

IIASA-RITE国際シンポジウム

経団連会館

平成20年2月18日

---

# 脱地球温暖化と持続的発展可能な 経済社会実現の対応戦略策定に向けて —ALPSプロジェクト—

---

(財)地球環境産業技術研究機構 (RITE)

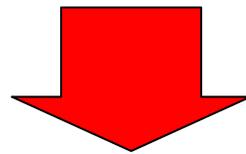
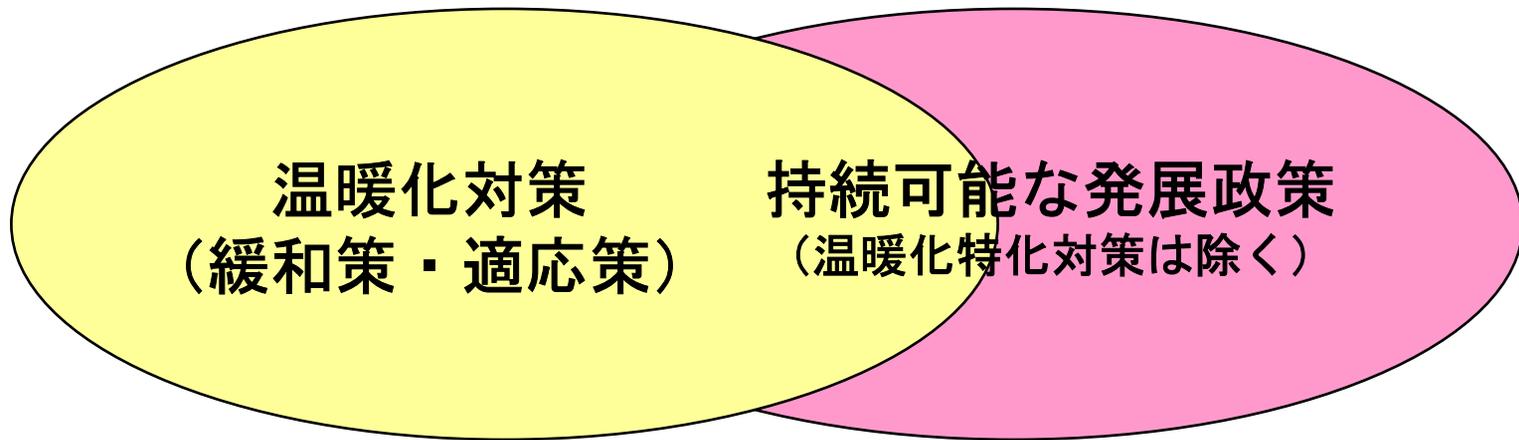
システム研究グループ グループリーダー

秋元 圭吾



# ALPSプロジェクトとは？

脱地球温暖化と持続的発展可能な経済社会実現のための対応戦略の研究  
**ALPS**: Alternative Pathways toward Sustainable development and climate stabilization

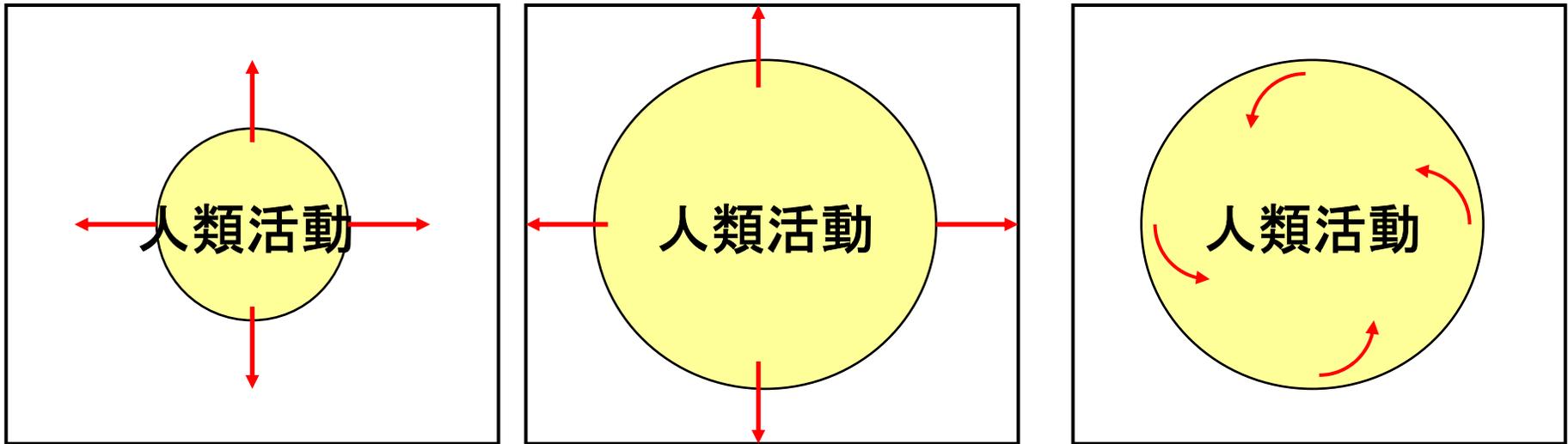


温暖化防止に向けた統合的かつ明確な道筋の選択肢を示す



# 地球の限界

## 地球の閉じられた系



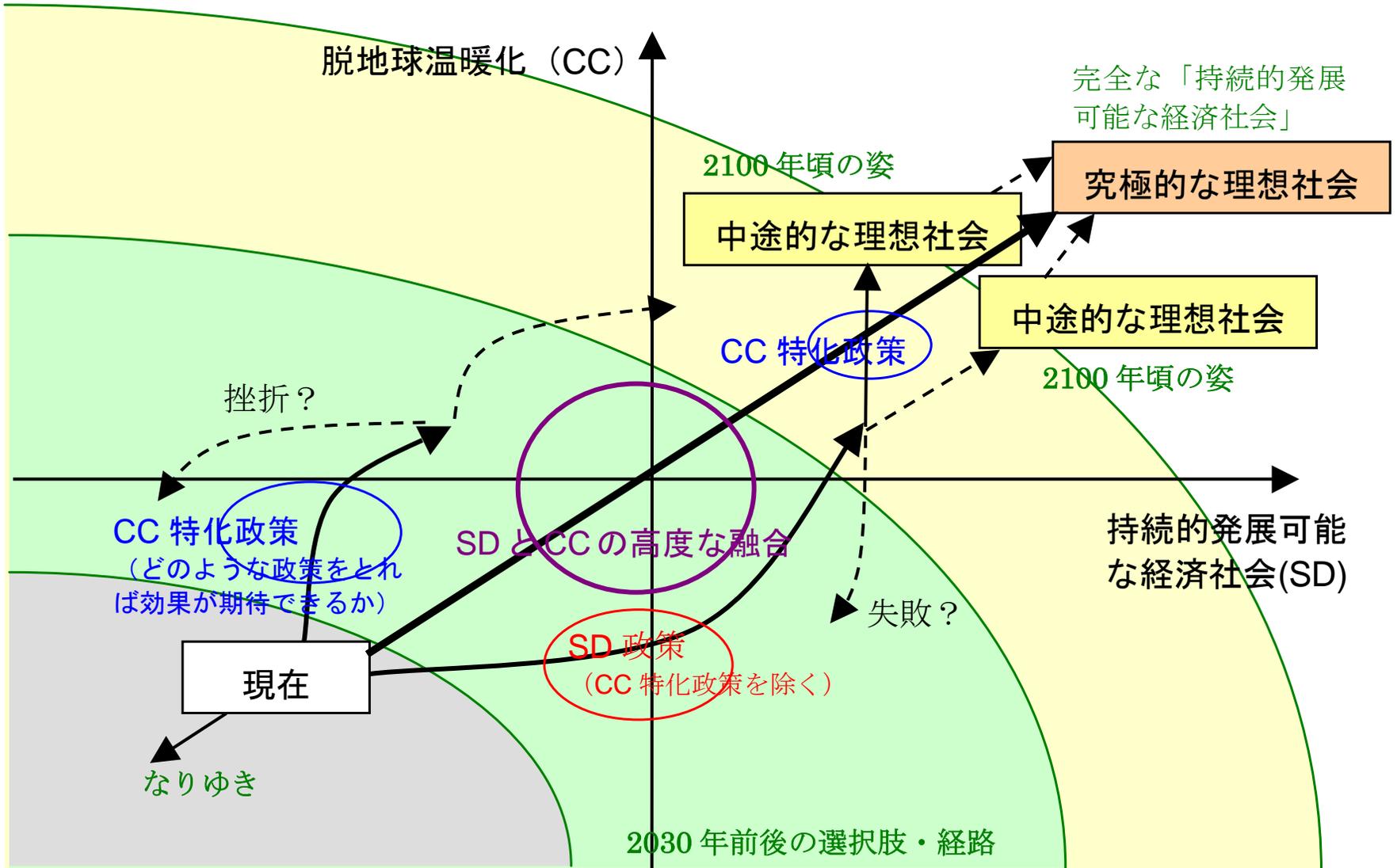
現在はどちら？



内なる発展へ

- ◆ いずれにしても地球は基本的に閉じられた系であり、いつまでも現在のよように活動を外に成長させ続けることはできない。
- ◆ いかに温暖化防止を含めて持続可能な経済社会実現に向かっていくべきか？

