

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

(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

社会環境システム研究領域	統合評価研究室	増井利彦・肱岡靖明・花崎直太
地球環境研究センター	温暖化対策評価研究室	甲斐沼美紀子・藤野純一・花岡達也
	温暖化リスク評価研究室	高橋潔

〈研究協力者〉

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	金森有子・岡川梓・藤森真一郎
地球環境研究センター	西岡秀三・亀山康子・芦名秀一・

大気環境研究領域

独立行政法人海洋研究開発機構	野沢徹
京都大学大学院工学研究科	加藤悦史
東京工業大学大学院社会理工学研究科	西本裕美・長谷川知子
茨城大学農学部	蟹江憲史・Dai Hangchen
中国 能源研究所	木下嗣基
インド インド経営大学院アーメダバード校	Xiulian Hu・Kejun Jiang・Qiang Liu
	P. R. Shukla・Prasoon Agarwal・
	Amir Bashir Bazaz・Nidhi Bansal
インド マウラナ・アザド国立技術研究所	Aashish Deshpand
タイ アジア工科大学	Ram Shrestha

平成20～22年度累計予算額：46,939千円（うち、平成22年度予算額：18,349千円）

予算額は、間接経費を含む。

[要旨] 世界における気候変動緩和策を評価するためのモデルとして、世界を対象とした技術選択モデル (AIM/Enduse[Global]) や応用一般均衡モデル (AIM/CGE[Global])、わが国の温暖化対策の影響を評価するための応用一般均衡モデル (AIM/CGE[Japan]) の改良を行い、気候変動緩和策として様々な削減目標に対する限界削減費用や削減ポテンシャルの推計、対策導入による経済活動への影響について分析を行った。AIM/Enduse[Global]とAIM/CGE[Japan]は、サブテーマ(3)で改良されたAIM/Enduse[Japan]とともに、2008年に行われたわが国の2020年の温室効果ガス削減目標の選択肢について検討を行った中期目標検討委員会において用いられたモデルである。また、AIM/CGE[Japan]は、わが国の2020年の温室効果ガス排出量の25%削減を検討した中央環境審議会中長期ロードマップ小委員会での経済影響分析や、温暖化対策税の検討等に用いられたモデルである。AIM/CGE[Global]は、国立環境研究所内外のモデルとともにIPCC(気候変動に関する政府間パネル)の第五次評価報告書作成に向けて気候モデルの入力となる新しい排出シナリオRCP(代表的濃度経路)のうち、放射強制力を 6W/m^2 に安定化させる温室効果ガスの排出経路を分析し、さら

に、AIM/Enduse[Global]やAIM/CGE[Global]は、国際的なモデル比較研究であるAME (Asia Modeling Exercise) やEMF (Energy Modeling Forum) に参加し、長期の結果を提供してきた。以上のように、本研究課題で開発してきたモデル群は、国内の気候変動緩和策の検討や国際的な温暖化対策研究に対して多大な貢献をしてきた。

[キーワード] 統合評価モデル、気候変動緩和策、低炭素社会、将来シナリオ、政策評価

1. はじめに

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、対象範囲は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、影響の相互を統合的に描いた気候変動統合シナリオが求められる。IPCCでは、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) の作成を目的とした専門家会合をこれまでに開催し、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、AIMモデルもその1つとして作業を担ってきた。こうした作業において、日本及びアジアの視点で作成されたシナリオを提供し、議論に参加することは、長期的かつ国際的な温暖化政策をわが国が先導するうえでも極めて重要である。

国内では、京都議定書の第一約束期間が2008年より始まるとともに、第一約束期間後の議論が開始されており、わが国においても、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。さらに、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。

2. 研究目的

本研究課題の目的は、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、データの更新、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。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、本サブテーマでは、世界を対象とした技術選択モデルと応用一般均衡モデルの改良とそれらを用いた世界シナリオの作成、わが国を対象とした応用一般均衡モデルの改良によるわが国における温暖化対策の政策分析を実施することを目的とする。

3. 研究方法

本研究は、図1に示すように、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）を行うものである。そのために、既開発の排出・気候・影響モデルの改良と統合を行った。

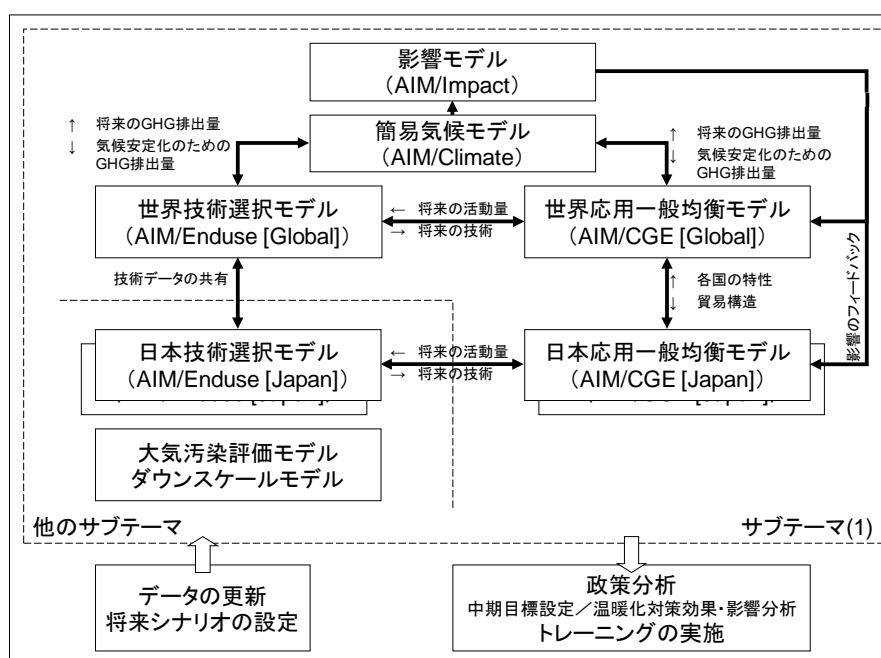


図1 各サブテーマで対象とするモデル群とその関係

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。本サブテーマで改良した世界モデルは、温暖化対策技術に焦点を当てたボトムアップ型のモデルであるAIM/Enduse[Global]と、様々な活動の整合性をとらえたトップダウン型の応用一般均衡モデルであるAIM/CGE[Global]であり、わが国を対象とした応用一般均衡モデルであるAIM/CGE[Japan]についても改良を行った。AIM/CGE[Global]は、IPCC新シナリオで気候モデルへの入力となる各ガスの排出経路の計算に用いられるとともに、AIM/Enduse[Global]とともにAME（アジア・モデリング・エクササイズ）やEMF（エネルギー・モデリング・フォーラム）等の国際的な比較研究プロジェクトに計算結果を提供してきた。一方、日本モデルであるAIM/CGE[Japan]は、サブテーマ(3)で改良されたAIM/Enduse[Japan]とともに、わが国における中期目標や温暖化対策税等の環境政策の影響を評価するための計算に使用された。以下で、各モデルについて構造等を説明する。

(1) 世界を対象とした技術選択モデルAIM/Enduse[Global]

世界技術選択モデル(AIM/Enduse[Global])は、世界32地域を対象に中長期的な温室効果ガス排出削減対策を技術的観点から評価するモデルである。本モデルは、大きく分類するとマクロ経済指標推計、サービス需要量推計、温室効果ガス排出量推計からなる(図2参照)。まず、社会経済マクロフレームモデルを用いてマクロ経済指標の推計を行う。社会・経済マクロフレームモデルは、人口および労働力を入力として、将来のGDP(実質価格)および産業別付加価値額(実質価格)を推計する供給型のマクロ経済モデルである。次に、鉄鋼生産モデル、セメント生産モデル、輸送量モデル、民生エネルギーサービスモデル、農業生産モデル、廃棄物発生モデルといった要素モデルを用いて鉄鋼生産量、セメント生産量、輸送量、冷暖房需要、農業生産量等のサービス需要量を推計する。これらの要素モデルでは、社会・経済マクロフレームモデルで推計されたGDPが入力として用いられる。最後に、技術積み上げモデルを用いて温室効果ガス排出量の推計を行う。世界技術積み上げモデルでは、約200~300種の具体的技術を対象とし、それらの技術の将来の普及量を積み上げることにより温室効果ガス排出量を推計する。具体的には、地域毎に想定されたエネルギーサービス需要(冷房需要や輸送量等)を満たすように、初期費用と運転費用を考慮したシステムの総費用が最小となるように個々の技術の普及量が決定される。

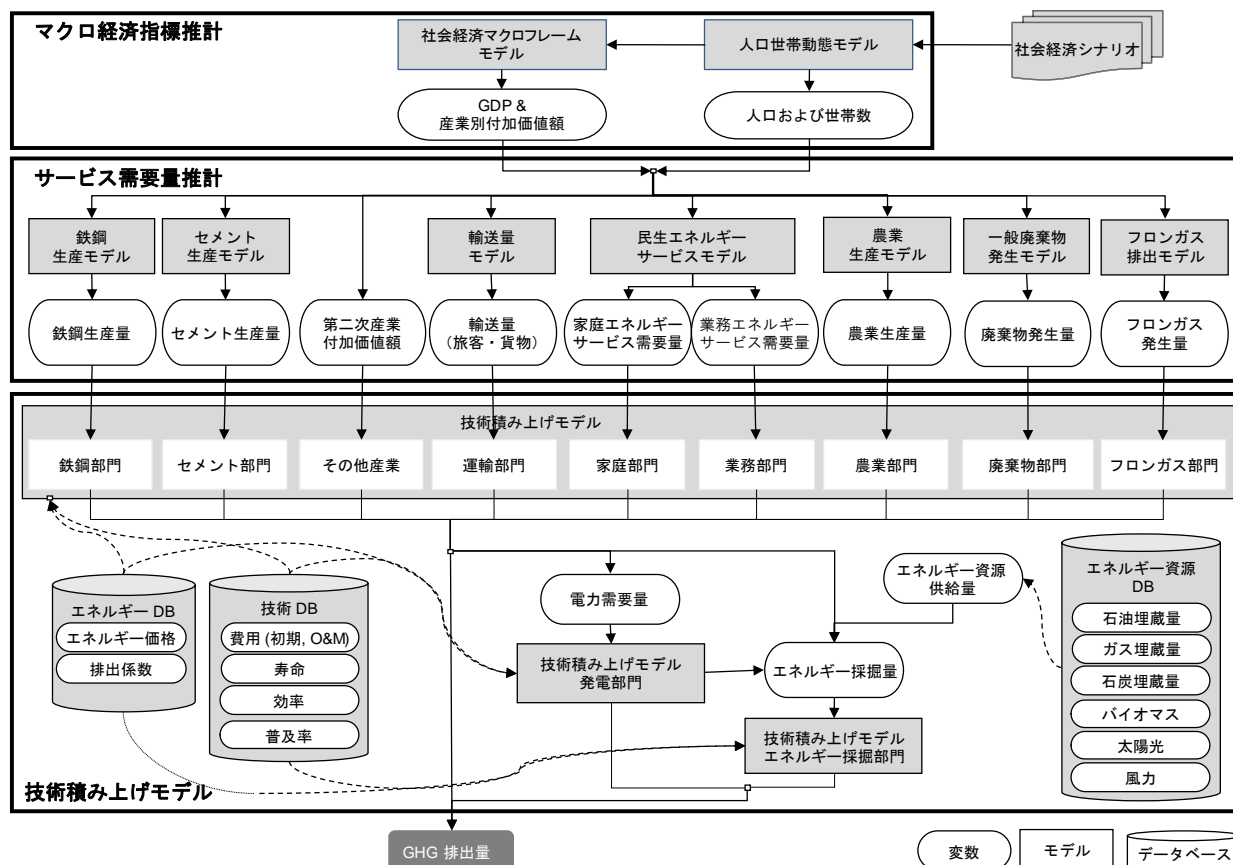


図2 世界技術選択モデルの概要

本モデルでは、主要な温室効果ガス排出国に注目し、アジア地域を中心に世界を32地域に分類し(表1参照)、地域毎の削減量や削減費用を比較検討する。人為起源の温室効果ガスについては、

京都議定書に定められるCO₂、CH₄、N₂O、HFCs、PFCs、SF₆を分析対象としている。技術積み上げモデルでは、エネルギー技術、非エネルギー技術を含め主要な温室効果ガス排出削減技術の評価の対象としている（表2参照）。ただし、2020年までの分析においては、現在において実用化されている既存の技術のみを評価対象としている。例えば、CCSは2020年の分析には含まれていない。一方、2030年以降から2050年までの分析においては、革新的な技術も評価対象として考慮している。また、表2に示す発電部門において原子力、水力、地熱発電はシナリオとしてベースラインでは考慮しているが、各国の政策や社会からの受容などの要因が大きいため対策技術としては考慮していない。

表1 世界技術選択モデルにおける地域分類

Code	地域名	Code	地域名
JPN	日本	CAN	カナダ
CHN	中国	USA	米国
IND	インド	XE15	EU（西欧15カ国）
IDN	インドネシア	XE10	EU（東欧10カ国）
KOR	韓国	XE2	EU（東欧2カ国）
THA	タイ	TUR	トルコ
MYS	マレーシア	XEWI	その他西欧（Annex I 国）
VNM	ベトナム	XEEI	その他東欧（Annex I 国）
XSE	その他東南アジア	XENI	その他ヨーロッパ
XSA	その他南アジア	RUS	ロシア
XEA	その他東アジア	ARG	アルゼンチン
XCS	中央アジア	BRA	ブラジル
XME	中東	MEX	メキシコ
AUS	オーストラリア	XLM	その他南米
NZL	ニュージーランド	ZAF	南アフリカ
XOC	その他オセアニア	XAF	その他アフリカ

表2 対象ガスおよび対象部門

温室効果ガス	部門	サービス分類
CO ₂	発電部門	火力発電（石炭、石油、天然ガス）、再生可能エネルギー（風力、太陽光、バイオマス）
	産業部門	鉄鋼、セメント、その他産業（ボイラー、モーター等）
	運輸部門	乗用車、トラック、バス、鉄道（旅客、貨物）、船舶、飛行機、（パイプライン輸送や国際輸送を除く）
	民生家庭 民生業務	冷房、暖房、給湯、調理、照明、冷蔵庫、テレビ（家庭のみ）
CH ₄	農畜産部門	稲作、農耕地土壌、家畜反芻、家畜糞尿管理
N ₂ O	廃棄物部門	一般廃棄物
CH ₄	燃料漏洩	燃料漏洩（石炭、石油、天然ガス）
HFCs PFCs SF ₆	フロンガス	HCFC-22の副産物、冷媒、エアロゾル、断熱材・発泡剤、洗浄剤、金属生産工程、絶縁ガス、その他

（2）世界を対象とした応用一般均衡モデルAIM/CGE[Global]

AIM/CGE[Global]は、表3に示すように世界を24地域、経済活動を21部門（発電部門については更に詳細に検討）に分割した逐次均衡型の応用一般均衡モデルである。図3にモデルの概要を示す。

表3 AIM/CGE[Global]での地域及び経済活動の定義

地域*		経済活動	
JPN	日本 (OECD90)	AGR	農業
CHN	中国 (Asia)	LVK	牧畜業
KOR	韓国 (Asia)	FRS	林業
IDN	インドネシア (Asia)	FSH	漁業
IND	インド (Asia)	OMN	鉱業 (化石資源を除く)
THA	タイ (Asia)	EIS	エネルギー集約産業
XSE	その他東南アジア (Asia)	M_M	機械製造業
XSA	その他南アジア (Asia)	FOD	食品製造業
AUS	オーストラリア (OECD90)	OMF	その他製造業
NZL	ニュージーランド (OECD90)	WTR	水道業
XRA	その他アジア太平洋地域 (Asia)	CNS	建設業
CAN	カナダ (OECD90)	TRT	運輸業
USA	米国 (OECD90)	CMN	通信業
XE15	西ヨーロッパEU15地域 (OECD90)	OSG	公的サービス業 (教育、医療等)
XE10	東ヨーロッパEU10地域 (REF)	SER	その他サービス業
RUS	ロシア (REF)	COA	石炭
XRE	その他ヨーロッパ (REF)	OIL	原油
BRA	ブラジル (LAM)	P_C	石油製品
MEX	メキシコ (LAM)	GAS	天然ガス
ARG	アルゼンチン (LAM)	GDT	都市ガス
XML	その他ラテンアメリカ (LAM)	ELY**	電力
XME	中東 (LAM)		
ZAF	南アフリカ (LAM)		
XAF	その他アフリカ (LAM)		

