

平成 26 年度 環境経済の政策研究

「新たな市場メカニズムの国際比較及び二国間クレジット制度の  
排出削減効果等の分析」  
最終研究報告書

平成 27 年 3 月

早稲田大学 山形大学  
京都産業大学 高崎経済大学 獨協大学  
長崎大学 跡見学園女子大学 名古屋大学

## 目次

### I 研究計画・成果の概要等

1.	研究の背景と目的	1
2.	研究計画及び実施方法	2
3.	3年間における実施体制	7
4.	研究の実施内容 概要	8
5.	本研究の成果	12
6.	行政ニーズとの関連及び位置付け	15
7.	研究成果による環境政策への貢献	16
8.	対外発表等の実施状況	16

### II 研究の実施内容

	要約及び要約の英訳	22
1.	序論	29
2.	国際的な温暖化対策と新たなメカニズムの可能性：二国間クレジット制度を中心として	31
2.1	はじめに	31
2.2	温室効果ガス排出量の動向	32
2.3	クリーン開発メカニズム	33
2.4	二国間クレジット制度	37
2.5	セクター別クレジット・メカニズム	40
2.6	REDD プラス	45
2.7	結論	46
3.	二国間クレジット制度による経済効果・削減効果に関する分析	49
3.1	はじめに	49
3.2	分析シナリオ	50
3.3	国内産業連関表を用いた経済・雇用効果の分析	52
3.4	国際産業連関表を用いた経済・雇用効果の分析	55
3.5	GHG 削減効果の分析	59
3.6	結論	73
4.	企業レベルの温室効果ガス削減取組みの経営学的分析	75
4.1	はじめに	75
4.2	JCM 認知要因分析	76

4.3	Scope3 排出量把握行動に関する分析	89
4.4	結論	98
<b>5.</b>	<b>温室効果ガス排出削減プロジェクトを通じた国際的技術移転：クリーン開発メカニズムに関する実証分析を中心に</b>	<b>100</b>
5.1	はじめに	100
5.2	CDM の機能と技術移転	100
5.3	CDM を通じた技術移転の決定要因	102
5.4	日本が関与した CDM プロジェクトと技術移転	105
5.5	結論	115
<b>6.</b>	<b>セクター別クレジット・メカニズムの経済分析</b>	<b>117</b>
6.1	はじめに	117
6.2	ベンチマークデータ	118
6.3	モデル	119
6.4	シナリオ	124
6.5	分析結果	126
6.6	結論	131
<b>7.</b>	<b>REDDプラスに関わる不確実性の研究と制度分析</b>	<b>132</b>
7.1	はじめに	132
7.2	REDD プラスによる GHG の排出削減に対する競争力	134
7.3	REDD プラス実施に向けた各国の準備の進捗状況	137
7.4	REDD プラス事業への資金の流れ	141
7.5	REDD プラスに関するリーケージ問題	146
7.6	結論	148
<b>8.</b>	<b>結論（全体のとりまとめ）</b>	<b>150</b>
<b>III</b>	<b>添付資料（参考文献、略語表、調査票、付録）</b>	
	参考文献	付-1
	略語表	付-7
	付録1 産業連関表の細分化	付-9
	付録2 国際産業連関表の細分化	付-24
	付録3 二国間クレジット制度による副次的便益の分析	付-29
	付録4 シミュレーションのための CGE モデル構築	付-32

付録 5	バンコクでの普及機器に関する家庭調査表	付-42
付録 6	企業調査表	付-43
付録 7	企業調査結果	付-51
付録 8	質問票（印刷業・製造業）	付-71
付録 9	質問票（物流サービス業）	付-72

## I 研究計画・成果の概要等

### 1. 研究の背景と目的

地球温暖化対策として、グローバルな排出削減が求められている。中でも、限界削減費用の低い新興国や途上国での排出削減が求められている。京都議定書においては、クリーン開発メカニズム（CDM）が実施され、一定の成功を収めたが、審査登録にかかる時間、不確実性、追加性、地域間不均衡など様々な問題点がある。そのため、新しい国際的な排出量削減のメカニズムの必要性が国際的に認識され、COP19においても、新たな市場メカニズムについて、国連管理のもとで、様々な国情に応じた手法の実施に向けて検討していくことが確認されている。これと並行して、各国でも新たなメカニズムの検討が進んでいる。例えば、欧州ではセクター別クレジット・メカニズム（SCM）が提唱されている。日本でも、二国間クレジット制度（JCM）が提唱され、様々なフィージビリティスタディ（FS）が行われている。国連の交渉においては、森林保全による温室効果ガス削減の手段として REDD プラスに注目が集まっている。また、企業レベルでも、企業が生産に伴い直接排出する温室効果ガスだけではなく、より広範な排出量を補足するという Scope3 という概念が広がりつつある。近年、環境経済学や環境政策研究分野においても、Scope3 に関連するサプライチェーンを通じた排出削減の研究に注目が集まっている。しかし、これらの新メカニズムの排出削減効果は必ずしも把握されていない。また、新メカニズムの日本を含めた各国経済への影響や、技術移転も含めたイノベーションへの影響についても明らかになっていない。さらに、新メカニズムに対する企業の参加インセンティブについても明らかになっていない。

上記の新しいメカニズムの排出削減効果や経済影響を把握する分析方法を開発し、それらを定量的に分析する。まず、新メカニズムがもたらす排出削減量を明らかにする方法を開発するとともに、具体的な省エネ製品・技術を取りあげ、分析手法を開発し、排出削減効果を明らかにする。そして、二国間クレジット制度においては、どの製品における削減効果が大きいかを明らかにするとともに、どの地域における輸出の削減効果が大きいかも明らかにする。さらに、雇用を含めた日本経済にもたらす影響と日本企業によるサプライチェーンの進展を考慮した国際的な波及的影響を分析する。その際、二国間クレジット制度においては、製品を輸出する産業だけではなく、関連産業への波及効果も含めた経済効果を分析する。SCM においては、電力部門に着目し、SCM を実施する先進国と、ホスト国となる新興国・途上国経済に与える影響について明らかにする。SCM においても当該部門だけではなく、その他部門に与える影響まで含めた分析を行う。そのために必要な応用一般均衡モデルを開発する。また、新メカニズムがもたらしうる新興国・途上国への技術移転効果も含めたイノベーションへの影響についても明らかにする。その際、温室効果ガス削減だけではなく、その他の汚染物質削減がもたらす外部不経済の減少による便益も求める。さらに、新メカニズムに対する企業の参加インセンティブについても明らかにする。これらの分析を通じて、排出削減効果、経済影響の観点から、これらの新メカニズムのうち、どのようなメカニズム、またはどのような技術の二国間クレジット制度が望ましいかを検証する。

## 2. 研究計画及び実施方法

本プロジェクトは下記のように実施していく。各分担別の研究の他、全体会合を定期的に行い、それぞれの研究成果を共有して、有機的に研究を進めていく。成果については、研究代表者を中心として構築してきたネットワークを通じて、国際的に公表していく。以下に、各研究項目の研究手法を示す。

なお、全項目を通じて、研究成果を適宜、国内・国際学会、国内外の大学、研究会、ワークショップ、及びシンポジウムを通じて報告する。また、国際機関等で報告し、国際的な普及を行う。さらに、ハワイ大学の Nori Tarui 准教授に協力を頂きながら、国際的な成果普及や温暖化国際交渉における二国間クレジット制度の意義について検討も加える。

実施した個別の研究項目は、以下のようになっている。

### 研究項目

- (1) 二国間クレジット制度の経済効果分析 【第Ⅱ部 第3章】
- (2) 二国間クレジット制度の温室効果ガス削減効果分析 【第Ⅱ部 第3章】
- (3) SCM 等新メカニズムの CGE モデルシミュレーション 【第Ⅱ部 第6章】
- (4) シミュレーションのための CGE モデル構築 【第Ⅱ部 第6章】
- (5) REDD プラスに関わる不確実性の研究と制度分析 【第Ⅱ部 第7章】
- (6) 新メカニズムの技術移転効果に関する研究 【第Ⅱ部 第5章】
- (7) 企業レベルの温室効果ガス削減取組みの経営学的分析 【第Ⅱ部 第4章】
- (8) 新たな市場メカニズムの制度研究及び比較研究 【第Ⅱ部 第2章】

### 研究項目ごとの実施方法

- (1) 二国間クレジット制度の経済効果分析【第Ⅱ部 第3章】

省エネ製品・技術の移転やパッケージ化されたインフラの移転を行う二国間クレジット制度では、優れた環境技術の普及を行うことにより、先進国における温室効果ガス排出削減への貢献とホスト国における環境改善が期待される。同時に、技術・インフラ輸出による雇用や経済効果も期待される。そこで、本研究では、パイロットプロジェクトとして実施されている事業から代表的な製品・技術を取り上げ、二国間クレジット制度の導入による経済効果を定量的に明らかにする。手法としては国内産業連関表と国際産業連関表を利用した分析を行う。その際、通常の産業連関分析にはない環境財部門を作成し分析を行う。初めに、製品等が輸出されることにより、輸出産業がどの程度影響を受けるかを明らかにする。次に、産業間の相互作用によって発生する経済波及効果お

よび雇用面まで含めた分析を、産業連関分析の手法を用いて行う。また、対象地域による影響の違いも含めて検討を行う。

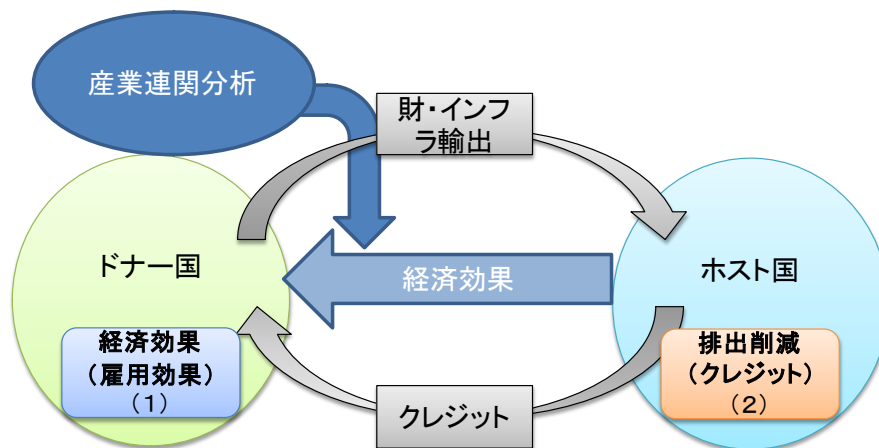


図 1.1 二国間クレジット制度の経済・雇用効果

## (2) 二国間クレジット制度の温室効果ガス削減効果分析【第Ⅱ部 第3章】

一般的に、日本の省エネ技術は途上国と比較して優れていると言われている。そのため、二国間クレジット制度の下では、日本が技術(あるいは省エネ製品)の輸出を行うことで、クレジットを獲得することが可能となる。しかし、途上国で普及している技術は国によって異なるため、ある技術を輸出する際に獲得できるクレジットは一律ではない。そのため、この制度によって、日本が獲得可能なクレジット量を把握・予測するためには、各途上国で普及している技術水準を明確にするとともに、日本の技術水準との比較を行っていくことが必要となる。そこで、本研究では既にパイロットプロジェクトとして実施されている案件の中から、いくつかの技術を取り上げ、二国間クレジット制度が導入された場合、それらの技術輸出による削減可能量を予測する。

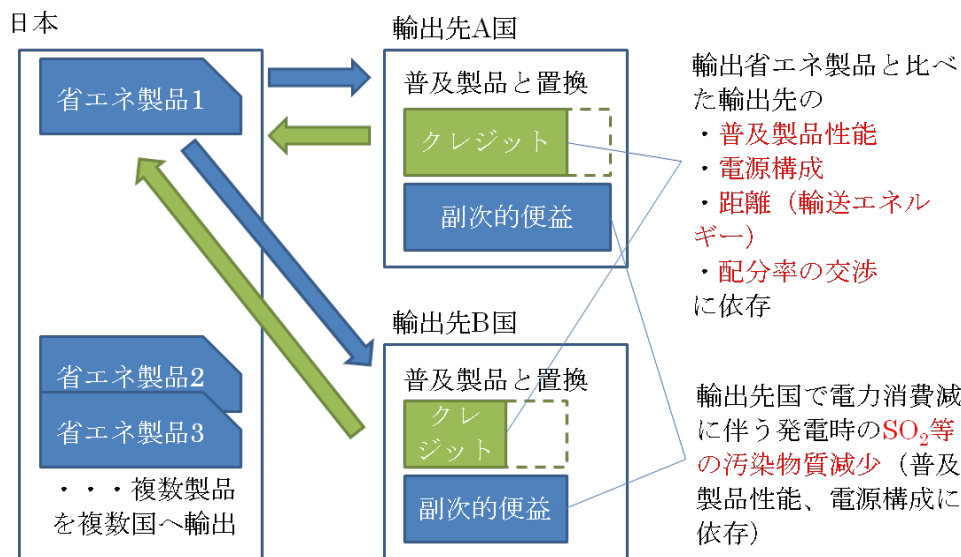


図 1.2 二国間クレジット制度の温室効果ガス削減効果分析

(3) SCM等新メカニズムのCGEモデルシミュレーション【第II部 第6章】

応用一般均衡 (CGE) モデルを用いて、セクター別クレジット・メカニズム (SCM) の効果を分析する。我々は既に、GTAP データに基づいた動的な多地域・多部門 CGE モデルを構築し、国際間の排出量取引や CDM の分析を行ってきた (有村・武田, 2012)。まずはその分析で用いたモデル、データを利用し SCM の効果を分析する。日本が海外との間で SCM を導入することで、日本の CO<sub>2</sub> 排出量、GDP、所得、各部門の生産等がどのような影響を受けることになるのかを、シミュレーションによって定量的に明らかにする。

さらに既存のモデル、データを修正、拡張した分析を行う。既存のモデル、データは GTAP データを基にしていることもあり問題がある。第 1 に、発電部門が火力、水力、原子力等に分割されておらず、1 つに統合されてしまっている。第 2 に、再生可能エネルギーが考慮されていない。そこでモデルとデータの拡張として、2 つのことが必要である。第 1 には、発電部門を分割し、火力、水力、原子力等、電源構成をより詳細に捉えられるようにすることである。第 2 には、再生可能エネルギーによる発電を導入するという作業を行うことである (この点については、名古屋大学におけるモデル修正と連携)。また、この作業に伴い、ベンチマークデータを 2004 年を基準年とする GTAP7 データから 2007 年を基準年とする GTAP8 データにアップデートする。この改良したモデル、データを用いて、SCM の分析をする。



(4) シミュレーションのための CGE モデル構築【第Ⅱ部 第6章】

電力部門を対象とした SCM を応用一般均衡 (CGE) モデルにより詳細に分析するため、GTAP データの電力部門を発電技術 (石炭火力、ガス火力、石油火力、原子力、水力、太陽光、風力、その他の再生可能エネルギー) に分割する。地域で既に商業化されている発電技術については IEA データから電源構成を求め、それに応じ分割する。ただし、地域の発電技術のキャパシティに応じた供給上限を設定する。地域でまだ商業化されていない新発電技術については、その発電コストの電力市場価格に対する比 (マークアップファクター) を設定し、技術進歩や CO<sub>2</sub> 排出規制策によりマークアップファクターが 1 以下となった場合、内生的に電力供給を開始するモデルを構築する。新発電技術については発電ポテンシャルに応じた供給上限と外生的技術進歩を設定する。さらに完成したモデルについて、過去に生じたエネルギーに関する経済的ショック影響の再現を通し、モデルの妥当性を検証する。

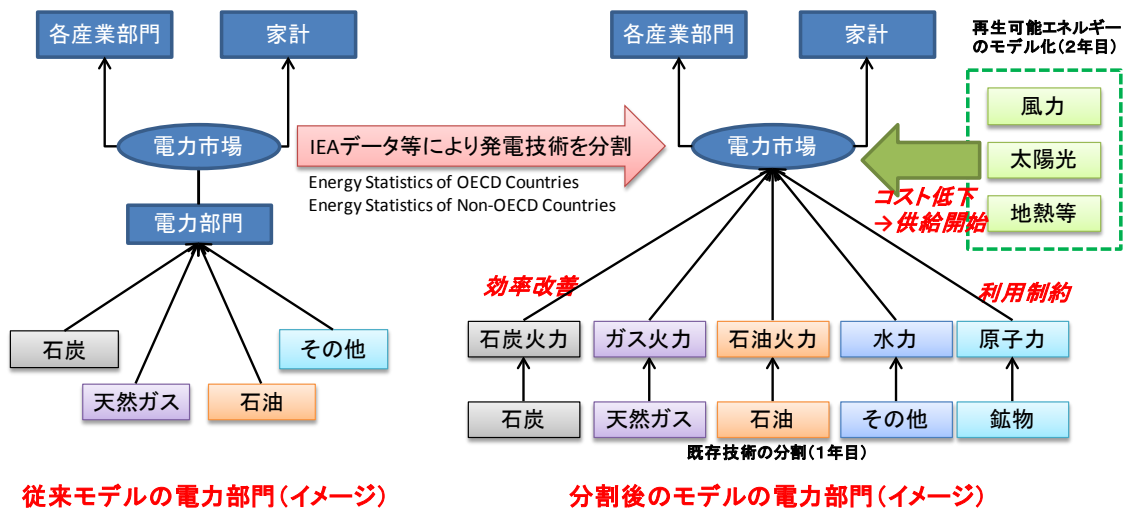


図 1.3 シミュレーションのための CGE モデル構築

(5) REDD プラスに関わる不確実性の研究と制度分析【第Ⅱ部 第7章】

森林減少・劣化は、世界全体の人間の経済活動による温室効果ガス排出量の約 2 割を占める。REDD プラスは、温室効果ガス排出量の減少と吸収源の増加の両方を同時に達成するため、温室効果ガスの削減に大きな効果が期待できる。さらに排出量削減によって得られたクレジットは、REDD プラス事業の出資国へ供与される。それゆえ、出資国は温室効果ガスを効率的に削減することができる。しかしながら、現在想定されているフェーズド・アプローチでは、最終フェーズに REDD プラス事業によるクレジットが発生する。また現地コミュニティの森林管理能力を向上して森林の持続的な管理を実現するためには、キャパシティ・ビルディングが必要となる。長期に渡る REDD プラス事業には多くの不確実性と費用が伴うため、企業の事業参加意欲が減退する可能性がある。

そこで本項目では、第1にREDD プラスに事業に関わる不確実性の精査を行う。第2に、REDD プラス事業に関わる不確実性が、企業のREDD プラス事業参加インセンティブにどのように影響するかを理論的に分析する。第3に、企業のREDD プラス事業参加インセンティブを促進する制度整備の検討を行う。

#### (6) 新メカニズムの技術移転効果に関する研究【第Ⅱ部 第5章】

開発された技術がもたらす便益を顕在化させるには、技術普及というプロセスが不可欠である。気候変動緩和技術に関してこのプロセスを国際的に展開し途上国への技術移転を進めることで、大きな排出削減効果が得られると期待される。こうしたことから、気候変動緩和技術の途上国への移転を目的とした仕組みの重要性が指摘されている。この技術移転分析では、まず、既存の技術移転の仕組みやCDM プロジェクトなどを通じた途上国への技術移転の状況に関して基礎的な情報を収集する。ここで得られた情報やデータから、途上国への気候変動緩和技術の移転に不可欠な諸条件などを導出する。この過程では、事例分析や定性的分析に加え、入手データの状況からみて可能であれば定量的分析も行う。以上の分析の結果を踏まえ、技術移転を促進するために二国間クレジット制度が備えておくべき要件を明らかにする。

#### (7) 企業レベルの温室効果ガス削減取組みの経営学的分析【第Ⅱ部 第4章】

温室効果ガス排出削減目標達成には、国家レベルでの取組みとともに、各企業レベルでの排出削減も不可欠である。そのため、JCMに企業が参加するインセンティブや、必要な政策的支援について検討する。さらに、近年Scope3と呼ばれる間接的な排出量の把握について関心が高まっているが、依然として一部の環境取組みに積極的な企業によって行われているのみである。今後、国全体での温室効果ガス排出削減目標を達成するためには、それらの企業のみならず、より多くの企業が自らの温室効果ガス排出量について、自社やグループ企業という範囲を超えて、サプライヤーや輸送事業者などといった製品・サービスに関わるサプライチェーン全体で排出量を把握し管理する必要がある。本項目では、まず先進的な取組みを行っている企業の事例について調査した上で、Scope3における排出量把握において、どのような問題が存在するのかという点について明らかにする。またそのような排出量把握を促進する要因について、質的・量的なアプローチから分析を行う。

#### (8) 新たな市場メカニズムの制度研究及び比較研究【第Ⅱ部 第2章】

本項目では、新メカニズムの制度研究を行う。初めに、文献等により二国間クレジット制度、セクター別クレジット・メカニズムの情報収集を行う。必要に応じて聞き取り調査を行う。

また、二国間クレジット制度、SCM、その他新メカニズムは、インセンティブがなければ企業の参加が見込めない。そこで、これまで研究チームが行ってきた企業サーベイ（有村・武田、2012）なども活用しながら、各メカニズムにおける企業参加のインセンティブについて実証研究を行う。次に、新たに企業サーベイを実施し、二国間クレジット制度を初めとする新たなメカニズムへの関心などについて調査を行う。さらに、経済分析や排出削減効果分析も踏まえつつ、新たなメカニズムへの参加インセンティブを増加させるための検討を行う。

また、各分担者の研究成果を踏まえて、削減効果、経済効果、企業のインセンティブに着目しながら各種メカニズムの比較分析を行う。それらを踏まえて、国際的に受け入れ可能な二国間クレジット制度に関する提言を行っていく。さらに、各種制度のリンクの可能性についても検討を行う。

### 3. 3年間における実施体制

- (1) 二国間クレジット制度の経済効果分析  
有村俊秀（早稲田大学・政治経済学術院・教授）  
杉野誠（山形大学・人文学部・准教授）
- (2) 二国間クレジット制度の温室効果ガス削減効果分析  
岩田和之（高崎経済大学・地域政策学部・准教授）
- (3) SCM等新メカニズムのCGEモデルシミュレーション  
武田史郎（京都産業大学・経済学部・教授）
- (4) シミュレーションのためのCGEモデル構築  
山崎雅人（名古屋大学・減災連携研究センター・助教）
- (5) REDDプラスに関わる不確実性の研究と制度分析  
堀江哲也（長崎大学・環境科学部・准教授）
- (6) 新メカニズムの技術移転効果に関する研究  
浜本光紹（獨協大学・経済学部・教授）
- (7) 企業レベルの温室効果ガス削減取組みの経営学的分析  
井口衡（跡見学園女子大学・マネジメント学部・助教）

- (8) 新たな市場メカニズムの制度研究及び比較研究  
 有村俊秀（早稲田大学・政治経済学術院・教授）  
 片山東（早稲田大学・商学学術院・准教授）

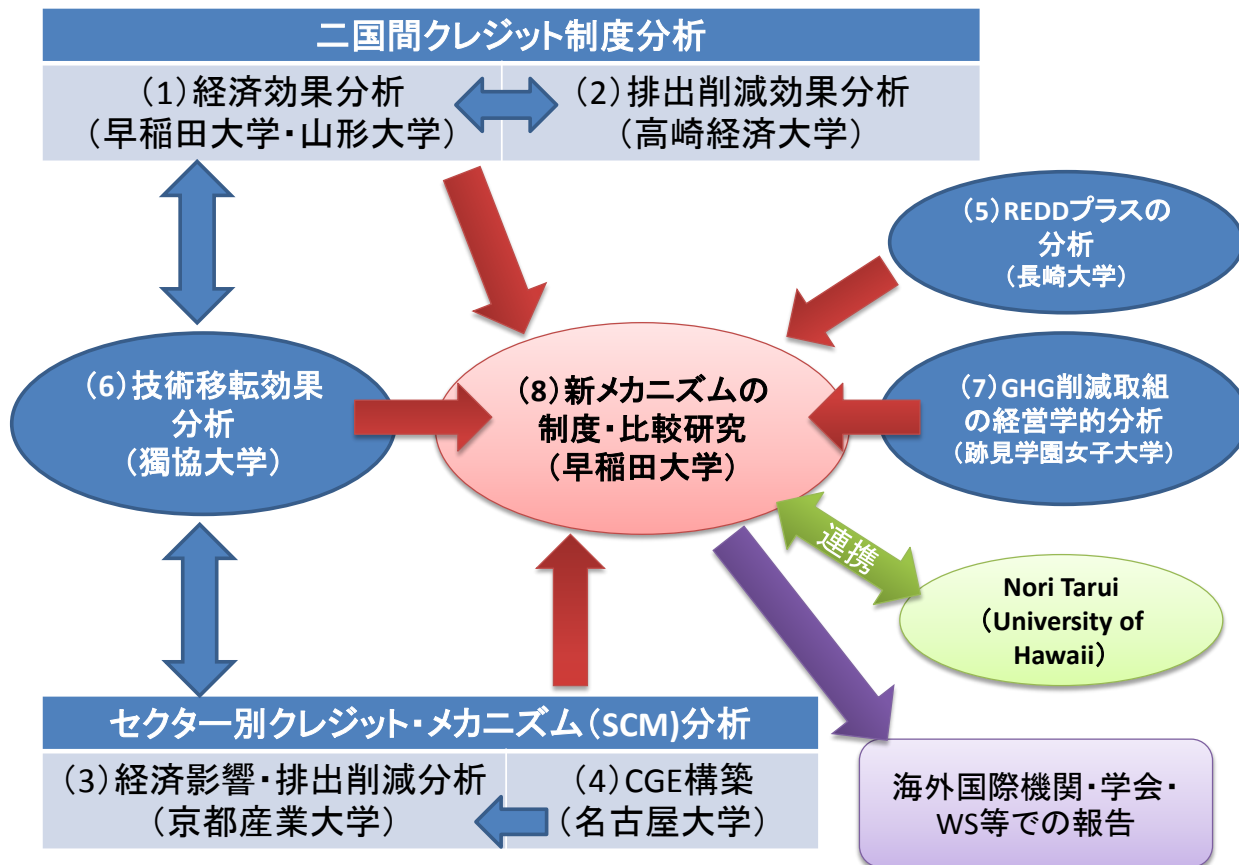


図 2.1 研究機関と研究項目の関連性

#### 4. 研究の実施内容（概要）

##### (1) 二国間クレジット制度の経済効果分析【第Ⅱ部 第3章】

24年度は、二国間クレジット制度による経済効果や雇用効果を分析するフレームワークを検討した。そして、対象となる国・地域を特定しながら、必要なデータを収集し、モデル構築の準備を行った。2005年国内産業連関表及び2000年国際産業連関表のデータを用いて、基礎モデルの構築を行い、家電製品や工業炉等で二国間クレジット制度を実施した場合の経済波及効果について分析を行った。

25年度は、2010年国内産業連関表（延長表）と2005年国内産業連関表をもとに、ハイブリッド自動車部門と太陽光パネル部門の2部門を新設し、新しい産業連関モデルを構築した（データの細分化）。また、細分化した産業連関表を用いて、二国間クレジット制度による経済・雇用効果分析を行った。分析シナリオは、二国間クレジット制度によって100億円の追加的な輸出があったと仮定して、工業炉、ボイラ、照明器具、蓄電池、エアコン、冷蔵庫・洗濯機、ハイブリッド自動車、太陽光パネル、鉄道車両の9品目を取り扱った。

26年度も、既存の産業連関表では扱われていない環境財・技術を分析するため、国内産業連関表のデータを細分化した。特に、再生可能エネルギー技術のうち、風力発電装置と地熱発電装置について細分化を行った。後者については、フィールド調査を行いながら対象技術を特定した。

また、日本企業のサプライチェーンの国際化に着目した分析も行った。特に、アジア圏を中心に国際的な波及効果をもたらされる可能性があるため、2005年国際産業連関を用いた二国間クレジット制度の経済波及効果も分析した。ここでも、国内産業連関表と同様に、既存の国際産業連関表では扱われていない環境財・技術（ハイブリッド自動車、太陽光パネル、風力発電装置、地熱発電装置）の細分化を行い、分析を行った。

分析結果は、国内外の学会・ワークショップ等での発表を通じて普及・改善に努めた。

## （2） 二国間クレジット制度の温室効果ガス削減効果分析【第Ⅱ部 第3章】

JCMにより、12カ国へ8品目の省エネ品目が100億円分輸出された場合のGHG削減量を試算した。品目としては、工業炉、冷蔵庫、洗濯機、照明機器、エアコン、自動車、太陽光パネル、地熱発電装置の試算を行った。国としては、ベトナム、タイ、フィリピン、インドネシア、インド、バングラディシュ、モンゴル、スリランカ、メキシコ、コロンビア、マレーシア、コスタリカを対象とした。また、途上国での家電製品のエネルギー性能をより正確に明らかにするため、タイで家計の調査を行った。

## （3） SCM等新メカニズムのCGEモデルシミュレーション【第Ⅱ部 第6章】

本項目では、（4）で開発した応用一般均衡（CGE）モデルを用いて、日本へのセクター別クレジット・メカニズム（SCM）適用の分析を行った。具体的には、日本のエネルギー集約部門（鉄鋼部門、化学部門、電力部門等）が中国、アジア諸国との間でSCMを導入するケースをシミュレーションでとりあげ、日本が独力でCO<sub>2</sub>排出量を削減するケースと比較を行った。分析ではIEAのシナリオに沿うようにBAUを設定し、2030年までの削減を想定している。また、分析ではSCMの際に日本から相手国に技術移転が生じる効果も考慮している。技術移転の効果を考慮しているため、クレジット取得側の日本だけではなく、クレジット供給側の国に対する影響をより広く捉えることが可能になった。

#### (4) シミュレーションのための CGE モデル構築【第Ⅱ部 第6章】

GTAP データに基づく CGE モデルの電力部門を詳細化し、電力部門を詳細化したセクター別クレジットメカニズム (SCM) の分析に適した CGE モデルを開発した。これまでの GTAP データでは、電力部門は1つの部門に集約されていた。そのため、原油や石炭、天然ガスが原子力発電や水力発電も含む1つの電力部門に投入されるというデータになっていた。このため既存の GTAP データに基づく CGE モデルでは、電力部門を1つの生産部門として扱わざるを得ない。しかし、電力部門は主要な CO<sub>2</sub> 排出主体であり、また発電技術によって単位発電量当たりの CO<sub>2</sub> 排出量が大きく異なる。また、電力部門は鉄鋼等と並び重要な SCM の対象部門である。以上の理由より、SCM の効果を CGE モデルで分析するためには、電力部門が詳細化されている事が望ましい。そこで IEA のデータ等を利用しながら、GTAP データに基づく CGE モデルの電力部門を詳細化した。火力、水力、原子力等の発電方法を詳細に扱うことに加え、特に再生可能エネルギー発電を技術別 (太陽光、地熱、風力、バイオマス) に分割した CGE モデルを開発した。モデルでは火力発電および再生可能エネルギーの発電量は可変的となっている。また、米国のシェールガス革命など、国際的なエネルギー市場の動向も反映できるようにモデルに改良を加えた。

#### (5) REDD プラスに関わる不確実性の研究と制度分析【第Ⅱ部 第7章】

温室効果ガス削減としての森林保全を促す国際的枠組みである、REDD プラスの利点及び課題について、既存研究のレビューを通じた考察を行った。次に、REDD プラス事業が実際に二国間クレジット制度の枠組みの中で、安定的に行われるようになるための要素と出資国の関心について、(i) ホスト国の経験の蓄積、(ii) 制度の整備の進捗、(iii) 国際的な資金の集中度の3点から検討をした。

#### (6) 新メカニズムの技術移転効果に関する研究【第Ⅱ部 第5章】

温室効果ガス排出削減プロジェクトを通じた気候変動緩和技術の移転に関する研究動向を把握するために、技術移転の観点からクリーン開発メカニズム (CDM) の機能や成果に関して検討を加えた研究のレビューを行った。さらに、二国間クレジット制度等の新メカニズム実施において、どのような途上国において気候変動緩和技術 (CCMT) 移転のニーズがあるかを把握することを目的として分析を行った。具体的には、CDM に関する資料やデータを用いながら、日本が関与した CDM プロジェクトにおける技術移転の決定要因について計量分析を行い、途上国の発展段階と技術移転の頻度にどのような関係があるかを検討した。この分析結果を、JCM 分析における技術移転の側面に配慮しながら考察した。また、JCM において技術移転が促進されるための制度設計について検討した。その際、発展段階を考慮したホスト国の分類 (クラスター分析) を実施した。

#### (7) 企業レベルの温室効果ガス削減取組みの経営学的分析【第Ⅱ部 第4章】

24年度は、先進的な環境取組みを行っている企業や、JCMのパイロット事業に参加している企業に対して、インタビュー調査・プレテストを行った。それらをもとに、国内上場企業に対して、サーベイ調査を行った。回答結果をもとに、国内上場企業のサプライチェーンにおけるGHG排出量把握(Scope3)の動向を明らかにし、二国間クレジット制度への参加インセンティブ、および同制度の実施に向けた課題を整理した。さらに、25年度は、サーベイ調査結果を用いて、どのような業種・企業規模において、二国間クレジット制度の認知度が高いのかという点について明らかにした。また、日本企業が、Scope3排出量把握をどのように位置づけているのか、そして具体的にどのような形で実施しているのかという点を、インタビュー調査を通じて明らかにした。

26年度は、途上国での削減ポテンシャルの把握につながる可能性のある企業のScope3排出量把握行動のインセンティブについて実証分析を行った。具体的には、25年度のインタビュー調査において指摘された点を考慮したうえで、24年度に実施したサーベイ調査のデータを用いて、「実際に情報開示要求の連鎖は存在するのか」、「どのような企業においてそれらの連鎖が機能するのか」という点について計量モデルを構築し、実証分析を行った。

#### (8) 新たな市場メカニズムの制度研究及び比較研究【第Ⅱ部 第2章】

二国間クレジット(JCM)に関する企業サーベイにより、JCMの認知度やフィージビリティスタディ(FS)への参加状況について調査した。調査に基づき、JCM参加へのインセンティブの研究を行った。その結果、JCMにおいても国連のUNFCCCなど国際的な枠組みでの位置づけが重要であることが示唆された。また、国内企業のJCM参加のインセンティブに向けた課題を整理した。

25年度は、ヒアリングや文献調査を通じて、JCMとセクター別メカニズム提案、REDDプラス、CDMと比較しながら各種制度の枠組みを整理した。特に、ガバナンス、削減単位、プロジェクト内容、クレジットの発行可能性及び市場取引可能性の観点から比較を試みた。

26年度は、文献等によりJCM、SCMの情報収集を行った。必要に応じて、学会や行政担当者訪問等を通じて聞き取り調査を行った。さらに、25年度に引き続き、JCMとSCM提案、REDDプラス等について、CDMと比較しながら各種制度の枠組みを整理した。26年度は各研究分担班の成果を踏まえて、削減効果や経済効果、技術移転に注目しながら各種制度の比較を試みた。

## 5. 本研究の成果

### (1) 二国間クレジット制度の経済効果分析【第Ⅱ部 第3章】

二国間クレジット制度を実施した場合の経済波及効果について分析を行った。まず、国内産業連関表を用いた分析では、ハイブリット自動車、鉄道車両、風力発電装置の順で、経済波及効果が大きいことが示された。さらに、雇用効果については、照明機器、工業炉、ハイブリット自動車の順で大きいことが示された。一方、経済波及効果と雇用効果が最も小さい品目は太陽光パネルとなった。経済効果は大きく、100億円のプロジェクト実施の場合に、ハイブリッド自動車においては300億円以上、その他製品でも200億円以上の生産誘発効果が期待されることが確認された。

次に、国際産業連関表を用いた二国間クレジット制度による国際的波及効果を分析した結果では、ハイブリット自動車、風力発電装置、地熱発電装置の順で、経済効果が大きいことが示された。さらに、雇用効果では、照明機器、蓄電池、ハイブリット自動車の順で大きいことが示された。また、インドネシア、マレーシア、タイを中心に、ホスト国にも一定の経済効果がもたらされることが示された。

### (2) 二国間クレジット制度の温室効果ガス削減効果分析【第Ⅱ部 第3章】

JCMにより、12カ国（ベトナム、タイ、フィリピン、インドネシア、インド、バングラディシュ、モンゴル、スリランカ、メキシコ、コロンビア、マレーシア、コスタリカ）へ8品目（工業炉、冷蔵庫、洗濯機、照明機器、エアコン、自動車、太陽光パネル、地熱発電装置）の省エネ品目が100億円分輸出された場合のGHG削減量を試算した。分析の結果、工業炉の削減量が大きいこと、残りの7品目間では、照明機器が最も効果が高く、次に効果が高い品目は太陽光パネルとなった。また、削減量のばらつきも大きく、品目間で最大32倍の差（ただし、工業炉は除く）があることが分かった。国間でも最大26倍の差（ただし、工業炉は除く）があり、コスタリカでの削減量が小さく、モンゴルでの削減量が高い。国別の削減効果では、モンゴル、インド、マレーシア、インドネシアの順となっている。GHG削減を目的とするのであれば、上記の品目・国への輸出が有効であると言える。

### (3) SCM等新メカニズムのCGEモデルシミュレーション【第Ⅱ部 第6章】

応用一般均衡（CGE）モデルを、セクター別クレジット・メカニズム（SCM）が分析できるように拡張し、日本のSCMを実施した場合の分析を行った。拡張を加えたモデルを利用して、日本と中国、アジア諸国とのSCMの分析をおこなった。分析結果は以下のようにまとめられる。



まず、マクロ的には日本はSCMに参加することで利益を得ることがわかった。SCMに参加した場合の方が、参加しないときよりも排出規制によるGDP、所得の減少額が縮小している。これはSCMのクレジット取得により日本独力で削減量が減少するという理由が大きい。

第2に、個々のエネルギー集約部門の観点からもSCMの導入は日本にとって望ましい可能性が高いという考察を得た。特に、SCMの対象部門はSCMを行わない場合と比較し、大幅に負担が減少する結果が得られた。

また、SCMの受け入れ国側についても、SCMに参加することで、それほど大きくはないが利益を得る可能性が高いという結果が出た。SCMの受け入れ国はCO<sub>2</sub>削減を受け入れることになるため、GDP（生産）という面ではSCMに参加することで若干悪化するケースも生じたが、所得という観点からはほぼ全てのケースでSCMに参加することが望ましいという結果となった。

#### (4) シミュレーションのためのCGEモデル構築【第Ⅱ部 第6章】

GTAPデータに基づくCGEモデルの電力部門を詳細化し、電力部門を詳細化したセクター別クレジットメカニズム(SCM)の分析に適したCGEモデルを開発した。これまでのGTAPデータでは、電力部門は1つの部門に集約されていた。そのため、原油や石炭、天然ガスが原子力発電や水力発電も含む1つの電力部門に投入されるというデータになっていた。このため既存のGTAPデータに基づくCGEモデルでは、電力部門を1つの生産部門として扱わざるを得ない。しかし、電力部門は主要なCO<sub>2</sub>排出主体であり、また発電技術によって単位発電量当たりのCO<sub>2</sub>排出量が大きく異なる。また、SCMの対象部門として電力部門は鉄鋼等と並び重要な部門である。以上の理由より、SCMの効果をCGEモデルで分析するためには、電力部門が詳細化されている事が望ましい。そこでIEAのデータ等を利用しながら、GTAPデータに基づくCGEモデルの電力部門を詳細化した。これにより、初年度には、既存発電技術の細分化し、火力発電はミドル・ピーク電源として、原子力・水力は出力一定のベース電源としてモデル化することに成功し、各国の電源構成をモデルに反映することができるようになった。25年度には、再生可能エネルギー発電を技術別(太陽光、地熱、風力、バイオマス)に細分化し、再生可能エネルギーは民間投資により拡大することを再現できるようになった。26年度には、中国等の原子力発電政策やシェールガス増産等、世界のエネルギー政策の動向をモデルに反映させ、モデルの現実性を向上させることに成功した。

#### (5) REDDプラスに関わる不確実性の研究と制度分析【第Ⅱ部 第7章】

既存研究のレビューを通して考察を行い、REDDプラスは、少なくともEU-ETSと同程度の価格のクレジットを提供できることが示唆された。しかし、資金の提供とクレジットの配分のタイミングが生む不確実性が、出資国と途上国のREDDプラスへの参加に影響を与える可能性が示唆された。また、先行研究ではREDDプラスの削減量

が大きいことや費用の低い可能性が指摘されていると同時に、モニタリングの不確実性が大きいことも確認された。

さらに、二国間クレジット制度の枠組みの中で、REDD プラスが安定的に行われるようになるための要素と出資国の関心について、(i) ホスト国の経験の蓄積、(ii) 制度の整備の進捗、(iii) 国際的な資金の集中度の3点から検討をした。(i) については、REDD プラスのパイロット事業は、植林・再植林 CDM と比べて、森林政策が既に実施されている国(つまり森林政策の経験の蓄積がすでにある国)においてより展開されていることが分かった。(ii) において REDD プラス制度の整備進捗度は、①メキシコ・ベトナム、②ペルー、③マダガスカル・インドネシア、④ラオス・ブラジルの順である。(iii) において資金は、主にキャパシティ・ビルディング、モニタリング技術の開発、REDD プラスの戦略やその他の政策の用意及び環境的便益の算定に集中し、参照レベルとシナリオの構築への資金投入は少ないことが分かった。また、資金が集中している地域は、土地あたり炭素固定量が多いだけでなく、安定的な(不確実性が少ない)事業が可能な地域であることが分かった。

#### (6) 新メカニズムの技術移転効果に関する研究【第Ⅱ部 第5章】

日本が関与したクリーン開発メカニズム(CDM)プロジェクトにおける技術移転の決定要因について計量的手法を用いて分析した結果、①特許ストックは技術移転の確率に対してネガティブな影響を与えている、②人間開発指数(HDI)が高いほど技術移転の確率が高まる、③ODAの対GNI比率が高いほど技術移転が行われる傾向が強い、というものであった。さらに、これら3つの変数の集約化(主成分分析)及び発展段階を考慮したホスト国の分類(クラスター分析)を実施した結果、次のことが示唆された。

ODAへの依存度が高い段階にある途上国は設備と知識を組み合わせた技術移転を必要としていることや、人的資源の能力水準の向上が先進国による教育・訓練を伴わない形での気候変動緩和関連設備の移転を促進しようという示唆が得られた。

援助に依存する途上国に対しては、関連設備の移転だけでなく、教育・訓練を通じた知識やノウハウの移転を併せたプロジェクトを設計する必要がある。一方で、人的資源の能力が高い水準に達しながら、自ら技術知識を生み出す能力は十分に備わっていない途上国の場合は、設備の移転のみでも対応可能な人材が豊富であることから、知識の移転を併せる必要性は高くないといえる。

二国間クレジット制度において効果的に技術移転を進めるためには、途上国の発展段階に応じて以上のような配慮を行う必要があると考えられる。

#### (7) 企業レベルの温室効果ガス削減取組みの経営学的分析【第Ⅱ部 第4章】

先進的な環境取組みを行っている企業や、二国間クレジット制度のパイロット事業に参加している企業に対するインタビュー調査からは、Scope3を通じて排出量を把握しようという企業は、自らのサプライチェーン全体を自社で把握するという方法よりも、サプライヤー間の情報開示要求の連鎖を通じて把握するという方法を選択している可能性が示された。また、サーベイ調査からは、二国間クレジット制度に関して、多くの企業で日本政府からの公的な支援や国際的な枠組みとの連携を重要視しているという点や、フィージビリティ・スタディー（FS）参加に至らなかった企業は二国間クレジット制度についての情報を必要としていることが明らかになった。

サーベイ調査から得られたデータをもとに行ったJCMの認知要因に関する実証分析では、輸出企業であるほど、そして企業規模が大きい企業や環境取組みに積極的である企業ほど二国間クレジット制度について認知が行われている可能性が示された。このことは二国間クレジット制度の認知状況に偏りがあることを示している。また、同様にサーベイ調査のデータを用いたScope3排出量把握行動のインセンティブに関する実証分析からは、ステークホルダーからの要求を受けている企業ほど、顧客からの情報開示要求がScope3把握カテゴリ数に強く影響を与えることが明らかになった。この点はグローバル化する企業のサプライチェーンにおけるGHG排出量把握を進めていく上で、企業間での情報開示要求やステークホルダーからの圧力が重要性をもつことを示している。

#### (8) 新たな市場メカニズムの制度研究及び比較研究【第Ⅱ部 第2章】

経済分析から、二国間クレジット制度による日本国内への経済・雇用効果とアジア圏を中心とする国際的な波及効果があることが示唆された。一方、日本企業でのヒアリングやサーベイを通じて、二国間クレジット制度への企業のより多くの参加が見込めるかどうかは、二国間クレジット制度が欧州を中心とした国際コミュニティーにおける受容の進展に依存することも示唆された。セクター別クレジット・メカニズムについては、導入されれば先進国におけるメリットはあるが、途上国側に参加インセンティブがあるかどうかは課題である。REDDプラスについては、大きな削減量が安価で見込めることが示唆されたが、その削減の品質に課題があることも示唆された。

### 6. 行政ニーズとの関連及び位置付け

二国間クレジット制度のプロジェクト（補助事業）選定並びに、実行可能性調査の対象プロジェクト選定においては、どの技術あるいは製品の削減効果が高いのかが重要な指標である。また、どの地域・国において削減効果が高いのかも重要である。同時に、実施に際しては日本国内および相手国において雇用効果や経済効果が大き

い方が望ましい。本研究はこのような視点からの分析を行うことによって、どの地域・国を対象に、どの製品・技術を二国間クレジット制度として実施することが望ましいかを明らかに出来ると期待できる。また、合同委員会において経済効果等を示すことができれば、二国間クレジット制度実施の促進に資すると期待される。

また、本研究により、より多くの日本企業が二国間クレジット制度へ参加するためには、どのような政策的支援が必要なのかが明らかになると期待される。

## 7. 研究成果による環境政策への貢献

二国間クレジット制度についての分析結果を担当部局と議論することで、実現可能性調査のプロジェクト選定の基礎資料となった。また環境省、関連省庁並びに関係各機関に成果をインプットし、二国間クレジット制度の有効性や意義の理解促進に努めた。二国間クレジット制度の排出削減効果及び経済効果が明らかになることにより、政策としての有効性が確認された。さらに、二国間クレジット制度については、どの製品をどの地域で行うべきかが明らかになり、同制度を効果的に実施できるようになる基礎資料となった。

二国間クレジット制度は、優れた低炭素技術によって途上国における二酸化炭素の排出削減に貢献するものであり、MRVについても CDM と同等の堅実さとそれ以上の保守性をもって運用されているが、欧米諸国や一部の途上国等から一層の理解・支持を得ることが課題の一つである。このため、研究代表者の持つ国際的ネットワークを利用して、OECD や豪州・韓国 の環境関連部局、欧州・米国・豪州・韓国 のシンクタンク等や、ドイツ・韓国・中国における国際学会、米国大学におけるワークショップを通じて、国際的に研究成果を公表することで、二国間クレジット制度の国際的理解に貢献した。

今後、二国間クレジット制度が本格始動するなかで、対象プロジェクト選定の際に本研究の成果が活用されることが期待される。

## 8. 対外発表、ミーティング開催等の実施状況

3ヶ年に渡り、下記のとおりミーティング及び対外的発表を行った。

### 研究ミーティング開催

平成 24 年度	25 回	
平成 25 年度	24 回	
平成 26 年度	30 回	<u>合計 79 回</u>

### 研究会開催

平成 24 年度	5 回	
平成 25 年度	15 回	
平成 26 年度	15 回	<u>合計 35 回</u>

## 対外的発表

平成 24 年 6 月 29 日～7 月 1 日

平成 24 年度 SPEED 軽井沢セミナー「リオ+20 とグリーン・エコノミー」

有村俊秀「排出量取引、カーボンオフセット、二国間メカニズム」

於：軽井沢 万平ホテル

平成 24 年 9 月 16 日

環境経済・政策学会 2012 年大会

浜本光紹「家計における省エネルギー投資と割引率」

井口衡・有村俊秀「企業の研究開発活動に関する実証研究

：サプライチェーンを通じた環境規制・自主的環境取組みの影響」

岩田和之「家計は省エネ金額を正しく認識しているか？」

於：東北大学

平成 24 年 12 月 15 日

GRIPS ポリシー・モデリング・コンファレンス PMC2012

岩田和之 “Do households misperceive benefits from energy saving behaviors?:

Evidence from the Japanese household survey”

於：徳島大学

平成 25 年 5 月 25 日

環境経営学会 2013 年度研究報告大会

杉野誠「二国間オフセット・クレジット制度の導入による経済・雇用効果分析」

於：東京都市大学

平成 25 年 8 月 21 日

International Association for Energy Economics (IAEE)

13<sup>th</sup> European IAEE Conference 2013

杉野誠 ” Economics and Emission Reduction of JCM/BOCM

: Analysis with an Input-Output model”

於：Duesseldorf, Germany

平成 25 年 9 月 3 日～4 日

環境科学会 2013 年会

杉野誠・有村俊秀「二国間オフセット・クレジット制度の経済効果と削減効果」

於：静岡県コンベンションアーツセンター（GRANSHIP）

平成 25 年 9 月 21 日～22 日

環境経済・政策学会 2013 年大会

杉野誠・有村俊秀 他「二国間オフセット・クレジット制度の効果分析」

武田史郎・山崎雅人「応用一般均衡モデルによる Sectoral Trading の分析」

浜本光紹「温室効果ガス排出削減事業を通じた国際的技術移転」

堀江哲也「地球温暖化対策としての国際的森林保全制度」

有村俊秀（企画セッション）

「二国間オフセット・クレジットメカニズム及び新たな国際的な  
市場メカニズムの可能性」

於：神戸大学

平成 26 年 2 月 12 日～14 日

East Asian Association of Environmental and Resource Economics (EAAERE)

4<sup>th</sup> Congress of EAAERE

杉野誠・森田稔 ” Economic Impacts and Emission Reduction Effects of JCM:

Analysis using a disaggregated Input-Output table”

於：韓国・釜山

平成 26 年 5 月 25 日

日本経済・政策学会 第 71 回全国大会

浜本光紹「温室効果ガス排出削減プロジェクトを通じた国際的技術移転

ークリーン開発メカニズムに関する実証分析を中心にー」

於：神戸大学

平成 26 年 9 月 13 日～9 月 14 日

環境経済・政策学会 2014 年大会

有村俊秀「温暖化対策としての二国間クレジット制度の経済・削減効果分析」

山崎雅人「日本の原子力発電シナリオおよび再生可能エネルギー政策の経済分析」

杉野誠「日本の製造業の技術は後退したのか？-CO<sub>2</sub>排出量の要因分析-

岩田和之「自治体合併による水道事業への影響：効率性改善とCO<sub>2</sub>削減についての考察」

井口衡「先進国における環境規制と途上企業の自主的環境取り組み

—マレーシアにおける REACH 規制と RoHS 指令の影響—

於：法政大学

平成 26 年 9 月 18 日～19 日

環境科学会 2014 年会

井口衡「製品環境規制が途上国企業の ISO14001 認証取得に与える影響」

森田稔「二国間クレジット制度による経済・削減効果の分析」

※ポスター報告 優秀発表賞（富士電機賞）受賞

於：茨城県つくば国際会議場

平成 26 年 11 月 12 日

University of Hawaii and Research Institute for the Environment and  
Trade (RIET) Symposium

杉野誠 “Economic Impacts and Emission Reduction Effects of JCM

: Analysis using a Disaggregated Input-Output Table”

於：University of Hawaii

平成 26 年 6 月 27 日～7 月 3 日

The 5th World Congress of Environmental and Resource Economists

山崎雅人・有村俊秀・武田史郎

“A COMPUTABLE GENERAL EQUILIBRIUM ANALYSIS OF NUCLEAR PHASEOUT  
AND FEED-IN TARIFF IN JAPAN”

於：Istanbul, Turkey

### 専門雑誌等の公刊

有村俊秀・井口衡・道田悦代「製品環境規制が与えるサプライチェーンへの影響：日本、タイ、ベトナムの調査より」アジ研ワールドトレンド(204) / アジ研ワールドトレンド 2012 年 9 月号、pp. 38-45 (2012 年 9 月)

有村俊秀「排出量取引、カーボンオフセット、二国間メカニズム」山本良一・高岡美佳編著『地球温暖化とグリーン経済』生産性出版、pp. 123-135 (2012 年 12 月)

堀江哲也「地球温暖化対策としての森林保全促進制度」『地球環境学』第8号 / 上智地球環境学会 (2012年)  
Mitsutsugu Hamamoto “Energy-saving behavior and marginal abatement cost for household CO<sub>2</sub> emissions  
“Energy Policy 63 (2013) pp.809-813

浜本光紹「温室効果ガス排出削減プロジェクトを通じた国際的技術移転 –クリーン開発メカニズムから得られる知見を中心に–」『環境共生研究』第6号 (2013年3月)

有村俊秀「二国間クレジットの効力」『毎日新聞』第49548号 (2013年11月15日) 17面

Makoto Sugino, Toshi. H. Arimura, Kazuyuki Iwata, Minoru Morita “Economic Impacts and Emissions Reduction Effects of JCM: Analysis using a Disaggregated Input-Output Table” Working Paper Series, No. E1313 (2014) Institute for Research in Contemporary Political and Economic Affairs, Waseda University

浜本光紹「スマートコミュニティ構築の試みと政策課題」『環境共生研究』第7号 (2014年3月)

有村俊秀「地球温暖化対策の現状と展望」『環境ソリューション企業総覧 2014年度版』特集地球温暖化(GLOBAL WARNING)対策の新事情、pp.2-10(2014年)

井口衡「国内企業のサプライチェーンを通じた温室効果ガス排出量の把握」『環境ソリューション企業総覧 2014年度版』特集地球温暖化(GLOBAL WARNING)対策の新事情、pp.11-17(2014年)

井口衡・片山東・有村俊秀(2014)「日本企業におけるサプライチェーンを通じた環境取り組みの連鎖について」『跡見学園女子大学マネジメント学部紀要』18、pp.1-15(2014年)

井口衡・呉暁芸・有村俊秀「ISO14001 認証取得のインセンティブとその有効性—大企業と中小企業の比較分析—」『環境科学会誌』27 (6) 、pp.345-351(2014年)

Hakaru Iguchi, Hajime Katayama and Toshi. H. Arimura “What Factors Facilitate Environmental Practices Through the Supply Chain? The Case of Scope 3” Research Institute of Business Administration Working Paper No. 2014-001(2014) pp. 1-17

有村俊秀「国内排出量取引の国際リンク及び関連経済分析の動向と展望」『環境経済・政策研究』Forthcoming



有村俊秀・杉野誠「温室効果ガス排出削減の方法：経済的手法の役割」『環境情報科学』Forthcoming

Toshi. H. Arimura “Japanese Domestic Environmental Policy ～With a focus on climate change and air pollution policy～” Routledge Handbook of Environmental Economics in Asia, Taylor & Francis, Forthcoming

**書籍出版の予定**

有村俊秀 編著 『温暖化問題への新しい排出削減メカニズムの経済分析：二国間クレジット制度を中心とした展望』日本評論社（2015年3月刊行予定）。

## Ⅱ 研究の実施内容

## (要約)

地球温暖化対策として国際的な排出削減が求められ、限界削減費用の低い新興国や途上国での取組みが求められている。京都議定書においてはクリーン開発メカニズム(CDM)が一定の成功を収めたが、様々な問題点が指摘されている。そのため、新しい国際的な排出量削減メカニズムの必要性が認識され、COP19でも、新たな市場メカニズムについて国連管理の下で検討していくことが確認されている。これと並行して、各国でも新たなメカニズムの検討が進んでいる。例えば、欧州ではセクター別クレジット・メカニズム(SCM)が提唱された。これはプロジェクト・ベースで排出削減を行うCDMとは異なり、電力部門等の部門単位で排出削減を行うセクター別アプローチを想定した制度となっている。

日本でもCDMへの不満から、政府は二国間クレジット制度(JCM)を提唱した。JCMは日本の省エネ製品・技術を途上国に輸出し、途上国での温室効果ガス排出(GHG)削減を目指すものである。国連交渉においても、JCMは様々なアプローチ(Various Approach)の1つとして認識され、議論されている。

新興国や途上国での削減提案はこれに留まらず、森林保全によるGHG削減手段としてREDDプラスが注目されている。これは先進国等による資金提供によって途上国政府が森林保全・持続的管理を促し、森林減少・劣化に伴う排出削減と森林拡大によるGHG吸収量増加を目的とした国際的枠組みである。

また、企業レベルでも様々な取組みが進んでいる。企業が生産に伴い直接排出するGHGだけではなく、広範な排出量を補足するScope3という概念が広がりつつある。近年、環境経済学・政策研究分野においても、Scope3に関連するサプライチェーンを通じた排出削減の研究にも注目が集まっている。

このように多様な排出削減のメカニズムが提案され検討されている。しかし、これらの各種メカニズムの排出削減効果、日本を含めた各国経済への影響、技術移転への影響については明らかになっていない。さらに、新メカニズムに対する企業の参加インセンティブについても示されていない。

本研究では、上記の新メカニズムの制度を整理・比較した上で、排出削減効果や経済影響を把握する分析方法を開発し定量分析を行った。まず、JCMの経済・雇用効果に関する産業連関分析では、2010年国内産業連関表(延長表)と2005年国際産業連関表をもとに、既往の産業連関分析では扱えない環境財を分析できるように拡張を行った。具体的には、ハイブリッド自動車部門と太陽光パネル部門、風力発電部門、地熱発電部門を新設することにより新しい産業連関モデルを構築した(データの細分化)。この細分化した産業連関表を用いて、JCMによる経済・雇用効果分析を行った。分析シナリオは、JCMによって100億円分の輸出があったと仮定して、分析を行った。まず、国内産業連関表を用いた分析では、ハイブリッド自動車、鉄道車両、風力発電装置の順で、経済効果が大きいことが示された。さらに、雇用効果については、照明機器、工業炉、ハイブリッド自動車の順で大きいことが示された。一方、経済効果と雇用効果が最も小さい品目は太陽光パネルとなった。経済効果は大きく、100億円のプロジェクト実施の場合に、ハイブリッド自動車においては300億円以上、その他製品でも200億円以上の生産誘発効果が期待されることが確認された。全体として、JCMは削減効果を目적으로しながらも、大きな経済・雇用効果があることが確認された。

次に、国際産業連関表を用いたJCMによる国際的波及効果を分析した結果では、ハイブリッド自動車、風力発電装置、地熱発電装置の順で、経済効果が大きいことが示された。さらに、雇用効果では、照明機器、蓄電池、ハイブリッド自動車の順で大きいことが示された。また、インドネシア、マレーシア、タイを中心に、ホスト国にも一定の経済効果がもたらされることが示された。

JCMの削減効果では、12カ国(ベトナム、タイ、フィリピン、インドネシア、インド、バングラディシュ、モンゴル、スリランカ、メキシコ、コロンビア、マレーシア、コスタリカ)へ8品目(工業炉、冷蔵庫、洗濯機、照明機器、エアコン、自動車、太陽光パネル、地熱発電)の省エネ品目が100億円分輸出された場合のGHG削減量を試算した。その際、家電に関しては、タイで家計調査を

行い、実際に普及している家電製品の購買年から省エネ性能の把握を試み、削減効果の基礎資料とした。分析の結果、工業炉の削減量が大きいこと、残りの7品目では、照明機器が最も効果が高く、次に効果が高い品目は太陽光パネルとなった。また、削減量のばらつきも大きく、品目間で最大32倍の差（ただし、工業炉は除く）があることが分かった。国間でも最大26倍の差（ただし、工業炉は除く）があり、コスタリカでの削減量が小さく、モンゴルでの削減量が高い。国別の削減効果は、モンゴル、インド、マレーシア、インドネシアの順となっている。

欧州提案のSCMの研究では、初めに分析に用いる応用一般均衡（CGE）モデルの拡張を行った。特に、電力部門を対象とした分析を行うに当たり、同部門を細分化したCGEモデルを開発した。具体的には、従来は一部門とされてきた電力部門を、石炭火力、石油火力、ガス火力、水力、原子力、その他の6つの発電方法に分割し分析を行った。さらに、その他の電力の中の再生可能エネルギー発電を技術別（太陽光、地熱、風力、バイオマス）に分割したCGEモデルを開発した。モデルでは火力発電及び再生可能エネルギーの発電量は可変的となり、詳細な分析を行うことが可能となった。その際、クレジット供給国（途上国）側への影響をより広く捉えるために、途上国に対する技術移転効果を考慮したモデルを構築した。

この拡張されたCGEモデルを用いてSCMの分析を行った。対象国・地域は中国とアジア諸国を取り上げ、それら国・地域とSCMを行った場合の影響について分析を行った。その結果、まず、マクロ的には日本はSCMに参加することで利益を得ることがわかった。SCMに参加した場合の方が、参加しないときよりも排出規制によるGDP、所得の減少額が縮小している。これはSCMのクレジット取得により日本が独力での削減量が減少するという理由が大きい。第2に、個々のエネルギー集約部門の観点からもSCMの導入は日本にとって望ましい可能性が高いという考察を得た。特に、SCMの対象部門はSCMを行わない場合と比較し、大幅に負担が減少する結果が得られた。また、SCMの受け入れ国側についても、SCMに参加することで、それほど大きくはないが利益を得る可能性が高いという結果が出た。SCMの受け入れ国はCO<sub>2</sub>削減を受け入れることになるため、GDP（生産）という面ではSCMに参加することで若干悪化するケースも生じたが、所得という観点からはほぼ全てのケースでSCMに参加することが望ましいという結果となった。

新メカニズムの技術移転効果に関する研究ではCDMに関する分析を行い、JCMへの示唆を検討した。日本が関与したCDMプロジェクトにおける技術移転の決定要因について計量的手法を用いて分析した結果、①特許ストックは技術移転の確率に対してネガティブな影響を与えている、②人間開発指数（HDI）が高いほど技術移転の確率が高まる、③ODAの対GNI比率が高いほど技術移転が行われる傾向が強い、というものであった。さらに、これら3つの変数の集約化（主成分分析）、および発展段階を考慮したホスト国の分類（クラスター分析）を実施した結果、次のことが示唆された。ODAへの依存度が高い段階にある途上国は設備と知識を組み合わせた技術移転を必要としていることや、人的資源の能力水準の向上が先進国による教育・訓練を伴わない形での気候変動緩和関連設備の移転を促進しようというが明らかになった。援助に依存する途上国に対しては、関連設備の移転だけでなく、教育・訓練を通じた知識やノウハウの移転を併せたプロジェクトを設計する必要がある。一方で、人的資源の能力が高い水準に達していながら、自ら技術知識を生み出す能力は十分に備わっていない途上国の場合は、設備の移転のみでも対応可能な人材が豊富であることから、知識の移転を併せる必要性は高くないといえる。

REDDプラスについては、不確実性に注目しながら、既存研究のレビューを行い、GHG削減としての森林保全を促す国際的枠組みである同制度の利点および課題について考察した。これにより、REDDプラスは、少なくともEU-ETSクレジットと同程度の価格クレジットを提供できることが示唆された。また、削減量の大きさが排出量取引の削減より大きくなることも示唆された。しかし、資金の提供とクレジットの配分のタイミングが生む不確実性が、出資国と途上国のREDDプラスへの参加に影響がある可能性が示唆された。

また、REDD プラス事業が実際に JCM の枠組みの中で、安定的に行われるための要素と出資国の関心についても検討をした。国際的資金については、主にキャパシティー・ビルディング、モニタリング技術の開発、REDD プラスの戦略等の用意及び環境的便益の算定に集中し、参照レベルとシナリオ構築への資金投入は少ないことが分かった。資金が集中している地域は、土地当たり炭素固定量が多いだけでなく、安定的な事業が可能な地域であることが分かった。

企業レベルの取組みに関する分析としては、まず、JCM の FS 事業に参加している企業に対するインタビュー調査を行った。また、上場企業に対するサーベイ調査からは、JCM に関して、多くの企業で日本政府からの公的な支援や国際的な枠組みとの連携を重要視しているという点や、FS 参加に至らなかった企業は JCM についての情報を必要としていることが明らかになった。JCM の認知要因に関する実証分析では、輸出企業であるほど、そして企業規模が大きい企業や環境取組みに積極的である企業ほど JCM についての認知が行われている可能性が示された。このことは JCM の認知状況に偏りがあることを示している。また、Scope3 排出量把握行動のインセンティブに関する実証分析からは、ステークホルダーからの要求を受けている企業ほど、顧客からの情報開示要求が Scope3 把握カテゴリー数に強く影響を与えることが明らかになった。この点はグローバル化する企業のサプライチェーンにおける GHG 排出量把握を進めていく上で、企業間での情報開示要求やステークホルダーからの圧力が重要性をもつことを示している。

新たな市場メカニズムの制度研究及び比較研究については、26 年度はヒアリングや文献調査を通じて、JCM と SCM のそれぞれの提案、REDD プラスについて、CDM と比較しながら各種制度の枠組みを整理した。特に、ガバナンス、削減単位、プロジェクト内容、クレジットの市場取引可能性等の観点から比較を試みた。

その結果、JCM は対象技術・製品によって削減効果が大きく異なるため、対象の選択が重要であることが示唆された。一方で、削減効果だけではなく、経済効果・雇用効果も大きいことから、JCM は削減効果のみで評価されるべきではないということが言えるだろう。

SCM は日本が削減目標をもつ際には、エネルギー集約産業に適用することで大幅に負担を緩和できることが明らかになった。一方、途上国側に目標設定を課すことになるため、その点が実現可能性を考えると課題である。

REDD プラスは削減効果が大きく、費用対効果の高い可能性が指摘されたが、MRV の精度や不確実性に大きな課題があることも確認できた。

## Abstract

As a countermeasure against climate change, it is essential to reduce greenhouse gas (GHG) emissions from emerging economies and developing economies. Although the clean development mechanism (CDM), as a part of Kyoto Protocol, has contributed to the effort toward emission reduction in developing countries, problems associated with the CDM have been reported. Among them are transaction costs, an imbalance in regions and the limitation of project types. To overcome these problems, the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) recognizes the importance of the development of new mechanisms for emission reduction. In response to this situation, several new mechanisms have been proposed. For example, the European Union has proposed the sectoral crediting mechanism (SCM). This is a new mechanism in which emission reductions from sectors such as electricity and steel, rather than from a project, are considered.

The Japanese government has also advocated the Joint Crediting Mechanism (JCM) to overcome the problems associated with the CDM. In essence, the JCM is a scheme in which developed economies export their energy-efficient products or technologies to developing countries to reduce GHG emissions there. The JCM has been proposed as one of the “various approaches” at UNFCCC meetings.

In addition to these mechanisms, REDD (reducing emissions from deforestation and forest degradation) plus has gained attention. Rainforests have served as carbon sinks for many years. The development of rainforests in many countries, however, has led to the massive release of carbon dioxide. To reduce these emissions, REDD plus has been advocated. That is, developed countries assist countries with rainforests in protecting them financially, and, in turn, they receive credits.

At the firm level, new efforts toward GHG emission reduction have started. For instance, environmentally conscious firms try to grasp a much more complete picture of GHG emissions. A complete GHG inventory, including emissions through the supply chain, is classified into three types of scopes: all direct GHG emissions (Scope 1), indirect GHG emissions from consumption of purchased electricity, heat or steam (Scope 2), and other indirect emissions (Scope 3), which are composed of 15 distinct categories. Recently, the grasp of Scope 3 emissions has been increasing.

Though these various new mechanisms for emission reduction have been proposed, few quantitative economic analyses have been conducted to examine the effectiveness of these mechanisms. Moreover, the effects of these mechanisms on technology transfers have been rarely studied. Finally, the incentives of private firm participation are worth studying.

This project examined these newly proposed emission reduction mechanisms from the view point of their economic effects and emission reductions. First, we examined the economic effects of JCM on the Japanese economy. Specifically, we applied an input-output (IO) analysis to evaluate the economic effects of the JCM; this IO approach allowed us to calculate the demands of the intermediate goods of the product/technology chosen for the JCM. One of the difficulties in our JCM evaluation involved the inclusion of specific energy-efficient appliances, trains, or products such as hybrid vehicles and solar panels. In a typical input-output table, these products are not treated as independent sectors. To overcome this challenge, we created specific

sectors of hybrid vehicles, solar panels, wind turbines and geothermal technologies by disaggregating a standard input-output table. This approach is our methodological contribution to the literature on environmental economics and IO analysis.

In our scenario, we assumed that the amount of the new investment will be 10 billion yens . We quantified the effects of JCM in several ways. First, we used a Japanese domestic IO table to examine the economic effect of JCM. It was revealed that hybrid vehicles have the highest economic effects, followed by trains and wind turbines. The solar panel industry has the smallest employment effect. In terms of employment effects, the lighting equipment industry has the highest, followed by the industrial furnace industry and the hybrid automobile industry. Once again, the solar panel industry has the smallest employment effect. The size of the economic effects is worth mentioning. In the case of hybrid vehicles, the economic effect of a 10 billion yen JCM is more than 30 billion yen. Most other products have an economic effect of more than 20 billion yen. That is, the JCM can contribute to the economy itself and to emission reduction. Therefore, the JCM should not be evaluated based purely on emission reduction.

Secondly, we examined the effects of JCM using the Asian International input-output tables to investigate the spillover effects to foreign countries, which are primarily in Asia. As in the case of the Japanese domestic IO, the size of the economic effects is largest with hybrid vehicle sectors, followed by wind turbines and then by geothermal power generators. In terms of employment effects, the lighting equipment industry has the highest effect, followed by the battery industry and the hybrid automobile industry. The economic effects reached decent-sized nations outside Japan. These countries include Indonesia, Malaysia and Thailand.

To estimate the emission reduction from the JCM, we simulated cases in which Japan exported eight products/technologies (boilers, refrigerators, washing machines, lighting equipment, air conditioners, hybrid vehicles, solar panels, and geothermal power generators) of 10 billion yen to twelve countries (Vietnam, Thailand, the Philippines, Indonesia, India, Bangladesh, Mongolia, Sri Lanka, Mexico, Columbia, Malaysia and Costa Rica). To do so, we conducted a household survey in Thailand to clarify the efficiency of home appliances in the developing economies. It was found that boilers have the largest emission reduction. Among the other seven items, lighting equipment has the highest emission reduction, and solar panels have the second highest emission reduction. We found a great variation in emission reduction across items. More precisely, among the items other than boilers, the best item has a 32-times greater emission reduction than the worst one.

In analyzing the economic effect of the SCM, we developed a computable general equilibrium (CGE) model with a focus on the power sector. A typical CGE model has one aggregated electric power sector. For the analysis of the SCM for the power sector, we disaggregated the power sector into coal power, oil power, natural gas, hydro power, nuclear power, solar power, wind power, geothermal power and biomass power. Furthermore, we extended the model to incorporate the possibility of technology transfer.

With this extended model, we simulated the SCM. Specifically, we considered two SCM scenarios: one between Japan and China and the other between Japan and other Asian countries. We obtained several findings. First, it was found that Japan gained economically with the SCM: GDP/income reduction with an emission target will be eased with the SCM. Second, the SCM benefits energy-intensive sectors, such as the power and steel sectors, in Japan. The size of the benefit

for those energy intensive sectors is considerable. Finally, the host countries of the SCM also gain from the SCM. Host countries such as China or other Asian countries see a slight decrease in GDP by reducing emissions in their countries but gain in terms of income in most cases.

We empirically studied the CDM in the context of technology transfer promotion in the JCM. Specifically, we adopted an econometric approach to the technology transfer in the CDM projects associated with Japanese firms. Several findings were obtained. First, it was revealed that the level of patent stock has negative effects on the transfer. Second, countries with a higher Human Development Index (HDI) are more likely to have technology transfer through the CDM. Finally, countries with a high official development aid (ODA) ratio to GDP are more likely to have technology transfer. We applied principal component analysis and cluster analysis to the three variables and obtained the following results. First, countries with a high dependency on ODA require technology transfer, which accompanies both technology and knowledge. Second, as HDI improves, countries become able to receive low carbon technology transfer without education or training. On the contrary, developing countries with a high HDI but without the capacity to develop knowledge need low carbon technology but not knowledge transfer.

We also reviewed the literature on REDD plus and analyzed its advantages and challenges. It was suggested that REDD plus can generate credits at a price comparable to that of EUETS. Furthermore, the volume of credits from REDD plus is expected to be large. In addition, the uncertainty associated with the timing of funding and credit issues influences the incentives for host countries to participate in REDD plus.

We further analyzed REDD plus in the context of the JCM. International funding is concentrated on capacity building, the technology development of MRV, and REDD plus strategy but not on reference level or scenario building. In addition, funding tends to be concentrated on projects in areas that are carbon intensive and areas with the prospects of stable REDD plus activities.

As far as firm level practices are concerned, we interviewed firms with FS projects of the JCM. Furthermore, we conducted a mail survey of firms listed in Japanese stock markets. The survey revealed that firms are more likely to participate in FS of the JCM if the JCM is internationally accepted as an appropriate emission reduction scheme by various international stakeholders. We also examined which firms know about JCM. Because JCM is a new scheme, not all firms know about the opportunity for JCM. Our empirical analysis found that firms are more likely to be aware of JCM if they are exporting or if they are larger firms. Furthermore, it was revealed that SCOPE 3 is not yet widely spread across firms.

Finally, we compare these various mechanisms based on the analyses above. We examined, e.g., the aspects of governance, emission reduction units, the content of project types, and the possibility of trading. We found that the efficiencies of emission reduction in the JCM are different across projects. Thus, it is essential to choose a JCM project based on its efficiency. At the same time, however, we should recognize the economic and employment effects of JCM projects. The validity of JCM projects should not be evaluated based on the efficiency of emission reductions.

SCM can help emission-intensive sectors in the Japanese economy when Japan has an emission reduction target. SCM, however, enforces an emission target in developing economies. Thus, developing economies are likely to be hesitant toward the introduction of SCM.



REDD plus may be able to generate an enormous amount of emission reduction at a reasonable cost. This mechanism, however, may suffer from a lack of accuracy in MRV. Thus, we may need caution in linking REDD plus with other emission trading schemes, such as EUETS, that focus on fossil fuel combustions.

## 1. 序論

地球温暖化対策として地球規模での排出削減が求められ、中でも、限界削減費用の低い新興国や途上国での排出削減が求められている。京都議定書においては、クリーン開発メカニズム（CDM）が一定の成功を収めたが、審査登録にかかる時間、不確実性、追加性、地域間不均衡といった様々な問題点が指摘されている。そのため、新しい国際的な排出量削減メカニズムの必要性が国際的に認識されている。国連の気候変動枠組条約のもと、第19回締約国会議（COP19）においても、新たな市場メカニズムや国際的な削減取組みについて、国連管理のもとで、様々な国情に応じた手法の実施に向けて検討していくことが確認されている。これと並行して、各国でも新たなメカニズムの検討が進んでいる。

例えば、欧州ではセクター別クレジット・メカニズム（SCM）が提唱された。これはプロジェクト・ベースで排出削減を行う CDM とは異なり、電力部門や鉄鋼部門といった部門単位で排出削減を行うセクター・アプローチを具体的に運営する制度として考案された（Aasrud et al. 2009, Baron et al. 2009, Bolscher et al. 2012）。SCM は1国のセクター（部門）の取組みによってクレジットが発行されるため、発行されるクレジットの量は大幅に増えることが期待されている。政府の監視下によって認定期間の短縮化が行われ、CDM より優れていると期待する向きもあった。一方で、この考え方の背景には、新興国が経済全部門で本格的な削減努力に向かうまでに、まず部門別に削減目標を設定するという側面があるため、新興国を含む関係国から反対を受けた。現在の国連の交渉においては、SCM は New Market Mechanism として位置づけられ、国際的に議論が進められている。

日本においても、CDM への不満は小さくなく（有村他、2012）、新たなメカニズムが検討された。日本政府からは、二国間クレジット制度（JCM）が提唱された。JCM は、日本の省エネ製品・技術を途上国に輸出し、途上国での排出削減を目指そうというものである。2010年度より、環境省をはじめとして、様々なフィージビリティスタディ（FS）が行われている。FS の対象製品・技術は、工業炉や省エネ型家電製品からビルの省エネ管理、あるいは公共交通部門の充実による GHG の削減といった多岐にわたる。また、参加国もタイ、インドネシア、ベトナム、モンゴル等多様である。国連の交渉においても、JCM は Various Approach の1つとして認識され、議論されてきた。そして、日本政府はこれまでに、ベトナム、タイ、フィリピン、インドネシア、インド、バングラディシュ、モンゴル、スリランカ、メキシコ、コロンビア、マレーシア、コスタリカの計12カ国と JCM に関する二国間文書に署名してきた。

新興国や途上国での削減に関する提案はこれに留まらない。同時に、森林保全による GHG 削減の手段として REDD プラスが注目を浴びている。この制度は先進国等による資金提供によって、途上国政府が森林保全・持続的管理を促し、森林減少・劣化に伴う GHG の排出削減と森林の拡大による GHG の吸収量増加を目的とした国際的枠組みである。

また、企業レベルでも様々な取組みが進んでいる。企業が生産に伴い直接排出する GHG だけではなく、より広範な排出量を補足する Scope3 という概念が広がりつつある。カーボン・ディスクロージャー・プロジェクト（CDP）による働きかけなどもあり、企業の関心も高まっている。近年、環境経済学・政策研究分野においても、Scope3 に関連するサプライチェーンを通じた排出削減の研究に注目が集まっている。

このように多様な排出削減のメカニズムが提案され、検討されている。しかし、これらの各種メカニズムの排出削減効果は必ずしも把握されていない。また、新メカニズムによる日本を含めた各国経済への影響や、技術移転を含めたイノベーションへの影響についても明らかになっていない。さらに、新メカニズムに対する企業の参加インセンティブについても明らかになっていない。

本研究では、上記の新メカニズムの排出削減効果や経済影響を把握する分析方法を開発し、定量的分析を行う。まず、雇用を含めた日本経済にもたらす影響を分析する。その際、JCM においては製品

の輸出産業だけではなく、関連産業への波及効果も含めた経済効果を分析する。具体的な製品や技術を対象とし、産業間の波及効果を分析するために産業連関分析を用いる。さらに、新メカニズムの排出削減量を明らかにする方法を開発し、具体的な省エネ製品・技術に関する GHG 排出削減効果を明らかにする。そして、どのような対象品目・対象国において、削減効果が大きいかを明らかにする。SCM については、電力部門に着目し、実施国（先進国）とホスト国（新興国・途上国）の経済に与える影響を明らかにする。この際、当該部門だけではなく、その他部門への影響についても分析を行うために、独自の応用一般均衡モデルを開発する。また、新メカニズムのもたらす新興国・途上国への技術移転効果についても検討する。さらに、GHG 削減以外の汚染物質削減がもたらす便益も求め、新メカニズムに対する企業の参加インセンティブについても明らかにする。以上の分析を通じて、経済効果や排出削減効果といった観点から、これらの新メカニズムのうち、どのようなメカニズム、またはどのような技術・製品が JCM として望ましいかを検証する。

研究報告は以下の構成になっている。第2章では、JCM、SCM、REDD プラス、Scope3 の各種 GHG 削減に関わる制度について、CDM を基準としながら比較を行った（項目（8））。

第3章では、JCM がもたらす経済影響を明らかにするために、具体的な省エネ製品・技術を取り上げ、産業連関分析を用いて経済影響を試算した（項目（1））。さらに、雇用を含めた日本経済にもたらす影響を分析した。その際、環境製品・技術の分析のために新たな産業連関モデルの開発も行いながら、製品を輸出する産業だけではなく、関連産業への波及効果も含めた経済効果を分析した（項目（1））。さらに、国際産業連関表を用いた分析も行い、JCM の国際的な波及効果の分析も行った。また、どの品目の GHG 削減効果が大きいかを明らかにすると共に、どの対象国における GHG 削減効果が大きいかも分析した（項目（2））。

第4章では、企業の観点から GHG 排出削減メカニズムについて分析した（項目（7））。具体的には、日本企業における JCM の FS 参加や JCM 認知度に関する分析を行うと共に、日本企業がサプライチェーンにおける GHG 排出量把握をどのように位置づけているか、および具体的な実施形式についてインタビュー調査を行った。JCM 認知度に関する分析では、前年度のサーベイ調査結果を用いてどのような業種・企業規模において、JCM の認知度が高いのかという点について明らかにした。また、日本企業がサプライチェーンにおける GHG 排出量把握をどのように位置づけているのか、そして具体的にどのような形で実施しているのかという点を、インタビュー調査を通じて明らかにした。さらに、途上国での削減ポテンシャルの把握につながる可能性のある企業の Scope3 排出量把握行動のインセンティブについて実証分析を行った。

第5章では、新メカニズムがもたらしうる新興国・途上国への技術移転効果も含めたイノベーションへの影響について検討した。本研究では、これまで行われてきた削減メカニズムである CDM に着目し、技術移転の実証分析を行った。その結果、技術移転を必要としていて途上国、またそれを可能にする技術吸収力を有する途上国に関して示唆が得られた（項目（6））。

第6章では、欧州提案の国際的な排出削減制度である SCM の分析を行った。電力部門、鉄鋼部門等のエネルギー集約部門に着目し、SCM を実施する先進国とホスト国となる新興国・途上国経済に与える影響について明らかにした（項目（3））。そのために必要な応用一般均衡モデルを開発した（モデルの詳細は付録3を参照）（項目（4））。本年度は、技術移転の効果も考慮しながら、開発したモデルを用いて SCM がその他部門に与える影響まで含めた経済分析を行った。

第7章では、REDD プラスについて検討を行った（項目（5））。具体的には、まず、関連する既往研究のレビューを行った。その上で、REDD プラス事業が実際に二国間クレジット制度の枠組みの中で、安定的に行われるようになるための要素と出資国の関心について、1) ホスト国の経験の蓄積、2) 制度の整備の進捗、3) 国際的な資金の集中度の3点から検討をした。

## 2. 国際的な温暖化対策と新たなメカニズムの可能性： 二国間クレジット制度を中心として

### 2.1 はじめに

温室効果ガス（GHG）による気候変動問題への対応の必要性が語られてから久しい。2014年には、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の第5次統合報告書が出され、排出削減の重要性が改めて指摘されている（IPCC 2014）。このような科学的な警告への国際社会の取組みは、少なくとも1992年の第1回締約国会合までさかのぼる。以来、国際社会は温暖化対策に取り組んできた。中でも、GHGの削減が主要な対策であった。1992年に気候変動枠組条約（UNFCCC）、1997年には京都議定書が採択され、先進国のGHGの削減目標が明文化された。これにより、1990年を基準年として2008年から2012年間の削減目標が国別に決められ、日本、EU等の先進国は削減義務を負うこととなった。

この議定書に対応して先進国では様々な規制が導入され、排出量は抑制傾向にある。しかし、世界全体でみると、GHGの排出量は増加し続けている。特に、排出量の伸びが著しく、限界削減費用が低い途上国での排出削減が重要となってきている。京都議定書においては、附属書I国の負担緩和と途上国でのGHG排出量抑制のため、クリーン開発メカニズム（CDM）が導入された。CDMは一定の成果を収めたものの、審査登録にかかる時間や地域間不均衡の問題などが指摘されている。そのため、地球規模での排出削減のための新しいメカニズムの必要性が国際的に認識されてきている。そしてUNFCCCにおいて、長年にわたり、新市場メカニズム（NMM）の導入に向けた議論が行われている。例えば、気候変動枠組条約締約国会議（COP）でも、国連管理の下で、各国の国情に応じた新たな市場メカニズムの実施に向けて検討していくことが確認されている。

これに呼応する形で、各国でも新たな市場メカニズムの検討が進んでいる。例えば、欧州委員会ではセクター別クレジット・メカニズム（SCM）が提唱されている。日本でも、二国間クレジット制度（JCM）が提唱されている。JCMについては、実際、多数のフージビリ・スタディー（FS）や設備補助事業・実証事業が実施され、2014年10月時点において12カ国との間で二国間文書の署名がなされている（日本政府2014）<sup>1</sup>。また、国連の交渉においては、森林保全によるGHG削減の手段としてREDDプラスが注目されている。

本章はこれらの各種メカニズムの概要を紹介する。まず、2.2節では、世界のGHGの排出傾向を概観し、2.3節でCDMの問題点について説明する。2.4節では日本政府から提案されているJCMについて説明する。2.5節では欧州を中心に検討されているSCMについて紹介する。そして、2.6節においてREDDプラスについて概説し、最後に各種メカニズムについて展望をはかる。

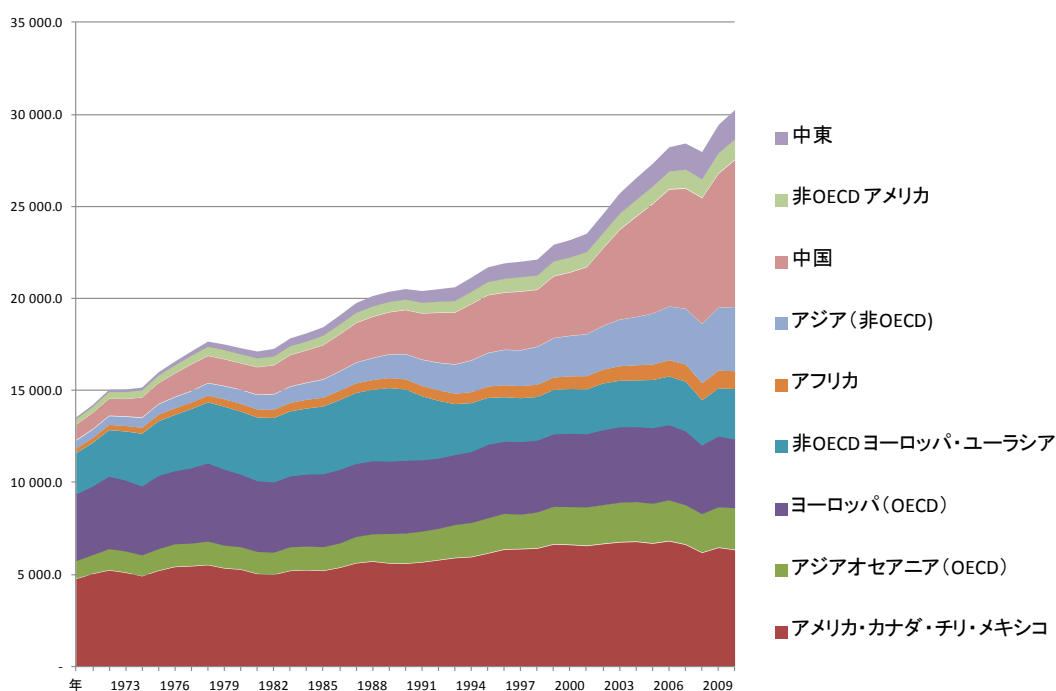
---

<sup>1</sup> 具体的には、モンゴル、バングラディシュ、エチオピア、ケニア、モルディブ、ベトナム、ラオス、インドネシア、コスタリカ、パラオ、カンボジア、メキシコの12カ国との間で、二国間文書に署名を行っている。また、モンゴル、バングラディシュ、エチオピア、ケニア、モルディブ、ベトナム、ラオス、インドネシア、パラオとの間では、それぞれ合同委員会を開催している。

## 2.2 温室効果ガス排出量の動向

1997年に京都議定書が締結された時には、米国は世界最大のGHG排出国であった。その時点で、いわゆる先進国であるOECD諸国の排出が占める割合は5割を超えていた<sup>2</sup>。そのため、先進国は地球温暖化の原因の責任者であるとされ、京都議定書はいわゆる附属書I国と言われる先進国に削減義務を課す内容になった。

その後、世界のGHGは急激に増加する。1997年に全世界のGHG排出量は226億トン(化石燃料起源)であった<sup>3</sup>が、2011年には313億トン(同上)となり38.7%も増加した。国別にみると、2007年には、中国が米国を抜いて世界最大のGHG排出国になる。そして、新興国やそれに続く途上国の排出量も急激に増加する。それにともない、2011年時点ではOECD諸国の排出割合は39%まで低下している<sup>4</sup>。



出典：International Energy Agency<sup>5</sup>

図 2-1 世界全体での二酸化炭素排出量（化石燃料気源）の推移

こうした傾向は、さらに進むと予測されている。図 2-1 は 1971 年以降の化石燃料起源の二酸化炭素の排出量を表している。中国の伸びに加えて、(非 OECD の) アジア諸国で排出量の伸びが著しいことが分かる。さらに、Energy Information Administration(2010)の分析では、2035 年までに非 OECD 諸国からの排出量が OECD 諸国の 2 倍になると予測されている。このように、途上国・新興国での排出量の抑制が世界的な排出削減に不可欠であることは明らかである。

<sup>2</sup> IEA (<http://www.iea.org/statistics/topics/CO2emissions/>) 参照。

<sup>3</sup> IEA (<http://www.iea.org/statistics/topics/CO2emissions/>) 参照。

<sup>4</sup> IEA (<http://www.iea.org/statistics/topics/CO2emissions/>) 参照。

<sup>5</sup> <http://www.iea.org/statistics/topics/CO2emissions/>参照。

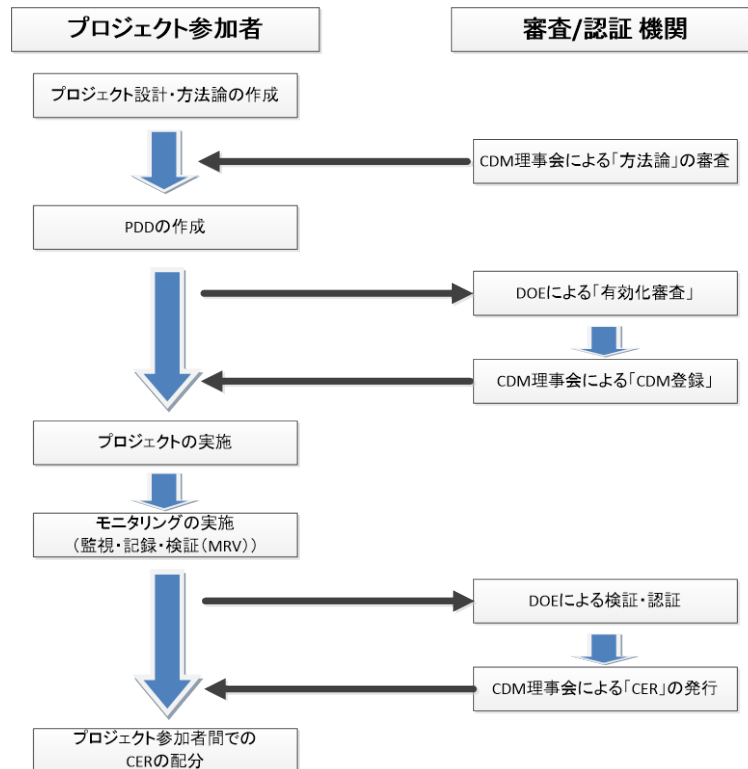
## 2.3 クリーン開発メカニズム

京都議定書は先進国を中心に削減義務を課すものであったが、途上国に削減を促す枠組みも用意されていた。それがクリーン開発メカニズム（CDM）である。CDMとは、議定書によってGHG削減が義務付けられた先進国（附属書I締約国）が削減目標を達成するために認められた補完的制度の1つである<sup>6</sup>。具体的には、先進国（投資国）が削減義務のない途上国（ホスト国）に対してGHG削減プロジェクトを実施し、それによって削減された量を、投資国である先進国の削減目標に用いることを認める制度である。通常、先進国は途上国に比べGHG削減技術等が発達・普及しており、先進国のみで削減目標を達成するには大きな費用が掛かることが予想される。よって、先進国にとっては、CDMを通じて限界削減費用の低い途上国でGHG削減を行うことで、削減目標の達成に掛かる費用を抑えるメリットがある。また、途上国にとっても、CDMを通じてGHG削減に必要な資金や技術が得られるメリットがある。

実際に、先進国の実施するGHG削減プロジェクトがCDMプロジェクトとして認められるためのプロセスを図2-2で示した（有村他 2011）。第1のプロセスとして、CDMプロジェクトとして国連に登録されるまでには、以下のプロセスを経る必要がある。まず、プロジェクト参加者は、プロジェクト設計の策定とプロジェクトが実施されなかった場合のGHG排出量（ベースライン排出量）、実施された場合のモニタリング計画、そして追加性（Additionally）の検証といった方法論を提案し、CDM理事会に提出する必要がある。次に、CDM理事会は提出された方法論を審査し、その方法論を承認するか判断を下す。仮にCDM理事会によって承認された場合、プロジェクト参加者はその方法論に基づきプロジェクト設計書（PDD）を作成し、指定運営組織（DOE）に提出する必要がある。DOEは、提出されたPDDを基にCDMプロジェクトとしての妥当性について審査を行う（有効化審査：Validation）。このDOEによる有効化審査を通過してはじめて、そのプロジェクトはCDM理事会によってCDMプロジェクトとして登録されることとなる。

---

<sup>6</sup> 京都議定書では、削減義務を負う先進国が自国の削減目標を達成するための補完的なメカニズムとして京都メカニズムを認めている。具体的には、CDM、共同実施（JI）、そして国際排出量取引（IET）である。これらは、市場メカニズムを活用した制度である。詳しくは、杉野・有村（2012）あるいは京都メカニズム情報プラットフォーム（<http://www.kyomecha.org/index.html>）を参照されたい。



