

環境規制が貿易・投資と技術革新を通じて
環境負荷低減に及ぼす効果に関する研究

2020年1月

林田 明子
4012S3166

早稲田大学大学院
アジア太平洋研究科国際関係学専攻
博士後期課程

要旨

1. 本研究の背景と目的

環境と経済の関係について、本研究は、①貿易を通じた国内の環境改善効果（修正版環境クズネツ曲線（environmental Kuznets Curve: EKC））、②投資受入国の環境規制が海外直接投資に及ぼす影響（汚染逃避仮説（Pollution Haven Hypothesis: PHH））、③技術革新による環境改善効果（ポーター仮説（Porter Hypothesis: PH））の観点から、日本のデータを中心とした研究を行った。環境クズネツ曲線（EKC）、汚染逃避仮説（PHH）、及びポーター仮説（PH）については、欧米を中心とした実証研究が多数あるが、結果は一定でない。また、近年の日本についての実証研究は十分でない。

そこで、本研究では、近年の地球温暖化対策のための国際的な関心の高まりを背景に環境規制も含めた環境対策が強化される中で、グローバル・サプライチェーン（global supply chain）を展開する日本の製造業が、①生産を海外へ移すことで国内の汚染物質排出量を削減しているのか、②投資受入国の環境規制の緩急により対外直接投資（foreign direct investment: FDI）を決めているか、③環境規制により環境関連の技術革新が促進されているかについて、実証分析で明らかとした。

2. 実証分析の枠組みと結果

（1）環境クズネツ曲線（EKC）と貿易に係る検証

第一に、環境クズネツ曲線（EKC）は、ある国の一人当たり国民所得と環境汚染の間の逆 U 字の関係を示す曲線である。先行研究の多くは、ローカルな汚染物質である二酸化硫黄（SO₂）や二酸化窒素（NO₂）などを対象としているが、最近では地球温暖化への国際社会の関心の高まりを背景に、グローバルな汚染物質である二酸化炭素（CO₂）を分析とする研究も増えてきている。また、近年、製造業の企業は生産工程の一部を海外に移転させ、サプライチェーン（supply chain）がグローバル化していることから、Suri and Chapman (1998) は、環境クズネツ曲線（EKC）に貿易の影響を追加し、局所的な（local）汚染物質を対象とした分析を行い、輸入が増加するほど国内の汚染物質の排出量が減少するという結果を示した。

本研究では、グローバルな汚染物質である二酸化炭素（CO₂）についての環境クズネツ曲線（EKC）を用い、逆 U 字形への製造業の輸出入のインパクトを分析した。具体的には、

22 か国の高所得国について、1980年～2011年の国内の二酸化炭素（CO₂）の排出量が製造業における国内生産に対する輸出入の割合に影響を及ぼされているか、計量分析を行った。その結果、製造業における国内生産に対する輸入の割合が大きくなるほど国内の二酸化炭素（CO₂）の排出量が減少することが示された。さらに、生産工程ごとの輸入について、素材（primary goods）の輸入と中間財（intermediate goods）の輸入が高所得国においては国内の二酸化炭素（CO₂）を減少させるが、逆に最終財（final goods）の輸入は国内の二酸化炭素（CO₂）を増加させることが示された。

以上の実証分析の結果に基づいた考察は、以下のとおり。製造業の生産工程のうち、素材（primary goods）の輸入額の比率と中間財（intermediate goods）の輸入額の比率が、国内の二酸化炭素（CO₂）排出量に対してマイナスで統計的に有意であるとの結果から、生産工程の一部（素材及び中間財）の海外へのオフショアリング（offshoring）が国内の二酸化炭素（CO₂）の排出量の削減にインパクトを与えていると推定され、先進国の製造業は汚染集約的な生産工程のみを海外にアウトソーシングしている可能性が示唆される。一方で、最終財（final goods）の輸入額の比率は、国内の二酸化炭素（CO₂）の排出量に対してプラスで統計的に有意であるとの結果から、最終財（final goods）の輸入により、財の生産段階ではなく、財の消費の段階で、二酸化炭素（CO₂）の排出が増加している可能性もあることが示唆されるので、この点は今後の発展的な研究課題としたい。また、時間傾向ダミー（time dummy）変数が全てのモデルにおいてマイナスで統計的に有意であるとの結果から、地球温暖化問題に対する国際的な関心の高まり、京都議定書の発効（1997年12月署名、2005年2月発効）、ポスト京都議定書であるパリ協定の発効（2015年12月採択、2016年4月発効）などの近年の傾向が、二酸化炭素の排出量の削減に寄与していることが示唆される。

本研究における環境クズネッツ曲線（EKC）に係る実証分析の独自性及び意義は、以下のとおり。本研究と先行研究を比較した場合、環境クズネッツ曲線（EKC）と貿易の関係についての実証研究を行うに際し、先行研究の多くが局所的な（local）汚染物質である硫酸化物（SO_x）について分析しているのに対して、本研究はグローバルな（global）汚染物質である二酸化炭素（CO₂）について分析を行った点で、独自性がある。さらに、貿易について、輸入及び輸出を総額ではなく、3つの生産段階（素材（primary goods）、中間財（intermediate goods）、及び最終財（final goods））に細分化し、各生産段階の財の輸入額及び輸出額の国内生産額に対する割合が、国内の二酸化炭素（CO₂）に排出量の増減に対する効果を分析した点でも、独自性がある。本研究における実証分析の結果は、環境に対するグローバル化された経済活動のインパクトについての理解を深めるための一助ともなり得るとの意義がある。

(2) 汚染逃避仮説 (PHH) の検証

第二に、環境規制が厳しくない国へ投資が惹きつけられるとする汚染逃避効果については、多くの先行研究で実証分析が行われてきたが、同効果を支持する結果もあれば否定する結果もある。日本の対外直接投資 (FDI) に関連する研究としては、Kirkpatrick and Shimamoto (2008)が、投資受入国の環境規制 (代理変数は5つの環境条約の締結状況) が 1990 年代の日本の対外直接投資 (FDI) の決定に影響を与えているのかどうかについて、他の要因 (市場規模、労働コスト、距離) と比較しつつ、汚染集約産業を対象に汚染逃避仮説 (PHH) を検証した結果、同仮説は支持されず、むしろ日本の対外直接投資 (FDI) は透明性の高い安定した環境規制のある国に惹きつけられるという結果を示した。本研究では、環境規制が汚染集約産業の立地決定に及ぼす影響について、日本の対外直接投資 (FDI) についてのパネル・データ分析を行った。具体的には、日本の製造業のうち汚染集約産業と考えられるパルプ・製紙産業、化学・医療産業、鉄・非鉄・金属産業の3つの産業で、2006年~2016年の対外直接投資 (FDI) が投資先である北米、欧州、アジア大洋州の24カ国・地域の環境規制の厳しさの程度に影響を受けているか、環境関連条約の批准状況を代理変数として計量分析を行った。その結果、パルプ・製紙産業及び化学・医療産業では一部のモデルで正の効果が、鉄・非鉄・金属産業ではほぼすべてのモデルで正の効果が推定され、汚染逃避と逆の効果あることが示された。

以上の実証分析の結果に基づく考察は、以下のとおり。日本を対象とした分析を行った先行研究である Kirkpatrick and Shimamoto (2008)が、1990年代の日本の新規投資は、環境規制に代表される法規制が厳しい国への投資が多いという結果であった。本研究は2000年代半ば以降の日本の対外直接投資 (FDI) を分析の対象として、Kirkpatrick and Shimamoto (2008)と同様の環境規制の代理変数を用いて分析したところ、同様の結果となり、1990年代だけでなく2000年代半ば以降も、日本の対外直接投資 (FDI) は一貫して環境規制の厳しい国へ引きつけられているとの整合性のある解釈ができる。すなわち、汚染集約的な産業は環境規制の緩い場所や国に引きつけられるとする汚染逃避仮説 (PHH) と逆の結果となった。この結果から示唆されるのは、企業が本社を置く国や地域が成熟化することで、企業の株を保有する株主が企業経営者に対して企業の社会的責任 (corporate social responsibility: CSR) として環境保全の責任を果たすことを要求することもあるだろうし、取引先企業や消費者に対する広報上の配慮から、企業の環境保全への取組を宣伝することもあるだろう。具体的には、日本経団連は環境自主行動計画を公表し、同団体の会員企業が環境保全への自主的に取り組む際の指針を示し、海外においても日本企業が環境へ配慮した上での経済活動を行うことを促進している。

本研究における汚染逃避仮説 (PHH) に係る実証分析の独自性及び意義は、以下のとおり。本研究が分析の対象とした 2000 年代後半以降においては、地球温暖化問題をはじめとした環境問題に対する国際的な関心が益々高まっており、各種の環境関連条約の整備が進み、各国は国内において環境関連の規制の整備を進めており、市民の環境保全意識の高まりが見られる。本研究が対象とする日本についても、社会が成熟化しグリーン化を志向する傾向が見られ、製造業のうち汚染集約度の高いとされる業種でも国際的な環境保全の動きは無視できない状況になりつつある状況下において、本研究の汚染逃避に係る分析を通じて、日本の対外直接投資 (FDI) が環境規制の厳しい国や地域に引きつけられていることを実証的に確認したことは、独自性があり、上述した社会の傾向による経済活動の変化を明示的に示したとの意義がある。

(3) ポーター仮説 (PH) の検証

第三に、マイケル・ポーター教授 (Prof. Michael Porter) は、環境規制が環境イノベーションを促進するとするポーター仮説 (PH) を唱えた。適切に設計された環境規制 (well-designed environmental regulations) は企業の競争力を高めるとする。本研究では、環境規制が製造業の研究開発に及ぼす経済的影響について、日本の近年の製造業におけるポーター仮説 (PH) の妥当性についての実証的な検証を行った。日本の製造業について、2002 年～2013 年において、環境規制 (代理変数：設備投資に占める環境関連設備投資の割合) が環境関連 R&D を増加させているかについて計量分析を行った。その結果、環境規制の一乗項は統計的に有意ではなく、環境規制が環境関連 R&D に常に同じ影響を及ぼしているとは言えないものの、環境規制の二乗項は統計的に有意であったことから、環境規制が環境関連 R&D の割合を増やすが、環境規制が強くなりすぎると環境 R&D の割合を逡減させることが示された。日本を分析の対象とした先行研究である浜本(1997)は、1990 年代以前を分析の対象としていたため、分析モデルも線形モデルを使用し、環境規制が強くなるほど環境関連 R&D が増える結果となっていた。しかし、本研究では、環境規制が強くなりすぎると、かえって国内の産業の活力を阻害し、環境関連 R&D の割合が逡減する可能性があるのではないかと考え、非線形モデルを使用した結果、二乗項で統計的に有意であることが示された。

以上の実証分析の結果に基づく考察は、以下のとおり。環境規制が環境関連 R&D に及ぼす影響を計量分析したところ、環境規制の一乗項は統計的に有意ではないが、環境規制の二乗項は統計的に有意であるとの結果から、環境規制が強くなりすぎると環境 R&D の割合を逡減させている。2000 年代以降の日本の製造業は、少なくとも国内においては既にある程度は効率的な生産を行っていると考えられ、環境規制により環境関連 R&D を促進させる余

地が残っているかもしれないが、環境規制の程度が強くなりすぎると、かえって環境関連 R&D を減少させると考えられる。

本研究におけるポーター仮説 (PH) に係る実証分析の独自性及び意義は、以下のとおり。日本を対象とした先行研究が 1970 年代から 1990 年代について分析を行っていたことから、本研究においては社会が成熟化した 2000 年代以降を分析の対象とした分析を行った。その際、先行研究が分析の対象とした 1970 年代から 1990 年代は日本の産業において製造業が隆盛を極めていたが、2000 年代以降は製造業が生産を海外に移転させる (offshoring)、あるいは生産工程の一部を海外に移転させグローバル・サプライチェーン (global supply chain) を展開しているとの現状に鑑みた分析を行った点で、独自性及び意義がある。すなわち、環境規制が環境 R&D に及ぼす影響を分析するに際して、環境規制の一乗項だけでなく、環境規制の二乗項もモデルに追加したところ、環境規制の二乗項でマイナスの効果が統計的に有意であることが示されるとの結果が得られ、環境規制が強くなりすぎると環境 R&D の割合が減少することを示した。このことの背景として考えられるのは、日本の製造業の海外生産比率が年々高まっていることが示すように製造業の生産自体が海外に移転していることもあるだろうし、生産工程における環境 R&D に力を入れるよりも、消費段階でリサイクルを強化する等の環境対策を強化していることも考えられよう。このように、本研究は、近年の成熟化する日本社会の変化を踏まえつつ、分析を行ったとの独自性及び意義があると言えよう。

3. 本研究の結論と意義

本研究は、環境と経済の間の相互の関係を明らかにするため、環境と経済に係る主な 3 つのトピックとして、環境クズネッツ曲線 (EKC)、汚染逃避仮説 (PHH)、及びポーター仮説 (PH) について、独自の視点から実証分析を行った。

第一に、一人当たり国内総生産 (GDP per capita) と汚染物質の排出量との逆 U 字の関係を示す典型的な環境クズネッツ曲線 (EKC) について、製造業の国内生産に対する輸入もしくは輸出の割合を新たな説明変数として加え、近年地球温暖化の主な原因である温室効果ガス (GHG) であるグローバルな汚染物質である二酸化炭素 (CO₂) の排出量を被説明変数として、独自の拡大版 EKC モデルを用い、1981 年～2013 年における 22 ヶ国の高所得国のデータを用いたパネル・データ分析を行ったところ、国内の製造業の生産額に対す製造業の総輸入額の比率はマイナスで統計的に有意であるとの実証分析の結果から、製造業の財の輸入は国内の二酸化炭素 (CO₂) の排出量の削減を促進することが示されたことから、製

造業の財の輸入は国内の製造業の生産を代替することによって国内の環境改善に寄与していると結論づけることができる。

第二に、環境規制が厳しくない国へ投資が惹きつけられるとする汚染逃避仮説について、日本に係る先行研究との整合性を踏まえ、投資受入国（北米、欧州、アジア太平洋の24カ国・地域）の環境規制の代理変数として5つの環境関連条約の締結状況を主な説明変数とし、新たなデータである2006年～2016年の日本の対外直接投資（FDI）を被説明変数とするパネル・データ分析を行ったところ、パルプ・製紙産業及び化学・医療産業では一部のモデルでプラスの効果が推定され、鉄・非鉄・金属産業ではほぼすべてのモデルでプラスの効果が推定されるとの結果から、2000年代以降の日本の対外直接投資は環境規制が厳しい国や地域に引きつけられているとの結論が得られ、古いデータの先行研究の結果と同様の一貫した傾向が確認できたと言える。

第三に、適切に設計された（well-designed）環境基準は環境基準を遵守する費用の一部もしくはそれ以上に上回るような技術革新（innovation）を誘発するとするポーター仮説（PH）について、先行研究が日本の高度経済成長期の公害対策が行われた1970年代及び省エネ対策が進んだ1990年代以降について既に分析していることを踏まえ、新たに2000年代以降（2002年～2013年）の日本の製造業の業種ごとのデータを用い、主な説明変数として環境規制について一乗項だけでなく独自に二乗項も加え、被説明変数である環境R&Dに対する効果に係るパネル・データ分析を行ったところ、環境規制の一乗項はプラスだが統計的に有意ではなく、環境規制の二乗項はマイナスで統計的に有意との結果から、環境規制により環境関連R&Dの割合が増えるようなことは確認されなかったが、環境規制が強くなりすぎると環境関連R&Dの割合が減少することもあることが示唆されると結論づけられる。

本研究の特徴としては、日本を分析の対象とした先行研究が1970年代以降の高度経済成長時代や1980年代や1990年代のバブル経済以降を対象とした分析であったのと異なり、近年、特に地球環境問題と関連した気候温暖化への国際社会の関心の高まり、あるいは、環境への市民社会や株主の意識の向上を背景に、環境に配慮しながら経済活動が行われる傾向が強まっているという時代の流れを踏まえ、新たなデータを用いるとともに、環境クズネッツ曲線（EKC）、汚染逃避仮説（PHH）、及びポーター仮説（PH）の各々の典型的なモデルに独自の説明変数を加えたり、あるいは、二乗項の説明変数を加えるなどの独自の分析を工夫し、複数の仮説等を分析することで複眼的な視点から昨今の経済と環境の関係を明らかにしたという独創性を有し、今後の環境経済に係る政策的含意も得るという意義を有する。

なお、本研究は、環境と経済に係る諸仮説を日本の近年のデータを用いて分析をおこなったが、実証分析においては別の視点からの研究を深めることも有益であると思料する。特に、

本研究は環境規制の役割に焦点を当てたが、環境に対する市民社会の意識の向上を背景として、企業や経済団体による自主規制が強まっている現状があり、これらの自主規制が経済に及ぼす影響についても明らかにしていくことも今後の研究の発展的な課題であろう。

目次

第1章	研究の背景、研究の目的、論文の構成	1
1. 1	研究の背景	1
1. 2	研究の目的	25
1. 3	本論文の構成	25
第2章	環境と経済の関係に係る3つの仮説と先行研究のレビュー	27
2. 1	環境と経済に係る3つの仮説の相互関係	27
2. 2	先行研究との関係における本研究の位置づけ	29
2. 3	環境と経済に係る複数の仮説についての先行研究	29
2. 4	環境と経済に係る個別の仮説に関する先行研究と本研究	32
2. 5	環境規制の代理変数についての留意点	34
第3章	二酸化炭素 (CO ₂) についての環境クズネツ曲線 (EKC) に係る実証分析 - 製造業の輸出入が逆U字曲線に及ぼすインパクト -	39
3. 1	はじめに	39
3. 2	分析手法	42
3. 3	分析結果	47
3. 4	考察及び結論	51
第4章	日本の対外直接投資についての汚染逃避仮説 (PHH) に係る実証分析 - 環境規制が汚染集約産業の立地決定に及ぼす影響 -	55
4. 1	はじめに	55
4. 2	主な先行研究における汚染逃避に係る説明	56
4. 3	日本の対外直接投資	60
4. 4	パネル・データ分析①	61
4. 5	パネル・データ分析①の分析結果	71
4. 6	パネル・データ分析②	82
4. 7	パネル・データ分析②の分析結果	87

4. 8	考察及び結論	91
第5章	日本の近年の製造業についてのポーター仮説（PH）に係る実証分析 - 環境規制が製造業の研究開発に及ぼす影響 -	
	93	
5. 1	はじめに	93
5. 2	主な先行研究におけるポーター仮説に係る説明	94
5. 3	日本の環境規制の変遷、環境経営の発展	99
5. 4	実証分析	101
5. 5	分析結果	107
5. 6	考察及び結論	110
第6章	本研究の結論及び意義	113
6. 1	概要	113
6. 2	各章の分析結果	114
6. 3	分析結果に基づく考察及び結論	115
6. 4	本研究の意義	117
	参考文献	118

図表一覧

図 1 - 1	製造業（業種別）の対外直接投資残高（2018 年末）の地域割合の円グラフ	10
図 1 - 2	日本企業の海外生産比率	17
図 1 - 3	海外に生産拠点を設置・増強する理由・背景	19
図 1 - 4	1990 年と 2010 年の主要地域間の貿易フローの比較	20
図 1 - 5	製造業における生産工程別の輸出入の推移	21
図 2 - 1	環境と経済の関係に係る諸仮説の相互関係	28
図 4 - 1	汚染逃避のロジック	57
図 5 - 1	環境規制が生産性を向上させるロジック	95
図 5 - 2	環境規制が製造業全体に及ぼす影響についてのロジック	98
図 5 - 3	環境関連 R&D（割合）と環境規制の強さとの関係を示す散布図	95
表 1 - 1	部門別二酸化炭素（CO ₂ ）の排出量	4
表 1 - 2	対外直接投資残高（地域別・業種別）（2018 年末）	8
表 1 - 3	製造業の業種別海外生産比率の推移（国内全法人ベース（製造業））	18
表 3 - 1	記述統計（環境クズネツ曲線（EKC））と貿易	48
表 3 - 2	推定結果（環境クズネツ曲線（EKC））と貿易	49
表 4 - 1	対外直接投資残高（2013 年末）	60
表 4 - 2	説明変数の定義及び予想される符号条件（パネル・データ分析①）	67
表 4 - 3	記述統計（パネル・データ分析①）	69
表 4 - 4	計量分析の推定結果（パネル・データ分析①）	73
表 4 - 5	説明変数の定義及び予想される符号条件（パネル・データ分析②）	84
表 4 - 6	記述統計（パネル・データ分析②）	86
表 4 - 7	計量分析の推定結果（パネル・データ分析②）	88
表 5 - 1	近年、新たに制定・改正された環境規制	100
表 5 - 2	変数の定義と予想される符号条件	106
表 5 - 3	分析対象の製造業の業績一覧	107
表 5 - 4	記述統計（ポーター仮説（PH））	108
表 5 - 5	環境関連 R&D の割合の年平均	108
表 5 - 6	環境関連 R&D の割合の業種ごとの平均	108
表 5 - 7	変数間の相関係数	109

第1章 研究の背景、研究の目的、論文の構成

1. 1 研究の背景

(1) 研究の背景

経済活動は人々の生活を豊かにする源泉となるが、経済活動が不適切に環境を破壊し続けるような形態で行われ続けるならば、人々の生活、あるいは人々の生命自体に悪影響を及ぼす。人々の生活を豊かにする経済活動や経済発展は、あくまでも人々を取り巻く自然環境を維持しつつ周りの環境と調和しつつ、持続可能な形で行われる必要があるだろう。近年のあらゆる面でのグローバル化の流れの中で、経済活動もグローバル化しており、国境を越えて、人、物、金が移動している。持続的な経済発展あるいは持続的な開発についても、グローバルな視点でとらえていくことが益々重要になってきている¹。

持続的な発展あるいは持続的な開発を行うためには、基本的には人々や企業による自由な経済活動を市場が調整するという市場メカニズムに依拠しつつも、市場が失敗し、環境汚染のような負の外部性（外部不経済）が生じるような場合には、政府が環境規制を用い適切な介入を行うことが必要だろうし、あるいは、再生可能エネルギーの開発やエコフレンドリーな製品の普及等、未だ幼稚産業と呼ばざるを得ないものについて、政府が補助金や優遇税制等により積極的な環境支援策を行うことが時には必要となることもあろう。無論、政府による政策が経済活動を阻害あるいは行き過ぎたものとなることは避けなければならない。現実の世界では政府による環境規制を含む環境政策が経済活動にどのような影響を及ぼしているのかを分析することは、将来世代に負の遺産を回すことなく、持続的な経済発展を行うために重要である。

近年の地球温暖化対策のための国際的な関心の高まりを背景に環境規制も含めた環境対策が強化される中で、日本の製造業は、環境対策に取り組む必要に迫られている。一方で、日本の製造業は、様々な要因で、生産工程の一部を海外へ移転させ、グローバル・サプライチェーンを展開している。

経済がグローバル化する昨今の状況の中で、環境規制は経済活動を阻害していないのか、例えば、直接投資の流れに影響を及ぼしていないのか、あるいは逆に、環境規

¹ 「持続的な発展」あるいは「持続的な開発」(sustainable development) とは、環境と開発に関する世界委員会（ブルントラント委員会）報告（1987）に従えば、「将来の世代のニーズを満たす能力を損なうことなく、今日の世代のニーズを満たすような開発（development that meets the need of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs.）」のことである。

制が経済活動にプラスに働き、企業によるイノベーションを促進することはないのか。これらについて実証研究を通じて、因果関係及び実態の一端を解明することが、経済と環境の観点から、特に、先進国として十分な発展を遂げたかに見える日本経済の今後の行方を考える上でも、重要である。

以下、(2)以降では、本研究が主に日本のデータを用いた環境と経済に係る分析を行っていることから、各章で定量的に分析を行う前提として、本研究の背景を定性的に見ておくこととする。すなわち、(2)日本における公害対策から温室効果ガス対策への環境対策の変遷、(3)日本の製造業における二酸化炭素(CO₂)排出量、(4)日本の産業構造の変化と日本企業の海外生産率の増加、(5)日本企業が海外に生産拠点を置く理由、(6)サプライチェーンのグローバル化、(7)製造業における生産工程別の輸出入額の推移について、概観する。

(2) 公害対策から温室効果ガス対策へ

第二次世界大戦後、日本は経済発展とともに大気汚染等の公害が深刻な社会問題となり、大気汚染防止法の制定（昭和 43 年）、大気環境基準の設定（昭和 44 年より順次）、大気汚染の排出規制等により、汚染物質による外部不経済が局所的な影響を周辺地域に及ぼす、硫黄酸化物（SO_x）や一酸化炭素（CO）等のローカルな汚染物質による公害は改善された。

1990 年代以降は、地球温暖化に伴う気候変動問題への国際社会の関心が高まったころから、日本も、京都議定書の締結に伴い、二酸化炭素（CO₂）をはじめとした温室効果ガスへの排出削減の対策が求められるようになってきている²。経済活動を行う企業においても、汚染物質による外部不経済がグローバルな影響を及ぼすグローバルな汚染物質である二酸化炭素（CO₂）等の温室効果ガス（GHG）削減のための対策は負担となっている可能性も考えられる。

確かに、企業の積極的な対応の側面として、近年の環境問題への社会的関心の増加傾向から、日本経済連合会（経団連）が環境自主行動計画等を策定し、環境への積極的な姿勢を広報している。一方で、企業の消極的な対応の側面として、国内での環境規制の強化や社会的圧力により、環境保全活動をコストとみなした場合、途上国へ生産拠点を移転する汚染逃避仮説(Pollution Haven Hypothesis: PHH)のようなことが生じている可能性も否定できない。無論、海外に進出した日本企業が現地企業よりも優れた環境技術等を活用し、現地での環境保全に配慮した生産等を行えば、現地企業が生産を行った場合と比較し、相対的に進出先の環境改善に寄与する可能性はあろう。

(3) 日本の製造業における二酸化炭素（CO₂）排出量

日本の二酸化炭素排出量（CO₂）は横ばいだが、製造業を含む産業部門に限ってみると減少傾向が見られる。（部門別排出量は表 1 - 1 を参照のこと。）

² 低炭素社会の実現に向け、再生可能エネルギーの導入や省エネ対策を始めとする地球温暖化対策（エネルギー起源二酸化炭素（CO₂）排出抑制対策）を強化するため、2012年10月から「地球温暖化対策のための税」が段階的に施行されており、2014年4月から2段階目の税率が適用され、2016年4月からは当初予定していた最終税率が適用され、石油・天然ガス・石炭といった全ての化石燃料の利用に対し、環境負荷（二酸化炭素（CO₂）排出量）に応じて負担が課されている。また、2004年の「環境情報の提供の促進等による特定事業者等の環境に配慮した事業活動の促進に関する法律」（環境配慮促進法）で、特定事業者は事業年度又は営業年度ごとに、環境報告書を作成し、公表することが義務付けられた。

(4) 排出権取引制度

環境保全のための経済的手段の一つとして、排出権取引制度が近年注目されている。排出権取引制度は、汚染物質の排出量の上限を国家や企業ごとに割り振り、その排出量の上限の枠内で排出量を他の国家や企業と売買できる制度となっている。

国家間における排出権取引制度としては、京都メカニズムが挙げられる。2005年に発効した京都議定書は、温暖化対策のために、各国が、排出を削減すべき温室効果ガスの種類、および削減すべき排出量に係る数値目標が盛り込まれている。京都議定書の中では、各国が排出量に係る数値目標を達成するための補助的手段として、所謂、京都メカニズムと呼ばれている3つのタイプの排出権取引制度が定められている。すなわち、「共同実施(JI: joint implementation)」、「クリーン開発メカニズム(CDM: Clean Development Mechanism)」、及び「国際排出量取引(ET: Emission Trading)」(国際的排出量取引制度(international trading program))である。まず、共同実施(JI)では、先進国どうして共同事業を実施し、ある国が相手国に投資としての資金や技術を提供する見返りとして、相手国における汚染物質の排出の削減量を自国における削減量として排出量削減目標達成のために利用できる。次に、クリーン開発メカニズム(CDM)では、先進国と途上国の間で共同事業を実施し、先進国が途上国に資金や技術提供する見返りとして、途上国における汚染物質の排出の削減量を先進国における削減量として排出量削減目標達成のために利用できる。最後に、国際排出量取引(ET)では、先進国どうして排出権を売買できる。汚染物質の排出量を削減するための限界費用が、一般的に途上国においてよりも先進国においての方が高いため、先進国側にしては途上国に投資することにより、投資した途上国における排出量の削減を自国の排出量の削減としてカウントできるし、逆に途上国にとっては資金や技術を提供してもらうことで自国の経済発展を促進できることから、経済的な合理性がある。先進国間でも、排出量削減のための限界費用や技術力に差がある場合、排出権取引制度を利用することは、経済的な合理性がある。

実際に、日本についても、他国に資金や技術を提供することで他国における汚染物質の排出量の削減を自国における削減として算入できることから、CDM についてのいくつかの事業が行われている。京都議定書において日本の削減目標として国家に割り振られた目標については、国内では政府が経済団体に対して削減を義務付けるのではなく経済団体の自主的な取り組みとして削減を促している。政府は CDM を活用することにより、企業における削減の取組を後押ししている。

企業にとっては、政府の環境保護の政策は負担になるとの側面もある。実際、日本経済連合会（経団連）は、『地球温暖化政策に関する意見』（2012年12月18日）の中で、「政府の一連の政策は、産業界の間で、わが国企業を取り巻く「6重苦」の一つとみなされている。経済無視の行き過ぎた温暖化政策は、企業の活力を奪うことでイノベーションを阻害し、空洞化を加速する。同時に、炭素リーケージを生じ、温暖化防止にも逆行する。」としている。このように、企業にとって環境対策は費用面で負担となる中で、汚染物質の排出の削減への圧力が政府からかけられていることに鑑みれば、CDM等の政府に支援を受けた制度を利用し、途上国において投資を行うことで、汚染物資の排出の削減に係る限界費用を下げることができ、経済的な合理性があると言えよう。

(5) 業種別対外直接投資

日本の対外直接投資(残高)は、表1-2(a)のとおり、2018年末時点で、1,736,885億円となっている。このうち、製造業については、計694,093億円である。内訳は、アジア500,143億円、北米562,930億円、欧州449,227億円、中南米126,022億円、大洋州79,356億円、アフリカ9,673億円、中東9,529億円である。製造業の業種別合計金額は表1-2(b)のとおりであり、業種別に地域別の割合を円グラフで示すと、図1-1のようになる。

表 1 - 2 対外直接投資残高（地域別・業種別）（2018 年末）

(a) 地域別の製造業及び非製造業の合計金額

(単位:億円)

	合計	製造業 (計)	非製造業 (計)
合計	1,736,885	694,093	1,042,791
アジア	500,143	271,823	228,321
北米	562,930	190,760	372,171
中南米	126,022	32,673	93,349
大洋州	79,356	12,700	66,656
欧州	449,227	176,825	272,401
中東	9,529	6,398	3,130
アフリカ	9,673	2,915	6,759

(b) 地域別の製造業の業種別合計金額

(単位:億円)

	製造業 (計)	業種別											
		食料品	繊維	木材 ・パルプ	化学・医薬	石油	ゴム・皮革	ガラス ・土石	鉄・非鉄 ・金属	一般機械 器具	電気機械 器具	輸送機械 器具	精密機械 器具
合計	694,093	91,417	10,118	12,062	132,461	3,864	24,205	22,914	53,356	72,542	90,404	140,164	20,319
アジア	271,823	18,654	4,713	5,757	34,765	1,955	9,469	9,489	25,893	29,863	50,001	62,891	6,053
北米	190,760	20,535	2,719	1,163	45,961	798	9,336	5,829	12,549	27,103	15,817	35,498	8,658
中南米	32,673	5,022	408	1,978	1,714	698	537	813	4,560	1,002	2,316	11,257	1,346
大洋州	12,700	5,988	23	2,084	1,763	27	39	32	1,283	525	34	850	4
欧州	176,825	41,143	2,252	675	43,169	386	4,673	6,483	8,121	13,120	22,099	28,427	4,211
中東	6,398	16	2	370	4,911	1	-5	.	722	149	138	65	25
アフリカ	2,915	60	0	36	178	.	156	268	229	781	.	1,176	22

(c) 地域別の非製造業の業種別合計金額

(単位: 億円)

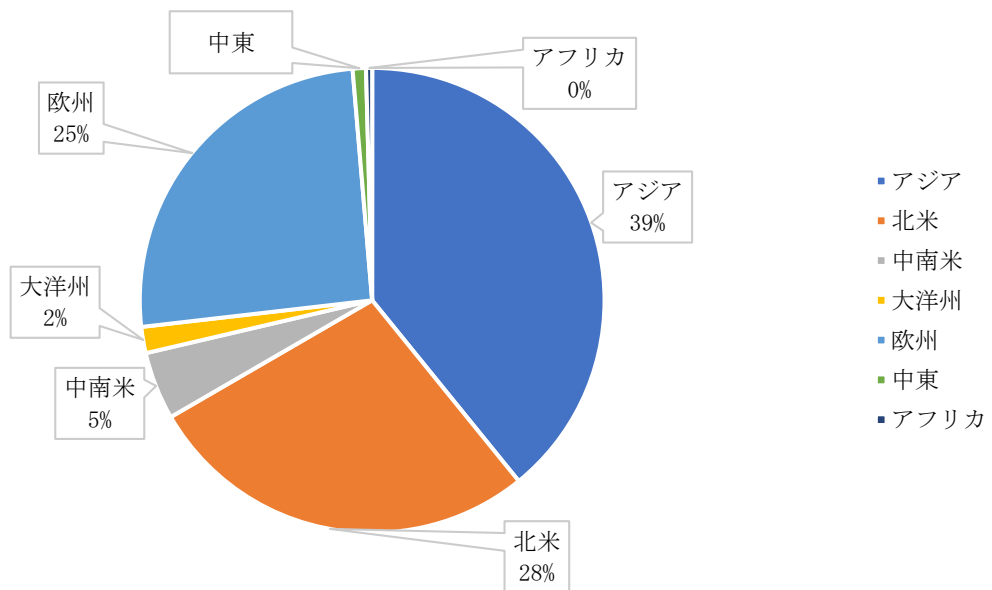
	非製造業 (計)										
	農・林業	漁・水産業	鉱業	建設業	運輸業	通信業	卸売 ・小売業	金融 ・保険業	不動産業	サービス業	
合計	1,042,791	1,182	2,095	85,508	10,079	19,611	142,522	249,455	363,465	37,013	79,823
アジア	228,321	451	77	2,740	6,196	7,720	10,774	63,622	96,054	14,342	17,907
北米	372,171	181	644	5,991	1,300	1,773	45,874	127,191	137,881	17,000	17,857
中南米	93,349	37	24	7,947	158	3,252	18,896	6,561	41,426	1,615	9,226
大洋州	66,656	113	212	42,407	1,247	1,678	570	5,705	8,848	1,779	2,870
欧州	272,401	401	1,137	24,698	1,074	4,565	62,845	45,555	77,059	2,273	31,750
中東	3,130	.	.	517	103	7	83	481	1,365	5	41
アフリカ	6,759	0	0	1,210	1	615	3,481	340	831	0	171

(注)

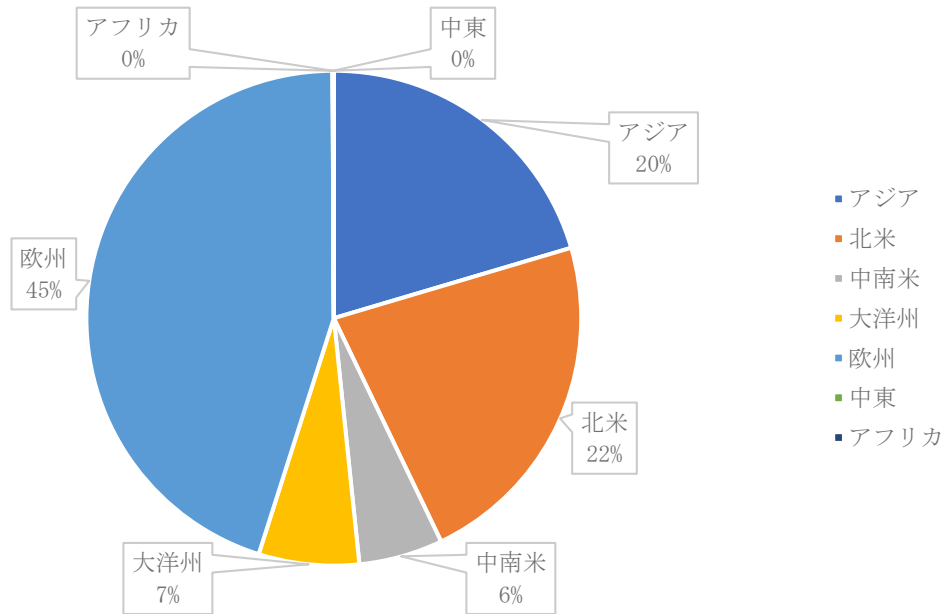
1. 報告件数が3件に満たない項目は、個別データ保護の観点から「X」と表示している。
2. 該当データが存在しない項目は、ピリオド(「.」)で表示している。
3. 「製造業(計)」、「非製造業(計)」は、各内訳項目、Xに、それぞれ「その他製造業」、「その他非製造業」を加えた合計であり、表上の各業種の合計と必ずしも一致しない。
4. 上記の計数は、関連会社から親会社への投資を、親会社による投資の回収として計上(親子関係原則)。したがって、「対外資産負債残高」等において公表している直接投資(関連会社から親会社への投資を、親会社による投資の回収として計上せず、グロスで集計(資産負債原則))とは一致しない。