* ()内はSRES(IPCC, 2000)¹⁾で示されている4地域を示す (OECD90: 1990年におけるOECD地域、REF: 経済移行国、Asia: アジアにおける発展途上国、LAM: ラテンアメリカ、アフリカ、中東。

** 発電部門については、以下のようなサブ部門を設定している: 石炭火力、石油火力、ガス火力、原子力、水力、バイオマス、廃棄物、地熱、太陽光、風力、その他再生可能エネルギー。火力発電についてはIGCCのような高効率発電についても想定しており、火力、バイオマス発電についてはCCS付発電についても設定している。

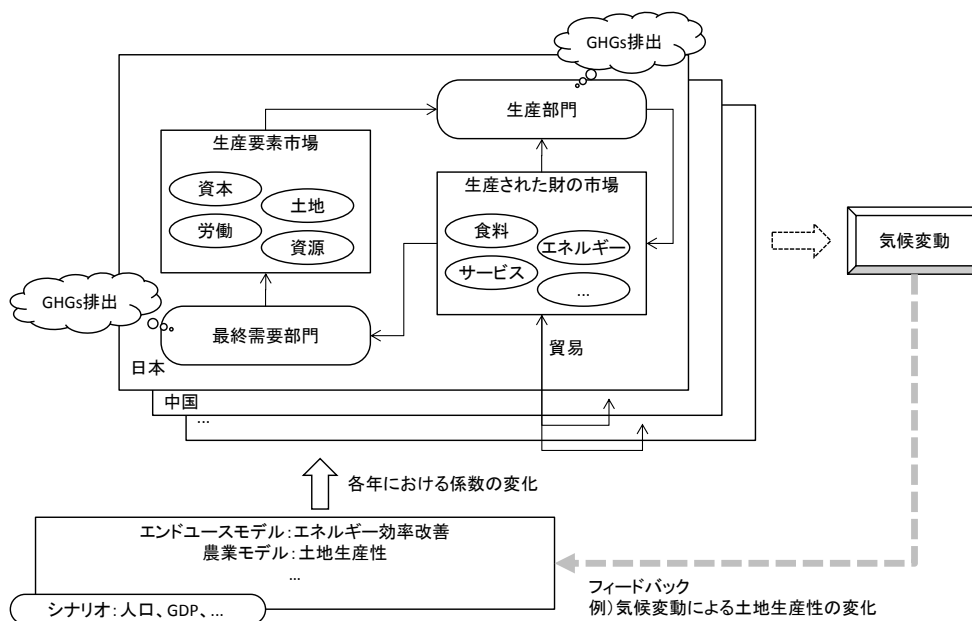


図3 AIM/CGE[Global]の全体構造

各部門の生産構造は、入れ子構造のCES生産関数を仮定している。原油、石炭、天然ガスを除く産出された財は、域内向けと輸出向けに割り振られ、域内向けの財と輸入財が統合されて、最終消費財、投資財、中間財として各地域内に供給される（アーミントン仮説）。原油、石炭、天然ガスについては、生産された財は一旦国際市場に供給され、各地域は域内需要を満たすように国際市場から購入すると仮定している。これは、これらの化石燃料については金銭的な均衡だけではなく物量についても均衡させるために、アーミントン仮説のような産出地間の違いを想定していないことと、採掘による枯渇を考慮しており、他の財のようにアーミントン仮説を適用して相対貿易を100年後までモデル化すると、資源が採掘し尽くされた場合に発生する問題を回避するためである（なお、アーミントン仮説の係数を変更させることでこの問題を回避させることも可能であるが、こうした方法をここでは採用していない）。また、農業、牧畜業、林業、バイオマスエネルギー供給部門（バイオマス発電を含む）については、生産要素として土地が必要となり、漁業、鉱業、石炭、原油、天然ガスについては生産要素として資源も想定している。石炭、原油、天然ガスについては、Rogner(1997)²⁾に基づき、採掘量に応じて採掘費用が上昇すると仮定している。発電部門では、火力発電、水力発電、原子力発電など、異なる種類の発電形態を想定している。また、投資と資本の関係は、putty-clay型を想定しており、投資財はどの部門にも用いることが可能であるが、一度設置されると部門間を移動することはないと仮定している。このため、すべての部門については、既存設備を使用した部門と、新規投資を使用した部門を明確に区別しており、既存設備を使用した生産部門については、前期まで使用されている資本を引き継いで生産活動を行うが、新規投資を使用した生産部門については、前期以降の総投資額の範囲内で、各部門に投資財が配分され、生産活動を行う。なお、新規投資を使用した生産部門については、よりエネルギー効率の高い技術やエネルギー集約産業におけるCCS付技術といった複数の技術を設定している。また、エネルギー効率改善等の技術進歩は、新規投資を使用した生産部門についてのみ適用し、既存設備を使用した部門については、前期までの効率を引き継ぐ（前期に新規投資を使用した部門がある場合は、その資本のシェアに応じて効率が改善する）としている。

最終需要部門は、家計と政府を統合した部門を想定しており、効用を最大にするように最終消費財が選好される。最終需要部門も新規投資を使用した生産部門と同様に複数の技術が選択可能である。また、各期の貯蓄（＝投資）は、想定されている経済成長率を達成するように前提として与えられる。このほか、各期の需要のうち、食料については、1人あたり所得に応じて需要量を設定している。

（3）日本を対象とした応用一般均衡モデルAIM/CGE[Japan]

AIM/CGE[Japan]は、日本を対象としたトップダウンモデルに類型化されるモデルである。このモデルでは、各主体のエネルギー効率等の技術係数を所与のものとして、整合的な解を導くものである。つまり、AIM/CGE[Japan]は、AIM/Enduse[Japan]等他のモデルの試算結果や統計情報から得られた様々な想定での効率変化や、その技術を導入するための追加的な費用、技術導入のための補助金額を組み入れて計算を行い、炭素税導入と追加的対策の導入によるマクロ経済への影響を分析するものである。

本モデルは、2000年をベンチマークとしている。各種パラメータは、2000年の産業連関表等で表される様々な状況を再現するようにキャリブレーション法で設定されている。計算期間は2000

年から始まり、将来（2008年11月時点では2020年まで）の毎年を対象としている。異時点の取り扱いは逐次計算としている。つまり、2000年の初期条件を受けて、2001年の条件（資本ストックの賦存量や効率改善）が決定され、それをもとに2001年の均衡解が計算され、その結果が2002年の条件に反映されるという過程を、最終年まで繰り返す。現時点では、様々な用途への拡張を念頭に置いて、産業連関表統合中分類に相当する区分でデータを整備している。本モデルでは、生産部門、家計部門、政府部門の3つの主体が想定されている。図4にモデルの全体構造を、表4に本モデルの財及び生産部門の内訳を示す。以下では、各部門の概要について説明する。

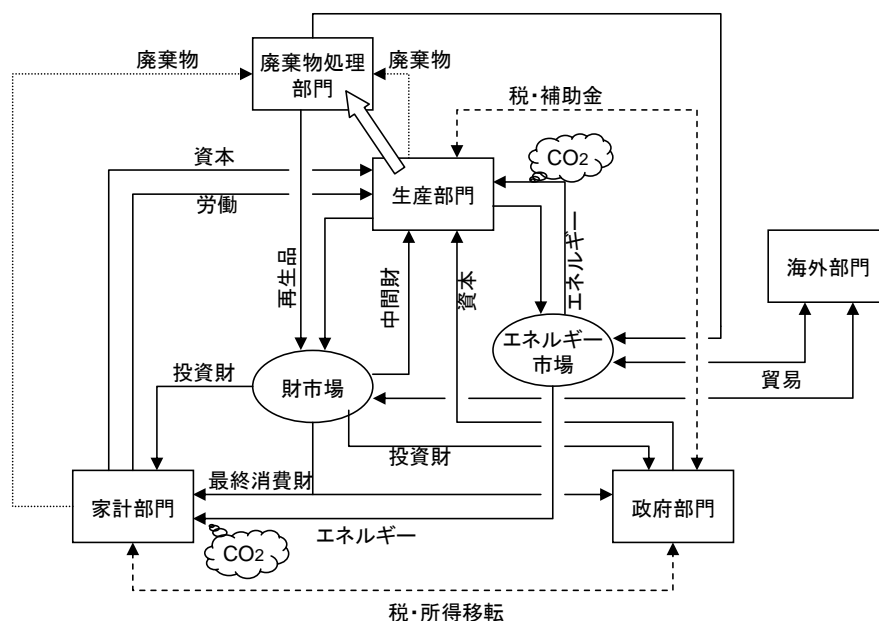


図4 モデルの全体構造

1) 生産部門

生産部門は、利潤最大化のもと、資本、労働、中間財（エネルギーを含む）を投入して様々な財を産出する。CO₂の排出は、エネルギー投入のうち、化石燃料の燃焼分のみを対象としている。資本と労働は家計部門より投入される。なお、労働は部門間の移動が自由であるのに対して、資本は一度設置されると部門間の移動は不可能としている。

資本と労働間の代替弾力性は1、エネルギーの国産品、輸入品間の代替弾力性が無限大である以外は、代替弾力性は0と定義している。これは、1年という短期間ではエネルギー転換等は起こらないが、長期的には設備の更新によって転換が可能という発想に基づいている。つまり、図5に示すように、エネルギーを消費する設備の更新の程度にあわせて効率改善が進むものとしている。ここで、効率改善は、エネルギー投入量その他、各種汚染物の発生量も対象としている。また、本モデルでは、国産品と輸入品を明確に区分しており、エネルギー以外の財についてはこれらのシェアも固定しているが、シナリオによって変更が可能である。なお、エネルギーについては国産品と輸入品については完全に同質とみなしている。また、リサイクル財（産業連関表で明示されている屑・副産物のような有価物ではなく、処理される廃棄物）についても、生産財との代替弾力性は0としている（新規技術の導入により、廃棄物の投入が拡張されるとみなす）。このように、

同じ種類の財について、代替弾力性を0もしくは無限大と定めている背景には、本モデルでは廃棄物も取り扱っているために、物質収支を保存させる必要がある点が挙げられる。なお、廃棄物処理部門では、廃棄物種別、処理別に活動を定義している。

各部門が産出する財は、産業連関表の付帯表であるV表に従う。各財の分配の弾力性は0と仮定している（シェアは固定）。生産された各財は、国内への供給と輸出に配分されるが、これらの区別はないとしている。ただし、本モデルは、一国を対象としているモデルであることから輸出に対しては上限値、下限値を設定している。

表4 本分析で整備しているデータにおける部門・財の区分

部門		財		部門		財	
001	耕種農業	001	耕種農業	048	その他の一般機器	048	その他の一般機器
002	畜産	002	畜産	049	事務用・サービス用機器	049	事務用・サービス用機器
003	農業サービス	003	農業サービス	050	民生用電子・電気機器	050	民生用電子・電気機器
004	林業	004	林業	051	電子計算機・同付属装置	051	電子計算機・同付属装置
005	漁業	005	漁業	052	通信機械	052	通信機械
006	金属鉱物	006	金属鉱物	053	電子応用装置・電気計測機	053	電子応用装置・電気計測機
007	非金属鉱物	007	非金属鉱物	054	半導体素子・集積回路	054	半導体素子・集積回路
008	石炭	008	石炭	055	電子部品	055	電子部品
009a	原油	009a	原油	056	重電機器	056	重電機器
009b	天然ガス	009b	天然ガス	057	その他の電気機器	057	その他の電気機器
010	食料品	010	食料品	058	乗用車	058	乗用車
011	飲料	011	飲料	059	その他の自動車	059	その他の自動車
012	飼料・有機質肥料(除別掲)	012	飼料・有機質肥料(除別掲)	060	船舶・同修理	060	船舶・同修理
013	たばこ	013	たばこ	061	その他の輸送機械・同修理	061	その他の輸送機械・同修理
014	繊維工業製品	014	繊維工業製品	062	精密機械	062	精密機械
015	衣服・その他の繊維既製品	015	衣服・その他の繊維既製品	063	その他の製造工業製品	063	その他の製造工業製品
016	製材・木製品	016	製材・木製品	064	再生資源回収・加工処理	064	再生資源回収・加工処理
017	家具・装備品	017	家具・装備品	065	建築	065	建築
018	パルプ・紙・板紙・加工紙	018	パルプ・紙・板紙・加工紙	066	建設補修	066	建設補修
019	紙加工品	019	紙加工品	067	土木建設	067	土木建設
020	出版・印刷	020	出版・印刷	068a	事業用原子力発電	068	電力
021	化学肥料	021	化学肥料	068b1	事業用火力発電(石炭)		
022	無機化学基礎製品	022	無機化学基礎製品	068b2	事業用火力発電(石油)		
023	有機化学基礎製品	023	有機化学基礎製品	068b3	事業用火力発電(ガス)		
024	有機化学製品	024	有機化学製品	068c	水力・その他の事業用発電		
025	合成樹脂	025	合成樹脂	069	ガス・熱供給	069	ガス・熱供給
026	化学繊維	026	化学繊維	070	水道	070	水道
027	医薬品	027	医薬品	071	廃棄物処理	071	廃棄物処理
028	化学最終製品(除医薬品)	028	化学最終製品(除医薬品)	072	商業	072	商業
029	石油製品	029a	ガソリン	073	金融・保険	073	金融・保険
		029b	ジェット燃料油	074	不動産仲介及び賃貸	074	不動産仲介及び賃貸
		029c	灯油	075	住宅賃貸料(帰属家賃含む)	075	住宅賃貸料(帰属家賃含む)
		029d	軽油	076	鉄道輸送	076	鉄道輸送
		029e	A重油	077	道路輸送	077	道路輸送
		029f	B重油・C重油	078	自家輸送	078	自家輸送
		029g	ナフサ	079	水運	079	水運
		029h	液化石油ガス	080	航空輸送	080	航空輸送
		029i	その他の石油製品	081	貨物運送取扱	081	貨物運送取扱
030	石炭製品	030a	コークス	082	倉庫	082	倉庫
		030b	その他の石炭製品	083	運輸付帯サービス	083	運輸付帯サービス
		030c	舗装材料	084	通信	084	通信
031	プラスチック製品	031	プラスチック製品	085	放送	085	放送
032	ゴム製品	032	ゴム製品	086	公務	086	公務
033	なめし革・毛皮・同製品	033	なめし革・毛皮・同製品	087	教育	087	教育
034	ガラス・ガラス製品	034	ガラス・ガラス製品	088	研究	088	研究
035	セメント・セメント製品	035	セメント・セメント製品	089	医療・保健	089	医療・保健
036	陶磁器	036	陶磁器	090	社会保障	090	社会保障
037	その他の窯業・土石製品	037	その他の窯業・土石製品	091	介護	091	介護
038	鉄鉄・粗鋼	038	鉄鉄・粗鋼	092	その他の公共サービス	092	その他の公共サービス
039	鋼材	039	鋼材	093	広告・調査・情報サービス	093	広告・調査・情報サービス
040	鑄造品	040	鑄造品	094	物品賃貸サービス	094	物品賃貸サービス
041	その他の鉄鋼製品	041	その他の鉄鋼製品	095	自動車・機械修理	095	自動車・機械修理
042	非鉄金属製錬・精製	042	非鉄金属製錬・精製	096	その他の対事業所サービス	096	その他の対事業所サービス
043	非鉄金属加工製品	043	非鉄金属加工製品	097	娯楽サービス	097	娯楽サービス
044	建設・建築用金属製品	044	建設・建築用金属製品	098	飲食店	098	飲食店
045	その他の金属製品	045	その他の金属製品	099	旅館・その他の宿泊所	099	旅館・その他の宿泊所
046	一般産業機械	046	一般産業機械	100	その他の対個人サービス	100	その他の対個人サービス
047	特殊産業機械	047	特殊産業機械	101	事務用品	101	事務用品
				102	分類不明	102	分類不明

