

ALPS国際シンポジウム

大手町サンケイプラザ

2013年2月27日

---

# グリーン成長の実現に向けた方策 とその限界

---

(公財)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

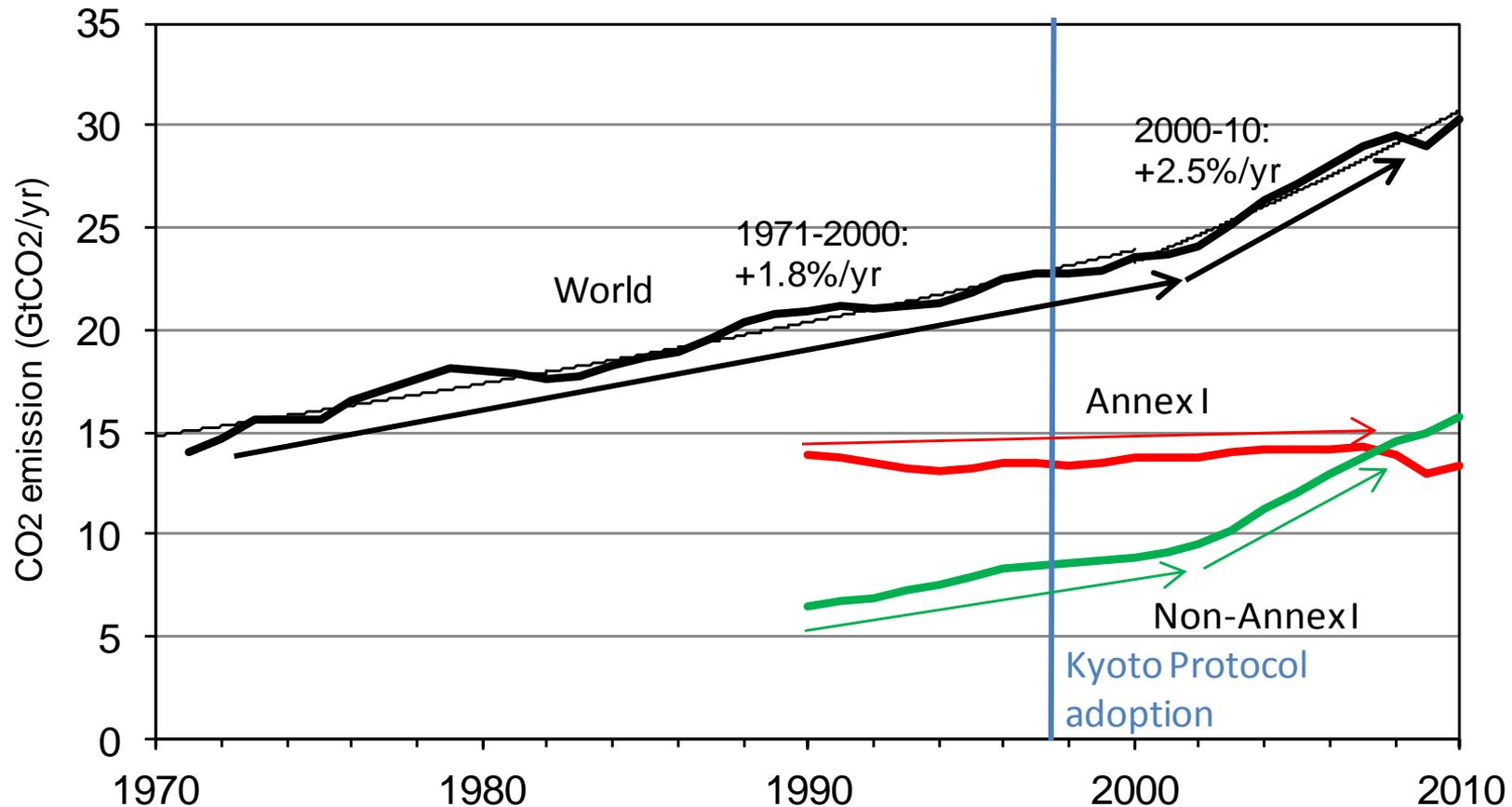


1. 世界のCO<sub>2</sub>排出動向
2. 地球温暖化対応とグリーン成長
3. 持続可能な発展と温暖化対応の関連—ALPSにおける分析例—
4. 主要部門・技術のエネルギー効率の差異
5. 具体的な対策の評価—対策オプションの排出削減ポテンシャルと削減費用分析—
6. まとめ

# CO<sub>2</sub>排出動向と見通し



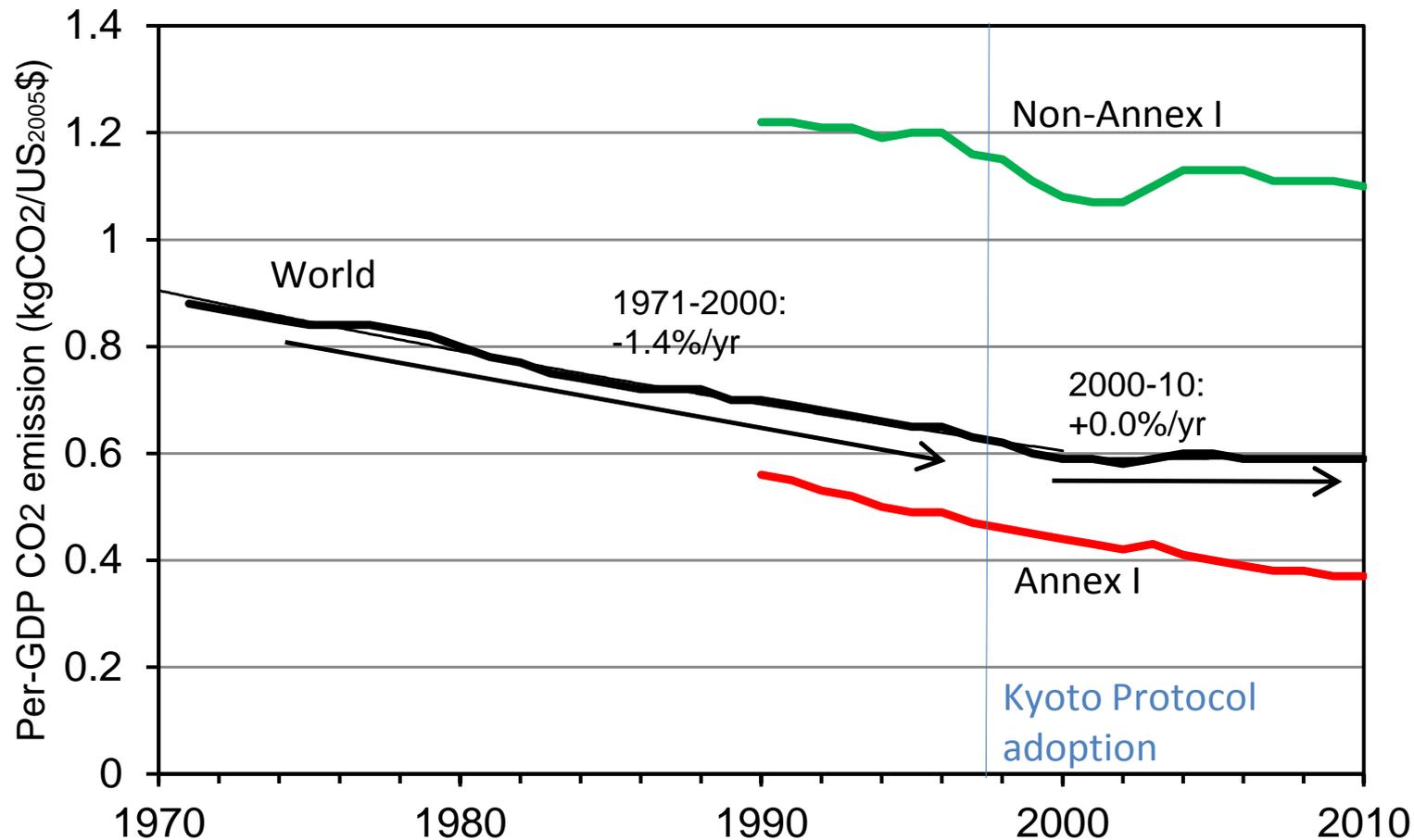
# エネルギー起源CO<sub>2</sub>排出量の実績



Source) IEA, CO<sub>2</sub> emissions from fuel combustion, 2012

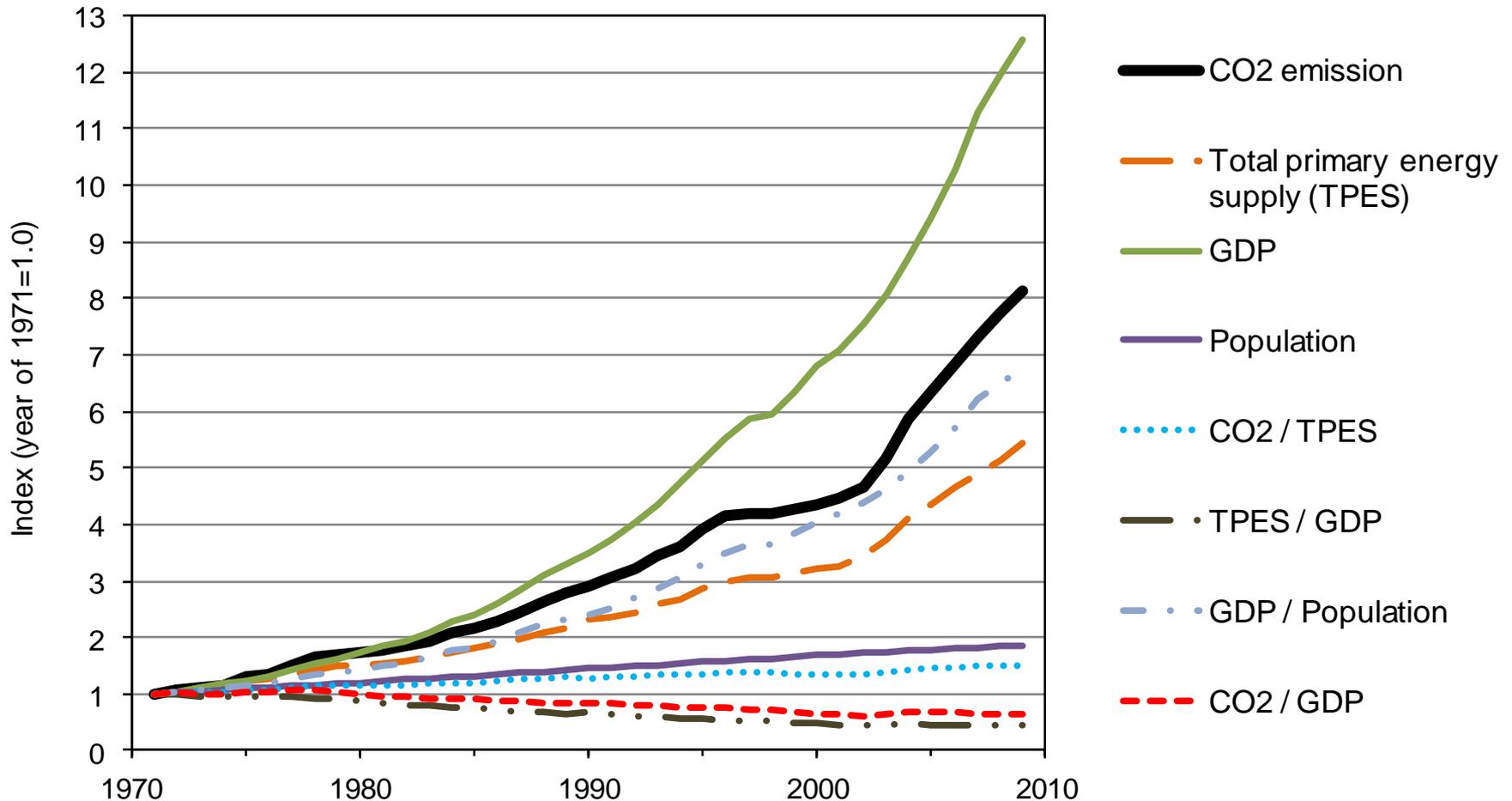
**1971-2000年の間、世界のCO<sub>2</sub>排出量は平均 +1.8%/yrで増大していたが、2000年以降は+2.5%/yrに加速。非附属書I国の排出量は、とりわけ2000年以降は大きく増大傾向にあり。**

