

I R - 1 持続的発展のための環境と経済の統合評価手法に関する研究

(1) 環境経済統合目標の設定のための経済モデルの開発に関する研究

① 基本モデルの開発

研究課題代表者 国立環境研究所 地球環境研究グループ

温暖化影響対策研究チーム 森田 恒幸

環境庁国立環境研究所

地球環境研究グループ

西岡 秀三

温暖化影響対策研究チーム 森田 恒幸, 甲斐沼美紀子

社会環境システム部

環境計画室/環境経済室

日引 聡, 原沢秀夫, 川島康子, 高橋 潔

環境研究センター

大坪 國順

(委託先)

関西学院大学総合政策

天野 明弘

金沢大学経済学部

後藤 則行

大阪大学経済学部

伴 金美・大守 隆

横浜国立大学工学部

藤井 康正

大阪大学工学部

増井 利彦

東京理科大学理工学部

森 俊介

東京大学工学部

山地 憲治

平成7-9年度合計予算額 29,832千円

(平成9年度予算額 9,888千円)

〔要旨〕本研究は、持続的発展をどのような手段とスケジュールで達成していくかを分析するのに不可欠な、経済モデルを開発することを目的とする。長期的な経済と環境との関係を分析するため、3種類のモデル開発を進めた。一つは動学的最適化モデルで、スタンフォード大学で開発されたMERGEモデル、イェール大学で開発されたDICEモデル、東京理科大学で開発されたMARIAモデル、大阪大学で開発されたマテリアル・経済統合モデル、東京大学で開発されたGDMEEMモデル、のそれぞれを改良して、温暖化対策のタイミング、二酸化硫黄削減対策のタイミング、バイオマス・エネルギーの導入可能性、環境投資及び環境産業のマクロ経済効果、地球環境対策における国際協力の効果等を分析した。二つ目のモデルは一般均衡モデルで、パデュー大学で開発されたGTAPモデル及び国立太平洋北西研究所(PNNL)で開発されたSGMモデルを用いて、温暖化対策における技術移転の効果や国際マーケットを通じた産業への波及効果等を分析した。三つ目のモデルはボトムアップ・モデルで、横浜国立大学等で開発されたNE21モデルを改良して、不確実性化での温暖化対策コスト、排出権バンキングによる温暖化対策コストの削減効果、温暖化による被害を考慮に入れた最適成長経路等を推定した。

〔キーワード〕持続的発展, 経済モデル, 一般均衡, 動学的最適化, ボトムアップ・モデル

1. 序

環境保全と経済発展を両立させることは、地球サミットにおけるリオ宣言を引用するまでもなく、地球環境政策の基本的目標として世界共通に認識されており、具体的にどのような目標を設定し、どのような方法でこの目標に到達するかについての検討が緊急な政策課題となっている。とりわけ、エコ・アジア長期予測プロジェクトや国連大学のエコ・リストラクチャリング・プロジェクトなどの国際プロジェクトのみならず、わが国の環境基本計画においてもこの種の目標設定とその達成方策が大きな検討課題となっている。

しかしながら、今のところこのような目標設定とその実現可能性について総合的にシミュレーションできる経済モデルの開発が遅れているなど、基本的な分析ツールが未整備であるために、体系的な検討が行えない状況にある。このため、この基本的分析ツールを開発することが、国内外を通じて基本的な課題となっている。

2. 研究の目的

本研究は、地球環境の保全と経済発展とを統合する目標について、目標設定とその目標達成の方策を分析するため、環境と経済を統合して分析できる新しいタイプの経済モデルを開発することを目的としている。3年間の研究により、環境と経済の相互作用を体系的に分析できる経済モデルを開発し、地球規模、アジア太平洋地域、わが国国内のそれぞれを対象にして環境と経済の統合目標のレベルへの到達可能性、及び到達するために必要となる方策を分析する。

3. 地球環境問題解析のための経済モデルのレビュー

本プロジェクトにおいて検討を加えるべき経済モデルを選定するために、まず、今までに開発された経済モデルがどの程度地球環境問題に適用可能かについてのレビューを実施した。

