

課題名	A-0808 統合評価モデルを用いた気候変動統合シナリオの作成及び気候変動政策分析
課題代表者名	増井 利彦（独立行政法人国立環境研究所 社会環境システム研究領域 統合評価研究室）
研究実施期間	平成20～22年度
累計予算額	125,736 千円（うち22年度 44,616 千円） 予算額は、間接経費を含む。
研究体制	<p>（1）統合評価モデル開発と世界排出シナリオ、気候変動統合シナリオの作成（独立行政法人国立環境研究所）</p> <p>（2）排出シナリオの詳細化に関する分析（京都大学）</p> <p>（3）国別排出シナリオの作成（みずほ情報総研株式会社）</p> <p>研究協力機関 独立行政法人海洋研究開発機構、東京工業大学、茨城大学、エネルギー研究所（中国）、インド経営大学院アーメダバード校（インド）、マウラナ・アザド国立技術研究所（インド）、アジア工科大学（タイ）、タマサート大学（タイ）、スタンフォード大学（米国）</p>
研究概要	<p>1. はじめに</p> <p>国立環境研究所・京都大学・みずほ情報総研では、これまでに地球温暖化の影響と排出削減の効果を分析するために、排出モジュール、気候モジュール、影響・適応評価モジュールからなるAIM（Asia-Pacific Integrated Model）を開発し、わが国における炭素税の効果や、IPCC（気候変動に関する政府間パネル）のSRESシナリオの作成、アジア主要国におけるモデルの適用と温暖化対策の評価を行ってきた。地球温暖化は、対象範囲が世界全体と広範囲にわたるとともに、100年以上の長期を対象としており、複雑な利害関係と問題のもつ不確実性の大きさから、政策と科学が両輪となって取り組む必要がある課題である。こうした課題に取り組むにあたって、現時点の行動・判断を将来に投影し、問題解決の材料とすることは必要不可欠であり、シナリオアプローチと呼ばれる手法が国内外において積極的に採用されてきた。今後も、温暖化政策を検討するにあたっては、長期及び短期、国及び世界といった様々な視点を反映させた叙事的、定量的なシナリオの作成が、重要な役割を担い、社会経済、排出量、気候変動、影響の相互を整合的に描いた気候変動統合シナリオが求められる。</p> <p>IPCCでは、SRESシナリオに代わる新たな長期かつ世界を対象とした社会経済・温室効果ガス排出シナリオの作成、気候変動や影響との整合性を高めたシナリオの作成、各国詳細シナリオの作成、シナリオ作成過程への途上国参加の強化、といった点の必要性を強調し、第五次評価報告書に向けた新シナリオ（以下、IPCC新シナリオ）の開発が開始されている。AIMも新シナリオを作成する統合評価モデルの1つとして作業に加わっている。</p> <p>日本国内では、京都議定書の第一約束期間が始まるとともに、第一約束期間後の議論が開始されてきた。長期的な対応や国際交渉における温室効果ガス排出削減量の各国分担についての議論をにらみつつ、中期的な温室効果ガス排出量の削減目標に関する議論が開始された。環境税や排出量取引のほか、セクター別アプローチなど様々な施策が提案されており、中期目標の設定とともに、最も持続的かつ経済発展を損なうことがない対策を見出すことが重要である。</p> <p>発展途上国、特に、中国、インドといった急速な経済発展を実現させている地域においても、一刻も早い温暖化対策への取り組みの実施が必要不可欠である。これらの地域においても、気候変動問題への認識は高まりつつあるものの、経済発展や大気汚染等の地域環境問題の解決など、取り組むべき課題は様々であり、これらの諸課題と温暖化対策を同時に改善するような施策の検討が求められている。一方で、発展途上国では、先進国の歩んできた発展経路を回避して最先端の技術がいきなり導入される可能性がある。その際、エネルギーインフラや都市計画などについては、タイミング良く実効性のある対策を打たないと、それ以降導入できる対策オプションが限られる。こうした対策の検討を実現するためには、これまでに開発してきた国別のモデルを、各途上国の個別事情を反映したモデルに改良することが必要である。</p>

2. 研究目的

本研究の目的は、これまでにAIMのモジュールとして構築してきたモデル群を対象に、最新の科学的知見を反映するように個々のモデルを改良する作業や、複数のモデルの統合を行い、各種フィードバック効果も考慮しつつ、温室効果ガスの排出、気温上昇、温暖化影響に関する一貫性を持った世界シナリオの開発を行うことである。また、世界シナリオに大きな影響を及ぼすアジア主要国を対象に、国別シナリオを作成することを目的として、世界シナリオの結果を各国別に詳細に表示する詳細化モデルの開発、大気汚染モデルの開発、及びそれらの統合化を行い、これらを用いて各国における温暖化対策の効果と影響について分析を行う。得られた成果は、IPCC新シナリオの作成やわが国における温暖化対策の推進、アジアの発展途上国における温暖化対策の促進に貢献することが期待できる。

