

**国際連合大学ゼロエミッションフォーラム  
第8回総会記念講演会  
－地球温暖化と低炭素社会－**

**IPCC第4次報告  
第3作業部会(緩和)**

**甲斐沼 美紀子**

**国立環境研究所 地球環境研究センター  
温暖化対策評価研究室**

**2007年5月30日**

# 要点

- 温室効果ガスの排出量は、産業革命以降増えており、1970年から2004年の間に約70%増加した。現状のままでいくと、世界の温室効果ガスは、今後数十年にわたり、引き続き増加する。
- 今後数十年の間に、世界の温室効果ガスの排出量を緩和できる大幅な経済ポテンシャルがある。
- 大気中の温室効果ガス濃度を安定化させるためには、排出量はどこかでピークを迎え、その後減少していかなければならない。より低い安定化レベルを実現するためには、今後20～30年間の緩和努力が大きな意味を持つ。

# IPCC第4次報告 第3作業部会（緩和） 政策決定者向け要約（SPM）目次

## A 序論

1. 第3作業部会報告書の枠組み

## B 温室効果ガス排出の動向

2. 産業革命以降の温室効果ガス排出量
3. 今後数十年の排出量
4. SRES以降に発表されたたなりゆきシナリオ

## C 短中期的な緩和（2030年まで）

5. 今後数十年間の温室効果ガス緩和できる経済ポテンシャル
6. 2030年のマクロ経済コスト
7. ライフスタイルと行動の変化、管理
8. 温室効果ガス削減にかかるコストと健康便益
9. スピルオーバーとリーケージ
10. エネルギー供給部門の緩和策
11. 運輸部門の緩和策
12. 建築（民生）部門の緩和策
13. 産業部門の緩和策
14. 農業部門の緩和策
15. 森林部門の緩和策

16. 廃棄物部門の緩和策

17. 地球工学的対策技術は実用段階ではない

## D 長期的な緩和（2030年～）

18. 長期的な安定化シナリオ
19. 安定化のための技術開発とその導入
20. 温室効果ガス濃度安定化にかかるコスト
21. リスク管理と温暖化対策

## E 気候変化緩和のための政策、措置、手法

22. 国内政策・手法の利点と欠点
23. 炭素価格と低炭素技術への投資
24. R&Dに対する政府投資
25. 気候変動枠組条約と京都議定書の意義
26. 気候変化に関する国際協定のオプション

## F 持続可能な開発と気候変化の緩和

27. 開発を持続可能なものとすることの有用性

## G 知識のギャップ

28. さらなる調査・研究の必要性

# A 序論

- B 温室効果ガス排出の動向**
- C 短中期的な緩和（2030年まで）**
- D 長期的な期緩和（2030年～）**
- E 気候変化緩和のための政策、措置、手法**
- F 持続可能な開発と気候変化の緩和**
- G 知識のギャップ**

# 不確実性の表現

- 本報告では、不確実性の扱いとして、特定の結論に対する専門家の意見の一致レベル(意見の一致度:下表縦軸)と、IPCCの規定で認められた個々の原典の数及び質(証拠の量:下表横軸)の二面的な尺度が用いられている。 出典: AR4 SPM

## 不確実性の表現

↑意見の一致度(特定の結論について)

意見の一致度は高い  証拠は限定的 	意見の一致度は高い  中程度の証拠 	意見の一致度は高い  多くの証拠 
意見の一致度は中程度  証拠は限定的 	意見の一致度は中程度  中程度の証拠 	意見の一致度は中程度  多くの証拠 
意見の一致度は小さい  証拠は限定的 	意見の一致度は小さい  中程度の証拠 	意見の一致度は小さい  多くの証拠 

証拠の量(個々の原典の数及び質) 

## **B 温室効果ガス排出の動向**

# 1) 温室効果ガス排出量の経年変化

- 温室効果ガス排出量は、産業革命以降増えており、1970年から2004年までに70%増加した。  
■ ★★★
- CO<sub>2</sub>の排出量は、1970年から2004年の間に約80%増加した。

出典: AR4 SPM

## 部門別の増加割合は・・・

- エネルギー供給: 145%
- 運輸: 120%<sup>※1</sup>
- 建築: 26%<sup>※1</sup>
- 土地利用・土地利用変化・林業: 40%<sup>※2</sup>
- 産業: 65%<sup>※1</sup>
- 農業: 27%<sup>※1</sup>

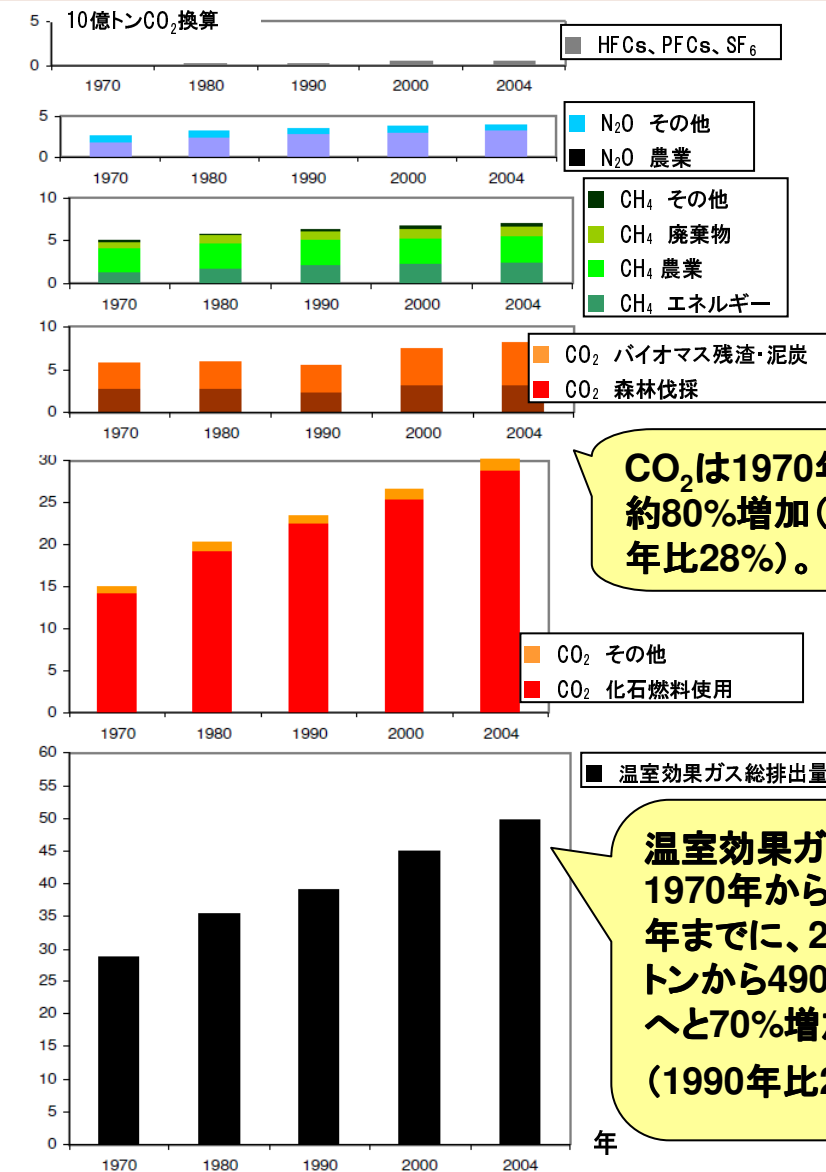
出典: AR4 SPM

※1: これらの部門の電力消費に伴う電力部門での排出や燃料精製過程からの排出は含まない。

※2: 森林伐採、バイオマスと燃焼、伐採によるバイオマス残渣、泥炭及び泥炭火災による残渣から発生するCO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>Oの合計。

出典: AR4 SPM 図1

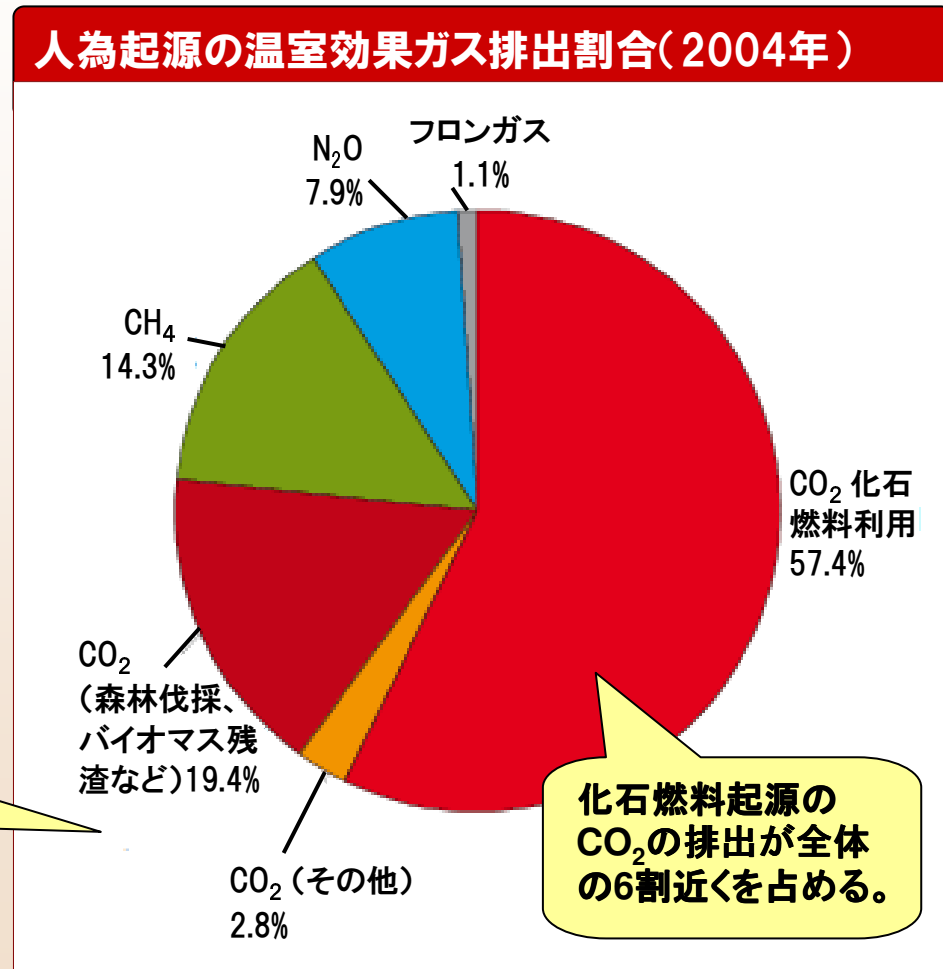
## 温室効果ガス排出量の経年変化(1970～2004年)



