

目 次

第 1 章 序章.....	4
第 1-1 節 研究の背景と問題意識.....	4
第 1-2 節 研究の目的	10
第 1-3 節 研究の手法	10
第 1-4 節 得られた主要な結論とその貢献.....	12
第 1-5 節 本論文の構成.....	14
第 2 章 先行研究の検討	15
第 2-1 節 環境経済学と環境政策に関する初期の研究	15
第 2-2 節 中国の環境の現状および環境政策の理論的意義.....	16
第 2-3 節 環境外部性を伴う不完全競争市場に対する税金と補助金の影響 ...	17
第 2-4 節 自由参入のクールノー寡占と環境政策及び公的企業で役割	19
第 2-5 節 寡占市場における環境政策及び環境に意識が高い消費者の影響 ...	20
第 2-6 節 環境技術の選択と CSR 企業.....	21
第 2-7 節 環境政策の有効性に与える影響に関する計量分析	23
2-7-1 日本についての CO ₂ 排出量に関する計量分析.....	23
2-7-2 環境税の影響に関する既存の実証研究.....	24
第 3 章 自由参入のクールノー寡占と環境政策および公的企業の役割	27
第 3-1 節 イントロダクション	27
第 3-2 節 基本モデル	31
第 3-3 節 企業数が外生変数の場合	33

3-3-1	民営化か公的運営か	35
3-3-2	環境税の効果	37
3-3-3	産業均衡の最適性との関係	38
第 3-4 節	私的企業の自由参入の場合	39
3-4-1	民営化か公的運営か	40
3-4-2	環境税の効果	43
3-4-3	産業均衡の最適性との関係	44
第 3-5 節	結論と今後の課題	45
補論 I	.....	47
補論 II	.....	47

第 4 章 クールノー的寡占市場における CSR 企業と環境技術の選択、環境政策および環境意識の高い消費者が存在する意義

第 4-1 節	イントロダクション	50
第 4-2 節	基本モデル	54
第 4-3 節	産業均衡と比較静学	56
第 4-4 節	環境意識高い消費者の存在と CSR 企業	61
第 4-5 節	結論と今後の課題	66
補論 I	.....	68
補論 II	.....	69
補論 III	.....	69

第 5 章 環境技術の選択と環境意識の高い消費者の存在が環境政策の有効性に与える影響に関する計量分析

第5-1節	イントロダクション	71
第5-2節	データと分析手法	74
第5-3節	モデルの設定	77
第5-4節	パネル分析結果	80
第5-5節	結論と政策的インプリケーション	90
第6章	終章	93
第6-1節	本論文において得られた結論	93
第6-2節	政策的インプリケーション	94
第6-3節	今後の研究課題	95
参考文献		97
謝辞		106

第 1 章 序章

第 1—1 節 研究の背景と問題意識

産業革命以降の人間活動の拡大により、環境への影響が増大し、環境悪化が顕在化してきた。環境を悪化させる人間の活動が比較的小規模な場合には、影響は地域的なものが中心であり、地域における対策により解決が図られた。そして、地域的に直接に人間の健康や生活環境へ影響を引き起こす環境負荷が、主として注目されていた。初期の環境対策は、このような問題意識に沿って策定されてきた¹。現在、地球的規模での環境における国際的問題の一つは、世界の工業生産基地化する中国をはじめとする BRICs や他のアジアとラテンアメリカ諸国の環境問題やその対策の動向にある²。近年では、これらの国々の産業が発展し、経済が低成長から高度成長へと移り変わるとともに、急速な所得の拡大にとともに消費も拡大しており、大気や水質が著しく汚染されている。

また、グローバル企業の資本ネットワークによる海外展開にとともに、先進国の製造企業は、生産コストの低い地域、あるいは市場規模の大きい地域を求めて、海外に拠点を拡大してきた。同時に、成長著しい中国をはじめ BRICs 市場の活力を取り込むべく、各国企業はこぞって市場開拓に取り組んでおり、極めて競争的な市場が形成されている。米国や日本の企業も例外ではなく、中国をはじめ BRICs や他の発展途上国に進出しつつある。そのため、これらの国々は「世界の工場」と称され、先進国への製品供給拠点として位置付けられてきた。特に、世界の貿易額に対するこれらの国々のシェアは年々上昇を続けており、そこで製造した部品や完成品を、その主な最終消費先としての欧米に輸出するという生産ネットワークが構築された³。以下の図 1—1 と図 1—2 には、アジアとラテンア

¹ 修 (1996)。

² BRICs (ブリックス、英語 Brazil, Russia, India, China から) は、2000 年代以降に著しい経済発展を遂げた 4 か国 (ブラジル、ロシア、インド、中国) の総称で、投資銀行ゴールドマン・サックスの経済学者であるジム・オニールによって書かれた 2001 年 11 月 30 日の投資家向けレポート『Building Better Global Economic BRICs』で初めて用いられた。

³ 国連公表データによると、中国貿易の輸出額は 2000 年に 2492 億ドルだったものが、2017 年に 22633.5 億ドルとなり、国別輸出額では第 1 位となった。2022 年では 25902.2 億ドルとなり、2000 年での約 10 倍に拡大した。また、ブラジル貿易の輸出額は 2004 年からますます増加していることがわかる。UNCTAD database. Available at: <https://unctad.org/>を参照されたい。具体的には、Ohara et al. (2007)を参照されたい。

アメリカの主要発展途上国の貿易輸出額の推移が示されている。これをみると、この20年間アジアとラテンアメリカの主要発展途上国の貿易輸出額が増加し、特に中国をはじめ、アジア主要発展途上国の貿易輸出額が急激に増加してきたことがわかる。

一方、経済グローバル化がもたらした激しい国際競争の中で、特に、工場や自動車交通が集中している主要都市の大気汚染をみると、高濃度SO₂や、浮遊粒子状物質（SPM）が観測されていて、鉛汚染や酸性雨の被害や越境汚染なども顕在化している。また、河川や湖沼水の化学物質汚染や富栄養化が進行しているとともに、廃棄物、水不足や、熱帯雨林破壊も大きな問題となっている。他方、先進諸国においては、これらの産業公害は沈静化しており、産業公害の問題は成長してきた中国をはじめBRICsや他のアジアとラテンアメリカ諸国の課題へと変化している。同じく下の図1-1と図1-2には、アジアとラテンアメリカの主要発展途上国の汚染物質（CO₂,NO_x）排出量の推移が示されている。図からみると、この20年間中国、インドやコロンビアなどの発展途上国がかなりの汚染物質を排出していることもわかる。

図1-1 アジア主要発展途上国の輸出額とCO₂、NO_xの排出量の推移

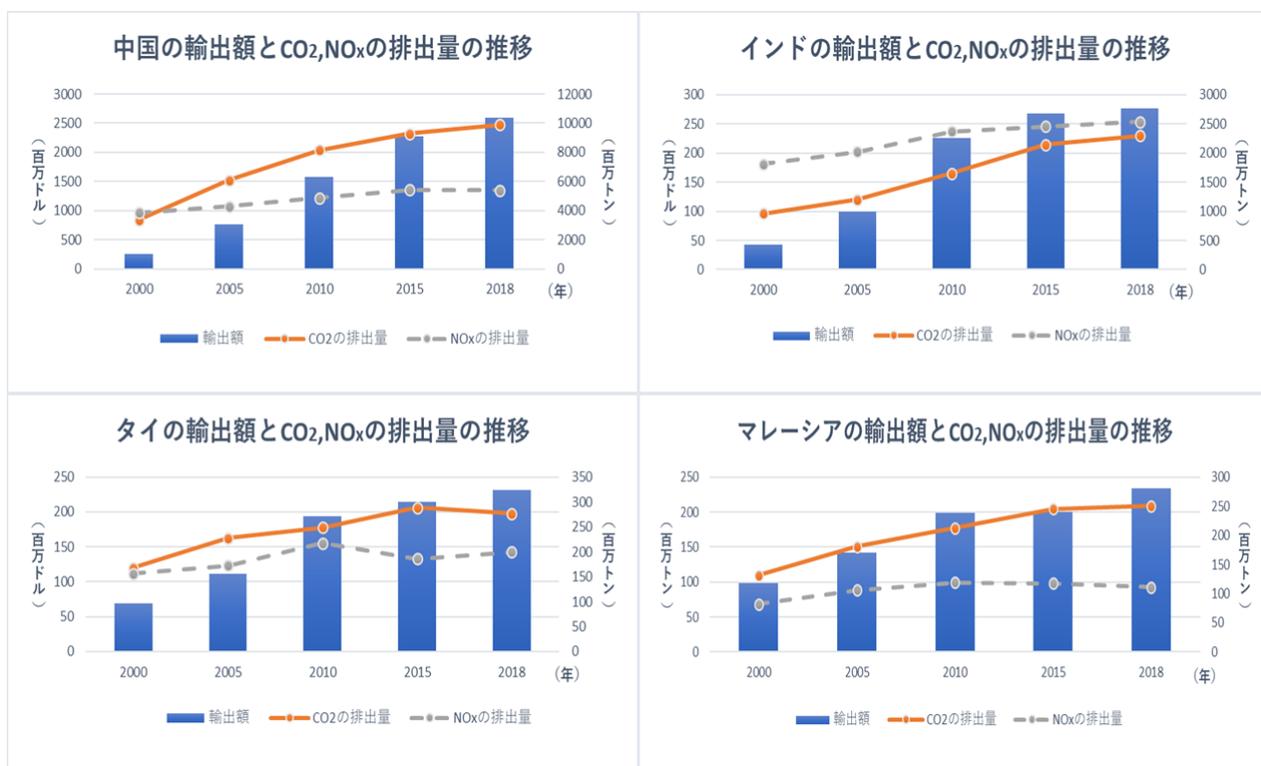
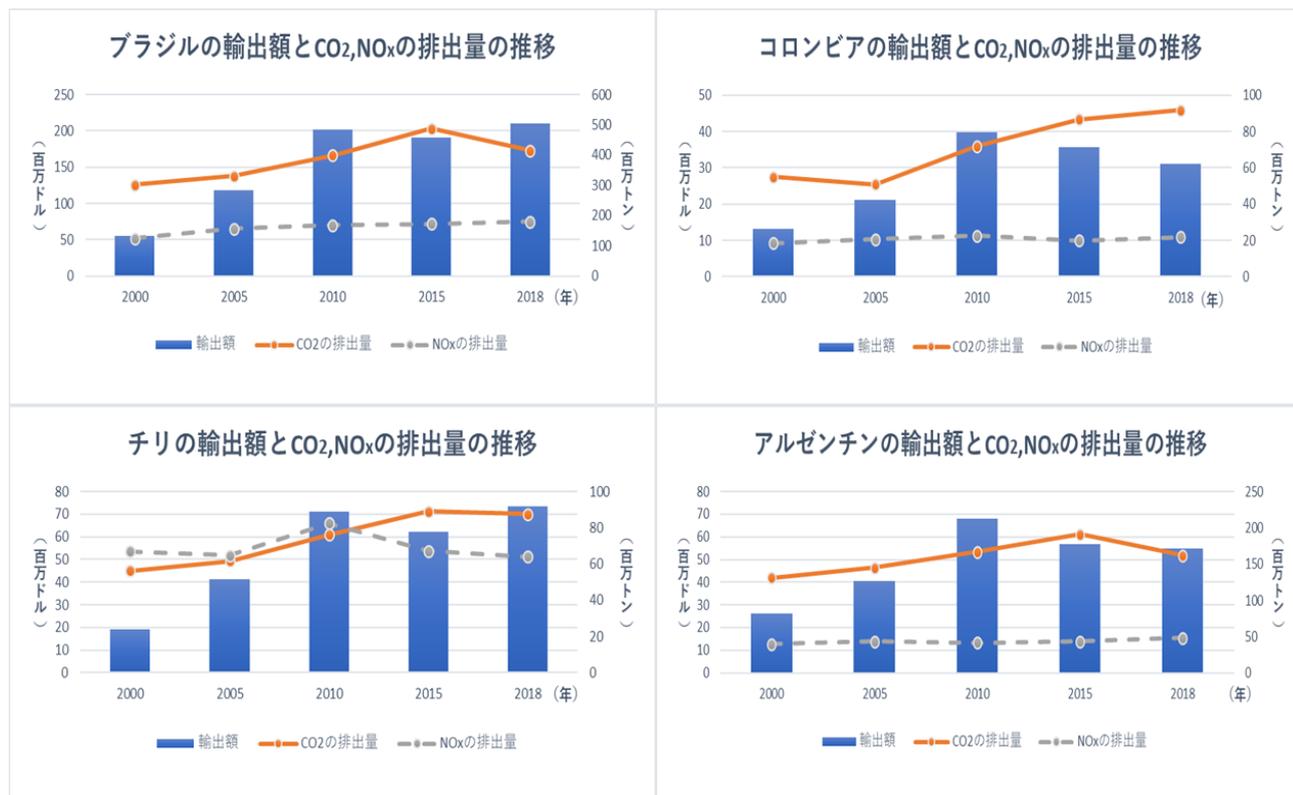


図1-2 ラテンアメリカ主要発展途上国の輸出額とCO₂、NO_xの排出量の推移



出所) UNCTAD 公表データに基づき、筆者作成⁴

注) 輸出額は左目盛で、CO₂とNO_xの排出量については右目盛である。なお、CO₂の排出量の単位は百万トンとし、NO_xの排出量はCO₂換算で千トンとしている。

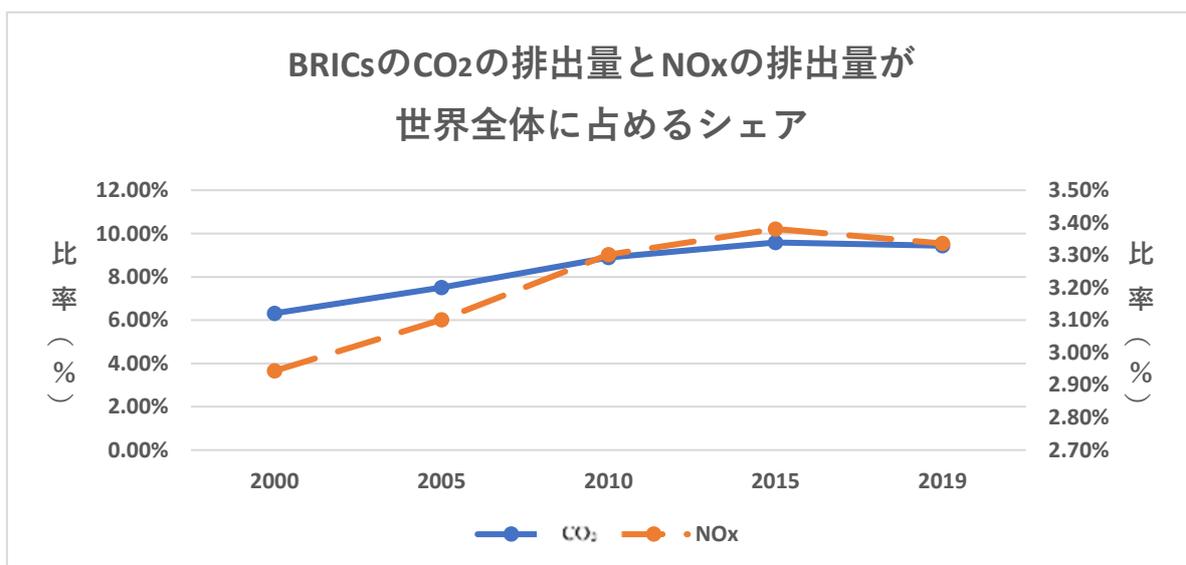
さらに近年、産業公害の越境汚染に加えて、地球温暖化にともなう異常気象をはじめ、地球規模の災害が日々先進国、途上国の区別なく、国境を越えて大きな被害をもたらしている⁵。2016年に発効したパリ協定は、「今世紀後半に温室効果ガスの人為的な排出と吸収のバランスを達成」することを目標として掲げ、先進諸国ばかりではなく、発展途上国に対しても一定の削減努力を求めている。図1-3には、BRICsのCO₂の排出量とNO_xの排出量が世界全体に占めるシェアが示されている。これをみると、2000年以降、

⁴ UNCTAD 公表データに基づき、図1-1は中国、インド、タイとマレーシアの4か国のデータを収集し、作成したもので、図1-2はブラジル、チリ、コロンビアとアルゼンチンの4か国のデータを収集し作成したものである。ただし、2020年のデータが入手困難なため、2018年のデータを使用している。Available at: <https://unctad.org/> (2021年9月30日閲覧)

⁵ 下村(2002)は、環境汚染が越境性という特徴を持つことに着目し、中国の環境の現状および環境政策の理論的意義を研究した。特に、国際的ならびに時間的相互依存関係という二つの相互依存性が複雑に絡み合う越境的環境汚染問題を分析するためには、動学ゲームが有効な分析手段であるという認識を示した。そして、2国が対称的でゲーム期間が3期のモデルを構築して分析を行った。

BRICs の CO₂ の排出量と NO_x の排出量が世界全体に占めるシェアが徐々に増加していることがわかる。特に、急速な工業発展にともなう海外資本の中国国内への生産移転や地場企業の急速成長により、工業生産が増加したことで CO₂ などの温室ガスの排出量が大幅に増加している。2007 年には世界最大の CO₂ 排出国になったとされ、その後、ますます増加してきた⁶。このため、先進国であろうと途上国であろうと関係なく、温室効果ガスの排出や産業公害の越境汚染を続ける姿勢に対して、国際社会から注目されるようになってきた。例えば、図 1 - 4 の 2018 年の世界の二酸化炭素の排出量の割合をみると、発展途上国の中国とインドが、それぞれ第一位と第三位であった。このように、先進国だけでなく、インフラや対処能力（資金、技術、人など）が先進国と比較して脆弱な途上国においても、温暖化による災害への対応は差し迫った課題となっている。

図 1 - 3 BRICs の CO₂ の排出量と NO_x の排出量が世界全体に占めるシェア



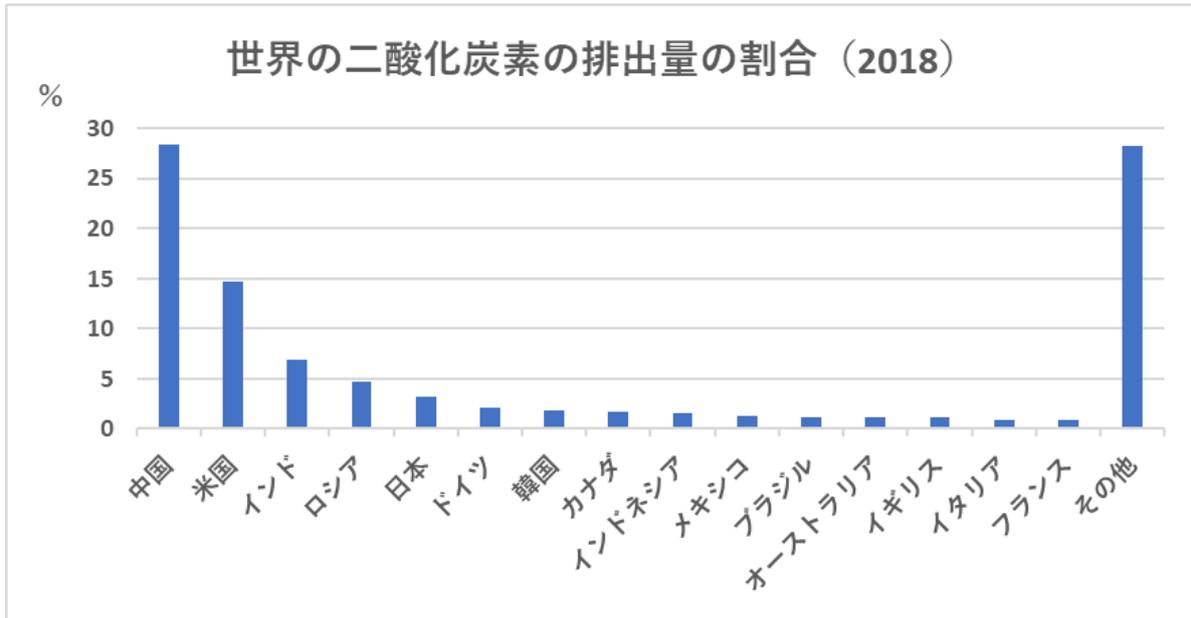
出所) World Bank Open Data に基づき、筆者作成⁷

注) CO₂ の排出量が世界全体に占めるシェアは左目盛で、NO_x の排出量が世界全体に占めるシェアについては右目盛である。

⁶ 国際エネルギー機関 (IEA) などが公表した資料より。 <https://www.iea.org/> (2020 年 6 月 27 日閲覧)

⁷ Available at: <https://data.worldbank.org/> (2021 年 6 月 15 日閲覧)。ただし、2020 年のデータが入手困難なため、2019 年のデータを使用している。

図1-4 世界の二酸化炭素の排出量の割合（2018）



出所) World Bank Open Data に基づき、筆者作成⁸

そして、これらの問題は、特に、中国では環境関連技術やノウハウの普及が遅れ、環境汚染は一朝一夕には解決できないなどの指摘もあり、経済成長にともなう産業公害を含む外部不経済効果が大きな問題となっている⁹。このように、経済の国際化にともなう景気変動、金融投機、失業などの問題と同様に、一国の政府ではだけ解決できないものとなり、世界的な調整機能が不可欠である。

また、中国においては、公的企業の近代化・効率化の政策がとられ、環境対策においても新たな環境技術の選択により、私的企業をリードするという新しい政策的役割を与えられている¹⁰。そして、鉄道、電信、都市ガス、電気、鉄鋼などをはじめ、様々な分野で公

⁸ 同上。

⁹ 李（1999）と馬奈木（2013）は、途上国・新興国は環境対策をするほどに生産性が減少するという、経済的に損失をともなうトレードオフがあると述べ、そのため経済のみを優先的に考えて環境問題を考慮しない背景には複雑な問題があることを示唆した。そして、国土面積が広い中国に対して、環境汚染排出量を緩和させるようなインセンティブを与え、技術進歩や積極的な汚染削減への取り組みを進めることこそが、持続可能な経済発展を達成するために重要であると指摘している。

¹⁰ 具体的には、孫根（2017）を参照されたい。また、丸川（2013）は、「国家の安全に関わる産業、重要な公共財、自然独占産業、支柱産業とハイテク産業の基幹企業」と、国有企業の役割をかなり広く認めている。また、今井（1993）、末廣（2002）、児玉・何（2008）などは、中国国有企業数は減少してはいるものの利潤総額からみると依然として膨大なものとなっており、中国经济の中心的役割を担っていると指摘した。

的企業が操業している¹¹。特に、中国の産業構造の変化が進み急速に高度な経済成長へ移り変わる原因の一つとしては、中国の公的企業によるマクロコントロールが有効なことがあげられる¹²。

さらに、このような激しい国際競争の下で環境汚染が深刻になるとともに、アメリカと欧州諸国が中国やアジアなどの輸出企業に対しても ISO14000 などの国際認証基準の制定・普及が求められるようになった¹³。環境保全や地球温暖化防止に資する生産技術の選択、消費者の利益や社会的責任を重視する企業行動が重要となり、CSR (Corporate Social Responsibility) 活動に取り組む企業 (以後 CSR 企業と呼ぶ) が注目を集めている¹⁴。企業の社会的責任という観点から経営戦略を策定する場合、すべての項目において「経済 (利益の確保)」のみならず、「社会 (地域社会、消費者利益、従業員の満足度の確保)」および「環境 (環境保全)」的視点を取り入れなければならないとされている。一企

¹¹ 公的企業は、国家が出資している企業、または政府の管轄下にある企業のことである。中国では計画経済の下で基幹産業を中心に企業の所有形態は全人民所有制とされ、これら企業が中央から地方レベルまでの政府による管理監督の下で経営を行ってきた。国有企業とも言う。

¹² 丸川 (2013)。また、フォーチュン誌の 2021 年版「世界の大企業 500 社」の上位に入っている中国企業のデータを見る限り、中央直轄企業を中心とする公的企業が中国の国家戦略を実現する部隊として、着々と勢力を拡大しているようにみえる。詳しくは、2021 年《財富》世界 500 強排行榜 - 財富中文网 <http://www.fortunechina.com/>(2021 年 10 月 3 日閲覧)を参照されたい。

¹³ ISO14000 は、国際標準化機構 (ISO) が発行した環境マネジメントシステムに関する国際規格 (IS) 群の総称である。近年では、環境マネジメントシステムの適用範囲の拡大が見られ、組織の社会的責任 (SR: Social Responsibility) を評価する際の基準に利用されることがある。また、組織内外の双方向コミュニケーションによる環境コミュニケーションが促進され、その情報は重要な企業情報として位置づけられる動向がある。

¹⁴ CSR 企業に関する定義をいくつかを紹介する。Kotler and Lee (2005) によると、CSR とは、企業が自主的な事業活動や経営資源を通じて、地域社会をより良いものにするために深く関与することである。松野・合力 (2006) によると、企業が持続可能な発展を求め、CSR 遂行の観点から経営戦略を策定し、「企業の利益」と「社会的利益」を有機的に統合化すれば、新たなビジネス・チャンスの循環が生まれるのではないだろうかと指摘した。また、谷本 (2006) によると、CSR とは、企業活動のプロセスに社会的公正性や論理性、環境や人権への配慮を組み込み、ステークホルダーに対してアカウンタビリティを果たしていくことである。さらに、水尾・清水・蟻生 (2007) によると、CSR とは、企業と社会の持続可能な発展を促進することを目的として、不祥事の発生を未然に防ぐとともに、トリプルボトムラインと称される経済・環境・社会に対して積極的に貢献していくために、マルチ・ステークホルダーのエンゲージメントを通じて、ともに進める制度的義務と主体的取り組みの責任である。ボーゲル (2007) によると、CSR とは、企業が法律的に順守すべき範囲を超えて、職場環境を改善しており、社会に恩恵をもたらしている慣行である。そして、CSR の定義と範囲は、企業を取り巻く環境の変容と国・地域の文化の差異によって異なると考えられるが、企業活動が利益追求だけではなく、社会的利益も考慮しなければならないということの重要性を指摘している点では共通している。

業の私的利益だけではなく、社会全体の公的利益が拡大することになり、この拡大した利益の再配分によって、企業と社会の双方にとっての持続可能な発展が実現していくことが期待されている¹⁵。

このような問題意識に基づき、公的企業と CSR 企業の役割、環境技術の選択および環境意識の高い消費者の存在の視点から、クールノー寡占における環境政策の有効性に関する理論的研究と計量経済学的分析を行う¹⁶。

第 1—2 節 研究の目的

これまで見てきたように、経済のグローバル化の進展にともなう激しい国際競争の中で、中国を含む BRICs やアジアとラテンアメリカ諸国の工業化が進むことにともなう副作用としての環境汚染が深刻になっている。同時に、これらの国々の工業生産が増加したことで CO₂ などの温室効果ガスの排出量が大幅に増加している。ところが、これらの国々では、厳しい国際競争の中で、コストの高い環境にやさしい生産技術や生産方式の採用が進んでいないとみられている。そこで、中国の公的企業や、その他の BRICs 発展途上国の CSR 企業を促進させ、環境技術の選択が進むことにより排出削減が進み、環境政策が有効になる。特に、これらの国々において、環境問題を解決することは、世界の環境問題の解決にとって重要な意味を持つ。

このような背景の下に、本研究では、ゲーム理論（特に典型的なクールノー・モデル）を基礎にして、激しい企業間の競争と自由参入、公的企業と CSR 企業の役割、環境技術の選択および環境意識の高い消費者の存在などの観点を取り入れて、環境政策が産業均衡に与える効果とその有効性に関する理論的研究と計量経済学的分析を行う。

本研究において特に注目するのは、以下の 3 点である。

第 1 に、中国のように民間企業と公的企業が混在するという産業を前提として、公的企業に高い環境技術の導入を推進する政策や、環境政策の有効性を検討するために、公的企業が環境排出をともなわない高い生産技術の下で操業している状況を想定し、環境政策の効果や公的企業の生産水準、民間企業の生産量や参入退出などを検討する。具体的には、

¹⁵ 松野・合力（2006）。

¹⁶ 環境政策が企業行動に与える効果については、生産量の変化、企業数の変化、産業の発展、生産技術の選択および消費者の環境意識に関する影響と国際競争などがある。そして、寡占産業における環境政策の効果は、完全競争的な産業とは異なるものである。

Cato (2008)の研究を参考し、Matsumura and Kanda (2005)による、自由参入の混合寡占市場モデルにおいて公的企業が環境汚染排出をとまなわない高い生産技術を用いている状況を想定し、新たに私的企業の生産にとまなう汚染物質の排出とそれを防止するための環境税を導入して、公的企業の望ましい行動を検討する。そして、企業数が外生的な場合と内生的な場合において、汚染物質の排出と環境税が産業均衡に与える効果を検討する。

第2に、BRIC_sをはじめ他の発展途上国において、環境技術の導入を促進するため、寡占的産業において、CSR企業の役割および環境意識の高い消費者の存在などの観点を取り入れて、環境政策と持続可能な産業発展を検討する。具体的には、Eriksson (2004)などの研究を発展させ、新たに複数のCSR企業が存在し、その企業数が市場の動向や政府の環境政策に応じて内生的に決まる状況において、環境技術の選択や環境政策の有効性を検討するとともに、環境税による環境政策がCSR企業数にどのような影響をもたらすのかについても検討する。さらに、環境意識が高い消費者が存在する場合の環境政策に関する研究においては、Nishikawa (2015)のモデルの設定をより発展させ、新たに複数のCSR企業と環境意識の高い消費者が同時に存在する状況の下で、環境税や環境意識の高い消費者の増加が環境技術の選択やCSR企業数、そして環境政策の有効性にどのような影響をもたらすのかを検討する。

第3に、World Bank Open Dataを用いて、CO₂とNO_xの排出を取り上げ、Miller and Vela (2013)やLin and Li(2011)などの研究を発展させ、新たに先進諸国と発展途上国を含む国際パネルデータに基づいて、環境技術選択や環境意識の高い消費者の存在を明示的に取り扱った上で、計量経済学的な分析を行う。そして、環境政策の有効性に関して、先進国と発展途上国における結論を対比させながら、検証する。

