

平成 23 年度 環境経済の政策研究
環境経営時代における環境政策と企業行動の関係に関する研究
最終研究報告書

平成 24 年 3 月

広島大学
東北大学 広島修道大学

目 次

I	研究の成果及び進捗結果	iv
1.	研究の成果	iv
1.1	研究の背景と目的	iv
1.2	3カ年における研究計画及び実施方法	vi
1.3	本研究の成果	vii
1.4	行政ニーズとの関連・位置づけ	x i
1.5	政策インプリケーション	x i
2.	3カ年における進捗結果	x i
2.1	3カ年における実施体制 (研究参画者と分担項目、前年度からの改善事項 等)	x i
2.2	3カ年における進捗状況	x iv
2.3	ミーティング開催や対外的発表等の実施状況	x x ii
II	研究の実施内容	1
	要約	1
1.	序論：環境経営時代における環境政策と企業行動に関する研究)	10
2.	環境経営の進展に関する実証分析	18
2.1	企業の取組：生産性評価	18
2.1.1	化学物質対策の評価：フロンティア分析	18
2.1.2	PRTR 排出量に着目した環境生産性の評価 35	
2.1.3	PRTR 制度が製造業企業の経済効率性に及ぼす影響分析 52	
2.1.4	環境規制の機会費用評価：VOC 対象物質の実証分析	62
2.1.5	温暖化対策の評価：フロンティア分析	72
2.2	企業の取組：イノベーション	82
2.2.1	環境技術特許取得の要因分析	82
2.2.2	特許に焦点を当てた化学物質対策および温暖化対策の評価： 生産関数分析	95
2.2.3	環境イノベーションを支援する環境政策	103
2.2.4	環境政策と環境イノベーションの分析	129
2.2.5	環境への取り組みとイノベーション： アンケート調査からの考察	147
2.3	市場の変化	167
2.3.1	「環境に優しい企業」という認識が購買行動に与える影響	167
2.3.2	太陽光発電設備の購入行動に関する分析	175
2.3.3	心理的要因が環境意識、環境行動へ与える影響	187
2.4	市場の変化を考慮した環境経営の総合分析	211
2.4.1	企業の環境経営の取組と環境パフォーマンス	211

2.4.2	化学物質対策の評価（市場）：生産関数分析	221
2.4.3	温暖化対策の評価（市場）：生産関数分析	228
3.	環境経営のための政策分析	235
3.1	環境政策と企業の取組	235
3.1.1	環境行動の因果関係メカニズムに関する分析	235
3.1.2	企業の環境保全における意思決定メカニズム	252
3.1.3	温暖化政策の経済波及効果分析	269
3.1.4	環境税と環境技術開発の寡占市場分析	287
3.1.5	環境研究開発とグリーン・マーケットの厚生分析	294
3.2	環境政策と市場の変化	301
3.2.1	環境情報の追加が消費者行動にもたらす影響	301
3.2.2	追加的 LCA 情報が消費行動へ与える影響	311
3.2.3	アンケート調査から分かる持続可能な節電行動の構築	325
3.2.4	環境に優しい自動車の購入行動の経済分析	340
3.2.5	環境に優しい住宅と住宅設備の購入行動の経済分析	354
3.2.6	環境に優しい製品の開発と消費行動を誘発する市場制度 の設計に向けた実験ゲーム理論	371
4.	結論	385

I 研究の成果及び進捗結果

1. 研究計画

1.1 研究の背景と目的

企業活動は社会の持続可能な発展を達成する上で重要となる、環境と経済の両立を決定付ける役割を果たす。これは、経済的意味での発展、経済的価値の源泉が企業活動にあると同時に、企業の経済活動からは多くの環境負荷が引き起こされることに加え、企業が提供する財やサービスが消費者による使用段階の環境負荷や廃棄物として、長期的に環境影響を及ぼす可能性と密接にかかわっているためである。

こうした環境問題の発生に対して、多様な形で関係する企業活動は、従来、政府によるさまざまな環境基準や行政指導によって規制され、あるいは補助金や罰金によって望ましい方向へと誘導されてきた。

特定の環境政策の効果については、企業の環境パフォーマンスをモニタし、規制や基準がどのように遵守されているかを分析することが中心であった。しかし、90年代後半から大企業を中心に企業の環境経営が本格化し、企業の社会的責任（CSR）の一環として、環境経営が経営理念の重要な要素となることとなった。これによって、企業は政府が想定する環境パフォーマンス以上の成果を、自主的・自発的に達成する場合がみられるようになってきた。この背景には省エネルギーや省資源によるコスト削減や環境リスクの回避にとどまらず、環境性能の優れた製品が市場シェアを獲得し、ひいてはブランド価値や企業価値を高めるといった、より大きな経済的見返りへの期待がある。このことは、市場や消費者の環境意識が大きく変化したことを裏付けていると捉えることもできる（図1）。

Evolutionary development of corporate environmental management and its increasing scale of economic profits

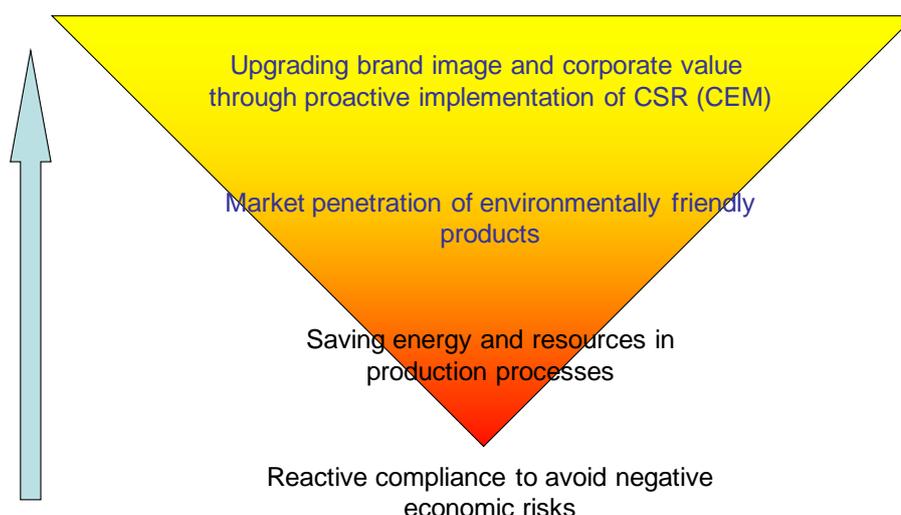


図1 環境経営の発展と経済的見返りに関する一般的関係

他方で、こうした状況は業種や市場および消費者との距離によって濃淡があり、また中小企業などでは環境経営への取り組みは限定的である。さらに、地球温暖化対策、廃棄物管理や資源の有効利用、有害化学物質の管理など個別の問題ごとに状況は多様である。したがって、政策とその成果との因果関係はより複雑な経路によって発揮されることになり、政策分析の方法についてもこうした状況に対応した新たな視点や枠組みが求められる。

環境政策と企業パフォーマンスの関係を分析した初期の研究に、ポーター仮説がある。これは環境規制の強化が企業のイノベーションをもたらす生産性や環境効率を高めるため、国際競争を阻害する要因にはならないとの仮説であった。関連して企業の環境パフォーマンスと経済パフォーマンスとの関係が環境政策によってどう影響するかの実証分析がなされたが、二元論としてのポーター仮説の検証としては賛否が分かれている。

これに対して、企業内部の対応についてより構造的な関係を明らかにすべく、申請者グループは、主に経営学の資源ベース論と環境経済学的生産性分析を統合した学際研究に取り組んできた。そこでは、企業がより積極的に環境経営を経営理念に取り入れることにより、包括的な組織対応を可能にし、企業活動における環境と経済の両立が達成されやすくなることが明らかとなった。しかし、政策研究としてより具体的な環境政策の効果について説明力を高めるには、業種特性の違いやイノベーションの発生機構とその役割など新たな研究課題が明らかとなった。

近年、環境経営研究あるいは企業行動と環境に関する研究蓄積の増加は目覚ましいものがある。しかし、多くの研究が政府、企業、消費者、投資家、メディアなど多様な利害関係者の因果構造の部分をとらえたものが多く、その結果、実証的な研究における結論はケースバイケースである場合が多い。

本研究の全体目的は、環境政策が企業の経済活動に対してどのような影響を与えるか、複雑な因果関係の理解を促進するため、いかなるケースや状況において、どのような因果関係が想定でき得るのかを示すことである。そのために必要となる以下の具体的な研究課題を明らかにすることにより目的達成を目指す。

課題 1：さまざまな環境政策を類型化し、それぞれの環境政策変数の同定を行った上で、業種特性、市場や消費者との関係（BtoB あるいは BtoC などの取引関係や資本構造）、企業規模などによって各企業の経営判断にいかなる影響を及ぼすか、についての全体像を示すマッピングを提示する。

課題 2：企業の財務指標、PRTR対象物質及びCO₂排出量を指標として、MAC（限界削減費用）、環境効率指標、TFP（全要素生産性）などの計測を行い、実証分析による客観指標を用いて企業パフォーマンスを評価する。

課題 3：環境政策が企業の環境経営（経営理念や組織的資源）に対してどのような影響を及ぼし、さらに経営理念や組織的資源がどのようなイノベーションを促すのか、そしてどのような発生プロセスを得て実現されるのか、また、そ

れがどのように波及していくのかについて明らかにする。

課題 4：企業の環境経営、環境イノベーション、環境性能の高い製品に対する意識や購買行動を抽出するために消費者調査を実施する。それにより、どのような環境情報をいかなる方法で消費者に提供することが有効であるかを明らかにする。

課題 5：(1)環境政策、(2)消費者行動、(3)投資行動、(4)企業の経営理念・組織的対応からなる環境経営、(5)企業の経営パフォーマンス、(6)企業の環境パフォーマンス、などからなる分析枠組みの妥当性を評価する。

1.2 3か年における研究計画及び実施方法

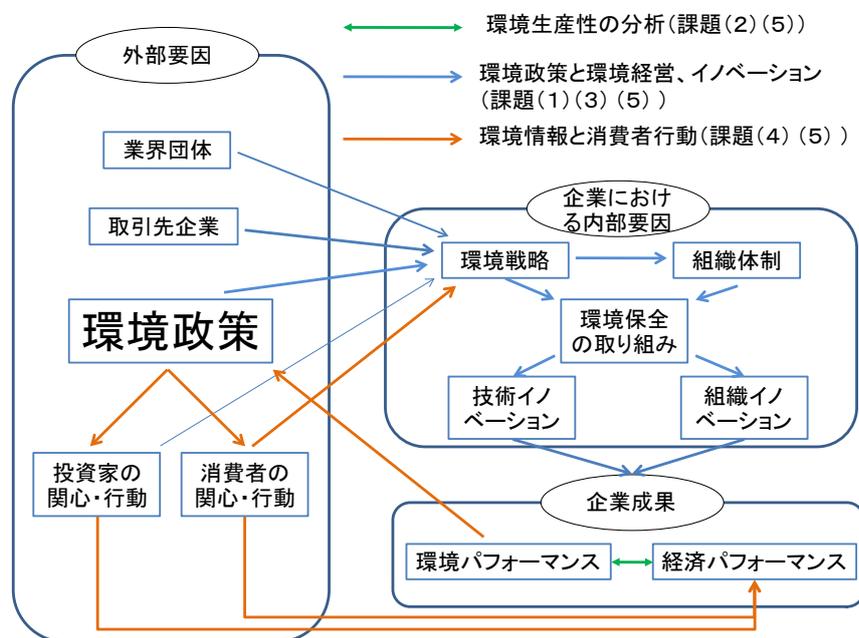


図 2 因果構造全体からみた各主要研究課題の位置づけ

本研究では環境政策と環境経営の因果関係を俯瞰するためのフレームワークとして図 2 に示すような因果構造を作業仮説として設定し、その有効性や妥当性を検証するための 5 つの研究課題について理論的、実証的に分析する（図 2 参照）。特に、企業の経営戦略としての環境経営、組織対応としての環境経営を明示的に分けて考え、さらに、環境イノベーションの発生機構やパフォーマンスに及ぼす影響を議論する。また、社会全体におけるイノベーションについてもどのような発生プロセスを得て実現され、また、それがどのように波及していくのかを外部要因として同時に扱い、イノベーションと経済パフォーマンスや環境パフォーマンスに及ぼす影響を包括的に分析することを狙っている。さらに本フレームワークでは、環境情報がどのように消費者や投資家の行動変化をもたらし、そのことが環境経営にどう影響するかについても明示的に検討する。

本研究の実証分析に必要となる企業データは、図3に示すように、大きく4つのカテゴリーに分けられる。(1)財務指標などからなる経済パフォーマンス、(2)汚染物質の排出量などからなる環境パフォーマンスデータ、(3)環境経営における環境理念や環境行動に関する情報、(4)環境イノベーションに関するデータ、である。これらは企業コードによって連結され、統合データベースとして整備する。

また、本研究では、消費者の意識や消費行動の分析も合わせて行う。これらは、消費者の環境意識の形成メカニズムに関する調査とその消費行動との関係を明らかにする調査、特に関心の高い電気自動車や燃料電池車などの将来技術への関心、太陽電池パネルや家庭用燃料電池設備の設置など環境イノベーション機器への市場動向調査からなる。後者については、コンジョイント分析などの環境評価の分析手法を用いる。

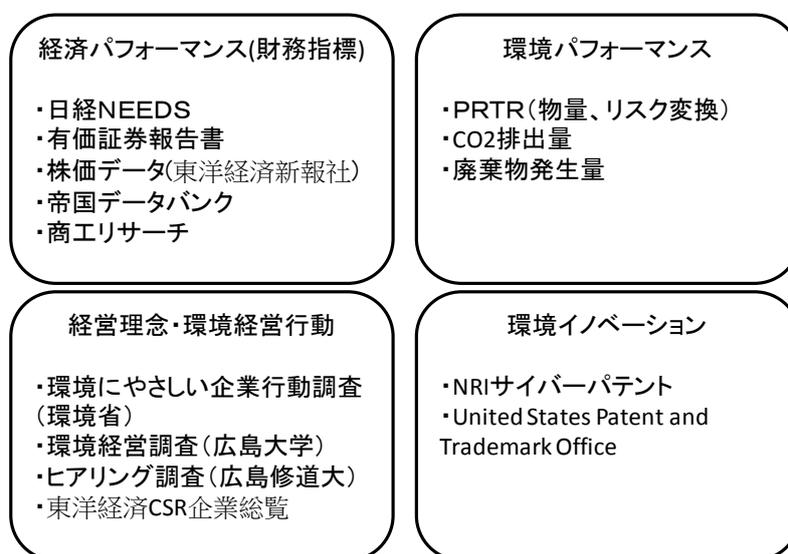


図3 企業分析のためのデータベースの構造

1.3 本研究の成果

(1) 環境経営の進展に関する実証分析

環境経営の進展に関して生産性分析の実証研究の結果を図4に示す。化学物質排出対策に関して生産者側の分析によると、特に高環境負荷産業においてその削減による生産性向上が顕著にみられる。消費者側の分析によると、化学物質削減は概して需要の増加に繋がるが、アパレル等を含む繊維産業では化学物質排出対策は消費行動の選択基準にはならないことを示している。

逆に温暖化対策に関しては、これまでに企業の温暖化対策が生産性向上に与える影響は、限定的であり顕在化していない可能性が指摘できる。しかし消費者側からみると企業の温暖化対策実施は、消費者の効用上昇に貢献する可能性があることから、需要の喚起を促した可能性が伺えた。

	企業（生産者側）		消費者側	
化学物質対策	フロンティア分析（+）	電気機器（+）	消費者アンケート	シャンプー（日用品）・衣類・加工食品などの非耐久消費財の、製造時の化学物質量明示（+）
		ゴム（+）		
		パルプ・紙（+）		
		化学製品（+）		
生産関数アプローチ（+）	鉄鋼（+）	逆需要関数（+/-）	非鉄金属（+）	
	非鉄金属（+）		電気機器（+）	
温暖化対策	フロンティア分析（+/-）	電気機器（+）	消費者アンケート	生活家電、パソコン・映像機器、自動車の利用時のCO ₂ 明示（+）
		ゴム製品（+）		
		化学（+）		
		鉄鋼（-）		
	生産関数アプローチ（-）	電気機器（-）	逆需要関数（+）	ゴム製品（+）
			電気機器（+）	

注：プラスの符号は、経済効率性(全要素生産性)を犠牲にすることなく、化学物質（CO₂）排出量の削減を達成、もしくは化学物質（CO₂）排出量を増加することなく全要素生産性の上昇を達成していることを表す。

図 4 環境経営の進展に関する実証分析

(2) 環境経営のための政策分析

環境経営のための政策分析から得られた政策メニューと得られた主要な知見を図 5 にまとめる。

環境政策とイノベーションに関しては、企業は化学物質対策としてのイノベーションの動機として、行政からの要請に加え地域社会及び市場からの要請も強く意識していること、GHG 排出対策については行政からの要請を最も強く意識していることが示された。企業の環境特許取得によれば、70 年代には工程イノベーションが主流（79.2%）であったものが時代とともに製品イノベーションへと重点がシフトし、2009 年には製品イノベーションが 51.5% にまで増加した。しかし、環境生産性向上は限定的であり、また業種による差異もみられることが明らかになった。他方、理論分析からは技術のスピルオーバーの効果が大きく、製品差別化の程度が小さくない場合には、部分結託が完全非協力より社会的に望ましいとの知見を得た。

加えて経済理論分析により、政策情報として環境税率を公表するタイミングが R&D の企業間開発協力のあり方を通じて社会厚生にどのように影響するかについても検討した。さらに、環境税導入がもたらす負の経済波及効果が、信頼できる環境情報を消費者に提供した場合にどの程度抑制できるか、について東京都とその他地域に分けて分析した。

消費者行動は間接的に環境経営を促す要因になる。環境情報と消費者行動との関係、環境に配慮した購買行動への誘導方法や、啓発のための環境情報のあ

り方に関して議論するために、製品・企業に対する環境イメージと消費行動の関係調査、車・住宅（設備）・太陽光発電を事例とした消費者行動を調査、心理的要因が消費行動に与える影響に関する調査を実施し、得られたデータについて分析を行った。消費者が環境に優しい製品を選択することで、どのように社会の環境改善に貢献できるか消費者に情報を提供することが効果的であることが明らかとなった。しかしエコ住宅での事例にみられるように、環境情報を追加的に提供したとしても、環境への貢献度が消費者の期待値を下回る場合には、逆に環境に優しい製品への選択率が低下する恐れがあることが示唆された。また、環境技術についてもあまり遠い将来技術の場合（燃料電池など）には、大きな環境改善効果が見込まれていてもそうした技術の支援政策による社会厚生への改善は大きくない。さらに、環境意識を高める政策が重要であることが明らかとなった一方で、心理的な要因が消費行動の変更に影響を与えることから、消費者間に環境意識の差異を踏まえたきめ細かな情報提供や啓発手段が不可欠となることも分かった。

環境政策とイノベーション	企業の環境保全における意思決定メカニズム	化学物質対策：化学物質対策（BtoC）は行政からの要請、地域社会、市場からの要請を強く意識。化学物質対策（BtoB）は取引先から波及。 GHG排出対策：GHG排出対策（BtoC）は行政からの要請が強い。ただし、環境製品、一部戦略的な企業にとっては市場の動向が重要。GHG排出対策（BtoB）はLCA情報が高度化することによって今後波及が見込まれる。
	環境特許取得による生産性への影響	化学物質排出に関する特許取得：短期に生産性向上に直接的な影響を及ぼす業種は特定できなかった。 GHG排出に関する特許取得：機械組み立て型産業では生産性を向上させるが、他産業では影響を及ぼさない。
	環境技術特許開発の決定要因評価	経済パフォーマンス（ROA：+）、企業規模（従業員数：+）、石油価格（+）、汚染対策費（+or neutral）
	環境研究開発とグリーンマーケット	部分結託が完全非協力より望ましいのは、製品差別化の程度が小さくなく、技術のスピルオーバー効果が大きい場合
	イノベーションの方向性	静脈系産業におけるクリーン技術の創出には海外市場、特にアジア市場を視野に入れた施策や情報発信が重要。 個別企業の事例では環境イノベーションを通じて、売り上げ増加、コスト削減を達成するケースが多くみられるものの企業活動全体へのインパクトについてはさらなる研究が必要。
環境税	環境税率の決定のタイミング	企業の環境R&D前：企業間の投資カルテルを容認する共同研究が常に望ましい 企業の環境R&D後：共同研究が常に望ましいとは限らない（投資効率が悪い場合は競争的投資が良い）
	環境税の経済波及効果	エネルギー価格上昇効果による需要減は、産業連関を通じて特定の産業部門（住宅産業）に集約される。
環境情報・環境意識と消費者行動	環境情報の消費者への提供	使用段階で環境負荷を出すような製品に対しては環境情報（汚染の見える化）が効果的であり、より上流側の環境負荷が問題になるような製品については環境情報の与え方に工夫が必要。 「環境にやさしい企業」というイメージが購行動に及ぼす影響は限定的。また、環境にやさしい商品を自信を持って選んでいる消費者も限定的。信頼できる情報が得られた場合、高くても環境にやさしい商品を購入したいという消費者が一定割合存在する。
	消費者行動と心理的要因	環境にやさしいライフスタイルを提案したところ、そうしたライフスタイルに必要な追加的な費用の支払い意思額には多くの心理的要因が影響していることが分かった。 環境意識が環境行動（節電行動）につながる消費者に対しては、「楽しい」「面白い」といった心理的要因が重要な役割を果たす。
	エコカー普及とインフラ整備政策	電気自動車：バッテリー交換ステーション：(社会厚生：1,060～2,130万円/年/箇所) 燃料電池車：水素ステーション：(社会厚生：660～1,330万円/年/箇所) スーパー駐車場に急速充電器設置（社会厚生：負）
	追加的LCA情報が消費行動へ与える影響	追加的LCA情報によりハイブリッド車の選択率が増加した反面、エコ住宅の選択率は減少。汚染削減効果が小さい場合は情報の提供がマイナスの影響を及ぼす可能性を示唆。
	環境に優しい住宅と住宅設備の購入	必ずしも高所得あるいは高資産世帯が購入するのではなく、環境意識を高める政策が有効。
	太陽光発電設備	太陽光発電設備購入時の検討プロセスの負担感が大きく、理解度が低い場合は満足度にマイナスの影響を与える。

図 5 環境経営のための政策手段

1.4 行政ニーズとの関連・位置づけ

企業の環境経営を促進するための政策として代表的なものは ISO14000 シリーズなどの認証制度、環境報告書に関する取組、グリーン購入、エコファンドなどが考えられ、また広く環境産業の育成に資する政策も含まれると考えられる。これら従来の政策は主に企業活動に対象を絞った政策であると言える。

これに対して本研究の目的は、環境政策と企業の環境経営への取り組み、そしてその成果としてのパフォーマンスがそれぞれどのような因果関係にあるかを説明することであり、その際、政府と企業の直接的な関係のみならず、市場、消費者や投資家などの意識や行動変化がどのようにかわるか、にも対象を広げることとする。これは、環境政策としては環境情報の取り扱いに関する政策提言を目指すためである。このことは平成 22 年度から始まった「環境経済情報ポータルサイト」の設置と運用に関連するものであり、こうした取り組みを環境経営の促進と関連付けて検討する行政ニーズは高いものとする。

1.5 政策インプリケーション

企業の環境対策においては、個別の環境規制・政策のみならず、時には省エネルギー政策などの環境政策以外の政策も大きく影響する場合があります。こうした多様性を踏まえて環境経営を促進する政策として切り分けられるものがあるとするならば環境情報に関する施策である。この環境情報には大きく環境政策に関する情報、企業の環境に関する取組に関する情報、製品に関する環境情報に分けられる。これらの情報の種類と信頼性、発信主体とタイミング、ターゲットとメディアなど総合的な環境情報戦略を策定し、企業に対する情報提供と消費行動の変革を促す効果的な情報提供を行うことが既存の個別環境政策の効果を大幅にレバレッジさせることが期待され、ひいてはより多様な企業の環境経営の促進につながる。

2. 3カ年における進捗結果

2.1 3カ年における実施体制（研究参画者と分担項目、前年度からの改善事項等）

分担項目：代表・研究総括

金子 慎治	広島大学大学院国際協力研究科	環境経済学、開発経済学
	教授	

分担項目：環境イノベーションの経営学的研究

金原 達夫	広島修道大学商学部	経営学
	教授	

豊澄 智己	広島修道大学人間環境学部	環境経営学
	准教授	

分担項目：環境政策と企業の取組、ポリシーミックスによる環境経営の促進

後藤 大策	広島大学大学院国際協力研究科	環境ミクロ経済学
-------	----------------	----------

	准教授	法と経済学
大内田 康德	広島大学大学院社会科学研究所	環境ミクロ経済学
	准教授	産業組織論
分担項目：環境政策と市場の変化の分析		
馬奈木 俊介	東北大学大学院環境科学研究科	環境経済学
	准教授	
小松 悟	広島大学大学院国際協力研究科	環境経済学
	助教	
分担項目：市場の変化を考慮した環境経営の総合分析		
西谷 公孝	広島大学大学院国際協力研究科	経営学
	特任助教	
分担項目：環境経営の進展に関する実証分析、企業の取組		
藤井 秀道	東北大学大学院環境科学研究科	環境経済学
	ポスドク研究員(日本学術振興会)	
分担項目：環境政策と企業の取組		
市橋 勝	広島大学大学院国際協力研究科	経済学
	教授	

【前年度からの改善事項等】

(指摘事項1) 昨年度の審査・評価会における「研究メンバーが多くテーマが多い中、個別研究を全体としてどうまとめていくか」という指摘に対しては、企業行動に関するデータは限定されていることを勘案したとしても、明確な対応がなされていないように思われる。それは本研究が大別して、環境生産性の分析、環境政策と技術開発、環境情報と消費者行動、という三つの領域で行われているが、それらの相互関係が不明なためである。本研究に最も期待されている「環境政策と企業行動の関係と因果構造をできるだけ包括的なフレームワークで示す」という目的に照らすと、個別研究の結果から包括性を持ったインプリケーションを引き出すことが求められているが、そのための作業仮説が不明確に思われる。

(対応)

できるだけ包括性を持ったインプリケーションをプロジェクト全体として導出するために、大きな枠組み(図2)から発想しているが、これらすべての要因を含めた因果構造の分析をひとつのモデルあるいは統一的な方法で分析することは、データの問題、理論的、方法論的問題などの制約から困難である。そのため、大きな枠組みの中で優先度が高く、実行可能な分析課題を抽出し、それぞれ適切な方法で分析したうえで、それらの知見を大きな枠組みに照らして解釈することにした。それらの結果を総合して、政策的インプリケーションを引き出すことを目指している。ご指摘いただいた環境生産性の分析、環境政策

と技術開発、環境情報と消費者行動は、いずれも大きな枠組みの重要な構成要素という理解の上で、優先的に取り出して分析した課題と考えている。

作業仮説については、情報を使い消費者行動に影響を与える環境政策と技術開発を促進しつつ生産性を高める環境政策を統合的に行うことにより、より企業の環境経営が促進されることを示す。また、そうした効果が大きいと考えられる企業の特性を明らかにすることである。

(指摘事項2) いくつか最終年度の課題が示されているが、時間的制約などを考慮すると、これらに優先順位を付与する必要があるように思われる。

(対応)

企業の実証分析は化学物質対策、温暖化対策からみた環境経営の評価に限定する、相互比較が可能な特定の業種に限定する、震災の影響もあり、今年度前半における企業ヒアリングの調整が難しいことから、パテントデータを使った分析を優先する、などによって時間的制約に対応した。また、上記の作業仮説をメンバー間で共有しつつ、それに向かって、個別の研究成果のまとめ方を調整することにより、全体としての成果を集約するための作業の効率化、優先順位の付与を図った。

(指摘事項3) VOCに着目した環境効率性は興味深い知見を導いているが、VOCは環境負荷の一因でしかなくCO₂、エネルギーなど評価視点の総合化も視野に入れるべきではないか? DEAの応用も視野に入れてはどうか。また対策として自治体や政府による取り組み、とは具体的に何を想定しているのか。

(対応)

ご指摘の通り、VOCは企業から排出される汚染の一部であり、より包括的な議論を行うためには、CO₂排出量やエネルギー・資源消費量などの環境負荷についても考慮することが重要であると認識している。本研究では時間的制約から、CO₂排出量や化学物質排出量に焦点を当てた分析を実施した。

自治体や政府のVOC排出削減への取り組みについては、技術面・人材面・資金面からの包括的で一貫した支援策を想定している。例えば東京都では、製造業企業向けのVOC排出量削減支援を行っている。削減技術の情報提供として「東京都VOC対策ガイド」の発行や、東京都VOC対策アドバイザーとして専門家を選定し、企業へ派遣することで対策のノウハウを伝達する試みが行われている。東京都産業労働局金融部金融課では、VOC対策の設備投資を行う場合に、融資の支援を行っている。今後は、こうした包括的で一貫した支援の動きを広めていくことが中小規模企業、及び印刷業などの対策が困難な業界にとって効果的であると考えている。

(指摘事項4)全体として、不動産(住宅)部門の影響重視が指摘されているが、これは家庭部門の省エネルギーが重要であるという国立環境研究所 AIM プロジェクトやエネルギー計量分析センター、経済産業省などの指摘と整合的であ

ると考えてよいか？エネルギー価格の上昇が原材料の高騰を通じて影響するというロジックだけでなく、省エネルギー投資が効果的に働き長期的には環境負荷低減に寄与するという時間軸からの視点が必要に思われる。

(対応)

住宅部門における影響の大きさは、先行する諸研究の結果と整合的であると判断できる。ただし、省エネ投資の長期的な環境負荷低減と経済への影響分析については、分析方法の制約から直接扱うことはできないものの、環境情報が消費行動に与える影響に関する調査結果を利用し、消費行動の変化に関するシナリオを想定した分析を実施するようにしている。

2.2 3カ年における進捗状況

各章の構成、5つの課題との関係、更に主な分析結果は以下のとおりである。

1. 序論：環境経営時代における環境政策と企業行動に関する研究／課題1に対応

環境経営の背景要因を、時代背景や経済状況からだけではなく、新しいビジネスチャンスや将来的な企業存続可能性という観点から議論を行った。また環境経営の段階的発展を、法令順守・生産プロセスの環境効率改善・環境製品の市場拡大・ブランドイメージの向上といった4つの段階に分けて議論した。更に本研究の研究課題と研究アプローチの最終目標について、環境経営を積極的に推進する企業が、より大きな経済的見返りを得るために求められる望ましい環境政策とは何かを提案することとし、そのための課題設定を提示した。

2 環境経営の進展に関する実証分析

2.1 企業の取組：生産性評価

2.1.1 化学物質対策の評価：フロンティア分析／課題2に対応

国内製造業10業種を対象に、VOCを考慮した生産性分析DDFを業種別に行った。推計の結果、国内製造業10業種では、2001年から2008年にかけて環境生産性が改善しており、経済効率性を犠牲にすることなくVOC排出量の削減を達成していることを示した。多くの業種で環境生産性の改善は、効率的な企業の技術進歩によって達成されているが、出版印刷業など特殊な業種特性を持つ産業では、対策に限りがあるため、地方自治体や政府による取り組みが重要となると結論付けた。

2.1.2 PRTR排出量に着目した環境生産性の評価／課題2に対応

国内製造業企業を対象として、PRTR対象物質排出量を考慮した生産性分析を行った。推計の結果、国内製造業14業種の化学物質を考慮した環境生産性は、2001年から2008年にかけて石油・石炭製造業を除く13業種で改善していることを示した。特に電気機器製造業の改善幅が大きい。また、食品・飲料、繊維、医薬品、一般機械製造業では、2001年から2008年にかけて効率的な企業と非効率的な企業との間の生産効率性格差が拡大していることを示した。一方で石油・石炭製造業と鉄鋼業では非効率的企業と効率的企業との生産性格差が縮ま

っていることが確認された。

2.1.3 PRTR 制度が製造業企業の経済効率性に及ぼす影響分析／課題 2 に対応

国内製造業企業を対象として、PRTR 対象物質排出量を考慮した生産性分析を行った。多くの企業で CP 型の取り組みによって市場生産性を低下させずに、PRTR 換算排出量の削減を達成しているが、EOP 型の削減取り組みや、削減取り組みの効果が低下している企業も存在している。CP 型以外に特定された企業の割合が多いのは、石油・石炭製造業と鉄鋼業であり、特に鉄鋼業では企業規模によらず業界全体として CP 型での化学物質の取り組みが難しいことを示唆している。

2.1.4 環境規制の機会費用評価：VOC 対象物質の実証分析／課題 2 に対応

DDF 分析法を用いて VOC の排出規制が経済便益に与える影響の評価・比較を行った。推計の結果、業種別の環境効率の傾向として、化学製品製造業と加工組立型産業の 3 業種が高い値をとっており、その分散は化学製品製造業と電気機器製品製造業で大きくなった。これは、化学製品製造業では、化粧品や炭素繊維製品製造業など、高付加価値で環境負荷が強くない業種が含まれており、これらの業種が高い環境効率を達成していることからであると考えられる。機会費用が売上に占める割合では、繊維や出版印刷業、パルプ紙製品業で高い傾向にある。これは、業種内において、VOC 排出量対策が進んでいる企業とそうでない企業が混在している点が理由として挙げられる。一方で、加工組立型 3 業種や化学製品製造業では、機会費用が売上に占める割合は小さい。

2.1.5 温暖化対策の評価：フロンティア分析／課題 2 に対応

国内製造業 10 業種を対象に、CO₂ 排出量を考慮した生産性分析 DDF を業種別に実施した。推計の結果、ゴム製品、化学製品、電気機器製品、自動車製造業の 4 業種で 2006 年から 2008 年にかけて、CO₂ 排出量を考慮した生産性が大幅に改善したことを示した。鉄鋼業では 2007 年から 2008 年にかけて環境生産性が悪化している。その要因の一つとして売上当たりの CO₂ 排出量の増加が寄与している。自動車製造業では 2008 年のリーマンショックによる需要低迷にも関わらず、2007 年から 2008 年にかけて環境生産性を改善させている。その要因には、(1) 需要に応じた労働コストの縮減や (2) CO₂ 排出量の削減を達成がある。加工組立型では、効率的な企業と非効率的な企業の両方で生産効率性の改善を達成しており、業界全体で効率性改善を達成している。一方で、化学製品製造業や繊維製品製造業では、フロンティアライン上の効率的な企業と非効率的な企業との間の効率性格差が拡大しているため、ボトムアップを促すような試みが重要であると示した。

2.2 企業の取組：イノベーション

2.2.1 環境技術特許取得の要因分析／課題 3 に対応

国内製造業を対象に、企業の財務パフォーマンスと企業規模、関連する法令及びイベントに着目し、環境技術特許開発の決定要因を明らかにした。推計の結果、経済パフォーマンスが高い企業では汚染対策技術特許や製品に関する環

環境技術特許取得数が多いことから、業績が好調で研究開発資金に余裕がある企業が環境技術特許の開発を積極的に行っていることを示した。企業規模は特許取得数と強い因果関係性を持ち、大規模企業の高い研究開発能力は汚染防止技術、エネルギー技術、製品開発技術のすべての分類において、特許取得数を増やすことが分かった。また、企業外部の要因の評価も実施した。環境技術特許の決定要因は、特許の分類によって大きく異なっていると結論付けた。

2.2.2 特許に焦点を当てた化学物質対策および温暖化対策の評価：生産関数分析／課題5に対応

環境イノベーションが生産性に与える影響を、環境特許取得という観点から分析を行った。推計の結果、日本の製造業企業を同質とみなして分析した結果、化学物質排出、温室効果ガス排出に関する特許取得はどちらも生産性の向上には影響をもたらしていないと結論付けた。次に日本の製造業企業を、産業（エネルギー集約型産業、機械組み立て型産業、その他産業）において異質とみなして分析した結果、化学物質排出に関する特許取得は、どの産業においても生産性には影響を及ぼさないことが明らかとなった。一方で温室効果ガス排出に関する特許取得は、エネルギー集約型産業やその他産業では生産性に影響を及ぼさないものの、機械組み立て型産業では生産性を向上させることが明らかとなった。環境特許取得というレベルにおいて企業の環境への取り組みを促進するには、業種間や対象物質を考慮した対応が今後重要となる。

2.2.3 環境イノベーションを支援する環境政策／課題3に対応

動脈系企業と静脈系企業の環境イノベーションについてそれぞれ考察した。主要な結果として、動脈系産業において、エンド・オブ・パイプ技術の重要性は認めながらも、クリーン技術の創出につながる環境政策を試みなければならないと主張した。また、静脈系産業においては、リサイクル技術獲得の環境政策的な支援だけにとどまらず、近年のレアアース問題が象徴するように、国全体としての資源獲得戦略、例えばペットボトルの中国流出などにどのように対処するのか、単に競争原理に任すだけでなく強力な環境政策が望まれていることを示した。

2.2.4 環境政策と環境イノベーションの分析／課題3に対応

各国の環境政策の展開、また環境政策により導くことができる環境イノベーションの促進策について吟味した。分析の結果、規制的な手法を用いるよりも、成果の実現を目指してライフサイクル全体を視野に入れた、手法の自由裁量を与える政策が、イノベーションの不確実性を考えると有効であることを示した。更に環境イノベーションの動向から判断して、環境政策は企業の製品イノベーションを促進するものであることがより重要であると結論付けた。

2.2.5 環境への取り組みとイノベーション：アンケート調査からの考察／課題5に対応

企業の環境への取り組みやそれに関する消費者行動に関する様々な分析により得られた結果の妥当性の検証や解釈の参考とするために、企業や業界団体に対して調査票調査を実施した。分析の結果、企業は環境対策を様々な側面化か

ら機会と捉え、積極的に取り組んでいる企業が多いことが認められた。また、具体的な環境イノベーションとして企業は、使用時の電力削減に繋がる製品、製造工程の見直し・集約、原材料の削減、代替原料の使用、天然資源への転換、省エネ技術の開発、導入、部品の軽量化、省エネ活動、燃料転換の実施、新技術の開発、新製品の開発、IT技術の活用、3R、容器包装の軽量化、従業員の意識改革などを挙げており、こうした環境イノベーションを通して、売り上げ増加や、コスト削減を達成していることが示唆された。こうした結果は、産業によって特色が出ると考えられるものの環境イノベーションが発生していることを示唆しており、概して、本プロジェクトで実施した結果を支持するものとなっている。

2.3 市場の変化

2.3.1 「環境に優しい企業」という認識が購買行動に与える影響／課題4に対応

消費者の消費行動をとらえると同時に、これらに影響を及ぼす環境情報の伝達方法や内容について分析を実施した。分析の結果、消費財の購入理由として、「環境に優しい企業であるから」を挙げた人は非常に少なかった。耐久消費財では10～20%程度の人が環境に優しい企業である、という点を理由に挙げたが、非耐久消費財に至っては10%未満であった。また、消費者が企業に対して「環境に優しい企業であるから」との認識を消費者が持つに至る迄には、商品により異なる要因が影響していることが示された。さらに環境に優しい企業の製品を本当に選んでいるのか、つまり自分の選んでいる商品が環境に優しいのかどうか、自信を持って選択している人は少数派であることが示された。

2.3.2 太陽光発電設備の購入行動に関する分析／課題4に対応

エコ製品の市場特性、取り分け企業と消費者の接点を分析する事例研究として、これまでに太陽光発電設備を導入した経験のある消費者を対象としたアンケートを実施した。パネル製造メーカーと販売者の組み合わせによって、消費者特性、購入検討のプロセスや購入後の満足度にどのような相違があるかを検討した。特徴的な違いを示したのは三菱電機、三洋電気、長州産業のパネルを使った設備を専門業者から導入した世帯である。検討プロセスでの時間に対する負担感が大きい一方で、太陽光発電への理解度については相対的に低く、結果として設備に対する満足度が低いと示した。

2.3.3 心理的要因が環境意識、環境行動へ与える影響／課題4に対応

経済的要因、社会・人口統計上の要因、心理的要因をコントロールした上で、消費者の潜在的な心理状況と支払意思および支払行動の関係性の分析を行った。分析結果により、シナリオの特性ごとに有意な関係性を示す心理的な変数の種類、及び各変数とWTPとの関係性は異なるが、さまざまな心理的要因が統計的に有意な関係性を示すことが確認された。これは、シナリオを実施することで得られる消費者の利益や環境関心をコントロールした上での結果であることから、環境に配慮したシナリオ施策を導入（購入）するという、消費者の環

境意識や環境行動に心理的な要因が大きく関わるという結果が得られたことになる。

2.4 市場の変化を考慮した環境経営の総合分析

2.4.1 企業の環境経営の取組と環境パフォーマンス／課題5に対応

企業の経済活動の一環としての環境への取り組みが環境パフォーマンスに与える影響を分析した。主な結果として、環境対策に積極的に取り組んでいる企業ほど、優れた環境パフォーマンスをもたらしているが、そうした効果は同時にコスト削減に繋がる生産性の上昇が期待されるときにのみ観測されることが明らかとなった。つまり、環境への取り組みは経済活動の一環として行われており、企業の自主的な取り組みが経済パフォーマンスに繋がらないために結果として環境パフォーマンスに繋がらない項目に関しては、新たなポリシーミックス、特に、経済的インセンティブを与える環境税などの間接規制の導入が必要と考えられる。

2.4.2 化学物質対策の評価：生産関数分析／課題5に対応

政策立案に向けた必要情報の提示のために、コブ・ダグラス型生産関数と逆需要関数から導かれたモデルを推定することによって、企業の化学物質削減が経済パフォーマンス（付加価値）に与える影響を分析した。分析の結果、化学物質削減は需要の増加および生産性の向上によって企業の付加価値を増加させるが、これらの影響は、産業、サプライチェーン、コーポレート・ガバナンスの違いによって均一ではないことが明らかとなった。

2.4.3 温暖化対策の評価：生産関数分析／課題5に対応

温室効果ガス排出に対して第2章と同様の分析を行うことによって、環境パフォーマンスごとの経済パフォーマンスに与える影響の違いを考察した。推定の結果、需要の増加を通じた影響は確認されたが、生産性の向上による影響は産業、サプライチェーン、コーポレート・ガバナンスのどのカテゴリーにおいても確認されなかった。よって、企業に温室効果ガス対策をさらに推進させるには温室効果ガス削減が生産性の向上に結び付くような、例えばポーター仮説に沿った政策が必要である。ただし、サンプル期間を増やすと結果が変わる可能性もある。

3. 環境経営のための政策分析

3.1 環境政策と企業の取組

3.1.1 環境行動の因果関係メカニズムに関する分析／課題3に対応

B to B 企業と B to C 企業に着目し、その外部要因が企業の環境経営に与える影響の違いに焦点を当て、その因果関係性の違いを共分散構造分析を適用し明らかにした。企業が強く制約条件を知覚するほど、より積極的に環境戦略を策定する傾向にあるが、人的資源や環境保全対策の知識が不足している企業では、環境戦略の策定が難しい。一方で、情報制約や市場制約を強く知覚するほど、企業は環境戦略を策定する傾向にあり、より厳しい環境におかれている企業は

ど積極的に環境戦略を構築し、より効率的な環境保全取り組みの策定に向けて努力する傾向がある。また、BtoB企業においては、人的資源やノウハウの制約を抱える企業ほど、環境保全に向けた組織体制の構築が難しい。一方で、BtoC企業では、人的資源や環境保全対策の知識に制約を知覚する企業ほど、環境戦略の策定が難しい点を示した。更に BtoB 企業において、情報制約を強く知覚する企業は、環境戦略の策定を促進させる結果が得られ、市場制約を強く知覚する企業ほど、環境戦略の策定と組織体制の構築を推し進める傾向があることが明らかとなった。

3.1.2 企業の環境保全における意思決定メカニズム／課題3に対応

国内製造業企業を対象にアンケート調査を実施し、企業が環境保全取り組みを行う際に、どのような要因を優先的に考慮して意思決定を行っているかを明らかにした。国内製造業では、化学物質対策において、行政からの要請と地域社会及び市場からの要請を強く認知し、環境保全取り組みの意思決定に反映していることが明らかとなった。一方で、化学物質対策に必要な投資やコストは、これら二つの要因に比べて優先度が低い傾向にある。GHG 排出対策では、行政からの要請が最も優先度が高い結果となっているものの、地域社会及び市場からの要請については、化学物質排出対策で得られた結果ほど高い優先度が観測されなかった。加えて、GHG 排出対策に必要な投資や費用は、業界団体からの要請よりも、企業が意思決定を行う際に優先されていることが明らかとなった。

3.1.3 温暖化政策の経済波及効果分析／課題5に対応

炭素税等や環境対策技術などの導入等によってエネルギー部門価格が上昇した場合、どのような経済効果があるのかをシナリオに基づいてシミュレーションを行った。特に、環境意識の高まりによる消費者の購買行動の変化がどの程度の経済効果をもたらすのかについて分析した。分析の結果、自動車、電機、化学製品、衣類などのエネルギー価格上昇効果による需要減は、国全体としては起きないものの、不動産業に関しては国全体で 2.7 兆円という大きな需要減が生じることを示した。更に地域別（東京都及びその他日本）の比較を実施し、需要への影響を議論した。不動産業での需要減を埋め合わせるための政策として、住宅購入及び建替え、補修に対するクーポンのような消費促進政策が有益であると考えられると結論付けた。

3.1.4 環境税と環境技術開発の寡占市場分析／課題5に対応

寡占企業が競争的あるいは共同で環境研究開発投資を行う状況下で、政府の環境税率のコミットメント能力が社会厚生に与える影響についてミクロ経済分析を行った。分析の結果、企業の環境研究開発への投資水準の決定後に政府が環境税率を決める場合には、企業間の投資水準カルテルを容認する共同研究開発は、企業間で競争的に研究開発投資を行うよりも常に望ましいとは限らないことを示した（投資効率が悪ければ、競争的に研究開発投資をさせるべきである。）企業の環境研究開発への投資水準決定前に政府が環境税率をコミットする場合には、企業間の投資水準カルテルを許容する共同研究開発が常に望ましい

と考えられた。

3.1.5 環境研究開発とグリーン・マーケットの厚生分析／課題 5 に対応

本研究は、環境配慮型 R&D モデルにおいて部分結託が社会的に望ましいかどうか、さらに消費者余剰や企業利潤での観点からの価値判断についての精密な検証を実施した。環境配慮型の工業製品（LED 電球、電気自動車など）を市場に供給している寡占産業を想定した分析の結果、製品差別化の程度が小さくなく、技術のスピルオーバー効果が大きければ、部分結託（ここでは生産カルテル）は完全非協力の状態より社会的に望ましい。寡占企業の作るエコタイプの工業製品に少なくない差異があり、かつ技術知識などの知的財産が適切に保護されていない、あるいは技術それ自体に流出抑止困難な特性があれば、生産カルテルを実施することで社会厚生は高まる。スピルオーバー効果が十分小さければ、製品差別化の程度に関係なく部分結託は社会的に禁止すべきである。技術知識などの知的財産が適切に保護されていたり、技術のそれ自体に流出抑止可能な特性があれば、生産カルテルは社会厚生を低下させるので禁止すべきである。つまり、環境 R&D の社会的影響を考慮した場合でも、標準的な競争政策に沿って競争環境を秩序付けることが望ましいといえる。

3.2 環境政策と市場の変化

3.2.1 環境情報の追加が消費者行動にもたらす影響／課題 4 に対応

環境情報の面から消費者行動を変化させるためには、化学物質・CO₂においても消費者が消費するその現場で、各汚染物質の排出量が見えるようになっていくことが望ましいと結論付けた。つまり、消費者が環境負荷を低減させるようなインセンティブを消費時に作り出すことが、環境に優しい行動を促すための近道であると考えられる。反面衣類・加工食品のように、消費者の環境負荷削減努力が商品そのものの環境負荷低減に直接的に影響しない場合は、環境情報の追加は意味を持たないと考えられる。

3.2.2 追加的 LCA 情報が消費行動へ与える影響／課題 4 に対応

本研究は、追加的 LCA 情報の有無や情報の種類が、標準製品と環境性能に優れた製品に対する消費者の消費行動に与える影響を明らかにした。標準製品であるガソリン車と環境性能に優れた製品であるハイブリッド車の消費選択行動を比較した結果、追加的 LCA 情報を与えることにより消費者のハイブリッド車の購入選択率が増加し、消費者の消費行動に変化が生じた。一方、標準製品である標準住宅と環境性能に優れた製品であるエコ住宅の消費選択行動を比較した結果、追加的 LCA 情報を与えることにより消費者のエコ住宅の選択率は減少するという結果が得られた。また選択型実験の結果から、こうした人々の期待価値に比べて実際の環境への価値が大きい財に対しては追加的な LCA 情報を多く与えることが、人々の環境性能に優れた財の購入を増加させる要因となることが示された。これらの分析結果より、追加的 LCA 情報は自動車の購入行動に影響を与えるが、消費者の抱く期待価値が高い製品においては追加的 LCA 情報を与えることは、必ずしもその製品の普及に有効ではないと示した。

3.2.3 アンケート調査から分かる持続可能な節電行動の構築／課題 4 に対応

持続可能な社会の実現に向けた節電行動の普及を促進させるため、本研究ではソーシャルマーケティングの手法を適用し、環境意識と節電行動の強さで分類された各クラスタに対して、効果的な節電啓発のあり方を提示した。アンケート調査から得られた 5,052 サンプルのデータに対して、回答者のライフスタイルに関する因子を抽出し、多項ロジット分析を適用することで、環境意識と節電行動の強さの違いによる各クラスタのライフスタイルに関する特徴を明らかにした。分析結果より、環境意識はあるが節電行動がない人は、行動を起こすきっかけとなる「楽しい」「面白い」という感情的なメッセージが効果的であると指摘した。環境意識も節電行動もない人に対しては効果的な啓発手段としてテレビ媒体が最適であり、慎重に考えた上で行動することから節電行動が「合理的」な理由であるメッセージが効果的であるという知見を得た。

3.2.4 環境に優しい自動車の購入行動の経済分析／課題 4 に対応

インフラ整備を確立することは、代替燃料自動車への買い換えを促進する上で、大きな影響を果たすと考えられる。また、普及を目指すものが電気自動車なのか、燃料電池車なのかによって、必要となるインフラの種類は異なってくる。したがって、各種のインフラを整備することの便益を明らかにし、それらを比較する必要がある。本研究では、インフラを整備することの社会的便益を代替燃料自動車間で検討し、電気自動車のためのバッテリー交換ステーションを 1カ所整備することの社会的便益を、1年あたり 1,060 万円から 2,130 万円、燃料電池車のための水素ステーションを 1カ所整備することの便益を、1年あたり 660 万円から 1,330 万円と推計した。また、スーパーの駐車場に急速充電機を置くことの社会的便益は負であるものの、バッテリー交換ステーションの整備は社会厚生を改善することが分かった。

3.2.5 環境に優しい住宅と住宅設備の購入行動の経済分析／課題 4 に対応

本研究では家庭部門における温室効果ガス抑制政策のうち、省エネ機器の普及促進を取り上げた。特に省エネ機器のうち、初期投資が必要な「設備」と「建材」について注目した。「設備」として、太陽光発電や太陽熱温水器（ソーラーシステムを含む）、エコキュートなどの高効率給湯器 4 種を取り上げた。「建材」として、断熱材、二重サッシ、複層ガラスの 3 種を取り上げ、これらの省エネ機器の購買行動分析を行った。2011 年 1 月にインターネットを通じて実施した家計調査のデータを用い、を実施した。その結果、4,866 世帯（本調査 4,331 世帯、プレテスト 535 世帯）の購買行動分析を実施したところ、現状では環境に関心のある人が率先してこれらの省エネ機器を導入していることが示唆された。更に必ずしも高所得あるいは高資産世帯がこれらの省エネ機器を導入している訳ではないと示した。省エネ機器を用いて温室効果ガスを抑制することを意図した場合、家計に対しては環境意識を高めるような政策、あるいは環境教育が重要となると結論付けた。

3.2.6 環境に優しい製品の開発と消費行動を誘発する市場制度の設計に向けた実験ゲーム理論／課題 5 に対応

本研究は環境に優しい製品の開発と消費を統合的に誘発するための市場制度設計に向けて、消費者間の戦略的相互作用に注目して理論と実験の両面から分析した。主な結論は、正のスピルオーバー効果をもつ環境に優しい製品の消費選択は、限定合理性の下で行われる。したがって、環境品質や価格情報を正確に提供しても、経済理論が予測するような合理的な選択が行われるとは限らないことを示した。但しこの選択は、完全に利己的に行われているわけではなく、環境に優しい製品の選択によって生じる、自分と他の社会構成メンバーの利得がお互いに観察可能であり、その社会が継続されるならば、各消費者は、他の社会構成メンバーの利得を自分の目的関数に割り引いて反映し、その目的関数の下で製品選択を行う。したがって、正のスピルオーバー効果（環境品質）だけを示す環境品質や価格情報だけではなく、そのスピルオーバー効果の帰結として、この製品を選択消費することでどれだけ社会の環境改善に貢献できるかという情報（社会的限界便益に関する情報）を明示することで、消費者間の戦略的相互作用に刺激を与え、より望ましい状況をデザインすることが可能だと考えられる。

4. 結論

企業単位での汚染データ(化学物質排出量、二酸化炭素排出量)、財務指標、特許取得数などの収集、企業アンケートと企業ヒアリング、消費者アンケート調査によって得られた情報をデータベース化し、それらをもとに市場変化を考慮した企業の環境生産性分析(フロンティア分析、生産関数分析)、環境イノベーションに関する経営分析、環境製品を含む多様な財に対する消費行動分析、経済学的理論研究、学生を被験者とした実験経済などを実施した。

企業を中心に、政府(政策)と消費者(市場)との相互関係の各断面に対する事例研究を通じて、業種特性・企業特性、消費者特性などの違いを踏まえた環境経営の促進に資する各アクターの行動を同定し、環境政策の設計基盤となる総合的知見を得た。

環境経営の促進に対する規制や政策の効果は大きいものの、消費行動(市場)の変革をとまなう場合には、その効果が一段と大きくなることが示唆された。ただし、その発現の仕方は業種特性・企業特性によって一様ではない。

2.3 ミーティング開催や対外的発表等の実施状況

2.3.1 ミーティング開催記録

(1)環境省打ち合わせ

第1回

2009年9月30日(火) 13:30~15:00

場所：株式会社三菱総合研究所

参加者：金原、後藤

第2回

2009年12月10日(木) 16:00~17:30

場所: 株式会社三菱総合研究所

参加者: 金子

第3回

2010年2月24日(水) 17:00~18:30

参加者: 金子、後藤

第4回

2010年12月9日(木) 13:30~17:00

場所: 株式会社三菱総合研究所

参加者: 金子、後藤、西谷、小松、藤井

第5回

2011年2月10日(金) 15:30~17:30

場所: 株式会社三菱総合研究所

参加者: 金子、後藤

第6回

2011年4月28日(木) 14:00~16:00

場所: 環境省

参加者: 金子、後藤

第7回

2011年9月30日(金) 14:00~16:00

場所: 環境省

参加者: 金子、後藤

第8回

2011年12月8日(木) 17:30~19:00

場所: 環境省

参加者: 金子、後藤

(2)チームチームミーティング

第1回

2009年9月15日(火) 13:00~17:00

広島大学大学院国際協力研究科 806号室

参加者: 金子、金原、豊澄、後藤、西谷、市橋

第2回

2009年11月13日(金) 12:00~17:00

横浜国立大学経営学部

参加者：金子、金原、豊澄、後藤、西谷、馬奈木

第3回

日時： 2010年5月19日(水) 13:30~16:00

場所： 広島大学大学院国際協力研究科806号室

参加者：金子、金原、豊澄、後藤、西谷、小松、藤井

第4回

日時： 2010年10月12日(火) 15:35~17:30

場所： 広島大学大学院国際協力研究科806号室

参加者：金子、後藤、大内田、小松、西谷、藤井

第5回

日時： 2011年2月15日(火) 17:00~18:30

場所： 広島大学大学院国際協力研究科806号室

参加者：金子、後藤、藤井、西谷、小松

第6回

日時： 2011年4月21日(木) 15:00~18:00

場所： 広島修道大学

参加者：金子、金原、馬奈木、豊澄、後藤、小松、藤井、西谷

第7回

日時： 2011年9月22日(金) 18:00~20:00

場所： 長崎大学

参加者：金子、金原、藤井

2.3.2 对外発表など

-論文発表

Fujii, H., Managi, S., Kawahara H. 2011. The Pollution Release and Transfer Register System in the U.S. and Japan: An Analysis of Productivity, *Journal of Cleaner Production*, 19 (12), pp.1330-1338.

Kimbara, T., Nirundon, T. 2011. Environmental Management Practices in Thailand's Hotel Industry, *Papers of the Research Society of Commerce and Economics*, 51, pp.29-42.

Nishitani, K. 2010. Demand for ISO 14001 adoption in the global supply chain: An empirical analysis focusing on environmentally conscious markets. *Resource*

and Energy Economics, 32 (3), 395-407.

Nishitani, K. 2011. An empirical analysis of the effects on firms' economic performance of implementing environmental management systems. Environmental and Resource Economics, 48 (4), 569-586.

Nishitani, K., Kaneko, S., Fujii, H., Komatsu, S. 2011. Effects of the reduction of pollution emissions on the economic performance of firms: An empirical analysis focusing on demand and productivity. Journal of Cleaner Production, 19 (17-18), 1956-1964.

Nishitani, K., Kaneko, S., Komatsu, S., Fujii, H. 2011. Firms' reduction of greenhouse gas emissions and economic performance: Analyzing effects through demand and productivity. IDEC DP2 Series 2011-1, 1-20.

尾沼広基、藤井秀道、馬奈木俊介(2011)『CO₂排出量変化要因の多国間比較：鉄鋼業と機械製造業の事例研究』、『環境情報科学論文集』、25, pp. 371-376。

金原達夫、藤井秀道(2009)「日本企業における環境行動の因果的メカニズムに関する分析」、『日本経営学会誌』、23, pp.4-13。

藤井秀道、八木迪幸、馬奈木俊介、金子慎治(2011)『国内製造業の環境技術特許と財務パフォーマンスの因果関係性分析』、環境科学会誌、24(2), pp.114-122。

藤井秀道、伊藤豊、馬奈木俊介(2010)「OECD23 カ国の化学製品製造業におけるCO₂排出量を考慮した生産性分析」、『環境情報科学論文集』、24 pp.457-462。

藤井秀道、馬奈木俊介、川原博満(2011)「VOC排出量を考慮した国内製造業の生産性分析」、『計画行政』、34(4), pp.27-33, 2011.

-著書

金原達夫・金子慎治・藤井秀道・川原博満(2011)『環境経営の日米比較』、中央経済社。

-学会発表

○Fujii, H., Kimbara, T., Kaneko, S. Gibson, D. Mechanism of Corporate Environmental Management: Empirical Study for Japanese and U.S. Companies, 12th International Conference on Technology Policy and Innovation, July 12-14, 2009, Porto, Portugal.

○Fujii, H., Managi, S. Is Environmental Kuznets Curve Supported to Sector-Level CO₂ Emission? Empirical Study for 10 Industries in OECD Countries? 34th IAEE International Conference, June 19-22, 2011, Stockholm, Sweden.

○Fujii, H., Kaneko, S. Corporate environmental performance and economic performance: Empirical evidence of Japanese chemical manufacturing firms, 16th Euro-Asia International Research Seminar, September 1-3, 2010,

Hiroshima, Japan.

- Fujii, H., Managi, S., Kawahara, H. Productivity analysis and Toxic Release Inventory in US and Japanese manufacturing sector, 16th Euro-Asia International Research Seminar, September 1-3, 2010, Hiroshima, Japan.
- Kimbara, T. How does corporate governance influence Environmental Management? 2nd BIFIMP Forum, August 30, 2011m Bangkok.
- Kimbara, T. Corporate Governance and Environmental Management Mechanisms in the US and Japan, 7th ICABR, December 1, Johor Baru, Malaysia.
- 伊藤伸幸、竹内憲司、馬奈木俊介「Consumer preference of eco-friendly efforts and environmental burden: Choice experiment of vehicle purchase」、『環境経済・政策学会 2010 年大会』、2010 年 9 月。
- 金子慎治、○小松悟、西谷公孝、藤井秀道「エコ商品の購買行動に関する研究」、『第 43 回土木計画学研究発表会（春大会）』、2011 年 5 月。
- 九里徳泰、○豊澄智己「持続可能な社会における物流のあり方」、『日本物流学会全国大会』、2010 年 9 月。
- 豊澄智己・金原達夫「物流事業者の環境報告の現状」、『日本物流学会中部部会』、2010 年 7 月。
- 豊澄智己・金原達夫「物流事業者の環境報告の現状と課題」、『日本物流学会全国大会』、2010 年 9 月。
- 豊澄智己・金原達夫「環境経営の波及・移転」、『環境経営学会秋期大会』、2010 年 11 月。
- 藤井秀道、馬奈木俊介「Which is greener industry? Empirical study for 10 industries in OECD Countries」、『環境経済・政策学会 2011 年大会』 2010 年 9 月。
- 藤井秀道、伊藤豊、馬奈木俊介「OECD23 カ国の化学製品製造業における CO₂ 排出量を考慮した生産性分析」、『第 24 回環境研究発表会』、環境情報科学センター、2010 年 11 月。
- 藤井秀道、馬奈木俊介、金子慎治、西谷公孝、小松悟「環境規制に伴う機会費用評価分析 - VOC 排出に着目した国内製造業の 7 業種の比較研究 - 」、『第 39 回環境システム研究論文発表会』 2011 年 10 月。
- 藤井秀道、馬奈木俊介、金子慎治「CO₂ 排出量を考慮した生産性の評価 - 国内製造業 10 業種の比較研究 - 」、『第 39 回環境システム研究論文発表会』、2011 年 10 月。
- 藤井秀道、馬奈木俊介、川原博満、金子慎治（2010）「国内製造業における VOC 排出量を考慮した生産性分析」、『環境経済・政策学会 2010 年大会』、2010 年 9 月。
- 藤井秀道、八木廸幸、馬奈木俊介、金子慎治（2010）「国内製造業の環境技術特許と財務パフォーマンスの因果関係性分析」、『環境科学会 2010 年会』、2010 年 9 月。
- 西谷公孝、金子慎治、藤井秀道、小松悟（2010）「An empirical study of the firm's

environmental management implementation on environmental performances」、
『環境経済・政策学会 2010 年大会』、2010 年 9 月。

- 西谷公孝、金子慎治、小松悟、藤井秀道（2011）「Effects of the reduction of greenhouse gas emissions on the economic performance of firms: an empirical study focusing on demand and productivity」、『環境経済・政策学会 2011 年大会』、2011 年 9 月。
- 松崎嵩史、藤井秀道、馬奈木俊介、金子慎治、「廃水処理技術の開発と普及 - 国内企業の実証分析 - 、『第 39 回環境システム研究論文発表会』、2011 年 10 月。

II 研究の内容 要約

(1) 本研究で得られた主要な成果

本研究で得られた主要な成果は以下の3点である。

企業単位での汚染データ(化学物質排出量、二酸化炭素排出量)、財務指標、特許取得数などの収集、企業アンケートと企業ヒアリング、消費者アンケート調査によって得られた情報をデータベース化し、それらをもとに市場変化を考慮した企業の環境生産性分析(フロンティア分析、生産関数分析)、環境イノベーションに関する経営分析、環境製品を含む多様な財に対する消費行動分析、経済学的理論研究、学生を被験者とした経済実験などを実施した。

企業を中心に、政府(政策)と消費者(市場)との相互関係の各断面に対する事例研究を通じて、業種特性・企業特性、消費者特性などの違いを踏まえた環境経営の促進に資する各アクターの行動を同定し、環境政策の設計基盤となる総合的知見を得た。

環境経営の促進に対する規制や政策の効果は大きいものの、消費行動(市場)の変革をとまなう場合には、その効果が一段と大きくなることが示唆された。ただし、その発現の仕方は業種特性・企業特性によって一様ではない。

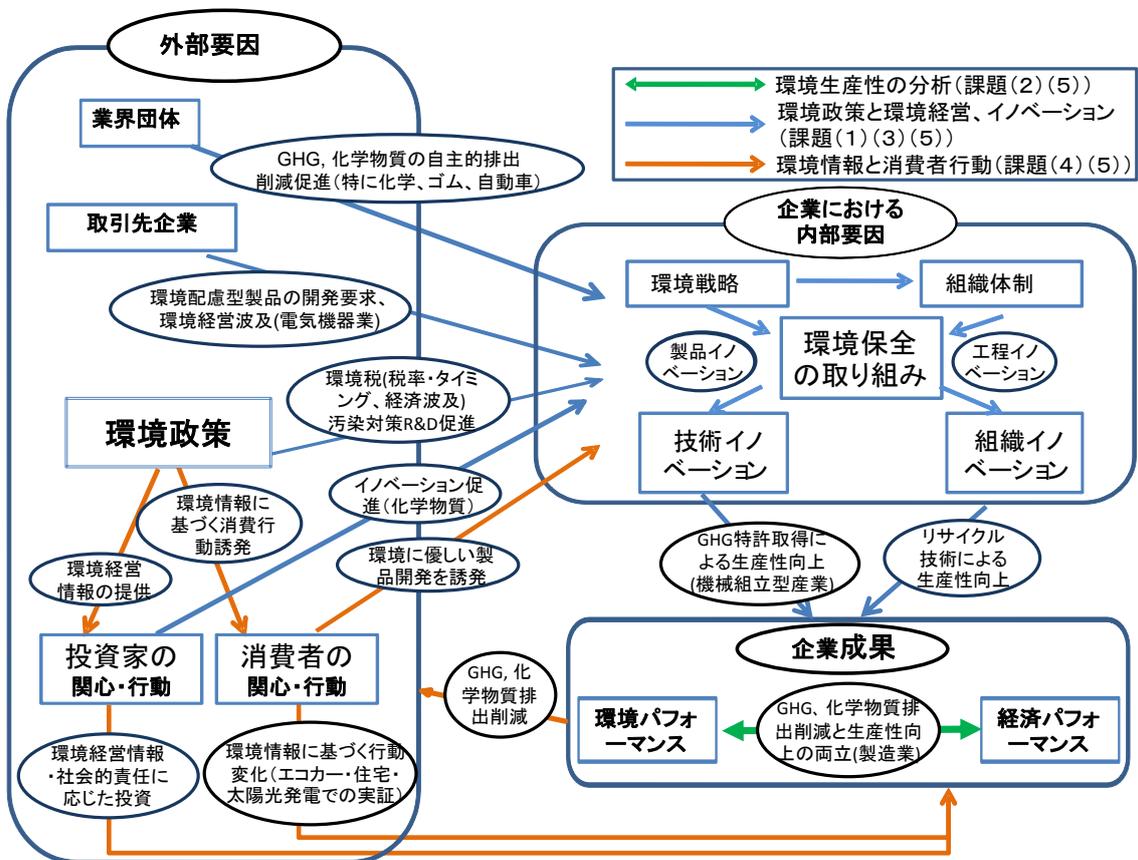


図1 各主要研究課題の位置づけと成果

本研究では環境政策と環境経営の因果関係を俯瞰するためのフレームワークを設定し、その有効性や妥当性を検証するための5つの研究課題について理論的・実証的に分析した（第一部図2参照）。各主要研究課題の成果と、フレームワークとの間の位置づけを図1に示す。

(2)各章の知見の要約

各章で得られた知見を以下に要約する。いくつかの代表的な章について、図表を含めた説明を加えている。

企業の取組：生産性評価

- (1) 国内製造業10業種を対象に、VOC排出量を考慮した生産性分析DDFを行った。2001-08年にかけて環境生産性の改善が見られ、経済効率性を犠牲にすることなくVOC削減を達成している。(2.1.1)
- (2) 国内製造業企業を対象として、PRTR対象物質排出量を考慮した生産性分析を行った。国内製造業14業種の化学物質を考慮した環境生産性は、2001年から2008年にかけて石油・石炭製造業を除く13業種で改善している。特に、電気機器製造業の改善幅が大きいこと、食品・飲料、繊維、医薬品、一般機械製造業では企業間の生産効率性格差が拡大していることを示した。(2.1.2)
- (3) PRTR対象物質排出量を考慮した生産性分析を行った結果、多くの企業でCP型の取り組みによって市場生産性を低下させずに、PRTR換算排出量の削減を達成しているが、EOP型の削減取り組みや、削減取り組みの効果が低下している企業の存在も指摘した。(2.1.3)
- (4) DDF分析法により、VOC排出規制が経済便益に与える影響を評価し比較を行った。業種別に達成した環境効率が大きく異なることを明らかにしつつ、その原因を業種特性に基づき考察した。(2.1.4)
- (5) 国内製造業10業種を対象に、CO₂排出量を考慮した生産性分析DDFを行った。大幅な環境生産性の改善がみられた4業種（ゴム製品、化学製品、電気機器製品、自動車製造業）を特定すると共に、業種別の環境生産性の改善理由を明らかにしている。

図2には、生活関連・加工組立型産業のCO₂排出量変化が生産性に与えた影響の推移を示した。繊維製品・一般機械と比べ、電気機器製品・自動車製造業において2006年から2008年にかけて、CO₂排出量を考慮した生産性が大幅に改善していることがわかる。(2.1.5)

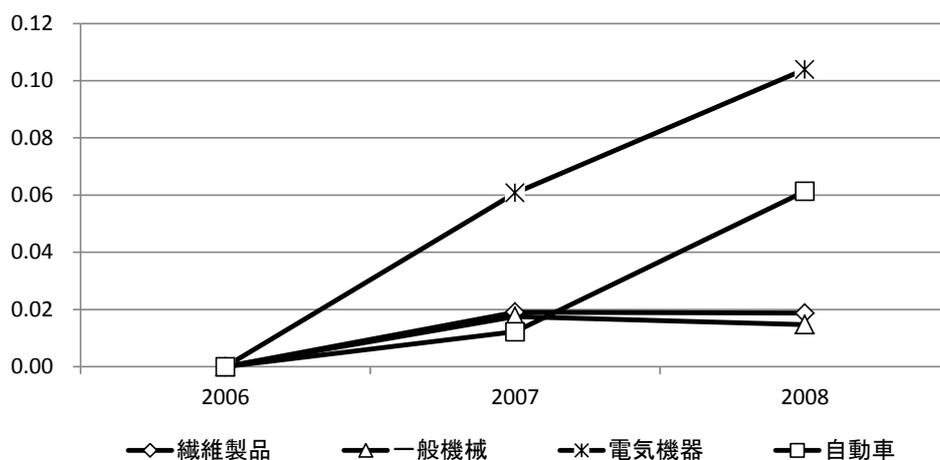


図2 生活関連・加工組立型産業のCO₂排出量変化
が生産性に与えた影響の推移

企業の取組：イノベーション

- (6) 国内製造業を対象に環境技術特許開発の決定要因を分析した。業績が好調な企業ほど環境技術特許の開発を積極的に行なっている。企業規模は特許取得数と強い因果関係を持つ。環境規制強化は汚染対策技術開発を促進させ、石油価格の上昇は、汚染対策・エネルギー技術・製品開発を促す。(2.2.1)
- (7) 国内製造業 16 業種を対象に環境特許取得が生産性に与える影響を分析した。全体で見た場合、環境特許は、化学物質排出、温室効果ガス排出削減のどちらに対しても生産性には有意に影響を及ぼさないが、産業別でみた場合、機械産業において温室効果ガス削減は生産性に有意に正の影響を及ぼすことと結論づけた (図3参照)。(2.2.2)

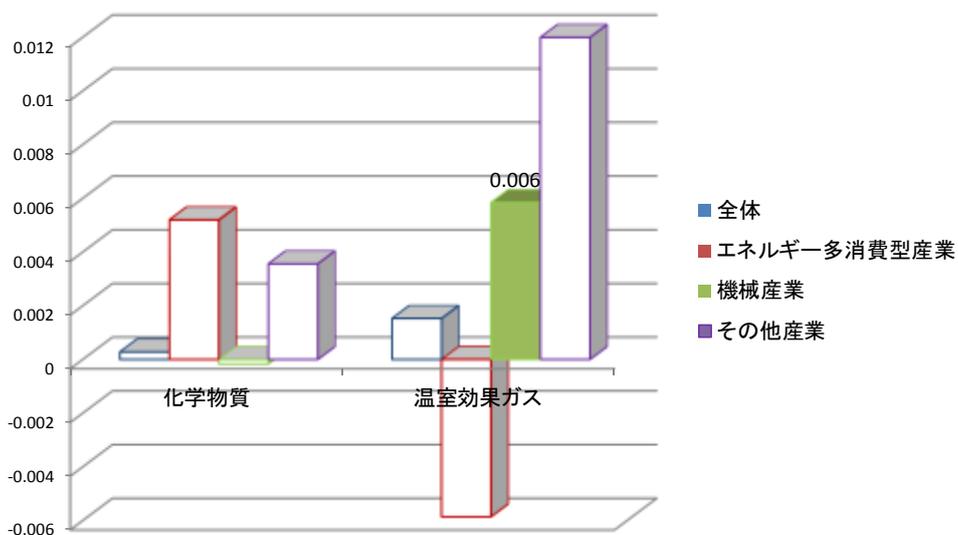


図3 化学物質および温室効果ガス排出削減に関する
特許取得が生産性に与える影響

- (8) 動脈系・静脈系企業の環境イノベーションについてそれぞれ考察し、動脈系産業ではクリーン技術を創出する政策、静脈系産業では再生資源を獲得するため政策の重要性を指摘した。(2.2.3)
- (9) 環境イノベーションの促進策を吟味するために各国の環境政策の展開と環境イノベーションの動向について、レビューした。成果の実現を目指したライフサイクル全体を視野に入れた自由裁量型の政策の有効性を、イノベーションの不確実性から指摘した。

また工程イノベーションと製品イノベーションの2つに分類した結果(表1参照)、1970年以降工程イノベーションが常に多くを占めていたものの、製品イノベーションが2009年になってようやく50%を超え、工程イノベーションを逆転したと示した。長期にわたって環境対策は工程技術中心に取り組みが行われてきたが、2001年以降、製品設計が急速に増えてきた点を示唆した。(2.2.4)

表1 製品別・工程別環境イノベーションの割合

(特許件数、%)

種類	1970	1980	1990	2000	2009
工程イノベーション	1,511 (79.2%)	4,470 (63.1%)	8,033 (77.6%)	15,399 (76.1%)	5,474 (48.5%)
製品イノベーション	397 (20.8%)	2,613 (36.9)	2,325 (22.4%)	4,828 (23.9)	5,812 (51.5%)

(出所) NRI サイバーパテントより作成

- (10) 企業の環境への取り組みやそれに対する消費者行動に関する分析によって得た結果の妥当性を検証し、解釈の参考とするために、企業や業界団体に対して調査表調査を行った。企業は環境対策を様々な側面から機会として捉え、積極的に取り組んでいることが認められた。また概して、本プロジェクト研究でこれまでに得た結果を支持する整合的な分析結果を得た。

更に、環境への取り組みは、概ね技術イノベーションや組織イノベーションに繋がっており、こうした効果を通じて企業業績を向上させる可能性がある。一方で、特許の取得とは大きな関係がないことも示した。(2.2.5)

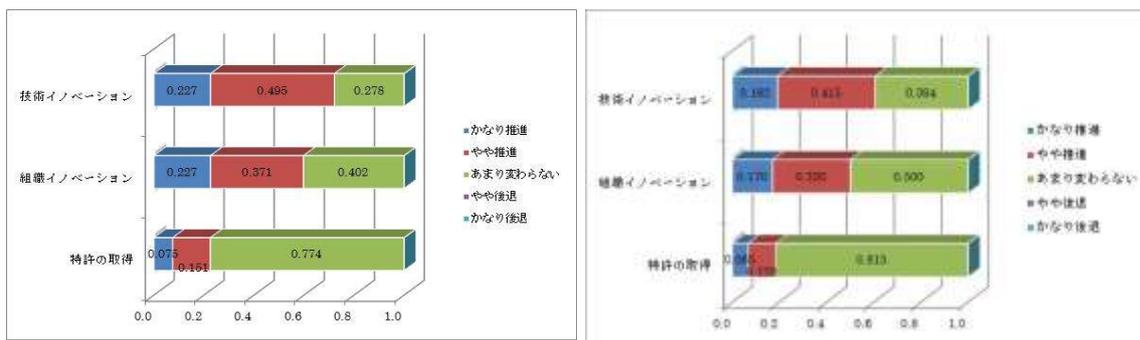


図4 環境への取り組みとイノベーションの進捗
(左図：温室効果ガス排出削減、右図：化学物質排出削減)

市場の変化

- (11) 消費者の消費行動を捉えると同時に、これらに影響を及ぼす環境情報の伝達方法や内容について分析した。消費財の購入理由として「環境に優しい企業であるから」を挙げる割合は少ないことを明らかにした。(2.3.1)
- (12) エコ製品の企業と消費者の接点を分析する事例研究として、これまでに太陽光発電設備を導入した経験のある消費者を対象にアンケート調査を実施した。パネルメーカーと販売者の組み合わせが、消費者特性、購入検討プロセス、満足度に及ぼす影響を検証し、特定の組み合わせでは、太陽光発電設備の導入にネガティブな影響を持つことを明らかにした。(2.3.2)
- (13) 消費者の潜在的な心理状況と支払意思・支払行動の関係性の分析を行った。環境に配慮したシナリオ施策を導入するという、消費者の環境意識や環境行動に心理的な要因が大きく関わるといった結果を得た。(2.3.3)

市場の変化を考慮した環境経営の総合分析

- (14) 企業の経済活動の一環としての環境への取り組みが環境パフォーマンスに与える影響を分析した。環境対策に積極的な企業ほど優れたパフォーマンスをもたらすが、その効果はコスト削減に繋がる生産性の上昇が期待される場合にのみ観測される。(2.4.1)
- (15) 生産関数と逆需要関数から導出したモデルを推定し、企業の化学物質削減が経済パフォーマンスに与える影響を分析した。化学物質削減は需要増加と生産性向上により企業の付加価値を増加させるが、これらの影響は均一ではない。(2.4.2)
- (16) 温室効果ガス排出に対して(15)と同様の分析をした。需要増加を通じた影響は確認されたが、生産性向上による影響は確認されなかった。(2.4.3)

環境政策と企業の取組

- (17) 外部環境が異なるB to B企業とB to C企業に着目し、その外部要因が企業の環境経営に与える影響の違いに焦点を当て、その因果関係性の違いを明

らかにした。(3.1.1)

- (18) 国内製造業企業を対象にアンケート調査を実施し、企業が環境保全に取り組む際に、どのような要因を優先的に考慮して意思決定をおこなっているかを明らかにした。(3.1.2)

汚染対策の意思決定に影響を与える主体を図5に示した。化学物質対策において、行政からの要請と地域社会及び市場からの要請を強く認知し、環境保全取り組みの意思決定に反映していることがわかる。GHG排出対策では、行政からの要請が最も優先度が高いが、地域社会及び市場からの要請については化学物質に比べ、低い傾向となっている。GHG排出対策に必要な投資や費用は、強く認知されていることを示した。

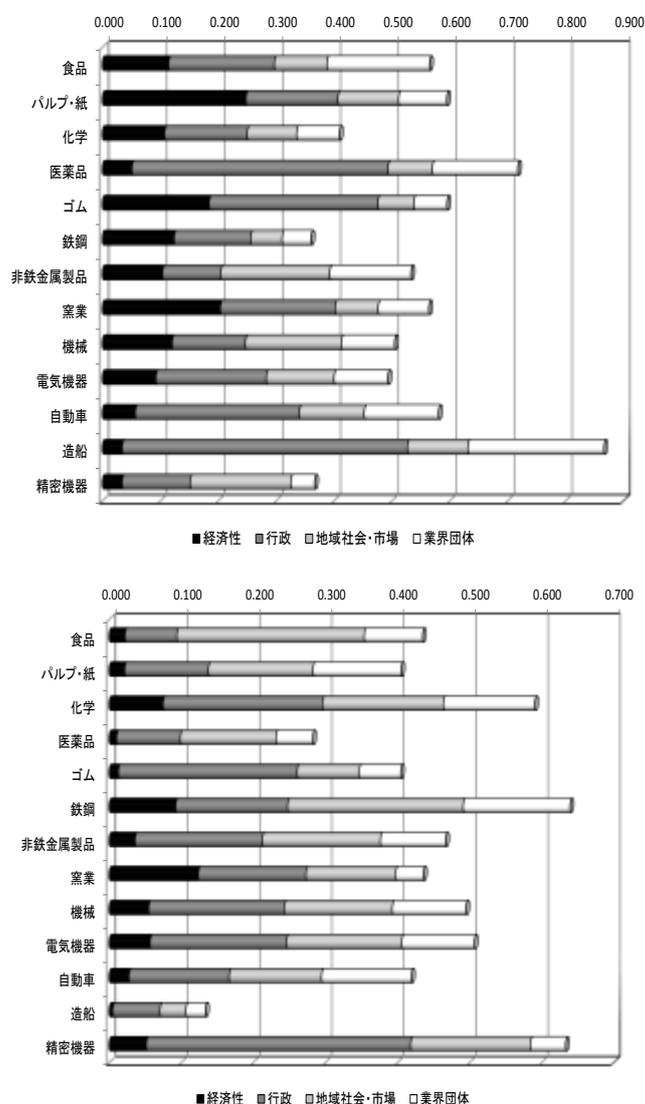


図5 汚染対策の意思決定に影響を与える主体
(上図：GHG 排出削減、下図：化学物質排出削減)

- (19) 炭素税の導入等によってエネルギー部門価格が上昇した場合、どのような

経済効果があるかをシナリオに基づいてシミュレーションを行った。自動車、電機、化学製品、衣類などのエネルギー価格上昇効果による需要減は国全体としては起きないが、不動産については比較的大きな需要減が発生することを明らかにし、住宅購入等に対するクーポンのような消費促進策の必要性を指摘した。(3.1.3)

(20) 寡占企業が環境研究開発投資を行う状況下で政府の環境税率に対するコミットメント能力が社会厚生に与える影響についてマイクロ経済分析を行った。企業の環境研究開発への投資水準決定後に政府が環境税率を決める場合には、企業間の投資水準カルテルを容認する共同研究開発は、企業間で競争的に研究開発を行うよりも常に望ましいとは限らないことを示した。(3.1.4)

(21) 環境配慮型の工業製品を市場に供給している寡占企業を想定し、(20)の分析手法を用いて、生産カルテルの社会的望ましさを消費者余剰と生産者余剰の観点から精密に検証した。生産カルテルを許容することが妥当な場合の条件を明示し、環境 R&D の社会的影響を考慮した場合においても、標準的な競争政策に沿って競争環境を秩序付けることができることを指摘した。(3.1.5)

環境政策と市場の変化

(22) 環境情報の面から消費者行動を変化させるためには、消費者が消費するその現場で、各汚染物質の排出量が見えるようになっていることが望ましい。特に耐久消費財の購入の際に、使用時のCO₂排出量が明示されている場合、価格が相対的に高くても環境に優しい商品を購入する人が、明示されていない場合と比較して2倍近くに上昇することを示した(図6参照)。(3.2.1)

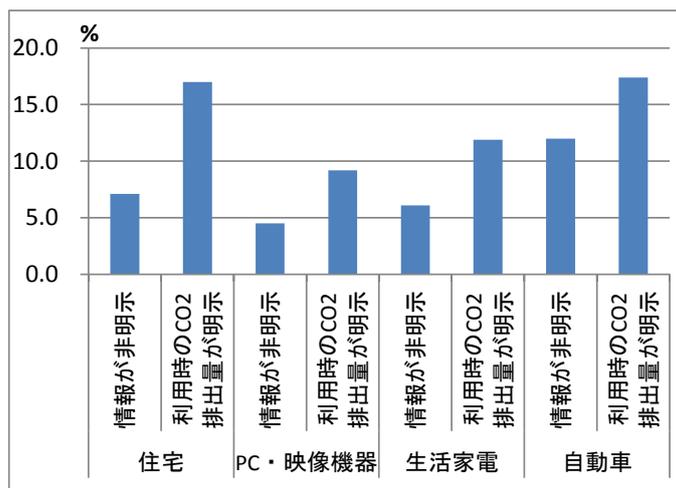


図6 相対的に値段が高くても、環境にやさしい企業の商品を購入すると答えた消費者の割合



図 7 追加的 LCA 情報が消費者の製品選択に与える影響
 (上図：ガソリン車とハイブリット車、下図：標準住宅とエコ住宅)

- (23) 追加的 LCA 情報の有無や種類が、標準製品と環境製品の消費行動に与える影響を明らかにした。追加的 LCA 情報を与えることにより、環境性能に優れた耐久消費財であるハイブリッド車の購入選択率が上昇することを示した。ハイブリッド車の購入を促すには、追加的 LCA 情報として、エネルギー費用削減に関する情報と社会的費用の削減に関する情報を与えることは効果的である。それに対して追加的 LCA 情報を与えることにより、環境性能に優れた耐久消費財であるエコ住宅の購入選択率が減少することを示した。また追加的 LCA 情報がまったく無い状況でも、エコ住宅の購入を選択する人が非常に多いという結論を得た (図 7 参照)。(3.2.2)
- (24) ソーシャルマーケティングの手法を用いて、環境意識と節電行動の強さで分類された各クラスに対して、効果的な節電啓発のあり方を提示した。環境意識があるが節電行動がない人には、感情的なメッセージが効果的であり、環境意識も節電行動もない人に対してはテレビ媒体を通じた合理的なメッセージが効果的であるという知見を得た。(3.2.3)
- (25) インフラを整備することの社会的便益を代替燃料自動車間で検討し、電気自動車のためのバッテリー交換ステーションを 1 カ所整備することの社会的便益を 1 年あたり 1,060~2,130 万円、燃料電池車のための水素ステーションを 1 カ所整備することの社会的便益を 1 年あたり 660~1,330 万円と推

計した。図 8 には、バッテリー交換ステーションと水素ステーションをそれぞれ 40%増加させることに対する支払い意志額に関して、設置場所に対する違いを示した。(3.2.4)

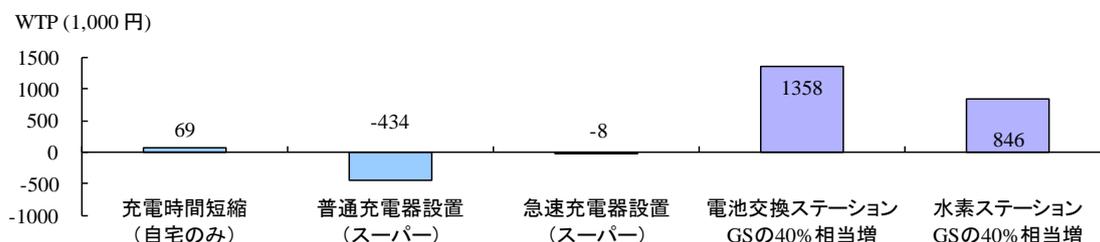
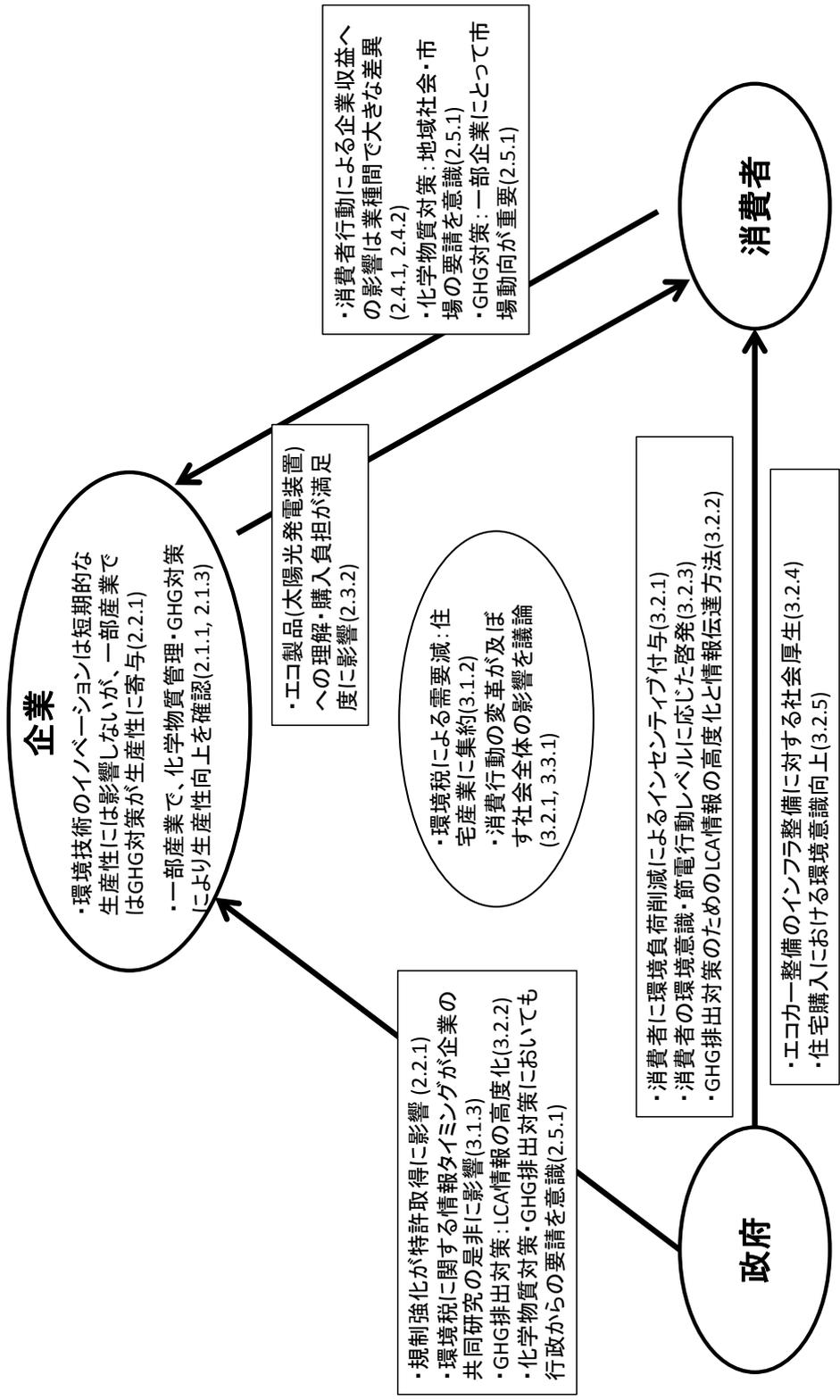


