

システム研究グループ

京都議定書以降の排出削減枠組みに関する分析評価

京都議定書は、温室効果ガス排出削減への歴史的ともいえる大きな第1歩である。しかし、今後の急激な排出増大が見込まれる途上国に削減義務が課されていない、最大の排出国であるアメリカが離脱しているなどその実効性に疑問があるほか、ロシアやウクライナに大きなホットエアー（排出枠に余剰）が存在するなどの問題を抱えている。もちろん、議定書を批准した日本がこれを遵守し世界の排出削減に貢献していくことの重要性は論を俟たないが、議定書の対象期間（2008-2012年）以降について、実効性があり多数の国が参画しやすい国際的排出削減枠組みを検討していくことが必要となっている。そこで、我々は、これらの検討に有用なデータ、情報を提供することを目的に世界エネルギーモデルを用いて定量的で整合性ある分析・評価を行っており、今回その活動と成果の一部を紹介する。

1. 研究の目的と概要

本研究の目的は、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・評価するとともに、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することである。

そのために、世界を詳細に地域分割したエネルギーシステムモデルDNE21+を構築して、このモデルを用いて各種考え方（4. 項参照）に基づく削減目標を各国に課した際の具体的な排出削減対策やそのコスト等の導出を行った。また、「権利」や「負担」、それらの衡平性および「負担能力」の指標を定義しこれらにより各種枠組みの比較評価を行った。

2. 評価に用いた世界エネルギーモデルDNE21+の概要

DNE21+モデルでは、二酸化炭素の排出量制約がないとしたとき（リファレンスケース）の最終エネルギー需要及び各種技術などのコストを所与として、世界全体のコストが最も安価になる整合的なエネルギー・システム（エネルギー・フロー、エネルギー関連設備容量など）を導出できる。排出制約が加わった場合、エネルギー価格の上昇に伴い低下する最終エネルギー需要について、その需要を満たしつつコストが最小となるエネルギー・システムを導出することができる。主な特徴としては、1) 2050年までの長期的な分析が可能、2) 詳細な地域分割（77地域）により地域的な差異の分析が可能、3) 具体的な温暖化対策の内容の評価が可能、などが挙げられる。

3. CO₂濃度550ppmv安定化のためのコスト効率的な温暖化対策

まず、理想的なケースとして、550ppmv安定化を目標とし世界全体でコストが最小となるケーススタディを紹介する。

(1) 分析・評価の概要

ここでは、CO₂濃度550ppmv安定化のために、日本および世界にとってどの程度のコストが生じるのか、また、それを実現するには、どのような対策が必要となるのかを、上記のDNE21+モデルを用いて分析・評価した。

(2) 分析・評価のためのケース想定

人口、GDP、最終エネルギー需要の想定は、IPCC SRES B2シナリオに準拠させ、排出抑制シナリオとしては、IPCC WGIによるCO₂濃度550ppmv安定化排出シナリオ（S550）を用いた。ここでは、世界全体でS550達成を目標とし、世界で限界削減費用が等しくなる、つまり世界で削減費用が最小になるような制約とした。

(3) 評価結果

図1には、S550達成のための世界の一次エネルギー生産量と最終エネルギー消費量を示す。風力、水力の増大、太陽光の導入が見られ、一次エネルギー、最終エネルギー共に省エネルギーが行われると共に、燃料電池自動車（FCV）のための水素利用が2020年頃から見られる結果となっている。

本ケースでのCO₂限界削減コストは、2020年時点で55\$/tC、2050年時点では123\$/tCと算出された。また、FCVが2050年までに本格導入されないケースでは、2050年時点の限界削減コ

ストは135\$/tCに、CO₂隔離技術の導入がないケースでは182\$/tCと算出され、550ppmv濃度安定化のためには、これら技術の役割は大きいことがわかる。