第1-3節 研究の手法

本論文で用いた研究手法は以下の3点にまとめられる。

(1) 文献の整理・研究

研究に関する諸理論をシステマティック・リタラチュアレビューにより整理し参考文献リストの作成、先行研究のサーベイ作業を行い、関連分野の全体像を把握する作業を行った。

(2) 寡占市場モデルの構築と理論分析

文献研究に基づき、公的企業と民間企業が混在する混合寡占市場、環境技術の選択、

CSR 企業の存在や消費者の環境意識を明示的に取り扱う理論的なモデルを構築し、定性的な結論を得た。先行研究から得られた理論的・定性的結論を参考に、上記の新しい要素を加え、既存モデルを拡張しモデルを設定・構築した。

(3) 計量経済学的な分析

理論的・定性的な分析により得られた様々な結論の現実妥当性を検証するため、計量経済学的な分析を行った。環境技術が環境政策に与える影響、特に先進諸国に関する計量的研究に加え、発展途上国を含めた分析を行った。また、新たに環境意識の高い消費者の行動が環境政策に与える影響を計量的に分析した。

第 1—4 節 得られた主要な結論とその貢献

第 3 章においては、Cato (2008)の研究を発展させ、Matsumura and Kanda (2005)による自由参入の混合寡占市場モデルにおいて公的企業が環境汚染排出をともなわない高い生産技術を用いている状況を想定し、私的企業の生産にともなう汚染物質の排出とそれを防止するための環境税を導入して、公的企業の望ましい行動を検討した。そして、企業数が外生変数と内生変数という 2 つの場合において、汚染物質の排出と環境税が産業均衡に与える効果を検討した。

第 3 章においては、以下のような結論を得た。第 1 に、企業数が外生変数の場合には、産業均衡において社会的厚生を増大させるために、公的企業を少なくとも部分的に民営化することが望ましい。また、環境税の増税は私的企業の生産量を減少させ、公的企業の生産量を増大させる。環境税の増税は直接的に私的企業の生産費用を増加させるため、私的企業に減産の誘因を持たせ、排出する汚染物質を減少させる。さらに、産業の最適性との関係に関しては、公的企業と私的企業の生産量は、ともに最適水準より低くなっていることが示された。第 2 に、私的企業に自由参入を認める場合には、社会的厚生は公的企業が完全に公的な行動（社会的厚生を最大化）を行う場合において最大となり、完全な公営化が望ましいことが示される。また、環境税を課税すると、公的企業の生産量は増加する一方で、私的企業の生産量は減少し、同時に参入企業数も減少する。このように、社会的厚生を最大化する誘因を持つ公的企業は、私的企業が排出する汚染物質を減らすべく、通常の混合市場に比べいっそうの増産を行う。さらに、産業の最適性との関係に関しては、公的企業の最適水準と私的企業の自由参入における最適条件は満たされるが、私的企業の最適生産条件は満たされず、過少生産となることが示された。

第4章においては、クールノー・ナッシュ型寡占市場において汚染排出の異なる2種類の環境技術が選択可能であり、環境保全や企業の社会的責任を認識するCSR企業と、環境意識の高い消費者の存在する場合において、Eriksson (2004)、Nishikawa (2015) や Xu and Lee (2018) などの研究を発展させ、複数のCSR企業や環境意識の高い消費者が存在する場合において、環境政策の有効性を検討した。CSR企業が存在する場合の環境政策に関する既存の研究は、公的企業が存在する混合産業の研究を発展させたものであり、CSR企業が産業に1社だけ存在する場合の分析にとどまっている。本章において、Eriksson (2004) などの研究を発展させ、新たに複数のCSR企業が存在し、その企業数が内生的に決まり、市場の動向や政府の環境政策に応じて変化する場合を検討した。さらに、環境意識の高い消費者が存在する場合の環境政策に関する研究においては、Nishikawa (2015) のモデルの設定をより発展させ、環境意識の高い消費者の存在が環境政策の有効性に与える影響を検討するとともに、新たにCSR企業数や環境政策にどのような影響をもたらすのかを検討した。

分析の結果、以下のような新たな所見を得た。第1に、環境税は、環境汚染排出をともなうブラウン企業の生産量も企業数も減少させることにより環境汚染排出を減少させる。さらに、環境汚染排出をともなわないクリーンな生産技術を選択するCSR企業数が増加することにより、環境保全がいつそう進展することが示された。第2に、環境意識の高い消費者が存在する場合に、環境税の課税により、環境技術の導入が促進され、環境の改善につながるとともに、環境政策の有効性が高まることが示された。第3に、環境意識の高い消費者が存在する場合には、CSR企業数の増加とともにクリーンな生産技術の選択が進み、ブラウン企業数が減少する。このように、環境意識の高い消費者の増加により環境政策の有効性がいつそう促進されることが示された。

第5章において、第3章と第4章の理論的分析により得られた理論的な結論の現実妥当性を、計量経済学的手法を用いて検証する。先述のように、生産における環境技術の選択が環境政策の効果に大きな影響を与え、特に、高い環境技術を持つ公的企業による技術誘導政策が産業全体の環境政策効果を高めること、また、CSR企業による高い環境技術の選択や環境意識の高い消費者の存在との相互効果が、環境政策の有効性に大きな効果を持つことが示された。環境技術の導入が環境政策に与える影響、特に先進諸国に関する計量的研究は多数存在するが、発展途上国を含めた分析や、環境意識の高い消費者の行動が環境政策に与える影響を計量的に分析した研究は多くはない。そのため、World Bank

Open Data を用いて、CO₂ と NO_x の排出を取り上げ、Miller and Vela (2013) や Lin and Li (2011) などの研究を発展させ、新たに先進諸国と発展途上国を含む国際パネルデータに基づいて、環境技術の選択や環境意識の高い消費者の存在などの影響を踏まえながら、環境政策の有効性を計量経済学的に検証した。

その結果、以下のような結論を得た。第 1 に、環境関連税は先進国や発展途上国の CO₂ 削減に有効であり、環境技術の選択は先進国の NO_x 削減に有効であることが示された。第 2 に、World Values Survey のアンケートデータから得られた環境意識の高い消費者の比率に関しては、ほとんどのケースにおいて予想される結果が得られなかった。ところが、再生可能エネルギー消費率に関しては、発展途上国の NO_x 排出に関するケースを除くすべてのケースについて有効となっており、CO₂ と NO_x の排出削減に有効であることが明らかになった。再生可能エネルギーは一般的に化石エネルギーより高価であることを考慮すると、その消費率が高いことは消費者の環境意識が高いことや、環境政策への取り組みが進んでいることを示しているとも考えられる。

第 1—5 節 本論文の構成

本論文においては以下のような構成に基づき、ゲーム理論を基礎にして、激しい企業間の競争と自由参入、公的企業と CSR 企業の役割、環境技術の選択および環境意識の高い消費者の存在などの観点を取り入れて、環境政策が産業均衡に与える効果とその有効性に関する理論的研究と計量経済学的分析を行う。

まず、第 1 章において、本研究に関する背景や問題意識、本論文で展開する研究の目的および主要な結論と構成について述べる。次に、第 2 章において、この研究分野の既存研究の成果を明らかにするため、先行研究を検討する。続いて、第 3 章において、自由参入のクールノー寡占と環境政策および公的企業の役割について検討する。第 4 章において、クールノー寡占における CSR 企業と環境技術の選択、環境政策および環境意識の高い消費者が存在する意義について研究する。第 5 章において、第 3 章と第 4 章の理論的分析の上に、World Bank Open Data を用いて、CO₂ と NO_x の排出を取り上げ、Miller and Vela (2013) や Lin and Li (2011) などの研究を発展させ、新たに先進諸国と発展途上国を含む国際パネルデータに基づいて、環境技術の選択と環境意識の高い消費者の存在が環境政策の有効性に与える影響に関する計量分析を行う。最後に、第 6 章は、終章であり、本論文の結論、政策的インプリケーションおよび今後の研究方向を述べる。

第2章 先行研究の検討

本章では、第1章の問題意識と研究目的に基づき、本論文において展開する研究の基礎的な枠組を提供するために、既存研究をまとめ、展望、整理する。以下では、主に環境経済学と環境政策に関する初期の研究、中国の環境の現状および環境政策の理論的意義、環境外部性をともなう不完全競争市場に対する税金と補助金の影響、自由参入のクールノー寡占と環境政策および公的企業の役割、寡占市場における環境政策および環境に意識が高い消費者の影響、環境技術の選択とCSR企業、環境政策の有効性に与える影響に関する計量分析という7つに分類して検討する。

第2-1節 環境経済学と環境政策に関する初期の研究

環境政策に関しては、古くから優れた研究が蓄積されてきた。それらの先駆的貢献として、Pigou (1920) は、環境排出量に応じて課税される税が、競争的市場における最適を達成することを示した(ピグー税)。そして、この研究を契機として、環境経済学や環境税、補助金などの環境政策に関する多くの研究が蓄積されてきた¹⁷。しかしながら、この結論は、完全競争市場に限定されるものであり、その後、税率決定に必要な汚染物質の排出量やその限界被害に関する不完全情報や、不完全な競争市場における生産者間の戦略的行動の影響など、多くの問題点が指摘され、それに対する新たな研究が蓄積されつつある。

まず、汚染物質の排出やその限界被害に関する情報不足については、Coase (1960) において、所有権(環境の利用権など)が確定している場合には、政策的介入がなくても外部性の問題は解決されることが指摘された。取引費用がない場合には、環境汚染の発生源とその被害者との直接交渉により、汚染者が被害者に支払う賠償金、あるいは被害者が汚染者に支払う営業補償により、所得分配の問題を除外すれば、効率的な排出削減が行われることを示した。この場合には、政策当局による情報収集も介入も必要はないが、所得分配の非対称性の問題に加えて、当事者間交渉には大きな取引費用が必要となることは言

¹⁷ 詳しくは、植田(1996)、細江・藤田(2002)、鎌苅・村田(2005)、山本(2012)、浅子(2015)、平澤(2017)などを参照されたい。

うまでもない。

これに対して、Baumol and Oates (1971) は、正確な外部不経済削減費用の推定が困難な場合、環境税の適切な税率設定は行えないが、暫定的な課税によって達成された排出水準と目標水準によって税率を上下させ、目標水準を達成する税率を探するという方法をとることにより、最終的に適正な税率が達成されることを示した（ポーモル、オーツ税）¹⁸。また、Dales (1968) は、排出権取引市場の創設を提案し、汚染物質の排出者に排出枠を設定したうえで、排出枠を下回った者がその削減分に価格を設定して排出枠を上回った者と取引するならば、汚染物質の削減が進むことを指摘した¹⁹。これは、汚染除却投資の促進効果とともに、政策当事者の環境投資費用に関する情報不足を市場の創設と企業のインセンティブ効果により補う効果も持つものと考えられる。

このほか、環境政策の推進に貢献する環境税の二重配当効果に関する研究も行われた。Goulder (1995) は、環境税に期待される効果は 2 つあり、その第 1 は、環境税により汚染排出が削減される環境改善効果であり、第 2 は、環境税の税収を他の環境政策の原資として活用する、あるいは、既存の歪みをもつ税を減税し超過負担を小さくするという効率性改善効果である。つまり、バズに対する課税により、グズに対する減税や、その利用促進を行うものと解釈できる²⁰。

以下では、本論文に直接関連する中国の環境問題、市場競争の不完全性、寡占的競争や公的企業との企業間競争、生産技術の選択、財の差別化と環境意識の高い消費者の存在などに関する研究の展開を展望する。

第 2—2 節 中国の環境の現状および環境政策の理論的意義

環境汚染が越境性という特徴を持つことに着目し、中国の環境の現状及び環境政策の理論的意義を研究した下村 (2002)、「越境的環境汚染への動学ゲーム論的アプローチ—国際的ならびに時間的な相互依存関係—」では、国際的ならびに時間的な相互依存関係という二つの相互依存性が複雑に絡み合う越境的環境汚染問題を分析するために、動学ゲームを

¹⁸ Baumol and Oates (1989)なども参照されたい。

¹⁹ 日本においても、例えば天谷 (2005) は、排出権取引市場が持つ動学的インセンティブ効果について検討している。また、Kato (2006)は混合寡占市場において、排出権取引の有効性を検討していた。

²⁰ 例えば、鎌田、村田 (2005) は、二重配当効果を考慮した上で、環境税と補助金の経済効果を検討している。

用いて分析した。さらに、A、B 両国が対称的でゲームの期間が 3 期間の越境的環境汚染ゲームを構築し、一般的な環境汚染ゲームの場合「社会的最適解」、「開ループナッシュ均衡」と「マルコフ完全解」という順序関係の間で成立することを示している。

また、馬奈木（2013）においては、途上国・新興国は環境対策をするほどに生産性が減少するという、経済的に損失を伴うトレードオフがあると述べ、そのため経済のみを優先的に考えて環境問題を考慮しない背景には複雑な問題があることを示唆した。そして、国土面積が広い中国に対して、環境汚染排出量を緩和させるようなインセンティブを与え、技術進歩や積極的な汚染削減への取り組みを進めることこそが、持続可能な経済発展を達成するために重要であると指摘している。

さらに、永井・劉（2016）においては、現在中国では、急速な経済成長にともない、特に大気汚染と河川汚染が深刻な問題となっており、直接規制を柱として厳しい環境規制が当局に要請されていると指摘した。中国政府の直接規制と課徴金を併用する環境政策は、需要の価格弾力性に対応して行うことや技術指定型補助金を考慮することでさらに経済効率性を高めることにつながると示している。

第 2—3 節 環境外部性をともなう不完全競争市場に対する税金と補助金の影響

自由参入のクールノー寡占市場における市場メカニズムに関する研究において、Mankiw and Whinston（1986）は、自由参入の市場均衡における参入企業の数が増加、過剰、過少および最適となる条件を示した。その結果、不完全競争の下でビジネス窃取効果（A Business stealing Effect）が生産を減少させること、逆に、過度の参入は市場における社会的厚生損失を引き起こすことを示した。

さらに、Davis and Whinston（1962）、Barnett（1980）、Damania（1996）は、生産に関わる外部不経済と、独占的または寡占的な競争の下で市場均衡を研究した。一般的に、不完全な競争市場では、生産水準と総供給量は完全競争市場の水準よりも低い。また、効率的な生産水準は、不完全な競争による生産減少と外部不経済のため超過供給の場合があることを示した。

環境経済学の分野において、Katsoulacos and Xepapadeas（1995）、Lee（1999）は、自由参入の不完全競争市場において、環境税が生産の減少と過剰参入を引き起こし、効率性の低下を招くことを示した。最適な環境税は、生産の減少と税金の過度参入効果が相殺されるため、限界環境損害の水準に設定されるべきであることを示した。

環境外部性をともなう不完全競争市場において、Cremer and Thisse (1999) は、物品税を導入し、垂直分業モデルを用いて、社会厚生 of 改善をもたらす可能性について分析した。結果、環境の質に対する補助金を通じて社会的厚生を達成できることを示唆したが、課税が環境政策の非常に強力な手段であることを示した。

独占的競争市場において、Dröge and Schröder (2005) は、製品の差別化や企業の参入と退出などの視点を用いて市場均衡を分析した。その結果、環境税は汚染削減のための有効な手段であり、環境補助金はより緩やかな政策目標の達成に優位があることを示した²¹。

Fujiwara (2009) は、製品差別化による自由参入の寡占モデルを構築し、最適な排出権補助金制度を導き出した。その結果、自由参入の存在だけでなく、製品差別化も最適な環境政策の特徴づけに重要な役割を果たすことを示した。具体的には、短期において、製品がより差別化されている場合には、各企業の生産量が増加し、より高い補助金の支払いが必要となる。他方、長期の場合には、製品がより差別されるほど補助率が高くなると指摘した²²。

さらに、Kouno (2017) は、排出削減投資における戦略的相互依存関係を考慮に入れた上で、寡占の状況下における最適な環境税のあり方について論じた。環境税や環境補助金政策において他のプレイヤーの行動を反映させ、明示的に利得に他の企業の戦略を組み込ませることにより、財政的な負担を少なくして最適な生産量や投資行動を引き出すことが可能であると示した。

また、Fikru and Gautier (2017) は、クールノー寡占市場における最適な環境課税に対する合併の効果を分析した。その結果、排出税の調整が、合併後の排出および公害レベルに依存することを示した。

最後に、Xu and Lee (2017) は、自由参入の不完全競争市場における事前課税と事後課税という2つの政策を比較し、課税の超過負担の効果と環境課税のタイミングの影響を検討した。その結果、事後課税がより多くの民間企業の参入を誘導することから、課税の超過負担が大きい場合には、事後課税は事前課税の場合よりも高い環境税の設定が必要となることを示した

²¹例えば、Disit and Stiglitz (1977)なども参照されたい。

²² Peng et al. (2019)なども参照されたい。

第2-4節 自由参入のクールノー寡占と環境政策および公的企業の役割

公的企業の存在は、社会経済的持続性を維持するために最も重要な政府の行動の1つとして認識されてきた。De Fraja and Delbono (1989, 1990)は、公的企業と私的企業が同じ商品を生産し、対等な条件で競争する状況を検討した。私的企業の数十分に多い場合、公的企業の社会的厚生最大化行動は結果として社会的厚生を減少させ、公的企業の民営化が望ましいことを示した。他方、私的企業の数十分に少ない場合、政府は常に混合寡占を好むと指摘した。

また、Mueller (1989)と Vining and Boardman (1992)は、高い参入障壁、または外部性がある場合は、公的企業の効率性が優れている可能性があるが、必ずしも公的企業が私的企業よりも望ましいということを意味するものではないことを指摘した。そして、実証的な分析により、比較可能な公的企業と比較して私的企業の効率性が優れていることを示した。

他方、Estrin and de Meza (1995)と Pal (1998)は、社会的厚生を最大化する公的企業と自社の利潤を最大化する私的企業との間の相互作用をモデル化し、公的企業が私的企業と同等、あるいはそれ以上の効率性を持つならば、公的企業は市場価格がその限界費用と等しくなるような量を生産し、結果として公的独占をもたらすことになることを示した。

また、Matsumura (1998)は、公的企業と私的企業が混在していることを前提とし、政府が公的企業の行動を操作できるモデルを用いて、公的企業と私的企業が同じ費用関数を持つ場合、完全民営化は最適ではないことと少なくとも部分的な民営化が望ましいことを示した²³。

これらの研究が企業数一定の混合市場を分析していたのに対し、Matsumura and Kanda (2005)は、公的企業と私的企業が混在する混合市場において私的企業が自由参入可能な寡占市場を分析した。分析結果として、自由参入の混合市場経済においては、公的企業の厚生最大化行動が社会的厚生を高めるため、完全な民営化でなく、部分的な民営化が望ましいことを示した。

Bárcena-Ruiz and Garzón (2006)と Capuano and De Feo (2010)は、汚染排出量を抑制するために環境基準を導入した場合、私的企業の数十分に少ない場合(1社、2

²³ Yu and Nishigaki (2019)も参照されたい。

社)には、公的企業が十分に非効率的であれば民営化が望ましいことを示した²⁴。逆に、私的企業の数が多すぎる場合(3社以上)には、政府は常に公的企業を民営化することが望ましいと指摘した。

また、Cato (2008)は、生産活動に関わる外部不経済と寡占的な競争の下で産業の民営化政策を研究した²⁵。その結果、市場が十分に競争的であっても、外部不経済の高い産業においては、民営化政策は社会的厚生にとって有害であると明らかにした。また、公的企業に外部不経済が存在する場合には、公的企業の生産量は減少し、私的企業の生産量は増加し、公的企業から私的企業への生産の代替につながることを示した。

また、Brandao and Castro(2007)と Ino and Matsumura (2010)は、公的企業と私的企業が存在する自由参入のクールノー寡占産業モデルを用いて、自由参入市場において、公的企業が活動する場合の経済効果を研究した。その結果、公的企業の存在が市場に参入する私的企業数を減らし、過度の参入効果を防止することによって社会的厚生を高めることができることを指摘した。しかし、この場合においても過少生産が起こり、市場の非効率性が残ることを示した。

さらに、Xu and Lee (2017)は、同様のモデルを用いて課税の超過負担を考慮した自由参入市場における環境政策を検討した。そして、自由参入市場における民営化政策は環境被害を減少させるが、参入費用が低い場合のみ社会的厚生を増加させることを示した。

第2-5節 寡占市場における環境政策および環境意識が高い消費者の影響

環境意識が高い消費者の存在が環境政策に与える影響に関しては、Bansal and Gangopadhyay (2003)は、環境に配慮した消費者の存在する寡占市場の場合において、価格競争が行われている場合には、環境補助金は社会的厚生を改善することができるが、環境税は総排出量を増加させ、総社会的厚生を削減する可能性があることを示した。

Eriksson (2004)は、環境技術選択がホテリング型線形都市モデルと類似の様式で行われるモデルにおいて、生産に汚染排出が伴う場合には、消費者の環境意識が環境被害の減少を達成するには不十分であり、追加的な環境政策が必要となることを示した。

Conrad (2005)は、企業が価格競争を行う前に、製品の環境特性を選ぶ場合の均衡を

²⁴ この非効率性は、公的企業の限界費用、市場規模および政府による環境評価に依存する。

²⁵ Cato (2006)と Cato and Matsumura (2015)なども参照されたい。

特徴づけ、顧客が商品の環境側面に関心がある場合の製品差別化の市場への影響を研究した。環境への意識の高まりは、環境に優しい代替品が利用可能な商品を消費する喜びに影響を与える可能性があり、環境改善につながることを指摘した。

また、Espinola-Arredondo and Zhao (2012)は、クリーンな製品とブラウン製品の間で選択する消費者の行動に異なる効果を与える政策を検討し、ホテルの線型都市モデルを用いて、環境税と環境補助金の効果を検討した。その結果、環境に配慮した消費者がいる場合、税金あるいは補助金政策が社会的厚生を改善できることを示した²⁶。

Nishikawa (2015)は、環境排出をとまなう低コストの生産技術と、環境排出のない高コストな生産技術が選択可能なクールノー寡占産業において、政府規制が環境の外部性に及ぼす影響を分析した。環境政策（一括固定型税、環境税、環境補助金）を対比させ、社会厚生を改善することを示すとともに、大部分の消費者が環境に配慮している場合、政府はエコ・ラベルで最も高い社会厚生を達成できることを示した²⁷。

さらに、Ambec and De Donder(2022)は、環境意識の高い消費者がクリーンな製品を購入するとき満足を得る場合、市場により大きな歪みをもたらす環境税より環境基準の制定が有効になることを示した。

第2-6節 環境技術の選択とCSR企業

企業の事業活動領域の拡大にとまなない、企業の社会的責任や生産技術の選択に対する関心が高まっている。横塚(2008, 2010)においては、中国ではCSRに関する意識が徐々に高まってきており、今後もさらにCSRの概念が中国で普及することになれば、深刻さを増している環境問題や労働者の待遇、人権の尊重などの社会的問題に対する企業や政府の取組みを促すことにつながると述べた。中国ではCSRの普及政策により、消費者など民間レベルでもさらにCSRという用語が浸透すると予想され、CSR活動の拡充はブランドイメージの構築や強化などにつながる可能性もあり、多くの企業にとってチャンスが拡大することも指摘した。

また、Porter and Kramer (2006)においては、従来の利潤最大化を目的とした企業行動の考え方に対し、CSR企業は、各自の利潤よりも倫理的な問題や地域福祉などを重視

²⁶ Rodriguez-Ibeas (2007)なども参照されたい。

²⁷ エコ・ラベルに関する研究について、Mattoo and Singh (1994)、Kirchhoff (2000)やDosi and Moretto (2001)、Clemenz (2010)、Konishi (2011)、Kwong (2011)なども参照されたい。

する企業が増加しており、今後世界的なビジネス戦略の主流となると指摘した。

松野・合力（2006）によると、企業が CSR 遂行の観点から経営戦略を策定する場合、すべての策定プロセスの項目において「経済（利益の確保）」のみならず、「社会（地域社会、消費者利益、従業員の満足度の確保）」および「環境（環境保全）」的視点を取り入れなければならないとしている。また、企業が持続可能な発展を求め、CSR 遂行の観点から経営戦略を策定し、「企業の利益」と「社会的利益」を有機的に統合化すれば、持続可能な発展につながるとともに、新たなビジネス・チャンスが生まれる可能性があることを指摘した。

中国経済社会においても、钟（2011）によると、持続可能な社会の建設に不可欠な社会問題、労働問題などの解決手段として、また、急激な経済成長で顕在化した環境、生態系保全への対応として、国主導で CSR 企業が推進されていると論じた。

さらに、Liu, Wang and Lee（2015）において、企業が非政府組織によって認定された戦略的環境企業の社会的責任（ECSR）を採用するインセンティブに対して、市場の競争構造の影響を検討した。企業に認証済み ECSR の採用を促すために、認証者は最適な基準よりも低い基準を設定すること、また、クールノー競争における基準は、ベルトラン競争における基準よりも高くなることを示した。また、企業と消費者が企業の認定 ECSR の恩恵を受けることを指摘した。

García et al.（2018）は、環境汚染削減技術を備えた消費者に優しい企業と環境政策のタイミングを検討し、取引可能な許可証と排出税政策を比較した。政府がそれらの政策を確実に実行できる場合、両方の政策の下での均衡において、許可証の価格設定と環境税の課税の政策効果が同等であることを示した。また、企業は排出量許可制度の下でより高い排出割当を誘発するためにより少ない排出量を削減し、消費者に優しい企業は税政策の下で税率を下げるためにより多くの排出量を削減できると指摘した。

Leal et al.（2018）は、環境に優しい企業とクールノー寡占モデルを用いて、汚染削減技術の選択と環境政策への政府のコミットメントのタイミングについて検討した。その結果、環境に優しい企業が環境政策へのコミットメントなしに厚生と環境の質に対してより良い結果をもたらす可能性があることを指摘した。

そのほか、Xu and Lee（2018）は、クールノー寡占市場において CSR 企業を導入し、環境税と社会的厚生への影響に対する CSR 企業の役割を検討した。その結果、CSR 企業が市場に存在する場合には環境政策の効果が促進されるが、逆に、より高い課税が過剰生

産をもたらすので、CSR 推進のための適切な規制の枠組みが必要であると指摘した。

Kim et al. (2019)は、公的企業が、企業の社会的責任に配慮した私的企業と競争するモデルを設定し、最適な民営化・国有化政策について検討した。同一の費用関数を想定しても、民間企業が同質である場合、最適な民営化の程度は CSR のレベルとともに減少するが、企業間の目的が大幅に異質である場合、CSR の程度との関係は単調ではないことを示した。このように、企業間の異質性の大きさに影響を与える CSR 活動が、混合寡占における最適な民営化政策を選択する上で重要であることを示唆した。

第 2—7 節 環境政策の有効性に与える影響に関する計量分析

2—7—1 日本についての CO₂ 排出量に関する計量分析

環境排出に関する計量分析は、その多くが茅恒等式を用いた排出要因分析となっている²⁸。日本では、CO₂ 排出量に関する研究と分析の中で、特に交通部門の影響に関する研究が活発に行われている。

松岡・村上・松本（2000）は、研究範囲をアジアまで広げて、アジア諸国での製造業と電力業を中心に CO₂ 排出構造の変化を分析した。1986 年以降は、省エネルギー技術要因により、もはや経済成長にともなう CO₂ 排出量の増加を抑えることが困難となり、1993 年および 1994 年にかけては、逆に排出増加傾向に転じている。そして、アジア諸国においては製造業に効率改善の余地が大きく、費用対効果の高い対策ができるが、電力業においてはインドや中国において効率改善が進んでないため、日本からの技術協力を行うことにより電力部門における CO₂ 排出量削減の可能性が検討できると指摘した。

また、交通部門において、杉原・生駒・山下（2007）は土地利用と交通のあり方を、環境の面に着目し研究を実施した。大都市の「都市雇用圏」データを用い、重回帰分析に

²⁸日本では、エネルギー政策で 3E（環境保全 = Environment、エネルギーの安定供給 = Energy Security、経済性 = Economy）の同時達成が必要とされてきた。この三者の関係を端的に表すものとして、「茅フォーミュラ（Kaya モデル）」がある。日本の地球温暖化対策の権威、茅陽一氏（東京大学名誉教授）が提示したもので、1997 年 12 月に京都で開催された国連気候変動枠組み条約第 3 回締約国会議（COP3）前後には、日本の温暖化対策の方向性を示す基本的な考え方として、広く認識されたものである。茅恒等式は次のように表される。

$$\text{CO}_2 \text{ 排出量} = \left(\frac{\text{エネルギー消費量}}{\text{経済活動量}} \right) \times \left(\frac{\text{CO}_2 \text{ 排出量}}{\text{エネルギー消費量}} \right) \times \text{経済活動量}$$

これを言い換えると次のような式になる。

$$\text{CO}_2 \text{ 排出量} = \text{エネルギー効率} \times \text{CO}_2 \text{ 排出原単位} \times \text{国内総生産 (GDP)}$$

具体的には、寧（2016）や橋爪（2018）などを参照されたい。

より、中心都市では乗用車の保有が、郊外地域では乗用車保有に加えて郊外化が、乗用車 CO₂ 排出量の増加要因であることを明らかにした。また、交通部門からの環境負荷軽減を考慮した公共交通指向型の開発を行うために、自家用乗用車抑制策が必要であることも指摘した。

岡田（2008）は、交通部門の中で貨物交通起因の CO₂ 排出要因を分析した。この研究では、茅恒等式を利用して貨物部門に関する CO₂ 排出要因の検討を行った。研究を通じて、CO₂ 排出削減においては、エネルギー効率の改善が一番大きな寄与をしたと判明した。

さらに、米澤・松橋（2009）は、自治体規模の違いによる自家用乗用車の CO₂ 排出の分析について、自治体の規模と CO₂ 排出量の関係に注目した。その結果、自治体の規模が大きいところの CO₂ 排出量が減少して、逆に規模が小さいところは増加することを確認した。排出要因としては、いずれの自治体規模でも排出係数の低下とトリップあたり走行距離の寄与が大きかった。また、効果が大きい削減対策として、低燃費車両の普及が一番有効な対策であることを明らかにした。