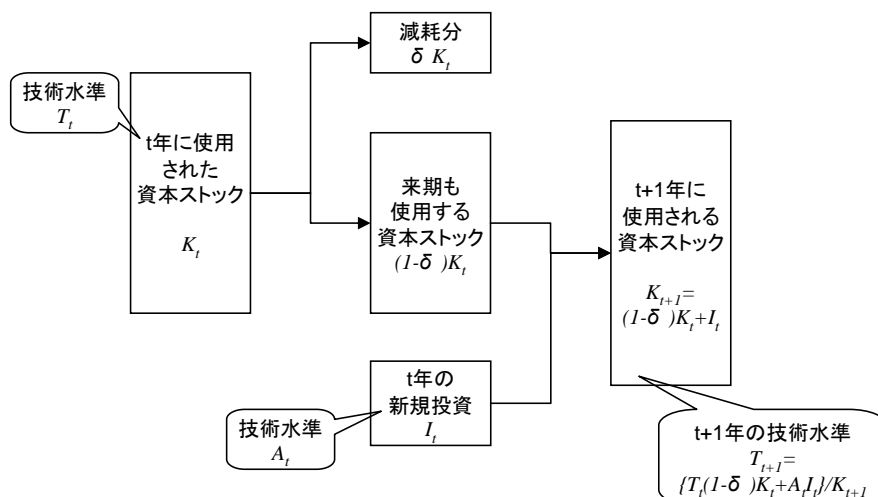


図5 資本ストックと技術進歩の関係

2) 家計部門

家計部門は、資本と労働を保有しており、これらを生産部門に供給することで、対価として所得を受け取り、最終消費及び貯蓄（＝投資）を行う。家計では、想定されている将来の経済成長を達成するように貯蓄（総投資額）を行い、残りを最終消費財の購入にあてる。各財の消費は、効用最大化に基づいて選択される。効用関数は、非エネルギー財については代替弾力性を1とし、各年におけるエネルギー間の代替は、生産部門と同様に起こらないと仮定している。ただし、生産部門と同様に、省エネルギー設備の導入（新規の電気機械等の購入）により、長期的には代替が発生する。また、最終消費についても、国産品と輸入品は明確に区分されており、それらの比率は各年において固定されているが、長期的にはシナリオによって変更可能である。

各部門への投資の配分は家計と政府が行う。エネルギー関連部門を除く総投資を、各部門の資本の収益に従って配分する（各部門に対する民間投資と公的投資の比率は2000年の実績値に基づいて按分している）。このとき、資本ストックの構成は将来も変わらないと仮定し、資本財の耐用年数に従って各部門への投資の内訳は変化する。エネルギー関連部門については、長期エネルギー需給見通し等で示された設備容量を再現できるように各年の投資を外生的に想定する。投資財においても国産品と輸入品間の代替弾力性は0と仮定し、そのシェアはシナリオにより変更可能である。

3) 政府部門

政府部門は、生産部門や家計部門の活動に対して税を課し、政府最終消費や公的投資を行う。税率については現状から変化はないと仮定している。政府最終消費や公的投資は、経済財政諮問会議で想定されている将来の想定をもとに、トレンドを延長するように設定している。また、産業部門や家計部門に対して、補助金や所得移転を行う。補助金率については、税率と同様に現状から変化はないとしている。

4) CO₂排出量と温暖化対策

各部門では、化石燃料の燃焼時に、各エネルギーの特性に応じてCO₂を排出する。また、CO₂排出

量を削減する場合を想定して、モデル上では、仮想的にCO₂に関する市場を設定している。各部門は、CO₂排出量に応じて排出許可証を購入し、日本全体では政府が発行する許可証総量以下に抑えるというものである。これにより、対策を行わない場合には、十分に大きい（供給量が需要を上回る）排出許可証を政府が発行することで、各主体は価格が0の許可証を購入してCO₂を排出する。一方、対策を行うケースでは、排出許可証の供給量を調整し、潜在的な需要が供給量を上回る場合には、炭素市場において正の価格が付けられ、各主体は費用を支払ってCO₂の排出を行う。なお、対策ケースにおいて発生する排出許可証の売却利益の社会への還流方法については、様々なオプションが存在する。家計に一括して還流させることや、他の税を減税するための財源として活用したり、後述の温暖化対策の追加費用に充当することなどが可能である。

温暖化対策の導入について必要となる追加費用は、生産部門と家計部門でその扱いが異なる。生産部門においては、図6に示すように、追加費用は投資の一部と見なし、追加費用に伴って新規投資の技術水準が更に向上し、ストック全体の効率水準も改善する。ただし、こうした追加投資は、生産規模の増大には直接寄与しないと考え、追加投資が増える分だけ生産投資は減少すると仮定している。

一方、家計部門における温暖化対策は、最終消費の一部として取り扱われる。なお、もともと最終消費として取り扱われていない建築などは、別途、固定資本形成において想定している。また、生産部門、家計部門ともに、これらの温暖化対策に関する取り組みと、その結果として起こるエネルギー効率の改善は、確実に実現される前提として取り扱われる。

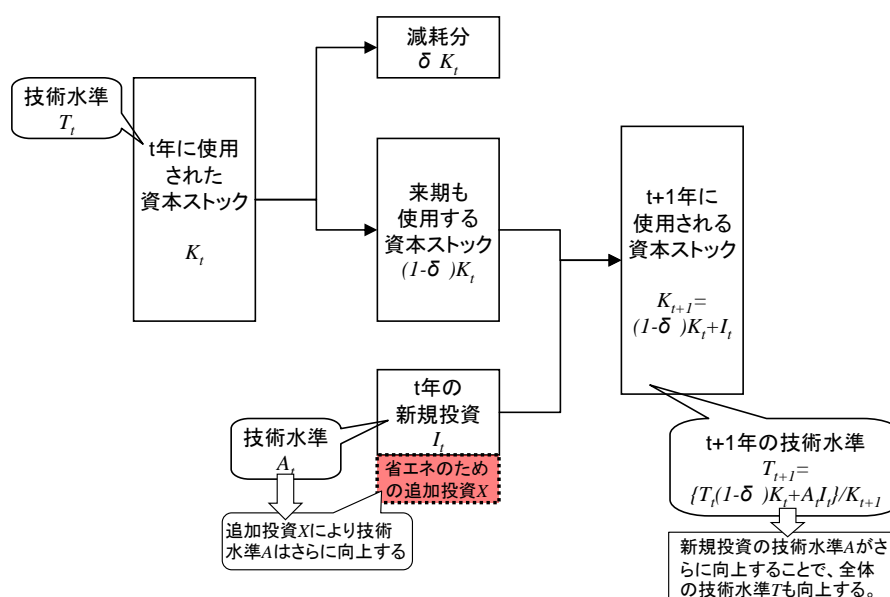
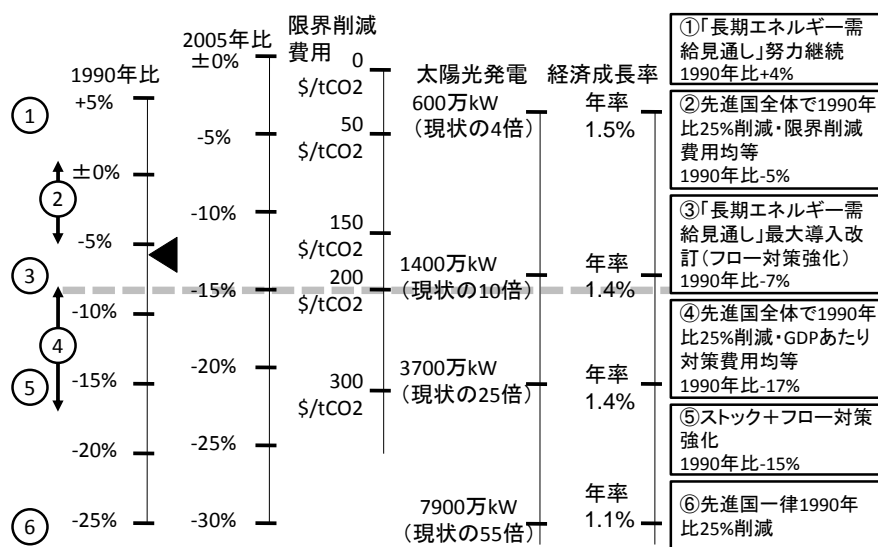


図6 省エネ投資と生産投資

4. 結果・考察

AIM/Enduse[Global]及びAIM/CGE[Japan]を用いた分析では、サブテーマ(3)で分析されたAIM/Enduse[Japan]とともに「地球温暖化問題に関する懇談会(奥田碩座長)」のもとで2008年11月に開始された「地球温暖化に関する中期目標検討委員会(福井俊彦座長)」に対して、図7に示す「6つの選択肢」を提示し、2009年6月10日に麻生首相(当時)が、2020年の中期目標として「真

水（国内削減努力）で2005年比15%削減（＝1990年比8%削減）」が発表された。また、2009年夏に誕生した鳩山首相（当時）は、2009年9月22日の国連気候変動首脳会合において、「主要国の参加を前提に1990年比25%削減」を表明し（25%削減においては、それまでのような「真水」の議論ではなく、森林吸収や海外での取り組みも含めたものである）、2009年10月には「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（植田和弘座長）」が組織され、25%削減の可能性について検討が開始され、AIM/CGE[Japan]の計算結果もAIM/Enduse[Japan]の結果とともに提供された。2009年12月より、環境省において組織された「地球温暖化対策に係る中長期ロードマップ検討会（西岡秀三座長）」では、将来の前提や対策等も見直し、25%削減を実現した社会の姿が議論され、2010年4月からは、中央環境審議会地球環境部会のもとで「中長期ロードマップ小委員会（西岡秀三委員長）」が組織され、2010年12月21日には中間整理として2020年に1990年比25%削減を実現する社会の姿として、国内削減分を15%、20%、25%とするケースについての詳細が公表された。中間整理においてもAIM/Enduse[Japan]及びAIM/CGE[Japan]の結果が提供されている。このほか、AIM/Enduse[Global]では、AIM/CGE[Global]とともに国際比較プロジェクトに結果を提供しており、また、AIM/CGE[Global]では、IPCC第五次評価報告書に向けた気候モデルへの入力となる排出シナリオの提供を行っている。こうした結果を以下に示す。



注：限界削減費用等は、AIMの結果によるものであり、他機関のモデルの結果は別の数値となっている。また、▲は第一約束期間におけるわが国の温室効果ガス排出削減目標（1990年比-6%）である。

図7 中期目標検討会における6つの選択肢と2009年6月時点での中期目標（破線）

（1）世界を対象とした技術選択モデルAIM/Enduse[Global]

1) わが国における中期目標検討とAnnex I主要国との削減量の比較

AIM/Enduse[Global]を用いて、2020年におけるわが国および主要先進国の温室効果ガス排出削減可能量の推計を行った。また、結果を地球温暖化問題に関する懇談会中期目標検討会に提供した。本研究では、①業界ヒアリングを実施し、産業部門および運輸部門における対策技術の見直し、②民生部門における対策技術の見直し、③非エネルギー起源の対策技術の見直しについて行

った。また、2020年の排出削減目標に関する中期目標検討会に対しては、他のモデルと前提を揃えるために、①エネルギーサービス需要量の変更、②投資回収年数の変更（短い投資回収年数の設定）、③発電部門の変更（石炭火力からガス火力への転換が柔軟に起こると想定）、等を前提とした試算を行うとともに、従来の想定に基づく結果との比較を行った。

中期目標検討会の6つの選択肢に相当する結果を表5に示す。また、中期目標検討会では十分に検討されなかったが、AIM/Enduse[Global]の分析結果から以下のことが明らかとなった。①日本の削減量が同じでも、衡平性指標の取り方により、各国の結果は変化し、Annex I全体で1990年比25%削減に到達しない場合がある（図8）。②投資回収年数を長く設定するとともに、既存の発電計画を前提とすると、火力発電が柔軟に変化しないことで発電部門からの削減が困難となる一方、投資回収年数が長くなることで省エネ技術の導入が進み、わが国の温室効果ガス削減にかかる限界削減費用は低下する結果となった。こうした結果を踏まえ、中期目標の設定については、国際交渉の動向も考慮し、世界全体の効果的な削減を明示するとともに、わが国における影響をできるだけ抑えるような施策の導入が必要となる。

表5 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/tCO ₂	+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/tCO ₂	+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/tCO ₂	+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/tCO ₂	-2	-5	-19	-27	-21	-24	-23	-32	-20	-25	
	MAC均等	投資回収+ 電源構成	\$137/tCO ₂	-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/tCO ₂	-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/tCO ₂	-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。

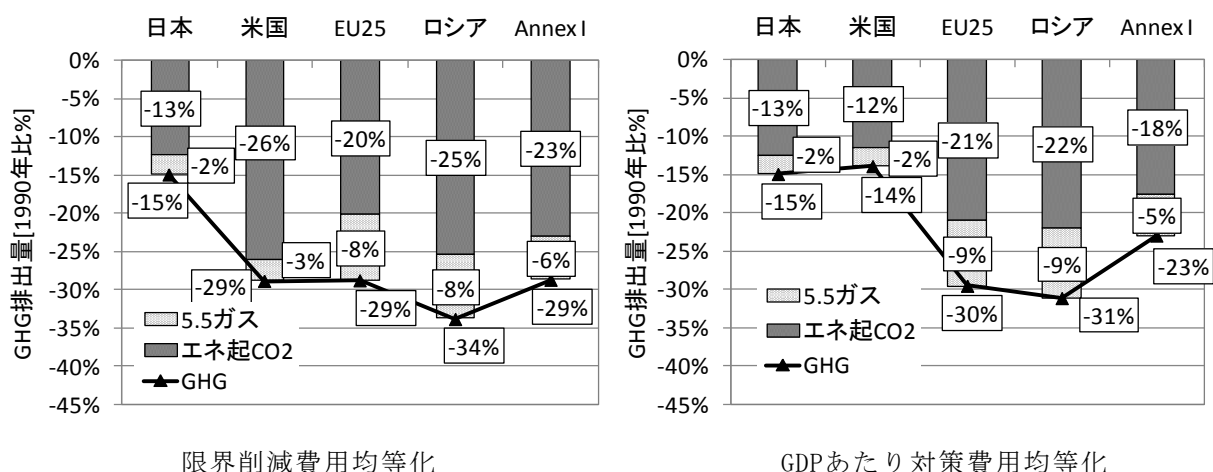
*：MAC均等：「EU-20%ケース」はEUの限界削減費用に、「US±0%ケース」はUSの限界削減費用に、それ以外は日本の限界削減費用に等しくなるように設定。

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。



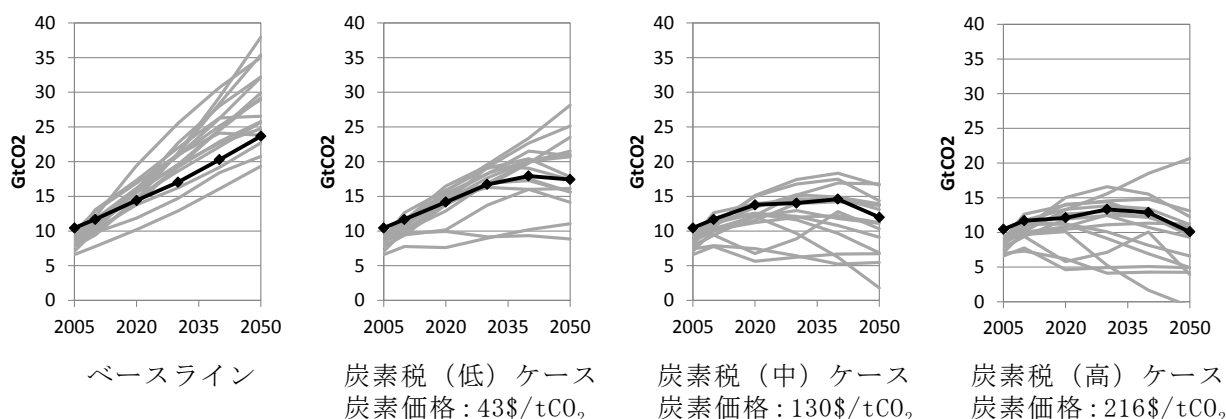
注：限界削減費用均等化（左図）：日本の選択肢⑤に対して、各国が日本の限界削減費用（295\$/tCO₂）と同じ水準の対策をとる場合の各国の削減量。

GDPあたり対策費用均等化（右図）：上記と同じ選択肢⑤に対して、各国が日本のGDPあたり対策費用（0.79%）と同じ水準の対策をとる場合の各国の削減量。

図8 衡平性基準で異なる各国及びAnnexI全体での排出削減量

2) 国際モデル比較プロジェクト (Asia Modeling Exercise) における結果

AIM/Enduse[Global]は、アジアにおけるモデル比較プロジェクトであるAsian Modeling Exercise (AME)に参加し、分析結果の報告を行った。AMEでは、ベースラインシナリオ、炭素税を課すシナリオ、温室効果ガス濃度を安定化させるシナリオについての中長期的なモデル分析結果の提出が求められる。これらの課題に対応するため、AIM/Enduse[Global]では、推計期間を2020年から2050年に延長する作業を行った。具体的には、2050年までの人口・GDPシナリオの作成、エネルギーサービス需要推計、CCS技術、水素製造・利用技術、電気自動車等の革新的技術に関する情報の整備を行った。AIM/Enduse[Global]によるCO₂排出量の推計結果および他モデルとの比較結果を図9に示す。