出典：有村他（2011）を基に、筆者作成。

図 2-2 CDM プロジェクトの認証とクレジット発行までの流れ

第 2 のプロセスとして、プロジェクト参加者がプロジェクト実施から自国の排出削減に用いることができるクレジット（CER）を得るまでには、以下のプロセスを経る必要がある。まず、プロジェクト参加者は登録されたプロジェクトを実施するとともに、PDD に則して排出削減量の決定に必要なモニタリングを実施する必要がある。DOE はプロジェクト参加者から提出されたモニタリング結果を検証し、プロジェクトの実施によって削減された量を確定・認証する。その上で、CDM 理事会が DOE によって認証された排出削減量に相当する CER を発行し、プロジェクト参加者に配分することとなる。

これまでに多くの国・地域において、様々な削減プロジェクトが CDM プロジェクトとして登録・実施されてきた。2014 年 11 月時点において、CDM 理事会において CDM プロジェクトとして登録された件数は 7,571 件（累積値）、CDM 理事会によって発行された CER の総量は約 15.1 億 t-CO<sub>2</sub>（累積値）となっている<sup>7</sup>。これだけの規模の CDM プロジェクトが実施されたことは、先進国にとって、CDM が京都議定書の第 1 約束期間における削減目標を達成する上で非常に重要な役割を果たしたことを示唆していると考えられる。

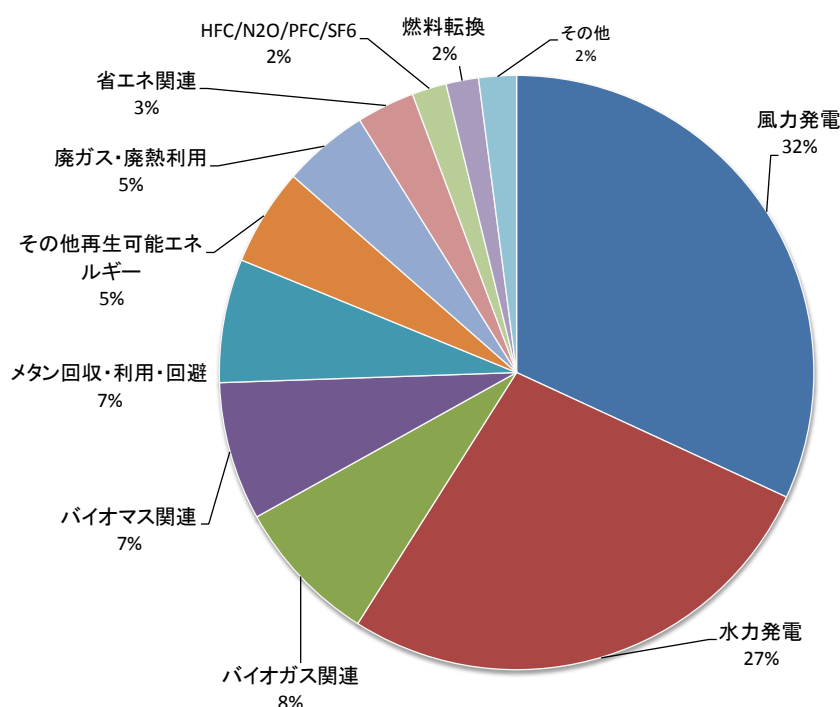
しかし、CDM にはいくつかの問題点も指摘されている。第 1 の問題点としては、CDM プロジェクトの審査・登録と CER 発行までのプロセスにおいて、多くの時間と労力を要する点が挙げられる (IGES 2010)。先進国のプロジェクト参加者は、CER を得るまでに、図 2-2 で示したような厳格な審査・認証を受ける必要がある。そのため、提出から登録までの手続きに長時間を要し、さらにモニタリングや追加性の実証等に多大な労力を要することとなる。有村他（2012）では、日本の上場企業を対象に、CDM に

<sup>7</sup> IGES 「CDM プロジェクトデータベース」

(<http://www.iges.or.jp/jp/climate-energy/mm/publication.html>) を参照。

関するアンケート調査を実施している。同調査の結果によると、実際に CDM プロジェクトに参加した企業の内、約半数の企業が「審査・登録等にかかる時間の長さ」と「厳格な追加性の実施」を CDM における重要な問題点であると回答している。こうした点は、プロジェクト参加者である企業の取引費用を高め、結果として参加企業の減少やプロジェクトの種類が限られてしまうといった問題を引き起こす可能性がある。

第 2 の問題点は、CDM プロジェクトの登録と CER の創出に関する不確実性が挙げられる(縫部 2011)。CDM プロジェクトとして登録されるためには、図 2-2 で示したように、DOE の有効化審査を受けた後に、CDM 理事会で登録認証を受ける必要がある。しかし、長時間かけて、DOE の有効化審査を通過したとしても、CDM 理事会で確実に登録されるとは限らない。さらに、プロジェクトによっては、削減量のモニタリングの計測項目が多岐にわたるため、予想量に比べ実際に発行される CER 量が少なくなるといった場合もある。こうした点は、企業の CDM プロジェクトへの参加インセンティブを低下させ、不確実性の低いプロジェクトのみが実施されるといった問題を引き起こす可能性がある。

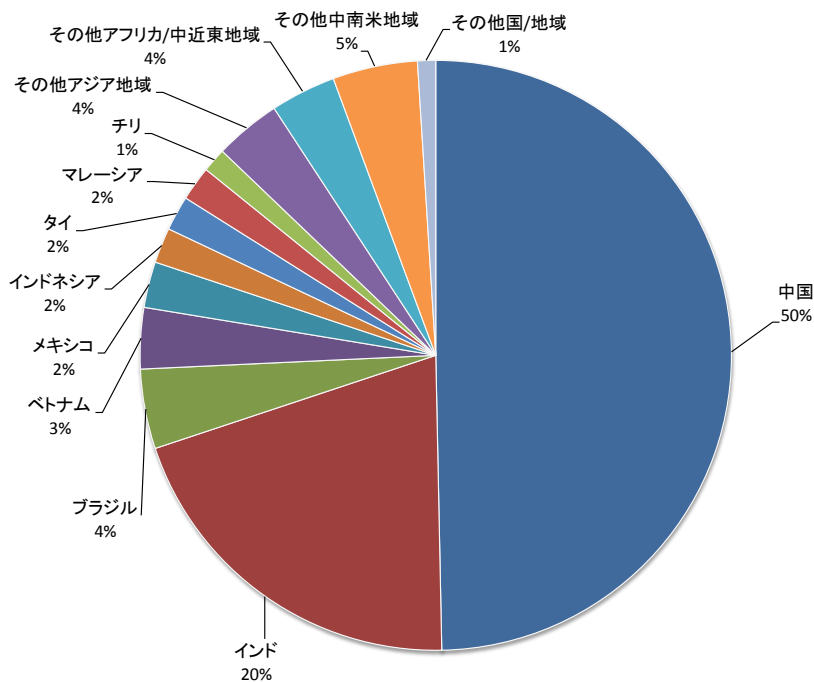


出典：IGES「CDM プロジェクトデータベース」(2014年11月時点)より、筆者作成。

図 2-3 CDM プロジェクトのタイプ別割合

第 3 の問題点は、プロジェクトの種類が限定的な点である (Ellis and Kamel 2007)。図 2-3 は、CDM 理事会に登録されているプロジェクトをタイプ別に示したものである。これによると、風力発電 (31.9%) と水力発電 (27.1%) だけで、全体の約 6 割を占めていることが分かる。一方、モニタリングの計測項目が多岐にわたるような省エネルギー関連プロジェクトの割合は 3.2% と極めて少ないことが分かる。このように、日本企業が得意とする省エネルギー関連の製品や技術あるいは高効率の石炭火力発電といったプロジェクトが、CDM プロジェクトとして登録されにくいものとなっている。





出典：IGES「CDMプロジェクトデータベース」（2014年11月時点）より、筆者作成。

図 2-4 CDM プロジェクトのホスト国別割合

第 4 の問題点としては、CDM の地域間不均衡が挙げられる (Ellis and Kamel 2007) 。図 2-4 は、CDM 理事会によって登録されているプロジェクトを、ホスト国別に示したものである。これによると、中国 (49.7%) とインド (20.2%) だけで、全体の約 7 割を占めていることが分かる。一方、アフリカ・中近東地域と中南米地域 (ブラジル、メキシコ除く) での実施割合は、僅か 8.2% となっている。こうした一部の国々に CDM プロジェクトが集中しているという事実は、多くの後発途上国が CDM を批判する要因となっている。また、有村他 (2012) では、CDM プロジェクト参加企業においても、こうした CDM プロジェクト実施の地域間不均衡を問題視していることを明らかにしている。

第 5 に、Kim et al. (2013) が指摘するように、CDM が途上国のニーズを満たしていないのではないかと問題もある。CDM は第一義的には GHG 削減のための制度であるが、技術移転をもたらす持続可能な開発に貢献することも期待されていた。同研究は Technology Needs Assessment を分析して、CDM で実現されない「無視された環境技術」があることを指摘している。つまり、多くの途上国では必要とされている環境技術が CDM として実現されていないことが示されている。例えば、太陽光発電をはじめとする再生可能エネルギーに対するニーズが多くある国があるが、CDM としての再生可能エネルギーは中国を筆頭とする大国に集中しているということが示されている。また、GHG 以外の環境汚染物質を削減する副次的便益が大きく途上国で望ましい技術でも、CDM ではそれらの技術は促進されていない。CDM は、必ずしも全ての外部不経済削減便益を内部化しないからである。また、途上国のニーズの高い省エネ性能の高い製品 (効率性の高い照明など) も、CDM プロジェクトとして実現していない。さらに、ホスト国 (例えば、中国など) の中には自国の製品を一定割合 CDM で利用するように義務付けしており、そのことが実現する技術の制約をしている可能性がある。

第6に、取引費用が大きく、小規模プロジェクトの実現を阻害しているという指摘もある(Boyd et al. 2009)。この場合、削減ポテンシャルを実現できないという問題点を抱えることになる。また、中小企業によるCDMの実現も阻害されることになると考えられる。

以上のように、CDMはいくつかの問題点を抱えている。CDMは確かに途上国を含めた地球規模での効率的なGHG削減に大きな役割を果たしたとも考えられる。しかし、今後は経済成長が著しい新興国や途上国からのGHG排出量増加への更なる対応が必要だ。よって、日本を含む多くの先進国はCDMを補完し、より多くの削減を促進する制度の創出に向け議論が行われている。

## 2.4 二国間クレジット制度

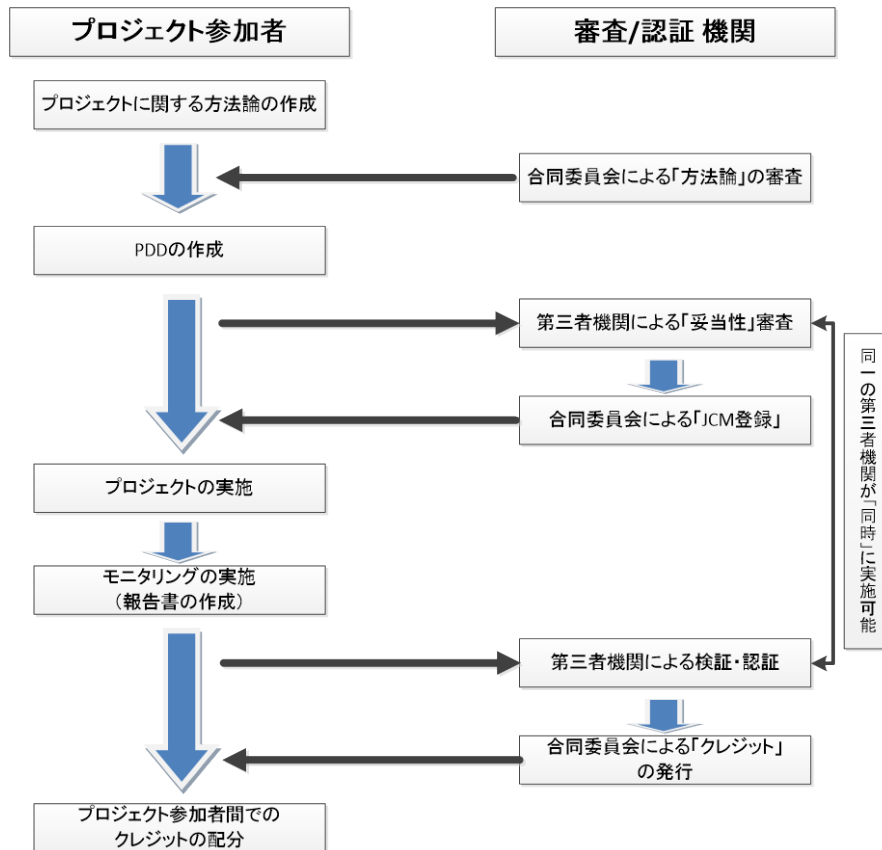
日本政府は、国際社会に対して、UNFCCCの下でCDMの問題点を補う新しいメカニズムとして二国間クレジット制度(JCM)を提案している。JCMとは、日本をはじめとする技術先進国の優れたGHG削減技術や省エネルギー製品・システム等を途上国において導入・普及させることで、削減されたGHG量を、例えば日本の削減目標に活用するという制度である。日本政府は、CDMでは対象外であった適用実施が少ない省エネルギー製品や二酸化炭素貯留(CCS)技術といったGHG削減のための多様な技術・製品をJCMプロジェクトとして認めることで、ホスト国である途上国の持続可能な開発と地球規模でのGHG削減に貢献することを目的としている。

JCMの特徴としては、二国間文書に署名した途上国と日本の両国政府代表者によって構成される合同委員会(Joint Committee)が、1) JCM実施に必要なルールやガイドライン等の作成、2) 第三者機関の指定、3) JCMプロジェクトとしての登録、そして4) クレジットの発行までを管理・運営する点が挙げられる。これにより、CDM理事会が一元管理・運営するCDMに比べ、二国間での柔軟な管理・運営が可能となり、審査・登録やクレジット発行にかかる取引費用や不確実性を削減する効果が期待される。

図2-5では、JCMの下、プロジェクトの準備からクレジットが発行までの具体的なプロセスが示されている。第1のプロセスとして、プロジェクト参加者は、プロジェクト準備から登録までに、以下のプロセスを経る必要がある<sup>8</sup>。プロジェクト参加者は、合同委員会が策定したガイドラインに則して、モニタリング計画や排出削減量の計算法といった方法論を提出する必要がある。合同委員会は、提出された方法論を評価し、承認するかの判断を下す。仮に合同委員会から承認が得られた場合、プロジェクト参加者はPDDを作成し、合同委員会から指定を受けた第三者機関から妥当性の審査を受ける必要がある。第三者機関は、CDMではDOEのみであったが、JCMではISO14065認証を受けた機関も審査を実施することを認めている。こうした第三者機関からPDDの妥当性確認が得られた場合、プロジェクト参加者は合同委員会にJCMプロジェクトとしての登録申請を行う。合同委員会は、そのプロジェクトの完全性を確認し、JCMプロジェクトとして登録することとなる。

---

<sup>8</sup> ただし、今後のホスト国との検討・協議によって変更の可能性があることに注意する必要がある。



出典：日本政府（2014）を基に、筆者作成。

図 2-5 JCM プロジェクトの認証とクレジット発行までの流れ

第 2 のプロセスとして、プロジェクト参加者はプロジェクト実施からクレジット発行までに、以下のプロセスを経る必要がある<sup>9</sup>。まず、プロジェクト参加者は、登録されたプロジェクトを実施するとともに、モニタリングの実施と報告書を作成・提出する必要がある。排出削減量の計算に当たっては、スプレッドシート等が提供される予定であるため、CDM に比べ追加性を実証する労力や不確実性を削減することが期待される。次に、第三者機関は、提出された報告書を基に、排出削減量の検証を行う。ただし、JCM では、プロジェクトの妥当性を審査した第三者機関が排出削減量の検証も同時に行うことが認められている<sup>10</sup>。合同委員会は、第三者機関での検証結果を受けて、発行するクレジット量を決定し、プロジェクト参加者に発行される。ただし、現時点において、発行されたクレジットは市場での取引を想定していない。一方、今後、JCM の実施状況に応じて、二国間協議を通じて取引可能なクレジットへ段階的に移行することも考えられている。

この JCM の制度設計は CDM といくつかの点で異なる。まず、スプレッドシートの利用により削減量の計算の不確実性が減る。同時に、手続きの面において、CDM に比べスピードアップが期待される。また、妥当性審査と検証を同じ団体が行えるようになっている。この点が CDM と異なるため、JCM では審査の迅速化が期待されている。

<sup>9</sup> 第 1 のプロセスと同様に、今後のホスト国との検討・協議によって変更の可能性があることに注意する必要がある。

<sup>10</sup> CDM では、プロジェクトの有効化審査と排出削減量の検証は、それぞれ別の DOE によって実施されなければならない。

表 2-1 環境省による FS のプロジェクト・タイプ別件数

プロジェクト・タイプ	採択件数
省エネルギー	19
再生可能エネルギー	16
廃棄物/バイオマス	15
REDD+	13
交通	8
その他	3
総計	74

出典：新メカニズム情報プラットフォーム<sup>11</sup>より、筆者作成。

表 2-2 環境省による FS のプロジェクト実施国名

アンゴラ	インド	インドネシア	エチオピア
カンボジア	ケニア	コスタリカ	コロンビア
スリランカ	タイ	中国	パラオ
バングラディシュ	ブラジル	ベトナム	マレーシア
南アフリカ	ミャンマー	メキシコ	モンゴル
ラオス			

出典：新メカニズム情報プラットフォーム<sup>12</sup>より、筆者作成。

注：色の付いた国名は、日本との間で二国間文書に署名済みの国を表している。（2014年11月現在）

JCM の実施に向けて、環境省、経済産業省および（独）新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）のそれぞれが、JCM に関する FS を 2010 年から採択・実施している。これまでに採択された FS の件数は、環境省によるものが 74 件、経済産業省・NEDO によるものが 121 件となっている<sup>13</sup>。表 2-1 と表 2-2 は、環境省がこれまでに採択・実施した FS プロジェクトのタイプ別件数と対象国を示したものである。表 1-1 には、省エネルギー関連（19 件）が最も多く、次いで再生可能エネルギー関連（16 件）、廃棄物/バイオマス関連（15 件）、REDD プラス関連（13 件）、交通関連（8 件）と続いていることが示されている。また、表 1-2 より、JCM プロジェクトに関する FS が、アジア地域を中心にアフリカ・中南米地域等 18 개국で実施されていることが分かる。

環境省や経済産業省・NEDO では、FS 事業の他に、様々な支援事業も合わせて実施している（日本政府 2014）。例えば、環境省は「JCM 設備補助事業」を行っている。これは、日本の民間団体を含む国際コンソーシアムが JCM プロジェクトを実施したい場合に、最長 3 年間、日本政府が初期投資費用の

<sup>11</sup> 新メカニズム情報プラットフォーム (<http://www.mmechanisms.org/support/adoption.html>) 参照。

<sup>12</sup> 新メカニズム情報プラットフォーム (<http://www.mmechanisms.org/support/adoption.html>) 参照。

<sup>13</sup> ここでの各省・機関の採択件数は、2014 年 11 月 20 日時点において、日本政府（2014）と新メカニズム情報プラットフォーム (<http://www.mmechanisms.org/support/adoption.html>) に掲載されている件数である。

うち最大で1/2を補助するものである<sup>14</sup>。補助を受けた事業者は、設備等を建設し、JCMプロジェクトとしての登録とクレジットの発行を目指すこととなる。また、経済産業省・NEDOは「JCM実証事業」を行っている<sup>15</sup>。これは、日本の優れた環境技術をJCMプロジェクトとして実施しようと考えている日本の事業者に対して、NEDOがJCMとしての有効性の実証等を支援するものである。ただし、支援を受けた事業者は、実証に必要な設備の建設、実証試験、JCMの活用について3年以内に検証する必要がある。

なお、JCMの国際社会での位置づけについても言及しておきたい。JCMは二国間の合同委員会を中心として、途上国で行う排出削減取組みである。しかし、国連のUNFCCCから独立しているわけではない。現在、日本政府は、UNFCCCの下でJCMを排出削減に向けた様々な取組み(Various Approach)の1つとして制度に組み込まれるよう働きかけを行っている。

## 2.5 セクター別クレジット・メカニズム

欧州委員会では、セクターでのGHG排出削減を行うSCMを提案している。CDMやJCMがプロジェクト・ベースでのGHG排出削減となっている。一方、SCMは、途上国における電力部門、鉄鋼部門といったセクター別に削減目標を設定し、削減量に応じてクレジットが付与される制度となっている。ただし、SCMにおける削減目標には拘束力はないが、BAU排出量に比べ厳しい水準が設定される。

欧州委員会は、長期的には地球規模の排出量取引制度の導入を目指している。そのためにSCMを通じて、途上国においてもGHG削減目標を設定することを目標としている側面がある。そして、将来的には、EU-ETSとリンクさせた世界規模の排出量取引制度の構築が構想されている。しかし、途上国にとっては、SCMを導入・実施することで、将来的には拘束力のある削減目標の設定を求められるという警戒感を持つ側面もあるだろう。

具体的にはどのようにSCMは実施されるのだろうか。欧州委員会では、SCMの具体的な制度設計として、1) Government Crediting System、2) Tradable Intensity Standard、3) Installation Based Emission Trading Systemの3つの案を提言している(Bolscher et al. 2012)。以下では、この3つの案の概要について、Bolscher et al. (2012)に依拠しながら概観していくこととする。ただし、以下でみるようにSCMは国連のUNFCCCを重視した制度を目指している。現在、UNFCCCの下では、排出削減に向けたNMMの主要な制度として提案されている状態である。

### 2.5.1 Government Crediting System

SCMの具体的な様式の1つにGovernment Crediting Systemがある。この様式の下では、総量レベルに応じてクレジットが発行される。途上国(ホスト国)政府は、1) クレジット化閾値(Crediting Threshold)の設定、2) 排出削減に向けた政策の実施と削減量の測定を行うこととなる。また、クレジットのすべてはホスト国政府に発行され、環境政策関連の財源等に活用することができる。

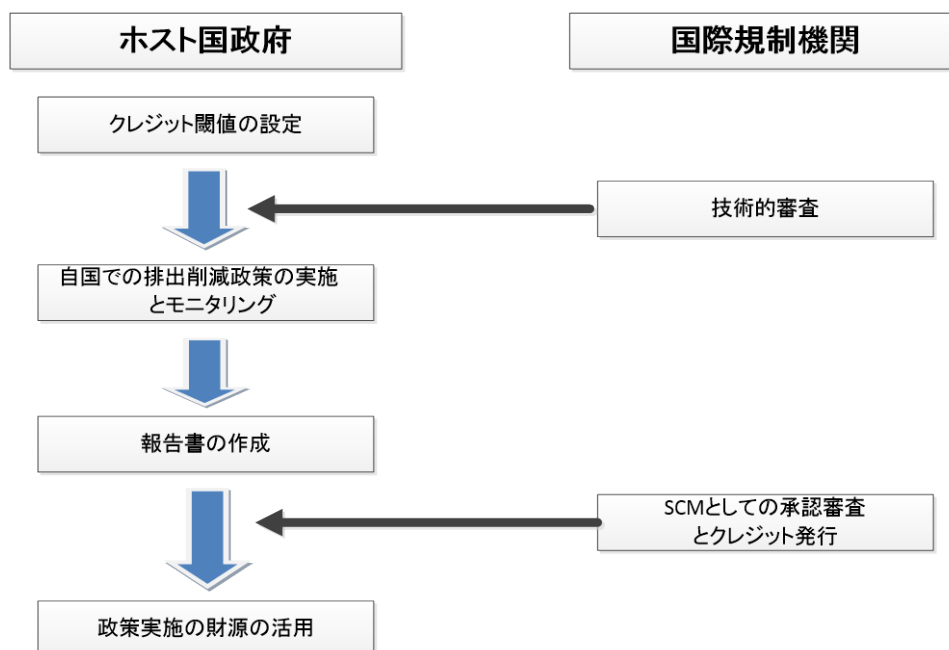
図2-6は、Government Crediting Systemの具体的なプロセスを示したものである。まず、ホスト国政府は、クレジット化閾値を設定する必要がある。クレジット化閾値を設定するにあたっては、1) セクター間の境界(System Boundary)の定義、2) 削減量を求めるに必要なベースライン・プロジェ

---

<sup>14</sup> 環境省は、同事業の実施に当たり、総額36億円(年間12億円)の予算を想定している(日本政府2014)。

<sup>15</sup> 経済産業省は、同事業の予算として、2014年度において60億円を計上している(日本政府2014)。

クトのタイプ、3) セクター別の目標値、4) モニタリング計画といった項目を記した資料を作成しなければならない。



出典：Bolscher et al. (2012) を基に、筆者作成。

図 2-6 Government Crediting System の下でのプロセス

次に、ホスト国政府は、クレジット化閾値の設定に用いた資料を国際規制機関（International Regulatory Body）に提出し、技術面に関する審査を受ける必要がある。SCM では、JCM と異なり、国連の下での規制機関が管理・運営を行うことが想定されている。国際規制機関は、提出された資料を基に技術的な審査を行い、SCM として有効化か判断を下す。仮に、国際規制機関から有効と判断された場合、ホスト国政府は自国内で排出削減を実施することとなる。

ホスト国政府は、自国内で排出削減政策等を通じて排出削減を実施するとともに、削減対象となっているセクターの排出量をモニタリングする必要がある。そして、モニタリングの結果を踏まえて、ホスト国政府は自国の総排出量等を記した報告書を作成し、国際規制機関に提出する。国際規制機関は、提出された報告書を基に、排出削減が適切に実施・計測されたのかを審査し、SCM として承認するか判断を下す。仮に、国際規制機関から SCM として承認された場合、国際規制機関からホスト国政府へクレジットが発行されることとなる。

この様式が提案された理由としては、ホスト国となる途上国の実状を考慮し、出来るだけ多くの国々に参加してもらうことが挙げられる。通常、途上国の多くは、設備レベル（installation-level）での排出量の測定が技術的に困難である場合が多い。特に、交通部門といったセクターにおいては、GHG の小規模な排出源が多数存在し、こうした設備すべてを測定する場合には非常に高い取引費用が掛かるといった問題が発生する。そのため、政府が中心となり総量レベルで排出削減を管理することは、こうした取引費用が高いセクターも含め、すべてのセクターを対象に排出削減を実施することを可能とする。

しかし、Government Crediting System には以下のような問題点が存在する。第 1 の問題点は、実際どの程度排出削減が達成されるかについてである。ホスト国政府が中心となり排出削減行動が実施

されるため、実際の削減量はホスト国政府の意欲と測定能力に大きく依存することとなる。仮に、ホスト国政府の削減意欲が低くかつ測定能力が低い場合、ホスト国内の潜在的削減量が高い水準にあったとしても、実際に削減達成される量は低い水準になってしまう。第2の問題点は、総量レベルで排出量が測定されるため、事業所レベルあるいは設備レベルに比べ、測定時の不確実性が高いといった問題が生じる。

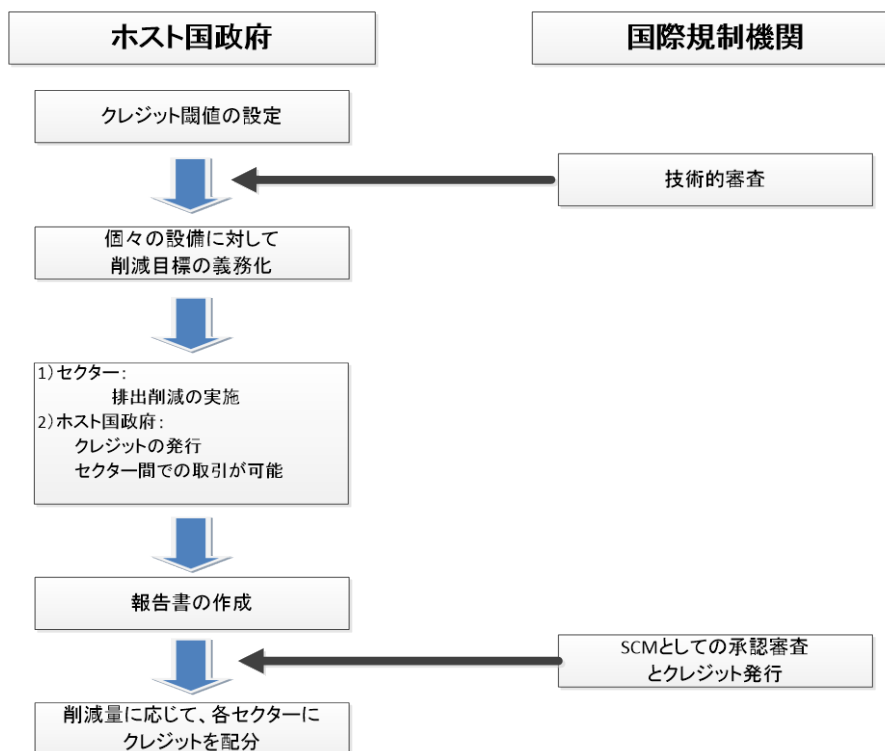
## 2. 5.2 Tradable Intensity Standard

SCMの2つ目の様式として、Tradable Intensity Standardが提案されている。この様式の下では、事業所レベルでクレジット化閾値が設定される。各事業所は、排出量に応じてクレジットが付与される。この場合、ホスト国政府の役割は、各事業所に対して設備レベルでの削減目標を義務付けるのみとなる。また、この案で対象となるセクターは、電力部門や鉄鋼部門といった製造業の部門が想定されている。

図2-7は、Tradable Intensity Standardの具体的なプロセスを示したものである。まず、ホスト国政府は、クレジット化閾値を設定する。クレジット化閾値を設定するに当たっては、Government Crediting Systemと同様に、1) セクター間の境界 (System Boundary) の定義、2) 削減量を求めるのに必要なベースライン・プロジェクトのタイプ、3) セクター別の目標値、4) モニタリング計画といった項目を記した資料を作成し、国際規制機関に提出する必要がある。そして、国際規制機関は、提出された資料を基に技術面に関する審査を行い、SCMとして有効かの判断を下す。

次に、仮に国際規制機関から有効と判断された場合、ホスト国政府はセクター内の個々の設備に対して拘束力のある削減目標を課すこととなる。そして、削減目標が課されたセクターは排出削減を実施することとなる。一定期間を経て、削減目標を下回る排出量であった事業所は、ホスト国政府からクレジットが発行される。一方、排出量が削減目標を上回ったセクターは、上回った分のクレジットを購入することとなる。

ホスト国政府は、以上のセクター間の削減行動を通じた排出量等についての報告書を作成し、国際規制機関に提出する。そして、国際規制機関は、提出された報告書を基に、排出削減が適切に実施・計測されたのかを審査し、SCMとして承認するか判断を下す。仮に、国際規制機関からSCMとして承認された場合、国際規制機関からホスト国政府へクレジットが発行されることとなる。そして、ホスト国政府は、それぞれのセクターに対して、排出削減量に応じたクレジットを配分することとなる。



出典：Bolscher et al. (2012) を基に、筆者作成。

図 2-7 Tradable Intensity Standard の下でのプロセス

Tradable Intensity Standard は、事業所レベルでクレジット化閾値が設定されるため、測定等に関する不確実性の低下やクレジットの取引を通じた効率的な排出削減が期待される。さらに、Tradable Intensity Standard では、EU-ETS と同様に、ある一定規模以上のセクターの設備が排出削減の対象となる。そのため、長期的な視点で見た場合、ホスト国内での排出権市場と EU-ETS とのリンクも可能となる。

しかし、Tradable Intensity Standard には、以下のような問題点がある。第 1 の問題点としては、セクター内でのリーケージ問題が挙げられる。一定規模以上の設備を保有する事業所が対象となるため、対象外となる設備を保有する事業所に生産が移転してしまい、排出削減が進まないといった問題が考えられる。第 2 の問題点としては、クレジット発行のタイムラグによって生じる問題である。Government Crediting System や Tradable Intensity Standard のクレジットの発行は事後的方式となっている。しかし、Tradable Intensity Standard では、ホスト国内でのセクター間での排出量取引が可能となっているため、ホスト国政府は事前に各事業所に対してクレジットを配分する必要がある。よって、どのようにホスト国政府が各事業所に対して事前にクレジットを配分するかが問題となる。

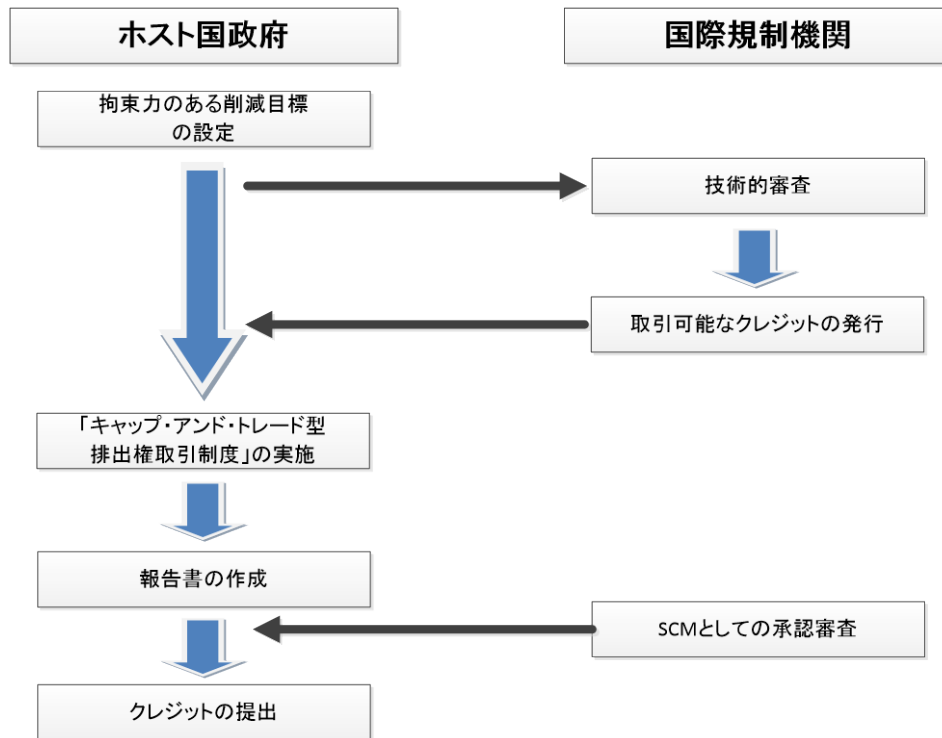
### 2. 5.3 Installation-Based Emission Trading System

SCM の 3 つ目の様式として、Installation-Based Emission Trading System が提案されている。ここでも対象セクターは、電力部門や鉄鋼部門といった製造業の部門が想定されている。ただし、Tradable Intensity Standard と大きく異なる点は、ホスト国内での排出量取引を、EU-ETS と同様に、キャップ・アンド・トレード型の排出量取引制度とする点である。そのため、国際規制機関から発行



されるクレジットは、Government Crediting System や Tradable Intensity Standard とは異なり、事前方式となっている。

図 2-8 は、Installation-Based Emission Trading System の具体的なプロセスを示したものである。まず、ホスト国政府は、事業所レベルにおいて拘束力のある削減目標を作成し、国際規制機関に提出する必要がある。そして、国際規制機関は、提出された資料を基に技術面に関する審査を行い、SCM として有効かの判断を下す。



出典：Bolscher et al. (2012) を基に、筆者作成。

図 2-8 Installation-Based Emission Trading System の下でのプロセス

次に、国際規制機関がホスト国に対して有効と判断した場合、国際規制機関はホスト国政府に対して取引可能なクレジットを発行する。そして、ホスト国政府は、自国内の排出量取引制度を実施し、各セクターは排出削減に取り組むこととなる。

ホスト国政府は、以上のセクター間の削減行動を通じた排出量等についての報告書を作成し、国際規制機関に提出する。そして、国際規制機関は、提出された報告書を基に、排出削減が適切に実施・計測されたのかを審査し、SCM として承認するか判断を下す。仮に、国際規制機関から SCM として承認された場合、ホスト国政府はすべてのセクターからの排出量に相当するクレジットを国際規制機関に譲渡することとなる。

Installation-Based Emission Trading System には、Tradable Intensity Standard と同様のメリットとデメリットが存在す。Installation-Based Emission Trading System のメリットは、事業所レベルで削減目標が設定されるため、測定等に関する不確実性の低下やクレジットの取引を通じた効率的な排出削減が期待される。さらに、EU-ETS と同様に、ある一定規模以上のセクターの設備が排出削減の対象となるため、長期的な視点で見た場合、ホスト国内での排出量取引市場と EU-ETS とのリンクが可能となる。

しかし、Installation-Based Emission Trading Systemには、以下のような問題点が考えられる。第1の問題点としては、Tradable Intensity Standardと同様に、セクター内でのリーケージ問題が挙げられる。一定規模以上の設備を保有する事業所が対象となるため、対象外となる設備を保有する事業所に生産が移転してしまい、排出削減が進まないといった問題が考えられる。第2の問題点としては、クレジット発行が事前方式であるため、適切なクレジット量の発行が実現可能かといった問題が考えられる。

## 2.6 REDD プラス

日本や欧州委員会で提案されている新メカニズムの他に、様々なメカニズムが提案・実施されている。例えば、国連での交渉においては、森林保全による GHG 削減の手段として REDD プラスが注目されている<sup>16</sup>。熱帯雨林は生物多様性の面において重要なだけでなく、多くの二酸化炭素を固定している。大規模な熱帯雨林を保有する国では、急速な開発が進み、熱帯雨林が消滅し、それにより大量の二酸化炭素が排出されている。そこで提案されたのが REDD プラスである。

REDD プラスとは、途上国が森林減少・劣化の抑制や森林保全を通じて、GHG 排出量の削減あるいは炭素蓄積量の増強を行うことを支援する制度である。具体的には、途上国が森林保全等を行い、先進国は削減量に応じて資金援助等を行うといったものである。さらに、資金援助を行う先進国は、削減量に応じてクレジットを取得し、自国の削減目標に用いるといったことが期待されている。日本の JCM においても、REDD プラスに関する FS が多数実施されており、プロジェクト参加者にとっては魅力のあるプロジェクトの1つと考えられる。

REDD プラスの具体的なプロセスについては、COP 等の場で各国が議論を行っている段階にある。しかし、これまでの議論を通じて、基本的な仕組みと資金メカニズムの点で具体的な案が示されている。まず、基本的な仕組みとしては、以下の点が示されている。まず、REDD プラスが実施されなかった場合のリファレンス・レベルの設定については、その国・地域での過去の森林減少とそれに伴う GHG 排出量の増加の推移に基づいて予測値を推計することとなっている。そして、推計されたリファレンス・レベルと REDD プラスの実施後の排出量の差を求めることで、REDD プラスによる削減量が決定される。この削減量に応じて、クレジットといった経済的インセンティブが付与される。

次に、REDD プラスに対する資金メカニズムについては、3つの案が提案されている。1つ目は、市場メカニズム方式と呼ばれるものである。これは、REDD プラスによって達成された削減量に応じて付与されたクレジットを市場で取引することを認めるものである。よって、プロジェクト参加者は付与されたクレジットを売却することで、REDD プラスに必要な資金を調達することが可能となる。2つ目は、基金方式と呼ばれるものである。これは、付与されたクレジットの市場取引を認めず、REDD プラスを行う途上国に直接資金を提供するものである。3つ目は、市場メカニズム方式と基金方式を組み合わせ合わせたハイブリット方式と呼ばれるものである。途上国にとっては、REDD プラスを実施するにあたっての準備・活動に対して多額の費用がかかることが予想される。この方式では、初期段階では基金方式を用いて REDD プラスに必要な資金の一部を取り入れ、残りの資金は排出削減が達成された後に市場メカニズム方式を用いて調達することを提案している。

REDD プラスには、大きな期待が寄せられている。削減量が非常に大きいという指摘がされているし、削減費用が低いという研究もある。一方で、ベースラインの設定によって、削減量が大幅に変わって

---

<sup>16</sup> REDD プラスについては、国際協力機構・国際熱帯木材機構（2012）を基に執筆されている。

しまうことは問題である。さらに、モニタリングの不確実性による削減クレジットの品質も危惧されている。

## 2.7 結論

本章では、CDMをベースにしなが、JCM、SCM、REDDプラスにおける、具体的なプロセスについて概説した。表2-3は、それぞれのメカニズムについての特徴を図示したものである。各メカニズムとも長所と課題がある。また、どの制度も提案途中で有り、今後どのような方向に進んでいくか分からない点は強調しておきたい。

REDDプラスについてはその特殊性から7章に譲るとして、ここでは2章以降との関連性に触れながらJCMとSCMについて展望する。まず、SCMについてはどれだけ削減に貢献できるかを明らかにする必要があるだろう。欧州では、SCMの議論に先んじてセクター別アプローチが検討され、新興国での削減ポテンシャルの試算も紹介されている(Aasrud et al. 2009)。しかし、同研究はSCMの詳細な制度設計以前の試算であるため、今後精査が必要だ。より新しい研究としては、Bolscher et al. (2012)はSCMの制度設計の提案と同時に、SCMの削減ポテンシャルを試算している。しかし、これは特定の国の特定産業に関するケーススタディであるため、今後はより包括的な試算が求められるだろう。

また、SCMの経済影響も分析が必要であろう。日本についても、日本がSCMを実施した場合にどのような経済影響もたらされるだろうか。さらに、SCM導入にはどのような利点があるのだろうか。これらの点も明らかにすべきだろう。6章では日本経済と中国経済を取り上げ、この問題に取り組んでいる。

欧州が力を入れてきたSCMだが、実施には複数の課題がある。第1に、削減量を求めるために、途上国の対象部門に対して削減目標を設定することになる。この点は、途上国側での受け入れは容易ではないかもしれない。原単位目標をベースにしたアプローチ(Tradable Intensity Standard)ならまだしも、総量目標を前提とするシステムでは抵抗感が強いことが予想される。

また、セクター全体の目標達成を設定して、国が政策を通じて削減目標を行うSCMの場合(Government Crediting Systemなど)、目標達成の確保は単純ではない。特に、削減クレジットを国が扱う場合は、個々の事業者に対して削減のインセンティブをどうもたせることが難しいだろう。

第2の課題は、炭素価格の低迷である。SCMではクレジット取引を削減インセンティブに想定することがある。しかし、炭素価格が低迷している現在、削減インセンティブは大きくないかもしれない。そのため、制度導入に向けた機運も盛り上がり欠ける部分があるのではないだろうか。

一方、JCMが成功するためにも乗り越えなければならない壁がある。まず、JCMの成功には、国際社会において削減量認定方法が国際的に受け入れられることが必要であろう。JCMは当事者の二国間で削減量が決まるため、削減量の認定が恣意的になるのではないかという批判も起こりうる。こうした批判に 대응するためには、環境十全性の高い方法で、削減量を認証することが必要となる。ただし、JCMはCDMのプロセスを簡潔にすることを目指して制度設計が行われている面があるため、その目的と環境十全性の確保のバランスをどうとるかが課題となってくる。

第2に、JCMの成功には、広範な企業の参加が必要である。しかし、現状のような設備補助事業にしても、国際的な受容がないと、企業の参加インセンティブは大きくならないのではないだろうか。企業が自主的に参加しやすい環境づくりのためにも、欧州を中心とした国際社会においてJCMが承認されることが不可欠であろう。この点に関しては、4章で論じている。

また、民間企業が積極的にJCMに参加するかどうかは、企業が直面するGHG排出目標の厳しさに依存するものと考えられる。日本企業がエネルギー集約産業を中心に積極的にCDMに参加した背景としては、経団連の自主行動計画の存在が大きい。つまり、自主行動計画における目標の達成のために、多

くの企業はCDMを利用したのである。現在、経団連においては、自主行動計画が発展し「低炭素社会実行計画」が掲げられている。企業が、JCM利用インセンティブを持てるかどうかは、低炭素社会実行計画における各業種の排出削減目標の拘束力があるのか、あるいは、実質的に厳しい目標値となっているのかに依存してくるだろう。

このような背景により、少なくとも当面は、JCMは政府の補助金による事業として実施されていかなければならないだろう。財政支出が伴うのであれば、効率性の視点は欠かせないと思われる。この場合、複数の視点で効率性を考える必要がある。1つは、GHG削減効果である。多くの削減効果をもたらすプロジェクトに対して、予算を投下することが望ましいだろう。しかし、日本政府の予算を用いるということであれば、日本経済や企業への経済効果の大きさも重要な視点であろう。単に削減効果のみならず、その他の経済効果も含めてJCMは評価されるべきである。3章では、これらの視点からJCMを定量的に分析している。

最後に、JCMもSCMも、途上国での省エネ技術に代表される低炭素化技術の普及に貢献できるかどうかも重要な視点と言えよう。特に、設備補助事業・実証事業として実施している段階ではデモンストラシー的な事業になる可能性もあるため、技術移転に貢献できるかどうかも重要な視点であろう。この点はCDMの経験から学べることもあるだろう。5章ではこの視点からCDMを実証分析している。

各章の分析の結果から、各メカニズムの長所と課題を表2-3に示した。その内容は次のようになる。経済分析から、JCMはCDMに比べて、国内産業への経済効果、雇用効果が大きいことが示唆された。JCMのもう1つの長所は取引費用が低いことである。一方、ヒアリングやサーベイを通じて、JCMに対して日本企業のより多くの参加が見込めるかどうかは、JCMが欧州を中心とした国際コミュニティーにおける受容の進展に依存することも示唆された。SCMは、導入されれば先進国にメリットはあるが、途上国側に参加インセンティブがあるかどうか、課題である。REDDプラスについては、大きな削減量が、安価で見込めることも示唆されたが、その削減の品質に課題があることが示唆された。

最後に、各メカニズムのリンクの可能性について論じて本章を終えたい。二国間クレジットの1つの目的は、CDMの取引費用の削減であると考えられる。一方、環境十全性の確保と取引費用の低減は対立する可能性もある。しかし、企業の参加を確保するためには、国際的な受容が必要で有るだろう。そのため、排出削減の品質については大きなCDMと同等の水準が必要になると思われる。これに対して、REDDプラスは、大規模な排出量削減が魅力的である。ただし、削減の品質に関しては、その他の削減メカニズムと同等と言えない可能性がある。この点で、REDDプラスとJCMを初めとするその他のメカニズムをリンクすることは容易ではないのではないだろうか。

表 2-3 各メカニズムの特徴

	クリーン開発メカニズム (CDM)	二国間クレジット制度 (JCM)	REDDプラス
ガバナンス	CDM理事会 (国連)	合同委員会 (二国間政府代表)	国連/政府間
削減単位	プロジェクト単位	プロジェクト単位	プロジェクト単位/部門単位
プロジェクト内容	低炭素技術	低炭素技術(省エネ技術・ 製品含)/森林保全	植林・再植林、森林保全・劣 化防止
市場取引	可	不可(将来?)	可/不可
クレジット発行時期	事後方式	事後方式	事後方式
クレジット受取主体	ホスト国/プロジェクト参 加主体	政府/プロジェクト参加主体	政府/プロジェクト参加主体
長所	制度の成熟	取引費用の低さ	削減量の大きさ
課題	取引費用の高さ	国際的な受容	削減クレジットの品質

	セクター別クレジット・メカニズム(SCM)		
	Government Crediting System	Tradable Intensity Standard	Installation-based Emission Trading System
ガバナンス	国際規制機関(国連重視)		
削減単位	部門単位(産業中心)		
プロジェクト内容	エネルギー集約産業 +交通部門	エネルギー集約産業	
市場取引	可		
クレジット発行時期	事後方式		事前方式
クレジット受取主体	政府	事業所レベル	
長所	高取引費用部門の参加	排出削減の不確実性 の低下	効率的な排出削減
課題	排出削減の不確実性	部門間での リーケージ問題	途上国の削減目標設定

### 3. 二国間クレジット制度による経済効果・削減効果に関する分析

#### 3.1 はじめに

京都議定書におけるクリーン開発メカニズム（CDM）は、途上国からの温室効果ガス（GHG）排出量を抑制する上で大きな役割を果たした。一方、削減義務を負う附属書 I 国からは、CDM への不満が上がっていた。例えば、Arimura et al. (2012)では、日本の上場企業を対象としたアンケート調査を実施し、様々な CDM の問題点を挙げている。具体的には、審査・登録・発行までに時間がかかる、予想よりも CER の発行量が少ない、追加性の厳密な証明が必要、プロジェクト実施の地域間不均衡といった問題である。さらに、CDM の対象プロジェクト自体に偏りがあることも問題の 1 つとして指摘されている。

以上の問題点を解消あるいは CDM を補足するための制度として、日本政府は「二国間クレジット制度（JCM）」を提案している。特に、JCM は、2014 年 10 月時点で、12 カ国と二国間文書に署名しており、9 カ国との間でそれぞれ合同委員会が設置されている。さらに、JCM は、2010 年より実現可能性調査（FS）が実施されており、2013 年度よりデモンストレーション・プロジェクトが開始されている。また、途上国側での JCM 規則の認識や、JCM によって移転された環境技術・製品による排出削減量のモニタリングといった計測能力の強化を目的としたキャパシティー・ビルディングが実施されている。このように、日本政府が中心となり、JCM の実施に向けた取組みが着々と進められている。

さらに JCM には、先進国から途上国への環境技術・製品の移転によるホスト国での GHG 排出削減を促す効果が期待される。一方、こうした技術移転には、先進国の政府・企業等による資金提供や出資が必要となる。効率的な資源配分を達成するためには、経済効果や GHG 排出削減効果を考慮し、ホスト国や対象品目を決定することが重要となる。しかし、日本政府が実施している FS やデモンストレーション・プロジェクトでは、期待される GHG 削減効果や資源の効率的な利用（経済効果や雇用効果など）といった面が検証されていない。

そこで本章では、JCM を実施した場合の実施国である日本国内での経済・雇用効果と、ホスト国での GHG 削減効果について試算を行った<sup>17</sup>。さらに、近年の日本企業によるサプライチェーンの国際化が、アジア圏を中心として進展している。そのため、JCM による経済・雇用効果は日本国内に止まらず、国際的な波及効果をもたらされる可能性がある。そこで本章では、アジア国際産業連関表を用いて、JCM による国際的な経済波及効果についても試算を行った。

分析対象の品目・技術は、これまで実施されてきた FS から選択した。さらに、地熱発電装置については、鹿児島県と大分県において実際に稼働している施設のフィールド調査を行い、想定すべき技術の特定化を行った。経済・雇用効果分析については、JCM プロジェクトの当該品目だけではなく、関連産業への波及効果を把握するために産業連関分析を行った。なお、本章では、既存の産業連関表には個別に掲載されていない環境品目（ハイブリット自動車、太陽光パネル、風力発電装置、地熱発電装置）も分析対象としたため、これら部門を既存部門から細分化し、新たな産業連関表を作成した上で分析を行った<sup>18</sup>。この細分化により、JCM として環境品目をホスト国へ移転・輸出した場合の日本国内での経済・雇用効果とアジア圏を中心とした国際的な経済波及効果が、より詳細に明らかとなる。

<sup>17</sup> 本章での分析では、JCM による GHG 削減効果の他に、副次的効果として NOx や Sox といった汚染物質の削減効果についても試算を行った。副次的効果に関する試算結果については、補論 3 においてまとめられている。

<sup>18</sup> 細分化についての詳しい説明は、補論 1 と補論 2 を参照されたい。

本章の構成は以下の通りである。3.2節では、JCMによる経済・雇用効果とGHG削減効果の試算に用いた分析シナリオを説明する。3.3節では、JCMによる日本国内での経済・雇用効果の分析に用いたモデルとデータを説明し、分析結果を示す。3.4節では、JCMによる国際的な経済波及効果の分析に用いたモデルとデータを説明し、分析結果を示す。3.5節では、ホスト国でのGHG削減効果に関する計算方法と分析結果を示す。最後に3.6節では、今後のJCMを実施していく上での政策的インプリケーションについて考察を行う。

## 3.2 分析シナリオ

表3-1は、本章の分析対象となる品目をまとめたものである。経済・雇用効果を分析する際には、分析品目のすべてが対象となっている。ただし、国内産業連関表では、「冷蔵庫」と「洗濯機」が同じ業種によって生産されているため、分析対象が11品目となっている。また、アジア国際産業連関表では、「エアコン」、「冷蔵庫」、「洗濯機」の3品目と、「照明機器(LED)」と「蓄電池」の2品目がそれぞれ同じ業種によって生産されているため、分析対象が9品目となっている。一方、GHG削減効果に関する分析は、一部の品目のみ(表3-1の○の付いた品目)が分析対象となっている<sup>19</sup>。

分析では、表3-1の品目が日本企業によってそれぞれ100億円分輸出されると仮定している<sup>20</sup>。2014年に環境省はJCMの補助金事業として、JCM設備補助事業<sup>21</sup>を開始している。この事業は民間企業を含む国際コンソーシアムがJCMとして輸出を行う場合の初期投資の半額を補助するものとなっている。そこで、100億円分の輸出のうち、半額に相当する50億円が補助金として拠出されるものとする。ただし、100億円分の製品輸出によって得られるGHG削減量の権利については全て50億円分の補助金を拠出した日本政府に帰着するものとし、日本企業にはGHG削減量の権利は発生しないものとする。

さらに、日本国内の企業が国内で各品目を100億円ほど生産・供給するものと仮定する<sup>22, 23</sup>。この仮定を設けることにより、JCMを実施した結果、日本からの輸出金額が対象品目それぞれ100億円(補助金が50億円)増加すると捉えることが可能となる。言い換えると、本章の分析では、JCMは日本からの輸出額を増加させると仮定している。

---

<sup>19</sup> GHG排出削減を計算する際には、具体的な機種を設定する必要がある。しかし、ボイラ、蓄電池、鉄道車両の品目については、様々な機種が存在するため、その中から妥当なものを1つ選択することは困難であり、妥当な計算が困難であると考えGHG排出削減効果の試算は行っていない。また、風力発電装置については、気象条件に大きく左右されるため、妥当な計算が困難と考え、分析対象から除いた。

<sup>20</sup> この数字は、仮想的なものであり、実際の予算額に基づくものではない。また、合計で900億円の資金投入が行われるものではないことに留意する必要がある。

<sup>21</sup> 詳しくは、<http://gec.jp/main.nsf/jp/Activities-GHGmitimecha-jcmfinancingprogramme> を参照されたい。(最終アクセス2015年1月)

<sup>22</sup> JCMでは、国内企業のみがプロジェクトに参加することができる。しかし、この条件は、生産地を規定するものではない。そのため、実際にJCMが運用される際には、国内のみで投入予算分の需要が増加するとは限らないことに留意が必要である。

<sup>23</sup> 本章の分析フレームワークは、この仮定を用いることにより、妥当性が得られる。

表 3-1 分析対象品目

対象品目	経済・雇用効果		GHG排出削減効果
	国内産業連関分析	国際産業連関分析	
工業炉	○	○	○
鉄道車両	○	○	×
ボイラ	○	○	×
エアコン	○		○
冷蔵庫		○	○
洗濯機	○		○
照明機器 (LED)	○		○
蓄電池	○	○	×
ハイブリッド自動車	○	○	○
太陽光パネル	○	○	○
風力発電装置	○	○	×
地熱発電装置	○	○	○

本章では、JCM の下でのホスト国として、1) タイ、2) ベトナム、3) インドネシア、4) インド、5) フィリピン、6) バングラディシュ、7) モンゴル、8) スリランカ、9) メキシコ、10) コロンビア、11) マレーシア、12) コスタリカの 12 カ国を取り上げる。また、日本から JCM を通じてこうしたホスト国へ輸出される各品目は、日本国内で流通している省エネルギー機器・技術を想定する<sup>24</sup>。

ただし、ホスト国と日本でのエネルギー効率の差については、以下の方法で試算を行う。まず、工業炉、照明機器 (LED)、太陽光パネル、地熱発電装置を除く 4 品目については、タイのバンコクで実施した家計調査の結果を踏まえて、日本とのエネルギー効率の差を試算している<sup>25</sup>。照明機器については、輸出先となるホスト国で流通している品目は日本国内のものよりもエネルギー効率が「3割低い」水準の品目であると仮定する。工業炉と太陽光パネル、地熱発電装置については、新たに導入した場合のケースを仮定している。

分析では、輸出される各品目の価格は日本国内の価格を用いる<sup>26, 27</sup>。現実的には、日本国内の価格と輸出先となるホスト国での価格を用いることが望ましいと考えられる。しかし、本章の分析では、日本企業が国内で各品目を生産・供給し、対象国へ輸出する場合を仮定しているため、すべての品目において日本国内の価格を用いて分析を行った。

<sup>24</sup> 各品目の具体的な機器の選定については、3.5 節で説明を行っている。

<sup>25</sup> 工業炉、照明機器、太陽光パネル、地熱発電装置をタイでの家計調査項目から除いた理由については、3.5 節において説明を行っている。

<sup>26</sup> 各品目の価格は、経済・雇用効果の分析には影響を与えない。一方、各品目の価格は、GHG 排出削減効果と副次的便益の計算を行う際には大きな問題となる。これは、排出削減効果が輸出される金額より、輸出される量に依存するためである。輸入先 (ホスト国) の価格を用いた場合、日本の市場価格よりも安くなるため、輸出される量が大きくなる。結果として削減効果が大きく計算されてしまう。日本の市場価格を用いることにより、削減効果を過小評価している点に留意が必要である。

<sup>27</sup> 各品目の価格についての詳細は、3.5 節で説明を行う。



### 3.3 国内産業連関表を用いた経済・雇用効果の分析

#### 3.3.1 分析手法

本節の分析では、産業連関分析の中で「輸入内生数量モデル」を用いて、JCMを実施することによる日本国内での経済・雇用への効果を明らかにする。産業連関表では、国内生産額は、中間投入額、国内最終需要額、輸出額の合計となる。この関係を式で表すと以下のような関係式で表すことができる。

$$\mathbf{X} = \left( (\mathbf{I} - \hat{\mathbf{M}})\mathbf{A} \right) \mathbf{X} + (\mathbf{I} - \hat{\mathbf{M}})\mathbf{F}^d + \mathbf{E} \quad (3.1)$$

ここで、 $\mathbf{X}$ は国内生産額ベクトル、 $\mathbf{I}$ は単位行列、 $\hat{\mathbf{M}}$ は輸入係数行列、 $\mathbf{A}$ は投入係数行列、 $\mathbf{F}^d$ は国内最終需要ベクトル、 $\mathbf{E}$ は輸出ベクトルを意味している。輸入係数行列の対角要素 ( $m_i$ ) は、 $i$ 部門の輸入額を  $i$ 部門の国内生産額で割った値であり、対角要素以外の値は0となっている。投入係数行列の各要素 ( $a_{ij}$ ) は、 $i$ 部門からの投入額を  $j$ 部門の国内生産額で割った値である。通常、中間需要および国内最終需要の一部は、輸入品によって賄われている。そこで、 $(\mathbf{I} - \hat{\mathbf{M}})$ は、輸入品を考慮するためにモデルに入れられている。以上のことから、(3.1)式の右辺は中間需要(第1項)、国内最終需要(第2項)、そして輸出(第3項)をそれぞれ意味している。

(3.1)式を国内生産額 $\mathbf{X}$ について解くと、以下のような輸入内生数量モデルを得ることができる。

$$\mathbf{X} = \left( \mathbf{I} - (\mathbf{I} - \hat{\mathbf{M}})\mathbf{A} \right)^{-1} \left( (\mathbf{I} - \hat{\mathbf{M}})\mathbf{F}^d + \mathbf{E} \right) \quad (3.2)$$

(3.2)式より、JCM実施により、輸出( $\mathbf{E}$ )が増加すると、以下の式によって経済効果を計算することができる。

$$\Delta \mathbf{X} = \left( \mathbf{I} - (\mathbf{I} - \hat{\mathbf{M}})\mathbf{A} \right)^{-1} (\Delta \mathbf{E}) \quad (3.3)$$

ただし、 $\Delta \mathbf{E}$ の要素  $E_i$  は、輸出対象となる品目が100億円、他の品目については0円である。本節で計算される経済効果は、 $\Delta \mathbf{X}$ の各要素を合計したものである。

次に、(3.3)式で計算された経済効果( $\Delta \mathbf{X}$ )を用いて、雇用効果( $\Delta \mathbf{I}$ )を以下の式によって計算する。

$$\Delta \mathbf{I} = \mathbf{L} \Delta \mathbf{X} \quad (3.4)$$

ここで、 $\mathbf{L}$ は雇用係数行列である。雇用係数行列の対角要素 ( $L_i$ ) は、 $i$ 部門の雇用者を国内生産額で割った値である。雇用係数行列の対角要素以外の要素は、すべて0である。本節で計算される雇用効果は、(3.4)式で計算された業種別雇用効果( $\Delta \mathbf{I}$ )を合計したものである。

分析では、経済産業省による2010年国内産業連関表の延長表を基に、JCM実施による日本経済への経済効果と雇用効果について分析を行っている。ただし、2010年国内産業連関表の延長表では環境品目について個別に表記されていない。そこで本章では、ハイブリッド自動車部門と太陽光パネル部門

については、公表されている情報を基に、新たに新設した産業連関表を作成した。一方、風力発電装置部門と地熱発電装置部門については、多くの産業からの投入を必要としているため、どの産業部門に含まれているのかが不明であったため、新しい産業連関表を作成せず、中野・鷺津（2013）と文部科学省科学技術・学術政策研究所科学技術動向研究センター（2013）において公表されている情報に基づき必要な投入係数を求め、それらを基に新たな部門を設置した上で、分析を行っている。これにより、細分化後の新しい産業連関表を用いることで、既存の産業連関表では困難な、JCMを通じた環境財・技術の輸出に関する詳細な分析を行うことが可能となっている。

ただし、雇用効果を求める時に必要となる雇用者数のデータについては、太陽光パネル部門、風力発電装置部門、地熱発電装置部門を除く部門に関して、総務省による『2005年国内産業連関表』の雇用表の値を用いている点に留意する必要がある。これは、基本表とは異なり、「雇用表」（各部門別に生産活動に従事した労働量を記載したもの）が、延長表と対応する形で公表されていないためである。そのため、2010年の雇用者数と異なる可能性があるが、ここでは、雇用係数が2005年と2010年で同じであると仮定して分析を行っている。一方、太陽光パネル部門、風力発電装置部門、地熱発電装置部門に関する雇用係数は、野村総合研究所（2012）と稗貫・本藤（2012）において公表されている数値を用いた。

### 3.3.2 分析結果：国内産業連関表を用いた経済・雇用効果

表3-2は、(3.3)式を用いて計算した経済効果をまとめている。100億円の輸出増加により、ハイブリッド自動車の経済効果が337.5億円と、最も高くなっている。また、鉄道車両（244.5億円）、風力発電装置（241.9億円）、エアコン（232.3億円）、地熱発電装置（226.0億円）も高い経済効果を示している。一方、太陽光パネルの経済効果は184.9億円で最も小さいことがわかる。

表3-2では、雇用効果の結果も示されている。表3-2から、照明機器の雇用効果が992人と、11品目のうち最も高くなっている。また、工業炉（988人）、ハイブリッド自動車（980人）、鉄道車両（954人）の雇用効果も高くなっている。一方、太陽光パネル（361人）の雇用効果が最も低く、次いでエアコン（721人）、地熱発電装置（740人）、ボイラ（785人）の順となっている。

表 3-2 国内産業連関表を用いた経済・雇用効果

対象品目	経済効果 (単位：億円)	雇用効果 (単位：人)
ハイブリッド自動車	337.5	980
鉄道車両	244.5	954
風力発電装置	241.9	875
エアコン	232.3	721
地熱発電装置	226.0	740
工業炉	224.4	988
冷蔵庫（洗濯機）	222.8	914
蓄電池	220.3	788
照明	219.9	992
ボイラ	203.6	785
太陽光パネル	184.9	361

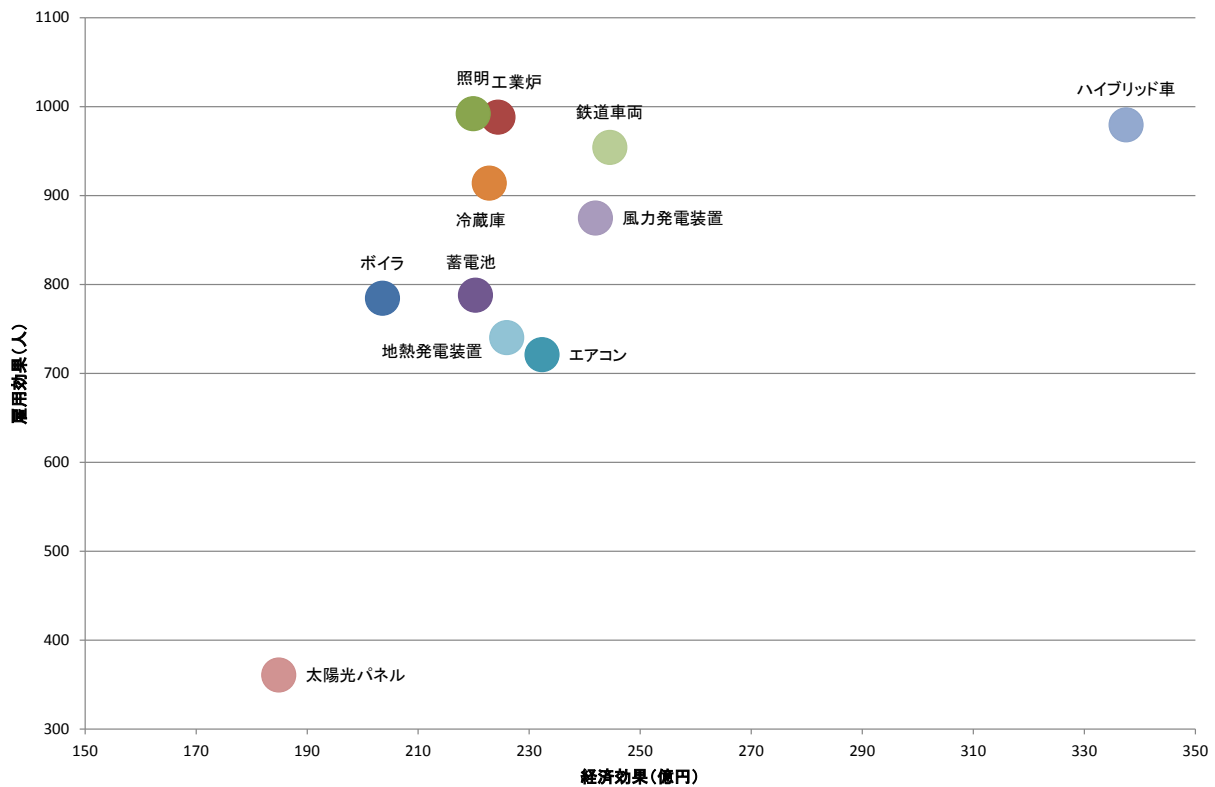


図 3-1 国内産業連関表を用いた JCM による経済・雇用効果

図 3-1 は、表 3-2 での経済効果（横軸）と雇用効果（縦軸）の結果をプロットしたものである。図 3-1 より、経済効果と雇用効果の両方の効果が最も高い品目は、ハイブリッド自動車であることが見て取れる。次に両効果が高い品目は、鉄道車両である。一方、太陽光パネルについては、経済・雇用効果が小さいことが示された。

以上の結果より、ハイブリッド自動車、鉄道車両の経済・雇用効果が大きいことがわかった。そのため、JCM の品目を決定する際には、ハイブリッド自動車、鉄道車両<sup>28</sup>が望ましいと言える。また、その他の品目については、経済効果を優先する場合には風力発電装置とエアコンが、逆に雇用効果を優先する場合には工業炉と照明機器が、JCM プロジェクトとして望ましいと言える。一方、太陽光パネルの輸出は、経済・雇用効果のみでは正当化が困難であると考えられる。

ただし、この試算では、以下の点において留意する必要がある。まず、試算結果は日本国内で各対象品目を生産し、ホスト国へ輸出した場合の日本国内のみの効果となっている。しかし、ハイブリッド自動車や鉄道車両といった品目については、輸出された国での経済にプラスの効果をもたらすことが予想される。本節の分析ではこうしたホスト国での経済効果については考慮されていない。この効果を考慮した場合、JCM による経済・雇用効果は、ここでの試算結果よりも大きくなるもの可能性がある。

<sup>28</sup> ただし、鉄道車両の輸出には、鉄道網（レールなど）や鉄道システムといった多くの技術を一緒に輸出する必要がある。そのため、現実的には非常に難しい品目であると言える。

### 3.4 国際産業連関表を用いた経済・雇用効果の分析

#### 3.4.1 分析手法

本節の分析では、日本貿易振興機構・アジア経済研究所による2005年アジア国際産業連関表を用いて、JCMによる国際的な波及効果を求める。2005年アジア国際産業連関表は、10カ国を対象としている<sup>29</sup>。また、最も細かい分類は、76部門分類である。しかし、国内産業連関表と同様に、環境技術などを生産している部門を独立した部門として取り扱っていない。そこで本節では、細分化した産業連関表を用いて、JCMの効果を分析する。具体的には、新たに日本の産業にハイブリッド自動車部門、太陽光パネル部門、風力発電装置部門および地熱発電装置部門の4つを新設<sup>30</sup>し、日本のみを80部門とした。

アジア国際産業連関表は、日本の国内産業連関表と異なり、輸入を投入側<sup>31</sup>に記載している。そのため、国内産業連関表を用いた分析と異なり、輸入を内生化したモデルを用いることができない。そこで、以下の方法を用いて経済効果を求める。

まず、生産額は、中間投入額と最終需要額の合計であるため、以下の関係式で表すことができる。

$$\mathbf{X} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})\mathbf{X} + \mathbf{F} \quad (3.5)$$

ここで、 $\mathbf{X}$ は生産額ベクトル、 $\mathbf{I}$ は単位行列、 $\mathbf{A}$ は投入係数行列、 $\mathbf{F}$ は最終需要額ベクトルである。また $\mathbf{X}$ は、以下のように、アジア国際産業連関表の対象10カ国の国別生産額ベクトル( $\mathbf{X}_i$ )によって構成されている。

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_I \\ \mathbf{X}_M \\ \vdots \\ \mathbf{X}_J \\ \mathbf{X}_U \end{bmatrix}$$

ここで、下付きの文字は国を表している。次に、(3.5)式を用いて、生産額 $\mathbf{X}$ について解くと、

$$\mathbf{X} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}\mathbf{F} \quad (3.6)$$

となる。最終需要には、国内最終需要の他に、他国への輸出も含まれる。そのため、JCMによって日本国内の輸出が増加すると仮定すると、経済効果は以下の式を用いて求めることができる。

$$\Delta\mathbf{X} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}\Delta\mathbf{F} \quad (3.7)$$

<sup>29</sup> 具体的な国名は、インドネシア、マレーシア、フィリピン、シンガポール、タイ、中国、台湾、韓国、日本、米国である。

<sup>30</sup> 細分化に当たっては、新しい産業連関表を作成するのではなく、分析に必要な投入係数を基に新たな部門を設置し、分析を行った。投入係数の計算方法については、補論2を参照されたい。

<sup>31</sup> 国内産業連関表では、輸入は、産出側に記載されている。産出側とは、内生部門の右側の外生部門を指す。この標記の場合、輸入品を考慮したモデルを用いることが可能である。

ただし、 $\Delta F$ の要素 $\Delta F_i$ は、輸出対象となる品目が100億円であるのに対して、その他の品目は0円である。国別経済効果は、以下の方法で求める。

$$\text{国別経済効果} = \Delta X'B$$

ここで、 $B$ は国別に産業別の経済効果を集計するための行列である。具体的には、対象となる国の要素が1、その他の国の要素を0とした、 $752 \times 10$ の行列<sup>32</sup>となっている。

また、JCMによる全体の経済効果は、以下の式を用いて求めることができる。

$$\text{全体の経済効果} = \Delta X'1 \quad (3.8)$$

ここで、 $1$ は、単位ベクトルである。

雇用効果は、(3.7)式で計算された経済効果( $\Delta X$ )を用いて求めることが可能である。

$$1 = L\Delta X \quad (3.9)$$

ただし、 $1$ は雇用効果のベクトルであり、 $L$ は雇用係数(生産額当たりの雇用者数)が対角要素となった行列である。対角以外の要素はすべてゼロである。この雇用係数は、アジア国際産業連関表の国別・部門別雇用者数を当該部門の生産額で割った値である。ただし、新設部門の雇用係数は、以下の係数を用いた。ハイブリッド自動車は、自動車部門の雇用係数を用いた。一方、太陽光パネル部門、風力発電装置部門、地熱発電装置部門は、国内産業連関表の雇用係数と同じものを用いた。国別および全体の雇用効果の求め方は、経済効果の集計で用いた方法で計算できる。

本節の分析では、3.2節で述べたが、JCMによって日本からの輸出が100億円増加することを仮定する。産業連関分析では、輸出が輸出先にかかわらず同等として扱われるため、どのJCM対象国かは問わない。また、輸出品目として、ハイブリッド自動車、太陽光パネル、地熱発電装置、風力発電装置、ボイラ、工業炉、照明機器・蓄電池、エアコン・冷蔵庫・洗濯機、鉄道車両の9品目を仮定する。

#### 3.4.2 分析結果：アジア国際産業連関表を用いた経済・雇用効果

表3.3Aおよび表3.3Bは、細分化したアジア国際産業連関表を用いた、JCMの経済効果を国別にまとめている。

---

<sup>32</sup> アジア国際産業連関表は、各国を76の部門に分けているが、国によっては該当しない産業がある。例えば、シンガポールでは鉱業関連の産業が存在しない。存在しない部門は3カ国、計12部門となっている。そのため、アジア国際産業連関表の内生部門は、 $748 \times 748$ の行列になっている。本節では、日本の産業を4つ新たに追加しているため、 $752 \times 752$ の行列になっている。

表 3.3A JCM による経済効果

(単位：億円)

	風力発電 装置	地熱発電 装置	太陽光 パネル	ハイブリッ ド自動車
インドネシア	0.72	0.59	1.77	0.88
マレーシア	0.41	0.42	0.54	0.57
フィリピン	0.22	0.23	0.30	0.23
シンガポール	0.26	0.25	0.29	0.31
タイ	0.52	0.44	0.40	0.77
中国	4.73	3.42	3.53	3.76
台湾	0.87	0.75	0.70	0.79
韓国	1.68	1.28	1.25	1.38
日本	274.95	269.42	224.77	326.12
アメリカ	2.43	2.52	2.88	2.85
合計	286.79	279.33	236.44	337.66

表 3.3B JCM による経済効果

(単位：億円)

	照明機 器・蓄電池	エアコ ン・冷蔵庫	ボイラ	工業炉	鉄道車両
インドネシア	1.59	0.97	0.83	0.80	0.66
マレーシア	1.03	1.39	0.43	0.49	0.48
フィリピン	0.43	0.95	0.25	0.25	0.17
シンガポール	0.43	0.77	0.28	0.31	0.26
タイ	0.90	1.24	0.75	0.74	0.48
中国	7.30	8.72	5.19	6.44	4.45
台湾	1.33	2.65	0.77	1.00	0.77
韓国	1.80	2.91	2.19	1.85	1.14
日本	208.14	223.19	231.17	219.69	220.46
アメリカ	5.04	4.93	5.38	3.21	16.06
合計	228.00	247.71	247.24	234.79	244.92

品目別の経済効果は、品目によって効果が異なり、228 億円から 337 億円まで幅がある。ハイブリッド自動車、風力発電装置、地熱発電装置の経済効果が高い反面、照明機器・蓄電池、太陽光パネル、工業炉の経済効果が低い。

品目別・国別経済効果は、各品目で日本が最も高く、208 億円から 326 億円となっている。次に経済効果が高い国は、中国およびアメリカとなっている。残りの 7 カ国にも限定的ではあるが、経済波及効果があることが見て取れる。

表 3.4A と表 3.4B は、国別の雇用効果をまとめている。照明機器・蓄電池、ハイブリッド自動車、エアコン・冷蔵庫の雇用効果は相対的に高い。一方、太陽光パネル、ボイラ、風力発電装置の雇用効果は相対的に低くなっている。

雇用効果を計算する際に用いる雇用係数は、国・部門によって異なる。そのため、労働集約的な国・地域では雇用効果が高いが、資本集約的な国・地域では雇用効果が小さくなっている。例えば、太陽光パネル部門について、インドネシアと米国の雇用効果を比較すると、インドネシアが米国を上回っている。一方、経済効果は、米国の方が高く、1 億円以上も高い。

表 3.4A JCM による雇用効果

(単位：人)

	風力発電 装置	地熱発電 装置	太陽光 パネル	ハイブリッ ド自動車
インドネシア	32	26	61	59
マレーシア	5	5	6	8
フィリピン	12	11	15	13
シンガポール	1	1	1	1
タイ	20	16	12	43
中国	260	195	197	224
台湾	6	5	4	5
韓国	6	5	4	5
日本	960	1,073	529	1,219
アメリカ	41	41	57	45
合計	1,345	1,379	887	1,623

表 3.4B JCM による雇用効果

(単位：人)

	照明機 器・蓄電池	エアコ ン・冷蔵庫	ボイラ	工業炉	鉄道車両
インドネシア	65	50	35	39	33
マレーシア	12	17	5	7	6
フィリピン	22	41	12	14	9
シンガポール	2	3	2	2	1
タイ	25	45	21	30	21
中国	398	477	283	350	257
台湾	11	16	6	8	5
韓国	7	12	9	8	4
日本	1,717	859	871	968	849
アメリカ	94	79	82	52	167
合計	2,353	1,599	1,326	1,476	1,352

### 3.5 GHG削減効果の分析

#### 3.5.1 GHG削減量の試算方法

本章では、3.2節で述べた各対象国（12カ国）・対象品目（8品目）について、JCM実施によるGHG削減効果について試算を行っている。まず、JCMプロジェクトとして製品*j*がホスト国である*i*国へ輸出された場合の*i*国での年間GHG削減総量は、以下の式のように計算される。

$$GHG_{i,j} = Export_{i,j} \times ghg_{i,j} \quad (3.10)$$

ただし、 $GHG_{i,j}$ は製品*j*による*i*国でのGHG削減総量（CO<sub>2</sub>/年）、 $Export_{i,j}$ は製品*j*の*i*国への輸出量（台/年）、 $ghg_{i,j}$ は製品*j*の*i*国での1台当たりGHG削減量（CO<sub>2</sub>/台）を意味している。

本章では、各対象国に対して各品目を100億円輸出することを想定しているため、輸出される台数には制約が課せられていることになる。（3.10）式の製品*j*の*i*国への年間輸出量については、以下の式のように定義できる。

$$Export_{i,j} = 100 \text{億 (円/年)} / price_j \quad (3.11)$$

ただし、 $price_j$ は製品*j*の1台当たり価格（円/台）を意味している。

ここで、（3.10）式と（3.11）式を用いて、各対象国でのGHG削減総量を試算するには、製品1台当たりのGHG削減量（ $ghg_{i,j}$ ）と製品1台当たりの価格（ $price_j$ ）に関する情報が必要となる。 $ghg_{i,j}$ については、以下の（3.12）式にあるように、①ホスト国（輸出先となる対象国）での各製品の使い方、②ホスト国での普及機器と日本からの輸出機器とのエネルギー効率の差、③ホスト国での電源構成を考慮したGHG原単位の3つの要素から計算される。

$$ghg_{i,j} = hour_{i,j} \times (Energy_{i,j} - Energy_j^*) \times power_i \quad (3.12)$$

ただし、 $hour_{i,j}$ は製品*j*の*i*国での使用量（時間/年）、 $Energy_{i,j}$ は*i*国で普及している製品*j*のエネルギー効率（Wh/年）、 $Energy_j^*$ は省エネ型の製品*j*のエネルギー効率（Wh/年）、 $power_i$ は*i*国での発電エネルギー原単位（CO<sub>2</sub>/Wh）を意味している。

（3.12）式より、ホスト国での製品の使い方（①）については、ホスト国での製品使用頻度と日本と変化がないと仮定した。ホスト国と日本とでのエネルギー効率の差（②）については、タイにおいて普及機器に関する家計調査（実態調査）を行った結果を踏まえ、日本から輸出する省エネ型製品との省エネルギー性能の差を試算した。最後に、ホスト国での電源構成を考慮したGHG原単位（③）については、WEBサイト『SunEarthTools』<sup>33</sup>を参照した。

#### 3.5.2 各製品の省エネルギー性能の実態

日本から省エネルギー性能の高い製品を輸出する際に、どの程度のGHG削減がもたらされるかというについては、輸出先となるホスト国での普及製品のエネルギー効率に依存する。例えば、輸出

<sup>33</sup> 詳しくは、<http://www.sunearthtools.com/tools/CO2-emissions-calculator.php> を参照されたい。  
（最終アクセス 2014 年 11 月）



する省エネルギー型製品と同等のエネルギー効率を持つ製品がホスト国でも普及しているのであれば、JCMによって得られる GHG 削減量はゼロとなる。

そこで、(3.12) 式における  $i$  国での普及製品のエネルギー効率の実態について、2014 年 6 月から 7 月にかけて、タイのバンコクにおいて家計調査を行った。本調査では 105 人から回答を得ることができた。この調査の結果を元に、ここでは日本から輸出される省エネルギー型製品とホスト国で普及している製品のエネルギー効率の差を試算する。ただし、本節での対象国は 12 カ国を想定しているものの、様々な制約により家計調査はタイのみで実施している。そのため実際の試算では、今回のタイでの調査結果から得られた普及製品と日本からの輸出される省エネルギー型製品とのエネルギー効率の差は、他の対象国の場合も同様であると想定している。

表 3-5 タイでの各機器の平均購入年

調査対象品目	平均購入年
洗濯機	2008.7
冷蔵庫	2007.7
自動車	2009.7
エアコン	2008.9

タイでの調査では、洗濯機、冷蔵庫、自動車とエアコンの 4 品目について、保有している場合には購入年を尋ねている。ただし、製品を複数台所有している場合には、最も使用頻度の高いものについて回答してもらっている。各製品についての平均購入年を表したものが表 3-5 である。各機器を平均的家計は、2007 年から 2009 年にかけて購入していることが示されている。そのため、2007~09 年時点における機器が最も普及しているといえる。よって、(3.12) 式における  $i$  国での普及製品のエネルギー効率 ( $Energy_{i,j}$ ) については、タイでの平均購入年における日本の代表的製品  $j$  のエネルギー効率として試算を行う。

本節での GHG 削減量の試算では工業炉と地熱発電装置に加え、家計関連の品目を取り上げるが、家計調査ではそのうち 4 品目のみを取り上げており、照明機器、太陽光パネルについては実態を調査していない。調査を行っていない製品のうち、工業炉と地熱発電装置については家計向けのものではないことから、調査対象外とした。また、照明機器については、平均購入年等を尋ねたとしても回答が得られない可能性が高いと判断し、調査項目から除外した。さらに、太陽光パネルについては、日本においても大きく普及をしていないため、輸出先国でも同様であると考え、調査項目からは除いている。

以上の (3.10) 式から (3.12) 式を用いて、各対象国・対象品目ごとに、JCM 実施による GHG 削減効果について試算を行う。以下では、工業炉、洗濯機、冷蔵庫、照明機器、ハイブリッド自動車、エアコン、太陽光パネル、地熱発電装置の順に年間 GHG 削減量 ( $CO_2$ -kg/年) を明らかにし、最後に全ての対象品目の耐久年数を考慮した GHG 削減効果 ( $CO_2$ -t) と削減に必要な補助金額 (万円/ $CO_2$ -t) を、対象国別に明らかにする。

### 3.5.3 JCM による GHG 削減効果

#### (1) 工業炉：

第 1 に取り上げる品目は「工業炉」である。工業炉は、加熱や溶解等の熱処理を行う工程に必要な品目であり、金属産業といった様々な産業で利用されている。その中でも「高性能工業炉」は、従来の工業炉では捨ててしまっていた熱を回収する（廃熱回収）等の機能を追加することで、エネルギー

効率を3割以上高めた品目となっている。そのため、エネルギー効率の高い技術である高性能工業炉をJCMの対象国となる途上国へ輸出することは、対象国でのGHG排出量を抑制する面で期待されるため、JCMプロジェクトとして望ましい品目の1つと考えられる。

工業炉については、既に社団法人日本工業炉協会が、インドにおける高性能工業炉導入の可能性について調査・検証をしている<sup>34</sup>。ここでは、JCM対象国をインドのみとし、高性能工業炉を輸出した場合のGHG削減量の試算を行った。ただし、高性能工業炉のうち、JCMに関連するFSとしても実施され、JCMプロジェクトとして期待される「コークス乾式消火設備(CDQ)」を対象として試算を行った。CDQによるGHG削減量については、41基によって350万CO<sub>2</sub>-t/年の削減が達成されたと報告されている<sup>35</sup>。よって、CDQ1基当たりのGHG削減量は約8.5万CO<sub>2</sub>-t/年となる。

## (2) 洗濯機：

第2に取り上げる品目は「洗濯機」である。試算では、日立社製の「ビートウォッシュ BW-D9TV」<sup>36</sup> (2014年6月発売)をモデルケースとして採用した。よって、ここではJCMとして同製品を各対象国へ100億円分輸出(うち50億円分を補助)した場合のGHG削減量について試算を行っている。

まず、洗濯1回当たりの消費電力量は以下のようにして求めた。モデルケースに用いた「ビートウォッシュ BW-D9TV」の仕様表では、1)洗濯時の消費電力量は62Wh、2)洗濯時間は35分となっている。よって、洗濯1回当たりの消費電力量は約40.3Wh(=62Wh×35/60)となる。そして、1日に1回洗濯すると想定すると、1年間の消費電力量は約13.20kWhとなる。

一方、タイでの家計調査より、対象国での平均的な家計は2008年に洗濯機を購入している(表3-5参照)。そこで、ここでは同じサイズの日立社製の2008年7月発売の製品「ビートウォッシュ BW-D9KV」が対象国で普及している製品であると仮定する。同製品の仕様表より、1)洗濯時の消費電力量は170Wh、2)洗濯時間は47分であるため、使い方が日本と同様であるとする、輸出先国における洗濯機保有家計の1年間の消費電力量は約48.61kWhとなる。そのため、1台輸出することによって年間で約35.41kWh(=48.61kWh-13.20kWh)の電力量が削減できることになる。

本節では、1台当たりの節約電力量をGHG排出量へ換算するにあたり、WEBサイト『SunEarthTools』を参照した。同サイトでは、各国の電源構成(石炭火力、石油火力、原子力等)を考慮した上で、それぞれの国で1kWh発電する際に排出されるGHG排出量を求めるツールを提供している。図3-2は、SunEarthToolsでのツールを用いて求めた省エネルギー型洗濯機(「ビートウォッシュ BW-D9TV」)を、各対象国に1台輸出した場合のGHG削減量(CO<sub>2</sub>-kg/年)が示されている。1台輸出した場合の節約できる電力量は各国で同じであるが、各国の電源構成が異なるため、同じ1台であってもモンゴルでは52.81CO<sub>2</sub>-kg/年のGHGが削減できるのに対し、コスタリカでは1.97CO<sub>2</sub>-kg/年の削減に留まっている。

<sup>34</sup> 詳細は、<http://gec.jp/main.nsf/jp/Activities-GHGmitimecha-FS2011newmex17>を参照されたい。(最終アクセス2014年11月)

<sup>35</sup> 詳しくは、[http://brain-c-jcoal.info/ccd2010/Panelist2\\_Haya.pdf](http://brain-c-jcoal.info/ccd2010/Panelist2_Haya.pdf)を参照されたい。(最終アクセス2014年11月)

<sup>36</sup> 詳しくは、<http://kadenfan.hitachi.co.jp/wash/lineup/bwdtv/>を参照されたい。(最終アクセス2014年11月)

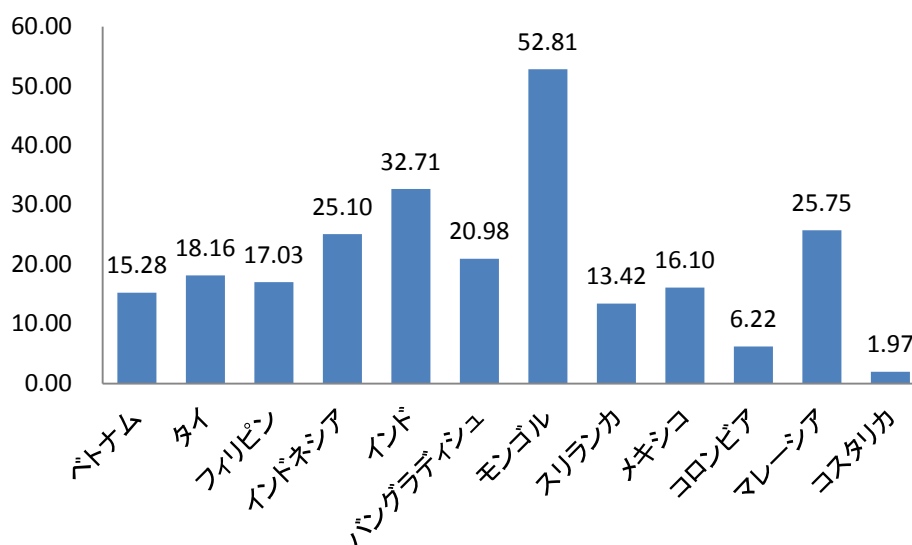


図 3-2 1 台当たり GHG 削減量 (単位: CO<sub>2</sub>-kg/年)  
 ≪洗濯機のケース≫

(3) 冷蔵庫 :

第 3 に取り上げる品目は「冷蔵庫」である。2014 年 10 月発売のシャープ社製「SJ-PF47A」をモデルケースとして採用する。よって、洗濯機のケースと同様に、JCM として「SJ-PF47A」を各対象国へ 100 億円分輸出した場合の GHG 削減量について試算を行う。

試算にあたり、対象製品である「SJ-PF47A」の年間消費電力量は、仕様表より、290kWh/年となっている。一方、輸出先となる対象国における冷蔵庫は 2007 年に購入されている (表 3-5 参照)。そこで、ここでの試算では、環境省から提供されている『省エネ製品買い替えナビゲーション：しんきゅうさん』<sup>37</sup>を用いて、同サイズの 2007 年発売製品の年間消費電力量を把握した。その結果、2007 年の製品の電力消費量は 520kWh/年であることがわかった。そのため、省エネルギー型冷蔵庫 (SJ-PF47A) を 1 台輸出することによって節約できる消費電力は約 230kWh/年 (=520kWh/年-290kWh/年) となる。

次に、洗濯機のケースと同様に『SunEarthTools』より、節約される消費電力量を GHG 排出量へ変換する。図 3-3 では、各対象国に対して「SJ-PF47A」を輸出することによって得られる 1 台当たりの GHG 削減量 (CO<sub>2</sub>-kg/年) が示されている。

<sup>37</sup> 詳しくは、<http://shinkyusan.com/simulate.html> を参照されたい。(最終アクセス 2014 年 11 月)

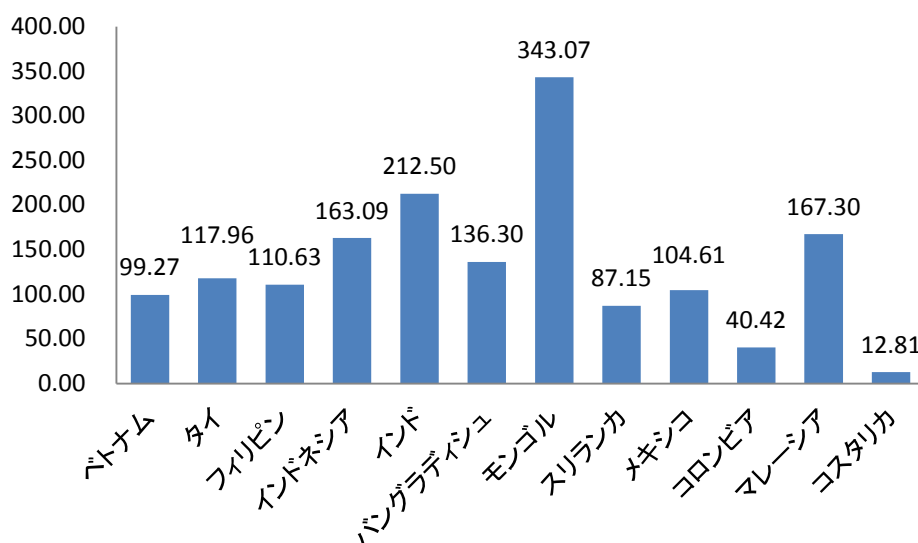


図 3-3 1 台当たり GHG 削減量 (単位: CO<sub>2</sub>-kg/年)  
 ≪冷蔵庫のケース≫

(4) 照明機器 (LED) :

第 4 に取り上げる品目は「照明機器」である。ここでは、東芝社製の LED 電球「E-CORE LDA6L-H」をモデルケースとして採用した。照明機器 (LED 電球) 1 個当たりの消費電力量は、以下のようにして求めた。まず、「E-CORE LDA6L-H」の消費電力は、仕様書より、5.6W であった。ここでの試算では、GHG 削減量を計算するための前提条件として、1 日 8 時間、365 日、同製品を使用した場合を想定した。よって、省エネルギー型照明機器 1 個当たりの年間消費電力量は、約 16.4kWh (=5.6×8×365) となる。

照明機器については、タイでの家計調査の対象外としたため、輸出先となる対象国における照明機器の電力消費性能はモデルケースである「E-CORE LDA6L-H」よりも効率が 3 割低下すると仮定して試算を行った<sup>38</sup>。そのため、対象国 12 カ国における照明機器 1 個当たりの消費電力量は約 23.4kWh/年となる。よって、JCM により省エネルギー型照明機器を各対象国に対して 1 個輸出した場合、年間の消費電力量を約 7.0kWh (=23.4-16.4) 抑えることができるようになる。

