

## 国際競争力に配慮した軽減措置対象業種の算定<sup>1)</sup>

杉野 誠、有村 俊秀

### I. はじめに

2009年に発足した鳩山政権は、2020年までの中期目標として、条件付きではあるが、1990年の排出量より25%削減することを掲げた。現在、目標達成のための政策手段の議論は初期段階にある。しかし、民主党マニフェスト(2009)は、「2020年までに温暖化ガスを1990年比で25%削減するため、排出量取引市場を創設し、地球温暖化対策税の導入を検討します」と明記している。すなわち、近い将来、市場メカニズムを用いた、炭素価格の導入が十分に起こりうるということである。

炭素価格の導入は、2種類のリーケージを発生させることが危惧されている(①生産リーケージ、②炭素リーケージ)<sup>2)</sup>。生産リーケージとは、企業活動が炭素制約が課せられた地域から炭素制約が課されていない地域に移動することを指す。すなわち、炭素価格を導入することで、エネルギー集約産業の生産コストが上昇し、当該産業の生産量(産出量)が減少または海外へ生産拠点を移転することを意味する。その結果、国内生産量が減少し、国内の雇用や経済成長率などが大きな打撃を受ける可能性がある。さらに、日本のみが炭素価格を導入した場合には、日本で生産された財価格が上昇し、財の需要が減少することで、世界市場でのシェアが減少することが想定される。そして、世界シェアが上昇する地域での排出原単位が日本国内よりも高い場合(海外での非効率的な生産活動)には、日本で削減した排出量は打ち消される可能性がある。

炭素価格の導入によって生じる2種類のリーケージへの対策として、輸出入品に対して国境で国内産業と同等の費用を負担させる関税措置、または関税と輸出補助金を組み合わせた国境税調整措置、そして産業に対する費用抑制措置の3つの施策が考案されている。

実際に、国内と「同等程度の負担」を行わない国からの輸入財に対して、国境税調整を実施するためには、多くの問題点が存在する。例えば、現実的には、輸入品に体化された二酸化炭素の排出量を正確に把握することは困難であり、特にアウトソーシングによって、一国内で全ての生産工程が行われていないような場合には、どの工程でどれだけの二酸化炭素が体化されたかを判断できない。また、輸入品に体化された二酸化炭素量を把握することができたとしても、現段階では、国境税調整措置は世界貿易機関(WTO)の国際法に抵触する恐れがある。

もう一つのリーケージ防止策である費用上昇の抑制措置の具体的な方法としては、炭素価格の上限設定、排出権のバンキング・ボローリング、無償配分、税控除、オフセットの利用、炭素価格負担の免除、炭素価格以外の費用上昇の補填などの方法が挙げられる(Houser et al., 2008)。費用抑制措置の一環としてリベートプログラムを盛り込み、2009年6月に米国下院を通過したワクスマン・マーキー法案(H.R. 2454)は、費用抑制措置として炭素集約的な産業に対して排出権購入費の一部を還元する方法の代表的なものである。この法案で言及されているリベートプログラムでは、4種類の基準のうち1つでも満たした場合、炭素費用の約85%がリベートされると予想されている。また、EU-ETSにおいては、3種類の基準のうち1つでも満たした場合には、排出権の無償配分を受けることができる。このような特別配慮を受けることで、コンプライアンスが容易となり、費用上昇を防ぐことができる。また、コンプライアンス費用を低く

抑えることができるため、国際競争力が失われる可能性は低くなる。

この様に、欧米では国際競争力の低下に排出権の無償配分（又はリベート）という方法で費用抑制措置を講じる予定である。日本国内で排出量取引制度もしくは地球温暖化対策税が導入された場合には、欧米と同様に、製造業の国際競争力低下防止のための政策が必要となる可能性がある。そこで本稿では、国際競争力を費用抑制措置によって保持する方法に着目し、欧米で議論されている対象業種の算定基準を日本で用いた場合に、日本国内のどの産業が費用抑制措置の対象となるかを明らかにする。更に、利用するデータによって、結果がどの程度異なるかということを明らかにし、対象業種の算定についての結果の頑健性を検証する。

本稿は、以下の構成となっている。次節では、まず、ヨーロッパと米国の軽減措置対象業種の基準および国際競争力保持のための方策を紹介する。第3節では、算定に用いるデータの特徴を紹介し、第4節では、分析結果を紹介する。第5節は、本稿のまとめと今後の課題について述べる。

## II. 各国の動向（EU-ETS、WM 法案）

本節は、欧米で議論されている「国際競争力喪失の恐れがある」業種の算定方法ならびに軽減措置の範囲・内容について紹介する。

### 1. EU-ETS の軽減措置

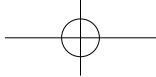
EU-ETS は第3フェーズで完全オークションへと移行する予定となっている。EU-ETS の対象となっている業種に属する企業は、オークション方式への移行により、生産コストの上昇が予想される。よって、EU27 と同等の負担をしていない国・地域と競争を行う場合には、生産コスト上昇により国際競争力が失われる恐れがある。

このような国際競争力の低下を防止する措置として、欧州委員会は、CO<sub>2</sub> 基準<sup>3)</sup>と貿易基準の2種類の指標を用いた軽減措置を設けることを決定している。

1. CO<sub>2</sub> 費用基準 = 
$$\frac{\text{炭素価格} \times (\text{直接排出量} + \text{電力間接排出量})}{\text{粗付加価値}}$$
2. 貿易基準 = 
$$\frac{\text{輸入額} + \text{輸出額}}{\text{総売上額} + \text{輸入額}}$$

上記の指標を用いて、以下の3つの基準が設けられている (1) CO<sub>2</sub> 排出費用が粗付加価値<sup>4)</sup>(CO<sub>2</sub> 費用基準) の5%以上を占め、かつ、総売上額および輸入額に占める総輸出入額 (貿易基準) が10%以上の業種、(2) CO<sub>2</sub> 費用基準の値が30%以上の業種 (高CO<sub>2</sub> 費用基準)、(3) 貿易基準の値が30%以上の業種 (高貿易基準)。これらの基準のうちいずれかを満たした場合、軽減措置が適用される仕組みとなっている。なお、貿易基準に用いられている輸出入額の値は、現在、EU27 以外の全地域を対象としているが、今後は、EU と同等程度の炭素価格を負担している国・地域を除外することを決めている。