以上の目的を達成するために、本研究は、世界モデルの開発と世界シナリオの作成及びわが国における温暖化対策の政策分析を中心としたサブテーマ(1)、詳細化モデルの開発を主として行うサブテーマ(2)、アジアの発展途上国を中心とした各国シナリオの作成を中心としたサブテーマ(3)、の3つのサブテーマで構成される。図1に本研究で使用するモデル、分析概要、期待される成果の関係を示す。

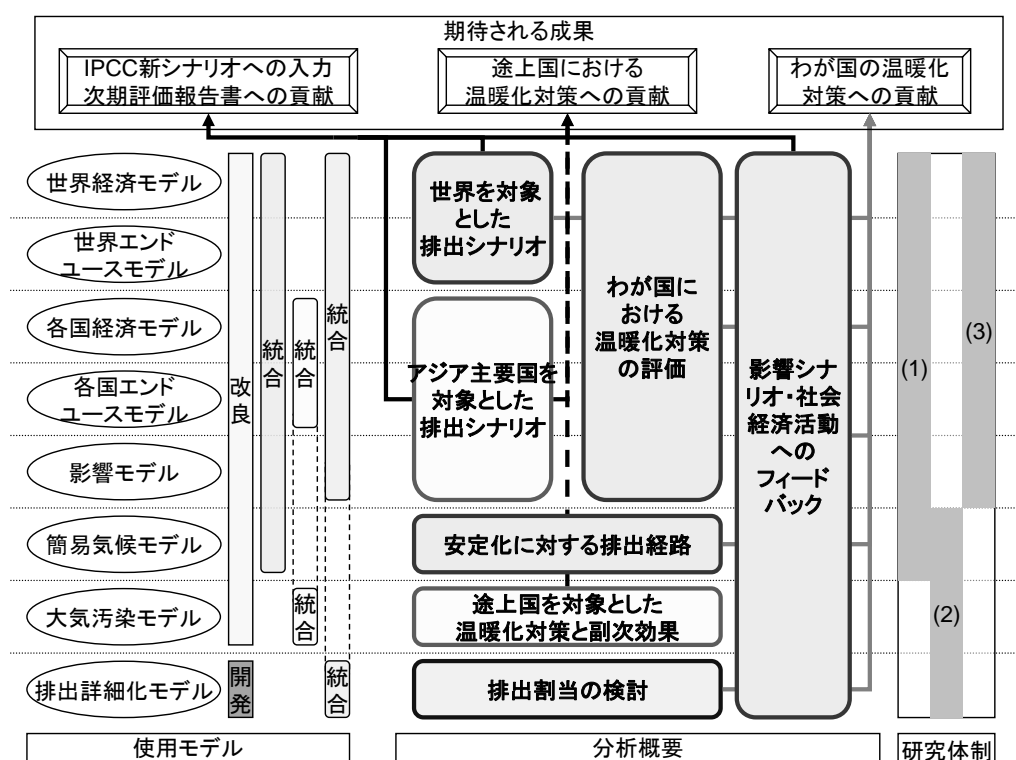


図1 本研究の構成

3. 研究の方法

(1) 統合評価モデル開発と世界排出シナリオ、気候変動統合シナリオの作成

サブテーマ(1)では、温室効果ガスの排出、気温上昇、温暖化影響に関する一貫性を持った将来像の描出（気候変動統合シナリオの作成）を行うために、これまでに開発してきた排出・気候・影響モデルの改良と統合を行う。本分析に使用するモデルは、主として世界を対象とした応用一般均衡モデルであるAIM/CGE [Global]である。シナリオ作成にあたっては、サブテーマ(2)と(3)からそれぞれ提供される各国排出割当と各国将来シナリオを反映させる。

また、わが国における2020年の温室効果ガス排出量の削減目標や1990年比25%削減を実現する対策の検討を行うために、世界を対象とした技術選択モデルであるAIM/Enduse [Global]、日本を対象とした応用一般均衡モデルであるAIM/CGE [Japan]の改良を行った。

このほか、AIM/Enduse [Global]とAIM/CGE [Global]は、国際的な比較研究プロジェクトに参加するために前提等の改良を行った。

(2) 排出シナリオの詳細化に関する分析

サブテーマ(2)では、アジア24カ国を対象として、2000年及び2005年におけるPM_{2.5}、SO₂、NO_x、CO

等の大気汚染物質の排出量の推計を大規模汚染源や面源等に分けて推計するとともに、一日平均曝露濃度を推計した。本研究は、大気化学輸送シミュレーション(排出量メッシュデータ作成、気象モデル、大気化学輸送モデル)と、曝露評価の2つに分けられる。大気化学輸送シミュレーションでは、まず国別部門別大気汚染物質排出量データを用いてダウンスケーリングを行い、月変動、日変動、時間変動を加えた排出量メッシュデータを作成する。次に、気象モデルを用いて、対象領域上の気象場を計算する。得られた排出量メッシュデータと気象データを入力データとして、大気化学輸送モデルで大気汚染物質の空間濃度分布を計算する。曝露評価では各国の生活時間調査から作成した滞在時間、屋外の大気汚染物質濃度、燃料消費量、排出係数、住宅構造データ、換気回数、除去率、侵入率などを用いて、各国各コホートの大気汚染物質曝露濃度を計算した。