これまでと同様に、『SunEarthTools』より、節約される消費電力量を GHG 排出量へ変換する。図 3-4 では、各対象国に対して「E-CORE LDA6L-H」を輸出することによって得られる照明機器 1 個当たりの GHG 削減量 (CO<sub>2</sub>-kg/年) が示されている。

<sup>38</sup> 従来の蛍光灯タイプと比べ、LED タイプでは消費電力が半分になるという結果 (<http://www.otsuka-shokai.co.jp/products/led/comparison/fluorescent.html>) もあることから、3 割改善はやや控えめな改善幅の仮定であるともいえる。(最終アクセス 2014 年 11 月)

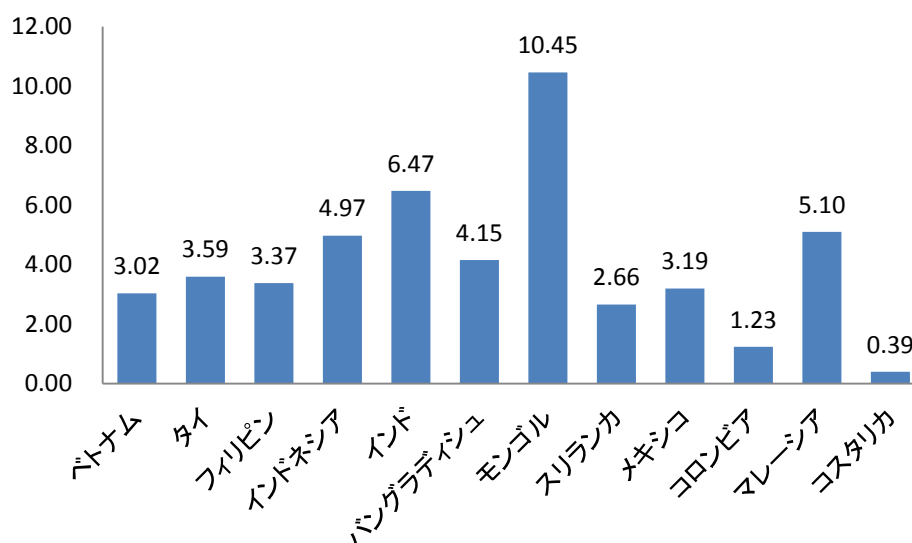


図 3-4 1 個当たり GHG 削減量 (単位: CO<sub>2</sub>-kg/年)  
 <<照明機器のケース>>

(5) ハイブリッド自動車 :

第 5 に取り上げる品目は「ハイブリッド自動車」である。本節では、試算を行うにあたり、モデルケースとしてトヨタ社製の「プリウス 1.8L」を想定した。「プリウス 1.8L」のカタログ燃費値は、38.0km/ℓ (10.15 モード) である。タイでの家計調査により、2009 年に販売された自動車に普及していることが示されている (表 3-5 参照)。そのため、この時点における平均燃費は、国土交通省の資料<sup>39</sup>によると 18.8km/ℓ となっている。そこで、ここでは輸出先となる各対象国で普及している自動車の燃費を 18.8km/ℓ と仮定する。よって、JCM によりハイブリッド自動車を各対象国に 1 台輸出することによって、19.2km/ℓ (=38-18.8) の燃費改善がもたらされることになる。

自動車の場合、これまでの家電製品とは異なり、利用の仕方が対象国によって大きく異なる可能性が考えられる。例えば、World Bank の資料によると、2010 年において、日本では 1,000 人当たり約 590 台の自動車が存在するが、ベトナムでは 1,000 人当たり僅か 13 台である<sup>40</sup>。このように自動車の普及状況が、国によって異なるため、利用の仕方も異なる可能性がある。そのため、この利用の仕方を考慮した上で、GHG 削減量を試算する必要がある。しかしながら、自動車 1 台当たりの年間走行距離を国別に取りまとめたデータが存在しないため、本節では国別の自動車保有台数およびガソリン消費量<sup>41</sup>から、間接的に 1 台当たりの年間ガソリン消費量と自動車 1 台当たりの年間 GHG 排出量を計算した<sup>42</sup>。

<sup>39</sup> 詳しくは、<http://www.mlit.go.jp/common/001031306.pdf> を参照されたい。(最終アクセス 2014 年 11 月)

<sup>40</sup> 詳しくは、<http://data.worldbank.org/indicator/IS.VEH.NVEH.P3/countries?display=default> を参照されたい。(最終アクセス 2014 年 11 月)

<sup>41</sup> 国別の自動車保有台数およびガソリン消費量は、共に World Bank (<http://data.worldbank.org/indicator/IS.ROD.SGAS.PC/countries?display=default>) を参照した。(最終アクセス 2014 年 11 月 19 日)

<sup>42</sup> ただし、World Bank データにおける“vehicle”のカテゴリとして自動車だけではなく、二輪車も含まれる可能性があるため、精査が必要である。

図 3-5 では、自動車 1 台当たりの GHG 削減量 (CO<sub>2</sub>-kg/年) の計算の結果が示されている。これまでの品目では、GHG 削減量が最も多かった対象国はモンゴルであった。その主な要因としては、モンゴルの電源の大半が石炭火力発電に依存しているためであることが挙げられる。一方、自動車については、ガソリン消費であるため、各国の電源構成とは関係なく、自動車の利用の仕方に大きく依存することとなる。そのため、図 3-5 で示されているように、これまでの品目とは異なり、自動車ではベトナムが最も多く 1 台当たりの GHG 排出量を削減するという結果になっている。

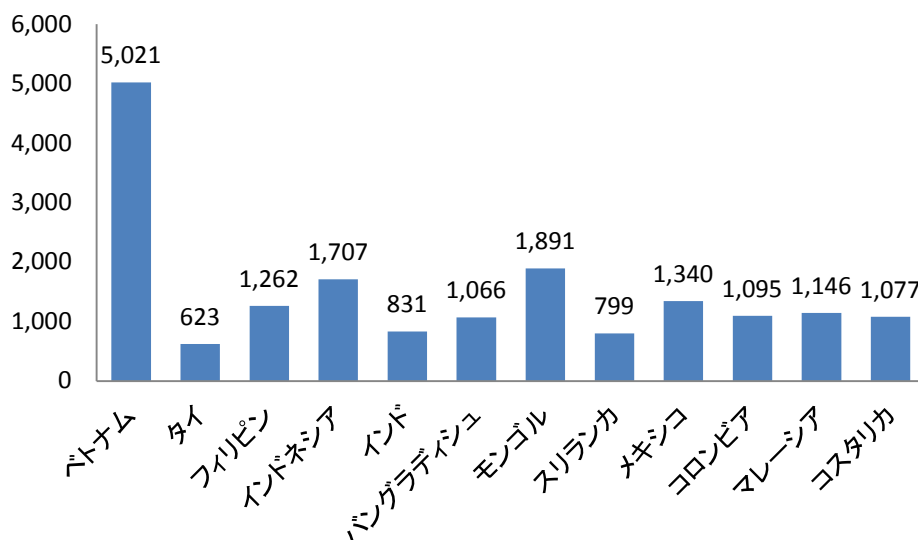


図 3-5 1 台当たり GHG 削減量 (単位 : CO<sub>2</sub>-kg/年)  
 ≪ハイブリッド自動車のケース≫

(6) エアコン :

第 6 に取り上げる品目は「エアコン」である。ここでは、試算を行うにあたり、モデルケースとして三菱電機社製の「霧ヶ峰 RAS-5624D」(2014 年 4 月発売)を採用した。「霧ヶ峰 RAS-5624D」の年間電力消費量(期間電力消費量)は、仕様書より 2,244kWh である。

一方、輸出先となる対象国でのエアコンの平均購入年数は、タイの調査結果より、2008 年であった(表 3-5 参照)。そこで、冷蔵庫と同様に『省エネ製品買い替えナビゲーション:しんきゅうさん』を用いて、2008 年に販売された同サイズのエアコンの省エネルギー性能情報を参照した。その結果、2008 年のエアコンの消費電力量は 2,550kWh であることが示された。よって、エアコン 1 台当たり 306kWh (=2,550kWh-2,244kWh)の電力消費が年間節約できることになる。

次に、『SunEarthTools』を用いて、節約される消費電力量を GHG 排出量へ変換する。図 3-6 は、節約された消費電力量を GHG 削減量に変換した場合の結果が示されている。分析対象であるエアコンは、他の家電(洗濯機、冷蔵庫、照明機器)と同様に、電力消費量を用いるため、GHG 削減量は各国の電源構成に依存することになる。そのため、石炭火力に大きく依存しているモンゴルが、GHG 削減量が多くなる結果になっている。一方、コロンビアでは水力発電が、コスタリカでは地熱発電が全体の約 6 割を占めており、GHG 削減量が少なくなる結果となっている。

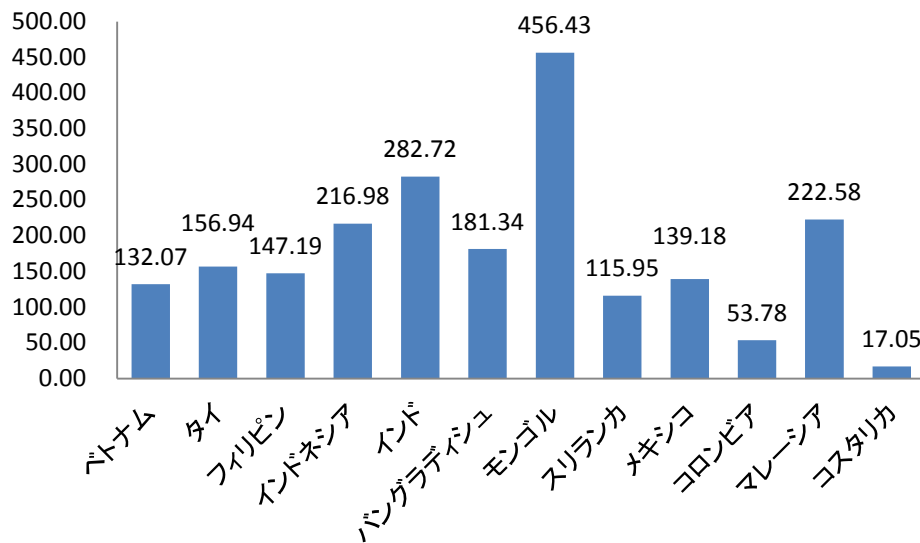


図 3-6 1 台当たり GHG 削減量 (単位: CO<sub>2</sub>-kg/年)  
 ≪エアコンのケース≫

(7) 太陽光パネル :

第 7 に取り上げる品目は「太陽光パネル」である。ここでは、試算を行うにあたり、モデルケースとして一般的な家庭向けに導入されている「3.5kW」の太陽光パネルシステムを想定した。3.5kW の太陽光パネルシステムの価格は 132.3 万円であり、日本国内では年間 5,500kWh の電力が発電可能となっている<sup>43</sup>。

太陽光パネルを輸出することによって削減できる GHG 排出量は、各対象国の電源構成だけではなく、日射量にも依存する。そのため、他の家電製品とは異なり、試算には日照時間という要素を取り入れる必要がある。そこで、WEB サイトの『Climate Maps』を参照した<sup>44</sup>。『Climate Maps』によると、日本（東京都）での年間日照時間は、約 2,013 時間である。この時間で 5,500kWh の発電が可能であると、電力発電量は日照時間と比例関係にあると仮定した。

各対象国の電力発電量については、『Climate Maps』より得られる各国の日照時間を用いて、上記と同様の計算方法に従い、3.5kW の太陽光パネルシステムによる年間発電電力量を計算した。ただし、各国で採用する日照時間の測定場所は、首都のものを採用した。また、『Climate Maps』には、すべての対象国の首都における日照時間データがある訳ではない。そのため、日照時間データが欠損している国（タイ、バングラディッシュ、モンゴル、スリランカ）については試算を行っていない。

ここでは、上記で示した 3.5kW 太陽光パネルシステムによって電力が発電され、その分だけ各国の発電量が減少するものと仮定し、太陽光発電システムによって発電される電力量から GHG 削減量を計算した。ただし、輸出先である対象国では、太陽光パネルの普及が全くない状況を想定した試算となっていることに注意する必要がある。

図 3-7 は、試算結果を示したものである。図 3-7 より、インドでは、3.5kW の太陽光パネルシステム 1 台であっても GHG 削減量が多く、7,200 CO<sub>2</sub>-kg/年削減できることが示された。一方、ベトナムや

<sup>43</sup> 詳しくは、<http://kakaku.com/taiyoukou/price.html> を参照されたい。(最終アクセス 2014 年 11 月)

<sup>44</sup> 詳しくは、<http://www.climateps.com/> を参照されたい。(最終アクセス 2014 年 11 月 19 日)

コロンビア、コスタリカでは1,000CO<sub>2</sub>-kg/年程度の削減しかもたらすことができないことが示された。この差は、各国の電源構成と日照時間の差によってもたらされているものと考えられる。

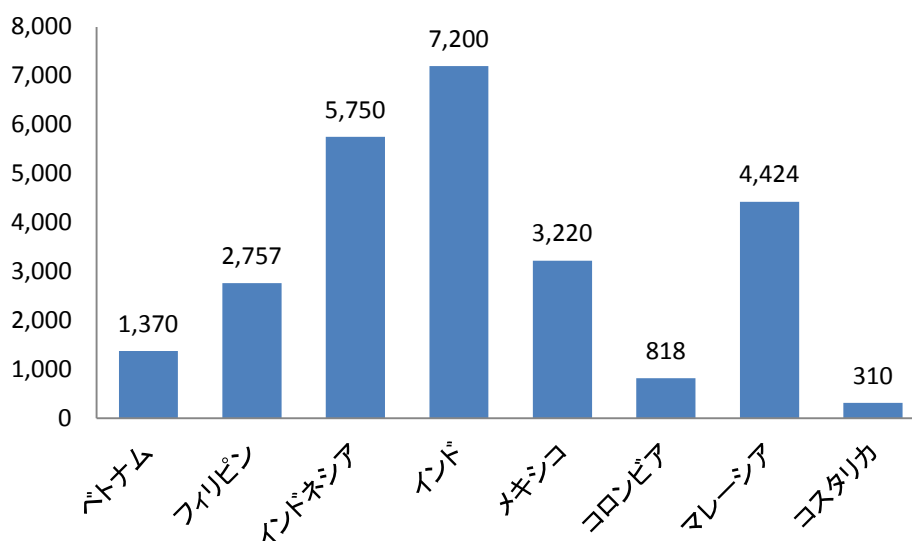


図 3-7 1 台当たり GHG 削減量 (単位 : CO<sub>2</sub>-kg/年)  
 ≪太陽光パネルのケース≫

(8) 地熱発電装置 :

第 8 に取り上げる品目は「地熱発電装置」である。日本は地熱資源量が世界 3 位 (2,300 万 kW) であり、主に東北と九州を中心に地熱発電所が複数稼働している。そのため、地熱発電は JCM プロジェクトとして有力な候補であり、実際に FS も行われている。

地熱発電の方式には、主にフラッシュ方式とバイナリー方式の 2 種類がある<sup>45</sup> (NEDO 2014)。特にフラッシュ方式には、シングルフラッシュ方式とダブルフラッシュ方式の 2 種類があり、本節での試算を行うにあたり、どちらの方式が JCM プロジェクトとして望まし技術かを選定するために、フィールド調査を実施した。

フィールド調査は、両方式での発電施設がある鹿児島県 (山川発電所、大霧発電所) と大分県 (八丁原発電所、滝上発電所、大岳発電所) の各地熱発電所において、技術的優位性やコスト面等についてのヒアリングを行った。ヒアリングの結果、日本ではシングルフラッシュ方式による発電が主流であり、出力 3 万 kW 規模 (約 1 万世帯分の電力) の発電施設を建設するのに約 150 億円のコストがかかることが分かった。

以上の現地でのヒアリングから得た情報を基に、本節はシングルフラッシュ方式の地熱発電を各対象国に新たに導入した場合の GHG 削減量を試算した。ただし本節では、各国での削減量を試算するにあたり、以下のような仮定をおいている。まず、本節では JCM プロジェクトの規模を 100 億円と想定しているため、想定する地熱発電装置の規模を 100 億円分に変換し、『SunEarth Tools』を用いて GHG 削減量を計算している。また、各対象国の平均電力消費量は日本と同一水準であると仮定している。

<sup>45</sup> その他に、温泉熱を利用したバイナリー発電もある。ただし、筆者らが大分県別府市等で実際に稼働している施設についてフィールド調査した結果、温泉熱を利用したバイナリー発電の装置については、海外メーカーが高い市場シェアを占めており、JCM プロジェクトの候補としては望ましくないと考え、分析対象から除いた。



さらに対象国については、地熱資源量がある国（フィリピン、インドネシア、メキシコ、コスタリカ）に絞り、試算を行っている。

図 3-8 は、試算結果を表したものである。図 3-8 より、インドネシア、フィリピン、メキシコにおいては、16,000 CO<sub>2</sub>-t/年から 10,000 CO<sub>2</sub>-t/年の削減ができることが示された。一方、コスタリカにおいては、1,356 CO<sub>2</sub>-t/年の削減しか期待できない。これは、すでにコスタリカでは地熱発電が全体の 6 割を占めており、電源構成が他国に比べクリーンなものとなっているためと考えられる。

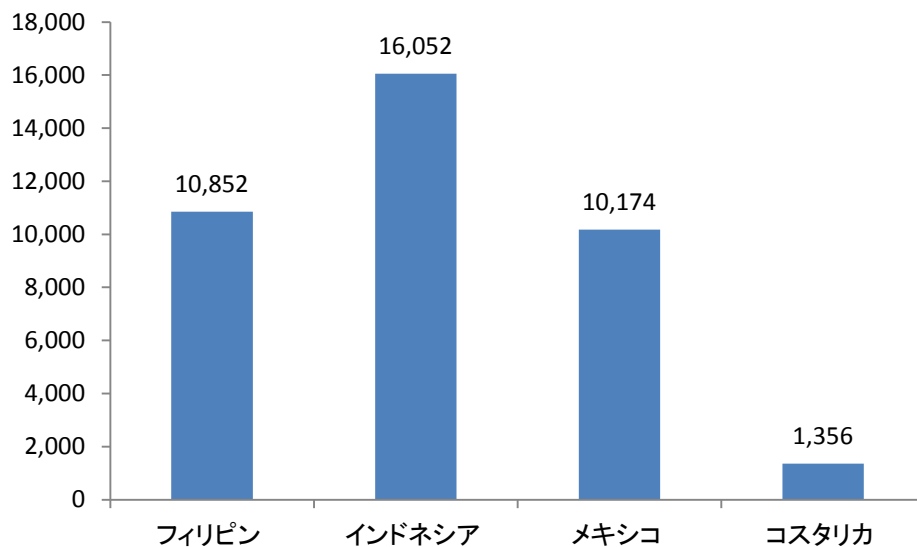


図 3-8 GHG 削減量 (単位: CO<sub>2</sub>-t/年)  
 ≪地熱発電装置のケース≫

### 3.5.4 耐久年数を考慮した GHG 削減効果

以上で見てきた対象品目別の削減効果は、各対象国での電源構成や利用方法、日照時間を考慮した上での、1 台当たりの年間 GHG 削減量であった。しかし、JCM による GHG 削減効果を見る場合、各品目について、100 億円分の輸出台数を掛け合わせた上で、さらに耐久年数を考慮する必要がある。本節で対象として品目は耐久製品であるため、複数年間稼働しつづける。そのため、各品目の年間エネルギー節約効果は複数年に渡ってもたらされることとなる。よって、ここでは対象品目について、輸出台数と耐久年数を示した上で、各対象品目の GHG 削減総量を求める必要がある。

まず、各対象品目の輸出台数については、以下のようにして求めた。本節での試算では、JCM によって各対象品目が 100 億円分輸出された場合を想定している。工業炉 (CDQ) については、1 基当たり 70 億円程度となっている。そこで、ここでは 100 億円分となる約 1.4 基分をインドに輸出した場合を想定し、試算を行う。地熱発電装置については、フィールド調査より出力 3 万 kW 規模のもので 150 億円程度であった。そこで、ここでは 100 億円分となる出力規模を対象国に輸出した場合を想定し、試算を行った。また、洗濯機、冷蔵庫、照明機器、エアコンについては、WEB サイト『価格.com』において記載されている最低価格を参照し、ハイブリッド自動車と太陽光パネルについては特定機器の公表価格を参照し、各品目を 100 億円分輸出する場合の輸出台数を求めている。

表 3-6 対象品目別の価格・輸出台数

対象品目	価格 (円/台)	輸出台数 (単位：台)
洗濯機	68,188	146,653
冷蔵庫	148,800	67,204
照明機器 (LED)	638	15,600,000
ハイブリッド自動車	2,170,000	4,608
エアコン	87,800	113,895
太陽光パネル	1,323,000	7,559

表 3-6 では、工業炉と地熱発電装置を除く対象品目の 1 台当たりの価格と輸出台数がまとめられている。省エネルギー型洗濯機（「ビートウォッシュ BW-D9TV」）の価格は、WEB サイト『価格.com』より、最低価格 68,188 円(2014 年 11 月時点)を採用した。同様に、省エネルギー型冷蔵庫（「SJ-PF47A」）、照明機器（「E-CORE LDA6L-H」）、省エネルギー型エアコン（「霧ヶ峰 RAS-5624D」）の価格については、2014 年 11 月末時点での、それぞれの最低価格である 148,800 円、638 円、87,800 円を採用した。一方、ハイブリッド自動車（「プリウス 1.8L」）と太陽光パネル（「3.5kW」の太陽光発電システム）については、それぞれ公表されている価格である 217 万円と 132.3 万円を採用した。

さらに、100 億円分の輸出台数は、以上の各品目の価格を用いて求めている。各対象品目（工業炉と地熱発電装置を除く）の輸出台数は、省エネルギー型洗濯機が約 15 万台、省エネルギー型冷蔵庫が約 7 万台、照明機器 (LED) が 16 百万台、ハイブリッド自動車が 5 千台、省エネルギー型エアコンが 11 万台、太陽光パネルが 8 千台となった。よって (3.10) 式より、各対象国・品目の 1 台当たり GHG 削減量 (CO<sub>2</sub>/台) に、以上の各輸出台数を掛け合わせることで、単年度の GHG 削減量 (CO<sub>2</sub>-t/年) を求めることができる。

しかし、先程も述べたように、JCM による GHG 削減効果を見る場合、各対象品目の耐久年数も考慮する必要がある。そこで本節では、各対象品目の耐久年数について、以下の年数を想定し、GHG 削減総量を求めた。まず、工業炉 (CDQ) の耐久年数については、戒能 (2006) で述べられている鉄鋼部門での主要設備の平均法定耐用年数 14 年を仮定する。洗濯機、冷蔵庫、エアコンについては、田崎 (2006) に基づき、それぞれ 9.8 年、10.7 年、10.7 年の耐用年数を仮定している。次に、照明機器 (LED)、太陽光パネル、地熱発電装置については、法定耐用年数である 15 年、7 年、15 年をそれぞれ仮定している。最後に、ハイブリッド自動車については、自動車情報センターに基づき 12.16 年と仮定する<sup>46</sup>。

<sup>46</sup> 詳細は、<http://response.jp/article/2012/10/16/183149.html> を参照されたい。(最終アクセス 2014 年 11 月 19 日)

表 3-7A 対象品目に関する GHG 削減総量 (単位: CO<sub>2</sub>-t)

国名	対象品目			
	工業炉	洗濯機	冷蔵庫	照明機器(LED)
ベトナム		21,962	71,385	711,153
タイ		26,098	84,826	845,057
フィリピン		24,475	79,553	792,520
インドネシア		36,081	117,274	1,168,310
インド	1,707,317	47,013	152,806	1,522,289
バングラディシュ		30,155	98,012	976,420
モンゴル		75,898	246,694	2,457,618
スリランカ		19,280	62,668	624,308
メキシコ		23,144	75,226	749,413
コロンビア		8,942	29,065	289,553
マレーシア		37,012	120,301	1,198,460
コスタリカ		2,835	9,213	91,785

表 3-7B 対象品目に関する GHG 削減総量 (単位: CO<sub>2</sub>-t)

国名	対象品目			
	ハイブリッド自動車	エアコン	太陽光パネル	地熱発電装置
ベトナム	281,341	160,957	176,017	
タイ	34,933	191,264		
フィリピン	70,706	179,373	354,314	162,778
インドネシア	95,644	264,426	738,817	240,775
インド	46,579	344,543	925,186	
バングラディシュ	59,748	220,995		
モンゴル	105,947	556,238		
スリランカ	44,777	141,301		
メキシコ	75,101	169,616	413,704	152,604
コロンビア	61,344	65,535	105,062	
マレーシア	64,193	271,250	568,413	
コスタリカ	60,346	20,774	39,845	20,347

表 3-8A 対象品目に関する GHG 削減に必要な補助金額 (単位: 万円/CO<sub>2</sub>-t)

国名	対象品目			
	工業炉	洗濯機	冷蔵庫	照明機器(LED)
ベトナム		22.77	7.00	0.70
タイ		19.16	5.89	0.59
フィリピン		20.43	6.29	0.63
インドネシア		13.86	4.26	0.43
インド	0.29	10.64	3.27	0.33
バングラディシュ		16.58	5.10	0.51
モンゴル		6.59	2.03	0.20
スリランカ		25.93	7.98	0.80
メキシコ		21.60	6.65	0.67
コロンビア		55.91	17.20	1.73
マレーシア		13.51	4.16	0.42
コスタリカ		176.39	54.27	5.45

表 3-8B 対象品目に関する GHG 削減に必要な補助金額 (単位: 万円/CO<sub>2</sub>-t)

国名	対象品目			
	ハイブリッド自動車	エアコン	太陽光パネル	地熱発電装置
ベトナム	1.78	3.11	2.84	
タイ	14.31	2.61		
フィリピン	7.07	2.79	1.41	3.07
インドネシア	5.23	1.89	0.68	2.08
インド	10.73	1.45	0.54	
バングラディシュ	8.37	2.26		
モンゴル	4.72	0.90		
スリランカ	11.17	3.54		
メキシコ	6.66	2.95	1.21	3.28
コロンビア	8.15	7.63	4.76	
マレーシア	7.79	1.84	0.88	
コスタリカ	8.29	24.07	12.55	24.57

表 3-7A と表 3-7B、および表 3-8A と表 3-8B は、8 品目について、それぞれの製品の耐久年数を考慮した GHG 削減総量と GHG 削減量 1t 当たりに必要な補助金額を、対象国ごとにまとめたものである。なお、表 3-8A と表 3-8B では、3.2 節で説明したように 2014 年に環境省が実施している設備補助事業を活用した場合、つまり政府が半額の補助を行っているケースを想定して、各対象品目の GHG 削減に係る補助金額を求めている。

表 3-7A と表 3-7B、および表 3-8A と表 3-8B で示した耐久年数を考慮した結果を見ると、照明機器(LED) が補助金対効果の視点において最も良い品目であり、次いで太陽光パネルが有用であることがわかった。一方、洗濯機や冷蔵庫については GHG 削減に必要な補助金が高くなることから、JCM の選定品目としては望ましくないといえる。

また、国別では太陽光パネルの数値はないものの、モンゴルが最も良い輸出国であるといえる。次いで、インド、インドネシア、マレーシアが JCM の望ましい輸出先である。逆に、コスタリカやベト

ナム、コロンビアは輸出先としては望ましくない可能性が高い。その理由としては、それらの国では12カ国の中で相対的にエネルギー効率が高いためである。

### 3.5.5 本試算における注意点

本節の試算にはいくつかの限界、留意点が存在する。第1に、対象機器の使い方が輸出先国と日本との間で異なる可能性がある。これは気候や所得といった要因に加えて、その国特有の文化等にも依存するかもしれない。そのため、各国における機器の使い方に対しては各国で実態調査をするといったことが必要になる。

第2に、輸出先国で普及している機器に関する情報の精査も必要である。本節ではタイの調査結果から得られた普及機器を他の国にもそのまま当てはめている。加えて、輸出先国での機器の保有率についても考慮をしていない。つまり、ここでの試算はすべて省エネルギー型機器の置き換えを前提に行っているのである。もし、ある輸出先国において機器の保有率が低いのであれば、省エネルギー型機器の置き換えではなく新規購入となるため、GHG排出量は却って増加してしまう可能性もある。そのため、輸出先国での機器の保有状況も精査していく必要がある。

表 3-9 将来の輸出先国の再生可能エネルギーの割合

	2012年	2020年	2025年	2030年	2035年
ベトナム	25%	26%	23%	20%	16%
タイ	10%	14%	14%	13%	13%
フィリピン	48%	21%	17%	13%	12%
インドネシア	27%	17%	16%	16%	14%
メキシコ	16%	18%	21%	22%	24%
マレーシア	4%	15%	22%	25%	23%

注：2020年～35年についてはAsia Pacific Energy Research Centre (2013)より、2012年についてはIEAデータベースより作成している。

第3に、輸出先国での電源構成の変化を取り入れていない点があげられる。輸出先国においても省エネルギーについては関心が高い。例えば、インドネシアでは「国家エネルギー政策に関する大統領令」が2005年に制定され、2004年の一次エネルギーにおいて52%であった石油依存度を2025年には20%以下にする方針が示されている。また、再生可能エネルギーの一次エネルギー比率も2025年までに17%に高める方針であるとされている。(海外電力調査会、2014)。このことは、将来的に輸出先国での電源構成がGHG排出係数改善の方向にシフトしていくことを示している。各国の水力、地熱発電を含めた再生可能エネルギー比率の将来予測については表3-9にまとめている。ただし、原子力発電は含めていない。マレーシアやメキシコでは再生可能エネルギーの比率が高まることが予想されているが、ベトナムやフィリピンでは逆に比率が低くなることが示されている。ベトナムでは現状の水力から石炭と原子力発電への転換が、フィリピンでは現状の地熱から石炭発電への転換が進むと予想されているためである。このように、輸出先となる国によって将来の電源構成が変化する可能性があるため、複数年に渡ってGHG削減をもたらすことを考えた場合には、バイアスをもたらす可能性がある。

第4に、GHG削減量の試算では、1kWhあたりのCO<sub>2</sub>排出量(原単位)は各国の平均値を用いている。しかしながら、この仮定はJCMによって電力節約ができた場合に、その国における全ての発電所を等しく節約するという意味を意味する。一方で、節電ができた場合、ベースロード電源である火力発電の発電量を少なくすることも大いに考えられる。そうであるならば、本研究で用いている原単位は過

小評価となっており、JCM による GHG 削減はより一層もたらされることになる。ただし、輸出先国が火力発電の発電量減少で対応する場合、第 3 の注意点である将来の電源構成は考慮する必要がなくなる。

また、JCM によって日本の省エネ型製品が輸出された場合、GHG 削減以外の他の汚染物質の削減ももたらされる可能性もある。例えば、輸出先国で火力発電を利用している場合、電力消費の削減に伴い、窒素酸化物 (NO<sub>x</sub>) や硫黄酸化物 (SO<sub>x</sub>) も削減されることになる。これらの副次的に発生する効果については補論 3 で議論を行っている。

以上のように、本節での試算には過大推定と過小推定の両方のバイアスが生じている可能性がある。そのため、今後はより精緻な試算を行い、GHG 削減政策としての JCM を評価することが求められる。

### 3.6 結論

本章では、日本が今後 JCM を導入・実施していく上で、どの途上国を対象とすべきか、さらにどの品目を対象とすべきかについて、12 カ国・12 品目を対象に、経済・雇用効果と GHG 削減効果の試算と検討を行った。JCM による経済・雇用効果については、国内産業連関表を用いた日本国内での効果と、国際産業連関表を用いた国際的な波及効果について分析を行った。国内産業連関表を用いた分析では、日本が 11 品目をそれぞれ 100 億円分輸出した場合を想定し、産業連関分析を用いて、日本への経済効果と雇用効果を試算した。国際的産業連関表を用いた分析では、日本が 9 品目をそれぞれ 100 億円分輸出した場合を想定し、産業連関分析を用いて、アジア圏を中心とした経済・雇用効果に関する国際的な波及効果を試算した。

GHG 削減効果については、以下の仮定を置いた上で、8 品目を 12 カ国に 100 億円分輸出した場合に獲得できる GHG 削減量と 1CO<sub>2</sub>-t 当たりの削減に必要な補助金額を試算した。試算の際に簡単化のために置いた仮定としては、1) 輸出先 (対象国) での各製品の使い方が日本と同様である、2) 輸出先での普及機器と日本からの輸出機器との省エネルギー性能の差については、タイとの差を一律で代用する、3) 日本と輸出先の電源構成は将来に渡り変化をしないというものである。

まず、JCM による日本国内での経済・雇用効果に関する試算結果は以下の通りである。経済効果については、ハイブリッド自動車の経済効果 (337.5 億円) が最も高いことが示された。また、鉄道車両 (244.5 億円)、風力発電装置 (241.9 億円)、エアコン (232.3 億円)、地熱発電装置 (226.0 億円) も高い経済効果を示した。一方、太陽光パネルの経済効果は 184.9 億円で最も小さいことが示された。雇用効果については、照明機器 (992 人) と工業炉 (988 人) が最も高く、ハイブリッド自動車 (980 人)、鉄道車両 (954 人) がそれに続く結果となった。一方、太陽光パネル (361 人) は経済効果と同様に、最も小さいことが示された。

以上の結果より、日本国内での経済・雇用効果の関連から JCM の対象品目を考えた場合、ハイブリッド自動車や鉄道車両が望ましい品目であることが分かった。一方、太陽光パネルやボイラは、経済・雇用効果のみでは正当化が困難であることが示された。また、その他の品目については、経済効果を重視する場合は、風力発電装置やエアコンが望ましい品目となることが分かった。逆に、雇用効果を重視する場合は、工業炉や照明機器 (LED) が望ましい品目となることが分かった。

次に、JCM による国際的な波及効果 (経済・雇用効果) に関する試算結果は以下の通りである。経済効果では、ハイブリッド自動車、風力発電装置、地熱発電装置が高いことが示された。すなわち、本章での分析で細分化した部門 (環境財) の経済効果が高いことが示された。これらの技術は、GHG の排出削減のみならず、JCM ホスト国を含む途上国における持続的な経済発展に寄与すると考えられる。また、JCM の実施により、雇用効果は日本国内だけでなく、途上国にも波及することが期待される。さらに本章の分析では、経済効果とは異なる部門の雇用効果が高いことが示された。具体的には、

照明機器・蓄電池、ハイブリッド自動車、エアコン・冷蔵庫部門の雇用効果が高くなった。これらの結果は、JCMを実施することにより、途上国に対して間接的に支援することに繋がることを示している。そのため、品目の算定の際には、排出削減量（クレジット量）のみならず、経済効果や雇用効果など副次的効果も含めた議論が必要となる。

最後に、JCMによるホスト国でのGHG削減効果に関する試算結果は以下の通りである。品目別でみたGHG削減効果については、照明機器（LED）の輸出が最も費用効率的であることが明らかになった。1CO<sub>2</sub>-t当たりの削減に要する補助金は約2,034円（モンゴル）から約1,763,933円（コスタリカ）となっている。国によって差はあるものの、モンゴル、インドネシア、インド、マレーシアではGHG削減に要する補助金額が5,000円を切る水準となっている。次に補助金対効果の高い製品は太陽光パネルであり、1CO<sub>2</sub>-t当たりの削減に要する補助金額は約5,404円（インド）から約125,486円（コスタリカ）となっている。日射量の多い国においては削減に要する補助金額が1万円以下で済むことから、照明機器（LED）と太陽光パネルについてはJCMにおいて選定する製品としては有用であると考えられる。

また、国別に見るとモンゴル、インド、インドネシアがより安価な補助金でGHGを削減できることも示された。モンゴルとインドネシアについては既にJCMの二国間文書が締結されているため、本章で取り上げた製品のうち、これらの国に対して照明機器や太陽光パネルを輸出していくことが望ましいと言える。また、インドではFSは実行されているものの、二国間文書の締結には至っていない。そのため、今後の可能性としてインドとの締結をすることが効果的であると考えられる。

最後に、経済・雇用効果とGHG削減効果の両方の視点から、今後のJCMを考えた場合、以下のことに本章の試算結果より示された。それは、経済・雇用効果とGHG削減効果の両方を満たす対象品目は、少なくとも本章で取り上げた品目においては、存在しなかった。これは、今後、日本政府がどのような視点から、JCMを実施していくのかに大きな意味を持つと言える。つまり、本章の試算結果より、日本政府がGHG削減を重視し、JCMを実施していくのであれば、経済・雇用効果が小さいがGHG削減効果が大きい照明機器（LED）や太陽光発電を輸出する方が望ましいと言える。一方、日本政府が経済・雇用効果に重点を置く場合には、ハイブリッド自動車や鉄道車両を輸出する方が望ましいと言える。よって、今後、日本政府は経済・雇用効果とGHG削減効果のどちらに比重を置くのかによって、対象となる品目を替わってくると言えよう。

## 4. 企業レベルの温室効果ガス削減取組みの経営学的分析

### 4.1 はじめに

現在、日本国政府が構築を進めている二国間クレジット制度（JCM）は、国内企業がもつ低炭素技術・システムの輸出を促すと同時に、技術導入によって生じた途上国における GHG 削減を、京都議定書第Ⅱ約束期間における気候変動対策への日本の貢献分とすることを目的としている。また、同制度は、京都議定書第Ⅰ約束期間で用いられてきたクリーン開発メカニズム（CDM）に対して指摘されてきた、事業計画審査の長期化や、プロジェクト承認についての高い不確実性、省エネルギー製品や高効率石炭火力等の低炭素製品・技術に対する適用が少ないなどといった問題<sup>47</sup>をうけ、より簡易な手続きで国内企業がもつ低炭素技術やインフラを途上国に輸出することができる仕組みを目指している点に特徴をもつ。同制度のもとで削減事業として実際に稼働するためには、事前にプロジェクトの実現可能性を検討することを目的とした実現可能性に関する調査（FS）を行うことが、プロジェクト実施事業者に求められる。2013年からは、プロジェクト設備補助事業<sup>48</sup>のもとで、11件のJCMプロジェクトが始動し、協定が結ばれた途上国<sup>49</sup>における排出削減が進められている。例えば、(株)ローソンはインドネシアのコンビニエンスストアに、最新の高効率冷凍機やインバータエアコンを導入し、消費電力を低減させることによって二酸化炭素排出量を削減するというプロジェクトを行っている。また、(株)数理計画はモンゴルにおいて、旧式の低効率石炭焚きボイラを、高効率ボイラに更新、もしくは新規に導入することによって、石炭消費量を削減するというプロジェクトを行うなど、様々なプロジェクトが行われている（新メカニズム情報プラットフォーム、2013）。

また、近年、このような国家的な取り組みとともに、企業レベルでの GHG 排出量把握も広がってきている。自社の事業活動に伴う GHG 排出量の把握が進んだ結果、近年、Scope3と呼ばれる事業者のサプライチェーンにおける GHG 排出量の把握・管理や情報開示の動きが世界的に活発化している。このサプライチェーンにおける GHG 排出量は、事業活動範囲外における間接的な排出量であるという点で、事業活動に伴う直接的な GHG 排出量（Scope1）や、事業活動に伴う間接的な GHG 排出量（Scope2）と区別される。具体的には、事業者が購入する原材料、製品やサービスの製造・輸送に伴う排出量、さらに事業者が製造・販売した製品・サービスの流通・使用・廃棄、出張・通勤などに伴う排出量が15のカテゴリーに分かれており、上述の Scope1・Scope2と合わせると事業者の事業活動に関係するすべての排出量を網羅することが可能になる。これらの排出量をサプライチェーンの段階ごとに算定・把握することによって、排出削減ポテンシャルの高い部分が明らかになり、サプライチェーン全体での効率的な削減対策を実施することが可能になると期待されている。

本章では、以上の2つの GHG 関連の取組みについて、上場企業を対象として2012年に実施した企業調査<sup>50</sup>から得られたデータをもとに計量経済学的手法を用いた分析を行う。まず JCM については、近年関心の高まりをみせている官民連携（PPP）に位置づけたうえで、国内上場企業における認知状況や JCM の制度設計をする際に求められるものについて明らかにする。さらに、企業調査から得られたデ

<sup>47</sup> CDM が抱える諸問題については有村・武田（2012）を参照。

<sup>48</sup> その他にも新エネルギー・産業技術総合開発機（NEDO）による地球温暖化対策技術普及等推進事業が行われている。

<sup>49</sup> 2014年7月現在で、協定が結ばれている途上国は、ベトナム、インドネシア、モンゴル、バングラディシュ、エチオピア、ケニア、モルディブ、ラオス、コスタリカ、パラオ、カンボジアの11カ国である。

<sup>50</sup> 本調査は、環境省第Ⅱ期環境経済の政策研究・採択課題「新たな市場メカニズムの国際比較及び二国間オフセット・クレジットメカニズムの排出削減効果等の分析」の一環として行われている。



ータをもとに、JCMについてどのような企業が認知しているのかという点を明らかにする。Scope3排出量把握行動に関しては、同様に2012年の企業調査から得られたデータをもとに、各企業の把握カテゴリー数に焦点を当て、どのような企業において、多くの Scope3カテゴリーが把握されているかという点について明らかにする。

## 4.2 JCM 認知要因分析

JCM は CDM と同様に、環境省や経済産業省、新エネルギー・産業技術総合開発機（NEDO）などの政府機関と、企業や NGO などのプロジェクト参加者とが協力して GHG 削減を行うという形をとっている。これまで同制度に関しては、低炭素技術を輸出する日本国政府と、その技術を導入し低炭素化を進める途上国政府との間でのどのような協定が結ばれるかといった点（新メカニズム情報プラットフォーム、2013）や、国際的な枠組みにおける JCM の位置づけ（近江、2014）に関する議論が行われてきた。しかし、同制度を実施する上で、重要な主体の 1 つであるプロジェクトに参加し削減技術を提供する民間事業者について取り上げた議論は少ない（梅宮・碓井、2013）。実際に JCM プロジェクトが実施される場合には、民間事業者にとって、ホスト国のビジネス環境、市場規模、日本と各ホスト国の間でどのような協定が結ばれているのかなどといった情報が重要な判断要素となる。CDM におけるマーケットの役割について分析した Benecke, et al. (2008) では、CDM や JCM のような政府機関と民間事業者との間の自主的な協働の初期段階においては、両者の関係性の構築や、政府機関による民間事業者への制度に関する情報提供が重要な問題となることが指摘されている。今後、低炭素技術等の単発的な導入にとどまらず、広範囲な国々における JCM の普及拡大を目指すのであれば、途上国における排出削減に貢献することができる技術をもつ国内企業に対して、広く同制度を周知していく必要がある。

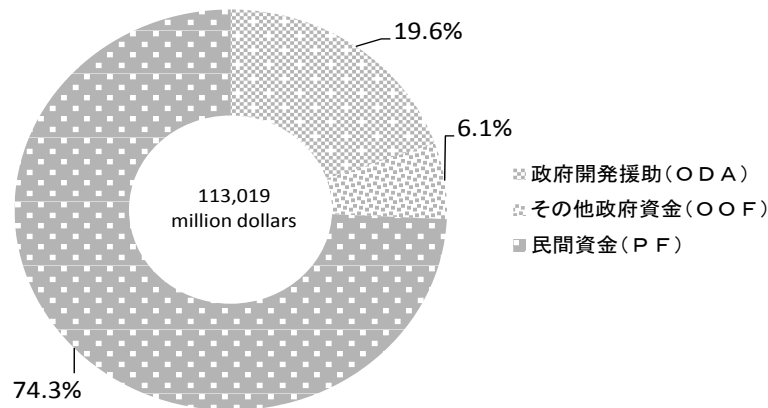
本節では、上場企業を対象とした調査から、国内企業の JCM 認知状況、FS への参加状況、JCM を進めていく上で国内企業が重要視している要因、そしてどのような国内企業において JCM が認知されているのかという点について明らかにする。

### 4.2.1 官民連携と政府の役割

JCM は、政府機関と民間事業者とが協力して、途上国における気候変動対策を行う点に大きな特徴を持っている。このような公的部門と民間部門とが契約を締結してパートナーとなり、お互いの長所を活かしつつ、インフラ事業を組成・実施する形態は、官民連携（PPP）と呼ばれる（加賀、2013）。それぞれの役割や相互関係は、事業が実施される国や事業の特性によって異なる。例えば、事業期間終了後の施設・設備の所有形態や、民間事業者による投下資金の回収方法によって、様々な事業形態が存在する<sup>51</sup>。両主体が関わるあらゆる事業形態を包含した概念が PPP とされる。このようなインフラ事業における公的部門と民間部門との間の協働は、伝統的な財政支出によって膨大なインフラ需要を賄うのではなく、財政負担を避けつつ、市場メカニズムを導入して事業の効率化を図ることを目的として欧州で始まり、1990 年代から世界的に普及し、現在は民間企業にとって大きな事業機会となっている（加賀、2010）。

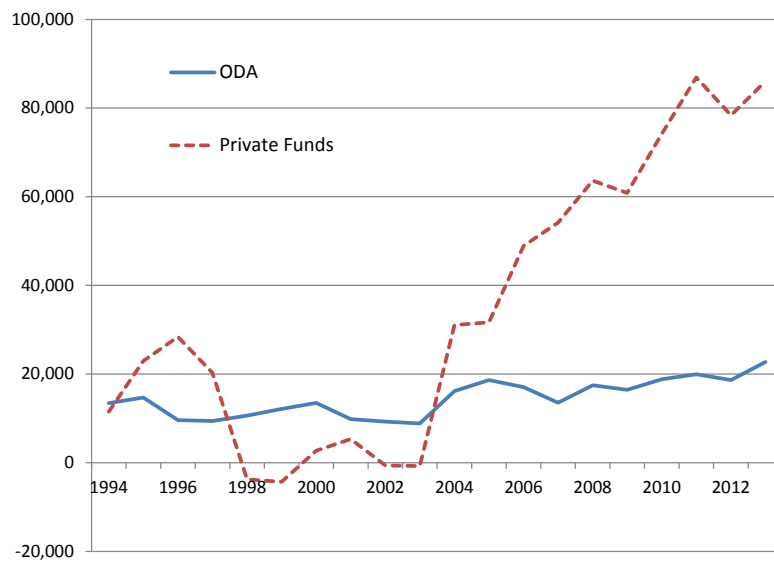
---

<sup>51</sup> PPP の具体的な形態としては、官庁から民間企業への業務委託から事業権を得て民間企業がプロジェクトを主導するものに至るまで、様々な形態が存在する。PPP については、加賀（2013）で詳細な議論が行われている。



出典：財務省「開発途上国に対する資金の流れ」より筆者作成。

図 4-1 途上国への資金の流れ (2013 年)



出典：財務省「開発途上国に対する資金の流れ」より筆者作成。

図 4-2 ODA・民間資金の途上国への支出総額の推移(単位：百万ドル)

これまで、日本の途上国におけるインフラ事業は ODA を中心に行われてきた。しかし、2000 年代後半の経済危機を契機に加速した日本企業の海外展開をうけて、2011 年頃からは、ODA 事業においても途上国で活動する日本企業を主な対象とした民間連携が重視されるようになってきている<sup>52</sup>。日本の途上国への資金の流れを見ると、1990 年代前半は、日本から途上国への資金の流れの内約 5 割を ODA が占め、民間資金は 4 割程度にとどまっていた。しかし、民間資金の占める割合は年々増加し、2013

<sup>52</sup> 外務省 HP 参照 ([http://www.mofa.go.jp/mofaj/press/release/h20/4/1179209\\_906.html](http://www.mofa.go.jp/mofaj/press/release/h20/4/1179209_906.html))

年には民間資金が支出総額の7割以上を占めるに至っている（図4-1と図4-2参照）。このように途上国へ向けての巨大な資金の流れの中で、途上国でのインフラ事業における民間資金の役割は重要なものとなってきていることが分かる。

さらに、2000年9月にニューヨークで開催された国連ミレニアム・サミットで採択された国連ミレニアム宣言をもとにまとめられた、開発分野における国際社会共通の目標であるミレニアム開発目標（MDGs）の設定は、PPPの活用を拡大する方向に作用したことが指摘されている（Kaan, 2014）。現在、途上国では、貧困や飢餓、感染症、気候変動、自然災害などといった数多くの深刻な課題に直面しており、これらの課題を克服するために、多様な資金源を活用していく必要がある。その手段の1つとして民間資金は重要な役割を担うことが期待されている。実際に、2002年にメキシコで行われた開発資金国際会議においても、MDGs達成のための資金調達手段の1つとして、民間投資の促進について言及されている（JICA国際協力総合研修所, 2005）。

このように、ODAには、途上国の政府・行政の能力強化を行う役割に加えて、民間企業のビジネス・投資環境を整備し、民間資金を呼び込む役割が求められるようになってきている。他の資金援助機関においても、途上国における開発を行う上で民間企業は重要なパートナーとして捉えられており、民間企業との連携が強化されている。例えば国連は、途上国の諸問題の解決には民間企業の協力が不可欠であるとして国連グローバル・コンパクト（UNGC）<sup>53</sup>を提唱している。また、国際機関や世界銀行、アジア開発銀行などの開発金融機関、二国間援助機関の多くも、民間部門との連携を業務の軸の1つとして位置づけ、民間連携を通じて開発課題に取り組むプログラムを推進している<sup>54</sup>。

このようなPPPは、日本型のODAが抱えていた途上国における事業の持続可能性という問題に対する解決策としても位置付けることができる。これまで、日本のODAでは、有償資金協力によって、途上国においてインフラを整備し、完成後にはホスト国政府がその管理運営を自国の公益事業会社に委託するというケースが多く見られた。特に、大型のインフラ設備の場合には、プロジェクトの運営が途上国政府に引き渡されると、当該プロジェクトに関する技術・ノウハウをもった人員の配置をはじめとした事業運営・維持管理予算の確保が十分に行われず、事業の持続性が損なわれるといったリスクが存在することがこれまで批判されてきた（JICA国際協力総合研修所, 2005）。このような形態のODAが日本で一般的なものとなった背景には、ODAの理念として挙げられる「自助努力の支援」という考え方がある。このような問題に関しては、民間事業者が操業までを担い、事業収益により投資資金を回収してリターンを得ながら、事業期間が満了しても、施設設備を途上国の公的部門に移転しない事業形態のPPPを採用することによって解決することが可能になる。また、民間事業者による事業運営に伴い、現地でのキャパシティー・ビルディングを行うことによって、途上国に対する技術やノウハウの移転が可能になり、途上国における事業の持続可能性が高まることも期待される。

Benecke, et al. (2008)は、CDMに関連するPPPの多くが、キャパシティー・ビルディングや必要な制度の構築、そしてプロジェクト実施を促進するための実施ネットワークとして役立ってきたことを指摘したうえで、CDMのような政府機関と民間事業者との間の自主的なプログラムの初期段階においては、両者の関係性の構築や、政府機関による民間事業者への制度に関する情報提供が重要な問題となる述べている。

本報告書の2章で指摘されたような諸問題を抱えるCDM<sup>55</sup>を補完することを目的の1つとするJCMにおいても、官民の関係性の構築や、情報共有は重要な問題になるだろう。例えば、実際にJCMプロ

<sup>53</sup> UNGCは、各企業・団体が責任ある創造的なリーダーシップを発揮することによって、社会の良き一員として行動し、持続可能な成長を実現するための世界的な枠組み作りに参加する自発的な取り組みを意味する。

<sup>54</sup> JICA HP 参照 ([http://www.jica.go.jp/activities/schemes/priv\\_partner/policy/01.html](http://www.jica.go.jp/activities/schemes/priv_partner/policy/01.html))

<sup>55</sup> Kim et al. (2013)では、CDMが途上国の期待する技術を提供することができていないという問題点

プロジェクトが実施される場合には、民間事業者にとって、ホスト国のビジネス環境、市場規模、日本と各途上国の間でどのような協定が結ばれているのかなどといった情報が重要な判断要素となる。そのため途上国において JCM 事業の参加を促進するには、民間事業者にとっての進出先国における懸案材料が、政府機関によって取り除かれることが有効な施策となる可能性がある。実際、JCM においては、日本政府は、途上国政府との間で協定を結び、現地のニーズが高く、事業機会としても有望な領域の情報を得て、その領域についての FS を関係機関とともに支援するといった役割を担っている。政府機関のこのような支援のもと、途上国における事業モデルを築くことで、日本企業は効率的に事業を展開することが可能になり、かつ途上国側にとっても、日本企業から継続的な技術移転やサービスの提供を受けることが可能になる（小池，2013）。

#### 4.2.2 企業調査の概要

今後、広範囲な国々における JCM 事業の普及拡大を目指すのであれば、JCM の運用に大きな役割と影響をもつ民間事業者の視点から、JCM について検討する必要があるだろう。以下では、まず国内の民間事業者が同制度を認知しているかという問題に焦点を当てる。用いるデータは、JCM 構築の初期段階であった 2012 年 11 月から 12 月にかけて、早稲田大学・環境と貿易研究所が実施した企業調査<sup>56</sup> から得られたものである。このデータをもとに、まず国内企業の JCM 認知状況、FS への参加状況、JCM を進めていく上で国内企業が重要視している要因について紹介する。そして計量経済学的手法を用いた分析から、どのような国内企業において JCM の認知が進んでいるのかという点について明らかにする。

調査表の作成に当たっては、これまで先進的な環境取組みの実績がある大手輸送用機器企業・鉄鋼メーカー、そして政府機関とともに環境政策に関する調査研究を行っている大手総合研究所などにインタビュー調査及び、サーベイのプレテストを行った。それらをもとに作成された調査票の送付・回収は、民間の調査会社に委託した。調査票は、調査対象企業に対して 2012 年 11 月 16 日に発送し、回答期限を 4 週間後の 12 月 7 日に設定した。また、11 月 30 日と 12 月 14 日に、それまで返信がなかった企業に対して、回答を促す葉書を送付し、最終的に回答を 12 月 21 日まで受け付けた。

調査対象は、製造業と建設業に属する企業で、2012 年 11 月時点で東証 1 部・2 部、東証マザーズ、大証 1 部・2 部、名証 1 部・2 部、札証、福証に上場している企業 1,726 社である。これらの企業のうち 407 社から回答を得た（回収率 23.6%）。質問票の長さや、近年の環境関連のサーベイの多さを考慮すると、この回収率は比較的高いといえる。

『会社四季報』に記載されている各企業の期末従業員数を用いて規模別に分類し、それぞれの回収率をみると、規模に応じて回収率が高くなる傾向がみられる。具体的には、従業員数が 49 人以下の規模の企業からの回収率は 11.5%（9 社）、50 人以上 299 人以下で 15.4%（80 社）、300 人以上 999 人以下で 23.1%（139 社）、1,000 人以上 4,999 人以下で 34.7%（140 社）、5,000 人以上で 38.8%（33 社）であった。この傾向の 1 つの理由として、今回のようなサーベイに回答するための人員を、規模の大きい企業ほど用意しやすい可能性が挙げられる。

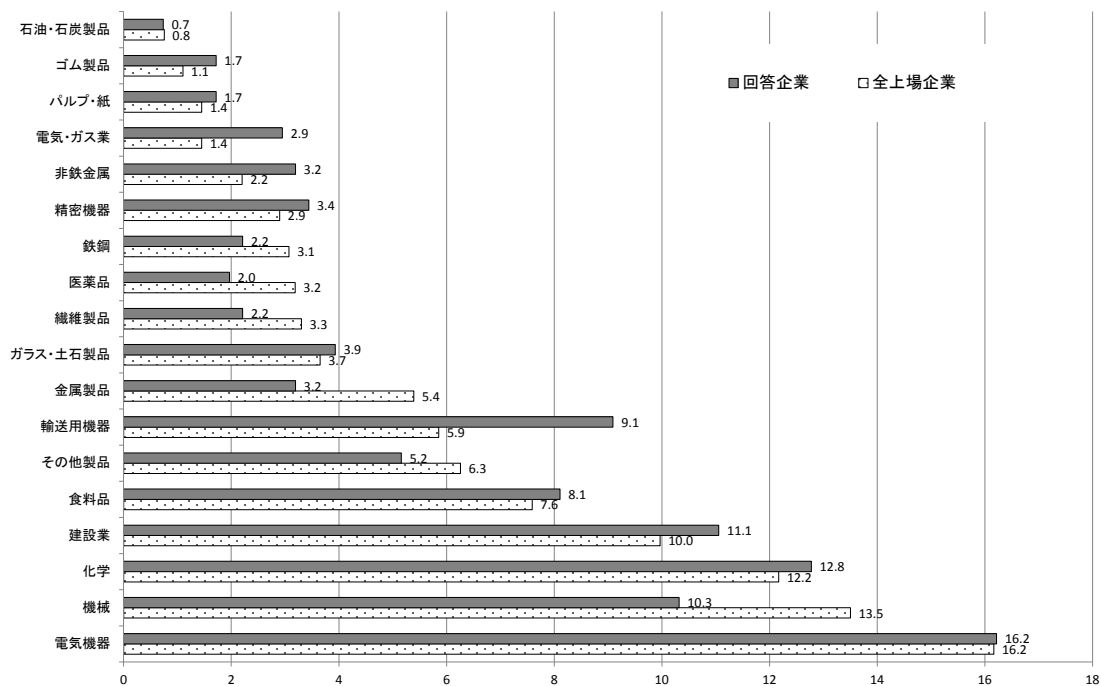
次に、本調査のサンプルの特徴について概観する。アンケート回答企業の従業員数の平均は 2,203 人である。最も多い企業サイズは、従業員数が 1,000 人から 4,999 人までのものであり、回答企業全体の 34.9% を占めている。また最小規模は 8 人、最大規模は 38,791 人、標準偏差は 4,877 人であり、サンプルの従業員数の分布は幅広いものであるといえる。

---

が指摘されている。

<sup>56</sup> 本調査は、環境省第Ⅱ期環境経済の政策研究・採択課題「新たな市場メカニズムの国際比較及び二国間オフセット・クレジットメカニズムの排出削減効果等の分析」の一環として行われている。

サンプルの妥当性を確認するために、アンケート調査回答企業と上場全社の従業員規模を比較してみる。規模の大きい企業（1,000人以上4,999人以下と5,000人以上の企業）の占める割合は回答企業（43.1%）の方が上場全社（28.9%）よりも大きく、一方で規模の小さい企業（49人以下と50人以上299人以下の企業）の占める割合は、回答企業（22.2%）の方が上場全社（35.3%）よりも小さくなっていることが分かった。よって、サーベイの結果を解釈する際には、サンプルにおいて企業規模が大きめに偏っている傾向が存在することに留意する必要がある。



注：アンケート送付先企業：1,726社、回答企業：407社。

出典：『会社四季報』データと調査データより、筆者作成。

図 4-3 業種別構成比(単位：%)

業種別に全上場企業と回答企業の構成比をみたものが、図 4-3 である。同様の傾向を示しているものの、回答企業において輸送用機器業種が占める割合が、全上場企業の傾向と比較して高く、機械業種が占める割合は小さくなっている。

表 4-1 では、業種と規模で調査票の回収率をみている。まず、業種ごとの回収率をみると、電気・ガス業が他の業種よりも高い値を示しており、業界としての高い関心がうかがえる。次に、従業員数と資本金でみた企業別の回収率をみると、どちらの指標においても、規模が大きくなればなるほど回収率が高くなっていることがわかる。これは、今回送付したような全般的な環境取り組みに関する調査に回答するためには、人員を割く必要があることを示していると考えられる。

表 4-1 業種別・規模別回収率

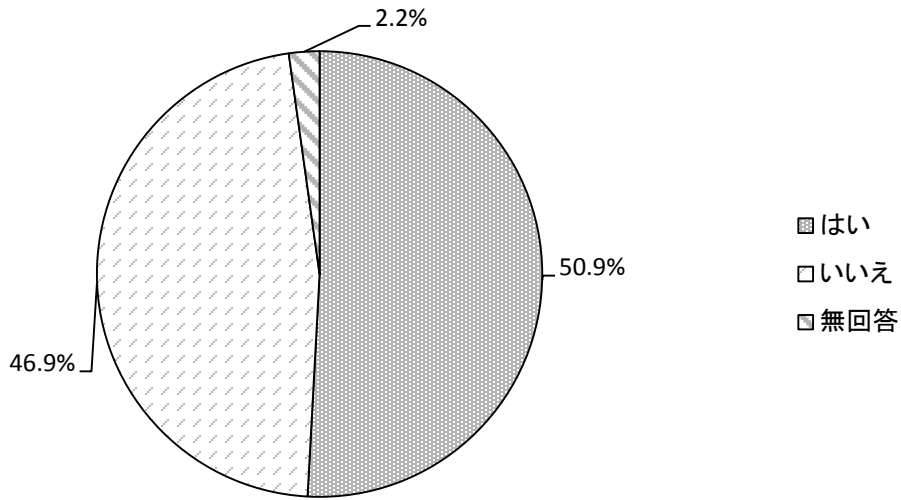
業種別	業種別			従業員規模別:上段 資本金別(百万円):下段			
	アンケート 送付先企業	回答企業	回収率(%)	アンケート 送付先企業	回答企業	回収率(%)	
電気・ガス業	25	12	48.0	~49	78	9	11.5
ゴム製品	19	7	36.8	~299	519	80	15.4
輸送用機器	101	37	36.6	~999	602	139	23.1
非鉄金属	38	13	34.2	~4999	404	140	34.7
精密機器	50	14	28.0	5000~	85	33	38.8
パルプ・紙	25	7	28.0				
建設業	172	45	26.2				
ガラス・土石製品	63	16	25.4				
食料品	131	33	25.2				
化学	210	52	24.8	~299	29	2	6.9%
電気機器	279	66	23.7	~999	236	42	17.8%
石油・石炭製品	13	3	23.1	~4999	698	135	19.3%
その他製品	108	21	19.4	~14999	413	106	25.7%
機械	233	42	18.0	~34999	175	66	37.7%
鉄鋼	53	9	17.0	35000~	154	53	34.4%
繊維製品	57	9	15.8				
医薬品	55	8	14.5				
金属製品	93	13	14.0				

出典:『会社四季報』データと調査データより、筆者作成。

#### 4.2.3 JCMの認知状況

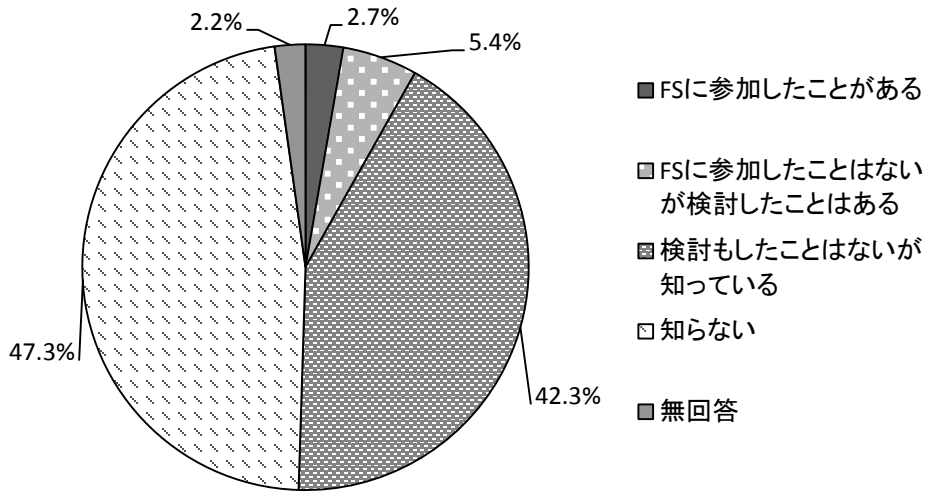
調査票では、JCMに関して以下のような質問を行った。まず、「JCMを知っているか」を尋ね、「知っている」と回答した場合には、「FSに参加した経験があるか」を尋ねた。そして、「JCMについて知ってはいるもののFSに参加したことはない」と回答した企業に対しては、「FSへの参加を検討したことがあるか」を尋ねた。本章での分析で用いたデータは、このような階層構造の設問を設定することで、国内企業のJCMに対する認知度を詳細に把握している点に特徴をもつ。

「JCMを知っているか」という設問に対する回答結果は図4-4に表されている。「JCMを知っている」と回答した企業は、全体の50.9%(207社)であった。調査を行った2012年度では、制度設計を行っている段階であったにもかかわらず、国内企業において関心がもたれていることがわかる。JCMを知っていると回答した企業について、さらに詳細に見ると、「FSに参加したことがある」という企業は2.7%(11社)であった。また、「FSに参加したことはないが、参加の検討をしたことがある」と回答した企業は5.4%(22社)であり、この2つのカテゴリーに属する企業がJCMについて高い関心を持つ企業だといえるだろう(図4-5)。



注：有効回答：407社。  
 出典：企業調査データより、筆者作成。

図 4-4 JCM の認識度合

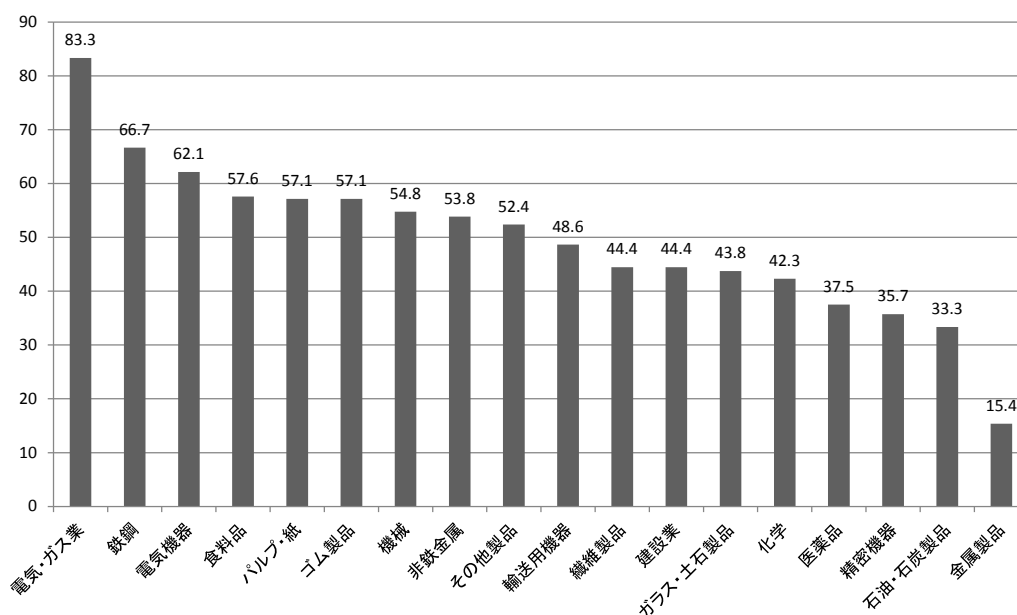


注：有効回答：404社。  
 出典：企業調査データより、筆者作成。

図 4-5 JCM 関与度合

JCM について認知している企業の割合を業種ごとにみたものが、図 4-6 である。全体的には、どの業種においても半数近くの企業が JCM を認知しているが、特に電気・ガス業や鉄鋼、電気機器におい

て認知度が高くなっており、FS への参加がある業種や CDM 事業との関連が強い業種においては、同制度に関する認知が進んでいることがわかる。



出典:企業調査データより、筆者作成。

図 4-6 JCM の認知度合 (業種別 : %)

表 4-2 JCM を認知している企業規模 (単位 : %)

資本金 (百万円)	
~999 (n=44)	38.6
~4,999 (n=135)	40.0
~14,999 (n=106)	41.5
~34,999 (n=66)	69.7
35,000~ (n=53)	84.9

注 : 各カテゴリーにおける「JCM を知っていましたか」という問いに対して「はい」と回答した企業の割合。回答企業に資本金 3 億円以下の企業が 2 社含まれるが、ここでは 10 億円以下のカテゴリーに含めている。

出典:企業調査データより、筆者作成。



表 4-2 は、JCM について知っているという回答した企業の割合を、資本金階層別にみたものである。表からも分かるように、規模が大きくなるほど同制度について認知が進んでいる。しかし、比較的規模が大きい企業の中にも、JCM の枠組みのもとで途上国における排出削減に貢献することができる技術をもつ企業が存在する可能性を考えると、今後、それらの企業に対する同制度の幅広い周知が必要であるといえるだろう。

#### 4.2.4 JCM の制度設計をする際に求められるもの

本調査では、JCM の制度設計をする際に求められるものとして、9 項目を挙げ、それぞれの重要度について評価してもらった。表 4-3 は、各項目について「非常に影響がある」、「影響がある」と回答した企業の割合を足し、上述の JCM への関与度合いに応じて企業をグループ分けしたものである。まず、どのグループにおいても、「国際的な枠組みとの連携」が他の項目に比べ重視されていることがわかる。ポスト京都議定書の国際的な枠組みにおいて、JCM のもとでのクレジットを利用することができるかという点が、今後企業の参加を促すうえで重要な要因となる可能性がある。また「日本政府による公的資金の直接投入」についてもどのグループでも重要視されていることがわかる。

表 4-3 JCM 制度に求めるもの(単位：%)

	FS参加企業 (11社)	FS未参加 検討有 (22社)	FS未参加 検討無 (171社)	BOCMについて 知らないと回答し た企業 (191社)
現地カウンターパートからの投資	81.8	86.4	51.5	38.7
ホスト国政府からの補助金	100.0	86.4	62.0	43.5
クレジットの前払いでの獲得	81.8	50.0	51.5	36.6
日本政府による公的資金の直接投入	100.0	95.5	59.6	50.3
年金基金・機関投資家によるインフラファンドの 設立・投資支援	72.7	68.2	47.4	35.1
ポリティカルリスクに対応した保険制度	90.9	72.7	50.3	40.3
政府系機関や民間企業によるファンドの構築	90.9	72.7	48.5	40.3
ホスト国における技術情報の提供	100.0	86.4	58.5	46.6
国際的な枠組みとの連携	100.0	90.9	66.1	48.2

注：有効回答数 395 社。「非常に影響がある」・「影響がある」と回答した企業の割合を合計した値。

出典：企業調査データより、筆者作成。

今後、JCM への企業の参加を促す際に、最も可能性のあるグループである「FS には参加したことはないものの、参加の検討をしたことがある企業」の回答結果をみると、検討をしたことがない企業や、そもそも JCM について知らない企業と比べ、「日本政府による公的資金の直接投入」や「国際的な枠組みとの連携」を重要視していることがわかる。特に、国際的な枠組みとの連携については、7 割以上の企業が非常に重要であると回答しており、FS 参加の検討段階で、この点が重視されていることがうかがえる。

一方で、「クレジットの前払いでの獲得」については、相対的に重要度は低くなっており、現時点での企業の関心は、同制度が国際的に承認を得られるかという点や、国との連携があるのかといった制度の信頼性にあるといえるだろう。参加に至らなかった理由について尋ねた自由記述欄では、「ルールが決まるまでは、参加しない」といった記述や「具体的な施策が見えない」などといった制度が発展段階である点を指摘する記述、「内容に関して十分に理解しているとは言えない」などといった

制度の周知不足についての記述があり、国内企業の間で、同制度がどのような方向で進んでいくかという点に関心があることがうかがえる。また、いくつかの企業では、「業界団体の方針が未定である」といった、業界団体との連携を参加に至らなかった理由として挙げられていた。今後、JCMへの企業の参加を促すうえで、以上の点を踏まえた形で制度設計をすすめ、業界団体との連携も含めて、周知していく必要があるだろう。

調査結果から、多くの企業で日本政府からの公的な支援や国際的な枠組みとの連携が重要視されていることが明らかになった。また JCM の FS への参加を検討したものの参加に至らなかった企業に対してその理由を尋ねたところ、JCM に関して周知不足を指摘する回答が多くみられた。以降では、この点に着目し、上述の調査で得られた回答結果や企業属性データを用いて、どのような企業において JCM が認知されているのかという点について、計量的手法を用いて明らかにする。そして、そこから得られた結果をもとに、JCM の国内企業への周知を進めていく方策について検討する。

#### 4.2.5 モデル

JCM についてどのような企業が認知しているのかという点を明らかにするために、本節では、以下の離散選択モデルを用いて分析を行う。企業  $i$  が JCM について認知するか否かの意思決定は、JCM を認知することで得られる便益と認知にかかる費用とのトレード・オフによって決まると考えられる。つまり、JCM を認知することで得られる便益が費用を上回るような企業は、JCM に関する情報収集等を行い、JCM を認知することになる。

企業  $i$  が JCM を認知することから得られる純便益 ( $RECOG\_JCM_i^*$ ) は、1) 企業  $i$  の主要な製品の販売先、2) ISO 14001 の認証取得の有無、3) GHG に関する目標設定の有無、そして 4) その他の様々な要因に依存すると仮定すると、以下のようなモデルで表すことができる。

$$RECOG\_JCM_i^* = \beta_1 EXP_i + \beta_2 GHG\_GOAL_i + \beta_3 ISO_i + \beta_4 X_i + \varepsilon_i \quad (4-1)$$

ここで、 $RECOG\_JCM_i^*$  は企業  $i$  が JCM を認知することで得られる純便益、 $EXP_i$  は主要な製品・サービスの販売先が国外であるか否かを表すダミー変数、 $GHG\_GOAL_i$  は GHG に関する目標設定をしているか否かを表すダミー変数、 $ISO_i$  は ISO 14001 の認証を取得しているか否かを表すダミー変数、 $X_i$  は各企業の属性等を含む変数ベクトル、そして  $\varepsilon_i$  は誤差項を表している。

$RECOG\_JCM_i^*$  は実際には観測することができず、観測することができるのは、企業  $i$  が JCM を認知しているか否か ( $RECOG\_JCM_i$ ) である。ここで用いるモデルでは、 $RECOG\_JCM_i^*$  と  $RECOG\_JCM_i$  との間に、以下のような関係を仮定する。

$$RECOG\_JCM_i = \begin{cases} 1 & \text{iff } RECOG\_JCM_i^* \geq 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (4-2)$$

条件式 (4-2) は、企業  $i$  が JCM について認知することから得られる純便益が 0 以上であった場合、JCM を認知することを意味している。本節の分析では、 $RECOG\_JCM_i^*$  を確率変数とみなし、それが観測可能な変数と誤差項およびパラメータからなる関数で表現できると仮定とし、企業  $i$  が JCM を認知する確率をプロビットモデルで推定する。

#### 4.2.6 変数

本節の分析で用いる被説明変数 ( $RECOG\_JCM_i$ ) は、調査票で尋ねた「JCMを知っていましたか」という質問の回答結果を用いている。つまり、この質問に対して「はい」と答えた場合には  $RECOG\_JCM_i$  の値は1を、「いいえ」と答えた場合には0をとることとなる。

次に、説明変数の1つである輸出ダミー変数 ( $EXP_i$ ) は、調査より、主要な販売先が海外の場合には1を、国内の場合には0をとる。途上国へのGHG削減の技術・製品普及や対策を通じて実現されたGHG排出削減・吸収を定量的に評価し、日本の削減目標の達成に活用するというJCMの意図を考えると、輸出企業 ( $EXP_i=1$ ) であるほど、JCMについて認知している可能性が高いと考えられる。

また、本節の分析では、調査結果より得たGHG目標設定ダミー変数 ( $GHG\_GOAL_i$ ) とISO14001認証取得ダミー変数 ( $ISO_i$ ) は、それぞれ企業の環境取組みを表す変数として用いている。ISO14001は、企業活動や製品・サービス等についての環境パフォーマンスの改善を実現するための仕組みを企業内に構築するシステムの国際規格である。そして、各企業はPDCAサイクル<sup>57</sup>を構築し、それを継続的に実施することによって、環境負荷を低減させることや事故を未然に防止することを目的としている。よって、GHG目標を設定している企業 ( $GHG\_GOAL_i=1$ ) やISO14001認証を取得している企業 ( $ISO_i=1$ ) のような環境取組みに積極的な企業ほど、より積極的にJCMを調査し、同制度について認知していると考えられる。

最後に、本節では、企業の属性をコントロールするために、企業データより各企業の従業員数（対数値）とその企業がエネルギー集約産業に属しているかを表すダミー変数（エネルギー集約産業ダミー）を用いている。これは、筆者が2013年の11月から12月にかけて、GHG排出削減に関して先進的な取組みを行っている大規模製造業企業に対して行ったインタビュー調査<sup>58</sup>で指摘された、1)「GHG排出量把握や削減についての関心は、ある程度の規模の企業でないと持たない」、また2)「業種によって関心が異なる」という点を反映したものである。また、企業の主要な製品が、消費者向け最終製品（最終製品・消費者ダミー）、企業官公庁向け最終製品（最終製品・行政ダミー）、中間製品（中間製品ダミー）を表す変数も説明変数として用いている。ただし分析では、中間製品ダミーをレファレンスとしている。以上の変数の基本統計量は表4-4に示している。また、表4-5は各変数間の相関係数を示したものである。

表 4-4 基本統計量

変数名	サンプル数	平均	標準偏差	最小値	最大値
JCM認知ダミー	373	0.53	0.50	0	1
輸出ダミー	373	0.63	0.48	0	1
最終製品・消費者ダミー	373	0.30	0.46	0	1
最終製品・行政ダミー	373	0.26	0.44	0	1
中間製品ダミー	373	0.44	0.50	0	1
従業員数 (log)	373	6.69	1.32	2.08	10.57
ISO14001ダミー	373	0.86	0.35	0	1
GHG目標設定ダミー	373	0.79	0.41	0	1
業種ダミー	373	0.19	0.39	0	1

<sup>57</sup> PDCA サイクルとは、企業の一連の活動を Plan（計画）、Do（実行）、Check（評価）、Act（改善）の4段階を繰り返すことによって、業務を継続的に改善する管理手法である。

<sup>58</sup> インタビュー調査の詳細については、付録5を参照されたい。

表 4-5 相関係数表

	JCM認知ダミー	輸出ダミー	最終製品 消費者ダミー	最終製品 行政ダミー	中間製品ダミー
JCM認知ダミー	1.00				
輸出ダミー	0.17	1.00			
最終製品・消費者ダミー	0.11	-0.06	1.00		
最終製品・行政ダミー	-0.03	-0.07	-0.39	1.00	
中間製品ダミー	-0.08	0.12	-0.58	-0.53	1.00
従業員数 (log)	0.37	0.08	0.09	-0.03	-0.05
ISO14001ダミー	0.21	0.19	-0.09	0.04	0.05
GHG目標設定ダミー	0.29	0.21	-0.04	-0.04	0.08
業種ダミー	-0.01	0.01	-0.03	-0.18	0.19

	資本金 (log)	ISO14001ダミー	GHG 目標設定ダ ミー	業種ダミー
JCM認知ダミー				
輸出ダミー				
最終製品・消費者ダミー				
最終製品・行政ダミー				
中間製品ダミー				
従業員数 (log)	1.00			
ISO14001ダミー	0.24	1.00		
GHG目標設定ダミー	0.36	0.31	1.00	
業種ダミー	-0.04	-0.02	-0.02	1.00

サンプル数：373社

#### 4.2.7 分析結果

表 4-6 は、主要な変数についての推定結果である。まず、主要な製品・サービスの販売先が国外であるかを表す輸出ダミー変数の係数が正に有意な値を示しており、この結果は、輸出企業であるほど、JCM について認知している可能性を示している。また、主要な製品が一般消費者向け最終製品であるかを表す最終製品・消費者ダミーについても有意に正の値が示されている。レファレンス・グループは中間製品ダミーであるため、この結果は、主要な製品が中間製品である企業に比べ、主要な製品消費者向け最終製品である企業の方が、JCM について認知していることを示している。

企業規模をとらえた従業員数に関しても有意に正の値が示されている。この点は、インタビュー調査から得られた「ある程度の企業規模でなければ、GHG の排出量把握・削減に関心をもたないのではないか」という内容と合致している。企業の環境取組みの度合いを捉えた ISO14001 ダミーと GHG 目標設定ダミーについても、有意に正な値を示している。このことは、ISO14001 の認証取得を行っている企業や、GHG に関する目標設定を行っている企業ほど、JCM について認知をしている可能性を示している。

また、「GHG 排出削減の取組みを積極的に進めている」大規模製造業企業に対するインタビュー調査からは、業種によって環境負荷に対する関心が異なるという点が指摘された。そのため、分析ではエネルギー集約産業であるかを表す変数を用いたが、有意な結果が得られなかった。業種ごとのダミーを入れた場合にも同様の結果であった。これらの点は、JCM の認知が必ずしも GHG 排出量の高いエネルギー集約産業に偏っていない可能性を意味している。

表 4-6 分析結果

変数名	係数 (標準誤差)	
輸出ダミー	0.34 (0.15)	**
最終製品・消費者ダミー	0.42 (0.17)	**
最終製品・行政ダミー	0.17 (0.17)	
従業員数（対数）	0.32 (0.06)	***
ISO14001 ダミー	0.40 (0.22)	*
GHG目標設定ダミー	0.52 (0.20)	**
エネルギー集約産業ダミー	0.07 (0.18)	
定数項	-3.22 (0.42)	***
Pseudo R <sup>2</sup>	0.16	
サンプル数	373	

\*\*\*: 1%水準、\*\*: 5%水準、\*: 10%水準で有意であることを示す。

#### 4.2.8 小括

本節では、JCMをPPPの一つとして位置付け、その重要性について論じた。そして、2012年11月から12月にかけて行った企業調査の回答結果をもとに、国内企業のJCM認知状況、FSへの参加状況、そして、同制度を進めていくうえで国内企業が重要視している要因について紹介した。調査結果からは、JCMに参加した際の日本政府からの公的な支援や、同制度の国際的な枠組みとの連携が、多くの企業で重要視されていることが明らかになった<sup>59</sup>。またFSへの参加を検討したものの参加に至らなかった企業からは、JCMに関する周知不足が指摘された。この結果は、今後、具体的な枠組みづくりを進めるとともに、既存の温暖化対策制度との関連についても周知していくことで、より同制度への企業の参加を促進できる可能性を示している。

どのような企業が同制度を認知しているかを明らかにするために行った分析からは、輸出企業であるほど、そして企業規模が大きい企業ほど同制度についての認知している可能性が示された。また、ISO14001の認証取得を行っている企業や、GHG関連目標を設定している企業など、環境取り組みに積極的な企業ほど同制度を認知していることも明らかになった。この結果は、企業の属性によって同制度に対する認知に偏りがあることを示している。

<sup>59</sup> 日本政府はUNFCCCに対して、JCMの実施状況について意見書を提出し、JCMのもとでの日本の削減努力について国際的なアピールを行っている(Government of Japan, 2013)。

### 4.3 Scope3 排出量把握行動に関する分析

サプライチェーンを通じたGHG排出量把握への関心の高まりの背景の1つに、Carbon Disclosure Project (CDP) による開示要求の高まりがある。CDPとは、機関投資家が連携し、気候変動への戦略や具体的なGHG排出量に関する公表を、企業に対して求めるプロジェクトである。このプロジェクトは、2003年から始まり、世界的には2012年までに10回、日本国内の企業に対しては7回の調査が実施されている。2012年には、運用資産総額78兆米ドルに達する655の機関投資家の協力のもと、世界中の約5,000社を対象に調査が実施されている。日本国内においては、時価総額上位企業を中心とする500社を対象に調査が実施されている (Carbon Disclosure Project, 2012)。毎年発行されるCDPの報告書では、気候変動に関わる様々な企業情報が掲載されている。その中でも、企業の情報開示に対するコミットメントと情報開示の経験度を表すディスクロージャースコア<sup>60</sup>について、2012年の公表データをもとに、世界的な傾向と日本における傾向とを比較すると、日本のディスクロージャースコアは年々上昇してはいるものの、グローバル企業500社を対象とした調査結果と比較すると、依然としてGHG関連の情報開示状況に差がみられる。

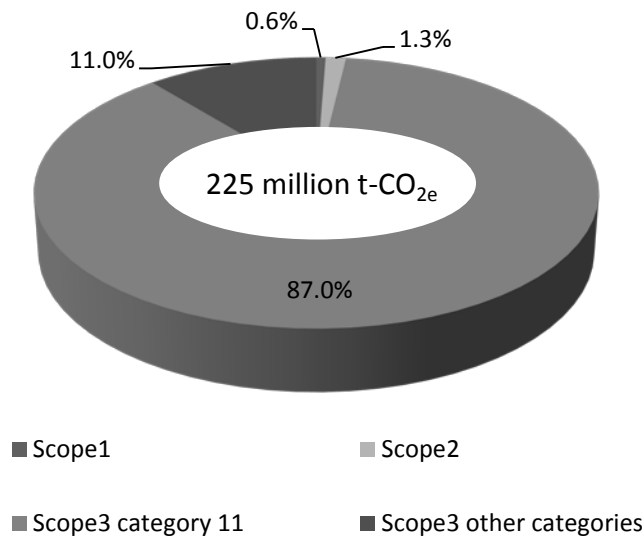
本節では、この世界的に関心の高まりをみせているサプライチェーンを通じた環境取り組みの1つであるScope3排出量把握行動について、まず、把握における問題点について整理する。そしてステークホルダーからの影響や、顧客からの情報開示要求などに焦点を当てながら、日本国内の製造業を対象とした調査から得られたデータをもとに、その決定要因を明らかにする。

#### 4.3.1 Scope3 排出量把握における問題点

企業がサプライチェーンにおける排出量把握に取り組むうえで問題となるのは、報告企業やそのサプライヤーがどのような業種に属しているかという点である。例えば、家電や自動車メーカーなどの一般消費財の場合、販売した製品の使用段階 (Scope3: カテゴリー11) における GHG 排出量が大きくなる。図 4-7 はホンダの 2011 年度の GHG 排出量の内訳を示している。ホンダでは、総排出量 2 億 2,506 万 t-CO<sub>2</sub>のうち、約 87%が製品の使用段階において排出されており、直接的な排出量を表す Scope1 や電力消費に伴う排出量を表す Scope2 は、それぞれ全体の 1%程度を占めるのみである。このように一般消費財を製造している企業においては、工場やオフィスなどにおいてさらなる削減努力を行うよりも、サプライチェーンにおける排出量を把握し、削減ポテンシャルが高い排出源で削減努力を行う方が効率的に削減貢献を行うことができる。

---

<sup>60</sup> ディスクロージャースコアは、気候関連のリスクや機会についての理解と開示のレベルや、トップマネジメントの関与の度合い、炭素排出量の算定範囲などをもとに評価される (Carbon Disclosure Project, 2012)。



出典：<http://www.honda.co.jp/environment/face/2012/case19/episode/episode01.html>（最終アクセス日：2014年7月22日）をもとに筆者作成。

図 4-7 ホンダの GHG 排出量の内訳（2011 年度）

一方で、鉄鋼業や化学産業などのサプライチェーンの川上に位置する素材メーカーなどにおいては、製造時のエネルギー使用量が大きいと、Scope1 と Scope2 における排出量が大きくなる傾向がある。また、製造した製品の用途が多岐にわたるため、実際に自社が製造した製品の使用段階における GHG 排出量を把握するということが難しいという問題もある。このような業種においては、従来のように事業範囲内において省エネなどに取組むことで効率的な削減貢献が可能になると考えられる。

取引のあるサプライヤーの業種もまた Scope3 排出量把握に影響を与えるだろう。筆者がサプライチェーンにおける排出量把握に積極的に取り組む大手印刷企業にインタビューした際にも、1 次サプライヤーや、さらに川上のサプライヤーに共通して、業種によって GHG 排出量把握への関心が異なり、GHG 排出量把握への関心が低い業種に属する企業に協力を求めることには特に困難が伴うと指摘された。例えば、インタビューを行った企業の大手サプライヤーのなかには、製紙業界の企業がある。製紙業界に属する企業は、その業種の性質上、地球温暖化問題よりも生物多様性への関心が強い傾向にあり、そのようなサプライヤーに対して GHG 排出量の算定・開示について協力を求めることには困難があるということであった。また、実際のサプライヤーの GHG 排出量を把握するということは、サプライヤーから供給される部材のコスト構造をある程度把握するということを意味するため、この点からもサプライヤーからの GHG 排出量に関するデータを集めることが難しくなっていると指摘された。

算定の際にどのような排出データを用いるのかという点も重要になる。企業が、サプライチェーンにおける GHG 排出量を算定する方法としては、自社が購入した製品またはサービスの原材料採取段階から製造段階までの排出量をサプライヤーごとに把握し、積み上げて算定する方法と、自社が購入した製品またはサービスの物量・金額データに、製品またはサービスごとの原材料採取段階から製造段階までの排出原単位をかけて算定する方法の 2 つがある。前者については、サプライヤーごとに把握された排出量を積み上げるため、算定精度が高くなることが期待されるが、サプライヤーに排出量を把握してもらう必要があるため、サプライヤーが排出量を把握できない場合やサプライヤーからデー

タを入手することができない場合には、算定が困難となる。後者の算定方法については、新たにサプライヤーからデータを取得する必要がないため、算定は比較的容易となる。また後者の算定方法では、自社が購入した製品またはサービスの物量・金額データに、原材料採取段階から製造段階までの排出原単位を乗じて算定するため、自社にて把握している物量・金額データの分類区分と、使用する排出原単位の区分とがどの程度適合しているかによって、その算定精度は変わる（環境省・経済産業省、2014）。

筆者がインタビューを行った白物家電を中心に製造している業界大手の企業においても、Scope3 排出量算定を行うにあたり、購買金額を調査し、金額原単位を用いた産業連関分析によって算定をするという手法がとられていた。この企業では、取引関係にある 1 次サプライヤーだけでも数万社にのぼるため、すべてのサプライヤーについて詳細に把握するというのは、コスト面から見て現実的ではないという判断が行われていた。

このように、Scope3 排出量把握の方法については、データの不確実性について報告することで、どのような排出データを用いるかという点に関してはある程度の自由が認められている。しかし、2011 年に GHG プロトコルが発行した Scope3 算定報告基準では、排出量算定の際にサプライヤーから 1 次データ (Primary Data) を収集することが推奨されている (WBCSD/WRI, 2011)。また、2013 年に送付された CDP の質問票においても、Scope3 基準に沿った算定が求められており、1 次データ収集に関する設問が採用されている (PricewaterhouseCoopers Japan, 2013)。このように、Scope3 排出量把握に関しては、排出データの精度を求める方向へと進む可能性が存在する。サプライヤーから精度の高い排出データを手に入れようとする際に生じる上述のような問題点を解消する仕組みづくりについても、今後検討していく必要があるだろう。

#### 4.3.2 推定モデル

本節では、Scope3 排出量把握行動について、以下のようなモデル化を行っている。被説明変数である Scope3 排出量把握行動は、15 カテゴリー<sup>61</sup>のうちいくつかのカテゴリーについて排出量把握を行っているかによって表されるため、最大値が 15 の非負整数値をとる。通常、このような場合は Poisson モデルで推定する。しかし、把握カテゴリー数の分散が平均値を上回っていることを考慮に入れ、Negative Binomial モデルで推定した。

Negative Binomial モデルは、以下の式によって定義される Poisson モデルから導出される。

$$P(n_i) = \frac{\lambda_i^{n_i} \exp(-\lambda_i)}{n_i!} \quad (4-3)$$

ここで、 $P(n_i)$  は企業  $i$  が把握するカテゴリー数  $n$  の発生確率を意味し、 $\lambda_i$  は企業  $i$  が把握するカテゴリー数の期待値を表している。Poisson モデルを用いる場合、把握カテゴリー数の期待値は以下の式に従うと仮定される。

<sup>61</sup> Scope3 のカテゴリーは以下の 15 のカテゴリーで構成される。具体的には、1) 購入した物品・サービス、2) 資本財、3) 燃料及びエネルギー活動、4, 輸送、配送（上流）5, 事業から出る廃棄物 6, 出張 7, 従業員の通勤 8, リース資産（上流 9, 輸送、配送（下流）10, 販売した製品の加工 11, 販売した製品の使用 12, 販売した製品の廃棄 13, リース資産（下流）14, フランチャイズ 15, 投資となっている。



$$\lambda_i = E(n_i) = \exp(\beta X_i) \quad (4-4)$$

ここで、 $X_i$  は、説明変数のベクトルであり、 $\beta$  は推定値のベクトルである。 $\beta$  は、以下の尤度関数を用いて、最尤法で推定することができる。

$$L(\beta) = \prod_i \frac{\exp[-\exp(\beta X_i)] [\exp(\beta X_i)]^{n_i}}{n_i!} \quad (4-5)$$

Negative binomial モデルでは、Poisson モデルの把握カテゴリー数の平均値と分散が等しいという制約を、把握カテゴリー数の期待値に誤差項を投入することによって取り除くことができる。

$$\lambda_i = \exp(\beta X_i + \varepsilon_i) \quad (4-6)$$

ここで  $\exp(\varepsilon_i)$  は、平均1、分散  $\alpha$  のガンマ分布に従う。これによって条件付き確率密度関数

$$P(n_i | \varepsilon) = \frac{\exp[-\lambda_i \exp(\varepsilon_i)] [\lambda_i \exp(\varepsilon_i)]^{n_i}}{n_i!} \quad (4-7)$$

が与えられる。この式において  $\varepsilon$  を一定とし、 $n_i$  の確率密度関数を求めると、

$$P(n_i) = \frac{\Gamma(\theta + n_i)}{[\Gamma(\theta) \cdot n_i!]} \cdot u_i^\theta (1 - u_i)^{n_i} \quad (4-8)$$