- (1) CO<sub>2</sub> 費用基準 > 5% かつ 貿易基準 > 10%
- (2) CO<sub>2</sub> 費用基準 > 30%
- (3) 貿易基準 > 30%



欧州委員会（DG Industry and Enterprise）が行った分析では、上記の基準を満たす産業は欧州標準産業分類（NACE4 桁コード）258 部門中 164 部門・サブ部門となった。対象部門は、3つの方法によって決定されている（①上記の3つの基準を定量的に満たした部門、②サブ部門までデータを細分化した結果、3つの基準を定量的に満たしたサブ部門、③データ不足または、データの信憑性が疑われる部門を定性的に分析して対象となった部門）。この3つの方法で決定された部門の内訳は、① 146 部門（基準 1. 27 部門、基準 2. 2 部門、基準 3. 117 部門）、② 13 サブ部門（基準 1. 6 サブ部門、基準 2. 3 サブ部門、基準 3. 4 サブ部門）、③ 5 部門である。

上記の軽減措置対象業種の CO<sub>2</sub> 排出量は、EU-ETS 対象業種の約 25% を占める見込みである。また、製造業に限定した場合には、軽減措置対象業種は 77% を占めることになる<sup>5)</sup>。

どの程度の軽減措置を与えるは、対象業種内のベンチマークによって決定される。すなわち、軽減措置は対象業種に属する企業の実排出量をカバーするものではなく、同業種の上位 10% の平均原単位よりも良い原単位をもつ企業のみが 100% の無償配分を受けることが可能である。その他の企業は、ベンチマークからの乖離に応じて減額される。また、無償配分の対象は化石燃料の直接燃焼により排出された CO<sub>2</sub> のみとなっており<sup>6)</sup>、電力に価格転嫁された化石燃料の間接燃焼による費用の上昇（間接排出 CO<sub>2</sub>）は軽減措置対象外となっている。同様に、自家発電により排出された CO<sub>2</sub> は、直接排出ではなく電力の購入とみなされ、間接排出として扱われるため、無償配分の対象外として扱う予定である。この点は、上記の CO<sub>2</sub> 基準の取り扱いとは異なっている。CO<sub>2</sub> 基準では、電力利用による間接排出 CO<sub>2</sub> 費用は含まれるが、軽減措置ではこの費用の上昇に対する措置は講じられない。

EU 方式の特徴は、ベンチマークによる排出権が事前配分されることである。これは、経済状況の変化や生産活動の増減と切り離して決定されることを意味している。その結果、企業は生産活動を自粛して、排出権を市場で売却して収入を得ることが可能となる<sup>7)</sup>。

最後に、EU-ETS の軽減措置対象業種のリストは今後、以下の3つの場合において追加・変更される可能性がある。1つは、排出量の変化等によって、基準を満たす新しい業種が現れた場合である。現在、算定されている業種も含め、データ質・量ともに不完全である<sup>8)</sup>。そこで、毎年 MRV を経て報告される排出量のデータを用いて計算した結果、ある業種が3つの基準のうちいずれかを満たした場合、その業種は追加的に軽減措置の対象となる。2つめは、対象業種のリストを5年毎の再計算の結果、基準を満たす新しい業種が現れた場合である。5年毎に対象業種の再計算を行う理由としては、データの質・量ともに改善されることが挙げられる。データの改善により、対象業種の算定方法が正確となることが期待されている。3つめは、新たに「同等」の負担（炭素価格）を導入した国が出現した場合である。貿易基準の値が変化することになるため、軽減措置対象業種が減少すると考えられる。

## 2. ワクスマン・マーキー法案の軽減措置

近年、米国では様々な気候変動・エネルギー安全保障関連法案が提出されている。第 110 議会<sup>9)</sup>では、排出量取引制度を支柱とする気候変動政策に関する 12 の法案が提出された。そのうち、6つの法案は米国の製造業の国際競争力低下に対する配慮を行っている（例えば、2007 年のピンガマン・スペクター法案、S 1766: Low Carbon Economy Act、2008 年のリーバーマン・ワーナー法案、S 3036: Lieberman-Warner Climate Security Act of 2008）。同様の流れは第 111 議会に引き継がれている。2009 年 6 月に下院を通過したワクスマン・マーキー法案（H. R. 2454）（以後、WM 法案と略す）は国際競争力低下の措置として国境税調整の可能性と共に、生産費用抑制政策として、リポートプログラムを盛り込んでいる<sup>10)</sup>。

WM 法案は 3 種類の指標を用いて 4 つの基準を設けている。3 種類の指標とは、①エネルギー費用基準、

② GHG 基準<sup>11)</sup>、③貿易基準であり、以下の式で計算される。

1. エネルギー費用基準 =  $\frac{\text{電力費用} + \text{燃料費用}}{\text{出荷額}}$
2. GHG 基準 =  $\frac{\text{炭素価格} \times (\text{直接排出量} + \text{電力間接排出量} + \text{その他 GHG ガス})}{\text{出荷額}}$
3. 貿易基準 =  $\frac{\text{輸入額} + \text{輸出額}}{\text{出荷額} + \text{輸入額}}$

この3種類の指標を用いて、WM 法案では以下の4種類の基準を設けている。

1. エネルギー費用基準 > 4.5% かつ 貿易基準 > 14.5%
2. GHG 基準 > 4.5% かつ 貿易基準 > 14.5%
3. エネルギー費用基準 > 19.5%
4. GHG 基準 > 19.5%

