

# 温暖化対策の経済評価\*

わが国の中期目標における選択肢

國 則 守 生

(法政大学人間環境学部教授)

野 村 浩 二

(慶應義塾大学産業研究所准教授)

英 公 子

(日本政策投資銀行設備投資研究所

地球温暖化研究センター)

---

\* 本稿の作成に際し、設備投資研究所での報告会にて本間隆嗣氏（地球環境産業技術研究機構）をはじめ、花崎正晴、黒住淳人、小田圭一郎、田中賢治、宮川大介の諸氏さらに同会に出席された方々から貴重なご意見を戴いた。ここに記して感謝したい。なお、内容や意見は著者個人に属し、残された誤りはすべて筆者たちの責に帰するものである。

*Japan's Climate Change Policy:  
Evaluation of Its Mid-term Emission Reduction Targets*

Economics Today, Vol.30, No.3, February, 2010

Morio KUNINORI

Faculty of Humanity and Environment  
Hosei University

Koji NOMURA

Keio Economic Observatory  
Keio University

and

Kimiko HANABUSA

Research Center on Global Warming  
Research Institute of Capital Formation  
Development Bank of Japan

## 要 旨

本稿は 2009 年を通じて行われてきた地球温暖化問題に関わるわが国の中期削減目標設定の議論を踏まえつつ、効率性と公平性の議論について検討を加えながら、わが国の温暖化対策のあり方を考察することを目的とする。そのために、まず、EU および米国の温暖化対策の検討状況を概観し、中期目標の策定の議論は国内・地域内削減努力だけでなく国外・地域外の削減努力も織り込んだものになっていること、目標を達成するための手段として経済的手段などを同時に想定し総合的に議論する傾向が強いことなどを指摘した。

これを受けて、2020 年のわが国の中期目標における複数の選択肢（1990 年比▲7%、同▲15%、同▲25%など）に沿って、国内対策による経済評価を具体的に行った。そこで得られた結論はこれらの目標を国内のみで達成する場合のわが国の限界削減費用は大きく、とくに国際公約である 1990 年比▲25%の削減目標の場合の限界削減費用は EU、米国などと比較するとほぼ一桁も異なる可能性があることが示唆され、実質 GDP や家計などへの経済的な負担も大きい推計結果となった。このような先進国間の限界削減費用の顕著な格差を前提に、国内一辺倒の温暖化対策を進めることはマクロ経済をはじめとして産業の国際競争力といったミクロ経済的側面でもわが国経済に大きな負担を強いることとなり、対策自体が持続可能でない可能性が高いものとみられる。

そこで国内対策だけでなく海外クレジット等の海外対策をミックスして実施する経済評価を行い、経済的な負担を軽減できる可能性があることを示した。その際、マクロなどの経済的負担は、①中間目標の設定、②海外クレジットの価格の想定、③国内対策と海外クレジットの利用割合の 3 つの組み合わせで決定されるため、同じマクロ的な負担でも複数の組み合わせがあることが指摘された。

以上を受けて、わが国の温暖化対策の持続可能性を考えると国内対策としての国内削減目標の設定に当たっては、その前提として先進国間での限界削減費用と大きく乖離しない範囲にわが国の炭素価格が決定され、それを具体化するメカニズムが導入されることが重要であると考えられる。一方、1990 年比▲25%の中期目標を掲げるのであれば国民が受け入れ可能な削減費用の負担の視点から国内対策と海外クレジットを利用する海外対策を同時に決定する必要がある。このような選択を許容するためにも、適切な経済的手段などの導入や海外クレジット制度の構築・運用を生み出すキャパシティ・ビルディング能力の育成、低炭素社会の実現に向けた技術開発などのあり方が問われている。

**キーワード**：地球温暖化、限界削減費用、一般均衡分析、炭素税、海外クレジット

**JEL classification**： Q54; D58; E65



## 目 次

1.	はじめに.....	1
2.	中期目標と EU と米国の検討状況.....	3
2.1.	EU の検討状況.....	3
2.2.	米国の検討状況.....	6
3.	日本を対象とした中期目標モデル.....	10
3.1.	モデルの概要.....	10
3.2.	前提条件と BaU ケース.....	11
3.3.	国内実施の複数シナリオ.....	11
3.4.	限界削減費用とわが国経済への影響.....	14
3.5.	産業の生産および雇用への影響.....	16
4.	わが国における政策オプション.....	19
4.1.	国内対策と海外対策のミックス.....	19
4.2.	国際的な負担の考え方.....	23
4.3.	海外クレジット利用を組み合わせた評価.....	26
4.3.1.	マクロ経済への影響.....	26
4.3.2.	家計負担.....	30
5.	おわりに.....	32
	参考文献.....	34
	補 注.....	37

## 表 索引

表 1 : EU における 2020 年の炭素税シミュレーション.....	5
表 2 : オプション b における各国別排出量(2020 年)の想定.....	5
表 3 : EPA によるワックスマン・マーキー法での推計値.....	7
表 4 : ワックスマン・マーキー法におけるオフセット有無の影響の推計.....	9
表 5 : 国内対策によるマクロ経済への影響.....	15
表 6 : 炭素価格のエネルギー種類別価格への変換.....	16
表 7 : 海外クレジット利用を組み合わせたときのマクロ経済への影響.....	27
表 8 : 海外クレジット利用を組み合わせたときの家計負担.....	31

## 図 索引

図 1 : 検討された選択肢の概要.....	12
図 2 : エネルギー起源 CO <sub>2</sub> 排出量の推計値と実績値.....	13
図 3 : 産業別生産額への影響.....	17
図 4 : 産業別労働時間への影響.....	18
図 5 : 政策オプションの検討.....	20
図 6 : 国内限界削減費用と GDP ロス.....	29
図 7 : コンポジットな平均削減費用 $P_c$ .....	30

## 1. はじめに

わが国の温室効果ガス（GHG: Greenhouse Gas）排出量は2007年度には1990年度比8.7%増のあと、2008年度は金融危機による年度後半から急激な景気後退の影響を受け、産業部門をはじめ、すべての部門で減少したことから速報値で前年比▲6.2%、1990年度比1.9%増となった。原子力発電所利用率の長期的な落ち込み要因が1990年度比で▲5.1%ポイント含まれているとされ、この要因がなければ2008年度は1990年度比▲3.1%と想定された（環境省(2009)）。しかしながら、今後、景気後退要因が軽減されるにつれてGHG排出量は増加するものと見込まれることから京都議定書での第1約束期間（2008-12年）のGHG排出目標（1990年度比▲6%）への到達は国内排出削減だけでは厳しいとされる事態にある。

一方、世界の長期的なGHG排出抑制の局面では、2007年のハイリゲンダム・サミットにおいて2050年までの長期目標として世界のGHGの排出量を少なくとも半減させる点で日・欧で大枠での意見が一致し、翌2008年の北海道洞爺湖サミットにおいて事実上の合意に至った。そして2013年以降のポスト京都の温暖化対策枠組みとして中期的な方向性が模索され、2009年12月のコペンハーゲン会議（COP15）に向けて先進国では2020年をターゲットにした中期目標が公表されてきた。中期目標の策定において欧州連合（EU）などに出遅れた日本は、2009年3月に開催された中期目標検討委員会において6つのシナリオが検討された。それは2020年のGHG排出量を1990年比+4%から▲25%まで幅を持った選択肢のもとで、目標を達成するに要する削減費用やGDP、家計といったわが国の経済的負担の姿を描いたものであった。それに対する国民からのパブリック・コメントを受けて、2009年6月に旧麻生政権は2020年のGHG排出の中期目標を、2005年比▲15%（1990年比▲8%）とする案を発表した。

その後、2009年8月の衆議院選挙を受けて発足した鳩山政権はマニフェストに沿って削減目標の強化を目指し、9月の国連・気候変動首脳会議（Summit on Climate Change）において鳩山首相は中期目標を1990年比▲25%（2005年比▲30%）とする国際公約を行った。この新たな動きに対応して、10月にはタスクフォースが結成され、中期検討委員会で取り上げられたモデル分析が再び実施された。このタスクフォースの中間取りまとめは12月に公表されたが、削減目標を高めることの経済的帰結とそのための制度整備については未検討の部分も多く残っているとみられる<sup>1</sup>。そこでは、企業、家計を含んだ広範な経済主体がどのようにこの目標を達成するのかという国内的な意思統一とそのための達成手段が問われることとなる。しかし、このような議論の前提として必要とされるさまざまなシナリオに沿った経済的負担等の数値は必ずしも明らかでない側面がある。また、先進各国の目標設定によって、中国やインドなどの主要な排出途上国を含めた途上国側を有効な形で巻き込

<sup>1</sup> タスクフォース中間とりまとめは、地球温暖化問題に関する閣僚委員会(2009)参照。

むことができるのかが国際的に注目されており、わが国の貢献の内容も問われている。

このようななかで2009年12月に開催されたコペンハーゲン会議（COP15）ではGHGの中期的削減目標として2020年数値を織り込む方向で議論が行われたが、調整がつかず、法的拘束力のある議定書の採択には至らなかった。COP15の政治合意であるコペンハーゲン合意（Copenhagen Accord）では、2050年までの長期的目標においては、産業革命前からの気温上昇を2℃以下にすべきであるという科学的認識を確認し、この目標を達成するための中期目標として、先進諸国であるAnnex I諸国に対しては2010年1月末までにGHG排出量を申告するとともに、主要新興国を含む途上国も2年ごとにGHG抑制努力を伝達する（communicate）ことに合意、あわせて自主的な取組を報告（list）することとした。また国際援助を求める途上国の削減対策については、レジストリーに記載されるべきとした。同時に資金面の対策として、先進国は途上国の森林破壊防止プラス（REDD plus）を含む資金として2010-12年に300億ドル、2020年までに年1,000億ドルそれぞれコミットするとともに、その主要な部分は創設されるコペンハーゲン・グリーン気候資金（Copenhagen Green Climate Fund）を活用することとした<sup>2</sup>。

これを受けて、わが国は2010年1月26日に、2020年の排出削減量（基準年1990年）として「25%削減、ただし、すべての主要国による公平かつ実効性のある国際枠組みの構築及び意欲的な目標の合意を前提とする」という旨の口上書（日本国政府(2010)）を国連気候変動枠組条約（UNFCCC）事務局に提出した。一方、これまで行われてきた中期目標設定の議論においては、中期目標検討委員会をはじめとして、わが国では負担の「公平性」の指標としてGHGの限界削減費用に大きな焦点があてられてきた。しかしながら、その過程において「効率性と公平性」および「限界削減費用と削減費用総額」のそれぞれの概念に関して、ややもすれば混乱したままに議論が進行したほか、国内対策としての日本の削減努力と世界のGHG削減のために行う日本の負担の議論が分離されず、日本の削減目標イコール国内対策による削減目標として一体化され議論が行われてきた時期もあったことは否めない。昨今、わが国の25%削減目標達成のために海外クレジットの活用の議論も行われるようになり、国内対策と国民負担の違いは認識されるようになったが、それらの経済的負担等の姿は必ずしも明らかではない。

そこで本稿は、2009年6月までの前政権における議論を振り返るとともに新政権の目標設定の双方を踏まえ、中期目標としての資源配分の効率性と公平性の議論について検討を

---

<sup>2</sup> 森林破壊防止（REDD: Reduced Emissions from Deforestation and forest Degradation）プラスとは、途上国での森林減少・劣化の回避による排出削減対策（REDD）として森林保全（conservation）、森林の持続的マネジメント（sustainable management of forests）および森林の炭素ストックの強化（enhancement of carbon stocks）を実施することをさす。これらの実施は社会的、環境的に大きな利益をもたらす可能性を有しているとともに、先住民やその他の森林に依存しているコミュニティあるいは生物多様性の喪失などの重大なリスクの存在も指摘されている。このようなリスクを回避しつつ、より高いレベルの社会的、経済的パフォーマンスを達成するために新しい基準が求められている（CCBA（2009））。



加えながら、ポスト京都の中期目標を射程においた日本の温暖化対策の方向性を考えることとしたい。

その際の議論の進め方は以下のとおりである。第2節では、わが国の中期目標を理解するための地歩として、EU および米国での検討状況を概観する。第3節では、中期目標における複数の選択肢に沿って、国内対策による経済評価を具体的に行う。第4節では国内対策だけでなく海外クレジット等の海外対策をミックスして利用するときの経済評価を行うとともに、その前提としての考え方をまとめる。そして、「おわりに」において今後の課題に触れる。

## 2. 中期目標と EU と米国の検討状況

### 2.1. EU の検討状況

2009年に入ってEUはコペンハーゲン会議での気候変動に関する新しい国際協定の締結に向けての政策オプションを検討するためにスタッフ作業文書（staff working document）を公表した<sup>3</sup>。そこでは、EUを含む先進各国削減目標の比較可能性（comparability）や途上国を含む地域ごとの炭素市場の発展とその対処などの重要事項が議論された。とくに削減目標設定に関しては、産業革命前からの気温上昇を2°C以下にすべきであるとの認識のもと、2020年には先進国全体のGHG排出量の▲30%を達成することを前提に3つのオプションを想定した。

オプションaは先進国間で排出権取引が全く行われず、かつ先進国全体として国内対策のみで▲30%の排出削減を費用効率的に行った場合の推計である（したがって、このケースは経済的手段を動員することなく先進国間で限界削減費用の均等化が行われるよう、各国の削減量が事前に調整・設定された場合に相当している）。そのときの限界削減費用は72.2ユーロ/t-CO<sub>2</sub>と計測されるとともに、日本の総削減費用をみるとEUの約3割、米国の約2割の大きさであるとしている<sup>4</sup>。

しかし、効率性の観点から各国間での限界削減費用が均等化するように削減する条件で

---

<sup>3</sup> Commission of the European Communities (2009)参照。ここでは、従来のEU15からEU27に対象国が拡大されている。なお、削減率を議論する際に1990年を基準年とすることは旧共産圏の東欧諸国の崩壊や英国の高コストの石炭産業のダウンサイジングなどの1990年代の一度限りの状況（one-off circumstances）を取り込むことになるため、先進国間で削減率を比較するには2005年基準の方が望ましいとする見解もある（Brookings Institution (2009)）。

<sup>4</sup> 先進国だけで30%の効率的な削減量が設定されたときの限界削減費用は後述の他のオプションと比較して大きいことが主張されている。ただし、既述のようにわが国の中期目標で検討した多くの国内対策ケースの方がはるかに大きな限界削減費用である。

EU 各国の削減目標を設定すると、1 人あたり GDP が相対的に低い EU 加盟の東欧諸国が相対的に大きな削減費用を負担することとなり、GHG を削減するための金融的な対応能力が相対的に小さいこれらの国々にその負担を求めることは公平性の観点から認められないとした。さらに EU 域内の公平性だけでなく、同様な課題が市場移行国を含めた先進国の間でも存在していることを指摘した。とくにロシアの総削減費用は相対的に大きくなるとされ、この形でロシアに削減努力を求めることは国際交渉上、困難であるとした。そこで先進国全体で▲30%の削減目標を議論する際に効率性のみの観点から個別国の国内削減目標を設定するオプションはこれ以上検討しないこととした。

これに代わって、第 2 のオプション b では、公平性の指標として、①1 人あたりの GDP、②1 人あたりの排出量、③人口成長 (population growth)、④対策の早期着手度 (early action) の 4 基準をあげ、負担の公平性に関して検討した。①の指標は、1 人あたりの GDP の高い国はそうでない国に比較してより削減努力を行うことができるという対応能力を反映した指標とした。GDP の評価には名目価格 (current price) あるいは購買力平価 (PPP) かの選択があるが、大規模な低炭素のためのインフラ設備は国際的な市場価格で取引が行われているため、名目価格で評価することも適切であるとした。②の指標は、これが高ければ高いほど、削減余地が認められるとした。③の指標は、1 人あたり所得と炭素およびエネルギー集約度が一定のもとでは、人口成長が高い国ほど、排出削減が困難であるとした。④の指標は、すでに削減に着手した国ほど削減余力は少ないとすると同時に、早期に着手することへのプラスのインセンティブを与える指標として想定したものである。そしてこれら 4 指標を具体的に適応して先進各国別の 2020 年の削減目標案を設定した。

その際、先進国間では、現在 EU ETS (Emission Trading Scheme) で採用されているセクターにおいてキャップ・アンド・トレードに基づく排出権市場が整備され、そのセクター間では炭素価格の均等化が徐々に達成されるとしたほか、途上国でも EU ETS と同じセクターでオフセット取引が認められるなどの仮定が採用された。この意味では、オプション b の考え方の背景には、EU ETS の排出権取引の存在が前提としてあり、先進国内にも同様の手段が普及することによる効率性の達成と排出削減目標設定の公平性の追求を両立させる考え方があるものとみられる。

このようにオプション b は地域やセクター間での炭素価格に格差があるもののその格差は徐々に収斂してゆくことを想定したオプションであるが、先進国全体の実際の削減量は約 2 割となり、削減目標の 3 割減との差である約 1 割相当分は途上国等からの排出権をオフセット等の形で調達することになっている。またその分、先進諸国の削減費用は節約されている。このオプションは appropriate global action scenario と呼ばれ、コペンハーゲンでの交渉における EU 側の 1 つの考え方を反映したものと見える。

最後のオプションcは、取引費用がゼロという仮定のもと、世界中で排出権市場が整備され、それらの排出権市場で炭素価格が均一となる場合を想定した極端なオプションである。排出権取引が市場間で円滑に行われ、排出に関して限界費用均等化が世界レベルで達成された状況に相当するオプションである。この場合には、途上国全体の総削減費用は大きく増加しないなか、先進諸国の総削減費用はオプションbと比べてもさらに低減する結果となっている。