# GDPあたりCO2排出量実績



**GDPあたりCO2排出量で見ても、世界のGDPあたりCO2排出量は1971-2000年の間は、平均すると、年1.8%で低減していたが、2000年以降は低減が見られなくなっている。附属書I国で見ても、京都議定書前後でトレンドに差異はない。2009年の排出減も、リーマンショックによる世界経済の落ち込みでしかない。**

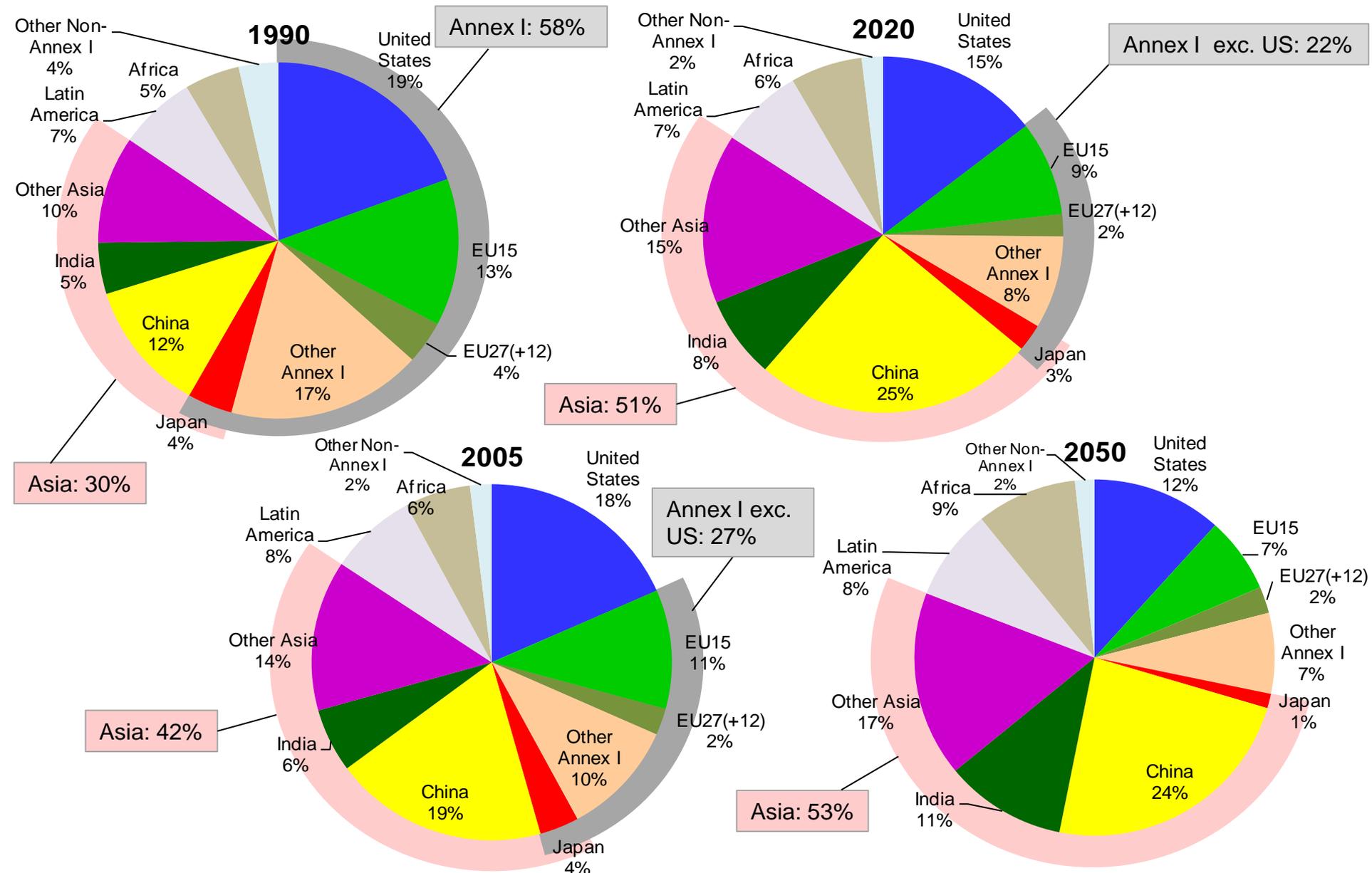
# アジア（日本は除く）の1971～2009年の間のCO2排出の要因分解



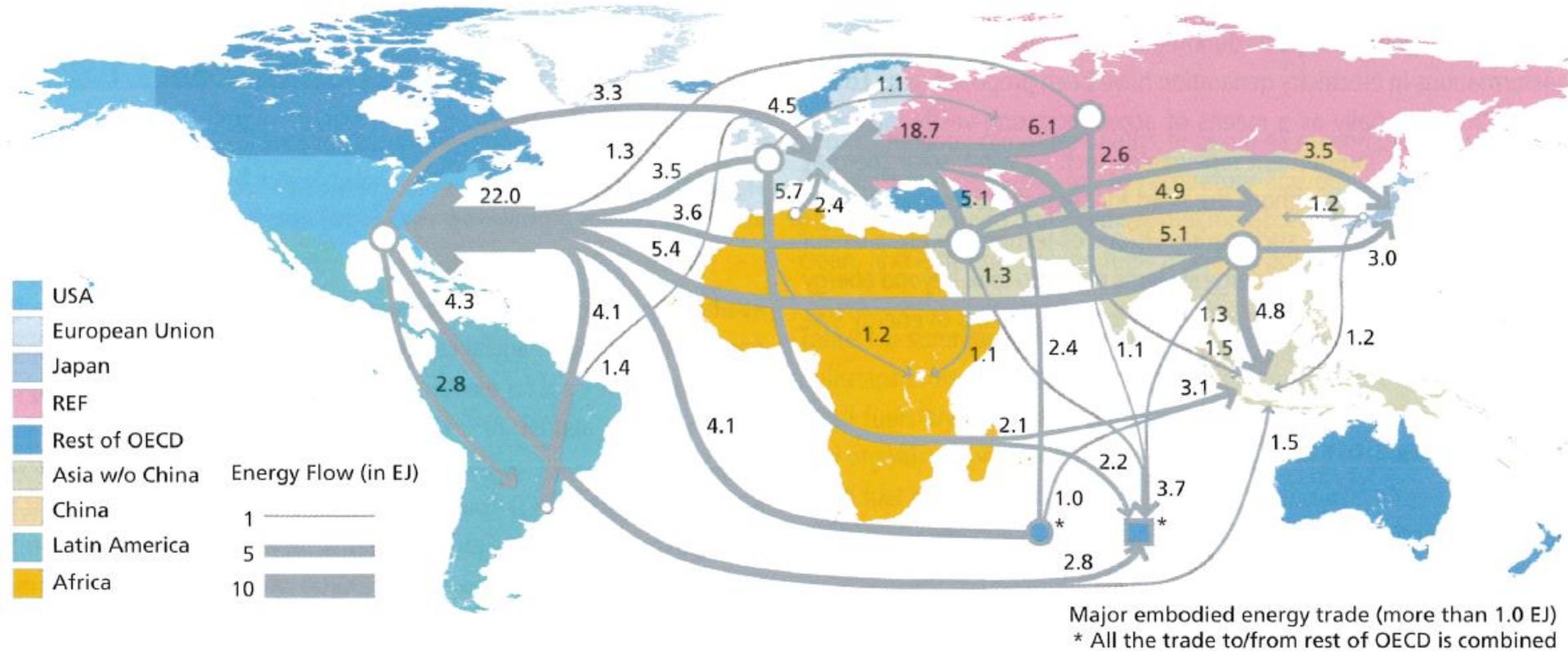
Source) IEA, CO2 emissions from fuel combustion, 2011

