

◆ 革新的環境技術シンポジウム ◆

温暖化対策における技術指向の 国際協力とCO₂削減効果

(財)地球環境産業技術研究機構 (RITE)

システム研究グループ

秋元圭吾



目次

1. ポスト京都の動向

- ◆ 気候変動枠組条約・京都議定書の現状と問題点
- ◆ ポスト京都の動向

2. 京都議定書を補完する国際協力の動向

- ◆ グレンイーグルスG8サミット行動計画
- ◆ アジア太平洋パートナーシップ（APP）

3. エネルギー効率の現状と国際比較における問題点

4. モデルを用いた分析・評価

- ◆ 評価モデルの概要
- ◆ モデルによる評価例

5. まとめと今後の課題

ポスト京都の動向

気候変動枠組条約・京都議定書の 現状と問題点

- ◆ 危険な人為的干渉とならないレベルに大気中CO₂濃度を安定化させることが、気候変動枠組条約の目標（「究極目標」）：
いつまでに、どのレベルかの議論はあるものの、これ自体には異論は少ない
- ◆ CO₂の排出削減に世界が協力して取り組む第1歩として、京都議定書は画期的な意義を持っている。
- ◆ 「究極目標」を達成するための手段としての京都議定書への懐疑論
- ◆ 京都議定書では、途上国は削減義務を負っておらず、また、米国離脱により、温暖化抑制効果は極めて限定的
- ◆ 経済成長とCO₂排出が強い正の相関を持っている現状では、CO₂排出を抑制することは、経済成長を抑制すると考えられている。
- ◆ 経済成長とCO₂排出の強い相関を断ち切るには、技術が重要だが、京都議定書の枠組みは、技術開発を促進するには、短期的な目標すぎると考えられている。

ポスト京都の動向

- ◆ 京都議定書第3条9項（次期約束期間における先進国の数値目標の交渉開始時期を2005年と規定）の動向
 - 「附属書I国の更なる約束に関するアドホック・ワーキンググループ（AWG）」
 - 第1回：2006年5月にボンにて開催

- ◆ 途上国との対話の動向（気候変動枠組条約の下）
 - 「気候変動に対応するための長期的協力の行動に関する対話」
 - 第1回：2006年5月にボンにて開催
 - 将来の交渉、約束、枠組み等に結び付けないことが前提で実施

- 次期枠組み、目標の議論がスタートしたものの、先進国と途上国、先進国間の意見の隔たりは大きく、見通しは明るくない
- 多くの国の参加のためには、経済成長を阻害しない技術開発を促進する長期的な枠組みが求められる

京都議定書を補完する 国際協力の動向

トップダウンからボトムアップへ
世界間合意から地域間合意へ
目標の合意から行動の合意へ

2種類のアプローチ

- 行動の結果としての排出量を
約束 → トップダウン型目標
- 排出削減行動は、各締約国に
委ねられる
- デマンドプル型
- 国連主導（ほぼ世界のすべて
が参加）

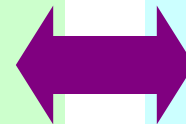


気候変動枠組条約
京都議定書

- 排出削減行動に対する約束
（燃費基準、排出基準の合意
など） → ボトムアップ型目標
- 削減行動の結果としての排出
に責任を負わない
- サプライプッシュ型
- 非国連主導（主要国がそれぞ
れ参加）



G8サミットイニシアティブ
アジア太平洋パートナーシップ
気候変動に関する中国-EUパー
トナーシップ
クリーン開発と気候変動に関する
インド-EUパートナーシップ
等



補完的

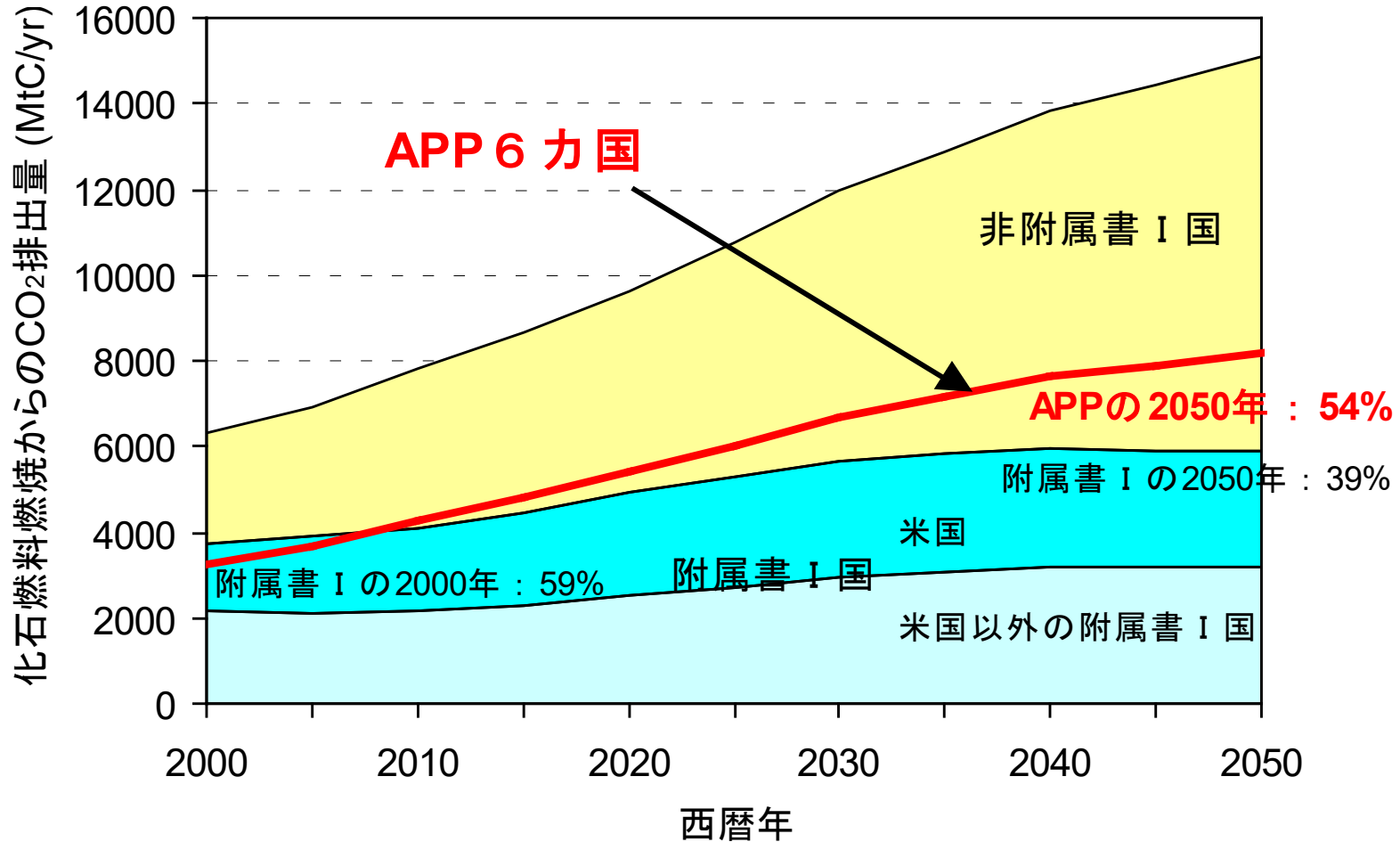
グレンイーグルスG8サミット行動計画

- ◆ 2005年7月の英国グレンイーグルスサミットにおいて、「気候変動、クリーンエネルギー及び持続可能な開発に関するグレンイーグルス行動計画」が合意
- ◆ 主な行動計画は以下のとおり
 - 各セクター（5分野：建物、機器、交通、航空、産業）における省エネの促進
 - 電力分野の低炭素化（炭素隔離を含む）
 - 研究開発ネットワークの促進
 - クリーンエネルギーへの移行のためのファイナンス
 - 気候変動の影響への対応
 - 違法伐採対策
- ◆ 国際エネルギー機関（IEA）に対して、以下のような項目のタスクアウトが盛り込まれた。
 - 産業分野や火力分野における途上国を含めたエネルギー効率の評価
 - 建物、電気機器、自動車における各国の基準のレビュー、政策のベストプラクティス評価
 - 炭素隔離技術の石炭火力発電所への適用可能性の検討

アジア太平洋パートナーシップ (APP)

- ◆ クリーン開発と気候に関するアジア太平洋パートナーシップ (APP) が、2006年1月の閣僚級会合にて正式に設立
- ◆ クリーンで効率的な技術の開発・普及・移転のための地域協力の推進を目的としている。
- ◆ 参加国：日本、米国、オーストラリア、韓国、中国、インド
- ◆ 参加国は日本を除いて京都議定書の削減義務を負っていない
- ◆ 8分野で技術協力
 - クリーンな化石エネルギー（二酸化炭素回収隔離含む）
 - 再生可能エネルギーと分散型電源
 - 発電及び送電
 - 鉄鋼 【日本議長国】
 - アルミニウム
 - セメント 【日本議長国】
 - 石炭鉱業
 - 建物及び電気機器

APP参加国の今後の排出見通し



出典) RITEのDNE21+モデルによるリファレンスケース (CO₂排出抑制無) のCO₂排出量推定結果。産業構造審議会地球環境部会第6回将来枠組み専門委員会 (2004年6月) より加工。

「排出基準・燃費基準」提案の特徴

◆ 特徴

- 排出・燃費基準では、行動の結果としての排出量ではなく、行動そのものが義務の対象
- KPのように各国ごとに排出量目標を設定する代わりに、個別の技術や製品にGHG排出量の基準やエネルギー効率基準を導入することを各国の義務とする。

