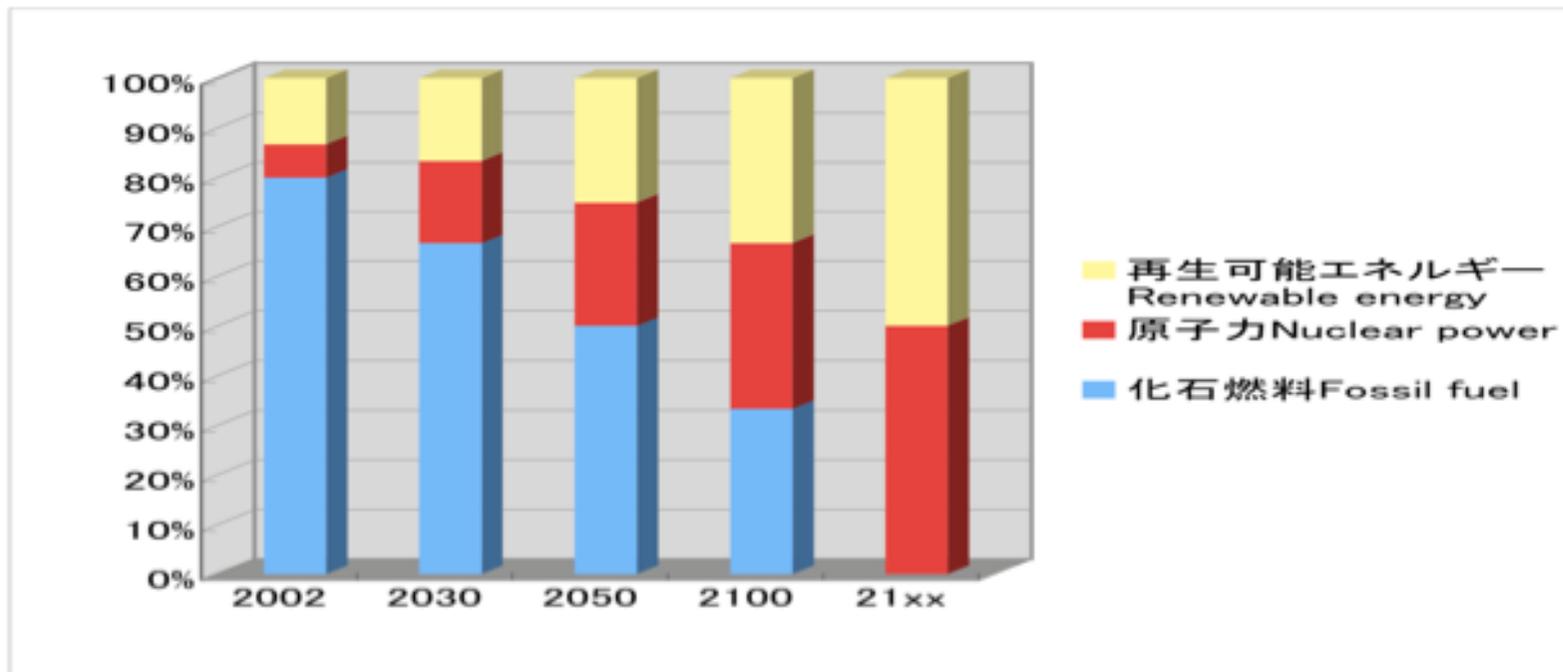


未来エネルギーフォーラム(於 早稲田大学理工センター、2009年11月11日)
「地球温暖化問題における原子力の役割」

The role of nuclear energy against global warming

-Mid-term CO₂ Reduction Target in terms of Science, Fairness and Feasibility-

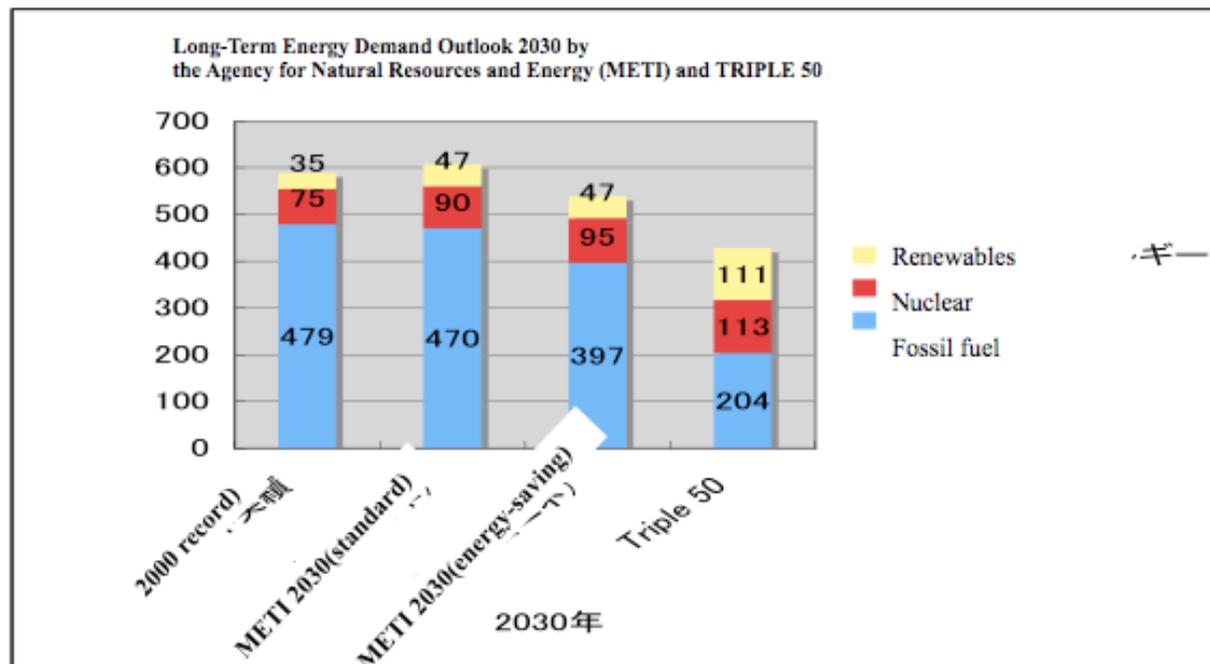


湯原 哲夫
東京大学サステイナビリティ学連携研究機構
キヤノングローバル戦略研究所

トリプルフィフティ : 持続型社会形成研究協議会 = 東京大学 + 重電4社; 2004年

“Triple 50” for Japan, proposed by the Univ. of Tokyo

	Energy self-sufficiency	Dependency on oil	Energy Utilization Efficiency
now	20%	80%	35%
2030	50%	50%	50%



Triple50 Conference of Sustainable Society (UT+TOSHIBA+HITACHI+MHI+IHI) Research Collaboration, May 2005
<http://rmo.iis.u-tokyo.ac.jp/jizoku.index.html>

エネルギー・サステナビリティの3条件

- 化石燃料燃焼によるCO₂排出量を地球の自然吸収能力以下にすること。
- 再生可能エネルギー利用を安定化し、持続可能な利用を行うこと。
- 原子燃料を枯渇性燃料から持続可能な燃料へ転換すること。
- 湯原発表資料：グローバルCOE「世界を先導する原子力研究イニシアチブ」
創立記念第二回国際シンポジウム(2007年12月 東京大学)

ビジョン達成に必要な重要技術

(2015年頃までに実用化見通しあり、2030年先進国で普及、2050年世界での普及)

1. 化石燃料をクリーンに、高効率に使うこと(効率40%から60%へ)
 - ガス化技術(石炭ガス化IGCC、バイオマス)
 - 複合サイクル発電(天然ガス、石炭ガス化、ガスタービン・コンパインド、トリプルサイクル)
2. 核燃料サイクルの確立と高速増殖炉サイクルへの移行
 - 次世代軽水炉／高速増殖炉FBR商業炉へのシフト
 - 使用済燃料の再処理と燃料サイクルの確立(枯渇性燃料源から持続可能な燃料源へ)
3. 安定な再生可能エネルギーシステムの導入
 - 特に大容量二次電池(リチウムイオン電池、NaS電池、キャパシタなど)との関係
 - 太陽光、風力発電の、蓄電併設による安定電源化
 - プラグインハイブリッドから電気自動車、さらには燃料電池車へ
 - 地域マイクロ・グリッドシステム(分散・協調システム)
 - 安定な再生可能エネルギーの活用
 - 地熱とバイナリーサイクル、潮流・海流エネルギーの活用、バイオマス燃料
4. 循環型産業システム
 - 鉄鋼リサイクル(直接還元炉、スクラップ鉄から高品質鉄鋼、微細鋼から超微細鉄鋼)
 - 化学リサイクル・プロセス
 - 紙・パ、セメントリサイクル
 - コジェネレーションシステム(熱電供給)とコプロダクションシステム
 - 産業間連携 エネルギーコンビナート／カスケード利用