注：図中の灰色はすべての他のモデルも含めた結果を示し、AIM/Enduseの結果は黒線で示している。また、「炭素価格」は2050年時点の設定を示している。

図9 アジア地域のCO₂排出量に関するモデル間比較

AIM/Enduse[Global]では、ベースラインにおいてアジア地域の2050年のCO₂排出量は23GtCO₂（2005年比2.3倍）になると推計された。炭素税を課すケースでは、炭素価格の上昇に伴い排出量が削減される結果となった。2050年に炭素価格が43\$/tCO₂となる炭素税（低）ケースでは、2050年の排出量は17GtCO₂（ベースライン比26%削減）になると推計された。一方、2050年に炭素価格が216\$/tCO₂となる炭素税（高）ケースでは、2050年の排出量を2005年レベル以下に抑えられると推計された。CO₂排出量の推計値はモデルによる大きなばらつきがある。AIM/Enduse[Global]による推計値は、各モデルによる推計幅の中で概ね中位的な場所に位置する。

このほか、大気中の温室効果ガス濃度を450ppmCO₂eqに安定化させるシナリオの検討を行った。まず、世界1地域動学最適化モデル(AIM/Impact[Policy])を用いて温室効果ガス濃度を450ppmCO₂eqに安定化させるために求められる世界全体の温室効果ガス排出削減量を推計した。次に、総コストを最小化する条件下で、各国の排出削減量を推計した。その結果、アジア地域の90年比排出量は、アジア全体で-17%、中国-23%、インド30%、日本-65%になると推計された。CO₂排出量の変化を、茅恒等式を用いて要因分解したところ、ベースラインにおいては、主にGDP成長とエネルギー強度の改善の効果が大きいが、全体としてはCO₂増加する結果となっていることが分かった（図10）。一方、450ppm安定化シナリオでは特に2020年以降、炭素強度の改善と炭素隔離率の増加（CCSの増加）によりCO₂排出量が急速に削減されることが示された。

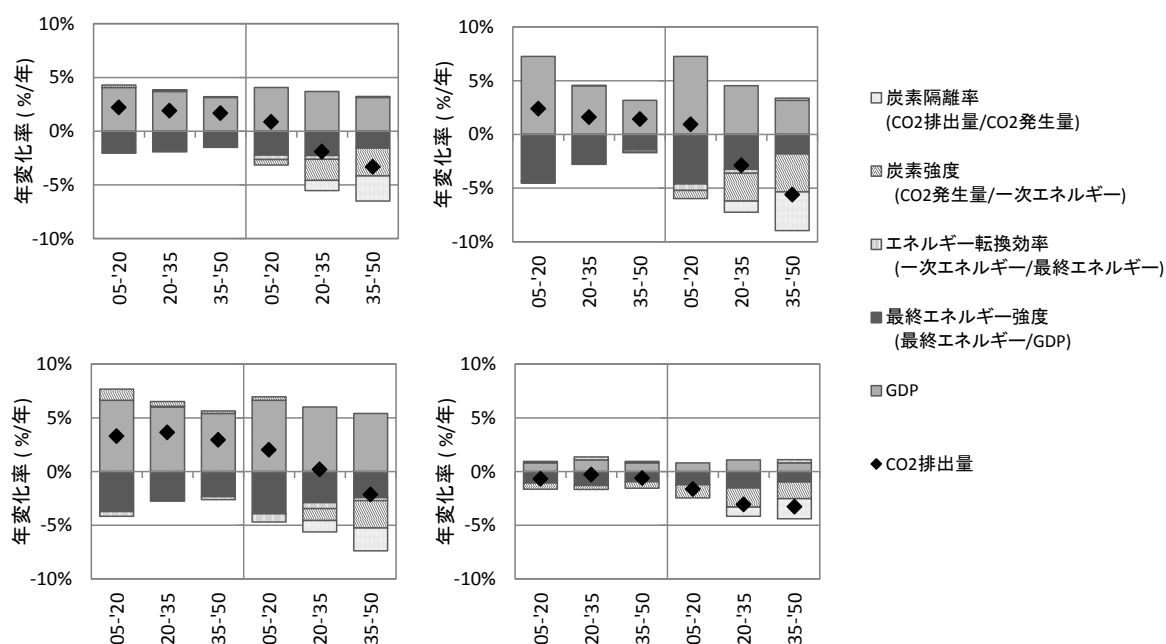


図10 アジア地域のCO₂排出量変化の要因分解

3) 国際モデル比較プロジェクト (Energy Modeling Forum 24) における結果

AIM/Enduse[Global]は、世界におけるモデル比較プロジェクトであるEMF24に参加し、モデル分析結果を提供した。EMF24では、技術と政策の2つの軸からシナリオが設定されている。技術については、エネルギー強度、CCS、原子力、風力&太陽光、バイオエネルギーの5つに関して高位ケースと低位ケースが設定され、政策については、ベースラインケースのほか、温室効果ガス濃度を450ppmCO₂eqや550ppmCO₂eqに安定化するケース等が設定されている。AIM/Enduse[Global]を用いて

これらのシナリオの解析を行うにあたり、将来の原子力の導入量や風力・太陽光発電のコストに関して想定の見直しを行った。

図11に2005年および2050年の温室効果ガス排出量、エネルギー消費量、発電量、CCS導入量の推計結果を示す。温室効果ガス濃度を450ppmCO₂eqに安定化させるためには、2050年における温室効果ガス排出量を2005年比57%減に削減する必要がある。標準的な技術の想定のもとでは、このような大幅な削減を達成するために、2050年の世界の一次エネルギーの54%が非化石燃料エネルギー（原子力や再生可能エネルギー）により供給されると推計された。中でもバイオエネルギーは一次エネルギー供給の約30%を占め、エネルギーの脱炭素化へ大きく貢献すると推計された。また、CCS導入量は2050年に10GtCO₂となり、CO₂削減へ大きく貢献することが示された。一方で、仮にCCS、バイオエネルギー等の主要な技術の導入が制限される場合には、エネルギー需給のあり方は異なると推計された。例えば、CCSが利用できないケースでは、最終エネルギー消費部門において、エネルギー消費量のさらなる削減、電力や水素への燃料シフトなどが求められることが示された。

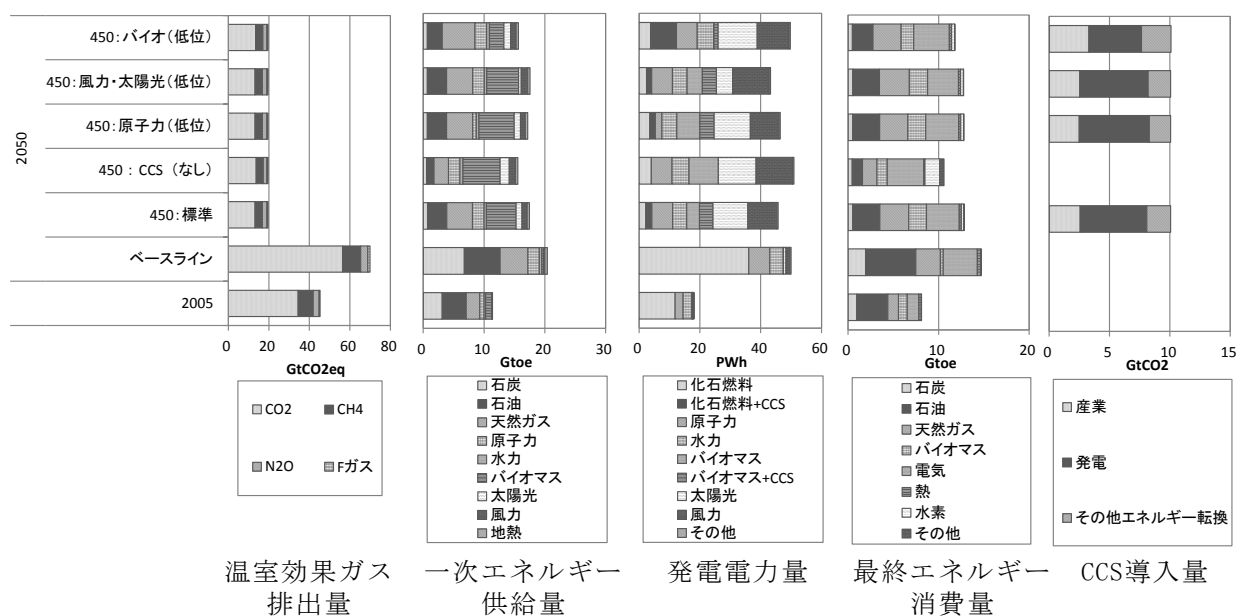


図11 2005年および2050年の温室効果ガス排出量、エネルギー消費量、発電量、CCS導入量

4) 非エネルギー部門における結果の例：農畜産部門

農畜産部門における対策技術は、エネルギー関連部門における削減対策よりも比較的安価であることに加え、農畜産業生態系の保全や公衆衛生の改善、畜産物の生産性向上など副次的な効果も期待できるものも含まれる。本研究では、世界35地域を対象に2005～2030年の農畜産物における温室効果ガスの排出量と削減ポテンシャルを推計した。具体的には、過去の長期間のデータに基づいて、計量経済学的手法によりモデル構造及びパラメータの整合を満たす世界食料需給モデルを構築し、世界の農畜産物の需給の将来推計を行い、次に、個々の対策技術の導入にかかる費用と削減効果を考慮することで農畜産部門における温室効果ガスの排出量と削減ポテンシャルを推計した（図12参照）。世界食料需給モデルでは、家畜13種、農作物13種を対象とし、家畜の反芻・糞尿管理、農耕地土壌および稲作を排出源とするCH₄とN₂Oの2種の温室効果ガスを対象とし、

糞尿の農耕地への施用による農耕地土壌からの排出量は、家畜糞尿由来ではなく、農耕地土壌由来の排出量として考慮している。

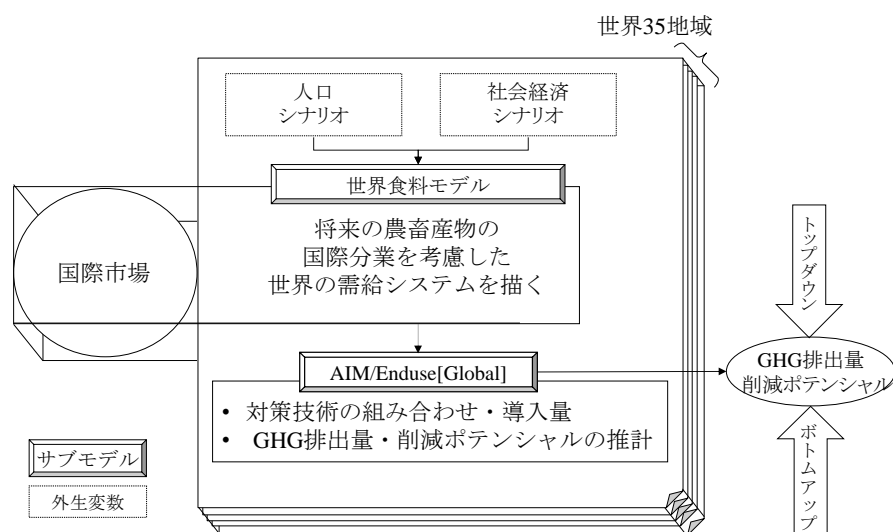


図12 農畜産部門における分析手法の概要

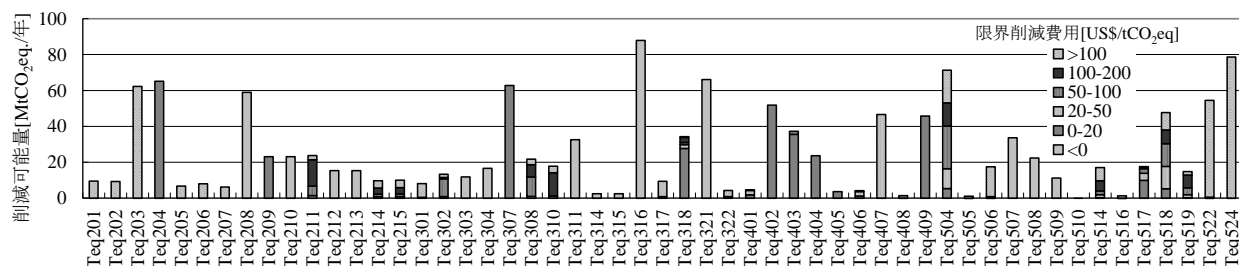
食料需給量を推計した結果、世界全体におけるコメ、コムギ、トウモロコシの生産量は2030年では2005年比約1.4倍、家畜の生産頭数は2005年比約1.3倍になった。2005年の温室効果ガス排出量は5.7GtCO₂eqで、そのうち家畜反芻由来のCH₄と農耕地土壌由来のN₂Oが高い寄与率を示した。2030年における世界全体の農畜産業由来のCH₄・N₂Oの排出総量は7.4GtCO₂eqになり、2005年比で約1.3倍になった。また、農畜産部門における対策技術を考慮し、2030年における排出源別に削減ポテンシャルを推計した結果（表6）、限界削減費用が高くなるにつれ削減ポテンシャルも増加し、2030年の最大削減ポテンシャルは世界全体で約2.0GtCO₂eqとなり（2005年比約35%に相当）、特にインド、中国・香港、ブラジルにおける割合が大きく、重点的に対策を実施する必要性がある。また、限界削減費用が負となる対策（対策の導入による便益が、導入の初期費用分を上回る場合）は世界全体で610MtCO₂eqの削減ポテンシャルが見込まれ、特に家畜の対策（反芻と糞尿由来のCH₄）が全体の約80%を占める。

表6 2030年における排出源別の削減ポテンシャル

削減ポテンシャル [MtCO ₂ eq]	限界削減費用[US\$/tCO ₂ eq]				
	<0	<20	<50	<100	>100
反芻CH ₄	328	471	477	513	572
糞尿CH ₄	182	322	327	340	485
稲作CH ₄	0	249	326	332	332
農耕地N ₂ O	104	139	188	255	583
合計	614	1181	1318	1441	1973
削減率(2000年比)[%]	11	22	24	27	36

また、2030年までの対策技術別の年間削減ポテンシャルを分析した結果、次のことが分かった（図13参照）。①高い削減ポテンシャルが見込まれる対策は、水田の中干し（Teq402）や間断灌

水 (Teq409) などの水管理や稲わらの秋すきこみ/有機物管理 (Teq403)、②高い経済効率が見込まれる対策は、家畜への濃厚飼料の投与 (Teq316) と牛乳生産性の向上 (Teq321)、糞尿の散布 (Teq204) および堆肥化処理 (Teq208)、③高い限界削減費用下で高い削減ポテンシャルが見込まれる対策は、糞尿貯留池の覆土 (Teq209)、有機質土壌の改良 (Teq522)、被覆肥料 (Teq524) となった。糞尿の嫌気発酵処理 (Teq201, 202) や飼料へメタン抑制菌等を添加する反芻対策 (Teq303) も、比較的高価であり、費用をかければ有効な削減技術であると示された。



Teq201	中央型嫌気発酵処理	Teq215	検流式貯留槽(エンジンなし)	Teq318	飼育期間の短縮化	Teq505	不耕起
Teq202	小規模嫌気発酵処理	Teq301	生菌剤	Teq321	牛乳生産性の向上	Teq506	分肥
Teq203	糞尿貯留池の覆土	Teq302	プロバイオネートの投与	Teq322	家畜体重の増加	Teq507	肥料30%削減
Teq204	糞尿の散布	Teq303	添加物による生産性向上	Teq401	硫酸アンモニウムの利用	Teq508	肥料20%削減
Teq205	糞尿の洗浄	Teq304	抗生物質の投与	Teq402	水田の中干し	Teq509	肥料10%削減
Teq206	完全混合貯留槽(エンジン付き)	Teq307	遺伝的価値が高い家畜の選抜	Teq403	稲わらの秋すき混み/有機物管理	Teq510	家畜糞尿等での肥料代替
Teq207	完全混合貯留槽(エンジンなし)	Teq308	放牧マネジメントの強化	Teq404	水田の水位低下	Teq514	アグロバミ
Teq208	堆肥化処理	Teq310	飼料変換効率の改善	Teq405	陸稲	Teq516	アグロフォレストリー
Teq209	家庭用貯留池の覆土	Teq311	高脂質飼料への変更	Teq406	りん石膏の投与	Teq517	休閑地の設置/土地利用変化
Teq210	非加熱式貯留槽	Teq314	非構造化炭水化物を含む濃厚飼料	Teq407	稲わらの堆肥化	Teq518	栄養管理
Teq211	微生物フィルム付き貯留池	Teq315	家畜の削減	Teq408	直撒き	Teq519	耕作及び作物残渣の管理
Teq212	簡易非加熱式貯留槽	Teq316	濃厚飼料	Teq409	間断灌水	Teq522	有機質土壌の改良
Teq213	ポリエチレンバック	Teq317	反芻効率の改善	Teq504	窒素化抑制	Teq524	被覆(緩効性)肥料
Teq214	検流式貯留槽(エンジン付き)						