# 持続的発展可能な経済社会に向けて



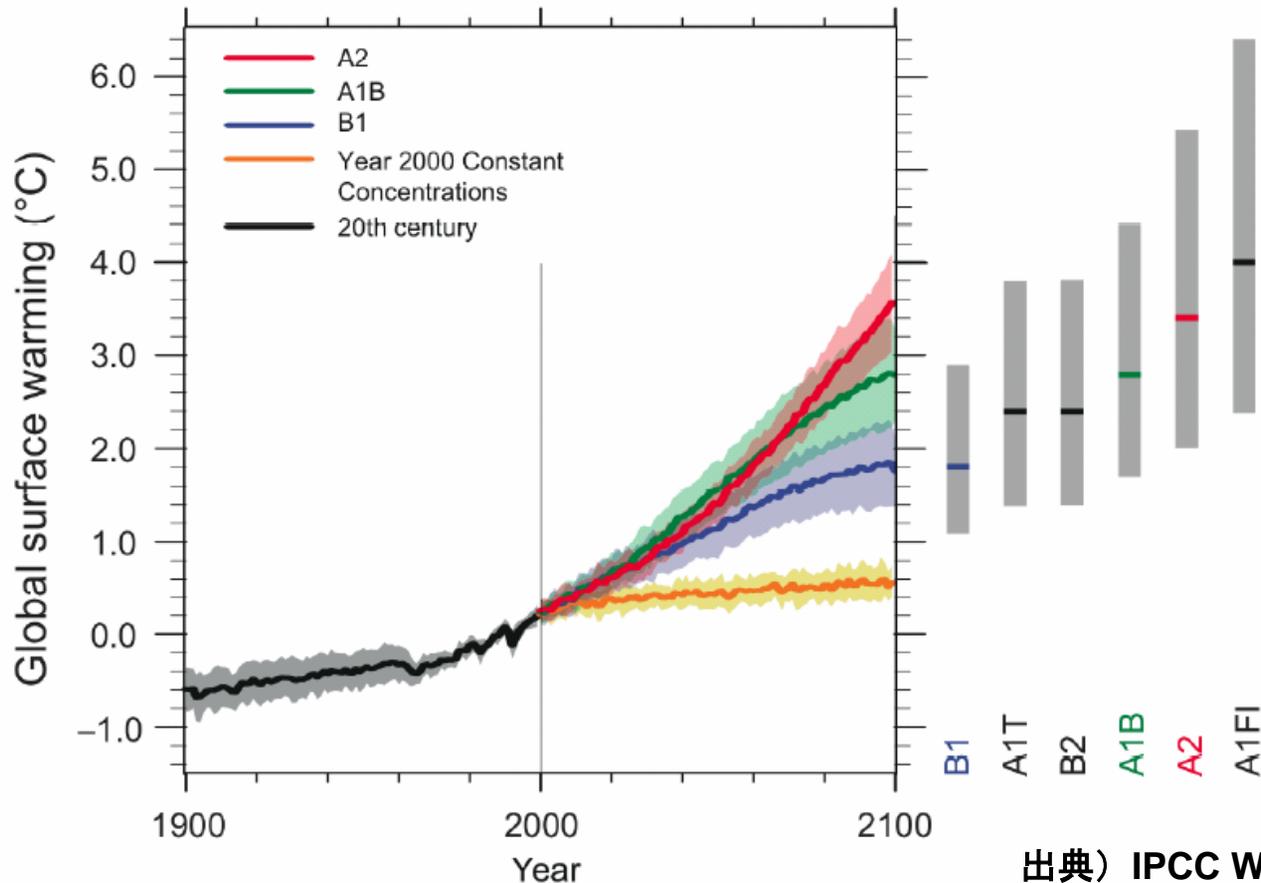
# 持続可能な発展 一定義例一

- ◆ 持続可能な発展（開発）の定義は、ハードなものからソフトな定義まで幅広い。

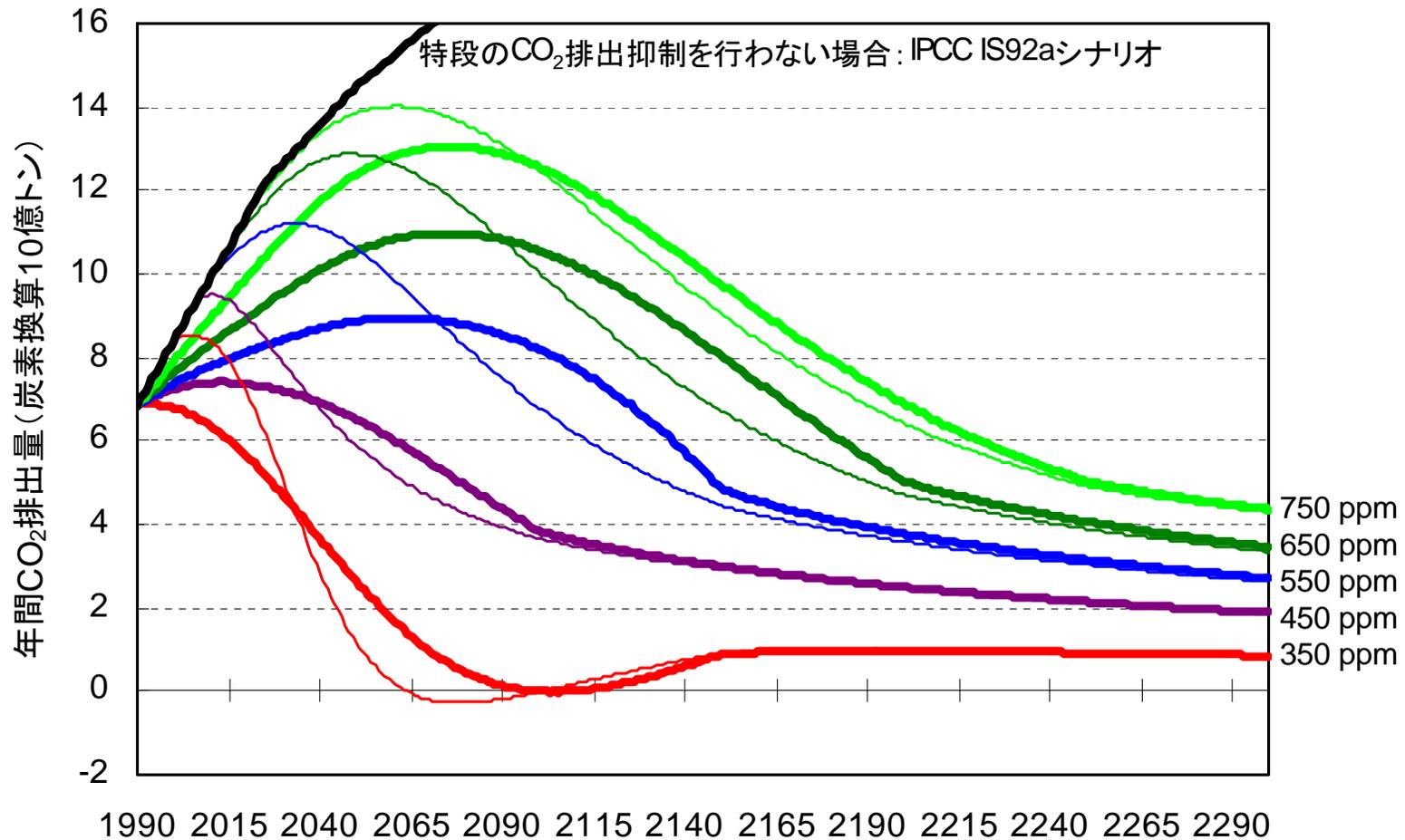
<p>国連ブルントラント委員会報告書（地球の未来を守るために）（1987年）</p>	<p>将来世代のニーズを損なうことなく、現在の世代のニーズを満たす開発</p>
<p>ハーマン・デリーの3条件（1991年）</p>	<p>物理的にみて人類文明が地球上で今後とも維持可能な条件を論じたもの</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) 土壌、水、森林、魚など再生可能な資源は、再生速度を超えて利用してはならない。</li><li>2) 化石燃料、良質鉱石、化石水など枯渇性資源は、再生可能資源で代用できる速度を超えて利用してはならない。</li><li>3) 汚染物質の排出は、自然が吸収し、無害化できる速度を超えてはならない。</li></ol>
<p>サステナビリティの科学的基礎に関する調査プロジェクト報告書（2006年）</p>	<p>人間活動の将来的な発展の可能性を担保し、地球の生命維持システムがもたらす果実を全人類で享受できるようになる状態が「持続可能」と捉える。これは、単なる物質的な目標でなく、倫理に基づく人類共通の目標である。</p>

# 気温上昇の見通し

- ◆ 過去100年の間に全球平均気温は  $0.74^{\circ}\text{C}$  上昇
- ◆ 成り行きシナリオ（BaU、IPCC SRES 6シナリオ）では、2100年の全球平均気温上昇  $1.1\sim 6.4^{\circ}\text{C}$  と推定
- ◆ 温暖化は深刻であり、早急なる対策が必要