Setting & meeting Target for GHG Emission Reduction by 2020

Consistency with global climate change

科学性

Rise in global temperature
< 2 °C

Marginal cost should be equal among developed countries for 25% CO2 reduction

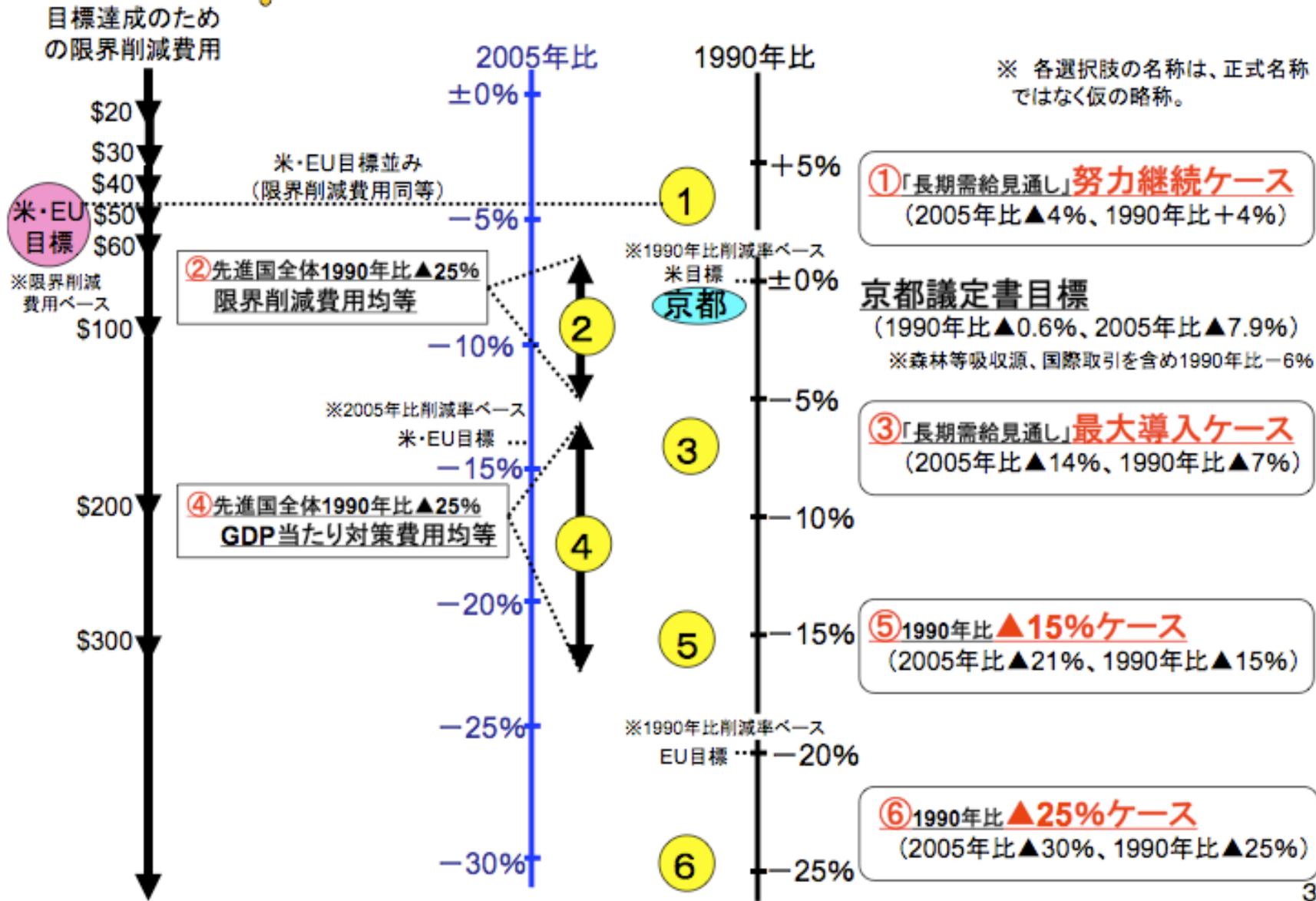
公平性 Fairness among countries

Cost benefit should be considered to install the technologies

Feasibility 實現可能性

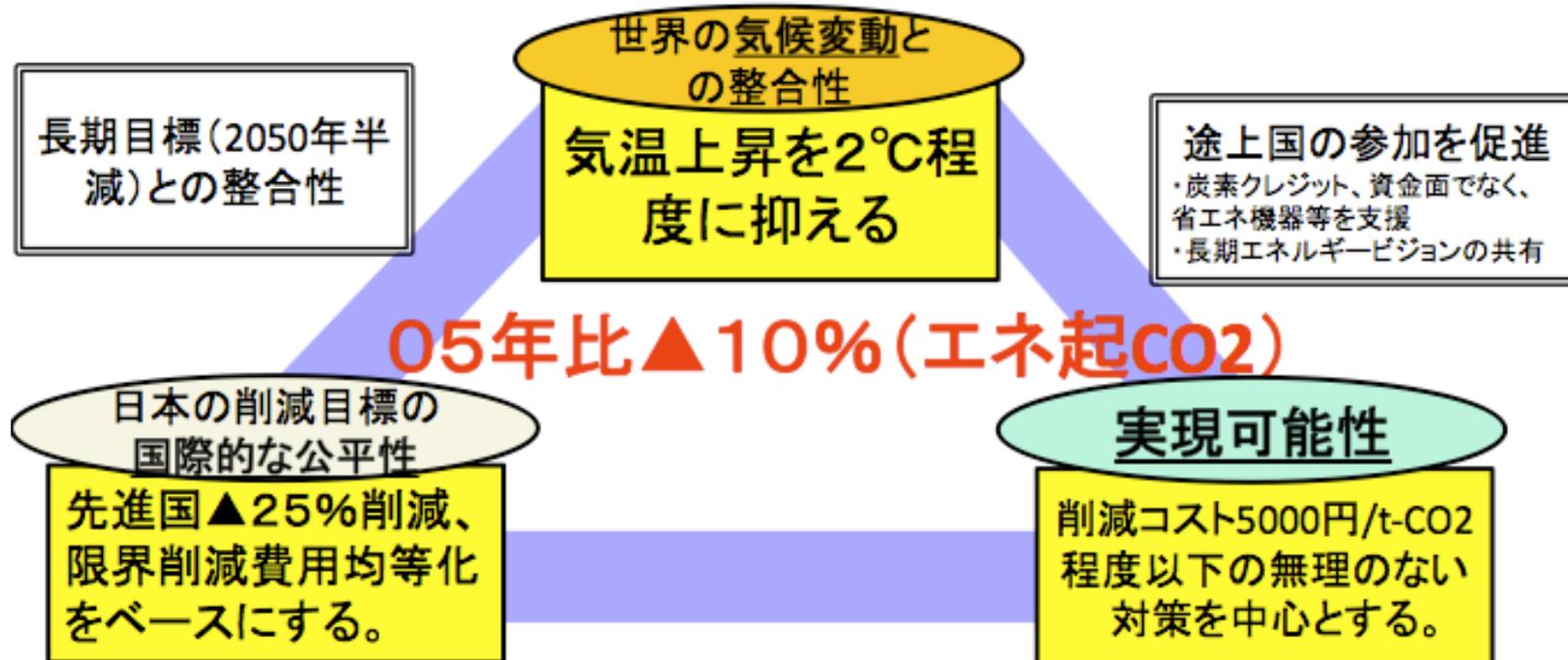
「中期目標検討委員会」の分析結果の概要

中期目標の6つの選択肢



1. 気候変動の科学、国際公平性、実現可能性から見た削減目標

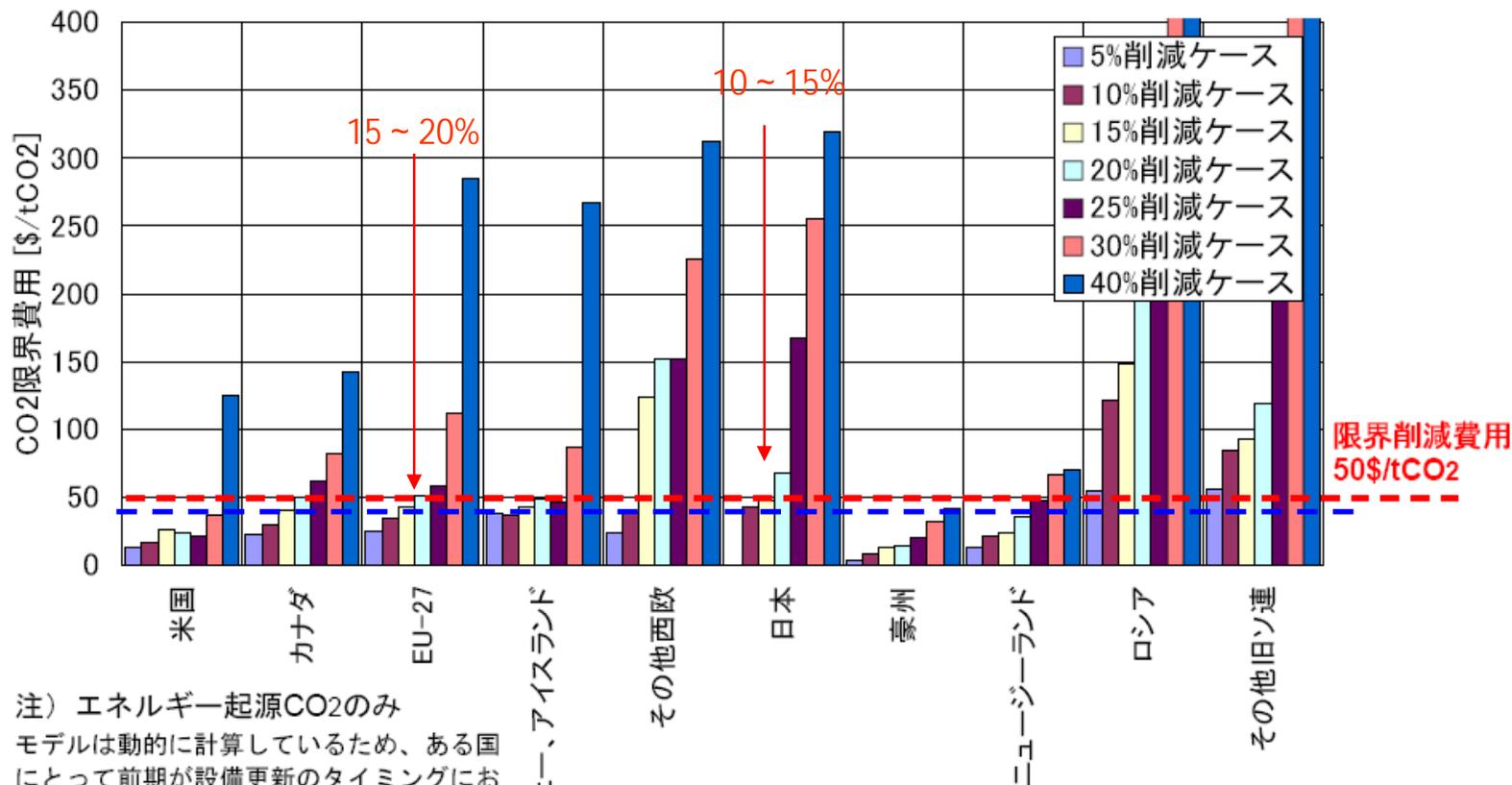
- ①2050年に世界のGHG排出量半減目標は、気温上昇を2°C程度に抑える気候目標に相当。この排出削減カーブ(CO2濃度で450ppm安定化)を日本に適用した場合、2020年に05年比▲10%(エネ起源CO2)の削減が必要。
- ②世界モデル(RITE、国環研)では、先進国全体▲25%-各国で限界削減費用均等化ケースで、日本の削減率は2020年に05年比▲9~▲11%(エネ起源CO2)、限界削減費用は90~130ドル/t-CO2(3月27日第6回委員会資料)。
- ③実現可能性を高めるため、限界削減コストが5000円/tCO2以下の対策を積み上げ、原子力の稼働率を90%、LNG火力発電の効率改善を実施した場合、2020年に05年比▲10%達成可能。
- 以上を勘案すると、05年比▲10%(エネ起CO2)が、3つの側面で整合性がとれた最も妥当な削減目標である。



EUの17.5%削減(2005年比)と同じ限界削減費用では日本は12.5%程度(5%減)

EUのCO2削減率20%(1990年度比)は、2005年度比では17.5%になる(RITE、第1回委員会資料)

2020年における2005年比削減率別の限界削減費用



注) エネルギー起源CO2のみ
 モデルは動的に計算しているため、ある国にとって前期が設備更新のタイミングにおいて厳しい削減目標となった場合、前期の削減費用が高くなり、その反動で当該年の費用が安価に見積もられる場合もある。
 附属書I国のみ削減した場合の推定。

50\$/tCO2時の附属書I国2005年比削減ポテンシャル: 3.1 GtCO2 (22%減)

◆ CO2限界削減費用50\$/tCO2のとき、日本は2005年比15%減程度。

(出典: RITEホームページ、長期と中期のCO2排出費用分析、2008年11月)

他国の排出量との比較

	限界削減費用		日本	米国	EU	先進国全体
EU目標(90年比▲16%)と 限界削減費用均等 (※) CDM等4%を足して-20%	48~49 \$	05年比	▲2~▲7%	▲9~▲14%	▲10~▲11%	▲8~▲11%
		90年比	+2~+4%	±0~+5%	▲16%	▲10~▲15%
米国目標(90年比±0%)と 限界削減費用均等	47~62 \$	05年比	▲2~▲8%	▲12~▲14%	▲10~▲12%	▲10~▲11%
		90年比	±0~+4%	±0%	▲16~▲17%	▲12~▲15%
先進国全体90年比▲25% で限界削減費用均等	88~166 \$	05年比	▲6~▲12%	▲30~▲33%	▲18~▲23%	▲22~▲23%
		90年比	+1~▲5%	▲19~▲24%	▲23~▲27%	▲25%
先進国全体90年比▲25% でGDP当り対策費用均等	0.4~1.0% (GDP当り 対策費用)	05年比	▲13~▲23%	▲19~▲28%	▲25~▲27%	▲22~▲23%
		90年比	▲8~▲17%	▲7~▲18%	▲30~▲31%	▲25%

○ 既に対策技術の導入が進んでいる日本は、限界削減費用で比較すると、削減率は小さくなる。

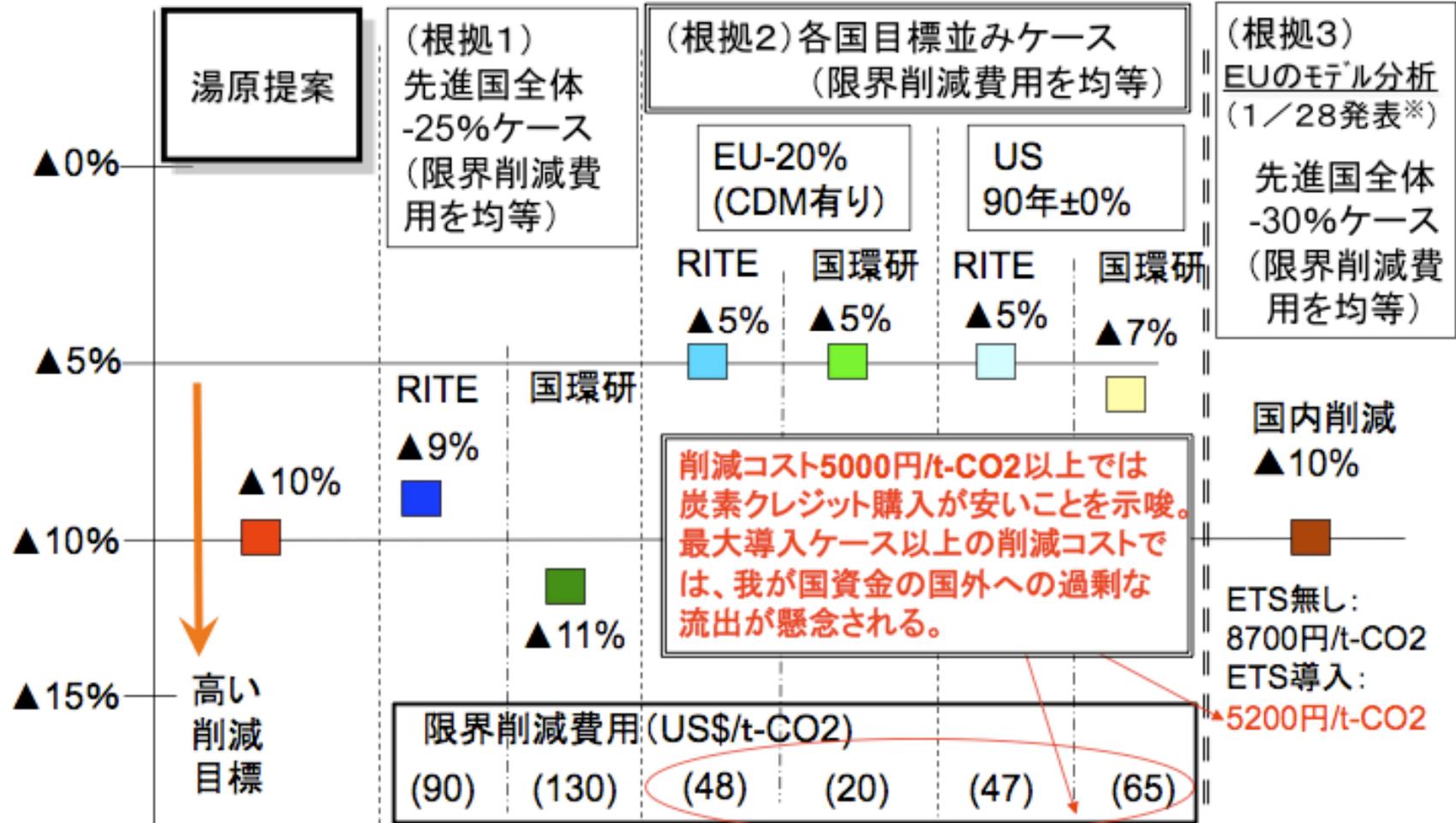
○ モデル分析の指標として、限界削減費用は最も広く用いられるが、国際比較の指標には、GDP当り対策費用、人口当たり排出量など、それ以外にも様々な手法が存在。