オプションbおよびcのインプリケーションは、EUとしては排出権取引の対象を広げ、かつそのゆがみを是正することが重要であること、また先進国全体の削減目標から議論を開始し、先進各国別の削減目標の設定を議論する際には公平性の観点から削減目標を設定するとともに、排出権市場およびオフセット取引の発展を織り込むことによって世界全体の削減費用の節約を行うことができるとしたことである。

表 1：EUにおける2020年の炭素税シミュレーション

	オプション a	オプション b	オプション c
炭素価格/t-CO <sub>2</sub>	72.20 €	43.60 €	22.00 €
排出量1990年比	-27.1%	-22.8%	-8.5%
GDP下落率	-1.5%	-1.2%	-0.4%

注：オプションaで排出量が▲30%、オプションbで▲20%と若干乖離しているのは、経済評価に使用されたモデルと各国別削減目標量を設定したモデルと異なり、完全にはリンクしていないためである。

資料：Commission of the EU(2009)

表 2：オプションbにおける各国別排出量(2020年)の想定

	削減目標量 (1990年比)	うち国内削減量 (1990年比)	うち国外購入(-), 国外販売(+)
先進国	-31%	-22%	-9%
EU	-30%	-20%	-10%
米国	-24%	-9%	-15%
日本	-24%	-6%	-18%
ロシア	-38%	-46%	8%
		2020年ベースライン からの削減量(率)	うち国外への 販売量
途上国		-19%	-6%
中国		-20%	-6%
ブラジル		-20%	-6%
インド		-13%	-4%

資料：Commission of the EU(2009)

なお、現在発表されている EU の中期目標（2020 年時点で 1990 年比▲20%の削減目標）では、国内対策だけでなく、CDM 等の京都メカニズムを活用した排出権の購入が含まれている<sup>5</sup>。

## 2.2. 米国の検討状況

世界の GHG の約 4 分の 1 を排出する米国は京都議定書から 2001 年に離脱し現在に至っている。しかし、ポスト京都以降の長期的な温暖化対策として議会ではこれまでいくつかの温暖化法案が提出されてきた。このうち、2009 年 6 月下院で可決されたワックスマン・マーキー法（正式には、American Clean Energy and Security Act of 2009, H.R. 2454 in the 111th Congress と呼ばれる）の経済的影響に関する分析によって米国の温暖化対策の特徴を概観してみよう<sup>6</sup>。

本法案は GHG 削減量の長期的な削減を目標とした法案で 2050 年に向けてレファレンス・ケース（BaU: Business as Usual に相当）に対して、2020 年時点では 2005 年比▲17%、2050 年時点で同▲83%の GHG（排出量取引分）の排出抑制を目標としている。本法案はエネルギー政策、温暖化対策など数多くの政策を統合したものであるが、費用面での大きな特徴は、国内の 8 割以上の排出源の排出抑制のためにキャップ・アンド・トレード型の排出権取引を導入することと国内外でのオフセット取引による排出クレジットを広範に利用するという 2 点にある。

ここでは米国環境保護局（USEPA）による推計結果を紹介する<sup>7</sup>。EPA は 2 つのモデルを使って経済的な影響を推計している。第 1 のモデルである ADAGE は、Applied Dynamic Analysis of the Global Economy（Ross, 2008）と呼ばれ、国際（international）、米国および米国

<sup>5</sup> 日本エネルギー経済研究所(2009)では CDM 等の海外対策が▲4%ポイント含まれている。

<sup>6</sup> オバマ政権はコペンハーゲン会議での米国の 2020 年削減目標値としてこの法案の数値を採用した。

<sup>7</sup> ワックスマン・マーキー法案には法案提出時の推計と法案審議後の採決時の推計があるが、ここでは採決時の結果を紹介する（USEPA (2009a), (2009b)）。

<sup>8</sup> 2010 年 1 月にヴォイノヴィッチ上院議員の要請に基づき、追加分析（supplemental analysis）が発表されている。これは、①2050 年には世界の GHG 排出量を半減させるという 2009 年 7 月の G8 合意に基づき、ロシアを除く先進諸国は 2050 年にかけて 80%以上の削減を行うとしたことを受けて米国でも、削減目標が強化されたケースや、②採用技術やオフセットの利用可能性などに関する、複数の追加シナリオなどが含まれたものである。2009 年 6 月の分析と比較すると、①に対する分析は制約が厳しくなった分、排出権価格（allowance price）は上昇し、2020 年では ADAGE および IGEM でそれぞれ 20 ドル/t-CO<sub>2</sub>、20 ドル/t-CO<sub>2</sub>、2030 年では同 33 ドル/t-CO<sub>2</sub>、32 ドル/t-CO<sub>2</sub>、2050 年で 87 ドル/t-CO<sub>2</sub>、85 ドル/t-CO<sub>2</sub> と報告されている。全体削減量のうちの国内のキャップ・アンド・トレードの割合は 2020 年時点で ADAGE で 3 割強、IGEM で 4 割強となっておりその割合は若干上昇しているものの、過半をキャップ・アンド・トレード以外のオフセットに依存する姿に変更はない。また②のうち、国際オフセットが利用できないシナリオでの排出権価格は 2012-2050 年間を通じて①のケースよりも ADAGE で 148%、IGEM で 54%それぞれ高くなる結果が報告されている。この意味ではオフセットはこの追加分析でも大きなコスト抑制要因となっている。詳細は、USEPA（2010a,b）を参照のこと。

内地域の3つの地域を対象とした一般均衡（CGE: Computable General Equilibrium）モデルである。第2のモデルであるIGEMは、Intertemporal General Equilibrium Model（Goettle *et al.*, 2007）と呼ばれるCGEで、ダイナミックな最適成長構造を有した35部門からなるアメリカ1国モデルである。

表3の2020年の推計値に注目すると、排出権（allowance）および国内オフセットの価格は、ADAGE、IGEMともに16ドル/t-CO<sub>2</sub>となっている。一方、国際オフセットの価格もADAGE、IGEMともに13ドル/t-CO<sub>2</sub>となっている。海外オフセットの価格が低いのは、国内の排出権1に対し、海外オフセットを1.25の割合で交換することを想定しているためである。

表3：EPAによるワックスマン・マーキー法での推計値

		2020	2030	2050
排出権(Allowance)価格		(ドル/t-CO <sub>2</sub> )		
国内オフセット価格	ADAGE	16	27	70
	IGEM	16	26	69
海外オフセット価格	ADAGE	13	21	55
	IGEM	13	21	55
削減量		(百万t-CO <sub>2</sub> )		
合計	ADAGE	2,565 (100)	3,498 (100)	5,177 (100)
	IGEM	2,764 (100)	3,164 (100)	4,718 (100)
国内削減量	ADAGE	808 (32)	1,661 (47)	3,028 (58)
	IGEM	1,028 (37)	1,421 (45)	2,628 (56)
国内オフセット購入量	ADAGE	186 (7)	285 (8)	599 (12)
	IGEM	176 (6)	287 (9)	643 (14)
海外オフセット購入量	ADAGE	1,571 (61)	1,552 (44)	1,550 (30)
	IGEM	1,560 (56)	1,456 (46)	1,447 (31)
削減費用		(10億ドル、2005年価格)		
合計	ADAGE	28 (100)	58 (100)	213 (100)
	IGEM	30 (100)	52 (100)	193 (100)
国内削減費用	ADAGE	7 (24)	22 (38)	107 (50)
	IGEM	8 (27)	18 (36)	91 (47)
国内オフセット費用	ADAGE	2 (5)	4 (7)	21 (10)
	IGEM	1 (5)	4 (7)	22 (11)
海外オフセット支払額	ADAGE	20 (73)	32 (55)	86 (40)
	IGEM	20 (68)	30 (58)	80 (41)
GDPへの影響		(% )		
	ADAGE	0.13	-0.37	-1.30
	IGEM	-0.57	-1.06	-2.05

注：( )内は各合計に対する構成比。

資料：USEPA(2009a,b)

排出権価格の長期推移をみると、2015年の13ドル/t-CO<sub>2</sub>から、削減幅が増大するにつれて上昇し、2050年にはIGEMで69ドル/t-CO<sub>2</sub>、ADAGEで70ドル/t-CO<sub>2</sub>となっている。2008年上院で審議され廃案となったリーバーマン・ウォーナー法におけるEPAの推計値（2015年のADAGEで29ドル/t-CO<sub>2</sub>、IGEMで40ドル/t-CO<sub>2</sub>、2050年にはADAGEで159ドル/t-CO<sub>2</sub>、IGEMで220ドル/t-CO<sub>2</sub>）に対して、本法案の排出権価格が低い背景は、米国のGDP成長率予想の低下に基づくエネルギー需要の低下、原子力発電利用の増加等とともに国内外のオフセット利用の制限条項の差が大きく効いている<sup>9</sup>。とくに本法案で注目すべきは全体削減量に占めるオフセットの割合であり、例えば2020年時点を見ると、キャップ・アンド・トレードが約3分の1の割合であるのに対し、国内オフセットと海外オフセットはそれぞれ10%弱、6割の割合であり、オフセットの割合、とりわけ海外オフセットの割合が極めて高い。この傾向は2030年にかけて顕著である。一方、2008年のリーバーマン・ウォーナー法では国内排出権価格が相対的に高いなか、国内オフセット量、海外オフセット量がともに排出総量（compliance）の15%以内に限定される制約条項が課され、その制約が一杯（binding）となっているのに対し、本法案では国内、国外のオフセットが年間20億トンと一応制約されているものの、制約が緩いため各年とも制約内に収まっており、オフセット利用によって全体のコストは大きく抑制されている。ちなみに、本法案で海外オフセットを利用できない場合のシミュレーション（IGEMによる）における2020年、2050年の排出権価格は海外オフセットが利用できるケースと比べて両年とも89%増と推計されており、オフセット取引の存在が大きな影響を与えていることがわかる。

本法案の海外のオフセットは海外でのcapされた排出枠を含んだ概念である（リーバーマン・ウォーナー法では明示的に含んでいた）が、低廉なオフセットの価格から見て、純粋のオフセットと考えてよい。このような大量のオフセットを利用する具体的な取り扱いについては法案成立後、その一般プログラムをEPAが2年以内に創設しなければならないこととなっている。また国内のオフセットのうち、農業および林業に関しては、法案成立後、農務省が1年以内に具体化することになっている。とくに、農務省の場合は、①農地、草地、牧草地での隔離（sequestration：二酸化炭素の大気中への放出を抑制すること）と経営方法、②土地利用の変更と林業活動、③肥料管理と廃棄に関する個別のプロジェクトのリストを用意しなければならないこととなっている。このようなオフセットの創設・利用に関しては、その規模が大きいことから、とくに短・中期的な段階で実現可能かどうかについて議論があり、National Commission on Energy Policy(2009)では、オフセットの有効性は認めつつ、制度を確立するには時間を要するとしている。

なお、EPAのデータを基礎にしたオフセットに関する議会予算局（CBO(2009c)）の分析では、大半のオフセットは森林と農業の実施方法の変更から創出されるとし、これらのセク

---

<sup>9</sup> EPAによるリーバーマン・ウォーナー法による推計値はUSEPA(2008)を参照。

ターのオフセットのうち、国内分は多くの年において半分以下であり、農業部門は国内オフセットの10%程度にすぎないとしている。またこれらのセクターの海外オフセットに関しては、森林および農業の実施方法の変更によるものはほぼ半々であると予想している。

さらにオフセット価格およびその削減量が排出権取引に対してどのような影響を及ぼすのかについても議会予算局はEPAのデータをもとに独自推計を行っている。独自に修正した主な点は①国内外のオフセット価格に認証コスト(5ドル/t-CO<sub>2</sub>)を上乗せした点と②米国政府が海外オフセットの創出国と協定を結ぶことを本法案が要請していることを反映して海外オフセットの利用可能性をEPAの予想よりも少なく見積もった点である。そして2030年に関してオフセット利用可能性の有無が及ぼす影響について予測した。

表4によれば、オフセットが利用できない場合、GDPの約1%の大きさの2,480億ドル(2007年価格)の純コストとなるのに対し、オフセットが利用できる場合には6割減の1,010億ドルの純コストであるとしている。排出権価格(allowance price)で見ると、オフセットがない場合は138ドル/t-CO<sub>2</sub>に対し、オフセットを利用できる場合には40ドル/t-CO<sub>2</sub>であるとしている。また、2050年までの全期間でも、平均的にはオフセットを利用することによって純コストは7割削減することができると推計している。

表4: ワックスマン・マーキー法におけるオフセット有無の影響の推計

		オフセット有	オフセット無し
純コスト	(10億ドル、2007年価格)	101	248
GHGの純キャップ量(百万t-CO <sub>2</sub> )	(①+②-③)	3,427	3,427
①キャップ・アンド・トレードの排出枠		5,031	3,555
②バンク用の排出量		186	-128
③オフセットでカバーされた排出量		1,790	0
排出権価格	(ドル/t-CO <sub>2</sub> )	40	138

注: 純コストとは排出枠を維持するための総コストから法案によって家計に還付される排出権価額(allowance value)および国内オフセットの生産に伴うネットの収入分(収入額から国内オフセット費用を控除したもの)を控除したものである。

資料: CBO(2009a, c)

また、本法案の米国GDPへの影響をEPAの報告書(USEPA(2009a))に戻って観察すると、2020年ではAGAGEでは0.13%のプラス、IGEMでは▲0.57%となっている。またGDPへの影響をまとめた議会予算局(CBO(2009b))の数値では、2020年のGDPへの影響は、▲0.2%から▲0.7%と報告されている。同分析による1年間の家計当たりの影響をみると、直接的なコストが▲900ドル、オークションによる還付などの効果が+740ドルで、結局、純負担は、▲160ドルとなっている。税引き後所得比では、直接コストが▲1.2%、還付がプラス1.0%の結果、純負担が▲0.2%となっている。

以上、EU および米国の対策を概観したが、共通した特徴を取り出してみよう。第1にEU および米国とも中期目標の検討に当たって2020年の単年だけの検討ではなく、それに至るまでの経過や2050年までの長期のなかで検討する姿勢が顕著である。このために、中期目標を達成するための政策だけでなく、より広範な政策の検討が必要となり、政策の幅とそれらを総合する視点が問われることとなる。第2は削減目標を達成するための地点は国内・地域内だけでなく、国外・域外での削減努力も織り込んだものになっている点である。この点は、わが国の温暖化対策を議論する際にも参考となるため、後半で再述することとする。第3は、詳しくふれることが出来なかったが、目標を達成するための手段として経済的手段（economic instruments）、補助金創設/撤廃（imposition and removal of subsidies）、規制（regulation）、基準（standards）、研究開発支援（support to R&D）などを同時に想定し、セットとして議論する傾向が強いことである。これらの政策を総合的な観点から組み合わせることが重要であるが、なかでも経済的手段は重要な役割を担っている。EU の場合にはEU 域内ですでにキャップ・アンド・トレード制度を導入済みであり、同時にEU 各国でも炭素税を導入している国がある。米国の場合も、目標を議論する際、それを実現するキャップ・アンド・トレード制度を同時に導入する政策となっている。第4点は、第2点とも重なるが、今後の検討課題として海外部門のクレジットの制度設計が検討課題となっていることである。とくにEU では、主要な排出新興国でオフセット取引からキャップ・アンド・クレジット制への段階的移行の呼びかけ、米国では国内外で新たなオフセット制度の構築などが残された課題となっている。EU および米国ともこれらの課題は重なっている共通課題の部分も多い。

### 3. 日本を対象とした中期目標モデル

#### 3.1. モデルの概要

ここで検討のために利用するモデルはKEO-RCGWモデルと呼ばれ、温暖化対策のわが国経済への影響をとらえるための多部門一般均衡モデルである<sup>10</sup>。現在のモデルは1970年代から慶應義塾大学産業研究所（KEO: Keio Economic Observatory）で開発されたものを基礎とし、1990年代に日本政策投資銀行設備投資研究所の地球温暖化研究センターとの共同研究によって構築されてきたものである（Kuroda, *et al.* (1995)、黒田・野村(1998, 2001)）。

KEO-RCGWモデルは生産者としての経済主体と世帯主年齢階層別に区分された世帯類型に基づく消費者としての経済主体とが、財・サービス市場や資本・労働の生産要素市場において経済合理性を持って行動する結果として、すべての市場で均衡価格・均衡取引量

---

<sup>10</sup> モデルの概要については補注を参照。



が需給均衡条件から達成されるものとして描写されたモデルである。このモデルは経済モデルの特性を有しながら、エネルギー消費や二酸化炭素排出量の算定が可能な部門分類およびその集計概念に配慮が行われており、工学的情報への接合も行われている<sup>11</sup>。

### 3.2. 前提条件と BaU ケース

モデルは 1985 年を開始年次としており、2007 年までは外生変数に実績値を与え、それ以降については各種の試算に基づきながら想定をおこなっている。BaU ケースでは 2005 年以降、内生的に算定される就業者数は総人口の減少スピードを上回るスピードで減少している<sup>12</sup>。それはおもに、高齢者の相対的に低い就業率を反映したものである。2010-20 年における就業人口は年率 0.6%程度の減少を示すものの、同期間で年率 2.0%程度の労働生産性の上昇によって、1 人あたり実質 GDP 成長率では 1.8%ほど（実質 GDP では 1.4%ほど）の成長を達成している。なお、人口減少にも関わらず、単身世帯数の増加傾向から総世帯数はほぼ横ばいとの想定である。

