
平成16年度
2013年以降の温暖化対策方策
に関する調査研究

(財)地球環境産業技術研究機構 (RITE)
システム研究グループ 主任研究員
秋元 圭吾



本研究の目的

- ◆ 日本、アジアを中心に世界の主要各国について、
- ◆ 国別の様々な排出目標毎にコストミニマムとなる各国の具体的な排出削減対策の導出と
- ◆ そのときの各国の排出削減コストや限界削減コスト、ならびに、
- ◆ 各国の排出量取引やそれに伴う資金の移動量等を算出・評価し、
- ◆ 2013年以降の各国の排出削減枠組・目標策定に必要なデータ、情報を提示することが本研究の目的である。

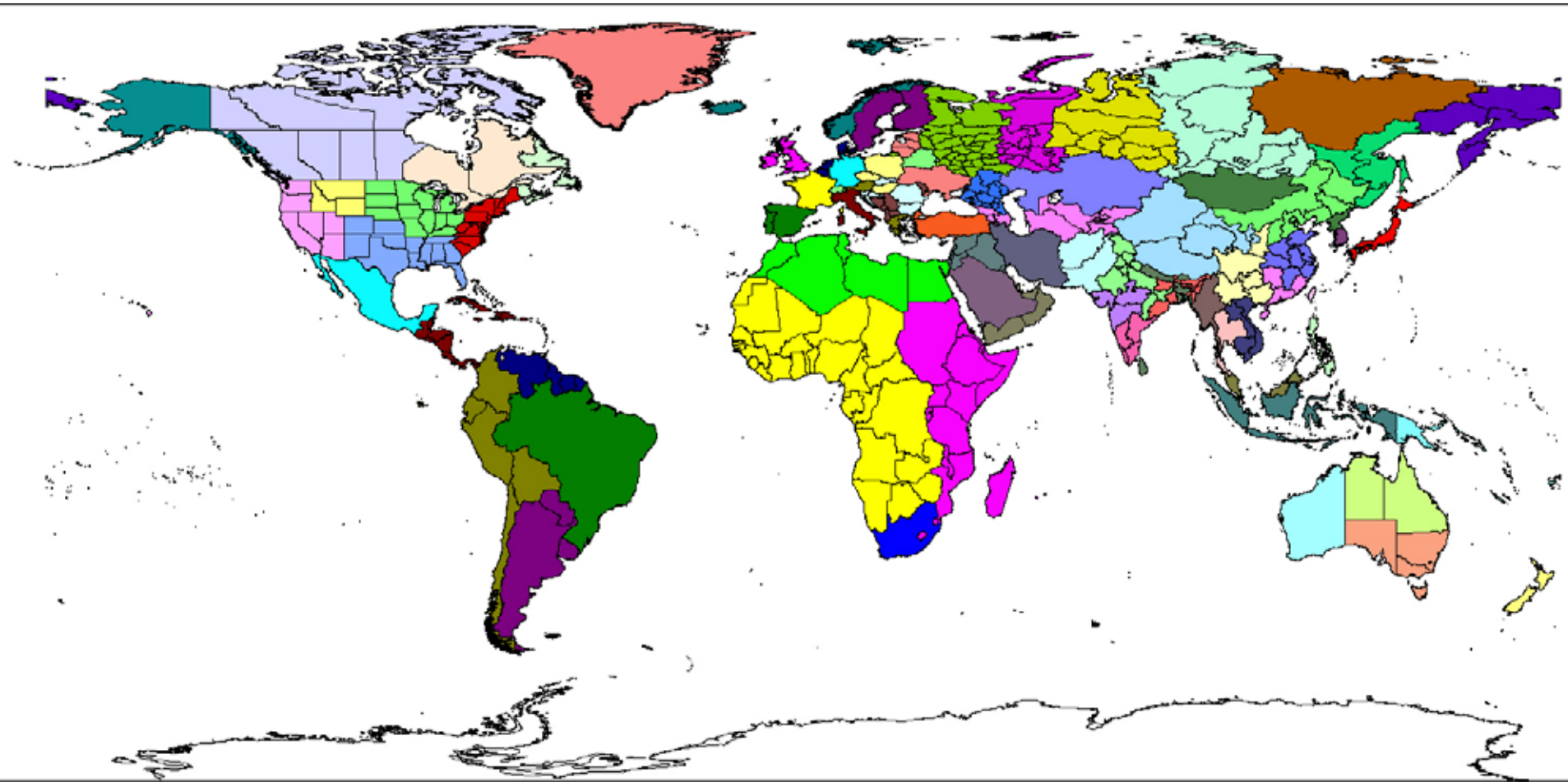
研究概要

- ◆ 世界を詳細に地域分割を行ったエネルギーシステムモデルDNE21+を用いて、
- ◆ 各種排出削減枠組・目標に関して、各国の排出削減コストや限界削減コスト、具体的な排出削減対策を導出。
- ◆ これら削減コストや一人当たり排出量、GDP当たり排出量など、複数の指標を統合した指標によって、これらの排出削減枠組が各地域によってどういった意味合いになるのかを評価。
- ◆ また、地域的に異なる温暖化対策の設備建設のための資金調達の利子率を、モデルに反映することによって、低利子率資金の提供による地域別のCO₂排出量低減効果の評価を実施。

DNE21 + モデルの概要

- ◆ 線形計画モデル（エネルギーシステム総コスト最小化）
- ◆ 評価対象期間：2000～2050年
 - ・最適化代表時点：2005, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030, 2040, 2050年
- ◆ 世界地域分割：
 - ・54地域分割（米国、中国などは更に1国内を分割、計77地域分割）
- ◆ 地域間輸送：石炭、石油、天然ガス、電力、メタノール、水素、CO₂
- ◆ ボトムアップ的にエネルギー供給技術、CO₂回収・貯留技術をモデル化
- ◆ 一次エネルギー供給：石炭、石油、天然ガス、水力・地熱、風力、太陽光、バイオマス、原子力の8種類をモデル化
- ◆ エネルギー需要サイド：長期価格弾性値を用いたトップダウン的モデル化。固体、液体（ガソリン、軽質油、重質油）、気体、電力の4種類
- ◆ 電力需要は、瞬時ピーク、ピーク、中間、オフピークの4時間帯に区分