## 2) 排出の大部分を占める二酸化炭素

- 2004年には、CO<sub>2</sub>排出量は、世界の人為的温室効果ガス排出量の77%を占めた。

出典:AR4 SPM



出典:Olibier et. al., 2006

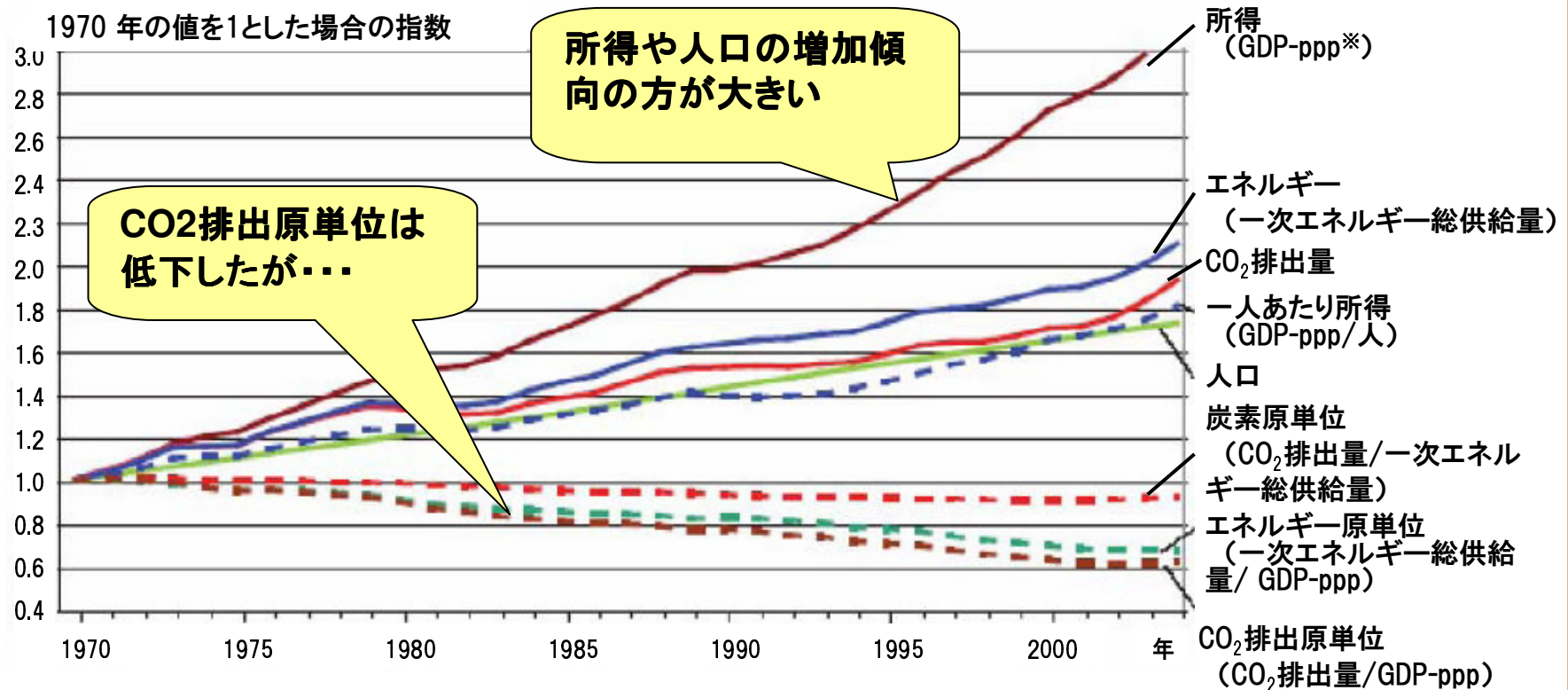


### 3) 二酸化炭素排出量増加の要因

- 1970～2004年において、GDPの伸び(一人あたりの所得と人口の積の増加分)は、GDP当たりのCO<sub>2</sub>排出量(GDP当たりのエネルギー供給量とエネルギー当たりのCO<sub>2</sub>排出量の積)の改善分を上回った。

出典: AR4 SPM

GDP、人口、CO<sub>2</sub>排出量、各種原単位の経年変化(1970～2004年)

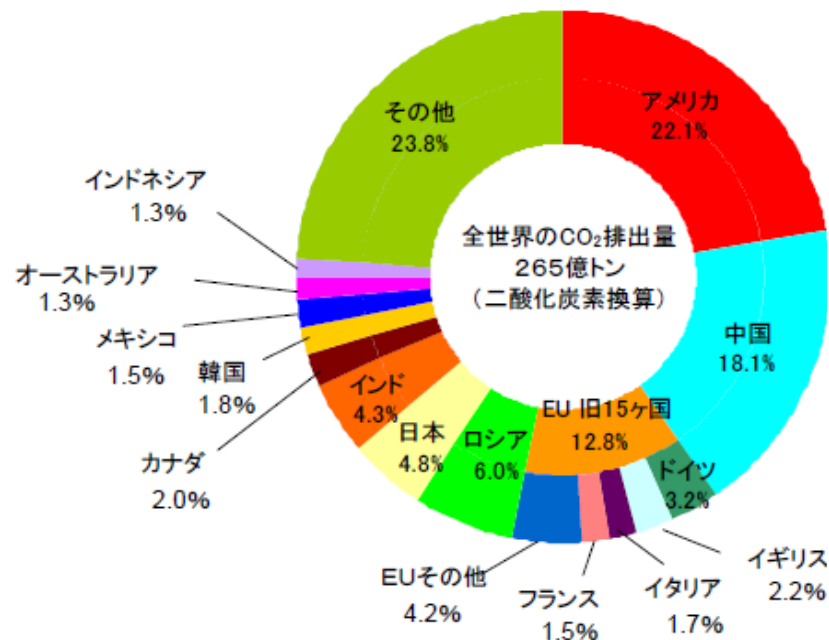


※PPP(Purchasing Power Parity):異なる通貨間で同じ商品の購買力が等しくなる為替レートのこと、国同士の物価水準の違いを補正したもの。詳細はスライド14参照

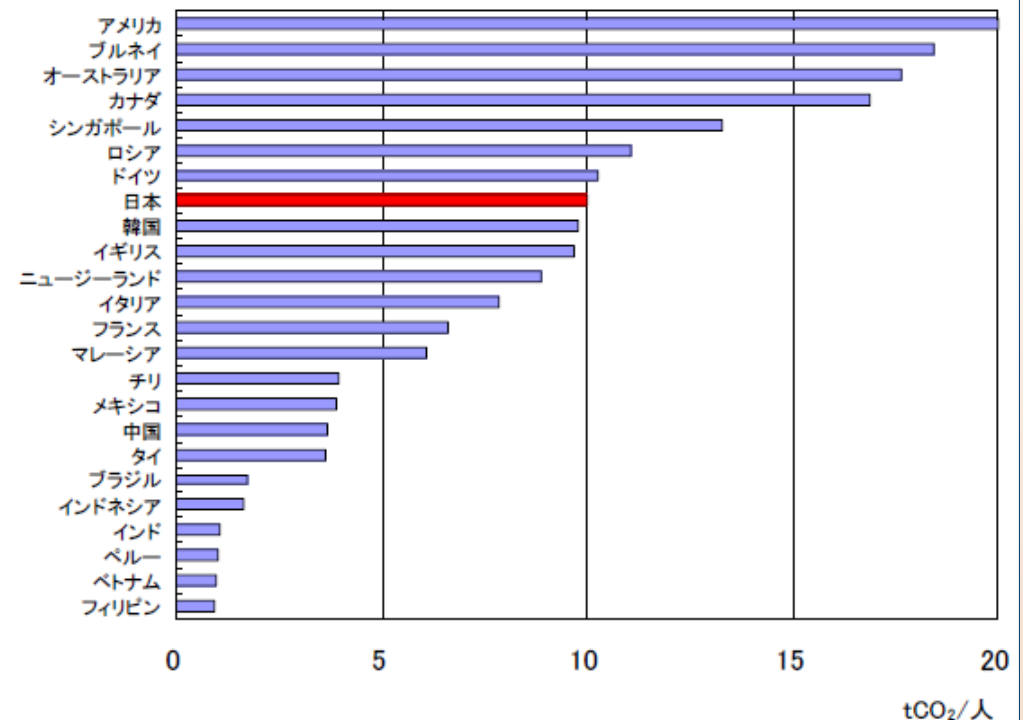
出典: AR4 SPM 図2

## 4) 世界の二酸化炭素排出量 <参考>

### 二酸化炭素の国別排出量と国別一人あたり排出量



※EU15ヶ国は、COP3(京都会議)開催時点での加盟国数。



①二酸化炭素の国別排出量(2004年)

②二酸化炭素の国別一人あたり排出量  
(2004年)

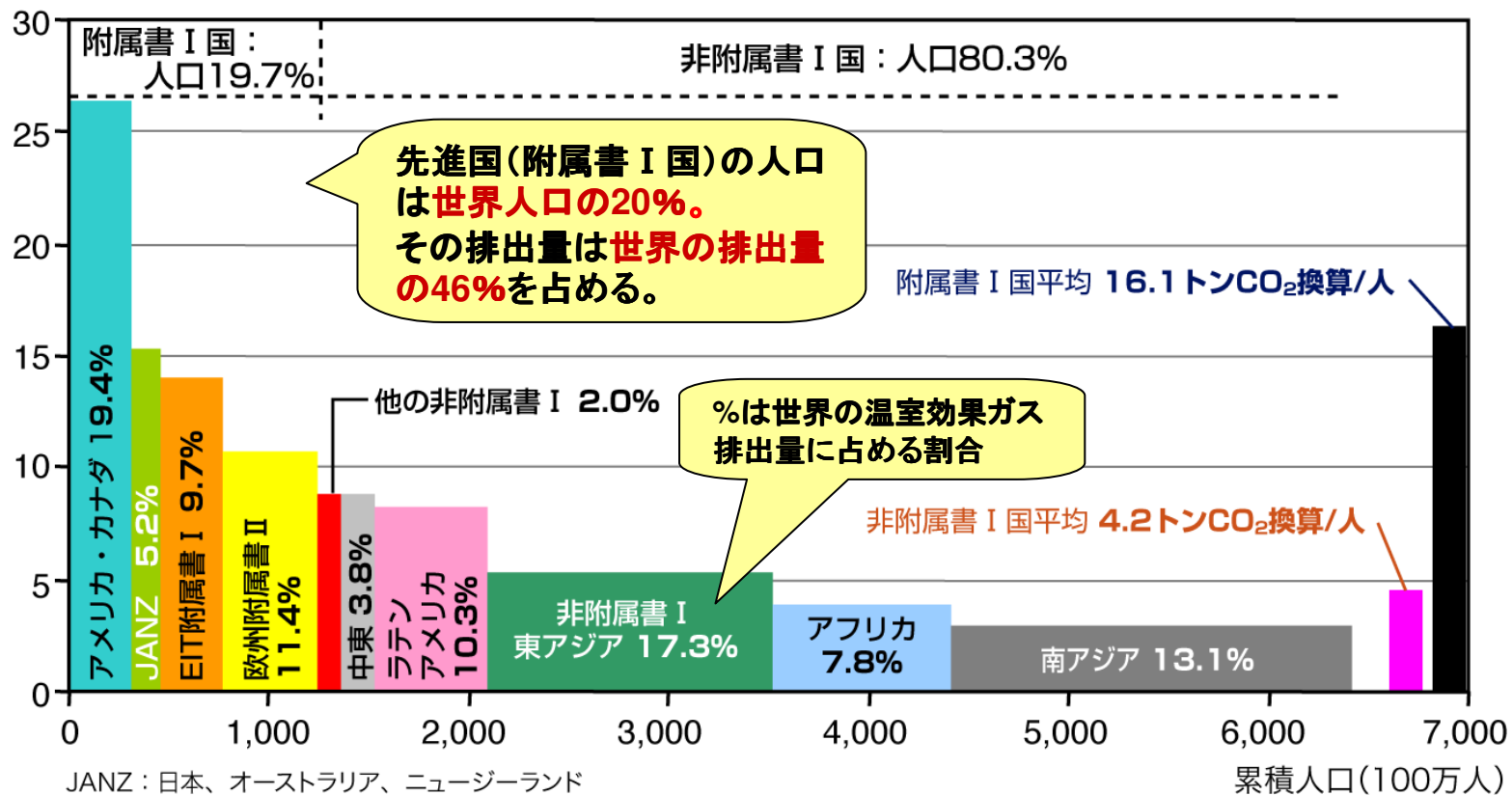
## 5) 地域別の一人あたり温室効果ガス排出量

- 2004年、UNFCCCの附属書I国は、世界の人口の20%、世界のGDPppp※生産の57%、世界の温室効果ガス排出量の46%を占めている。

出典：AR4 SPM

### 地域別の一人あたり温室効果ガス排出量の分布(2004年)

一人あたり温室効果ガス排出量(トンCO<sub>2</sub>換算/人)