### 3.3. 国内実施の複数シナリオ

最初に取り扱うシナリオは中期目標検討委員会およびタスクフォースで想定されたシナリオである。これらのシナリオは 2020 年を GHG 排出量の中期目標を国内において実施した場合の日本経済に与える影響を考察したものである。このとき、検討されたシナリオは図 1 に示されている（茅(2009)参照）。

選択肢①はエネルギー需給見通しの努力継続ケースに相当し、既存技術の延長線上で機器などの効率改善の努力を行うとともに耐用年数にしたがって機器の更新を行うことを想定している。排出量は 1990 年比 4%増、2005 年比▲4%である。

選択肢②は 1990 年比で▲25%を先進国全体で達成する際、先進国各国で限界削減費用が均等化する条件でわが国の削減率を求めたものである。わが国の削減率が幅を持って示されているのは限界削減費用の想定に幅があるためである。

---

<sup>11</sup> 工学情報への接合は、サブモデルの構築と技術シナリオへの外生的接合という 2 つの方法をとっている。われわれのモデルではすべての産業部門の生産活動が描写されるが、そのうち特に発電部門、運輸部門などにおいては、その工学的技術情報とリンクするために、内部にサブモデルが構築されている。発電部門では、電源種別電力設備容量を与件とし、モデル体系内で算定される各種経済主体の電力需要を集計して描かれる日負荷曲線に対応して、短期的な費用最小化のもとで各電源別設備利用率が決定される。

<sup>12</sup> 人口は国立社会保障・人口問題研究所の将来推計人口の中位推計による。

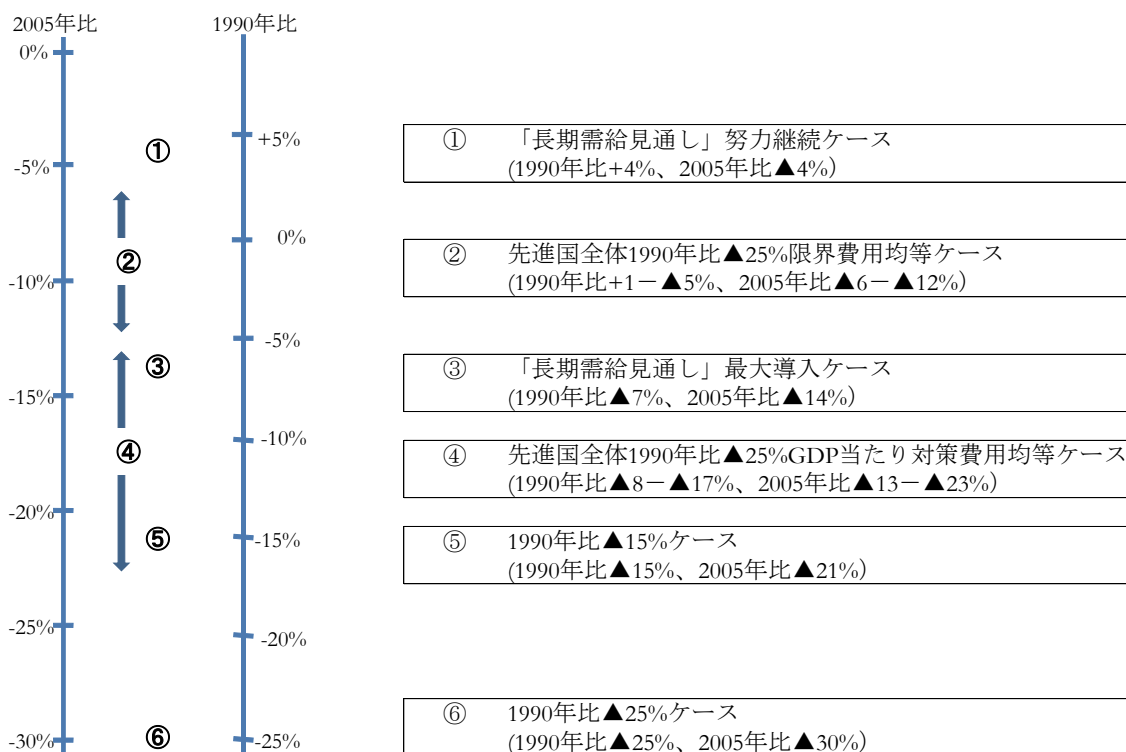
選択肢③はエネルギー需給見通しの最大導入ケースに相当し、規制措置を一部行うとともに新規導入の機器等は最先端のものを導入するとして想定したもので、削減率は1990年比で▲7%、2005年比で▲14%である。

選択肢④は選択肢②と同様に先進国全体で1990年比▲25%を達成するものであるが、先進各国の削減費用がGDP比で等しくなる削減率が採用されるケースである。

選択肢⑤は1990年比▲15%、2005年比▲21%の削減率となるケースで、規制措置とともに機器の面でも、新規導入の機器は最先端のものを導入、更新時期に達しない既存機器の一部も一定割合は最先端の機器等に入れ替えることを想定したものである。

選択肢⑥は1990年比▲25%、2005年比▲30%の削減率となるケースで、新規・既存のすべての機器等を義務付けにより最先端の機器等に入れ替えることを想定するとともに、各種活動量や生産量を政府の介入によって低下させるような政策導入を想定したものである。

図 1：検討された選択肢の概要



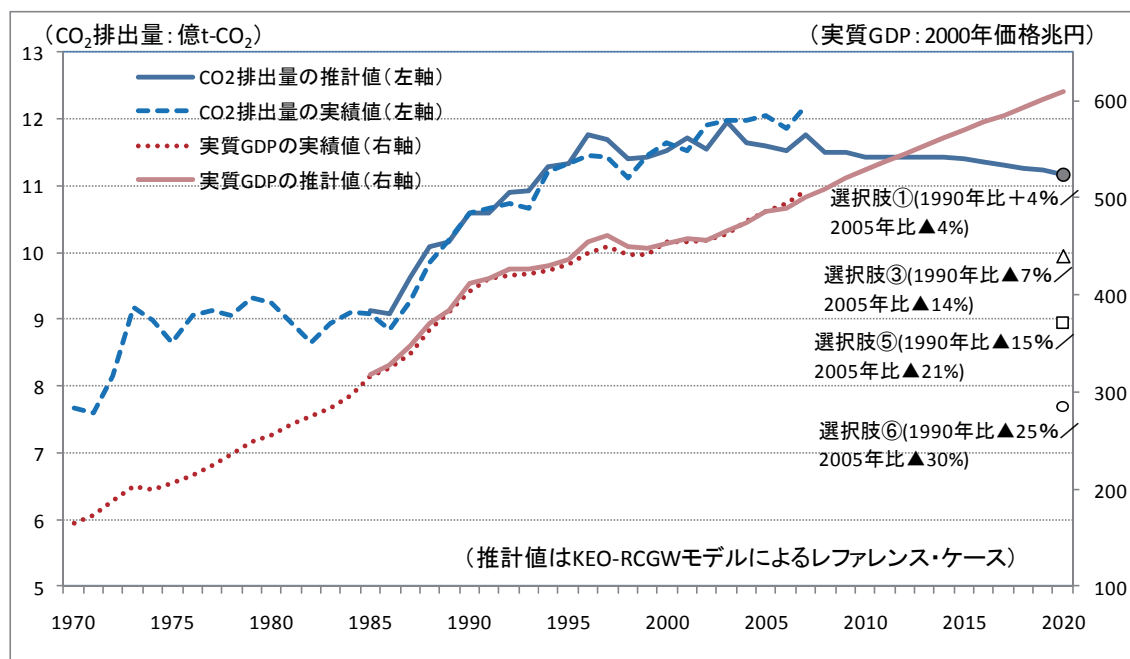
注) 各選択肢の名称は正式名称ではなく仮の名称。

このとき、中期目標検討委員会では経済的負担に関するモデル間の比較可能性保持のため、主要な外生変数の将来想定値を共通化したもとの、各モデルで解かれる選択肢①をレ

ファレンス・ケースとして設定しそれ以外の選択肢の評価を行っている。そのため、ここで示される経済評価もすべて選択肢①からの乖離によって評価されていることに留意が必要である。つまり、選択肢①のレファレンス・ケースはBaUケースとは異なり、すでに対策を織り込んでいる結果となっている。すなわち、われわれのモデルの推計では、BaUケースからレファレンス・ケースとなる選択肢①を実現するためには、3千円/t-CO<sub>2</sub>ほどの限界削減費用の賦課が必要である。このエネルギー価格の上昇によって、BaUケースからの2020年での乖離では、家計消費と輸出は実質値でそれぞれ0.2%および0.3%低下するものの、民間投資0.9%の増加によって、国内総生産（GDP）は0.1%増ポイントとわずかながらも増加している。このようにわれわれのモデルでは、低率の炭素価格上昇を伴う温暖化対策と経済成長とはwin-win関係を描くものとなっている。

ここでレファレンス・ケースとの比較の検討となる排出量は、上述のBaUケースに加えて、選択肢③（90年比▲7%：最大導入ケース）、選択肢⑤（90年比▲15%）および選択肢⑥（90年比▲25%）の4つのシナリオである。図2によれば、選択肢③は、2020年の排出量を1987年レベルまで、選択肢⑤は1985年レベル以下にまで、選択肢⑥ではおよそ1970年の水準にまでそれぞれ削減することを意味している。これに対し、実質GDPは、1985年から2020年までは1.9倍、1970年から2020年では3.5倍にまで拡大することが想定されており、とくに選択肢⑤や選択肢⑥の国内削減目標は大きな削減率であることが示唆される。

図2：エネルギー起源CO<sub>2</sub>排出量の推計値と実績値



### 3.4. 限界削減費用とわが国経済への影響

日本での国内対策として、レファレンス・ケースとの比較で4つのシナリオの経済的影響に関するモデル評価を考察しよう。その際、経済的モデルであるわれわれのモデルにおいて経済活動から排出されるCO<sub>2</sub>量を抑制する手段は炭素税(carbon tax)である。炭素税は、化石燃料の炭素含有量の投入に応じて課税される税で、その税額に応じて化石燃料利用者に排出抑制のインセンティブを与える制度である。炭素税は炭素価格を設定することによってCO<sub>2</sub>排出の抑制を図る経済的手段であるが、CO<sub>2</sub>排出量を直接的に規制し、その排出権を市場で売買することを許容することによって、化石燃料利用者に排出抑制の経済的インセンティブを与える制度にキャップ・アンド・トレード制度がある。この場合には、国内でオークション方式によるキャップ・アンド・トレード制度が完全競争のもとで実施され、かつモニタリングなどの取引コストもかからないという状況を想定すれば、われわれのモデルのなかでは炭素税と同じ効果を持つ。このとき、炭素税率あるいはキャップ・アンド・トレードに基づく排出権価格のいずれも排出目標を達成するときの限界削減費用(marginal abatement cost)を表すことになる。

表5は、選択肢③(1990年比▲7%：最大導入ケース)、選択肢⑤(1990年比▲15%)および選択肢⑥(1990年比▲25%)の3つの選択肢を国内対策として実現するために必要とされる炭素税率すなわち、限界削減費用とマクロ経済への影響が中期検討委員会およびタスクフォースでの他のモデルの結果とともに報告されている。

表5によれば、われわれのモデルにおける2020年の限界削減費用は、選択肢③において1.8万円/t-CO<sub>2</sub>(2000年価格)、選択肢⑤において4.7万円/t-CO<sub>2</sub>、選択肢⑥において8.8万円/t-CO<sub>2</sub>である。またBaUケースからレファレンス・ケースへ削減するためには0.3万円/t-CO<sub>2</sub>必要とされることはすでに述べた。われわれのモデルの限界削減費用をボトムアップ型のモデルである地球環境産業技術研究機構(RITE)の試算値と比べると、削減目的が強化されるにつれてトップダウン型の経済モデルであるわれわれのモデルの方が大きい。国立環境研究所(AIM)、日本経済研究センター(JCER-CGE)の2つの一般均衡モデルと日経センターのマクロモデル(JCER-Macro)の経済モデルのなかでは、われわれのモデルの限界削減費用はJCER-Macroとともに大きい傾向にあるが、選択肢③、⑤、⑥で観察されるように、いずれの経済モデルでもわが国の限界削減費用はEUあるいは米国で議論されている限界削減費用よりもはるかに高くなっている。

さらに、そのような炭素価格を日本経済に賦課した場合、2020年における実質GDPへの影響をみると、われわれのモデルでは選択肢③において▲0.5%、選択肢⑤において▲2.1%、選択肢⑥において▲5.6%と削減目標が高まるにつれて大きなGDPロスを被る結果となっている。選択肢③ではGDPへの影響がモデル間で類似した結果となっている。対策が強化

されるにつれて限界費用当たりの GDP ロスが高まる傾向は、われわれのモデルのほか JECR-Macro モデルでもその傾向が観察されるが、JCER-CGE モデルはほぼ一定となるなど、モデル間で構造の差異がみられる。また、日本の実質 GDP の 0.1% は、雇用者報酬のおよそ 10 万人分に相当することを考えれば、いずれの場合の結果も大きな影響を日本経済に及ぼすことを示唆している。

表 5：国内対策によるマクロ経済への影響

	AIM		JCER-CGE		JCER-Macro	KEO-RCGW	RITE	RITE
	a)	b)	a)	b)	a)	a), b)	a), b)	DEARS
90年比▲7% (2005年比▲14%) : 選択肢③								
限界削減費用	1.0		1.5		1.8	1.8	1.6	
GDP	-0.5		-0.6		-0.9	-0.5		
雇用者報酬	-1.2		-2.7		-0.7	-4.1		
可処分所得	-1.1		-0.8		-0.7	-3.1		
家計消費	-0.5		-0.8		-0.5	-2.0		
民間投資	-0.8		0.1		2.2	3.4		
90年比▲15% (2005年比▲21%) : 選択肢⑤								
限界削減費用	2.8		3.4		4.4	4.7	3.4	
GDP	-0.8		-1.4		-2.6	-2.1		
雇用者報酬	-2.6		-6.0		-2.2	-10.5		
可処分所得	-2.3		-1.9		-2.1	-8.2		
家計消費	-0.8		-1.9		-1.5	-5.7		
民間投資	-0.2		0.0		5.3	7.9		
90年比▲25% (2005年比▲30%) : 選択肢⑥								
限界削減費用	6.1	5.2	8.2	6.3	10.0	8.8	5.7	14.0
GDP	-6.0	-3.2	-3.2	-3.1	-6.6	-5.6		-6.7
雇用者報酬	-8.5	-11.2	-12.5	-11.4	-5.9	-19.5		
可処分所得	-9.1	-3.4	-4.5	-4.5	-5.6	-15.9		
家計消費	-5.3	-4.0	-4.5	-4.4	-3.9	-11.2		-8.3
民間投資	-11.9	-0.4	-0.4	-0.7	12.5	6.6		-0.4

注: a)は第6回中期目標検討委員会(2009年3月27日)資料「経済・社会への影響の分析結果(一般均衡・マクロモデルによる)」、b)はタスクフォース会合中間とりまとめ(2009年12月11日)(KEO-RCGWモデルでは両推計は同一)、ここでAIMは国立環境研究所のCGEモデル、JCER-CGEは日経センターのCGEモデル、JCER-Macroは同マクロモデル、RITEは地球環境産業技術研究機構の技術積み上げモデル、RITE DEARS(Dynamic Energy-economic Analysis model with multi-Regions and multi Sectors)は同多地域CGEモデル。RITE DEARS以外は福井俊彦編(2009)を参照。RITE DEARSは本間・秋元(2010)による。単位:限界削減費用は万円/t-CO<sub>2</sub>(JCER-CGEのb)のみ2005年価格)。それ以外は、すべて実質値でのレファレンス・ケース(選択肢①)からの乖離率(%)。RITEおよびRITE DEARSのみ120円/ドルで換算。

ここで GDP を構成する最終需要項目別にわれわれのモデルをみると、それぞれのケースにおいて家計消費が低下するなか、民間設備投資が上昇する傾向という特徴が顕著に見られる。これは炭素価格の上昇によってエネルギー価格の高騰という相対価格の変化から設備投資の拡大が誘発される形となっている。これはモデルに組み込まれた企業の費用最小化行動から内生的に生み出されるもので、GDP の低下という加速度的な投資減少要因を上回る形で投資が増加するとされるためのである。また、このような設備投資の上昇が生まれる背景の1つとして、炭素税収の還流方法も影響している。JCER-CGE モデルではすべて

の税収を家計に還流させているのに対して、われわれのモデルでは徴収した税収は、国債を償還するように取り扱っているため、金利が低く押さえられることで必要な民間部門における投資拡大が可能となり、投資減税と同様な効果を与えている。

とくに、この効果は BaU とのレファレンス・ケースとの比較では、炭素価格が上昇するにもかかわらず、全体の GDP が増加するという win-win の状態を生み出すこととなっており、一種のポーター仮説 (Porter Hypothesis) を想起させる<sup>13</sup>。ただし、この win-win の関係は、炭素価格の上昇が 0.3 万円/t-CO<sub>2</sub> 程度の場合であり、選択肢③をはじめとする大幅な炭素価格の上昇下ではその効果を期待するには無理があるといえよう。

なお、参考のために限界削減費用で表される炭素価格をそれぞれのエネルギー種類別の価格に換算すると以下のとおりである。

表 6：炭素価格のエネルギー種類別価格への変換

	限界削減費用 (KEO-RCGWモデル) (万円/t-CO <sub>2</sub> )	エネルギー価格換算(コスト上昇)				
		ガソリン (円/l)	軽油 (円/l)	B・C重油 (円/l)	LNG (円/kg)	一般炭 (円/kg)
90年比▲7%(2005年比▲14%) : 選択肢③	1.8	42	47	54	49	43
90年比▲15%(2005年比▲21%) : 選択肢⑤	4.7	109	123	140	127	113
90年比▲25%(2005年比▲30%) : 選択肢⑥	8.8	204	230	262	237	212
(参考)エネルギー価格 (2005年価格)		106	79	33	37	7