WM 法案で提案されている基準には4つの特徴がある。第1に、各指標に出荷額を用いていることである。出荷額の大きさは、経済全体における産業の大きさを示している。第2に、温室効果ガス（GHG）全般を対象としていることである。CO<sub>2</sub>以外の温室効果ガスを対象とすることにより、様々な削減方法が講じられるため、排出権価格を抑えることが可能となる。第3に、エネルギー費用基準を設定していることである。排出量取引の導入は、エネルギー価格の上昇を招くことが考えられる。そこで、エネルギー費用基準を設定し、エネルギーに依存している業種を救済することが可能となる。第4に、EU-ETSとは異なり、高貿易基準を設定していないことである。この基準を用いることは、リーケージ問題への対策ではなく、保護政策となっていることが指摘されている。WM 法案で、高貿易基準が用いられていない理由の一つとして、この点が挙げられる。

以上の4つの基準のいずれかを満たす業種は、リベートを受けることが可能である<sup>12)</sup>。このリベートは、生産に基づいて事後的に還付額が決定される方法となっている<sup>13)</sup>。すなわち、EU-ETSと異なり、生産活動とリベートが比例的となるため、生産リーケージを防止することが可能であると考えられる<sup>14)</sup>。

WM 法案では、対象範囲は明確化されていないが、「財」の生産を前提としていると考えられる。Houser (2009) の分析によると、WM 法案の軽減対象業種は、北米産業分類体系（North American Industrial Classification System, NAICS）の6桁、565業種中35業種となっている。対象業種の内訳は、製造業が26業種、鉱業が4業種、農林水産業が5業種となっている。対象となる業種は、2006年における米国の二酸化炭素総排出量の9.4%を占めている。

### III. 日本のデータと算定方法

前節では、欧米の軽減措置基準と対象業種数を簡単にまとめた。また、ここでは、基本的な指標として、貿易と温室効果ガスに関する2種類の基準が設定されているものの、基準に用いられる変数（データ）が異なることが示された。この節では、本稿で用いる日本のデータセットを紹介し、その問題点を指摘する。

### 1. 2005年産業連関表（基本表）

軽減措置対象業種を算定するために必要なデータは、①付加価値または出荷額（生産額）、②エネルギー購入費、③CO<sub>2</sub>排出量（エネルギー起源CO<sub>2</sub>、または温室効果ガス総量）、④輸出額および輸入額である。

これらを包括的に国内の全産業でまとめたデータセットは存在しない。例えば、「工業統計」から製造業の出荷額（付加価値額）を得ることはできるが、エネルギー関連のデータは得ることはできない。そのため、「石油等消費構造統計」などの製造業のエネルギーデータと結合する必要性が生じる。しかし、各調査の対象企業が異なるため、結合する際には注意が必要となる。更に、調査項目が変更され、年度によって定義や業種分類が異なる場合が存在する。

上記の問題点を考慮したうえで、本研究では、「2005年 産業連関表（基本表）」を用いる。産業連関表を用いる利点は、同一のデータセット内に生産額、輸出入額などの分析に必要なデータの多くが含まれていることである。さらに、付帯表には、物量表や雇用表<sup>15)</sup>等が含まれていることも利点の一つである。物量表には、主要エネルギー投入量が含まれているため、部門別のCO<sub>2</sub>排出量の計算が可能である。また、付帯表のデータは、産業連関表の情報と整合的になるように作成されているため、エネルギー購入費（支出額）を把握することが可能である。

産業連関表を用いることの問題点としては以下の3点を挙げることができる。第1に、物量表はエネルギーの購入量のみを記載しているため、燃焼用に用いたのか、原材料用に用いたのかという使用用途が不明である。そのため、産業連関表の情報のみでは、CO<sub>2</sub>の排出量を正確に計算することができない。第2に、物量表は、主要エネルギーのみの記載にとどまっているため、例えば高炉ガス、石油コークス、石油系炭化水素ガスなど他のエネルギーが含まれていない（表1）。これは、部門別の正確な排出量を把握できないことを意味する<sup>16)</sup>。第3に、産業連関表のデータのみでは、生産プロセスから排出されるCO<sub>2</sub>を把握することができない。そのため、総排出量は実際よりも過少となる可能性が考えられる。

1つめの問題は、経済産業省の「石油等消費構造統計」によって解決することが可能である。「石油等消費構造統計」は、産業別のエネルギー購入量・消費量を記載している。更に、エネルギーを原材料用と燃料用に分けており、この原料・燃料比率を用いることで物量表のデータを燃料用消費に変換することが可能である。しかし、産業連関表と「石油等消費構造統計」とでは、用いられている産業分類が異なることに注意が必要である。そのため、産業連関表の「産業連関表—工業統計（産業）コード対応表」<sup>17)</sup>を用いて産業分類の違いを修正する必要がある。以上の方法を用いて第1の問題は克服することが可能である。

第2の問題は、本研究では大きな問題とはならない。本研究で用いる産業連関表と「石油等消費構造統計」によって計算されたCO<sub>2</sub>排出量は13億3782万7123トンである。一方、産業連関表を用いた

表1 物量表に記載されているエネルギー  
(エネルギー起源換算用)

石炭	揮発油
コークス	ジェット燃料油
原油	ナフサ
A重油	LPG
B重油・C重油	LNG・天然ガス
灯油	都市ガス
軽油	

南斉・森口（2009）は、エネルギー起源 CO<sub>2</sub> 排出量を 13 億 4422 万 9364 トンと計算している。さらに、中野（2009）は CO<sub>2</sub> 排出量を 13 億 9956 万 6428 トンと計算している。計算方法の差異による違いはあるものの、環境省が公表している日本の 2005 年 CO<sub>2</sub> 総排出量（国家インベントリー）の 13 億 5751 万 9250 トンという値と、エネルギー起源 CO<sub>2</sub> 排出量の 12 億 8720 万 8618 トンという値を考えると、本研究の 13 億 3782 万 7123 トンという値は妥当であると考えられる。