2-7-2 環境税の影響に関する既存の実証研究

環境税の影響に関する研究は、その多くが OECD 諸国を対象として展開されている。Kneese and Schultze（1975）は、環境汚染問題を解決するためには、環境規制と補助金の組み合わせは、大気汚染と水質汚染に対処するための高価で非効率的な方法であると主張した。また、環境政策からもたらされる環境保護の成果は、主に新技術の開発と普及への影響によって決まることを明らかにした。

また、Miller and Vela（2013）は、OECD 諸国のデータを用いて、パネル分析を行い、スウェーデンなどの税金が非常に高い国では、再生可能なエネルギー生産が進み、CO₂ の排出量が大幅に削減されていると指摘した。

López-Menéndez et al.（2014）は、1996 年から 2010 年の期間中において、EU 27 か国のパネルデータを用いた環境クズネッツ曲線の推定を通じて、CO₂ 排出量が経済成長に与える影響を分析した。そして、再生可能エネルギーの利用が CO₂ 排出量に大きな影響を与えることが示された²⁹。

²⁹ 再生可能エネルギーについて、Mohtasham（2015）を参照されたい。

Moutinho et al. (2018) は、ヨーロッパ全体の CO₂ 排出量の変動は、世界の他の地域と異なり、過去 10 年間、主に再生可能エネルギーの生産性と GDP あたりの再生可能電力生産の影響によるものであったと指摘した。

Sen and Vollebergh (2018) は、OECD 諸国のエネルギー税率に関するデータセットを用いて、炭素税がエネルギー消費に与える長期的な効果を推定した。その結果、エネルギー関連の税金は、再生不可能なエネルギーの削減を条件として、炭素排出量を軽減できると主張した³⁰。また、ARDL モデルを用いて、OECD の温室効果ガス排出量に対する環境関連税の影響を研究した³¹。その結果、税と新しい政策が温室効果ガス排出を軽減するための効果的なツールになり得ると述べた。

その後、Andreoni (2019) と Borozan (2019) は、経済成長やエネルギー消費、環境課税などの環境関連指標が環境汚染レベルに影響を与える可能性に着目し、環境指標の間で動学的な関連について検討した。これらの実証的研究から、分析の結果は選択された変数、期間、および技術的方法論に依存して、大きく異なることを指摘した。

Mardones and Cabello (2019) は、二酸化炭素、二酸化硫黄および窒素など様々な種類の温室効果ガス排出に対する炭素税の削減効果を研究した。分析の結果、炭素税により、二酸化炭素、二酸化硫黄および窒素の排出量がそれぞれ 11%、49% および 5% 削減されたと主張した。また、この研究は、環境税の税率の変化が汚染物質の排出に与える影響は小さいかもしれないと指摘した。

また、He et al. (2019a) と He et al. (2019b) は、ARDL モデルに基づいて、1994 年から 2016 年にかけて北欧 4 か国と G7 諸国で課された環境税の経済的な影響を分析した。その結果、北欧 4 か国のクリーン配当が CO₂ 排出量に悪影響を及ぼし、G7 諸国のクリーン配当が化石燃料の使用に悪影響を与えることを示した。

さらに、Ghazouani et al. (2021) は、欧州諸国の 1994 年から 2018 年のデータを用いて、環境関連税に加えて環境技術に関する CO₂ 排出削減の有効性を分析した。その結果、環境関連税に加えて高い環境技術の採用が環境政策にとって有効であり、環境技術普及のための国際連携や資金融資が必要であることを指摘した。

続いて、第 3 章においては、混合市場と公的企業が環境政策に果たす役割を検討するた

³⁰ 具体的には、Peace (1991) も参照されたい。

³¹ ARDL (Autoregressive Distributed Lag、自己回帰分布ラグ) モデルとは、従属変数と独立変数の両方のラグを説明変数として含む標準的な最小二乗推定である。

めに、Matsumura and Kanda (2005)による、自由参入の混合市場を拡張し、民間企業と公的企業が混在し、資金制約も技術制約も厳しいという状況において、公的企業による高価でクリーンな生産技術の導入に焦点をあて、産業均衡の効率性と環境政策の効果を研究する。

第3章 自由参入のクールノー寡占と環境政策および公的企業の役割

第3-1節 イン트로ダクション

公的企業の効率性の低さが長らく問題視されてきた中国では、1990年代には、公的企業の民営化などの改革が政府によって進められた。しかし、リーマンショック後の景気刺激策が打たれた際、多くの財政資金が大型公的企業に向けられたことから、鉄道、電信、都市ガス、電気、鉄鋼など様々な分野では、私的企業に対して公的企業の影響力を高め経済活動に対する国家の統制を強化する「国進民退」の動きがある³²。さらに、1999年「公的企業の改革と発展に関する若干の重要問題の決定」では、「国家の経済力を高め、国防力と民族の凝集力を高めるには公的企業の発展を促進する必要がある」として公的企業を持つ理由が提示されている³³。ところが、近年、それらの産業においては、市場への参入規制や公的企業の低いパフォーマンスなどが問題になり、規制緩和による小規模参入やあるいは参入の自由化を認めたり、公的企業の民営化などが政策的な課題となっている。既存の混合寡占市場における研究は、公的企業の効率性や市場におけるパフォーマンス、そして、それを踏まえる政府が公的企業を民営化すべきかどうかという政策を分析することを目的としてきた。

公的企業の民営化の是非に関しては、古くから議論が続いている。自由参入の混合市場において De Fraja and Delbon (1989)は、公的企業の社会的厚生最大化行動は結果として社会的厚生を減少させ、公的企業の民営化が望ましいことを示した。逆に、Matsumura (1998)は、政府が公的企業の行動を操作できるモデルを用いて、少なくとも部分的な民営化が望ましいことを示した。Matsumura and Kanda (2005)は、公的企業の

³² 国有経済の増強と民間経済の縮小を指す。

³³ 中国の公的企業はもともと国策を推進するために国家が作るものである。末廣(2000)においては、中国のような社会主義国ばかりでなく、アジアでも明治時代の日本も官営富岡製糸場や官営八幡製鉄所などの国有企業を作ることによって工業化を推進したし、韓国、タイ、インドネシアなど多くの国が国有企業を設立して工業化を目指してきたと述べている。また、今井(1993)では、中国の公的企業は常に新しい経営方針を導入し、公的企業にも独立採算原則に基づく経営と資本・行政の分離が図られるようになり、私的資金も公的企業へ注がれる。また、中国はWTOへ加盟してから、公的企業の経営や資金調達もさらに効率化になる可能性があるとは指摘した。したがって、環境政策を考える時、公的企業には汚染排出の少ない高価な生産技術を用いた生産活動を行い、私的企業の環境対応を誘導する役割が考えられる。

活動が市場に参入する私的企業の数減らし、過度の市場参入を防止することにより、社会的厚生を高めることを示した。このような研究は、De Fraja and Delbono (1989, 1990)、Pal (1998)、Estrin and de Meza (1995)、Brandao and Castro(2007)と Ino and Matsumura (2010)などにおいても、様々な想定の下で検討されてきた。他方、Mueller (1989)と Vining and Boardman (1992)では、実証的な分析により、比較可能な公的企業と比較して私的企業の効率性が優れていることを示した。

他方、自由参入の混合市場において環境政策を研究した文献については、Bárcena-Ruiz and Garzón (2006)は、環境基準の導入が、公的企業が非効率的であれば公的企業を民営化することが望ましいと指摘している。逆に、Cato (2008)は、外部不経済の高い産業においては、民営化政策は社会的厚生にとって有害であると明らかにした。さらに、Xu and Lee (2017)では、課税の超過負担を考慮し自由参入市場における民営化政策は、環境被害を減少させるが、参入費用が低い場合のみ社会的厚生を増加させることを示した。

ところが、これらの分析においては、公的企業は私的企業と比較して非効率的であるか、あるいは同じ技術水準を持つと仮定されている。しかしながら、今日の中国の産業においては、様相は大きく異なっている³⁴。ここで中国の企業の全体像を俯瞰してみよう(表3-1)。これをみると、公的企業、私的企業および外資企業を混在しており、特に、公益事業や金融以外の多くの主要産業においても、公的企業と私的企業が混在しており、産業内においてお互いに激しい競争をくり広げているばかりではなく、多くの産業において、国際的にも厳しいコスト競争に直面している。

中国の公的企業の役割に関しては、丸川(2013)は、国有企業の役割を「国家の安全に関わる産業、重要な公共財、自然独占産業、支柱産業とハイテク産業の基幹企業」と広く認め、中国は今後これらの企業を国策推進の手段として強化していくであろうと指摘した。これらの分野は、表3-2のようにまとめることができる。特に、2000年代以降、「国進民退」が指摘されるようになった³⁵。これに関して、孫根(2017)は、政府による国有企業に対する大規模な財政支援、生産高の増加への支援、海外のエネルギー・資源権益および技術と知的財産の獲得などの促進策をあげている。

³⁴ 具体的には、伊藤・張(2005)を参照されたい。

³⁵ 「国進民退」の実態に関しては、以下の特徴がまとめられる。①地方国有企業が相対的に縮小しているのに対して、中央政府所属の国有企業は資産保有量、企業数、従業員数が増加していた。②中央政府所属の国有企業の中、特に国务院直属の「央企」が増強をリードしている。

表 3 - 1 中国の企業形態別及び企業数（2010 年以降）³⁶

企業形態 \ 年	2010年	2012年	2014年	2016年	2017年
国有企業	153,800	159,644	130,216	132,373	133,223
集団所有制企業	192,300	183,870	1,472,551	141,442	155,641
株式合作制企業	71,800	74,697	69,767	67,654	62,350
連営企業	13,000	13,585	21,402	20,094	16,550
有限責任会社	773,300	1,090,375	1,848,091	2,532,423	2,368,950
株式有限会社	119,200	138,698	145,986	174,881	151,259
私営企業	4,683,900	5,917,718	7,766,188	10,500,697	14,368,860
港、澳、台投資企業	99,000	112,602	172,076	117,764	130,214
外系投資企業	118,200	130,851	119,878	122,391	136,997

表 3 - 2 国有経済主導の産業分野³⁷

国家の安全に関わる産業	国防に関する産業、貨幣の鑄造および国家の戦略的備蓄システム（食料の備蓄、エネルギーの備蓄など）
自然独占および寡占産業	郵政、電気通信、電力、鉄道、航空など
重要な公共財を提供する産業	都市部における水道、ガス、公共交通および、港、空港、水利施設、重要な防護林工事など
基幹産業とハイテク産業における中核企業	石油採掘、鉄鋼、自動車、電子の先端部門など

また、中国の公的企業には政策的に高い技術を導入することが求められている³⁸。例え

³⁶ 中国国家統計局『中国統計年鑑』<http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/>（2020年6月5日閲覧）。2011年、2013年、2015年、2017年及び2018年のものによる作成。

³⁷ 具体的には、孫根(2017)を参照されたい。

³⁸ 現時点でもある一部の公的企業は技術レベルが低いが、公的企業と私的企業の関係については、2013年以後、改革の目的を公的企業の強化と位置付けて、公的企業を世界で一流の多国籍企業に育てるとの方針が掲げられてきた。公的企業の強化については、「より強く、より大きく」を標榜して、中央政府所管の大手国有企業同士の合併が相次いでいる。特に、投資主導、景気対策や海外進出などの方面で、公的企業の成長を確保するため、資源、エネルギー分野はほぼ公的企業によって独占しており、海外市場においては、世界のトップエネルギー企業と熾烈な競争を繰り広げながら

ば、永井・劉（2016）は、山東省にある中国の公的企業として大手企業「山東鋼鉄集団有限公司」に属し、年間 1000 万トンの鋼材を生産する中国屈指の「済南鋼鉄集団公司」は、2011 年に 6 つの旧設備を更新し新たなプラントが完成していたと述べた³⁹。それは生産量では従来と同じだが、労働力の削減や二酸化炭素、二酸化硫黄などの排出量削減、さらに廃棄物を用いた発電設備を有するものである。また、横塚(2008)では、中国の有力企業の CSR 報告書の分析より、公的企業が排出削減や再生可能エネルギーの利用に注力していることを明らかにしている。そして、2017 年以来、「経済の質の高い発展」が重視されることになると、経済発展の原動力も従来とは変わってくる。中国はイノベーション、都市・農村、各地域、各産業、経済・社会などの「協調」、環境の重視（クリーン）、対外開放、発展の成果の全国民による「共有」の 5 つの「新発展理念」を提出した。逆に、私的企業については、機械設備が高価であるため老朽施設の使用、技術水準の低い施設の使用、機械設備の維持管理や技術習得が困難であり、厳しい競争の中で、コスト削減のため環境対策へ十分な取り組みが行われていない⁴⁰。

本章においては、中国経済のこのような状況における環境政策の有効性を検討するために、公的企業が環境排出をともなわない高い生産技術の下で操業している状況を想定し、環境政策の効果や公的企業が生産水準、私的企業が生産量や参入退出などを検討する。環境政策を考慮することにより、自由参入の混合寡占市場における公的企業には、先述のように新たな役割が期待される。本章においては、Cato (2008)モデルを参考にしながら、Matsumura and Kanda (2005)による、自由参入の混合寡占市場モデルにおいて新たに公的企業が環境排出をともなわない高い生産技術を用いている状況を想定し、私的企業の生産にともなう汚染物質の排出とそれを防止するための環境税を導入して、公的企業の望ましい行動を検討する。そして、企業数が外生変数と内生変数という 2 つのパターンを分けて、汚染物質の排出と環境税が産業均衡に与える効果を検討する。

も、持続的な事業規模の拡大が保証されている。一方、私的企業は、公的企業に民間資本を導入して経営ノウハウ等を活用し、企業としてのガバナンスを高め、政府と企業を分離することで効率性を高めることを目指している。

³⁹ 工場は 1958 年に建設され、その敷地内に従業員家族用の幼稚園、小学校、中学校、高校、専門学校がある。卒業後同工場に就職するケースや、中国の大学を卒業後同工場に 2～3 年勤務し、日本の「新日本製鉄」で研修、その後同工場に復帰させるという形で人材を育成してきた。

⁴⁰ 中国では、他の先進諸国と比べて遜色のない環境基準を設定し、環境政策を行なっているにもかかわらず、その効果が必ずしも上がっていない理由の 1 つとなっている。

その結果、以下のような結論を得た。第 1 に、企業数が外生的に一定の場合には、環境税の増税は私的企業の生産量を減少させ、公的企業の生産量を増大させる。一方、環境税の増税は直接的に私的企業の生産費用を増加させるため、私的企業に減産の誘因を持たせ、排出する汚染物質を減少させる。また、産業の最適性との関係に関しては、公的企業と私的企業の生産量は、ともに最適水準より低くなっていることが示された。さらに、産業均衡において社会的厚生を増大させるために、公的企業を少なくとも部分的に民営化することが望ましい。第 2 に、私的企業に自由参入を認める場合には、社会的厚生は公的企業の公営行動に関する係数値が 1 において最大となり、完全な公営化が望ましいことが示される。また、環境税を課税すると、公的企業の生産量は増加する一方で、私的企業の生産量は減少する同時に、参入企業数も減少する。このように、社会的厚生を最大化する誘因を持つ公的企業は、私的企業が排出する汚染物質を減らすべく、通常の混合市場に比べいっそうの増産を行う。さらに、産業の最適性との関係に関しては、公的企業の最適水準と私的企業の自由参入における最適条件は満たされるが、私的企業の最適生産条件は満たされず、過少生産となることが示された。

本章は以下のように構成されている。第 3—2 節では、クールノー寡占との混合経済市場の基本モデルを構築し、基本的な設定を提示する。第 3—3 節では、企業数が外生変数の場合での個別企業の均衡産出量および汚染物質の排出と環境税が産業均衡に与える効果および社会の最適性について検討する。第 3—4 節では、企業数が内生変数の場合での自由参入の産業均衡における社会的厚生の最大化条件および汚染物質の排出がある場合に、環境税により環境政策の効果および社会の最適性について検討する。第 3—5 節では、結論を導く。

第 3—2 節 基本モデル

クールノー寡占の混合経済市場を考え、すべての企業は完全代替的な財を生産し、その財に対する市場需要は、需要量を q として $p(q)$ と与えられるとする。

企業 0 は公的企業で、公的および私的に保有されて、社会的厚生と利潤の加重平均を最大化すること目的とする。また、企業 i ($i = 1, 2, \dots, n$) は私的企業で、各自の利潤を最大化すると仮定する。

当該産業においては、私的企業の生産活動にともなう外部不経済が発生し、汚染排出量は、各企業の生産量に比例する。また、排出量が生産量の増加とともに上昇する。

他方、公的企業はコストの高い生産技術を用いて生産しており、簡単化のため、汚染物質を排出しないと仮定する。私的企業の汚染物質の排出は $E(x_i)$ とし、政府は、排出量一単位当たり環境税 τ を課税する。

社会的厚生は、消費者余剰と生産者余剰の合計から汚染排出にともなう環境被害 $\sum_{i=1}^n E(x_i)$ を差し引いたものとして定義される。

$$W = \int_0^X p(q) dq - pX + \sum_{i=0}^n \Pi_i - \sum_{i=1}^n E(x_i) = \int_0^X p(q) dq - \sum_{i=0}^n c_i(x_i) - \sum_{i=1}^n E(x_i) \quad (3-1)$$

ここで、 Π_i は企業 i の利潤で、 x_i は企業 i の生産量、 $c_i(x_i)$ は企業 i の費用である。これらは次の (3-2)、(3-3) と (3-4) 式のように示される。

$$\Pi_i = p(X)x_i - c_i(x_i) - \tau x_i \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (3-2)$$

$$\Pi_0 = p(X)x_0 - c_0(x_0) \quad (i = 0) \quad (3-3)$$

$$X = \sum_{i=0}^n x_i \quad (3-4)$$

ここで、 $c_0(x_0) > c_i(x_i), \forall x_i (i = 1, 2, \dots, n)$ とする。

また、 $U_i (i = 0, 1, 2, \dots, n)$ を企業 i のペイオフとする。私的企業と公的企業についてはそれぞれ以下の (3-5) と (3-6) 式で表す。

$$U_i = \Pi_i \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (3-5)$$

$$U_0 = \alpha W + (1 - \alpha)\Pi_0 \quad (\alpha \in [0, 1]) \quad (3-6)$$

ここで、 α は公的企業の行動原理を規定する変数であり、 $\alpha = 1$ なら、公的企業は社会的厚生水準を最大化し、 $\alpha = 0$ なら、自己の利潤を最大化する。 α は政府が決定すると考える。

仮定 1 市場の逆需要関数 $p(q)$ は微分可能と仮定し、 $p' < 0, \forall q \in p(q) > 0$ とする。

仮定 2 企業の費用関数 $c_i(x_i)$ は 2 階微分可能と仮定し、 $c' > 0, c'' > 0, \forall x_i \geq 0$ と c_i ($i = 1, 2, \dots, n$) は厳密に増加関数とする。

さらに、企業の費用関数は以下の (3-7) 式のように示される。

$$c_i(x_i) = \begin{cases} 0 & x_i = 0 \\ F + v_i(x_i) & x_i > 0 \end{cases} \quad (3-7)$$

ここで、 F は正の定数であり、私的企業が参入する場合に支払う固定費用と仮定する。また、Matsumura and Kanda (2005) などと同様に、公的企業は固定費用を負担しないと仮定する。すなわち、 $v_i(0) = 0, v_i' > 0, v_i'' > 0$ とする。

第 3-3 節 企業数が外生変数の場合

ここでは、私的企業数が外生的に決められ、一定の場合を検討する。まず、ゲームのタイミングについて示す。

ゲームは 3 段階のクールノー型寡占ゲームを考え、完全情報ゲームであると仮定する。第 1 段階では、政府は公的企業 0 を設立する。また、公的企業の費用関数、私的企業の排出関数および市場の逆需要関数を下に、ピグー税 τ を設定する。さらに、 α を政策的に決定し、 τ と α を発表する。第 2 段階では、私的企業は τ と α を知り、当該産業に参入するかどうかを決定する。第 3 段階では、公的企業と参入した私的企業は各自のペイオフ U_i を最大にするように、個別に生産量を決定する。

公的企業の目的関数は次の (3-8) 式のように示される。

$$U_0 = \alpha W + (1 - \alpha) \Pi_0$$

$$= \alpha \left[\int_0^X p(q) dq - \sum_{i=0}^n c_i(x_i) - \sum_{i=1}^n E(x_i) \right] + (1 - \alpha) [p(X)x_0 - c_0(x_0)] \quad (3-8)$$

公的企業の目的関数 (3-8) 式に基づき、公的企業のペイオフ U_0 の最大化条件を (3-9) 式のように求める。

$$\frac{dU_0}{dx_0} = p(X) + (1 - \alpha)p'(X)x_0 - c'_0 = 0$$

(3-9)

私的企業の目的関数は次の (3-10) 式のように示される。

$$U_i = p(X)x_i - c_i(x_i) - \tau x_i \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

(3-10)

私的企業の目的関数 (3-10) 式に基づき、私的企業のペイオフ U_i の最大化条件を (3-11) 式のように求める。

$$\frac{dU_i}{dx_i} = p(X) + p'(X)x_i - c'_i - \tau = 0$$

(3-11)

仮定 3 それぞれに関連する 2 階条件は満たされると仮定する。

仮定 4 同質的な私的企業

$$c_i(x) = c_1(x) \quad (\forall x \geq 0; i \in \{1, 2, \dots, n\})$$

$$x_1 = x_2 = \dots = x_n \equiv x_1$$

(3-12)

(3-12)式は、私的企業の費用関数が同一の仮定より、生産量も同じになることを示している。したがって、 $X = x_0 + nx_1$ となる。

以下では、産業内の企業数が所与の場合について、最適な α を求める。

定義 1 企業数が固定の場合の均衡産出量

ここで、 $x_0^F(\alpha, \tau, n)$ は公的企業の均衡生産量、 $x_1^F(\alpha, \tau, n)$ は私的企業の均衡生産量とすると、また、仮定 4 同質的な私的企業を満たすため、公的企業と私的企業の最大条件はそれぞれ次の (3-13) と (3-14) 式のように示される。

$$p(X) + (1 - \alpha)p'(X)x_0^F - c_0' = 0 \quad (3-13)$$

$$p(X) + p'(X)nx_1^F - c_1' - \tau = 0 \quad (3-14)$$

3-1-1 民営化か公的運営か

ここで、政府の政策 α および汚染物質の排出と環境税が産業均衡に与える効果を検討するため、政策パラメータ α が上昇する時と環境税 τ が切り上げられた時の公的企業の均衡生産量 x_0^F と私的企業の均衡生産量 x_1^F への効果を検討する。

(3-13)と(3-14)式を α と τ について全微分すると、次の(3-15)と(3-16)式になる。

$$\{p'[1 - (1 - \alpha)\beta\varepsilon_p] + [(1 - \alpha)P' - c_0']\} dx_0^F + np'[1 - (1 - \alpha)\beta\varepsilon_p] dx_1^F = p'x_0^F d\alpha \quad (3-15)$$

$$p'[1 - (1 - \beta)\varepsilon_p] dx_0^F + n\{p'[1 - (1 - \beta)\varepsilon_p] + (p' - c_1')\} dx_1^F = d\tau \quad (3-16)$$

ただし、 β ($0 \leq \beta \equiv \frac{x_0^F}{x} \leq 1$) は公的企業の生産率、 $1 - \beta$ は私的企業の生産率であり、 $\varepsilon_p \equiv (-p'') \frac{x}{p'}$ は、価格変化の弾力性を表している。これは、需要関数の形状により一般的には正、負両方の符号を取るが、以下では、本章全体を通じて $\varepsilon_p \leq \min\left\{\frac{1}{\beta}, \frac{1}{1-\beta}\right\}$ と仮定する。これは、需要の変化に対して価格の変化率が十分に小さいことを意味している。

(3-15) と (3-16) 式を連立させて、解くことにより、次の(3-17)と(3-18)式が得られる。

$$\frac{dx_0^F}{d\alpha} = \frac{1}{D}(p'x_0^F a_{22}) > 0 \quad (3-17)$$

$$\frac{dx_1^F}{d\alpha} = \frac{1}{D}(-p'x_0^F a_{21}) < 0 \quad (3-18)$$

ただし、 $a_{21} = p'[1 - (1 - \beta)\varepsilon_p] < 0$, $a_{22} = n\{p'[1 - (1 - \beta)\varepsilon_p] + (p' - c_1')\} < 0$,

$$D \equiv [(1 - \alpha)P' - c_0']np'[1 - (1 - \beta)\varepsilon_p] + [(1 - \alpha)P' - c_0']n(p' - c_1') + p'[1 - (1 - \alpha)\beta\varepsilon_p] (p' - c_1') > 0$$

と示される。

(3-17)と(3-18)式はそれぞれ、 α が上昇した時に公的企業の生産量は増加、私的企業の生産量は減少することを示している。これらの事実は、次の補題1をまとめられる。

補題1

仮定1~4が満たされ、 $x_0^F > 0$ かつ $x_1^F > 0$ だとしよう。 x_0^F は α について増加関数であり、 x_1^F は α について減少関数であるため、政府の政策 α の増加につれて公的企業の均衡生産量 x_0^F は増加し、私的企業の均衡生産量 x_1^F は減少する。

政府の政策 α の上昇は、公的企業の行動目的が社会的厚生を最大化に傾斜することを意味している。そしてこの補題は、公的企業は社会的厚生を増大させるために生産量を増大させ、逆に、私的企業の生産が抑制されることを意味している。

定義2 産業均衡における社会的厚生関数

補題1より、公的企業の均衡生産量 x_0^F と私的企業の均衡生産量 x_1^F は α に依存しているので、産業均衡における厚生関数として、次の(3-19)式のように示される。

$$W^F(\alpha) = \int_0^{x_0^F + nx_1^F} p(q) dq - c_0(x_0^F) - nc_1(x_1^F) - nE(x_1^F) \quad (3-19)$$

ここで、社会的厚生を最大にする α は $0 < \alpha < 1$ となる。このことは次の定理に示される。

定理1 企業数が不変の場合には、仮定1~4が満たされ、 $x_0^F > 0$ かつ $x_1^F > 0$ だとしよう。社会的厚生を最大化条件 $0 \leq \alpha < 1$ を満たすため、公的企業を少なくとも部分的に民営化することが望ましい。

証明：

社会的厚生を α について微分することにより、(3-20)式のように示される。

$$W^{F'}(\alpha) = (p - c'_0) \frac{dx_0^F}{d\alpha} + n(p - c'_1 - E') \frac{dx_1^F}{d\alpha} \quad (3-20)$$

仮定 1～4 が満たされ、(3-13)と(3-19)式を用いると、 $p - c'_0 = -(1 - \alpha)p'(X)x_0 > 0$ で、 $\frac{dx_0^F}{d\alpha} > 0$ のため、(3-22)式の第一項はプラスである。また、(3-14)と(3-20)式を用いると、 $p - c'_1 - E' = -p'(X)x_1 > 0$ で、 $\frac{dx_1^F}{d\alpha} < 0$ のため、第二項はマイナスとなる。特に $\alpha = 0$ の場合には、(3-9)式より $p(X) + p'(X)x_0 - c'_0 = 0$ となり、 $p(X) - c'_0 > 0$ となる。また、 $\frac{dx_0^F}{d\alpha} > \left| n \frac{dx_1^F}{d\alpha} \right|$ が示されるので、 $p - c'_0 \geq p - c'_1 - E'$ の場合、つまり $c'_0 \leq c'_1 + E'$ の場合において、 $W^{F'}(\alpha) > 0$ となる⁴¹。一方、 $\alpha = 1$ の場合には、(3-9)式より $p(X) - c'_0 = 0$ となり、 $W^{F'}(\alpha) < 0$ となるため、社会的厚生が最大になる α は $0 \leq \alpha < 1$ となる。

この定理は企業数が一定の場合には、公的企業は少なくとも部分的に公的運営が求められることを意味している。この結論は、企業数が一定で産業全体の生産量が最適水準、公的企業が一部民営化することにより生産量の調整が行われるからと理解できよう。

この結論は、公的企業の技術に関する想定が異なっているが、Matsumura and Kanda (2005)との結論と整合的であると考えることができよう。他方、企業数が一定な場合には完全に民営化が望ましいという Cato (2008)の結論とは大きく異なることがわかる。これは、本章では公的企業の限界費用が私的企業の限界費用と排出の限界費用の和より小さいことを想定しているので、Cato (2008)のケースよりも公的企業の最適生産量が増加するからと考えることができよう。

3-3-2 環境税の効果

政府政策の効果と同じ求め方で、(3-15)と(3-16)式を連立させて、次の(3-21)と(3-22)式を得る。

$$\frac{dx_0^F}{d\tau} = \frac{1}{D}(-a_{12}) > 0 \quad (3-21)$$

⁴¹ 補論 I を参照されたい。

$$\frac{dx_1^F}{d\tau} = \frac{1}{D} a_{11} < 0$$

(3-22)

ただし、 $a_{11} = p'[1 - (1 - \alpha)\beta\varepsilon_p] + [(1 - \alpha)P' - c_0''] < 0$, $a_{12} = np'[1 - (1 - \alpha)\beta\varepsilon_p] < 0$ と示される。

(3-21)と(3-22)式より、 x_0^F は τ について増加関数であり、 x_1^F は τ について減少関数である。したがって、次の定理2が得られる。

定理 2 企業数が不変の場合には、環境税の増税は私的企業の生産量を減少させ、公的企業の生産量を増大させる⁴²。これは、 α の値にかかわらず成立する。

この定理は、環境税の増税が直接的に私的企業の生産費用を増加させるため、私的企業に減産の誘因を持たせ、それにともなって排出する汚染物質が減少するとともに、汚染排出をとまなわない公的企業の生産が増加することを意味している。

この結論は、Cato (2008) が示した、私的企業数が一定の場合に、外部不経済が存在する場合には、公的企業の生産量を減少し、私的企業の生産量を増加するという結論と逆になっていることがわかる。その理由は、Cato (2008)においては、公的企業の社会的限界費用が私的企業のそれを上回る想定となっており、本章の想定とは逆となっているからと理解できよう。