となる。ここで、 $u_i = \theta / (\theta + \lambda_i)$ 、 $\theta = 1/\alpha$  であり、 $\Gamma(\cdot)$  はガンマ関数である。対応する尤度関数は、

$$L(\lambda_i) = \prod_i \frac{\Gamma(\theta + n_i)}{\Gamma(\theta) n_i!} \left[ \frac{\theta}{\theta + \lambda_i} \right]^\theta \left[ \frac{\lambda_i}{\theta + \lambda_i} \right]^{n_i} \quad (4-9)$$

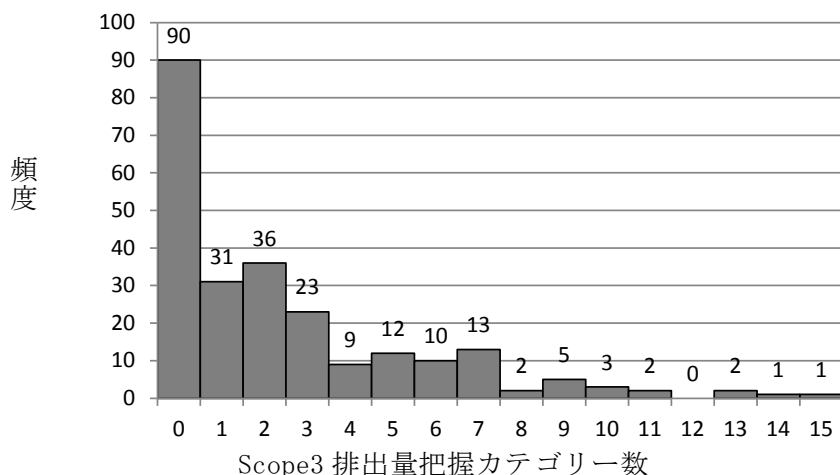
$N$  はサンプル企業の総数を示す。この関数を最大化するような  $\beta$ 、 $\alpha$  を求める。このモデルでは、Poisson モデルにおける平均と分散が等しいという制約を、下記のように緩めることが可能になる。

$$\text{var}(n_i) = E[n_i] [1 + \alpha E[n_i]] \quad (4-10)$$

ここで、 $\alpha$  はガンマ分布の誤差項の分散を意味し、過分散 (over dispersion) の程度を示すパラメータである。推定値  $\alpha$  が0であるという帰無仮説が採択される場合は、 $\text{var}(n_i) = E[n_i]$  となり、Poisson モデルを選択することになる。逆に帰無仮説が棄却される場合には、Negative Binomial モデルが選択される。

### 4.3.3 被説明変数と説明変数

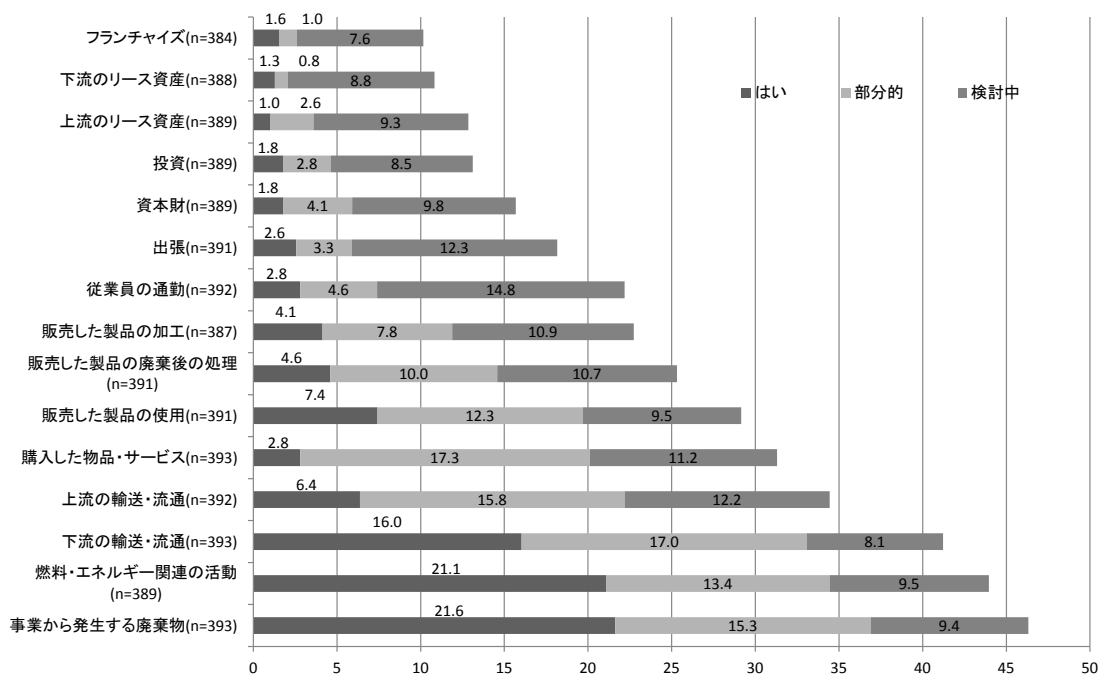
ここでは、4.2.2項で紹介した企業調査の結果から作成したScope3排出量把握行動を表す変数を被説明変数として用いている。具体的には、「Scope 3の各項目について、排出量の把握をされていますか」という質問に対して、選択肢として「はい」・「部分的に」・「検討中」・「いいえ」の4つを設定し、そのうち「はい」と「部分的に」と回答したものを1、それ以外を0として、把握カテゴリーを合計したものとなっている。分析に用いたサンプルは240社で、排出量把握カテゴリー数の分布は、図4-8のようになっている。



出典：企業調査より、筆者作成。

図4-8 排出量把握カテゴリー数の分布

図4-9は、各カテゴリーの把握行動の割合を示している。各カテゴリー間に取り組み状況の差があることが分かる。もっとも取り組みが進んでいるのは、企業における廃棄物処理に関わる GHG 排出を意味する「事業から発生する廃棄物」である。また、「燃料・エネルギー関連の活動」や「上流（下流）の輸送・流通」についても、他のカテゴリーに比べ把握が進んでいることがわかる。これらの点からは、Scope3のカテゴリーの中でも、ある水準を超えると把握が法的に義務付けられるカテゴリーや、従来の環境取り組みの延長線上にあるカテゴリーを中心に排出量把握が行われていることが分かる。



出典：企業調査より、筆者作成。

図4-9 各カテゴリーの把握状況

説明変数として、まずステークホルダーからのGHG排出削減行動の要求を受けた経験の有無を用いている。ステークホルダーからの影響は企業行動を説明するための重要な要因の一つであり、先進的な環境取り組みの決定要因に関する数多くの研究で用いられている (Buysse and Verbeke, 2003, Murillo-Luna et al., 2008, Darnal et al., 2010)。気候変動問題が現代社会における重要な問題の一つであることを考えると、本節で対象としているサプライチェーンを通じたGHG排出量把握についても、様々なステークホルダーからの期待があることは十分に考えられる。そしてそのような期待をもつステークホルダーは、自らの要求を達成するために、利害をもつ企業に対して排出量把握を進めるように直接的・間接的に働きかけるだろう。

具体的には、本節では、ステークホルダーからのGHG排出削減行動の要求を受けた経験の有無を変数として用いており、そのような受けた企業ほどScope3排出削減行動により取り組むと考える。ステークホルダーとしては、国・都道府県・市区町村などといった行政当局、消費者、株主・投資ファンド、銀行・その他金融機関、業界団体、環境保護団体、一般従業員、経営者、近隣住民の9つを想定している。

本節の分析におけるもう1つの重要な変数は、国内顧客からの法規制以上のGHGに関連する情報開示要求を受けた経験の有無である。上述のように、Scope3とは、自社の事業活動の範囲外におけるGHG排出量を意味するため、排出量把握を行うためには自社のサプライチェーンに属する企業の協力が不可欠となる。本節では、サーベイ対象企業に対して、顧客企業から上記のようなGHGに関連する情報開示要求を受けた経験を尋ね、その結果とサーベイ対象企業のScope3排出量把握行動との関係をみることで、サプライチェーンに対する情報開示要求が実際の排出量把握行動を促進するかという点について明らかにする。

また、本節では、ISO14001初回認証取得時からの経過年数も説明変数として採用している。ISO14001は、企業活動や製品・サービスなどについての環境パフォーマンスの改善を実現するため仕組みを企

業内に構築するシステムの国際規格であり、PDCA サイクルを構築し、それを継続的に実施することによって、環境負荷を低減させることや事故を未然に防止することを目的としている。ISO14001認証取得企業は2013年7月の段階で約20,000社に上っており、日本国内の企業では広く普及している。しかし、Resource Based View(RBV)の観点からみると、初回の認証取得から時間が経過すればするほど、PDCA サイクルを通じて環境戦略に関するノウハウの蓄積が生じると考えられる。本節では、このような観点から、ISO14001初回認証取得時からの経過年数が長ければ長いほど、より積極的に、Scope3排出量把握行動のような先進的な環境取り組みを積極的に実施すると考える。

他にも、本節では、株主からの環境取り組みへの圧力を捉えるために、外国人持株比率 (*FRGM*) を採用している。外国人持株比率は、発行済み株式数のうち、外国の金融機関や投資信託、外国企業、外国籍の個人投資家などといった外国人投資家が保有する株式が占める割合を示す。上述のように、GHG 関連の情報開示において日本企業は年々経験を積み、コミットメントを高めてはいるものの、依然として世界的な傾向と比較すると、情報開示状況に差が存在する。この点から、本節では、外国人持株比率が高い企業ほど、より外国人投資家からの情報開示の圧力を受け、Scope3排出量把握を行うようになると考える。

説明変数には、NEEDS-Cges (コーポレートガバナンス評価システム)のデータをもとにして作成した、特定株集中度、社外取締役比率といった企業属性を表す変数が含まれている。このような株主・資本構成や、取締役会構成に関わる変数は、環境関連の情報開示の決定要因として数多くの研究で用いられている (Roberts, 1992, Brammer and Pavelin 2008, Ghomi and Leung, 2013)。本節で取り扱う Scope3排出把握行動も、上述のように情報開示の側面が強いと考えられるため、これらの変数を説明変数として用いている。

また、企業サーベイから得られたデータをもとに、主要な製品の種類を表す変数を作成した。具体的には、「主要な製品が一般消費者向けである」場合は1を、それ以外は0をとる変数、そして、主要な製品が「企業官公庁向けである」場合には1を、それ以外は0をとる変数を作成した。ここでは、主要な製品が中間製品である場合をレファレンス・グループとしている。

以上の変数と共に、本節では、『会社四季報』データをもとに、従業員数 (対数)、資本金 (対数) といった基本的な企業属性を示す変数を作成し、分析を行っている。以上の変数の記述統計は表4-7 に示されている。

表 4-7 記述統計量

## Summary Statistics (N=240)

変数	平均	標準偏差
Scope3の15カテゴリーのうち排出量を把握しているカテゴリー数	2.45	3.05
規制当局からGHG排出削減行動の要求を受けた場合は1、そうでない場合は0	0.62	0.49
消費者からGHG排出削減行動の要求を受けた場合は1、そうでない場合は0	0.19	0.39
投資家・ファンドからGHG排出削減行動の要求を受けた場合は1、そうでない場合は0	0.19	0.39
銀行・その他金融機関からGHG排出削減行動の要求を受けた場合は1、そうでない場合は0	0.15	0.36
業界団体からGHG排出削減行動の要求を受けた場合は1、そうでない場合は0	0.63	0.48
環境保護団体からGHG排出削減行動の要求を受けた場合は1、そうでない場合は0	0.15	0.35
国内の顧客からGHGに関連する法的規制以上の情報開示要求を受けた経験を持つ場合は1、そうでない場合は0	0.28	0.45
国外の顧客からGHGに関連する法的規制以上の情報開示要求を受けた経験を持つ場合は1、そうでない場合は0	0.14	0.35
最終製品が一般消費者向けの場合は1、そうでない場合は0	0.27	0.45
最終製品が企業・官公庁向けの場合は1、そうでない場合は0	0.28	0.45
最終製品が中間製品の場合は1、そうでない場合は0	0.45	0.50
外国人保有比率(有価証券報告書記載ベース)	10.71	11.71
少数特定者の株式保有比率。少数特定者とは、大株主10位と役員持分(役員持株会を含む)・自己株式数の合計(重複分は除く)	48.39	14.64
社外取締役比率 社外取締役人数/取締役会人数×100	9.27	11.66
ISO14001初回認証取得年からの経過年数	11.90	3.22
資本金(対数)	8.89	1.50
従業員数(対数)	6.87	1.25

#### 4.3.4 分析結果

表4-8は、主要な変数についての推定結果である。投資家・ファンドや、消費者から GHG 排出削減行動の要求を受けた経験の有無を表す変数の係数が正に有意な値を示している。これは、上述したステークホルダーの理論と整合的な結果となっている。上述したように、近年、投資家を中心としてステークホルダーから、企業の GHG 排出についての透明性が要求されるようになっている。この結果は、先進的な環境取り組みの1つであるサプライチェーンにおける排出量把握においても、ステークホルダーが重要な役割をもつことを意味している。

表 4-8 主要な分析結果  
Negative Binominal Estimation Results

	Coef. (Std. Err.)
ステークホルダーからの要求	
行政当局	-0.196 (0.186)
消費者	0.317 * (0.180)
株主・ファンド	0.495 ** (0.219)
銀行・その他金融機関	0.495 (0.243)
業界団体	0.398 ** (0.21)
環境保護団体	0.256 (0.215)
顧客からの情報開示要求	
国内	0.398 ** (0.203)
国外	-0.223 (0.233)
外国人持ち株比率	0.023 *** (0.007)
少数特定株主比率	0.007 (0.006)
社外取締役構成比	-0.001 (0.006)
ISO初回認証取得時からの 経過年数	0.059 ** (0.026)

\*\*\*: 1%水準、\*\*: 5%水準、\*: 10%水準で有意であることを示す。

また、国内顧客からの GHG 排出削減行動を要求された経験の有無を意味する変数についても有意に正の値が示されている。この結果は、調査対象企業の顧客企業に焦点を当てると、情報開示要求をサプライヤーに対して行うことが、そのサプライヤーの Scope3排出量把握行動を促進する可能性を示しており、これはサプライチェーンにおける環境取り組みが連鎖することを意味している。

外国人持ち株比率を意味する *FRGN* に関しても有意に正の値が示されている。この点は、日本国内よりも Scope3 排出量把握に積極的な外国籍株主が多ければ多いほど、情報開示要求が高まり、その結果、Scope3 排出量把握を進めるようになると考えられる。

ISO14001 初回認証取得時からの経過年数を意味する変数についても、有意に正な値を示している。この結果は RBV の枠組みとも整合的であり、ISO14001 の認証取得を行い、PDCA サイクルを回すことによって環境戦略に関わる暗黙知が形成される可能性を示していると考えられる。

これまで既存研究では、コーポレートガバナンスが自発的情報開示に与える影響について検証されてきた。特に情報開示政策に対する、取締役会構成の影響については、数多くの研究で取り上げられている。そこでは、社外取締役の比率が高いほど、社内取締役の行為に対して効果的なモニタリングが可能になると指摘されているが、本節の分析では、社外取締役構成比や少数特定株主比率といった変数について、有意な結果が得られなかった。この点は、本節で焦点を当てている Scope3 排出量把握行動が必ずしも、外部への情報開示を伴わない可能性を示している。実際、米国イリノイ州に本社を置くクラフトフーズは2008年から Scope3 排出量を計測し始めたにもかかわらず、顧客の誤解や混乱を避けるために、その結果を公開していない企業も存在する (Kingsbury et al, 2012)。この点が、日本企業にもあてはまるかどうかという点については、今後インタビュー調査等を通じて明らかにしていく必要がある。

以上の推定結果をもとに、Scope3 排出量把握カテゴリ数に与える限界効果について、情報開示要求を受けた経験をもつかどうかに焦点をあて計算すると、情報開示要求を受けることによって、Scope3 における15カテゴリのうち把握するカテゴリ数が0.79個増加するという結果が得られた。さらに、株主・投資ファンド、消費者から GHG 排出削減行動を要求された経験を持つ場合を想定すると、情報開示要求を受けることによって、把握カテゴリ数は1.68個増加するという結果が得られた。

#### 4.3.5 小括

本節では、先進的な環境取り組みの1つとして Scope3 排出量把握行動を取り上げ、その決定要因の分析を行った。分析結果では、投資家・ファンドや消費者などといったスークホルダーからの GHG 排出削減行動の要求や、顧客からの GHG 関連の情報開示要求によって促進される可能性が示されている。また、そのようなステークホルダーからの要求を受けている企業ほど、顧客からの情報開示要求が強く影響することが明らかになった。これまで、先進的な環境取り組みや自主的な情報開示については、ステークホルダーからの圧力に焦点が当てられ分析が行われてきた。しかし、Scope3 排出量把握のようにサプライチェーンを通じて取り組む必要がある場合には、サプライチェーンの川下からの要求が影響を与えることが確認された。本節の分析では、サンプル企業が CDP 対象企業となっているか、もしくは CDP に回答をしているかと変数が投入されていない。上述のように Scope3 の進展に CDP が大きく関わっていることを考えると、この点についても今後分析を精緻化していく必要がある。

#### 4.4 結論

本章では、JCM と企業による Scope3 排出量把握行動に着目し、前者についてはどのような企業において認知されているかという点を、後者についてはどのような企業で把握が進んでいるかという点について計量経済学的手法を用いた分析を行った。以上の分析結果は次のような政策的なインプリケーションをもつ。

JCMに関する分析では、企業の属性によってJCMに対する認知に偏りがあることが示された。JCMを、市場メカニズムを用いた新しい国際的な枠組みとして位置付けていくためには、より多くのプロジェクトを実施し、実績を積み上げていくことが求められる。分析結果が示すような、中小企業や環境取組みに相対的に積極的ではない企業、国内を主要な販売先としている企業にも、途上国における排出削減に貢献する技術をもつ可能性を考えると、そのような企業に対しても同制度の周知を図っていく必要があるだろう。特に中小企業においては、これまで技術的知識や人材、時間、資金などといった制約の存在が、環境取組みにおけるコスト増加要因となる可能性が指摘されてきた（三井，2011）。今後、JCM制度の普及を進めていくうえで多数の企業の参加が必要になることを考えると、中小企業の海外進出や環境取組みに対するより積極的な政策的支援が必要であるだろう。

近年広がりを見せている企業の自主的環境取組みの1つであるサプライチェーンにおけるGHG排出量把握行動に関しては、企業調査から得られた様々なデータを用いて、その現状を紹介した。今後、日本が気候変動対策で国際的な主導権を握っていく上では、まず削減貢献をアピールしていく必要がある。サプライチェーンにおける排出量把握の取組みは、削減貢献をアピールするための重要な手段の1つとなると考えられる。

企業は、自社の事業範囲内における排出量だけでなく、サプライチェーンにおける排出量把握を進めることによって、排出削減ポテンシャルが高い部分を見極め、効果的な対策を行うことが可能になる。また、サプライチェーンの各段階での排出量を把握し、積み上げていくことにより、結果として途上国を含む世界の生産拠点での排出量や、製品を使用する消費者の段階での排出量を抑えることが可能になると考えられる。ただ、サプライチェーンにおける排出量把握や情報開示が、今後日本企業にとってどのような重みをもってくるのかという点は、依然として不透明である。例えばISO14001認証取得に関する研究でも指摘されているように、企業の環境取組みが実際の環境負荷削減につながるのかという点については、サプライチェーンにおける排出量把握の文脈においても重要な問題となる。また、サプライチェーンにおける排出量把握において、今後データの精度が求められるようになった場合には、どのようにして1次データを収集するのかという問題や、どこまでサプライチェーンを遡るべきかといった問題が生じるだろう。特に、サプライチェーンにおけるGHG排出量把握は現時点では自主的な取組みであるため、規制に基づく化学物質関連の取組みとは異なり、コストとの兼ね合いが重要な問題となるだろう。

計量経済学的手法を用いた分析からは、ステークホルダーからのGHG削減要求や、顧客企業からの情報開示要求が企業のScope3把握行動に影響を与えることが明らかになった。現在、Scope3排出量の把握は、環境取組みに先進的な企業を中心に取り組まれている状況にある。地球温暖化問題への関心が高まる中、自社の事業範囲内でのGHG排出量把握が進んだ先進国企業において、更なる排出削減を実施するためには、サプライチェーンにおける排出削減を進めることが不可欠であるだろう。日本が今後GHG排出削減において国際的なリーダーシップを発揮していくためには、このような企業のサプライチェーンを通じたGHG排出量把握を促進するような施策を導入していくことが求められるだろう。



## 5. 温室効果ガス排出削減プロジェクトを通じた国際的技術移転： クリーン開発メカニズムに関する実証分析を中心に

### 5.1 はじめに

気候変動問題に対応するためには、温室効果ガス（GHG）の排出抑制に向けた取り組みが、先進国のみならず経済成長著しい発展途上国においても実施されることが不可欠である。しかしながら、途上国ではそうした取り組みに必要な資金や技術が不足している場合が多い。こうした課題に関して、経済力・技術力双方を有する先進国に期待される役割は大きい。気候変動枠組条約（UNFCCC）の下で途上国に資金を供与する仕組みを運営する主体となっているのが、地球環境ファシリテーター（GEF）である。GEFは気候変動を重点分野の1つとしており、GEF信託基金（GEF Trust Fund）を通して、主に気候変動緩和のためのプロジェクトに対する支援を行っている。また、マラケシュ合意によりUNFCCCの下に設立された特別気候変動基金（SCCF）は、GEF信託基金などが実施している気候変動分野への支援を補完するものであり、主として適応や技術移転、エネルギー・輸送・工業・農業・林業・廃棄物管理、および経済多様化を対象に支援を行うことを目的としている<sup>62</sup>。こうした資金メカニズムに加えて、京都議定書にはクリーン開発メカニズム（CDM）が規定されている。CDMは、GHG排出削減プロジェクトの実施を通じて気候変動緩和技術（CCMT）の途上国への移転を促進するという機能を潜在的に有している点に特徴がある。近年、地球温暖化対策における国際的技術移転の重要性に対する認識が高まりつつある中、CCMTの途上国への移転にCDMがどのような役割を果たしているのかという論点に関心が寄せられている。すでに豊富なプロジェクト実績を有するCDMを検討することで、GHG排出削減プロジェクトを通じた国際的技術移転の促進にかかわる要件や課題が明らかになるものと期待される。

本章では、CDMを通じた技術移転に関する先行研究を概観したうえで、日本が関与したCDMプロジェクトのデータを用いて技術移転の決定要因に関する実証分析を行う。この分析を踏まえ、日本政府が提案する「二国間クレジット制度（JCM）」を通じた技術移転にかかわる有用な知見を導き出すことを試みる。

### 5.2 CDMの機能と技術移転

京都議定書第12条に規定されているCDMは、GHG排出削減に関する数値目標の達成をめざす先進国（附属書I締約国）を支援するとともに、途上国（非附属書I締約国）の持続可能な発展を促すことを目的としている。この制度の下で、先進国（投資国）の事業主体が途上国（ホスト国）においてGHG排出削減プロジェクトを実施した場合、それによって実現した削減量に関して指定運営組織（DOE）による検証・認証を経たのち、国連CDM理事会からクレジット（CER [認証排出削減量]）が発行される。このクレジットのうち先進国の事業主体に配分されたものは、その国の排出枠に加えられる。

2014年3月31日時点で、登録済みのCDMプロジェクトは7,472件にのぼっている。これをホスト国別の割合で見ると、中国が50.1%と半数を占め、これに続いてインド、ブラジル、ベトナムの割合がそれぞれ19.9%、4.3%、3.4%となっている。このように、CDMプロジェクトは中国やインドなどのアジア地域に集中している傾向がある。また、登録済みCDMプロジェクトの件数を投資国別で見ると、

<sup>62</sup> GEF信託基金やSCCFをはじめとする、途上国における気候変動対策の支援を目的とした資金メカニズムに関しては、田村・福田（2011）を参照。

上位5カ国にイギリス(2,304件)、スイス(1,509件)、オランダ(630件)、日本(585件)、スウェーデン(490件)が位置している。なお、投資国を含まないプロジェクト(ユニラテラルCDM)は2,060件にのぼっている<sup>63</sup>。

投資国の事業主体がCDMプロジェクトを実施する際、投資国・ホスト国双方の承認を得るとともに、そのプロジェクトの内容に関して事前に有効化審査(validation)を受けなければならない。有効化審査では、事業主体が提出したプロジェクト設計書(PDD)の内容に関して、CDMにかかわる各種要件が満たされているか否かをDOEが審査する。プロジェクトが有効化審査の段階に入ると、CDMパイプライン(CDM Pipeline)においてその情報が公開されることになる<sup>64</sup>。

京都議定書の運用細則を定めたマラケシュ合意にはPDDに記載されるべき情報に関する規定が含まれている。そこでは、プロジェクト活動の概略やベースライン設定、推定されるGHG排出削減量、モニタリング計画などに関する情報を記載するように要請されている。このうち、プロジェクト活動の概略に関する部分では技術的説明を行う必要があるが、そこではどのような技術が採用されるか、またその技術のホスト国への移転がある場合にはそれがどのように行われるかについて記述することとされている。このようにマラケシュ合意は、CDMには技術移転が必ず含まれていなければならないと規定しているわけではない。あるCDMプロジェクトが技術移転を含んでいるか否かという情報は、PDDの記載内容から得ることができる。

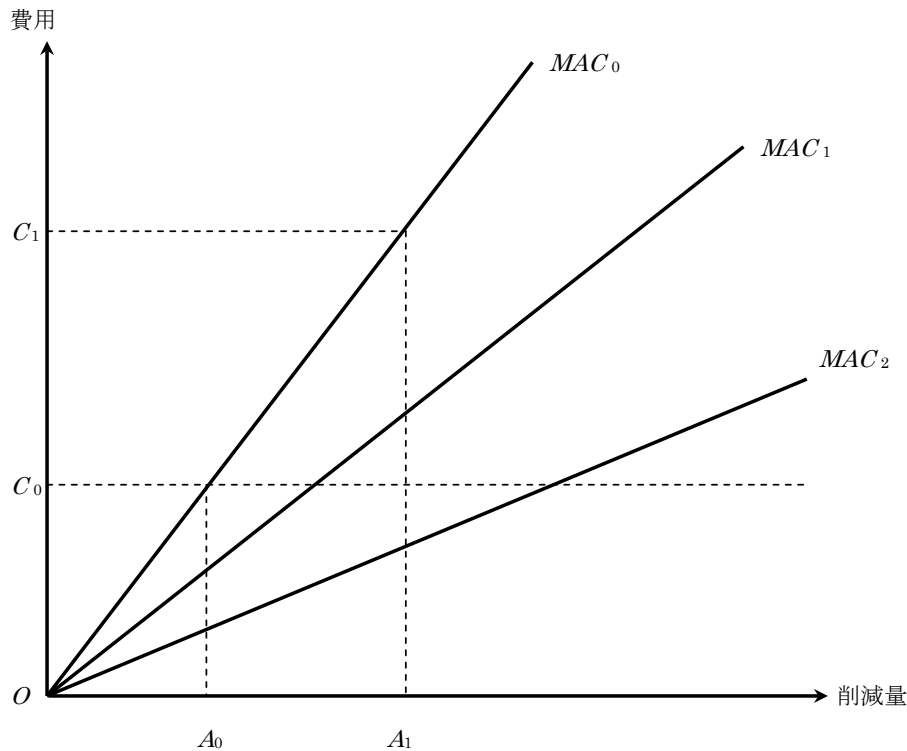
先進国は、CDMを活用することにより途上国に存在する安価なGHG排出削減機会を自国に課せられた数値目標の達成に利用することが可能となる。ただしこのことは、途上国にとっては先進国による安価なGHG排出削減機会の「先食い」を意味するだろう。このような削減機会の先食いは、後に途上国が自ら排出削減に取り組もうとする際、国内には高い費用を要する削減機会しか残されていないという事態をもたらす。これは、地球温暖化対策の国際的枠組みをめぐる交渉において、途上国に対する削減義務の設定を困難にする要因の1つになりかねない。

こうしたCDMが抱える問題点への対応として、Popp(2011)は、CDMプロジェクトを通じて技術移転が行われることの重要性を指摘している。彼は、現時点で途上国に存在する安価な削減機会が先進国によって利用し尽くされたとしても、新たな技術が移転されるならば、将来的には削減費用が低下し、途上国も安価な削減機会を利用することが可能になると主張している。

この点に関して、図5-1を用いながら説明を加えておこう。図中の $MAC_0$ は、ある途上国において、この国が有する現行の技術水準の下でGHG排出削減が行われる場合の限界削減費用曲線を表している。いま、この途上国において削減が $A_0$ まで行われており、限界削減費用が $C_0$ の水準にあると想定しよう。このとき、CDMがこの途上国で実施されて削減量が $A_1$ に至ると、限界削減費用は $C_1$ に上昇することになる。途上国がこの後に自ら排出削減に取り組もうとしたときには、 $C_1$ を上回る限界費用を要する削減機会しか残されていないことになる。しかし、CDMを通じて技術移転が行われ、その結果として限界削減費用の低下をもたらすような技術のスピルオーバーがこの途上国において発生したとしよう。そうした技術移転の効果によって、 $MAC_0$ から $MAC_1$ へ限界削減費用曲線がシフトするならば、 $C_1$ への限界削減費用の上昇は部分的に相殺されることになる。もし技術移転がもたらす影響により、限界削減費用曲線が $MAC_2$ へシフトするならば、この途上国は限界削減費用が $C_0$ を下回る削減機会を利用することが可能となる。Popp(2011)は、CDMのホスト国においてこのような費用低減効果を生み出すためには、CDMを通じて財に体化されない知識(disembodied knowledge)が移転されることが重要であると指摘している。

<sup>63</sup> CDMの現況に関するデータについては、UNFCCCウェブサイト(<http://cdm.unfccc.int/>)を参照。

<sup>64</sup> CDMパイプラインについては、UNEP Risø Centreのウェブサイト(<http://cdmpipeline.org/>)を参照。



出典：Popp（2011）、Figure 2に基づき筆者作成。

図 5-1 技術移転が途上国の限界削減費用に及ぼす影響

### 5.3 CDM を通じた技術移転の決定要因

CDM を通じた技術移転をめぐることは、技術移転を含んだ CDM プロジェクトにはどのような特徴があるのかという点に関心が寄せられてきた。この点を明らかにすることを目的として、CDM を通じた技術移転の決定要因に関する研究が行われている。こうした研究での分析方法に関しては、PDD の中に技術移転の実施にかかわる記述が含まれている場合を 1、含まれていない場合を 0 とする従属変数を用いたロジットモデルが採用されることが多い。Haites et al.（2006）は、2006 年 6 月 20 日時点で CDM パイプラインから入手できる情報に基づき、848 件の CDM プロジェクトのデータを用いて分析している。この研究では、プロジェクトの規模（プロジェクトの年間 GHG 排出削減量）が大きいほど技術移転の確率が高く、先進国が関与しないユニラテラル CDM の場合に技術移転の確率が低くなるという傾向が見出されている。また、技術移転の確率が高いプロジェクトのタイプは農業、埋立処分場ガス、太陽光および風力であり、技術移転の確率が低いのは化石燃料転換と水力のプロジェクトであるという結果が得られている。さらに、技術移転の確率が高いホスト国は中国、エクアドル、グアテマラ、ホンジュラス、マレーシア、メキシコ、ペルー、南アフリカ、タイ、ベトナムであり、技術移転の確率が低いホスト国はチリおよびインドであることが見出されている。

Dechezleprêtre et al.（2008）は、2007 年 5 月 1 日時点で登録されている 643 件の CDM プロジェクトのデータを用いて計量分析を行っている。この分析では、プロジェクトの規模が大きいこと、クレジット・バイヤーが関与していること、事業主体が投資国の企業の現地子会社であること、および

ホスト国が高い技術力 (technological capability) を有することが、技術移転の確率を高めるとい  
う結果が得られている。ただし、ホスト国の技術力に関して産業部門ごとの影響を分析すると、エネ  
ルギー部門および化学部門では技術移転の確率を高める効果を持つが、農業部門では技術力の高さは  
むしろ技術移転にネガティブな効果を持つことが見出されている。さらにこの研究では、あるホスト  
国において同類の技術を用いる CDM プロジェクトの数が増えると、技術移転の確率が低下するこ  
とが見出されている。これは、あるタイプのプロジェクトが1つのホスト国において多く実施されるよ  
うになると、その国で当該タイプに関連する技術の利用可能性が高まり、技術移転の必要性が減じる  
ためであると考えられる。

Seres et al. (2009) は、CDM を通じた技術移転の決定要因に関して、2008 年 6 月時点で CDM パイ  
プラインから入手できる情報に基づき、3,290 件のプロジェクトのデータを用いて計量分析を行っ  
ている。この分析では、プロジェクトの規模が大きいほど技術移転が含まれる傾向が強く、また技術移  
転の確率が高いプロジェクトのタイプが農業、HFC、埋立処分場ガス、 $N_2O$ 、風力であり、その確率が  
低いプロジェクトのタイプがバイオマス、セメント、逸散ガス (fugitive gas)、水力、および交通  
である、という結果が得られている。加えて、技術移転の確率が高いホスト国がボリビア、エクアド  
ル、グアテマラ、ホンジュラス、インドネシア、ケニア、マレーシア、メキシコ、パキスタン、南ア  
フリカ、スリランカ、タイ、ベトナムであり、その確率が低いホスト国がブラジル、中国、インド  
である、という結果も得られている。

Hašič and Johnstone (2011) は、風力発電技術に着目し、この技術分野において投資国・ホスト  
国双方で出願された特許の件数を従属変数として、負の二項分布モデル (negative binomial model)  
を用いた分析を行っている。彼らは、投資国・ホスト国双方での特許出願がこれらの国の間で技術移  
転が実現したことを表す指標であると想定し、この指標に対して CDM にかかわる諸要因がどの程度影  
響を及ぼしているのかを定量的に把握することを試みている。この分析では、ホスト国の CDM への関  
与の度合いが大きいこと、投資国の風力発電技術の供給能力が高いこと、ホスト国の技術吸収力  
(absorptive capacity) が高いことなどが、投資国・ホスト国双方で出願される特許の件数を増加さ  
せる要因であることが見出されている<sup>65</sup>。また、こうした特許の出願件数に対して、ホスト国で過去  
に実施された風力発電の CDM プロジェクトに関連する CER のストック (CDM 制度の開始以降に発行さ  
れた CER を 10% の割引率で積算) がネガティブな影響を及ぼしていることが明らかにされている。こ  
れは、あるホスト国において同じタイプの CDM プロジェクトの実績が積み重ねられると、当該タイプ  
のプロジェクトに関連した技術移転は次第に減少するというを示唆している。

Haites et al. (2012) は、2010 年 6 月 30 日時点で CDM パイプラインから入手できる情報に基づく  
データを用いて計量分析を行っている。この研究では、ロジットモデルのみの推定による分析 (分析  
I) に加えて、ロジットモデルの推定の後、その結果を用いつつプロジェクトのタイプやホスト国など  
の説明変数を様々に組み合わせることで得られる技術移転の確率の予測値を従属変数、ホスト国の属  
性 (人口、1 人当たり GDP、1 人当たり ODA、民主化の程度など) を説明変数とするモデルを最小二乗  
法で推定するという分析 (分析 II) が行われている<sup>66</sup>。分析 I・II はおおそ同様の結果を示してい  
るが、ここでは双方で同じ分析結果が得られている部分を中心に説明しておきたい。まず、技術移転  
の確率を高める要因として、プロジェクトの規模が大きいこと、およびプロジェクトのタイプが埋立

<sup>65</sup> 「ホスト国の CDM への関与の度合い」「投資国の風力発電技術の供給能力」「ホスト国の技術吸収  
力」は、それぞれ「ある年にホスト国で実施された CDM に関連する平均年間 CER 発行量の総計」「投  
資国内の開発主体による風力発電技術の特許出願件数の (3 年前からの) 累計」「ホスト国内の主  
体により開発された風力発電技術の特許ストック」によって測られている。

<sup>66</sup> サンプルサイズについては、分析 I が 3,174、分析 II のロジットモデル推定が 3,530、最小二乗推  
定が 364 である。

処分場ガスや風力であることが挙げられる。一方、技術移転の確率を押し下げる要因については、同じタイプのプロジェクトの数が多いこと、プロジェクトのタイプがバイオマス、セメント、水力であることが挙げられる。加えて、人口や1人当たりODAが多く、より大きな知識ストック（特許出願件数を10%の割引率で積算）を有しており、ビジネスを行うのが容易でより民生的であるといった属性を持つホスト国である場合、技術移転の確率が低いという傾向が見出されている。こうした属性を有するホスト国は、技術移転を実現するための多様なチャンネルを持っている、あるいは自国内で技術開発を行う能力を有しているために、CDMを通じた技術移転に依存する必要性が低いということ、この結果は示唆しているように思われる。なお、分析IIでのロジットモデル推定の結果では、中国とインドにおいて技術移転の確率が低いということが示されている。

以上のCDMを通じた技術移転の決定要因に関する実証研究を通して明らかにされるのは、次の諸点である。まず、規模の大きいプロジェクトでは技術移転が含まれている割合が高い。また、風力や埋立処分場ガスといったタイプのプロジェクトにおいて技術移転が行われる傾向がある。一方、水力、バイオマス、セメントといったプロジェクトでは技術移転が含まれない場合が多い。加えて、インドで実施されるプロジェクトには技術移転が含まれない傾向が強い。さらに、中国におけるプロジェクトでは初期の頃には技術移転が多く行われていたものの、最近では技術移転を含まないプロジェクトが増加している。いくつかの実証研究（Dechezleprêtre et al., 2008; Haščič and Johnstone, 2011; Haites et al., 2012）の結果は、あるタイプのCDMプロジェクトの実績がホスト国において蓄積されると、当該タイプに関連する技術の利用可能性が国内で高まるため、技術移転の必要性が減じる、ということを示唆している。このことが、CDMプロジェクトの実績が最も多い中国において技術移転を含むプロジェクトが近年減少していることの要因の1つであると考えられる<sup>67</sup>。

一般に、ホスト国が有する技術力の水準が高ければ、技術を吸収する能力も高いであろう。一方で、ホスト国が高い水準の技術力を有するならば、国内で開発された技術を採用することが可能であるかもしれない。前者の場合、ホスト国が有する技術力の水準の高さはCDMを通じた技術移転を促す要因となるが、後者の場合は技術移転の必要性を低下させる要因となる。この点に関して、Dechezleprêtre et al. (2008) は、化学部門とエネルギー部門においてはホスト国の技術力の高さが技術移転に対してポジティブな影響を及ぼすという結果を得ている。またHaščič and Johnstone (2011) による分析でも、風力発電技術に関するホスト国の（特許ストックで測られた）技術吸収力の高さが技術移転の促進要因になっていることが示されている。ただしHaites et al. (2012) は、これらの研究とは逆に、ホスト国の有する知識ストックが技術移転に対してネガティブな影響を及ぼすという結果を得ている。

ホスト国が有する技術力に関しては、これをどのような指標によって測定するのかという課題がある。上で述べたように、Haščič and Johnstone (2011) やHaites et al. (2012) はホスト国の特許データを用いて技術力を測定しているが、これ以外に次のような指標を採用している研究がある。Doranova et al. (2010) は、ホスト国の輸出に占めるCCMT分野の財の割合が高い場合、CDMプロジェクトではホスト国内の技術あるいはホスト国内外の技術の組み合わせが採用される傾向が強いことを明らかにしている。この研究では、輸出に占めるCCMT分野の財の割合は国内でのCCMTの普及の程度を表しており、したがってその割合が高いホスト国はCCMTの実用化に必要な知識レベルを備えているものと解釈できると想定されている。またDechezleprêtre et al. (2008) は、Archibugi and Coco (2004) によって開発された「ArCo技術指標 (ArCo Technology Index)」を用いている。これは、技術の創出、技術インフラストラクチャー、人的資本という3つの側面を考慮して作成された指標であり、Archibugi and Coco (2004) ではこの指標によって162カ国の技術力が測定されている。

<sup>67</sup> 以上で概観した研究のほかに、途上国の所有権・知的財産権にかかわる制度に着目した宮本・馬奈木 (2013) による実証分析がある。

ホスト国の有する技術力が CDM を通じた技術移転に及ぼす影響に関しては、その技術力を測定する際にどのような指標を用いるかによって結果が異なることがありうる。国が有する技術力とひとくちにいても、その具体的な中身は、技術開発の能力や技術吸収力など実に多様な側面を含んでいる。これを1つの指標のみで表現しようとするのは、そもそも無理があるように思われる。ホスト国が有する技術力を多角的に捉えるためには、技術水準にかかわる複数の指標を併用する必要があるだろう。

## 5.4 日本が関与した CDM プロジェクトと技術移転

### 5.4.1 分析の目的と方法

CDM をめぐっては、プロジェクトが企画され、その実施を経て排出削減が認証されるまでに長い期間を要することや、省エネルギー関連のプロジェクトが少ないことなどの課題が指摘されてきた<sup>68</sup>。こうしたことから、CDM の制度改革に関する議論や、新たな市場メカニズムを構築しようとする動きが活発になっている。日本政府による JCM の提案もそうした動きの1つである。JCM は、日本が GHG 排出削減につながる技術や製品、システム、サービスやインフラストラクチャーなどを提供することを通じて途上国での排出削減を実現し、その対価として排出削減クレジットを獲得しようとする仕組みである。この制度の特徴は、途上国の実情に柔軟かつ迅速に対応しつつ、幅広い GHG 排出削減活動を対象にしてプロジェクトを展開しようとする点にある。この仕組みを通じて、日本から途上国への技術移転が促されることが期待されている。ただし、それを実現するには、技術移転を効果的に促進するための要件について検討する必要があるだろう。その際、日本がこれまでに関与してきた CDM プロジェクトを通じて行われてきた技術移転の実績から得られる知見は、参照すべき情報として有用であると考えられる。

そこで本節では、日本が関与した CDM プロジェクトのデータを用いて技術移転の決定要因に関する実証分析を行う。地球環境戦略研究機関 (IGES) が提供する『IGES CDM プロジェクトデータベース』によると、日本が関与した CDM プロジェクトについては、2014 年 2 月 28 日時点で登録済みのものが 512 件である。以下ではこのデータを用いて分析する。なお、512 件の CDM プロジェクトのうち何件がどのホスト国において実施されているかを図 5-2 に示している。この図より、日本が関与した CDM プロジェクトについては、中国をホスト国とするものが圧倒的に多いことがわかる。

---

<sup>68</sup> 例えば有村他 (2012) は、CDM への参加経験のある日本企業の多くが、審査から登録、発行に至る期間の長さを CDM 制度の問題点として認識していることを明らかにしている。

件数

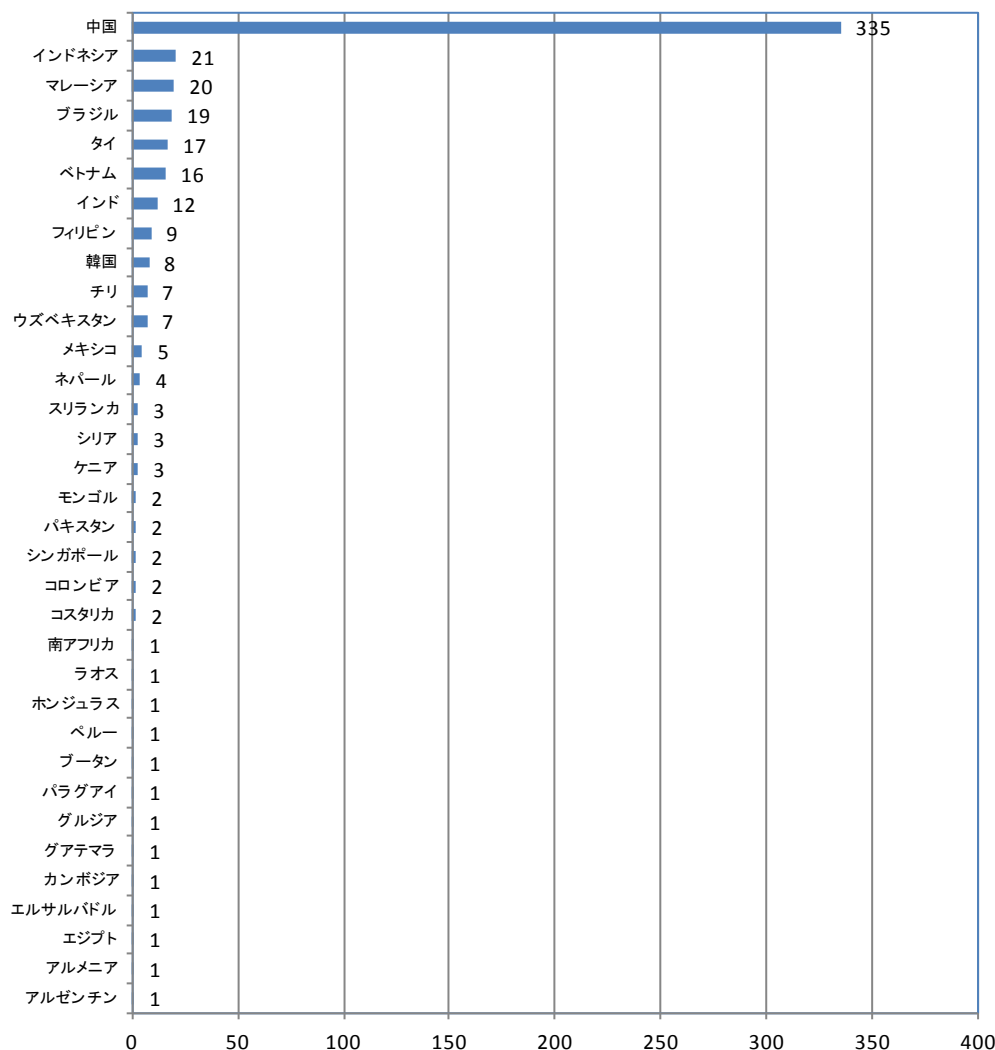


図 5-2 使用データにおけるホスト国別 CDM プロジェクト件数

CDM を通じた技術移転を分析するためには、CDM プロジェクトに技術移転が含まれているか否かに関する情報が必要である。これについては、先に述べたように PDD から得ることができる。ここでは、先行研究に倣い、いくつかのキーワードで検索しながら PDD 中の技術移転にかかわる記述を探し、その内容から技術移転の有無を判断している<sup>69</sup>。また、技術移転の情報は、「設備の移転」と「知識の移転（投資国の企業によるホスト国の現場スタッフに対する教育や訓練など）」に分けて収集している。

技術移転の決定要因については、技術移転を含むと判断される記述が PDD 中にある場合を 1、それがない場合を 0 とする従属変数を用いたロジットモデルによる分析を行う。ロジットモデルは、従

<sup>69</sup> PDD 中の技術移転に関する記述を探す際、例えば ‘transfer’ ‘equipment’ ‘knowledge’ ‘train’ ‘import’ ‘foreign’ ‘oversea’ ‘domestic’ などのキーワードを用いた。

属変数が2種類の離散的な値（質的変数）で示される場合に採用される推計方法の1つである。同様の分析手法を採用している先行研究の多くは、設備および/あるいは知識の移転が含まれるか否かのみを従属変数に用いている。ここでは、あるプロジェクトが技術移転を含むか否かについて、①設備および/あるいは知識の移転の有無、②設備の移転の有無、③知識の移転の有無、という3つのパターンを考え、それぞれに関してロジットモデルの推定を行う。

技術移転に影響を及ぼす要因については、次のような説明変数をモデルに組み込んで検討する。まず、プロジェクトの属性に関して、規模を表す変数として年平均削減量（UNFCCC 記載値）を用いる。また、あるタイプのプロジェクトの実績が1つのホスト国においてどの程度蓄積されているかを表す変数として、同じタイプの登録済みプロジェクト件数の累計値をホスト国別に算出したものを用いる<sup>70</sup>。加えて、プロジェクト・タイプの差異については、タイプを区別するダミー変数を組み込むことによりその影響を把握する。

次に、ホスト国の属性に関しては、1人当たりGDP、GDPに対する直接投資流入額の比率、GNIに対するODAの比率、ビジネスの容易さ、および技術水準がそれぞれ技術移転にどのような影響を及ぼしているかを考察する。ビジネスの容易さは、あるホスト国においてビジネスを開始するのに要する日数で測定する。技術水準を表す変数については、特許ストック（国内居住者による特許出願件数を、データが得られる最初の年から10%の陳腐化率で積算）と人間開発指数（HDI）を採用する。特許ストックは、研究開発活動を通じて技術知識を創出する能力を表現するものと想定される。またHDIは、人的資源の能力水準を表す指標であり、ホスト国が人材面において技術吸収に必要な能力をどの程度有しているかを示すものとして捉えることができる。なお、HDIの代替的な変数としてDechezleprêtre et al.（2008）が用いたArCo技術指標を組み込んだ場合、および成人識字率を組み込んだ場合の双方についても分析する。

CDM制度の下では、これまで10年以上の期間にわたって数多くのプロジェクトが実施されてきた。この間、ホスト国では経済的・社会的状況が少なからず変化しているはずである。したがって、プロジェクトが実施される時期によって、ホスト国の各属性の値にも差異が生じることが考えられる。先行研究の多くは、ホスト国の属性に関して、ある特定の年のデータ、あるいは一定期間のデータの平均値を用いており、属性の経年変化に対して特段の配慮はしていないようである。ここでは、ホスト国の属性の経年変化を考慮するために、プロジェクト開始年を参考にして、開始年が2000～2004年のプロジェクトには2000年のデータを、開始年が2005～2009年のプロジェクトには2005年のデータを、開始年が2010～2014年のプロジェクトには2010年のデータをそれぞれ用いることにする。このような処理を行う変数は、1人当たりGDP、GDPに対する直接投資流入額の比率、GNIに対するODAの比率、特許ストック、HDI、およびビジネスの容易さである<sup>71</sup>。ただし、ビジネスの容易さに関しては、統計が得られるのが2003年以降なので、これについては開始年が2000～2004年のプロジェクトに2003年のデータを対応させることにする。

分析で用いられる説明変数に関するデータの出所は次のとおりである。各プロジェクトの年平均削減量のデータ、および同タイプの登録済みプロジェクト件数のホスト国別累計値を算出するためのデータは『IGES CDM プロジェクトデータベース』に基づいている。1人当たりGDP、GDPに対する直接投資流入額の比率、ODAの対GNI比率（GNIに対するODA純受取額の比率）、ビジネスの容易さ、特許出

<sup>70</sup> 同タイプの登録済みプロジェクト件数の累計値は、当該プロジェクトを含め、同じホスト国において同タイプの登録済みプロジェクトが過去にどれだけ存在するかを数えることで算出している。この場合、過去のプロジェクトとは、当該プロジェクトの開始年と同じ年、あるいはそれ以前の年を開始年に設定しているものを指している。

<sup>71</sup> ArCo技術指標と成人識字率に関してはデータの制約があるため、こうした経年変化への対応を行っていない。



願件数については、世界銀行の『世界開発指標 (World Development Indicators)』からデータを得ている。HDI と成人識字率 (15 歳以上、2005～2010 年の直近データ) は UNDP (2011) に、ArCo 技術指標は Archibugi and Coco (2004) にそれぞれよっている<sup>72</sup>。表 5-1 には、使用するデータの基本統計量が示されている。

表 5-1 基本統計量

変数	平均	標準偏差	最小値	最大値
設備および/あるいは知識の移転の有無	0.297	0.457	0	1
設備の移転の有無	0.262	0.44	0	1
知識の移転の有無	0.193	0.395	0	1
1人当たり GDP	5232.506	4113.231	905.776	45374.238
直接投資流入額の対 GDP 比率	3.925	1.498	-2.757	14.647
特許ストック	260995.111	269160.852	0	1029091.074
ODA の対 GNI 比率	0.516	1.741	-0.1	19.171
ビジネスの容易さ	53.146	30.184	6	168
ArCo 技術指標	0.309	0.057	0.096	0.607
HDI	0.636	0.063	0.398	0.866
成人識字率	92.372	6.791	52.8	99.7
規模 (年平均削減量)	210615.93	752946.192	173	10110117
同タイプのプロジェクト件数	292.135	370.46	1	1486
プロジェクトタイプダミー				
風力発電	0.092	0.289	0	1
廃ガス・廃熱利用	0.063	0.242	0	1
燃料転換	0.014	0.116	0	1
水力発電	0.463	0.499	0	1
新規植林・再植林	0.006	0.076	0	1
省エネ	0.029	0.169	0	1
交通	0.004	0.062	0	1
メタン回避	0.02	0.139	0	1
メタン回収・利用	0.07	0.256	0	1
バイオマス利用	0.053	0.224	0	1
バイオガス	0.111	0.315	0	1
太陽光発電・太陽光利用	0.016	0.124	0	1
N <sub>2</sub> O 削減	0.043	0.203	0	1
HFC 削減および回避	0.01	0.098	0	1

#### 5.4.2 分析結果と考察

表 5-2 は、設備および/あるいは知識の移転の決定要因に関する分析結果を示している。ここでは、ホスト国の技術水準に関して、ArCo 技術指標を用いたモデル (モデル 1)、HDI を用いたモデル (モデル 2)、および成人識字率を用いたモデル (モデル 3) を推定している。なお、HDI には所得水準に関するデータが含まれることから、モデル 2 では説明変数同士の相関を回避するために 1 人当たり GDP を除いている。また、プロジェクトのタイプを区別するダミー変数 (プロジェクト・タイプダミー) については、perfect prediction となるものを説明変数から除いたうえで推定を行っている。

<sup>72</sup> 『世界開発指標』のデータは 1960 年以降のものが提供されているが、特許出願件数に関しては、国によって 1960 年よりも後の年でないとデータが得られなかったり、データが欠損している年が含まれていたりする場合がある。

表 5-2 技術移転の決定要因：設備および/あるいは知識の移転

	モデル1		モデル2		モデル3	
	係数	標準誤差	係数	標準誤差	係数	標準誤差
1人当たりGDP	0.000151	8.22E-05 *			0.0001386	0.0000409 ***
直接投資流入額の対GDP比率	-0.0616	0.095531	-0.071	0.087953	-0.083292	0.0965889
特許ストック	-3.08E-06	1.21E-06 **	-3.43E-06	1.27E-06 ***	-3.20E-06	1.30E-06 **
ODAの対GNI比率	0.671361	0.183926 ***	0.732151	0.185853 ***	0.68023	0.1894461 ***
ビジネスの容易さ	0.001123	0.003909	0.001769	0.003823	0.0014368	0.0037779
ArCo技術指標	-0.67676	5.533414				
HDI			8.138617	2.235842 ***		
成人識字率					0.0128941	0.0227978
規模（年平均削減量）	7.01E-07	3.66E-07 *	6.87E-07	3.55E-07 *	7.23E-07	3.65E-07 **
同タイププロジェクト件数	-0.00806	0.002491 ***	-0.00873	0.00259 ***	-0.008016	0.0024567 ***
プロジェクトタイプダミー						
風力発電	-0.86005	0.681708	-0.58159	0.68763	-0.786333	0.6924261
廃ガス・廃熱利用	-1.01097	0.714713	-0.9781	0.722206	-1.006052	0.7138538
燃料転換	-1.76514	0.834306 **	-1.67888	0.851921 **	-1.817694	0.8403647 **
水力発電	-3.07472	0.687388 ***	-3.05167	0.690276 ***	-3.110256	0.6877237 ***
新規植林・再植林	-3.94623	2.008419 **	-3.87891	1.622994 **	-4.039584	1.947774 **
省エネ	-1.32441	0.740162 *	-1.20916	0.717503 *	-1.310632	0.7192973 *
交通	-2.54731	1.271233 **	-2.00886	1.147561 *	-2.3731	1.218231 *
メタン回避	0.852237	1.589753	0.930233	1.663419	0.8972737	1.630717
メタン回収・利用	-2.12065	0.706789 ***	-2.1229	0.710425 ***	-2.153383	0.7161074 ***
バイオマス利用	-3.15489	0.736628 ***	-3.02166	0.739833 ***	-3.185294	0.7441217 ***
バイオガス	-2.35352	0.640348 ***	-2.34181	0.647412 ***	-2.381602	0.6500494 ***
太陽光発電・太陽光利用	-0.94324	2.002407	-0.71413	2.216121	-0.937354	2.194782
定数項	1.590158	1.648922	-2.96418	1.550394 *	0.338713	1.962132
		Wald $\chi^2$ (20) = 99.59 ***		Wald $\chi^2$ (19) = 91.82 ***		Wald $\chi^2$ (20) = 99.15 ***
		Log pseudolikelihood = -154.36144		Log pseudolikelihood = -155.64475		Log pseudolikelihood = -154.21161
		Pseudo R-squared = 0.5043		Pseudo R-squared = 0.5002		Pseudo R-squared = 0.5048

注 1：標準誤差はロバスト修正を実施したのを用いている。

注 2：\*\*\*は 1%水準、\*\*は 5%水準、\*は 10%水準でそれぞれ有意であることを意味する。

表 5-2 の分析結果が示す内容は次のようにまとめられる。まず、プロジェクトの規模が大きい場合、および GNI に対する ODA の比率が高い場合には技術移転が含まれる傾向が強いことが窺える。また、同タイプのプロジェクト件数の累計が大きいほど技術移転の確率が低くなることがみてとれる。さらに、特許ストックは技術移転の確率に対してネガティブな影響を与えていることが明らかにされている。加えて、ArCo 技術指標および成人識字率については技術移転に対する有意な影響が見出されないが、HDI が高いほど技術移転の確率が高まることが示されている。

表 5-3 と表 5-4 は、それぞれ設備の移転と知識の移転に関してモデル 2 を用いた場合の分析の結果を示している。これら 2 つの表が示す分析結果に関しては、プロジェクト・タイプダミーを除き、表 5-2 のモデル 2 とほぼ同様の傾向がみられると判断できるだろう。

表 5-3 技術移転の決定要因：設備の移転

	係数	標準誤差
直接投資流入額の対GDP比率	-0.07746	0.081551
特許ストック	-2.17E-06	9.65E-07 **
ODAの対GNI比率	0.384642	0.183383 **
ビジネスの容易さ	-0.00019	0.003915
HDI	6.353201	2.467359 ***
規模（年平均削減量）	4.22E-07	2.75E-07
同タイプのプロジェクト件数	-0.00982	0.002725 ***
プロジェクトタイプダミー		
風力発電	17.10791	0.633081 ***
廃ガス・廃熱利用	16.67851	0.707644 ***
燃料転換	16.34142	0.831699 ***
水力発電	15.17478	0.573137 ***
省エネ	16.47835	0.650093 ***
交通	15.97834	1.145228 ***
メタン回避	18.32864	1.325288 ***
メタン回収・利用	15.84432	0.610814 ***
バイオマス利用	15.30819	0.621112 ***
バイオガス	15.31424	0.544085 ***
太陽光発電・太陽光利用	16.57794	1.545333 ***
N <sub>2</sub> O削減	17.87745	0.826064 ***
HFC削減および回避	15.86448	1.471562 ***
定数項	-19.7005	1.776668 ***
	Wald $\chi^2$ (20) = 1214.51 ***	
	Log pseudolikelihood = -164.50893	
	Pseudo R-squared = 0.4411	

注 1：標準誤差はロバスト修正を実施したのを用いている。

注 2：\*\*\*は 1%水準、\*\*は 5%水準、\*は 10%水準でそれぞれ有意であることを意味する

表 5-4 技術移転の決定要因：知識の移転

	係数	標準誤差
直接投資流入額の対GDP比率	-0.15417	0.105243
特許ストック	-3.37E-06	1.33E-06 **
ODAの対GNI比率	0.588429	0.161143 ***
ビジネスの容易さ	-0.00088	0.004735
HDI	4.70866	2.356568 **
規模（年平均削減量）	3.97E-07	2.68E-07
同タイプのプロジェクト件数	-0.00664	0.002101 ***
プロジェクトタイプダミー		
風力発電	-0.07073	0.614159
廃ガス・廃熱利用	-0.68252	0.687235
水力発電	-3.28145	0.690246 ***
新規植林・再植林	-2.88275	1.676517 *
省エネ	-0.78093	0.686057
交通	-1.09826	1.264243
メタン回避	-1.435	0.885484
メタン回収・利用	-2.33257	0.704393 ***
バイオマス利用	-3.82889	0.889251 ***
バイオガス	-1.94277	0.581572 ***
太陽光発電・太陽光利用	-1.18267	2.246895
HFC削減および回避	-1.86435	1.373668
定数項	-1.43339	1.561218
	Wald $\chi^2$ (19) = 95.02 ***	
	Log pseudolikelihood = -138.72765	
	Pseudo R-squared = 0.4482	

注 1：標準誤差はロバスト修正を実施したのを用いている。

注 2：\*\*\*は 1%水準、\*\*は 5%水準、\*は 10%水準でそれぞれ有意であることを意味する。

以上の分析結果より示唆されるのは、ホスト国の発展段階と技術移転との関係である。具体的には、特許ストックで測られた技術知識創出能力は高くなく、HDIで測定した人的資源の能力水準が高い、あるいは援助への依存度（ODAの対GNI比率）が高いという特徴を持ったホスト国において技術移転が行われる傾向が強い、ということが窺われる。このことから、特許ストック、HDI、ODAの対GNI比率という3つの変数を用いることにより、どのような途上国が技術移転を必要としているか、またそれを可能にする技術吸収力をどの途上国が有しているかが把握できるものと推察される。特許ストックやODAの対GNI比率でみて、技術知識創出能力が高くない、あるいは援助への依存度が高いと判断される途上国では、技術移転の必要性が高いと考えられる。一方、HDIが高い途上国は、能力水準の高い人的資源を有することから技術吸収力の面で優れていると判断できよう。日本政府が提案するJCMを実施する場合、HDIが比較的高い途上国であれば技術移転を効果的に進めることが可能であるかもしれない。なお、参考として、本章執筆時点でJCMに合意している途上国（12カ国）の2010年におけるHDI、特許ストックおよびODAの対GNI比率を表5-5に示している。

表 5-5 JCM に合意した途上国の HDI・特許ストック・ODA の対 GNI 比率

国名	HDI	特許ストック	ODAの対GNI比率 (%)
パラオ	0.779	0.00	21.99
メキシコ	0.767	6212.62	0.05
コスタリカ	0.742	33.06	0.27
モルディブ	0.658	0.00	6.32
モンゴル	0.647	739.45	5.35
インドネシア	0.613	954.83	0.20
ベトナム	0.590	1891.38	2.88
ラオス	0.520	0.04	6.16
カンボジア	0.518	0.06	6.85
ケニア	0.505	313.09	5.08
バングラデシュ	0.496	447.80	1.29
エチオピア	0.358	16.75	13.31

注 1：数値は 2010 年のものである。

注 2：HDI、ODA の対 GNI 比率はそれぞれ UNDP (2011) および『世界開発指標』による。

注 3：特許ストックは、『世界開発指標』から得られる「国内居住者による特許出願件数」のデータを 10%の陳腐化率で積算したものである。

ここで、ホスト国の発展段階をより簡明に表現するために、これら 3 つの変数の集約化を試みる。具体的には、特許ストック、HDI、ODA の対 GNI 比率という 3 つの変数を、主成分分析により 2 つの指標に集約する作業を行う。主成分分析とは、多変量データを統合して少数の総合指標を作り出すための手法である。この手法では、統合に際して元のデータの特徴ができるだけ反映されるように重みづけを行うことにより合成変数（主成分）が作成される。なお、ここで使用するデータは、年（2000 年、2005 年、2010 年のいずれか）と国の組み合わせ（例えば、2000 年の中国、2005 年のケニア、2010 年のマレーシア、など）ごとの数値である（サンプルサイズは 52）。

図 5-3 は、主成分分析によって得られた主成分係数を用いて、第 1 主成分と第 2 主成分を組み合わせたグラフ上に 3 つの変数をプロットしたものである。ちなみに、第 2 主成分までの累積寄与率は 83.4%である。続いて、得られた主成分係数に基づき、年と国を組み合わせた 52 件のそれぞれについて主成分スコアを計算した。図 5-4 はその主成分スコアを示したものである。さらに、上記 52 件の分類を試みるために、主成分スコアに対してクラスター分析を施した。なお、クラスターの統合方法については、ここではウォード法を採用している。図 5-4 に示される、破線で囲まれた A~E の 5 つの領域が、この分析で得られたクラスターである。

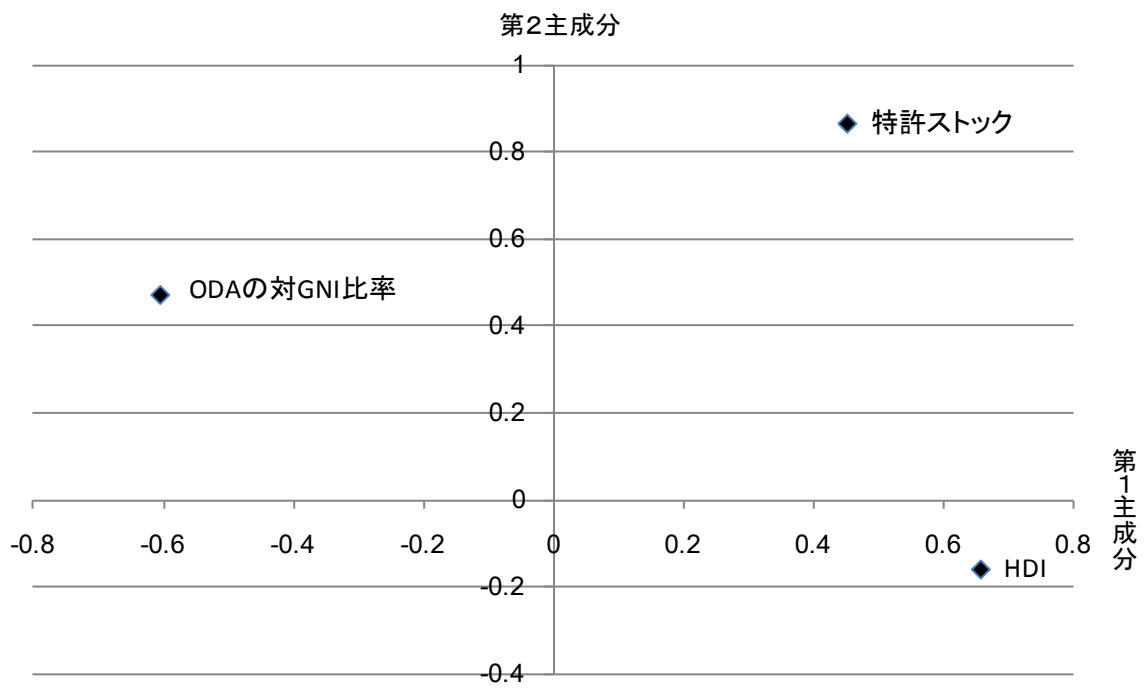
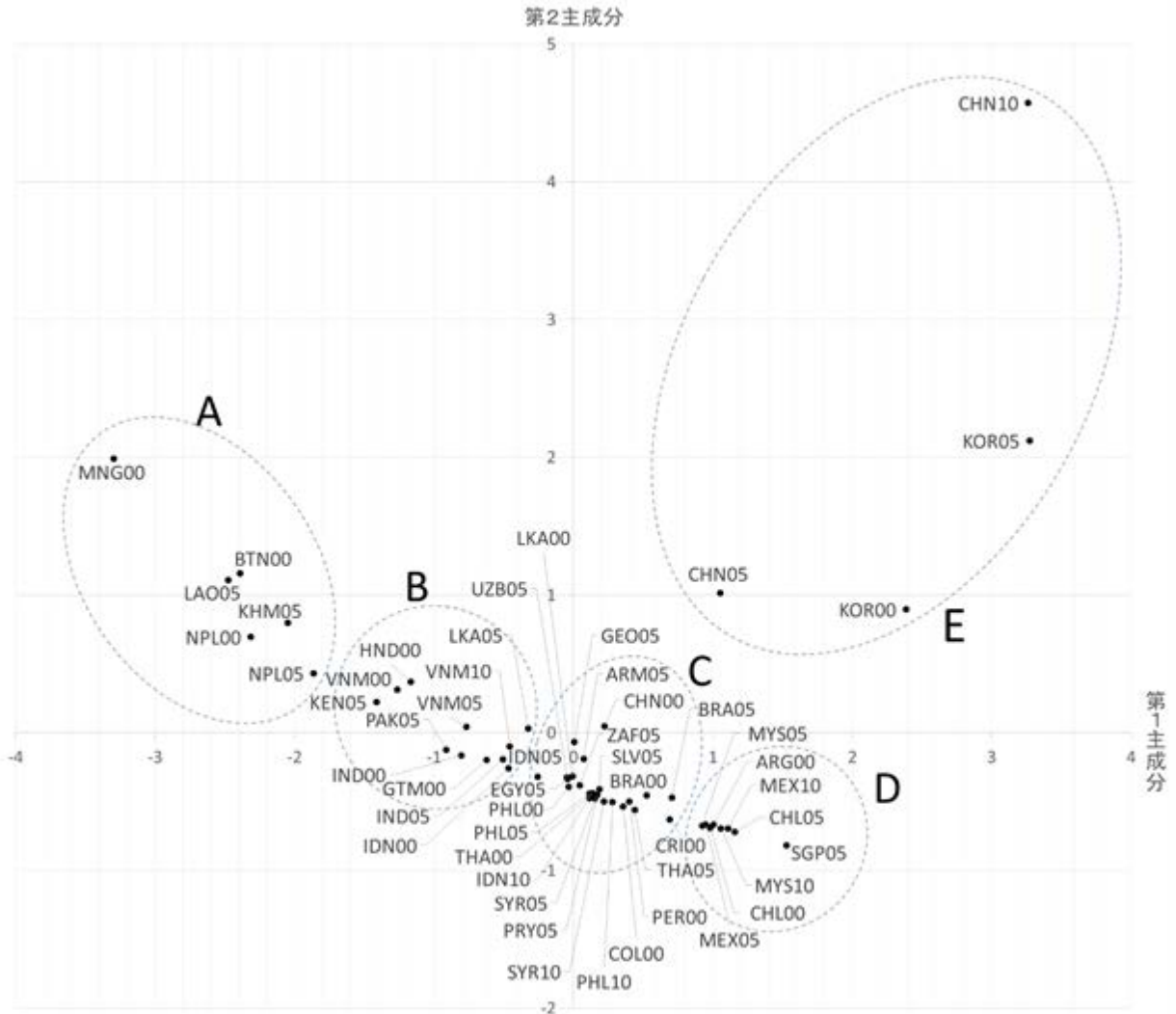


図 5-3 各指標の主成分係数

図5-4 各年におけるホスト国の主成分スコア



注：各ラベルは国・年（00は2000年、05は2005年、10は2010年）を表す。国の略記は次のとおり。ARG：アルゼンチン、ARM：アルメニア、BRA：ブラジル、BTN：ブータン、CHL：チリ、CHN：中国、COL：コロンビア、CRI：コスタリカ、EGY：エジプト、GEO：グルジア、GTM：グアテマラ、HND：ホンジュラス、IDN：インドネシア、IND：インド、KEN：ケニア、KHM：カンボジア、KOR：韓国、LAO：ラオス、LKA：スリランカ、MEX：メキシコ、MNG：モンゴル、MYS：マレーシア、NPL：ネパール、PAK：パキスタン、PER：ペルー、PHL：フィリピン、PRY：パラグアイ、SGP：シンガポール、SLV：エルサルバドル、SYR：シリア、THA：タイ、UZB：ウズベキスタン、VNM：ベトナム、ZAF：南アフリカ。

図 5-4 各年におけるホスト国の主成分スコア

図 5-3 と図 5-4 より、各ホスト国の年代ごとの発展段階に関して次のような点がみてとれる。まず、2000 年のモンゴルやブータン、2005 年のカンボジアやラオスなどを含むクラスターA は、ODA への依存度が高く、HDI で測った人的資源の能力水準は相対的に低い状態にあることを示している。図 5-4 の横軸が示す第 1 主成分のスコアの上昇は、ODA への依存度が低下していくと同時に、人的資源の能力水準が向上していくことを意味すると捉えることができる。この図が示すように、第 1 主成分のスコアが高まると、2000 年のインドネシアやグアテマラ、2005 年のケニアやパキスタン、2000 年・2005 年・2010 年のベトナムなどを含むクラスターB の領域に移動する。さらに第 1 主成分のスコアが上昇すると、2000 年のコロンビアやコスタリカ、2005 年のグルジアや南アフリカ、2000 年・2005 年・2010

年のフィリピンなどが含まれるクラスターCへ移動し、その後2000年のアルゼンチンやチリ、2005年・2010年のマレーシアなどを含むクラスターDの領域に至る。第1主成分のスコアがクラスターDと同等か、それを上回る水準に達すると、技術知識を自ら生み出す能力を持つようになる国も登場する。2000年・2005年の韓国や2005年・2010年の中国を含むクラスターEは、ODAからほぼ卒業し、人的資源の能力が比較的高い水準に達していると同時に、技術知識創出能力をも有する国に発展していることを示すものと考えられる。

表5-6は、先のロジットモデルの推定で用いた512件のCDMプロジェクトについて、それぞれに対応するホスト国の属性データに基づいて各クラスターに分類したうえで、クラスターごとに技術移転が含まれている割合を算出した結果を示している。ここでは、A～Eの各クラスターに関して、①設備の移転が含まれている割合、②知識の移転が含まれている割合、③設備の移転と知識の移転の両方が含まれている割合、④設備および/あるいは知識の移転が含まれている割合を示している。この表によれば、技術知識創出能力を有するクラスターEは、他のクラスターと比較して技術移転を含む割合がかなり低いことがわかる。また、第1主成分のスコアが低いクラスターAは技術移転を含む割合が最も高くなっている。加えて、クラスターB、クラスターCへと第1主成分のスコアが上昇するのに伴って技術移転の割合が低下しているが、クラスターDでは再び技術移転の割合が高まっている。さらに、クラスターDに関しては、設備の移転を含む割合はクラスターAに次いで高いものの、設備の移転と知識の移転の両方を含んでいる割合はさほど高くない。

表 5-6 各クラスターにおける技術移転の割合

	単位：％			
	①設備の移転	②知識の移転	③設備・知識 両方の移転	④設備および/ある いは知識の移転
クラスターA	77.8	88.9	77.8	88.9
クラスターB	51.3	56.4	35.9	71.8
クラスターC	46.7	31.4	24.8	53.3
クラスターD	60.0	37.1	34.3	62.9
クラスターE	11.4	7.1	6.8	11.7

この結果は、次のような点を示唆していると考えられる。第1に、ODAへの依存度が高い段階にある途上国は、設備のみならず知識も併せた技術移転を必要としている傾向がみられる。第2に、ODAへの依存度が低下するのに伴い、途上国における技術移転のニーズは低下する。第3に、技術知識創出能力は十分に備わっていないものの、HDIで測定した人的資源の能力が比較的高い途上国では、設備の移転が多く行われる傾向がみられるが、設備と知識を併せた技術移転はさほど多くはない。このことから、人的資源の能力水準の向上は、先進国による教育・訓練を伴わない形でのCCMT関連設備の移転を促進しようということが窺われる。

## 5.5 結論

本章では、日本が関与したCDMプロジェクトのデータを用いて技術移転の決定要因に関する実証分析を行った。この分析で明らかにされた点は次のとおりである。まず、プロジェクトの規模が大きい場合には技術移転が行われる傾向が強い一方、同タイプのプロジェクト件数の累計が大きいほど技術移転の確率は低くなる。こうした点は、先行研究で得られている結果と同様である。また、ホスト国



における ODA の対 GNI 比率が高いほど技術移転が含まれる場合が多い。加えて、ホスト国で蓄積された特許ストックが大きくなると技術移転の確率が低下するという結果が得られた。さらに、ホスト国の HDI が高いほど技術移転の確率が高まることを見出された。

以上の分析結果は、援助への依存度を表す ODA の対 GNI 比率、技術知識創出能力を表す特許ストック、および人的資源の能力水準を表す HDI という 3 つの変数が、ホスト国の発展段階と技術移転との関係を理解する際の重要な要素であることを示している。この点についてさらに考察するために、主成分分析やクラスター分析を援用しながら、これら 3 つの変数を基にホスト国の発展段階を表現する指標を作成し、各年におけるホスト国の発展段階の分類を試みた。また、この分類に基づき、発展段階に応じて技術移転の状況がどのように変化していくかを検討した。こうした作業により得られた結果は、ODA への依存度が高い段階にある途上国は設備と知識を組み合わせた技術移転を必要としていることや、人的資源の能力水準の向上が先進国による教育・訓練を伴わない形での CCMT 関連設備の移転を促進しうることを示唆している。

日本政府が JCM を通じて CCMT を効果的に移転させようとするならば、ホスト側となる途上国がどのような発展段階に達しているかを考慮することが重要であろう。その際、本章での分析結果とその考察を踏まえるならば、援助に依存する途上国に対しては、関連設備の移転だけでなく、教育・訓練を通じた知識やノウハウの移転を併せたプロジェクトを設計する必要があると考えられる。一方で、人的資源の能力が高い水準に達していながら、自ら技術知識を生み出す能力は十分に備わっていない途上国の場合は、設備の移転のみでも対応可能な人材が豊富であることから、知識の移転を併せる必要性は高くないであろう。こうした途上国の発展段階に対する配慮は、我が国が国際的な環境協力の一環として CCMT のみならず様々な環境技術の移転を効果的に推進していくうえでも不可欠であると思われる。

## 6. セクター別クレジット・メカニズムの経済分析

### 6.1 はじめに

本章では、応用一般均衡（CGE）分析によるセクター別クレジット・メカニズム（SCM）の分析をおこなう。CGE 分析は、経済モデルとデータを組み合わせたシミュレーションであり、政策の効果を事前的に分析する手法として、主に貿易政策、税制改革などの分析に利用されてきたが、近年、地球温暖化対策の分析においても幅広く利用されるようになった。CGE 分析を利用することで、直感的な議論では捉えることが難しい経済活動間の複雑な相互依存関係を考慮した上で、地球温暖化対策の効果を定量的に評価することができる。本章では、日本が中国等と SCM を導入した場合に、日本の CO<sub>2</sub> 排出量、GDP、所得、厚生、各部門の生産等がどのような影響を受けることになるのかを、CGE 分析により定量的に明らかにする。分析には武田他（2012）の 12 地域、22 部門の動学的 CGE モデルを利用し、日本が独力で CO<sub>2</sub> 排出削減をおこなうケースと中国等と SCM をおこなうケースを取り上げ比較する。

国際間での排出量取引を CGE モデルによって分析した研究は既に数多く存在するが、SCM という形での取引を分析した研究は少ない。Hayden et al.（2010）は CGE モデルによって SCM の分析をおこなっているが、分析の焦点は先進国全体、あるいはヨーロッパに置かれており、日本への影響はほとんど分析されていない。本章では、Hayden et al.（2010）の手法を参考にしながら、日本の SCM の分析をおこなう。

本章での分析では、以下の 3 点の特徴が挙げられる。第 1 に、分析をおこなうにあたり、元々の GTAP データでは一部の扱いになっている電力部門を、石炭火力、石油火力、ガス火力、水力、原子力、その他の 6 つの発電方法に細分化し、さらに「その他」の部分を太陽光、風力、地熱、バイオマスエネルギーという 4 つの発電手段に分割したモデルを利用している。これらの再生可能エネルギーによる発電を考慮することで、より現実的なシナリオを設定することが可能となる。

第 2 に、分析では BAU における経済の状況を IEA の WEO に基づいて設定している。具体的には、WEO の GDP 予測、CO<sub>2</sub> 排出量予測に沿うように、モデルにおける技術進歩率を設定し、モデルから導かれる BAU の GDP や CO<sub>2</sub> 排出量が WEO の値を再現するようにしている。BAU の設定によって、CO<sub>2</sub> 排出規制の効果は大きく変わってくるため<sup>73</sup>、BAU をどのように設定するかは分析上、非常に重要な要素となる。WEO の予測が正しいというわけではないが、様々な分析の前提として利用されている WEO の値を利用することで、ある意味、標準的な想定を置いていると解釈することができる。

最後に、2030 年までの分析をおこなっている点が挙げられる。昨年度までは 2020 年までの分析であった。2020 年は 1 つの目安となる時点であり、2020 年時点の分析も重要であるが、温暖化対策の議論では既にその先の 2030 年における削減目標についての検討が始まっている。日本も 2030 年の削減目標についての議論を始めたということもあり、2030 年までの分析を行うことにした。

本章は以下のように構成される。まず、6.2 節と 6.3 節において、シミュレーションに利用するデータとモデルを説明する。6.4 節で分析するシナリオを説明し、6.5 節で分析結果を提示する。最後に 6.6 節において本章のまとめと政策的インプリケーションを述べる。

---

<sup>73</sup> 例えば、BAU で CO<sub>2</sub> 排出量が大幅に増加するのなら、CO<sub>2</sub> 規制による削減量が大きくなり、その結果、排出規制の負担も大きくなる可能性が高い。

## 6.2 ベンチマークデータ

まず利用するデータについて説明しておく。CGE 分析では、ある基準年のデータの下で経済が均衡しているという前提から分析が始まる。多地域の世界モデルでは、このベンチマークデータに GTAP が提供するデータを利用するのが標準的であり、本章でも GTAP データを利用する。具体的には、2007 年を基準年とする GTAP8 データを用いている。このため、シミュレーションの基準年は 2007 年となる。

分析では CO<sub>2</sub> 排出規制を扱うため、通常のベンチマークデータに加え、CO<sub>2</sub> 排出量のデータも必要になる。これには GTAP8 データに含まれる CO<sub>2</sub> データを利用する。基本的にはオリジナルのデータをそのまま利用しているが、GTAP の CO<sub>2</sub> データには実際の CO<sub>2</sub> 排出量とは乖離した部分が多々観察される。特に、日本の鉄鋼部門からの排出量は大幅に過小な値となっている。鉄鋼部門は日本における CO<sub>2</sub> 排出量のかんりのシェアを占めており、排出規制の分析において極めて重要な意味を持ちうるため、3EID 2005 beta（南斎・森口 2009）の値を利用して修正している。

表 6-1 地域と部門の分類

地域		
1	JPN	日本
2	EUR	EU27
3	USA	USA
4	CAN	カナダ
5	ANZ	オーストラリア・ニュージーランド
6	RUS	ロシア
7	CHN	中国
8	IND	インド
9	BRA	ブラジル
10	ASI	その他アジア
11	OPC	OPEC
12	ROW	その他の地域

出典：筆者作成。

オリジナルの GTAP8 データでは世界は 129 地域に分割されている。シミュレーションではこれを表 6-1 の 12 地域に統合している。また、オリジナルの GTAP8 データでは部門は 57 部門に分割されているが、シミュレーションでは、これを表 6-2 の 22 部門に統合している。さらに、電力部門 (ELE) については、発電方法を石炭火力 (ELE\_C)、石油火力 (ELE\_O)、ガス火力 (ELE\_G)、水力 (ELE\_W)、原子力 (ELE\_N)、太陽光 (ELE\_RS)、地熱 (ELE\_RG)、風力 (ELE\_RW)、バイオマス (ELE\_RB) に分割しており、これらの 9 つの発電方法により電力 (ELE) が発電されると想定している。

表 6-2 部門の分類

部門			
FSH	漁業	AGR	農業・林業
OMN	その他好物	FPR	食料品
PPP	紙・パルプ	LUM	木材・木製品
CRP	化学製品	TWL	繊維製品
NMM	非金属鉱物	TRN	輸送機器
NFM	非鉄金属	OMF	その他製造業
I_S	鉄鋼	TRS	輸送
CRU	原油	CNS	建設
COL	石炭	TRD	商業
GAS	ガス	SER	その他サービス
OIL	石油石炭製品		
ELE	電力		

出典：筆者作成。

シミュレーションでは数値計算ソフトとして GAMS を利用している。GTAP データをこの GAMS で利用できるようにするための GTAP8inGAMS というプログラム群を Thomas Rutherford 氏が公開している (Rutherford 2010)<sup>74</sup>。シミュレーションでは、この GTAP8inGAMS を利用している。

### 6.3 モデル

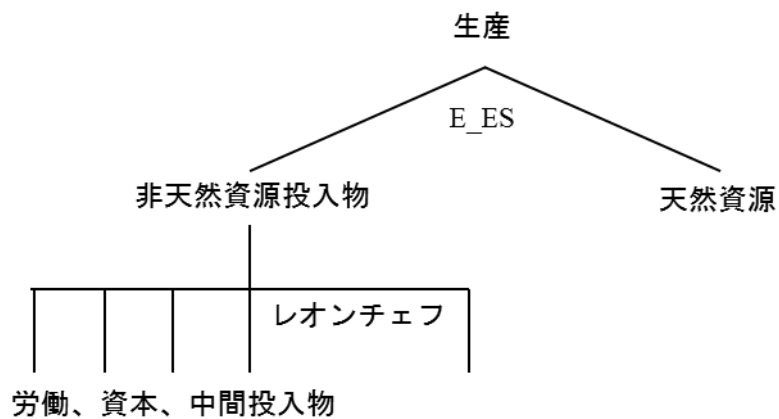
モデルは多地域・多部門の逐次動学 CGE モデルを利用する。モデルは基本的には武田他 (2012) のモデルとほぼ同じである。モデルについて詳しくは武田他 (2012) を参照されたい。

#### 6.3.1 生産サイドの行動

投入物間の代替可能性の違いを反映するため、生産関数は全ての部門について多段階の入れ子型 CES 生産関数を仮定する。ただし、電力部門 (ELE)、化石燃料部門 (CRU、COL、GAS)、非化石燃料部門 (その他の全ての部門) に対して異なった関数型を仮定する。生産要素は労働、資本、土地、天然資源の 4 つに分割している<sup>75</sup>。土地は農業部門 (AGR) でのみ利用される特殊要素として扱う。また、天然資源についても各部門の特殊要素として扱う。労働については自由に部門間が移動できると仮定しており、全ての部門の賃金が均等化するように労働の部門間の配分が決まることになる。一方、資本については、資本ストックを「既存資本」と「新規資本」に分けて扱い、このうち「新規資本」の部分だけが部門間で移動可能とする。

<sup>74</sup> Thomas F. Rutherford 氏のウェブサイト (<http://www.mpsge.org/>) で公開されている。

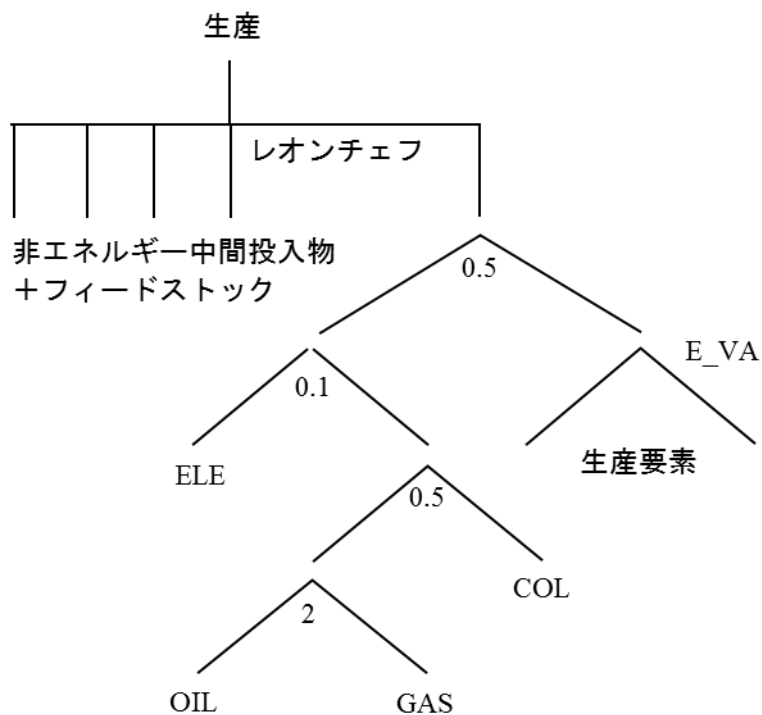
<sup>75</sup> ただし、電力部門においてはこれに加えて電力部門用の特殊要素を想定している。



出典：筆者作成。

図 6-1 化石燃料部門の生産関数

化石燃料部門には図 6-1 の 2 段階の入れ子型 CES 生産関数を仮定する。この図は CES 生産関数の入れ子構造を表現している。まず天然資源以外の全ての投入物がレオンチェフ関数で統合され非天然資源投入物となり、さらにそれが天然資源と代替の弾力性 ( $E_{ES}$ ) の CES 関数で投入されるという形式である。 $E_{ES}$  は天然資源と非天然資源投入物との間の代替の弾力性であり、これは化石燃料の供給の弾力性の値からカリブレートしている。



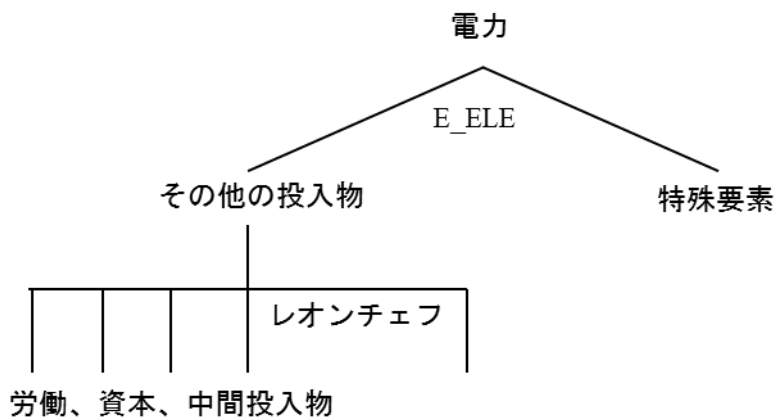
出典：筆者作成。

図 6-2 非化石燃料部門の生産関数

一方、非化石燃料部門は、図 6-2 の CES 生産関数を仮定する。まず、各エネルギー中間財が多段階の CES 関数によって統合され、合成エネルギー財となる（ツリー内の数値は代替の弾力性を表している）。一方、資本、労働、土地、天然資源の生産要素は代替の弾力性（E\_VA）の CES 関数によって統合され合成生産要素となる。合成エネルギー財と合成生産要素は代替の弾力性（0.5）の CES 関数によって統合される。最後に、それが他の非エネルギー中間財とレオンチェフ関数で投入される。エネルギー中間財間の代替の弾力性、エネルギーと生産要素の代替の弾力性には Paltsev（2001）、Fischer and Fox（2007）の値を仮定している。また、E\_VA には GTAP データの値を利用している。

また、生産関数においては、エネルギー中間財であっても、OIL 部門に投入される CRU、CRP 部門に投入される OIL と GAS は、フィードストック（原料）として利用されている部分が多いので、非エネルギー中間財と同様の扱いにし、トップレベルのレオンチェフ関数の段階で投入している。OIL 部門に投入される CRU は 100%をフィードストックとし、CRP 部門に投入される OIL と GAS は、Lee（2008）のデータに従いフィードストック部分を分離している。

最後に、電力部門については図 6-3 の CES 生産関数を仮定する。6.1 節で説明したように、本章では発電方法として、石炭火力、石油火力、ガス火力、水力、原子力、太陽光、地熱、風力、バイオマスの 9 つの方法を想定している。この 9 つの発電がそれぞれ図 6-3 の生産関数に従っておこなわれる。生産関数のタイプとしては化石燃料部門と似ており、2 段階の CES 関数を想定している。特殊要素は発電方法ごとの特殊要素であり、この特殊要素の賦存量によって発電量が大きく左右されることになる。E\_ELE は特殊要素とその他の投入物の間の代替の弾力性である。水力、原子力の 2 つについては E\_ELE を 0 と仮定している、つまり、この 3 つの発電については実質的にはレオンチェフ型の生産関数となる。このため、水力、原子力については、その生産量は外生的に与えられる特殊要素の賦存量によって外生的に決定されることになる。3 つの火力発電、及び 4 つの再生可能エネルギーによる発電の E\_ELE については、発電の供給の弾力性値を基にカリブレートしている。



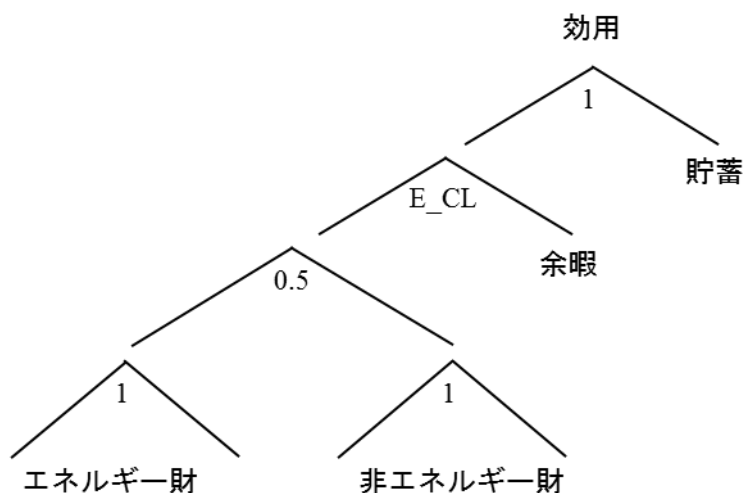
出典：筆者作成。

図 6-3 電力部門の生産関数

### 6.3.2 家計の行動

各地域には、1 つの代表的家計を仮定する。この代表的家計の効用は、消費、余暇、貯蓄に依存するものとし、図 6-4 の多段階 CES 生産関数を仮定する。まず、エネルギー財、非エネルギー財がそれぞれコブ=ダグラス関数（代替の弾力性が 1 の CES 関数）によって合成され、さらにその合成エネルギー