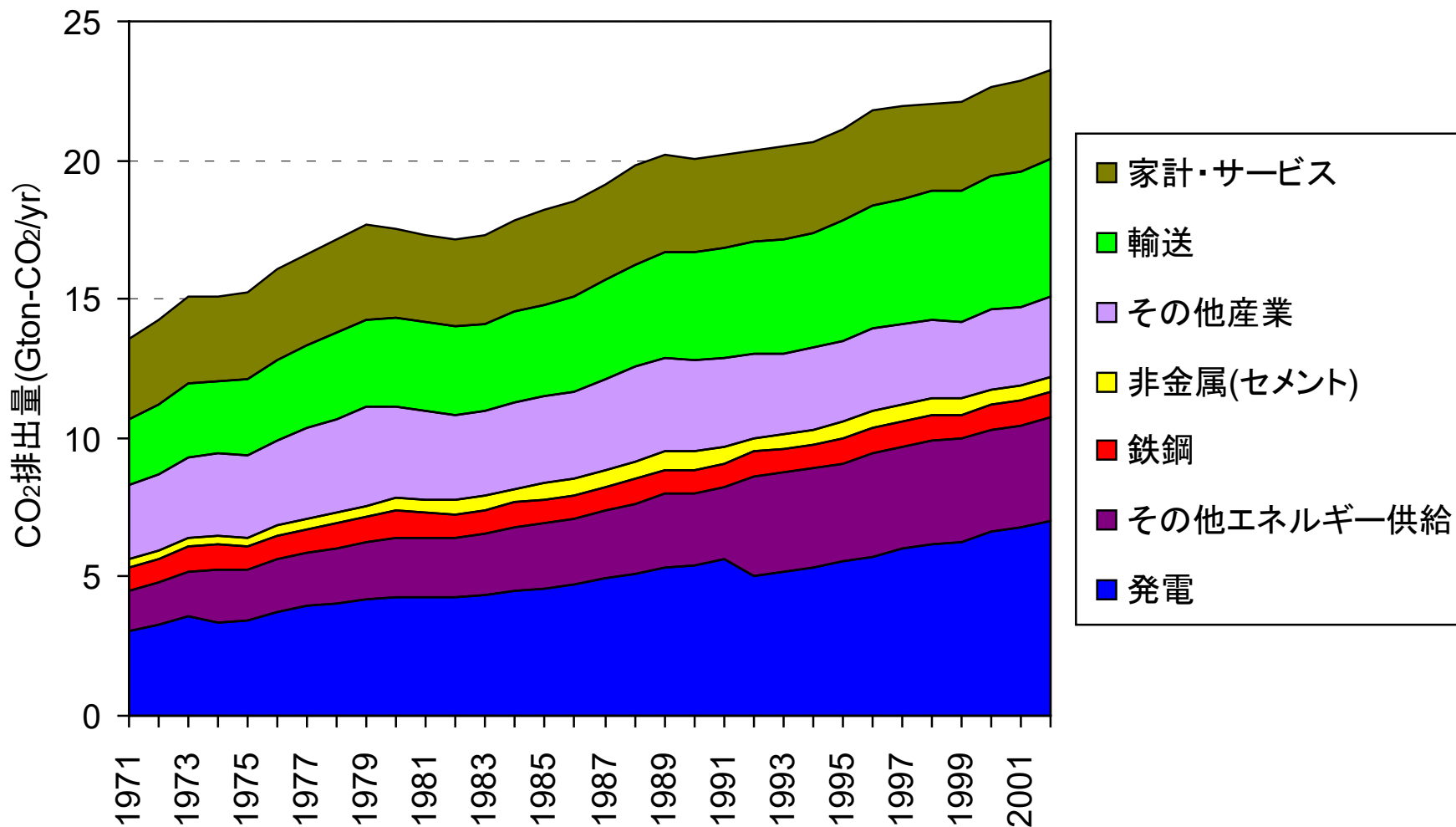
◆ 長所

- 日本の産業界にとっては比較的受け入れやすい
- 国際的にも比較的合意に達成しやすい可能性を持つ。求められる効率改善度にもよるが、交渉に参加する国がOECD諸国と一部の主要途上国に限られる場合、何らかの便益と引き換えに、途上国も合意に参加する可能性がある。

◆ 問題点・短所

- 具体的な目標設定に関するテクニカルな問題（技術の細部の検討が必要）
- 燃費改善は気候変動対策の重要な項目だが、その一部でしかない
- 手続きの問題：気候変動問題を扱う場合、科学的不確実性、衡平性の観点から、すべての関係者が決定に参加する必要がある、一部の国だけでの合意にとどまる場合、手続き上の正当性が失われる。
- 総排出量抑制の効果に対する不明瞭さ

世界の部門別CO₂排出量推移

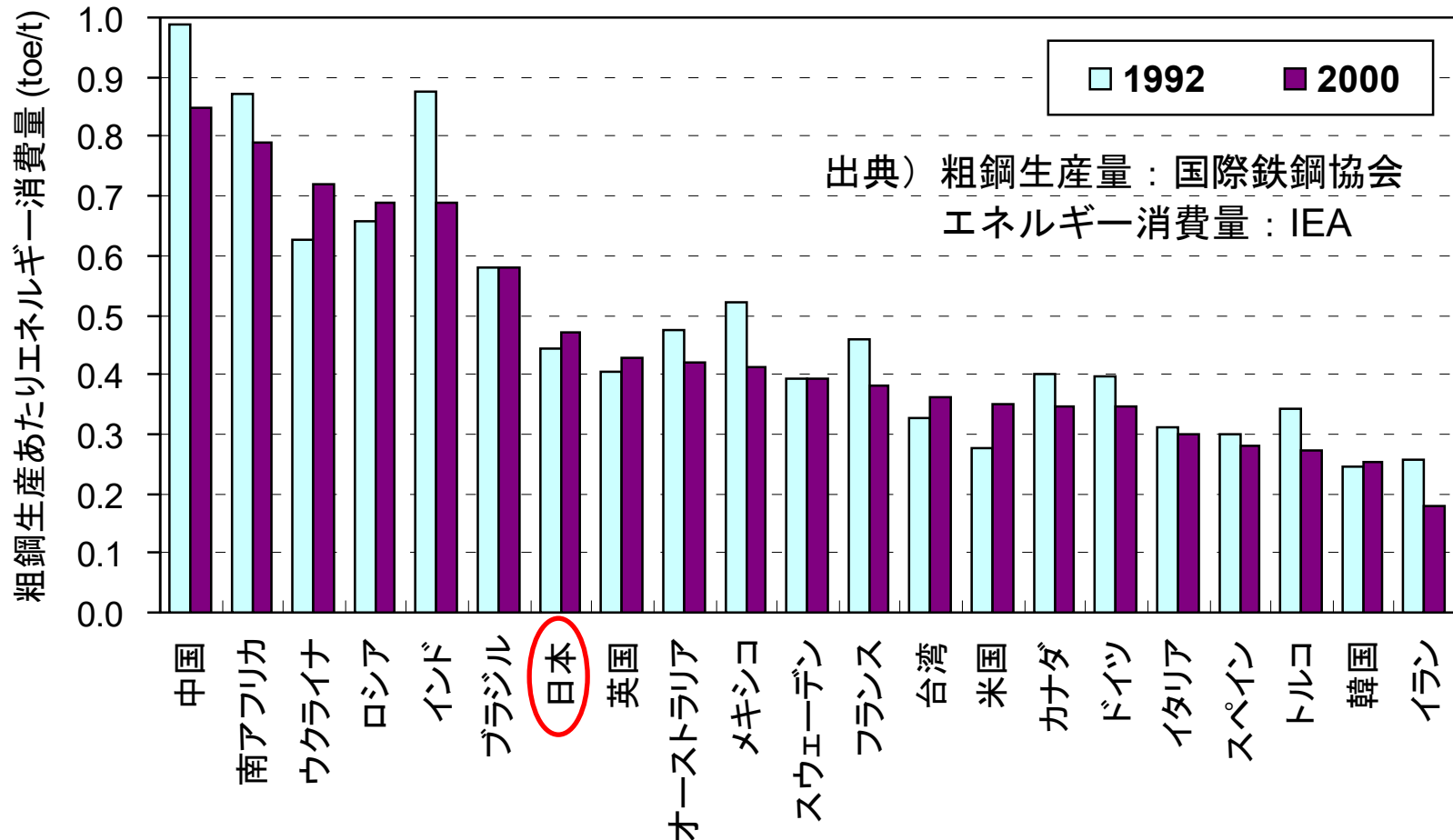


注) 化石燃料燃焼からのCO₂排出量のみ

出典) IEA, CO₂ Emissions from Fuel Combustion

エネルギー効率の現状と 国際比較における問題点

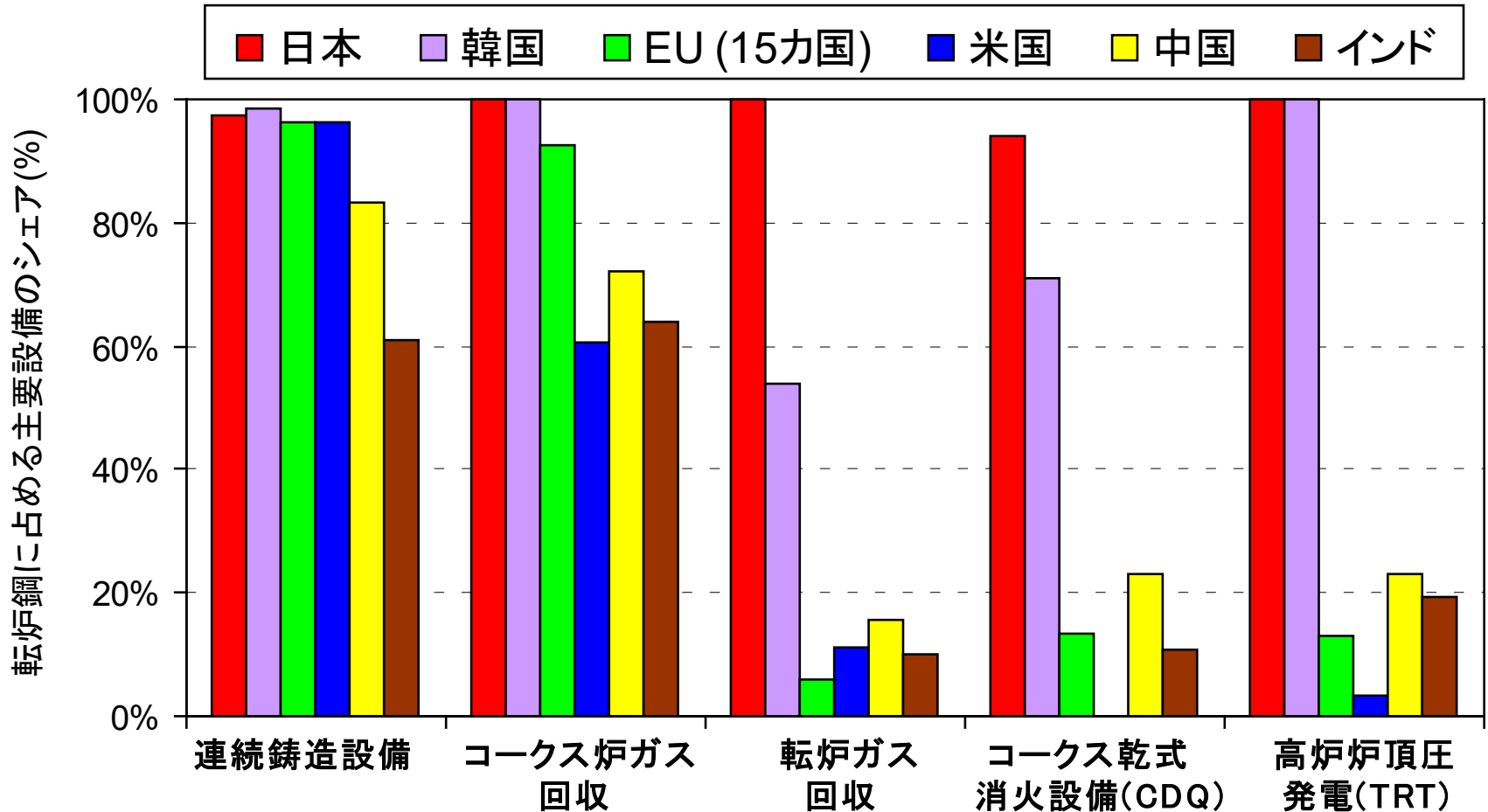
統計データに基づいて推定した地域別の粗鋼生産量あたりのエネルギー消費量



統計データからの推定では、日本の原単位は必ずしも良くない

- 電炉の利用率や、売電エネルギーが考慮されていない、等による
- 省エネ技術の導入の実態が正しく反映されない

鉄鋼業における高効率設備の導入シェア



出典) 国際鉄鋼協会、NEDO等の文献を基に、RITEにて推定

各種文献を基に、省エネ設備の導入量を推定すると、やはり、日本における省エネ設備の導入シェアは高い

ボトムアップ型目標の評価

- ◆ エネルギー効率指標の策定において、定量的な評価が必要
- ◆ CO2排出削減効果の定量的な把握が重要
- ◆ 排出削減効果を積み上げで算出すると、ダブルカウントが生じやすい
- ◆ 数理モデルを使った評価が必要
- ◆ しかし、既存のモデルでは、技術の記述が大雑把なものが多く、ボトムアップ型の排出削減枠組みの評価が困難
- ◆ また、地域間協力による削減枠組みが多いため、詳細な地域区分が必要で、既存のモデルでは対応が難しい