このほか、世界の温暖化対策を検討する際の基礎となる排出削減量の各国割当について検討を行い、各サブテーマに提供した。

(3) 国別排出シナリオの作成

サブテーマ(3)では、中国、インド、タイ等の国々を対象として、モデル構築のための環境、経済、技術に関するデータの収集を行い、人口、経済発展、技術進歩に関する将来シナリオを各国別に整備した。さらに、AIM/Enduseの各国への適用は、対象国の研究機関と共同で行った。適用するモデルは、技術の普及状況と温室効果ガス排出量の関係を技術ベースで評価することを目的とした技術選択モデルと、地球温暖化問題の解決と経済発展の両立を目指した政策の評価が可能となるように、応用一般均衡モデルをベースとしたモデルから構成される。これらの2種類のモデルは相互補完の関係にあり、2つのモデルを連携することで、環境要素モデルで表現されるリアリティと環境政策評価モデルで示されるマクロ的な整合性の両方を兼ね備えた分析を行った。

また、AIM/Enduseをわが国に適用し、技術積み上げ方式によって我が国の温室効果ガス排出量および対策技術の効果量などを推計し、分析結果を中期目標検討委員会や中央環境審議会中長期ロードマップ小委員会等に提供した。

4. 結果及び考察

(1) 統合評価モデル開発と世界排出シナリオ、気候変動統合シナリオの作成

1) 世界を対象とした技術選択モデルAIM/Enduse [Global]

2020年の温室効果ガス排出量の削減目標を検討するにあたって、わが国と各国との比較を様々な基準を用いて試算した。表1に、2009年4月公表された6つの選択肢としての結果を示す。わが国の削減量に対して、どのような公平性の基準を採用するかによって、各国の削減量が大きく変わりを明らかにした。また、本モデルの結果をAME (Asia Modeling Exercise) やEMF (Energy Modeling Forum) 等の国際比較分析プロジェクトに提供した。

2) 世界を対象とした応用一般均衡モデルAIM/CGE [Global]による試算

他の研究プロジェクトと共同で、IPCC第五次評価報告書において気候モデルの入力となるRCP(代表的濃度経路)の推計を、本モデルを用いて行った。AIM/CGE [Global]が担当したのは放射強制力を $6W/m^2$ に安定化するシナリオであり、2060年以降において削減が必要になるという結果を示したが、対策費用は比較的安価で、発電の石炭火力からガス火力への転換などの対策により実現される。また、この結果をもとに、排出量や土地利用のダウンスケールが行われ、図2のようにRCP6として情報提供されている。また、AIM/Enduse [Global]と同様に、AMEやEMFに対して結果を提供してきた。

3) 日本を対象とした応用一般均衡モデル

わが国の温室効果ガス排出削減の中期目標を検討する際に、サブテーマ(3)で日本を対象とした技術選択モデルAIM/Enduse [Japan]の追加投資と温暖化対策技術の普及に関する結果を受けて、AIM/CGE [Japan]が経済影響を試算した。図3は中央環境審議会中長期ロードマップ小委員会の中間整理に提示したGDPの変化を示したものである。AIM/CGE [Japan]の結果から、温暖化対策を行うことでレファレンスと比較するとGDPは減少する傾向にあるが、現状に対してはいずれも成長しており、適切な政策の導入により、そうしたロスは緩和されることを示した。また、部門別の影響から、低炭素社会に向けた産業構造の変化について定量的に示すことが可能となった。

