

IIASA-RITE国際シンポジウム

経団連会館

平成21年3月3日

持続可能な社会の実現に向けた 中期と長期の地球温暖化対策シナリオ

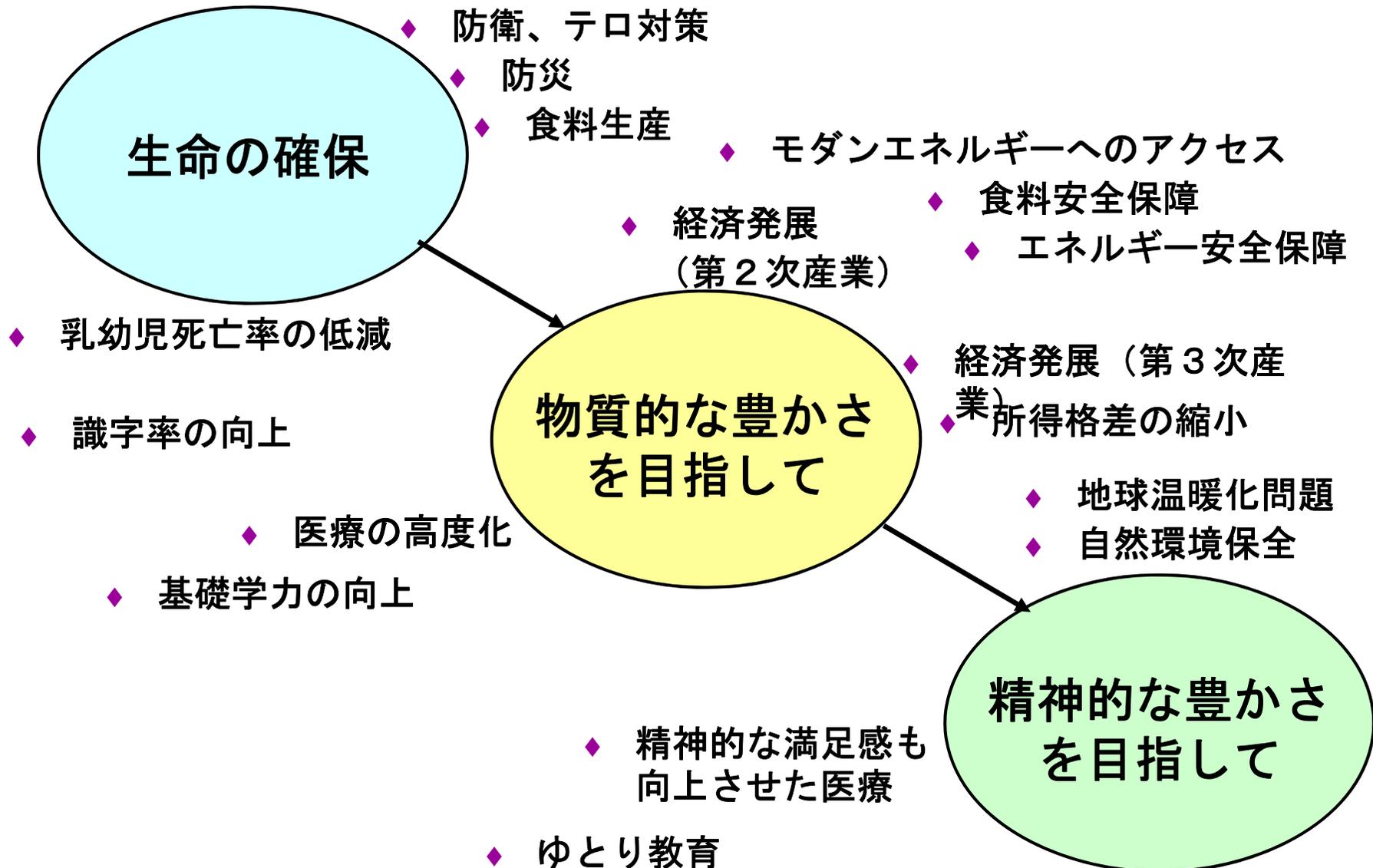
(財)地球環境産業技術研究機構 (RITE)

システム研究グループ グループリーダー

秋元 圭吾



人類には多くの解決すべき課題があり 人々が通常望む優先順位が存在する



温暖化抑制、持続的発展のために何が 必要で、何がその実現を妨げるのか？

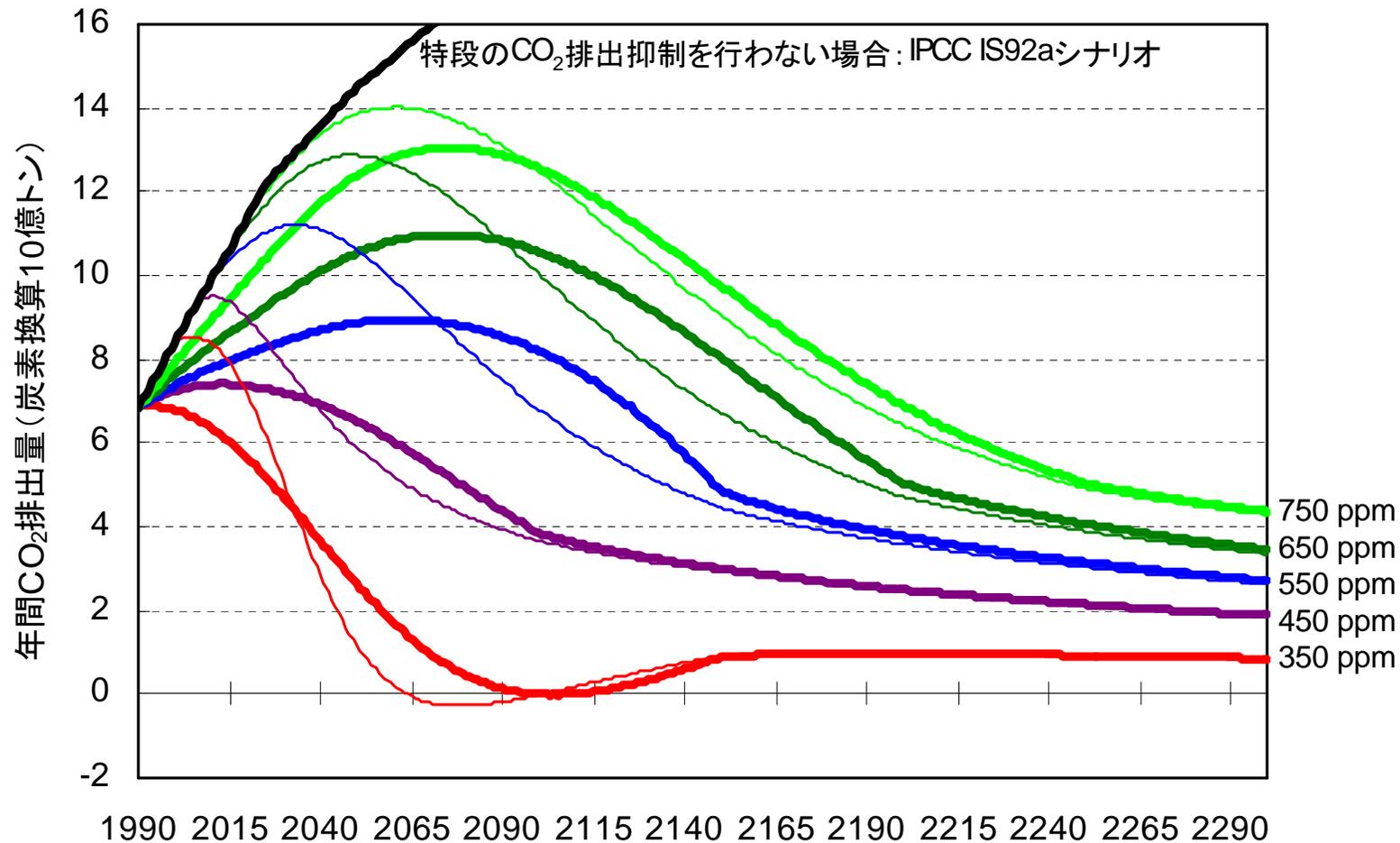
必要なこと

自らの幸福を最優先するだけではなく、将来の世代や他国の
人々の幸福にも配慮した行動をとること

必要なことは単純なことだが、実際の社会でそれを効果を持った形
で実現していくことは相当難しい

- ◆ 世界には65億人以上の人が存在
- ◆ 世界には200程度の国が存在
- ◆ 100年を超える長期にわたって持続的に温暖化対策を行いつづけることが必要（しかも石炭のような安価なエネルギー源は世界に広く存在し続ける）
- ◆ 人々の幸福感を高める基本的な優先順位は恐らく変わることがない