本稿では、エネルギー起源 CO<sub>2</sub> 排出量に対して炭素価格（炭素税または排出量取引制度）が課せられると仮定するため、第 3 の問題は本稿の分析を行うにあたっては問題とならない。しかし、産業連関表を用いて生産プロセスを含めた炭素価格制度を検討する場合には、生産プロセスからの排出量を加える必要性が生じる。

## 2. 産業連関表による環境負荷原単位データブック（3EID）

分析結果の頑健性を検証するために、南斉・森口（2009）（以下、3EID と略す）をデータとして用いる。3EID は、産業連関表（物量表を含む）の情報を基に、独自の調査によって、物量表だけでは捉えきれないエネルギーを含めて、CO<sub>2</sub> 排出量の推計を行っている。すなわち、市場取引が行われていないエネルギーからの CO<sub>2</sub> 排出量を考慮して、各業種の直接 CO<sub>2</sub> 排出量を計算している。

表 2 は、3EID で用いられている CO<sub>2</sub> 排出源をまとめている。3EID は、31 種類の排出源を用いて CO<sub>2</sub> 排出量を計算している。3EID では、石炭を原料炭と一般炭・亜鉛・無煙炭に分類しているなど、物量表よりも詳細な CO<sub>2</sub> 排出源を調査し、CO<sub>2</sub> 排出量の計算を行っている。詳細なデータを用いて計算された CO<sub>2</sub> 排出量は 13 億 4422 万 9364 トンである。

3EID を用いて軽減措置対象業種を算定する場合には、次の 2 つの問題点が存在する。第 1 に、3EID はエネルギーの直接利用による CO<sub>2</sub> 排出量（直接排出）しか計算を行っておらず、各部門が事業用電力、

表 2 3EID で用いられている排出源

原料炭	ジェット燃料油
一般炭・亜鉛・無煙炭	ナフサ
コークス	石油系炭化水素ガス
高炉用コークス	炭化水素油
コークス炉ガス	石油コークス
高炉ガス消費	LPG
高炉ガス発生	LNG・天然ガス
転炉ガス消費	都市ガス
転炉ガス発生	回収黒液
鉄含有炭素（転炉ガス起源分）	廃材
原油	廃タイヤ
A 重油	一般廃棄物
B 重油・C 重油	産業廃棄物
灯油	容器包装廃プラスチック
軽油	石灰石
揮発油	

表3 2005年産業連関表の業種分類

基本分類	業種数
製造業	242
農林水産業	27
鉱業	6
建設業	12
電力・熱供給・都市ガス	4
上下水処理業	5
その他	105
計	401

自家発電、熱供給業から購入した、電気・蒸気からの間接 CO<sub>2</sub> 排出量は計算されていない。したがって、欧米で用いられている軽減措置の基準を検証するためには、別途、各部門の間接 CO<sub>2</sub> 排出の推計を行う必要がある。第2に、エネルギーの購入に支出した金額が推計されていない。よって、米国の軽減措置の基準（エネルギー費用基準）を検証するためには何らかの対策が必要となる。

第1の問題点は産業連関表に含まれる物量表の事業用電力、自家発電、熱供給業の購入量の情報を用いて間接排出量を推定することで解決することができる。具体的には、事業用電力からの間接排出量は、電気事業連合会が公表している2005年の「使用端」排出係数（0.423 kg-CO<sub>2</sub>/kWh）を用いて推定する。この排出係数を用いた場合、事業用電力からの総排出量は、3EIDの直接排出量よりも過大となる。この問題を修正するために、各産業が購入した電力に修正係数を掛け合わせる<sup>18)</sup>。自家発電の排出係数は、3EIDの排出量と物量表の排出量が一致する0.555 kg-CO<sub>2</sub>/kWhとなった。また、熱供給業の排出係数は、自家発電と同様の手法で、0.062t-CO<sub>2</sub>/GJとなった<sup>19)</sup>。

第2の問題点に関しては、他のデータセットを用いた修正は不可能である。そこで、本稿では、エネルギー費用基準を考慮する必要がない、EU-ETS基準のみを頑健性の検証対象とし、3EIDを用いたWM法案の軽減措置の検証は行わない。

### 3. 分析方法

以下では、本稿での軽減措置対象業種の算定に用いた、貿易基準、温室効果ガス費用基準、CO<sub>2</sub>費用基準、エネルギー費用基準の4つの指標について簡単に解説する。対象業種の算定に必要な情報は、産業連関表（基本表）、物量表（付帯表）および石油等消費構造統計から得た。また、EU-ETSの基準を用いた分析結果の評価には3EIDも合わせて用いた。

WM法案とEU-ETSの双方で用いられている貿易基準の指標に基づき、本研究では貿易基準の指標を、以下の式で定義した。

$$\text{貿易基準} = \frac{(\text{輸入計}) + (\text{輸出計})}{(\text{国内生産額}) + (\text{輸入計})}$$

WM法案とEU-ETSでの貿易基準の指標は、その表現や細部の定義に差異はあるものの、基本的に同じ内容を示している。そこで、本研究では、一貫して産業連関表（基本表）の各業種の輸出計（922000）、（控除）輸入計（942000）、国内生産額（970000）<sup>20)</sup>を用いて、貿易基準の指標の計算を行った。

温室効果ガス費用基準および CO<sub>2</sub> 費用基準は、炭素価格導入による生産費用の上昇を捉える指標である。WM 法案で軽減措置対象業種を算定するために用いられる温室効果ガス費用基準は、以下の式で定義される。

$$\text{温室効果ガス費用基準} = \frac{\$20 \times (\text{温室効果ガス排出量})}{\text{出荷額}}$$

上式からもわかるように、米国では温室効果ガス全般の排出量を対象としている。しかし本研究では、データの制約上、CO<sub>2</sub> 排出量のみを対象とする。また、出荷額は得られるデータのうち、最も同様の内容を示すと考えられる、産業連関表の国内生産額に置き換えた。なお、炭素価格を 2,000 円/t-CO<sub>2</sub>、3,000 円/t-CO<sub>2</sub>、4,000 円/t-CO<sub>2</sub> の 3 種類を用いて以下の式で温室効果ガス費用基準を計算した。

$$\text{温室効果ガス費用基準} = \frac{2,000 \text{ 円または } 3,000 \text{ 円または } 4,000 \text{ 円} \times (\text{CO}_2 \text{ 排出量})}{\text{国内生産額}}$$