一財、合成非エネルギー財が代替の弾力性 0.5 の CES 関数によって統合される。次に、合成された消費が余暇と代替の弾力性 ( $E_{CL}$ ) の CES 関数によって合成され、最後に貯蓄 (財) とコブ=ダグラス関数で合成される。



出典：筆者作成。

図 6-4 効用関数

効用関数に余暇が入っているため、余暇のデータ、及び余暇と消費の間の代替の弾力性の値を用意する必要がある。これについては、日本と日本以外の地域で異なった扱いをする。まず、日本の余暇と消費の代替弾力性は畑農・山田 (2007) により推定された値 0.73 を採用する<sup>76</sup>。また、日本の余暇の時間は畑農・山田 (2007) と同様に 1 日の選択可能時間を 12 時間と仮定し、厚生労働省『毎月勤労統計調査』を用いて余暇と労働の時間のシェアを求め、それと GTAP8 の労働データを用いて余暇のベンチマークデータを作成している<sup>77</sup>。さらに、『国民経済計算年報平成 19 年度版』、『財政金融統計月報大 672 号』より、労働に対する課税率を導出している<sup>78</sup>。日本以外の余暇・消費の代替の弾力性値と余暇データは、Fischer and Fox (2007) が用いたアプローチによって決定している。すなわち、補償労働供給弾力性と非補償労働供給弾力性から余暇・消費の代替の弾力性と余暇データをカリブレートするという方法をとっている。また、日本以外の地域の労働課税率は、Fischer and Fox (2007) の値をそのまま利用している。

家計の貯蓄は、貯蓄財 (= 投資財) の購入という形で導入されている。投資財は、各財が固定比率で投入されて構成されている。例えば、投資財の購入が 10% 増加した場合、投資に利用されている財がそれぞれ 10% ずつ上昇するということになる。

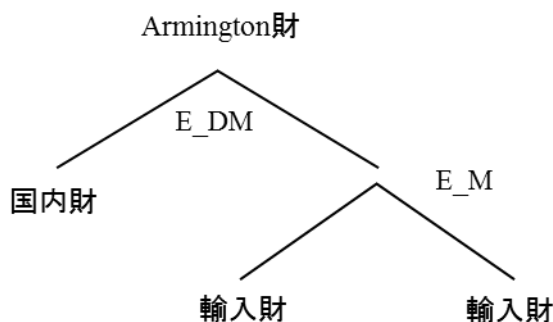
<sup>76</sup> 畑農・山田 (2007) では、消費、賃金、余暇の代理変数をそれぞれ世帯消費、年収、個人の余暇とし、さらに選択可能時間を 12 時間と仮定したうえで、余暇と消費の代替弾力性を推定している。

<sup>77</sup> 選択可能時間とは 24 時間のうち労働と余暇に割り当てる時間の総計である。こうして導出された選択可能時間に占める総労働時間のシェアは 41.5% となった。

<sup>78</sup> ベンチマークにおける労働課税率はネットの税率で 50% となった (グロスの税率では 33% に相当)。なお、この導出の際、社会保障負担も労働に対する税の一種とみなして労働課税に含めている。

### 6.3.3 貿易

モデルでは各地域は貿易を通じて結びついている。貿易の部分は、基本的に既存の多地域 CGE モデルと同様の扱いをする<sup>79</sup>。まず、貿易に関しては Armington 仮定を置いている。Armington 仮定とは、同じ財でも異なる地域で生産された財については違う財（不完全代替）と見なされるという仮定である（Armington, 1969）。財の統合は、1) 異なる地域からの輸入財を統合し、2) 輸入財と国内財を統合するという 2 段階で行っている。この統合を表現したのが図 6-5 である。例えば、日本における鉄鋼という財を例にとると、まず日本以外の全ての地域からの輸入が代替の弾力性 ( $E_M$ ) の CES 関数によって統合され、その合成輸入財が  $E_{DM}$  の CES 関数を通じて国内の鉄鋼と合成されるということである。輸入財と国内財との代替の弾力性 ( $E_{DM}$ 、Armington 弾力性) と輸入財間の代替の弾力性 ( $E_M$ ) には GTAP データの値を利用している。



出典：筆者作成。

図 6-5 Armington 統合

輸入財と国内財が合成された財（Armington 財）は、生産部門における中間投入、最終消費、投資、政府支出に利用されることになる。この国内財と輸入財の統合は用途別に行われる。つまり、同じ財  $i$  であっても、部門  $j$  で中間投入物として利用されるもの、最終消費に利用されるもの、投資に利用されるもの、政府支出に利用されるものは、全て別々に統合が行われる。輸入財間の統合は、データの都合上、用途別ではなく一括で行われる。

### 6.3.4 政府

各地域には 1 つの政府が存在する。政府は税を徴収する一方、その収入により政府支出を行う。税は、労働に対する税を除き、基本的に GTAP8 データにある生産、中間投入、生産要素、貿易等に対する税のデータをそのまま利用している。政府支出は、ベンチマークデータにおけるシェアに従い、個々の財が固定比率で投入されることで行われると仮定している。例えば、政府支出が 10% 増加すれば、各財に対する政府の需要は全て 10% ずつ増加するということである。

政府支出の水準は、一時点内では外生的に一定と仮定する。政府支出が外生的に設定されるということは、排出規制の導入によって政府支出の水準が変わらないということを意味する。政府支出の水準がモデル内で内生的に変化するという想定もありうるが、ここでは政府の活動を中立的にするために、外生的に設定するというアプローチをとった。

<sup>79</sup> 例えば、GTAP の標準的なモデル、Paltsev (2001)、Fischer and Fox (2007) 等と同じである。



### 6.3.5 動学的な構造

モデルの動学的な構造についても、武田他（2012）のモデルと同じ想定をする。主な特徴は以下の通りである。1) 2007年から2030年までの逐次動学モデル、2) 貯蓄は貯蓄率一定により決定、3) 資本を新規資本（new capital）と既存資本（extant capital）の2つのタイプに分割、4) 既存資本にはPutty-clayアプローチを適用、5) 資本・労働生産性の向上とAEEIという形の技術進歩を考慮する。詳しいモデルについては武田他（2012）を参照されたい。武田他（2012）では1期間1年として1年毎にモデルを解いているが、本研究では2007年、2010年、2015年、2020年、2025年、2030年の6つの年のみを対象としてモデルを解いている。

動学モデルを構築するに当たり、様々な生産要素の賦存量や技術進歩率を設定する必要がある。それらの設定についても基本的には武田他（2012）と同じようなアプローチを採用している。具体的には、BAUにおけるGDP、及びCO<sub>2</sub>排出量のターゲットを外生的に与えて、その値にモデルから導かれるGDP、CO<sub>2</sub>の値が近くなるように技術進歩率を設定するというアプローチである。ターゲットとして与えるGDP、CO<sub>2</sub>排出量には、6.1節において述べたように、IEAのWEOの予測値を用いている。

## 6.4 シナリオ

### 6.4.1 削減シナリオ

シミュレーションにおいてどの地域が削減を導入するかという設定には選択の余地があるが、本章では、日本（JPN）、EU27（EUR）、米国（USA）、カナダ（CAN）、オーストラリア・ニュージーランド（ANZ）、ロシア（RUS）の6地域が削減をおこなうと仮定する。以下、これらの地域を便宜上、Annex B国と呼ぶ。さらに削減率としては、ロシア以外の上記のAnnex B国が2030年時点のBAUにおけるCO<sub>2</sub>排出量を15%削減するというシナリオを想定する。

### 6.4.2 削減方法

#### (1) 日本以外のAnnex B国

まず、日本を除いたAnnex B国における削減方法について説明する。日本以外のAnnex B国について、国全体でのキャップ・アンド・トレード型の排出量取引によって削減をおこなうと仮定する。排出枠は、最初に政府によりオークションを通じて配分され、排出枠市場において取引される。政府のオークション収入は、家計に一括（lump-sum）の形式で還元されると仮定する。

モデルでは、CRU、COL、GAS、OILの4つの財の利用からCO<sub>2</sub>が排出されると仮定されており、排出規制の下では、この4つの排出源財の利用の際に、そのCO<sub>2</sub>排出量に等しい排出枠を購入しなければならない。従って、地域 $r$ の部門 $j$ で中間投入に利用される排出源財 $i$ の価格を $p_{ijr}^A$ 、部門 $j$ で中間投入に利用される排出源財 $i$ の炭素係数を $a_{ijr}^{CO_2}$ 、排出枠価格を $p_r^{CO_2}$ とすると、部門 $j$ の生産者が直面する排出源財 $i$ の価格は次式で与えられる。

$$p_{ijr}^A + p_r^{CO_2} a_{ijr}^{CO_2}$$

つまり、排出規制の下では排出枠購入額分だけ企業が直面する投入価格は上昇することになる。地域 $r$ における部門 $j$ の排出源財 $i$ への中間投入需要を $D_{ijr}^A$ とすると、それに伴う排出枠への需要は $D_{ijr}^A a_{ijr}^{CO_2}$ で与えられる。同じようなことは、最終消費に利用される排出源財についても成り立つ。

排出枠の価格は、排出枠の需要が供給に等しくなるように市場で決定される。各地域が独力で削減を行うケースでは、地域 $r$ の排出枠の供給（これは総排出量の上限に等しい）を $S_r^{CO_2}$ 、排出枠への需要を $D_r^{CO_2}$ とすると、排出枠の市場均衡条件、すなわち

$$S_r^{CO_2} = D_r^{CO_2}$$

が満たされるように排出枠価格 $p_r^{CO_2}$ が決まる。

## (2) 日本と SCM の相手国

日本以外の Annex B 国については国全体でのキャップ・アンド・トレードを想定したが、日本に関しては、SCM も考慮することから、国全体ではなく部門別のキャップ・アンド・トレードを想定する。つまり、部門別にキャップをかけ、部門内でのみ排出枠を取引するという形で削減をおこなう。各部門の削減率は共通であるとし、例えば日本の目標削減率が 25%であるなら、各部門がそれぞれ 25%ずつ削減すると仮定する。部門間の取引はないことから、排出枠価格は部門によって異なることになる。これは部門によって限界削減費用に差が生じることを意味する。

SCM が導入されないケースでは、各部門は自分自身で排出量に対するキャップを満たすように削減をおこなう。例えば、日本の鉄鋼産業への排出枠の割り当てを $S_{I,S,JPN}^{CO_2}$ 、日本の鉄鋼産業の排出枠への需要を $D_{I,S,JPN}^{CO_2}$ とすると、

$$S_{I,S,JPN}^{CO_2} = D_{I,S,JPN}^{CO_2}$$

が満たされるように、鉄鋼部門における排出枠価格 $p_{I,S,JPN}^{CO_2}$ が決まるということになる。SCM がないときには、中国は非 Annex B 国であるので、全く削減義務を負わず、中国の鉄鋼産業は自由に CO<sub>2</sub>を排出することができるものとする。

次に、SCM がある状況を、日本の鉄鋼産業と中国の鉄鋼産業において SCM が導入されるケースを例にとり説明しよう。日本の鉄鋼産業と中国の鉄鋼産業で SCM がある場合には、日本の鉄鋼産業だけではなく、中国の鉄鋼産業にも排出規制が課せられ、2 国の鉄鋼産業の合計の排出量にキャップがかかるとする。その上で、2 国の鉄鋼産業の間で排出枠の取引が可能と仮定する。よって、SCM のもとでは、地域  $r$  の鉄鋼産業に対する排出枠の割り当てを $S_{I,S,r}^{CO_2}$ 、地域 $r$ の鉄鋼産業の排出枠への需要を $D_{I,S,r}^{CO_2}$ とすると、

$$S_{I,S,JPN}^{CO_2} + S_{I,S,CHN}^{CO_2} = D_{I,S,JPN}^{CO_2} + D_{I,S,CHN}^{CO_2}$$

を満たすように、日本、中国の鉄鋼産業に共通の排出枠価格 $p_{I,S}^{CO_2}$ が決まることになる。SCM が導入された状況での SCM 相手国の産業に対するキャップは BAU における排出量とする。例えば、BAU において中国の鉄鋼産業が 5 億トンの CO<sub>2</sub>を排出しているなら、その 5 億トン分を中国の鉄鋼産業に対するキャップとする。SCM の下では、中国においては CO<sub>2</sub>にキャップがかかり、化石燃料利用に制限がかかることになるが、日本に対して排出枠を販売するという選択が生じることから、排出枠販売収入によって利益を得る可能性が出てくる。

本来、SCM はクレジットであり、排出量取引とは厳密には異なる。本章の SCM はモデル上では部門別のキャップ・アンド・トレードを前提した国際間での排出量取引であり、厳密には SCM と呼ぶのは適切ではないかもしれないが、Hyden et al. (2010)でも同じような形で SCM を導入していることから、同様の方法に従った。SCM はクレジットであるため、それには技術移転が伴うことが多い。この技術

移転によりクレジットの供給側にはプラスの効果が働く可能性が高いことから、技術移転を考慮するかどうかによってクレジット供給側にとっての影響が大きく変わってくる可能性が高い。本章ではこの技術移転の効果を考慮するため、SCMがおこなわれるケースでは、クレジット供給側（途上国側）の部門においてエネルギー投入の効率性が10%改善するという想定を置く。このエネルギー投入の効率性の改善はAEEIを表すパラメータの改善によって導入する。例えば、中国の鉄鋼部門とのSCMがあるときには、中国の鉄鋼部門におけるAEEIパラメータがBAUよりも10%上昇するということである。

### 6.4.3 SCMのシナリオ

表6-3は分析するシナリオを表している。NSCMはSCMをおこなわないケースであり、日本は独力で削減をおこない、途上国側は全く削減義務を負わない。SCM1～SCM7がSCMを導入するケースであり、それぞれ対象部門が違っている。対象部門としてはエネルギー集約産業であり、特に排出量が多い「鉄鋼部門」、「化学製品部門」、「非鉄金属部門」、「電力部門」の4つを考えている。また、電力についてはさらに火力発電全体、石炭火力のみ、石油火力のみ、ガス火力のみという4つのケースを考えている。

また、SCMの対象国としては、「中国」と「その他アジア」という2地域を考慮する。どのケースにおいても日本以外の非Annex B国については、6.4.2項で説明したような削減をおこなっているという想定で変わらない。

表 6-3 分析するシナリオ

シナリオ	説明
NSCM	SCMはなし。日本は独力で削減する。
SC1	鉄鋼部門でSCM
SC2	非鉄金属部門でSCM
SC3	化学製品部門でSCM
SC4	火力発電部門全体でSCM
SC5	石炭火力発電でSCM
SC6	ガス火力発電でSCM
SC7	石油火力発電でSCM

## 6.5 分析結果

この節ではシミュレーションの結果を説明する。まず、日本が中国とSCMをおこなうケースを見て、その後、「その他アジア」とのケースを見る。

### 6.5.1 中国とのSCMの日本への効果

表6-4は、中国とのSCMが導入されるシナリオにおける日本の排出枠の輸入量を表している。SC1では14.6MtCO<sub>2</sub>だけ日本は排出枠を輸入しているが、これはSC1でSCMの対象となっている日本の鉄鋼部門が中国の鉄鋼部門から14.6MtCO<sub>2</sub>だけの排出枠を輸入しているということの意味する。同様に、SC3の7.2MtCO<sub>2</sub>は日本の化学製品部門が中国の化学製品部門から7.2MtCO<sub>2</sub>の排出枠を輸入しているということである。SC2ではほぼゼロに近い値になっているが、これは排出枠の輸入がほぼゼロということである。

表 6-4 日本の排出枠輸入量 (MtCO<sub>2</sub>)

	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6	SC7
排出枠の購入量 (MtCO <sub>2</sub> )	14.6	0.0	7.2	201.3	206.6	32.2	6.6

表 6-4 からわかるように、日本の産業は基本的に排出枠を輸入することになるが、特に火力発電部門において SCM をおこなったとき (SC4) に排出枠の輸入量が多くなる。これは火力発電部門の CO<sub>2</sub> 排出量が多いことに加え、日本と途上国 (中国、その他アジア) の間で電力産業における限界削減費用が大きく異なるということが原因と考えられる。ただし、SC5~SC7 の石炭、ガス、石油発電において個別に SCM をおこなったケースからわかるように、火力発電の SCM において排出枠購入量が多くなるのは主に石炭火力発電での SCM が多いからである。火力発電以外の部門が SCM の対象であるときには排出枠購入量はそれほど大きくはない。

それでは次に、SCM が日本全体にどのような影響をもたらすかを見てみよう。表 6-5 は日本に対する効果をまとめたものである。表 6-5 の数値は全て 2030 年時点での数値であり、特に単位の明記がないものは BAU の値からの変化率 (%) を表している。「所得」は代表的家計の実質所得水準の変化を表している。また、「輸出」、「輸入」はそれぞれ総輸出量、総輸入量の変化を表す。残りの項目については言葉通りの数値である。

表 6-5 日本への効果

	NSCM	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6	SC7
CO <sub>2</sub> 排出量 (MtCO <sub>2</sub> )	-409.3	-394.7	-409.3	-402.1	-208.0	-202.7	-377.1	-402.7
CO <sub>2</sub> 排出量	-27.93	-26.93	-27.93	-27.44	-14.20	-13.83	-25.73	-27.48
所得	-2.24	-2.21	-2.24	-2.23	-1.92	-2.03	-2.18	-2.22
GDP	-3.83	-3.77	-3.83	-3.81	-3.13	-3.37	-3.57	-3.79
消費	-4.54	-4.53	-4.54	-4.53	-3.51	-3.88	-4.28	-4.49
投資	-3.59	-3.43	-3.59	-3.55	-3.41	-3.43	-3.58	-3.59
輸出	-6.98	-6.58	-6.98	-6.84	-5.32	-6.08	-6.11	-6.87
輸入	-5.96	-5.62	-5.97	-5.83	-4.44	-5.14	-5.57	-5.89
交易条件	2.49	-7.81	1.70	-6.71	2.17	0.60	-8.34	4.74
労働供給	0.86	0.84	0.86	0.86	0.47	0.60	0.72	0.85
賃金	-7.26	-7.23	-7.26	-7.24	-5.39	-6.05	-6.74	-7.17
労働所得	-8.50	-8.45	-8.51	-8.47	-6.14	-7.00	-7.78	-8.38

まず、SCM がないシナリオ NSCM では日本の CO<sub>2</sub> 排出量は 2030 年時点で BAU より 28% 減少する。それに伴い、所得、GDP はそれぞれ 2.2%、3.8% 低下する。同時に消費も 4.5% 減少し、輸出は 7% と特に大きく減少する。このように、排出規制によって日本の経済は全般的にマイナスの影響を受けることになる。このマイナスの影響が SCM によってどう変化するかを確認する。

日本の鉄鋼部門と中国の鉄鋼部門の間で SCM がおこなわれるシナリオ SCM1 では、日本は中国から排出枠を輸入することになる。このため、国内における CO<sub>2</sub> 削減量は NSCM のケースよりも少なくなる。そして、その結果、所得、GDP へのマイナスの効果は、それほど大きくはないが縮小する結果となる。消費に関しても NSCM よりもわずかではあるが改善している。以上のように、鉄鋼部門で SCM をおこな

うケースでは、日本はわずかではあるが利益を得るという結果が出ている。SC2については排出枠の購入量が非常に少ないことから、マクロ指標に対する影響も NSCM とほとんど変わらない。SC3 も排出枠購入量がそれほど大きくないことから、NSCM とほとんど変わらないが、若干ではあるが、NSCM より改善している。

以上の結果が示すように、鉄鋼部門、非鉄金属部門、化学部門における SCM はマクロ的には大きな影響がないということがわかる。一方、火力発電での SCM があるケースではそれなりに大きい影響が生じる。SC4 では、所得は 1.9%の低下、GDP は 3.1%の低下と、NSCM と比較し、マイナスの影響がかなり小さくなっている。これは SC4 では排出枠の購入量が多いということが原因であろう。また、排出枠の購入量で見たように、火力発電の SCM において厚生や GDP へのマイナスの影響が小さくなるのは主に石炭火力発電における SCM のためだということがわかる。

以上のように、電力部門以外での SCM では、マクロ的な影響は SCM がなくともほとんど変わらない。一方、火力発電における SCM (特に、石炭火力発電における SCM) がおこなわれる場合には、厚生や GDP へのマイナスの効果がそれなりに小さくなり、マクロ的にもプラスの効果が生じることがわかる。電力部門以外での SCM がマクロ的に大きな影響をもたらさない要因の一つは、それらのケースでは SCM を行ったとしても排出枠の取得量があまり多くはないからだと考えられる。

### 6.5.2 日本の各部門への効果 (中国との SCM)

次に個々の部門に対する影響を見よう。表 6-6 は各シナリオにおいて SCM の対象となる部門、すなわち鉄鋼 (I\_S)、電力 (ELE)、化学製品 (CRP)、非鉄金属 (NFM) 部門、発電部門全体 (ELE) の生産量への影響を表している。どれも 2030 年時点での BAU 値からの変化率 (%) である。まず、SCM がなくとも NSCM では、最も減少率が小さい NFM 部門でも 6.7%の減少、最も減少率が大きい発電部門では 15.8%の減少と、排出規制によってかなり生産量が低下することがわかる。特に、発電については減少率が大きく、排出規制から強いマイナスの影響を受けることがわかる。

表 6-6 日本の部門別の生産量への効果 (2020 年時点、%)

	NSCM	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6	SC7
I_S	-14.3	-10.7	-14.3	-14.5	-12.0	-12.9	-12.7	-14.2
NFM	-6.7	-7.0	-6.7	-6.9	-2.0	-4.0	-3.7	-6.3
CRP	-10.4	-10.7	-10.4	-8.8	-9.2	-9.6	-9.4	-10.5
ELE	-15.8	-15.6	-15.8	-15.7	-4.2	-9.1	-9.2	-15.2

これが SCM を導入することでどの程度変わるだろうか。まず、鉄鋼部門が SCM の対象となるシナリオ SC1 を見てみよう。SC1 では、日本の鉄鋼部門は排出枠を中国から購入するため独力での削減量が少なくなる。それにより生産へのマイナスの影響は NSCM のときの 14.3%の減少から 10.7%の減少に縮小している。SCM によって鉄鋼部門へのマイナスの効果を軽減できることがわかる。非鉄金属部門が対象の SCM2 では NSCM ほとんど変わらないが、化学部門が対象である SC3 でも同様のことが言える。NSCM では化学部門の生産は 10.4%の低下であったが、SC3 では 8.8%の低下に縮小している。

発電部門については非常に影響が大きく、SCM が存在するときには生産へのマイナスの効果が大幅に縮小している。NSCM では発電部門全体として生産量は 15.8%減少しているが、SC4 ではそれが 4.2%の減少と 3分の1以下の大きさに縮小している。SCM はマクロ的にはそれほど大きな効果はないということを 6.5.1 項で見たが、個々の部門に関しては SCM によって非常に大きな影響を受ける場合があることがわかる。

### 6.5.3 SCM 相手国への影響（中国との SCM）

以上の結果より、日本にとって電力部門以外の SCM はマクロ的にはそれほど影響がないのに対して、電力部門を対象とした SCM ではわずかだがプラスの影響をもたらすことがわかった。また、SCM 対象の部門には、排出規制に伴う生産量の減少幅を大きく縮小するという利益をもたらすということがわかった。しかし、SCM には相手国があり、SCM が実際に導入されるには相手国にも利益が生じる必要がある。そこで、SCM が相手国にどのような影響をもたらすかを確認しておく。

表 6-7 は中国への効果を表している。日本が独力で削減する NSCM では中国の所得は 0.3%低下し、GDP は 0.15%低下する。中国が全く削減をおこなわない NSCM において所得、GDP が若干低下しているのは、Annex B 国が削減をおこなうことで中国の交易条件が悪化することが一因であると考えられる。この NSCM に対し、中国が SCM に参加するシナリオでは所得はよい方向に変化している。また、GDP についても良くなるケースもあるが、悪化するケースもある。このように、SCM によって GDP（生産）は低下してしまう場合もあるが、所得という観点では SCM への参加によって全てのケースで利益を受けることがわかる。SCM への参加によって中国の所得が望ましい方向へ変化するのは、SCM の参加によって排出枠の売却収入を得ることができるのに加えて、技術移転によりエネルギー効率性が上昇するためである。

表 6-7 中国への効果

	NSCM	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6	SC7
所得	-0.30	-0.27	-0.30	-0.27	-0.26	-0.26	-0.24	-0.30
GDP	-0.15	-0.09	-0.14	-0.08	-0.19	-0.19	-0.17	-0.16
消費	-0.22	-0.19	-0.20	-0.16	-0.29	-0.27	-0.18	-0.22
投資	-0.49	-0.46	-0.49	-0.49	-0.36	-0.36	-0.40	-0.47
輸出	-0.31	-0.21	-0.30	-0.21	-0.39	-0.40	-0.38	-0.33
輸入	-0.81	-0.75	-0.81	-0.79	-0.81	-0.81	-0.78	-0.82
交易条件	-0.92	-6.67	-1.42	-6.54	-0.49	-1.58	-7.12	0.41
労働供給	0.12	0.22	0.15	0.23	0.27	0.27	0.15	0.11
賃金	-0.23	-0.28	-0.24	-0.26	-0.37	-0.36	-0.22	-0.22
労働所得	-0.35	-0.47	-0.38	-0.45	-0.47	-0.45	-0.37	-0.35

### 6.5.4 中国との SCM（まとめ）

以上、日本が中国との間で SCM を導入することによって、日本、中国にどのような影響が生じるかを見てきた。日本については、SCM の導入でマクロ的には、それほど大きいとは言えないが利益を得ることがわかった。また、日本の個々のエネルギー集約産業については、SCM の導入によって排出規制の負担を大幅に軽減できる場合があることがわかった。以上の結果は、日本にとっては、独力により削減をするよりは、SCM を導入することが望ましいことを示唆している。中国についても、それほど大きいわけではないが、SCM への参加によって少なくとも所得は増加するという結果が出た。これは中国がクレジットの売却収入を得るとともに、技術移転によりエネルギー効率性が改善するという利益を得るためである。

### 6.5.5 「その他アジア」との SCM

ここまで中国との SCM の効果を見てきたが、どのような分析を「その他アジア」を対象としておこなってみる。表 6-8 から表 6-11 は、「その他アジア」との SCM について表 6-4～表 6-7 と同じものを掲載している。その他アジアとの SCM の効果についても、その傾向は中国との SCM とほぼ同じである。ただし、若干違いもある。例えば、中国との SCM では特に石炭火力発電との SCM において日本のクレジット購入量が多かった。その他アジアとの SCM でも石炭火力発電が対象のときにクレジット購入量が多いのは同じであるが、それに加えガス火力発電が対象のときにもクレジット購入量が多いという結果になっている。また、中国との SCM では、電力部門以外では鉄鋼部門の SCM でクレジット購入量が多かったが、その他アジアとの SCM では鉄鋼部門のクレジット購入はほぼゼロである。

表 6-8 日本の排出枠輸入量 (MtCO<sub>2</sub>)

	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6	SC7
クレジット購入量 (MtCO <sub>2</sub> )	0.0	10.2	0.0	6.4	173.8	177.7	68.4

表 6-9：日本への効果

	NSCM	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6	SC7
CO2 排出量 (MtCO <sub>2</sub> )	-409.3	-399.1	-409.3	-402.9	-235.6	-231.6	-340.9	-402.6
CO2 排出量	-27.93	-27.23	-27.93	-27.49	-16.07	-15.81	-23.26	-27.47
所得	-2.24	-2.22	-2.24	-2.23	-1.95	-2.06	-2.07	-2.22
GDP	-3.83	-3.78	-3.83	-3.81	-3.17	-3.41	-3.39	-3.79
消費	-4.54	-4.53	-4.54	-4.53	-3.60	-3.97	-3.98	-4.48
投資	-3.59	-3.45	-3.59	-3.55	-3.44	-3.47	-3.50	-3.59
輸出	-6.98	-6.64	-6.98	-6.85	-5.33	-6.08	-5.70	-6.87
輸入	-5.96	-5.68	-5.96	-5.84	-4.56	-5.26	-5.04	-5.89
交易条件	2.49	-7.59	1.69	2.01	2.10	1.29	1.96	1.42
労働供給	0.86	0.85	0.86	0.86	0.50	0.63	0.63	0.85
賃金	-7.26	-7.23	-7.26	-7.24	-5.55	-6.20	-6.22	-7.17
労働所得	-8.50	-8.45	-8.51	-8.47	-6.32	-7.17	-7.14	-8.38

表 6-10 日本の部門別の生産量への効果 (2030 年時点、%)

	NSCM	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6	SC7
I_S	-14.3	-10.7	-14.3	-14.5	-12.0	-12.9	-12.7	-14.2
NFM	-6.7	-7.0	-6.7	-6.9	-2.0	-4.0	-3.7	-6.3
CRP	-10.4	-10.7	-10.4	-8.8	-9.2	-9.6	-9.4	-10.5
ELE	-15.8	-15.6	-15.8	-15.7	-4.2	-9.1	-9.2	-15.2

表 6-11 「その他アジア」への効果

	NSCM	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6	SC7
所得	-0.19	-0.12	-0.18	-0.11	-0.09	-0.12	-0.09	-0.18
GDP	-0.09	-0.01	-0.08	0.01	-0.07	-0.08	-0.09	-0.09
消費	-0.17	-0.10	-0.17	-0.08	-0.15	-0.16	-0.13	-0.17
投資	-0.31	-0.23	-0.31	-0.22	-0.14	-0.20	-0.15	-0.30
輸出	-0.08	-0.02	-0.08	0.05	-0.24	-0.20	-0.23	-0.12
輸入	-0.28	-0.22	-0.28	-0.17	-0.36	-0.33	-0.30	-0.31
交易条件	-1.02	-6.79	-1.51	-1.38	-0.51	-1.25	-0.76	-1.60
労働供給	-0.02	0.00	-0.02	-0.02	0.20	0.14	0.14	0.00
賃金	-0.16	-0.10	-0.15	-0.07	-0.36	-0.31	-0.29	-0.18
労働所得	-0.15	-0.10	-0.15	-0.05	-0.40	-0.32	-0.38	-0.19

以上のように、細かい部分について中国との SCM とは違っているが、全体的な傾向は似ている。第 1 に、日本に対するマクロ的な影響という観点では SCM はほとんど影響しないか、若干のプラスの効果をもたらす。第 2 に、SCM の対象部門の生産への影響としては、SCM が有るときの方が生産に対するマイナスの効果が非常に小さくなる場合がある。特に、発電部門における SCM では電力部門の生産が大きく改善する。第 3 に、「その他アジア」への SCM の影響は、大きくはないが全体的にプラスの方向に働く。以上のような結果となっている。

## 6.6 結論

本章では、日本が中国等と SCM を導入した場合に、日本、及び相手国がどのような影響を受けることになるのかを CGE モデルを用いて定量的に分析した。日本に関しては、マクロ的な観点からはそれほど SCM の導入の利点はないが、SCM の対象となるエネルギー集約部門の観点からは独力で削減をおこなう場合よりも大幅に負担を軽減できるという結果が出た。また、SCM 受け入れ国にとっても、それほど大きくはないが、利益をもたらすということになった。日本においてはこれまでのところ排出量取引等の大規模な温暖化対策の導入が進んでいない。その理由の一つは、温暖化対策の導入がエネルギー集約部門に多大な負担をもたらす可能性が高く、産業界からの反対の声が大きいことにある。本章の分析は、国内での削減と同時に SCM を導入することにより、そのようなエネルギー集約産業への負担を軽減できることを示している。今後、産業界の主張を受け入れつつ、積極的に温暖化対策を導入していくには、独力での削減策とともに SCM の導入もセットで議論していくのが望ましい。



## 7. REDDプラスに関わる不確実性の研究と制度分析

### 7.1 はじめに

2012年をもって、京都議定書の第Ⅰ約束期間が終了した。日本は、2011年の南アフリカ・バーダンで開催されたCOP17において、2013年より始まる京都議定書の第Ⅱ約束期間への不参加を表明したが、国際的な温室効果ガス（GHG）削減への貢献は依然として求められている。一方、日本国内では、東日本大震災後の原発事故の影響により、火力発電用の化石燃料消費が以前よりも増加している。また、日本の産業部門、特に製造業では、省エネルギー法を通じたエネルギー効率改善が進み、生産時のGHG排出量が世界の中でも比較的低い水準に抑えられている。このような状況において、現在の日本において、国内でのGHGの限界削減費用は非常に高いと考えられる。よって、日本は自国内でGHGの排出削減を実現するのではなく、限界削減費用が低い新興国や途上国における排出削減へ貢献する方が、効率的に国際社会の温暖化対策へ貢献できる。

新興国・途上国におけるGHG削減に日本が貢献するには、大きく分けて2つの方法がある。1つ目は、日本が有するエネルギー、製品、及びサービスの生産に関する低炭素技術と日本の低炭素製品を新興・途上国において普及させる方法である。2つ目は、日本による資金提供によって、途上国政府が森林保全・持続的管理を促し、森林減少・劣化に伴うGHGの排出削減と森林の拡大によるGHGの吸収量増加を進める方法である。

上記の2番目の方法としてREDDプラスの設計が進められてきている。世界全体のGHG排出量<sup>80</sup>に森林の減少に由来するものが17%を占めていることを考慮すると、森林保全を通じたGHGの排出抑制は潜在的に大きな可能性があると考えられる（IPCC, 2007）。しかしながら、森林を保有している途上国には排出削減義務が弱いため、途上国自身には、森林保全へのインセンティブは弱い。世界全体の社会計画者（Social Planner）の視点からは、途上国における森林保全を通じた排出削減の方が、先進国の産業部門からの排出削減を行うよりも効率的である可能性がある。この点に着目し、国連において、REDDプラスの前身であるREDDを含むと、2005年より森林保全による排出削減を実現するため制度設計と制度実施に向けた技術的な整備が進められてきた。

さらに近年では、二国間クレジットメカニズム（JCM）という新たな枠組みの中でのREDDプラスの運用が考えられている。制度の詳細は異なるが、REDDプラスと同様に、森林保全事業に対してオフセット・クレジットを発行する植林・再植林クリーン開発メカニズム（CDM）は、京都議定書の下、国連の枠組の中で進められてきた。しかし、京都議定書の下で運営されるCDMには一般に、審査・登録・発行に時間がかかる、厳格に追加性を実証する必要がある、予想量に比べて実際のオフセット・クレジットが少ない、CDM実施の地域間不均衡などの問題が指摘されてきた（上野・杉山 2005、有村・武田 2012）。REDDプラスも、国連の枠組の下で行われる場合、同じ問題を持つことが考えられる。しかし、JCMでは、事業の出資側が所属する国と、事業を受け入れている国の2国から構成される合同委員会が設置され、その委員会において排出削減量の定量化の方法や認定等のガイドライン策定、事業の登録などが行われる。このため、国連の枠組みで事業が行われる場合よりも排出削減事業を相手国の国情に柔軟に対応することができ、審査・登録・発行に時間が短縮されることや、事業の受け入れ国の排出削減量に対する日本の貢献分が適切に評価されることが期待される。

---

<sup>80</sup> GHGには二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）、メタン（CH<sub>4</sub>）、一酸化二窒素（N<sub>2</sub>O）などが含まれる。

REDD プラスが JCM の中で運用されることにより、今後、日本による REDD プラス事業が増加する可能性も考えられる。2010 年より環境省と経済産業省による実現可能性調査 (FS) の募集が行われ、REDD プラス事業の採択件数は 2010 年には 4 件、2011 年には 10 件、2012 年には 12 件、2013 年には 8 件、2014 年には 6 件と、件数が安定している。このことから、日本企業の REDD プラス事業の参加に対する興味伺われる。そこで、本章では、日本政府や日本企業を含む REDD プラス事業の出資者に対する費用面の利点と、出資側にとっての問題点についての検討を行う。これらの検討を行うことにより、JCM の中で REDD プラスを運用するために調整すべき問題点を明らかにする。具体的には、まず、REDD プラスが持つ GHG 削減における潜在的な役割について考察を行う。特に、REDD プラスを運営する上で、出資者にとって REDD プラスは、他のオフセット・クレジットと比較して競争的であるかどうかという点を、先行研究のレビューを通して考える。次に、REDD プラス事業が安定的に行われるようになるための要素と出資国の関心について考察を行う。REDD プラスの枠組みの中で実際に事業が行われる際には、途上国政府が制度運営を行うこととなる。現在、2020 年度以降の本格的な REDD プラスの開始に向け、各途上国は、技術面、法・制度面、そして事業の運営面で準備を進めている。途上国では、これまでに REDD プラス以外に、森林からの GHG 排出削減を目指す制度として、REDD や植林 CDM が実施されている。こうした経験の蓄積は、REDD プラス事業の費用に関する不確実性を低下させる効果が期待される。また、世界銀行による森林炭素パートナーシップ・ファシリティ (FCPF) では、2007 年より、準備基金を設けている。これにより、途上国政府は、REDD プラスへの準備状況に関する報告書を提出し、それを基に準備に必要な資金を得ることができる。これまでに、37 カ国が報告書を提出している (FCPF 2014 年 2 月 10 日現在)。よって、各途上国における技術面、法・制度面、事業の運営方法に関する準備状況は、この準備資金への報告書中の複数の項目に対して、各国がどの程度の基準を満たしているかを確認することで、把握することができる。

さらに、途上国政府は、REDD プラスに関する技術開発、制度整備及び事業運用等に関して、先進国や世界銀行以外の国際機関から必要な資金を得ることができる。よって、こうした資金の流れを見ることにより、どのような国、または技術や制度整備のどの分野 (キャパシティー・ビルディング、パイロット事業、モニタリング技術など) に対して資金が集中しているのかを把握することができる。また、こうした資金の流れを見ることで、出資側である主体が、各途上国における REDD プラス事業の実現性に対してどのような判断を行っているのかを知ることができる。最後に、REDD プラスを通じた森林保全の副作用である、リーケージ問題についても考える。REDD プラスへの参加が引き起こすリーケージ問題とは、ある地域において REDD プラス事業によって森林保全がされることにより、他地域または他国における森林伐採が増加し、その結果、森林からの GHG 排出量が増加することである。

本章の構成は以下の通りとなっている。まず 7.2 節では、REDD プラスの仕組みにおいて、REDD プラスから発行されるオフセット・クレジットが他の制度から発行されるクレジットと比べて、どの程度競争力があるのかについて考察を行う。7.3 節では、各途上国における制度整備の進捗について検討する。さらに、7.4 節では、国際的な資金の機関及び国家間の流れについて述べ、REDD プラスに関する技術・制度への資金の流れ、さらに資金の地域別の集中度とその特徴について考察する。最後に、7.5 節ではリーケージ問題について議論を行った上で、7.6 節では JCM の中における REDD プラスの運用についての課題を述べる。

## 7.2 REDD プラスによる GHG の排出削減に対する競争力

REDD プラスは、先進国または国際機関による資金提供によって、途上国政府が森林保全・持続的管理を促し、森林減少・劣化に伴う GHG の排出削減と森林の拡大による GHG の吸収量の増加を目的とした国際的枠組みである。GHG の削減量は、参照レベルと呼ばれる森林保全事業を行わなかった場合の GHG 排出量 (Reference Level) と、森林保全事業の下での実際の排出量を比較し、実現した削減量が算定される。

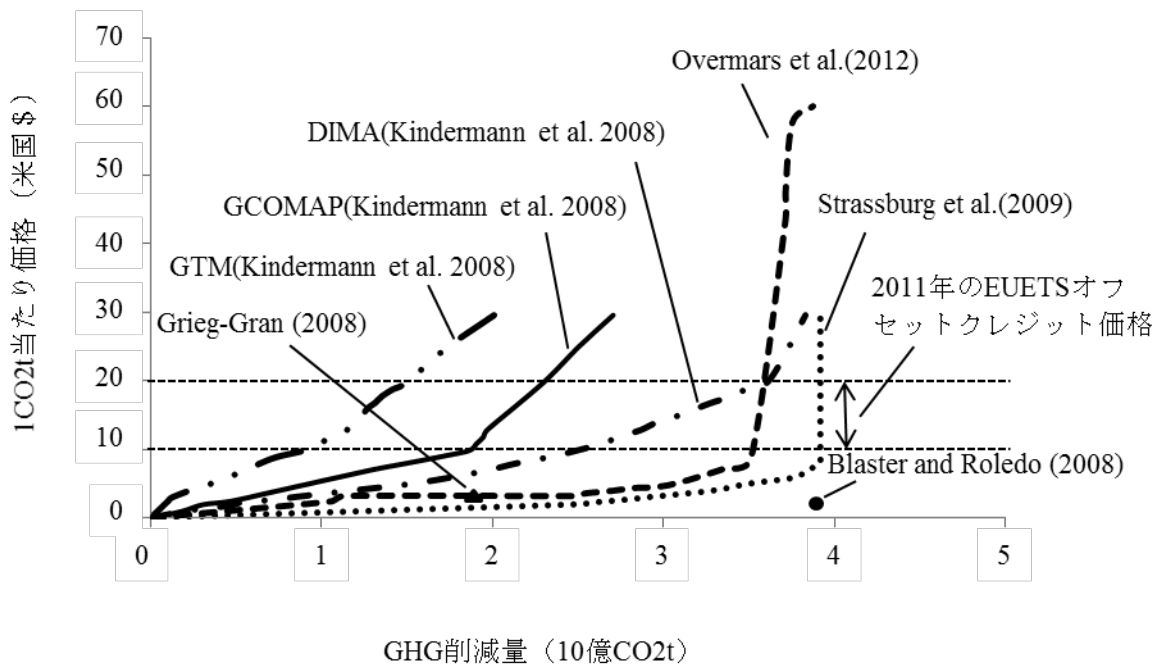
資金供給の形態には、(1) 炭素市場とリンクのない自主的な資金供給、(2) 市場と間接的にリンクされた資金供給、及び(3) 炭素市場から直接的な資金供給の3つがある<sup>81</sup>。第1の炭素市場とリンクのない自主的な資金供給は、資金の調達を国、企業、個人及び国際的な公的機関が、途上国の森林保全・植林事業に対して、自主的に資金を提供するというものである。このとき、出資者は、森林保全によって得られた排出削減量を、自身の排出削減量の中に換算することはない。それゆえ、この出資形態は、むしろ社会貢献としての色合いが強い。第2の炭素市場と間接的にリンクされた資金供給は、炭素価格政策が取り入れられた地域または国が、炭素税や国内排出量取引制度の下でオークションによって排出枠を売却して得た政府収入を用いて、途上国での REDD プラスの森林保全・植林事業へと資金提供を行う場合である。このとき、森林保全によって得られた排出削減量を、出資した地域または国が、自国の排出削減目標達成に換算する場合もある。第3の炭素市場と直接的にリンクされた資金供給は、炭素価格政策を導入した地域や国における企業や個人が、REDD プラスの森林保全・植林事業に出資することによって得られる炭素クレジットを、オフセット・クレジットとして購入することによって、資金を提供する場合である (Schnecket et al. 2011)。

上記のように、REDD プラスを用いた森林保全から生まれるクレジットに対しては、潜在的な資金提供者、または買い手が存在している。ただし、ここまでは、森林保全による GHG 削減は、産業部門における GHG 削減よりも安価であるという暗黙の想定がなされていた。しかし、実際はどうであろうか。そこで、本節では、REDD プラスの枠組みの中での、森林保全や植林を通じた GHG 削減に必要な費用を説明する。REDD プラスによる森林保全・植林事業に関わる費用は、大きく分けて機会費用と取引費用の2種類が考えられる。近年、機会費用と取引費用の算定が徐々に蓄積されてきている。ここでは、先行研究で得られた、これらの費用の算定結果を紹介する。

REDD プラスに関する機会費用とは、ある土地において森林保全や植林を行うことによって失われる便益のことを示す。この便益は、森林のある土地において、森林保全・植林以外の土地利用をした場合に得られる便益の中で最も高い便益を用いて測られる。森林保全・植林以外の土地利用には、農畜産業などの生産活動が含まれる。また、「森林」という土地の被覆には変化がなくとも、林業を行うために、森林の管理の仕方の変換も含まれる。森林の管理形態の変化 (例えば、森林伐採の周期の変化) も、GHG の地下への蓄積や大気中の GHG 吸収という意味で、森林の質を低下させる結果になることがある。

---

<sup>81</sup> ただし、資金と共に、森林減少の抑制を可能にする認証可能なプログラムの設計と、森林管理に関する訓練や技術移転が必要になると考えられる。一部の国では、既に自主的な資金供給に基づいた REDD プラスのプログラムが始まっている。例えば、ノルウェイは、インドネシア政府へ10億ドルの資金を拠出し、天然林と泥炭をオイルパーム農園などに転換する新規認可を2年間凍結することを確約している。ただし、資金は実績に応じて支払われるように、取り決めがなされている (Clements, 2010)。



出典：筆者作成。

図 7-1 森林喪失の回避の限界費用曲線（2005 年基準価格）

環境資源経済学の分野において、森林保全によって GHG の排出量を削減するためには、どの程度の機会費用がかかるかということについて、研究が蓄積されつつある。特に、環境資源経済学の分野において関心のある点は、森林保全事業の下での GHG 排出量削減にかかる総費用ではなく、その限界費用である。図 7-1 では、森林保全事業に関する限界削減費用を分析した先行研究の結果がまとめられている（Grieg-Gran 2008、Blaster and Roledo 2008、Kinderman et al. 2008、Strassburg 2009、Overmars et al. 2012）。これらは、2005 年から 2030 年までの間に、GHG の削減を行うために森林保全（森林の喪失の回避）が行われた場合の、限界費用の点推定値または限界費用曲線が示されている<sup>82,83</sup>。

Grieg-Gran (2008) と Blaster and Roledo (2008) は、REDD プラスの対象となるすべての途上国または地域の森林において、森林保全が行われた場合の GHG 削減限界費用を、積み上げ方式によって計算している。一方で、Kindermann et al. (2008)、Strassburg (2009)、及び Overmars et al. (2012) は、シミュレーションモデルによる限界費用の算定を行っている。特に、Kindermann et al. (2008) は、GTM、GCOMAP、DIMA と言った、3 つの異なったモデルを用いたシミュレーションを行っている<sup>84</sup>。

<sup>82</sup> ただし、これらの数値は、2005 年価格に基準化されている。

<sup>83</sup> ここでは、世界全体で、REDD プラスの対象になるすべての途上国を研究対象に含んだ先行研究の成果を取り上げるが、地域を特定した研究も存在する。例えば、Borner and Wunder (2008) と Nepstad et al. (2007) はブラジルのアマゾンに、Swallow et al. (2007) や Swallow (2008) はインドネシア、ペルー及びカメルーンに焦点を当てた研究を行っている。

<sup>84</sup> 森林保全による GHG 削減を、モデルを用いたシミュレーションによって導出したものとして、他には Siikamaki et al. (2012) が存在する。Siikamaki et al. (2012) は、マングローブ全体を対象にした研究を行っている。マングローブは、図 6-1 に示されている研究が対象としている森林の一部であるため、本節の中では取り上げなかった。しかし、本節の議論は、Siikamaki et al. (2012) においても成立することに注意されたい。さらに、この議論が、取引費用を考慮しても成立するこ

これらの研究では、森林保全は REDD プラスの保全事業の下で行われると仮定されており、次のような手順で限界費用の推定が行われている。まず、森林の存在する各土地（全球を 0.5 度の緯度・経度ごとに分割したグリッド）において、森林を保全することによって得られる将来の純便益の現在価値と、その土地を森林から農地に変更することによって得られる将来の純便益の現在価値が導出され、比較される。森林保全から得られる価値が、農地から得られる価値を超えた場合、森林保全が行われるとする。これが GTM のモデルである。一方、GCOMAP モデルでは、農業と森林保全が土地市場において競合するように仮定している。それゆえ、GTM よりも排出量の削減費用が高く算定される結果となる。さらに、DIMA モデルは、GCOMAP に森林の木の年齢の情報を加え、最適な森林管理を導入した場合である。したがって、DIMA は GCOMAP よりもさらに排出量の削減費用が高く算定される。

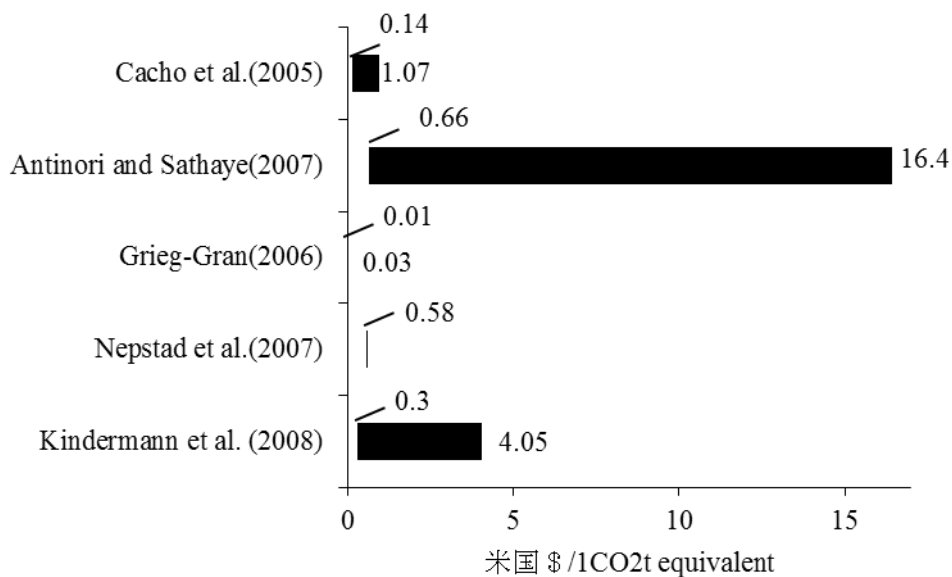
まず、図 7-1 より、限界費用曲線が右上がりの曲線になっていることが分かる。これは、目標とする排出削減量が増加するにつれて、限界費用が増加するということである。どのモデルにおいても、森林の存在する土地の、将来の土地利用（森林保全をして先進国から資金を得るか、農地に転換して農業活動によって収入を得る）から得られる純便益の総和の現在価値が最大になるように、森林保全地が決定されている。その決定された土地の利用方法に伴って、限界削減費用も決定されている。それゆえ、目標とする排出削減量が低くなるにつれ、機会費用 1 単位当たりの排出削減量が最も高い土地（または、排出削減量 1 単位当たりには払わなければならない機会費用が低い土地）から優先的に森林保全地として選択されるのである。そのため、限界費用が排出削減量の増加とともに、増加するのである。

また、参照レベルからの 10% の GHG の削減は、10 ドル/CO<sub>2</sub> トン以下の費用で可能であることも注目しに値する。この初期の削減量を超えると、モデルによっては削減費用が急上昇する。また、2005 年から 2030 年までの間に、REDD プラスによる森林保全が行われた場合、10 ドル/CO<sub>2</sub> トンから 30 ドル/CO<sub>2</sub> トンの費用をかけることにより、参照レベルからの 50% から 90% 以上の GHG の削減が可能となることが分かる。さらに、10 ドル/CO<sub>2</sub> トンから 20 ドル/CO<sub>2</sub> トンを示した 2011 年度の EUETS のオフセット・クレジット価格（European Energy Exchange, 2011）と同等の費用を払うことにより、少なくとも参照レベルから 70% から 90% 以上の GHG の削減が可能となる。ここから、REDD プラスによる GHG 削減から出るクレジットは、他のオフセット・クレジットと競争力があるということが分かる。それゆえ、資金供給者にとって、REDD プラスの森林保全事業への出資は潜在的に魅力的であると言える。

機会費用に関する研究が進む一方で、取引費用に関する算定は進んでいない。これは、機会費用に比べて取引費用を算定するために必要な情報が手に入りにくいことに起因している。取引費用は、REDD プラスの枠組みの中で行われる森林保全事業を立ち上げ、運営するためにかかる費用（政府の取引費用）と、個々の土地保有者がその森林保全事業に参加するためにかかる費用（個人の取引費用）を合わせた費用である。取引費用を構成する項目で重要なものは、次の 6 つである。まず、(1) 保全に適した森林や新たな植林に適した土地の探索とその探索のための情報収集にかかる費用が挙げられる。次に、(2) 土地保有者（土地の供給者）との交渉と、その交渉を基に契約を作成にかかる費用である。さらに、(3) 途上国政府（土地の需要者）と土地保有者（土地の供給者）がそれぞれ契約について学ぶための費用が挙げられる。契約の後には、(4) 森林保全または植林プログラムを実際に設置する際に費用がかかる。そして、(5) プログラムを実施するためにも費用がとなってくる。最後には、(6) プログラムが実施され後に、契約で規定されている質の森林保全がされているかを調査するためのモニタリングにかかる費用、検査費用、認定費用などが挙げられる（Milne, 1999; Murray et al. 2009）。

---

とを、Siikamaki et al. (2012) は示している。



出典：筆者作成。

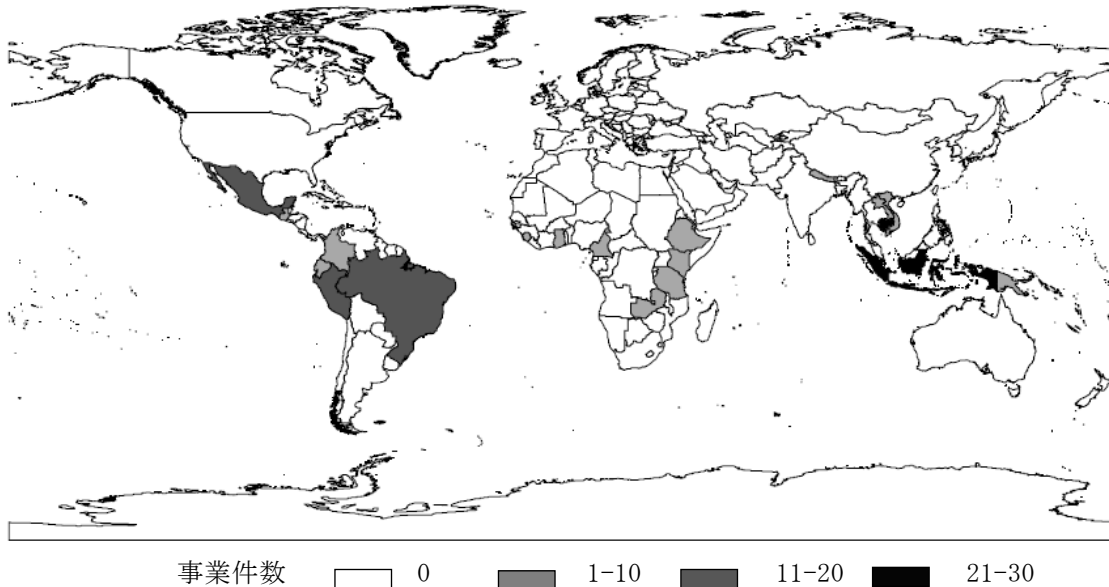
図 7-2 先行研究による取引費用の算定値

図 7-2 は、先行研究による森林保全プログラムにかかる取引費用の算定値を示している。ただし、対象とする取引費用の種類は研究間で異なる。Cacho et al. (2005)、Antinori and Sathaye (2007) 及び Kindermann et al. (2008) は、取引費用全体を扱い、Grieg-Gran (2006) は事業の管理費用、Nepstad (2007) は事業の遂行に必要な管理コストを推定している。そのため、Cacho et al. (2005)、Antinori and Sathaye (2007) 及び Kindermann et al. (2008) の推定値は、Grieg-Gran (2006) と Nepstad (2007) よりも大きくなっている。これらの研究の推定値が図 7-1 に示されている機会費用の限界費用曲線に加えられたとしても、REDD プラスから得られるクレジットは、他のオフセット・クレジットと競争力があると考えられる。ただし、Antinori and Sathaye (2007) の推定値の最大値 (16.4 ドル/CO2 トン) が加えられた場合には、REDD プラスから得られるクレジットは、競争力を大きく失うと考えられる。

### 7.3 REDD プラス実施に向けた各国の準備の進捗状況

これまでは、REDD プラスが持つ費用効率的な GHG 削減への貢献の可能性について述べてきた。しかし、実際の REDD プラス実施に向けた準備は、各国でどの程度進められているのであろうか。2014 年 5 月 1 日現在における REDD プラスまたは、REDD プラスの前身である REDD のパイロット事業が実施されている 19 カ国の地域の分布は、図 7-3 に示されている (地球環境戦略機関 2014)。パイロット事業が行われている地域は、土地利用変化と森林起源の GHG 排出量が世界各国の中で上位を占める中南米、東アジア及びアフリカに集中している<sup>85</sup> (FAO 2005、IPCC 2007)。

<sup>85</sup> 特に、ブラジルとインドネシアは 1 位と 2 位である。



出所：地球環境戦略機関（2014）より筆者作成。

図 7-3 REDD・REDD プラスのパイロット事業の地理的分布（総事業数は 158）

表 7-1 REDD プラス準備活動への承認を得るために必要な項目

- REDD プラスの目標の設定や目標に取り組むための法的制度の整備。
- 利害関係者の REDD プラスのガバナンス参加への保証と、利害関係者間の調整を行う組織・機関の調整と整備。
- 土地の所有権と土地や森林に固定された炭素の所有権に関する法制度の整備。
- 森林管理方法の開発。
- 参照レベルの策定<sup>86</sup>。
- REDD プラス事業が先住民を含む地域住民やコミュニティの生活を脅かさないための対策準備（社会・環境セーフガード）。
- REDD プラス事業の監視、報告、検証技術の開発と導入。
- REDD プラス事業実施に関わる支出への財源の確保。

出典：The REDD Desk（2013）より引用。

REDD プラス実施に向けた準備は、事業実施国においてどの程度進んでいるのであろうか。各事業実施国は、FCPF の準備基金から資金援助を受けることができる。この場合、事業実施国は、準備状況に関する報告書を作成し、REDD プラス準備活動を開始することに対して承認を得る必要がある。そして、承認を得るためには、表 7-1 に示されている 8 つの項目について、進捗状況を報告する必要がある。

すべての事業実施国は、以上の 8 つの項目に関して、技術面と制度面の整備を行っている。特に、制度面での進捗状況が早い国は、森林がすべて国有林となっている傾向にある<sup>87</sup>。よって、このよう

<sup>86</sup> ただし、どのようなアプローチが取られたかも重要となる。現状では、歴史的趨勢アプローチと調整歴史的趨勢アプローチの 2 つのアプローチが存在している。

な国では、社会・環境セーフガードの適用には注意すべきであるが、土地の所有権問題や炭素の所有権問題が存在しないため、制度の整備が進みやすい。一方、国有林と私有林が区別されているような国では、私有林に関する土地の所有権が明確に定義されていない場合、土地の所有権と炭素の所有権の法整備に時間がかかる傾向にある。ただし、メキシコのように森林の所有権が完全には定義されていない国でも、制度の整備が進んでいる場合もある（The REDD Desk 2013）。

事業実施国の技術面の準備については、Estrada et al. (2012)が1) GHG 排出量調査技術、2) 森林の変化に関するモニタリング技術、3) 森林調査技術、4) リモートセンシング技術の4項目について、それぞれ評価を行っている。ただし、1) GHG 排出量調査技術は、FCPF の準備基金における項目の「参照レベルの策定」に相当している。また、残りの項目は、FCPF の準備基金における項目の「森林管理方法の開発」と「REDD プラス事業の監視、報告、検証技術の導入と開発」に相当している。

表 7-2 は、Estrada et al. (2012) による評価で、技術全体の準備段階が進んでいる国順にまとめたものである。ただし、Estrada et al. (2012) では、FCPF に提出された報告書を用いて、各項目を数値で評価している。例えば、GHG 排出量調査能力に関しては、低ければ1を、高度に進んでいけば2を、完全であるならば3が付与されている。森林面積の変化に関するモニタリング技術と森林調査能力の2項目については、非常に低ければ1を、限定的であれば2を、いくらかは認められるのであれば3を、優れているのであれば4を、非常に優れているのであれば5が付与されている。最後に、リモートセンシング技術については、低ければ1を、中程度であれば2を、高ければ3が付けられるようになっている。技術全体の評価はこれらのすべての評価の数字を合計したものである。

---

<sup>87</sup> 例えば、ラオスやカンボジアが挙げられる。また、世界全体の25%の国において、森林の100%が国有林である（FAO 2010）。



表 7-2 REDD プラスに関する各国の技術レベル

順位	国名	GHG 排出量調査技術 (A)	森林の変化のモニタリング技術 (B)	森林調査技術 (C)	リモートセンシング技術 (D)	技術全体の準備段階 (A+B+C+D)
1	メキシコ	3	5	5	2	15
2	インドネシア	2	5	4	2	13
3	コスタリカ	3	5	2	3	13
4	ペルー	2	5	4	1	12
5	ベトナム	2	5	4	1	12
6	マダガスカル	3	3	4	1	11
7	ニカラグア	3	3	2	3	11
8	ブラジル	2	5	2	1	10
9	ラオス	1	4	4	1	10
10	コンゴ	2	3	3	2	10
11	ガーナ	2	4	2	2	10
12	リベリア	3	3	2	2	10
13	グアテマラ	1	4	2	3	10
14	カンボジア	2	4	2	1	9
15	カメルーン	1	2	4	2	9
16	コロンビア	2	4	1	2	9
17	エクアドル	2	4	1	2	9
18	フィリピン	1	1	5	2	9
19	ボリビア	2	4	1	1	8
20	モザンビーク	2	3	2	1	8
21	パプアニューギニア	1	3	3	1	8
22	パラグアイ	2	3	1	1	7
23	タンザニア	2	3	1	1	7
24	ケニヤ	2	1	2	2	7
25	ザンビア	1	2	2	1	6
26	ホンジュラス	3	1	1	1	6

出典：Estrada et al. (2012)。

ここでは表 7-2 の中の上位 10 カ国について考察を行う。まず、技術全体の準備段階が最も進んでいる国は、メキシコであり、インドネシア、コスタリカ、ペルー、ベトナム、マダガスカル、ニカラグア、ブラジル、ラオス、コンゴの順となった。メキシコは、リモートセンシングを除く、すべての技術面項目について評価が最も高い結果となっている。インドネシアは、GHG 排出量調査技術と森林調査技術の 2 つの点について、メキシコに劣っている。コスタリカは、GHG 排出量調査技術の面ではメキシコと同等であり、リモートセンシング技術ではメキシコよりも優れているが、森林調査技術の面

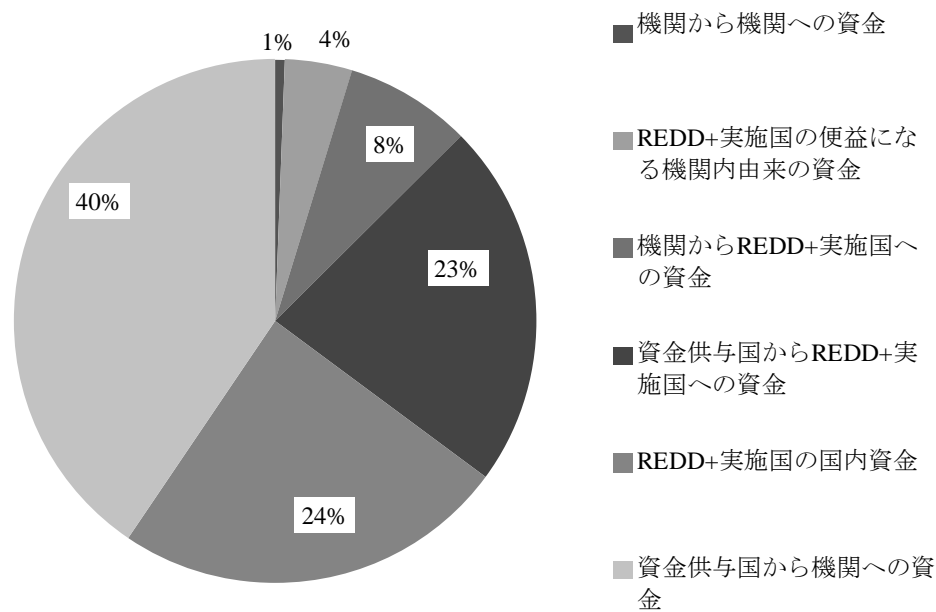
では劣っている。また、上位 10 カ国に入っている国でも、ラオスやグアテマラでは、GHG 排出量調査技術が低く評価されている国であることが見て取れる。

また、GHG 排出量調査技術、すなわち「参照レベルとシナリオの策定」に関しては、20%の国においてのみ完全であり、それ以外はまだ改善の余地があることが分かる。同様に、リモートセンシング技術に関しては、優れた技術を持つ国は 13%のみであり、44%の国の技術は低いという評価を受けていることが分かった。つまり、リモートセンシングの技術に関しても整備の余地が大きくあることが分かる。一方で、約 50%の国においては、森林のモニタリング技術は高い（評価点は 4 か 5）と評価されていることが分かる。

#### 7.4 REDD プラス事業への資金の流れ

前節では、REDD・REDD プラス実施に向けた各国における準備水準を、GHG 排出量調査技術、森林の変化に関するモニタリング技術、森林調査技術、リモートセンシング技術の 4 項目のそれぞれから評価した。そこで本節では、事業実施国内外の資金は、REDD と REDD プラスの実施に向けて①どのように流れているのか、また②どのような目的に用いられているのか、及び③どのような国に主に集中しているのかということについて考察する。そこで、The Voluntary REDD プラス Database (VRD) と呼ばれるデータベースを用い、事業実施国内外の資金の投入元と投入先についての関連付けをした結果をまとめたものが図 7-4 である。VRD は、世界の REDD または REDD プラスに関わる資金について、出資をした国・機関または出資を受けた国・機関が、自主的に行った報告に基づいて作成されたデータベースである。2013 年 12 月 18 日時点では、1,558 件の報告がなされている。また、報告されている REDD プラスに関する資金は、総額 6,435 百万ドルとなっている。

図 7-4 で示されている通り、資金の流れは次の 6 つに分類される。第 1 は、機関から機関への資金の流れである。第 2 は、REDD プラス事業実施国の便益になる機関内に留まる資金の流れである。第 3 は、機関から REDD プラス事業実施国への資金の流れである。第 4 は、出資供与国から REDD プラス事業実施国への資金の流れである。第 5 は、REDD プラス事業実施国内での資金の流れである。第 6 は、資金供与国から機関への資金の流れである。

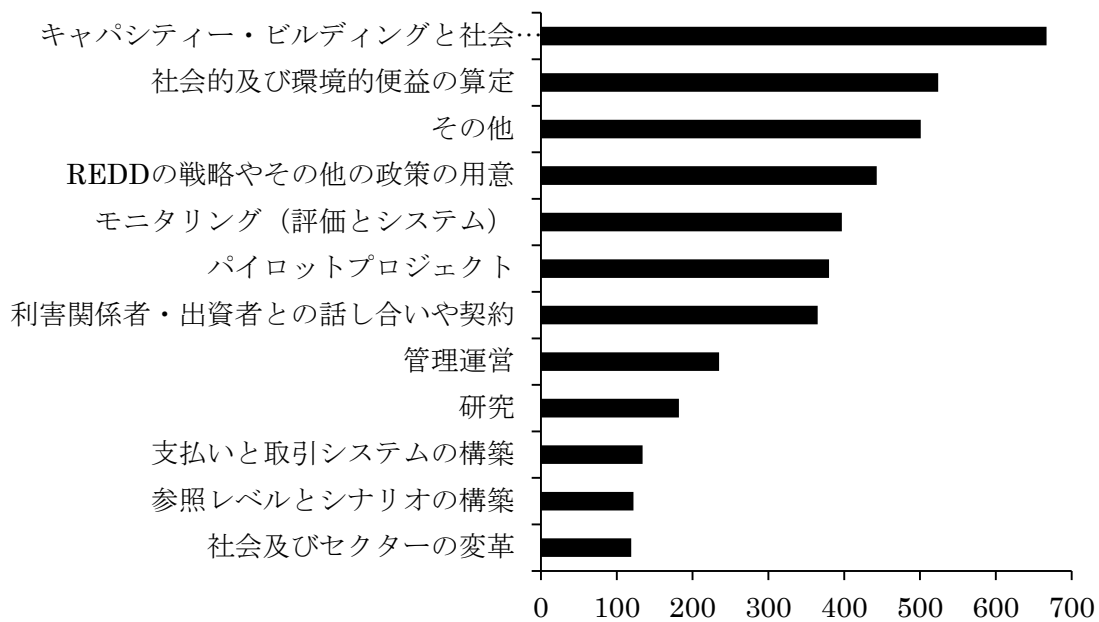


出典：“The Voluntary REDD プラス Database”（2013年12月18日時点）より、筆者作成。

図 7-4 資金の流れ

資金の流れで最も大きな割合を占めているものは、資金供与国から機関への資金の流れであり、全体の40%を占めている。このケースでは、資金を受ける各機関には、Center for International Forestry Research (CIFOR)、The Nature Conservancy、World Resource Institute、International Union for Conservation of Nature等の国際的な研究機関や、Cameroon Ecology（カメルーンに属する機関）やTelapak（インドネシアに属する機関）等の各国の研究機関が含まれる。特に、資金を受ける機関が国際機関である場合、資金は、複数の国が共有している REDD プラス事業の運営に必要な制度整備や技術開発に使われている傾向にある。一方で、特定の国に所属する研究機関が資金を受けた場合では、資金はその機関が所属する国における制度整備や技術開発に使用される傾向にある。さらに、この種の資金は、REDD プラスが事業実施国にもたらす社会的便益や生態系の保全効果などの研究にも用いられる。2番目に大きな割合を占めている資金の流れは、REDD プラス事業実施国内での資金の流れ（24%）である。このケースでも、主に、REDD プラス事業実施国における制度整備と技術開発に用いられている。また3番目に大きな割合を占めている資金の流れは、出資供与国から REDD プラス事業実施国への資金の流れ（23%）となっている。このケースでは、主にパイロット事業の運営に使用されている。

一方、図 7-4 より、機関から REDD プラス実施国への資金流れ（8%）、REDD プラス事業実施国の便益になる機関由来の資金の流れ（4%）、機関から機関への資金の流れ（1%）については、割合は小さいことが見て取れる。



出典：“The Voluntary REDD プラス Database”（2013年12月18日時点）より、筆者作成。

図 7-5 REDD プラス関係資金の用途（単位：件数）

次に、これら資金がどのように用いられたのかVRDのデータを用いて考察する。ただし、VRDには資金が用いられた目的が1つから複数示されているが、それぞれの目的に対応する資金額が示されていない。そこで、ここでは、それぞれの目的ごとにその資金を数え上げる（それゆえ、複数回数された資金もある）。図7-5は、REDDプラスの資金の利用目的を12種類に分類し、件数が多い順にまとめたものである。注目すべき点は、森林の減少と劣化からのGHG排出量に関する参照レベルとシナリオの構築に用いられる資金は122件、モニタリング技術の開発に用いられる資金は397件であることである。これら2つは、REDDプラス事業を運営するための技術面への資金投入である。しかし、図7-5より、モニタリングへの資金投入はすべての資金利用目的の中で5番目に多い結果となっている。一方、参照レベルとシナリオの構築に用いられた資金の件数は、他の目的と比較して最も少ない（11番目）部類に属している。これは、資金投入が、技術面への資金投入以外の、制度面の整備と運用方法の整備等の目的に集中していることが分かる。

それでは、制度面と制度の運用方法の整備については、どの程度の件数の資金が充てられているのであろうか。まず、キャパシティー・ビルディングとREDDプラスへの社会的認識の向上に使われる資金の件数が最も多い（667件）ことが分かる（図7-5参照）。これは、セーフガードの適用につながる資金の投入である。具体的には、社会的弱者の保護や、先住民・地域住民のコミュニティへの悪影響を抑えるといったことを目的として、資金が投入されているものである。また、先住民や地域住民は、実際にREDDプラス事業を地域で携わることになることも多い。そのため、彼らから森林保全の必要性への理解を得る必要がある。それゆえ、特にこの項目への資金の集中がするものと考えられる。

さらに、利害関係者・出資者との話し合いや契約の場を設けるために、365件の資金が利用されている。利害関係者のREDDプラスのガバナンス参加への保証と、利害関係者間の調整を行う組織・機関の調整と整備は、FCPFにおいても、REDDプラスへの準備に不可欠な項目として挙げられている。特に、土地の所有権が確立していない地域または国においては、利害関係者間の調整を行う組織・機関の調整と

整備が十分になされることによって、実際に REDD プラス事業を実施した際の取引費用が低下する。これは、出資側にとっては大きな不確実性の減少を意味する。

次に、資金がどの地域に集中しているのかについて考察する。既に述べたように、資金を出資する国・機関から最終的に出資された資金の便益を受ける国・機関に到達するまでには、様々な経路がある。VRD には、出資を行った国・機関、資金を受けた国・機関、最終的にその資金の便益を受ける国・機関の3つが示されている。ここでは、VRD のデータを利用し、資金を地域別に分類・集計する。そのために、次のような仮定を置く。まず、ある事業実施国が資金から便益を受けた場合、上記の3つの中のどの経路を通ったにせよ、その国が資金を受けたと仮定する。また、最終的に資金からの便益を受ける国が複数ある場合は、そのすべての国で資金が平等に分割されたと仮定する。これらの仮定の下で、次のような計算を行う。総額 $X_i$ である資金 $i$ の便益を享受する国の数が $N_i$ であるとする。この便益を受ける国 $j$ が受ける資金 $i$ から得られる額 $I_{ij}$ は

$$I_{ij} = \frac{X_i}{N_i}$$

となる。最終的にすべての資金から国 $j$ が受ける資金の総額 $I_j$ は、

$$I_j = \sum_i I_{ij}$$

となる。以上の結果は、表 7-3 に示されている。

表 7-3 より、資金が集中している上位 10 カ国は、ブラジル、メキシコ、インドネシア、コンゴ民主共和国、ラオス、ガイアナ、ガーナ、ペルー、ブルキナファソ、ベトナムである。このような国は、森林面積が他国と比べて多いという特徴を持っている。また、REDD プラス事業において資金 1 単位からより多くの GHG 排出削減量を獲得するには、炭素固定量がより多い国へ資金を投入する方が効率的である。しかし、資金が集中している国では、土地 1 単位当たりの炭素固定量が他の国と比べて必ずしも多い国が含まれているわけではない。例えば、ベトナムやラオス等がそうである。さらに、表 7-3 に現れている 104 カ国において、資金の投入がなされており（これら以外の国は、資金投入額が 0 である）、少なくともこれらの 104 カ国は、REDD プラスへの実施に向けたパイロット事業を含む準備が行われていることが分かる。

次に、投資と進捗状況の関係について考える。表 7-3 に示された各国は、直接的または間接的に REDD プラス実施に向けた資金の投入を受けている国である。これらの国には、上述したように、森林面積と土地 1 単位当たりの炭素固定量が大きい国が上位国として上がる傾向にあることが分かる。しかし、同時に、森林面積は大きい炭素固定量が比較的少ない国が上位に挙がっている。例えば、ベトナム、ラオス、メキシコは、それぞれ土地 1 単位当たりの炭素固定量について、それぞれ 81 位、88 位、142 位である。しかし、資金投入量ではベトナムは 10 位、ラオスは 5 位、メキシコは 2 位である。これらの国は、7.3 節において述べたように、REDD プラスに関する制度・技術面の整備に関して上位国である。もちろん、投入される資金量が高いために、制度・技術面の整備が進んでいることも確かであろう。しかし同時に、制度・技術面の整備が進んでいるために、安定した REDD プラス事業の運営が可能（すなわち不確実性が少ない）であるために、資金の投入が多くなる傾向があるとも考えられる。

表 7-3 各国への REDD プラスに関する資金の投入額 (単位: 100 万ドル)

順位	国名	金額	順位	国名	金額	順位	国名	金額
1	ブラジル	2137.4	21	ギニア	106.6	41	リベリア	34
2	メキシコ	1829.1	22	カンボジア	79.9	42	タイ	33.7
3	インドネシア	762	23	ルワンダ	78.4	43	アルゼンチン	28.9
4	コンゴ民主共和国	493.2	24	インドネシア	76.4	44	ミャンマー	28.8
5	ラオス	265.5	25	ボリビア	71.1	45	マラウイ	28.5
6	ガイアナ	257.9	26	コロンビア	67.3	46	ソロモン諸島	27.9
7	ガーナ	257.6	27	エチオピア	63.4	47	ニカラグア	26.8
8	ペルー	204.5	28	赤道ギニア	61	48	ニジェール	24.9
9	ブルキナファソ	198.5	29	モザンビーク	59.5	49	ナイジェリア	24
10	ベトナム	194.8	30	パナマ	53.7	50	ウガンダ	23.7
11	中国	188.7	31	パプアニューギニア	52.3	51	ベニン共和国	22.7
12	中央アフリカ共和国	145.7	32	パラグアイ	52	52	エルサルバドル	22.3
13	タンザニア	145.5	33	グアテマラ	50.9	53	マダガスカル	22
14	コスタリカ	139.7	34	チャド	48.8	54	ホンジュラス	19
15	エクアドル	135.2	35	ザンビア	47.1	55	セネガル	18.9
16	カメルーン	133.6	36	マレーシア	41.7	56	スリナム	16.8
17	ネパール	122	37	サントメ・プリンシペ	40.8	57	バヌアツ	14.8
18	フィリピン	114.6	38	ブルンジ	40.4	58	スリランカ	13.1
19	コンゴ	107.8	39	ケニヤ	36	59	チュニジア	12.8
20	ガボン	106.7	40	チリ	36	60	スーダン	11.8

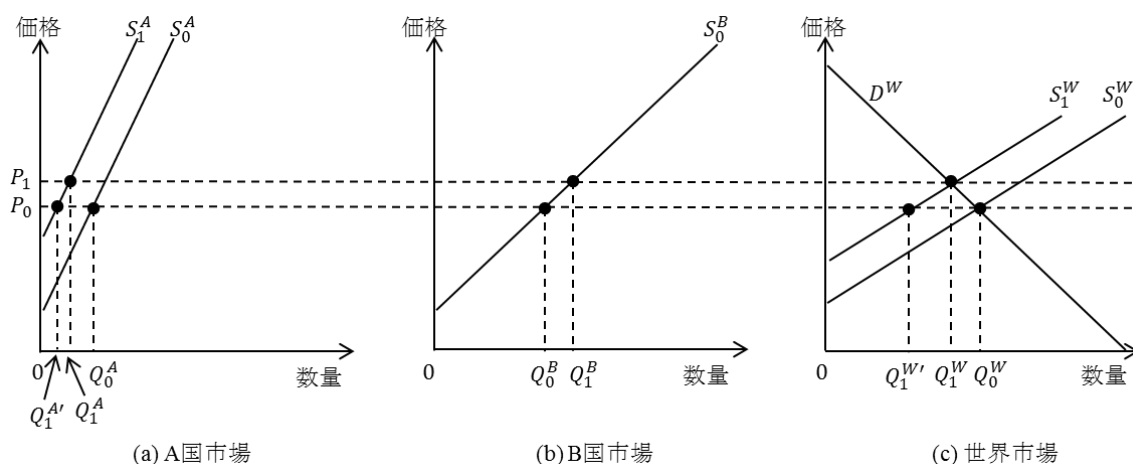
表 7-3 (つづき) 各国への REDD プラスに関する資金の投入額 (単位: 100 万ドル)

順位	国名	金額	順位	国名	金額	順位	国名	金額
61	ジャマイカ	10.3	81	サモア	2.6	101	セントビンセント・グレナディーン	0.7
62	トーゴ	9.4	82	ロシア	2.6	102	トリニダード・トバゴ	0.7
63	シエラレオネ	9.2	83	アルメニア	2.2	103	アルジェリア	0.6
64	アゼルバイジャン	8.3	84	アルバニア	2	104	トルコ	0.6
65	モーリタニア	7.8	85	アンゴラ	1.8			
66	ベリーズ	6.9	86	バングラディシュ	1.8			
67	ジンバブエ	6.2	87	東ティモール	1.6			
68	レバノン	5.6	88	キューバ	1.6			
69	カザフスタン	5.5	89	南アフリカ	1.6			
70	ドミニカ	4.7	90	シンガポール	1.4			
71	グルジア	4.6	91	エジプト	1.2			
72	ブータン	4.2	92	韓国	1.2			
73	グレナダ	3.7	93	イラン	1.2			
74	バハマ	3.7	94	モロッコ	1.1			
75	モンゴル	3.6	95	グニアビサウ	0.9			
76	ドミニカ共和国	3.4	96	ボツナワ	0.9			
77	アンティグア・バーブーダ	3.3	97	ベルギー	0.8			
78	フィジー	3.2	98	ナミビア	0.8			
79	ハイチ	3.2	99	バルバドス	0.7			
80	セントルシア	3	100	セントクリストファー・ネイビス	0.7			

## 7.5 REDD プラスに関するリーケージ問題

ここまで、REDDプラスによって行われる森林保全事業が増加するにつれ、GHGの削減量も増加することが仮定されていた。しかし実際には、必ずしもそうとは言えず、リーケージの問題が指摘されている。REDDプラスへの参加が引き起こすリーケージ問題とは、ある地域においてREDDプラス事業の下での森林保全がされることにより、他地域または他国における森林伐採が増加し、その結果、森林からのGHG排出量が増加することである。REDDプラスに関するリーケージには、次の2種類がある (Auckland et al. 2003)。まず、1つ目は、森林伐採者の移動によって生じるリーケージである。地域住民は、燃料収集のための森林伐採や、肥沃な農地を新たに得るための焼畑といった活動を、REDDプラスの下で行われる森林保全対象地域から他地域へと移動させるのである。

2つ目は、市場を介して生じる、間接的なリーケージである。REDDプラスによる森林保全は、木材の市場への供給を減少させ、木材価格を低下させる。これは、森林保全事業によってカバーされていない地域において、森林伐採者の伐採へのインセンティブを増加させ、より多くの森林伐採が行われるのである。



出典：Murray (2009) に、筆者が加筆修正。

図 7-6 リーケージの仕組み

ここで、市場を介して生じるリーケージの程度について考えよう。Murray (2009)は、リーケージ問題の程度について議論を行っている。ここで、A国とB国の2国からなる世界を考える。両国とも途上国であり、京都議定書における非附属書I国であるとする。どちらの国においても大規模な森林とそれに伴う地下の炭素ストックが存在し、森林伐採が行われているとする。両国で行われる森林伐採によって得られた木材は、世界市場へ供給される。両国とも世界市場の均衡価格を与件として、木材供給量を決定している。図7-6は、この状況を表している。図7-6におけるパネル(a)と(b)での $S_0^A$ と $S_0^B$ は、それぞれA国とB国における木材の供給曲線を示している。パネル(c)は、木材の世界市場を示しており、 $S_0^W$ と $D^W$ は、それぞれ世界市場における木材の供給曲線と需要曲線を示している。図中の、各文字の下付きで付いている0と1は、REDDプラスにA国が参加する前の状態(0)と参加した後の状態(1)を示している。A国がREDDプラスに参加する前の世界市場における木材の均衡価格は $P_0$ であり、均衡数量は $Q_0^W$ である。また、A国とB国からの木材の供給量は、それぞれ $Q_0^A$ と $Q_0^B$ である。

ここで、A国がREDDプラスに参加したとしよう。REDDプラスに参加したA国では、森林伐採が抑制されるため、供給曲線が $S_0^A$ から $S_1^A$ へと移動する。これに伴い、A国からの木材の供給量は $Q_1^A$ となる。また同時に、世界市場における木材供給が減少し、供給曲線が $S_0^W$ から $S_1^W$ へと移動する。木材価格が $P_0$ から変化しないのであれば、世界市場における取引量は、A国からの供給の減少を反映して、 $Q_1^W$ まで減少する。しかし、木材の世界価格は $P_0$ から $P_1$ へと変化するため、取引量は $Q_1^W$ となる。これは、以下の理由からである。まず、A国の供給量は $Q_1^A$ まで減少せずに $Q_1^A$ までの減少に留まるためである。一方、B国の供給量は価格の上昇に伴い、 $Q_1^B$ まで増加するためである。このB国における供給量の増加分（ $= Q_1^B - Q_0^B$ ）が、A国のREDDプラス参加がもたらす森林伐採のリーケージである。

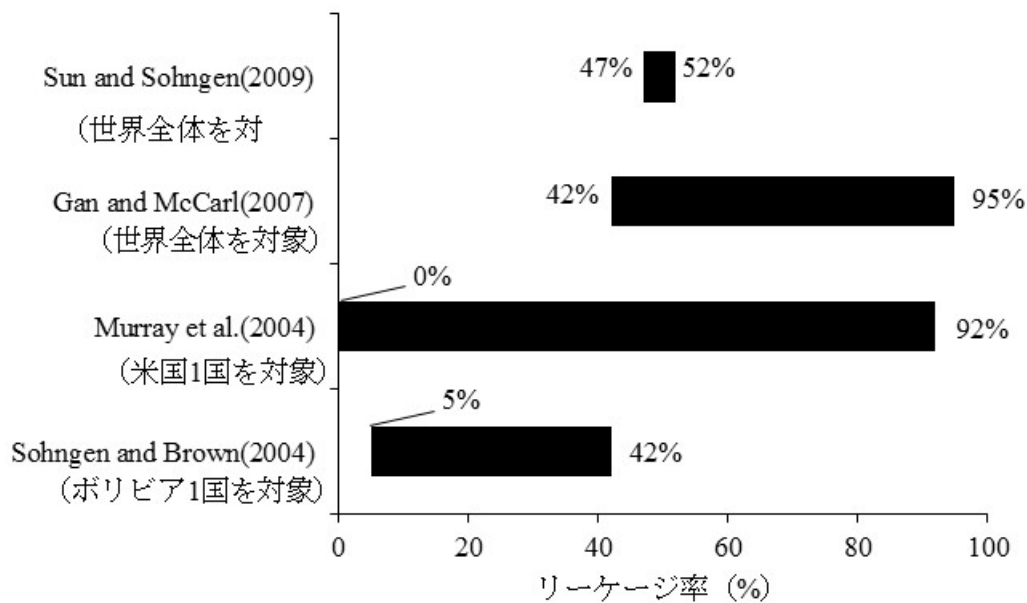
明らかに森林伐採のリーケージにより、A国のREDDプラスへの参加による森林伐採抑制とそれに伴うGHG排出量の削減効果は、相殺されてしまう。図7-6における $Q_1^B - Q_0^B$ が $Q_1^A - Q_0^A$ を超えていれば、A国のREDDプラスへの参加は、むしろ世界全体の森林からのGHG排出量を増加させてしまうことになるのである。このリーケージの効果は、次の3つの原因により拡大すると考えられる。1つ目の原因は、世界市場における需要が価格の変化に対して非弾力的であることである。この場合、REDDプラスの参加によってA国からの材木の供給量が減少すると、世界市場における需要側は、代替財となるB国からの材木への需要を増やしやすくなる傾向にあるためである（Murray et al., 2004）。2つ目の原因は、森林伐採単位当たりのGHG排出量が、REDDプラスに参加していない国（B国）の方が参加している国（A国）よりも多い場合である。3つ目の原因は、REDDプラスに参加する国が、世界の材木市場において、小さなシェアしか持っていない場合である。

REDD プラスへの参加がもたらすリーケージを定量的に捉えることは非常に難しい。しかしながら、これまでの先行研究には、森林保全活動がもたらすリーケージについての定量的評価がなされているものがある。図 7-7 は、それらの先行研究で指摘されているリーケージ率を表したものである。リーケージ率とは、以下のように計算される。ただし、GHG のリーケージ率は、下の式の「森林伐採」を「GHG」と置き換えればよい。

$$\text{森林伐採のリーケージ率} = \frac{\text{森林伐採の増加量}}{\text{REDD プラスによる森林伐採の削減量}}$$

Shongen and Browan(2004)は、ボリビアを対象にし、Murray et al. (2004)は米国1国を対象とした、そしてGan and McCarl(2007)とSun and Sohngen(2009)は世界全体を対象とした森林保全のもたらすリーケージについて、それぞれ研究をしている。1国を対象とした森林保全と比べて、世界全体を対象とした森林保全の方が、リーケージ率の平均値が高い傾向を示している。これは、森林保全対象地域から供給される木材の代替財となる、同質の木材の供給が他の地域より得やすいためである。また、図 7-7 から、世界全体の途上国において森林保全を行う REDD プラスにおいて、木材市場を通じた木材伐採のリーケージ率は高い水準になる可能性が高く、それに伴う GHG のリーケージも高くなる可能性が高い（平均して約 50%から 65%のリーケージ率）ということが分かる。この値は、排出削減制度の導入と比較して高いことに注意しなければならない。例えば、日本の中で排出量取引制度を導入した場合、リーケージ率は 20%から 30%である（武田他 2013）。以上のことから、REDD プラスの導入によって森林保全によって削減された GHG の約半分は、リーケージによって相殺されてしまうということが分かる。それゆえ、リーケージ問題への対策が、REDD プラスの制度設計の中では非常に重要な役割を持っていると言える。





出典：筆者作成。

図 7-7 先行研究に見られる森林保全がもたらすリーケージ効果

## 7.6 結論

本章では、まず GHG 削減としての森林保全を促す国際的枠組みである、REDD プラスの利点及び課題についての考察を行った。GHG 削減に関して国際的に法的拘束力のある目標を、各国が設定するという状況は、今後も起きる可能性は低いと考えられる。しかしながら、GHG の削減が行われな限り、地球温暖化は進行する。そのため、国際的に法的拘束力のある排出削減目標が明示的に掲げられなくとも、先進国、特に京都議定書における附属書 I 各国は、GHG 削減への貢献が期待されている。そのような附属書 I 各国に対して、REDD プラスは途上国における森林保全へ出資し、森林喪失による GHG 排出量削減を行うことで、世界の GHG 排出量削減へ貢献する道を提供している。

森林の劣化や喪失は、世界全体の GHG 排出源の内、約 20% を占めており、それらは主に中南米、東アジア及びアフリカに位置する途上国において発生している。既存研究によると、これらの国において 2005 年から 2030 年までの間に REDD プラスの下での森林保全事業によって GHG の削減を行うと、削減費用に関して以下の結果が得られることが分かった。まず、参照レベルからの 10% の GHG の削減は、10 ドル/CO<sub>2</sub> トン以下の費用で可能であることが分かった。次に、REDD プラスによる森林保全が行われた場合、10 ドル/CO<sub>2</sub> トンから 30 ドル/CO<sub>2</sub> トンの費用をかけることにより、参照レベルからの 50% から 90% 以上の GHG の削減が可能となることが分かった。さらに、10 ドル/CO<sub>2</sub> トンから 20 ドル/CO<sub>2</sub> トンを示した 2011 年度の EUETS のオフセット・クレジット価格と同等の費用を払うことにより、少なくとも参照レベルから 70% から 90% 以上の GHG の削減が可能となることが分かった。ここで、取引費用を考慮に入れても、なお、REDD プラスによる GHG 削減から出るクレジットは、他のオフセット・クレジットと競争力があるということが分かった。

上記のように、REDD プラスは効率的な GHG 削減を実現するために、国や国際的な公的機関、企業、個人などに有効なオプションを提示していると考えられる。しかし、REDD プラスが持つリーケージと呼ばれる副作用に対する対策も考えなければならない。その対策を立てなければ、リーケージによって REDD プラスによって削減された GHG の約 50% が相殺されてしまう可能性もあることが、既存研究の結果から分かる。

本章では、REDD プラスが効率的な GHG 削減を実現するオプションになり得るのかという点について、既存研究のレビューを通して検証した。しかし、本章では扱わなかったが、他にも潜在的な問題もあることに注意しなければならない。既存研究には、出資者の REDD プラスへの十分な参加があり、森林保全の資金が十分に得られるという前提があった。しかし、資金の提供に対するクレジットの配分の仕方が、出資者の REDD プラスへの参加に大きく影響する可能性がある。これは同時に、途上国の REDD プラスへの参加にも内生的に影響する。この点について、理論的な検証、または何らかのシミュレーション分析を用いた検証が行われるべきであると考えられる。

本章の後半では、REDD プラス事業が安定的に行われるようになるための要素と出資国の関心についても、1) ホスト国の経験の蓄積、2) 制度の整備の進捗、3) 国際的な資金の集中度の 3 点から検討した。1) について、REDD プラスのパイロット事業については、植林 CDM と比べて、森林政策が既に実施されている国（つまり森林政策の経験の蓄積がすでにある国）において、より展開されていることが分かった。2) について、REDD プラスの制度の整備進捗の上位国は、①メキシコ・ベトナム、②ペルー、③マダガスカル・インドネシア、④ラオス・ブラジルの順であることが分かった。3) については、資金は、主にキャパシティー・ビルディング、モニタリング技術の開発、REDD プラスの戦略やその他の政策の用意及び環境的便益の算定に、国際的に集中し、参照レベルとシナリオの構築への資金投入は少ないことが分かった。また、資金が集中している地域は、土地あたり炭素固定量が多いだけではなく、安定的な（不確実性が少ない）事業が可能な地域であることが分かった。