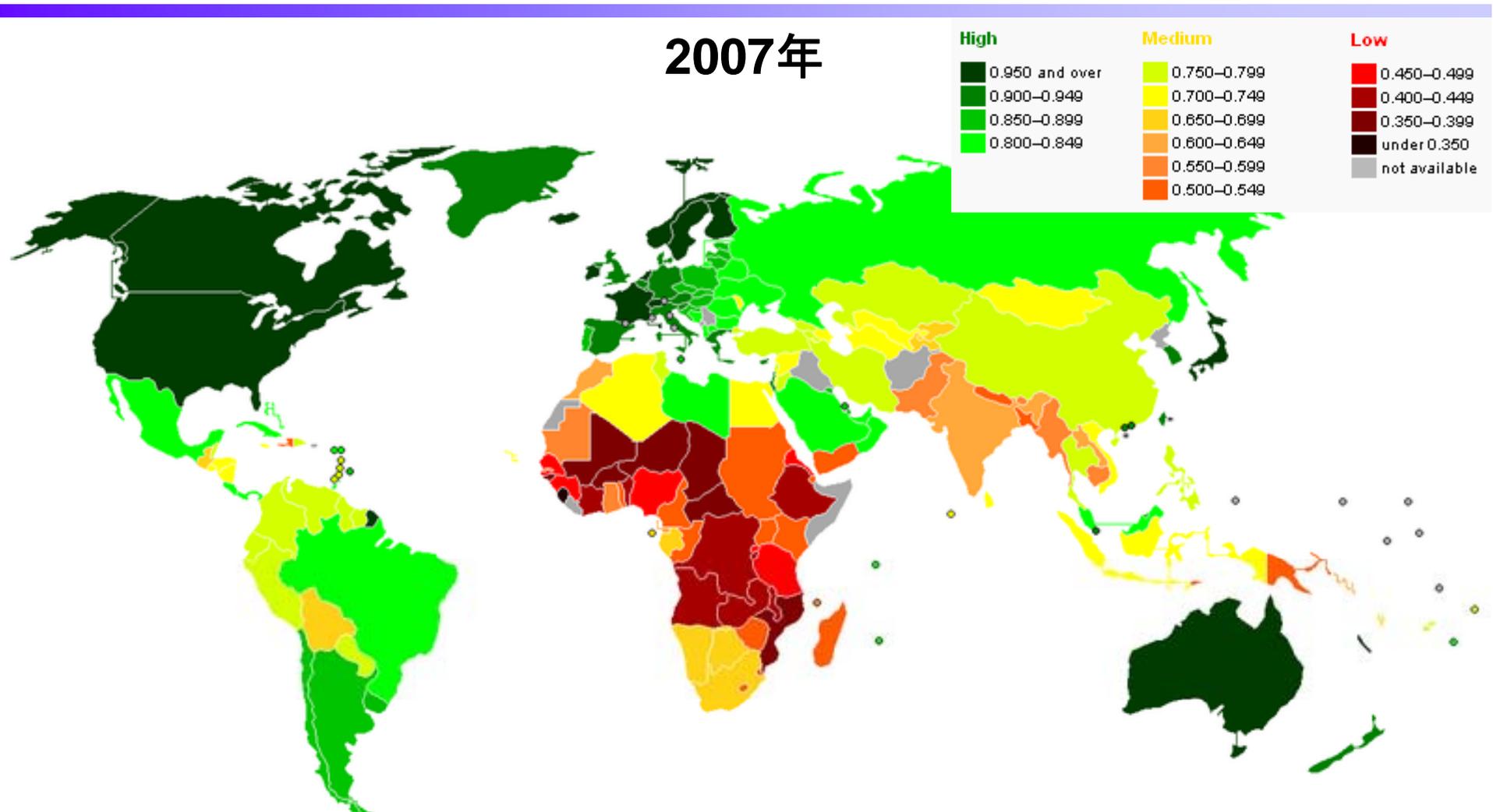
CO₂濃度安定化のためには長期にわたる持続的な排出削減が不可欠



- ◆ 濃度安定化のためには、いずれにしても長期的には大幅な排出削減が不可欠。しかも持続的に排出削減を行うことが必須。

注) 濃度安定化シナリオのうち、太線はIPCC WG1によるシナリオ、細線はWRE(Wigley, Richels, Edmonds)によるシナリオ

国連人間開発指標（HDI） で見た各国の差異



- ◆ HDI : 1) 平均余命、2) 成人識字率と総就学率、3) 一人当たりGDPによって指数化したもの
- ◆ 各国の発展段階は大きく異なっている

持続的な温暖化対策・持続的な発展が可能な社会にするためには何が必要か？

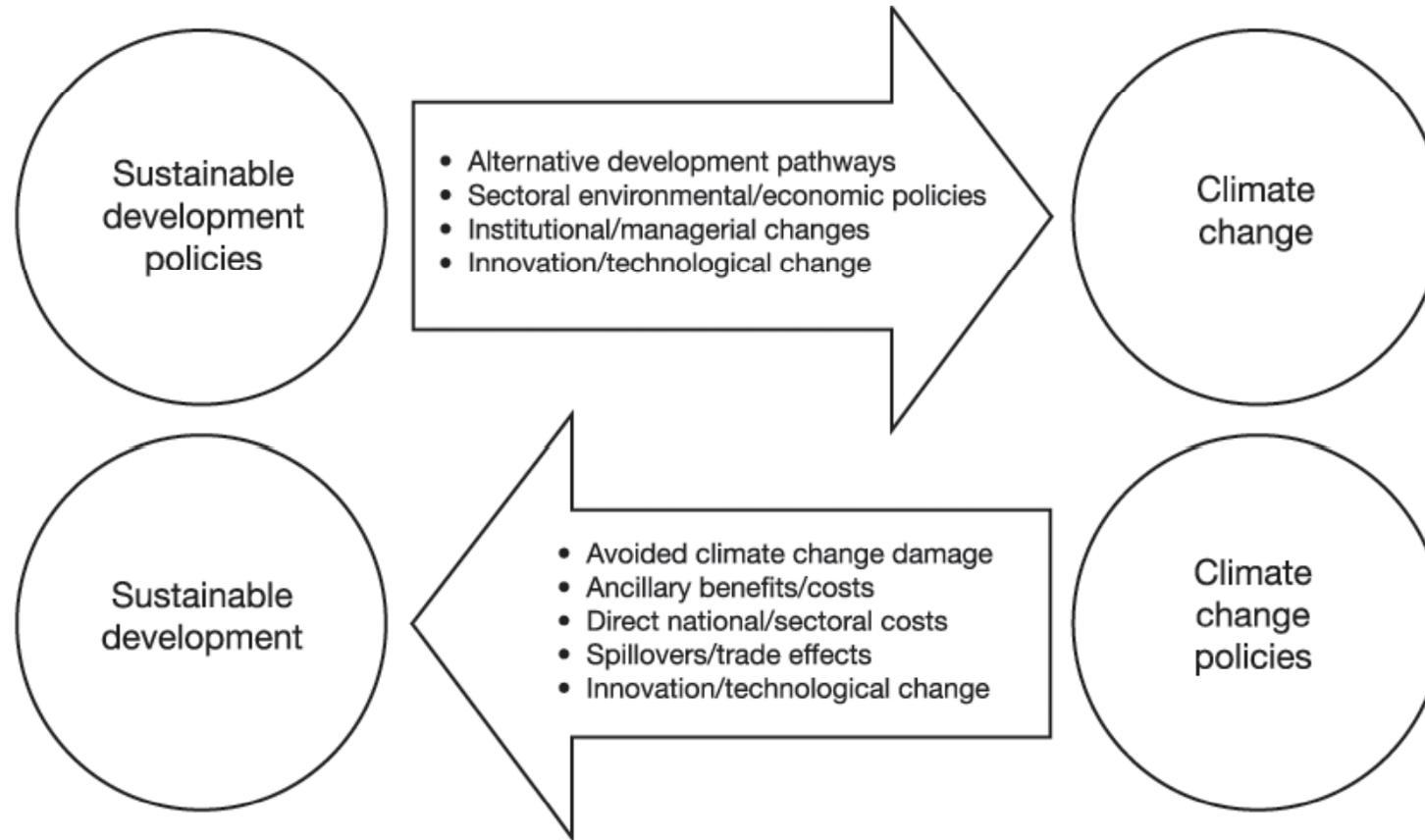
◆ バランスの良い目標

- 排出削減費用と温暖化影響のバランスを考えた削減目標（より優先順位が高い課題とのバランス、将来世代との費用負担のバランス など）
- 先進国間や、先進国と途上国間での費用負担のバランスを考えた排出削減目標の設定（発展段階に応じた負担、過去の努力を考慮した負担 など）

◆ 単一もしくは数少ない枠組みで排出削減を行おうとするのではなく、主とする目的は少しずつ異なるものの温暖化対策につながるような数多くの枠組み・目標を国際的にも国内的にも用意することである。