表1 AIM/Enduse [Global]を用いて計算した2020年の各国の排出量

選択肢	手法*	前提条件#	限界削減費用 もしくはGDPあたり 対策費用の比	排出量の変化(1990年比)										
				日本		EU25		米国		ロシア		Annex I		
				エネ	GHG	エネ	GHG	エネ	GHG	エネ	GHG	エネ	GHG	
①「長期需給見通し」努力継続・ 各国目標並み	MAC均等	本分析	\$35/tCO2	+6	+4	-6	-14	+8	+6	-19	-29	-4	-9	
	GDP均等	サイドストーリー	0.02%	+6	+4	-5	-12	+12	+12	-16	-21	-1	-4	
	EU-20% (CDM有)	MAC均等	本分析	\$49/tCO2	+4	+2	-8	-16	+7	+5	-20	-31	-5	-10
		GDP均等	サイドストーリー	0.05%	+3	±0	-8	-16	+10	+8	-17	-24	-3	-8
	US±0%	MAC均等	本分析	\$62/tCO2	+3	±0	-9	-17	+2	±0	-20	-31	-7	-12
		GDP均等	サイドストーリー	0.21%	-2	-5	-12	-20	+2	±0	-19	-27	-8	-13
②先進国全体90年比▲25% (限界削減費用均等)	MAC均等	本分析	\$166/tCO2	-2	-5	-19	-27	-21	-24	-23	-32	-20	-25	
	MAC均等	投資回収+ 電源構成	\$137/tCO2	-10	-12	-18	-26	-19	-22	-24	-36	-19	-25	
③「長期需給見通し」最大導入 (フロー対策強化)	MAC均等	本分析	\$187/tCO2	-5	-7	-19	-27	-21	-24	-23	-32	-20	-25	
	GDP均等	サイドストーリー	0.31%	-5	-7	-15	-23	±0	-2	-20	-28	-10	-15	
④先進国全体90年比▲25% (GDPあたり対策費用均等)	GDP均等	本分析	1.01%	-14	-17	-22	-31	-16	-18	-22	-31	-20	-25	
	GDP均等	投資回収+ 電源構成	0.34%	-14	-17	-20	-29	-17	-20	-22	-33	-19	-25	
⑤ストック・フロー対策強化	MAC均等	本分析	\$295/tCO2	-13	-15	-20	-29	-26	-29	-25	-34	-23	-29	
	GDP均等	サイドストーリー	0.79%	-13	-15	-21	-30	-12	-14	-22	-31	-18	-23	
⑥先進国全体90年比▲25% (各国一律▲25%)				前提としている日本のエネルギーサービス需要に対して、 想定した技術のみでは25%削減を達成することができなかった。										

注：排出量の変化は基準年（1990年、一部1995年）の温室効果ガス総排出量に対する値を示す。

また、Annex Iは、気候変動枠組条約附属書I国全体を示す。

*：MAC均等：「EU-20%ケース」はEUの限界削減費用に、「US±0%ケース」はUSの限界削減費用に、それ以外は日本の限界削減費用に等しくなるように設定。

GDP均等：GDPあたり対策費用の割合を、Annex Iに属する国・地域で均等化するように設定。

#：本分析：中期目標検討会の選択肢①～⑥の前提で計算した結果。

サイドストーリー：本分析以外にAIM独自に設定した前提での試算結果。

投資回収+電源構成：長い投資回収年数を想定するとともに火力発電の柔軟性に制約を課す場合の試算結果。

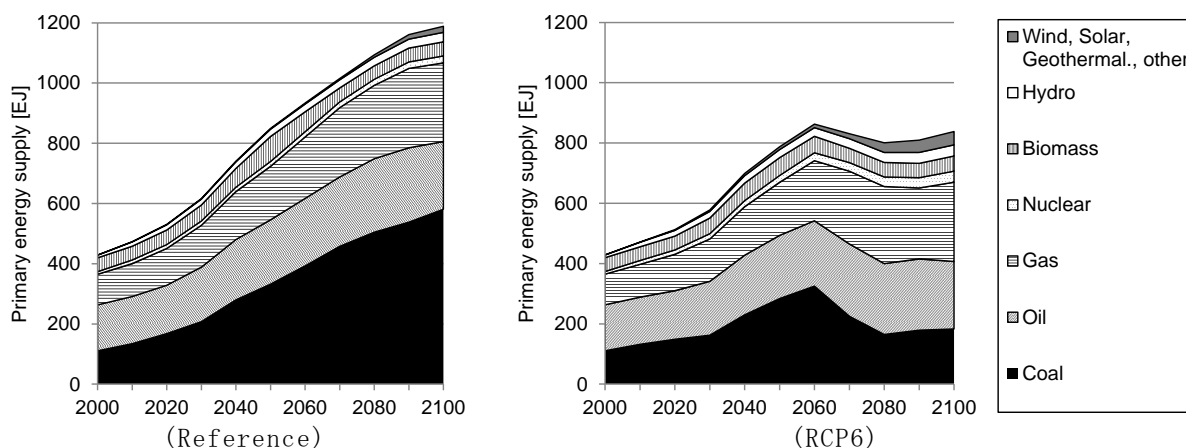
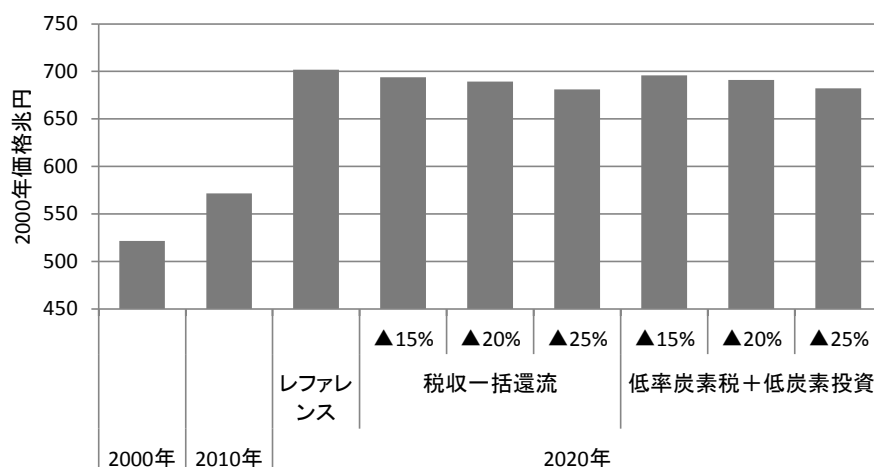