図13 2030年の異なる限界削減費用下での技術別年間削減ポテンシャル

(2) 世界を対象とした応用一般均衡モデルAIM/CGE[Global]

1) 代表的濃度経路シナリオ (RCP)

世界を対象とした経済モデルである応用一般均衡モデル (AIM/CGE[Global]) は、世界を24の国と地域に分割したモデルであり、IPCC新シナリオへの入力を目的として2100年までの温室効果ガス排出量を推計するためのモデルである。RCPと呼ばれる気候モデルの入力となる各ガスの排出経路のうち、放射強制力を6W/m²に安定化させる場合を計算した (その他の安定化目標は、2.6W/m²、4.5W/m²、8.5W/m²であり、RCPと区別するためにそれぞれAIM2.6、AIM4.5、AIM8.5とする)。計算結果については、RCPに関わる研究者と数回にわたる議論と再計算を行い、最終結果については <http://www.iiasa.ac.at/web-apps/tnt/RcpDb> から閲覧可能である。

RCPの試算では、AIM/CGE[Global]をはじめ、図14に示すようなモデルが用いられている。はじめに、世界を1つの地域に統合し、温室効果ガスの排出、蓄積、気温上昇の過程を再現した動学的最適化モデルであるAIM/Impact[Policy]を用いて、想定される放射強制力を満たすような世界全体の温室効果ガスの排出経路が計算される。次に、世界の排出経路がAIM/CGE[Global]に入力され、これを超えないようにAIM/CGE[Global]が対象とする24地域別の排出量が計算される。さらに、人口やGDP等の指標を用いて、地域別の排出量が0.5度×0.5度のメッシュにダウンスケールされる。また、AIM/CGE[Global]の農産物価格等のデータをもとに、土地利用モデルから土地利用が0.5度

×0.5度のスケールで計算される。また、こうした土地利用変化に基づく植生からの排出も計算され、AIM/CGE[Global]にフィードバックされる。

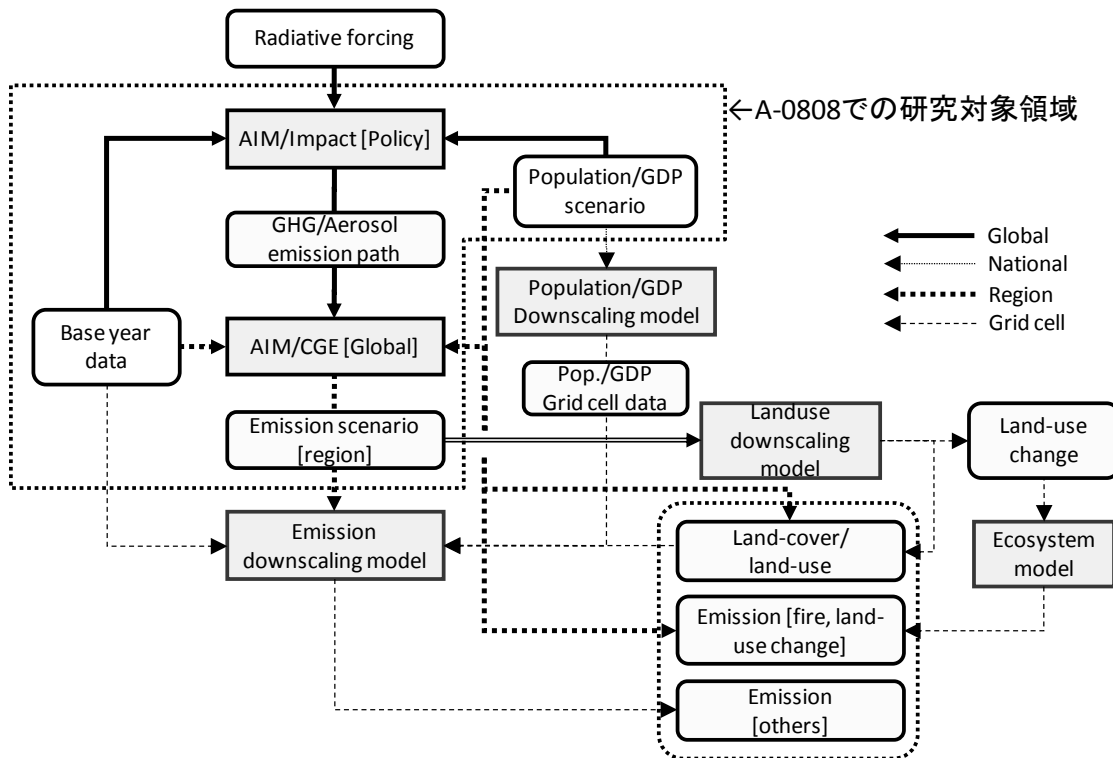


図14 RCP用に使用したモデル群と計算のフロー

図15は、本分析で設定したレファレンスと、それに対応する4つの放射強制力の目標に対応するCO₂排出量の推移を示したものである。AIM/CGE[Global]が主に計算を行ったRCP6では、2060年以降において大幅な排出削減が開始されるが、IPCC第三作業部会の第4次評価報告書³⁾によると、気温上昇は産業革命前と比較して4.9℃であることから、気候政策の目標としては2.6W/m²等と比較すると不十分であるといえる。なお、CO₂の限界削減費用は、2100年に50\$/tCO₂に満たない水準であり、極めて安価な対策のみが実施される社会といえる。

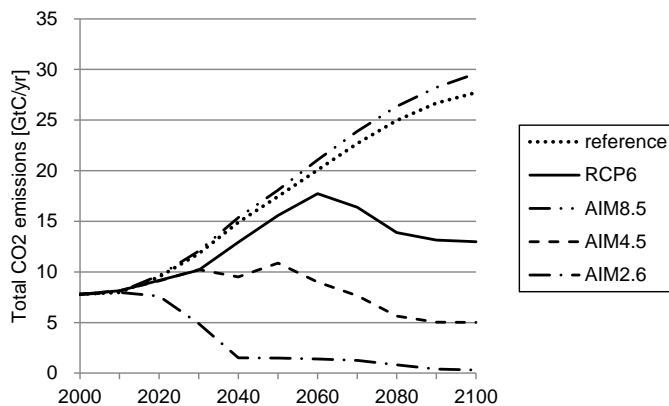


図15 各安定化目標に対応するCO₂排出量

図16は、レファレンスとRCP6の地域別のCO₂排出量の推移を示したものであり、いずれもアジアからの排出が大部分を占めていることがわかる。図17は、世界の一次エネルギー供給量の推移をエネルギー種別に示したものであり、RCP6という極めて緩い対策においても2060年以降については石炭の利用が大幅に削減されていることがわかる。また、発電部門においても、石炭火力からガス火力への転換が生じるなどの対策が講じられる。

また、こうした世界を対象としたシナリオ開発に関連して、アジアの途上国の視点からの世界シナリオを提供することを目的として、AIM/CGE[Global]に関するトレーニングワークショップを2008年10月20日から24日まで実施した。参加国は、中国、インド、タイで、モデル構造や準備する入力データについて理解するとともに、アジアの将来シナリオについて議論を行った。

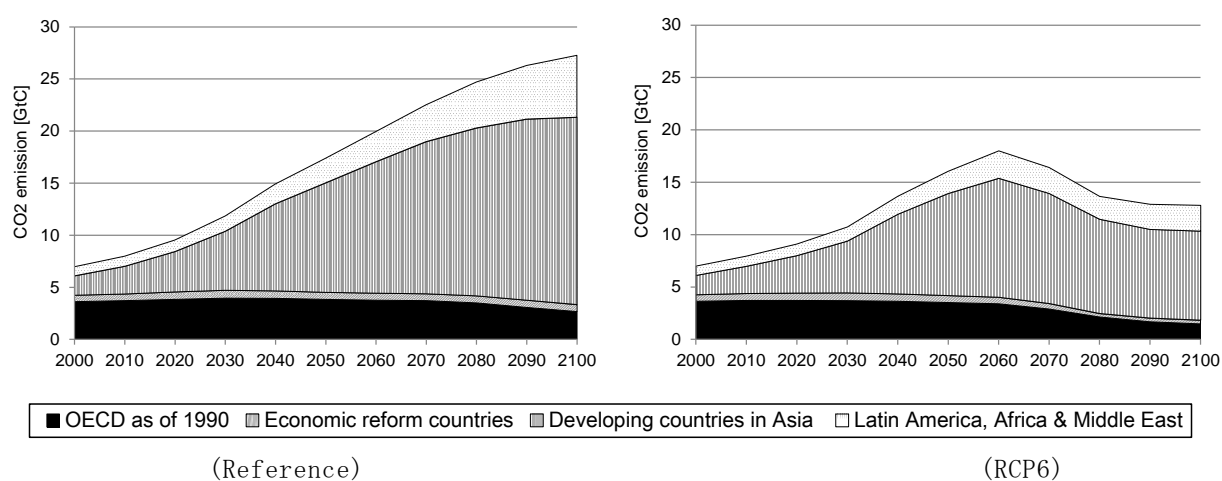


図16 地域別CO₂排出量の推移

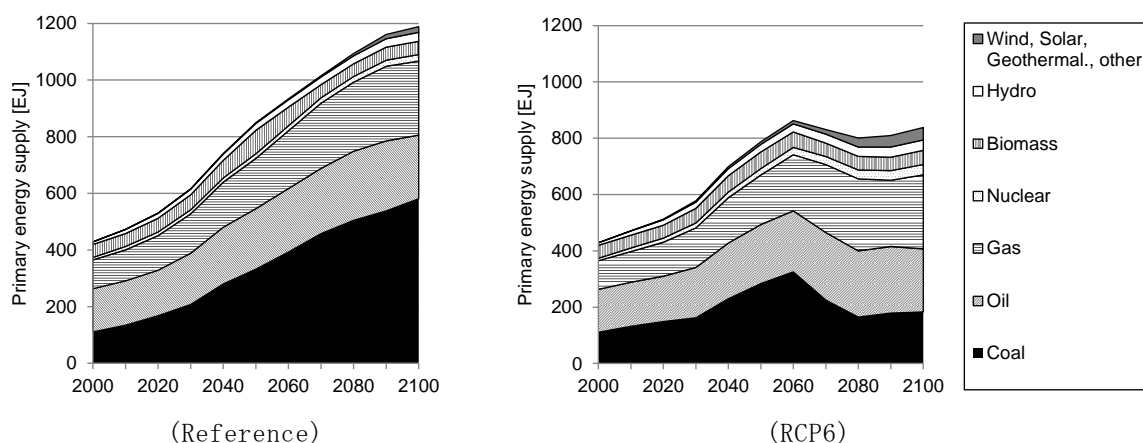


図17 エネルギー種別一次エネルギー供給量の推移

2) 国際モデル比較プロジェクト (Asia Modeling Exercise) における結果

AMEに対しても、AIM/Enduse[Global]と同様に結果を提供してきた。一般的に、CGEモデルは、技術選択モデルのように詳細な技術（生産設備）は区別して扱われず、ある程度統合された平均的な技術を仮定してモデルが構築される。温暖化対策コストの評価の際、エネルギー技術に関する

る想定によって結果が大きく影響を受けることが知られているが、将来の時点ごとに使用される生産設備の平均的なエネルギー効率（＝生産量あたりのエネルギー投入量）に関する情報を得ることは難しい。したがって、背後にどのような技術進歩が仮定されているのかを明らかにしないまま、エネルギー効率改善に関する想定を置いてCGEモデルによる政策評価分析が行われているのが現状である。そこでAMEに対しては、2050年までのAIM/Enduseの技術選択の情報を基にしたエネルギー効率改善シナリオとして与えたCGEモデルを使用して計算している。具体的には、AIM/Enduseによって計算されたシナリオごとの2001年～2050年までエネルギー効率（エネルギー投入／活動（生産）量）を使用して、1年あたりのエネルギー効率の改善率を求め、その値をCGEのエネルギー投入効率の年あたり改善率として与えている。この値は、シナリオごとに異なっている。このことは、より厳しい目標を達成するような社会経済では、高効率技術の開発・普及がより促進されているという仮定を置いていることを意味している。図18に、日本、中国、インドにおけるCO₂排出量、炭素集約度（CO₂/GDP）や一次エネルギー集約度（Primary energy/GDP）の推移を示す。

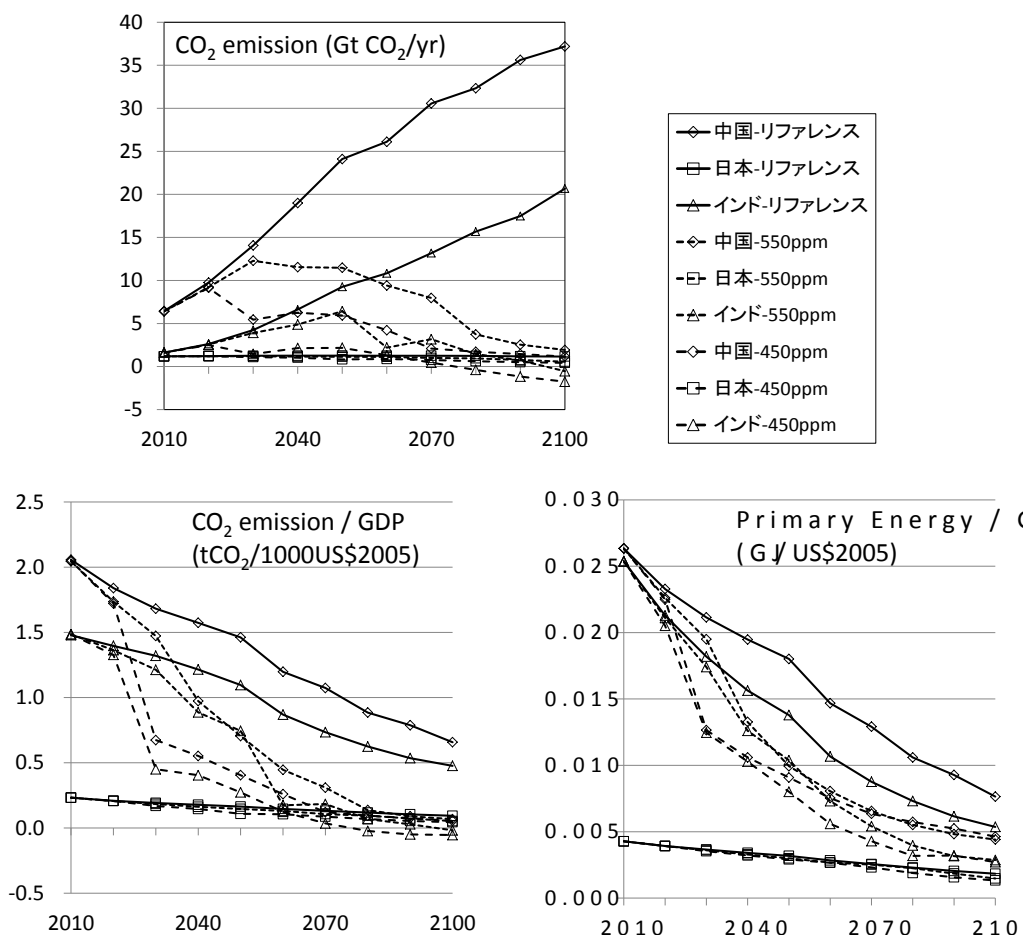


図18 AMEで想定された濃度安定化ケースとレファレンスケースにおける日中印の結果の比較

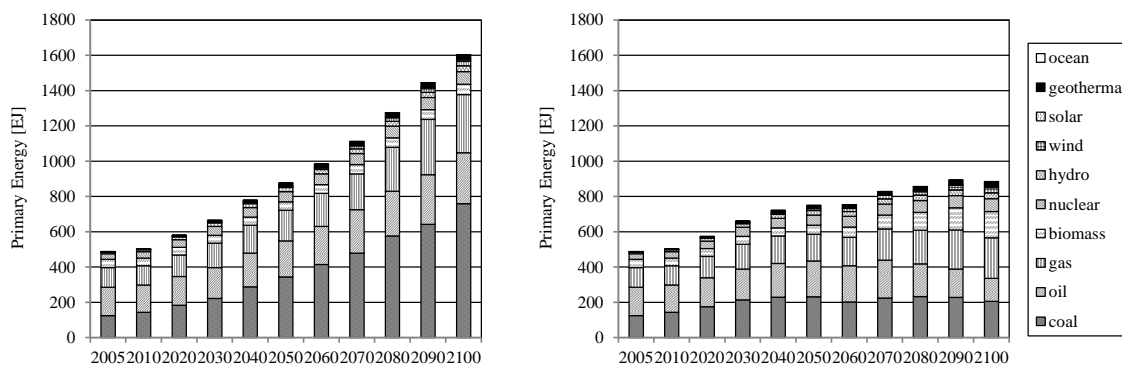
CO₂の価格は、削減目標が厳しくなると高くなり、550ppm安定化ケースの場合、2050年、2100年の価格はそれぞれ40\$/tCO₂、2380\$/tCO₂となり、450ppm安定化ケースの場合には、2050年、2100年