温暖化対策と持続可能な発展の シナジーを目指して

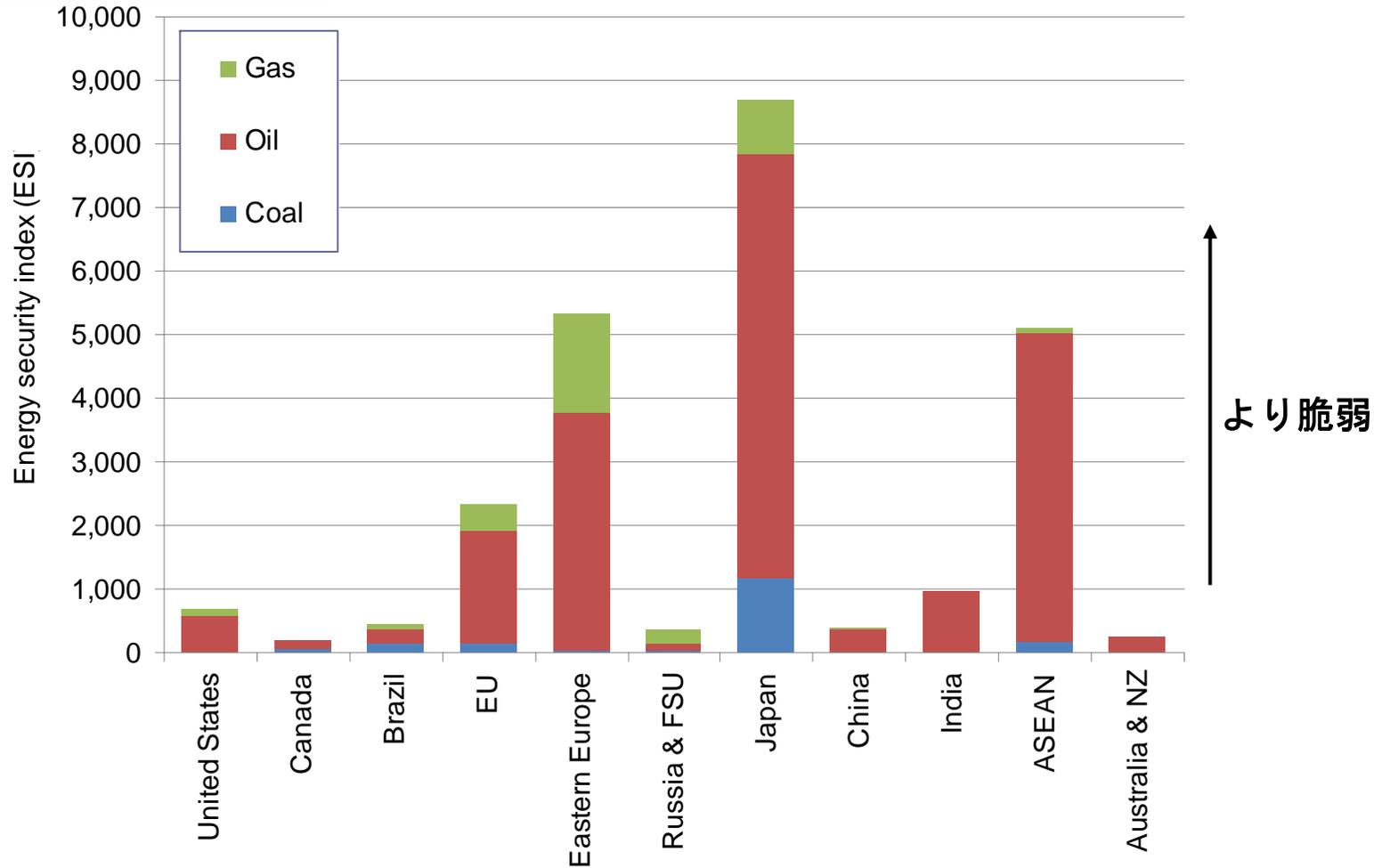
持続可能な発展政策と温暖化政策



出典) IPCC第4次評価報告書 WG2 第20章

- ◆ 地球温暖化には直接的な温暖化政策だけではなく、広く持続可能な発展政策が影響する。両者がシナジーを持つような政策をとることが重要

エネルギーセキュリティと温暖化緩和

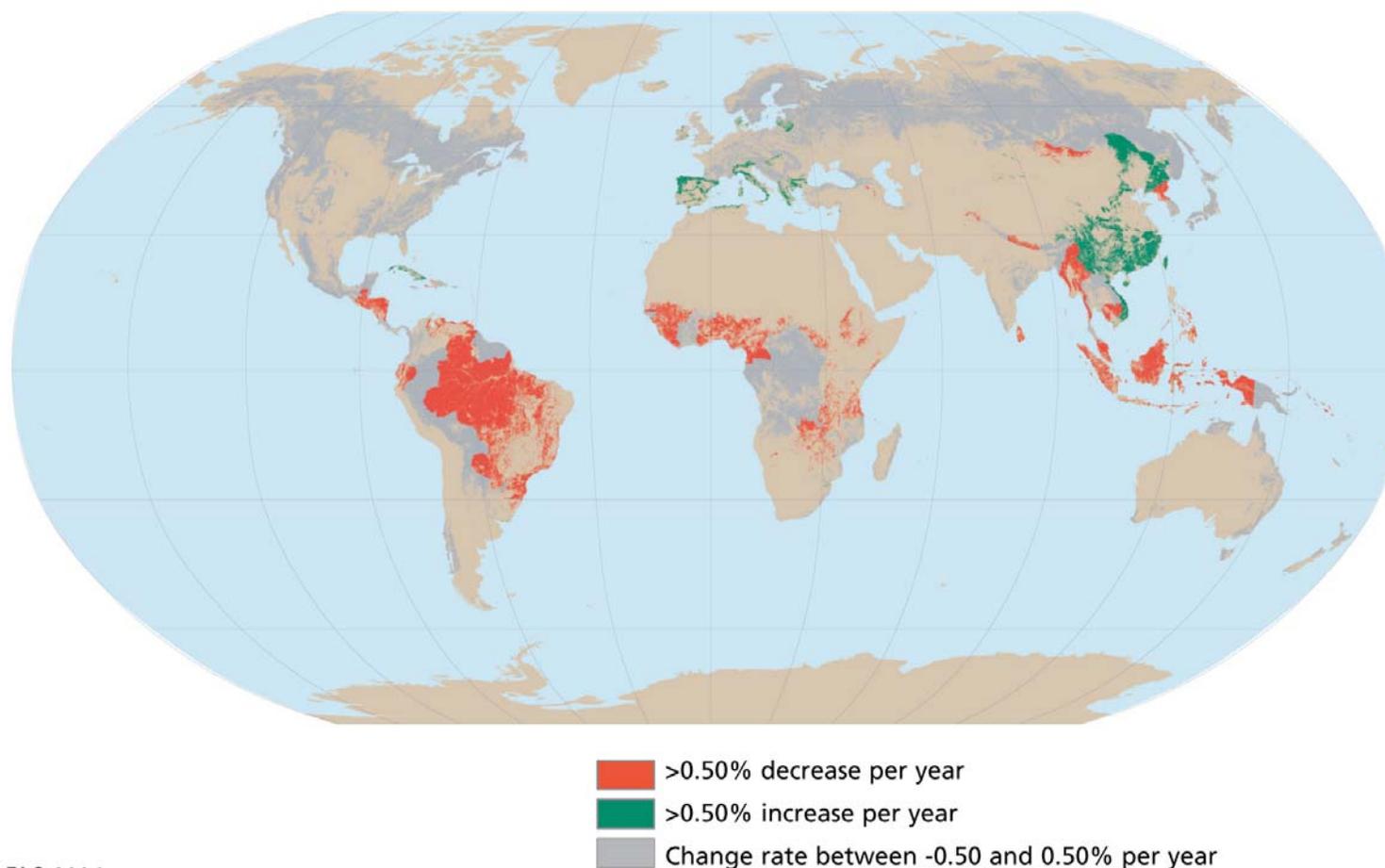


出典) IEA提案の指標をもとにRITEで推計したもの。2001年実績

- ◆ 一部の国・地域においては、エネルギーセキュリティ向上を含めた総合的な温暖化緩和戦略が求められる。

植林政策と温暖化緩和

2000～2005年の森林面積の変化

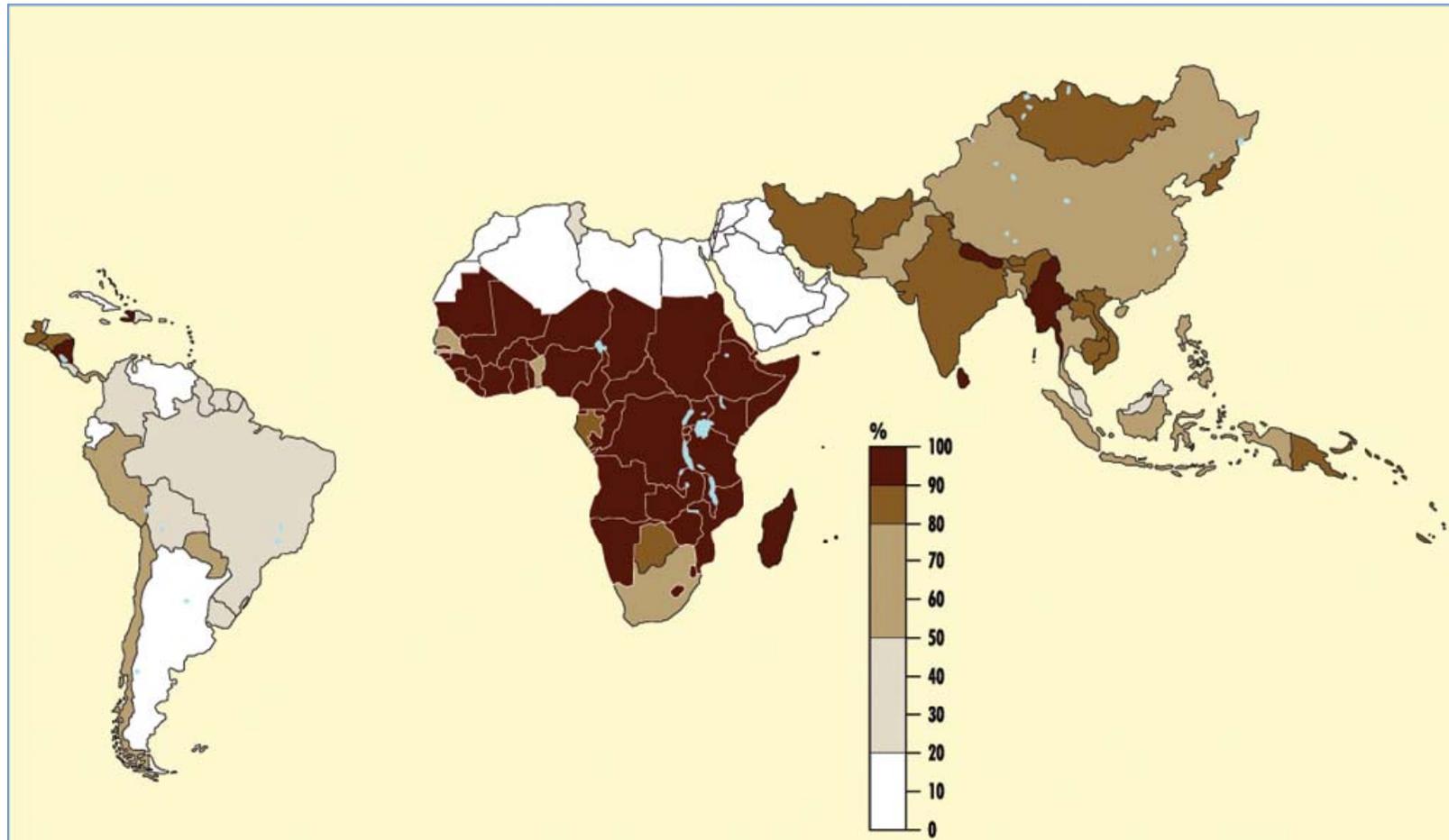


© FAO 2006

- ◆ 中国は近年再植林が進んできている。これはこれまで温暖化対策として実施されてきたものではないが、温暖化対策にもなっている。

在来型バイオマスの利用率

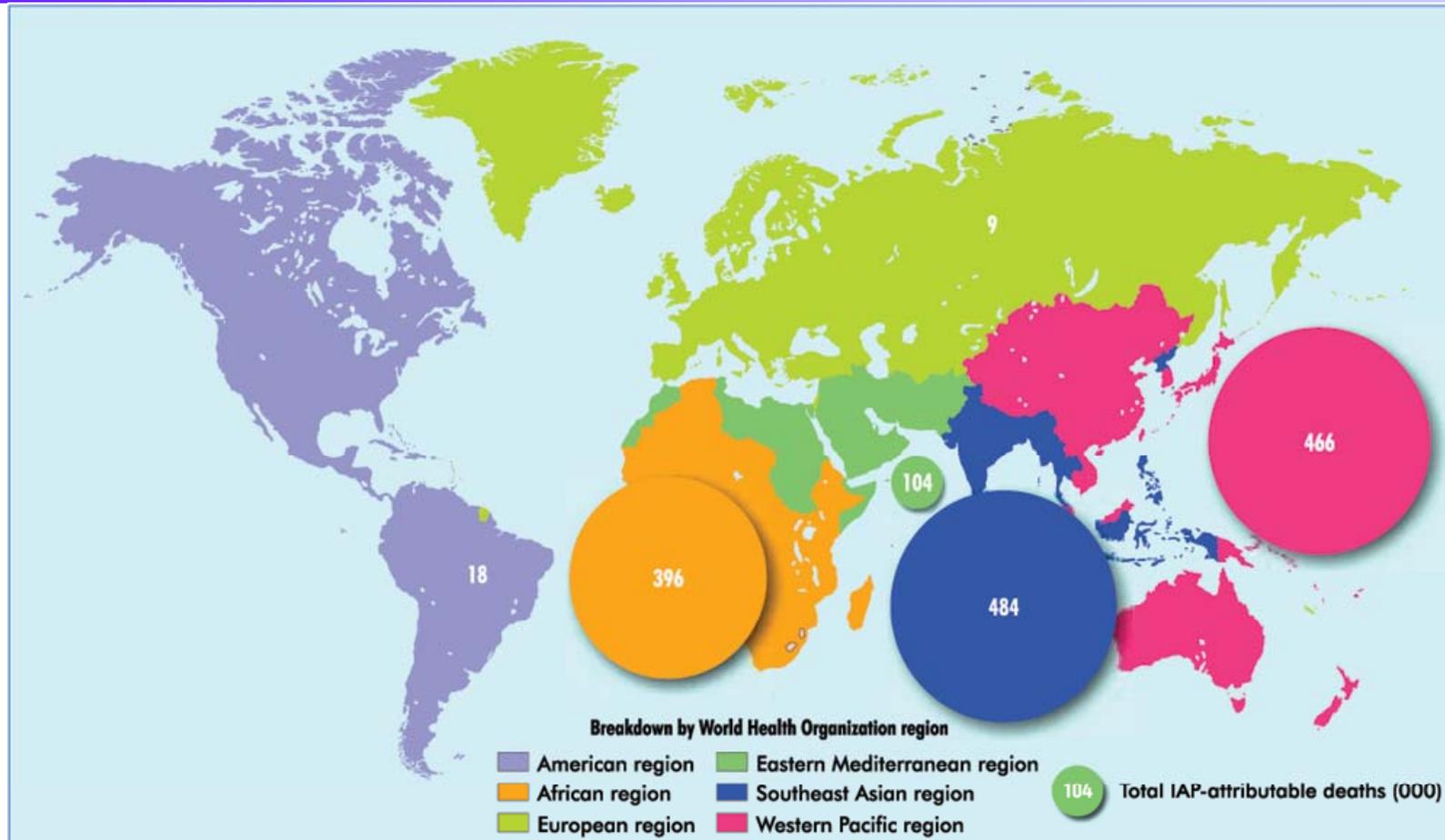
家庭における在来型バイオマスの利用率



出典) IEA, World Energy Outlook, 2006

- ◆ 低い所得が在来型バイオマスの利用を促し、また逆にその非効率性が低い所得をもたらしている。また一部では森林破壊・劣化にもつながっている。

在来型バイオマス利用等による 屋内空気汚染での死亡者数



The boundaries and names shown and the designations used on maps included in this publication do not imply official endorsement or acceptance by the IEA.

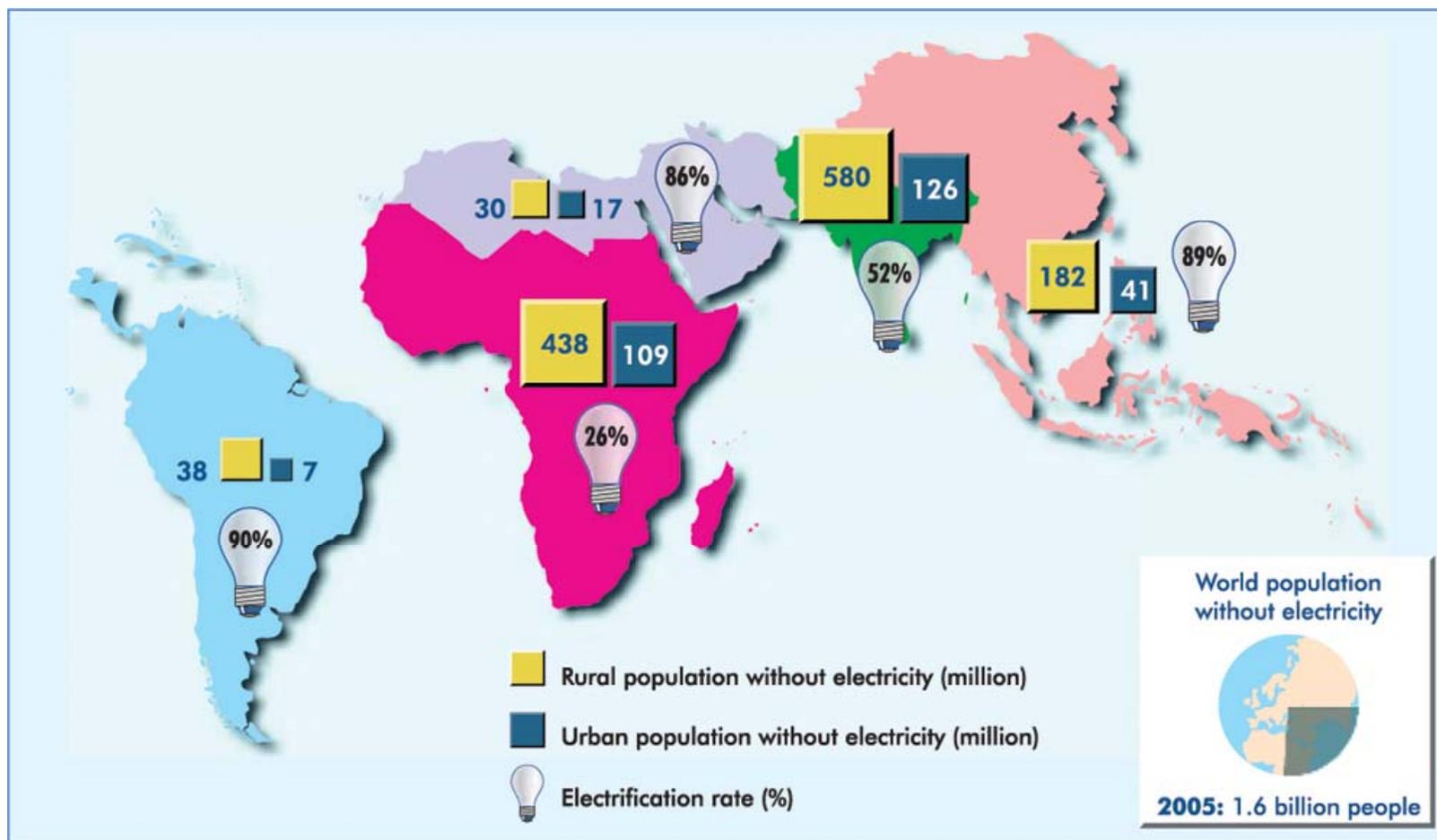
Note: Countries are grouped according to WHO regions. Deaths include those, mainly in China, attributable to the use of coal.

Source: WHO (2006).

出典) IEA, World Energy Outlook, 2006

- ◆ 在来型バイオマス利用（中国は石炭利用が主）によって、未だに多くの人命が失われている。

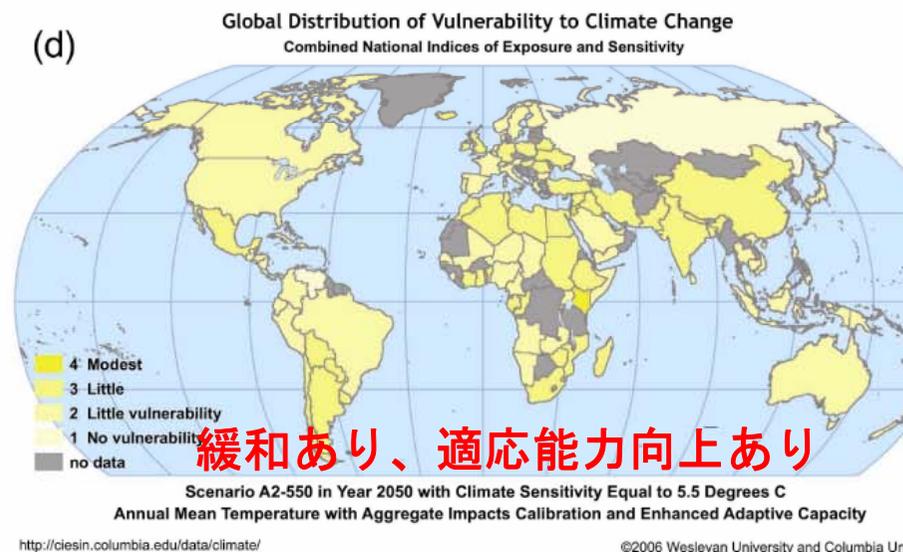
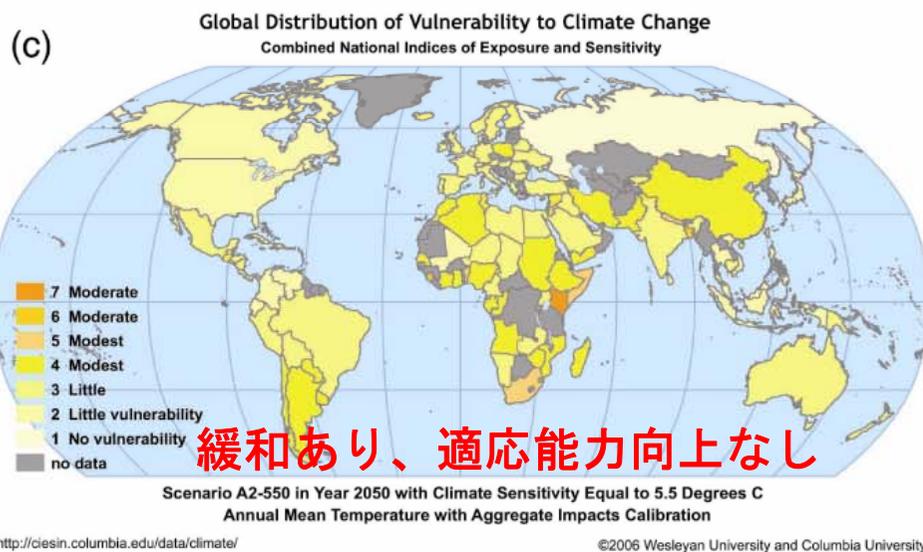
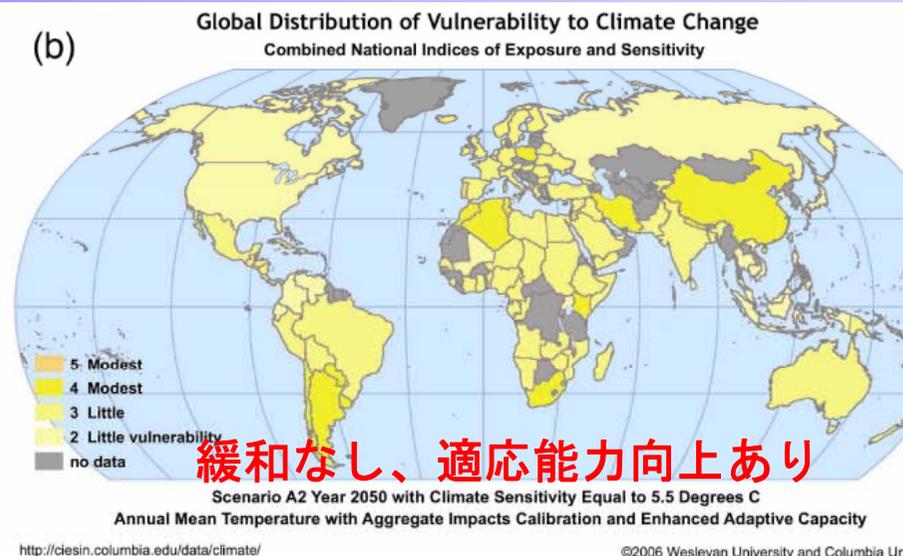
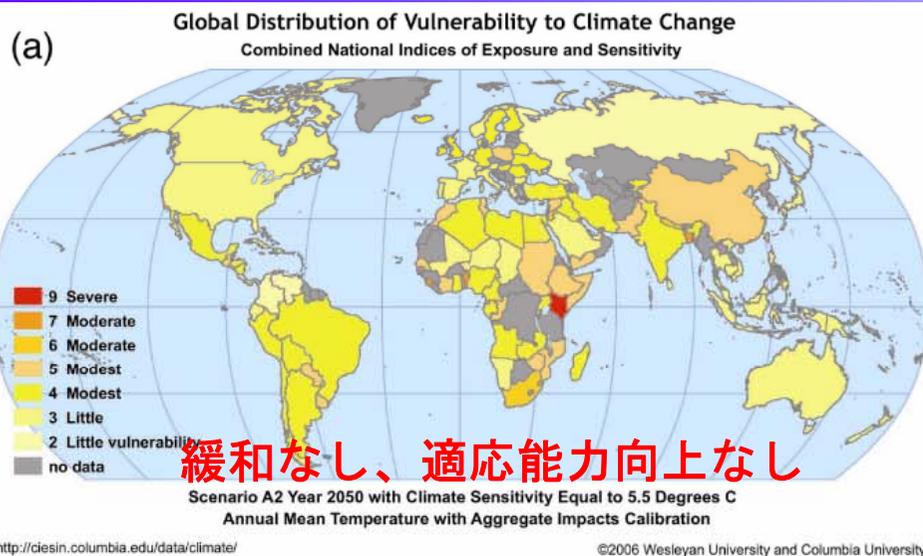
2005年における電力へのアクセス率