(※)「限界削減費用αドル」とは、排出量1トン削減当たりの費用がαドル以下である対策をすべて実施することを指す。これは、温暖化対策の公平性を測る指標のうち、同じ対策技術の導入を重視した指標。

2. 我が国の中期削減目標(2020年)の数値と削減費用

国際的な公平性

削減率(2005年比、エネ起CO2)



※欧州委員会 1/28発表資料より (http://ec.europa.eu/environment/climat/future_action.html から入手可)

2020年の最大導入ケース実現の姿

—企業の姿/家庭の姿—

最大導入ケース」に向け、技術的ポテンシャルの最大限まで機器・設備効率を改善し、これらの製品を更新時に最大限導入するには、今から2020年までに約52兆円の社会的負担が必要。

※これ以上のスピードでの普及を図るには、購入時点での消費者への義務づけ、さらには耐用年数到来前の強制買換といった国民行動への強権的な措置の導入が必要。

企業の姿

工場 引き続き世界最先端の省エネ技術を最大限導入

3兆7兆円



- 業種ごとに最先端技術を導入
鉄鋼、化学、窯業土石、紙・パルプ等のエネルギー多消費産業を中心とした各業種において、更新時には全て世界最先端の技術を導入
- 業種横断的高効率設備を導入

オフィス等 トップランナー制度、グリーンII等による最先端の省エネ機器の急速な普及

17.2兆円

- サーバー・ストレージ・ネットワーク機器（ルーター）：
高効率なサーバー（省エネ率約20%）、ストレージ（省エネ率80%）、省エネ型ネットワーク機器（省エネ率45%）が急速に普及
- 照明：LED・有機EL照明の普及
- 産業用・業務用空調 給湯器
- 断熱性等の省エネ性能向上：最も厳しい基準を満たす新築が増加
- 自動車：
次世代自動車の加速的普及とインフラ整備（水素スタンド 充電設備の普及等）



発電所等

4兆7兆円

- 原子力の推進
- 火力発電の高効率化：GCCなどの高効率発電の導入
- クリーンな電源構成：
 - 工場、公共施設等大型建築物への太陽光発電の積極的導入
 - よりCO2排出の少ない電源構成

企業全体で、25.6兆円の負担

家庭の姿

住宅 断熱性等の省エネ性能の向上
太陽光パネルの設置

12.2兆円



太陽光パネル

- 最も厳しい基準を満たす新築が急増
- 太陽光パネルの普及

家庭の機器・設備 トップランナー制度、グリーンII等による最先端の省エネ機器の急速な普及

8.8兆円

- テレビ等ディスプレイ：
ブラウン管から液晶、プラズマ、有機ELへの移行
- 蛍光灯、冷蔵庫、家庭用エアコン等
市場で購入される機器すべてが現在の最高水準を満たす
- 給湯器・コジェネ
高効率給湯器（ヒートポンプ、潜熱回収型）、コジェネ（含燃料電池）の普及



高効率給湯器

冷蔵庫

燃料電池

自動車 自動車の燃費改善と次世代自動車の普及

5.7兆円

- 自動車の燃費の継続的改善
- 次世代自動車の加速的普及
（台当たり150万円の追加負担増）



次世代自動車

国民全体で、26.7兆円の負担

中期目標検討委員会：湯原委員提出資料：添付資料 2009.4

最大導入ケース対策項目の検討(2020年)

(ただし、全ての対策項目についてではなく、建築物省エネ等、一部の対策項目については除外した項目についての検討)

※これまでに各機関より提出されたデータ等を基に、最大導入ケースに含まれる一部の対策について、対策設備の使用年数を前提として

省エネメリット(燃料の削減等によるコスト削減額)、税負担、金利を考慮したネットコスト(*)を試算した。

※使用年数を前提とし、2020年のCO2削減量とネットコストより、CO2削減コスト(**)を試算した。

※下記の表中、カッコ内赤字のコストは対策導入による「メリット」(燃料の削減等による省エネメリット)である。

※つまり、対策によっては、実施することにより、「メリット」が見込まれる。

部門	対策項目		技術導入		CO2削減量	CO2削減量	CO2削減コスト	使用年数ベースの	
			使用年数	初期投資	(2020年)	(項目毎加算)	(**)	ネットコスト(*)	
			年	億円	万トンCO ₂	万トンCO ₂	円/CO ₂ トン	億円	
1	産業	製鉄	電力需要設備効率の改善	15	1,600	42	42	(49,973)	(3,148)
2	産業	製鉄	省エネ設備の増強	30	1,500	74	116	(26,425)	(5,866)
3	産業	業種横断	高効率空調	15	116	61	177	(21,467)	(1,965)
4	産業	紙パ	高効率古紙パルプ製造技術	30	55	15	192	(18,180)	(818)
5	産業	化学	バイオマス資源を活用したプロピレン製造技術	30	213	58	250	(17,756)	(3,100)
6	民生	高効率空調	高効率セントラル空調、高効率マルチ空調	15	3,330	218	468	(17,158)	(5,613)
7	産業	化学	内部熱交換型蒸留塔	50	669	52	520	(16,254)	(4,185)
8	産業	化学	膜分離による蒸留プロセスの省エネ化技術	30	814	94	614	(15,948)	(4,497)
9	産業	業種横断	高性能工業炉	15	150	154	767	(15,792)	(3,636)
10	転換	電力	風力発電	20	2,640	155	922	(15,916)	(4,934)
11	産業	化学	熱供給発電技術(CHP)	30	400	42	964	(15,101)	(1,907)
12	産業	業種横断	産業HP(加温乾燥)	15	293	29	993	(14,738)	(640)
13	産業	業種横断	高性能ボイラー	15	300	124	1,117	(14,493)	(2,687)
14	産業	化学	低温排熱の回収システム構築	30	427	34	1,151	(14,305)	(1,476)
15	民生	高効率照明	LED照明、有機EL照明	10	13,000	283	1,434	(14,093)	(3,988)
16	産業	化学	ガスタービンの普及	30	500	38	1,473	(14,070)	(1,621)
17	民生	省エネ型ネットワークデバイス、情報機器	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)	5	44,900	1,436	2,909	(13,606)	(9,768)

18	産業	紙パ	廃材等利用技術	30	920	108	3,017	(13,452)	(4,358)
19	産業	紙パ	高温高圧型黒液回収ボイラー	30	600	23	3,040	(8,460)	(584)
20	民生	省エネ型ディスプレイ	低電力液晶ディスプレイ、プラズマディスプレイ、有機ELディスプレイ	10	26,200	398	3,438	(7,485)	(2,981)
21	産業	化学	ナフサ接触分解技術	30	717	23	3,461	(7,350)	(514)
22	産業	製鉄	廃プラスチックの製鉄所でのケミカルリサイクル拡大	30	280	163	3,624	(6,693)	(3,273)
23	産業	化学	熱併給発電技術(CHP)の効率化	30	3,327	105	3,729	(5,439)	(1,718)
24	民生	高効率給湯器	太陽熱利用	15	2,473	107	3,837	(3,377)	(544)
25	産業	セメント	省エネ設備導入	30	193	18	3,855	(972)	(52)
26	産業	セメント	燃料代替廃棄物(廃プラ等)利用技術	30	73	21	3,876	(523)	(33)
27	産業	製鉄	SCOPE21 型コークス炉	50	3,300	120	3,996	(23)	(14)
28	民生	トップランナー家電	トップランナー家電	10	28,300	1,048	5,044	3,561	3,734
29	産業	製鉄	自家発・共同火力発電設備の高効率化更新	30	6,000	105	5,149	4,524	1,425
30	民生	建築物の省エネ・空調等	BEMS	15	14,300	568	5,718	5,575	4,753
31	民生	業務用給湯等	業務用HP、コージェネ、FC	15	11,700	340	6,058	9,103	4,643
32	民生	省エネ住宅	住宅の省エネ性能向上	30	46,600	728	6,786	13,274	28,994
33	転換	電力	太陽光発電	30	67,100	372	7,158	14,708	16,414
34	民生	高効率給湯器	家庭用HP、潜熱回収式給湯器、コージェネ、FC	15	41,900	799	7,956	18,427	22,079
35	運輸	次世代自動車・燃費向上	ハイブリッド自動車、電気自動車、プラグインハイブリッド自動車、燃料電池自動車、クリーンディーゼル自動車、天然ガス自動車	15	119,000	2,100	10,056	21,507	67,748
総計				—	443,888	10,056	—	—	75,868

(*) ネットコスト＝省エネメリットを含めたコスト＝(初期投資)+(税負担)+(金利(法定耐用年数))-(省エネメリット)×(使用年数)

税負担:償却資産に係る固定資産税として算出

税負担＝ $\sum((前年評価額) \times (1-減価率) \times 1.4\%)$ 、

1.4%は標準税率、減価率は法定耐用年数に応じて決定

金利:初期投資費用を年間定額ずつ支払う場合に発生する金利

金利＝(初期投資額)×($\eta-1$)

初期投資費用に対して実際に支払う金額の比率を η とする。金利を年率3%とし、支払い年数(法定耐用年数)に応じた比率 η を使用

3. 具体的削減対策とその効果

(限界削減費用5000円以下を目安とした削減目標(試算))

「長期需給見通し」の最大導入ケースに関する日本エネルギー経済研究所の分析結果を基に、初期投資、固定資産税、金利負担、使用年数、燃料費節約効果を考慮し、対策毎にCO2の1トンあたりの削減コストを算出(詳細別紙)。

削減コスト5000円/t-CO2以下の対策を積み上げ

原子力発電を05年70%から20年90%まで向上させる

従来LNG火力発電(汽力)の半数を複合発電(MACC)にリプレース

CO2削減コスト〔赤字は便益が上回ることを示す。〕

最大導入ケース対策項目の検討(2020年)

(ただし、全ての対策項目についてではなく、建築物省エネ等、一部の対策項目については除外した項目についての検討)
 ※これまでに各機関より提供されたデータ等を基に、最大導入ケースに含まれる一部の対策について、対策効果の使用年数を前提として省エネメリット(燃料の削減等によるコスト削減額)、税負担、金利を考慮したネットコスト(*)を試算した。
 ※使用年数を前提とし、2020年のCO2削減量とネットコストより、CO2削減コスト(**)を試算した。
 ※下記の表中、カッコ内赤字のコストは対策導入による「メリット」(燃料の削減等による省エネメリット)である。

部門	対策項目	技術導入		CO2削減量	CO2削減量	CO2削減コスト	使用年数ベースの
		使用年数	初期投資	(2020年)	(項目毎追加)	円/CO2トン	
		年	億円	万トンCO2	万トンCO2		億円
1	産業 脱炭	電力需要設備効率の改善	15	1,800	42	43(3,173)	(3,148)
2	産業 脱炭	省エネ設備の増設	30	1,600	74	116	(25,426)
3	産業 省エネ	高効率空調	15	116	61	177	(21,487)
4	産業 脱炭	高効率省燃ボイラ製造技術	30	55	15	182	(18,180)
5	産業 化学	ハイマス真鍮を注用したPVC製造設備	30	213	56	250	(17,756)
6	産業 化学	内部熱交換型蒸留塔	50	669	52	302	(15,254)
7	産業 化学	膜分離による蒸留プロセスの省エネ化技術	30	814	34	396	(13,848)
8	転換 電力	風力発電	20	2,040	155	551	(15,810)
9	産業 省エネ	高性能工業炉	15	150	154	704	(15,792)
10	産業 化学	熱供給発電技術(CHP)	30	400	42	746	(15,101)
11	産業 省エネ	産業HP(給湯乾燥)	15	293	29	775	(14,738)
12	産業 省エネ	高性能ボイラ	15	300	124	899	(14,493)
13	産業 化学	省エネ型の回収システム構築	30	427	34	933	(14,305)
14	産業 化学	ガスターボリンの普及	30	900	36	972	(14,070)
15	民生 高効率照明	LED照明(有線FL照明)	10	13,000	288	1,280	(13,837)
16	産業 脱炭	木材等利用設備	30	920	108	1,368	(13,452)
17	民生 省エネ型ネットワークデバイス	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)	5	44,900	1,488	2,856	(13,128)
18	民生 高効率空調	高効率セントラル空調、高効率マルチ空調	15	3,330	282	3,238	(9,795)
19	産業 脱炭	高圧高圧型風量調整ボイラ	30	800	23	3,261	(8,490)
20	民生 省エネ型ディスプレイ	省エネ型ディスプレイ、有機ELディスプレイ	10	26,200	401	3,662	(7,431)
21	産業 化学	プロセス熱回収技術	30	717	23	3,685	(7,350)
22	産業 脱炭	炭2プロセスの脱炭素化のための3Rリサイクル拡大	30	280	183	3,848	(6,693)
23	産業 化学	熱供給発電技術(CHP)の効率化	30	3,327	105	3,954	(5,439)
24	民生 高効率給湯器	太陽熱利用	15	2,473	107	4,061	(3,377)
25	産業 省エネ	省エネ設備導入	30	193	18	4,079	(3,722)
26	産業 省エネ	省エネ型省エネ設備(省エネ)利用技術	30	73	21	4,100	(3,731)
27	産業 脱炭	SGOPE21型ボイラ	50	3,300	120	4,220	(3,731)
28	民生 トップランナー家電	トップランナー家電	10	28,300	1,248	5,268	3,561
29	産業 脱炭	自家発電・共同火の発電設備の高効率化更新	30	6,000	105	5,374	4,524
30	民生 建築物の省エネ・空調	BEMS	15	14,000	624	5,997	5,079
31	民生 省エネ住宅	住宅の省エネ性能向上	30	48,900	728	6,726	13,274
32	民生 南国用給湯等	業務用HP、コージェネ、FC	15	11,700	258	6,984	13,773
33	転換 電力	太陽光発電	30	67,100	372	7,356	14,708
34	民生 高効率給湯器	省エネ型HP、蓄熱型電気給湯器、コージェネ、FC	15	41,900	799	8,154	19,427
35	運輸 次世代自動車・燃費	ハイブリッド自動車、電気自動車、プラグインハイブリッド自動車、燃料電池自動車、クリーンディーゼル自動車、天然ガス自動車	15	119,000	2,100	10,254	21,507
		合計		443,888	10,254		76,558