地球環境研究において、経済モデルへのニーズは大きく分けて3つある。第一は、「経済活動の地球環境負荷」、即ち、経済活動が地球環境に及ぼす影響を定量的に予測すること、第二は、「地球環境変化の経済的損失」、即ち、地球規模の環境変化に伴って生じる経済的損害（場合によっては利益）を定量的に予測すること、さらに第三に、「地球環境対策の統合評価」、即ち、地球環境問題を解決する費用と解決によって軽減される損害の両方を考慮して、最適な対策や経済成長の経路を選ぶ分析に使われている。

このようなニーズは、必要とする経済モデルの特徴を決定づける。しかもこの特徴は、他の研究分野で使われるモデルとは大きく異なる。まず、対象が地球規模の問題であるため、用いられる経済モデルの大半は世界規模のモデルとなる。第二の特徴は、モデルの予測期間が超長期に及ぶ点である。酸性雨問題では土壌や生態系に影響が出てくるのに10年から40年ばかり、地球温暖化問題の場合には、気候変化の顕著な影響がでてくるのが50～100年後になる。また、このように超長期にわたって地球環境問題と経済発展との望ましい関係を明らかにするためには、個別の対策のオプションだけでなく、経済成長の経路そのものも重要な分析対象となる。このような望ましい将来の経路の分析を可能にするためには、特別な経済成長モデルが必要となる。さらに、30～100年という超長期の経済メカニズムを再現するためには、ライフスタイルや技術などの社会の構造的変化を勘案しなければならない。このような社会の長期的構造変化は、地

球環境問題のモデル分析の際に無視できない重要な要素となる。

以上の特徴をみると、最もポピュラーなネオ・ケインジアン型のマクロ経済モデルは、地球環境問題には適用が難しいことが分かる。過去のトレンドを基調にして、価格調整による市場均衡を仮定しないマクロ経済モデルは、短期ないし中期的なダイナミックスの予測のためには使える。しかし、地球環境問題のように30～100年という超長期を扱うには、別のタイプのモデルが必要となる。

超長期の思考実験には、過去のトレンドよりも、論理の一貫性と整合性を重視するモデルが適している。その典型的なモデルが、「応用一般均衡モデル」である。このモデルは、すべての財について価格調整による市場均衡を仮定し、長期的に整合した経済のダイナミックスを描く。地球環境研究のために開発された応用一般均衡モデルには、経済協力開発機構（OECD）で開発されたGREENモデルや米国の国立太平洋北西研究所で開発されたSGMモデル、それに米国パデュー大学で開発されたGTAPモデルが有名である。いずれも、二酸化炭素の排出と削減対策の効果を予測するために開発されたもので、エネルギー部門を詳しくした世界モデルである。また、「地球環境変化による経済的損害」を分析するための均衡モデルも開発されている。国際応用システム研究所（IIASA）で開発されたBSLモデルがその一例である。このモデルは世界の食糧需給の長期的均衡を分析するために開発され、気候変動による農産物への影響を経済的に評価するため、いくつかの改良が施された。

一方、「地球環境対策の統合評価」のために開発された経済モデルは、「動学的最適化モデル」と呼ばれる成長モデルである。これは、長期的な市場均衡経済を予測する点では計量一般均衡モデルと同じだが、モデルの構造がシンプルである。このシンプルな構造によって、合理的な期待形成を前提とした動学的な最適化モデルを構成し、最適な経済成長経路を探索することを可能にしている。このような動学的最適化モデルの開発例としては、NordhausのDICEモデルが最も有名である。ManneとRichelsが開発したMERGEモデルは、詳細なエネルギーのモジュールを持ち、エネルギー・ミックスの変化を予測することにより、二酸化炭素の排出量をより詳細に再現している。また、わが国では東京理科大学のMARIAモデル、東京大学のGDMEEMモデル及び大阪大学のマテリアル統合モデルが注目に値する。