3-3-3 産業均衡の最適性との関係

企業数 n が外生変数の場合には、社会的厚生を最大化する公的企業と私的企業の生産量に関する条件は、それぞれ $p(X) - c_0' = 0$ と $p(X) - c_1' - E' = 0$ と示される。

ところが、公的企業について、公的企業の最大化条件 (3-13) 式を考慮すれば、下の (3-23) 式が成立する。

⁴² ここでは、公的企業が環境排出をとまなわない高い生産技術を使用していると仮定していることに注意されたい。

$$p(X) - c'_0 = -(1 - \alpha)p'(X)x_0^F > 0 \quad (3-23)$$

したがって、公的企業の生産量 x_0^F は社会的な最適水準より低くなっていることがわかる。

また、私的企業について、私的企業の最大化条件 (3-14) 式を考慮すれば、下の (3-24) 式になる。

$$p(X) - c'_1 - \tau = -p'(X)nx_1^F > 0 \quad (3-24)$$

したがって、民間企業の実産量も社会的最適の水準より低くなっていることがわかる。

定理 3 企業数 n が不変の場合には、公的企業と民間企業の実産量は、ともに最適水準より低くなっている。

この定理は、(3-23)式において、 $\alpha < 1$ の場合には、右辺はプラスとなり、 $p(X) > c'_0$ になるため、望ましい生産水準より低いことを意味している。また、私的企業についても同様のことが言える。また、 $\tau = E'$ の下では最適な生産量は達成できないこともわかる。

第 3—4 節 私的企業の自由参入の場合

次に、私的企業が当該市場に自由参入する場合について検討する。この場合、企業数は内生変数となる。

第 3—3 節と同じく、ゲームは 4 段階のクールノー型寡占ゲームを考え、完全情報ゲームであると仮定する。第 1 段階において、政府は公的企業を設立することを決定する。この場合には、固定費用 F_0 がかかる。これは公的企業の埋没費用である。第 2 段階においては、政府が社会的厚生を最大にするように $\alpha \in [0,1]$ を決定する。第 3 段階においては、私的企業は α を知り、当該産業に参入するかどうかを決定する。参入する場合には、固定費用 F_1 がかかるが、これは私的企業の埋没費用である。最後に、第 4 段階において、参入した企業が生産量を決定する。

まず、第 4 段階のサブゲームから解いていく。

公的企業の生産量の決定については、一階条件は (3-13) 式と同じである。

$$p(X) + (1 - \alpha)p'(X)x_0 - c'_0 = 0 \quad (3-13)$$

私的企業については、(3-14) 式が成立するが、仮定 4 同質的私的企業より、(3-4) と (3-14) に適用することにより、次の (3-25) と (3-26) 式が得られる。

$$X = x_0 + nx_1 \quad (3-25)$$

$$p(X) + np'(X)x_1 - c'_1 - \tau = 0 \quad (3-26)$$

次は、第 3 段階において、 α を所与として、サブゲームを解く。

私的企業は利潤が非負の場合のみ参加するので、自由参入の産業均衡においては、利潤はゼロとなる。したがって、次の (3-27) 式が成立する。

$$p(X)x_1 - c_1(x_1) - \tau x_1 = 0 \quad (3-27)$$

ここで、 $c_1(x_1) = F + v_1(x_1)$ となることを注意されたい。

3-4-1 民営化か公的運営か

以下では、 x_0^E は均衡の公的企業生産量、 x_1^E は均衡の私的企業生産量、 n^E は均衡の企業数、 X^E は均衡における産業全体の生産量とする。これは、(3-25) と (3-13) 式、(3-26) と (3-27) 式から導出される。なお、これらすべてを正と仮定する。

(3-13)、(3-26) と (3-27) 式を全微分し、 α について解くことにより、次の (3-28)~(3-30) 式が得られる。

$$\frac{dx_1}{d\alpha} = \frac{p'^2 x_0 x_1}{D} (a_{21} x_1 - a_{21} x_1) = 0 \quad (3-28)$$

$$\frac{dx_0}{d\alpha} = \frac{p x_0 x_1}{D} [p' x_1 (p' - c_0'') - a_{21} (p - c_1' - \tau)] > 0$$

(3-29)

$$\frac{dn}{d\alpha} = \frac{p'^2 x_0 x_1}{D} a_{22} < 0$$

(3-30)

ただし、 $a_{21} = p''x_1 + p' = p'[1 - (1 - \beta)\varepsilon_p] < 0$, $a_{22} = np'\{[1 - (1 - \beta)\varepsilon_p] + (p' - c_1'')\} < 0$,

$$D = p'x_1[x_1(a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21}) + (a_{12}a_{23} - a_{13}a_{22})] > 0$$

と示される。

ここで、以下の補題 2~4 が得られる⁴³。

補題 2

仮定 1~4 が成立するとしよう。そのとき、 x_1^E は α に依存しない⁴⁴。また、 X^E は α に依存しない⁴⁵。

補題 3

仮定 1~4 が成立するとしよう。そのとき、 $\frac{dx_0^E}{d\alpha} > 0$ なので、均衡における公的企業の生産量 x_0^E は α の増加につれて増加する⁴⁶。

補題 4

仮定 1~4 が成立するとしよう。そのとき、 $\frac{dn^E}{d\alpha} < 0$ なので、均衡における企業数 n^E は α の増加につれて減少する⁴⁷。

政府の政策 α の上昇は、公的企業が社会的厚生を増大という行動目的をより重視することを意味している。その結果、 α の上昇にともない、公的企業の生産量は増加し、逆に、

⁴³ 証明は補論 II を参照されたい。

⁴⁴ 補論 II の (A.9) 式を参照されたい。

⁴⁵ 補論 II の (A.12) 式を参照されたい。

⁴⁶ 補論 II の (A.10) 式を参照されたい。

⁴⁷ 補論 II の (A.11) 式を参照されたい。

私的企業の利潤水準は低下するので、参入企業数の減少をもたらすことがわかる。

定義 3 自由参入の産業均衡における社会的厚生関数

$$W^E(\alpha) = \int_0^{x_0^E + n^E x_1^E} p(q) dq - c_0(x_0^E) - n^E c_1(x_1^E) - n^E E(x_1^E) \quad (3-31)$$

ここで、 α に関して(3-31)式を微分することにより次式になる。

$$W^{E'}(\alpha) = p(X) \left(\frac{dx_0^E}{d\alpha} + \frac{dn^E}{d\alpha} x_1^E + n^E \frac{dx_1^E}{d\alpha} \right) - c_0' \frac{dx_0^E}{d\alpha} - (c_1 + E) \frac{dn^E}{d\alpha} - n^E (c_1 + E) \frac{dx_1^E}{d\alpha} \quad (3-32)$$

上述の補題 2 より、 X^E は α に依存しないため、 $\frac{dx_0^E}{d\alpha} + \frac{dn^E}{d\alpha} x_1^E + n^E \frac{dx_1^E}{d\alpha} = 0$ となり、(3-32)式右辺の第一項はゼロとなる。同じく、補題 2 より、 x_1^E は α に依存しないため、 $\frac{dx_1^E}{d\alpha} = 0$ となり、(3-32)式の右辺の第四項はゼロとなる。

したがって、(3-33) 式が得られる。

$$W^{E'}(\alpha) = -c_0' \frac{dx_0^E}{d\alpha} - (c_1 + E) \frac{dn^E}{d\alpha} \quad (3-33)$$

補題 4 より、均衡における企業数 n^E は α の増加につれて減少する。そして、 α の増加による私的企業の費用減少分は $(c_1 + E) \frac{dn^E}{d\alpha} = \frac{c_1 + E}{x_1^E} \frac{dn^E}{d\alpha} x_1^E$ と示される。ここで、 $\frac{c_1 + E}{x_1^E}$ は汚染損害を含めた平均費用となり、 $\frac{dn^E}{d\alpha} x_1^E$ は私的企業の生産物の減少分を示す。同時に、 α の上昇は公的企業の生産量を増加させる。これを伴う生産費用の上昇分が $c_0' \frac{dx_0^E}{d\alpha}$ と示される。

また、自由参入産業均衡の条件 (3-27) 式において、 $E(x_1^E) \geq \tau x_1^E$ であれば、 $\frac{c_1 + E}{x_1^E} \geq p$ となる。公的企業の均衡条件 (3-13) 式より、 $p(X) - c_0' = -(1 - \alpha)p'(X)x_0^E > 0$ となり、価格 p は c_0' より厳密に大きい。総生産量 X は α に依存しないので、 $\frac{dx_0^E}{d\alpha} + x_1^E \frac{dn^E}{d\alpha} + n^E \frac{dx_1^E}{d\alpha} = 0$ となり、補題 2 より $\frac{dx_1^E}{d\alpha} = 0$ なので、 $\frac{dx_0^E}{d\alpha} = -x_1^E \frac{dn^E}{d\alpha}$ となる。

以上を (3-33) 式に代入すると (3-34) 式が得られる。

$$W^{E'}(\alpha) = \left(\frac{c_1 + E}{x_1^E} - c_0' \right) \frac{dx_0^E}{d\alpha} > [p(X) - c_0'] \frac{dx_0^E}{d\alpha} = 0 \quad (3-34)$$

したがって、上式のように $W^{E'}(\alpha) > 0$ ($0 \leq \alpha \leq 1$) が示されるので、 $\alpha = 1$ において社会的厚生が最大となることがわかる。

定理 4 仮定 1~4 が満たされるならば、社会的厚生 W^E は $\alpha = 1$ において最大となり、公的企業は限界費用価格形成原理により生産を行うため、完全な公営化が望ましい。

証明：

$\alpha = 1$ の場合 (3-13) 式より $p(X) - c_0' = 0$ となり、公的企業は限界費用価格形成原理により生産を行うため、完全な公営化が望ましい。

社会的余剰の最大化を目的とする公的企業は、私的企業に比べて積極的に生産する誘因を持つが、本章の設定においては、公的企業の社会的限界費用は私的企業のそれより低いので、私的企業数が可変の場合には公的企業は完全な公的運営を行い、社会的厚生の増大のために生産量を増加させることを意味している。

この定理は、Cato (2008) が指摘した、外部不経済の高い産業においては、民営化政策は社会的厚生にとって有害であるという結論と整合的であると考えてよいであろう。一方、Bárcena-Ruiz and Garzón (2006) での私的企業の数十分に多い場合には、政府は常に公的企業を民営化するという結論とは逆になる。これは、本章においては、公的企業の限界費用が私的企業の社会的限界費用より低いことを想定しているからと理解することが出来る。

3-4-2 環境税の効果

次に、環境税による環境政策の効果を検討する。

環境税が公的企業の生産量に対する影響は $\frac{dx_0}{d\tau}$ について解くと (3-35) 式が得られる。

$$\frac{dx_0}{d\tau} = -\frac{x_1^2}{D} [(1-\alpha)p'(1-\beta\varepsilon_p)][(1+n)P' - c''] > 0$$

(3-35)

環境税が私的企業の生産量に対する影響は $\frac{dx_1}{d\tau}$ について解くと (3-36) 式が得られる。

$$\frac{dx_1}{d\tau} = -\frac{x_1^3 p'}{D} \{(1-\alpha)p''x_1 + p'[1 - (1-\beta)\varepsilon_p] - c''\} < 0$$

(3-36)

環境税が企業数に対する影響は $\frac{dn}{d\tau}$ について解くと (3-37) 式が得られる。

$$\begin{aligned} \frac{dn}{d\tau} = \frac{x_1 n}{D} \{ & p'(1-\beta\varepsilon_p)[(1-\alpha)(p' - c'') + p'(1-\alpha)] \\ & + [(1-\alpha)p' - c'']p'[1 - (1-\beta)\varepsilon_p] + (p' - c'')^2 \} < 0 \end{aligned}$$

(3-37)

定理 5 仮定 1~4 が満たされるならば、環境税の増税は公的企業の生産量を増加させる一方で、私的企業の生産量を減少させる。同時に、参入企業数も減少する。

この定理の経済的意味は、社会的厚生最大化の目的を持ち、高い環境技術を有する公的企業が私的企業が排出する汚染物質を減らすべく、通常の混合市場に比べ、いっそうの増産を行う誘因を持つことを意味している。

この結論は、Cato (2008) の、環境税の増税にともない私的企業の生産量と参入企業数は増加し、公的企業の生産量は減少し、公的企業から私的企業への生産代替につながるという結論と逆になることがわかる。これについても、公的企業の限界費用が民間企業の社会的限界費用より低いという本章の想定がもたらすものと理解することが出来る。

3-4-3 産業均衡の最適性との関係

企業数 n が内生変数の場合には、公的企業、私的企業の自由参入条件と私的企業の最大化条件はそれぞれ $p(X) - c'_0 = 0$, $p(X)x_1 - c_1 - E = 0$ と $p(X) - c'_1 - E' = 0$ と示される。

公的企業について、 $\alpha = 1$ かつ公的企業の最大化条件（3-13）式より、下の（3-38）式が満たされることがわかる。

$$p(X) - c'_0 = 0 \tag{3-38}$$

したがって、公的企業は最大化条件を満たす。

また、私的企業の自由参入について、 $\tau x_1 = E$ とすれば、（3-27）式より、下の（3-39）式が得られる。

$$p(X)x_1 - c_1(x_1) - E = p(X)x_1 - c_1(x_1) - \tau x_1 = 0 \tag{3-39}$$

したがって、この場合に自由参市場は、社会的に最適な企業数を達成する。

最後に、私的企業について、私的企業の最大化条件（3-26）式を考慮すれば、下の（3-40）式が得られる。

$$p(X) - c'_1 - \tau = -p'(X)nx_1^F > 0 \tag{3-40}$$

したがって、 $\tau = E'$ の下では最適な生産量は達成できない。

定理 6 企業数 n が内生変数の場合には、産業均衡において公的企業の生産の最適水準と私的企業の自由参入における最適条件が満たされる。一方、私的企業の利潤最大化が実現できないため、私的企業は最適生産条件を満たさず、過少生産となっている。

このように、公的企業が社会的厚生を最大化を行っている場合においても、環境税を含めた限界費用が価格より低くとどまり、私的企業の生産の最適が満たされないことがわかる。また、ここでもピグー税（ $\tau = E'$ ）の下では、最適な生産量は達成できないことも示された。

第 3—5 節 結論と今後の課題

本章においては、中国経済の公的企業を中心とした生産技術の高度化や環境改善の推進

政策の有効性を検討するため、公的企業が環境排出をともなわない高い生産技術の下で操業している状況を想定し、環境政策の効果や公的企業の生産水準、私的企業の生産量や参入退出などを検討した。自由参入の混合寡占市場モデルにおいて公的企業が環境排出をともなわない高い生産技術を用いている状況を想定し、汚染物質の排出とそれを防止する環境税を導入して、公的企業の望ましい行動を検討した。そして、企業数が外生変数と内生変数という二つのパターンを分けて、汚染物質の排出と環境税が産業均衡に与える効果を検討した。そして、以下のような結論を得た。

第1に、私的企業数が一定の場合には産業均衡において、公的企業の行動原理を規定する変数の値にかかわらず、環境税の増税は私的企業の生産量を減少させ、公的企業の生産量を増大させる。一方、環境税の増税は直接的に私的企業の生産費用を増加させるため、私的企業に減産の誘因を持たせ、排出する汚染物質を減少させる。また、産業の最適性との関係に関しては、公的企業と私的企業の生産量は、ともに最適水準より低くなっていることがわかった。さらに、社会的厚生を増大させるために、公的企業を少なくとも部分的に民営化することが望ましい。

第2に、私的企業に自由参入を認め企業数が内生変数の場合には、社会的厚生は、公的企業の行動原理を規定する変数の値が1（社会的厚生を最大化する場合）において最大となり、社会的余剰の最大化を目的とする公的企業は、私的企業に比べて積極的に生産する誘因を持つ。そして、これが戦略的代替性を通じて私的企業の生産を減らす要因となり、公的企業は限界費用価格形成原理により生産を行うため、完全な公営化が望ましいことが示された。また、環境税の増税は公的企業の生産量は増加させる一方で、私的企業の生産量を減少させると同時に、参入企業数も減少させる。また、高い環境技術を有する公的企業は、私的企業が排出する汚染物質を減らすべく、通常の混合市場に比べ、いっそうの増産を行う誘因を持つ。さらに、産業の最適性との関係に関しては、公的企業の最適水準と私的企業の自由参入における最適条件を満たされるが、私的企業の利潤最大化が実現できないため、私的企業の最適性は満たされず、過少生産が起こることが示された。

このように、公的企業が環境排出をともなわない高い生産技術を有する場合、公的企業の生産水準を増大させることが、環境政策を推進することにつながり、社会的厚生を増大させることが示された。したがって、ここで検討した公的企業の技術改革による環境政策の推進という政策には、一定の有効性があると考えることが出来る。

最後に、残された課題として、本章では、公的企業の生産技術や費用について、議論を

簡単にするために想定しているが、中国における環境政策をより深く検討するために、環境政策にともなう公的企業と私的企業間の生産技術の選択や、生産量の調整、価格形成に関する現実を把握することは、大変興味深い問題である。このため、今後現地調査を行うとともに、公表データを用いた計量経済学的研究を進めたい。

補論 I

(3-15) と (3-16) 式を連立させて示すと、次式が得られる。

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dx_0^F \\ dx_1^F \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} p'x_0^F & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} d\alpha \\ d\tau \end{bmatrix}$$

ただし、 $a_{11} = p'[1 - (1 - \alpha)\beta\varepsilon_p] + [(1 - \alpha)P' - c_0''] < 0$ ($\varepsilon_p \leq \frac{1}{(1 - \alpha)\beta}$)、 $a_{12} = np'[1 - (1 - \alpha)\beta\varepsilon_p] \leq 0$ 、 $a_{21} = p'[1 - (1 - \beta)\varepsilon_p] < 0$ ($\varepsilon_p \leq \frac{1}{1 - \beta}$)、 $a_{22} = n\{p'[1 - (1 - \beta)\varepsilon_p] + (p' - c_1'')\} < 0$ とする。左辺係数行列式を D とすると、

$$\begin{aligned} D &= [(1 - \alpha)P' - c_0'']np'[1 - (1 - \beta)\varepsilon_p] + [(1 - \alpha)P' - c_0'']n(p' - c_1'') \\ &\quad + p'[1 - (1 - \alpha)\beta\varepsilon_p] (p' - c_1'') > 0 \end{aligned}$$

になる。

したがって、次の式が成立する。

$$\frac{dx_0^F}{d\alpha} = \frac{p'x_0^F}{D} n\{p'[1 - (1 - \beta)\varepsilon_p] + (p' - c_1'')\} \tag{A.1}$$

$$n \frac{dx_1^F}{d\alpha} = \frac{-p'x_0^F}{D} np'[1 - (1 - \beta)\varepsilon_p] < 0 \tag{A.2}$$

(A.1) と (A.2) を用いると、 $\frac{dx_0^F}{d\alpha} > \left| n \frac{dx_1^F}{d\alpha} \right|$ となる。

補論 II

(3-25) 式を (3-13)、(3-26) と (3-27) 式に代入することより、次の式が得られ

る。

$$(1 - \alpha)p'(x_0 + nx_1)x_0 + p(x_0 + nx_1) - c'_0(x_0) = 0 \quad (\text{A.3})$$

$$p'(x_0 + nx_1)x_1 + p(x_0 + nx_1) - c'_1(x_1) - \tau = 0 \quad (\text{A.4})$$

$$p(x_0 + nx_1)x_1 - c'_1(x_1) - \tau x_1 = 0 \quad (\text{A.5})$$

(A.3)、(A.4) と (A.5) を全微分することにより、次のようになる。

$$[(1 - \alpha)(p''x_0 + p')(p' - c_0'')] dx_0 + [n(1 - \alpha)p''x_0 + np'] dx_1 + [(1 - \alpha)p''x_0x_1 + p'x_1] dn = p'x_0 d\alpha \quad (\text{A.6})$$

$$(p''x_1 + p') dx_0 + [np''x_1 + (1 + n)p' - c_1''] dx_1 + (x_1^2 p'' + p'x_1) dn = d\tau \quad (\text{A.7})$$

$$p'x_1 dx_0 + [np'x_1(p - c_1' - \tau)] + x_1^2 p' dn = x_1 d\tau \quad (\text{A.8})$$

(A.6)~(A.8)式を行列の形に整理すると、次のように得る。

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ p'x_1 & 0 & x_1^2 p' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dx_0 \\ dx_1 \\ dn \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_0 p' \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} d\alpha + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ x_1 \end{bmatrix} d\tau$$

ただし、 $p''x_0 + p' = p'(1 - \beta\varepsilon_p)$ (ここで、 $\varepsilon_p \leq \min\left(\frac{1}{\beta}, \frac{1}{1-\beta}\right)$ と仮定する。)のため、 $a_{11} = (1 - \alpha)p'(1 - \beta\varepsilon_p)(p' - c_0'')$ 、 $a_{12} = n[1 - (1 - \alpha)\beta\varepsilon_p]p'$ 、 $a_{13} = p'x_1[1 - (1 - \alpha)\beta\varepsilon_p]$ 、 $a_{21} = p'[1 - (1 - \beta)\varepsilon_p]$ 、 $a_{22} = np'\{[1 - (1 - \beta)\varepsilon_p](p' - c_1'')\}$ 、 $a_{23} = p'x_1[1 - (1 - \beta)\varepsilon_p]$ とする。左辺係数行列式を D とすると、

$$D = p'x_1[x_1(a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21}) + (a_{12}a_{23} - a_{13}a_{22})] > 0$$

になる。

したがって、 x_0^E は均衡の公的企業生産量、 x_1^E は均衡の私的企業生産量、 n^E は均衡の企

業数で表すと、以下のようになる。

$$\frac{dx_1}{d\alpha} = \frac{p'^2 x_0 x_1}{D} (a_{21} x_1 - a_{21} x_1) = 0 \quad (\text{A.9})$$

$$\frac{dx_0}{d\alpha} = \frac{p x_0 x_1}{D} [p' x_1 (p' - c_0'') - a_{21} (p - c_1' - \tau)] > 0 \quad (\text{A.10})$$

$$\frac{dn}{d\alpha} = \frac{p'^2 x_0 x_1}{D} a_{22} < 0 \quad (\text{A.11})$$

(A.9)～(A.11)式を用いると、均衡における産業全体の生産量 X^E は次の(A.12)式を満たす。

$$\frac{dX}{d\alpha} = \frac{dx_0}{d\alpha} + x_1 \frac{dn}{d\alpha} + n \frac{dx_1}{d\alpha} = 0 \quad (\text{A.12})$$

第4章 クールノー的寡占市場における CSR 企業と環境技術の選択、 環境政策および環境意識の高い消費者が存在する意義

第4-1節 インTRODクシヨN

近年、急速な経済成長が進むアジアでは、工業化やモータリゼーション、消費活動の活発化などにより大気汚染や水質汚染といった環境問題が顕在化してきた。また、アジア各国・地域においては、激しい産業競争の中で、ともすれば環境対策が後回しにされたり、環境関連技術やノウハウが不足するなど、経済成長にともなう外部不経済効果が大きな問題となっている。特に、中国の環境問題の根底には、経済成長を優先した重工業偏重の産業構造、エネルギーの石炭依存、地方政府と企業の環境意識の低さ、さらには環境負荷増大型の生活様式の拡大がある⁴⁸。同時に、アメリカと欧州諸国が中国やアジアの輸出企業に対して、ISO14000などの国際認証基準の制定・普及を求めるようになった⁴⁹。激しい国際競争の下で環境汚染が深刻になるとともに、環境保全や地球温暖化防止に資する生産技術の選択や、消費者の利益や社会的責任を重視する企業行動が重要となっている⁵⁰。

中国では、近年、企業の社会的責任に関する関心が高まっている⁵¹。2006年に会社法が改正され、「社会的責任」に関する条項が設けられた。これにより中国の商法上にはじめてCSRの概念が組み入れられることになり、国有・私営を問わず中国の企業は社会的

⁴⁸ 永井・劉（2016）。

⁴⁹ ISO14000は、国際標準化機構（ISO）が発行した環境マネジメントシステムに関する国際規格（IS）群の総称である。近年では、環境マネジメントシステムの適用範囲の拡大が見られ、組織の社会的責任（SR: Social Responsibility）を評価する際の基準に利用されることがある。また、組織内外の双方向コミュニケーションによる環境コミュニケーションが促進され、その情報は重要な企業情報として位置づけられる動向がある。

⁵⁰ 近年では、CSR企業については、Porter and Kramer（2006）は、各自の利潤よりも倫理的な問題や地域福祉などを重視するCSR企業が増加していることと、中国経済社会においても、钟（2011）によると、持続可能な社会の建設に不可欠な社会問題、労働問題などの解決手段として、また、急激な経済成長で顕在化した環境、生態系保全への対応として、国主導で企業の社会責任が推進されていると論じた。また、横塚（2008, 2010）は、中国ではCSRに関する意識が徐々に高まってきており、社会的問題に対する企業や政府の取組みを促すことにつながると述べた。

⁵¹ 中国におけるCSRに関しては、中国社会科学院の「企業社会責任研究センター」によれば、中国でCSRに関する報告を行った企業は2006年の32社から2014年の1526社に急増してきた。さらに、企業数は増えているのみならず、その質もよくなってきている。

責任を意識した経営を求められる⁵²。表 4-1 は、2018～2020 年において ISO14001 取得件数の国別順位の一覧である。これをみると、ISO140001 という環境マネジメントシステム規格において中国が圧倒的な取得数でトップの座を占めています。欧米諸国の多くの国の企業が中国に進出し、企業としての信頼性を担保するために ISO の取得を奨励していることは認証取得企業数が増える理由の一つであろう⁵³。

表 4-1 ISO14001 取得件数の国別順位 (2018～2020 年)

2018 年		2019 年		2020 年	
国名	取得数	国名	取得数	国名	取得数
中国	136,715	中国	134,926	中国	168,129
日本	19,131	日本	18,026	日本	17,804
イタリア	15,118	イタリア	16,917	イタリア	16,858
スペイン	12,198	スペイン	12,871	スペイン	12,584
イギリス	11,201	イギリス	11,420	イギリス	11,627
ドイツ	8,028	インド	8,486	ドイツ	9,955
インド	7,374	ドイツ	8,465	インド	8,416
フランス	6,084	フランス	6,402	フランス	6,458
韓国	5,777	韓国	5,698	ルーマニア	5,221
ルーマニア	4,553	ルーマニア	4,658	韓国	5,091

(出所) ISO 本部の公表データに基づき、筆者作成⁵⁴

このような社会経済の変化は、特に先進諸国においては、企業にとって課題克服に向けたビジネスチャンスともなり得る。例えば、高度な汚染除去や環境技術の開発に投資をしたり、環境に配慮した生産活動や企業行動により企業の差別化を目指す CSR 企業の増加などがその例である。環境対策を目的として生産体系を再構築するためには、高いコストを負担する必要がある、そのため、CSR 企業への転換や中国や BRICs で生産された輸出品を消費する欧米諸国の環境意識の高い消費者の増加が必要となっている。本章では、中

⁵² 横塚 (2008)。

⁵³ ISO26000 番が企業の社会的責任を規定しているが、これはガイドラインであり、認証数等のデータは得られない。その規程の第 6 章に、順守すべき事項として以下を挙げている。組織統治、人権、労働慣行、環境、公正な事業慣行、消費者に関する課題、コミュニティ参画および発展、そして、環境については ISO 14001 の取得がその目標となる。

⁵⁴ Available at: <https://www.iso.org/the-iso-survey.html> (2022 年 8 月 8 日閲覧)

国はじめ発展途上国において、CSR 企業の促進や需要先の先進諸国において環境意識の高い消費者の増加が環境技術の選択を進め、環境政策の有効性を高めるか否かを検討するため、寡占的産業に CSR 企業の役割および環境意識の高い消費者の存在などの観点を取り入れて、環境政策と持続可能な産業発展を検討する。

本章では、産業組織の構造分析を中心とするゲーム理論を用いて、環境保全や企業の社会的責任を重視する CSR 企業を導入し、技術選択や環境政策の有効性を検討する。まず、前半部分においては、環境にやさしい高価でクリーンな生産技術と、環境排出をともなう安価な生産技術という技術選択が可能な状況において、激しい競争市場の中で高価でクリーンな生産技術が選択されるかどうかを中心として検討する。次に、汚染物質を排出する安価な生産技術を用いて利潤を追求するブラウン企業に環境税を導入し、CSR 企業とブラウン企業の生産量や企業数に与える効果を研究する。また、本章の後半部分においては、環境に優しい高い生産技術を用いて生産された財・サービスに対してより高い支払い準備を持っている環境意識の高い消費者を導入して、線型の需要関数を想定し、市場の効率性や環境政策の有効性および環境意識の高い消費者が存在する意義について研究する。

環境に配慮した生産技術の選択に関しては、Nishikawa (2015) は、環境排出の異なる 2 種類の生産技術が選択可能なクールノー寡占産業において、環境政策（一括固定型税、環境税、環境補助金）を検討し、環境への限界社会的損害が比較的大きい場合、補助金により最も高い社会的厚生が達成され、逆の場合には、税金により最高の社会的厚生を達成できると指摘した。また、Xu and Lee (2018) は、クールノー寡占市場において CSR 企業を導入し、自由参入の下での最適な環境税率は限界環境費用も高くなることを示した。また、CSR 企業の導入により、環境の質と社会的厚生の両方を向上させることも指摘した。

さらに、環境意識の高い消費者の存在および環境政策への影響に関して、Eriksson (2004) は、環境技術選択が可能なモデルにおいて、環境意識の高い消費者の存在だけでは最適を達成するには不十分であることを示している。また、Espinola-Arredondo and Zhao (2012)、Nishikawa (2015) は、環境に優しい商品と従来の製品の間で消費者が選択可能な場合に、環境に配慮した消費者がいる場合、環境税あるいは補助金政策の有効性が高まり、社会的厚生を改善できることを示した。しかしながら、生産にともなう環境排出に大きな影響をもたらす生産技術の選択や、CSR 企業が存在する場合、また、環境意識の高い消費者の存在がもたらす環境政策の有効性などの問題に立ち入る研究は、

