

（1）アジア太平洋地域における温室効果ガス排出・吸収モデルの構築に関する研究

環境庁 国立環境研究所

地球環境研究グループ 温暖化影響・対策チーム 森田 恒幸・甲斐沼美紀子

増田 啓子・李 東根

（委託先等）

京都大学工学部

松岡 譲

東京大学生産技術研究所 鈴木 基之・迫田 章義

平成3-5年度合計予算額 65,690千円
（平成5年度予算額 22,759千円）

〔要旨〕

アジア太平洋地域において温暖化防止対策を総合的に推進するためには、この地域の各国から排出されあるいは吸収される温室効果ガスの量を国際的調整メカニズムを考慮しながら予測し、排出削減の方策を導入した場合の効果を明らかにする必要がある。さらに、アジア太平洋地域におけるわが国の貢献策の効果も分析する必要がある。これらの予測及び評価のためには、総合的なシミュレーション・モデルの開発が不可欠である。

本研究は、アジア太平洋地域の温室効果ガスの排出量及び吸収量を推定するAIM/emissionモデルを構築することを目的としている。このモデルは、この地域の国別又は地域別のエネルギー消費量、農産物生産量及び土地利用変化を予測し、国際間でエネルギーや農産物の需給を調整することにより、世界規模のモデルとアジア太平洋地域のモデルを統合化するものである。温室効果ガスの排出に関する各国モデルについては、従来のエネルギー需要モデルに省エネ技術の選択モデルを組み込んで、エネルギー価格とエネルギー効率改善との関係を詳細に分析できるプロトタイプモデルを開発し、このモデルを日本、中国及びインドネシアに適用して、それぞれの国の温暖化対策の効果を評価した。また、これらの国別モデルを統合化する温室効果ガス排出モデルについては、部分均衡タイプの世界モデルをベースにして多地域モデルを開発するとともに、既存の各種現象モデルをリンクして開発した温暖化現象モデルとこれらの排出モデルを統合化した。

〔キーワード〕 地球温暖化、アジア太平洋地域、シミュレーション・モデル、温室効果ガス、エネルギー・モデル、省エネルギー技術

1. 研究の背景と目的

地球温暖化はアジア太平洋地域の社会経済に著しい影響を及ぼすとともに、その対策にはこの地域に大きな経済的負担を強いるものと予想されている。アジア太平洋地域において温暖化防止対策を総合的に推進するためには、この地域の各国から排出されあるいは吸収される温室効果ガスの量を国際的調整メカニズムを考慮しながら予測し、排出削減の方策を導入した場合の効果を明らかにする必要がある。さらに、アジア太平洋地域におけるわが国の貢献策の効果も分析する必要がある。これらの予測及び評価のためには、総合的なシミュレーション・モデルの開発が不可欠である。

本研究は、アジア太平洋地域の温室効果ガスの排出量及び吸収量を推定するため、この地域の国別又は地域別のエネルギー消費量、農産物生産量及び土地利用変化を予測するモデルを構築するとともに、国際間でエネルギー等の需給を調整する世界モデルを開発・改良し、さらに全球の温暖化現象モデルを改良して、世界規模のモデルとアジア太平洋地域のモデルを統合化することを目的としている。

2. シミュレーション・モデル（A I M）の特徴と基本構造

（1）A I Mの特徴

ここで開発したシミュレーション・モデル、A I Mは、温室効果ガス排出・気候変化・その影響といった一連のプロセスを統合して分析できる「総合モデル」である。この総合モデルは、各国や地域の経済活動と地球規模の気候変化を結びつけて検討できるだけでなく、地球規模の気候変化が国や地域の社会経済にどのような影響を及ぼすかについても検討できるため、各種温暖化対策を総合的に評価（integrated assessment）することが可能である。この種の総合モデルの開発が試みている例は、米国のバテル研究所が開発中のG C A MやオランダのR I V Mが開発中のI M A G E 2など世界でも非常に少なく、A I Mプロジェクトはその一つである。

これらの総合モデルと比較した場合のA I Mの特徴は、アジア太平洋地域に焦点を当てていることと、技術の評価を重視している点にある。これは、わが国がアジア太平洋地域の持続的発展に大きく貢献することが期待されており、また、わが国の得意の分野の一つとして技術開発があり、技術を通じた貢献も強く期待されているためである。

（2）A I Mの基本構造

アジア太平洋圏温暖化対策分析モデル（A I M）は、アジア太平洋地域の各国の温暖化対策の効果を地球環境の変化及び世界の社会経済トレンドとの係わり合いの中で評価することを目的としている。A I Mの全体構造は、図1に示すとおり、人為起源の温室効果ガスの排出量を予測する温室効果ガス排出モデル（A I M／e m i s s i o n）、排出された温室効果ガスの大気中濃度を予測して温度上昇を推定する温室効果ガス現象モデル（A I M／c l i m a t e）、それに、気候変化がアジア太平洋地域の自然環境や社会経済に及ぼす影響を推定する温室効果ガス影響モデル（A I M／i m p a c t）から構成されている。

