予算局)

- ・ わが国では電力会社が低い利率で資金を調達し得る環境にあり、そのため、初期投資の大きな原子力発電のコストが相対的に小さく評価されている。
- ・ 投資リスクの大きな国では、政策的な優遇や炭素価格等のインセンティブが働かない限り、原子力発電はコスト的に有利と言えない可能性がある。

発電コストの感度分析(燃料価格)

日本の発電コスト（割引率5%）



● OECD(2005)*のコストデータを使用してエネ研が試算 *OECD,「Projected Costs of Generating Electricity」,2005

原油価格:28\$/bbl (2000年)⇒93 \$/bbl (2008年):3.3倍

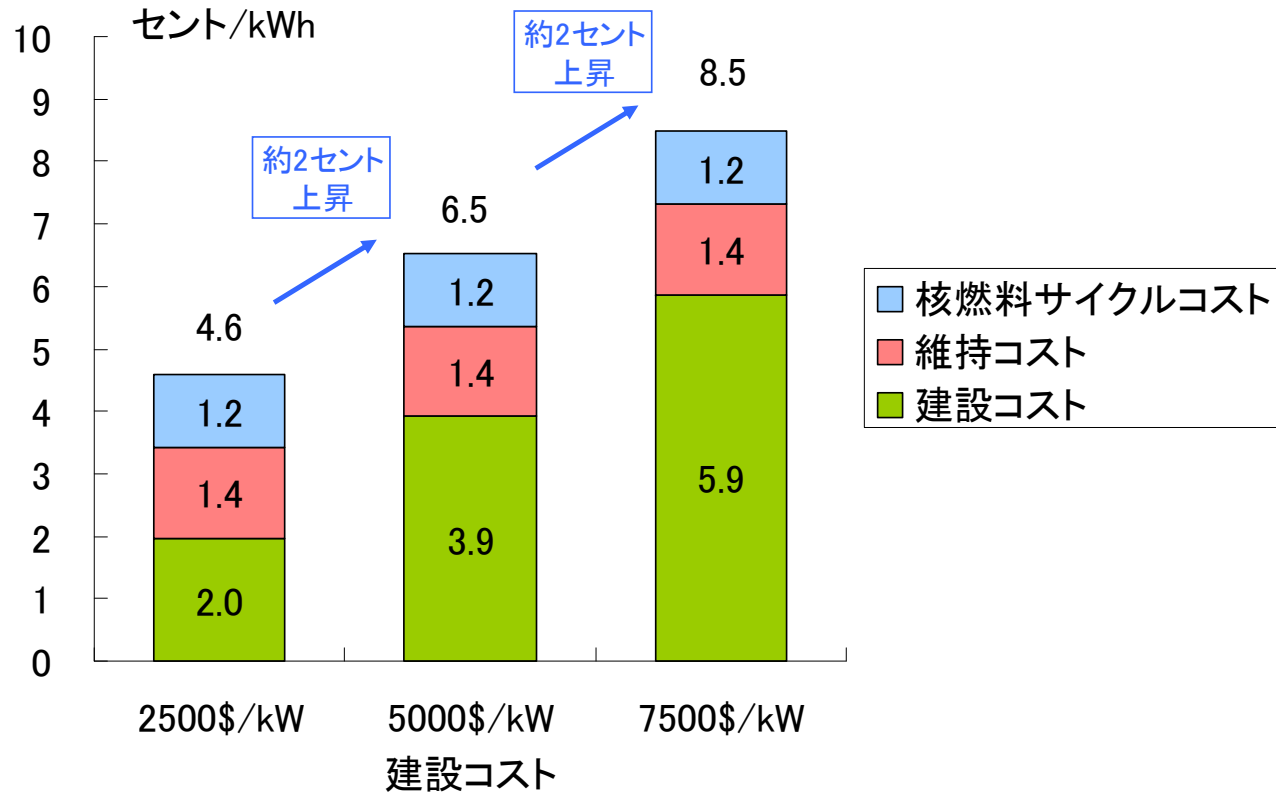
石炭価格:35\$/t (2000年)⇒137 \$/t (2008年):3.9倍

LNG価格:252\$/t (2000年)⇒657 \$/t (2008年):2.6倍

◎ 燃料価格の高騰下では、原子力発電が経済的に有利となる

原子力発電コストの感度分析（建設コスト）

日本の原子力発電コスト
(OECD報告書のデータに基づきエネ研が試算)