また、EU-ETS で軽減措置対象の業種を算定するために用いられている CO<sub>2</sub> 費用基準をもとに、本研究では CO<sub>2</sub> 費用基準を以下のように計算した。

$$\text{CO}_2 \text{ 費用基準} = \frac{2,000 \text{ 円または } 3,000 \text{ 円または } 4,000 \text{ 円} \times (\text{CO}_2 \text{ 排出量})}{\text{粗付加価値}}$$

EU-ETS の第 3 フェーズでは、温室効果ガス全般を対象とする予定であるが、CO<sub>2</sub> 排出量のみを算定に用いている。さらに、WM 法案で用いられる基準とは異なり、CO<sub>2</sub> 費用基準の指標は、炭素価格に CO<sub>2</sub> 排出量を乗じたものを粗付加価値で除しているところに特徴がある。本研究でもそれに準じた形で計算を行っている。

最後に、米国は対象業種の算定にあたり、独自にエネルギー費用基準という指標を設けている。それに基づき、本研究では日本国内の産業のエネルギー費用基準を以下の式で計算する。

$$\text{エネルギー費用基準} = \frac{(\text{電力} \cdot \text{蒸気費用}) + (\text{化石燃料費用})}{\text{国内生産額}}$$

エネルギー費用基準は、各業種のエネルギー依存度、すなわち炭素価格導入によるエネルギー価格上昇の影響を捉えているといえる。この指標に用いる電気・蒸気費用と化石燃料費用は、物量表から得られる 1 次エネルギーと 2 次エネルギーの購入量および購入費用と、「石油等消費構造統計」とを用いて計算する。化石燃料費用の計算は、以下の方法で行った。まず、「石油等消費構造統計」から業種別・燃料別の燃料用と原料用の比率を計算し、「産業連関表—工業統計（産業）コード対応表」を用いて、産業連関表の業種分類への変換を行った。そして、この値を各業種の化石燃料購入費用に掛け合わせることで、燃焼用化石燃料費用を計算している。電力および蒸気の入力費用については、物量表にある購入費用を用いた。

上記の 4 つの指標<sup>21)</sup>を用いて、米国式、欧州式のレポート・無償配分対象業種の算定を行うことが可能となる。具体的に、欧州式の算定では、以下、3 種類のいずれかの基準に該当した場合、軽減措置対象業種とした<sup>22)</sup>。

1. CO<sub>2</sub> 費用基準 > 5% かつ 貿易基準 > 10%
2. CO<sub>2</sub> 費用基準 > 30%
3. 貿易基準 > 30%



一方、米国式の算定は、以下、4種類のいずれかの基準に該当した場合、軽減措置対象業種とした。ただし、石油製品業と石炭製品業は、基準を満たした場合でも、対象外として取り扱っている。

1. エネルギー費用基準 > 4.5% かつ 貿易基準 > 14.5%
2. GHG 基準 > 4.5% かつ 貿易基準 > 14.5%
3. エネルギー費用基準 > 19.5%
4. GHG 基準 > 19.5%

上記の米国式、欧州式の基準を比較すると、米国では、四捨五入しているのに対して、欧州では、四捨五入を行っていないという違いがわかる。この違いは、米国では、定量的に基準を満たす業種のみを対象とする一方、欧州では、定性的な評価を実施することから起因していると考えられる。

#### IV. 分析結果

本節では、EU-ETS 基準と WM 法案の基準によって算定された軽減措置対象業種の算定結果を示す。EU-ETS 基準は、2種類のデータ（産業連関表と 3EID）によって計算された値を、WM 法案の基準は、産業連関表のデータのみによって計算された値を用いた分析結果となっている。

##### 1. EU-ETS 基準

表 4 は、産業連関表のデータを用いた結果をまとめている。EU 基準を満たした業種は、118 業種（2000 円）、119 業種（3000 円）、122 業種（4000 円）となっている。さらに、表 4 は、各基準を満たした業種数を記載している。CO<sub>2</sub> 費用基準が 5% を超え、貿易基準が 10% 以上の業種は、5 業種（2000 円）、7 業種（3000 円）、10 業種（4000 円）であり、高 CO<sub>2</sub> 費用基準を満たした業種は、1 業種（銑鉄業）ないし 3 業種のみである（銑鉄業、セメント業、パルプ業）。対照的に、高貿易基準を満たした業種は 115 業種である。

表 5 は、3EID と物量表を用いて EU 基準を満たした業種数と各基準を満たした業種数をまとめている。

表 4 EU-ETS 基準により特定された業種数とその内訳（炭素価格別）

	2000 円	3000 円	4000 円
対象業種	118	119	122
CO <sub>2</sub> と貿易	5	7	10
高 CO <sub>2</sub> 費用基準	1	1	3
高貿易基準	115	115	115

注) 産業連関表と物量表から計算された指標に基づく結果である。

表 5 EU-ETS 基準により特定された業種数とその内訳（炭素価格別）

	2000 円	3000 円	4000 円
対象業種	119	123	127
CO <sub>2</sub> と貿易	8	16	25
高 CO <sub>2</sub> 費用基準	2	3	3
高貿易基準	115	115	115

注) 産業連関表と 3EID から計算された指標に基づく結果である。

表6 EU-ETS 基準の結果 (401 業種分類)

	産業連関表のみ			3EID と物量表		
	2000 円	3000 円	4000 円	2000 円	3000 円	4000 円
産業数	118	119	122	119	123	127
国内生産額	11.841%	11.883%	12.191%	11.942%	12.608%	12.707%
付加価値	6.145%	6.170%	6.367%	6.177%	6.512%	6.568%
従業員数	5.145%	5.145%	5.215%	5.151%	5.248%	5.276%
直接 CO <sub>2</sub> 排出量	29.316%	31.617%	32.946%	34.311%	36.444%	36.809%
間接 CO <sub>2</sub> 排出量	15.839%	16.463%	18.307%	18.796%	24.207%	24.678%
製造業内排出量	55.881%	59.796%	63.188%	56.003%	62.101%	62.864%
総排出量	18.654%	19.960%	21.093%	23.563%	26.128%	26.450%