アジアのCO2 排出量は、とりわけ2000年以降、増加のスピードを速めている。エネルギーのCO2原単位も過去40年の間、上昇傾向にある。

# GHG排出量の過去と将来の地域別シェア



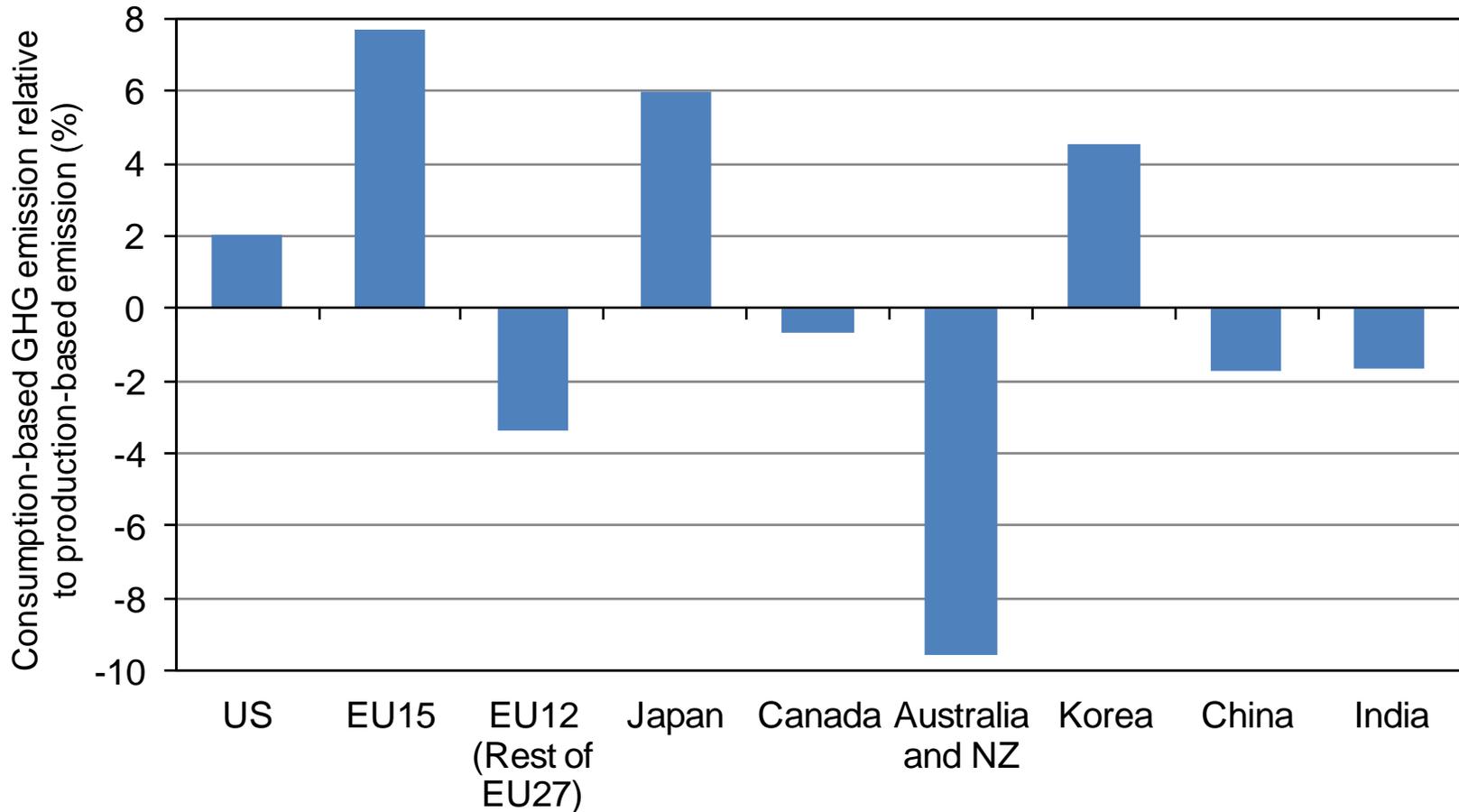
# 貿易に体化されたエネルギー（2004年）



Source: Global Energy Assessment, 2012

エネルギーは、エネルギーの直接的な貿易だけでなく、鉄鋼など、様々な製品にエネルギーは体化され、貿易も行われる。アジア地域は、製造業の世界的な拠点として貿易に体化されたエネルギーを世界各国に輸出している。

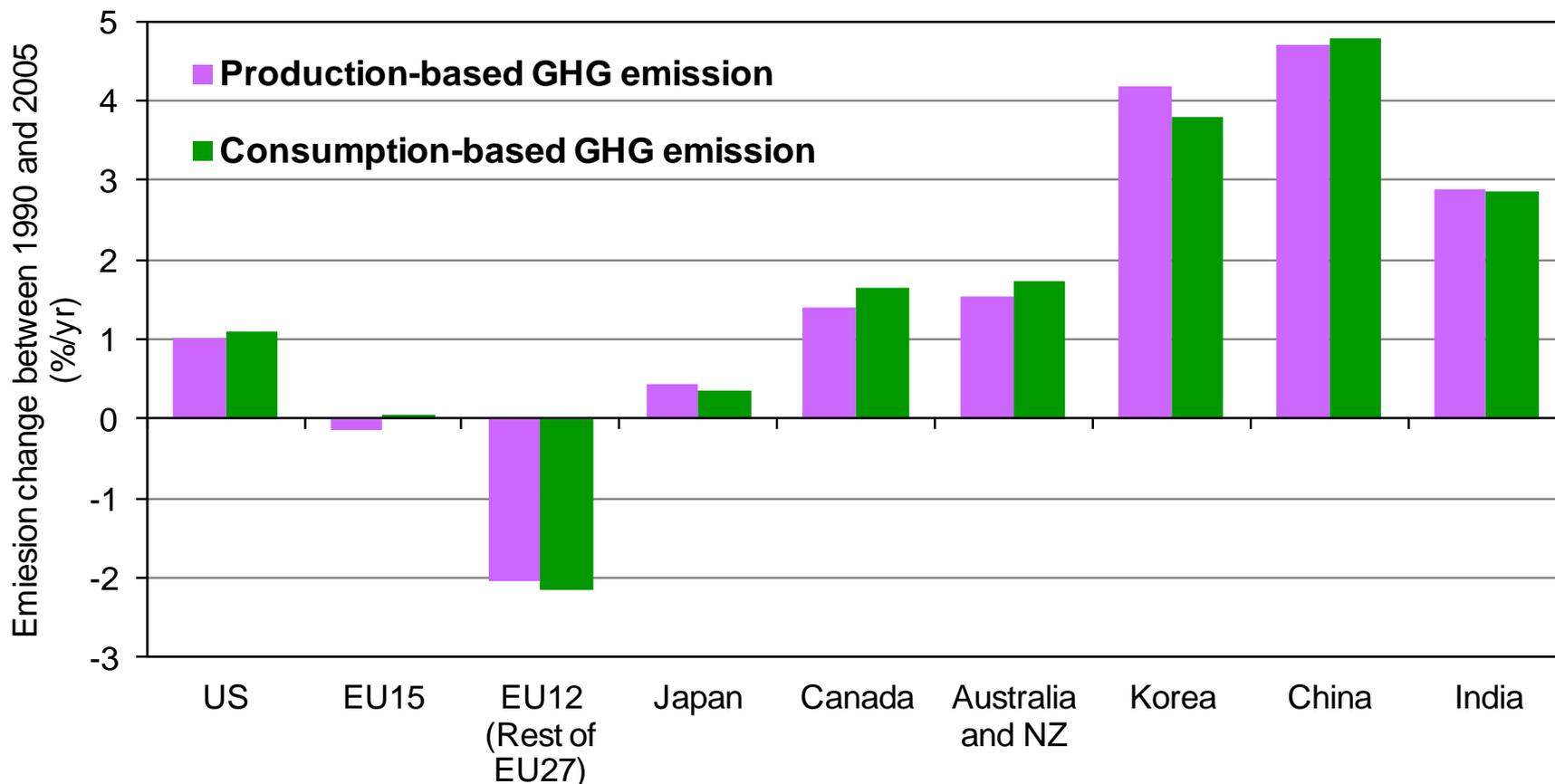
# 2005年における主要国の生産ベースGHGと消費ベースGHGの差異



出典) Homma et al. (RITE), Energy Policy, (印刷中)

EU15、日本、米国、韓国では、貿易に体化され正味で輸入されたGHGを含む消費ベースGHGの方が、生産ベースのGHGよりも大きい。豪州、ニュージーランド、中国、インドでは、消費ベースGHGの方が、生産ベースGHGよりも小さい。

# 1990年から2005年間のGHG排出量変化 (生産ベースGHGおよび消費ベースGHG排出量)

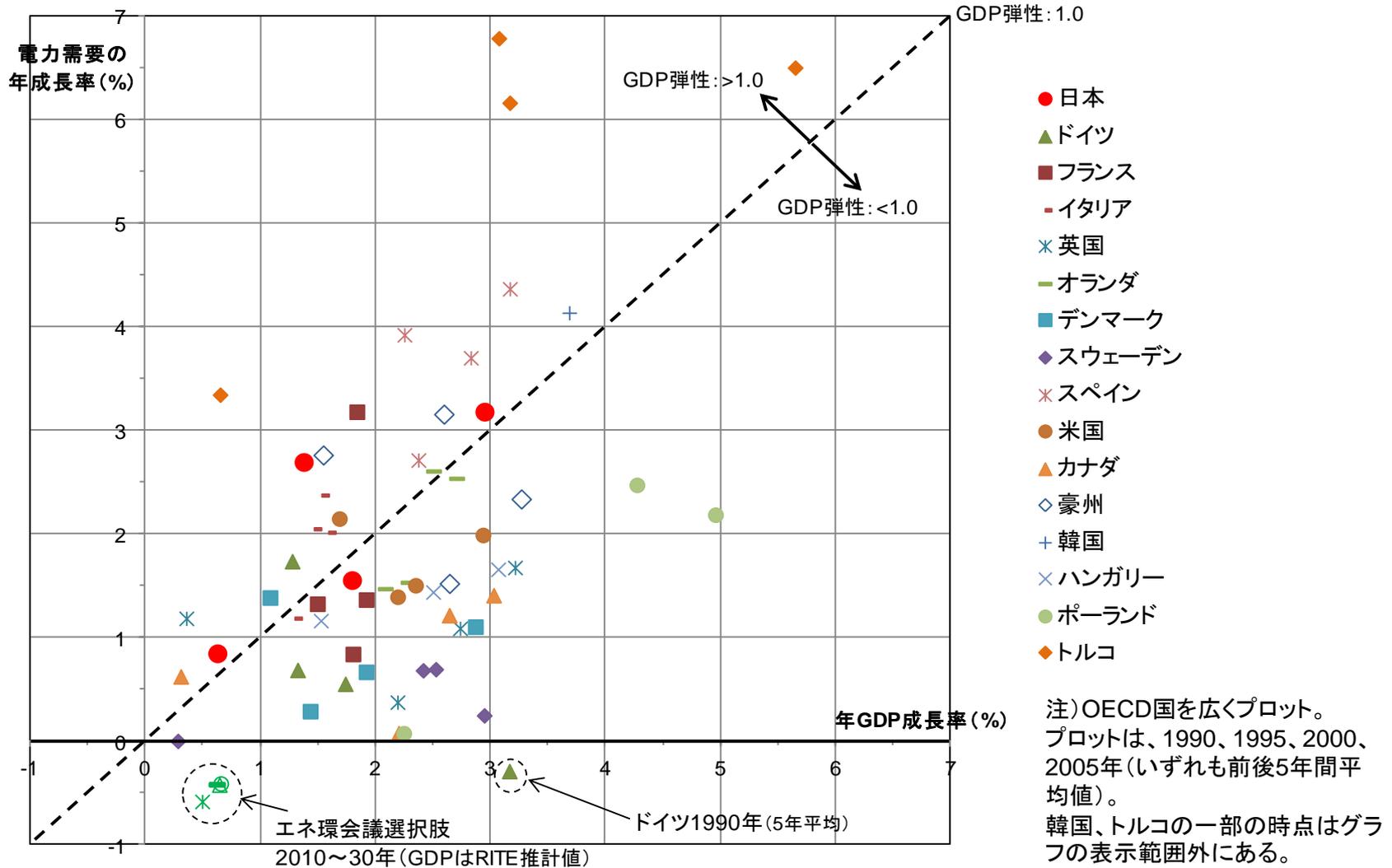


出典) Homma et al. (RITE), Energy Policy, (印刷中)