最後に、JCM の中で REDD プラスを運営した場合を考える。仮に、2020 年に REDD プラスが実際に運用されたならば、REDD プラス事業実施国での制度・技術整備が完全に終了している場合では、各国の森林面積や森林の土地 1 単位当たりの炭素固定量が多い国に、出資国は REDD プラス上への資金投下を行うことが望ましいと言える。しかしながら、2020 年度までに制度・技術整備が必ずしも終了するわけではない。そのような場合には、これまでのパイロット事業は、森林政策や法制度の整備に既に経験のある国や、技術・制度が比較的整った国に資金が集中する傾向にあったことを考慮に入れる必要がある。つまり、JCM 下では、できるだけ森林管理の経験が長い期間にわたって蓄積された国を選び、不安定な（または不確実性を持つ）事業運営を排除するために、制度・技術整備が比較的進んだ国を選ぶ必要があると考えられる。その上で、その国に対し、日本政府から出資を行い、当該国の制度・技術の整備の強化を行い、日本企業が当該国へ対する出資を行うような形態を作る必要があると考えられる。また、低炭素技術の普及や低炭素製品の普及といった他の JCM 事業と比べ、REDD プラスは炭素削減効果に関する測定誤差が大きい。そのため、2013 年より低炭素製品の普及事業の中でも設備補助の事業（たとえば設備補助事業系の高性能ボイラ補助事業）は JCM の枠組みの中で進んでいる。一方で、REDD プラスではパイロット事業の次の段階の事業が進んでいない。それゆえ、様々な制度・技術の整備の強化の中でも、測定に関する技術を強化し、測定から生まれる不確実性を取り除く努力を行わなければ、JCM として REDD プラスを運用することは現状のままでは難しいことに注意しなければならない。

## 8. 結論（全体のとりまとめ）

本研究を通じて、以下のことが達成され、かつ明らかになった。まず、二国間クレジット制度（JCM）の経済・雇用効果分析では、2010年国内産業連関表（延長表）と2005年国内産業連関表をもとに、ハイブリッド自動車部門と太陽光パネル部門、風力発電装置と地熱発電装置の4部門を新設し、新しい産業連関モデルを構築した（データの細分化）。この拡張した国内産業連関表を用いた分析では、ハイブリッド自動車、鉄道車両、風力発電装置の順で、経済波及効果が大きいことが示された。さらに、雇用効果については、照明機器、工業炉、ハイブリッド自動車の順で大きいことが示された。一方、経済波及効果と雇用効果が最も小さい品目は太陽光パネルとなった。経済効果は大きく、100億円のプロジェクト実施の場合に、ハイブリッド自動車においては300億円以上、その他製品でも200億円以上の生産誘発効果が期待されることが確認された。

次に、国際産業連関表を用いた二国間クレジット制度による国際的波及効果を分析した結果では、ハイブリッド自動車、風力発電装置、地熱発電装置の順で、経済効果が大きいことが示された。さらに、雇用効果では、照明機器、蓄電池、ハイブリッド自動車の順で大きいことが示された。また、インドネシア、マレーシア、タイを中心に、ホスト国にも一定の経済効果がもたらされることが示された。

JCMの削減効果については、12カ国（ベトナム、タイ、フィリピン、インドネシア、インド、バングラディシュ、モンゴル、スリランカ、メキシコ、コロンビア、マレーシア、コスタリカ）へ8品目（工業炉、冷蔵庫、洗濯機、照明機器、エアコン、自動車、太陽光パネル、地熱発電装置）の省エネ品目が100億円分輸出された場合のGHG削減量を試算した。分析の結果、工業炉の削減量が大きいこと、残りの7品目間では、照明機器が最も効果が高く、次に効果が高い品目は太陽光パネルとなった。また、削減量のばらつきも大きく、品目間で最大32倍の差（ただし、工業炉は除く）があることが分かった。国間でも最大26倍の差（ただし、工業炉は除く）があり、コスタリカでの削減量が小さく、モンゴルでの削減量が高い。国別の効果では、モンゴル、インド、マレーシア、インドネシアの順となっている。GHG削減を目的とするのであれば、上記の品目・国への輸出が有効であると言える。

欧州提案の部門別取組みであるSCM分析に関しては、GTAPデータに基づく電力部門を詳細化したCGEモデルを開発した。これにより、火力発電はミドル・ピーク電源として、原子力・水力は出力一定のベース電源としてモデル化することに成功し、各国の電源構成をモデルに反映することができるようになった。さらには、再生可能エネルギー発電を技術別（太陽光、地熱、風力、バイオマス）に細分化し、再生可能エネルギーは民間投資により拡大することを再現できるようになった。

この拡張した応用一般均衡（CGE）モデルを用いて、日本のSCMを実施した場合の分析を行った。日本と中国、アジア諸国とのSCMの分析を行った結果は以下のようにまとめられる。まず、マクロ的には日本はSCMに参加することで利益を得ることがわかった。SCMに参加した場合の方が、参加しないときよりも排出規制によるGDP、所得の減少額が縮小している。これはSCMのクレジット取得により日本独力での削減量が減少するという理由が大きい。第2に、個々のエネルギー集約部門の観点からもSCMの導入は日本にとって望ましい可能性が高いという考察を得た。また、SCMの受け入れ国側についても、SCMに参加することで、それほど大きくはないが利益を得る可能性が高いという結果が出た。SCMの受け入れ国はCO<sub>2</sub>削減を受け入れることになるため、GDP（生産）という面ではSCMに参加することで若干悪化するケースも生じたが、所得という観点からはほぼ全てのケースでSCMに参加することが望ましいという結果となった。

さらに、新メカニズムにおいて技術移転を促進するためのあり方についても検討した。特に、どのような途上国において低炭素技術移転のニーズがあるかを把握することを目的として、日本が関与したクリーン開発メカニズム（CDM）プロジェクトにおける技術移転の決定要因について計量的手

法を用いて分析した。その結果、①特許ストックは技術移転の確率に対してネガティブな影響を与えている、②人間開発指数（HDI）が高いほど技術移転の確率が高まる、③ODAの対GNI比率が高いほど技術移転が行われる傾向が強い、というものであった。さらに、これら3つの変数の集約化（主成分分析）、および発展段階を考慮したホスト国の分類（クラスター分析）を実施した結果、次のことが示唆された。

ODAへの依存度が高い段階にある途上国は設備と知識を組み合わせた技術移転を必要としていることや、人的資源の能力水準の向上が先進国による教育・訓練を伴わない形での気候変動緩和関連設備の移転を促進しようという示唆が得られた。援助に依存する途上国に対しては、関連設備の移転だけでなく、教育・訓練を通じた知識やノウハウの移転を併せたプロジェクトを設計する必要がある。一方で、人的資源の能力が高い水準に達していながら、自ら技術知識を生み出す能力は十分に備わっていない途上国の場合は、設備の移転のみでも対応可能な人材が豊富であることから、知識の移転を併せる必要性は高くないといえる。以上から、二国間クレジット制度において効果的に技術移転を進めるためには、途上国の発展段階に応じて以上のような配慮を行う必要があると考えられる。

REDDプラスについては、既存研究のレビューを通して、REDDプラスは、少なくともEU-ETSと同程度の価格のクレジットを提供できることが示唆された。しかし、資金の提供とクレジットの配分のタイミングが生む不確実性が、出資国と途上国のREDDプラスへの参加に影響がある可能性が示唆された。また、先行研究ではREDDプラスの削減量が多いことや、費用の低い可能性が指摘されていると同時に、モニタリングの不確実性が多いことも確認された。さらに、二国間クレジット制度の枠組みの中で、REDDプラスが安定的に行われるようになるための要素と出資国の関心について、(i)ホスト国の経験の蓄積、(ii)制度の整備の進捗、(iii)国際的な資金の集中度の3点から検討をした。(i)については、REDDプラスのパイロット事業は、植林/再植林CDMと比べて、森林政策が既に実施されている国（つまり森林政策の経験の蓄積がすでにある国）においてより展開されていることが分かった。(ii)については、REDDプラス制度の整備進捗度は、①メキシコ・ベトナム、②ペルー、③マダガスカル・インドネシア、④ラオス・ブラジルの順である。(iii)については、資金は、主にキャパシティ・ビルディング、モニタリング技術の開発、REDDプラスの戦略やその他の政策の用意、及び環境的便益の算定に、国際的に集中し、参照レベルとシナリオの構築への資金投入は少ないことが分かった。また、資金が集中している地域は、土地あたり炭素固定量が多いだけでなく、安定的な（不確実性が少ない）事業が可能な地域であることが分かった。

企業レベルでのGHG削減に関する分析では、まず、先進的な環境取組みを行っている企業や、二国間クレジット制度のパイロット事業に参加している企業に対するインタビュー調査を行った。その結果、二国間クレジット制度に関して、多くの企業で日本政府からの公的な支援や国際的な枠組みとの連携を重要視しているという点や、フィージビリティ・スタディー（FS）参加に至らなかった企業は二国間クレジット制度についての情報を必要としていることが明らかになった。

サーベイ調査の実証分析では、輸出企業であるほど、そして企業規模が大きい企業や環境取組みに積極的である企業ほど二国間クレジット制度についての認知が行われている可能性が示された。また、同様にサーベイ調査のデータを用いたScope3排出量把握行動のインセンティブに関する実証分析からは、ステークホルダーからの要求を受けている企業ほど、顧客からの情報開示要求がScope3把握カテゴリ数に強く影響を与えることが明らかになった。この点はグローバル化する企業のサプライチェーンにおけるGHG排出量把握を進めていく上で、企業間での情報開示要求やステークホルダーからの圧力が重要性をもつことを示している。

以上の各項目の分析結果から以下のことがいえる。経済分析から、二国間クレジット制度による日本国内への経済効果、雇用効果とアジア圏を中心とする国際的な波及効果があることが示唆された。したがってJCMにおいては、削減効果だけではなく、経済効果にも着目し、プロジェクトを選定すべきである。さらにCDMと比べ、対象となるプロジェクトが幅広い（日本が得意とする省エネ技術・製

品等) く、手続きに要する取引費用が低い点も、JCM の長所として挙げられる。一方、日本企業でのヒアリングやサーベイを通じて、二国間クレジット制度への企業のより多くの参加が見込めるかどうかは、二国間クレジット制度が欧州を中心とした国際コミュニティーにおける受容の進展に依存することも示唆された。

セクター別クレジット・メカニズムについては、導入されれば先進国における GDP や厚生的一面におけるメリットと、地球規模での効率的な GHG 削減が達成されるといった点が挙げられる。しかし、京都議定書において削減義務を課されていない途上国において、SCM の導入は排出削減義務を負うことに繋がるため、途上国側に参加インセンティブがあるかどうかは課題である。さらに、REDD プラスについては、大きな削減量が安価で見込めるが、その削減の品質に課題があることも示唆された。

なお、本研究での分析を通じて、環境製品・技術が明示的に取り扱うことができる産業連関表の重要性を認識することとなった。本研究では、分析に必要な環境製品・技術を新たに産業連関表に加えたが、今後はこうした部門（例えば、太陽光発電技術等）を独立した部門として取り扱う産業連関表を作成すべきであるとの認識を強く持った。

### Ⅲ 添付資料（参考文献、略語表、付録、調査票）

## 参考文献

- Aasrud, A., Baron, R., Buchner, B., and McCall, K. (2009) "Sectoral market mechanisms: Issues for negotiation and domestic implementation," OECD/IEA.
- Archibugi, D., and A. Coco (2004) "A New Indicator of Technological Capabilities for Developed and Developing Countries (ArCo)," *World Development*, 32 (4), pp. 629-654.
- Armington, P. S. (1969) "A Theory of Demand for Products Distinguished by Place of Production," *IMF Staff Papers* 16.
- Arimura, T. H., T. Miyamoto, H. Katayama and H. Iguchi (2012) "Japanese Firms' Practices for Climate Change: Emission Trading Schemes and Other Initiatives," *Sophia Economic Review*, 57, pp.31-54.
- Benecke, G., Friberg, L., Lederer, M., & Schröder, M. (2008). From public-private partnership to market: The clean development mechanism (CDM) as a new form of governance in climate protection. Berlin, Germany: SFB 700.
- Berry, M. A. & Rondinelli, A. D. (1998) "Proactive Corporate Environmental Management: A New Industrial Revolution" *The Academy of Management Executive*, 12(2), pp. 38-50.
- Bolscher H., J. van der Laan, S. Slingerland, J. Sijm, S. Bakker, T. Mikunda, Y. Wehnert, W. Sterk, J. Hoogzaad, M. Wemaere and D. Conway (2012) "Design Options for Sectoral Carbon Market Mechanism," CLIMA. B. 3/SER/2011/0029 Final Report to European Commission-DG Climate Action, pp.1-117.
- Boyd, E., Hultman, N., Roberts, J.T., Corbera, E., Colea, J., Bozmoski, A., Ebeling, J., Tippman, R., Mann, P., Brown, K., and Liverman, D.M. (2009) "Reforming the CDM for sustainable development: lessons learned and policy futures," *Environmental Science & Policy*, 12(7), pp. 820-831.
- Brammer, S. & Pavelin, S. (2008) "Factors Influencing the Quality of Corporate Environmental Disclosure" *Business Strategy and the Environment*, 17, pp. 120-136.
- Buysse, K. & Verbeke, A. (2003) "Proactive Environmental Strategies: A Stakeholder Management Perspective" *Strategic Management Journal*, 24, pp. 453-470.
- C. K. Pun K (1999) Factors influencing ISO 14000 implementation in printed circuit board manufacturing industry in Hong Kong. *Journal of Environment Plan Management*, 42, pp. 123-134.
- Cañón-de-Francia, J. & Garcés-Ayerbe, C. (2009) "ISO 14001 Environmental Certification: A Sign Valued by the Market?" *Environmental Resource Economics*, 44, pp. 245-262.
- Carbon Disclosure Project (2012) 「CDPジャパン500 気候変動レポート2012」 (<https://www.cdp.net/CDPResults/CDP-Japan-500-Climate-Change-Report-2012-JP.pdf>) (最終アクセス日: 2014年7月22日)
- Cacho O., G. Marshall, M. Mline. (2005) "Transaction and Abatement Costs of Carbon-sink Projects in Developing countries", *Environment and Development Economics*, 10(5), pp. 597-614.
- Darnall, N., Henriques, I. & Sadorsky, P. (2010) "Adopting Proactive Environmental Strategy: The Influence of Stakeholders and Firm Size" *Journal of Management Studies*, 47(6), pp. 1072-1094.
- Delmas, M. & Toffel, M. W. (2004) "Stakeholders and Environmental Management Practices: An Institutional Framework" *Business Strategy and the Environment*, 13, pp. 209-222
- Dechezleprêtre, A., M. Glachant, and Y. Ménière (2008) "The Clean Development Mechanism and the International Diffusion of Technologies: An Empirical Study," *Energy Policy*, 36,

- pp. 1273-1283.
- Doranova, A., I. Costa and G. Duysters (2010) “Knowledge Base Determinants of Technology Sourcing in Clean Development Mechanism Projects,” *Energy Policy*, 38, pp. 5550-5559.
- Ellis, J. and S. Kamel (2007) *Overcoming Barriers to Clean Development Mechanism Projects*, OECD, IEA (<http://www.oecd.org/env/cc/38684304.pdf>) (最終アクセス日：2014年11月24日) .
- Energy Information Administration (2010) *International Energy Outlook 2010*, Washington, D.C. : U.S. Department of Energy.
- Estrada, M., E. Trines , and I. Emmer (2012) “Comparative Study on REDD+: Recommendations for Action,” Working Paper, Silvestrum FoV.
- FAO (2012) “Global Forest Resources Assessment 2010, ” (<http://www.fao.org/forestry/fra/en/>).
- Fischer, C. and A. K. Fox (2007) “Output-Based Allocation of Emissions Permits for Mitigating Tax and Trade Interactions,” *Land Economics*, 83 (4), pp. 575-599.
- Ghomi, Z. B. & Leung, P. (2013) An Empirical Analysis of the Determinants of Greenhouse Gas Voluntary Disclosure in Australia, *Accounting and Finance Research*, 2(1), pp. 110-127.
- Government of Japan (2013) Submission by Japan on various approaches, including opportunities for using markets, to enhance the cost-effectiveness of, and to promote, mitigation actions. ([http://www.mmechanisms.org/document/130423\\_submission\\_japan.pdf](http://www.mmechanisms.org/document/130423_submission_japan.pdf)) (最終アクセス日：2014年7月22日)
- Haites, E., M. Duan, and S. Seres (2006) “Technology Transfer by CDM Projects,” *Climate Policy*, 6, pp. 327-344.
- Haites, E., G. A. Kirkman, K. Murphy, and S. Seres (2012) “Technology Transfer and the Clean Development Mechanism (CDM),” in: D. Ockwell and A. Mallett, eds., *Low-Carbon Technology Transfer: From Rhetoric to Reality*, Routledge, London, pp.165-184.
- Hall A. (2012), “Forests and Climate Change: The Social Dimensions of REDD in Latin America,” Edward Elgar Publishing Limited.
- Hart, S. L. (1995) “A natural-resource based view of the firm” , *Academy of Management Review*, 20(4), pp. 986-1014.
- Hašič, I., and N. Johnstone (2011) “CDM and International Technology Transfer: Empirical Evidence on Wind Power,” *Climate Policy*, 11, pp.1303-1314.
- Hayden, M., P. J. J. Veenendaal and Z. Zarnic (2010) “Options for International Financing of Climate Change Mitigation in Developing Countries,” *European Economy, Economic Papers* 406, February 2010.
- Herold, M. (2009) “An assessment of national forest monitoring capabilities in tropical non-Annex I countries: Recommendations for capacity building,” The Norway Government.
- IGES (2010) 『CDM改革に向けて』 ([http://www.iges.or.jp/jp/cdm/report\\_reform.html](http://www.iges.or.jp/jp/cdm/report_reform.html)).
- Institute of Developing Economics, Japan External Trade Organization (IDE-JETRO) 2012. Asian International Input-Output Table 2005: Explanatory Notes, (Asian International Input-Output Series, No. 78-79), Chiba: IDE-JETRO.
- International Energy Agency (2009) *Sectoral approaches in Electricity - Building bridges to a safe climate*, Paris : IEA Publications.
- International Energy Agency (IEA). (2013), Energy Statistics of OECD Countries 2013 Edition. IEA, OECD.
- International Energy Agency (IEA). (2013), Energy Statistics of Non-OECD Countries 2013 Edition. IEA, OECD.



- International Energy Agency (IEA). (2013), Energy Balances of OECD Countries 2013 Edition. IEA, OECD.
- International Energy Agency (IEA). (2013), Energy Balances of Non-OECD Countries 2013 Edition. IEA, OECD.
- International Energy Agency (IEA). (2013), Renewables Information 2013 2013 Edition. IEA, OECD.
- International Energy Agency (IEA). (2014), World Energy Outlook 2014. IEA, OECD.
- U.S. Energy Information Administration. (2014), International Energy Outlook 2014.
- IPCC(2014) “ Summary for Policymakers, In Climate Change 2014, Mitigation to Climate Change,” ,Edenhofer, O., R.Pichs-Madruga, Y.Sokona , E.Farahani, S.Kadner, K.Seyboth, A.Adler, I.Baam, S.Brunner, P.Eickmeier, B.Kriemann, J.Savolainen, S.Schomer, Cvon Stechow, T.Zwickel, J.C.Minx(eds.) Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, U.S.A.
- JICA 国際協力総合研修所 (2005)「第1章 官民パートナーシップの必要性」『途上国の開発事業における官民パートナーシップ導入支援に関する基礎研究』
- JICA 国際協力総合研修所 (2005)「第3章 他援助国、国際金融機関による PPP 導入支援」『途上国の開発事業における官民パートナーシップ導入支援に関する基礎研究』
- Kaan, C. (2014) *Partnerships for Decent Work and Food-Special Focus: Standard Setting. Transnational Partnerships: Effectively Providing for Sustainable Development?* Edited by M. Beisheim and A. Liese.
- Kim, J. E., Popp, D. and Prag, A. (2013) “The Clean Development Mechanism and Neglected Environmental Technologies,” *Energy Policy*, 55, pp.165-179.
- Lee, H., (2008) “The Combustion-based CO<sub>2</sub> Emissions Data for GTAP Version 7 Data Base,” ([https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/res\\_display.asp?RecordID=1143](https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/res_display.asp?RecordID=1143)).
- Miller, R.E. and P.D. Blair (2009) “Input-Output Analysis,” Cambridge University Press.
- Milne, M. (1999) “ Transaction Costs of Forest Carbon Projects” , Center for International Forest Carbon Projects” , Center for International Forestry Research (CIFOR) Bogor, Indonesia.
- MURILLO-LUNA, J. L., CONCEPCION GARCES-AYERBE & PILAR RIVERA-TORRES (2008) “Why Do Patterns of Environmental Response Differ? A Stakeholders’ Pressure Approach” *Strategic Management Journal*, 29, pp. 1225-1240.
- Nepstad, D., B.Soaresh-Fiho, F.Merry, P.Moutinho, H.O.Rodrigues, M.Bowman, S.Schwartzman, O.Almeida, S.Rivero(2007) “The Costs and Benefits of Reducing Carbon Emissions from Deforestation and Forest Degradation in the Brazilian Amazon.” , *United Nations Framework Convention on Climate Change Conference of the Parties of the Parties(COP), Thirteenth session, Bali, Indonesia*, The Woods Hole Research Center.
- Paltsev, S. (2001) “The Kyoto Agreement: Regional and Sectoral Contributions to the Carbon Leakage,” *Energy Journal*, 22(4), pp. 53-79.
- Popp, D. (2011) “International Technology Transfer, Climate Change, and the Clean Development Mechanism,” *Review of Environmental Economics and Policy*, 5 (1), pp.131-152.
- PricewaterhouseCoopers (2014) “CDP Japan 500 Climate Change Report 2014” (<https://www.cdp.net/CDPResults/CDP-Japan-500-Climate-Change-Report-2014.pdf>) [Accessed 21 September 2014].
- REDD Desk (2013), “A Collaborative for REDD Readiness,” (<http://theredddesk.org/> :最終アクセス日 2013年11月10日).

- REDD Desk (2014) “A Collaborative for REDD Readiness,” (<http://theredddesk.org/> : 最終アクセス日 2013 年 8 月 15 日).
- REDD+ Partnership (2013) “Voluntary REDD Database,” (<http://reddplusdatabase.org/> : 最終アクセス日 2013 年 11 月 10 日). A Collaborative for REDD Readiness,”
- Roberts, R. W. (1992) “Determinants of corporate social responsibility disclosure: An application of stakeholder theory” *Accounting, Organizations and Society* , 17(6), pp. 595-612.
- Rutherford, T. F., (2010), “GTAP7inGAMS,” (<http://www.mpsge.org/>).
- Seres, S., E. Haites, and K. Murphy (2009) “Analysis of Technology Transfer in CDM Projects: An Update,” *Energy Policy*, 37, pp. 4919-4926.
- Swallow B. (2008) “Opportunity Costs of Carbon Emissions from Land Use change in the Tropical Forest Margins.” Presentation at the Workshop on the Costs of REDD, The World Bank, Washington D.C., U.S.A., May 27 th.
- United Nations Development Programme (UNDP) (2011) *Human Development Report 2011*, United Nations Development Programme, New York.
- アジア経済研究所 (2013) 『アジア国際産業連関表 2005 年』(統計資料シリーズ No. 98)、アジア経済研究所.
- 有村俊秀・前田征児・和田潤、浦島邦子 (2011) 「排出量取引を利用した二酸化炭素回収・貯蔵技術の促進について」『科学技術動向』, pp. 20-32.
- 有村俊秀・武田史郎 編著 (2012) 『排出量取引と省エネルギーの経済分析 - 日本企業と家計の状況 - 』日本評論社.
- 有村俊秀・森田稔・井口衡・功刀祐之 (2012) 「日本企業と排出量取引の実態：クリーン開発メカニズムを中心に」有村俊秀・武田史郎編『排出量取引と省エネルギーの経済分析-日本企業と家計の状況-』日本評論社, pp. 101 - 120.
- 有村俊秀・片山東・山本芳華・井口衡 (2012b) 「日本企業の温暖化対策の現状」有村俊秀・武田史郎編『排出量取引と省エネルギーの経済分析-日本企業と家計の状況-』日本評論社, pp. 83 - 99.
- 市川昌広 (2010) 「マレーシア・サラワク州の森林開発と管理制度による先住民への影響 - 永久林と先住習慣地にちやくもくして」市川昌広・生方史数・内藤大輔編『熱帯アジアの人々と森林管理制度』, 人文書院, 25 - 43.
- 梅宮知佐・碓井健太 (2013) 「二国間クレジット制度 (JCM) のレビュー：日本政府、途上国政府、国連気候変動枠組条約 (UNFCCC) の三者の視点から」『IGES Discussion Paper』2013-09: 1-19.
- 海外電力調査会 (2014) 『海外諸国の電気事業』海外電力調査会.
- 戒能一成 (2006) 「日本の鉄鋼業の省エネルギー対策の費用対効果分析」、RIETI Discussion Paper Series 06-J-059 (<http://www.rieti.go.jp/jp/publications/summary/06120005.html>) (最終アクセス日：2014 年 1 月).
- 加賀隆一 (2010) 『国際インフラ事業の仕組みと資金調達 事業リスクとインフラファイナンス』中央経済社
- 加賀隆一 (2013) 『実践アジアのインフラ・ビジネス 最前線の現場から見た制度・市場・企業とファイナンス』日本評論社
- 小池純司 (2013) 『気候変動の分野におけるビジネス機会の急拡大と PPP の新たな展開』知的資産創造, 2013 年 4 月号: 4-11.
- 小池純司 (2014) 『新興国・途上国市場における官民連携のあり方』NRI パブリックマネジメントレビュー, Vol. 128: 1.
- 近江貴治 (2014) 「運輸部門における CDM・JCM プロジェクトの展開に向けた考察」『経済学研究』63(2):

187-196.

- 国際協力機構・国際熱帯木材機関（2012）「REDD-plus」  
（<http://www.jica.go.jp/publication/pamph/pdf/redd.pdf>）.
- 宍戸駿太郎 監修（2010）『産業連関分析ハンドブック』東洋経済新報社.
- 新メカニズム情報プラットフォーム（2013）「二国間クレジット制度の最新動向」  
（[http://www.mmechanisms.org/document/20131226\\_JCM\\_goj\\_jpn.pdf](http://www.mmechanisms.org/document/20131226_JCM_goj_jpn.pdf)）.
- 新メカニズム情報プラットフォーム（2013）『新メカ EXPRESS No.8』  
（[http://www.mmechanisms.org/document/new\\_Mecha-Express/NewMechaExp\\_Aug2013\\_J.pdf](http://www.mmechanisms.org/document/new_Mecha-Express/NewMechaExp_Aug2013_J.pdf)）（最終アクセス日：2014年7月22日）
- 新メカニズム情報プラットフォーム（2014）『新メカ EXPRESS No.10』  
（[http://www.mmechanisms.org/document/new\\_Mecha-Express/NewMechaExp\\_Mar2014\\_J.pdf](http://www.mmechanisms.org/document/new_Mecha-Express/NewMechaExp_Mar2014_J.pdf)）（最終アクセス日：2014年7月22日）
- 杉野誠・有村俊秀（2012）「排出量取引の国際リンク-現状と経済学的考察」有村俊秀・武田史郎編著『排出量取引と省エネルギーの経済分析-日本企業と家計の状況』日本評論社，pp. 3-19.
- 総務省（2007）『平成17年産業連関表 ー総合解説編ー』.
- 玉村千治・桑森啓編（2014）『国際産業連関分析論』、研究双書 No. 609、アジア経済研究所.
- 武田史郎・杉野誠・有村俊秀・山崎雅人（2012）「排出量取引の国際リンク及びCDMの経済分析」有村俊秀・武田史郎（編）『排出量取引と省エネルギーの経済分析-日本企業と家計の状況-』日本評論社，pp. 41-61.
- 武田至弘（2012）「電気自動車の生産がもたらす地域経済への波及効果分析」、小長谷一之・前川知史編『経済効果入門 地域活性化・企画立案・政策評価のツール』日本評論社.
- 田崎智宏（2006）「家電リサイクル法の実態効力の評価」、『国立環境研究所研究報告』、191. <http://www.nies.go.jp/kanko/kenkyu/setsumei/r-191-2006.html> よりダウンロード可能（2014年1月6日）
- 田村堅太郎・福田幸司（2011）「気候資金を巡る国際交渉と今後の展望」亀山康子・高村ゆかり編『気候変動と国際協調——京都議定書と多国間協調の行方』、慈学社出版，pp. 109-136.
- 爲近英恵・伴金美（2009）「排出権取引とCDM 事業：供給独占への日本の対応」、『日本経済研究』、第60巻，1-18.
- 地球環境戦略機関，IGES CDM プロジェクトデータベース，  
<http://pub.iges.or.jp/modules/envirolib/view.php?docid=967>（最終アクセス日 2013年11月10日）
- 塚越由郁（2013）「二国間オフセット・クレジット制度の効果的な活用に向けて」みずほ総合情報研究所 Working Papers，pp. 1-5.
- 中村諭・早見均・中村政男・鈴木将之（2008）『環境分析用産業連関表とその応用』慶應義塾大学出版会.
- 中野諭・鷺津明由（2013）「再生可能エネルギー電力施設建設アクティビティの作成と静的波及効果の推計」、早稲田大学社会科学総合学術院ワーキングペーパー，No. 2013-1，pp. 1-28.
- 南斉規介・森口祐一（2009）『産業連関表による環境負荷原単位データブック（3EID）：2005年表（β版）』、独立行政法人国立環境研究所 地球環境研究センター.
- 日刊自動車新聞社・日本自動車会議所（2012）『自動車年鑑ハンドブック 2012～2013年版』日刊自動車新聞社.
- 日本エネルギー経済研究所（2007）「総合的な経済・エネルギー・環境分析に資する技術情報の整備のための研究」『平成18年度内閣府経済社会総合研究所 委託調査』.
- 日本政府（2014）「二国間クレジット制度（Joint Crediting Mechanism（JCM））の最新動向」  
（<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/mechanism/bilateral.html>）（最終アクセス日：2014年

11月).

- 縫部敦子 (2011) 「クリーン開発メカニズムの課題と二国間クレジット制度の展望」  
([http://www.sc.mufg.jp/company/csr/env\\_act/article-09.html](http://www.sc.mufg.jp/company/csr/env_act/article-09.html)).
- 野村総合研究所 (2012) 「平成 23 年度エネルギー環境総合戦略調査 エネルギーの経済・雇用等への影響 成果報告書」 ([http://www.meti.go.jp/meti\\_lib/report/2012fy/E002585.pdf](http://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2012fy/E002585.pdf)) (最終アクセス日: 2014 年 11 月)
- 畑農鋭矢・山田昌弘, 2007, 「家計行動と公共政策の効果—構造パラメータの検証と推定」, 橘木俊詔編『政府の大きさと社会保障制度—国民の受益・負担からみた分析と効果』, 東京大学出版会, pp. 203-222.
- 稗貫峻一・本藤祐樹 (2013) “Employment Life Cycle Analysis of Geothermal Power Generation Using an Extended Input-Output Model”, *Journal of the Japan Institute of Energy*, 92, pp. 164-173.
- 百村帝彦 (2010) 「REDD 実施が村落に果たす役割と課題 - カンボジアの事例より」市川昌広・生方史数・内藤大輔編『熱帯アジアの人々と森林管理制度』, 人文書院, pp. 206 - 211.
- 藤川清史 (2005) 『産業連関分析入門—Excel と VBA でらくらく IO 分析—』日本評論社.
- 増田和也 (2010) 「インドネシアにおける環境造林と地域社会 - CDM 植林をめぐって」市川昌広・生方史数・内藤大輔編『熱帯アジアの人々と森林管理制度』, 人文書院, pp. 188 - 205.
- 三井逸友 (2011) 中小企業政策と「中小企業憲章」—日欧比較の 21 世紀. 花伝社.
- 宮本拓郎・馬奈木俊介 (2013) 「法制度・政治的要因と途上国への技術移転——クリーン開発メカニズムに関する実証分析」馬奈木俊介編著『環境・エネルギー・資源戦略——新たな成長分野を切り拓く』, 日本評論社, pp. 101-116.
- 文部科学省科学技術・学術政策研究所科学技術動向研究センター (2013) 「拡張産業連関表による再生可能エネルギー発電施設の経済・環境への波及効果分析」, DISCUSSION PAPER, No. 96, pp1-56 (<http://www.nistep.go.jp/archives/11161>) (最終アクセス日: 2014 年 11 月).

略語表

AEEI	Autonomous Energy Efficiency Improvement	
BAU	Business as Usual	
CCMT	Climate Change Mitigation Technologies	気候変動緩和技術
CCS	Carbon dioxide Capture and Storage	二酸化炭素回収・貯留
CDM	Clean Development Mechanism	クリーン開発メカニズム
CDP	Carbon Disclosure Project	
CDQ	Coke Dry Quenching	コークス乾式消化設備技術
CES	Constant Elasticity of Substitution	
CER	Certified Emission Reductions	認証排出削減量
CGE	Computational General Equilibrium	応用一般均衡
COP	Conference of the Parties	気候変動枠組条約締約国会議
DOE	Designated Operational Entity	指定運営組織
EU-ETS	European Union Emission Trading Scheme	EU 域内排出量取引制度
FCPF	Forest Carbon Partnership Facility	森林炭素パートナーシップ基金
FS	Feasibility Study	実現可能性に関する調査
GEF	Global Environment Facility	地球環境ファシリティ
GEF Trust-Fund	Global Environment Facility Trust-Fund	地球環境ファシリティ信託基金
GHG	Greenhouse Gas	温室効果ガス
GNI	Gross National Income	国民総所得
HDI	<i>Human Development Index</i>	人間開発指数
IEA	<i>International Energy Agency</i>	国際エネルギー機関
IET	<i>International Emission Trading</i>	国際排出量取引
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>	気候変動に関する政府間パネル
JCM	Joint Crediting Mechanism	二国間クレジット制度
JI	Joint Implementation	共同実施
JVETS	Japan's Voluntary Emissions Trading Scheme	自主参加型国内排出量取引制度
LCA	Life Cycle Assessment	ライフサイクルアセスメント
MDGs	Millennium Development Goals	ミレニアム開発目標
MRV	Monitoring, Reporting, Verification	計測、報告、検証
NMM	New Market Mechanisms	新しい市場メカニズム
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
OOF	Other Official Flows	その他の政府資金
PDD	project design document	プロジェクト設計書
PF	Private Flows	民間資金
PPP	Public Private Partnerships	官民連携
RBV	Resource Based View	
UNGC	United Nations Global Compact	国連グローバル・コンパクト
SCCF	Special Climate Change Fund	特別気候変動基金

SCM	Sectoral Crediting Mechanism	セクター別クレジットメカニズ ム
UNFCCC	United National Framework Convention on Climate Change	気候変動枠組条約
WEO	World Energy Outlook	

## 付録1 産業連関表の細分化

### 1.1 細分化の概要と作業内容

#### 1.1.1 細分化の概念

総務省が公表している『国内産業連関表（基本表）』や経済産業省が公表している『国内産業連関表（延長表）』は、環境財と通常の財を区別した記載がなされていない。そのため、JCMを通じた環境財・技術の輸出について精緻な分析を行う場合には、様々なデータを用いて、産業連関表の業種を環境財と通常の財とに細分化した産業連関表を作成する必要がある。

付図 1-1A には、具体例として、 $3 \times 3$  業種<sup>1</sup>について、細分化を行う前の産業連関表を示している。今、業種 B が生産する財に、環境財（B1）と通常の財（B2）の 2 種類があると仮定する。細分化前の産業連関表には、業種 B の投入額<sup>2</sup>（ $X_{A,B}, X_{B,B}, X_{C,B}$ ）、付加価値額（ $V_B$ ）、国内生産額（ $Y_B$ ）、産出額（ $X_{B,A}, X_{B,B}, X_{B,C}$ ）、及び最終需要額（ $F_B$ ）が含まれている。これらの数値は、環境財（B1）と通常財（B2）の金額が合算されたものである<sup>3</sup>。そこで、細分化する際には、各項目の金額を、環境財と通常財に分ける必要がある。

付図 1-1A 細分化前の産業連関表（ $3 \times 3$  業種）

	業種 A	業種 B	業種 C	最終需要額	国内生産額
業種 A	...	$X_{A,B}$	...	...	...
業種 B	$X_{B,A}$	$X_{B,B}$	$X_{B,C}$	$F_B$	$Y_B$
業種 C	...	$X_{C,B}$	...	...	...
付加価値額	...	$V_B$	...		
国内生産額	...	$Y_B$	...		

付図 1-1B には、業種 B を B1 財と B2 財に細分化した後の産業連関表（ $4 \times 4$  業種）を示している。ただし、業種 B1 と B2 の各要素の合計は、付図 1-1A の業種 B の数字と一致している。例えば、付図 1-2 における業種 B1 と業種 B2 の業種 A への産出額（ $X_{B1,A}$  と  $X_{B2,A}$ ）の合計は、付図 1-1A における業種 B から業種 A への産出額（ $X_{B,A}$ ）と一致している（ $X_{B1,A} + X_{B2,A} = X_{B,A}$ ）。

<sup>1</sup> 総務省が公表している『国内産業連関表（基本表）』の内生部門は、 $520 \times 407$ （520 行、407 列）によって構成されている。ここでは、簡略化のために、産業連関表が  $3 \times 3$ （3 行  $\times$  3 列）によって構成されていると仮定する。

<sup>2</sup> 以下、費用構造と略す。

<sup>3</sup> 以下では、環境財を生産する業種を B1、通常財を生産する業種を B2 と略す。

付図 1-1B 細分化後の産業連関表 (4×4 業種)

	業種 A	業種 B1	業種 B2	業種 C	最終需要額	国内生産額
業種 A	…	$X_{A,B1}$	$X_{A,B2}$	…	…	…
業種 B1	$X_{B1,A}$	$X_{B1,B1}$	$X_{B1,B2}$	$X_{B1,C}$	$F_{B1}$	$Y_{B1}$
業種 B2	$X_{B2,A}$	$X_{B2,B1}$	$X_{B2,B2}$	$X_{B2,C}$	$F_{B2}$	$Y_{B2}$
業種 C	…	$X_{C,B1}$	$X_{C,B2}$	…	…	…
付加価値額	…	$V_{B1}$	$V_{B2}$	…		
国内生産額	…	$Y_{B1}$	$Y_{B2}$	…		

細分化に必要な情報は、産業連関表には含まれていない。そのため、様々なデータソースから必要な情報を収集する必要がある。以下では、列方向への細分化に必要なデータを説明する。続いて、行方向への細分化に必要なデータを説明する。

まず、列方向への細分化に必要な情報は、1) 国内生産額（売上高、 $Y_{B1}$ ）、2) 付加価値額（または付加価値率、 $V_{B1}$ ）、3) 各業種から購入した中間投入物の額<sup>4</sup>（または各業種への支出が支出全体に占める割合、 $X_{A,B1}$ 、 $X_{B1,B1}$ 、 $X_{B2,B1}$ 、 $X_{C,B1}$ ）の3種類である。国内生産額以外の情報は、一般的に、秘匿情報の場合が多い<sup>5</sup>。

次に、行方向への細分化に必要な情報は、1) 国内生産額（売上高、 $Y_{B1}$ ）、2) 最終需要額<sup>6</sup>（ $F_{B1}$ ）、3) 中間投入物として各業種に供給した量（金額、 $X_{B1,A}$ 、 $X_{B1,B1}$ 、 $X_{B1,B2}$ 、 $X_{B1,C}$ ）の3種類である。列方向の細分化と同様に、中間投入物として各業種に供給した量（金額）の情報を入手することは、一般的に困難である場合が多い。

### 1.1.2 細分化の作業

列方向の細分化を行う際には、まず、業種 B の国内生産額（ $Y_B$ ）を、業種 B1 の国内生産額（ $Y_{B1}$ ）と業種 B2 の国内生産額（ $Y_{B2}$ ）に分ける必要がある。B1 財の国内生産額（ $Y'_{B1}$ ）の情報を入手することは、比較的容易である<sup>7</sup>。よって、B1 財の国内生産額（ $Y'_{B1}$ ）の値を、産業連関表内での業種 B1 の国内生産額（ $Y_{B1}$ ）として仮定することにより、業種 B の国内生産額（ $Y_B$ ）から業種 B1 の国内生産額（ $Y_{B1}$ ）を引いて、業種 B2 の国内生産額（ $Y_{B2}$ ）を求めることができる。

次に、付加価値額（ $V'_j$ ）と費用構造（ $X'_{ij}$ ）<sup>8</sup>に関する情報の入手割合に応じて、1) 付加価値額と費用構造の両方が入手可能なケース、2) 付加価値額は入手できるが、費用構造の情報が入手できないケース、3) 費用構造の情報は入手できるが、付加価値額の情報が入手できないケースの3つのケースが考えられる。

<sup>4</sup> 以下では、費用構造と略す。

<sup>5</sup> 2012年度に実施した企業のヒアリング調査では、3) 各業種から購入した中間投入物の額は、生産に用いる技術を明らかにしてしまうため、秘匿情報であるとの説明を受けた。

<sup>6</sup> ここで、最終需要額は、国内消費額（C）、投資額（I）、政府支出額（G）と輸出額（X）の合計から輸入額（M）を引いた額である。

<sup>7</sup> 本付録では、外部のデータセットから得た情報にはプライム（'）を使って産業連関表のデータと区別している。

<sup>8</sup> ここでは、費用構造は、1単位の財を生産するために必要な中間財の投入金額であると仮定する。費用構造の情報が、単位当たり価格に占める割合の場合は、投入係数の計算が不要である。



### 1) 付加価値額と費用構造の両方が入手可能なケース

付加価値額と費用構造の両方が入手可能な場合、まず、投入係数のベクトル ( $\mathbf{A}_{i,j}$ ) を求める必要がある。投入係数のベクトルの各要素 ( $a_{i,j}$ ) は、各産業からの中間投入額を国内生産額で割った値である。投入係数は、一般的に、以下の式で表す。

$$a_{i,j} = \frac{X'_{i,j}}{\sum_{i=1}^n X'_{i,j} + V'_j}$$

業種 B を業種 B1 と業種 B2 に細分化する場合の式は、以下の通りである。

$$a_{i,B1} = \frac{X'_{i,B1}}{\sum_{i=1}^n X'_{i,B1} + V'_{B1}}$$

次に、付加価値額と国内生産額を用いて、以下のように付加価値率を計算する。

$$v_j = \frac{V'_j}{\sum_{i=1}^n X'_{i,j} + V'_j} \quad \text{または、} \quad v_{B1} = \frac{V'_{B1}}{\sum_{i=1}^n X'_{i,B1} + V'_{B1}}$$

上記の方法で求めた投入係数と付加価値率を使って、産業連関表のデータと整合的な細分化された産業連関表を作成する。具体的には、以下のように、B1 財の国内生産額 ( $Y_{B1}$ ) にそれぞれの値 ( $a_{i,B1}$  と  $v_{B1}$ ) を掛け合わせる。

$$X_{i,B1} = a_{i,B1} \times Y_{B1} \quad \text{または、} \quad V_{B1} = v_{B1} \times Y_{B1}$$

### 2) 付加価値額が入手できるが、費用構造の情報が入手できないケース

付加価値額は入手できるが、費用構造の情報が入手できない場合、以下の方法で細分化を行うことが可能である。まず、B1 財の付加価値額 ( $V'_{B1}$ ) を B1 財の国内生産額 ( $Y_{B1}$ ) で割った付加価値率を計算し、その求めた付加価値率を 1 から引いく。

$$b_{B1} = 1 - v_{B1}$$

次に、B1 財の国内生産額 ( $Y_{B1}$ ) が B 財の国内生産額 ( $Y_B$ ) に占める割合を計算する。

$$r_{B1} = \frac{Y_{B1}}{Y_B}$$

最後に、各部門からの投入額に、 $b_{B1}$ と $r_{B1}$ を掛け合わせると、各部門からの投入金額（ $X_{i,B1}$ ）が求まる。

$$X_{i,B1} = X_i \times b_{B1} \times r_{B1}$$

### 3) 費用構造の情報は入手できるが、付加価値額が入手できないケース

費用構造の情報は入手できるが、付加価値額の情報が入手できない場合、以下の方法によって細分化された産業連関表を作成することが可能である。

まず、費用構造の情報を用いて中間投入財の合計金額（ $D_{B1}$ ）を求める。

$$D_{B1} = \sum_{i=1}^n X'_{i,B1}$$

次に、B1財の国内生産額（ $Y_{B1}$ ）から中間投入財の合計金額（ $D_{B1}$ ）を引いて、付加価値額を求める。

$$V_{B1} = Y_{B1} - D_{B1}$$

## 1.2 自動車部門の細分化

自動車部門は、産業連関表の大分類の輸送機械部門に属している。また、産業連関表の中分類では、乗用車、その他自動車及び自動車部品に分けられている。しかし、乗用車は、小分類と基本分類では更なる細分化が行われていない。

乗用車部門が製造する財の例としては、軽乗用車、小型乗用車、普通乗用車の3種類となっている。そのため、現行の産業連関表では、ハイブリッド自動車や電気自動車（EV）等をガソリン自動車と一緒に分類されている。しかし、この分類では、精緻な分析を行うことが困難である。そこで、部門の細分化を実施し、新たにハイブリッド自動車を新設する必要がある。ここでは、付録1.1節で紹介した手法を用いて、自動車部門の細分化について説明する。

### 1.2.1 自動車産業の動向

付表1-2は、乗用車、ハイブリッド車、電気自動車の年度別保有台数をまとめている。乗用車の保有台数は、増加しているものの、頭打ちの傾向が見て取れる。一方、ハイブリッド車の保有台数は、2000年代の前半から着実に増加している。電気自動車の保有台数は、2010年以降より急激に保有台数を増やしているが、乗用車全体に占める規模は非常に小さい。

付表 1-2 ハイブリッド車・電気自動車の年度別保有台数（単位：台）

	乗用車	ハイブリッド車	電気自動車
1998年	48,684,206	3,428	638
1999年	49,968,149	22,503	737
2000年	51,222,129	37,168	772
2001年	52,449,354	50,556	763
2002年	53,487,293	74,255	778
2003年	54,471,376	90,876	730
2004年	55,288,124	132,120	665
2005年	56,288,256	196,596	612
2006年	57,097,670	256,668	571
2007年	57,510,360	342,778	524
2008年	57,551,248	428,771	496
2009年	57,682,475	535,964	479
2010年	57,902,835	983,567	427
2011年	58,139,471	1,418,375	4,940
2012年	58,729,343	2,032,793	13,599

出所：自動車検査登録情報協会（2012）『平成 24 年版 わが国の自動車保有動向』を基に、筆者作成。

付表 1-3 乗用車の生産台数（単位：台）

	乗用車		
	生産台数	うち輸出	ハイブリッド自動車
1975年	4,567,854	1,827,286	-
1980年	7,038,108	3,947,160	-
1985年	7,646,816	4,426,762	-
1990年	9,947,972	4,482,130	-
1995年	7,610,533	2,896,216	-
2000年	8,359,434	3,795,852	N.A.
2005年	9,016,735	4,363,168	61,221
2010年	8,310,362	4,275,366	487,270

出所：日刊自動車新聞社・日本自動車会議所（2012）、[http://hybrid-eco.net/co\\_towa.html](http://hybrid-eco.net/co_towa.html)を基に、筆者作成。

付表 1-2 では、自動車ストックに関するデータであるため、実際の販売台数（フロー）を概観する。付表 1-3 は、乗用車の国内生産台数及び輸出台数を年別にまとめている。2005 年と 2010 年における自動車生産台数は、9,016,735 台と 8,310,362 台である。一方、2005 年と 2010 年のハイブリッド自動車の販売台数は、それぞれ、61,221 台（0.68%）と 487,270 台（5.86%）であった<sup>9</sup>。付表 1-3 より、全体の自動車の販売台数は減少しているものの、ハイブリッド自動車の販売台数は着実に増加していることが見て取れる。

<sup>9</sup> ハイブリッド自動車の販売台数は、車種別の情報を提供している、[http://hybrid-eco.net/co\\_towa.html](http://hybrid-eco.net/co_towa.html) から得ている。一方、（財）日本自動車工業会（[http://www.jama.or.jp/eco/eco\\_car/shipment/index2005.html](http://www.jama.or.jp/eco/eco_car/shipment/index2005.html)）が公表している 2005 年及び 2010 年の出荷台数は、それぞれ 61,221 台と 445,757 台であった。  
[http://www.jama.or.jp/eco/eco\\_car/shipment/index2010.html](http://www.jama.or.jp/eco/eco_car/shipment/index2010.html).

次に、付表 1-4A と付表 1-4B では、2005 年と 2010 年のエコカーの販売台数をまとめている。電気自動車や燃料電池自動車は環境性能が優れている反面、販売台数は一般の自動車と比較して極めて少ない。つまり、これらの自動車は、日本経済に占める割合が小さく、現段階では、細分化することが難しい。一方、ハイブリッド自動車の販売台数は、年々増加傾向にあり、市場規模も拡大している。よって、ハイブリッド自動車部門を新設する意義があると考えられる。

付表 1-4A エコカー販売台数 (2005 年) (単位：台数)

		乗用車		貨物車		バス	合計
		普通・小型車	軽自動車	普通・小型車	軽自動車		
低公害車	燃料電池自動車	16	0	0	0	0	16
	電気自動車	0	0	0	0	0	0
	ハイブリッド自動車	59,756	0	1,451	18	38	61,263
	天然ガス自動車	25	11	2,133	803	94	3,066
	メタノール自動車	0	0	0	0	0	0
	小計	59,797	11	3,584	821	132	64,345
低燃費かつ低排出ガス認定車※	平成17年基準排出ガス75%低減レベル ☆☆☆	1,763,812	361,759	5,261	0	0	2,130,832
	平成17年基準排出ガス50%低減レベル ☆☆☆	662,413	693,386	105,063	147,767	0	1,608,629
	平成12年基準排出ガス75%低減レベル ☆☆☆	37,949	0	0	0	0	37,949
	平成12年基準排出ガス50%低減レベル ☆☆☆	8,035	0	0	224,446	0	232,481
	平成12年基準排出ガス25%低減レベル ☆	57,490	69,485	0	4,581	0	131,556
	小計	2,529,699	1,124,630	110,324	376,794	0	4,141,447
	ディーゼル代替LPG自動車	0	0	1,778	0	21	1,799
水素自動車	2	0	0	0	0	2	
合計	2,589,498	1,124,641	115,686	377,615	153	4,207,593	

出所：日本自動車工業会（2007）より、筆者作成。

付表 1-4B エコカー販売台数 (2010年) (単位：台数)

		乗用車		貨物車		バス	合計
		普通・ 小型車	軽自動車	普通・ 小型車	軽自動車		
低公害車	燃料電池自動車	1	0	0	0	0	1
	電気自動車	4,816	2,687	0	0	0	7,503
	ハイブリッド自動車	444,535	0	1,217	5	97	445,854
	天然ガス自動車	0	0	559	431	10	1,000
	メタノール自動車	0	0	0	0	0	0
	小計	449,352	2,687	1,776	436	107	454,358
低燃費かつ 低排出ガス 認定車※	平成17年基準排出ガス 75%低減レベル ☆☆☆	1,829,926	983,898	68,722	40,469	0	2,923,015
	平成17年基準排出ガス 50%低減レベル ☆☆☆	58,110	68,567	8,974	60,676	0	196,327
	小計	1,888,036	1,052,465	77,696	101,145	0	3,119,342
ディーゼル代替LPG自動車		0	0	399	0	6	405
水素自動車		0	0	0	0	0	0
合 計		2,337,388	1,055,152	79,871	101,581	113	3,574,105

出所：日本自動車工業会（2012）より、筆者作成。

次に、どの車種が最も普及しているハイブリッド自動車であろうかについて見てみる。付表 1-5 は、メーカー別のハイブリッド車の販売台数の推移を示している。トヨタ自動車の販売台数は、2005 年においては 96.8%を占めている。一方、トヨタ自動車の市場シェアは、減少しているものの、2010 年においても 81.6%を占めている。よって、トヨタ自動車は、ハイブリッド自動車市場をリードしている企業であることが窺える。

付表 1-5 ハイブリッド車の販売台数の推移（メーカー別）（単位：台数、%）

	ホンダ	日産	トヨタ
2004年	494 (0.7%)	0 (0.0%)	68,579 (99.3%)
2005年	1,932 (3.2%)	0 (0.0%)	58,388 (96.8%)
2006年	7,844 (9.8%)	0 (0.0%)	72,371 (90.2%)
2007年	4,392 (5.1%)	0 (0.0%)	81,055 (94.9%)
2008年	5,125 (4.7%)	0 (0.0%)	103,266 (95.3%)
2009年	97,049 (27.9%)	0 (0.0%)	250,680 (72.1%)
2010年	87,492 (18.2%)	1,171 (0.2%)	391,993 (81.6%)
2011年	134,188 (28.9%)	13,603 (2.9%)	315,782 (68.1%)

出所：日刊自動車新聞社・日本自動車会議所（2012）『自動車年鑑 2012-2013』を基に、筆者作成。

注：ただし、カッコ内は、市場シェアを表している。

付表 1-6 は、2005 年と 2010 年における、車種別の販売台数及び市場シェアを示している。付表 1-6 より、トヨタ自動車販売するプリウス（2005 年 71.3%、2010 年 64.8%）が最も高い市場シェアを

占めていることが分かる。そのため本節では、プリウスを代表的なハイブリッド自動車と設定し、プリウスに関する情報を用いてハイブリッド自動車部門を新設する。

付表 1-6 車種別販売台数（単位：台数、％）

メーカー	自動車の車種	2005年		2010年	
		台数	市場シェア	台数	市場シェア
トヨタ	トヨタ プリウス(プリウスαを含む)	43,670	71.3%	315,669	64.8%
	エスティマハイブリッド	2,145	3.5%	10,836	2.2%
	ハリアーハイブリッド	5,310	8.7%	1,926	0.4%
	その他	6,619	10.8%	39,601	8.1%
ホンダ	シビックハイブリッド	1,815	3.0%	3,957	0.8%
	インサイト	119	0.2%	38,080	7.8%
	その他	0	0.0%	46,870	9.6%
スズキ	ツイン全体	1,543	2.5%	0	0.0%
レクサス	レクサスHS250h	0	0.0%	14,247	2.9%
	その他	0	0.0%	14,626	3.0%
日産	フーガハイブリッド	0	0.0%	1,458	0.3%
合計		61,221	100.0%	487,270	100.0%

出所：<http://hybrid-eco.net/hanbaidaisu.html> を基に、筆者作成。

### 1.2.2 列方向の細分化

列方向の細分化に必要な情報は、1) 国内生産額（売上高）、2) 付加価値額（または付加価値率）、3) 各業種から購入した中間投入物の額（または各業種への支出が支出全体に占める割合）の3種類である。

入手可能なハイブリッド自動車のデータは、非常に限定されている。例えば、ハイブリッド自動車の国内生産額は、公表されていない。また、付加価値率と各業種から購入した中間投入物の額は、入手できない。しかし、以下の方法を用いることにより、細分化は可能である。

ハイブリッド自動車の国内生産額の計算は、①産業連関表の自動車部門の国内生産額（ $Y_{AUTO}$ ）、②自動車全体の生産台数（ $Q_{GAS}$ ）、③ハイブリッド自動車の生産台数（ $Q_{HYBRID}$ ）、④ガソリン自動車とハイブリッド自動車の生産費用の差（ $\Delta COST_i$ ）、4種類の情報を用いて行うことが可能である。

まず、 $\Delta COST_i$ について説明する。日本エネルギー経済研究所（2007）と武田（2012）によると、ハイブリッド自動車の販売価格は220万円であり、同じクラスのガソリン自動車<sup>10</sup>の価格は180万円である。そのため、ハイブリッド自動車の販売価格は、ガソリン自動車よりも40万円ほど高くなっている。この価格差は、ハイブリッド自動車固有の部品によるものであると考えられる。具体的には、モーター・発電機、パワーコントロール・ユニット、蓄電池、その他部品である（付表 1-7 を参照）。蓄電池は16万円多くなっている一方、蓄電池以外の投入額は8万円多くなっている。

<sup>10</sup> この価格は、トヨタ自動車のプリウスの標準的な販売価格となっている。

付表 1-7 ハイブリッド自動車とガソリン自動車の価格差（単位：万円）

		ハイブリッド自動車	ガソリン自動車
共有部品	エンジン	43.2	43.2
	シャーシ	19.8	19.8
	車体	41.4	41.4
	電装品・電子部品	36.0	36.0
	用品	39.6	39.6
ハイブリッド自動車 固有部品	モーター・発電機	8.0	-
	パワーコントロール・ユニット	8.0	-
	その他	8.0	-
	蓄電池	16.0	-
合計		220.0	180.0

出所：武田（2012）参照。

ハイブリッド自動車の固有な技術は、どの業種が供給しているのだろうか<sup>11</sup>。武田（2012）によると、モーター・発電機は回転電気機械部門が供給し、パワーコントロール・ユニット及びその他の部品をその他産業用電気機器部門が供給している。また、蓄電池は、蓄電池部門が供給している（武田、2012）。

自動車部門を産業連関表の列方向で見ると、回転電気機械部門およびその他産業用電気機器部門からの投入額がゼロとなっている。すなわち、現行の産業連関表と細分化した産業連関表が整合的になるためには、武田（2012）の情報をそのまま用いることができない<sup>12</sup>。そこで本節では、パワーコントロール・ユニットとその他の部品を供給している業種を自動車部品と仮定して細分化を行った。自動車部品部門は、回転電気機械部門からの中間財を購入しているためこの仮定を用いた。

次に、産業連関表のデータと整合的な自動車の価格を求める必要がある。産業連関表のデータでは、自動車の1台当たりの価格は、以下の式によって計算することが可能である。

$$P_{AUTO} = \frac{Y_{AUTO}}{Q_{AUTO}} = \frac{Y_{AUTO}}{Q_{GAS} + Q_{HYBRID}} \quad (\text{付 1-1})$$

ここで、 $Y_{AUTO}$  は、産業連関表に記載されている自動車部門の国内生産額である。また、 $Q_{AUTO}$  は、自動車の生産台数、 $Q_{HYBRID}$  はハイブリッド自動車の生産台数である。2005年の平均価格は、162万円<sup>13</sup>であった。一方、2010年の平均価格は、169万円<sup>14</sup>であった。この価格は、ハイブリッド自動車や高級ガソリン自動車の他に小型自動車や軽自動車といった比較的安い自動車も含まれているため、前述のハイブリッド自動車と同じクラスのガソリン自動車の価格（180万円）よりも安くなっている。

付 1-1 式で計算した価格は、自動車の1台当たりのものであり、ハイブリッド自動車の価格になっ

<sup>11</sup> ここでは、産業連関表の基本分類の業種に焦点をあてている。

<sup>12</sup> 武田（2012）の情報をそのまま用いると、データの整合性を保つためにデータの調整が必要である。実際の自動車部門のデータには、回転電気機械部門およびその他産業用電気機器部門からの投入金額がない。そのため、武田（2012）の手法を用いると、細分化後のガソリン自動車の投入額をそれぞれマイナスの金額を設定するか、他の調整方法が必要となる。ここでは、問題を回避するために、自動車部品部門がそれぞれの部品を供給していると仮定して細分化を行う。

<sup>13</sup> 2005年の売上高は14.62兆円、生産台数は901万台である。

<sup>14</sup> 2010年の売上高は14.07兆円、生産台数は831万台である。

ていない。細分化前と細分化後のデータを整合的にするために、以下の方法で、ガソリン自動車とハイブリッド自動車の価格を計算することが可能である。

自動車部門の販売額（国内生産額）は、ガソリン自動車の販売額とハイブリッド自動車の販売額の合計である。

$$Y_{AUTO} = Y_{GAS} + Y_{HYBRID} \quad (\text{付 1-2})$$

ガソリン自動車とハイブリッド自動車の販売額については、以下の関係が成り立っている。

$$\begin{aligned} Y_{GAS} &\equiv P_{GAS} \times Q_{GAS} \\ Y_{HYBRID} &\equiv P_{HYBRID} \times Q_{HYBRID} \end{aligned} \quad (\text{付 1-3})$$

ここで、 $P_i$ は自動車*i*の平均販売価格であり、 $Q_i$ は自動車*i*の販売台数である。次に、ガソリン自動車とハイブリッド自動車の価格には、以下の関係が成り立っている。

$$P_{HYBRID} = P_{GAS} + 40\text{万円} \quad (\text{付 1-4})$$

よって、付 1-3 式と付 1-4 式を付 1-2 式に代入して整理することで、以下の式になり、ガソリン自動車の価格が求まる。

$$P_{GAS} = \frac{Y_{AUTO} - (40\text{万円} \times Q_{HYBRID})}{(Q_{GAS} + Q_{HYBRID})} \quad (\text{付 1-5})$$

さらに、付 1-5 式で求めた値を付 1-4 式に代入すると、ハイブリッド自動車の価格が求まる。付表 1-8 は、以上の方法で求められた、2005 年と 2010 年のハイブリッド自動車とガソリン自動車の価格をまとめている。

付表 1-8 ハイブリッド自動車とガソリン自動車の価格（単位：百万円、名目）

	2005年	2010年
ハイブリッド自動車	2.028	2.070
ガソリン自動車	1.628	1.670

ハイブリッド自動車部門の国内生産額（ $Y_{HYBRID}$ ）は、ハイブリッド自動車の単位当たり価格とハイブリッド自動車の販売台数の積で求まる。

内生部門の細分化は、以下の手順によって行う。第 1 に、ハイブリッド自動車の市場シェアを求める。第 2 に、ハイブリッド自動車部門の蓄電池部門および自動車部品部門以外の部門からの投入金額は、元々の金額にハイブリッド自動車のシェアを掛け合わせて求める。自動車部門の投入金額からハイブリッド自動車部門への投入金額を差し引いて、ガソリン自動車部門の投入金額を求める。第 3 に、蓄電池部門からガソリン自動車部門への投入金額は、以下の式で求める。



$$X_{BATTERY,GAS} = \frac{X_{BATTERY} - 16万円 \times Q_{HYBRID}}{Q_{AUTO}} \quad (\text{付 1-6})$$

ここで、 $X_{BATTERY}$  は、自動車部門に投入される蓄電池部門からの投入金額を表している。蓄電池部門からハイブリッド自動車部門への投入金額は、(付 1-6)式で求めた値を  $X_{BATTERY}$  から引いた値である。蓄電池と同様に、自動車部品部門からガソリン自動車部門の投入金額は、以下の式を用いて求める。

$$X_{PARTS,GAS} = \frac{X_{PARTS} - 24万円 \times Q_{HYBRID}}{Q_{AUTO}} \quad (\text{付 1-7})$$

ここで、 $X_{PARTS}$  は、自動車部門に投入される自動車部品部門からの投入金額を表している。また、自動車部品部門からハイブリッド自動車部門への投入金額は、 $X_{PARTS}$  から (付 1-7) 式の値を引いて求めることが可能である。

列方向への細分化の最後の作業は、付加価値率の計算である。付加価値率は、定義上、国内生産額から中間投入物の合計を引いた値である。そのため、上記の方法で求めた各部門からハイブリッド自動車部門への投入金額を合計して、ハイブリッド自動車部門の国内生産額 ( $Y_{HYBRID}$ ) から引いて求める<sup>15</sup>。この方法で求められた 2010 年の付加価値率は 0.3%<sup>16</sup>である。

### 行方向の細分化

行方向の細分化に必要な情報は、①国内生産額（売上高）、②最終需要額、③中間投入物として各業種に供給した量（金額）の 3 種類である。国内生産額は、列方向の細分化に用いた金額 ( $Y_{HYBRID}$ ) である。一方、最終需要額<sup>17</sup>と中間投入物として各業種に供給した金額は、別途、入手する必要がある。

最終需要額は、国内需要額と輸出額に分けられる。日刊自動車新聞社・日本自動車会議所 (2012) を用いて、ガソリン自動車の国内需要額と輸出額を求めることができる。しかし、ハイブリッド自動車に関する情報がないため、国内需要額と輸出額を求めることができない。そこで、本研究では、ハイブリッド自動車が日本から輸出されなかったと仮定する<sup>18</sup>。

産業連関表の基本表の自動車部門を行方向で見ると、中間投入物として他の産業へ供給されていないことがわかる。これは、自動車（乗用車）は、財の特性から、中間投入物として他の部門で用いられていないことを意味する。加えて、中間投入額の合計はゼロである<sup>19</sup>。

輸出の仮定と中間投入額がゼロである事柄を用いることにより、国内需要額の金額を求めることが可能である。すなわち、これは国内需要額と国内生産額が同額であることを意味する。

<sup>15</sup> 筆者が実施したヒアリング調査の結果、ハイブリッド自動車の付加価値率がマイナスであることが明らかとなった。そこで、付録 2 では、付加価値率の違いによる感度分析の結果をまとめている。

<sup>16</sup> 2005 年の付加価値率は、ガソリン自動車と同じと仮定して細分化を実施した。そのため、2005 年の付加価値率は、13.2%に設定している。

<sup>17</sup> 産業連関分析を実施する際には、最終需要額を国内需要額と輸出額に分ける必要はない。しかし、完成度が高い産業連関表の作成には、国内需要額と輸出額を求める必要がある。

<sup>18</sup> 3 章の分析では、輸入を内生化したモデルを用いている。

<sup>19</sup> これは、上述の細分化に必要な情報の③が入手できなくても、問題がないことを意味する。

### 1.3 太陽光パネルの細分化

太陽光パネルは、産業連関表（大分類、中分類、小分類、基本分類）では、その他の電気機械器具部門に属している<sup>20</sup>。そのため、現行の産業連関表での分類のままでは、太陽光パネルに関する精緻な分析を行うことが困難である。そこで、自動車部門と同様に、部門の細分化を実施し、新たに太陽光パネル部門を新設する必要がある。本節では、付録の1.1節で説明した手法を用いて、太陽光パネルの細分化について説明する。

#### 1.3.1 太陽光パネル産業の動向

付表1-9は、太陽光パネルの出荷量を年度別にまとめたものである。ただし、国内出荷量は、国内生産出荷量と海外生産出荷量（輸入量）の合計である。また、総出荷量は、国内出荷量と輸出量の合計である。

付表1-9より、2005年度及び2010年度における太陽光パネルの総出荷量は、それぞれ883,759kWと2,538,814kWとなっている。この表は、太陽光パネルの出荷量が着実に増加してきていることを示している。特に、余剰電力買取制度が開始された2009年以降、飛躍的に増加していることが、付表1-9より見て取れる。

付表1-9 太陽光パネルの出荷量（単位：kW）

年度	太陽光パネル出荷量				
	国内生産出荷	海外生産出荷	国内出荷	輸出	総出荷
2004	266,133	8,056	274,189	383,888	658,077
2005	297,471	7,597	305,068	578,691	883,759
2006	266,599	1,576	268,175	603,463	871,638
2007	209,236	620	209,856	701,694	911,550
2008	236,637	150	236,787	883,734	1,120,521
2009	552,734	70,393	623,127	1,045,404	1,668,531
2010	895,212	167,702	1,062,914	1,475,900	2,538,814
2011	1,101,682	302,467	1,404,149	1,281,424	2,685,573

出所：太陽光発電協会（<http://www.jppea.gr.jp/document/figure/index.html>）を基に、筆者作成。

次に、付表1-10では、太陽光発電システム全体<sup>21</sup>と太陽光パネルの国内生産額を年度別にまとめている。2005年度と2010年度における太陽光発電システム全体の国内生産額は、390,022百万円と1,240,558百万円である。

一方、太陽光パネルのみの国内生産額については、2010年度では621,440百万円となっている。ただし、2008年度以前については、データが入手できなかった。そのため、2005年度と2008年度の太陽光発電システム全体の国内生産額に占める太陽光パネルのシェアは同一であると仮定し、2005年度の太陽光パネルの国内生産額を求めた。つまり、2008年度の太陽光発電システムの国内生産額に占める太陽光パネルの国内生産額のシェア（69.2%）を2005年度の太陽光発電システムの国内生産額に掛け合わせることで、2005年度の太陽光パネルの国内生産額を算出した。その結果、2005年度の太陽光

<sup>20</sup> その他の電気機械器具部門の品目としては、太陽光パネル（太陽電池）の他に、導入線、シリコンウエハ、電球口金、電球・電子用タングステン、モリブデン製品、永久磁石、電気接点、リードフレーム等が含まれている。

<sup>21</sup> 太陽光発電システムは、主に、太陽光パネルとその他付属機器（インバータ、配電盤等）から構成されている。

パネルの国内生産額は 269,895 百万円となっている。

付表 1-10 太陽光発電システムの国内生産額（単位：百万円）

年度	太陽光発電システムの国内生産額		
	太陽光発電システム	太陽光パネル	シェア
2004	291,133	-	-
2005	390,022	269,895	69.2%
2006	384,267	-	-
2007	401,821	-	-
2008	529,084	366,265	69.2%
2009	869,479	482,944	55.5%
2010	1,240,558	621,440	50.1%
2011	1,338,817	579,126	43.3%

以上の太陽光パネルの出荷量と生産額のデータを用いて、細分化に必要な太陽光パネル部門の国内生産額を求めた。まず、付表 1-9 の太陽光パネルの総出荷量 (kW) と付表 1-10 の太陽光パネルの国内生産額 (百万円) を用いて、太陽光パネル 1kW 当たりの価格を求めた。その結果、2005 年度の太陽光パネル価格は 0.306 百万円/kW、2010 年度の価格は 0.245 百万円/kW となった。

付表 1-11 太陽光パネル部門の国内生産額等の計算結果（単位：百万円）

年度	国内消費	輸入	輸出	最終需要	国内生産額
2005	90,880	2,321	176,796	267,677	265,356
2010	219,126	41,049	361,264	580,391	539,341

次に、求めた太陽光パネル価格を用いて、細分化に必要な太陽光パネル部門の国内消費額、輸入額、輸出額、そして国内生産額を求めた。付表 1-11 は、付表 1-9 の太陽光パネル出荷量に関するデータと太陽光パネルの価格を用いて計算した結果がまとめられている。国内消費額と輸出額については、付表 1-9 の国内生産出荷量 (kW) と輸出量 (kW) のそれぞれに、太陽光パネル価格を掛け合わせた値である。ただし、輸入額については、本来であれば輸入国の価格を用いるべきであるが、今回は輸入国と価格水準に関する詳細なデータが入手できなかった。そのため、輸入額は、付表 1-9 の太陽光パネルの輸入量と先程求めた国内価格を掛け合わせた値となっている。

付表 1-11 より、太陽光パネルの最終需要額 (国内消費額と輸出額の合計) は、2005 年度では 267,677 百万円、2010 年度では 580,391 百万円という結果となった。また、輸入額については、2005 年度では 2,321 百万円、2010 年度では 41,049 百万円という結果となった。ただし、輸入額を求めるにあたり、日本国内の価格水準を用いた。しかし、海外製の太陽光パネルは日本国内のものより安価であるケースが考えられる。そのため、ここで求めた輸入額は実際よりも高い金額となっている可能性があることに留意する必要がある。

以上の結果を用いて、太陽光パネルの各年度の国内生産額を求めた。その結果、各年度における太陽光パネルの国内生産額は、2005 年度では 265,356 百万円、2010 年度では 539,341 百万円となった。本研究では、ここで求めた太陽光パネルの国内生産額を用いて、太陽光パネル部門を新設する。

### 1.3.2 列方向と行方向の細分化

列方向の細分化に必要な情報は、1) 国内生産額、2) 付加価値額 (または付加価値率)、3) 各業種から購入した中間投入物の額 (または投入係数) の 3 種類である。

太陽光パネルに関する細分化では、国内生産額は先程求めた太陽光パネルの国内生産額（2005年；265,356百万円、2010年；539,341百万円）を用いた。そして、以下の計算式を用いて、太陽光パネル部門での中間投入物の額と、その他電気機械器具部門（太陽光パネル除く）での中間投入物の額を求める。

$$A_{i,Solar} = a_{i,Solar} \times X_{Solar} \quad (\text{付 1-8})$$

$$A_{i,Other}^* = A_{i,Other} - A_{i,Solar} \quad (\text{付 1-9})$$

ここで、 $A_{i,Solar}$  は太陽光パネルの製造において  $i$  部門から購入した中間投入物の額である。一方、 $A_{i,Other}^*$  は、太陽光パネルを除くその他電気機械器具の製造において  $i$  部門から購入した中間投入物の額である。また  $A_{i,Other}$  は、細分化する前のその他電気機械器具部門における  $i$  部門から購入した中間投入物の額である。

付 1-8 式より、 $A_{i,Solar}$  は、太陽光パネルの国内生産額 ( $X_{Solar}$ ) に各部門の投入係数 ( $a_{i,Solar}$ ) を掛け合わせることで求められる。この場合、各部門の投入係数に関する情報が必要となる。本節では、日本エネルギー経済研究所(2007)が推計した値を採用した。ただし、日本エネルギー経済研究所(2007)による投入係数の推計では、不明部分が含まれている。そのため本節では、中野他(2008)を参考に、不明部分に対して按分した値を当てはめることで、細分化を行った。

また、太陽光パネルの付加価値額については、中間投入物の額を求めた計算方法(付 1-8 式と付 1-9 式)と同様の方法に従い求めた。ただし、付加価値率については、投入係数と同様に日本エネルギー経済研究所(2007)が推計した値を採用した。

次に、行方向の細分化について説明する。行方向の細分化に必要な情報は、1) 国内生産額、2) 最終需要額、3) 中間投入物として各業種に供給した量(金額)の3種類である。

国内生産額は、列方向の細分化と同様に、付録 1.3.1 項で求めた太陽光パネルの国内生産額を用いた。また、最終需要額についても、付録 1.3.1 項で求めた最終需要額を用いた。一方、本節は、中間投入額の合計は、ハイブリッド自動車部門の細分化と同様に、ゼロであると仮定した。

以上、付録 1.2 節と本節で説明した細分化に関する手法を用いることで、ハイブリッド自動車部門と太陽光パネル部門の2部門を新たに新設した産業連関表を作成することが可能となる。そして、このように環境財と通常の財とを細分化した新しい産業連関表を用いることで、現行の産業連関表では困難な、JCMを通じた環境財・技術の輸出に関する詳細な分析を行うことが可能となる

#### 1.4 風力発電装置と地熱発電装置

風力発電装置と地熱発電装置部門の細分化については、ハイブリッド自動車部門や太陽光パネル部門のように新たな産業連関表を作成せず、中野・鷺津(2013)と文部科学省科学技術・学術政策研究所科学技術動向研究センター(2013)において公表されている情報を基に、2部門それぞれの投入係数を計算し、分析を行った。付表 1-12 はと付表 1-13 は、風力発電装置(ギア付可変速機)と地熱発電装置の細分化の際に必要な部品を提供する部門を国内産業連関表の部門分類に変換したものである。この対応表を用いて部門別の投入係数を求めた。求めた投入係数の合計は、1となっている。これは、付加価値率が0であることを意味するため、投入係数の修正を行う必要がある。まず、付加価値率を0.2と仮定した。すなわち、内生部門の合計が0.8であるとし、各部門からの投入係数に0.8乗じて修正を行った。また、部品が国内からのみ調達されると仮定した。この仮定は、風力発電装置

および地熱発電装置の部品が輸入されないことを意味する。

付表 1-12 風力発電装置

	構成比(単位:%)		IO部門名
	陸上風力		
	ギア付可変速機	ギアレス可変速機	
風車本体	58.4	58.4	
タワー	29.4	26.0	建設用金属製品
ブレード	24.9	22.0	その他の一般機械器具および部品
ローターハブ	1.5	1.4	その他の一般機械器具および部品
軸受	1.4	1.2	その他の一般機械器具および部品
シャフト	2.1	1.9	その他の一般機械器具および部品
ナセル台板	3.1	2.8	その他の一般機械器具および部品
増速機	14.5	0.0	その他の一般機産業用機械および装置
発電機	3.9	16.2	発電機器
ヨー駆動システム	1.4	1.2	原動機
ピッチシステム	3	2.6	その他の一般機械器具および部品
コンバータシステム	5.6	16.5	その他の産業用電気機器
変圧器	4	3.6	変圧器、変成器
ブレーキシステム	1.5	1.3	その他の一般機械器具および部品
ナセルカバー	1.5	1.3	その他の一般機械器具および部品
ケーブル	1.1	1.0	電線ケーブル
歯車	1.2	1.0	その他の一般機産業用機械および装置

付表 1-13 地熱発電装置

		構成比(単位:%)	IO部門名
発電設備			
建物	発電所建屋	1.3	電力施設建設(電気事業)
	基礎	5.0	電力施設建設(電気事業)
プラント	冷却塔	5.8	冷凍機・温湿調整装置
	原水タンク	0.6	金属製容器および製缶板金製品
	タービン	4.1	タービン
	発電機	2.4	発電機器
	復水器	2.7	ボイラ
	変圧器・計測装置	4.9	変圧器・変成器 電気計測器
	付属設備	4.6	電力施設建設(電気事業)
	その他	6.3	その他の土木建設

## 付録 2. 国際産業連関表の細分化

### 2.1 国内産業連関表とアジア国際産業連関表の差異

アジア国際産業連関表と国内産業連関表の相違は、数点ある<sup>22</sup>。第1に、輸入の取り扱いが2つの産業連関表で異なる。アジア国際産業連関表は、輸入の取り扱いを投入側（行として）に記載しているが、国内産業連関表は、産出側（列として）に輸入を記載している。両者は、以下の式の様な関係がある。

$$\text{アジア国際産業連関表の生産額} = \text{国内産業連関表の生産額} + \text{輸入}$$

この違いにより、国内産業連関表を用いたモデルが利用できない。そこで、アジア国際産業連関表を用いたモデルでは、輸入を内生化しないものである。

第2に、国内産業連関表では、他部門からの投入金額がない（ゼロ）ものが多いが、アジア国際産業連関表では、当該部門の投入金額がゼロではない場合がある。付表 2-1 は、自動車部門における違いを表している。他の部門でもこの様な違いが観察される。

付表 2-1 自動車部門の投入物の違い（アジア国際産業連関表と国内産業連関表）

コード	部門名	コード	部門名
3	Food crops	24	Timber
4	Non-food crops	29	Synthetic resins and fiber
5	Livestock and poultry	32	Drugs and medicine
6	Forestry	38	Cement and cement products
7	Fishery	44	Boilers, engines and turbines
8	Crude petroleum and natural gas	46	Metal working machinery
12	Milled grain and flour	48	Heavy electrical equipment
13	Fish products	50	Electronic computing equipment
14	Slaughtering, meat and dairy products	51	Semiconductors and integrated circuits
15	Other food products	53	Household electrical equipment
16	Beverage	58	Other transport equipment
17	Tobacco	71	Medical and health services
18	Spinning	72	Restaurants
19	Weaving and dyeing	73	Hotel

この違いは、国内産業連関表とアジア国際産業連関表の部門の定義によって発生している。具体的には、アジア国際産業連関表には、仮想的な部門が存在しない。一方、国内産業連関表は、企業消費（家計外消費支出（列）、9110-00）、企業内研究開発（8222-01）、事務用品（8900-00P）、古紙（1811-012P）、鉄屑（2612-011P）、非鉄金属屑（2712-011P）の6部門を仮想的な部門として設定している（IDE-JETRO, 2012）。

<sup>22</sup> ここでは、本研究の細分化および分析に関連する重要なもののみについて言及する。詳細は、玉村・桑森（2014）を参照。

この仮想的な部門のうち、企業消費、企業内研究開発および事務用品の金額は、以下の4つのステップによって他の部門に配分されている<sup>23</sup>。

ステップ1：仮想的な部門の産出金額（行）を用いて、産出割合（産出額÷生産額）を求め、投入金額（列）と産出割合の積を求める。この計算により、仮想的な部門以外の各部門の投入金額（産出金額）が求まる。また、この計算により、仮想的な部門の投入金額（産出金額）がゼロとなる。

ステップ2：仮想的な部門を削除する。仮想的な部門の投入金額（列方向）がゼロであるため、削除しても問題がない。しかし、仮想的な部門の産出金額（行方向）は、第1のステップを実行しても、ゼロではない。そのため、削除すると行列の合計が一致しないことに留意が必要である。

ステップ3：第1のステップで計算された投入金額（産出金額）を既存の投入金額（産出金額）に加算する。この時点では、行列の合計は一致していない。

ステップ4：行列を一致させるために、行列を一致させるために、行と列の差額を付加価値部門の営業余剰（9401-000）から差し引く。これにより、行列が一致し、仮想的な部門がないアジア国際産業連関表が完成する。

## 2.2 細分化の作業

本節では、細分化の方法を①ハイブリッド自動車、②太陽光発電システム（PV）、③地熱発電システム、④風力発電システムの4つの環境技術についてまとめる。また、細分化の際には、データ制約があるため、日本国内の産業のみを細分化する。

### 2.2.1 ハイブリッド自動車

本節では、自動車部門を細分化し、ハイブリッド自動車（HV）とガソリン自動車（GV）をそれぞれ生産する部門を作成する方法をまとめる。

まず、ハイブリッド自動車部門を細分化した2005年の国内産業連関表<sup>24</sup>を用いて、ハイブリッド自動車部門の生産額あたり投入量（投入係数）を求めた。国内産業連関表とアジア国際産業連関表は、異なる部門分類を用いて作成されている<sup>25</sup>。そこで、アジア経済研究所（2013）の対応表を用いて、76部門分類に対応した投入係数を求めた。

アジア国際産業連関表を国内産業連関表の情報を用いて細分化する際には、2つの問題点が発生する。第1は、国内産業連関表とアジア国際産業連関表の部門別投入額が一致しない点から起因する。国内産業連関表では、投入額がゼロとなっている部門からの投入であっても、アジア国際産業連関表では、投入額がゼロとなっていない。すなわち、上述の方法を用いた場合、アジア国際産業連関表では投入金額がある（投入係数がゼロでない）部門の投入係数がゼロになってしまうことである。アジア国際産業連関表のデータでは、自動車部門の国内部門からの投入金額が75%となっている。一方、国内産業連関表とアジア国際産業連関表の投入構造の違いの大きさは全体の投入の約1.40%である。したがって、国内産業連関表のデータのみを用いても、国内の生産額の1.85%（1.4%/75%）に過ぎず、

<sup>23</sup> 古紙、鉄屑、非鉄金属屑は、IDE-JETRO（2012）のpp28-30を参照。

<sup>24</sup> 『新たな市場メカニズムの国際比較及び二国間クレジット制度の排出削減効果等の分析』、平成25年度環境経済の政策研究報告書では、2010年の国内産業連関表（延長表）を細分化している。しかし、2010年のデータを手にする前に、2005年国内産業連関表を用いて、ハイブリッド自動車部門の細分化を実施していた。本研究で用いるアジア国際産業連関表は、2005年を基準年としているため、データの整合性を保つために2005年国内産業連関表の細分化したデータを用いた。

<sup>25</sup> 国内産業連関表は、401業種分類を用いる。一方、アジア国際産業連関表は、76部門分類を用いている。

大きな問題とならない。

第2は、2つの産業連関表から得られる貿易に関する情報の差によって起因する問題である。国内産業連関表から得られる、海外の部門からの投入（輸入）に関する情報は限定されているのに対して、アジア国際産業連関表では、海外の部門からの投入に関する情報が細かく得られる。そのため、上述の投入係数をそのまま利用すると、アジア国際産業連関表の利点を無視してしまうことが考えられる。自動車部門の付加価値率と日本国内の投入額は全体の97.1%となっている。すなわち、輸入による投入額をゼロと仮定しても、誤差が3%程度であり、分析結果に大きな影響がないと考えられる。

以上の事より、ハイブリッド自動車部門の投入係数は、2005年国内産業連関表を細分化した際に計算された投入係数を直接用いても大きな問題がないため、本研究で用いた細分化の手法が妥当であると考えられる。

### 2.2.2 太陽光パネル

太陽光パネル部門を新たにアジア国際産業連関表に設けるには、日本エネルギー経済研究所(2007)のデータを用いる。同データは、部門別の投入係数となっている。そこで、(本研究では、中分類(104部門)の投入係数を用いる。この分類は、アジア国際産業連関表の分類と対応していないため、部門対応表を用いて、アジア国際産業連関表の部門と整合的になるようにした。複数の部門にまたがって計上される項目については、分割して計上した。例えば、3つの部門にまたがる項目は、1/3の割合を当該部門の投入係数とした。また、日本エネルギー経済研究所(2007)では、投入係数が計算されていない部門も存在した。これらの部門の投入係数は、不足する割合(投入係数および付加価値率の合計が1にならない部分)を不足する部門数で按分し、同じ係数を用いた。

この方法を用いて細分化した場合、ハイブリッド自動車と同じ問題を抱えることになる。しかし、太陽光パネルを生産する際に、どの程度輸入された部品が用いられているか不明である。そこで、本研究では、太陽光パネルを生産する際に必要な部品がすべて国内で調達されていると仮定する。この仮定によって、国内の経済効果が過大に評価される可能性があるが、その影響は小さいと考えられる。この経済効果は、上限値(最大値)として捉えることができる。

### 2.2.3 風力発電装置と地熱発電装置

風力発電装置と地熱発電装置部門の細分化は、国内産業連関表の細分化に用いたデータと同じものを利用した。アジア国際産業連関表の細分化の際には、部品を提供する部門をアジア国際産業連関表の部門分類に変換する必要がある(付表2-2と付表2-3)。この対応表を用いて部門別の投入係数を求めた。求めた投入係数の合計は、1となっている。これは、付加価値率が0であることを意味するため、投入係数の修正を行う必要がある。まず、付加価値率を0.2と仮定した。すなわち、内生部門の合計が0.8であるとし、各部門からの投入係数に0.8乗じて修正を行った。また、部品が国内からのみ調達されると仮定した。この仮定は、風力発電装置および地熱発電装置の部品が輸入されないことを意味する。



付表 2-2 風力発電装置

	構成比(単位:%)		IO部門名	アジア国際産業連関表部門名
	陸上風力	海上風力		
	ギア付可変速機	ギアレス可変速機		
風車本体	58.4	58.4		
タワー	29.4	26.0	建設用金属製品	Metal products
ブレード	24.9	22.0	その他の一般機械器具および部品	General machinery
ローターハブ	1.5	1.4	その他の一般機械器具および部品	General machinery
軸受	1.4	1.2	その他の一般機械器具および部品	General machinery
シャフト	2.1	1.9	その他の一般機械器具および部品	General machinery
ナセル台板	3.1	2.8	その他の一般機械器具および部品	General machinery
増速機	14.5	0.0	その他の一般産業用機械および装置	General machinery
発電機	3.9	16.2	発電機器	Heavy electrical equipment
ヨー駆動システム	1.4	1.2	原動機	Boilers, engines and turbines
ピッチシステム	3	2.6	その他の一般機械器具および部品	General machinery
コンバータシステム	5.6	16.5	その他の産業用電気機器	Heavy electrical equipment
変圧器	4	3.6	変圧器、変成器	Heavy electrical equipment
ブレーキシステム	1.5	1.3	その他の一般機械器具および部品	General machinery
ナセルカバー	1.5	1.3	その他の一般機械器具および部品	General machinery
ケーブル	1.1	1.0	電線ケーブル	Other electronics and electronic products
歯車	1.2	1.0	その他の一般産業用機械および装置	General machinery

付表 2-3 地熱発電装置

	構成比(単位:%)	IO部門名	アジア国際産業連関表部門名
発電設備			
建物			
発電所建屋	1.3	電力施設建設(電気事業)	Other construction
基礎	5.0	電力施設建設(電気事業)	Other construction
冷却塔	5.8	冷凍機・温湿調整装置	Boilers, engines and turbines
原水タンク	0.6	金属製容器および製缶板金製品	Metal products
プラント			
タービン	4.1	タービン	Boilers, engines and turbines
発電機	2.4	発電機器	Heavy electrical equipment
復水器	2.7	ボイラ	Boilers, engines and turbines
変圧器・計測装置	4.9	変圧器・変成器	Heavy electrical equipment
電気計測器		電気計測器	Other electronics and electronic products
付属設備	4.6	電力施設建設(電気事業)	Other construction
その他	6.3	その他の土木建設	Other construction

### 2.3 逆行列の計算

逆行列を計算する際には、生産額がゼロの業種を取り除く必要がある。アジア国際産業連関表では、12部門が生産額ゼロとして計上されている(付表1-4)。そのため、本研究では、細分化した4部門を含め、752部門×752部門の行列となっている点に留意する必要がある。

付表 2-4 生産額がゼロの国・部門

	国	コード	業種名（日本語訳）
1	フィリピン	AP009	鉄鉱石
2		AP076	分類不明
3	シンガポール	AS001	米
4		AS002	麦類・その他食用耕種作物
5		AS003	食用作物
6		AS006	林業
7		AS008	原油・天然ガス
8		AS009	鉄鉱石
9		AS010	非鉄金属鉱物
10		AS011	非金属鉱物
11		AS076	分類不明
12	米国	AU001	米

### 付録 3. 二国間クレジット制度による副次的便益の分析

JCM の下では、日本の省エネ型製品が輸出され、ホスト国である途上国での非省エネ型製品と置き換わることで、その国での消費電力量の削減と GHG 排出量の削減がもたらされる。しかし、どの程度の消費電力量が削減されるかは、各ホスト国における電源構成に依存する（石炭・石油火力発電の割合に依存する）。さらに、各ホスト国の電源構成によっては、JCM を通じて、GHG 削減だけでなく、NO<sub>x</sub> や SO<sub>x</sub> も同時に削減することが可能となる。こうした点は、JCM による副次的効果 (Burtraw et al, 2003) として捉えることができる。

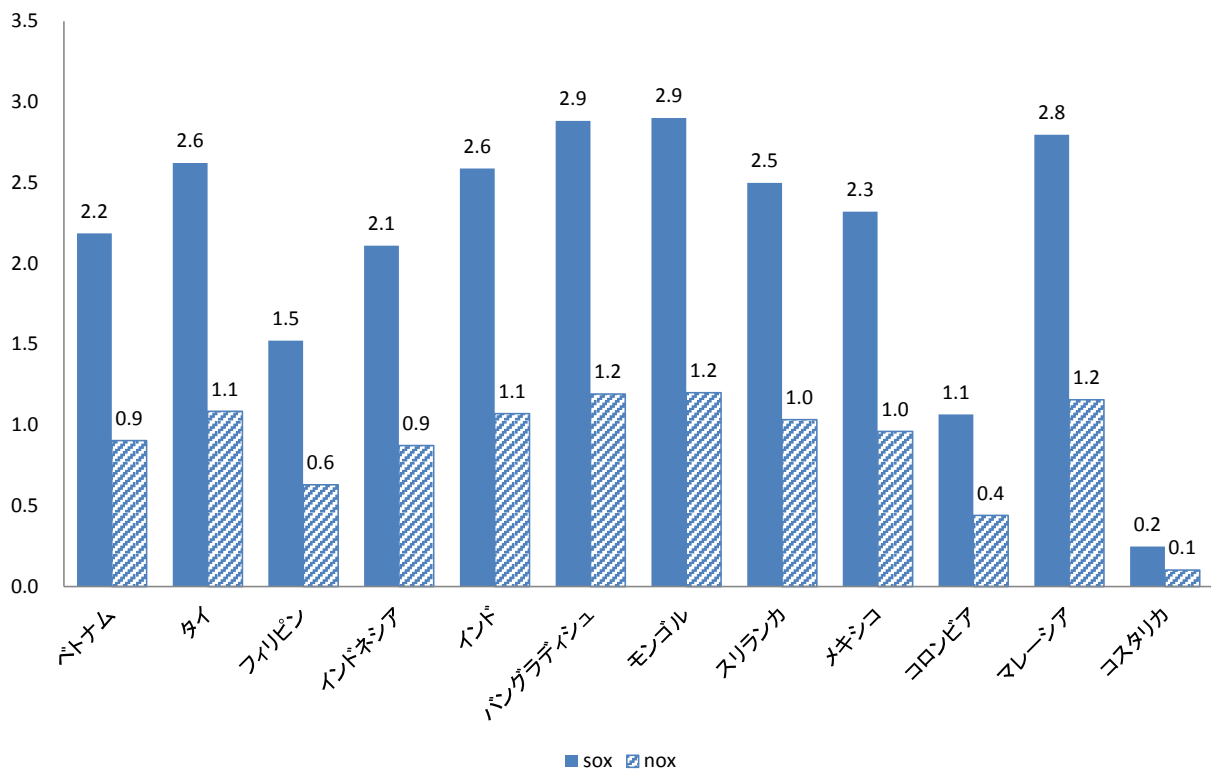
付録 3 では、こうした副次的効果について試算を行う。ただし、工業炉については、対象国が 1 カ国（インド）のみを想定しているため、副次的効果の試算は行わない。また、ハイブリッド自動車については、途上国で普及しているディーゼル車の台数等の詳細が不明なため、試算は行っていない。さらに、地熱発電装置については、新たに追加された場合のケースを想定しており、他の発電施設との変更はないものと考え、副次的便益の試算対象からは除いた。よって、ここで試算を行った品目は、1) 洗濯機、2) 冷蔵庫、3) 照明機器、4) エアコン、5) 太陽光発電システムの 5 品目である。

JCM による副次的便益の程度は、上述の通り、各対象国の電源構成、特に火力発電（石炭、原油、ガス）の割合に依存する。そこで本付録では、各国の電源構成に関する情報について、IEA のデータベースを参照した。IEA のデータベースによれば、例えば、2012 年におけるモンゴルの電源構成は 1) 原油 4%、2) 石炭 96% となっており。また、同年のコロンビアの電源構成については、1) 原油 1%、2) 石炭 11%、3) ガス 24%、4) バイオマス 7%、5) 水力 59% となっている。