(*) ネットコスト=省エネメリットを含めたコスト=(初期投資)+(税負担)+(金利(法定耐用年数))-(省エネメリット)×(使用年数)
 税負担:償却資産に係る固定資産税として算出
 税負担=Σ((前年評価額)×(1-減価率)×1.4%)
 1.4%は標準税率、減価率は法定耐用年数に応じて決定
 金利:初期投資費用を年定額償却する場合に発生する金利
 金利=(初期投資額)×(年利)
 初期投資費用に対して実際に支払う金額の比率をαとする。金利を年率3%とし、支払い年数(法定耐用年数)に応じた比率αを使用
 省エネメリット:対策導入の経路としての燃料削減等によるコスト削減額
 (***) CO2削減コスト=(ネットコスト)/(対策別2020年CO2削減量)×(使用年数)

のみ

05年比 5.7%(エネ起CO2)

を実現した場合

05年比 9.4%(エネ起CO2)

を実現した場合

05年比 10.1%(エネ起CO2)

削減コストは割高(5000円以上)だが、低炭素社会に向けた重要基幹製品。

の一部が実行困難な場合に備え、補助金、税優遇等の政策導入により低コスト化を図り、一定量の導入を図るべき。

科学性：

**科学の基づく温暖化抑制のための
温室効果ガスの削減シナリオ**

IPCC AR4(2007)からAR5(2013)へ

1. 2005年に等価二酸化炭素濃度 $\text{CO}_{2,\text{eq}}$ が450ppmを超えた。カテゴリーIIは目標にならない。オーバーシュート(ピーク&ディケイ)が言われ始めた。
2. 温室効果ガスに京都6ガスに加えて、硫酸エアロゾル(冷却効果ガス)を入れることにした。
3. 新しい温暖化予測モデルによる削減シナリオの提案。 / オランダ、英国、日本

IPCC第4次評価報告書における地域ごとの削減幅

様々な温室効果ガス濃度レベルにおける附属書 I 国及び非附属書 I 国全体の
1990年の排出量及び2020/2050年の排出許容量の差異の範囲

シナリオカテゴリー	地域	2020	2050
A-450ppm(CO ₂ 換算)	附属書 I 締約国	▲25%~▲40%	▲80%~▲95%
	非附属書 I 締約国	ラテンアメリカ、中東、東アジア及びアジアの中央計画経済国におけるベースラインからの相当の乖離	すべての地域におけるベースラインからの相当の乖離
B-550ppm(CO ₂ 換算)	附属書 I 締約国	▲10%~▲30%	▲40%~▲90%
	非附属書 I 締約国	ラテンアメリカ、中東及び東アジアにおけるベースラインからの乖離	ほとんどの地域、特にラテンアメリカ及び中東におけるベースラインからの乖離
C-650ppm(CO ₂ 換算)	附属書 I 国締約国	0%~▲25%	▲30%~▲80%
	非附属書 I 締約国	ベースライン	ラテンアメリカ、中東及び東アジアにおけるベースラインからの乖離

出所: IPCC第4次評価報告書 第3作業部会報告書 第13章

注: CO₂換算濃度450ppmでの安定化を目指す研究のみが約50ppmの(一時的な)オーバーシュートを仮定している。

現状濃度(CO2換算)は455ppm(2005年)

(有力新聞: 2008年11月26日)



現状の等価濃度が455ppm(2005年)であることを正しく報道。

IPCC第4次評価報告書の複数の排出パス

区分	CO ₂ 濃度	温室効果ガス(エアロゾル含む)安定化濃度 (CO ₂ 換算)	CO ₂ 排出がピークとなる年	2050年のCO ₂ 排出 (2000年比、%)	産業革命前からの気温上昇	熱膨張による産業革命前からの海面上昇	シナリオの数
	ppm	ppm	年	%	°C	メートル	
I	350 - 400	445 - 490	2000 - 2015	-85 to -50	2.0 - 2.4	0.4 - 1.4	6
II	400 - 440	490 - 535	2000 - 2020	-60 to -30	2.4 - 2.8	0.5 - 1.7	18
III	440 - 485	535 - 590	2010 - 2030	-30 to +5	2.8 - 3.2	0.6 - 1.9	21
IV	485 - 570	590 - 710	2020 - 2060	+10 to +60	3.2 - 4.0	0.6 - 2.4	118
V	570 - 660	710 - 855	2050 - 2080	+25 to +85	4.0 - 4.9	0.8 - 2.9	9
VI	660 - 790	855 - 1130	2060 - 2090	+90 to +140	4.9 - 6.1	1.0 - 3.7	5

出所: IPCC第4次評価報告書統合報告書 政策決定者向け要約

- ◆温室効果ガスの濃度と気温上昇との関係を示す気候感度(**climate sensitivity**)は、2°C～4.5°Cの幅をとる可能性が高いとされているが、本表においては「最良の推計値」である3°Cが用いられている。(気候感度とは、大気中のGHG濃度が産業革命前に比べて2倍となった場合の上昇温度。例えば、気候感度3°Cの場合、大気中のGHG濃度が2倍になると気温が3°C上昇する。)
- ◆「CO₂換算」には、その他ガスの温室効果に加えて、大気中微粒子(エアロゾル)の冷却効果が含まれる。(2005年時点で、「CO₂濃度」は379ppm、「CO₂換算」は375ppm。)
- ◆ほとんどのシナリオで、排出削減後の大気中濃度の均衡は2100～2150年頃。さらに、気温の安定化には数世紀間を要する。
- ◆ここで評価された研究では、炭素循環フィードバックが考慮されておらず、気温上昇が過小評価の可能性がある。

3

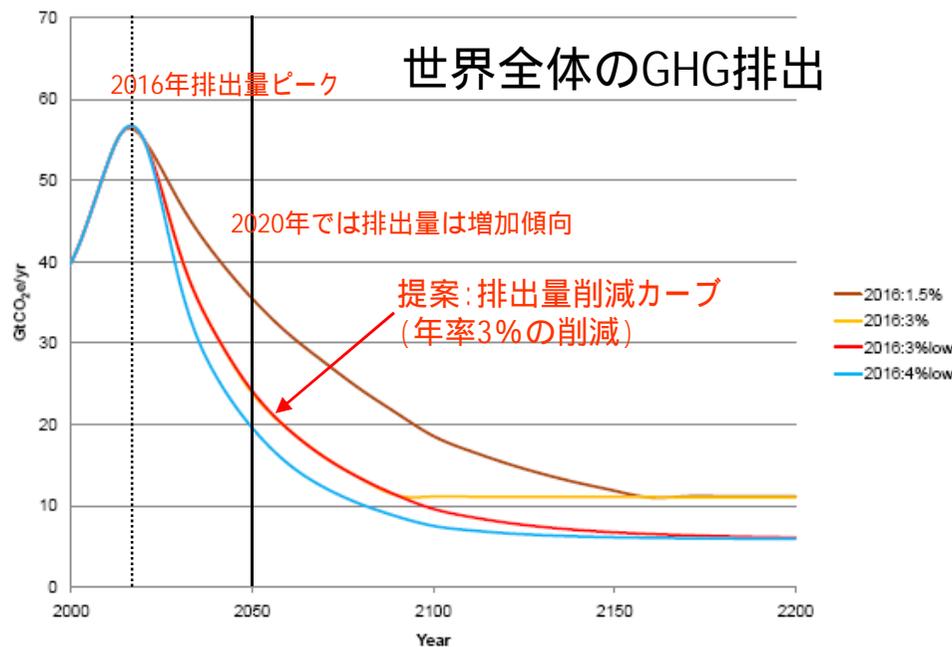
英国の結果 (08年12月) では、等価濃度で500ppmを目標

Building a low-carbon-economy-the UK's contribution to tackling climate change

estimates of temperature increases below this danger zone. However, it is no longer possible with certainty, or even with high probability, to avoid this danger zone. Average mean global temperature is already about 0.8°C above pre-industrial levels¹⁸, and even if concentrations of GHGs could be fixed at 2005 levels, the world could be committed to a long-term eventual warming of 2.4°C (1.4°C to 4.3°C)¹⁹. The world therefore needs to plan strategies for adaptation to temperature increases of at least 2°C. But it should also, we believe, aim to reduce to very low levels (e.g. less than 1%) the dangers of exceeding 4°C.

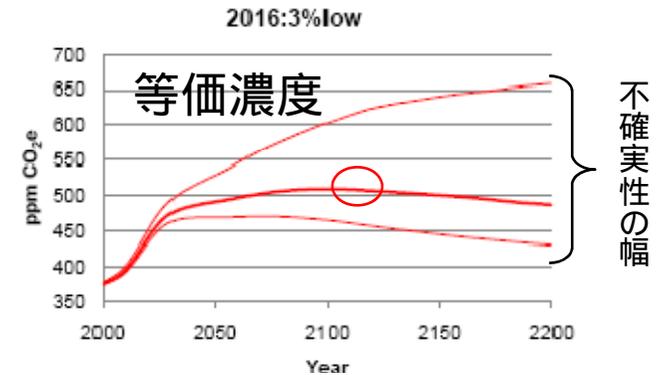
認識: 2005年の等価濃度で固定しても平衡昇温2.4 を超えてしまう。

Figure 1.7 Global emissions reduction trajectories peaking in 2016



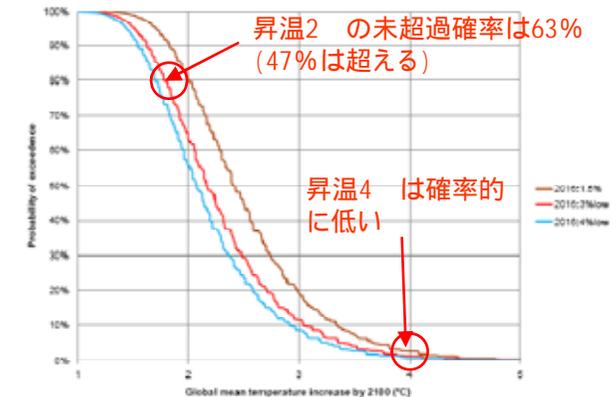
現実には、世界の等価排出量が急激に増加していることを認め、2016年に排出量ピークにする案を提案。

(Source: The Committee on Climate Change, UK, Report 1st December 2008)



等価濃度は500ppmを超過(オーバーシュートシナリオ)

Figure 1.11 Probabilities of exceeding a given global mean temperature increase by 2100 for emissions trajectories peaking in 2016



英国の検討(2008年12月)では、2 を超えても4 を超えないことを気候目標としている。

Table 1.2 Global 2050 emissions target, in terms of Kyoto GI-G emissions, arising from trajectories 2016:3%, 2016:3%low and 2016:4%low

Emissions trajectory	Kyoto emissions (GtCO ₂ e/yr)			2050 emissions cut, relative to baseline year	
	1990	2007	2050	1990	2007
2016:3% / 2016:3%low	26.1	40.1	23.5	34%	50%
2016:4%low	36.1	48.1	19.6	46%	59%

この削減率でも洞爺湖G8半減シナリオに合致する。

IPCC AR5(2013)の新シナリオ (RCP) では、CO2濃度は450ppm、550ppmおよびそれ以上になる見込み。

AR5(2013)用は、RCP (“Representative Concentration Pathways”)と呼ばれている。2020年までは、いずれの経路もCO2排出は増加傾向を示す。