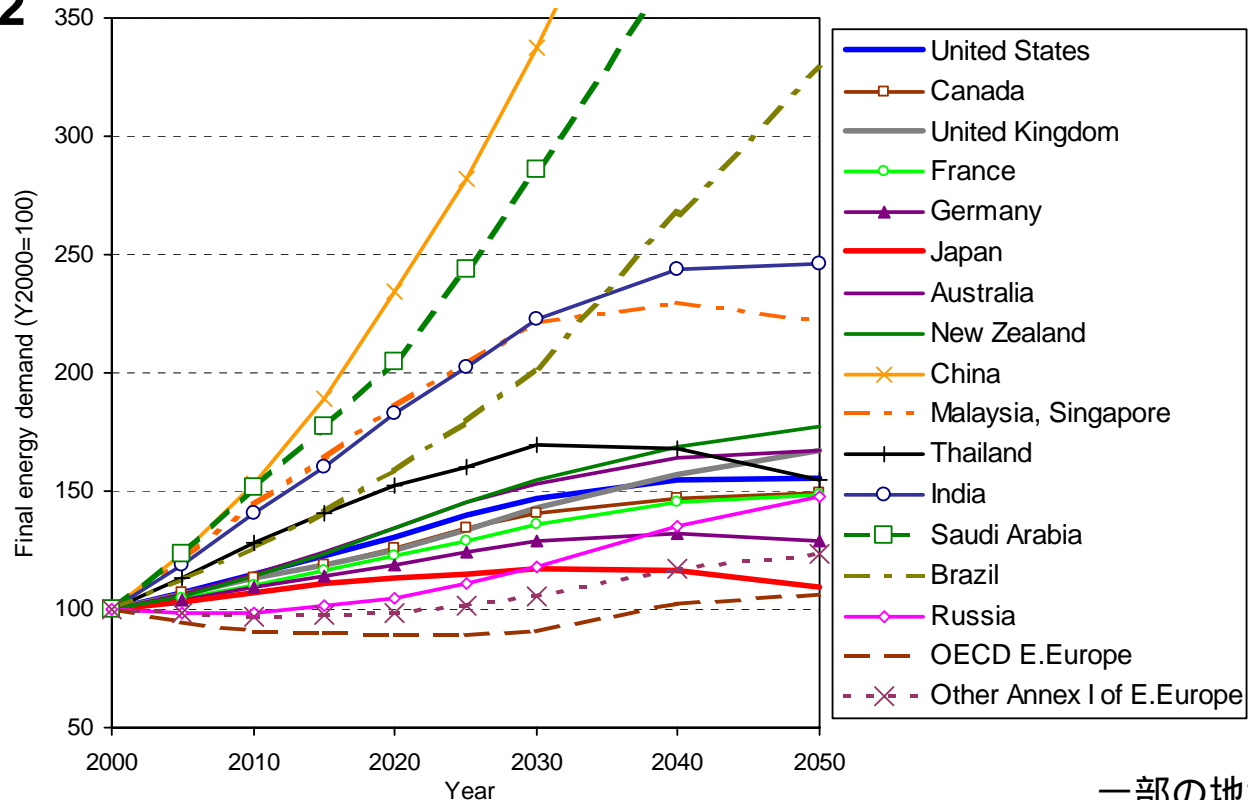
DNE21 + モデルにおける世界地域分割



77地域分割で色分け

最終エネルギー需要に関する想定

- ◆ 人口： IPCC SRES B2 (Task Group on Scenarios for Climate Impact Assessment (TGCIA))
- ◆ 一人当たりGDP成長率： IPCC SRES B2 (WEO、中国能源研のデータを利用し、SRESの地域内の想定値を調整)
- ◆ 「リファレンスケース」のGDP当り最終エネルギー需要成長率： IPCC SRES B2