図 8 インフラ整備への支払い意志額

- (26) 家庭部門における省エネ機器の普及促進について、設備と建材に注目し、これらの購買行動分析をインターネットによる家計調査を基に実施した。環境に関心のある人から省エネ機器を導入していること、高所得・高資産世帯は必ずしもこれらの機器を導入しているわけではないことを指摘した。(3.2.5)
- (27) 環境製品を選択することによる正のスピルオーバー効果に注目して、消費者間の戦略的相互作用とその下での製品選択行動について理論・実験両面から検証をおこなった。消費者は限定合理性の下で、製品選択をおこなっており、さらに利己的動機だけでなく割り引かれた利他的動機も考慮した目的関数にしたがって製品選択を行っていることを明らかにした。(3.2.6)



注：括弧内は該当する章番号を示す。

図9 本研究のまとめ

1. 序論：環境経営時代における環境政策と企業行動に関する研究

企業活動は、社会全体の持続可能な発展を達成するうえで必要となる「環境と経済の両立」を決定づける重要な役割を果たす。それは、経済的意味での発展、経済的価値の源泉が企業活動にあると同時に、企業の経済活動から発生する多くの直接的な環境負荷にとどまらず、企業がどのような財やサービスをどのように提供するかによって、消費者による使用・消費段階の環境負荷や使用後の廃棄物に対しても、間接的に環境影響を及ぼすからである。

こうした環境問題の発生に多様な形で影響を及ぼす企業活動は、従来、政府によるさまざまな環境政策によって規制され、あるいは補助金や罰金によって望ましい方向へと誘導されてきた。企業活動に対する個別の環境政策の効果については、企業の環境パフォーマンスをモニタし、規制や基準がどのように遵守されているかを分析することが中心であった。しかし、90年代後半から大企業を中心に企業の環境経営が本格化し、企業の社会的責任(CSR)の一環として、環境経営が経営理念の重要な要素となることとなった(金原・金子、2005)。たとえば1996年以降、10年くらいの間にはわが国のISO14001認証取得組織数は急速に増えた。また、90年代半ば以降、大企業を中心に環境に関する情報公開が進み、それぞれの企業が独自に環境報告書を作成し、発行・公表するようになった。こうした状況を受けて2001年2月には環境省が環境報告書のガイドライン(2000年度版)を作成し、より多くのさまざまな企業に対して環境報告書発行による環境コミュニケーションを支援した。このような取り組みの結果、企業は政府が想定する環境パフォーマンス以上の成果を、自主的・自発的に達成するケースがみられるようになってきた。

しかし、環境経営が本格化した時期は、失われた10年や平成不況と言われるような厳しい経済状況から抜け出すために多くの企業が悪戦苦闘していた時期であった。なぜ、企業は規制の枠を超えて積極的な環境経営(Proactive Corporate Environmental Management)にシフトしたのだろうか。第一に考えられるのは、企業に対する環境政策や環境規制の強化である。90年代から2000年代前半にかけて、地球温暖化問題に関する国際的な合意と国内での対応、廃棄物・リサイクルに関する関連法律の制定、化学物質排出把握管理促進法の制定や欧州での化学物質に対する規制の強化など、多くの新しい環境規制、環境政策が策定された。図1は、プロアクティブ(積極的)な環境経営に転換したと回答した企業に、その際に最も強く影響した環境政策について自由記述によって得られた回答をまとめたものである。回答した160社の上場企業の中で最も多くの企業が回答に含めたものは省エネ法に関するものであった。次に化学物質管理とリサイクル・資源循環に関する政策であり、温暖化対策関連の法律・施策は4番目であった。また、従来の大気・水質に関する法律の改正なども5番目に多い回答であり、続く環境基本法、ISO14001認証制度の開始、旧通産省指導の業界団体を通じた自主的取組など多様なきっかけがプロアクティブな環境経営に転換するきっかけとなり得る。一方、特に特定の政策や規制をあげることが困難で、複数の環境関係法が全体として影響した、あるいは環境問題に対する社会

情勢の変化を総合的に判断した、といった回答する企業がある一方で、「特定できない」、あるいは「無し」と回答した企業も複数あった。最も影響のあった環境政策や環境規制と業種の関係については、特に際立った傾向を見出すことはできず、特定の政策が個別の業種だけにプロアクティブな環境経営への転換を促したということは無いようである。

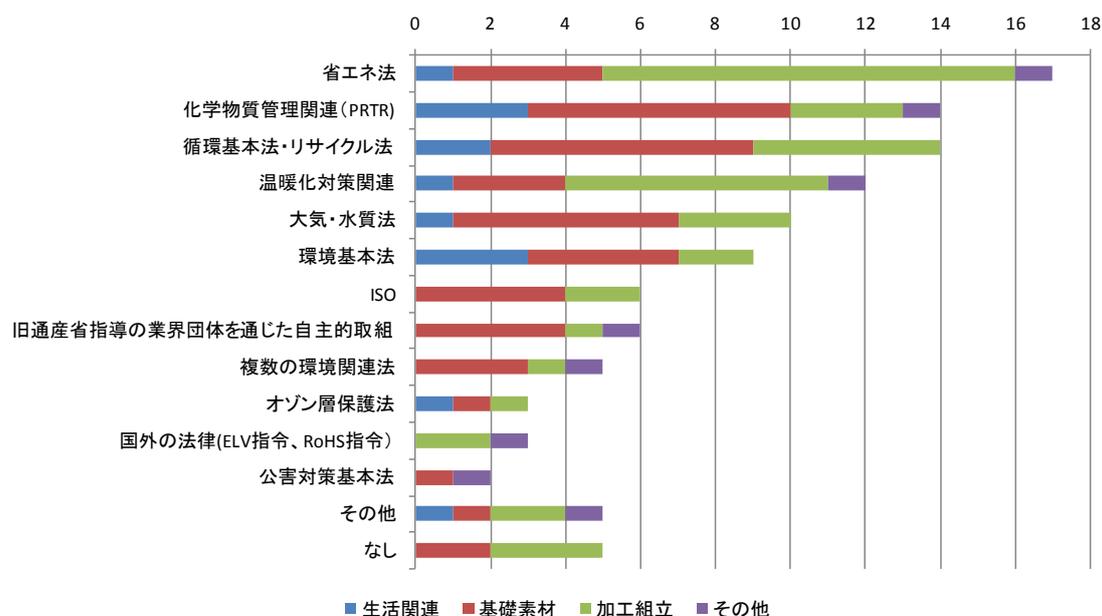


図1 プロアクティブな環境経営に転換する際に最も影響した政策
 (出所) 広島大学大学院国際協力研究科金子研究室調査 (2009年3月)

注：上場企業160社が回答。「貴社がプロアクティブな環境経営に転換したきっかけとして最も影響を与えた政策・規制は何ですか」に対する自由回答を集計し、複数回答を含む。

90年代から2000年以降にかけて企業に対する新たな環境対応が次々と求められたこと、それらが企業の環境経営に強く影響し、プロアクティブな環境経営に転換したことは事実である。しかし、不況の時代に少なくない負担が必要となる積極的な環境経営に企業が舵を切る理由として環境規制の強化や様々な環境政策の導入は十分だろうか。図2に、ISO14001認証取得組織数の増加とマーケティング・リサーチ協会がまとめた社当たりの市場調査事業売上高を示した。環境経営の進展を示すISO14001認証取得組織数が急激に増加し始めた時期(98年から02年)に、市場調査事業の売上高も高くなっていることが分かる。このデータは、マーケティング・リサーチ協会に加盟している企業の中でアンケートに答えた企業を対象にしたサンプル調査の結果であり、毎年回答企業数が異なるため、必ずしもマーケティング・リサーチ市場全体を反映したものではない。しかし、不況にあえぐ企業が新しいビジネスチャンスや将来的な企業の存続のために、いかにして固くなった財布のひもを開けさせるかに答えを見

出そうと模索し、消費者や市場が何を求めているかについて関心が高まったことを捉えていると解釈できないだろうか。

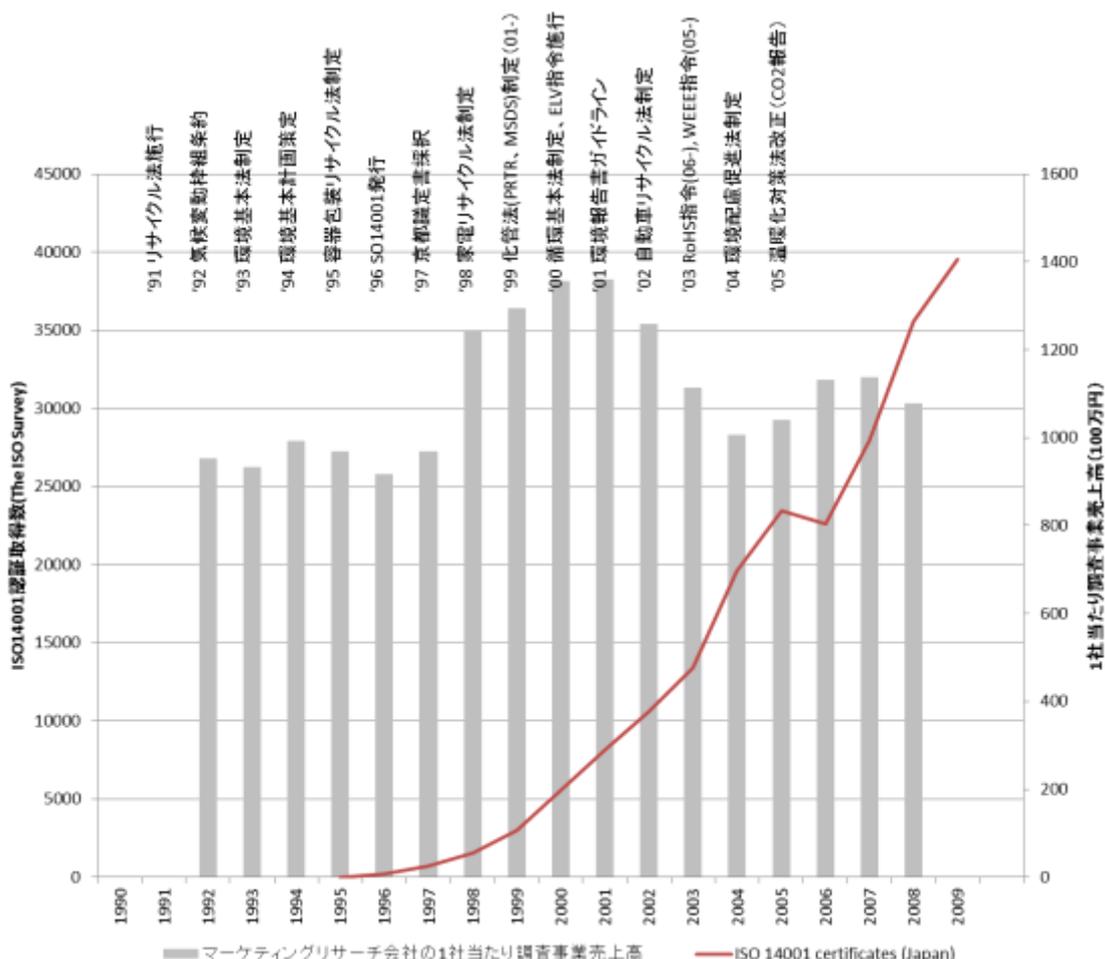


図2 マーケティング・リサーチ会社の調査事業売上高と環境経営の進展 (出所)

(1) マーケティング・リサーチ会社の調査事業売上高

第31回経營業務実態調査、第35回経營業務実態調査 (社) マーケティング・リサーチ協会

<http://www.jmra-net.or.jp/trend/investigation/index.html> (2011年2月16日)

(2) ISO14001 認証取得数

The ISO Survey (各年版)

もし、上記の推察が正しいとすれば、企業が市場や消費者の新しい変化 (のひとつ) として環境に対する関心や意識に関して新たな変化が起こっている、あるいは起こりつつあることを知覚し、それを新しいビジネスチャンスと捉えたことになる。

(1) 環境経営の段階的発展

図3は企業の環境経営の進化を4つの段階に分けて理解しようとするものである。この節では、上記の企業の環境経営の積極的な取組への転換を環境経営の段階的発展の視点から検討する。まず、最も下の第1段階は初期の企業の環境対応を示しており、基本的にはリスク回避のための最低限の法令順守に限定される。そこでは、通常、環境への対応はいわゆる余計なコストと認識されていた。環境被害の加害者として罰金や訴訟などによって大きな損失を被らないように、法令で定められた最低限の環境対応を行うというものである。したがって、こうした対応方法はエンド・オブ・パイプと言われる末端処理技術の導入が中心であった。また、これらの対応は企業の生産管理の一環で環境管理担当によって行われることが多い。

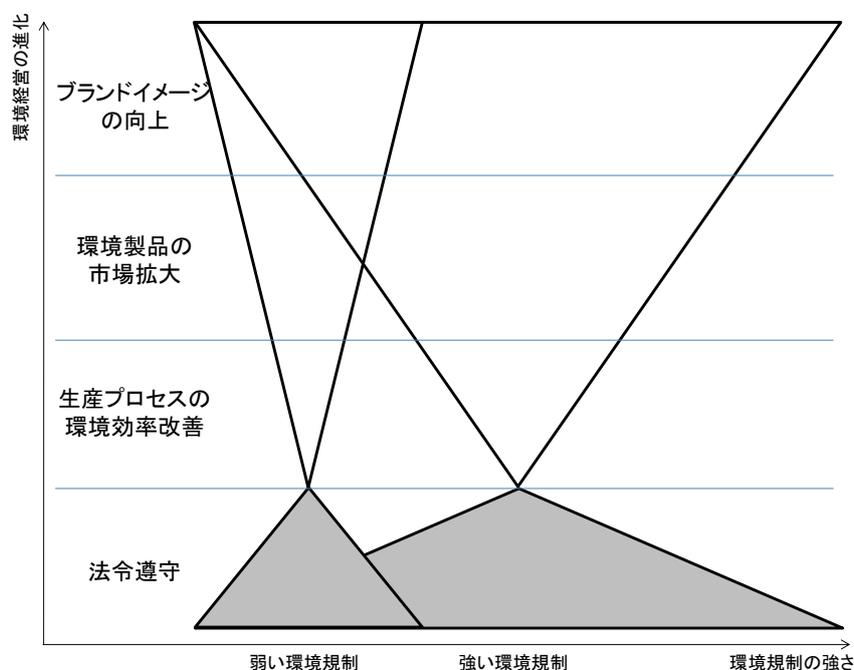


図3 環境経営の取組と経済的見返り

これに対して、環境規制の強化がもたらす経営パフォーマンス(企業の経済パフォーマンス)や国際競争力への影響を議論した初期の環境経営研究にポーター仮説(Porter, 1991)がある。これは上図の法令遵守型から生産プロセスの環境効率改善への移行を対象としている。米国の環境規制強化が、環境対策、すなわちそれまでに見過ごされていた資源利用の非効率な利用を改善するような取り組みを誘発し、それによって企業内部のイノベーションをもたらすことが生産性や環境効率を高めることにつながるため、結果として環境規制の強化は米国企業の国際競争を阻害する要因にはならず、むしろ国際競争力が高まるとの主張であった。こうした第2段階の取り組みの典型として、省エネルギーや資源生産性の向上を図るために行われる生産プロセスの改善がある。いわゆるク

リーナー・プロダクション技術の導入である。こうした技術の導入は、短期的にはエネルギーコストや原材料コストの節減といった直接の経済的見返りが期待できる。また、長期的には、生産効率の改善によって市場でのコスト競争力が高まることが期待される。企業内部での対応としては、末端処理を行う環境管理部門に加えて、生産管理部門を含めた対応が求められる。

さらに、環境経営に積極的に取り組む段階として製品の設計段階から環境配慮を促進し、製品の環境パフォーマンス(製造段階での環境負荷を低減するだけでなく、使用、廃棄の段階での環境負荷を低減する)を高め、それによる新たな市場セグメントを開拓することが考えられる。こうした取組によって期待される経済的見返りは、売り上げの増加や利益率の増加を通じて長期に経済的恩恵をもたらす可能性があり、一般に第2段階のそれに比べて大きいものと推察される。ただし、この段階での成果は消費者や取引企業の環境意識の高まり、環境価値への需要に依存するため、こうした変化をとまなうことを前提としている。これらの対応のために、企業内部では製品の企画段階からの取組が必要となるため、マーケティング、製品企画、製品設計、製造管理などのより広範な部門が連携し、統合的な対応が求められるようになる。

最後に、環境への取組が企業全体の経営理念の中で最も重要な要素となる段階へと到達する。この段階での環境経営は、個別の製品対応や特定の環境問題に対する対応ではなく、企業が社会に対してどのように責任を果たすかという大きな文脈で環境を捉えることとなるため、全社的な取組やトップマネジメントのコミットメントなどが不可欠となる。そして環境経営が企業価値、企業のブランド価値そのものを左右するような状況が想定される。こうした企業価値やブランド価値は、市場での競争力だけではなく、企業の資金調達コストにも大きな影響を及ぼし、経済的な見返りの規模は極めて大きくなる。ただし、この段階でも、第3段階以上に、消費者や取引企業、金融機関などより多くのステークホルダーの環境に対する意識が高まり、具体的な経済行動に影響するような社会や市場を前提としている。

ここで、冒頭の90年代後半の日本企業の状況に話を戻せば、第3段階、第4段階の前提としている状況、すなわち消費者や市場が企業活動や製品の環境的要因に高い関心を持ち、さらに具体的な購買行動に強く影響を及ぼす状況が生まれつつあると認識し、経営の大きな方向転換を図ったと理解できる。図7では、環境経営の経済的見返りについては、プラス(機会)、マイナス(リスク)のいずれにおいても、一般に環境規制が強まれば強まるほど規模が大きくなると考えていることを表している。こうした視点からみると、第3段階、第4段階に到達した場合の経済的見返りが経営方針の大規模な転換を促すほど十分に大きな規模であり、また、そうした状況を作り出すのに十分な程、環境規制が強まったとみることができる。ただし、図7では環境規制の強化と消費者や市場の環境に関する意識の高まりが同時に進行することが想定されている。一般に環境意識の高まりがより強い規制を求めたり受容したりするという側面はあるものの、この想定は必ずしも正しいとは言えない。政府は、規制を強めるだけで

なく、正しい環境情報を市場や消費者に提供し、あるいは必要なインセンティブを消費者に与えることによって、企業の環境経営の取組を消費者が正しく評価し、それにもとづいた消費行動を行うような状況を作り出さなければならない。以上のような問題認識をもとに、本研究では90年代末期以降生まれつつある企業の環境経営を取り巻く新しい状況を環境経営時代と捉え、環境経営の促進を支援するという視点から、企業に対する環境規制と消費者の行動を望ましい方向へ誘導する政策をいかにバランスさせるかを検討することを主題とした。

(2) 研究課題と研究アプローチ

環境経済の政策研究 6「環境経営時代における環境政策と企業行動の関係に関する研究」(環境省)では、上記の主題に対して次のような研究目標と課題設定を行った。

本研究の最終目標は、環境経営を積極的に推進する企業が、より大きな経済的見返りを得るために求められる望ましい環境政策とは何かを提案することである。そのために、まず企業の環境経営をめぐるさまざまな要因の因果的関係を実証的に解明し、その結果を踏まえて望ましい政策を検討する政策研究を行うこととした。そこで、目標に向けて次の5つの課題設定を行った。

課題 1: さまざまな環境政策が業種特性、市場や消費者との関係(BtoB あるいは BtoC などの取引関係や資本構造)、企業規模などによって各企業の経営判断にどのように影響を及ぼすか、についての全体像を示すマッピングを提示する。

課題 2: 企業単位で得られるデータを整理し、財務指標、PRTR対象物質及びCO₂排出量を環境パフォーマンス指標として、生産関数、MAC(限界削減費用)、環境効率指標、環境生産性(環境を考慮した全要素生産性)などの計測を行い、客観指標による企業パフォーマンスを実証的に評価する。また、市場の変化が企業の経済的見返りに影響しているかどうかについても計測する。

課題 3: 環境政策が企業の環境経営(経営理念や組織的資源)にどのような影響を及ぼし、さらに経営理念や組織的資源がどのようなイノベーションを、どのような発生プロセスを得て実現されるのか、また、それがどのように波及していくのかについて明らかにする。

課題 4: 消費者の環境意識と購買行動、環境性能の高い製品に関する潜在需要に関する市場調査を行うことにより、政府の役割や環境情報の有効性を明らかにする。

課題 5: (1)環境政策、(2)消費者行動、(3)投資行動、(4)企業の経営理念・組織的対応からなる環境経営、(5)企業の経営パフォーマンス、(6)企業の環境パフォーマンス、などからなる理論モデル、分析枠組みの妥当性を評価する。

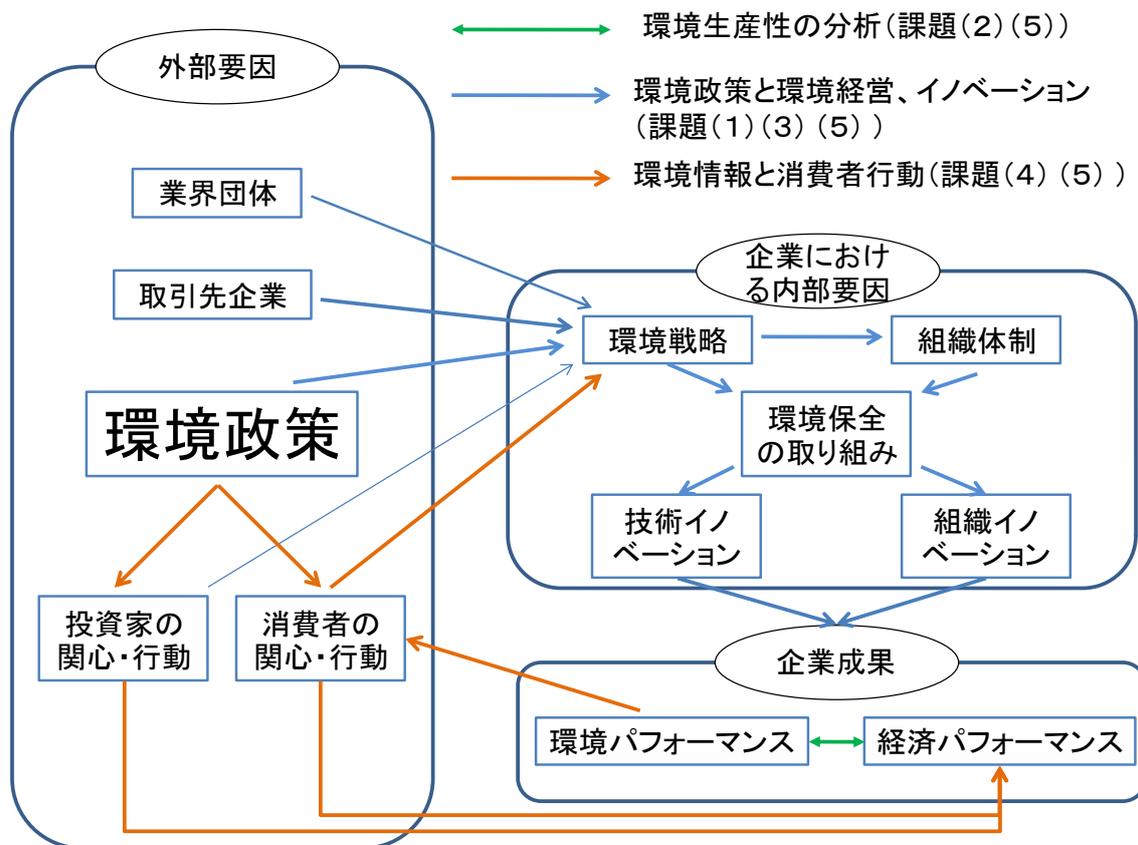


図 4 研究フレームワークと課題間の関連性

図 4 は研究フレームワークと設定した研究課題の関連性を示したものである。研究フレームワークは、企業の環境経営に影響を及ぼす外部要因、企業内部における環境経営の取組、環境経営の客観的な成果、の 3 つで構成されている。環境政策は外部要因を構成する要素の中で最も重要であるが、企業に対する直接的な影響だけでなく、消費者や投資家の関心や行動を、取引先企業や業界団体を通じて間接的に影響を及ぼす役割も想定されている。また、プロアクティブな環境経営を想定し、環境政策を含む環境経営に関する意思決定に影響する外部要因は、企業の環境戦略に直接影響するとした。

他方、企業内部での環境経営に関する取組では、経営戦略としての対応と実施のための組織体制に分けて捉えること、技術的、組織的イノベーションの発生機構を明示的に扱うことが特徴である。さらに、それらを通して企業の環境パフォーマンスや経済パフォーマンスにどのような影響があるか、について分析することとしている。

企業の環境経営の成果としては、本研究では環境パフォーマンスと経済パフォーマンスの 2 つを扱い、両者の関係に着目している。

研究フレームワークの 3 つの構成要素を横断する因果構造として特に着目するのは、企業の環境パフォーマンスが正しい環境情報として消費者や投資家の関心や行動に影響を及ぼしうるかどうか、さらに影響を受けた行動が経済パフ

パフォーマンスに影響するかどうかである。こうした文脈で環境経営を促進するために必要となる政府や環境政策の役割を考察する。

参考文献

Porter, M. 1991. America's Green Strategy, *Scientific American*, 264(4), 168.

金原達夫、金子慎治 2005 「環境経営の分析」、白桃書房

2. 環境経営の進展に関する実証分析

2.1 企業の取組：生産性評価

2.1.1 化学物質対策の評価：フロンティア分析

(1) はじめに

2004年5月に大気汚染防止法の一部が改正され、2006年4月より揮発性有機化合物(VOC)の排出に関する規制(以下、VOC規制)が強化された。現行の大気汚染防止法において、VOC排出に関する法規制対象となるのは複数の条件¹を満たす施設であり、2004年の中央環境審議会の意見具申では2010年度でのVOC排出量を、2000年度を基準として3割削減することを目指している。その内訳は、法規制となる施設で1割、業界団体による自主的取り組みによる削減で2割削減と、規制と自主的取り組みのベストミックスによる取り組みが進められている。規制対象施設での対策や、企業の自主的なVOC排出対策の結果、2000年度から2008年度にかけて、製造業からの排出量は約96.5万トンから59.8万トンへと38%の削減を達成している(環境省, 2008)。

我が国の化学物質排出に関する法令規制は1967年の公害対策基本法にはじまり、様々な環境政策が実施されてきた(表1)。しかし、国内製造業に対する広範囲の化学物質を対象とした排出量削減の自主的取り組み制度は、VOC規制が初めてである²。一般に、環境規制に対して企業は法令基準を満たし、汚染防止費用の最小化となる行動を取るため、環境規制による汚染削減はその基準によって大きく影響される。一方で、自主的取り組みアプローチでは、企業は自社にとってメリットがある場合には、目標に設定されている基準以上の汚染削減を達成する可能性が指摘できる(Arora and Cason, 1995)。この考えの実証的な根拠となるのが米国の33/50 program³と、我が国で1996年に導入された有害大気汚染物質に関する自主管理計画である。33/50 programでは、1988年から1995年にかけて有害化学物質排出量削減の自主的取り組みが進んでおり、このプログラムによって1988年基準で1992年には40%、1995年には55%の有害化学物質排出量の削減を達成した。33/50 programの終了後には多くの研究でプログラムの評価を行っており、その多くは33/50 programによって米国製造業企業は経済効率性を圧迫することなく、効果的に対象化学物質の削減を達成したとして

¹ VOCの法規制の対象施設は、(1)塗装施設及び塗装後の乾燥・焼付施設、(2)化学製品製造における乾燥施設、(3)工業用洗浄施設及び洗浄後の乾燥施設、(4)印刷施設における印刷後の乾燥・焼付施設、(5)VOCの貯蔵施設、(6)接着剤使用施設における使用後の乾燥・焼付施設の6つであり、その中で一定規模以上の送風機や貯蔵タンクを有するもの。

² すでに1997年から1999年、2001年から2003年にかけて、それぞれ第一期、第二期の有害大気汚染物質に関する自主管理計画の実施が策定されているが、対象となる毒性化学物質はベンゼンなど12種に限定されている。

³ Toxic Release Inventory (TRI)の中から17種を対象物質とし、その排出量を企業の自主的取り組みによって、1988年基準で、1992年までに33%、1995年までに50%の削減を目指すプログラム。

いる。(Zatz and Harbour(1999); Khanna and Damon(1999); Gamper-Rabindran (2006); Vidovic and Khanna(2007); Sam et al.(2009))。

表1 我が国の化学物質排出規制及び関連する法律

年	法令・規制
-1985	-公害対策基本法(1967-1993)、大気汚染防止法制定(1968) -水質汚濁防止法公布(1970)、化審法の制定(1973)
1985-1989	-化審法一部改正(有機塩素系溶剤等の規制開始)(1986)
1990-1994	-自動車 NO _x ・PM 法制定(1992年)、環境基本法(1993年) -第1次環境基本計画(環境リスクの概念を提示)(1994)
1995-1999	-大気汚染防止法一部改正(有害大気汚染物質に関する規定を追加)(1996) -有害大気汚染物質に関する第1期自主管理計画の実施(1997-1999年) -特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律(PRTR法)公布(1999年)
2000-2004	-第2次環境基本計画において多様な対策手法(規制+自主的取組)による取組を提唱(2000年) -ダイオキシン特措法の制定(2000年) -化審法一部改正(生態系への影響の観点を導入)(2003年) -有害大気汚染物質に関する第2期自主管理計画の実施(2001-2003年) -大防法一部改正(VOC規制の導入)(2004)
2005-2009	-第3次環境基本計画において、WSSD2020年目標に向けた取組を規定 -ダイオキシン特措法の一部改正(毒性等価係数の見直し)(2008年) -PRTR法一部改正(対象物質の見直し、医療業の追加)(2008年) -自動車 NO _x ・PM 法一部改定(2008年)

我が国の有害大気汚染物質に関する自主管理計画においても、第一期(1997年-1999年)では77の業界団体が参加し、1995年の排出量を基準で41%の排出量削減(目標35%)を達成している。さらに第二期(2001年-2003年)でも、74の参加業界団体により1999年基準で排出量の57%削減(目標40%)と大幅な排出量削減を達成した。これら二つの事例では、自主的取り組みによる有害化学物質排出量削減の取り組みを進めることで、企業は設定された目標以上の成果を達成してきた。

こうした企業の自主的取り組みの事例を研究対象とした論文は多数見られるが、米国の33/50 programに着目した研究や、国内の有害大気汚染物質に関する自主管理計画の評価報告書などでは、プロジェクト全体の評価が主となってお

り、各企業の業種特性などを明示的に考慮した研究は少ない。しかしながら、表2にあるように製造業では業種によって原材料投入として使用する化学物質の種類は異なり、さらに塗装などの製造工程が必要な業種においてはトルエンやキシレンといった VOC の利用が必要不可欠である。このように業種によって VOC 排出対策に必要な費用負担や労力が異なる中で、各業種の企業が経済効率性を圧迫せずに毒性化学物質排出量の削減を達成しているかどうかを明らかにすることは、今後日本の製造業が国際競争力を高める上で重要である。

表2 各業界団体における VOC 排出対策取り組み

業種	主な業界団体	主な取り組み
ゴム製品	日本ゴム工業会	処理装置(活性炭回収装置等)の設置、設備の密閉化 VOC フリーの資材採用、材料管理による削減 接着剤・粘着剤のエマルジョン化の検討
パルプ・紙	日本製紙連合会	排ガス処理機の設置(蓄熱燃焼式脱臭装置等) 薬品の代替、原材料の無溶剤化(水性化)
化学製品	日本化学工業協会	日化協 PRTR を策定し、独自の報告制度を採用、 活性炭吸着、運転条件変更、溶媒・溶剤の変更、 焼却炉等利用、 油・水等吸収、触媒酸化、冷却凝縮、系の密閉化、 配管接続
非鉄金属	軽金属製品協会	粉末塗装設備の導入、塗装設備・塗装条件の見直し 塗装設備更新による塗着効率の向上、従業員教育
鉄鋼業	日本鉄鋼連盟	設備更新(VOC を使用しない洗浄設備導入) 代替物質化(塗料中の VOC を代替)
出版・印刷	日本印刷産業連合会	VOC 処理装置導入、インキ類の VOC 低濃度化 材料の代替化、管理強化
一般機械・電気機器	電機・電子4団体 ⁴	代替物質への転換、施設・設備等の改善 工程・作業管理の適正化、回収・処理設備の設置
自動車	日本自動車工業会	塗着効率向上、洗浄シンナー対策(使用量低減・回収)、ハイソリッド塗料の採用、水系塗料の採用

VOC 規制を研究対象とした理由として次の二つが挙げられる。1つめは、企業の化学物質排出量データが PRTR 制度の導入により 2001 年度から可能となった点である。VOC 規制は 2004 年に公布、2006 年に施行されていることから、

⁴ (社)電子情報技術産業協会(JEITA)、情報通信ネットワーク産業協会(CIAJ)、(社)ビジネス機械・情報システム産業協会(JBMIA)、(社)日本電機工業会(JEMA)の4団体

規制前と規制後の比較が可能となる。二点目は対象となる化学物質の数が多い点である。前述した 33/50 program や有害大気汚染物質に関する自主管理計画では、対象となる化学物質の種類がそれぞれ 17 種と 12 種であり、米国の Toxic Release Inventory や国内の PRTR 制度で対象とされている化学物質の種類と比較して少ない。対象物質が少ない場合には、企業は容易に対象化学物質を、対象とされていない化学物質で代替するという対策を行うことが可能となる。加えて、対象化学物質を使用する業界が限定されるため、分析対象となる企業データの取得が難しい点が挙げられる。一方で VOC 規制では、広範囲に渡り化学物質を網羅していることから、こうした問題は比較的小さいと考える。

本研究の目的は、国内製造業 10 業種を対象に、VOC を考慮した生産性分析を業種別に行い、その分析結果を比較することで、経済効率性を圧迫することなく VOC 排出量の削減を達成している業種を明らかにすることである。加えて、各業種の自主的取り組みの方法を参考に、業種間において生産性の推移に違いが生じた理由について考察を行う。

(2) 分析方法

(2.1) 効率性評価手法

本研究では従来の生産性分析に用いる労働、資本などの投入要素(以下、市場投入財)と売上などの望ましい産出(以下、市場産出財)に加えて、毒性化学物質などの望ましくない産出(以下、環境産出財)を用いた生産非効率性の評価が可能である Directional Distance Function (DDF)を適用することで効率性評価を行う。市場投入財 x 、市場産出財 y 、環境産出財 b を用いて生産可能集合 $P(x)$ を次のように定義する。

$$P(x) = \{(y, b) \mid x \text{ can produce } (y, b)\} \quad (1)$$

生産可能集合 $P(x)$ 内に存在するサンプルの非効率性 $D(x, y, b \mid g_x, g_y, g_b)$ は、サンプルと効率的な生産を達成しているサンプル群で生成されるフロンティアラインとの距離 β と、非負の方向ベクトル (g_x, g_y, g_b) を用いることによって、次のように定義する。

$$D(x, y, b \mid g_x, g_y, g_b) = \text{Sup}\{\beta \mid (y + \beta g_y, b - \beta g_b) \in P(x - \beta g_x)\} \quad (2)$$

上記のように $D(x, y, b \mid g_x, g_y, g_b)$ を定義することで、式(3)が成立する。

$$(y, b) \in P(x) \text{ if and only if } D(x, y, b \mid g_x, g_y, g_b) \geq 0 \quad (3)$$

また式(2)は Chung et al. (1997)によって次のように定式化される。ここでは k 番目のサンプルについての計算式を示す。

$$\bar{D}(x_k^l, y_k^m, b_k^r, g_{x^l}, g_{y^m}, g_{b^r}) = \text{Maximize } \beta_k, \quad (4)$$

$$\text{s.t. } \sum_{i=1}^N \lambda_i x_i^l \leq x_k^l + \beta_k g_{x^l} \quad l = 1, \dots, L, \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^N \lambda_i y_i^m \geq y_k^m + \beta_k g_{y^m} \quad m = 1, \dots, M, \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^N \lambda_i b_i^r = b_k^r + \beta_k g_{b^r} \quad r = 1, \dots, R, \quad (7)$$

$$\lambda_i \geq 0 \quad (i = 1, \dots, N), \quad (8)$$

x_k^l は $L \times N$ の市場投入財データ行列 X の l 行 k 列番目の要素であり、 y_k^m は $M \times N$ の市場産出財データ行列 Y の m 行 k 列番目の要素である。また b_k^r は $R \times N$ の環境産出財データ行列 B の r 行 k 列番目の要素である。制約式(5), (6), (7)の左辺は効率的なサンプルで構成されるフロンティアラインを表しており、 λ_i は非効率的なサンプルが参照するフロンティア曲線上の点を一意的に決定するパラメータである。制約式(5), (6), (7)の右辺は評価対象となるサンプルを用いている。 β は各サンプルとフロンティアラインとの距離を表しており、制約条件を満たす中で最大の距離が生産非効率性 $D(x, y, b / g_x, g_y, g_b)$ となる。以下、環境産出財 b を考慮した計算式から推計される生産性を環境生産性と呼ぶ。また、環境産出財を考慮せず、(7)式を除いた計算式から推計される生産性を市場生産性と呼ぶ。

(2.2) 生産性変化の推計

DDFの分析結果を用いて生産性変化を計算する手法としてLuenberger(1992)やChambers et al.(1998)によって発展してきたLuenberger productivity indicator (LPI)を利用する。LPIは以下の計算式で定義され、生産性変化の要因を技術変化(TECHCH)と効率性変化(EFFCH)に分解することが可能である(Chambers, 1998)。

$$LPI_t^{t+1} = TECHCH_t^{t+1} + EFFCH_t^{t+1} \quad (9)$$

$$TECHCH_t^{t+1} =$$

$$\frac{1}{2} \{ \bar{D}^{t+1}(x_t, y_t, b_t) + \bar{D}^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1}, b_{t+1}) - \bar{D}^t(x_t, y_t, b_t) - \bar{D}^t(x_{t+1}, y_{t+1}, b_{t+1}) \} \quad (10)$$

$$EFFCH_t^{t+1} = \bar{D}^t(x_t, y_t, b_t) - \bar{D}^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1}, b_{t+1}) \quad (11)$$

ここでLPIの説明を図5を用いて行う。図5では縦軸に市場産出財 y を、横軸に環境産出財 b をとり、 t 年と $t+1$ 年の二期間を考え、4つの生産主体A, B, C, Kが生産を行い、A, B, Cが効率的と評価されているケースである。この場合、フロンティアラインはA, B, Cにより形成され、Kはフロンティアラインを参照することで、生産非効率性の計測が可能となる。以下、Kに焦点を当てLPIの説明を行う。点O, Pは、Kから伸ばした方向ベクトルとフロンティアラインとの交点を意味する。式(10), (11)中の $\bar{D}^t(x_t, y_t, b_t)$ は図5中の線分 $|K_t O_t|$ の距離であり、この距離が大きいほどKは非効率と評価される。また、 $\bar{D}^{t+1}(x_t, y_t, b_t)$ は $t+1$ 年の

フロンティアラインでt年の生産を評価した場合の非効率性であり，図 10 中の線分 $|K_t O_{t+1}|$ である。ここで，前述したTECHCHを図 10 中の記号を用いて表すと， $TECHCH = (|K_t O_{t+1}| + |K_{t+1} P_{t+1}| - |K_t O_t| - |K_t P_{t+1}|) / 2 = (|O_t O_{t+1}| + |P_t P_{t+1}|) / 2$ となり， K_t と K_{t+1} から観測したフロンティアシフトの算術平均となる。EFFCHは図 10 中の $|K_t O_t| - |K_{t+1} P_{t+1}|$ で表され， $EFFCH > 0$ であれば， K がフロンティアラインにキャッチアップしていることを意味する。LPIはTECHCHとEFFCHの和であり，フロンティアシフトを考慮した生産効率性変化を意味する。分析に用いる方向ベクトルには，環境生産性分析を行うため，Chambers et al.(1998)を参考にOutput oriented directional vector $(g_x, g_y, g_b) = (0, y, -b)$ を採用した。

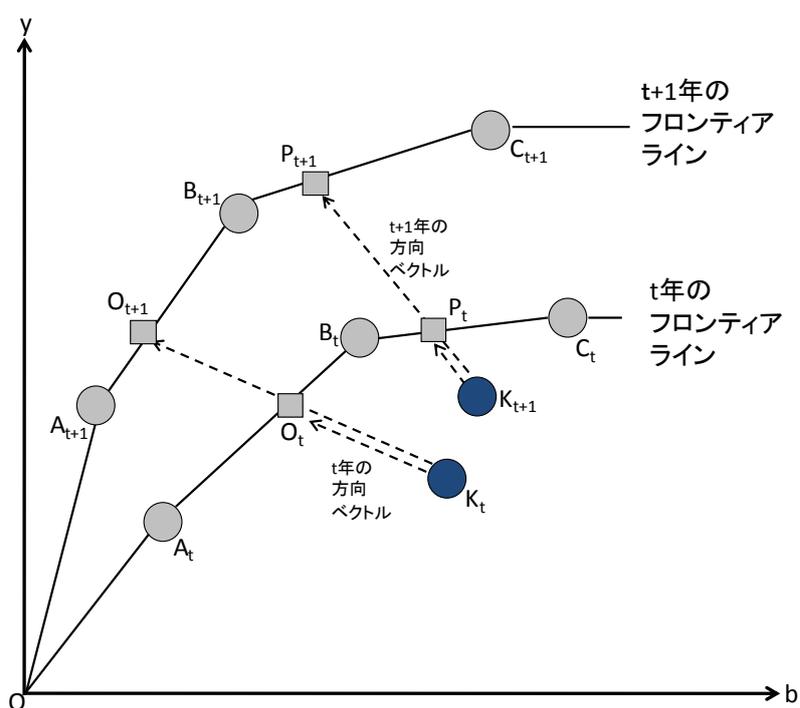


図 5 Luenberger Productivity Indicator の説明

環境生産性の変化を考察する上で，その変化が市場生産性の変化によってもたらされたものなのか，環境産出財の排出量変化によるものなのかを明確にする必要がある。従って本研究では，環境産出財の排出量変化が環境生産性に与える寄与度の推計を行う。環境生産性と市場生産性の差を取ることで，環境生産性の変化に環境産出財の変化がどれほど寄与しているかを抽出することが可能である(Kaneko, 2004; Managi, 2007)。この寄与度の推移を時系列で考察することにより，各業種の企業の環境産出財の変化が環境生産性にどのように寄与しているのかを明らかにする。

(3) データ

分析に使用するデータは、市場産出財に売上、環境産出財としてVOC排出量、市場投入財に資本ストック、労働コスト、原材料コストを用いた。財務データは2000年価格に基準化して使用する⁵。財務データは日経メディアマーケティング社のNEEDSデータベースから作成した。VOC排出量は、国が公表しているPRTR届出データベースより、別途環境省が定めるVOC規制対象化学物に該当する主な100物質として示す物質の中から、比較的排出量の多い37種を選択し、排出量の総和を利用する。分析対象期間は、化学物質排出量データが利用可能な2001年から2008年であり、分析対象業種は基礎素材型産業であるゴム製品製造業(13社)、パルプ・紙製品製造業(8社)、化学製品製造業(111社)、非鉄金属製造業(24社)、鉄鋼業(23社)の5業種と、生活関連型及び加工組立型産業である繊維製品製造業(18社)、印刷・同関連業(7社)、一般機械製造業(62社)、電気機器製品製造業(41社)、自動車製造業(41社)の10業種である。分析に使用する企業サンプルは東証一部上場企業であり、大規模企業である。本分析対象の10業種で2000年における製造業のVOC排出量の75%を占める。

表3 分析対象サンプルの売上高の推移(億円)

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
ゴム製品	650	639	705	748	794	842	882	781
パルプ・紙	3,308	3,231	3,283	3,429	3,515	3,502	3,678	3,517
化学製品	1,325	1,392	1,507	1,706	1,987	2,301	2,475	2,787
非鉄金属	2,047	2,039	1,916	1,913	1,958	2,111	2,244	2,191
鉄鋼業	830	862	907	995	1,081	1,260	1,376	1,420
繊維製品	1,218	1,158	1,142	1,181	1,339	1,391	1,450	1,298
出版・印刷	1,293	1,284	1,246	1,247	1,234	1,406	1,482	1,356
一般機械	1,122	1,105	1,133	1,279	1,414	1,612	1,731	1,691
電気機器	5,994	6,771	8,003	9,598	11,627	13,731	16,124	15,971
自動車	6,753	7,009	7,186	7,909	9,045	9,902	10,664	9,910

表4 分析対象サンプルの資本ストックの推移(億円)

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
ゴム製品	801	767	805	798	884	924	946	904
パルプ・紙	2,333	2,361	2,500	2,675	2,926	3,004	2,989	2,884
化学製品	1,329	1,466	1,646	1,713	1,904	1,936	1,927	1,811
非鉄金属	2,528	2,427	2,454	2,381	2,546	2,528	2,664	2,547
鉄鋼業	772	772	808	822	906	937	908	891
繊維製品	1,211	1,196	1,209	1,201	1,245	1,265	1,238	1,193

⁵内閣府から公表されている平成20年度国民経済計算確報内の総資本形成を用いて資本ストックを基準化、経済活動別総生産を用いて売上を基準化した。さらに総務省統計局が公表している消費者物価指数を用いて労働コストを基準化、卸売物価指数を用いて原材料費の基準化を行った。

出版・印刷	1,758	1,684	1,726	1,683	1,776	1,987	1,994	1,843
一般機械	938	903	1,022	1,087	1,354	1,448	1,335	1,188
電気機器	3,768	3,728	3,819	3,905	4,185	4,368	4,393	4,170
自動車	4,116	4,119	4,416	4,577	4,929	5,146	5,129	4,906

表5 分析対象サンプルの労働コストの推移(億円)

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
ゴム製品	102	92	89	85	84	76	91	90
パルプ・紙	325	321	310	291	278	277	271	275
化学製品	218	222	230	226	226	228	232	232
非鉄金属	234	222	214	200	187	175	169	166
鉄鋼業	95	90	90	86	85	86	88	88
繊維製品	169	155	142	139	142	140	143	139
出版・印刷	161	147	148	146	152	156	160	156
一般機械	191	183	182	179	182	183	187	193
電気機器	793	733	729	707	717	722	715	689
自動車	719	735	748	747	779	783	791	750

表6 分析対象サンプルの原材料コストの推移(億円)

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
ゴム製品	173	181	200	211	223	242	261	222
パルプ・紙	501	495	502	518	524	549	613	590
化学製品	342	378	416	446	449	481	493	548
非鉄金属	749	762	709	702	727	759	871	817
鉄鋼業	253	265	273	301	325	351	372	343
繊維製品	501	499	496	512	556	572	567	435
出版・印刷	582	588	601	612	644	720	777	695
一般機械	475	466	476	530	591	662	704	653
電気機器	2,332	2,437	2,674	3,052	3,471	3,835	4,035	3,382
自動車	4,502	4,958	5,158	5,530	6,157	6,696	7,223	6,009

表7 分析対象サンプルの VOC37物質排出量の推移(トン)

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
ゴム製品	228	207	224	241	251	254	253	194
パルプ・紙	1,116	913	582	227	126	111	111	80
化学製品	435	467	459	369	359	328	293	236
非鉄金属	402	317	291	151	146	126	124	112
鉄鋼業	215	196	171	154	151	135	124	93
繊維製品	93	75	69	74	70	56	54	45
出版・印刷	103	84	79	73	68	68	76	63
一般機械	125	114	121	116	105	104	112	94
電気機器	56	53	53	52	51	49	48	38
自動車	637	575	546	497	426	406	397	330

(4) 分析結果

生産性分析の結果を図6から図9、生産性推移の構造を表す EFFCH と TECHCH の指標の推移を表8と表9に示す。

(4.1) 基礎素材型産業

図6より基礎素材型産業の5業種すべてで2001年から2008年にかけて環境生産性が上昇しており、特にゴム製品製造業とパルプ・紙製品製造業で大幅に改善していることが明らかとなった。加えて、図7よりゴム製品製造業とパルプ・紙製品製造業で VOC 排出量変化の寄与度が2003年から上昇していることから、これら二つの業種では VOC 排出量の変化が環境生産性を大きく押し上げる形で寄与したと言える。また、複数の業種で2003年から2004年にかけて環境生産性の上昇が開始しているが、これは2004年5月に大気汚染防止法が改正され、VOC規制が2006年に施行されることを受け、各業界において規制の先取りを行い、自主的取り組みが積極的に行われた成果であると考えられる。規制の先取りとは、将来施行されると考えられる環境規制の先取りを行い、自主的に環境規制の遵守を試みる企業戦略の1つである。規制の先取りを行うことで、企業は環境規制が施行されるまでの期間に企業全体で問題意識の共有が可能となり、対応策を研究・開発することでノウハウを蓄積し、より効果的で安価な対策を講じることが出来る。加えて、VOC 排出削減の自主的取り組みを後押しする形で、地方自治体による事業も積極的に展開されている。平成15年度より、印刷・塗装工場等を対象とした比較的安価で省スペース型の排ガス処理装置について技術評価を行うことで、VOC 排出対策技術の開発及び普及の促進を目的とした「VOC脱臭処理装置技術評価事業」が、環境省と東京都により共同で開始されている。こうした官・民の連携による環境保全取り組みは、企業の費用負担軽減や対策技術のスピルオーバーを通じ、VOC対策を講じるインセンティブを高め、環境保全効果を上昇させると考える。

次に、環境生産性の推移の構造を考察する。表8より基礎素材型産業では、非鉄金属製造業を除く4業種で TECHCH が大幅に上昇している。従って、これら4

業種では効率的な企業が技術進歩を達成することで、より VOC 排出を抑制しながら、売上を増加させている。また4業種の EFFCH の値は0近傍を推移していることから、効率的な企業で形成されるフロンティアラインと非効率的な生産を行っている企業との効率性格差に大きな変化は見られなかった。よって、非鉄金属製造業を除く4業種では、効率的な企業が技術進歩により環境生産性を向上させるとともに、非効率的な企業もフロンティアラインがシフトするスピードに遅れることなく効率性を改善させており、業界全体として生産効率性を改善させている構造であることが分かる。一方で、非鉄金属製造業では、EFFCH がプラスで推移していることから、フロンティアラインと非効率的企業との効率性格差が縮小したことが明らかとなった。

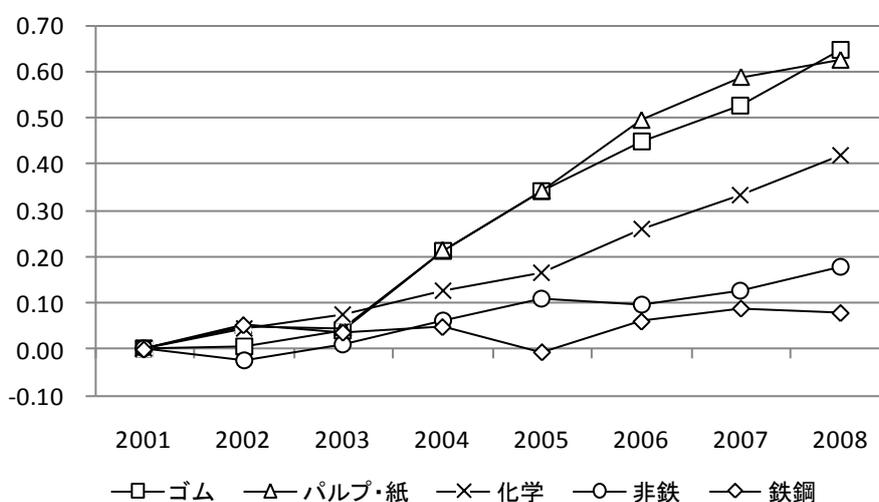


図6 基礎素材型産業の LPI の推移

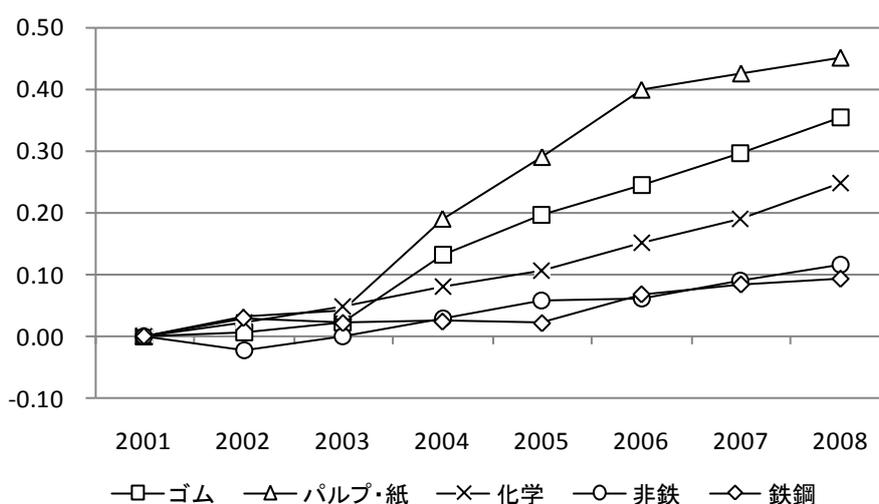


図7 基礎素材型産業の VOC 排出量変化が LPI に与えた影響の推移

表8 業種別の EFFCH と TECHCH の推移

業種	指標	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
ゴム	EFFCH	0.00	0.01	-0.00	0.03	0.02	0.03	0.02	0.01
	TECHCH	0.00	-0.03	0.02	0.15	0.27	0.37	0.44	0.56
パル プ・ 紙	EFFCH	0.00	0.00	-0.01	0.03	-0.01	0.05	0.06	0.03
	TECHCH	0.00	0.05	0.05	0.20	0.39	0.49	0.57	0.63
化学	EFFCH	0.00	0.03	0.00	-0.01	0.00	-0.01	-0.03	-0.03
	TECHCH	0.00	0.01	0.07	0.13	0.16	0.27	0.38	0.46
非鉄	EFFCH	0.00	0.03	0.03	0.04	0.05	0.03	0.03	0.05
	TECHCH	0.00	-0.07	-0.03	0.02	0.05	0.06	0.08	0.12
鉄鋼	EFFCH	0.00	0.03	0.05	0.00	0.01	-0.02	-0.01	-0.02
	TECHCH	0.00	0.03	0.00	0.06	-0.00	0.08	0.10	0.09

(4.2) 生活関連及び加工組立型産業

次に生活関連型及び加工組立型産業の分析結果を考察する。加工組立型産業では、電気機器製品製造業が大幅に環境生産性を改善させており、2001年から2008年にかけて環境生産性が倍増している。これは、2001年と同程度の投入財で、2008年には売上を倍増させ、VOC排出の半減を達成していることを意味する。電気機器製品製造業が2001年から環境生産性を改善しているのに対し、一般機械製造業や自動車製造業は2003年から2004年にかけて環境生産性の改善が始まっている。加えて、一般機械と電機機器製品製造業の2業種ではEFFCHが負であり、フロンティアラインと非効率的な企業との間で観測される効率性格差が拡大していることが明らかとなった。こうした結果が得られた背景の一つとして、欧州の環境規制が挙げられる。加工組立型産業では、2003年に施行されたEnd-of Life Vehicles Directive(ELV)指令や2006年に施行されたRoHS指令により、製品に含有されるカドミウム、鉛、水銀、六価クロムを規制され、製品デザインや製造工程の見直しが急務となった。よって、国内の加工組立型産業は、VOC排出削減のみならず、ELV指令やRoHS指令への対応を行い、化学物質の包括的に管理する必要がある。しかし包括的な化学物質の対策を行うためには、企業の人的資源や資本設備の充実が必要不可欠であり、有効な対策を策定できない企業も存在している。加えて、RoHS指令やELV指令においては、基準を超えた製品は欧州市場での販売が行えなくなるため、罰則がないVOC規制の自主的取り組みは相対的に優先度が低くなる。こうした背景から、加工組立型産業では、VOC対策が進んでいる企業群と、対策が遅れている非効率な企業群とに分かれる結果となった。

次に生活関連型産業では、出版・印刷業と繊維製品製造業で環境生産性の改善が確認された。しかし、2001年から2003年にかけて出版・印刷業で環境生産性が低下しているが、これは売上の減少と原材料価格の高騰に起因するものである。加えて、表9から出版・印刷業では他産業と比較してTECHCHの値が低

く、技術進歩による生産性改善幅が小さい。一方で、EFFCH がプラスであることから、非効率的な生産を行っていた企業がフロンティアラインに近づいた構造である。こうした結果が得られた理由として、出版・印刷業の VOC 物質利用に関する業種特性が挙げられる。出版・印刷業は、他の製造業と異なり印刷施設の種類によって VOC 排出の構造が大きく異なっている。凸版印刷やダンボール、新聞などを印刷する場合には酸化重合・浸透乾燥型印刷インキを使用するため、VOC 成分はほとんど大気中に排出されない。また、グラビア印刷施設では、蒸発乾燥型インキを使用しているが、出版グラビアの場合にはインキの主成分がトルエン単一であるため、回収後の再利用が可能となる。こうした印刷施設では VOC 削減取り組みが比較的安価であるため、導入が容易であると言える。一方で、印刷・出版業の VOC 排出の6割以上を占めるのが特殊グラビア印刷施設であり、主に菓子などのパッケージに利用される軟包装や、建材、紙器に利用される。特殊グラビア印刷施設では、複数の化学物質を混ぜ合わせた混合溶剤を利用するため、回収後の再利用が難しい。

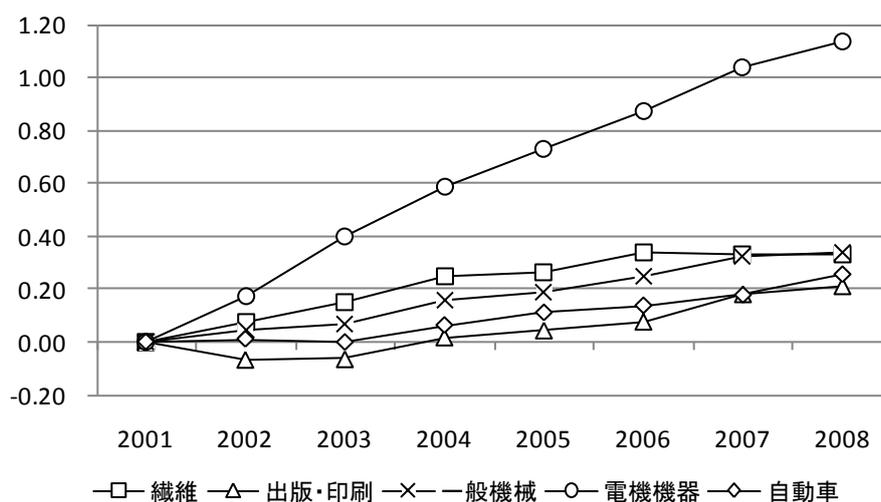


図8 生活関連・加工組立型産業の LPI の推移

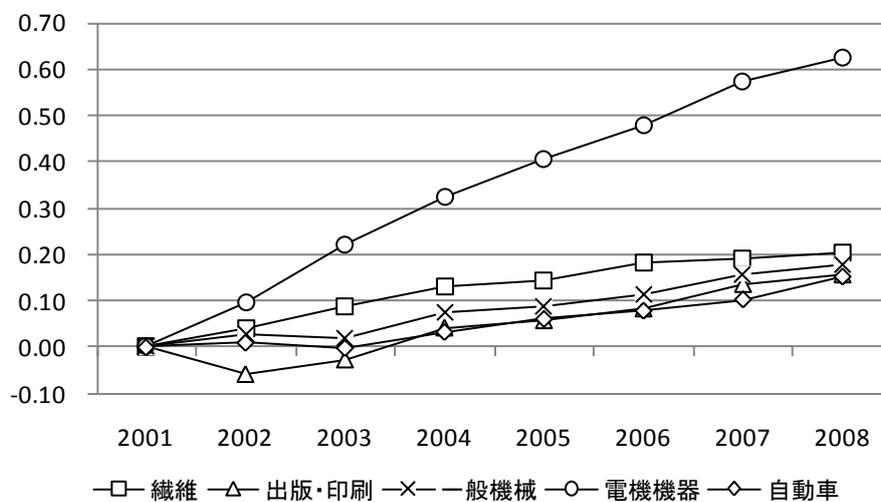


図9 生活関連・加工組立型産業の VOC 排出量変化が LPI に与えた影響の推移

表9 業種別の EFFCH と TECHCH の推移

業種	指標	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
繊維	EFFCH	0.00	0.01	-0.02	-0.03	0.02	-0.01	0.02	-0.07
	TECHCH	0.00	0.10	0.23	0.37	0.39	0.52	0.50	0.54
出版・印刷	EFFCH	0.00	0.01	0.02	0.03	0.01	0.04	0.03	0.04
	TECHCH	0.00	-0.08	-0.09	-0.02	0.02	0.01	0.10	0.11
一般機械	EFFCH	0.00	-0.03	-0.03	-0.07	-0.05	-0.07	-0.05	-0.12
	TECHCH	0.00	0.08	0.10	0.23	0.25	0.32	0.38	0.46
電気機器	EFFCH	0.00	-0.07	-0.08	-0.06	-0.07	0.00	-0.06	-0.11
	TECHCH	0.00	0.24	0.48	0.65	0.81	0.87	1.10	1.25
自動車	EFFCH	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02	-0.00
	TECHCH	0.00	0.00	-0.02	0.04	0.07	0.08	0.13	0.24

また印刷技術の進歩により、水性インキによるグラビア印刷を導入することで VOC 排出量を削減することが可能であるが、印刷速度の低下や費用増加、使途が限定される理由などから普及は進んでいない。従って、低費用負担での対策可能な工程は、低 VOC 溶剤への変更や、設備運転時間の管理の徹底などに限られる。加えて、VOC 規制の規制対象施設の中に、印刷施設及び印刷後の乾燥・焼付施設が含まれていることから、多くの印刷業企業は規制対象施設を有することとなる。従って、規制対象施設を有することで、出版・印刷業界全体が VOC 排出削減に取り組んでいるが、排出削減の対策に限りがあるため技術進歩を達成することが難しい状況にあると言えよう。出版・印刷業のような特殊な業種特性を持つ産業には、技術進歩を促す政策や設備投資に対する補助金などの優遇政策が効果的であると考えられる。

(5) 結論

本分析の結論を以下にまとめる。(1)国内製造業10業種では、2001年から2008年にかけて環境生産性が改善しており、経済効率性を犠牲にすることなく VOC 排出量の削減を達成した。(2)多くの業種で環境生産性の改善は、効率的な企業の技術進歩によって達成されているが、出版印刷業など特殊な業種特性を持つ産業では、対策に限りがあるため、地方自治体や政府による取り組みが重要となる。

参考文献

Arimura, T.H., Hibiki A., Katayama, H., 2008. Is a voluntary approach an effective environmental policy instrument? A case for environmental management systems, *Journal of Environmental Economics and Management* 55, pp.281-295.

- Arora, S., Cason, T.N., 1995. An Experiment in Voluntary Environmental Regulation: Participation in EPA's 33/50 Program, *Journal of Environmental Economics and Management* 28, pp.271-286.
- Capelle-Blancar, G., Laguna, M.A., 2010. How does the stock market respond to chemical disasters? *Journal of Environmental Economics and Management* 59, pp. 192-205.
- Chambers R.G., Chung Y.H., Färe R., 1998. Profit, directional distance functions, and nerlovian efficiency. *Journal of Optimization Theory and Applications* 98(2), 351-364.
- Chittock, D.G., Hughey, K.F.D., A review of international practice in the design of voluntary Pollution Prevention Programs, *Journal of Cleaner Production* forthcoming.
- Chung Y.H., Färe R, Grosskopf S., Productivity and undesirable output: A directional distance function approach. *Journal of Environmental Management* 51, pp.229-240, 1997.
- Gamper-Rabindran, S., 2006. Did the EPA's voluntary industrial toxics program reduce emissions? A GIS analysis of distributional impacts and by-media analysis of substitution, *Journal of Environmental Economics and Management* 52, pp. 391-410.
- Hamilton, J.T., 1995. Pollution as News: Media and Stock market Reactions to the Toxic Release Inventory Data, *Journal of Environmental Economics and Management* 28, pp98-113.
- Kaneko, S., Managi, S., 2004. Environmental productivity in China, *Economic Bulletin* 17(2), 1-10.
- Khanna, M., Damon, L.A., 1999. EPA's Voluntary 33/50 Program: Impact on Toxic Releases and Economic Performance of Firms, *Journal of Environmental Economics and Management* 37, pp. 1-25.
- Kolominskas, C., Sullivan, R., 2004. Improving cleaner production through pollutant release and transfer register reporting process, *Journal of Cleaner Production* 12, pp. 713-724.
- Managi, S., Pradyot, R. J., 2007. Productivity and environment in India, *Economic Bulletin* 17(1), 1-14.
- Sam, A.G., Khanna, M., Innes, R., 2009. Voluntary Pollution Reduction Programs, Environmental Management, and Environmental Performance: An Empirical Study, *Land Economics* 85(4), pp.692-711.
- Vidovic, M., Khanna, N., 2007. Can voluntary pollution prevention programs fulfill their promises? Further evidence from the EPA's 33/50 Program, *Journal of Environmental Economics and Management* 53, pp.180-195.
- Zatz, M., Harbour Shana, 1999. The United States Environmental Protection Agency's 33/50 Program: the anatomy of a successful voluntary pollution

reduction program, Journal of Cleaner Production 7, pp.17-26.

環境省(2008) 第15回「揮発性有機化合物排出インベントリ検討会」資料。
 (社)日本印刷産業連合会(2004) 印刷産業における VOC の使用・排出抑制の現状,
 揮発性有機化合物(VOC)排出抑制対策検討会接着小委員会(第2回)議事要
 旨 参考資料1。

補足

本研究で使用した37化学物質のリスト(化学物質名[政令番号])

アクリル酸[3]	アクリル酸メチル[6]	アクリロニトリル[7]
アセトアルデヒド[11]	アセトニトリル[12]	イソプレン[28]
エチルベンゼン[40]	エチレンオキシド[42]	エチレングリコール[43]
エチレングリコールモノメチルエーテル[45]	エピクロロヒドリン[54]	キシレン[63]
クレゾール[67]	クロロエタン[74]	クロロエチレン[77]
HCFC-142b[84]	クロロベンゼン[93]	クロロホルム[95]
クロロメタン[96]	酢酸 2[101]	酢酸ビニル[102]
シクロヘキシルアミン[114]	1,2-ジクロロエタン[116]	ジクロロメタン[145]
N,N-ジメチルホルムアミド[172]	スチレン[177]	テトラクロロエチレン[200]
テトラフルオロエチレン[203]	トリクロロエチレン[211]	トルエン[227]
1,3,5-トリメチルベンゼン[224]	二硫化炭素[241]	フェノール[266]
1,3-ブタジエン[268]	ベンゼン[299]	ホルムアルデヒド[310]
メタクリル酸メチル[320]		

2.1.2 PRTR 排出量に着目した環境生産性の評価

(1) 背景と目的

環境保全に向けた各国の動きが世界的に拡がりを見せている。「環境と開発に関する世界委員会」(ブルントラント委員会)報告書が持続可能な発展を開発の基本理念として提示したのが1987年のことである。その10年後、1997年には地球温暖化防止のための京都会議が開かれ、温室効果ガスの一定の削減率を定めた京都議定書が調印された。2005年2月16日、ロシアの批准を受け京都議定書が発効し、先進諸国に対しては第1約束期間である2008年から2012年に削減が義務付けられている。EUでは、「電気・電子機器に対する環境負荷化学物質規制(RoHS指令)」によって、2006年7月以降、電気・電子機器に鉛、水銀、カドミウム、六価クロム、ポリプロモビフェニル(PBB)、ポリプロモジフェニルエーテル(PBDE)の含有を規制している。さらに日本では、リサイクルに関して法整備が進み、容器包装リサイクル法(1995)、家電リサイクル法(1998)、建設リサイクル法(2000)、食品リサイクル法(2000)、自動車リサイクル法(2002)が制定され、企業のリサイクルに対する責任が問われるようになった。また、米国のToxic Release Inventory (TRI)や欧州のPollution Release and Transfer Registration (PRTR)などの、企業が排出する有害化学物質排出量の情報開示請求制度も確立されており、企業から排出される環境負荷を消費者や市場がより詳細に把握が可能となった。さらに欧州では欧州域内に輸入される製品に対して新しい化学物質の登録・評価規制(Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals: REACH)⁶が2007年から運用が開始されている。国内でも1999年からPRTR制度が開始され、さらに温室効果ガスの算定・報告・公表制度が2006年から始まっており、企業の経済活動を取り巻くさまざまな環境対策や取り組みの要請が強まりを増している。こうした環境規制の強化が進む中で、企業の環境保全取り組みの必要性は日に日に増している。では、企業の環境保全取り組みをどのように評価すべきであろうか？民間企業の最大の目的は経済性の追求であり、経済効率性を無視した環境対策を実施することはできない。したがって、PRTR対象物質排出量削減の取り組みを評価する上で、経済効率性にマイナスの影響を与えずに環境対策が達成されたかどうか、または環境的負荷を増大することなく経済効率性の改善を達成したかが重要となる。

これまでの経済学的手法で一般に技術進歩の指標として使われる全要素生産性(TFP: Total Factor Productivity)は、資本生産性及び労働生産性に着目しており、環境保全への取り組みについては通常明示的に考慮されていない。一方で、経済産出と環境負荷の比率で定義される環境効率のみで企業のパフォーマンス

⁶ REACH 規制では、欧州で化学物質(製造過程で使用される化学物質や調剤中の物質も該当)を年間1トン以上製造又は輸入する事業者に対し登録手続きが義務付けられており、欧州域外の化学産業界、特に中小企業への負担が過度になることが懸念されている。

ス評価を行うと、資本生産性や労働生産性の概念を反映することが出来ない。製造業企業の全要素生産性や環境効率には多様な傾向が見られるため、既存の単一指標では企業の評価を適切に行うことが難しい。これに対して本研究では、環境負荷を考慮した生産性分析を適用することで、経済パフォーマンス指標である労働生産性や資本生産性と、環境パフォーマンス指標である環境効率とを同時に評価する生産性指標を「環境生産性」と称して分析を行う。

2.1.1 章で用いた環境効率性指標を利用することで環境パフォーマンス評価を行うことが可能であるが、一方で企業の経済効率性を反映できないという短所も指摘されている。民間企業の最大の目的は利潤追求であることから、経済パフォーマンスが明示的に評価されない環境効率のみによって決定される企業の環境戦略や取り組み方針では、企業の経済効率性を悪化させる危険性を持つ。しかしながら、経済パフォーマンスの評価指標として用いられる生産性指標や財務指標には、CO₂排出量や有害化学物質排出量などの製造過程で排出される環境汚染物質(以下、環境産出財)の削減取り組みを、明示的に生産性に反映させた研究はほとんど行なわれていない。その理由として従来の生産性指標や収益性指標では環境産出財を用いた生産性分析が理論的に難しい点がある。

この問題に対して、Chambers et al. (1996)は DEA の考え方を応用し、環境産出財を用いた場合でも効率性評価が可能な指向性距離関数(Directional Distance Function: DDF)という評価方法を提唱した。DDF によってこれまでの生産性分析では明示的に考慮することが難しかった環境負荷を生産性に組み込むことが可能となった(以下、環境負荷を考慮した生産性を統合生産性とする)。

本節では、PRTR 制度により企業の化学物質排出量が利用可能な 2001 年から 2008 年を対象に、業種別に化学物質を考慮した環境生産性を計測し、国内製造業の環境生産性がどのように推移しているかを考察する。また、同一業種内において各企業の統合生産性の分布とその時間変化を分析することによって、各業種の企業群がフロンティアシフト型、あるいは全体改善型、キャッチアップ型のいずれの構造によって生産性が変化しているかを明らかにする。

(2) 分析手法

(2.1) Directional Distance Function

本研究では従来の生産性分析に用いる労働、資本などの投入要素(以下、市場投入財)と売上、製品生産量などの望ましい産出(以下、市場産出財)に加えて、環境産出財を用いた生産非効率性の評価が可能である Directional Distance Function (DDF)を適用することで効率性評価を行う。市場投入財 x 、市場産出財 y 、環境産出財 b を用いて生産可能集合 $P(x)$ を次のように定義する。

$$P(x) = \{(y, b) \mid x \text{ can produce } (y, b)\} \quad (1)$$

生産可能集合 $P(x)$ 内に存在するサンプルの非効率性 $D(x, y, b / g_x, g_y, g_b)$ は、サンプルと効率的な生産を達成しているサンプル群で生成されるフロンティア

ラインとの距離 β と、非負の方向ベクトル (g_x, g_y, g_b) ⁷を用いることによって、次のように定義する。

$$D(x, y, b / g_x, g_y, g_b) = \text{Sup} \{ \beta \mid (y + \beta g_y, b - \beta g_b) \in P(x - \beta g_x) \} \quad (2)$$

上記のように $D(x, y, b / g_x, g_y, g_b)$ を定義することで、式(3)が成立する。

$$(y, b) \in P(x) \text{ if and only if } D(x, y, b / g_x, g_y, g_b) \geq 0 \quad (3)$$

また式(2)は Charnes et al. (1997)によって次のように定式化される。ここでは k 番目のサンプルについての計算式を示す。

目的関数

$$\text{Max. } \beta_k (= D_k(x_k, y_k, b_k | g_x, g_y, g_b)) \quad (4)$$

制約式

$$\sum_{i=1}^N y_{q,i} \lambda_i \geq y_{q,k} + g_y \beta_k \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^N b_{r,i} \lambda_i \leq b_{r,k} + g_b \beta_k \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^N x_{p,i} \lambda_i \leq x_{p,k} + g_x \beta_k \quad (7)$$

$$\lambda_i \geq 0 \quad (i=1, 2, \dots, k, \dots, N) \quad (8)$$

$x_{p,i}$ は $P \times N$ の市場投入財データ行列 X の p 行 i 列番目の要素であり、 $y_{q,i}$ は $Q \times N$ の市場産出財データ行列 Y の q 行 i 列番目の要素である。また $b_{r,i}$ は $R \times N$ の環境産出財データ行列 B の r 行 i 列番目の要素である。制約式(5)、(6)、(7)の左辺はフロンティアラインを表しており、 λ_i は非効率なサンプルが参照するフロンティア曲線上の点を一意的に決定するパラメータである。制約式(5)、(6)、(7)右辺は評価対象となるデータセットを用いている。 β は非効率性を表し $\beta=0$ は評価対象のサンプルが効率的であることを意味する。

(2.2) Luenberger Productivity Indicator

DDFを用いた時系列分析には、Luenberger(1992)やChambers et al.(1998)によって発展してきたLuenberger Productivity Indicator (LPI)を適用することで、環境汚染物質を考慮した生産性変化を考察することが可能となる。LPIは、各生産主体の生産非効率値が時間的にどのように変化したかによって、生産性変化を計測する手法である。図10は縦軸と横軸に投入/産出をとった図であり、各生産主体 Z は t 年から $t+1$ 年にかけて生産を行う。このとき Z_1 、 Z_2 、 Z_3 が効率的生産主体であるとする。以下、非効率的な生産主体 Z_0 が t 年から $t+1$ 年にかけて達成した生産性変化について説明する。図10中の記号を用いてLPIは式(9)で与えられる。

⁷ 方向ベクトル (g_x, g_y, g_b) は、分析目的に応じて変化させることが可能であり、用いる方向ベクトルの組み合わせによって非効率性は変化するが、効率的と評価される企業の選定には影響を与えない。

$$LPI_t^{t+1} = \frac{1}{2}(|R_1^t Z_0^t| - |R_2^t Z_0^{t+1}|) + \frac{1}{2}(|R_1^{t+1} Z_0^t| - |R_2^{t+1} Z_0^{t+1}|) \quad (9)$$

$\underbrace{\hspace{10em}}_{\Delta L^t} \qquad \qquad \qquad \underbrace{\hspace{10em}}_{\Delta L^{t+1}}$

式(9)中の前半の式(ΔL^t)はt年のフロンティア生産曲線を基準とした場合のt年からt+1年にかけての Z_0 の生産非効率性変化を表し、後半の式(ΔL^{t+1})はt+1年のフロンティア生産曲線を基準とした場合の Z_0 の生産非効率性変化を意味する。

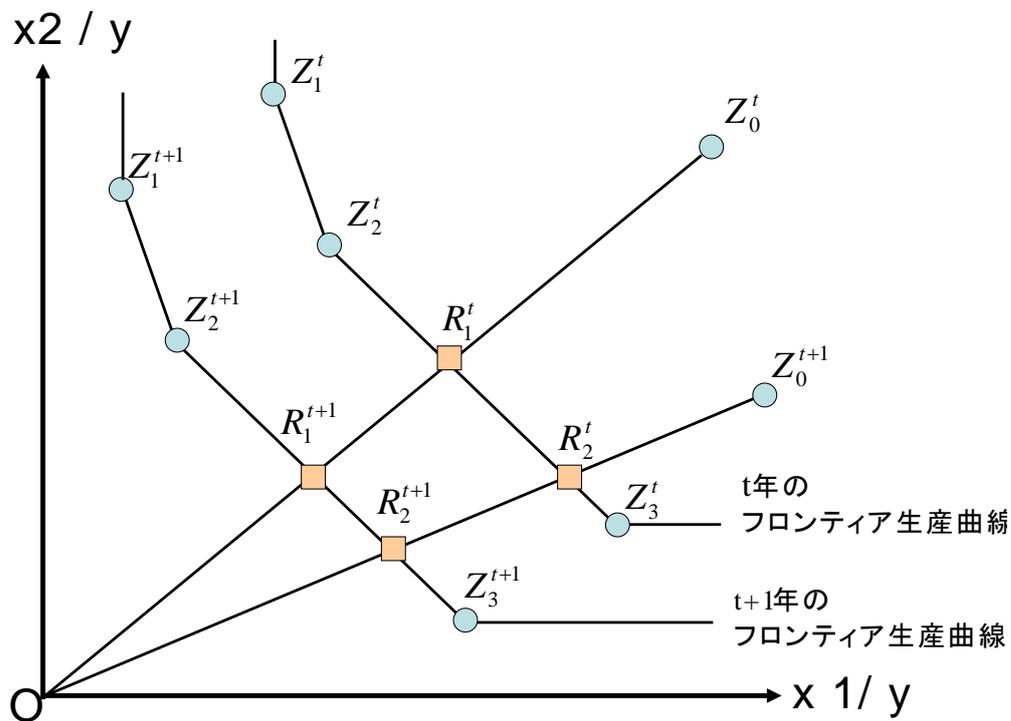


図 10.2 投入 1 産出の図

ここで、式(9)を展開してまとめなおすと、 LPI はフロンティアシフトを考慮しない効率性変化(Efficiency Change: $EFFCH$)とフロンティアシフトの度合を表す技術変化(Technology Change: $TECHCH$)の2つの指標に分けることが可能である。これら2つの指数と LPI との間には $LPI_t^{t+1} = EFFCH_t^{t+1} + TECHCH_t^{t+1}$ が成立する。従って、 LPI はフロンティア生産曲線を考慮した効率性変化の測定結果を意味する。

$EFFCH_t^{t+1}$ はt年からt+1年にかけて各生産主体がどれだけフロンティアラインに近づいたかを示す指数であり $EFFCH_t^{t+1} = (|OZ_0^t| - |OR_1^t|) - (|OZ_0^{t+1}| - |OR_2^{t+1}|)$ であり、これを簡略化すると、 $EFFCH_t^{t+1} = (|R_1^t Z_0^t| - |R_2^{t+1} Z_0^{t+1}|)$ となる。 $EFFCH_t^{t+1}$ が正であれば、非効率な生産主体がt年からt+1年にかけて、フロンティアライ

ンに近づいていることを表しており(キャッチアップ)、非効率性の改善を意味する。逆に負のときは生産主体とフロンティアラインの距離が拡大していることを表しており、非効率性が悪化していることを意味する。

これに対して $TECHCH_t^{t+1}$ は t 年から $t+1$ 年にかけてフロンティアラインがどれだけシフトしたかを示す指標であり $TECHCH_t^{t+1} = \frac{1}{2}\{(|R_1^{t+1}Z_0^t| - |R_1^tZ_0^t|) +$

$(|R_2^{t+1}Z_0^{t+1}| - |R_2^tZ_0^{t+1}|)\}$ で表わされ、簡略化すると、 $TECHCH_t^{t+1} = \frac{1}{2}\{(|R_1^{t+1}R_1^t| -$

$|R_2^{t+1}R_2^t|)\}$ となる。この場合は生産主体 Z_0 から見たときのフロンティアシフトを表している。 $TECHCH_t^{t+1}$ の値が正ならば、フロンティアラインがより効率的な方向へシフトしており、負の場合は非効率な方向へシフトしていることを表す。フロンティアラインの効率的な方向へのシフトは、最も効率的な企業がさらに生産効率性を改善することで達成されるため、この変化は技術進歩と理解できる。

(3) 分析対象データ

本分析で用いるデータセットは次のように構築した。まず、売上、原材料費、労務費、人件費、資本ストックを日本経済新聞社の財務データベース NEEDS (日経メディアマーケティング株式会社 2007) から作成した。次に環境産出財として、PRTR 対象物質排出量による人健康への影響の換算排出量(以下、PRTR 換算排出量)を用いた。PRTR 換算排出量の推計には、化学物質ごとの毒性の違いを考慮するため国が公表する PRTR 対象物質排出量の大気への排出量(環境省 2001-2008)に、神奈川県が条例で定める毒性係数および毒性評価表(神奈川県環境農政部大気水質課 2005)を適用し、物質ごとの毒性の違いに対する重み付けを行っている。

DDFでは市場投入財に資本ストック、労働コスト(労務費+人件費)、原材料費を、市場産出財に売上を、環境産出財にPRTR換算排出量を使用した。使用データはすべて単体企業データである。金額データは2000年価格に基準化している⁸。

分析対象業種は食品・飲料(18社)、繊維(23社)、医薬品(10社)、ゴム(15社)、紙・パルプ(9社)、化学(132社)、石油・石炭(7社)、非鉄金属(42社)、鉄鋼業(34社)、窯業(16社)、一般機械(70社)、輸送用機器(59社)、精密機器(13社)の14業種で、企業数は516社であり約70%が東証一部上場企業である。対象年度はPRTR対象物質排出量が利用可能な2001-2008年度の8年間とした。本研究では業種別に計算を行い、分析結果の業種内平均によって各業種の統合生産性の推

⁸ 内閣府から公表されている平成18年度国民経済計算確報内の総資本形成を用いて資本ストックを基準化、経済活動別総生産を用いて売上を基準化した。さらに総務省統計局が公表している消費者物価指数を用いて労働コストを基準化、卸売物価指数を用いて原材料費を基準化している。

移と構造について比較・考察を行なう。

分析に使用したサンプル企業の業種内平均と 2001 年度から 2008 年度にかけての変化率をデータ項目ごとに表 10 から表 14 に示す。表 10 に売上(億円)、表 11 に原材料費(億円)、表 12 に労働コスト(億円)、表 13 に資本ストック (億円)、表 14 に PRTR 換算排出量(毒性換算トン)を載せる。

表 10 と表 11 より、2001 年度から 2008 年度にかけての業種内平均値では、14 業種すべてで売上が増加しているのが分かる。また、原材料費も非鉄金属製造業以外は上昇している。原材料費の大幅な増加は、2003 年度から続く石油や鉱物資源価格の高騰によるものと考えられる。その一方で、表 12 から労働コストは減少したため、労働生産性は上昇傾向にある。表 14 から PRTR 換算排出量は 2001 年度から 2008 年度にかけて窯業を除く 13 業種で削減されており、さらに業種によって PRTR 換算排出量の値が大きく異なるのが分かる。窯業では、本分析でのサンプル企業数が少ない点に加え、PRTR 換算排出量が多い企業が 2001 年から 2008 年にかけて削減出来ていないため、業種内平均としては 2001 年と 2008 年で変化が見られない結果となった。しかし個別の企業においては、80%以上の削減を達成している企業も存在する。

PRTR換算排出量の平均値が高い、紙・パルプ、化学製品、自動車、繊維、窯業の排出化学物質に着目してみると、アクリロニトリルやN、N-ジメチルホルムアミド、ε-カプロラクタムなどの人体への毒性が高い化学物質^{5) 6)}を大気中へ多く排出している。上記のような業種間での排出される化学物質の違いは削減案を議論する上でも重要であり、使用する化学物質の特性を十分見極める必要がある。

表 10 売上の平均値の推移 (億円)

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	変化
食品・飲料	4,053	3,975	4,128	4,183	4,028	4,116	4,258	4,124	2%
繊維	582	572	627	661	699	740	771	691	19%
医薬品	2,067	2,145	2,168	2,302	2,487	2,701	2,922	3,331	61%
ゴム	1,174	1,233	1,334	1,509	1,757	2,033	2,187	2,458	109%
紙・パルプ	1,890	1,885	1,775	1,775	1,819	1,965	2,082	2,035	8%
化学	777	806	845	922	1,001	1,169	1,272	1,324	70%
石油・石炭	6,820	6,088	6,187	6,207	7,355	8,148	8,646	8,531	25%
非鉄金属	1,056	998	992	1,046	1,189	1,225	1,251	1,125	7%
鉄鋼業	1,001	997	973	988	971	1,113	1,184	1,077	8%
窯業	1,012	1,043	997	1,169	1,225	1,384	1,426	1,372	36%
一般機械	1,040	1,024	1,051	1,187	1,309	1,490	1,600	1,561	50%
電気機器	4,017	4,560	5,416	6,506	7,885	9,322	10,938	10,741	167%
輸送用機器	4,799	4,964	5,068	5,584	6,350	6,954	7,470	6,990	46%
精密機械	1,163	1,159	1,265	1,403	1,505	1,721	1,813	1,807	55%

(出所) 財務データベース NEEDS(日経メディアマーケティング株式会社 2007)
より著者作成

表 11 原材料費の平均値の推移 (億円)

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	変化率
食品・飲料	674	666	645	641	607	616	660	713	6%
繊維	151	157	171	179	187	203	217	191	27%
医薬品	194	212	212	224	231	211	191	197	2%
ゴム	316	344	377	388	394	428	442	453	44%
紙・パルプ	700	706	659	660	684	708	811	820	17%
化学	230	238	248	272	296	328	352	334	46%
石油・石炭	2,599	2,459	2,741	2,859	3,308	3,476	3,692	4,095	58%
非鉄金属	427	410	405	410	418	437	437	336	-21%
鉄鋼業	454	456	467	481	511	576	643	654	44%
窯業	189	184	184	207	228	273	283	281	49%
一般機械	436	428	438	489	544	609	651	603	38%
電気機器	1,545	1,645	1,856	2,214	2,598	2,953	3,184	2,677	73%
輸送用機器	3,128	3,434	3,566	3,819	4,233	4,604	4,957	4,198	34%
精密機械	339	351	354	384	398	413	431	441	30%

(出所) 財務データベース NEEDS(日経メディアマーケティング株式会社 2007)
より著者作成

表 12 労働コストの平均値の推移 (億円)

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	変化
食品・飲料	350	345	334	306	277	269	265	269	-23%
繊維	91	84	81	77	76	69	80	79	-13%
医薬品	303	308	293	289	272	249	228	238	-22%
ゴム	196	201	208	204	205	207	210	207	5%
紙・パルプ	219	209	202	190	178	167	161	157	-28%
化学	90	86	86	82	81	82	84	83	-8%
石油・石炭	127	130	136	122	112	105	103	104	-18%
非鉄金属	142	130	117	114	115	113	117	114	-19%
鉄鋼業	133	122	122	121	126	129	131	127	-4%
窯業	144	142	138	145	144	142	142	137	-5%
一般機械	180	174	173	171	173	175	176	179	0%
電気機器	535	501	501	488	495	499	494	471	-12%
輸送用機器	543	557	565	564	587	590	591	560	3%
精密機械	166	164	164	144	149	159	157	169	1%

(出所) 財務データベース NEEDS(日経メディアマーケティング株式会社 2007)

より著者作成

表 13 固定資本ストックの平均値の推移 (億円)

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	変化率
食品・飲料	1,119	1,129	1,121	1,085	1,039	1,034	1,006	977	-13%
繊維	364	342	338	284	291	303	332	327	-10%
医薬品	572	600	635	614	598	563	562	561	-2%
ゴム	411	424	459	485	506	524	537	539	31%
紙・パルプ	1,457	1,384	1,355	1,254	1,240	1,279	1,358	1,316	-10%
化学	369	365	367	367	364	380	387	388	5%
石油・石炭	1,584	1,614	1,596	1,505	1,457	1,467	1,455	1,445	-9%
非鉄金属	457	431	398	382	374	381	393	388	-15%
鉄鋼業	796	769	731	711	697	731	757	728	-9%
窯業	513	494	507	503	538	585	629	673	31%
一般機械	342	343	343	349	363	387	405	417	22%
電気機器	891	837	822	869	900	946	967	924	4%
輸送用機器	1,123	1,118	1,164	1,205	1,248	1,299	1,338	1,357	21%
精密機械	280	278	283	283	307	317	342	337	21%

(出所) 財務データベース NEEDS(日経メディアマーケティング株式会社 2007)
より著者作成

表 14 PRTR 換算排出量の平均値の推移 (毒性換算トン)

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	変化
食品・飲料	3,320	1,841	2,909	2,145	1,217	2,029	2,676	1,934	-42%
繊維	25,115	20,145	20,015	19,551	19,195	18,905	18,061	13,837	-45%
医薬品	7,625	6,131	3,531	3,296	2,072	2,193	1,985	1,439	-81%
ゴム	8,644	9,615	9,167	7,955	6,810	6,235	5,396	4,560	-47%
紙・パルプ	24,763	21,414	18,543	15,722	13,742	12,172	12,003	12,483	-50%
化学	20,651	17,552	13,766	10,660	9,614	8,632	8,125	6,484	-69%
石油・石炭	2,755	2,346	2,483	2,592	2,532	2,659	2,195	2,364	-14%
非鉄金属	3,567	2,905	2,479	2,796	2,545	1,947	1,695	882	-75%
鉄鋼業	8,443	6,573	5,302	5,383	4,044	3,655	3,421	2,729	-68%
窯業	21,222	25,096	22,044	23,416	22,178	21,738	21,093	21,320	0%
一般機械	4,999	3,717	3,741	3,209	3,057	2,837	2,557	1,966	-61%
電気機器	1,876	1,580	1,701	1,610	1,149	1,027	1,004	804	-57%
輸送用機器	8,504	7,943	6,246	5,350	5,217	4,743	4,760	3,760	-56%
精密機械	4,626	3,812	3,064	2,590	2,407	2,283	2,195	2,172	-53%