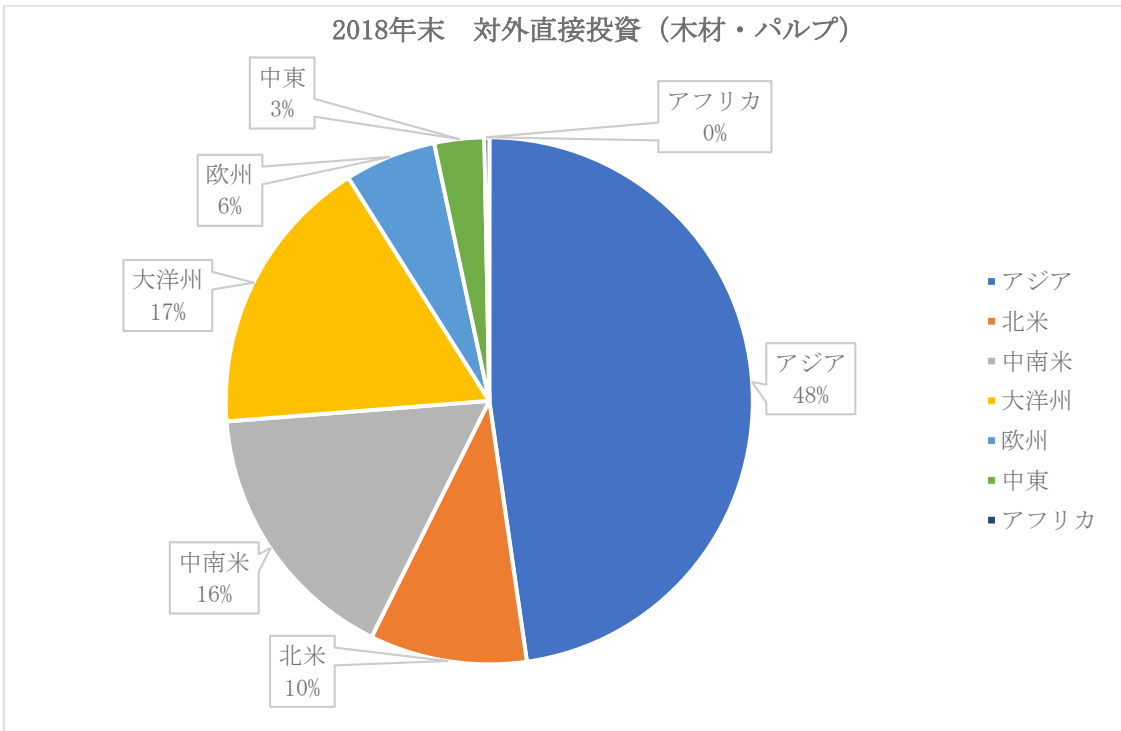
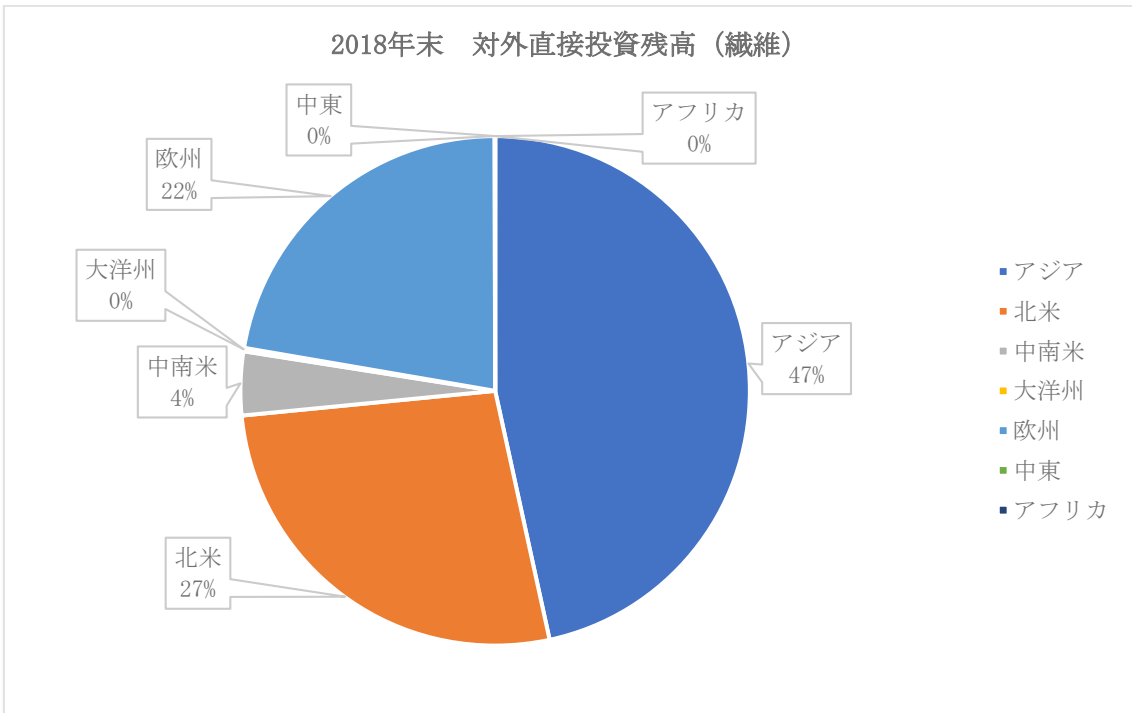
(出所) 日本銀行統計

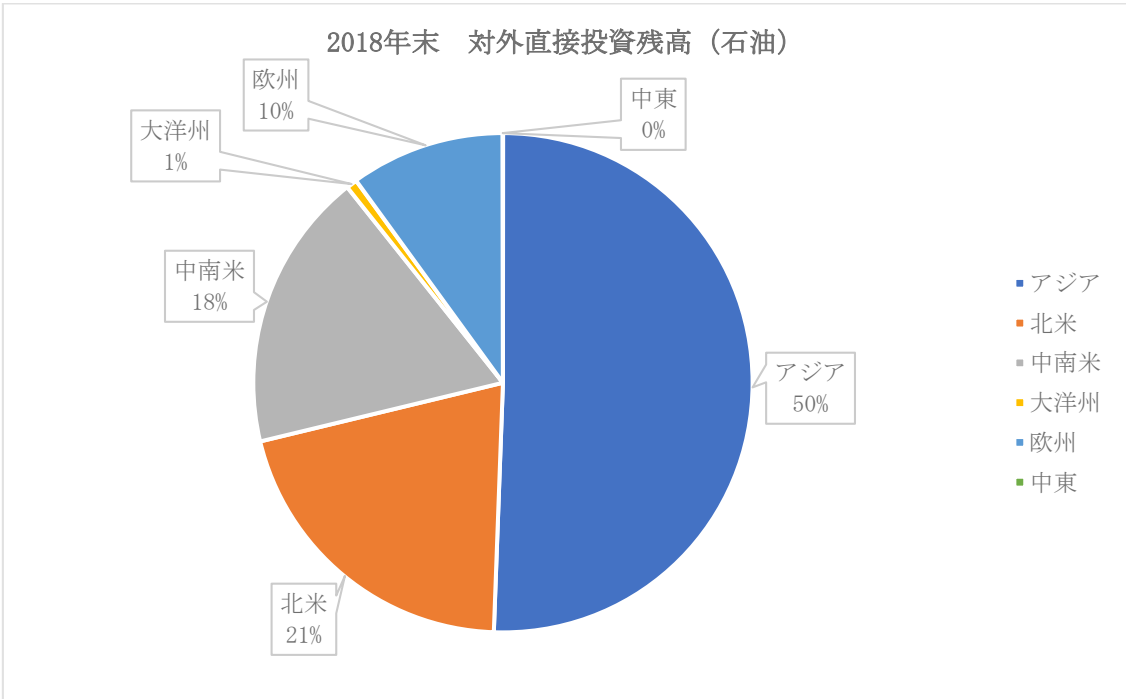
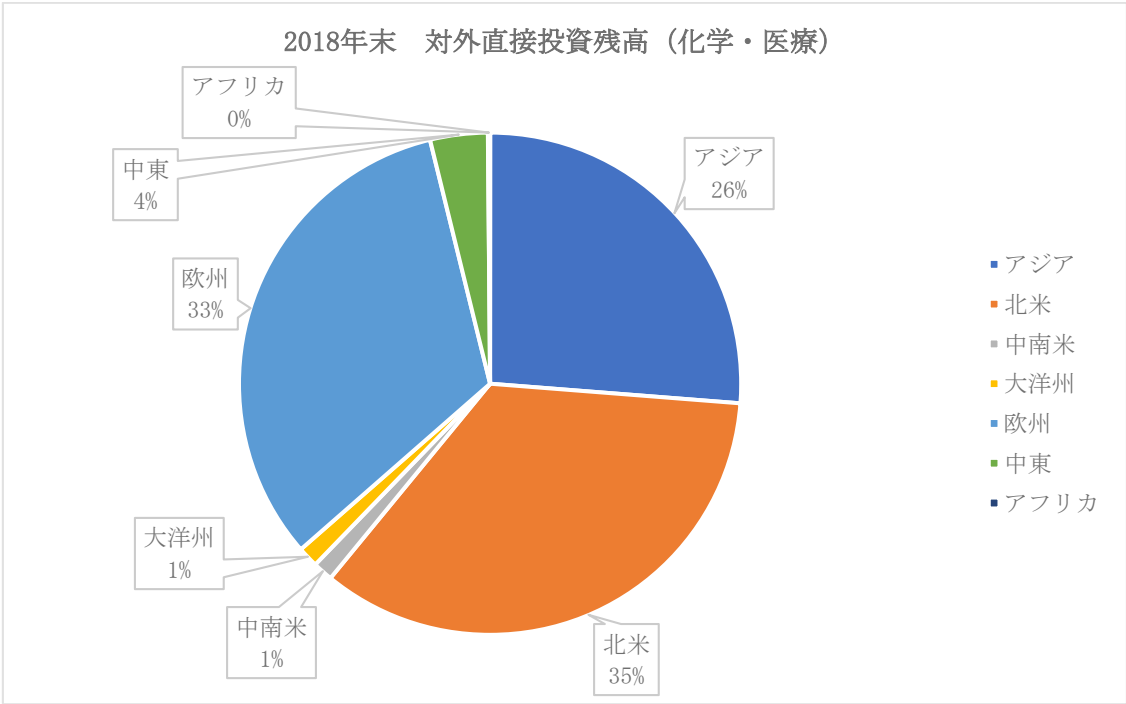
2018年末 対外直接投資残高（製造業全体）

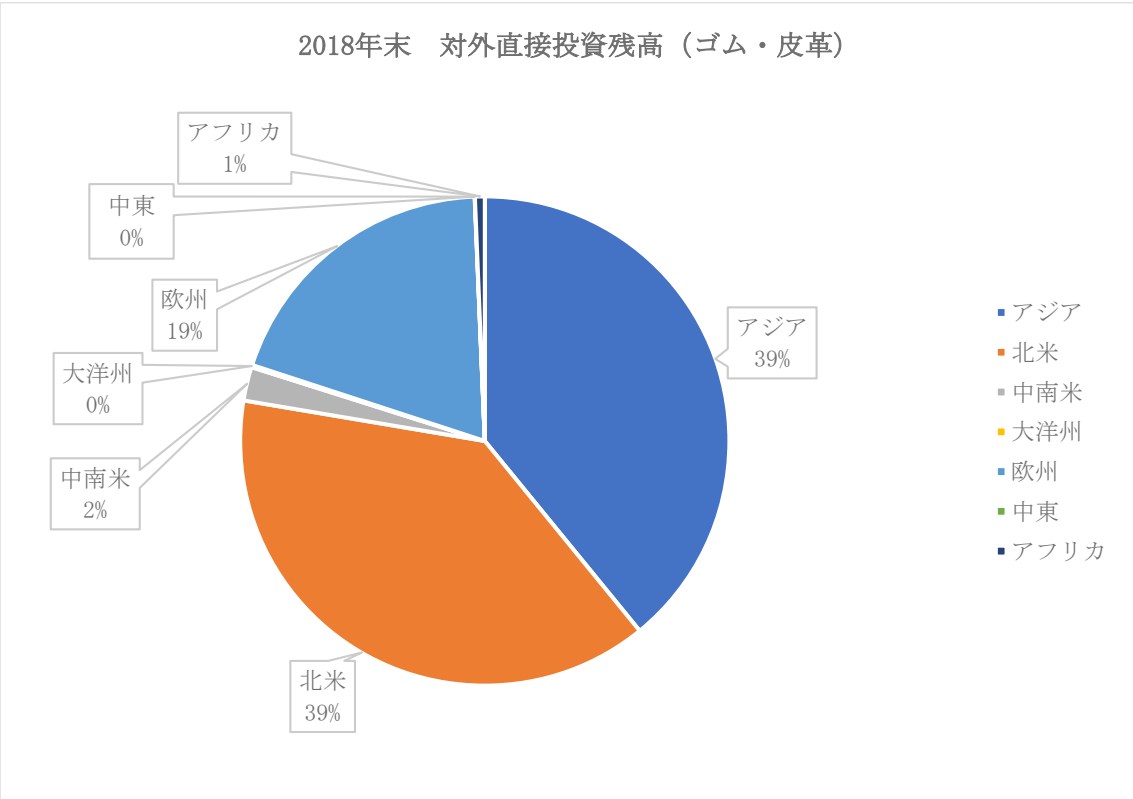
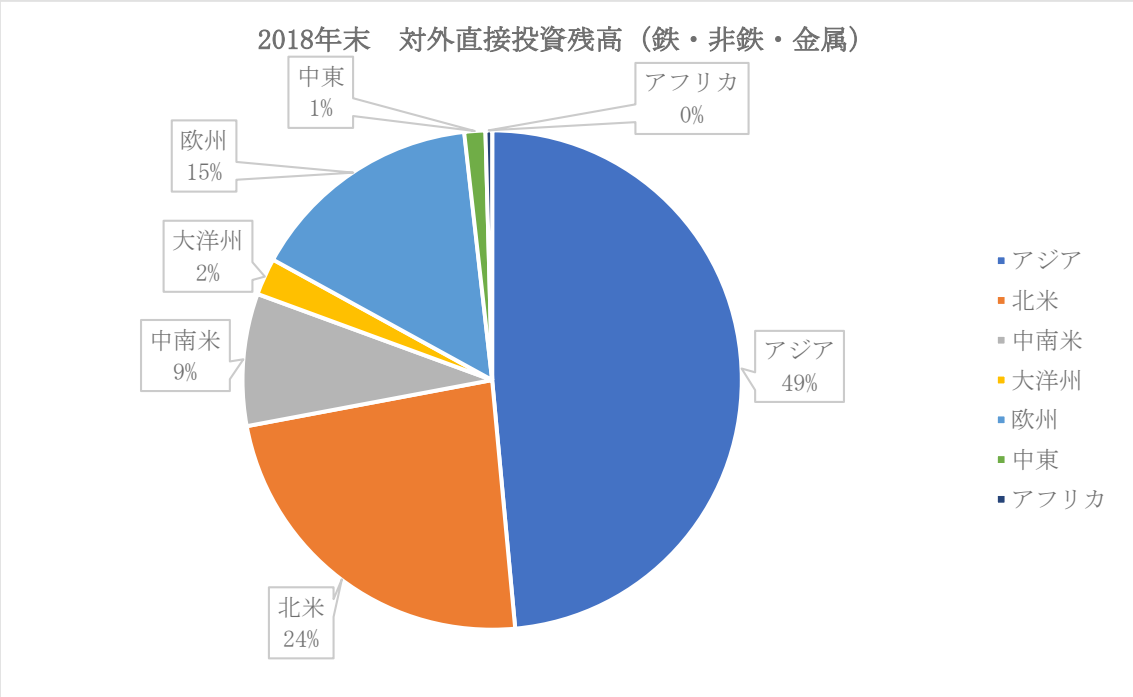


2018年末 対外直接投資残高（食料品）

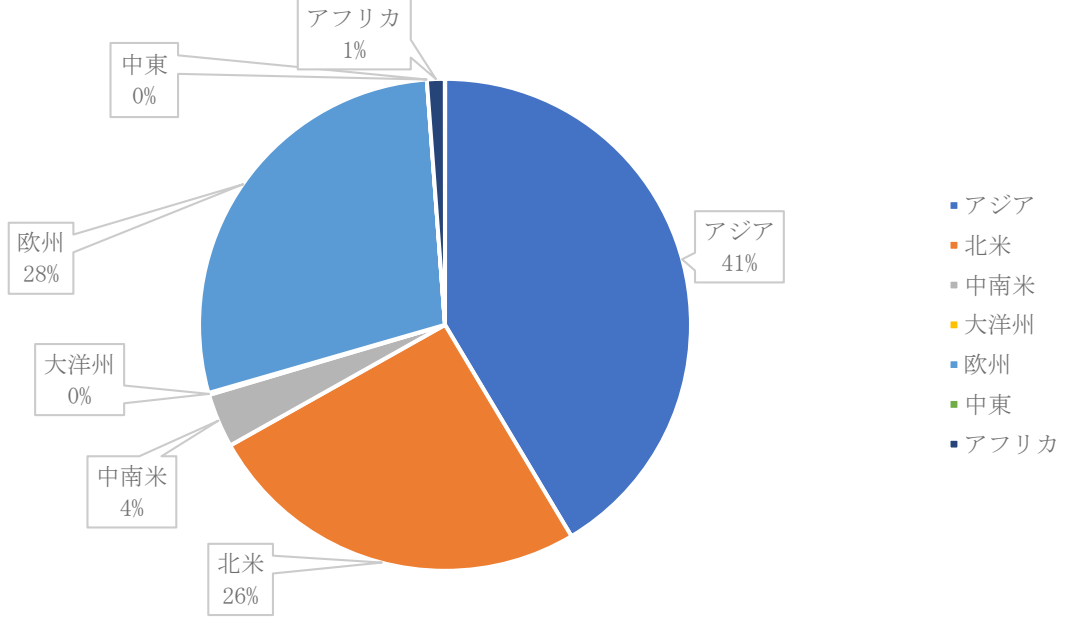




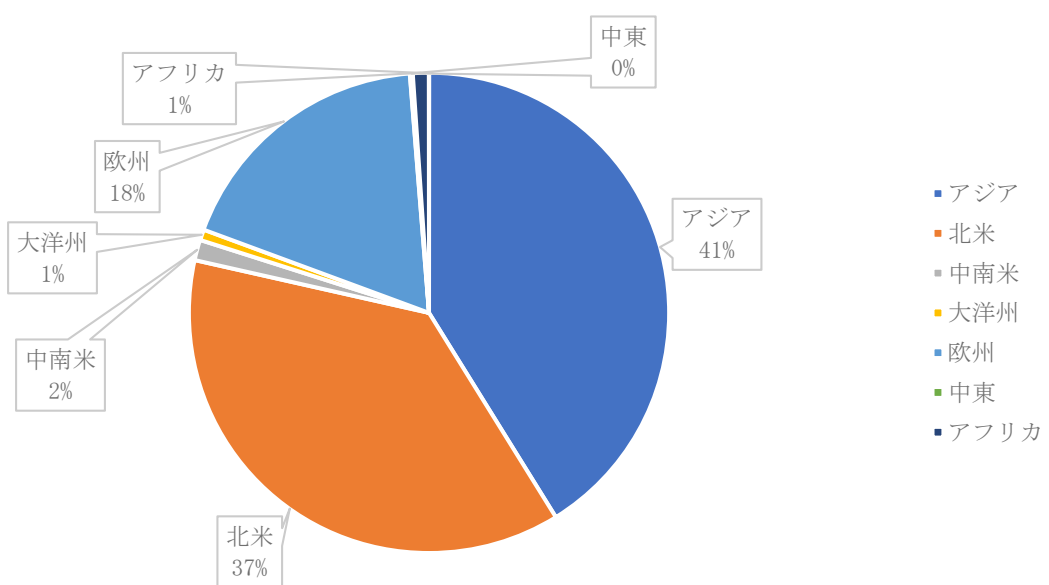




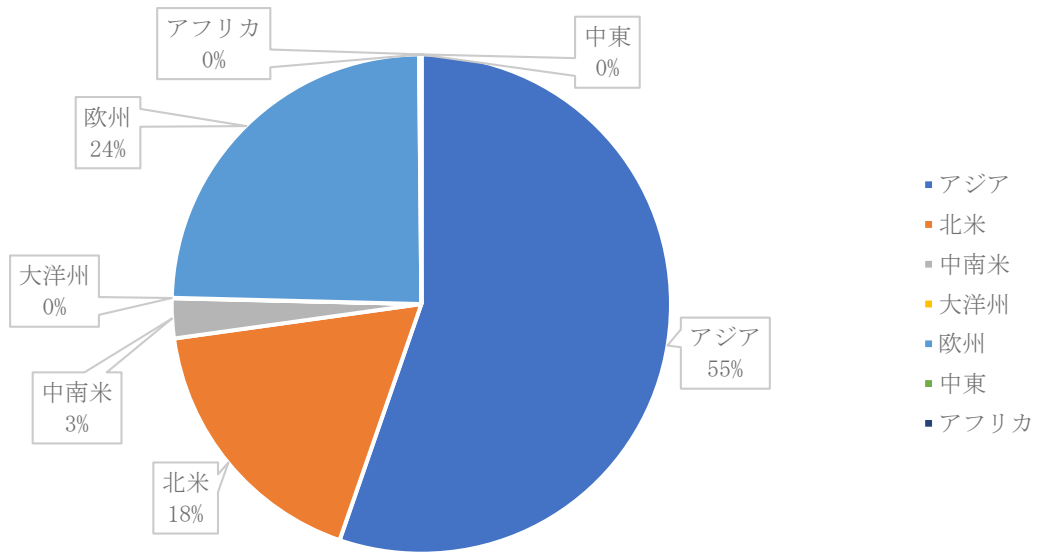
2018年末 対外直接投資残高（ガラス・土石）



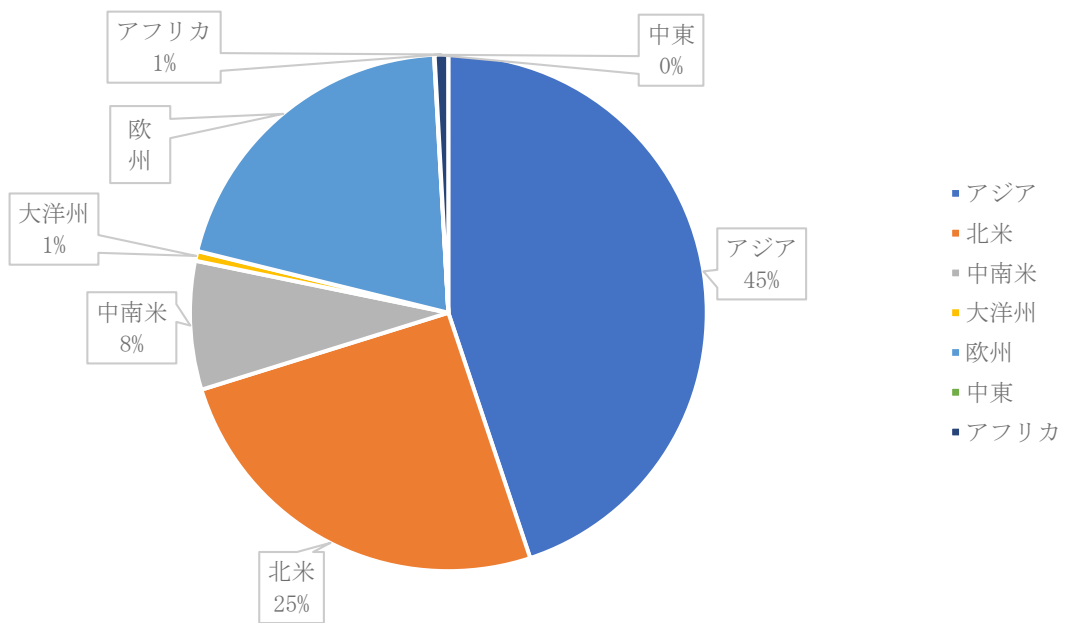
2018年末 対外直接投資残高（一般機械器具）

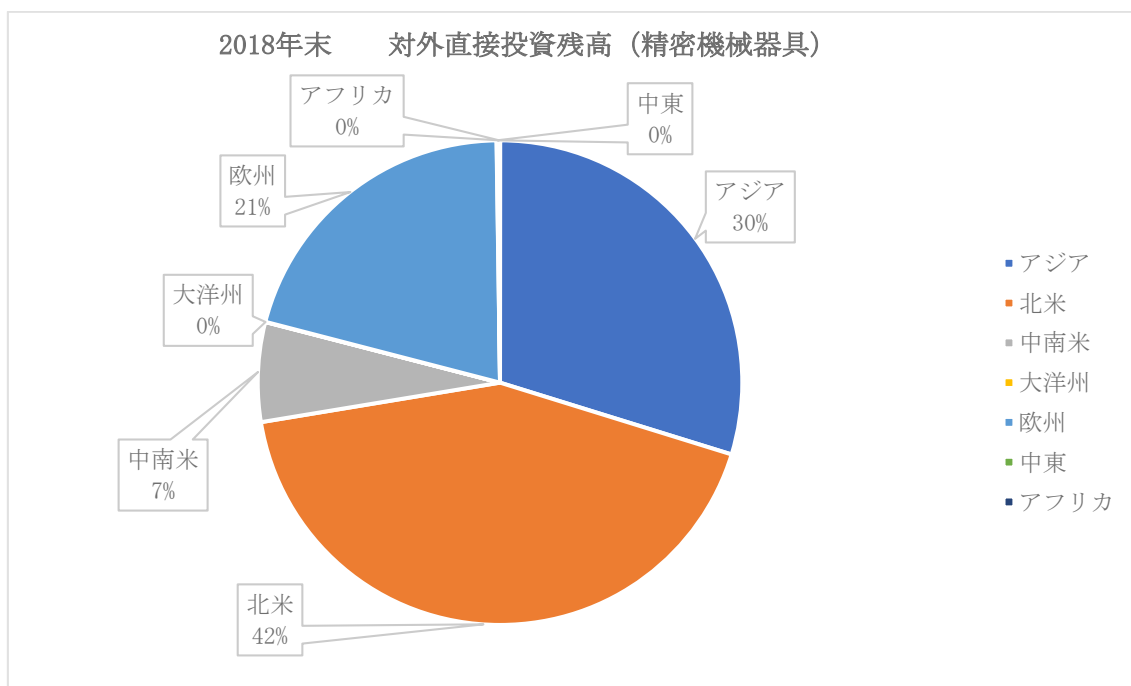


2018年末 対外直接投資残高（電気機械器具）



2018年末 対外直接投資残高（輸送機械器具）



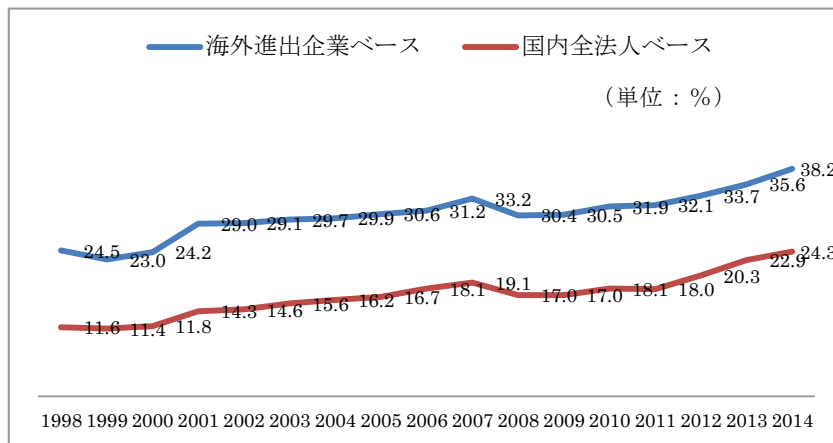


（出所）日本銀行統計（表1-1のデータ）より筆者作成

図1-1 製造業（業種別）の対外直接投資残高（2018年末）の地域割合の円グラフ

(6) 日本の産業構造の変化と日本企業の海外生産率の増加

国内の産業構造は、第二次産業である工業から第三次産業であるサービス業へとシフトするに伴い、製造業の生産拠点の一部が国内から海外へと移転する。



(出所) 経済産業省『海外事業活動基本調査』(複数年)のデータより筆者作成

図1-2 日本企業の海外生産比率

日本企業の海外生産の割合も年々増加している。海外生産比率は、日本企業全体について、1998年に11.6%だったものが、2014年には24.3%となっている(図1-2の「国内全法人ベース」参照)。また、日本企業のうち海外に進出している企業のみを絞ってみると、国内生産と比較した場合の海外生産の比率は、1998年24.5%だったものが、2014年には38.2%となっている(図1-2の「海外進出企業ベース」参照)。

表 1 - 3 製造業の業種別海外生産比率の推移（国内全法人ベース（製造業））

（単位：％）

業種 \ 年度	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
製造業計	16.2	16.7	18.1	19.1	17.0	17.0	18.1	18.0	20.3	22.9	24.3
食料品製造業	4.4	4.2	4.2	4.9	3.8	4.7	5.0	4.9	5.7	8.3	11.4
繊維工業	7.3	6.3	9.0	11.1	9.5	6.2	6.2	8.3	11.9	12.3	12.4
木材・紙・パルプ製造業	4.2	3.0	4.7	4.2	4.2	3.7	4.5	4.3	4.7	5.7	7.8
化学工業	15.3	14.8	17.9	16.6	17.4	15.1	17.4	18.5	19.5	20.5	22.4
石油製品・石炭製品製造業	1.8	2.6	4.4	2.5	1.3	1.6	2.4	5.2	9.8	12.5	10.1
窯業・土石製品製造業	6.3	6.6	12.0	10.7	11.8	11.6	13.6	10.7	15.2	16.2	14.1
鉄鋼業	10.6	9.6	10.6	11.7	10.3	10.7	11.2	10.2	11.5	13.6	14.5
非鉄金属製造業	9.4	10.2	10.3	12.1	11.0	11.8	14.7	14.8	15.3	17.5	19.1
金属製品製造業	1.7	2.2	2.6	3.4	2.5	2.8	3.9	3.7	5.3	6.2	8.1
はん用機械製造業	-	-	-	-	-	21.2	28.3	24.8	26.6	27.6	34.2
生産用機械製造業	-	-	-	-	-	8.0	11.1	11.5	11.8	13.6	14.6
業務用機械製造業	-	-	-	-	-	12.9	13.8	15.0	18.4	18.4	19.6
一般機械器具製造業	11.7	13.1	14.3	14.4	12.8	-	-	-	-	-	-
電気機械器具製造業	9.5	11.0	11.8	11.5	13.0	13.0	11.8	12.8	14.3	17.7	17.2
情報通信機械製造業	33.1	34.9	34.0	32.2	28.1	26.1	28.4	26.7	28.3	30.4	30.7
輸送機械器具製造業	36.0	37.0	37.8	42.0	39.2	39.3	39.2	38.6	40.2	43.7	46.9
精密機械器具製造業	12.4	13.8	8.9	9.4	7.9	-	-	-	-	-	-
その他製造業	7.9	9.4	9.7	9.3	9.1	8.7	9.1	11.5	12.8	14.8	12.0

（注）統計上の分類変更のため、機械類については、2008年度以前と2009年度以降で業種の分類が変更されている。

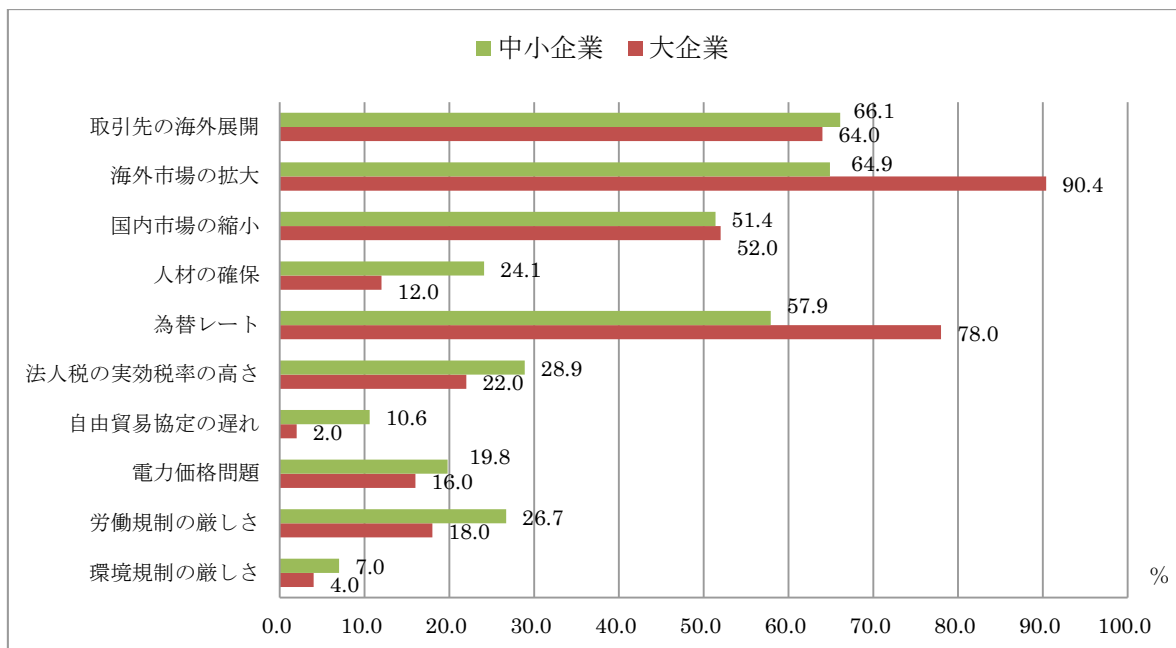
（出所）経済産業省『海外企業活動調査』（複数年）のデータより筆者作成

製造業について業種別にみると、表 1 - 3 のとおり、基礎素材型産業（木材・紙・パルプ、化学、石油・石炭、窯業・土石、鉄鋼、非鉄金属、金属製品）、及び、生活関連型産業（食料品、繊維、その他製造業）については年度によって若干ばらつきはあるものの、海外生産比率が高くなる傾向がみられる。加工組立型産業である機械器具製造業についても、概ね海外生産比率が高くなる傾向にある。但し、2008年までデータのあった精密機械については、高度技術の海外流出防止のためか、海外生産比率が概ね低くなる傾向があった。

（7）日本企業が海外に生産拠点を置く理由

2014年12月の経済産業省の調べでは、図 1 - 3 のとおり、製造業の我が国企業が海外拠点へ移転を決定する要因として、大企業では「海外市場の拡大」を挙げる回答割合が90.4%と最も大きく、次いで「取引先の海外展開」の割合が66.1%と高くなっている。また、「為替レート」や「国内市場の縮小」を回答する割合も高い。なお、「環境規制の厳しさ」の割合は7%と高くないものの、2010年1月の類似の調査では（経済産業省、厚生労働省、文部科学省『2010年版ものづくり白書』（2010年）54頁）、海外

に生産拠点を設置・増強する理由・背景として、環境関連の制約等が、1990年代に0.9%だったが、2000年代には2.1%と倍増し、向こう5年程度で6.8%になるとされていた。環境関連の要因の割合が徐々に高まっていることが伺える。



(注) 経済産業省調べ (2014年12月)

(出所) 経済産業省、厚生労働省、文部科学省『2015年版ものづくり白書』(2015年) 83頁より筆者作成

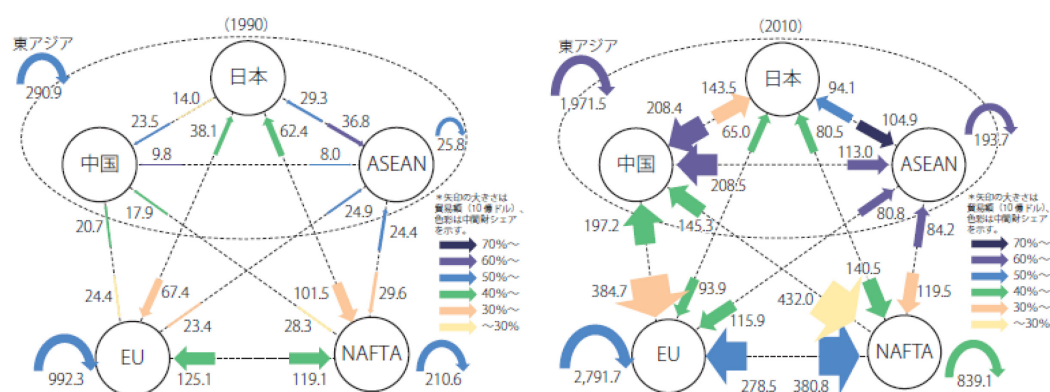
図1-3 海外に生産拠点を設置・増強する理由・背景

(8) サプライチェーンのグローバル化

近年、企業の経済活動は、国境を越えグローバルな規模で展開されている。かつての消費財の交易が主だった時代に比べ、最終財の貿易に加え、中間財の貿易も増加している。製造業において、製品の部品の一部を海外から調達し国内で組み立てを行う、あるいは逆に、製品の部品の一部を国内から供給し人件費等の安い新興国を含めた途上国で組み立てを行うことにより、中間財の貿易が盛んになっている。あるいは、自社やグループ企業の工場の生産工程の一部を国内から海外に移し、生産工程が分業化することで、グローバルに部品の供給網を構築し、いわゆる、グローバルなサプライチェーン (global supply chain) を張り巡らしている。

貿易総額は増加しているが、原材料となる素材 (primary goods) や消費財や資本財といった最終財 (final goods) の貿易に加え、部品や加工品といった中間財 (intermediate goods) の貿易の増大が、貿易総額を押し上げている大きな要因になっている。

近年の実証研究によると、日本の製造業は、1990年代以降に東アジアを中心に生産ネットワークを国際展開してきており、日本が比較優位を持つ輸送機器や電気機器等の産業だけでなく、日本が比較優位を持たない繊維製品等の産業でも、中間財の輸入が増加する傾向にあるとされている³。図1-4が示すとおり、1990年と2010年の主要地域間の貿易フローを比較した場合、明らかに2010年の方が地域間の貿易量が多くなっている。



(出所) 経済産業省『通商白書 2012』178 頁

図1-4 1990年と2010年の主要地域間の貿易フローの比較

(9) 製造業における生産工程別の輸出入額の推移

経済産業研究所の貿易データベースの数値を用いて、日本の製造業について、生産段階別の輸出入の推移を示すと、図1-5のとおりである。

2014年のデータでは、世界から日本が輸入している額は791,046百万米ドル（素材212,412百万米ドル、中間財324,224百万米ドル、最終財254,409百万米ドル）（十ドル以下は切り捨て。以下同様。）となっている。一方で、日本が世界へ輸出している額は、723,076百万米ドル（素材9,655百万米ドル、中間財426,106百万米ドル、最終財287,313百万米ドル）となっており、中間財が製造業の輸出総額の半分以上を占めることから、日本の製造業のサプライチェーンが国際化していることが分かる。