日本、韓国、インドの消費ベースGHG排出量の1990～2005年間の上昇率は生産ベースの排出量よりも小さい。一方、その他の国では、消費ベースGHG排出量の上昇率は、生産ベース排出量よりも大きい。

# 地球温暖化対応とグリーン成長

# GDP成長率と電力消費量変化率の関係



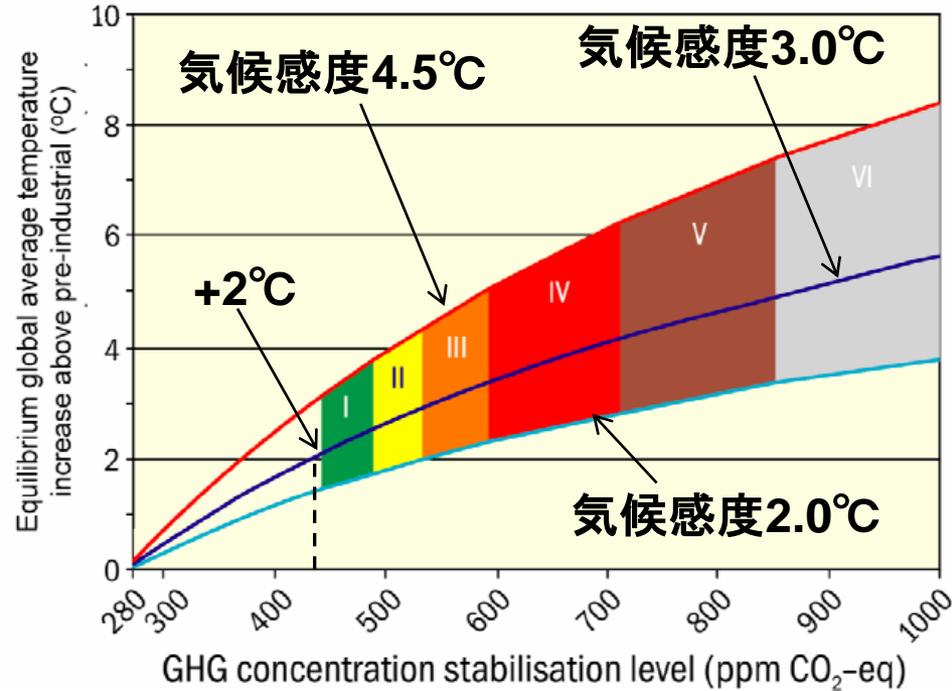
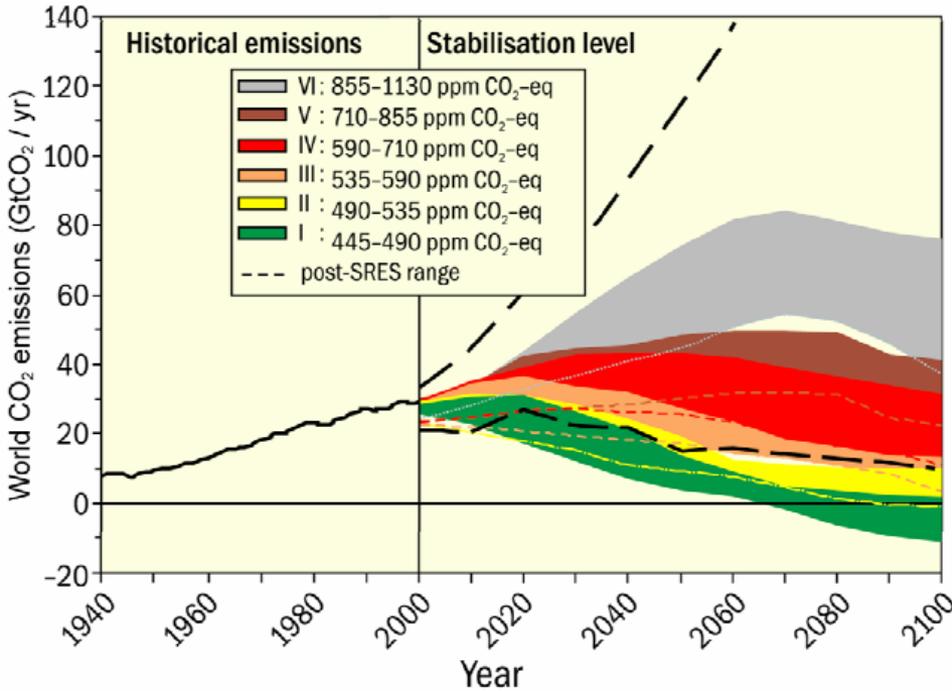
過去、GDP成長しながら、電力消費量を減少できたのは、1990年初めの東西統合したドイツくらい。グリーン成長はたやすすくない。

- ◆ 基本的に、環境外部費用を内部化することにより、そうしなかった場合よりも長期的にはより経済が成長することが「グリーン成長」と言える。
- ◆ 温暖化に限定すれば、長期的に予想される温暖化影響によるダメージと緩和費用の和が最小になるようなレベルの対策を行うこととなるが、ただし、
  - 温暖化影響は非常に広範であり、また不確実性が大きく、温暖化影響ダメージコストの推計が難しい。また、市場価値化されていない部門への影響もあり、推計が難しい。
  - 省エネ対策の一部は、正味で負の費用が見込まれるものも一見多いが、機会費用の損失などを考慮すると、非合理的な判断と見られるのはどの範囲なのか、推計が難しい。
- ◆ ある一国としてのグリーン成長としては、国際衡平性が確保された排出削減目標の下で、環境効果に優位性を有する製品、技術、運用にあたってのスキル等を海外に売り込むことによって実現する可能性もあり

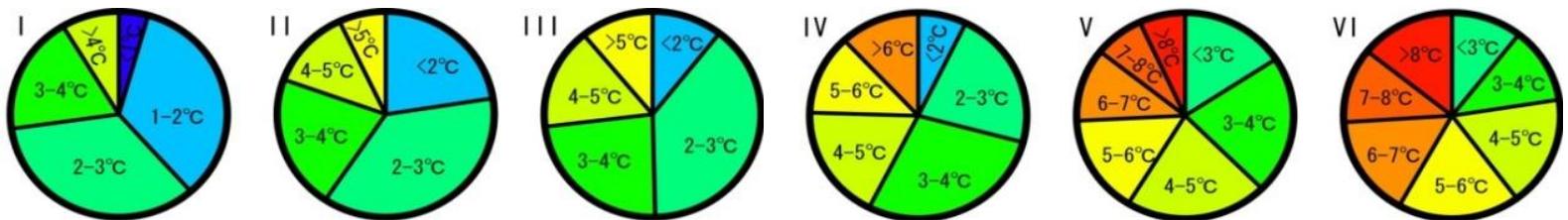
- ◆ 時間スケールが長い。世代間の負担の問題も
- ◆ 全球的に影響が及ぶ。影響度合いは地域によって差異
- ◆ 影響が及ぶ分野が広範
- ◆ 近代経済活動基盤であるエネルギー利用と密接に関係。対応は経済に大きな影響が及ぶ可能性も。また対応には長い時間を要するケースが多い
- ◆ 不確実性が極めて大きい
  
- ◆ 極めて政治的な問題になりやすい
- ◆ 南北問題とリンクしやすい
- ◆ 経済競争上の問題とリンクしやすい
- ◆ 環境問題ではなく、実は経済問題の側面も強い
- ◆ 極めて学際的な問題であり、包括的な理解は容易ではない

このような特徴を有する中でいかなる戦略をとるべきか

## CO<sub>2</sub> emissions and equilibrium temperature increases for a range of stabilisation levels

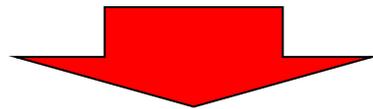


## Probabilistic representations or 'Roulettes'



不確実性が大きい。不確実性が大きいので、予防的に対応すべきとする考えと、不確実性が大きいので、対策で後悔しないように無理な緩和策をとらない方が良いとする考え方の双方あり

- ◆ 地球温暖化の危機から守るためには2°Cが不可欠(科学的根拠は乏しい。IPCCもそれをサポートしていることはない。)
  - 世界排出量は2050年に半減が最低必要
  - そのとき、先進国は80%以上の削減が必要
  - 2020年に先進国は25~40%削減が必要
  - 2020年に日本は25%削減(鳩山首相)
    - ⇒(現実的に実現不可能)
    - ⇒排出削減交渉は停滞。かえって地球温暖化に悪影響
- ◆ その上、対応が進展しない理由を、「政治の意志の欠如」とする。もしくは米中のせいにする。もしくは産業界のロビーのせいにする。