JANZ：日本、オーストラリア、ニュージーランド

EIT：市場経済移行国

※PPP(Purchasing Power Parity):異なる通貨間で同じ商品の購買力が等しくなる為替レートのこと、国同士の物価水準の違いを補正したもの。詳細はスライド14参照。

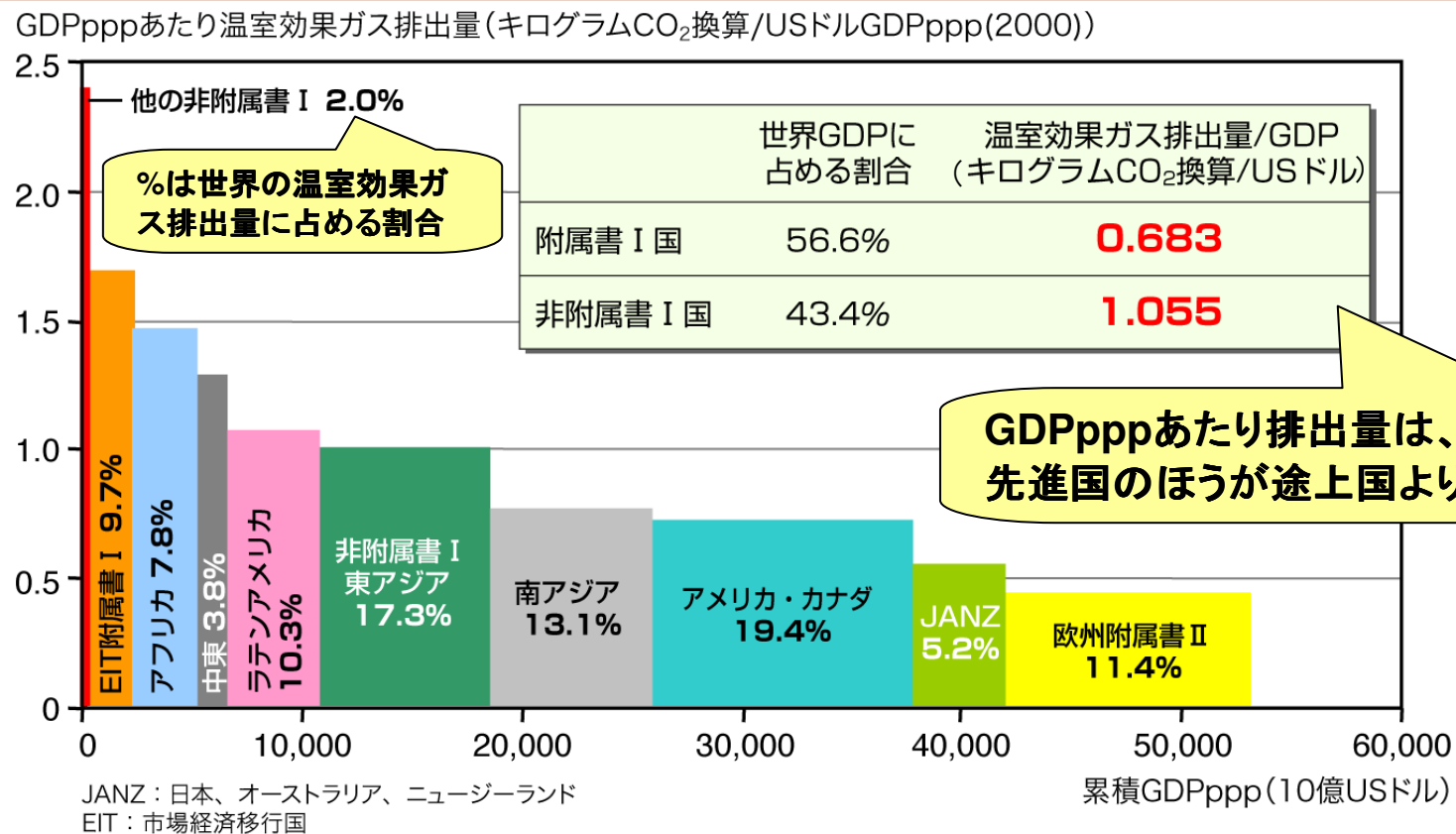
出典：AR4 SPM 図3a

## 6) 地域別のGDPppp※あたり温室効果ガス排出量

- 一人当たり所得、一人当たり温室効果ガス排出量、GDPpppあたりの温室効果ガス排出量は地域によって大きく異なる。

出典: AR4 SPM

### 地域別のGDPpppあたり温室効果ガス排出量の分布(2004年)

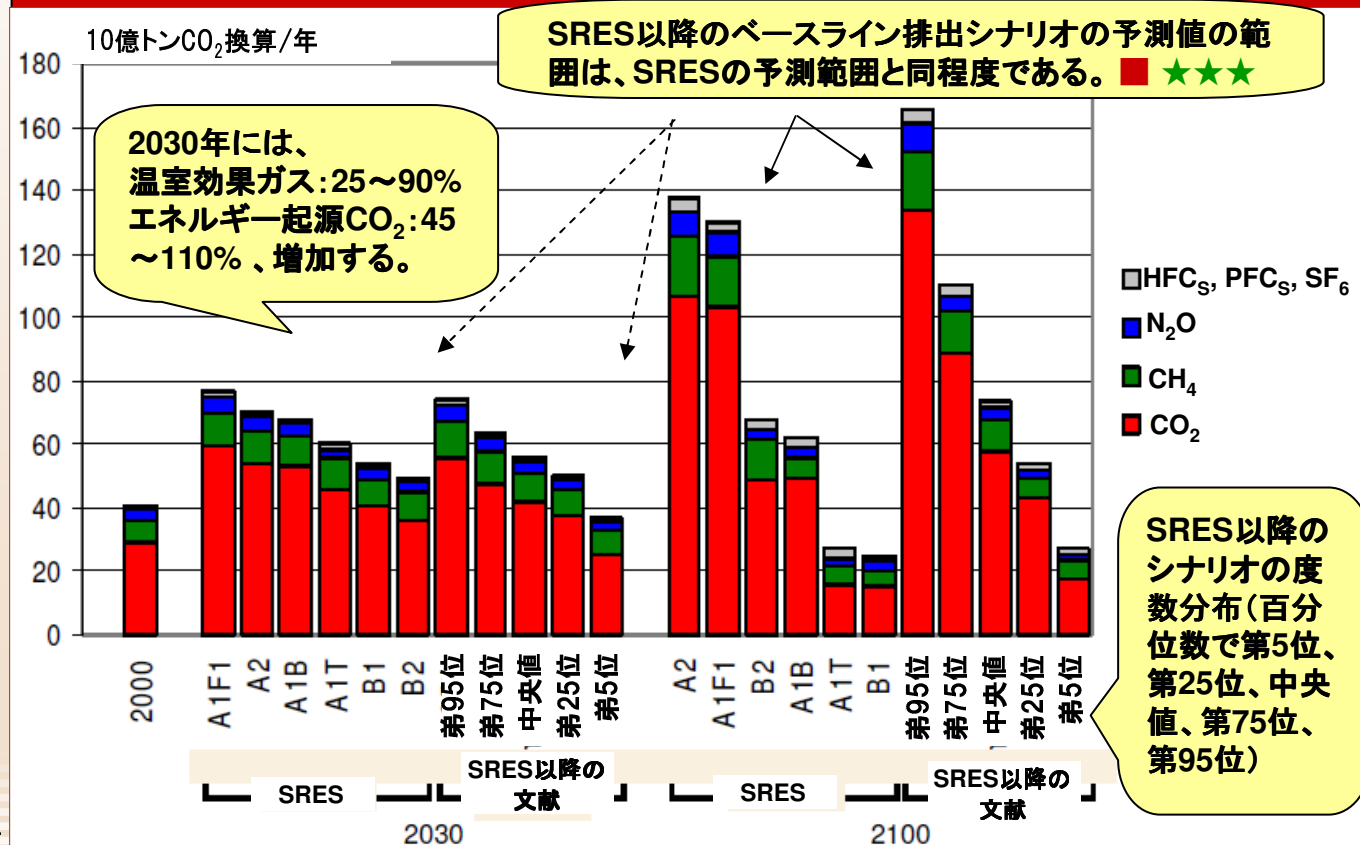


※PPP(Purchasing Power Parity):異なる通貨間で同じ商品の購買力が等しくなる為替レートのこと、出典: AR4 SPM 図3b  
国同士の物価水準の違いを補正したもの。詳細はスライド14参照。

## 7) 将来の温室効果ガス排出量予測

- 最近の気候変化緩和政策及び持続可能な開発の実施の下では、世界の温室効果ガス排出量は次の数十年も引き続き増加する。■ ★★★
- SRES(緩和策なし)シナリオによれば、世界の温室効果ガス排出量は2000年から2030年までの間に97億~367億トンCO<sub>2</sub>換算(25~90%)増加すると予測される。
- 化石燃料は、2030年以降も引き続き世界のエネルギー源の中心を占めると予測され、そのため、エネルギー起源CO<sub>2</sub>排出量は、この期間に45~110%増加すると予測される。 出典:AR4 SPM

2000年の温室効果ガス排出量と、IPCC SRES及びSRES以降の文献の2030年、2100年のベースライン予測排出量



## 8) 排出量予測におけるGDP指標の扱い

- ・排出量予測において、GDPの尺度が市場交換レート(MER)\*あるいは購買力平価(PPP)\*のいずれであっても、予測結果に大きな影響は及ぼさない。

出典: AR4 SPM

### 市場交換レートと購買力平価

TAR以降、排出シナリオにおいて、いずれの市場交換レートを使うかについて議論がなされてきた。各国間のGDPの比較においては2つの尺度が用いられる。

#### 市場交換レート(MER: Market Exchange Rate)

: 通常の為替レートのこと。

#### 購買力平価(PPP: Purchasing Power Parity)

: 異なる通貨間で同じ商品の購買力が等しくなる為替レート。  
国同士の物価水準の違いを補正したもの。

MERの使用は、国際的に取引される製品を含む分析に適している。PPPの使用は、発展段階が大きく異なる国々の所得の比較を含む分析に適している。  
この報告書における貨幣単位は、多くの場合、MERが使用されている。これは、排出緩和に関する文献の大部分においてMERが用いられているためである。PPPが用いられている場合は、GDP<sub>ppp</sub>としている。

出典: AR4 SPMの脚注に環境省加筆

# **C 短中期的な緩和 (2030年まで)**



# 1) 2030年の経済ポテンシャル

- ボトムアップ及びトップダウンの研究は、今後数十年にわたり温室効果ガス排出量を緩和する相当な経済ポテンシャルがあること、また、このポテンシャルが、予測される世界の排出量の伸びを相殺又は現在のレベル以下にまで削減することも十分に可能な量であることを示している。■ ★★★