- ◆ これらの評価に耐え得る世界的に唯一とも言える数理モデルを開発、試評価を実施

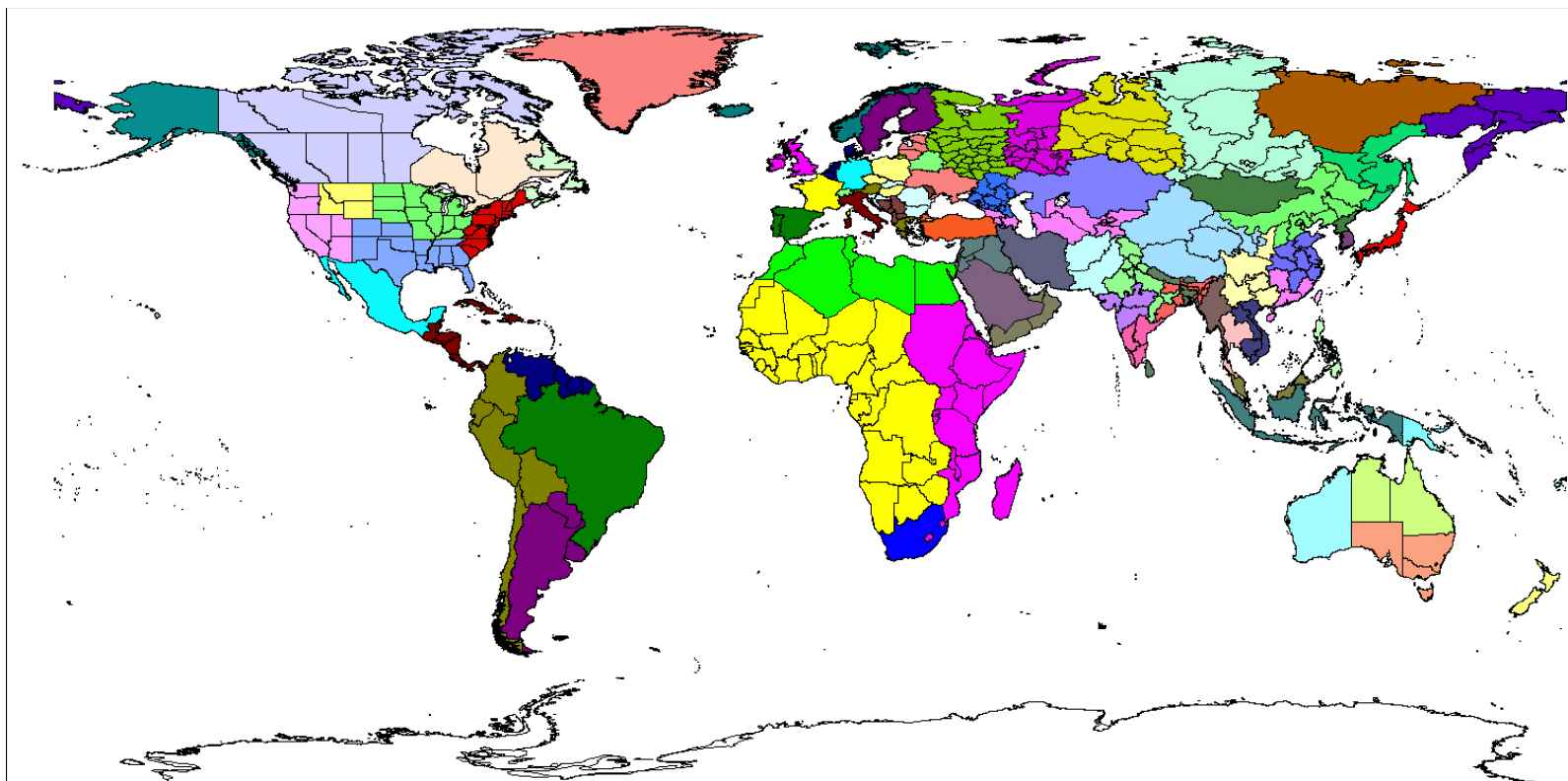
モデルを用いた分析・評価

モデル（DNE21+）における地域分割

地域的な評価が必要であり、かつ統合的な世界比較が可能であることが求められる



世界を詳細な54地域*に分割したモデルによって評価



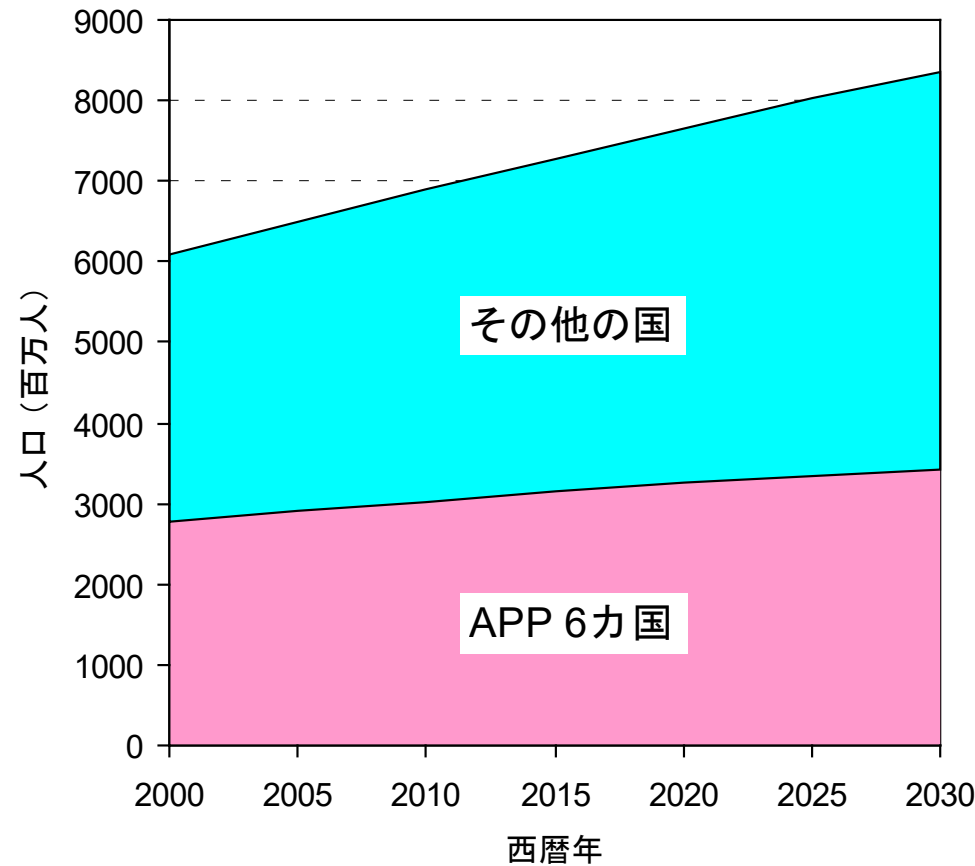
* 国土の大きな国は、更に分割しており、全体では77地域に分割している。

DNE21+モデルの概要

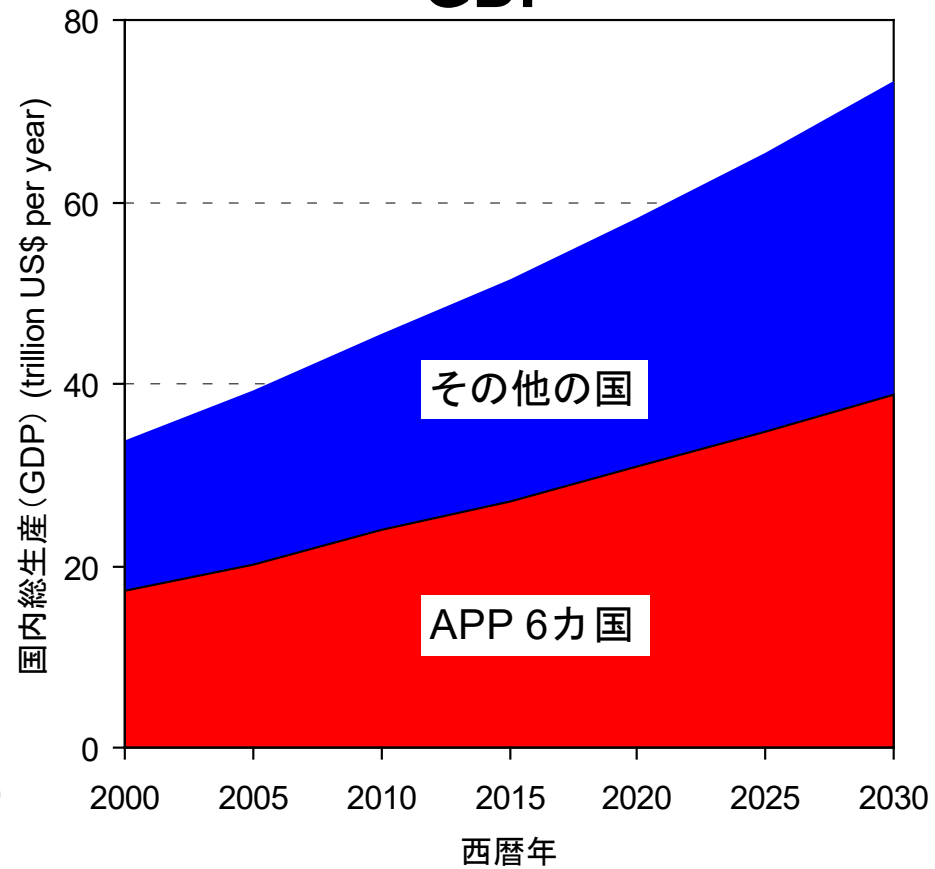
- ◆ 各種エネルギー・CO₂削減技術のシステムの的なコスト評価が可能なモデル
- ◆ 線形計画モデル（エネルギーシステム総コスト最小化）
- ◆ モデル評価対象期間：2000～2030年
 - 最適化代表時点：2005, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030年
- ◆ 世界地域分割：
 - 54 地域分割（米国、中国などは更に1国内を分割、計77地域分割）
- ◆ 地域間輸送：石炭、石油、天然ガス、電力、メタノール、水素
- ◆ エネルギー供給（発電部門等）、CO₂回収・貯留技術を、ボトムアップ的に（個別技術を積み上げて）モデル化
- ◆ エネルギー需要部門のうち、鉄鋼、セメント産業について、ボトムアップ的にモデル化
- ◆ 他のエネルギー需要部門はトップダウン（マクロ）的モデル化