出典) IEA, World Energy Outlook, 2006

- ◆ インド、アフリカなど、電力へのアクセス率が未だ低い地域が存在。電力へのアクセスを高めると同時に電力の低炭素化に取り組むことが重要

温暖化適応能力の向上と温暖化影響



出典) IPCC第4次評価報告書 WG2 第20章

◆ 適応能力向上の方策と経済発展はとりわけ途上国において両立し得るもの

**持続可能な温暖化対策を目指して
— 衡平感が高く、実効性が高い
中期の削減目標 —**

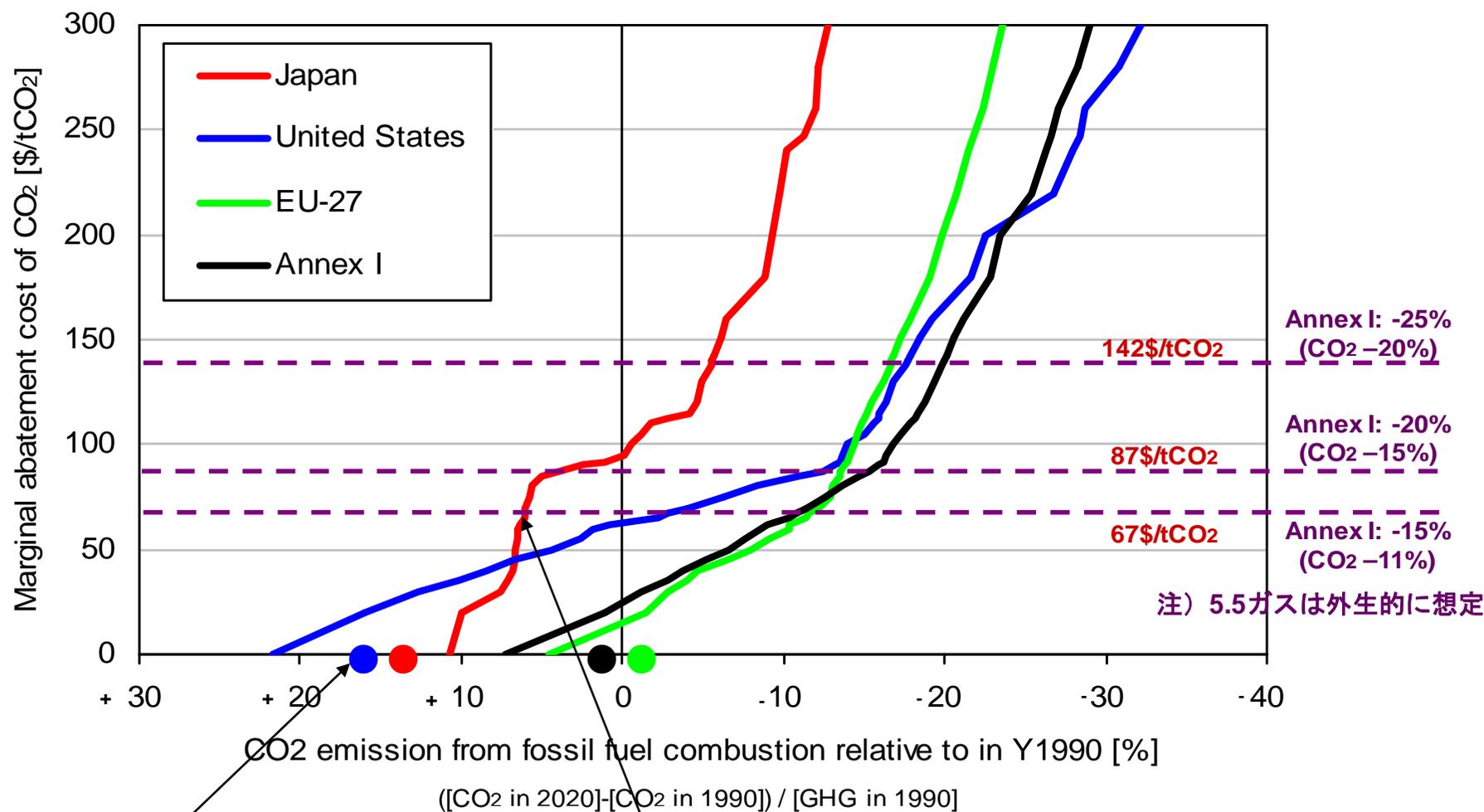
どのような削減目標であれば世界全体が 努力して削減可能となるのか？

- ◆ 各国の削減努力レベルが概ね等しいこと
- ◆ ある基準年比の削減率が等しいことと、削減努力レベルが等しいこととは全く違う
- ◆ ある程度の経済成長を確保できないような目標では、国際枠組みである以上、強い拘束力はなく、削減努力を長期間にわたって維持することは相当困難

中期
先進国の削減努力に関する評価

2020年における附属書 I 国の限界削減費用曲線

エネルギー起源CO2のみ



2005年実績

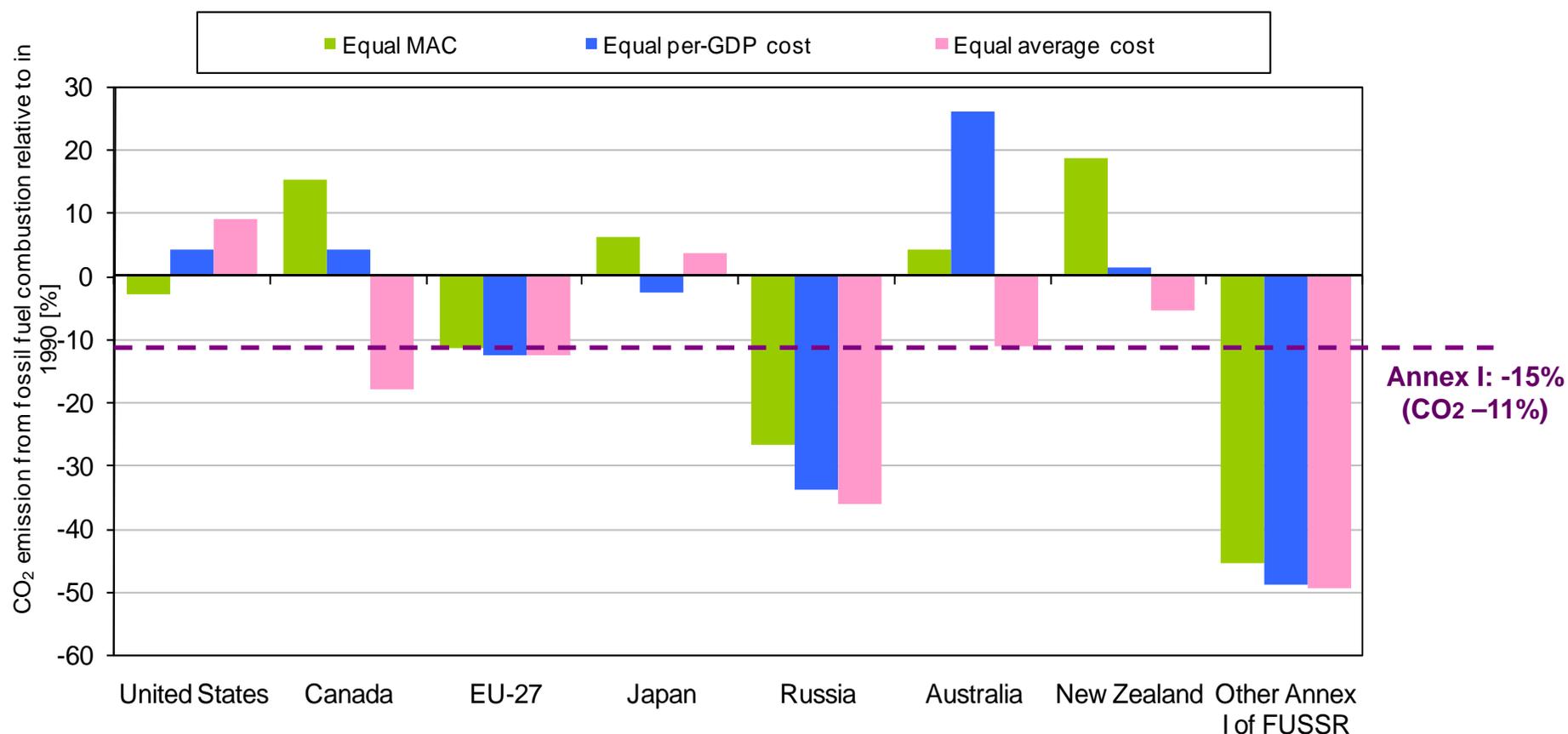
日本は高効率な石炭火力発電、その他産業での高いエネルギー効率の達成によりこの近辺の削減費用が高い

排出削減努力比較のための指標例

	長所	短所
Equal MAC	<ul style="list-style-type: none"> 費用最小化を実現 炭素リーケージを避けることができる 	<ul style="list-style-type: none"> 総費用負担の大きさにおいて不公平感がでる可能性あり
Equal Per-GDP Cost	<ul style="list-style-type: none"> 能力に応じた削減費用負担 	<ul style="list-style-type: none"> 総削減費用の定義に難しい面がある（どこまでが正味の排出削減費用なのか） 産業構造の違いが排出削減分担に影響をおよぼし不公平感がでる可能性あり 炭素リーケージが生じる恐れあり
Equal Average Cost	<ul style="list-style-type: none"> 平均削減費用の均等化により削減費用の全体を考慮 	<ul style="list-style-type: none"> 総削減費用の定義に難しい面がある 炭素リーケージが生じる恐れあり

各指標により2020年に各国に求められる 排出削減量 (1/3)

附属書 I 国の温室効果ガス: -15% (エネルギー起源CO₂: -11%)

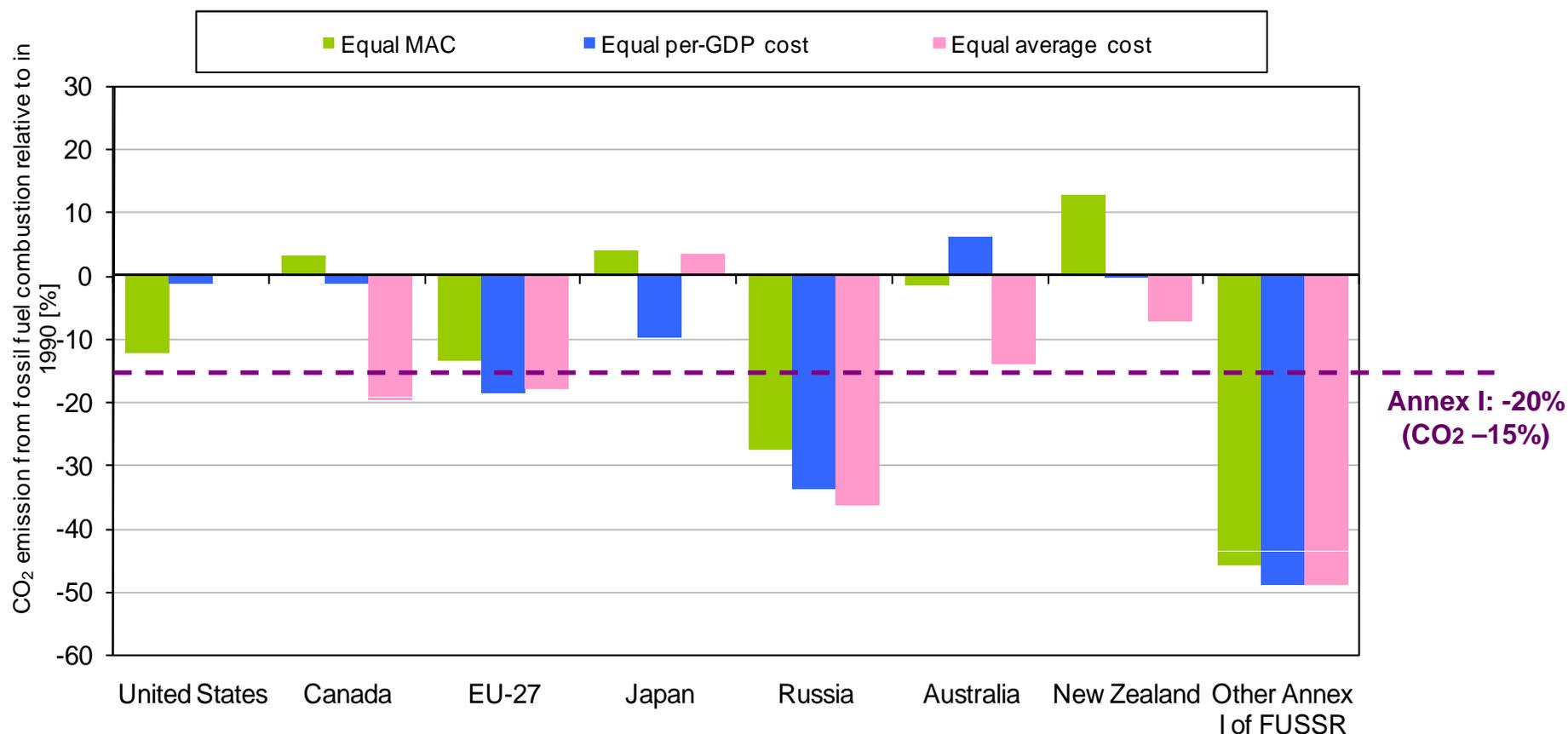


出典) RITE DNE21+モデルによる試算、2009年2月

注) 総費用は正味で正の費用のみによって定義した場合の結果 (正味で負の費用を差し引いた場合も検討の必要有り)