以上のモデルは、経済部門間の相互作用を方程式群で表し、一気に解いていくという意味で「トップダウン・モデル」と呼ばれている。これに対して、各経済部門の活動を詳細に記述し、これらを積み上げていくことにより経済活動の全体像を記述していくモデルがある。これを「ボトムアップ・モデル」という。このモデルも、地球環境研究になくてはならないもので、長期的なライフスタイルの変化や技術の変化を再現するのに向いている。トップダウン・モデルのように、積み上げたエネルギー需給の一般均衡は保証しないが、対策の効果が個々のプロセスや技術毎に推計でき、また、社会の構造的変化の記述が容易である。地球環境研究のために開発されたボトムアップモデルとしては、エネルギーの最終消費局面の技術に焦点を当てたAIMエンドユーース・モデル（国立環境研究所、京都大学）や、逆に供給局面の技術に焦点を当てたNE21モデル（横浜国立大学、東京大学）がある。地球環境研究のために開発されたものではないが、エネルギーの供給面に重点をおいたMARKALモデルや途上国の社会構造変化を勘案してエネルギー需要量を予測するMEDIEモデルなどが、二酸化炭素の排出予測に利用されている。

以上のレビュー結果により、次の3種類の経済モデルを基礎にして、環境経済統合モデルの開

発を試みることにした。

(1) 動学的最適化モデル：スタンフォード大学で開発されたMERGEモデル、イエール大学で開発されたDICEモデル、東京理科大学で開発されたMARIAモデル、大阪大学で開発されたマテリアル・経済統合モデル、東京大学で開発されたGDMEEMモデル。

(2) 一般均衡モデル：国立太平洋北西研究所（PNNL）で開発されたSGMモデル、パデュー大学で開発されたGTAPモデル。

(3) ボトムアップ・モデル：横浜国立大学等で開発されたNE21モデル

4. 動学的最適化モデルの改良と適用

4-1. MREG Eモデルの改良と適用

MERGEモデルについては、詳細なエネルギー転換部門と簡略化されたマクロ経済活動から構成されるラムゼイ型経済成長モデルをベースにしている。今まで世界を5地域に分割して構成されていたものに、日本を加えてそのパラメータを設定し、さらにモデル構造を改良して以下の分析を行った。

第一は、最近、ヨーロッパを中心にして検討が始められている「安全排出コリダー」、即ち、温暖化の速度を中心として、地球規模の環境変動に自然生態系が適応できる範囲内で経済活動を営むことを前提とした場合、将来に向けた温室効果ガス排出の経路のうち許容される幅を対象にして、MERGEモデルを用いてシミュレーション分析を行った。図1は、10年当たりの地球平均の温度上昇を 0.2°C 以下に抑えるという条件を与えた場合に、経済的な意味での最も効率的な二酸化炭素の排出経路をシミュレーションにより求め、そのときの大気中の二酸化炭素濃度の増え方を示したものである。比較のために、大気中の二酸化炭素濃度を長期的に450、550、650ppmvにそれぞれに安定化させるという条件のみをあたえり場合についても、最も効率的な濃度上昇の経路を示している。この図のとおり、450ppmvという低レベルの濃度に安定化させる場合を除いて、長期的に二酸化炭素濃度を安定化させる場合に比べて温暖化速度を抑える場合の方が、緩やかな濃度上昇に抑える必要があり、このため、二酸化炭素の削減対策をより早いタイミングで導入する必要があることが分かった。

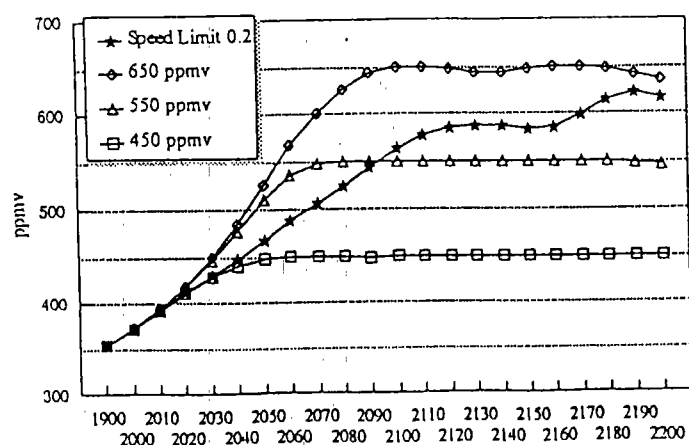
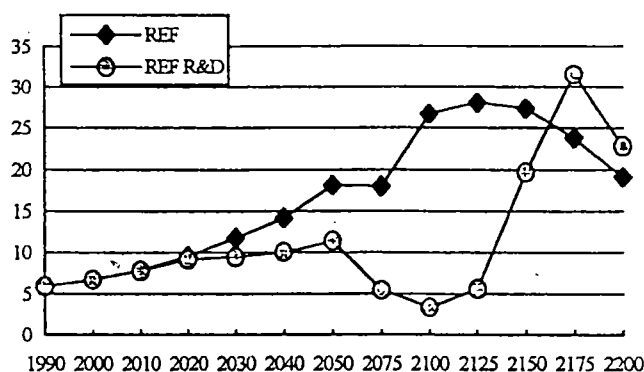