まず、EU 基準を満たした業種は、119 業種 (2000 円)、123 業種 (3000 円)、127 業種 (4000 円) である<sup>23)</sup>。CO<sub>2</sub> 費用基準と貿易基準を共に満たす業種は、8 業種 (2000 円)、16 業種 (3000 円)、25 業種 (4000 円) である。高 CO<sub>2</sub> 費用基準を満たした業種は、炭素価格を 2000 円に設定した場合には 2 業種 (銑鉄業とセメント業) が、3000 円もしくは 4000 円に設定した場合には 3 業種 (銑鉄業、セメント業、パルプ業) である<sup>24)</sup>。

2つの算定方法 (表4と表5) によって特定された業種は、細部では異なるが、同様の傾向を示している。すなわち、CO<sub>2</sub> 費用基準と貿易基準を共に満たす業種数は少なく、高 CO<sub>2</sub> 費用基準を満たす業種は銑鉄業とセメント業のみであり、高貿易基準を満たす業種は 115 と大半を占めている。この結果は、産業分類の違いやデータの違いは存在するものの、欧州と日本の軽減措置対象業種の類似性を示している。

表6は、算定された業種の経済指標をまとめている。推定された対象業種の日本経済全体の国内生産額に占める割合は 12% 前後であり、付加価値額は 6% 強である。対象業種に従事する従業員数は、全体の約 5.1% である。日本経済における対象業種の規模は小さいが、産業部門の直接 CO<sub>2</sub> 排出量の 3 分の 1 を占めている。さらに、産業部門の間接排出量の 16% ほどを占めている。また、製造業全体に占める対象業種の排出量の割合は、6 割前後となっている。

## 2. WM 法案基準

WM 法案の基準を用いて推定された軽減措置対象業種 (リベート対象業種) は、炭素価格とは関係なく、23 業種である (表7)。GHG と貿易基準を両方満たす対象業種数、1 業種 (2000 円) と 5 業種 (3000

表7 WM 法案により特定された業種数と内訳 (炭素価格別)

	2000 円	3000 円	4000 円
対象業種	23	23	23
GHG と貿易	1	5	5
エネルギーと貿易	19	19	19
高 GHG 費用基準	1	2	2
高エネルギー基準	4	4	4

表 8 WM 法案基準の結果

	産業連関表のみ		
	2000 円	3000 円	4000 円
産業数	23	23	23
国内生産額	1.018%	1.018%	1.018%
付加価値	0.632%	0.632%	0.632%
従業員数	0.309%	0.309%	0.309%
直接 CO <sub>2</sub> 排出量	28.535%	28.535%	28.535%
間接 CO <sub>2</sub> 排出量	6.581%	6.581%	6.581%
製造業内排出量	47.649%	47.649%	47.649%
総排出量	15.906%	15.906%	15.906%

円、4000 円) である。同様に、高 GHG 基準を満たした業種数は、炭素価格を 2000 円に設定した場合には、1 業種 (銑鉄業)、3000 円もしくは 4000 円に設定した場合には 2 業種 (銑鉄業とセメント業) と少ない。一方で、エネルギー費用基準と貿易基準を共に満たした業種は、設定された炭素価格の値に関わらず 19 業種であり、高エネルギー費用基準を満たした業種も同様に 4 業種 (ソーダ工業製品業、圧縮ガス・液化ガス業、セメント業、銑鉄業) となっている。

WM 法案の基準を用いた推定結果の特徴として、23 業種すべてが、エネルギー費用基準と貿易基準またはエネルギー費用基準によって特定されていることがある。WM 法案では、GHG 基準を明記している一方で、GHG 基準によって特定される業種は少ない。これは将来、炭素価格が十分に高くなった場合には、軽減措置の対象となる業種が現れることを考慮にいれていると考えられる。

表 8 は、WM 法案の基準をもとに軽減措置対象業種として特定された 23 業種の経済指標をまとめている。対象業種の国内生産額は、日本全体の約 1% しか占めておらず、付加価値額については、0.6% のみとなっている。同様に、従業員数は 0.3% となっており、対象業種が日本経済全体に占める大きさは限定的となっている。しかし、対象業種の直接 CO<sub>2</sub> 排出量は 28.5% であり、これに間接 CO<sub>2</sub> 排出量の 6.5% を合わせると、日本全体の CO<sub>2</sub> 排出量の 35% を占めていることになる。すなわち、このことは、WM 法案の基準が、主に炭素集約的な産業を軽減措置対象業種として考えていることを示している。

### 3. EU 基準と米国基準の比較

EU 基準と米国基準を比較すると、軽減措置が与えられる業種は、EU 基準が米国基準よりも 100 業種程度、多く特定される。この差異は、2 つの点に由来すると考えられる。第 1 に、WM 法案の基準は、出荷額を用いているという点である。そのため米国の温室効果ガス関連の指標の分母が大きくなり、結果的に、EU-ETS の基準 (粗付加価値) よりも値が小さくなることが挙げられる。第 2 に、高貿易基準の存在である。EU 基準では、高貿易基準を用いられているため、炭素リーケージが起きる可能性がある業種以外の業種に対しても無償配分を与える可能性が高い。しかし、実際の無償配分は、ベンチマーク方式 (原単位) により決定されることが想定されており、直接 CO<sub>2</sub> 排出のみが対象範囲となっている<sup>25)</sup>。そのため、無償配分の総量は、総排出量の 4 割程度<sup>26)</sup>にとどまると予想されている。

また、基本的には、米国基準で特定された業種は EU 基準でも特定されているものの、3EID を用いた場合は 4 業種、産業連関表を用いた場合は 5 業種、EU 基準では算定業種に含まれない業種が存在する。