各指標により2020年に各国に求められる 排出削減量 (2/3)

附属書 I 国の温室効果ガス: -20% (エネルギー起源CO₂: -15%)

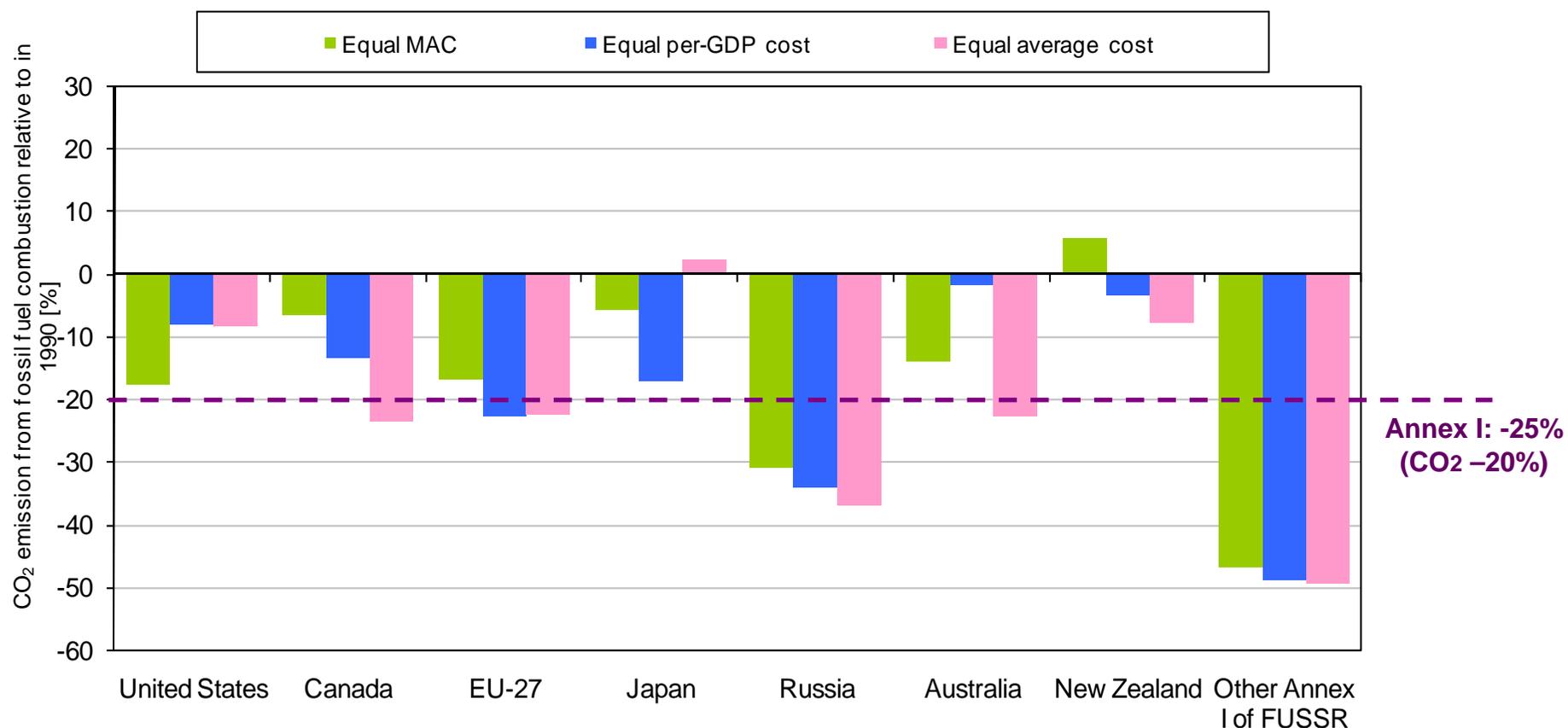


出典) RITE DNE21+モデルによる試算、2009年2月

注) 総費用は正味で正の費用のみによって定義した場合の結果 (正味で負の費用を差し引いた場合も検討の必要有り)

各指標により2020年に各国に求められる 排出削減量 (3/3)

附属書 I 国の温室効果ガス: -25% (エネルギー起源CO₂: -20%)

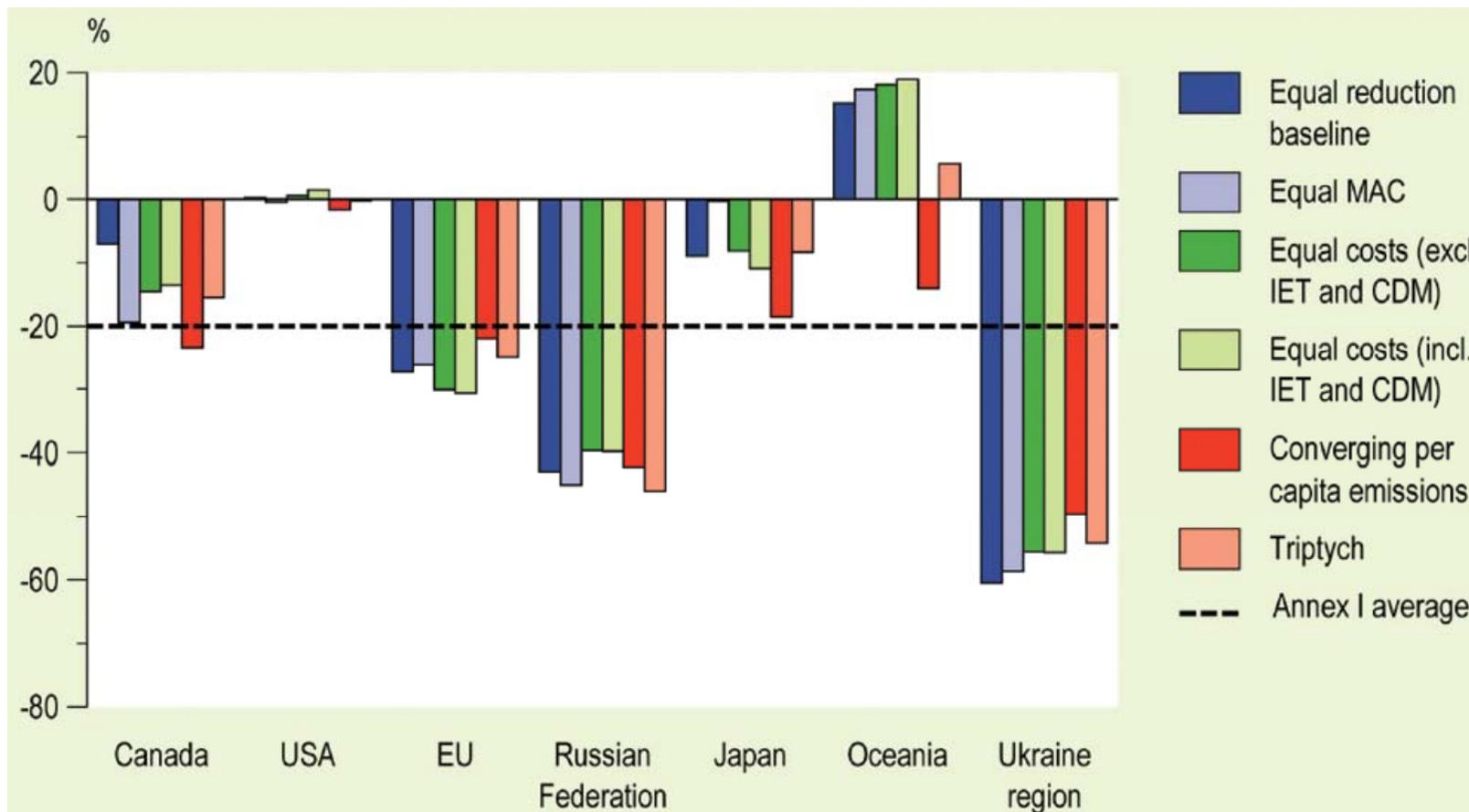


出典) RITE DNE21+モデルによる試算、2009年2月

注) 総費用は正味で正の費用のみによって定義した場合の結果 (正味で負の費用を差し引いた場合も検討の必要有り)