図1. 温暖化の速度制約を与えた場合のCO₂濃度

第二は、最近、米国を中心に主張されている「後悔しない政策」、即ち、地球温暖化の対策を後送りにすべしという主張に関して、その妥当性を分析するために、MERGEモデルに技術開発投資とエネルギー技術コストの関係を再現するモジュールを追加してシミュレーション分析を行った。この結果、図2に示すように、技術開発投資がエネルギーコストを下げるという関係を追加すれば、二酸化炭素排出の最適経路は修正され、温暖化対策を早期のタイミングで導入すべしという結果が得られることがわかった。

その他、改良されたモデルを用いて、温暖化による被害関数の修正、長期的な割引率の修正、資本の可塑性に関する仮定の修正などによって、温暖化防止対策をより早期のタイミングで実施することがより合理的である可能性が示された。



REF = BaU scenario, REF R&D = BaU scenario with R&D investment in energy sectors resulting in energy cost reductions

図2 技術開発投資によるCO₂最適排出経路の変化

第三に、MERGEモデルの日本モジュールに二酸化硫黄の排出モジュールと脱硫投資モジュール、それに二酸化硫黄による被害関数を加えることにより、わが国の二酸化硫黄削減対策の歴史をシミュレーションにより再現し、二酸化硫黄削減の成功の要因や対策のタイミングの適切性について分析した。

まず、わが国の実際の二酸化硫黄排出量を制約条件としてシミュレートすると、燃料の低硫黄化や排煙脱硫投資が非常に高い精度で再現できることを明らかにするとともに、わが国の二酸化硫黄削減対策において燃料の低硫黄化、排煙脱硫投資、省エネ及び産業構造の転換がどの程度貢献したかについて、定量的に推定した。次いで、二酸化硫黄の排出量の制約を遅らせた場合、及び、制約を課さないで二酸化硫黄の被害関数を目的関数に組み込んだ場合の二つについてシミュレートした。後者のシミュレーションは、二酸化硫黄の被害を考慮した場合の最適な二酸化硫黄の削減経路を求めるためのもので、シミュレーションの結果、実際よりも8年早いタイミングで対策が開始された。なお、被害関数については、公害健康被害補償制度によって給付された実際の補償額をベースにして一人当たり所得の関数により表わした。

図3には、最適対策ケースと対策6年遅れ及び10年遅れのケースについて、実際のケースと比較した被害額、GDP及びその収支の推定結果を示す。この図に示すとおり、実際の対策のタイミングは遅れはしたが、さらに遅れた場合には経済的にみて大きな損失が生じていたと推定される。

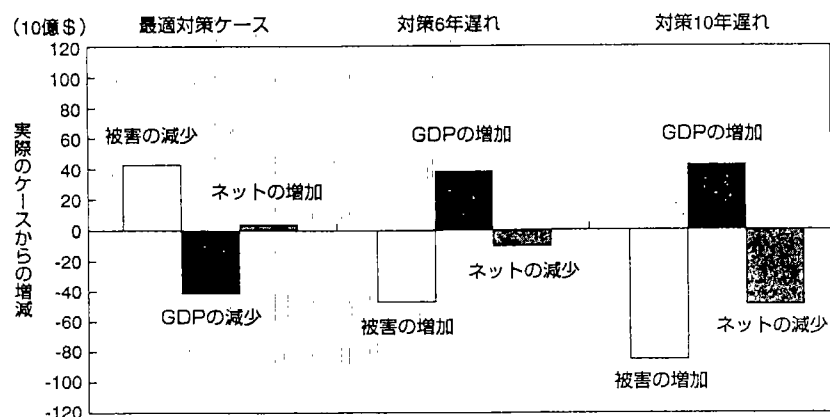


図3 二酸化硫黄削減対策のタイミングと経済的収支勘定

第四に、MERGEモデルに植林のモジュールを追加して、植林政策によって日本と中国との間の二酸化炭素削減の共同実施戦略がどのような効果をもたらすかを、シミュレーションにより分析した。この結果、図4に示すとおり、中国国内の植林を日本が援助することにより、温暖化対策に伴う日本のGDPの損失は大幅に減少し、植林政策の導入が日中間に大きな便益をもたらす可能性が示唆された。