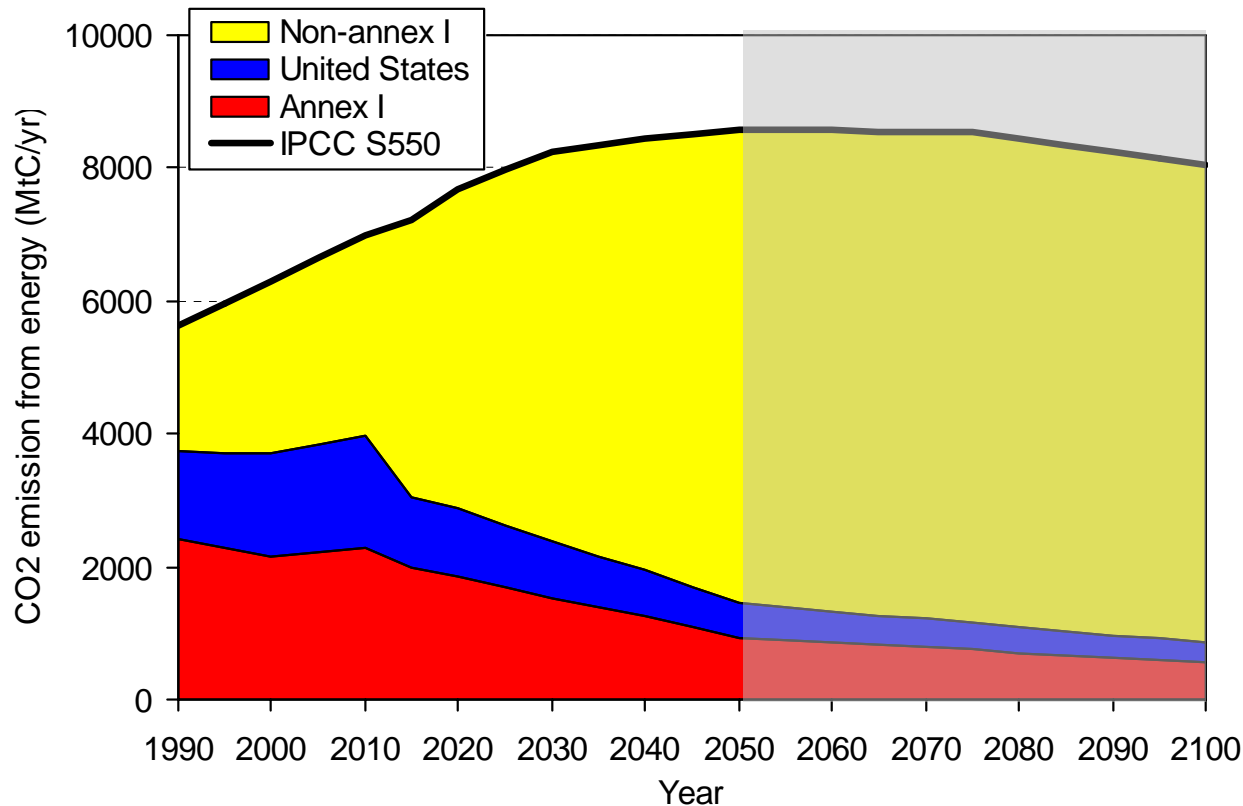
想定したCO₂排出削減枠組

世界全体で大気中CO₂濃度550ppmv安定化 (IPCC WGI S550)

1. CO₂限界削減費用が各地域で同じとなるような目標
(Common marginal cost case)
2. 一人当たりCO₂排出量を基準とした目標
 - 収斂ケース (per-POP convergence case) : 2050年に収斂
 - 共通削減率ケース (per-POP common rate case)
3. GDP当たりCO₂排出量を基準とした目標
 - 収斂ケース (per-GDP convergence case) : 2050年に収斂
 - 共通削減率ケース (per-GDP common rate case)
4. 京都議定書及び英国提案に基づく目標 (Kyoto+UK case)

注) 「排出量取引無」ケースにおいてもEU15カ国(2012年まで)、EU27カ国(それ以降)内の取引は可と想定

想定したCO₂排出上限制約 (Kyoto+UK case)



IPCC S550: IPCC WG1によるCO₂濃度550ppmv安定化シナリオ

2010年：米国を除くAnnex I 諸国は、京都議定書目標値。EU15バブル
米国はGDP当りCO₂排出量を10年間で18%削減

2015年（2013-2017年）以降：

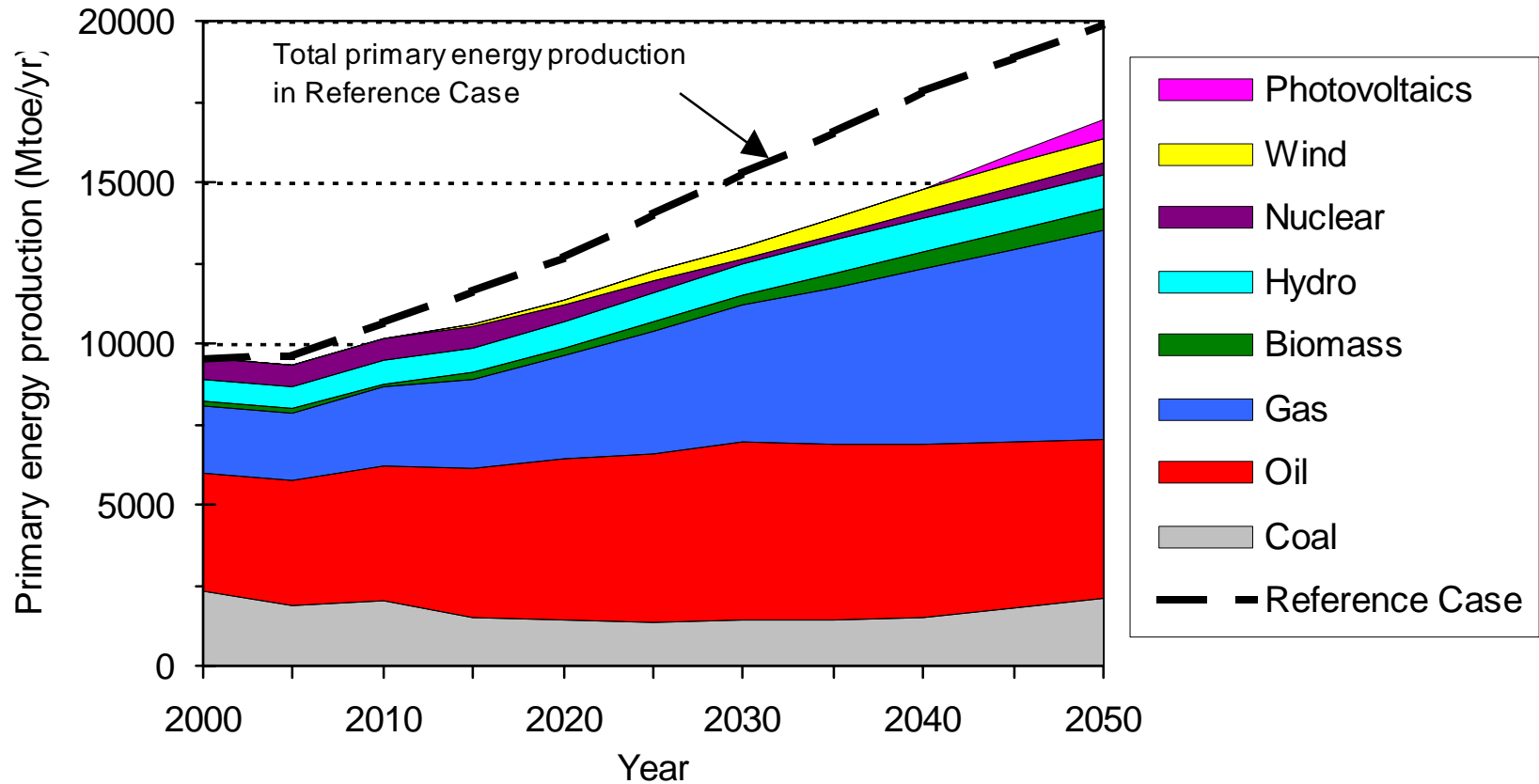
Annex I は英国提案目標に従う（年々排出削減し、2050年では90年比約60%削減）