(出所) PRTR 対象物質排出量 (環境省 2001-2008) と毒性評価表 (神奈川県環境農政部大気水質課 2005) より著者作成

4-4. 分析で使用するモデル

本研究では Luenberger(1992)、Chambers et al.(1998)らの研究を参考に時系列分析に対応するため、方向ベクトルを $(g_x, g_y, g_b) = (0, y, b)$ と定めて計算を行う。この場合、 k 番目のサンプルについての計算式は以下になる。

目的関数

$$\text{Max. } \beta_k (= D_k(x_k, y_k, b_k | g_x, g_y, g_b)) \quad (10)$$

制約式

$$\sum_{i=1}^N y_{q,i} \lambda_i \geq (1 + \beta_k) y_{q,k} \quad (11)$$

$$\sum_{i=1}^N b_{r,i} \lambda_i \geq (1 - \beta_k) b_{r,k} \quad (12)$$

$$\sum_{i=1}^N x_{p,i} \lambda_i \geq x_{p,k} \quad (13)$$

$$\lambda_i \geq 0 \quad (i=1,2,\dots,k,\dots,N) \quad (14)$$

上記のモデル(以下、統合モデル)では評価対象のサンプルがフロンティアラインに対して、市場投入財を増やすことなくどれだけ市場産出財を増加し、環境産出財を削減出来るかを測定しており、増減可能な割合は β で表される。 $\beta > 0$ であれば、評価対象の企業には増加可能な市場産出財と削減可能な環境産出財が存在するため、非効率とみなされる。たとえば、 $\beta=0.2$ と評価された企業の場合では、この非効率的な企業は効率的な企業の生産技術を参照することで市場投入財を増やすことなく、市場産出財を 20% 増加させ、環境産出財を 20% 削減することが可能であることを意味する。フロンティアラインのシフトを考慮したうえで、この非効率値の変化を時系列で累積したものが *LPI* である。統合モデルで評価される生産非効率性に *LPI* を適用することで環境生産性の推計を行うことが出来る。

(5) 結果と考察

分析結果を図 11 から図 16 に示す。本研究の分析対象業種は 14 業種と多いため、経済産業省の工業経済統計に基づき、生活関連型産業(食品・飲料、繊維、医薬品)と加工組立型(一般機械、電気機器、輸送用機器、精密機械)のグループと、基礎素材型(ゴム、紙・パルプ、化学、石油・石炭、非鉄金属、鉄鋼、窯業)のグループに分けて表示する。

図 11 と図 12 には、*LPI* の推移を表している。図 11 より、生活関連型と加工組立型産業の業種では、2001 年から 2008 年にかけて環境生産性が上昇し続けており、特に電気機器製造業が大幅に改善している。電気機器製造業で環境生産性が大きく上昇した背景には、PRTR 制度や VOC 規制などの国内での環境規制に加えて、欧州での REACH 規制や RoHS 指令によって、欧州へ輸出を行う企業とそのサプライチェーンが化学物質に対する管理を徹底したことが、生産性上昇へ寄与していると考えられる。

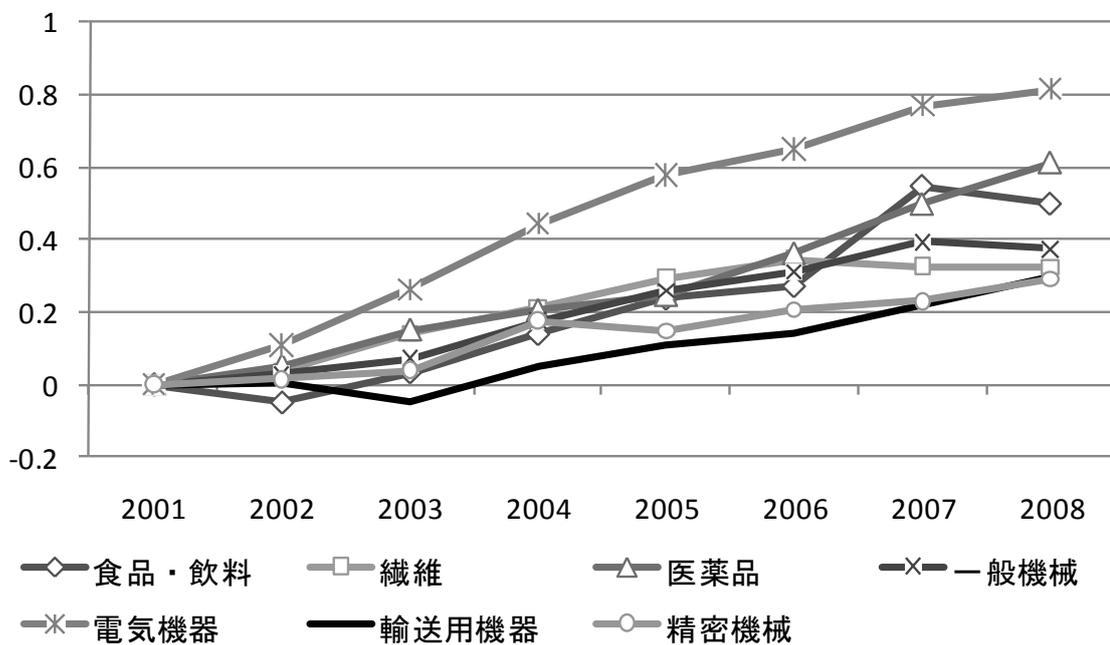


図 11 生活関連型産業及び加工組立型産業の環境生産性(LPI)の推移

一方で、図 12 より基礎素材型産業でも多くの業種で環境生産性の改善が確認された。石油・石炭製品製造業で 2001 年から 2003 年にかけて環境生産性が下降しているのは、売上が低下し、さらにイラク戦争により原油価格が不安定になったことが要因である。また、2003 年以降は労働コストの削減、加えて 2006 年以降は PRTR 換算排出量の削減を達成しているが、原材料価格の急騰により環境生産性を上昇するまでには至っていない。

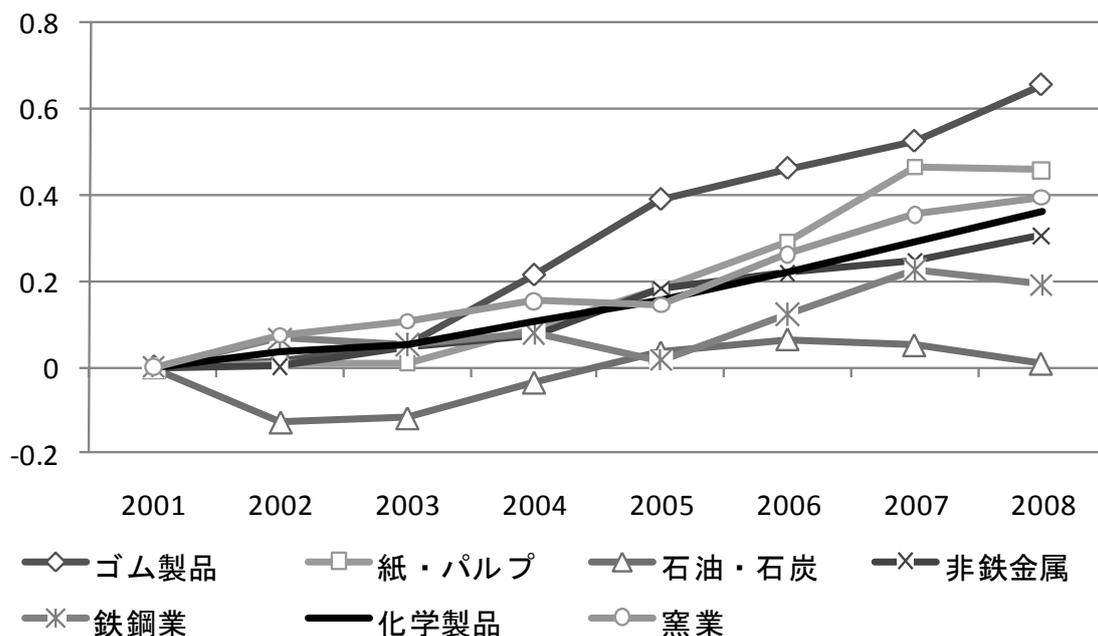


図 12 基礎素材型産業の環境生産性(LPI)の推移

次に、*EFFCH* の変化について考察する。図 13 と図 14 は各業種の *EFFCH* の推移を表している。図 13 より、電気機器製造業では、非効率な企業と効率的な企業との効率性格差が縮まっており、キャッチアップが達成されている。精密機械も 2006 年以降急激に *EFFCH* を上昇させており、2008 年では正の値で推移している。一方で、他の業種では 2008 年での *EFFCH* が負の値であることから、効率的企業と非効率な企業との間で、効率性格差が拡大していると理解できる。

図 14 より、基礎素材型産業においては、すべての業種で 2008 年における *EFFCH* が正であり、非効率な企業がキャッチアップを達成している。特に鉄鋼業と紙・パルプ業で *EFFCH* が高いことが分かる。

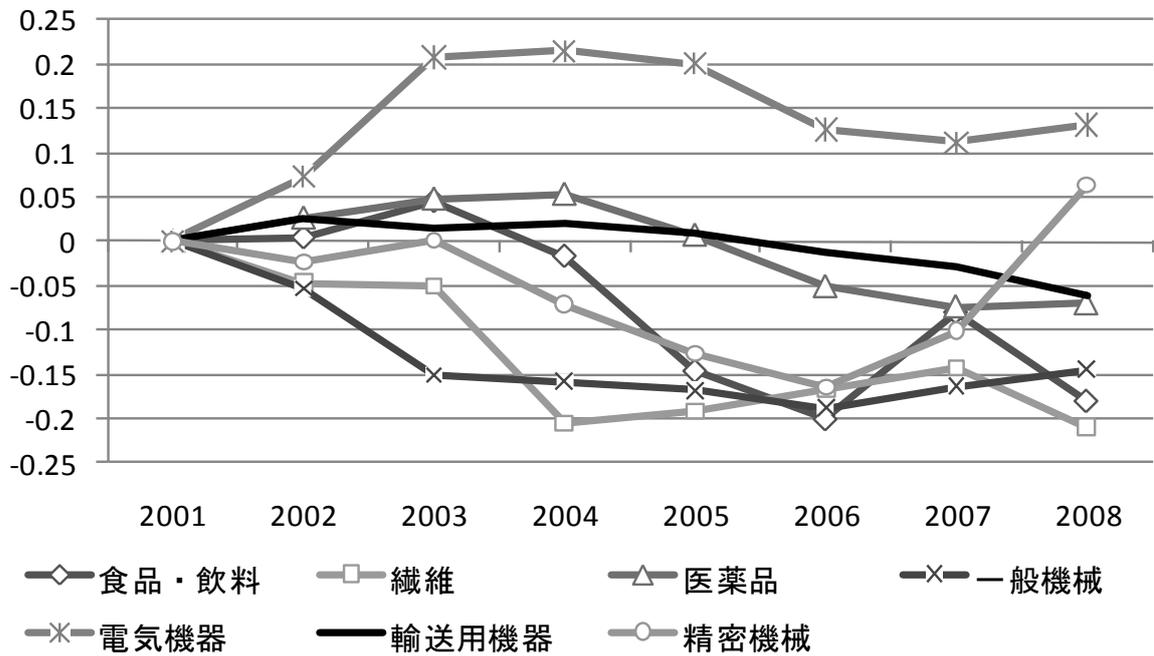


図 13 生活関連型産業及び加工組立型産業の EFFCH の推移

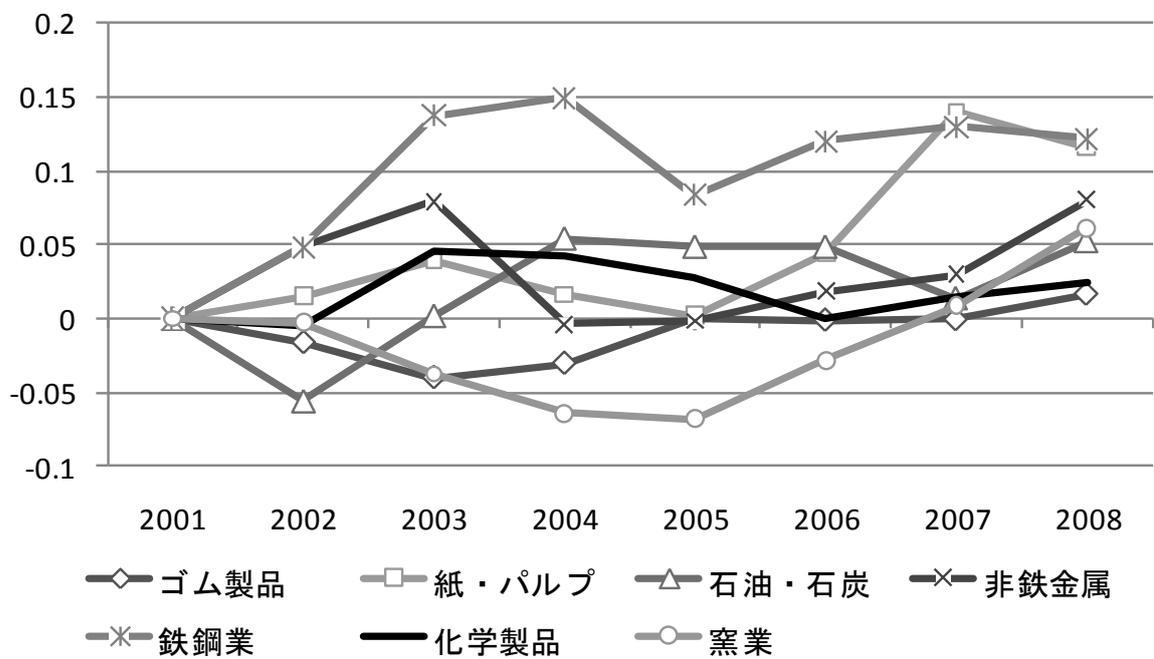


図 14 基礎素材型産業の EFFCH の推移

図 15、図 16 は TECHCH の推移を示した図である。TECHCH の推移と LPI の

推移を見比べると、同じように推移している業種が数多くあることが分かる。精密機械では 2006 年以降も *LPI* は上昇しているのに対して、*TECHCH* は下降している。これは、精密機械製造業内で効率的と評価されていた企業の生産効率性が低下し、フロンティアラインが非効率的な方向へシフトしたためである。こうした動きが、*EFFCH* が 2006 年以降に急激に上昇した要因であると言えよう。つまり、2006 年以降では非効率的な企業自身が大幅に効率性を改善させたのではなく、効率的な企業の環境生産性が低下したため、相対的に効率的企業と非効率的企業の効率性格差が縮まったと理解できる。

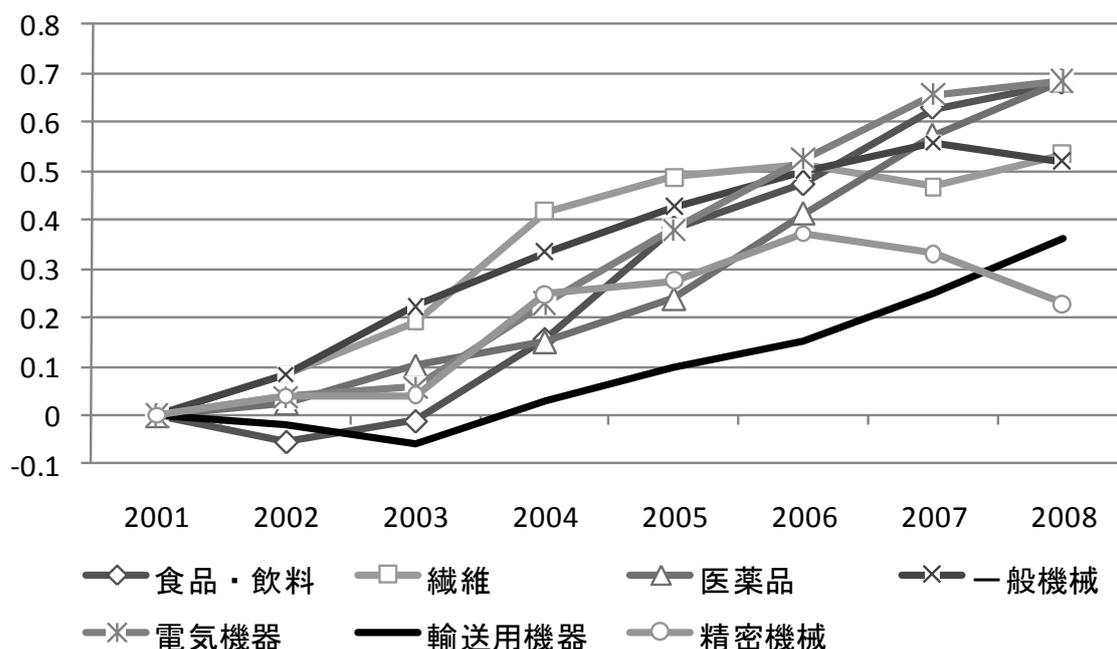


図 15 生活関連型産業及び加工組立型産業の *TECHCH* の推移

次に、図 16 より基礎素材型の *TECHCH* の推移を考察する。図 16 より、ゴム製品製造業が大幅に技術進歩を達成しているのに対して、石油・石炭製造業と鉄鋼業ではあまり技術進歩が進んでいない。これら 2 業種では、*PRTR* 換算排出量は 2001 年から 2008 年にかけて削減されているが、原材料価格の上昇幅が売上の上昇に比べて大きいことから、生産性を低下させる要因となっている。

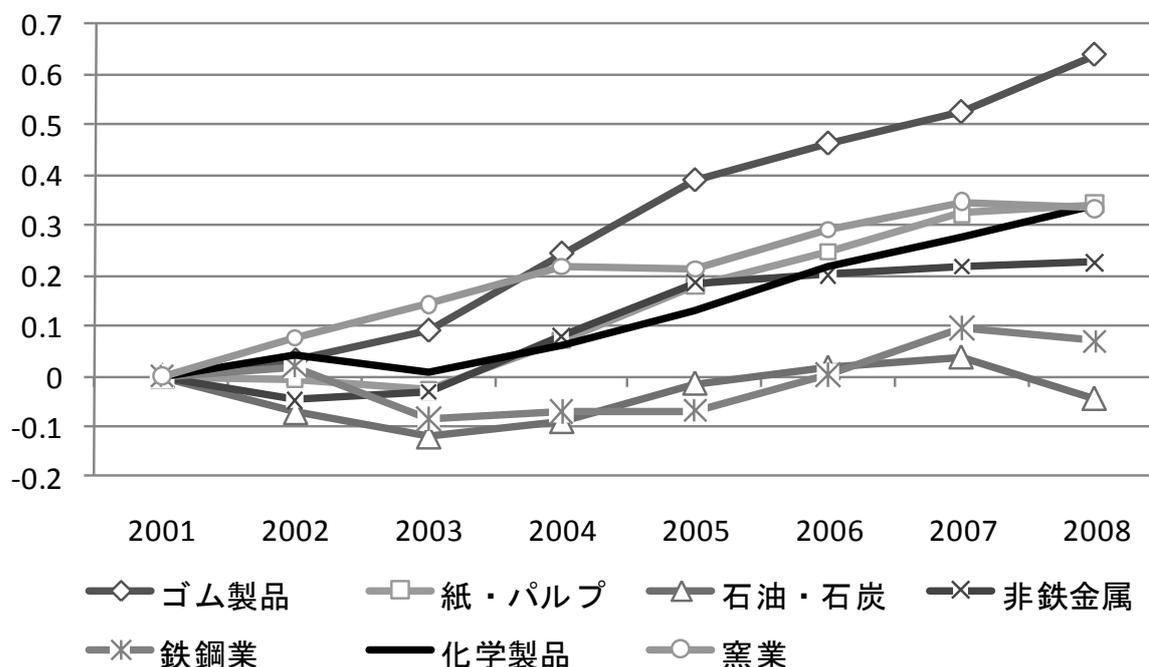


図 16 基礎素材型産業の TECHCH の推移

上記 14 業種の環境生産性の推移の構造を表 15 にまとめる。分析結果より 14 業種の環境生産性の推移は次の 3 つのパターンに分類することが出来る。一つ目は $EFFCH > 0$ かつ $TECHCH$ が負、もしくは 0 近傍を推移しており、 $EFFCH$ が LPI を牽引するパターン(キャッチアップ型)である。これは 2001 年時点で非効率であった企業が年々統合生産性を改善しながら効率的な企業に追いついていく構造を表す。この構造は鉄鋼業、石油・石炭製造業の分析結果で見られる。これら 2 業種でキャッチアップ型の結果が得られた背景には、効率的企業が PRTR 換算排出量の削減に長年取り組んできており、一層の削減を行うためには技術革新が必要なレベルに達している可能性が指摘できる。一方で、非効率的な企業が先進的な企業の有害化学物質削減技術を導入することにより、比較的容易に PRTR 換算排出量の削減が可能になり、効率性改善が達成し易い状況にあるため、業界全体ではキャッチアップ型で推移したと考える。

二つ目は 2001 年から 2008 年にかけて $TECHCH > 0$ かつ $EFFCH$ が正、もしくは 0 近傍を推移するパターン(全体改善型)である。この場合はフロンティアライン上にある企業が統合生産性を向上しており、さらに非効率な企業とフロンティアラインとの統合生産性格差に変化がないことから、サンプル全体が生産性向上の方向へとシフトしたと解釈できる。この構造は医薬品、電気機器、輸送用機器、精密機械、化学製品、窯業、ゴム製品、非鉄金属、紙・パルプ製造業で確認出来る。

三つ目は $TECHCH > 0$ かつ $EFFCH < 0$ となるパターン(フロンティアシフト型)であり、これはフロンティアライン上の効率的な企業と非効率的な企業との

統合生産性の企業間格差が拡大した構造を表す。この構造は食品・飲料、繊維、一般機械の結果で見られる。

これらの分析結果から、各業種の統合生産性と市場生産性の構造を、表 4-6 のようにまとめることが出来る。表 4-6 から生活関連型ではフロンティアシフト型、加工組立型では全体改善型で推移したのに対して、基礎素材型では全体改善型とキャッチアップ型で推移した業種が多数見られる。

表 15 業種別での環境生産性の推移の構造

業種	生産性推移の形態	業種	生産性推移の形態
食品・飲料	フロンティアシフト型	ゴム製品	全体改善型
繊維	フロンティアシフト型	紙・パルプ	全体改善型
医薬品	全体改善型	石油・石炭	キャッチアップ型
一般機械	フロンティアシフト型	非鉄金属	全体改善型
電気機器	全体改善型	鉄鋼業	キャッチアップ型
輸送用機器	全体改善型	化学製品	全体改善型
精密機械	全体改善型	窯業	全体改善型

そもそも PRTR 制度は排出を規制するものではないため、企業の環境保全イメージなどが売上に直接反映しにくい中小企業などが有害化学物質排出削減に高いモチベーションを持って取り組むことは難しい。このような状況下において、各業界団体独自の削減取り組みが非効率的な生産を行う企業の統合生産性を改善させるために重要であると考ええる。

例えば化学製造業企業約 190 社で構成された日本化学工業協会(日化協)では、PRTR法が制定される以前の 1997 年から独自に日化協PRTRを制定し、化学物質の排出量の把握を行なうとともに、その削減においても加盟企業が協会内で培ったノウハウを生かしながらより効率的なPRTRデータ削減への取り組みを行っている。日化協に加盟する企業はワーキンググループや研修会・セミナーなどを通じて、協会内の他の加盟企業との情報交換などが可能となり、PRTR対象物質削減の具体的かつ明確な目標を持って環境経営に取り組むことが可能となった⁸⁾。そのため、2001 年時点でPRTR換算排出量の削減取り組みが遅れている企業においても、協会を通して得られる対策法を効率的に適用していくことで、経済パフォーマンスを圧迫することなくPRTR換算排出量の削減を達成することが期待される。このように環境保全に先進的な企業が、業界団体を通して非効率な生産を行う企業に環境保全技術のスピルオーバーを達成することによって、統合生産性の推移構造はフロンティアシフト型から全体的効率改善型へと転換していくと考える。

また、一般に加工組立型産業では塗装や洗浄などに化学物質が使用されるのに対して、基礎素材型産業と生活関連型産業では原料の融解、凝固への使用及び製品の副産物として排出するケースが多く、排出削減が難しい。従って加工組

立型産業は他の産業に比べて経済性や市場生産性を犠牲にすることなく、PRTR 換算排出量削減が進めやすい業種であると考えることが出来る。特に基礎素材型産業では、PRTR 換算排出量取り組みに設備投資や製造方法・原材料の見直しなどが必要となる。これらの対策取り組みは経済パフォーマンスを圧迫するため、経営規模や経営状況によってはリアクティブにならざるを得ない企業が存在する可能性がある。よって、基礎素材型の業種について、非効率的企業がプロアクティブな姿勢で削減取り組みを行うためには、業界団体のセミナー活動や情報共有が重要であると考ええる。

また、昨年から欧州では REACH 規制が実施され、世界的に有害化学物質の管理に積極的な傾向にある。REACH 規制は 2018 年には年間 1 トン以上取り扱う 3 万品種以上の化学物質が対象となるため、欧州に輸出を行う企業は対応に追われる。こうした厳しい規制に対して、日本が国際競争力を維持するためには、環境経営に先進的な企業がトップランナーとなり、積極的に化学物質の管理・削減方法を構築した後に、業界団体を通じて自社努力のみでの対策が難しい企業に対して環境管理・保全技術のスピルオーバー効果を発揮し、技術効率性のボトムアップを後押しすることが不可欠である。

したがって、キャッチアップ型や全体的効率改善型で推移する業種については、先進的な企業にインセンティブを与える追加的政策が必要である。また、フロンティアシフト型で推移する業種では、有害化学物質の削減対策が市場生産性に支障を及ぼしやすい企業に対して、より環境保全活動に取り組みやすい市場システムを構築し、必要に応じて公的支援や優遇措置を追加的に講じることが有効であると考ええる。

(6) まとめ

本節では国内製造業企業を対象として、PRTR 対象物質排出量を考慮した生産性分析を行った。得られた結論を下記にまとめる。

1. 国内製造業 14 業種の化学物質を考慮した環境生産性は、2001 年から 2008 年にかけて石油・石炭製造業を除く 13 業種で改善している。特に、電気機器製造業の改善幅が大きい。
2. 食品・飲料、繊維、医薬品、一般機械製造業では、2001 年から 2008 年にかけて効率的な企業と非効率的な企業との間の生産効率性格差が拡大している。これら業種に対しては、いかに非効率的な企業の生産効率性をボトムアップさせるかという点が重要である。
3. 一方で、石油・石炭製造業と鉄鋼業では非効率的企業と効率的企業との生産性格差が縮まっていることが確認された。しかしながら、格差の減少は先進的な企業の技術進歩の度合が他産業と比較して小さいことが要因の一つとして考えられる。今後、国内外の環境規制の対応、国際市場での競争優位を確保を達成するためには技術進歩が不可欠であるため、これら二業種に対しては技術進歩を後押しするような政策が効果的であると言えよう。

4. 分析対象 14 業種の中で 9 業種が、効率的企業と非効率的企業がともに生産効率性を改善させる全体改善型として環境生産性を推移させている。これらの業種では、効率的生産を達成している先進的企業が技術進歩を達成し、加えて非効率的な企業も先進的企業との効率性格差を大きく拡大することなく追随しており、望ましい環境生産性の推移構造であると考えられる。逆に、キャッチアップ型で推移する業種については、先進的な企業にインセンティブを与える追加的政策が必要である。また、フロンティアシフト型で推移する業種では、有害化学物質の削減対策が市場生産性に支障を及ぼしやすい企業に対して、より環境保全活動に取り組みやすい市場システムを構築し、必要に応じて公的支援や優遇措置を追加的に講じることが有効であると考えられる。

参考文献

- Chambers, R., Chung, Y., Färe, R. (1996), “Benefit and distance functions”, *Journal of Economic Theory* vol. 70(2), pp.407-419.
- Chambers R.G., Chung Y.H. and Färe R. (1998), “Profit, directional distance functions, and nerlovian efficiency”, *Journal of Optimization Theory and Applications*, vol. 98(2), pp.351-364.
- Luenberger, D. G. (1992), “Benefit function and duality”, *Journal of Mathematical Economics*, vol. 21, pp.461-481.
- 日経メディアマーケティング株式会社 (2007), NEEDS データベース, 日経メディアマーケティング株式会社。
- 環境省(2001-2008)「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律第 11 条に基づく開示ファイル記録事項」環境省。
- 神奈川県環境農政部大気水質課(2005)「化学物質の自主管理のために」神奈川県環境農政部大気水質課。
- 横浜国立大学環境安全管理学研究室/エコケミストリー研究会(2006)「環境管理参考濃度と毒性重み付け係数」(平成 17 年度)。
- 日本化学工業協会(2008), 平成 20 年度事業報告書, 2008。

2.1.3 PRTR 制度が製造業企業の経済効率性に及ぼす影響分析

(1) 背景と目的

(1-1) PRTR 制度について

平成 11 年に法制化された、「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律」によって PRTR 制度(Pollutant Release and Transfer Register：化学物質排出移動量届出制度)が制定され、国内の企業は工場などから排出される化学物質を行政機関に届け出ることが義務付けられた。この PRTR 制度は事業者が対象化学物質の排出量・移動量を自ら把握し自主管理を推進することを一つの目的としており、排出を直接的に規制するものではない。しかし、近年では消費者や工場近辺の住民の化学物質に対する関心が高まっているため、PRTR 対象物質排出量はメディアや環境格付を通して間接的に企業の経済パフォーマンスに影響を与えると考える。さらに厚生労働省、経済産業省、環境省では、既存化学物質の安全性情報の収集を加速し、広く国民に情報発信を行うことを目的とする『化学物質官民連携既存化学物質安全性情報収集・発信プログラム』(厚生労働省、経済産業省、環境省 2005)の制定を進めており、このような安全性評価(毒性評価)が進められる中、暴露量につながる排出量も PRTR 制度を契機にいつそう適正管理が進むものと期待される。

また、環境報告書作成ガイドラインにも PRTR 対象物質排出量の記載を明記しているため(環境省 2005)、環境報告書を発行する企業にとっては自社の環境マネジメント能力やパフォーマンスを外部に効果的に発信するには、PRTR 対象物質排出量の削減目標の制定と実施の両方が必要である(金原、金子 2005)。そのため、企業はエコデザインやグリーン調達などを積極的に採用し、環境負荷の大きい化学物質の削減や環境負荷の小さい化学物質を代替原料に用いるなどの対策が必要となる(Kolominskas and Sullivan 2004)。

こうした背景の中で、国内製造業の各業界でもそれぞれ取り組みを行い、その活動は年々活発になっている。表 16 は各業種の PRTR 対象物質排出量(移動量を除く)の推移と 2001 年度から 2008 年度にかけての変化量及び変化率をまとめたものであり、表 17 は国内製造業の主要業界団体が取り組んでいる PRTR 対象物質排出量削減の対策方法をまとめたものである。表 16 と表 17 から分かるように、業種によって削減への取り組み方は異なり、さらに PRTR 対象物質排出量の削減量にも違いがある。環境汚染対策には様々なアプローチがあり、さらにその費用や効果は業種によって異なっていると考えられる。一般的には環境汚染対策は、製造工程内における対策であるクリーナープロダクション型対策と、製造工程の最終段階において排出口などの末端部分で汚染を回収するエンドオブパイプ型対策に分類される。次節では、この二つのアプローチの違いについて説明する。

表 16 各業種の PRTR 対象物質排出量の推移(トン)

業種	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	変化量	変化率
食料品	383	363	367	338	347	449	459	386	3	1%

繊維工業	7,797	6,679	7,168	6,510	5,382	5,193	4,835	4,115	-3,682	-47%
ゴム製品	11,811	12,60	12,34	11,29	10,25	10,02	9,957	8,339	-3,472	-29%
パルプ・紙	23,832	21,09	19,07	16,07	14,32	13,60	12,88	10,72	-13,112	-55%
化学工業	42,782	39,15	33,04	30,17	26,53	23,60	22,99	19,29	-23,486	-55%
石油・石炭	1,492	1,271	1,353	1,389	1,296	1,113	1,112	867	-625	-42%
非鉄金属	15,058	16,33	23,53	19,75	19,67	19,35	17,45	12,36	-2,691	-18%
鉄鋼業	9,437	7,278	6,852	6,752	5,857	6,293	5,093	4,644	-4,793	-51%
窯業・土石	10,999	9,210	8,567	9,235	9,024	7,316	6,276	5,146	-5,853	-53%
一般機械	9,224	8,527	10,61	11,17	11,91	12,63	12,93	10,99	1,775	19%
電気機械	11,266	10,36	10,78	9,928	9,019	8,802	8,704	7,152	-4,114	-37%
輸送用機械	55,285	53,38	54,00	52,52	51,53	49,97	49,01	43,95	-11,334	-21%
精密機械	1,694	1,645	1,740	1,546	1,497	1,373	1,297	1,185	-509	-30%

(出所) PRTR インフォメーション広場 (環境省「PRTR インフォメーション広場のデータ」) より著者作成

表 17 各業界団体の PRTR 対象物質排出量削減対策

業種	主な業界団体	主な取り組み
化学	日本化学工業協会	排出箇所・濃度の削減 上流工程での利用 毒性の低い溶媒へ変更
自動車	日本自動車工業会	塗着効率の上昇 洗浄シンナー対策
鉄鋼業	日本鉄鋼連盟	製造工程の見直し 施設設備等の改善
一般機械	日本産業機械工業会	代替物質への転換 代替物質対応の洗浄機に変更 洗浄機集約による蒸散抑制
製紙	日本製紙連合会	排ガス処理器の設置 混合溶剤廃液の回収 原材料の無溶剤化

(出所) 日本化学工業協会(2005)、日本自動車工業会 (2006)、日本鉄鋼連盟 (2006)、日本産業機械工業会 (2001)、日本製紙連合会 (2005)より著者作成

(1.2) エンドオブパイプとクリーナープロダクション

企業の経済活動には直接的及び間接的な環境負荷が伴う。図 17 は企業の原材料消費量と環境汚染排出量の関係を表した図である。直接的な環境負荷とは、企業の製造過程で発生した汚染物質の排出量を指し、間接的な環境負荷とは使用する原材料に内包される環境負荷を指す。企業から排出される環境汚染は、

原材料消費に伴う環境汚染発生量と、発生した汚染物質の回収・除去量によって決定し、企業の環境汚染発生量は原材料消費量の大きさに依存する。つまり原材料投入量が増えれば環境汚染発生量は増加し、逆に原材料投入量を削減すると環境汚染発生量は減少する。従って、企業が経済活動に伴う環境負荷を削減するためには、原材料投入量の節約と発生した汚染物質の回収・除去を行うことが重要である。前者は製造工程を効率化することで省エネ・省資源といった原材料投入量の節約を達成される。一方で汚染物質の回収・除去の工程では、集められた廃棄物の再資源化を行い原材料として再利用する取り組みと、再資源化せずに廃棄物として企業外部に排出するケースに分類できる。前者は水資源消費によって発生する工業排水をリサイクルして循環水として用いるケースがあり、後者には排煙脱硫装置によって二酸化硫黄の回収・除去を行った結果、発生する廃棄物(汚泥)が挙げられる。

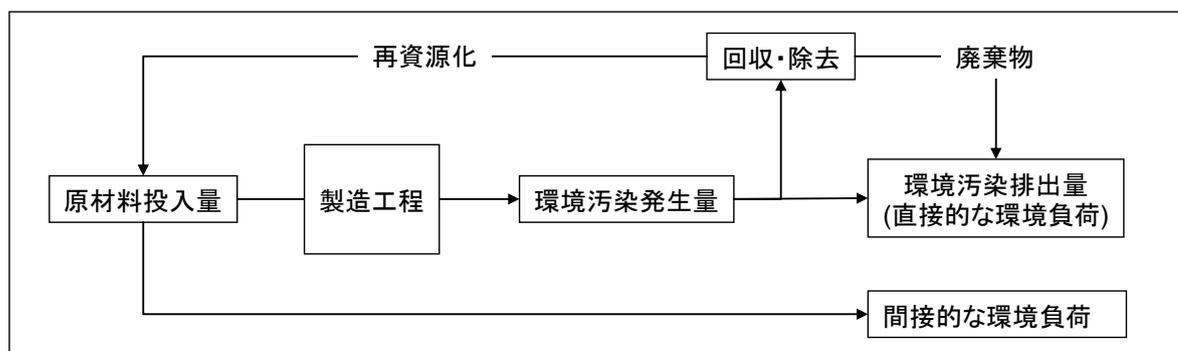


図 17 原材料消費量と環境負荷の関係

こうした企業の対策取り組みは大きく 2 つに分類できる。1 つ目は工程内対策(クリーナープロダクション型対策: CP 型対策)であり、製造工程の効率化や廃棄物の再資源化によって環境負荷量を削減する取り組みである。2 つ目は発生した汚染物質に対して煙突や配水管などの出口にフィルターなどを設置し、汚染物質を取り除く対処療法的な環境対策であり、エンドオブパイプ型対策(EOP 型対策)と呼ばれる。EOP 型対策の代表的な手法としては排煙脱硫装置や廃水処理装置がある。EOP 型対策の短所としては二次汚染の発生(例: 廃水処理によって汚泥廃棄物の発生)が起こりうる点や、設備設置費用とランニングコストが必要となる。一方で、CP 型対策には EOP 対策と同様に初期投資が必要となるが、汚染物質除去のためのフィルターや吸収剤などが不要なためランニングコストが安価である。さらに生産工程の簡略化・効率化を行うため原材料や労働力が節約出来ることから、コストの削減が期待できる(Baas 1995)。CP 型対策の代表的な手法としては、製品設計を効率化することで必要な原材料投入量を節約するエコデザインや、資源リサイクルなどの方法がある。

(1.3) 本章の目的

企業が環境保全の取り組みを行う場合には、追加的な投資やコストを支払う必要がある。企業が環境保全に取り組む追加的費用は業種によって異なっているが、米国の TRI 制度や国内の PRTR 制度、欧州の REACH などの規制は製造業すべての業種で一斉に制度化されているが、表 17 でも示されているように業種特性の違いによって、企業の環境への取り組みコストは異なっている。比較に際して、業種間で利用する原材料が異なり、削減の取り組みも多様であるため、必要となる技術、コスト、労力が異なることは自明である。製造業全体を一斉に規制対象とする施策に対して、経済性を圧迫せずに企業は対応出来ているのだろうか？また、対応できている企業割合は業種によって異なるのだろうか？こうした問いに対して、本章では、企業の環境への取り組みについて環境汚染物を考慮した生産性分析を適用し、異なる業種特性を持つ国内製造業 10 業種を対象に企業が経済効率を圧迫することなく削減を達成しているかどうかについて特定可能な分析フレームの構築を目指す。

しかし、生産性を維持しながら環境対策を実施する共通の経営戦略としてクリーナープロダクションが優れていることは広く知られている。これを評価することを前提に、環境生産性の業種間比較を行い、共通の施策がもたらす業種間での異なる対応やその効果を理解する。とりわけ本研究では環境生産性指標を業種の違いを超えてクリーナープロダクションの進捗を表す指標として捉え、評価する分析枠組みの構築を目指す。

(2) 分析対象データと分析方法

本章における分析対象は 2.1.2 章の分析対象と同様であり、使用するデータ変数も同じであることから、2.1.2 章で利用したデータセットを本章でも利用している。加えて、環境生産性分析には Directional Distance Function と Luenberger Productivity Indicator を適用している。上記のデータと方法論については 2.1.2 章で説明を行っているため、本章では割愛した。本章の分析では環境生産性の計測に加えて、環境汚染物質排出量を考慮しない市場生産性の推計も行っている。市場生産性は、2.1.2 章の式(4)から式(8)の効率性評価モデルに対して、式(6)を除外した計算式であり、下記の計算式で表わされる。

目的関数

$$\text{Max. } \beta_k (= D_k(x_k, y_k, b_k | g_x, g_y, g_b)) \quad (1)$$

制約式

$$\sum_{i=1}^N y_{q,i} \lambda_i \geq y_{q,k} + g_y \beta_k \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^N x_{p,i} \lambda_i \leq x_{p,k} + g_x \beta_k \quad (3)$$

$$\lambda_i \geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, k, N) \quad (4)$$

このモデルの解に LPI を適用することで、市場生産性を推計することが可能となる。

ここで企業のPRTR換算排出量削減取り組みについて整理を行う。本研究では企業がPRTR換算排出量の削減を達成する場合を「1. 製造過程の効率化やエコデザイン, 製造技術進歩に伴う原材料消費量の削減(クリーナープロダクション型: CP型)」、「2. PRTR対象物質の排出回収・再利用(エンドオブパイプ型: EOP型)」、「3. 生産規模の縮小」の3つに分類する。さらにPRTR換算排出量の増加は、「1. 企業の生産規模の拡大」、「2. 化学物質排出削減効果の減少(効果の減少)」のみに起因すると仮定する。この場合、売上、PRTR換算排出量の増減に加えて、市場生産性と環境生産性の変化によって、表18のように企業の取り組みを特定することが可能と考える⁹。ここで上から2段目の左端(ケース1)と左から2番目(ケース2)の場合に着目してCP型とEOP型を説明する。両ケースとも企業の売上が増加しPRTR換算排出量が減少しており、さらに環境生産性が改善した場合を想定する。この時にケース1の場合には市場生産性が上昇していることから、資本・労働・原材料生産性の改善が伺える。従って、経済効率に負担をかけることなく企業がPRTR換算排出量の削減を達成していることから、この取り組みはCP型であると推測した。一方でケース2の場合では市場生産性が下降しているにも関わらず環境生産性は上昇しているため、PRTR換算排出量の削減は達成されているが、同時に経済効率性が低下している。このようなケースについては環境保全費用を必要とするEOP型の取り組みであると推測した。

「効果の減少」は、市場生産性が上昇する一方で環境生産性が下降するケースであり、売上当たりのPRTR換算排出量の増加により汚染強度が高くなった企業であると考え。「特定できない」では、原材料価格の高騰や大規模な生産部門への設備投資、さらには事故や事件などによる業績悪化等の外部要因によって売上が影響を受けた場合を想定しており、本研究の特定方法では分類出来ないケースである。

表18 データと生産性指標の変化によるPRTR対象化学物質の削減取り組み判別表

	・市場生産性(+)	・市場生産性(-)	・市場生産性(+)	・市場生産性(-)
	・環境生産性(+)	・環境生産性(+)	・環境生産性(-)	・環境生産性(-)
売上(+)	・規模拡大	・規模拡大	・規模拡大	・特定出来ない
PRTR(+)	・CP型	・EOP型	・効果の減少	

⁹ 本研究では、PRTR対象物質排出対策費用が企業の経済性を圧迫しているかどうかに着目することで、クリーナープロダクション型とエンドオブパイプ型と名前を付けて分類している。実際にはほとんどすべての企業でこれら二つの対策を併用していると考え。従って本分析結果は、クリーナープロダクション型と特定された企業がエンドオブパイプ型の対策を講じていないとするものではない。

売上(+) PRTR(-)	・ CP 型	・ EOP 型	・ 特定出来ない	・ 特定出来ない
売上(-) PRTR(+)	特定出来ない	特定出来ない	・ 効果の減少	・ 効果の減少
売上(-) PRTR(-)	・ 規模縮小 ・ CP 型	・ 規模縮小 ・ EOP 型	・ 規模縮小 ・ 効果の減少	・ 特定出来ない

(3) 結果と考察

表 18 で設定した企業の削減取り組みの特定結果を表 19 に示す。表 19 では取り組みの種類に着目し、規模の変化については分類をせず、「CP 型」、「EOP 型」、「効果の減少」、「特定出来ない」の 4 分類で集計している。

表 19 2001－2008 年での PRTR 削減取り組み別企業数分布

業種	CP 型	EOP 型	効果の減少	特定出来ない
食品・飲料	15 (83%)	1 (6%)	1 (6%)	1 (6%)
繊維	19 (83%)	0	0	4 (17%)
医薬品	10 (100%)	0	0	0
ゴム	15 (100%)	0	0	0
紙・パルプ	8 (89%)	1 (11%)	0	0
化学製品	119 (90%)	1 (1%)	5 (4%)	7 (5%)
石油・石炭	2 (29%)	0	1 (14%)	4 (57%)
非鉄金属	30 (71%)	1 (2%)	4 (10%)	7 (17%)
鉄鋼業	15 (44%)	8 (24%)	2 (6%)	9 (26%)
窯業	14 (88%)	0	1 (6%)	1 (6%)
一般機械	60 (86%)	2 (3%)	5 (7%)	3 (4%)
電気機器	68 (100%)	0	0	0
輸送用機器	51 (86%)	1 (2%)	5 (8%)	2 (3%)
精密機械	12 (92%)	0	1 (8%)	0

表 19 から分析対象 14 業種内の多くの企業で、CP 型の削減取り組みを行っていることが明らかとなった。一方で対策取り組み効果が減少している企業も化学製品、一般機械、非鉄金属などで見られる。さらに鉄鋼業では EOP 型と特定された企業が 4 社に 1 社の割合となっており、他業種に比べて高い割合である。これらの結果から、CP 型の取り組みによって市場生産性を低下させずに PRTR 換算排出量の削減を達成しており、PRTR 制度に的確に対応している企業が多数を占めている。しかしながら、環境保全費用による経済効率性への圧迫が懸

念される EOP 型の削減取り組みや、削減取り組みの効果が低下している企業も各業種に存在しており、特に鉄鋼業と石油・石炭製造業で顕著である。

ここで、取り組みの特定結果と企業規模との間にどのような関係性があるかについて考察する。表 20 は分析対象 14 業種全体での企業規模別の分析結果であり、表 21 から表 23 には 14 業種それぞれについての企業規模別の分析結果を示す。表 20 より、企業規模が大きくなるにつれて CP 型に特定される企業の割合が増加傾向であり、さらに効果の減少と特定される割合は下がっている。この分析結果が得られた理由として、そもそも PRTR 制度は排出を規制するものではないため、企業の環境保全イメージなどが売上に直接反映しにくい中小企業などが削減に高いモチベーションを持って取り組みを行わない点が考えられる。

表 20 企業規模別の PRTR 削減取り組み別企業数分布 (14 業種合計)

企業規模	CP 型	EOP 型	効果の減	特定出来な
中小規模	50 (67%)	1 (1%)	6 (9%)	10 (15%)
中堅企業	167 (77%)	7 (3%)	20 (9%)	22 (10%)
大規模	204 (90%)	8 (4%)	5 (2%)	9 (4%)

表 21 から表 23 の分析結果から、鉄鋼業では企業規模に関係なく CP 型と特定された企業の割合が低い結果となっているのが分かる。従って、鉄鋼業においては、業界全体の傾向として、化学物質対策については高額な費用支出が必要となり経済効率を圧迫していると言えよう。一方で石油・石炭製造業ではすべての大規模企業が CP 型と特定されているのに対して、中堅・中小規模企業では CP 型と特定された企業はなく、CP 型以外に特定されている。従って、石油・石炭製造業においては、企業規模と環境汚染対策の取り組み方に何らかの因果関係性があると予測され、その関係性は企業規模が拡大するとともに環境汚染対策がより効率的かつ経済的になると予測される。一方で、加工組立型産業では、と一般機械製造業と電気機器製造業では中堅規模企業において効果の減少と特定されている企業割合が大規模企業と比較して高い。これは大規模企業になるほど、海外への輸出を行うと考えられるため、国外、特に欧州の化学物質に関する厳しい環境規制が影響していると考えられる。

表 21 PRTR 削減取り組み別企業数分布
(中小企業: 従業員数 300 人未満の企業)

業種	CP 型	EOP 型	効果の減	特定出来な
食品・飲料	1 (100%)	0	0	0
繊維	4 (67%)	0	0	2 (33%)
医薬品	0	0	0	0
ゴム	1 (100%)	0	0	0

紙・パルプ	1 (100%)	0	0	0
化学製品	30 (88%)	0	2 (6%)	2 (6%)
石油・石炭	0	0	0	1 (100%)
非鉄金属	3 (75%)	0	1 (25%)	0
鉄鋼業	3 (33%)	1 (11%)	2 (22%)	3 (33%)
窯業	1 (33%)	0	1 (33%)	1 (33%)
一般機械	5 (100%)	0	0	0
電気機器	1 (50%)	0	0	1 (50%)
輸送用機器	0	0	0	0
精密機械	0	0	0	0

表 22 PRTR 削減取り組み別企業数分布
(中堅企業:従業員数 300 人以上 1,000 人未満)

業種	CP 型	EOP 型	効果の減	特定出来な
食品・飲料	5 (71%)	1 (14%)	1 (14%)	0
繊維	10 (83%)	0	0	2 (17%)
医薬品	2 (100%)	0	0	0
ゴム	7 (100%)	0	0	0
紙・パルプ	4 (100%)	0	0	0
化学製品	55 (89%)	0	2 (3%)	5 (8%)
石油・石炭	0	0	1 (25%)	3 (75%)
非鉄金属	11 (58%)	0	3 (16%)	5 (26%)
鉄鋼業	8 (50%)	5 (31%)	0	3 (19%)
窯業	7 (100%)	0	0	0
一般機械	28 (76%)	1 (3%)	5 (14%)	3 (8%)
電気機器	18 (78%)	0	5 (22%)	0
輸送用機器	9 (75%)	0	2 (17%)	1 (8%)
精密機械	3 (75%)	0	1 (25%)	0

表 23 PRTR 削減取り組み別企業数分布
(大規模企業:従業員数 1,000 人以上)

業種	CP 型	EOP 型	効果の減	特定出来な
食品・飲料	9 (90%)	0	0	1 (10%)
繊維	5 (100%)	0	0	0
医薬品	8 (100%)	0	0	0
ゴム	7 (100%)	0	0	0
紙・パルプ	3 (75%)	1 (25%)	0	0
化学製品	34 (94%)	1 (3%)	1 (3%)	0

石油・石炭	2 (100%)	0	0	0
非鉄金属	16 (84%)	1 (5%)	0	2 (11%)
鉄鋼業	4 (44%)	2 (22%)	0	3 (33%)
窯業	6 (75%)	0	1 (13%)	1 (13%)
一般機械	27 (96%)	1 (4%)	0	0
電気機器	32 (94%)	1 (3%)	0	1 (3%)
輸送用機器	42 (89%)	1 (2%)	3 (6%)	1 (2%)
精密機械	9 (100%)	0	0	0

(5) まとめ

本章では国内製造業企業を対象として、PRTR 対象物質排出量を考慮した生産性分析を行った。得られた結論を下記にまとめる。

1. 分析対象企業の多くの企業で CP 型の取り組みによって市場生産性を低下させずに、PRTR 換算排出量の削減を達成しているが、EOP 型の削減取り組みや、削減取り組みの効果が低下している企業も存在している。
2. CP 型以外に特定された企業の割合が多いのは、石油・石炭製造業と鉄鋼業であり、特に鉄鋼業では企業規模によらず業界全体として CP 型での化学物質の取り組みが難しいことを示唆している。
3. 一般機械や電気機器などの加工組立型産業においては、中堅企業では効果の減少と特定される企業割合が大規模企業と比べて高い。この背景には、欧米の厳しい化学物質に関する環境規制が影響していると考えられる。
4. 本研究から明らかになった各業種の化学物質削減取り組みの傾向を考慮し、化学物質の管理や削減が比較的容易である業種とそうでない業種を踏まえたうえで、日本全体として製造業から排出される毒性化学物質によるヒト健康及び生態系への影響と最小化させるとともに、企業の経済効率性を圧迫させないような政策が重要である。

参考文献

- Baas, L.W. (1995) “Cleaner production: Beyond projects.” *Journal of Cleaner Production* 3(1-2), 55-59.
- Kolominskas, C. and Sullivan, R. (2004) “Improving cleaner production through pollutant release and transfer register reporting processes.” *Journal of Cleaner Production* 12: 713-724.
- 環境省 (2005) 『環境報告書ガイドライン(2003 年度版)』、環境省。
- 環境省 『PRTR インフォメーション広場』
- <http://www.env.go.jp/chemi/prtr/risk0.html> (2010 年 3 月 1 日アクセス)
- 金原達夫、金子慎治(2005) 『環境経営の分析』、白桃書房。
- 厚生労働省、経済産業省、環境省 (2005) 『既存化学物質安全性情報の収集・発信に向けて－Japan チャレンジプログラムの提案－』厚生労働省、経済産

業省、環境省。

日本化学工業協会(2005)『日本化学工業協会における化学物質自主管理について』、(社)日本科学工業協会。

日本産業機械工業会(2001)『有害大気汚染物質に関する自主管理計画』、(社)日本産業機械工業会。

日本自動車工業会(2006)『(社)日本自動車工業会における自動車工業会におけるPRTRの自主的取組』、(社)日本自動車工業会。

日本製紙連合会(2005)『VOC排出抑制の取組み』、日本製紙連合会。

日本鉄鋼連盟(2006)『揮発性有機化合物(VOC)排出抑制に関する自主行動計画』、(社)日本鉄鋼連盟

2.1.4 環境規制の機会費用評価：VOC 対象物質の実証分析

(1) 背景と目的

製造業企業が直面する環境問題は多様であり、その対策には非生産部門での投資や費用が生じる。新たな環境規制が実行された場合、非生産部門への汚染対策費によって、企業は財務パフォーマンスを圧迫するだけでなく、同時に機会費用(Opportunity Cost)を生じさせている。ここで指す機会費用とは、環境規制を遵守するために必要となる費用負担を、仮に生産部門への投資に使用することで、増加することが可能な利潤を意味する。つまり、環境規制が制定されない場合の企業の生産部門への投資行動と、環境規制が制定された場合での投資行動による、生産活動のアウトプットの差を指す。

環境規制を制定する場合において、我が国全体の経済成長の阻害を最小限に食い止めるためには、環境規制が経済効率性に与える影響評価を行う必要がある。また、環境規制が与える影響は業種によって異なると考えられるため、最適な環境規制を設定するためには、それぞれの業種特性を考慮し比較することが重要である。包括的で大規模な企業単位での環境汚染排出データは 2001 年に公開された化学物質排出把握管理促進法(pollution release and transfer register: PRTR)が初めてであり、次いで 2006 年より地球温暖化対策推進法に基づく温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度によってCO₂排出量を含む温室効果ガスの排出量が容易にアクセス可能となった。環境規制の影響評価を行う場合には、規制の前後の企業の環境・経済パフォーマンスの変化を考察する必要がある。こうした点に留意し、本研究ではPRTRのデータが利用可能となった 2001 年以降に制定された環境規制として、2006 年の大気汚染防止法改正に着目した。この改正によって 2000 年を基準とし、2010 年度における規制対象事業所での揮発性有機化合物(VOC)の排出量を 1 割削減、及び企業の自主的取り組みにより排出量を 2 割削減という目標が、2004 年の中央環境審議会の意見具申で発表された。

本章では VOC 排出量に着目し、VOC の排出規制が経済便益に与える影響の評価・比較を行い、業種間でどのような違いが存在するか明らかにすることを目的とする。

(2) 分析方法

(2.1) Directional Distance Function (DDF分析法)

DDF 分析法は 1997 年に Rolf(1997)らによって考案された、線形計画法を用いた効率性評価方法である。分析方法については、3 章で説明を行っていることから、詳細な説明及び数式は本章では割愛する。DDF 分析法の特色としては、環境負荷物質も含めた複数の投入・産出要素を包括的に考慮することが可能な点である。DDF 分析における非効率性とは、効率的な生産を達成している生産主体群(フロンティア生産主体)によって形成されるフロンティアラインと、非効率な生産を行っている生産主体との間で計測される相対的な非効率性を指す。

また、DDF 分析法で評価した非効率性を用いることによって、各生産主体が効率的な生産を行った場合に達成可能な産出量の増加(産出増加可能量)を推計可能である。

(2.2) Weak disposability と Strong (Free) disposability

DDF分析法には環境負荷物質を考慮する際に、Strong (Free) disposability of output (SD)と Weak disposability of output (WD)の二つの仮定によって計算を行うことが可能である。SDでは、生産主体は環境負荷物質を費用負担なしで排出可能であると仮定し、WDでは環境負荷物質を排出する際には、排出量に応じて費用を支払うとする仮定である。排出量一単位当たりの費用は各生産主体とフロンティア生産主体との効率性格差によって決定される。WD仮定は式(1)のように表される¹⁰。

$$(y, b) \in P(x) \text{ and } 0 < \beta < 1 \Rightarrow (\beta y, \beta b) \in P(x) \quad (1)$$

式(1)では、生産可能領域 $P(x)$ に属している企業では、望ましくない産出財 b を削減する場合には望ましい産出財 y も減少することを意味しており、これは y の減少なしには b を削減することは出来ないとする仮説となる。この仮説は、環境産出財の排出は規制されている場合には、市場産出財を減少させずに環境産出財を削減することは出来ないと解釈できる。WD と同時に仮定される仮説が Null-joint hypothesis である。この仮説は、企業は環境汚染の排出なしに生産活動を行うことは出来ないとする仮説であり、式(2)で表される。一般に、WD と Null-joint hypothesis は合わせて用いられる。

$$(y, b) \in P(x) \text{ and } u=0 \Rightarrow y=0 \quad (2)$$

一方で SD 仮定は式(3)で表される。式(3)では、SD の仮定では、環境産出財の排出は規制されていない。従って、企業は費用負担をすることなく、自由に環境産出財を排出することが可能である。今日の企業が直面する情勢としては、環境汚染物質を何の制限もなく排出するということは考えにくく、なんらかの制約が負荷しているため、SD の仮定は極端な仮定であると解釈できる。こうした点も踏まえ、本研究で推計される機会費用は、機会費用の最大値であることを留意する必要がある。

$$(y, b) \in P(x) \text{ and } (y', b') \leq (y, b) \Rightarrow (y', b') \in P(x) \quad (3)$$

ここで、WD と SD の違いを、図 18 を用いて説明する。ここで、図 10 では y

¹⁰ x は投入財(資本、労働など)、 y は望ましい産出財(売上、付加価値など)、 b は望ましくない産出財(化学物質排出量)を表す。 β はパラメータ、 $P(x)$ は、投入財 x によって生産可能な領域の範囲を表す。

と b の二次元での説明を行うため、投入財 x は 3 企業とも同じ値と仮定する。WD 仮定下での生産可能領域 $P(x)$ は図 15 中の領域 $OABC$ で表される。図 15 は 3 つの企業 A, B, K が存在しており、企業 K が非効率的な生産を行っているケースである。SD 仮定における生産可能領域 $P(x)$ は図 10 中の $ODBC$ である。WE と SD の二つの仮定で異なる点は、WD 仮定下では、企業 A が効率的な企業と評価されている点である。企業 A が WD 仮定で効率的と評価されるのは、企業 B が b と y を同時に減少させた場合、企業 A よりもより効率的な位置(左上)に動けるかが分からないからである。一方で SD 仮定の下では、企業 B は y を下げることなく b を削減することが可能であることから、点 B から縦軸に伸ばした線分と縦軸の交点の点 D に移動することが出来る。従って、SD 仮定の下では、効率的な企業は企業 B のみであり、生産可能領域は $ODBC$ となる。

企業 K の機会費用の値は、線分 $P_{WD}P_{SD}$ ($=|KP_{SD}| - |KP_{WD}|$) となる。ここで、 P_{WD} は企業 K から垂直方向に伸ばした直線と線分 AB との交点、 P_{SD} は企業 K から垂直方向に伸ばした直線と線分 BD との交点を表す。このとき、企業 K の機会費用は WD と SD の二つの仮定における、企業 K の潜在的な y の上昇幅の違いで定められる。SD 仮定下における環境規制が実施されていない場合では、企業 K は効率的な生産を達成している企業 B を参照することで、望ましい産出を企業 B と同水準まで上昇することが可能であることから、潜在的な y の上昇可能分は線分 KP_{SD} となる。その一方で、WE 仮定下では、環境規制が実施されたことによって生産可能領域が狭まり、企業 K の潜在的な y の上昇可能分が線分 KP_{WD} まで縮小される。

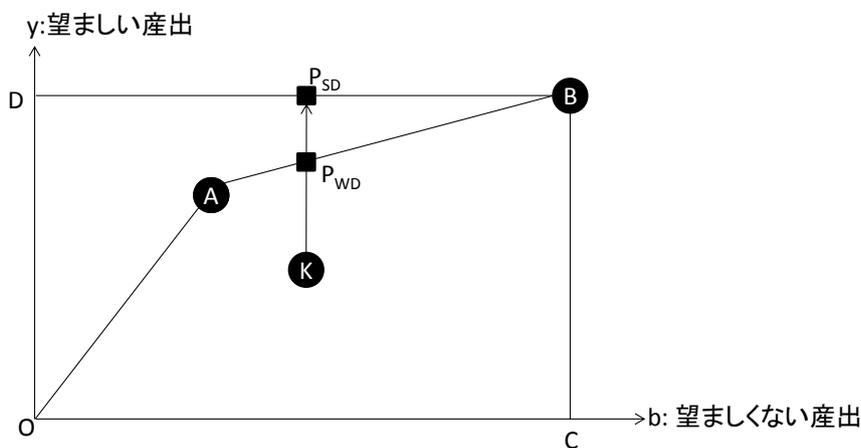


図 18 Weak disposability と strong disposability の説明

WD 仮定下での潜在的な産出増加可能量は、環境負荷物質の費用負担によって、SD 仮定下での数値以下になる。これら二つの異なる仮定下で企業の効率性評価を行い、産出増加可能量の差を計算することによって、非効率的な企業が排出規制によって失った潜在的な効率性改善分(機会費用)を推計することが可能である(Picazo-Tadeo et al., 2005)。

(3) データ

本研究では、2.1.1 章で利用したデータセットを VOC 排出量の機会費用分析に適用する。データの詳細や出所は、2.1.1 章に記述しているため、ここでは省略する。

(4) 分析結果と考察

2001 年度から 2008 年度にかけての分析結果を業種別に表 24 から表 33 に示す。各表には売上高平均値、環境効率(売上/VOC 排出量)の平均値と分散、WD と SD のそれぞれの仮定下で計算した産出増加可能量の平均値、機会費用の平均値と合計を記載する。ここで産出増加可能量と機会費用は絶対尺度の指標であり、企業規模と直接的に強い相関を持つ。そこで本研究では企業規模の影響を緩和させるために、機会費用(Opportunity Cost)が売上に占める比率(OC 比率)を用いた。また、業種特性を大きく分類するために、日本標準産業分類に基づき、生活関連型、基礎素材型、加工組立型の 3 つの産業分類によりグループ分けを行った。

表 24 から表 33 より、業種別の環境効率の傾向として、化学製品製造業と加工組立型産業の 3 業種が高い値をとっており、その分散は化学製品製造業と電気機器製品製造業で大きくなっている。これは、化学製品製造業では、化粧品や炭素繊維製品製造業など、高付加価値で環境負荷が強くない業種が含まれており、これらの業種が高い環境効率を達成していることから、分散が大きい結果となっている。

機会費用が売上に占める割合(OC 比率)では、繊維や出版印刷業、パルプ紙製品業で高い傾向にある。一方で、上記 3 業種以外の業種では、OC 比率が 1%以下となっており、機会費用が売上に占める割合は比較的小さい。

以下、業種別に考察を行う。繊維製品製造業では VOC 排出量の規制によって、平均的に一社当たり 19.05 億円、業種全体では約 342.94 億円の機会費用を負うことが明らかとなった。さらに、潜在的な売上改善幅が 50%ほど縮小されていることが分かる。従って、VOC 排出量の規制は繊維製品製造業が経済効率性を改善する上で大きな障壁となっていると言えよう。次に、出版・印刷業では機会費用が他業種に比べて大きいことが分かる。この理由の一つとして、出版印刷業のサンプル企業数の少なさが挙げられる。出版印刷業のサンプル数は 7 社であることから、サンプル全体に占める効率的と評価される企業数の割合が高い。本分析で推計する機会費用は WD 仮定下と SD 仮定下での非効率性の差に依存するが、サンプル企業数が少ない場合には生産可能領域を生成する企業が少ないため、特定の企業のパフォーマンスに大きく依存してしまう。こうした理由から、2004 年までは他業種と比べて高い OC 比率で推移していた出版・印刷業が、2005 年以降、機会費用が「0」となっている。機会費用が「0」となった理由は、非効率的企业が効率性改善のために参照先に選定する企業が、WD 仮定下と SD 仮定下の両方で効率的と評価されているためである。この場合は、非効率的企业にとって WD 仮定下と SD 仮定下での生産可能領域は同一のものとなるため、潜在的な産出増加可能額の差は生じない。これら二つの業種は生活関連型産業の業種であり、他業種と比較して OC 比率が高い結果となっ

た。その理由として、VOC 排出対策の難しさが挙げられる。2.1.1 章でも説明したように、出版印刷業では、業界全体で VOC 削減を試みているが、費用負担や対策工程の複雑さなどから、効果的に削減が進んでいない状況である。こうした状況が VOC 排出量データにも反映されたため、本分析では VOC 規制が企業の経済効率性の改善に大きな影響を与えているという結果が得られたと考える。

次に基礎素材型産業について考察する。表 12 から表 16 では、パルプ・紙製品以外の 4 業種で OC 比率が高いことが分かる。加えて、パルプ・紙製品製造業では 2006 年における潜在的な産出増加可能額が VOC 規制を講じることで 60% 近く減少していることから、VOC 排出規制を行った場合に潜在的な生産性改善幅が大きく影響を受ける業種と言える。一方で、パルプ・紙製品製造業以外の 4 業種では OC 比率が低く、さらに VOC 異性によって減少する潜在的な産出増加量も数%と、影響が小さい。こうした分析結果の傾向は、加工組立型産業の 3 業種にも見られた。

表 24 繊維製品製造業の産出増加可能額と機会費用

繊維 (18 社)	売上高 (百万円)	環境効率 (百万円/トン)		産出増加可能額の 平均値(百万円)			機会費用(百万円)		OC 比 率
		平均値	標準偏 差	WD	SD	WD/SD	平均値	合計	
2001	64,964	6.02	14.65	2,323	4,228	55%	1,905	34,294	2.93%
2002	63,913	11.41	32.03	2,026	4,002	51%	1,977	35,581	3.09%
2003	70,480	14.97	40.23	2,681	5,017	53%	2,336	42,046	3.31%
2004	74,811	9.01	19.21	5,086	6,532	78%	1,445	26,012	1.93%
2005	79,363	15.23	36.16	2,976	5,804	51%	2,828	50,903	3.56%
2006	84,208	18.12	43.37	3,375	6,244	54%	2,870	51,655	3.41%
2007	88,204	12.90	27.90	3,183	5,353	59%	2,170	39,060	2.46%
2008	78,088	32.73	92.58	8,888	11,150	80%	2,262	40,722	2.90%

表 25 出版・印刷業の産出増加可能額と機会費用

出版・ 印刷 (7社)	売上高 (百万円)	環境効率 (百万円/トン)		産出増加可能額の 平均値(百万円)			機会費用(百万円)		
		平均値	標準偏 差	WD	SD	WD/SD	平均値	合計	OC 比率
2001	330,817	4.75	11.59	4,121	32,104	13%	27,982	195,876	8.46%
2002	323,101	0.86	1.32	3,762	38,069	10%	34,306	240,143	10.62%
2003	328,286	1.71	2.68	2,909	41,177	7%	38,268	267,875	11.66%
2004	342,927	3.98	6.59	12,987	44,401	29%	31,414	219,895	9.16%
2005	351,506	4.41	6.43	45,006	45,006	100%	0	0	0.00%
2006	350,209	5.51	8.24	32,626	32,626	100%	0	0	0.00%
2007	367,842	8.74	13.66	24,958	24,958	100%	0	0	0.00%
2008	351,726	7.25	10.17	23,133	23,133	100%	0	0	0.00%

表 26 ゴム製品製造業の産出増加可能額と機会費用

ゴム (13社)	売上高 (百万円)	環境効率 (百万円/トン)		産出増加可能額の 平均値(百万円)			機会費用(百万円)		
		平均値	標準偏 差	WD	SD	WD/SD	平均 値	合計	OC 比率
2001	132,511	0.53	0.48	2,872	3,123	92%	251	3,259	0.19%
2002	139,176	0.54	0.47	1,555	1,555	100%	0	0	0.00%
2003	150,670	0.64	0.65	6,311	6,311	100%	0	0	0.00%
2004	170,602	1.14	1.08	1,591	1,591	100%	0	0	0.00%
2005	198,653	1.77	2.24	2,020	2,136	95%	116	1,510	0.06%
2006	230,103	2.37	3.70	1,571	2,014	78%	443	5,765	0.19%
2007	247,455	4.57	10.23	2,003	2,077	96%	75	972	0.03%
2008	278,673	6.93	15.90	2,784	2,784	100%	0	0	0.00%

表 27 パルプ・紙製品製造業の産出増加可能額と機会費用

パルプ (8社)	売上高 (百万円)	環境効率 (百万円/トン)		産出増加可能額の 平均値(百万円)			機会費用(百万円)		OC比 率
		平均値	標準偏 差	WD	SD	WD/SD	平均値	合計	
2001	204,726	1.20	1.19	25,285	42,997	59%	17,713	141,702	8.65%
2002	203,950	1.47	1.63	37,728	48,124	78%	10,397	83,172	5.10%
2003	191,593	1.60	1.56	41,260	41,878	99%	618	4,942	0.32%
2004	191,336	4.03	3.83	19,291	25,974	74%	6,683	53,463	3.49%
2005	195,782	17.12	36.63	30,465	39,943	76%	9,478	75,823	4.84%
2006	211,110	22.48	37.54	9,421	23,218	41%	13,797	110,377	6.54%
2007	224,439	31.92	55.87	12,953	15,377	84%	2,424	19,389	1.08%
2008	219,088	63.16	117.78	17,446	20,908	83%	3,463	27,702	1.58%

表 28 化学製品製造業の産出増加可能額と機会費用

化学 (111社)	売上高 (百万円)	環境効率 (百万円/トン)		産出増加可能額の 平均値(百万円)			機会費用(百万円)		OC比 率
		平均値	標準 偏差	WD	SD	WD/SD	平均 値	合計	
2001	82,971	24.5€	152.10	45,497	45,828	99%	332	36,800	0.40%
2002	86,231	33.9€	174.72	39,892	39,970	100%	7€	8,744	0.09%
2003	90,706	41.2€	204.31	42,678	42,764	100%	87	9,617	0.10%
2004	99,495	43.0€	202.25	43,475	43,561	100%	87	9,606	0.09%
2005	108,091	50.2€	209.26	45,554	45,824	99%	26€	29,904	0.25%
2006	126,018	55.5€	223.26	51,908	52,084	100%	17€	19,508	0.14%
2007	137,577	243.31	2,102.86	58,826	59,102	100%	27€	30,647	0.20%
2008	142,050	426.6€	3,781.59	60,479	60,990	99%	511	56,713	0.36%

表 29 非鉄製品製造業の産出増加可能額と機会費用

非鉄 (24社)	売上高 (百万円)	環境効率 (百万円/トン)		産出増加可能額の 平均値(百万円)			機会費用(百万円)		
		平均値	標準偏差	WD	SD	WD/SD	平均値	合計	OC比率
2001	121,813	3.26	4.86	20,997	21,697	97%	700	16,802	0.57%
2002	115,785	2.79	3.34	16,820	17,202	98%	382	9,178	0.33%
2003	114,190	2.90	3.30	16,301	16,442	99%	141	3,392	0.12%
2004	118,139	3.37	5.08	16,059	16,146	99%	87	2,085	0.07%
2005	133,931	3.88	5.48	17,480	17,590	99%	110	2,649	0.08%
2006	139,054	7.60	16.72	14,435	14,467	100%	32	778	0.02%
2007	145,039	11.16	28.62	13,290	13,516	98%	226	5,435	0.16%
2008	129,789	7.74	10.96	12,406	12,572	99%	166	3,980	0.13%

表 30 鉄鋼製品製造業の産出増加可能額と機会費用

鉄鋼 (23社)	売上高 (百万円)	環境効率 (百万円/トン)		産出増加可能額の 平均値(百万円)			機会費用(百万円)		
		平均値	標準偏差	WD	SD	WD/ SD	平均値	合計	OC比率
2001	129,327	5.74	16.68	10,521	11,038	95%	517	9,301	0.40%
2002	128,447	6.92	19.58	7,695	7,989	96%	294	5,292	0.23%
2003	124,564	6.98	15.71	8,508	8,561	99%	53	945	0.04%
2004	124,736	7.85	18.19	9,506	9,879	96%	373	6,714	0.30%
2005	123,449	8.35	17.43	14,383	14,521	99%	138	2,492	0.11%
2006	140,589	15.94	40.13	22,394	22,409	100%	15	270	0.01%
2007	148,157	20.72	52.89	25,017	25,299	99%	282	5,074	0.19%
2008	135,633	27.75	79.28	26,983	27,155	99%	172	3,090	0.13%

表 31 一般機械製品製造業の産出増加可能額と機会費用

機械 (62社)	売上高 (百万円)	環境効率 (百万円/トン)		産出増加可能額の 平均値(百万円)			機会費用(百万円)		
		平均値	標準偏差	WD	SD	WD/ SD	平均値	合計	OC 比率
2001	112,188	4.88	13.80	12,466	12,689	98%	222	13,785	0.20%
2002	110,508	5.58	15.43	17,788	17,805	100%	16	1,018	0.01%
2003	113,275	4.14	11.08	27,808	28,156	99%	348	21,571	0.31%
2004	127,906	4.86	14.95	33,464	33,827	99%	363	22,501	0.28%
2005	141,443	5.31	15.30	38,533	38,923	99%	390	24,156	0.28%
2006	161,216	3.67	7.53	41,231	41,843	99%	612	37,971	0.38%
2007	173,131	5.68	16.07	40,962	41,604	98%	642	39,781	0.37%
2008	169,131	7.86	23.02	46,936	47,079	100%	143	8,887	0.08%

表 32 電気機器製品製造業の産出増加可能額と機会費用

電気 機器 (41社)	売上高 (百万円)	環境効率 (百万円/トン)		産出増加可能額の 平均値(百万円)			機会費用(百万円)		
		平均値	標準偏差	WD	SD	WD/S D	平均値	合計	OC 比率
2001	599,443	42.60	127.25	84,896	85,501	99%	605	24,802	0.10%
2002	677,120	74.02	240.80	115,098	115,779	99%	681	27,937	0.10%
2003	800,321	103.28	348.62	179,934	180,774	100%	840	34,420	0.10%
2004	959,769	228.49	726.00	230,972	231,971	100%	999	40,962	0.10%
2005	1,162,745	390.43	1,324.19	321,967	322,404	100%	437	17,916	0.04%
2006	1,373,074	399.13	1,167.20	318,405	319,170	100%	765	31,375	0.06%
2007	1,612,438	1,420.70	6,004.66	469,743	471,134	100%	1,391	57,043	0.09%
2008	1,597,062	2,829.32	11,775.59	437,216	438,708	100%	1,492	61,192	0.09%

表 33 自動車製品製造業の産出増加可能額と機会費用

自動車 (41社)	売上高 (百万円)	環境効率 (百万円/トン)		産出増加可能額の 平均値(百万円)			機会費用(百万円)		
		平均 値	標準偏差	WD	SD	WD/SD	平均 値	合計	OC比 率
2001	675,292	19.26	56.86	60,684	61,016	99%	332	13,610	0.05%
2002	700,862	23.62	64.99	66,500	66,780	100%	280	11,490	0.04%
2003	718,637	13.91	35.67	81,750	82,623	99%	874	35,815	0.12%
2004	790,862	17.74	52.40	85,897	86,742	99%	845	34,658	0.11%
2005	904,484	22.05	77.22	95,075	96,315	99%	1,240	50,838	0.14%
2006	990,161	33.16	115.49	82,679	83,875	99%	1,196	49,032	0.12%
2007	1,066,377	31.35	100.18	105,715	113,472	93%	7,757	318,039	0.73%
2008	990,961	46.27	158.91	155,909	155,909	100%	0	0	0.00%

(5) 結論

本章では VOC 排出量に着目し、VOC の排出規制が経済便益に与える影響の評価・比較を行い、業種間でどのような違いが存在するかを明らかにした。本研究の結論を以下にまとめる。

(1) 繊維製品製造業、出版・印刷業、パルプ・紙製品製造業では売り上げに占める機会費用の割合が大きいことから、VOC 規制が経済効率性に与える影響は他業種と比較して大きいことが明らかとなった。(2) VOC 排出規制が企業の経済効率性に与える影響は業種によって大きく異なっているため、各業種の特性や費用負担、経済性への影響を考慮した対応が重要である。

参考文献

Picazo-Tadeo, A.J., Reig-Martínez E., Hernández-Sancho, F., 2005. Directional distance functions and environmental regulation, *Resource and Energy Economics* 27 (2), 131–142.

2.1.5. 温暖化対策の評価：フロンティア分析

(1) 背景と目的

2012 年は、京都議定書で定められた第一約束期間の最終年であり、締結国では京都議定書で定められた温室効果ガス排出量の削減目標の達成が求められる。さらに 2013 年以降での温室効果ガス削減を目指す枠組みの議論が注目されており、引き続き温室効果ガス排出量の削減努力が必要とされる。

ここで、我が国から排出される温室効果ガスの約 95%を占めるCO₂排出量の変化を考察すると、2008 年度のCO₂排出量はエネルギー転換部門から 6%、産業部門から 34%、運輸部門から 19%、サービス業から 19%、家庭から 14%が排出されており、産業部門からの排出量が大きい。一方で、1990 年度から 2007 年度にかけて、産業部門からの排出されるCO₂排出量に大きな変化は見られなかったが、2007 年度から 2008 年度にかけては 9.3%の削減を達成している。この背景には、産業部門での省エネ努力に加えて、リーマンショックに端を発した世界的な景気低迷により、産業部門で生産規模の縮小がなされた点が挙げられる。

加えて、わが国では 2011 年 3 月に起きた東日本大震災に伴う福島原発事故によって、複数の原子力発電所の稼働停止が政府から要請された結果、電力不足問題が発生していることから、産業界の省エネ努力は喫緊の課題の一つとして指摘できる。

また、温室効果ガスの削減を達成する一方で、経済発展及び国際市場での競争力をいかに維持していくかという点も重要であり、持続可能な発展を達成するためには工業セクターの技術進歩が必要不可欠であると言えよう。

こうした議論はこれまでの先行研究でも盛んに行われてきた。近年でのCO₂排出量を考慮した経済的な技術進歩に関する文献では、世界各国の全セクターを対象とした Kumar (2006) , Lozano and Gutiérrez (2008) 、また米国電力セクターを対象とした Färe et.al. (2007) 、 Sueyoshi (2010) 、加えて中国鉄鋼業セクターを対象とした Wei (2007) 、藤井 (2008) などが挙げられる。一方で、電力及び鉄鋼業以外の部門についてはこれまでほとんど分析対象となっていない。その理由として、工業セクターから排出されるCO₂排出量は主に発電セクターと鉄鋼業から排出されており、その他の業種においては削減効果のインパクトが小さい点、さらに企業別・業種別にデータサンプルを収集することが難しい点などが挙げられる。しかしながら、製造業においては業種によって原材料投入として使用する化石燃料やエネルギー利用プロセス及び製造工程が異なっており、CO₂排出量削減の取り組み方は様々である。こうした背景を踏まえ、業種によってCO₂排出量削減に必要な費用負担や労力が異なる中で、各業種の企業が経済効率性を圧迫せずにCO₂排出量の削減を達成しているかどうかを明らかにすることは、今後日本の製造業が国際競争力を高める上で効果的な政策・制度を設計するために重要であると考えられる。

こうした背景を踏まえ本研究では、国内製造業 10 業種を対象に、CO₂排出量を考慮した生産性(環境生産性)分析を業種別に行い、その分析結果を比較することで、経済効率性を圧迫することなくCO₂排出量の削減を達成している業種を明らかにすることを目的とする。加えて、業種間において生産性の構造が時系列でどのように変化しているかにも着目し、各業種にとって望ましい政策のあり方を提言する。

(2) 分析方法

(2.1) 効率性評価手法

本研究では従来の生産性分析に用いる労働、資本などの投入要素(以下、input)と売上などの望ましい産出(以下、goods)に加えて、CO₂排出量などの望ましくない産出(以下、bads)を用いた生産非効率性の評価が可能であるDirectional Distance Function (DDF)を適用することで効率性評価を行う。Input (x)、goods(y)、bads(b)を用いて生産可能集合 $P(x)$ を次のように定義する。

$$P(x) = \{(y, b) \mid x \text{ can produce } (y, b)\} \quad (1)$$

生産可能集合 $P(x)$ 内に存在するサンプルの非効率性 $D(x, y, b \mid g_x, g_y, g_b)$ は、サンプルと効率的な生産を達成しているサンプル群で生成されるフロンティアラインとの距離 β と、非負の方向ベクトル(g_x, g_y, g_b)を用いることによって、次のように定義する。

$$D(x, y, b \mid g_x, g_y, g_b) = \text{Sup}\{\beta \mid (y + \beta g_y, b - \beta g_b) \in P(x - \beta g_x)\} \quad (2)$$

上記のように $D(x, y, b \mid g_x, g_y, g_b)$ を定義することで、式(3)が成立する。

$$(y, b) \in P(x) \text{ if and only if } D(x, y, b \mid g_x, g_y, g_b) \geq 0 \quad (3)$$

また式(2)は Chung et. al. (1997) によって次のように定式化される。ここでは k 番目のサンプルについての計算式を示す。

$$\bar{D}(x_k^l, y_k^m, b_k^r \mid g_{x^l}, g_{y^m}, g_{b^r}) = \text{Maximize } \beta_k \quad (4)$$

$$\text{s.t. } \sum_{i=1}^N \lambda_i x_i^l \leq x_k^l + \beta_k g_{x^l} \quad l = 1, \dots, L \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^N \lambda_i y_i^m \geq y_k^m + \beta_k g_{y^m} \quad m = 1, \dots, M \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^N \lambda_i b_i^r = b_k^r + \beta_k g_{b^r} \quad r = 1, \dots, R \quad (7)$$

$$\lambda_i \geq 0 \quad (i = 1, \dots, N) \quad (8)$$

x_k^l は $L \times N$ のinputデータ行列 X の l 行 k 列番目の要素であり、 y_k^m は $M \times N$ のgoodsデータ行列 Y の m 行 k 列番目の要素である。また b_k^r は $R \times N$ のbadsデータ行列 B の r 行 k 列番目の要素である。制約式(5)、(6)、(7)の左辺は効率的なサンプルで構成されるフロンティアラインを表しており、 λ_i は非効率なサンプルが参照するフロンティア曲線上の点を一意的に決定するパラメータである。制約式(5)、(6)、(7)の右辺は評価対象となるサンプルを用いている。 β は各サンプルとフロンティアラインとの距離を表しており、制約条件を満たす中で最大の距離が生産非効率性 $D(x, y, b \mid g_x, g_y, g_b)$ となる。以下、badsを考慮した計算式(7)から推計される生産性を環境生産性と呼ぶ。また、badsを考慮せず、式(7)を除いた計算式から推計される生産性を市場生産性と呼ぶ。

(2.2) 生産性変化の推計

DDF の分析結果を用いて生産性変化を計算する手法として Chambers (2002) によって発展してきた Luenberger productivity indicator (LPI)を利用する。LPI は以下の計算式で定義され、生産性変化の要因を技術変化(Technological change: TECHCH)と効率性変化(Efficiency change:

EFFCH)に分解することが可能である。

$$LPI_t^{t+1} = TECHCH_t^{t+1} + EFFCH_t^{t+1} \quad (9)$$

$$TECHCH_t^{t+1} = \frac{1}{2} \{ \bar{D}^{t+1}(x_t, y_t, b_t) - \bar{D}^t(x_t, y_t, b_t) \} - \frac{1}{2} \{ \bar{D}^t(x_{t+1}, y_{t+1}, b_{t+1}) - \bar{D}^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1}, b_{t+1}) \} \quad (10)$$

$$EFFCH_t^{t+1} = \bar{D}^t(x_t, y_t, b_t) - \bar{D}^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1}, b_{t+1}) \quad (11)$$

ここでLPIの説明を、図19を用いて行う。図19では縦軸にgoodsを、横軸にbadsをとり、t年とt+1年の二期間を考え、4つの生産主体A, B, C, Kが生産を行い、A, B, Cが効率的と評価されているケースである。この場合、フロンティアラインはA, B, Cにより形成され、Kはフロンティアラインを参照することで、生産非効率性の計測が可能となる。以下、Kに焦点を当てLPIの説明を行う。点P, Qは、Kから伸ばした方向ベクトルとフロンティアラインとの交点である。式(10), (11)中の $\bar{D}^t(x_t, y_t, b_t)$ はt年のデータをt年のフロンティアラインで評価した場合の非効率性であり、図1中の線分 $|K_t P_t|$ の距離で表され、この距離が大きいほどKは非効率と評価される。また、 $\bar{D}^{t+1}(x_t, y_t, b_t)$ はt+1年のフロンティアラインでt年の生産を評価した場合の非効率性であり、図19中の線分 $|K_t P_{t+1}|$ で表される。

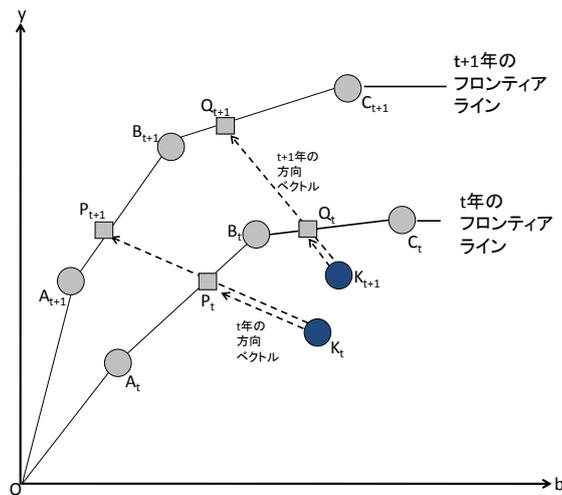


図19 Luenberger Productivity Indicator の説明

ここで、前述したTECHCHを図19中の記号を用いて表すと $TECHCH = (|K_t P_{t+1}| - |K_t P_t| - |K_{t+1} Q_t| + |K_{t+1} Q_{t+1}|) / 2 = (|P_t P_{t+1}| + |Q_t Q_{t+1}|) / 2$ となり、 K_t と K_{t+1} から観測したフロンティアシフトの算術平均となる。EFFCHは図19中の $|K_t P_t| - |K_{t+1} Q_{t+1}|$ で表され、 $EFFCH > 0$ であれば、Kがフロンティアラインにキャッチアップしていることを意味する。LPIはTECHCHとEFFCHの和であり、フロンティアシフトを考慮した生産効率性変化を意味する。

本研究では、Chung et.al. (1997)を参考に、方向ベクトル $(g_x, g_y, g_b) = (0, y, -b)$ を採用した。この方向ベクトルは次の2つの特性を持つ。一つ目には、方向ベクトルに各生産主体のデータを用いることから、使用するデータの単位をどのように決定した場合でも分析結果が変わらないため、結果に頑健性を持つ点。二つ目には、非効率性の解釈が容易になることから、分析結

果の考察が行いやすい点である。この方向ベクトルを用いた場合には、式(2)が $D(x, y, b | g_x, g_y, g_b) = \text{Sup}\{\beta | ((1+\beta)y, (1-\beta)b) \in P(x)\}$ と表わされ、この場合の β は、フロンティアラインに対して input を変化させることなく、何%の goods を増加させ、同時に bads を削減することが可能であるかを表す。この β を用いて生産性指標 LPI を推計することから、LPI の数値は、基準年度に対して投入財を変化させず、何%の市場産出財の増加と環境産出財の削減を同時に達成しているかを意味する。

環境生産性の変化を考察する上で、その変化が市場生産性の変化によってもたらされたものなのか、bads の排出量変化によるものなのかを明確にする必要がある。従って本研究では、bads の排出量変化が環境生産性に与える寄与度の推計を行う。環境生産性の変化は、goods と input で計測される市場生産性の評価結果に加えて bads の変化分が考慮される。

環境生産性と市場生産性の差を取ることで、環境生産性の変化に bads の変化がどれほど寄与しているかを抽出することが可能である (Kaneko and Managi, 2004)。この寄与度の推移を時系列で考察することにより、各業種の企業の bads の変化が環境生産性にどのように寄与しているのかを明らかにする。

(3) データ

分析に使用するデータは、goodsに売上、badsとしてCO₂排出量、inputに資本ストック、労働コスト、原材料費を用いた。財務データは日経メディアマーケティング社のNEEDSデータベースから作成した。財務データは2000年度価格に基準化して使用する。デフレータには、内閣府から公表されている平成20年度国民経済計算確報内の総資本形成を用いて資本ストックを基準化、経済活動別総生産を用いて売上を基準化した。さらに総務省統計局が公表している消費者物価指数を用いて労働コストを基準化、卸売物価指数を用いて原材料費の基準化を行った。

CO₂排出量は経済産業省が公表している温室効果ガス排出・算定・報告制度より得た。これら財務データと排出量データをマッチングさせ、企業別のデータセットを作成した。本研究では企業単独ベースの財務データとCO₂排出量データを生産性の推計に適用した。

これら企業データを日本標準産業分類で定められた方法に基づき、業種分類を行った。分析対象期間は、CO₂排出量データが利用可能な2006年度から2008年度であり、分析対象業種は基礎素材型産業であるゴム製品製造業(15社)、パルプ・紙製品製造業(14社)、化学製品製造業(131社)、非鉄金属製造業(58社)、鉄鋼業(41社)、窯業(32社)の6業種と、生活関連型及び加工組立型産業である繊維製品製造業(26社)、一般機械製造業(85社)、電気機器製品製造業(108社)、自動車製造業(62社)の4業種であり、合計10業種である。分析に使用する企業サンプルは東証一部上場企業であり、大規模企業である。

本研究では、業種別に生産性の推計を行い、各推計結果より業種別の平均値を計算し、分析結果の考察を行う。

(4) 分析結果

(4.1) 生産性変化の考察

生産性分析の結果を図20から図23に、また生産性推移の構造を表すEFFCHとTECHCHの指標の推移を表34に示す。これらの図表では2006年度を基準年(2006年度の生産性 = 0)としており、2007年度、2008年度は生産性変化の累積値の推移を示している。図2より鉄鋼業を除く基礎素材