A I M／e m i s s i o nモデルの特徴は、市場均衡を基本にして長期的な経済活動の推移を予測するトップダウン型の経済モデルと、各種の技術の導入を考慮してエネルギー消費量等を部門別に積み上げて推定するボトムアップ型のエンドユース・モデルを統合したところにある。これによって、長期的な社会経済の趨勢と個別的な対策の効果との関係を体系的に明らかにできるようになった。

A I M／c l i m a t eモデルの特徴は、今までに開発されてきた大気化学反応、海洋交換、放射加熱、炭素循環、フィードバック、気候変化等の個別のモデルを、独自のフレームに基づいて組み合わせたところにある。これによって、温室効果ガスの排出と気候変化を結びつけることが可能になった。

A I M／i m p a c tモデルについては、水資源変化、植生変化、健康影響、災害リスクの変化、農業影響、海面上昇等のモデルの開発を進めているが、これらのモデルの特徴は、10～

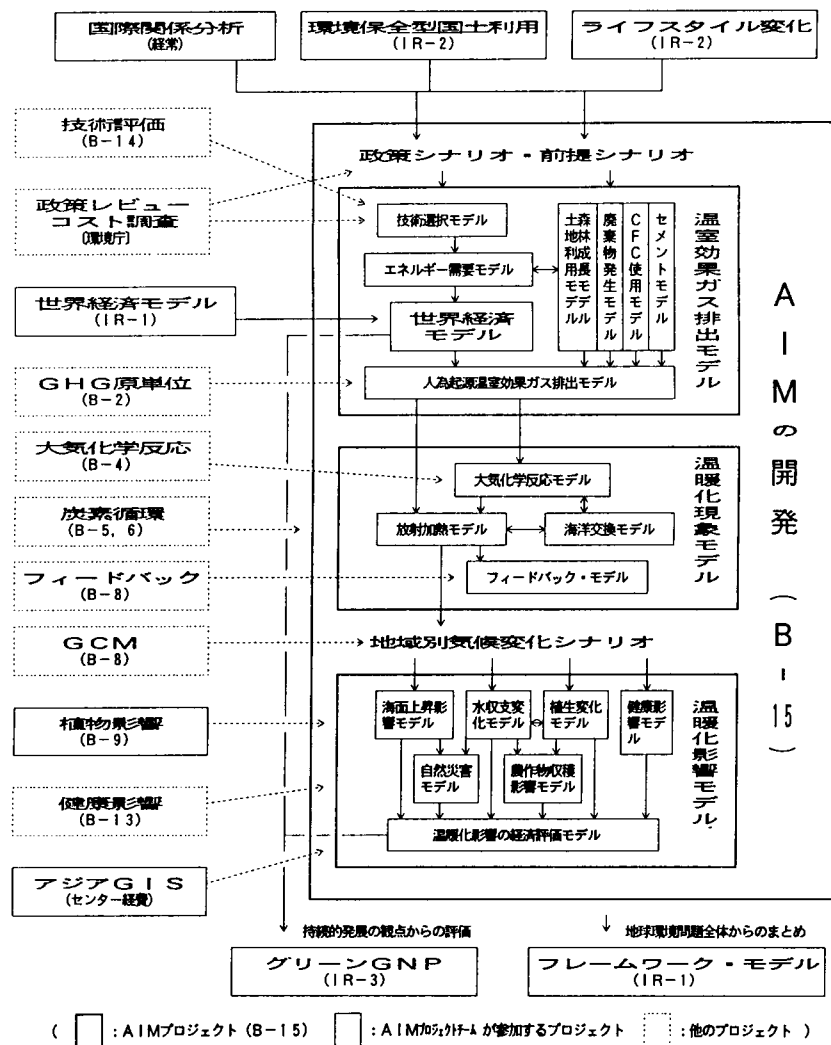


図1 AIMの全体構成

100キロメートル四方を単位とした高解像度の分析が可能な点である。これによって、アジア太平洋地域の温暖化影響による被害を詳細に分析できるようになった。

なお、これらのモデル開発は図1に示すように、国立環境研究所において実施している他の研究プロジェクトと密接に連携して進められており、個々の研究によって得られた成果やデータを活用するとともに、AIMによる分析結果を他の研究にフィードバックしている。

(3) AIM/emissionの基本構造

AIM/emissionモデルは、エネルギー消費、土地利用変化、農業生産等の温室効果ガス排出の原因になる社会経済活動のモデルで構成されている。その中心はエネルギー・モデルで、世界モデルとアジア太平洋地域の国別モデルから構成されている。エネルギーの世界モデルは、エドモンズとライリーが開発したエネルギーの部分均衡をその基本構造として持つトップダウン型の世界エネルギー経済モデルを適用している。一方、国別モデルは、本研究チームで開発したオリジナルなモデルであり、その中心はボトムアップ型のエンドユース（エネルギー最終消