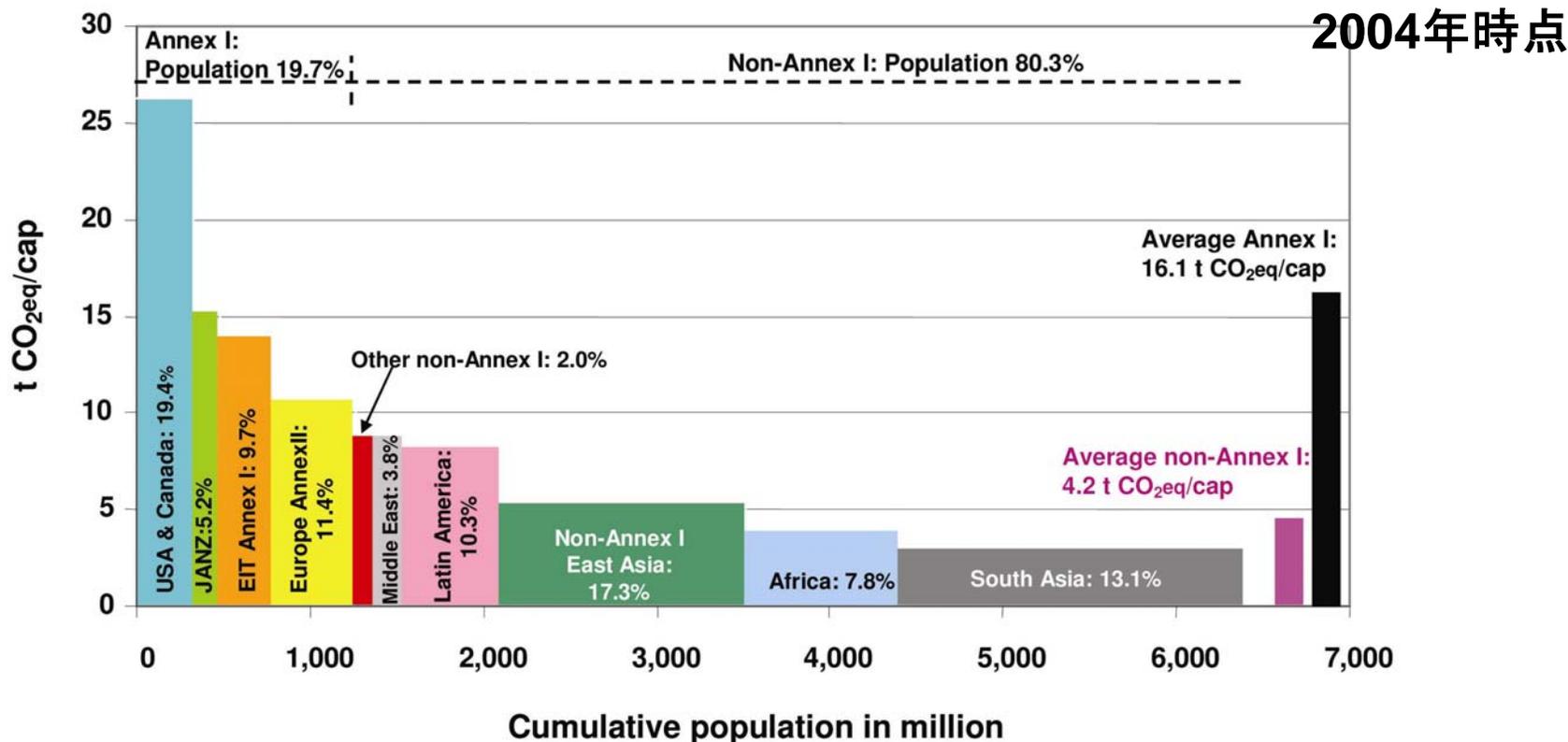


# CO<sub>2</sub>濃度安定化のための排出パス



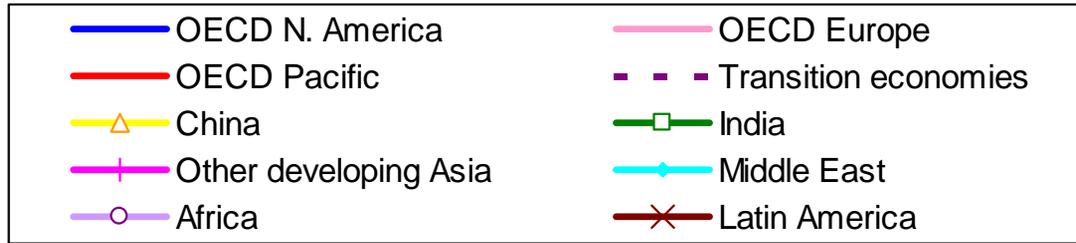
- ◆ タイミングの問題はあるにせよ、いずれにしても長期的には大幅な排出削減が不可欠。どのようにして脱温暖化社会を築き上げていくべきか？

# 地域別の一人当たりGHG排出量

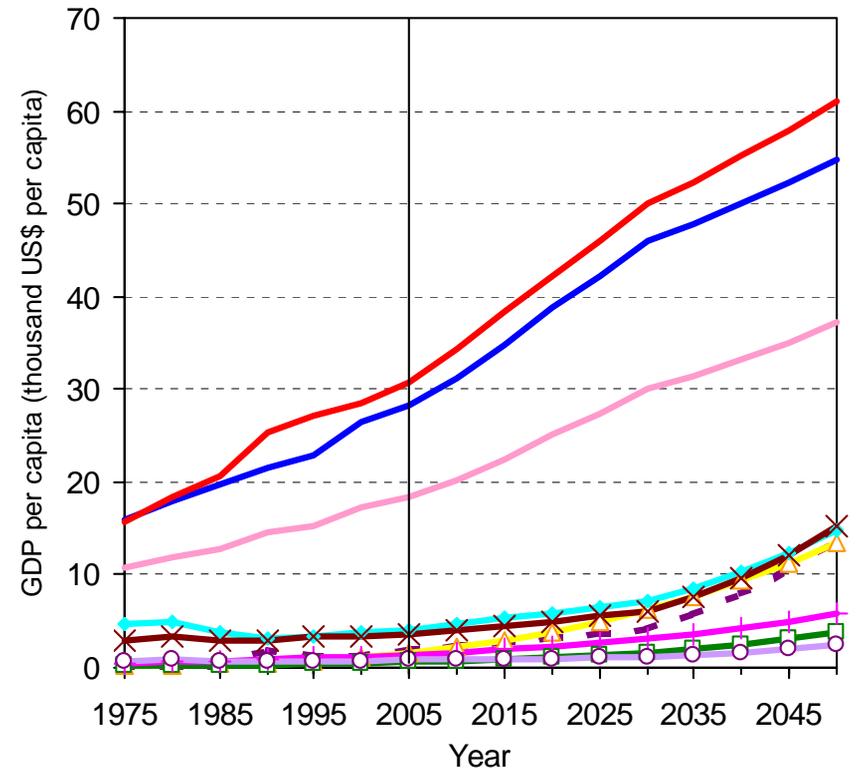
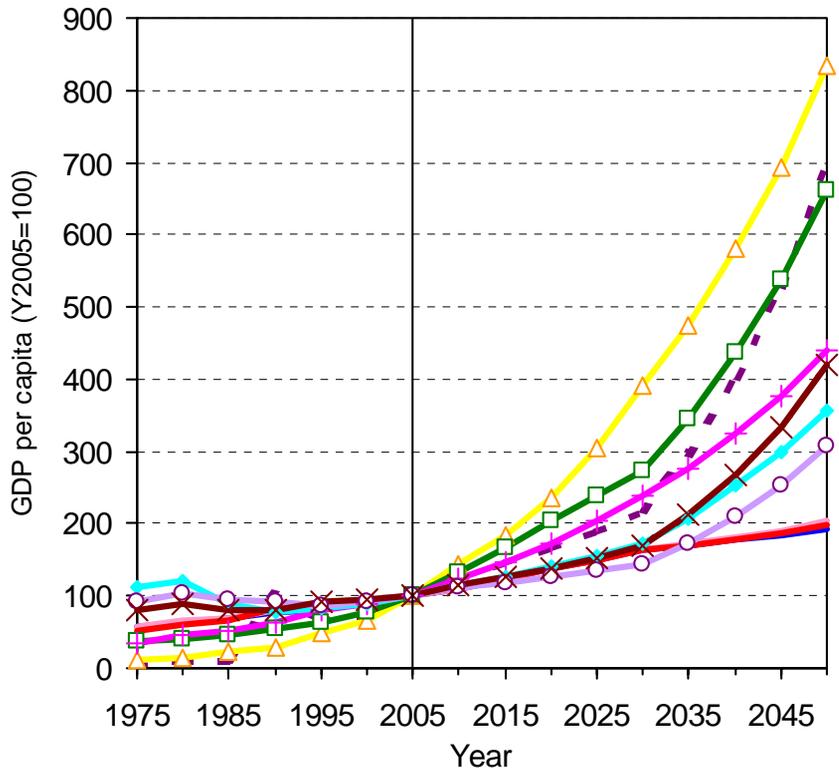


	Annex I	Non-Annex I
人口	19.7%	80.3%
GHG排出量	48%	52%
一人当たり排出量	16.1 tCO <sub>2</sub> eq./cap	4.2 tCO <sub>2</sub> eq./cap

# 地域別の一人当たりGDPの見通し



出典) ~2030年 : 世銀2006  
2030年~ : IPCC SRES B2  
を基にRITEで推定



- ◆ 南北格差は大きい。途上国の大きな成長を見込んでもなお大きい。
- ◆ 今後大きな成長が見込まれる途上国を含めてCO2排出を大幅に削減していかなければならない。世界はどのように成長すべきか？

# 人類が直面している重要な課題

- ◆ 気候問題
- ◆ 貧困
- ◆ 人口問題
- ◆ 健康問題（HIV、その他感染症など）
- ◆ モダンエネルギーへのアクセス向上
- ◆ エネルギー安全保障
- ◆ 食料安全保障
- ◆ 水資源・安全な水へのアクセス
- ◆ 技術移転
- ◆ 革新的技術開発
- ◆ 3Rの促進
- ◆ 環境に優しい街づくり・交通システム
- ◆ ライフスタイルの変更
- ◆ 教育・識字率の向上
- ◆ 金融システムの有効なる活用
- ◆ . . .

どれもが重要な課題。だが、 . . .