型産業の5業種で2006年度から2008年度にかけて環境生産性が上昇しており、特にゴム製品製造業と化学製品製造業で大幅に改善していることが明らかとなった。加えて、図21よりゴム製品製造業とパルプ・紙製品製造業でCO₂排出量変化のLPIに対する寄与度が上昇していることから、これら二つの業種では売上に対するCO₂排出量の削減が環境生産性を大きく押し上げる形で寄与したと言える。一方で、非鉄金属、窯業、紙・パルプ製品製造業では、分析対象期間において大幅な環境生産性の変化は観測されなかった。

鉄鋼業は2007年度から2008年度にかけて、大幅に環境生産性を悪化させているが、この悪化の要因として売上に対するCO₂排出量の相対的な増加が影響していることが明らかとなった。こうした結果が得られた背景には鉄鋼業の業種特性が挙げられる。鉄鋼業では規模の生産性が反映されやすい業種であり、大規模で粗鋼を生産することで限界費用や製品当たりのエネルギー消費量を下げることが可能である。従って、鉄鋼業企業にとって、2008年度の急激な生産調整に伴う生産規模の縮小は、鉄鋼業企業の財務及びエネルギー効率性を悪化させたと考える。

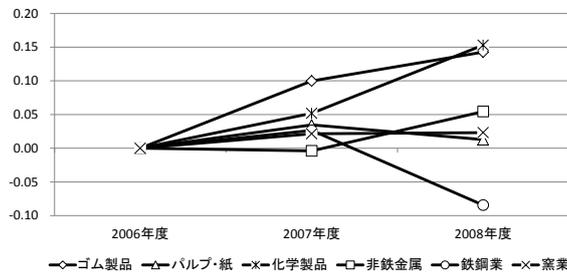


図20 基礎素材型産業のLPIの推移

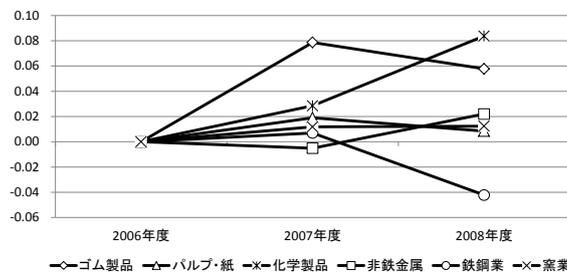


図21 基礎素材型産業のCO₂排出量変化がLPIに与えた影響

また、財務パフォーマンスについては、鉄鋼業では中・長期での需要予測をもとに設備の増強を行うため、2008年度の急激な需要低下が起こった場合には、設備稼働率が低下し資本生産性が悪化する。この資本生産性の悪化も環境生産性を低下させた要因の一つであると考えられる。実際にデータセットより、鉄鋼業企業の資本当たりの売上とCO₂当たりの売り上げは2007年度から2008年度にかけて低下が確認できる。以上より、鉄鋼業の環境生産性が悪化した要因として、売上に対するCO₂排出量の増加と2008年度のリーマンショックによる資本生産性の低下が挙げられる。

次に生活関連型及び加工組立型産業の分析結果を考察する。図22より、加工組立型産業では、電気機器製品製造業と自動車製造業が大幅に環境生産性を改善させており、2006年度から2008年度にかけて環境生産性が10%以上増加している。これは、業種内企業が2006年から2008年

にかけて技術進歩を達成したことで、2008年度では、2006年度と同程度のinputを投入することで、売上が2006年度の110%に上昇し、かつCO₂排出量を2006年度の90%にまで削減していることを意味する。

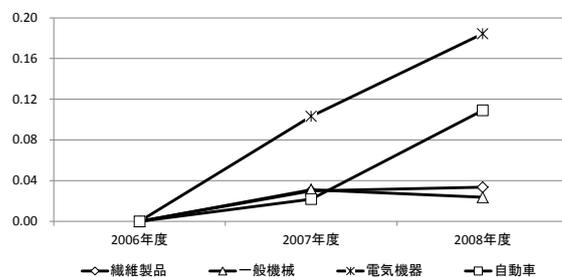


図22 生活関連・加工組立型産業のLPIの推移

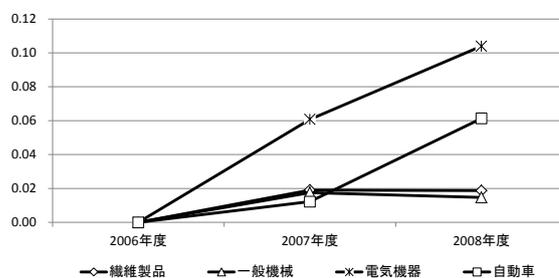


図23 生活関連・加工組立型産業のCO₂排出量変化がLPIに与えた影響

さらに図23より、CO₂排出量削減分が生産性の改善に大きく寄与していることが分かる。こうした結果が得られた背景として、加工組立型産業においては、リーマンショック後の生産規模の縮小に伴い、老朽化した設備での生産を抑制し、新しくエネルギー効率的な設備での生産を優先した点が挙げられる。この稼働設備の選択によって、売上当たりのCO₂排出量の削減を達成している。一方で、繊維製品製造業や一般機械機器製造業では、CO₂排出量の変化による生産性への寄与度は小さい。

また、電気機器製品製造業が2006年度から環境生産性を改善しているのに対し、自動車製造業は2007年度から2008年度にかけて環境生産性の改善を達成している。2008年度に売上が落ち込んだにも関わらず自動車製造業で環境生産性が上昇した要因として、労働及び原材料投入の効率化が挙げられる。資本設備に関しては急速な需要変化に対応することが難しく、設備稼働率の低下を避けることは難しい。しかし労働及び原材料投入に関して、自動車製造業各社は即座に対策を講じている。その中でも、期間従業員や派遣社員などの削減に踏み切り、生産調整に伴う労働生産性の低下を食い止めている。

次に、各業種における環境生産性の推移の構造について考察する。表34には、各業種のEFFCHとTECHCHの指標の推移を記載している。これら二つの指標の値によって、環境生産性の推移を、フロンティアシフト(Frontier shift: FS)型、キャッチアップ(Catch up: CU)型、全体的効率改善(Overall Improvement: OI)型に分類した。OI型は2006年度から2008年度にかけてフロンティアライン上の企業の生産効率は向上したが、同時に非効率的企業の底上げが進んだことにより、業種内格差が大きく変化していない構造であり、TECHCH > 0かつEFFCH ≥ 0で推移している場

合である。

この構造では、サンプル全体が生産性向上の方向にシフトを達成している。二つ目は FS 型であり、TECHCH > 0かつ EFFCH < 0となる場合である。FS 型では、フロンティアライン上の企業の生産効率は向上したが、非効率的企業による底上げが進まず、業種内格差が拡大したケースを指す。三つ目は CU 型であり、EFFCH > 0かつ TECHCH ≤ 0で推移している場合である。CU 型は、非効率的企業が生産効率性を改善させ、フロンティア上の効率的な企業との効率性格差を縮小した構造である。

表34 業種別の EFFCH と TECHCH の推移

業種	EFFCH			TECHCH			type
	2006年度	2007年度	2008年度	2006年度	2007年度	2008年度	
ゴム製品	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.10	0.15	FS
パルプ・紙	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	変化なし
化学製品	0.00	-0.01	-0.03	0.00	0.06	0.18	FS
非鉄金属	0.00	0.03	0.04	0.00	-0.04	0.02	OI
鉄鋼業	0.00	-0.02	0.03	0.00	0.05	-0.12	CU
繊維製品	0.00	0.01	-0.03	0.00	0.02	0.07	FS
窯業	0.00	-0.01	0.01	0.00	0.03	0.02	OI
一般機械	0.00	-0.04	-0.01	0.00	0.07	0.04	FS
電気機器	0.00	0.04	0.07	0.00	0.06	0.11	OI
自動車	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.11	OI

EFFCH と TECHCH の推移から、FS 型で環境生産性が推移している業種はゴム製品、化学製品、繊維製品、一般機械製品製造業の四業種であり、CU 型は鉄鋼業で観測された。また、OI 型は、非鉄金属製品、窯業、電気機器、自動車製造業の四業種であり、加工組立型産業では、OI 型で環境生産性が推移しやすい傾向が観察された。一方で、パルプ・紙製品業では、他の業種と比較して、環境生産性の推移に大きな変化が見られなかった。

ここで、FS 型で推移している業種に対しては、非効率的な企業のキャッチアップを促すための政策や制度が重要であると言える。たとえば省エネ行動のセミナーや勉強会などを政府や業界団体が主体となり、積極的に情報をスピルオーバーすることで、円高や景気低迷によって追加的に設備投資を行うことが難しい現在の状況下においても、費用負担を少なくし生産性改善に寄与することが期待できよう。

一方で、CU 型で推移している業種に対しては、技術進歩を促すような政策が重要である。フロンティアラインを形成する先進的な企業が技術進歩を達成しなければ、国際市場における我が国の競争力の低下を招く。従って、CU 型で推移している業種に対しては、新たな技術の開発を促すような政策が効果的であると考えられる。

(4.2) CO₂排出量の削減と経済性の関係

次に、企業のCO₂排出量削減取り組みについて整理を行う。本研究では企業がCO₂排出量の削減を達成する場合を表35のマトリックスを用いて分類する。本研究では、製造業企業におい

てCO₂排出量は次の三つの方法で削減可能であると仮定する。

一つ目は、製造過程の効率化や製品の軽量化などの製造技術進歩に伴う生産効率性改善であり、この場合は経済性を犠牲にすることなくCO₂排出量を削減することが可能である。二つ目には、大規模な設備投資を行い、エネルギー利用効率性を改善する場合であり、CO₂排出量は削減できるが資本生産性が悪化するケースである。三つ目の方法としては、生産規模を縮小させ、エネルギー消費量を減らすことでCO₂排出量を削減するケースが考えられる。

表 35 2006 年から 2008 年でのデータと生産性の変化から特定したCO₂排出削減取り組み

	環境生産性(+) 市場生産性(+)	環境生産性(+) 市場生産性(-)	環境生産性(-) 市場生産性(+)	環境生産性(-) 市場生産性(-)
売上(+) CO ₂ (+)	・生産規模拡大 ・経済性改善 【113社】	・生産規模拡大 ・投入財増加 [0社]	・生産規模拡大 ・CO ₂ の増加 [1社]	・生産規模拡大 ・経済性悪化 [7社]
売上(+) CO ₂ (-)	・経済性を犠牲に せずCO ₂ 削減 【222社】	・経済性を犠牲に してCO ₂ 削減 (投入財の増加) [2社]	・特定不可 [0社]	・投入財の増加 [11社]
売上(-) CO ₂ (+)	・投入財の削減 [29社]	・特定不可 [0社]	・エネルギー集約 的な製品へシフト [0社]	・エネルギー集約 的な製品へシフト [15社]
売上(-) CO ₂ (-)	・経済性を犠牲に せずCO ₂ 削減 (投入財の削減) 【104社】	・経済性を犠牲に してCO ₂ 削減 (生産規模縮小) [2社]	・生産規模縮小 ・投入財削減 [2社]	・生産規模の縮小 ・経済性悪化 【64社】

一方で、CO₂排出量の増加は、企業の生産規模の拡大、もしくはエネルギー集約的な製品製造へのシフトによって起こると仮定する。この場合、売上、CO₂排出量の増減に加えて、市場生産性と環境生産性の変化によって、表 35 のように企業の取り組みを特定することが可能と考える。

ここで上から二段目の左端と左から二番目の場合について説明する。両方とも企業の売上が増加し、CO₂排出量が減少しており、さらに環境生産性が改善した場合を想定する。この時に、左端の場合には市場生産性が改善していることから、資本・労働・原材料生産性の上昇が伺える。従って、経済効率に負担をかけることなく、企業がCO₂排出量の削減を達成していると推測できる。一方で左から二番目の場合では市場生産性が悪化しているにも関わらず、環境生産性は上昇しているため、CO₂排出量の大幅な削減が達成されていると考えられる。この場合は、CO₂排出量の削減は、追加的な設備投資や人員の配置によって達成されたと推測可能であり、経済性を犠牲にしたCO₂排出量の削減を達成していると解釈出来る。

各分類名の下にある角括弧内の数値は、本研究対象 572 社を対象に生産性分析の結果を用いて分類した企業数である。ここで、企業数の分布を考察すると、企業数を下線太文字で表記した 4 分類に企業が集中しており、これら四分類で全体の 88% を占めている。従って、本研究では業種別の考察を行う際に、これら四つの分類に着目することとした。

次に表 35 で設定した企業の削減取り組み方法を、業種別に適用を試みた。その推計結果を表 36 に示す。表 36 では表 2 の左端上から二段目と四段目を「経済性を犠牲にせずにCO₂削減」というケースに統一し、分類を行った。

数値は企業数を表し、括弧内の数値は業種内サンプルに占める割合を意味する。表3からパルプ・紙製造業と鉄鋼業を除く8業種内の多くの企業で、経済性を犠牲にすることなくCO₂排出量

の削減を達成していることが分かる。特にゴム、化学、自動車製造業では他業種にくらべて高い割合であることが明らかとなった。一方でCO₂排出量は削減しているが、その理由が生産規模の縮小であり、さらに資本生産性や労働生産性を反映する市場生産性が悪化している企業がパルプ・紙製造業、鉄鋼業などで多く観測された。この背景として、前述したリーマンショックに伴う需要低下の影響が挙げられる。

表 36 2006 年から 2008 年における業種別のCO₂排出量削減取り組みの企業数分布

	・経済性を犠牲にせずCO ₂ 削減	・生産規模拡大 ・経済効率性改善	・生産規模縮小 ・経済効率性悪化	その他
ゴム	12 (80%)	3 (20%)	0 (0%)	0 (0%)
パルプ・紙	4 (29%)	2 (14%)	5 (36%)	3 (21%)
化学	95 (73%)	33 (25%)	0 (0%)	3 (2%)
機械	34 (40%)	15 (18%)	18 (21%)	18 (21%)
自動車	52 (84%)	8 (13%)	0 (0%)	2 (3%)
繊維	13 (50%)	3 (12%)	6 (23%)	4 (15%)
鉄鋼	3 (7%)	2 (5%)	22 (54%)	14 (34%)
電気機器	59 (55%)	38 (35%)	3 (3%)	8 (7%)
非鉄金属製品	35 (60%)	6 (10%)	5 (9%)	12 (21%)
窯業	19 (59%)	3 (9%)	5 (16%)	5 (16%)

これらの結果から、国内製造業において、多くの企業で生産工程や製品設計の改善によって市場生産性を低下させずに、CO₂排出量の削減を達成していることが明らかとなった。しかしながら、リーマンショックに伴う需要低下によって生産規模を縮小させた結果、CO₂排出量の削減は達成しているが、同時に資本生産性や労働生産性が低下している企業が、パルプ・紙製品製造業や鉄鋼業などの素材型産業で多く観測された。

(5) 結論

本研究では、国内製造業企業を対象に、CO₂排出量を考慮した生産性の推移及び、その構造を明らかにした。本研究の結論を下記に記す。

1. 国内製造業では多くの企業で、経済効率性を犠牲にすることなくCO₂排出量の削減を達成していることが明らかとなった。
2. ゴム製品、化学製品、電気機器製品、自動車製造業の4業種で2006年度から2008年度にかけて、CO₂排出量を考慮した生産性が大幅に改善している。
3. 鉄鋼業では2007年度から2008年度にかけて環境生産性が悪化している。その要因の一つとして売上当たりのCO₂排出量の増加が寄与していることが明らかとなった。
4. 自動車製造業では2008年度のリーマンショックによる需要低迷にも関わらず、2007年度から2008年度にかけて環境生産性を改善させている。その要因には、(1)需要に応じた労働コストの縮減や(2)CO₂排出量の削減を達成が挙げられる。
5. 加工組立型である電気機器と自動車製造業では、効率的な企業と非効率的な企業の両方で生産効率性の改善を達成しており、業界全体で効率性改善を達成している。一方で、化学製品製造業や繊維製品製造業では、フロンティアライン上の効率的な企業と非効率的な企業との間の効率性格差が拡大しているため、ボトムアップを促すような試みが重要であると言えよう。

参考文献

- Chung, Y. H., Färe, R. and Grosskopf, S. (1997), “Productivity and undesirable output: A directional distance function approach”, *Journal of Environmental Management*, 51, 229-240.
- Chambers, R. (2002), “Exact nonradial input, output, and productivity measurement”, *Economic Theory*, 20(4), 751-765.
- Färe, R., Grosskopf, S. and Pasurka, C.A. (2007), “Environmental production functions and environmental directional distance functions”, *Energy*, 32(7), 1055-1066.
- Kaneko, S. and Managi, S. (2004), “Environmental productivity in China”, *Economic Bulletin* 17(2), 1-10.
- Kumar, S. (2006), “Environmentally sensitive productivity growth: A global analysis using Malmquist–Luenberger index”, *Ecological Economics*, 56(2), 280-293.
- Lozano, S. and Gutiérrez, E. (2008), “Non-parametric frontier approach to modeling the relationships among population, GDP, energy consumption and CO₂ emissions”, *Ecological Economics*, 66(4), 687-699.
- Sueyoshi, T., Goto, M. and Ueno, T. (2010), “Performance analysis of US coal-fired power plants by measuring three DEA efficiencies”, *Energy Policy*, 38(4), 1675-1688.
- Wei, Y.M., Liao, H. and Fan, Y. (2007), “An empirical analysis of energy efficiency in China's iron and steel sector”, *Energy*, 32(12), 2262-2270.
- 藤井秀道、金子慎治 (2008)、「中国鉄鋼業の二酸化炭素排出削減戦略 - 限界削減費用を考慮した地域別最適戦略 - 」、土木学会環境システム研究論文集、第 36 巻、59-67.
- 日本経済新聞社, NEEDS データベース, 2007.
- 環境省, 温室効果ガス排出量・吸収量データベース <http://www-gio.nies.go.jp/aboutghg/nir/nir-j.html>
(2011年7月30日アクセス)
- 経済産業省, 温室効果ガス排出・算定・報告制度
<http://www.env.go.jp/earth/ghg-santeikohyo/index.html> (2011年7月30日アクセス)

2.2 企業の取組：イノベーション

2.2.1 環境技術特許取得の要因分析

(1) はじめに

新たな環境保全技術(以下、環境技術)の開発は、企業の汚染対策をより容易で安価なものにするために必要不可欠である。とりわけ、原材料の加工によって成り立つ製造業は、環境技術によって汚染対策を実施できるとともに、無駄の少ない運営によって経済的効果も期待できる。環境技術は、我が国の方針の一つとして開発が促進されている。文部科学省が制定した「第二期科学技術基本計画(2001-2005年)」では、環境技術の開発は、国家的・社会的課題に対応した研究開発の中でも特に重点分野の一つであると定義されていた。さらに、続く「第三期科学技術基本計画(2006-2011年)」においても、環境技術は引き続き重点推進分野として位置づけられており、研究開発の促進が期待される。図24は、わが国の環境技術特許取得数の推移を表す。2000年以降、LEDやハイブリッド自動車といった環境にやさしい製品設計に関する特許取得数が上昇していることが分かる。

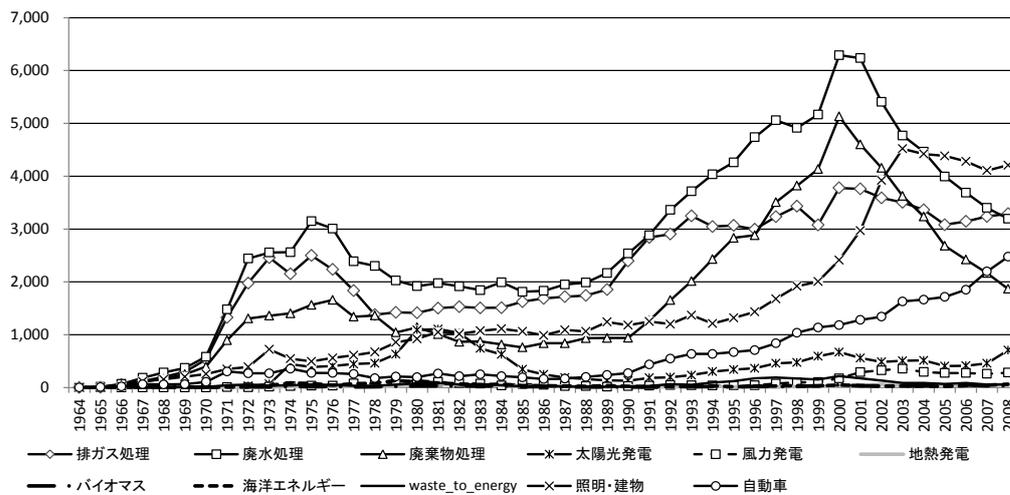


図24 技術別特許取得数の推移[件] (取得された特許の出願年を利用)

企業の環境技術特許に着目した動きは、近年国際的にも拡大している。2008年には、環境負荷削減に貢献する特許を無償で開放し、相互利用が可能な枠組みをつくるために、世界経済人会議(World business Council for Sustainable Development: WBCSD)が世界中の企業に呼び掛けを行った。この取り組みは、エコパテントコモンズと呼ばれ、企業間の利害関係を超えて、環境技術特許を共用することで、途上国企業や中小企業も含めた広範囲における環境負荷削減を目指している。2012年1月現在、13の企業がエコパテントコモンズに参加しており、100以上の環境技術特許が開放されている。我が国の企業では、富士ゼロックス、リコー、ソニー、大成建設に加えて2011年に日立が参加している。

ここで、環境技術とは、一般に次の三つに分類できる。一つは、工業廃水や排ガス、廃棄物処理を目的とする汚染防止技術であり、二つ目にはエネルギー効率の改善を目的とした省エネ技術である。これら技術は、製造業企業の生産過程から排出される汚染物質や消費されるエネルギー資源を低減する技術である。三つ目は、製品が使用される段階において、消費者の使用過程から排出される環境負荷を軽減する技術を指す。経済学的視点に立てば、汚染対策技術の研究開発は非生産部門への追加コストおよび投資であり、直接収益に結びつかない。よって、企業の利潤最大化行動のもとでは非生産部門における費用は最小化されるため、一つ目の汚染防止技術に対する開発インセンティブは低い。一方で、二つ目の省エネルギー技術による製造方法は、製造過程でのコスト削減に貢献するため、技術開発のインセンティブは高いと考えられる。また、三つ目の製品設計に関する技術においても、製品の市場競争力に直接的に寄与する技術であるため、企業が開発を進めるインセンティブは高いと言える。

このように、企業が環境技術特許の開発に対するインセンティブは、特許の種類によって様々であり、その要因は法令規制やステークホルダーの影響など多次元に及ぶ。従って、企業への環境技術特許を促進させるためのインセンティブを高める政策を実現するためには、どのような要因が企業の特許開発の意思決定に反映されているのかを明らかにする必要がある。

(2) 先行研究と目的

環境技術特許開発の決定要因に関する研究は国外、特に米国や欧州の製造業を中心に行われてきた。米国製造業を分析対象とした研究では、環境技術特許取得数と汚染対策費用、政府のモニタリング回数との因果関係性を分析した Brunnermeier and Cohen(2003)や、米国の環境規制である Clean Air Act で規制対象となった化学物質に着目し、環境技術特許数と化学物質排出量の関連性を分析した Carri-Flores and Innes(2010)が挙げられる。また、欧州を対象とした研究では、ドイツを対象とした研究が盛んであり、多くの論文が発表されている (Rennings *et al.*, 2006; Wagner, 2007; Rehfeld *et al.*, 2007; Frondel *et al.*, 2008, Horbach, 2008; Ziegler and Nogareda, 2009; Kammerer, 2009)。これらの先行研究に基づけば、企業の環境技術特許の決定要因は次の4つに大きく分類することが出来る。

一つ目は、企業の財務パフォーマンスである。特許の発明には長期間における研究開発費が必要であり、実験などを行う場合には非生産部門への設備投資が必要となる。従って、企業の財務諸表が悪化している場合には、研究開発に多額の予算を割り振ることが難しいため、企業の財務パフォーマンスは特許開発の決定要因の一つであると言える。

二つ目は、企業の研究開発能力であり、一般には研究開発に携わる研究者数で表される。経営学で用いられる Resource based view に基づけば、企業の知的財産や研究開発能力は企業規模とともに拡充されるため、中小規模企業に比べて大規模企業のほうが、より高い研究開発の経営資源を有する(金原・金子,

2005)。従って、企業規模は特許開発における研究能力の代理指標として解釈可能であり、環境技術特許の決定要因の一つであると考ええる。

三つ目の要因は、環境関連の法令規制であり、四つ目は市場の要請やイベントである。前者は、大気汚染防止法や水質汚濁法など、企業から排出される環境汚染に対する規制であり、企業は規制を遵守するために環境保全の取り組みを行う必要がある。その場合に、末端処理的な環境保全の取り組みは、非生産部門における追加的費用であり、企業の財務効率を圧迫するため、企業はより安価に規制へ対処できるよう新たな環境技術の開発を開始すると考える。後者は、石油ショックなどの資源価格の高騰や、京都議定書などの国際的な環境保全を目指した枠組みが挙げられる。こうしたイベントが発生すると、企業はエネルギーや原材料調達コストの上昇を抑制や、温室効果ガス排出削減に向けた新たな技術開発を進める。

前述したように、これまでに多くの環境技術特許に関する研究が進められてきたが、その多くが欧米を事例とした研究であり、国内企業を対象とした環境技術特許の決定要因分析には、有村・杉野(2008)や八木・馬奈木(2008)が挙げられるが、広範囲の業種を対象とした企業レベルでの分析は行われていない。加えて、先行研究では環境技術特許を分類せずに、汚染対策技術やエネルギー技術など、特性が異なる特許を同等に扱って分析を行っており、特許技術を複数に分類し、包括的に特許取得に関する決定要因の分析を行った研究は行われなかった。しかし、汚染対策技術やエネルギー技術では特許取得のインセンティブが異なっているため、企業が研究開発を行う意思決定メカニズムも異なると考えられる。

本研究では、前章でも取り上げた化学物質、廃棄物、気候変動対策(エネルギー)の三つのテーマに着目し、環境技術特許を、(1)廃水、排ガス、廃棄物などを処理する汚染対策技術、(2)省エネ・新エネ技術、(3)製品使用時の省エネ技術の三つに分類し、より包括的な環境技術特許取得数の決定要因を明らかにすることを目的とする。決定要因については、企業の財務パフォーマンスと企業規模、関連する法令及びイベントに着目して分析を行う。

加えて、業種特性の違いは特許取得要因に大きな影響を与えられることから、本研究では売上高広告宣伝費比率の中央値を用いて、企業間取引を主として行う企業(中央値を下回る企業：以下、**BtoB** 企業)と、消費者に最終製品を販売する企業(中央値を上回る企業：以下、**BtoC** 企業)とに分類し、それぞれの分析結果を比較し、業種特性の違いによって環境特許開発の要因がどのように異なるのかを検証する。

(3) 分析方法とデータ

本研究では、被説明変数に用いる環境技術特許取得数のデータが正の整数であり、加えて0となるサンプルが多数含まれていることから、因果関係性の分析にポアソン回帰分析を採用した。分析モデルでは、標準誤差に頑健性を持たせるためWhiteの修正済み標準誤差による推計を行った。使用する企業の特許

取得数データは野村総合研究所のNRIサイバーパテントデータベース 2 より作成した。特許取得数データは、特許庁の特許審査を通過した特許のみを対象としており、特許取得数データの年度は、特許申請時の年度を利用している。企業の財務データは日経メディアマーケティング社のNEEDSデータベースより取得した。分析サンプルは一部上場企業 1,167 社であり、すべて製造業企業である。分析対象期間は 1965 年から 2008 年の 44 年間である。本研究では被説明変数として、環境技術特許を引用数で重み付けを行った企業別の環境技術特許取得数を使用する¹。環境技術特許の選定については表 37 の通りであり、OECD で定められている環境技術の分類方法を適用する。

表 37 環境技術特許の分類方法

Pollution	Energy	Product
air pollution abatement	wind power	insulation
water pollution abatement	solar power	heating
solid waste abatement	geothermal energy	lighting
	marine energy	vehicle
	hydro power	
	biomass energy	
	waste-to-energy	

この分類方法を参照することで環境技術特許を(1)汚染対策技術特許(Pollution)、(2) エネルギー技術特許(Energy)、(3)商品開発に関する特許(Product)の三つに分類し、分析を行った²。説明変数には企業規模のコントロール変数として従業員数(EMP)、財務パフォーマンスを表す変数として総資本利益率(ROA)を用いる。環境技術特許取得の意思決定に関する外部要因として本研究

¹特許の重み付けには審査官引用数および特許公報記載の特許引用数を用いる。重み付け特許取得数(weighted patent count: WPC)の計算には、Trajtenberg(1990)を参照し、特許 i の被特許引用数の C_i を用いて計算を行った。この重み付けを適用した場合に特許の被引用回数は古い特許ほど多く引用される傾向が指摘できるため、本研究では Park et al.(2006)を参照に、depreciation ratio を 13.3%と設定した。加えて、本研究では特許登録数を被説明変数に用いて分析しているが、一般に特許申請から特許登録までは長い時間を有する。こうした場合、分析対象期間の最新年に近いほど、申請した特許が審査中、もしくは登録手続き中となっている可能性が強く、登録特許数が減少するバイアスが指摘できる。本研究では、こうした問題を考慮し、分析対象期間内に申請された特許が審査中、もしくは登録手続き中となるようなものを確認した結果、分析対象期間内に申請された特許については、審査中及び登録手続き中となっている特許数は僅かであったことから、本研究の分析結果に与える影響は軽微であると考えられる。

²分類した 3 種類の特許は、企業の同一のプロジェクトを通じて発明される可能性があるが、各特許データがどのようなプロジェクトによって発案されたかを明らかにすることが困難であることから、本研究では、汚染対策技術特許、エネルギー技術特許、商品開発に関する特許は独立して発明されると仮定して分析を行う。

では石油の国際価格(Oil price)と環境規制を用いる。石油の国際価格はInternational Finance Statisticsより取得した。この石油価格データを円ドル為替レートにより日本円に変換し、消費者物価指数で基準化した。加えて、環境規制については規制の強度を反映するために、Hamamoto(2006)を参照に、主要産業の設備投資計画各年版より、公害防止設備投資額(Pollution abatement capital expenditure: PACE)³を企業物価指数で基準化した値を、環境規制の強度の代理変数として適用した。分析対象企業数は523社であるが、企業によってはデータが取得できない期間が生じるため、本分析では不完全パネルデータによる分析を行う。また、一般に研究開発に着手してから特許を発明するまでにはタイムラグが発生するため、本研究では被説明変数である特許取得数に対して0年間から3年間のタイムラグを考慮したモデルをそれぞれ適用した。

分析に使用したデータセットの基本統計量を表38に記す。分析対象年度を四つの期間に分け、期間内の平均値と標準偏差を記載する。

表38 分析対象データセットの記述統計

変数	単位	1965年－ 1972年	1973年－ 1980年	1981年－ 1988年	1989年－ 1997年	1998年－ 2008年
従業員数	万人	0.347 (0.738)	0.321 (0.721)	0.287 (0.673)	0.279 (0.654)	0.216 (0.504)
総資本利益率 (ROA)	%	24.988 (13.852)	24.201 (24.201)	24.201 (12.634)	20.553 (11.256)	18.321 (11.437)
国際石油価格	万円/バレル	0.230 (0.020)	0.639 (0.261)	0.635 (0.300)	0.237 (0.059)	0.514 (0.321)
公害防止設備投資額	兆円	0.239 (0.187)	0.592 (0.298)	0.312 (0.058)	0.337 (0.070)	0.351 (0.071)
汚染対策技術特許数	引用数 換算件	0.753	3.245	2.570	5.867	7.624
エネルギー技術特許数	引用数 換算件	0.015	0.301	0.478	0.293	0.597
商品開発関連特許数	引用数 換算件	0.254	0.741	0.965	1.738	4.971

注：上側の数値は平均値、括弧内の数値は標準偏差を示す。

表38より、従業員数とROAは年々低下しているのが分かる。これは、技術進歩により製造工程が労働集約型から資本集約型にシフトしたためである。加えて1990年代初頭のバブル崩壊により1989年から1997年のROAは低い値をとっている。石油価格は1973年と1979年の二度のオイルショックによって急上昇していることが分かる。公害防止設備投資額は1973年から1980年の期間で大幅に上昇しているが、これは1970年代のSOxの総量規制やNOxの排出規

³ 公害防止設備投資額は(1)大気汚染防止施設、(2)水質汚濁防止施設、(3)騒音振動防止施設、(4)産業廃棄物処理施設、(5)公害防止関連施設の5つの設備投資額で定義される。全体に占める騒音振動防止施設の割合は小さいことから、本研究で用いた公害防止設備投資額は、大気汚染、水質汚濁、廃棄物処理対策を目的とした設備投資額と解釈でき、本研究で定める汚染対策技術の分類と整合している。

制、BOD 及び COD、水銀等重金属類の排出規制が強化されたことにより、企業が汚染対策設備を導入したためである。汚染対策技術特許数は公害防止設備投資額と類似した傾向を見せており、エネルギー技術特許数は石油価格の上昇とともに増加傾向にある。商品開発に関する特許数は、時間とともに増加傾向にあることが分かる。

ここで、環境技術特許は、環境関連の研究開発投資の成果として得られるものであり、その決定要因を厳密に分析するためには、「財務状況⇒研究開発投資⇒研究成果⇒特許申請」というパスを詳細に吟味する必要がある。しかしながら、企業レベルデータでは、環境技術特許の開発を目的とした研究開発投資や設備投資額のデータを取得することは困難であり、加えて研究成果の度合いや、成果を特許として申請するかどうかの意思決定については、企業の重要な情報であることから、入手は不可能であると考ええる。こうした状況を踏まえて、本研究では、環境関連の研究開発投資が大きいほど、より優れた環境技術の発明につながり、企業は発明された技術の特許として申請すると仮定した。このように仮定することで、環境技術特許取得数を環境関連の研究開発投資の代理変数として解釈することが可能である。

(4) 分析結果

分析結果を表 39 から表 47 に示す。それぞれの表には、タイムラグの設定別に四つの分析結果を記載した。Pollution(t+1)の列は説明変数と被説明変数との間に一年間のラグを取ったモデルであり、t 年の説明変数のデータを用いて t+1 年の特許取得数を被説明変数として用いた分析結果であることを示す。

(4.1) 汚染対策技術特許の取得要因

表 39、表 40 及び表 41 は、被説明変数に引用数換算済の汚染対策技術特許の取得数(Pollution)を用いたポアソン回帰分析による推計結果である。表 26 より、汚染対策費と従業員数が特許取得数に対して正で有意の関係性が観測された。従って、汚染対策技術は環境規制の強化もしくは、規模が大きい企業ほど取得数が多い傾向にあることが示された。逆に言えば、直接的に自社の利潤に必ずしも直結しない汚染対策技術特許は、従業員規模が小さい企業や環境汚染の要求水準が低い場合には、環境技術以外の特許開発と比較して研究開発の資金や人材を投入する優先度が低いため、このような結果が得られたと解釈出来る。しかしながら、汚染対策費の影響は時間とともに弱まっていることが分かる。これは、新たな環境規制に対応可能な特許が開発された場合に、それ以上に追加的に開発を行うインセンティブが低いことを示唆しており、環境規制強化による汚染対策技術の開発促進の影響は限定的であると言える。

表 39 被説明変数に Pollution を用いた分析結果(全サンプル)

	Pollution(t)		Pollution(t+1)		Pollution(t+2)		Pollution(t+3)	
	Coef.	Robust Std. Err.	Coef.	Robust Std. Err.	Coef.	Robust Std. Err.	Coef.	Robust Std. Err.
ROA	-1.87	0.23***	-1.62	0.22***	-1.40	0.22***	-1.18	0.21***
EMP	0.62	0.01***	0.62	0.01***	0.62	0.01***	0.62	0.01***
Oil price	-0.68	0.09***	-0.99	0.10***	-1.24	0.11***	-1.37	0.12***
PACE	0.32	0.12***	0.33	0.12***	0.21	0.12*	0.11	0.12
定数	1.59	0.08***	1.67	0.08***	1.76	0.07***	1.82	0.07***
サンプル数	37,016		36,004		34,993		33,982	
対数尤度	-302,157		-294,570		-287,282		-281,276	
Pseudo R2	0.335		0.345		0.355		0.361	

注 *, **, ***はそれぞれ 10%, 5%, 1%水準で有意であることを示す。

表 40 被説明変数に Pollution を用いた分析結果(B to B 企業のみ)

	Pollution(t)		Pollution(t+1)		Pollution(t+2)		Pollution(t+3)	
	Coef.	Robust Std. Err.	Coef.	Robust Std. Err.	Coef.	Robust Std. Err.	Coef.	Robust Std. Err.
ROA	-5.87	0.49***	-5.49	0.51***	-5.01	0.52***	-4.53	0.54***
EMP	0.58	0.02***	0.59	0.02***	0.59	0.02***	0.60	0.02***
Oil price	-0.73	0.14***	-1.05	0.17***	-1.28	0.19***	-1.42	0.20***
PACE	0.16	0.19	0.09	0.20	-0.08	0.20	-0.14	0.21
定数	2.00	0.12***	2.11	0.12***	2.20	0.12***	2.21	0.11***
サンプル数	18,789		18,535		18,205		17,720	
対数尤度	-116,136		-116,212		-115,174		-113,946	
Pseudo R2	0.268		0.271		0.275		0.277	

注 *, **, ***はそれぞれ 10%, 5%, 1%水準で有意であることを示す。

表 41 被説明変数に Pollution を用いた分析結果(B to C 企業のみ)

	Pollution(t)		Pollution(t+1)		Pollution(t+2)		Pollution(t+3)	
	Coef.	Robust Std. Err.	Coef.	Robust Std. Err.	Coef.	Robust Std. Err.	Coef.	Robust Std. Err.
ROA	-2.13	0.24***	-1.88	0.24***	-1.67	0.23***	-1.44	0.23***
EMP	0.59	0.01***	0.59	0.01***	0.59	0.01***	0.59	0.01***
Oil price	-0.60	0.11***	-0.84	0.13***	-1.07	0.14***	-1.19	0.15***
PACE	0.51	0.13***	0.51	0.14***	0.41	0.14***	0.28	0.14*
定数	1.79	0.10***	1.84	0.09***	1.93	0.09***	1.98	0.09***
サンプル数	18,226		17,468		16,787		16,261	
対数尤度	-178,761		-171,723		-166,084		-162,011	
Pseudo R2	0.378		0.390		0.400		0.407	

注 *, **, ***はそれぞれ 10%, 5%, 1%水準で有意であることを示す。

ここで、一般に特許の発明には複数年の研究開発期間が必要であるため、タ

イムラグなしのケースや一年間のタイムラグを設定したモデルの分析結果で、環境規制の代理変数である PACE が有意に汚染対策技術の取得に影響を与えることは考えにくい。しかし、こうした事象は企業による規制の先取りを考慮することで解釈が可能である。規制の先取りとは、将来施行される環境規制に対して、自主的に環境規制の遵守を試みる企業戦略の一つである。規制の先取りを行うことで、企業は環境規制が施行されるまでの期間に企業全体で問題意識の共有が可能となり、対応策を研究・開発することでノウハウを蓄積し、より効果的で安価な対策を講じることが可能となる。環境規制は施行の数年前に公布されているため、環境基準を満たしていない企業や、法令遵守のための汚染対策費用が膨大となる企業にとっては、いかに素早く効果的で安価な汚染対策技術を開発・導入するかが重要となることから、環境規制の施行前から汚染対策技術の開発を進めている可能性が十分に考えられる。

次に、ROA と石油価格について考察する。表 39 より、これら二つの外部要因について、汚染対策技術特許との間に有意で負の関係性が確認された。従って、石油価格の上昇や企業の収益率の上昇は、企業の汚染対策技術の開発を後退させると言える。

次に表 40 と表 41 の分析結果を考察する。ROA、従業員数、石油価格は表 39 と同様の傾向であるが、汚染対策費では異なる結果が得られた。表 40 より、BtoB 企業では、汚染対策費が有意に特許取得数に統計的有意に影響していないが、表 41 の BtoC 企業では強く正の影響が観測された。従って BtoB 企業に比べて BtoC 企業の方が、環境規制が施行された場合において新しい汚染対策技術の開発を促進させる傾向があると言える。

(4.2) エネルギー関連技術特許の取得要因

次にエネルギー技術特許数の要因について考察する。分析結果を表 42 から表 44 に記す。表 42 より、従業員数が有意に正で効いていることから、規模の大きい企業ほどエネルギー技術特許数を多く取得している傾向にあることが分かる。これは、大規模製造業企業では製造過程で大量のエネルギーが必要となるため、資源価格の高騰や停電などの外部要因による操業停止のリスクを低減させる目的で、再生可能エネルギー技術を開発し、自社内で生成するインセンティブが指摘できる。加えて、再生可能エネルギーに利用する最先端の技術については、新たな素材の開発や大規模な実験設備が必要であることから、莫大な研究費用が必要となるため、大規模企業が開発を進めやすい環境にあると言えよう。表 42 より ROA は統計的有意な影響は観測されず、また汚染対策費についても特許出願年における汚染対策費のみが負で有意であるが、それ以降は統計的有意な関係性が観測されなかった。

次に、石油価格について考察する。表 42 より、石油価格と特許取得数との間に有意で正の関係性が確認された。従って、石油価格の上昇は、企業のエネルギー関連技術特許の取得を促進させると言える。

表 42 被説明変数に Energy を用いた分析結果(全サンプル)

	Energy(t)		Energy (t+1)		Energy (t+2)		Energy (t+3)	
	Coef.	Robust Std. Err.	Coef.	Robust Std. Err.	Coef.	Robust Std. Err.	Coef.	Robust Std. Err.
ROA	-0.79	0.58	-0.64	0.55	-0.36	0.56	-0.06	0.56
EMP	0.66	0.02***	0.66	0.01***	0.66	0.01***	0.65	0.01***
Oil price	0.97	0.21***	0.79	0.26***	0.38	0.27	-0.14	0.28
PACE	-0.41	0.21**	-0.38	0.23	-0.02	0.22	0.55	0.25**
定数	-1.70	0.20***	-1.60	0.19***	-1.57	0.18***	-1.61	0.18***
サンプル数	37,016		36,004		34,993		33,982	
対数尤度	-42,289		-42,102		-41,875		-41,296	
Pseudo R2	0.264		0.262		0.261		0.265	

注 *, **, ***はそれぞれ 10%, 5%, 1%水準で有意であることを示す。

表 43 被説明変数に Energy を用いた分析結果(B to B 企業のみ)

	Energy(t)		Energy (t+1)		Energy (t+2)		Energy (t+3)	
	Coef.	Robust Std. Err.	Coef.	Robust Std. Err.	Coef.	Robust Std. Err.	Coef.	Robust Std. Err.
ROA	-7.46	1.07***	-7.37	1.14***	-7.98	0.84***	-7.42	0.70***
EMP	0.58	0.03***	0.59	0.03***	0.59	0.03***	0.59	0.03***
Oil price	-0.06	0.23	-0.49	0.24**	-0.80	0.23***	-1.16	0.25***
PACE	-0.97	0.25***	-0.78	0.26***	-0.46	0.28	0.03	0.27
定数	-0.47	0.19**	-0.36	0.21*	-0.31	0.21	-0.41	0.19**
サンプル数	18,789		18,535		18,205		17,720	
対数尤度	-12,119		-11,979		-11,122		-10,927	
Pseudo R2	0.185		0.192		0.210		0.212	

注 *, **, ***はそれぞれ 10%, 5%, 1%水準で有意であることを示す。

表 44 被説明変数に Energy を用いた分析結果(B to C 企業のみ)

	Energy(t)		Energy (t+1)		Energy (t+2)		Energy (t+3)	
	Coef.	Robust Std. Err.	Coef.	Robust Std. Err.	Coef.	Robust Std. Err.	Coef.	Robust Std. Err.
ROA	-1.51	0.64**	-1.82	0.61***	-1.56	0.63**	-1.19	0.65*
EMP	0.64	0.02***	0.63	0.02***	0.62	0.02***	0.62	0.02***
Oil price	1.28	0.24***	1.40	0.32***	1.00	0.33***	0.44	0.34
PACE	-0.00	0.25	-0.17	0.29	0.16	0.27	0.77	0.30***
定数	-1.52	0.25***	-1.33	0.23***	-1.23	0.21***	-1.27	0.22***
サンプル数	18,226		17,468		16,787		16,261	
対数尤度	-28,433		-28,142		-28,673		-28,462	
Pseudo R2	0.302		0.302		0.290		0.290	

注 *, **, ***はそれぞれ 10%, 5%, 1%水準で有意であることを示す。

エネルギー関連技術の多くは、化石燃料の効率的な利用、もしくはその代替としての再生可能エネルギーの開発が主であり、こうした技術研究は石油価格が低ければインセンティブを失う。従って、石油価格の上昇は、企業に対してエネルギー関連技術開発のインセンティブを与え、より効率的な資源利用が可能となる技術開発を促すのである。

次に表 43 と表 44 より、BtoB と BtoC 企業でのエネルギー関連技術特許の開発要因について考察する。ROA 及び従業員数は、表 42 と同様の結果が観測された。しかしながら、石油価格では BtoB 企業で負の関係性が、BtoC 企業で正の関係性が観測され、異なる傾向が見られた。従って、石油価格の上昇は BtoC 企業に対してエネルギー関連技術開発のインセンティブを与え、技術開発を促進させる一方で、BtoB 企業に対してはエネルギーコスト上昇により、開発資金の圧迫から開発が遅れる方向に寄与している可能性が指摘できる。

(4.3) 商品設計及び製品デザインに関する技術特許の取得要因

最後に商品開発及び製品デザインに関する特許数を被説明変数に用いた分析結果の考察を行う。表 45 より、従業員がすべてのモデルで統計的に有意で正の関係性が観測された。従って、規模が大きい企業ほど、製品に関する環境技術特許取得数が多いことが明らかとなった。製品開発に関する特許は、商品の市場競争力に直結し、企業の利潤に反映されることから、企業が研究開発を進める優先度は高いと考えられる。そうした中で、より潤沢な研究開発資金を持ち、知的資源が豊富な大規模企業では、積極的に製品開発を進める企業戦略は、競合他社との競争に勝ち抜くための有効な手段である。こうした背景から、大規模企業では、製品開発に関する特許取得数が多いと考える。

表 46 及び表 47 より、汚染対策設備投資額は、BtoB 企業で負の関係性が短期的に統計的に有意な結果が得られたが、BtoC 企業では影響が観測されなかった。BtoB 企業で負の影響が得られた理由として、環境基準の強化は企業の汚染対策設備及び汚染対策技術の開発を促すことから、製品開発に割ける研究開発予算が小さくなる点が挙げられる。従って、環境規制の強化は BtoB 企業においては、汚染対策技術開発には影響を与えないが、エネルギー技術開発及び製品開発技術には短期的に負の影響を与えることが明らかとなった。一方で、BtoC 企業は汚染対策設備投資額が特許取得数に対して統計的に有意な関係性が見られなかった。この結果から、環境規制の強化は BtoC 企業においては、汚染対策技術開発を促進させるが、エネルギー技術開発及び製品開発技術には影響を与えないことが明らかとなった。こうした結果が得られた背景として、BtoC 企業は BtoB 企業に比べて、製品設計やデザインを開発する際に、製品の市場での評価や競合他社との特許取得戦略などをより重視する傾向にある。こうした要因は時代の潮流によって大きく変化するものであり、必ずしも環境規制の強化と一致するものではないと考える。

表 45 被説明変数に Product を用いた分析結果 (全サンプル)

	Product(t)		Product(t+1)		Product(t+2)		Product(t+3)	
	Coef.	Robust Std. Err.	Coef.	Robust Std. Err.	Coef.	Robust Std. Err.	Coef.	Robust Std. Err.
ROA	-0.77	0.41*	-0.45	0.39	-0.26	0.36	-0.11	0.34
EMP	0.70	0.02***	0.70	0.02***	0.69	0.02***	0.69	0.02***
Oil price	0.23	0.16	-0.20	0.18	-0.69	0.18***	-1.18	0.18***
PACE	-0.35	0.17**	-0.25	0.17	-0.17	0.18	-0.10	0.19
定数	0.27	0.14*	0.39	0.14***	0.53	0.13***	0.65	0.13***
サンプル数	37,016		36,004		34,993		33,982	
対数尤度	-190,740		-188,137		-184,036		-178,489	
Pseudo R2	0.358		0.361		0.370		0.381	

注 *, **, ***はそれぞれ 10%, 5%, 1%水準で有意であることを示す。

表 46 被説明変数に Product を用いた分析結果(B to B 企業のみ)

	Product(t)		Product(t+1)		Product(t+2)		Product(t+3)	
	Coef.	Robust Std. Err.	Coef.	Robust Std. Err.	Coef.	Robust Std. Err.	Coef.	Robust Std. Err.
ROA	-5.25	0.55***	-4.86	0.55***	-4.41	0.58***	-4.39	0.67***
EMP	0.55	0.03***	0.54	0.03***	0.54	0.03***	0.54	0.03***
Oil price	-0.57	0.36	-1.02	0.35***	-1.76	0.26***	-2.22	0.28***
PACE	-0.62	0.22***	-0.65	0.21***	-0.49	0.21**	-0.36	0.23
定数	0.65	0.15***	0.79	0.15***	0.92	0.14***	1.07	0.15***
サンプル数	18,789		18,535		18,205		17,720	
対数尤度	-42,291		-41,490		-39,314		-40,320	
Pseudo R2	0.134		0.137		0.147		0.153	

注 *, **, ***はそれぞれ 10%, 5%, 1%水準で有意であることを示す。

表 47 被説明変数に Product を用いた分析結果(B to C 企業のみ)

	Product(t)		Product(t+1)		Product(t+2)		Product(t+3)	
	Coef.	Robust Std. Err.	Coef.	Robust Std. Err.	Coef.	Robust Std. Err.	Coef.	Robust Std. Err.
ROA	-3.09	0.58***	-2.98	0.60***	-2.79	0.57***	-2.44	0.52***
EMP	0.67	0.02***	0.66	0.02***	0.66	0.02***	0.66	0.02***
Oil price	0.43	0.16***	0.24	0.19	-0.14	0.20	-0.61	0.20***
PACE	0.01	0.17	-0.00	0.18	0.04	0.19	0.11	0.20
定数	1.03	0.18***	1.17	0.18***	1.30	0.18***	1.38	0.17***
サンプル数	18,226		17,468		16,787		16,261	
対数尤度	-132,274		-130,621		-128,878		-123,843	
Pseudo R2	0.418		0.419		0.423		0.434	

*, **, ***はそれぞれ 10%, 5%, 1%水準で有意であることを示す。

(5) まとめと課題

本研究では、国内製造業を対象に、企業の財務パフォーマンスと企業規模、石油価格と公害防止設備投資額データを用いて、環境技術特許開発の決定要因の分析を試みた。推計より得られた結果を要約すると以下の通りになる。

企業規模は特許取得数と強い因果関係性を持ち、大規模企業の高い研究開発能力は汚染防止技術、エネルギー技術、製品開発技術のすべての分類において、特許取得数を増やす関係性が明らかとなった。一方で、汚染対策特許では、企業の収益率が高いほど特許取得数は低下する関係性が観測された。企業外部の要因では、環境規制の強化は **BtoC** 企業においては、汚染対策技術開発を促進させるが、エネルギー技術開発及び製品開発技術には影響を与えない。しかし **BtoB** 企業では、規制の強化はエネルギー関連技術と製品設計技術の取得数を下げる方向に寄与するため、これら業種特性を考慮した環境規制の設定が、環境技術特許開発を促進させるために重要であると言えよう。

石油価格の上昇は汚染対策技術の取得数を下げる一方で、**BtoC** 企業のエネルギー関連技術特許取得数を増加させることが明らかとなった。しかし **BtoB** 企業では、石油価格の上昇は、汚染対策技術、エネルギー関連技術、製品設計技術のいずれにおいても、負の関係性が得られたことから、**BtoB** 企業では石油価格の上昇により環境技術特許の開発が全体的に後退させる方向に寄与することが明らかとなった。こうした分析結果より、環境技術特許の決定要因は、特許の分類及び企業の特性によって大きく異なっていることが確認された。

研究開発投資の蓄積は企業の研究能力資本として蓄えられ、新たな技術の開発に寄与すると考えられる。従って、特許開発に取り組んできた経験年数や研究開発費のストックなどは、環境関連特許取得数を決定する要因の一つとして考えられる。こうした研究開発に関する蓄積を包括的に網羅した企業別のデータが得られなかったため、本研究ではこの点について検証を行うことが出来なかった。こうした点は本研究の今後の課題である。

参考文献

- Brunnermeier, S.B., Cohen M.A., (2003) Determinants of environmental innovation in US manufacturing industries. *Journal of Environmental Economics and Management* 45(2), 278-293.
- Carri-Flores, C.E. Innes R., (2010) Environmental innovation and environmental performance. *Journal of Environmental Economics and Management* 59(1), 27-42.
- Frondel, M., Horbach, J., Rennings K., (2008) What triggers environmental management and innovation? Empirical evidence for Germany. *Ecological Economics* 66(1), 153-160.
- Hamamoto, M. (2006) Environmental regulation and the productivity of Japanese manufacturing industries. *Resource and Energy Economics* 28, 299-312.
- Horbach, J., (2008) Determinants of environmental innovation-New evidence from

- German panel data sources. *Research Policy* 37(1), 163-173.
- Kammerer, D. (2009) The effects of customer benefit and regulation on environmental product innovation: Empirical evidence from appliance manufacturers in Germany. *Ecological Economics* 68(8-9), 2285-2295.
- Organization for Economic Co-operation and Development (2009) *Environmental Policy Framework Conditions, Innovation and Technology Transfer*, OECD.
- Park, G., Shin, J. and Park, Y. (2006) Measurement of depreciation rate of technological knowledge: Technology cycle time approach. *Journal of Scientific & Industrial Research* 65(2), 121-127.
- Rehfeld, K.M., Rennings, K., Ziegler, A., (2007) Integrated product policy and environmental product innovations: An empirical analysis. *Ecological Economics* 61(1), 91-100.
- Rennings, K., Ziegler, A., Ankele, K., Hoffmann, E., (2006) The influence of different characteristics of the EU environmental management and auditing scheme on technical environmental innovations and economic performance. *Ecological Economics* 57(1), 45-59.
- Trajtenberg, M. (1990) A penny for your quotes: Patent citations and the value of innovations. *The RAND Journal of Economics* 21(1), 172-187.
- Wagner, M., (2007) On the relationship between environmental management, environmental innovation and patenting: Evidence from German manufacturing firms. *Research Policy* 36(10), 1587-1602.
- Ziegler, A. Nogareda, S. J., (2009) Environmental management systems and technological environmental innovations: Exploring the causal relationship. *Research Policy* 38(5), 885-893.
- 有村俊秀・杉野誠 (2008) 環境規制の技術革新への影響—企業レベル環境関連研究開発支出データによるポーター仮説の研究—. *研究・技術計画*, 23(3), 201-211.
- 金原達夫・金子慎治(2005) *環境経営の分析*, 白桃書房, 190 pp.
- 八木迪幸・馬奈木俊介 (2008) 環境規制と技術イノベーション: $SO_x \cdot NO_x$ における特許分析, *環境科学会誌*, 21(1), 3-15.

2.2.2 特許に焦点を当てた化学物質対策および温暖化対策の評価：生産関数分析

(1) はじめに

環境政策を効果的に実施するには、企業の環境への取り組みを理解する必要がある。特に、企業の目的が営利である以上、企業への環境への取り組みと経済的業績の関係からの議論が必要不可欠となってくる。実際に、そうした関係について分析した研究の蓄積が行われており、日本企業を対象にした研究でも、金原・金子（2007）、豊住（2007）、Yamaguchi（2008）、Hibiki and Managi（2010）、Nishitani（2011）、Nishitani et al.（2011）などがある。これらの研究では、それぞれ異なった指標やデータを使っていることもあり、いまだに結論にコンセンサスが取れていないため（金原・金子（2007）、Yamaguchi（2008）、Nishitani（2011）、Nishitani et al.（2011）が正の関係を発見している一方で、豊住（2007）や Hibiki and Managi（2010）はそうした関係はないと結論付けている）、さらなる蓄積が必要である。

企業の環境への取り組みが経済パフォーマンスに与える影響として、将来もたらされるかもしれない環境関連の負債、罰金、法令順守費用などのリスク軽減に加え、環境にやさしい企業というイメージからもたらされる売り上げ増加、生産工程の改善（イノベーション）を通して生産性が向上することによって得られる生産費用削減などがある（Arora and Cason, 1995; Khanna et al., 1998; Reinhardt, 1999; Khanna, 2001; King and Lenox, 2002）。そこで、本章では、そのなかでも企業の環境への取り組みが生産性向上に与える影響について分析する。環境への取り組みを表す指標として、先行研究では、政府によって公表されている環境負荷物質排出量データや日本経済新聞による「日経環境経営度調査」などが主に用いられてきており、こうした指標は、環境への取り組みを直接見ているのではなく、そうした取り組みからもたらされた環境パフォーマンスによって環境への取り組みを間接的に見ている。そこで、本分析では、企業がどれだけ環境への取り組んでいるかを特許という視点に焦点を当てて分析を行う。これは、環境負荷削減に向けて特許を取るほどの技術革新を行っていると解釈できるからである。環境特許としては、地球環境問題のなかでも、特に解決すべき問題である化学物質に関する特許取得とエネルギー（温室効果ガス）に関する特許取得を用いる。

(2) モデル

本章では、企業による特許取得が生産性に与える影響を分析するための推定式を導出する。生産関数としてコブ・ダグラス型生産関数を用いるが、実証分析で使用する財務データと単位が異なるために、それを揃える必要がある。従って、Nishitani（2011）を参考に、企業の財務情報を用いて、環境特許の取得が生産性に与える影響を分析するためのモデルを作成し実証式を導出する。

まず、労働、資本、原材料からなるコブ・ダグラス型生産関数は以下のとお

りである。

$$X_i = A_i L_i^\alpha K_i^\beta M_i^{1-\alpha-\beta} \quad (1)$$

ただし、 X ：生産量、 L ：労働、 K ：資本、 M ：原材料、 A ：総要素生産性、 $0 < \alpha < 1$ 、 $0 < \beta < 1$ 、 $0 < \alpha + \beta < 1$ である。ここで、 $Y_i = p_i X_i$ （ただし、 p ：生産物価格）、またそれぞれの生産要素の貨幣価値を $W_i = wL_i$ （ただし、 w ：賃金レート）、 $R_i = rK_i$ （ただし、 r ：インプリシットなレンタルレート）、 $Q_i = qM_i$ （ただし、 q ：原材料価格）と定義すると、式(1)は以下のように表わされる。

$$\frac{Y_i}{p_i} = A_i \left(\frac{W_i}{w} \right)^\alpha \left(\frac{R_i}{r} \right)^\beta \left(\frac{Q_i}{q} \right)^{1-\alpha-\beta} \quad (2)$$

ここで、逆需要関数 $p_i = a_i X_i^{-\gamma}$ が価格を決定すると仮定すると、総売上高は式(3)のように表わすことができる。

$$\begin{aligned} Y_i &= a_i \left\{ A_i \left(\frac{W_i}{w} \right)^\alpha \left(\frac{R_i}{r} \right)^\beta \left(\frac{Q_i}{q} \right)^{1-\alpha-\beta} \right\}^{1-\gamma} \\ &= a_i A_i^{1-\gamma} \left(\frac{W_i}{w} \right)^{\alpha-\alpha\gamma} \left(\frac{R_i}{r} \right)^{\beta-\beta\gamma} \left(\frac{Q_i}{q} \right)^{1-\alpha-\beta-\gamma+\alpha\gamma+\beta\gamma} \end{aligned} \quad (3)$$

但し、 $1-\gamma > 0$ である。

となる。ここで、 A を環境特許の関数とすると、 $A_i = e^{\delta^{(0)} + \delta^{(1)} S_i^{(A)}}$ （ただし、 $\delta^{(1)} > 0$ 、生産性に与える環境特許取得の効果）のように環境特許取得に影響を受けない部分と受ける部分とに分類される。これを式(3)に代入して、両辺対数をとると、

$$\begin{aligned} \ln Y_i &= (\alpha - \alpha\gamma) \ln W_i + (\beta - \beta\gamma) \ln R_i + (1 - \alpha - \beta - \gamma + \alpha\gamma + \beta\gamma) \ln Q_i + (1 - \gamma) \delta^{(1)} S_i^{(A)} \\ &+ \ln a_i + (1 - \gamma) \delta^{(0)} - (\alpha - \alpha\gamma) \ln w - (\beta - \beta\gamma) \ln r - (1 - \alpha - \beta - \gamma + \alpha\gamma + \beta\gamma) \ln q \end{aligned} \quad (4)$$

となる。よって、式(4)に誤差項をつけたものが推定式となる。よって、 $(1-\gamma)\delta^{(1)}$ が環境特許取得に関する推定パラメーターである。ただし、式(4)の2行目は定数項である。また予想される係数の符号は、 $(\alpha-\alpha\gamma)$ 、 $(\beta-\beta\gamma)$ 、 $(1-\gamma)\delta^{(1)}$ が正、 $(1-\alpha-\beta-\gamma+\alpha\gamma+\beta\gamma)$ が負である。このうち、生産性を通じた影響 $\delta^{(1)}$ は直接推定することはできないが、 $(\alpha-\alpha\gamma)=B_1$ 、 $(\beta-\beta\gamma)=B_2$ 、 $(-\alpha-\beta-\gamma+\alpha\gamma+\beta\gamma)=B_3$ の連立方程式を解くことによって導かれる⁴。

(3) データ

本分析に用いるデータは、2009年に東京証券取引所第一部に上場している製造業企業（食料品、繊維製品、紙・パルプ、化学、医薬品、石油・石炭製品、ゴム製品、ガラス・土石製品、鉄鋼、非鉄金属、金属製品、機械、電気機器、輸送用機器、精密機器、その他製品）504社の1981-2009年のパネルデータである。特に原材料に関するデータに欠損値が多いため不均衡データとなっている。また、持株会社はサンプルから除いている。

実証分析に用いる被説明変数および説明変数の定義は表48に、記述統計量は表49に掲載している。被説明変数には原材料あたりの生産高の対数値を $\ln \frac{Y}{Q}$ の代理変数として用いる。説明変数は、賃金総額の対数値を $\ln W$ の、固定資産額の対数値を $\ln R$ の、原材料費の対数値を $\ln Q$ の、新規特許取得数を $S^{(A)}$ の代理変数として用いる。これらの変数のうち財務データに関するものはGDPデフレーターによって実質化している。財務データは日経ニーズより、特許データはNRIデータベースより入手した。

表 48 変数の定義

変数	定義
生産性	原材料あたりの生産高の対数値
労働	賃金総額の対数値
資本	固定資産額の対数値
原材料	原材料費の対数
特許_化学物質	化学物質に関する新規特許取得数

⁴ 本分析では、正もしくは負に影響があるか否かにのみ焦点を当てているため、パラメーターの値を厳密に求めることまではしていない。

表 49 記述統計量

変数	観測数	平均	標準偏差	最小	最大
売上／原材料(対数)	3023	1.001	0.483	-0.163	3.965
労働(対数)	3023	8.061	1.080	3.916	12.563
資本(対数)	3023	9.009	1.163	4.404	14.077
原材料(対数)	3023	9.465	1.217	4.247	14.791
特許_化学物質	3023	0.494	3.590	0	96
×エネルギー多消費型産業	3023	0.112	0.872	0	27
×機械産業	3023	0.365	3.488	0	96
×その他産業	3023	0.017	0.238	0	8
特許_エネルギー	3023	0.120	0.932	0	21
×エネルギー多消費型産業	3023	0.056	0.694	0	21
×機械産業	3023	0.060	0.622	0	20
×その他産業	3023	0.004	0.081	0	3
特許_廃棄物	3023	0.224	1.481	0	25
×エネルギー多消費型産業	3023	0.095	0.885	0	24
×機械産業	3023	0.120	1.194	0	25
×その他産業	3023	0.008	0.113	0	3
1期前の労働(対数)	3023	8.001	1.085	3.916	12.563
1期前の資本(対数)	3023	8.914	1.174	3.711	13.993
1期前の原材料(対数)	3023	9.428	1.225	4.021	14.621
食料品	3023	0.036	0.187	0	1
繊維製品	3023	0.035	0.185	0	1
紙・パルプ	3023	0.016	0.125	0	1
化学	3023	0.200	0.400	0	1
医薬品	3023	0.032	0.177	0	1
石油・石炭製品	3023	0.004	0.065	0	1
ゴム製品	3023	0.015	0.120	0	1
ガラス・土石製品	3023	0.044	0.206	0	1
鉄鋼	3023	0.062	0.241	0	1
非鉄金属	3023	0.025	0.156	0	1
金属製品	3023	0.062	0.241	0	1
機械	3023	0.162	0.369	0	1
電気機器	3023	0.131	0.337	0	1
輸送用機器	3023	0.107	0.309	0	1
精密機器	3023	0.018	0.134	0	1
その他製品	3023	0.049	0.217	0	1

(4) 推定結果

表 50 は、すべての企業が同質とみなした条件で推定した、企業の特許取得がその生産性に与える影響を示している。すべてのモデルは理論モデルより懸念される内生性の問題を考慮して、1 期前の説明変数（労働、資本、原材料）を操作変数として用いた固定効果操作変数法によって推定されている。実際、内生性検定、過少識別検定、脆弱性検定、過剰識別検定によってこの推定法は支持されている。すべてのモデルにおいて年次ダミーを説明変数として使用しているが係数は掲載していない。

表 50 推定結果（企業：同質）

	(1)	(2)
労働	0.154 *** (0.041)	0.154 *** (0.041)
資本	0.050 *** (0.012)	0.050 *** (0.012)
原材料	-0.294 *** (0.031)	-0.294 *** (0.031)
特許_化学物質	0.000 (0.001)	-
特許_エネルギー	-	0.002 (0.002)
観測数	3023	3023
R2 (Centered)	0.438	0.438
過少識別検定 (p値)	0.000	0.000
脆弱性検定 (F値)	281.811	281.592
過剰識別検定 (p値)	0.146	0.146
内生性検定 (p値)	0.000	0.000

注：括弧のなかは標準誤差である。

***、**、*はそれぞれ係数が 1%、5%、10%で有意であることを示している。

モデル(1)は、化学物質に関する特許取得が生産性に与える影響を表している。労働は 1%水準で有意に正、資本は 1%水準で有意に正、原材料は 1%水準で有意に負である。これらの結果は理論モデルと整合的である。しかし、化学物質に関する特許取得は正の影響を持っているが、統計的には有意ではない。従って、企業による化学物質に関する特許取得はその生産性には影響を及ぼさない。

モデル(2)は、エネルギーに関する特許取得が生産性に与える影響を表している。労働は 1%水準で有意に正、資本は 1%水準で有意に正、原材料は 1%水準で有意に負である。これらの結果はモデル(1)同様、理論モデルと整合的である。しかし、エネルギーに関する特許取得は正の影響を持っているが、統計的には有意ではない。従って、企業によるエネルギーに関する特許取得はその生産性には影響を及ぼさない。

以上の結果より、企業の環境への取り組みを、特許取得という観点から見た場合、主要な環境問題である化学物質排出、温室効果ガス排出のどちらに関しても、生産性には影響を及ぼさないことが明らかとなった。

次に、表 51 は企業が産業において異質であるとみなした条件で推定した、企業の特許取得がその生産性に与える影響を示している。産業はその属性によって環境へ与える負荷の大きさを考慮して、エネルギー集約型産業、機械組み立て型産業、その他産業に分類した。表 37 の特許変数の代わりに、特許変数と産業ダミーの交差項を回帰式に含めることによって、化学物質、エネルギーに関するそれぞれの特許が、各産業でどのように影響を及ぼしているかを推定できる。

表 51 推定結果（企業：異質）

	(1)	(2)
労働	0.154 *** (0.041)	0.154 *** (0.041)
資本	0.050 *** (0.012)	0.050 *** (0.012)
原材料	-0.293 *** (0.031)	-0.294 *** (0.031)
特許_化学物質		
×エネルギー多消費型産業	0.005 (0.004)	-
×機械産業	-0.0002 (0.0009)	-
×その他産業	0.004 (0.024)	-
特許_エネルギー		
×エネルギー多消費型産業	-	-0.006 (0.004)
×機械産業	-	0.006 ** (0.003)
×その他産業	-	0.012 (0.016)
観測数	3023	3023
R2 (Centered)	0.438	0.438
過少識別検定(p値)	0.000	0.000
脆弱性検定(F値)	281.242	281.309
過剰識別検定(p値)	0.145	0.145
内生性検定(p値)	0.000	0.000

注：括弧のなかは標準誤差である。

***、**、*はそれぞれ係数が 1%、5%、10%で有意であることを示している。

すべてのモデルは、すべての企業が同質とみなした条件で推定したモデル同様、理論モデルより懸念される内生性の問題を考慮して、1期前の説明変数（労働、資本、原材料）を操作変数として用いた固定効果操作変数法によって推定されている。産業において企業が異質であるとみなした条件で推定においても、内生性検定、過少識別検定、脆弱性検定、過剰識別検定によってこの推定法は支持されている。年次ダミーの係数は、表 50 同様、掲載していない。

モデル(1)は、化学物質に関する特許取得が生産性に与える影響を表している。労働は 1%水準で有意に正、資本は 1%水準で有意に正、原材料は 1%水準で有意に負である。これらの結果は理論モデルと整合的である。しかし、化学物質に関する特許取得は、エネルギー集約型産業で正、機械組み立て型産業で負、その他産業で正の影響を持っているが、どれも統計的には有意ではない。従って、企業による化学物質に関する特許取得は、産業別に見ても、その生産性には影響を及ぼさない。

モデル(2)は、エネルギーに関する特許取得が生産性に与える影響を表してい

る。労働は 1%水準で有意に正、資本は 1%水準で有意に正、原材料は 1%水準で有意に負である。これらの結果は理論モデルと整合的である。エネルギーに関する特許取得は、エネルギー集約型産業で負、機械組み立て型産業で正、その他産業で正の影響を持っているが、統計的に有意なのは 5%水準で機械組み立て型産業だけである。従って、企業によるエネルギーに関する特許取得は、機械組み立て型産業においてのみ生産性を向上させる。

以上の結果より、企業の環境関連特許取得は、産業別でみた場合でも、化学物質排出に関するものは生産性には影響を及ぼさない一方で、温室効果ガス排出に関する特許は、エネルギー集約型産業やその他産業では影響を及ぼさないものの、機械組み立て型産業においては生産性を向上させることが明らかとなった。

(5) 結論

本章は、環境イノベーションが生産性に与える影響を、環境特許取得という観点から分析を行った。具体的には、コブ・ダグラス型生産関数より導出された実証モデルに、東京証券取引所第一部に上場する製造業企業のデータを当てはめてその影響を推定した。主な分析結果は以下のとおりである。まず、日本の製造業企業を同質とみなして分析した結果、化学物質排出、温室効果ガス排出に関する特許取得はどちらも生産性の向上には影響をもたらしていないことが明らかとなった。これは企業アンケートの結果においても、ほとんどの企業は環境関連特許が生産性向上につながるとは考えておらず、企業実務とも整合的な結果となっている。

次に、日本の製造業企業を、産業（エネルギー集約型産業、機械組み立て型産業、その他産業）において異質とみなして分析した結果、化学物質排出に関する特許取得は、すべての企業を同質とみなして分析を行った結果と同様に、どの産業においても生産性には影響を及ぼさないことが明らかとなった。一方で、温室効果ガス排出に関する特許取得は、エネルギー集約型産業やその他産業では生産性に影響を及ぼさないものの、機械組み立て型産業では生産性を向上させることが明らかとなった。

従って、環境特許取得と生産性の関係は比較的弱いものの、これまでの環境パフォーマンスと経済パフォーマンスの関係を分析した先行研究の結果同様に企業の属性や対象物質によって特許取得の影響が異なっており、環境特許取得というレベルにおいて企業の環境への取り組みを促進するには、業種間や対象物質を考慮した対応が今後重要となる。

参考文献

- Arora, S., Cason, N., 1995. An experiment in voluntary environmental regulation: Participation in EPA's 33/50 program. *Journal of Environmental Economics and Management* 28 (3), 271–286.
- Hibiki, A., Managi, S., 2010. Environmental information provision, market valuation,

- and firm incentives: an empirical study of the Japanese PRTR system. *Land Economics*. 86 (2), 382–393.
- Khanna, M. 2001. Non-mandatory approaches to environmental protection. *Journal of Economic Surveys*. 15 (3), 291–324.
- Khanna, M., Quimio, W.R.H., Bojilova, D. 1998. Toxic release information: a policy tool for environmental protection. *Journal of Environmental Economics and Management*. 36 (3) 243–266.
- King, A., Lenox, M. 2002. Exploring the locus of profitable pollution reduction. *Management Science*. 48 (2), 289–299.
- Nishitani, K. 2011. An empirical analysis of the effects on firms' economic performance of implementing environmental management systems. *Environmental and Resource Economics*. 48 (4), 569–586.
- Nishitani, K., Kaneko, S., Fujii, H., Komatsu, S. 2011. Effects of the reduction of pollution emissions on the economic performance of firms: an empirical analysis focusing on demand and productivity. *Journal of Cleaner Production* 19 (17-18) 1956–1964.
- Reinhardt, F. (1999) Market failure and the environmental policies of firms. *Journal of Industrial Ecology*. 3 (1), 9–21.
- Yamaguchi, K. 2008. Reexamination of stock price reaction to environmental performance: A GARCH application. *Ecological Economics*. 68 (1–2), 345–352.
- 金原達夫・金子慎治（2007）『環境経営の分析』白桃書房。
- 豊住智己（2007）『戦略的環境経営』中央経済社。

2.2.3 環境イノベーションを支援する環境政策

(1) はじめに

米国のマスキー法が Honda(本田技研工業株式会社)の未来を切り開いたり、3M の先駆的な環境負荷低減活動が、経営コストの低減をもたらしたように、環境と経済の同時達成の事例は近年多く紹介されている。その重要な鍵となるのは環境イノベーションである(金原・豊澄 2010)。企業における環境イノベーションの特徴としては、以下の3つがあげられる。第一に、環境イノベーションは環境規制との関係が深いという点である。しかし、新たな環境政策の導入が必ずしも環境イノベーションを生じさせるわけではないことは周知の事実である。代表的な例としては、米国とスウェーデンにおける紙・パルプ業への環境規制があげられる。米国は1970年代に先駆けて紙・パルプ業への規制を導入した。その規制は十分な移行期間を設けずに企業に対して、早急に手に入る最もよい技術(Best available Technology)の導入を義務づけた。この規制は当時技術的に確立しているが非常にコストの高いエンド・オブ・パイプ技術の導入を意味した。厳しい排出規制と導入期限を設定したために、技術は固定され、研究開発を行う時間がなく、米国においてイノベーションは生じることはないままに、企業はただ単にコスト負担を強いられる結果となった。一方、スウェーデンでは、企業に対してより自由度の高い政策を導入した。当初、比較的緩い規制でスタートし、政府と産業の間で協議により目標の高い決定を行った。その結果、企業は通常の設定導入・廃棄リサイクルに合わせた環境技術の導入が可能となり、エンド・オブ・パイプ技術の導入以外の方法、つまり生産プロセスにおける環境イノベーションをともなったクリーン技術を開発できたのである。しかも、それらは環境負荷の低減だけでなく、生産効率性をも高めることができたので、国際的な企業競争力の向上ももたらしたのである(Porter and Linde, 1995)。

本章では、まず環境問題解決のための対策をエンド・オブ・パイプ技術とクリーン技術にわけて、特に動脈系企業の環境イノベーションについて考察する。次に静脈系企業(リサイクル事業)における環境イノベーションについてどのような特徴があるのかについて、企業の事例をふまえながら考察する。最後に、環境イノベーションを促進するためにはどのような政策が必要かについて検討する。

(2) 動脈系環境イノベーション

(2.1) エンド・オブ・パイプ技術

高度経済成長のいわば副産物として現れた産業公害に対処するため、各企業が懸命に開発した技術である。これは日本が得意とする分野で産業公害時代に劇的な市場拡大をみせた初期の環境技術でもあり、最も狭義の環境ビジネスとして取り扱われる。具体的には工場廃水処理や浄水場に設置する水質汚濁防止装置、大気汚染防止装置、土壌・水質・大気汚染を測定する機器、廃棄物処理施設などを指す。また現在では、発展途上国などで起きている環境問題など解

決のために、海外輸出型のビジネスとしても成長が見込まれる分野でもある。エンド・オブ・パイプ技術を環境負荷排出圏（大気圏、水圏、地圏）に大別して考察する。

大気圏に放出される環境負荷物質としては窒素酸化物（NO_x）、硫黄酸化物（SO_x）などがその代表であり、それらは酸性雨として表出する。その除去装置としては排煙脱硝・脱硫装置であり、大気汚染防止法による規制が成功を収めている。96年度末の排煙脱硝装置の設置数は1,165基、排煙脱硫装置は2,228基に及び、これらの除去能力はNO_xの85%、SO_xの95%といわれ、日本国内でのNO_x・SO_x問題は改善の方向にある。一方で、中国をはじめ経済発展のめざましい国々では「高額」な排煙脱硝・脱硫装置を「節約」し、国内ばかりか近隣諸国へ原因物質を越境させており、これからもしばらくは成長が見込まれる。また、特に地球温暖化防止のためのCO₂対策は排出しないことはもちろんのこと、技術的に回収・除去することも含めて検討されており、世界的な注目があつまる分野でもある。

水圏に放出される環境負荷物質としてはカドミウムなどが有名であり、肝臓機能に障害が生じ、それにより骨が侵される。日本ではイタイイタイ病が問題となった。処理の方法としては、分解、濾過、凝集沈殿、活性汚泥法などの技術がある。水質汚濁防止装置の受注は年間6,000億円程度で推移している。1970年に「水質汚濁防止法」により規制されているが、新たな規制物質の追加、それに伴う特定施設の拡大など年々強化の方向にあり、いわゆる「上乘せ基準」を追加する自治体もその数を増やしている。経済発展のめざましい国はもちろんのこと、国内でもより一層の開発、需要拡大が見込まれている。

地圏に放出される環境負荷物質としては、土壤汚染対策法に定める「特定有害物質」である鉛、砒素、トリクロロエチレンなどがその代表である。また、不法投棄や不適正な焼却や埋め立てに伴う土壤汚染が将来の健康被害につながる可能性が高いとして社会問題になっている。従来は対象外であった土地が新たに対象となるなど、日本国内でもその規制は強化の方向にあり、今後ますます需要拡大がのぞまれる分野である。

エンド・オブ・パイプ技術は汚染物質が発生した後にそれらを除去する目的で既存の設備に付加的に装置を付け加えるものである。既存の設備に付加することが可能なために、比較的短時間で対応が可能である。特に化学プラントなど一度稼働すると大幅な変更は不可能であるような産業では利用されることが多い。インタビューに応じてくれた企業によると化学プラントの寿命は50～70年という。

三菱化学水島事業所（以下、水島事業所と略す）ではエンド・オブ・パイプ技術を利用して有害大気汚染物質大気放出量の削減に成功している。水島事業所は「石油化学分野」及び「機能商品分野」の製品を生産しており、年間45万トンの生産能力を持つエチレンプラントを中心に、誘導品プラントなど約30の化学プラントを運営している。石油化学分野では原油から得られるナフサを出発点に、あらゆる石油化学製品の原料となるエチレン、プロピレンといった

基礎原料を生産している。さらに、これらの基礎原料から食品用ラップフィルムやレジ袋の原料となるポリエチレンや自動車のバンパー等の原料であるポリプロピレンなどを生産している。

水島事業所ではさまざまな化学物質を取り扱っているが、これらの化学物質のうち「健康被害の未然防止」の観点から大気汚染防止法に基づく自主管理対象物質の大気排出量の削減および、光化学スモッグの原因とされる揮発性有機化合物（VOC）の削減に取り組んでいる。取り扱っている自主管理対象物質はベンゼン、アクリロニトリル、塩ビモノマー、1，2-ジクロロエタン。ベンゼンについては水島コンビナート周辺に設置されている倉敷市の測定点でのモニタリングの結果、環境基準を達成できていない状況が続いていたが、2008年度はこれまでの地道な努力が実り、初めて環境基準を達成した。具体的なベンゼンの排出量削減の主な対策としては①船積排ガス・タンクベントガス・未接続ラインの吸収塔へのつなぎ込み（2008年度）、②排ガス吸収塔の能力増強（2007年度）などを実施し、着実に排出量の削減を進めてきており、1996年度には17.4トン／年の排出量であったものを2008年度には0.66トン／年まで削減した。

三菱レイヨン大竹事業所（以下、大竹事業所と略す）でも同様に、エンド・オブ・パイプ技術を利用して大気圏及び水圏への環境負荷物質の削減している。三菱レイヨングループの国内生産拠点の要である大竹事業所は、化成品、樹脂、繊維の分野で各種製品を製造している。化成品分野では原油から留出されるナフサを原料として、アジア最大の生産量を誇るMMA（メタクリル酸メチル）や樹脂及び繊維の原料となるAN（アクリロニトリル）を生産している。繊維分野では、AN（アクリロニトリル）を原料にして、短繊維「ボンネル」（国内最大生産量）、アクリルフィラメント「シロパン」（世界唯一）、炭素繊維の原料となる「プレカーサー」など様々な特徴を持つアクリル繊維を開発・生産している。樹脂分野では、MMA（メタクリル酸メチル）を原料として、MMA系樹脂から樹脂板、樹脂改質剤、塗料などを製造している。

大竹事業所の環境処理施設は大気関係、化学物質（VOC含む）・臭気・騒音関係のほかに、排水関係、廃棄物関係に分類してそれぞれ投資している。例えば、大気関係ではボイラーなどから排出される排ガスの硫黄酸化物の回収のために、水マグ法による脱硫装置を設置して、約98%の硫黄酸化物を除去して排出基準を100とした時の2009年度の排出は12である。また、窒素酸化物はアンモニアを用いて触媒の働きにより無害な窒素と水蒸気に分解する排煙脱硫装置の設置（基準値100に対して2009年度排出48）、ばいじん除去のための電気集塵機（基準値100に対して2009年度排出8）などを設置している。また、有害大気汚染物質のAN（アクリロニトリル）の吸収塔を利用して、排出量の約99%のANを水に吸収し、回収・分離して再利用して、2000年度当時約80トン・年排出していたANを09年度には20トン・年以下に抑制している。また、その他の、化学物質削減計画・実績としては2000年度に比べて、07年度は39%削減、2010年度は54%を削減する計画である。なお、これらの成果はほとんどすべてエンド・オブ・パイプ技術への環境投資の結果である。水島事業所及び

大竹事業所などの化学プラントの稼働年数は 50 年以上であり、プロセス変革による環境負荷物質の削減は困難であるとのことであった。

このように既存の設備からの環境負荷を削減することができるし、また短時間で設置できるという長所を持つ反面、次のような限界点もある。まず第 1 に、設置費用が高額なことはもちろんのこと、運転費用も決して安価ではない。第 2 に、排出物を収集して環境への影響が少ない物質や再利用されやすいものへと化学的に変換するが、大量の廃棄及び利用が必須である。第 3 に、この技術の利用自体にエネルギーや物質を利用するために、必ずしも持続性を有しない。したがって、安易にエンド・オブ・パイプ技術に頼ることは禁物である。けれども、これらの技術無くして既存の設備を環境適合にすることもできないし、化学プラントのように容易にプロセスを変革することはできない事業分野においては今後も果たす役割は大きいこともまた事実である。

(2.2) クリーン技術

エンド・オブ・パイプ技術の限界点の解決策として、環境イノベーションの結果として生み出されるクリーン技術が有望である。発生した汚染物質に対応するのみではなく、プロセスにおける環境汚染物質自体の発生抑制を目的としているところに特徴がある。企業は既存設備の熱利用の最適化、既存の生産プロセスから生成される副産物や余熱の有効利用、生産プロセス変更、資源利用の最大化、製品歩留まり率の向上、製品使用および廃棄段階における環境負荷の最小化といった全ライフサイクルにおける環境負荷を低減させようと努めている。環境イノベーションを通じたクリーン技術の事例をとりあげる。

株式会社リコーは子会社 371 社、関連会社 24 社で構成されており、日本、米国、欧州、中国、アジア・パシフィックにおいて複写機やプリンターなどの事務機器を中心に製造販売している。リコーグループ全体では従業員数 7 万人、売上高は 1,200 億円を超えており、日本だけでなく世界トップクラスの OA 機器総合メーカーとして積極的に事業拡大を図っている優良企業である。リコーは、リサイクル対応の複写機を開発する際に根本的な設計変更、つまり環境イノベーションに取り組んだ。「環境のリコー」という揺ぎ無いブランドを構築したリコーの経営哲学には「環境と経営は同軸である」という時代を先取りした環境経営思想が流れている。環境経営思想の芽生えは 1992 年のリサイクル設計への挑戦にある。ネジの削減を打ち出してネジの長さや径の統一を呼びかけた。不用意なネジ点数の増加や種類の多様化はすべて生産コストの上昇につながる。ネジ点数を減らしネジを統一化することはコスト削減につながる。複写機の設計にネジ一本一本の意味を考えることが重要であった。リサイクルを念頭に置いた製品設計は従来の観念に抜本的転換を迫った。これまでの設計においてネジの役割は「確実な固定」である。設計者は外観に如何に悪影響を及ぼさないかということに意識を払っていたにすぎなかった。言葉を換えれば、いかにネジを「隠す」かということに神経を集中させていた。ところが、リサイクル設計では「いかに外し易くするか」ということにも智慧を絞らなければならない。

つまり、隠すのではなく、如何に見えやすい場所にネジを利用するかについて考えなければならなくなったのである。これまでのネジの役割である「確実に固定する」に加えて「分解しやすい」という新たな視点で製品開発を行わなくてはならなくなった。その為のキーワードが「分解」と「分別」だったのである。「分解性を高めるには、部品を取り外しやすいようにネジの位置を決める、ネジの視認性をよくして、数も減らさなければならない。またターゲット部品の手前に、他の部品をつけないなどの細かな設計配慮が欠かせない。インサートネジを排除してデカル（シール）を削減すればマシンの分別制は格段にアップする。さらにプラスチック材も、材料名や素材構成を表すグレード番号がきちんと表示してあれば、分別からマテリアルリサイクル(素材としての再利用)の道筋が見えてくるはずだ。まずは分解と分別の両面からリサイクル設計を実現させていこう（峰 2003）」と。

設計者達は「分解」「分別」という新しい視点を持ち込むことでリサイクルという難題を解決していった。通常 OA 機器のネジにはインサートネジとタッピングネジが使われる。前者は「確実に固定が可能」「繰り返し利用可能」という長所を持つので、リコーもインサートネジを利用してきた。しかしながら、「分別」という視点からインサートネジは使えなかった。インサートネジにはネジを締めこむ場所に金属のインサート（ネジ穴の役目を果たす）が埋め込まれている。この金属片をプラスチックから取り外す際（分別）に余分な手間がかかり邪魔になる。一方、タッピングネジはネジの方だけが金属であり、締め込むネジ穴にはプラスチック本体が利用される。組み立てるときにネジ溝の無い穴にネジを埋め込むことで溝が刻み込まれていく。タッピングネジは金属片を利用しないためにコスト面で優れているが、ネジの基本的機能である「確実な固定」という点に問題を抱えている。つまり、インサートネジに比べ結束力が弱く、耐久性の面でも劣っていた。リサイクルを前提に OA 機器を開発するのであれば、タッピングネジの採用は不可欠であった。そこで、最適な結束強度を生み出すために「ネジ穴の大きさ」「ネジの長さ」「ネジの太さ」などあらゆる面から、これまでにないネジの開発が始まった。これら多くの努力の積み重ねで、いままで想像すらされていなかったリサイクルを前提にした製品が開発されていったのである（峰如之介、2003）。

このように自らが、環境イノベーションを発生する場合もあるし、その発生した環境イノベーションが取引関係を通じてその他の企業に波及することもある。例えば、ISO26000 の 6.6「公正な事業慣行」6.6.6「影響力の範囲における社会的責任の推進」あるいは環境経営学会「サステイナブル経営診断（旧環境格付け）」「U：CSR 調達の推進」は以下のように要求している。「国内のグループ企業内はもちろん、国内外、特に発展途上国も含めてサプライチェーン全体にわたって環境・社会的課題について少なくとも、最低限の項目（労働、人権、安全衛生、環境、法令、腐敗防止）については本社と同様の対応を行わなくてはならない」と。

リコーとその原材料納品先の日本精蠟株式会社（以下、日本精蠟と略す）の

関係を取り上げる。リコーの環境経営は日本精蠟に波及し、同社の環境経営の取り組みをいちから推進させた。2002年7月に、リコーはグループ全体で製品に使用される原材料・部品を調達するための「グリーン調達基準」を制定した。グリーン調達とは「環境保全の進んだ工場で作られた、環境負荷の少ない原材料・部品・製品を調達すること」である。2004年に画像システム製品分野だけでなく、リコーグループブランド機器製品全体へ適用範囲を拡大したり、部品・原材料・ユニット等の適用範囲の明確化などをおこない第3版を発行した。その後、数回の改訂を行い、2010年3月に第8版を制定し、リコーグループに納入される原材料・部品は、この基準に沿って調達されている。

日本精蠟からの調達も例外ではない。日本精蠟の概略は以下の通り。1929年、ワックス（ロウ）の国産化とその製造過程で得られる重油を海軍に供給することを目的に、南満州鉄道の子会社として設立された。1945年の終戦時に閉鎖された後、1951年に新たに日本精蠟株式会社として再興。以来、石油ワックスを扱う国内唯一の専門メーカーとして半世紀以上にわたり、日本の産業経済の成長と発展に寄与している。主力製品のパラフィンワックスとマイクロクリスタリンワックスは、人にも環境にも安全で無害であり、防水・防湿性や電気絶縁性、蓄熱性に優れ、幅広い分野でそれぞれの機能や品質の向上に役立っている。例えば、自動車のタイヤや各種ゴム製品にワックスを練り込み、オゾンを遮断する皮膜をつくり、ゴムの劣化・老化による亀裂発生を防止している。