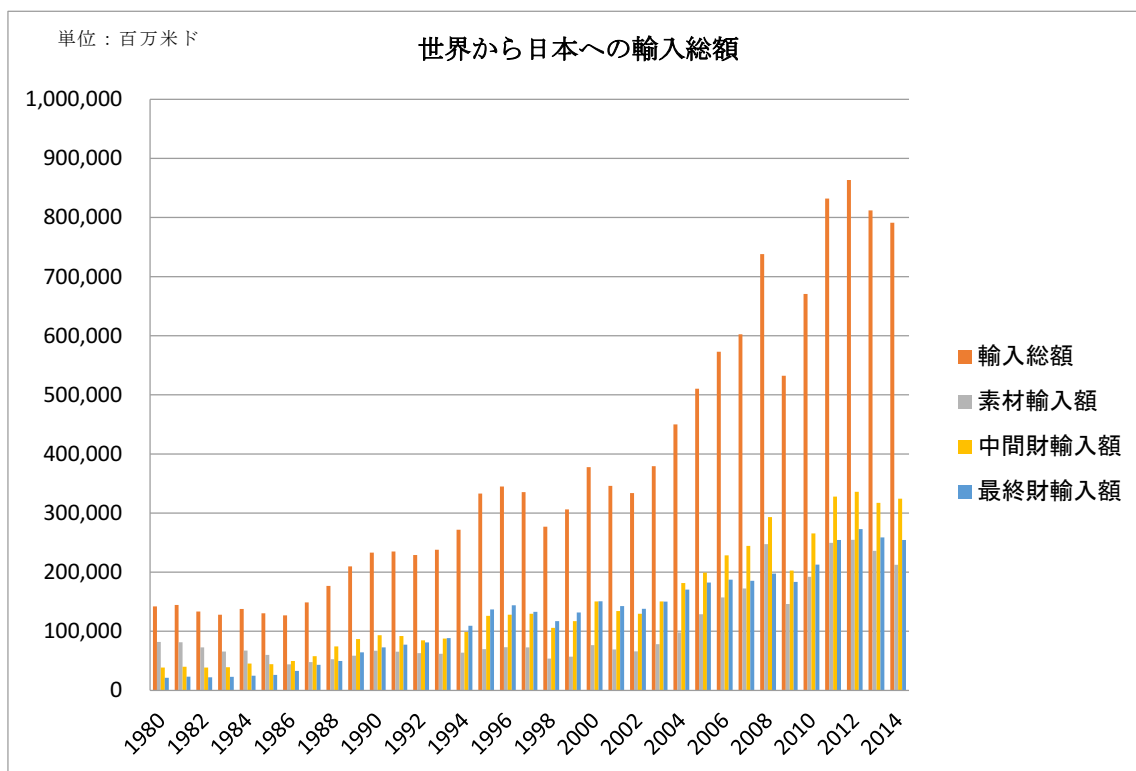
さらに、日本の主要貿易相手である地域について、対ASEANでは、輸入額109,623百万円（素材15,352百万米ドル、中間財61,367百万米ドル、最終財32,903百万米ドル）であり中間財の輸入が半分以上を占める。輸出額104,163百万米ドル（素材1,037

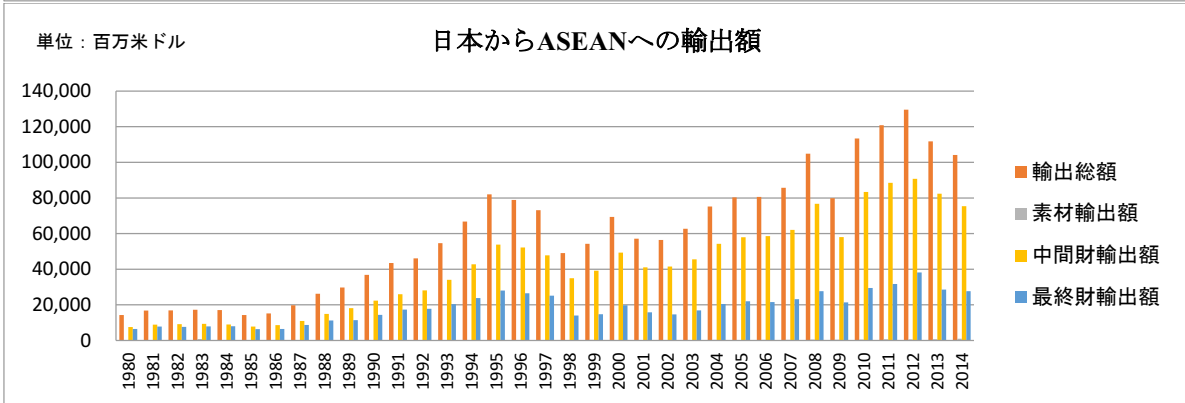
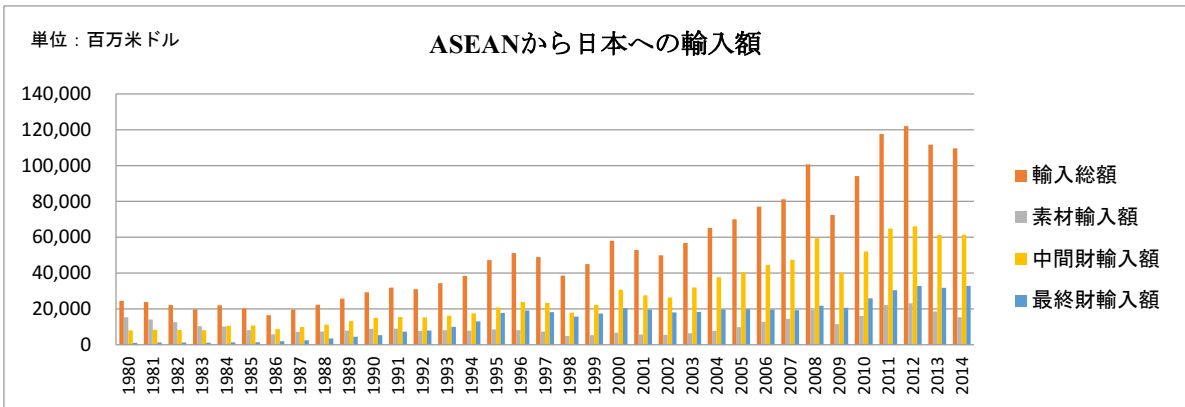
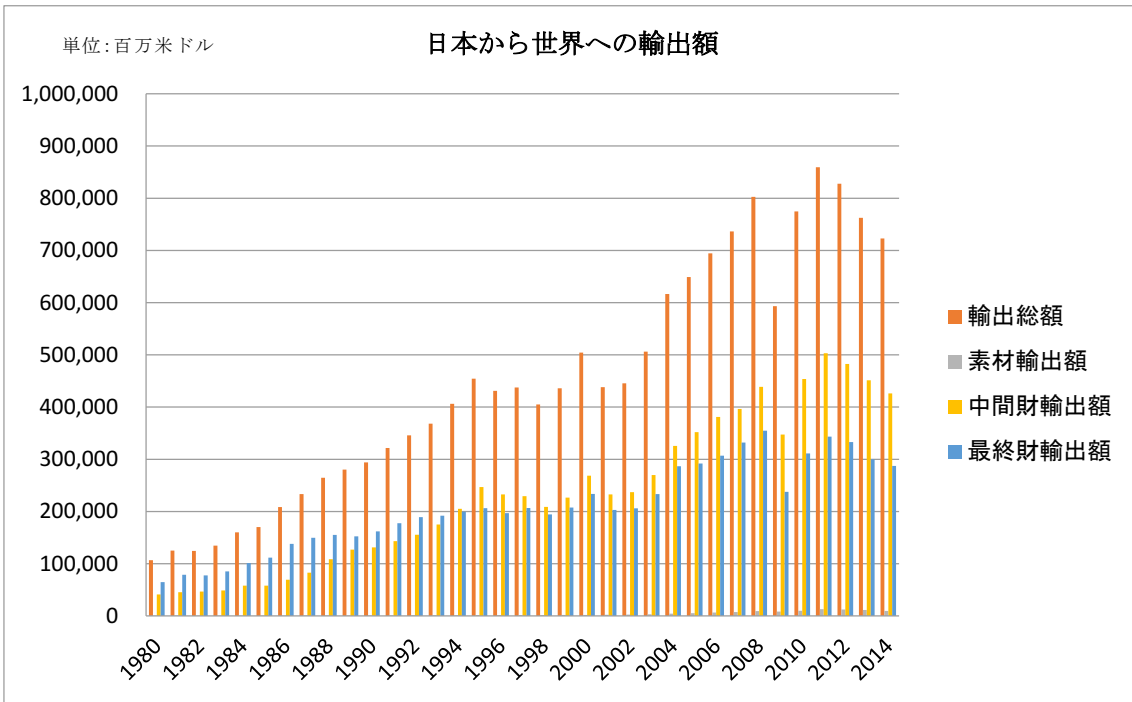
³ 佐藤他（2015年）

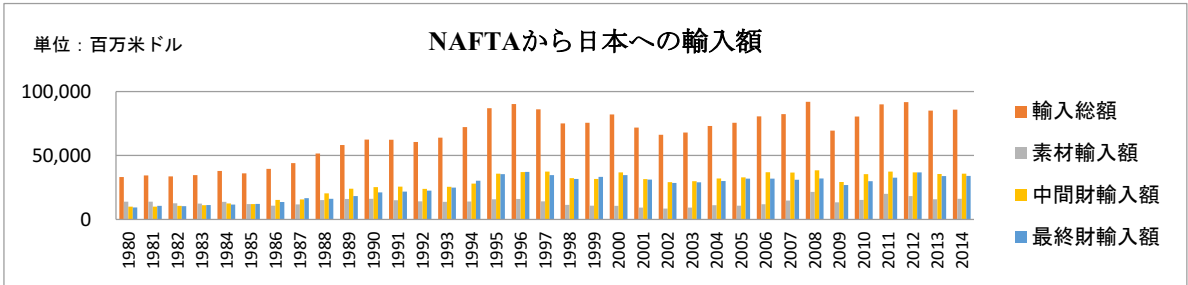
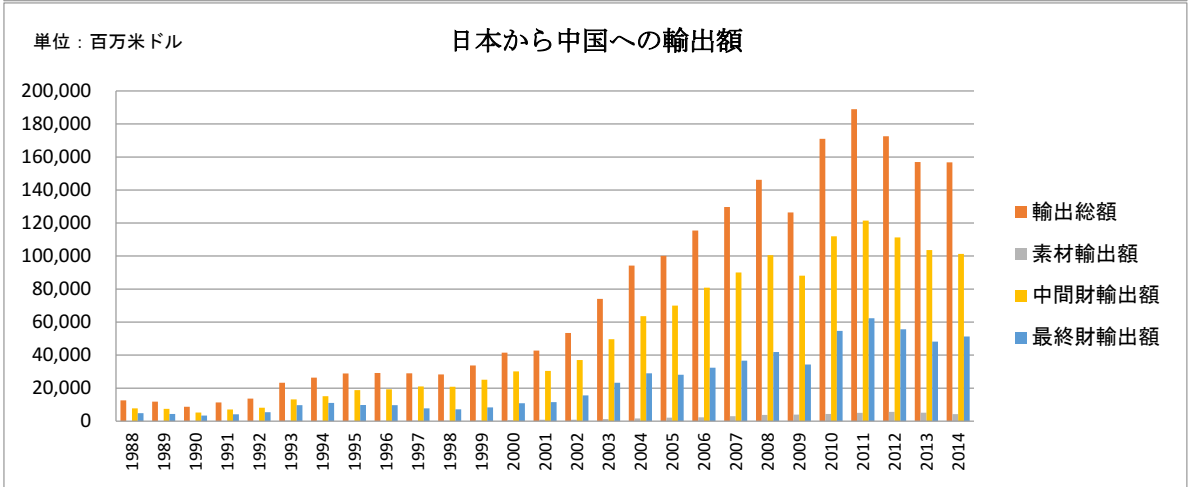
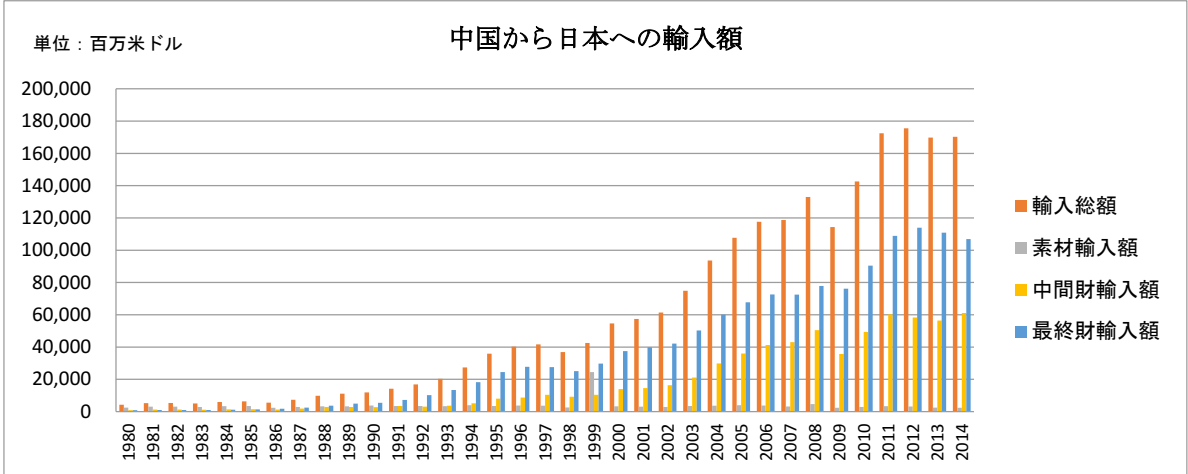
百万米ドル、中間財 75,403 百万米ドル、最終財 27,722 百万米ドル) であり、対 ASEAN では、中間財輸出の割合が非常に高くなっており、これは ASEAN が日本の製造業の組み立て基地としての役割を果たしていることが背景となっていると考えられる。

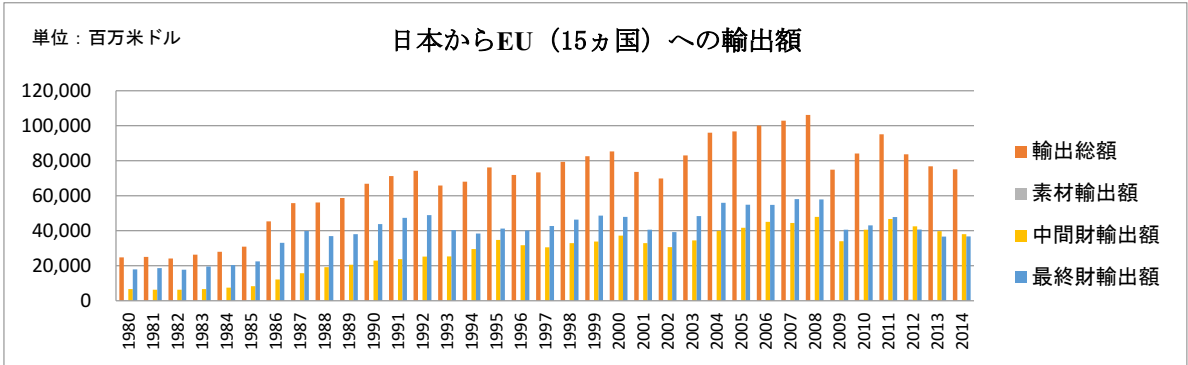
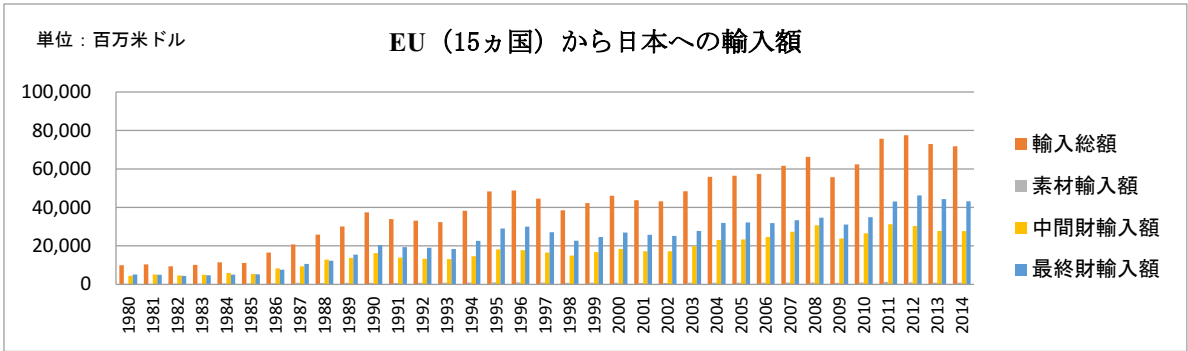
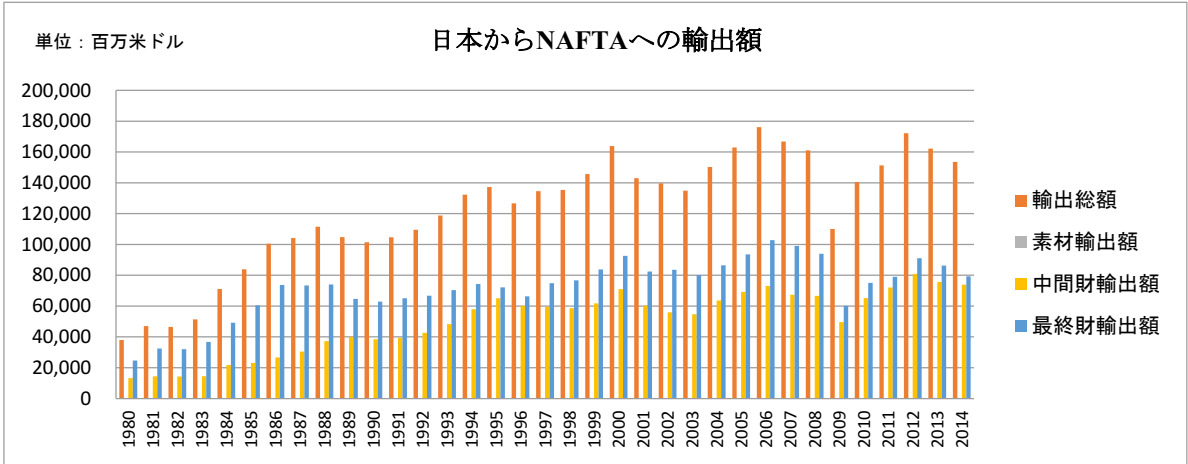
対中国では、輸入額 170,303 百万米ドル (素材 2,386 百万米ドル、中間財 61,051 百万米ドル、106,865 百万米ドル) で輸入に占める最終財の割合が高く、世界の工場としての中国の位置が垣間見える。輸出額 156,753 百万米ドル (素材 4,245 百万米ドル、中間財 101,262 百万米ドル、最終財 51,245 百万米ドル) で、中間財輸出の割合が対 ASEAN と同様に高く、日本から中国に中間財を輸出して組み立てている構図が数値にも反映されていると言える。

先進諸国との関係では、対 NAFTA では輸出において中間財と最終財の割合が半々程度となっている。対 EU (15 カ国) では輸入においては最終財が多い一方、輸出においては中間財が多い。









(出所) 経済産業研究所のデータベースより筆者作成

図1-5 製造業における生産工程別の輸出入の推移

1. 2 研究の目的

本研究の目的は、上記 1. 1 のような背景を踏まえ、環境と経済の関係に関し、環境クズネツ曲線 (Environmental Kuznets Curve: EKC)、汚染逃避仮説 (Pollution Haven Hypothesis: PHH)、及びポーター仮説 (Porter Hypothesis : PH) といった複数の仮説について、高所得国や日本の製造業の近年のデータを用い、以下を実証分析で明らかとし、複眼的視点から環境と経済の関係を描き出すことである。第一に、サプライチェーンをグローバル化させ、生産工程の全部または一部を海外に移したことで、国内の汚染物質排出量が削減されたか。第二に、投資受入国の環境規制の緩急に對外直接投資は影響を受けているか。第三に、環境規制により環境関連の技術革新は促進されたか。

具体的には、①貿易を通じた国内の環境改善効果について修正版の環境クズネツ曲線 (EKC)、②投資受入国の環境規制が海外直接投資に及ぼす影響について汚染逃避仮説 (PHH)、③環境規制による技術革新の促進効果についてポーター仮説 (PH) を各々使い、日本のデータを中心とした実証分析を行う。

1. 3 本論文の構成

第 2 章で主な先行研究をレビューする。

第 3 章では、環境クズネツ曲線 (EKC) に係る実証的な分析を行う。具体的には、二酸化炭素 (CO₂) について、環境クズネツ曲線を用いた実証分析として、汚染物質排出量と一人当たり国民所得の関係を示している逆 U 字形への製造業の輸出入のインパクトを検証する。22 か国 (先進国) について、1981 年~2013 年の国内の二酸化炭素 (CO₂) の排出量が製造業における国内生産に対する輸出入の割合に影響を及ぼされているについて計量分析を行う。

第 4 章では、汚染逃避仮説 (PHH) に関連し、環境規制が汚染集約産業の立地決定に及ぼす影響について、日本の對外直接投資についてのパネル・データ分析を行う。日本の製造業のうち汚染集約産業と考えられるパルプ・製紙産業、化学・医療産業、鉄・非鉄・金属産業の 3 つの産業で、2006 年~2016 年の對外直接投資が投資先である北米、欧州、アジア大洋州の 24 カ国・地域の環境規制の厳しさの程度に影響を受けているか、環境関連条約の批准状況を代理変数として計量分析を行う。

第5章では、環境規制が製造業の研究開発に及ぼす経済的影響について、日本の近年の製造業におけるポーター仮説（PH）の妥当性についての実証的な検証を行う。日本の製造業について、2002年～2013年において、環境規制（代理変数：設備投資に占める環境関連設備投資の割合）が環境関連 R&D を増加させているかについて計量分析を行う。

第6章では、第3章～第5章で行った実証分析の結果を基に、環境と経済の関係に係る諸仮説について考察し、結論を述べる。

第2章 環境と経済の関係に係る3つの仮説と先行研究のレビュー

2.1 環境と経済に係る3つの仮説の相互関係

環境と経済の関係に係る諸仮説として、本研究では3つの仮説を検証する。すなわち、環境クズネツ曲線 (Environmental Kuznets Curve: EKC)、汚染逃避仮説 (Pollution Haven Hypothesis: PHH)、及びポーター仮説 (Porter Hypothesis : PH) である。

環境クズネツ曲線 (EKC) は、ある国の一人当たり国民所得と汚染物質排出量との間の逆U字の関係である。経済発展が初期の段階では、一人当たり国民所得が増加するのに伴い汚染物質排出量も増加するが、経済発展が進み、ある地点を超えると、一人当たり国民所得 (GDP per capita) の増加に伴い汚染物質排出量が減少する。

環境クズネツ曲線 (EKC) の下降部分を説明し得る要因として、国内の汚染集約産業が環境規制の相対的に緩い国に工場を移転させることによる国内の汚染物質排出量の削減、あるいは、技術革新による汚染物質排出量の削減が考えられ得る。前者については、ある国での環境規制の強化は、環境規制が相対的に緩い国へ企業を逃避させるとする汚染逃避仮説 (PHH) が関係する。後者については、適切に設計された環境規制は、技術革新を促進し、企業の競争力を高めるとするポーター仮説 (PH) が関係する。

なお、環境と経済の関係に係る諸仮説の相互関係を図で示すと、**図2-1**のとおり。環境クズネツ曲線 (EKC) の逆U字型の下降部分を説明する仮説となり得るものとして、汚染逃避仮説 (PHH) もしくはポーター仮説 (PH) があると言える。

環境クズネツ曲線 (Environmental Kuznets Curve: EKC)

ある国の一人当たり国民所得と汚染物質排出量との間の逆U字の関係。

経済発展が初期の段階では、一人当たり国民所得水準が増加するのに伴い汚染物質排出量も増加するが、経済発展の段階が進み、ある地点を超えると、一人当たり国民所得水準の増加に伴い汚染物質排出量が減少する。

汚染逃避仮説

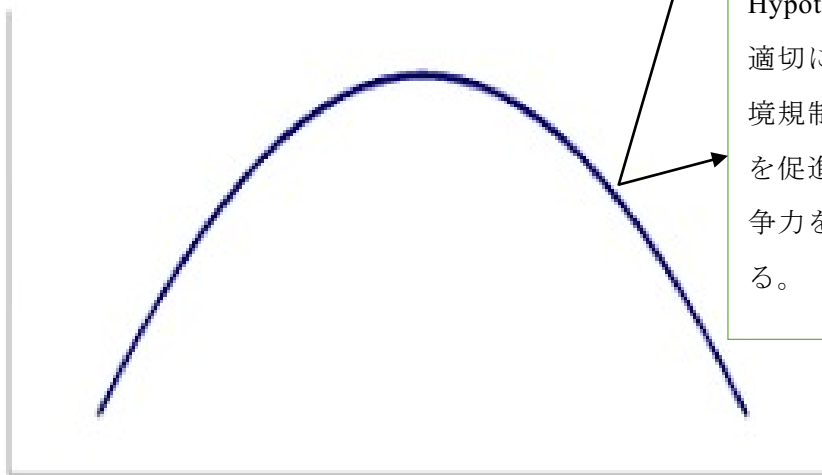
(Pollution Haven Hypothesis: PHH)

ある国での環境規制の強化は、より環境規制の緩い国へ企業を逃避させ得る。

ポーター仮説 (Porter Hypothesis : PH)

適切に設計された環境規制は、技術革新を促進し、企業の競争力を高めるとする。

汚
染
物
質
排
出
量



一人当たり国民所得

(出所) 筆者作成

図 2 - 1 環境と経済の関係に係る諸仮説の相互関係

2. 2 先行研究との関係における本研究の位置づけ

環境クズネツ曲線 (EKC)、汚染逃避仮説 (PHH)、ポーター仮説 (PH) については、欧米を中心とした実証研究が多数あるが、結果は一定でない。また、近年の日本についての実証研究は十分でない。

そこで、本研究では、近年の地球温暖化対策のための国際的な関心の高まりを背景に環境規制も含めた環境対策が強化される中で、グローバル・サプライチェーンを展開する日本の製造業が、①生産を海外へ移し、国内の生産を海外からの輸入で代替することで国内での汚染物質排出量を削減しているのか、②投資受入国の環境規制の緩急に抛り対外直接投資を決めているか、③環境規制は環境関連の研究開発を促進しているのかについて、実証分析で明らかとする。

本研究は、二酸化炭素 (CO₂) 等の温室効果ガスによる地球温暖化問題への国際的な関心の高まりに見られるような、これまでと異なる時代背景を踏まえ、新たなデータを用いることで、経済と環境の関係を明らかにするとその独創性を有し、今後の環境経済に係る政策的含意も得ることができるという重要性を有する。

2. 3 環境と経済に係る複数の仮説についての先行研究

環境と経済の関係について、複数の仮説に係る主な先行研究は以下のとおりである。

Kander & Lindmark (2006)は、貿易と先進国の国内における汚染削減の間の因果関係についての実証的分析を行っている。スウェーデンを事例として、製造業の業種別データを用いて分析した結果、二酸化炭素 (CO₂) の排出量と一人当たり国民所得 (GNP per capita) との関係について、環境クズネツ曲線 (EKC) の逆 U 字の形状となっていることを示している。スウェーデンにおいては、1970 年代、エネルギーの種類が変化し、非化石燃料である水力発電が増加するとともに原子力発電が開始されている。1970 年～2000 年について、環境改善の代理変数であるエネルギー集約度の低下に対する貿易の影響は見られないとしている。すなわち、スウェーデンにおける環境改善に貿易が影響を及ぼしたという仮説は支持されないとしている。

また、Brunel (2014)は、EU の 15 か国 (EU15) と米国の製造業からの汚染物質 (二酸化硫黄 (SO₂)、二酸化窒素 (NO₂)、揮発性有機化合物 (VOC)) の排出量について、貿易相手国 (所得水準別) からの輸入は影響しているかを分析している。EU15 については、汚染のオフショアリング (offshoring) の効果はなく、むしろ、2000 年代以降に

国内で汚染集約的財を生産し、外国に汚染集約的財を輸出しているとしている。米国については、低中所得国への汚染のオフショアリングの証拠を見つけたが、貿易は米国の製造業のクリーン化の10%未満しか説明せず、結論として、EUと米国では汚染のオフショアリングによる仮説をほとんど支持しないとしている。Brunel (2014)によると、EU15や米国では、製造業の生産増加にもかかわらず、硫黄酸化物(SO_x)排出量は減少している。環境改善の要因として、①技術的なプロセス(よりクリーンな燃料へのエネルギーの種類の変化)、エネルギー効率性(省エネ、汚染処理技術の向上)、②よりクリーンな財への需要の増加、③貿易パターンの変化(汚染のオフショアリング)が考えられる。分析の結果は、さらなるクリーン化政策の発展に役立ち、他国の政策の教訓にもなり得るとし、もし貿易チャンネルがクリーン化の要因であるならば、汚染オフショアリングに対する政府の対策が進められるべきであり、もし消費チャンネルが原因であるなら、社会の環境志向をより喚起すべきであるとしている。もし技術が原因であるなら、技術革新を促進すべきとしている。

一方で、Michel (2013)は、ベルギーの製造業の業種別データを用いて分析した結果、1995年～2007年の間に、オフショアリングはベルギーの製造業の温室効果ガス等の減少の要因であることを示している。生産工程が国際的な分業体制になるにつれて、オフショアリングにより国内で生産される中間財が輸入中間財に代替される結果の一つとして、中間財の国内生産の際に排出される大気汚染物質排出量(温室効果ガス排出量)が減少するとしている。なお、残る課題として、国内での排出量削減はグローバル・スケールでの排出量の削減をもたらすことを意味しないとし、オフショアリングによってベルギーの汚染物質排出に係る生産者側の責任は軽減されたが、消費者側の責任が軽減されたわけではないとしている。

Cole (2004)は、逆U字型の環境クズネッツ曲線(EKC)が貿易、特に先進地域から途上地域への汚染産業の移動により説明できるか、すなわち汚染逃避仮説(PHH)が成り立つかについてについて検証している。具体的には、汚染集約的な製品について南北間の貿易フローのデータを用いた実証分析を行っている。PHHを加味したEKC拡張モデルを用いて、1977年～1995年の製造業の7つの業種(「汚染」産業:木材、化学、非金属鉱物製品、鉄)(「クリーンな」産業:繊維、金属製品、その他)について、4つの南北間の貿易ペア(米国・アジア、米国・中南米、英国・アジア、日本・アジア)において、10種類の汚染物質(大気:窒素酸化物(NO_x)、硫黄酸化物(SO_x)、一酸化炭素(CO)、浮遊粒子状物質(SPM)、揮発性有機化合物(VOC)、二酸化炭素(CO_2);水:生物化学的酸素要求量(BOD)、溶存酸素量(dissolved oxygen)、硝酸塩

(Nitrates)、リン (Phosphorous)) を分析した結果、限定的であるものの、PHH の証拠があることを示している。結論の概要は、①一人当たり国民所得は汚染物質に対し、二乗項では統計的に有意な影響はあるものの、三乗項では統計的に有意でない、② OECD 諸国と非 OECD 諸国間での汚染産業の輸出入は、部分的に、汚染物質の排出量に影響するが、その影響は他の変数 (所得、貿易の自由度、製造業の割合) と比較し大きくない。但し、揮発性有機化合物 (VOC) と二酸化炭素 (CO₂) については、貿易は統計的に有意な影響は認められなかったとしている。

Kearsley and Riddel (2010)は、EKC の形状の原因について、社会、国、企業の成熟に伴い、汚染に関する外部性を内部化する制度が整うためと説明している。国のアウトプットの構成の変化として、経済構造が、クリーンな農業から、重工業を基礎とする「汚染」産業へ移行し、その後、「クリーンな」サービス産業へ移行する。最後の重工業中心からサービス産業へ経済構造が移行する過程で、汚染逃避の可能性を指摘するとともに、経済成長に伴い技術改善が行われ、結果として、汚染物質の排出量が削減されるとしている。Kearsley and Riddel (2010)は、Cole (2004)のモデルを修正し、製造業における汚染産業の財の輸出入の割合について、セクター毎の数値を計算し使用している。データとして、1980年～2004年(二酸化炭素 (CO₂)、温室効果ガス (GHG))、1990年～2004年(その他の汚染物質)の期間の製造業のうち9つの産業 (ISIC31～39) について、OECD27カ国と途上国100カ国の二国間貿易データを用い、グローバルな大気汚染物質 (温室効果ガス (GHG)、窒素酸化物 (NO_x)、二酸化炭素 (CO₂))、ローカルな大気汚染物質 (一酸化炭素 (CO)、硫酸酸化物 (SO_x)、揮発性有機化合物 (VOC)、浮遊粒子状物質 (SPM)) について分析を行っている。結果として、①貿易の自由度は排出量の増加と相関しない、②汚染産業の財の輸入も排出量と相関するという証拠はほとんどなく、汚染逃避仮説 (PHH) は否定され、③環境クズネッツ曲線 (EKC) の分岐点 (turning point) の信頼区間は非常に広く、経済成長が必然的に環境の質の改善に繋がるわけではないとしている。

以上で説明した先行研究についてまとめると、Cole (2004)は、1977年～1995年を対象とした分析を行った結果、ほとんどの汚染物質について貿易の影響は認められるが、二酸化炭素 (CO₂) については貿易の影響は認められないとの結論だった。また、Kearsley and Riddel (2010)は、製造業の業種ごとのデータを使用した分析で、二酸化炭素 (CO₂)、温室効果ガス (GHG) (1980年～2004年) について、PHH は EKC の形成に大きな役割を果たしているとの証拠はないとの結論であった。

残る概略的な問題として、近年、京都議定書の採択（1997年採択）以降の国際社会においては、二酸化炭素（CO₂）を含む温室効果ガス（GHG）の排出への規制が特に先進諸国で厳しくなっている中、EKCの下降部分の一因としてPHHは妥当しうるかとの疑問が出てくる。特に、近年、先進諸国の製造業の海外生産比率の高まり、中間財取引の増大が見られるので、貿易（中間財の貿易を含む）は製造業における二酸化炭素（CO₂）の排出量の削減に影響を及ぼしているのかについて、検証する。

2. 4 環境と経済に係る個別の仮説に関する先行研究と本研究

上記2. 3のような、概略的な問題について、個別の仮説に落とし込んで、先行研究をレビューし、残る問題を特定すると以下のとおりとなる。

（1）環境クズネッツ曲線（EKC）

肯定的結果の先行研究として、Musolesi et al. (2010)は、EUのデータを用い、二酸化炭素（CO₂）についてEKCが成り立つことを示している。Suri and Chapman (1998)は、EKCに関連づけ、二酸化硫黄（SO₂）について汚染逃避が起こることを示している。また、Cole (2004)は、先進国・途上国間の汚染財の貿易フローを用い、EKCを分析している。貿易自由度や構造変化をコントロールし、大気汚染、水質汚染について、高所得水準で排出量が削減されうること示し、汚染逃避がEKCの形状を形成しうるとした。

一方で、否定的結果の先行研究として、Kearsley and Riddell (2010)は、汚染逃避がEKCを形成する重要な要因となりえる証拠はほとんどないとした。OECDの27か国について、1980年～2004年の二酸化炭素（CO₂）及び温室効果ガス（GHG）のデータ、1990年～2004年の一酸化炭素（CO）、窒素酸化物（NO_x）、硫黄酸化物（SO_x）、浮遊粒子状物質（SPM）及び揮発性有機化合物（VOC）のデータを用いている。

残る問題（Research Question）として、本研究においては、地球温暖化問題への国際的な関心の高まりを背景に、環境規制を含む環境政策が強化される中で、グローバル・サプライチェーンを展開する先進国の製造業による輸入の増加は、国内の二酸化炭素（CO₂）の排出量に影響を与えているのかについて、日本のデータを用いて検証する。

（2）汚染逃避仮説（PHH）

米国を対象とした先行研究として、List and Co (2000)は、米国内の州毎の環境規制の違いが、海外の多国籍企業の新しい工場立地決定にどのような影響を及ぼしている

かについて他の要因（州の産業集積度、賃金率、製造業における労働組合の加入率等）と比較しつつ、1986年～1993年の期間について分析し、立地選択と州の環境規制の間には相関関係が見られたことを示している。

また、Levinson and Taylor (2008)は、米国の環境規制がカナダ及びメキシコとの貿易に及ぼす影響を、1977年～1986年の製造業について分析し、汚染処理費用が最も増大した産業で純輸入額が最も増大したことを示し、汚染集約型の財の国内生産が輸入により代替されたことを示している。

日本を対象とした先行研究として、Kirkpatrick and Shimamoto (2008)が、投資受入国の環境規制（代理変数は5つの環境条約の締結状況）が1990年代の日本の対外直接投資の決定に影響を与えているのかどうかについて、他の要因（市場規模の代理変数としての国民総生産、労働コストの代理変数としての一人当たり国民総生産、距離）と比較しつつ、汚染集約産業（鉄鋼産業、非鉄金属産業、化学産業、製紙・パルプ産業、非鉄製品産業）を対象に汚染逃避仮説（PHH）を検証し、結果として、同仮説は支持されず、むしろ日本の対外直接投資は透明性の高い安定した環境規制のある国に引き付けられているという結果を示した。

さらに、日本に一部言及している先行研究として、Dean et al. (2003)は、中国における海外からの直接投資(1993年～1996年)について分析している。緩い環境規制の地域では、香港、マカオ、台湾、東南アジア諸国からの投資が多く、汚染逃避仮説（PHH）が妥当するが、一方で、厳しい環境規制の地域では、米国、英国、日本からの投資が多く、汚染逃避仮説（PHH）とは逆の結果を示した。

Friedman, Gerlowski, and Silberman (1992)は、米国における外国からの新規の工業移転（1977年～1988年）について分析した。州毎の環境規制の緩急は、海外からの新規の工場建設に対し、統計的に有意なインパクトは無いとしている。但し、日本企業による新規の工場建設に限定して分析すると、環境変数は統計的に有意な負の効果を示し、厳しい環境規制の州には、日本の製造業の工業は引きつけられないとしている。すなわち、日本からの投資は、汚染逃避仮説（PHH）が妥当するとしている。

以上の日本に関する先行研究をレビューした結果をまとめると、Friedman, Gerlowski, and Silberman (1992)は、米国への日本企業の新規の工業移転（1977年～1988年）として、汚染逃避仮説（PHH）が成り立つとしている。一方で、Dean et al. (2003)は、中国における日本からの直接投資(1993年～1996年)について PHH は成り立たないとし、Kirkpatrick and Shimamoto (2008)も、日本の対外直接投資（FDI）(1992年～1997年)について PHH は成り立たないとしている。

残る問題 (Research Question) として、本研究では、最近の日本の対外直接投資 (FDI) について、汚染逃避仮説 (PHH) は妥当するか否か、投資受入国の環境規制の緩急に日本の FDI は影響を受けているかについて、検証する。

(3) ポーター仮説 (PH)

日本の事例を取り上げた先行研究として、浜本(1997)は、産業レベルのデータを用いた分析を行った。また、有村・杉野(2008)は、1992年～2001年について、企業レベルのデータを用いた分析を行った。いずれの先行研究も、環境規制によって、他の研究開発支出を減らして環境関連研究開発支出を増やしている可能性を示唆する結果を示した。

また、内閣府 (2010) は、製造業を素材型と加工型に分けて、企業データ (1999年～2008年) を用いて、有村・杉野 (2008) と同じモデルでプロビット分析を行ったところ、加工型製造業では当期の環境関連設備投資 (環境規制の代理変数) が当期の研究開発費総額に占める環境関連の割合 (環境関連 R&D の割合) にマイナスの効果を与えているが、一方で、素材型製造業では一期前の環境関連設備投資 (環境規制の代理変数) が当期の環境関連の研究開発の比率を押し上げていることを示した。

残る問題 (Research Question) として、本研究では、ポーター仮説 (PH) は、近年の日本に妥当するかどうか、環境規制が環境関連の研究開発にプラスの影響を及ぼすかどうかについて、検証を行う。