このような思考から脱却しなければ、有効な気候変動対応は不可能

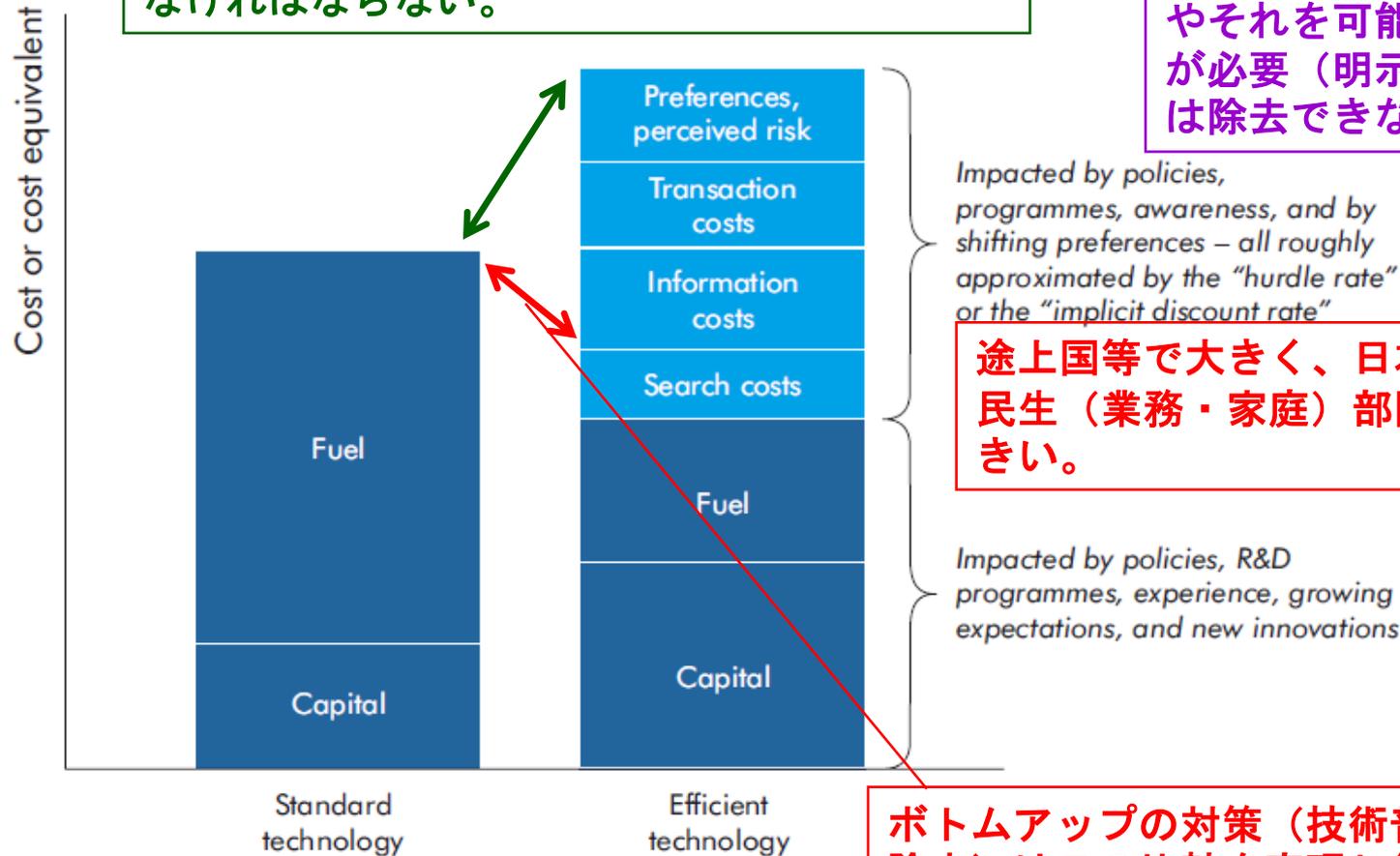
# 温暖化対応方策として重要なこと

- ◆ 長期的なビジョンの共有は重要。しかし、実現可能性が極めて乏しい厳しすぎる目標は、むしろ温暖化対策、枠組み構築を妨げる。
- ◆ もしくは、そもそも2050年や2100年の技術や社会は不確実性が大きいので、長期の目標と短中期の目標は、切り離して考える。
- ◆ 地球温暖化の不確実性は大きいことを前提として、不確実性下でのリスクマネージメントのあり方をもっと検討すべき
- ◆ これまでの環境問題と異なり、排出削減についても大きな不確実性があることを踏まえるべき。世界の排出量を政府のコントロール下におくことは不可能。「政治の意志」が必要なことも確かだが、「政治の意志」があってもコントロールは相当に困難。「政治の意志の欠如」に問題を転嫁すべきではない。「政治の意志の欠如」が多少あっても機能し続けるような枠組みを目指すべき。
- ◆ 経済成長を大きく阻害する温暖化対策は継続不可能
- ◆ グリーン成長を追求すべき。しかし、現在の議論は論拠の乏しい夢だけのグリーン成長が語られることも多いので注意が必要
- ◆ 技術のイノベーションは大変重要

# 技術選択におけるコストのイメージ

炭素に明示的に価格付けを行う方策の場合、このコスト比較になり、高い炭素価格をつけないければならない。

様々な「隠れた費用」あり。除去のためには、制度の工夫やそれを可能にする別の技術が必要（明示的な炭素価格では除去できない）



途上国等で大きく、日本は小さい。民生（業務・家庭）部門は一般に大きい。

ボトムアップの対策（技術普及障壁の除去）はこの比較を実現し得る。

Source: Laitner (2009).

(出典) IEA ETP 2010

# 持続可能な発展と温暖化対応の関連 —ALPSにおける分析例—

**ALPS: ALternative Pathways toward Sustainable development and climate stabilization (2007-2011年度)**

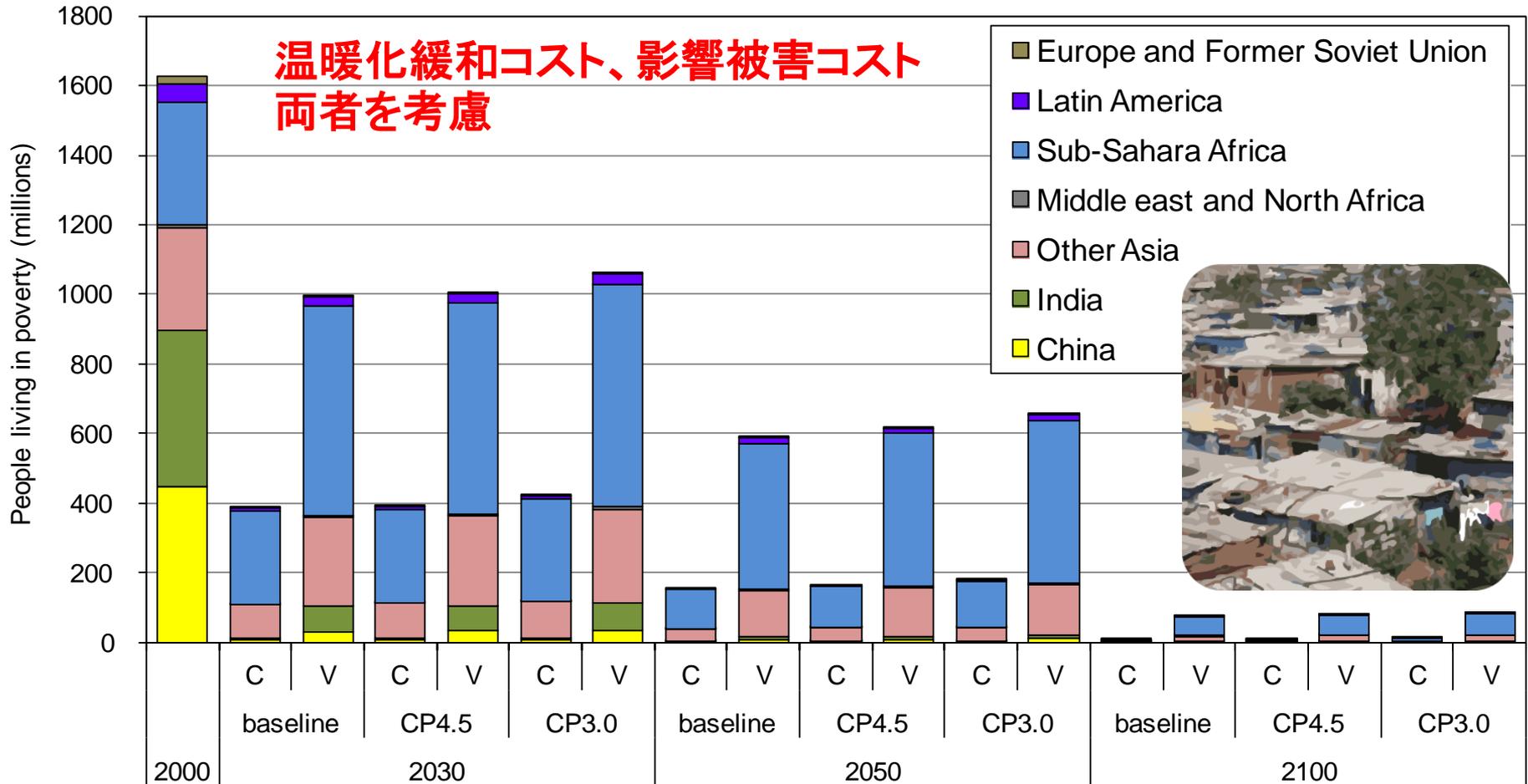
**2012年度～: ALPSII (SUCCESS: SUppressing Climate Change in Economically Sustainable Society)、より具体的にグリーン成長に向けた取り組みを検討、分析・評価**



# 主な評価項目

分野	項目
経済・貧困	所得(一人当たりGDP)
	貧困人口
	食料アクセス(GDP当たり食料消費額(エンゲル係数))
	5歳未満児死亡者数
健康	WHO提示の環境関連の死亡要因による死亡率
農業・土地利用	食料生産土地利用
	食料セキュリティ(GDP当たり食料輸入額)
水	水ストレス人口
生態系	潜在的陸上生態系変化
	海洋酸性化
エネルギー・気候変動	エネルギーアクセス
	エネルギーセキュリティ
	化石エネルギー消費量(持続的エネルギー利用)
	GDPあたりCO <sub>2</sub> 排出
	GDPあたり排出削減費用
	気温上昇(全球平均)

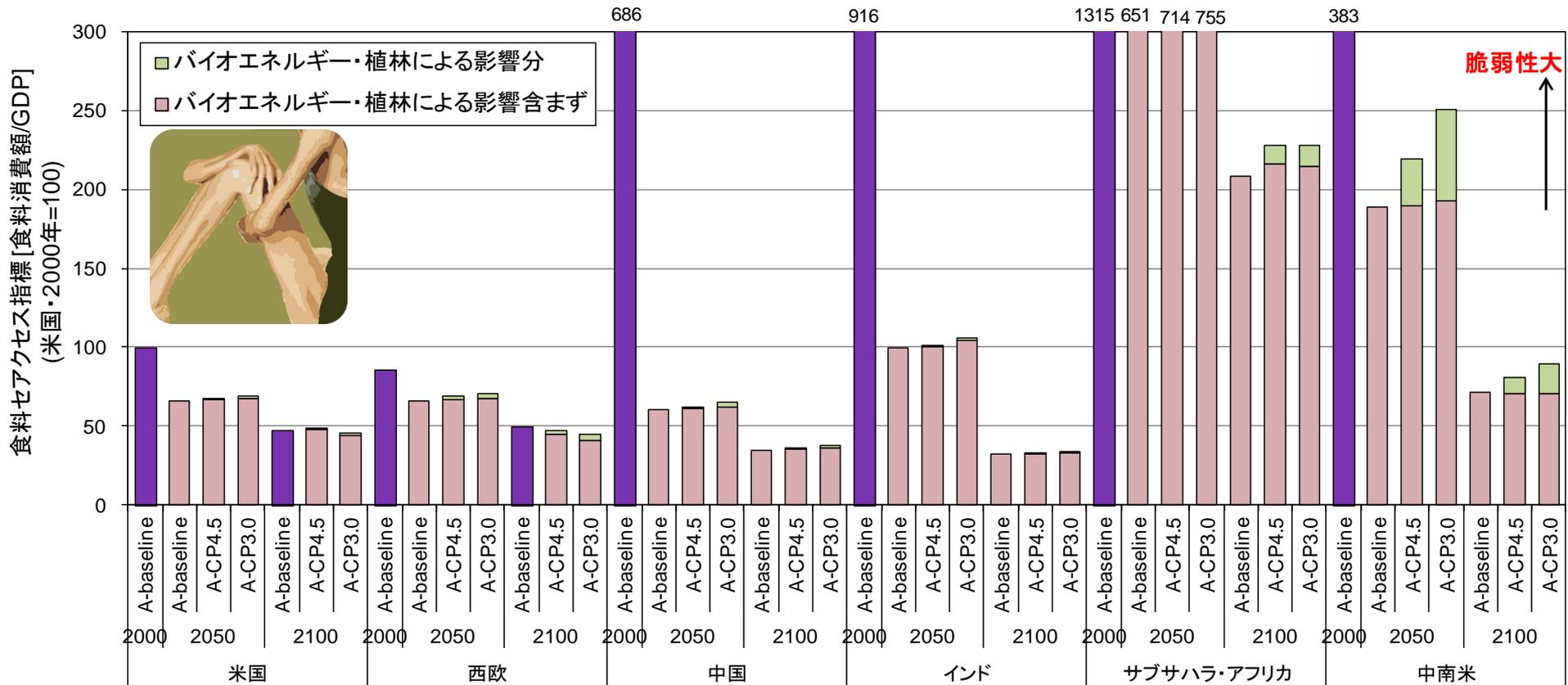
# 貧困人口



注: 貧困線一定ケース、貧困線変動ケースは、貧困の境界値として1.25(\$/日)一定("C")、1.25-2.83(\$/日)(石油実質価格変動による影響を考慮)をそれぞれ適用したケース("V")を示す。