注：「地球温暖化対策の推進に関する法律施行令」第3条別表第1により算出。参考に掲げられているエネルギー価格のうち、ガソリン、軽油、B・C重油は『平成17年(2005年)産業連関表』による単価(間接税を含む生産者価格)。LNG、一般炭は『貿易統計』による2005年度の輸入CIF価格。

### 3.5. 産業の生産および雇用への影響

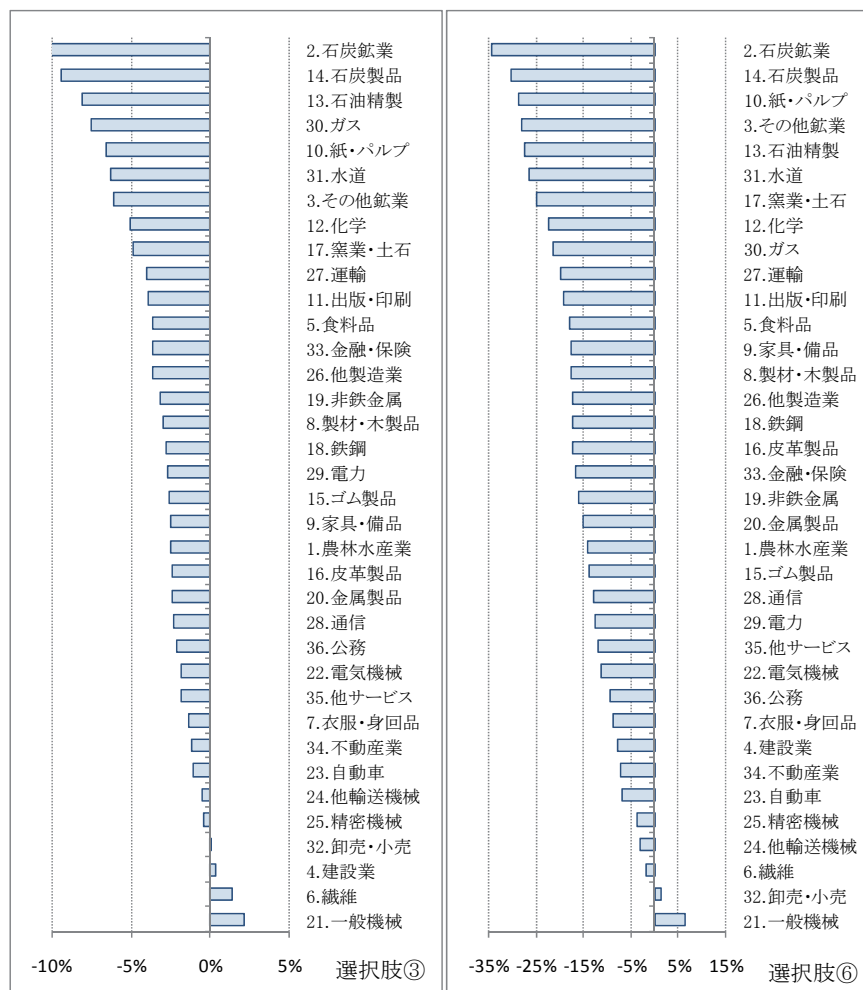
現在、日本の国民所得はそのほとんどを国内源泉(国民所得の95%)としており、その源泉を生み出す国内生産面にも目を向ける必要がある。炭素価格の上昇に伴うエネルギー価格の上昇は各産業のエネルギー集約度や資本などへの代替の程度、生産物の需要の弾力性などさまざまな要因に依存している。

図3はわれわれのモデルによる産業別生産額への影響を選択肢③および選択肢⑥の2つのケースについて図示したものである。両選択肢ともエネルギー生産産業およびエネルギー

<sup>13</sup> 同様の効果は表3の米国ADAGEモデルの2020年値にもみられる。

一多消費産業の減少幅が大きい<sup>14</sup>。またエネルギー転換産業である電力もガス等に比較して生産の縮小幅が小さいのは原子力発電の存在による効果大きい。

図 3：産業別生産額への影響



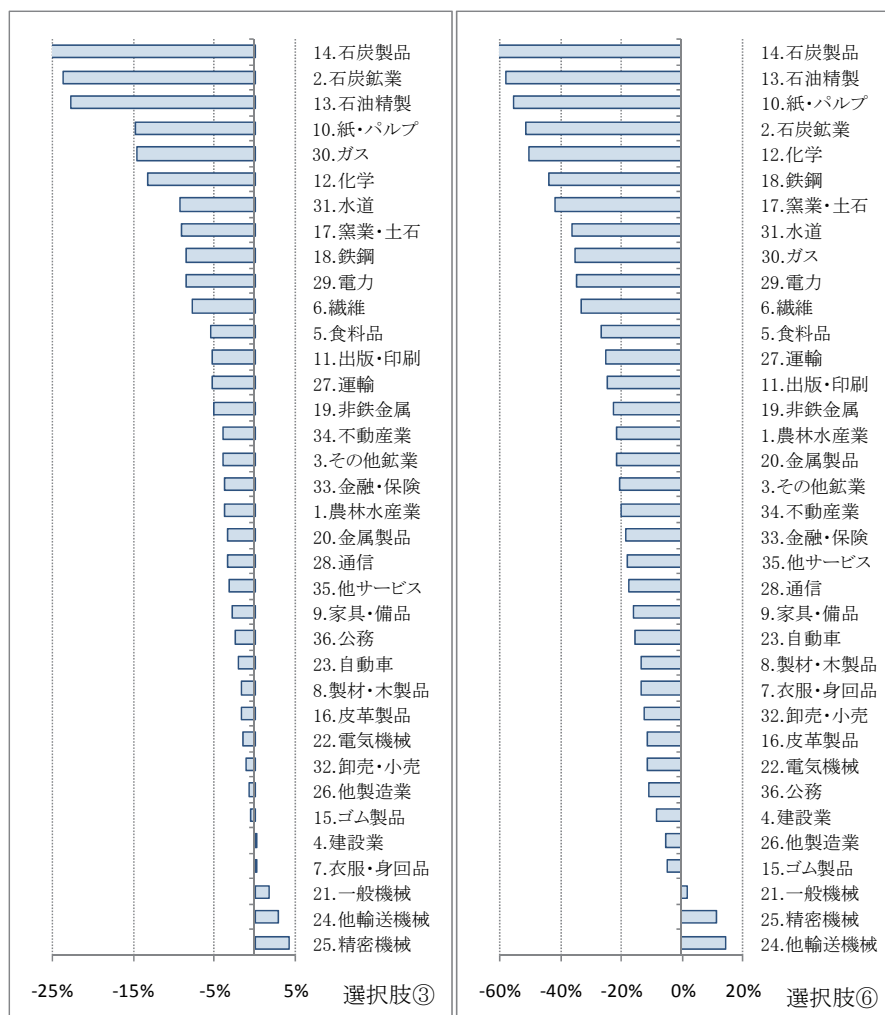
炭素価格上昇によるエネルギー価格高騰によってもたらされる資本への代替は、同時に労働節約的な技術の導入を伴う場合も多い。労働投入量の変化は、生産量の需要自体の減少に加え、そうした産業における技術の選択の結果、生産量の変化よりも大きな減少幅となっている。図 4 は、選択肢③および選択肢⑥における産業別労働投入量（総労働時間）の変化をわれわれのモデルでみたものである。

選択肢③において、エネルギー生産産業では主として需要減少のため労働時間は 2 割以上減少するとともに、エネルギー多消費型産業でも 1 割から 1.5 割程度の減少となる。選択肢

<sup>14</sup> エネルギー多消費産業のなかで鉄鋼業における生産縮小が相対的に小さくなっているが、その要因の 1 つとして製鉄の際に還元剤として使用される原料炭の投入が非課税であることがあげられる。

⑥ではさらに減少幅が大きくなっており、エネルギー生産、多消費産業では4割を越える減少となる。

図 4：産業別労働時間への影響



以上のような労働投入量の減少は、就業者数を減少させるかあるいは1人あたり労働時間を短縮することによって実現される。われわれのモデルでは、短期的には労働時間の調整によって、長期的には徐々に雇業者数の調整がおこなわれる。いま労働投入量の減少の4分の3が時短によって調整されるとすれば、就業者数の減少は選択肢③で▲0.6%、選択肢⑤で▲2.1%、選択肢⑥では▲4.4%となる。このような就業者数の変化を日本経済の過去40年にわたる就業者数と失業率の変化のトレンドから評価すれば、失業率はそれぞれの選択肢で0.3%、0.8%、1.9%ポイントほど悪化すると見込まれる。



## 4. わが国における政策オプション

### 4.1. 国内対策と海外対策のミックス

これまでに明らかになったことは、EU、米国などの先進国が数千円/t-CO<sub>2</sub>レベルの限界削減費用の対策を検討しているのに対し、わが国は一桁違う大きな限界削減費用を伴う、いわゆる「真水」対策を中心に議論が行われてきたことである。このような先進国間の限界削減費用の顕著な格差のもと、国内対策一辺倒で温暖化対策を進めることはわが国経済に大きな負担を強いることとなり、対策自身が持続可能でない可能性が高いとみられる。とくに、EUの1990年比▲30%の目標や米国で議論されている法案では国内・地域内対策と同時に国外・地域外対策も含まれており、わが国の対策を検討する際にも欠かすことができない視点である。そこで各国での個別の排出目標を設定し、その達成のために国内対策と海外対策を同時に検討する際に、必要とされる基礎的な議論を確認しておこう。それは温暖化対策の実施に当たり、いかに各国間で相応の努力（comparable efforts）を払うかという点にもかかわっている。

GHG排出による社会的限界費用（marginal social costs）の測定困難性を前提にすれば、化石燃料の資源配分における現実的な戦略は、「公平性と効率性の二分法」（dichotomy of equity and efficiency）が成立する最善の世界では、全体として許容される排出量を設定したうえで、その排出量を達成するために限界削減費用（marginal abatement cost）がすべての排出国間で均等となる排出量まで各国で排出削減させることが要請される<sup>15</sup>。それはGHG削減に要する参加国全体を集計した総削減費用を最小化する削減量を各国ごとに示すという意味で、効率的な資源配分を実現する条件となっている。その達成には、GHG税のような課税（ボームル・オーツ税）と、排出権取引や直接規制によるGHG排出量の制約という2つの手段がある<sup>16</sup>。完全競争が成立し、不確実性や取引費用が存在しないという仮定のもとでは、取引可能な排出権の価格はGHGの帰属価格（税率）に一致し、同じ資源配分の状態を達成すると考えられる（ただし、税収あるいは売買に伴う移転収支の効果は異なる）。

現在の中期目標における国際交渉の枠組みでは、EUでの排出権市場などを基盤にして域内全体での目標設定はあるものの、基本的には京都議定書の場合と同様に、先進各国での目標設定というかたちで交渉が進められている<sup>17</sup>。そこでは、先進諸国間の国際的な所得の

<sup>15</sup> 公平性と効率性の二分法とは、所得配分政策が機能している結果、所得配分の側面を捨象して効率性の側面から政策を遂行できる状況を指している（奥野・小西(1993)参照）。

<sup>16</sup> ただし、直接規制による方法では、すべての参加者の限界削減費用の情報が個別に必要となるため、情報収集コストが大きく、限界削減費用を均等化する政策としては現実的ではない。これに比べて、GHG税および排出権取引は経済的手段の代表的なもので、直接規制に比べると温暖化対策では政策上の優位性が高い。

<sup>17</sup> EUは京都議定書の場合には、15か国が対象となっていたが、中期目標では、その後の加盟国を含め27か国を対象としている。増加した対象は限界削減費用が相対的に低い東欧諸国が多く含まれている。

再分配などの課題にとくに配慮する必要がなければ、先進国全体の排出目標を設定し、それを実現するために先進国間で限界削減費用の均等化がおこなわれるように排出削減が進められることが効率的な資源配分となる。そこで GHG 限界削減費用の仮設例として先進 2 か国を想定し、効率性等の議論を整理してみよう（図 5）。

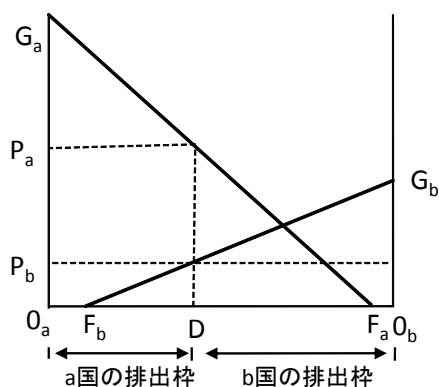
先進国である a 国と b 国ではそれぞれ、GHG 排出削減に関し、経済的手段が採用されているとする<sup>18</sup>。具体的な経済的手段としては EU の排出権取引にならない、各国内でキャップ・アンド・トレード型の排出権取引が採用されていることを想定するが、国内の GHG 税の場合も必要に応じて適切な税率を設定・変更することが可能であれば同様な分析ができる<sup>19</sup>。各国はそれぞれの削減目標、すなわち排出枠を設定する。個々の排出者は自分の排出削減費用と排出権市場で成立している排出権取引価格を比較して排出権を購入し排出する方が有利か、あるいは自分で削減費用を負担して削減を行いその分の排出権を市場で販売する方が有利かの選択を行うこととなる。そのとき、両国の排出権市場での参加者の行動は完全競争すなわち価格追随者の仮定に従うと仮定する。

両国での排出権取引の働きをみるために、a 国の排出枠（=a 国の排出目標）を  $0_a D$ 、b 国の排出枠（=b 国の排出目標）を  $D 0_b$  とする。それぞれの国の限界削減費用曲線を  $0_a$ 、 $0_b$  を原点に描き、 $F_a G_a$ 、 $F_b G_b$  とする。

[ケース①] a 国、b 国の間で国際的な排出権取引が行われない場合

両国の排出権市場がリンクしない場合（お互いの排出権の取引が行われない場合）には、a 国で成立する排出権価格は  $P_a$ 、b 国で成立する排出権価格は  $P_b$  となる。この場合、国内の排出者間では限界削減費用の均等化が成立しているが、国際間では成立しておらず、ケース②で示す状態に比べて非効率である。

図 5：政策オプションの検討  
ケース①



[ケース②] a 国、b 国の間で排出権取引が行われた場合

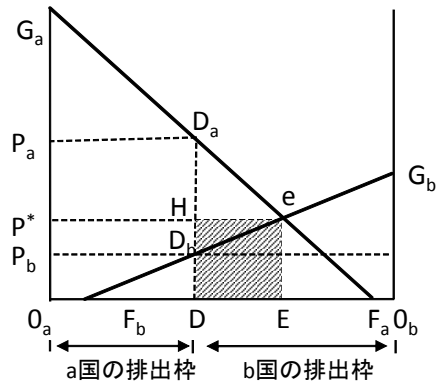
国際的な排出権取引により、2 国の限界削減費用が均等化する e の点で各国の排出量が決定する。そのとき、排出権価格は  $P^*$  となる。排出権の購入に伴い、長方形の面積

<sup>18</sup> ここでは a 国の限界削減曲線の傾きが b 国のそれよりも相対的に急であるとして図示している。

<sup>19</sup> ここでは排出権取引と GHG 税の選択の問題には立ち入らず、同様の効果を期待できるとして議論を進める。

eEDH の額が a 国から b 国へ所得移転する。  
 ただし、この変化はケース①と比較して両国  
 ともに win-win の状態が実現している。すなわ  
 ち、a 国は三角形の面積  $eHD_a (= eEDD_a -$   
 $eEDH)$  の額、b 国は三角形の面積  $eD_bH (=$   
 $eEDH - eEDD_b)$  の額だけそれぞれの経済状態  
 が向上している。

図 5： ケース②

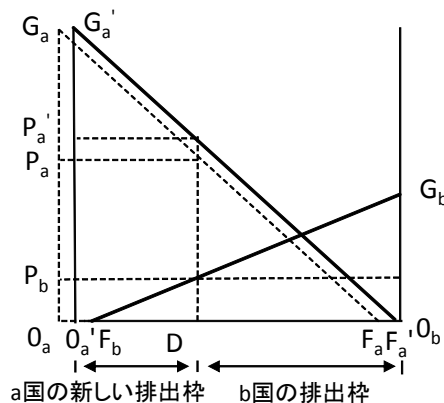


国際的な排出権取引のないケース①の状態  
 でケース②の効率的な状態を達成するため  
 は、両国の限界削減費用の形状を何らかの  
 形で事前に知り、両国の了解のもとで  $0_aE,$   
 $E0_b$  の排出枠となるように、両国の削減  
 目標を決定しなければならない。逆にい  
 えば、ケース①の状態は国際間での交換  
 の利益 (gains from trade) を追求してい  
 ない点で非効率である。また、当初の削  
 減目標を示す D の点がどこに決められよ  
 うと、E の点に対応するよう削減努力が  
 行われる方がもっとも効率的であり、DE  
 の量だけ削減量と負担の調整が行われ  
 る。

[ケース③] 国際的な排出権取引のない  
 ケース①の状態  
 で、1 国 (a 国) のみが排出  
 枠の削減を強化した場合

a 国の排出枠がその結果、小さくなる  
 ため、 $0_a$  が  $0'_a$  となる。それに伴って  
 限界削減費用曲線  $F_aG_a$  がその分平行  
 移動し、 $F'_aG'_a$  となる。そのため、a  
 国の排出権価格は  $P_a$  から  $P'_a$  と上昇  
 する。