想定した人口、GDPシナリオ

人口

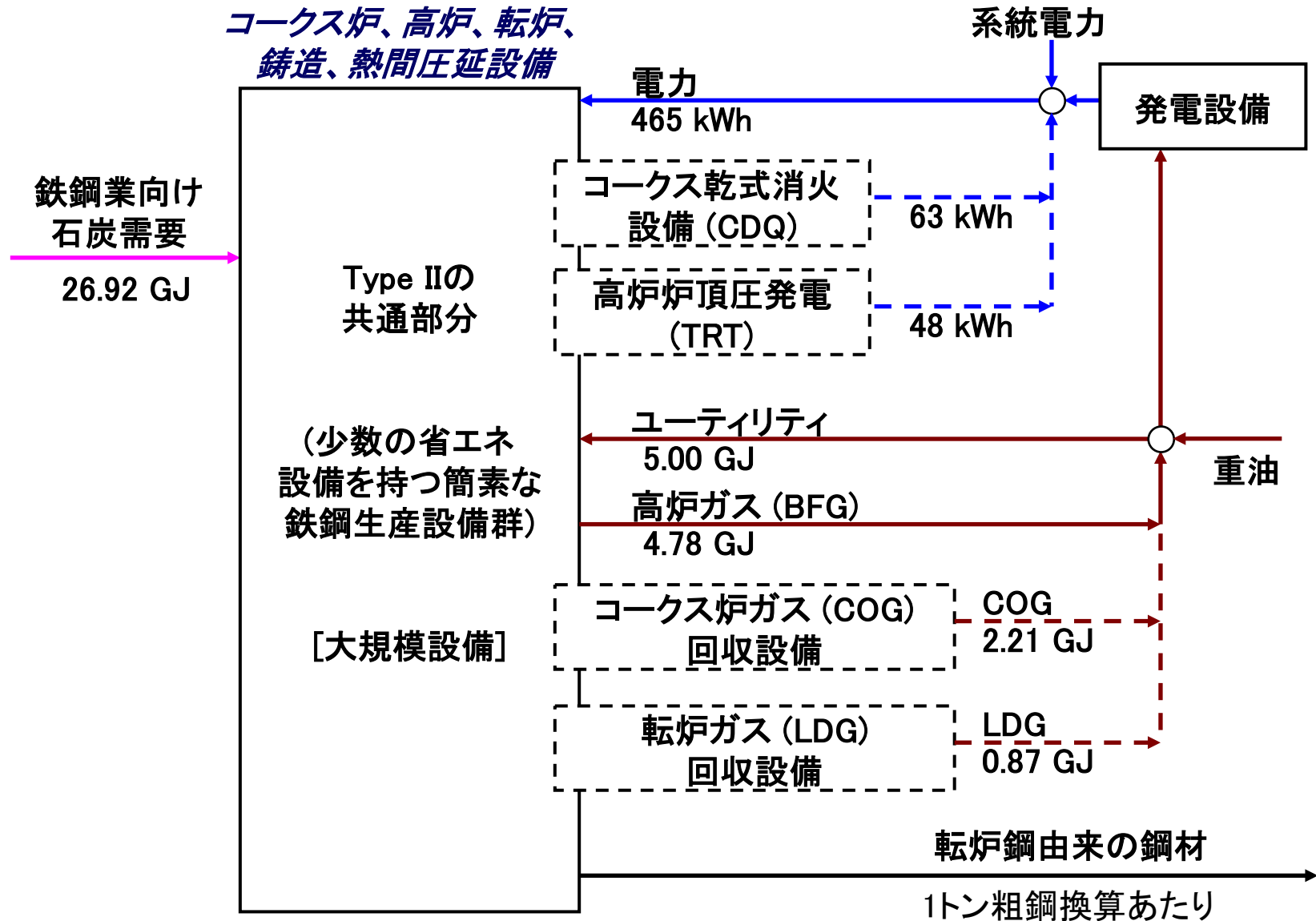


GDP

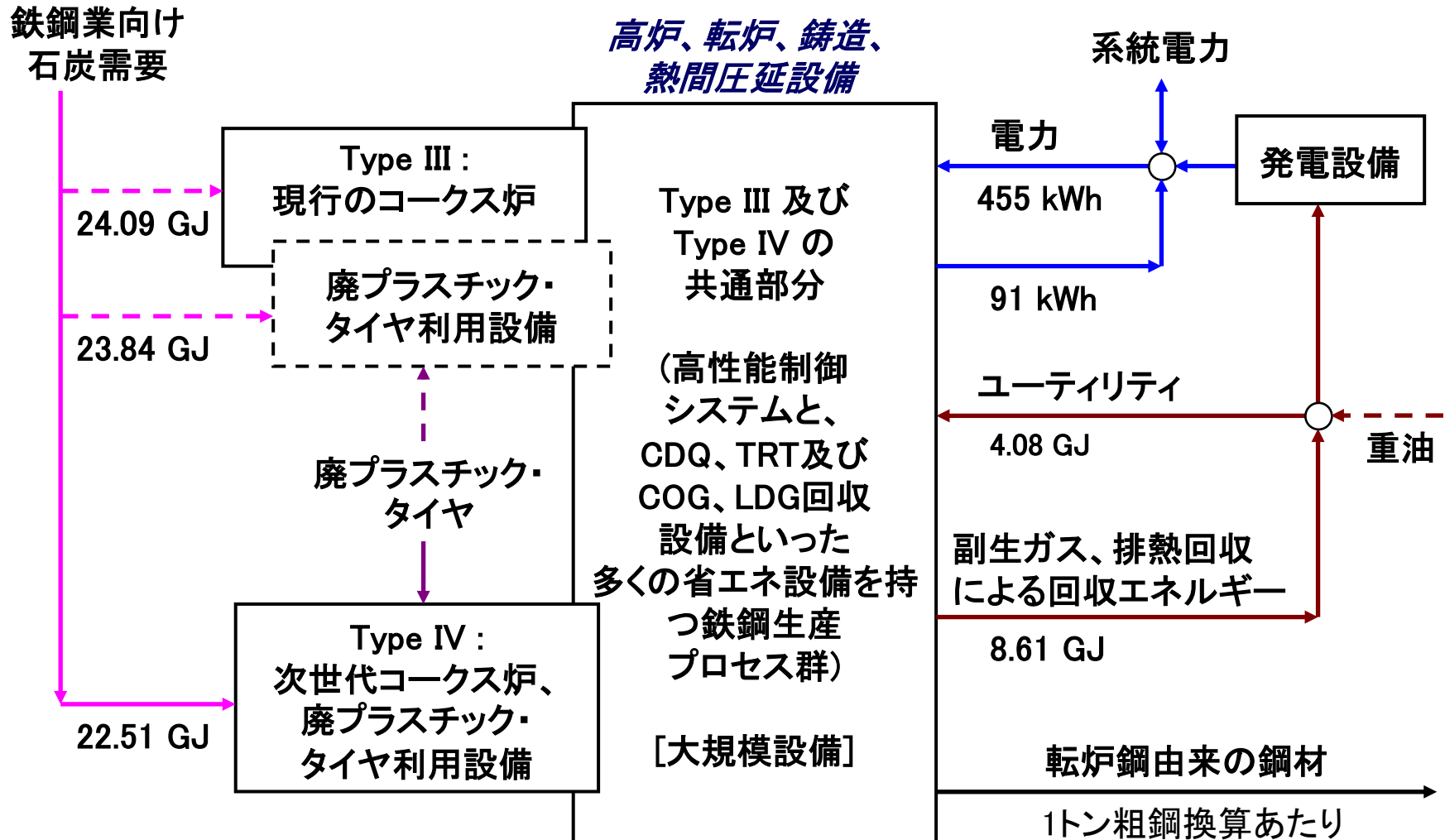


モデルでは世界54地域別に想定
出典) IPCC SRES B2

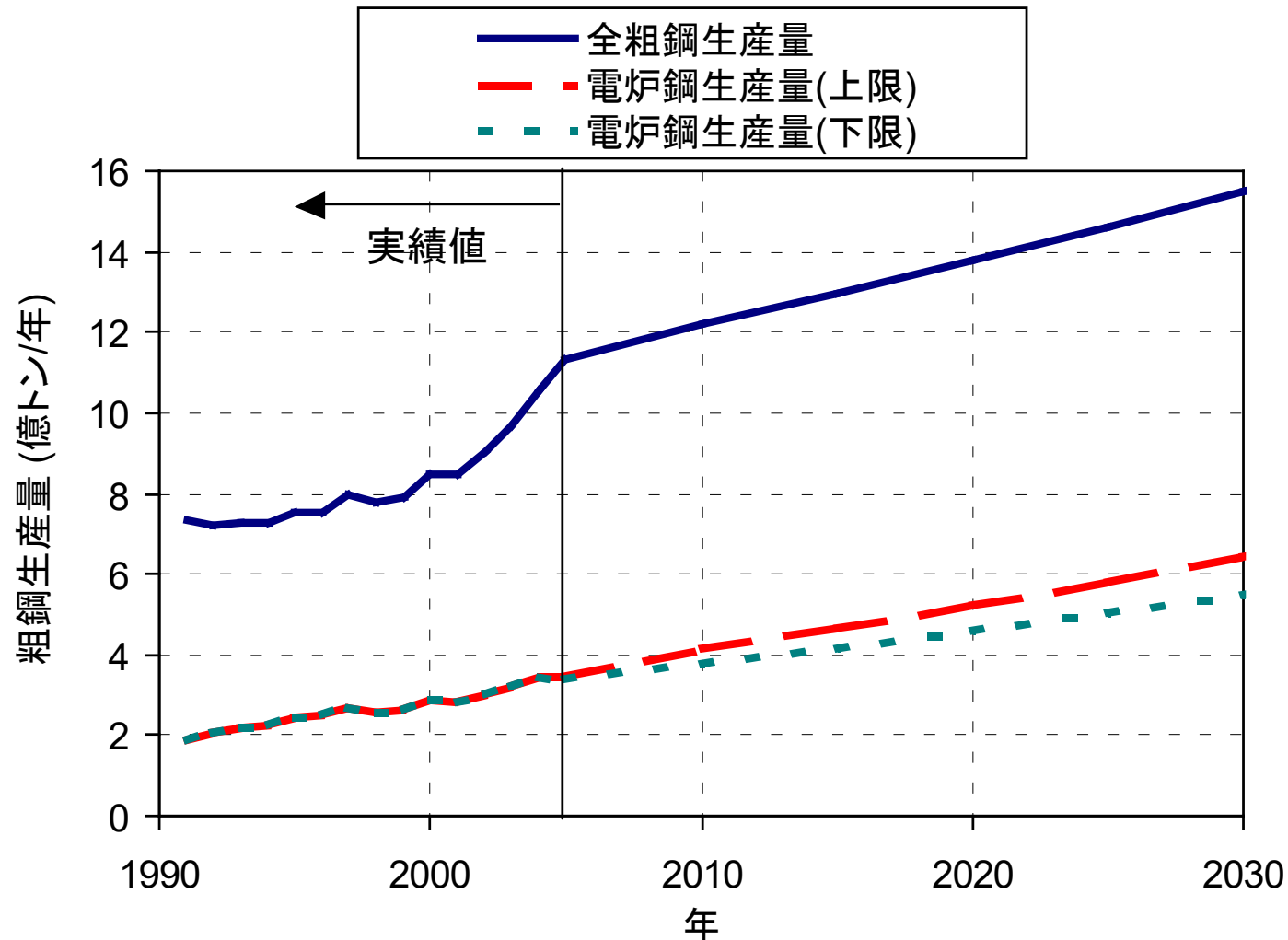
粗鋼生産プロセスにおける省エネ技術の モデル化（一部：中レベル省エネ技術）



粗鋼生産プロセスにおける省エネ技術の モデル化（一部：高レベル省エネ技術）



想定した粗鋼生産量シナリオ（世界全体）



一人あたりGDPの将来推定（IPCC SRES B2）、現状の推移等を元に世界54地域別に想定

評価ケース

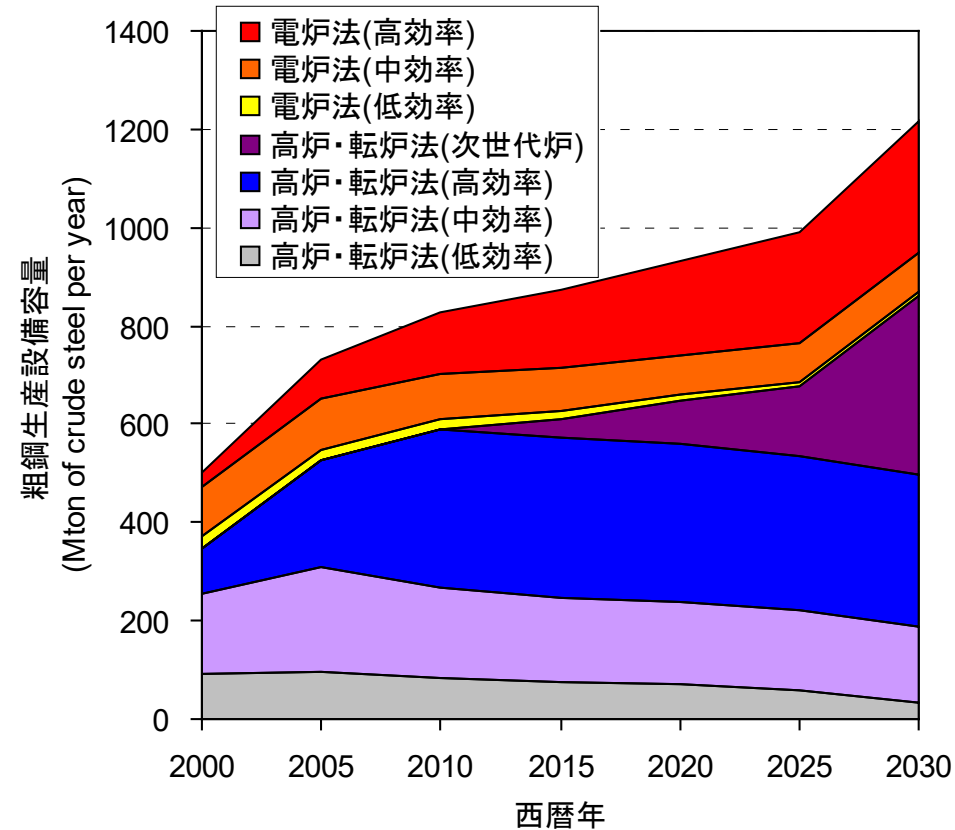
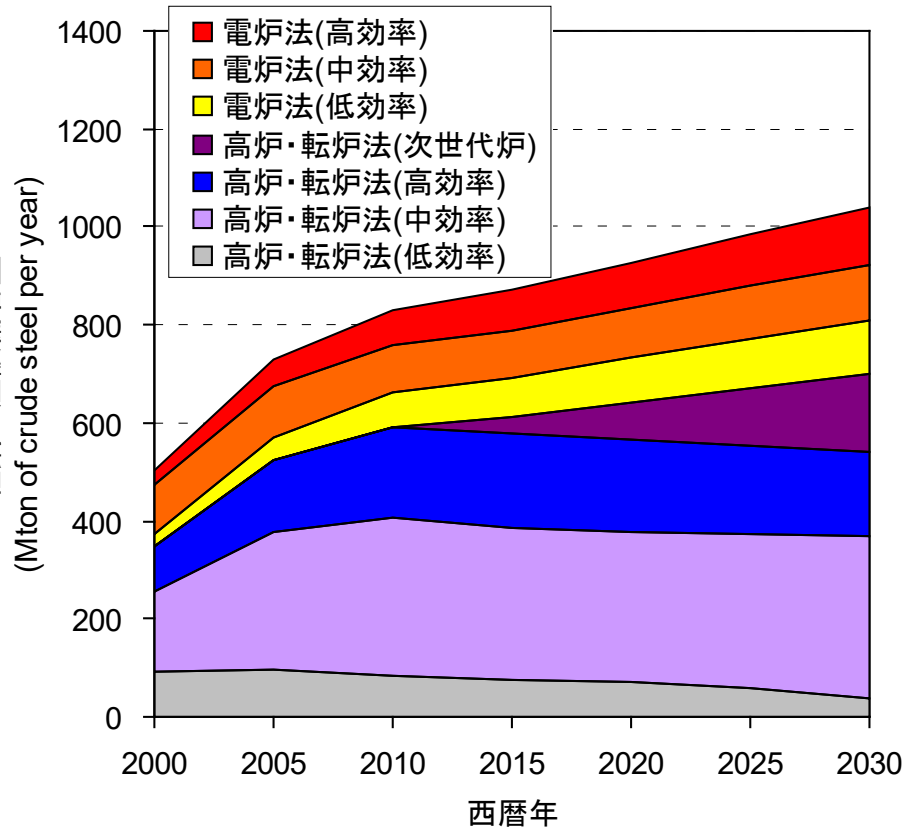
ケース名	具体的目標
トップダウン型目標	
京都議定書ケース	2008～2012年の数値目標がそのままその後も（2030年まで）継続（排出量取引無、米国は離脱のまま）
550ppmv安定化ケース	IPCC WGIのCO ₂ 濃度550ppmv安定化パスを実現