将来に向けて、貧困人口は大幅に減少する。しかし、貧困の境界値が社会的条件によって上昇すると、貧困人口の減少度合いは小さくなる。CP3.0ではベースラインよりも、むしろ増加傾向。

# 食料アクセス指標



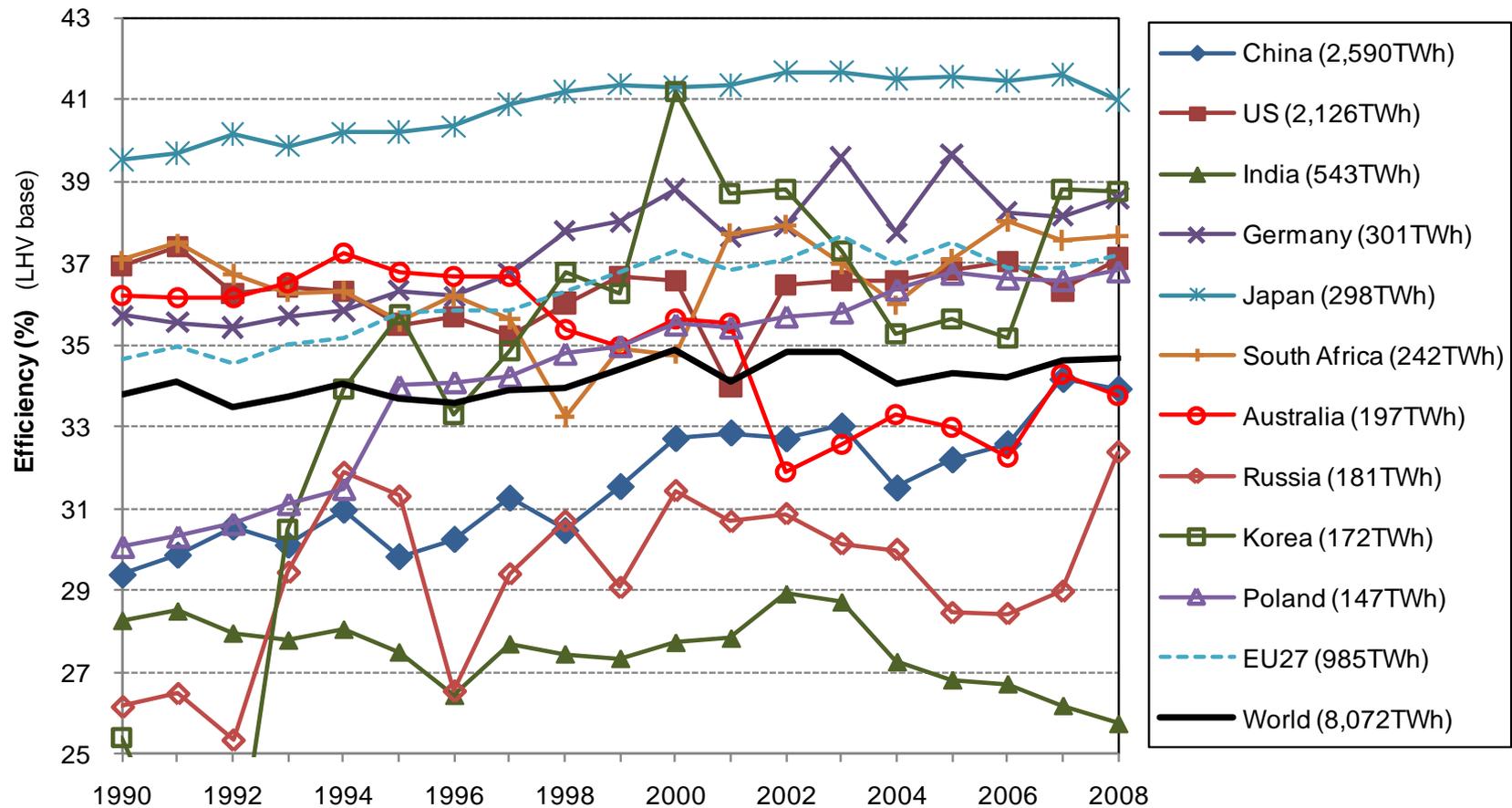
長期的には、食料価格上昇や食料消費量の増加よりも、経済成長(GDP)は十分に大きいため、どの地域においても食料アクセスの脆弱性は小さくなる。

長期的な指標推移と比較すると、温暖化影響が食料アクセスの脆弱性に与える影響は比較的小さい可能性。

排出削減が厳しいケースでは、大規模な植林、バイオエネルギー利用が必要になり、むしろ食料セキュリティが脆弱になる可能性あり。

# 主要部門・技術のエネルギー効率 の差異

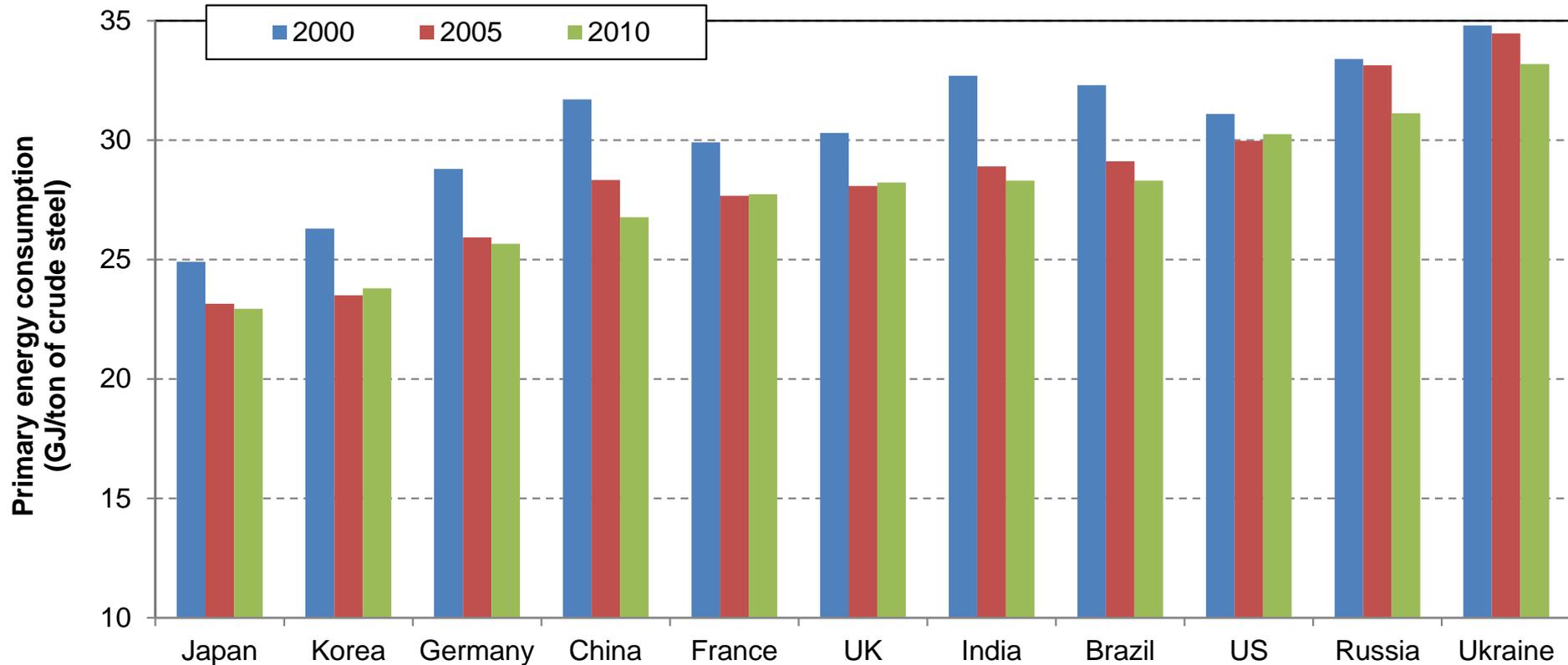
# 石炭火力の主要国の発電効率



出典) Estimated based on IEA statistics; Oda et al., Energy Policy, 2012

- 国によって石炭火力発電のエネルギー効率には大きな差異が存在
- 最良技術の広範な普及による排出削減余地は大きい。
- このようなエネルギー効率の差異は、技術の利用可能性、投資判断における割引率を含む社会・企業環境、運用における知識のレベル、投資リスクの認知などによって生じる。