必ずしも十分ではない。

本章では、クールノー寡占市場において汚染排出の異なる2種類の環境技術が選択可能であり、環境保全や企業の社会的責任を認識するCSR企業と、中国やBRICsで生産された輸出品を消費する欧米諸国の環境意識の高い消費者の存在する場合において、Eriksson (2004)、Nishikawa (2015) や Xu and Lee (2018) などの研究をいっそう発展させ、環境政策の有効性を検討する⁵⁵。具体的には、CSR企業を導入した環境政策に関する既存の研究は、そのほとんどが公的企業が存在する混合産業の研究を発展させたものであり、CSR企業が産業に1社だけ存在する場合の分析にとどまっている⁵⁶。本章では、Eriksson (2004)、Xu and Lee (2018) などの研究を発展させ、新たに複数のCSR企業が存在し、その企業数が内生的に決まるとともに、市場の動向や政府の環境政策に応じて変化する場合を検討する。それにより、企業数が可変的なCSR企業が存在する場合の環境政策の有効性を検討するとともに、環境政策がCSR企業数にどのような影響をもたらすのかについても検討する。さらに、環境意識が高い消費者が存在する場合の環境政策に関する研究においては、Nishikawa (2015) のモデルを発展させ、新たにCSR企業と環境意識が高い消費者が併存する状況において環境政策の有効性を検討するとともに、環境政策や環境意識の高い消費者の増加がCSR企業数にどのような影響をもたらすのかを検討する⁵⁷。

分析の結果、以下のような新たな所見を得た。第1に、環境税は、汚染排出をともなう企業の生産量も企業数も減少させることにより汚染排出を減少させる。さらに、汚染排出をともなわないクリーンな生産技術を選択するCSR企業数が増加することにより、環境保全がいっそう進展することが示された。第2に、CSR企業と環境意識の高い消費者が併存する場合に、環境税によりCSR企業数の増加と高い環境技術の導入を促進することで環境の改善につながり、環境政策の有効性がさらに高まることが示された。第3に、環

⁵⁵本章での技術選択モデルでは、一般的にクリーン企業も利潤最大化を行うことが仮定されるのが普通であり、ここでは、CSR企業が社会的厚生にも興味を持ち生産量を決定する設定としているから、CSR企業は社会的厚生（消費者余剰）を増加させるため、その生産量が技術選択モデルより大きくなっていることを注意されたい。

⁵⁶例えば、Xu and Lee (2018) については、CSR企業を1企業だけと考えていたので、環境政策がCSR企業数やその生産量に与える効果を分析することができなかった。

⁵⁷Nishikawa (2015) においては、高い環境技術を採用する企業も利潤最大化をしているので、税や補助金がないと環境に優しい技術は採用されない。また、環境意識の高い消費者の比率が増加することの効果を検討していない。

環境意識の高い消費者の割合が増加する場合には、CSR 企業数の増加とともにクリーンな生産技術の選択が進み、ブラウン企業数が減少することにより、環境意識の高い消費者の増加は環境改善をもたらす、環境政策の有効性を促進する効果を持つことが示された。

本章の構成は、以下の通りである。第 4-2 節において、技術選択をとらない、CSR 企業とブラウン企業が同時に存在するクールノー寡占市場の基本モデルを構築し、基本的な設定を提示する。そして、第 4-3 節において、産業均衡を求めブラウン企業に課税した場合とその市場均衡への影響について検討する。第 4-4 節において、環境意識の高い消費者は存在する場合、市場均衡への影響および環境意識の高い消費者が存在する意義について検討する。最後に、第 4-5 節において、結論を導く。

第 4-2 節 基本モデル

産業に N 企業があり、全ての企業は同質的（完全代替的）な財を生産しており、その財に対する市場需要は、 $P(Q)$ により与えられると仮定する⁵⁸。

生産技術には、次のような 2 種類があると想定する。その一つは、汚染物質の排出をとらなわないクリーンで高コストな生産技術であり、もう一つは、汚染物質を排出するが低コストの生産技術であり、企業はどちらかを選択することができると仮定する。

環境保全や企業の社会的責任を重視する CSR 企業は、高価でクリーンな生産技術を選択し、環境に配慮した生産活動を行う。CSR 企業数は $n \in (0 \leq n \leq N)$ とし、高価でクリーンな生産技術を用いるので、汚染物質を排出しないと仮定する。また、Xu and Lee (2018) と同様に、CSR 企業は、利潤の最大化を行動目的とせず、社会的厚生と利潤の加重平均の最大化を目的とすると仮定する。

他方、ブラウン企業は、利潤の最大化を行動目的とし、安価で汚染排出をとらなう生産技術を用いて生産を行うと仮定する。ブラウン企業には $N-n$ 社があり、環境汚染排出量は、各企業の生産量の増加とともに増加すると仮定する。

環境税 τ に関しては、先述のように、CSR 企業は高価でクリーンな生産技術を選択しているため、汚染物質を排出しないと仮定している。したがって、汚染排出に対する課税を課さない。他方、ブラウン企業は安価な生産技術を選択し生産活動を行うため、汚染物

⁵⁸ 第 4-4 節においては、CSR 企業が生産する財が、環境にやさしい財として認識されるように、差別化された状況を検討する。

質を排出するので、排出水準に応じて税率 τ で排出税を課す。汚染排出量は、各企業の生産量に比例し、排出量が生産水準の増加とともに上昇すると仮定する。

以上の想定の下で、それぞれの企業の利潤は、以下のように示される。

$$\Pi_H = p(Q)q_H^i - C_H(q_H^i) \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (4-1)$$

$$\Pi_L = p(Q)q_L^i - C_L(q_L^i) - \tau q_L^i \quad (i = n+1, n+2, \dots, N) \quad (4-2)$$

なお、ここで、 Π_H 、 Π_L はそれぞれ CSR 企業とブラウン企業の利潤であり、 q_H^i は CSR 企業 i ($i = 1, 2, \dots, n$) の生産量で、 q_L^i はブラウン企業 i ($i = n+1, n+2, \dots, N$) の生産量である。また、 C_H は高価でクリーンな生産技術を選択した企業の費用で、 C_L は安価な生産技術を選択した企業の費用である。また、 $\Pi_i = \Pi_H + \Pi_L$ で、 $Q = \sum_{i=1}^n q_H^i + \sum_{i=n+1}^N q_L^i$ とする。

また、 U_i ($i = 0, 1, 2, \dots, n$) を企業 i のペイオフとする。先述のように、CSR 企業については、社会的厚生と自社利益の加重平均を最大化し、ブラウン企業については、利潤を最大化すると仮定しているので、それぞれ以下の (4-3) と (4-4) 式で表す。

$$U_i = \alpha W + (1 - \alpha)\Pi_H \quad (i = 1, 2, \dots, n; \alpha \in [0, 1]) \quad (4-3)$$

$$U_i = \Pi_i \quad (i = n+1, n+2, \dots, N) \quad (4-4)$$

ここで、 α は CSR 企業の行動原理を規定する変数であり、 $\alpha = 1$ なら、CSR 企業は社会的厚生水準を最大化し、 $\alpha = 0$ なら、自己の利潤を最大化する。ここでは、 α は CSR 企業が経営理念に基づいて事前に決定すると仮定する。

また、 W は社会厚生関数であり、次の (4-5) 式のように、消費者余剰と 2 種類の企業の企業利潤の合計から、環境被害 $\sum_{i=n+1}^N E(q_L^i)$ を差し引き、環境税 $\tau(q_L^i)$ を加えたものである。

$$W = \int_0^Q p(Q) dQ - pQ + \sum_{i=1}^n \Pi_H + \sum_{i=n+1}^N \Pi_L + \tau \sum_{i=n+1}^N q_L^i - \sum_{i=n+1}^N E(q_L^i)$$

(4-5)

仮定 1 市場の逆需要関数 $p(Q)$ は連続 2 階微分可能と仮定し、 $p' < 0, \forall Q \in p(Q) > 0$ とする。

仮定 2 企業の費用関数 C_i は連続 2 階微分可能と仮定し、 $C_i' > 0, C_i'' > 0, \forall q_H^i, q_L^i \geq 0$ と c_i は厳密に増加関数とする。また、 $C_H(q) > C_L(q), \forall q \in (0, \bar{q})$ とし、 \bar{q} は生産量の上限値とする。

仮定 3 同質的な企業

企業は選択する生産技術を除いて同質的であるので、均衡において、CSR 企業はすべて同量の q_H を、ブラウン企業はすべて同量の q_L を生産する。

$$q_H = q_1 = q_2 = \dots = q_n \quad (4-6)$$

$$q_L = q_{n+1} = q_{n+2} = \dots = q_N \quad (4-7)$$

第 4-3 節 産業均衡と比較静学

寡占競争的な市場を前提とし、企業は 2 段階のクールノー寡占ゲームを考えると仮定する。第 1 段階では、各企業が技術を選択する。第 2 段階では、各企業が選択した技術の下で、企業の目的にしたがって最適化を行う。

ここでは、消費者はエコ・ラベルやフェア・トレードに関するラベルなしには、高価でクリーンな生産技術で生産された財を見分けることができないとする。

CSR 企業の目的関数は次の (4-8) 式のように整理できる。

$$\begin{aligned} U_i &= \alpha W + (1 - \alpha) \Pi_H \\ &= \alpha \left[\int_0^X p(q) dq - pQ + \sum_{i=1}^n \Pi_H + \sum_{i=n+1}^N \Pi_L + \tau \sum_{i=n+1}^N q_L^i - \sum_{i=n+1}^N E(q_L^i) \right] + (1 - \alpha) [p(Q)q_H^i - C_H(q_H^i)] \end{aligned} \quad (4-8)$$

CSR 企業の目的関数 (4-8) 式に基づき、CSR 企業のペイオフ U_H の最大化条件を (4-9) 式のように求める。

$$\frac{dU_H}{dq_H} = P(Q) + (1 - \alpha)P'nq_H - C'_H = 0$$

(4-9)

ブラウン企業の目的関数 (4-4) 式に基づき、ブラウン企業のペイオフ U_i の最大化条件を (4-10) 式のように求める。

$$\frac{dU_L}{dq_L} = P(Q) + (N - n) P'(Q)q_L - C'_L(q_L) - \tau = 0$$

(4-10)

仮定 4 CSR 企業とブラウン企業の併存条件

ブラウン企業に加えて、CSR 企業が存在する条件は、産業均衡における以下の (4-11) 式のような裁定条件とする。

$$\Pi_H = \Pi_L$$

$$P(Q)q_H - C_H(q_H) - [P(Q)q_L - C_L(q_L) - \tau(q_L)] = 0$$

(4-11)

この産業の均衡における両企業の生産量 (q_H, q_L) と CSR 企業の企業数 n あるいはブラウン企業の企業数 $(N - n)$ は、(4-9) ~ (4-11) 式より与えられる。また、この産業の構造を決定するパラメータは、総企業数 N 、CSR 企業の行動原理を規定する変数 α 、および環境税 τ である。そこで、 $\mathbf{X} \equiv (q_H, q_L, n)$ 、 $\mathbf{v} \equiv (N, \alpha, \tau)$ とすると、この連立方程式体系は次の (4-12) 式により示される。

$$\Phi(\mathbf{X} : \mathbf{v}) = 0$$

(4-12)

陰関数の定理によれば、(4-12)式において、与えられたパラメータについて、一意の均衡解 (q_H, q_L, n) が存在するための十分条件は、この連立方程式体系 (4-12) に逆行列が存在することである。そのために、ヤコビ行列式が非ゼロとなり、かつ値を変えないことが示

さなければならぬ。すなわち、次式が示さなければならぬ⁵⁹。

$$\mathbb{X} = \Phi^{-1}(\mathbf{v})$$

(4-13)

そこで、(4-9) ~ (4-11) 式を全微分し、その係数行列式（ヤコビ行列式）を D とすると、以下のように示される⁶⁰。

$$\begin{aligned} D = P'[1 - (1 - \beta)\varepsilon]P^2 & \left[\frac{n(1 - \alpha)}{N - n}\mu_L^2 - \frac{(N - n) - n}{n}\mu_H^2 \right] \\ & + [(N - n)P' - C_L''] \left\{ [(1 - \alpha)P'n - C_H'']P'(q_H - q_L)^2 \frac{(1 - \alpha)\beta\varepsilon}{N - n} P'\mu_H\mu_L + \frac{(1 - \beta)\varepsilon}{n} P^2\mu_H^2 \right\} \\ & + P'[1 - (1 - \beta)\varepsilon][1 - (1 - \alpha)\beta\varepsilon] \left[\frac{n}{N - n}(\mu_H\mu_L + \mu_L^2) - \frac{\mu_H^2}{1 - \alpha} \right] + (-C_L'') \frac{(1 - \beta)\varepsilon}{(1 - \alpha)n} P^2\mu_H\mu_L \\ & + P'[1 - (1 - \alpha)\beta\varepsilon]P^2 \left[\frac{n}{N - n}\mu_L^2 - \frac{(1 - \beta)\varepsilon - \alpha}{1 - \alpha}\mu_H\mu_L \right] \end{aligned}$$

ここで、 $P' + (N - n)q_L P'' = P' \left[1 - \frac{(N - n)q_L - P'Q}{Q} \right] = P'(1 - \beta\varepsilon)$ と置いている。また、 β ($0 \leq \beta \equiv \frac{nq_H}{Q} \leq 1$) は CSR 企業の生産率、 $1 - \beta$ はブラウン企業の生産率であり、 $\varepsilon \equiv (-P'') \frac{Q}{P'}$ は、価格変化の弾力性を表している。これは、需要関数の形状により一般的には正、負両方の符号を取るが、以下では、本章全体を通じて $\varepsilon \leq \min \left\{ \frac{1}{1 - \beta}, \frac{1}{(1 - \alpha)\beta} \right\}$ と仮定する。これは、需要の変化に対して価格の変化率が過度に大きくはないことを意味している。また、 $\varepsilon \leq \frac{1}{\beta}$ と仮定すれば $P'(1 - \beta\varepsilon) \leq 0$ となる。

さらに、 $\mu_H \equiv \frac{P - C_H'}{P} = \frac{-(1 - \alpha)nP'}{P}$ と $\mu_L \equiv \frac{P - C_L' - \tau}{P} = \frac{-(N - n)P'}{P}$ はそれぞれ CSR 企業とブラウン企業の独占度とする。また、CSR 企業とブラウン企業の最適条件 (4-9)、(4-10) より、一般性を失うことなく $\mu_L \geq \mu_H$ と仮定することができるので、ヤコビ行列式を負とする十分条件は、 $\varepsilon \leq \min \left\{ \frac{1}{1 - \beta}, \frac{1}{(1 - \alpha)\beta} \right\}$ に加えて、 $\mu_L \geq \mu_H, (1 - \alpha) \geq \max \left\{ \frac{(N - n) - n}{n}, \frac{N - n}{2n} \right\}, \alpha \leq (1 - \beta)\varepsilon$ となる。このような条件の下で、 $D < 0$ が得られる⁶¹。

⁵⁹ 具体的には、Henderson and Quandt (1980)を参照されたい

⁶⁰ 具体的に補論 I を参照されたい。

⁶¹ 詳しい計算は、補論 II を参照されたい。

ブラウン企業に課税する場合の産業均衡に与える影響を、 q_H, q_L および n に与える効果の分析を通じて検討しよう。(4-9)～(4-11)式を環境税 τ について全微分し、クラメールの公式を用いて解くことにより、次の(4-14)～(4-16)式が得られる。

$$\begin{aligned} \frac{dq_H}{d\tau} = \frac{1}{D} & \left(-\frac{\mu_H}{(1-\alpha)n} P[1 - (1-\alpha)\beta\varepsilon]\{q_L[(N-n)P' - C_L''] - P\mu_L\} - \frac{\mu_L}{N-n} P[1 - (1-\alpha)\beta\varepsilon](-q_L C_L'') \right. \\ & \left. + \frac{\mu_H}{n} P\left\{ \frac{N-n}{(1-\alpha)n} \mu_H P + [2 - (1-\beta)\varepsilon]P\mu_L \right\} \right) < 0 \end{aligned} \quad (4-14)$$

$$\begin{aligned} \frac{dq_L}{d\tau} = \frac{1}{D} & \{[(1-\alpha)P'n - C_H'']\{P'(q_H - q_L)^2 - \frac{N-n}{(1-\alpha)n} \mu_H P - \tau\} \\ & - \frac{\mu_L}{N-n} P[1 - (1-\alpha)\beta\varepsilon]P'n[1 - (1-\beta)\varepsilon]\} < 0 \end{aligned} \quad (4-15)$$

$$\begin{aligned} \frac{dn}{d\tau} = \frac{1}{D} & \{[(1-\alpha)P'n - C_H'']\{P\mu_L[1 - (1-\beta)\varepsilon] + C_L''q_L + \frac{N-n}{(1-\alpha)n} \mu_H P + P\mu_L\} \\ & - P'n[1 - (1-\alpha)\beta\varepsilon]\{P'(N-n) - C_L''\}q_L + (N-n)P'[1 - (1-\alpha)\beta\varepsilon]P\mu_H\} > 0 \end{aligned} \quad (4-16)$$

定理 1 ブラウン企業の汚染排出に対して環境税を課税する場合には、CSR 企業の生産量とブラウン企業の生産量は両方とも減少する。また、CSR 企業の数が増加する一方で、ブラウン企業数は減少する。

この結論の経済的意味は、環境税の課税にともない、ブラウン企業の限界費用が上昇し、生産量が低下するため、当該財の市場価格が上昇する。また、汚染排出をともなう安価な生産技術の利益性が課税にともない低下するため、戦略的な代替性から環境技術の高い CSR 企業数が増加するため、均衡においては結果として CSR 企業の生産量も低下するからと考えることが出来る。

他方、ここではブラウン企業ばかりでなく、CSR 企業の生産量も同時に減少することが示された。CSR 企業は環境税の直接的な影響を受けないが、ブラウン企業の生産費用

の増大にともなう利潤マージンの低下により、産業均衡条件（4-11）を通じて、生産量低下の影響を受けたものと考えられる。

また、この結論をみると、環境税は環境汚染排出を2重の意味で減少させることがわかる。まず、環境税は、環境汚染排出をともなう企業の生産量も企業数も減少させることにより環境汚染排出を減少させる。さらに、環境汚染排出をともなわないクリーンな生産技術を選択するCSR企業数が増加することにより環境保全がいつそう進展することを意味している。

ところで、Xu and Lee（2018）においては、CSR企業を1社だけと設定しているため、環境税を増税するとCSR企業の生産量が増加し、ブラウン企業の生産量が減少するという結論を得ているが、CSR企業数（ブラウン企業数）が内生的に決まる場合には、上記のようなより総合的な結果が示されることがわかる。また、Nishikawa（2015）においては、CSR企業の存在を想定していないため、ここでの結論と直接的な比較はできないが、課税がクリーンな生産技術の選択を促進させ、環境政策の有効性を高めるという点は本章の結論と整合的であると考えられる。ところが、Nishikawa（2015）においては、CSR企業が存在せず、クリーンな環境技術を選択する企業も利潤最大化を行動目的としているため、環境税や補助金の存在がない場合には、クリーンな環境技術は全く選択されない。ここではCSR企業が存在し、その行動目的が社会的厚生と自社の利潤の加重平均の最大化であり、（4-12）式により示される産業均衡には、より一般的に（ $\tau \geq 0$ ）においてCSR企業とブラウン企業が併存することになり、この点が本章の結論と異なる点である。

第4-4節 環境意識高い消費者の存在とCSR企業

この節では、環境意識の高い消費者を導入し、消費者には高価でも環境に優しい製品を購入する環境意識の高い消費者と、安価なブラウン企業の製品を購入する環境に無関心な消費者という二つタイプが存在すると仮定する。また、環境意識の高い消費者は環境に優しい高い技術を用いて生産された財・サービスに対してより高い支払い準備を持つと仮定する。

さらに、分析結果を明確に示すため、線型の需要関数を想定する。それらは、Nishikawa（2015）と同様に次のように示される。

$$p_H = a' - \frac{b}{\theta} Q_H$$

(4-17)

$$p_L = a - \frac{b}{1-\theta} Q_L$$

(4-18)

ここで、 $a' > a$ と仮定する。環境に優しい製品価格を p_H により示し、ブラウン企業の製品価格を p_L で表す。また、 $Q_H = nq_H$ 、 $Q_L = (N-n)q_L$ とし、市場の総需要関数は $Q = Q_H + Q_L$ と示される。 θ は、環境意識の高い消費者の割合とする。

なお、 $\theta = 0$ であれば、市場需要は $p = a - bQ_L$ となり、 $\theta = 1$ であれば市場需要は $P = a' - bQ_H$ とする。

【CSR 企業の最適行動】

CSR 企業の行動は第 4-3 節と同じとし、社会的厚生と自社利益の加重平均の最大化を目的として行動する。ここでも、CSR 企業は高価でクリーンな生産技術を用いるので、汚染物質を排出はなく、環境税の課税を受けないと仮定する。

なお、ここでの社会的厚生関数は、次のように示される。

$$W = \int_0^{Q_H} P_H(Q_H) dq - P_H Q_H + \int_0^{Q_L} P_L(Q_L) dq - P_L Q_L + \sum_{i=1}^n \Pi_H + \sum_{i=n+1}^N \Pi_L + \tau \sum_{i=n+1}^N q_L^i - \sum_{i=n+1}^N E(q_L^i)$$

(4-19)

CSR 企業のペイオフ U_H の最大化条件を (4-20) 式のように求める。

$$\frac{dU_H}{dq_H} = \left(a' - \frac{b}{\theta} nq_H \right) - \frac{nb}{\theta} (1-\alpha)q_H - C'_H = 0$$

(4-20)

【ブラウン企業の最適行動】

ブラウン企業は安価な生産技術を用いて、汚染物質を排出するので、生産量一単位当た

り税額 τ を課税されると仮定する。利潤最大化を行うため、(4-2)式の利潤関数は $(N-n)$ を所与として、 q_L について最大化すると、次の (4-21) 式になる。

$$\frac{d\Pi_L}{dq_L} = \left[a - \frac{b}{1-\theta}(N-n)q_L \right] - \frac{b}{1-\theta}(N-n)q_L - C_L' - \tau = 0 \quad (4-21)$$

【産業均衡における裁定条件】

ここでは、CSR 企業の目的関数とブラウン企業の利潤関数は第 4-3 節と同様に、産業均衡における裁定条件は以下のように示される。

$$\Pi_H = \Pi_L$$

$$P_H q_H - C_H(q_H) - [P_L q_L - C_L(q_L) - \tau q_L] = 0 \quad (4-22)$$

この産業の均衡における両企業の生産量 (q_H, q_L) と CSR 企業の企業数 n あるいはブラウン企業の企業数 $(N-n)$ は、(4-20)、(4-21)、(4-22) 式により与えられる。また、この産業の構造を決定するパラメータは、総企業数 (N) 、環境税策の効果における環境税 (τ) に加えて、市場需要に関するパラメータ (a, b, θ) である。ここでも、第 4-3 節と同様に「陰関数の定理」を用いることにより、所与のパラメータについて、産業均衡の生産量、CSR 企業数 (q_H, q_L, n) が一意に決まる条件を、次のようなヤコビ行列式により示すことができる⁶²。

$$\begin{aligned} D_2 = & - \left[- (2-\alpha) \frac{b}{\theta} n - C_H'' \right] \left(- \frac{2b}{1-\theta} - C_L'' \right) \left(\frac{b}{\theta} q_H^2 + \frac{b}{1-\theta} q_L^2 \right) \\ & + (2-\alpha) \frac{b}{\theta} q_H \left[- \frac{2b}{1-\theta} (N-n) - C_L'' \right] \alpha \frac{b}{\theta} n q_H < 0 \end{aligned} \quad (4-23)$$

⁶² 詳しい計算については、補論Ⅲを参照されたい。

(4-23) 式の符号は、確定的に負となる。

【環境政策の効果】

環境税の効果进行分析するため、当該税を増税したときに q_H, q_L, n 及び $(N-n)$ 与える効果进行分析する。(4-20)、(4-21)、(4-22) 式を環境税率 τ について全微分し、クラメル公式を用いて解くことにより、以下の (4-24) ~ (4-26) 式のように示される⁶³。

$$\frac{dq_H}{d\tau} = \frac{1}{D_2} \left\{ -(2-\alpha) \frac{b}{\theta} q_H q_L \left[-\frac{2b}{1-\theta} (N-n) - C_L'' \right] \right\} < 0 \quad (4-24)$$

$$\begin{aligned} \frac{dq_L}{d\tau} = \frac{-1}{D_2} \left\{ \left[-(2-\alpha) \frac{b}{\theta} (N-n) - C_H'' \right] P \left[\frac{\mu_H}{(1-\alpha)n} - \frac{\mu_L}{N-n} \right] - \alpha(2-\alpha) \left(\frac{b}{\theta} q_H \right)^2 \right\} < 0 \\ \leftarrow \left[\frac{\mu_H}{(1-\alpha)n} > \frac{\mu_L}{N-n} \right] \end{aligned} \quad (4-25)$$

$$\frac{dn}{d\tau} = \frac{-1}{D_2} \left[-(2-\alpha) \frac{b}{\theta} (N-n) - C_H'' \right] \left[-\frac{2b}{1-\theta} (N-n) - C_L'' \right] q_L > 0 \quad (4-26)$$

これらの結論は、次のような定理にまとめることができる。

定理 2 環境税を増税する場合には、CSR 企業の一社当たりの生産量は減少するが、その企業数は増加する。他方、ブラウン企業の一社当たりの生産量は一般的には確定しないが、CSR 企業とブラウン企業の企業数に依存している。そして、両企業の企業数で基準化した独占度指標について CSR 企業の方が相対的に大きいという条件の下で、ブラウン企業が生産量も減少する。さらに、増税にともない、ブラウン企業数は減少することにより生産量をより大きく減少させる効果が働く。

この結論の経済的意味は、環境税の課税にともない環境汚染排出をともなうブラウン財

⁶³ 具体的には、補論 III を参照されたい。

の生産費用が上昇し、ブラウン企業の利潤が低下するために、ブラウン企業数が減少する。またこの時、ブラウン企業の価格支配力（独占度指標）が相対的に小さくとどまるなら、 $MC=MR$ となる最適な生産量との調整マージンが小幅にとどまるため、ブラウン企業数の減少にも関わらず、一社当たりの生産量の低下も同時に起こると考えられる。逆に、CSR 企業数は戦略的代替性により増加するため、CSR 企業の一社当たり生産量も低下すると考えることが出来よう⁶⁴。

この結論は、Nishikawa（2015）において示された、（税率が十分に高い）環境税は、クリーンな環境技術の採用を促進し、ブラウン財の生産を低下させるという結論と整合的と考えることが出来よう。ただし、Nishikawa（2015）においては、十分な課税がなされるケースにおいては、ブラウン企業の生産量が条件なしに低下するが、産業の連続的均衡を扱った本章においては、ブラウン企業の価格支配力に関する条件の成立が必要となる。

【環境意識の高い消費者が存在する意義】

最後に、環境意識の高い消費者の比率 θ が上昇した場合に、CSR 企業とブラウン企業の生産量と企業数に与える効果を分析することにより、環境意識の高い消費者がもたらす効果を検討する。

（4-20）、（4-21）、（4-22）式を $d\theta$ について解くことにより、以下の（4-27）～（4-29）式が得られる。

$$\frac{dq_H}{d\theta} = \frac{1}{D_2} \left[-\frac{2b}{1-\theta} (N-n) - C_L'' \right] (2-\alpha) \frac{b^2}{\theta(1-\theta)} q_H q_L^2 \left[\frac{n}{\theta} - \frac{N-n}{1-\theta} \right] \geq 0 \leftarrow \left[\frac{n}{\theta} - \frac{N-n}{1-\theta} \right] \geq 0 \quad (4-27)$$

⁶⁴ CSR 企業の目的関数に「 $\alpha > 0$ 」（利潤追求ウエイト）が残る限り、CSR 企業においても利潤が残り、したがって「価格＝限界費用」という意味での最適生産は達成されない。これにともなって、産業均衡（ホテリング条件：1社当たり利潤が等しい）を満たすブラウン企業にも利潤が残り「価格＝（環境税込みの）限界費用とはならない。したがって、環境税課税後の産業均衡は、環境被害を減少させ、生産の効率性を改善するが、最適生産を達成できず、過少供給が残ることになる。

$$\frac{dq_L}{d\theta} = \frac{1}{D_2} \left\{ \left[- (2 - \alpha) \frac{b}{\theta} n - C_H'' \right] \frac{2b^2}{\theta(1-\theta)} q_H^2 q_L \left[\frac{n}{\theta} - \frac{N-n}{1-\theta} \right] + \alpha(2-\alpha) \frac{2b^3}{\theta^2(1-\theta)} q_H^2 q_L \left[\frac{n}{\theta} + \frac{N-n}{1-\theta} \right] \right\} < 0$$

$$\leftarrow \left[\frac{n}{\theta} - \frac{N-n}{1-\theta} \right] < 0$$

(4-28)

$$\frac{dn}{d\theta} = \frac{-1}{D_2} \left\{ \left[- (2 - \alpha) \frac{b}{\theta} n - C_H'' \right] \left[- \frac{2b}{1-\theta} (N-n) - C_L'' \right] \left[\frac{b}{\theta^2} n q_H^2 + \frac{b}{(1-\theta)^2} (N-n) q_L^2 \right] \right.$$

$$\left. - \left[\left(a' - \frac{b}{\theta} n q_H \right) - \frac{b}{\theta} n q_H - C_H' \right] q_L \frac{2b}{1-\theta} \left[(2-\alpha) \frac{b}{\theta} n q_H \right] \right\} > 0$$

(4-29)

これらの結論は、次のような定理にまとめることができる。

定理 3 環境意識の高い消費者の比率が上昇した場合には、CSR 企業の企業数が増加し、ブラウン企業数は減少する。一方、CSR 企業とブラウン企業の一社当たりの生産量は、環境意識の高い消費者の比率と CSR 企業の比率との関係と、環境に無関心な消費者比率とブラウン企業比率の相対的な大きさに依存して決まる。つまり、環境意識の高い消費者比率と比較して CSR 企業の企業数が十分でない場合(多すぎる場合)には、CSR 企業の生産は増加(減少)する。逆に、ブラウン企業の実生産量は減少する。