2. 5 環境規制の代理変数についての留意点

(1) 計量分析に際する環境規制の緩急の定量化の試み

環境規制の緩急を計る際に、国毎に異なる法制度をどのように数値化するかは重要であるが、定まった手法がない。Copeland (2012) も指摘するように、環境政策の緩急が国の経済的な競争力を決めているかどうか、汚染逃避仮説 (PHH) は妥当か否かといった問題を検証するには、環境政策の緩急に関する十分なデータが必要であるが、環境規制は単一ではなく、複合的であるので、定量的に測定することは難しい。

先行研究でも、計量分析に際して、環境規制の代理変数として様々なものが用いられている。各仮説に係る先行研究を踏まえ、各仮説を検証するに際しては、環境規制についての適切な代理変数を用いることが望ましいと考えられる。

Brunel and Levinson (2013)は、主な先行研究で使用されている環境規制の厳しさの程度を測る指標を纏めている。環境規制の厳しさの程度を測る指標として、これまでの研究では、民間部門の汚染処理費用、1ガロンのガソリンに含まれる鉛の量、環境関連条約、規制を受ける企業についての調査（世界経済フォーラム（World Economic Forum: WEF）の指標）、汚染物質の排出量、エネルギー使用量、公的部門の環境関連支出と様々である。

例えば、規制を受ける企業についての調査（世界経済フォーラム（WEF）の指標）を用いているものとしては、Javorcik and Wei (2003)が挙げられる。Javorcik and Wei (2003)は、環境規制の代理変数として環境持続性指標（ESI）及び環境パフォーマンス指標（EPI）を用いている。ESI及びEPIは、イェール大学とコロンビア大学が開発し、環境について多角的に評価した指標である。ESIが2000年に既に発表されていたが、このESIについて環境に特化した改良がなされ、2006年以降はEPIとして2年毎に発表されている。但し、EPIは事後の業績を示すものであり、規制自体を示す指標として使用するには問題がある。

汚染逃避仮説（PHH）に関し、本研究では、日本の対外直接投資（FDI）に関する先行研究である Kirkpatrick and Shimamoto (2008)が用いている各国の環境関連条約の締結状況に基づく環境規制の緩急の指標を使用している。具体的には、後述するように、環境規制の代理変数として5つの環境関係条約（国連気候変動枠組条約、オゾン層の保護に関するウィーン条約、モントリオール議定書、国連海洋法条約、生物多様性条約）を用い、条約に参加している期間が長くなれば長くなるほど国内の規制が強化されると仮定し、点数が累積するとして計算を行った。

また、ポーター仮説（PH）に関し、本研究では、日本の1990年代を対象としている有村・杉野（2008）が用いている全投資額に占める環境保全投資額の割合を用いている。後述するように、先行研究の多くでは、類似の代理変数として、公害防止投資等の汚染処理費用（pollution abatement and control expenditures: PACE）を用いているが、近年は、局所的な、あるいは、ローカルな汚染物質による公害以外にも、地球温暖化問題に係るグローバルな汚染物質への対応、さらに廃棄物問題への対応が必要とされていることから、有村・杉野(2008)が使用している全投資額に占める環境保全投資額の割合のほうが、ポーター仮説の分析に際しては、近年の環境規制の代理変数としては望ましいと考えられる。但し、ポーター仮説の検証に際しては、ほとんどの先行研究が、本研究と同様に汚染処理費用またはそれに類するものを用いているが、Copeland (2012)が指摘するように、汚染処理費用はすべての国で利用可能なわけではなく、信

頼性が疑問である場合もある点、留意する必要がある。さらには、企業による汚染処理費用の支出が、政府の環境規制からのプレッシャーのみに基づくものだけでなく、株主や企業の社会的責任の観点からの支出である可能性もある点にも留意が必要であるが、環境規制からのプレッシャーのみを切り分けて測定することは困難である。

(2) 先行研究において使用されている環境規制の代理変数についてアプローチの類型化

上記(1)のとおり、計量分析に際する環境規制の代理変数は、各々の計量分析のモデルや検証する仮説に係る先行研究を踏まえ、最適なものを選定する必要がある。

この点、Brunel and Levinson (2016)は、環境規制の緩急を測定する際にチャレンジとなる主な点を纏めている。先行研究で用いられている環境規制の代理変数について、5つのアプローチに類型化しており、各々のアプローチにメリット、デメリットがある点を指摘している。5つの類型化されたアプローチは、①民間部門の汚染処理費用、②規制自体の直接的なアセスメント、③複合化された指標、④汚染のレベルや変化、エネルギー使用量に基づく手法、及び⑤公的部門の支出あるいは執行に基づく手法である。以下、Brunel and Levinson (2016)を基に、類型化された5つのアプローチについて主な点を簡単に見ていくこととする。

一つ目のアプローチは、民間部門の汚染処理費用であり、先行研究で最も多く用いられている。本研究においても、第5章でポーター仮説を検証する際に、汚染処理費用に類する数値として環境関連設備投資支出の割合を用いている。このアプローチの代理変数を用いた主な先行研究としては、Levinson (1996)が、米国についての研究で米国汚染処理費用・支出 (the U.S. Pollution Abatement Costs and Expenditure: PACE) を用いている。但し、この代理変数の欠点として、工場レベルの正確な汚染処理費用に係るデータを入手することが多くの国では難しいとの点があげられる。また、汚染処理費用にはあらゆるタイプの汚染処理に係る費用が含まれている点も欠点と言える。

二つ目のアプローチは、環境規制についての直接的なアセスメントである。例えば、1ガロンのガソリンに占める許容される鉛の含有量 (Damania, Fredriksson, and List (2003))、GDPに対する公的な環境 R&D の支出の割合 (Dasgupta et al. (2001), Cole, Elliott, and Fredriksson (2006), Cole and Fredriksson (2009))、燃料税 (Hascic and Johnston (2011)) などである。但し、このアプローチの欠点は、規制の対象を限定することで結論も限定されたものとなり、一般化できる結論が導けない点である。

三つ目のアプローチは、複合的な指標である。規制の数、環境 NGO の数、署名済みの国際条約の数等の複数の数値を複合的に統合し構成された指標を構築する。三つ目のアプローチは、さらに細分化される。

例えば、Dasgupta et al. (2001)は、1992 年の UNCED（国連環境開発会議）に参加した国からランダムに 31 か国を選び、政府関係者に対するアンケート調査を行った結果を集計して指標を作成している。Damanian, Fredriksson, and List (2003)や Raspiller and Riedigner (2008)も同様のアプローチを用いている。但し、このアプローチの欠点は、アンケート調査が一回限りの場合、クロス・セクションのデータであり、時系列のデータではないため、パネル・データ分析ができないことである。

また、経営者に対するアンケートに基づく指標もある。例えば、上述のとおり、先行研究の多くで用いられている指標として、世界経済フォーラム（WEF）が行っている経営者意見調査（the WEF Executive Opinion Survey）があげられる。Kellenberg (2009)や Wagner and Timmins (2009)は、このアプローチを用いている。Wagner and Timmins (2009)は、ドイツの海外直接投資と投資受入国の環境規制の緩急の関係を分析し、化学産業の海外直接投資は環境規制の緩い国に引きつけられているとの分析結果を示している。但し、この指標の留意点としては、経営者の視点に基づき、経営者の主観を排除できない点である。

さらに、環境規制の数、署名済みの環境関連国際条約の数に基づく指標もある。本研究でも、第 4 章での汚染逃避仮説に係る分析でこの指標を用いている。この指標を使用している先行研究としては、Smarzynska and Wei (2004)が、いくつかの環境関連国際条約に署名または批准しているかどうかや、国内にある環境関連 NGO の数を用い、複合的な指標を作り、分析に用いている。Kirkpatrick and Shimamoto (2008)も、日本の対外直接投資に投資受入国の環境規制の緩急が影響を及ぼしているかどうかを分析する際に、環境規制の緩急の代理変数として投資受入国が批准している複数の環境関連条約を指標化して代理変数として用いている。

四つ目のアプローチは、汚染物質の排出量、エネルギー使用量である。汚染物質の排出量は、環境規制の対象となるものである。環境規制が緩いと汚染レベルが高いと見なし、逆に環境規制が強いと汚染レベルが低いと見なし、汚染物質の排出量を環境規制の代理変数とする考え方である。例えば、Xing and Kolstad (2002)は、米国における二酸化硫黄（SO_x）を使用している。また、汚染物質の排出量の削減量を環境規制の強さの代理変数と見なす先行研究もある。例えば、Smarzynska and Wei (2004)は、GDP に対する二酸化炭素、鉛、水質汚染の削減量を用いている。

また、エネルギー消費量を環境規制の強さの代理変数として使用している先行研究の例としては、Cole and Elliot (2003)が、GDP に対するエネルギー消費量の経年変化を環境規制の強さの代理変数として指標化している。但し、このアプローチの欠点は、エネルギーの価格にもエネルギー消費量が影響を受ける点である。

五つ目のアプローチは、公的部門の環境関連支出あるいは執行である。Gray (1997)が、米国内の各州の環境関連の予算を用いている。但し、このアプローチの留意点は、公的部門の支出により、例えば環境対策のための補助金が増加した結果、民間部門の支出が減少することもあり得るとの点である。

以上のように、様々な指標があるが、各アプローチにメリット、デメリットがある。Brunel and Levinson (2016)が指摘するように、環境規制自体が複雑で国ごとに類似性も低いことがあるため、環境規制の緩急を測るための一貫性のある手法を作るのは難しい。検討の対象とする各仮説の先行研究を踏まえたうえで、代理変数を選択することが重要となる。

第3章 二酸化炭素（CO₂）についての環境クズネツ曲線（EKC）に係る実証分析－製造業の輸出入が逆U字曲線に及ぼすインパクト－

3.1 はじめに

環境と経済成長の関係において、環境悪化や環境改善は、ある国の経済発展段階に依存する。開発の初期の段階において、ある国は汚染物質の排出を増加させる。しかし、その国の経済発展が進み、中所得国の段階や成熟した先進国の段階に達すると、汚染物質の排出量も減少する。環境クズネツ曲線（environmental Kuznets Curve: EKC）は、環境汚染と一人当たり国民所得の間の関係を示す逆U字曲線である。

伝統的には、硫黄酸化物（SO_x）や窒素酸化物（NO_x）のような局所的な汚染物質（local pollutants）が環境規制の対象であった。なぜなら、地域の共同体はそのような局所的な汚染物質に直接的な被害を受けるからである。政府は、様々な環境規制を用い、負の外部効果、すなわち局所的な汚染物質を内部化する。一方で、近年の国際的関心は、二酸化炭素（CO₂）のようなグローバルな汚染物質（global pollutants）に向けられている。なぜなら、それらは長期的に地球温暖化と様々な環境問題を引き起こすからである。

二酸化炭素（CO₂）の排出源の一つは製造業である⁴。ある国が発展するに伴い、主な産業は農業（第一次産業）から製造業（第二次産業）およびサービス業（第三次産業）に移行する。

もし先進国における二酸化炭素（CO₂）の排出量の削減の要因を特定できれば、開発途上国における排出量の削減のために効果的な手段を適用できるかもしれない。二酸化炭素（CO₂）のようなグローバルな汚染物質に代表されるような諸問題を解決の一助になるかもしれない。

なぜ環境クズネツ曲線（EKC）が示すように汚染物質の排出量が、ある国の経済発展の成熟した段階で下降するのかについては、明らかでない。経済学者たちは、過去数十年において、技術革新に加え、貿易を含む経済活動の影響について議論してきた。例えば、汚染逃避仮説（Pollution Haven Hypothesis : PHH）は、ある国における環

⁴ 本研究は製造業の生産工程別の輸入が、国内の製造業の生産を代替することにより、国内の二酸化炭素（CO₂）の排出量の削減に寄与しているかについて分析している。そのため、業種別の排出量には注目した分析は行っていない。なお、製造業の各部門を含む、部門別の二酸化炭素（CO₂）について、第1章の表1-1に参考情報として掲載したので、参照ありたい。

境規制の強化により、国内の企業が環境規制の相対的に緩やかな他の国に逃避する可能性を示唆している。

Cole (2004)は、汚染逃避仮説 (PHH) について、複数国間の環境規制の違いにより、先進国から製造業が逃避するとともに、途上国を最も汚染集約的な製造業に特化させると説明している。

Grossman and Krueger (1991)、あるいは、より最近では Levinson (2009)などの環境経済学者は、環境に対する経済の効果の3つのタイプに言及している。すなわち、規模効果 (scale effect)、技術効果 (technique effect)、及び構成効果 (composition effect) である。

Levinson (2009) は、製造業が環境規制の経済的な効果の大部分を説明し得ることを述べている。また、Levinson (2009)は、国際貿易が国内の汚染物質の減少及び産業の逃避に及ぼす効果についても説明している。伝統的には、主に、汚染逃避仮説 (PHH) は窒素酸化物 (NO_x) や硫黄酸化物 (SO_x) のような局所的な汚染物質と関連付けられている。例えば、Suri and Chapman (1998)は、環境クズネツ曲線 (EKC) と関連させ、汚染逃避を調べるために、二酸化硫黄 (SO_2) について分析している。しかしながら、本研究は二酸化炭素のようなグローバルな汚染物質に焦点を当てている。なぜなら、汚染逃避の一部としてのカーボン・リーケージ (carbon leakage) は、環境経済学者の間における近年の進行中の議論の中でも重要なトピックであるからである。

なお、二酸化炭素 (CO_2) の排出量と貿易との関係では、本研究のように環境クズネツ曲線 (EKC) と貿易を関連させた研究のほか、Levinson (2009) や Peter et al. (2011) のように、産業関連アプローチ (Input-Output Approach) を用いた分析もある。産業関連アプローチの場合はサプライチェーンと汚染物質の排出量との関係により焦点を当てた分析が可能となるというメリットが考えられる。一方、本研究では、汚染物質と貿易との関係のほか、経済発展段階と汚染物質の排出量との関係も検討するという観点から、EKC を拡張したモデルを採用した。

多くの先行研究は、経済発展と環境の質の間関係を議論するために、硫黄酸化物 (SO_x) のような局所的な汚染物質に焦点を当て、基本的な環境クズネツ曲線 (EKC) の逆U字の形態の妥当性を証明している。一方で、地球温暖化問題の重要性を考慮し、より最近の研究は、基本的な EKC が二酸化炭素 (CO_2) のようなグローバルな汚染物質にも妥当することの証拠を提示してきている。例えば、Musolesi et al. (2010)は、EU における二酸化炭素 (CO_2) の場合を分析し、EKC のような形状となることを示した。

さらに、Dinda (2004)は、国際貿易が EKC を説明する最も重要な要因の一つである

ことを述べている。Cole (2004)は、基本的な EKC を拡大し、南北間における汚染集約産業に係る貿易のフローを分析モデルに追加している。貿易の自由度と構造変化のような要因をコントロールすることで、Cole (2004)は、二酸化炭素 (CO₂) を含む大気汚染や水質汚濁を推計し、EKC は汚染逃避効果 (pollution haven effect) を説明し得るかもしれない、それにより高所得レベルの諸国は汚染物質の排出量の削減に至り得るとしている。

対照的に、Kearsley and Riddel (2010)は、汚染逃避効果が EKC を形成する重要な要因になり得るとする証拠はほとんどないということを示している。Kearsley and Riddel (2010)は、OECD27 カ国における大気汚染物質について調査している。すなわち、二酸化炭素 (CO₂) について 1980 年～2004 年のデータを用い、一酸化炭素 (CO)、窒素酸化物 (NO_x)、硫黄酸化物 (SO_x)、浮遊粒子状物質 (SPM)、及び揮発性有機化合物 (VOC) について 1990 年～2004 年のデータを用いて、調査している。

しかしながら、大気汚染の改善に対する貿易のインパクトについて、統一した見解があるわけではなく、特に二酸化炭素 (CO₂) のようなグローバルな汚染物質の削減についての見解は固まっていない。

残る問題 (research question) として、各国は、国内の消費を満たしつつも、国内の二酸化炭素 (CO₂) の排出量を削減するため、国内の生産を外国からの輸入品に置き換えているようなことがあり得るかとの疑問が沸く。

ゆえに、本研究では、より最近のデータ (1981 年～2013 年) を用い、二酸化炭素 (CO₂) の排出量に対する製造業の財の輸入及び輸出の効果を分析する。なぜなら、温室効果ガス (GHG)、特に二酸化炭素 (CO₂) は地球温暖化の主な要因であり、二酸化炭素 (CO₂) に注目した分析を行うことは重要な意義があると考えられるからである。言い換えれば、本研究の目的は、二酸化炭素 (CO₂) の排出の決定要因として、主に先進国の製造業における輸出入の影響について、環境悪化への輸出のインパクト及び環境改善への輸入のインパクトに焦点を当て、分析することである。環境経済学者による近年の先行研究では、製造業の海外への移転と関連させ、製造業に注目していることから、本研究についても製造業に焦点を当てる。

3. 2 分析手法

(1) 分析モデル

Copeland and Taylor (2004) は、米国の製造業の一部について、汚染物質の排出量の増加は貿易の増加の結果であることを示唆している。しかしながら、Cole (2004)のような他の研究では、開発途上地域における 10 種類の大気汚染物質と水質汚染物質を調べ、先進国から開発途上国へ汚染産業が移転することによって先進地域における汚染の改善が起こるとする汚染逃避効果の証拠はほとんどないことを示している。また、Musolesi et al. (2010) は、工業国で二酸化炭素 (CO₂) について EKC の証拠があることを証明している。

残る問題 (research question) として、中間財等の貿易の構造が国内の二酸化炭素 (CO₂) の削減にインパクトを与えているかどうか、疑問が沸く。この問題を議論するに際し、本研究では構造効果を 2 つに分けた。すなわち、国内の二酸化炭素 (CO₂) の削減に対する産業構成効果 (industry composition effect) と貿易構成効果 (trade composition effect) である。産業構成効果は、通常、第二次産業 (製造業) から第三次産業 (サービス業) への産業構造の変化による効果のことであり、そのような産業構造の変化は経済の発展に伴い発生する。経済がグローバル化することで、生産工程がグローバルあるいはリージョナルな貿易ブロックにおいて分業化される。そのようなグローバル化された経済は、汚染物質排出量の変化に対し影響を与えるかもしれない。

本研究は、窒素酸化物 (NO_x) や硫黄酸化物 (SO_x) のような局所的な大気汚染物質よりも、むしろ二酸化炭素 (CO₂) のようなグローバルな大気汚染物質の排出に焦点を当てている。なぜならば、二酸化炭素 (CO₂) を含む、温室効果ガスの削減は、1997 年の京都議定書の採択以降、重要な国際的な関心事項となる傾向があるからだ。民間部門は低炭素社会を促進するための国際的な努力に従わなければならないので、企業の経済活動は国内及び海外の汚染物質の排出量の削減にとって重要な役割を果たすかもしれない。そのような観点から、本研究では、国内の二酸化炭素 (CO₂) の増減に対する製造業の輸出入のインパクトを分析する。

本研究の分析は、時系列 1981 年～2013 年、クロス・セクションで 22 か国の高所得国のデータを含む。総国内総生産に占める製造業の割合は、ほとんどの先進国で低下している。先進国の中には、産業の海外への移転を通じて、国内の二酸化炭素 (CO₂) を削減している国があるかもしれない。なお、本研究の主な関心は、EKC の逆 U 字型の下降部分であることから、ある程度経済が発展した国々を分析の対象としており、

発展途上の国は分析の対象から外し、高所得国のみをデータに含めている。

本研究における分析は、Suri and Chapman (1998)の EKC モデルを拡張したモデルに基づいている。局所的な汚染物質である硫黄酸化物 (SO_x) を分析した Suri and Chapman (1998)の EKC モデルを拡張したモデルは、グローバルな汚染物質である二酸化炭素 (CO₂) にも適用可能である。

$$(1) \ln Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln X_{it} + \beta_2 (\ln X_{it})^2 + \beta_3 \ln Z_{it} + \varepsilon_{it}$$

被説明変数である Y は汚染物質の排出量、すなわち二酸化炭素 (CO₂) の排出量であり、対数化した数値を使用している。独立変数の X は、一人当たり GDP で対数化した数値を使用している。Z はその他のコントロール変数、すなわち、GDP に占める製造業の割合 (the share of manufacturing in GDP)、製造業の国内生産に対する製造業の輸入の比率 (import/manufacturing ratio)、及び、製造業の国内生産に対する製造業の輸出の比率 (export/manufacturing ratio) である。GDP に占める製造業の付加価値の割合 (the share of manufacturing value added in GDP) は、産業構成効果の代理変数 (the industry composition effect) である。製造業の国内生産に対する製造業の輸入の比率 (import/manufacturing ratio)、及び、製造業の国内生産に対する製造業の輸出の比率 (export/manufacturing ratio) は、貿易構成効果 (the trade composition effect) の代理変数である。

Kleemann and Abdulai (2013)といった先行研究は GDP に占める貿易の割合 (国内総生産に占める財・サービスの輸出入の割合) を使用しているが、貿易の割合 (%) は貿易の自由度であって、海外生産による国内生産の代替を意味しない。Stern (1998)が指摘しているように、EKC に係る初期の先行研究が使用している貿易変数は、実際の物理的な貿易量というよりも、貿易の自由度の指標となっている。本研究が使用しているのは、Suri and Chapman (1998)の EKC モデルの拡張版に基づき、国内の製造業の生産に対する製造業の財の輸入あるいは輸出の割合である。なぜなら、本研究の主な目的は、貿易の自由化の効果についてではなく、国境を越えた製造業の財の実際の動きについての効果を明らかにすることである。言い換えれば、本研究は、国内の二酸化炭素 (CO₂) の排出量の削減が製造業のオフショアリング (offshoring) により生じうるのかどうか、国内の生産を海外生産に切り替え輸入で代替することで国内の汚染物質の排出量を低減させているかを考察することである。

加えて、製造業におけるグローバルな生産工程の分業が国内の二酸化炭素 (CO₂) の

排出量の変化に影響を与えている可能性を前提として、本研究においては、財の輸入及び輸出を素材 (primary goods)、中間財 (intermediate goods)、及び最終財 (final goods) の3つの段階に細分化し、貿易構成効果 (the trade composition effect) を検討している。

さらに、時間傾向ダミー変数 (the time trend dummy variable) を低炭素化社会に向けた時間傾向を代表するものとして追加している。ゆえに、時間傾向ダミー変数は、2005年の京都議定書の発効以降は1の数値となる。2005年より前は、時間傾向ダミー変数は0の数値となる。

なお、各変数は、i国のt時点での値である。

(2) データの出所及び定義

データの出所及び定義は以下のとおりである。

<一人当たり二酸化炭素排出量 (CO₂ per capita) >

CO₂ per capita は、一人当たり二酸化炭素排出量 (metric tons per capita) である。二酸化炭素 (CO₂) の排出量は、化石燃料と製造業のセメントの燃焼 (the burning of fossil fuels and the manufacture of cement) から発生する。データは世界銀行の世界開発指標 (WDI : World Development Indicators) から取っている⁵。

<一人当たり国内総生産 (GDP per capita) >

一人当たり国内総生産 (GDP per capita) は、2005年の価格を基準に物価調整した国内総生産 (GDP) (米ドル) を人口で割った値である。GDPのデータも人口のデータも国連のデータベース (the National Accounts Main Aggregates Database) から取っている⁶。

<国内総生産に占める製造業の割合 (Manufacturing share in GDP) >

国内総生産に占める製造業の割合 (Manufacturing share in GDP) は、米ドル換算 (current US\$) の製造業の付加価値を米ドル換算 (current US\$) の国内総生産で割った比率である。製造業 (ISIC D) の付加価値は、経済活動による付加価値データである。

⁵ World Development Indicators database, <<http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=world-development-indicators>>, 9/10/2016 referred.

⁶ National Account Main Aggregates Database, United Nations, <<https://unstats.un.org/unsd/snaama/resQuery.asp>>, 9/10/2016 referred.

各経済活動の総付加価値は、アウトプットから中間消費を引いた値である。製造業は、セクション D の製造業（section D Manufacturing）の経済価値を示している。製造業の付加価値のデータも GDP のデータも、国連のデータベース（the National Accounts Main Aggregates Database）から取っている。

<貿易データ>

製造業の財の輸出及び輸入に係るデータは、経済産業研究所のデータベース（RIETI-TID）から取っている⁷。各国のデータは、世界全体への輸出総額、あるいは、世界全体からの輸入総額である。RIETI-TID における輸出及び輸入の各数値は、運賃・保険料込みの金額である。

<本研究における分析に含まれている国一覧>

この分析に含まれている先進国 22 カ国は以下のとおりである。

オーストラリア、オーストリア、カナダ、キプロス、デンマーク、フィンランド、フランス、ギリシャ、アイルランド、イタリア、日本、オランダ、ニュージーランド、ノルウェー、ポーランド、ポルトガル、韓国、シンガポール、スペイン、スウェーデン、イギリス、アメリカ合衆国。

なお、ドイツについては、1990 年の東西ドイツ統一の前後で時系列データの一貫性が疑わしいため、分析から除外した。さらに、スイスなどのいくつかの高所得国について、データが揃っていないため、本研究の分析では除外した。

表 3-1 は、変数の記述統計をまとめている。欠損値はない。

（3）計量分析モデルの詳細

方程式(1)に基づき、本研究は 5 つのモデルを使用している。モデル 0 は基本的な EKC モデルである。

モデル 1 においては、モデル 0 に、GDP に占める製造業の割合（the manufacturing share in GDP）を追加した。

モデル 2 においては、モデル 0 に、製造業の国内生産に対する製造業の輸入の比率（import/manufacturing ratio）、及び、製造業の国内生産に対する製造業の輸出の比率（export/manufacturing ratio）を追加した。

⁷ RIETI-TID 2014 database, <<http://www.rieti-tid.com/>>, 9/10/2016 refereed.

モデル3においては、モデル0に、製造業の国内生産に対する製造業の素材の輸出の比率（manufacturing primary goods exports/manufacturing production）、製造業の国内生産に対する製造業の中間財の輸出の比率（manufacturing intermediate goods exports/manufacturing production）、製造業の国内生産に対する製造業の最終財の輸出の比率（manufacturing final goods exports/manufacturing production）、製造業の国内生産に対する製造業の素材の輸入の比率（manufacturing primary goods imports/manufacturing production）、製造業の国内生産に対する製造業の中間財の輸入の比率（manufacturing intermediate goods imports/manufacturing production）及び製造業の国内生産に対する製造業の最終財の輸入の比率（manufacturing final goods imports/manufacturing production）を追加した。

モデル4においては、モデル2に、時間傾向ダミーを追加した。

モデル5においては、モデル3に、時間傾向ダミーを追加した。

実証分析の手法については、パネル・データ（時系列及びクロス・セクションのデータ）による分析を行っており、主に固定効果モデル（FEM：fixed effects model）と変量効果モデル（REM：random effects model）を用いている⁸。Mulatu et al. (2004)が指摘しているように、固定効果モデル（FEM）と変量効果モデル（REM）はパネル・データにおける異質性（heterogeneity）に対処できるという利点があるので、これらの実証分析モデルは近年の環境と貿易の係る研究で使用されている。ゆえに、本研究でも固定効果モデル（FEM）と変量効果モデル（REM）を用いている。加えて、プーリング・モデル（pooling model）をデータ分析で使用している。ただし、Fテストの結果、プーリング・モデルよりも固定効果モデル（FEM）の方がより適切であることが示されたため、プーリング・モデルの結果は省略した。

⁸ パネル・データ分析の利点として、筒井他（2011）（193頁～194頁）では、以下の4点を挙げている。①観察不可能な個体特有の異質性（unobserved individual specific effects）を定数項や確率変数として扱うことにより、分析の精度が上がる。②複数年分のクロスセクション・データを用いることで情報量が増え、自由度が増し、推定値がより効率的となる。③各個体の経時変化を追うことが可能となる。④多くが個票により構成されたデータとなっているため、多重共線性（multicollinearity）の問題が解消されるとともに、マクロの集計誤差などのバイアスが含まれない。このようなパネル・データの利点を踏まえ、本研究では、第3章、第4章、及び第5章のいずれにおいても、時系列データとクロスセクション・データの両方を含むパネル・データを分析で用いている。なお、多重共線性の問題については、コントロール変数を選ぶ際に、分析拡大要因（VIF: Variance Inflation Factor）が10未満であることを確認している。すなわち、複数の説明変数を用いる重回帰分析の際には、説明変数どうしが一次従属の関係にある場合や強い相関がある場合には、多重共線性があるとされ、誤差推定がなされる恐れがある。このような多重共線性の問題を排除するための指標として、VIFがある。VIFが10以上程度で多重共線性があると判断されるため、重回帰分析に際してはVIFが10に満たないことを確認する必要がある。本研究においても、VIFが10以上になるようなコントロール変数はモデルの中には入れていない。

3. 3 分析結果

表 3-2 に製造業に係る実証分析の推定結果を要約した。

モデル 0 とモデル 1 における分析で予想どおり、基本的な EKC を肯定する結果を示したので、モデル 2 とモデル 3 における分析では、国内の製造業の生産に対する製造業の輸出または輸入の比率に焦点を当て、貿易が二酸化炭素 (CO₂) の排出量の削減のための重要な要因となっているかを判断するために、より詳細な分析を行った。表 3-2 に示した実証分析の推定結果について、主な点は以下のとおりである。

(1) 二酸化炭素 (CO₂) 排出量に対する国内総生産 (GDP) に占める製造業の割合のインパクト

基本的な EKC モデルであるモデル 0 では、一人当たり国内総生産 (GDP per capita) と一人当たり国内総生産の二乗項 (squared GDP per capita) を説明変数として用いている。基本的モデルの結果は、先行研究の結果と整合的である。一人当たり国内総生産については正の係数、二乗項は負の係数となった⁹。

次に、拡張版 EKC モデルであるモデル 1 では、国内総生産に占める製造業の付加価値の割合が国内における二酸化炭素 (CO₂) の全排出量に対して、統計的に有意な正のインパクトがあることが示された。このことは、国内経済において産業構造の変化が二酸化炭素 (CO₂) の排出量に影響し得ることを示唆している。産業構造において製造業の割合が高くなるにつれて、二酸化炭素の (CO₂) の全排出量は増加する。逆に、産業構造において製造業の割合が低くなるにつれ、二酸化炭素の (CO₂) の全排出量は減少する。ゆえに、産業構成効果 (the industry composition effect) が認められた。

⁹ なお、基本的な EKC モデルであるモデル 0 の推定結果から、EKC の turning point における一人当たり GNP を求めると、38,751.0 米ドルとなる。具体的な計算方法は、二次関数の頂点の数値計算を用いる。回帰式で変数を対数化しているため、まず turning point の X 軸の数値を指数化して、一人当たり GNP を計算した。なお、Stern(2004)では、標準的な EKC の回帰モデルとして、 $\ln(E/P)_{it} = \alpha_i + \gamma t + \beta_1 \ln(GDP/P)_{it} + \beta_2 (\ln(GDP/P)_{it})^2 + \varepsilon_{it}$; E:排出量、P:人口を想定し、turning point での所得を、 $\zeta = \exp(-\beta_1/(2\beta_2))$ で計算できるとの説明をしている。

表 3 - 1 : 記述統計 (環境クズネット曲線 (EKC) と貿易)

Variable		Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
CO ₂ per capita	:Y	726	9.4385	3.7803	2.7343	20.2076
GDP per capita	:X	726	28873.0900	12076.1400	3988.8260	68985.8800
Manufacturing share in GDP	:mP	726	0.1661	0.0518	0.0385	0.3282
Export /manufacturing production	:mexP	726	0.2281	0.2679	0.0171	3.2404
Import /manufacturing production	:mimP	726	0.8574	0.7303	0.0346	5.0231
Manufacturing primary goods exports /manufacturing production	:mexpP	726	0.7885	0.5533	0.0211	3.5393
Manufacturing intermediate goods exports /manufacturing production	:mexiP	726	1.8739	1.3867	0.0729	9.2165
Manufacturing final goods exports /manufacturing production	:mexfP	726	0.1811	0.3468	0.0011	2.3271
Manufacturing primary goods imports /manufacturing production	:mimpP	726	0.7431	0.6036	0.0496	3.9698
Manufacturing intermediate goods imports / manufacturing production	:mimiP	726	0.6306	0.3912	0.0489	2.7878
Manufacturing final goods imports /manufacturing production	:mimfP	726	1.5548	1.0002	0.1631	5.4279
Time trend dummy	time d	726	0.2727	0.4457	0	1

表 3 - 2 : 推定結果 (環境クズネツ曲線 (EKC) と貿易)

Variable	Model 0		Model 1		Model 2	
	FE 0	RE 0	FE 1	RE 1	FE 2	RE 2
X	3.254***	3.183***	2.949***	2.882***	3.483***	3.434***
X ²	-0.154***	-0.150***	-0.135***	-0.132***	-0.160***	-0.158***
mP			0.142***	0.142***		
mexP					-0.056	-0.051
mimP					-0.098***	-0.100***
Constant	-14.975***	-14.626***	-13.534***	-13.202***	-16.612***	-16.349***
F test	0		0		0	
Hausman test		0.1523		0.3487		0.4702
R ²	0.165		0.185		0.241	
Countries	22	22	22	22	22	22
Observation	726	726	726	726	726	726

Variable	Model 3		Model 4		Model 5	
	FE 3	RE 3	FE 4	RE 4	FE 5	RE 5
X	5.629***	5.395***	2.983***	2.936***	5.233***	4.995***
X ²	-0.266***	-0.255***	-0.132***	-0.130***	-0.239***	-0.229***
mexP			-0.027	-0.023		
mimP			-0.082***	-0.084***		
mexpP	0.102***	0.093***			0.138***	0.123***
mexiP	-0.056*	-0.039			-0.045	-0.028
mexfP	-0.018	-0.025			-0.021	-0.028
mimpP	-0.055***	-0.055***			-0.019	-0.021
mimiP	-0.410***	-0.390***			-0.401***	-0.379***
mimfP	0.278***	0.262***			0.253***	0.237***
time_d			-0.078***	-0.078***	-0.113***	-0.104***
Constant	-27.403***	-26.158***	-14.434***	-14.177***	-25.961***	-24.636***
F test	0		0		0	
Hausman test		0.0426		0.4891		0.0136
R ²	0.353		0.260		0.377	
Countries	22	22	22	22	22	22
Observation	726	726	726	726	726	726

* p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001

注 :

-FE は固定効果モデル (the fixed effects model) を意味し、RE は変量効果モデル (the random effects model) を意味する。

- 時間傾向ダミー変数 (time_d) を除く、すべての変数が対数値である。

(2) 二酸化炭素 (CO₂) の全排出量に対する製造業の総輸出額あるいは総輸入額のインパクト

表3-2のモデル2は、二酸化炭素 (CO₂) の全排出量 (overall CO₂ emissions) に対する製造業の総輸出額あるいは総輸入額の比率 (total manufacturing export or import ratio) のインパクトについてのパネル・データ回帰分析の推定結果を示している。貿易と関連付けた EKC モデルであるモデル2においては、国内の製造業の生産に対する製造業の輸出の比率 (the ratio of manufacturing export to domestic manufacturing production) は、有意なインパクトを示されなかった。しかしながら、国内の製造業の生産に対する製造業の輸入の比率 (the ratio of manufacturing import to domestic manufacturing production) は、二酸化炭素 (CO₂) の全排出量に対し、有意な負のインパクトがあることが示された。このことは、輸入構成効果 (the import composition effect) の存在を示唆しており、汚染逃避効果 (pollution haven effect) の可能性が認識される。

(3) 二酸化炭素 (CO₂) の全排出量に対する製造業の各生産段階における輸出額あるいは輸入額のインパクト

さらに、モデル3では、独立変数をより細分化している。製造業について、総輸出額及び総輸入額の代わりに、素材 (primary goods)、中間財 (intermediate goods)、及び最終財 (final goods) の各々の輸出額及び輸入額が独立変数として追加されている。

各生産段階の輸入に関し、国内の製造業の総付加価値に対する素材の輸入額の比率 (the ratio of primary goods import to total manufacturing domestic value added) は、国内の二酸化炭素 (CO₂) の総排出量に対し、有意な負のインパクトがあることが示された。加えて、国内の製造業の総付加価値に対する中間財の輸入額の比率 (the ratio of intermediate goods import to total manufacturing domestic value added) も、国内の二酸化炭素 (CO₂) の総排出量に対し、有意な負のインパクトがあることが示された。他方で、国内の製造業の付加価値に対する最終財の輸入額の比率 (the ratio of final goods import to total manufacturing value added) は、国内の二酸化炭素 (CO₂) の総排出量に対し、有意な正のインパクトがあることが示された。

しかしながら、各生産段階の輸出に関する結果は、輸入の結果とは異なっている。国内の製造業の総付加価値に対する素材の輸出の比率 (the ratio of primary goods export to total manufacturing domestic value added) は、国内の二酸化炭素 (CO₂) の総排出量に対し、有意な正のインパクトがあることが示された。対照的に、国内の製造業の総付加価値に対する中間財の輸出の比率 (the ratio of intermediate goods export to total

manufacturing domestic value added) と最終財の輸出の比率 (the ratio of final goods ratio to total manufacturing domestic value added) は、国内の二酸化炭素 (CO₂) の総排出量に有意なインパクトはなかった。

(4) 時間傾向

モデル4とモデル5において、時間傾向ダミー (the time trend dummy) は、二酸化炭素 (CO₂) の排出量に対して有意な負のインパクトがあることが示された。

3. 4 考察と結論

(1) 考察

本研究は、気候変動問題への国際社会の関心の高まりも考慮し、国内の大気汚染の改善、特にグローバルな汚染物質である二酸化炭素 (CO₂) の排出量の削減に対する、貿易 (輸入額及び輸出額) の効果を分析した。1997年の京都議定書の採択及び2015年のパリ協定の採択以降でさえ、各国にとって、二酸化炭素 (CO₂) を含む温室効果ガス (GHG) の総排出量を削減することは難しいように見える。しかしながら、二酸化炭素 (CO₂) の総排出量に占める製造業からの排出量の割合は、先進国では徐々に低下してきている (日本における部門別二酸化炭素 (CO₂) の排出量については、第1章を参照のこと)。加えて、製造業からの二酸化炭素 (CO₂) の排出の絶対量も先進国においては徐々に減少してきている。本研究は、先進国における二酸化炭素 (CO₂) の排出量の削減の決定要因を分析している。

結果は以下のとおりである。第一に、一人当たり国内総生産 (GDP per capita) は、全てのモデルにおいて、プラスであり、統計的に有意であった。加えて、一人当たり国内総生産の二乗項 (squared GDP per capita) は、全てのモデルにおいて、マイナスであり、統計的に有意であった。ある国が経済発展の初期の段階において、国内の平均所得が増加するにつれ、二酸化炭素 (CO₂) の排出量も増加する。ある国が経済発展の進んだ段階においては、国内の平均所得が増加するにつれて、二酸化炭素 (CO₂) の排出量は減少する。それゆえ、所得効果 (the income effect) が認められたと言える。本研究のこれらの結果は、一人当たり国民所得 (per capita income) と一人当たり二酸化炭素排出量 (per capita CO₂ emission) の間の逆U字型の関係を示した Cole (2004) などの先行研究の結果と整合的である。