ボトムアップ型目標（APP 6カ国（日本、米国、オーストラリア、韓国、中国、インド）のみ）	
排出基準ケースA	発電：火力平均CO ₂ 排出原単位を2030年までに現状日本基準比80%レベルを達成
	鉄鋼：高炉・転炉法および電炉法による粗鋼生産のエネルギー原単位を2030年までに現状日本基準比でそれぞれ90%*、100%レベルを達成
	セメント：セメント生産のエネルギー原単位を2030年までに現状の日本基準比120%レベルを達成*
排出基準ケースB	発電：全電源平均CO ₂ 排出原単位を2030年までに現状日本基準比80%レベルを達成
	鉄鋼：全粗鋼生産のエネルギー原単位を2030年までに現状日本レベルを達成*
	セメント：セメント生産のエネルギー原単位を2030年までに現状の日本基準比120%レベルを達成*

* 既に目標に到達している国には、年0.5%の原単位改善目標を想定

APP6カ国の粗鋼生産設備の導入推移

リファレンスケース

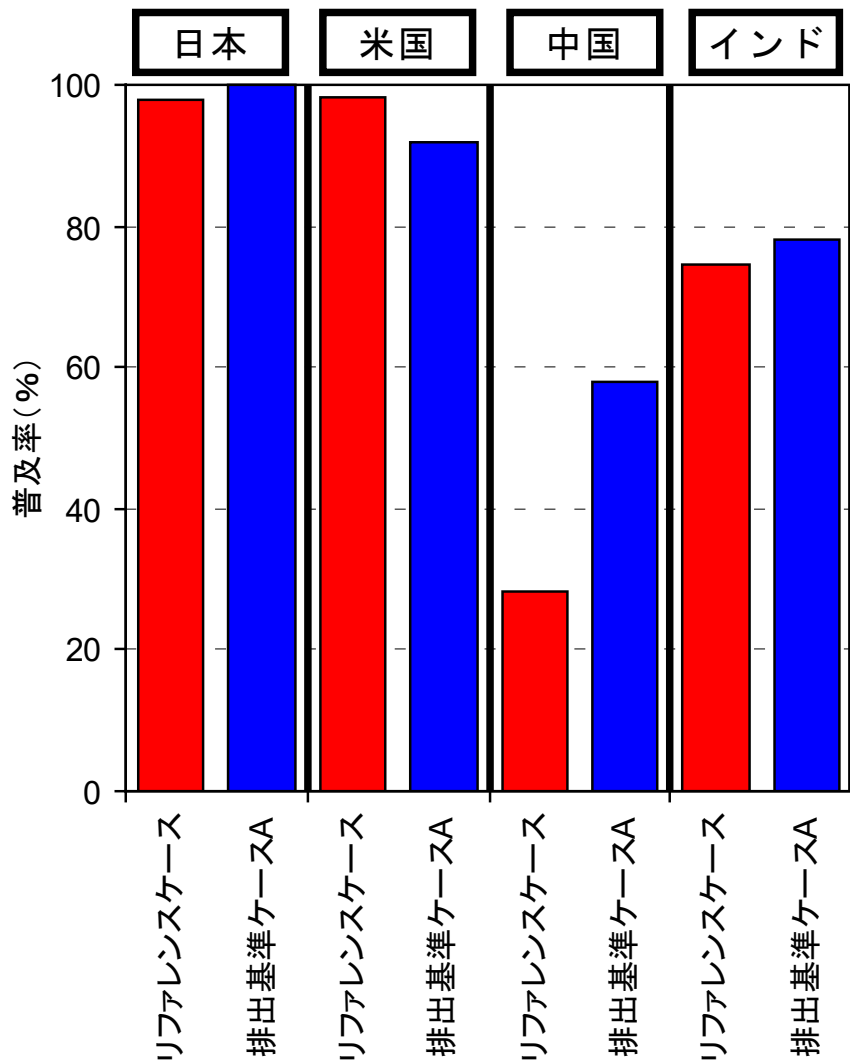
排出基準ケース A



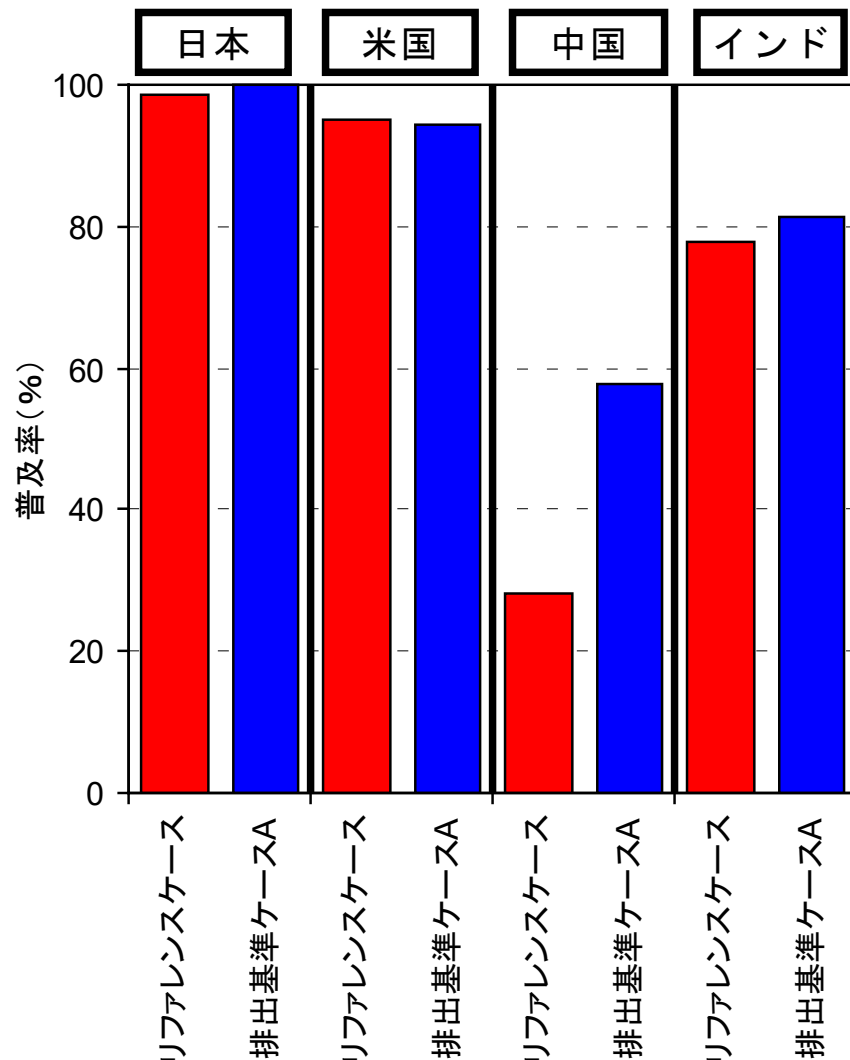
注) リファレンスケースは、CO₂排出に関する制約がないと想定したケースで、CO₂排出制約がない中でのコスト効率性は追求される。