日本精蠟が環境マネジメントシステムに本格的に取り組み始めたのは、リコーとの取引が始まってからである。それまでは環境マネジメントシステムはもちろんのこと品質マネジメントシステムも認証取得していなかった。リコーの協力を得ながら、環境視点からの5S活動に取り組む「リコーグループ環境管理システム」を構築、2005年に主力工場の徳山工場にISO14001を認証取得し、環境管理委員会、省エネ委員会などを中心に環境負荷低減に向けて様々な取り組みを展開している。そればかりか、2009年11月には向日葵を使用した「精製向日葵ワックス」を量産化し、本格的に市場投入すると発表した。同製品は1年ほど前から開発に着手、すでにトナー用ワックスとして「ECO SOLE」の名称で国内メーカー向けにサンプル出荷をしていた。ユーザー評価で性能確保のめどが得られたため、徳山工場に年産数百トン規模での工業化を決めた。その他の、天然由来素材でもカルナバ椰子や米糠などのワックスをラインアップしているが、環境配慮型製品ニーズの高まりを踏まえて、向日葵を原料に脱石油素材製品を本格展開するなど、化石燃料からの将来的な脱却を視野に入れるなど、環境経営を主軸とした新たな戦略展開している（日本精蠟資料）。

リコーグループでの仕入先企業とのパートナーシップを重視したグリーン調達活動を推進の狙いは「リコー製品のライフサイクル全体の環境負荷を低減すること」「資源・エネルギーを有効活用することで仕入先企業およびリコーグループのコスト低減を図ること」にある。さらにこれらの活動を積み重ねることで、地球環境保全はもちろん、リコーグループと仕入先企業の経営体質の強化を目指している。仕入先企業の環境保全活動は省資源・リサイクル、汚染予防、

省エネルギー・温暖化防止の3つの領域で行われ、この活動を支える基盤として環境マネジメントシステム、リコーグループ化学物質管理システム（CMS：Chemical-substances Management System）を構築するように求めている。2008年度には仕入先企業にもCO₂削減目標値を設定させ、その活動を支援・推進している（リコー環境報告書）。

日本精蠟でも2009年度はCO₂削減の目標値を設定し、作業マニュアルの見直しなどを実施し、ミス防止の取り組みを行った。その結果、2009年度は目標値33%削減することに成功している。特に削減できた項目としては物流関係の作業ミスの削減であった。これにより配送にかかるCO₂の削減はもちろんのこと、エネルギーコストの削減などがはかられた。そればかりか、社内への環境マネジメントシステムの導入は、従業員の考え方を革新させ「環境への対策なくして、企業の発展はない」との意識を多くの者が持ち始めているという。このように、リコーの環境経営の波及は、まさに狙い通り、取引先の環境負荷の低減だけでなく、経営コスト低減、従業員の意識改革につながり、企業競争力の向上に貢献しているといえよう。

コンビナート内企業同士の連携の事例も興味深い。高度連携が進展する契機となったのは、2000年5月に石油コンビナート高度統合運営技術研究組合（Research Association of Refinery Integration for Group-Operation, 略称RING）が設立されたことである。RING発足によって始まった石油精製企業と石油化学企業によるコンビナート統合の動きは、00～02年度の第一段階（RING・I）で、鹿島・川崎・水島・徳山・瀬戸内の五地区において、コンビナート内設備の共同運用による製品や原材料の最適融通などに取り組んだ。03～05年度の第二段階（RING・II）では、鹿島・千葉・堺＝泉北・水島・周南の5地区において、コンビナート内における新たな環境負荷低減技術の確立や、副生成物の高度利用、エネルギーの統合回収・利用などに力を入れた。そして、RING・IIIでは、鹿島・千葉・水島の三地区において、コンビナートとしての全体最適を図るために、石油・石化原料の統合・多様化やコンビナート副生成物・水素の統合精製などの技術開発を進めている。

具体的には、新日本石油水島製油所において、石油精製後に残る石油残渣（未利用資源）をパイプライン防護設備で輸送し、三菱化学でボイラー設備の燃料で活用するようにした（2009年6月運用開始）。さらに、旭化成ケミカルズと日本ゼオンが新たに建設したボイラー設備の燃料として供給し、従来燃料として使用していた重油等を削減し省エネルギーを達成した（2009年4月）。これにより、三菱化学、旭化成ケミカルズおよび日本ゼオンは、ボイラー燃料を石油残渣物に変更することでコスト削減が可能になるとともに、温室効果ガスを削減できている。他にも、国内初となる蒸気・電気の連携（中国電力と水島事業所2006年4月）、新日本石油で余剰となっていたCO₂ガスを液化し、その冷熱を三菱化学で回収すると共に石化原料として有効に利用し、CO₂排出削減及び省エネを実現した（2006年2月）。新日本石油側は需要が減退している重質油留分の生産量を削減でき、また、処理原油を重質化することでコスト削減が

可能となる。

その他の、RING事業の成果としては、㊤川崎地区における川崎火力発電所 1 号系列の蒸気を利用した共同事業（東京電力株式会社、株式会社日本触媒、旭化成ケミカルズ株式会社、他 10 社）、㊦堺・泉北地区における冷熱・副生ガス総合利用最適化技術開発（東燃ゼネラル石油、新日本石油精製、大阪ガス、三井化学）、㊧鹿島地区における副生成物高度利用統合運営技術開発（鹿島石油と三菱化学）などがあげられる。これらコンビナートの高度統合は①日本の石油産業と石油化学工業の国際競争力を強化する、②地域経済の活性化に寄与する、③エネルギー安全保障の確保に寄与する、という 3 つの大きな社会的な意義を有している（橘川武郎、2009）。それに加えて④非再生可能資源である石油資源の節約、⑤温室効果ガスの排出量削減という環境的にも大きな意義を有しているのである。

(3) 静脈系産業の資源「ゴミ」の行方

静脈系産業を政策的にどのように支えるべきなのであろうか。それとも動脈系産業と同じように競争原理に任せるべきなのであろうか。まず、代表的な静脈産業であるリサイクル業の資源となる使用済みのペットボトルと鉛バッテリーの現状と課題について述べる。

(3.1) 資源としてのペットボトル

ペットボトルの歴史は浅く、米国において基礎技術（1967 年頃）、特許が取得され（1973 年）、炭酸飲料用ボトルに採用（1974 年）された。日本では 1977 年に醤油容器として採用されたのが始まりで、その後 1982 年の食品衛生法の改正を受けて、清涼飲料用容器として採用が認められ、現在では、幅広く利用されている。リサイクルに関しては 1990 年に高知市及び神奈川県伊勢原市で回収実験が行われたのが始まりで、1993 年になって国内ではじめて大規模ペットボトル再商品化施設「ウイズペットボトルリサイクル(株)」が設立された。これを機会にリサイクルが本格化した。容り法（1997 年施行、2008 年改正）の影響でペットボトルのリサイクル政策は着実に進展しているが、国内の静脈系産業のサプライチェーンは分断の危機に瀕している。

ペットボトルリサイクル業者は 2005 年までは処理委託料を受け取って落札し、廃ペットボトルを入手していた（いわゆる逆有償）。しかしながら、2006 年以降はリサイクル業者が廃ペットボトルを買いとらなくてはならなくなった。2008 年で買い取り価格は 45,118 円/トン（加重平均、以下同様）であったが、2009 年度及び 2010 年度はサブプライム問題の関係で世界的需要が落ち込み、価格は下落したものの、2011 年度には早くもその価格は回復するばかりか、最高値（47,860 円/トン）をつけた。つまり、廃ペットボトルの処理費用をもらった上で、リサイクル処理するビジネスモデルは 2005 年以降、ビジネスモデルの再構築を迫られたのである。例えば、後述する使用済みペットボトルからカーペットを製造する根来産業は 2005 年度には 8,000 万円の処理委託料を受け取っていたが、07 年度には使用済みペットボトルの購入に 2 億円以上を費やして

いる。同様に、使用済みペットボトルから卵パックなどを製造するウツミリサイクルシステムズ（大阪市）でも 2005 年度には処理委託費用が約 8,000 万あったが、2006 年度は無くなった。

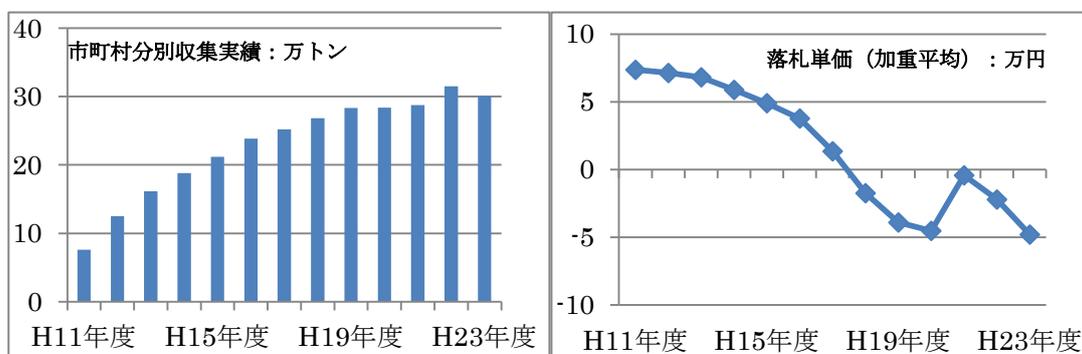


図 25 PET ボトルの落札単価、市町村分別収集実績量
 (出所) 公益財団法人日本容器包装リサイクル協会データより作成

入札価格上昇の理由はいくつかあるが、第 1 の原因は廃ペットボトルの中国への流出である。中国への輸出量は中国の経済状況及び政策にもろに影響を受けてきた。とりわけ 2004 年の中国政府による輸入の全面禁止措置（有害物質が含まれていたことへの措置）、2005 年の破碎済品に限った輸入禁止措置の解除、2008 年にはリーマンショックによる景気後退、そして、2009 年 8 月の法改正、2010 年 2 月「輸入廃 PET ボトルベールの環境保護コントロール」としてペレットではなく、ベール（未破碎品）の輸入を解禁した。これからは、より多くの廃ペットボトルが中国に輸出される可能性が高い。具体的には、2000 年ごろのペットボトルの輸出量は 10 万トン以下であったが、2007 年以降はその量が着実に増え続けている。2010 年度の日本の輸出量は 338 万トン（輸出統計量）であり、その大半が中国へ輸出されている。

第 2 に需給バランスの崩れが原因である。容リ法の施行にともない、リサイクル事業者の設備投資や新規参入が増え過ぎた。リサイクル施設の推移としては、1998 年には 43 社、翌年 1999 年には 47 社とその数を増やしていき、ピークの 2002 年には 75 社が操業していた。その後、少しずつではあるが減少し、2011 年度の登録事業者数 60 社、66 施設になっている。

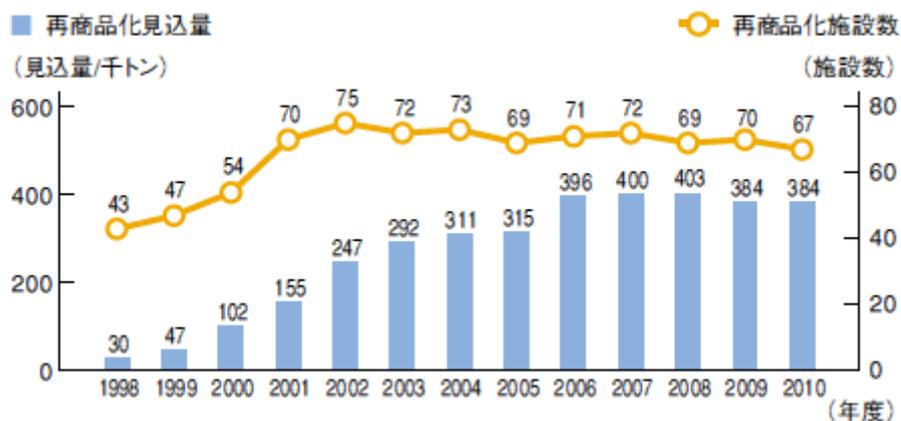


図 26 PET ボトル再商品化施設の推移及び再商品化見込量
(出所)「PET ボトルリサイクル年次報告書 2010 年版」

その結果、処理能力が回収量を上回ったのである。例えば、帝人ファイバー（後述）とリサイクル專業会社のペットリバーズらの大規模リサイクル施設の影響で、2004 年度の処理能力は合計で 31.1 万トンに達した。帝人ファイバーは年間 6.2 万トン、ペットリバーズは 2.7 万トンで、2003 年度よりも約 9 万トンの処理能力が拡大したことになる。両者ともに、日本容器包装リサイクル協会を通じて使用済みペットボトルを確保することを事業の前提にしていた。しかし、市町村が容り法に基づいて分別収集を計画していたのは 22.9 万トンであり、約 9 万トンが不足した。また、日本容器包装リサイクル協会ルートからの離脱も出てきたのもこの頃である。使用済みペットボトルを有償で買いとる事業者も出てきたことから、東京都大田区のように容り協会ルートを通さず、リサイクル事業者に直接委託するケースも増えてきた。さらに、上述した中国への流出も相まって需給バランスが完全に狂ってしまったのであった。

(3.2) 資源としての鉛バッテリー

自動車、バイク、船舶などに利用されるバッテリーは年間 2,500 万個が国内市場に投入されている。現在のバッテリーリサイクルシステムは、厚生省及び通商産業省(当時)の要請に基づき、1994 年 10 月から国内バッテリー製造事業者が自主的に再生鉛を購入することで、回収・リサイクルする仕組みとして構築されたものである。その後、2005 年に経済産業省が中心となって、バッテリーリサイクルシステムの見直しをおこなった。その背景にあったのは、円高の進行、1993 年頃からの鉛相場の低迷（70 年代後半をピークに価格が下がり始め、93 年には底を打ち、その後 2003 年夏頃まで同水準（約 0.2 ドル/ポンド）にある。これらの原因のために、バッテリーリサイクル業者の収益悪化、路上放置や不法投棄の懸念が増大したからである。

ところが、2004 年頃から徐々に鉛相場が上向き始め、2007 年 10 月（1.78 ドル/ポンド）まで上昇を続けた。その後、世界同時不況の関係で一気に 2006 年水準まで下落した。2009 年からは再び上昇を始めた。2010 年 4～5 月と一端値

を下げ、その後 2011 年 4 月まで上昇を続け、現在は少し落ち着きをみせ、2011 年 8～12 月の価格は 0.9 ドル/ポンド前後である。

この鉛相場の影響でバッテリーリサイクルは大きく影響を受けた。まずは、80 年代後半頃までは、鉛相場が一定の水準であったときには、昭和初期から自然発生的に出現した小規模の回収業者により集められた使用済みバッテリーを、リサイクル業者が引き取り、鉛を回収し鉛の販売でビジネスが成り立っていた。それには、バッテリーは重量比で 6 割が鉛、電解液が 3 割、樹脂が 1 割であることや、鉛の融点が低いなどの特徴から比較的容易にリサイクルしやすいことも影響してきた。次に 90 年代初め頃から 2003 年までは、鉛価格が最も低迷した時期であり、この頃にはリサイクル業者の収益性が悪化したために、回収・リサイクルのビジネスをする者が減り、不法投棄や路上放置が増大した。つまり、静脈系産業のサプライチェーンが分断した時期である。これに鑑みて、2005 年に行政がリサイクルシステムを検討したのは先に述べたとおりである。2004 年からの鉛相場が上向いた時期からは、まずベトナムを中心とした諸外国への輸出が増えた（日経新聞、2005 年朝刊）。その結果、再び国内市場での使用済みバッテリー、つまり原材料の確保が困難になり始めたのである。資源価格の高騰に影響を受け、日本国内のいわゆる静脈産業、例えば使用済みバッテリーのリサイクルなどの「空洞化」、つまりは静脈系産業のサプライチェーンが再度分断したのである。

(3.3) リサイクルの価値

日本では 1990 年代に循環型社会推進基本法、資源有効利用促進法や容器リサイクル法（以下、容リ法と略す）が制定された。容リ法に定められたペットボトル、食品トレイ、紙・プラスチック容器、ガラス瓶などの容器包装廃棄物は家庭から排出されるゴミの約 60%（容積比）を占める。これらを分別・リサイクルすることで多くのゴミを削減することができる。実際、容リ法（1997 年施行、2008 年改正）の影響で、劇的な廃棄物量の減少がみられる。つまり、リサイクルの第 1 の価値とは廃棄物の抑制効果である。

第 2 に、リサイクルを推進することは低炭素社会の実現に貢献するのである。地球環境問題の深刻化を背景に、世界的な CO₂ の削減が求められている。地球温暖化は産業公害とはその性質を異にしており、企業だけの責任ではない。しかしながら、ヒト・モノ・カネ・ノウハウなどの経営資源を圧倒的に有していること、および社会的影響力がその他の主体に比べて明らかに大きいが故に、責任の大半を企業が追わざるを得ないのが現状である。その取り組みにおいて最大の課題が地球温暖化の抑制、つまりは如何に低炭素な社会を実現するかである。排出権取引をはじめ、あらゆる手段によって CO₂ を削減しなくては人類の未来は決して明るくない。CO₂ の削減はいくつもの活動によって可能であるが、リサイクルと CO₂ ももちろん深く関与している。例えば、トレイ 250 枚 = 1kg をリサイクルトレイ（(株)エフピコの場合、後述する）とバージントレイの CO₂ 排出を比較すると、全ライフスタイルで 2.27kg の削減が可能である。この

場合、特に素材製造に関わるCO₂が抑制できるからである。

第3に、適切なリサイクルは環境問題を抑制する。とりわけ、電化製品においては顕著である。電化製品は人体に悪影響を及ぼす可能性のある有害化学物質を少なからず含んでいるからである。むろん家電リサイクル法に定められている洗濯機、テレビ、冷蔵庫、エアコン、冷凍庫は現在では海外への販売を除いて適切に処理されている。しかしながら、その対象に含まれない電化製品のリサイクルが適切に行われている保証はない。その代表が携帯電話である。携帯電話は先進国だけでなく、発展途上国や新興国などでも携帯電話は普及しており、世界中で携帯電話はもはや必需品である。日本の携帯電話の契約数は2007年12月に1億台を突破、現在の携帯電話保有率は約8割である⁵。使用済み携帯電話端末のリサイクルは、キャリアとベンダーが参加する電気通信事業者協会(TCA)が「モバイル・リサイクル・ネットワーク」というシステムで進めている。あらゆる使用済み携帯電話端末を無料で回収し、全量をリサイクルしている。活動開始直後には約1,300万台の携帯電話端末を回収したが、その後、販売台数は約4~5,000万台で推移しているにもかかわらず、回収台数は年を追って減少し続けている。回収されない携帯電話は退蔵されているか、その他のゴミと混ざり埋め立ては遺棄されている。

中野他(2007)によれば、2004年末までに生産された携帯電話端末が、すべて排出されるのは2077年頃であり、PRTRの第1種指定物質に該当するBa、Cr、Pb、Niの平均回収量は生産時投入量の56%であり、約28%は拡散状態になると指摘する(中野加都子他、2007)。低い回収率のために、有害な化学物質が自然環境の中に拡散し、さらには高い普及率、3年以内という短い寿命などの要因が相互に影響して携帯電話端末は人の健康や生態系に悪影響を与える可能性が否定できないのである(豊澄他、2009)。別言すれば、これらを適切にリサイクルするという事は、環境問題の発生を直接的に抑制するのである。

第4に、携帯電話や家電製品には人体に有害な化学物質が使われている一方で、金や銀などの貴金属、産業には欠かすことができない銅などの非鉄金属、また産業のビタミンと称されるレアメタル・レアアースなども高い含有率で含まれている。その含有の高さなどに着目して近年では「都市鉱山」などと称されることがある。例えば、インドネシアの東端、パプア州にグラスバーク鉱山という世界最大の金・銅鉱山がある。この鉱山はスハルト政権下の1970年代に、資源メジャーである米国のフリーポート・マクモラン社が開発し、採掘が始ま

⁵日本の場合は世界の状況とは異なり、キャリアが携帯電話ビジネスを支配しているのでsimカードの単体販売がほとんど行われていない。またポストペイド(利用後支払い)方式が一般的で、プリペイド(利用前支払い)方式はほとんど利用されていない。それ故に携帯電話の普及台数と稼働している携帯電話の台数はほぼ等しいと考えても良い。一方で、ルクセンブルク(151%)、リトアニア(138%)など携帯電話普及率が100%を超える地域は29カ所ある(2006年)。これは世界市場においてプリペイド方式の携帯電話が一般的かつsim単体の販売がごく一般的なことから推測するに、稼働している携帯電話本体と言うよりも、契約されているsimの数であると考えた方がより適切である。

った。ここの鉱石 1 トン当たりから採れる金は約 1 グラムで大規模露天掘り鉱山としては品位が高いといわれている。一方、わずか 80 グラムしかない携帯電話に約 0.03 グラムの金が含まれている。その他の家電製品にも同様に金は使われている。要するにリサイクルには有限な資源を効率的に利用することができるという価値がある。

第 5 に、資源開発に伴う環境破壊を避けることができる価値がある。資源・エネルギーの開発には必ず環境破壊が伴うといっても過言ではない。資源ジャーナリストの谷口正次によれば、インドネシアのグラスバーク鉱山は、約 40 年間の間に毎年 80 トンの金を生産してきた。これだけの大量の鉱石を採掘するために鉱石の周辺にある金を含まない岩石と一緒に採掘している。それは鉱山周辺の谷に、一日あたり 30 万トンのペースで廃棄されている。それ岩石自体が環境負荷物質を含むのではないが、周辺環境を激変させていることに変わりはない。一方、1 トン当りに 1 グラム (0.0001%) の金が入った金鉱石は破碎・粉碎・選鉱という工程を経て、約 30% に金含有量を高めた精鉱が日本をはじめ世界各地の精錬所に出荷される。この精鋼を生産する際に発生する廃棄物がテーリングと呼ばれる非常に目の細かいヘドロのようなものである。採掘された金鉱石の大部分がテーリングとして同じく周辺環境を激変させている。熱帯雨林を流れる流域のあちこちでテーリングがオーバーフローし、川幅が元の何倍にも広がっているところが各所にあるという。その他にも選鉱工程で使用される化学物質は、地域住民の貴重な食料である川や海の魚などの体内に蓄積され、先住民達の体内に蓄積される。そればかりでなく、それらの化学物質は農園で育成される野菜などを通じて先住民たちの体内に徐々に蓄積されるのである。我々人類は、金を得る代わりに森林生態系、生物多様性、遺伝資源の価値、土地・河川・海洋の価値、森林の炭酸ガス吸収源としての価値などを損失してきたのである (ECO JAPAN の HP: 谷口正次「生物多様性の貨幣価値」)。

健康被害以外にも、地域住民の生活・伝統・文化・宗教にも多大な影響を与えている。グラスバーク鉱山のある山は「聖なる山」として信仰の対象になっているからに他ならない。死後は、先祖の霊が澄んでいる山に帰ると信じられているのである (谷口正次、2011)。現在、環境に配慮した資源・原材料のグリーン調達だけでなく、こうした人権問題などの社会的影響も考慮にいたした CSR 調達に社会の関心が移っている。その影響も相まって、企業の発行する環境報告書は、より広い社会問題を扱う CSR 報告書や持続可能性報告書へと発展している。ようするに、資源をリサイクルするということは、森林生態系、生物多様性だけでなく、先住民問題などを含めたより広範囲な社会問題を抑制するという価値があるのである。

(3.4) 静脈系産業のサプライチェーン分断の影響

国内での静脈系産業のサプライチェーンの分断は、大きな循環サイクル、つまりは中国を中心としたアジア全域ではそのサプライチェーンが確立しているのだから、大きな問題ではないという意見もある。しかしながら、細田衛士氏

をはじめ多くの研究者が指摘するように諸外国への「廃棄物」の流出は以下のような問題を指摘できる（日経新聞 2006年6月2日）。

第1に、諸外国でのリサイクルシステムの環境配慮は不明なままである。環境配慮型のシステムの構築・運営には多額の環境コストがかかることは言うまでもない。諸外国が同等の設備を備えているかどうかは甚だ疑問である。つまり、汚染の拡大を確実に避ける保証はない。第2に、静脈系産業は一部を除き、動脈系産業とは異なり自然発生的に生じたものは少ない。その理由はいくつかあるが、まずは消費者が「きれいな」ゴミを「資源」として排出することから始まるし、一般的にリサイクルにはコストがかかるからである。例えば、容器法の施行からペットボトルの本格的なリサイクルは始まったし、自動車や家電などのリサイクルも、それぞれの関連するリサイクル法がきっかけである。また、この静脈産業のサプライチェーンは一端分断されるとなかなか繋がらないという特徴も持つ。資源がある一定の価格で推移・安定している時は国内での処理ビジネスがうまくいくが、現代は投機マネーの影響もあって資源価格が乱高下する。資源価格が上昇すれば海外への輸出が増え、国内静脈産業を廃業に追い込む。実際、中国へのペットボトル輸出増加の影響で国内リサイクル事業の数は減少している。一方、資源価格が下落すれば、十分な輸送費を賄えないなどの理由から国際市場での引き取り事業者がいなくなり、国内廃棄物はその行き場を失う。最終埋め立て場が逼迫する今日には深刻な問題となる。実際、リーマンショックに端を発した世界同時不況の影響で日本国内では処理されないままペットボトルが野積みとなった時期があった。幸いにもペットボトルからは有害な物質は流れ出ないが、鉛バッテリーや家電製品には人体に有害な化学物質や重金属などを含んでいるのは先に言及した通りである。

(5) 静脈系サプライチェーンにおけるイノベーション

静脈系サプライチェーンにおけるイノベーションとは何であろうか。一般的な製造業の動脈系サプライチェーンは①原材料生産、②製品生産、③製品販売である。一方、静脈系サプライチェーンは、消費者が使用済み製品として廃棄した「ゴミ」を回収する④廃棄物の回収から始まる。ついで、その廃棄物をリサイクル資源として利用可能にするための⑤リサイクル生産と続く。

この流れの中で、静脈系産業と強く関係しているイノベーションは回収イノベーションとリサイクル技術イノベーションの2つである。前者はライバルよりも如何に安価かつ大量に、しかも安定的に回収する方法の開発である。後者は、環境問題を引き起こさないような安全な方法でリサイクル材を生産する技術開発、そして、自然から得られるバージン資源と同品質かつ同価格以下で生産する技術開発である。なお、同品質での再生ができない場合には、その他の原材料へと利用する用途開発も重要である。

これらの3つのイノベーションについて「ペットボトル」「鉛バッテリー」「食品トレー」「コピー機」をリサイクルしている企業の現状と課題についていくつかの事例で考察する。

(5.1) 事例1：根来産業（ペットボトルからカーペット）

根来産業（大阪府貝塚市）は1972年に設立され、ペットボトルやビデオテープなどを原材料にリサイクルカーペットを製造し、エコビジネスのパイオニアである。約30年前から、使用済みペットボトルのリサイクルを手がけるリーディングカンパニーでペットボトルの回収から再生ペレット、再生糸、カーペットの製造まですべての工程を一貫して行う世界でも例を見ないメーカーである。ペットボトルなどの再生材を原料にカーペットを製造する「環境にやさしい」ビジネスモデルを確立した企業として、1996年には「ニュービジネス協議会会長賞」を受賞するなどその他にも数多く表彰された。原材料の生産から最終仕上げまでを一貫して行う生産体制を確立し、家庭向けの折りたたみカーペットの国内市場シェアは50%を超えていた。同社が、リサイクル原料の利用に踏み切ったのは、オイルショック以降、大手合繊メーカーから原材料供給が途絶えたことに他ならない。「それならば自前で」と処分に困っていたペットボトルやビデオテープなどを処理して、繊維原料のポリエステルに再生する技術を独自開発、新たなビジネスの活路を開いた。その他にも、消費者にダイレクトに訴えかける方法で、原材料の確保に努めている。再生カーペットを取り扱っている大手ホームセンターの店頭で、専用の回収ボックスを設置し、直接消費者から原材料のペットボトルを回収していた。その他にも、「消費者がペットボトルをリサイクルする際、資源節約が実感できるようにしたい」との考えから、西日本高速道路管内の中国道下り線赤松パーキング（神戸市北区）と名神下り線菩提寺パーキング（大阪府茨木市）の2カ所にユニークなペットボトル回収機（50万円）が設置された。飲み終えたペットボトルを投入すると自動で圧縮し、内部に蓄積する。一回につきプラスチック製のコイン「エコマネー」を発行する。コイン30枚でペットボトルの再生繊維でつくったマット（縦40センチ、横70センチ）と交換ができる。なお、この消費者に直接訴えかける方法は、後述するエフピコ及び帝人ファイバーでも取り入れられている。

また、2004年には「NPO法人 地球への恩返し協会」を設立し、そのラベルをつけた商品を販売し、その利益の3%を希少生物の保護に活用する運動を始めた（神内治、2007）。みずからのサプライチェーンの最上流部を意識して「生物多様性」を意識した経営に乗り出していたことは非常に先進的である。COP10の影響も相まって生物多様性の重要性は、世界の共通認識になりつつある。生物多様性は配慮することが求められているとか、その方が評判がよくなるからという類いの問題ではない。原材料を生産する最上流で、その原材料が確かに「持続可能」な形で生産されるように維持、あるいはそれを保全（オフセットを含む）することが、高品質の原材料を安定的に入手する最も確実な方法なのである（足立直樹、2010）。ペットボトルのリサイクルの仕組みは①廃ペットボトルの回収、②ペレット製造、③ペレット原料の商品化に分けられる。根来産業は1996年からペットボトルの選別・粉砕・洗浄・フレーク/ペレット化までの再生原料生産の一貫体制を構築した。また、1988年に日本国内の人件

費コスト増大を避けて進出したタイのバンコク（バンブー工業団地）でも、91年、ポリエステルファイバー工場操業開始、93年6月に、紡績工場、タフト・バックキング工場、縫製工場操業開始、同年10月にはPETリサイクル工場を操業開始し、一貫生産ラインを確立している。この廃ペットボトルからカーペットまでの一貫生産していたビジネスモデルは、当時、②ペレット製造だけを行う事業よりも収益性が高いと評価されていた。使用済みペットボトルのリサイクル専門会社であるペットリバースと帝人ファイバーの「ボトル to ボトル」事業も同様である。

しかしながら、根来産業は2008年7月18日に大阪地方裁判所に民事再生法の適用を申請した。同様にペットリバースは破産、帝人ファイバーは「ボトル to ボトル」事業を休止した（詳細は後述）。根来産業の負債総額は94億円に上った。独自の一貫体制を持ち、「他社が一畳あたり1,500円のところを、うちは1,000円で利益がでる（日経ビジネス、1994）」とコスト戦略で競争優位を確立していたはずの根来産業が破綻に陥ったのはなぜであろうか。ひとつは、90年代後半からの中国製のさらに安いカーペットの存在である。中国製などの安いカーペットとの競争激化のために販売量が落ち込んだ。07年の売上高は、ピーク時の半分に落ち込んでいた。また、本来強みであった一貫生産にこだわり、完成品や仕掛品の在庫を大量に抱え込んでしまった結果、有利子負債約90億円のうち、在庫管理のための倉庫の建設とその不動産購入に充てた割合が半分近くに上っていた。

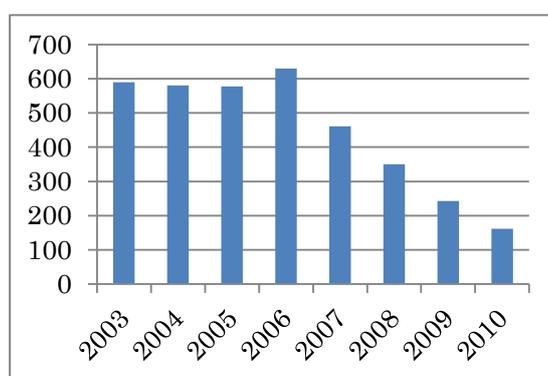


図 27 根来産業の売上高（百万円）の推移
（出所）帝国データバンク

もうひとつの理由は、上述した「廃ペットボトルの処理費用をもらった上で、リサイクル処理するビジネスモデルは2005年頃以降、ビジネスモデルの再構築を迫られた」からである（日経トップリーダー、2008）。根来産業も、2005年度には8,000万円の処理委託費用を受け取っていたが、07年度には使用済みペットボトルの購入に2億円以上を費やしていた。その他にも、過剰な設備投資、大量の在庫の存在、在庫管理のための倉庫建設とその不動産購入なども理由のひとつだと言われている（日経エコロジー、2008）。

(5.2) 事例 2：帝人ファイバー（ペットボトルからペットボトル）

帝人ファイバー（株）は帝人（株）のポリエステル繊維グループの中核企業である。2000年にペットボトルを原料にして、バージン原料から製造した製品と同品質の高純度原料を製造できるリサイクル技術を確立した。この技術を利用するために2003年には100億円を投資して、山口県周南市に工場を建設した。これは「ペット to ペット」あるいは「ボトル to ボトル」と呼ばれ世界初の技術であり、業界の関心も高く、帝人ファイバーの期待の新鋭工場であった。同社は原料となる使用済みペットボトルを、日本容器包装リサイクル協会が運営する指定法人ルートで仕入れていた。事業開始の当初は同協会から一キロあたり70円の処理委託料を受け取っていたが、先述した需給バランスの崩れなどの関係で2008年頃には一キロあたり40～50円を支払って使用済みペットボトルを購入していた。2005年度の落札は「ゼロ」に終わってしまい。その結果、ボトルからボトルへのリサイクル設備は休止に追い込まれた。その後、試行錯誤を続けたが、結局は2008年10月2日に休止を発表した。

現在では、ペットボトルから繊維を製造することに特化している。再生繊維はグリーン調達需要の関係で、通常の繊維よりも一キロあたり50円程度高く販売が可能であるために採算性が高いことに関連深い。なお、ペットボトルの場合、再生ペットボトルのいわゆる「環境価値」を消費者にアピールすることができず、再生ペットボトルの存在はほとんど消費者に知られることはなかった。一方、繊維は消費者の「環境意識」に直接訴えかけることができるし、ペットボトル再生繊維の認知度は再生ペットボトルに比べて遙かに高い。「エコペットプラス」の特徴としては、まず①バージン品と同レベルの安定した品質であることがあげられる。その他の特徴としては②循環型リサイクルシステムから再生されたポリエステル繊維であり、再生率100%のためにグリーン購入法や「エコマーク」商品の認定基準達成が容易である、③環境負荷低減に大きく貢献できる点がある。バージン原料の場合と比べて、使用エネルギー量が2割、CO₂排出量（焼却分を加える）も2割と、それぞれ8割も削減できるのである（経済産業省、2003）。また、同社は共同する約100社の国内外のアパレルメーカーなどと共同で、商品の開発、およびその回収・リサイクル「エコサークル」を進めている。この取り組みの特徴は、上述した「エコペットプラス」の3つの特徴に加えて、原材料の確保が容易であること、そして消費者の「環境意識」を刺激し「環境価値」を提供できることが指摘できる。再生ペットボトルのボトルネック、すなわち「困難な回収」と「環境価値の提供」を見事に克服した点が興味深い。

帝人ファイバーでは、環境対策やCSRに力を入れている企業（例えば、アウトドアメーカーのパタゴニアは既に利用している）に加えて、官公庁などで徐々にユニフォームへの利用が増え始めている。ユニフォーム販売において「使用しているのは再生繊維である」というだけではなく「使い終わったら、引き取ってリサイクルする」をいうのがPRポイントになるという。一方、回収側、つ

まり帝人ファイバーにとっては回収が容易できることを意味する。ユニフォームであれば、利用する企業が一括して集めて、帝人が一括して回収することが可能だからである。今後はユニフォーム以外でも効率よく回収し、工場の稼働率を高めることでより採算性の高い事業へと発展すると見込まれている。

(5.3) 事例3：神岡鉱業（株）（鉛バッテリーのリサイクル）

使用済みバッテリーを 1995 年より、リサイクル精錬しているのが神岡鉱業（株）である。北アルプスのふもと、自然豊かな岐阜県飛騨地方に位置し、神通川の支流である高原川に貫かれ、四方を美しい山々に囲まれている。神岡鉱山は 1874 年（明治 7 年）に三井組が鉱山経営統一を行って以来、神岡鉱業は鉱山・精錬の一貫生産を中心に発達してきた。現在の事業内容は、石灰岩を中心とした鉱物の採掘、輸入亜鉛精鉱の精錬（年間 66,000 トンの生産量）、使用済みバッテリーなどのリサイクル事業（産業廃棄物中間処理業）、地下空間利用事業（スーパーカミオカンデ：小柴東大名誉教授のノーベル物理学賞で一躍有名になった）などである。

神岡鉱業は長年にわたり、鉱石採掘・鉛・亜鉛の精錬を一貫して手がけてきた。ところが 80 年代後半から鉛の国際価格が下落し、鉱石製錬の採算が急激に悪化した。また一方では不法投棄された自動車バッテリーによる環境汚染が社会問題化した。こうした状況を受け、1995 年、神岡鉱業（株）は廃バッテリーを主原料とするリサイクル製錬に軸足を移した。その後、円高による鉱石製錬のマージン低下もあり、2001 年には鉱石採掘を停止、業態の完全な転換を図ったのである。現在、重量比ではその大半を占める自動車用廃バッテリー・産業用鉛蓄電池・Li-ion 電池、プラチナや金を含有することから重要な収入源となりつつある電子基板、使用済み携帯電話などをリサイクルしている。リサイクルプロセスとしては、自動車用廃バッテリーは破碎後、ケース、廃酸、電極板に分別し、ケースはプラスチックとして再生、廃酸は中和処理、電極板は鉛原料として製錬工程を経て鉛地金として再生される。2009 年度は年間 3.5 万トン、全国で販売された鉛バッテリーのうちおよそ 15%を回収・リサイクルしたことになる。使用済みバッテリーが大量に発生する大都市から離れているために、全国 30 社あまりの回収業者と緊密なネットワークを構築し、効率的な集荷に努めている。また、電子基板なども溶融炉に投入し、金・銀・プラチナなど貴金属だけでなく、リチウムイオン電池からのコバルト回収も実施している。

同社の強みは、①イタイイタイ病を起こしてしまった過去の苦い経験を糧に作り上げた高度排水処理システム、②難処理鉱の併用を可能とする世界最高水準の製錬技術、③豊富な水を利用した工場消費量の約 7 割を賄うことができる低コストかつクリーンな水力発電設備にある。これらの強みを活かした経営を続けた結果、2002 年には、マテリアルリサイクルと環境改善に多大な貢献を果たしたことが評価されて「3R 推進功労者表彰・総理大臣賞」を受賞した。その後も、2005 年に ISO14001 を取得するなど、環境保全への取り組みを一段と強化しつつ、循環型社会の構築に貢献している企業である。

(5.4) 事例 4 : エフピコ (トレーからトレー)

食品トレーはリサイクルできる、あるいはするべき製品として生活の中に根付いている。しかし、認知されるまでには多くの苦難があったという。集まらない、汚れが付着しているなどの他に、食品トレーは環境破壊の不買運動の先例を受けたこともあったという。こうした自体の解決に正面から取り組んだのが、広島県福山市に本社を抱える食品トレー製造の最大手(市場シェア 40%)であるエフピコである。

エフピコがトレーのリサイクルに取り組み始めたのは、国内外の消費者不買運動(70年代広島、80年代米国)がきっかけである。当時の日本ではリサイクルという概念すら浸透しておらず、回収に協力してくれる店舗を探すだけで大変であったという(環境 goo、HP)。現在では拠点全国約 7,900 カ所で回収し、7000 トンを超す発砲スチロールトレーが毎年回収されている。2010 年 3 月までに回収された発砲スチロールトレーは約 214 億 3,975 万枚にのぼる。

「エフピコ方式」と評される独自のリサイクルシステムの特徴は大きく 2 つある(三井住友銀行、HP)。第 1 は消費者、小売店、包材問屋、エフピコの 4 者が一体となったリサイクル体制である。消費者は洗浄・乾燥した使用済みトレーを店舗の回収ボックスに返却する。回収されたトレーは直接エフピコが引き取り自社工場でリサイクルする。一方、包材問屋を介して商品を卸している場合は、包材問屋がトレーの回収と一時保管をおこない、エフピコが引き取る。リサイクルの最大のネックといわれる回収時の運搬コストは、商品納入後の帰便トラックの空きスペースを利用した静脈物流によって抑制している。エフピコは約 9 割を自社物流で賄っているため、静脈物流システムと合わせることで、運搬コストの大幅な抑制を実現している。

第 2 は、回収したトレーを再びトレーに生まれ変わらせることである。トレーは破碎してペレット化する際に夾雑物が混ざりやすいため、新品同様の品質を実現することは非常に困難である。そのうえ、当時は食品衛生法で定める基準に適合する再生ペレットを製造するリサイクル技術がなかった。そこで、独自に技術開発に取り組み、再生一貫プラントを開発し、衛生的な再生ペレットを精製できるようになった。最近では、同業他社もメーカーもトレーの回収・リサイクルを始めたが、未だ元の姿に戻す方法はエフピコ社だけで、他の方法に戻す方式しかできない他社との完全な差別化に成功している。

エコトレーの売上高に占める割合は 1999 年から現在に至るまでおよそ 1 割で順調に推移している。リサイクルを開始して 8 年間は採算度外視で続けてきたが、8 年後の 1998 年 3 月期決算で黒字化を達成した。その要因は回収量が増加して、生産性が向上したことと、リサイクル設備の償却が進んだことがあげられる。加えてバージン原料の高騰が上げられる。なぜなら、エコトレーは自社再生ペレット 3 割を利用している。それ以外にもトレーを製造する際に出してしまう工場端材を加えてトレーに成形する。同業他社はバージン原料だけを利用しており、原材料高騰の影響を 100% 受けるのに対して、エフピコの影響は小

さい。端材の価格は 50 円（遠藤保雄、2001）で原料価格高騰とは無関係に安価に仕入れることができるので、原油価格が高騰すればするほどエフピコは競争上有利になるのである。

(5.5) 事例 5：リコー（再生コピー機）

株式会社リコーは企業の環境活動は 3 つの段階に分類している。法規制や様々なステークホルダーの要請に応えるために「環境対応」をしている段階、地球市民としての使命に基づき高度な目標を掲げ、積極的な地球環境負荷低減活動に取り組む「環境保全」の段階、部品点数削減、歩留まり・稼働率向上などの経営改善を通じ、環境保全と利益創出の同時実現を果たす「環境経営」の段階である。またリコーは、①モノの流れの動脈系（製品販売を中心とした活動）と、②静脈系（製品回収・リサイクル活動）にわけて環境経営をとらえるのも特徴的である。

これら双方はお互いに深く関連している。なぜなら、環境負荷を削減するために製品のライフサイクル全体にわたって環境負荷を削減する環境に配慮した製品設計が進めなくてはならないからである。つまり、リサイクルのためには、リサイクルしやすい製品設計なのである。上述したようにリサイクルを念頭に置いた製品設計は従来の観念に抜本的転換を試みた。幾重にも渡る努力により習得した 1 つ 1 つの技術蓄積がリサイクル技術である。このリサイクル技術を利用した世界初のリサイクル対応設計複写機は 1994 年 11 月に国内市場に一斉投入され、翌年 4 月からは海外機の販売もはじまった。リサイクル開発の先駆けとなった「環境複写機第 1 号」への挑戦は、リコー環境製品アセスメントとリサイクル対応設計推進事業の一環として 1995 年 3 月に「通産大臣賞」を受賞してリコーの開発史に名を刻んでいる。

また、この製品はリコーがリサイクルシステムを構築するための極めて重要な戦略製品であり、同時にリサイクルシステムづくりの根幹を担っていた。その後、リサイクル事業部は 2001 年 11 月より戦略を一部変更して、分解・再製造という工程を省き、外装の洗浄や消耗部品の交換だけで再出荷する「リコンディショニング機：RC 機」を販売しはじめた。この RC 機の価格は再生機や新品機などよりも抑えている。この RC 機は中古業者がおこなっていることとまったく同じことであり、リコーが中古品の販売を開始したことを意味する。「RC 機の販売ターゲットは環境重視の官公庁や大企業である」とリコーは一部で説明するが、事実上最先端の機能を備えた機種よりも下位機種にあたる RC 機の販売は、これまでリコー製品を使っていなかった企業や消費者をターゲットに設定している。コストが高い最先端の機種を導入するには負担の大きい中小企業や零細企業がターゲットになっている。従来、こうしたリコーが対象として捉えてこなかった消費者や企業には OA 機器専門の中古業者が独占的に販売をしてきた。RC 機であれば、こうした新たな市場を開拓できるという。例えば、欧州ではこうした RC 機などを中心としたいわゆるリサイクル機を新たな消費者や企業に販売することに成功しており、新市場の開拓に成功している。

その後、アナログ機だけでは思うような成果を得られなかったので、アナログ複写機だけでなく、デジタル複写機でも RC 機のレンタル・販売を開始した。そして、収支の大幅な改善を図り、2006年にリサイクル事業の単独黒字化を達成した。

(5.6) 事例のまとめ

静脈系サプライチェーンにおける2つのイノベーション（回収イノベーションとリサイクル技術イノベーション）を以下の4つに分けて、事例を考察した。①ライバルよりも如何に安価かつ大量に回収する方法の開発、②環境問題を引き起こさないような安全な方法でリサイクル材を生産する技術開発、③自然から得られるバージン資源と同価格以下で生産する技術開発、④バージン資源と同品質のリサイクル材を生み出す技術開発、或いは同品質での再生ができない場合には、その他の原材料・製品へと利用する用途開発である。

事例で考察した企業は、いずれも静脈系ビジネスにおいて一定の成功を収めている企業であった。第1に、根来産業の場合、動脈系と静脈系の一貫体制でカーペット生産をおこなっている。そして、その最終製品であるカーペットの品質は申し分なく、また十分に安価に生産している。しかしながら、原材料のペットボトルを如何に大量かつ安価に収集するかという点に関して少なからずリスクがある。第2に、帝人ファイバーでは特に、自然から得られるバージン資源と同品質のリサイクル材を生み出す技術開発に努めている。しかもライフサイクル全体で環境負荷を削減しており環境問題の解決に一石を投じている。しかしながら、同社もまた原材料の獲得が困難で再生ペットボトルの生産から再生繊維へと事業内容を大きく変更している。第3に、神岡鉱業は高度排水処理システム、世界最高水準の製錬技術などの点で諸外国やライバル企業よりも優位な立場にある。さらに、豊富な水を利用した低コストかつクリーンな水力発電設備で工場消費量の約7割を賄い、運用コストを削減していた。しかしながら、鉛価格の乱高下に歩調をあわせて、鉛バッテリーの回収・獲得には、東南アジア国への流出というリスクがつきまとう。本来鉛の価格が高くなれば高くなるほどより利益を確保しやすくなるはずなのだが、実際には原材料の獲得がより困難になってしまい、利益の獲得どころか原材料としての廃バッテリーが獲得できなくなってしまうリスクを抱えているのである。

第4に、エフピコは食品発砲トレーの生産・販売を行っていたが、国内外の消費者不買運動をひとつのきっかけとして、その回収・リサイクルに乗りだした。そして、根来産業と同じく動脈系と静脈系の一貫体制でトレーを生産しはじめた。また、リサイクル材を安全な方法でかつ安価に生産する技術開発にも注力しており、関連分野での特許申請も数多く、残り3社と同じく着実な成長を遂げている。むろん、エフピコにもリスクがないわけではない。まずは、1970年代に一度経験した消費者不買運動のリスク、そしてペットボトルと同じく石油資源に依存しているために、原材料高騰のリスクである。

しかし、他社以上にエフピコではリそのスクヘッジに余念がない。とりわけ、

興味深いのはリスクヘッジとリサイクル活動が密接に結びついていることである。つまり、エフピコの場合、回収率を上げることで消費者不買運動のリスクを回避し、さらに、原料高騰の影響も抑えているのである。エフピコが決定的にその他の事例で扱った企業と違うのは、回収率を上げるための施策やそれに対する姿勢である。エフピコでは回収率向上のために並々ならぬ努力とコストを費やしている。例えば、①回収したトレーが『エコトレー』へとリサイクルされることを啓発ポスターで紹介し、回収の効果と社会的な貢献を明確にしたり、②啓発ポスターで透明容器の回収が始まったことを告知したり、回収品ボックスを透明に代えて、不適品混合防止と回収協力への関心を高めたり、③リサイクル啓発 DVD「ぐるぐるリサイクル家族」の放送や豊富なポスター掲示により回収率の向上と不適品の減少につなげたりしている。また、積極的な工場見学の受け入れなども通じて、自らの資源獲得に努めている。こうした努力の結果、現在では拠点全国約 7,900 カ所（スーパー7,682 カ所、学校 90 校、佐賀県基山町・東京都葛飾区・岡山県瀬戸内市など 20 団体、平成 22 年度指定法人ルート 121 団体）で回収し、7,000 トンを超す発砲スチロールトレーが回収されている。2010 年 3 月までに回収された発砲スチロールトレーは約 214 億 3,975 万枚にのぼる。

これら大量に回収したトレーを、自らの開発したイノベーションで安全に、安価な方法で再生させている。しかも、バージン原料が高騰する中、エフピコは自社再生原料を 3 割、さらに工場端材を加えてトレーを生産している。ライバル企業が原料価格高騰を 100% 受けるのに対して、エフピコはより少ない影響で済むのである。

第 5 に、リコーでは、外装の洗浄と消耗品の部品交換だけで出荷する「RC 機」の販売をはじめた。これは一般的な中古業者が行っていることと全く同じことであり、リコーが中古品の販売を開始したと言っても過言ではない。ようするに、新製品の販売阻害要因のひとつなのである。けれども、上述したように RC 機の販売ターゲットはコストが高い最先端の機種を導入するには負担の大きい中小企業や零細企業である。従来、こうしたリコーが対象として捉えてこなかった消費者や企業には OA 機器専門の中古業者が独占的に販売をしてきた。RC 機であれば、こうした新たな市場を開拓できるという。さらに、RC 機による新市場の開拓は相乗効果をもたらす。なぜなら、複写機メーカーの収益の多くは複写機本体の販売による利益よりも、トナーやドラムなどの消耗品販売から成り立っているからである。「複写機本体を高額で購入してもらわなくても、リコー純正の消耗品を購入してもらえれば利益は確保できる」というのは業界の常識である。これまでは中古業者はリコーをはじめとするメーカー純正でない消耗品を自らの顧客に販売していたので、リコーの複写機は稼動していても利益幅の大きい消耗品は売れていなかった。新規顧客の開拓、利益率の高い、また継続的な収入源である消耗品販売の拡充という点で RC 機は重要な戦略的意味を持っているのである。

すべての事例に共通していることは、①安全なリサイクル技術、②安価なり

サイクル技術、③高品質のリサイクル品生産技術に関しては、多額のコストを費やして研究開発し、自らのイノベーションを特許保護するなど余念がなかった。しかし、事例の中で最も持続的な競争優位を確立しているといえるエフピコとリコーと、それ以外の違いは、①安価な方法で効率的かつ確実に回収をするイノベーションの違いにあったといえよう。これは「サービス関連のイノベーション（古川柳蔵、2010）」とよばれる。その他が技術的なイノベーションであり、有形資源であるのに対して、無形資源と関連する部分が多い。有形資源は可視可能性が高く同一産業の競争相手によって比較的模倣されやすく、持続的な競争優位をもたらすものでは有り難い。それに対して、無形資源は組織文化に浸透しており表層には現れることが少なく、また複雑に絡み合う資源体系のなかに織り込まれているが故に、同業他社が模倣することは極めて困難な資源なのである（佐藤・豊澄、2003）。つまり、エフピコが不買運動を契機として獲得した危機感、消費者・小売店・包装問屋との協力体制のなかで構築してきた回収方法は、すぐにライバル企業が模倣できるものではない。そして、そのリサイクル活動が自らの資源を安価に獲得できることと密接に結びついていることを自らも良く理解しており、リサイクル活動に対して社内一丸となり取り組んでいるのである。同様に、リコーでは「製造—販売—回収—リサイクル機製造—RC機販売—回収・・・」という、製品循環の鍵は「回収」部分にあることを十分に意識している。また、製造メーカーのリコーと販売会社のリコー販売が密接に協力し合うことで、いわゆる中古市場に使用済み製品をいかに流出させないか。リコーはその他のメーカーとは違いクローズドな製品循環を構築しているのである。クローズドな「回収」システムを構築できているからこそ、利益率の高い消耗品を販売できるのである。その結果、競争優位を確立できているのである。

(6) おわりに

動脈系産産業の環境イノベーションをエンド・オブ・パイプ技術とクリーン技術にわけて、各がどのように発生しているか、企業の事例をふまえて考察した。エンド・オブ・パイプ技術は既存の生産設備に「容易」に付加することができるという長所を持つ反面、導入コストおよび運営コストの両方で決して「安価」ではなく、長期的視点にたったサステイナブル経営に必ずしも寄与するものではない。むしろ、特別な言及はしなかったものの環境イノベーションと全く無関係ではない。なぜなら、例えば排煙脱硫装置・脱臭装置を開発・生産するには多くのイノベーションが必要だからである。月島機械株式会社や三菱重工、東洋エンジニアリングなどは、高性能かつ省エネ・小型化のために研究開発を継続している。しかしながら、製造業全体に占める割合は決して大きいものでもない。しかも、サプライチェーン全体を通じて、その波及効果も可能性も少ない。決して廃れることのない技術であるものの、急速に拡大する技術でもないのである。

一方、クリーン技術はサステイナブルな視点からより好ましい環境イノベー

ションの成果であるといえる。なぜならば、クリーン技術は製品の使用から廃棄段階に至るまでの全ライフサイクルの環境負荷低減を視野に入れるために自社の製造プロセスはもちろんのこと、サプライチェーンを通じてその他の企業に「波及」しうるからである。地球環境問題は産業公害とその性質を異にするので、その解決方法も自ずと異なる。つまり、産業公害は企業のそのほとんどすべての責任と解決が委ねられていたのに対して、地球環境問題の解決には、行政・企業・消費者が連携して取り組まなければその解決の糸口はみつからないのである。むしろ、企業が社会に与える影響力、圧倒的に保有する資源（ヒト・モノ・カネ・ノウハウ）を考慮すれば、企業が率先して環境問題解決に取り組まなくてはならないのは明白である。

製品製造時における資源投入量の削減と環境負荷物質の排出量削減の同時達成を成し遂げるためには適切な環境規制を導入し、環境イノベーションによるクリーン技術の開発をすすめることが重要なのである。しかも、クリーン技術は経営コストの低減、従業員の環境意識の向上などにつながり、ひいては国際的な企業競争力の向上をもたらすのである。ようするに、エンド・オブ・パイプ技術よりも、クリーン技術の技術開発を支援する政策が長期的な視点から望ましいといえよう。

一方、静脈系産業においては、リサイクル技術獲得の環境政策的な支援だけにとどまらず、近年のレアアース問題が象徴するように、国全体としての資源獲得戦略、例えばペットボトルの中国流出などにどのように対処するのか、単に競争原理に任すだけでなく強力な環境政策が望まれている。エフピコとリコーはともに持続的な競争優位を獲得している企業のひとつである。その最大の理由は、「サービス関連のイノベーション」の開発、別言すれば、自らの資源をどのように安定的に獲得していくのかという戦略があるか否かに関わっている。

日本のもの作りにおいて、一般的に資源の獲得は商社に任されることが多い。あたかも、資源は無限に地球に存在し得るものであるかのごとく、さらに対価を払いさえすれば容易にいつでも必要な量を確保できると考えている感が否めない。しかし、その考え方が否定されるべきものであるのは、昨今のレアアース問題を例に挙げるまでもない。さらに、近年、COP10の影響も相まって生物多様性の重要性は、世界の共通認識になりつつある。生物多様性は配慮することが求められているとか、その方が評判がよくなるからという類いの問題ではない。さらに、近年では環境問題を意識したグリーン調達だけでなく、より広い社会問題（ジェンダーや先住民問題など）を意識したCSR調達に対する社会の意識も高まっている。上述したように資源開発と環境問題を含む社会問題とはきっても切れない関係にある。原材料を生産する最上流で、その原材料が確かに「持続可能」な形で生産されるように維持、あるいはそれを保全（オフセットを含む）することが、高品質の原材料を安定的に入手する最も確実な方法なのである（足立直樹、2010）。ようするに、企業に与えられたイノベーションの開発使命は、用途開発などにあるのではなく、一端国内に入ってきた資源は国外に流出させるのではなく、国内で循環させ続けるためのイノベーションが

不可欠である。

むろん、この点に関しては政策的な支援が極めて重要である。これは単に国内の静脈系サプライチェーンの分断を回避するというだけではなく、日本の製造業、とくには原材料の確保という観点からも重要な政策である。したがって、静脈系産業においては、リサイクル技術獲得の政策的支援だけにとどまらず、近年のレアアース問題が象徴するように、国全体としての資源獲得戦略、例えばペットボトルや鉛バッテリーの諸外国への流出にどのように対処するのか、単に競争原理に任すだけでなく強力な環境政策が望まれているといえよう。

参考文献

- Porter, M. E. and Linde, C. V. D., 1995. Green and Competitive: Ending the Stalemate,” Harvard Business Review, September-October, pp. 121-134.
- 足立直樹（2010）『生物多様性経営』日本経済新聞社。
- エフピコ『2010 CSR Report 環境・社会活動レポート』。
- 遠藤保雄（2001）『食品産業のグリーン化』日報出版、250－251頁。
- 神内治（2007）『大化け前の関西元気企業』現代創造社。
- 環境 goo「キーパーソンインタビュー エフピコ 小松安弘氏」
<http://eco.goo.ne.jp/business/keiei/keyperson/63-1.html>
（最終アクセス日 2011年5月19日）
- 橘川武郎（2009）「資源開発競争に勝つカギ「コンビナート高度統合」『プレジデント』2009年1.12号。
- 金原達夫・金子慎治（2005）『環境経営の分析』白桃書房。
- 金原達夫・豊澄智己（2011）「環境イノベーションの経営学的研究」「平成21年度 環境経済の政策研究『環境経営時代における環境政策と企業行動の関係に関する研究』」報告書。
- 経済産業省「繊維製品（衣料品）のLCA調査報告書」2003年5月。
- 佐藤義信・豊澄智己（2003）「環境経営戦略が企業業績に及ぼす影響」『経営学研究』第13巻1号。
- 菅原由衣子（2008）「帝人がボトル to ボトル休止 政策と経済原理の二重苦教訓に」『日経エコロジー』2008年12月号。
- 谷口正次（2011）『教養としての資源問題』東洋経済新報社。
- 谷口正次「生物多様性の貨幣価値」ECO JAPAN、<http://eco.nikkeibp.co.jp>（最終アクセス日 2011年12月30日）。
- 豊澄智己・長岡正「静脈系サプライチェーンの現状と課題」『日本物流学会誌』2012年5月（予定）。
- 豊澄智己他（2009）「携帯電話と環境問題」『経営行動研究年報』。
- 中野加都子他（2007）「携帯電話に含有される微量有害物質のサブスタンスフロー分析」『日本金属学会誌』。
- 日経エコロジー(2008)「リサイクル優等生が挫折した訳根来産業が民事再生法を申請」2008年9月号。
- 日経ビジネス(1994)「廃棄物からのカーペット」『日経ビジネス』1994年3月号。

日本精蠟(株)徳山工場『環境報告書 2009』。
古川柳蔵 (2010)『環境制約下におけるイノベーション』東北大学出版会。
PET ボトルリサイクル推進協議会『PET ボトルリサイクル年次報告書 2010 年版』。
馬奈木俊介・豊澄智己『環境ビジネスと政策』昭和堂、2012 年 4 月 (予定)。
三井住友銀行HP「環境経営の現場から」宮坂賢一 (2008)「根来産業 環境ビジネスの優等生が資源高騰のワナに落ちる」『日経トップリーダー』2008 年 10 月号。
<http://www.smbc.co.jp/hojin/eco/genba/detail01.html>
(最終アクセス 2011 年 5 月 19 日)
三菱化学水島事業所『2009 レスポンシブル・ケア レポート』。
三菱レイヨン(株)大竹事業所『2009 年度 環境報告書』。
峰如之介 (2003)『七万人が動きたくなつたこのひと言』WAC。
宮坂賢一(2008)「根来産業 環境ビジネスの優等生が資源高騰のワナに落ちる」『日経トップリーダー』2008 年 10 月号。
リコー『リコーグループ環境報告書 2010』。

2.2.4 環境政策と環境イノベーションの分析

(1) 分析目的

環境問題に対する取り組みが、1990年代に入る頃から世界的に大きく前進した。1992年の「環境と開発に関する国連会議」(地球サミット)では、持続可能な開発の理念に賛同した「リオ宣言」とその行動計画である「アジェンダ 21」が採択された。持続可能な開発のために、これからは循環型社会でなければならないという考えが鮮明になった。各種リサイクル法が制定され、2000年には、「循環型社会形成推進基本法」が制定されている。こうした状況の中で、企業にとっても、持続可能な社会のために経済効率と環境保全を同時に追求するという責任を問われるようになってきた。

環境と経済の同時的達成の重要な鍵となるのは、環境イノベーションである。その理由は、環境規制に刺激された環境イノベーションが環境負荷を削減し、環境パフォーマンスを改善すると同時に、競争優位をもたらすことがあるからである(Porter and v.d. Linde 1995)。この考えの中には、環境政策、環境イノベーション、競争優位、パフォーマンスにかかわる論点が含まれている。

そこで本稿では、第1に、持続可能な社会の実現に向けて環境政策はいかに展開されているのか検討する。第2に、いかなる環境政策がいかなる環境行動を導くのか考察する。第3に、環境イノベーションはどのように促進することができるのか、吟味する。

(2) 各国の環境政策

環境に対して具体的にどのような政策および行動が展開されてきたのであろうか。日米欧の環境政策を概略的に整理してみよう。

(2.1) 日本の環境政策

日本における環境政策の取り組みは、経済発展を優先する政策の中で、大きな制約を受けてきた。戦前は、鉱業において足尾銅山、別子銅山での精錬過程で有害物質が排出され、地域住民に大きな被害をもたらしている。戦後になると、経済の発展と重化学工業化が急速に進み、深刻な公害問題が水俣(熊本水俣病)、四日市(四日市ゼンソク)、阿賀野川流域(新潟水俣病)、神通川流域(イタイイタイ病)などで発生した。また、1970年代は自動車排気ガスや光化学スモッグの発生による大気汚染も深刻化した。環境政策は、こうした事態を未然に防ぐことはできなかった。行政上の組織として環境庁ができたのが1971年であり、2001年に環境省に発展した。環境政策が大きな影響力を持ちえなかったことは、このことにも表れている。

しかし、深刻化する公害問題に対処するために、1967年には公害対策基本法が制定され、1968年には大気汚染防止法、1969年には水質汚濁防止法が制定された。環境悪化に対する規制が、世界的な環境規制の高まりに呼応して、1960年代後半から強められた。環境問題の顕在化とともに、1970年代の環境規制は厳しくなり、問題を解決するために企業による技術開発も進んだ。1970年代半

ばから 1980 年代半ばまでの 10 年間についての調査では、日本の汚染削減支出の対 GNP 比は、米国のその約 2 倍であった(Lanjouw and Mondy 1996)。その結果、わが国は廃水や排気環境対策において著しい成果をあげてきた。

1999 年になると PRTR 法(Pollutant Release and Transfer Register ;「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善に関する法」)が制定され、化学物質について年間 1 トン以上の移動・排出をする常用雇用者数 21 人以上の事業所では届出を義務付けられた。

「この法律は、環境の保全に係る化学物質の管理に関する国際的協調の動向に配慮しつつ、化学物質に関する科学的知見及び化学物質の製造、使用その他の取扱いに関する状況を踏まえ、事業者及び国民の理解の下に、特定の化学物質の環境への排出量等の把握に関する措置並びに事業者による特定の化学物質の性状及び取扱いに関する情報の提供に関する措置等を講ずることにより、事業者による化学物質の自主的な管理の改善を促進し、環境の保全上の支障を未然に防止することを目的とする」(第 1 条)とある。PRTR 制度は、企業自身が自社から排出されている化学物質排出量を把握することで、自社及び業界団体に削減目標を設定し、自主的に排出対策に取り組むものとして位置づけられている。

(2.2) 米国の環境政策

これに対し、自由な社会の建設を求めた米国では、自然と対峙した個の思想が新大陸でフロンティアに立ち向かう人々の姿として一層強められた。社会の成り立ちから、自由経済、個人の自由と権利が社会の根本規範として強く共有されている。個人の自由と権利についてはアメリカが最も強く主張する国である。そして、個人の自由と権利を強く推し進める社会では、個人の機能は社会的にも組織的にも分化する。株主もまた株主としての目的を持ちその機能を遂行するという原則の下に行動する。このような機能の分化と個人の権利保証は、きわめて強い原理である。

米国の環境政策は、1970 年の改正大気浄化法によって当時としては極めて厳しい規制を他国に先駆けて導入した。激しい消費者運動に後押しされて導入されたこの大気浄化法は、個人の健康を守るための市民の権利意識を強く反映している。また、企業の使用する化学物質の情報を開示する TRI 制度の導入は、1986 年に制定された「緊急計画・地域住民の知る権利法」によって実現している。

TRI(Toxic Release Inventory; 有害物質排出目録)制度は、自然を守る意識から生まれたというよりは、その法律名「緊急計画・地域社会知る権利法」(EPCRA; Emergency Planning and Community Right to Know Act)が示すごとく、個人の知る権利に基づいて正当化され制定されている。1984 年にインドのボパールにあったユニオン・カーバイド社工場での大規模な事故をきっかけに、事業で使われる有害物質についての人々の情報公開の要求が強まり、「緊急計画・地域社会知る権利法」が制定された。この法律に基づいて 1987 年に TRI 制度が定めら

れ、環境保護庁と州政府は、産業施設からの有害化学物質の放出と移動について毎年データを収集し、公表するようになった。

また、1980年に制定され1986年に大幅に修正されたスーパーファンド法(包括的環境対処補償責任法)には、次の特徴が見られる。①事業当事者の明確化、②厳格責任主義、③遡及責任主義、④連帯責任主義、⑤広範な浄化対策、である。このように、スーパーファンド法は、環境汚染に対する厳格な責任と過去の汚染に対してまでも責任が追及される厳しい内容となっている。そこには規制的な環境政策が顕著に見られる。

他方で、米国では市場経済における活動について、所有に基づく企業支配の権利と資本効率の追求が保証されている。そこでは株主主権による企業統治の原則が強く機能している。このように米国では、市場経済における自由と所有権を守ることが高い政策優先度をもっている。米国は、市場経済の自由主義を貫いて、京都会議で合意された温室効果ガスの排出規制を求める議定書の批准を拒否している。CO₂削減も炭素税などにはよらず排出権取引市場を優先している。また、3RやISO14001への取り組みは全体的に低調である。経済活動は市場原理を基本とし、自由競争と自己責任の原則が支配的であるからである。このように米国の環境政策は、水、大気等に関する厳しい排出規制と経済的自由の相反した側面を見せている。米国には政治と産業の間に伝統的な対立的関係があると見られている。

日米欧を対象とした「環境にやさしい製造業」に関する調査(Gutowski et al. 2005)は日米欧の国・地域での特徴明らかにしている。この調査は、日本、ヨーロッパ、米国の自動車および電子機器産業を対象に、政府活動、産業活動、研究開発活動、教育活動の4分野について、その取り組みの強度とリーダーシップで比較して表39にまとめている。星のマークが多いほどに、強い活動であることを意味している。

表 52 日米欧の環境活動比較

	日本	米国	ヨーロッパ
A 政府活動			
引き取り法	☆☆	-	☆☆☆☆
埋め立て規制	☆☆	☆	☆☆☆
物質規制	☆	☆	☆☆
LCA手法とデータベース開発	☆☆☆	☆☆	☆☆☆☆
リサイクル・インフラ整備	☆☆	☆	☆☆☆
経済的インセンティブ	☆☆	☆	☆☆☆
手法的規制	☆	☆☆	☆
産業との協力	☆☆	☆	☆☆☆☆
財務的・法的責任	☆	☆☆☆☆	☆
B 産業活動			

ISO14001 の認証	☆☆☆☆	☆	☆☆☆
水質保全	☆☆	☆☆☆	☆
エネルギー保全・CO ₂ 排出	☆☆☆☆	☆☆	☆☆
大気・水系への排出削減	☆	☆☆☆	☆☆
固形廃棄物削減・リサイクル	☆☆☆☆	☆☆	☆☆☆
使用後リサイクル	☆☆☆	☆	☆☆☆☆
材料・エネルギー在庫	☆☆☆	☆	☆☆
代替材料開発	☆☆	☆	☆☆☆
サプライチェーン関与	☆☆	☆	☆☆
環境にやさしい製造	☆☆☆☆	☆☆	☆☆☆
ライフサイクル活動	☆☆	☆☆	☆☆
C 研究開発活動			
基礎研究(5年以上)			
ポリマー	☆☆	☆☆☆	☆☆
電子	☆☆	☆☆☆	☆
金属	☆☆☆	☆	☆☆
自動車・輸送	☆☆	☆	☆☆☆
システム	☆☆	☆	☆☆☆
応用研究(5年以下)			
ポリマー	☆	☆☆☆	☆☆
電子	☆☆☆	☆☆	☆☆
金属	☆☆☆	☆	☆☆
自動車・輸送	☆☆☆	☆	☆☆☆
システム	☆☆	☆	☆☆☆
D 教育活動			
科目コース	☆☆	☆☆	☆☆☆
プログラム	☆	☆	☆☆
学位プログラム	--	--	☆
産業スポンサー	☆	☆☆	☆☆☆
政府スポンサー	☆	☆	☆☆

(出所) T.Gutowski.et al.(2005).

この調査によると、欧州は、全体の特徴としては政府及び教育分野で先頭に立ち、これに対し米国は、少数のグローバル企業を除くと、全般的には4分野すべてのカテゴリーで環境活動が遅れているとされている。

ヨーロッパの顕著な特徴は、環境保護規制が策定されるその方法にある。すなわち、政府、産業、市民の間に環境に関する価値が共有され、協力的関係が形成されている。ヨーロッパあるいは調整型の経済制度・企業統治では、社会的合意に基づく問題解決が重視されている。環境価値を重要な共有規範として、企業、市民の行動の変革を政府による法的規制によって推進している。そして、

CO₂や有害化学物質による環境負荷の実質的な削減を環境政策は重視している。そのために、炭素税の導入のように、外部費用の内部化を求め、予防的な包括的措置を求める環境政策へ向かっている。ヨーロッパでは早くも1990年にフィンランド、1991年にスウェーデンとノルウェイ、1992年にデンマークが炭素税を導入している。さらに、ヨーロッパではLCA手法の開発やリサイクルの推進を重視している。歴史的には、個の哲学を生んだヨーロッパであるが、共生の理念やエコロジー的な相互依存の思想が強調されてきた。そして、相互依存し共生する理念がその環境政策にも強く反映され出している。

個別にみると、ドイツは1978年に世界で最初の環境ラベル「ブルーエンジェル」を導入したほか、とりわけ廃棄物への取り組みでは他国をリードしてきた。1991年の「包括廃棄物規制例」によって、包装廃棄物の回収・再生利用・リサイクルを義務付けている。このための回収システムが構築されたほか、再生利用が推進されている。1997年には使用済自動車の回収・リサイクルをメーカーに義務付けている。メーカーは使用済車両を最終所有者から無償で回収することになっている。

そしてEUでは、化学物質の規制が進んでいる。2003年 WEEE指令(Waste Electrical & Electronic Equipment:電気および電子機器廃棄物に関する指令)、RoHS指令(Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances in Electrical & Electronic Equipment:電気・電子機器の有害物の使用制限に関する指令)を制定し2006年に施行されている。2006年には、REACH規則(Registration, Evaluation, Authorization and Restrictions of the Chemicals:化学物質の登録・評価・許可・制限規則)が制定され、2007年より施行されている。

これに対し、米国のアプローチは、権利と自由を原則とする社会経済にあって、廃水、排気に関する責任は厳しい規制をかけている。米国は、経済活動としての自由を大幅に許容しながら、他方で、大気、水系への排出削減を強く規制し、スーパーファンド法のように、環境被害に対する責任保障・法的責任を厳しく定めている。

市場経済を中心としているために、社会は直接規制中心の環境政策には反発的である。市場経済の下で外部費用の内部化を避け、責任を明確にできる被害については事後処理的なエンド・オブ・パイプ型の規制によって処理する傾向が強まる。自由な経済行動を重視するがゆえに、環境保護のためには強い環境規制が逆に必要になる。その結果、自由と規制のように、企業と政府はしばしば対立することが起こる。米国の政策は、「最大自由を最大規律でコントロールする」(上村達男)ことを特徴としている。

また、日本の環境政策は、米欧の中間的な位置にある。市場経済にありながら、政策の実行プロセスはステークホルダー・アプローチにあるような調整型である。深刻化した公害問題に直面して日本は、1970年代の厳しい環境規制の実施、その結果、産業大気汚染および車輛大気汚染に関しては取得特許数が多く、環境対策の成果をあげてきた。とりわけ、産業分野の取り組みで実績を上げてその優位性を構築してきた。持続可能な社会に向けて、日本は、3Rや

ISO14001の取り組みが進んでおり、相対的に環境にやさしい製造活動を展開していると特徴づけられている。また、リサイクルやエネルギー保全・CO2排出についても大きな努力を払っている。

(3) 環境政策と企業行動

(3.1) 環境政策の目的と手段

環境政策とは、人々の生活や生態系に被害を及ぼす環境汚染を防止し、持続可能な自然環境を保全するために必要な政策的取り組みを意味している。環境政策は、「人間社会にとって望ましい環境水準を作り出すための公共政策である」(環境基本法)。したがって、環境政策の目的は、政策的に環境汚染を防止し、持続可能な自然環境を保全し人々に安全で健康的な環境を確保することである。その目的達成のために、国は各種法律を定め施策を展開している。

環境政策の目的を達成する手段としては、国および地方自治体を通して実行される多くの法律や条例があり、法的規制、課税、補助金、ガイドラインなどが存在する。その対象は、国内的取り組みだけでなく国際機関や国際協力を通して国際的に取り組むことも含まれる。環境政策は、国(環境省、経済産業省、国土交通省など)及び地方自治体(県、市、町など)等の多様なレベルにまたがっている。したがって、環境政策の策定を行い実行するには、これら政策主体の連携と政策内容の統合が求められる。

国際比較的には、環境政策は国・地域によって条件や目的に違いがあるため、展開される内容には違いがある。自由主義経済を貫くことを経済の基本とする米国では、自由であるがゆえに発生する責任については厳格であろうとする。そこにはエンド・オブ・パイプ的な規制主義が強くあらわれる。これに対し欧州では、協調的關係がベースにあり、国民の高い環境意識を育みながら、規制が実施されている。ライフサイクル的、予防的な取り組みが特徴的である。

このように環境政策を実施する状況に多様性があるために、環境政策の導入にあたっては、いかなる政策をいかなる時に導入するのか、目的と手段の適合性を吟味する必要がある。ここで、これまでのわが国の環境政策の目的と環境施策にはどのような関係が見られるのか、その特徴を整理しておこう。

まず、環境政策は、種々の手法を講じることによって実施されている。環境政策の内容は、その手法の性質によって分類すると、法的規制、ガイドライン、自主管理の3つに分けられる。これらの手法は、組合せられながら用いられている。第1に、廃水、排気に関係する規制には強い強制力がある反面、企業を受身的行動にし、インセンティブを伴うことが少ない。

第2に、ガイドラインは、厳しい基準がないために、社会的責任に訴えるものである。優良企業は、産業界のリーダーとして世界の課題に取り組みしばしばガイドラインそのものを提案しそれを実行しようとする。しかし、ガイドラインは強制的ではないので、規制に比べて徹底することができず、広範囲の普及には時間がかかることは否めない。

第3に、自主管理は、ガイドラインと共通する企業の対応を導くことが多い。

自主管理には明確な要件あるいは基準が示されていない。あるのは制度あるいはシステムである。わが国の PRTR 制度は化学物質の自主管理を意味しているが、米国では厳しい責任主義と訴訟可能性によって、PRTR 情報は環境リスクとして受け止められている。そのため、相当の強制力があり、制度制定によって化学物質排出が半減したと言われている。環境政策にはこれらの異なる手法が混在している。

表 53 環境政策の分類

政策目的	主な環境政策
A. 環境負荷削減 公害型汚染削減 化学物質削減 資源循環・リサイクル促進 温暖化対策	公害対策基本法 水質汚濁防止法 大気汚染防止法 自動車排ガス法 PRTR 法 ダイオキシン類対策特別措置法 特定物質の規制等によるオゾン層の保護に関する法律 容器包装リサイクル法 家電リサイクル法 建設リサイクル法 食品リサイクル法 自動車リサイクル法 資源有効利用促進法 グリーン購入法 循環型社会形成推進基本法 エネルギー政策基本法 地球温暖化対策の推進に関する法律
B. 生物多様性・自然環境保護	生物多様性基本法 自然環境保護法 自然再生推進法
C. 環境イノベーション促進	優遇税制 補助金 エコポイント制度 グリーン購入 再生エネルギー法
D. 情報開示	環境報告ガイドライン 環境会計ガイドライン PRTR 法

E. 市場評価機能	環境ラベル 環境格付け 社会的責任投資
F. 環境アセスメント	環境影響評価法 ライフサイクル・アセスメント法
G. 環境教育	環境の保全のための意識の増進及び環境教育の推進に関する法律

(3.2) 環境政策と環境行動

環境政策が目的達成の効果を上げるためには、社会が持続可能性に向けて行動すること、そして企業が適切な行動を取ることが重要である。したがって、環境政策は、製品やサービスに対する市場需要のつよさと技術進歩等の組織能力に大きく依存している。その意味で、持続可能性にとって望ましい政策は、市場の需要を強めることや経済主体の組織能力の構築を支援することが重要である。環境政策は、規制によって直接成果を上げると考えるよりも、経済主体の組織能力を高め、環境イノベーションを創造することを支持することが重要であると考えられるほうがプロセス説明的であり優れている。

環境政策の目的とそれに対する主な政策を、汚染などの環境負荷削減、環境イノベーション、情報開示、市場評価機能等について整理しよう。環境政策は、環境保全の目的達成を促す政策と結果に対する説明責任を強化する政策に分けることができる。

第1の公害型汚染防止や化学物質削減のための対策は、規制的政策が多くなり、企業には規制遵守行動を求める。規制は強制的であるために、環境改善の効果をあげることができる。しかし、エンド・オブ・パイプ的な規制的手法は、コスト増加となる傾向が強い。眼前の環境改善には有効であるものの、長期的に環境にとって必ずしも優れた手法であるとは言えない点や、経済効果を期待することができないという問題がある。

第2に、現在のわが国の温室効果ガス対策は、緩やかな規制で強制力を持たない。インセンティブも少なく、効果は自主的な取り組みを強めた一部大企業に限定されている。

第3に、環境イノベーションの促進のための政策は、優遇税制、補助金、グリーン購入、エコポイント制度などがある。需要に直結するエコポイント制度は一定の販売刺激効果があるが、イノベーション促進効果があるかどうかは断定できない。企業にとって、業績との関係に不確実性がある補助金よりも直接需要を高め売上高増加をもたらす政策がより強いインセンティブを与える。

第4に、環境政策は、企業の情報開示を促す目的で実施されることがある。知識および情報を提供し、消費者・投資家の意思決定に役立てるのである。政府も、GRIおよびISOも、ガイドラインや規格を策定し、説明責任を果たすように提案を行ってきた。

環境報告書やサステナビリティ報告書は、企業自身による情報開示であり、

環境格付けは外部から客観的に評価した情報の提供であり、消費者・投資家の意思決定に資するのである。環境経営格付けは、企業の環境経営への取り組みを様々な指標によって測定し、その格付けを行うものである。わが国では、日本経済新聞社による格付けのほかにも、日本政策投資銀行(Development Bank of Japan)による DBJ 環境格付けなどがある。

環境経営格付けを行う理由は、環境への取り組みを評価して投資あるいは融資の時の判断基準を提供する意味がある。投資家は、環境リスクの大きな企業への投資をさげ、安全な企業、より社会的責任を果たしている企業へ投資しようとする。しかし、情報開示のガイドラインや格付けは、企業の社会的責任に訴える緩やかなもので、環境効果は間接的である。

(4) 環境政策と環境イノベーション

(4.1) 環境イノベーション

1970年12月に改正された米国の大気浄化法(マスキー法)は、1975年以降製造の自動車排気ガス中の一酸化炭素、炭化水素の排出量を1970-71年型の十分の一にし、1976年以降に製造する自動車の排気ガス中の窒素酸化物を1970-71年型の十分の一以下にする、という厳しい規制を打ち出した。これには、ほとんどの自動車会社がコスト増加を理由として導入に消極的であった。しかし、その中で、本田技研が、1972年に他の企業に先駆けてマスキー法75年規制を達成する自動車エンジン CVCC の開発に初めて成功した。その結果、同社は、市場での高い評価と競争優位性を獲得することが出来た。この例は、今日という環境負荷を削減する目標と経済的成功の両方を達成した成功例として評価出来るものである。

このように、環境と経済を同時に達成するカギとなるイノベーションを環境イノベーションと呼んでいる。つまり、環境イノベーションは、環境負荷削減を目指して行われるイノベーションの意味である。あるいは「環境イノベーションは、環境負荷を低減する技術的、経済的、法律的、制度的、組織的および行動的なあらゆる種類のイノベーションを含むもの」である(Huber 2008)。言い換えると、環境イノベーションは、技術的な製品イノベーションおよび工程イノベーションと、非技術的な組織イノベーションに分類することができる。そして、技術的イノベーションは、エンド・オブ・パイプ型技術ばかりでなく、設計開発、製造、使用、廃棄・リサイクルのそれぞれの段階で取り組むことができる。製品イノベーションは、これまでにない製品機能や性能、製品品質、を作り出すことである。これに対し工程イノベーションは、生産方法、生産技術の革新を意味している。そして、組織イノベーションは、事業のシステムや構造を変え、新しいサービスやシステムを作ることである。

この点に関連して、OECD は、環境イノベーション(グリーンイノベーション)を、イノベーションの対象(ゲット)とイノベーションの方法(メカニズム)、イノベーションのインパクトによって分類し、有効な環境政策とはいかなるものか検討している。このうち、環境イノベーションの対象には、第1に製品・工程、

第2に、組織・マーケティング手法、第3に、制度・仕組みがあるとする。製品とは、個別の製品のイノベーションであり、工程は、生産方法・生産技術のイノベーションである。次に、組織・マーケティング手法は、個別組織の情報技術を使ったエネルギー・マネジメントサービスや事業システムのイノベーションである。そして、制度・仕組みは、社会経済制度やシステムのイノベーションである。これに対し、イノベーションの方法は、改良、再設計(re-design)、代替手法(alternative)、創造(creation)の4段階に分けられている。環境政策は、技術の発展段階や市場の発展段階によって、これらイノベーションを効果的に誘発するように、経済的手法、あるいは規制的手法が選択される必要があることを強調している。

企業にとっては、適切な環境規制がイノベーションを促進し、環境の質を改善するだけでなく、環境効率が高めることによって、その結果、企業の経済パフォーマンスも向上するということが環境への取り組みのインセンティブを与える。したがって、環境政策は環境イノベーションを効果的に刺激することが重要である。これまで、環境と経済の両立可能性については多くの研究が行われてきたが、今世紀に入ってから、いかなる環境政策がイノベーションを効果的に刺激するのかに研究の関心が移動してきたのは、環境政策の有効性が問われるようになったことが背景にある。

表54は、OECDの分類を参考に、環境イノベーションに関する政策をその内容によって整理している。供給側の環境行動を刺激する環境政策としては、例えば、

- ① ベンチャーキャピタル・ファンドなどを通して資本供給を行い、環境ベンチャー企業を推進する資本支援がある。
- ② 税制措置や補助金などを使って経済的インセンティブを与える支援がある。
- ③ 大学や基礎研究機関への資本提供によって研究開発支援がある。

他方、需要側の環境行動を促進する環境政策としては、例えば、

- ① 規制や基準を設定する政策がある。規制や基準を促進する政策がある。
- ② グリーン購入の公募調達政策
- ③ グリーン購入を促進する政策がある。

表54 環境イノベーションにかかわる環境政策の分類

供給側政策	需要側政策
環境規制・排出基準 新たな技術開発誘発 リサイクル法の制定	規制や基準 新たな製品開発が誘発される規制・制度
財務的支援 リスク支援、補助金、ベンチキャピタルを通じた資本支援、環境格付け融資への利子補給	エコポイント制度 環境ラベル グリーン購入 公共調達・需要サポート

研究開発支援 政府、大学、研究機関との協力、 研究資金の提供 商業化支援 税制措置、補助金 教育・訓練 人材の育成 持続可能な教育のための教育 (ESD) ネットワークパートナーシップの促進 知識ネットワークの活用によるオープンイノベーションの誘発 情報サービス 情報提供 環境報告ガイドライン インフラ整備 輸送や情報通信網の整備	公共調達による需要下支え、需要喚起 技術移転 先進国企業から途上国企業への移転 大企業から中小企業への移転 ISO14001の普及 エコアクション 21
---	---

(出所) OECD(2010)をもとに作成

このように、環境政策は、環境イノベーションを促す上で技術に関するものから制度に関するものまで、多様な手段を講ずることができる。その意味で、政策の目的と手段の関係について、その適合性を考慮し、かつ統合的な政策を展開することが強く求められる。

要約的に言えば、1960、1970年代の厳しい環境規制がエンド・オブ・パイプ的な工程イノベーションを促進したことはよく知られている。また最近、顕著な需要喚起効果があったのは、平成23年3月まで実施された家電エコポイント制度および住宅エコポイント制度であった。ところが、多様な手段を視野に入れた環境政策の展開や再生エネルギーへの転換のような制度・システムの変更を伴うイノベーションを促進する政策は、EU主要国と比べると、まだ十分とは言えない。地球温暖化対策として掲げられた、①税制のグリーン化、②再生可能エネルギーの全量固定価格買い取り制度、③国内排出量取引制度については、いずれも政府方針が定められた(『環境白書 平成23年度版』)というにとどまる。したがって、これらの環境政策がグリーンイノベーションを喚起して効果を上げているということとはできないのである。

(4.2) 先行研究による環境イノベーションの調査

環境イノベーションは、環境負荷削減にかかわって言えば、次の3つが主な目的である。第1に、地球温暖化防止で、エネルギー起源のCO₂排出量の削減、温室効果ガス排出量の削減、製品物流に伴うCO₂排出量の削減をすることであ

る。これに対する環境イノベーションは、製品イノベーションでは新製品開発や設計変更を行い、それによって投入資源の削減、省エネルギーを行うことができる。また、新しい製品・技術によって使用段階での消費エネルギーを節約することができる。工程イノベーションについては、生産プロセスの革新と高効率化、高効率設備の導入、再生可能エネルギーの利用、物流の効率化、自然エネルギーの導入などによって省エネルギー、省資源が達成される。

環境イノベーションの第2の目的は、大気、水域への化学物質排出量の削減である。製品開発の段階で原材料や部品を変更し、環境負荷の大きな物質、環境リスクの高い物質の使用を中止することで、製造段階、あるいは使用・回収段階で総排出量を削減することができる。また、新生産方法の開発によって原材料や生産方法の変更が行われ、有害物質の投入削減が行われる。それによって、製造における総排出量が削減される。使用・回収段階においても、リサイクルが行われることによって総排出量が削減される。

環境イノベーションの第3の目的は、資源の有効利用である。これには、省資源、廃棄物総発生量の削減、廃棄物最終処分量の削減、製品リユース・リサイクルなどがある。

製品革新の側面では、原材料・部品を再生可能資源に変更することによって地球資源の消費を抑えることができる。製造段階では、リサイクル・リユース部品を使うことによって、資源の有効利用が行われる。他方、工程革新に関しては、工程変更・工程改善が資源生産性を高め、省資源を実現する。環境配慮型の商品・技術の開発で、資源の有効利用を図り、新規事件投入量を減らすことやリサイクル可能性を高めることによって環境効率を向上させることは、大きな課題となっている。

環境技術のイノベーションに関するヘルストロームの調査によれば、105件のサンプル中54.3%が工程イノベーションであり、30.5%が製品イノベーションであった(Hellström 2007)。また、ドイツ企業588社についての調査では、2001年から2003年の3年間に行われた環境イノベーションについて、37.2%の企業が環境製品イノベーションを行い、69.9%の企業が環境工程イノベーション行っていることが明らかにされた(Rehfeld et al 2007)。

これは、環境負荷削減においては資源効率やエネルギー効率、廃棄物削減等が主要な目的であり、いずれも生産効率に深く関わっているために工程イノベーションが重要な役割を果たしていることを示している。また、産業のライフサイクルが成熟し、生産規模が増大すると埋没原価も大きくなるために、工程イノベーションが重みを増してくる。もちろん、長期動的に考えれば製品イノベーションあるいは新事業の追求が市場的成功にとっても新たな経済発展にとっても不可欠である。アバナシー・モデルに従えば、一般に、新しい産業の発展は、製品イノベーションによって切り開かれるからである。

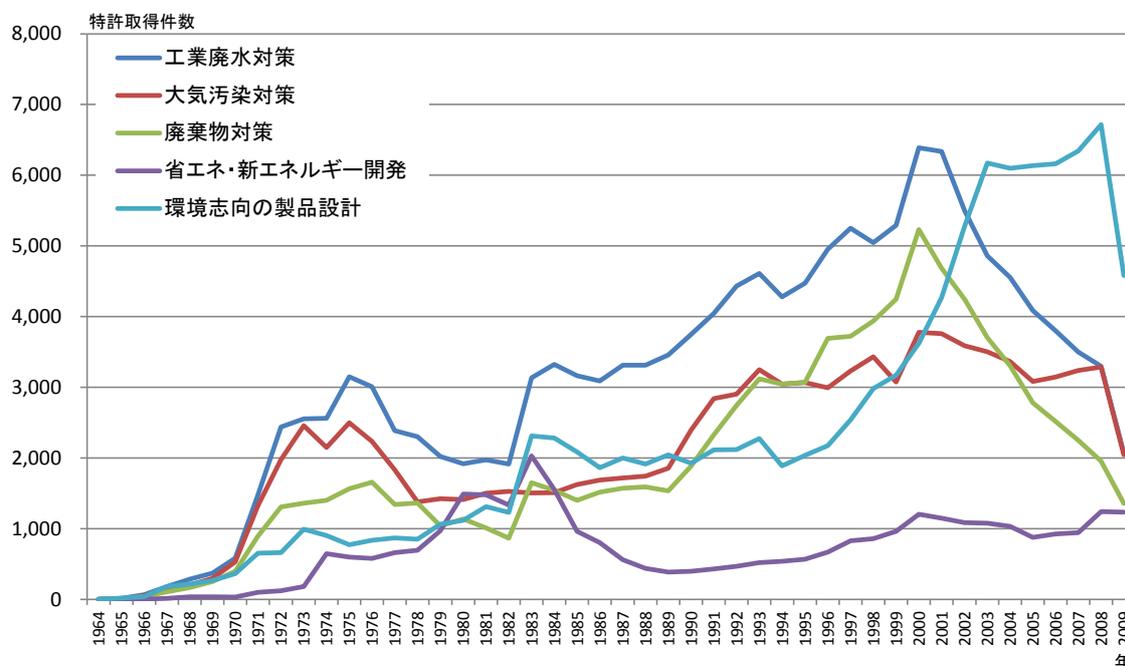
加えて、環境イノベーションは、ライフサイクル的に広くとらえる必要がある。環境イノベーションの方法は、プロセス的視点から言えば、末端でのエンド・オブ・パイプ手法とプロセス全体の中で源泉からの汚染防止を追求する予