費)モデルである。そして、これらのモデルは有機的に統合化されている。

エンドユースモデルは、図2に示すように、3つのモジュールから構成されている。第一は、エネルギーに依ってサービスされるべき各種需要(エネルギーサービス)を見積る「エネルギーサービス量算出モジュール」である。ここでは、経済・社会の諸変数を決定する外部のモデルやシナリオからフォーワード・リンケージを受け取り、ライフスタイルや環境保全意識の変化を反映させた原単位をもとにエネルギーサービス需要量(例えば、製品生産量、輸送量トン・キロ数、冷房カロリー数等)を推定する。第二は、エネルギー効率の改善を計算する「エネルギー効率算出モジュール」である。ここでは、二次エネルギー段階からのエネルギー供給を一方の端として、これとエネルギーサービス需要端を結ぶ「レファレンス・エネルギー・システム」を構成し、これとエネルギー機器の技術情報とを結びつける部分である。第三は、エネルギー効率を決定する各種サービス技術を選択するモジュールである。ここでは、サービス機器の優劣を経済性などの基準により評価して、各時点でサービス種ごとに最適な機器が選択される。さらに、これら三つのモジュールを統合して、部分的な最適化計算を行うモジュールも用意されている。そして、これらの機能はモジュール化されており、時点、国、部門に共通して単一のサブプログラムで処され、エネルギー・マクロ経済・リンケージなどA I Mの他のモデルとの連動を図るように設計されている。

このエンドユースモデルは、いわゆる「ボトムアップ型」のモデルであり、エネルギー価格の変化により技術代替が生じる現象を中心にして、エネルギー消費の変化を積み上げ方式により推定することを目的としたものである。従って、個々の具体的な政策の有効性を評価したり、種々の政策を組み合わせた場合の効果を評価することが可能である。また、エネルギー需要モデルに技術選択モデルをつなぐことによって、個別の技術の実態を踏まえたエネルギー効率改善の予測を可能にしている。さらに、このモデルは既に完成しているA I M世界モデルとつなぐことができるため、将来、国際的要因の影響についての分析や、共同実施などの国際協調の効果を勘案した分析が可能になる。

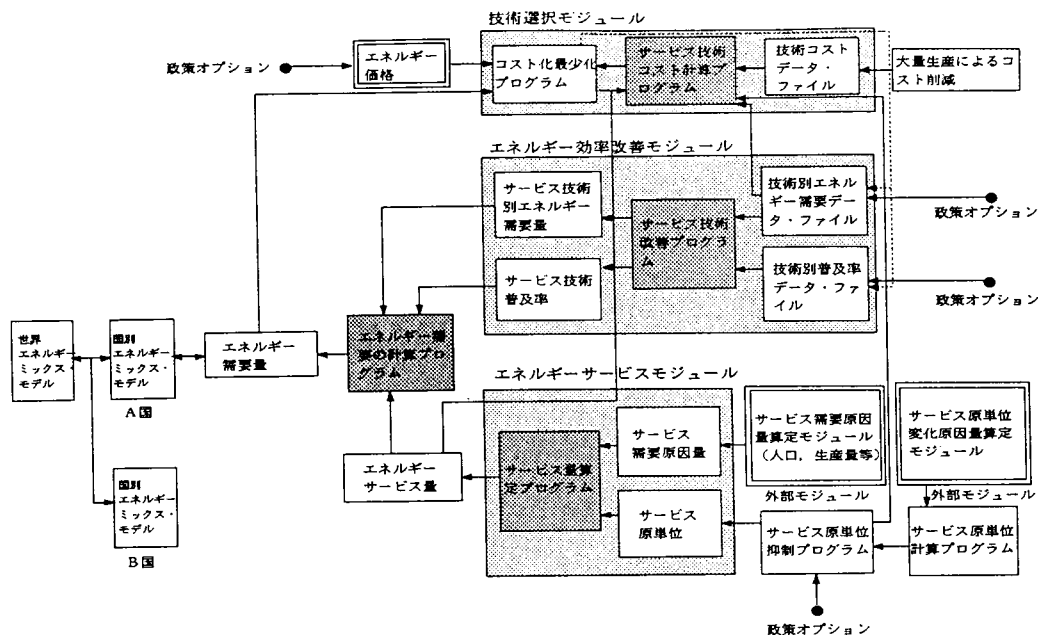


図2 エンドユース（エネルギー最終消費）モデルの基本構造

3 国別排出モデルの開発

(1) インドネシアモデル (A I M / I n d o n e s i a) の開発

A I M / e m i s s i o n の国別モデルは、まず、インドネシアに適用した。インドネシアモデルでは、エネルギー・サービス・モジュールの開発に焦点を置き、産業、運輸、民生、商業の4つのセクター毎にエネルギー・サービス量の予測モデルを開発した。省エネ技術の選択モジュールは考慮せず、エネルギー効率改善については一律年当たりの改善率 (A E E I) を仮定するという単純な構造とした。これは、エネルギーサービス量予測のパイロットモデルとしてインドネシアモデルを開発したためである。