2020年におけるCDQ、TRT技術の普及率

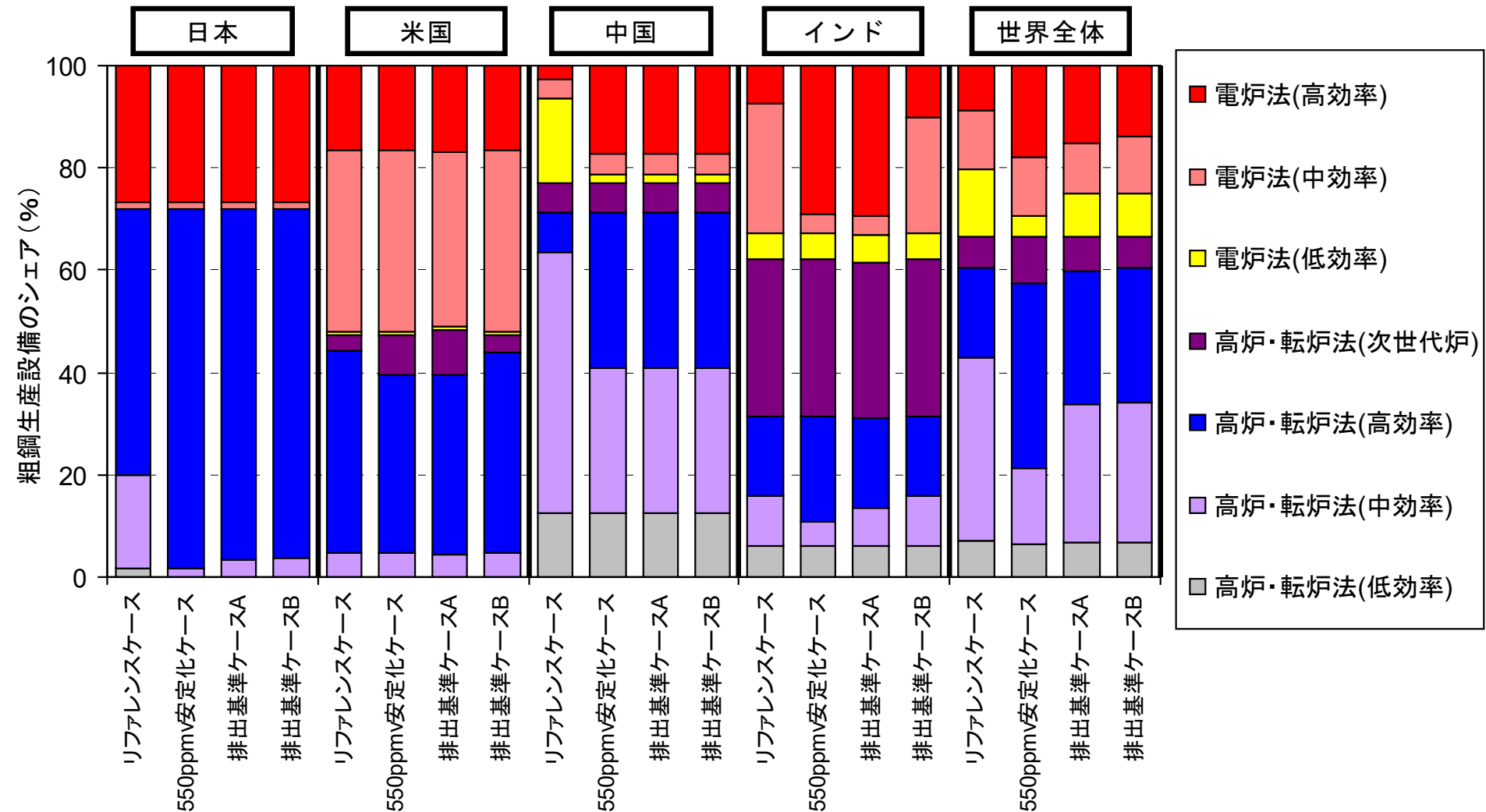
コークス乾式消火設備 (CDQ)



高炉炉頂圧発電 (TRT)



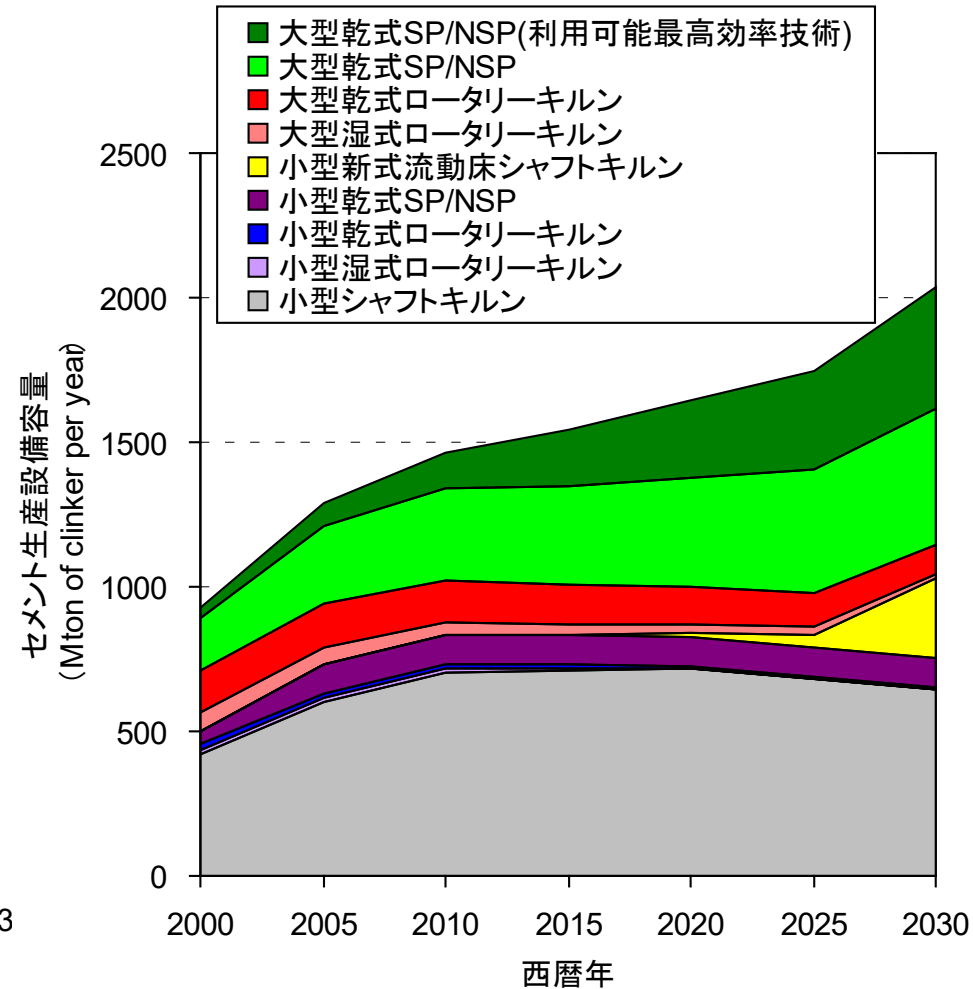
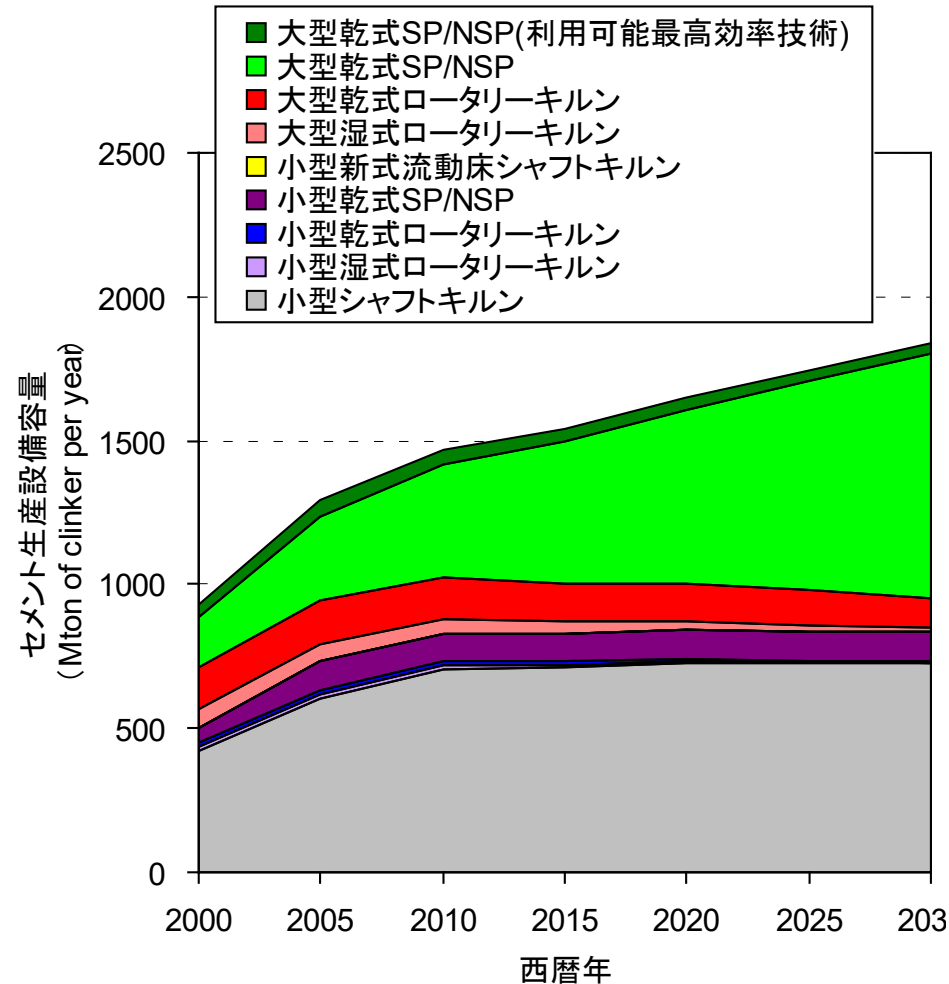
各ケースの2020年における粗鋼生産設備