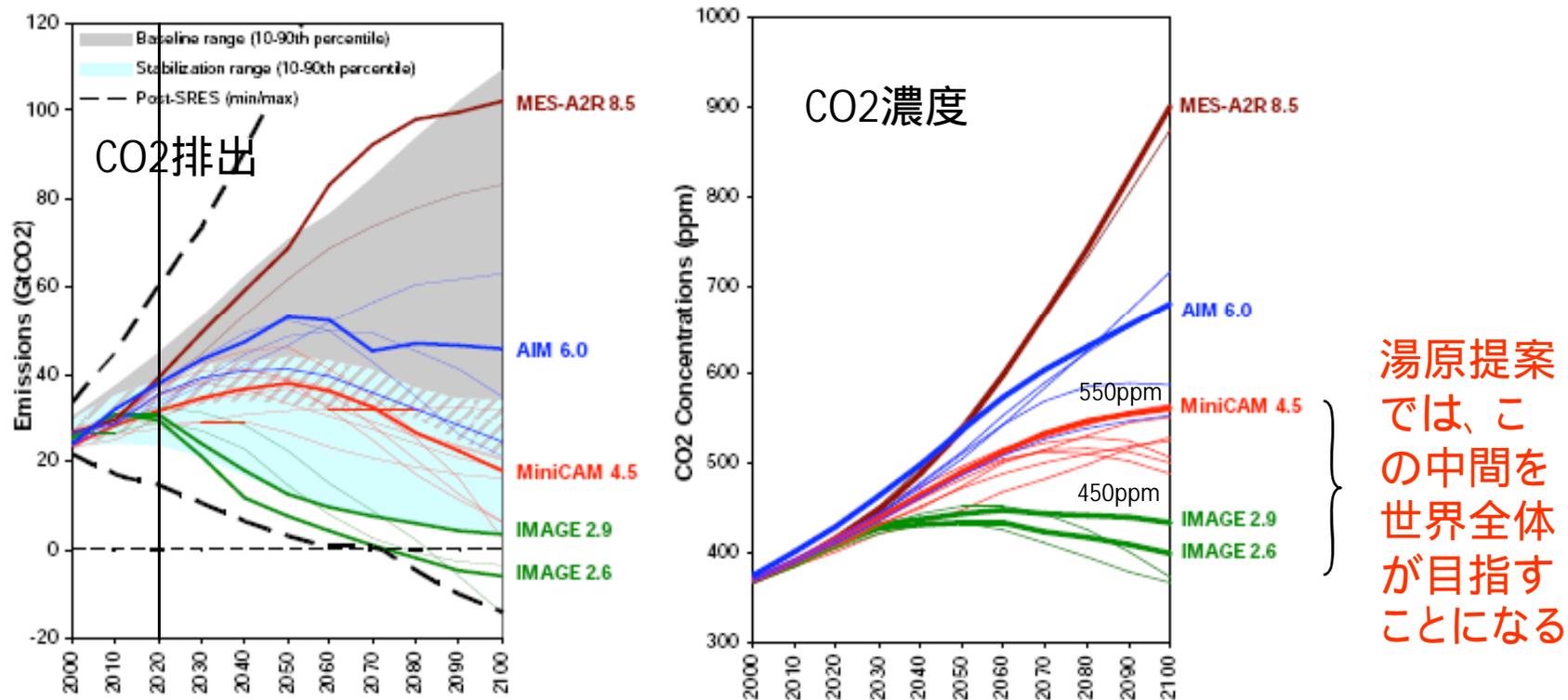


Figure III.2. Energy and industry CO₂ emissions and concentrations for RCP candidates (colored lines), and for the maximum and minimum (dashed lines) and 10th to 90th percentile (shaded area) in the post-SRES literature. Blue shaded area indicates mitigation scenarios; gray shaded area indicates baseline scenarios.³²

(Source: IPCC, Sep. 2007:Future Work on Scenarios, Report from the IPCC Expert Meeting Towards New Scenarios for Analysis of Emission, Climate Change, Impact, and Response Strategies, Noordwijkerhout, The Netherlands)。確定版ではなく、引き続き検討中である。 21

6. 放射強制力※1

- 大気中における温室効果ガス濃度、エアロゾル濃度、又は地表特性や太陽放射の変化によって、気候システムのエネルギーバランスは変化する。

出典:AR4 SYR Longer Report 主題2

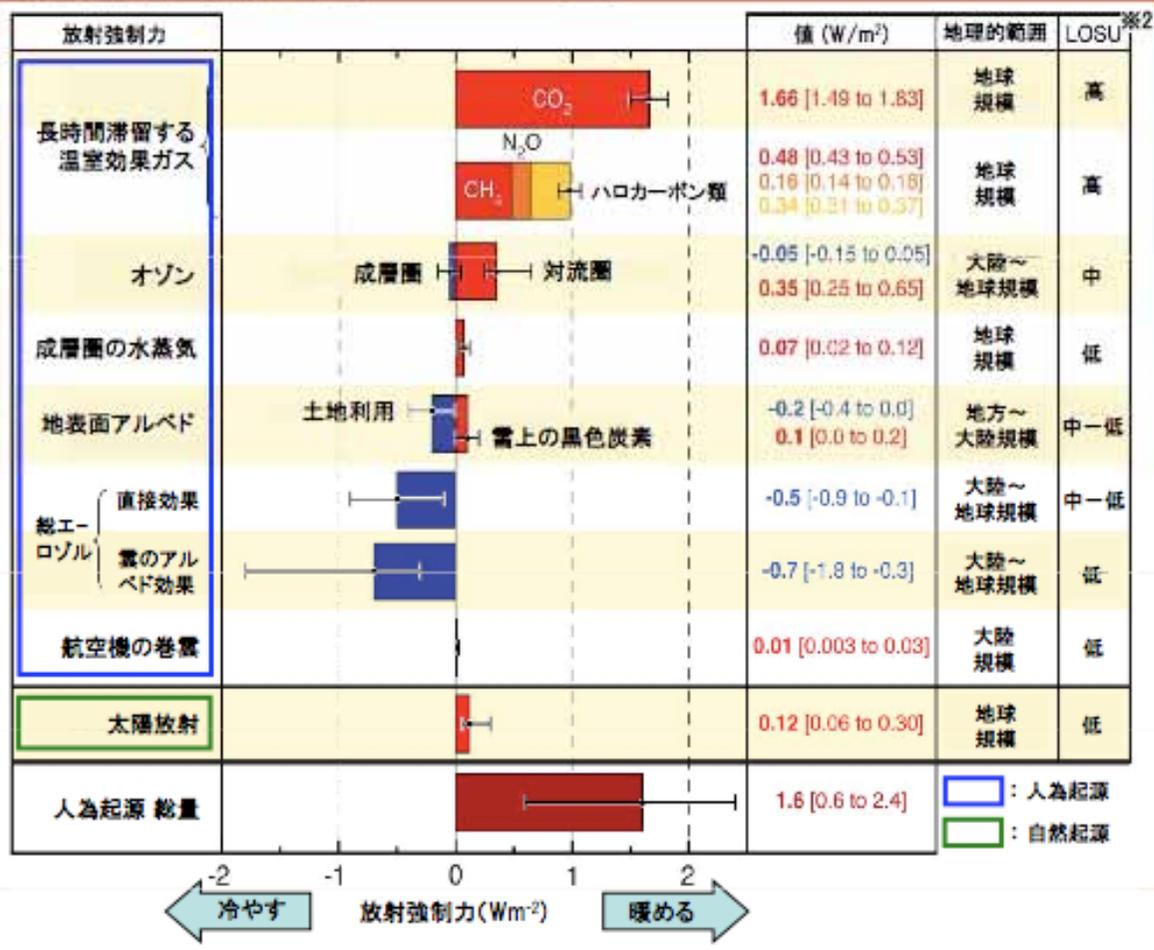
- 1750年以降の人間活動が、世界平均で温暖化の効果を持つことについては、確信度が非常に高い。

出典:AR4 SYR SPM

※1 正の放射強制力は地表を暖め、負の放射強制力は地表を冷やす。地球に出入りするエネルギーのバランスを変化させる影響力のことで、1平方メートルあたりのワット数で表される。



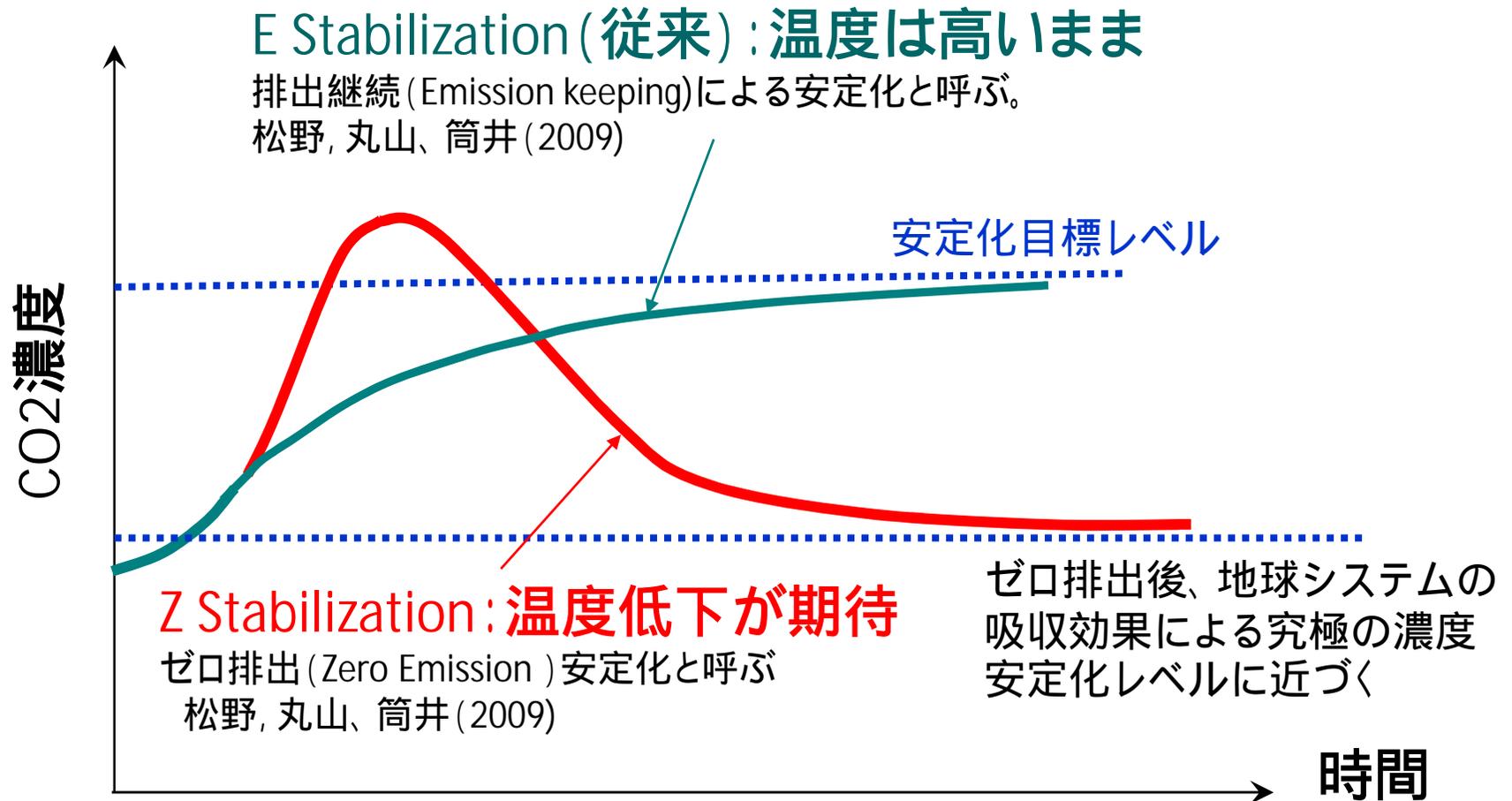
放射強制力の構成要素(1750~2005年)



※2 「Level Of Scientific Understanding」の略で科学的知見レベルのことを示す。

出典:AR4 SYR Longer Report 主題2 図2.4

気候目標と濃度安定化の新しい考え方(＊)



(＊) 以下の論文(準備中)による成果

Equilibrium stabilization of the atmospheric carbon dioxide via zero-emission – An alternative way to stable global environment

PART1; Examination of traditional stabilization concept and its extension

PART2; Emission scenarios based on the zero-emission stabilization

by Taroh Matsuno, Koki Maruyama and Junichi Tsutsui

[気候変動予測の要求(2℃以下)]-[先進国の削減目標] =[途上国の削減]