# システムとしての統合的分析の必要性

- ◆ それらには、トレード・オフの関係やシナジーといった相互依存関係にあるものも多い。
- ◆ 我々の持っているリソースは限られている。
- ◆ リソースをどう配分していくのかが重要
- ◆ それらの統合的かつ定量的なシナリオを示すことが、それに向かう行動を促す上で重要

# 各種の事象の相互関係の整理

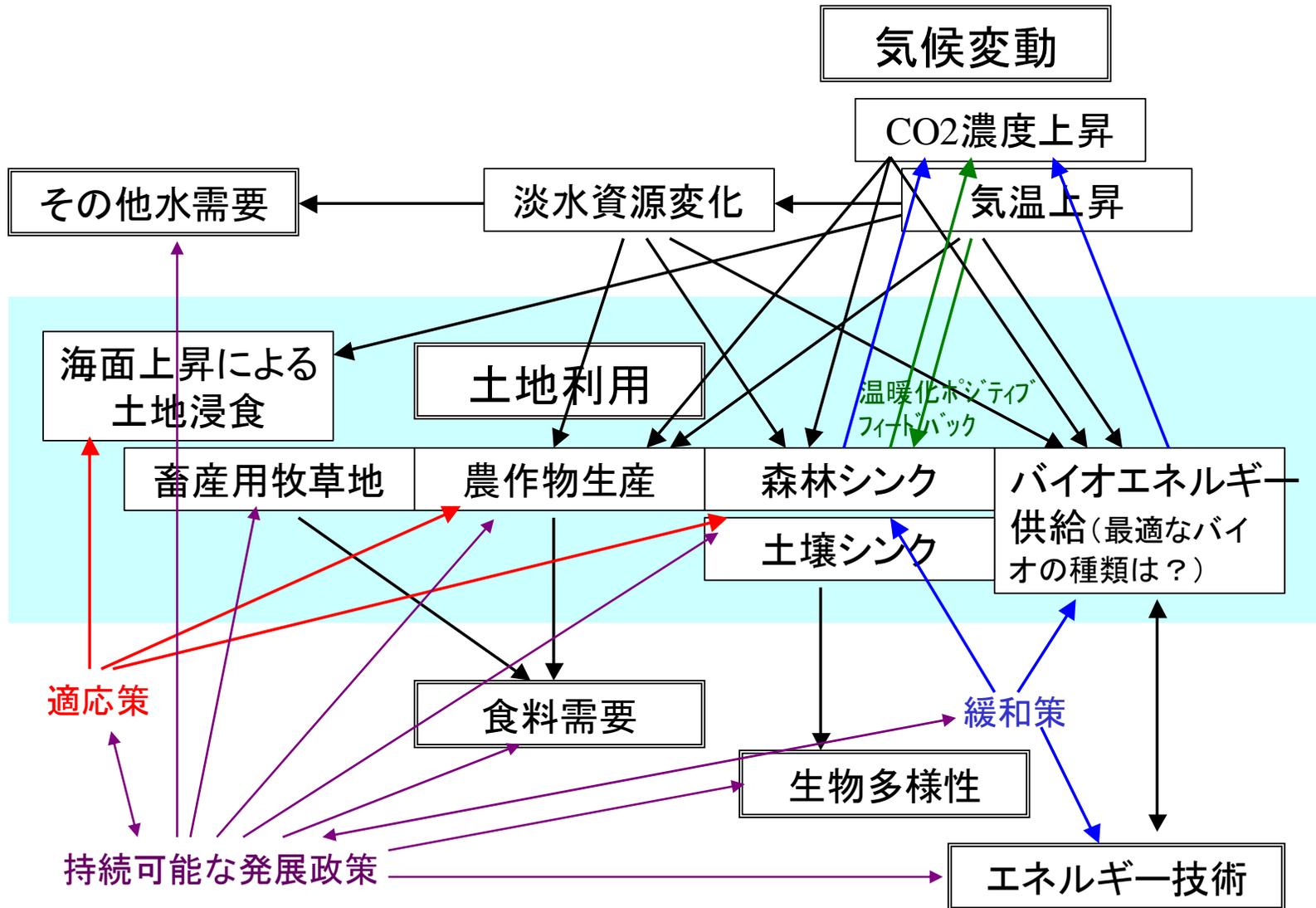
		シナジー	トレードオフ	シナジー or トレードオフ	生活 向上	自然 環境 保全	CO <sub>2</sub> 削減
S D	S1	食糧					
	S11-1	栽培時期の適正化	A11-1			+	±
	S11-2	施肥の適正化	A11-2		A8-1 M41-1	+	±
	S11-3	灌漑施設の整備	A11-3	S52-1	S21-1	+	±
	S12-1	開墾		S51-1 M21-1	S14-3 A21-3	+	±
	S12-2	減反			S14-3 A21-3	+	±
	S2	水資源					
	S21-1	取水量の適正管理	A21-1		S13-1 S13-4	+	±
	S21-2	農業用水利用効率 向上	A21-2			+	±
	.						

緩和策

適応策

A	M13-1	低炭素化石燃料 の利用拡大	S18-1			±	±	+
		IL						
A	A11-2	施肥の適正化	S11-2			+	±	±
A	A11-3	灌漑施設の整備	S11-3			+	±	±

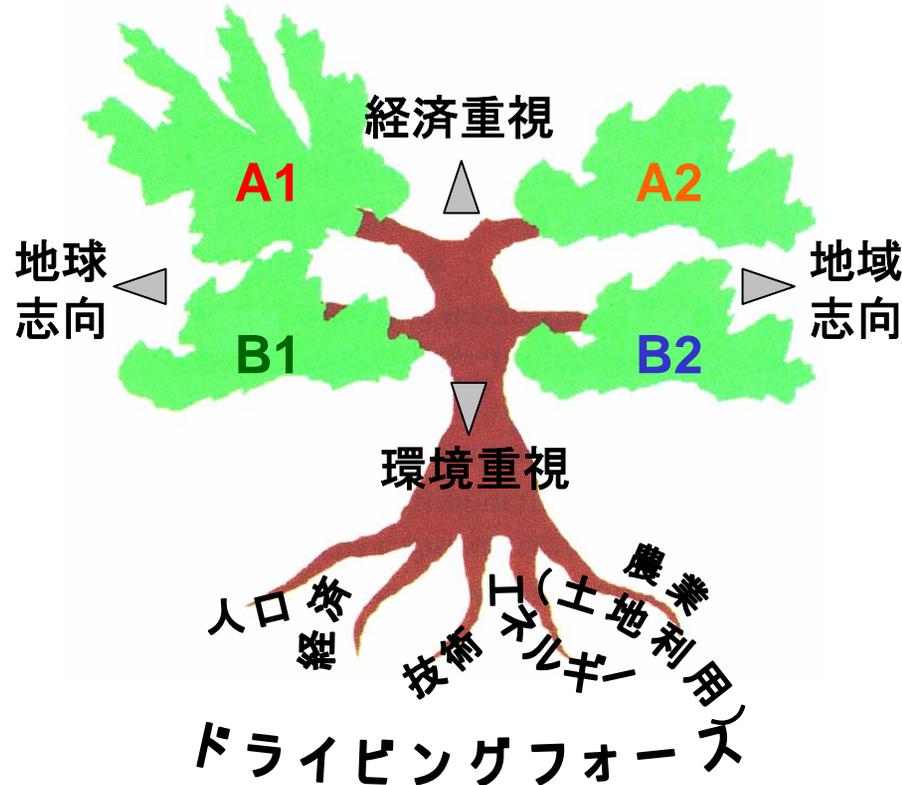
# 地球温暖化と土地利用変化



統合的・定量的な評価によって真に効果的な方策が見えてくる。

# ドライビングフォース・シナリオ（例）

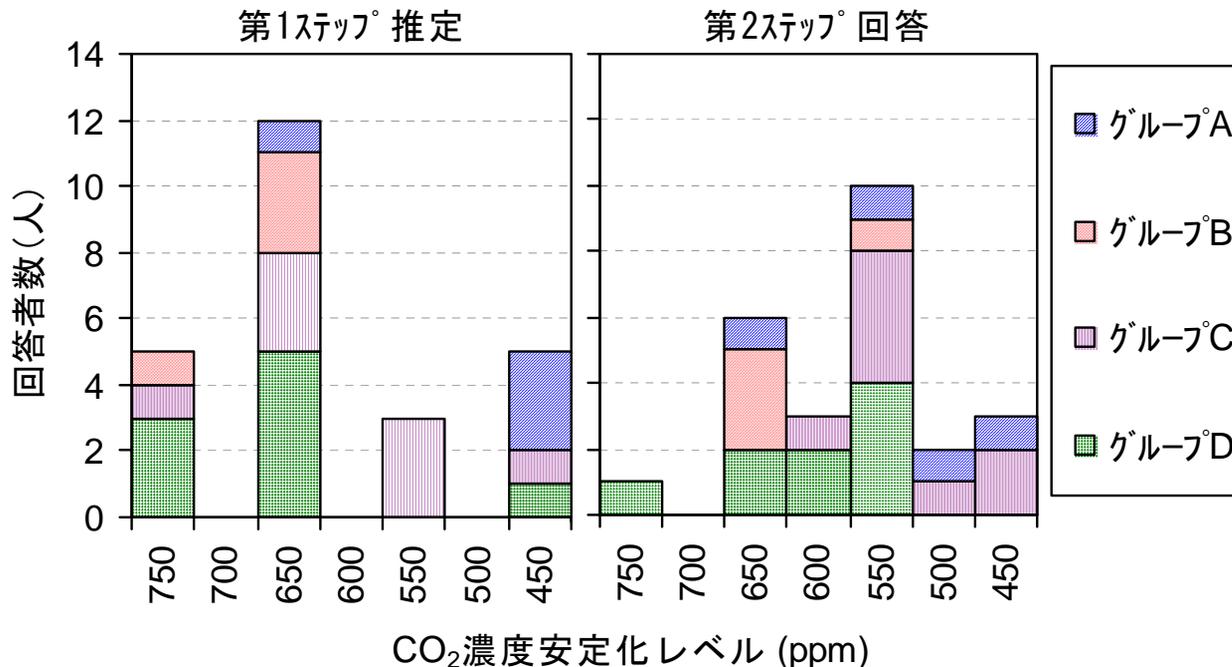
IPCC排出シナリオに関する特別報告書で想定されたドライビングフォースとそれによって誘引される4つのシナリオ