にそれぞれ220\$/tCO₂、3620\$/tCO₂となった。これに伴い、炭素集約度や一次エネルギー集約度は、中国、インドで大幅な改善が起こる結果となった。とくに450ppmシナリオでは、2100年時点で中国、インドとも現在の日本並みのエネルギー効率・CO₂集約度を達成しているという結果となった。なお、本試算では、限界削減費用が均等するように各地域の排出量が決まるために、濃度安定化ケースの中国、インドの2050年のCO₂排出削減率（対リファレンスケース）は、550ppmケースでそれぞれ52%、31%、450ppmケースでは75%、77%となる一方、日本は550ppmケースで11%、450ppmケースで35%と中国、インドと比較すると低い値となる。アジア途上国においてこうした削減の受入の実現可能性等を検討することが必要であるといえる。また、こうした結果を実現させるために、バイオマス燃料の増加、CCSの導入に加え、高効率技術の導入が重要な役割を果たすことが示された。

3) 国際モデル比較プロジェクト (Energy Modeling Forum 24) における結果

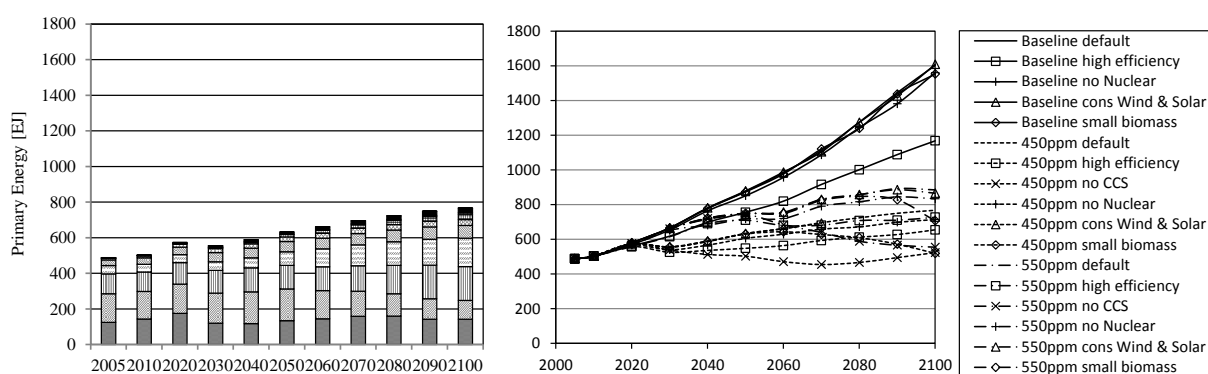
EMF24では、標準で設定されているケースのほか、より効率的なエンドユース技術が導入されるケース、原子力やCCSの導入を抑えたケース、バイオマスエネルギーや風力、太陽光の導入が進まないケースを前提に、大気中の温室効果ガス濃度をCO₂換算で450ppm、550ppmにそれぞれ安定化する経路を示すことが求められている。こうした課題に対して、AIM/CGE[Global]も試算結果を提供している。なお、前述のAMEでは、AIM/Enduse[Global]の結果を受けてエネルギー効率改善等の前提を想定したが、EMF24では、2つのモデルのリンクは行っていない。

図19は、各ケースに対する一次エネルギー供給量の結果を示している。温室効果ガス排出量を安定化させる場合、一次エネルギー供給量は大幅に削減されることがわかる。排出制約がない場合、より効率的なエンドユース技術が導入されることで2100年の一次エネルギー供給量は標準的な設定から27%削減される。その結果、2100年のCO₂価格は、450ppm安定化の場合には3110\$/tCO₂から2310\$/tCO₂に、550ppm安定化の場合には2180\$/tCO₂から1430\$/tCO₂にそれぞれ低減する。これに対して、CCSの導入を想定しない場合、化石燃料の需要を極端に抑えることになり、2100年のCO₂価格は450ppm安定化の場合には40%、550ppm安定化の場合には60%それぞれ標準的な設定における価格から上昇する。最も大きな影響をもたらすのは、バイオマスエネルギーの供給量を抑えた場合で、2100年のCO₂価格は450ppm安定化の場合には3.5倍、550ppm安定化の場合には2.3倍それぞれ標準的な設定における価格から上昇する。これは、450ppm安定化の場合、2100年のバイオマスエネルギーの供給量は160EJに増加し、温室効果ガス排出量を抑える主たる対策であることに起因する。一方、原子力発電については、450ppm安定化の2100年においても72EJとバイオマスの供給量より小さいことから、2010年以降に新規の原子力が導入されない場合でも、2100年のCO₂価格は標準的な設定よりも2~7%の上昇にとどまる。以上の結果から、大幅な温室効果ガス排出量の削減に向けては、エンドユース側における対策（より効率的な技術の開発）と、ポテンシャルの大きい再生可能エネルギーの導入が重要となることがわかる。



レファレンスケース（標準設定）の内訳

550ppm安定化ケース（標準設定）の内訳



450ppm安定化ケース（標準設定）の内訳

各ケースの一次エネルギー供給量

図19 EMF24で想定された技術、排出制約に対する一次エネルギー供給量の推移と内訳

(3) 日本を対象とした応用一般均衡モデル (AIM/CGE[Japan])

1) AIM/CGE[Japan]による中期目標の検討

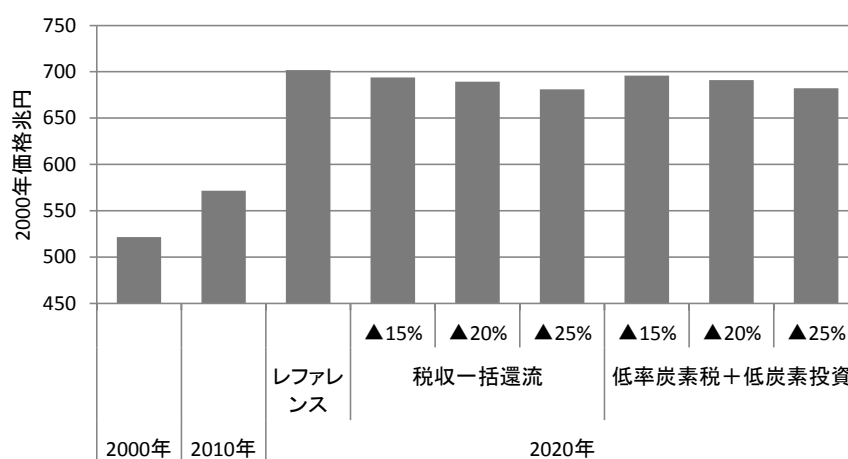
中期目標検討委員会では、日本経済研究センターで想定された将来の揭示見通し、日本エネルギー経済研究所で想定された化石燃料価格の見通しに対して、図7に示した6つの選択肢が検討された。AIM/CGE[Japan]は、サブテーマ(3)で改良された日本を対象とした技術選択モデルであるAIM/Enduse[Japan]で計算された部門別のエネルギー効率改善と追加費用を組み込み、選択肢①：「長期需給見通し」努力継続を基準に、2020年の温暖化対策の経済影響について分析を行った。選択肢③：「長期需給見通し」最大導入（フロー対策強化）や選択肢⑤：ストック・フロー対策強化では、基準ケースに対するGDPのロスが極めて小さく、現状と比較すると経済成長とCO₂排出量の削減が両立しうることを示した。なお、選択肢⑥：各国一律▲25%では、AIM/Enduse[Japan]の想定にあわせてベースとなる経済成長を低く想定しているために基準ケースと比較するとGDPの押し下げが大きくなっているが、この場合でも、図7に示すように年率1.1%の経済成長は達成されており、GDPそのものは現状よりも大きくなる。タスクフォース会合においてもAIM/Enduse[Japan]の結果を受けて経済影響を計算したが、AIM/Enduse[Japan]の結果から25%削減については、技術のみで達成する姿を描けなかったことから、20%削減の結果をAIM/CGE[Japan]に入力するなど、整合性の面で問題のある分析結果であった。

中長期ロードマップ小委員会では、2020年の温室効果ガス排出量を1990年比25%削減するため

の分析について、国内対策として15%削減（10%分は海外等での対策）、20%削減（5%分は海外等での対策）、25%削減（すべて国内対策）の各ケースについて検討を行った。国内で25%削減を行うケースについても、マクロフレームを見直すなどによりAIM/Enduse[Japan]で定量化できたことから、はじめて25%削減を達成する技術に対する経済影響を適切かつ総合的に評価することが可能となった。図20は、各ケースにおける2020年のGDPを示したものである。「税収一括還流」は、モデル内で計算されるCO₂価格を炭素税として課し、その税収を全額家計に還流するという設定にした場合の結果である。これに対して、「低率炭素税+低炭素投資」は、税収を温暖化対策の追加費用に充当するというものである。後者の場合、追加費用を充当するためのCO₂価格は、前者のそれを大幅に下回り、GDPもレファレンスの値を下回ってはいるものの、ロスが税収一括還流の場合と比較すると回復することが示された。

また、図21は、2020年における部門別の粗生産の変化について、税収一括還流を対象に示したものである。エネルギーの供給に関わる部門の活動は、温暖化対策による省エネ効果により活動水準が低下するが、温暖化対策に寄与する活動を行っている部門については、活動水準が増大している。このことから、温暖化対策は、経済活動に一律に悪影響をもたらすのではなく、産業構造の変化を促し、新たな活動が生まれることを示唆している。

なお、中長期ロードマップ小委員会では、小委員開催時に検討されていた温暖化対策税（1000円/tC、2000円/tC）、太陽光発電に係る全量固定価格買取制度、国内排出量取引制度の導入の効果についてもAIM/CGE[Japan]を用いて分析を行った。想定されている温暖化対策税の税率が限界削減費用に比べて極めて低いことや、国内排出量取引制度も限定的であることから、これらの効果は限定的であることを示した。



	2020年						
	レファレンス	税収一括還流			低率炭素税+低炭素投資		
		▲15%	▲20%	▲25%	▲15%	▲20%	▲25%
GDP成長率 (2010~2020年:%/年)	2.07	1.96	1.89	1.77	1.99	1.91	1.78
GDPの2020年レファレンス からの変化率(%)		-1.11	-1.78	-2.94	-0.82	-1.52	-2.77
二酸化炭素価格 (2000年価格円/tCO ₂)		14,643	21,198	41,446	4,379	6,857	9,734

図20 AIM/CGE[Japan]によるGDPの推移とCO₂の価格

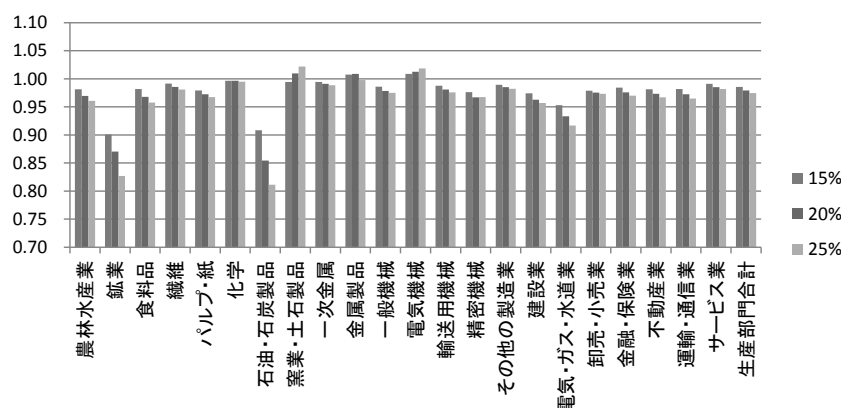


図21 2020年の部門別粗生産額の推移 (レファレンスケースを1.0とする)

2) わが国における温暖化対策税の評価

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において、AIM/CGE[Japan]を用いた温暖化対策税導入による経済活動への影響や、道路特定財源の暫定税率廃止による影響について報告を行ってきた。そのうち、温暖化対策税に関する結果を表7に示す。ここでは、2009年から2400円/tCの温暖化対策税を導入するとともに、これまでに提案されている様々な軽減措置を織り込んだ分析を行ったものである。税率が低く、軽減措置も想定されていることから、経済影響は極めて軽微であるが、同時にCO₂排出量の効果についても限定的である。

表7 温暖化対策税導入の効果と影響

	①BaUケース	②税収7800億円ケース (軽減措置なし)	③税収5200億円ケース (軽減措置A)	④税収3600億円ケース (軽減措置A+B)
(1) CO ₂ 排出量				
2009-12年 平均	1180MtCO ₂ (1990年比 11%増加)	BaUケース比 5.1MtCO ₂ 減少 (BaU比0.43%減少)	BaUケース比 4.2MtCO ₂ 減少 (BaU比0.36%減少)	BaUケース比 3.7MtCO ₂ 減少 (BaU比0.31%減少)
2020年	1140MtCO ₂ (1990年比 7.6%増加)	BaUケース比 50MtCO ₂ 減少 (BaU比4.4%減少)	BaUケース比 40MtCO ₂ 減少 (BaU比3.5%減少)	BaUケース比 35MtCO ₂ 減少 (BaU比3.0%減少)
(2) GDP				
2009-12年 平均	612兆円 (2000年価格)	BaUケース比 0.055%減少	BaUケース比 0.042%減少	BaUケース比 0.029%減少
2020年	740兆円 (2000年価格)	BaUケース比 0.035%減少	BaUケース比 0.018%減少	BaUケース比 0.0022%減少

注1：軽減措置Aは、国際競争力の確保や排出削減努力の奨励促進等のため、大口排出事業者において削減努力をした場合は8割軽減、鉄鋼等製造用の石炭・コークス等は免税、灯油については5割の軽減、重油は大口排出者の申告納税であり漁船用燃料使用は免除。軽減措置Bは、ガソリン、軽油、ジェット燃料については、当分の間、適用を停止。

注2：試算において想定した対策技術は、以下の通りである（[]内は従来技術）。なお、ここではAIM/Enduse[Japan]の結果との連携は行っていない。

ハイブリッドガソリン乗用車[従来型ガソリン乗用車]、電気乗用車(軽)[従来型ガソリン乗用車(軽)]、電気貨物車(軽)[従来型ガソリン貨物車(軽)]、電気ヒートポンプ給湯器(家庭)[従来ガス・石油給湯器]、潜熱回収型給湯器[従来ガス・石油給湯器]、家庭用太陽光発電[購入電力]、次世代基準住宅(平成11年基準)[新基準住宅(平成4年基準)]、省エネエアコン(2008年最高機種)[エアコン(2010年目標達成機種)]、省エネ冷蔵庫(2008年最高機種)[冷蔵庫(2010年目標達成機種)]、電気ヒートポンプ給湯器(業務・産業)[従来ガス・石油給湯器]、省エネ建築物(平成11年基準適合)[従来建築物(平成5年基準適合)]、メタルハライドランプ[水銀ランプ]、高性能工業炉[従来型工業炉]、高性能ボイラ[従来型ボイラ]

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

本研究における科学的意義は、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といえる。
- 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ことから重要である。
- ③ 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、対策技術と統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とその方向性を明らかにした。

(2) 環境政策への貢献

- ① 内閣官房が中心となって組織された中期目標検討委員会において、世界モデル、日本モデル、経済モデルすべてのモデルとして用いられ、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。また、それに続くタスクフォース、中長期ロードマップ検討会、中央環境審議会中長期ロードマップ小委員会において、2020年の温室効果ガス排出量を1990年比25%削減する対策、影響について定量化し、その結果を提供するなど、わが国における温暖化対策の検討に貢献した。
- ② 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において、温暖化対策税導入の効果や経済影響、道路特定財源の暫定税率廃止の影響について、AIM/CGE[Japan]を用いた分析結果を報告した。
- ③ 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、国内及び国外での温室効果ガス排出量の削減政策を検討する上で重要な示唆を与えるものである。

6. 引用文献

- 1) IPCC, Emissions Scenarios, Cambridge University Press, 2000.
- 2) Rogner, H., An Assessment of World Hydrocarbon Resources, Annual Review of Energy and the Environment, 22, 217-262, 1997.
- 3) IPCC, Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change, Cambridge University Press, 2007.