出典: AR4 SPM

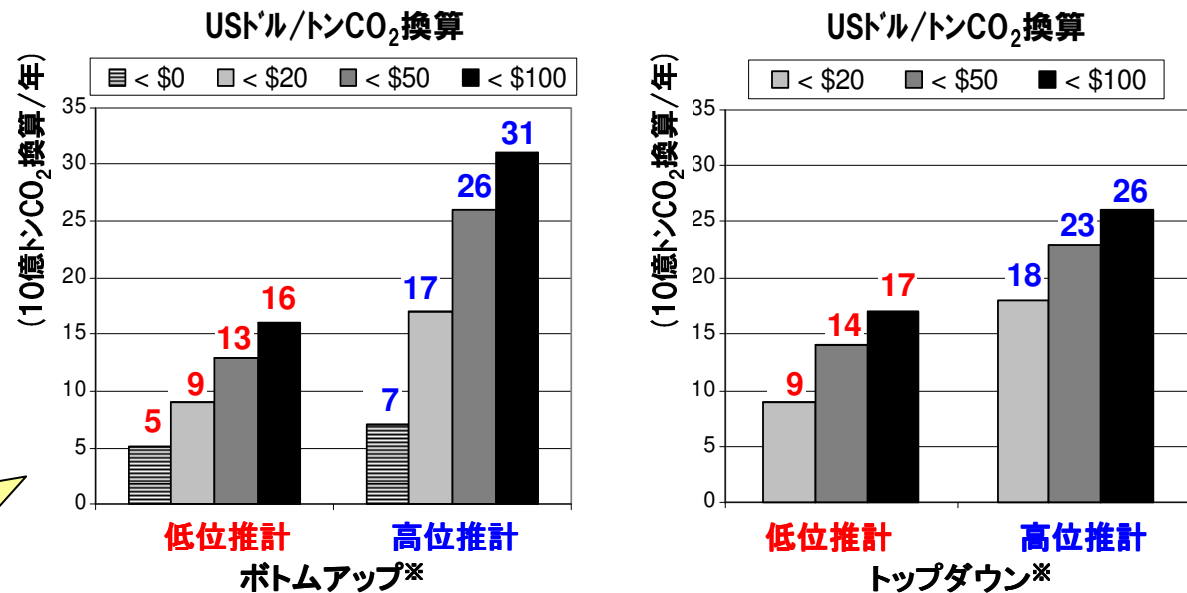
2030年の経済ポテンシャルは、ボトムアップ型研究によれば、

(炭素価格が20ドル/トンの場合)  
90~170億トンCO<sub>2</sub>換算/年

(炭素価格が100ドル/トンの場合)  
160~310億トンCO<sub>2</sub>換算/年

2030年には、コストをかけない(利益を生む)緩和対策によって、年間約60億トンCO<sub>2</sub>換算の排出量を削減できる可能性を示している。

2030年時の経済ポテンシャル(緩和量の推計幅低位と高位を表示)



2030年の緩和ポテンシャル

【参考】 SRES A1Bシナリオでの2030年の年間排出量推計値 680億トンCO<sub>2</sub>換算/年  
SRES B2 シナリオでの2030年の年間排出量推計値 490億トンCO<sub>2</sub>換算/年

出典: AR4 SPM 図5A、図5B



## 2) 大きな削減可能性を持つ緩和技術(1)

・それぞれの分野における最も重要な緩和技術は下の表に示すとおりである。

出典: AR4 SPM

予測シナリオ(B2)又は世界エネルギー展望(IEA, 2004)における緩和策を講じない場合と比較した2030年の世界の緩和ポテンシャル推計値及び大きな削減可能性を有する各部門の緩和技術

部門	1トン削減に100ドルまでの場合の削減量(億トンCO <sub>2</sub> 換算/年)	現在、市場に出ており、大きな削減可能性をもつ緩和技術	2030年までに商業化されると見られる大きな削減可能性をもつ緩和技術
エネルギー供給	24~47	エネルギーの供給・流通の効率改善、石炭からガスへの燃料転換、原子力発電、再生可能なエネルギー(水力、太陽光、風力、地熱、バイオエネルギーなど)、コージェネ、CCSの早期導入(例:天然ガスから回収した二酸化炭素の貯留)	ガス・バイオマス・石炭を燃料とする発電所でのCCS、先進的な原子力技術、先進的な再生可能エネルギー(潮力、風力、太陽光の集光システム、太陽光発電)
運輸	16~25	輸送機関の燃費向上、ハイブリッド車の導入、よりクリーンなディーゼルエンジン、バイオ燃料、道路輸送から鉄道及び公共輸送システムへの形態変化、動力以外の輸送(自転車、徒歩)、土地利用計画と交通計画の統合	次世代バイオ燃料、より省エネの航空機、より強力で信頼性の高いバッテリーによる先進的な電気自動車・ハイブリッド車
建築	53~67	省エネタイプの照明・昼光照明、省エネタイプの電気器具及び冷暖房設備、省エネタイプの調理用加熱器具、冷暖房用のパッシブソーラー・アクティブソーラー、代替冷媒の導入、フロン類の回収及び再利用	統合型デザインの商業ビル(フィードバック及び制御を行う集中管理コンピュータ計器類等の技術も含む)、建物内での統合型太陽光発電
産業	25~55	省エネタイプの電気器具、廃熱・未利用電力の回収、原材料の再利用及び代替品の活用、二酸化炭素以外の温室効果ガスの排出制御	先進的な省エネ、セメント工業・アンモニア工業・鉄鋼におけるCCS、アルミ工業における不活性物質

出典: AR4 SPM 表3及び図6を基に作成

### 3) 大きな削減可能性を持つ緩和技術(2)

・それぞれの分野における最も重要な緩和技術は下の表に示すとおりである。

出典: AR4 SPM

予測シナリオ(B2)又は世界エネルギー展望(IEA, 2004)における緩和策を講じない場合と比較した2030年の世界の緩和ポテンシャル推計値及び大きな削減可能性を有する各部門の緩和技術

部門	1トン削減に100ドルまでの場合の削減量(億トンCO <sub>2</sub> 換算/年)	現在、市場に出ており、大きな削減可能性をもつ緩和技術	2030年までに商業化されると見られる大きな削減可能性をもつ緩和技術
農業	23~64	土壌の炭素貯留量の増加に向けた耕作地及び放牧地の管理方法の改善、泥炭の多い栽培地や劣化土壌の修復、畜産方法や米作技術の改善によるメタン排出量の削減、窒素肥料の利用方法の改善による一酸化二窒素(温室効果ガスに含まれる)の削減、化石燃料の代替のエネルギー専用作物、省エネ	作物収穫高の増加
林業	13~42	新規(再)植林、森林管理方法の改善、森林破壊の抑制、伐採後の木材製品の管理、木材製品のエネルギー利用(木質バイオマス)	樹種の改良によるバイオマスの生産性及び炭素吸収量の増大、リモートセンシング技術の向上による植生・土壌の炭素貯留可能量の分析及び土地利用変化のマッピング
廃棄物	4~10	廃棄物埋立地から発生するメタンガスの回収、廃棄物焼却に伴うエネルギー回収、有機廃棄物の堆肥化、排水処理技術の改善、廃棄物の再利用・最小化	メタンを最適に酸化させるバイオカバー及びバイオフィルター※

出典: AR4 SPM 表3及び図6を基に作成

※ バクテリアなど含んだカバー及びフィルター

## 4) 温室効果ガス濃度安定化による経済影響

- 温室効果ガス濃度を、445～710 ppmCO<sub>2</sub>換算で安定化させるための排出経路をとる場合、2030年までの緩和策によるマクロ経済影響は、緩和策を講じない場合と比較して、GDPの3%の損失～わずかな増加の間の値となる。 ■ ★★★

異なる長期安定化目標に向けた排出経路における2030年のマクロ経済影響推計値※1,2

安定化レベル (ppm CO <sub>2</sub> 換算)	GDP※3損失の中央値※4 (%)	GDP※3損失の範囲※4 (%)	年平均GDP※3成長率 の低下※5 (percentage points)
590 ~ 710	0.2	-0.6 ~ 1.2	< 0.06
535 ~ 590	0.6	0.2 ~ 2.5	<0.1
445 ~ 535 ※6	—	< 3	< 0.12

※1: GDP損失は、与えられた安定化レベルに対し、2030年以降ほとんどのモデルで時間の経過につれ増加する。長期的な経済影響についても、より不確実性が増す。

※2: 様々なベースラインを用いた研究に基づいている。

※3: 市場交換レート(MER)に基づく世界のGDP。

※4: 分析されたデータの中央に位置する値と10%～90%信頼区間の値。

※5: 2030年におけるGDP損失に帰結するような、2030年までの期間の平均損失に基づき計算している。

※6: 研究の数が相対的に少なく、かつそれらは概して低いベースラインを使用している。

出典: AR4 SPM 表4

## 5) ライフスタイルの重要性、温室効果ガス削減と健康便益

### ライフスタイルの変化による気候変化の緩和

- ・ ライフスタイルや行動パターンを変えることで、全部門において気候変化の緩和に貢献できる。■ ★★

出典：AR4 SPM

### 温室効果ガス削減にかかるコストと健康便益

- ・ 世界の全地域において、温室効果ガス削減の結果として大気汚染も緩和される。その短期的な健康便益は、緩和コストを相殺する可能性がある。■ ★★★

出典：AR4 SPM

## 6) スピルオーバーと炭素リーケージ

- TAR以降の文献では、世界の経済及び排出量に対して、附属書1国の取組みによる効果が生じることが確認されている。 ■ ★★★
- 化石燃料輸出国は、緩和策が実施されると、化石燃料の需要、価格が低下し、GDP成長率が鈍化すると予想するであろう。このスピルオーバーの程度は、政策決定と石油市況に大きく依存する。
- 大半の均衡モデルの結果は、「京都議定書に関する取組みによる経済全体の炭素リーケージは5～20%程度」としたTARの結論を裏付けるものであり、競合可能な低排出技術が効果的に普及する場合はさらに低下する。

### スピルオーバーと炭素リーケージの例

#### スピルオーバーとは:

一国内あるいは諸国間で行われた緩和政策・措置が、他の諸国のセクターに与える影響。

#### 炭素リーケージとは:

国内緩和策を講じている国の外部において、その緩和策に起因して増加する二酸化炭素排出量を指す。

#### 具体例

・ある国の緩和政策(法・規制等)が化石燃料の価格上昇を招き、結果的に工場など生産拠点が法規制のない他国に移転する。ある国では、緩和政策が成功したように見えるが、地球規模で見ると温室効果ガスは削減されていない。

炭素リーケージの規模については、まだ不確実性が残っている。

出典: AR4 SPMを基に作成

# 7) エネルギー政策を活用した排出削減

- 途上国の新規のエネルギーインフラ事業への投資、工業国のエネルギーインフラの改善、エネルギー安全保障政策等によって、多くの場合温室効果ガス排出量の削減が可能となる。同時に、大気汚染の軽減、貿易収支の公平化などの便益も得られる。