- ◆ ALPSにおいても各種の事象の相互関係を踏まえつつ、キーとなる不確実性因子をいくつか抽出し、叙事的なシナリオを策定予定

# 価値感の考慮

- ◆ 気候問題、貧困、人口問題、健康問題、エネルギー安全保障、食料安全保障などの問題の優先順位はそれぞれの価値観と不可避であり、また、それによって望ましいシナリオも変わってくる。
- ◆ 例えば、昨年度までにRITEで実施したPHOENIXプロジェクトでも、各種の温暖化影響事象（海面上昇、農作物、健康影響、生態系影響、緩和費用など）の重み付け（優先順位）を検討した。
- ◆ ALPSでもこのような価値感の差異をどうシナリオに織り込んでいくかも検討していく。

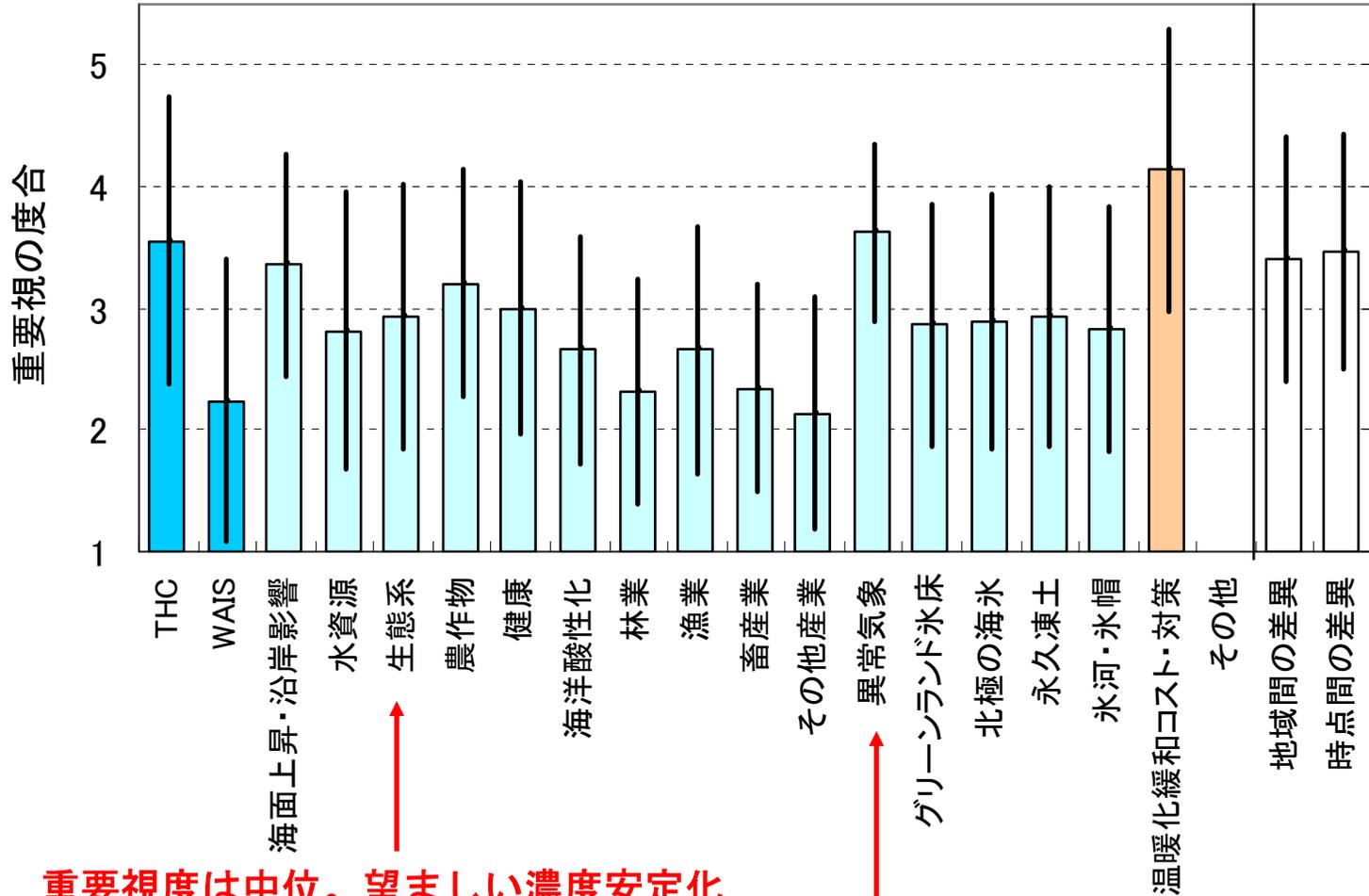


第1ステップ：  
2100年の世界全体での海面上昇・沿岸影響、農作物、健康影響、陸上生態系影響、熱塩循環崩壊、緩和費用の定量的な評価を元にした25名の専門家による判断