第二に、国内総生産に占める製造業の割合 (the share of the manufacturing industry in

GDP) は、プラスで、統計的に有意であった。一方では、製造業の規模が拡大するにつれ、二酸化炭素 (CO₂) の排出量は増加する。他方で、製造業の規模が縮小するにつれ、二酸化炭素 (CO₂) の排出量は減少する。ゆえに、産業構成効果 (the industry composition effect) が認められたと言える。これらの結果は、国民総生産に占める製造業の割合 (the manufacturing share of GNP) が二酸化炭素 (CO₂) の排出に係る改善とプラスの関係があることを示した Cole (2004) などの先行研究の結果とも整合的である。

第三に、国内の製造業の生産額に対する製造業の総輸入額の比率 (the total manufacturing import ratio to domestic manufacturing production) は、マイナスで、統計的に有意であった。一方で、国内の製造業の生産額に対する製造業の総輸出額の比率 (the total manufacturing export ratio to domestic manufacturing production) は、統計的に有意なインパクトはなかった。ゆえに、輸入は国内の二酸化炭素 (CO₂) の排出量の削減を促進すると言うことができ、製造業の財の輸入が国内の製造業の生産を代替し得ることを示唆する。Suri and Chapman (1998) といった先行研究は、各国間の製造業の財の実際の動きが二酸化硫黄 (SO₂) に係る大気汚染の改善に効果があることを示したが、本研究は、製造業の財の国際的な動きが二酸化炭素 (CO₂) に係る大気汚染の改善に効果があることを示した。

第四に、素材の輸入額の比率 (the imports of primary goods ratio) と中間財の輸入の比率 (intermediate goods ratio) は、マイナスで、統計的に有意であった。一方で、最終財の輸入額の比率 (the import of final goods) は、プラスで、統計的に有意であった。生産工程のある段階 (素材 (primary goods) と中間財 (intermediate goods)) のオフショアリング (offshoring) は、国内の二酸化炭素 (CO₂) の排出量の削減にインパクトがあると推定される。一方で、最終財 (final goods) の輸入は、国内の消費を増加させることから、国内の二酸化炭素 (CO₂) の排出を増加させているかもしれない。言い換えれば、素材 (primary goods) の輸入の比率及び中間財 (intermediate goods) の輸入に係る比率についてマイナスの結果だったことから、先進国の製造業は、汚染集約的な生産工程のみを海外にアウトソーシング (outsourcing) していることが推定される。加えて、最終財 (final goods) の輸入に係る比率についてプラスだったことから、二酸化炭素 (CO₂) の排出量は、財の生産段階ではなく、消費財の消費段階で、増加していると推測される。これらのことは、生産段階の一部の輸入が、国内の生産に置き換わることにより、国内の二酸化炭素 (CO₂) の排出量が削減されていることを示唆するものであり、環境と経済に係る研究に対する本件研究の独自の貢献である。製造業の生産工程の国際的な分業 (fragmentation) が、国内の二酸化炭素 (CO₂) の排出量の改善

に影響を及ぼし得る。

第五に、素材の輸出の比率（the exports of primary goods ratio）は、プラスで、統計的に有意であった。一方で、中間財の輸出の比率（the export of intermediate goods ratio）と最終財の輸出の比率（the export of final goods ratio）は、統計的に有意でなかった。

最後に、京都議定書に見られるような国際社会による環境配慮の傾向を考慮するために、時間傾向ダミーを加えたが、全てのモデルで、時間傾向ダミーはマイナスで、統計的に有意であった。地球温暖化問題に対する国際的な関心の高まりや京都議定書の発効などの近年の傾向が、二酸化炭素（CO₂）の排出量の削減に貢献していることが、示唆される。

（２）結論

本研究では、二酸化炭素（CO₂）の排出量の削減に対する貿易（輸入額及び輸出額）のインパクトについて、拡大版の環境クズネッツ曲線（EKC）を用いて、検証した。所得効果（the income effect）に加えて、構成効果（産業構成効果（the industry composition effect）と貿易構成効果（the trade composition effect））についても、検討を行った。製造業について、実証分析の結果から、ほとんどのモデルで、所得効果（the income effect）、産業構成効果（the industry composition effect）、及び貿易構成効果（the trade composition effect）が存在することが示唆された。具体的に言えば、国内の製造業の生産は国内の二酸化炭素（CO₂）の排出量を増加させる一方で、製造業の財の総輸入は国内の二酸化炭素（CO₂）の排出量を削減し得る。さらに、輸入を生産工程ごとに細分化して分析すると、素材（primary goods）の輸入と中間財（intermediate goods）の輸入は国内の二酸化炭素（CO₂）の排出量を削減し得る。ただし、グローバルな汚染物質についての汚染逃避効果（the pollution haven effect）や炭素リーケージ（carbon leakage）が認識されたが、国内の二酸化炭素（CO₂）の排出量の削減に対するインパクトは小さい。

先行研究と比較し、本研究は、二酸化炭素（CO₂）について貿易との関係において環境クズネッツ曲線（EKC）の実証分析のために、輸入及び輸出を3つの段階（素材（primary goods）、中間財（intermediate goods）、及び最終財（final goods））に細分化した点で、独自性がある。本研究の結果が、環境に対するグローバル化された経済活動のインパクトを理解するための一助となり、より良い環境経済政策を発展させるために貢献することができることを願う。

今後は、個別の国についてのさらなる研究が、経済と環境の関係を解明するために役立つだろう。特定のケース・スタディが、環境に対する貿易のインパクトをよ

り明確にするための一助となり、経済発展と調和した低炭素社会の追求を促進させる
だろう。

第4章 日本の対外直接投資についての汚染逃避仮説（PHH）に係る実証分析－環境規制が汚染集約産業の立地決定に及ぼす影響－

4.1 はじめに

グローバル化する世界の中で企業の経済活動は国境を越えており、企業活動のグローバル化に対応した政府レベルでの様々な国際協調の取組が行われている。しかし、依然として国民国家は厳然と存在し、国毎の様々な相違は、環境規制や環境対策においても見られ、経済活動が完全にフラットになることはない。本研究では、国毎の環境規制の厳しさの違いが企業の投資活動にどのような影響を及ぼしているのかについての一側面について、検討する。

環境規制の厳しさの程度が企業立地に及ぼす影響については、Jaffe et al. (1995)のように古くは米国内における州毎の環境規制の相違が製造業に及ぼす影響について研究されてきた。近年では企業活動のグローバル化を背景に国毎の環境規制の厳しさの相違が多国籍企業の活動、特に汚染集約度の高い製造業に及ぼす影響についての研究がなされている。米国では、環境保護のために国内の環境規制を強めることで、米国経済の国際競争力が低下するのではないかと考える政治的な懸念もあったことを背景に、経済学的な視点から環境規制が経済へ及ぼす影響について様々な分析がなされてきた¹⁰。

ある国や地域で環境政策が強化されると、汚染産業はより環境規制の厳しくない国や地域へ移動するという汚染逃避（pollution haven）の考え方に代表されるようなことが、現実に起こっているのか、実証的研究が多くなされている。汚染逃避仮説（pollution haven hypothesis）は、企業、特に多国籍企業が高税率の国から低税率の国へ逃避する租税逃避（tax haven）の考え方になぞらえて、汚染産業に従事する企業が厳しい環境規制の場所や国を忌避し、環境規制が厳しくない場所や国へ移動すると考える仮説である¹¹。政策的には、もし汚染逃避が起こるならば、投資を誘致したい産業に対する

¹⁰ 日本でも、『平成26年版環境白書』（第2部第6章 p.337）において、2013年7月の環太平洋パートナーシップ協定（TPP）の交渉の環境分野における議論で、貿易・投資促進のために環境基準を緩和しないこと、環境規制を貿易障壁として利用しないことなどについて、意見交換を行った旨記載されており、特に途上国において投資呼び込みのために環境規制を緩和するのではないかとという所謂「底辺への競争」（race to the bottom）への懸念があることが示されている。

¹¹ Mulatu et al. (2010)では、汚染逃避仮説とは、環境規制の変化により、汚染財の生産を厳しい環境規制の国から厳しくない環境規制の国へ移動させるとする仮説としている。また、Taylor (2005)では、汚染逃避仮説（pollution haven hypothesis）と汚染逃避効果（pollution haven effect）を区分して

環境規制を緩くするという「底辺への競争」(race to the bottom)が生じるだろう。

一方で、日本の経済界は、日本経済団体連合会（経団連）が中心となり、自主的に環境保全の取組を行っている。経団連に加盟している企業は、国内であれ海外であれ、コンプライアンスを踏まえた経済活動を行っている可能性もあると考えられる。

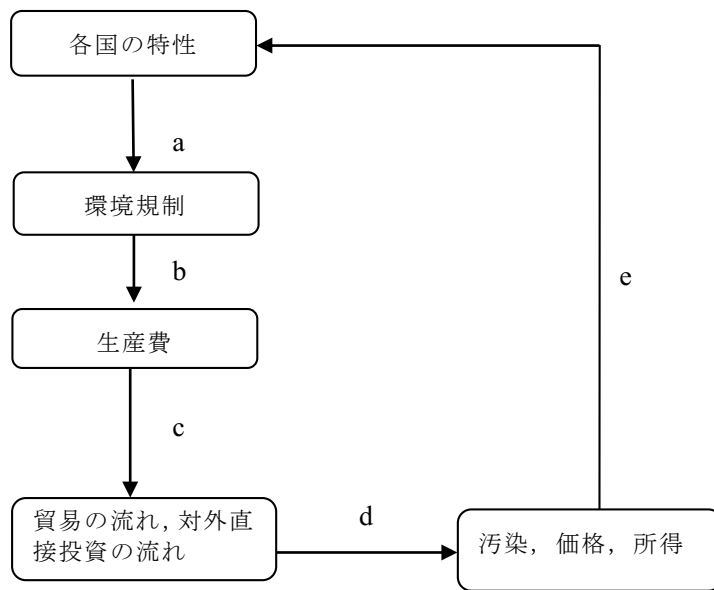
本研究では、日本の製造業の対外直接投資のうち、汚染集約産業と考えられる3業種（パルプ・製紙産業、化学・医療産業、鉄・非鉄・金属産業）に焦点を当て、日本と特に経済関係の強い北米、アジア大洋州、欧州の計24カ国・地域への投資（2006年～2016年）が、投資国・地域における環境規制の厳しさの程度に影響を受けているのか否かにつき、実証分析する。

4. 2 主な先行研究における汚染逃避に係る説明

（1）汚染逃避のロジック

Taylor (2005)を参考に、厳しい環境規制が汚染集約産業を環境規制の厳しくない場所へ逃避させるとする汚染逃避のロジックをレビューする。まず、各国のそれぞれの国家や社会としての特性が、各国の環境規制の厳しさの程度を決める（図4-1のa）。次に、環境規制の程度は、利潤最大化を目的とする企業にとり、生産費の増減に影響する（b）。製造業の企業の生産費の変化が、財の貿易の流れや対外直接投資の流れに影響をもたらす（c）。更に、貿易や投資の流れの変化が、汚染量、財の価格、所得に影響する（d）。そして、汚染量、財の価格、所得は、めぐりめぐって、各国の国家としての特性に影響する（e）。

いる。前者の汚染逃避仮説とは、貿易障壁の削減により、汚染集約的な産業は厳しい環境規制の国から厳しくない環境規制の国へ移動するとする仮説としている。後者の汚染逃避効果とは、環境規制が強化されることで汚染財の生産が逃避するときに起こる効果であるとしている。汚染逃避仮説が成り立つ前提として汚染逃避効果が確認されなければならないとしている。



(出所) Taylor(2005)より筆者作成。

図 4-1 汚染逃避のロジック

まず、aのリンクについて、国の特性とは、一国の経済発展段階（先進国、新興国、開発途上国）等であり、経済発展段階の違いにより、市民の環境への意識も成熟したものであったり、あるいは、環境意識が低かったりする。その結果、環境意識が高い市民が多い民主国家では、市民の意見が環境規制の制定や運用にも反映され、厳しい環境規制となる。反対に、経済発展段階が相対的に低い段階では、高度経済成長時代の日本がそうであったように、経済を発展させることに精一杯で、環境へ配慮する余裕もなく、その結果、環境規制の制定はおざなりにされる、あるいは、形式的には環境法が制定されても、その実効性は低く、公害問題が発生する。

次に、bのリンクについて、環境規制が厳しくなると、製造業、特に汚染集約的な産業においては企業が環境対策のための設備導入費用等のコストを負担することになり、その結果、製品に費用を上乗せすれば、財の価格が上昇する。（逆に、環境規制が緩くなると、企業は環境対策の費用を負担する必要がなくなり、汚染を垂れ流すかもしれないが、生産費を低く抑えることができる¹²。無論、環境規制と企業の国際競争

¹² 環境規制が厳しくなることで発生する費用については、企業側にかかる費用以外に、行政側にかかる費用もある。Jaffe et al. (1995)では、環境規制により生じる様々な費用について、詳細に論じている。政府側の行政費用として、環境規制の制定にかかる行政コスト、モニタリングや執行のための行政コストを上げている。企業側にかかるコストとして、規制順守費用（資本支出、オペレーション上の支出）、その他直接費を上げている。その他、環境規制が厳しくなったことで、逆に正の効

力の関係に関する経営学的視点からの仮説であるポーター仮説が説くように (Porter and Linde (1995))、適切に設計された環境規制は、企業における費用逓減・品質向上につながる技術革新を刺激し、企業は生産性を向上させ、その結果、数十年の中長期的期間を考えれば、国内企業は国際市場において競争上の優位を獲得すると考えることも論理的可能性としては排除できない。c のリンクについて、生産費が増加したことにより、製品にコストが上乘せされ、財の価格が上昇すると、国際市場においては国内製造の財の相対価格が上昇する。国際貿易において、他国で生産された財と比べ、国内で生産された財の相対的な比較優位が失われ、その結果、国内生産財の輸出量は減少し、相対的に安くなった他国生産財の輸入量が増加する。統計的には、環境規制が厳しくなった場合に、汚染集約的な産業の財の輸出量の減少、輸入量の増加という結果がもたらされることが立証されれば、汚染逃避仮説が妥当すると言えるだろう。あるいは、もっと中期的には、輸出量が減少することで、企業の売上げが減少し、利潤総額も減少した場合、企業は市場での生き残りをかけて、工場を他の場所に移動させるかもしれない。その場合、汚染産業の企業は、環境規制の厳しくない地域や国に投資を増やすことになる。統計的には、環境規制が厳しくなった場合に、環境規制がより緩い地域や国へ、汚染産業の対外直接投資が増加していることが立証されれば、汚染逃避仮説が妥当すると言える。

d のリンクについて、貿易パターンが変化することで、国内の汚染産業が海外へ逃避すれば、国内での汚染物質の排出量が減少し、工場が移転した環境規制の緩い場所での汚染物質の排出量が増加するし、また、国内の生産が減れば国内総生産が減少し、あるいは、財の需給バランスが財の国際価格にも影響する。

(2) 汚染逃避に関連する実証的な先行研究

米国を対象とした研究である List and Co (2000)は、米国内の州毎の環境規制の違いが、海外の多国籍企業の新しい工場立地決定にどのような影響を及ぼしているかについて、他の要因（州の産業集積度、賃金率、製造業における労働組合の加入率等）と比較しつつ、1986年～1993年の期間について分析し、立地選択と州の環境規制の間には相関関係が見られたことを示している。Levinson and Taylor (2008)は、米国の環境規

果がもたらされ、製造業の工場の従業員の健康が改善し、社会保険費用が減少するといった社会的厚生を増大により費用が削減される可能性についても言及している。本稿では、環境規制が企業にもたらす負の効果について焦点を当てているので、それ以外の正の効果については、分析の対象から外している。

制がカナダ及びメキシコとの貿易に及ぼす影響を、1977年～1986年の製造業について分析し、汚染処理費用が最も増大した産業で純輸入額が最も増大したことを示している。

本研究が対象とする日本の対外直接投資に関連する研究としては、Kirkpatrick and Shimamoto (2008)が、投資受入国の環境規制（代理変数は5つの環境条約¹³の締結状況）が1990年代の日本の対外直接投資の決定に影響を与えているのかどうかにつき、他の要因（市場規模の代理変数としての国民総生産、労働コストの代理変数としての一人当たり国民総生産、距離）と比較しつつ、汚染集約産業（鉄鋼産業、非鉄金属産業、化学産業、製紙・パルプ産業、非鉄製品産業）を対象に汚染逃避仮説を検証し、結果として、同仮説は支持されず、むしろ日本の対外直接投資は透明性の高い安定した環境規制のある国に引き付けられているという結果を示した。さらに、日本の対外直接投資に一部言及している研究として、Dean et al. (2004)が、立地決定モデルに企業の生産及び汚染処理決定要因を組み込んで、1993年～1996年の中国における海外からの直接投資について分析し、緩い環境規制の地域では香港、マカオ、台湾、東南アジア諸国からの投資が多く、一方で、米国、英国及び日本といった先進国からの投資は厳しい環境規制の地域に引き付けられていると結論付けた。

以上の他、欧州を対象とした研究として、Mulatu et al. (2009)が、西欧諸国を中心とする欧州¹³カ国における環境規制と産業立地の関係について、環境規制以外の要因（技能労働者の豊富さ、R&Dの豊富さ等）と比較しつつ分析し、汚染逃避効果は存在し、他の産業立地要因と同じように一定の効果が見られ、特に汚染集約度がかなり高い産業で立地への負の効果があると結論付けている。一方で、Raspiller and Riedinger (2008)は、フランス企業の対外直接投資について分析を行った結果、環境規制は統計的にも経済的にもフランス企業の立地行動の重要な要因とはなっていないことを示している。

上記のように、先行研究においては、日本や欧米諸国からの対外直接投資の立地と環境規制の関係について分析を行っているが、結果は一定していない。2000年代に入り、国際的な環境保護の機運が高まり、経済界での環境保護の取り組みも進んでいる。

¹³ 気候変動枠組条約（1994年発効、署名国数165か国、締約国数197か国）、オゾン層保護のためのウィーン条約（1988年発効、署名国数28か国、締約国数197か国）、オゾン層を破壊する物質に関するモントリオール議定書（1989年発効、署名国数46か国、締約国数197か国）、海洋法に関する国際連合条約（1994年発効、署名国数157か国、締約国数168か国）、生物の多様性に関する条約（1993年発効、署名国数168か国、締約国数196か国）（締約国数は2017年12月現在の数）。

先行研究においては、2000年代以降についての分析が十分蓄積されていないとの課題があり、本研究ではそのような環境保護の高まりを見せる 2000年代以降について新たに分析を行うという意義がある。

4. 3 日本の対外直接投資

(1) 日本の対外直接投資の概観

日本の対外直接投資残高を表4-1に示した。日本の投資残高は、2013年末で117兆7,265億円に達しており、その内の約47%の54兆9,776億円が製造業での投資である。地域別の割合は、製造業のみで、アジア36.8%、欧州27.5%、北米27.1%、中南米4.7%、大洋州2.9%、中東0.8%、アフリカ0.3%である。

表4-1 対外直接投資残高(2013年末)

	(単位：億円)		
	合計	製造業 (計)	非製造業 (計)
北米	366,921	148,904	218,017
アジア	326,945	202,370	124,575
欧州	287,701	151,076	136,625
中南米	115,195	25,707	89,488
大洋州	62,192	15,805	46,387
中東	5,582	4,420	1,163
アフリカ	12,726	1,494	11,232
全世界	1,177,265	549,776	627,489

(出所) 日本銀行統計より筆者作成。

(2) 製造業の海外生産比率の増加

日本の製造業の海外生産比率は、年々増加している。内閣府(2014a)によると、海外現地生産比率(実数値平均)の「平成24年度実績」は20.6%で、前年度実績(17.2%)に比べて上昇した。また、「平成25年度実績見込み」は21.6%、「平成30年度見通し」は25.5%と、さらに上昇する見通しであるとされている。

そして、企業が海外に生産拠点を置く理由として、内閣府のアンケート調査の結果(平成25年度実施結果)によると、製造業全体で、「現地・進出先近隣国の需要が旺盛または今後の拡大が見込まれる」が50.8%で、次いで「労働力コストが低い」が19.1%となっている。本研究が分析対象とする環境規制の準拠費用は、「資材・原材料、製造工程全体、物流、土地・建設等のコスト」に含まれると考えられるが、その割合は7.5%

となっている¹⁴。

4. 4 パネル・データ分析①

(1) 分析の枠組み

投資受入先の環境規制が、日本の製造業(汚染集約産業と考えられる3業種に限定)の対外直接投資の決定要因となっているのかどうかについて計量的に分析するため、時系列(2006年~2016年)及びクロス・セクション(北米、アジア大洋州、欧州)のデータを含め、各業種別にパネル・データ分析を行った¹⁵。上記4.3で見た通り、我が国の対外直接投資の大部分が北米、アジア太平洋、欧州であることから、これらの諸国のデータを本研究の分析で使用した。分析に用いた重回帰方程式は以下のとおりである。まず、環境規制以外のコントロール変数として、Kirkpatrick and Shimamoto (2008)が用いている3つの変数(Market Size、Wage、Distance)のみのモデルで分析し、次にそれ以外のコントロール変数(Corruption、Tax、EPA、Agglomeration)を追加したモデルで分析した。

$$\begin{aligned} \text{FDI}_{it} = & \alpha + \beta_0 (\text{ER})_{it} + \beta_1 (\text{Market Size})_{i,t} + \beta_2 (\text{Wage})_{i,t} \\ & + \beta_3 (\text{Corruption})_{i,t} + \beta_4 (\text{Tax})_{i,t} + \beta_5 (\text{EPA})_{i,t} + \beta_6 (\text{Agglomeration})_{i,t} \\ & + \beta_7 (\text{Distance})_i + \varepsilon_{i,t} \end{aligned}$$

FDI：対外直接投資残高¹⁶

ER：投資受入国の環境規制、Market Size：市場規模、Wage：賃金、Corruption：汚職指数、Tax：法人税率、EPA：経済連携協定の有無、Agglomeration：産業集積、Distance：

¹⁴ 統計法に基づき、東京・名古屋の証券取引所第一部及び第二部に上場する全企業(約2,500社)を調査対象として、毎年実施されている。(内閣府(2014b))

¹⁵ Kheder and Zugravu (2008)が指摘するように、汚染逃避に関する多くの先行研究では計量分析のモデルについて確固としたものがないのが現状であり、使用されるモデルは研究により様々である。例えば、右のような指摘をしているKheder and Zugravu (2008)自体は、新地理経済学のモデルを使用し分析を行っている。また、Javorcik and Wei (2003)は、企業レベルでの投資の有無につき、プロビット・モデルを使用し、どのような要因の時に企業が投資を行うかを分析している。

¹⁶ 被説明変数については、本研究においては、国単位のデータを用いた分析を行っており、被説明変数として対外直接投資残高(ストック)を使用しているが、代わりに年毎の対外直接投資(フロー)を使用することも考えられるが、前年に大型投資を行った場合には次の年に投資を行わないなど、年ごとに投資の金額に凹凸が見られることもあるため、ストックのデータを使用した。なお、企業単位のデータを用いた分析の場合には、ロジスティック重回帰分析モデルのように、被説明変数にダミー変数のような二項変数を使用し、新規投資を行う場合は1、行わない場合には0を取るような設定の仕方も考えられる。

距離、 α 、 $\beta_0 \sim \beta_7$ ：定数； ε ：誤差項

また、環境規制については、下記で詳述するとおり、Kirkpatrick and Shimamoto (2008)と同様の方法で計算した数値のほか、修正版の数値でも分析を行った。

さらに、企業は投資決定に際し前年以前の状況を参考にすることもあり得る考えられることから、 t 期の被説明変数に対して $(t-2)$ 期の各説明変数を用いるモデルでも分析を行った。

(2) データセット

<日本の対外直接投資>

対外直接投資について、日本銀行統計¹⁷を用い、投資受入国への投資残高を使用した。

時系列のデータについては、先行研究¹⁸が1990年代のものを既に分析していることから、本研究では、データの利用可能性も考慮し、2006年～2016年の近年のデータを使用した。クロス・セクションのデータは、北米、アジア大洋州、欧州の24カ国・地域¹⁹を分析対象とした。

製造業のうち、Copeland and Taylor (2004)と Kirkpatrick and Shimamoto (2008)を参考に汚染集約産業と考えられる業種を特定し、日本銀行の統計で3業種(木材・パルプ、化学・医療、鉄・非鉄・金属産業)を本研究の分析の対象とした。

<環境規制>

環境規制の程度を計る際に、国毎に異なる法制度をどのように数値化するかは重要

¹⁷ 日本銀行の統計は、対内・対外直接投資について、「直接投資残高の主たる基礎資料は、海外への出資残高または海外からの出資受入れ企業の資本金が10億円以上である先から年1回提出される『対外直接投資に係る外国人の内部留保等に関する報告書』及び『対内直接投資等に係る本邦の会社の内部留保等に関する報告書』」に基づき作成されている。

¹⁸ Dean et al. (2004) は、立地決定モデルに企業の生産及び汚染処理決定要因を組み込んで、1993年から1996年までの中国における日本を含む海外からの直接投資について分析している。また、Kirkpatrick and Shimamoto (2008)は、1992年から1997年までの日本等の対外直接投資について分析している。

¹⁹ アメリカ合衆国、カナダ、中国、香港、韓国、シンガポール、タイ、インドネシア、マレーシア、フィリピン、ベトナム、インド、オーストラリア、ニュージーランド、ドイツ、イギリス、フランス、オランダ、イタリア、ベルギー、ルクセンブルク、スイス、スウェーデン、スペインの24カ国・地域のデータを用いた。なお、香港については、国家ではなく独自に条約を批准することはできないため、環境関連条約の批准状況に基づく環境規制の緩急の代理変数は中国と同一の数値を用いたが、対外直接投資等の他の変数の数値は香港単独の数値を用いた。

であるが、一国内でも様々な環境規制があり、更に、国毎に規制の度合いも異なるものを定量的に示すのは容易ではない²⁰。

先行研究では、例えばJavorcik and Wei (2003)²¹が、代理変数として環境持続性指標（ESI: Environmental Sustainability Index）及び環境パフォーマンス指標（EPI: Environmental Performance Index）を用いている。ESI及びEPIは、イェール大学とコロンビア大学が開発し、環境について多角的に評価した指標である。ESIが2000年に既に発表されていたが、このESIについて環境に特化した改良がなされ、2006年以降はEPIとして2年毎に発表されている。しかし、環境パフォーマンス指標は事後の業績を示すものであり、規制自体を示す指標として使用するには問題がある。

本研究では、日本の対外直接投資に関する先行研究であるKirkpatrick and Shimamoto (2008)が用いている各国の環境関連条約の締結状況に基づく環境規制の緩急の指標を使用した。具体的には、環境規制の代理変数として5つの環境関係条約（国連気候変動枠組条約、オゾン層の保護に関するウィーン条約、モントリオール議定書、国連海洋法条約、生物多様性条約）を用い、条約に参加している期間が長くなれば長くなるほど国内の規制が強化されると仮定し、点数が累積するとして計算を行っている。例えば、1992年以前の5年間条約に参加していれば、6点得られるとしている。各国は条約を締結することで国内法上の措置を取ることが義務付けられることになる。但し、気候変動枠組条約については「締約国の共通だが、差異ある責任」が定められており、温室効果ガスの削減にかかる負担が先進国と途上国では異なり、締約国の中でも先進国のほうが重い義務が課され、国内において同条約で課された義務を達成するためのより厳しい環境基準を設定することが求められる。また、オゾン層の保護に関するウィーン条約やモントリオール議定書についても途上国は規制対象物質の削減の期限が先進国よりも遅く設定されている。そこで、本研究では、Kirkpatrick and Shimamoto (2008)の用いた環境規制の計算方法を用いた場合に加え、条約上の義務が相対的に軽いと考えられる途上国の環境規制を便宜的に先進国の半分として計算した場合につい

²⁰ Brunel and Levinson (2013)は、主な先行研究で使用されている環境規制の厳しさの程度を測る指標を纏めている。環境規制の厳しさの程度を測る指標として、これまでの研究では、民間部門の汚染処理費用、1ガロンのガソリンに含まれる鉛の量、環境関連条約、規制を受ける企業についての調査（世界経済フォーラム（WEF）の指標）、汚染物質の排出量、エネルギー使用量、公的部門の環境関連支出と様々である。

²¹ Javorcik and Wei (2003)は、分析対象として環境規制の緩急が様々であるということで東欧諸国を選んでおり、OECD諸国から東欧諸国への直接投資が環境規制に影響を受けているかを分析し、汚染産業からの対外直接投資が環境規制の緩い国に引き付けられているという証拠は見当たらないという結論に達している。

ても、計量分析を行った。

そのほか、ドイツの対外直接投資のケースを扱っている Wagner and Timmins (2009) では、環境規制の代理変数として世界経済フォーラム (WEF) が実施している経営者意見調査 (the Executive Opinion Survey) に基づいて発表されている環境規制緩急指標²²を用い分析した結果、ドイツの化学産業で汚染逃避効果があることを確認している。また、Kalamova and Johnstone (2011)や Rivera and Oh (2013)でも、WEF の指標を用いている。確かに、Wagner and Timmins (2009)が指摘するように、世界経済フォーラム (WEF) の環境規制緩急指標の利点としては、カバーしている国が多いこと、実際に投資を判断する経営者の意見が反映されていることがあげられる。一方で、経営者意見調査に参加する経営者が毎年一定ではなく、また、経営者の主観的な判断に基づくことから、環境規制の緩急を客観的に示す指標となりえるかどうかは疑問も残る。

なお、本研究で念頭に置く環境規制は、投資受入先における環境規制を想定し、進出した製造業が環境汚染の防止のための対策をとることが義務づけられるような場合を想定する。

<市場規模>

市場規模は、投資受入国が生産拠点としてだけでなく、製品の消費地として、投資決定に影響を与え得る要因として導入した。市場規模の代理変数として、先行研究では、Wagner and Timmins (2009)が GDP (current US\$)を用い、Kirkpatrick and Shimamoto (2008)が GDP (constant 1995 US dollars)を用いている。本研究では、被説明変数の対外直接投資額が物価調整した額でないことから、GDP (current US\$)を用いた。

<労働コスト>

労働コストは、生産過程における費用となりうる要素で、企業が対外直接投資を決定する際の重要な要因になり得る。労働コストの代理変数として、先行研究では、Smarzynska and Wei (2001)及び Kirkpatrick and Shimamoto (2008)が一人当たり GDP を用いている。本研究では、一人当たり GDP (current US\$)を用いた。

²² 世界経済フォーラム (WEF) の 2012 年版のグローバル競争力報告書 (The Global Competitiveness Report) (2.1) の中で、環境規制にかかる体制の指標 (the environmental regulatory regime index) と一人当たり国内総生産 (GDP per capita) の関係について、正の関係がみられることを分析している。

<その他の説明変数>

その他、対外直接投資の決定要因となり得るものとして、汚職（透明性）、法人税率、経済連携協定の有無、産業集積、距離を説明変数として回帰式に導入した。

環境規制の厳しさの程度を測る際には、環境法が制定されていることと、その制定された環境法が執行力のある運用をされていることは、必ずしも同じではないことに留意する必要がある。特に、開発途上国では、環境法が制定されていても、政府による執行力や執行にかかる意思が欠落していることがある。Javorcik and Wei (2003)でもそのことが指摘され、執行力の強弱を測る指標として、汚職指標（Corruption Perceptions Index）²³を用いている。本研究でも汚職指標を導入した。なお、スコアは 0～10 で、大きくなるほど透明度が高いことを意味する。但し、2012 年から 100 点満点での発表となっているが、分析に際して 2011 年以前のデータと整合性を持たせるため、10 点満点に換算し直した。

法人税率は、生産過程における費用となりうる要素で、企業が対外直接投資を決定する際の重要な要因になり得る。

経済連携協定が投資国との間で締結されていれば、関税が下がる等の効果が見込まれ、投資促進に貢献し得る可能性もありえる。本研究では、二国間投資協定が発効した年以降を 1 とするダミー変数を導入した²⁴。

産業集積も投資判断の判断材料となりえる。本研究では、産業集積の代理変数として、Wagner and Timmins (2009)と同様に、外国から流入する直接投資の総額（日本からの投資だけではなく、外国から投資受入国に流入する投資の総額）を使用した。

<各説明変数の予想される符号条件>

各説明変数について、予想される符号条件及び根拠は以下のとおりである。

まず、環境規制について、先行研究では日本の対外直接投資が緩い環境規制に引き付けられているという研究²⁵もあれば、逆に、厳しい環境規制に引き付けられている

²³ 国際的な NGO であるトランスペアランシー・インターナショナル（Transparency International）が発表している。汚職指標は、数値が高くなる程、政府の透明性が高いことを示す。

²⁴ 本研究では経済連携協定の締結の有無をダミー変数として加えたが、経済連携協定の締結の有無に係るダミー変数の代わりに、関税率をコントロール変数として加える分析もあり得ると考えられる。但し、物品ごとの関税率が異なることもあり、モデルが複雑となることから、本研究では関税率ではなく経済連携の有無に係るダミー変数を用いた。さらに、経済連携協定の締結の有無に係るダミー変数と関税率の両方をコントロール変数として導入することは、互いに類似する変数であると考えられ、多重共線性の問題が生じる恐れもあることから、本研究では経済連携協定の締結の有無に係るダミー変数のみを用いている。

²⁵ Friedman et al. (1992) は、1977 年～1988 年までの米国内における海外からの投資による工場立

とする研究²⁶もあるが、先行研究が分析の対象とする期間が異なる。投資元企業の本社が所在する国が経済的に成熟するにつれ、企業経営のあり方も環境に配慮した形へと成熟していく結果、対外直接投資を行う際にも、程度の差はあれ、環境に配慮するようになるということもあり得よう。日本の場合、経団連環境自主行動計画の存在を考慮すれば、日本企業は海外でもある程度環境への配慮を行うと考えられる。

いずれにせよ、他の投資決定要因との相対的關係によって、環境規制が投資決定にどのような影響を及ぼすかも異なってくると考えられ、一概に負になる（この場合、汚染逃避効果があると言える）、あるいは、正になる（この場合、汚染逃避効果が否定される）のうち、どちらになるかは断定できない。従って、本研究の分析対象である2006年～2016年の日本の対外直接投資についても、どちらの結果もあり得よう。

市場規模について、市場規模が大きくなれば、製品の消費地としての魅力が増すことから、投資が増えると予想される。

労働コストについて、単純労働であれば、安価な労働力のほうが選好されると考えられ、賃金が高くなれば投資に負の効果があると予想される。

汚職指標について、先進国の企業の場合、特に海外に進出する大企業は、広報的観点や株主対策の観点から、コンプライアンスへの配慮を行っており、汚職が蔓延る不透明な行政が行われているような国や地域への投資を忌避することが考えられる。よって、汚職指標が高くなるほど（透明性が高くなるほど）、投資が増えると予想される。

法人税率について、各国政府が投資を呼び込むために優遇税制を採用することが実際にあることから、法人税が高くなれば投資に負の効果があると予想される。

産業集積について、被投資国・地域で産業集積が進めば、既に取り先が進出している等の理由で投資し易いと考えられる。但し、サプライチェーンのグローバル化は、製造業の中でも一般機械器具、電気機械器具、輸送機械器具、精密機械器具などの組

地の決定が環境規制に影響を受けているかを分析しており、結論として、概ね、環境規制は海外企業の工場立地に影響を及ぼしていないとしている。しかし、例外的事例として、日本企業のみ新規で工場建設を行う際に環境規制にマイナスの影響を受けているとしている。このことは、Jaffe et al. (1995)でも、言及されている。

²⁶ Dean et al. (2004) では、中国の省毎の環境規制の緩急が対外直接投資に及ぼす影響を分析しており、米国、英国、及び、日本からの投資は厳しい環境規制の省に引きつけられる傾向を示しているが、一方で、香港、マカオ、台湾、及び他の東南アジアの途上国から投資は緩い環境規制の省に引き付けられているとの実証分析結果を示している。また、Kirkpatrick and Shimamoto (2008)では、1990年代の日本の対外直接投資は、透明性の高く安定性のある環境規制の国に引き付けられていることを示している。

立型産業で進んでおり、これらの産業の方が産業集積の有無に反応し易いと推測されるが、本研究は汚染集約産業である3業種（木材・パルプ、化学・医療、鉄・非鉄・金属）であり、どれだけ産業集積が対外直接投資の判断材料となるかは不確かである。

経済連携協定について、協定が発効していれば、投資が促進される可能性がある一方で、先進国よりも、途上国の方が投資にかかる法的保護が不十分な場合もありえることから、政府が二国間の経済関係の強い諸国のうち先進国との間よりもASEAN諸国などの途上国との投資協定締結を優先させている面もありえるため、経済連携協定の有無が投資促進にどの程度影響があるかは不確かである。実際に、日本が締結している経済連携協定は、2016年の時点で、ASEAN諸国やインドなどの途上国以外では、スイスとオーストラリアとの間の協定が発効しているのみである。

距離について、距離が遠くなれば、輸送コストが高くなることから、投資も減ると予想される。

以上の説明を表4-2にまとめて示した。

表4-2 説明変数の定義及び予想される符号条件（パネル・データ分析①）

説明変数	定義	出所等	予想される符号条件
ER/ ER_revised	環境規制緩急/ 修正版環境規制緩急	国際連合の条約批准状況に関する情報（United Nations Treaty Collections）を基に計算した。	-/+/ 影響なし
Market size	市場規模 （代理変数として GDP(current US\$)を使用した。）	世界銀行 (World Development Indicator)	+
Wage	労働コスト （代理変数として一人当たり GDP(current US\$)を使用した。）	世界銀行 (World Development Indicator)	-
Corruption	汚職（透明性）	Transparency international (注)透明性が高いほど数値が高い。	+
Tax	法人税率	KPMG	-
EPA	経済連携協定（ダミー変数）	経済産業省 (注) 二国間の経済連携協定が発効した年以降を1とするダミー変数を用いた。	+/ 影響なし
Agglomeration	産業集積 （代理変数として投資受入 国の投資受入総額（ストック）を使用した。）	国連貿易開発会議（UNCTAD Stat）	+/ 影響なし

Distance	距離 (東京と各投資受入国の首都との間の距離)	カシオ電子 (Casio Keisan)	—
----------	----------------------------	----------------------	---

なお、本研究において使用したデータは 2006 年～2016 年の 24 か国・地域のデータであるが、日本銀行が公表している業種ごとの対外直接投資のデータに部分的に欠損値が存在するため、本研究の分析に際して欠損値は落とし、業種ごとの均衡データ (balanced data) として分析を行った。業種ごとに使用した分析データの記述統計は表 4-3 のとおりである。各説明変数間の相関がないことについては、VIF (Variance Inflation Factor) (分散拡大要因) の値が 10 よりも小さい値となっていることを確認済みである²⁷。