各種指標によって各国に求められる排出削減量： オランダ環境機関の推計（1/2）

附属書 I 国90年比20%削減ケース

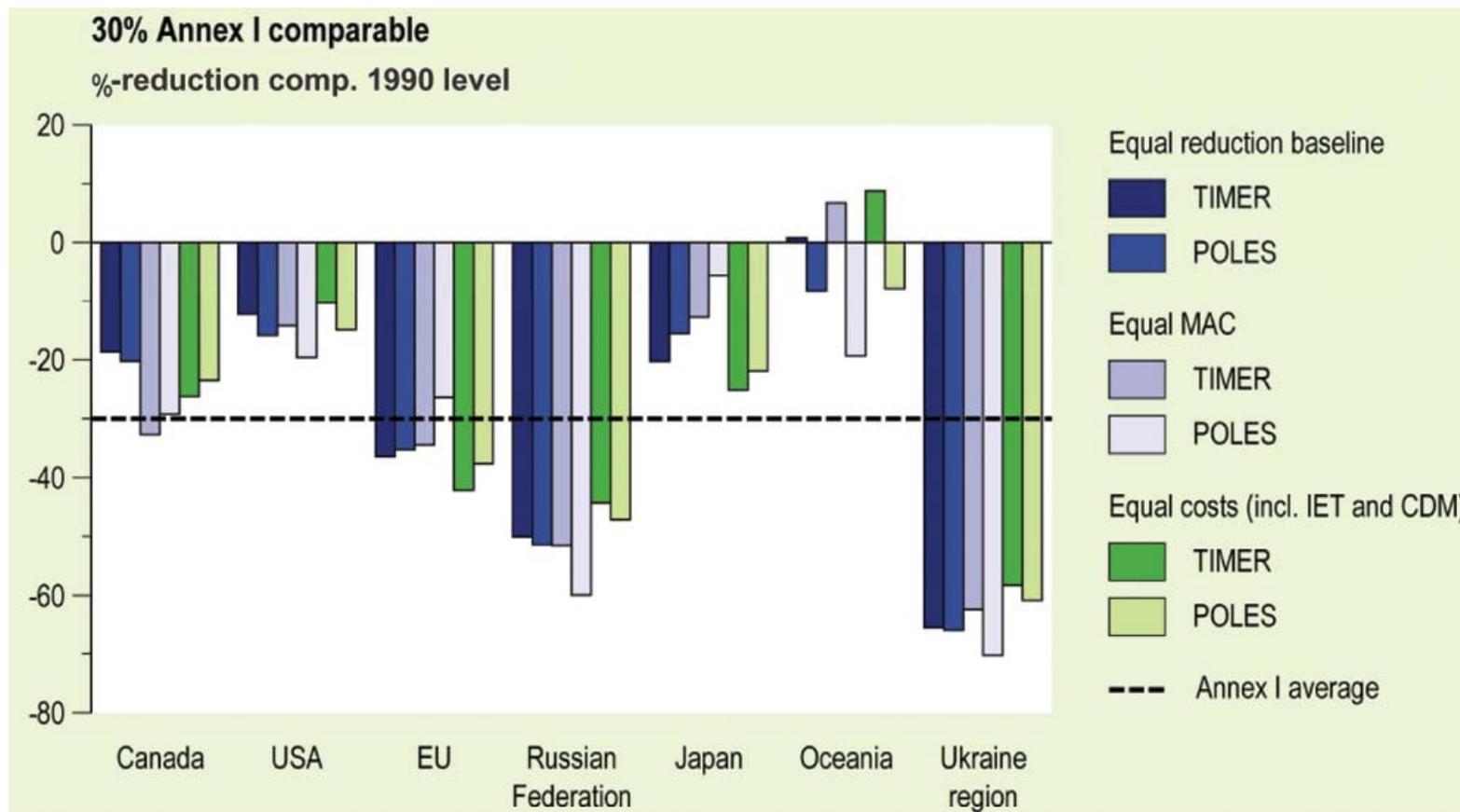


出典) オランダ環境機関、コスト計算はTIMERモデルによる

- ◆ オランダ環境機関の推計もRITEの分析と似た傾向を示している。

各種指標によって各国に求められる排出削減量： オランダ環境機関の推計（2/2）

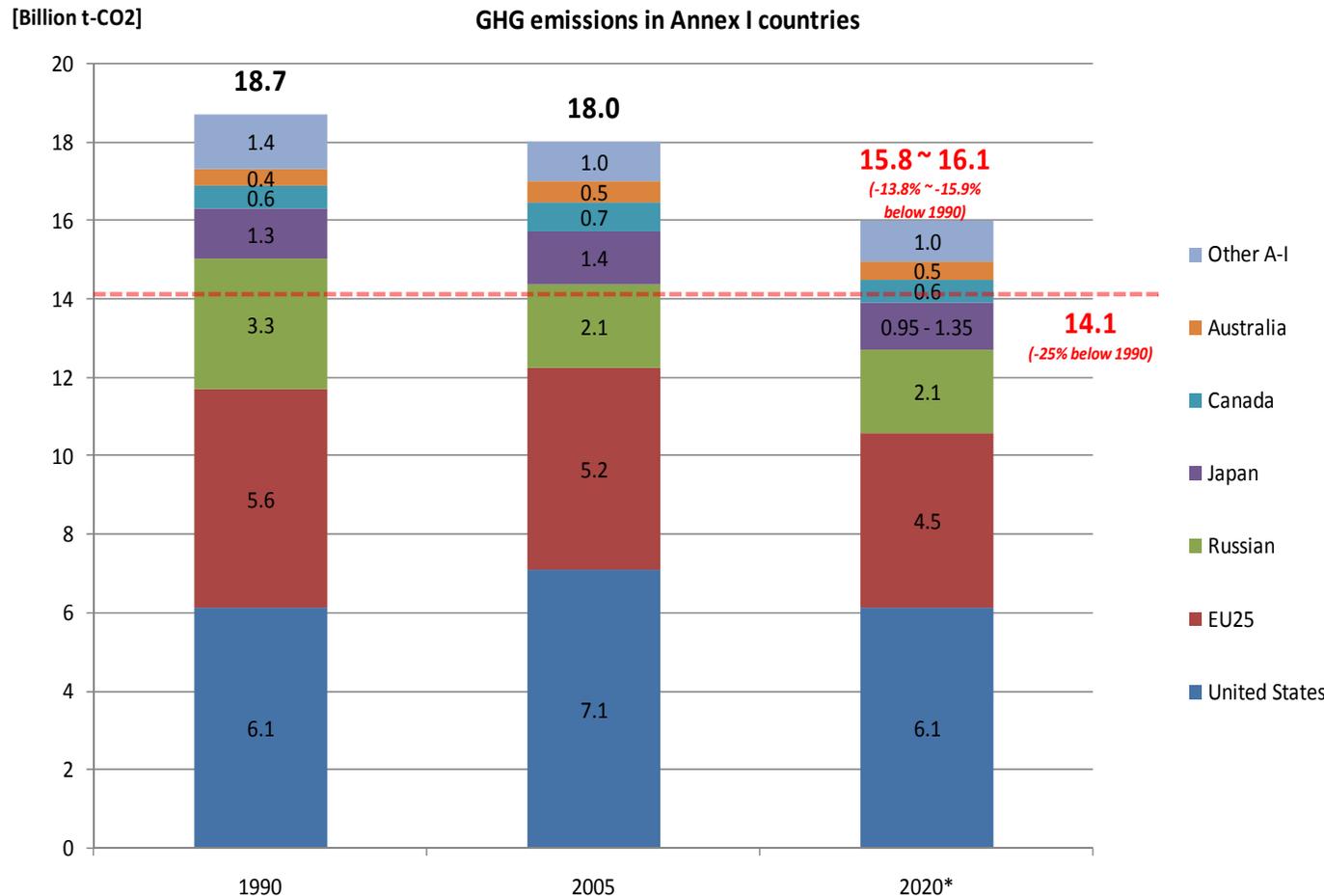
附属書 I 国90年比30%削減ケース （モデルによる分析結果の差異）



出典) オランダ環境機関

- ◆ POLESモデルは、TIMERモデルよりも更にRITEの分析結果と似た傾向を示している。

各国の現時点における排出削減目標から期待される附属書 I 国の排出削減量



*GHG emissions in 2020: based on reduction targets of each country

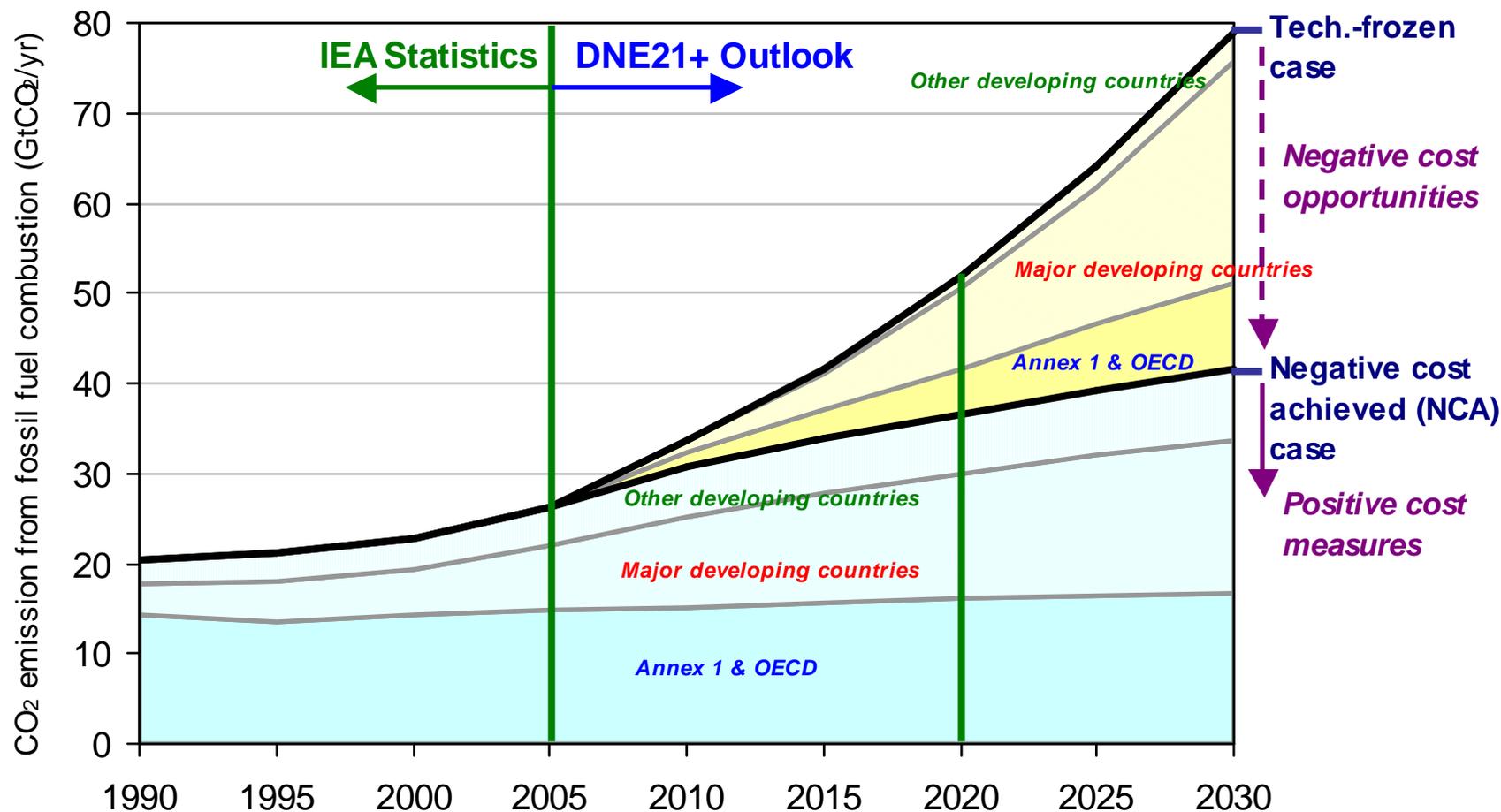
Source: UNFCCC (GHG emissions excluding LULUCF)

附属書 I 国の2020年の排出削減目標 (基準年)	
US	0% (1990)
EU	-20% (1990)
Russia	n/a (2005 level in 2020)
Japan	+6% ~ -25% (1990) <small>*中期目標検討委員会で検討中 (+6%はエネ起のみ、-25%はGHG)</small>
Canada	-20% (2006)
Australia	-5% (2000)
Other A-I countries	n/a (2005 level in 2020)

- ◆ 現時点での各国が宣言している目標からは附属書 I 国で1990年比15%減程度

中期 世界の削減ポテンシャル評価

中期のCO₂排出量の見通し

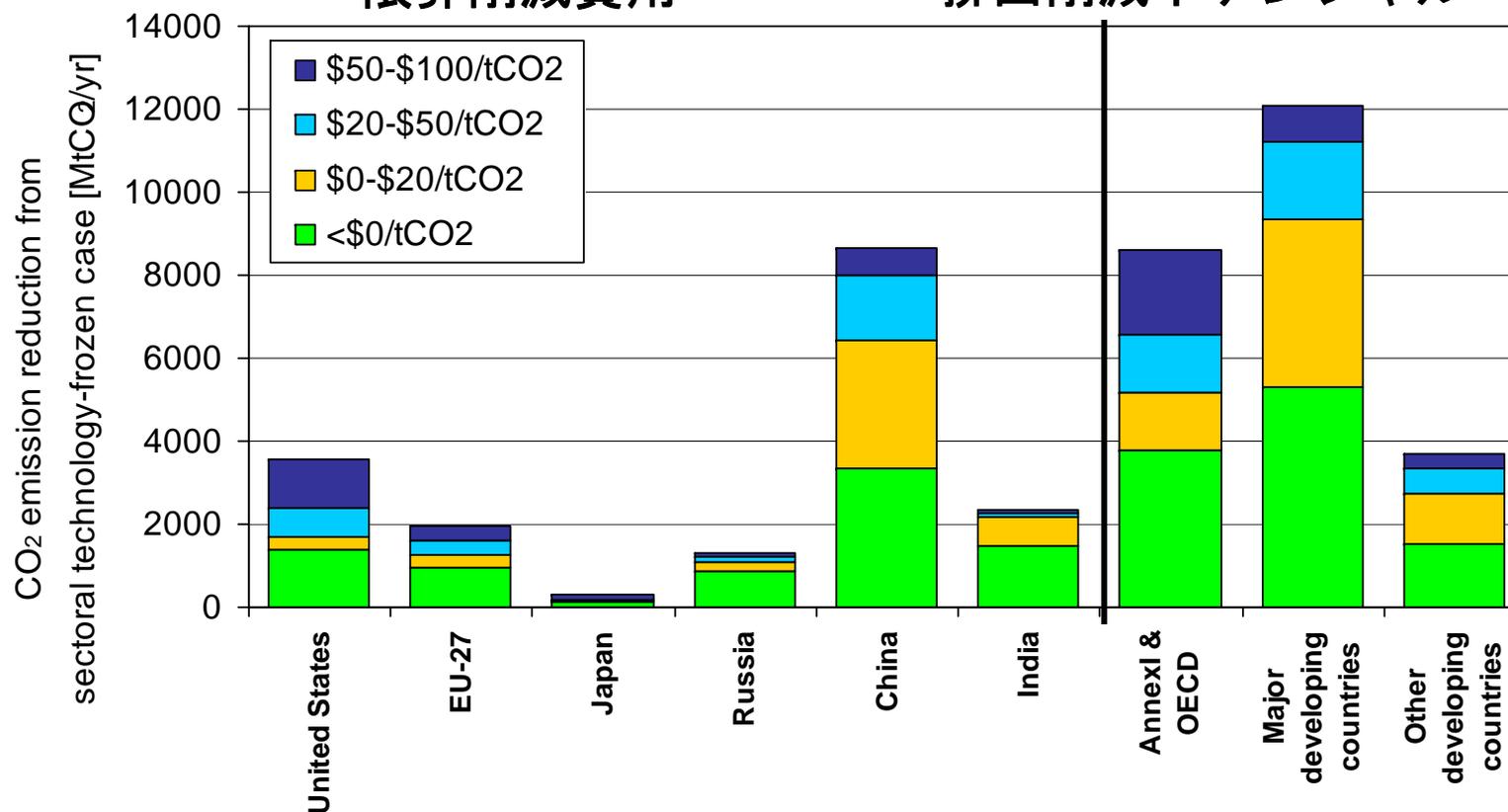


Major developing countries (MEM): Brazil, China, India, Indonesia and South Africa

- 原単位が将来においても現状と同レベルとすれば、2020年における世界全体のCO₂排出量は現状比でほぼ倍増する。
- NCAケースの排出量を達成するにも多大な努力を要する。（負の削減費用での排出削減にも大きなポテンシャルがある。）
- 将来において、非附属書I国での大きな排出増加が見込まれる。

2020年における地域別の排出削減ポテンシャル

セクター別技術固定ケースからの排出削減ポテンシャル 限界削減費用 → 排出削減ポテンシャル

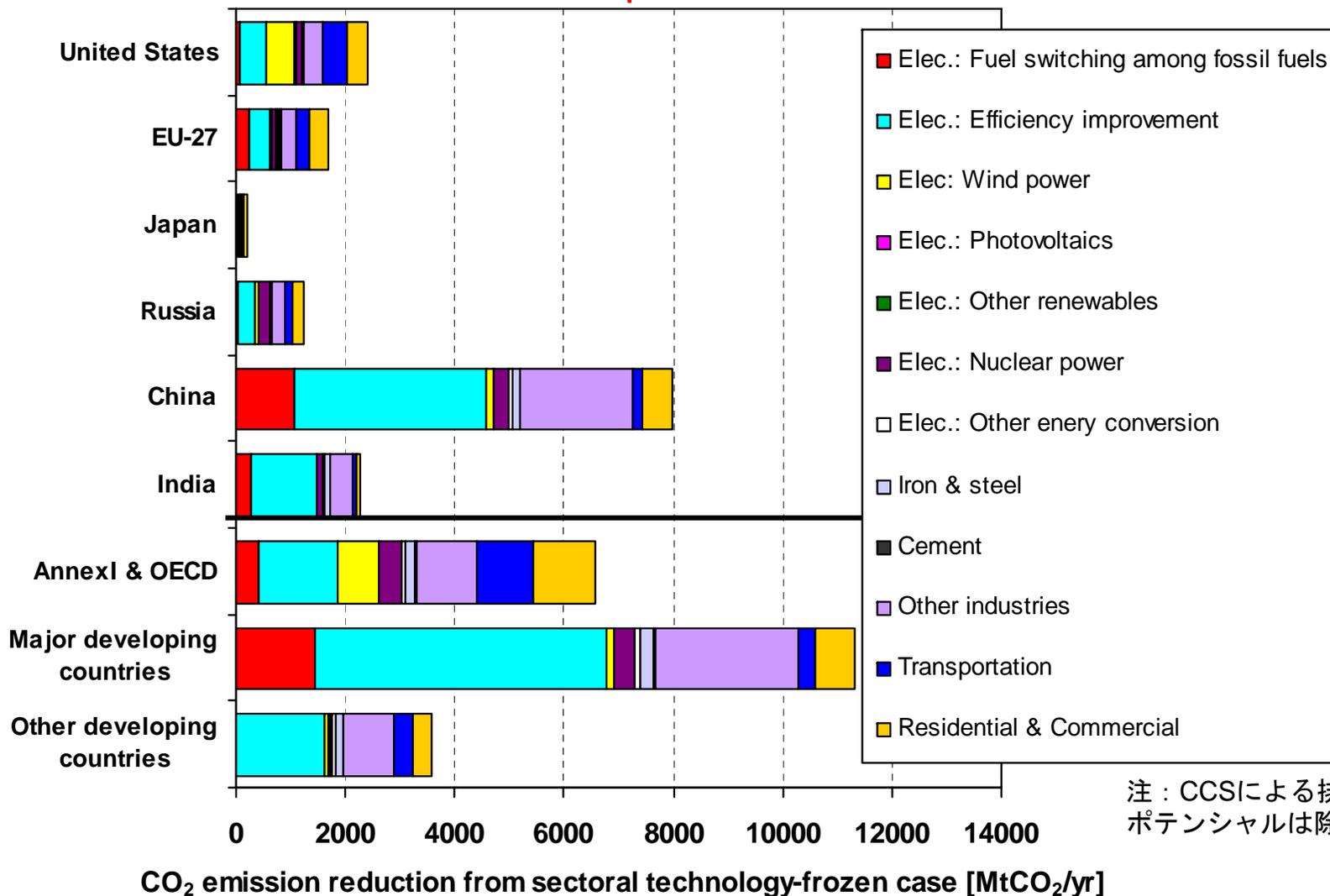


注：CCSによる排出削減ポテンシャルは除外

- 負の削減費用及び比較的安い費用 (<math>< 20 \\$/tCO_2</math>) での排出削減ポテンシャルは大きい。
- 米国の$20 \\$/tCO_2$以下の費用での排出削減ポテンシャルが同費用での附属書I国&OECDの排出削減ポテンシャルに占める割合は大きい (33%)。
- 中国+インドの$20 \\$/tCO_2$以下の費用での排出削減ポテンシャルが同費用での主要発展途上国の排出削減ポテンシャルに占める割合は大きい (92%)。