第2ステップ：  
上記以外の影響事象、および複数時点の影響や地域間の差異等を含めた最終的な専門家の判断

# 専門家が重要と考えた項目と 望ましい濃度安定化レベルに寄与した項目

## 項目別の重要視度

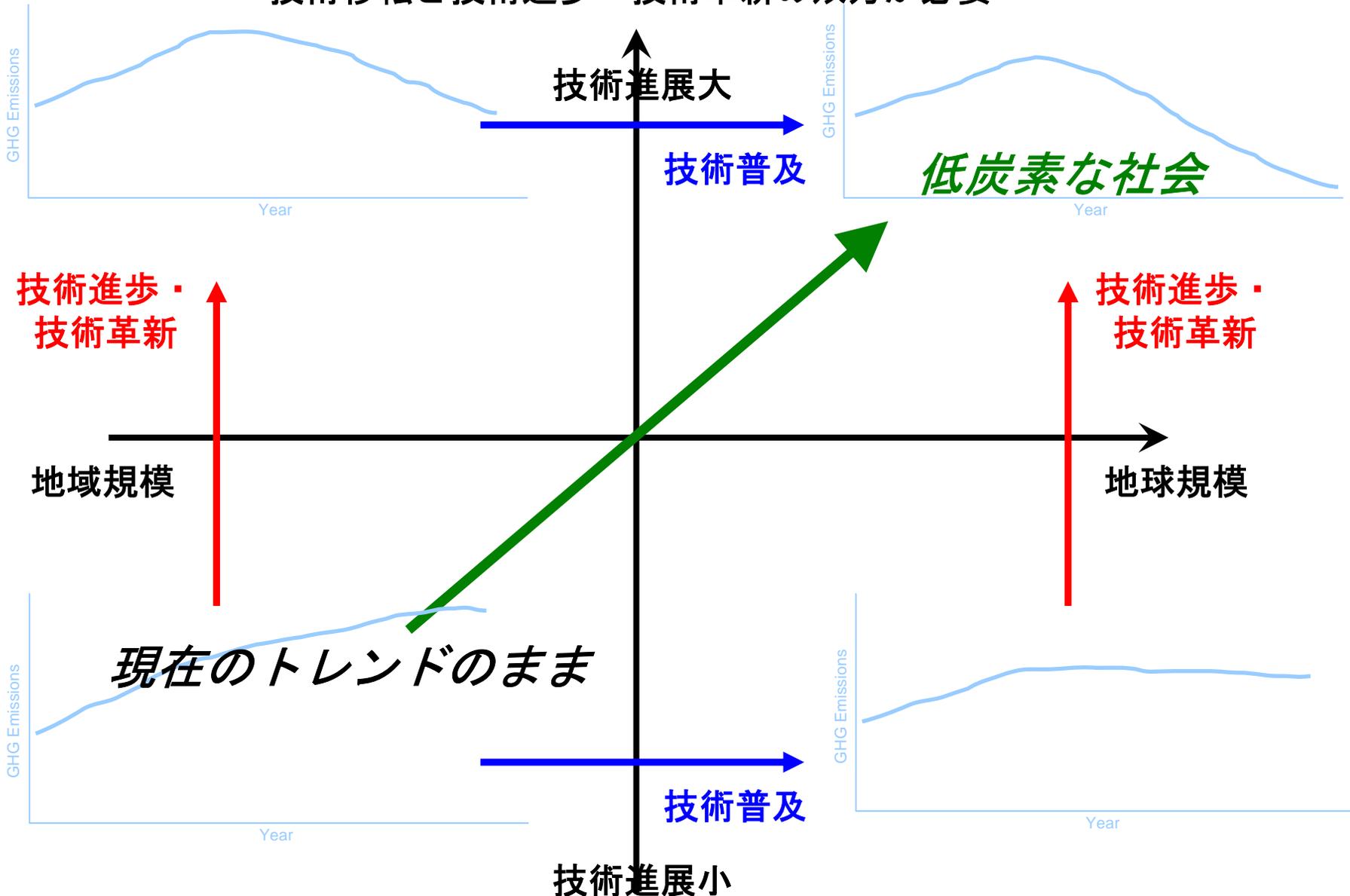


重要視度は中位。望ましい濃度安定化  
レベルとは有意な相関あり

多くが重要と考えたが、望ましい濃度安定化レベルとの相関は無し

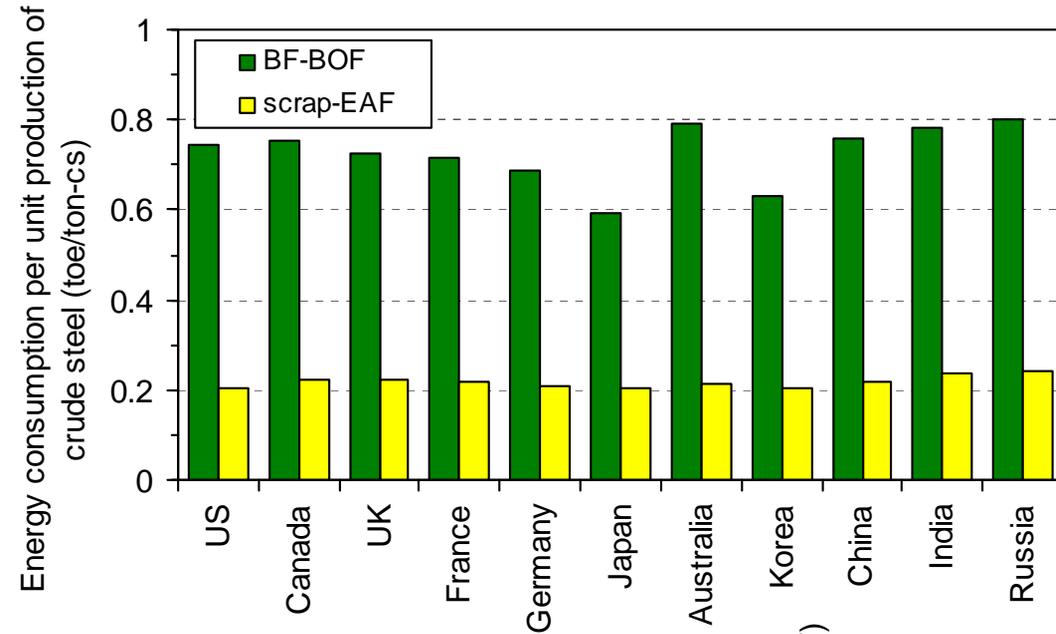
# 技術移転と技術進歩

技術移転と技術進歩・技術革新の双方が必要



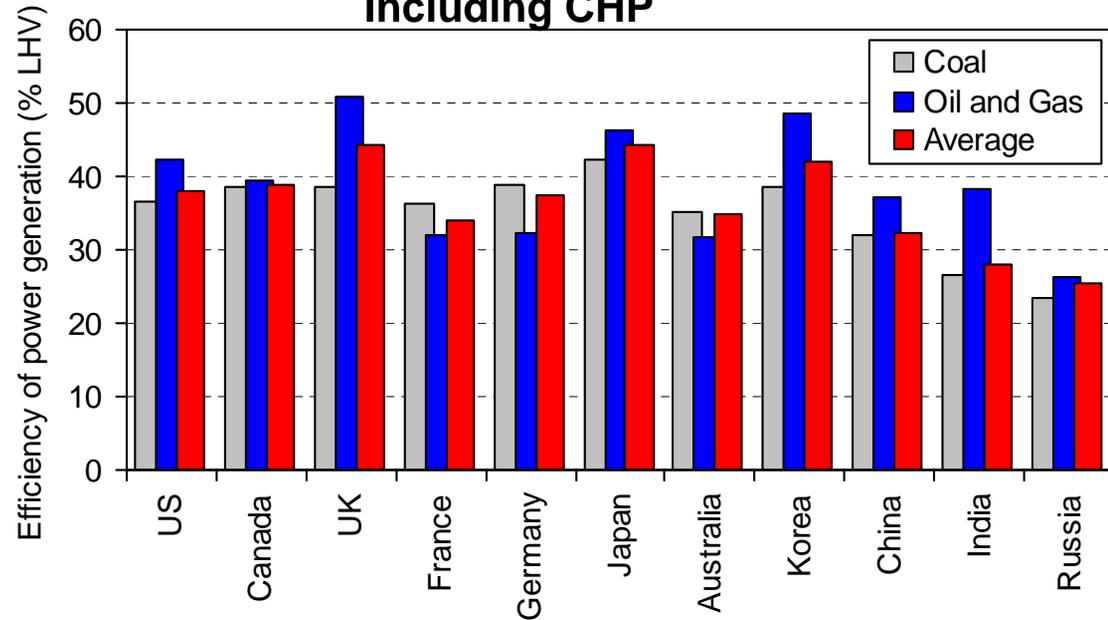
# エネルギー効率比較

## 鉄鋼 (2000)



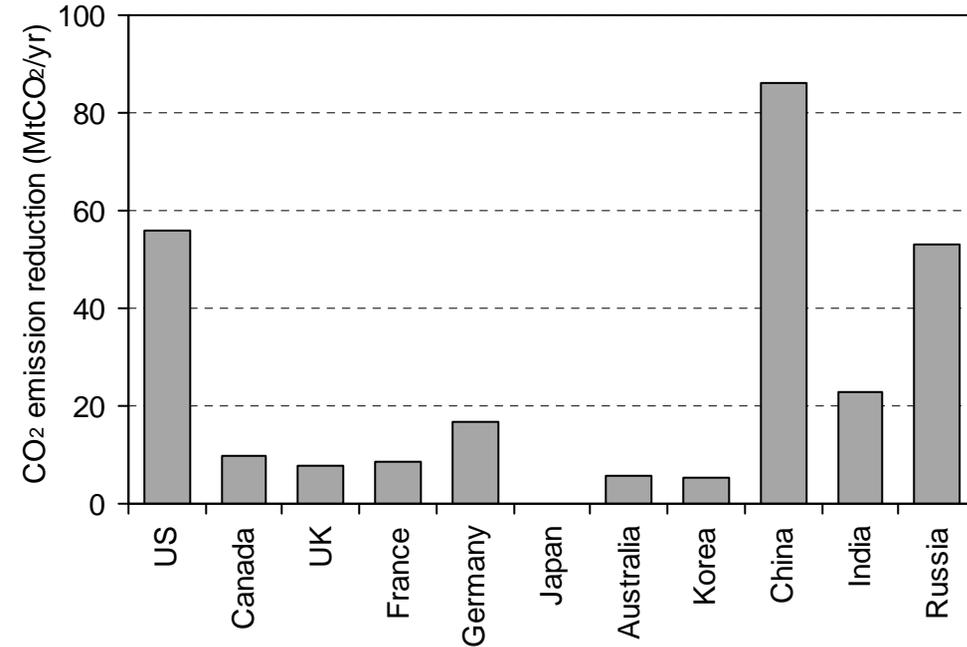
## 電力 (2005)

### Including CHP



注) 電力は 1MWh=0.086/0.33toeとして換算  
出典) Estimates by RITE from IEA (2006), IISI (2005) etc.

# 技術移転による潜在的CO<sub>2</sub>排出削減効果



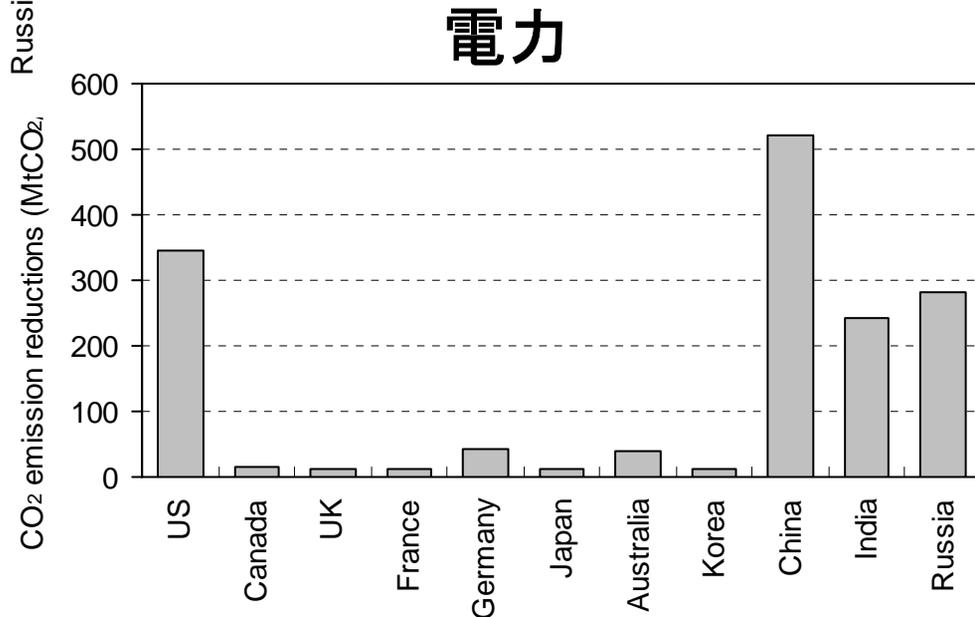
## 鉄鋼

日本の2000年時点における高炉・転炉法および電炉法のエネルギー効率が、世界のすべての地域で達成できたとした場合

世界全体での削減効果: 0.35 GtCO<sub>2</sub>/yr

2005年における日本の石炭・石油発電、英国の天然ガス発電の発電効率が、それぞれ世界のすべての地域で達成できたとした場合

世界全体での削減効果: 2.1 GtCO<sub>2</sub>/yr.



# 2050年半減のための技術方策例（概要）

現状技術固定時  
78 Gton

正味負の費用での削減量（省エネ、燃料転換の進展）：18 Gton

**CO<sub>2</sub>限界削減費用** → **炭素税の場合、一人当たり年間280\$相当の負担は205\$/tCO<sub>2</sub>**

BaUの2050年CO<sub>2</sub>排出量

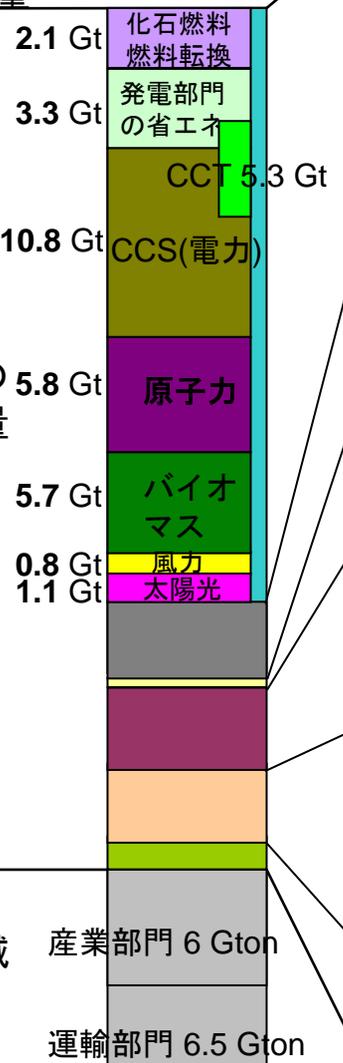
60 Gton

人口：年率0.86%  
一人当たりGDP：年率1.6%

BaUからの必要削減量  
47 Gton

2000年CO<sub>2</sub>排出量  
23 Gton

現状比半減  
13 Gton



＜発電部門＞：29.8 Gton（CCTの寄与は5.3 Gton）

- ・石炭から天然ガスへの燃料転換
- ・高効率な発電の導入加速／殆ど全てCCSを付加
- ・次世代原子炉を含む原子力発電の拡大
- ・高効率バイオマス発電(CCS付き)の広範な利用
- ・風力発電、太陽光の大幅な拡大
- ・CO<sub>2</sub>地中貯留の大規模な実施