APP6カ国のセメント（クリンカー）生産設備の導入推移

リファレンスケース

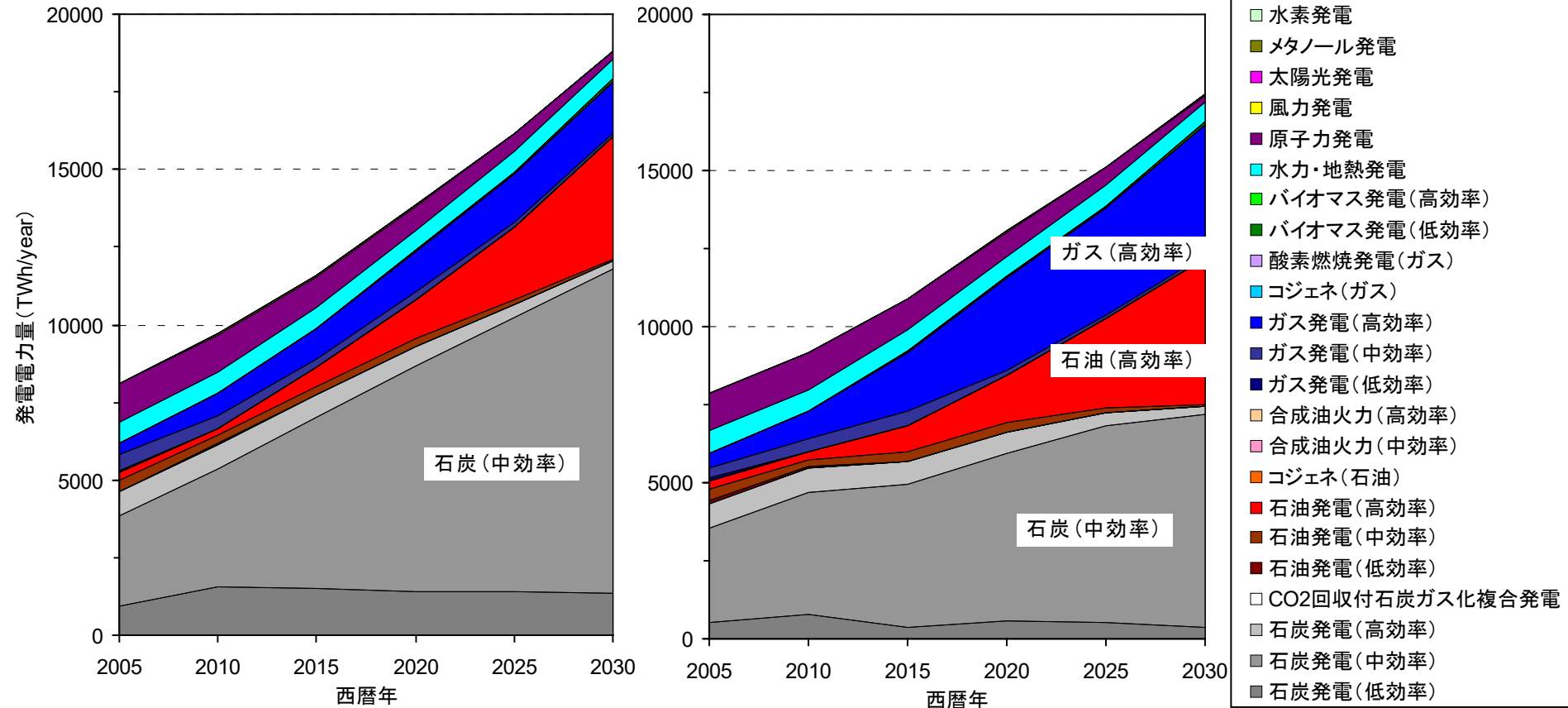
排出基準ケースA



APP 6 各国の発電構成

リファレンスケース

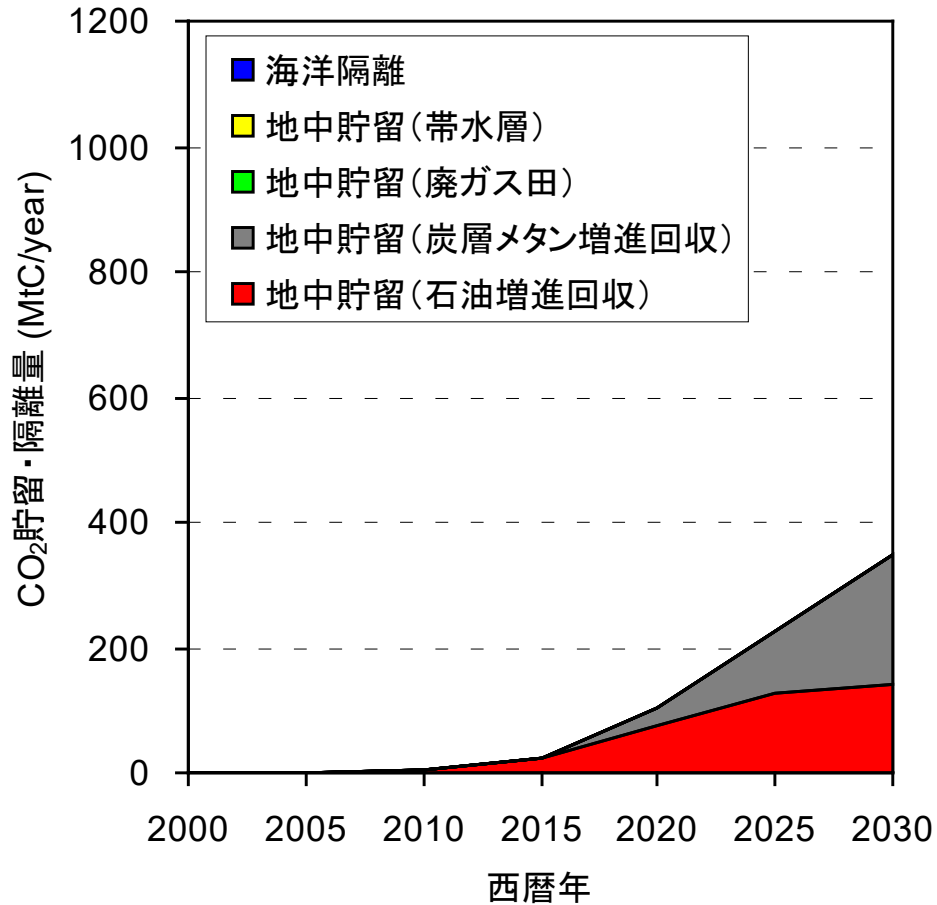
排出基準ケース A



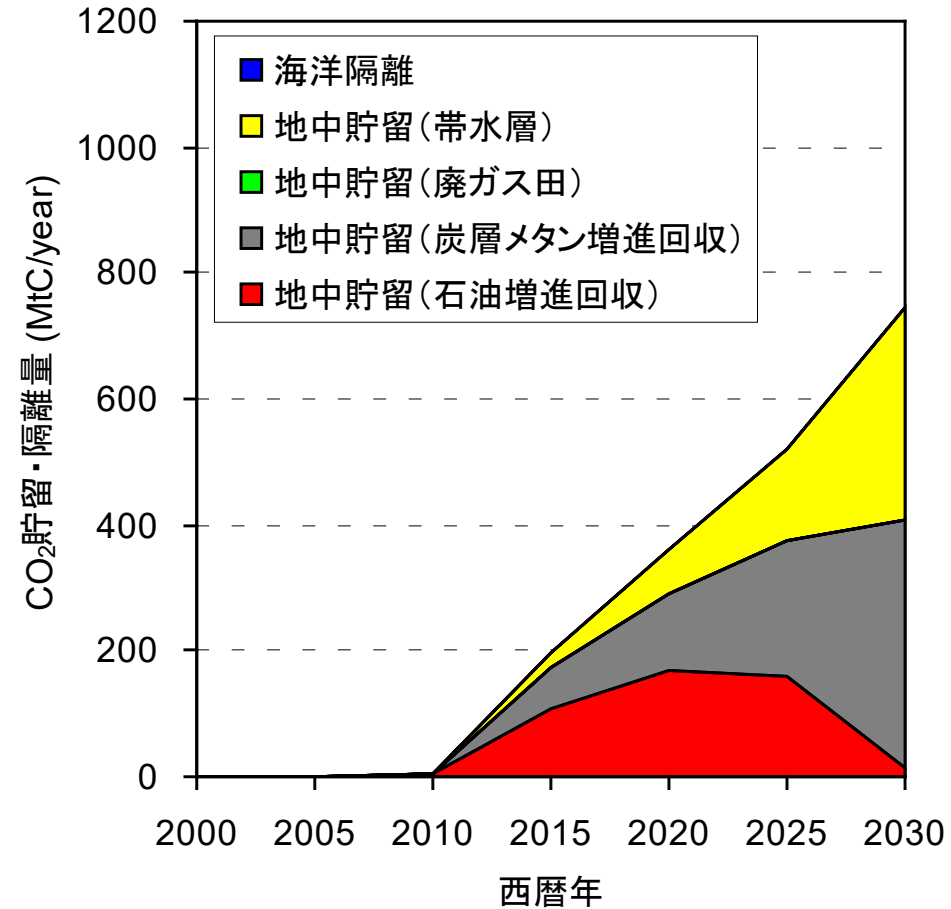
注) 排出基準ケース A では、一部にCO2分離・回収設備が付加されるが、ここでは区分していない。