防的手法に分けることができる。環境経営への取り組みが深まるにつれ予防的な手法に移りつつある。

こうして、CO₂、PRTR物質、水、大気について生産工程での取り組みおよび製品設計での取り組みが進み、結果としての排出物および環境負荷の削減がもたらされている。それは、単一の急進的なイノベーションに依存するというよりは、組織全体で継続的な改善努力が行われてきたことを物語っている。

(5) 特許データにもとづいた環境イノベーションの分析

本節では、わが国企業による環境イノベーションにはどのような傾向があるか明らかにするために、1964-2009年の間に登録された環境関連特許を種類別・時系列別に集計を行った(図 28)。この結果、いくつかの興味ある特徴を確認することができる。



(出所) NRI サイバーパテントより作成

図 28 種類別環境特許数の推移

第 1 に、環境特許は、1965 年から 1979 年にかけては、廃水、大気汚染関連が特許数の第 1 位、第 2 位を占めている。1980 年を除けば、この傾向は、1982 年まで続いている。特許の種類別には、2002 年までは排水対策が特許件数の第 1 位であり続ける。しかし、1983 年には製品設計が大気汚染の特許件数を上回っている。1980 年代はこの傾向が続いたが、1991 年にふたたび大気汚染特許が第 2 位となり、2000 年まで続いている。

第 2 に、2003 年からは種類別には製品設計が第 1 位の特許数となっている。これは、企業が公害型対策よりも製品イノベーションに向かっていることを表

し、それはまた市場での競争優位に結びつく特許に企業が向かっていることを示唆している。2009年の製品設計の特許数は4,582件、廃水対策2,069件、大気汚染対策2,046件で、製品設計が廃水や大気汚染の2倍以上の数に達している。

第3に、廃棄物対策に関しては、1990年には1886件であったが、2000年には5,232件で急増している。そして、この年がピークでそれ以降は減少に転じ、2009年には1,359件と大きく減少している。これは、廃棄物対策の技術革新がある程度達成されたということを示している。リサイクル法が2000年前後に相次いで成立したことがこうした取り組みを促しているものと考えられる。同時に、1990年代が環境への取り組みが世界的規範となる中で強化され、ISO14001の実施、環境報告書の作成などが行われ、廃棄物削減が集中的に取り上げられてきたことがうかがえる。多くの企業の環境報告書に共通するのは、廃棄物がいかに削減されたか、企業努力の成果を強調することであった。この時期、企業は、ゼロ・エミッションを掲げ、ISO14001の認証取得を重視してきたのである。しかし、2000年に入ると、廃棄物対策はピークをつけ、以後は環境志向の製品設計が急増するのである。

第4に、表55によって特許数の伸びを見ると、公害対策基本法が制定された1970年に比較して2009年では、工業廃水3.54倍、大気汚染3.854倍、廃棄物3.42倍、省エネ・新エネルギー37.5倍、製品設計12.6倍である。省エネ・新エネルギーは1970年の特許数は33件しかないのに、著しく伸びたとはいうものの2009年の特許件数は種類別にみると最も少ない。その意味では、省エネ・新エネルギーが最重要であるということを反映しているものではない。

表 55 環境イノベーションの伸び率

(特許件数)

種類	1970	2000	2009	1970-2009 伸び率(%)	2000-2009 伸び率(%)
工業廃水	583	6,388	2,069	3.54 倍	-67.6
大気汚染	531	3,779	2,046	3.85	-45.9
廃棄物	397	5,232	1,359	3.42	-74.0
省エネ・新エネルギー	33	1,205	1,236	37.5	2.6
製品設計	364	3,623	4,582	12.6	26.5

(出所) NRI サイバーパテントより作成

循環型社会形成推進基本法が制定された2000年と2009年の特許数を比較すると、工業廃水67.6%減、大気汚染45.9%減、廃棄物74.0%減、省エネ・新エネルギー2.6%増、製品設計26.5%増となっている。このように2000年以降は、製品設計の伸びが最大で、廃水、大気、廃棄物等は大幅に減少している。これは

環境への取り組みがエンド・オブ・パイプ型の取り組みから市場での競争優位性の獲得を目指した製品イノベーションに向かっていることを示唆している。

第5に、表56によってこれらの特許を製品特許と工程特許に再分類してみるとさらに新たな特徴が浮かんでくる。ここでは、工業廃水対策、大気汚染対策、廃棄物対策に関する特許を工程イノベーションとしてとらえ、製品設計と省エネ・新エネルギー開発に関する特許を製品イノベーションとしてとらえる。省エネ・新エネルギーについては省エネ家電製品、省エネ住宅のように製品特許にかかわるものが多いが、必ずしも製品のみでなく、CO₂削減にかかわる工程技術にかかわるものがあるであろう。本稿が依拠した国際基準IPC(International Product Classification)では、新エネルギーには再生可能なエネルギーである風力発電、太陽光エネルギー、地熱発電、水力発電、バイオマス、廃棄物利用エネルギーが含まれている。生産工程での省エネ特許は、製品の個々の特許に比べれば著しく少ないと推測されるので、ここでは近似的にこのように分類した。

この結果、工程イノベーションと製品イノベーションの比率は2008年までは工程イノベーションが常に多くを占め、1980年を除くと全特許数の70%以上を工程イノベーションが占めている。これはすでに引用したヨーロッパでの特許の動向と一致するパターンである。これに対し、製品イノベーションは2009年になってようやく50%を超え、工程イノベーションを逆転している。長期にわたって環境対策は工程技術中心に取り組みが行われてきたが、2001年以降、製品設計が急速に増えてきたのである。

表56 製品別・工程別環境イノベーションの割合

(特許件数、(%))

種類	1970	1980	1990	2000	2009
工程イノベーション	1,511 (79.2%)	4,470 (63.1%)	8,033 (77.6%)	15,399 (76.1%)	5,474 (48.5%)
製品イノベーション	397 (20.8%)	2,613 (36.9)	2,325 (22.4%)	4,828 (23.9)	5,812 (51.5%)

(出所) NRI サイバーパテントより作成

これは、企業が開発戦略の重点を製品革新におき始めたということである。この時の外部要因としては、京都議定書が発効しCO₂削減が実施されるという方向が企業の省エネ製品開発を刺激したということが理由のひとつと考えられる。また、内部的には、新製品を開発することによって企業が競争優位を追求する戦略を強まったことと深く関係している。特に、ハイブリッド車やLED照明の開発がその成功モデルとして映っていると思われる。

さらに、やや詳しく見ると、1964-2009年の46年間に製品イノベーションには2度の開発の波がある。第1回目は、1980年でその時製品イノベーションが全体特許数に占める割合は36.9%にまで達している。そして、その後は20%台に低下している。ところが2003年以降の製品設計は急増し全体の第1位になっ

たことに加えて、2009年には製品イノベーションが51.5%と上昇したのである。

この波は、1960年代から70年代にかけて公害対策基本法、水質汚濁防止法、大気汚染防止法が相次いで導入され規制が強化されたために、企業のエンド・オブ・パイプ型の開発行動を引き起こし生産工程の革新に向かわせたものと推測することができる。また1973年、1978年の2度の石油危機によって原油価格の大幅な値上げが生産コストを大きく圧迫したために、生産効率向上を不可避としたことである。その結果、多くの工程イノベーションが達成され企業は危機を乗り越えてきた。1980年前後には、こうした工程イノベーションが一段落した段階で、国際競争力強化のための次なる対策として、企業は製品イノベーションに向かって行ったと考えられる。

また、2009年になると、各国の経済競争が一段と激化し、工程イノベーションによる生産効率化やコスト改善では、中国をはじめとする途上国とのコスト格差、円高圧力を克服することが著しく困難になってきたものとみられる。そして、2007年にICCPの第四次報告書で、持続可能性の実現のためには2050年までにCO₂排出量を80-95%削減することが必要であることが指摘され、ファクター10が現実的な課題となってきた。これに呼応して企業の中にも、リコーのように、CO₂や化学物質を2050年に85%削減することを表明する企業が現れた。しかし、このような大幅な環境負荷削減は、既存の生産システムの下での効率化で実現することは不可能であり、製品そのものを革新し統合的に取り組むことが必要であることが認識されてきた。現在の環境政策が、次第に統合的な政策に向かいつつあるのは、そうした認識を表しているのである。統合的とは、製品のライフサイクル的視点をもつことに加えて、イノベーションの要件である技術の多様な規定要因を考慮する政策を言うのである。OECDでも、環境イノベーションのための有効な環境政策を集中的に検討している。

(6) 政策的意義

環境政策は、環境イノベーションを刺激し、持続可能な社会の実現を目指して施行される。そのために、第1に、環境イノベーションを効果的に促進する環境政策を展開することが求められる。企業は、環境の改善だけでなく、競争優位の獲得に結び付く場合に環境イノベーションにより積極的に投資を行うインセンティブが働く。

第2に、今世紀に入ってから、競争優位の獲得を意識した製品イノベーションに企業の意識が向かっている。環境イノベーションの動向から判断して、環境政策は企業の製品イノベーションを促進するものであることがより重要である。家電製品のエコポイントや新エネルギーへの転換などの優遇税制が有効であったことがその事例となっている。

第3に、手法規制的であるよりも、成果の実現を目指してライフサイクル全体を視野に入れた、手法の自由裁量を与える政策が、イノベーションの不確実性を考えると有効である。技術的成功は、複合的要因に依存しているために、手法の選択には柔軟性を与えることが必要であるからである。

今後の環境政策は、これらの点を考慮して展開する必要が高まっている。エコロジカル・フットプリントが依然として増加する中で、より統合的に有効な政策を実施することが求められるのである。

参考文献

- DeSimone, L.D. and Popoff, F. 1997. *Eco-efficiency: The Business Link to Sustainable Development*, MIT Press (山本良一監訳(1998)『エコ・エフィシエンシーへの挑戦』日科技連)。
- Elkington, J., 1994. *Towards the sustainable corporation: win-win-win business strategies for sustainable development*, *California Management Review*, 36(2), 90-100.
- Gutowski, T., Murphy, C., Allen, D., Bauer, D., Bras, B., Piwonka, T., Sheng, P., Sutherland, J., Thurston D., Wolff E., 2005. *Environmentally benign manufacturing: Observations from Japan, Europe and the United States*. *Journal of Cleaner Production* 13, 1-17.
- Hall.P.and D.Soskice, (eds.) 2001. *Varieties of Capitalism: Institutional Foundations of Comparative Advantage*, Oxford University Press. (遠山弘徳・安孫子誠男・山田鋭夫・宇仁宏幸・藤田菜々子訳(2007)『資本主義の多様性 比較優位の制度的基礎』、ナカニシヤ出版)。
- Hellström, T., 2007. *Dimensions of Environmentally Sustainable Innovation: the Structure of Eco-Innovation Concepts*, *Sustainable Development*, 15, 148-159.
- Huber, J. 2008. *Technological environmental innovations (TEIs) in a chain-analytical and life-cycle-analytical perspective*, *Journal of Cleaner Production*, 16, 1980-1984.
- Lanjouw, J.O. and Mody, A. 1996. *Innovation and the international diffusion of environmentally responsive technology*, *Research Policy*, 25, 549-571.
- OECD, *Eco-Innovation in Industry, Enabling Green Growth*, OECD.
- Porter, M. E., Linde, C. V. D, 1995. *Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship*, *Journal of Economic Perspectives*, 9, 97-118.
- Rehfeld, K., Rennings, K., Ziegler, A., 2007. *Integrated product policy and environmental product innovations: An empirical analysis*, *Ecological Economics*, 61, 91-100.
- Rennings, K., Ziegler, A., Ankele, K., Hoffman, E. (2006) *The influence of different characteristics of the EU environmental management and auditing scheme on technical environmental innovations and economic performance*. *Ecological Economics*, 57(1): 45-59.
- Schmidt-Bleek, F. 1994. *Wieviel Umwelt braucht der Mensch?--MIPS--das Maß für ökonomisches Wirtschaften*, Birkhauser Verlag. (佐々木建訳(1997)『ファクター10』シュプリンガー・フェアラーク東京)。

- Teece, D. J., Pisano G., Shuen, A. 1997. Dynamic Capabilities and Strategic Management, *Strategic Management Journal*, 18, 509-533.
- 上村達男 2009、「グローバル資本主義を再構築する」『早稲田大学ビジネススクール・レビュー』 Vol.10, pp.46-54。
- 奥真実編 2009、『環境問題データブック』学陽書房。
- NRIサイバーパテント <https://www.nri-cyberpatent.co.jp/>
- 金原達夫・金子慎治・藤井秀道・川原博満 2011、『環境経営の日米比較』中央経済社。

2.2.5 環境への取り組みとイノベーション：アンケート調査からの考察

(1) はじめに

本プロジェクトにおいて、企業の環境への取り組みやそれに関する消費者行動に関する様々な分析を行った。これらの分析から得られた結果は平均的な企業や消費者の状況を示していると言えるが、一方で実際の企業活動と比較したときには様々な意見があると思われる。そこで、これまでに得られた結果の妥当性の検証や解釈の参考とするために、企業や業界団体に対して調査票調査「温室効果ガス排出削減・化学物質排出削減が企業パフォーマンスに与える影響調査」を行った。また、この調査票調査に協力してもらった企業・業界団体のなかから追加的にヒアリング調査を行った。こうした調査をもとに、企業の環境への取り組みへの意識や取り組み状況を明らかにする。

(2) データ

本章で使用したデータは、「温室効果ガス排出削減・化学物質排出削減が企業パフォーマンスに与える影響調査」である。この調査は、2011年10月11日から12月11日にかけて実施された。上場経験のある製造業企業（食品、繊維、パルプ・紙、化学、医薬品、石油、ゴム、窯業、鉄鋼業、非鉄金属、一般機械、電気機器、造船、自動車・自動車部品、精密機器）1,435社を対象に調査票を配布した。また、電子ファイルでの回答を希望する企業に対しては、調査票の電子ファイルを追加で配布した。有効回答数は97社（うち上場企業76社）、有効回答率は6.8%であった。

観測数が少ないために、全体的な方向性を示すために、産業やサプライチェーンで分類することなくプールして使用する。また、31の業界団体のうち11団体（35%）から同様の回答を得ており、結果をサポートするために使用する。

(3) 取り組みの概要とイノベーション

(3.1) 温室効果ガス排出削減と化学物質排出削減に向けた対策状況

温室効果ガス排出削減対策と化学物質排出削減対策は様々な側面から行う必要があると考えられる。そこで、企業が生産プロセス、製品開発、市場・顧客対策の側面からそれらの対策にどの程度対応しているか（積極的に対応している、ある程度対応している、あまり対応していない、全く対応していない）について尋ねた（図29、図30）。

まず、温室効果ガス排出削減対策では、生産プロセスで約62%、製品開発で約53%、市場・顧客対策で39%の企業が積極的に対応しており、特に生産プロセスで対応が進んでいる企業が多い。また、ある程度取り組んでいる企業も含めると、すべての側面において80%以上の企業が何らかの対応を行っている。

一方で、化学物質排出削減対策では、生産プロセスで約55%、製品開発で約53%、市場・顧客対策で39%の企業が積極的に対応している。製品開発や市場・顧客対策において化学物質排出削減対策に積極的に対応している企業の割合は

温室効果ガス排出削減対策の場合とほぼ変わらないが、生産プロセスにおいて積極的に対応している企業の割合は温室効果ガス排出削減対策の割合に比べやや低い。こうした違いは、温室効果ガス排出削減対策は全ての企業が対応すべき課題であるが、化学物質排出削減対策は特に食品産業などそうした物質を排出しない企業はあまり対応する必要がないからなのかもしれない。しかし、化学物質排出削減対策でも、ある程度対応している企業も含めると、すべての側面において80%以上の企業が何らかの対応を取っている。業界団体による回答もこの結果を支持している。

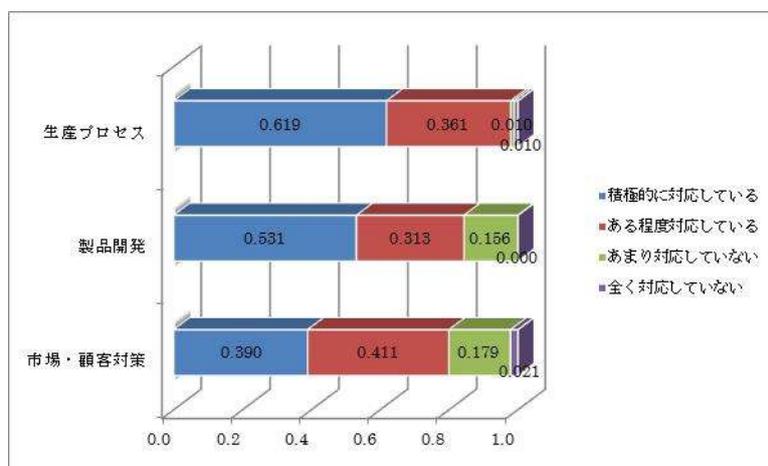


図 29 温室効果ガス排出削減への取り組み姿勢 (N=97, 96, 95)

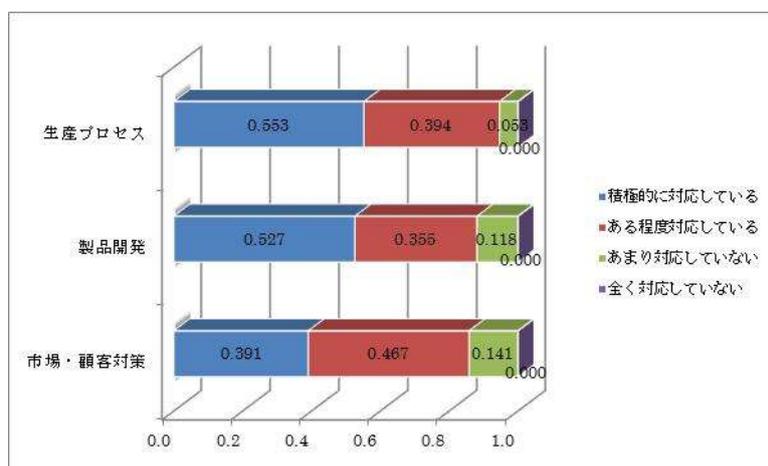


図 30 化学物質排出削減への取り組み姿勢 (N=94, 93, 92)

(3.2) 温室効果ガス排出削減対策と化学物質排出削減対策に影響を与えるステークホルダー

企業の環境への取り組みの規定要因を分析したこれまでの研究によると、企業を取り巻くステークホルダーの影響は一つの大きな要因となっている。そこで、温室効果ガス排出削減対策と化学物質排出削減対策にはどのようなステー

クホルダーがどの程度影響を及ぼしているのかについて尋ねた（図 31）。具体的には、政府（環境省）、政府（経済産業省）、政府（その他）、地方自治体、取引先、国内市場、海外市場、業界団体、競争他社、市民団体・NPO、大学・研究機関、株主、社員、経営者、その他のそれぞれのステークホルダーが温室効果ガス排出削減対策と化学物質排出削減対策に与える影響について、全く影響を及ぼさない：1点、あまり影響を及ぼさない：2点、ある程度影響を及ぼした：3点、かなり影響を及ぼした：4点を付与してもらった。

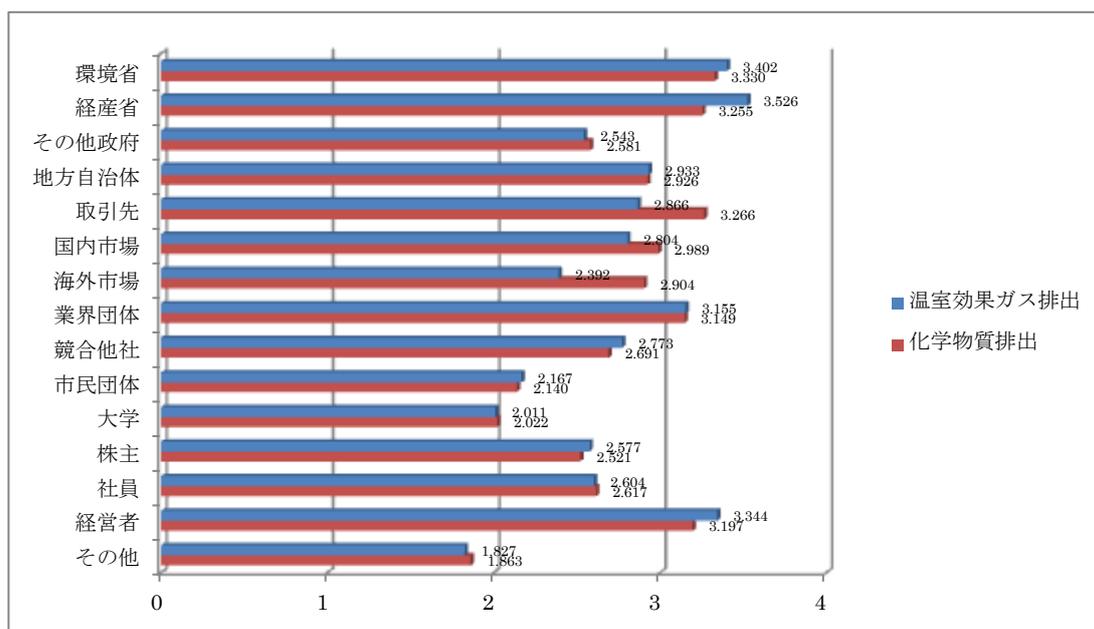


図 31 環境への取り組みに影響を与えるステークホルダー
(N=93~97、但しその他は N=51)

まず、温室効果ガス排出削減に関して、平均が3点以上の、特に影響力の大きいステークホルダーは、政府（環境省）（3.4点）、政府（経済産業省）（3.5点）、業界団体（3.2点）、経営者（3.3点）である。この結果からは、法令順守に加え、業界の取り決めや経営者による方向付けが重要であることが見て取れる。追加で行ったヒアリング調査においても、業界で協調して環境問題に取り組んでいると答える企業も多かった。

次に、化学物質排出削減に関しては、政府（環境省）（3.3点）、政府（経済産業省）（3.3点）、取引先（3.3点）、業界団体（3.1点）、経営者（3.2点）が特に影響力の大きいステークホルダーである。温室効果ガス排出削減と違って、取引先の影響力も重要視されている（業界団体の回答ではどちらかという国内市場）。これは、自社の製品の環境負荷度は自社の環境対策だけでなく購入した原材料にも依存するために、サプライヤーに対して排出削減の要求がなされている可能性を示唆している。これはサプライチェーン全体のなかでの化学物質排出量の把握が必要となっているからだと思われる。しかし、実際問題とし

てサプライチェーンの川下にいる B-to-C (Business to Consumer) 企業が上流の B-to-B (Business to Business) 企業全部の化学物質排出量を正確に把握するのは難しいのに加え、特にはるか上流の B-to-B 企業の環境負荷が B-to-C 企業の環境負荷に与える影響が製品に占める割合から計算すると無視できるぐらい小さなものになってしまうためどの程度正確な情報が必要になるのかという問題もヒアリングを行った企業によって指摘されている。

平均点が3点以下の項目に対しても、海外市場の影響は注目に値する。他のステークホルダーの影響は温室効果ガス削減と化学物質排出削減であまり違いがないにも関わらず、温室効果ガス削減に関しては2.4点である一方で化学物質排出削減に関しては2.9点と差が開いている(しかし、業界団体の回答ではほぼ変わらない)。これはヒアリング調査によると、特にEU市場での環境規制の影響が強いことが考えられる。

(3.3) 温室効果ガス排出削減対策と化学物質排出削減対策に影響を与える環境政策・環境規制

以上の分析によって、環境省や経済産業省が企業の環境への取り組みに大きく影響を及ぼしているのが明らかとなった。こうした政府の影響は環境政策や環境規制を通して企業にもたらされると考えられるために、具体的にどのような環境政策や環境規制が影響しているのかについて尋ねた(図32、図33)。具体的には、温室効果ガス排出削減対策と化学物質排出削減対策に影響を与える環境政策・環境規制として、省エネ法、環境基本法、ISO14001の導入、地球温暖化対策の推進に関する法、PRTR制度、循環型社会形成推進基本法、欧州市場の環境政策、米国市場の環境政策、その他のなかから一番目、二番目に影響を及ぼしたものを選択してもらった。

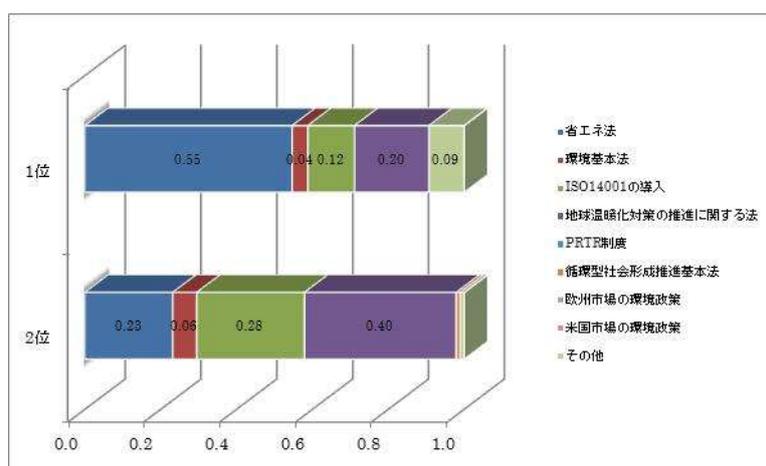


図 32 温室効果ガス排出削減に向けた取り組みに最も影響を及ぼした環境政策・環境規制 (N=97, 95)

まず、温室効果ガス排出削減に向けた取り組みに最も影響を及ぼした環境政

策・環境規制としては、省エネ法（1位：55%、2位：23%）や地球温暖化対策の推進に関する法（1位：20%、2位：40%）といった法令に加え、ISO14001の導入（1位：12%、2位：28%）といった企業の自主的な判断に任されるものが挙げられる（業界団体による回答もこの結果を支持している）。

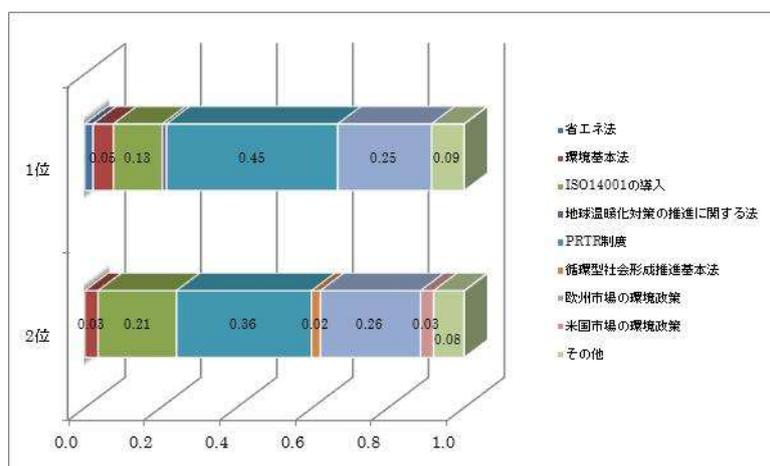


図 33 化学物質排出削減に向けた取り組みに最も影響を及ぼした環境政策・環境規制（N=93, 87）

一方で、化学物質排出削減に向けた取り組みに最も影響を及ぼした環境政策・環境規制としては、PRTR 制度（1位：45%、2位：36%）といった法令に加え、温室効果ガス排出削減に向けた取り組み同様に、ISO14001 の導入（1位：13%、2位：21%）が挙げられる。しかし、注目すべきは、欧州市場の環境政策（1位：25%、2位：26%）が強く影響を及ぼしていることであり、前節のステークホルダーの影響に関する解釈と一致する（業界団体による回答もこの結果を支持している）。すなわち、企業は国内だけでなく海外、特に EU での環境法令を重視して化学物質排出削減に向けた取り組みを行っていると考えられる。

(3.4) 温室効果ガス排出削減対策と化学物質排出削減対策がイノベーションに与える影響

温室効果ガス排出削減対策と化学物質排出削減対策が企業にとって効率的な経営ならば、そうした取り組みによってイノベーション（これまでになく新たな取り組み）が進んでいる可能性がある。そこで、イノベーションを（1）技術イノベーション、（2）組織イノベーション、（3）特許の取得に分類し、温室効果ガス排出削減対策と化学物質排出削減対策がそれらイノベーションに与える影響（かなり推進、やや推進、あまり変わらない、やや後退、かなり後退）について尋ねた（図 34、図 35）。

まず、温室効果ガス排出削減対策がもたらす影響について考察する。技術イノベーションがかなり推進している企業は 23%あり、やや推進している企業も含めると 72%となる。ヒアリング調査によると、排出権取引のクレジットを買

うという発想はなく、そのための費用を企業が成長するために技術的な投資に使うという意見もあった。また、組織イノベーションがかなり推進している企業は23%あり、やや推進している企業も含めると60%となる。一方で、特許取得がかなり推進している企業は8%しかなく、やや推進している企業を含めても23%にしかならない。すなわち、温室効果ガス排出削減対策はほとんどの企業の技術イノベーションや組織イノベーションは推進させるが、特許取得には比較的影響を及ぼさない。

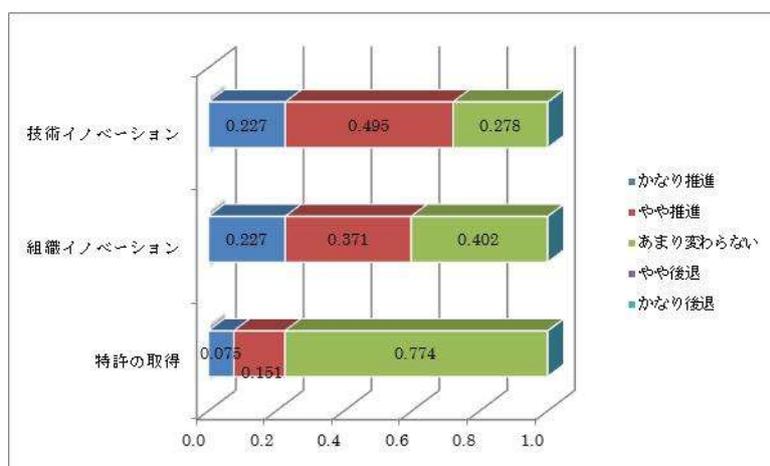


図 34 温室効果ガス排出削減への取り組みとイノベーションの進捗 (N=97, 97, 93)

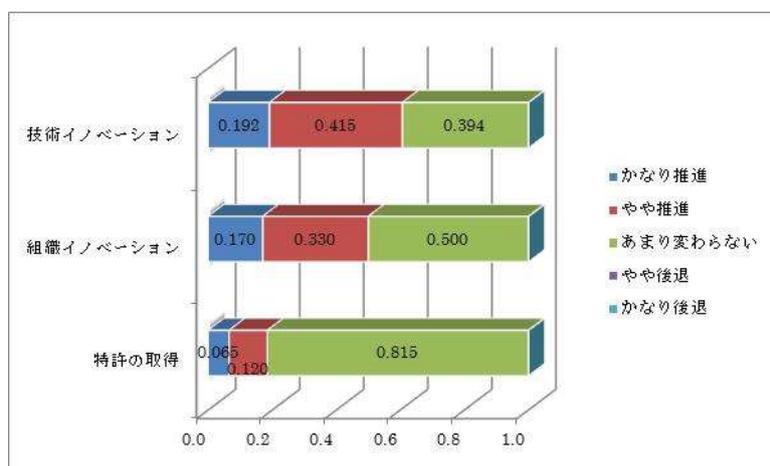


図 35 化学物質排出削減への取り組みとイノベーションの進捗 (N=94, 94, 92)

次に、化学物質排出削減対策がもたらす影響について考察する。技術イノベーションがかなり推進している企業は19%あり、やや推進している企業も含めると61%となる。また、組織イノベーションがかなり推進している企業は17%あり、やや推進している企業も含めると50%となる。一方で、特許取得がかな

り推進している企業は7%しかなく、やや推進している企業を含めても19%にしかならない。すなわち、化学物質排出削減対策は多くの企業の技術イノベーションや組織イノベーションは推進させるが、特許取得には比較的影響を及ぼさない。また、概して温室効果ガス排出削減と比べてイノベーションの推進度は低い（業界団体の回答でもこれを支持している）。これは、化学物質をあまり扱わない産業にとってはこうしたイノベーションの対象になっていない可能性を示している。

(3.5) 環境イノベーションが企業収益に与える影響

以上のように、多くの企業が環境への取り組みによってイノベーションを推進していることが明らかとなった。では、そうした環境への取り組みによってもたらされるイノベーション（環境イノベーション）は企業の利益に繋がっているのだろうか？そうした疑問に答えるために、環境への取り組みによって推進される技術イノベーション、組織イノベーション、特許の取得が企業の長期収益に与える影響（かなり大きい、やや大きい、あまり変わらない）を尋ねた（図36）。

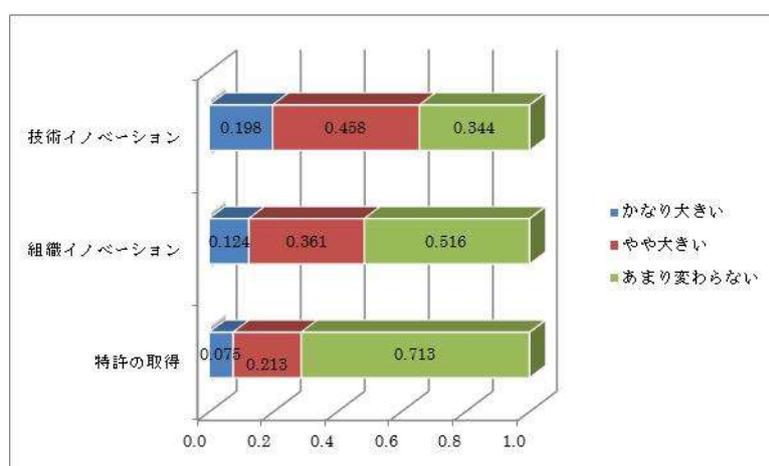


図36 環境イノベーションが長期収益に与える影響（N=96, 97, 94）

技術イノベーションがもたらす長期収益をかなり大きいと評価している企業は20%あり、やや大きいと評価している企業も含めると66%となる。また、組織イノベーションがもたらす長期収益をかなり大きいと評価している企業は12%あり、やや大きいと評価している企業も含めると49%となる。一方で、特許の取得がもたらす長期収益をかなり大きいと評価している企業は8%であり、やや大きいと評価している企業を含めても29%にしかならない。従って、環境への取り組み→イノベーションの推進→長期収益の増大という関係は、技術イノベーションや組織イノベーションで見た場合は、評価している企業が多いと考えられるが、特許の取得という視点からは評価している企業は少ないと考えられる（業界団体の回答でもこの結果は支持される）。

(3.6) 環境への取り組みに向けた競合他社や業界団体との関係

(3.2)節において、温室効果ガス排出削減対策と化学物質排出削減対策に影響を与えるステークホルダーの一つとして、業界団体を取り上げた。そこで、企業が具体的にどのように業界団体や競合他社と協調して自主的に環境へ取り組んでいるだろうか。

まず、業界団体による自主的な取り組みへの参加の有無を尋ねたところ、86%の企業が参加していると回答した（図 37）。この結果は、多くの企業は自社だけで環境対策を行うのではなく業界全体として解決策を図っている可能性を示唆している。

また、業界団体内で環境技術のスピルオーバーや対策設備に関する情報交換実施の有無を尋ねたところ、63%の企業が実施していると回答しており（図 38）、具体的な行動を行っている企業も多いことからそうした可能性を支持している。ヒアリング調査でも、こうした解釈を行うのに整合的な意見が聞かれた。

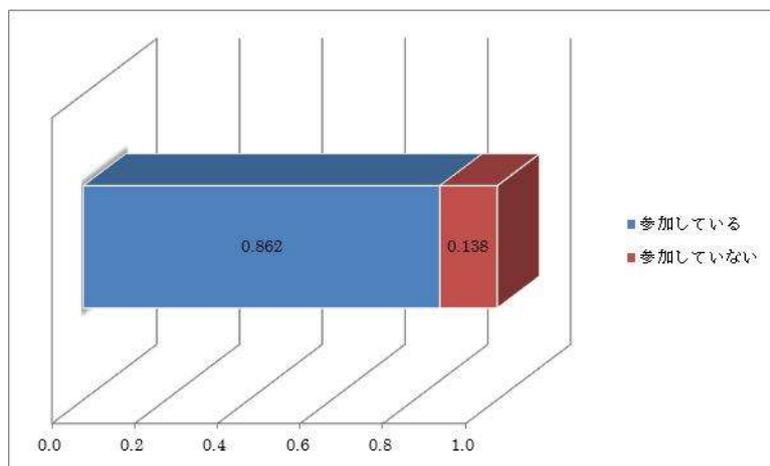


図 37 業界団体による自主的な取り組みへの参加（N=94）

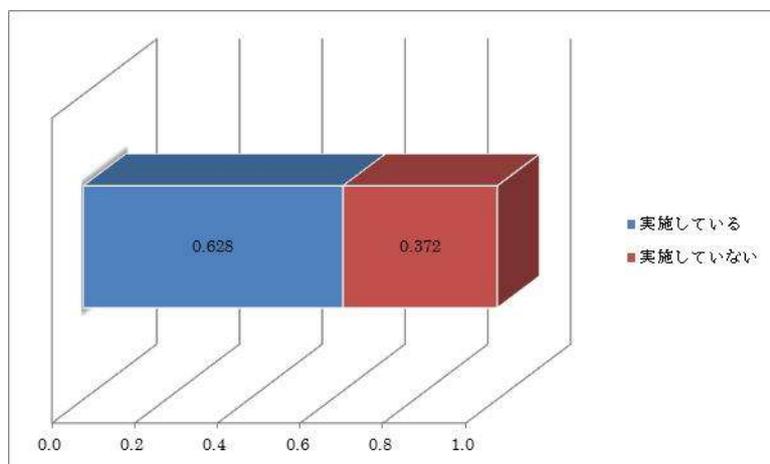


図 38 業界団体内で環境技術のスピルオーバーや対策設備に関する情報交換の有無

では、そうした業界団体による自主的な取り組みは、実際に各企業の環境パフォーマンス向上に効果を与えているのだろうか。そこで、業界団体による自主的な取り組みが自社の環境パフォーマンス向上に貢献しているか否かを尋ねたところ、75%の企業が貢献していると回答した（図 39）。従って、業界団体を通じて、競合他社と協調して環境へ取り組むことが、企業による環境負荷削減のための一つの手段となっていることが見て取れる。

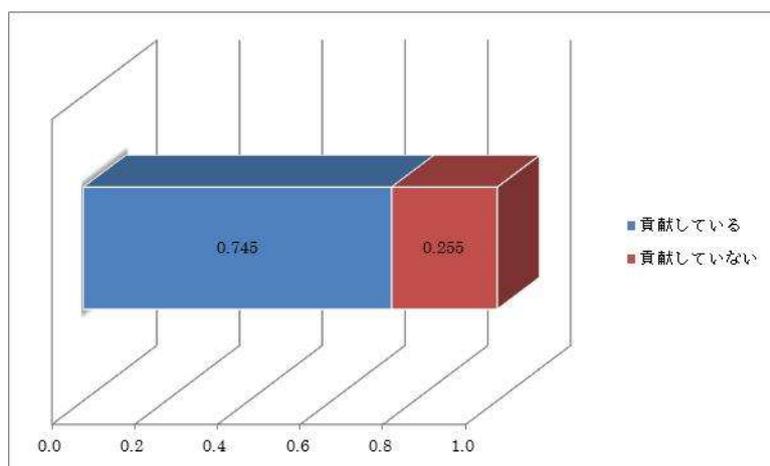


図 39 業界団体による自主的な取り組みが自社の環境パフォーマンス向上に与える効果（N=94）

(4) 生産プロセスの取り組み

(4.1) 生産プロセスを通じた環境への取り組みと温室効果ガス・化学物質の排出削減

多くの（製造業）企業にとっては、生産プロセスのなかで環境へ取り組むことが中心となってくると考えられる。そこで、まず、生産プロセスを通じた環境への取り組みが、温室効果ガスや化学物質の排出削減につながっているか否かを尋ねたところ、温室効果ガス排出がかなり削減されたと答えた企業は 35%であった。やや削減されたと答えた企業も含めると 87%の企業で生産プロセスの改善によって温室効果ガス排出が削減されている（図 40）。また、化学物質排出に関しても、33%の企業がかなり削減されたと答えている。こちらもやや削減されたと答えた企業を含めると 81%の企業で生産プロセスの改善によって化学物質排出が削減されていることが見て取れる。業界団体からの回答では、温室効果ガス、化学物質ともかなり削減されているとしているところが多い。

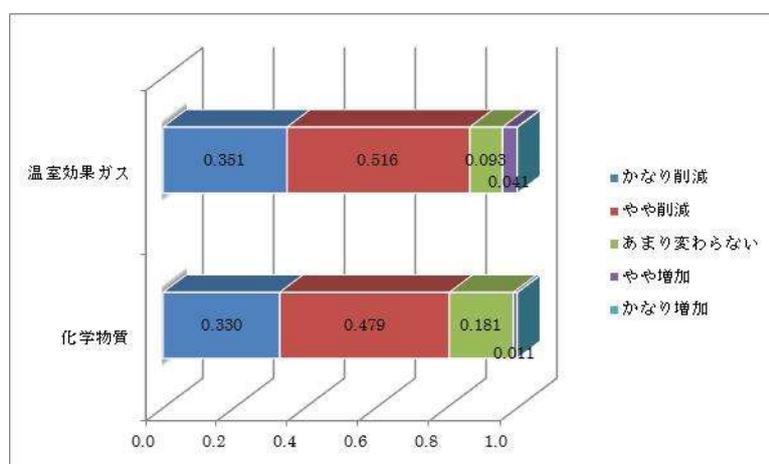


図 40 環境に配慮した生産プロセスが排出量削減に与える影響 (N=97, 94)

(4.2) 生産プロセスを通じた環境への取り組みと生産コスト

一方で、企業は経済活動を行っているという視点から見ると、こうした生産プロセスを通じた環境への取り組みが生産コストの削減に繋がることが重要である。そこで、生産プロセスの変更による環境への取り組みが長期的な生産コストに与えているか否かを尋ねたところ、温室効果ガス排出削減に関しては、74%の企業が、化学物質排出削減に関しては48%の企業が、長期的には生産コストの削減に繋がると答えた(図 41)。また、業界団体の回答でもこの結果は支持される。温室効果ガス排出削減に関しては、エネルギー使用の効率化によって、化学物質排出削減に関しては、環境負荷の少ない低価格の代替品に変更するなどすることによって達成することが可能であると考えられる。

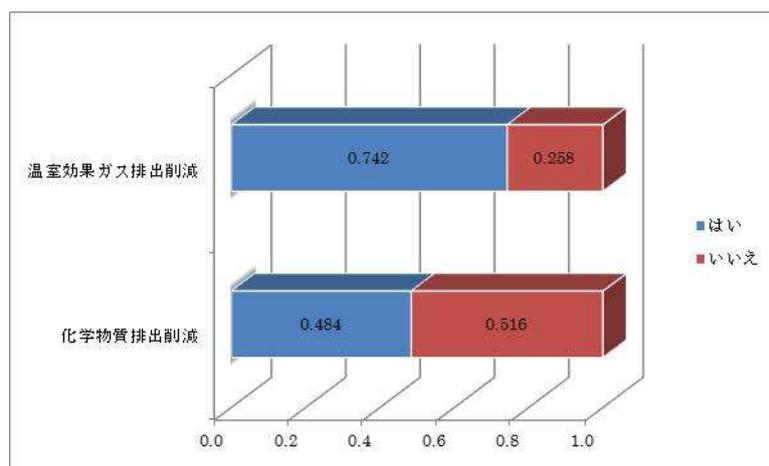


図 41 環境への取り組みによる生産プロセスの変更と長期的な生産コスト (N=97, 93)

(4.3) 生産プロセスの形態

以上のような、温室効果ガス・化学物質の排出量削減や生産コスト削減のた

めに企業はどのような生産プロセスを踏んでいるのだろうか？特に、化学物質排出削減に関して尋ねた結果、22%の企業がクリーナープロダクション対策（生産工程の全てで環境配慮）を行っており、どちらかといえばクリーナープロダクション対策であると答えた企業も含めると 79%の企業がクリーナープロダクション型の生産プロセスを採っていることが分かった（図 42）。しかし、ヒアリング調査によると、クリーナープロダクション型の生産プロセスを採っている企業においても、新たな生産設備を導入した後に、追加的な対策が必要になった時にはエンドオブパイプ型対策を追加的に行っている。従って企業は程度の差はあれ、これら 2つのプロセスの組み合わせによって対策を行っていると考えられる。

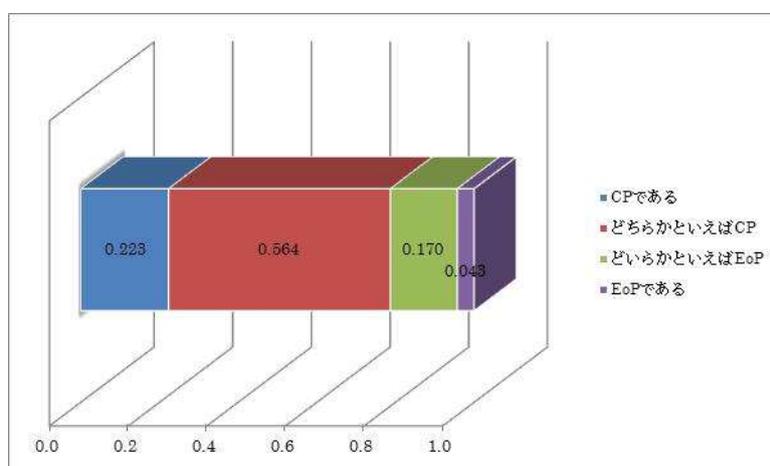


図 42 環境に配慮した生産プロセス (N=94)

(5) 製品開発の取り組み

(5.1) 環境配慮型製品

環境配慮型製品には、生産時における環境負荷の削減だけでなく、その製品の使用時における環境負荷の削減を考慮したものがある。そこで、まず環境配慮型製品の有無を尋ねた結果、88%の企業があると回答した（図 43）。また、業界団体の回答でもこの結果は支持される。従ってほとんどの企業で何らかの環境配慮型製品を製造していることがわかる。

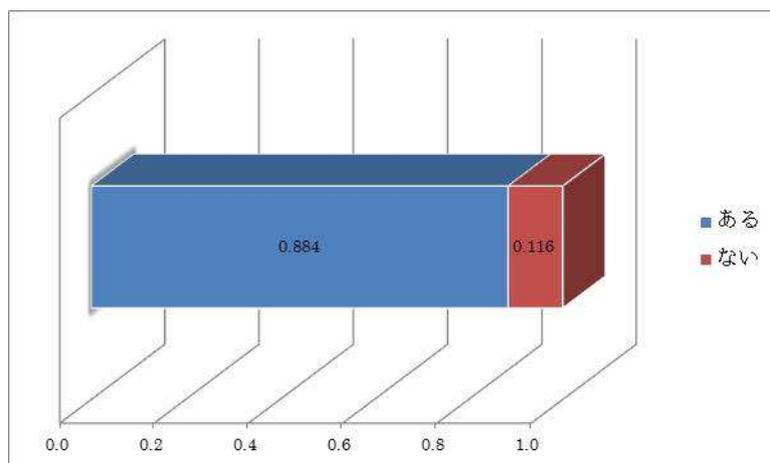


図 43 環境配慮型製品の有無 (N=95)

(5.2) 環境配慮型製品の優位性

次に、そうした環境配慮型製品がどのような側面（環境および価格）で他社と比較して有意なのかを尋ねた（図 44）。

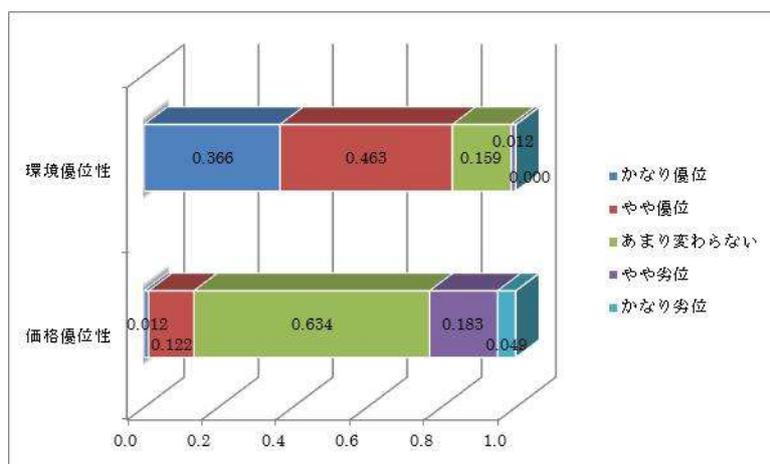


図 44 環境配慮型製品の環境優位性および価格優位性 (N=82)

環境優位性に関しては、かなり優位と回答した企業が 37%、やや優位と回答した企業も含めると 83%の企業が何らかの環境優位性があると考えている（業界団体の回答ではかなり優位としている団体は比較的少ない）。一方、価格優位性に関しては、かなり優位と回答した企業は 1%にとどまり、やや優位であると回答した企業を含めても 13%に過ぎない。環境という付加価値に対してプレミアムをつけるのか、その付加価値を売りに類似品と同価格で販売するのかはこの結果からだけではわからない。

(5.3) 環境配慮型製品に対する取引先からの要求

では、環境優位性はある一方で価格優位性がない状況において、企業が環境

配慮型製品を製造するのはなぜなのか？一つの大きな要因として、顧客や取引先からの要求があると考えられる。そこで、環境配慮型製品に対して消費者および取引先からの具体的な要求があるかを尋ねた（図 45）。

直接的な要求があると回答した企業は半数以上の 51%に上る。また間接的にあると回答した企業は 33%であった（業界団体の回答では間接的にあるしている団体が比較的多い）。従って、サプライチェーンのなかで、多くの企業は環境配慮型製品に対する直接的、間接的要求を受けているためにそうした製品を製造していることが明らかとなった。従って、企業は環境配慮型製品に関しては価格で競合他社と争っているのではなく環境という品質において争っていると考えられる。ヒアリング調査によると環境コストが多少かかっても、環境配慮型製品を作ることが重要という意見もあった。

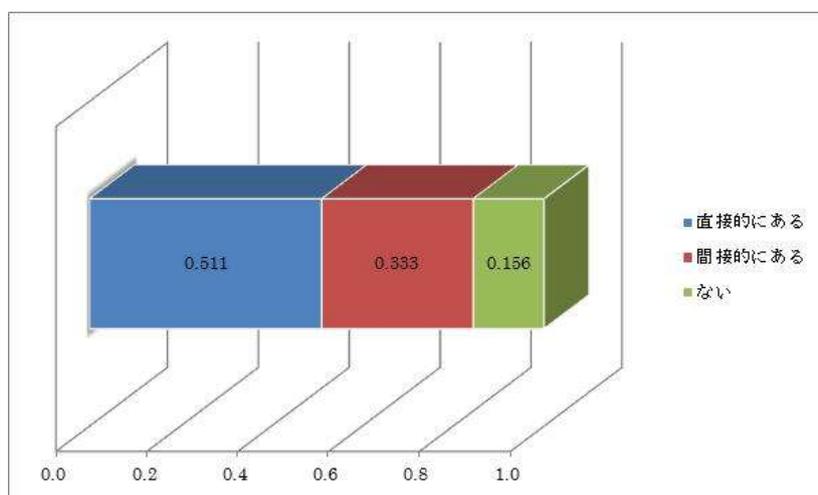


図 45 環境配慮型製品に対して取引先からの要求の有無（N=90）

(5.4) 環境配慮型製品が企業に与える影響

以上のように、多くの企業が環境配慮型製品の開発・製造を行っているが、温室効果ガス排出削減、化学物質排出削減の一環として製品開発を行った場合、具体的にはどういった影響があるのだろうか。そこで、1) 製品開発での取り組みによって生産プロセスから温室効果ガス（化学物質）排出削減を実現したことがある、2) 製品開発での取り組みによって製品の使用段階での温室効果ガス（化学物質）排出削減を実現した、3) 製品開発での取り組みによって生産プロセスの温室効果ガス（化学物質）排出が増加したことがある、4) 製品開発での取り組みによって新たな市場を開拓したことがある、5) 製品開発での取り組みによって製品の価格が上がってしまった、6) 製品開発での取り組みによって利益が圧迫されているという 6項目についての該当の有無を尋ねた（図 46、図 47）。

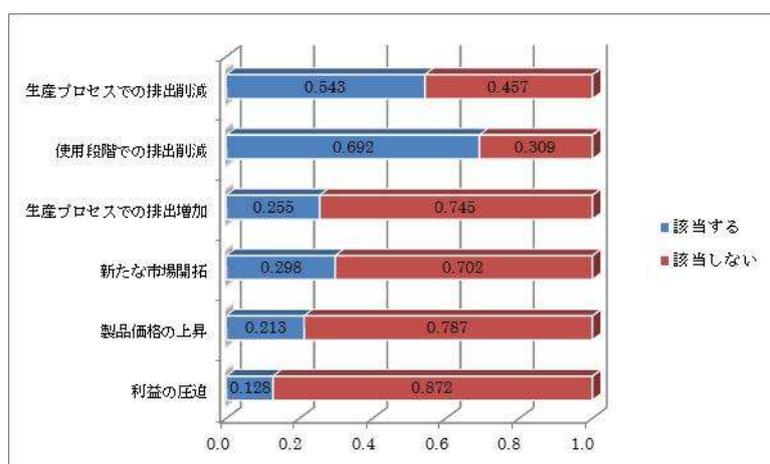


図 46 温室効果ガス削減を配慮した製品開発が企業に与える影響（N=94）

温室効果ガスに関しては、生産プロセスでの排出削減を実現した企業が 54%、使用段階での排出削減を達成した企業が 69%であり、その他の項目に比べて該当している企業がかなり多い。特に、使用段階での排出削減を達成している企業が多いことから、温室効果ガス排出削減の一環として製品開発を行う目的は、使用段階での削減に主眼が置かれている場合がやや多い。

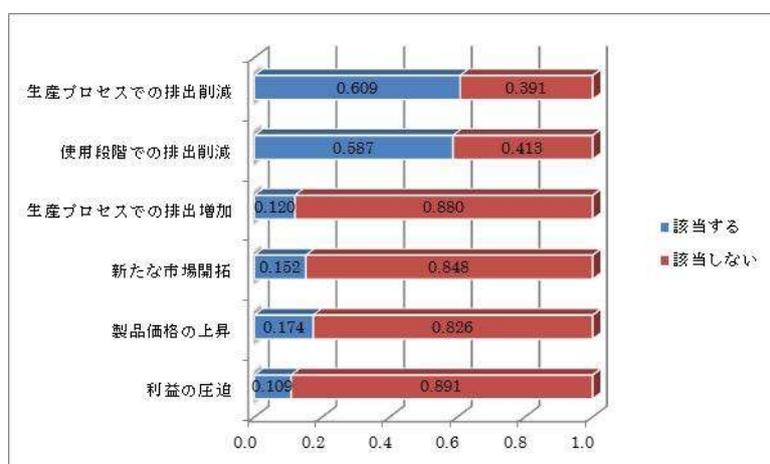


図 47 化学物質削減を配慮した製品開発が企業に与える影響（N=92）

化学物質排出削減に関しては、生産プロセスでの排出削減を実現した企業が 61%、使用段階での排出削減を達成した企業が 59%であり、その他の項目に比べて該当している企業がかなり多い。しかし、これら 2つの項目を実現した企業の比率は、温室効果ガス排出削減の場合と違ってほぼ同じである。

(5.5) 環境配慮型製品開発での取り組みが温室効果ガス排出、化学物質排出削減に与える影響

環境配慮型製品の開発によって、温室効果ガスや化学物質の排出削減を実現

した企業が多いことが明らかとなった。そこで、それらの削減量がどの程度なのかを尋ねた（図 48）。

温室効果ガス排出削減に関しては、12%の企業がかなり削減したと回答した。また、やや削減したと回答した企業を含めると 54%の企業が温室効果ガスの排出を削減している。一方で、化学物質排出削減に関しては、16%の企業がかなり削減したと回答した。また、やや削減したと回答した企業を含めると 61%の企業が化学物質を削減している（業界団体による回答ではかなり削減としている団体が比較的多い）。

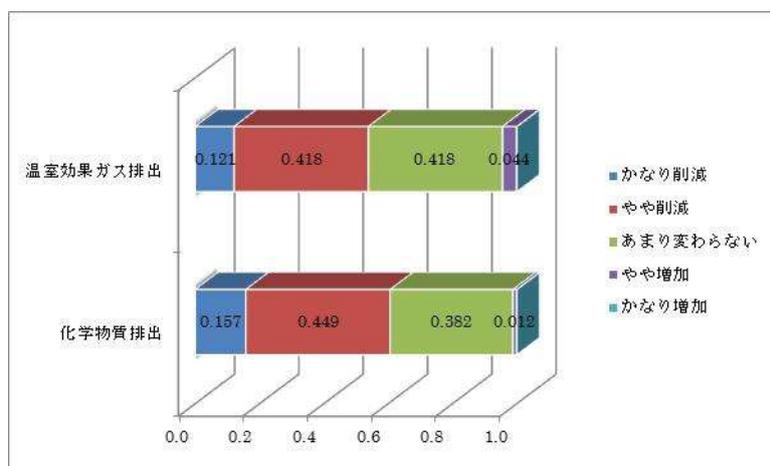


図 48 製品開発段階での環境への取り組みが環境に与える影響（N=91, N=89）

(5.6) 環境配慮型製品が企業業績に与える影響

一方で、企業は経済活動を行っているという視点から見ると、こうした環境配慮型製品の開発が企業の収益の増加に繋がるということが重要である。

そこで、環境配慮型製品の開発が長期的な収益の増加に繋がっているか否かを尋ねたところ、温室効果ガス排出削減に関しては 65%の企業が、化学物質排出削減に関しては 51%の企業が、長期的には収益の増加に繋がると答えた（図 49）。これは、マーケットにおける売上増加と生産におけるコスト削減の両方の効果があると考えられる。特に、マーケットにおける売上増加に焦点を当てると、環境配慮型製品に対する取引先からの要求が高いことと整合的である。しかし、業界団体による回答では逆に結果になっており、更なる調査が必要である。

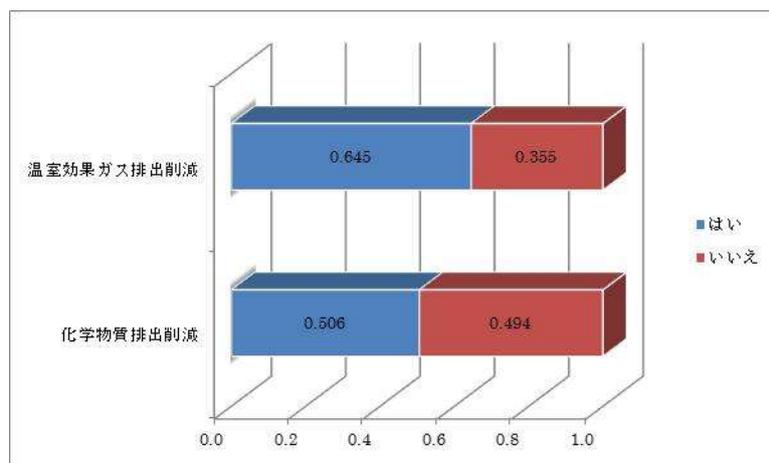


図 49 製品開発による環境対策と長期収益の関係

(6) マーケット戦略と環境情報

(6.1) 環境への取り組みとマーケットの拡大

では、環境対策は本当にマーケットの拡大に繋がっているのだろうか。そこで、温室効果ガス排出削減、化学物質排出削減といった取り組みが長期的なマーケットの拡大に繋がっているか否かを尋ねたところ、温室効果ガス排出削減に関しては52%の企業が、化学物質排出削減に関しては46%の企業が長期的なマーケット拡大に繋がると答えた（図 50）。すなわち約半数の企業が環境への取り組みはマーケットの拡大に繋がると捉えている（業界団体による回答では化学物質排出削減でも半数以上の団体が長期的なマーケット拡大に繋がるとしている）。

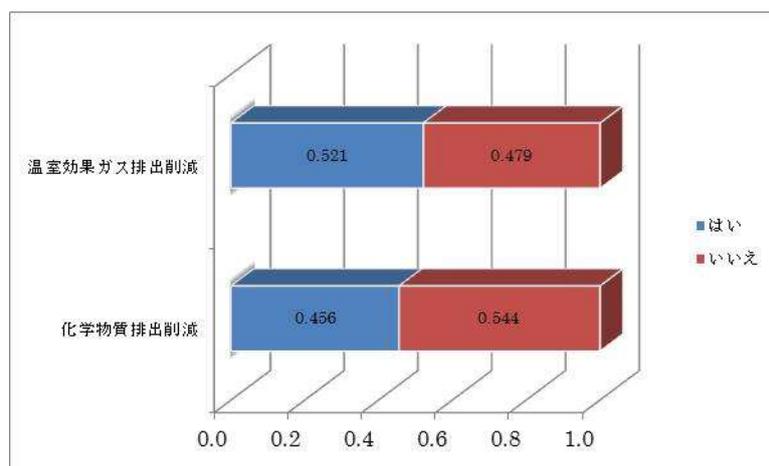


図 50 環境への取り組みとマーケット拡大の関係

このように温室効果ガス排出削減、化学物質排出削減といった環境対策をマーケットの拡大という視点でとらえると、生産プロセスの取り組みと製品開発の取り組みのどちらがより効果的なのかについても尋ねている（図 51）。生産

プロセスの取り組みが効果的と回答している企業は 19%、製品開発の取り組みが効果的と回答している企業は 45%、両方の取り組みが効果的と回答している企業は 37%であった。従って、製品開発の取り組みが効果的と回答している企業がやや多いが、両方の取り組みが効果的と回答している企業も 3分の1を超えている。逆に、生産プロセスの取り組みのみが効果的と回答している企業はやや少ない（しかし、業界団体による回答では一番多い）。

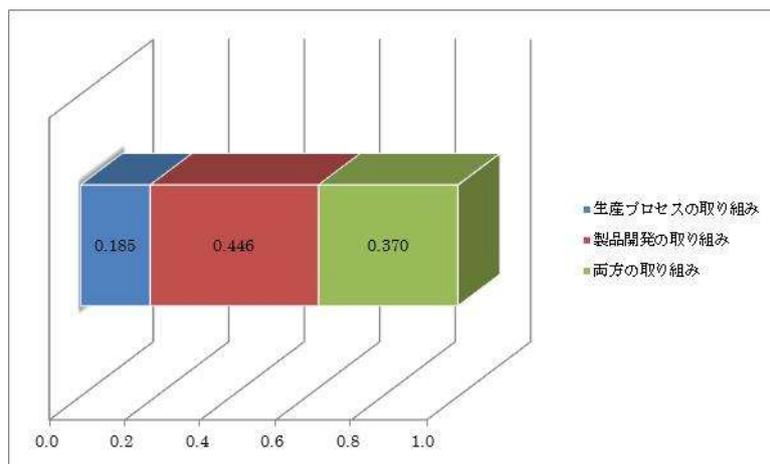


図 51 マーケットの拡大という視点から捉えた効果的な環境への取り組み

(6.2) 環境への取り組みによる市場の変化

多くの企業が、取り組みが長期的なマーケットの拡大に繋がっていると回答しているが、こうした積極的な取り組みに対する市場（消費者、取引先）の変化をいつ頃から捉えているのだろうか？そこで、温室効果ガス排出削減と化学物質排出削減について、市場の変化が起こった時期を尋ねた（図 52、表 57）。

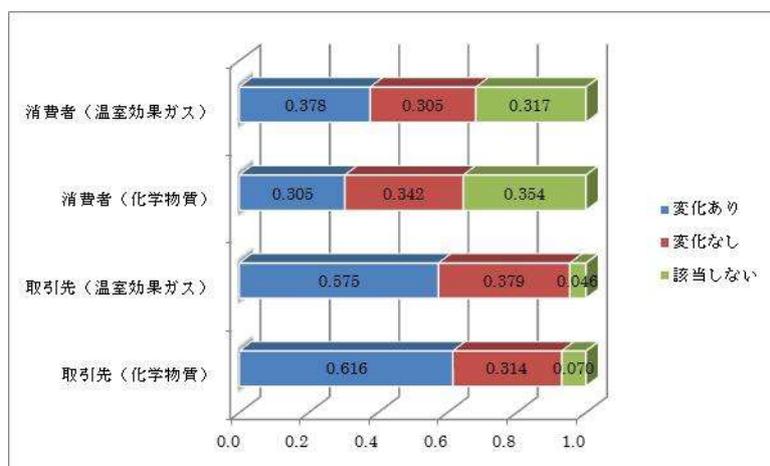


図 52 環境への取り組みによる市場の変化（N=82, 82, 87, 86）

表 57 環境への取り組みによって市場が変化した年

消費者（温室効果ガス）	2004 年
消費者（化学物質）	2001 年
取引先（温室効果ガス）	2003 年
取引先（化学物質）	2003 年

まず、（最終）消費者に焦点を当てた場合、温室効果ガス排出削減に関しては 38%の企業が、化学物質排出削減に関しては 31%の企業が、市場の変化があったと回答した。また、それぞれの変化があった年は、平均すると 2004 年および 2001 年となっている。

次に、取引先に焦点を当てた場合、温室効果ガス排出削減に関しては 58%の企業が、化学物質排出削減に関しては 62%の企業が、市場の変化があったと回答した（しかし、業界団体による回答では、温室効果ガス排出削減に関しては市場の変化があったとする団体は比較的少ない）。また、それぞれの変化があった年は、平均すると 2003 年となっている。

これらの結果から、取引先がサプライヤーの環境への取り組みに敏感になっていることが見て取れる。

(6.3) 環境への取り組みが需要を喚起するためのメディア

では、こうした市場の変化を捉え、自社の環境への取り組みに対しての需要を喚起するためのメディアはどういったものが望ましいのだろうか。そこで、環境対策を行うことによって需要を喚起するためには、どういった情報提供が効果的か尋ねた（図 53）。

1 位から 3 位までの状況を見ていくと、環境報告書の発行、ISO14001 の取得、環境広告、メディアを利用した広報活動、営業・販売時の環境情報提供、エコプロダクト展が効果的と回答している企業が多い。こうした活動は、企業が自主的に様々な経路を使って需要を喚起しようとしていることが見て取れる。

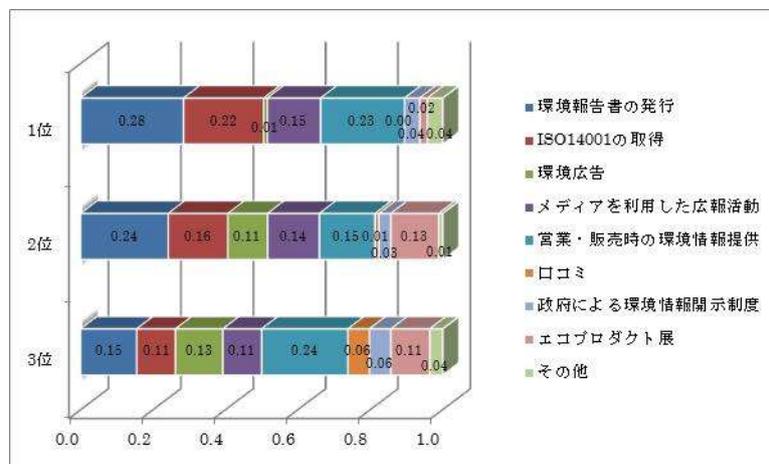
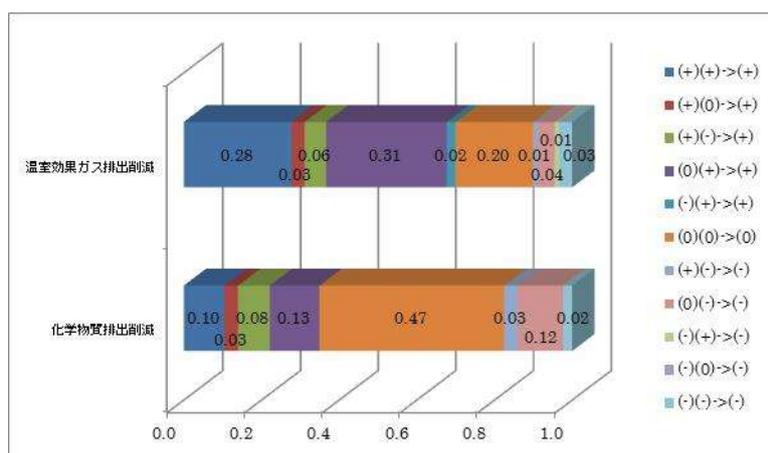


図 53 環境対策が需要を喚起するのに効果的なメディア (N=95, 91, 84)

(7) まとめ

以上のように、環境対策を様々な側面から機会と捉え、積極的に取り組んでいる企業が多く、また、こうした取り組みは環境、経済の両面において、そうした企業にベネフィットをもたらす可能性が高いことが明らかとなった。また、具体的な環境イノベーションとして企業は、使用時の電力削減に繋がる製品、製造工程の見直し・集約、原材料の削減、代替原料の使用、天然資源への転換、省エネ技術の開発、導入、部品の軽量化、省エネ活動、燃料転換の実施、新技術の開発、新製品の開発、IT技術の活用、3R、容器包装の軽量化、従業員の意識改革などを挙げており、こうした環境イノベーションを通して、売り上げ増加や、コスト削減を達成していると考えられる。従って、こうした結果は、(産業によって特色が出ると考えられるものの)環境イノベーションが起きていることを示唆しており、概して、本プロジェクトにおいてこれまでに行った調査・分析結果を支持するものとなっている。



注：例えば、(+)(+)->(+)は需要の増加、生産性の向上が利益の向上をもたらしていることを示している。

図 54 環境への取り組みが企業利益に与える影響のパターン (N=90, 86)

最後に企業のそうした取り組みがどういう経路を通じて企業の利益に繋がっているかをまとめることによって、本章を括りたい。以上の議論でもわかるように、環境への取り組みの影響は、需要の増加および生産性の向上によって企業利益にもたらされる。では、どういう組み合わせが現在のところもっともあり得るパターンなのかを尋ねた(図 54)。その結果、まず、温室効果ガス排出削減は、需要の増加、生産性の向上を通して利益の向上、需要の増加はないが生産性の向上を通して利益の向上、需要の増加はないし生産性の向上もないため利益の向上なしと回答する企業が多かった。特に、需要の増加はないが生産性の向上を通して利益の向上と回答する企業が一番多かった。次に、化学物質排出削減は、需要の増加はないし生産性の向上もないため利益の向上なしと回

答する企業が多かった。一方で、生産性の低減によって利益が低減すると回答する企業も温室効果ガス排出削減に比較して多かった。

これらの結果も企業の環境への取り組みが企業の利益に繋がるとするこれまでの議論と整合的である。

2.3. 市場の変化

2.3.1 「環境に優しい企業」という認識が購買行動に与える影響

(1) はじめに

本章では、消費者が企業に対して持つ「環境に優しい企業」との認識が、消費者の購買行動に与える影響を分析する。消費者行動の変化は環境政策の一環として、間接的に企業のさらなる積極的対応を誘導するための重要な情報源となる。省エネルギーや省資源はコスト削減や環境負荷低減だけではなく、環境性能の優れた商品が市場・消費者に認知されることにより、企業価値向上に貢献することが予測される。つまり消費者が環境への認知を通じて企業に対して間接的に環境経営を推し進めることに貢献することが予測される。事実、近年では消費者行動と環境経営との関係を分析したケーススタディも見られるようになってきている（例えば Araña and León 2009, Coad et al. 2009）。

消費者が商品を購入する際に触れる情報の1つとして、消費者の持つ企業への認識・情報がある。消費者が企業を「環境に優しい企業である」という印象を持っている場合、企業イメージアップにつながるとともに、当該企業の商品の購入を消費者に喚起させることに繋がるのが予想される。

しかしこのような状況は、消費行動を決定する際に商品購入を通じて企業情報が消費者に伝わりやすいか、つまり企業の環境負荷低減努力が消費者に伝わりやすいかどうかによって大きく異なることが予想される。例えば自動車購入の場合、エコカー減税（環境性能に優れた自動車に対する自動車重量税・自動車取得税の減免措置）や新車購入への補助金により、燃費向上という形で自動車の環境負荷低減を図る企業に対しては、消費者は環境に優しい企業である、という認識を持つであろう。その反面、一般的な非耐久消費財（日用品・加工食品）では、商品の環境負荷が燃費や省エネといった目に見える形で表現されていない分、消費者に対して環境情報が認知されにくいいため、別の方法が必要となると想定される。つまり「環境に優しい企業である」という認識が高いほど、消費者行動を喚起することができるのであれば、消費財の特性に応じた情報提供方法を考える必要があるのではないか。「環境に優しい企業である」という認識が、消費者の購買行動にプラスの影響を及ぼす場合、その経路・要因を、業種に応じて詳細に評価することが必要となる。

本研究では、消費者行動の変化を分析するために、最近の消費行動や環境意識、消費行動を及ぼす環境情報の内容や伝達方法を、アンケート調査を通じて分析する。

(2) アンケート調査の概要

2010年2月19日～23日に、消費者の購買行動を把握することを目的としたアンケート調査を実施した（概要は表58の通り）。アンケートはインターネット調査で実施した。日本全国の18～69歳男女に対して、地域別（日本全国5ブロック）に層化ブロックし、ブロックごとに性・年代別人口構成に応じて対象者を抽出した。本調査での有効回答数は2,155である。尚、本調査の実施に

先立ち、表 59 に示す消費財の購入経験を尋ねる予備調査 10 万人を対象に実施した。予備調査の回答を基に、本調査では住宅購入者が 1,000 サンプル以上含まれるよう、更に自動車の購入経験を持つ回答者を 500 サンプル以上含まれるように調整した後に、本調査で対象となる回答者を選定した。理由は(1)住宅・自動車購入経験者はランダムサンプルでは出現率が少ないこと、(2)購入時期や購入理由が異なる多くの購入経験者を得るためである。よって本研究においては、各消費財の購入経験を持つ人の割合は意味をなさない。

表 58 アンケート調査の概要

調査名称	商品の購入に関するアンケート
調査期間(本調査)	2010年2月19日～23日
調査対象者	日本全国の18～69歳男女 (人口比に応じた全国5ブロックに分け、性別・年代別に 応じて対象者を抽出)
調査方法	インターネット調査
有効サンプル数(本調査)	2,155

表 59 対象消費財一覧

カテゴリ	消費財	具体例
	住宅	一戸建て・アパート・マンションを購入した場合が対象。賃貸・土地だけ購入の場合は含まない。
耐久消費財	パソコン・映像機器	DVDプレーヤー(録画対応やHDD内蔵を含む)、ブルーレイディスクプレーヤー(録画対応やHDD内蔵を含む)、テレビ(プラズマ・液晶・ブラウン管型)、デジタルビデオカメラ、ノートパソコン、デスクトップパソコン等。ポータブルDVDプレーヤー、ポータブル音楽プレーヤー等のポータブル製品は含まない。
	生活家電	冷蔵庫、洗濯機(乾燥機能付含む)、電子レンジ・オーブンレンジ、エアコン、掃除機、除湿機・加湿器、空気清浄機等。
	自動車	普通車・軽自動車対象。新車・中古車両方を含む。
非耐久消費財	衣類	スーツ、上着、シャツ、ボトムス(ズボン・スカート等)、下着、靴下、その他衣類
	シャンプー	日用品の代表事例として選定。
	加工食品	冷凍食品、農産・畜産・水産加工品、菓子・デザート、調味料、レトルト食品、めん類・パン類、飲料、その他加工食品

(注)各消費財の中で、複数の購入商品がある場合は、最も最近に購入されたものを1つ選択している。

アンケートの構成は表 60 に示した。消費財は表 46 の通り、耐久消費財(住宅、自動車、生活家電・映像機器)、及び非耐久消費財(衣類、加工食品、シャンプー)を対象とした。アンケートでは、企業ブランドへのこだわり、消費財の購入経験及び購入意志決定に影響した要因、企業の「環境に優しい」というイメージが商品購入に影響した場合はその理由、を尋ねた。また環境情報については、「環境に優しい商品」選択に対する消費者自身の自信、商品の環境情報に対する消費者の支払意志、商品の環境情報(二酸化炭素(CO₂)、化学物質)の追加による購入意志決定への影響、更に消費財を購入する際に利用する情報入手方法、が含まれている。最後に性別、年齢、学歴、世帯収入等の個人属性を尋ねた。

表60 アンケート調査での質問項目

質問対象	大項目	小項目
-耐久消費財 (住宅・自動車・ 生活家電・AV機 器)	購入経験	・各消費財の過去の購入経験の有無
		・購入時の企業ブランドへのこだわりの有無
		・商品購入時に考慮した要因
		・企業の「環境に優しい」イメージが購入経験に影響していた場合、「環境に優しい」と考えた要因
-非耐久消費財 (衣類・食品・ シャンプー)	環境情報	・「環境に優しい商品」選択に対する、消費者自身の自信
		・商品の環境情報に対する消費者の支払意志
		・商品の環境情報(CO ₂ 、化学物質)の追加による購入意志決定への影響
	情報入手方法	・消費財を購入する際に利用する情報入手方法
個人属性	・性別、年齢、居住地域、職業、学歴、世帯人数、世帯年収	

(3) データ集計の結果

(3.1) 「環境に優しい企業」との認識と消費者行動

商品の購入理由を表61にまとめた。価格に見合った商品、信頼できる企業、利用しやすい商品、を挙げた人が多くみられた。また耐久消費財では、企業の属性が多く上位にあげられたものの、非耐久消費財では商品そのものの性質を上位にあげている人が多くみられた。耐久消費財と非耐久消費財との間で企業イメージの伝わりやすさの違いが表れたものであるといえる。

商品を購入した理由として、「環境に優しい企業であるから」という点を挙げた人は非常に少なかった。耐久消費財では10～20%程度の人が環境に優しい企業であることを購入理由に挙げていたが、非耐久消費財に至っては10%未満であった。通常の購買行動では、「環境に優しい企業」という点を購入理由としている消費者は少ないと結論づけられる。

住宅、パソコン・映像機器、生活家電、自動車は、一度購入すると長期的にエネルギー消費などを通じて、利用時の環境負荷を認識できる。その反面、非耐久消費財ではエネルギー消費が無いため、環境への影響を認識しにくい。消費者が企業の環境への取り組みを認識することは、非耐久消費財の方が商品の利用特性の違いから困難であると予測される。

表61 各商品の購入理由

【住宅】			【パソコン・映像機器】		
	実数	%		実数	%
価格に見合った住宅	779	54.2%	信頼できる企業	1,243	59.4%
信頼できる企業	747	52.0%	価格に見合った製品	1,230	58.7%
居住しやすい住宅	667	46.4%	利用しやすい製品	872	41.6%
顧客の対応に熱心	430	29.9%	製品の質が優れていた	809	38.6%
住宅の質が優れていた	424	29.5%	優れた技術・ノウハウ	777	37.1%
環境に優しい企業	124	8.6%	環境に優しい企業	139	6.6%
合計	1,436	100%	合計	2,094	100%
【生活家電】			【自動車】		
	実数	%		実数	%
価格に見合った製品	1,164	55.7%	信頼できる企業	1,213	62.3%
信頼できる企業	998	47.8%	価格に見合った製品	1,149	59.0%
利用しやすい製品	975	46.7%	運転しやすい自動車	900	46.2%
優れた技術・ノウハウ	595	28.5%	自動車のデザイン・センスが良い	891	45.7%
製品のデザイン・センスが良い	508	24.3%	優れた技術・ノウハウ	730	37.5%
環境に優しい企業	177	8.5%	環境に優しい企業	239	12.3%
合計	2,088	100%	合計	1,948	100%
【衣類】			【シャンプー】		
	実数	%		実数	%
価格に見合った衣類	1,288	60.7%	品質が優れている	1,148	54.6%
着心地の良さそうな衣類	1,009	47.6%	詰め替え用があるから	1,031	49.0%
衣類のデザイン・センスが良い	1,006	47.4%	価格に見合ったシャンプー	1,015	48.3%
衣類の質がすぐれていた	556	26.2%	信頼できる企業	579	27.5%
信頼できる企業	394	18.6%	過去にこの企業のシャンプーを利用	357	17.0%
環境に優しい企業	61	2.9%	環境に優しい企業	147	7.0%
合計	2,121	100%	合計	2,103	100%
【加工食品】			(注)各消費財に対して、購入理由を複数回答として回答。 (単位:実数。パーセント表示は、各消費財購入者を100%とした場合の、購入理由の割合を示す。)		
	実数	%			
おいしいから	1,393	65.8%			
価格に見合った食品	1,105	52.2%			
国産品だから	553	26.1%			
信頼できる企業	540	25.5%			
店頭で安売り	364	17.2%			
環境に優しい企業	79	3.7%			
合計	2,118	100%			

(3.2) 「環境に優しい企業」というイメージを作り上げる要因

商品の購入理由として「環境に優しい企業であるから」を挙げた人に対して、どうしてその企業が環境に優しいと思ったのかを尋ね、表62にまとめた。住宅では、展示場・現地訪問で環境に優しい住宅であると説明を受けた、との理由が最も多くみられた。更に太陽光発電などの環境に優しい製品の取り付けに積極的である、との理由が次に多くみられた。環境負荷の低減を、展示場・現地訪問等を通じて告知するのが環境に優しい企業であるとの認識を高めるのに効果的であると思われる。

パソコン・映像機器、生活家電、自動車では、製品使用時の環境負荷低減を挙げた人が多くみられた。これは省エネ性能といったエネルギー消費を通じた環境負荷低減が消費者に分かりやすいためであったと思われる。更にメディアで取り

上げられることが、環境に優しい企業と消費者に認知させるのに効果的であると
考えられる。

シャンプーと加工食品では、パッケージ等のゴミ減量化を挙げた人が最も多か
った。これらの商品では、商品の中身では環境負荷が見えにくいため、包装に利
用する資源から環境負荷低減をアピールするのが、環境に優しい企業との認識を
高めるのに効果的と考えられる。

耐久消費財（住宅、パソコン・映像機器、生活家電、自動車）の場合は、住宅
の建設時の環境負荷低減・製品の使用時の省エネ性能、自動車製造時の環境負荷
低減というように、商品に係る属性から、「環境に優しい企業」とあるという認
識を促していることが示唆される。

表62 「環境に優しい企業」であると思った理由

(単位:実数。パーセント表示は、各消費財のなかで「環境に優しい
企業だから」と回答した人全体を100%とした場合の割合を示す。)

		実数	%
住宅	展示場・現地訪問にて環境に優しい住宅であると説明を受けたから	61	49.2
	ソーラーパネルの設置・コージェネレーション機器の設置・断熱性の向上など、住宅に環境に優 しい機器を設置することに積極的	58	46.8
	住宅建設時の環境負荷低減に積極的	49	39.5
	合計	124	100.0
パソコン・ 映像機器	製品使用時の省エネ性能に優れている	72	51.8
	テレビ・ラジオ・新聞・雑誌・インターネットの記事で「環境に優しい企業」と取り上げられている	62	44.6
	リサイクル活動や植林など、環境保全活動に積極的であるから	60	43.2
	合計	139	100.0
生活家電	製品使用時の省エネ性能に優れているから	117	66.1
	テレビ・ラジオ・新聞・雑誌・インターネットの記事で「環境に優しい企業」と取り上げられている	84	47.5
	リサイクル活動や植林など、環境保全活動に積極的であるから	70	39.5
	合計	177	100.0
自動車	自動車使用時の省エネ性能機能や大気汚染物質排出削減など、環境負荷低減に優れている	165	69.0
	テレビ・ラジオ・新聞・雑誌・インターネットの記事で「環境に優しい企業」と取り上げられている	120	50.2
	自動車製造時の環境負荷低減に積極的	110	46.0
	合計	239	100.0
衣類	リサイクル活動や植林など、環境保全活動に積極的であるから	33	54.1
	テレビ・ラジオ・新聞・雑誌・インターネットの記事で「環境に優しい企業」と取り上げられている	29	47.5
	環境報告書の発行などを通じて情報提供に積極的であるから	26	42.6
	合計	61	100.0
シャン プー	パッケージ軽量化等でゴミの減量化に努めているから	93	63.3
	シャンプー使用時の水質汚染物質の減量に積極的	60	40.8
	リサイクル活動や植林など、環境保全活動に積極的	52	35.4
	合計	147	100.0
加工食品	パッケージ軽量化等でゴミの減量化に努めているから	47	59.5
	広告(CMを含む)で環境に関する広報活動に積極的であるから	41	51.9
	食品製造時の環境負荷低減に積極的であるから	37	46.8
	合計	79	100.0

一部の商品では、リサイクル活動や植林などの環境保全活動への積極性が、環
境に優しい企業であると消費者に認知させるのに、貢献していると示唆された
(パソコン・映像機器、生活家電、衣類、シャンプー)。これらの活動は企業の
社会貢献活動ともリンクするが、環境保全活動を通じた企業の環境イメージ向上
の効果も根強いことが見て取れる。

ただ、環境に優しい企業の製品を本当に選んでいるのか、つまり自分の選んで

いる商品が環境に優しいのかどうか、自信を持って選択している人は少数派であることが、表63から見受けられる。生活家電や自動車では、20%以上が自信を持っていると答えているが、衣類や加工食品では10%を下回る。また、環境に優しい企業の商品を選んでいるが、本当に環境に優しいかどうかは自信がないと答えた人が30%～50%に上る。これらの結果から、半数程度の消費者は環境に優しい企業の製品を選んでいるが、確固たる自信をもって選択している人は少ないことが分かる。消費者は環境に優しいという情報に未だ懐疑的である可能性がある。

表63 環境に優しい企業の商品への選択（全体）

（単位：実数。パーセント表示は、各消費財購入者を100%とした場合の、割合を示す。）

	住宅		パソコン・映像機器		生活家電		自動車	
環境に優しい企業の製品を、自信をもって選択している。	283	19.7%	252	12.0%	458	21.9%	550	28.2%
環境に優しい企業の製品を選択していると思うが、本当に環境に優しい製品か自信がない。	584	40.7%	852	40.7%	1,004	48.1%	885	45.4%
環境に優しいかどうかは商品選択の上で関係が無い	569	39.6%	990	47.3%	626	30.0%	513	26.3%
全体	1,436	100.0%	2,094	100.0%	2,088	100.0%	1,948	100.0%
	衣類		シャンプー		加工食品			
環境に優しい企業の製品を、自信をもって選択している。	166	7.8%	254	12.1%	185	8.7%		
環境に優しい企業の製品を選択していると思うが、本当に環境に優しい製品か自信がない。	717	33.8%	829	39.4%	855	38.8%		
環境に優しいかどうかは商品選択の上で関係が無い。	1,238	58.4%	1,020	48.5%	1,111	52.5%		
全体	2,121	100.0%	2,103	100.0%	2,118	100.0%		

更に表64からは、「環境に優しい企業であるから」という理由で商品を購入した人の中でも、実際に環境に優しい企業の商品を選択している人が多くないことが分かる。自動車・生活家電・住宅の場合では、環境に優しい企業の製品を、自信を持って選択している人が過半数以上に上るが、衣類・加工食品では過半数以上の人が、本当に環境に優しい企業の製品であるか自信が無いと回答している。加工食品・シャンプーの場合、商品の環境情報は内容物ではなくパッケージを通じての観察であるため、十分な自信のもと消費者が判断できていないのが要因であると考えられる。自動車・生活家電・住宅の場合では、企業の環境負荷低減努力や省エネ性能が通常利用で判別しやすいため、商品の環境性能を再確認できる環境があるため、自信を持って選択している人が多いと思われる。この結果からみても、既存のマーケットで得られる環境情報に依拠しても、消費者が自信を持って選択するだけの十分な環境情報が伝達できていないことが示唆される。

表64 環境に優しい企業の商品への選択
 (「環境に優しい企業」を理由に商品購入した経験のある消費者)

(単位:実数。パーセント表示は、各消費財購入者を100%とした場合の、割合を示す。)

	住宅		パソコン・映像機器		生活家電		自動車	
環境に優しい企業の製品を、自信をもって選択している。	68	54.8%	57	41.0%	102	57.6%	147	61.5%
環境に優しい企業の製品を選択していると思うが、本当に環境に優しい製品か自信がない。	48	38.7%	65	46.8%	60	33.9%	79	33.1%
その他(環境に優しいかどうかは商品選択の上で関係が無い)	8	6.5%	17	12.2%	15	8.5%	13	5.4%
全体	124	100.0%	139	100.0%	177	100.0%	239	100.0%
	衣類		シャンプー		加工食品			
環境に優しい企業の製品を、自信をもって選択している。	23	37.7%	73	49.7%	27	34.2%		
環境に優しい企業の製品を選択していると思うが、本当に環境に優しい製品か自信がない。	31	50.8%	59	40.1%	46	58.2%		
その他(環境に優しいかどうかは商品選択の上で関係が無い)	7	11.5%	15	10.2%	6	7.6%		
全体	61	100.0%	147	100.0%	79	100.0%		

注：過去「環境に優しい企業」であるから商品を購入した人でも、通常（現在）の購買行動では環境に優しい企業の製品を考慮していない場合があるため、「その他（環境に優しいかどうかは商品選択の上で関係が無い）」と答える消費者がいて考えられる。

(4) まとめ

本章では、消費者の消費行動をとらえると同時に、これらに影響を及ぼす環境情報の伝達方法や内容について分析した。2010年2月インターネット利用したアンケート調査を行い、日本全国から合計2,155サンプルの回答を得た。アンケート調査で対象とする消費財は耐久消費財（住宅、自動車、生活家電・映像機器）、及び非耐久消費財（衣類、食品、シャンプー）を設定し、これらの消費財の購入経験及び購入意志決定に影響した要因、「環境に優しい商品」選択に対する消費者自身の自信、商品の環境情報（CO₂、化学物質）の追加による購入意志決定への影響、更に消費財を購入する際に利用する情報入手方法とした。

集計分析の結果、消費財の購入理由として、「環境に優しい企業であるから」を挙げた人は非常に少なかった。耐久消費財では10～20%程度の方が環境に優しい企業である、という点を理由に挙げたが、非耐久消費財に至っては10%未満であった。また、商品の購入理由として「環境に優しい企業であるから」を挙げた人に対して、どうしてその企業が環境に優しいと思ったのかを尋ねた結果、消費財によって大きく異なる結果を得た。住宅では、展示場・現地訪問で環境に優しい住宅であると説明を受けたから、との理由が最も多かった。パソコン・映像機器、生活家電、自動車では、製品使用時の環境負荷低減を挙げた人が多くみられ

た。シャンプーと加工食品では、パッケージ等のゴミ減量化を挙げた人が最も多かった。また、一部の商品では、リサイクル活動や植林などの環境保全活動への積極性が、環境に優しい企業であるとの認識を強めるのに、貢献していることがわかった（パソコン・映像機器、生活家電、衣類、シャンプー）。これらは企業の社会貢献活動ともリンクするが、環境保全活動を通じた企業の環境イメージ貢献も根強いことが見て取れる。このように、「環境に優しい企業であるから」との認識を消費者が持つに至る迄には、商品により異なる要因が影響していると言える。また、環境に優しい企業の製品を本当に選んでいるのか、つまり自分の選んでいる商品が環境に優しいのかどうか、自信を持って選択している人は少数派であることが示された。

参考文献

- Araña, J. E., León, C. J., 2009. The Role of Environmental Management in Consumers Preferences for Corporate Social Responsibility. *Environmental and Resource Economics* 44(4), 495-506.
- Coad, A., de Haan, P., Woersdorfer, J. S., 2009. Consumer support for environmental policies: An application to purchases of green cars, *Ecological Economics*, 68(7), 2078–2086.