この定理の前半部分の経済的な意味は、(4-29) 式より直接的に理解することが出来る。他方、後半部分については、さらなる解釈が必要となる。(4-27)、(4-28) 式において、 $\left(\frac{n}{\theta} - \frac{N-n}{1-\theta} \right) = N \left(\frac{1-\beta}{\theta} - \frac{\beta}{1-\theta} \right)$ と示されることから、右辺括弧内の第 1 項は、産業における CSR 企業率と環境意識の高い消費者比率を示しており、第 2 項は、ブラウン企業率と環境に無関心な消費者比率を示している。そこで、環境意識の消費者比率と比較して CSR 企業比率が十分に大きい場合には、(4-18) 式より、環境意識の高い消費者比率 (θ) が増加することにもない CSR 企業の財に対する需要曲線が上方にシフトし、価格が上昇することから CSR 企業の生産量が増加することになると考えることが出来る。逆に、この時、ブラウン企業の生産は低下することになる。

Nishikawa (2015) においては、高価な技術を選択する企業の平均数が環境意識の高い

消費者の比率の値に依存する（同企業の平均数決定式に θ を含む）という結論を得ているが、これは本章の結論と整合的と考えることができよう。ただし、本章の結論は連続関数を用いたモデルの産業均衡での検討から得られたものである。

このように、CSR 企業が十分に存在するという一定の条件の下で、環境意識の高い消費者の増加は汚染排出を2重の意味で減少させ、環境改善に大きな効果をもたらすことが分かった。それはまず、汚染排出をとまなうブラウン企業の生産量も企業数も減少させることにより環境汚染排出を減少させる。さらに、環境汚染排出をとまわなないクリーンな生産技術を選択する CSR 企業数が増加することにより、環境の改善をいっそう進展させることを意味していると考えることが出来よう⁶⁵。

第4—5節 結論と今後の課題

本章では、高コストだが汚染物質を排出しないクリーンな生産技術を採用する CSR 企業と、生産コストは低いが汚染物質を排出する安価な生産技術を採用するブラウン企業が存在し、また、環境意識の高い消費者と環境に配慮しない消費者が存在するクールノー・ナッシュ寡占市場における、企業の技術選択と CSR 企業の持続可能性、環境意識の高い消費者の存在する場合に産業に与える効果について着目し、検討を行った。

ここでは、以下のような新たな所見を得た。

第1に、ブラウン企業の汚染排出に対して環境税を課税する場合には、CSR 企業の実産量とブラウン企業の実産量は両方とも減少する。また、CSR 企業の数が増加する一方で、ブラウン企業の実産量は減少する。つまり、環境税は環境汚染排出を2重の意味で減少させる。まず、環境税は、環境汚染排出をとまなう企業の実産量も企業数も減少させることにより環境汚染排出を減少させる。さらに、環境汚染排出をとまわなないクリーンな生産技術を選択する企業数が増加することにより環境保全がいっそう進展することを意味している。

第2に、環境意識が高い消費者が存在する場合に環境税を増税すれば、CSR 企業の一社当たりの生産量は減少するが、その企業数は増加する。他方、ブラウン企業の一社当た

⁶⁵ 本モデルにおいては、先述のように、均衡において CSR 企業とブラウン企業の両方に一定の利潤が残る。したがって、均衡においても過少供給が起こり、最適供給に達成できない。また、環境税の課税においても、完全競争モデルとは異なり、ファストベストは達成できない。

りの生産量は企業数で基準化した CSR 企業とブラウン企業の独占度（価格支配力）に基づいて決まり、CSR 企業のそれが高い場合に減少する。また、増税にともない、ブラウン企業数は減少することにより生産量を減少させる効果が働く。つまり、環境税が環境技術の導入を促進することで環境の改善につながり、環境意識の高い消費者の存在が、環境政策の有効性を高めることを意味している。

第 3 に、環境意識の高い消費者の比率が上昇した場合には、CSR 企業とブラウン企業の一社当たりの生産量は環境意識の高い消費者の比率と CSR 企業数との関係に依存して決まる。一方、環境意識の高い消費者の比率が上昇すると、CSR 企業の企業数が増加する。つまり、環境意識の高い消費者の増加は環境政策の有効性を大きく促進する効果を持つことを意味している。

第 4 章における結論より、以下のような政策的インプリケーションが得られる。まず、環境排出を伴わない高い生産技術を持ち、社会的厚生を増大に興味を持つ中国や BRIC_s において、CSR 企業の促進により、環境税の有効性がいっそう高まり、環境税の課税が環境汚染排出をともなうブラウン企業を生産量を低下させるとともに、CSR 企業の増加とクリーンな環境技術の導入を促進することで環境の改善につながる。また、CSR 企業に加えて中国や BRIC_s で生産された輸出品を消費する欧米諸国の消費者の環境意識を高まりが、ブラウン企業を生産量と企業数を減少させるとともに、CSR 企業数の増加につながることを期待される。このように、消費者の環境意識の高まりは、環境税と類似の効果を持つとともに、CSR 企業数を増加させ、それによる高い環境技術の導入が促進されることにより、環境政策の有効性をいっそう高める。

最後に、残された課題として、CSR への取組みは、短期的にはコストの増加につながる可能性もあるため、環境保全や企業の社会的責任を重視する CSR 企業の動きをより深く検討することは、大変興味深い問題である。また、本章では、 $\Pi_H = \Pi_L$ という条件を均衡で置いているが、例えば企業数が 3 社で、CSR 企業が 2 社、ブラウン企業が 1 社の場合、CSR 企業がブラウン企業に変更すると CSR 企業が 1 社、ブラウン企業が 2 社のケースなどの、変化が不連続な場合における検討は重要で興味ある課題であり、今後検討を進めたい。さらに、環境意識の高い消費者の存在を想定しているが、消費者の効用関数や選択行動、最適化問題はモデルで定式化されていない。そのような消費者の割合を θ とし、割合が増えれば、企業がどのような行動をするかに関する詳しく分析するためには、モデルを一般均衡分析にする必要があり、今後の課題にしたい。最後に、消費者の環境意識の

高まりは、環境改善に大きな効果をもたらすことがわかったが、このような効果を実証的に明らかにすることも、途上国にみられるような産業公害をはじめ、地球規模の温暖化問題などに対する環境政策をいっそう進めるために重要な課題であろう。

補論 I

(4-9) ~ (4-11) 式を全微分することにより、以下のような (A.1) ~ (A.3) 式が得られる。

$$\begin{aligned} & \{[(1-\alpha)P'n - C_H''] + P'n[1 - (1-\alpha)\beta\varepsilon]\} dq_H + P'(N-n)[1 - (1-\alpha)\beta\varepsilon] dq_L + \{(q_H - q_L)P'[1 - \\ & (1-\alpha)\beta\varepsilon] + (1-\alpha)P'q_H\} dn + \{P'q_L[1 - (1-\alpha)\beta\varepsilon]\} dN - nP'q_H d\alpha = 0 \end{aligned} \quad (\text{A.1})$$

$$\begin{aligned} & P'n[1 - (1-\beta)\varepsilon] dq_H + \{P'(N-n)[1 - (1-\beta)\varepsilon] + P'(N-n) - C_L''\} dq_L + \{P'(N-n)(q_H - q_L) - \\ & (P - C_L')\} dn + \{P'q_L[1 - (1-\beta)\varepsilon]\} dN - d\tau = 0 \end{aligned} \quad (\text{A.2})$$

$$\begin{aligned} & [P'n(q_H - q_L) + (P - C_H')] dq_H + [P'(N-n)(q_H - q_L) - (P - C_L' - \tau)] dq_L + P'(q_H - q_L)^2 dn + \\ & P'q_L(q_H - q_L) dN + q_L d\tau = 0 \end{aligned} \quad (\text{A.3})$$

(A.1) ~ (A.3) 式を連立させて、行列式の形で表示すると、次の (A.4) のように示される。

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dq_H \\ dq_L \\ dn \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P'q_L[1 - (1-\alpha)\beta\varepsilon] \\ P'q_L[1 - (1-\beta)\varepsilon] \\ P'q_L(q_H - q_L) \end{bmatrix} dN + \begin{bmatrix} -nq_H P' \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} d\alpha + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ -q_L \end{bmatrix} d\tau \quad (\text{A.4})$$

ただし、 $a_{11} = [(1-\alpha)P'n - C_H''] + P'n[1 - (1-\alpha)\beta\varepsilon]$, $a_{12} = P'(N-n)[1 - (1-\alpha)\beta\varepsilon]$, $a_{13} = (q_H - q_L)P'[1 - (1-\alpha)\beta\varepsilon] + (1-\alpha)P'q_H$, $a_{21} = P'n[1 - (1-\beta)\varepsilon]$, $a_{22} = P'(N-n)[1 - (1-\beta)\varepsilon] + P'(N-n) - C_L''$, $a_{23} = P'(N-n)(q_H - q_L) - (P - C_L')$, $a_{31} = P'n(q_H - q_L) + (P - C_H')$, $a_{32} = P'(N-n)(q_H - q_L) - (P - C_L' - \tau)$, $a_{33} = P'(q_H - q_L)^2$ とする。

補論 II

ヤコビ行列式 $D < 0$ となるためには、追加的に以下の3つの条件が満たさなければならぬ。そのための十分条件を示す。

$$(i) \frac{n(1-\alpha)}{N-n} \mu_L^2 - \frac{(N-n)-n}{n} \mu_H^2 > 0 \quad (A.5)$$

について、 $\mu_L \geq \mu_H$ の下で、 $\frac{n(1-\alpha)}{N-n} \mu_L^2 - \frac{(N-n)-n}{n} \mu_H^2 \geq [\frac{n(1-\alpha)}{N-n} - \frac{(N-n)-n}{n}] \mu_H^2$ が示される。そこで、 $\mu_H^2 \geq 0$ より、 $\frac{n(1-\alpha)}{N-n} - \frac{(N-n)-n}{n} > 0$ が条件となる。したがって、 $(1-\alpha) > \frac{(N-n)-n}{n}$ である。

$$(ii) \frac{n}{N-n} (\mu_H \mu_L + \mu_L^2) - \frac{\mu_H^2}{1-\alpha} > 0 \quad (A.6)$$

について、同様に $\mu_L \geq \mu_H$ の下で、 $\frac{n}{N-n} (\mu_H \mu_L + \mu_L^2) - \frac{\mu_H^2}{1-\alpha} \geq [2\frac{n}{N-n} - \frac{1}{1-\alpha}] \mu_H^2$ のが示される。したがって、 $2\frac{n}{N-n} - \frac{1}{1-\alpha} > 0$ が条件となる。したがって、 $(1-\alpha) > \frac{N-n}{2n}$ である。

$$(iii) \frac{n}{N-n} \mu_L - \frac{(1-\beta)\varepsilon-\alpha}{1-\alpha} \mu_H > 0 \quad (A.7)$$

について、 $\mu_L \geq \mu_H$ の下で、 $\frac{n}{N-n} \mu_L - \frac{(1-\beta)\varepsilon-\alpha}{1-\alpha} \mu_H \geq [\frac{n}{N-n} - \frac{(1-\beta)\varepsilon-\alpha}{1-\alpha}] \mu_H$ が示される。したがって $(1-\alpha) > \frac{N-n}{n} [\alpha - (1-\beta)\varepsilon]$ が条件となる。なおここで、 $\alpha < (1-\beta)$ と仮定すれば、右辺は負となり、 $(1-\alpha) \geq 0$ より、(iii) 式は常に満たされる。

補論 III

(4-20)、(4-21)、(4-22) 式を全微分して整理することにより、次の式が得られる。

$$[-(2-\alpha)\frac{b}{\theta} n - C_H''] dq_H - (2-\alpha)\frac{b}{\theta} q_H dn + \frac{b}{\theta} n q_H d\alpha + (2-\alpha)\frac{b}{\theta^2} n q_H d\theta = 0 \quad (A.8)$$

$$\left[-\frac{2b}{1-\theta} (N-n) - C_L'' \right] dq_L + q_L \frac{2b}{1-\theta} dn - d\tau - (N-n) q_L \frac{2b}{(1-\theta)^2} d\theta = 0 \quad (A.9)$$

$$\begin{aligned} & \left[\left(a' - \frac{b}{\theta} n q_H \right) - \frac{b}{\theta} n q_H - C'_H \right] dq_H - \left\{ \left[a - \frac{b}{1-\theta} (N-n) q_L \right] - \frac{b}{1-\theta} (N-n) q_L - C'_L - \tau \right\} dq_L \\ & - \left(\frac{b}{\theta} q_H^2 + \frac{b}{1-\theta} q_L^2 \right) dn + q_L d\tau + \left[\frac{b}{\theta^2} n q_H^2 + \frac{b}{(1-\theta)^2} (N-n) q_L^2 \right] d\theta = 0 \end{aligned}$$

(A.10)

したがって、次の行列式の形で表示すると(A.11)を得られる。

$$\begin{bmatrix} a_{11} & 0 & a_{13} \\ 0 & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & 0 & a_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dq_H \\ dq_L \\ dn \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{b}{\theta} n q_H \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} d\alpha + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ -q_L \end{bmatrix} d\tau + \begin{bmatrix} -(2-\alpha) \frac{b}{\theta} n q_H \\ (N-n) q_L \frac{2b}{(1-\theta)^2} \\ -\left[\frac{b}{\theta^2} n q_H^2 + \frac{b}{(1-\theta)^2} (N-n) q_L^2 \right] \end{bmatrix} d\theta$$

(A.11)

ただし、 $a_{11} = -(2-\alpha) \frac{b}{\theta} n - C''_H < 0$ 、 $a_{13} = -(2-\alpha) \frac{b}{\theta} q_H < 0$ 、 $a_{22} = -\frac{2b}{1-\theta} (N-n) - C''_L < 0$ 、 $a_{23} = q_L \frac{2b}{1-\theta} > 0$ 、 $a_{31} = \left(a' - \frac{b}{\theta} n q_H \right) - \frac{b}{\theta} n q_H - C'_H > 0$ 、 $a_{33} = -\frac{b}{\theta} q_H^2 + \frac{b}{1-\theta} q_L^2$ である。左辺係数行列式を D_2 とすると、

$$\begin{aligned} D_2 &= -\left[-(2-\alpha) \frac{b}{\theta} n - C''_H \right] \left(-\frac{2b}{1-\theta} - C''_L \right) \left(\frac{b}{\theta} q_H^2 + \frac{b}{1-\theta} q_L^2 \right) \\ &+ (2-\alpha) \frac{b}{\theta} q_H \left[-\frac{2b}{1-\theta} (N-n) - C''_L \right] \alpha \frac{b}{\theta} n q_H < 0 \end{aligned}$$

と示される。

第 5 章 環境技術の選択と環境意識の高い消費者の存在が環境政策の有効性に与える影響に関する計量分析

第 5—1 節 イントロダクション

グローバル企業の資本ネットワークによる海外展開にともない、先進国の製造企業は、生産コストの低い地域、あるいは市場規模の大きい地域を求めて、海外に拠点を拡大してきた。同時に、成長著しいアジア市場の活力を取り組むべく、各国企業はこぞって市場開拓に取り組んでおり、極めて競争的な市場が形成されている。米国や日本の企業も例外ではなく、中国やインド、ブラジルを中心としたアジアとラテンアメリカ各国・地域へ進出しつつある。

そして、アジアとラテンアメリカは「世界の工場」と称され、先進国への製品供給拠点として位置付けられてきた。特に、世界の貿易額にアジアとラテンアメリカのシェアは年々上昇を続けており、アジアとラテンアメリカ諸国で製造した部品や完成品をその主な最終消費先としての欧米に輸出するという生産ネットワークが構築された⁶⁶。

すでに第 1 章において述べたように、急速な経済成長と輸出競争の中で、産業公害はアジア、ラテンアメリカ地域をはじめ、開発途上国において、依然として深刻な状況にある。そこにおいては、生産活動や日常生活における大量生産、大量消費を原因とする環境問題が深刻化しつつある。特に、工場や自動車交通が集中している主要都市の硫黄酸化物（SO_x）、窒素酸化物（NO_x）などによる大気汚染、鉛汚染や酸性雨の被害、越境汚染なども顕在化している。河川や湖沼水の化学物質汚染や富栄養化が進行している一方、廃棄物、水不足や、熱帯雨林破壊も大きな問題となっている。他方、汚染物質が国境を越えて影響を及ぼす問題、そして工業生産が増加したことで二酸化炭素（CO₂）、窒素酸化物（NO_x）など温室効果ガスの排出にともなう地球温暖化問題など、グローバルな環境リスク問題への対応も迫られている。

⁶⁶ 国連公表データによると、中国貿易の輸出額は 2000 年に 2492 億ドルだったものが、2017 年に 22633.5 億ドルとなり、国別輸出額では第 1 位となった。2022 年では 25902.2 億ドルとなり、2000 年での約 10 倍に拡大した。また、ブラジル貿易の輸出額は 2004 年では 96.68 億ドルからますます増加している。2020 年では 209.88 億ドルとなり、2004 年での約 2 倍に拡大したことがわかる。

このため、発展途上国の現状にあった適切な環境政策の導入が必要となっている。環境税を中心とする環境政策に加えて、近年では、環境効率を高める技術の開発・導入、人々の環境意識の向上などを用いて分析することが中心となりつつある。本章では、発展途上国の状況を踏まえながら、これまで先進国で行われた環境政策の有効性について研究する。このような分析を通じて、急激に成長している発展途上国にあった政策提案をしたい。

環境政策の有効性に関する理論的研究は、Pigou (1920) の先駆的研究をはじめ、古くから蓄積されてきた⁶⁷。近年においては、環境技術の選択と環境意識の高い消費者の存在に焦点をあてた研究がいくつ見られる。第2章において述べたように、まず、環境税と環境補助金の効果に関しては、Espinola-Arredondo and Zhao (2012)、Bansal and Gangopadhyay (2003) と Conrad (2005) などが、グリーンな製品とブラウン製品が存在し、エコラベリングが導入されているならば、環境意識の高い消費者の行動が、環境汚染排出を削減させるとともに、環境税、補助金の効果をいっそう高めることを示した。

また、企業の生産技術の選択および社会的責任に対する理論的な研究として、García et al. (2018) は、環境汚染削減技術を備えた消費者に優しい企業が存在する状況において、取引可能な許可証と環境税の課税は、高度な環境技術の導入を促進し、それらの政策の下での均衡は、同等であることを示した。また、Leal et al. (2018) は、環境に優しい企業が存在するクールノー寡占モデルを用いて、汚染削減技術の選択について検討し、環境に優しい企業が環境政策に関わらず社会的厚生と環境の質に対してより良い結果をもたらす可能性があることを指摘した。

次に、環境政策の影響に関する実証的研究においても、古くから優れた研究が蓄積されてきた。近年では、Miller and Vela (2013) は、OECD 諸国のパネルデータを用いて分析を行い、環境税が十分に高い国においては、CO₂ 排出量と再生不可能なエネルギー消費が大幅に削減されていると指摘した。また、Sen and Vollebergh (2018) は、OECD 諸国のエネルギーに対する実効税率に関するデータを用いて、炭素税がエネルギー消費に与える長期的な効果を検討し、エネルギー関連の税金は、枯渇エネルギーの消費削減を行い、CO₂ 排出量を軽減できると主張した。同じく、He et al. (2019a) と He et al. (2019b) は、ARDL (Autoregressive Distributed Lag) モデルを用いて、OECD 諸国の温室効果ガス排出量に対する環境関連税の影響を研究し、環境税が温室効果ガスの排出

⁶⁷ 例えば、Mäler and Vincent (2003) を参照されたい。

を軽減するための効果的なツールになり得ると述べた。また、Ghazouani et al.(2021)は、環境関連税に加えて環境技術の選択に関する CO₂ 排出削減の有効性を分析し、高い環境技術の採用が環境政策にとって有効であり、環境技術普及のための国際連携や資金融資が必要であることを指摘した。

ところで、于(2020, 2022)においては、理論的分析により、生産における環境技術の選択が環境政策の効果に大きな影響を与え、特に、高い環境技術を持つ公的企業による技術誘導政策が産業全体の環境政策効果を高めることが示された。また、CSR 企業による高い環境技術の選択や環境意識の高い消費者の存在との相互効果が、環境政策の有効性に大きな影響を持つことが示されている。環境技術が環境政策に与える影響、特に先進諸国に関する計量的研究はいくつか存在するが、発展途上国を含めた分析は多くはない⁶⁸。また、環境意識の高い消費者の行動が環境政策に与える影響を計量的に分析した研究は、私の知る限り存在しない。

そこで、本章では、World Bank Open Data などの公表データを用いて、CO₂ と NO_x の排出を取り上げ、Miller and Vela (2013)や Ghazouani et al. (2021)などの研究を発展させ、先進諸国と発展途上国を含む国際パネルデータに基づいて、新たに環境技術の選択や環境意識の高い消費者の存在などの影響を踏まえながら、環境政策の有効性を計量経済学的に検証する。

本章の貢献は、以下の通りである。第1に、環境技術の選択に加えて、消費者の環境意識を示すデータを用いて環境政策の有効性を分析し、これらが CO₂ と NO_x 排出の削減に有効であることを示した。第2に、グローバル化の下で、発展途上国において依然として産業公害が問題となっていることを考慮して、発展途上国の CO₂ と NO_x の排出量、およびそれに関する環境技術や消費者の環境意識を用いて分析し、環境政策の有効性を検討した。

本章における分析の結果、以下のような結論を得た。その結果、以下のような結論を得た。第1に、環境関連税は先進国や発展途上国の CO₂ 削減に有効であり、環境技術の選択は先進国の NO_x 削減に有効であることが示された。第2に、環境意識の高い消費者の比率に関しては、ほとんどのケースにおいて予想される結果が得られなかった。ところが、

⁶⁸ 先進国と発展途上国のデータを含む環境の計量分析は必ずしも多くないが、一国を対象とした研究は存在する。例えば、Mardonesa and Camillo (2019)においては、チリのデータを用いて、CO₂、SO_x や NO_x の排出削減に対する環境政策の有効性を検討している。

再生可能エネルギー消費率に関しては、発展途上国の NO_x 排出に関するケースを除くすべてのケースについて有効となっており、CO₂ と NO_x の排出削減に有効であることが明らかになった。再生可能エネルギーは一般的に化石エネルギーより高価であることを考慮すると、その消費率が高いことは消費者の環境意識が高いことや、環境政策への取り組みが進んでいることを示しているとも考えられよう。

これらの結論の政策的インプリケーションとしては、CSR 企業などの増加により環境に配慮した技術選択が進むことや、消費者の環境意識が高まり再生可能エネルギーの消費が進むことは、CO₂ や NO_x の削減に有効であり、産業公害ばかりでなく、地球規模の温暖化問題に対しても有効であるといえよう。また、発展途上国の持続可能な経済発展のためには、FDI (Foreign Direct Investment、海外直接投資) にともなって環境技術も同時に移転されることが有効であろう。

本章は以下のように構成されている。第 5-2 節では、データと分析手法を紹介する。第 5-3 節では、モデルの設定について紹介する。第 5-4 節では、パネル分析結果について紹介する。最後に、第 5-5 節では、本章を締めくくり、政策的インプリケーションおよび今後の課題を述べる。

第 5-2 節 データと分析手法

この研究では、OECD に属している先進諸国 18 か国と OECD に属していない発展途上国 18 か国の合計で 36 か国における、1994 年から 2015 年にわたる国際パネルデータを用いて、温室効果ガスとしての CO₂ と NO_x 排出量の削減における環境技術の選択や環境意識の高い消費者の存在と環境税の影響を計量経済学的に検討する⁶⁹。使用する変数には、CO₂ (CHG1) 排出量、NO_x (CHG2) 排出量、化石エネルギー消費率 (FE)、再生可能エネルギー消費率 (RE)、都市人口比率 (UP) および一人当たり国内総生産 (GDPC)、環境関連税 (TX) が含まれる⁷⁰。また、各国の環境技術の選択の状況に関するデータは

⁶⁹ OECD は国際マクロ経済動向、貿易、開発援助といった分野に加え、最近では持続可能な開発、ガバナンスといった新たな分野についても加盟国間の分析・検討を行っている。

⁷⁰ OECD による「環境関連税制」(Environmentally Related Taxes) の定義は、以下のとおりである。①特に環境に関連するとみなされる課税物件に課される一般政府に対する全ての強制的・一方的な支払い、②税の名称及び目的は基準とはならない、③税の用途が定まっているかは基準とはならない。また、「環境関連税制」の課税対象には、「エネルギー物品」、「自動車、その他輸送手段」、「廃棄物管理」や「オゾン層破壊物質」などがある。

収集困難であったため、環境技術（TC）を表す変数としてエネルギー排出効率（CO₂、NO_x 排出量/総エネルギー投入量）の逆数を使用した。同様に、環境意識の高い消費者の存在に関するデータに関しても、体系的なものが得られなかったため、World Value Survey（WVS）による環境意識調査（Value Survey：VS）のデータを用いている⁷¹。これらの変数、単位、データの出所、変数名および予想結果を表5-1に示す。

表5-1 データと選択された変数⁷²

変数	単位	データの出所	変数名	結果予想
CO ₂ の排出量	キロトン ($\frac{\text{CO}_2 \text{の排出総量}}{\text{総人口}}$)	WB	CHG1	
NO _x の排出量	トン ($\frac{\text{NO}_x \text{の排出総量}}{\text{総人口}}$)	WB	CHG2	
都市人口比率	% ($\frac{\text{都市総人口(万人)}}{\text{総人口(万人)}} \times 100$)	WB	UP	+
一人当たりの国内総生産	ドル(2021年)	WB	GDPC	+
再生可能エネルギーの消費率	% ($\frac{\text{再生可能エネルギーの総消費量(Kwh)}}{\text{エネルギーの総消費量(Kwh)}} \times 100$)	WB	RE	-
化石燃料エネルギーの消費率	% ($\frac{\text{化石燃料エネルギーの総消費量(Kwh)}}{\text{エネルギーの総消費量(Kwh)}} \times 100$)	WB	FE	+
環境技術	($\frac{\text{CO}_2(\text{NO}_x) \text{の排出量}}{\text{エネルギーの消費量}}$) ⁻¹	WB	TC	-
環境意識	%	WVS	VS	-
環境関連税	% ($\frac{\text{環境関連税収}}{\text{GDP}} \times 100$)	OECD	TX	-

この研究は、上述のデータが得られた先進国と発展途上国の主要な36か国を対象に行

⁷¹ このアンケート調査は4年ごとに実施されるものであり、実施年のデータを用いて残り3年分を補完した。

⁷² 環境技術について、茅フォーミュラ(恒等式)の中のエネルギー原単位(エネルギー消費量/CO₂)を環境技術を表す変数として使用している。また、環境意識はWVSにより、「環境保護に役立ったら、20%高い価格で商品を買うだろうか。」および「自分の収入の一部を環境に与えるだろうか。」という質問の回答結果である。

う。選択された先進国には、オーストラリア、ベルギー、カナダ、チリ、コロンビア、チェコ共和国、ギリシャ、ハンガリー、アイルランド、イスラエル、日本、オランダ、ポーランド、ポルトガル、スロベニア、スウェーデン、トルコ、アメリカを含め、データ入手可能な 18 か国が含まれている。また、発展途上国は、アルゼンチン、ボリビア、ブラジル、カメルーン、中国、コートジボワール、キプロス、ドミニカ共和国、エクアドル、グアテマラ、ジャマイカ、マレーシア、ニカラグア、パナマ、パラグアイ、ペルー、トリニダード・トバゴ、ウルグアイであり、データ入手可能な 18 か国を選択した。1994 年から 2015 年までの 22 年間におよぶ年次データを、世界銀行（2021）および OECD（2021）のデータベースと世界価値観調査の環境意識の調査結果から収集した。

また、これらの変数の記述統計は、表 5 - 2 から表 5 - 4 のように表される。

表 5 - 2 各変数の記述統計（先進諸国と発展途上国）

記号	標本数	平均	最大値	最小値	標準偏差
CHG1	792	5.632871	20.47193	0.151423	5.008273
CHG2	792	0.809993	5.621491	0.132905	0.892516
GDPC	792	14842.3	68150.11	473.4923	15568.32
UP	792	68.38201	97.876	22.832	16.55275
FE	773	74.84024	99.92995	14.65179	21.32409
RE	792	23.36386	86.22745	0.28038	21.88001
VS	792	51.226	80.3	21.7	11.1517
TC	773	0.000701	0.0112432	0.0000173	0.0015769
TX	785	1.657169427	4.003	0.064	0.973836943

表 5 - 3 各変数の記述統計（先進諸国）

記号	標本数	平均	最大値	最小値	標準偏差
CHG1	396	8.259336	20.47193	0.151423	5.025557
CHG2	396	0.855999	5.621491	0.142287	0.91791
GDPC	396	24175.87	68150.11	2209.932	16597.45
UP	396	75.72649	97.876	50.449	12.06248
FE	395	82.34144	97.83545	25.1171	15.94951
RE	396	13.26951	53.24777	0.93957	11.2242
VS	396	54.42	80.3	22.7	11.2373
TC	162	0.002298	0.003653	0.000039	0.000798

TX	394	2.241619	4.003	0.467	0.790591
----	-----	----------	-------	-------	----------

表 5 - 4 各変数の記述統計（発展途上国）

記号	標本数	平均	最大値	最小値	標準偏差
CHG1	396	3.006406	17.35545	0.224966	3.33786
CHG2	396	0.764386	4.624751	0.132905	0.865137
GDP	396	5508.728	35397.36	473.4923	5933.926
UP	396	61.03753	95.045	22.832	17.17618
FE	378	68.1441	99.92995	14.65179	25.07348
RE	396	33.45821	86.22745	0.28038	25.06773
VS	396	48.033	73.6	21.7	10.1149
TC	148	0.0020185	0.003546	0.000514	0.000766
TX	391	1.06824	3.628	0.064	0.764057