EU27バブル。Non-Annex I も排出削減（Non-Annex I 内の配分は90年実績比）。

注）モデル計算上は2010年のNon-Annex I には排出上限制約を与えていない（グラフ表示と異なることに注意されたい）

世界一次エネルギー生産量

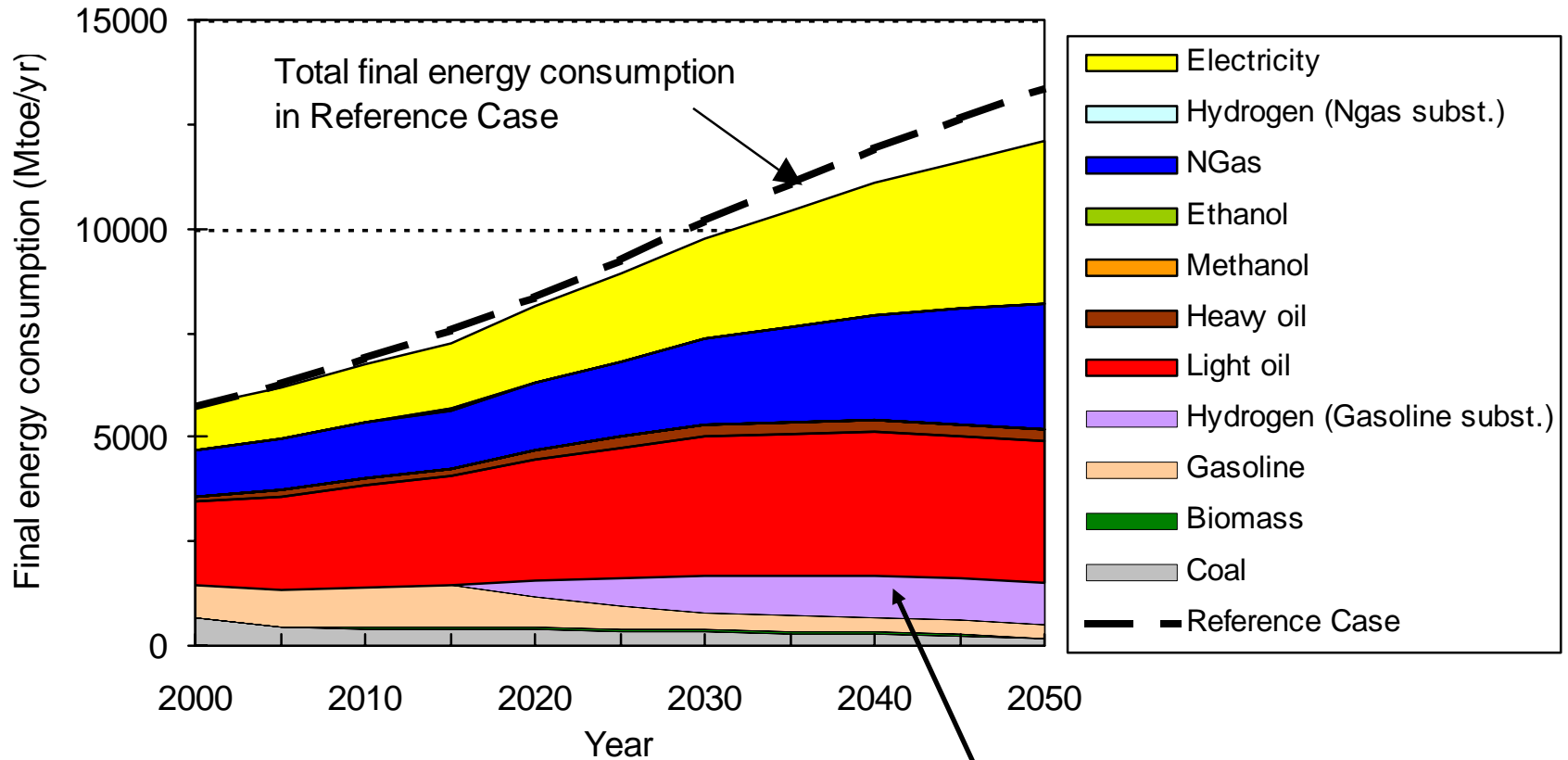
- Kyoto+UKケース（排出量取引無） -



Note: 1TWh=0.086/0.33Mtoe is used for primary energy conversion of nuclear, hydro, wind powers and photovoltaics.