APP 6 力国のCO₂回収・貯留量

排出基準ケース A

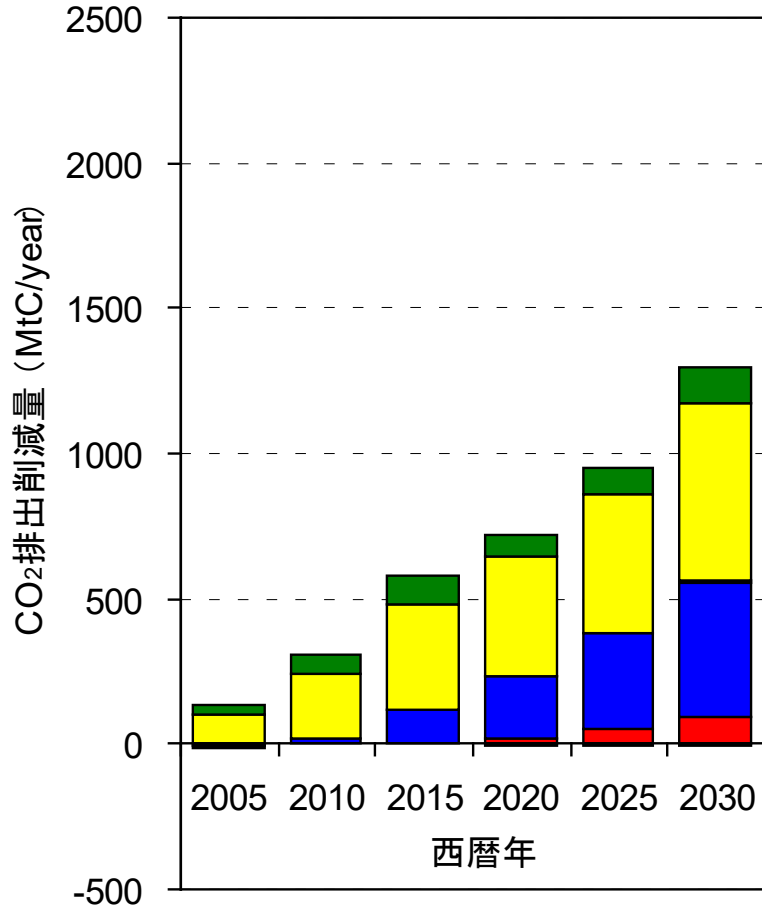


排出基準ケース B

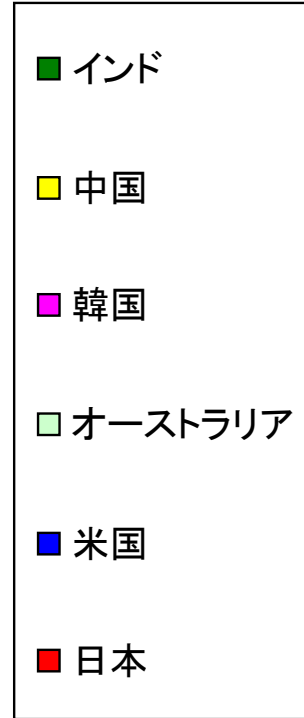
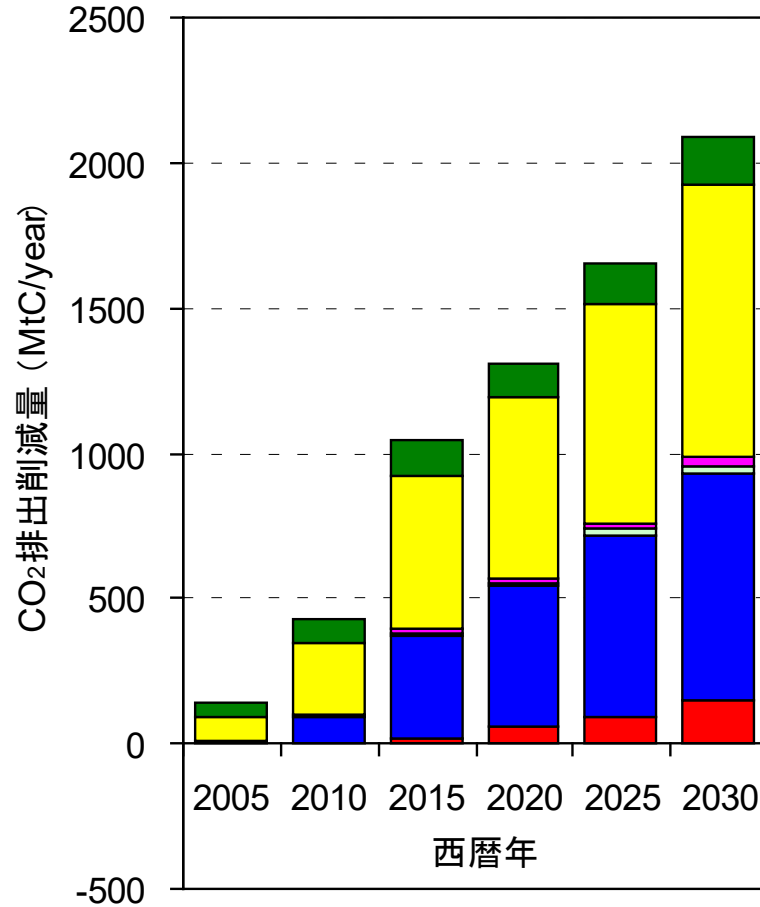


APP 6 カ国のCO2排出削減量

排出基準ケース A

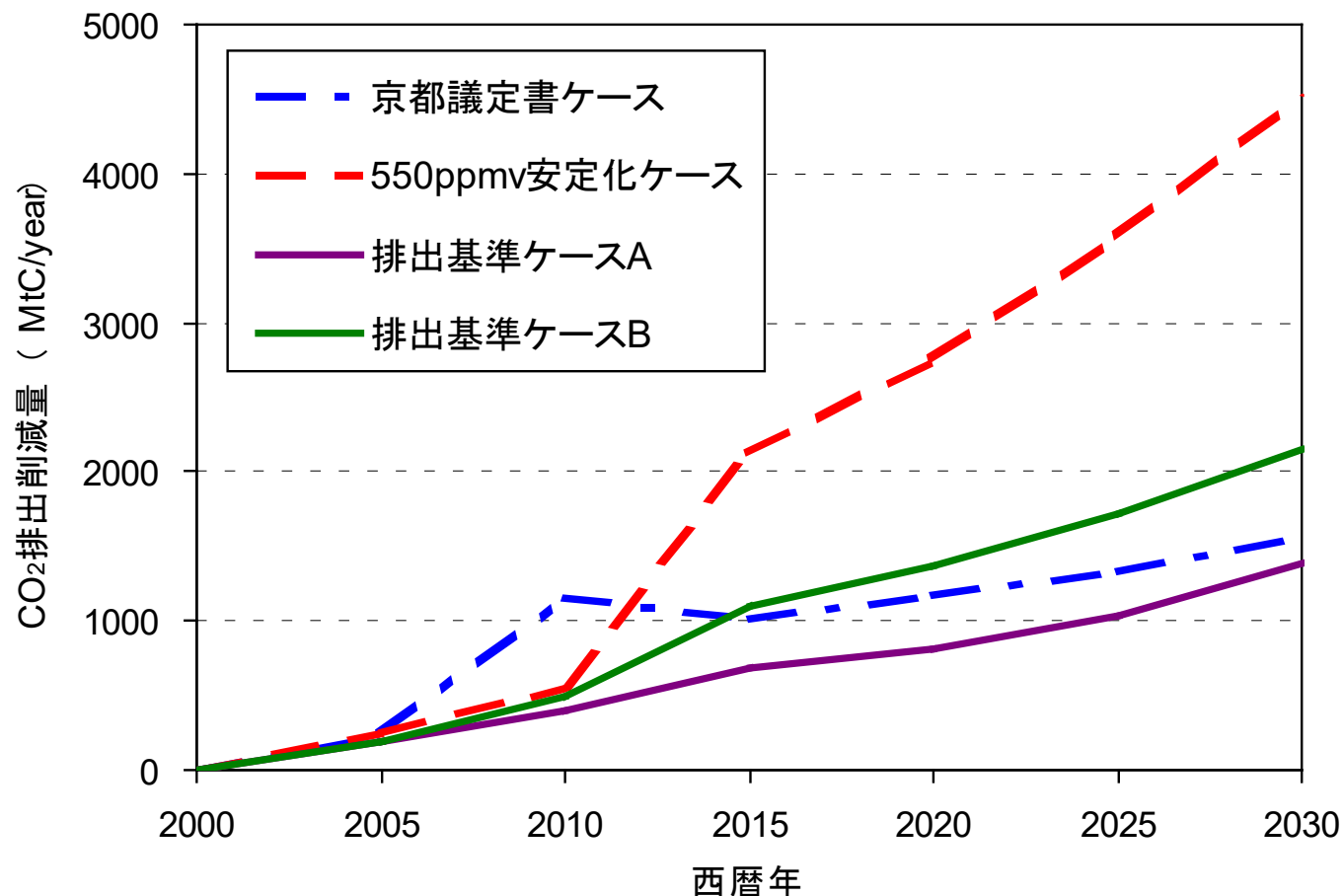


排出基準ケース B



注) CO2排出削減量は、リファレンスケース (CO2排出抑制無ケース) 比

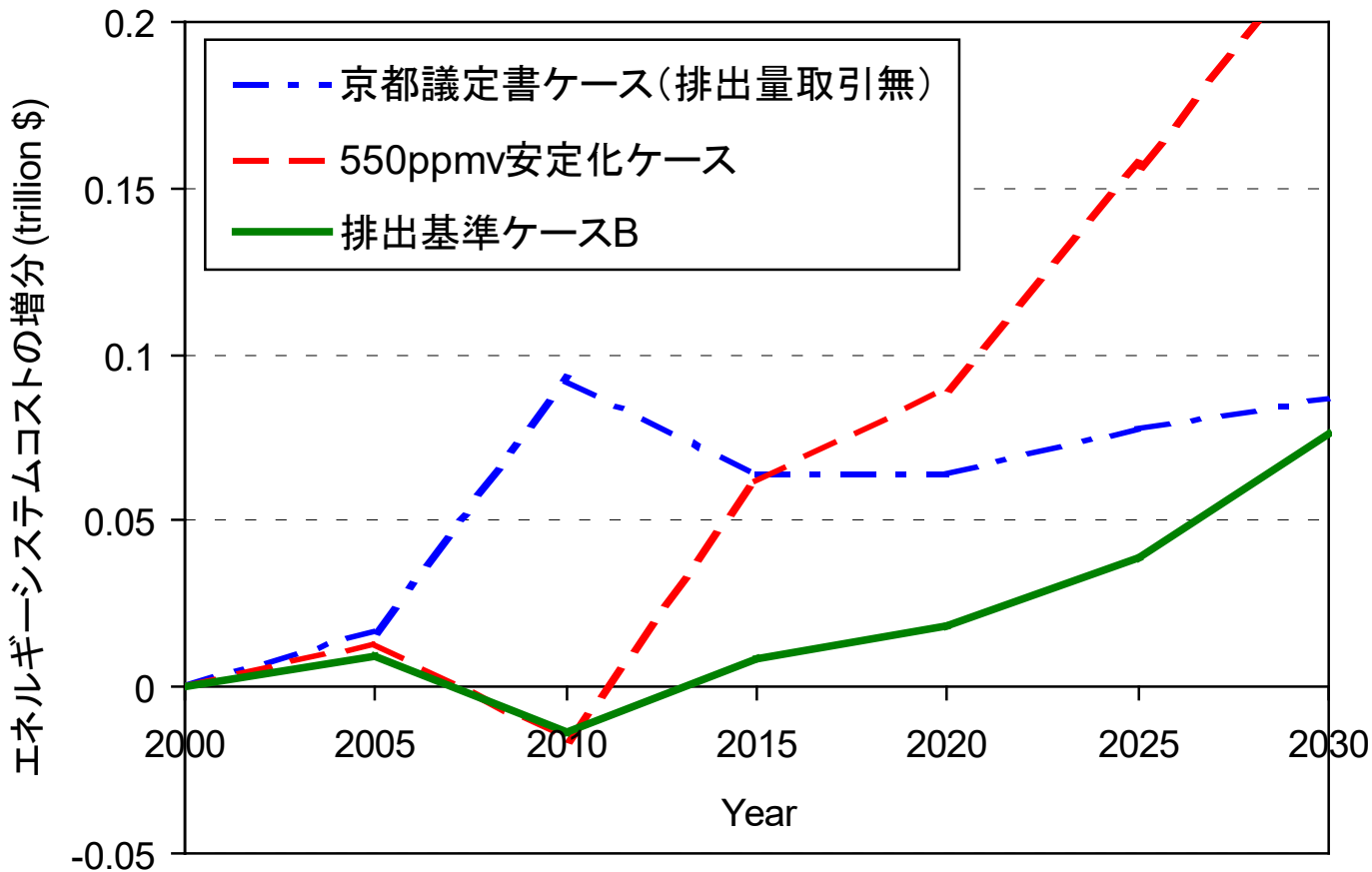
各ケースにおける世界のCO2排出削減量



注) CO2排出削減量は、リファレンスケース (CO2排出抑制無ケース) 比

今回想定したAPP6ヶ国のみに対する3部門の排出基準だけでも京都議定書とほぼ同等な削減効果を有する。

各ケースにおける排出削減総コスト



注) エネルギーシステムコストの増分は、リファレンスケース (CO2排出抑制無ケース) 比

APPは、米国、中国、インドといった排出削減ポテンシャルの大きな国が参加しており、京都議定書とほぼ同様の排出削減をより安価に達成し得る。

まとめ

- ◆ ポスト京都の公式な議論が開始された。
- ◆ その一方、G8サミット行動計画やAPPなど、地域間のアクションオリエンティッドな合意も多く見られるようになってきている。
- ◆ これらは、京都議定書を補完する役割を担い得る。
- ◆ しかし、これらの排出削減効果などの定量的な評価は難しく、適切な評価が必要
- ◆ また、部門別の原単位目標の設定の仕方も難しく、適切な評価を世界に向けて発信していく必要がある。



- ◆ RITEでは、こういった問題点を定量的に明確化させると共に、これらの評価を強力に支援できるモデルを開発
- ◆ そのモデルを用いて、発電（CCSを含む）、鉄鋼、セメント部門の試評価を実施

今後の課題

- ◆ その他、高エネルギー消費部門（紙パ、化学産業、輸送部門等）のボトムアップ的なモデル化
- ◆ それらの部門の各種エネルギー・排出原単位目標下におけるコスト効率的な技術導入・移転の評価
- ◆ IEAやAPPの進展と連動しつつ、各種のエネルギー・排出原単位目標ケースの評価
- ◆ 今後の排出削減枠組み・目標のあり方の提案

謝 辞

本内容の多くは、（独）新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）殿からの受託研究「2013年以降の温暖化対応方策に関する調査研究」によるものであり、ここに感謝申し上げます。