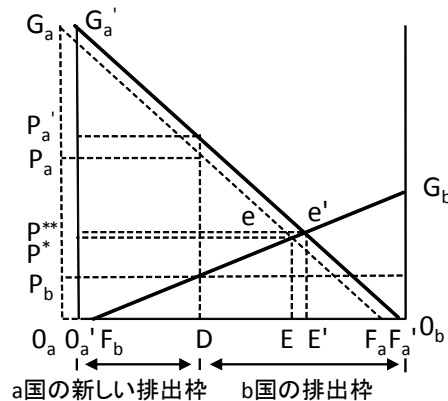
図 5： ケース③



[ケース④] 国際的な排出権取引がある  
 ケース②の状態  
 で、1 国 (a 国) のみが削  
 減努力を強化した場合

国際的に排出権取引が行われる結果、  
 新しい均衡価格は  $P^{**}$  となり、以前の  
 均衡価格  $P^*$  より上昇する。a 国は b  
 国より DE' 分だけ排出権を購入してい  
 る。

図 5： ケース④



[ケース⑤] ケース①の状態ですべての国以外に、排出削減のポテンシャルが出現した場合

a 国は自国内のキャップ・アンド・トレード型排出権取引制度のほかに、排出クレジットを利用できるオフセット取引が利用可能となったとする。そのとき、オフセット取引の限界費用曲線を  $F_cG_c$  と描くことができるとき、このオフセット取引のクレジットを利用する状況に a 国が直面した場合には、クレジットの利用を通じて a 国の限界削減費用曲線は  $F_aG_a$  から  $F_aI_a$  へとシフトする効果が得られる。この結果、従来は  $P_a$  に決まっていた排出権価格は  $P_a''$  へと低下する。このようにオフセット取引に伴う

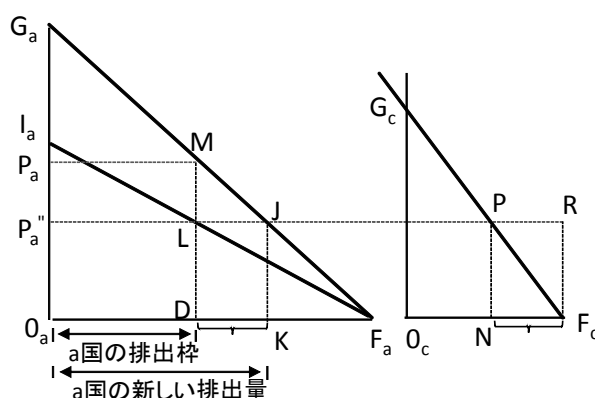
クレジットを利用することで自国のその限界削減費用曲線がシフトする効果を得られることになる。このとき、a 国はオフセット購入のために JKDL を支出し、a 国での排出量はケース①の状態と比較して DK だけ大きくなる。そのときの a 国はオフセットを利用しない場合と比べて JLM

(=JKDM - JKDL) だけ費用を節約することができる。またオフ

セットの提供側も  $RF_cP$  (=  $PRF_cN - PF_cN$ ) の分だけ純収入を受け取ることができ、win-win の状況となっている。

また、オフセット取引に伴う限界費用曲線の傾きが小さければ小さいほど、シフトの効果は大きくなる。このようにして自国の限界削減費用が高ければ高いほど、クレジットの利用を通じて削減費用を節約することができる。

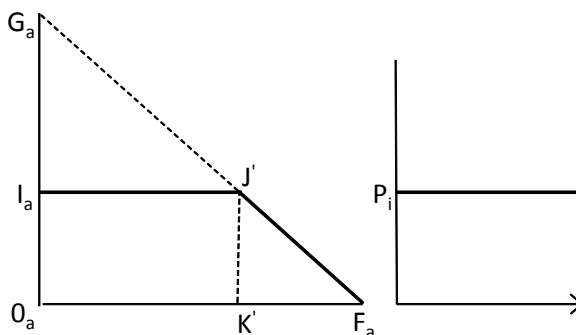
図 5: ケース⑤



[ケース⑥] ケース⑤の場合でオフセットが無限に供給される場合

a 国にとってオフセット取引の規模が大きく、 $P_i$  の価格でオフセットが無限に供給されると仮定される場合には、a 国の限界削減費用は、 $F_aG_a$  から  $F_aI_a$  へとシフトする効果が得られる。

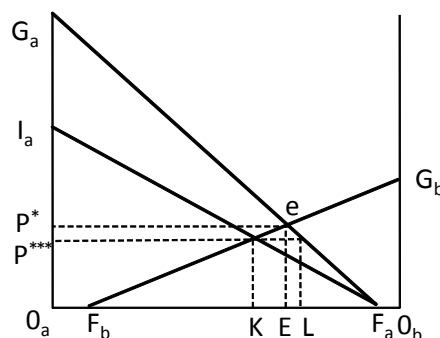
図 5: ケース⑥



〔ケース⑦〕 ケース⑤の状態、a 国、b 国で排出権取引が行われた場合

オフセットの利用で両国間の排出権取引によるケース②の均衡価格  $P^*$  よりも一層低い価格  $P^{**}$  となる。このとき、a、b 両国あわせてケース②の状態よりも KL の量だけ、より大きな排出を行うことができる<sup>20</sup>。

図 5： ケース⑦



以上のように、ケース①、ケース③の国際的な排出権の取引を行わない場合には、仮に国内で排出権取引を採用していても、2 国全体では効率的ではない。逆に言えば、ケース②、ケース④のように国際的な排出権取引を導入することによって、導入以前の状況と比較すると、両国にとって win-win の状況を創出することができる。またケース⑤、ケース⑥のようにオフセット取引によって各国の限界削減費用スケジュールを左方にシフトさせる効果を得ることができる。このようにして国内対策一辺倒で温暖化対策を行う場合と比べ、海外対策をミックスすることによってより効率的な状態が得られる。そしてケース⑦のように国際的な排出権取引とオフセット取引を組み合わせることによってさらに効率的な状況を現出させることができる<sup>21</sup>。

#### 4.2. 国際的な負担の考え方

前節は最善ケースを適用することができるかと想定し、先進国全体での効率性を追求した場合（すなわち、両国間で限界削減費用均等化が成立している状況）を中心に議論を行った。このとき、注意しなければならないのは、両国で実施されるグロスの削減費用は当然のこととして同額ではない。その背景には、例えば経済規模の相違がある。もし横軸を削減量ではなく削減比率としてまったく同じ形状の限界削減費用スケジュールが描かれたとしても、削減費用は経済規模に依存する。第 2 に、相対的に急なスロープの限界削減費用スケジュールを有する国はそうでない国と比較すると、同じ削減量に対して削減費用は相対的に大きい<sup>22</sup>。また、国際的にハーモナイズされた炭素税や国際的な排出権取引などの経済的手段を採用することなく、両国で効率的な削減量を事前に決定する必要がある場合には、

<sup>20</sup> ここではオフセットが a 国のみ利用可能であるとして議論を進めたが、オフセットが両国同時に利用可能であるとして議論しても、同じ結果が得られる。

<sup>21</sup> 国際的な排出権取引に代わって国際的な炭素税でも適当な仮定のもとで同様な議論ができる。

<sup>22</sup> 限界削減スケジュールが相対的に急なスロープとなっている背景の 1 つは過去に大きな削減を行ってきた結果、他国と比べて廉価な削減ポテンシャルが低くなったことがあげられる。

両国の限界削減スケジュールが明確に示され、限界削減費用が均等化されるように両国の削減量の決定が行われる必要がある<sup>23</sup>。一方、国際的に統一された炭素税や国際的な排出権取引が導入された状況では、経済主体の行動の結果、事後的に国際的な限界削減費用の均等化が達成される<sup>24</sup>。

このような観点は、分配上の配慮などの効率性以外の観点を同時に考慮する必要のない状況では、国際間で最も限界削減費用が低い設備や国から順次削減を行うことが効率的であるということを主張するものである。実際に多くの世界モデルでは EU、米国、日本などの世界の各地域それぞれの個別目標を設定し、地域間で限界削減費用が均等化されていないケースと排出権取引などを国際的に実施し限界削減費用の均等化を行われるケースを比較し、炭素価格やその経済負担は後者の方がはるかに小さいことが主張されてきた<sup>25</sup>。

しかし、先進諸国に限っても、効率性のみの観点から各国の削減目標を決定すると、1人当たりの GDP が少ない国の限界削減費用スケジュールは相対的に勾配が低い傾向にある。したがって、この観察が正しければ、1人当たりの GDP が少ないこれらの国は経済規模等に対して相対的に大きな削減費用を負担する傾向になる。2.1.で述べたようにさまざまな経済的な格差などを反映して削減費用の負担の公平性が課題となってきた。別の言葉で言えば、これまでに見てきたように先進各国のなかでも各国別の削減率の設定に関し、相応な努力 (comparable efforts) の姿を追求する動きが EU 諸国を中心として行われ、そのためのさまざまな指標を求める努力が行われてきた。

先進国間の削減目標の設定に関する一例として、Netherlands Environmental Assessment Agency (2008)をみると、①あるベースライン・シナリオからの削減率の均等化、②限界削減率の均等化、③国際的な排出権取引や CDM を除き、削減費用の対 GDP 比均等化、④国際的な排出権取引や CDM を含み、削減費用の GDP 比均等化、⑤1人当たり排出量への収束 (例えば、2050年での収束) ⑥トリプティック・アプローチ (tritych approach) など、さまざまな指標があげられている<sup>26,27</sup>。わが国の中期目標検討委員会においても、検討すべき選択肢として、先進国での限界削減費用均等化や GDP 当たりの削減費用均等化や一律削減率などの検討が指摘された。

---

<sup>23</sup> この場合、両地域の限界削減スケジュールは互いに認め合うものでなければならない。

<sup>24</sup> 排出権取引の場合には各経済主体が価格追随者として行動することが想定されなければならない。

<sup>25</sup> たとえば、Paltsev *et al.* (2004)を参照のこと。この例では、Annex B (先進締約) 諸国間での複数の種類の排出権取引によって炭素均等価格 (carbon equivalent price) が大きく異なることが報告されている。

<sup>26</sup> トリプティック・アプローチとはエネルギー集約型産業部門、電力部門、民生部門他のセクターごとに技術基準の収束あるいは経済構造上の差異を反映したセクター別目標を求め、それを基礎として国別の削減量を配分してゆく考え方。京都議定書に沿った EU 全体の削減量を国別に設定する際に実際に採用された (杉山他(2007))。

<sup>27</sup> これらの検討のなかで、限界削減費用の均等化が相応の負担の指標の1つとしてあげられているが、本来はこの指標は効率性の指標として取り扱うべきものである。

このように公平性の指標は、効率性の基準と異なり、1つの指標で表すことに困難がある場合が多い。その意味で、公平性は多面的な視点から検討すべき課題である。一方で、各国の目標を積み上げて全体の削減量を決定する現システムのもと各国別の目標を決定する際には何らかの公平性の観点を織り込まなければ、国際間で負担に不公平感が残り、国際交渉がまとまらないという側面も存在している。

その際、GHG削減に関して効率性と公平性を二分して議論することができるという立場に立てば、各国の国内対策と国民負担を分離して考えることができる。そのときには効率性の観点から世界全体の排出量の目標を設定したうえで国際的な炭素価格を一律に設定する条件が要請される。各国はこの国際的な炭素価格を前提に国内削減を行う（すなわち、各国別に限界削減費用を均等化する）ことによって、世界全体の削減費用を最小化することができる。またこれによって産業などの国際的な競争条件が等しく保たれることとなる。達成方法としては、①各国で国際的な炭素価格に等しい炭素税を賦課すること、②各国の国内限界削減費用を計測し、国際的な炭素価格と限界削減費用とが等しくなる水準に国内排出枠あるいは国内削減目標を設定することなどが考えられる<sup>28</sup>。

つぎに世界全体の削減費用を公平性の観点から各国に再配分し、各国に分担させることである。この国民負担を削減目標と呼ぶことにすると、日本のように公平性から要請される国民負担（すなわち、削減目標）が大きく、かつ限界削減費用が相対的に高い国では、国内対策を越える削減目標部分は海外クレジットなどの海外調達を通じて国民が負担することになる。

現実には効率性と公平性の二分法がどの程度適用できるのかという問題があるものの、国際的な炭素価格に基づく国内対策と公平性に基づく国民負担の分離という基本的枠組は先進国間では程度の差はあれ適用できるものと考えられる<sup>29</sup>。その炭素価格のベンチマークを与えるのが、中期目標検討委員会で検討された6つの選択肢のうちの選択肢②（先進国全体として1990年比▲25%）である。また主要新興国も徐々にではあるが、中期的にはこの枠組でとらえてよい時期が近づいていると考えられる。

一方で、先進国と途上国の間では温暖化対策についての公平性に関して意見の一致が見いだしにくい状況があるということも認識しなければならない<sup>30</sup>。そのなかで現状で受け入れることができると想定される一つの対策は、先進国の費用負担を伴って自主的に行わ

<sup>28</sup> 国内削減目標を設定するだけでは、炭素税などの経済的手段と異なって、国内排出者間の限界削減費用均等化の条件が満たされず、厳密な意味では効率性が満たされないことに注意が必要である。また、国際的な炭素税あるいは排出権取引の採用が可能であれば、効率性の基準が満たされるのはもちろんのことである。

<sup>29</sup> 2.1.で紹介したEUのオプションbはこのような考え方を反映している。

<sup>30</sup> このような観点から、国際的に受け入れ可能な炭素税制として、各国の1人当たりGDPに比例した炭素税率をもつ比例的炭素税の提案が行われている（宇沢(1991, 1993)）。

れるオフセット取引のような削減努力であり、削減努力が一定の検証のもと認定される場合には必要となる費用を先進国が負担してでも、途上国で削減を推進することが望ましい。このような場合にはすでに相当な排出削減の処置を講じている先進国内で費用の高い対策をおこなうよりも、はるかにコスト負担を少なくできるからである<sup>31</sup>。もちろん、どの国での排出抑制も地球温暖化対策として同じ意味を持つ。別の観点から見ると、このような途上国と先進国の間で win-win となる削減努力を構築してゆくことが必要とされている。また、発展する主要新興国の増加する削減努力の責任を先進国側からもどのように効果的に引き出してゆくのが問われている。

### 4.3. 海外クレジット利用を組み合わせた評価

#### 4.3.1. マクロ経済への影響

前節の先進国間での国内対策と国民負担（削減目標）の分離の考え方を前提に、われわれのモデルで排出権取引、オフセットなどに伴う海外クレジットの利用を組み合わせたときの経済的負担の推計値を紹介する。その際、検討される海外クレジットの価格は、①88ドル/t-CO<sub>2</sub>、②50ドル/t-CO<sub>2</sub>、および③30ドル/t-CO<sub>2</sub>の3種類である。①はRITEによる選択肢②における先進国間共通の炭素価格である。類似の試算は、2.1.で検討した欧州委員会(Commission of the European Communities(2009))のオプション a の限界削減費用である 72.2 ユーロ/t-CO<sub>2</sub>であり、RITE の試算値とほぼ同水準である。②は地球温暖化問題に関するタスクフォース会合における想定値で、欧州委員会のオプション b の 43.6 ユーロ/t-CO<sub>2</sub>とほぼ同水準の数値である。③は同委員会のオプション c の 22.0 ユーロ/t-CO<sub>2</sub>を参考に想定したものである。また検討する選択肢は、麻生政権の中期目標、選択肢⑤および選択肢⑥の3つのケースである。このとき、海外クレジットは4.1.のケース⑥の状態（すなわち、必要なクレジットは取得量にかかわらず一定価格で取得可能）を仮定する。

表 7 は、「真水」の国内対策として実施するこれまでの分析に加え、3つの炭素価格の想定による海外クレジットの利用についてマクロ経済への影響を示している。ここでは例えば、炭素価格が 88 ドル/t-CO<sub>2</sub> のとき、日本が国内対策を実施するのは限界削減費用が 88 ドル/t-CO<sub>2</sub> までとし、それを上回る削減量に関しては海外クレジット利用によって達成するとしている。

麻生政権の中期目標（A-1）では、2020年における実質 GDP および実質家計消費支出の下落率は、レファレンス・ケースに比してそれぞれ 0.6%と 2.3%である。これに対し、海外

---

<sup>31</sup> OECD(2009)においても、各先進国における削減目標の 20%を途上国からのクレジット購入によって補うとすれば、削減費用はほぼ半減されると分析している。



クレジットの利用（88ドル/t-CO<sub>2</sub>）を組み合わせた（A-2）では、総額0.9兆円の海外クレジット購入費用が必要になるものの、その負担を織り込んだとしても実質GDPと家計消費支出の下落率はそれぞれ0.3%と1.2%にとどまる。したがって、マクロ経済としての負担は、およそ半分まで低下する。（A-2）では、海外クレジットの購入によって国内削減必要量の72%分を相殺し、残りの28%分を国内対策によって削減している。この海外比率は選択肢①からの比較であり、もしわれわれのモデルの基準ケースからの乖離で見れば、表7の括弧内に示されているように、基準ケースからの削減量全体の61%を海外クレジットの購入に充てるものである。全削減量のうち3分の2を海外対策とするバランスは、米国のワックスマン・マーキー法案でのEPA採用モデルの評価と類似している。