*OECD報告書Projected Costs of Generating Electricity,2005に基づき、日本の原発の建設コスト約2500\$/kW、寿命40年、稼働率85%、年間維持費107.6\$/kW、核燃料サイクルコスト1.18セント/kWhと想定。

建設コストが2,500\$/kWから5,000\$/kWへ2倍上昇すると発電コストは約2セント/kWh、2,500\$/kWから7,500\$/kWへ3倍上昇すると約4セント/kWh程度上昇する。

3E達成と原子力

基本認識： 技術ポートフォリオの必要性

温暖化対策の“エース”は存在せず、原子力推進、省エネルギー推進、新エネルギー促進等、あらゆる対策の総動員が重要

- 温暖化対策効果の大きさ

再生可能エネルギーを大幅に上回る

- エネルギーセキュリティに大きく貢献

自給率向上、電力供給の安全保障強化

- 経済成長

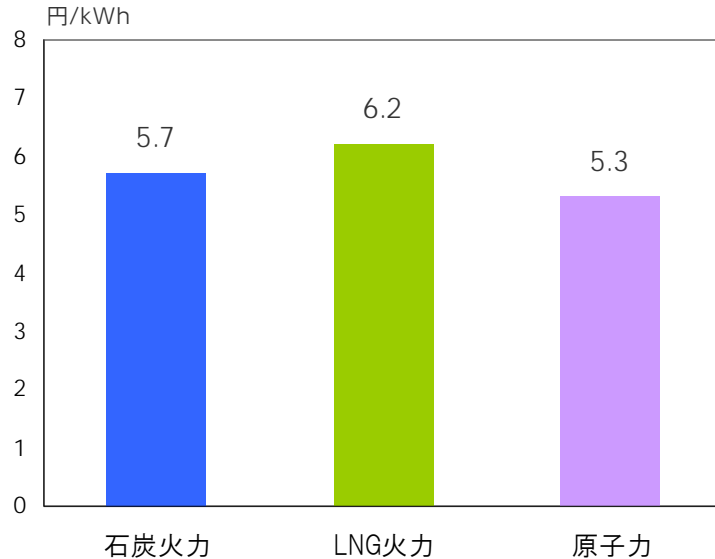
経済性に優れ、設備投資額大きく、経済刺激。
原子力産業の海外展開の潜在力大

まとめ

- ・原子力は、エネルギー安定供給、気候変動問題解決に大きく貢献
- ・着実な建設計画の推進、稼働率向上、高経年化対策の充実等が重要。事業者任せではなく、国・地方自治体が主体となって、地域対策を行っていくことが不可欠
- ・安全性確保と国民との相互理解の促進が前提

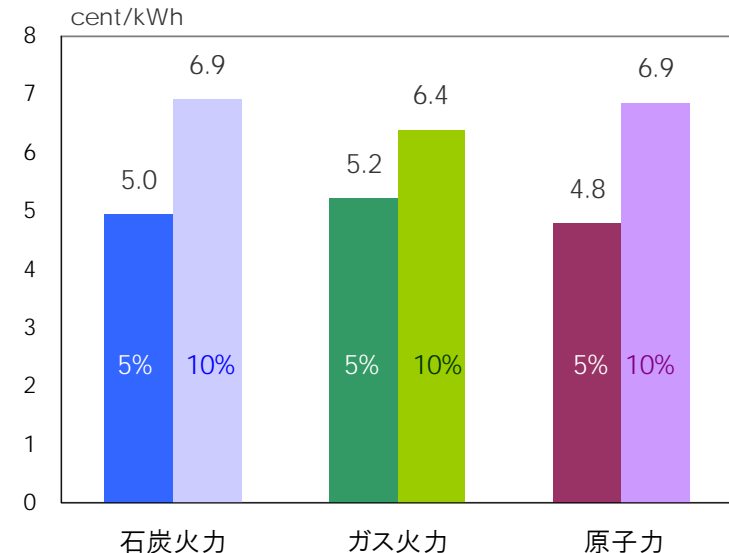
(参考) 原子力発電コストの感度分析 (割引率) (OECDによる分析)