2020年におけるセクター別排出削減ポテンシャル

≤50\$/tCO₂



- 主要途上国における石炭火力発電の効率向上による削減ポテンシャルがとりわけ大きい。

中期の排出削減シナリオについて

- ◆ 持続的な温暖化対策を可能にするために、削減努力レベルが概ね等しい削減目標の設定が求められる。
- ◆ その際には、排出削減費用の均等な負担、費用負担能力に応じた負担、過去の排出責任を踏まえた負担などに留意することが公平感を高める上で重要
- ◆ 主要途上国に比較的安価で大きな排出削減ポテンシャルが存在しており、経済発展と両立しやすい省エネの推進による排出削減が求められる。
- ◆ 多様な枠組み、差異ある目標でなければ、持続的な温暖化対策、実効ある排出削減は不可能

**持続可能な温暖化対策を目指して
—革新的な技術進展なくして
気候の安定化はない—**

必要となるCO2排出原単位改善レベル

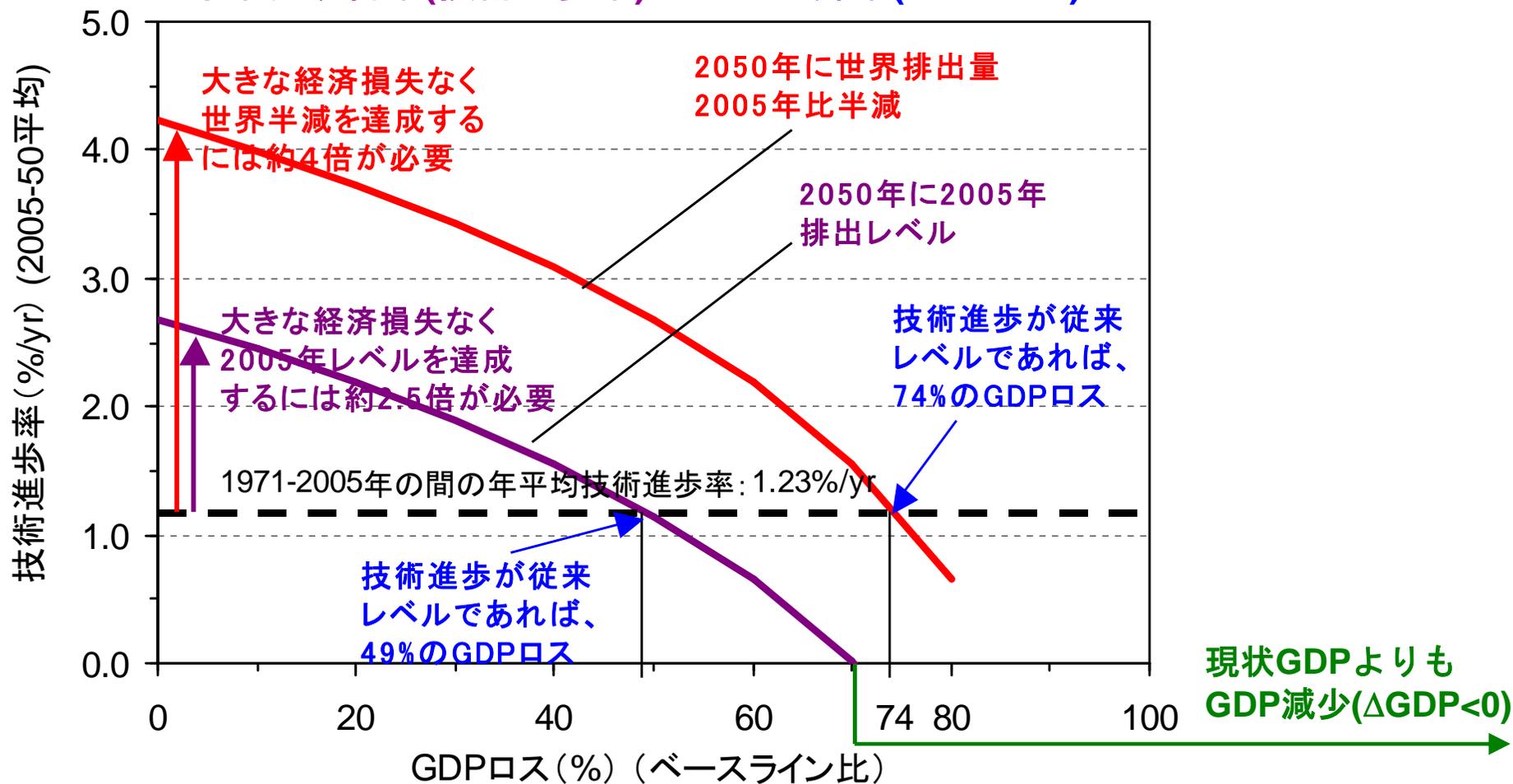
2050年の世界の排出レベル

$$\text{Emission} = \text{Emission} / \text{GDP} \times \text{GDP}$$

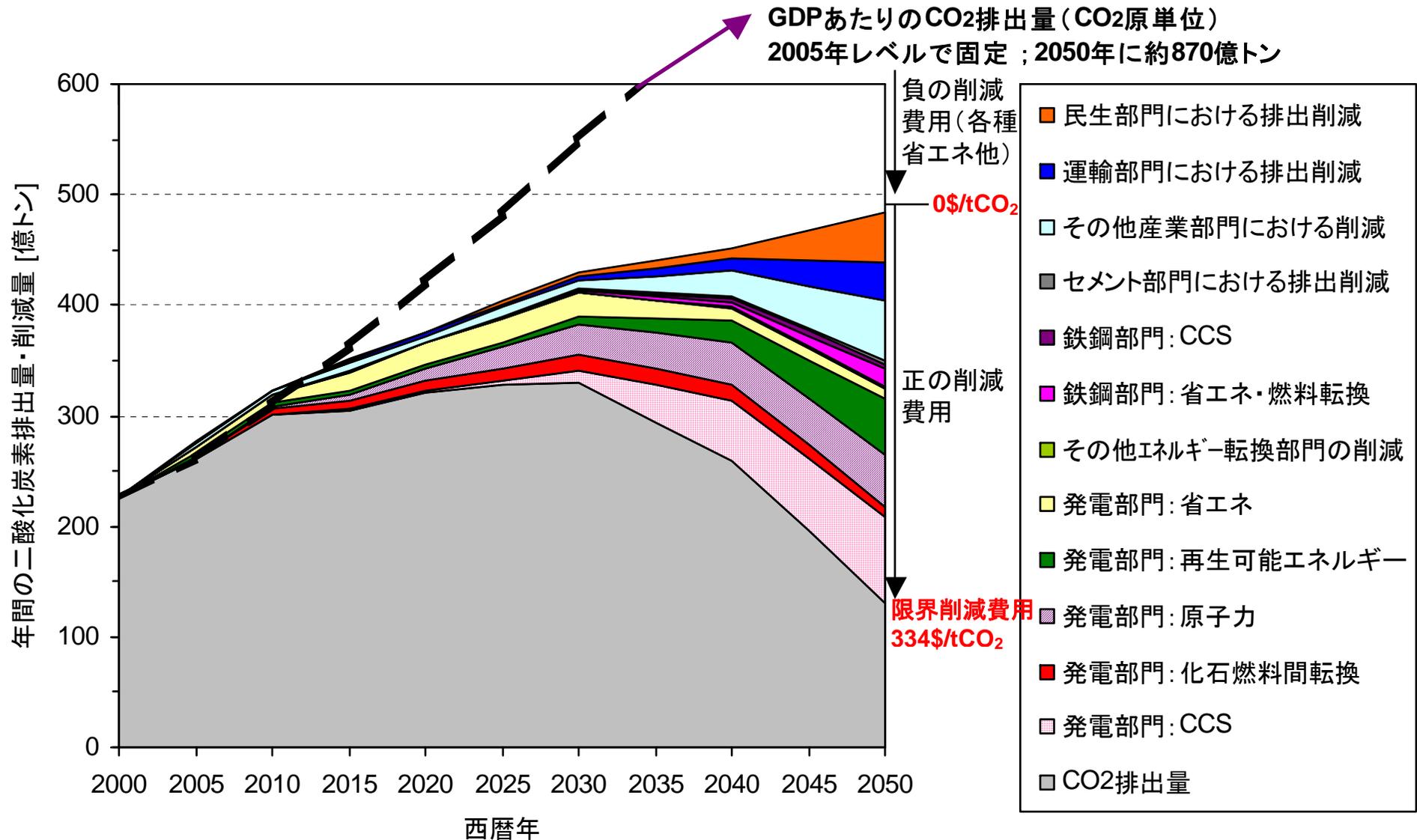
$$\Delta \text{Emission} = \Delta(\text{Emission} / \text{GDP}) + \Delta \text{GDP}$$

技術開発・普及なくして
大幅削減はあり得ない

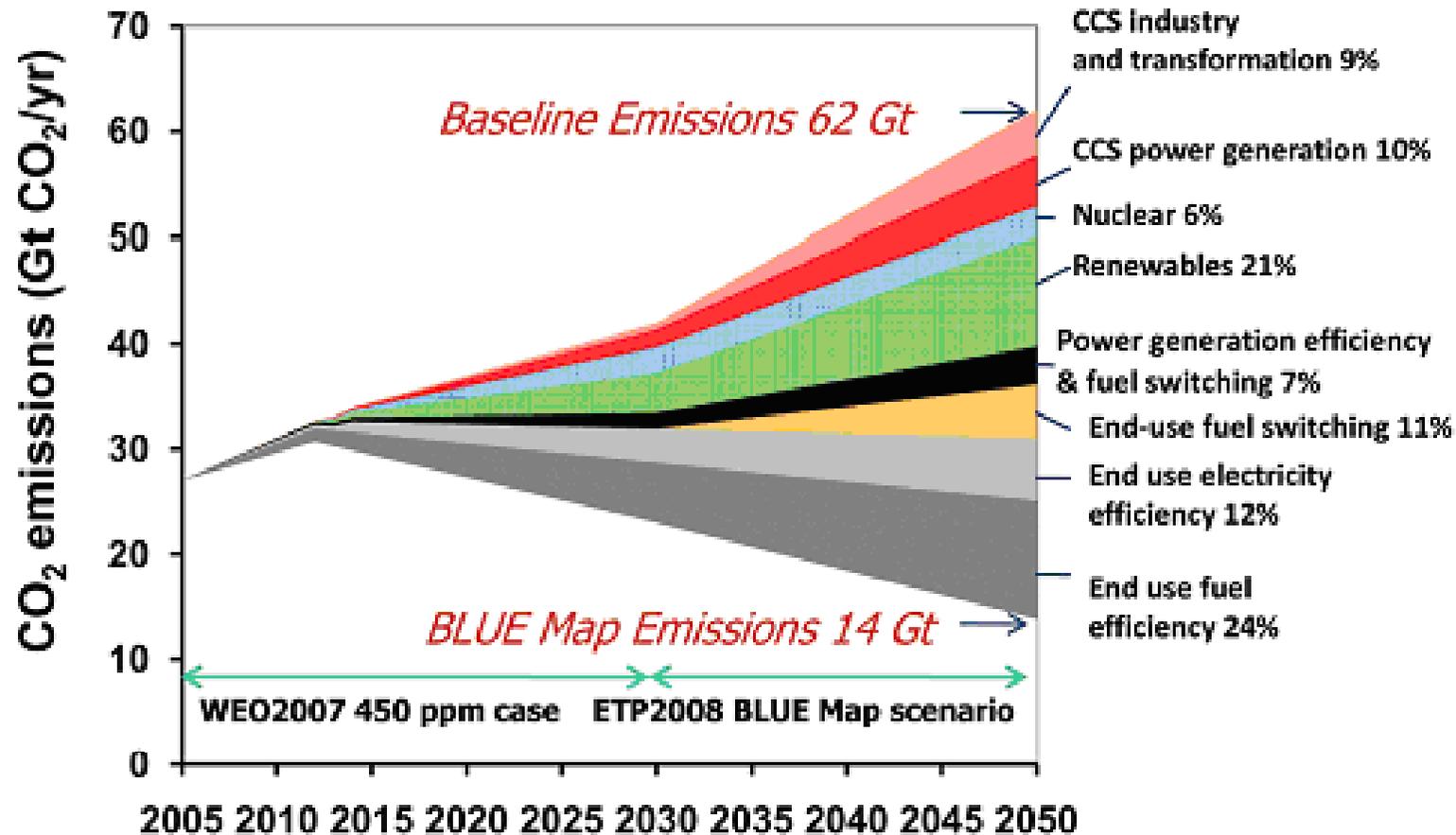
CO2原単位改善率(技術進歩率) GDP上昇率(GDPロス)