次いで、このモデルを用いてシミュレーションを行い、インドネシアの将来の温室効果ガスを予測した。前提としたシナリオは、インドネシアの人口が2100年で3億4千万人、経済成長が2025年以前で年率4.1%、2025年以降で3.3%、都市人口比率が2100年で73%、森林伐採が今後コンスタントに毎年220~230万ヘクタールとした。このシナリオのもとでインドネシアの二酸化炭素及びメタンガスの排出量をそれぞれ発生源別に予測した結果を、図3及び図4に示す。二酸化炭素については、工業、交通、エネルギー転換部門からの排出量が着実に伸びることにより、来世紀末には排出量が現状の約4倍に達する。なお、森林破壊による大量の二酸化炭素の放出が来世紀中頃まで続き、急激な二酸化炭素排出量増加の主因となることが示されている。また、メタンガスについては、水田からの排出量が着実に増加するとともに、パイプラインからの漏洩による放出が来世紀に入って急激に増加し、来世紀末の排出量は3倍程度まで増加する可能性があることが分かった。

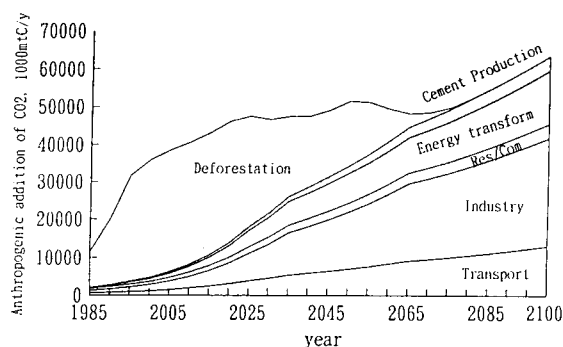


図3 インドネシアの二酸化炭素排出量の予測
(標準ケース)

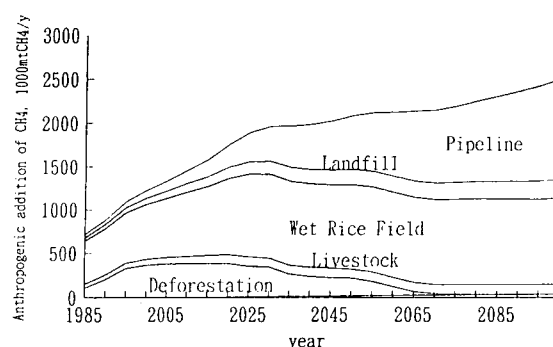


図4 インドネシアのメタンガス排出量の予測
(標準ケース)

(2) 中国モデル (A I M / C h i n a) の開発

次に、中国については、インドネシアと同様にエネルギー・サービス・モジュールは4つのセクターの積み上げモデルによって推定するが、エネルギー効率改善モジュールをより発展させた。即ち、中国で今後利用可能な30種類のエネルギー技術分野について、それぞれの技術がどの時点で導入され、どの程度の速さで普及するかについてのシナリオを与え、これを基にエネルギー効率改善の程度を予測する仕組みになっている。ただし、これらのシナリオは技術選択モジュール

ルによって判断されるのではなく、先進国の発展過程のデータに基づいて外生的に与える。このように技術選択モジュールの代わりにシナリオとして技術導入を与えてシミュレートする方法は、超長期にわたってエネルギー消費量を推定する場合に特に必要となり、この意味から中国モデルは超長期予測のためのパイロットモデルとして検討された。

中国モデルを用いたシミュレーション結果を、図5及び6に示す。図5は、標準シナリオ（来世紀末の人口が16.6億人、経済成長率が2025年までは3.9%、それ以降は3.9%、年当たりエネルギー効率改善率が0.5-1%）の下でのエネルギー需要量の伸びを予測したものであり、1985年に25EJだった需要量が、2050年には170EJ、2100年には250EJまで増加している。もし、省エネ技術の導入を早める政策を採れば、エネルギー効率改善は年率1%にも高まり、図6に示すようにエネルギー需要量は標準ケースの約半分に抑えられることが分かった。