第 5-3 節 モデルの設定

以下では、環境排出として、それぞれ CO₂ と NO_x の排出量を被説明変数として、環境関連税、再生可能エネルギー消費率、化石エネルギー消費率、環境技術、都市人口比率、および一人当たり国内総生産を説明変数とし、1994 年から 2015 年の期間にわたる全世界 36 か国のパネルデータを使用して推計する。推計に用いるモデルは、Borozaan (2019)、Andreoni (2019) および Ghazouani et al. (2021) のものと基本的に同じ仕様のモデルにしたがう。ただし、以下の分析においては、環境排出として CO₂ に加えて NO_x を考慮していること、先進諸国に加えて発展途上国のデータを用いることと、環境意識の高い消費者の存在に関する変数が含まれている点が先行研究と異なる新しい点である。なお、再生可能エネルギー消費率 (RE)、環境技術 (TC)、環境意識 (VS) と環境関連税 (TX) の効果を明確にするため、この四つの重要な説明変数だけ入るケースをモデル 1 とし、すべての説明変数を入るケースをモデル 2 としている。同様に、化石燃料エネルギーの消費率 (FE) と都市人口比率 (UP) を外したものをモデル 3 としている。これらは参照モデルとして用いる。推計モデルは次のように表される。

モデル 1 :

$$GHG1_{it} = C + \beta_1 RE_{it} + \beta_2 TC_{it} + \beta_3 VS_{it} + \beta_4 TX_{it} + \varepsilon_{it}$$

(5-1)

$$\text{GHG2}_{it} = C + \beta_1 \text{RE}_{it} + \beta_2 \text{TC}_{it} + \beta_3 \text{VS}_{it} + \beta_4 \text{TX}_{it} + \varepsilon_{it} \quad (5-2)$$

モデル 2 :

$$\text{GHG1}_{it} = C + \beta_1 \text{GDPC}_{it} + \beta_2 \text{UP}_{it} + \beta_3 \text{TC}_{it} + \beta_4 \text{FE}_{it} + \beta_5 \text{RE}_{it} + \beta_6 \text{VS}_{it} + \beta_7 \text{TX}_{it} + \varepsilon_{it} \quad (5-3)$$

$$\text{GHG2}_{it} = C + \beta_1 \text{GDPC}_{it} + \beta_2 \text{UP}_{it} + \beta_3 \text{TC}_{it} + \beta_4 \text{FE}_{it} + \beta_5 \text{RE}_{it} + \beta_6 \text{VS}_{it} + \beta_7 \text{TX}_{it} + \varepsilon_{it} \quad (5-4)$$

モデル 3 :

$$\text{GHG1}_{it} = C + \beta_1 \text{GDPC}_{it} + \beta_2 \text{TC}_{it} + \beta_3 \text{RE}_{it} + \beta_4 \text{VS}_{it} + \beta_5 \text{TX}_{it} + \varepsilon_{it} \quad (5-5)$$

$$\text{GHG2}_{it} = C + \beta_1 \text{GDPC}_{it} + \beta_2 \text{TC}_{it} + \beta_3 \text{RE}_{it} + \beta_4 \text{VS}_{it} + \beta_5 \text{TX}_{it} + \varepsilon_{it} \quad (5-6)$$

式 (5-1) ~ (5-6) において、 C 、 GHG1_{it} 、 GHG2_{it} 、 UP_{it} 、 GDPC_{it} 、 TC_{it} 、 FE_{it} 、 RE_{it} 、 VS_{it} と TX_{it} は、それぞれ、定数項、 CO_2 の排出量、 NO_x の排出量、都市人口比率、一人当たり国内総生産、環境技術、化石エネルギーの消費率、再生可能エネルギー消費率、環境意識および環境関連税を示している。 ε_{it} は誤差項であり、 $\varepsilon_{it} = \alpha_{it} + \rho$ とし、 $i = 1, \dots, N$ および $t = 1, \dots$ を表し、それぞれ国と期間を表す。また、 α_{it} は個別効果と呼ばれ、観察不可能な経済主体特有の効果（ただし時点を通じて共通）を表すものであり、 ρ は標準的線形回帰モデルの仮定を満たす誤差項とする。

以下での分析においては、統計パッケージ R を用いてパネル推計を行った。パネルデータの推定には、プーリング推定法、固定効果推定法、ランダム効果推定法など、いくつかの手法がある。これらの中から、本章のデータセットにとって最適な推定法を選択するために、以下のような検定を実施した。まず、プーリング推定法と固定効果推定法の比較を行うために、各国データの「個別効果がすべて同じ値である」という制約を帰無仮説、「少なくとも一つの個別効果がある」を対立仮説として、F 検定を行った。その結果、表 5—5 に示したように、すべての結果において F 値が十分大きく、P 値が非常に小さかったため、個別効果が存在し、したがってプーリング推定法は用いられないことが分かった。

次に、固定効果推定法とランダム効果推定法の比較を行うために、「ランダム効果は説

明変数と相関していない」を帰無仮説とし、「ランダム効果は説明変数と相関している」を対立仮説として、Hausman 検定を行った。検定結果の Chisq 値と P 値が、表 5—6 に示されている。Hausman 検定が棄却された推計結果については、固定効果推計法により得られた推計結果を採用し、逆に、Hausman 検定が棄却されなかった推計モデルについてはランダム推計の結果を採用した。具体的には、表 5—6 における各変数が CO₂ に与える影響について、先進諸国のケース（表 5—9）と発展途上国のケース（表 5—10）のモデル 2、また、各変数が NO_x に与える影響についての先進諸国と発展途上国のケース（表 5—8）および先進諸国のケース（表 5—11）のモデル 2 とモデル 3 については、固定効果推計法により得られた推計結果を採用し、そのほか、Hausman 検定が棄却されなかった推計モデルについてはランダム推計の結果を採用した。

表 5—5 各ケースにおける F 検定結果

			Model 1	Model 2	Model 3
CO ₂	先進国 + 途上国	F	575.4	323.78	345.89
		p	2.2e-16	2.2e-16	2.2e-16
	先進国	F	1051.7	628.5	620.66
		p	2.2e-16	2.2e-16	2.2e-16
	途上国	F	152.62	94.323	166.4
		p	2.2e-16	2.2e-16	2.2e-16
NO _x	先進国 + 途上国	F	366.17	407.6	402.16
		p	2.2e-16	2.2e-16	2.2e-16
	先進国	F	262.59	220.75	224.57
		p	2.2e-16	2.2e-16	2.2e-16
	途上国	F	511.86	675.83	506.88
		p	2.2e-16	2.2e-16	2.2e-16

表 5—6 各ケースにおける Hausman 検定結果

			Model 1	Model 2	Model 3
CO ₂	先進国 + 途上国	Chisq	6.6735	12.11	1.6226
		p	0.1542	0.09698	0.8985
		選択	変量効果モデル	変量効果モデル	変量効果モデル
	先進国	Chisq	1.924	33.608	5.1972
		p	0.7479	2.04e-05	0.3923
		選択	変量効果モデル	固定効果モデル	変量効果モデル

	途上国	Chisq	2.1095	31.09	2.3449
		p	0.7156	5.98e-05	0.7996
		選択	変量効果モデル	固定効果モデル	変量効果モデル
NO _x	先進国 + 途上国	Chisq	4.605	23.197	14.876
		p	0.3303	0.001575	0.01091
		選択	変量効果モデル	固定効果モデル	固定効果モデル
	先進国	Chisq	1.1674	33.608	32.713
		p	0.8834	2.04e-05	4.29e-06
		選択	変量効果モデル	固定効果モデル	固定効果モデル
	途上国	Chisq	3.8365	6.37	3.3064
		p	0.4286	0.4973	0.6529
		選択	変量効果モデル	変量効果モデル	変量効果モデル

このように、(5-1) ~ (5-6) 式について、先進国パネル、発展途上国パネルおよび全体について推計した。推計結果は、それぞれ全体、先進諸国と発展途上国について、合計6セットを示している。

第5-4節 パネル分析結果

分析結果を述べる前に、各説明変数の推計結果について、考えられる仮説を以下のように示す。

まず、一人当たりの国内総生産の増加については、環境クズネツツカーブの存在を想定すれば、一人当たり GDP が低い国については CO₂、NO_x の排出を増加させ、逆に、一人当たり GDP が十分高い国においては CO₂、NO_x の排出を減少させるので、回帰係数は発展途上国においてプラス、先進諸国においてマイナスとなることが予想される。次に、都市人口比率の増加は、エネルギーの消費量を増加させ、CO₂、NO_x の排出を増加させるので、回帰係数はプラスとなることが予想される。また、化石燃料エネルギーの消費率を増加させる場合、CO₂、NO_x の排出を増加させるので、回帰係数はプラスとなることが予想される。一方、再生可能エネルギーの消費率の増加は、化石燃料エネルギーの消費率を減少させ、CO₂、NO_x の排出を減少させるので、回帰係数はマイナスとなることが予想される。そして、環境技術の進歩、高い環境意識の存在と環境関連税の増税は、いずれも CO₂、NO_x の排出を減少させるので、回帰係数はマイナスとなることが予想される。

次に、パネル重回帰分析の結果は、以下のように示される。

先進諸国と発展途上国を含め、CO₂に与える影響に関しては、結果は下の表5—7の通りである。

表5—7 各変数がCO₂に与える影響（先進諸国と発展途上国）

	Model 1	Model 2	Model 3
C	7.8268e+00 *** 10.3503	6.3411e+00*** (4.2402)	7.9085e+00*** (13.3587)
GDPC		-1.0541e-05* (-2.2983)	-2.1536e-06 (-0.5180)
UP		2.6146e-02 * (2.2872)	
FE		4.3687e-03 (0.3565)	
RE	-1.1374e-01*** (-14.4094)	-9.9872e-02*** (-7.6011)	-1.1496e-01*** (-14.4530)
VS	1.4386e-02*** (3.4275)	1.4930e-02 *** (3.4148)	1.4634e-02*** (3.3590)
TC	-5.7865e-05 (-1.1539)	-4.8223e-05 (-0.9259)	-8.1321e-05 (-1.6384)
TX	-1.2387e-01 (-1.5706)	-1.5356e-01 (-1.9110)	-1.2884e-01 (-1.5870)
R-Squared	0.2607	0.2625	0.26767

注) 表のアスタリスク*は有意水準を表している。有意水準に関しては、***が1%有意、**が5%有意、*が10%有意であることを示している。なお、括弧中の値はt値である。

表5—7においては、再生可能エネルギーの消費率について3つのモデルとも有意にマイナスとなっている。これは再生可能エネルギーの消費率がCO₂の排出削減に有効であることを示している。この結果は、発展途上国をも対象としたものであるが、基本的にヨーロッパ諸国を対象とした Miller and Vela (2013)や Ghazouani et al. (2021)などと整合的であると考えられよう。ここでは再生可能エネルギーについて、消費水準ではなく、総エネルギー消費に占める比率を用いていること、また、再生可能エネルギー価格は一般的に化石エネルギーより高価であることを考慮すると、これはそれぞれの国における環境

意識や環境保全に向けての行動の結果を示すものと解釈することができるかもしれない。また、都市人口比率については本研究では係数が有意にプラスとなっており、この結果は、都市人口自体を説明変数として扱っている Ghazouani et al. (2021)と整合的である。他方、Miller and Vela (2013)においては、都市人口比率を扱っているが、有意な係数は得られていない。

ところが、環境技術と環境関連税については、符号がマイナスになっているが、3モデルとも有意ではなかった。したがって、環境技術と環境関連税の排出削減効果については、示すことができなかった。ただし、先進諸国の環境技術と発展途上国の環境関連税はそれぞれ有意にマイナスであった⁷³。つまり、先進諸国においては環境技術、発展途上国においては環境関連税を通じた環境政策が、地球温暖化対策に焦点をあてて設計、運用されていることを示しているのかもしれない。他方、環境意識の高い消費者の存在に関する環境意識について、3モデルとも係数が有意にプラスになっている。この結果は予想と反しているが、データセットを見ると、先進諸国の中でもCO₂の排出レベルが相対的に高い欧州諸国などにおいて、同時に環境意識指数が高いことを示しており、一人当たり所得が高く、環境意識が高くても、CO₂削減行動に結びついていないことを示す可能性がある。また、環境意識が高くても、現状では政府の政策が不十分なことを示唆しているかもしれない。

先進国と発展途上国を含め、NO_xに与える影響に関しては、結果は下の表5—8の通りである。

表5—8 各変数がNO_xに与える影響（先進諸国と発展途上国）

	Model 1	Model 2	Model 3
C	9.3576e-01 *** (5.1918)		
GDPC		-1.2027e-05*** (-10.0938)	-1.2900e-05*** (-11.5105)
UP		-5.7161e-03 (-1.9546)	
FE		-1.6546e-02*** (-5.3559)	

⁷³ 具体的には、表5—9と表5—10を参照されたい。

RE	-2.4964e-03 (-1.1505)	-1.2853e-02*** (-3.8692)	1.9341e-03 (0.8957)
VS	-2.3196e-03* (0.048349)	-1.4095e-03 (-1.2751)	-5.4762e-04 (-0.4957)
TC	-9.6532e-06** (-2.6146)	6.4935e-06 (1.7928)	4.9318e-06 (1.3488)
TX	6.4545e-02** (2.9251)	2.8493e-02 (1.4007)	3.3554e-02 (1.6279)
R-Squared	0.033272	0.21958	0.18264

注) 表のアスタリスク*は有意水準を表している。有意水準に関しては、***が 1%有意、**が 5%有意、*が 10%有意であることを示している。なお、括弧中の値は t 値である。

表 5—8 においては、モデル 1 のみ高い環境意識の存在と環境技術について、係数が有意にマイナスとなっている。これは、高い環境意識の存在と環境技術の選択が NO_x 排出の削減に有効であることを示している。また、このような結論が発展途上国も対象としたデータセットにおいてもあてはまることを意味している。さらに、モデル 2 において、先述のように、環境保全に関連するとも考えられる再生可能エネルギー消費率について、係数が有意にマイナスになっており、再生可能エネルギー消費率の上昇が NO_x の排出を減少させることを示している。また、化石燃料エネルギーの消費率について、モデル 2 において有意にマイナスになっている。Miller and Vela (2013)、Mardonesa and Camillo (2019) と Ghazouani et al. (2021) などの先行研究において、すべて化石燃料エネルギーの消費率を説明変数として用いていないため、具体的な比較はできないが、予想に反する結果となった。

その他、一人当たり国内総生産について、係数が有意にマイナスとなっている。環境クズネットカーブの存在を想定すると、この結果は、先進諸国のように GDP の大きな国には妥当することが予想されるが、NO_x に関しては発展途上国を含むデータにおいても妥当することが示された。また、環境関連税について、モデル 1 が有意にプラスになっている。これは、発展途上国の環境税の平均的税収が先進国と比較して、半分程度とかなり低くなっており、NO_x の排出量削減に対して有効な水準となっていない可能性がある。さらに、都市人口比率について、モデル 2 において有意にマイナスになっている。ここでは UP として都市人口比率を用いているが、先行研究においては、都市人口自体を説明変数

として扱っていることが、このような差をもたらした原因の一つかもしれない。

以下では、これらの分析結果をより詳細に検討するために、先進国モデルと発展途上国モデルについて分析結果を見てゆこう。

先進国における CO₂ 排出に与える影響分析に関しては、結果は下の表 5—9 の通りである。

表 5—9 各変数が CO₂ に与える影響（先進諸国）

	Model 1	Model 2	Model 3
C	11.91423325 *** (9.8122)		1.2126e+01 *** (13.9920)
GDP		-1.1163e-05 ** (-2.6322)	-1.2143e-05 ** (-3.1958)
UP		-2.8485e-03 (-0.2108)	
FE		4.6187e-02 ** (3.1270)	
RE	-0.16436867 *** (-15.0622)	-1.1615e-01 *** (-7.2151)	-1.5169e-01 *** (-13.1169)
VS	0.00229659 (0.4203)	5.9707e-03 (1.0876)	3.0156e-03 (0.5566)
TC	-0.00248740 *** (-4.9165)	-2.4860e-03 *** (-4.9593)	-2.3372e-03 *** (-4.6379)
TX	-0.17014442 (-1.8078)	-1.9010e-01 * (-2.0055)	-2.1904e-01 * (-2.3087)
R-Squared	0.45357	0.48905	0.47535

注) 表のアスタリスク*は有意水準を表している。有意水準に関しては、***が 1%有意、**が 5%有意、*が 10%有意であることを示している。なお、括弧中の値は t 値である。

表 5—9 においては、再生可能エネルギーの消費率と環境技術について、3つのモデルとも有意にマイナスとなっている。このように、再生可能エネルギーの消費率と環境技術の選択が先進諸国における CO₂ の排出削減に有効であることを示している。この結果は、

基本的にヨーロッパ諸国を対象とした Miller and Vela (2013) や Ghazouani et al.(2021) などと整合的であると考えられよう。先進諸国においては環境技術を通じた環境政策が、地球温暖化対策に焦点をあつて設計、運用されていることを示していると言えよう。また、環境関連税について、モデル2とモデル3において有意にマイナスになっており、環境関連税の上昇がCO₂の排出削減に有効であることが明らかになった。そのほか、化石エネルギー消費率について、モデル2について有意にプラスになっている。ただし、環境意識の高い消費者の存在に関する環境意識について、係数がプラスになっている。この結果は予想と大きく反しているが、先述のように、データセットにおいて、先進諸国の中でもCO₂の排出レベルが相対的に高い欧州諸国などにおいて、同時に環境意識指数が高いことを示しており、このことと関連しているかもしれない。

最後に、一人当たりGDPについては係数が有意にマイナスとなっており、環境クズネットカーブの存在を示唆していると考えられることができよう。また、化石燃料消費率の係数がプラスとなっており、事前の予想に一致している。

発展途上国におけるCO₂排出に与える影響分析に関しては、結果は下の表5—10の通りである。

表5—10 各変数がCO₂に与える影響（発展途上国）

	Model 1	Model 2	Model 3
C	4.04072521*** (5.7221)		4.7272e+00*** (7.5867)
GDPC		1.3505e-04*** (11.0685)	1.4278e-04 *** (11.9602)
UP		4.1081e-02** (2.7117)	
FE		-1.9358e-04 (-0.0136)	
RE	-0.11806518*** (-10.7244)	-9.7108e-02*** (-6.0047)	-1.1202e-01*** (-10.7355)
VS	0.01700487** (3.0332)	-1.3949e-02* (-2.4980)	-1.0340e-02 (-1.9109)
TC	0.00399146*** (8.3129)	2.8950e-03*** (6.6613)	3.1569e-03 *** (7.5310)

TX	-0.27099006*	-1.9189e-01*	-1.9313e-01*
	(-2.4526)	(-2.0304)	(-2.0316)
R-Squared	0.33487	0.52167	0.52353

注) 表のアスタリスク*は有意水準を表している。有意水準に関しては、***が 1%有意、**が 5%有意、*が 10%有意であることを示している。なお、括弧中の値は t 値である。

表 5—10 においては、再生可能エネルギーの消費率と環境関連税について、3つのモデルとも有意にマイナスとなっている。このように、再生可能エネルギーの消費率と環境関連税が発展途上国における CO₂ の排出削減に有効であることを示している。発展途上国においては環境関連税を通じた環境政策が、地球温暖化対策に焦点をあてて設計、運用されていると理解できよう。また、一人当たり国内総生産と都市人口率の係数が、モデル 2 において有意にプラスとなっている。これは、典型的な発展途上国型の結論といえるであろう。また、環境技術について、3 モデルとも有意にプラスになっている。この結果は、予想に反するものであるが、データセットにおいて、中国、マレーシアなどの発展途上国の中でも比較的高い経済成長を遂げていて、エネルギー排出効率がある程度高くして環境技術指数が高いが、一人当たりの排出量が逆に大きくなっている国が存在することと関連するかもしれない。そして、環境意識の高い消費者の存在に関する環境意識について、モデル 2 においては、係数が有意にマイナスになっている。ところが、モデル 1 において係数が有意にプラスになっている。この結果は予想に反しているが、データセットでは、環境保全が必要と回答した人のパーセンテージをみると、発展途上国においても先進国と比べて遜色ないほど高いが、そのような環境意識が CO₂ の排出削減にいまだ結びついていないことを意味していると思われる。

先進国における NO_x 排出に与える影響に関しては、結果は下の表 5—11 の通りである。

表 5—11 各変数が NO_x に与える影響 (先進諸国)

	Model 1	Model 2	Model 3
C	1.5926e+00*** (5.7111)		
GDPC		-1.2259e-05***	-1.2245e-05***

		(-8.0168)	(-8.3511)
UP		6.1583e-04	
		(0.1083)	
FE		1.4757e-03	
		(0.2840)	
RE	-9.8845e-03*	1.7670e-03	6.0960e-04
	(0.012850)	(0.3176)	(0.1543)
VS	-6.3424e-03**	-4.6405e-03*	-4.7576e-03*
	(-3.1142)	(-2.3997)	(-2.5115)
TC	-6.5347e-05***	-2.7065e-05*	-2.6099e-05 *
	(-6.5160)	(-2.1473)	(-2.4794)
TX	7.4346e-02*	3.3257e-02	3.2783e-02
	(2.1137)	(0.9909)	(0.9921)
R-Squared	0.16903	0.30025	0.30005

注) 表のアスタリスク*は有意水準を表している。有意水準に関しては、***が 1%有意、**が 5%有意、*が 10%有意であることを示している。なお、括弧中の値は t 値である。

表 5—11 においては、環境意識と環境技術について、3つのモデルとも有意にマイナスとなっている。このように、環境意識と環境技術が先進諸国における NO_x の排出削減に有効であることを示している。この結果は、事前の予想通りのものであり、環境意識の存在と環境技術の選択が CO₂ の排出削減ばかりでなく、深刻な産業公害の一つともいえる NO_x の排出削減に対しても有効であることを意味している。また、モデル 1 において、再生可能エネルギー消費率の係数が有意にマイナスになっており、NO_x の排出削減に対して有効に働いていることがわかる。ところが、環境関連税については、モデル 1 において有意にプラスになっており、予想に反する結果が得られている。

また、先述のように、一人当たり国内総生産について、有意にマイナスとなっている。この結果は、環境クズネットカーブの存在を想定すれば、予想と一致するものである。その他、都市人口比率と化石燃料エネルギーの消費率について符号がプラスになっているが、有意ではなかった。

このように、NO_x の排出に関する環境政策の有効性については、近年、1 国を対象とした研究を除いてほとんど見られないが、このような結果は、CO₂ 排出に関する影響分析を行った多くの結果とは異なるものであることがわかった。先進諸国における NO_x の

排出削減に有効な政策は、環境技術の選択と再生可能エネルギーの消費促進であると考えられる。

発展途上国における NO_x 排出に与える影響に関しては、結果は下の表 5—12 の通りである。

表 5—12 各変数が NO_x に与える影響（発展途上国）

	Model 1	Model 2	Model 3
C	5.3392e-01* (2.3698)	4.9219e+00 *** (11.6159)	5.6121e-01* (2.4188)
GDP		8.0468e-06** (2.8029)	-1.2245e-05*** (-8.3511)
UP		-1.4005e-02*** (-4.6513)	
FE		-3.4211e-02 *** (-11.7618)	
RE	5.7284e-03** (2.6903)	-2.8103e-02*** (-8.6968)	6.0960e-04 (0.1543)
VS	2.7533e-04 (0.2321)	-1.3340e-03 (-1.1504)	-4.7576e-03* (-2.5115)
TC	2.5723e-06 (0.8374)	-1.0119e-06 (-0.3460)	-2.6099e-05* (-2.4794)
TX	1.4861e-02 (0.6332)	-2.1762e-03 (-0.1107)	3.2783e-02 (0.32181)
R-Squared	0.021425	0.31318	0.024105

注) 表のアスタリスク*は有意水準を表している。有意水準に関しては、***が 1%有意、**が 5%有意、*が 10%有意であることを示している。なお、括弧中の値は t 値である。

表 5—12 においては、一人当たり国内総生産は有意にプラスとなっており、これは先述の仮説と一致している。また、再生可能エネルギーの消費率の係数が、モデル 2 において有意にマイナスとなっている。再生可能エネルギーの消費率の上昇が、発展途上国においても NO_x 排出の削減のために有効であることがわかった。ところが、環境関連税に関しては有意な結果が得られなかった。さらに、環境意識と環境技術の係数が、モデル 3 の

み有意にマイナスとなっている。これは環境意識と環境技術が発展途上国における NO_x の排出削減に有効であることを示している。この結果は、環境意識の存在と環境技術の選択が CO₂ の排出削減ばかりでなく、深刻な産業公害の一つともいえる NO_x の排出削減に対しても有効であること、また、このような結論が発展途上国も対象としたデータセットにおいてもあてはまることを意味している。

その他、化石燃料エネルギーの消費率について、モデル 2 において有意にマイナスになっている。また、都市人口比率について、モデル 2 において有意にマイナスになっている。先述のように、ここでは UP として都市人口比率を用いているが、都市人口比率の高い、中国、マレーシアなどのような発展途上国において、NO_x 排出比率が低い傾向が見られている。したがって、都市化の進む国のほうが、公共交通の発展などの理由から都市の効率化により NO_x 排出量が低くなる可能性があるものと考えられよう。

前述の分析結果をまとめてみると、下の表 5—13 になる。

表 5—13 パネル重回帰分析の結果

	CO ₂			NO _x		
	先進国 + 途上国 (36)	先進国 (18)	途上国 (18)	先進国 + 途上国 (36)	先進国 (18)	途上国 (18)
GDPC	—	—	+	—	—	+ (M2), — (M3)
UP	+		+			—
FE		+		—		—
RE	—	—	—	— (M2)	— (M1)	+ (M1), — (M2)
VS	+		+ (M1), — (M2)	— (M1)	—	— (M3)
TC		—	+	— (M1)	—	— (M3)
TX		— (M2, 3)	—	+ (M1)	+ (M1)	

注) M1 はモデル 1、M2 はモデル 2、M3 はモデル 3 とする。また、有意なもののみ符号を記入している。

まず、CO₂に与える影響において、先進諸国および発展途上国の結果と先進諸国の結果とが比較的に近いものとなっている。特に、再生可能エネルギーの消費率について、3つモデルともマイナスになっていて、CO₂の排出量削減に対して有効であることが明らかになった。また、先進諸国の環境意識に関して、予想と反する結論が得られているが、先述のように、欧州諸国など一人当たりCO₂排出量が比較的多い国において、同時に環境意識に関しても高い値を示しており、これらの国々においては環境意識が必ずしもCO₂排出削減に結びついていないことを意味していると考えられる。他方、発展途上国の結果は、先進諸国や全体のそれとは大きく異なっている。発展途上国において環境技術の係数がプラスになっていて、予想に反するものであるが、先述のように、中国、マレーシアなどのエネルギー排出効率がある程度高いが、一人当たりの排出量が逆に大きい国がいくつか見られることが原因と考えられる。また、環境関連税についてマイナスとなっており、発展途上国においても環境税がCO₂の排出量削減に対して有効となっていることが分かった。

次に、NO_xに与える影響においては、まず、環境技術と再生可能エネルギー消費率の係数が有意にマイナスになっており、いずれもNO_xの排出削減に対して有効に働いていることがわかる。逆に、都市人口比率について、発展途上国においては、マイナスになっているが、都市人口比率の高い中国、マレーシアなど国のほうが、公共交通の発展などの理由からNO_x排出量が低くなる可能性がある。ところが、先進諸国に関する結果は、発展途上国や全体のそれとは異なっている。環境意識の高い消費者の存在、環境技術と再生可能エネルギー消費率については係数がマイナスになっており、一定の排出削減効果が確認された。ところが、環境関連税の排出削減効果については、先進諸国のケースでは、示すことができなかった。先進諸国の環境関連税はCO₂の排出削減に有効であるが、NO_xの排出削減には必ずしも有効なものとは言えないと考えられる。

第5—5節 結論と政策的インプリケーション

本章では、環境政策の有効性に関して、World Bank Open Dataなどの公表データを用いて、CO₂とNO_xの排出を取り上げ、先進諸国と発展途上国を含む国際パネルデータに基づいて、新たに環境技術の選択や環境意識の高い消費者の存在などの影響を踏まえながら、計量経済学的に検証した。その結果、以下のような結論を得た。

第1に、再生可能エネルギーの消費率の上昇に関しては、発展途上国の NO_x 排出を除くすべてのケースにおいて、係数は有意にマイナスとなり、CO₂に加えてNO_xの汚染排出削減に対しても有効であることがわかった。また、環境関連税は先進国や発展途上国のCO₂削減に有効であり、環境技術の選択は先進国のNO_x削減に有効であることが示された。

第2に、環境意識の高い消費者の存在に関する環境意識に関しては、ほとんどのケースにおいて有意な結果が得られなかった。また、先進国のCO₂排出削減のケースにおいては、結果は予測と大きく異なるものであった。他方、再生可能エネルギー消費率に関しては、発展途上国のCO₂排出に関するケースを除くすべてのケースについて有効となっており、CO₂とNO_xの排出削減に有効であることが明らかになった。

ところで、再生可能エネルギーは一般的に化石エネルギーより高価であることを考慮すると、その消費率が高い国は、消費者の環境意識が高いことや、環境政策への取り組みが進んでいることを示しているとも考えられよう。このように、各国の環境意識に関する指数は、CO₂やNO_xの削減に対して直接的な効果を示していないが、再生可能エネルギーの消費率を通じて排出削減に働いていると考えることができるかもしれない。

これらの結論の政策的インプリケーションとしては、まず、環境関連税は総じて排出削減に対して有効であるが、先進国におけるNO_x排出のさらなる削減、発展途上国における地球温暖化対策としてのCO₂排出の削減のためには、より効果的な課税標準や制度の検討が重要であろう。次に、高い環境技術の導入は、先進国においても発展途上国においてもCO₂やNO_xの削減に有効であり、産業公害ばかりでなく、地球規模の温暖化問題に対しても有効であるといえよう。ところが、汚染物質の排出が少ない環境技術の導入には生産コストの上昇が不可避的に伴うことから、CSR企業などの増加により環境に配慮した技術選択が進むことや、消費者の環境意識が高まる必要があるであろう。また、発展途上国の持続可能な経済発展のためには、FDIにともなって環境技術も同時に移転されることが有効であろう。さらに、再生可能エネルギー消費の促進は、先進国においても発展途上国においても、また、CO₂の削減においてもNO_xの削減においても有効であり、その消費率を高めるためには、消費者の環境意識の高まりやいっそうの環境政策の取り組みが必要である。