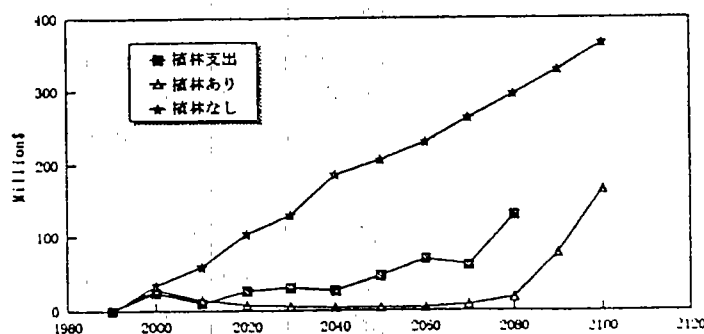


図4 植林支出とGDP損失との関係

4-2 MARIAモデルの改良と適用

一方、MARIAモデルはDICEモデルをベースとして、地域を分割して詳細なエネルギー部門を加え、さらに再生可能エネルギー資源と食糧需給や森林資源との関係を分析できるモジュールを追加するなどの改良を加えたモデルである。東京理科大学の森によって開発された。地球温暖化と世界経済との相互影響をシミュレートするモデルとして、現在、いくつかの国際プロジェクトに貢献を果たしている。特に、土地利用への波及的影響を分析できるモジュールが組み込まれた点で評価が高い。

このモデルを用いて、地球温暖化対策と土地利用との関係についてシミュレーション分析を行った。図5及び図6には、中国を除いた発展途上国において温暖化対策が土地利用に与える影響の推定結果を示す。横軸は年、縦軸は土地利用別面積を表し、7つの土地利用に分類した下から3つ目のバイオマス・ファームに注目されたい。図5は人口が中位推計のケースで、温暖化対策

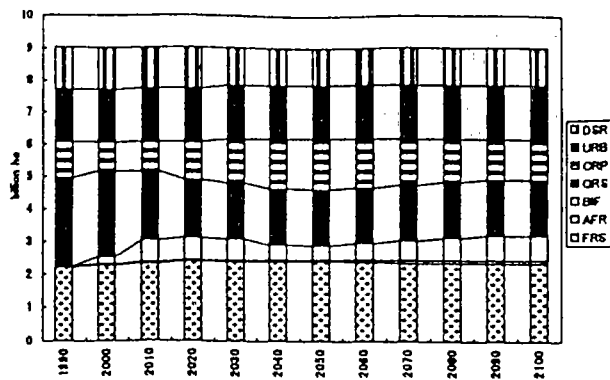


図5 中国以外の途上国の土地利用変化
(人口増加中位シナリオ)

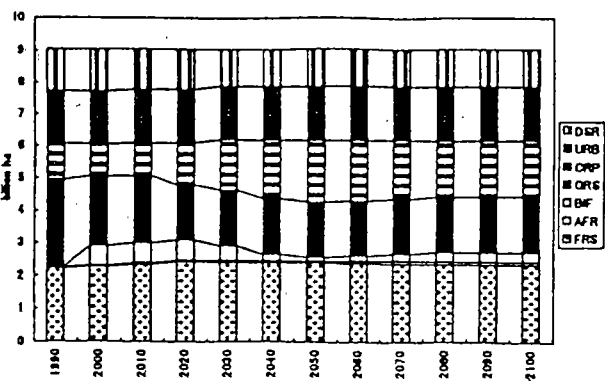


図6 中国以外の途上国の土地利用変化
(人口増加高位シナリオ)

のためにバイオマス・ファームが 2010 年頃までに急速に増加することがわかる。しかし、人口が高位に増加するケースでは、図6に示すように上から3つ目の農地が急速に増加し、2030 年頃からバイオマス・ファームの増加が抑えられる。温暖化対策と土地利用変化の関係は、人口増加のシナリオによって大きな影響を受けることが分かった。