図2 AIM/CGE [Global]によるエネルギー種別一次エネルギー供給量の推移



注：税収一括還流：CO₂価格を温暖化対策税として課し、税収をすべて家計に還流するケース。
低率炭素税+低炭素投資：低率の温暖化対策税を課し、税収を温暖化対策税に活用するケース。

図3 AIM/CGE [Japan]によるGDPの推移

(2) 排出シナリオの詳細化に関する分析

1) 大気汚染シナリオの検討

硫黄酸化物・窒素酸化物・揮発性炭化水素・浮遊粒子状物質の詳細な排出量分布を推計するためのフレームを構築した。また、推計に必要な大規模排出源(LPS)のデータベースや地方行政区単位の各種統計データ、ベースとなるGISデータの収集、整備を行い、2000年、2005年を対象とした詳細な排出量メッシュデータを作成した。また、得られた排出源分布図を用いて、地域規模および局地規模の大気輸送化学シミュレーションを行って濃度場を計算し、国や地域、性別、年齢などによって異なる行動・生活時間パターンを考慮した時間平均アプローチによる曝露モデルを作成し、アジア地域の人々の屋外屋内両方でのPM_{2.5}、SO₂、NO_x、CO曝露濃度の推計を行った。図4は、35～64歳の無職の女性のPM_{2.5}一日平均曝露濃度(μg/m³)に関する結果であり、暖房や調理による曝露の影響が大きいことを示している。

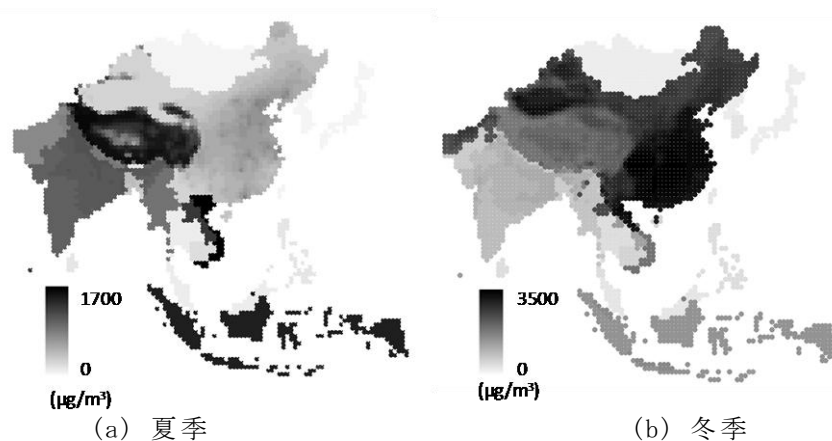


図4 女・35～64歳・無職のPM_{2.5}一日平均曝露濃度(μg/m³)

2) 温室効果ガス排出量の各国別排出割当

排出量の将来推計を行う上での基本的な考え方として、将来の排出量の国別割当(Burden Sharing)についても検討を行い、世界の一人当たりの温室効果ガス排出量が等しくなる場合の各国割当量と、GDPあたりの排出量を等しくする各国割当量について計算を行い、他のサブテーマに提供した。

(3) 国別排出シナリオの作成

1) アジア主要国を対象とした分析

これまでに開発してきたエネルギー技術選択モデルや一般均衡モデルをアジア諸国に適用し、様々な将来シナリオの下での温室効果ガス排出量、対策導入による効果および経済影響などを総合

的かつ定量的に示すことにより、削減シナリオの作成に貢献した。中国についてはエネルギー技術選択モデルおよび一般均衡モデルを用いて、2050年までの排出量・削減量の推計を行うとともに、その経済影響等を分析した。インドについては、AIM/Enduse [Local]モデルの適用を通じて、CO₂削減対策の効果や副次的効果について分析を行ったほか、世界での気温上昇の安定化目標を達成するという条件下での、インドの成長パスや対策技術の動向などについて評価を試みた。タイについては、一定の排出制約を設けた場合や、複数のポリシーパッケージを設定した条件の下での排出量・削減量の推計を行った。

2) 日本における温室効果ガス排出削減の検討

日本を対象とした技術選択モデルAIM/Enduse [Japan]を用いて、様々な文献調査や最新動向の収集等を通じて技術情報の更新を行うとともに、2030年頃までの温室効果ガス排出量の試算を行った。これらの結果は各種検討会に提示され、温暖化政策の立案に貢献した。図5は、中央環境審議会中長期ロードマップ小委員会の中間整理において報告した部門別の温室効果ガス排出量である。2020年におけるわが国の温室効果ガス排出量を1990年比25%削減するケースについて、国内対策を15～25%削減する場合を想定するとともに、2020年のマクロフレームの変化の有無を分析したものである。2009年4月に示された中期目標検討委員会の「6つの選択肢」では、25%削減を技術のみで積み上げることは不可能であったが、マクロフレームの見直しとともに、対策の強化によって、25%削減を国内で実現する経路も定量化できるようになった。また、サブテーマ(1)の経済影響を反映させた分析についても行った。なお、AIM/Enduse [Japan]で計算される追加投資や対策技術の普及は、サブテーマ(1)の日本を対象とした応用一般均衡モデルであるAIM/CGE [Japan]の入力として用いた。