次に、火力発電における NO<sub>x</sub> と SO<sub>x</sub> の排出原単位は、脱硫装置の有無等の導入技術水準によって大きく変動する。しかし、途上国である対象国の火力発電所に関して、どのような技術が採用されているかについては不明である。そこで、本節の試算では、以下の方法を用いた。まず、先進国 6 カ国の NO<sub>x</sub> と SO<sub>x</sub> の原単位（単位：g/kWh）について、東京電力の資料<sup>26</sup>より引用した。次に、先進国 6 カ国の NO<sub>x</sub> と SO<sub>x</sub> の原単位の平均値（NO<sub>x</sub> ; 1.2g/kWh、Sox ; 2.9g/kWh）と各対象国の火力発電率とを乗じることで、各対象国での 1kWh 当たりの NO<sub>x</sub> および SO<sub>x</sub> 排出量を求めた。

こうして求めた NO<sub>x</sub> および SO<sub>x</sub> の原単位は付図 3-1 に載せている。NO<sub>x</sub> の原単位はバングラディッシュ、モンゴルで高く、コスタリカやコロンビア、フィリピンでは低くなっている。この理由はコスタリカでは全体の 57% が地熱、コロンビアは 59% が水力、フィリピンは 43% が地熱発電となっているため、他の国と比べて火力発電の依存度が低くなっていることにある。そのため、NO<sub>x</sub> の原単位が低い国は SO<sub>x</sub> の原単位も低くなっている。

<sup>26</sup> 詳しくは、[http://www.tepco.co.jp/torikumi/thermal/images/fire\\_electro\\_efficiency.pdf](http://www.tepco.co.jp/torikumi/thermal/images/fire_electro_efficiency.pdf) を参照されたい。（最終アクセス 2015 年 1 月）



付図 3-1 NOx および SOx の国別原単位 (単位: g/kWh)

この原単位を用いて各対象国に対して 100 億円分、各品目を輸出した場合の副次的効果を計算する。その結果が付表 3-1 である。ここでの削減量は製品の耐久年数を考慮したものとなっている。ただし、GHG 削減量試算においても考慮していない将来の電源構成の変化等についてはここでの試算においても考慮していない。そのため、副次的便益の試算にもバイアスが生じている可能性があることに留意されたい。

付表 3-1 NOx および SOx の削減量 (単位: NOx-t あるいは SOx-t)

国名	SOx					NOx				
	洗濯機	冷蔵庫	照明機器	エアコン	太陽光	洗濯機	冷蔵庫	照明機器	エアコン	太陽光
ベトナム	111	362	3601	815	1545	46	150	1490	337	639
タイ	133	434	4319	978	1853	55	179	1787	404	767
フィリピン	77	252	2507	567	1075	32	104	1037	235	445
インドネシア	107	349	3475	787	1491	44	144	1438	325	617
インド	132	428	4264	965	1829	54	177	1764	399	757
バングラディッシュ	147	477	4749	1075	2037	61	197	1965	445	843
モンゴル	148	480	4778	1081	2050	61	198	1977	447	848
スリランカ	127	413	4116	932	1766	53	171	1703	386	731
メキシコ	118	384	3823	865	1640	49	159	1582	358	678
コロンビア	54	176	1756	397	753	22	73	726	164	312
マレーシア	142	463	4609	1043	1977	59	191	1907	432	818
コスタリカ	13	41	406	92	174	5	17	168	38	72

GHG の場合と同様に、品目別では照明機器が最も多くの NOx と SOx の削減をもたらすことが示されている。国別ではモンゴルが最も多くの副次的効果をもたらされることがわかる。ただし、GHG の場合とは異なり、インドやインドネシアよりもバングラディッシュの方が多くの副次的効果が得られるこ

とが示された。これはインドやインドネシアよりも、バングラディッシュのほうが火力発電への依存度が高いためである。

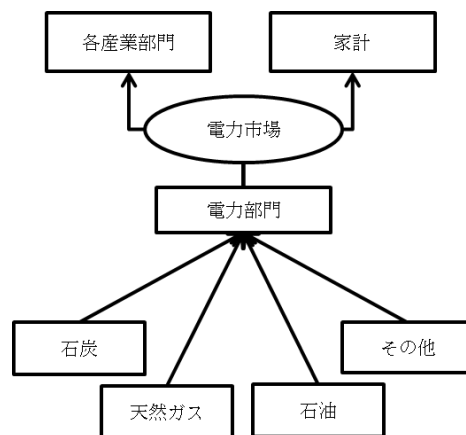
## 付録 4. シミュレーションのための CGE モデル構築

### 4.1 シミュレーションのための CGE モデル構築

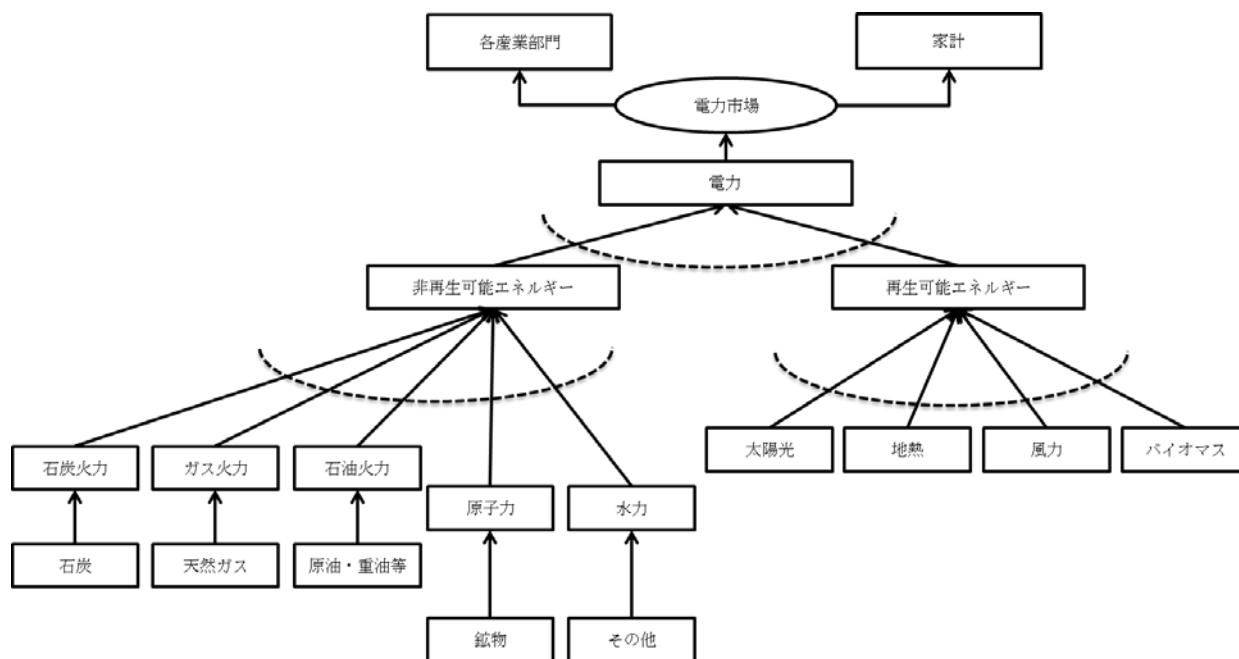
付録 4 では、SCM の詳細な分析を目的とする、電力部門の細分化および今後の世界のエネルギー需給状況を反映した CGE モデルの構築研究の内容について説明する。

本研究の背景として、世界的に CGE モデル構築に利用されている GTAP データでは、電力部門が”Electricity”として単一部門に集約されていることが挙げられる。本研究では、既存の GTAP データにおける単一電力部門を、発電技術別に細分化した。特に SCM の議論において石炭火力発電技術の効率化は有力な GHG 削減オプションとなっている。発電技術を細分化することで新しい政策的含意を見出す事ができる。さらに CGE モデルが動学 CGE モデルの場合、将来のエネルギーをめぐる環境についてもシナリオを設定する必要がある。将来のエネルギーシナリオを設定する際には、各国の今後のエネルギー政策を BAU シナリオとしてモデルで再現できるようにしなければならない。その際にも発電技術の細分化は必要となる。細分化以前のモデルにおける電力市場のイメージは付図 4-1 である。これに対して、細分化後のモデルの電力市場のイメージは付図 4-2 の通りである。

24 年度では、GTAP データのバージョン 7 における電力部門を、「石油火力発電」、「石炭火力発電」、「ガス火力発電」、「原子力発電」、「水力発電」、「その他の発電」の 6 種類に分割した。25 年度は GTAP データのバージョン 8 を対象とし、電力部門の詳細化を行った。特に 24 年度において、「その他の発電」とした部門を「太陽光発電」、「地熱発電」、「風力発電」、「バイオマス発電 (含都市ごみ焼却)」といった各種の再生可能エネルギー発電部門に分割した。その上で 26 年度では、現在の主要国のエネルギー政策シナリオを BAU シナリオとして再現できる動学 CGE モデルを構築した。



付図 4-1 既存の GTAP データに基づく CGE モデルの電力部門



付図 4-2 細分化後の CGE モデルの電力部門

## 4.2 電力部門の細分化の方法

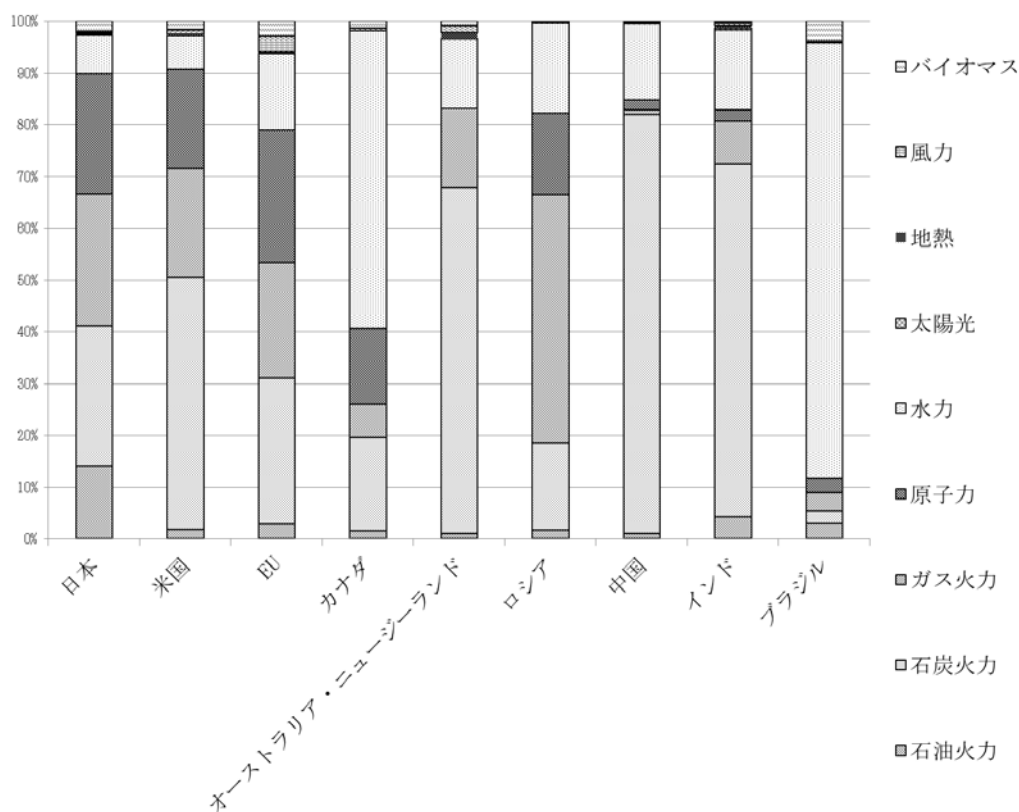
以下では電力部門の細分化の方法について説明する。なお細分化の対象となる GTAP データはバージョン 8.1 で 2007 年の国際産業連関表である。GTAP データの電力部門の細分化にあたり、IEA の統計データベースである Energy Statistics of OECD Countries (IEA, 2013)、Energy Statistics of Non-OECD Countries (IEA, 2013)、Energy Balances of OECD Countries (IEA, 2013)、Energy Balances of Non-OECD Countries (IEA, 2013)、Renewables Information (IEA, 2013) 等（以下これらのデータを IEA 統計と呼ぶ）を利用した。既述の通り既存の GTAP データでは、電力部門は単一部門として扱われている。電力部門の細分化は既存の GTAP データを IEA 統計に基づき実施した。例えば、既存の GTAP データにおいて、単一の電力部門に投入されていた原油と石油・石炭製品（重油等に該当する）は、細分化で新たに設けられる「石油火力発電」に全て投入されるとしている。石油火力発電に投入された原油と石油・石炭製品は全て発電のための燃料として利用されるものとし、その際の CO<sub>2</sub> 排出量も「石油火力発電」部門の排出として計算される。同様に、既存の電力部門に投入されていた全ての石炭は、細分化で新たに設けられる「石炭火力発電」に全て発電用燃料として投入され、その際の CO<sub>2</sub> 排出量も「石炭火力発電」部門の排出として計算される。ガス火力発電についても同様である。細分化で新たに設けられた原子力発電と水力発電は化石燃料を使用しないとしている。化石燃料以外の中間投入財、労働、資本の投入量については、GTAP データのバージョン 8.1 の対象年である 2007 年の電源構成を再現するよう各発電技術に按分している。

24 年度では、GTAP データのバージョン 7 における電力部門を、「石油火力発電」、「石炭火力発電」、「ガス火力発電」、「原子力発電」、「水力発電」、「その他の発電」の 6 種類に分割した。25 年度では、「その他の発電」とした部門を「太陽光発電」、「地熱発電」、「風力発電」、「バイオマス発電（含都市ごみ焼却）」の各種の再生可能エネルギー発電に細分化した。細分化方法として、各国の 2007 年における各種の再生可能エネルギーによる発電実績およびシェアを IEA 統計により調査し、そのシェアに基づき「その他の発電」部門を各種再生可能エネルギーに按分した。ただし、上記の方法では各種の

再生可能エネルギーの投入係数は「その他の発電」のそれと同じであり、また各種の再生可能エネルギーの間で違いはない。発電技術別に投入係数は異なるはずであるが、投入係数の中身よりも発電単価や発電への補助金が論点であることと投入係数の構成がシミュレーション結果を大きく変えるものでないことから、本モデルでは各種の再生可能エネルギーについて投入係数の差別化は行わない。

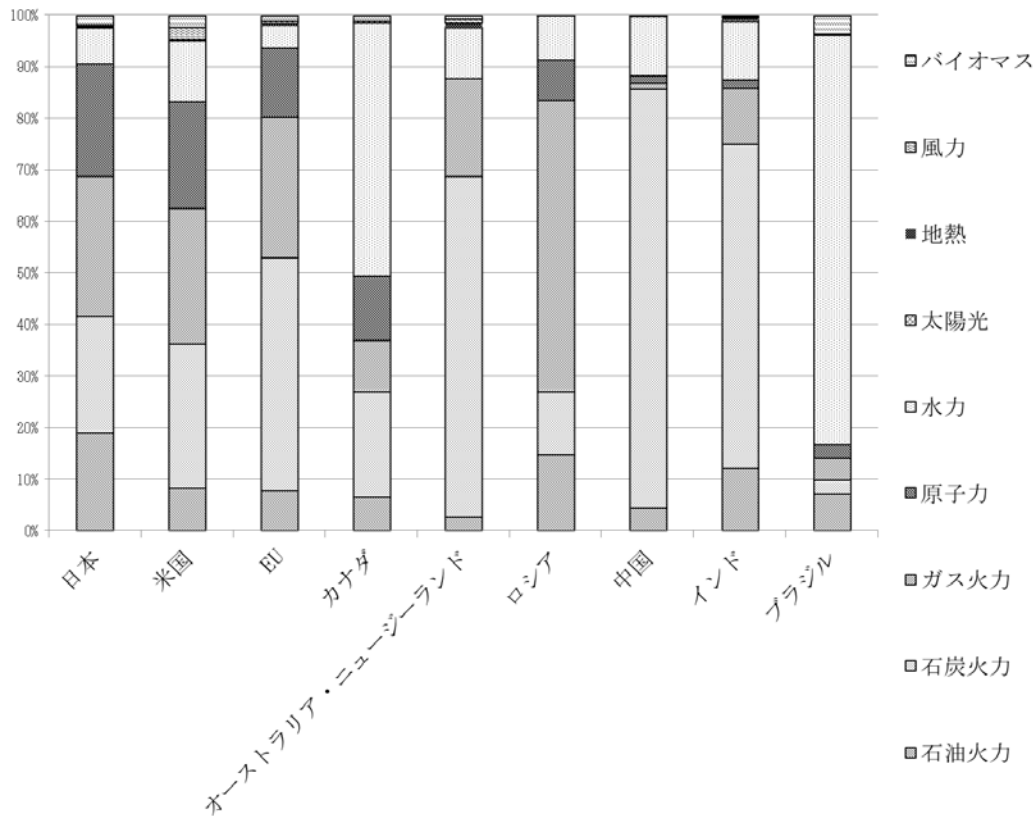
### 4.3 データの再現性

SCMのCGE分析において、モデルで扱う主要国の2007年の発電実績は、IEA統計を参照した場合、付図4-3の通りとなる。オーストラリア・ニュージーランド、中国、インドにおいて、石炭火力発電のシェアが高い等、各国の特色が分かる。25年度の電力部門の詳細化では、付図4-3のグラフで示された各国の電源構成を、モデル上で再現することを行った。付図4-4は、IEA統計を用いて、前節で説明した手順によりGTAPデータのバージョン8.1における電力部門を細分化し、さらに細分化したデータに基づくCGEモデルで計算した2007年の各国の電源構成である。IEA統計の付図4-3と比較してシミュレーション結果である図4の電源構成は、概ね現実の電源構成を再現している。



付図 4-3 IEA 統計に基づく主要国・地域の電源構成





付図 4-4 細分化後の CGE モデルによる主要国・地域の電源構成

#### 4.4 CGE モデルにおける各発電部門のモデル化

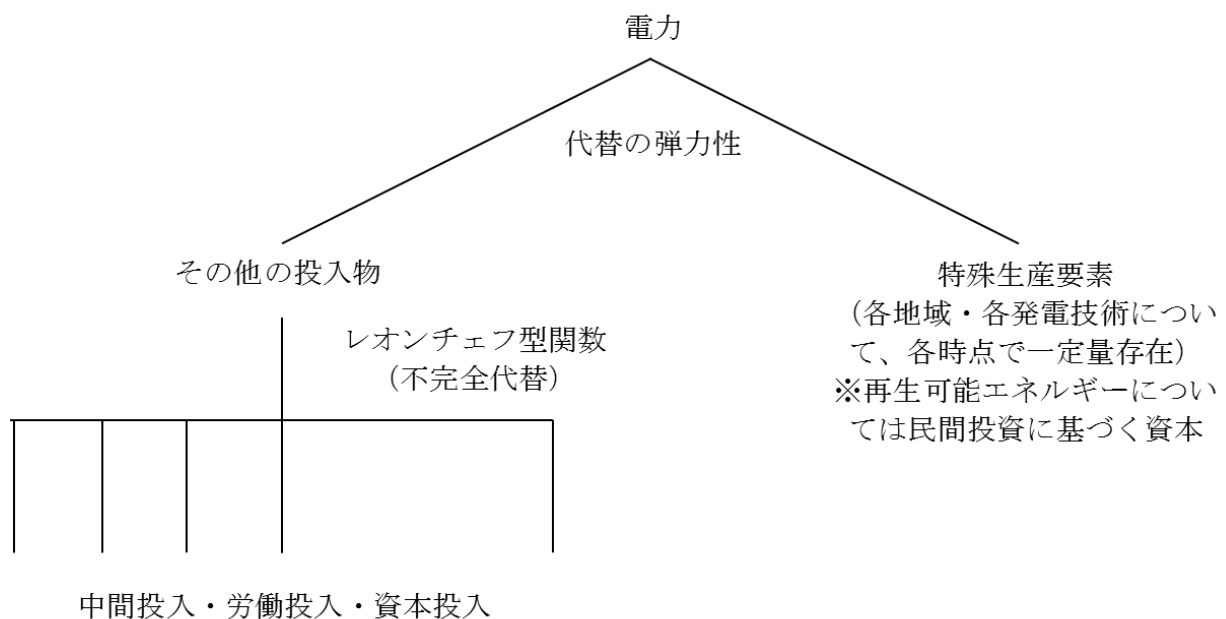
シミュレーションを行うにあたり、各電力部門が CGE モデル内でモデル化されていなければならない。細分化された GTAP データは、各電力部門の生産関数のパラメータを推定（カリブレーション）するために用いられる。

以下では発電部門のモデル化について説明を行う。まず、発電され市場に供給される電力には、火力発電や原子力発電による「非再生可能エネルギー」と太陽光発電や風力発電による「非再生可能エネルギー」に分けられるとする。非再生可能エネルギーと再生可能エネルギーの間には不完全代替の仮定をおく。これは例えば、再生可能エネルギーは非再生可能エネルギーの電力と比べて出力の不安定であるという性質の違いを表現している。ただし「非再生可能エネルギー」と「非再生可能エネルギー」は最終的には1種類の「電力」として電力市場に供給され、電力価格は市場において1つだけ成立する。供給された電力は各産業や家計によって使用される（付図 4-2 参照）。

これまでモデルの電力市場全体を説明したが、各発電技術の違いは以下の方法により区別されている。まず、化石燃料を利用する火力発電部門は、各発電技術に固有の化石燃料を投入し発電することで区別している。このことは火力発電部門が CO<sub>2</sub>を排出する発電部門であるという意味においても、他の発電技術と区別されている。また、現実では原子力発電および水力発電は常に一定の出力を維持するベース電源の役割を担っている一方、火力発電は変動する電力需要に対し発電量を調整するミドル電源およびピーク電源の役割を担っている。本モデルでもベース電源、ミドル電源およびピーク電源の違いを考慮し、火力発電は発電量が変動的であり、原子力発電、水力発電については発電量が一定となるようモデル化しており、発電量の変動性でも発電技術は区別されている。

発電量の変動性はモデルにおいて、各発電技術に特殊な生産要素を想定することで可能となる。ここで特殊な生産要素（以下、特殊生産要素）とは、各地域の各発電技術のみに利用できる生産要素であり、ある時点について一定量存在すると仮定しているものである。その上で、各種火力発電については特殊生産要素とその他の投入物の間に代替可能性を認め、発電量が内生的に変化するとしている。付図 4-5 は発電部門の生産関数のイメージ図である。付図 4-5 における（CES 型関数の）「代替の弾力性」の値がゼロより大きいほど、電力価格の変化に対して発電量が容易に変動するようになる。原子力発電および水力発電については、特殊資本とその他の投入物との間の代替可能性を認めていない。すなわち付図 4-5 における代替の弾力性の値をゼロと設定している。このことにより発電量は常に一定とすることができる。また原子力発電と水力発電については、特殊生産要素の存在量を外生的に変化させることで、これらの発電量の将来シナリオをモデル上で再現することが可能となる。

各種再生可能エネルギー発電については特殊生産要素の存在を仮定しておらず、民間投資による発電量の拡大を認めている。これにより再生可能エネルギーについては特殊生産要素の量に基づく発電量の制約はなく、電力価格に応じた収益性に応じて発電量が内生的に決定される。火力発電や原子力発電に比べて小規模投資が可能な再生可能エネルギーでは現実的な仮定であると考えられる。また、これにより再生可能エネルギーへの補助政策等のシミュレーションも可能となる。



付図 4-5 発電部門の生産関数のイメージ

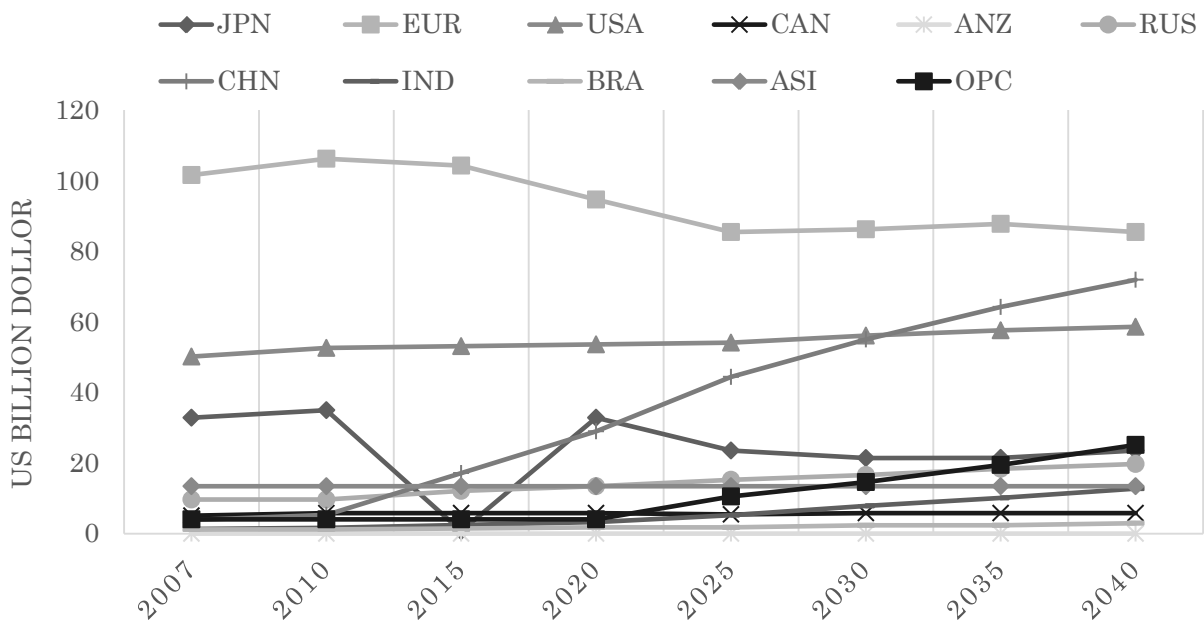
#### 4.5 将来のエネルギー需給に関わるシナリオ設定

動学モデルを構築する場合、将来の各国のエネルギー需給についてもある程度シナリオとして考慮しなければならない。例えば、中国の今後の原子力政策は SCM の評価に影響を与える可能性は大きい。そのため動学モデルで中国の原子力発電の利用シナリオを適切に設定する必要がある。また日本においても福島第一原子力発電所の事故を契機として、今後の原子力発電の利用に関する議論が行われている。モデルにおいても、日本の原子力発電の利用シナリオは、今後の日本の火力発電の利用水準に影響を与え、SCM の評価にも影響を与えることが予想される。原子力発電以外では米国におけるシェ

ールガス生産の動向も考慮する必要がある。米国におけるシェールガスの生産拡大や、それに伴う国際的な燃料価格は、各国のエネルギー利用に影響を与える可能性があり、それゆえに SCM の評価に影響を与える可能性がある。つまり SCM を評価するにあたり、エネルギーの供給側に関わる国際的な環境変化を適切にモデルに反映させる必要がある。一方、今後の世界的なエネルギー需要の変動要因、つまり経済成長とエネルギー効率の変化も SCM の評価に影響を与え得るため、現実的なシナリオ設定が必要である。以下では、CGE モデルでの将来的なエネルギーの需給シナリオを設定方法について説明する。

#### 4.5.1 原子力発電シナリオ

IEA の World Energy Outlook 2014 (WE02014) の「新政策シナリオ」を参考とした。ここで「新政策シナリオ」とは、近年発表されかつ実行の可能性のある政策を実施した場合のシナリオである。2020 年から 2040 年までの各国の原子力発電容量の予測が記載されている。WE02014 から各国の原子力発電容量の変化率を計算し、この変化率を CGE モデルにおける原子力発電の特殊生産要素の変化率に代入した。以上の設定から計算された原子力発電の発電量は金額ベースで付図 4-6 の通りとなる。ただし 2007 年の価格で評価したものであり、発電量の推移と同じと解釈できる。特徴として、EU で既存原子炉の廃炉が進み、発電量が減少していくこと、2030 年を超えると中国における原子力発電が世界最大となることが挙げられる。今回、日本の原子力発電シナリオを設定するにあたり、2015 年は発電量をほぼゼロとしている。これは 2015 年 1 月現在の状況を反映したものである。2020 年以降は WE02014 の「新政策シナリオ」に基づいている。

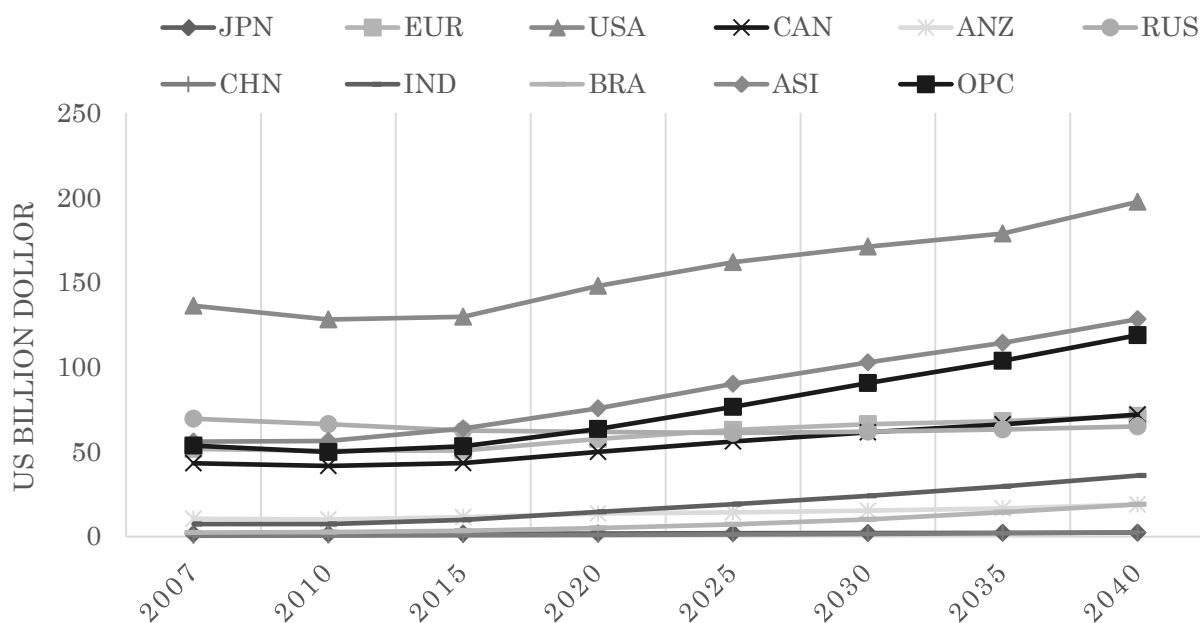


付図 4-6 WE02014 に基づく原子力発電シナリオ

#### 4.5.2 天然ガス供給シナリオ

米国におけるシェールガスの採掘増加が世界のエネルギー市況に大きな影響をもたらすとされてい

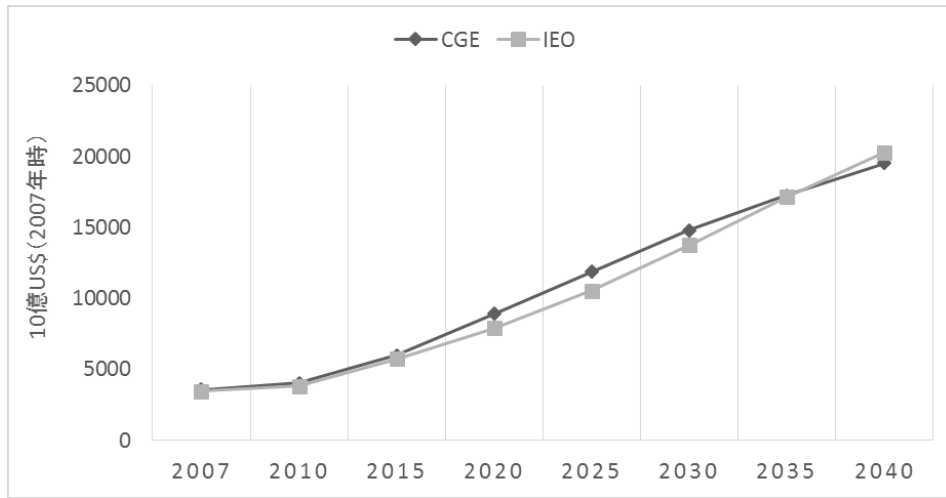
る。今回は WE02014 の「新政策シナリオ」に基づき、天然ガス産出量の変化率（2012 年から 2040 年までの平均）を、モデルの天然ガス部門が利用する「天然資源」の変化率とした。付図 4-7 はモデルで再現された各国の天然ガス産出額の推移を示しているが、2007 年の価格で評価したものであり、算出量の推移と同じと解釈できる。原子力発電のシナリオ設定と異なる点は、CGE モデルの天然ガス部門は、生産の過程で「天然資源」と他の投入物がある程度代替できることにある。そのため、モデルの天然ガス産出量は他の生産物価格や経済成長の影響を受け、WE2014 で示された予測から乖離する場合があることである。特徴としては、米国での天然ガス産出量が世界で最も多く、2020 年以降その量を拡大させていくことである。その他、ASI や OPC といった地域で産出量が増加するというシミュレーション結果となっているが、これは ASI ではインドネシア、OPC ではイランやサウジアラビアの増加率が反映されたものである。



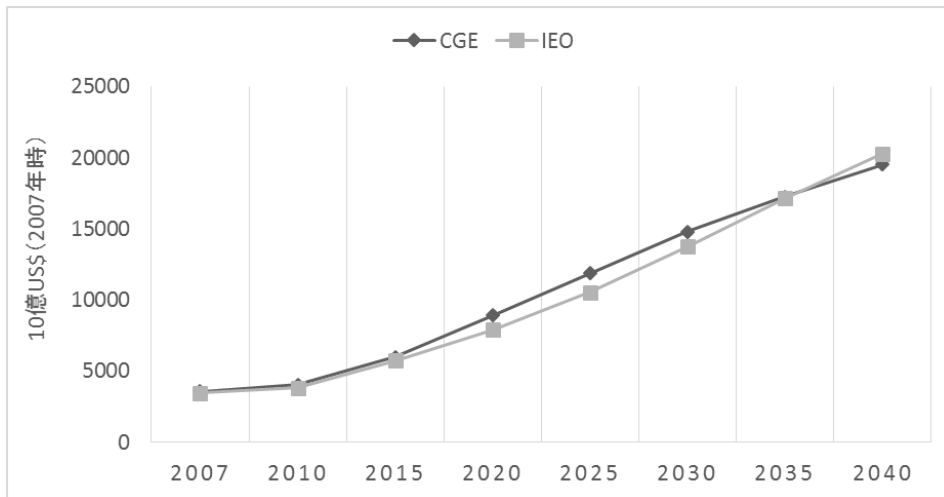
付図 4-7 WE02014 に基づく天然ガス供給シナリオ

### 4.5.3 経済成長

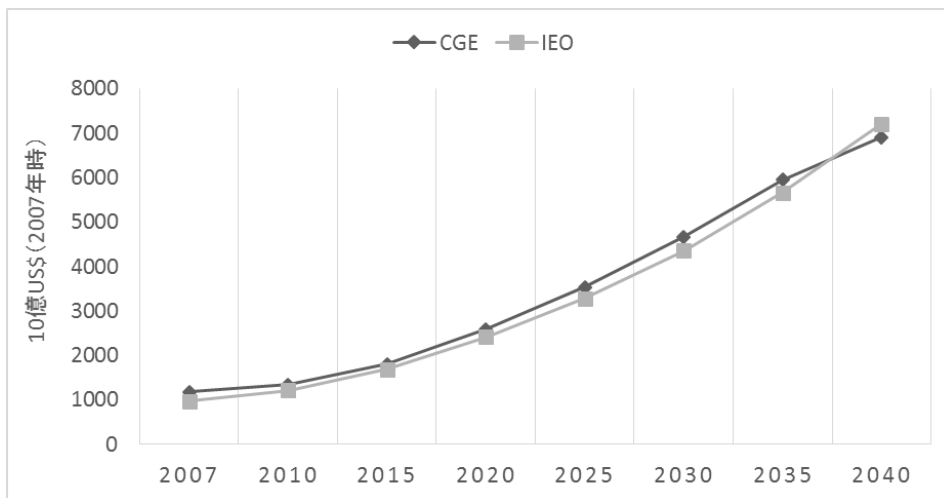
エネルギーの需要側についてシナリオを構築するにあたり経済成長、各国の経済成長とエネルギー効率の推移を経済成長の要因は一般に労働力と資本ストックの増加、技術の進歩であるとされる。労働力については、U.S. Energy Information Administration (2014)の International Energy Outlook 2014 (IEO)の人口予測を参考としている。資本ストックの増加はモデル内で内生的に決定される。残りの技術進歩率については、IEO の GDP 予測に概ね合うよう全要素生産性に相当するパラメータを調整している。以下でモデル内の主要国について、IEA の予測と CGE モデルによるシミュレーション結果を示す。



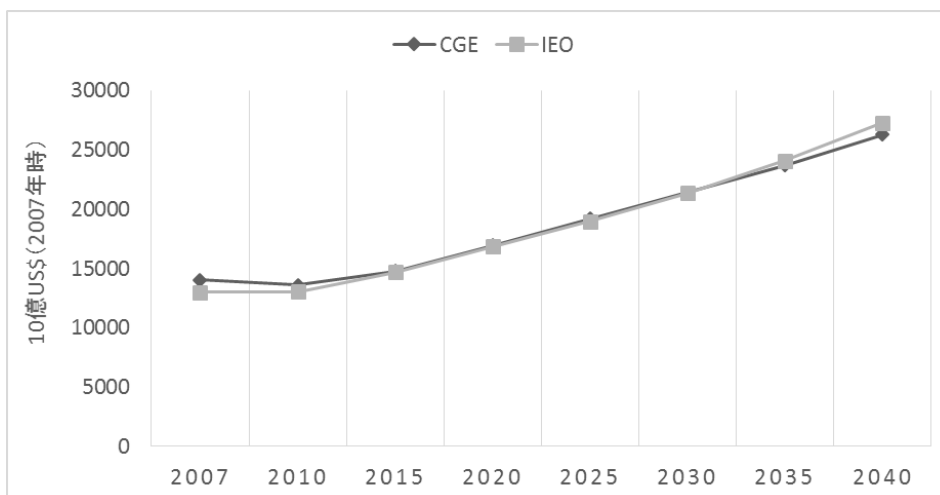
付図 4-8 日本の実質 GDP シナリオ



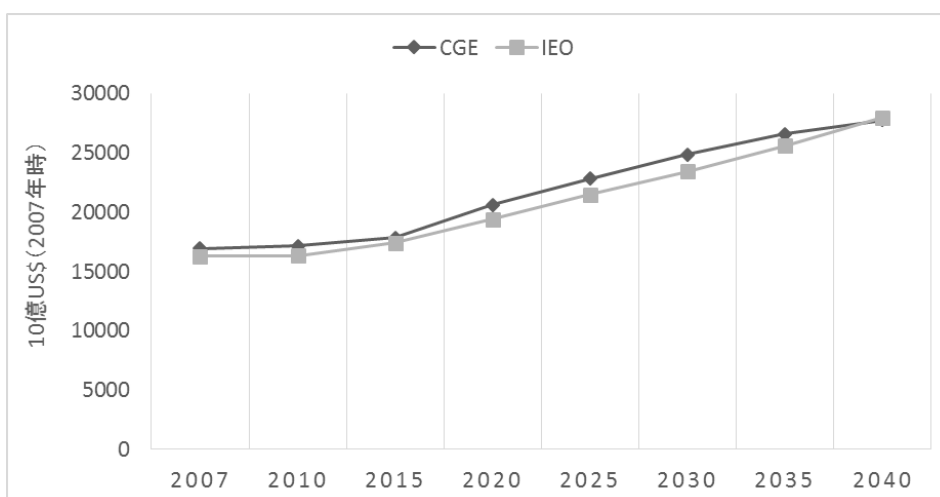
付図 4-9 中国の実質 GDP シナリオ



付図 4-10 インドの実質 GDP シナリオ



付図 4-11 米国の実質 GDP シナリオ

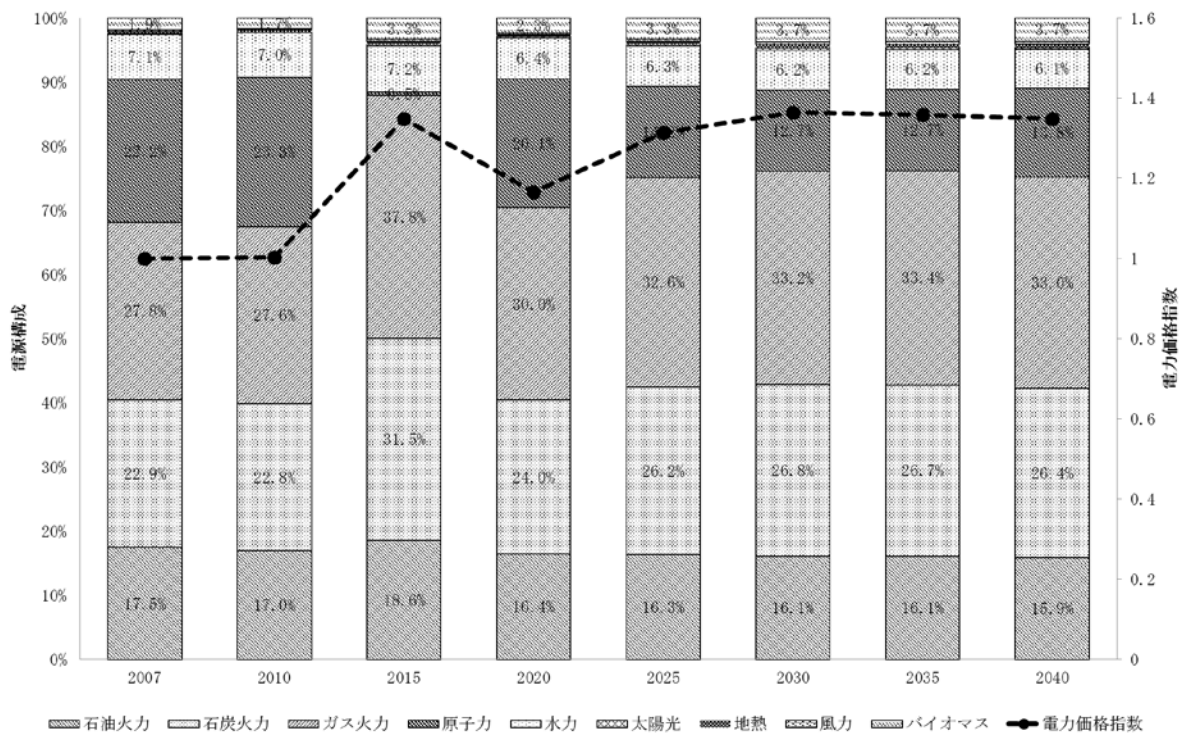


付図 4-12 EUの実質 GDP シナリオ

#### 4.6 日本の電源構成に関するシミュレーション

以上の手順により構築した CGE モデルにより、日本の電源構成について 2040 年までシミュレーションを行う。CGE モデルは GTAP データのバージョン 8.1 を利用した 12 カ国・地域 22 部門の逐次均衡動学モデルである。モデル全体の詳細は 6 章における説明の通りである。なお、今回のシミュレーションでは固定価格買取制度等の再生可能エネルギーの利用促進政策は考慮していない。

付図 4-13 は日本の電源構成(発電実績)のシェアの推移に関するシミュレーション結果である。2015 年以降、原子力発電のシェアが低下するにつれて化石燃料のシェアが増加している。再生可能エネルギーのシェアは増加するものの、総発電量からすれば 2040 年においても約 4.9%にすぎない。再生可能エネルギーは普及政策が実施されなければ、CO<sub>2</sub>排出削減に与える影響は非常に小さいものとなる可能性がある。電力価格は 2015 年に原子力発電が全て停止された場合に急上昇する。原子力発電の再稼働により電力価格は低下するが、原子力発電のシェアが低下するとともに緩やかな上昇に転じる。以上のモデルの挙動は、現実の電力市場をかんがみると一定の説得力を有していると考えられる。



付図 4-13 日本の電源構成と電力価格のシミュレーション

付録 5. タイ・バンコクでの普及機器に関する家庭調査表

問 1. あなたのご家庭で保有している下記の 4 つの品目についてお尋ねします。該当する箇所にご記入ください。複数台お持ちの方は、最も使用頻度の高い製品についてお答えください。また、該当する製品をお持ちの方は、その製品についてもご記入ください。アルファベットで記入をお願い致します。

自動車

所有していない

所有している

車名 [                    ]

型式 [                    ]

購入年 [                    ]

冷蔵庫

所有していない

所有している

メーカー名 [                    ]

型式 [                    ]

購入年 [                    ]

洗濯機

所有していない

所有している

メーカー名 [                    ]

型式 [                    ]

購入年 [                    ]

エアコン

所有していない

所有している

メーカー名 [                    ]

型式 [                    ]

購入年 [                    ]

問 2. あなたのご家庭の総年収を以下から選択してください。

0～20 万バーツ未満

20～40 万円バーツ未満

40～60 万バーツ未満

60～80 万バーツ以上未満

80～100 万バーツ未満

100 万バーツ以上



環境省・環境経済の政策研究 委託研究

『エネルギーと環境取組みに関する企業調査』

2012年11月

早稲田大学・環境と貿易研究所

I 温室効果ガス（GHG）や有害化学物質に関する諸制度との関わり・排出量/含有量の把握状況  
貴社における、温室効果ガス（GHG）や化学物質に関する諸制度との関わりや、その排出量/含有量の把握の状況についてお尋ねします。

設問1 省エネ法において特定事業者または特定連鎖化事業者になっていますか。

はい  1  
いいえ  2

設問2 東京都の排出量取引制度の対象施設が存在しますか。

はい  1  
いいえ  2

設問3 GHG 排出量（CO<sub>2</sub>排出量やエネルギー消費量など）に関する目標は設定していますか。

はい  1（              年から）  
いいえ  2 ⇒設問4へお進みください

設問3-1 現在の目標は業界としての目標よりも高いものですか。

はい  1  
いいえ  2  
回答できない  3 理由（    ）

設問3-2 目標達成状況について、これまでに第三者の検証が行われたことがありますか。

はい  1  
いいえ  2

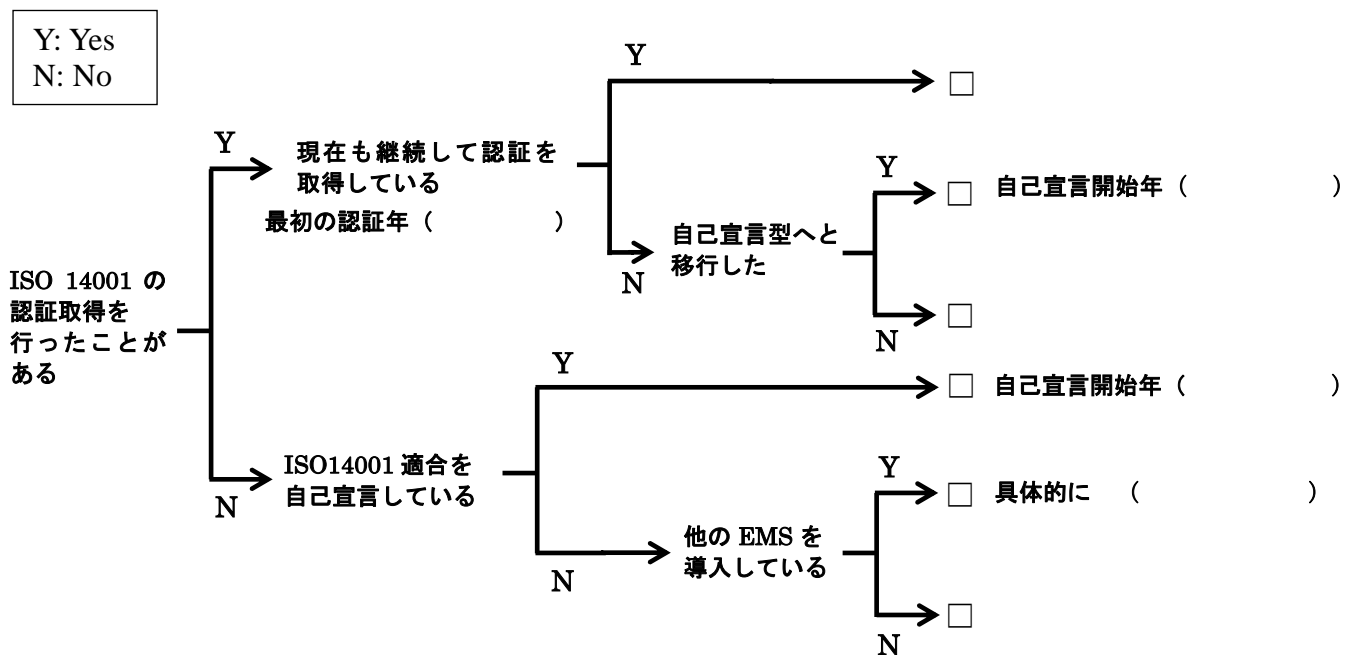
設問4 省エネルギー、再生可能エネルギー及びGHG排出削減と関連して、以下のどのようなことを実施していますか。各項目について、「いいえ」か「はい」でお答えください。

	いいえ	はい	
再生可能エネルギーへの投資	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	（具体的に:              ）
再生可能エネルギーを用いた自家発電システムの導入	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	（具体的に:              ）
化石燃料を用いた自家発電システムの導入	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	（具体的に:              ）
グリーン電力の購入	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	（具体的に:              ）
省エネ・エネルギー効率の改善（空調管理など）	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	（具体的に:              ）
新製品の開発	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	（具体的に:              ）
環境関連の製品の設計	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	（具体的に:              ）
クリーンな技術・製造方法・工法の導入	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	（具体的に:              ）
燃料転換	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	（具体的に:              ）
森林による炭素固定	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	（具体的に:              ）
温暖化対策担当部門・部署・チームなどの設置	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	（具体的に:              ）

設問5 以下の団体から、CO<sub>2</sub>を含む環境負荷について排出削減行動を要求されたことはありますか。

	温室効果ガス			化学物質			廃棄物		
	よく求められる	時々求められる	ほとんど求められない	よく求められる	時々求められる	ほとんど求められない	よく求められる	時々求められる	ほとんど求められない
行政当局(国・都道府県・市区町村)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
消費者	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
株主・投資ファンド	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
銀行・その他金融機関	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
業界団体	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
環境保護団体	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
一般従業員	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
経営者	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
近隣住民	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

設問6 ISO14001 や他の環境マネジメント・システム(EMS)の導入について伺います。下記のフローチャートに従って貴社の現在の状況に当てはまるボックスにチェックを入れてください。



設問7 近年、CO<sub>2</sub>等の温室効果ガス排出量測定について「Scope 3」という概念が注目されています。「Scope 3」とは、企業が排出する温室効果ガスのうち、直接コントロールすることのできない部分を意味します。この「Scope 3」の各項目について、排出量の把握をされていますか。

	はい	部分的に	検討中	いいえ
購入した物品・サービス	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
資本財	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
燃料・エネルギー関連の活動	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
上流の輸送・流通	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
事業から発生する廃棄物	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
出張	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
従業員の通勤	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
上流のリース資産	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
下流の輸送・流通	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
販売した製品の加工	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
販売した製品の使用	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
販売した製品の廃棄後の処理	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
下流のリース資産	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
フランチャイズ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
投資	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

設問7-1 サプライチェーンでの温室効果ガス排出量を把握するうえで、どのような問題があるとお考えですか。あてはまるものをすべて選択してください。

- |                   |                          |   |
|-------------------|--------------------------|---|
| 一次サプライヤーとの関係構築    | <input type="checkbox"/> | 1 |
| 算定対象範囲(バウンダリー)の設定 | <input type="checkbox"/> | 2 |
| 算定されたCO2排出量の配分    | <input type="checkbox"/> | 3 |
| 入手したデータの品質        | <input type="checkbox"/> | 4 |

設問8 貴社の製品（主要な製品が中間製品の場合は、それらが組み込まれた最終製品）は欧州で販売されていますか。

- |     |                          |   |
|-----|--------------------------|---|
| はい  | <input type="checkbox"/> | 1 |
| いいえ | <input type="checkbox"/> | 2 |

設問9 化学物質に関連する取り組みとして、以下のどのようなことを実施していますか。各項目について、「はい」か「いいえ」でお答えください。

- |                   | はい                       | いいえ                      |
|-------------------|--------------------------|--------------------------|
| 数値目標の設定           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 化学物質管理に関する専門部署の設置 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 社外講習会への参加         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 他物質への転換           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| MSDS情報の電子化        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 対策物質の優先順位づけ       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 調達マニュアルの作成        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 廃棄物の抑制・回収・再利用     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 教育・訓練の実施          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 独自の基準を設定          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

設問10 貴社の製品を構成する部品に含まれる化学物質について、直接的に報告を求めているのはどの範囲までですか。

- |             |                          |   |
|-------------|--------------------------|---|
| 一次サプライヤー    | <input type="checkbox"/> | 1 |
| 二次サプライヤー    | <input type="checkbox"/> | 2 |
| 三次サプライヤー    | <input type="checkbox"/> | 3 |
| 報告を求めたことはない | <input type="checkbox"/> | 4 |

II 環境負荷を意識した取引・自主的な取り組みについて

貴社が調達を行う際に、取引先の環境への取り組みについてどのように考慮されているか、また、顧客に製品やサービスを提供する際に、製品やサービスに関わる環境負荷への貴社の取り組みについてどのようなことを顧客から求められているかについておたずねします。

設問1 貴社の製品・サービスの主要な販売先・仕入れ先について、あてはまるものをすべてお選びいただき、ご存じの範囲で国内・国外の総販売額に占める割合をお答えください。

<販売先>		<仕入れ先>	
<国内>	<input type="checkbox"/> 1 ( )%	<input type="checkbox"/> 1 ( )%	
<国外>	( )%	( )%	
東アジア・東南アジア	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 2	
ヨーロッパ	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 3	
アメリカ・カナダ	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 4	
その他	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 5	

設問2 過去5年間で、法的に規制されていないような環境に関する取り組み（ISO14001取得やカーボンフット・プリントなど）を、(1)国内・国外の顧客から要求されたこと、また、(2)調達時に国内・国外の取引先に対して、要求したことはありますか。化学物質、GHG、廃棄物、その他に関する以下の項目で、あてはまるものをすべて選択してください。また、要求されたこと・要求したことがない場合には下段のボックスにチェックを入れてください。

(1) 顧客から貴社への要求	<国内>				<国外>			
	化学物質	G H G	廃棄物	その他	化学物質	G H G	廃棄物	その他
<b>&lt;対象範囲： 過去5年間&gt;</b>								
貴社の事業活動における環境への取り組み ：製造工程における排出削減	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
製品・サービスに関わる環境負荷の開示 ：法的規制対象外の情報開示など	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
製品・サービスに関わる環境負荷が低いこと ：法的に規制されていない排出削減	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
顧客企業が提示する行動規範や マネジメント手法に従うこと ：IWAY(IKEA)など	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
要求されたことはない	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(2) 貴社から取引先への要求	<国内>				<国外>			
	化学物質	G H G	廃棄物	その他	化学物質	G H G	廃棄物	その他
<b>&lt;対象範囲： 過去5年間&gt;</b>								
取引先の事業活動における環境への取り組み ：製造工程における排出削減	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
製品・サービスに関わる環境負荷の開示 ：法的規制対象外の情報開示など	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
製品・サービスに関わる環境負荷が低いこと ：法的に規制されていない排出削減	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
貴社が提示する行動規範や マネジメント手法に従うこと 具体的に( )	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
要求したことはない	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

設問3 サプライヤーとの間で、サプライヤーの環境対応に関わる問題が生じた経験はありますか。

	<国内>	<国外>	
はい	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	
いいえ	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 2	⇒設問4へお進みください
回答できない	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 3	

設問3-1 そのようなサプライヤーに対して、改善を要求した経験はありますか。

	<国内>	<国外>
はい	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1
いいえ	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 2
回答できない	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 3

設問4 環境取り組みに熱心な企業を優先的にサプライヤーに選定していますか。

	<国内>	<国外>
はい	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1
いいえ	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 2
回答できない	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 3

設問5 サプライヤーを選定する際に考慮する要因について、下記の項目から選んでください。

	非常に影響 がある	影響がある	影響がない
購買部品の価格低減	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
購買部品の不良発生率の低さ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
原材料及び部品の配送条件	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
競合顧客との取引がないこと	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
サプライヤーの技術の先進性	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
サプライヤーが代理店を使わず直販している	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
資本参加率が高い	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
規制を超えた環境取り組みを行っている	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ISO14001の認証取得を行っている	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ISO14001の自己適合宣言を行っている	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
規制遵守状況に関する素早い情報提供	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
長期的な取引関係	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
サプライヤー数の削減	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
開発納期の短縮化	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### III 温室効果ガス排出削減の新しい枠組みについて

現在、二国間オフセットクレジット制度(Bilateral Offset Credit Mechanism: BOCM)が、日本政府から提案されています。この制度では、日本とホスト国の二国間で排出削減の方法や排出量算定のルールを決めることが想定されています。そして、そのルールのもとで国内の民間企業がもつ省エネ技術を用いて削減された途上国での温室効果ガス排出量を、日本の目標達成に使用することを目的としています。



(出所) 新メカニズム情報プラットフォーム(<http://www.mmechanisms.org/initiatives/index.html>)

本セクションでは、上記の二国間オフセットクレジット制度についてお尋ねします。

#### 設問1 二国間オフセットクレジット制度を知っていましたか。

- はい  1 ⇒設問1-1へお進みください  
 いいえ  2 ⇒設問2へお進みください

設問1-1 これまで二国間オフセットクレジット制度の実現可能性調査 (Feasibility Study: FS) に参加したことがありますか。参加したことがある場合は、FSに参加することの魅力についてお答えください。

- はい  1 ⇒設問2へお進みください

魅力 [ ]

- いいえ  2 ⇒設問1-2へお進みください

設問1-2 これまでに FS への参加を検討したことはありますか。「いいえ」とお答えの場合は、参加に至らなかった理由をお答えください。

- はい  1  
 いいえ  2

理由 [ ]

設問2 現在、二国間オフセットクレジットは2013年からの導入を目指し、制度設計を行っている段階です。今後、この制度に求められるものに関して、下記のリストに記載されている項目を評価してください。

	非常に影響がある	影響がある	影響がない
現地カウンターパートからの投資	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ホスト国政府からの補助金	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
クレジットの前払いでの獲得	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
日本政府による公的資金の直接投入	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
年金基金・機関投資家によるインフラファンドの設立・投資支援	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ポリティカルリスクに対応した保険制度	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
政府系機関や民間企業によるファンドの構築	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ホスト国における技術情報の提供	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
国際的な枠組みとの連携	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

#### IV 貴社の概要について

ここでは、貴社の全体像についてお尋ねします（連結決算を実施している場合は連結ベースでお願いします）。

設問1 貴社の主要な製品・サービスは以下の項目のどれにあてはまりますか。もっともよくあてはまるものを 1つだけお選びください。

- |             |                            |
|-------------|----------------------------|
| 一般消費者向け最終製品 | <input type="checkbox"/> 1 |
| 企業官公庁向け最終製品 | <input type="checkbox"/> 2 |
| 中間製品        | <input type="checkbox"/> 3 |

設問2 貴社では、過去5年間に、製品あるいは製造過程について、生産量あたりの環境負荷量(原単位ベース)に変化がありましたか。各項目について、適当なものを1つずつお選びください。

	減少	変化なし	増加	該当しない
自然エネルギーの使用	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
固形廃棄物の排出	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
排水の排出	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
大気汚染物質の排出	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
温室効果ガスの排出	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
騒音、悪臭、景観の破壊	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
土壌汚染	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
重大な環境事故のリスク	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
その他	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

設問3 貴社では、今年度、環境関連の研究開発予算をお持ちですか。

- いいえ 1 ⇒これで調査は終了です。  
はい 2

<研究開発予算に占める割合>

- 0-1%   
1-5%   
5-10%   
10-15%   
15~20%   
20~30%   
30%~

設問3-1 その研究開発予算は、以下の項目のうちどこに割り当てられましたか。当てはまるものをすべてお選びください。

	化学物質	廃棄物	温室効果ガス	その他
製造過程に関わる研究開発	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
製品に関わる研究開発	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
その他	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

設問3-2 過去5年間で研究開発予算が増加した領域について、以下の項目から当てはまるものをすべてお選びください。

	化学物質	廃棄物	温室効果ガス	その他
製造過程に関わる研究開発	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
製品に関わる研究開発	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
その他	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**本調査のために貴重なお時間を頂戴し、ありがとうございました。**

エネルギーと環境取り組みに関する調査にご協力いただき深く感謝致します。今回の調査についての詳細な情報は、<http://www.waseda.jp/prj-riet/>にてご覧いただけます。本調査から得られました主要な結論や報告は、2013年の夏にこのウェブアドレスに掲載されます。ご協力に厚く御礼申し上げます。

ご回答頂きました内容が不明な場合には、後日、調査主体である「早稲田大学・環境と貿易研究所」より、お問い合わせをさせて頂くこともございます。また、本調査では、二国間オフセットクレジット制度に関する追加調査を予定しております。