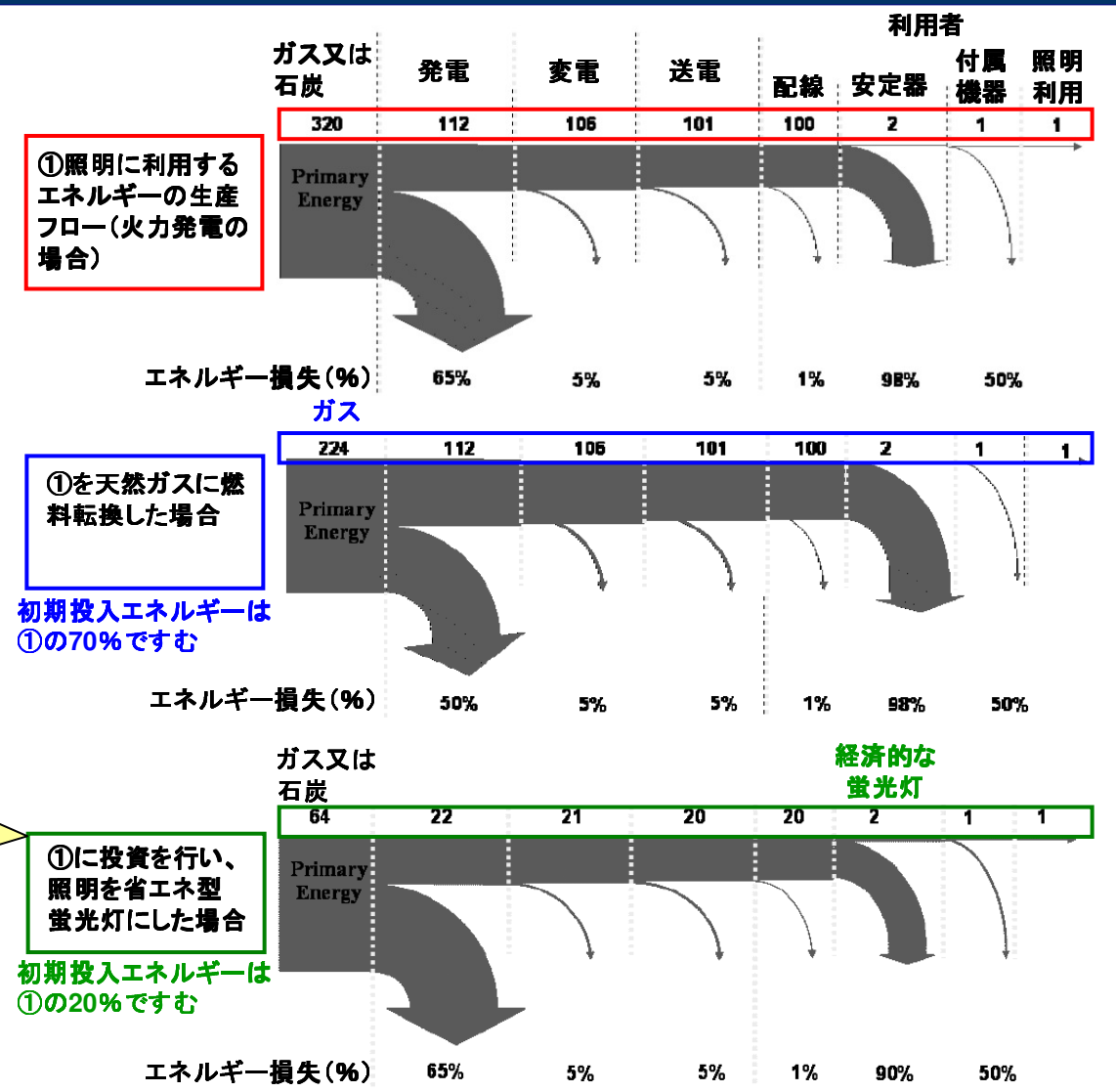
- エネルギーサービス需要を満たすには、エネルギー供給量を増やすより、最終需要側でのエネルギー効率改善に投資する方が、費用対効果に優れている場合が多い。

出典:AR4 SPM

最終需要までの効率を向上させれば、将来のエネルギーサービス需要の増加を、現在と同程度あるいはそれ以下でのエネルギー供給でまかなうことが可能となる。

出典:Cleland, D., 2005, Sustainable energy use and management. In People and Energy: how do we use it? Proceedings of a conference organised by the Royal Society of New Zealand in Christchurch 18 November 2004. Royal Society of New Zealand, Miscellaneous series 66, pp 75-90.

初期投入から最終需要までのエネルギー損失  
(例:照明の最終需要を1とする場合)



①照明に利用するエネルギーの生産フロー(火力発電の場合)

①を天然ガスに燃料転換した場合

①に投資を行い、照明を省エネ型蛍光灯にした場合



## 8) 次世代燃料の競争力

- 化石燃料の価格が高くなるほど、低炭素の代替技術は競争力を持つ。一方で、従来の石油資源の価格が上昇すると、オイルサンド※<sup>1</sup>やオイルシェール※<sup>2</sup>、重油、石炭やガスを用いた合成燃料のような高炭素の代替技術に置き換わる可能性がある。その場合、製造工場にCCS※<sup>3</sup>を装備しない限り、温室効果ガス排出量の増加につながる。

出典: AR4 SPM

### 石油代替燃料、CCS

#### ※1: オイルサンド

原油を含む砂または岩石。

#### ※2: オイルシェール

油頁(ゆけつ)岩ともいう。  
高分子の炭化水素を含む岩石。

合成燃料と共に、石油代替燃料として注目されている。

#### ※3: CCS

(二酸化炭素回収・貯留)  
(Carbon Dioxide Capture and Storage)

発電所や工場などの大規模排出源から二酸化炭素を分離回収し、地層や海中に貯留する技術。

## 9) 運輸部門の緩和策

- 運輸部門には多くの緩和オプションがあるが、効果はサービス需要の増加に打ち消されている。緩和オプションの導入には多くの障害がある。例えば、消費者の好みや政策フレームの欠如など。 ● ★★★
- バイオ燃料は重要な役割を果たす。2030年までに、輸送用燃料需要に対し、ベースラインで3%まで増加する。燃料や炭素価格、自動車の効率改善、セルロースバイオマス利用技術の成功で約5~10%まで増加する可能性がある。

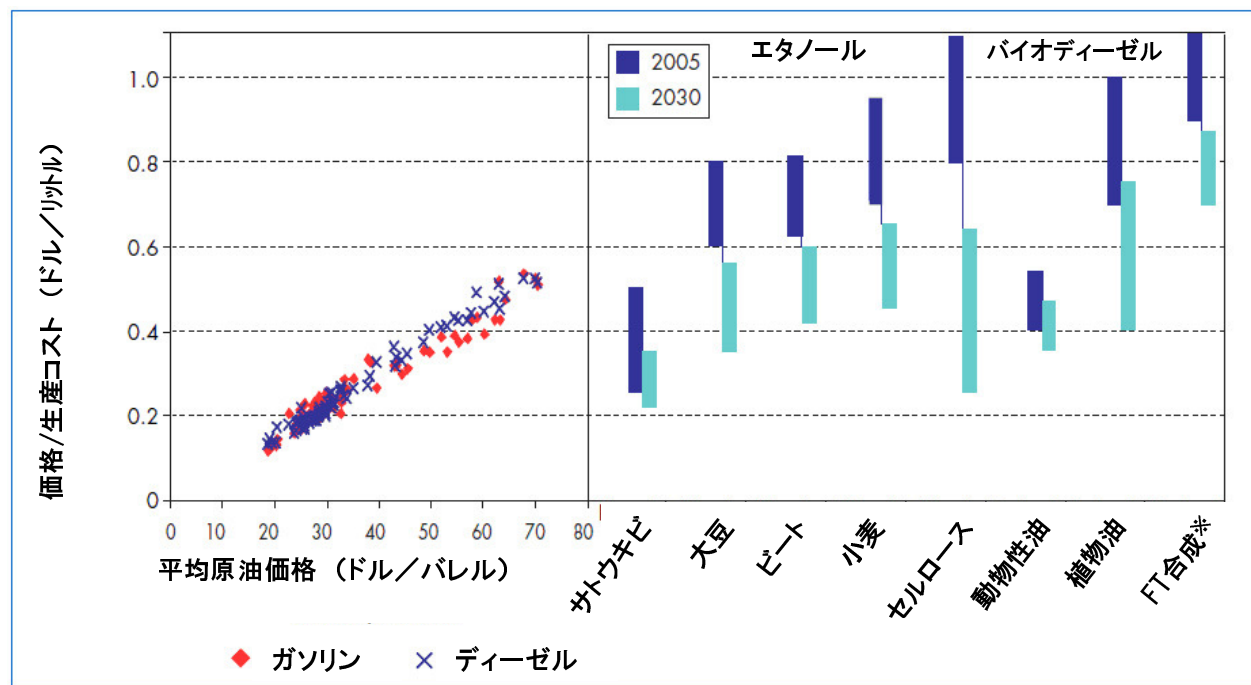
出典: AR4 SPM

- モーダルシフト温室効果ガス削減に寄与するが、地域の事情や政策に依存する。

※天然ガス、石炭、バイオマス等の合成ガスから石油の代替品となる合成油や合成燃料を作り出す一連の過程。

出典: World Energy Outlook 2006 (c) OECD/IEA, 2006, p.406 as translated under the sole responsibility of the Ministry of the Environment Japan.

現在及び将来のバイオ燃料価格と原油価格に対するガソリンおよびディーゼルの精製前価格との比較





## 10) 建築部門の緩和策

- ・ 新規及び既存のビルにおけるエネルギー高効率化は、CO<sub>2</sub>排出量を大幅に削減する可能性があり、多くのオプションが正味の経済便益で実施できる。このポテンシャルを実現するには多くの障壁があるが、副次便益も大きい。

日本の“クールビズ”は、緩和・適応策として、2005年は二酸化炭素46万トン(100万家庭の1ヶ月の排出量に相当)の削減効果があった。



出典: AR4 SPM

- ・ 建築部門では、2030年までに予想される温室効果ガス排出量の約30%を、正味の経済便益で削減可能である。

出典: AR4 SPM

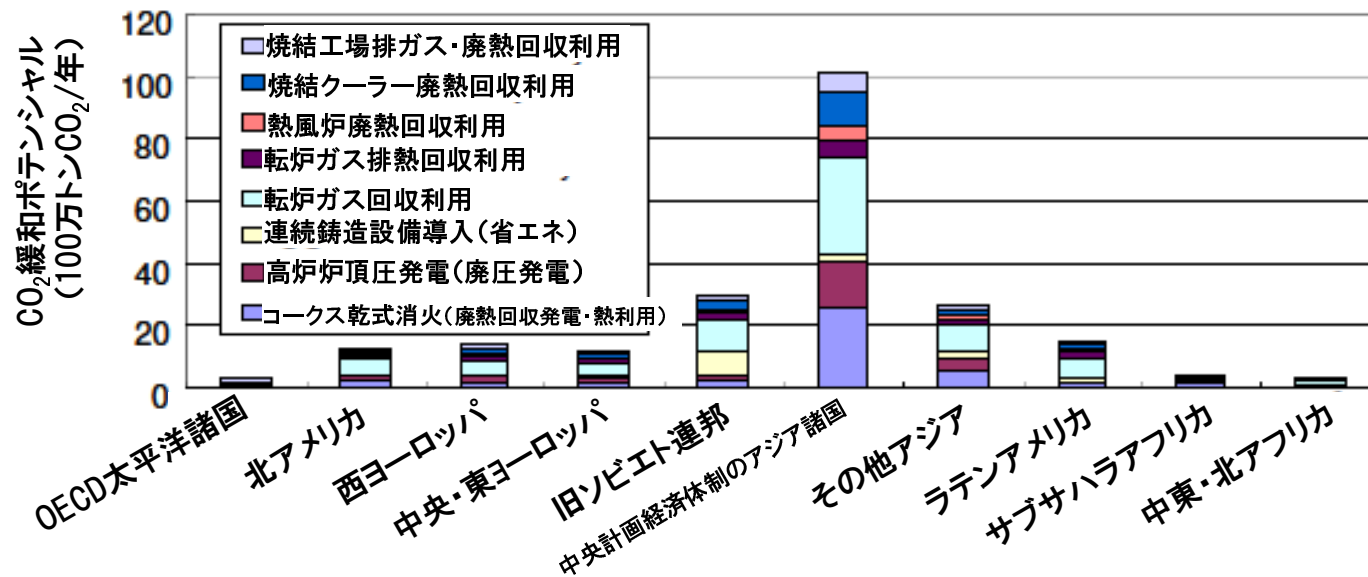
# 11) 産業部門の緩和策

- 産業部門の経済ポテンシャルは、エネルギー集約型産業に集中している。先進国、途上国ともに、利用可能な緩和オプションが十分に利用されていない。



出典：AR4 SPM

鉄鋼分野における省エネルギー技術によるCO<sub>2</sub>緩和ポテンシャル（2030年予測）



出典：(財)日本エネルギー経済研究所 2006年3月HP掲載  
「CO<sub>2</sub> Reduction Potential by Energy Efficient Technology in Energy Intensive Industry」