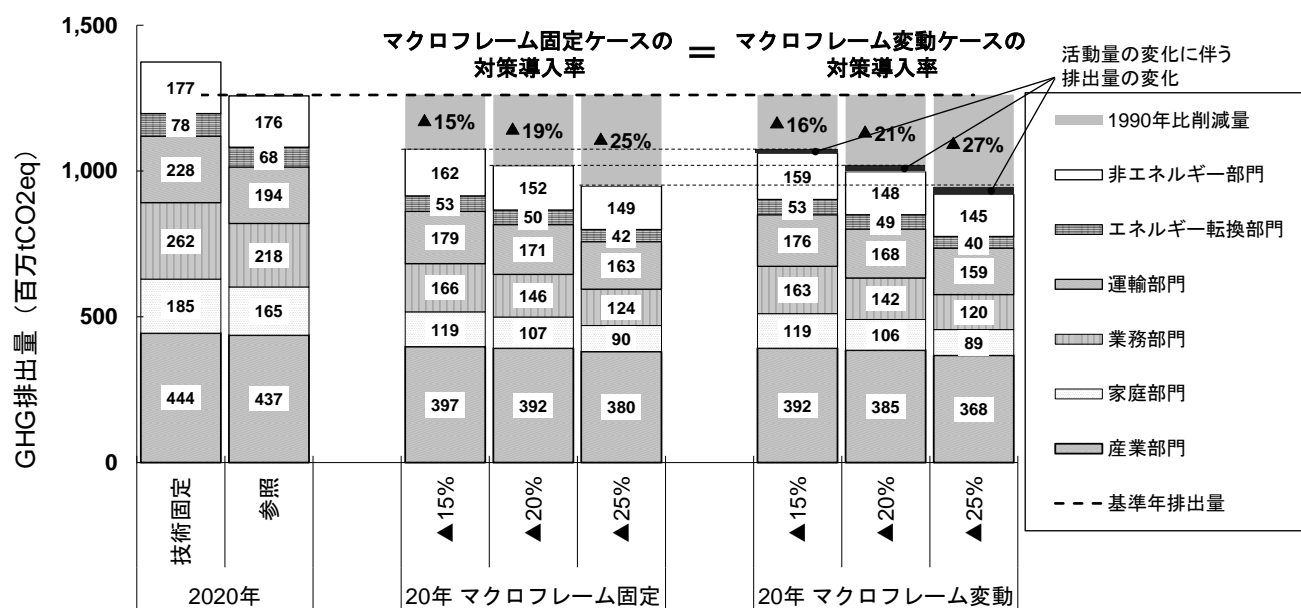


図5 マクロフレーム固定／変動ケースの2020年排出量比較
(両ケースの対策導入率を同値とした場合)

(4) 各サブテーマを通じた分析結果

本研究課題では、統合評価モデルであるAIMを用いて、統合的な気候変動シナリオを構築することを目的としてきた。

わが国を対象とした分析については、温室効果ガス排出削減の中期的な目標設定に関する議論に参加し、世界を対象とした技術選択モデルAIM/Enduse [Global]を用いてわが国と主要国の削減についての関係を明らかにし、日本を対象とした技術選択モデルAIM/Enduse [Japan]を用いて、温暖化対策を促進させる施策も含めて削減の姿を定量化し、得られた対策によるエネルギー削減量や対策を導入するための追加投資の情報を日本を対象とした経済モデルAIM/CGE [Japan]に組み込んで、温暖化対策の経済的な影響までの一貫した分析結果を明らかにした。また、2020年の温室効果ガス排出量を1990年比25%削減するという目標に対する施策についてもAIM/Enduse [Japan]とAIM/CGE [Japan]を用いて分析を行った。25%削減という目標は、極めて厳しい目標ではあるが実現可能で

あり、適切な施策の導入により経済的な影響も最小限に抑えられることを明らかにした。

また、世界を対象としたAIM/CGE [Global]を用いた代表的濃度経路の分析から、目標設定とする放射強制力に対してエネルギーから土地利用までを範囲をとする世界の排出シナリオを示すことができた。また、AIM/Enduse [Global]、AIM/CGE [Global]を用いた国際的研究プロジェクトへの参加から、地球の平均気温を産業革命前から比較して2℃以内に抑えるという目標（大気中の温室効果ガス濃度をCO₂換算で450ppmに安定化させるに相当）も非常に達成困難であるが、再生可能エネルギーの導入やエンドユース側の効率改善などあらゆる施策の導入により実現できることを示した。