表 9A WM 法案で特定され、EU 基準で特定されない業種（産業連関表）

産業連関表のみ	貿易基準	炭素価格（4000 円）
砂糖	15.43%	4.59%
ソーダ工業製品	6.46%	12.57%
圧縮ガス・液化ガス	2.36%	18.84%
陶磁器	27.97%	3.32%
耐火物	26.20%	3.34%

表 9B WM 法案で特定され、EU 基準で特定されない業種（3EID）

3EID	貿易基準	炭素価格（4000 円）
ソーダ工業製品	6.46%	21.87%
圧縮ガス・液化ガス	2.36%	17.49%
陶磁器	27.97%	4.23%
耐火物	26.20%	4.89%

表 9A は、米国基準で特定されたが、産業連関表を用いた EU 費用基準での算定では特定されなかった業種の貿易基準と CO<sub>2</sub> 費用基準をまとめている。同様に、表 9B では 3EID を用いた EU 基準での算定から特定されなかった業種の貿易基準と CO<sub>2</sub> 費用基準をまとめている。砂糖（食品製造業）は、定量的には EU 基準を満たしてはいないが、炭素価格は境界値に位置しているため、軽減措置対象業種となる可能性は高い。同様に、陶磁器業と耐火物業は CO<sub>2</sub> 費用基準の境界値に近い値を示しているため、これも軽減措置対象業種となる可能性が高い。一方、ソーダ工業製品業と圧縮ガス・液化ガス業は、貿易が少なく、CO<sub>2</sub> 費用基準を満たした業種となっている。しかし、高 CO<sub>2</sub> 費用基準を満たすほどの値となっているため、この 2 業種は米国特有の高エネルギー費用基準によって特定されていると考えられる。

## V. おわりに

本稿では、日本産業のデータを用いて、EU-ETS および WM 法案で議論されている軽減措置の基準を満たす国内の業種の算定を行った。その結果、EU 基準を満たす業種は 120 から 130 業種と算定された。一方、米国の基準では、23 業種が対象業種となる可能性があることを示した。特定された業種数は、EU-ETS と WM 法案の排出量取引制度と密接に関連しているため、直接比較することは困難である。しかし、軽減措置を講じる理由は、炭素価格導入による国際競争力喪失を回避するものであり、軽減措置によってどの程度国際競争力が保持されるかは、軽減措置対象業種数ではなく、軽減措置の具体的な内容から判断すべきである。

EU-ETS では、軽減措置の対象は、直接費用に対して行われ、無償配分の量は、業種内のベンチマークによって決定される。一方、WM 法案では、軽減措置対象業種は、生産額に応じた事後的清算（リベート方式）を採用している。そのため、直接費用と間接費用に対してリベートを受け取ることが可能となる。

炭素リーケージ問題が深刻とされる業種は、鉄鋼業、セメント業、紙パルプ業、アルミニウム業、化学製品業とされている（Houser et al., 2008）。上記 5 業種以外の業種は、必ずしも炭素リーケージに直面している業種とは限らない。そのため、先述したように EU 基準は、過剰に無償配分を与える可能性が指摘

されている。米国基準は、この点を考慮して、対象業種が少なくなるように設定されている。しかし、このような対象業種の範囲の違いは、各地域の政治プロセスによって大きな影響を受けている。排出量取引制度の制度設計は、産業界からの圧力によって変化する恐れがあるため、産業界との合意形成は不可欠である。合意形成のための手段として、短期的な軽減措置を設定する必要があるといえるだろう。

実際の軽減措置の導入には、以下の点に注意が必要となる。第1に、費用軽減措置とWTO（GATT）との間に整合性が存在するかどうかという問題である。国内産業に対して行われる軽減措置は、海外からの輸入品に対して行う必要性がある（内国民待遇の原則）。第2に、軽減措置は、一時的な措置であり、長期的には軽減措置は廃止するように制度設計をする必要がある。長期的に軽減措置を講じた場合には、炭素価格を通じたシグナリング効果が減るため、社会的に最適な投資水準とならない。

炭素リーケージ問題を根本的に解決する方法は、国際的にCO<sub>2</sub>排出に対するキャップを設け、フリーライドを防ぐ仕組みを導入することである。そのため、長期的には、国際排出量取引制度や、国際的な炭素税の導入が必要と考えられる。しかし、短期的には、炭素リーケージ問題が深刻な産業を国際的にリンクした、セクター・アプローチの導入も検討する必要があるだろう。炭素リーケージ問題は、ポスト京都議定書の国際交渉において重要な課題ではあるが、現状では、各地域内の特別措置（費用軽減措置）を用いた対策が最大限の措置となっている。

#### 注

- 1) 本稿は、三井物産環境基金「R08-B021」の支援を受けている。
- 2) 生産リーケージと炭素リーケージとは別に、エネルギー価格を通じた化石燃料消費リーケージが存在する。これは、以下のメカニズムによって発生する。排出量に規制を設けた先進国で化石燃料使用量が減少した場合、化石燃料に対する需要は減少する。この需要の減少は、化石燃料の世界価格を下落させる。従って、排出量に規制を設けない国・地域では、化石燃料の価格が下落したことにより消費量を増やすことが考えられる。
- 3) 欧州委員会は炭素価格を30ユーロと仮定して、対象業種の算定を行っている。
- 4) 排出削減ポテンシャルの指標として粗付加価値を用いている。すなわち、付加価値額が大きい業種は容易に排出削減または排出権の購入ができるが、付加価値額が小さい業種は排出削減またはコンプライアンスが難しいため、特別な扱いが必要と判断された結果である。
- 5) 欧州委員会では、軽減措置対象業種の経済における規模や経済全体に占めるCO<sub>2</sub>排出量を公表していない。しかし、予想される範囲として、ホームページ上に参考資料<http://ec.europa.eu/environment/climat/emission/pdf/faq.pdf>を挙げている。
- 6) 直接排出に関する費用のみならず、対象範囲を間接排出まで拡大する可能性は残されている。しかし、欧州委員会は、間接排出への対策は、EU加盟各国に任せる方針をとる予定である。
- 7) この配分方法では、国際競争力保持に寄与しないことが指摘されている。更に、この配分方法は、オークション方式への移行を産業界に同意させるための補助金であるとの批判も存在する（Frankel, 2009）。
- 8) 更に、経済状況の変化によって貿易量や生産活動が変化する可能性がある。この様な予測不可能な事態に対応する策として、毎年対象業種を追加することが決定されている。
- 9) 第110議会は、ブッシュ大統領在任期の2007年1月3日から2009年1月3日までの期間開催された。
- 10) リポートプログラムは、生産活動の低下を防ぐ措置として提案されている。リポートは、排出権の事後配分と同等である。