科学予測の要求:世界の削減

途上国の削減曲線

---世界30%削減

---世界50%削減

先進国の削減目標

---先進国80%削減

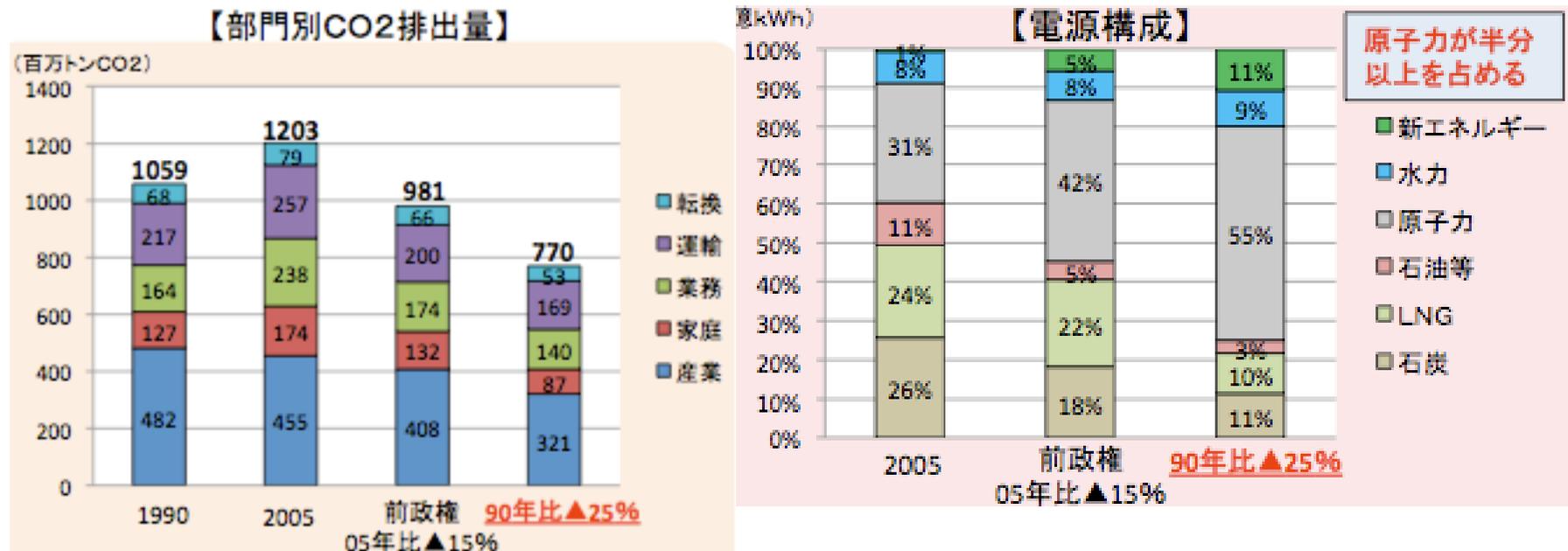
「2050年世界で半減(ダブルフィフティ)」に代わる世界で共有すべき削減シナリオ 25

2009.10.13 T.YUHARA in ASME-JSME WORKSHOP on NUCLEAR CODE&STANDARD

World energy mixture to 50% CO₂ reduction in 2050
without CCS

* Uranium Reserve 4,540x1000tU(Cost<\$130/kg), Ultimate reserve 14,400x1000tU

2005年比2020年30%削減(1990年比25%削減) の2020年の部門別排出構成と電源構成試算



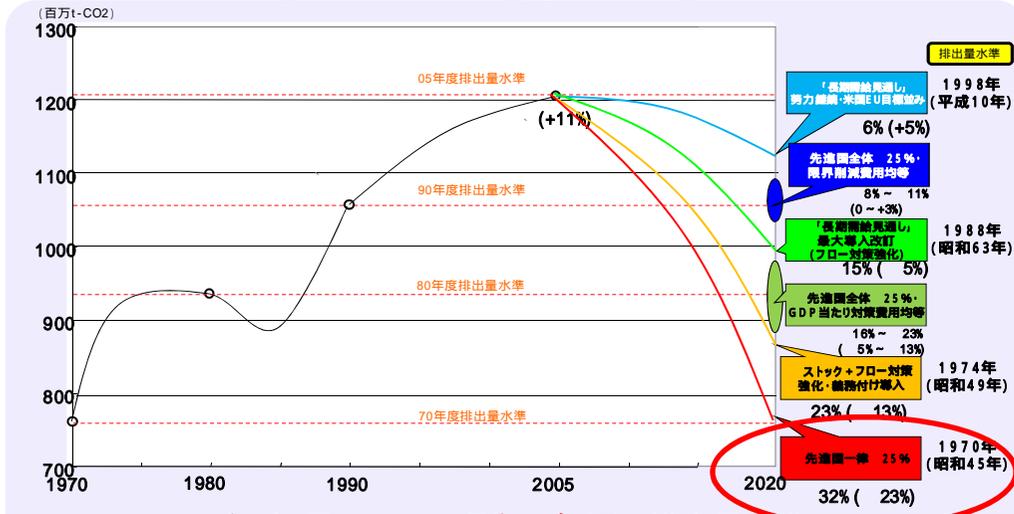
2030年トリプル・フィフティに近づくエネルギー構成

地球温暖化対策の中期目標について 2009年4月内閣官房「中期目標検討委員会」の分析結果の概要

必要な対策・政策 (②具体案)			
	太陽光発電等	自動車、交通流	住宅・建築物等
上段：主な対策技術の導入 下段：主な政策			
①長期需給見通し 努力継続 (05年比▲4%、90年比+4%)	太陽光：現状の 4倍 ・RPS法による買取り	次世代車：新車販売の 10% ・省エネトップランナー基準 ・税制優遇、補助金	断熱住宅：新築住宅の 70% ・省エネ法の省エネ基準 ・税制優遇
③長期需給見通し 最大導入 (05年比▲14%、90年比▲7%)	太陽光：現状の 10倍 ・固定価格買取制度 ・住宅太陽光補助金	次世代車：新車販売の 50% 保有台数の 20% ・エコカー購入支援補助	断熱住宅：新築住宅の 80% ・省エネ住宅の基準強化、対象拡大 ・グリーン家電の購入支援補助
タイプA(財政出動重視型)	太陽光：現状の 25倍 小水力：大幅拡大 LNG重点化(石炭火力削減) ・買取りの 固定価格のアップ	次世代車：新車販売の 53% 保有台数の 24% 従来車の燃費の向上 交通流対策、エコドライブを強化 ・税制優遇、補助金の強化 ・省エネトップランナー基準の強化	断熱住宅：新築住宅の 100% 既築も含めた全住宅の 60% に 省エネナビ、ビルエネルギーマネジメントシステム(BEMS)を強化 ・税制優遇、補助金の強化
⑤90年比▲15% (05年比▲21%)	太陽光：現状の 40倍 原子力稼働率：80%→90%へ タイプB(義務付け重視型) 新築住宅、一定規模以上の既築住宅に 設置義務	次世代車：新車販売の 100% 保有台数の 40% ・従来型自動車の販売禁止、車検適用不可	断熱住宅：新築住宅の 100% 既築も含めた全住宅の 100% に ・新築、既築住宅の省エネ基準義務化
⑥90年比▲25% (05年比▲30%)	太陽光：現状の 55倍 ・⑤タイプBと同じ エネルギー多消費産業(製鉄、化学、セメント等)の 生産量低下 ・炭素への価格付け政策(排出量取引、炭素税)も不可欠	次世代車：新車販売の 90% 保有台数の 40% ・⑤タイプBと同じ	断熱住宅：新築住宅の 100% 既築の 100%を改修 ・⑤タイプBと同じ

90年比 25%の実現方法(1)

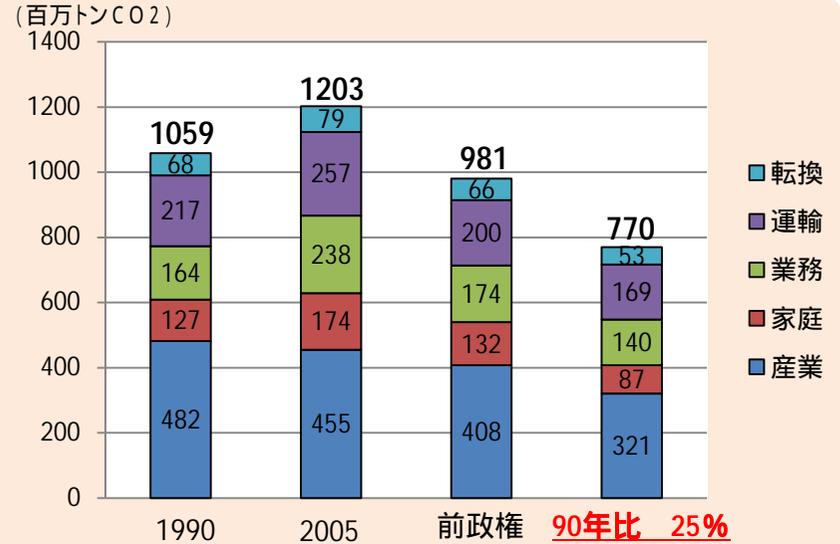
90年比 25%とは... 中期目標検討委員会 日本エネルギー経済研究所分析より
【エネルギー起源CO2】



エネルギー起源CO2は、昭和45年頃の排出量水準

- 昭和45年とは
- ・大卒初任給は4万円
 - ・エアコンの普及率8% (現在87%)
 - ・テレビの普及率40% (現在99%)
 - ・家庭のエネルギー消費は現在の6割

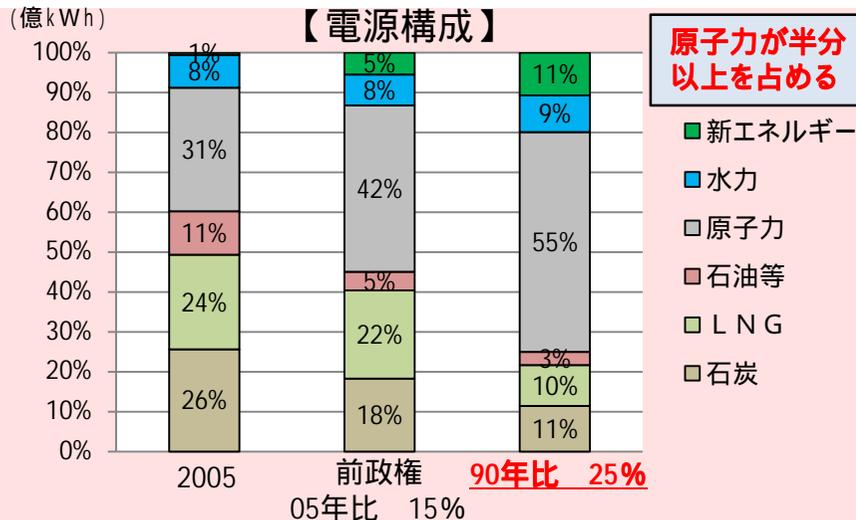
【部門別CO2排出量】



90年比 25%では、家庭はCO2排出量を半分にする必要がある

産業: 05年比 29% 業務: 41%
家庭: 50% 運輸: 34%

【電源構成】



【必要な対策例】

- 太陽光発電 **新築持家住宅は全て導入**
既築住宅は毎年60万戸 (長崎県の住宅数)
- 省エネ住宅 **新築は全て最も厳しい省エネ基準 (100万円)**
既築も全て省エネ住宅に改修 (200万円)
- 高効率給湯器 2人以上世帯の全て、単身世帯 (学生、高齢者等) にも一部に導入
- 次世代車 **ガソリン車の販売禁止** (全てがハイブリッド以上)
- 経済活動制約 粗鋼生産量を18%、セメント生産25%縮減等

METI「長期エネルギー需給見通し(再計算)」2009.8

エネルギー需給の姿(2)

○現在発電電力量の約30%を占める原子力発電について、供給安定性、環境適合性、経済性等を評価し、最適な組み合わせにより需要に見合った供給力を確保する観点から、原子力発電を将来にわたる基幹電源として推進。

1. 2020年時点での新增設基数と設備利用率の想定

新增設：**9基**(2000年～現在：4基)

設備利用率：**約80%**(現在：約60%)

2. 新增設基数の増加の可能性

現在、開発計画中の原子力発電は15基あるため、順調に着工・運転開始が進められることにより、右記想定を上回ることが期待されている。

平成21年電力供給計画の概要

事業者名	発電所名称・設備番号	出力(万kW)	着工年月	運転開始年月
北海道電力	泊3号	91.2	2003年11月	2009年12月
東北電力	浪江・小高	82.5	2015年度	2020年度
	東通2号	138.5	2015年度以降	2020年度以降
東京電力	福島第一7号	138	2011年4月	2015年10月
	福島第一8号	138	2011年4月	2016年10月
	東通1号	138.5	2010年12月	2017年3月
中部電力	東通2号	138.5	2013年度以降	2019年度以降
	浜岡6号	140級	2015年度	2019年度以降
中国電力	島根3号	137.3	2005年12月	2011年12月
	上関1号	137.3	2010年度	2015年度
	上関2号	137.3	2015年度	2020年度
九州電力	川内3号	159	2013年度	2019年度
電源開発	大間原子力	138.3	2008年5月	2014年11月
日本原子力発電	敦賀3号	153.8	2010年10月	2016年3月
	敦賀4号	153.8	2010年10月	2017年3月