こうした温暖化対策は、先進国だけの課題だけではなく、アジアの主要国にとっても重要となりつつある。本研究で開発したモデル群を中国、インド、タイの研究者とそれぞれの国に適用して、温暖化対策に向けたシナリオについても検討することができた。また、こうした取り組みを加速させるために、温暖化対策の副次的な便益である大気汚染対策を評価するためのモデルを開発し、各国における大気汚染物質の曝露量について分析を行った。

以上の分析結果から、本研究では、統合評価モデルであるAIMを構成する様々なモデル群を改良、開発し、世界、日本、アジア主要国に適用することで、温暖化対策の効果と影響を定量的に明らかにするとともに、温暖化政策に資する情報をシナリオとして整理し、様々なところに提供してきた。今後は、より詳細な取り組みを定量的に評価することができるように、更なるモデルの改良や分析に取り組み、低炭素社会の実現に貢献していきたい。

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

個々のモデル開発、分析によって得られた科学的意義は以下の通りである。

① AIM/Enduse [Global]による分析から、各国の削減に対する衡平性の基準をどのように設定するかにより、日本を含め各国の排出削減目標は大きく変化することを定量的に明らかにし、国際交渉においてどのような準備をすべきかを科学的に示した。

② AIM/CGE [Global]を用いたIPCC新シナリオの定量化の分析から、2.6W/m²の目標達成はきわめて厳しく、世界全体が速やかに温室効果ガス排出量の削減に向けて取り組む必要があることを示した。また、AMEなどアジアの視点から世界シナリオを出すことは、経済発展と温暖化対策の両立を科学的に示すことにつながるから重要である。

③ AIM/Enduse [Japan]の分析から、どの技術をどれだけ導入することで25%削減といった目標が達成できるかについて、定量的に明らかにするとともに、それに要する費用も提示することが可能となった。

④ AIM/CGE [Japan]の分析結果から、温暖化対策に有効な施策を導入した場合の経済影響を明らかにすることで、対策技術と整合的な影響を評価することが可能となった。2020年の温室効果ガス排出量を1990年比25%削減する場合において、GDPロスはきわめて軽微であり、かつ、現状と比較すると経済は成長することを示した。また、温暖化対策による各部門への影響は様々であり、特に温暖化対策に寄与する製品を生産する部門の活動は、レファレンスケースよりも活発となり、産業構造の転換等の必要性和その方向性を明らかにした。

⑤ 大気汚染物質の排出量推計から、既往研究より詳細かつ信頼性が高いと考えられる排出量メッシュデータを得ることができ、大気汚染物質の化学輸送シミュレーション及び曝露量評価を精度高く定量化することが可能となった。

また、これらのモデルを組み合わせることで、個別の温暖化対策と整合した経済的な影響の評価（AIM/Enduse [Japan]とAIM/CGE [Japan]）、具体的な対策に基づいた長期の温室効果ガス排出経路の推計（AIM/Enduse [Global]とAIM/CGE [Global]）など、個々のモデルの長所を補完しあう分析が可能となり、科学的にも意義のある分析が可能となった。

(2) 環境政策への貢献

各モデルの試算結果は、地球温暖化問題に関する懇談会中期目標検討委員会、地球温暖化問題に関する閣僚委員会タスクフォース会合、中央環境審議会中長期ロードマップ小委員会に提供されるなど、本研究による試算結果は、わが国の温室効果ガス排出削減政策に大きく貢献してきた。特に、中期目標検討委員会においては、世界モデル、日本モデル、経済モデルすべてのモデルについて定量的な結果を提供し、2009年4月に提示された中期目標としての6つの選択肢の作成に貢献した。こうした6つの選択肢の検討から中長期ロードマップ小委員会での25%削減の具体的な姿の提示まで、本研究は一貫して検討してきており、より野心的な目標に対して政策的に必要なことは何かを明らかにしてきた。

また、温暖化対策税や道路特定財源の廃止による効果、影響の分析を、中央環境審議会グリーン税制とその経済分析等に関する専門委員会で報告するなど、本研究の成果はわが国の従来からの温暖化政策にも貢献してきた。

このほか、アジアの主要国である中国、インド、タイについて、そのCO₂排出量・削減可能量を推計したほか、想定しうる削減対策についてその効果や影響を分析したことは、世界的な環境政策の検討を大きく前進させたと考えられる。今後は、大気汚染モデルとの連携により、途上国における温暖化対策への更なる貢献が期待できる。

さらに、世界モデルを用いた国際比較分析への参加は、温室効果ガス排出量の大幅削減に向けて、どの程度の費用が発生するかを示しており、国内及び国外での気候変動緩和策を検討する上で重要な示唆を与えるものである。