世界最終エネルギー消費量

- Kyoto+UKケース（排出量取引無） -

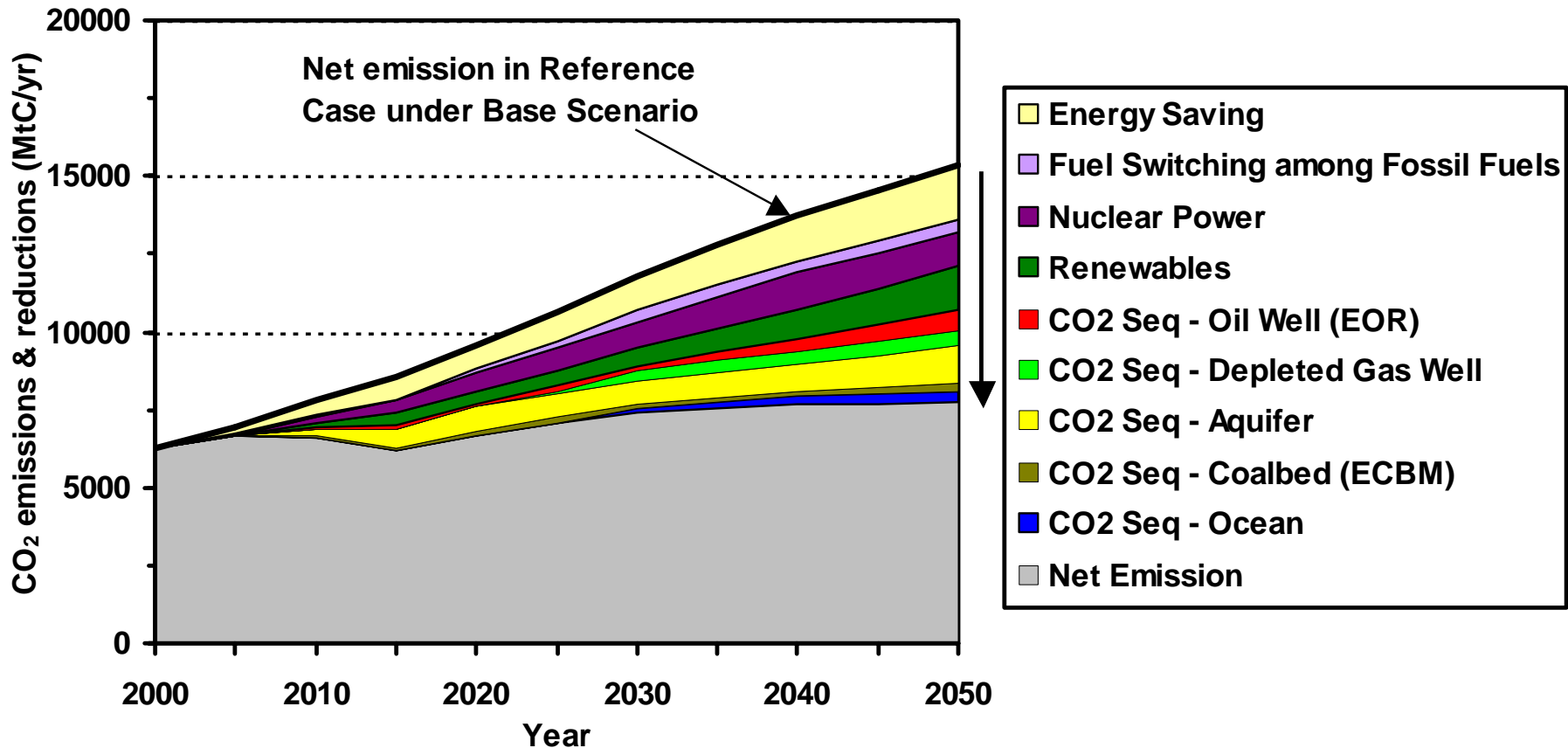


ガソリン自動車代替用水素
(燃料電池自動車用) *

*ガソリン代替分として表示。水素消費量としては、想定した車両効率分（約3倍）グラフ表示よりも少ない。

対策技術別のCO₂排出削減効果

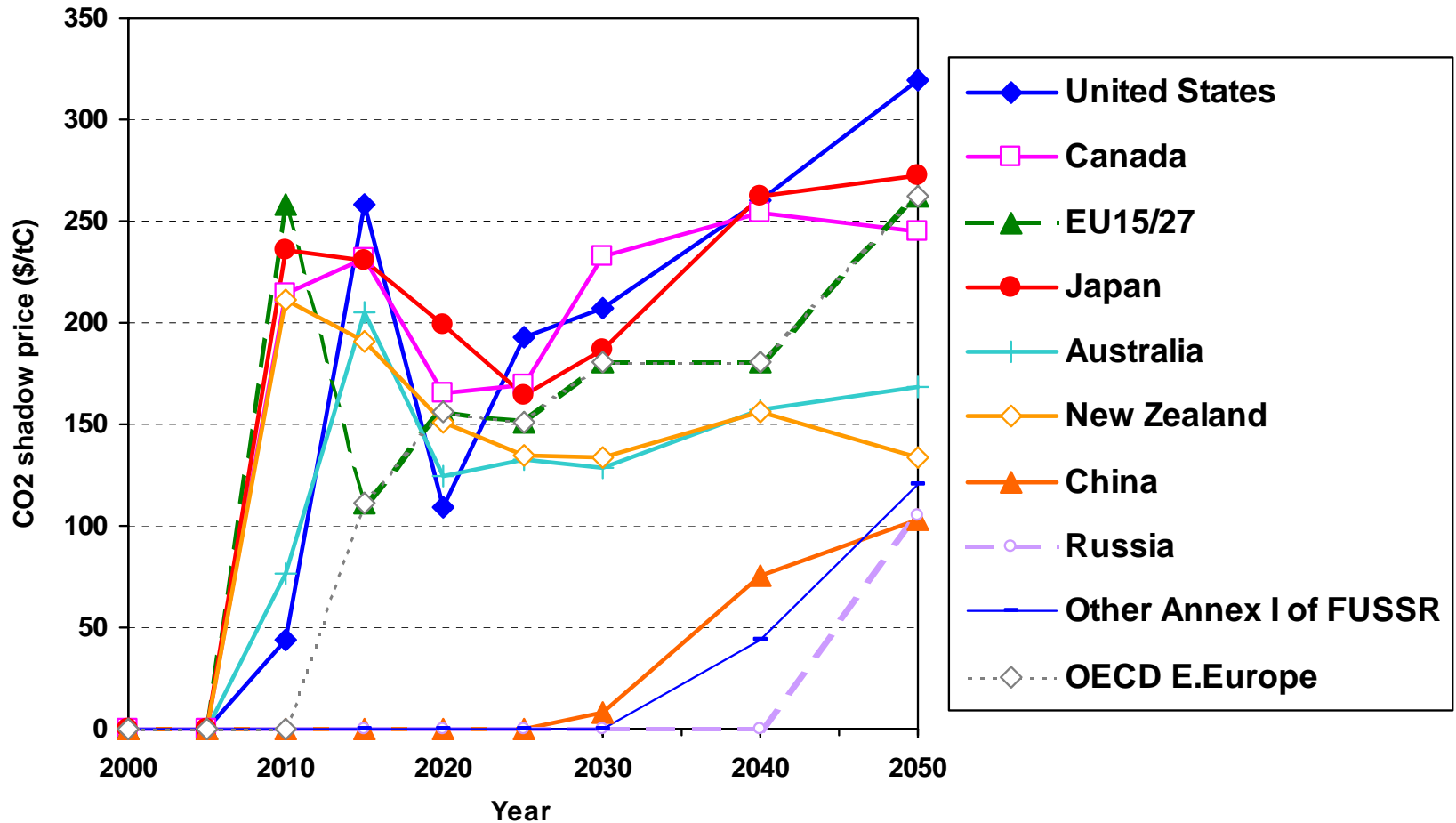
- Kyoto+UKケース（排出量取引無） -



- ◆ 省エネ、燃料転換（化石燃料間、原子力、再生可能エネルギー）、CO₂回収・隔離といった各種対策の組み合わせが重要

CO₂限界削減費用

- Kyoto+UKケース（排出量取引無） -