	年度末設備容量 (万kW)		発電電力量 (億kWh)	
	2020年度 (予測)	2030年度 (予測)	2020年度 (予測)	2030年度 (予測)
最大導入				
水力	4,825 (18%)	5,077 (17%)	839 (3%)	839 (3%)
一般	2,120 (8%)	2,302 (8%)	75 (1%)	75 (1%)
小水力	2,705 (10%)	2,775 (9%)	764 (9%)	764 (9%)
火力	13,161 (49%)	12,090 (41%)	4,701 (55%)	3,080 (32%)
石炭	3,188 (14%)	3,020 (10%)	1,900 (18%)	1,340 (14%)
LNG	5,767 (21%)	4,881 (17%)	2,311 (22%)	1,371 (14%)
石油等	4,206 (15%)	4,209 (14%)	485 (5%)	363 (4%)
原子力	6,015 (21%)	6,315 (21%)	4,345 (47%)	4,895 (49%)
地熱	53 (0%)	53 (0%)	34 (0%)	34 (0%)
新エネルギー	3,200 (12%)	3,925 (20%)	175 (2%)	501 (5%)
合計	28,054	29,577	10,460	9,468
努力継続				
水力	4,813 (19%)	4,833 (17%)	832 (3%)	828 (3%)
一般	2,158 (8%)	2,158 (7%)	75 (1%)	75 (1%)
小水力	2,755 (10%)	2,775 (10%)	764 (9%)	764 (9%)
火力	13,831 (54%)	14,220 (49%)	5,223 (53%)	5,390 (49%)
石炭	3,758 (15%)	3,843 (13%)	2,160 (20%)	2,420 (20%)
LNG	5,667 (23%)	6,181 (21%)	2,160 (20%)	2,160 (20%)
石油等	4,206 (15%)	4,209 (14%)	770 (7%)	707 (6%)
原子力	6,015 (23%)	6,315 (21%)	4,345 (37%)	4,895 (35%)
地熱	53 (0%)	53 (0%)	34 (0%)	34 (0%)
新エネルギー	920 (4%)	3,220 (11%)	224 (2%)	492 (5%)
合計	25,792	28,821	11,729	12,549
現状固定				
水力	4,813 (17%)	4,833 (14%)	862 (3%)	905 (3%)
一般	2,158 (8%)	2,158 (7%)	75 (1%)	75 (1%)
小水力	2,755 (10%)	2,775 (9%)	764 (9%)	764 (9%)
火力	16,321 (58%)	18,580 (64%)	7,189 (55%)	7,388 (54%)
石炭	4,698 (17%)	5,393 (15%)	2,144 (22%)	3,009 (27%)
LNG	7,417 (26%)	8,981 (24%)	3,585 (28%)	3,623 (27%)
石油等	4,206 (15%)	4,209 (13%)	450 (5%)	338 (5%)
原子力	6,015 (21%)	6,315 (21%)	4,345 (34%)	4,895 (35%)
地熱	53 (0%)	53 (0%)	34 (0%)	34 (0%)
新エネルギー	920 (3%)	3,220 (10%)	224 (2%)	492 (4%)
合計	28,272	33,171	12,724	13,594
実績				
	1990年度	2005年度	1990年度	2005年度
水力	3,632 (21%)	4,524 (19%)	861 (12%)	813 (6%)
一般	1,931 (11%)	2,051 (9%)	780 (11%)	714 (7%)
小水力	1,701 (10%)	2,513 (10%)	83 (1%)	99 (1%)
火力	10,408 (60%)	14,300 (59%)	4,456 (61%)	5,950 (50%)
石炭	1,223 (7%)	3,767 (15%)	719 (10%)	2,520 (21%)
LNG	3,839 (22%)	5,074 (24%)	1,829 (22%)	2,339 (24%)
石油等	5,347 (31%)	4,662 (19%)	2,508 (29%)	1,072 (11%)
原子力	3,148 (18%)	4,958 (21%)	2,014 (27%)	3,046 (31%)
地熱	24 (0%)	52 (0%)	15 (0%)	37 (0%)
新エネルギー	<<<	250 (1%)	<<<	<<<
合計	17,212	24,137	7,378	9,445

※事業用電力の設備容量。「新エネルギー」は太陽光及び風力の全設備容量。

※「新エネルギー等」は、太陽光、風力、バイオマス・廃棄物発電、家庭等での発電量を含む。
※小水力発電は一般水力に含む。

2020年原子力による削減案

(2005年比30%削減に対応するために)

- 一現状60%の稼働率を高め、負荷変動を導入し、開発計画(2020年運転開始)を確実に実行すること

原子力産業の約束された将来

原子力エネルギーは世界の基幹エネルギー
原子力産業は日本の基幹産業へ

原子力産業のアジア戦略(プラント開発と規格基準開発の一体化)の構築

原子力カルネッサンス“有るべき姿への解放“

三すくみ構造からの解放

導入体質から自主開発体質への解放

核アレルギーからの解放

プラント開発力は最高の産業競争力

- 1。性能の追求: プラントシステム設計, 機器の性能設計、高効率で, 競争力あるプラント設計
- 2。構造の追求: 健全性の確保、新材料による新構造の成立

規格基準は土俵であり、その上で構造と性能がせめぎあう。

さらに、運転・保守における優位性の追求が設計開発段階から追求され、競争力あるプラントが開発される。

先進的な規格基準は、機械工学の要素技術とプラントエンジニアリング技術の集大成であり、発電プラント産業の競争力にとって不可欠。

新型炉開発と先進的設計基準の開発

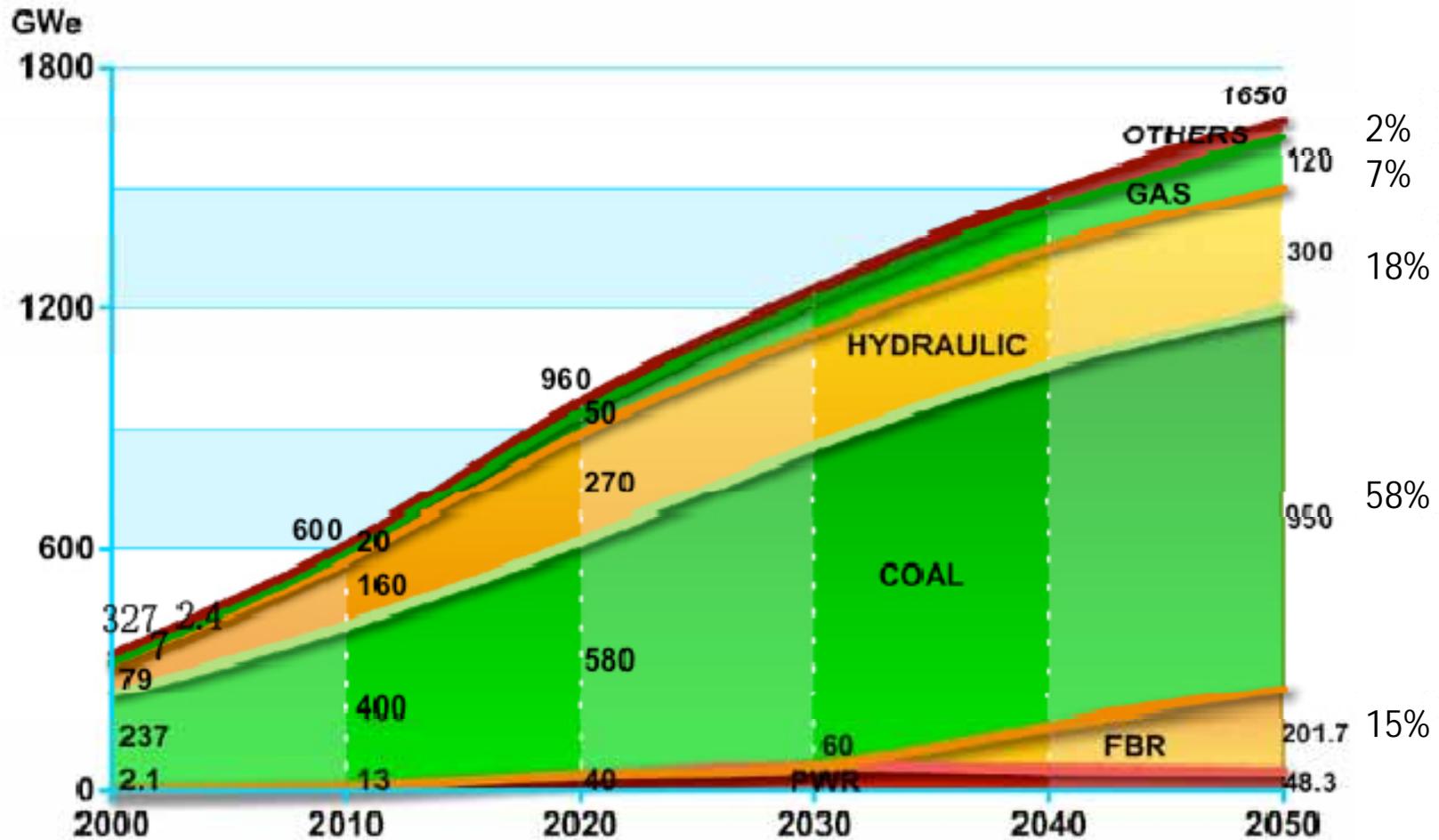
- FBR実証炉は2015年許認可開始、2025年運転開始
- プラントの合理的で革新的なプラント開発のため先進的な高温設計基準の開発が必要。
- 原型炉もんじゅの高温設計基準がクリープ疲労データに基づいて見直され、高度化される必要がある。
- 新しく開発された耐熱合金の材料基準への組み込みも必要
- 厳しい地震力による、機器・配管の座屈・塑性崩壊基準の高度化も必要。
- 高い熱荷重にたいする設計と地震荷重、仮想的事故荷重に対する設計はトレードオフの関係にある。
- 両立できる領域を見だし、最適化を図る必要がある。
- 構造設計、プラントの性能設計、原子力固有の安全設計のそれぞれの要求の許容範囲を定めるのが、設計基準である。

中国との対話

日中環境エネルギー物流フォーラム(2005.1
1～現在)

世界のエネルギービジョン
中国の2050年に至る道筋

“Status and Prospects of Sustainable Nuclear Power Supply in China”
 For the GLOBAL 2005 International Conference Nuclear Energy System for
 Future Generation and Global Sustainability Oct. 2005, Tsukuba, Japan
 XU MI, China Institute of Atomic Energy, Beijing 2005-09-15