表7：海外クレジット利用を組み合わせたときのマクロ経済への影響

	GDP	可処分所得	家計消費	民間投資	海外クレジット購入		
					海外比率		金額
選択肢③：90年比▲7%（2005年比▲14%）							
（③-1）国内対策のみ	-0.5	-3.1	-2.0	3.4	0	(0)	0.0
麻生政権の中期目標：90年比▲8%（2005年比▲15%）							
（A-1）国内対策のみ	-0.6	-3.6	-2.3	4.0	0	(0)	0.0
（A-2）海外クレジット利用(\$88)	-0.3	-1.6	-1.2	1.9	72	(61)	0.9
（A-3）海外クレジット利用(\$50)	-0.2	-0.8	-0.6	1.0	91	(77)	0.6
（A-4）海外クレジット利用(\$30)	-0.1	-0.3	-0.3	0.3	100	(85)	0.4
選択肢⑤：90年比▲15%（2005年比▲21%）							
（⑤-1）国内対策のみで実施	-2.1	-8.2	-5.7	7.9	0	(0)	0.0
（⑤-2）海外クレジット利用(\$88)	-0.4	-2.0	-1.6	2.4	83	(75)	1.7
（⑤-3）海外クレジット利用(\$50)	-0.2	-1.0	-0.9	1.2	94	(85)	1.1
（⑤-3-1）（7%上限）	-0.6	-3.8	-2.5	4.2	40	(36)	0.5
（⑤-4）海外クレジット利用(\$30)	-0.2	-0.4	-0.4	0.4	100	(91)	0.7
選択肢⑥：90年比▲25%（2005年比▲30%）							
（⑥-1）国内対策のみで実施	-5.6	-15.9	-11.2	6.6	0	(0)	0.0
（⑥-2）海外クレジット利用(\$88)	-0.5	-2.6	-2.2	3.1	89	(83)	2.9
（⑥-3）海外クレジット利用(\$50)	-0.3	-1.4	-1.2	1.6	96	(90)	1.8
（⑥-3-1）（15%上限）	-1.3	-5.9	-4.1	6.5	53	(50)	1.0
（⑥-3-2）（10%上限）	-2.2	-8.6	-6.0	8.3	36	(34)	0.7
（⑥-3-3）（5%上限）	-3.6	-12.0	-8.4	8.3	18	(17)	0.3
（⑥-4）海外クレジット利用(\$30)	-0.2	-0.7	-0.6	0.7	100	(94)	1.1

注：単位：GDP、可処分所得、家計消費、民間投資はすべて実質値による、選択肢①からの乖離率(%)。

「海外クレジット利用(\$88)」ケースは、先進国全体で25%削減する際の限界削減費用のRITE試算値(\$88)より。

「海外クレジット利用(\$50)」ケースは、地球温暖化問題に関するタスクフォース会合における想定値。

「海外クレジット利用(\$30)」ケースは、perfect global carbon marketを想定したときの、EU試算値(C22)より。

\$30ほどの国内対策は選択肢①にほぼ相応するため、同ケースからの乖離としてはほぼ海外クレジット購入による。

( )内は基準ケースから算定した海外比率。海外クレジット購入額は一国全体の購入額(2000年価格/兆円)。

海外クレジットの価格が50ドル/t-CO<sub>2</sub>とした（A-3）では海外比率が91%（BaUケースと比較して77%）と上昇し、（A-2）に比較し、マクロ経済としての負担はさらに少なくなっている。海外クレジット価格を30ドル/t-CO<sub>2</sub>とした（A-4）では、国内対策による削減をほぼレファレンス・ケースの選択肢①（米国やEUの中期目標と同程度の限界削減費用を課

したケースに相応) までとし、残りはすべて海外排出枠の購入にあてることになる。海外クレジット購入に 0.4 兆円の費用を要するが、それを織り込んでも実質 GDP と家計消費の下落率は 0.1% と 0.3% と、マクロ経済へのインパクトはわずかなものになる。とくに家計消費や可処分所得において負担が大きく軽減されている。

選択肢⑤は 1990 年比で▲15%の削減目標としたものであるが、(⑤-3-1) は海外クレジットの価格が 50 ドル/t-CO<sub>2</sub> でその購入量を削減目標▲15%のうち 7%ポイントを上限とし、国内での削減比率を 8%ポイントとして求めたものである。このとき、実質 GDP の下落率は 0.6% と麻生政権の中期目標を国内対策でのみ実施するときと同じ下落率にとどまっている。

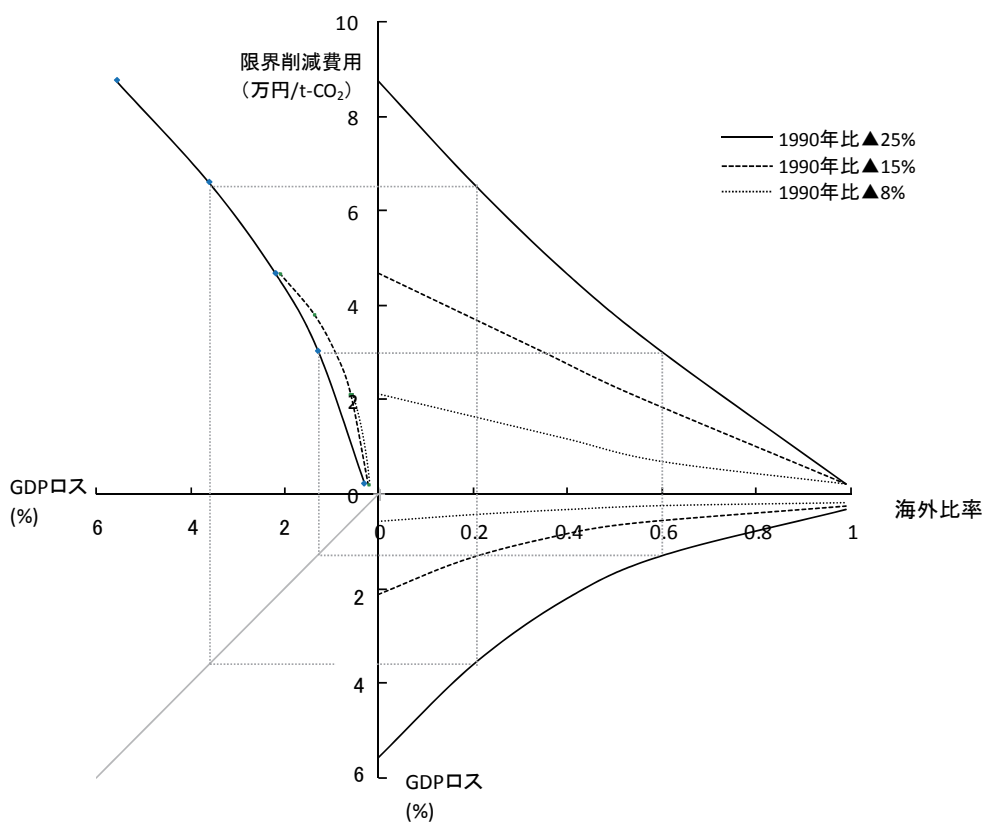
鳩山政権の中期目標となる選択肢⑥ (1990 年比▲25%ケース) を国内対策として実施することは、きわめて大きな負担となることはすでに検討してきたとおりである。しかし海外クレジットの組み合わせによっては、他のケースと同じようにわが国経済への影響を大幅に緩和することができる。88 ドル/t-CO<sub>2</sub> の炭素価格の想定 (⑥-2) のもとでは、選択肢①からは削減量の 89% (モデルの基準ケースからは 83%) にあたる排出枠を海外から購入し、2.9 兆円の負担を必要とするが、それを含めても実質 GDP の下落率は 0.5% となり、マクロ経済へのインパクトは、国内対策による麻生政権の中期目標 (A-1) を下回っている。また炭素価格が 50 ドル/t-CO<sub>2</sub> である (⑥-3) では選択肢①からの削減量の 94%相当を海外から購入することでマクロ的な負担はさらに小さくなる。このとき、海外からの購入量に制約をかけたケース (1990 年比▲25%の削減目標のうち、海外クレジットの割合に 15%ポイント、10%ポイント、5%ポイントそれぞれ上限の制約をかけた場合) では (⑥-3) のケースと比較すれば国内対策の比率が相対的に大きいことからその分、マクロ的な負担は大きいですが、それでも「真水」の (⑥-1) と比較すると、海外購入の制約が小さいほどマクロ的な負担は小さくなっている。また、炭素価格が 30 ドル/t-CO<sub>2</sub> である (⑥-4) では、海外排出枠の購入に 1.1 兆円を要するが、実質 GDP 下落率は 0.2% であり、家計消費も 0.6% の減少にとどまる。

以上の検討で明らかになったことをまとめると、①中間目標の設定、②海外クレジット価格の想定および③国内対策および海外クレジットの利用割合の 3 つの組合せでマクロ的な負担が決定されるということである。逆にいえば、同じマクロ的な負担でも①、②、③の組合せは数多くあるということになる。そこで、設定されるそれぞれの中期目標で規定される要削減量 (compliance) のうち、海外クレジットで調達される割合を海外比率と呼び、 $\alpha$  ( $0 \leq \alpha \leq 1$ ) で表すと、 $\alpha$  は、要削減量のうち、海外クレジットをどこまで認めるかという温暖化対策での政策変数として想定することもできる。あるいは海外市場でどの割合、調達可能かを示す変数と解釈することもできる。

中間目標、海外クレジットの価格および海外比率  $\alpha$  をもとに描かれたのが図 6 である。図 6 の第 1 象限の横軸は海外比率  $\alpha$ 、同縦軸は国内限界削減費用である。また第 4 象限の縦軸は海外比率  $\alpha$  に対して、それぞれの中期目標別の実質 GDP の下落率を表している。これによればわが国の削減目標が相対的に高くなるにしたがって、海外クレジットの割合である  $\alpha$  の大きさがマクロ経済への影響（実質 GDP の下落率）に大きな影響を与えるということである。この意味で、わが国の削減目標が高ければ高いほど、海外クレジットの価格およびその利用可能量はわが国の温暖化対策に大きな影響を与えるといえよう。

いずれにせよ、 $\alpha$  の高低はマクロ的に影響を与えると同時に、 $\alpha$  の背景には限界削減費用の内外格差があるため、どの程度の内外格差が許容されるかもあわせて削減目標を設定する際には十分に検討しなければならない。 $\alpha$  を政策変数とする際にも、大きな内外価格差を生まない配慮が必要となろう。

図 6：国内限界削減費用と GDP ロス  
各選択肢③、⑤、⑥における海外クレジット利用（\$50）

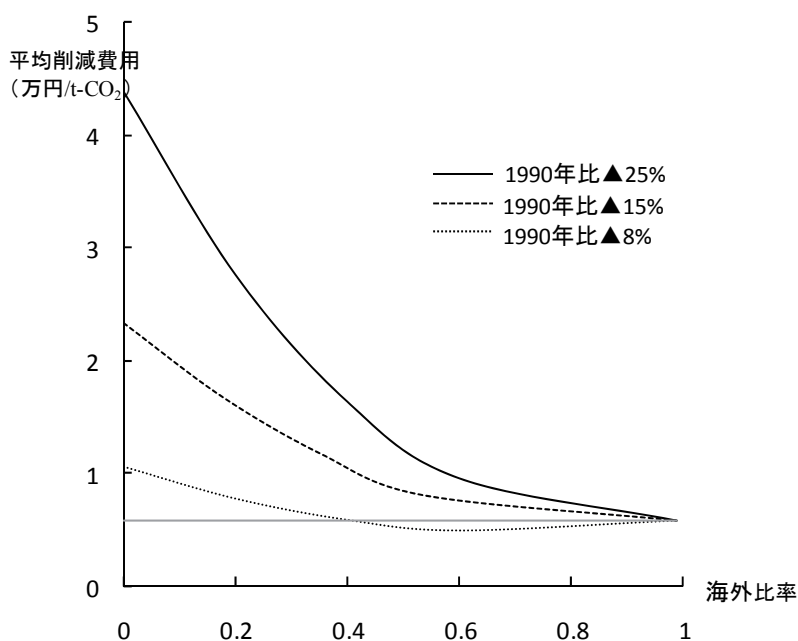


つぎに海外比率  $\alpha$  をもとに、わが国のコンポジットな平均削減費用  $P_c$  を考えてみよう。コンポジットな平均削減費用は、国内の限界削減費用  $P_d$  および海外クレジット価格  $P_i$  を使って、近似的に

$$P_c \doteq \alpha P_i + (1-\alpha)/2 P_d$$

として表すことができる（図 7）。これは要削減量を 1 に基準化したうえでの削減費用を表したものとみることができる。すなわち、 $\alpha P_i$  は海外クレジットの購入額、 $(1-\alpha)/2 P_d$  は、国内削減額の近似値であり、コンポジットな平均削減費用はその合計と言うことになる。選択肢⑥をみると、必要削減量が 1 に基準化されたコンポジットな平均削減費用は海外比率が高まるにつれて逡減していることがわかる。一方、選択肢⑥の場合、海外比率  $\alpha$  が 0.6 を越えても図 6 からは GDP ロスは低下しており、要削減量が大きい場合には海外比率  $\alpha$  の GDP ロスに対する影響は平均削減費用の動き以上に注意して観察する必要があることがわかる。

図 7：コンポジットな平均削減費用  $P_c$ 。  
各選択肢③、⑤、⑥における海外クレジット利用（\$50）



#### 4.3.2. 家計負担

同様のシナリオに関して家計負担という視点から再度検討しよう。平均的な世帯の負担額をみたものが、表 8 である。麻生政権における中期目標のための世帯あたりの負担額では、海外クレジット（50 ドル/t-CO<sub>2</sub>）の利用を組み合わせることで（A-3）では、国内対策

のみによるとき (A-1) の負担の約 2 割に相当する 3.7 万円まで縮小する。この家計負担の年額 3.7 万円の内訳をみると、そのうちの 1.3 万円は海外クレジット購入のための直接的な負担であり、0.3 万円ほどが資金の海外流出からの国内経済の縮小による間接効果としての家計負担である。海外クレジット購入のため、直接・間接負担である 1.6 万円は家計負担総額の 43%ほどであり、それを除く 2.1 万円が (50 ドル/t-CO<sub>2</sub>とする限界削減費用までの) 国内対策による家計負担となる。光熱費とガソリン代の負担増 0.6 万円を考慮すると、国内対策による名目所得低下と (エネルギー以外の) 一般物価への波及による家計負担の増加分は、およそ年間 1.5 万円ほどになると算定される。

表 8：海外クレジット利用を組み合わせたときの家計負担

	費用負担合計							
	国内対策のための負担分					国外対策のための負担分		
		光熱費	ガソリン代	その他	クレジット購入	その他		
選択肢③: 90年比▲7% (2005年比▲14%)								
(③-1) 国内対策のみ	14.8	14.8	2.8	1.3	10.7	0.0	0.0	0.0
麻生政権の中期目標: 90年比▲8% (2005年比▲15%)								
(A-1) 国内対策のみ	17.2	17.2	3.3	1.5	12.4	0.0	0.0	0.0
(A-2) 海外クレジット利用(\$88)	7.6	5.3	1.0	0.4	3.9	2.3	1.8	0.5
(A-3) 海外クレジット利用(\$50)	3.7	2.1	0.4	0.2	1.5	1.6	1.3	0.3
(A-4) 海外クレジット利用(\$30)	1.4	0.3	0.0	0.0	0.3	1.1	0.9	0.2
選択肢⑤: 90年比▲15% (2005年比▲21%)								
(⑤-1) 国内対策のみで実施	39.8	39.8	7.0	3.3	29.4	0.0	0.0	0.0
(⑤-2) 海外クレジット利用(\$88)	9.7	5.3	1.0	0.4	3.9	4.4	3.5	0.9
(⑤-3) 海外クレジット利用(\$50)	4.9	2.1	0.4	0.2	1.5	2.8	2.3	0.6
(⑤-3-1) (7%上限)	18.4	17.2	3.2	1.5	12.4	1.2	1.0	0.2
(⑤-4) 海外クレジット利用(\$30)	2.1	0.3	0.0	0.0	0.3	1.8	1.5	0.4
選択肢⑥: 90年比▲25% (2005年比▲30%)								
(⑥-1) 国内対策のみで実施	76.5	76.5	12.3	6.3	57.9	0.0	0.0	0.0
(⑥-2) 海外クレジット利用(\$88)	12.7	5.3	1.0	0.4	3.9	7.4	5.9	1.5
(⑥-3) 海外クレジット利用(\$50)	6.6	2.1	0.4	0.2	1.6	4.5	3.6	0.9
(⑥-3-1) (15%上限)	28.3	25.8	4.6	2.1	19.0	2.5	2.0	0.5
(⑥-3-2) (10%上限)	41.4	39.8	7.0	3.3	29.5	1.6	1.4	0.3
(⑥-3-3) (5%上限)	57.7	56.9	9.6	4.7	42.6	0.8	0.7	0.1
(⑥-4) 海外クレジット利用(\$30)	3.2	0.3	0.0	0.0	0.3	2.8	2.3	0.6

注: 単位: 2007年時点での実質可処分所得および光熱費・ガソリン代の実績値による金額換算値(万円)。

「海外クレジット利用(\$88)」ケースは、先進国全体で25%削減する際の限界削減費用のRITE試算値(\$88)より。

「海外クレジット利用(\$50)」ケースは、地球温暖化問題に関するタスクフォース会合における想定値。

「海外クレジット利用(\$30)」ケースは、perfect global carbon marketを想定したときの、EU試算値(€22)より。

光熱費・ガソリン代・海外クレジット購入費は、実質可処分所得の内数。

鳩山政権における中期目標となる選択肢⑥では、表 8 の (⑥-3) においては、海外クレジット購入 (50 ドル/t-CO<sub>2</sub>) のために 1 世帯当たり 3.6 万円の負担が直接的に必要であり、それによる国内経済の縮小による間接的家計負担は 0.9 万円の負担増となる。両者を合わせた 4.5 万円の負担に、国内対策のための負担である 2.1 万円を加算しても 6.6 万円である。また海外クレジットの価格が 88 ドル/t-CO<sub>2</sub> の場合でも家計負担額は 12.7 万円であり、いずれの場合も麻生政権での中期目標 (A-1) を達成するための、われわれのモデルによる家計の