²⁷ 多重共線性の問題の有無を確認するための VIF については、第 3 章 (46 頁) の注 8 のとおり。

表 4 - 3 記述統計 (パネル・データ分析①)

< 木材・パルプ産業 >

Variable	Mean	Std. Dev.	Min	Max	Observations
FDI_lumber	340.1422	522.8996	-2.597657	3012.392	N = 194
ER	91	19.44622	42	127	N = 194
ER_revised	73.07474	28.07924	24.5	125	N = 194
Market size	2.19E+12	3.86E+12	4.24E+10	1.86E+13	N = 194
Wage	34082.27	27879.56	792.0259	119225.4	N = 194
Corruption	6.274227	2.294521	2.3	9.6	N = 194
Tax	27.8484	5.760578	16.5	40	N = 194
EPA	0.314433	0.4654909	0	1	N = 194
Agglomeration	667617	973367.4	16914	6391293	N = 194
Distance	7304.31	3114.097	1152.302	11157.42	N = 194

< 化学・医療産業 >

Variable	Mean	Std. Dev.	Min	Max	Observations
FDI_chemicals	3254.324	7337.332	0	49767.88	N = 228
ER	90.92105	18.45754	42	127	N = 228
ER_revised	73.47149	27.40298	24.5	125	N = 228
Market size	2.13e+12	3.59e+12	6.64e+10	1.86e+13	N = 228
Wage	30286.64	21049.39	792.0259	88415.63	N = 228
Corruption	6.258333	2.253684	2.3	9.6	N = 228
Tax	27.90167	5.868764	16.5	40	N = 228
EPA	0.3026316	0.4604079	0	1	N = 228
Agglomeration	687418.5	906616.3	16914	6391293	N = 228
Distance	6913.997	3191.35	1152.302	11157.42	N = 228

< 鉄・非鉄・金属産業 >

Variable	Mean	Std. Dev.	Min	Max	Observations
FDI_iron	1237.584	2126.301	-93.45313	12799.05	N = 224
ER	90.72768	18.70905	42	127	N = 224
ER_revised	72.96652	27.48036	24.5	125	N = 224
Market size	2.14e+12	3.61e+12	5.32e+10	1.86e+13	N = 224
Wage	31526.56	23848.41	792.0259	113625.1	N = 224
Corruption	6.25	2.283063	2.3	9.6	N = 224
Tax	27.54085	5.931676	16.5	40	N = 224
EPA	0.3258929	0.4697572	0	1	N = 224
Agglomeration	686458.1	914706.2	16914	6391293	N = 224
Distance	6905.772	3226.451	1152.302	11157.42	N = 224

< 対外直接投資の年毎の平均値 >

(単位) 億円

year	lumber	chemicals	iron
2005	173	1791	597
2006	155	1954	609
2007	243	2407	778
2008	212	2186	618
2009	292	2447	749
2010	266	2613	821
2011	298	2499	1072
2012	336	2960	1222
2013	436	3898	1523
2014	478	4637	1932
2015	451	4668	1884
2016	524	4607	2049
Total	323	3038	1152

(注) 小数点以下は切り捨てて、表示している。

< 対外直接投資の国毎の平均値 >

(単位) 億円

country	id	lumber	chemicals	iron
USA	101	388	31837	7975
Canada	102	878	166	171
China	201	1580	5186	4433
Hong Kong	202	134	195	251
Korea	204	13	3445	1456
Singapore	205	25	3188	310
Thailand	206	508	1902	2723
Indonesia	207	609	1672	616
Malaysia	208	74	1630	557
Philippines	209	22	207	941
Viet Nam	210	142	333	552
India	217	114	1198	513
Australia	301	595	948	1122
NZ	302	787	13	0
Germany	401	135	2557	188
UK	402	30	1872	740
France	404	35	638	144
Netherlands	405	0	6862	727
Italy	406	0	85	996
Belgium	407	0	775	21
Luxembourg	408	0	.	0
Switzerland	409	9	213	0
Sweden	410	0	10	19
Spain	411	0	344	358
Total		323	30389	1152

(注) 小数点以下は切り捨てて、表示している。

4. 5 パネル・データ分析①の分析結果

日本の汚染産業の対外直接投資が、各投資受入国の環境規制の相違に応じ、どのように変化しているのかについて、計量分析を行った。説明変数の利用可能性を考慮した上で、できるだけ近年の状況を分析すべく、時系列で 2006 年～2016 年のデータ、クロス・セクションで北米、アジア大洋州、欧州の 24 カ国・地域のデータを用い、プーリング (pooling) 回帰モデル、固定効果 (fixed-effect) モデル、変量効果 (random-effect) モデルの 3 つのモデルを用い推定を行った。さらにそれらのうちのどのモデルがより望ましいかを定めるため、モデル選択のための各種検定を行い、結果を表 4-4 に示した。なお、説明変数の 1 つとして「距離」を用いる場合には、距離が時間とともに変化しない変数 (time-invariant variable) であることから、固定効果モデルは使用できず、変量効果モデルかプーリング回帰モデルのいずれかの使用となる。

例えば、「木材・パルプ産業」では、最も基本的な回帰モデルについて、固定効果モデルと変量効果モデルのうち、いずれが望ましいモデルであるかを調べるため、ハウスマン検定 (Hausman test) を行ったところ、 $\text{Prob} > \chi^2 = 0.0000$ で、帰無仮説である「固定効果モデルよりも変量効果モデルが正しい」は棄却され、固定効果モデルの使用が望ましいことが示された。なお、念のため、変量効果モデルとプーリング回帰モデルのうち、いずれがより望ましいかについて、ブルーシュ＝ペーガン (Breusch and Pagan Lagrange multiplier) 検定を行ったところ、 $\text{Prob} > \chi^2 = 0.0000$ となり、「変量効果モデルよりもプーリング回帰モデルが正しい」という仮説は棄却され、プーリング回帰モデルよりは変量効果モデルがより望ましいことが示された。その結果、固定効果モデルが最も望ましいと判断した。

同様に、「木材・パルプ産業」についての他の回帰モデル、「化学・医療産業」及び「鉄・非鉄・金属産業」の回帰モデルについても、同様に検定を行い、モデル選択を行った。

分析の結果、表 4-4 のとおり、「木材・パルプ産業」では、基本的なモデル (モデル 1～4) で環境規制が対外直接投資に対して統計的に有意な正の効果があることが示された。しかし、修正版環境規制を使用したモデル (モデル 5～8) ではモデル 6 及びモデル 8 で環境規制について統計的に有意な正の効果が示されたが、基本的なモデルと比較して数値は下がっている。さらに、2 期間ラグを導入したモデルでも、モデル 9、モデル 10 及びモデル 12 で有意な正の効果が示され、基本的なモデルと比較して数値が上がっている。なお、その他のコントロール変数については、市場規模

がいずれのモデルでも統計的に有意な正の効果が示され、産業集積については統計的に有意な負の効果が示されたが、数値は極めて小さい。距離については統計的に有意な負の効果が示された。

「化学・医療産業」では、基本的なモデルのうちモデル3及び4で環境規制について有意な正の効果が示され、修正版環境規制を使用したモデル（モデル5～8）ではすべて有意な正の効果が示されたが、2期間ラグ導入モデルでは環境規制について有意な効果は示されなかった。なお、その他のコントロール変数については、市場規模についていずれのモデルでも有意な正の効果、産業集積について有意な正の効果が示されたが、数値は小さい。また、汚職（透明性）について一部のモデルで有意な正の効果を示した。

「鉄・非鉄・金属産業」では、ほとんどすべてのモデルで環境規制について有意な正の効果が示された。その他のコントロール変数については、市場規模について正の効果、産業集積について正の効果が示されているが数値は小さい。距離については負の効果が示され、労働コストについても負の効果が示された。汚職（透明性）については一部で正の効果が示された。

なお、先行研究である Kirkpatrick and Shimamoto (2008)においては、主な説明変数である環境規制について統計的な有意な正の効果が示されており、本研究の結果は先行研究と整合的である。その他のコントロール変数について、市場規模については、Kirkpatrick and Shimamoto (2008)においては、製紙・パルプ産業以外で統計的に有意であり、本研究ともほぼ整合的である。賃金について、Kirkpatrick and Shimamoto (2008)においては統計的に有意でなく、汚染産業では賃金は重要ではないとしているが、本研究でも労働コストは「鉄・非鉄・金属産業」で統計的な負の効果が示された点が、異なる。距離については、Kirkpatrick and Shimamoto (2008)においても本研究においても統計的に有意な負の効果が示されている。

表 4-4 計量分析の推定結果 (パネル・データ分析①)

<木材・パルプ>

基本的なモデル

	モデル 1		モデル 2		モデル 3		モデル 4	
	固定効果		変量効果		固定効果		変量効果	
ER	3.329	**	4.737	***	4.547	**	5.639	***
Market size	0.000	***	0.000	***	0.000	***	0.000	***
Wage	0.002		0.002		0.005		0.003	
Corruption					25.15		35.8	
Tax					0.055		-4.481	
EPA					-81.290		-83.632	
Agglomeration					-0.000	***	-0.000	***
Distance			-0.068	*			-0.081	*
_cons	-490.778	***	-21.440		-0.081	*	-90.234	
N	194		194		194		194	
R ²	0.519		0.502		0.587		0.568	
Hausman specification test	chi2(2)=2079 Prob>chi2=0.0000				chi2(4)=26.03 Prob>chi2=0.0000			
Breusch and Pagan Lagrangian multiplier test	chibar2(01)=476.50 Prob>chibar2=0.0000		chibar2(01)=432.50 Prob>chibar2=0.0000		chibar2(01)=332.51 Prob>chibar2=0.0000		chibar2(01)=317.17 Prob>chibar2=0.0000	

* p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001

修正版環境規制を使用したモデル

	モデル5	モデル6	モデル7	モデル8
	固定効果	変量効果	固定効果	変量効果
ER_revised	2.502	3.882 **	2.987	3.532 *
Market size	0.000 ***	0.000 ***	0.000 ***	0.000 ***
Wage	0.003	0.002	0.007	0.003
Corruption			29.364	18.011
Tax			-7.364	-14.885
EPA			-27.956	-9.163
Agglomeration			-0.000 ***	-0.000 ***
Distance		-0.092 **		-0.080 *
_cons	-433.743 ***	260.724	-497.272	534.715
N	194	194	194	194
R ²	0.502	0.491	0.570	0.547
Hausman specification test	chi2(2)=6.65 Prob>chi2 =0.0359		chi2(4)=23.09 Prob>chi2 =0.0001	
Breusch and Pagan Lagrangian multiplier test	chibar2(01) =460.24 Prob>chibar2 =0.0000	chibar2(01) =376.15 Prob>chibar2 =0.0000	chibar2(01) =295.98 Prob>chibar2 =0.0000	chibar2(01) =285.46 Prob>chibar2 =0.0000

* p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001

2 期間ラグを導入したモデル

	モデル 9		モデル 10		モデル 11		モデル 12	
	固定効果		変量効果		固定効果		変量効果	
L2.ER	4.734	**	6.085	***	3.768		6.555	**
L2.Market size	0.000	***	0.000	***	0.000	***	0.000	***
L2.Wage	-0.004		-0.002		-0.001		-0.004	
L2.Corruption					123.577		99.028	*
L2.Tax					-14.001		-13.959	
L2.EPA					5.674		-37.561	
L2.Aglomeration					-0.000		-0.000	**
Distance			-0.077				-0.087	*
_cons	-364.529	**	98.847		-677.497		66.236	
N	134		134		134		134	
R ²	0.540		0.526		0.582		0.553	
Hausman specification test	chi2(2)=11.64 Prob>chi2 =0.0030				chi2(4)=14.69 Prob>chi2 =0.0054			
Breusch and Pagan Lagrangian multiplier test	chibar2(01) =304.08 Prob>chibar2 =0.0000		chibar2(01) =246.22 Prob>chibar2 =0.0000		chibar2(01) =175.47 Prob>chibar2 =0.0000		chibar2(01)=154.53 Prob>chibar2 =0.0000	

* p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001

<化学・医療>
基本的なモデル

	モデル1	モデル2	モデル3	モデル4
	固定効果	変量効果	固定効果	変量効果
ER	19.349	13.339	22.975 *	17.665 *
Markt size	0.000 ***	0.000 ***	0.000	0.000 **
Wage	0.015	0.028	-0.067 **	-0.073 ***
Corruption			875.746 **	464.227 *
Tax			81.746	84.801
EPA			-995.572 *	-540.604
Agglomeration			0.006 ***	0.006 ***
Distance		-0.177		-0.266
_cons	-2556.903 *	-1435.441	-9135.424 **	-4474.183
N	288	288	288	288
R ²	0.352	0.350	0.707	0.703
Hausman specification test	chi2(2)=2.04 Prob>chi2 =0.3610		chi2(4)=10.26 Prob>chi2 =0.0362	
Breusch and Pagan Lagrangian multiplier test	chibar2(01) =426.54 Prob>chibar2 =0.0000	chibar2(01) =423.02 Prob>chibar2 =0.0000	chibar2(01) =482.32 Prob>chibar2 =0.0000	chibar2(01) =456.33 Prob>chibar2 =0.0000

* p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001

修正版環境規制を使用したモデル

	モデル5		モデル6		モデル7		モデル8	
	固定効果		変量効果		固定効果		変量効果	
ER_revised	33.561	**	27.232	*	36.479	***	30.101	**
Markt size	0.000	***	0.000	***	0.000		0.000	***
Wage	0.003		0.011		-0.071	**	-0.083	***
Corruption					1,075.013	**	546.570	*
Tax					107.318	*	106.590	*
EPA					-941.473	*	-504.809	
Agglomeration					0.006	***	0.006	***
Distance			-0.239				-0.415	
_cons	-2895.368	**	-1301.256		-1.16e+04	***	-4870.305	*
N	228				228		228	
R ²	0.367				0.720		0.712	
Hausman specification test	chi2(2)=3.99 Prob>chi2 =0.1363				chi2(4)=11.29 Prob>chi2 =0.0234			
Breusch and Pagan Lagrangian multiplier test	chibar2(01) =424.65 Prob>chibar2 =0.0000		chibar2(01) =436.39 Prob>chibar2 =0.0000		chibar2(01) =538.41 Prob>chibar2 =0.0000		chibar2(01) =503.59 Prob>chibar2 =0.0000	

* p<0.1; ** p<0.05; *** p<0.01

2 期間ラグを導入したモデル

	モデル 9		モデル 10		モデル 11		モデル 12	
	固定効果		変量効果		固定効果		変量効果	
L2.ER	27.685		11.287		30.384		16.433	
L2.Market size	0.000	***	0.000	***	0.000	*	0.000	***
L2.Wage	0.013		0.037		-0.050		-0.044	
L2.Corruption					763.376		244.007	
L2.Tax					80.807		82.221	
L2.EPA					-992.632		-144.947	
L2.Aglomeration					0.006	***	0.006	***
Distance			-0.278				-0.374	
_cons	-2689.826	*	-808.607		-9483.546		-3418.055	
N	176		176		176		176	
R ²	0.292		0.287		0.498		0.491	
Hausman specification test	chi2(2)=3.76 Prob>chi2 =0.1523				chi2(4)=8.88 Prob>chi2 =0.0641			
Breusch and Pagan Lagrangian multiplier test	chibar2(01) =231.84 Prob>chibar2 =0.0000		chibar2(01) =230.27 Prob>chibar2 =0.0000		chibar2(01) =198.69 Prob>chibar2 =0.0000		chibar2(01) =186.43 Prob>chibar2 =0.0000	

* p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001

<鉄・非鉄・金属>
基本的なモデル

	モデル1		モデル2		モデル3		モデル4	
	固定効果		変量効果		固定効果		変量効果	
ER	17.787	***	18.711	***	9.595	**	11.940	***
Market size	0.000	***	0.000	***	0.000	***	0.000	***
Wage	-0.025	*	-0.004		-0.037	***	-0.025	***
Corruption					440.613	***	140.211	
Tax					-53.145	**	-46.245	*
EPA					-23.276		73.513	
Agglomeration					0.001	***	0.001	***
Distance			-0.183	***			-0.152	*
_cons	-1506.326	***	-419.044		-1924.930		714.613	
N	224		224		224		224	
R ²	0.649		0.630		0.774		0.758	
Hausman specification test	chi2(2)=9.03 Prob>chi2 =0.0110				chi2(4)=13.59 Prob>chi2 =0.0087			
Breusch and Pagan Lagrangian multiplier test	chibar2(01) =329.37 Prob>chibar2 =0.0000		chibar2(01) =279.17 Prob>chibar2 =0.0000		chibar2(01) =305.55 Prob>chibar2 =0.0000		chibar2(01) =275.91 Prob>chibar2 =0.0000	

p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001

修正版環境規制を使用したモデル

	モデル5		モデル6		モデル7		モデル8
	変量効果		変量効果		固定効果		変量効果
ER_revised	16.247 ***		17.599 ***		6.507		7.370 *
Market size	0.000 ***		0.000 ***		0.000 ***		0.000 ***
Wage	-0.021 ***		-0.007		-0.035 ***		-0.027 ***
Corruption					461.546 ***		134.993
Tax					-67.446 ***		-65.750 ***
EPA					68.107		195.002
Agglomeration					0.002 ***		0.001 ***
Distance			-0.261 ***				-0.165 *
cons	-734.948 *		574.871		-1405.628		1,864.102 *
N	224		224		224		244
R ²	0.628		0.629		0.768		0.754
Hausman specification test	chi2(2)=0.57 Prob>chi2 =0.7504				chi2(4)=15.06 Prob>chi2 =0.0046		
Breusch and Pagan Lagrangian multiplier test	chibar2(01) =228.77 Prob>chibar2 =0.0000		chibar2(01) =225.78 Prob>chibar2 =0.0000		chibar2(01) =296.55 Prob>chibar2 =0.0000		chibar2(01) =260.51 Prob>chibar2 =0.0000

* p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001

2 期間ラグを導入したモデル

	モデル 9		モデル 10		モデル 11		モデル 12	
	固定効果		変量効果		固定効果		変量効果	
L2.ER	24.994	***	24.537	***	16.040	*	17.741	**
L2.Market size	0.000	***	0.000	***	0.000	***	0.000	***
L2.Wage	-0.027	*	-0.005		-0.034	**	-0.020	*
L2.Corruption					424.865	*	38.799	
L2.Tax					-34.538		-41.916	
L2.EPA					-95.022		72.666	
L2.Agglomeration					0.002	***	0.001	***
Distance			-0.225	***			-0.186	*
_cons	-2000.006	***	-492.105		-3082.849		886.810	
N	171		171		171		171	
R ²	0.620		0.603		0.710		0.682	
Hausman specification test	chi2(2)=3.33 Prob>chi2 =0.1891				chi2(4)=11.06 Prob>chi2=0.0259			
Breusch and Pagan Lagrangian multiplier test	chibar2(01) =190.60 Prob>chibar2 =0.0000		chibar2(01) =166.18 Prob>chibar2 =0.0000		chibar2(01) =178.12 Prob>chibar2 =0.0000		chibar2(01) =157.51 Prob>chibar2 =0.0000	

p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001

4. 6 パネル・データ分析②

(1) 分析の枠組み

上記の4. 4のパネル・データ分析①では、環境規制以外のコントロール変数として、Kirkpatrick and Shimamoto (2008)が用いている3つの変数 (Market Size、Wage、Distance) のみのモデルで分析し、次にそれ以外のコントロール変数 (Corruption、Tax、EPA、Agglomeration) を追加したモデルで分析した。

パネル・データ分析②では、海外直接投資に係る分析の観点からは、環境規制以外のコントロール変数として、被投資国のインフラの状況 (Infrastructure)、統治状況 (Governance)、及び被投資国が途上国であるか否か (Development) についても考慮し、以下の分析を追加で行った。但し、コントロール変数のうち、パネル・データ分析②で統治状況 (governance) を追加したことから、類似の変数である汚職 (透明性) (Corruption) については、パネル・データ分析②では用いていない。

環境規制については、パネル・データ分析②では、各変数について、日本の値と被投資国の値の違いにより投資がどう反応するかを見よとの観点から、日本と被投資国の相対比を用いた。それ以外のコントロール変数のうち、賃金、法人税率、インフラ整備状況、及び政治的統治状況についても、日本と被投資国の相対値を用いた。さらに、被説明変数の対外直接投資、説明変数の市場規模及び産業集積については対数化した数値を用いた。

パネル・データ分析②においても、パネル・データ分析①と同様、時系列で2006年～2016年のデータ、クロス・セクションで北米、アジア大洋州、欧州の24カ国・地域のデータを用いた。

$$\begin{aligned} \ln(\text{FDI})_{i,t} = & \alpha + \beta_0 (\text{ER})_{i,t} + \beta_1 \ln(\text{Market Size})_{i,t} + \beta_2 (\text{Wage})_{i,t} \\ & + \beta_3 (\text{Development})_{i,t} + \beta_4 (\text{Tax})_{i,t} + \beta_5 (\text{EPA})_{i,t} + \beta_6 \ln(\text{Agglomeration})_{i,t} \\ & + \beta_7 (\text{Distance})_{i,t} + \beta_8 (\text{Infrastructure})_{i,t} + \beta_9 (\text{Governance})_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \end{aligned}$$

FDI : 対外直接投資残高 (対数化)

ER : 投資受入国の環境規制 (相対値)、Market Size : 市場規模 (対数化)、Wage : 賃金 (相対値)、Development : 途上国か否か (ダミー変数)、Tax : 法人税率 (相対値)、EPA : 経済連携協定の有無 (ダミー変数)、Agglomeration : 産業集積 (対数化)、Distance :

距離、Infrastructure：インフラ整備状況（相対値）、Governance：政治的統治状況（相対値）

α 、 $\beta_0 \sim \beta_9$ ：定数； ε ：誤差項

また、環境規制については、パネル・データ分析①と同じく、Kirkpatrick and Shimamoto (2008)と同様の方法で計算した数値のほか、2期間ラグを導入したモデルでも分析を行った。

（２）データセット

パネル・データ分析②においては、パネル・データ分析①で使用した変数に加え、以下の変数を追加した。

なお、パネル・データ分析①で使用した変数についても、日本の値に対する被投資国の値である相対値へ変更した変数、対数化して使用した変数があることから、表4-5に定義を再度記載した。

<途上国ダミー>

開発途上国である場合は、1の値を取るダミー変数を用いた。開発途上国であるか否かは、世界銀行による一人当たり所得水準等を基にした分類に従っている。

<インフラ整備状況>

インフラ整備状況については、全人口に占める電力へアクセスできる人数の割合（Access to electricity (% of population)）を代理変数として用いた。

<統治状況>

統治状況については、政府の効率性（Government Effectiveness）を代理変数として用いた。なお、上述のとおり、パネル・データ分析①で使用した汚職（Corruption）は、統治状況（Governance）と類似すると考えられることから、パネル・データ分析②では用いていない。

表 4-5 説明変数の定義及び予想される符号条件 (パネル・データ分析②)

説明変数	定義	出所等	予想される符号条件
ER/ ER_revised (rv_er) (rv_er_revised)	環境規制緩急/ 修正版環境規制緩急 (いずれも相対値 (日本の値に対する被投資国の値) を使用した。)	国際連合の条約批准状況に関する情報 (United Nations Treaty Collections) を基に計算した。	-/+/ 影響なし
Market size (ln_gdp)	市場規模 (代理変数として GDP(current US\$) を使用した。) (対数化して使用した。)	世界銀行 (World Development Indicator)	+
Wage (rv_gdp_per)	労働コスト (代理変数として一人当たり GDP(current US\$) を使用した。) (相対値 (日本の値に対する被投資国の値) を使用した。)	世界銀行 (World Development Indicator)	-
Development (d_develop)	途上国ダミー (ダミー変数)	(注) 途上国である場合には 1 となる、ダミー変数を用いた。	+/-/影響なし
Tax (rv_tax_rate)	法人税率 (相対値 (日本の値に対する被投資国の値)) を使用した。)	KPMG	-
EPA (d_epa)	経済連携協定 (ダミー変数)	経済産業省 (注) 二国間の経済連携協定が発効した年以降を 1 とするダミー変数を用いた。	+/ 影響なし
Agglomeration (ln_agglome)	産業集積 (代理変数として投資受入国の投資受入総額 (ストック) を使用した。) (対数化して使用した。)	国連貿易開発会議 (UNCTAD Stat)	+/影響なし
Distance (distance)	距離 (東京と各投資受入国の首都との間の距離)	カシオ電子 (Casio Keisan)	-
Infrastructure (rv_access)	インフラ整備状況 (代理変数として Access to electricity (% of population) を使用した。) (相対値 (日本の値に対する被投資国の値) を使用した。)	世界銀行 (Worldwide Governance Indicators (WGI))	+

<p>Governance (rv_governance)</p>	<p>統治状況（代理変数として Government Effectiveness を使用した。 （相対値（日本の値に対する被投資国の値））を使用した。）</p>	<p>世界銀行 (Worldwide Governance Indicators (WGI))</p>	<p>+</p>
---------------------------------------	--	---	----------

表4-6 記述統計（パネル・データ分析②）

<木材・パルプ産業>

Variable	Mean	Std. Dev.	Min	Max	Observations
FDI_lumber	340.1422	522.8996	-2.59766	3012.392	N = 194
rv_er	0.932224	0.112129	0.583333	1.069444	N = 194
rv_er_revised	0.74975	0.255984	0.340278	1.041667	N = 194
gdp	2.19E+12	3.86E+12	4.24E+10	1.86E+13	N = 194
rv_gdp_per	0.855785	0.700325	0.022352	3.128502	N = 194
d_develop	0.345361	0.476716	0	1	N = 194
rv_tax_rate	0.735263	0.15885	0.405505	1.296176	N = 194
d_epa	0.314433	0.465491	0	1	N = 194
agglomeration	667617	973367.4	16914	6391293	N = 194
distance	7304.31	3114.097	1152.302	11157.42	N = 194
rv_access	0.982577	0.051632	0.68	1	N = 194
rv_governance	0.682629	0.508574	-0.21	1.64	N = 194

<化学・医療産業>

Variable	Mean	Std. Dev.	Min	Max	Observations
FDI_chemiccal	3254.324	7337.332	0	49767.88	N = 228
rv_er	0.939432	0.106397	0.583333	1.069444	N = 228
rv_er_revised	0.759833	0.251888	0.340278	1.041667	N = 228
gdp	2.13E+12	3.59E+12	6.64E+10	1.86E+13	N = 228
rv_gdp_per	0.758243	0.533118	0.022352	2.372617	N = 228
d_develop	0.337719	0.473973	0	1	N = 228
rv_tax_rate	0.731729	0.157382	0.405505	1.296176	N = 228
d_epa	0.302632	0.460408	0	1	N = 228
agglomeration	687418.5	906616.3	16914	6391293	N = 228
distance	6913.997	3191.35	1152.302	11157.42	N = 228
rv_access	0.976974	0.060359	0.68	1	N = 228
rv_governance	0.705088	0.506271	-0.21	1.67	N = 228

<鉄・非鉄・金属産業>

Variable	Mean	Std. Dev.	Min	Max	Observations
FDI_iron	1237.584	2126.301	-93.4531	12799.05	N = 224
rv_er	0.935469	0.107105	0.583333	1.069444	N = 224
rv_er_revised	0.752662	0.249978	0.340278	1.041667	N = 224
gdp	2.14E+12	3.61E+12	5.32E+10	1.86E+13	N = 224
rv_gdp_per	0.789576	0.591258	0.022352	2.808718	N = 224
d_develop	0.34375	0.476023	0	1	N = 224
rv_tax_rate	0.72461	0.162573	0.405505	1.296176	N = 224
d_epa	0.325893	0.469757	0	1	N = 224
agglomeration	686458.1	914706.2	16914	6391293	N = 224
distance	6905.772	3226.451	1152.302	11157.42	N = 224
rv_access	0.976563	0.060819	0.68	1	N = 224
rv_governance	0.705714	0.51506	-0.21	1.67	N = 224

4. 7 パネル・データ分析②の分析結果

パネル・データ分析②では、パネル・データ分析①の変数を変更した分析を行った。パネル・データ分析②においても、パネル・データ分析①と同様、時系列で2006年～2016年のデータ、クロス・セクションで北米、アジア大洋州、欧州の24カ国・地域のデータを用いた。分析結果は、表4-7のとおりである。

まず、「木材・パルプ産業」では、基本的なモデル（モデル1～4）で、環境規制が対外直接投資に対して統計的に有意な正の効果があることが示された。2期間ラグを導入したモデル（モデル5～8）でも、統計的に有意な正の効果が見られた。その他のコントロール変数については、市場規模（国内総生産を代理変数として使用）及び賃金（一人当たりGDPを代理変数として使用）については、統計的に有意な正の効果が見られた。賃金については、代理変数として一人当たりGDPを使用しており、労働者の賃金はコストになるものの、一定水準の賃金を稼ぐ労働者がいる国は市場としての魅力があることから、正の効果が見られたものと推測される。途上国ダミーは、一部もモデルで統計的に有意な正の効果が見られた。

次に、「化学・医療産業」では、すべてのモデルで、環境規制が対外直接投資に対して統計的に有意な効果があることは確認されなかった。その他のコントロール変数については、産業集積がすべてのモデルで統計的に有意な正の効果があることが確認された。税率については、一部で統計的に有意な効果が見られた。一方、途上国ダミーについては、統計的に有意な効果は示されなかった²⁸。

最後に、「鉄・非鉄・金属」では、ほぼすべてのモデルで、環境規制が対外直接投資に対して統計的に有意な正の効果があることが示された。その他のコントロール変数については、産業集積がすべてのモデルで統計的に有意な正の効果を示し、距離もすべてのモデルで統計的に有意な負の効果を示した。インフラ整備状況は、一部のモデルで統計的に有意な正の効果を示した。

²⁸ 化学・医療産業については、統計上のデータの分類が、化学と医療で分けられていないため、本研究においても化学・医療産業として一括りとせざるを得なかった。パネル・データ分析の結果、その他のコントロール変数の一つである、税率で統計的に有意な正の効果が見られ、一般的に考えられる効果と逆の結果となった。また、途上国ダミーについても、木材・パルプ産業とは異なり、統計的に有意な効果は示されなかった。このような結果になった原因として考えられるのは、汚染産業とみなされる化学産業ではなく、医療産業について特殊な要因があるのではないかと推測される。すなわち、医療産業は高度な産業であり、化学産業、木材・パルプ産業、鉄・非鉄・金属産業と言った汚染集約産業とは異なると考えられる。

表 4-7 計量分析の推定結果 (パネル・データ分析②)

<木材・パルプ>

基本的なモデル

	モデル 1	モデル 2	モデル 3	モデル 4
	固定効果	変量効果	固定効果	変量効果
rv_er	6065.941 ***	4063.358 ***	6065.941 ***	4059.615 ***
ln_gdp	0.000 ***	0.000 ***	0.000 ***	0.000 ***
rv_gdp_per	338.108 **	296.930 **	338.108 **	374.404 ***
d_develop			(omitted)	660.224 *
rv_tax_rate	341.475	124.850	341.475	76.128
d_epa	-57.399	-6.459	-57.399	-36.846
ln_agglomeration	-0.000 ***	-0.000 ***	-0.000 ***	-0.000 ***
distance	(omitted)	-0.101 **	(omitted)	-0.063
rv_access	-63.996	557.946	-63.996	967.397
rv_governance	76.836	-35.203	76.836	115.096
_cons	-6240.214 ***	-3999.926 ***	-6240.214 ***	-4994.677 ***
N	194	194	194	194
R ²	0.607		0.607	

* p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001

2 期間ラグを導入したモデル

	モデル 5	モデル 6	モデル 7	モデル 8
	固定効果	変量効果	固定効果	変量効果
L2.rv_er	7043.864 **	3820.224 ***	7043.864 **	3,908.780 ***
L2.ln_gdp	0.000 ***	0.000 ***	0.000 ***	0.000 ***
L2.rv_gdp_per	183.351	102.125	183.351	202.979
d_develop			(omitted)	851.460 *
L2.rv_tax_rate	-411.559	-642.708 *	-411.559	-730.543 *
L2.d_epa	-63.653	-7.545	-63.653	-41.742
L2.ln_agglomeration	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
distance	(omitted)	-0.078 *	(omitted)	-0.034
L2.rv_access	1,942.085	2,262.119 *	1,942.085	2,922.856 **
L2.rv_governance	68.155	-174.319	68.155	55.390
_cons	-8401.786 ***	-4780.247 ***	-8401.786 ***	-6270.700 ***
N	156	156	156	156
R ²	0.554		0.554	

*p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001

<化学・医療>

基本的なモデル

	モデル1		モデル2		モデル3		モデル4	
	固定効果		変量効果		固定効果		変量効果	
rv_er	12984.898		-3768.614		12984.898		-3664.497	
ln_gdp	0.000	**	0.000	***	0.000	**	0.000	***
rv_gdp_per	-798.967		-228.261		-798.967		-352.925	
d_develop					(omitted)		-694.340	
rv_tax_rate	4,385.421	**	4,006.646	**	4,385.421	**	4,017.671	**
d_epa	-481.002		-295.708		-481.002		-265.059	
ln_agglomeration	0.005	***	0.006	***	0.005	***	0.006	***
distance	(omitted)		-0.222		(omitted)		-0.255	
rv_access	-7953.812		-4423.967		-7953.812		-4874.867	
rv_governance	-1733.469		-1195.422		-1733.469		-1367.694	
cons	-7135.255		6,069.235		-7135.255		7,065.556	
N	228		228		228		228	
R ²	0.702				0.702			

*p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001

2 期間ラグを導入したモデル

	モデル5		モデル6		モデル7		モデル8	
	固定効果		変量効果		固定効果		変量効果	
L2.rv_er	26154.243		-4129.342		26154.243		-4239.710	
L2.ln_gdp	0.000	***	0.000	***	0.000	***	0.000	***
L2.rv_gdp_per	-3954.228	**	-2384.903	*	-3954.228	**	-2669.936	*
d_develop					(omitted)		-1481.707	
L2.rv_tax_rate	5,580.316	*	3,650.200		5,580.316	*	3,725.642	
L2.d_epa	-19.914		275.111		-19.914		377.043	
L2.ln_agglomeration	0.006	***	0.006	***	0.006	***	0.006	***
distance	(omitted)		-0.204		(omitted)		-0.258	
L2.rv_access	-1.35e+04		-4992.552		-1.35e+04		-6428.517	
L2.rv_governance	-640.388		866.878		-640.388		399.210	
cons	-1.41e+04		6,637.116		-1.41e+04		9,473.419	
N	185		185		185		185	
R ²	0.524				0.524			

*p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001

<鉄・非鉄・金属>

基本的なモデル

	モデル1		モデル2		モデル3		モデル4	
	固定効果		変量効果		固定効果		変量効果	
rv_er	21032.875	** *	4,645.768	**	21032.875	** *	5314.696	** *
ln_gdp	0.000	** *	0.000	** *	0.000	** *	0.000	** *
rv_gdp_per d_develop	-272.838		-9.109		-272.838 (omitted)		224.545 1,509.982	*
rv_tax_rate d_epa	1,061.011 1.151		431.878 261.532		1,061.011 1.151		435.703 133.979	
ln_agglomeratio n	0.001	** *	0.001	** *	0.001	** *	0.001	** *
distance	(omitted)		-0.239	** *	(omitted)		-0.184	**
rv_access	1,533.720		4,241.637	*	1,533.720		5,379.957	**
rv_governance	599.264		-534.092		599.264		-48.700	
_cons	-2.31e+04	** *	-7342.612	** *	-2.31e+04	** *	-1.05e+04	** *
N	224		224		224		224	
R ²	0.748				0.748			

*p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001

2 期間ラグを導入したモデル

	モデル5		モデル6		モデル7		モデル8	
	固定効果		変量効果		固定効果		変量効果	
L2.rv_er	19425.005	***	2,943.578		19425.005	***	3,645.394	*
L2.ln_gdp	0.000	***	0.000	***	0.000	***	0.000	***
L2.rv_gdp_per d_develop	-1072.505	**	-283.351		-1072.505 (omitted)	**	-78.690 1,505.972	*
L2.rv_tax_rate	-58.269		-1231.274		-58.269		-1276.448	
L2.d_epa	-195.855		210.813		-195.855		74.011	
L2.ln_agglomeration	0.002	***	0.001	***	0.002	***	0.001	***
distance	(omitted)		-0.199	**	(omitted)		-0.152	*
L2.rv_access	7,977.523	*	6,465.979	**	7,977.523	*	7,968.826	**
L2.rv_governance	132.431		-964.401	*	132.431		-438.981	
_cons	-2.63e+04	***	-6407.298	*	-2.63e+04	***	-9877.460	**
N	181		181		181		181	
R ²	0.711				0.711			

*p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001

4. 8 考察及び結論

汚染逃避に関する先行研究においては、日本の対外直接投資について、1980年代の米国に対する投資は環境規制の厳しくない州への投資が多いことを示し、汚染逃避効果が見られたが、時代が下り、1990年代の投資を対象にした研究（Kirkpatrick and Shimamoto (2008)や Dean et al. (2004)）はむしろ環境規制が厳しい国や地域への投資が多いことを示し、汚染逃避効果とは逆の効果が見られた。そこで、日本の社会が成熟するにつれ、経団連による自主規制のように、企業活動においても、より環境に配慮した経済活動を行っているとする企業や経済界によるアピールが出ている状況を背景とし、海外直接投資においても環境規制が厳しい国や地域を志向する可能性があるのではないかという疑問が生じた。

本研究においては、先行研究が1980年代、1990年代の海外直接投資を分析済みであったことから、2000年代後半以降の対外直接投資を分析の対象とし、より社会が成熟化した近年において、汚染逃避効果と逆の効果が見られるかどうか、投資受入国の環境関連条約の批准状況を環境規制の代理変数として、計量分析を行った。具体的には、近年、海外生産比率が年々高まっている日本の製造業について、対外直接投資残高（2006年～2016年）のうち、汚染集約産業と考えられる3産業（「木材・パルプ産業」、「化学・医療産業」、「鉄・非鉄・金属産業」）を対象として、投資受入国（北米、欧州、アジア大洋州の24ヵ国・地域）の環境規制の厳しさの程度に、影響を受けているか、計量分析を行ったところ、パネル・モデル分析①では、「木材・パルプ産業」および「化学・医療産業」では一部のモデルで正の効果が示され、「鉄・非鉄・金属産業」ではほぼすべてのモデルで正の効果が示された。なお、説明変数を一部変える等の分析を行ったパネル・モデル分析②では、「木材・パルプ産業」及び「鉄・非鉄・金属産業」ではほぼすべてのモデルで正の効果が示された。先行研究の一つである Kirkpatrick and Shimamoto (2008)が汚染逃避を否定する結果となっているのと同じ結果となった。Kirkpatrick and Shimamoto (2008)では条件付ロジット・モデルで1990年代を分析の対象とし企業の新規投資やM&Aがあった場合に説明変数が1を取る方法で分析しており、既に投資している国への追加投資は考慮されていないため、企業が新規投資の際には、より慎重に投資判断を行った結果、環境規制に代表される法規制が厳しいと考えら得る国への投資が多いという分析結果になったのではないかと考えられる。本研究のように対外直接投資額を用いて2000年代半ば以降を分析の対象とし、同様の環境規制の代理変数を用い分析した場合にも、同様の結果となった。