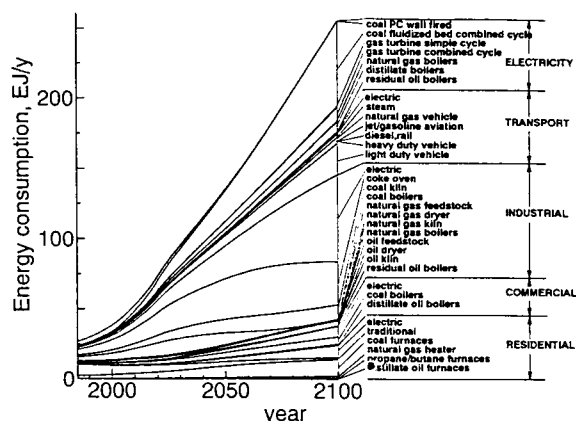


図5 中国のエネルギー需要量の予測
（標準ケース）

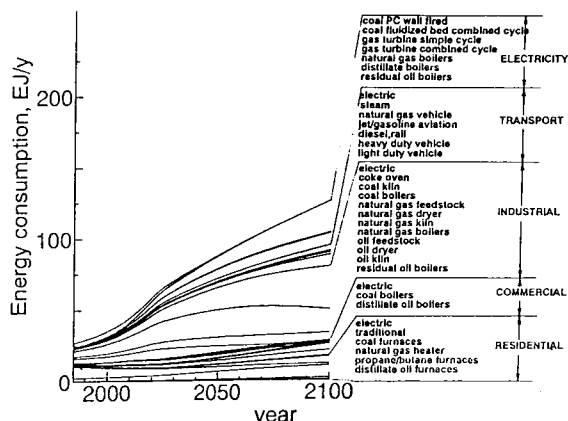


図6 中国のエネルギー需要量の予測
（対策ケース）

（3）日本モデル（AIM/Japan）の開発

日本モデルにおいては、エネルギー・サービス量予測の際のセクターをさらに詳細に分割するとともに、エネルギー効率改善モジュールの精度を高めるため省エネ技術選択を決定するモジュールを追加した。これは、中国モデルのように技術選択の判断をシナリオで与えるのではなく、各時点の省エネ技術のコストとエネルギー価格に基づくエネルギー節約の便益とを比較衡量するモデルを組み込んだ。技術選択モジュールの開発に際しては、表1に示すように、産業、家庭、業務、運輸の各部門ごとに100種類以上の技術を抽出し、これらの全技術について、初期導入コスト、年次別普及基数、省エネ効果量、技術コーホート、投資回収期間等の基礎データを詳細に調査し、データベース化した。そして、このデータベースを用いてモデルのパラメータや初期条件を設定した。こうして開発された技術選択モジュールにおいては、技術導入の初期コストの増加とエネルギー節約による便益の増加の比較によって、省エネ技術の導入が判断されることになる。従って、炭素税によってエネルギー価格を増加させたり、補助金によって初期コストを下げることににより技術選択が変わり、結果として二酸化炭素の排出量が下がるという、温暖化対策の効果が具体的にシミュレートできる。

表1 日本モデルで対象としたエネルギー関連技術

部 門	分 野	サービス技術
産 業	鉄鋼	コークス炉潤滑装置 スクラップ予熱装置 交流式電気炉 直流式電気炉 鋳造装置 連続鋳造装置 従来型加熱装置 直送圧延／熱片投入 焼鈍装置 連続焼鈍装置 コークス乾式消火設備 コークス湿式消火設備 湿式高炉炉頂圧発電設備 乾式高炉炉頂圧発電設備
	セメント	チューブミル 予備粉砕機 NSP／SP以外 NSP／SP 高効率クリンカクーラ 堅型ミル ディーゼル発電 廃熱発電
	石油化学	分解反応装置 高性能分解反応装置 ポリエチレン製造装置 高性能ポリエチレン製造装置 ポリプロピレン製造装置 高性能ポリプロピレン製造装置 重油ボイラー 低空気比重油ボイラー
	紙パルプ	従来型蒸解装置 予備浸透型連続蒸解装置 従来型洗浄装置 高性能バルブ洗浄装置 従来型脱リグニン装置 酸索脱リグニン装置 ディフューザー漂白装置 従来 型蒸発缶 液膜流下型蒸発缶 従来型サイズプレス装置 高性能サイズプレス装置 従来型脱水装置 高性能面圧脱水装置 石炭ボイラー 重油ボイラー 低空気比重油ボイラー バークボイラー 黒液ボイラー
家 庭	冷房	ルームクーラ
	冷房・暖房	冷暖房兼用ルームクーラ(電気) 冷暖房兼用ルームクーラ(ガス) 冷暖房兼用ルームクーラ(石油)
	暖房	石油ストーブ 石油ファンヒーター 石油温風暖房機 ガスファンヒーター ガス温風暖房機 電気ストーブ 電気セラミックファンヒーター 断熱材(新設戸建住宅) 断熱材(新設集合住宅) 断熱材(既存戸建住宅) 断熱材(既存集合住宅)
	給湯	ガス給湯機 石油給湯機 電気温水機 ソーラーシステム 太陽熱温水器
	冷房・暖房・給湯	電力多機能ヒートポンプ ガスヒートポンプ 石油ヒートポンプ
	照明	白熱灯 蛍光灯 インバータ照明
	動力他	テレビ 冷凍冷蔵庫 洗濯機 掃除機 電子レンジ その他
業 務	冷房	電気冷房空調
	冷房・暖房	ガスヒートポンプ
	暖房	電気暖房 石油暖房 ガス暖房 保温構造化
	給湯	石油ボイラー給湯 ガスボイラー給湯 太陽熱温水器
	電力・冷房暖房・給湯	コジェネガスエンジン コジェネガスタービン コジェネディーゼルエンジン
	照明	蛍光灯 インバータ照明
	動力他	複写機 計算機 昇降機 その他動力
運 輸	旅客輸送	ガソリン新型車(軽／小型／普通／営業／自家バス) ガソリン低燃費車(軽／小型／普通／営業) ディーゼル新型車(小型／普通／営業／自家バス／営業バス) LPG新型車(営業) CNG車(小型／営業) 電気自動車(軽／小型／営業) HIMR車(自家用バス／営業バス) 鉄道 旅客船 航空
	貨物輸送	ガソリン新型車(軽／小型／普通) ガソリン低燃費車(軽／小型／普通) ディーゼル新型車(小型／普通) 電気自動車(軽／小型) CNG車(小型) 鉄道 貨物船 航空