2.3.2 太陽光発電設備の購入行動に関する分析

(1) はじめに

エコ製品の市場特性、取り分け企業と消費者の接点を分析する事例研究として、本稿ではこれまでに太陽光発電設備を導入した経験のある消費者を対象として行ったアンケート調査の回答をもとに、パネル製造メーカーと販売者の組み合わせによって、消費者特性、購入検討のプロセスや購入後の満足度にどのような相違があるかを検討した。

(2) 方法

調査票は 7 ブロックに分かれており、それぞれの設問内容と設問数は表 65 のとおりである。

表 65 調査票の構成と質問数

設問ブロック	設問内容	設問数
1	導入設備の詳細	14 問
2	意思決定プロセス	9 問
3	経済的側面	6 問
4	情報源について	8 問
5	設置前の期待と設置後の評価	14 問
6	環境意識	4 問
7	回答者属性	10 問

本研究のデータはインターネットを利用したアンケート調査から得た。対象はインターネット調査会社に登録している全国の 20 歳以上男女で太陽光発電を自宅で設置している人とした。調査は平成 24 年 1 月 27 日から 2 月 3 日までの 8 日間実施し、685 名から回答を得た。

得られた回答のうち、多くの回答者が正確に設置した太陽光パネルの発電容量を把握していない可能性が判明した。すなわち、設置した太陽光パネルの発電容量(kW)に対して数 10kW と回答した回答者が複数存在した。そのため、まず 0kW と回答した 6 名の回答者に加え、9kW 以上と回答した回答者を分析から除外した(91 名)。次に、太陽光発電設置前の毎月の平均電気料金が 1,000 円以下と回答した回答者も除外した(15 名)。さらに、太陽光発電設備の設置費用の自己負担額が 50 万円以下である回答者も特殊な回答者とみなし、除外した(20 名)。最後に、補助金を加えた太陽光発電設置コストが 0 円と回答した 1 名と設置後の毎月の電気料金の変化額が 20 万円と回答した 1 名を除外し、分析対象とした有効回答者は 557 名に絞った。

(3) 結果

(3.1) 有効回答者の設置時期、製造メーカー、販売者

557名の設置年をグラフにしたものが図55である。最も古い設置時期は1989年であり、現在までのトレンドは、設置補助金政策の廃止（2005年度末）と再開（2009年1月）、さらに2009年11月1日からの余剰電力買取制度などの政策的な動向を反映したものとなっている。

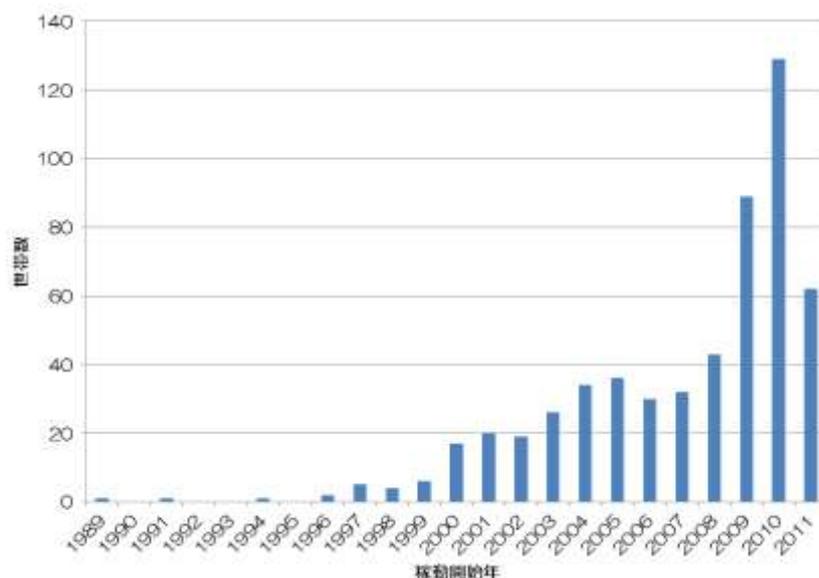


図55 有効回答者557世帯の稼働開始年の分布

表66 製造メーカー、販売者別回答者数

製造メーカー	販売者							合計
	住宅会社	電力会社	工務店・ 施工業者	家電販売 店	メーカー	太陽光発 電設備専 門業者	その他	
シャープ	90		64	7		67	2	230
京セラ	40	1	22	4	14	32		113
三菱電機	6	1	11	2	4	18		42
三洋電機	6		22	5	4	47	2	86
東芝							1	1
パナソニック	5		4	3	1	1		14
サンテックパワー	1		1	12				14
カナディアンソーラー			2		1			3
ソーラーフロンティア			1		2	4		7
ホンダソルテック	1		1	3				5
長州産業	1		7	2		14	1	25
その他	6		5	4	2			17
合計	156	2	140	42	28	184	5	557

有効回答者557名を設置した太陽光発電設備のパネル製造メーカーと販売者で分類すると表66のような分布になった。最も多い製造メーカーはシャープで

最も多い販売者は専門業者であったが、最も多い組み合わせはシャープ・住宅会社であった。これらの分布をもとに、表 66 中の□で囲んだサンプル数が 10 以上となる 15 のサブグループに分けた。そのうち、13 グループは製造メーカーと販売者が特定されるものであるが、そうでないグループを 2 つ加えた。ひとつは、シャープ、京セラ、三菱電機、三洋電機の 4 大メーカーのいずれかを家電販売店から購入した回答者、もうひとつは販売者を特定しないパナソニックのパネルを購入した回答者である。

本稿では、回収したアンケート調査の主要な質問項目の結果について、上記グループごとに集計し、各グループの平均値が全サンプルの平均値と異なるかどうかを t 検定によって確認する。そのため、より詳細な分析については今後の課題とする。なお、以下、表にまとめた結果については、全サンプルの平均値との間で統計的に差があると判定（有意水準 10%）されたものについて灰色で示した。

(3.2) グループ別基本特性

最初にグループ分けした回答者群の基本的な特性についていくつかの指標を表 67 にまとめた。シャープ製のパネルを購入した消費者グループについては 3 つの販売ルートが比較可能である。住宅会社から購入したパネルのサイズは相対的に大きいと言えるものの自己負担額は小さく抑えられている。また、比較的大きな家族が最近新築住宅を購入した際に設置したという傾向を読み取ることができる。これに対して、工務店・施工業者を経由して導入した消費者は相対的に補助金の利用額が小さい。また、専門業者を経由して購入した消費者も補助金の利用額が小さく、世帯規模も小さい傾向がある。

表 67 グループ別基本特性

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
メーカー	シャープ	シャープ	シャープ	京セラ	京セラ	京セラ	京セラ	三菱電機	三菱電機	三洋電機	三洋電機	サンテック パワー	長州産業	4大メー カー	パナソニ ック	全サンプ ル
購入先	住宅会社	工務店・ 施工業者	専門業者	住宅会社	工務店・ 施工業者	メーカー	専門業者	工務店・ 施工業者	専門業者	工務店・ 施工業者	専門業者	家電販売 店	専門業者	家電販売 店	複合	全サンプ ル
サンプル数	90	64	67	40	22	14	32	11	18	22	47	12	14	18	14	557
KW数	3.84	3.73	3.51	3.60	3.86	3.29	3.91	3.55	3.33	3.59	3.36	3.42	4.07	3.39	3.86	3.61
稼働日数（日）	1,641.6	1,747.5	1,746.8	1,481.8	2,022.4	2,782.9	2,273.4	881.8	1,939.6	1,677.6	1,075.9	720.3	1,122.2	1,321.4	2,663.8	1,665.6
自己負担額（万円）	204.0	222.3	233.0	205.1	228.9	240.9	244.3	197.6	253.4	236.3	249.4	221.6	285.4	249.6	244.9	228.0
補助金総額（万円）	33.7	28.8	24.5	33.5	46.7	46.9	43.8	30.6	28.6	32.8	36.4	37.0	33.1	34.2	47.0	34.4
補助金（国、万円）	26.5	21.8	16.8	22.0	36.6	38.6	34.0	24.5	15.7	20.3	16.1	24.0	15.0	24.2	41.6	24.1
補助金（都道府県、万円）	2.6	1.5	1.8	2.5	1.8	3.6	4.8	1.9	3.7	1.9	8.0	3.8	4.8	3.8	0.9	3.2
補助金（市町村、万円）	2.9	4.8	5.4	3.6	8.0	4.7	4.9	4.2	6.6	6.2	7.2	9.3	6.6	6.2	4.4	4.8
年齢（歳）	47.3	51.1	50.0	42.9	49.8	49.7	50.8	43.9	46.7	50.8	45.9	54.6	47.6	49.1	49.1	48.7
世帯人数（人）	3.81	3.77	3.19	3.48	3.23	3.36	3.59	3.73	3.78	3.36	3.85	3.58	3.71	3.33	3.71	3.55
年収（カテゴリ）	12.6	12.0	11.1	11.8	11.2	11.1	14.3	11.5	11.2	12.3	11.5	11.2	14.4	11.9	11.2	12.0
床面積（m2）	153.0	148.8	156.8	148.8	160.5	119.1	146.8	156.4	136.9	155.0	123.6	138.6	167.7	180.8	154.5	150.4
居住年数（年）	8.3	13.6	14.6	7.7	13.6	16.9	14.2	10.6	15.1	14.4	11.7	16.3	16.9	13.2	13.7	12.3

京セラ製のパネルを購入した消費者グループは 4 つの販売ルートと比較することができる。住宅会社から購入した場合、シャープと同様に自己負担額が抑えられていて、居住年数が短いことが共通している。他方で、回答者の約 8 割が意思決定をした本人が回答していることを踏まえ、回答者の年齢が低いことから若い世帯が多い傾向があると言える。これに対して、メーカーと専門業者から直接購入している消費者はいずれも稼働日数が長い。メーカーからの購入

世帯は延べ床面積が小さいのに対して、専門業者からの購入世帯は国の補助金を多く活用し、所得水準も高い。

三菱電機製のパネルを購入した消費者は工務店・施工業者、専門業者の2つの販売ルートと比較することができる。工務店・施工業者経由は稼働日数が短いこと、自己負担額が小さいことから、比較的最近の販売実績が多いことが確認できる。他方で、専門業者経由は国からの補助金が少ない以外の特徴はない。これに対して三洋電機製のパネルについても同様に工務店・施工業者、専門業者の2つの販売ルートと比較することができる。三菱電機の場合と対照的に工務店・施工業者経由に大きな特徴がみられない一方で、専門業者経由の消費者には多くの特徴がみられる。まず、比較的稼働時間が短いものの自己負担額が大きく、このことと整合的に補助金の利用額も少ない。また、比較的若い世代で比較的小さい延べ床面積の住宅に設置している傾向がある。

サンテックパワー製のパネルを導入した消費者は多くが家電販売店で購入していることが特徴である。比較的居住年数が長い世帯が最近購入したというのが特徴である。これに対して長州産業製のパネルを導入した消費者は多くが専門業者から購入しており、比較的最近購入したと言えるが、所得が高い世帯が多く、国の補助金の利用額も小さい。また、パナソニック製のパネルをさまざまな販売ルートから購入した複合グループでは稼働日数が長く、都道府県の補助金が小さいことから比較的以前に購入した消費者が多いことが分かる。

次に、購入前の環境に対する関心について表68の結果をもとに簡単に確認しておく。一般的な環境問題に対する関心は「あるともないとも言えない」、に近い平均2.94である。また、グループ間で大きな格差は無いと言えるが、サンテックパワー・家電販売店で購入した消費者についてのみ相対的な関心が高い。環境を守るために高い値段を払う意思があるかどうかについては、「あるともないとも言えない」から若干、ある程度あるによった平均2.83であった。こちらもグループ間での大きな格差は無いと言えるが、長州産業・専門業者で購入した消費者についてのみ高い。これに対して近隣住民の環境問題に対する関心を聞いたところ、すべてのグループで自分自身の関心よりは小さいと評価しているものの、サンテックパワー・家電販売店の消費者は他より高く、三菱電機・専門業者の消費者は他より低く、それぞれ評価していることが分かった。

表 68 環境に対する関心

(関心：1 全く無い、5 大いにある、支払意思額：1 大いにある、5 全く無い)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
メーカー	シャープ	シャープ	シャープ	京セラ	京セラ	京セラ	京セラ	三菱電機	三菱電機	三洋電機	三洋電機	サンテック パワー	長州産業	4大メ カー	パナソニ ック	全サンプ ル
購入先	住宅会社	工務店・ 施工業者	専門業者	住宅会社	工務店・ 施工業者	メーカー	専門業者	工務店・ 施工業者	専門業者	工務店・ 施工業者	専門業者	家電販売 店	専門業者	家電販売 店	複合	全サンプ ル
サンプル数	90	64	67	40	22	14	32	11	18	22	47	12	14	18	14	557
太陽光発電設備設置前の環 境問題への関心	2.90	3.00	2.79	2.88	2.77	3.14	2.97	2.55	2.94	3.23	2.83	3.58	3.00	3.11	2.93	2.94
環境を守るために高い値段 を支払う意思	2.84	2.66	2.84	2.88	2.91	2.64	2.84	3.00	2.78	2.82	2.89	2.75	3.14	2.78	2.64	2.83
近隣住民の環境問題に対す る関心	2.48	2.50	2.39	2.58	2.55	2.36	2.31	2.27	2.17	2.41	2.36	3.08	2.29	2.67	2.43	2.44

(3.3) 保証内容の比較

表 69 には保証内容を比較するためグループごとの平均保証期間をまとめた。平均の計算ではそのため加入率も考慮するため保証を受けていない場合にもゼロとして計算に含めており、保証を受けている購入者のみを対象とした平均ではないことに注意が必要である。全体として無料の保証が有料の保証よりも平均保証期間が長く、モジュール、周辺機器、定期点検サービス、モニタ、災害補償の順で長い。京セラ・メーカーの有料モニタ保証、無料定期点検サービス、京セラ・専門業者の有料定期点検サービス、三洋電機・専門業者の無料周辺機器、サンテックパワー・家電販売店の無料モジュール保証、4大メーカー・家電販売店の無料モニタ保証などがそれぞれ長い。

表 69 保証内容の比較

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
メーカー	シャープ	シャープ	シャープ	京セラ	京セラ	京セラ	京セラ	三菱電機	三菱電機	三洋電機	三洋電機	サンテック パワー	長州産業	4大メー カー	パナソニッ ク	全サンプ ル
購入先	住宅会社	工務店・ 施工業者	専門業者	住宅会社	工務店・ 施工業者	メーカー	専門業者	工務店・ 施工業者	専門業者	工務店・ 施工業者	専門業者	家電販売 店	専門業者	家電販売 店	複合	全サンプ ル
サンプル数	90	64	67	40	22	14	32	11	18	22	47	12	14	18	14	557
無料モジュール保証(年)	3.66	5.55	5.15	2.23	3.77	4.86	5.66	5.73	5.44	4.36	5.60	19.42	2.14	14.56	4.71	5.32
有料モジュール保証(年)	1.03	1.02	0.75	0.50	1.59	3.00	0.78	0.91	2.50	0.00	0.53	3.08	0.71	1.11	0.71	1.05
無料モニタ保証(年)	1.03	2.61	2.24	0.70	2.00	5.50	2.91	1.64	1.56	2.64	2.15	5.25	0.36	4.78	2.21	2.05
有料モニタ保証(年)	0.33	0.59	0.30	0.50	0.45	5.71	0.38	0.91	0.56	0.00	0.00	0.00	0.71	1.11	0.71	0.55
無料周辺機器保証(年)	2.22	3.98	2.40	1.43	4.00	5.29	3.94	4.55	2.44	3.45	4.72	4.25	2.79	3.94	3.36	3.30
有料周辺機器保証(年)	0.28	0.67	0.37	0.30	1.45	1.79	1.69	0.91	0.67	0.00	1.45	0.83	1.43	1.67	0.71	0.86
無料の災害補償	0.22	2.31	1.13	1.13	1.36	2.14	2.31	1.82	0.33	0.91	1.91	0.83	9.43	2.22	0.79	1.53
有料の災害補償	0.28	0.16	0.15	0.50	0.00	2.14	0.69	0.91	1.39	0.00	0.32	0.00	1.43	0.00	2.50	0.44
無料の定期点検サービス	2.76	0.97	0.91	1.55	2.59	4.86	2.88	0.91	4.22	1.82	3.11	4.67	2.86	3.39	0.43	2.25
有料の定期点検サービス	0.34	0.16	0.15	1.70	1.00	4.86	3.84	0.00	1.39	0.00	1.13	0.83	1.43	0.00	0.36	0.88

(3.4) 導入決定のきっかけ

表 70 には導入決定のきっかけをまとめた。より重要だったものの数値が大きい。全体として、余剰電力買い取り制度が利用できること、助成金が利用できることが最も重要な要因であるが、再生可能エネルギーを利用することで環境負荷を低減すること、電気やエネルギーに対する一般的な関心、自立的なエネルギー源を確保することも重要な要因である。メーカー・購入先で特徴的なものとしては、シャープ・工務店・施工業者からの消費者は買い取り制度や補助金ではなく、再生可能エネルギーによる環境負荷低減を重視している一方で、京セラ・工務店・施工業者、京セラ・メーカーなどでは助成金の利用や買い取り制度の利用がより直接的なきっかけだったことがうかがえる。また、サンテックパワー・家電販売店は投資として魅力的だったことや助成金を利用することをより鮮明に理由としてあげている。他方で、三菱電機・工務店・施工業者は再生可能エネルギーによる環境負荷低減の数値が相対的に小さいのに対し、三洋電機・工務店・施工業者では逆に有意に高いなどの違いがみられる。施工業者・販売店などに勧められたことが比較的強く影響しているのが三菱電機・専門業者である。また、長州産業・専門業者は電機やエネルギーの一般的な関心がもともと高かったことが特徴である。

表 70 導入決定への影響要因（1 全く重要でない、5 きわめて重要）

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
メーカー	シャープ	シャープ	シャープ	京セラ	京セラ	京セラ	京セラ	三菱電機	三菱電機	三洋電機	三洋電機	サンテック パワー	長州産業	4大メー カー	パナソニッ ク	全サンプ ル
購入先	住宅会社	工務店・ 施工業者	専門業者	住宅会社	工務店・ 施工業者	メーカー	専門業者	工務店・ 施工業者	専門業者	工務店・ 施工業者	専門業者	家電販売 店	専門業者	家電販売 店	複合	全サンプ ル
サンプル数	90	64	67	40	22	14	32	11	18	22	47	12	14	18	14	557
電気やエネルギーに関する一般的な関心が高かった	3.28	3.45	3.24	3.05	3.32	3.14	3.28	2.91	3.17	3.36	3.32	3.33	2.93	3.44	3.36	3.27
太陽光発電が投資として経済的に魅力的だという判断	3.07	2.91	2.93	3.43	3.32	3.07	3.28	3.36	3.06	3.50	3.23	3.83	3.14	3.22	2.79	3.15
再生可能エネルギーを使うことによって環境負荷を減らすことに貢献できること	3.20	3.56	3.31	3.03	3.27	3.64	3.25	2.73	3.39	3.77	3.30	3.50	3.00	3.44	3.29	3.29
自立的なエネルギー源を確保すること	3.01	3.27	3.09	3.33	3.36	3.36	3.22	3.09	3.33	3.27	3.30	3.33	2.93	3.11	3.00	3.18
新しい技術を使った製品を所有すること、使用すること	2.38	2.34	2.45	2.63	2.73	2.50	2.69	2.55	2.67	2.55	2.55	2.67	2.21	2.17	2.29	2.49
太陽光発電設備を使っている近隣住民からの影響	1.51	1.52	1.58	1.73	1.23	1.64	1.84	1.82	1.50	1.86	1.47	1.83	1.71	1.50	1.29	1.59
近隣住民ではない身近な親戚、知人や友人からの影響	1.56	1.44	1.63	1.63	1.45	1.36	1.84	2.09	1.78	1.59	1.51	1.67	1.57	1.67	1.29	1.60
施工業者・販売店などに勧められたこと	2.04	1.92	2.36	1.90	2.05	2.36	2.44	2.27	3.22	2.23	2.23	2.33	2.00	1.94	2.00	2.17
インターネットの情報をみたこと	1.89	2.25	2.16	2.40	2.05	2.43	2.28	2.45	1.89	2.41	2.40	2.08	1.79	1.83	1.71	2.15
雑誌・テレビなどで情報を得たこと	2.01	2.03	2.12	2.33	2.00	2.29	2.00	2.55	1.78	2.32	2.23	2.50	1.57	1.89	1.64	2.10
購入のための助成金が利用できること	3.11	2.95	3.13	3.23	3.91	4.00	3.38	3.09	3.33	3.45	3.45	4.08	2.86	3.17	3.79	3.29
太陽光発電の余剰電力買い取り制度が利用できること	3.83	3.83	3.78	3.83	4.32	4.43	4.25	4.09	3.67	4.09	4.11	4.25	3.79	4.11	4.29	3.97

(3.5) 検討時間に対する負担感と導入決定時の理解度

表 71 では導入決定までにかけた時間とそれに対する負担感に関する結果をまとめた。まず全体として検討時間の負担の平均は 2.22 であるため、それほど大きいものではないと言えるが、相対的に大きかったと答えたのが、シャープ、三菱電機、三洋電機からそれぞれ専門業者を通して購入した消費者である。他方で、シャープ・住宅会社、京セラ・専門業者は相対的に負担が小さかったと感じている。ただし、真剣に購入を検討し始めてから購入契約にサインするまでの月数はこの負担感とは必ずしも一致しない。シャープ・専門業者、三菱電機・専門業者などは負担感が大きいものの実際にかかった時間は比較的短い。また、サンテックパワー・家電販売店も契約までの時間が短いものの費用や補助金の検討やシステムのパフォーマンスを理解するまでの時間的負担が大きかったと回答している。

シャープ・住宅会社は複数の項目（費用や補助金、保証内容、メンテナンス）で相対的に負担感が小さいと回答している一方で、三菱電機・専門業者では複数の項目（費用や補助金、メンテナンス、パフォーマンス）を検討したときの時間的負担感が大きかったと感じている。

表 71 導入決定までにかけた時間に対する負担感
(1 無視できる程度、5 きわめて大きい)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
メーカー	シャープ	シャープ	シャープ	京セラ	京セラ	京セラ	京セラ	三菱電機	三菱電機	三洋電機	三洋電機	サンテック パワー	長州産業	4大メー カー	パナソニッ ク	全サンプ ル
購入先	住宅会社	工務店・ 施工業者	専門業者	住宅会社	工務店・ 施工業者	メーカー	専門業者	工務店・ 施工業者	専門業者	工務店・ 施工業者	専門業者	家電販売 店	専門業者	家電販売 店	複合	全サンプ ル
サンプル数	90	64	67	40	22	14	32	11	18	22	47	12	14	18	14	557
検討時間の負担感	1.98	2.33	2.46	2.00	2.36	2.00	1.94	2.00	2.61	1.95	2.60	2.17	2.00	2.39	2.43	2.22
購入契約にサインするまでの時間(月)	3.40	4.83	2.42	4.05	5.41	3.00	2.88	5.55	2.06	3.27	3.74	1.50	1.71	4.00	4.29	3.48
導入決定・検討に要した時間の負担感(リフォーム)	1.92	2.31	2.03	2.03	2.18	2.14	2.25	2.00	2.00	2.14	2.32	2.00	2.14	2.22	1.79	2.08
導入決定・検討に要した時間の負担感(住宅価値)	2.10	2.09	2.01	2.10	2.14	2.14	2.38	2.18	2.22	2.23	2.40	2.17	2.43	2.00	1.79	2.14
導入決定・検討に要した時間の負担感(費用や補助金)	2.87	3.08	3.22	3.23	3.73	3.43	3.44	3.27	3.78	3.41	3.45	3.92	3.36	3.22	3.36	3.26
導入決定・検討に要した時間の負担感(保証内容)	2.54	2.86	3.03	2.70	3.09	3.14	3.19	2.73	3.28	3.18	3.11	3.25	3.21	2.94	2.86	2.93
導入決定・検討に要した時間の負担感(使い方)	2.50	2.45	2.52	2.38	2.59	3.00	2.72	2.55	2.83	2.50	2.62	2.83	2.57	2.39	2.50	2.56
導入決定・検討に要した時間の負担感(メンテナンス)	2.50	2.61	2.81	2.68	2.68	3.14	3.03	2.73	3.17	2.95	2.85	2.83	3.07	2.61	2.86	2.76
導入決定・検討に要した時間の負担感(システムのパフォーマンス)	2.80	3.03	2.87	2.78	3.00	3.07	3.00	2.91	3.44	3.32	3.19	3.50	3.07	2.83	2.71	2.97

表 72 では導入決定時の理解度についてまとめたものである。数値が小さいほうが理解度が高いものと解釈できる。設問項目の中では太陽光発電設備の性能とそのメリットの理解が最も高く、中古市場での住宅価格への影響、保証内容などの理解が相対的に低い結果であった。また、京セラ・専門業者で複数の項目について理解度が高い一方で、三洋電機・専門業者では複数の項目で理解度が低いとの結果であった。

表 72 導入決定時の理解度について
(1 非常にそう思う、5 全くそう思わない)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
メーカー	シャープ	シャープ	シャープ	京セラ	京セラ	京セラ	京セラ	三菱電機	三菱電機	三洋電機	三洋電機	サンテック パワー	長州産業	4大メー カー	パナソニッ ク	全サンプ ル
購入先	住宅会社	工務店・ 施工業者	専門業者	住宅会社	工務店・ 施工業者	メーカー	専門業者	工務店・ 施工業者	専門業者	工務店・ 施工業者	専門業者	家電販売 店	専門業者	家電販売 店	複合	全サンプ ル
サンプル数	90	64	67	40	22	14	32	11	18	22	47	12	14	18	14	557
太陽光発電設備の性能について何がメリットなのか理解していた	2.03	1.98	1.99	1.95	1.82	1.86	1.81	2.00	1.89	2.18	1.98	1.67	2.00	1.78	1.86	1.94
太陽光発電設備の運用は容易だと思った	2.23	2.02	2.15	2.08	2.09	2.07	1.88	2.36	2.44	2.36	2.43	2.50	2.43	2.22	2.00	2.17
太陽光発電設備のメンテナンスは容易だと思った	2.43	2.34	2.60	2.58	2.68	2.50	2.19	2.45	3.00	2.50	2.91	2.58	2.50	2.67	2.57	2.52
太陽光発電設備の保証内容は十分だと思った	2.92	3.13	2.85	3.05	2.73	2.64	2.41	2.82	3.00	2.82	3.02	2.50	3.14	2.67	3.36	2.87
太陽光発電設備の設置は容易だと思った	2.38	2.59	2.63	2.60	2.77	2.43	2.41	2.45	2.56	2.77	2.96	2.33	2.86	2.56	2.43	2.55
太陽光発電設備を設置することが住宅の中古市場における価値を高めると思った	3.28	3.45	3.46	3.35	3.23	2.64	3.19	3.18	3.11	2.86	3.02	3.17	3.36	3.50	3.29	3.28

(3.6) 経済的側面

表 73 から表 75 までは経済的側面に関する結果をまとめた。まず、表 73 は経済的の魅力と期待に関する結果で、一般的な経済的魅力をどの程度感じていたのか、仮に費用が追加的にかかるとすれば導入を断念していた可能性についての回答をまとめた。経済的な魅力についてグループ間で大きな相違はない。他方、10 万円から 50 万円の間で追加的に費用がかかっていたとしたら導入を断念したかどうかについては、シャープ・住宅会社、京セラ・住宅会社からの購入者

は相対的に高い否定率を示している。逆に、三洋電機・専門業者については購入を断念しただろうと回答する人の割合が高い。上記表 72 の結果と合わせて考えると三洋電機・専門業者からの購入者は事前の検討や理解が相対的に不足している一方で、住宅会社からの購入者は十分な検討のもとで納得して購入していることがわかる。

表 73 経済的な魅力と期待（経済的魅力のみ 1 全く魅力的でない、5 たいへん魅力的、それ以外：1 強くそう思う、5 全くそう思わない）

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
メーカー	シャープ	シャープ	シャープ	京セラ	京セラ	京セラ	京セラ	三菱電機	三菱電機	三洋電機	三洋電機	サンテックパワー	長州産業	4大メーカー	パナソニック	全サンプル
購入先	住宅会社	工務店・施工業者	専門業者	住宅会社	工務店・施工業者	メーカー	専門業者	工務店・施工業者	専門業者	工務店・施工業者	専門業者	家電販売店	専門業者	家電販売店	複合	全サンプル
サンプル数	90	64	67	40	22	14	32	11	18	22	47	12	14	18	14	557
経済的魅力（金銭面で得するか）を期待していたか	3.48	3.30	3.22	3.63	3.45	3.64	3.69	3.55	3.61	3.50	3.47	3.75	3.57	3.22	2.93	3.45
もし、10万円以上余計に高かったら太陽光発電設備は導入しなかったらう	4.07	3.88	3.78	4.10	3.77	4.00	3.78	4.00	3.44	3.82	3.15	3.67	3.93	3.78	3.57	3.81
もし、20万円以上余計に高かったら太陽光発電設備は導入しなかったらう	3.71	3.64	3.33	3.78	3.41	3.64	3.41	3.64	3.17	3.50	2.81	3.17	3.50	3.33	3.36	3.45
もし、30万円以上余計に高かったら太陽光発電設備は導入しなかったらう	3.33	3.14	2.85	3.40	2.86	3.07	3.13	3.00	2.56	3.09	2.30	2.33	3.00	2.89	3.07	3.00
もし、40万円以上余計に高かったら太陽光発電設備は導入しなかったらう	2.98	2.69	2.55	3.05	2.45	2.71	2.75	2.36	2.33	2.82	2.00	2.17	2.50	2.28	2.71	2.64
もし、50万円以上余計に高かったら太陽光発電設備は導入しなかったらう	2.59	2.36	2.15	2.73	2.18	2.43	2.59	2.27	2.22	2.45	1.64	1.83	2.07	1.89	2.29	2.31

表 74 は検討に使った経済指標の利用率の比較である。全体として回収期間の利用者が最も多く（48.5%）、次いで収益率（19.0%）、NPV（8.3%）の順番であった。長州産業・専門業者では NPV の利用者、サンテックパワー・家電販売店では回収期間の利用者が際立って多い。

表 74 導入決定における経済指標の利用率

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
メーカー	シャープ	シャープ	シャープ	京セラ	京セラ	京セラ	京セラ	三菱電機	三菱電機	三洋電機	三洋電機	サンテックパワー	長州産業	4大メーカー	パナソニック	全サンプル
購入先	住宅会社	工務店・施工業者	専門業者	住宅会社	工務店・施工業者	メーカー	専門業者	工務店・施工業者	専門業者	工務店・施工業者	専門業者	家電販売店	専門業者	家電販売店	複合	全サンプル
サンプル数	90	64	67	40	22	14	32	11	18	22	47	12	14	18	14	557
純（正味）現在価値（NPV）の利用率	8.9%	9.4%	9.0%	2.5%	4.5%	14.3%	6.3%	0.0%	16.7%	9.1%	4.3%	25.0%	35.7%	0.0%	7.1%	8.3%
収益率（Rate of Return）の利用率	15.6%	23.4%	17.9%	7.5%	18.2%	21.4%	28.1%	27.3%	16.7%	9.1%	17.0%	25.0%	28.6%	16.7%	28.6%	19.0%
回収期間（ペイバック期間）の利用率	37.8%	48.4%	47.8%	55.0%	40.9%	42.9%	59.4%	36.4%	61.1%	31.8%	57.4%	75.0%	42.9%	55.6%	50.0%	48.5%
月別正味節約金額の利用率	1.1%	3.1%	1.5%	5.0%	4.5%	0.0%	9.4%	0.0%	0.0%	9.1%	2.1%	16.7%	0.0%	0.0%	0.0%	2.9%
経済的指標を用いた経済性についての評価は行っていない比率	36.7%	39.1%	38.8%	32.5%	50.0%	35.7%	25.0%	54.5%	27.8%	50.0%	31.9%	8.3%	35.7%	38.9%	35.7%	36.3%
その他指標の利用率	10.0%	4.7%	4.5%	10.0%	9.1%	7.1%	3.1%	0.0%	0.0%	4.5%	2.1%	8.3%	0.0%	5.6%	0.0%	5.7%

表 75 では資金調達と比較を行った。自己資金によって一括で支払った消費者は全体の 4 割であった。特に、京セラ・専門業者からの購入者にこうしたケースが多い。これに対して、住宅会社からの購入者は新築やリフォームのローンと合わせて資金を調達し、施工業者からの購入者は太陽光発電のみを対象としたローンを利用していることが分かる。

表 75 資金調達

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
メーカー	シャープ	シャープ	シャープ	京セラ	京セラ	京セラ	京セラ	三菱電機	三菱電機	三洋電機	三洋電機	サンデック パワー	長州産業	4大メー カー	パナソニッ ク	全サンプ ル
購入先	住宅会社	工務店・ 施工業者	専門業者	住宅会社	工務店・ 施工業者	メーカー	専門業者	工務店・ 施工業者	専門業者	工務店・ 施工業者	専門業者	家電販売 店	専門業者	家電販売 店	複合	全サンプ ル
サンプル数	90	64	67	40	22	14	32	11	18	22	47	12	14	18	14	557
新築やりフォームのローン と合わせて	72.2%	28.1%	13.4%	55.0%	18.2%	0.0%	9.4%	27.3%	5.6%	13.6%	6.4%	8.3%	7.1%	16.7%	42.9%	30.2%
太陽光発電のみを対象に ローン	3.3%	20.3%	38.8%	10.0%	27.3%	42.9%	31.3%	27.3%	50.0%	22.7%	55.3%	41.7%	78.6%	27.8%	28.6%	27.8%
親戚や知人に借りた	1.1%	1.6%	1.5%	0.0%	4.5%	0.0%	0.0%	0.0%	5.6%	9.1%	0.0%	0.0%	14.3%	5.6%	0.0%	1.8%
自己資金により一括で支 払った	23.3%	51.6%	46.3%	35.0%	50.0%	57.1%	59.4%	45.5%	38.9%	54.5%	38.3%	50.0%	0.0%	50.0%	28.6%	40.4%

表 76 信頼できる情報の獲得(情報獲得の負担感は1非常に簡単、5大変困難、
その他は1非常にそう思う、5全くそう思わない)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
メーカー	シャープ	シャープ	シャープ	京セラ	京セラ	京セラ	京セラ	三菱電機	三菱電機	三洋電機	三洋電機	サンデック パワー	長州産業	4大メー カー	パナソニッ ク	全サンプ ル
購入先	住宅会社	工務店・ 施工業者	専門業者	住宅会社	工務店・ 施工業者	メーカー	専門業者	工務店・ 施工業者	専門業者	工務店・ 施工業者	専門業者	家電販売 店	専門業者	家電販売 店	複合	全サンプ ル
サンプル数	90	64	67	40	22	14	32	11	18	22	47	12	14	18	14	557
信頼できる情報獲得の負担 感	2.70	2.98	3.01	3.00	2.68	2.50	2.91	3.18	3.00	3.09	3.30	3.08	3.36	2.94	2.43	2.97
相談した人数	1.11	1.59	1.27	1.50	1.36	0.57	0.63	1.45	0.78	1.86	1.34	0.67	1.36	1.94	1.29	1.31
相談した人数(うち、近隣 住民)	0.11	0.09	0.43	0.23	0.23	0.00	0.03	0.00	0.00	0.32	0.32	0.25	0.29	0.17	0.14	0.20
太陽光発電設備の利用者の 実体験を聞くことは有益 だった	3.02	2.97	2.87	3.15	2.86	2.50	2.78	3.00	2.94	2.73	2.79	3.17	2.57	2.78	2.64	2.93
もっと多くの太陽光発電設 備の利用者の実体験を聞く べきだった	3.24	3.30	2.87	3.10	3.23	3.07	3.22	3.45	2.78	3.09	2.55	2.92	2.50	2.94	3.07	3.10
太陽光発電設備の利用者の 実体験を聞くことは、持っ ていた情報の質を大いに改 善した	3.23	3.06	2.96	3.25	2.82	3.00	3.25	3.18	2.83	2.91	2.98	2.92	2.86	3.06	2.57	3.08
太陽光発電設備の利用者の 実体験を聞く必要はない	3.30	3.44	3.34	3.40	3.55	3.93	3.56	3.55	3.67	4.05	3.64	3.83	4.00	3.00	3.86	3.49
近隣住民の太陽光発電設備 導入世帯	0.70	0.59	0.78	1.53	1.59	0.71	0.69	0.36	1.06	1.09	1.70	1.33	1.93	1.33	0.50	0.96
近隣住民の太陽光発電設備 が導入を真実に検討する きっかけになった	4.13	4.05	3.97	4.00	3.82	3.79	3.78	4.55	4.00	3.77	3.38	4.17	3.29	3.67	4.14	3.95
近隣住民の太陽光発電設備 をみて導入の決定が間違っ ていないという自信や間違 っているかもしれないとい う不安の軽減につながった	3.91	4.00	3.94	3.78	3.86	3.57	3.72	3.91	3.72	3.50	3.34	3.75	3.07	3.44	4.14	3.82
太陽光発電設備の利用者に 実体験を聞かせてもらうの は、気候条件が同じ近隣住 民であるべきだ	3.53	3.13	3.07	3.08	2.95	2.79	2.97	3.64	3.06	2.91	2.70	2.50	2.86	3.06	3.07	3.14
もし近隣住民で全く誰も太 陽光発電設備を先に導入し ていなかったら、導入して いなかったら	4.28	4.23	4.25	4.25	4.23	3.71	4.06	4.55	4.11	3.77	3.62	4.33	3.43	3.78	4.50	4.14

(3.7) 信頼できる情報の獲得について

表 76 では信頼できる情報の獲得、について本調査では特にすでに導入している利用者からその経験を聞くことに着目した。これに関連する質問を通して、どの程度信頼できる情報を獲得していたかを明らかにしようとの試みである。一般的に信頼できる情報の獲得に関しては三洋電気、長州産業のいずれも専門業者からの購入者が相対的に困難であったと回答している一方で、シャープ・住宅会社、京セラ・工務店・施工業者、京セラ・メーカーからの購入者は相対的に容易であったと回答している。また、購入を相談した人数(業者や購入先以外)は1.31人と比較的小さな数値であり、そのうちの近隣住民と相談するケースはほとんど見られない。すでに導入している利用者から経験談に関する質問では、三洋電気、長州産業のいずれも専門業者からの購入者がもっと多くの

経験談を聞いておけばよかったとしている。さらに、実際に経験談を聞いたことが有益だったかという質問に対しては否定的な回答が多いものの、これらの購入者には肯定的な回答がより多く含まれている。

(3.8) 事後評価

表 77 では事後評価に関する設問の回答結果をまとめた。導入の意思決定に対する平均の満足度は 1.88 と比較的高い水準であり、賢明な選択だったかどうかについても平均 1.96 と高い満足度を示している。出力パフォーマンス、オペレーション、メンテナンス、経済性などの項目別の満足度については、概ね事前の期待通りとの回答であるが、若干のばらつきが見られる。すなわち、出力パフォーマンス、経済性の満足度に比べてオペレーション、メンテナンスの満足度が高い。出力パフォーマンスやそれと関連する経済性については事前の期待と事後評価のギャップが相対的に大きいと考えている消費者が多いことを示している。

これらに対して、相対的に満足度が低いグループが確認できる。三菱電機、三洋電機、長州産業のいずれも専門業者から購入した消費者である。これらは複数の設問に対して相対的に低い満足度を示している。

表 77 事後評価（1 非常にそう思う、5 全くそう思わない）

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
メーカー	シャープ	シャープ	シャープ	京セラ	京セラ	京セラ	京セラ	三菱電機	三菱電機	三洋電機	三洋電機	サンテック パワー	長州産業	4大メー カー	パナソニ ク	全サンプ ル
購入先	住宅会社	工務店・ 施工業者	専門業者	住宅会社	工務店・ 施工業者	メーカー	専門業者	工務店・ 施工業者	専門業者	工務店・ 施工業者	専門業者	家電販売 店	専門業者	家電販売 店	複合	全サンプ ル
サンプル数	90	64	67	40	22	14	32	11	18	22	47	12	14	18	14	557
太陽光発電設備の導入決定には満足している	1.84	1.77	1.93	1.75	1.73	1.8	1.6	1.6	2.3	1.8	2.2	2.5	2.29	2.11	1.8	1.88
もし太陽光発電設備導入をもう一度行うとすれば、違った決定をするかもしれない	3.44	3.2	2.9	3.25	3.41	3.36	3.53	3.36	3.00	3.4	2.9	2.6	2.4	2.72	3.43	3.2
太陽光発電設備の導入決定については賢明な選択だった	1.89	1.86	2.07	1.83	1.86	1.86	1.81	1.9	2.3	1.9	2.2	2.3	2.5	2.06	1.93	1.96
太陽光発電設備の導入決定を思い出すとあまりいい感じがしない	4.12	4.00	3.87	4.03	4.14	3.8	4.2	4.36	3.61	3.8	3.7	3.4	3.3	3.94	4.0	3.96
太陽光発電設備の導入決定については不満だ	4.07	4.19	3.97	4.20	4.09	4.00	4.28	4.3	3.6	3.86	3.85	3.75	3.71	3.89	4.3	4.07
太陽光発電設備のパフォーマンスは期待以上だ	3.18	3.33	3.36	3.15	3.32	3.29	2.97	3.00	3.56	3.27	3.30	3.42	3.14	3.39	3.2	3.24
太陽光発電設備のオペレーションは期待以上だ	2.88	3.02	2.97	2.90	2.91	3.21	2.8	3.1	3.5	3.14	2.98	3.00	2.64	2.94	2.7	2.97
太陽光発電設備のメンテナンスは期待以上だ	2.99	3.03	3.15	3.23	3.00	2.86	3.00	3.0	3.6	3.36	3.26	3.08	3.0	3.3	2.7	3.05
太陽光発電設備の経済性(経済的な魅力)は期待以上だ	3.08	3.02	3.24	2.93	3.00	3.3	2.7	3.00	3.33	3.05	3.28	3.42	3.21	3.06	2.9	3.07

表 78 では導入前後の毎月の電気料金の変化についてまとめた。まず、時期を 6 月から 9 月までの夏季、11 月から 2 月までの冬季に分け、導入前の月平均の電気料金について質問した。全サンプルの月平均電気料金は、夏季 12,282 円、冬季 15,372 円で、冬季が若干夏季よりも高い。次に、これらの月平均電気料金が導入後にどの程度変化したかを夏季、冬季に分けて回答してもらった。その結果、夏季で 4,664 円減、冬季で 3,212 円減であり、今度は夏季で大きな削減量が確認できた。グループ別でみると、導入前の夏季の電気料金について統計的に有意に安いグループが 6 であるのに対して、冬季については 3 つのグルー

プであった。逆に有意に高いグループは夏季、冬季によらず一つもなかった。夏季、冬季いずれも全体の平均に比べて有意に安いのは、京セラ・住宅会社、三菱電機・専門業者、4大メーカー・家電販売店の3つの組み合わせであった。導入後の電気料金の減少については、京セラ・住宅会社、サンテックパワー・家電販売店で夏季、冬季のいずれにおいても削減幅が有意に小さいことが確認できた。シャープ・住宅会社についても冬季の削減幅が小さい。これらは新築への住み替えの影響を受けているものと考えられる。

表 78 導入前後の毎月の電気料金（円）

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
メーカー	シャープ	シャープ	シャープ	京セラ	京セラ	京セラ	京セラ	三菱電機	三菱電機	三洋電機	三洋電機	サンテック パワー	長州産業	4大メー カー	パナソニッ ク	全サンプ ル
購入先	住宅会社	工務店・ 施工業者	専門業者	住宅会社	工務店・ 施工業者	メーカー	専門業者	工務店・ 施工業者	専門業者	工務店・ 施工業者	専門業者	家電販売 店	専門業者	家電販売 店	複合	全サンプ ル
サンプル数	90	64	67	40	22	14	32	11	18	22	47	12	14	18	14	557
太陽光発電設備導入前の毎月の電気料金（夏季（6月、7月、8月、9月））	11,331	14,650	12,778	10,050	16,955	10,052	11,472	9,345	9,683	13,336	11,375	9,217	14,536	10,098	17,681	12,282
太陽光発電設備導入前の毎月の電気料金（冬季（11月、12月、1月、2月））	15,522	18,610	15,827	12,365	15,818	14,295	14,047	13,745	11,639	17,850	14,257	13,441	24,179	12,536	16,865	15,372
太陽光発電設備導入後の毎月の電気料金変化（夏季（6月、7月、8月、9月））	-3,637	-6,072	-4,047	-2,928	-6,182	-5,786	-5,203	-4,091	-4,061	-5,977	-4,480	-1,917	-7,100	-5,135	-6,038	-4,664
太陽光発電設備導入後の毎月の電気料金変化（冬季（11月、12月、1月、2月））	-1,155	-5,248	-3,993	-1,728	-4,636	-5,179	-3,788	-1,455	-2,233	-4,082	-2,368	-1,628	-6,729	-2,173	-4,560	-3,212

導入後の関心の変化について、表 79 によれば、一般的な環境に関する関心の高まりが限定的であるものの、電気の利用に関する関心は大いに高まったと言える。特に、三洋電機・工務店・施工業者、サンテックパワー・家電販売店の消費者がそれぞれ電気消費量、電気料金に関する関心が大いに高まったと回答している。しかし、全体としてはグループ間で大きな差異はない。

表 79 導入後の関心の変化（1大いに低下した、5大いに高まった）

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
メーカー	シャープ	シャープ	シャープ	京セラ	京セラ	京セラ	京セラ	三菱電機	三菱電機	三洋電機	三洋電機	サンテック パワー	長州産業	4大メー カー	パナソニッ ク	全サンプ ル
購入先	住宅会社	工務店・ 施工業者	専門業者	住宅会社	工務店・ 施工業者	メーカー	専門業者	工務店・ 施工業者	専門業者	工務店・ 施工業者	専門業者	家電販売 店	専門業者	家電販売 店	複合	全サンプ ル
サンプル数	90	64	67	40	22	14	32	11	18	22	47	12	14	18	14	557
電気使用量(kWh)に関する関心	4.00	3.91	3.90	3.88	3.95	4.00	3.97	4.00	3.94	4.23	4.04	4.25	3.93	4.00	3.93	3.99
毎月の電気料金に関する関心	4.12	3.98	4.00	3.98	4.05	4.07	4.06	3.91	4.11	4.27	4.04	4.58	4.29	4.22	4.07	4.09
何のためにどのくらい電気を使っているかに関する関心	3.92	3.86	3.78	3.83	3.82	4.14	4.00	3.91	3.83	4.09	3.94	4.00	3.71	3.94	4.00	3.92
環境問題に対する関心の変化	3.49	3.53	3.55	3.35	3.55	3.36	3.59	3.36	3.39	3.50	3.49	3.67	3.36	3.61	3.71	3.50

導入後の行動の変化については、全体の平均としては減少も増加もしていない（=3）に近い、平均 2.95 であったが、三洋電機・工務店・施工業者の消費者は減少したと回答した消費者が多い（表 67 参照）。他方、太陽光発電装置の発電時間に積極的に家電製品を使うようになったかの実施率はいずれも 10% 以下と低調であった。また、電気機器の利用頻度と時間が変化したかどうかの質問については、増加したと回答した割合が若干多い。特に、三菱電機・専門業者の購入者にはこうした回答割合が多い。

表 80 導入後の行動変化（総電力量：1 大きく減少、5 大きく増加、利用頻度と時間：1 大きく増加、5 大きく減少）

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
メーカー	シャープ	シャープ	シャープ	京セラ	京セラ	京セラ	京セラ	三菱電機	三菱電機	三洋電機	三洋電機	サンテック パワー	長州産業	4大メー カー	パナソニッ ク	全サンプ ル
購入先	住宅会社	工務店・ 施工業者	専門業者	住宅会社	工務店・ 施工業者	メーカー	専門業者	工務店・ 施工業者	専門業者	工務店・ 施工業者	専門業者	家電販売 店	専門業者	家電販売 店	複合	全サンプ ル
サンプル数	90	64	67	40	22	14	32	11	18	22	47	12	14	18	14	557
太陽光発電設備導入前後での総電力消費量変化	3.03	2.83	3.15	2.95	2.64	2.93	2.88	3.09	3.39	2.50	3.21	2.83	3.14	3.17	2.79	2.95
太陽光発電が可能な時間帯の積極利用(洗濯機)	4.4%	3.1%	9.0%	7.5%	9.1%	7.1%	9.4%	9.1%	11.1%	4.5%	8.5%	8.3%	7.1%	0.0%	7.1%	7.5%
太陽光発電が可能な時間帯の積極利用(食器洗浄機)	7.8%	4.7%	6.0%	2.5%	4.5%	0.0%	15.6%	0.0%	5.6%	0.0%	6.4%	0.0%	7.1%	0.0%	0.0%	5.4%
太陽光発電が可能な時間帯の積極利用(エアコン)	10.0%	9.4%	6.0%	2.5%	4.5%	7.1%	0.0%	0.0%	5.6%	9.1%	6.4%	0.0%	0.0%	11.1%	7.1%	5.7%
太陽光発電が可能な時間帯の積極利用(掃除機)	8.9%	6.3%	6.0%	7.5%	9.1%	21.4%	12.5%	9.1%	16.7%	4.5%	4.3%	8.3%	21.4%	5.6%	7.1%	9.2%
電気機器の利用頻度と時間の変化	2.93	2.97	2.87	3.00	2.86	2.71	3.03	2.82	2.56	3.23	3.00	2.92	2.86	3.11	2.93	2.96

4. 結論

本稿では太陽光発電設備導入世帯の導入検討プロセス、導入後の事後評価などについて調査した結果を用いて、製造メーカーと販売先の組み合わせがどのように影響するかについて検討した。特徴的な違いを示したのは、三菱電機、三洋電機、長州産業のパネルを使った設備を専門業者から導入した世帯である。検討プロセスでの時間に対する負担感が大きい一方で、理解度については相対的に低く、結果として満足度が低いとの結果を得た。

本稿での単純な集計情報による比較でも消費者の特徴の概略は把握できるものの、さらに詳細かつ頑健な分析の必要がある。そうした計量分析については今後継続して行っていく予定である。

2.3.3 心理的要因が環境意識・環境行動に与える影響

(1) はじめに

環境や社会的対策の改善と経済的成長の両立を可能とする「持続可能な社会」の構築に、政府、市民、企業が三位一体となった継続的な活動は欠かせない。地球環境問題の深刻化に伴い、とりわけ、企業は環境と経済の両立を決定づける中核的な役割を果たすことが期待されている。現在、企業の技術革新や環境経営の高まりにより、市場には数多くの環境性能に優れた財やサービス、技術が存在する。今後、持続可能な社会システムが形成されるためには、そうした環境性能が高い財やサービス、技術を効率的に普及させる必要がある。これまでこのような財やサービス、技術は、環境対策として政府による補助金政策や減税政策により消費者に購入のインセンティブを与える施策がなされてきた。しかし、これまでの施策が、環境性能に優れた財やサービスを必ずしも適切に消費者へ普及してきたとは限らず、施策に費やした費用に対して環境改善の効果を含めた便益を十分に実現できたとは言えない。

こうした事態は、環境や持続可能な社会の構築のための施策の効果や環境負荷を低減する新たな環境技術や製品に対する消費者の認識する価値を正確に政府や企業が理解しないために発生する。そのため優れた環境技術、製品の普及が遅れ、政府の政策の費用対効果が十分に果たすことができない。

環境経済学分野では、環境の価値を金額で評価する環境評価手法がしばしば用いられる。環境を貨幣評価することの主要な目的は、ある財やサービス、政策などを導入することで生じる環境への影響、つまり外部性を費用便益分析において考慮することにある（柘植ら、2011）。費用便益分析は特定の政策決定を行うための社会的意思決定ルールとして用いることができる。（Sugden 2005; Turner 2007）。本調査では、環境評価手法を用い、さまざまな環境配慮性能に優れた財やサービス、新技術やそれを普及するための政策、さらにスローライフやシンプルライフなどの環境に配慮したライフスタイルなどを評価し、これらの施策に対する費用対効果を分析することで持続可能な社会の構築における消費者の需要を把握する。

本調査ではさらに、消費者の需要や選好を詳細に把握するため、消費者個人がもつ心理的な特徴に焦点をあて、消費者の心理的要因と環境意識や環境行動の関係性を明らかにする。消費行動を引き起こす要因を把握し、消費者選好を理解することで、間接的に企業のさらなる積極的対応を誘導する。本調査によって得られた結果は、企業に新技術開発のインセンティブを高めることや、政策の普及方法の特定を容易にするための情報として示唆する。

環境評価手法を用いて人々の選好を分析した既存研究には、Wiser (2007) の車両への再生可能エネルギー導入における集団と個人の選好比較調査や、倉増ら (2011) の生物多様性と支払意思の関係性を分析したものなどがある。しかし、これらの既存研究は、評価対象を限定しているため、持続可能な社会を実現するためのライフスタイルや、実現可能な環境性能の高い財、サービス、技

術に対する包括的な分析はしていない。また、消費者の需要や選好を把握するための指標として、他者とのかかわり合い方や主観的幸福度など消費者のもつ性格を反映した指標を取り入れているものの、心理的な要因までは踏み込んでいない。そのため消費者がこういった対象にとくにより積極的に受用するか判断ができず、また行動経済学などの発展により注目されている消費者の心理的な動向による購買行動の変化も考慮されていない。以上のことから、これらの既存研究をもとに消費者の心理的要因に着目しながら、持続可能な社会の構築のための施策を分析することで、消費者のもつ持続可能な社会の構築への選好を把握し持続可能な社会の構築へ貢献する。

(2) 分析手法

(2.1) CVM の活用

仮想市場評価法（Contingent valuation method: CVM）は、仮想的な環境政策を提示して、環境変化に対する支払意思額（Willingness to pay: WTP）を人びとに直接尋ねることで環境の価値を評価する手法である（栗山、馬奈木 2008）。CVM を用いる利点としては、評価可能な範囲が広く、レクリエーションや景観などの利用価値から、野生動物や生態系などの非利用価値まで評価できる点が挙げられる。CVM における支払意思額の質問形式には、自由回答方式、付値ゲーム方式、支払カード方式などがあるが、本調査では二段階二肢選択方式を用いた。二段階二肢選択方式は、初回提示額に対して支払いに同意した回答者には二回目により高い金額を、初回提示額に対し支払いを拒否した回答者にはより低い金額を再度提示する手法である。二段階二肢選択方式を用いることにより、統計的な精度を高め WTP の推計をより正確に行うことができる（Hanemann et al. 1991）。

(2.2) 本調査での WTP の活用における留意点

環境を貨幣評価することの主要な目的は、あるプロジェクトや政策を実施することで生じる環境への影響、つまり外部性を費用便益分析において考慮することにある（柘植ら、2011）。本調査において算出される WTP は、持続可能な社会の構築や環境改善のために環境性能に優れた財やサービス、政策、新技術、ライフスタイルなどを需要するかどうかを個人間で費用便益分析した結果である。

一方で、多くの社会心理学分野での先行研究が取り上げているように、ほとんどの個人は一般市民であると同時に、その多くが行政機関や企業などの何らかの組織に属する。このような場合、個人は自らの意識を抑えて、所属する組織の意向に従わなければならない場合も有り得る。CVM などの表明選好法を用いる場合、対象を独立した個人の消費者選好として取り扱うことも、個人が属する社会の問題も考慮する市民選好として取り扱うことも可能である。しかし、組織間の環境意識に関する相互作用については極めて大きな論題となるため、本調査では、政府や企業などの組織的な環境意識とその関連性は割愛し、個人

の環境意識に焦点を絞り分析を行う。

(3) サーベイデザイン

(3.1) アンケート調査の概要

本調査では、「環境にやさしい未来の暮らしに関するアンケート」と題して、環境性能に優れた財やサービス、政策、新技術、ライフスタイルなどに対する消費者選好を把握することを目的としたインターネットによるアンケート調査を行った。本調査は、実施期間を2011年8月4日から9日、対象を日本全国の20歳~69歳の男女としている。本調査の有効回答数は5012である。アンケート調査の概要を表81に示す。アンケートの質問項目は表82の通りである。本調査は、CVM手法を用い、環境配慮性能に優れた政策や新技術、ライフスタイルに対する消費者のWTPを推計することで評価する。

表 81 アンケート調査の概要

調査名称	環境に配慮した未来の暮らしに関するアンケート
調査期間(本調査)	2011年8月5日~9日
調査対象者	日本全国の18~69歳男女 (人口比に応じ、性別・年代別に対象者を抽出)
調査方法	インターネット調査
有効サンプル数(本調査)	5,052

表 82 アンケート質問内容

経済指標	1)年間世帯収入 (Income) 2)世帯資産 (Asset)
社会・人口統計上の指標	3)居住地域 (Area) 4)年齢 (Age) 5)性別 (Sex) 6)家族形態 (Family_Size) 7)子どもの有無 (Children) 8)学歴 (Education) 9)市街化区域内に居住 (Living_In_City)
心理指標	10)革新性 (Liberalism) 11)消費性 (Consumerism) 12)流行関心 (Trend) 13)利他性 (Altruism) 14)熟慮性 (Consideration) 15)時間割引率 (Time_Discount) 16)直接的な利益 (Direct_Benefit) 17)環境関心 (Environment)
支払意思額	18)支払意思額 (WTP_1~10)

さらに、推計した WTP から消費者が支払行動を決定する要因を分析することで、消費者の環境意識と環境行動に影響する要因を特定することを目指す。環境意識とは、一口にいえば、特定の環境に対する人々の考え方、見方、および態度を内面的に網羅する精神活動である（吉岡ら、2009）。この精神活動は、特徴として「常に変化しつつある対象（環境）への主観的判断であるため、価

値観、世界観、人生観に帰属する安定的な意識に比べ、構造が遥かに複雑でかつ変わりやすいという性格」を持っている。このような複雑さを有す環境意識に影響する要因としては、社会的規範、本人の感性、情報保有量などに加えて、個人の性別、年齢、教育状況、経済状況、環境との関わりなどの人口統計学的属性の影響も考慮しなければならない（倉増ら、2011）。よって本調査では、所得、資産といった経済指標や、年齢、居住地域、家族構成、教育状況、環境との関わりなどの社会・人口統計上の指標に加えて、これまで取り上げてこられなかった消費者の心理に関する指標を尋ねた。消費者の主観的な判断に影響を与える心理指標を用いて検証を行うことで、環境意識や環境行動に影響する要因を明らかにする。

(3.2) シナリオ策定

CVM ではアンケートを用いて、ある仮想的な財を購入するためにいくら支払っても構わないかを直接尋ねることで、その財に対する WTP を評価する。本調査における、環境性能に優れた財やサービス、政策、新技術、ライフスタイルなどを用いたシナリオ実施による将来の環境改善の例に当てはめると次のようになる。

まず、アンケート回答者に環境省の中期ロードマップの概要と 2020 年および 2050 年までの温室効果ガス削減目標を情報として伝える。次に、ある財やサービス、政策、新技術、ライフスタイルなどを導入（購入）することにより環境改善が見込まれるという仮想的なシナリオを 10 案提示する。シナリオを提示する際には、シナリオ伝達ミスによるバイアスを防ぐために、シナリオ対象の内容、導入に至る社会的な背景、導入にかかる費用、導入することで見込まれる効果を簡潔に記載し、写真による具体的イメージとともに提示した。シナリオに用いた政策設定は、政府の温室効果ガス削減数値目標の中間期に位置する 2030 年頃の暮らしを想定したもので、環境省の中期ロードマップを参考に作成した（中央環境審議会地球環境部会中長期ロードマップ小委員会、2010）。財やサービス、新技術、ライフスタイルなどは、石田ら（2010）より、既存の環境制約や技術をふまえながら 2030 年頃の暮らしを想定した暮らしの案の中から、実現の可能性が十分に期待できるものを引用しシナリオを作成している。回答者は 2030 年頃の環境制約を考慮し、シナリオに用いた財やサービス、政策、新技術、ライフスタイルなどの導入（購入）の是非を、提示された金額をふまえて判断する。この時回答者が答える金額が、将来の持続可能な社会の構築や環境改善に対する現時点での WTP である（アンケートに用いた実際のシナリオを付録 1 に示す）。

(3.3) 支払意思の設問方式および提示額について

すべてのシナリオに共通し、回答者の支払意思を尋ねる質問を表 83 のように設計する。本調査では、二段階二肢選択法式的設問によって支払意思の受諾・拒否を尋ねている。そのため、二段階二肢選択法式的における回答者の回答は以

下のように解釈をすることができる。

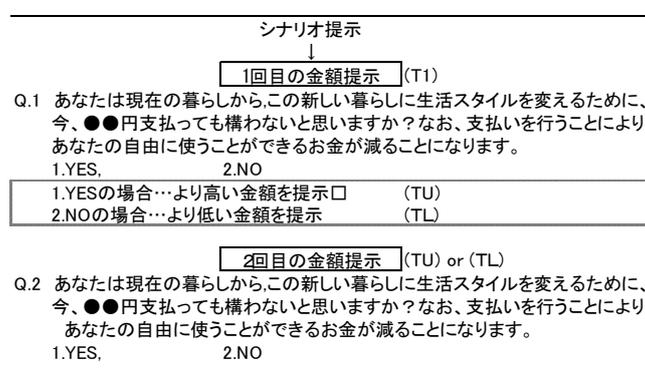
(i) 2つの提示額をともに受諾した場合([Yes/Yes])は、「支払意思額は2回目の高い提示額(TU)以上」

(ii) 1回目の提示額を受諾し、2回目の高い提示額を拒否した場合([Yes/No])は、「支払意思額は1回目の提示額(T1)以上、2回目の高い提示額(TU)未満」

(iii) 1回目の提示額を拒否し、2回目の低い提示額を受諾した場合([No/Yes])は、「支払意思額は1回目の提示額(T1)未満、2回目の低い提示額(TL)以上」

(iv) 2つの提示額をともに拒否した場合([No/No])は、「支払意思額は2回目の低い提示額(TL)未満」

表 83 支払意思を尋ねる質問形式



なお本調査では、初回提示額をシナリオ実施にかかると想定されるコストと事前に実施した予備調査結果をもとに6段階に設定し、回答者にランダムに金額が提示されるよう設定する。シナリオ実施にかかると想定されるコストは、LCAの観点と瀧戸ら(2010)の環境制約を考慮したライフスタイルの評価構造抽出と社会的受容性に関する分析結果をもとに推計したものである。支払い手段は、シナリオ対象の特性を考慮しながら現実性を重視し、税金・直接購入・所得の増減の3パターンを用いた。また、現実の購買行動と同様に代替的支出についても考慮し、シナリオの導入(購入)により、回答者の支出が増え自由に使える金額が減ることを念頭に置いてもらうよう注意を促した。シナリオごとに推計した想定コスト額と、セグメントごとの提示額を表84に示す。

表 84 シナリオ推定コストと提示額の詳細

シナリオNo.	推定コスト	セグメントNo.	T1	TU	TL	シナリオNo.	推定コスト	セグメントNo.	T1	TU	TL
シナリオ1 《コンパクト シティ》	¥1,000 (年額・継続) 地方税	セグメント1	200	500	100	シナリオ2 《量り売りサー ビス・専用エコ バッグ》	¥1,000 (1回のみ) 購入時	セグメント1	200	500	100
		セグメント2	500	1,000	200			セグメント2	500	1,000	200
		セグメント3	1,000	2,000	500			セグメント3	1,000	2,000	500
		セグメント4	2,000	4,000	1,000			セグメント4	2,000	4,000	1,000
		セグメント5	4,000	8,000	2,000			セグメント5	4,000	8,000	2,000
		セグメント6	8,000	10,000	4,000			セグメント6	8,000	10,000	4,000
シナリオ3 《ソーラース テーション》	¥1,000 (年額・継続) 税金	セグメント1	500	1,000	200	シナリオ4 《街の消灯・ 節電》	¥1,000 (年額・継続) 町内会費 またはマン ション管理費	セグメント1	200	500	100
		セグメント2	1,000	2,000	500			セグメント2	500	1,000	200
		セグメント3	2,000	4,000	1,000			セグメント3	1,000	2,000	500
		セグメント4	4,000	8,000	2,000			セグメント4	2,000	4,000	1,000
		セグメント5	8,000	10,000	4,000			セグメント5	4,000	8,000	2,000
		セグメント6	10,000	20,000	5,000			セグメント6	8,000	10,000	4,000
シナリオ5 《地域共用電池》	¥140,000 (20年間分) 購入時	セグメント1	80,000	100,000	40,000	シナリオ6 《シンプル機能 家電》	¥118,059 (1回のみ) 購入時	セグメント1	20,000	50,000	10,000
		セグメント2	100,000	200,000	50,000			セグメント2	40,000	80,000	20,000
		セグメント3	200,000	400,000	100,000			セグメント3	80,000	100,000	40,000
		セグメント4	400,000	800,000	200,000			セグメント4	100,000	120,000	50,000
		セグメント5	800,000	1,000,000	400,000			セグメント5	200,000	400,000	100,000
		セグメント6	1,000,000	2,000,000	500,000			セグメント6	400,000	800,000	200,000
シナリオ7 《ペランダで薬 を育てる暮らし》	¥7,000 (1回のみ) 購入時	セグメント1	2,000	4,000	1,000	シナリオ8 《電気を使わ ない暮らし》	¥253,245 (年額・継続) 年間所得の 減少	セグメント1	2,000	4,000	1,000
		セグメント2	4,000	8,000	2,000			セグメント2	4,000	8,000	2,000
		セグメント3	8,000	10,000	4,000			セグメント3	8,000	10,000	4,000
		セグメント4	10,000	20,000	5,000			セグメント4	10,000	20,000	5,000
		セグメント5	20,000	40,000	10,000			セグメント5	20,000	40,000	10,000
		セグメント6	40,000	80,000	20,000			セグメント6	40,000	80,000	20,000
シナリオ9 《雨天時在宅 勤務》	¥-5,276 (日当) 在宅勤務時 の所得が 増減	セグメント1	4%	8%	2%	シナリオ10 《高齢者経営 託児所》	¥22,500 (月額・継続) 月謝	セグメント1	8,000	10,000	4,000
		セグメント2	2%	4%	0%			セグメント2	10,000	20,000	8,000
		セグメント3	0%	2%	-1%			セグメント3	20,000	40,000	10,000
		セグメント4	-2%	-4%	0%			セグメント4	40,000	80,000	20,000
		セグメント5	-4%	-8%	-2%			セグメント5	80,000	100,000	40,000
		セグメント6	-8%	-16%	-4%			セグメント6	100,000	200,000	50,000

(4) モデル

(4.1) 分析方法

二段階二肢選択方式を分析するモデルには、パラメトリック推定法とノンパラメトリック推定法の二つがある。パラメトリック推定法とは、パラメトリックな分布型を仮定した上でそれに依存したパラメトリックな WTP 分布を推定する方法である。分布型をパラメトリックに規定するという点が制約的だが、要因分析が行えるほか、平均値や中央値が一点に定まるというメリットがある（寺脇、2002）。他方、ノンパラメトリック推定方法では分布型を仮定しないために提示額における生存確率（受諾確率）しか推定することができず、その間の仮定である線形が制約的であるという問題がある。しかしノンパラメトリックな解析は四則計算のみを利用するため計算が容易であるというメリットを持つ（柘植ら、2011）。これらの特徴をふまえ、本調査ではパラメトリック推定法を選択した。

パラメトリック推定法を用いる分析モデルとしては、ランダム効用モデル (Hanemann et al., 1991)、生存分析 (Carson et al., 1992)、支払意思額関数モデル (Cameron and Quiggin, 1994) の 3 種類がある。本調査ではランダム効用モデルを用いている。ランダム効用モデルを使用した理由は、ランダム効用モデルが経済理論で使われる効用関数をベースにしているため、経済理論との整合性が高いという利点があるからである（阿部、2007）。とくに本調査では消費者の効用に焦点をあて、経済理論にもとづく実際の購買行動に近い形で分析を行うこと

を目的としたためランダム効用モデルを採用した。

(4.2) ランダム効用モデルによる WTP の推計

環境水準 $Q^j = (j=1,0)$ を、いま評価対象となっている環境の状態を示す変数であるとする。二肢選択方式の CVM では回答者に提示額 T を示し、支払に同意すれば環境水準 Q^1 が達成され、支払に同意しなければ環境水準は Q^0 となることを意味する。支払いに同意しない場合に実現する Q^0 は、シナリオの導入がされない現状維持の場合に、環境がどのような状態になるかを示している。ランダム効用モデルでは、選択にともなう回答者の間接効用を、確定的な項 V_Y 、 V_N と確率的な項 ε_Y 、 ε_N との和で表す。CVM の質問に対して「Yes」と答えた場合の効用 U_Y 、「No」と答えた場合の効用 U_N は、それぞれ下記のように表される。

$$U_Y = V(Q^1, M - T) + \varepsilon_Y \quad (1)$$

$$U_N = V(Q^0, M) + \varepsilon_N \quad (2)$$

ここで M は所得、 T は「Yes」と答えた場合の負担額 (= 提示額) である。回答者は、質問に対して「Yes」と答えた場合の効用 U_Y が、「No」と答えた場合の効用 U_N を上回るとき、「Yes」と答える。したがって、「Yes」と回答する確率は下記のように表すことができる。

$$\begin{aligned} \Pr[\text{Yes}] &= \Pr[U_Y > U_N] \\ &= \Pr[V(Q^1, M - T) + \varepsilon_Y > V(Q^0, M) + \varepsilon_N] \\ &= \Pr[V(Q^1, M - T) - V(Q^0, M) > \varepsilon_N - \varepsilon_Y] \\ &= \Pr[\varepsilon > -\Delta V] \end{aligned} \quad (3)$$

ただし $\varepsilon = \varepsilon_Y - \varepsilon_N$ 、 $\Delta V = V(Q^1, M - T) - V(Q^0, M)$ である。 ΔV は効用関数と呼ばれる。ここで、 ε_Y および ε_N が第一種極値分布 (Gumbel 分布) に従うと仮定すると ε がロジスティック分布となりロジットモデルが適用できる。ロジットモデルでは、回答者が「はい」と答える確率は以下の通りとなる。

$$\Pr[\text{Yes}] = 1 - \frac{\exp(-\Delta V)}{1 + \exp(-\Delta V)} = \frac{1}{1 + \exp(-\Delta V)} \quad (4)$$

二段階二肢選択法式の場合には最初に提示額 $T1$ を示し、支払いに同意した回答者には、より高い金額 TU を示す。支払いに同意しない回答者には、より低い金額 TL を示す。そのため、回答は YY, YN, NY, NN の 4 種類が得られる。このとき、それぞれの回答が得られる確率は、以下の通りとなる。

$$\Pr[\text{Yes/Yes}] = P_{YY} = 1 - G(TU) \quad (5)$$

$$\Pr[\text{Yes/No}] = P_{YN} = G(TU) - G(T1) \quad (6)$$

$$\Pr[\text{No/Yes}] = P_{NY} = G(T1) - G(TL) \quad (7)$$

$$\Pr[\text{No/ No}] = P_{NN} = G(TL) \quad (8)$$

次に ΔV の特定化を行う。本調査では、回答者の効用関数の差として対数線形関数モデル

$\Delta V = a - b \log T$ を想定している。効用差関数のパラメータ推定には最尤法を用いる。対数尤度関数の値を最大にするようなパラメータ a および b を推定することで支払意思額が得られる。尤度関数は以下の通りである。

$$\ln L = \sum_i \{d_i^{YY} \ln P_{YY} + d_i^{YN} \ln P_{YN} + d_i^{NY} \ln P_{NY} + d_i^{NN} \ln P_{NN}\} \quad (9)$$

d^{YY} は回答者が 2 回とも支払いに同意したときに 1、それ以外の場合は 0 となるダミー変数であり、 d^{YN} 、 d^{NY} 、 d^{NN} もそれぞれ同様のダミー変数である。推定されたパラメータをもとに、支払意思額を求める。支払意思額の代表値としては、中央値と平均値の 2 つが得られる。中央値は $\Pr[\text{Yes}] = 0.5$ となるときの支払意思額の値である。平均値は $\Pr[\text{Yes}]$ の確立分布曲線の下側の面積を、提示額ゼロから最大提示額までの面積を積分範囲として計算した値である。

(4.3) WTP の平均値と中央値の取り扱いについて

CVM を用いて WTP を評価する場合、平均値と中央値の二つの WTP が得られるが、平均値と中央値のどちらを代表値として用いるかについてはさまざまな議論がある。理論的観点からは、Johansson et al. (1989) が主張するように、補償原理に基づいて費用便益分析を行うのであれば、平均値 WTP を採用することが正しく、多数決ルールに基づいて政策を判断するのであれば中央値 WTP を採用すべきである。しかし平均値 WTP は分布関数の影響を受けやすく信頼性が低い上、少数だが極端に高い WTP を持った回答者が存在すると平均値 WTP はその影響を受けて高めの金額になりやすい傾向があることから、Hanemann (1984) は中央値 WTP を採用すべきと主張している。

本調査では、10 案のシナリオから政策や新技術、ライフスタイルなどさまざまな性格をもった対象の WTP を推計するため、中央値・平均値の推計をともにおこなった。また、平均値は最大提示額までを積分した裾切り値を推計している。

(5) WTP 推計

(5.1) 二段階二肢選択法 WTP の回答状況

シナリオごとの各提示額に対する回答状況は表 85 の通りである。すべてのシナリオにおいて既存研究の結果と同様に、提示額が高くなるにつれて「Yes」と回答する確率が低下する結果となった (Wiser.2007; 倉増ら、2011)。

表 85 中にある支払確率とは、支払意思を 2 回尋ねるうちに少なくとも一度「Yes」と回答した人の割合を示したものである。シナリオ 1 のコンパクトシェイプ案や、シナリオ 3 のソーラーステーション建設案、シナリオ 4 の街の消灯・節電対策案に関する支払確率は 70%を越え高い値となっている。また、環境に配慮したライフスタイルに関するシナリオ 9 の雨天時在宅勤務案も 76.9%と回答者の需要が高い。一方、シナリオ 6 のシンプルな機能の家電に移行する案やシナリオ 7 のベランダで薬草を栽培する案など、あえて現代の生活に手間や時間をかける案への支払確率は低い値となった。シナリオ 5 の地域共用電池案の支払確率は 10 案中最も低い値であった。シナリオ 10 の老人経営託児所案の支払確率も低いことから、シナリオを導入（購入）する際にコストが高いと感じられるものへの需要は低くなる傾向が示された。

(5.2) WTP 推計結果

すべてのシナリオにおける WTP の推計結果を表 86 に示す。ただしシナリオ 8 とシナリオ 9 に関しては、他のシナリオとは異なり、所得の減少という支払方法で支払意思額を尋ねている。最大提示額で裾切りを行った平均値 WTP をみると、シナリオ 9 の雨天時在宅勤務案を除くその他のシナリオは想定コスト額よりも高い WTP となっており、費用を便益が上回っている。特にシナリオ 3 のソーラーステーション案の平均値 WTP は非常に高く消費者の需要が大きい。その他のシナリオにおいても推定コストに近い値をとっている。

また前述の通り既存研究により、平均値は少数の極端に高い WTP に影響を受けて高めの金額になりやすい場合があるため (Hanemann, 1984) 本調査では中央値でも推計している。中央値を見ると、シナリオ 5、シナリオ 6、シナリオ 7、シナリオ 9、シナリオ 10 の WTP が想定コストよりも低い額になった。特にシナリオ 9 の雨天時在宅勤務案は、支払確率は非常に高かった反面、WTP 中央値は低い値を示している。これは回答者が雨天時に在宅勤務を行うライフスタイルを求める一方で、実際に購買行動が行う場合に、雨天時に在宅勤務を行うことによって収入が変動するという支払方法を受容しなかったためだと考えられる。中央値での WTP 推計結果は、支払確率とも関連があり、費用が高い場合や、あえて手間や時間をかけるシナリオ、他者との関わりが必要となるシナリオに対する中央値 WTP は低い傾向にある。その他のシナリオに関しては、平均値と同じような値となった。

シナリオ 8 が示す WTP は、年間所得が減少しても構わない価格の平均値および中央値である。シナリオ 8 の WTP は平均値・中央値ともに、推定コストよりも高い額で年間所得の変動を受容しているため、シナリオ 8 に対する人びとの支持は高い。シナリオ 9 は、雨天時に在宅勤務をすることにより、その日の日当が通常に比べて変動しても構わない価格の平均値と中央値である。シナリオ 9 の WTP は、平均値・中央値ともに推定コストに比べ大きくプラスの値をとっており、雨天時の日当が通常よりも高くなる場合はシナリオ 9 案を受容するが、日当が少なくなる場合には受容できないということを示している。

表 85 シナリオごとの回答状況

シナリオ1						シナリオ2					
回答者数	Yes/Yes	Yes/No	No/Yes	No/No		回答者数	Yes/Yes	Yes/No	No/Yes	No/No	
全体	5052	2691	831	363	1167	全体	5052	1671	943	537	1901
全体の割合	100%	53.3%	16.4%	7.2%	23.1%	全体の割合	100%	33.1%	18.7%	10.6%	37.6%
セグメント1	821	545	107	21	148	セグメント1	821	433	140	46	202
セグメント2	834	645	18	40	131	セグメント2	834	366	159	76	233
セグメント3	867	486	163	53	165	セグメント3	867	344	169	83	271
セグメント4	863	371	222	67	203	セグメント4	863	204	209	115	335
セグメント5	816	304	196	77	239	セグメント5	816	148	176	118	374
セグメント6	851	340	125	105	281	セグメント6	851	176	90	99	486
支払確率(あり)YY,YN,NY	76.9%					支払確率(あり)YY,YN,NY	62.4%				
支払確率(なし)NN	23.1%					支払確率(なし)NN	37.6%				
シナリオ3						シナリオ4					
回答者数	Yes/Yes	Yes/No	No/Yes	No/No		回答者数	Yes/Yes	Yes/No	No/Yes	No/No	
全体	5052	2246	1069	440	1297	全体	5052	2270	1141	376	1265
全体の割合	100%	44.5%	21.2%	8.7%	25.7%	全体の割合	100%	44.9%	22.6%	7.4%	25.0%
セグメント1	821	507	137	38	139	セグメント1	821	526	130	23	142
セグメント2	834	508	131	43	152	セグメント2	834	494	167	42	131
セグメント3	867	366	237	63	201	セグメント3	867	413	201	66	187
セグメント4	863	286	247	91	239	セグメント4	863	304	271	49	239
セグメント5	816	324	121	92	279	セグメント5	816	250	233	91	242
セグメント6	851	255	196	113	287	セグメント6	851	283	139	105	324
支払確率(あり)YY,YN,NY	74.4%					支払確率(あり)YY,YN,NY	74.9%				
支払確率(なし)NN	25.7%					支払確率(なし)NN	25.0%				
シナリオ5						シナリオ6					
回答者数	Yes/Yes	Yes/No	No/Yes	No/No		回答者数	Yes/Yes	Yes/No	No/Yes	No/No	
全体	5052	789	753	427	3083	全体	5052	1094	708	683	2567
全体の割合	100%	15.6%	14.9%	8.4%	61.0%	全体の割合	100%	21.7%	14.0%	13.5%	50.8%
セグメント1	821	223	98	62	438	セグメント1	821	257	171	57	336
セグメント2	834	198	140	73	423	セグメント2	834	251	200	64	319
セグメント3	867	125	187	65	490	セグメント3	867	269	117	110	371
セグメント4	863	80	142	87	554	セグメント4	863	235	95	135	398
セグメント5	816	110	81	61	564	セグメント5	816	53	98	201	464
セグメント6	851	53	105	79	614	セグメント6	851	29	27	116	679
支払確率(あり)YY,YN,NY	39.0%					支払確率(あり)YY,YN,NY	42.9%				
支払確率(なし)NN	61.0%					支払確率(なし)NN	50.8%				
シナリオ7						シナリオ8					
回答者数	Yes/Yes	Yes/No	No/Yes	No/No		回答者数	Yes/Yes	Yes/No	No/Yes	No/No	
全体	5052	917	795	498	2842	全体	5052	1266	777	605	2404
全体の割合	100%	18.2%	15.7%	9.8%	56.4%	全体の割合	100%	25.1%	15.4%	12.0%	47.6%
セグメント1	821	227	164	67	363	セグメント1	821	293	128	116	284
セグメント2	834	192	165	76	401	セグメント2	834	330	120	131	253
セグメント3	867	216	79	80	492	セグメント3	867	208	165	93	401
セグメント4	863	131	143	108	481	セグメント4	863	204	87	113	459
セグメント5	816	102	131	82	501	セグメント5	816	149	157	20	490
セグメント6	851	49	113	85	604	セグメント6	851	82	120	132	517
支払確率(あり)YY,YN,NY	43.8%					支払確率(あり)YY,YN,NY	52.5%				
支払確率(なし)NN	56.3%					支払確率(なし)NN	47.6%				
シナリオ9						シナリオ10					
回答者数	Yes/Yes	Yes/No	No/Yes	No/No		回答者数	Yes/Yes	Yes/No	No/Yes	No/No	
全体	5052	2357	1113	412	1170	全体	5052	1002	761	631	2658
全体の割合	100%	46.7%	22.0%	8.2%	23.2%	全体の割合	100%	19.8%	15.1%	12.5%	52.6%
セグメント1	821	452	161	29	179	セグメント1	821	392	89	50	290
セグメント2	834	540	113	67	114	セグメント2	834	322	174	31	307
セグメント3	867	622	121	11	113	セグメント3	867	129	323	91	324
セグメント4	863	352	217	133	161	セグメント4	863	63	109	274	417
セグメント5	816	253	220	87	256	セグメント5	816	59	32	97	628
セグメント6	851	138	281	85	347	セグメント6	851	37	34	88	692
支払確率(あり)YY,YN,NY	76.9%					支払確率(あり)YY,YN,NY	47.4%				
支払確率(なし)NN	23.1%					支払確率(なし)NN	52.6%				

表 86 WTP 推計結果

シナリオNo.	シナリオ1	シナリオ2	シナリオ3	シナリオ4	シナリオ5	シナリオ6	シナリオ7	シナリオ8	シナリオ9	シナリオ10
推定コスト	¥1,000	¥1,000	¥1,000	¥1,000	¥140,000	¥118,059	¥7,000	¥-253,245	¥-5,276	¥22,500
支払回数	(年額・継続)(1回のみ)	年額・継続	年額・継続	年額・継続(20年間分)	(1回のみ)	(1回のみ)	(1回のみ)	(年額・継続)	(日当)	月額・継続
支払方法	地方税	購入時	税金	町内会費	購入時	購入時	購入時	年間所得の減少	雨天時	月謝
WTP平均値	¥5,128	¥3,233	¥8,261	¥4,404	¥326,649	¥133,023	¥12,794	¥-499,895	▲¥39,344	¥32,004
WTP中央値	¥4,186	¥1,279	¥4,806	¥2,774	▲¥68,507	▲¥41,350	▲¥2,879	¥-2,800,000	▲¥7,500	▲¥13,702

(※)WTP平均値は最大提示額で裾切りし推計している。

(5.3) WTP 推計結果を用いた費用便益分析

便益が費用を上回る場合、そのプロジェクト、あるいは政策は潜在的に実施する価値があるものとみなされる。しかし、限られた予算に対して、プロジェクトや政策は多くするため、それらを望ましい順に順序付けすることが必要とされる。ほとんどの場合、順序付けは費用便益分析によって行われ、順位の高いものから予算を使い切るまでプロジェクトが実行に移される（Pearce,1998）。シナリオごとの推定コストと推計された WTP 結果を用いて、費用便益分析を行い、シナリオ実施の優先順位をもとめた。表 87 に示す。

WTP 平均値と WTP 中央値ともに、シナリオ 3、シナリオ 4、シナリオ 1、シナリオ 2 の順で実施の優先順位が高く、シナリオ 6、シナリオ 9 の優先順位が最も低い。こうした結果から優先順位と施策内容の関係を分析すると、消費者の受容が高く優先的に実施していくべき環境財や環境政策、環境に配慮したライフスタイルの特徴として、一度に支払う費用が少額であるもの、既に現在の生活でも普及が進み始めているもの、あるいは使用状況が容易に想像しやすいもの、環境政策など国や自治体などが主導するなどプロジェクト制が感じられるもの、インフラ整備など環境保全の対策範囲と効果が大きいものなどがある。一方、優先順位の低いシナリオの特徴としては、一度に支払う費用が高額であるもの、個人や家庭のみの取り組みであるもの、現在の生活に比べ手間や時間がかかるもの、個々の手間が増える上に現在と同等の費用がかかるものなどがあげられる。

表 87 推計した WTP の費用便益分析結果

シナリオNo.	シナリオ1	シナリオ2	シナリオ3	シナリオ4	シナリオ5	シナリオ6	シナリオ7	シナリオ8	シナリオ9	シナリオ10
推定コスト	¥1,000	¥1,000	¥1,000	¥1,000	¥140,000	¥118,059	¥7,000	¥-253,245	¥-5,276	¥22,500
WTP平均値/設定金額	256.4%	323.3%	826.1%	440.4%	233.3%	112.7%	182.8%	197.4%	-745.7%	142.2%
WTP中央値/設定金額	209.3%	127.9%	480.6%	277.4%	▲48.9%	▲35.0%	▲41.1%	110.6%	-142.2%	▲60.9%
WTP平均値の優先順位	4	3	1	2	5	9	7	6	10	8
WTP中央値の優先順位	3	4	1	2	7	9	8	5	10	6

(6) 心理的要因が支払意思に与える影響

(6.1) 支払確率の要因分析

次に支払確率に影響を与える要因について分析を行った。構造が複雑で変化しやすい環境意識に影響する要因としては、社会的な条件に加え、人口統計上の条件、経済的な条件などを考慮に入れる必要がある。したがって本調査では、先行研究を参考にしながら、経済的要因、社会・人口統計上の要因、さらに消費者の主観的な判断に影響を与える心理的要因を用いて検証を行う。

(6.2) 統計手法・モデル

本調査で用いる手法は、対数線形ロジットモデルである。本調査では、心理的要因が支払意思の決定に与える影響について分析を行う。そのため、従来の先行研究によく見られる経済的要因、社会・人口統計上の要因のみを変数とした分析と、心理的要因を変数として新たに加えた分析の二つの結果を用い比較

を行う。それぞれに用いるモデルは以下の通りである。なお、モデルは Wiser (2007) と倉増ら、(2011) を参考としている。

経済的要因、社会・人口統計上の要因のみを変数とした分析には、経済的要因として、年間世帯収入(*Income*)、世帯資産(*Asset*)、社会・人口統計上の要因として、居住地域(六地方区分)(*Area*)、年齢(*Age*)、性別(*Sex*)、家族形態(*Family_Size*)、子どもの有無(*Children*)、学歴(*Education*)、市街化区域内に居住(*Living_In_City*)を変数として用いた。

$$WTP_i = \alpha + \beta_1 Bid_i + \beta_2 Income_i + \beta_3 Asset_i + \beta_4 Area_i + \beta_5 Age_i + \beta_6 Sex_i + \beta_7 Family_Size_i + \beta_8 Children_i + \beta_9 Education_i + \beta_{10} Living_In_City_i + \varepsilon_i \quad (10)$$

モデル 2 では、経済的要因の変数、社会・人口統計上の要因の変数とともに、心理的要因として、革新性(*Liberalism*)、消費性(*Consumerism*)、流行関心(*Trend*)、利他性(*Altruism*)、熟慮志向(*Consideration*)、時間割引率(*Time_Discount*)を変数として用いた。また、本調査では、心理変数をコントロールするため、支払うことで得られる回答者の直接的な利益 (*Direct_Benefit*) を除く変数と環境関心 (*Environment*) に関する変数を加えている。

$$WTP_i = \alpha + \beta_1 Bid_i + \beta_2 Income_i + \beta_3 Asset_i + \beta_4 Area_i + \beta_5 Age_i + \beta_6 Sex_i + \beta_7 Family_Size_i + \beta_8 Children_i + \beta_9 Education_i + \beta_{10} Living_In_City_i + \beta_{11} Liberalism_i + \beta_{12} Consumerism_i + \beta_{13} Trend_i + \beta_{14} Altruism_i + \beta_{15} Consideration_i + \beta_{16} Time_Discount_i + \beta_{17} Direct_Benefit_i + \beta_{18} Environment_i + \varepsilon_i \quad (11)$$

(10)式(11)式において、WTP は支払確率であり、*i*はアンケート対象の個人、 α は定数項、*Bid*は支払提示額を表す。また、 ε_i はその他観察できない要因を表す誤差項である。