さらに、このモデルを用いて、地球温暖化対策におけるバイオマスエネルギー役割についてシミュレーションを行った。この結果、バイオマスエネルギーが地球温暖化防止のために大きな役割を果たし、まず電力部門において、次いで輸送部門において導入される可能性が高いことがわかった。

この他、MARIAモデルを適用して不確実性に対応する政策のあり方についても検討が加えられた。

4-3 マテリアル・経済統合モデルの改良と適用

環境と経済の補完的かつ積極的な相互関係を解析するためには、経済発展が環境保全への投資を増加させ、また、環境保全が環境産業を育成し、結果としてGDPを増加させるという、環境と経済の根幹的なメカニズムをモデル化する必要がある。このモデル化には、リサイクル産業や環境装置産業を経済モデルの根幹に取り込む必要があり、その結果、資源、エネルギー、廃棄物といったマテリアル・フローと、経済のフローとをモデル構造の中で統合することが不可欠となる。このようなモデルは、現在のところ現実的な解析に適用できるものが非常に稀である。大阪大学の増井が開発したマテリアル・経済統合モデルは、このマテリアルと経済の両フローの統合に果敢にチャレンジした非常に数少ない例である。

このマテリアル・経済統合モデルは、オリジナルな多部門動学的最適化モデルにリサイクル部門（中間消費、投資、供給）を組み込み、さらに廃棄物処理モデルを組み込んだ構造になっている。これに、環境産業部門とそこから供給されるリサイクル技術の効果を内生的に記述することにより、環境産業及び環境投資の効果を再現できるよう改良した。

図7は、このモデルを用いて、現在、ある環境産業で実証段階の新型リサイクル技術を普及したとき、わが国のGDPがどのくらい増えるかを計算したものである。経済モデルに組み込んだマテリアルフローによって、リサイクルの経済効果が計算可能となった。そして、実用化が間近

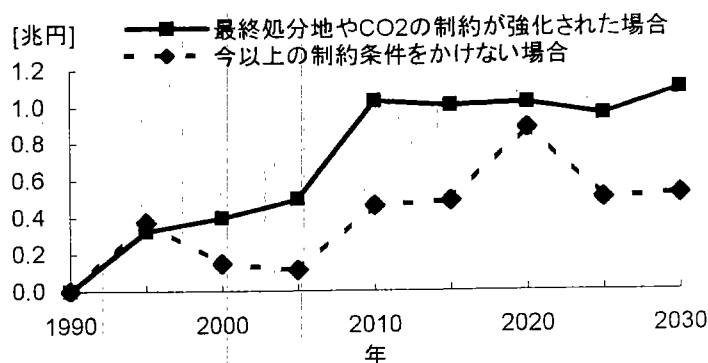


図7 新リサイクル技術の普及によるわが国のGDPの増加

の3種の技術のみを取り込んでシミュレーションした。その結果、3種の技術を導入しただけで、リサイクル過程が大幅に効率化して廃棄物の量が減り、また、リサイクル産業が産出する付加価値も増加して、2010年で年間5000億円程度GDPを押し上げる結果となった。廃棄物の最終処分地の制約が強化され、二酸化炭素の排出に制約がかかった場合には、GDPの増加は1兆円を上回る可能性も示された。

4-4 GDMEEMモデルの改良と適用

さらに、東京大学の後藤によって開発された動態的市場均衡モデル（GDMEEM）を改良して、日本と中国の共同実施の経済的有効性について分析した。この結果、中国の巨大プロジェクトである三峡ダムは、中国国内の収支では経済性は乏しいが、二酸化炭素削減の共同実施としてみると2005年時点で経済性が生じることが示された。また、共同実施に伴うネットの経済的便益は、20～30兆円（50年間の総計、現在価値）と推定された。これは中国に共同実施への参加を促すために利用可能な追加的資金提供の上限と解釈でき、両国とも大きな純便益を享受できる可能性が示唆された。ちなみに、この額は中国の総GDPの約1%に相当する。ただし、その便益が両国間でいかなる配分で合意されるかは、今後の興味ある課題として残されている。