7. 国際共同研究等の状況

本研究は、モデル開発、適用時において、各国研究機関と共同で作業を行っている。

- 1) 中国：中国能源研究所，中国科学院地理科学天然資源研究所
- 2) インド：インド経営大学院アーメダバード校，インド経営大学院ラックナウ校，マウラナ・アザド国立工科大学
- 3) 韓国：ソウル大学・韓国環境研究所
- 4) タイ：アジア工科大学

また、本研究で得られた成果は以下の国際共同研究に貢献している。

- 1) EMF（エネルギー・モデリング・フォーラム：米国スタンフォード大学J.Weyant教授を中心としたモデル比較研究）に参加し、AIMモデルの試算結果を提供している。
- 2) IPCC（気候変動に関する政府間パネル）第五次評価報告書に向けたシナリオ開発（IPCC新シナリオ）とIAMC（Integrated Assessment Model Consortium）の運営を支援した。
- 3) AME（Asia Modeling Exercise）を通じて、アジアの温暖化対策の比較研究に参加している。
- 4) ECOFYSのTB/BUモデル比較研究：IPCC第四次評価報告書で示された削減ポテンシャルについて、異なるモデル間での比較を行うプロジェクトに参加した。

8. 研究成果の発表状況

（1）誌上発表

<論文（査読あり）>

- 1) 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，16，165-174，2008.
- 2) 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.
- 3) Hanaoka, T., Akashi, O., Hasegawa, T., Hibino, G., Fujiwara, K., Kanamori, Y., Matsuoka, Y. and Kainuma, M., Global emissions and mitigation of greenhouse gases in 2020, Journal of Global Environment Engineering, 14, 15-26, 2009.
- 4) 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.
- 5) 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.
- 6) 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.
- 7) 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.
- 8) 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.
- 9) Akashi, O., Hanaoka, T., Matsuoka, Y. and 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.

<その他誌上発表（査読なし）>

- 1) Hanaoka, T., Akashi, O., Kanamori, Y., Hasegawa, T., Hibino, G., Fujiwara, K., Kainuma, M. and Matsuoka, Y., Global greenhouse gas emissions reduction potentials and mitigation

- costs in 2020 – methodology and results –, CGER Research Report (CGER-I081-2008), Center for Global Environmental Research, National Institute for Environmental Studies, 2008.
- 2) 国立環境研究所AIMプロジェクトチーム, これまでのAIM技術選択モデルを用いた温暖化対策税の効果に関する試算について, 環境省, 環境税等のグリーン税制にかかるこれまでの議論の整理等, 88-93, 2008.
 - 3) 国立環境研究所AIMプロジェクトチーム, 炭素税の財源効果と経済影響の試算, 環境省, 環境税等のグリーン税制にかかるこれまでの議論の整理等, 94-98, 2008.
 - 4) 国立環境研究所AIMプロジェクトチーム, 道路特定財源の税率変更による炭素排出への影響の試算, 環境省, 環境税等のグリーン税制にかかるこれまでの議論の整理等, 115-122, 2008.
 - 5) 松本健一, ポスト京都議定書における帰属炭素税. 総合政策研究, 30, 139-150, 2008.
 - 6) 増井利彦, 「炭素税」は効果がある?, 独立行政法人国立環境研究所地球環境研究センター, ココが知りたい地球温暖化, 気象ブックス026, 成山堂, 157-162, 2009.
 - 7) 増井利彦, 地球環境モデリングの到達点と今後, 環境科学会誌, 22, 2, 137-142, 2009.
 - 8) Hanaoka, T., Akashi, O., Kanamori, Y., Ikegami, T., Kainuma, M., Hasegawa, T., Fujimori, S., Matsuoka, Y., Hibino, G., Fujiwara, K. and Motoki, Y., Global greenhouse gas technological mitigation potentials and costs in 2020 (second edition), AIM Interim Report, 2009.
 - 9) 藤野純一, 低炭素社会に向けた挑戦, 調査季報, 164, 2-7, 2009.
 - 10) 藤野純一, 榎原友樹, 温暖化をくい止める方法—低炭素社会をつくろう, くさばよしみ編著, 温暖化をくい止めた(14歳になったら考える地球を救う仕事6), 汐文社, 184-201, 2009.
 - 11) 池上貴志, 芦名秀一, 藤野純一, 地域別に描いた再生可能エネルギー大幅導入社会の理想像, 日立総研, 4 (1), 4-9, 2009.
 - 12) 藤野純一, バックキャスティングで今こそ国づくりを, オルタナ, (15), 14, 2009.
 - 13) 藤野純一, 低炭素社会に向けた潮流と日本の歩む道, 建材マンスリー, (527), 1-6, 2009.
 - 14) 藤野純一, 低炭素社会における住宅の役割—快適さを逃さない住まいとオフィスの中でトップランナー機器が手軽に利用できる暮らし方・働き方, IBEC(建築環境・省エネルギー機構), 4/30(175), 7-10, 2009.
 - 15) 藤野純一, 低炭素社会を実現するビジネス創出と技術開発, 商工ジャーナル, 35(12), 14-18, 2009.
 - 16) 脇岡靖明, 温室効果ガス削減目標と温暖化影響, NIRA政策レビュー, (43), 8-10, 2009.
 - 17) 増井利彦, 温室効果ガス排出削減に関する中期目標検討について, 地球環境研究センターニュース, 20(3), 2-5, 2009.
 - 18) 増井利彦, Q26: 「炭素税」は効果がある?, 国立環境研究所地球環境研究センター著, ココが知りたい地球温暖化(気象ブックス26), 成山堂, 157-162, 2009.
 - 19) 高橋潔, 気候変動により引き起こされる影響の予測と評価に関する研究, 環境科学会誌, 22 (1), 53-56, 2009.
 - 20) Kainuma, M., Matsuoka, Y., Morita, T., Takahashi, K., The Asia-Pacific integrated model, In: Knight C. G., Jager J. eds., Integrated regional assessment of global climate change, ed. 1, Cambridge University Press, 214-230, 2009.
 - 21) 芦名秀一, 日本の2020年の温室効果ガス排出量(中期目標)を読み解く, エネルギー・資源, 31 (1), 52-53, 2010.
 - 22) Lamarque J.-F., Bond T.C., Eyring V., Granier C., Heil A., Klimont Z., Lee D., Lioussé C., Mieville A., Kainuma M. et al., Historical(1850-2000) gridded anthropogenic and biomass burning emissions of reactive gases and aerosols: methodology and application; Atmos. Chem. Phys. Discuss., 10, 4963-5019, 2010.
 - 23) Moss R.H., Edmonds J.A., Hibbard K.A., Manning M.R., Rose S.K., van Vuuren D.P., Carter T.R., Emori S., Kainuma M., Kram T. et al., The next generation of scenarios for climate change research and assessment, Nature, 463, 747-756, 2010.
 - 24) 増井利彦, 環境税 CO2 削減の足がかりに, 地球温暖化 2011年1月号, 16-19, 2011.

- 25) Masui T., chap.7, Integration of a low-carbon society with a resource-circulating and nature-harmonious society. In: Climate change and global sustainability: A holistic approach, United Nations University Press, 258-277, 2011.
 - 26) 増井利彦, 竹内和彦, 花木啓祐, 第5章 長期シナリオと持続型社会. 小宮山宏・武内和彦・住明正・花木啓祐・三村信男編, サステイナビリティ学 1: サステイナビリティ学の創生, 東京大学出版会, 119-146, 2011.
 - 27) 増井利彦, 日本は25%削減することができるのか?. 森晶寿・植田和弘編, 温室効果ガス25%削減-日本の課題と戦略, 昭和堂, 55-78, 2010.
- (2) 口頭発表 (学会等)
- 1) Masui, T., Representation of Asia in AIM, Asia Energy Environment Modeling Forum (AEEMF) 5th Annual Workshop, 2008.
 - 2) Kanamori, Y., Development and application of household production and lifestyle model. Asia Environ. Modeling Forum (AEEMF) 5th Annu. Workshop, 2008.
 - 3) Hanaoka, T., Greenhouse gas emissions reduction potentials mitigation costs in 2020, Int. Expert Meet. Bottom-up Based Anal. Mitigation Potential, 2008.
 - 4) Kainuma, M., Case-study on greenhouse gas emissions reductions potentials in 2020-regional and sectoral analysis, Int. Workshop Sectoral Emission Reduct. Potential, 2008.
 - 5) Hanaoka, T., International comparison study on mitigation potentials, 2nd Int. Expert Meet. Bottom-up Based Anal. Mitigation Potential, 2008.
 - 6) 増井利彦, アジア地域における大気汚染物質の排出シナリオ, 第35回アジアエミッション将来予測研究会, 2008.
 - 7) 野口綾也・増井利彦, 中国における気候変動に起因する農業生産性変化の地域経済への影響評価, 環境経済・政策学会2008年大会, 2008.
 - 8) Masui, T., Kinoshita, T., Matsumoto, K., Hijioka, Y., Ishiwatari, S., Nozawa, T. and Kainuma, M., Modeling work in NIES for RCP, Integrated Assessment Modeling Consortium, 2008.
 - 9) Masui, T. and Kainuma, M., Proposals from AIM for IAMC, Integrated Assessment Modeling Consortium, 2008.
 - 10) Kainuma, M., Greenhouse gas emissions technical mitigation potentials and costs in 2020, 2nd Int. Workshop Sectoral Emiss. Reduct. Potential, 2008.
 - 11) Kanamori, Y., Proposal and application of household economy-environmental accounts. 8th Int. Conf. Eco Balance, Proceedings, G-09, 2008.
 - 12) Masui, T., Introduction of AIM/CGE training workshop 2008, AIM Training Workshop 2008, 2008.
 - 13) Kanamori, Y., Scenario on household activity in Japan. AIM Training Workshop 2008.
 - 14) Masui, T., Basis of AIM/CGE [Country], AIM Training Workshop 2008, 2008.
 - 15) Masui, T., Narrative scenario development exercise, AIM Training Workshop 2008, 2008.
 - 16) Masui, T., Hijioka, Y., Hanaoka, T., Kainuma, M., and Matsuoka, Y., Tentative results of AIM, EMF22, 2008.
 - 17) Matsumoto, K., International transition scenario -results of AIM-, Energy Modeling Forum Study 22: Transition Policy Subgroup Meet, 2009.
 - 18) Matsumoto, K., GHG mitigation potentials and costs in world regions in 2020 -Contribution of AIM to GHG mitigation target in 2020 in Japan-, Int. Costs Assess. Workshop, 2009.
 - 19) Matsumoto K. Outline of global modeling and AIM results of representative concentration pathway. 14th AIM Int. Workshop, 2009.
 - 20) Masui, T., Hanaoka, T., and Hibino, G., GHG reduction potential and socio-economic impact -contribution of AIM to GHG reduction target in 2020 in Japan-, The 14th AIM

- International Workshop, 2009.
- 21) Kanamori, Y., The relationship between environmental load generation and demographic change. 14th AIM Int.Workshop, 2009.
 - 22) Kanamori Y., The impacts of demographic changes on environmental load generation, IHDP Open Meet.2009, 2009.
 - 23) Matsumoto K., Scenarios toward the next IPCC assessment report, IR3S-Tyndall Cent.Jt.Symp.: Pathway toward low carbon society and global sustainability, 2009.
 - 24) Hanaoka T., Greenhouse gas emissions technical mitigation potentials and costs in 2020 -using AIM/Enduse[Global]-, Workshop on GHG Mitigation Efforts -Annex I Countries, 2009.
 - 25) Hanaoka T., International comparison study on mitigation potentials in 2020 -tentative version-, Workshop on Comparison of National and International Estimates of GHG Mitigation Potentials and Costs IIASA, 2009.
 - 26) 芦名秀一, 藤野純一, 地域特性を考慮したわが国家庭部門におけるカーボンフリーエネルギーシステムの実現可能性検討, 第28回エネルギー・資源学会研究発表会, 2009.
 - 27) 花岡達也, 地球温暖化と日本の削減目標～今からできる温暖化対策～, 第2回足立区温暖化防止区民会議, 2009.
 - 28) Hanaoka T., Greenhouse gas emissions technical mitigation potentials and costs in 2020 -using AIM/Enduse[Global]-, Workshop on comparing mitigation potentials and costs for Annex I, 2009.
 - 29) 増井利彦, 我々が望む社会とCO2削減コスト及び削減技術開発との関係ー持続可能性のある社会を自らの手で選択するために, SIF-Japan定例勉強会, 2009.
 - 30) 藤野純一, 2050年低炭素社会に向けてー2020年温室効果ガス中期目標に触れながらー, 2009年度第5回KDDI総研セミナー, 2009.
 - 31) Akashi O., Hanaoka T., Matsuoka Y., Kainuma M., Medium-term projection of CO2 emissions from industrial sector considering activity level and technology change, Int.Conf.Sustainability Transition, 2009.
 - 32) Ashina S., Projection of GHG missions -make the inventory and AIM models will give the future pathways-, 7th Workshop GHG Inventories Asia (WGIA 7), 2009.
 - 33) 金森有子, 藤森真一郎, 松岡譲, 家庭部門におけるエネルギーサービス需給構造を考慮したエネルギー消費量推計手法の提案, 第18回日本エネルギー学会大会, 2009.
 - 34) Hanaoka T., Kainuma M., Matsuoka Y., Fluorinated GHG emissions mitigation potentials and costs in global regions in 2020, 5th Int.Symp.Non-CO2 Greenhouse Gases(NCGG-5), 2009.
 - 35) Masui T., Treatment of renewable energies in AIM/CGE, EMF Workshop Clim. Change Impacts Integrated Assess, 2009.
 - 36) 芦名秀一, 地球温暖化の現状と将来動向～必要となる取組～, 九州経済連合会, 2009.
 - 37) 花岡達也, 地球温暖化対策に関する日本の中期目標策定のプロセスについて, 平成21年度エネルギー資源学会サマーワークショップ, 2009.
 - 38) 肱岡靖明, 気候変動のリスク, 適応策の費用対効果の把握や目標設定のための方策, 第7回気候変動適応型社会の実現に向けた技術開発の方向性立案のためのタスクフォース, 2009.
 - 39) Ashina S., Low-carbon society models -case of Japan LCS study-, Asian Modeling Meet, 2009.
 - 40) 松本健一, 増井利彦, Mid-term dynamic effects of carbon tax based on the imputed price of carbon. 環境科学会2009年会, 2009.
 - 41) 松本健一, 増井利彦, Short-term dynamic effects of carbon tax based on the imputed price of carbon, 環境経済・政策学会2009年大会, 2009.
 - 42) 増井利彦, 高山寛人, 鉄鋼資源循環が温暖化対策に与える影響の分析, 環境経済・政策学会2009年大会, 2009.