＜鉄鋼部門＞：3.3 Gton（CCSの寄与は0.7 Gton、水素還元鉄の寄与は2.1 Gton）

- ・転炉鋼、銑鉄から電炉鋼、直接還元鉄への代替加速

＜セメント部門＞：0.3 Gton

- ・大規模設備は全てSP/NSP技術（約8割は現時点でのBATレベルの技術を利用）、小規模設備は竖窯代替として新型流動床シャフト炉を大幅に導入

＜その他産業部門＞：6.7 Gton

- ・アルミ部門においてPrebake法の早期拡大
- ・石油化学工業において現時点のBATレベルの技術を世界の大半で利用
- ・ガス化水素製造プロセスにおけるCCSも実施

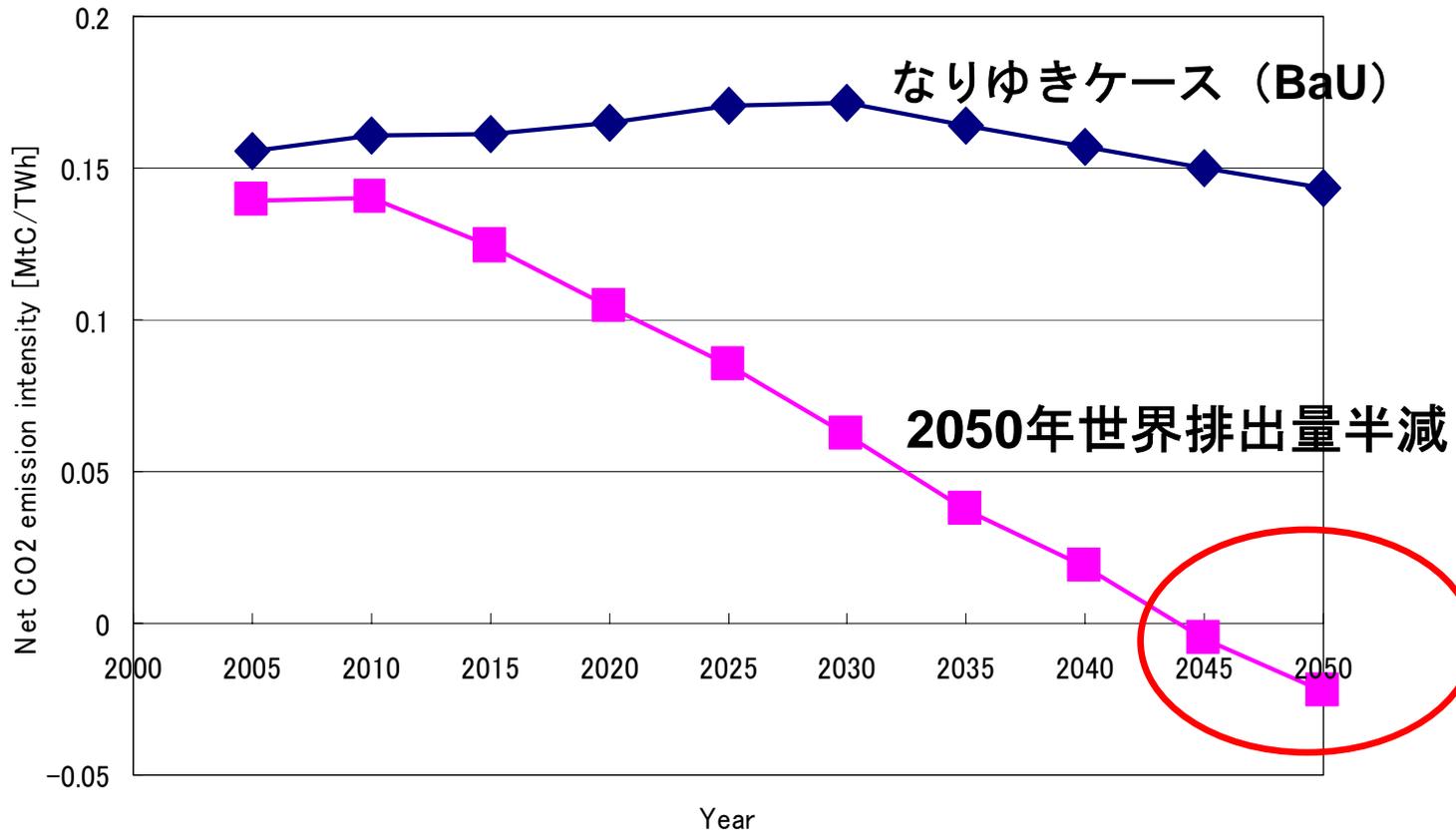
＜運輸部門＞：4.8 Gton（FCVの寄与は0.7 Gton(運輸部門以外の削減効果とも重複した数値)）

- ・プラグインハイブリッド乗用車(ディーゼル含む)の全世界的な導入拡大(シェア約70%)。バス、トラックもプラグインハイブリッド化加速、FCVも導入

＜民生部門＞：2.1 Gton

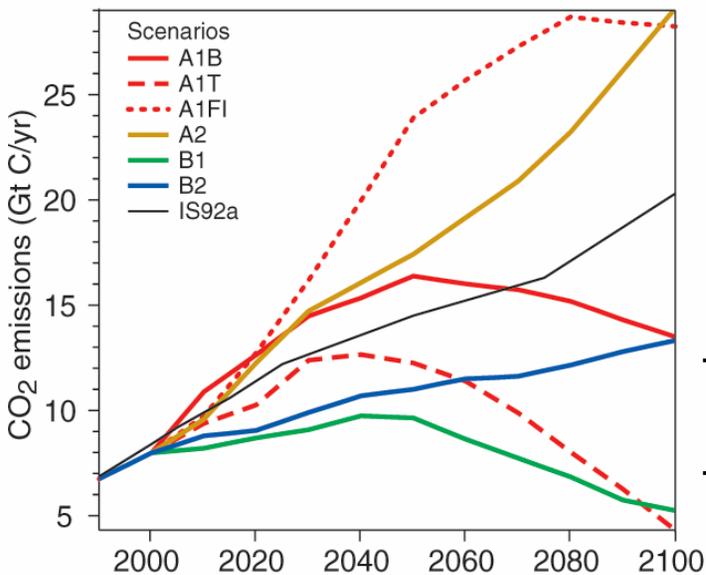
- ・エネルギー／電力価格上昇に伴う省エネ見込み

# 世界における発電電力量あたりのCO2排出量



- ◆ 2050年の発電におけるCO2排出原単位は正味で負（バイオマス発電CCSも含めて、ほとんどの化石燃料発電、バイオマス発電ではCCSを利用するため）
- ◆ バイオマスエネルギー利用と食料生産等との統合的な評価が必要
- ◆ 技術移転・技術開発に加えて更なる方策が必要

# ベースラインと排出削減費用 (1/2)

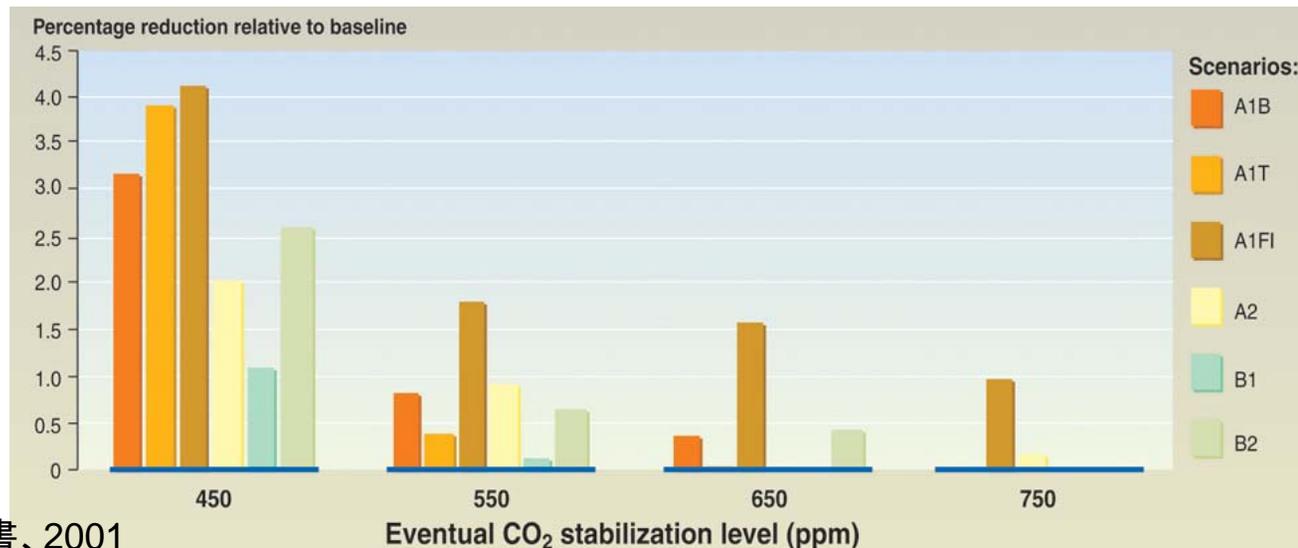


IPCC排出シナリオ (SRES) : シナリオすべてがリファレンスシナリオ (特段排出抑制を行わないシナリオ)