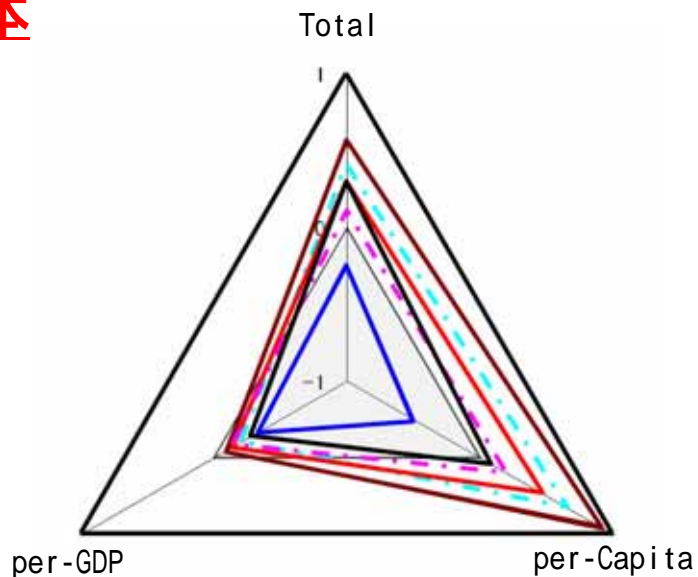


◆ CO₂対策コストは、地域によって大きく異なる。

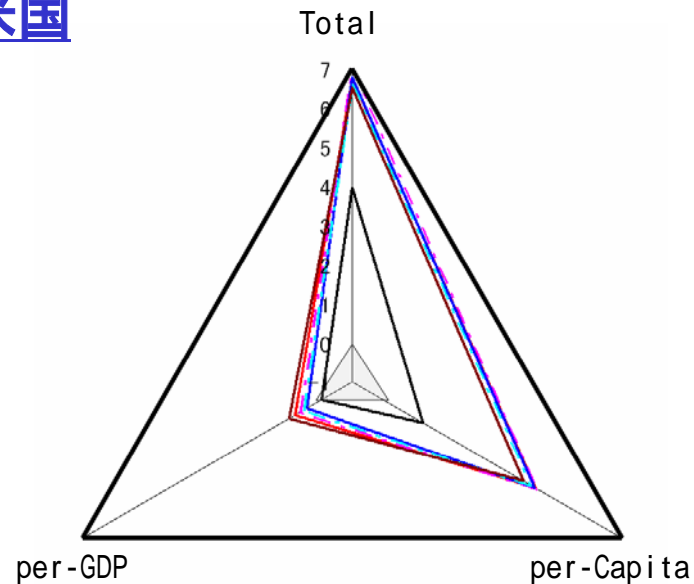
Note: The 15 and 27 countries bubble are assumed for EU in 2010 and thereafter, respectively.

各排出削減枠組における エネルギーシステムコスト増分

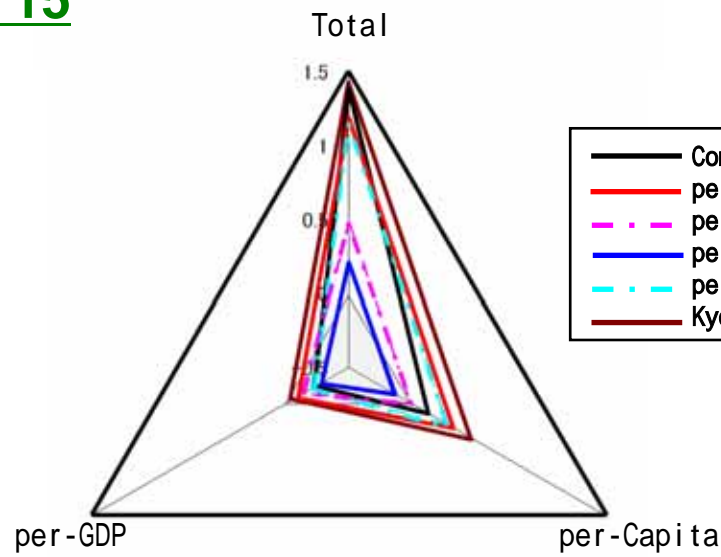
日本



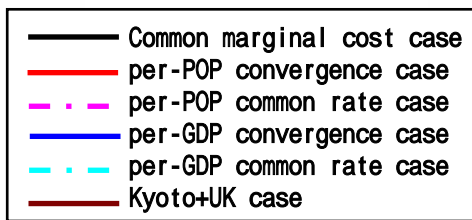
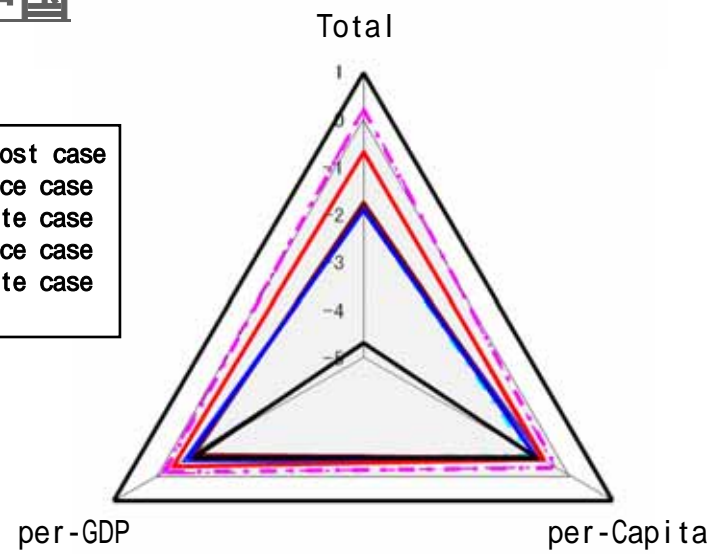
米国