- 11) WM 法案では、炭素価格を \$20 と明記している。
- 12) WM 法案では、石油精製業をリポート対象外と明記している。そのため、石油精製業は、上記の基準を満たした場合でもリポートを受けることができない。
- 13) 事後的な排出権の配分は、Output Based Allocation (OBA) と呼ばれる。
- 14) 生産リーケージは防止することが可能であるが、生産量と連動してリポートが行われるため、生産補助金として解釈される危険性がある。生産補助金として認められた場合、WTO 違反に当たる可能性がある。
- 15) 雇用表は、各業種に従事する人数をまとめている。そのため、軽減措置対象業種の経済規模の指標を作成することが可能である。
- 16) 長期的問題として、エネルギーの代替が起きる可能性がある。すなわち、軽減措置の対象となるよう、物量表にないエネルギーを使用している産業は、物量表に記載されているエネルギーへ切り替える可能性がある。これより、対象外の産業は対象業種となる可能性がある。また、エネルギーの切り替えにより、CO<sub>2</sub> 排出量は全体として増加する恐れがある。
- 17) 「石油等消費構造統計」は 2003 年を最後に廃止されている。そのため、2005 年産業連関表に収録されているコード対応表は「石油等消費構造統計」と産業連関表の業種分類が異なる。この点は、2000 年産業連関表のコード対応表を参考に修正を加えている。
- 18) 修正係数を用いて 3EID の直接排出量と物量表からの間接排出量を一致させる方法と、直接排出量と間接排出量が一致するように、排出係数を求める方法がある。本稿では、前者を用いて計算を行っている。
- 19) 自家発電と熱供給業の排出係数は、両業種の直接排出量を物量表の自家発電（熱供給）の購入総量で割った値である。
- 20) カッコ内は、粗付加価値部門計以外は、産業連関表の列コードになっている。粗付加価値部門計は産業連関表の行コードになっている。
- 21) 米国式と欧州式の基準を比較すると、米国では、四捨五入しているのに対して、欧州では、四捨五入を行っていないという違いがある。この違いは、米国では、定量的に基準を満たした業種のみを対象としている一方、欧州では、定量的な評価とともに定性的な評価を実施しているため、四捨五入していないと考えられる。
- 22) EU-ETS では、定量的な評価のみならず、定性的な評価に基づいて対象業種を算定している。しかし、本稿では、3 種類の基準を定量的に満たす業種のみを軽減措置対象とした。
- 23) カッコ内は、炭素価格となっている。
- 24) 高貿易基準の結果は、2 種類の計算方法で同じであるため、省略している。
- 25) 欧州委員会は、間接 CO<sub>2</sub> 排出量に対して無償配分を行わないことを決定している。しかし、間接 CO<sub>2</sub> 排出量が多いアルミニウム業や一部の EU27 加盟国から対象範囲の拡大が求められている。そのため、今後、間接 CO<sub>2</sub> 排出量が対象範囲として含まれる可能性は残るものの、現段階では、各国の裁量によって対応を任せることにしている。
- 26) 筆者が DG Industry and Enterprise (2009 年 11 月 9 日) で行ったインタビュー調査から。

**参考文献**

- European Commission “Commission decision of 24 December 2009 –Determining, pursuant to Directive 2003/87/EC of the European Parliament and of the Council, a list of sectors and subsectors which are deemed to be exposed to a significant risk of carbon leakage.” Official Journal of the European Union, L1 53: 10-18, 2010.<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:001:0010:0018:EN:PDF>
- Houser, T. “Testimony: Ensuring US competitiveness and international participation,” Peterson Institute for International Economics, April 23, 2009. <http://www.iie.com/publications/papers/houser0409.pdf>
- Houser, T. Bradley, R. Childs, B. Werksman, J. and Heilmayr, R. Leveling the carbon playing field, Peterson Institute for International Economics and World Resources Institute, 2008.
- Frankel, J.A. “Addressing the Leakage/Competitiveness Issue in Climate Change Policy Proposals.” in Brainard, L. and Sorkin, I. eds., Climate Change, Trade, and Competitiveness , Brookings Institution Press, 2009.
- 明日香壽川、金本圭一郎、盧向春「排出量取引と国際競争力—現状と対策—」、2009年度環境経済・政策学会 mimeo, 2009。  
<http://www.cneas.tohoku.ac.jp/labs/china/asuka/ETS-competitiveness.pdf>
- 杉野誠、有村俊秀「国際競争力に配慮した炭素価格政策—産業連関基本分類を用いた分析—」、2009年度環境経済・政策学会 mimeo、2009。
- 中野論「平成 17 年環境分析用産業連関表—推定方法および計測結果—」、KEO Discussion Paper No.117, 2009 年 9 月、2009。  
<http://www.sanken.keio.ac.jp/publication/KEO-dp/117/KEO-DP117.pdf>
- 南斉規介、森口祐一「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、2009。  
<http://www-cger.nies.go.jp/publication/D031/index-j.html>
- 民主党マニフェスト、2009。  
[http://www.dpj.or.jp/special/manifesto2009/pdf/manifesto\\_2009.pdf](http://www.dpj.or.jp/special/manifesto2009/pdf/manifesto_2009.pdf)