5. 応用一般均衡モデルの改良と適用

長期均衡タイプのモデルとして一般均衡モデルの適用に関する研究も実施した。ベースとしたモデルは、米国パデュー大学で開発された一般均衡モデル（GTAP）であり、世界を24地域に分割でき、各地域について37の産業に分割して分析できる。このモデルを用いて、中国への技術移転が中国の産業構造をどのように変化させ、さらにその変化がエネルギー需要にどの程度の影響を及ぼすかについて、定量的な評価を試みた。まず、各産業におけるエネルギー利用の効率性を10%高めるように技術移転を導入すると仮定して、外生的に技術進歩を与えてシミュレートした結果、石炭に対する需要が15%削減でき、石油とガスについても各々13%と15%の削減が推計された。そして、エネルギーがボトルネックとなっていた化学、金属、その他製造業が6～10%拡大するのに対して、農業は10%減少した。その結果、中国のエネルギー需要が低下することで世界エネルギー市場が軟化する一方で、世界の穀物需給が逼迫する可能性が示された。

また、二酸化炭素削減のための炭素税導入についてシミュレーション分析を行い、日本単独で

炭素税を導入することによる日本の経済厚生損失は、先進国全体あるいは世界全体で導入した場合の1.4倍程度になること、先進国が炭素税を導入しても、先進国の国際競争力が失われて炭素排出が発展途上国に移転する可能性は小さいこと、などが示された。

この他、米国国立太平洋北西研究所で開発されたSGMモデルについても、改良して政策評価に適用したが、この詳細については、次のサブテーマの報告に詳細に書かれている。

6. ボトムアップモデルの開発と適用

一方、技術革新の過程とそのエネルギーシステムへの効果を詳細に分析するため、ボトムアップ型のモデルについても検討対象とし、横浜国立大学の藤井らが開発した世界エネルギー需給モデル（NE21）の改良と適用を試みた。このモデルは、工学的データに基づいた詳細な技術のモデル化により、従来の経済モデルでは評価が困難であった対策技術の体系的評価を可能にし、世界10地域のそれぞれの最適な技術戦略を評価することができる。このモデルは従来、リカーシブ型のモデルであったが、不確定性下での最適な意思決定を定量的に分析するために、1995年から2055年に至る60年間のエネルギーシステム総コストを最小にするよう、動学的な最適化モデルに改良した。

このモデルを用いたシミュレーション分析により、当面は低炭素燃料への転換や最終需要部門でのエネルギー効率の改善を中心に二酸化炭素削減対策を導入するのが望ましいが、割引率の想定次第では、二酸化炭素回収等の本格的な対策も考慮しておく必要があることが示唆された。

また、このモデルを用いたシミュレーション分析により、二酸化炭素排出権の時点間取引を認めた「排出権バンキング」の効果について分析した。表1には、排出権バンキングを導入したケースで取引費用が0の場合（A-1）、取引費用が20ドル/炭素トンの場合（A-2）、そして従来型の排出権市場の場合（B）について、それぞれコストの総額と内訳が示してある。この図の示すとおり、従来型の排出権市場を導入した場合よりも排出権バンキングを導入した方が、世界全体でのコストは低くなることが分かった。ここで低減されたコストはシステム総コストの1%弱である。また、ここで設定した取引手数料の下でも、総コストは低減できることが示された。

	Case A-1	Case A-2	Case B
Trade	387.2	381.9	373.3
Emission Right	0	102.6	0
Fossil Fuel	13429	13351	13178
Non-Fossil Fuel	5096.7	5165.4	5465.8
Plant Construction	14934	14845	14840
CO ₂ Disposal	275.8	273.1	328.8
Energy Saving	5260.2	5380.9	5518.5
Total	39383	39500	39704
GDP	633008	633008	633008

表1 排出権バンキングによるコスト削減

さらに、このモデルに気温上昇のダメージを組み込んで最適化計算できるように改良し、長期間の経済的厚生を和を最大化したときの二酸化炭素排出量を求めた。図8は、温暖化のダメージを