# 高炉転炉鋼生産の主要国のエネルギー効率

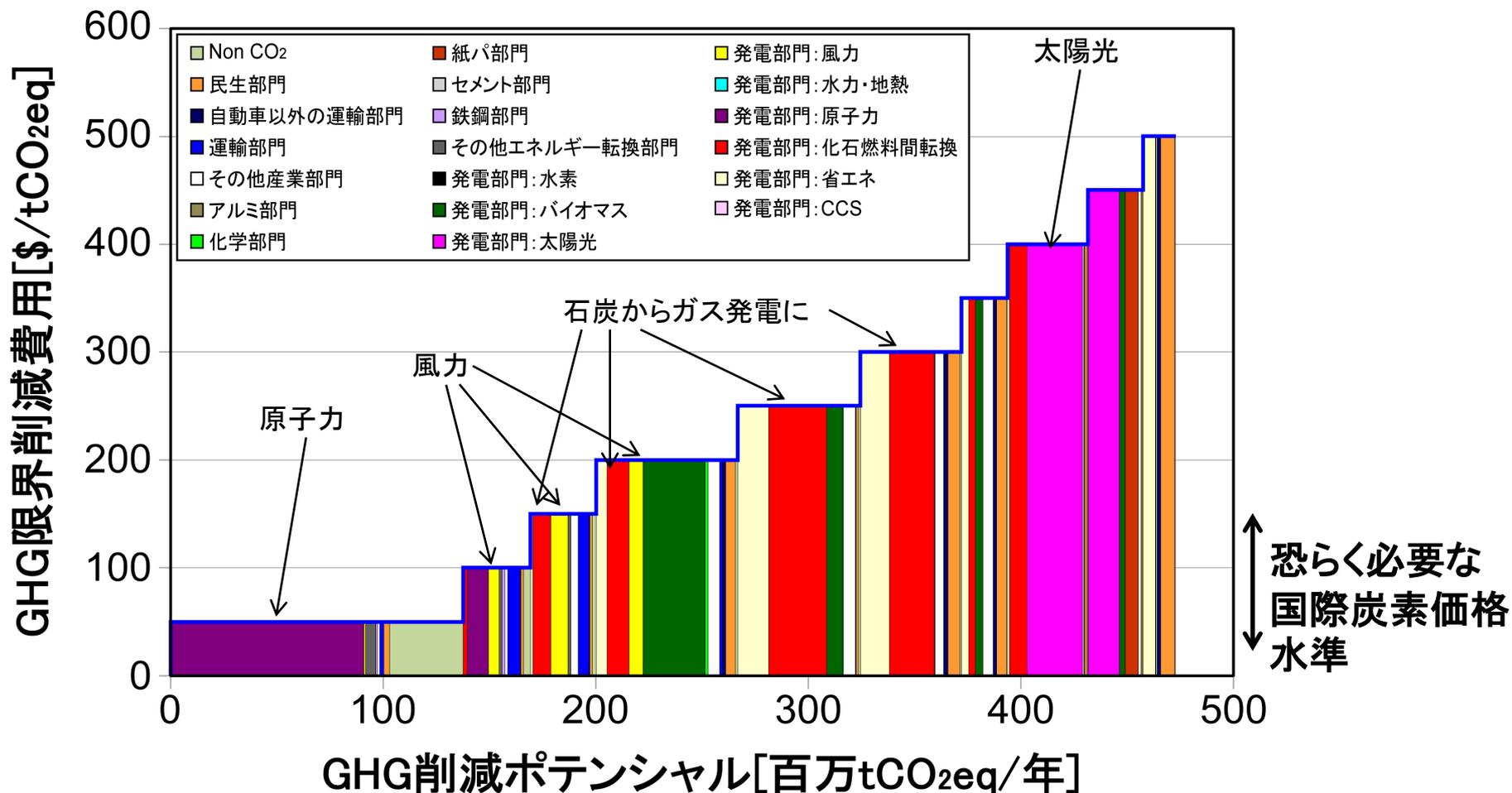


出典) Estimated by RITE based on IEA; IISI (worldsteel); Oda et al., Energy Policy, 2012 etc.

- 高炉転炉鋼生産のエネルギー効率についても国際的に大きな差異が存在している。
- 日本や韓国のエネルギー効率は世界的に大変高い。中国は過去10年の間に大きな改善を見せている。

**具体的な対策の評価**  
**—対策オプションの排出削減**  
**ポテンシャルと削減費用—**

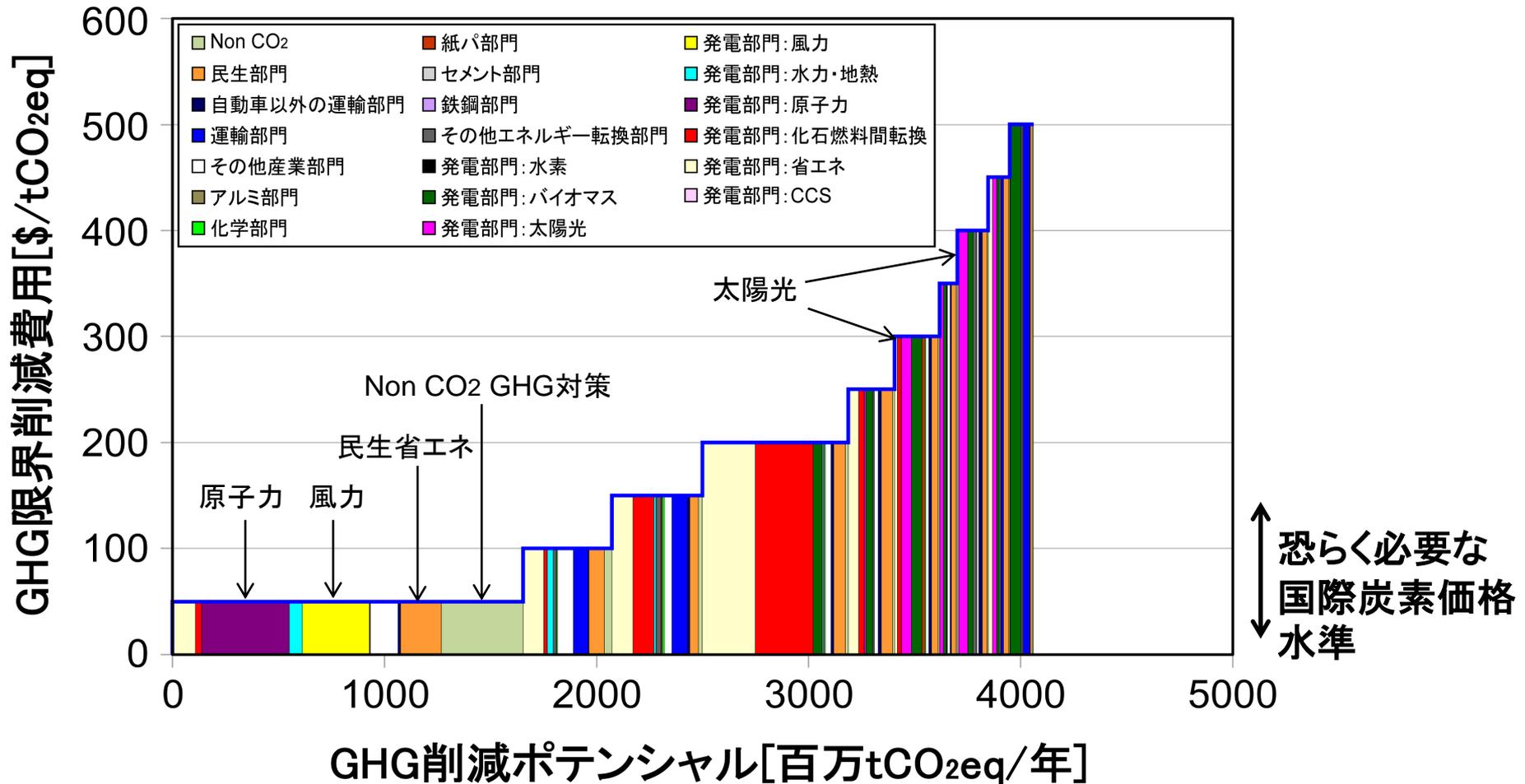
# 日本の2020年における GHG排出削減ポテンシャルと削減費用



注) 原発は現行エネルギー基本計画の見通しを上限として想定した場合。CCSは2020年については分析の対象外としている。

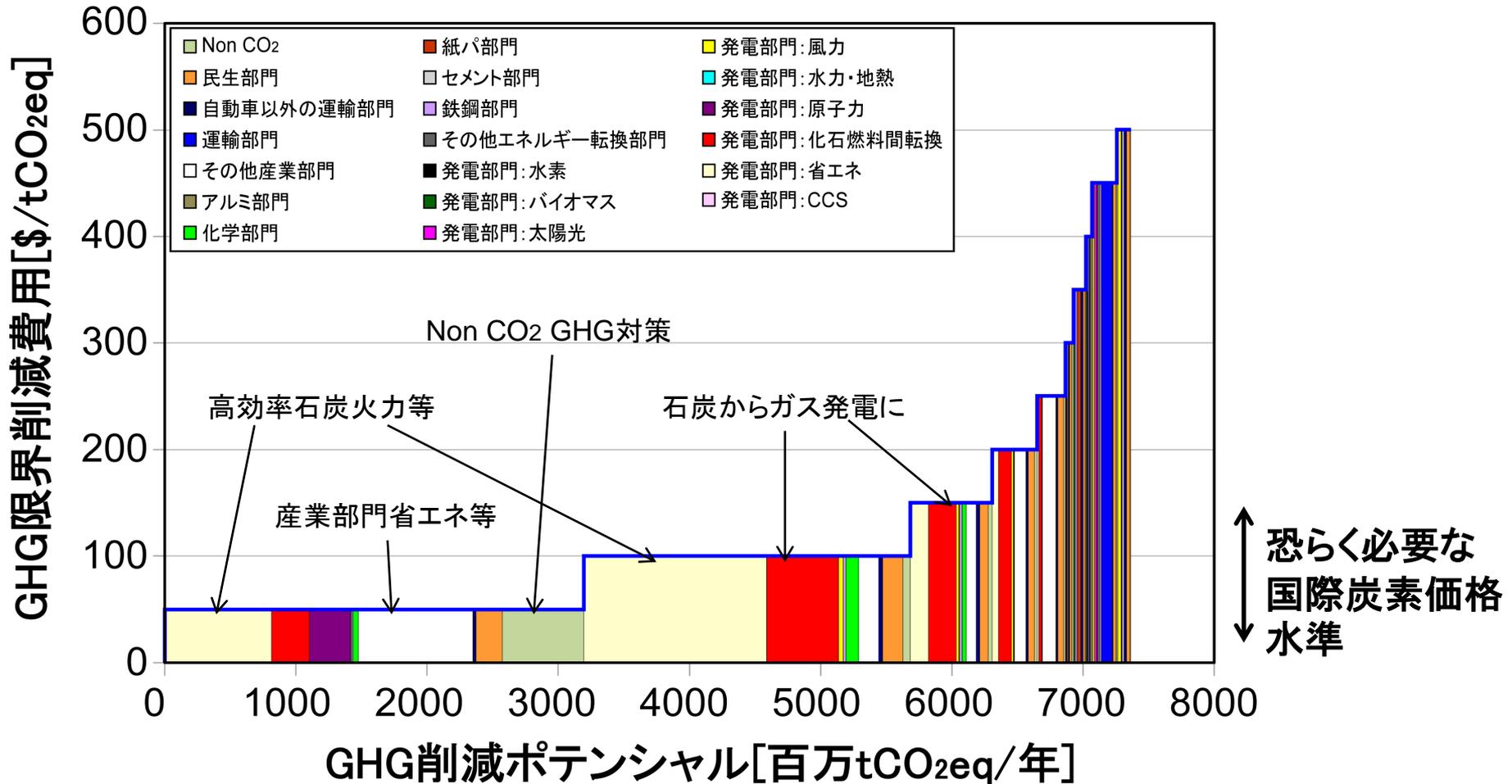
- 原発を除くと、100\$/tCO<sub>2</sub>以下のポテンシャルはかなり小さい。非CO<sub>2</sub> GHG削減の余地がまだ少し大きいくらい。
- 日本の石炭発電の効率は高いため、ガス代替時のCO<sub>2</sub>削減費用も高い。