## 12) 農業部門の緩和策

- ・ 農業部門は、全体として低コストで大きな貢献が可能である。土壌内炭素吸収量の増加や、バイオエネルギー利用による温室効果ガスの排出削減への貢献が可能である。 ● ★★
- ・ 緩和ポテンシャルの大部分は、土壌の炭素固定によるもので、持続可能な農業との強い相乗効果を持つ。さらに、この対策は気候変化に対する脆弱性の低減に役立つ。

# 13) 森林部門、廃棄物部門の緩和策

## 森林部門の緩和策

- 森林部門の活動は、低コストで、排出削減量及び吸収量の増加の両方に大きく貢献することが可能であり、また、適応と持続可能な開発の相乗効果をもたらすことができる。 ■ ★★★★★
- 炭素価格が二酸化炭素換算で1トン当たり100米ドルまでの場合、緩和ポテンシャルの約65%が熱帯にあり、また約50%が森林減少の防止により達成可能である。

出典: AR4 SPM

## 廃棄物部門の緩和策

- 最終消費後の廃棄物\*からの温室効果ガス排出が、世界の排出量に占める割合は小さい(5%未満)。ただし、廃棄物部門は、低コストでの排出削減が可能であり、持続可能な開発も促進する。 ■ ★★★★★

出典: AR4 SPM

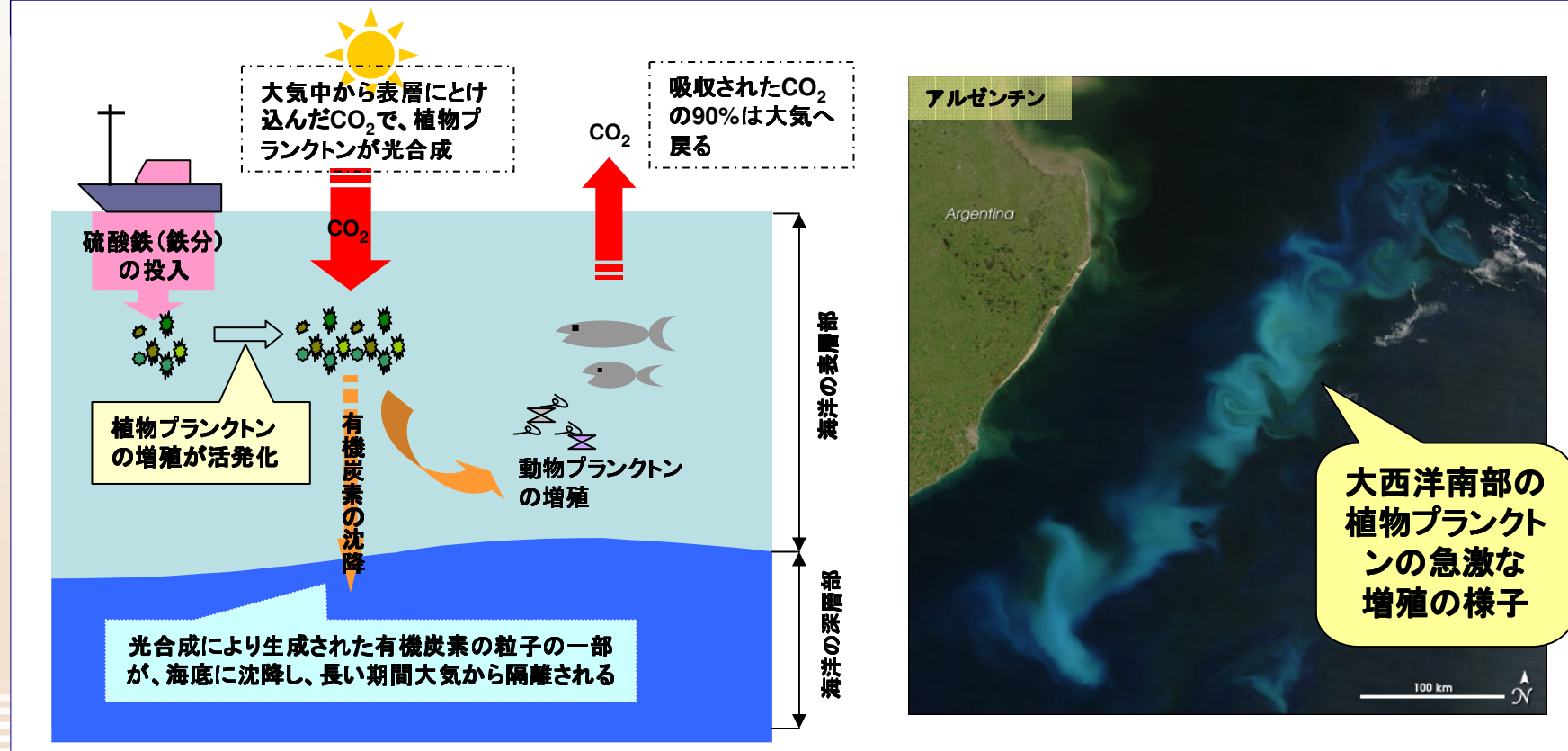
\* 産業廃棄物を除く。

# 14) 地球工学的対策技術

- 大気中からCO<sub>2</sub>を直接除去するための海洋への鉄散布や、大気上層で人工的な物質で太陽光を遮蔽するといった地球工学的対策技術は、かなり不確実なオプションであり、未知の副作用が起きる危険性もある。 ● ★

出典：AR4 SPM

## 地球工学的オプションの例： 海洋中の植物プランクトンの活性化による炭素固定技術



図：環境省作成

写真出典：[http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/NewImages/images.php3?img\\_id=17189](http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/NewImages/images.php3?img_id=17189)

# **D 長期的な緩和 (2030年～)**

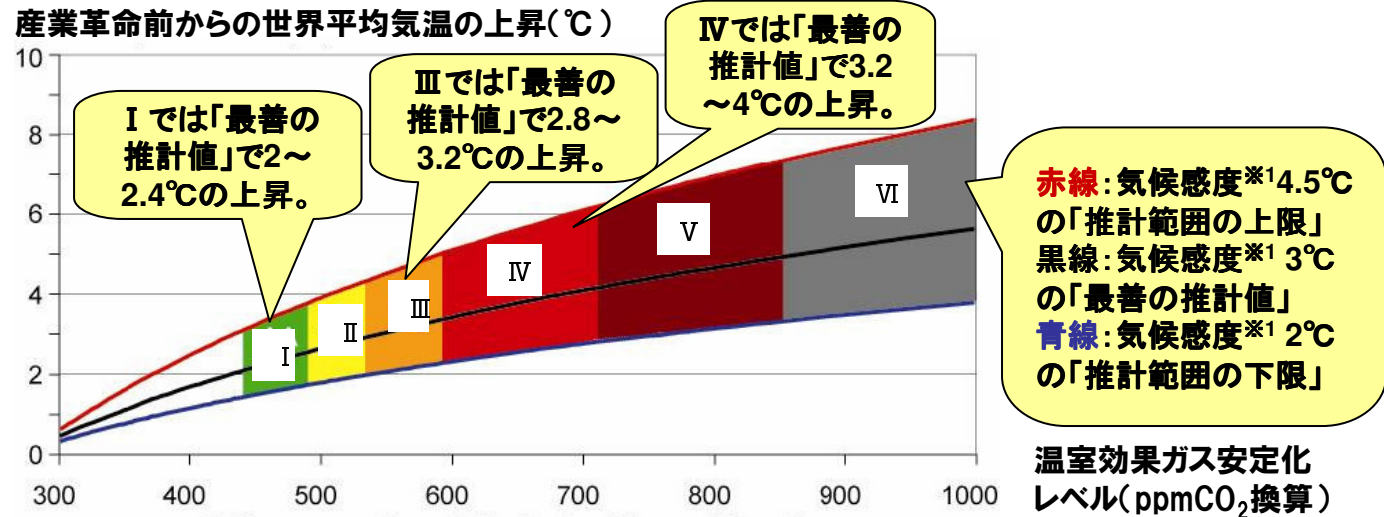
# 1) 長期的な安定化シナリオ (1)

- 安定化レベルの目標が低いほど、排出量のピークを早めに迎え、その後減少に転じなければいけない。 ■ ★★★★★
- 低いレベルでの安定化を達成するためには、今後20~30年での緩和努力が大きな影響を持つ。

■ ★★★★★ 出典: AR4 SPM

※1 大気中の二酸化炭素濃度が産業革命前の2倍になった場合の気温の変化。  
 ※2 正の放射強制力は地表面を暖め、負の放射強制力は地表面を冷やす。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。  
 ※3 「最善の推計値」による産業革命前と比べた場合の世界平均気温の上昇幅。

6つの安定化目標とそれらの世界平均気温上昇値との関係



カテゴリー	放射強制力※2 W/m <sup>2</sup>	CO <sub>2</sub> 濃度 ppm	温室効果ガス濃度 (CO <sub>2</sub> 換算) ppm	産業革命前からの気温上昇※3 °C	CO <sub>2</sub> 排出がピークとなる年 年	2050年のCO <sub>2</sub> 排出 (2000年比、%) %	シナリオの数
I	2.5 - 3.0	350 - 400	445 - 490	2.0 - 2.4	2000 - 2015	-85 to -50	6
II	3.0 - 3.5	400 - 440	490 - 535	2.4 - 2.8	2000 - 2020	-60 to -30	18
III	3.5 - 4.0	440 - 485	535 - 590	2.8 - 3.2	2010 - 2030	-30 to +5	21
IV	4.0 - 5.0	485 - 570	590 - 710	3.2 - 4.0	2020 - 2060	+10 to +60	118
V	5.0 - 6.0	570 - 660	710 - 855	4.0 - 4.9	2050 - 2080	+25 to +85	9
VI	6.0 - 7.5	660 - 790	855 - 1130	4.9 - 6.1	2060 - 2090	+90 to +140	5
合計							177