お手数ではございますが、以下に、ご連絡先と、『二国間オフセットクレジットに関する追加インタビュー調査』にご協力いただけるかについてご記入ください。

ご芳名 \_\_\_\_\_

貴社名 \_\_\_\_\_

所属部署名 \_\_\_\_\_

郵便番号 \_\_\_\_\_

ご住所 \_\_\_\_\_

E-mail \_\_\_\_\_

『二国間オフセットクレジット制度に関する追加インタビュー調査』に協力して頂けますか

はい

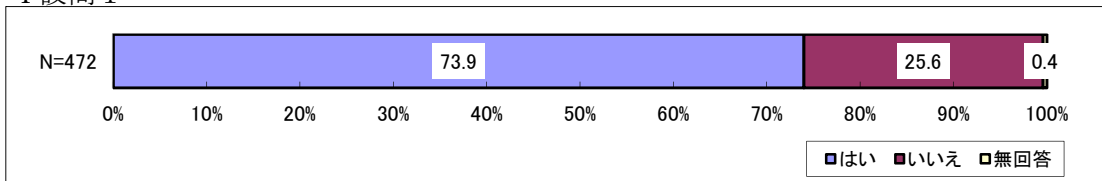
いいえ

この調査で扱われている問題に関して、ご意見等ございましたら、以下にご自由にご記入いただければ幸いです。

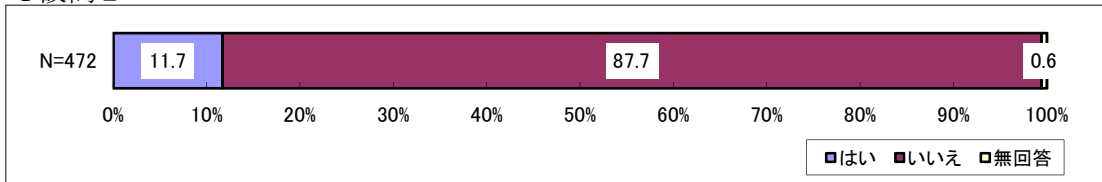


付録7. 企業調査結果

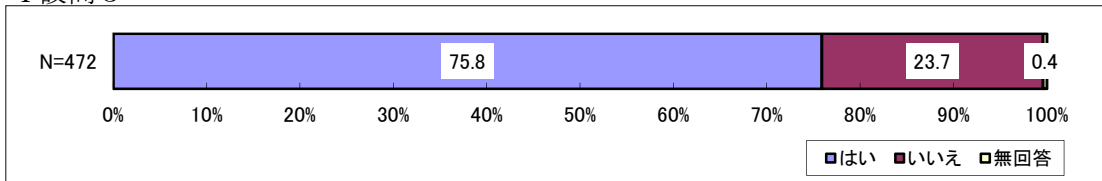
I 設問 1



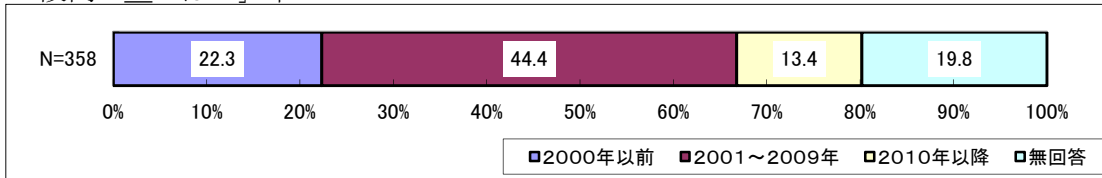
I 設問 2



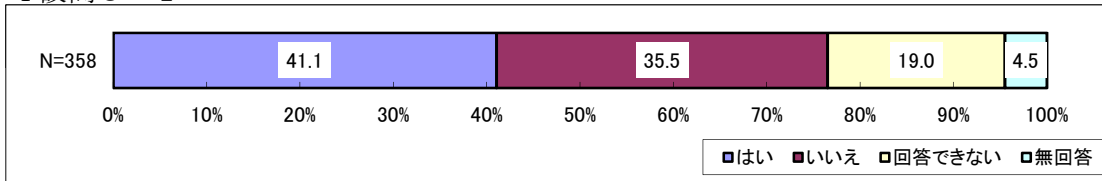
I 設問 3



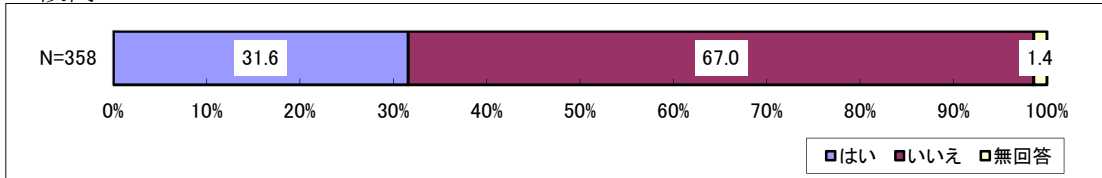
I 設問 3 \_\_ 「はい」年



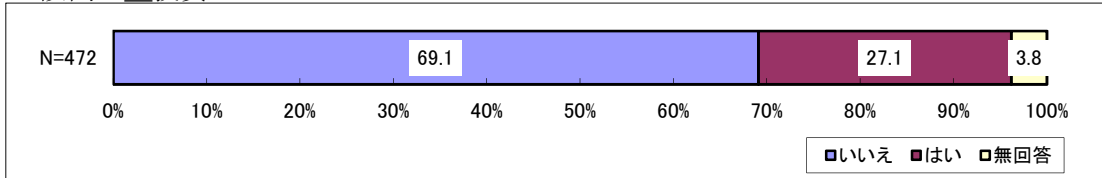
I 設問 3 - 1



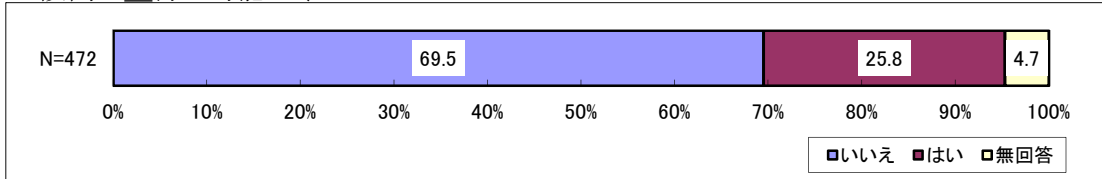
I 設問 3 - 2



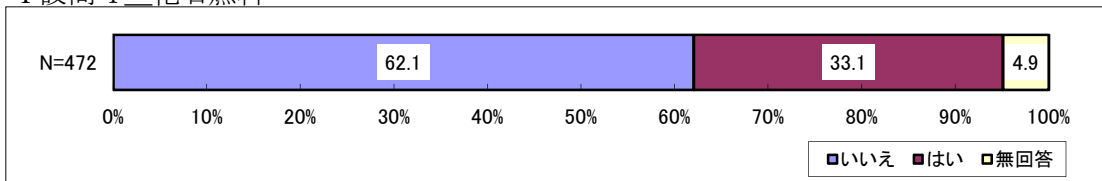
I 設問 4 \_\_ 投資



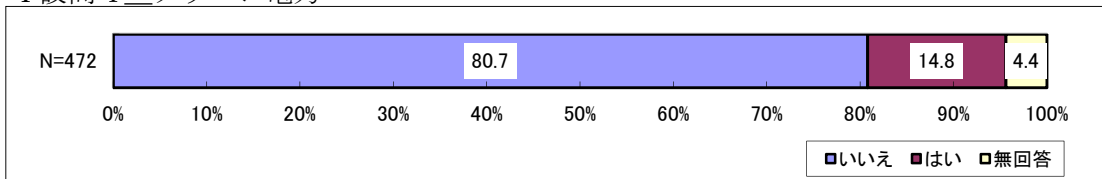
I 設問 4 \_\_ 再生可能エネルギー



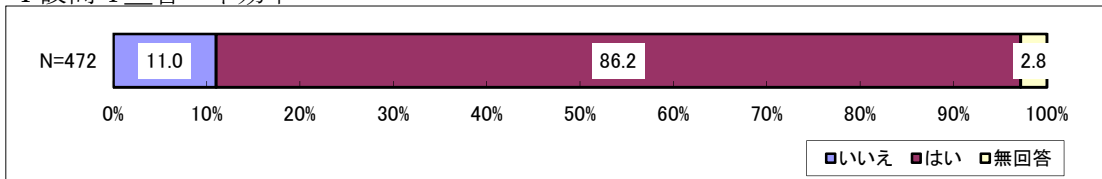
I 設問 4 \_\_化石燃料



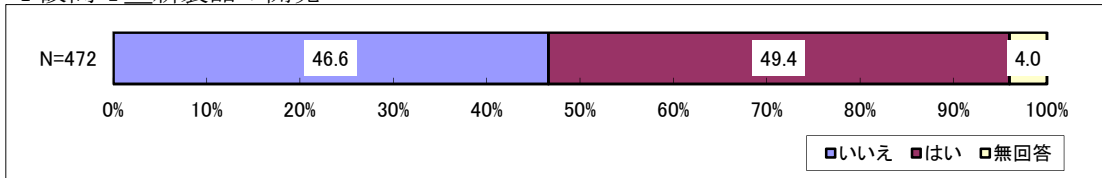
I 設問 4 \_\_グリーン電力



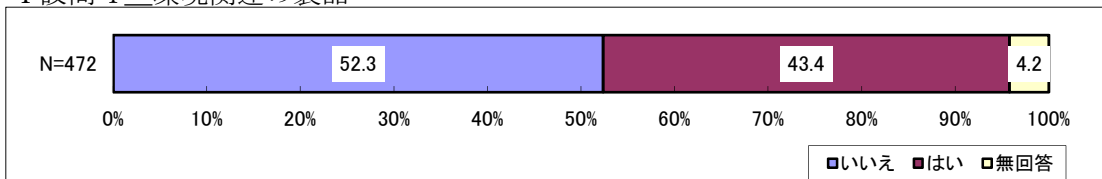
I 設問 4 \_\_省エネ効率



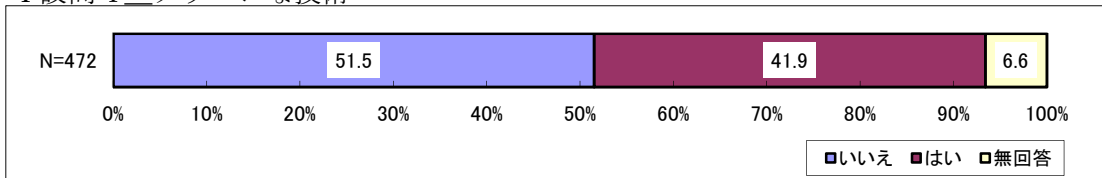
I 設問 4 \_\_新製品の開発



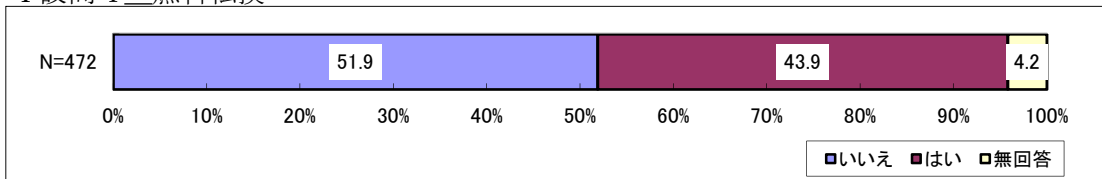
I 設問 4 \_\_環境関連の製品



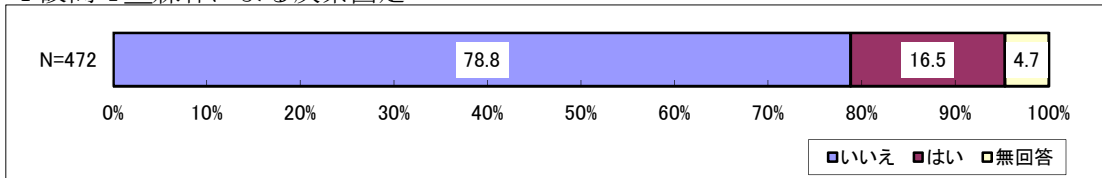
I 設問 4 \_\_クリーンな技術



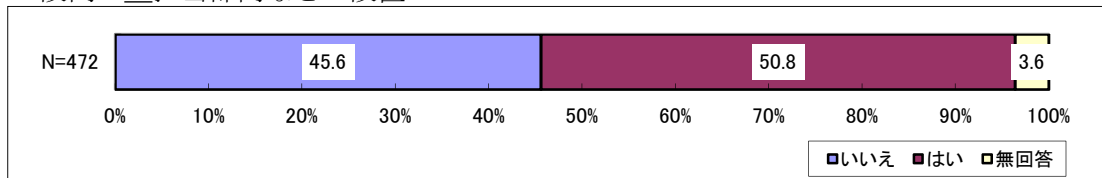
I 設問 4 \_\_燃料転換



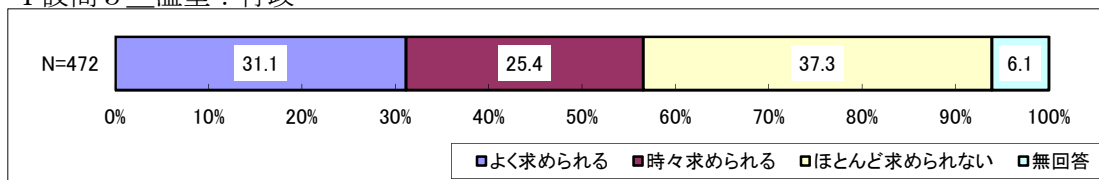
I 設問 4 \_\_森林による炭素固定



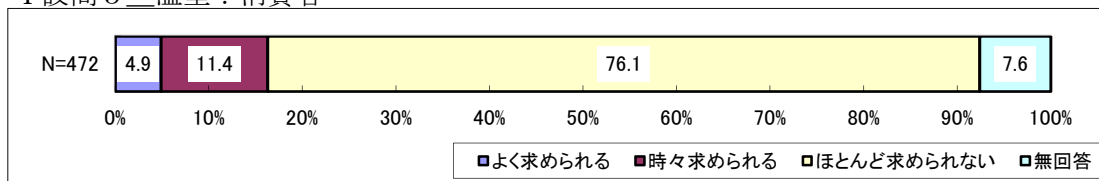
I 設問 4 \_\_担当部門などの設置



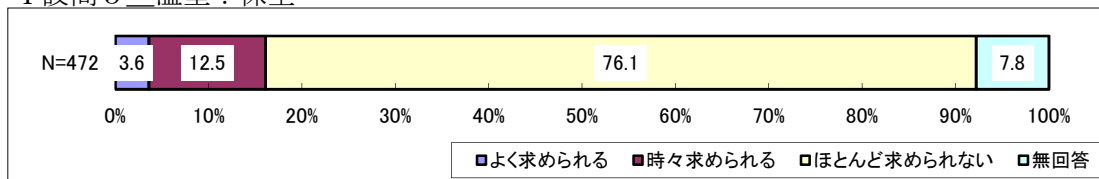
I 設問 5 温室：行政



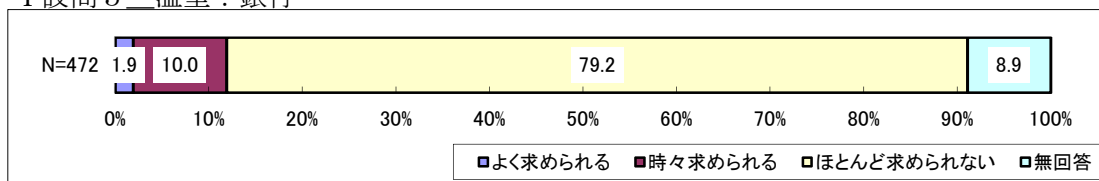
I 設問 5 温室：消費者



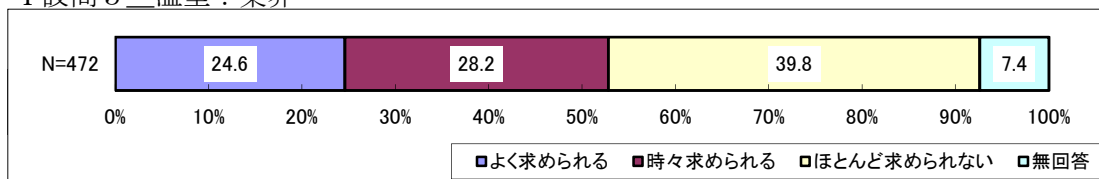
I 設問 5 温室：株主



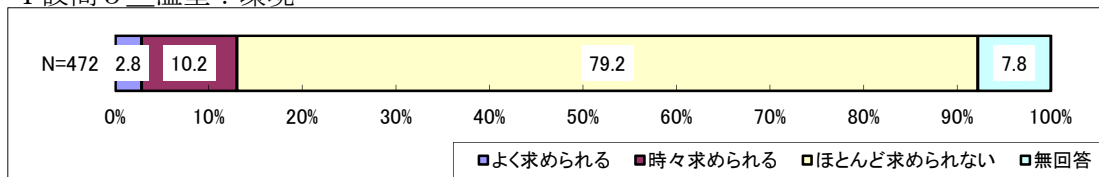
I 設問 5 温室：銀行



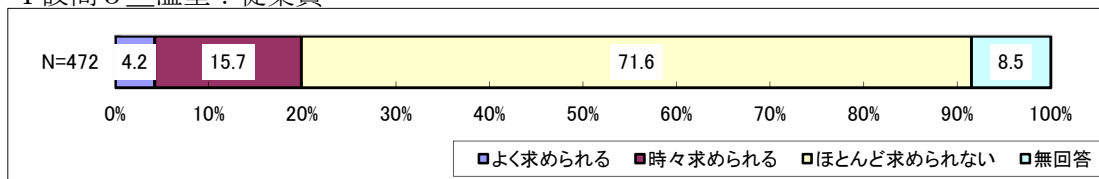
I 設問 5 温室：業界



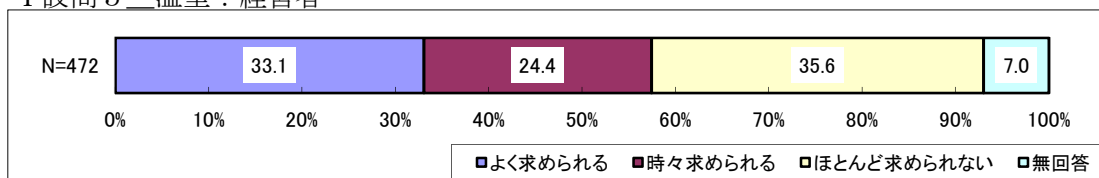
I 設問 5 温室：環境



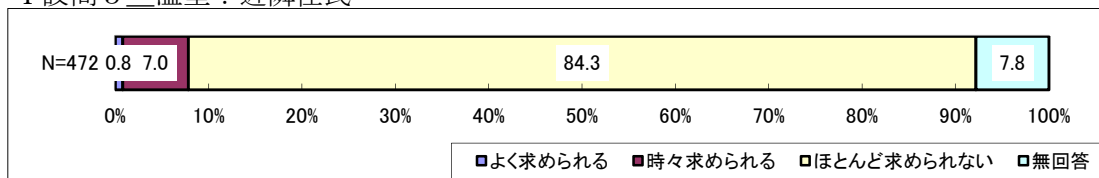
I 設問 5 温室：従業員



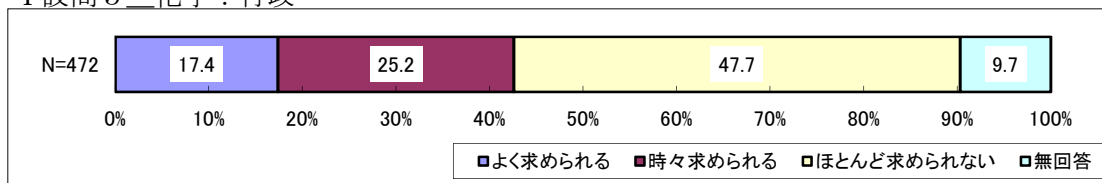
I 設問 5 温室：経営者



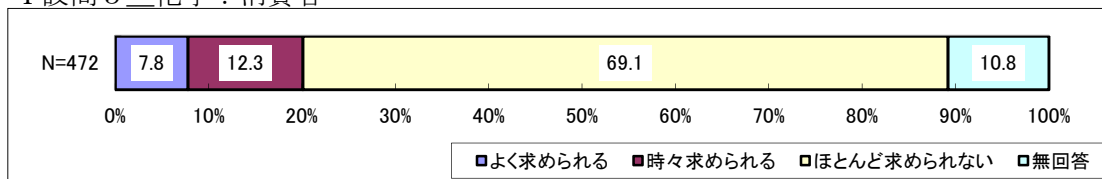
I 設問 5 温室：近隣住民



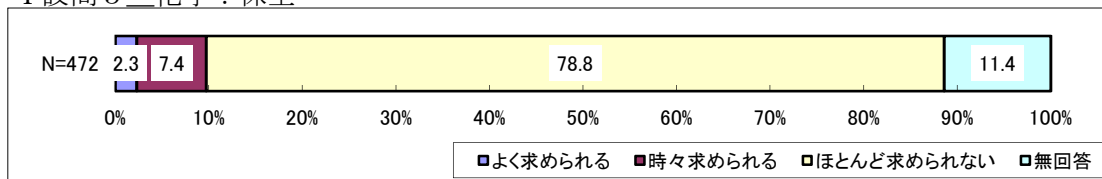
I 設問 5 \_\_ 化学：行政



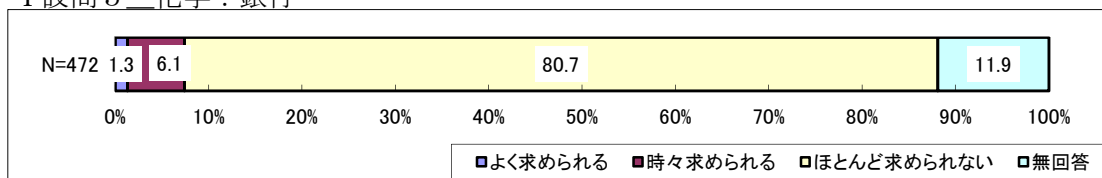
I 設問 5 \_\_ 化学：消費者



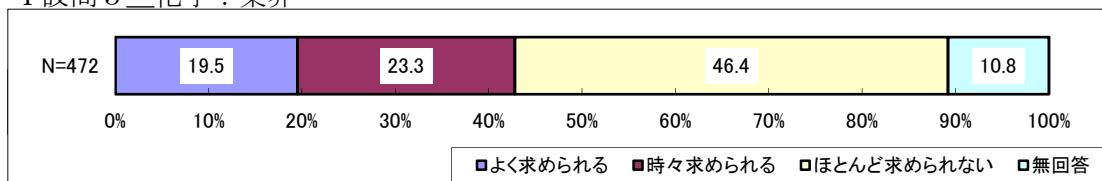
I 設問 5 \_\_ 化学：株主



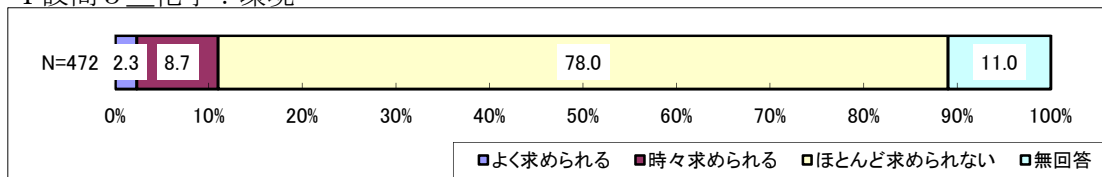
I 設問 5 \_\_ 化学：銀行



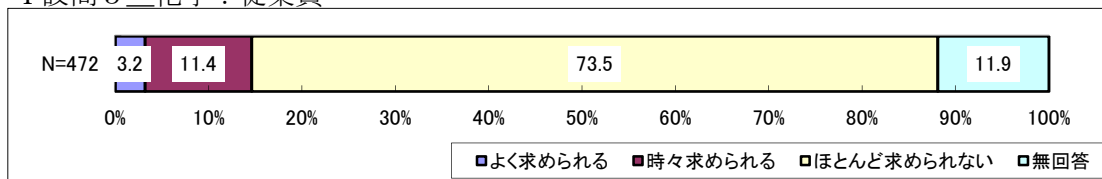
I 設問 5 \_\_ 化学：業界



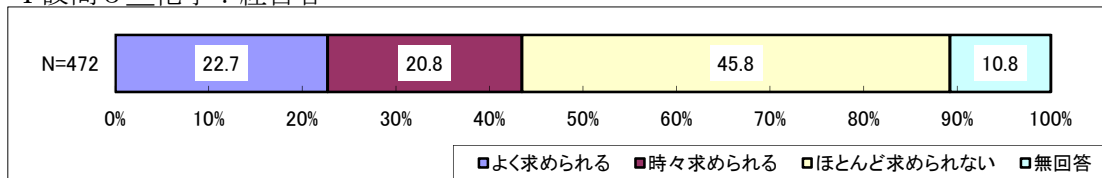
I 設問 5 \_\_ 化学：環境



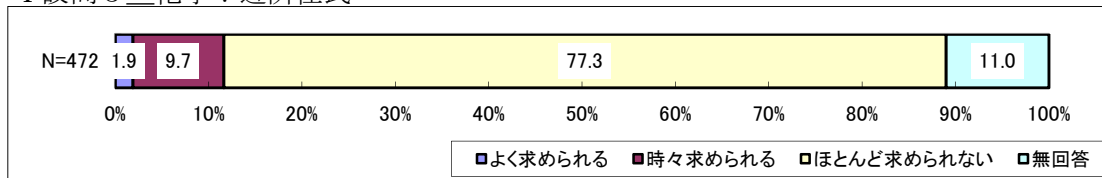
I 設問 5 \_\_ 化学：従業員



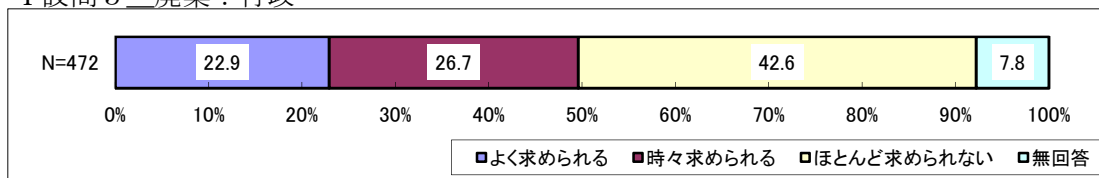
I 設問 5 \_\_ 化学：経営者



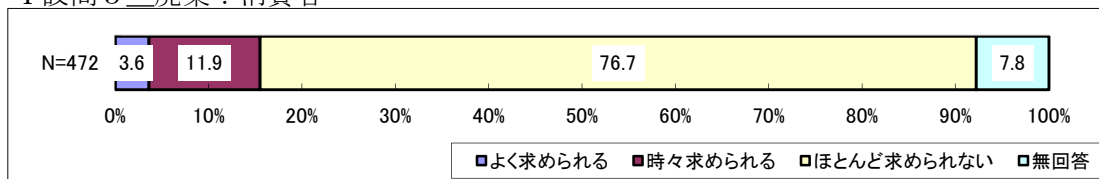
I 設問 5 \_\_ 化学：近隣住民



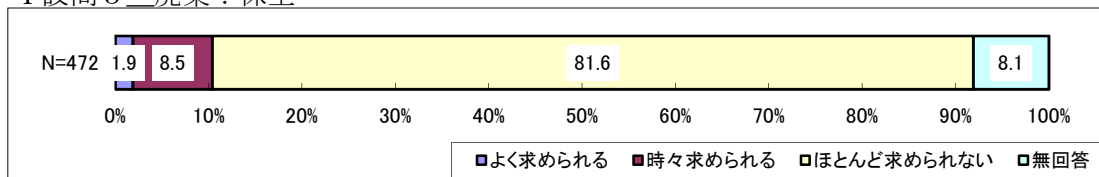
I 設問 5 廃棄：行政



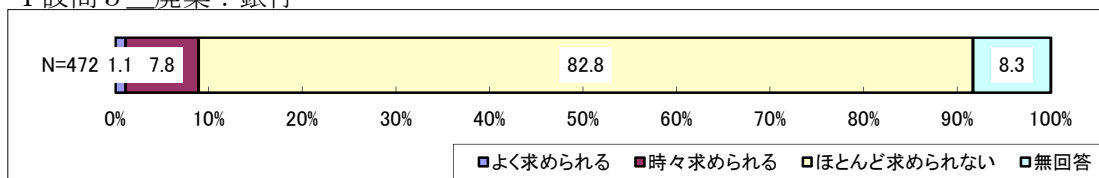
I 設問 5 廃棄：消費者



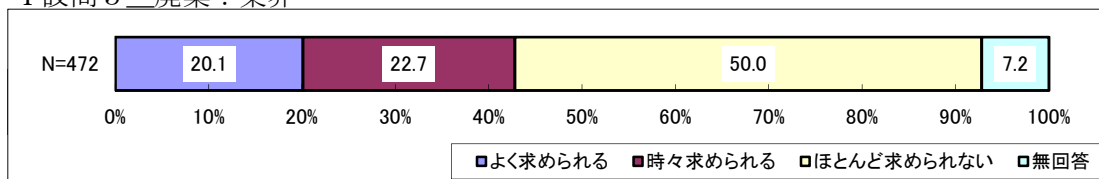
I 設問 5 廃棄：株主



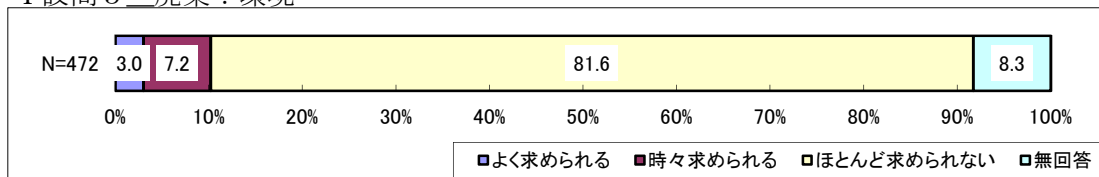
I 設問 5 廃棄：銀行



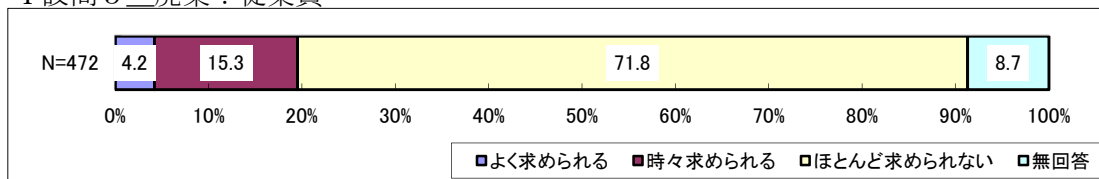
I 設問 5 廃棄：業界



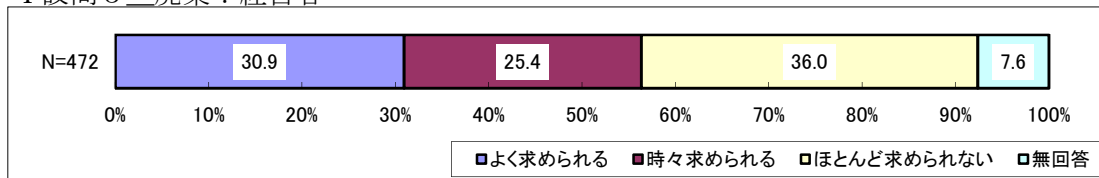
I 設問 5 廃棄：環境



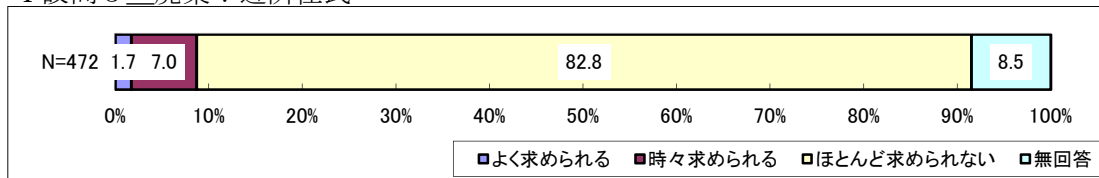
I 設問 5 廃棄：従業員



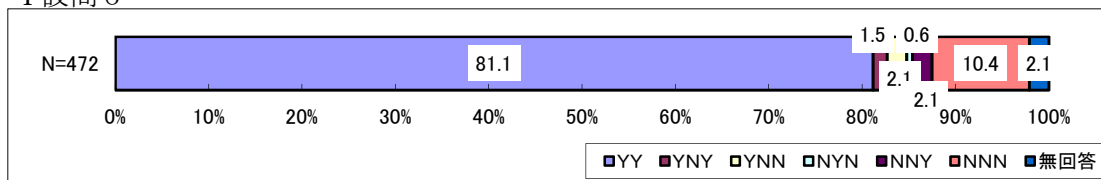
I 設問 5 廃棄：経営者



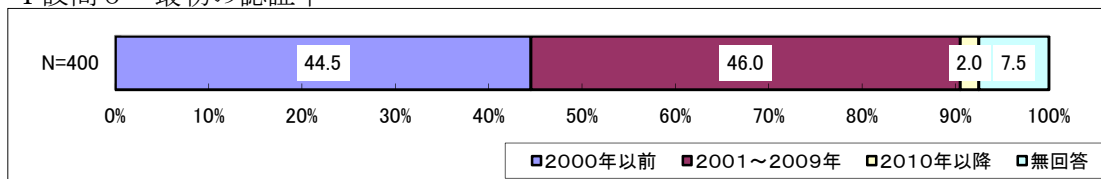
I 設問 5 廃棄：近隣住民



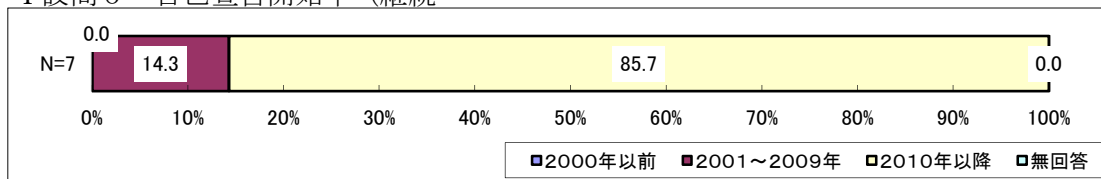
I 設問 6



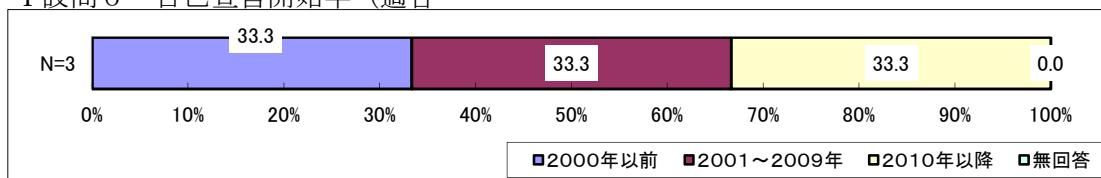
I 設問 6 最初の認証年



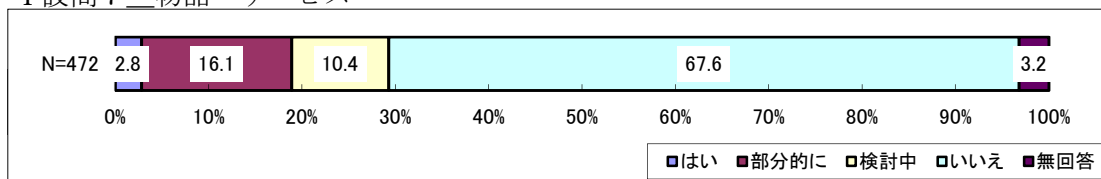
I 設問 6 自己宣言開始年（継続）



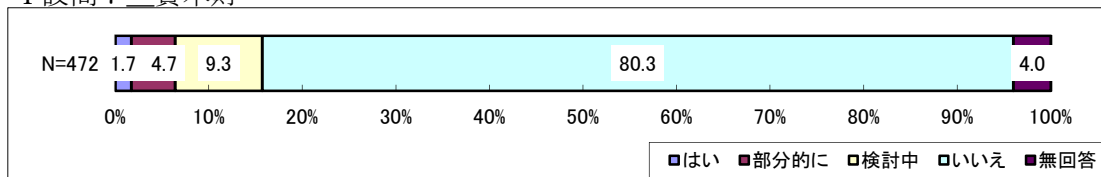
I 設問 6 自己宣言開始年（適合）



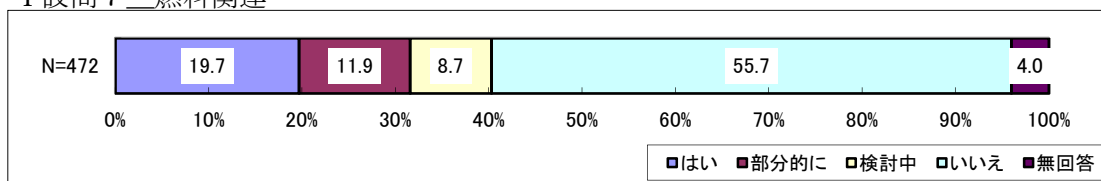
I 設問 7 物品・サービス



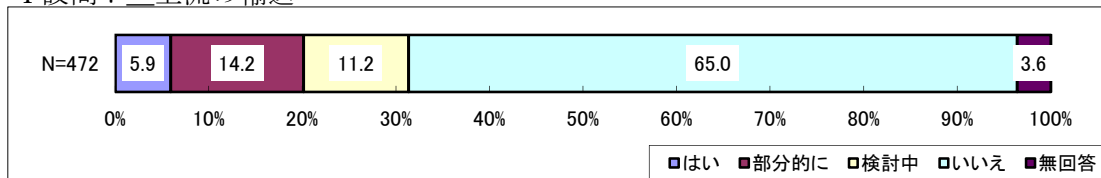
I 設問 7 資本財



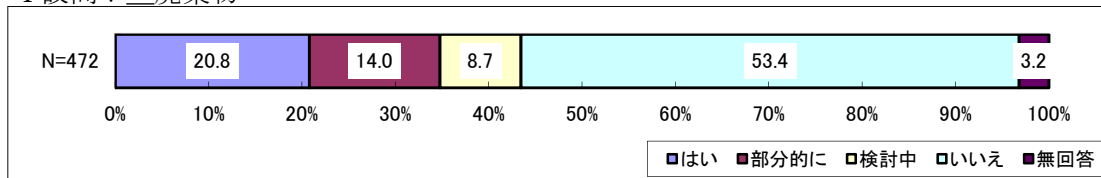
I 設問 7 燃料関連



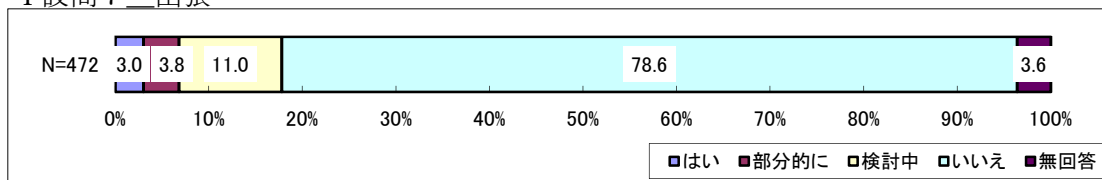
I 設問 7 上流の輸送



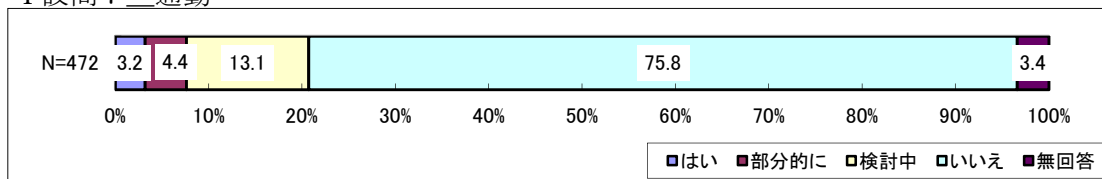
I 設問 7 廃棄物



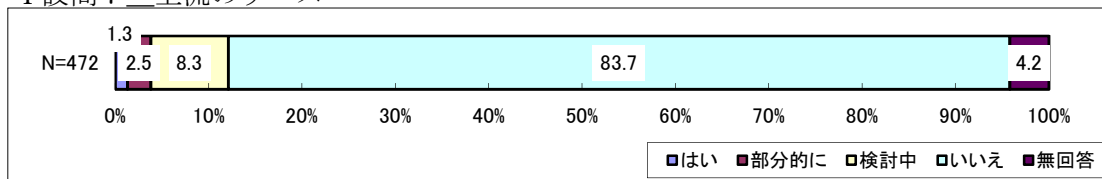
I 設問 7 \_\_出張



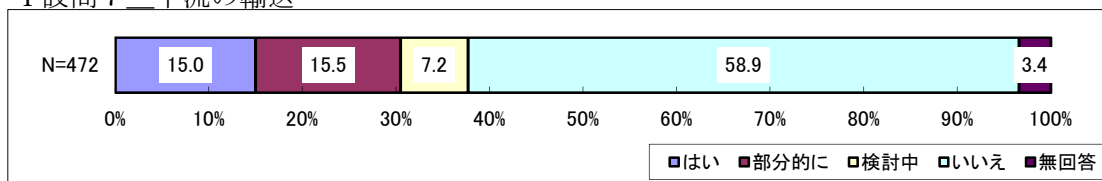
I 設問 7 \_\_通勤



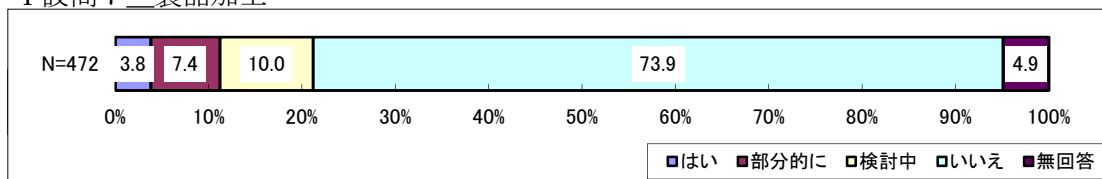
I 設問 7 \_\_上流のリース



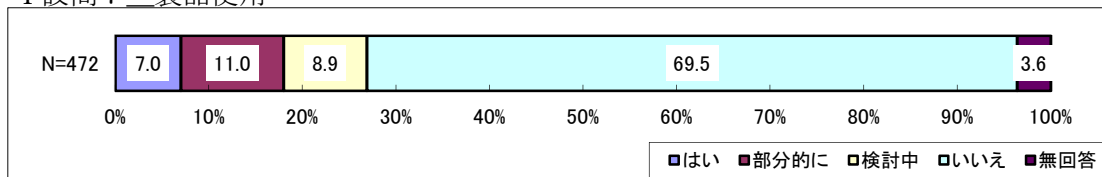
I 設問 7 \_\_下流の輸送



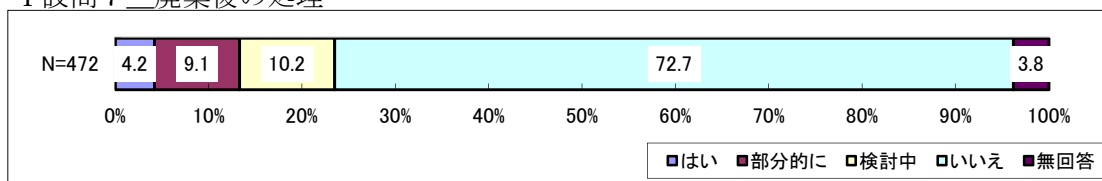
I 設問 7 \_\_製品加工



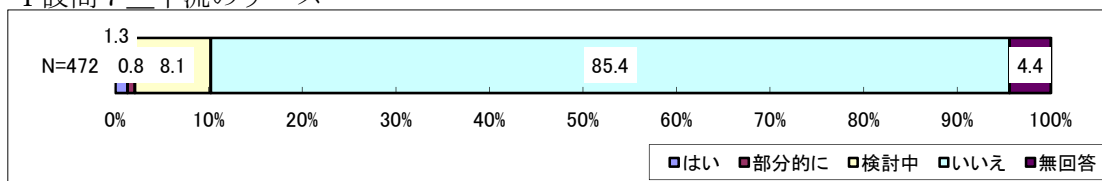
I 設問 7 \_\_製品使用



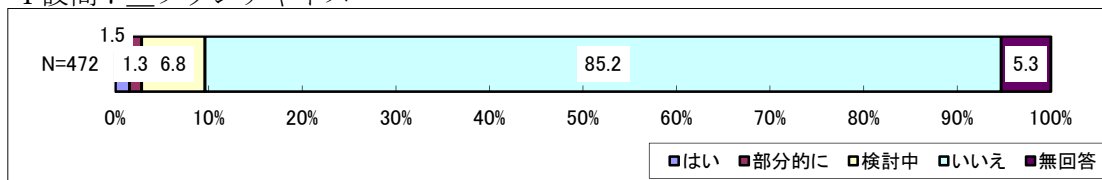
I 設問 7 \_\_廃棄後の処理



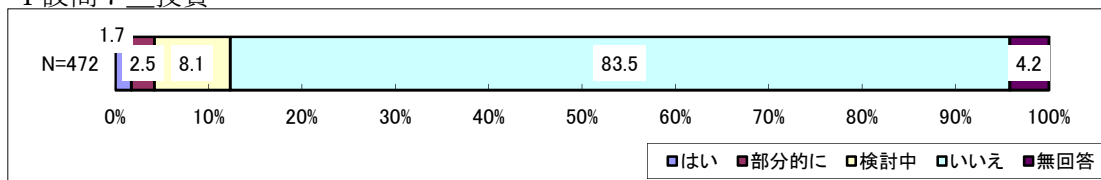
I 設問 7 \_\_下流のリース



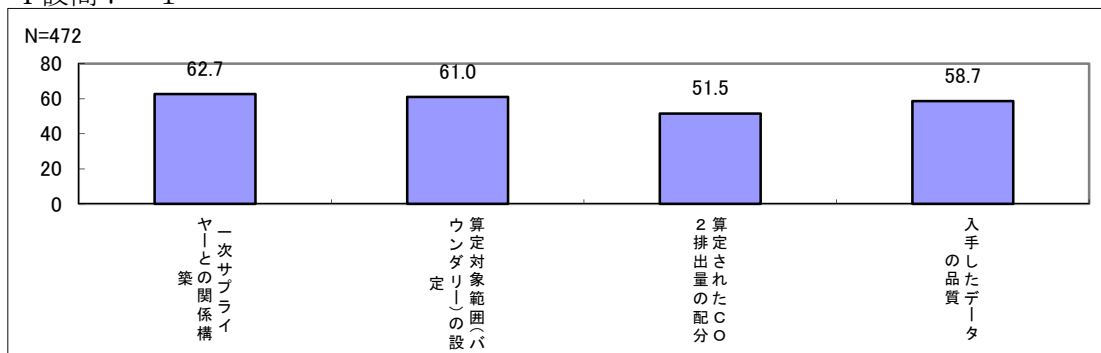
I 設問 7 \_\_フランチャイズ



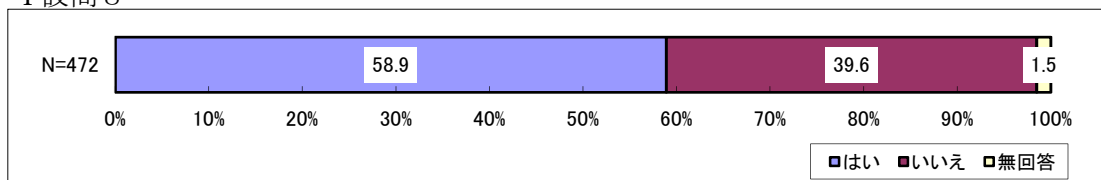
I 設問 7 投資



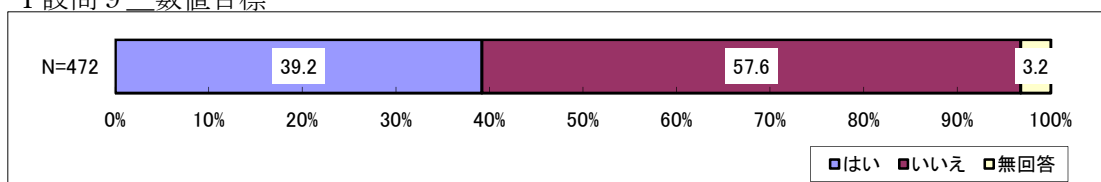
I 設問 7-1



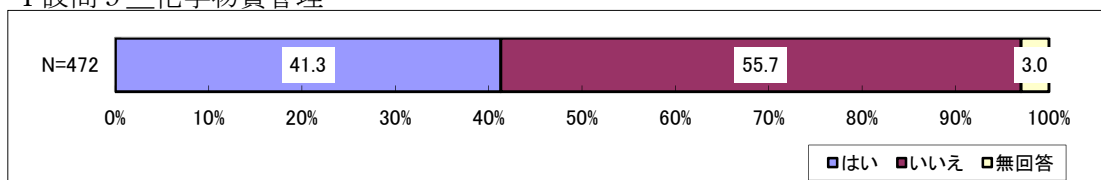
I 設問 8



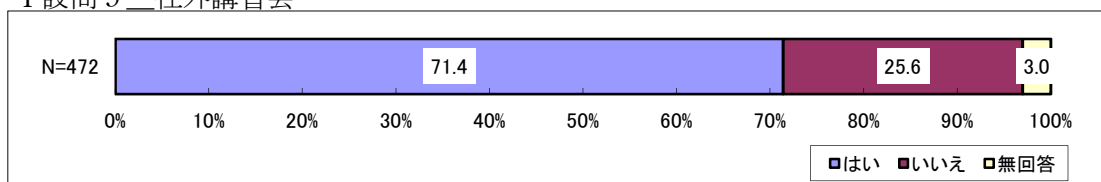
I 設問 9 数値目標



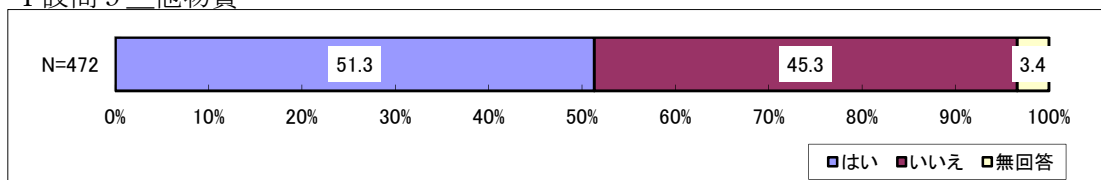
I 設問 9 化学物質管理



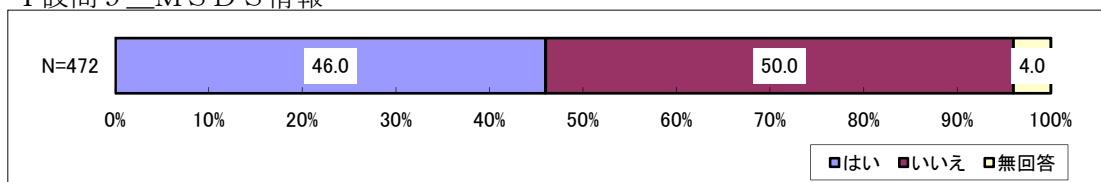
I 設問 9 社外講習会



I 設問 9 他物質

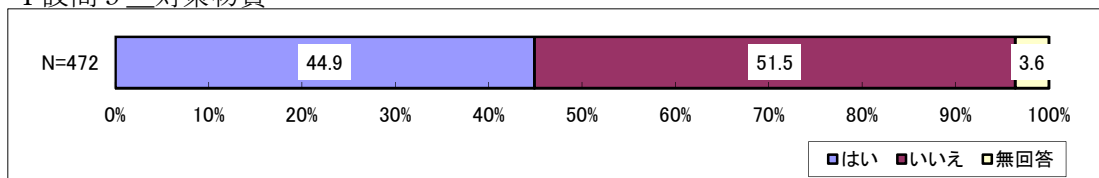


I 設問 9 MSDS情報

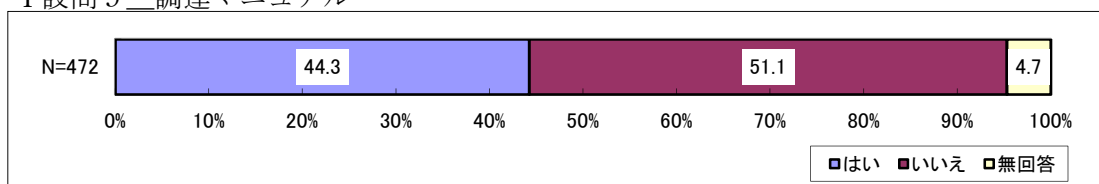




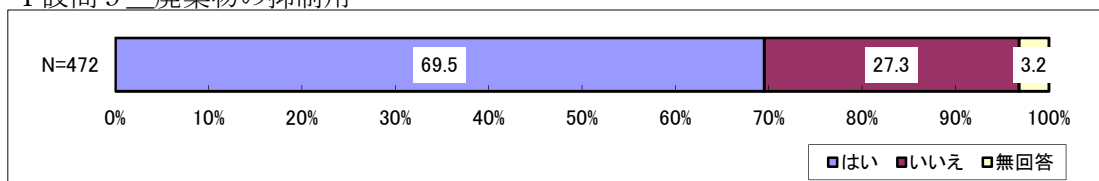
I 設問 9 対策物質



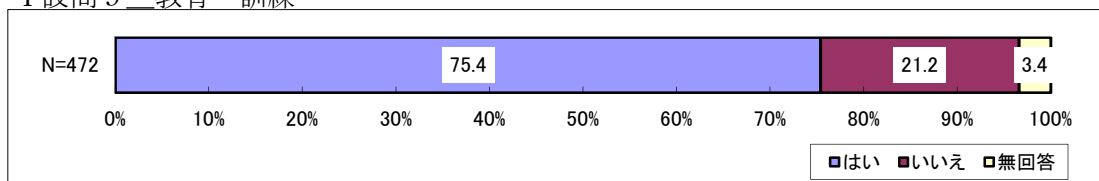
I 設問 9 調達マニュアル



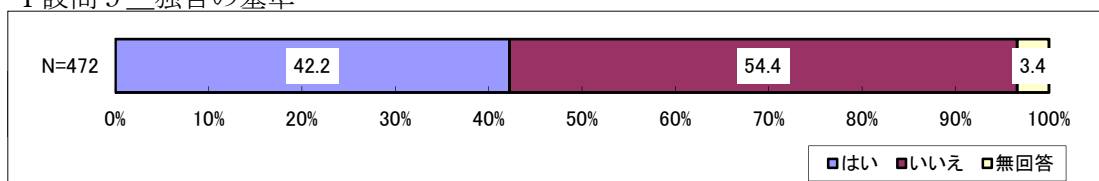
I 設問 9 廃棄物の抑制用



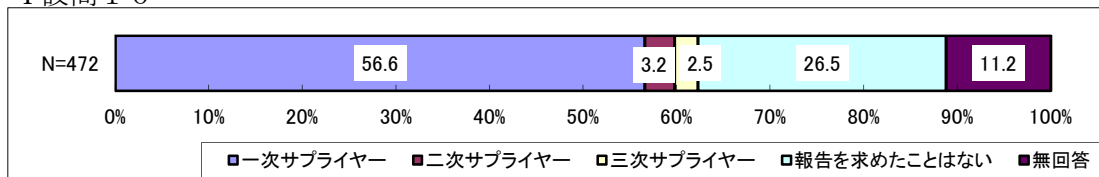
I 設問 9 教育・訓練



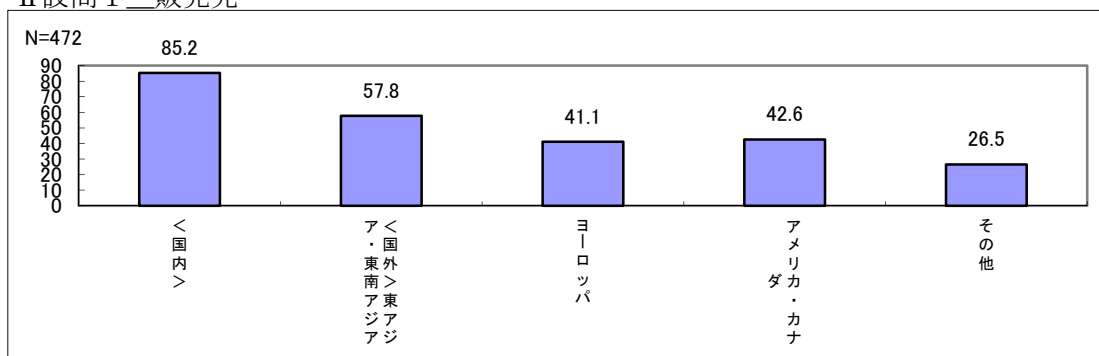
I 設問 9 独自の基準



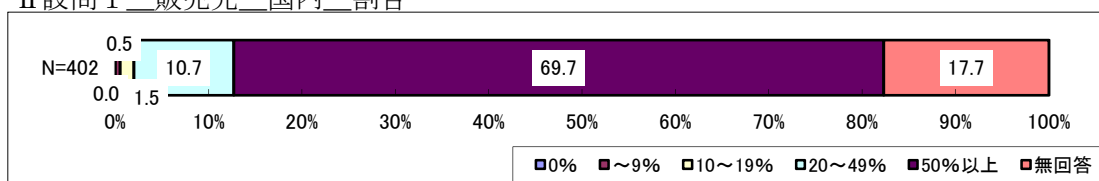
I 設問 10



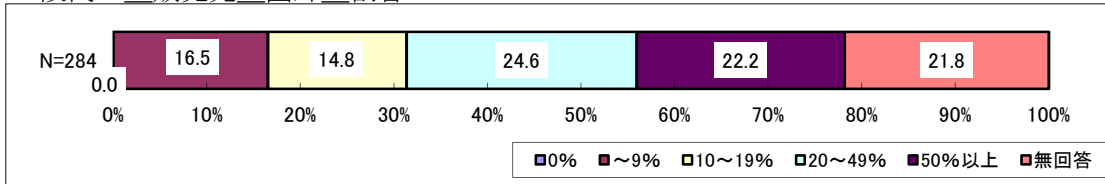
II 設問 1 販売先



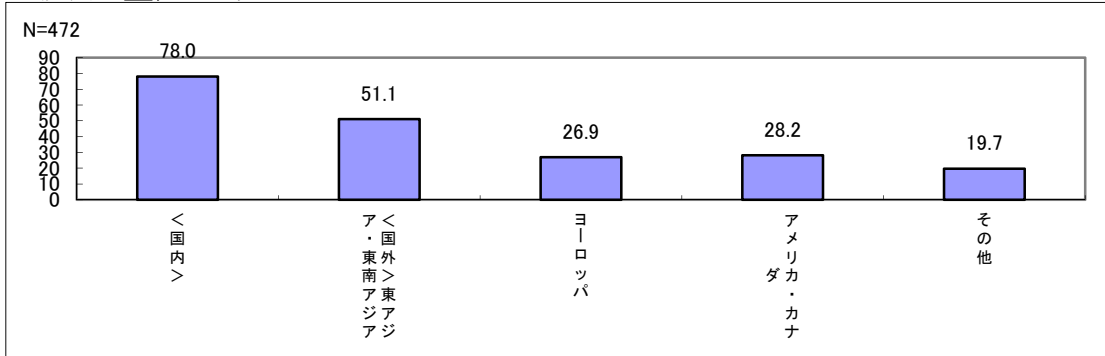
II 設問 1 販売先 国内 割合



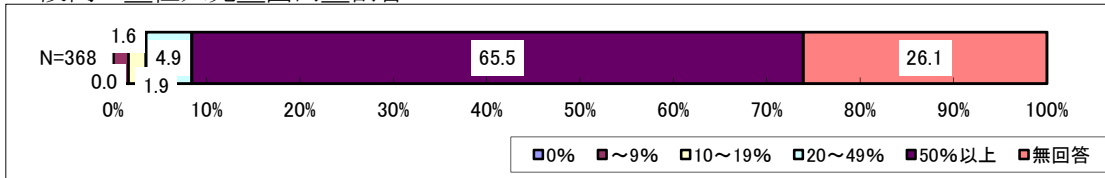
Ⅱ設問1 販売先 国外 割合



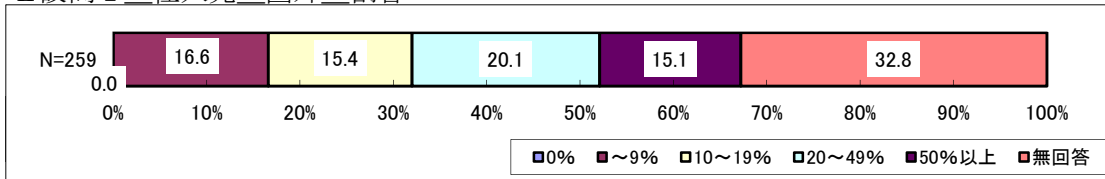
Ⅱ設問1 仕入れ先



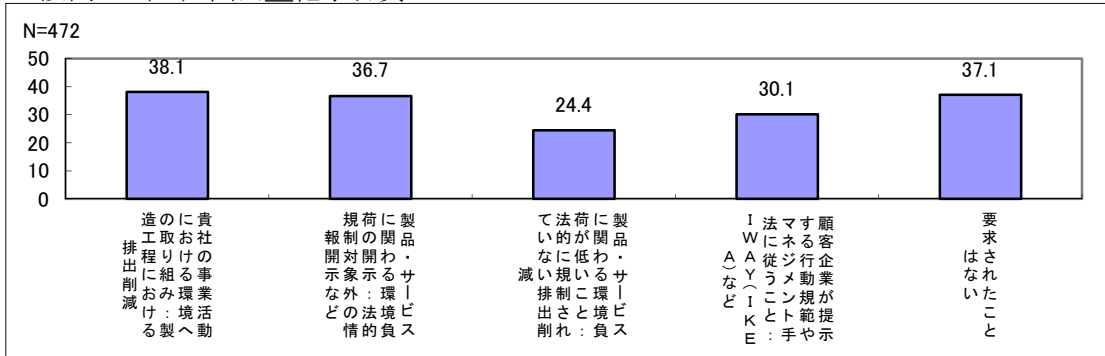
Ⅱ設問1 仕入先 国内 割合



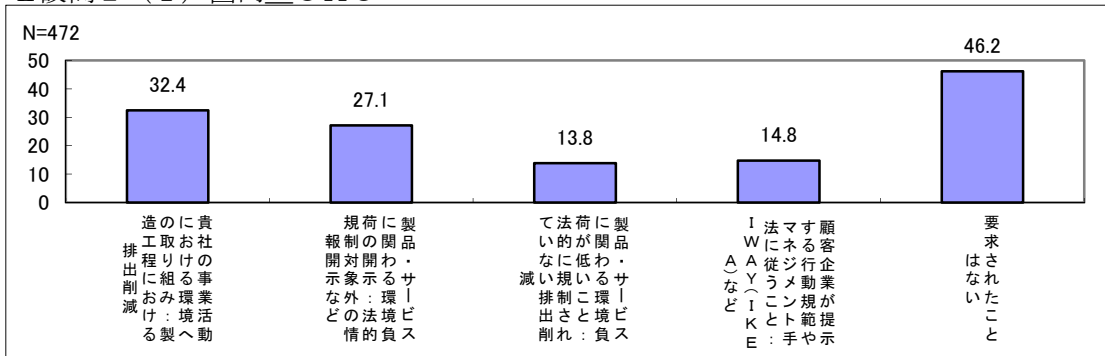
Ⅱ設問1 仕入先 国外 割合



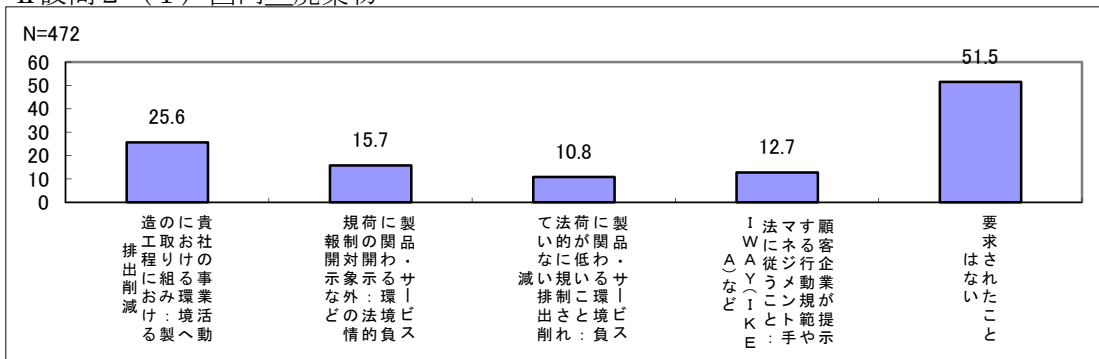
Ⅱ設問2 (1) 国内 化学物質



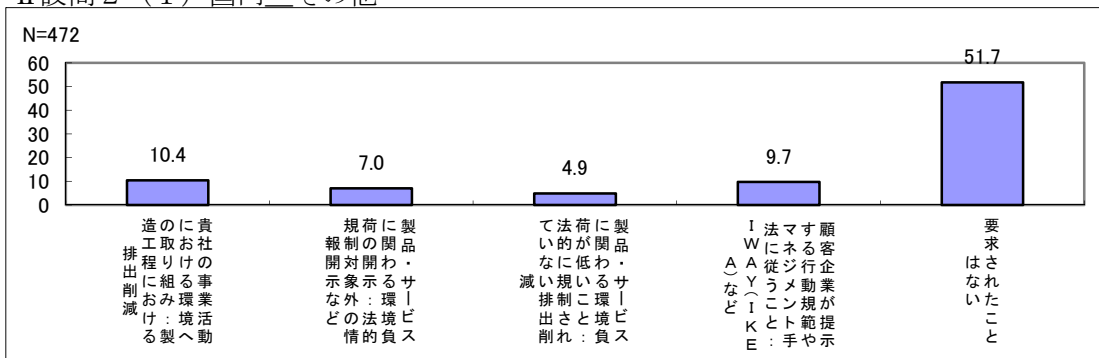
Ⅱ設問2 (1) 国内 GHG



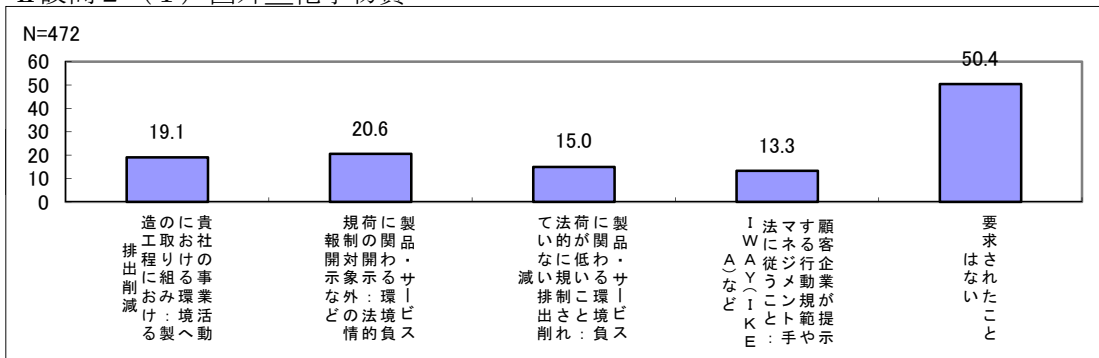
II 設問 2 (1) 国内\_廃棄物



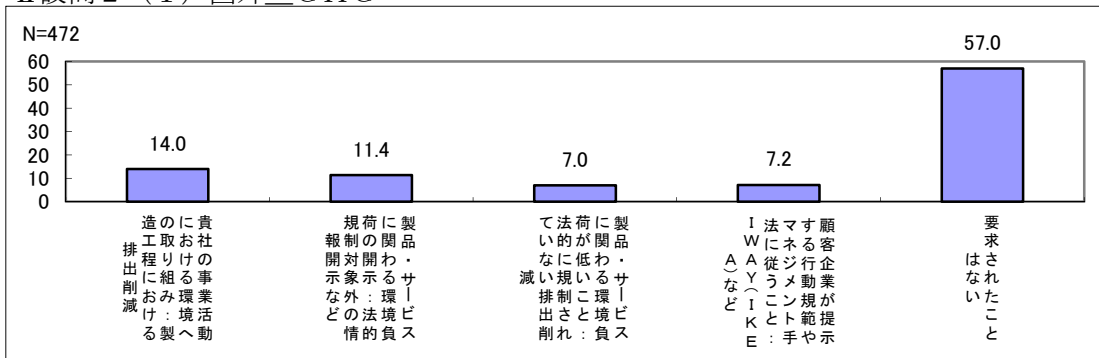
II 設問 2 (1) 国内\_その他



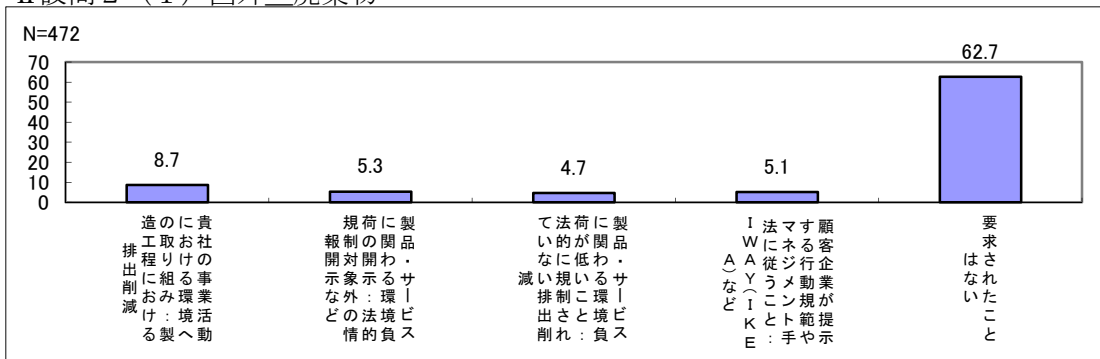
II 設問 2 (1) 国外\_化学物質



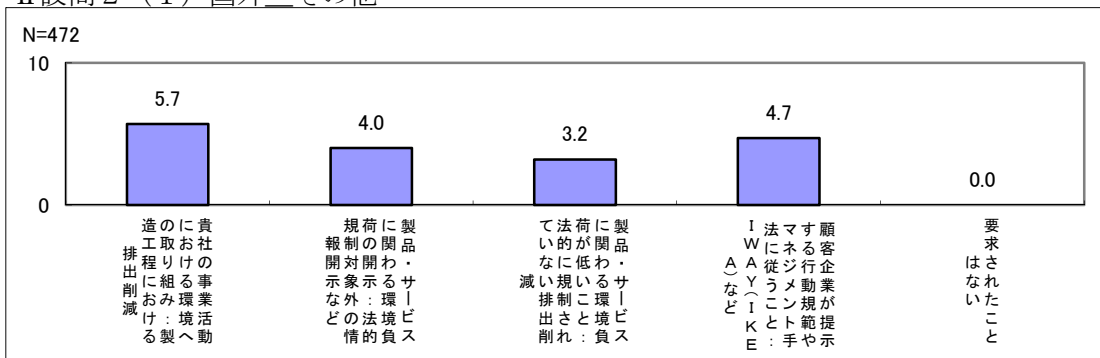
II 設問 2 (1) 国外\_GHG



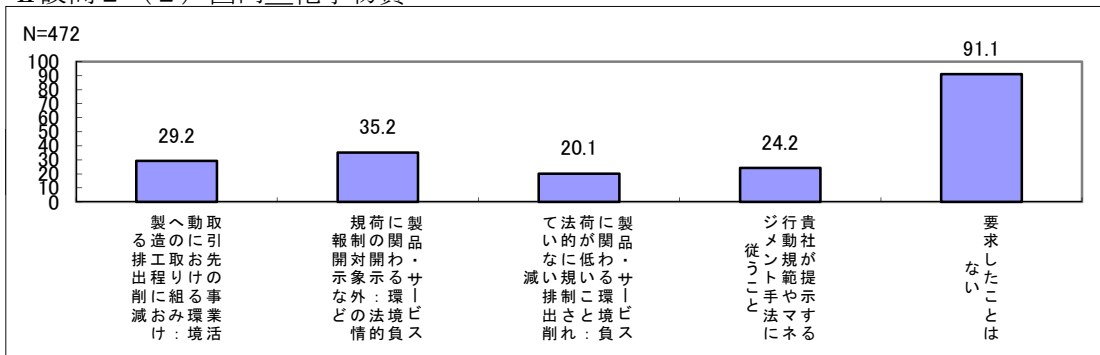
II 設問 2 (1) 国外\_廃棄物



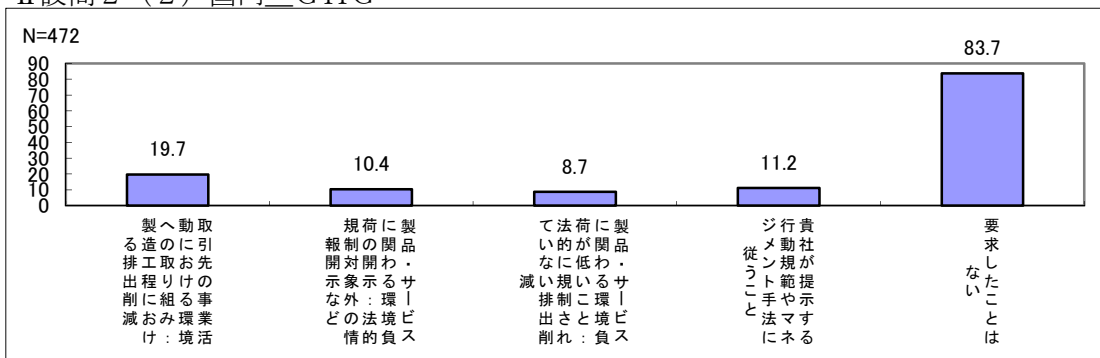
II 設問 2 (1) 国外\_その他



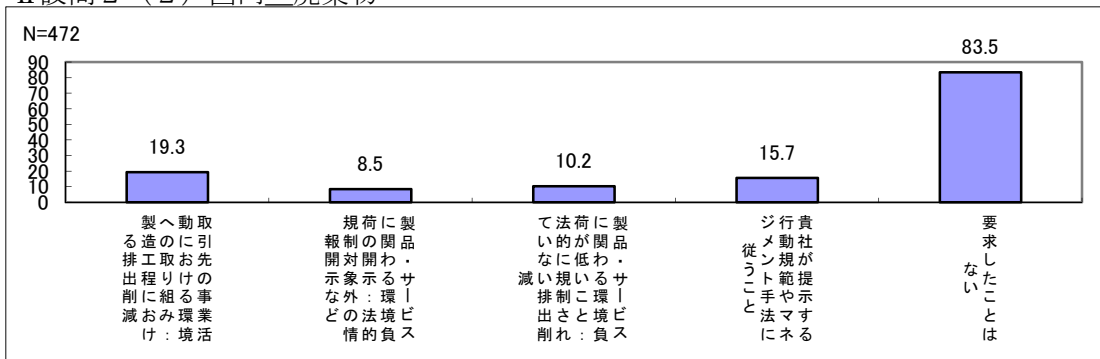
II 設問 2 (2) 国内\_化学物質



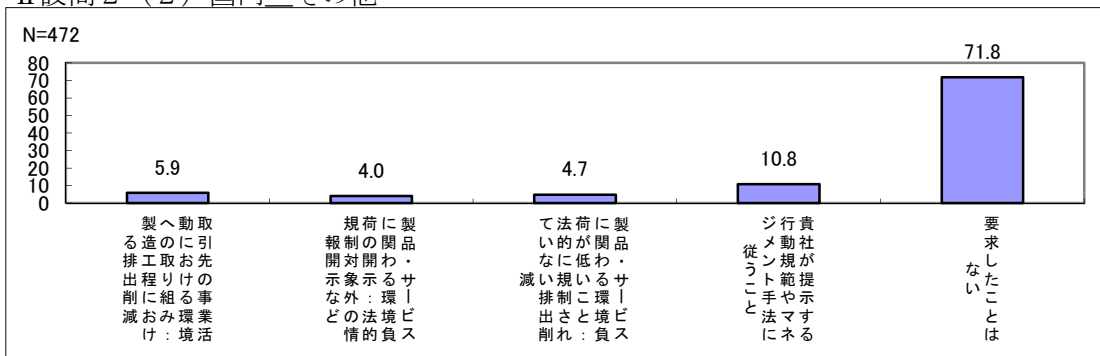
II 設問 2 (2) 国内\_GHG



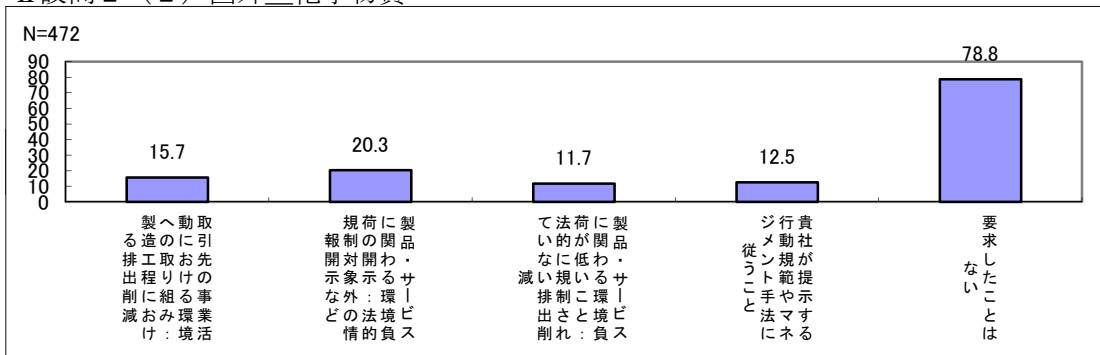
II 設問 2 (2) 国内\_廃棄物



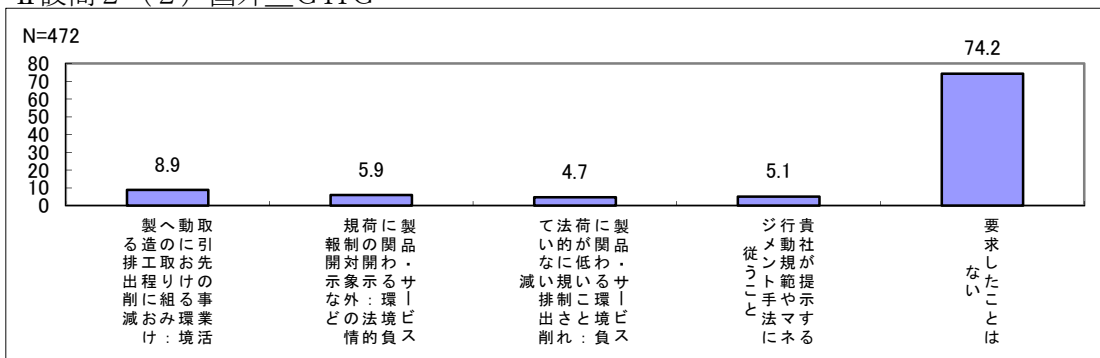
II 設問 2 (2) 国内\_その他



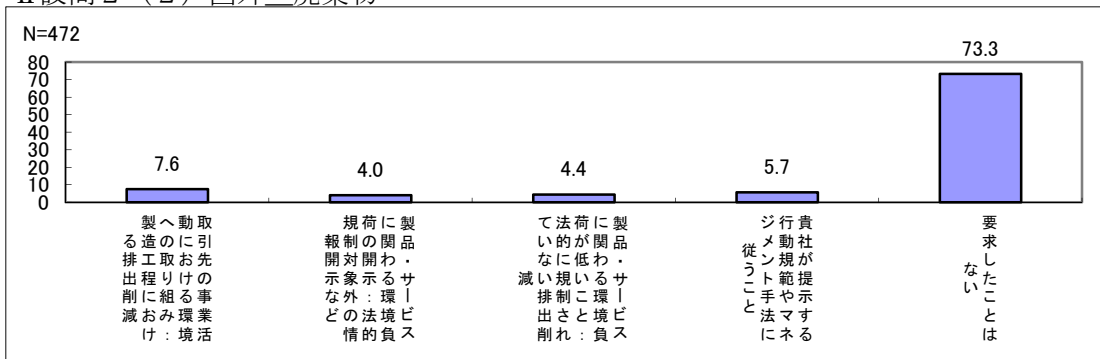
II 設問 2 (2) 国外\_化学物質



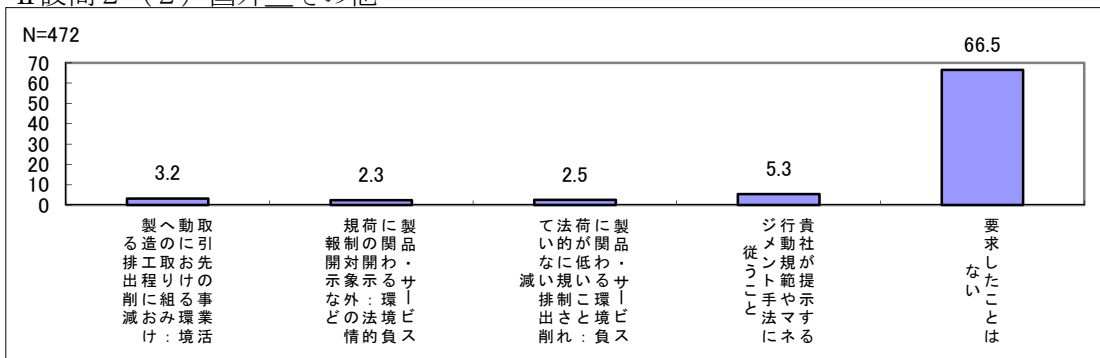
II 設問 2 (2) 国外\_GHG



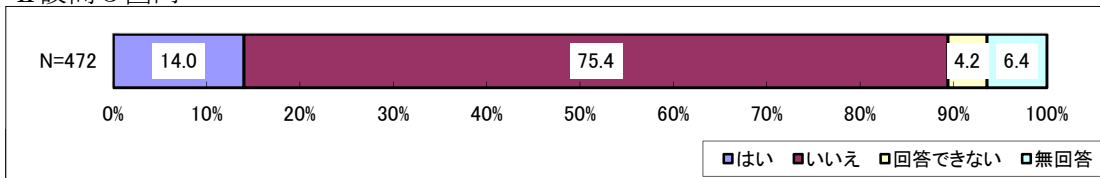
II 設問 2 (2) 国外\_廃棄物



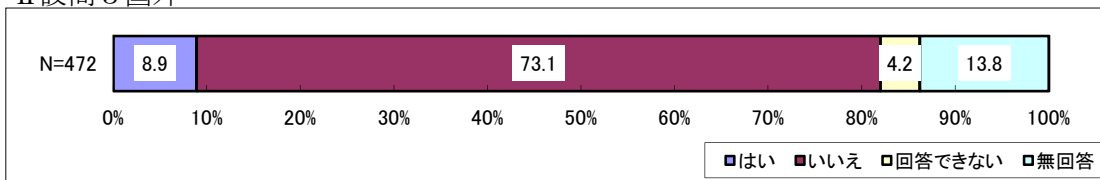
II 設問 2 (2) 国外\_その他



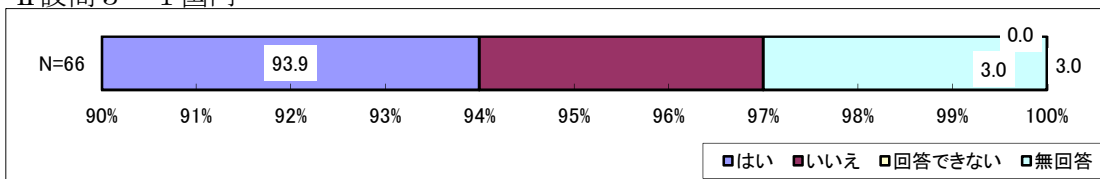
II 設問 3 国内



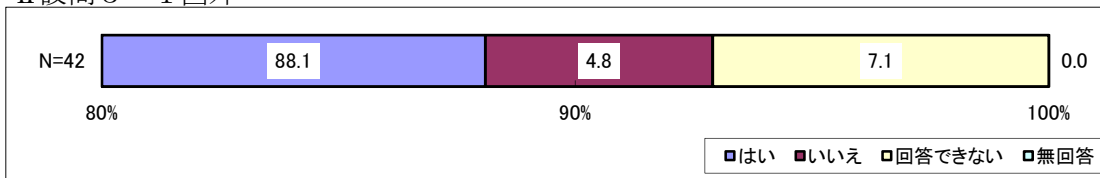
II 設問 3 国外



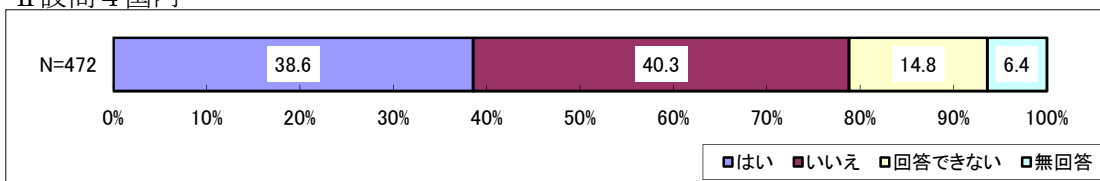
II 設問 3-1 国内



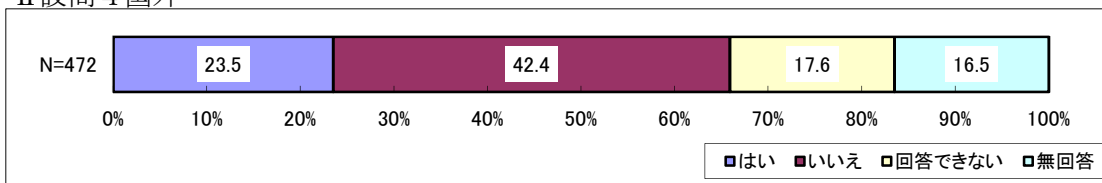
II 設問 3-1 国外



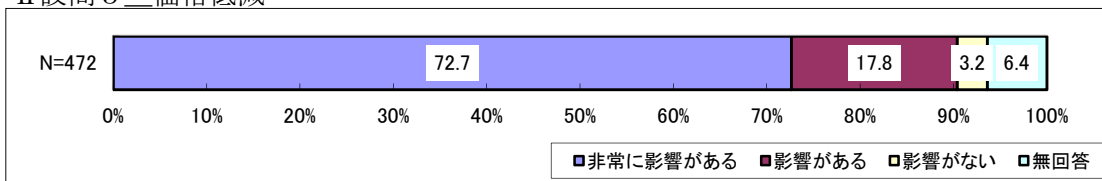
II 設問 4 国内



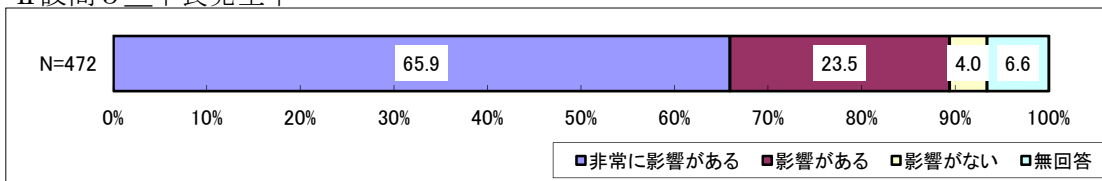
II 設問 4 国外



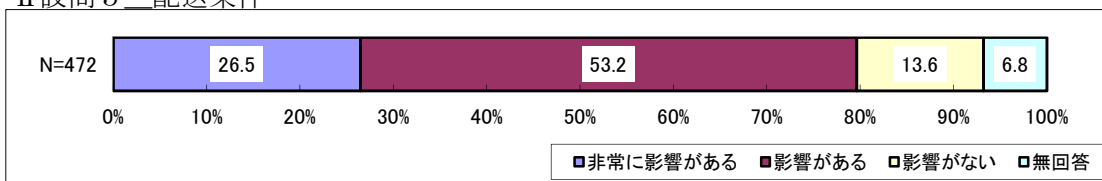
II 設問 5 価格低減



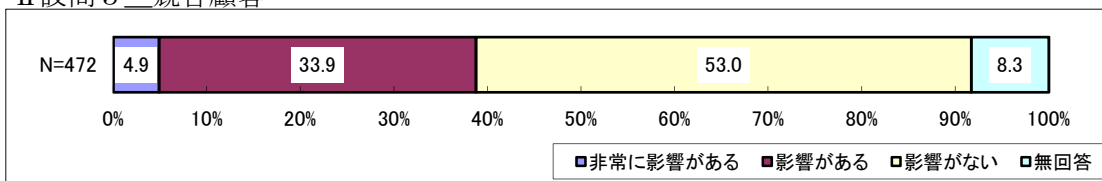
II 設問 5 不良発生率



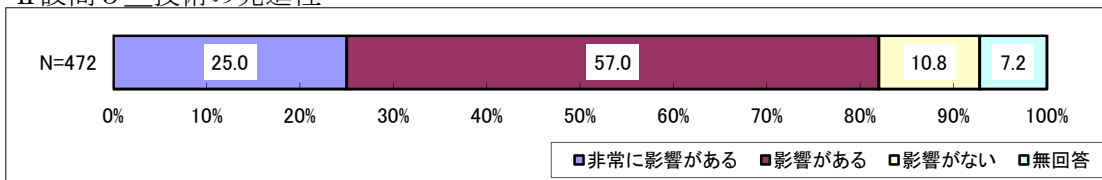
II 設問 5 配送条件



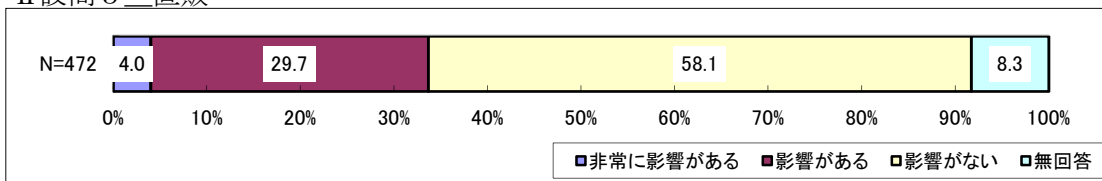
II 設問 5 競合顧客



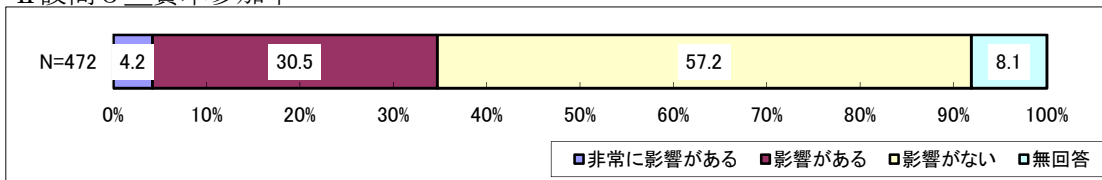
II 設問 5 技術の先進性



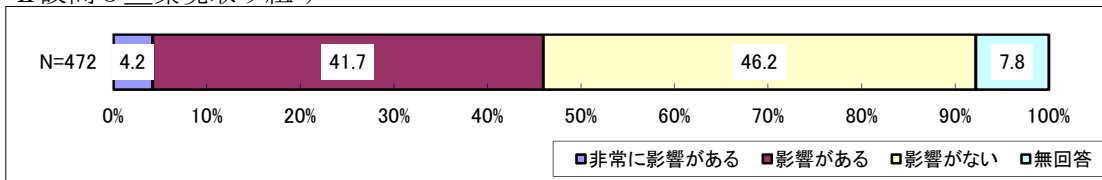
II 設問 5 直販



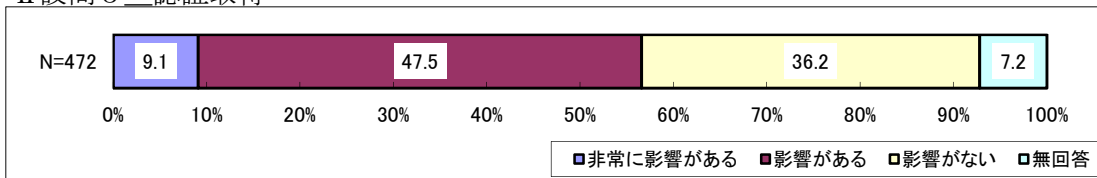
II 設問 5 資本参加率



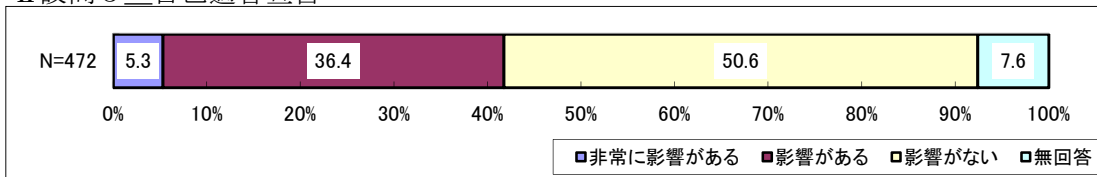
II 設問 5 環境取り組み



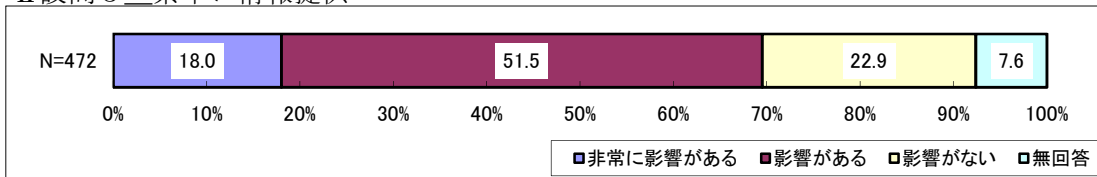
II 設問 5 \_\_ 認証取得



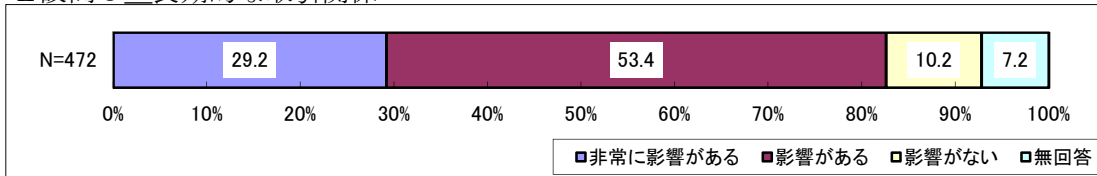
II 設問 5 \_\_ 自己適合宣言



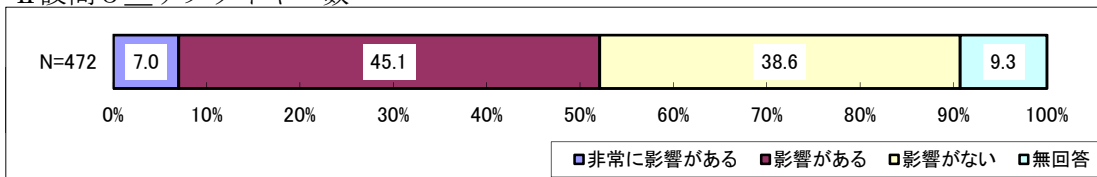
II 設問 5 \_\_ 素早い情報提供



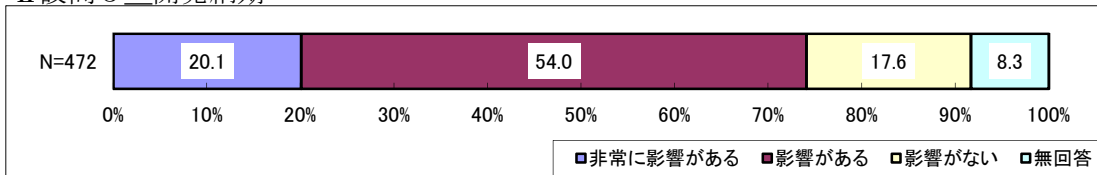
II 設問 5 \_\_ 長期的な取引関係



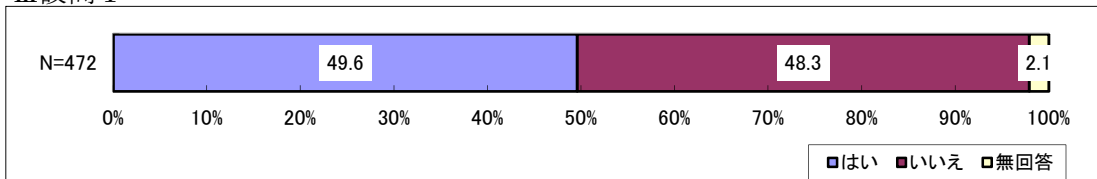
II 設問 5 \_\_ サプライヤー数



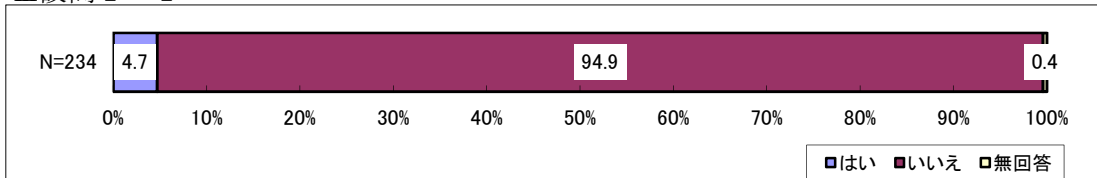
II 設問 5 \_\_ 開発納期



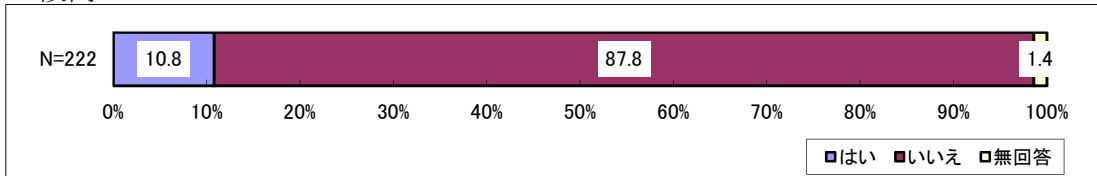
III 設問 1



III 設問 1 - 1

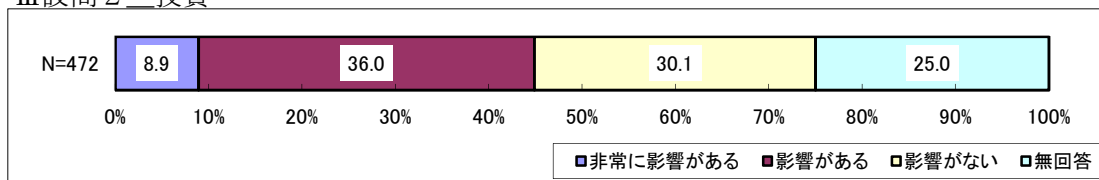


III 設問 1 - 2

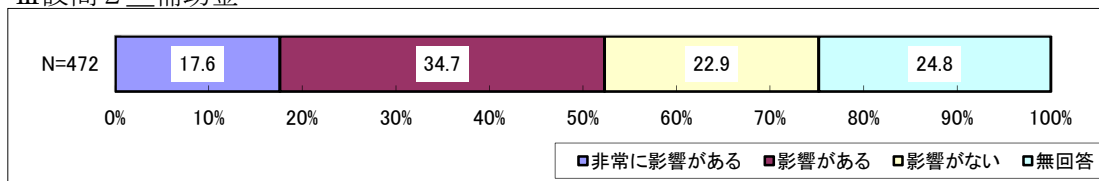




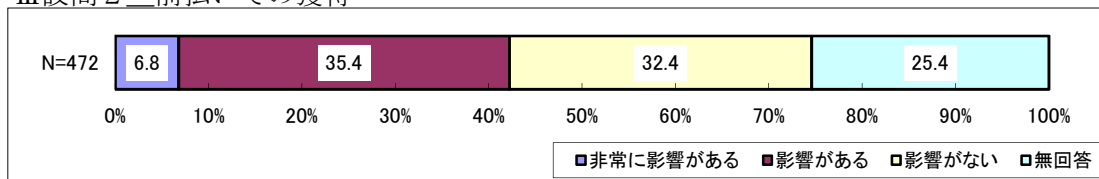
### Ⅲ設問 2 \_\_投資



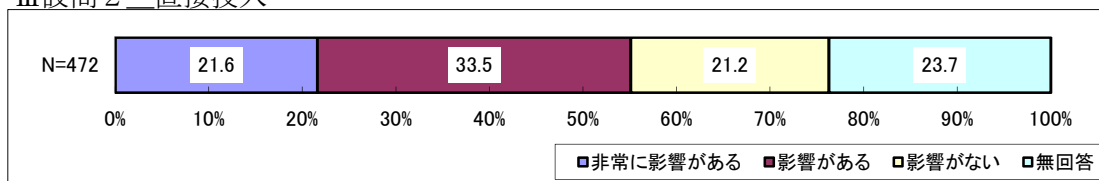
### Ⅲ設問 2 \_\_補助金



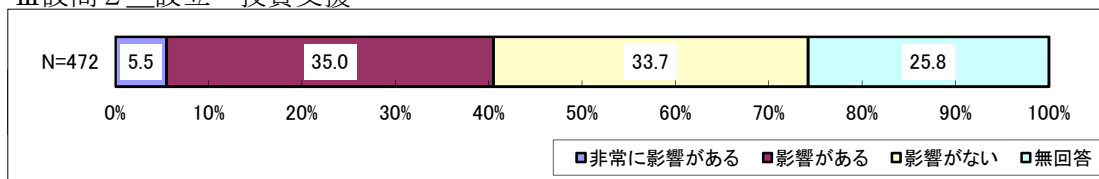
### Ⅲ設問 2 \_\_前払いでの獲得



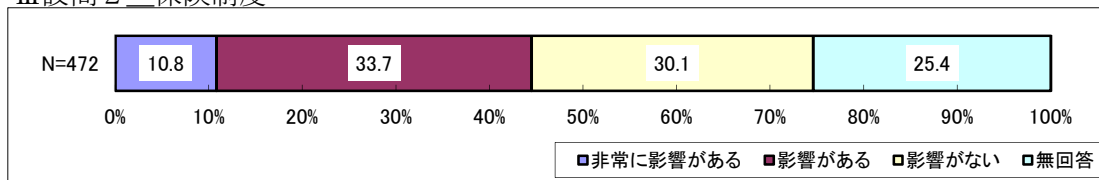
### Ⅲ設問 2 \_\_直接投入



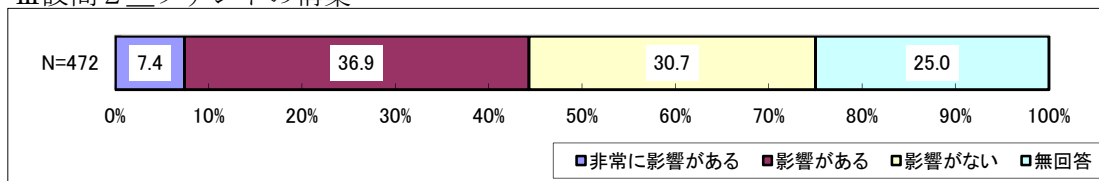
### Ⅲ設問 2 \_\_設立・投資支援



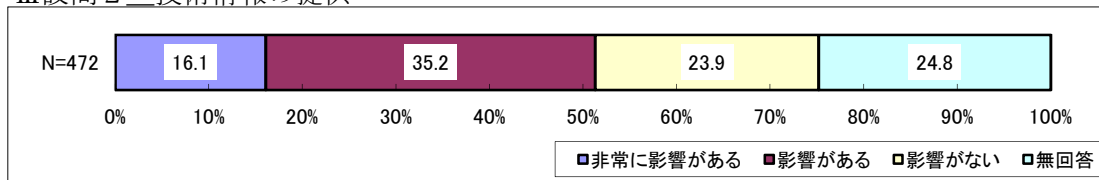
### Ⅲ設問 2 \_\_保険制度



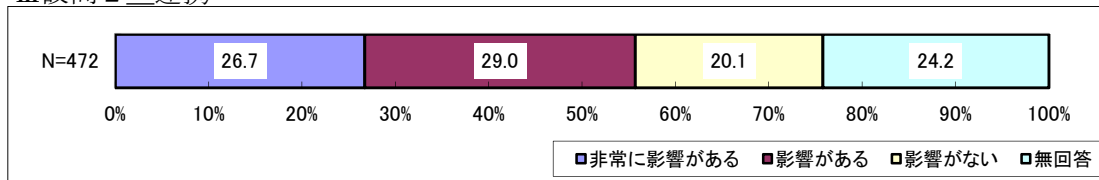
### Ⅲ設問 2 \_\_ファンドの構築



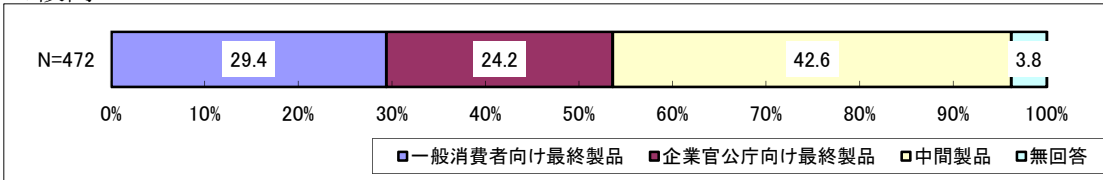
### Ⅲ設問 2 \_\_技術情報の提供



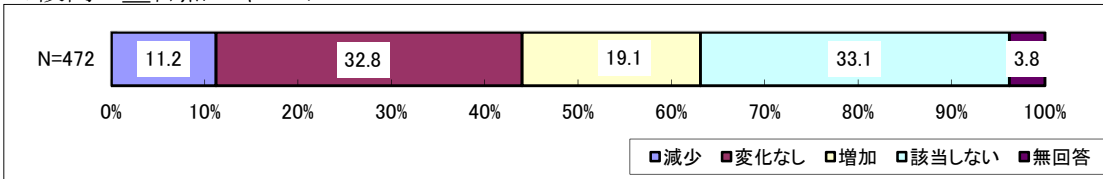
### Ⅲ設問 2 \_\_連携



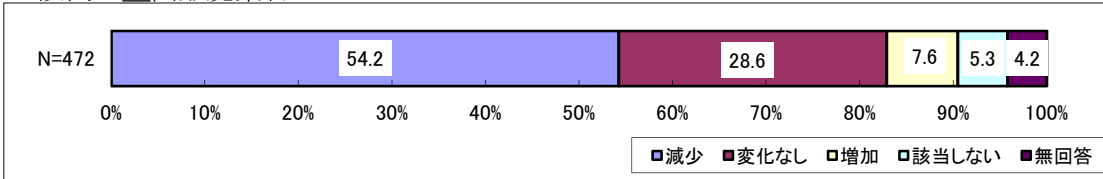
IV設問 1



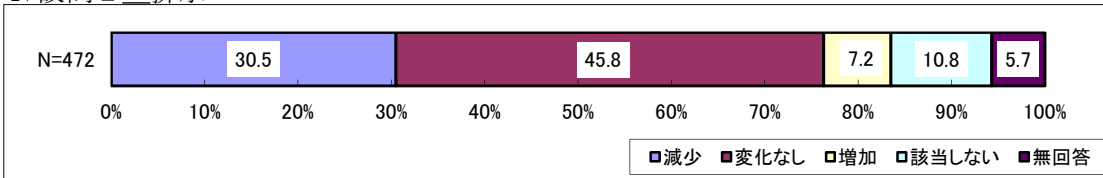
IV設問 2 \_\_ 自然エネルギー



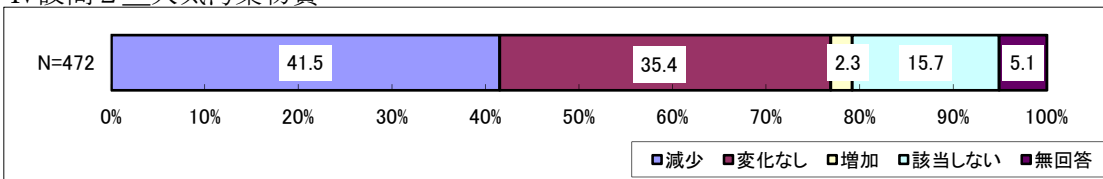
IV設問 2 \_\_ 固形廃棄物



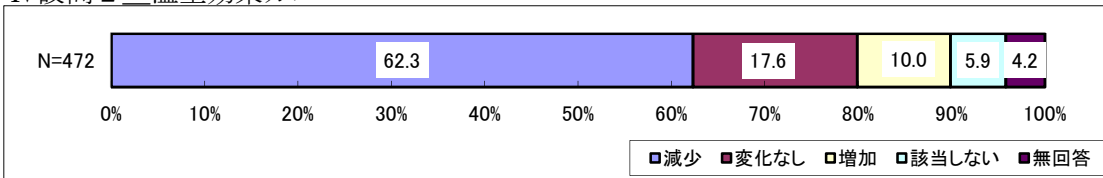
IV設問 2 \_\_ 排水



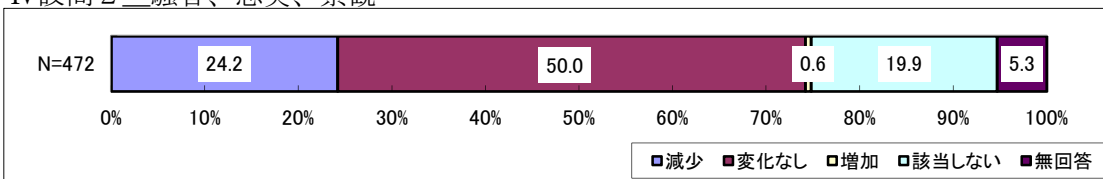
IV設問 2 \_\_ 大気汚染物質



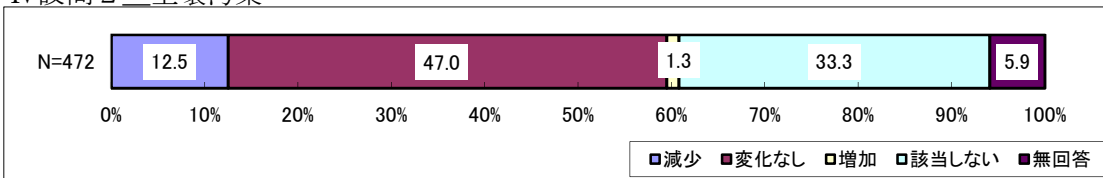
IV設問 2 \_\_ 温室効果ガス



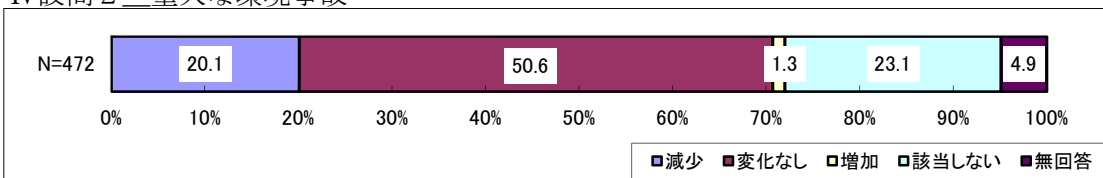
IV設問 2 \_\_ 騒音、悪臭、景観



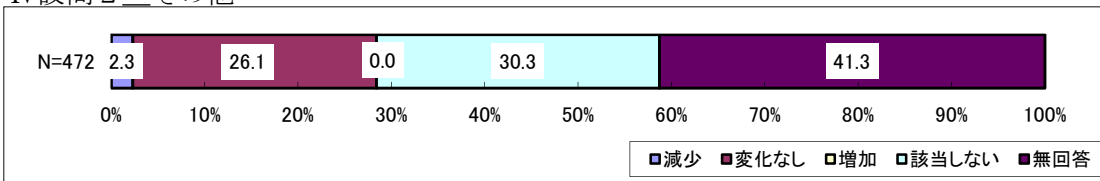
IV設問 2 \_\_ 土壌汚染



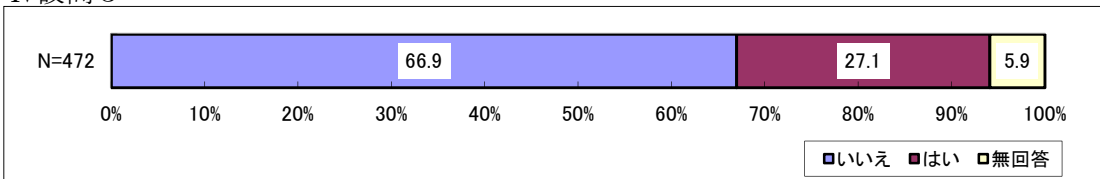
IV設問 2 \_\_ 重大な環境事故



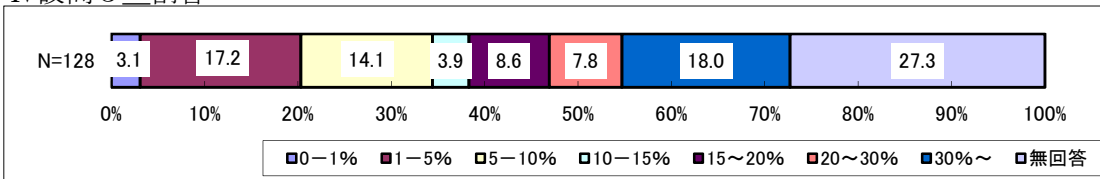
IV設問2\_その他



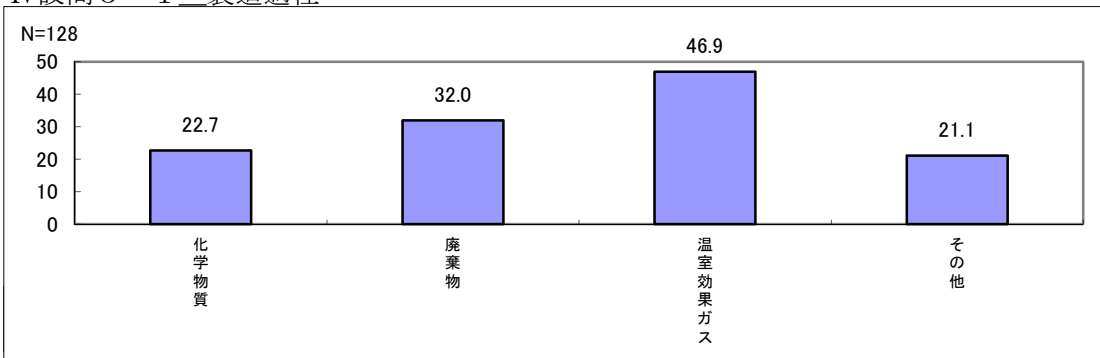
IV設問3



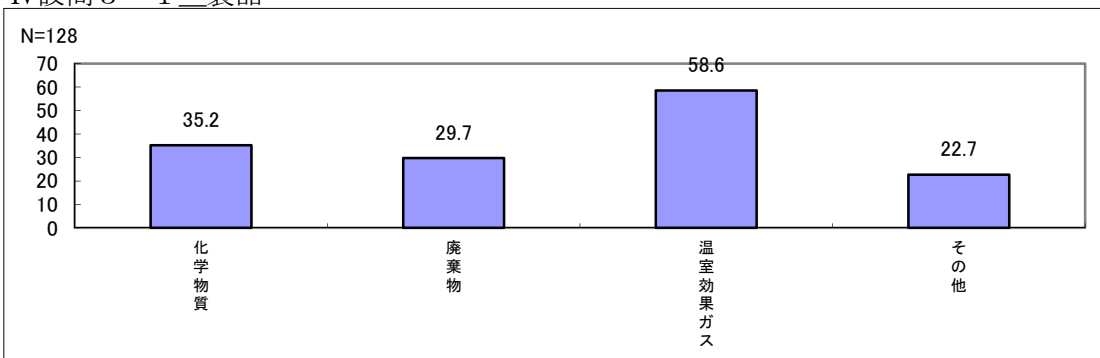
IV設問3\_割合



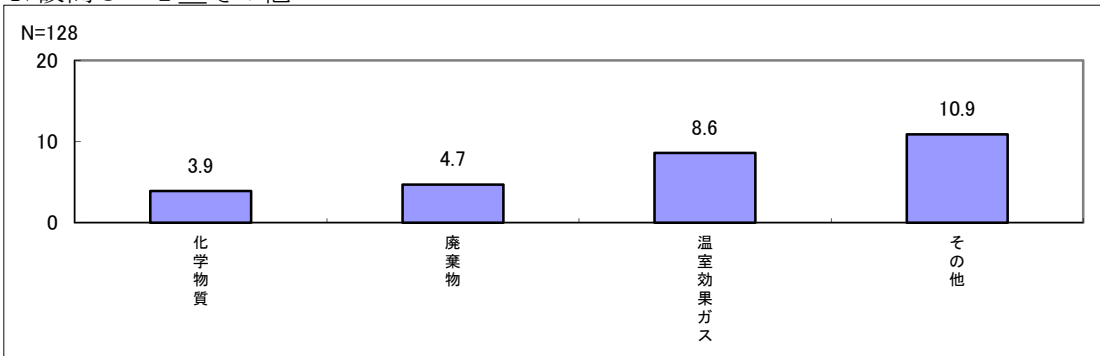
IV設問3-1\_製造過程



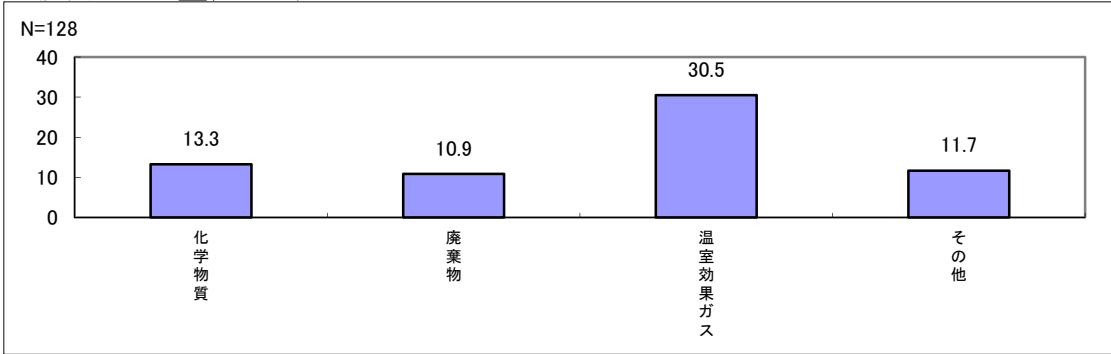
IV設問3-1\_製品



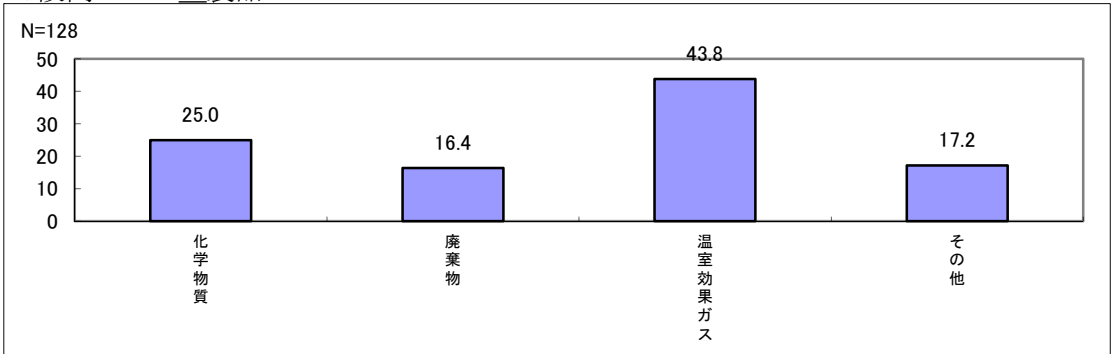
IV設問3-1\_その他



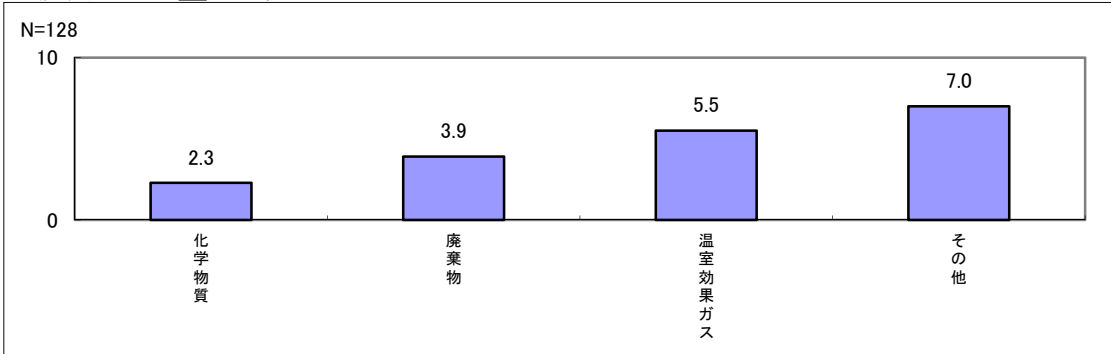
IV設問3-2 製造過程



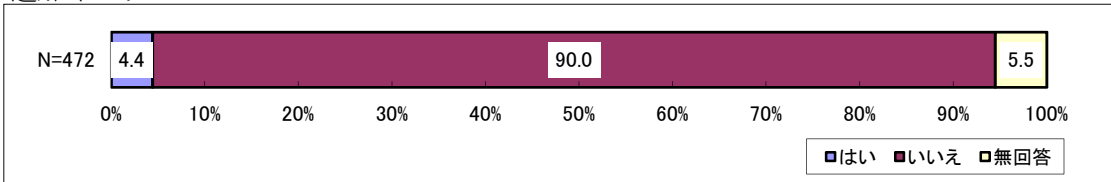
IV設問3-2 製品



IV設問3-2 その他



追加インタビュー



## 付録 8. 質問票（印刷業・製造業）

### 質問票 A

#### ～サプライチェーンにおける温室効果ガス排出量把握について～

以下の項目について、可能な範囲内でお答え頂ければ幸いです。

- ① 貴社が Scope3 排出量把握に取り組むようになったきっかけについてお聞かせください。
- ② Scope3 排出量把握に取り組むことのメリット・デメリットはどこにあるとお考えになりますか。
- ③ Scope3 排出量把握を進めるにあたって、困難を感じる点についてお聞かせください。
- ④ 貴社のサプライチェーンに属する企業に対して、排出量に関する情報提供を求める際に、企業によって情報提供の求めやすさに違いは存在しますか。もし存在する場合、そこには、どのような理由があるとお考えになりますか。
- ⑤ 貴社の 1 次サプライヤー・2 次サプライヤー・3 次サプライヤーは具体的にはどのような企業になるのでしょうか。
- ⑥ Scope3 における GHG 排出量の把握を行う際、貴社の 2 次サプライヤー、3 次サプライヤーの排出量はどのような形で把握されているのでしょうか。
- ⑦ 貴社が、環境取り組みに関して直接的なコミュニケーションをとるのは、サプライチェーンのどの段階までか、お聞かせください。
- ⑧ Scope3 排出量把握は、現段階では、規制に基づかない企業の自主的な環境取り組みとして位置づけられると考えられます。この点に関して、以下の項目についてご教示いただけないでしょうか。
  1. 貴社が自主的に Scope3 における排出量把握に取り組む動機について
  2. 初めて Scope3 排出量把握に取り組まれた際の、貴社における組織内意思決定のプロセスについて
- ⑨ 今後、Scope3 排出量把握行動を進めていく上で、どのような政策的支援が重要となるとお考えですか。
- ⑩ Reach 規制や RoHS 指令などといった化学物質関連の環境規制への対応の経験が、Scope3 における GHG 排出量把握に活かされたとお考えですか。
- ⑪ ISO14001 認証取得以降、社員の環境教取組み（ex. こまめに電気を消す、紙の再利用等）の促進を積極的に行うようになりましたか。また、そういった社内での取り組みは、社員の家庭における省エネ活動につながるとお考えでしょうか。
- ⑫ 二国間クレジット制度（JCM）に参加する予定はございますか。

## 付録 9. 質問票（物流サービス業）

### 質問票 B

#### ～サプライチェーンにおける温室効果ガス排出量把握について～

以下の項目について、可能な範囲内でお答え頂ければ幸いです。

- ① 御社の物流に関連した GHG 排出量は、荷主企業が自ら排出量として算定するのでしょうか、それとも御社の排出量として算定され、算定した結果を荷主企業に報告するという形になるのでしょうか。
- ② 御社の物流に関連した GHG 排出量を御社が算定する場合、以下の 3 点についてご教示ください。
  - A) 算定に取り組むようになったきっかけについて
  - B) GHG 排出量把握に取り組むことのメリット・デメリットについて
  - C) GHG 排出量把握を進めるにあたって、困難を感じる点について
- ③ 具体的には、御社の荷主企業はどのような企業ですか。
- ④ 物流以外の部分（オフィス部門）での排出量把握・開示を、荷主企業より求められた経験はありますか。
- ⑤ 御社の物流に伴う GHG 排出量は、荷主企業との契約においてどの程度の重要性をもっていますか。
- ⑥ 海外輸送についても、荷主企業から輸送に伴う排出量の計算を求められることはありますか。
- ⑦ サプライチェーンにおける GHG 排出量把握は、現段階では、規制に基づかない企業の自主的な環境取り組みとして位置づけられると考えられます。この点に関して、御社が荷主企業のサプライチェーンにおける排出量把握に協力する動機についてご教示いただけないでしょうか。
- ⑧ GHG 排出量によって、顧客企業による運送手段の選択が変化するというケースは存在するのでしょうか。
- ⑨ 物流事業における排出量把握を進める上で、今後どのような政策的支援が必要とお考えですか。