企業が本社を置く国や地域が成熟化することで、企業の株を保有する株主が環境保全という社会的責任を企業経営者に要求することもあり得るし、また、企業の取引先や製品の消費者に対する広報の観点から、企業が環境保全にも配慮している姿勢をアピールすることはあり得るだろう。実際、日本経団連による環境自主行動計画の公表などの自主的取組があり、海外においても日本企業が一定程度環境への配慮を行っているだろう。本研究における分析結果が示すとおり、国際的な環境保護の機運が高まり、環境関連条約の整備が進むとともに、日本社会が成熟化し社会がグリーン化を志向する傾向が強くなっている。2000年代後半以降においては、製造業のうち汚染集約度の高いとされる業種でも国際的な環境保護の動きは無視できないものとなりつつあると考えられる。また、日本等の先進国からの対外直接投資を積極的に受け入れてきた後進国では、外資系企業が自主的に環境への配慮を行った企業活動を行うことで、投資受入国自体の環境保全意識の高まりをもたらし、環境規制が強まってきているということもありうると考えられることから、先進国から投資を受け入れた後進国における環境規制の変化等の論点については、今後の課題として取り組まれる必要があるだろう。

第5章 日本の近年の製造業についてのポーター仮説（PH）に係る実証分析-環境規制が製造業の研究開発に及ぼす影響-

5.1 はじめに

政府による環境規制について、その本来の目的は、市場の失敗により発生する外部不経済を内部化することによって、社会厚生を改善することである。しかし、経済活動を行う企業にとっては、利潤最大化が目的である。環境と経済のバランスを取るには、環境保護の観点からは企業が財やサービスの生産を行う際に発生する環境への負荷を小さくする必要があるが、企業の利潤最大化にできるだけ影響が少なく済む環境政策を実施することが重要である。

新古典派経済学の伝統的な考え方に従えば、環境規制により、経済活動の主体である企業は、汚染処理費用を負担することとなり、製造業であれば生産費用が上がり、汚染処理にかかった費用を製品販売価格に上乗せすれば、企業の競争力を低下させることとなり、生産性は低下することになる。あるいは、汚染処理費用を製品の販売価格に上乗せすることができないのであれば、企業の利益は減少することになる。つまり、短期的な視点からは、環境規制は企業にとって費用となり、利益を減少させることになる。

しかしながら、ある国において新たな法律が施行された等により環境規制が強化されたことで、汚染処理費用を負担せざるを得なくなった当該国の企業は、汚染処理費用の負担を減らすために、それまで非効率的²⁹だった生産工程を見直し生産性を向上させ、あるいは、研究開発（R&D）に係る支出を増やし、新たな技術を生み出し、イノベーション（技術革新）³⁰を起こすことで生産性を向上させ、かえって当該国の産業の国際競争力が増す可能性もあり得る。つまり、中長期的な視点からは、環境規制が強化されたことで、生産費用が増加した企業は、環境規制の強化を契機に、生産プロセスや製品そのものについて、技術開発を行うインセンティブを持ち得る。マイケル・ポーター教授（Prof. Michael Porter）は、適切に設計された環境規制は企業の競争

²⁹ 本稿において、効率性とは、生産における効率性を指し、資源・財の配分が無駄のないことを意味する。

³⁰ 本稿は、製造業を分析の対象としている。製造業におけるイノベーションは、プロセスイノベーション（製造方法や工程の改良によって費用を削減し競争優位を達成するイノベーション）とプロダクトイノベーション（新製品の開発によって差別化を実現し競争優位を達成するイノベーション）の両方を含む。計量分析においては、後述のとおり、環境関連の研究開発費を被説明変数としており、研究開発の中には製造工程におけるものと製品に関するものの両方を含んでいる。

力を高めるとするポーター仮説を唱えた (Porter (1991))。ポーター仮説を実証するため、様々な研究が行われてきており、ポーター仮説の考え方を肯定する結果を示した実証研究も多い。

本研究の分析の対象は日本の製造業である。日本の事例に関する先行研究として、浜本 (1997) が、高度経済成長期の公害対策が行われた 1970 年代及び省エネ対策が進んだ 1980 年代について分析し、環境規制が研究開発支出を押し上げる効果をもったことを実証的に明らかにした。また、有村・杉野(2008)が、1992 年～2001 年までの日本のデータを使用し、環境規制の強化が研究開発全体に対する環境関連研究開発活動に配分される費用の割合を増やすことを明らかにしている。そこで、本研究では、2000 年代以降 (2002 年～2013 年) について、製造業の業種ごとのデータを用い、パネル・データ分析を行う。その際、日本における環境規制が時代とともにどのような変遷を辿ったかについても概観しつつ、マイケル・ポーター教授により提唱されて約四半世紀が経つポーター仮説が近年の日本経済にとってどのような意義があるのかについて考察する。

5. 2 主な先行研究におけるポーター仮説に係る説明

(1) ポーター仮説

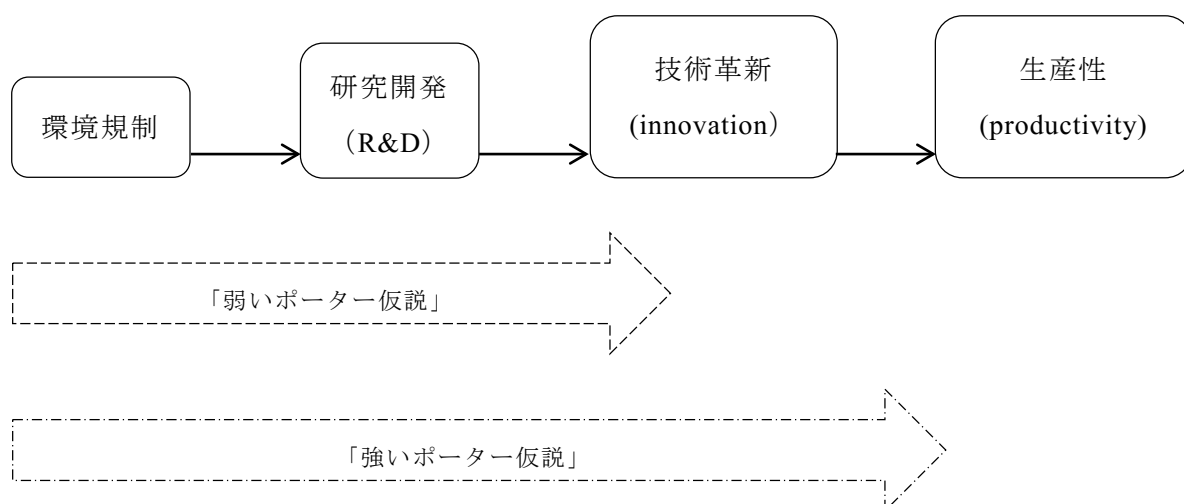
ポーター仮説は、環境規制が企業活動に対して正の効果を与えるという仮説である。適切にデザインされた環境基準は、環境基準を遵守するコストを一部もしくはそれ以上に上回るようなイノベーションを誘発すると考える。Jaffe and Palmer (1997)³¹は、環境規制が環境イノベーションを誘発する程度を考慮し、「弱いポーター仮説」(weak Porter Hypothesis) と「強いポーター仮説」(strong Porter Hypothesis) を説明している。

まず、「弱いポーター仮説」は、利潤最大化行動を行う企業に対し制約を課すような環境規制により、企業はその制約を満たすために、それまで必要としなかった研究開発などの投資活動を行うとするものである。環境規制により、ある種のイノベーショ

³¹ Jaffe and Palmer (1997)は、「弱いポーター仮説」と「強いポーター仮説」に加え、「狭いポーター仮説」についても言及している。「狭いポーター仮説」は、技術革新を促進するためには、環境政策が、製造工程 (process) を規制するのではなく、環境パフォーマンスの結果 (outcome) を規制すべきであるとする。市場ベースの手法のように柔軟性のある環境規制の方が、パフォーマンス・ベースの基準や技術ベースの基準のような規範的な規制と比較し、イノベーションを促進するインセンティブを企業に与えると読み替えられる。一般的にも、直接規制は、企業の裁量の余地が小さいため、新たな環境イノベーションの余地は低いとされ、一方、排出権取引等の市場ベース型の規制は、企業の裁量の余地があり、技術開発による環境イノベーションの可能性が高いとされる。

ンが促進されるとする。「環境規制は環境分野の研究開発や特許取得を増加させるか」、「環境規制は、研究開発投資のうち、環境向けのものの比率を増やすか」どうかと読み替えられる³²。図5-1では、「環境規制→研究開発→技術革新」のロジックである。

次に、「強いポーター仮説」は、狭い利潤最大化のパラダイムを拒否し、通常の企業は新たな製品や製造工程のために、利益を得るあらゆる機会を必ずしも追及する必要はないとする。新しい環境規制によるショックが、企業の思考を広げ、規制を遵守し、かつ、利益を増加させるような製品や製造工程を見つけることを促進させるとする。「環境規制で生産性は上昇するか」と読み替えられる³³。図5-1では、「環境規制→・・・→生産性」のロジックである。



(出所) 筆者作成

図5-1 環境規制が生産性を向上させるロジック

先行研究のうちポーター仮説を支持する結果を得ているものの多くは、「弱いポーター仮説」についてである。例えば、Lanoie et al. (2011)は、「強いポーター仮説」ではなく、「弱いポーター仮説」を支持している。

なお、最終的に、環境規制により生産性が向上するケース（「強いポーター仮説」が妥当するケース）としては、2つのパターンが考えられ得る。すなわち、①非効率的な生産や経営を行っていた企業が、政府により環境規制が制定されたことを契機に、

³² 内閣府（2010）324頁

³³ 同上

それまでの生産過程等を見直し、非効率的な部分を改善し、効率的な生産を行うことで、生産性を向上させることが考えられる。②既に効率的な生産や経営を行っていた企業は、それ以上は生産等における無駄がないため、生産要素である資本や労働が不変と仮定した場合、技術革新により新たな技術で生産性を向上させるしかない。

(2) 諸外国の事例を取り上げた先行研究

近年の先進国の事例を取り上げた主な先行研究として、Jaffe and Palmer (1997)は、米国における環境規制とイノベーションの関係を分析した。環境規制の代理変数として汚染処理費用 (pollution abatement cost and expenditure: PACE) を用い、研究開発支出 (R&D) にはプラスの効果を与えているが、特許に対してはマイナスの効果を与えているとした。また Brunnermeier and Cohen (2003)は、米国を対象として分析を行い、同様の結果を示した。その他、「弱いポーター仮説」を支持する結果を示した先行研究は多い。

一方で、ポーター仮説を否定する結果となった先行研究としては、Broberg et al. (2013)は、スウェーデンの製造業について、環境保全投資を環境規制の厳しさの代理変数として用い、1999年～2004年のデータを使用し分析を行っている。結論として、対象とした時間枠ではポーター仮説を支持する結果とはならず、環境規制により効率性が損なわれ、特にその傾向はパルプ・製紙業で顕著だとしている。同様に、スウェーデンの事例として、Brännlund and Lundgren (2009)は、1990年～2004年のデータを用い、ゴム・プラスチック産業以外では、炭素税が生産性を上昇させて費用を低下させた証拠はないとして、ポーター仮説を否定している。炭素税によりエネルギー効率性は向上するが、資本生産性が低下し、エネルギー効率性の向上を相殺してしまうとしている。

(3) 日本の事例を取り上げた先行研究

日本の事例を取り上げた主な先行研究は、浜本 (1997)、有村・杉野(2008)があり、いずれも「弱いポーター仮説」が妥当する可能性を肯定する結果を示している。浜本 (1997)は産業レベルのデータを用い、有村・杉野(2008)は企業レベルのデータを用い、いくつかのモデルで分析を行い、環境規制によって、他の研究開発支出を減らして環境関連研究開発支出を増やしている可能性を示唆する結果を示した。

その他、内閣府 (2010) は、1998年～2008年の環境・エネルギー関連の設備投資割合、環境・エネルギー関連の研究開発費の割合のデータを対比し、「仮に環境・エネル

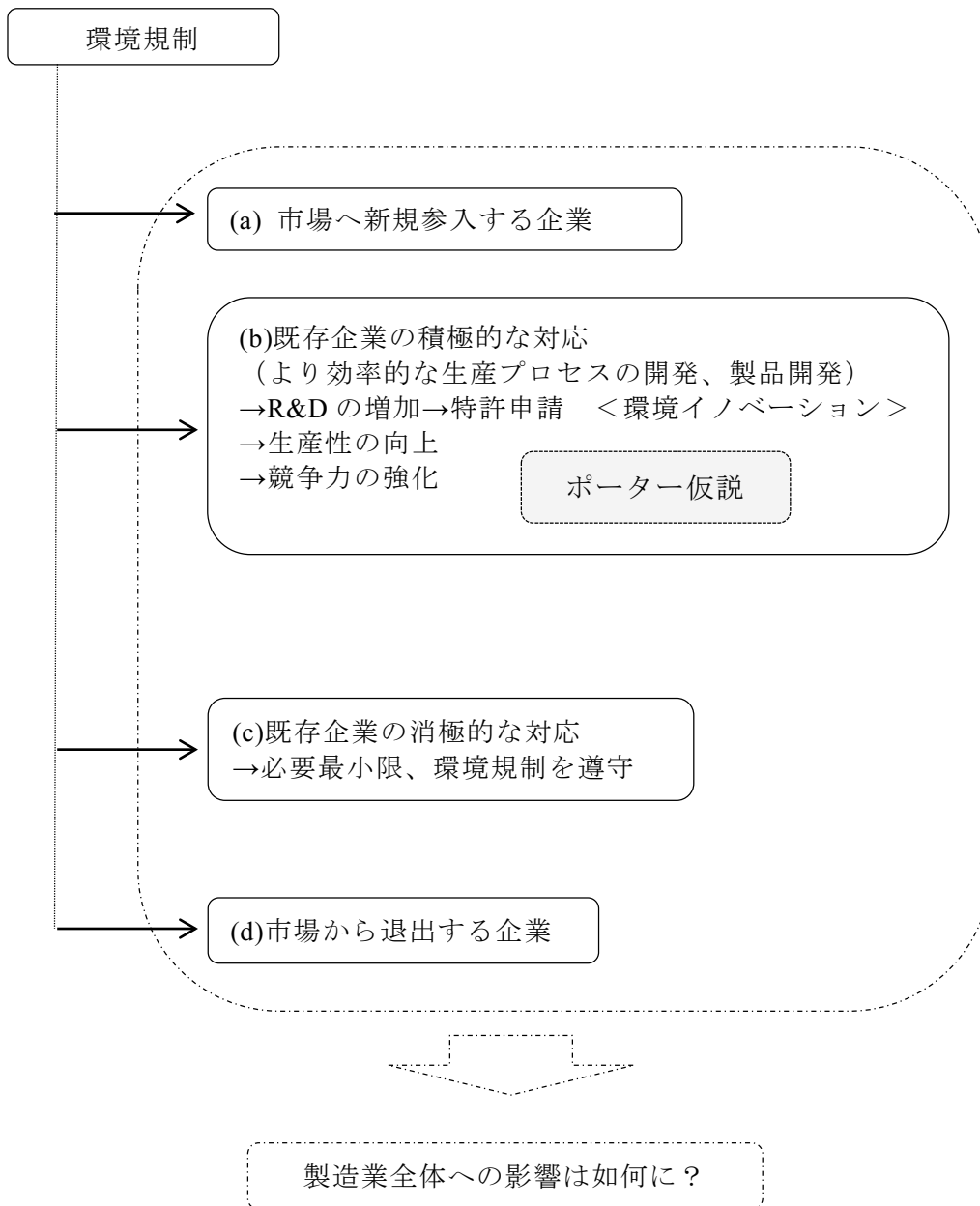
ギー関連設備投資の割合がその業種に対する環境規制の強さを示すとすれば、環境規制の強さが同分野での研究開発を促進するという形には必ずしもなっていないと解釈されよう」とし、「上記のような結果の説明として、環境・エネルギー関連の設備投資につながりにくい環境規制が存在する可能性も考えられる」として、自動車や家電等製品への省エネ性能規制を例として挙げている³⁴。しかし、製造業を素材型と加工型に分けて、企業データ（1999年～2008年）を用いて、有村・杉野（2008）と同じモデルでプロビット分析を行ったところ、加工型製造業では当期の環境関連設備投資（環境規制の代理変数）が当期の研究開発費総額に占める環境関連の割合（環境関連 R&D の割合）にマイナスの効果を与えているが、一方で、素材型製造業では一期前の環境関連設備投資が当期の環境関連の研究開発の比率を押し上げているとしている³⁵。

（４）分析対象のレベル

先行研究の分析は、主に、産業レベル、企業レベルに分類でき、各レベルの分析はそれぞれメリット、デメリットがあり、一概にどのレベルの分析が優れているとは断定しがたく、複数の分析によって全体の解明に近づき、各々の分析が互いに補完的であると言えよう。Kozluk and Zipperer (2013)は、先行研究を上記3つのレベルに分類し、各レベルの分析のメリット、デメリットを述べている。

³⁴ 内閣府（2010）328～329頁

³⁵ 同上 331頁、438～440頁



(出所) 筆者作成

図5-2 環境規制が製造業全体に及ぼす影響についてのロジック

本研究では、産業レベルでの分析を行っているが、産業レベルでの分析は環境規制の強化による産業全体への影響を把握することができるというメリットがある。すなわち、図5-2のとおり、環境規制等の環境政策により、既存の企業の中には、消極的に法令遵守のための最小限の対応を行う企業(図5-2の(c))も存在すれば、積極的に環境関連の研究開発を進め生産性を向上させる企業(図5-2の(b))も存在す

るだろう。さらには、環境規制が強化されたことで、技術力に自信がある等の理由で環境関連の市場でビジネスチャンスを見出し、新たに市場に参入する企業（図 5 - 2 の(a)）も出てくるだろう。逆に、環境規制の強化により生産費用が増加したことにより損益分岐点（break-even point）を下回る状態が続くか、あるいは、操業停止点（shut-down point）を下回り利益を出せないばかりか損失が生じるようになったために市場から退出せざるを得なくなる企業（図 5 - 2 の(d)）もあろう。

よって、個別企業の対応のみを見ていたのでは、産業全体として生産性が向上するか、低下するのかは捉えづらい。全ての企業が利益を上げ生産性を向上させるということは現実的ではなく、産業全体として生産性が向上すれば、政府の政策としては成功と言えるだろう³⁶。政府の環境規制が、個別の企業にどのように影響を及ぼすかは個別企業の経営状態等にもより様々であるが、産業全体としてプラス、あるいは少なくともマイナスの影響にならなければ、良いであろう。そこで、本稿では、日本の製造業について、産業レベルでの分析を行う。

5. 3 日本の環境規制の変遷、環境経営の発展

(1) 近年の日本における環境規制の制定及び改正

日本では、1950年代の水俣病の発生を受け、1967年に公害対策基本法が施行されたが、特に1970年代の高度経済成長時代、公害対策として多くの環境規制の制定が行われた。その後、先進国として成熟期を迎える中、新たな環境規制の制定はないのではないかとの印象もあるかもしれないが、2000年代以降も環境規制の制定及び改正は行われている（表 5 - 1 参照）。

高度経済成長期に制定された各種環境法は、いわゆる直接規制（command & control）が主で、経済活動を行う企業の環境対応も末端処理（end of pipe）で、法令遵守のため規制対応型が主流であった。

しかし、国全体の経済の成熟とともに、社会の環境意識の高まりとともに、消費者の環境志向も徐々に高まり、企業も社会的責任（CSR）の一環として環境経営の視点を取り入れるようになった。大企業を中心に企業はより一層環境へ配慮した経営を行っていることをアピールするようになり、経団連も環境自主行動計画を公表するに至った。

³⁶ 無論、規制強化によりマイナスの影響を受けるところが考えられる中小企業等に対しては一時的に補助金を出す等の政府による対策が別途考えられ得る。

政府による環境規制も、高度経済成長時代の公害対策としての直接規制から、地球温暖化問題への国際的関心の高まり、関連の国際条約の批准を受けた国内法の制定、二酸化炭素等の温室効果ガスの削減を目的として各種規制（企業の生産プロセスにおける規制に加え、消費段階での製品に関する環境規制も加わり）が制定され、市場型（market-based）のものも増えてきている。

近年は、地球温暖化問題への対応として温暖化ガスの削減義務が企業に与える影響も大きくなっており、地球温暖化対策推進法の成立及び数回の改正に並行して、経済界が自主的な行動計画を作成する等で対応を行うなど、国内法の強化が経済界にも大きな影響を与えている。また、希少な資源を有効に活用するため、3R（リデュース、リユース、リサイクル）を推進し、循環型社会の形成に向けた政府の政策が、企業にも影響を与えている。

表5-1 近年、新たに制定・改正された環境規制

改正省エネ法 2009年施行（省エネ法 1979年制定）
「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律」（略称：化学物質排出把握管理促進法、化管法、またはPRTR法） 1999年に法制化され、2000年から施行されている。
循環型社会形成推進基本法（略称：循環基本法）2000年公布
資源有効利用促進法（略称：改正リサイクル法）2001年施行 再生資源利用促進法(1991年制定)が大幅に改正された。
地球温暖化対策推進法 1998年成立、2002年、2005年、2006年、2008年改正 1997年に京都議定書が採択され、1998年に同法が成立した。京都議定書の採択を受け、関連の国内法が制定される見込みとなったため、1997年に日本経済団体連合会（経団連）は地球温暖化対策として「自主行動計画」を策定した。その後、同法が数回改正されるに至り、経団連は2013年に「低炭素社会実行計画」を発表した。
ダイオキシン類対策特別措置法 1999年
大気汚染防止法（1968年制定）2004年改正、2006年施行 揮発性有機化合物（VOC）を規制するための改正が行われた。
水質汚濁防止法（1970年公布、1971年施行）2011年最終改正 有害物質を使用・貯蔵等する施設の設置者に対し、地下浸透防止のための構造、設備及び使用の方法に関する基準の遵守、定期点検及びその結果の記録・保存を義務付ける規定等が新たに設けられた。

（出所）環境白書等、政府資料より筆者作成

（2）企業の環境経営の発展段階

環境経営は、段階的に発展すると考えられる。金子(2008)は、企業の環境経営の発展

を4段階に分けている。

第1段階は、企業の初期の環境対応は、公害発生による訴訟等のリスク回避のための法令遵守に限定され、企業は法令で定められた最低限の環境対応を行う。具体的な対応として、末端処理技術の導入が考えられる。環境管理部門のみが対応する。

第2段階は、法令遵守型から生産プロセスの環境効率改善への移行である。元々のポーター仮説は、この段階について、環境規制の強化が、資源利用の非効率な利用を改善するような取組を誘発し、企業のイノベーションをもたらす、生産性や環境効率を高め、国際競争力が高まるとする。具体的な対応として、クリーナー・プロダクション技術の導入が考えられ、生産プロセスの改善により省エネや資源生産性の向上につながる。末端処理を行う環境管理部門だけでなく、生産管理部門も対応する。

第3段階は、製品の設計段階から環境に配慮する。すなわち、製造、使用、廃棄といった製品のライフサイクル全体を通して、環境負荷を低減させる。この段階では、環境意識の高まった消費者や取引先の企業が当該企業の環境への取組や環境に優しい製品に対する需要を増やすことを想定する。具体的な対応として、マーケティング、製品企画、製品設計、製造管理の段階で関連の部署が連携して対応する。

第4段階は、環境経営が企業価値、企業のブランド価値を左右し、市場での競争力のみならず、企業の資金調達コストにも大きな影響を及ぼす。

以上のように、企業の環境経営の発展を4段階に分けるが、個別企業によって環境経営がどの段階にあるかは異なるだろう。また、一国の産業全体としては、一国の経済発展の段階により、どの環境経営の段階の企業が多いかは異なってくるだろう。日本のように、ある程度経済が発展した先進国では、特に大企業については第3の段階以降の環境経営を行う企業が多いと推測される。

5. 4 実証分析

(1) 分析の枠組み

本研究においては、「弱いポーター仮説」が近年の日本に妥当するかどうか、すなわち、環境規制が環境関連の研究開発にプラスの影響を及ぼすかどうかを検証するため、先行研究を参考に、日本の製造業の業種ごとのデータを用い、パネル・データ分析を行った。

浜本（1997）は、産業レベルのデータを用い、環境規制（公害防止投資支出）が研究開発に影響を及ぼしたかについて、最小二乗法による回帰分析モデルで分析を行っ

ている。有村・杉野（2008）は、主に企業レベルのデータを用い、研究開発の実施の有無がどのような要因によって影響を受けるかについて、プロビット・モデル等で分析を行っている³⁷。

本研究は、産業レベルのデータを用いたパネル・データ分析を行うため、被説明変数として、環境 R&D（環境関連研究開発費の割合）、説明変数として、環境規制（環境関連設備投資/全設備投資）、補助金（受入研究費/社内使用研究費）、利益（付加価値額－現金給与総額）（対数変換した値）を用いた。さらに、説明変数として、環境規制の二乗項、補助金等の二乗項も加えた。なぜなら、環境規制がある程度厳しくなれば、ある程度は企業の対応も進み、それ以上は環境 R&D の割合を増やすことは採算が合わないと判断し、環境以外の他の R&D への支出を増やすか、あるいは、国内の製造を海外に移転させる汚染逃避仮説（pollution haven hypothesis: PHH）のような状況が生じ、R&D に係る支出も含めた国内における支出そのものを減らす可能性もある。そのため、全体としては、環境規制の強化とともに、環境 R&D の割合が逡減することもあり得ると推測されるためである。同様に、補助金等についても増加しすぎると、かえって企業の自由な研究開発が阻害され、環境 R&D への意欲を削がれるなどにより、逡減することもあり得ると推測されるためである。

$$(\text{env_rd})_{it} = \alpha + \beta(\text{er})_{it} + \gamma[(\text{er})_{it}]^2 + \delta(\text{subsidy})_{it} + \zeta[(\text{subsidy})_{it}]^2 + \eta \log(\text{profit})_{it} + \theta[\log(\text{profit})_{it}]^2 + \mu_{it}$$

$(\text{env_rd})_{it}$: i 業種の t 期の環境関連研究開発支出の割合（環境関連研究開発支出/研究開発支出）、 $(\text{er})_{it}$: 環境関連設備投資支出の割合（環境関連設備投資支出/全設備投資支出）、 $(\text{subsidy})_{it}$: 補助金（国・地方自治体等からの受入研究費/社内使用研究費）、 $(\text{profit})_{it}$: 付加価値額－現金給与総額、 μ_{it} : 誤差項、 $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \zeta, \eta, \theta$: 定数

（2）変数選択の根拠と予想される符号条件

<環境 R&D>（被説明変数）

環境関連の研究開発（環境 R&D）の代理変数として、本稿では、社内研究費に占め

³⁷ 有村・杉野（2008）は、主に企業レベルのデータを用い分析を行っているが、環境規制の代理変数については産業レベルのデータを使用している。「同一産業に属する企業は同じ環境政策の基準に直面していると考えられる」ため、「同一産業に分類される企業は、各企業で計算された環境規制より、産業全体で同一の環境規制を用いることが望ましい」とし、また、「データの制約により企業レベルで環境保全割合を計算することは困難である」としている。

る環境分野の研究費の割合を計算し、使用する。

先行研究では、浜本（1997）が、環境関連に限定せず、研究開発支出（実数）を用いている。有村・杉野（2008）は、いくつかのモデルを使用し分析を行っているが、プロビット分析のモデルでは、一般及び環境関連研究開発の実施を表すダミー変数（0または1）を用い、その他のモデルでは、売上当たりの研究開発費支出（実数）、及び、売上あたりの環境研究開発費支出（実数）を用いるほか、一般開発研究費に占める環境関連割合（環境関連 R&D／一般 R&D）（割合）を用いている。

本稿では、右辺の主な説明変数で割合を使用していることとの整合性を考慮し、左辺の被説明変数でも割合を使用することとし、データの利用可能性も踏まえ、社内研究費に占める環境分野の研究費の割合を使用することとした。

<環境規制>（説明変数）

環境規制の度合いをどのように数値化するかは重要であるが、一国内でも様々な環境規制があり、規制の度合いを定量的に示すのは難しい面もある³⁸。

先行研究では、浜本(1997)が、公害対策が急激に進んだ時期である 1970 年代、省エネ投資が進んだ時期である 1980 年代を分析の対象としているため、環境規制の代理変数として、公害防止投資支出を用いている。一方、有村・杉野(2008)は、1990 年代を分析の対象としているため、全投資額に占める環境保全投資額の割合を用いている。先行研究の多くは、海外の先行研究も含め、環境規制の遵守に係る費用として、公害防止投資等の汚染処理費用（pollution abatement and control expenditures: PACE）を用いている。しかし、有村・杉野（2008）が指摘するように、「日本では、廃棄物問題が重要な環境問題」であり、「特に、1990 年代中頃からリサイクルに関連する法律が多数施行」されている。表 5－1 で示したとおり、2001 年には、再生資源利用促進法（1991 年制定）が大幅に改正され、資源有効利用促進法（改正リサイクル法）が施行されている。さらに、近年、国際社会において地球温暖化問題も重要な環境問題として関心を集め、日本でも、1998 年に地球温暖化対策推進法が成立し、その後 4 回（2002 年、2005 年、2006 年、及び 2008 年）の改正を経て、国内における環境規制は強まっている。これらの動向を踏まえ、環境規制の代理変数を適切に選ぶ必要がある。

³⁸ Brunel and Levinson (2013)は、主な先行研究で使用されている環境規制の厳しさの程度を測る指標を纏めている。環境規制の厳しさの程度を測る指標として、これまでの研究では、民間部門の汚染処理費用、1 ガロンのガソリンに含まれる鉛の量、環境関連条約、規制を受ける企業についての調査（WEF の指標）、汚染物質の排出量、エネルギー使用量、公的部門の環境関連支出と様々である。また、Cohen and Tubb (2018)は、ポーター仮説に係る 108 の先行研究をメタ分析している。

よって、本稿は、2000年代以降を分析の対象としていることから、公害防止投資支出は用いず、利用できる統計データも考慮し、設備投資に占める環境関連設備投資の割合を用いる。

なお、環境関連設備投資を環境規制の代理変数として用いるとしても、日本を含む先進国については、近年、企業による自主的な環境保全の取組が進んでいることに、留意する必要がある。すなわち、企業の環境関連設備投資は、環境規制への対応に加え、自主的な環境保全の取組による可能性も否定できず、企業の社会的責任（CSR）の一環として環境への取組の姿勢を株主や消費者にアピールしたい資本力のある大企業については、特に自主的取組によるものもあり得ると考えられる。

その他の留意点としては、環境規制への対策として、環境関連設備投資としては自社の開発した技術あるいは他社が開発した技術を使うかもしれないが、いずれにせよ設備投資額に占める環境関連設備投資額の割合を使用するので、この額は自社技術と他社技術のいずれも含まれていることになる。

<補助金、利益>（その他の説明変数）

その他、研究開発の誘因となり得るものとして、補助金（企業の社内使用研究費に占める国・地方公共団体からの受入研究費の割合）、利益（付加価値額から現金給与総額を引いた値を対数化した数値）を説明変数として回帰式に導入した。企業は、国や地方公共団体等から補助金という形で研究開発費を受入れれば、研究開発のインセンティブが出ると推測されうる。また、企業は利益が出れば、同時に、研究開発を行う余裕ができると推測される。

<各説明変数の予想される符号条件>

各説明変数について、定義及び予想される符号条件は、表5-2のとおりである。もし「弱いポーター仮説」が妥当する場合、これまでと同じ傾向であり、環境規制がイノベーションを誘発する可能性があると言えることになる。

逆に、「弱いポーター仮説」が妥当しない場合、日本の製造業は既に効率的な生産をしており、環境対策も十分行っており、効率化する余地は少ないと考えられる（但し、国内においては、省エネルギー等により生産を効率化させる余地はありえるだろう）。

<データの出所>

まず、被説明変数について、環境 R&D の代理変数として、総務省『科学技術研究調査』の「産業、特定目的（8分野）別社内使用研究費」のデータを用い、社内使用研究費に占める環境分野の研究費の割合を計算し、使用した。次に、説明変数について、本研究の主要な関心である環境規制の代理変数として、経済産業省『企業金融調査』の「国内設備投資」の「投資目的別構成比」の「環境関連投資」の割合を用いた。その他の説明変数について、補助金の代理変数として、補助金については、企業の「社内使用研究費」に占める「受入研究費」の割合を計算し、使用した。利益については、経済産業省『工業統計表（産業編）』の産業中分類別の「付加価値額」から「現金給与総額」を引いた額を計算し、さらに他の変数との桁数の違いを抑えるため、対数化した数値を用いた。

<対象とした製造業の 10 業種>

本研究で分析の対象とした製造業の業種は表 5-3 のとおりである。

経済産業省『企業金融調査』（2014 年の調査をもって中止）について、環境等の「目的別設備投資の構成比」のデータが存在する製造業の業種分類数が他の統計の業種分類数より少ないため、本研究で対象とした業種は、各統計上の業種分類が一致する 10 業種に絞った。

なお、業種ごとの違いを考慮するため、経済産業省『工業統計表』のデータの基となる「工業統計調査」で採用されている「産業 3 類型」（生活関連型産業、基礎素材型産業、加工組立型産業）の分類に基づき、本研究の実証分析の一部のモデルにおいて業種ダミー変数を導入した。すなわち、素材型業種ダミー（基礎素材型産業は 1、それ以外は 0 をとるダミー変数）、加工型業種ダミー（加工組立型産業は 1、それ以外は 0 をとるダミー変数）をそれぞれ導入した。但し、プーリング回帰モデルでの分析の際にのみ業種ダミーを導入した。なぜなら、固定効果モデルは、元々、分析者にとって観察不可能な個体（本研究では業種）の固有效果を考慮されたモデルであり、ダミー変数を挿入しても省略（omit）されて推定結果が出されるからである。また、変量効果モデルでも、各個体の属性を誤差項の一部と考えて、推定結果が出されるからである。

<その他留意点（企業の規模）>

環境 R&D に限らず、R&D を増やすか否かは、企業の規模で異なる。この点、企業規模を考慮した分析も重要性があると考えられる。しかし、本研究で用いた統計につ

いて、企業規模別のデータがある統計もあったが、事業所の規模別でデータを集計したものしかないものもあり、データの整合性を考慮し、また、産業レベルでの分析であったこともあり、企業規模別の分析は行っていない³⁹。

表 5-2 変数の定義と予想される符号条件

被説明変数	定義	データの出所
env_rd	環境関連研究費の割合 (環境分野の社内使用研究費/社内使用研究費)	総務省『科学技術研究調査』の「産業、特定目的(8分野)別社内使用研究費」

(注) 総務省『科学技術研究調査』の「産業、特定目的(8分野)別社内使用研究費」の8分野は、「ライフサイエンス分野」、「情報通信分野」、「環境分野」、「物質・材料分野」、「ナノテクノロジー分野」、「エネルギー分野」、「宇宙開発分野」、「海洋開発分野」である。

説明変数	定義	データの出所	予想される符号条件
er	環境規制(国内設備投資に占める環境関連投資の割合)	経済産業省『企業金融調査』の「国内設備投資」の「投資目的別構成比」(%)	+ (二乗項:-)
subsidy	補助金(受入研究費/社内使用研究費)	総務省『科学技術研究調査』	+ (二乗項:-)
profit	利益(付加価値額-現金給与総額)(対数化した値)	経済産業省『工業統計表(産業編)』	+ (二乗項:-)

(出所) 筆者作成

³⁹ 企業規模が、R&Dに占める環境 R&Dの割合に及ぼす影響については、上記のとおり、データの整合性を考慮し、本研究ではモデルの中に含めていないが、その重要性に鑑み、今後の研究課題とする。

表 5 - 3 分析対象の製造業の業種一覧

生活関連型産業
繊維工業
基礎素材型産業
パルプ・紙・紙加工品製造業
化学工業
石油製品・石炭製品製造業
窯業・土石製品製造業
鉄鋼業
非鉄金属製造業
加工組立型産業
電子部品・デバイス・電子回路製造業
電気機械器具製造業
輸送用機械器具製造業

(注) パルプ・紙・紙加工品製造業、化学工業、鉄鋼業、電気機器器具製造業は、一般的に、環境負荷が大きい産業とされている。

(出所) 筆者作成

5. 5 分析結果

(1) 記述的分析

各変数の記述統計は表 5 - 4 のとおり。被説明変数については、環境関連 R&D の割合は 0.03~32.98%である。各説明変数については、環境規制（設備投資に占める環境関連設備投資の割合）は 0.7~33%、補助金（社内使用研究費に占める国等からの受入研究費の割合）は 0.61~21.49%、利益（付加価値額から現金給与額を引いた額（単位：百万）を対数化した値）は 2.38~58.59 である。

被説明変数である環境 R&D の割合について、各年の平均値は表 5 - 5 のとおりであり、年々増加傾向にあることが分かる。

業種間でどのような違いがあるかについては、表 5 - 6 のとおり、環境 R&D の割合に関し、石油製品・石炭製品製造業 25%、輸送用機械器具製造業 16%と高くなっている。但し、素材型産業と組立型産業で、環境 R&D の割合については大きな違いが見られるわけではない。

各変数間の相関を示す相関係数は、表 5 - 7 のとおりである。被説明変数である環境 R&D と、各説明変数については、環境規制が 0.1、補助金が 0.4、利益が 0.5 となっており、環境規制との相関は小さく、利益との相関が大きいように見える。しかし、相関は因果関係を示すものではないため、因果関係の有無については、以下のパネル・

データ分析で検証することとなる。

表5-4 記述統計（ポーター仮説(PH)）

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
env_rd	120	7.400083	7.852339	0.03	32.98
er	120	4.335833	3.900286	0.7	33
subsidy	120	4.904417	4.381304	0.61	21.49
profit	120	12.09174	9.290487	2.384567	58.59772

（出所）筆者作成

表5-5 環境関連 R&D の割合の年平均

year	mean
2002	4.846
2003	5.170
2004	5.486
2005	6.722
2006	7.832
2007	7.098
2008	7.634
2009	8.814
2010	8.918
2011	8.663
2012	8.625
2013	8.993
total	7.400