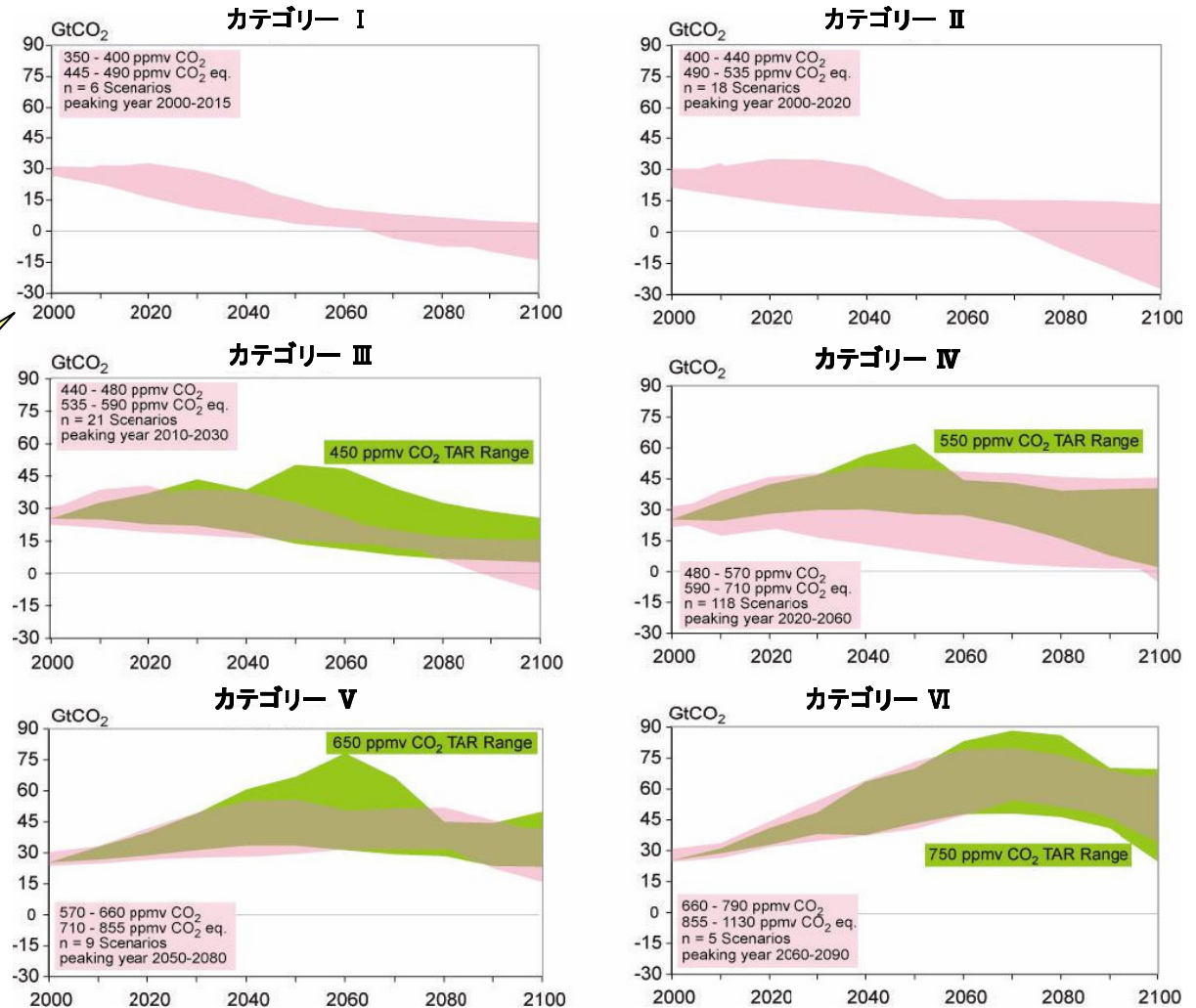
## 2) 長期的な安定化シナリオ (2)

- より低いレベルでの安定化を実現するためには、排出量がピークとなる時期を早め、さらに2050年までに大幅な排出削減が必要である。

出典: AR4 SPM

低レベルの安定化を実現するには、2050年までに大幅な排出削減が必要である。

### 6つの安定化目標(カテゴリ I ~ VI)における緩和シナリオでの排出経路\*



ピンク色はTAR以降の安定化シナリオ、緑色はTAR安定化シナリオの範囲を示す。

※これらの排出経路で考慮されているのはCO<sub>2</sub>のみである。

出典: AR4 Final Draft SPM 図7

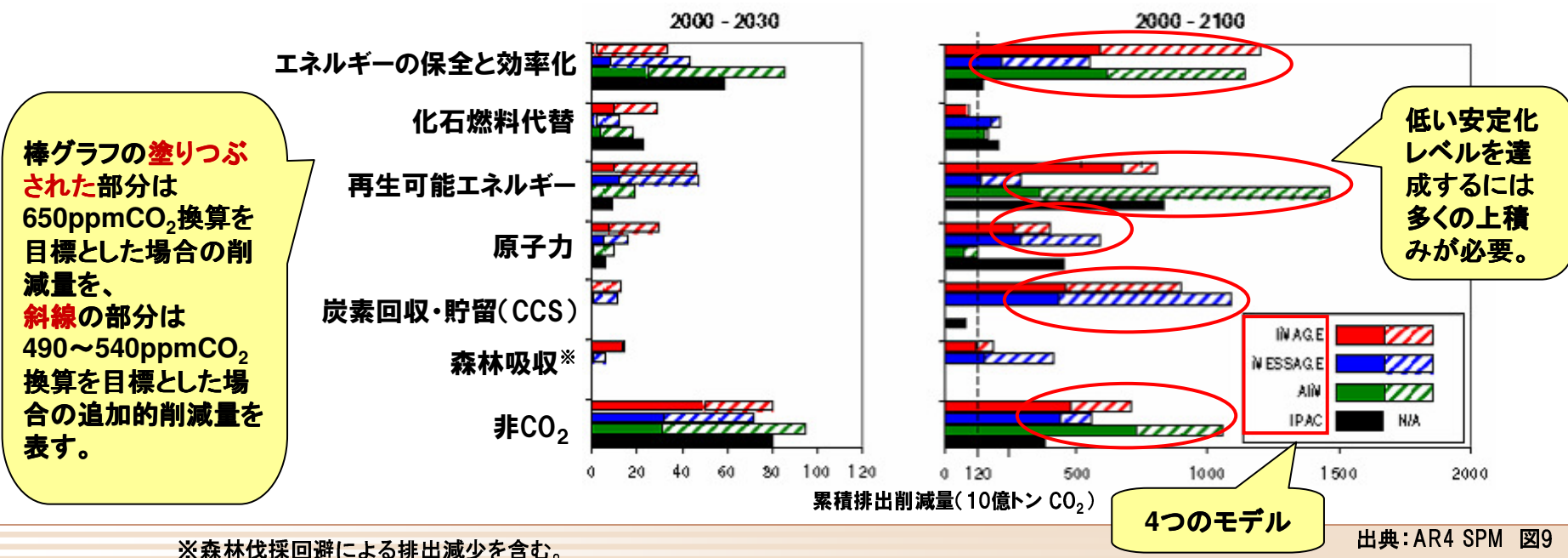


### 3) 安定化達成のための技術開発とその導入

- 安定化レベルの範囲は、現在利用可能もしくは、数十年のうちに商品化されると予測される技術の組合せによって達成される。これは、技術の開発投資、完成、商品化や普及、及び関連した障壁に取り組むことに対して、適切で効果的なインセンティブが与えられることを前提としている。■ ★★★
- エネルギー効率の向上は、多くのシナリオに共通して、ほとんどの地域や時間スケールについて、重要な役割を果たす。
- 安定化レベルを低く設定した場合、シナリオの技術的オプションは、再生可能エネルギーや原子力などの低炭素エネルギーの活用、そしてCO<sub>2</sub>回収・貯留 (CCS) の利用により重点を置くことになる。
- バイオエネルギーに関する最新技術は、再生可能エネルギーのシェアに大きく貢献する。

出典：AR4 SPM

#### 安定化目標達成のための、4つのモデルによる代替緩和措置での温室効果ガス累積排出削減量予測



## 4) 温室効果ガス濃度安定化による経済影響

- 2050年において、445～710ppmCO<sub>2</sub>換算で安定化させる場合のマクロ経済影響は、世界平均でGDP 5.5%の損失～1%の増加に相当する。影響は、国や部門により異なる。 ■ ★★

出典: AR4 SPM

### 異なる長期安定化目標に向けた排出経路における2050年のマクロ経済影響推計値※1

安定化レベル (ppm CO <sub>2</sub> 換算)	GDP※2損失の中央値※3 (%)	GDP※2損失の範囲※3 (%)	年平均GDP※2成長率 の低下※4 (percentage points)
590 ~ 710	0.5	-1 ~ 2	< 0.05
535 ~ 590	1.3	ややマイナス ~ 4	<0.1
445 ~ 535 ※5	—	< 5.5	< 0.12

※1: この影響の推計はGDP数値を提供している全てのベースラインと緩和シナリオを扱う多くの文献に基づいている。

出典: AR4 SPM 表6

※2: 市場交換レート(MER)に基づく世界のGDP。

※3: 分析されたデータの中央に位置する値と10%～90%信頼区間の値。

※4: 2050年におけるGDP損失に帰結するような、2050年までの期間の平均損失に基づき計算している。

※5: 研究の数が相対的に少なく、かつそれらは概して低いベースラインを使用している。高排出ベースラインは概して高額な費用をもたらす。

## 5) 安定化達成のための意思決定

- ・ 緩和策の適切なレベルについての意思決定には、緩和策や適応策を含む反復的なリスク管理が必要である。 ■ ★★★
- ・ 緩和策の規模とタイミングの選択については、現在における早急な排出削減による経済影響と、中長期の対策遅延リスクのバランスをとることが必要である。 ■ ★★★
- ・ 削減対策が遅れると、より排出量の多いインフラと発展への道筋に固定化される投資が行われる。より低い安定化レベルへと進むことが難しくなり、気候変動影響のリスクが増える。  
出典: AR4 SPM

# **E 気候変化緩和のための 政策、措置、手法**

# 1) 国内政策・手法の利点と欠点 (1)

- 温室効果ガスの排出緩和を促すインセンティブを策定するため、各国政府がとっている国内政策及び手法は多種多様であるが、いずれの手法にも利点と欠点が存在する。 ■ ★★★

出典: AR4 SPM

## 国内政策・手法の利点と欠点

政策の種類	一般的に判明している利点と欠点
広範な開発政策の中に気候政策を組み込むこと	広範な開発政策の中に気候政策を組み込むことによって、容易に実施ができ、障壁も克服できる。
規制と基準	規制と基準は、通常、ある程度確実な排出削減を可能にする。情報不足や他の障壁により、生産者および消費者が価格シグナルに反応できない場合には、他の手法よりも望ましい手法であろう。
税金および課徴金	税金および課徴金は、炭素価格を設定することができるが、特定の排出レベルを保証することはできない。文献では、税金は、GHG排出量のコストを内部化させるのに費用効果的な方法であるとみなされている。
排出権取引制度	排出権取引制度は炭素価格を確立する。排出枠の割当は配分上の影響を与える一方、排出枠の量が、その環境効果を決定する。炭素価格の変動は、排出枠を遵守するための合計コストの推計を困難にする。
資金インセンティブ	資金インセンティブ（助成金、税控除）は政府が新技術の開発と普及を促進するため、多く用いる政策である。通常、上記の他の手法より経済的コストは高いが、障壁を克服する上で重要な政策である場合が多い。
自主協定	産業界と政府の自主協定は政治的に魅力ある政策であり、利害関係者間の意識を向上させ、多くの国内政策の進展に貢献してきた。大半の協定は、対策を講じない場合以上の大幅な排出削減をもたらしてはいない。しかし、数力国における最近の協定の中には、利用可能な最善の技術の採用を加速させ、明らかな排出量の削減をもたらしたものもある。
情報手法	情報手法（例えば、啓蒙活動）は、十分な説明をよく受けた上での選択を促進したり、場合によっては行動変化に貢献することによって、環境の質にプラスの影響を与えるかもしれないが、排出量に対する影響はまだ評価されていない。
RD&D	RD&Dは、技術の前進を刺激し、コストを低減させ、安定化に向けた進展を可能にすることができる。