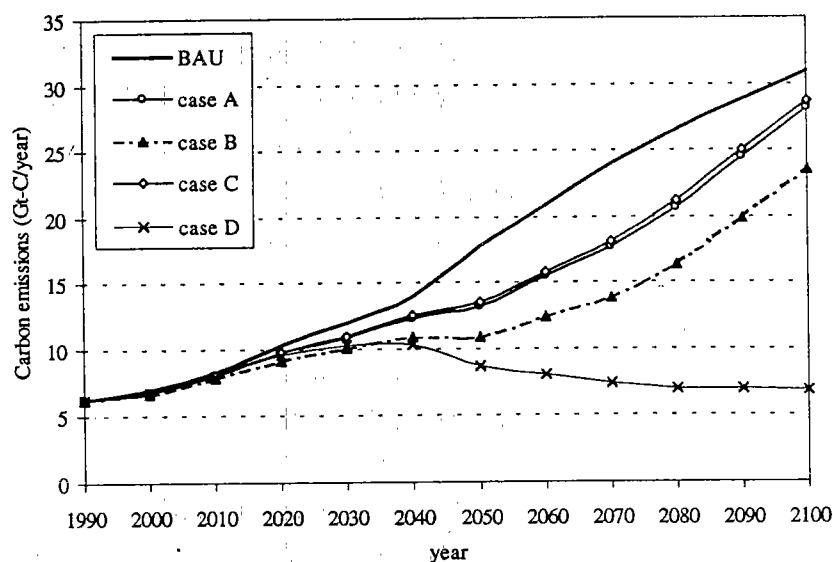


図8 地球温暖化のダメージを考慮した場合のCO₂最適排出経路

考慮しないなりゆきケース (BAU)、二酸化炭素の大気中濃度を 550 ppm に安定化するケース (ケースD)、それに温暖化ダメージを仮定するいくつかのケース (ケースA～C) について、経済的に最適な二酸化炭素排出経路を試算したものである。この試算で前提としたダメージの範囲では、最適な二酸化炭素排出経路はダメージを考慮しなかったときよりも相当低めに位置するが、二酸化炭素の大気中濃度を 550 ppm に安定化するまでには至らないことが示された。

7. まとめ

地球環境の保全と経済発展とを統合する目標の設定とその目標達成の方策を分析するためには、環境と経済を統一的に分析できる新しいタイプの経済モデルを開発する必要がある。本サブテーマでは、今までに開発してきた各種の経済モデルに、地球環境や地域環境との相互作用を再現するモジュール及び環境保全への投資に関するモジュールを付加して、持続可能な発展の手段と経路を評価するためのシミュレーションを行った。そして、これらの開発したモデルが、次のような研究ニーズへの対応において大きく役立つことを示すことができ、また、いくつかの重要な知見を与えることができた。

- (1) 地球環境政策の導入のタイミングが違ふことによる持続的発展への影響
- (2) エネルギーシステムと土地利用システムとの相互作用が環境に及ぼす影響
- (3) 地球環境対策と各種国内対策との統合政策の効果
- (4) 地球環境対策における国際協調政策の効果
- (5) 地球環境対策に要するコストの削減方策
- (6) 環境投資及び環境産業のマクロ経済効果

今後は、これらの開発したモデルをアジア地域に適用して、アジア地域の持続的発展の目標と方策を検討するとともに、アジアで活用できるようさらにモデルの改良を図りたい。

〔国際共同研究の状況〕

スタンフォード大学のMERGEモデル共同開発プロジェクト及びEMFモデル比較プロジェク

トに参加

〔研究発表の状況〕

- ① A. Amano (ed) (1996) Global Warming, Carbon Limitation and Economic Development. Center for Global Environmental Research, CGER-i019-'96, 138pages.
- ② Amano (1997) On Some Integrated Assessment Modeling Debates. Paper prepared for the IPCC Asia-Pacific Integrated Models, 10-12 March 1997, at UNU, Tokyo, Japan.
森田恒幸 (1997) 経済的にみた日本の大気汚染対策の評価. 日本の大気汚染経験 (公害健康被害補償予防協会発行) に所蔵.
- ③ 西村・山地・秋元・藤井 (1997) CO₂ 排出削減対策としての排出権バンキングの提案. 第13回エネルギーシステム・経済コンファレンス講演論文集.
- ④ 森田恒幸, 松岡譲 (1996), 地球環境研究の総合化に向けたモデリングの動向, 地球環境, 1(1), 63-72.