コスト小委(2004)
割引率3%



(出所)総合資源エネルギー調査会資料より作成

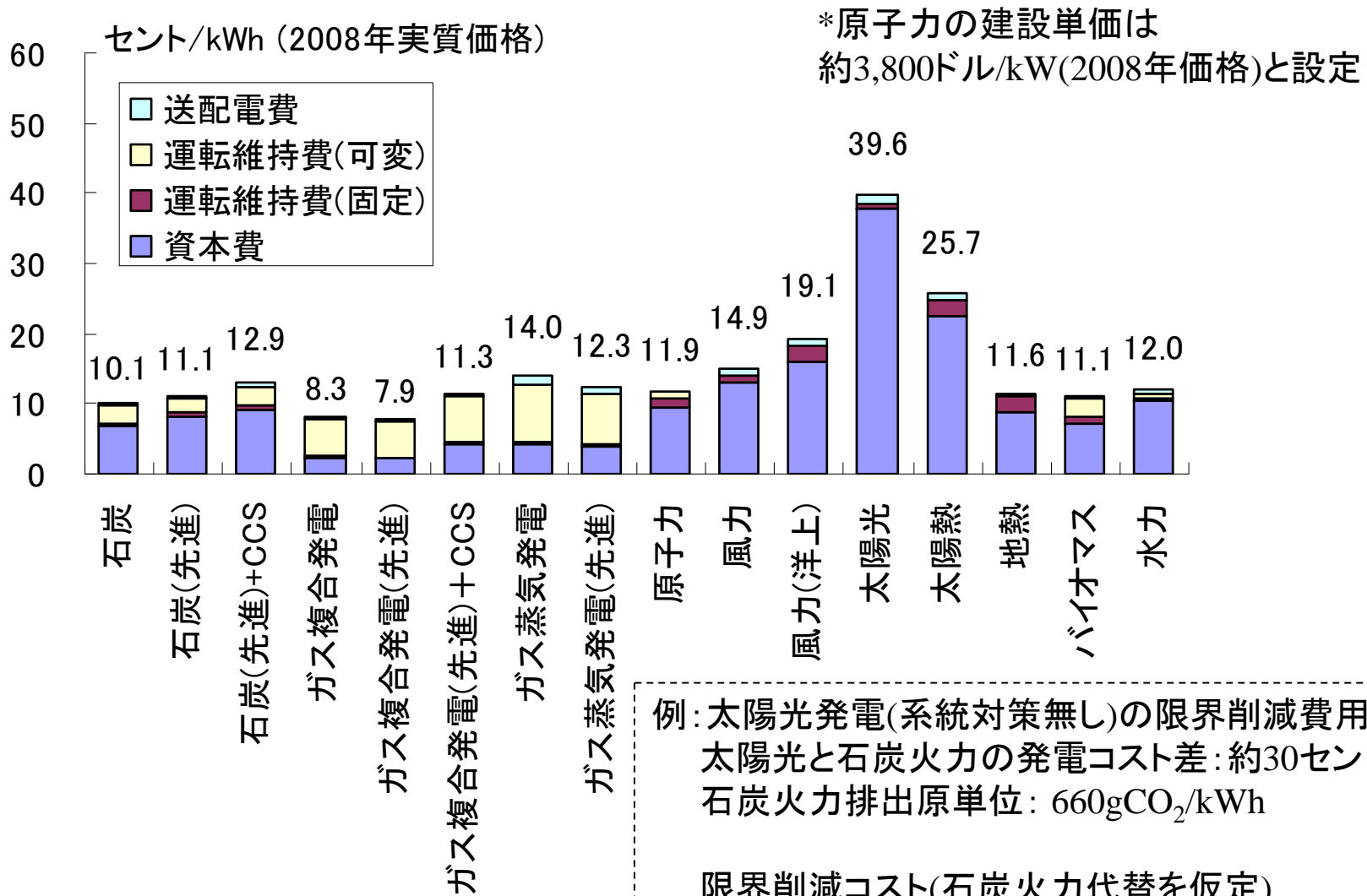
OECD(2005)による日本の発電コストの分析
割引率5%、10%



(出所)OECD/NEA
“Projected Costs of Generating Electricity 2005”より作成

- ・ コスト小委の試算結果では原子力発電がコスト的に最も優位であるが、10%の高い割引率を仮定した試算では、原子力発電のコストはガス火力を上回る。
- ・ 電力会社が低金利の融資で資金を調達し得る場合には、原子力発電はコスト的に有利であり得る。

(参考) 発電コスト (米国)



* 発電コストは2016年の予測値

(出所)EIA/DOE、Annual Energy Outlook 2010