負担額 17.2 万円を下回っている。

また海外クレジットの価格が 50 ドル/t-CO<sub>2</sub>で海外クレジット比率が 50%の場合 (⑥-3-1) には家計負担額は 28.3 万円、海外クレジット比率が 34%の場合 (⑥-3-2) には同 41.3 万円、海外クレジット比率が 17%の場合 (⑥-3-3) には同 57.7 万円となっており、海外クレジット比率の変化に応じて家計負担額は大きく変動する。したがって、海外クレジット比率を政策変数とした場合には、その決定は家計負担の面でも大きな経済的な負担を及ぼすことが観察される。

さらに 30 ドル/t-CO<sub>2</sub>の海外クレジットを利用する (⑥-4) では、家計の負担額も年間 3.2 万円まで大幅に減少している。このケースでは、国内対策は選択肢①までの規模にとどまっており、家計負担の 72% (2.3 万円) は海外クレジットの購入費用にあてている。このとき、3.5 億 t-CO<sub>2</sub>のクレジットが海外から購入されることとなる。

## 5. おわりに

わが国の 2020 年の中期目標を達成するための炭素価格は、国内対策のみに依存する場合には、EU、米国などの炭素価格と比べてはるかに高い。したがって、国内対策のみの場合のわが国の経済的負担はほかの先進国と比べてきわめて大きいことが示唆された。

とくにわれわれのモデルでは温暖化対策による設備投資の拡大やそれによるエネルギー生産性の上昇や産業別に過去に経験してきたような全要素生産性の上昇などのプラス要因もモデル内に組み込まれており、3 千円/t-CO<sub>2</sub>レベルの炭素価格の上昇であれば、エネルギー価格の上昇のマイナス要因を克服し若干の実質 GDP の上昇もあり得ることが示された。しかし、それ以上の高い炭素価格のもとでは、それらのプラス要因もうち消され、大きなマクロ的なマイナス面の影響がさまざまな側面で生じるものと見られる。

このような二酸化炭素の限界削減費用の先進国間の顕著な格差のもとで、国内対策一辺倒で温暖化対策を進めることはわが国経済に大きな負担を強いることとなり、対策自身が持続可能でない可能性が高いとみられる。そこで国内対策と海外クレジットの購入をバランスよく組み合わせることによって、国民にとっても負担が相対的に少ない政策を模索することが 1 つの重要な課題となる。その際、本稿でみたように、国民負担の観点からは、海外クレジットの価格およびその利用可能性を同時に考慮し、対応策をとることが必要である。

もちろん、既存の枠組みを超えてどの程度の量の海外クレジット枠の購入ができるのか、有効なモニタリングができるのか、国際市場で価格高騰をもたらさないのかといったこと

をはじめ、制度設計と運用の両面で検討すべき課題は多い。またクレジットの提供側でも実質的な削減が行われなければわが国による排出枠購入の意味は希薄となってしまう。このとき、もし、適切な制度設計が行われ、提供側の国・地域で排出抑制が図られる事態を創出することが出来れば両国にとって望ましい面（win-win）が生まれると考えられる。海外クレジットにはキャップ・アンド・トレード制などに伴う排出権取引とオフセット取引とがあるが、とくに後者のオフセットはその検証（verification）において大きな課題があることが知られている<sup>32</sup>。わが国は、これらの課題をいかに克服して、新しいあるいは改良された有効なオフセット制度の構築、運営に関してのキャパシティ・ビルディングの涵養と適用をいかに行ってゆくのが問われている。

一方で、国内の温暖化対策面に目をむけると、温暖化対策の推進とともに経済再建や雇用創出を目指すグリーン・ニュー・ディールの動きがあるが、この動きは2020年という比較的短い時間軸にある中間目標との関係でどのように位置付けられるのかが考察されなければならない。それぞれの政策のメリットとそれを実現するためのコストが冷静に判断されなければならない。多くの設備が耐用年数を超える2030年以降の長期においては温暖化の長期目標に対応した新しい技術を活用した新産業が一国のなかでも大きなシェアを獲得する可能性を議論することは十分可能である。他方、10年の間に他の先進国に比して突出した炭素価格が賦課されているケースを想定する際には、産業をはじめ、家計負担などの面から経済の持続可能性の課題もまた検討しなければならないであろう。とくに新興発展国の急速な追い上げを経験しているなかで、産業の国際競争力の大幅な低下や喪失の可能性も考慮しなければならない。モデル分析では、企業の競争力の低下は平均的、すなわち徐々に起きることとされるが、実際には海外移転などの問題が不連続的に発生するリスクなども想定しておかなければならないであろう。

低炭素社会の実現に向けた技術開発は、わが国にこそ期待される大きな役割である。しかし、それは国内の産業に対して国際レベルよりきわめて高い炭素価格を短・中期的に賦課するということでその実現を期待するのではなく、長期のタイムスパンにおいて国際的にも相応の炭素価格の見通しを与える環境のもと、企業による技術開発を支援することで研究開発を持続ある形で推進すべき側面が強いと思われる。また、日本国内の排出削減のみに焦点を定めるのではなく、世界が直面する技術メニューとしての限界削減費用曲線を将来的に下方へとシフトさせるよう、世界の排出削減をターゲットとすべき視点をもつべきであろう。

---

<sup>32</sup> 具体的には、①追加性（additionality）、②計量可能性（quantifiability）、③永続性（permanence）、④リーケッジ（leakage）などの課題がある。詳しくは、CBO(2009a,b)、USGAO(2008)などを参照のこと。

## 参考文献

- 宇沢弘文(1993)「序章 地球温暖化の経済分析」宇沢弘文・國則守生(編)『地球温暖化の経済分析』東京大学出版会
- 奥野正寛・小西秀樹(1993)「温暖化対策の理論的分析」宇沢弘文・國則守生(編)『地球温暖化の経済分析』東京大学出版会
- 茅陽一(監修)(2009)『CO<sub>2</sub>削減はどこまで可能か：温暖化ガス-25%の検証』エネルギーフォーラム
- 環境省(2009)「2008年度(平成20年度)の温室効果ガス排出量(速報値)について」  
<<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg/2008sokuho.pdf>>
- 黒田昌裕・野村浩二(1998)「日本経済の多部門一般均衡モデルの構築と環境保全政策シミュレーション(I) 環境保全政策と多部門一般均衡モデルの構築」KEO Discussion Paper, No. 15.
- 黒田昌裕・野村浩二(2001)「地球温暖化とエネルギー政策—日本経済の多部門一般均衡モデルによる我が国エネルギー需給見通し—」『三田学会雑誌』第94巻、第1号
- 杉山大志・星野優子・今中健雄(2007)「部門別差異化による日欧のポスト京都数値目標試算」*SERC Discussion Paper* 07004、電力中央研究所
- 地球温暖化問題に関する閣僚委員会(2009)「タスクフォースの中間とりまとめ」  
<<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/t-ondanka/chuukan/2009honbun.pdf>>
- 日本エネルギー経済研究所(2009)「ヨーロッパの中期目標(2020年で▲20%削減)の実現可能性についての分析」<<http://eneken.ieej.or.jp/press/press090415.pdf>>
- 日本国政府(2010)「日本国政府から気候変動枠組条約事務局への口上書(和文仮約)」  
<[http://www.env.go.jp/press/file\\_view.php?serial=14925&hou\\_id=12036](http://www.env.go.jp/press/file_view.php?serial=14925&hou_id=12036)>
- 福井俊彦編(2009)『地球温暖化対策中期目標の解説』ぎょうせい
- 本間隆嗣・秋元圭吾(2010)「各国の温暖化中期目標によるCO<sub>2</sub>削減の国際産業連関を考慮した経済への影響分析」『第26回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス講演論文集』
- Brookings Institution (2009) “Climate Change Policy: Recommendations to Reach Consensus,”  
Brookings Blum Roundtable (Climate Crisis, Credit Crisis).
- CBO (Congressional Budget Office) (2009a) “The Use of Offsets to Reduce Greenhouse Gases,”  
*Economic and Budget Issue Brief*, August 3.
- CBO (2009b) “The Economic Effects of Legislation to Reduce Greenhouse-Gas Emissions,”  
September.
- CBO (2009c) “The Use of Agricultural Offsets to Reduce Greenhouse Gases,” Testimony: Statement of Joseph Kile: Assistant Director for Microeconomic Studies, before the Subcommittee on Conservation, Credit, Energy, and Research Committee on Agriculture, U.S. House of



- Representatives, December 3.
- CCBA (Climate, Community & Biodiversity Alliance) (2009) “REDD+ Social & Environmental Standards Factsheet,” < [http://www.climate-standards.org/REDD%2B/docs/new/REDD+\\_SE\\_Standards\\_FactSheet\\_11-25-09.pdf](http://www.climate-standards.org/REDD%2B/docs/new/REDD+_SE_Standards_FactSheet_11-25-09.pdf)>
- Commission of the European Communities (2009) “Towards a Comprehensive Climate Change Agreement in Copenhagen: Extensive Background Information and Analysis” Part 1, and Part 2, Commission Staff Working Document accompanying the Communication from the Commission to the European Parliament, The Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions.
- Goettle, R. J., Ho, M. S., Jorgenson, D. W., Slesnick, D. T. and Wilcoxon, P. J. (2007) “IGEM, an Inter-temporal General Equilibrium Model of the U.S. Economy with Emphasis on Growth, Energy and the Environment,” Prepared for the U.S. Environmental Protection Agency(EPA), Office of Atmospheric Programs, Climate Division.
- Kuroda, M., Nomura, K., Kobayashi, N., Kuninori, M., Tomita, H., and Hanabusa, K. (1995) “Reduction of Carbon Dioxide Emission and Its Distributional Impacts,” Presented at the JDB Symposium on the Environment and Sustainable Development at Hakone, November.
- National Commission on Energy Policy (2009), *Forging the Climate Consensus: Domestic and International Offsets*, Washington, D.C.
- Netherlands Environmental Assessment Agency (2008) “Exploring Comparable Post-2012 Reduction Efforts for Annex I Countries,” PBL Report 500102019/2008.
- OECD (2009) *The Economics of Climate Change Mitigation: Policies and Options for Global Action beyond 2012*, Paris.
- Paltsev, P., Reilly, J. M., Jacoby, H. D. and Tay, K. H. (2004) “The Cost of Kyoto Protocol Target: The Case of Japan,” MIT Joint Program on the Science and Policy of Global Change, Report 112, Cambridge, MA.
- Ross, M. T. (2008) “Documentation of the Applied Dynamic Analysis of the Global Economy (ADAGE) Model,” Working Paper 08\_01, RTI International.
- USEPA (2008) “EPA Analysis of the Lieberman-Warner Climate Security Act of 2008: S. 2191 in 110<sup>th</sup> Congress,” Office of Atmospheric Programs, March 14  
<[http://www.epa.gov/climatechange/downloads/s2191\\_EPA\\_Analysis.pdf](http://www.epa.gov/climatechange/downloads/s2191_EPA_Analysis.pdf)>
- USEPA (United States Environmental Protection Agency) (2009a) “EPA Analysis of the American Clean Energy and Security Act of 2009: H.R. 2454 in the 111<sup>th</sup> Congress,” Office of Atmospheric Programs, June 23.  
< [http://www.epa.gov/climatechange/economics/pdfs/HR2454\\_Analysis.pdf](http://www.epa.gov/climatechange/economics/pdfs/HR2454_Analysis.pdf)>
- USEPA (2009b) “Data Annex to H.R. 2454 Analysis”, downloadable in WinZip format from  
< <http://www.epa.gov/climatechange/economics/economicanalyses.html>>

- USEPA (2010a) “Supplemental EPA Analysis of the American Clean Energy and Security Act of 2009: H.R. 2454 in the 111<sup>th</sup> Congress,” Office of Atmospheric Programs, January 29.  
< [http://www.epa.gov/climatechange/economics/pdfs/HR2454\\_SupplementalAnalysis.pdf](http://www.epa.gov/climatechange/economics/pdfs/HR2454_SupplementalAnalysis.pdf)>
- USEPA (2010b) “Supplemental EPA Analysis of the American Clean Energy and Security Act of 2009: H.R. 2454 in the 111<sup>th</sup> Congress, Appendix,” Office of Atmospheric Programs, January 29.  
< [http://www.epa.gov/climatechange/economics/pdfs/HR2454\\_SupplementalAnalysis\\_Appendix.pdf](http://www.epa.gov/climatechange/economics/pdfs/HR2454_SupplementalAnalysis_Appendix.pdf) >
- USGAO (United States Government Accounting Office) (2008) “Carbon Offsets: The U.S. Voluntary Market Is Growing, but Quality Assurance Poses Challenges for Market Participants,” Report to Congressional Requesters, GAO-08-1048.
- Uzawa, H. (1991) “Global Warming Initiatives: The Pacific Rim,” in R. Dornbusch and J. M. Poterba eds., *Global Warming: Economic Policy Responses*, MIT Press.

## 補 注

### モデルの概要

本モデルは生産者としての経済主体と世帯主年齢階層別に区分された世帯類型に基づく消費者としての経済主体とが、財・サービス市場や資本・労働の生産要素市場において経済合理性を持って行動する結果として、すべての市場で均衡価格・均衡取引量が需給均衡条件から達成されることを描こうとした多部門一般均衡モデル（Computable General Equilibrium Model）である。このモデルは経済モデルの特性を有しながら、エネルギー消費や二酸化炭素排出量の算定が可能にするような部門分類およびその集計概念に配慮が行われており、工学的情報への接合も行われている。

各種部門分類は付表 1 に与えられる。付図 1 はモデル体系内において内生的に導出される産業連関表のイメージを表したものである。ここでは国内生産財と輸入財を別掲したかたち—非競争輸入型産業連関表—によって示している（モデルの体系内においては、内生的に輸入比率が決定されるものの、事後的に付図 1 のような非競争型によって表わすことができる）。特にわが国においては原油、天然ガス、鉄鉱石など（NCI）ほぼすべてを輸入に依存している財については非競争輸入財として特掲している。また屑・副産物（SBIとSBO）の扱いについては、その発生量（金額）をマイナス計上するストーン方式によっているものの、主生産物とは分離して計上することで、主生産物の取引におけるマイナス計上は存在しない工夫が施されている。（なお付図 1 では消費税および炭素税などを考慮する前の、「一物一価」が成立している価格体系によって表記したものであることに留意されたい）。

モデルにおける間接税は、関税・輸入品商品税、消費税、炭素税、およびその他の間接税であり、産業、家計、政府などの主体によって需要される国内需要は、国内生産財と輸入財からなる。わが国にとって非競争とする輸入財（原油、天然ガス、鉄鉱石など）を除くと、国内財と輸入財は競争的な関係にあり、Armington Approach によって本モデルでは両者の不完全代替関係を仮定する。よって競争輸入財については各需要主体がこの選択をおこなっているが、モデルにおける一般均衡の結果としては付図 1 に示したような非競争型産業連関表を描くことができる。この非競争型産業連関表をもとに、消費税および炭素税等の賦課後の税体系のもとで、一物多価が成立している価格体系を示したものが付図 2 である。

消費税および炭素税を導入した際の価格体系については、消費税の表象形式はグロス表によって表象している「産業連関表」とは異なり、本モデルではインボイス方式による完全なネット表によって定義している。消費税が賦課される部門は最終需要項目のうち家計消費需要のみであり、非課税商品や家計所有住宅に関する帰属計算などの存在を考慮して商品別消費税率が定義されている。なお民間固定資本形成については、事後的に消費税分は還付されることになるから、モデルにおける投資財価格は消費税を含まないネット価格によって定義する。また産業連関表の費

用構成（縦バランス）においては産業による消費税納税額は計上せずに、関税・輸入品商品税と同様に最終需要項目の控除項目として扱い、そのことによって産業連関表としての名目バランスは保持されることになる。

付表1：モデルの各種部門分類

商品・産業 <sup>A)</sup>	最終需要 <sup>B)</sup>	付加価値 <sup>C)</sup>	年齢階層 <sup>D)</sup>	家計消費費目 <sup>E)</sup>
1. 農林水産業	37. 家計消費支出	57. 労働所得	1. 15-24 歳	1. エネルギー消費支出
2. 石炭鉱業	38. 政府消費支出	58. 資本所得	2. 25-34 歳	2. 食料品
3. その他鉱業	39. 民間総固定資本形成	59. 純間接税	3. 35-44 歳	3. 衣服・履物
4. 建設	40. 公的総固定資本形成		4. 45-54 歳	4. 家賃・水道
5. 食料品	41. 在庫品増加5		5. 55-64 歳	5. 家具・家事用品
6. 繊維	42. 輸出		6. 65 歳以上	6. 医療・保健
7. 衣服	43. 輸入			7. 交通・通信
8. 木材木製品	44. 関税・輸入品商品税			8. 教育・娯楽
9. 家具備品				9. その他の消費
10. 紙パルプ				
	家計エネルギー用途 <sup>F)</sup>	非競争輸入 <sup>G)</sup>	屑部門 <sup>H)</sup>	電源構成 <sup>I)</sup>
11. 出版印刷	1. 輸送用	37. 原油	41. 古紙	29-1. 原子力発電
12. 化学	2. 暖房用	38. 天然ガス	42. LPG	29-2. 石炭火力発電
13. 石油製品	3. 冷房用	39. 鉄鉱石	43. コークス	29-3. LNG火力発電
14. 石炭製品	4. 給湯用	40. その他	44. 高炉ガス	29-4. 石油火力発電
15. ゴム製品	5. 厨房用		45. ガラス屑	29-5. 水力・地熱発電
16. 皮革製品	6. 動力他		46. 鉄屑	29-6. 揚水発電
17. 窯業土石			47. 非鉄屑	29-7. 新エネルギー
18. 鉄鋼			48. 鋼船	29-8. 自家発電
19. 非鉄金属				
20. 金属製品	家計エネルギー種 <sup>J)</sup>	運輸部門 <sup>K)</sup>		
21. 一般機械	1. 電力	27-1. 鉄道輸送		
22. 電気機械	2. 都市ガス	27-2. 道路輸送		
23. 自動車	3. LPG	27-3. 水運		
24. その他輸送機械	4. 灯油	27-4. 航空輸送		
25. 精密機械	5. 石炭他	27-5. 倉庫他		
26. その他製造業	6. 太陽熱			
27. 運輸	7. ガソリン			
28. 通信	8. 軽油			
29. 電力				
30. ガス供給				
31. 水道				
32. 卸小売				
33. 金融保険				
34. 不動産業				
35. その他サービス				
36. 公務				