EU 15



中国



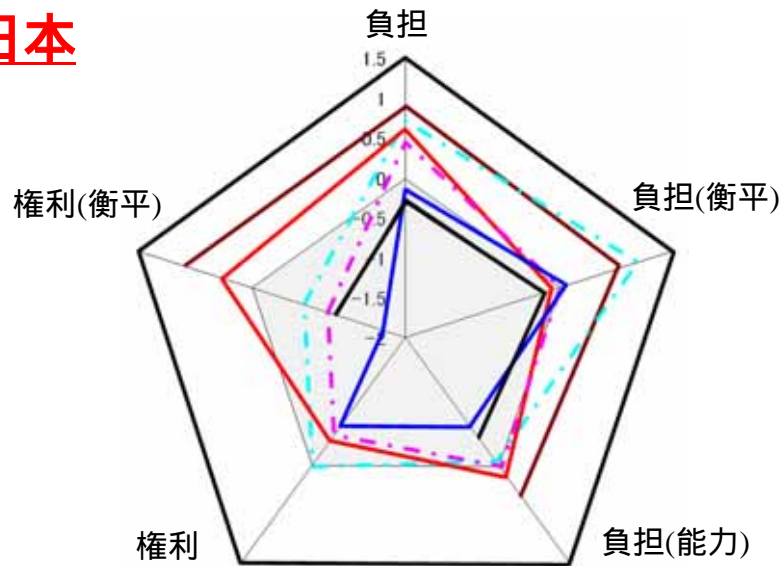
各種指標の統合化：想定した評価指標

DNE21+による計算から得られる地域別のコスト等を、共分散構造分析によって下記の指標に集約

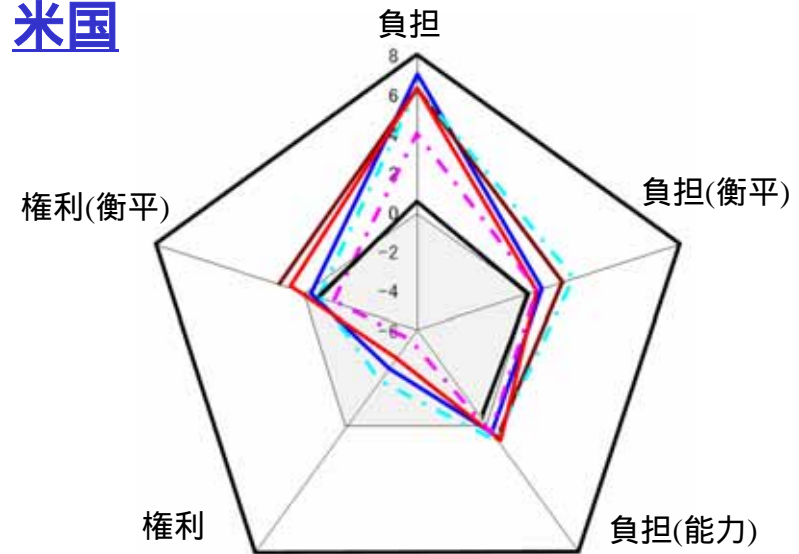
- 「**負担**」：地域全体の負担的な観測変数を集約した指標。
各時点におけるリファレンスケースからのCO₂削減量、CO₂削減量の2000年時CO₂排出量に対する割合、平均CO₂削減費用、CO₂限界削減費用、エネルギーシステムコストの増加によって説明。
- 「**負担(衡平)**」：各地域の一人当たりでの負担的な観測変数を集約した指標。
「負担」で考慮される観測変数を一人当たりで表現したものによって説明。
- 「**負担(能力)**」：各地域のGDP(能力)当たりでの負担的な観測変数を集約した指標。
「負担」で考慮される観測変数をGDP当たりで表現したものによって説明。
- 「**権利**」：CO₂の排出量やその伸びを権利とする。
各時点のCO₂排出量及び2000年時CO₂排出量に対する比で説明。
- 「**権利(衡平)**」：「権利」の説明に利用される観測変数を一人/GDP当たりで表現したもので説明。