# 米国の2020年における GHG排出削減ポテンシャルと削減費用



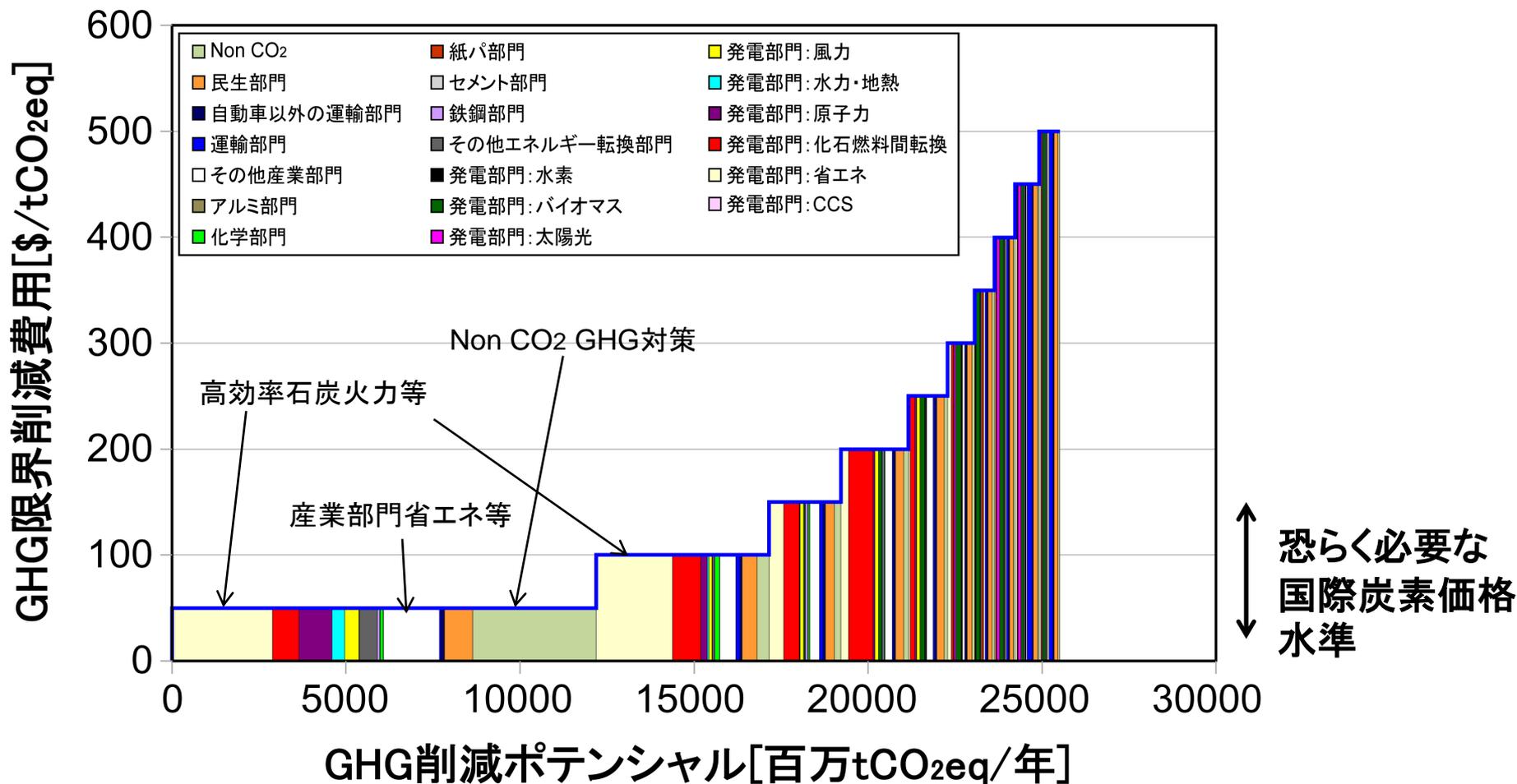
- 原発に加え、米国では風力は比較的安価な対策(0\$/tCO<sub>2</sub>以下で、ベースラインでも採用されるとみられるポテンシャルも多い)
- Non-CO<sub>2</sub> GHG対策の削減ポテンシャルもまだ比較的大きいと推計される。

# 中国の2020年における GHG排出削減ポテンシャルと削減費用



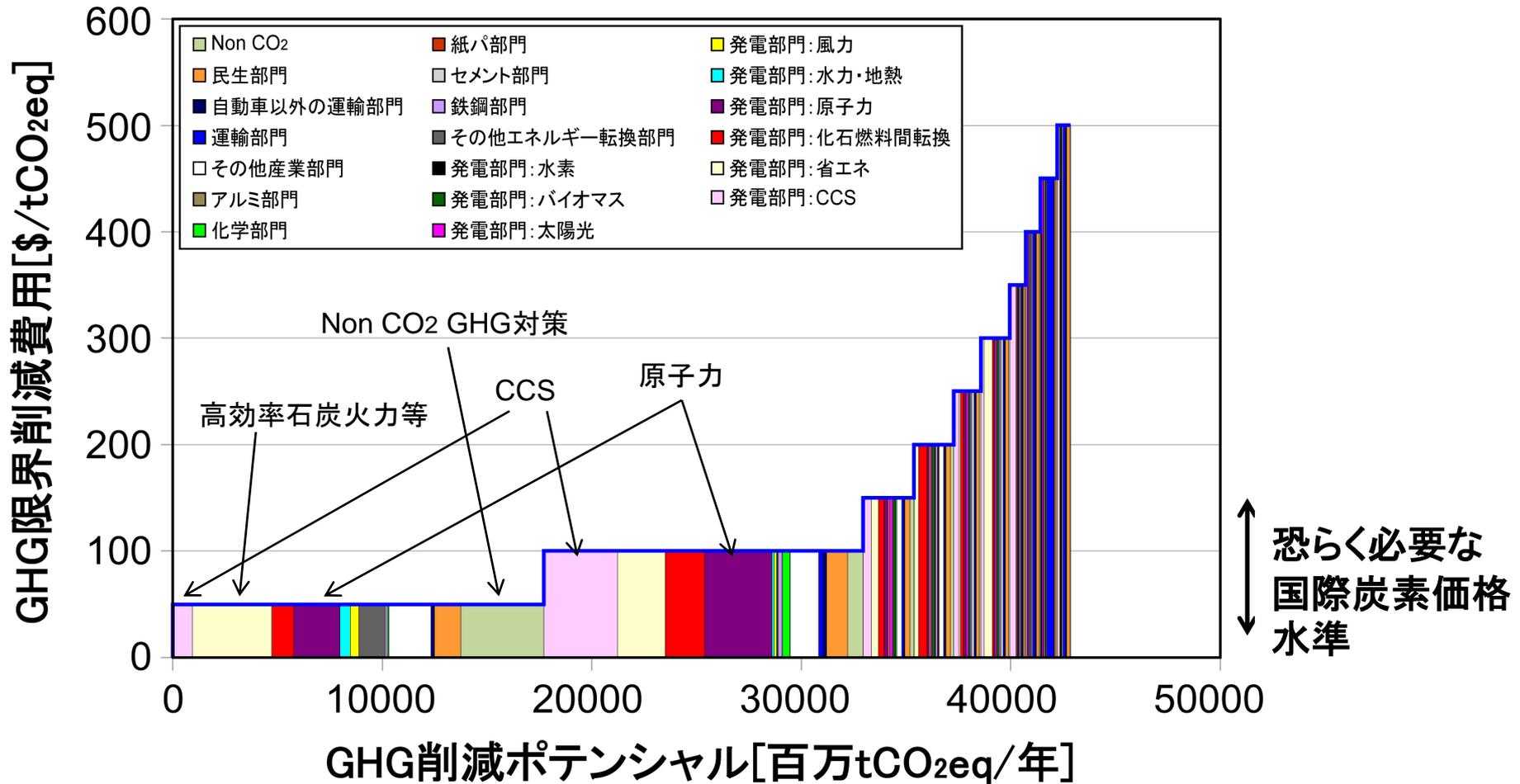
- 石炭火力の高効率化や産業部門における各種省エネ、Non CO2 GHG対策など、比較的安価な排出削減ポテンシャルは多く存在する。
- 高効率な高炉転炉法設備などは、0\$/tCO2以下で、本グラフにあらわれないものも多い(ベースラインでも採用されると見込まれる)。

# 世界全体の2020年における GHG排出削減ポテンシャルと削減費用



- 世界レベルで見ても、石炭火力の高効率化や産業部門における各種省エネ、Non CO<sub>2</sub> GHG対策など、比較的安価な排出削減ポテンシャルは多く存在する。

# 世界全体の2030年における GHG排出削減ポテンシャルと削減費用



- CCSも比較的安価で大きな排出削減ポテンシャルが期待できる。

- ◆ エネルギーは、利便性を求めた結果として、バイオマス→石炭→石油・ガス・電力といった変遷を辿ってきた。
- ◆ しかし、基本的には、エネルギーは差別化が困難な財。とりわけ電力では、安定的な供給が可能であれば、あとはコストの差であり、安価な電源の方が、正味の効用を増大させ得るので、望ましいことになる。
- ◆ エネルギー利用そのものが効用を生み出すわけではない。エネルギーを利用したサービスが効用を生み出す。
- ◆ 長期的にはエネルギー供給やエネルギー多消費産業の技術革新が求められるが、成果が出るには時間を要する（持続的であるためには、比較的安価であることが必要）。
- ◆ 短中期的には、製品サイクルが比較的短いエンドユースにおいて、省エネを進展させることが重要。消費者は、効用を増大させる新たなサービスには反応するし、それはグリーン成長をもたらし得る。



# まとめ (1/2)

- ◆ 震災前の日本：過剰なほどの温暖化恐怖論、実現不可能な1990年比25%削減目標。震災後の日本：温暖化問題軽視傾向。バランスのとれた対応が必要
- ◆ バランスがとれ、実現可能な温暖化目標が重要（RCP4.5相当（茅提案）など）。厳しすぎる排出削減目標を厳格に追求しすぎると、実現可能な解はなくなっていく、国際交渉を遅らせ、却って温暖化問題を悪化させる可能性も。
- ◆ グリーン成長のためにも適切な水準の温暖化対策が重要
- ◆ 気候リスクマネジメント戦略の構築が必要
  - 緩和策への注力だけでは良いリスクマネジメントはできない。
  - 気候変動への適応の余地も大きい。適応策も重要
  - 気温上昇、温暖化影響被害予測がはずれたときのために、比較的安価で即効性があるとみられるジオエンジニアリングの準備のための研究だけは実施しておく。

# まとめ (2/2)

- ◆ CO<sub>2</sub>対応、エネルギー対応は、時間を要する。排出量という行動の帰結に過度に注目すべきではない。むしろ、適切な行動をどうとっていかくに注目し、行動をコミットしていくことが重要
- ◆ 省エネ障壁の除去を、制度の工夫やそれを可能にする別の技術の開発等、ボトムアップ的な対応を行うことが必要。適切な対応ができれば、グリーン成長の機会になり得る。
- ◆ 温暖化以外の持続可能な発展と、温暖化対応（緩和、適応策）が調和した取り組み（コベネフィットを有する取り組み）をそれぞれの分野で強化すべき（ブラックカーボン排出削減もその一つ）