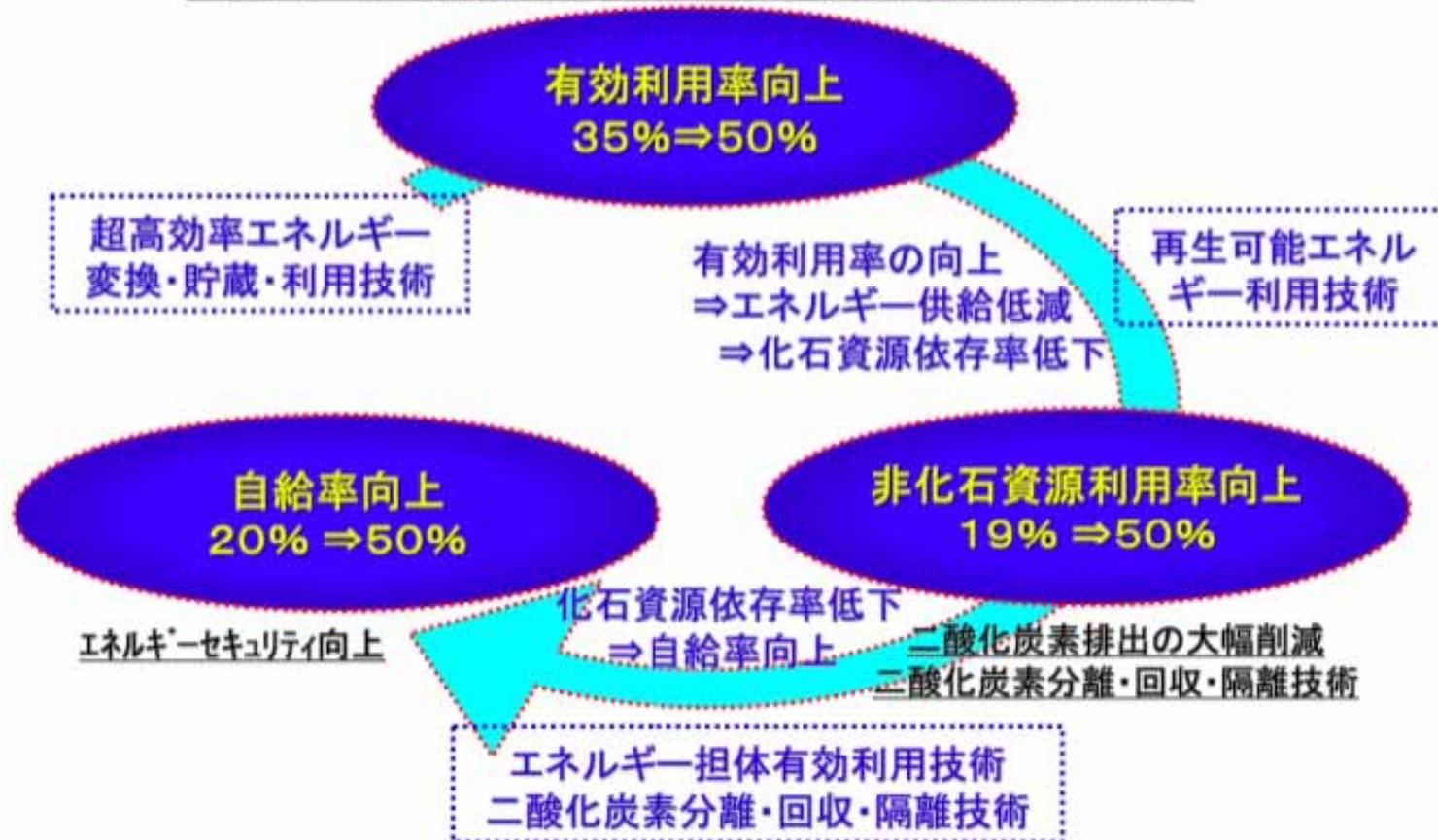


Electric Capacity Development Envisaged In China

1「日中環境エネルギー物流フォーラム」(2005.11.27)における西尾副学長の講演から

Vision-Driven Programの具体化: TRIPLE 50

エネルギーコスト削減・持続型エネルギー技術による産業競争力向上



火力発電の熱電効率の歴史

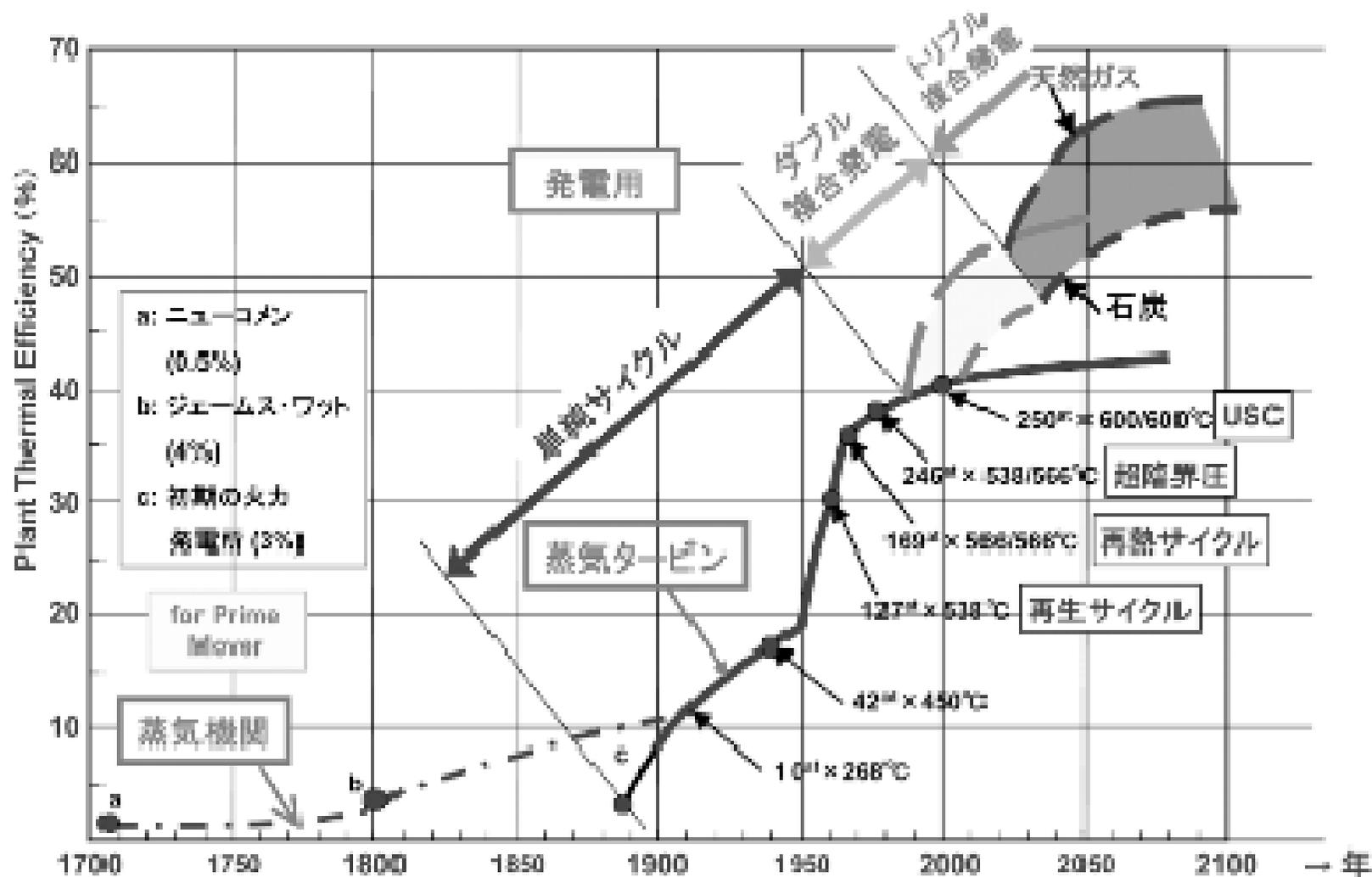
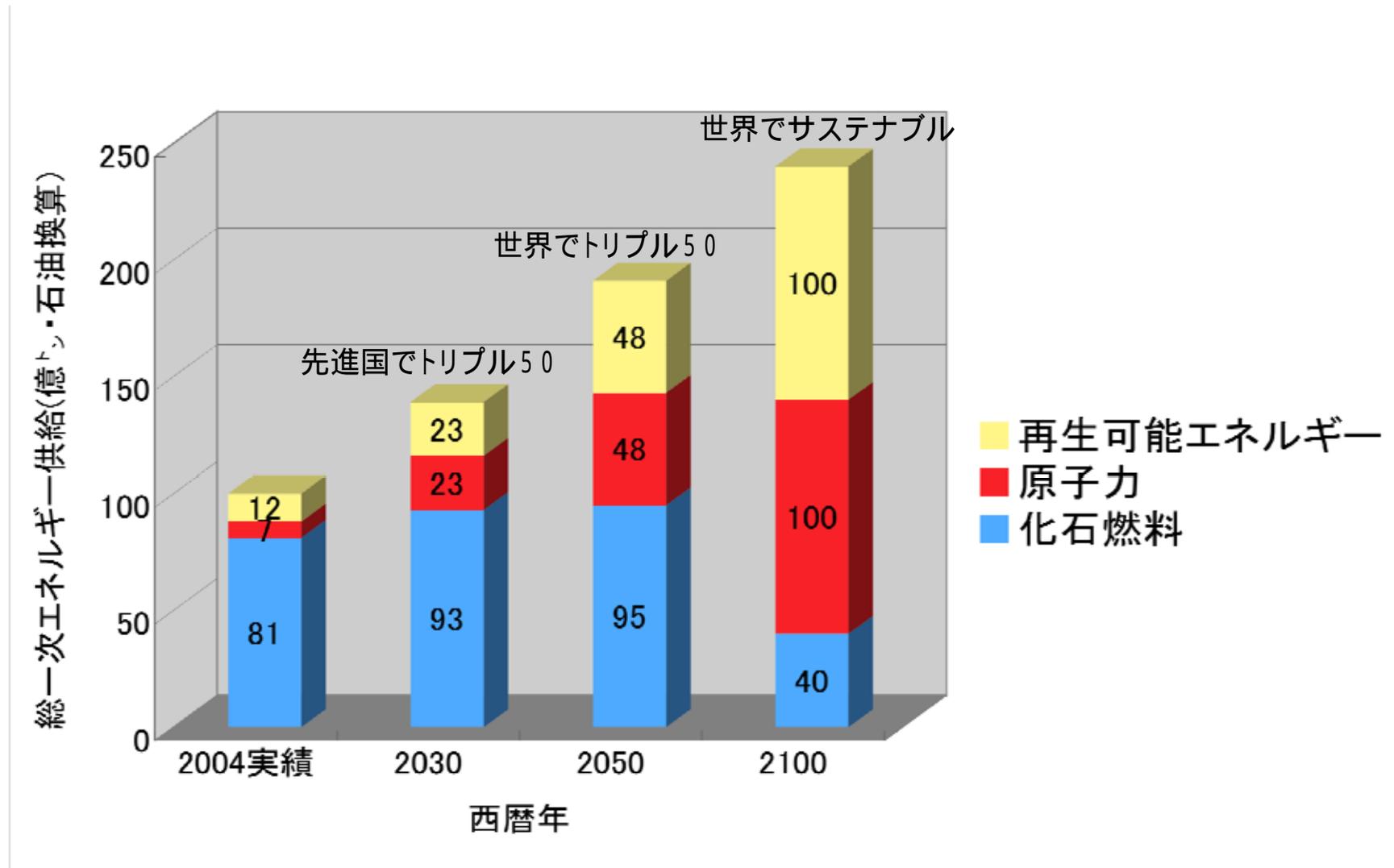


図18 熱効率の歴史

T.YUHARA in "#3 Japan-China Forum on environment,energy and transportation in Jan.15,2008

サステナブルなエネルギー構成



トリプル50：化石燃料依存率50%,エネルギー効率50%,自給率50%

サステナブル：化石燃料による二酸化炭素を地球の自然吸収能力以下にする。

大気中CO₂濃度が500ppm前後で安定化するエネルギー構成。

**中庸な成長(2.5%/年)と省エネ効果(1%/年)を見込んだ
世界のエネルギー供給構成例**

2009.10.13 T.YUHARA in ASME-JSME WORKSHOP on NUCLEAR CODE&STANDARD

World energy mixture to 50% CO₂ reduction in 2050
without CCS

* Uranium Reserve 4,540x1000tU(Cost<\$130/kg), Ultimate reserve 14,400x1000tU

Aug. 2007, TYUJARA

中国 2050年に至る道筋(案)

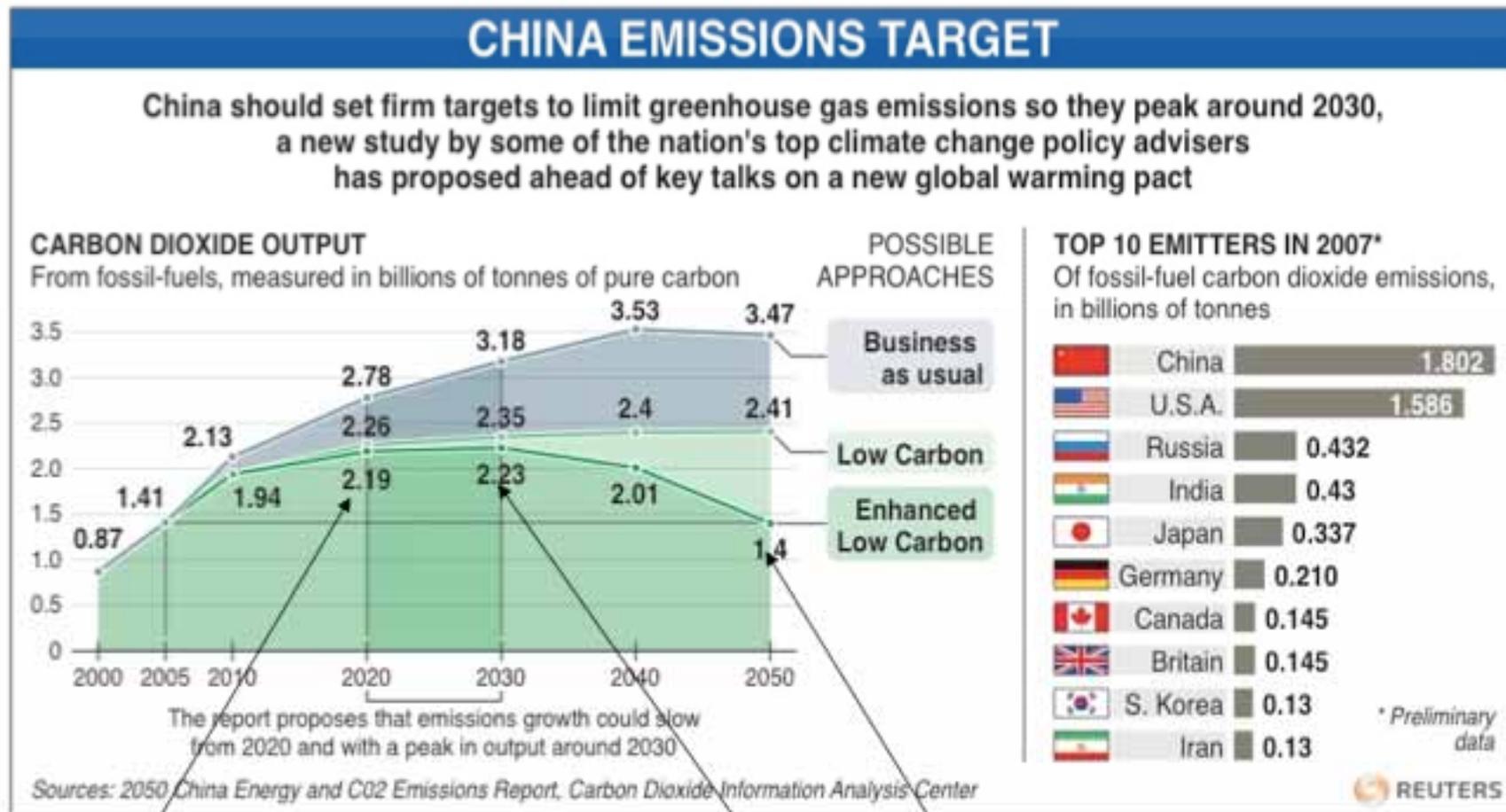
経済成長と温暖化抑制を両立させる
持続可能なエネルギー供給構成とCO₂排出量

Explosive growth of nuclear power plants in China and India ambitious strategic planning

- *1 3RD China-Japan Forum on Environment, Energy and Transportation
- *2 4th December 2009 "Perspective on India's Nuclear Power Programme"

Resent study of reduction target in China 15 August 2009

Emissions in Enhanced Low Carbon scenario are very similar to Z650 case under 60%-80% reductions by Annex I countries.



Increase ratio is 1.55 in 2020 from 2005 level. 1.58 in 2030 ,, 0.99 in 2050

Koki Maruyama "Policy Implication of Z520, Z650 emission pathways"