（出所）筆者作成

表5-6 環境関連 R&D の割合の業種ごとの平均
（単位）%

業種名	mean
繊維工業	4.66
パルプ・紙・紙加工品製造業	2.57
化学工業	3.86
石油製品・石炭製品製造業	25.93
窯業・土石製品製造業	4.28
鉄鋼業	4.56
非鉄金属製造業	2.95
電子部品・デバイス・電子回路	3.65
電気機械器具製造業	4.63
輸送用機械器具製造業	16.86
Total	7.40

（注）小数点第3位以下は切り捨てた。

（出所）筆者作成

表 5 - 7 変数間の相関係数

	env_rd	er	subsidy	profit
env_rd	1.0000			
er	0.1032	1.0000		
subsidy	0.4843	0.4435	1.0000	
profit	0.5718	0.1686	0.4395	1.0000

(出所) 筆者作成

(2) パネル・データ分析

日本の製造業について、環境規制が環境関連研究開発の誘因となっているか否かについて、計量分析を行った。説明変数の利用可能性を考慮した上で、できるだけ近年の状況を分析すべく、時系列で 2002 年～2013 年のデータ、クロス・セクションで製造業の 10 業種のデータを用い、プーリング回帰モデル、固定効果モデル、変量効果モデルの 3 つのモデルを用い推定を行った。それらのうちのどのモデルがより望ましいか決めるため、モデル選択のための各種検定を行い、結果を表 5 - 8 に示した。

モデルの選択について、まず、固定効果モデルで推計を行ったところ、F 値=0.0000 となり、プーリング回帰モデルよりも固定効果モデルが望ましいことが示された。次に、固定効果モデルと変量効果モデルのうち、いずれが望ましいモデルであるかを調べるため、ハウスマン検定を行ったところ、カイ二乗値が 0.0000 で、帰無仮説である「固定効果モデルよりも変量効果モデルが正しい」は棄却され、変量効果モデルよりも固定効果モデルの方が望ましいことが示された。なお、念のため、変量効果モデルとプーリング回帰モデルのうち、いずれがより望ましいかについて、ブルーシュ＝ペーガン検定を行ったところ、カイ二乗値が 0.0000 となり、「変量効果モデルよりもプーリング回帰モデルが正しい」という仮説は棄却され、プーリング回帰モデルよりは変量効果モデルがより望ましいことが示された。以上の結果、固定効果モデルが最も望ましいと判断した。

固定効果モデルによるパネル・データ分析の結果、説明変数の中で統計的に有意な変数は、環境規制の二乗項、補助金、補助金の二乗項であった。一方、環境規制、利益、利益の二乗項は統計的に有意でなかった。すなわち、本研究における関心の中心である環境規制は環境関連の R&D に線形の形では影響を及ぼさないものの、環境規制が強くなりすぎると環境関連の R&D には負の影響を及ぼすという逆 U 字の形での関係の可能性が示唆される。それほか、補助金は環境関連の R&D に正の影響を及ぼすが、研究開発費に占める補助金の割合が高くなり、補助金に依存しすぎると、かえ

って R&D に負の影響を及ぼすことが示唆される。利益については、R&D への影響は確認されなかった。

なお、プーリング回帰モデルは、各種検定の結果、最も望ましいモデルとはならなかったものの、素材型業種ダミー変数 (d_material) 及び加工型業種ダミー (d_processing) を導入したモデルとしていたため、念のため推定結果を確認してみる。素材型業種ダミーについてのみマイナスとなり、素材型業種では環境関連 R&D の割合がマイナスとなることが示された。

表 5 - 8 推定結果 (ポーター仮説 (PH))

	pooling	fixed effect	random effect
er	.407 (0.275)	.196 (0.167)	.207 (0.155)
ersq	-.010 (0.405)	-.012 *** (0.006)	-.012 *** (0.007)
subsidy	1.013 ** (0.012)	1.406 *** (0.000)	1.451 *** (0.000)
subsidysq	-.025 (0.281)	-.092 *** (0.000)	-.093 *** (0.000)
profit	.381 * (0.046)	-.091 (0.444)	-.035 (0.765)
profitsq	.003 (0.389)	.001 (0.278)	.001 (0.413)
d_material	-5.078 ** (0.018)		
d_processing	2.486 (0.249)		
_cons	-.967 (0.695)	4.725 *** (0.002)	3.896 (0.126)

観測数 120

F 値 = 0.0000

Hausman test: Prob>chi2 = 0.0000

Breusch and Pagan Lagrangian test: Prob > chibar2 = 0.0000

*** は1%、**は5%、*は10%の有意水準で有意であることを示す。括弧内はP値を示す。
(出所) 筆者作成

5. 6 考察及び結論

(1) 考察及び結論

本研究においては、先行研究が 1970 年代から 1990 年代について分析済みであったことから、2000 年代以降の製造業を分析の対象とし、より社会が成熟化した近年において、ポーター仮説が示すように、環境規制が環境イノベーションを引き起こし得るかについて検証を行った。環境規制と環境 R&D の関係について、「弱いポーター仮

説」が妥当するかどうか検証するため、計量分析を行った。具体的には、近年、日本の製造業は成熟段階を迎え、海外での生産比率も高まる中、国内に残った製造業について分析した。その際、統計資料の分類が変化したことも考慮し、日本の製造業のうち、データが揃った業種を対象として、パネル・データ分析を行った。

計量分析の結果、環境規制の一乗項は統計的に有意でなく、ポーター仮説が妥当しているとは言い難いものの、環境規制の二乗項は統計的に有意であったことから、環境規制と環境 R&D の間には逆 U 字の関係が示され、環境規制の程度があまり強くなければ環境 R&D の割合を増やす（「弱いポーター仮説」が妥当する余地がある）が、環境規制が強くなりすぎると環境 R&D の割合を逡減させることが示された。先行研究は、1990 年代以前を分析の対象としていたため、分析モデルも線形モデルを使用し、環境規制が強くなるほど環境 R&D が増えるとの結果となっていた。しかし、本研究では、環境規制が強くなりすぎると、かえって国内の産業の活力を阻害し、環境 R&D の割合も減少する可能性もあるのではないかと考え、非線形モデルを使用した。その結果、二乗項でのみ統計的に有意であることが示されたことから、この点が先行研究との違いである。

つまり、先進国となった日本の製造業は、少なくとも国内においては既にある程度は効率的な生産を行っていると考えられるものの、環境規制の程度が強くなれば環境関連の R&D を促進させる余地は残っているが、環境規制の程度が強くなりすぎると、かえって環境関連の R&D を減少させると考えられる。実際、第 1 章（6 頁）で記載したように、企業にとっては、政府の環境保護の政策は負担になるとの側面もあり、日本経済連合会は、『地球温暖化政策に関する意見』（2012 年 12 月 18 日）の中で、「経済無視の行き過ぎた温暖化政策は、企業の活力を奪うことでイノベーションを阻害し、空洞化を加速する。」との意見もある。

環境規制が強くなりすぎると、かえって環境 R&D の割合が逡減することの理由の一つとして考えられ得るのは、あまりにも国内の環境規制が厳しくなりすぎると、国内で環境 R&D によりイノベーションを起こすよりも、第 4 章で議論した汚染逃避仮説（PHH）が主張するように、環境規制が相対的に緩いと考えられる途上国等に海外に生産拠点を移転することで、対応していることもあろう。実際に、日本の製造業については、年々海外生産比率が高まっている。海外の子会社や現地法人に技術輸出することで、海外生産における工場での生産プロセスにおいて環境保全対策を行いつつ生産の効率性を高め、製品そのもので環境にやさしいデザインを取り入れるなどの環境対策を行う方向に移行しているのではないかと推測される。それは、近年の様々な

研究で、グローバル化した製造業のサプライチェーン全体において、企業が環境保全対策を行っていることや、5.3(2)で言及したとおり企業の環境経営も発展してきており、消費段階でのエコな製品を消費者が好むことによって、EUにおいて近年強化されているような製品そのものに対する環境規制が企業の行動に影響を及ぼしているとしていることから、考えられる。

ポーター仮説がマイケル・ポーター教授により提唱されてから、約25年以上が経つ。日本経済は、1980年代のバブル経済とその崩壊を経て、1990年代及び2000年代には低迷した。そのような中で、はたしてポーター仮説が妥当するようなイノベーションが起こったのかについては、再考することは重要である。また、ポーター仮説は、元々企業経営に係る経営学的観点からのアイデアであったが、日本経済をはじめ、先進国の経済・産業構造自体が、低炭素社会を目指し試行錯誤をする中、ポーター仮説のようなアイデアが、経済学的観点から、持続可能な経済の発展にとってもつ意味を、今後も十分検証していく必要がある。

(2) その他留意点：内生性の可能性

先行研究の多くは、Rubashkina, Galeotti and Verdolini (2015)も指摘するように、内生性(endogeneity)の可能性を加味した分析モデルは使用していない。Rubashkina, Galeotti and Verdolini (2015)は、内生性の問題について、企業がロビー活動により環境規制の制定に影響を及ぼす可能性を指摘し、操作変数(instrumental variable)を導入したモデルを使用し、分析を行っている。中長期の観点からは、企業がロビー活動等により環境規制の制定や改廃に影響を及ぼすという内生性の可能性も否定できないため、厳密には内生性の可能性も考慮したモデルによる分析も今後の発展的な課題となりえよう。

但し、本研究では、環境規制が環境関連のR&Dに及ぼす短期の影響を分析としていることから、逆の影響はないと仮定し、内生性の可能性を考慮したモデルとはしなかった。⁴⁰

第6章 本研究の結論及び意義

6.1 概要

⁴⁰ 本研究においては、先行研究との整合性を踏まえ、環境規制の代理変数として設備投資に占める環境関連設備投資の割合を用いる。しかし、そもそも企業内において限られた資金をどこに配分するかを検討するに際して、設備投資に占める環境関連設備投資の割合だけ、環境規制の代理変数として外生的であると仮定することは説得的でないとも考えられることから、この点、モデルを改善する等して、今後の研究課題とする。

環境と経済の関係について、環境規制が貿易・投資と技術革新を通じて環境負荷低減に及ぼす効果についての研究を行った。すなわち、本研究は、①貿易を通じた国内の環境改善効果（修正版の環境クズネツ曲線（EKC））、②投資受入国の環境規制が海外直接投資に及ぼす影響（汚染逃避仮説（PHH））、③環境規制による環境関連の技術革新の促進効果（ポーター仮説（PH））の観点から、日本のデータを中心とした研究を行った。

環境クズネツ曲線（EKC）、汚染逃避仮説（PHH）及びポーター仮説（PH）については、欧米を中心とした実証研究が多数あるが、結果は一定でない。また、近年の日本についての実証研究は十分でない。

そこで、本研究では、近年の地球温暖化対策のための国際的な関心の高まりを背景に環境規制も含めた環境対策が強化される中で、グローバル・サプライチェーンを展開する日本の製造業が、①生産を海外へ移すことで国内の汚染物質排出量を削減しているのか、②投資受入国の環境規制の緩急により対外直接投資を決めているか、③環境規制によって環境関連の研究開発の割合を増やしているのかについて、実証分析で明らかとした。

なお、本研究において、汚染逃避仮説（PHH）及びポーター仮説（PH）に係る実証分析では、環境規制を主な説明変数とする分析を行っているが、環境クズネツ曲線（EKC）に係る実証分析では、環境規制を説明変数とする分析を行っていない。しかし、環境クズネツ曲線（EKC）自体が、経済が発展し、社会が成熟化することで環境規制も厳しくなり、環境規制が厳しくなることで企業が環境対策を行い汚染物質の排出量が減少するというメカニズムが働くとの考えに基づくものである。このようなことから、本研究の研究課題である「環境規制が貿易・投資と技術革新を通じて環境負荷低減に及ぼす効果」を明らかにするために、汚染逃避効果仮説（PHH）やポーター仮説（PH）に係る実証分析だけでなく、環境クズネツ曲線（EKC）に係る実証分析も重要な役割を果たしている。

6. 2 各章の分析結果

第3章では、環境クズネッツ曲線（EKC）に係る実証的な分析を行った。具体的には、二酸化炭素（CO₂）についての環境クズネッツ曲線を用いた実証分析として、逆U字形への製造業の輸出入のインパクトを検証した。22か国（高所得国）について、1981年～2013年の国内の二酸化炭素（CO₂）の排出量が製造業における国内生産に対する輸出入の割合に影響を及ぼされているについて計量分析を行った。その結果、製造業における国内生産に対する輸入の割合が大きくなるほど国内の二酸化炭素（CO₂）の排出量が減少することが示され、国内生産が輸入品に代替されることで国内の二酸化炭素（CO₂）の排出量が減少していることが示唆された。さらに、生産工程ごとの輸入については、素材の輸入と中間財の輸入が高所得国においては国内の二酸化炭素（CO₂）を減少させるが、逆に最終財の輸入は国内の二酸化炭素（CO₂）を増加させることが示された。

第4章では、汚染逃避仮説（PHH）に係る実証分析を行った。具体的には、環境規制が汚染集約産業の立地決定に及ぼす影響について、日本の対外直接投資についてのパネル・データ分析を行った。日本の製造業のうち汚染集約産業と考えられるパルプ・製紙産業、化学・医療産業、鉄・非鉄・金属産業の3つの産業で、2006年～2016年の対外直接投資が投資先である北米、欧州、アジア大洋州の24カ国・地域の環境規制の厳しさの程度に影響を受けているか、環境関連条約の批准状況を環境規制の代理変数として計量分析を行った。その結果、パルプ・製紙産業及び化学・医療産業では一部のモデルで正の効果が、鉄・非鉄・金属産業ではほぼすべてのモデルで正の効果が推定され、汚染逃避と逆の効果あることが示された。すなわち、日本の対外直接投資は、環境規制の厳しい地域に引きつけられていると示唆される。

第5章では、環境規制が製造業の環境関連の研究開発に及ぼす経済的影響について、日本の近年の製造業におけるポーター仮説（PH）の妥当性についての実証的な検証を行った。日本の製造業について、2002年～2013年において、環境規制（代理変数：設備投資に占める環境関連設備投資の割合）が環境関連R&Dを増加させているかについて計量分析を行った。その結果、環境規制が環境関連R&Dに正の効果を及ぼしているが、ある時点を超えると環境関連R&Dに負の効果を及ぼすことが示された。

6. 3 分析結果に基づく考察及び結論

(1) 環境クズネツ曲線 (Environmental Kuznets Curve : EKC)

環境クズネツ曲線 (EKC) は、ある国の一人当たり国民所得と環境汚染の間の逆 U 字の関係を示す曲線である。先行研究の多くは、ローカルな汚染物質である二酸化硫黄 (SO_2) や二酸化窒素 (NO_2) などを対象としているが、最近では地球温暖化への国際社会の関心の高まりを背景に、グローバルな汚染物質である二酸化炭素 (CO_2) を分析とする研究も増えてきている。また、近年、製造業の企業は生産工程の一部を海外に移転させ、サプライチェーンがグローバル化していることから、Suri and Chapman (1998) は、環境クズネツ曲線 (EKC) に貿易の影響を追加し、ローカルな汚染物質である二酸化硫黄 (SO_2) を対象とした分析を行い、輸入が増加するほど国内の汚染物質の排出量が減少するという結果を示した。本研究では、グローバルな汚染物質である二酸化炭素 (CO_2) についての環境クズネツ曲線 (EKC) を用い、逆 U 字形への製造業の輸出入のインパクトを分析した。具体的には、22 か国 (先進国) について、1981 年～2013 年の国内の二酸化炭素 (CO_2) の排出量が製造業における国内生産に対する輸出入の割合に影響を及ぼされているについて計量分析を行った。その結果、製造業における国内生産に対する輸入の割合が大きくなるほど国内の二酸化炭素 (CO_2) の排出量が減少することが示された。さらに、生産工程ごとの輸入については、素材の輸入と中間財の輸入が高所得国においては国内の二酸化炭素 (CO_2) を減少させるが、逆に最終財の輸入は国内の二酸化炭素 (CO_2) を増加させることが示された。このことから、国内の生産を海外からの輸入により代替することにより、国内の汚染物質の排出量が削減されていることが示唆される。

(2) 汚染逃避仮説 (Pollution Haven Hypothesis : PHH)

環境規制が厳しくない国へ投資が惹きつけられるとする汚染逃避効果については、多くの先行研究で実証分析が行われてきたが、同効果を支持する結果もあれば否定する結果もある。日本の対外直接投資に関連する研究としては、Kirkpatrick and Shimamoto (2008) が、投資受入国の環境規制 (代理変数は 5 つの環境条約の締結状況) が 1990 年代の日本の対外直接投資の決定に影響を与えているのかどうかについて、他の要因 (市場規模、労働コスト、距離) と比較しつつ、汚染集約産業を対象に汚染逃避仮説 (PHH) を検証した結果、同仮説は支持されず、むしろ日本の対外直接投資は透明性の高い安定した環境規制のある国に惹きつけられるという結果を示した。本

研究では、環境規制が汚染集約産業の立地決定に及ぼす影響について、日本の対外直接投資についてのパネル・データ分析を行った。具体的には、日本の製造業のうち汚染集約産業と考えられるパルプ・製紙産業、化学・医療産業、鉄・非鉄・金属産業の3つの産業で、2006年～2016年の対外直接投資が投資先である北米、欧州、アジア大洋州の24カ国・地域の環境規制の厳しさの程度に影響を受けているか、環境関連条約の批准状況を代理変数として計量分析を行った。その結果、パルプ・製紙産業及び化学・医療産業では一部のモデルで正の効果が、鉄・非鉄・金属産業ではほぼすべてのモデルで正の効果が推定され、汚染逃避と逆の効果あることが示された。このことから、日本の製造業の対外直接投資は、環境規制の相対的に強い地域に惹つけられていることが示唆され、汚染逃避仮説が妥当しないことが示された。

(3) ポーター仮説 (Porter Hypothesis : PH)

マイケル・ポーターは、環境規制が環境イノベーションを促進するとするポーター仮説 (PH) を唱えた。適切に設計された環境規制は企業の競争力を高めるとする。本研究では、環境規制が製造業の環境関連の研究開発に及ぼす経済的影響について、日本の近年の製造業におけるポーター仮説の妥当性についての実証的な検証を行った。日本の製造業について、2002年～2013年において、環境規制（代理変数：設備投資に占める環境関連設備投資の割合）が環境関連 R&D を増加させているかについて計量分析を行った。その結果、環境規制の一乗項は統計的に有意ではなく、環境規制が環境関連 R&D に常に同じ影響を及ぼしているとは言えないものの、環境規制の二乗項は統計的に有意であったことから、環境規制と環境関連 R&D の割合を増やすが、環境規制が強くなりすぎると環境 R&D の割合を逡減させることが示された。日本を分析の対象とした先行研究である浜本(1997)は、1990年代以前を分析の対象としていたため、分析モデルも線形モデルを使用し、環境規制が強くなるほど環境関連 R&D が増える結果となっていた。しかし、本研究では、環境規制が強くなりすぎると、かえって国内の産業の活力を阻害し、環境関連 R&D の割合が逡減する可能性があるのではないかと考え、非線形モデルを使用した結果、二乗項で統計的に有意であることが示された。つまり、2000年代以降の日本の製造業は、少なくとも国内においては既にある程度は効率的な生産を行っていると考えられるものの、環境規制により環境関連 R&D を促進させる余地は残っているものの、環境規制の程度があまりにも強くなりすぎると、かえって環境関連 R&D を減少させると考えられる。

6. 4 本研究の意義及び新規性

本研究によって、現実の世界では政府による環境規制を含む環境政策が経済活動にどのような影響を及ぼしているのかを分析することは、将来世代に負の遺産を回すことなく、持続的な経済活動を行うために意義のある研究である。

近年、これまでと異なり、特に地球環境問題と関連した気候温暖化への国際社会の関心の高まり、あるいは、環境への市民社会や株主の意識の向上を背景に、企業が環境に配慮しながら企業活動を行う傾向が強まっているという時代流れを踏まえ、先行研究との整合性を踏まえつつも、新たなデータを用い、経済と環境の関係を明らかにしたという独創性を有し、今後の環境経済に係る政策的含意も得るという新規性を有する。

なお、本研究は、環境と経済に係る諸仮説を日本の近年のデータを用いて分析をおこなったが、実証分析においては別の視点からの研究を深める必要がある。特に、本研究は環境規制の役割に焦点を当てたが、環境に対する市民社会の意識の向上を背景として、企業や経済団体による自主規制が強まっている現状があり、これらの自主規制が経済に及ぼす影響についても今後明らかにされる必要があると思料する。

参考文献

- 有村俊秀・杉野誠（2008）「環境規制の技術革新への影響－企業レベル環境関連研究開発支出データによるポーター仮説の検証－」『研究技術計画』第23巻3号，201-211頁．
- 伊藤由宣・永田勝也（2012）「企業の環境イノベーションに関するモデル化検討と実証」『日本印刷学会誌』第49巻第6号，39-45頁．
- 伊藤康・浦島邦子（2013）「ポーター仮説とグリーン・イノベーション－適切にデザインされた環境インセンティブ環境規制の導入－」『環境技術動向』2013年3・4月号．
- 金子慎司（2008）「環境経営時代における環境政策と企業経営に関する研究」『環境研究』no.161，116-123頁．
- 金子慎治・藤井秀道（2008）「日本の製造業企業における環境効率と経済効率」『環境科学会誌』第21巻第3号，239-244頁．
- 金原達夫（2012）『環境経営入門』創成社．
- 金原達夫・藤井秀道・金子慎治（2007）「日本企業における環境行動と経済・環境パフォーマンスの関係－ポーター仮説の検証－」『国際協力研究誌』第13巻第1号，29-37頁．
- 金原達夫・藤井秀道（2009）「日本企業における環境行動の因果的メカニズムに関する分析」『日本経営学会誌』第23号，4-13頁．
- 環境省(2014)『平成26年版 環境・循環型社会・生物多様性白書』環境省．
- 角南篤監修（2012）『平成23年度環境経済の政策研究：日本の環境技術産業の優位性と国際競争力に関する分析・評価及びグリーン・イノベーション政策に関する研究最終報告書』環境省．
- 筒井淳也・平井裕久・水落正明・秋吉美都・坂本和靖・福田亘孝（2011）『Stataで計量経済学入門』ミネルヴァ書房．
- 内閣府(2010)『平成22年度 年次経済財政報告（経済財政政策担当大臣報告）－需要の創造による成長力の強化－』内閣府．
- 内閣府（2014a）『平成26年度 年次経済財政報告』内閣府．
- 内閣府（2014b）『平成25年度企業行動に関するアンケート調査結果』内閣府．
- 浜本光紹（1997）「ポーター仮説をめぐる論争に関する考察と実証分析」『経済論叢』第160巻第5・6号，102-120頁．

- 林田明子 (2015a) 「環境関連の国際協力に係る政府支出の現状-環境問題をめぐる国際的動向と支援実績-」『立法と調査』第 362 号, 168-182 頁.
- 林田明子 (2015b) 「地球環境問題と先進国の環境政策」『立法と調査』第 369 号, 130-142 頁.
- 林田明子 (2016b) 「サプライチェーンにおける温室効果ガス排出」『立法と調査』第 378 号, 151-156 頁.
- 林田明子 (2016a) 「環境規制が製造業の研究開発に及ぼす経済的影響- 日本の近年の製造業におけるポーター仮説の妥当性についての実証的な検証」『アジア太平洋研究科論集』31, 129-148.
- 林田明子 (2019) 「環境規制が汚染集約産業の立地決定に及ぼす影響- 日本の対外直接投資についてのパネル・データ分析-」『環境経済・政策研究』第 12 巻第 1 号, 1-16 頁.
- 広島大学, 東北大学, 広島修道大学(2012)『平成23年度 環境経済の政策研究: 環境経営時代における環境政策と企業行動の関係に関する研究 最終研究報告書』環境省.
- 藤井秀道 (2013) 「日米製造業企業の環境経営」『組織化学』第 46 巻第 4 号, 83-101 頁.
- 三橋規宏 (2007) 『環境経済入門 (3 版)』日本経済新聞社.
- Ambec, S., M. Cohen, S. Elgie, and P. Lanoie (2013) “The Porter Hypothesis at 20: Can environmental regulation enhance innovation and competitiveness ? ,” *Review of environmental economics and policy*, 7(1), winter 2013, 2-22.
- Arimura, T, A. Hibiki, and N. Jonhston (2007) “An empirical study of environmental R&D: What encourages facilities to be environmentally innovative ? ,” ‘Environmental policy and corporate behavior’, OECD.
- Barrett, S. (1994) “Strategic Environmental Policy and International Trade,” *Journal of Public Economics*, 54(3), 325-338.
- Brännlund, R. and T. Lundgren (2009) “Environmental policy without costs ? A review of the Porter Hypothesis,” *International Review of Environmental and Resource Economics*, 3, 75-117.
- Broberg, T., P.Marklund, E.Samakovlis, H. Hammar (2013) “Testing the Porter hypothesis: the effects of environmental investments on efficiency in Swedish industry,” *Journal of Productivity Analysis*, 40(1), 43-56.

- Brunel, C. and A. Levinson (2013) "Measuring Environmental Regulatory Stringency," *OECD Trade and Environment Working Papers*, 2013/05, OECD Publishing.
- Brunel, C. and A. Levinson (2016) "Measuring the Stringency of Environmental Regulations," *Review of Environmental Economics and Policy*, 10(1), 47-67.
- Brunnermeier, S. and M. Cohen (2003) "Determinants of environmental innovation in US manufacturing industries," *Journal of Environmental Economics and Management* 45, 278-293.
- Brunnermeier, S.B. and A. Levinson (2004) "Examining the Evidence on Environmental Regulations and Industry Location," *The Journal of Environment & Development*, 13(1), 6-41.
- Cohen, A. and A. Tubb (2018) "The Impact of Environmental Regulation on Firm and Country Competitiveness: A Meta analysis of the Porter Hypothesis," *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 5(2).
(<http://dx.doi.org/10.1086/695613>)
- Cole, M. and R.J. Elliott (2003) "Do environmental regulations influence trade patterns? Testing old and new trade theories," *World Economy*, 26(8), 1163-86.
- Cole, M. (2004) "Trade, the pollution haven hypothesis and the environmental Kuznets curve: examining the linkages," *Ecological economics*, 48(1), 71-81.
- Cole, M.A., R.J. Elliott and P.G. Fredriksson (2006) "Endogenous Pollution Havens: Does FDI Influence Environmental Regulations?," *The Scandinavian Journal of Economics*, 108(1), 157-178.
- Cole, M.A. and P.G. Fredriksson (2009) "Institutionalized pollution havens," *Ecological Economics*, 68(4), 925-1274.
- Cole, M. A., R.J. Elliott and T. Okubo (2010) "Trade, Environmental Regulations and Industrial Mobility: An Industry-level Study of Japan," *Ecological Economics*, 69(10), 1995-2002.
- Copeland, B.R. (2012) "Globalization and the environment", Anderson, K. (ed.), *Australian's Economy in its International Context*, University of Adelaide Press.
- Copeland, B.R., and M.S. Taylor (1994) "North-South Trade and the Environment", *The Quarterly Journal of Economics*, 109(3), 755-787.
- Copeland, B.R. and Taylor, M.S. (1995) "Trade and Transboundary Pollution," *American Economic Review*, 85(4), 716-737.
- Copeland, B.R. and M.S. Taylor (2003) *Trade and the Environment: Theory and Evidence*,

- Princeton: Princeton University Press.
- Copeland, B. and M.S.Taylor (2004) "Trade, Growth, and the Environment," *Journal of Economic Literature*, 42(1)1, 7-71.
- Damania, R., P.G.Fredriksson and J.A. List (2003) "Trade liberalization, corruption, and environmental policy formation: Theory and evidence," *Journal of Environmental Economics and Management*, 46, 490-512.
- Dasgupta, S., D.Wheeler, S.Roy, and A.Mody (2001) "Environmental regulation and development: A cross-country empirical analysis," *Oxford Development Studies*, 29(2), 173-187.
- Dean, J. M., M.E.Lovely and H.Wang (2004) "Foreign Direct Investment and Pollution Havens: Evaluating the Evidence from China," *US International Trade Commission, Office of Economics*, Working Papers 15854.
- Dinda, S. (2004) "Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey," *Ecological Economics*, 49, 431-455.
- Ederington, J., A.Levinson and J.Minier (2004) "Trade Liberalization and Pollution Havens," *Advances in Economic Analysis & Policy*, 3(2).
- Elliott, R.J. and K.Shimamoto (2008) "Are ASEAN Countries Havens for Japanese Pollution-Intensive Industry ?," *The World Economy*, 31(2), 236–254.
- Esty, C. and M. Porter (2005) National environmental performance: An empirical analysis of policy results and determinants, *Faculty Scholarship Series*, Paper430.
- Ford, J., J. Steen, and M. Verreyne (2014), "How environmental regulations affect innovation in the Australian oil and gas industry: going beyond the Porter Hypothesis," *Journal of Cleaner Production*, 84, 204-213.
- Frankel, J. (2009) "Environmental Effects of International Trade," *Harvard Kennedy School (HKS) Faculty Research Working Papers Series*, RWP09-006.
- Friedman, J., D.A.Gerlowski and J.Silberman (1992) "What attracts foreign multinational corporations ? Evidence from branch plant location in the United States," *Journal of Regional science*, 32(4), 403-418.
- Fullerton, D. ed. (2006) *The Economics of Pollution Havens. New Horizons in Environmental Economics*, Cheltenham, UK/Northampton, MA, USA: Edward Elgar Pub.
- Gray, W.B. (1997) "Manufacturing plant location: Does state pollution regulation matter ?," *NBER Working Paper Series*, No.5880.

- Grossman, G. and A.Krueger (1991) "Environmental impacts of a North American free trade agreement," *NBER Working Paper Series*, No. 3914.
- Hayashida, A. (2018) "Empirical analysis using the environmental Kuznets curve for carbon dioxide: impact of manufacturing import and export on the inverted U shape," *Journal of Environmental Information Science*, 2018(1), 1-9.
- Hamamoto, M. (2006) "Environmental regulation and the productivity of Japanese manufacturing industries," *Resource and Energy Economics*, 28, 299-312.
- Hanna, R. (2010) "US Environmental Regulation and FDI: Evidence from a Panel of US-Based Multinational Firms," *American Economic Journal: Applied Economics*, 2(3), 158-189.
- Hascic, I. and N. Johnstone (2011) "Innovation in electric and hybrid vehicle technologies: The role of prices, standards and R&D," in *Invention and Transfer of Environmental Technologies*, edited by OECD, 85-125, OECD Publishing, Paris.
- Jaffe, A. B., S.R.Peterson, P.R.Portney and R.N.Stavins (1995) "Environmental Regulation and the Competitiveness of US Manufacturing: What does the Evidence Tell Us ? ," *Journal of Economic literature*, 33(1), 132-163.
- Jaffe, A. and K. Palmer (1997) "Environmental Regulation and Innovation: A Panel data study," *The Review of Economics and Statistics*, 79(4), 610-619.
- Javorcik, B. S., and S.J.Wei (2003) "Pollution Havens and Foreign Direct Investment: Dirty Secret or Popular Myth ? ," *Contributions in Economic Analysis & Policy*, 3(2), ISSN(Online) 1538-0645.
- Johnstone, N., I. Haščič and M. Kalamova (2010) "Environmental policy characteristics and technological innovation," *Economia Politica*, 117(2).
- Johnstone, N., I. Haščič, J. Poirier, M. Hemar and C. Michel, (2011) "Environmental policy stringency and technological innovation: Evidence from survey data and patent counts," *Applied Economics*, 44(17), 2157-2170.
- Kalamova, M. and N. Johnstone (2011) "Environmental Policy Stringency and Foreign Direct Investment," *OECD Environment Working Papers*, 33, OECD Publishing.
- Kearsley, A. and M.Riddel (2010) "A further inquiry into the Pollution Haven Hypothesis and the Environmental Kuznets Curve," *Ecological Economics*, 69(4), 905-919.
- Kellenberg, D. (2009) "An empirical investigation of the pollution haven effect with strategic environment and trade policy," *Journal of International Economics*, 78(2), 242-255.
- Kheder, S.B. and N.Zugravu (2008) "The Pollution Haven Hypothesis: A Geographic Economy

- Model in a Comparative Study,” *Fondazione Eni Enrico Mattei Working Paper*, No.232.
- Kirkpatrick, C. and K.Shimamoto (2008) “The Effect of Environmental Regulation on the Locational Choice of Japanese Foreign Direct Investment,” *Applied Economics*, 40(11), 1399-1409.
- Kleemann, L and A.Abdulai (2013) “The impact of trade and economic growth on the environment: Revisiting the cross - country evidence,” *Journal of International Development*, 25(2), 180-205.
- Koźluk, T. and C. Zipperer (2013) “Environmental policies and productivity growth – A critical review of economics department working papers,” No.1096, OECD documents ECO/WKP (2013) 88.
- Lanoie, P., M. Patry and R. Lajeunesse (2008) “Environmental regulation and productivity: testing the porter hypothesis,” *Journal of Productivity Analysis*, 30(2), 121-128.
- Lanoie, P., J. Laurent-Lucchetti, N. Johnstone and S. Ambec (2011) “Environmental policy, innovation and performance: New insights on the Porter Hypothesis,” *Journal of Economics & Management Strategy*, 20(3), fall 2011, 803-842.
- Levinson, A. (1996) “Environmental regulations and manufacturers’ location choices: Evidence from the Census of Manufacture,” *Journal of Public Economics*, 62(1-2), 5-29.
- Levinson, A. (2009) Technology, International Trade, and Pollution from US Manufacturing. *American Economic Review*, 99(5), 2177-2192.
- Levinson, A. and M.S.Taylor (2008) “Unmasking the Pollution Haven Effect,” *International Economic Review*, 49(1), 223-254.
- List, J. A. and C.Y.Co (2000) “The Effects of Environmental Regulations on Foreign Direct Investment,” *Journal of Environmental Economics and Management*, 40(1), 1-20.
- Millimet, D. L. and J.Roy (2011) “Three New Empirical Tests of the Pollution Haven Hypothesis When Environmental Regulation is Endogenous”, *Econstor, Discussion paper series* 5911.
- Mulatu, A., R.Florax and C.Withagen (2004) “Environmental Regulation and International Trade: Empirical Results for Germany, Netherlands and the US, 1977-1992,” *Contributions to Economic Analysis & Policy*, 3(2), 1-28.
- Mulatu, A., R.Gerlagh, D.Rigby and A.Wossink (2010) “Environmental Regulation and Industry Location in Europe,” *Environ Resource Econ*, 45, 459-479.
- Musolesi, A., A.Mazzanti and R.Zoboli (2010) “A panel data heterogeneous Bayesian

- estimation of environmental Kuznets curves for CO₂ emissions,” *Applied Economics*, 42(18), 2275-2287.
- OECD (2003), *Voluntary Approaches for Environmental Policy-Effectiveness, Efficiency and Usage in Policy Mixes*, OECD Publishing.
- OECD (2010) “Linkages between environmental policy and competitiveness,” *OECD Environmental Working Papers*, no.13, OECD Publishing.
- OECD(2013) “Interconnected economies : Benefiting from global value chains,” *OECD Synthesis Report*.
- Peter, G., J.Minx, C.Weber and O.Edenhofer (2011) “Growth in emission transfer via international trade from 1990 to 2008,” *PANS*, 108(21), 8903-8908.
- Porter, M. (1991) “America’s green strategy,” *Scientific American*, 264(4).
- Porter, M.E. and van der C.Linde (1995) “Toward a New Conception of the Environmental-Competitiveness Relationship”, *The Journal of Economic Perspectives*, 9(4), 97-118.
- Porter, M. (2010) “Reflections on a Hypothesis,” The Porter Hypothesis at 20 Conference, Montreal, June 28, 2010.
- Porter, M.E., K.Schwab, J.Sachs, P.K.Comelius, and J.W.McArthur (2002) “Global Competitiveness Report 2001-2002: World Economic Forum, Geneva, Switzerland 2001,” New York: *Oxford University Press*.
- Raspiller, S. and N.Riedinger (2008) “Do Environmental Regulations Influence the Location Behavior of French Firms ? ”*Land Economics*, 84(3), 382-395.
- Rassier, D. and D. Earnhart (2010) “Does the Porter Hypothesis expected future financial performance ? The effect of clean water regulation on chemical manufacturing firms,” *Environmental and Resource Economics*, 45(3), 353-377.
- Rexhäuser, S. and C. Rammer (2014) “Environmental innovations and firm productivity: unmasking the Porter Hypothesis,” *Environmental and Resource Economics*, 57(1), 145-167.
- Rubashkina, Y., M. Galeotti and E. Verdolini (2015) “Environmental regulation and competitiveness: Empirical evidence on the Porter Hypothesis from European manufacturing sectors,” *Energy Policy*, 83, 288-300.
- Rivera, J. and C.H.Oh (2013) “Environmental Regulations and Multinational Corporations’ Foreign Market Entry Investments”, *Policy Studies Journal*, 41(2), 243-272.
- Smarzynska, B. and S.J.Wei (2001) “Pollution Havens and Foreign Direct investment: Dirty

- Secret or Popular Myth ? ,” *World Bank Policy Research Working Paper*,no.2673.
- Smarzynska, B. and S.J.Wei (2004) “Pollution havens and foreign direct investment: Dirty secret or popular myth ? ,” *B.E. Journal of Economic Analysis and Policy*, 3(2).
- Spatareanu, M. (2007), “Searching for Pollution Havens: The Impact of Environmental Regulations on Foreign Direct Investment”, *The Journal of Environment and Development*, 16(2), 161-182.
- Stern, D. (1998) “Progress on the environmental Kuznets curve ? ,” *Environment and Development Economics*, 3, 173-196.
- Suri, V. and D.Chapman (1998) Economic growth, trade and energy: implications for the environmental Kuznets curve. *Ecological Economics*, 25, 195-208.
- Taylor, M. S. (2005) “Unbundling the Pollution Haven Hypothesis,”*Advances in Economic Analysis & Policy*, 4(2), Article 8.
- Timmer, M.P., A.A.Erumban, B.Los, R.Stehrer and G.J.de Vries (2014) “Slicing Up Global Value Chains,” *Journal of Economic Perspectives*, 28 (2) , 99-118.
- Wagner, U.J., and C.D.Timmins (2009) “Agglomeration Effects in Foreign Direct Investment and the Pollution Haven Hypothesis,”*Environmental and Resource Economics*, 43(2), 231-256.
- Wagner, M. and P. Llerena (2011) “Eco-innovation through integration, regulation and cooperation: Comparative insights from case studies in three manufacturing sectors,” *Industry and Innovation*, 18(8), 747-764.
- Wooldridge, J. (2013) *Introductory Econometrics: A Modern Approach, 5th International ed.*, South-Western, Cengage Learning.
- Xing, Y. and C.D. Kolstad (2002) “Do lax environmental regulation attract foreign investment ? ,” *Environmental and Resource Economics*, 21, 1-22.
- Zeng, D. Z., and L. Zhao (2009) “Pollution Havens and Industrial Agglomeration,” *Journal of Environmental Economics and Management*, 58(2), 141-153.