このため、日本モデルを用いて以下の分析を行った。第一に、各種の省エネルギー技術のメニューが採用される条件を、一定のシナリオに基づいた炭素税の税率や補助金との関係で明らかにし、第二に、これらの技術のメニューの導入とそれによって削減される二酸化炭素の排出総量との関係を、各種の社会経済的シナリオのもとで明らかにする。さらに第三に、炭素税とその税収を積極的に還元する補助金を組み合わせた効果について分析した。シミュレーションは1985年度を開始年として1年度ごとに2010年度まで実行した。図7には、いろいろなケースについてのわが国の二酸化炭素排出量のシミュレーション結果を示す。この分析によって明らかになった点をまとめれば、以下のとおりである。

1) 省エネ技術の導入が進むためには、省エネの経済的メリットについて国民に十分な理解を求める必要がある。このような理解が得られれば、炭素税や補助金を導入しなくても省エネ技術の導入は進む可能性がある。これにより産業部門の二酸化炭素排出量の安定化は可能であるが、家庭、運輸及び業務部門の排出量の伸びが著しいため、トータルとして二酸化炭素排出量を安定化させることは難しい。

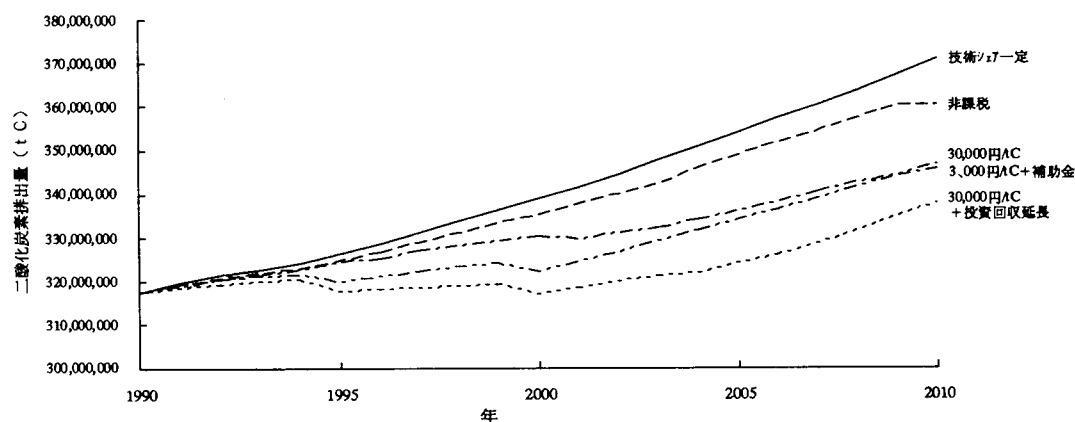


図7 わが国の二酸化炭素排出量の将来予測

2) 炭素トン当たり2万円から3万円程度の炭素税を導入すれば、家庭、業務及び運輸部門の省エネ技術の導入はさらに進む。しかし、これらの効果をもってしてもトータルとして二酸化炭素排出量を安定化できないおそれがある。