—リファレンスシナリオの違いは濃度安定化レベルの違い以上に温暖化緩和コストに影響する。  
—すなわち、温暖化政策以外の政策 (SD政策、エネルギーセキュリティ等) は、温暖化対策にとってキーになる。

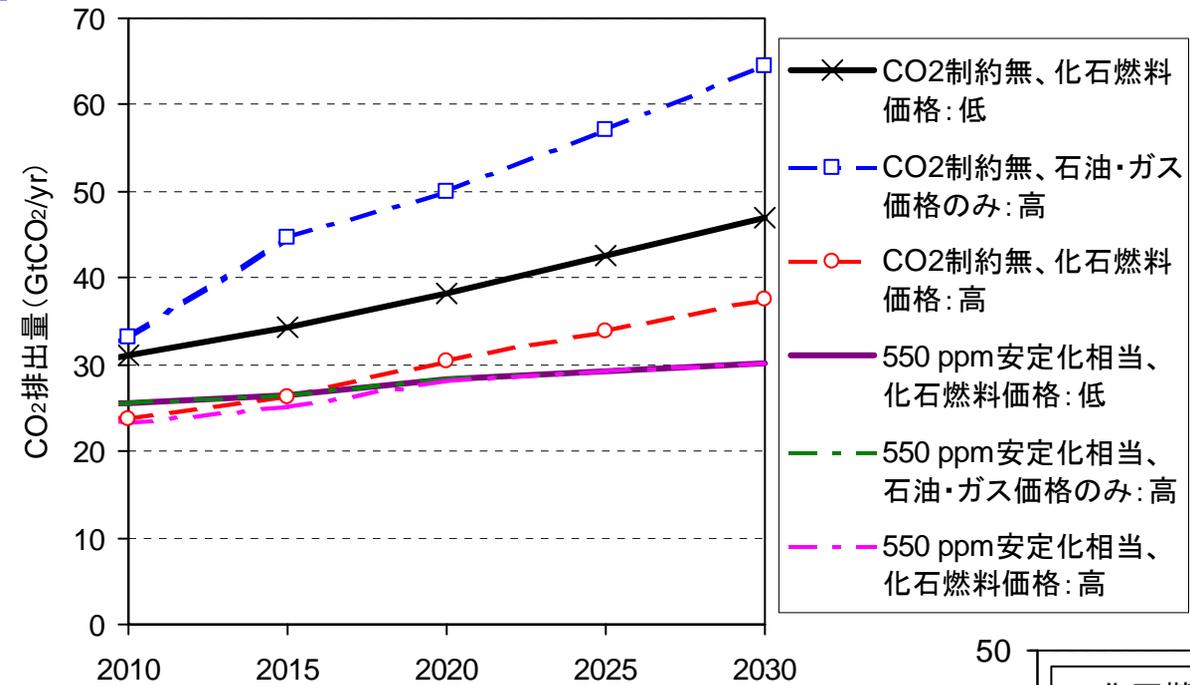
出典: IPCC排出シナリオに関する特別報告書、2000

濃度安定化レベル、リファレンスシナリオ別のGDPロス



出典: IPCC第3次評価報告書、2001

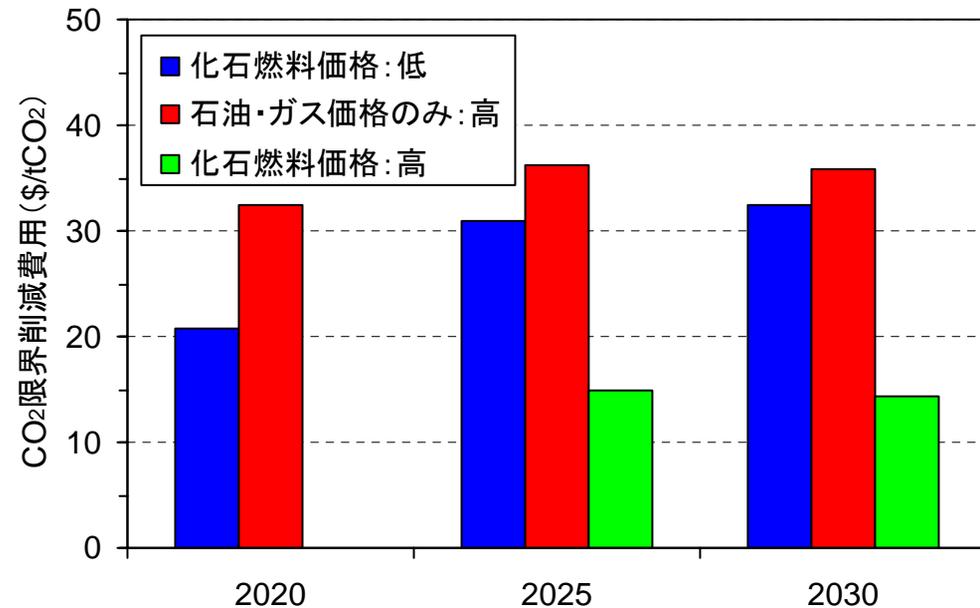
# ベースラインと排出削減費用 (2/2)



RITEによる分析結果

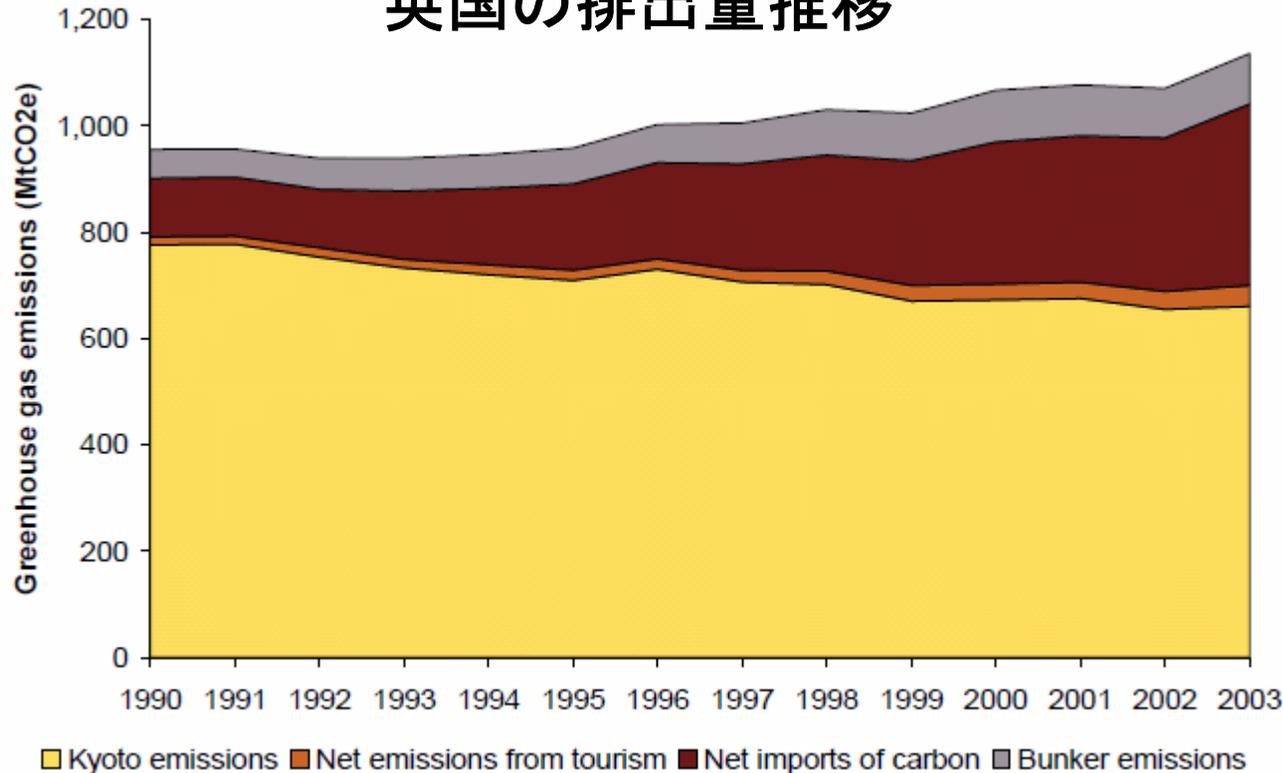
—化石燃料価格もCO<sub>2</sub>排出量に大きく影響し、また、温暖化緩和コストにも大きく影響する。

—炭素価格は非常に不安定なもの



# 持続可能な発展と温暖化緩和

## 英国の排出量推移



出典) D. Helm et al., Too Good to be True?-The UK's Climate Change Record, Dec. 2007.

- ◆ 生産ベースではなく、消費ベースでCO<sub>2</sub>排出量を算定。英国のCO<sub>2</sub>は実は1990-2003年で19%増
- ◆ 世界規模でかつ持続可能な発展と総合的に戦略を考えていかなければ、真の脱地球温暖化は遠い。

# まとめ

- ◆ 地球は有限な系であり、持続可能性を追求しなければならない。温室効果ガスの排出抑制も必須
- ◆ 温暖化抑制にとって短期、長期に温暖化に特化しない政策も含めて様々な方策を組み合わせることが重要
- ◆ 限界削減費用（炭素価格）はベースラインによって大きく異なる。炭素に価格をつけることが重要ではなく、温室効果ガスを減らすことが重要であり、そのためには様々な方策がある。
- ◆ 長期的には炭素に価格がつかないもしくは安価だが、温室効果ガス排出が小さい社会を作っていくことが重要
- ◆ そのためには、温暖化特化政策だけではなく、広く持続可能な発展政策とのシナジーを追求していくことが必要
- ◆ ALPSでは、その明確な指針となる叙述的なシナリオとそれと整合した定量的なシナリオを構築していく予定