各排出削減枠組における指標の大きさ

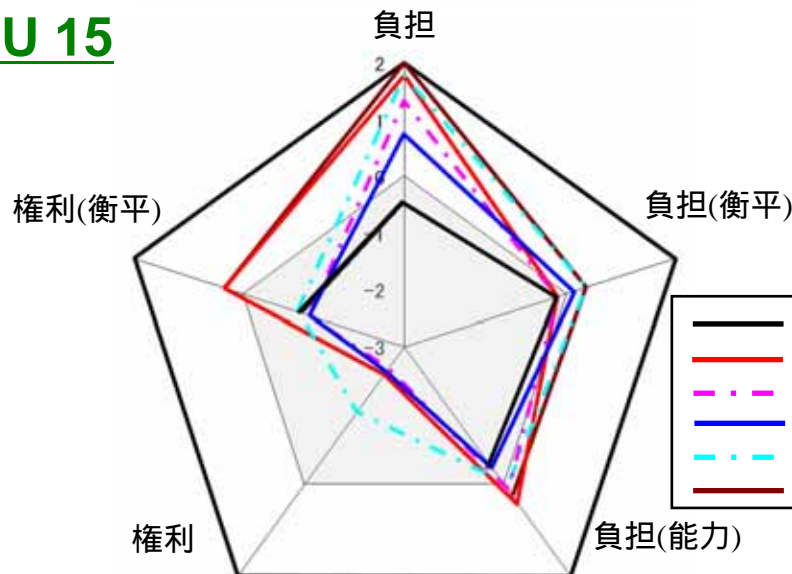
日本



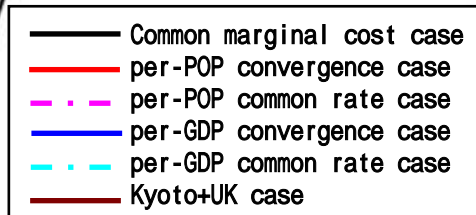
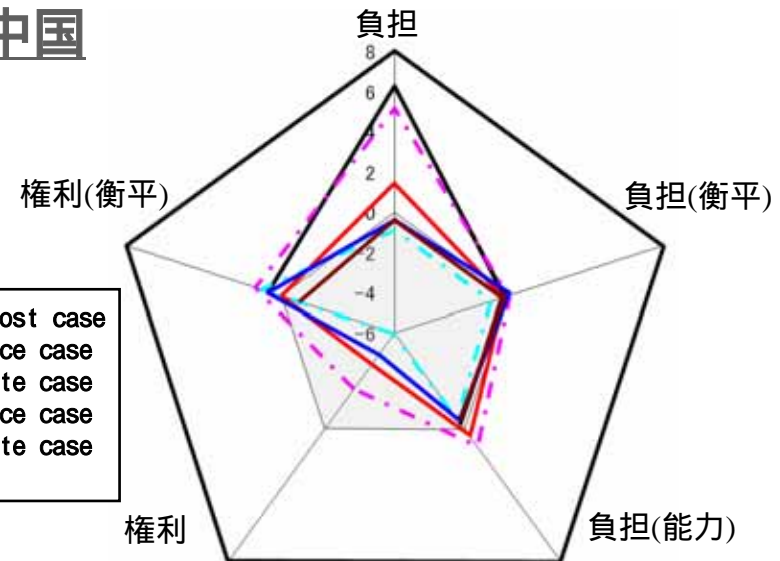
米国



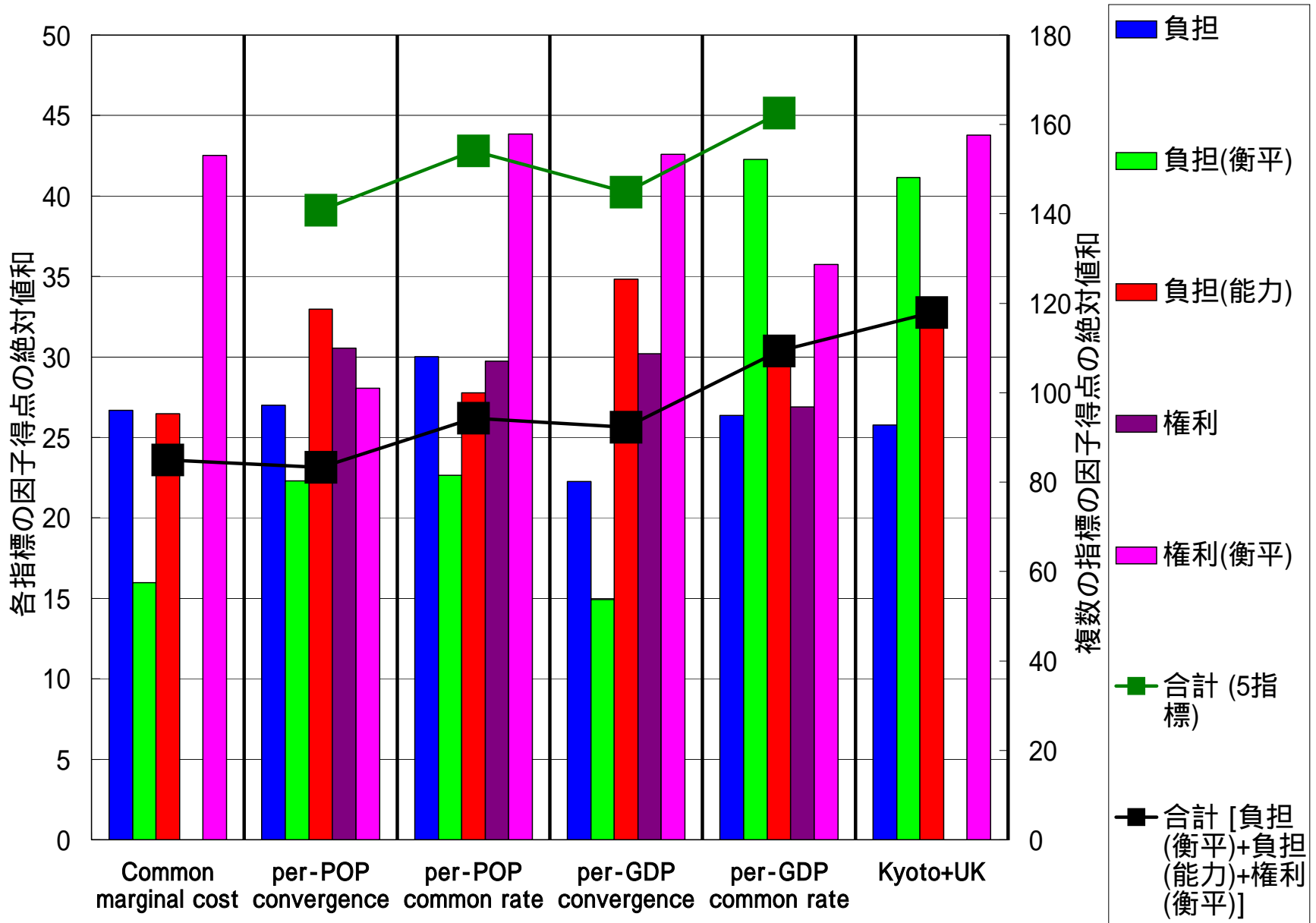
EU 15



中国



評価指標の絶対値和



まとめ

- ◆ 各種排出削減枠組・目標に関して、各国の排出削減コストや限界削減コスト、具体的な排出削減対策を導出
 - 地域別の技術の役割・コストを定量的に評価
- ◆ これら削減コストや一人当たり排出量、GDP当たり排出量など、複数の指標を統合した指標によって、これらの排出削減枠組が各地域によってどういった意味合いになるのかを評価
 - 日本については、「GDP当たり排出量収斂ケース」が、比較的有利
 - 考慮した指標の絶対値和が小さい程、削減枠組が衡平であると仮定した場合には、「一人当たり排出量収斂ケース」が最も衡平性が高い。
- ◆ 将来枠組のための国際交渉の基礎データを提供

今後の課題

- ◆ セクター別の原単位目標などの排出削減枠組（ボトムアップアプローチ）に関する評価
- ◆ トップダウンアプローチ（国別の総排出量に対する目標など）とボトムアップアプローチの比較評価
- ◆ 今後の将来枠組み交渉状況に合わせた分析・評価