6. 研究者略歴

課題代表者：増井利彦

1970年生まれ、大阪大学工学部卒業、工学博士、現在独立行政法人国立環境研究所社会環境システム研究領域統合評価研究室室長。

研究参画者

(1)：増井利彦（同上）

(2)：松岡譲

1950年生まれ、京都大学工学部卒業、工学博士、現在京都大学大学院工学研究科教授。

(3)：日比野剛

1965年生まれ、東京理科大学卒業、理学修士、現在みずほ情報総研株式会社環境・資源エネルギー部シニアマネジャー。

7. 成果発表状況（本研究課題に係る論文発表状況。）

(1) 査読付き論文

- 1) 増富祐司, 高橋潔, 原沢英夫, 松岡譲, 気候予測の不確実性を考慮した近未来の気候変化がアジア域の水稻生産量に及ぼす影響及びその適応策の評価, 地球環境研究論文集, 16, 121-130, 2008.
- 2) 長谷川知子, 松岡譲, 将来の食糧生産に由来するCH₄とN₂Oの排出量に関する研究, 地球環境研究論文集 Vol.16, 155-164, 2008.
- 3) 明石修, 我部山彰則, 松岡譲, 生産量および技術の変化を考慮した鉄鋼生産にともなうCO₂排出量の長期的推計, 地球環境研究論文集 Vol.16, 165-174, 2008.
- 4) 五味馨, 仲座方伯, 松岡譲, 地域経済の開放性を考慮した低炭素社会シナリオ構築手法の開発と京都市への適用, 環境システム研究論文集, 36, 1-9, 2008.
- 5) 藤森真一郎, 松岡譲, エネルギー統計・経済統計の統合とそれを用いた世界全域における化石燃料起源のエネルギー消費量と二酸化炭素排出量の推計に関する研究, 環境システム研究論文集, Vol. 36, 37-48, 2008.
- 6) 長谷川知子, 松岡譲, 農畜産業由来のCH₄とN₂Oの排出量とその削減ポテンシャルの将来推計, 環境システム研究論文集, Vol. 36, 49-58, 2008.
- 7) 花岡達也, 明石修, 日比野剛, 長谷川知子, 藤野純一, 松岡譲, 甲斐沼美紀子, 世界地域別の温室効果ガス排出削減量と削減費用の評価, エネルギー・資源, 29(4), 36-42, 2008.
- 8) Fujino, J., Hibino, G., Ehara, T., Matsuoka, Y., Masui, T., Kainuma, M., Back-casting analysis for 70% emission reduction in Japan by 2050, Climate Policy, 8 Supplement, 108-124, 2008.
- 9) Shukla, P. R., Dhar, S., Mahapatra, D., Low Carbon Society Scenarios for India, Climate Policy, 8, 156-176, 2008.
- 10) Deepa, M.C., Shukla, P.R., An integrated strategy for urban Air Quality Management in India, International Journal of Environment and Pollution, 39, 3/4, 233-52, 2009.
- 11) Hanaoka, T., Akashi, O., Hasegawa, T., Hibino, G., Fujiwara, K., Kanamori, Y., Matsuoka, Y., Kainuma, M., Global emissions and mitigation of greenhouse gases in 2020, Journal of Global Environment Engineering, 14, 15-26, 2009.
- 12) Weng, Y., Fujiwara, T., Matsuoka, Y., Municipal Solid Waste Management and Short-term Projection of the Waste Discard in Taiwan, Journal of Material Cycles and Waste Management, 11(2), 110-122, 2009, DOI: 10.1007/s10163-008-0233-1.
- 13) Matsumoto K., Masui T., Mid-term dynamic effects of carbon tax based on the imputed price

of carbon. 環境科学会誌, 22 (6), 391-400, 2009.

- 14) 松本健一, 内生的技術変化を考慮した動学的応用一般均衡モデルによる気候変動対策の経済分析: 日本経済を対象として. 地球環境研究論文集, 18, 53-61, 2010.
- 15) Hasegawa T., Matsuoka Y., Global Methane and Nitrous Oxide Emissions and Reduction Potentials in Agriculture, Journal of Integrative Environmental Sciences, 7, 245-256, 2010.
- 16) 金森有子, 松岡譲, エネルギーサービスの需給バランスを考慮した家庭部門のエネルギー消費量推計について. 地球環境研究論文集, 18, 131-142, 2010.
- 17) 柳千絵, 島田洋子, 倉田学児, 松岡譲, アジア地域の人々を対象としたPM_{2.5}曝露濃度の推定, 地球環境研究論文集, 18, 19-27, 2010.
- 18) 島田洋子, 柳千絵, 松岡譲, アジア各国の生活時間情報を用いた室内空気汚染暴露評価-PM_{2.5}について-, 環境システム研究論文集, 38, 93-100, 2010.
- 19) Matsumoto K., Masui T., Economic implications of avoiding dangerous climate change: An analysis using the AIM/CGE[Global] model, Journal of Environmental Science and Engineering, 4 (7), 76-83, 2010.
- 20) Matsumoto K., Masui T., Analyzing long-term impacts of carbon tax based on the imputed price, applying the AIM/CGE model, Management of Environmental Quality: An International Journal, 22 (1), 33-47, 2011.
- 21) Akashi, O., Hanaoka, T., Matsuoka, Y. Kainuma, M., A projection for global CO2 emissions from the industrial sector through 2030 based on activity level and technology changes, Energy, 36, 1855-1867, 2011.