- 43) 増井利彦, 中期目標検討におけるこれまでの議論の整理, 環境経済・政策学会2009年大会, 2009.
- 44) 中畠一憲, 脇岡靖明, 温暖化による日本の被害コストについて, 環境経済・政策学会2009年大会, 2009.
- 45) 張曉曦・増井利彦, 気候変動による水資源の変動が中国の社会経済活動に与える影響の評価, 環境経済・政策学会2009年大会, 2009.
- 46) 花岡達也, 国際的な視点からみた我が国の温暖化対策の費用と削減ポテンシャル, 環境経済・政策学会2009年大会, 2009.
- 47) Masui T., Matsumoto K., Hijioka Y., Kinoshita T., Nozawa T., Ishiwatari S., Kainuma M., Kato E., Emission pathway for 6W/m², IAMC Meet, 2009.
- 48) 藤野純一, 温暖化対策から低炭素社会形成へ, 平成21年度環境講習会「低炭素社会の構築に向けたまちづくりのあり方」, 2009.
- 49) 芦名秀一, 脱温暖化社会に向けて, 環境科学特別講座－研究最前線からの報告, 2009.
- 50) Akashi O., Hanaoka T., Kainuma M., Matuoka Y., A projection for global CO₂ emissions from the industrial sector through 2030 based on activity level and technology changes, 5th Dubrovnik Conf. Sustainable Dev. Energy, Water Environ. Syst, 2009.
- 51) 増井利彦, 日本の中期目標を検証する－科学の側面から－, 第17期地球環境大学コペンハーゲン(COP15)に向けて！－地球温暖化と私たちの未来－, 2009.
- 52) Fujino J., Dai H., 2050 Japan low-carbon society (LCS) scenarios and roadmap, Low Carbon Econ. Forum-Guang Dong 2009, 2009.
- 53) Hanasaki N., Global water resources issues and the challenge of global hydrological modeling, 2009 Jpn.-Am. Front. Eng, 2009.
- 54) Hanaoka T., Fujino J., 2050 Japan and Asia low-carbon society scenarios and actions, Gov. Jpn. Side Event AWG-KP9/AWG-LCA 7, 2009.
- 55) Hanaoka T., Greenhouse gas emissions technical mitigation potentials and costs in 2020 -discussions on mid-term target-, IIASA Side Event AWG-KP9/AWG-LCA 7, 2009.
- 56) Hanaoka T., International comparison project on mitigation potentials and costs in 2020 by bottom-up type models -tentative results-, NIES Side Event AWG-KP9/AWG-LCA 7, 2009.
- 57) Hanaoka T., Introduction of climate policy assessment and 2050 Japan & Asia low carbon society studies, 6th Tripartite Pres. Meet. Among NIER, CRAES, NIES, 2009.
- 58) 甲斐沼美紀子, 温暖化に関する科学的知見, 日本における温暖化影響, 「25%削減」に必要な国内対策について, ストップ温暖化を考える千葉県民のつどい, 2009.
- 59) 増井利彦, 日本は25%削減することができるのか?, 「持続可能な発展の重層的環境ガバナンス」市民公開シンポジウム, 2009.
- 60) Kainuma M., Shukla P.R., Jiang K., Fujino J., Low carbon Asia: Visions and actions, COP15 CMP5 Side Event, 2009.
- 61) Masui, T., How to reach global sustainable vision -iIntegration of climate change, material cycle and ecosystem-, UC-Today/IR3S Workshop "Designing a Sustainable Society under Impacts of Climate Change in a Post COP15 World", 2009.
- 62) 藤野純一, 低炭素社会に向けた12の方策, 環境講演会－低炭素なエネルギーを使った社会づくり・地域づくりに向けて－低炭素社会の創り方, 2010.
- 63) 増井利彦, 民主党の掲げる環境政策が変化させる日本の産業構造－温室効果ガス削減の中期目標から, 大和証券環境セミナー, 2010.
- 64) 増井利彦, 温室効果ガス排出量25%削減をどう実現するか?, COP15の結果を日本の企業はどう受けとめるべきか－環境文明21企業会員のつどい－, 2010.
- 65) 藤野純一, 「低炭素社会に向けた12の方策」～COP15以降の展望と25%削減の可能性を探る～, 第19回東芝グループ環境展, 2010.
- 66) Akashi O., Global mid-term emission scenario with special attention to Asian regions, 15th AIM Int. Workshop, 2010.

- 67) Akashi O., Modeling on service demand: industry and transport, 15th AIM Int. Workshop, 2010.
- 68) Kanamori Y., Estimation of energy consumption considering energy service demand and supply structure, 15th AIM Int. Workshop, 2010.
- 69) Hanaoka T., Akashi O., Kanamori Y., Hasegawa T., Hibino G., Fujiwara K., Motoki Y., Kainuma M., Matsuoka Y., Overview of AIM/Enduse[Global] and analysis on comparable efforts, 15th AIM Int. Workshop, 2010.
- 70) Kainuma M., AIM activities and the objective of this workshop, 15th AIM Int. Workshop, 2010.
- 71) Masui T., Mid-term target in Japan and contribution of AIM, 15th AIM Int. Workshop, 2010.
- 72) Matsumoto K., Regional and spatial analysis on 3E under a constraint on radiative forcing: Integrated assessment using economic, land-use, and ecosystem models. 15th AIM Int. Workshop, 2010.
- 73) Hanaoka T., GHG emissions mitigation estimations and mid- to long-term reduction targets toward low carbon society, JICA Group Train., 2010.
- 74) 藤野純一, 低炭素社会に向けた2020年/2050年シナリオ, 第101回建築設備総合ゼミナール, 2010.
- 75) 藤野純一, 低炭素社会に向けて日本が取るべき行動と期待される役割~25%削減とCOP15の行方をにらみながら~, ヒートポンプシステム研究会定例会, 2010.
- 76) Kainuma M., Comments and future plans on modelling renewable energies, IPCC Follow-Up Expert Meet. Modelling Renewable Energ., 2010.
- 77) 藤野純一, 低炭素社会実現に向けて企業が取り組むべきこと, 2009年度/下期 カシオ環境会議, 2010.
- 78) Ashina S., Japan low-carbon society -scenario development and policy implications-, Urban Plannn. Sustainable Dev, 2010.
- 79) Warren R., Arnell N., Berry P., Brown S., Dicks L., Gosling S., Hankin R., Hope C., Matsumoto K., Masui T. et al., AVOID work stream one. Earth Syst. Sci. 2010: Global Change, Climate and People, 2010.
- 80) Matsumoto K., Okagawa A., Analysis of economic and environmental impacts of CO2 abatement in Japan applying a CGE model with knowledge investment. Int. Conf. Econom. Model. 2010, 2010.
- 81) Matsumoto K., Energy mix change and energy security improvement through climate change mitigation: analysis of RCP cases. Jt. TERI ETSAP Workshop: Energy modelling tools and techniques to address sustainable development and climate change, 2010.
- 82) Matsumoto K., Masui T., Economic impacts to avoid dangerous climate change using the AIM/CGE model. Earth Syst. Sci. 2010: Global Change, Climate and People, 2010.
- 83) Kainuma M., Country-level climate change studies and initiatives: Japan, 1st Reg. Consult. Meet. Econ. Clim. Change Low Carbon Growth Strategies Northeast Asia, 2010.
- 84) Kainuma M., Integrated assessment model for Northeast Asia, 1st Reg. Consult. Meet. Econ. Clim. Change Low Carbon Growth Strategies Northeast Asia, 2010.
- 85) Akashi O., Growth and development path, Asian Modeling Exercise Meet., 2010.
- 86) Akashi O., Energy systems and technology(Policy scenarios), Asian Modeling Exercise Meet., 2010.
- 87) Kainuma M., Analysis on Japan's middle-term target on GHG reduction, Asian Modeling Exercise Meet., 2010.
- 88) Hanaoka T., Analysis on technological mitigation potentials and costs in energy supply and industry -methodology & example-, 1st Reg. Consult. Meet. Econ. Clim. Change Low Carbon Growth Strategies Northeast Asia, 2010.

- 89) Fujino J., Scenarios for a low carbon society in Japan in 2050, Cambridge Kyoto Symp. Pathways Low Carbon Society, 2010.
- 90) 藤野純一, 低炭素社会実現に向けて, 区民環境行動講演会, 2010.
- 91) Fujino J., Scenarios for a low carbon society (LCS) in Japan in 2050, 平成21年度中国環境政策等調査事業 日中低炭素社会共同公開セミナー, 2010.
- 92) 藤野純一, 欧州40%レポートへのコメントと日本の中長期ロードマップ策定, FoEJapan緊急会議 25%削減は国内対策で達成できる! 温暖化対策基本法と中長期ロードマップへの提言～欧州の40%削減シナリオから, 2010.
- 93) 藤野純一, 2050年の低炭素社会をどうデザインする?, エコライフデザイン研究会, 2010.
- 94) Akashi, O., Energy systems, technology and emissions: results from AIM-Enduse model, 2nd Asian Modeling Exercise Meeting, 2010.
- 95) Akashi, O., Growth and development paths: results from AIM-Enduse model, 2nd Asian Modeling Exercise Meeting, 2010.
- 96) Akashi, O., Technology: Results from AIM-Enduse model, 3rd Asian Modeling Exercise Meeting, 2010.
- 97) Akashi, O., Baseline scenario: Results from AIM-Enduse model, 3rd Asian Modeling Exercise Meeting, 2010.
- 98) Akashi, O., Global scenarios: Results from AIM-Enduse model, 2nd Energy Modeling Forum (EMF) 24 Meeting, 2010.
- 99) 増井利彦, 民主党の掲げる環境政策が変化させる日本の産業構造－温室効果ガス削減の中期目標から. 大和総研環境セミナー, 2010.
- 100) Masui T., Role for emission inventory in integrated assessment model. 1st Int. Workshop Emiss. Inventory Air Pollutants Asia, 2010.
- 101) 増井利彦, 持続性評価研究に関する話題提供. 学会連携による課題解決活動キックオフ・ミーティング, 2010.
- 102) Masui T., Low Carbon Asia Research Project in Japan. International Symposium: Technology and Policy for Low Carbon Society, 2010.
- 103) 増井利彦, AIM モデルの概要と経済モデルの役割. 環境経済・政策学会 2010 年大会, 2010.
- 104) Masui T., Kainuma M., Ashina S., Kayo G., Scenario Assessment Interim Results from AIM (Asia-Pacific Integrated Model). Workshop on Climate Change Impacts and Integrated Assessment, 2010.
- 105) Masui T., Kainuma M., Recent climate policy in Japan. Workshop on Climate Change Impacts and Integrated Assessment, 2010.
- 106) Masui T., Akashi O., Kainuma M., Global modeling perspectives proposed from AIM. EMF24, 2010.
- 107) Takahashi, K., Kainuma M., Masui T., Emori S., Collaboration among IAV, IAM, and CM for IAV studies in the integration phase of new scenario development ;process, Energy Modeling Forum Workshop on Climate Change Impacts Integrated Assessment, 2010.
- 108) 高橋潔, 現在及び将来の全球的な適応にかかる費用をどう分担するか?, 第 8 回環境研究シンポジウム「わたしたちの生活と環境～地球温暖化に立ち向かう～」, 2010.
- 109) 金森有子, 松岡譲, 全世界の家庭部門のエネルギー消費量推計手法の提案と適用. 環境経済・政策学会2010年大会, 2010.
- 110) 松本健一, 内生的技術変化を考慮した動学的 CGE モデルによる気候変動政策の分析. 環境経済・政策学会 2010 年大会, 2010.
- 111) Waldhoff S., Fujimori S., Rose S., AME subgroup: base year data, Asia Modeling Exercise Meet., 2010.
- 112) Fujimori S., Matsuoka Y., Global and Asian material flow and economic growth, Ecobalance 2010, 2010.
- 113) Akashi, O., Technological assessment of 450ppm CO2 stabilization scenario: result from

- AIM-Enduse, 4th Asian Modeling Exercise Meeting, 2011.
- 114) 増井利彦, 環境文明社会シナリオと温室効果ガス排出削減の中期目標. 環境文明 21 企業会員のつどい, 2011.
 - 115) Masui T., Okagawa A., Matsumoto K., Fujimori S., Dai H., AIM/CGE for global and country analysis. The 16th AIM International Workshop, 2011.
 - 116) Hanaoka T., Akashi O., Kanamori Y., Hasegawa T., Hibino G., Fujiwara K., Kainuma M., Matsuoka Y., Development of AIM/Enduse and element models and application to global and national analysis in the mid-term transition scenarios. 16th AIM Int. Workshop, 2011.
 - 117) Takahashi, K., Hanasaki, N., Hijioka, Y., Yamamoto, T., Shin, Y., Masutomi, Y., Jung, H., Global impact modeling, 16th AIM International Workshop, 2011.
 - 118) Kanamori, Y., Greening the Asia: the role of lifestyle changes, technology and financing, comment to the role of lifestyle changes. Climate change and green Asia, Inception workshop of ADB/I study, 2011.
 - 119) Matsumoto K., RCP6: an emission pathway for stabilization of radiative forcing by 2100 and its socioeconomic impacts. 3rd International Workshop on Global Change Projection: Modeling, Intercomparison, and Impact Assessment jointly with 4th International Workshop on KAKUSHIN Program, 2011.
 - 120) Waldhoff S., Fujimori S., Clarke L., Vabhav C., Base Year Data, Asia Modeling Exercise Meeting, 2011.

(3) 出願特許

特に記載すべき事項はない。

(4) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの）

- 1) The 14th AIM International Workshop (2009年2月14日-16日, 国立環境研究所, 参加者49名)
- 2) AIM Training Workshop (2009年8月31日-9月11日, 国立環境研究所, 参加者42名)
- 3) The Integrated Assessment Modeling Consortium (2009年9月15日-17日, つくば国際会議場, 参加者57名)
- 4) Asian Modeling Meeting (2009年9月18日-19日, つくば国際会議場, 参加者51名)
- 5) 環境経済・政策学会2009年大会 企画セッション: 温室効果ガス削減の中期目標に向けたこれまでの検討と今後の見通し・日本の進路 (2009年9月27日, 千葉大学, 参加者70名程度)
- 6) The 15th AIM International Workshop (2010年2月20日-22日, 国立環境研究所, 参加者77名)
- 7) AIM Training Workshop (2010年8月2日-6日, 国立環境研究所, 参加者38名)
- 8) The 16th AIM International Workshop (2011年2月20日-22日, 国立環境研究所, 参加者81名)

(5) マスコミ等への公表・報道等

2008年度

- 1) 毎日新聞 (2008年12月29日、4月20日、4月27日、5月4日)
- 2) 朝日新聞 (2009年1月24日、3月2日)
- 3) 読売新聞 (2009年3月17日)
- 4) 産経新聞 (2009年3月21日)
- 5) 成果の記者レク (2009年4月6日、於環境省記者クラブ)

2009年度

- 1) 東京新聞 (2009年9月8日、10月15日、10月19日、11月7日、11月12日、11月20日)
- 2) 日刊建設工業新聞 (2009年9月8日、10月26日)
- 3) 日本経済新聞 (2009年10月4日、10月24日、11月2日、11月12日、11月17日、11月20日、2010年2月2日 (2件))
- 4) 毎日新聞 (2009年10月8日、10月15日、10月24日、11月16日、11月17日、2010年1月1日、2月3日、2月16日、3月20日)

- 5) 電気新聞（2009年10月13日、10月20日、10月22日、10月27日、11月4日、11月17日、11月18日、11月19日、11月24日、12月1日、12月14日、12月18日、2010年1月29日、2月17日、2月26日、3月23日、3月24日、3月29日）
- 6) フジサンケイビジネスアイ（2009年10月15日、10月24日、10月28日、11月25日、12月7日（2件）、2010年1月12日、2月4日、2月16日、3月22日、3月26日）
- 7) 日刊工業新聞（2009年10月15日、11月4日、11月12日、11月17日、11月20日、12月7日、2010年3月24日）
- 8) 読売新聞（2009年10月23日、11月8日、11月16日、11月17日、2010年1月12日）
- 9) 朝日新聞（2009年10月24日、11月13日、11月17日、11月20日、11月25日、12月11日、2010年2月4日、3月20日、3月27日）
- 10) 日経産業新聞 [日経テレコン21]（2009年10月26日、2010年2月5日、3月23日、3月24日）
- 11) 日刊自動車新聞（2009年10月27日、10月28日、11月17日、11月24日、12月19日、2010年2月18日、3月23日）
- 12) 環境新聞（2009年10月28日、11月25日）
- 13) 化学工業日報（2009年10月28日、11月5日、12月7日、2010年2月18日）
- 14) 産経新聞（2009年11月4日、11月25日、11月30日、12月3日、2010年2月4日、2月28日、3月20日）
- 15) 産経新聞（大阪）（2010年3月5日、3月20日）
- 16) 中日新聞（2009年11月15日）
- 17) 北海道新聞（2010年1月1日）
- 18) 日本農業新聞（2010年2月4日、2月18日）
- 19) グローバルネット（月刊環境情報誌）, 2010年2月（231号）

2010年度

- 1) 日刊工業新聞（2010年4月2日、7月30日、12月20日）
- 2) 日刊自動車新聞（2010年4月3日、6月3日、7月1日、7月20日、11月1日、11月26日、12月22日、2011年2月7日）
- 3) フジサンケイビジネスアイ（2010年4月5日）
- 4) 毎日新聞（2010年4月5日、12月10日）
- 5) 環境新聞（2010年4月7日）
- 6) 電気新聞（2010年4月16日、4月28日、5月13日、5月14日、5月19日、5月31日、6月7日、6月14日、6月18日、7月1日、7月16日、7月30日、8月9日、9月9日、10月1日、10月18日、11月1日、11月11日、11月26日、12月22日、2011年1月28日、2月1日、2月16日）
- 7) 日経産業新聞 [日経テレコン21]（2010年5月31日、2011年1月7日）
- 8) 日本経済新聞（2010年8月18日、10月15日（電子版））
- 9) 化学工業日報（2010年10月19日、11月26日）
- 10) 環境新聞（2010年11月3日、11月17日、12月1日）
- 11) 日刊建設工業新聞（2010年11月26日）
- 12) 北海道新聞（2010年12月31日）

(6) その他

特に記載すべき事項はない。