出典: AR4 SPM を基に作成

## 2) 国内政策・手法の利点と欠点 (2)

- 部門別政策、措置、手法で、それぞれの部門における環境効果が、少なくともいくつかの国の事例で証明されているもの。

出典: AR4 SPM

### 各部門において環境効果が証明された政策、措置、手法 (その1)

部門	環境効果が証明された政策、措置、手法	主要な制約及び機会
エネルギー供給	化石燃料用助成金の削減	既得権者の抵抗により実施が困難となる可能性。
	化石燃料税又は炭素税	
	再生可能エネルギー技術に対する固定価格買取制度	低排出技術用の市場創設が適切である可能性。
	再生可能エネルギーに関する供給義務	
	生産者向け助成金	
運輸	強制的な燃費、バイオ燃料混合、道路輸送のCO <sub>2</sub> 基準	車の一部車種のみを対象とするなら効果が限定される可能性。
	車の購入、登録、利用、車用燃料への課税、道路通行料、駐車料金	高収入層では効果が落ちる可能性。
	交通需要に影響を与えるような、土地利用規制、インフラ計画	交通システムを構築中の国に特に適する。
	魅力的な公共交通施設及び車ではない交通システムへの投資	
建築物	電気器具の基準とラベル	基準の定期的な改訂が必要。
	建築基準及び認可	新建築物に魅力的。実施が困難である可能性。
	需要型管理プログラム	電力会社が利益を得るために規定が必要。
	公共部門主導のプログラム(調達含む)	政府調達が省エネ製品に対する需要を拡大することができる。
	エネルギーサービス企業(ESCO)に対するインセンティブ	第3者からの資金調達可能性が成功要因。

出典: AR4 SPM 表7 を基に作成

### 3) 国内政策・手法の利点と欠点 (3)

- 部門別政策、措置、手法で、それぞれの部門における環境効果が、少なくともいくつかの国の事例で証明されているもの。

出典: AR4 SPM

#### 各部門において環境効果が証明された政策、措置、手法 (その2)

部門	環境効果が証明された政策、措置、手法	主要な制約及び機会
産業	基準情報の提供	技術の導入促進が適当である可能性。国際競争力の観点では国内政策の安定が重要。
	性能基準	
	助成金、税控除	
	排出権取引	割当メカニズムの予測可能性及び安定した価格シグナルが投資には重要。
	自主協定	明確な目標、ベースラインシナリオ、第3者の計画、審査への関与、モニタリングに関する公式な規定、政府と産業の密接な協力などが成功の要因。
農業	土地管理の改善、土壌炭素含有量保持、肥料や灌漑の効率的使用に対する資金インセンティブや規制	持続可能な開発及び気候変動に対する脆弱性の改善とのシナジーを促進、以って実施障壁の克服を図る。
林業／森林	森林面積の増加、森林減少の減少、森林の維持・管理のための資金インセンティブ(国内、国際)	投資資本の不足、土地所有権問題などの制約がある。貧困緩和に貢献する可能性。
	土地利用規制と施行	
廃棄物管理	廃棄物及び排水管理の改善に対する資金インセンティブ	技術普及を刺激する可能性。
	再生可能エネルギーに対するインセンティブ又は義務	低コスト燃料の現地での利用可能性。
	廃棄物管理規制	国家レベルで、施行戦略と適用されると最も効果的。

出典: AR4 SPM 表7 を基に作成

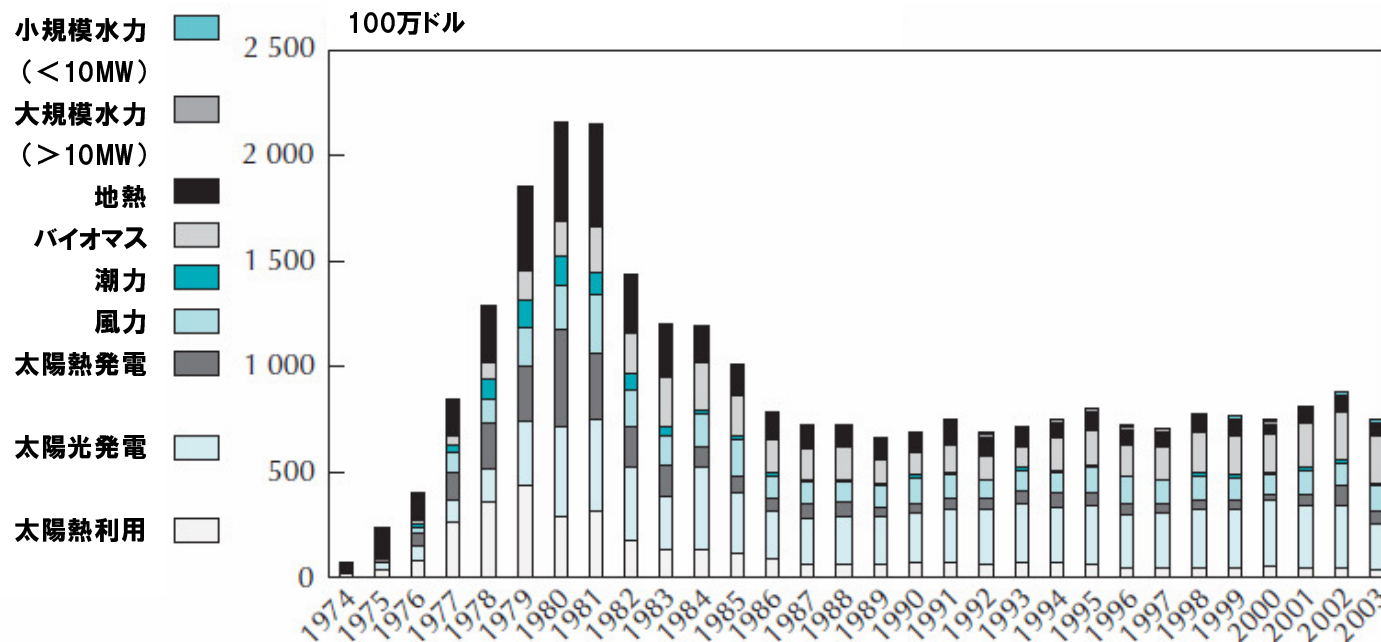


## 4) 炭素価格の政策、RD&Dに対する政府支援

- 実際の或いは潜在的な炭素価格を設定する政策は、生産者及び消費者が、温室効果ガスの排出量が少ない製品に投資する顕著なインセンティブとなる。こうした政策は、経済的措置、政府の財政支援、規制措置などを含む。 ■ ★★★
- RD&D投資の公的な便益は、民間部門が得る便益よりも大きい。そのため、RD&Dに対する政府支援の正当性は明らかである。エネルギー研究プログラムへの政府による財政支援は、過去20年近く(UNFCCCが発効した後でさえ)横ばいもしくは、低減傾向にある。現在では、1980年レベルの半分近くとなっている。

出典: AR4 SPM

### 再生可能エネルギーのRD&Dに対する政府による財政支援



出典: Renewable Energy:RD&D Priorities (c) OECD/IEA, 2005, p.25 as translated under the sole responsibility of the Ministry of the Environment Japan



## 5) CDM※<sup>1</sup>プロジェクトの資金規模

- CDMプロジェクトによる途上国への資金の流れは、年間数十億ドルのレベルに達する可能性がある。これは地球環境ファシリティー(GEF)※<sup>2</sup>を通じた資金の流れよりも多額であり、エネルギーを目的とした開発援助資金の流れに匹敵する。しかし、海外直接投資(FDI)で流れる資金の総額とでは、少なくとも一桁違って低い。技術移転のためのCDM、GEF、開発援助を通じた資金の流れはこれまでのところ限定的で、地理的に大きく偏っている。

出典：AR4 SPM

### CDMと他資金(開発援助、GEF、FDI)との規模比較

**GEF** < **開発援助** ≐ **CDM** <<< **FDI**

(約6億ドル) (約34億ドル) (数十億ドル) (7160億ドル)

#### ※1：CDM(クリーン開発メカニズム)とは？

CDMは、京都議定書に基づく京都メカニズムの一つであり、先進国(投資国)の資金・技術支援等により途上国(ホスト国)において温室効果ガスの排出削減につながる事業を実施し、当該プロジェクトを実施しなかった場合に比して追加的な排出削減があった場合、所要の手続きを経て発効されるクレジットを、その先進国の削減目標の達成に利用することができる制度。

#### ※2：GEF(地球環境ファシリティー)とは？

GEFは、UNDP、UNEP、世界銀行を実施機関とする、地球環境保全に関する開発途上国等への主要な資金メカニズムとして、国際的な協力とそれに伴う資金の流れを活発化させることを目的に設立された機関である。

出典：FDIの数字は、OECD Factbook 2007より引用。

CDMの数字は、AR4 Final SPMより引用。

開発援助の数字は、OECD Factbook2007より計算。

GEFの数字は、外務省HPより引用。GEFの第3フェーズ(2002年7月～2006年6月)の資金規模が約22.95億ドル。  
環境省作成

## 6) 気候変動枠組条約と京都議定書の功績

- ・ 気候変動枠組条約と京都議定書の注目すべき功績は、気候問題へのグローバルな対応の構築、多くの国家政策の促進、国際的な炭素市場の創設、及び将来の緩和策の基礎となりうる新しい制度メカニズムの設立である。 ■ ★★★

出典：AR4 SPM

### 気候変動枠組条約及び京都議定書の批准国数

気候変動枠組条約批准国  
191ヶ国・地域  
(2007年4月11日現在)

京都議定書批准国  
170ヶ国・地域  
(2007年2月14日現在)

多くの国が、気候変動枠組条約、  
京都議定書を批准している。



気候変動枠組条約第12回締約国会議(COP12)の会議風景(2006年11月)

## 7) 気候変化に関する国際協定のオプション

- ・ 世界の温室効果ガスの排出削減を、国際レベルでの協力を通じて達成する多くのオプションが、文献に示されている。また、文献によれば、成功する協定は、環境の面で効果があり、費用効果が高く、配分に関する配慮と衡平性を組み込んだものであり、制度的に実現可能なものである。 ■ ★★★
- ・ より協調的に排出削減に取り組むことによって、一定の緩和レベルを達成するための世界のコストの削減が促進されるか、あるいは、環境面での有効性が向上するだろう。
- ・ 市場メカニズム(排出量取引、共同実施、CDMなど)の改良と、その範囲の拡大は、全体の緩和コストを削減しうる。

# F 持続可能な開発と 気候変化の緩和

# 1) 持続可能な開発と気候変化の緩和

- 開発の経路を変えることにより、開発をより持続可能なものとする事は、気候変化の緩和にも大きく貢献する可能性がある。 ■ ★★★

出典：AR4 SPM

## 地球温暖化の緩和につながる開発政策の例

温室効果ガス排出削減につながる開発政策手段	温室効果ガス削減以外の開発の利益
エネルギー効率向上、再生可能エネルギーの導入	<ul style="list-style-type: none"> <li>・エネルギーの安全保障改善</li> <li>・汚染物質排出削減</li> </ul>
エネルギー供給の改善	<ul style="list-style-type: none"> <li>・人口流出の回避、雇用の創出</li> </ul>
森林や動植物の生息地の保全	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生物多様性の保全</li> <li>・土壌及び水の保全</li> </ul>
バイオエネルギー用の農園	<ul style="list-style-type: none"> <li>・劣化した土地の修復</li> <li>・水流の管理、土壌炭素の保持</li> <li>・農村経済への恩恵</li> </ul>

このほかにも

- ・官民の意思決定プロセスの変更
- ・マクロ経済政策
- ・農業政策
- ・多国籍開発銀行の融資
- ・保険慣行
- ・電力市場の改革
- ・廃棄物管理や輸送、及び建築物部門での取組み

などの持続可能な開発政策が温室効果ガス削減につながる。

# G 今後の課題

# 1) 今後の研究

- ・ 気候変化緩和のいくつかの側面について現在利用可能な知見は、特に発展途上国において、まだ不十分である。
- ・ 必要な情報を得るための追加的な研究が、不確実性をさらに減少させ、ひいては、気候変化の緩和に関する政策決定を促進させる。

出典: AR4 SPM



**ご清聴ありがとうございました。**

**本資料の多くは、環境省発表のIPCC第4次評価報告書、第3作業部会報告書、概要(公式版)を引用しました。**