3) 家庭部門及び業務部門の排出量を安定化するためには、追加的な方策を検討する必要がある。特に、主観的な投資回収期間の延長等の省エネ投資に対する理解の促進、補助金による初期投資の負担の軽減、ソフトローンや啓蒙による長期的視点での省エネ投資意識の助長、リサイクル技術の導入等の技術の検討範囲の拡大、などが不可欠である。このような方策を併せて講じれば、二酸化炭素排出量安定化は十分可能である。

4) 今後、運輸部門では大きなエネルギー消費の伸びが予想されるにもかかわらず、有効な省エネ方策が見出せないため、この部門が二酸化炭素排出量の安定化にとって最大の障害になるおそれがある。モーダルシフトや自動車の選択に関する意識転換等、抜本的な方策の検討が求められる。

5) 炭素税の税収を省エネ初期投資への補助金として活用する方策については、短期的には大きな効果が期待できる。炭素トン当たり3000円程度の薄い税率を課した場合でも、その税収を補助金として積極的に活用すると、一定の条件の下ではトン2～3万円の炭素税に匹敵（補助金として還元しない場合）する効果が得られる可能性がある。ただし、汚染者負担の原則への抵触、市場参入者の増加による二酸化炭素排出の増加、補助金の配分システムの課題など、補助金導入のマイナス面も併せて検討する必要がある。

6) 以上をまとめれば、二酸化炭素排出量の安定化のためには、炭素税等の新たな対策を単独ではなく組み合わせて用いる必要があり、また、短期的には炭素税と補助金を組み合わせて用いることが効果的かつ効率的である。今後、中長期的な技術革新の効果、税のアナウンスメント効果、主観的な投資回収期間の延長策等に関する検討が特に急がれる。

5. 世界モデルの開発

(1) AIM/emissionの世界モデルの開発

AIM/emissionの国別モデルは開発途上にあるが、世界モデルについては既に完成

をしている。この世界モデルは、エドモンズ及びライリーの開発した部分均衡型エネルギー経済モデルをベースにして、土地利用変化や農業生産のモジュールを付け加え、また、世界を19地域に分割して予測できるように改良したものであり、この需要推定モジュールと国別モデルとの間にインターフェイスを設けて、両者を統合できる構造にした。

こうして、現在までに完成した国別モデルを世界モデルにリンクさせて、アジア太平洋地域からの二酸化炭素排出量を予測した。図8は2100年の平方km当たりの年間二酸化炭素排出量を炭素トンで表示したものである。特別な対策を導入しない限り、中国、インド、東南アジア、N I E S 諸国の排出量の伸びが大きく、アジア地域全体の排出量は世界の半分ちかくのシェアを占める可能性があることが分かった。

(2) A I M / c l i m a t e モデルの開発

A I M / c l i m a t e モデルは世界規模のモデルであるが、このモデルは今までに開発されている大気化学反応、海洋交換、放射加熱、炭素循環、フィードバック、気候変化等の個別のモデルを、独自のフレームに基づいて組み合わせることによって構築した。即ち、大気化学反応については米国のA M A C モデル、海洋交換については標準的なボックス拡散海洋吸収モデル、放