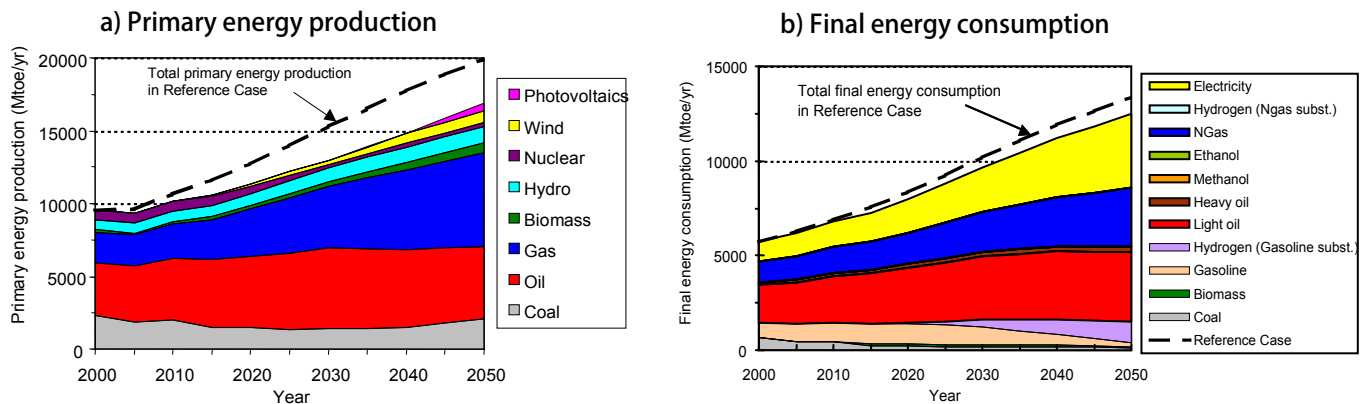


図1 S550達成のための世界の一次エネルギー生産量と最終エネルギー消費量

4. 各種排出削減枠組の比較評価

(1) 分析・評価の概要

各種排出削減枠組について、各地域の削減コストや排出量およびそれらの一人当たりやGDP当たりの値などをDNE21+モデルを用いて算出し、(3)項で示す様々な指標がどの程度となるのかについて定量的な評価を行った。

(2) 分析・評価のためのケース想定

排出削減枠組に関して、以下の計6ケースを想定。全ケースで、世界全体ではS550以下に排出抑制する。

(1) 限界削減費用が各地域で同じとなる目標(3.項のケース)

(2) 一人当たり排出量を基準とした目標

- a. 各地域の一人当たりCO₂排出量が2050年に収斂、
- b. 各地域の一人当たりCO₂削減率が同じ

(3) GDP当たり排出量を基準とした目標

- a. 各地域のGDP当たりCO₂排出量が2050年に収斂、
- b. 各地域のGDP当たりCO₂削減率が同じ

(4) 京都議定書+英国提案に基づく目標

英国は2003年に、550ppmv安定化に対する附属書I国の排出削減目標として、2050年に1990年比で約60%削減することを提案した。ここでは、その目標を参考に、地域別のCO₂排出目標に対して以下を想定。

・2010年：米国を除く附属書I国は、京都議定書の目標達成を目指す。EUは15ヶ国で共同達成(EUバブル)。米国はGDP当たりCO₂排出量を10年間で18%削減(米国独自目標)

・2015年(2013-2017年)以降：附属書I国は英国提案目標(年々排出削減し、2050年では1990年比61%削減)に従う。EUは27ヶ国で共同達成。非附属書I国は世界全体でS550の排出許容量を超えない範囲に抑制。ただし、非附属書I国内の排出割当は1990年排出実績比とした。

(3) 評価結果

評価は、「権利」(CO₂排出量絶対値やその2000年比の値で構成)や「権利の衡平性」(権利の一人当たり値やGDP当たり値で構成)および「負担」(CO₂削減量、CO₂削減コスト等で構成)や「負担能力」(負担のGDP当たり値で表現)、「負担の衡平性」(負担の一人当たり値で表現)などの指標を定義して行った。日本は(3)aのケースで有利となる指標が多い、アメリカは(2)bのケースで有利となる指標が多い、また、考慮した指標の各国間のばらつきが小さい程、削減枠組が衡平であると仮定した場合には、(2)aの「一人当たり排出量収斂ケース」が最も衡平性が高いことなどがわかった。

5. 今後

今後は、国別に参画時期に差異を設けたスキームや、排出量にキャップをかぶせるようなトップダウン的な枠組みとは異なり産業別のCO₂排出原単位目標導入などのボトムアップ的な枠組みについてその削減効果やコストに関する分析評価を行っていく予定である。