注：商品分類A),G)のうち、エネルギー種別小分類については付表3を参照。

付加価値分類C)のうち、57.労働所得の主体は、雇用者、自営業者および家族従業者として定義されている。

年齢階層分類D)は、モデルにおける世帯主年齢階層および個人年齢階層ともに共通である。

家計エネルギー用途分類F)は、第1家計消費費目分類E)の第1費目エネルギー消費支出の内訳を示している。

炭素税（Carbon Tax）については、エネルギー需要のうち燃料として投入（需要）されるもののみについて税が課される。また本モデルで定義される商品分類（付表2のCOM）におけるエネルギー分類は、詳細なエネルギー小分類（付表3）と対応しており、エネルギーを投入する需要主体（産業および家計など）に依存してエネルギー種別構成が異なることを想定している。

以上のような点から、それぞれの需要主体に対応して（エネルギー種別に固有な炭素含有量を反映して）異なる炭素税率が課されることになる。CO<sub>2</sub>排出量に対する制約を外生として、内生的に炭素税率が求められる。炭素税の産業連関表における表象形式としては、消費税と同様に最

終需要項目の控除項目として扱う。よって消費税収および炭素税収は、先に述べた関税・輸入品商品税と同様にモデルにおける国内総生産の計測においては調整されることになる。その意味で、炭素税は消費税と同様な扱いであるが、消費税が中間需要に課されないネット評価であるのに対して、炭素税は産業の費用構成に直接的な影響を与える。

付表 2：各種部門定義

産業分類	$IND = \{1, \dots, 36\}^{A)}$
商品分類	$COM = \{1, \dots, 36\}^{A)}$
非競争輸入商品分類	$NCI = \{37, 38, 39, 40\}^{G)}$
全商品分類	$XCOM = COM \cup NCI = \{1, \dots, 40\}^{A), G)}$
屑・副産物分類 (投入)	$SBI = \{41, \dots, 48\}^{H)}$
屑・副産物分類 (発生)	$SBO = \{49, \dots, 56\}^{H)}$
屑・副産物分類	$SBA = SBI \cup SBO = \{41, \dots, 56\}^{H)}$
原材料分類	$MTR = \{1, \dots, 12, 15, \dots, 28, 31, \dots, 36\}^{A)}$
二次エネルギー分類	$ENR = \{13, 14, 29, 30\}^{A)}$
燃料分類	$ENF = \{2, 13, 14, 30, 37, 38, 42, 43, 44\}^{A)}$
世帯主年齢階層分類	$AGH = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}^{D)}$
個人年齢階層分類	$AGI = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}^{D)}$
家計消費費目分類	$EXG = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}^{E)}$
家計エネ用途分類	$EUH = EXG \setminus \{1\} \cup \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}^{E)}$
家計エネ種分類	$EVH = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8\}^{J)}$
電源構成分類	$EPG = \{29-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}^{J)}$
運輸部門分類	$TRS = \{27-1, 2, 3, 4, 5\}^{K)}$

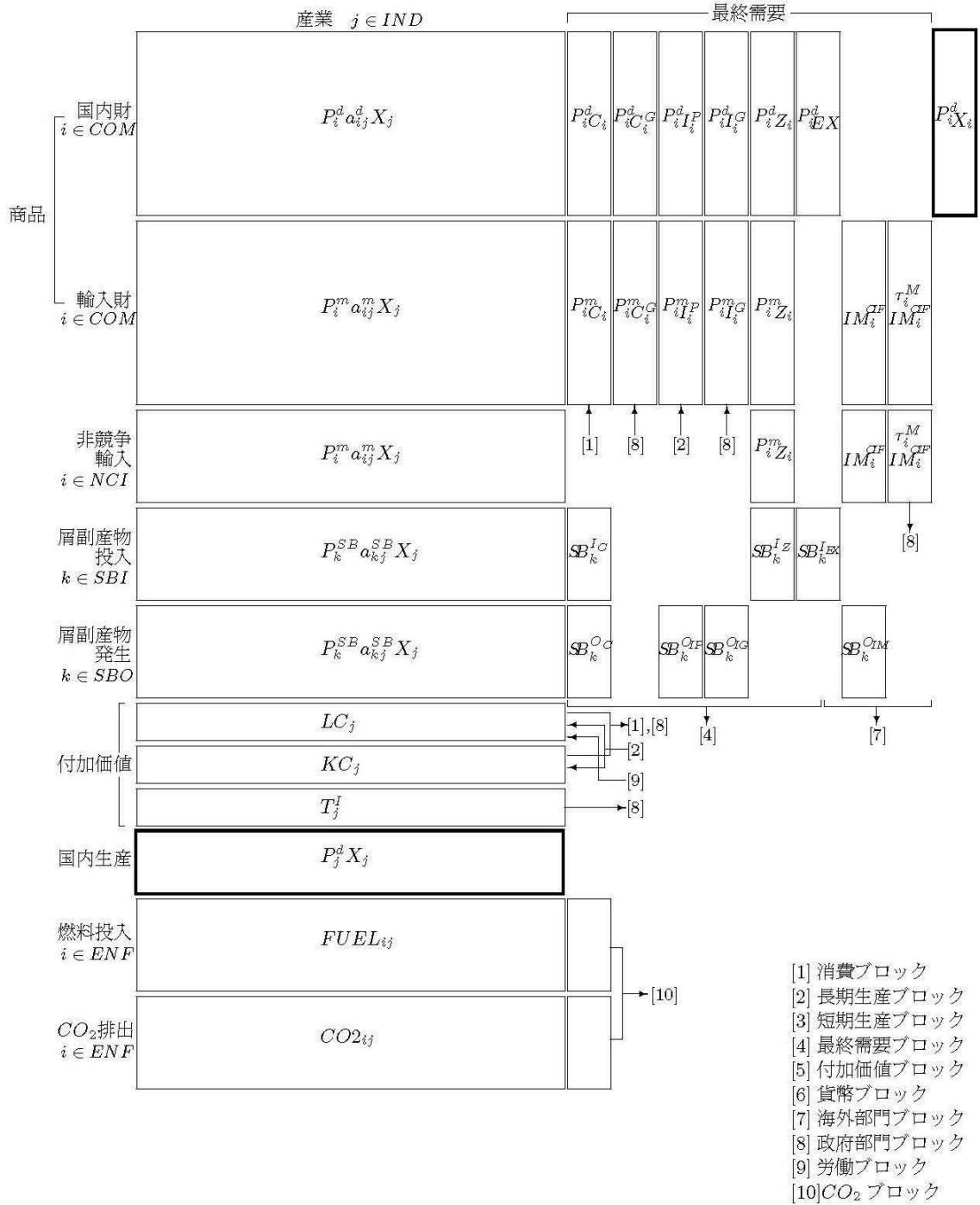
注：付表1 での各種部門別番号に対応している。

付表 3：エネルギー小分類

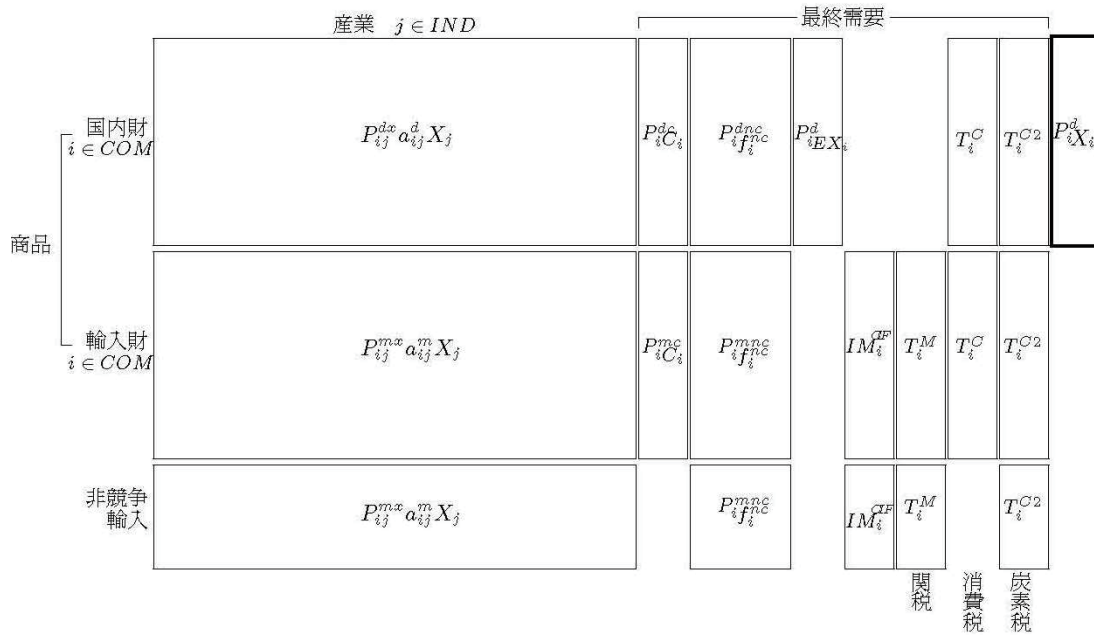
Model	seq	IO-code	エネルギー
37	1	0721-011	原油
2	2	0711-011	原料炭(国内)
	3	0711-012	原料炭(輸入)
	4	0711-013	一般炭・亜炭・無煙炭(国内)
	5	0711-014	一般炭・亜炭・無煙炭(輸入)
38	6	0731-011	天然ガス
13	7	2111-011	揮発油
	8	2111-012	ジェット燃料油
	9	2111-013	灯油
	10	2111-014	軽油
	11	2111-015	A重油
	12	2111-016	BC重油
	13	2111-017	ナフサ
	14	2111-018	液化石油ガス
	15	2111-019	その他の石油製品
14	16	2121-011	コークス
	17	2121-019	その他の石炭製品
*		2121-021	舗装材料
30	18	5121-011	都市ガス
*		5122-011	熱供給業
42	19	2111-018-4	液化石油ガス
43	20	2121-011-4	コークス
44	21	2121-019-4	高炉ガス
*		2121-019-4	炭田ガス
*		2121-019-4	コールタール他

注：モデル部門の定義上該部門にエネルギーでは無いものも含まれており、それについては\*で記述した。

付図1：多部門一般均衡モデルにおける産業連関表と各ブロックの対応  
 -消費税、炭素税賦課前の価格体系（一物一価）-



付図2：消費税、炭素税賦課後の価格体系（一物多価）



このとき、生産者としての経済主体の行動は、短期と長期の2つの局面に分けて考えることができる。短期では、各産業主体は期首の資本ストック、生産能力および雇用者数を所与として、短期的な利潤極大化行動を通じて短期供給スケジュールが導出される。ここでの短期供給スケジュールは中間原材料や賃金率に依存しており、中間財市場および労働市場を通じて他の産業部門と相互依存関係を有している。一方、長期では、短期で所与であった期首の資本ストックや生産能力、雇用係数や中間投入係数などの技術条件を決定する必要がある。われわれのモデルでは長期の需要見通しと要素相対価格および技術進歩の方向の推察をもとに、各産業主体は長期的な費用極小化行動をとることを仮定する。すなわち、各産業主体の長期費用関数はトランス・ログ型を仮定し、将来の需要規模の想定と、資本（ $K$ ）、労働（ $L$ ）、エネルギー（ $E$ ）、原材料（ $M$ ）の要素価格が各生産要素の長期的なコスト・シェアを決定すると考える。このコスト・シェアに対応して長期の $K$ 、 $L$ 、 $E$ 、 $M$ の実質投入量が決定される。当期の投資需要（フロー量）はこの最適資本ストックと期首の資本ストックに減価償却を加えたものとなっている。

つぎに、各産業部門の労働投入量は、生産者の長期費用極小行動に沿った資本ストックの最適レベルに対応して労働雇用量のレベルが決定されると考えており、それが労働市場での労働雇用水準に対応している。一方、労働供給に関しては、世帯主年齢階層別に区分された家計行動から、個人年齢階層別の労働供給が行われると想定する。そのとき、労働供給に関しては、家計別に世帯主と非世帯主を分けて労働供給を考え、世帯主の労働供給は賃金率に非感応的であるのに対し、非世帯主の労働供給は賃金率と世帯主の所得水準に感応的であると仮定する。これは労働供給に係わるダグラス・有沢の法則を家計の各世帯員に反映した考え方であり、それらが個人年齢階層別に集計されて、個人年齢階層別労働供給量が導出される。このとき、各産業部門の個人年齢別

労働需要と家計からの個人年齢別労働需要が一致するように均衡賃金率と均衡雇用者数が決定される。このように、長期費用極小化の行動によって選択された技術条件は、次期の最適資本ストック、労働雇用量、賃金率、中間原材料投入およびエネルギー投入などを決定し、1期のラグを伴って次期の短期供給行動の期首条件を与えることとなる。

以上で採用された *KLEM* 型費用関数は、過去の観察値に基づいて計測されたものであるが、外挿期間において将来の技術的实现可能性 (feasibility) が得られる産業に関しては、将来の技術導入に関して選択可能なシナリオを外生的に与えることができる柔軟性を与えている。その際には、それぞれの技術シナリオは経済モデルにおける実質投入量、雇用係数およびそれを規定する資本係数あるいは資本ストック量によって把握されている。現状のモデルでは、電力部門と公務部門を対象にこのような扱いを適応している。電力部門では、原子力発電、火力発電 (石炭、LNG、石油別)、水力・地熱発電、新エネルギー発電、自家発電などの電源構成別に将来の建設に関してシナリオを与えている。このとき、総発電量としての電力需要量総計についてはモデルで内生的に解かれるために、事後的には火力発電を中心とした設備利用率が内生的に決定されることとなる。

短期供給行動は、長期で選択された技術条件を所与として、各産業部門の利潤極大の行動から得られる供給スケジュールによって表される。短期の供給スケジュールでは、中間投入、エネルギー投入の実質投入係数、生産能力としての資本ストック量とそれに対応した雇用量が与えられており、供給量と供給価格のスケジュールが描かれることとなる。このとき、供給スケジュールは中間原材料およびエネルギーとして他部門の財・サービスが用いられていることから、それらの価格が費用に反映されることを通じて、ある部門の供給は他のすべての部門の供給と相互依存的な供給構造となっている。したがって、均衡状態ではすべての財・サービス市場が同時的に決定されることとなる。

一方、短期の財・サービス市場における需要は中間需要と最終需要からなる。後者の最終需要のうち、政府消費支出、公的総固定資本形成、在庫投資は商品別に実質値を外生的に与えている。輸出量は、商品別に国内財価格と外生で与えられる海外財価格との相対価格と外国貿易量 (外生) によって表される輸出関数を使ってその実質量が決定される。輸入については、中間財、最終財ともに商品別に輸入シェア関数を設定し、国内財、輸入材の相対価格に依存して不完全代替的に輸入シェアが決定され、すべての財市場の需給均衡の結果、輸入量が決定される。民間総固定資本形成は、既述のように次期の最適資本ストックを実現すべく、当期の産業別実質投資額が決定され、資本マトリックスを経由して投資財需要ベクトルが求められる。家計消費支出は2段階を経て決定される。第1段階では、各産業部門の労働所得および資本所得から、各種税制等を考慮し可処分所得が決定され、所得制約と各財の価格制約のもと、効用極大原理から総貯蓄、総消費が決定される。第2段階では、各財・サービスの関する選好のもとで効用極大によって費目別消費量を決定する。求められた費目別消費需要は、商品-費用コンバータを経由して商品別家計消費となる。所得および各種消費財価格は、全部門の需給均衡に至る過程で変化することから、貯



蓄、消費も、体系の均衡解として同時決定される。期首の中間投入係数を所与として、最終需要の各要素に応じて、レオンチェフ逆行列を使って、最終需要を満たす直接・間接需要量としての財・サービス別国内需要量が導出され、短期生産者行動における供給スケジュールとの対応で財・サービス市場で需給が均衡するまで、価格、数量、所得などの変数が調整されることとなる。

すべての財・サービス市場および労働市場で需給が均衡すると、マクロでの貯蓄投資バランスが達成されるとともに、一方で貨幣の需給方程式があることから、*IS-LM*の均衡から、利子率が内生的に決定される構造となっている。

われわれの一般均衡モデルでは、付表1に示されたように産業内生部門数が36部門、消費者は世帯主年齢階層別に6区分された世帯類型に基づいて構築されている。各種のパラメータの多くは1960-2004年にわたるデータベースをもとに計量経済学的に求められたものである。

以上