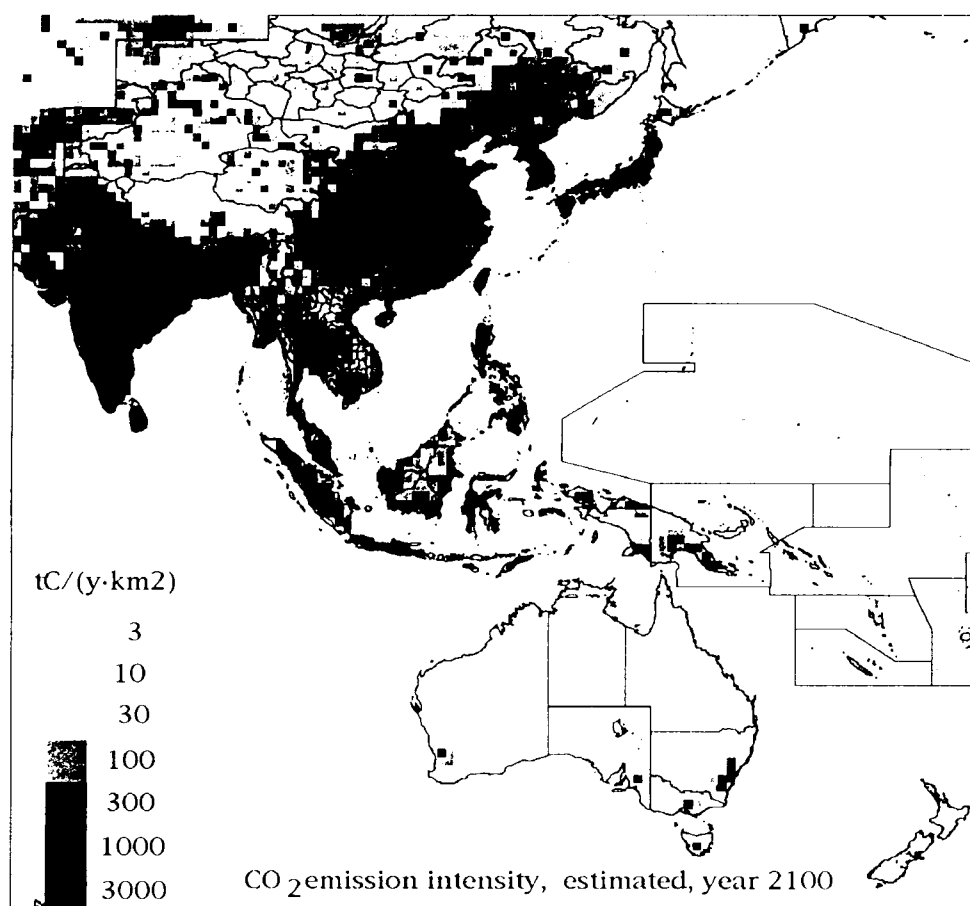


図8 アジア太平洋地域からの二酸化炭素排出量の予測（2100年，標準ケース）

射加熱については I P C C（気候変動政府間パネル）で提案されたモデル、炭素循環についてはイーストアングリア大学で開発された M A G I C C モデル、フィードバックについてはラショフ博士によって検討されたフィードバック係数モデル、そして地域的な気候変化については 3 種類の大循環モデルの出力をもとに推定モデルを作成し、これらを組み合わせたものである。

なお、モデルの統合化に当たっては、米国環境保護庁で開発された A S F モデルを参考にして、このモデルが抱えるいくつかの問題点を解決するように改良を図った。また、個別のモデルにおいても部分的な改良は試みた。主たる改良点は、森林減少やバイオマス供給の予測の基礎となる土地利用モデルについて、独自のパラメータを設定したこと、二酸化炭素や熱の交換を再現する海洋モデルについて、構造をより詳細にしたこと、温度上昇による自然起源の温室効果ガスの変化を再現するフィードバックについて包括的なモデル化を試みたこと、などである。

こうして完成した A I M / c l i m a t e モデルは、A I M / e m i s s i o n の世界モデル及び A I M / i m p a c t モデルの各モジュールとリンクさせて、統合モデル全体が連携するように配慮されている。

6. まとめ

3 年間の研究によって、A I M / e m i s s i o n モデルの世界モデル及び A I M / c l i m a t e モデルが概ね完成したが、A I M / e m i s s i o n の国別モデルについてはプロトタイプモデルの開発とその数カ国への適用にとどまっている。来年度より途上国等共同研究の枠組みの中で国別モデルの開発を進めるとともに、世界モデルとリンクさせてシミュレーションを行う予定にしている。

7. 成果発表

- ・ T. Morita (1991) Japan's research project on global warming response and urgent data needs for Asian-Pacific integrated model. CIESIN-NSF Conf. Data Needs Study Human Dimensions Environ. Change, Pac., Honolulu, 1991
- ・ T. Morita (1991) Regional program on global climate change: Japan's approach. Int. Conf. Global Warming & Sustainable Development, Bangkok, 1991
- ・ M. Kainuma, Y. Matsuoka and T. Morita (1992) Integrated decision support system for evaluating policy options to cope with global warming. IIASA Workshop on Advantages in Methodology and Software in Decision Support System, 1992.
- ・ 松岡 譲・森田恒幸 (1992) 地球温暖化におけるモデルと予測. 計測と制御, 31(5).
- ・ 松岡 譲・森田恒幸・甲斐沼美紀子 (1992) 地球温暖化に関するシナリオとモデル解析. 土木学会論文集 No.449, 1-16.
- ・ T. Morita, Y. Matsuoka & M. Kainuma (1993) Recent scenario analyses of GHG emissions and global warming impacts in the Asian-Pacific region : Some outcomes from AIM. Prepared for the Workshop on the Socio-economics of Climate Change and Scenario Assumptions, IPCC/WG3, Montreal 3-7 May 1993, 15p.

- ・ 森田恒幸 (1993) 地球温暖化とその対策／アジア太平洋地域からの視点. オーム社, 229-234
- ・ Morita, T., Y. Matsuoka, M. Kainuma, H. Harasawa and K. Kai (1993) AIM - Asian-Pacific Integrated Model for Evaluating Policy Options to Reduce GHG Emissions and Global Warming Impacts. Proceedings of the Workshop on Global Warming Issues in Asia, Bangkok, 8-10 September, 26 pages (to be published as a book from AIT).
- ・ AIM/Japan 開発チーム (1994) 技術選択を考慮したわが国の二酸化炭素排出量の予測モデルの開発. 国立環境研究所 F-64-'94/NIES, 90p.