2050年に至る部門別・技術別の排出削減量



IEAによる2050年に世界半減のための 部門別・技術別の排出削減シナリオ

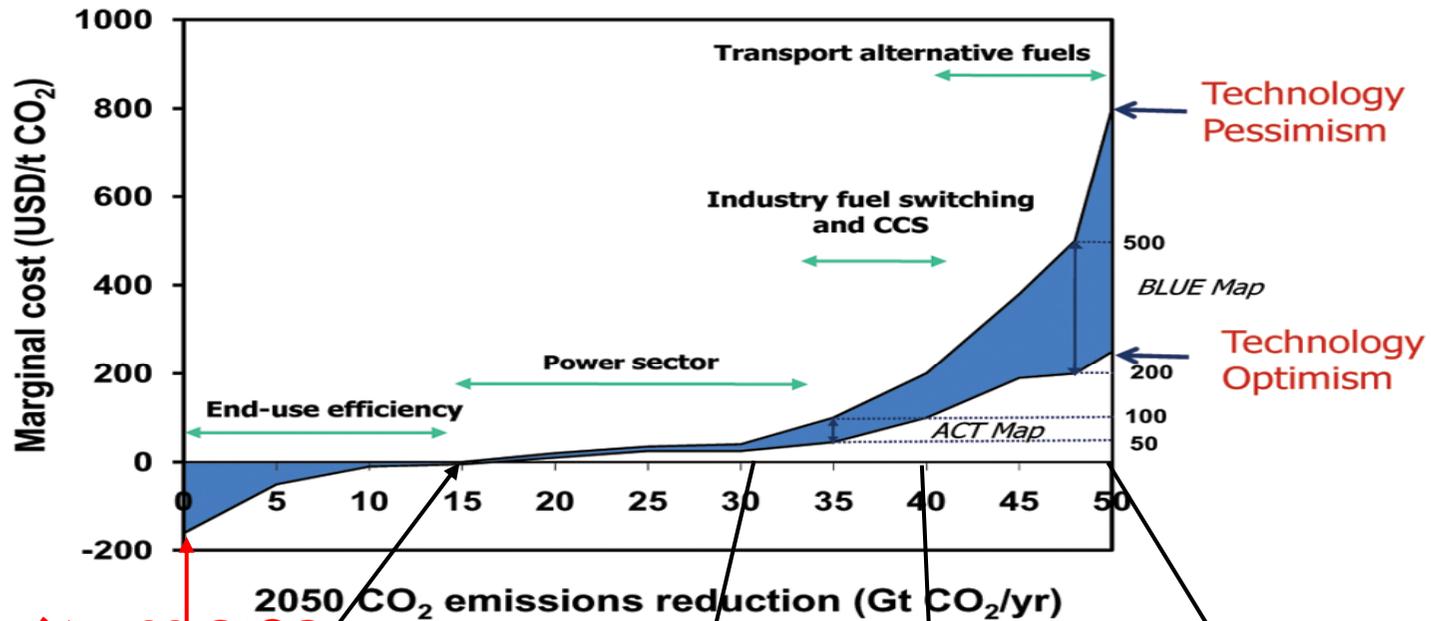


一見すると、RITE DNE21+モデルの評価とベースライン排出量が大きく異なっているようにも見えるが、それは両者のベースラインの定義が異なるためであり、その定義の差を踏まえると両者の削減シナリオは相当に似通っている。

出典) IEA Energy Technology Perspective 2008

2050年におけるCO₂限界削減費用

IEA ETP2008

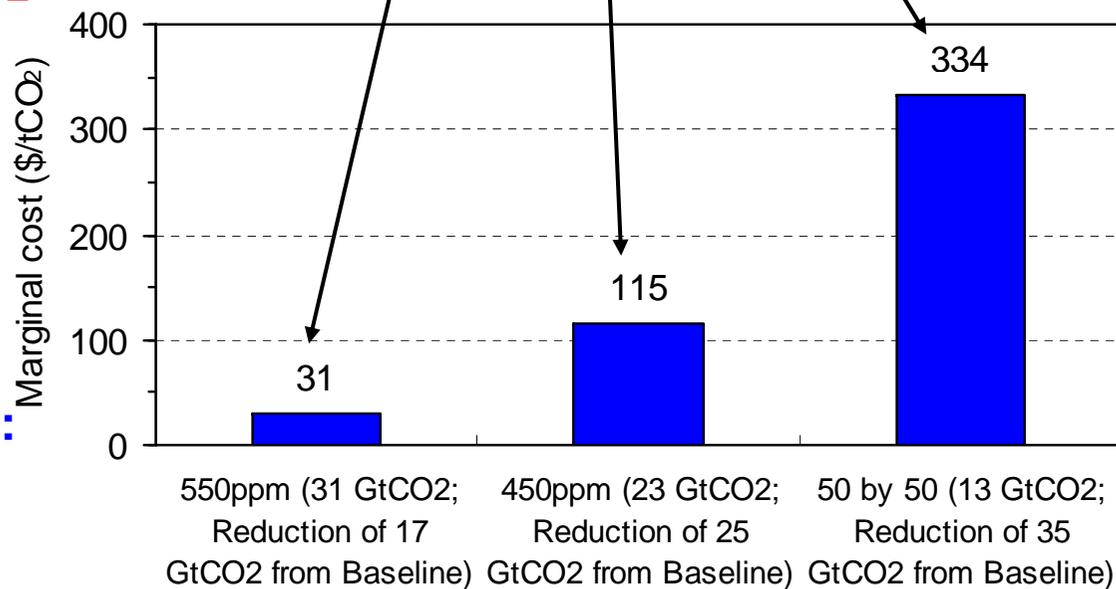


IEA ETP ベースライン: 62 GtCO₂

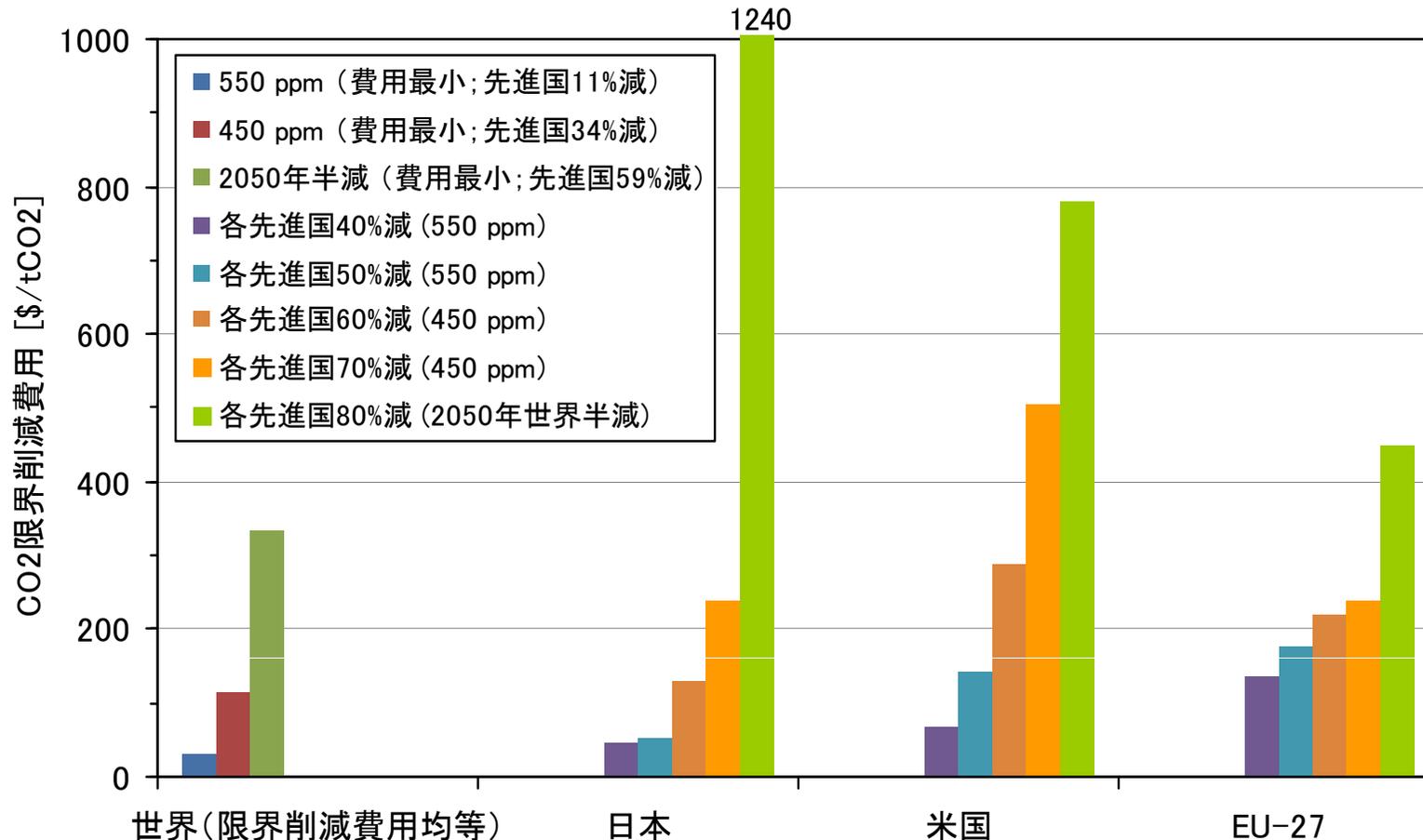
RITE DNE21+
(Mar. 2008)

RITEのモデルで定義して
いるベースライン

RITE DNE21+ ベースライン:
Marginal cost = 0 \$/tCO₂
48 GtCO₂



2050年におけるCO2限界削減費用

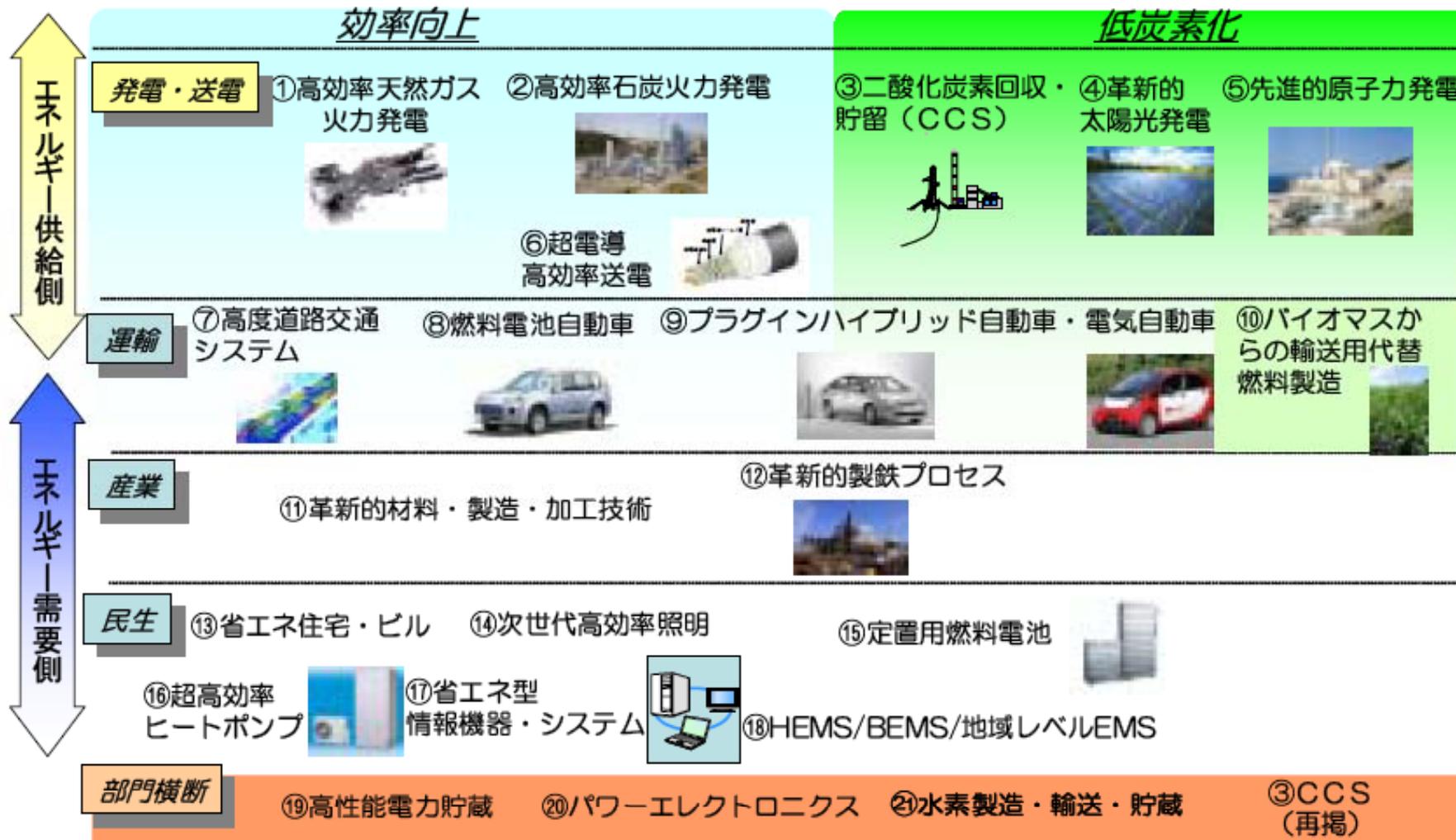


注) 附属書I国削減率は2005年排出量実績比、RITE DNE21+モデルによる分析結果、2008年3月

- ◆ 日本は2050年になると、米国やEUと比べて限界削減費用が高くはない。人口減によってむしろ安価なくらい。
- ◆ ただし、2005年比80%減くらいになると、日本は再生可能エネルギーやCO2貯留のポテンシャルが小さいため、限界削減費用が急増する傾向有り。

Cool Earth エネルギー革新技術計画

重点的に取り組むべきエネルギー革新技術「21」



出典) 経済産業省: 「Cool Earth-エネルギー革新技術計画」 (2008年3月)

長期の排出削減シナリオについて

- ◆ 長期的にはとりわけエネルギー関連の大幅な技術進展なくして濃度安定化もしくは大幅な排出削減はあり得ない。
- ◆ 現在検討されているような削減目標は、経済成長を少し抑制して対応できるようなレベルからは程遠い。
- ◆ 相当な技術進展を見込んだとしても、世界の排出量を2050年までに半減することは相当な費用負担が生じると見込まれる。
- ◆ このような削減目標では世界が協力して持続的に取り組むことは不可能だろう。
- ◆ 長期の排出削減目標は技術進展レベルに合わせて柔軟に考えていくべき

- ◆ すべての国が同じ目標を持ち、同じ対策をとることが衡平ではないし、グローバルにみて温暖化対策にとり最も効果的なわけではない。
- ◆ 各国の事情にあった最も役割を果たすことができる対応を行うべきで、それが持続可能な温暖化対策となるだろう。
- ◆ RITEが実施しているALPSプロジェクトでは、直接的な温暖化対策のみならず、間接的な温暖化対策（持続可能な発展政策）を含めてボトムアップ的な評価を実施している。現実性を有した政策決定に役立つシナリオ策定を引き続き実施していく予定