最後に、残された課題として、于(2020, 2022)におけるもう一つの焦点であった、産業の寡占度や競争性が、環境政策の効果に与える影響の検証は興味深い問題であろう。

経済の国際化にともない、発展途上国においても厳しい輸出競争に直面しており、これは主要な輸出産業の競争性や産業集中度が環境政策の有効性に対して大きな影響をもたらしていることが予想される。このような観点からの研究を進めることも、発展途上国の経済成長の持続可能性を高める政策のためには有効であると考えられる。

第 6 章 終章

第 6-1 節 本論文において得られた結論

本論文では、公的企業と CSR 企業の役割、環境技術の選択および環境意識の高い消費者の存在の視点から、クールノー寡占における環境政策の有効性に関する理論研究と計量分析を行った。

まず、第 1 章においては、本論文において展開した寡占的競争市場における環境政策の有効性に関する理論的実証的研究に関して、研究の背景と問題意識、研究の目的および研究手法、主な結論とその貢献などについて述べた。

続いて、第 2 章においては、本論文において展開する研究の基礎的な枠組みを提供するために、既存研究をまとめ、展望、整理した。完全競争市場における環境税或いは環境補助金の政策効果に関する初期の貢献、環境外部性を伴う不完全競争市場に対する税金と補助金の効果、自由参入のクールノー寡占と環境政策及び公的企業の役割、寡占市場における環境政策及び環境に意識が高い消費者の影響、環境技術の選択と CSR 企業、環境政策の有効性に与える影響に関する計量分析という 6 つに分類し、既存研究を展望した。

次に、第 3 章においては、中国のように公的企業と私的企業が存在する混合市場において、環境政策の有効性を検討するために、公的企業と私的企業の生産水準、民間企業が生産量や参入退出などを検討し、公的企業の役割や環境政策の有効性についても検討した。

その結果、以下のような結論を得た。第 1 に、企業数が外生的に一定の場合には、産業均衡において社会的厚生を増大させるために、公的企業を少なくとも部分的に民営化することが望ましい。また、環境税の増税は私的企業の生産量を減少させ、公的企業の生産量を増大させる。一方、環境税の増税は直接的に私的企業の生産費用を増加させるため、私的企業に減産の誘因を持たせ、排出する汚染物質を減少させる。さらに、産業の最適性との関係に関しては、公的企業と私的企業の生産量は、ともに最適水準より低くなっていることが示された。第 2 に、私的企業に自由参入を認める場合には、社会的厚生は公的企業の公営行動に関する係数値が 1 において最大となり、完全な公営化が望ましいことが示される。また、環境税を課税すると、公的企業の生産量は増加する一方で、私的企業の生産量は減少する同時に、参入企業数も減少する。このように、社会的厚生を最大化する誘因を持つ公的企業は、私的企業が排出する汚染物質を減らすべく、通常の混合市場に比べい

っその増産を行う。さらに、産業の最適性との関係に関しては、公的企業の最適水準と私的企業の自由参入における最適条件は満たされるが、私的企業の最適生産条件は満たされず、過少生産となることが示された。

また、第4章においては、クールノー・ナッシュ寡占市場において汚染排出の異なる2種類の環境技術が選択可能であり、環境保全や企業の社会的責任を認識する複数のCSR企業と、環境意識の高い消費者の存在する場合、環境政策の有効性について検討した。

その結果、以下のような新たな所見を得た。第1に、環境税は、環境排出をともなう企業の生産量も企業数も減少させることにより環境排出を減少させる。さらに、環境排出をともなわないクリーンな生産技術を選択するCSR企業数が増加することにより、環境保全がいつそう進展することが示された。第2に、CSR企業と環境意識の高い消費者が併存する場合に、環境税によりCSR企業数の増加と高い環境技術の導入を促進することで環境の改善につながり、環境政策の有効性がさらに高まることが示された。第3に、環境意識の高い消費者の割合が増加する場合には、CSR企業数の増加とともにクリーンな生産技術の選択が進み、ブラウン企業数が減少することにより、環境意識の高い消費者の増加は環境改善をもたらし、環境政策の有効性を促進する効果を持つことが示された。

続いて、第5章においては、先進諸国と発展途上国を含む国際パネルデータに基づいて、新たに環境技術の選択や環境意識の高い消費者の存在などの影響を踏まえながら、環境政策の有効性を計量経済学的に検証した。

分析の結果、以下のような結論を得た。第1に、環境関連税は先進国や発展途上国のCO₂削減に有効であり、環境技術の選択は先進国のNO_x削減に有効であることが示された。第2に、環境意識の高い消費者の比率に関しては、ほとんどのケースにおいて予想される結果が得られなかった。ところが、再生可能エネルギー消費率に関しては、発展途上国のNO_x排出に関するケースを除くすべてのケースについて有効となっており、CO₂とNO_xの排出削減に有効であることが明らかになった。再生可能エネルギーは一般的に化石エネルギーより高価であることを考慮すると、その消費率が高いことは消費者の環境意識が高いことや、環境政策への取り組みが進んでいることを示しているとも考えられる。

第6-2節 政策的インプリケーション

このように、本論文では、公的企業とCSR企業の役割、環境技術の選択および環境意識の高い消費者の存在に焦点をあてて、寡占的競争市場における環境政策の有効性に関す

る理論および計量経済学的研究をしてきた。ここで、得られた結果を踏まえて、以下のよう
な政策的インプリケーションが示された。

まず、グローバル化の進展にともない、中国を含む BRICS はじめアジアとラ
テンアメリカの発展途上国は、世界の工場として、著しい発展とともに、環境問題が顕著
になっている。ところが、厳しい国際競争の中で、コストの高い環境技術の採用が進まず、
これらの国々において、環境対策がなされることが世界的な課題となっている。このよう
な状況を踏まえて、本論文においては、公的企業や CSR 企業が推進されることにより、
高い環境技術の選択が進み、環境政策の有効性がいっそう高まることが示された。また、
これらの国々の需要先である先進諸国において、環境意識の高い消費者が増加することによ
り、環境技術の選択が進み、環境政策の有効性が高まることが示された。さらに、再生
可能エネルギー消費の促進は、先進国においても発展途上国においても、また、CO₂ の
削減においても NO_x の削減においても有効であり、その消費率を高めるためには、消費
者の環境意識の高まりやいっそうの環境政策の取り組みが必要である。

また、現在、発展途上国は急速な経済成長や貧困・人口増加によって産業公害や環境破
壊・環境汚染が深刻化し、環境問題は先進諸国だけではなく発展途上国の国々にとっても、
経済発展と並んで即急に取り組むべき課題となっている。また、発展途上国における環境
問題は当該国内のみならず、地球温暖化など地球全体の環境にも大きな影響を及ぼすこと
が懸念されている。先進諸国も、これまで経済発展とともにさまざまな産業公害や環境問
題を引き起こしてきた。発展途上国が先進国と同じ道をたどらないためにも、環境技術の
選択を促進するための援助を行うことが必要となる。さらに、多くの発展途上国の輸入先
となっている先進諸国において、消費者の環境意識が高まり、環境にやさしい財に対する
支払準備が高まることも、発展途上国の CSR 企業などを推進させ、環境問題の解決につ
ながるものと考えられる。

第 6—3 節 今後の研究課題

本論文においては、公的企業と CSR 企業の役割、環境技術の選択および環境意識の高
い消費者の存在に焦点をあてて、寡占的競争市場における環境政策の有効性に関する理論
および計量経済学的研究をしてきた。

しかしながら、いまだ解決しなければならない問題が多く残されている。最後に、いく
つかの新たな研究課題を指摘して、この論文を閉じたい。

まず、第3章において、環境政策における公的企業の役割を議論したが、中国における環境政策をより深く検討するために、環境政策にともなう公的企業と私的企業との生産技術の選択や、生産量の調整、価格形成に関する現実を把握することは、大変興味深い問題である。このため、今後現地調査を行うとともに、公表データを用いた計量経済学的研究を進めたい。また、第4章において、CSR企業と環境技術の選択、環境政策および環境意識の高い消費者が存在する意義について議論したが、CSRへの取組みは、短期的にはコストの増加につながる可能性もあるため、環境保全や企業の社会的責任を重視するCSR企業の動きをより深く検討することは、大変興味深い問題である。また、本章では、 $\Pi_H = \Pi_L$ という条件を均衡で置いているが、例えば企業数が3社で、CSR企業が2社、ブラウン企業が1社の場合、CSR企業がブラウン企業に変更するとCSR企業が1社、ブラウン企業が2社のケースとの比較が必要となる。さらに、環境意識の高い消費者の存在を想定しているが、消費者の効用関数や選択行動、最適化問題はモデルで定式化されていない。そのような消費者の割合を θ とし、割合が増えれば、企業がどのような行動をするかに関する詳しく分析するためには、モデルを一般均衡分析にする必要があり、今後の課題にしたい。最後に、消費者の環境意識の高まりは、環境改善に大きな効果をもたらすことがわかったが、このような効果を実証的に明らかにすることも、途上国にみられるような産業公害をはじめ、地球規模の温暖化問題などに対する環境政策をいっそう進めるために重要な課題であろう。さらに、激しい産業競争の中、産業の寡占度や競争性が、環境政策の効果に与える影響の検証は興味深い問題であろう。経済の国際化にともない、発展途上国においても厳しい輸出競争に直面しており、これは主要な輸出産業の競争性や産業集中度が環境政策の有効性に対して大きな影響をもたらしていることが予想される。このような観点からの研究を進めることも、発展途上国の経済成長の持続可能性を高める政策のためには有効であると考えられる。

参考文献

英語文献

- Ambec, S. and De Donder, P. (2022) “Environmental policy with green consumerism,” *Journal of Environmental Economics and Management*, vol.111, issue C.
- Andreoni, V. (2019) “Environmental taxes: drivers behind the revenue collected,” *Journal of Clean Prod*, Vol.221, pp.17–26.
- Bansal, S. and Gangopadhyay, S. (2003) “Tax subsidy policies in the presence of environmentally aware consumers,” *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol .45(2), pp.333–355.
- Barnett, A.H. (1980) “The Pigouvian Tax Rule Under Monopoly,” *The American Economic Review*, Vol .70(5), pp.1037-1041.
- Bárcena-Ruiz, J.C. and Garzón, M.B. (2006) “Mixed Oligopoly and Environmental Policy,” *Spanish Economic Review*, Vol.8(2), pp.139-160.
- Baumol, W.J. and W. E. Oates (1971), “The Use of Standards and Prices for Protection of the Environment,” *The Swedish Journal of Economics*, Vol. 73, pp. 42-54.
- (1989) “The Theory of Environmental Policy,” 2nd edition, *Oxford University Press*.
- Borožan, D. (2019) “Unveiling the heterogeneous effect of energy taxes and income on residential energy consumption,” *Energy Policy* , Vol.129, pp.13–22.
- Brandao, A. and Castro, S. (2007) “State-owned enterprises as indirect instruments of entry regulation,” *Journal of Economics*, Vol.92(3), pp.263-274.
- Capuano, C. and De Feo, G. (2010) “Privatization in oligopoly: The impact of the shadow cost of public funds,” *Rivista Italiana Degli Economisti*, Vol.15 (2), pp.175-208.
- Cato, S. (2006) “External diseconomy may improve welfare under a mixed market,” mimeo.
- (2008) “Privatization and the Environment,” *Economics Bulletin*, Vol.12(19), pp.1-10.
- Cato, S. and Matsumura, T. (2015) “Optimal privatization and trade policies with

- endogenous market structure," *The Economic Record*, Vol.91 (294), pp.309-323.
- Cremer, H. and Thisse, J. (1999) "On the taxation of polluting products in a differentiated industry," *European Economics Review*, Vol.43(3), pp.575–594.
- Coase, R.H. (1960) "The Problem of Social Cost," *Journal of Law and Economics*, Vol.3, pp.1-44.
- Conrad, K. (2005) "Price competition and product differentiation when consumers care for the environment," *Environmental and Resource Economics*, Vol.31(1), pp.1–19.
- Dales, J.H. (1968). "Land, Water, and Ownership," *The Canadian Journal of Economics*. Vol. 1, pp. 791–804.
- Damania, D. (1996) "Pollution Taxes and Pollution Abatement in an Oligopoly Supergame," *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 30, pp. 323-336.
- David, A. A. (1991) "Managing Brand Equity," Free Press.
- Davis, O.A. and Whinston, A. (1962) "Externalities, Welfare and the Theory of Games," *Journal of Political Economy*, Vol.70, pp.241-262.
- De Fraja, G. and Delbono, F. (1989) "Alternative strategies of public enterprise in oligopoly." *Oxford Economic Papers* , Vol.41, pp.302–311.
- (1990) "Game theoretic models of mixed oligopoly," *Journal of Economic Surveys* , Vol.4, pp.1-17.
- Disit, A.K. and Stiglitz, J.E. (1977) "Monopolistic competition and Optimal Product Diversity," *American Economic Review*, Vol.67, pp.297-308.
- Dosi, C. and Moretto, M. (2001) "Is ecolabelling a reliable environmental policy measure?" *Environmental and Resource Economics*, Vol.18(1), pp.113–127.
- Dröge, S. and Schröder, P.H. (2005) "How to turn and industry green: taxes versus Subsidies," *Journal of Regulatory Economics*, Vol.27(2), pp.177–202.
- Eriksson, C. (2004) "Can green consumerism replace environmental regulation? A differentiated-products example," *Resource and Energy Economics*, Vol.26(3), pp.281–293.

- Espinola-Arredondo, A. and Zhao, H. (2012) “Environmental policy in a linear city model of product differentiation,” *Environment and Development Economics*, Vol.17(4), pp.461–477.
- Estrin, S. and de Meza, D. (1995) Unnatural monopoly. *Journal of Public Economics*, Vol.57, pp.471-488.
- Fikru, M.G. and Gautier, L. (2017) “Environmental taxation and mergers in oligopoly markets with product differentiation,” *Journal of Economics*, Vol.122(1), pp.45-65.
- Fujiwara, K. (2009) “Environmental policies in a differentiated oligopoly revisited,” *Resource and Energy Economics*, Vol.31, pp.239–247.
- García, A., Leal, M. and Lee, S.H. (2018) “Time-inconsistent environmental policies with a consumer-friendly firm: Tradable permits versus emission tax,” *International Review of Economics*, Vol.58, pp. 523-537.
- Ghazouani, A., Jebli, M.B. and Shahzad, U. (2021) “Impacts of environmental taxes and technologies on greenhouse gas emissions: contextual evidence from leading emitter European countries,” *Environmental Science and Pollution Research*, Vol.28, pp.22758-22767.
- Goulder, L. H. (1995) “Environmental Taxation and the Double Dividend: A Reader's Guide,” *International Tax and Public Finance*, Vol.2 (2), pp.157-183.
- He, P., Ning, J., Yu, Z., Xiong, H., Shen, H., and Jin, H. (2019a) “Can environmental tax policy really help to reduce pollutant emissions? An empirical study of a panel ARDL model based on OECD countries and China,” *Sustainability*, Vol.11(16), pp.4384.
- He, P., Chen, L., Zou, X., Li, S., Shen, H., and Jian, J. (2019b) “Energy taxes, carbon dioxide emissions, energy consumption and economic consequences: a comparative study of nordic and G7 countries,” *Sustainability*, Vol.11(21), pp.6100.
- Henderson, J.M. and R. Quandt (1980) *Micro-economic Theory -A mathematical approach 3rd ed.*, McGraw-Hill.
- Ino, H. and Matsumura, T. (2010) “What Role should Public Enterprise Play in Free

- Entry Market,” *Journal of Economics*, Vol.101, pp.213-230.
- Katsoulacos, Y. and Xepapadeas, A. (1995) “Environmental policy under oligopoly with endogenous market structure,” *The Scandinavian Journal of Economics*, Vol.97 (3), pp.411-420.
- Kato, K. (2006) “Can allowing to trade permits enhance welfare in mixed oligopoly?” *Journal of Economics* , Vol.88, pp.263–283.
- Kirchhoff, S. (2000) “Green business and eco-labels: a model of voluntary overcompliance with asymmetric information,” *Environment and Resource Economics*, Vol.15(4), pp.403–420.
- Kim, S.L., Lee, S.H. and Matsumura T.H. (2019) “Corporate social responsibility and privatization policy in a mixed oligopoly,” *Journal of Economics* , Vol.128, pp.67-89.
- Kneese,A.V. and Schultze,C. L. (1975) “Pollution, Prices, and Public Policy,” Washington, D.C.: The Brookings Institution
- Konishi, Y. (2011) “Efficiency properties of binary ecolabeling,” *Resource and Energy Economics*, Vol.33, pp.798–819.
- Kotler, P. and Lee, N. (2005) “Corporate Social Responsibility: Doing the Most Good for Your Company and your Cause,” Wiley, Hoboken.
- Kwong, L. M. K. (2011) “Eco-labels as a signal of quality,” *Journal of Wine Economics*, Vol.6(2), pp.179–192.
- Leal,M., García, A. and Lee,S.H.(2018) “The timing of environmental tax policy with a consumer-friendly firm,” *Hitotsubashi Journal of Economics*, Vol.59, pp. 25-43.
- Lee, S.H. (1999) “Optimal taxation for polluting oligopolists with endogenous market Structure,” *Journal of Regulatory Economics*, Vol.15 (3),pp.293-308.
- Lin, B.Q. and Li, X.H.(2011) “The effect of carbon tax on per capita CO2 emissions,” *Energy Policy*, Vol.39(9) ,pp.5137-5146.
- Liu, C.C., Wang, L.F.S. and Lee, S.H.(2015) “Strategic environmental corporate social responsibility in a differentiated duopoly market ,”*Economics Letters*, Vol.129,pp.108-111.

- López-Menéndez, A.J., Pérez, R. and Moreno, B. (2014) “Environmental costs and renewable energy: re-visiting the Environmental Kuznets Curve,” *J Environ Manag*, Vol.145, pp.368–373.
- Mäler,K.G. and Vincent,J.R. (2003) “Handbook of Environmental Economics: Environmental Degradation and Institutional Responses,” *North Holland*.
- Mankiw, N.G. and Whinston, M.D. (1986) “Free Entry and Social Inefficiency,” *The RAND Journal of Economics*, Vol.17, pp.48-58.
- Mardones, C. and Cabello, M. (2019) “Effectiveness of local air pollution and GHG taxes: the case of Chilean industrial sources.” *Energy Econ* , Vol.83,pp.491–500.
- Matsumura, T. (1998) “Partial privatization in mixed oligopoly,” *Journal of Public Economics*, Vol.70, pp.473–483.
- Matsumura, T. and Kanda, O. (2005) “Mixed Oligopoly at Free Entry Markets,” *Journal of Economics*, Vol.84, pp.27-48.
- Mattoo, A. and Singh, H.V. (1994) “Eco-labelling: policy considerations,” *Kyklos*, Vol.47, pp.53–65.
- Miller, S, and Vela, M. (2013) “Are environmentally related taxes effective?” *IDB Working Paper* , No.IDB-WP-467.
- Mohtasham, J. (2015) “Review Article-Renewable Energies,” *Energy Procedia*, Vol.74, pp.1289–1297.
- Moutinho, V., Madaleno, M., Inglesi-Lotz, R. and Dogan, E. (2018) “Factors affecting CO2 emissions in top countries on renewable energies: a LMDI decomposition application,” *Renew Sust Energ Rev* , Vol.90, pp.605–622.
- Mueller, D. C. (1989) *Public choice II*, Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Nishikawa Shizuka (2015) “Regulating Cournot Oligopoly with Environmental Externalities,” *Atlantic Economic Journal*, Vol.43(4), pp.449-462.
- Ohara, T., Akimoto, H., Kurokawa, J., Horii, N., Yamaji, K., Yan, X. and Hayasaka,T.(2007) “An Asian emission inventory of anthropogenic emission sources for the period 1980-2020,” *Atmospheric Chemistry and Physics* , Vol. 7(3), pp. 6843-6902.

- Pal, D. (1998) "Endogenous timing in a mixed oligopoly," *Economic Letters*, Vol.61, pp.181-185.
- Peace, D. (1991) "The Role of Carbon Taxes in Adjusting to Global Warming," *Economic Journal*, Vol.101, pp.938-948.
- Peng, J.T., Wang, Y., Zhang, X., He, Y., Taketani, M., Shi, R. and Zhu, X.D. (2019) "Economic and welfare influences of an energy excise tax in Jiangsu province of China: a computable general equilibrium approach." *J Clean Prod*, Vol.211, pp.1403–1411.
- Porter, M.E. and M.R. Kramer (2006) "Strategy and Society: the Link Between Corporate Social Responsibility and Competitive Advantage," *Harvard Business Review* , Vol. 84, pp.78- 92.
- Pigou, A.C. (1920) "The Economics of Welfare," Macmillan, London U.K.
- Rodriguez-Ibeas, R. (2007) "Environmental product differentiation and environmental awareness," *Environmental and Resource Economics*, Vol. 36(2), pp.237–254.
- Sen, S. and Vollebergh, H. (2018) "The effectiveness of taxing the carbon content of energy consumption," *J Environ Econ Manag*, Vol.92, pp.74–99.
- Vining, A. and Boardman, A. (1992) "Ownership vs. competition: efficiency in public enterprise," *Public Choice* , Vol.73, pp.205-239.
- von Weizsacker, C. (1980) "A Welfare Analysis of Barriers to Entry," *Bell Journal of Economics*, Vol.11, pp.399-420.
- Xu Lili and Sang-Ho Lee (2017) "Environmental policies with excess burden of taxation in free-entry mixed markets,"*International Review of Economics and Finance*, forthcoming.
- (2018) "Corporate social responsibility and environmental taxation with endogenous entry,"*Hitotsubashi Journal of Economics*, Vol. 59(2), pp.61-82.
- YU Xinzhi and Y. Nishigaki (2019) "Free-Entry Cournot Oligopoly, Environmental Policies, and the Role of Public Enterprises in a Mixed Economy,"in Nakayama and Miyata eds. *Theoretical and Empirical Analysis in Environmental Economics*, Springer.

日本語文献

- 浅子和美 (2015) 『グラフィック環境経済学』 新世社。
- 伊藤宣生・張侃 (2005) 『中国における企業形態 - その現状の紹介 - 』 山形大学紀要 (社会科学) 第 35 卷 第 2 号 37-69。
- 今井理之 (1993) 『最新ガイド中国経済：市場経済化の実態』 日本経済新聞社。
- 植田和弘 (1996) 『現代経済学入門 - 環境経済学』 岩波書店。
- 于新志 (2022) 「環境技術の選択と環境意識の高い消費者の存在が環境政策の有効性に与える影響に関する計量分析」『経済学論集』龍谷大学経済学会 第 62 卷 (掲載予定)。
- 于新志 (2022) 「自由参入のクールノー寡占と環境政策及び公的企業の役割」『経済学論集』龍谷大学経済学会 第 61 卷 13-31。
- 于新志 (2020) 「非同質的なクールノー寡占における環境技術の選択と環境政策および環境意識の高い消費者が存在する意義」(日本環境経済・政策学会 2020 年度大会報告論文)。
- 岡田啓 (2008) 「日本における貨物交通起因の CO₂ 排出の要因分析」『武蔵工業大学環境情報学部紀要』第 9 号 17-23。
- 鎌苅宏司・村田安雄 (2005) 『最適課税と環境税の経済分析』 中央経済社。
- 児玉敏一・何世鼎 (2008) 「中国国有企業の経営管理戦略」『札幌学院商経論集』 第 25 卷 第 1 号 37-58。
- 下村耕嗣 (2002) 「越境的環境汚染への動学ゲーム論的アプローチ」『国民経済雑誌』 第 185 卷 第 5 号 35-43。
- 修震杰 (1996) 「ゲーム理論による地球環境問題の分析：地球温暖化問題を中心に」『北海道大学農学部邦文紀要』 第 19 卷 第 6 号 473-527。
- 末廣昭 (2002) 『キャッチアップ型工業化論』 名古屋大学出版会。
- 杉原弘恭・生駒依子・山下潤 (2007) 「大都市雇用圏における郊外化に伴う乗用車 CO₂ 排出量増加の要因分析と要因間の因果関係に関する基礎研究」『地域政策研究』 日本政策投資銀行設備投資研究所地域政策研究センター 第 21 卷 1-19。
- 孫根志華 (2017) 「中国国有企業の改革 (1980-2010 年)」『城西国際大学紀要』 第 25 卷 第 2 号 1-17。

- 谷本寛治 (2006)『CSR：企業と社会を考えるー』 NTT 出版。
- 寧亜東 (2016)「中国における CO₂ 排出特徴の要因分析」『社会科学論集』 埼玉大学経済学会 第 148 号 227-252。
- 天谷永 (2005)「環境政策と企業の排出量削減インセンティブ」『創価経営論集』 第 29 巻 第 3 号 77-86。
- 永井四郎・劉薇 (2016)「中国の環境政策と直接規制の効果」『麗澤経済研究』 第 24 巻 1-13。
- 橋爪吉博 (2018)「環境と経済の両立を考える」 NPO 法人・国際環境経済研究所。
- 平澤誠 (2017)『環境外部性と課税政策ー成長モデルによる分析』 中京大学経済学研究叢書 勁草書房。
- 細江守紀・藤田敏之 (2002)『環境経済学のフロンティア』 勁草書房。
- 馬奈木俊介 (2013)『環境と効率の経済分析ー包括的生産性アプローチによる最適水準の推計』 日本経済新聞出版社。
- 松岡俊二・村上一真・松本礼史 (2000) 「アジア諸国の経済成長と CO₂ 排出構造の変化ー製造業と電力業を中心にー」 『国際協力研究誌』 広島大学大学院国際協力研究科 第 6 巻 第 1 号 75-89。
- 松野弘・合力知工(2006) 「『企業の社会的責任』の役割と今後の方向性」『「企業の社会的責任論」の形成と展開』松野弘・合力知工・堀越芳昭編著 ミネルヴァ書房。
- 丸川知雄 (2013)「中国の国有企業ー「問題」から「パワー」に転換したのかー」 『JRI レビュー』 日本総合研究所 第 3 巻 第 4 号 4-20。
- 水尾順一・清水正道・蟻生俊夫 (2007) 『優しい CSR イニシアチブ』 日本規格協会。
- ボーゲル デービッド(2007)『企業の社会的責任(CSR)の徹底研究 利益の追求と美德のバランスーその事例による検証ー』小松由紀子・村上美智子・田村勝省(訳) 一灯舎。
- 山本雅資 (2012)「第 6 章 環境税」『環境経済学』 細田衛士編著 ミネルヴァ書房。
- 横塚仁士 (2008)「中国における CSR の動向と今後の展望ー中国有力企業の CSR 報告書分析からー」『DIR 経営戦略研究』 第 19 巻 秋季号 94-113。
- 横塚仁士 (2010)「中国の社会的課題と CSRー政府による CSR 政策が普及を推進ー」 『DIR 経営戦略研究』 第 25 巻 春季号 14-26。
- 米澤健一・松橋啓介 (2009)「自治体規模の違いによる自家用乗用車の CO₂ 排出量変化

の要因分析」『(社) 日本都市計画学会都市計画論文集』第 44 卷 第 3 号 109-114。
李志東 (1999) 『中国の環境保護システム』 東洋経済新報社。

インターネット資料・政府資料・中国語文献

ISO Survey (2022)

ISO Database. Available at: <https://www.iso.org/the-iso-survey.html/>
(2022 年 8 月 8 日閲覧)

OECD (2021)

OECD Database. Available at: <https://data.oecd.org/>
(2021 年 7 月 13 日閲覧)

UNCTAD (2021)

UNCTAD Database. Available at: <https://unctad.org/>
(2021 年 9 月 30 日閲覧)

WORLD BANK (2021)

World Bank Open Data. Available at: <https://data.worldbank.org/>
(2021 年 6 月 15 日閲覧)

World Values Survey (2021)

WVS Database. Available at: <https://worldvaluessurvey.org/>
(2021 年 11 月 14 日閲覧)

中国国家統計局

Available at: <http://www.stats.gov.cn/>
(2019 年 5 月 12 日閲覧)

中国国家統計局『中国統計年鑑』

Available at: <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/>
(2020 年 6 月 5 日閲覧)

2021 年《财富》世界 500 强排行榜

Available at: <http://www.fortunechina.com/>
(2021 年 10 月 3 日閲覧)

钟洪武 (2011) 『中国企业社会责任报告 2011』 经济管理出版社

謝辞

環境政策の有効性に関する議論には、まだ解決しなければならない問題が多く残されているため、本研究は、そうした大海へ船出するための一歩に過ぎません。筆者にとって本研究が、それに値する貴重な礎石となることを願って、稿を結ぶことをしたいです。

本研究は、筆者が龍谷大学経済学研究科博士後期課程在学中に、同研究科西垣泰幸教授のもとに行ったものです。この研究を博士申請論文として形にすることができるまで、問題意識から研究方向、章節作成、学会参加に至るまで優しくご指導を頂きました。先生の熱心と寛容がなければ、私は恐らくここまで行けないと思っております。研究者としての姿勢、また本当に尊敬できる人間、さらにお父さんのような存在、多くのことを学ばせて頂いて、この場を借りて先生に深く心より感謝を申し上げます。

また博士後期課程在学に、合同演習の発表において、有用なコメントを頂いた李態妍先生、木下信先生、渡邊正英先生にも心より感謝を申し上げます。

大学外の学会では、日本環境経済・政策学会（SEEPS）の諸先生、特に早稲田大学の赤尾健一先生、三重大大学の朝日幸代先生から貴重なコメントをいただき、大変お世話になっており、心から感謝を申し上げます。

いつも私を励まし、支持してくれた両親と家族の皆に心から感謝します。

光陰矢の如し、2012年来日してから、2022年までちょうど10年になりました。今振り返ると感無量です。

文末ですが、生まれ育った第1故郷である中国、私を留学として成長させてくれた第2故郷である日本は、隣国として末永く友好していくことを願っております。

龍谷大学経済学研究科研究室にて

2022年5月

于 新志