(6.3) 分析結果

支払意思の決定に影響を与える要因分析の結果を表 89 と表 91 に示す。表 89 は、従来 of 先行研究によく見られる経済的要因、社会・人口統計上の要因のみを変数とした分析の結果である。すべてのシナリオを通じて統計的に有意であったのは、支払提示額である。支払提示額が有意に負であることから、提示額が高まるほど支払確率は低下する。これは、WTP を推計した際にも同じ傾向がみられ、既存研究と同様の傾向が示された (Wiser 2007; 倉増ら、2011)。なお、支払方法の異なるシナリオ 8 とシナリオ 9 に関しては、所得が少なくなることに関する是非を尋ねたため符号は有意に正であるが、示している結果はその他のシナリオと同様である。

複数のシナリオで一貫した傾向を示した変数は、年間世帯収入、年齢、性別、学歴であった。推計結果の符号は統計的に有意に正である。つまり、世帯収入が高い人ほど、年齢が高い人ほど、女性であるほど、学歴が高いほど支払確率

は増加するという結果が示された。世帯資産、子どもの有無、市街化区域内に居住は、WTP と有意な関係性が示されたシナリオは少ないが、いくつかのシナリオでは有意な関係性が示されている。推計結果の符号はすべて有意に正であり、世帯資産が多いほど、子どもがいるほど、また市街地で生活している人ほど、支払確率が増加する。特に世帯資産の変数が有意に正であったシナリオはシナリオ 5、シナリオ 6、シナリオ 9、シナリオ 10 であり、一回に支払う費用が高額な案や、既存の設備の代替として機能の少ない商品を購入するような案、自宅で導入する案に対して世帯資産の多い人ほど需要することが示された。なお、家族形態はすべてのシナリオを通して有意な関係性を示さなかった。

表 88 属性変数の記述統計 (モデル 1)

変数名	定義	平均	標準偏差	最大値	最小値	標本
提示額						5052
回答者の経済的屬性						
年間世帯収入	順序変数。年間世帯年収200万円未満～2000万以上まで9点尺度	4.470	1.908	9	1	4435
世帯資産	順序変数。世帯総資産0円～4000万以上まで11点尺度	5.526	2.860	11	1	4211
回答者の一般的屬性						
居住地域:北海道・東北地方	2値変数。北海道・東北地方=1,それ以外=0	0.114	0.318	1	0	5052
居住地域:関東地方	2値変数。関東地方=1,それ以外=0	0.329	0.470	1	0	5052
居住地域:中部地方	2値変数。中部地方=1,それ以外=0	0.176	0.381	1	0	5052
居住地域:近畿地方	2値変数。近畿地方=1,それ以外=0	0.183	0.386	1	0	5052
居住地域:中国・四国地方	2値変数。中国・四国地方=1,それ以外=0	0.095	0.294	1	0	5052
居住地域:九州・沖縄地方	2値変数。九州・沖縄地方=1,それ以外=0	0.102	0.303	1	0	5052
年齢	量的変数。20歳から69歳	45.213	13.725	69	20	5052
性別	2値変数。女性=1,男性=0	0.492	0.500	1	0	5052
家族形態	2値変数。単身世帯=1,それ以外=0	0.152	0.359	1	0	5052
学歴	2値変数。大卒以上=1,それ以外=0	0.590	0.492	1	0	5052
子どもの有無	2値変数。子どもがいる=1,いない=0	0.581	0.493	1	0	5052
市街化区域内に居住	2値変数。市街化区域内=1,市街化区域外=0	0.530	0.499	1	0	5052

表 89 WTP の要因分析 推計結果 (モデル 1)

変数	シナリオ1 コンパクトシティ		シナリオ2 リ売りサービス・専用エコバス		シナリオ3 ソーラーステーション		シナリオ4 街の消灯・節電対策		シナリオ5 地域共用電池	
	係数	p値	係数	p値	係数	p値	係数	p値	係数	p値
提示額	-1.91E-05 ***	0.00	-3.85E-05 ***	0.00	-1.69E-05 ***	0.00	-2.4E-05 ***	0.00	-2.36E-05 ***	0.00
年間世帯収入	0.012 **	0.00	0.013 ***	0.01	0.012 ***	0.01	0.009 **	0.03	0.0138 ***	0.00
世帯資産	0.004	0.16	0.002	0.62	0.003	0.27	0.002	0.50	0.0117 ***	0.00
北海道・東北地方	-0.030	0.27	-0.006	0.85	0.021	0.48	-0.055 *	0.06	-0.0527	0.10
関東地方	-0.023	0.34	-0.062 **	0.02	-0.023	0.34	-0.035	0.16	-0.0059	0.83
中部地方	-0.030	0.24	0.002	0.94	-0.015	0.57	-0.046 *	0.09	-0.0324	0.27
近畿地方	-0.042 *	0.09	-0.050 *	0.08	-0.036	0.17	-0.088 ***	0.00	-0.0362	0.21
中国・四国地方	-0.046	0.11	-0.025	0.17	-0.050 *	0.09	-0.067 **	0.03	-0.0376	0.27
九州・沖縄地方	1.000		1.000		1.000		1.000		1.0000	
年齢	0.002 ***	0.00	0.001 **	0.03	0.001	0.16	0.000	0.69	0.0026 ***	0.00
性別	0.062 ***	0.00	0.051 ***	0.00	0.058 ***	0.00	0.077 ***	0.00	-0.0096	0.54
家族形態	-0.009	0.64	-0.025	0.26	0.011	0.58	-0.030	0.13	-0.0065	0.78
子どもの有無	0.012	0.46	0.005	0.77	0.052 ***	0.00	0.029 *	0.08	-0.0236	0.22
学歴	0.042 **	0.00	0.029 *	0.06	0.048 ***	0.00	0.037 ***	0.01	0.0248	0.13
市街化区域内に居住	0.035 **	0.01	0.032 **	0.04	0.004	0.77	-0.013	0.33	-0.0054	0.73
変数	シナリオ6 シンプル機能家電		シナリオ7 ベランダで薬草を育てる暮らし		シナリオ8 電気使わない暮らし		シナリオ9 雨天時在宅勤務		シナリオ10 高齢者経営託児所	
	係数	p値	係数	p値	係数	p値	係数	p値	係数	p値
提示額	-1.06E-06 ***	0.00	-6.60E-06 ***	0.00	0.0138 ***	0.00	0.0185 ***	0.00	-0.005 ***	0.00
年間世帯収入	0.005	0.28	0.015 ***	0.00	0.0050	0.31	-0.0090 **	0.03	0.009 **	0.04
世帯資産	0.012 ***	0.00	-0.001	0.80	0.0022	0.51	0.0084 ***	0.00	0.006 **	0.04
北海道・東北地方	-0.013	0.68	0.027	0.40	0.0275	0.40	0.0578 **	0.05	-0.019	0.54
関東地方	-0.044 *	0.10	-0.019	0.48	-0.0308	0.26	0.0163	0.49	0.006	0.82
中部地方	-0.060 **	0.04	0.008	0.80	-0.0027	0.93	-0.0267	0.29	-0.007	0.79
近畿地方	-0.081 ***	0.01	-0.008	0.80	-0.0383	0.20	-0.0491 **	0.05	-0.042	0.14
中国・四国地方	-0.004	0.91	-0.035	0.31	-0.0204	0.55	-0.0087	0.76	0.016	0.61
九州・沖縄地方	1.000		1.000		1.0000		1.0000		1.000	
年齢	0.003 ***	0.00	0.001	0.15	0.0055 ***	0.00	0.0015 ***	0.01	0.001	0.13
性別	0.026 *	0.09	0.022	0.15	0.0411 ***	0.01	0.0559 ***	0.00	0.043 ***	0.00
家族形態	-0.001	0.96	-0.033	0.16	-0.0200	0.39	-0.0164	0.41	0.009	0.68
子どもの有無	-0.028	0.14	-0.019	0.33	-0.0259	0.18	-0.0099	0.55	0.027	0.14
学歴	0.035 **	0.03	0.042 ***	0.01	0.0082	0.62	0.0252 *	0.07	0.057 ***	0.00
市街化区域内に居住	-0.006	0.69	0.010	0.51	0.0234	0.14	0.0081	0.54	0.003	0.84

注:***,**,*,*はそれぞれ10%,5%,1%有意水準を示す。

それぞれのシナリオと居住地域を観察すると、シナリオ4の街の消灯・節電案は、関東地方を除く多くの地域が有意に負であった。さらに、北海道・東北地方ではシナリオ7の電気を使わない暮らし案、シナリオ9の雨天時在宅勤務案に対して有意に正であり、他の地域とは異なる結果が示された。この要因の一部として推測されるのは、東日本大震災を起因とした電力需要の問題である。シナリオ4のように、税金を払い街の節電を行うことには他の地域と同様に抵抗があるが、電気を極力使わないライフスタイルに移行すること、雨天時に在宅勤務を行うライフスタイルに関する支払意思は他の地域に比べて高く、省資源・省エネルギー・低炭素型のライフスタイルへの需要が高い可能性がある。

表 90 属性変数の記述統計（モデル2）

変数名	定義	平均	標準偏差	最大値	最小値	標本
提示額						5052
回答者の経済的屬性						
年間世帯収入	順序変数 年間世帯年収200万円未満～2000万以上まで9点尺度	4.470	1.908	9	1	4435
世帯資産	順序変数 世帯総資産0円～4000万以上まで11点尺度	5.526	2.860	11	1	4211
回答者の一般的屬性						
居住地域：北海道・東北地方	2値変数 北海道・東北地方=1,それ以外=0	0.114	0.318	1	0	5052
居住地域：関東地方	2値変数 関東地方=1,それ以外=0	0.329	0.470	1	0	5052
居住地域：中部地方	2値変数 中部地方=1,それ以外=0	0.176	0.381	1	0	5052
居住地域：近畿地方	2値変数 近畿地方=1,それ以外=0	0.183	0.386	1	0	5052
居住地域：中国・四国地方	2値変数 中国・四国地方=1,それ以外=0	0.095	0.294	1	0	5052
居住地域：九州・沖縄地方	2値変数 九州・沖縄地方=1,それ以外=0	0.102	0.303	1	0	5052
年齢	量的変数 20歳から69歳	45.213	13.725	69	20	5052
性別	2値変数 女性=1, 男性=0	0.492	0.500	1	0	5052
家族形態	2値変数 単身世帯=1, それ以外=0	0.152	0.359	1	0	5052
学歴	2値変数 大卒以上=1, それ以外=0	0.590	0.492	1	0	5052
子どもの有無	2値変数 子どもがいる=1, いない=0	0.581	0.493	1	0	5052
市街化区域内に居住	2値変数 市街化区域内=1, 市街化区域外=0	0.530	0.499	1	0	5052
回答者の心理的屬性						
革新性	順序変数 社会には変化するべきことが多いが、変化は少しずつ徐々に気長にやるべきだ という問いに関して「全くそう思う」=1「全くそう思わない」=4の4点尺度	2.774	0.608	4	1	5052
消費性	順序変数 無理をして貯蓄するよりも、生活を豊かにするために消費生活にお金をまわしたほうがよいという問いに関して「全くそう思わない」=1「全くそう思う」=4の4点尺度	2.420	0.672	4	1	5052
流行関心	順序変数 流行に関しての雑誌記事や話に関心があるという問いに関して「全くそう思わない」=1「全くそう思う」=4の4点尺度	2.200	0.825	4	1	5052
利他性	順序変数 何かをしようにする時、それをする人たちがどう思うかを考えるかという問い に対して「全く考えない」=1「非常に考える」=4の4点尺度	2.451	0.748	4	1	5052
熟慮志向	順序変数 何事もよく考えてから行動するという問いに対して「全く考えない」=1「非常に 考える」=4の4点尺度	2.991	0.650	4	1	5052
時間割引率	順序変数 地球温暖化ガス排出量の削減に関し、将来世代のために今個人的に金銭 的負担をとした場合所得の何%まで支払うことができるかという問いに対して「支 払はない」=1「0~1%」=2「1~3%」=3「4%以上」=4の4点尺度	2.639	1.135	4	1	5038
直接的な利益	2値変数 直接的な利益があるとき環境配慮商品を購入=1, それ以外=0	0.707	0.455	1	0	5052
環境関心	2値変数 環境問題に関心がある=1, それ以外=0	0.821	0.384	1	0	5052

表 91 は、経済的要因、社会・人口統計上の要因に心理的要因を加えた分析結果である。すべてのシナリオを通じ統計的に有意であった変数は、支払提示額、時間割引率、直接的な利益、環境関心であった。支払い提示額はシナリオ8、シナリオ9が有意に正、その他のシナリオの推定結果は有意に負の関係性があり、表76の分析結果と同様である。支払提示額を除くその他の変数の推定結果は有意に正を示し、時間割引率が低く将来世代の環境への投資額が高い人ほど、個人の直接的な利益が高まるほど、環境関心が高い人ほど支払確率は増加する。

複数のシナリオで一貫した傾向を示した変数は年間世帯収入、学歴、消費性、利他性、熟慮性であった。推計結果の符号は統計的に有意に正である。年間世帯収入と学歴に関しては表89と同様であるが、さらに消費性の高い人ほど、利他性の高い人ほど、熟慮性の高い人ほど支払確率が増加するということが示された。世帯総資産、年齢、性別、家族形態、市街化区域内に居住、革新性はWTPと有意な関係性が示されたシナリオは少ないが、いくつかのシナリオでは

有意な関係性が示されている。推計結果の符号は家族形態を除き有意に正であり、世帯資産が多いほど、年齢が高いほど、女性であるほど、市街地で生活している人ほど、支払確率が増加する。表 89 の結果では有意な関係性が示されなかった家族形態は、表 91 では有意に負の関係性を示している。そのため単身で生活している人ほど支払確率が減少し、家族とともに生活をしている人ほど支払確率が増加する傾向がある。子どもの有無と流行関心に関しては、統計的に有意になったシナリオもいくつかあるが、シナリオの性格により符号がそれぞれ異なっている。

表 91 WTP の要因分析 推計結果 (モデル 2)

変数	シナリオ1 コンパクトシティ		シナリオ2 量り売りサービス・専用エコバッグ		シナリオ3 ソーラーステーション		シナリオ4 街の消灯・節電対策		シナリオ5 地域共用電池	
	係数	p値	係数	p値	係数	p値	係数	p値	係数	p値
提示額	-2.00E-05 ***	0.00	-3.90E-05 ***	0.00	-1.80E-05 ***	0.00	-2.40E-05 ***	0.00	-2.33E-07 ***	0.00
年間世帯収入	0.008 **	0.03	0.006	0.17	0.007 *	0.09	0.005	0.20	0.009 *	0.07
世帯資産	-0.001	0.68	-0.003	0.27	-0.003	0.31	-0.004	0.14	0.008 **	0.02
北海道・東北地方	-0.031	0.23	-0.012	0.70	0.019	0.49	-0.056 **	0.04	-0.056 *	0.07
関東地方	-0.020	0.36	-0.066 ***	0.01	-0.023	0.31	-0.032	0.16	-0.007	0.78
中部地方	-0.021	0.39	0.006	0.83	-0.007	0.78	-0.037	0.13	-0.026	0.36
近畿地方	-0.014	0.55	-0.026	0.35	-0.004	0.86	-0.058 **	0.02	-0.012	0.67
中国・四国地方	0.849	0.37	0.878	0.42	0.842	0.33	0.750	0.12	0.924	0.60
九州・沖縄地方	1.000		1.000		1.000		1.000		1.000	
年齢	0.001 **	0.02	0.001	0.24	0.000	0.93	-0.001	0.17	0.001 *	0.06
性別	0.031 **	0.02	0.002	0.89	0.007	0.62	0.039 ***	0.00	-0.033 ***	0.04
家族形態	-0.025	0.16	-0.043 **	0.05	-0.007	0.71	-0.047 ***	0.01	-0.023	0.32
子どもの有無	-0.004	0.81	-0.011	0.55	0.033 **	0.03	0.010	0.54	-0.039 **	0.04
学歴	0.036 ***	0.01	0.024	0.11	0.043 ***	0.00	0.031 **	0.02	0.022	0.17
市街化区域内に居住	0.035 ***	0.00	0.029 **	0.05	0.003	0.81	-0.011	0.39	-0.007	0.66
革新性	0.018 *	0.06	0.015	0.19	0.016	0.12	0.016	0.11	-0.003	0.79
消費性	0.015 *	0.10	0.022 **	0.04	0.007	0.47	0.014	0.12	0.021 *	0.06
流行関心	-0.012	0.12	0.021 **	0.02	0.014 *	0.08	-0.007	0.39	-0.015	0.12
利他性	0.026 ***	0.00	0.023 **	0.02	0.019 **	0.03	0.018 **	0.04	0.026 ***	0.01
熟慮性	0.027 ***	0.00	0.015	0.16	0.020 **	0.03	0.023 **	0.02	0.015	0.18
時間割引率	0.079 ***	0.00	0.089 ***	0.00	0.085 ***	0.00	0.092 ***	0.00	0.075 ***	0.00
直接的な利益	0.061 ***	0.00	0.112 ***	0.00	0.112 ***	0.00	0.072 ***	0.00	0.082 ***	0.00
環境関心	0.102 ***	0.00	0.074 ***	0.00	0.101 ***	0.00	0.098 ***	0.00	0.134 ***	0.00
	シナリオ6 シンプル機能家電		シナリオ7 ベランダで薬草を育てる暮らし		シナリオ8 電気使わない暮らし		シナリオ9 雨天時在宅勤務		シナリオ10 高齢者経営託児所	
提示額	-1.07E-06 ***	0.00	-6.68E-06 ***	0.00	0.014 ***	0.00	0.019 ***	0.00	-5.12E-06 ***	0.00
年間世帯収入	0.001	0.77	0.010 **	0.03	0.002	0.75	-0.011 ***	0.01	0.006	0.18
世帯資産	0.009 ***	0.01	-0.005	0.11	-0.002	0.50	0.005 *	0.05	0.003	0.40
北海道・東北地方	-0.014	0.66	0.028	0.38	0.026	0.41	0.059 **	0.04	-0.020	0.51
関東地方	-0.042	0.11	-0.019	0.48	-0.030	0.26	0.018	0.43	0.006	0.81
中部地方	-0.052 *	0.07	0.013	0.65	0.005	0.85	-0.019	0.44	-0.005	0.86
近畿地方	-0.054 *	0.06	0.017	0.55	-0.010	0.74	-0.028	0.25	-0.021	0.45
中国・四国地方	1.061	0.70	0.939	0.68	0.994	0.97	1.052	0.77	1.159	0.35
九州・沖縄地方	1.000		1.000		1.000		1.000		1.000	
年齢	0.001 **	0.05	0.000	0.79	0.004 ***	0.00	0.001	0.19	0.000	0.81
性別	0.009	0.56	-0.018	0.25	0.012	0.44	0.035 ***	0.01	0.019	0.21
家族形態	-0.016	0.48	-0.054 **	0.02	-0.034	0.14	-0.023	0.23	-0.006	0.79
子どもの有無	-0.041 **	0.03	-0.038 **	0.05	-0.039 **	0.04	-0.015	0.36	0.009	0.61
学歴	0.033 **	0.04	0.037 **	0.02	0.006	0.70	0.022	0.10	0.052 ***	0.00
市街化区域内に居住	-0.008	0.61	0.006	0.71	0.026	0.09	0.010	0.47	0.001	0.92
革新性	0.010	0.39	0.029 **	0.02	0.025 **	0.04	0.007	0.52	0.038 ***	0.00
消費性	0.029 ***	0.01	0.000	0.98	0.013	0.25	0.017 *	0.07	-0.004	0.68
流行関心	-0.025 ***	0.01	0.017 *	0.09	-0.023 **	0.02	-0.009	0.26	-0.005	0.60
利他性	0.032 ***	0.00	0.030 ***	0.00	0.004	0.67	-0.003	0.72	0.033 ***	0.00
熟慮性	0.020 *	0.08	-0.006	0.59	0.017	0.13	0.040 ***	0.00	-0.002	0.86
時間割引率	0.063 ***	0.00	0.070 ***	0.00	0.075 ***	0.00	0.050 ***	0.00	0.060 ***	0.00
直接的な利益	0.054 ***	0.00	0.090 ***	0.00	0.097 ***	0.00	0.059 ***	0.00	0.048 ***	0.00
環境関心	0.115 ***	0.00	0.131 ***	0.00	0.102 ***	0.00	0.069 ***	0.00	0.111 ***	0.00

注:***,**,*はそれぞれ10%,5%,1%有意水準を示す。

(6.4) 考察

2つのモデルの分析結果を比較する。モデル1の分析結果では有意な関係性を示していた年間世帯所得、年齢、性別、学歴といった変数の有意性が、モデル2の分析結果では、それほど有意な関係性を示さなくなっている。この結果は、心理的な変数をモデルに加えそれぞれをコントロールすることで、既存研究で用いられてきた所得や年齢、性別、学歴などの変数とは別に、人びとの心理的な状況や性格が支払意思や支払行動に大きく影響していることを示す。こ

れは、既存研究の結果で多く用いられてきた経済的要因と社会・人口統計上の要因に関する変数のみが人びとの支払意思や支払行動に影響を与えているとは必ずしも言いきれないということを示唆する。さらに、心理的な変数を加えた表 11 を詳しく考察すると、実際の家族形態や子供の有無に関わらず、時間割引率と支払行動の結びつきが強いということが示された。シナリオの特性により、流行への関心や子どもの有無など、いくつかの変数は有意性を示すが、それぞれ符号が異なるため、プロジェクトを実際に実施する場合には、プロジェクトごとの特性を考慮し、人々の心理的な要因やその他の経済的要因、社会・人口統計上の要因から消費者の真の需要を理解することが重要となる。

(7) まとめ

本調査の目的は、持続可能な社会の構築のために、市場に多く存在する環境配慮性能に優れた政策や、新技術、ライフスタイルに関する消費者の需要を理解すること、消費者の心理的要因と環境意識や環境行動の関係性を明らかにすることの2つであった。CVMを用い消費者の支払意思や支払意思額を分析することにより得られた結論は以下である。

(7.1) WTP の推計結果のまとめ

10種のシナリオより消費者のWTPを推計した結果、ほとんどのシナリオにおいて便益が費用を上回る高いWTPが推計された。WTP平均値とWTP中央値がともに高い金額となったのは、シナリオ3、シナリオ4、シナリオ1、シナリオ2であった。費用便益分析の結果、記載の順で実施の優先順位が高く、シナリオ6、シナリオ9の優先順位が最も低い。WTPの推計結果から、消費者の環境対策における支払意思や支払意思額は、ほとんどのシナリオにおいて高く、消費者の環境意識や環境保全に対する需要が非常に高いということが理解できる。しかし提示したシナリオのすべてが、支払行動に移行するとは限らないことが示された。消費者のWTPが高く需要の多いシナリオの特徴には、一度に支払う費用が少額であるもの、既に現在の生活でも普及が進み始めているもの、あるいは使用状況が容易に想像しやすいもの、環境政策など国や自治体などが主導するなどプロジェクト制が感じられるもの、インフラ整備など環境保全の対策範囲と効果が大きいものなどがある。一方、消費者のWTPが低く需要の少ないシナリオの特徴には、一度に支払う費用が高額であるもの、個人や家庭のみの取り組みであるもの、現在の生活に比べ手間や時間がかかるもの、個々の手間が増える上に現在と同等の費用がかかるものなどがあつた。

これらの結果、消費者が自らの収入の中から環境配慮を目的とした購買行動を行う場合、対象と効果が大きく、かつ既存の技術性能や利便性を損なわないという特徴を持つ施策に対する需要が高く、費用便益の観点からも実行の優先順位が高くなるということが示唆される。スローライフやシンプルライフなどのように一定の不便さに魅力を見出すようなシナリオは、便益が費用を上回ることは確認されたが他のシナリオに比べると需要や実行の優先順位が低くなる

ことが示された。

(7.2) 心理的影響が支払意思に与える影響のまとめ

経済的要因、社会・人口統計上の要因、心理的要因をコントロールした上で、消費者の潜在的な心理状況と支払意思および支払行動の関係性の分析を行った。分析結果により、シナリオの特性ごとに有意な関係性を示す心理的な変数の種類、及び各変数と WTP との関係性は異なるが、さまざまな心理的な要因が統計的に有意な関係性を示すことが確認された。これは、シナリオを実施することで得られる消費者の利益や環境関心をコントロールした上での結果であることから、環境に配慮したシナリオ施策を導入（購入）するという、消費者の環境意識や環境行動に心理的な要因が大きく関わるという結果が得られたことになる。WTP の推計により実行の優先順位の低かったシナリオに関しても、それぞれ有意な関係性が示された心理変数を情報として利用することで、消費者の需要を理解し、それに応えるための案の見直しや普及のための宣伝やメッセージを工夫することができる。

心理的要因を含めたモデル 2 の分析結果において、すべてのシナリオを通じ統計的に有意に正であった変数は時間割引率であった。実際の家族形態や子供の有無に関わらず、時間割引率が低く将来世代の環境のために投資を行いたいと思う人ほど支払確率が高くなることが示された。このことから、消費者の環境保全行動に対する対象時点は、現時点ではなく将来を見据えたものである。また、保全対象は将来世代であるが、必ずしも自らの家族や子供に限らないという新たな示唆が見出された。

これらの結果から、本調査で得られた情報は、政府や企業および消費者相互間において有益な情報となり、環境と経済の両立を目指す上でおおいに役立つ可能性がある。Kotler(1969)や Doug et al., (2011) により、経済分野にとどまらず社会分野でもマーケティング活動を応用するソーシャルマーケティングという手法が注目されているが、本研究の結果、消費者の心理的側面から真の需要を分析し、持続可能性を考慮した質の高い政策や財やサービス、ライフスタイルなどを提供することが可能である可能性が示された。

参考文献

- Angeliki N. Menegaki., 2012, A social marketing mix for renewable energy in Europe based on consumer stated preference surveys, *Renewable Energy*, 39, 30-39.
- Cameron, T. A. and Quiggin. J., 1994, Estimation using contingent valuation data from a "dichotomous choice with follow-up" questionnaire, *Journal of Environmental Economics and Management*, 27, 218-234.
- Carson, R. T., and Mitchell, R. C., Hanemann, W. M., Kopp, R. J., Presser, S., Ruud. P. A., 1992, A Contingent Valuation Study of Lost Passive Use Values Result in from the Exxon Valdez Oil Spill, Report to the Attorney General of the State of Alaska, Natural Resource Damage Assessment, Inc.

- Doug McKenzie-Mohr., Nancy R. Lee., P.Wesley Schultz., Philip Kotler. 2011, *Social Marketing to Protect the Environment: What Works*, SAGE Publications, Lnc.
- Johansson, P. O., Kristrom, B., Maler, K. G., 1989, *Welfare Evaluations in Contingent Valuation Experiments with Discrete Response Date: Comment,* American Journal of Agricultural Economics, 71, 1054-1056.
- Hanemann, W. M., 1984, *Welfare Evaluations in Contingent Valuation Experiments with Discrete Responses* American Journal of Agricultural Economics, 66, 332-341.
- Hanemann, W. M., 1991, *Willingness to pay and willingness to accept – How much can they differ,* American Economic Review, 81, 635-647.
- Hanemann, W. M., Loomis, J., Kanninen, B., 1991, *Statistical Efficiency of Double-Bounded Dichotomous Choice Contingent Valuation.* American Journal of Agricultural Economics, 73, 1255-1263.
- Hui Li., Hank C., Jenkins-Smith., Carol L. Silva., Robert P. Berrens., Kerry G. Herron., 2009, *Public support for reducing US reliance on fossil fuels: Investigating household willingness-to-pay for energy research and development,* Ecological Economics, 68, 731-742.
- Kotler Philip., Sidney J. Levy. 1969, *Broading the Concept of Marketing,* Journal of Marketing, 33: 10-15.
- Marcello Basili., Massimo Di Matteo., Silvia Ferrini, 2006, *Analysing demand for environmental quality: A willingness to pay/accept study in the province of Siena (Italy),* Waste Management, 26, 209-219.
- Pearce, D. 1998, *Cost-benefit analysis and environmental policy,* Oxford Review of Economic Policy, 14, 84-100.
- Sugden, R. 2005, *Coping with preference anomalies in cost-benefit analysis: A market simulation approach,* Environmental and Resource Economics, 32, 129-160.
- Turner, R. K., 2007, *Limits to CBA in UK and European environmental policy: retrospects and future prospects,* Environmental and Resource Economics, 37, 253-269.
- Wiser, R. H., 2007, *Using Contingent Valuation to Explore Willingness to Pay for Renewable Energy: A Comparison of Collective and Voluntary Payment Vehicles,* Ecological Economics 62, 419-432.
- 阿部雅明 2007、「環境の経済評価」『新潟産業大学経済学部紀要』第 33 号, 39-55。
- 石田秀輝・古川柳蔵・電通グランドデザイン・ラボラトリー 2010、『キミが大人になる頃に。環境も人も豊かにする暮らしのかたち』日刊工業新聞社。
- 倉増啓・鶴見哲也・馬奈木俊介 2011、「生物多様性における支払意思」『生物多様性の経済学』昭和堂（馬奈木俊介・IGES 編）, 70-97。
- 栗山浩一 2003、「公共事業と環境評価—費用対効果分析における環境評価の役割—」『早稲田大学政治経済学部環境経済学ワーキングペーパー』#0301。

- 栗山浩一・馬奈木俊介 2008、『環境経済学をつかむ』有斐閣。
- 河野孝史・松橋隆治・吉田好邦・浅野浩志 2010、「家庭部門を対象とした多品質電力選好のCVM評価」『日本エネルギー学会誌』vol.89, 150-156。
- 瀧戸浩之・古川柳蔵・石田秀輝・増田拓也 2010、「低環境負荷なライフスタイルの評価:構造と社会的受容に関する研究」『研究・技術計画学会 年次学術大会講演要旨集』vol.25, 436-439。
- 栢植隆宏・栗山浩一・三谷洋平(編著) 2011、『環境評価の最新テクニック』勁草書房。
- 寺脇拓 2002、「二段階二肢選択CVMにおける提示額数・配布部数の選択」『立命館経済大学』第50巻・第2号 40-64。
- 吉岡嵩仁(編) 2009、『環境意識調査法 環境シナリオと人びとの選好』勁草書房。

(付録：シナリオ詳細)

【環境に配慮した未来の暮らしに関するアンケート】	
<p>「持続可能な発展」とは、現代世代で生活をしている私たちが自らの要求を満たすだけでなく将来世代の環境を考え、将来世代の利益や要求を満たすだけの能力を損なわない範囲内で自然や資源を利用していくことを指します。この持続可能な発展が行われ、持続可能性を持った環境に配慮した社会のことを「持続可能な社会」といいます。これらの考え方は、1992年の地球環境サミットで提唱されて以来、今日の地球環境問題に関する世界的な取り組みに大きな影響を与える国際的な理念となりました。日本は2020年までに25%、2050年までに80%の温室効果ガスを削減する(1990年比)という数値目標を掲げています。</p>	
<p>CO2などの温室効果ガスの排出を最低限度に減らし、環境に与える負荷を極力無くした低炭素型の社会とはいったいどのようなものなのでしょうか？私たちの将来や、私たちの子供の世代が活躍する時代の暮らしとはいったいどのような様子なのでしょうか？</p> <p>これから紹介するのは、既存の技術やライフスタイルを応用し、実際に2030年頃の環境制約を満たすことのできる新しい暮らしのかたち10案です。これらはすべて「可能性」に過ぎませんが、未来の様々な課題を解決する新しいアイデアがたくさん潜んでいます。</p>	
<p>以下をお読みいただき、あなたがこの仮想的な状況下に置かれていると想定して続く質問にお答えください。</p>	

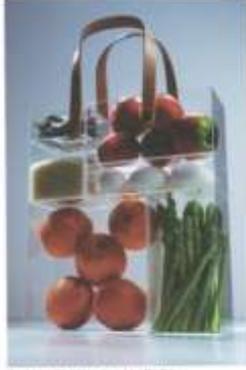
新しい暮らしのかたち・その①

『歩行者中心の街づくりによる低炭素型の暮らし』

シナリオ1	コンパクトシティ化による歩行者中心の街づくり	
	背景	エネルギー価格の高騰、地球温暖化、車社会からの脱却、郊外化による都市中心部の衰退、超高齢社会
	内容	路面電車などの公共交通を軸とした街づくりを行い、街の中心部に商業施設や公共施設、病院や学校、仕事場や居住地などを誘致することで街の機能をコンパクト化する。
	費用効果	歩行者専用道路の開発費用と維持費用を税金として徴収します。年額。CO2をはじめとする温室効果ガスの削減、自動車利用による環境負荷や渋滞の減少、自然を身近に感じる、すべての機能を一つの街の中で行うことができる。街の空洞化を回避できる。
	設問	《参考:キミが大人になる頃に。環境も人も豊かにする暮らしのかたち 第4章P.96-97》 歩行者中心の街づくりを行うために、あなたの暮らす周辺地域を再開発しコンパクトは▲▲円必要です。なお、この金額は1年間の価格で、地方税に上乗せして支あなたは現在の暮らしから、この新しい暮らしに生活スタイルを変えるために、も構わないと思いますか？なお、支払いを行うことにより、あなたの自由に使うこ減ることになります。

新しい暮らしのかたち・その②

『売り物を包装しないスーパーで、必要なものを必要な量だけ買う暮らし』

《シナリオ2》	量り売りサービス・専用エコバッグ
	背景 大量生産・大量消費社会、地球温暖化、石油など化石資源の枯渇・高騰、食品の無駄買い、ゴミ問題
	内容 売り物を包装せず、必要なものを必要な量だけ購入するエコバッグサービスを導入する。消費者は包装されていない売り物を上手に収納できる透明のエコバッグを利用する。透明なエコバッグは、用途別に仕切りを動かし組み立てることができる。エコバッグに入れた商品の個数やグラムごとに金額が換算され、レジでまとめて支払う。このサービスの消費者メリットとしては、食品の無駄買いを防ぐことで家庭から出るごみを減らし、冷蔵庫等のエネルギー効率を上げ電気代を下げることがある。なお、量り売りをすることで人件費がかかるため、エコバッグサービスを導入する店の平均価格は、サービスを導入しないみせに比べて少し高く設定される。
	費用 エコバッグサービス代金 ※エコバッグ1セットを購入する時に支払う。 (包装されていない売り物を収納できる透明のエコバッグ1セットと、食品の無駄買いを防ぐことによる消費者のメリットを含めたもの)
	効果 家庭ごみの削減、食品の無駄買いを防ぐ、冷蔵庫等のエネルギー効率が上がると。包装せずに済むことによる店側のコスト削減、資源の削減 <small>(参考:キミが大人になる頃に、環境も人も豊かにする暮らしのかたち 第4章P.108-109)</small>
	設問 このエコバッグサービスにかかる費用は▲▲円です。なお、この金額はエコバッグ1セットを購入する際に、サービス料金も含まれている価格です。また、このエコバッグサービスを導入する店の平均価格は、サービスを導入しない店の平均価格に比べ割高になります。あなたは現在の暮らしから、この新しい暮らしに生活スタイルを変えるために今、▲▲円支払っても構わないと思いますか？なお、支払いを行うことにより、あなたの自由に使うことができるお金が減ることになります。

新しい暮らしのかたち・その③

『ソーラーステーションで人も車も自転車も太陽の恵みを受ける暮らし』

《シナリオ3》	「ソーラーステーション」
	背景 石油など化石資源の枯渇、エネルギー価格高騰、地球温暖化、
	内容 電気自動車が普及し、街のあちこちに太陽光で発電した電気を供給するソーラーステーションを建設する。電気自動車とともに電動自転車も普及し、自転車を利用する人々もソーラーステーションで充電を行う。施設内では、パソコンや携帯電話なども充電できる。
	費用 全国のソーラーステーション年間使用料 (パソコン・携帯電話・電気自転車に関しては無料で充電することができる。電気自動車は別途充電料がかかる。)
	効果 再生可能エネルギーのインフラが整備され効果的に温室効果ガスを削減できる <small>(参考:キミが大人になる頃に、環境も人も豊かにする暮らしのかたち 第4章P.114-115)</small>
	設問 全国のソーラーステーション(電気自動車充電目的を除く)を利用するためには▲▲円必要です。なおこの金額は1年間の価格で、年に一度税金として納めます。あなたは現在の暮らしから、この新しい暮らしに生活スタイルを変えるために今、▲▲円支払っても構わないと思いますか？なお、支払いを行うことにより、あなたの自由に使うことができるお金が減ることになります。

新しい暮らしのかたち・その④

『街の灯りを消すことで、ほの暗さを楽しむ暮らし』

シナリオ	街の消灯・節電対策
	背景 石油など化石資源の枯渇、エネルギー価格の高騰、人口減少による電力需要の縮小化
	内容 オフィスやビジネス街の灯りは、夏季(4月～9月)は20時、冬期(10月～3月)は18時で消灯する。夜間電力は屋間に太陽光エネルギーを蓄電してまかなう。柔らかく光る壁面や石畳、人を感じて灯りを照らすスポット街頭などを設置し景観と安全を意識した街づくりを行う。飲み屋街などにも採用され、ネオンなどの夜間照明を外す。またマンションにも採用され、夜間電力の消費削減を促す。
	費用 暗くても安全な街(マンション周辺)を実現・維持するためにかかる費用
	効果 夜間電力使用量の削減。 <small>《参考:キミが大人になる頃に、環境も人も豊かにする暮らしのかたち 第4章P.110-111》</small>
	設問 この新しい暮らしを始めるためには▲▲円必要です。この費用はほの暗さを楽しむ安全な街を実現・維持するためにかかる費用です。なおこの金額は1年間の価格で、町内会費もしくはマンションの管理費に上乗せして支払います。あなたは現在の暮らしから、この新しい暮らしに生活スタイルを変えるために今、▲▲円支払っても構わないと思いますか？なお、支払いを行うことにより、あなたの自由に使うことができるお金が減ることになります。

新しい暮らしのかたち・その⑤

『あまった電気を貸し借りして、プライバシーを保ちながら助け合う暮らし』

シナリオ	地域共用電池
	背景 エネルギー価格の高騰、核家族化・ライフスタイルの多様化による一人暮らし世帯の増加
	内容 物件一棟ずつに太陽光パネルを設置し、発電された電気は自分の家やマンションごとに使用する。日常的に余った電気や、留守などで使用されなかった電気は自動的に地域共用電池に貯まる。地域共用電池は約15軒に一機の割合で設置され、雨の日や非常時の電力は地域共用電池からまかなう。現在の「太陽光発電余剰電力買い取り制度」のように、一軒ごとに電力会社を介して余った電気を売買するのではなく、余った電気をひとところに貯めて地域で分け合う。
	費用 太陽光パネル・地域共用電池設置費用+管理費 <small>(太陽光パネル・地域共用電池の寿命は現在の太陽光パネル屋外用モジュールの保証期間と同じく平均して約20年とする。)</small>
	効果 自然エネルギー使用による温室効果ガス削減、電気料金減 <small>《参考:キミが大人になる頃に、環境も人も豊かにする暮らしのかたち 第4章P.112-113》</small>
	設問 この「地域共用電池」導入するためには▲▲円必要です。なお、この価格は20年間の価格で、「地域共用電池」の設置料および維持費込みの価格です。物件の費用に上乗せされ支払います。あなたは現在の暮らしから、この新しい暮らしに生活スタイルを変えるために今、▲▲円支払っても構わないと思いますか？なお、支払いを行うことにより、あなたの自由に使うことができるお金が減ることになります。

新しい暮らしのかたち・その⑥

『ものの仕組みを理解し、シンプルな家電を使う暮らし』

シナリオ	シナリオ内容	シナリオ解説
シナリオ6	シンプルなつくり・機能の家電(パソコン)	
	背景	レアメタルなどの資源価格の枯渇・高騰、エネルギー価格の高騰、これらにより高性能な商品の購入価格や使用時の価格が高くなった。
	内容	壊れにくく、壊れても自分で直せる、家電が販売されるようになった。そもそのつくりが素朴であるのと、動力部分や電気系統にいつでもアクセスできるようになっているため、誰でも簡単に直すことができる。シンプルな家電の増加により、市場では過剰な機能の製品が売れにくくなった。そのため、経済全体の規模が縮小し経済活動が停滞するため、一人一人の所得が減少してしまう。それを回避する為、シンプルな家電の価格は2012年現在の市場価格に比べて劇的に安くなるわけではない。
	費用	シンプルなつくりの家電(今回はパソコン)の販売価格
	効果	個人の使用用途や求める性能に見合った家電の購入により、資源の無駄使いを減らす。手間をかけ自ら組み立てや修理を行うことにより愛着がわく。 《参考:キミが大人になる頃に。環境も人も豊かにする暮らしのかたち 第4章P.118-119》
	設問	この作りがシンプルな家電(今回はパソコン)を手に入れるためには ▲▲円必要です。《パーソナルコンピューター全国平均価格…118,059円(デスクトップ・ノート含む)2011年統計局小売物価統計調査》 あなたは現在の暮らしから、この新しい暮らしに生活スタイルを変えるために今、▲▲円支払っても構わないと思いますか？なお、支払いを行うことにより、あなたの自由に使うことができるお金が減ることになります。

新しい暮らしのかたち・その⑦

『家の庭やベランダで野菜や薬草(ハーブ)を育てる暮らし』

シナリオ	シナリオ内容	シナリオ解説
シナリオ7	コンパクトシティ化による歩行者中心の街づくり	
	背景	超高齢社会、医療費個人負担額の増加、所得の減少
	内容	スーパーでは野菜やの種や苗に加え、「肩こりに効く根」「消化をたすける草」などの薬草(ハーブ)の苗木や種が購入できるようになった。家の庭やベランダで専用のプランターと水や肥料を自動であたえる機械(太陽光で動く)を設置することにより誰でも栽培が簡単にできる。薬草(ハーブ)の使用法や服用の目安、効果や注意点を明確に記載した説明書があり、指示に従って服用する。
	費用	専用プランターと水や肥料を自動であたえる機械と苗代(今回は1,000円)
	効果	日常的な痛みなどであれば家庭で対処できる。 《参考:キミが大人になる頃に。環境も人も豊かにする暮らしのかたち 第4章P.104-105》
	設問	あなたの家の庭やベランダで薬草を育てるためには ▲▲円必要です。この価格は専用プランターと水や肥料を自動で与える機械と、苗代(今回はひとつ1,000円のもの)を含めた価格です。あなたは現在の暮らしから、この新しい暮らしに生活スタイルを変えるために今、▲▲円支払っても構わないと思いますか？なお、支払いを行うことにより、あなたの自由に使うことができるお金が減ることになります。

新しい暮らしのかたち・その⑧

『家事が人の手に戻る、電気を使わない暮らし』

《シナリオ8》	電気を使わず自分の好みや用途を満たし、生活の質を上げる
	<p>背景 石油など化石資源の枯渇、エネルギー価格の高騰、電気料金の値上がり、超高齢社会</p> <p>内容 土鍋を使ってご飯を炊き、掃除機を使わずほうきで家の掃除を行うなど、電気料金の値上がりや人々の生活に気づきを与え、家事に人の手が戻ってきた。商品自体も電気を使う家電製品ではなく、マイほうきなどといった電気を使わずに使用できるものが増えた。なかにはハウスダストを吸着させるほうきや、暗い縮小し経済活動が停滞するため、一人一人の所得が減少してしまう。それを回避する為、シンプルな家電の価格は2012年現在の市場価格に比べて劇的にどこでも使えるほうきの柄など、ほうきそのものを進化させた掃除用具もある。家事に人の手が戻り、電気を使わず代用できる商品が売れる為、一軒当たりの家計にかかる費用は少なくなる。しかし市場全体では家電製品が売れにくくなった。そのため、経済全体の規模が縮小し、経済活動が停滞したため、人びとの所得も2012年ごろに比べ減少している。</p> <p>費用 電気を極力使わず家事を行う生活が普及した際の所得</p> <p>効果 エネルギー使用量の削減、</p> <p>《参考：キミが大人になる頃に、環境も人も豊かにする暮らしのかたち 第4章P.116-117》</p>
	<p>設問 この作りがシンプルな家電(今回はパソコン)を手に入れるためには ▲▲円必要です。《パーソナルコンピューター全国平均価格…118,059円(デスクトップ・ノート含む)2011年統計局小売物価統計調査》あなたは現在の暮らしから、この新しい暮らしに生活スタイルを変えるために今、▲▲円支払っても構わないと思いますか？なお、支払いを行うことにより、あなたの自由に使うことができるお金が減ることになります。</p>

新しい暮らしのかたち・その⑨

『在宅勤務を取り入れ、家で過ごす時間を大切にする暮らし』

《シナリオ9》	在宅勤務を取り入れることでCO2排出量を削減
	<p>背景 エネルギー価格の高騰、地球温暖化、情報化社会</p> <p>内容 企業は従業員の勤務形態として、会社に出社せず自宅で仕事をする在宅勤務を積極的に導入する。情報の共有や、会議・商談などはインターネットを介しておこなわれる。勤務時間の管理や残業有無などもネットワークを使ってマネジメントされる。在宅勤務のため、仕事ごとに一定のノルマが設定される。</p> <p>費用 在宅勤務を行う日は、日当の一部が変動する。</p> <p>効果 自由度が増すことで、仕事の能率が上がる。大規模なオフィスを構える必要がない、出勤・出張時、会社での勤務時などにかかるCO2をはじめとする温室効果ガスの削減、年齢や性別、地域性に関係なく働くことができる、子育てや介護との両立ができる</p> <p>《参考：キミが大人になる頃に、環境も人も豊かにする暮らしのかたち 第4章P.128-129》</p>
	<p>設問 在宅勤務になる日は、あなたの給料の▲▲%ぶんが変動します。あなたは現在の暮らしから、この新しい暮らしに生活スタイルを変えるために雨の日は、給料の▲▲%ぶんが変動しても構わないと思いますか。なお、支払いを行うことにより、あなたの自由に使うことができるお金が減ることになります。</p>

新しいくらしのかたち・その⑩

『地域のお年寄りが運営する託児所で、地域社会の大切さを意識する暮らし』

《シナリオ10》		地域のお年寄りが運営する託児所	
	背景	少子化、超高齢社会、高齢者雇用、待機児童の問題、子育て支援	
	内容	高齢化が進み、定年退職後、働く意欲のあるお年寄りが託児所を起業する。お年寄り自らも先生として子どもの世話や教育をする他、保育士や幼稚園教諭免許を取得しているが働き口のない人の新たな雇用の場にもなっている。意欲的に保育士免許やチャイルド minder といった関連資格取得に取り組む	
	費用	1か月分の保育料を毎月支払う	
	効果	共働き家庭の子育てを支援、高齢者雇用促進、世代間交流、多様な教育、新たな雇用の創出	
		《参考：キミが大人になる頃に。環境も人も豊かにする暮らしのかたち 第4章P.112-113》	
		現在の児童福祉法	
		託児所などの認可外保育施設は、サービス内容や保育料を施設が自由に設定できる。保育定員が5名以下の施設は設備、保育内容の公的基準はないが、一時預かり保育を含め定員6名以上の施設については、認可外保育施設指導監督の認可外保育施設指導監督の指針に基づく届出が義務付けられ、立ち入り検査を含む行政機関の検査・指導を受ける。託児所運営自体に特に必要な資格はない。	
	設問	地域のお年寄りが運営する託児所は子ども一人あたり1か月分の保育料として▲▲円が必要です。◁1ヶ月の保育料全国平均…25,000円 厚生労働省、平成21年第8回21世紀出生児縦断調査▶あなたは現在の暮らしから、この新しい暮らしに生活スタイルを変えるために今、▲▲円支払っても構わないと思いますか？なお、支払いを行うことにより、あなたの自由に使うことができるお金が減ることになります。	

2.4 市場の変化を考慮した環境経営の総合分析

2.4.1 企業の環境経営の取組と環境パフォーマンス

(1) はじめに

企業の環境保全活動は、外部不経済として生じた社会的コストを内部化することを意味しており、そうした環境保全活動は企業の追加的なコスト支出に繋がると考えられてきた（國部他、2007）。しかし、前章でも述べられているように、企業の環境保全活動は、環境に敏感な顧客の需要上昇による売上げの増加、およびイノベーションや学習カーブ効果による生産性の上昇によって企業利益に結び付くと期待されるようになってきており、実際には、多くの企業が自主的に環境保全活動に取り組んでいる（Nishitani, in press）。

環境省・「環境にやさしい企業行動調査（平成 21 年度）」によると 77.8%の企業が環境保全活動を経済活動の一環ではなく企業の社会的責任（CSR）とみなしているものの、実際には企業が営利団体である限り、環境活動は上記の経路を通じた短期的、長期的な利益増加を考慮した経済活動である可能性が高いと考えられる。また、実際に、環境活動が経済活動に正の影響をもたらすことが Hart and Ahuja (1996)、Klassen and McLaughlin (1996)、Russo and Fouts (1997)、Thomas (2001)、King and Lenox (2002)、Darnal et al. (2007)、Nakao et al. (2007)、Nishitani (in press)といった実証研究で明らかにされている。

そこで、本研究の目的は、企業の環境戦略と環境への取り組みの関係を明らかにしたうえで、企業の経済活動の一環としての環境への取り組みが環境パフォーマンスに与える影響を分析することである。具体的には、まず、環境省・「環境にやさしい企業行動調査（平成 19 年度～21 年度）」の個票データを用いて、企業の環境保全対策を経済活動の一環として取り組んでいる企業ほど積極的に環境に取り組んでいることを明らかにする。そして、企業の ISO 14001 取得データと PRTR データおよび温暖化ガス排出量データを用いて、環境対策に積極的に取り組んでいる企業ほど、優れた環境パフォーマンスをもたらしているが、そうした効果は同時にコスト削減に繋がる生産性の上昇が期待されるときにのみ観測されることを明らかにする。

(2) 企業の環境戦略と環境への自主的取り組み

まず、「仮説 1：企業の環境保全対策を経済活動の一環として取り組んでいる企業ほど積極的に環境に取り組んでいる」という仮説を検証する。この分析で用いるデータは、環境省・「環境にやさしい企業行動調査（平成 19 年度～21 年度）」の 3 年分の個票データが利用可能な東京証券取引所および大阪証券取引所に上場している製造業企業 211 社である。また、持株会社はサンプルから除いている。推定には順序プロビットを用いる。被説明変数および説明変数の記述統計は表 92 にある。

表 92 記述統計

	観測数	平均	標準偏差	最小	最大
ISO 14001	624	3.333	0.812	1	4
環境情報開示	625	2.640	0.721	1	3
環境報告書発行	547	2.596	0.577	1	3
環境会計導入	619	2.349	0.852	1	3
グリーン購入導入	622	3.262	0.853	1	4
LCA導入	442	2.208	1.035	1	4
経済活動	625	0.246	0.431	0	1
CSR	625	0.741	0.439	0	1
関係なし	625	0.013	0.113	0	1
従業員数の対数値	625	6.843	1.252	2.303	11.172
売上高広告宣伝費比率	625	0.012	0.021	0.000	0.155
総資産利益率	625	0.036	0.071	-0.337	0.338
売上高成長率	625	1.001	0.154	0.354	2.346
エネルギー消費型産業	625	0.298	0.458	0	1
機械産業	625	0.459	0.499	0	1
その他産業	625	0.243	0.429	0	1
2006年	625	0.338	0.473	0	1
2007年	625	0.336	0.473	0	1
2008年	625	0.326	0.469	0	1

被説明変数は、ISO 14001 取得、環境情報開示、環境報告書発行、環境会計導入、グリーン購入導入、ライフサイクルアセスメント（LCA）導入に対する取り組み度である。これらの変数は、以下の設問に対する解答に対する取り組み度に合わせて点数を付与したものである。

- 「貴組織では、環境マネジメントシステムの国際規格「ISO 14001 規格」の認証についてどのようにされていますか（される予定ですか）。1つ選んで○を付けて下さい。」（4点）
- 「貴組織では、環境やCSRに関するデータ、取組等の情報を公開していますか。1つ選んで○を付けて下さい。」（3点）
- 「貴組織では環境報告書を作成・公表していますか。1つ選んで○を付けて下さい。」（3点）
- 「貴組織では環境会計を導入していますか。1つ選んで○を付けて下さい。」（3点）
- 「貴組織では、どのように環境配慮を考慮した原材料等、物品・サービス等の選定（グリーン購入）をしていますか。1つ選んで○を付けて下さい。」（4点）
- 「貴組織では、「LCA(ライフサイクルアセスメント)」についてどのように取り組んでいますか。1つ選んで○を付けて下さい。」（4点）

また、説明変数は、

- 「貴組織では企業の環境への取組と企業活動のあり方についてどう思われますか。1つ選んで○を付けて下さい。」

という設問に対して、「ビジネスチャンス」もしくは「今後の業績を左右」（経

済活動)、「CSR」(CSR)、「法規制をクリア」もしくは「企業活動と関係なし」(関係なし)と答えた場合にそれぞれ1をとるダミー変数である。コントロール変数として、従業員数の対数值、売上高広告宣伝費比率、総資産利益率(ROA)、売上高成長率、環境インパクト別産業ダミー(エネルギー消費型産業:パルプ・紙、化学、石油・石炭、ガラス・土石、鉄鋼、非鉄金属、金属、機械産業:機械、電気機器、輸送機器、精密機器、その他産業:食品、繊維、医薬品、ゴム製品、その他製品)、年次ダミーを用いている。データは日経ニーズより入手した。

表 93 推定結果

	係数	標準誤差	観測数	対数尤度
ISO 14001				
(1) 経済活動	0.276	0.110 **	624	-606.590
(2) CSR	-0.156	0.107	624	-608.701
(3) 関係なし	-1.575	0.430 ***	624	-602.571
環境情報開示				
(4) 経済活動	0.302	0.136 **	625	-403.363
(5) CSR	-0.113	0.128	625	-405.511
(6) 関係なし	-2.089	0.550 ***	625	-396.286
環境報告書発行				
(7) 経済活動	-0.152	0.124	547	-373.265
(8) CSR	0.191	0.123	547	-372.816
(9) 関係なし	-1.633	0.788 **	547	-371.848
環境会計導入				
(10) 経済活動	0.498	0.121 ***	619	-567.523
(11) CSR	-0.360	0.116 ***	619	-571.375
(12) 関係なし	-1.505	0.477 ***	619	-570.467
グリーン購入導入				
(13) 経済活動	0.480	0.110 ***	622	-659.789
(14) CSR	-0.343	0.107 ***	622	-664.224
(15) 関係なし	-1.731	0.441 ***	622	-660.995
LCA導入				
(16) 経済活動	0.423	0.121 ***	442	-552.395
(17) CSR	-0.312	0.118 ***	442	-555.060
(18) 関係なし	-1.818	0.616 ***	442	-552.902

注1: 横一列がひとつのモデルである。

注2: *, **, ***はそれぞれ10%、5%、1%水準で係数が0ではないことを意味している。

注3: コントロール変数として、従業員数の対数值、売上高広告宣伝費比率、総資産利益率、売上高成長率、環境インパクト別産業ダミー、年次ダミーを用いている。

推定結果は表 93 にある。ISO 14001 取得を被説明変数にしたモデルでは、経済活動が正に、関係なしが負に有意な影響を持っている。環境情報開示を被説明変数にしたモデルでは、経済活動が正に、関係なしが負に有意な影響を持つ

ている。環境報告書発行を被説明変数にしたモデルでは、関係なしが負に有意な影響を持っている。環境会計導入を被説明変数にしたモデルでは、経済活動が正に、CSR、関係なしが負に有意な影響を持っている。グリーン購入導入を被説明変数にしたモデルでは、経済活動が正に、CSR、関係なしが負に有意な影響を持っている。LCA 導入を被説明変数にしたモデルでは、経済活動が正に、CSR、関係なしが負に有意な影響を持っている。

これらの推定結果から、概して「ビジネスチャンス」もしくは「今後の業績を左右」といった経済活動の一環として環境活動をみなしている企業ほど環境活動に積極的であることが明らかとなった。一方、「CSR」の一環として環境活動をみなしている企業や「法規制をクリア」もしくは「企業活動と関係なし」と考えている企業では環境活動に対して消極的な傾向がみられた。よって、「企業の環境保全対策を経済活動の一環として取り組んでいる企業ほど積極的に環境に取り組んでいる」ということが明らかとなり、これらは仮説 1 を支持する。

(3) 企業の環境への自主的取り組みと環境パフォーマンス

次に、企業の環境への自主的取り組みと環境パフォーマンスの関係を明らかにする。具体的には、「仮説 2：環境対策に積極的に取り組んでいる企業ほど、優れた環境パフォーマンスをもたらす」「仮説 3：環境対策が環境パフォーマンスをもたらす効果は、同時にコスト削減に繋がる生産性の上昇が期待されるときにのみ観測される」という 2 つの仮説を検定する。仮説 2 を検定するためのモデルは、

$$Y_{it} = \beta E_{it} + \delta Z_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

である。ただし、 Y は環境インパクト、 E は環境への取り組み、 Z はコントロール変数、 β および δ は推定パラメーター、 ε は誤差項である。すなわち、 β が環境への取り組みの影響を捉えている。仮説 3 を検定するためのモデルは以下のとおりである。

$$Y_{it} = \theta E_{it} + \gamma P_{it} + \delta Z_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

ただし、 P は生産性、 θ および γ は推定パラメーターである。環境への取り組みの推定パラメーターが式(1)と同様の β ではなく θ となっているのは、 θ は、式(1)の環境への取り組みの効果のうち生産性の影響を除いた効果であるからである。これは、企業の自主的な環境への取り組みの影響が、実際には経済活動の一環としての生産性の上昇を通じたものであれば、式(1)の環境への取り組み β は、式(2)では、生産性 γ によって捉えられるからである。よって、 β 、 θ と γ の効果を比較することによって、仮説 3 を検定することができる。

この分析で用いるデータは、東京証券取引所および大阪証券取引所に上場している製造業企業 532 社である。推定には、変量効果モデルを用いる。推定に

使用した被説明変数および説明変数の記述統計は表 94 にある。

表 94 記述統計

	観測数	平均	標準偏差	最小	最大
汚染物質排出量	3858	1.677	3.584	-17.176	12.272
温暖化ガス排出量	850	-0.363	1.326	-3.634	4.260
ISO 14001	3858	4.076	3.209	0	13
労働生産性	3858	77.225	149.461	14.767	2942.356
売上高研究開発費比率	3140	0.032	0.030	0.000	0.344
総資産利益率	3858	0.031	0.059	-1.652	0.264
5年間の売上高成長率	3858	1.026	0.324	0.298	5.571
エネルギー消費型産業ダミー	3858	0.436	0.496	0	1
2001年	3858	0.123	0.329	0	1
2002年	3858	0.123	0.328	0	1
2003年	3858	0.128	0.334	0	1
2004年	3858	0.126	0.332	0	1
2005年	3858	0.126	0.332	0	1
2006年	3858	0.124	0.330	0	1
2007年	3858	0.125	0.331	0	1
2008年	3858	0.124	0.330	0	1

被説明変数は、売上高あたりの化学物質排出量の対数値および売上高あたりの温暖化ガス排出量の対数値を用いる。それぞれ排出量データは、環境省が公表している PRTR データ（2001年-2008年）、温暖化ガス排出量データ（2006年-2007年）である。特に PRTR データは、タイプの異なる物質を同一基準で統合するために、対象の 354 物質のうちウェイトが入手可能である U.S. Environmental Protection Agency (EPA) が対象としている 134 物質を使用する。

説明変数は、企業の ISO 14001 取得年数である。ISO 14001 は環境マネジメントシステムの国際規格のことであり、取得企業はその要件を満たすために様々な環境への取り組みを実施する。よって、広義での環境への取り組みとみなすことができる。企業は、事業所単位で認証を取得することが可能であるため複数の認証を取得している企業もある。よって、その企業のなかで一番最初に取得した事業所の取得年数をその企業の取得年数としている。先行研究などには、取得しているか否かのダミー変数を用いているものもあるが、先述したとおり、ISO 14001 は環境経営の枠組みを提供するに過ぎないため、その取得自体が環境パフォーマンスに直接影響を及ぼすのではなく、認証の要件を満たすために様々な環境への取り組みが直接影響を及ぼすと考えられる。その意味で、学習カーブ効果を考慮した取得年数の方が望ましい。ISO 14001 取得に関するデータは、日本規格協会、日本適合性認定協会および各企業のウェブページより入手した。生産性を捉える変数として、労働生産性（従業員あたりの売上高）および売上高研究開発費比率を用いる。前者は、生産工程の全体的な改善を捉えており、後者は技術や生産工程のイノベーションを捉えている。また、コントロール変数として総資産利益率、5年間の売上高成長率、高環境負荷型産業（エネルギー消費型産業）ダミー、年次ダミーを用いる。生産性やコント

ロール変数に関するデータは、日経ニーズより入手した。内生性の問題を考慮して説明変数は1期ラグをとったものを使用する。

表 95 推定結果

	汚染物質排出量			温暖化ガス排出量		
	RE (1)	RE (2)	RE (3)	RE (4)	RE (5)	RE (6)
ISO14001	-0.055 *	-0.041	-0.020	-0.020	-0.020	-0.003
	(0.033)	(0.033)	(0.037)	(0.013)	(0.013)	(0.016)
労働生産性	-	-0.002 ***	-	-	-0.00004	-
		(0.001)			(0.00022)	
売上高研究開発費比率	-	-	-9.120 ***	-	-	-3.193
			(3.386)			(1.309)
観測数	3858	3858	3140	1425	1425	935
R ² : within	0.167	0.167	0.163	0.036	0.036	0.022
R ² : between	0.062	0.079	0.106	0.245	0.245	0.267
R ² : overall	0.133	0.143	0.142	0.240	0.240	0.266
ハウスマンテスト(p値)	0.479	0.180	0.324	0.419	0.699	0.624

注1: *, **, ***はそれぞれ10%、5%、1%水準で係数が0ではないことを意味している。

注2: コントロール変数として、総資産利益率、5年間の売上高成長率、エネルギー消費型産業ダミー、年次ダミーを用いている。

推定結果は表 95 にある。まず、売上高あたりの化学物質排出量の対数値を被説明変数にしたモデルからみていく。モデル(1)では、ISO 14001 取得年数が負に有意である。これは、ISO 14001 取得年数の長い企業ほど化学物質を排出していないことを意味している。よって仮説 2 が支持された。モデル(2)はモデル(1)に労働生産性を説明変数として加えたものである。労働生産性が負に有意である一方で、モデル(1)で有意に負であった ISO 14001 取得年数が有意ではなくなった。よって、モデル(1)の ISO 14001 取得年数の影響は労働生産性の影響とみなすことができる。すなわち、企業の自主的な環境への取り組みが環境パフォーマンスに与える影響は生産性上昇を通じた影響であることが明らかとなった。この結果は、仮説 3 を支持する。モデル(3)はモデル(2)の労働生産性の代わりに売上高研究開発費比率を説明変数に加えたものである。売上高研究開発費比率が負に有意である一方で、モデル(2)同様、ISO 14001 取得年数は有意な影響を持っていない。よって、生産性の影響を労働生産性で捉えた場合でも売上高研究開発費比率で捉えた場合でも仮説 3 は支持された。

次に、売上高あたりの温暖化ガス排出量の対数値を被説明変数にしたモデルをみていく。モデル(4)は、モデル(1)同様、ISO 14001 取得年数のみを説明変数に入れたモデルである。ISO 14001 取得年数は有意な影響を持っていない。つまり、環境への取り組みは温暖化ガス削減には貢献しないため、仮説 2 は支持されない。仮説 2 は支持されなかったため、生産性を入れたモデルを推定する必要はないかもしれないが、生産性が環境パフォーマンスに与える影響を確認するために、労働生産性と売上高研究開発費比率を入れたモデルを続けて推定する。モデル(5)は労働生産性を入れたモデルである。ISO 14001 取得年数も労働生産性も有意な影響を持っていない。環境への取り組みも生産性も温暖化ガ

ス削減には貢献しない。モデル(6)は売上高研究開発費比率を入れたモデルである。売上高研究開発費比率が負に有意である一方で、ISO 14001 取得年数は有意な影響を持っていない。モデル(4)で ISO 14001 取得年数は有意な影響を持っていなかったため、売上高研究開発費比率の効果は環境以外の取り組みの影響とみなすことができる。ただし、化学物質排出量データが 8 年分入手可能だったのに対して、温暖化ガス排出量データは 2 年分しか入手可能ではなかったため十分なサンプル数を確保できていない。よって今後データの蓄積によってサンプル数が増加すると結果が変わる可能性がある。

以上の推定結果より、まず概して、企業は企業の環境保全対策を経済活動の一環として取り組んでいることが明らかとなった。また、企業はコスト削減に繋がる生産性の向上が見込まれるときのみ自主的な環境への取り組みを行っており、そうした活動が同時に環境パフォーマンス向上に繋がっている傾向がみられた。サンプル期間が違うために直接比較することはできないが、化学物質排出はコスト削減が見込まれるために削減が行われているが、温暖化ガス排出はそれが見込めないために削減が行われていない可能性がある。

つまり、環境への取り組みは経済活動の一環として行われており、企業の自主的な取り組みが経済パフォーマンスに繋がらないために結果として環境パフォーマンスに繋がらない項目に関しては、新たなポリシーミックス、特に、経済的インセンティブを与える環境税などの間接規制の導入が必要と考えられる。

(4) 補論

最後に、十分なサンプル数が確保できた化学物質排出に対して、企業の環境への取り組みと環境パフォーマンスの関係が、産業、サプライチェーン、コーポレート・ガバナンスでどう違うのかを追加的に分析している。産業は、高環境負荷型産業か否か、サプライチェーンは売上高広告宣伝費比率がサンプルの平均以上か否か、コーポレート・ガバナンスは外国人持ち株比率がサンプルの平均以上か否かで分類している。特に、サプライチェーンに関しては、B-to-C 企業ほど売上高広告宣伝費比率が高いと仮定している。また、コーポレート・ガバナンスに関しては、外国人株主持株比率を機関投資家による規律付けの代理変数として用いている。推定結果は表 83 にある。

まず、産業別についてである。モデル(1)から(3)が高環境負荷型産業の、モデル(4)から(6)が低環境負荷型産業の推定結果である。高環境負荷型産業では、ISO 14001 は有意な影響を持っていないため、企業の自主的な環境への取り組みは化学物質削減と関係がない。これらの産業では自主的な取り組みが化学物質削減に繋がるのが難しいことを示唆している。ただし、イノベーションに積極的な企業ほど化学物質排出量が少ない。一方で、低環境負荷型産業では、全サンプルを用いた分析同様、ISO 14001 は化学物質排出量に対して負の影響を及ぼしており、自主的に環境に取り組んでいる企業ほど化学物質排出量が少ないし、そうした関係は、生産性の向上が見込まれるときのみ観測される。

表 96 推定結果

産業	高環境負荷型産業			低環境負荷型産業		
	RE	FE	FE	RE	RE	RE
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
ISO14001	0.015 (0.055)	-0.138 (0.085)	-0.096 (0.096)	-0.097 ** (0.040)	-0.054 (0.040)	-0.043 (0.044)
労働生産性	-	0.000 (0.001)	-	-	-0.016 *** (0.003)	-
売上高研究開発費比率	-	-	-33.042 ** (15.815)	-	-	-14.647 *** (3.612)
観測数	1681	1681	1353	2177	2177	1787
R ² : within	0.222	0.224	0.218	0.134	0.143	0.134
R ² : between	0.003	0.002	0.003	0.006	0.031	0.062
R ² : overall	0.130	0.108	0.068	0.078	0.089	0.102
ハウスマンテスト (p値)	0.994	0.000	0.001	0.778	0.254	0.390

注1: *, **, ***はそれぞれ10%、5%、1%水準で係数が0ではないことを意味している。

注2: コントロール変数として、総資産利益率、5年間の売上高成長率、エネルギー消費型産業ダミー、年次ダミーを用いている。

広告宣伝費

	B-to-C			B-to-B		
	FE	FE	FE	RE	RE	RE
	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
ISO14001	0.033 (0.095)	0.057 (0.096)	0.132 (0.102)	-0.077 * (0.040)	-0.063 (0.040)	-0.053 (0.044)
労働生産性	-	-0.019 * (0.010)	-	-	-0.002 *** (0.001)	-
売上高研究開発費比率	-	-	12.439 (10.360)	-	-	-14.627 *** (4.920)
観測数	1162	1162	858	2696	2696	2282
R ² : within	0.202	0.205	0.222	0.168	0.168	0.161
R ² : between	0.006	0.007	0.003	0.089	0.104	0.116
R ² : overall	0.083	0.084	0.049	0.141	0.151	0.149
ハウスマンテスト (p値)	0.000	0.000	0.000	0.584	0.533	0.740

株式

	高外国人持ち株比率			低外国人持ち株比率		
	FE	FE	RE	RE	RE	RE
	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
ISO14001	-0.544 *** (0.151)	-0.544 *** (0.152)	-0.088 (0.064)	0.027 (0.042)	0.039 (0.042)	0.043 (0.046)
労働生産性	-	0.000 (0.001)	-	-	-0.003 ** (0.001)	-
売上高研究開発費比率	-	-	-10.353 ** (4.191)	-	-	-12.622 ** (5.429)
観測数	1340	1340	1020	2465	2465	2071
R ² : within	0.200	0.200	0.187	0.132	0.134	0.134
R ² : between	0.000	0.000	0.094	0.098	0.099	0.124
R ² : overall	0.041	0.042	0.114	0.125	0.127	0.131
ハウスマンテスト (p値)	0.006	0.000	1.000	0.586	0.579	0.832

次に、サプライチェーンに関してである。モデル(7)から(9)が B-to-C 企業の、

モデル(10)から(12)が B-to-B 企業の推定結果である。B-to-C 企業では、ISO 14001 は有意な影響を持っていないため、企業の自主的な環境への取り組みは化学物質削減と関係がないが、労働生産性の高い企業ほど化学物質排出量が少ない。よって、B-to-C 企業では、特に環境への取り組みによって化学物質が削減されるというよりは、包括的な生産性の向上活動そのものが結果として化学物質を削減していることを示唆している。一方で、B-to-B では、全サンプルを用いた分析同様、ISO 14001 は化学物質排出量に対して負の影響を及ぼしており、自主的に環境に取り組んでいる企業ほど化学物質排出量が少ないし、そうした関係は、生産性の向上が見込まれるときのみを観測される。

最後に、コーポレート・ガバナンスに関してである。モデル(13)から(15)が高外国人持ち株比率企業の、モデル(16)から(18)が低外国人持ち株比率企業の推定結果である。外国人持ち株比率の高い企業では、ISO 14001 は化学物質排出量に対して負の影響を及ぼしており、自主的に環境に取り組んでいる企業ほど化学物質排出量が少ない。興味深いことに、ISO 14001 の影響は、労働生産性を入れたモデルでは有意な影響を持ったままであるが、売上高研究開発費比率を入れたモデルのみ有意ではなくなった。機関投資家による規律の高い企業では、イノベーション促進のみを通じた環境への取り組みが化学物質削減に繋がっていることを示唆している。外国人持ち株比率の低い企業では、ISO 14001 は有意な影響を持っていないため、企業の自主的な環境への取り組みは化学物質削減と関係がないが、労働生産性や売上高研究開発費比率の高い企業ほど化学物質排出量が少ない。すなわち環境への取り組みとは関係なしに包括的な生産性向上の取り組みそのものが結果として化学物質排出量を削減している。

参考文献

- Arimura, T.H., Hibiki, A., Katayama, H., 2008. Is a voluntary approach an effective environmental policy instrument?: A case for environmental management systems. *Journal of Environmental Economics and Management*. 55, 281-295.
- Darnall, N., Jolley, G.J., Ytterhus, B., 2007. Understanding the relationship between a facility's environmental and financial performance, in: Johnstone, N. (eds.), *Environmental Policy and Corporate Behaviour*. Edward Elgar, Cheltenham, 213-259.
- Hart, S.L., Ahuja, G., 1996. Does it pay to be green?: an empirical examination of the relationship between emission reduction and firm performance. *Business Strategy and the Environment* 5, 30-37.
- King, A., Lenox, M., 2002. Exploring the locus of profitable pollution reduction. *Management Science* 48, 289-299.
- Klassen, R.D., McLaughlin, C.P., 1996. The impact of environmental management on firm performance. *Management Science* 42, 1199-1214.
- Nakao, Y., Amano, A., Matsumura, K., Gemba, K., Nakano, M., 2007. Relationship

between environmental performance and financial performance: an empirical analysis of Japanese corporations. *Business Strategy and the Environment* 16, 106-118.

Nishitani, K. An empirical analysis of the effects on firms' economic performance of implementing environmental management systems. *Environmental and Resource Economics*, in press.

Russo, M.V., Fouts, P.A., 1997. A resource-based perspective on corporate environmental performance and profitability. *Acad Manag J* 40, 534-559.

Thomas, A., 2001. Corporate environmental policy and abnormal stock price returns: an empirical investigation. *Business Strategy and the Environment* 10, 125-134.

環境省 2010、『平成 21 年度環境にやさしい企業行動調査』環境省。

國部克彦、伊坪徳宏、水口剛 2007、『環境経営・会計』有斐閣、東京。

2.4.2 化学物質対策の評価（市場）：生産関数分析

(1) はじめに

近年、企業の環境対策に対する社会からのプレッシャーが強くなってきており、実際、多くの企業が環境経営に取り組んでいる。そんななか、企業の目的が営利である限り、そうした環境経営への取り組みが企業利益に結び付くのか否かは実務的にも学術的にも大きな焦点になっている。そして、これまで行われてきた実証研究では概ね企業の環境への取り組み（もしくは環境パフォーマンス）と経済パフォーマンスには正の関係を発見している（e.g. Hart and Ahuja (1996)、Klassen and McLaughlin (1996)、Russo and Fouts (1997)、Thomas (2001)、King and Lenox (2002)、Darnal et al. (2007)、Nakao et al. (2007)、Nishitani (in press)）。しかし、実際には、環境パフォーマンスが経済パフォーマンスに影響を及ぼすには、環境に敏感な顧客の需要の増加、およびイノベーションや学習カーブ効果による生産性の向上という2つの経路があり、これらの影響を識別した分析が求められる。先行研究のなかでは ISO14001 取得と付加価値の関係を理論的実証的に分析した Nishitani (in press) が唯一、これら2つの経路を考慮している。

そこで、本研究では、環境パフォーマンスのなかでも企業の化学物質対策に焦点を当てて、それが経済パフォーマンスに与える影響を Nishitani (in press) のモデルに当てはめて、需要の上昇を通じたものと生産性の向上を通じたものに区別して分析を行う。また、産業、サプライチェーン、コーポレート・ガバナンスの違いによってそれらの影響に違いがあるのか否かも考察する。

(2) モデル

Nishitani (in press) を参考に、企業の化学物質対策が経済パフォーマンスに与える影響を分析する。企業の経済パフォーマンスは付加価値（＝売上高－原材料費）によって測定する。付加価値は、利潤と賃金に分配される。また、化学物質対策の影響は、環境に敏感な顧客の需要の増加および環境に取り組むことによるイノベーションを通じた生産性の向上によってもたらされる。

これらの影響を分析するための回帰分析を行う推定式は、コブ・ダグラス型生産関数と逆需要関数より導かれる。

まず、労働、資本、原材料からなるコブ・ダグラス型生産関数は以下のとおりである。

$$X_i = A_i L_i^\alpha K_i^\beta M_i^{1-\alpha-\beta} \quad (1)$$

ただし、 X ：生産量、 L ：労働、 K ：資本、 M ：原材料、 A ：総要素生産性、

$0 < \alpha < 1$ 、 $0 < \beta < 1$ 、 $0 < \alpha + \beta < 1$ である。ここで、 $Y_i = p_i X_i$ （ただし、 p ：生

産物価格)、またそれぞれの生産要素の貨幣価値を $W_i = wL_i$ (ただし、 w : 賃金レート)、 $R_i = rK_i$ (ただし、 r : インプリシットなレンタルレート)、 $Q_i = qM_i$ (ただし、 q : 原材料価格) と定義すると、式(1)は以下のように表わされる。

$$\frac{Y_i}{p_i} = A_i \left(\frac{W_i}{w} \right)^\alpha \left(\frac{R_i}{r} \right)^\beta \left(\frac{Q_i}{q} \right)^{1-\alpha-\beta} \quad (2)$$

ここで、逆需要関数 $p_i = aX_i^{-\gamma}$ が価格を決定すると仮定すると、総売上高は式(3)のように表わすことができる。

$$\begin{aligned} Y_i &= a_i \left\{ A_i \left(\frac{W_i}{w} \right)^\alpha \left(\frac{R_i}{r} \right)^\beta \left(\frac{Q_i}{q} \right)^{1-\alpha-\beta} \right\}^{1-\gamma} \\ &= a_i A_i^{1-\gamma} \left(\frac{W_i}{w} \right)^{\alpha-\alpha\gamma} \left(\frac{R_i}{r} \right)^{\beta-\beta\gamma} \left(\frac{Q_i}{q} \right)^{1-\alpha-\beta-\gamma+\alpha\gamma+\beta\gamma} \end{aligned} \quad (3)$$

但し、 $1-\gamma > 0$ である。よって付加価値は式(4)のようになる。

$$Y_i - Q_i = a_i A_i^{1-\gamma} \left(\frac{W_i}{w} \right)^{\alpha-\alpha\gamma} \left(\frac{R_i}{r} \right)^{\beta-\beta\gamma} \left(\frac{Q_i}{q} \right)^{1-\alpha-\beta-\gamma+\alpha\gamma+\beta\gamma} - Q_i \quad (4)$$

ここで、 $\frac{Y_i - Q_i}{Q_i}$ を原材料あたりの付加価値とすると、式(4)は

$$\frac{Y_i}{Q_i} = a_i A_i^{1-\gamma} \left(\frac{W_i}{w} \right)^{\alpha-\alpha\gamma} \left(\frac{R_i}{r} \right)^{\beta-\beta\gamma} Q_i^{-\alpha-\beta-\gamma+\alpha\gamma+\beta\gamma} q^{-(1-\alpha-\beta-\gamma+\alpha\gamma+\beta\gamma)} \quad (5)$$

となる。ここで、 a および A を化学物質対策の関数とすると、それぞれ、 $a_i = e^{\omega^{(0)} + \omega^{(1)} S_i^{(a)}}$ 、 $A_i = e^{\delta^{(0)} + \delta^{(1)} S_i^{(A)}}$ (ただし、 $\omega^{(1)} > 0$: 需要の増加による化学物質対策の効果、 $\delta^{(1)} > 0$ 、生産性の向上による化学物質対策の効果、 $S^{(a)} \neq S^{(A)}$ であ

る) というふうに化学物質対策に影響を受けない部分と受ける部分とに分類される。これらを式(5)に代入して、両辺対数をとると、

$$\begin{aligned} \ln \frac{Y_i}{Q_i} = & (\alpha - \alpha\gamma) \ln W_i + (\beta - \beta\gamma) \ln R_i + (-\alpha - \beta - \gamma + \alpha\gamma + \beta\gamma) \ln Q_i + \omega^{(1)} S_i^{(a)} + (1 - \gamma) \delta^{(1)} S_i^{(A)} \\ & + \omega^{(0)} + (1 - \gamma) \delta^{(0)} - (\alpha - \alpha\gamma) \ln w - (\beta - \beta\gamma) \ln r - (1 - \alpha - \beta - \gamma + \alpha\gamma + \beta\gamma) \ln q \end{aligned} \quad (6)$$

となる。よって、式(6)に誤差項をつけたものが推定式となる。ただし、式(6)の2行目は定数項である。よって、 $\omega^{(1)}$ と $(1 - \gamma) \delta^{(1)}$ が化学物質対策に関する推定パラメーターである。また予想される係数の符号は、 $(\alpha - \alpha\gamma)$ 、 $(\beta - \beta\gamma)$ 、 $\omega^{(1)}$ 、 $(1 - \gamma) \delta^{(1)}$ が正、 $(-\alpha - \beta - \gamma + \alpha\gamma + \beta\gamma)$ が負である。このうち、生産性を通した影響 $\delta^{(1)}$ は直接推定することはできないが、 $(\alpha - \alpha\gamma) = B_1$ 、 $(\beta - \beta\gamma) = B_2$ 、 $(-\alpha - \beta - \gamma + \alpha\gamma + \beta\gamma) = B_3$ の連立方程式を解くことによって導かれる⁶。このように、化学物質対策が経済パフォーマンスに与える影響を需要側、生産側の両方から推定することが可能となる。

(3) データ

この分析で用いるデータは、2002年から2008年までの東京証券取引所および大阪証券取引所に上場している製造業企業（繊維、パルプ・紙、化学、ゴム製品、ガラス、鉄鋼、非鉄金属、機械、電気機器、輸送機器）のうち、PRTRの対象となっている457社である⁷。持株会社はサンプルから除いている。推定には、理論モデルから生じる同時方程式バイアスを避けるために固定効果操作変数法を用いている。

被説明変数および説明変数の記述統計は表97にある。被説明変数には原材料あたりの生産高の対数値を $\ln \frac{Y}{Q}$ の代理変数として用いる。説明変数は、賃金総

額の対数値を $\ln W$ の、固定資産額の対数値を $\ln R$ の、原材料費の対数値を $\ln Q$ の、

⁶ 本分析では、正もしくは負に影響があるか否かにのみ焦点を当てているため、パラメーターの値を厳密に求めることまではしていない。

⁷ 2001年以降、法律によって定められた354種類の化学物質を排出している21人以上の従業員のいる企業はそれを政府に報告しなければならない。

日経環境経営度調査の化学物質対策評価スコアを $S^{(a)}$ の、売上高あたりの化学物質排出量の削減率から得られた化学物質削減スコアを $S^{(A)}$ の代理変数として用いる。

表 97 記述統計

	観測数	平均	標準偏差	最小	最大
付加価値	2916	1.030	0.507	0.137	4.330
労働	2916	8.530	1.433	3.414	13.336
資本	2916	9.895	1.419	5.388	14.093
原材料	2916	9.997	1.604	5.472	15.799
労働(1期前)	2916	8.556	1.428	3.351	13.336
資本(1期前)	2916	9.908	1.415	5.388	14.086
原材料(1期前)	2916	9.970	1.598	5.472	15.799
化学物質対策評価スコア(需要側)	2916	1.563	1.204	1	5
繊維	2916	0.056	0.323	0	5
パルプ・紙	2916	0.041	0.256	0	5
化学	2916	0.430	0.851	0	5
ゴム製品	2916	0.061	0.426	0	5
ガラス	2916	0.043	0.272	0	5
鉄鋼	2916	0.093	0.395	0	5
非鉄金属	2916	0.066	0.396	0	5
機械	2916	0.202	0.570	0	5
電気機器	2916	0.309	0.996	0	5
輸送機器	2916	0.261	0.837	0	5
B-to-C	2916	0.616	1.204	0	5
B-to-B	2916	0.947	1.080	0	5
高外国人持ち株比率	2916	0.825	1.403	0	5
低外国人持ち株比率	2916	0.738	0.836	0	5
化学物質削減スコア(生産側)	2916	6.038	3.332	1	10
繊維	2916	0.268	1.442	0	10
パルプ・紙	2916	0.209	1.285	0	10
化学	2916	1.846	3.368	0	10
ゴム製品	2916	0.184	1.158	0	10
ガラス	2916	0.204	1.264	0	10
鉄鋼	2916	0.465	1.891	0	10
非鉄金属	2916	0.270	1.447	0	10
機械	2916	0.926	2.472	0	10
電気機器	2916	0.816	2.377	0	10
輸送機器	2916	0.852	2.448	0	10
高外国人持ち株比率	2916	2.442	3.673	0	10
低外国人持ち株比率	2916	3.597	3.896	0	10
繊維	2916	0.044	0.204	0	1
パルプ・紙	2916	0.034	0.181	0	1
化学	2916	0.301	0.459	0	1
ゴム製品	2916	0.031	0.172	0	1
ガラス	2916	0.035	0.183	0	1
鉄鋼	2916	0.075	0.263	0	1
非鉄金属	2916	0.045	0.206	0	1
機械	2916	0.161	0.367	0	1
電気機器	2916	0.135	0.342	0	1
輸送機器	2916	0.142	0.349	0	1
2002年	2916	0.135	0.342	0	1
2003年	2916	0.146	0.354	0	1
2004年	2916	0.151	0.358	0	1
2005年	2916	0.150	0.357	0	1
2006年	2916	0.138	0.344	0	1
2007年	2916	0.136	0.343	0	1
2008年	2916	0.144	0.351	0	1

このうち化学物質対策については、需要側、生産側にそれぞれ仮定を置いたスコアを使用している。まず、需要側の影響に関しては、顧客は汚染物質質量情報をリアルタイムで入手することは難しいために汚染物質質量そのものではなく公表された汚染物質対策ランキングで企業を評価すると仮定して、ランキングが1～50位に5点、51～100位に4点、101～150位に3点、151～200位に2点、201位以上に1点を付与したスコアを使用している。一方、生産側の影響は化学物質削減は生産性向上のための様々な取り組みからもたらされていると仮定して、売上高あたりの化学物質排出量が前期に比べてどうなったかを50%未満から201%以上の区間で25%ごとに10点から1点までのスコアを付与したものを変数として使用している。化学物質排出量に関しては、環境省が公表しているPRTRデータ354物質のうち、タイプの異なる物質を同一基準で統合するためにウェイトが入手可能であるU.S. Environmental Protection Agency (EPA)が対象としている134物質を使用しており、基準化して統合している。

また、操作変数には、一期前の賃金総額の対数値、固定資産額の対数値および原材料費の対数値を用いている。さらには、結果をコントロールするために年次ダミーを含んでいる。財務データは日経ニューズより入手した。

(4) 推定結果および解釈

推定結果は表98にある。年次ダミーの係数は省略している。サンプル全体に対して推定するだけではなく、化学物質対策の付加価値に与える影響が、産業、サプライチェーン、コーポレート・ガバナンスの違いによってどう違うのかについても推定している。

(4.1) 全体

モデル(1)はサンプル全体に対する推定結果である。労働、資本、原材料の係数は、理論モデルで予想した通りの符号を持っており統計的に有意である。また、化学物質対策評価スコアと化学物質削減スコアも予想した通りの正の符号を持っており、両者とも有意な結果となっている。すなわち、これらの代理変数で見ると、化学物質対策は、需要の増加および生産性の向上を通して付加価値に影響しているといえる。

(4.2) 産業

モデル(2)は、化学物質対策評価スコア、化学物質削減スコアそれぞれに各産業ダミーをかけて交差項を作り、産業別の効果を推定している。化学物質対策評価スコアの係数は、非鉄金属、電気機器で有意に正、繊維で有意に負である。モデル(1)では、化学物質対策評価スコアはサンプル企業全体に対して有意に正の影響を持っていたが、産業別では、10産業のうち、2産業でのみ同様の効果が観測された。一方、化学物質削減スコアの係数は、鉄鋼、非鉄金属で有意に正である。こちらも2産業でのみ効果が観測されているが、鉄鋼、非鉄金属という高環境負荷型産業において生産性の向上による効果が観測されている。す

なわち、化学物質排出が生産工程の非効率を表しているならば、高環境負荷型産業の方がその恩恵をより受けやすいことを示唆している。

表 98 推定結果

	(1)		(2)		(3)		(4)	
	係数	標準誤差	係数	標準誤差	係数	標準誤差	係数	標準誤差
労働	0.043	0.012 ***	0.04602	0.01200 ***	0.043	0.012 ***	0.043	0.012 ***
資本	0.036	0.010 ***	0.03609	0.00997 ***	0.036	0.010 ***	0.036	0.010 ***
原材料	-0.445	0.016 ***	-0.44545	0.01631 ***	-0.446	0.016 ***	-0.447	0.016 ***
化学物質対策評価スコア(需要側)	0.008	0.003 ***	-	-	-	-	-	-
繊維	-	-	-0.04154	0.01973 **	-	-	-	-
パルプ・紙	-	-	0.01767	0.01363	-	-	-	-
化学	-	-	0.00326	0.00538	-	-	-	-
ゴム製品	-	-	0.00642	0.01204	-	-	-	-
ガラス	-	-	-0.00953	0.01435	-	-	-	-
鉄鋼	-	-	0.00150	0.01174	-	-	-	-
非鉄金属	-	-	0.03480	0.01117 ***	-	-	-	-
機械	-	-	0.01138	0.00872	-	-	-	-
電気機器	-	-	0.02732	0.00669 ***	-	-	-	-
輸送機器	-	-	-0.00454	0.00640	-	-	-	-
B-to-C	-	-	-	-	0.004	0.003	-	-
B-to-B	-	-	-	-	0.010	0.003 ***	-	-
高外国人持ち株比率	-	-	-	-	-	-	0.011	0.003 ***
低外国人持ち株比率	-	-	-	-	-	-	0.002	0.004
化学物質削減スコア(生産側)	0.001	0.001 **	-	-	0.001	0.001 **	-	-
繊維	-	-	0.00107	0.00235	-	-	-	-
パルプ・紙	-	-	-0.00356	0.00259	-	-	-	-
化学	-	-	0.00107	0.00091	-	-	-	-
ゴム製品	-	-	-0.00198	0.00325	-	-	-	-
ガラス	-	-	0.00333	0.00249	-	-	-	-
鉄鋼	-	-	0.00577	0.00181 ***	-	-	-	-
非鉄金属	-	-	0.00636	0.00231 ***	-	-	-	-
機械	-	-	-0.00024	0.00131	-	-	-	-
電気機器	-	-	-0.00002	0.00144	-	-	-	-
輸送機器	-	-	0.00042	0.00131	-	-	-	-
高外国人持ち株比率	-	-	-	-	-	-	0.001	0.001 *
低外国人持ち株比率	-	-	-	-	-	-	0.001	0.001 *
観測数	2916		2916		2916		2916	
過少識別検定	0.000		0.000		0.000		0.000	
脆弱性検定	524.497		513.655		523.590		522.715	
過剰識別検定	0.148		0.118		0.150		0.171	

注：*、**、***はそれぞれ係数が10%、5%、1%水準で0ではないことを示している。

(4.3) サプライチェーン

モデル(3)は、需要側の影響をさらに検証するためにサプライチェーン別の効果を推定している。これらのモデルは売上高広告宣伝費比率がサンプルの平均以上か否かで分類しており、B-to-C企業ほど売上高広告宣伝費比率が高いと仮定しており、化学物質対策評価スコアにB-to-C企業、B-to-B企業ダミーをかけて交差項を作っている。化学物質対策評価スコアの係数は、B-to-B企業でのみ有意に正である。この結果は、B-to-B企業に対してB-to-C企業からの化学物質削減の取り組みへのプレッシャーが強いことを示唆している。つまり、最終消費者よりも企業のほうがより化学物質に対してより敏感である可能性を示している。

(4.4) コーポレート・ガバナンス

モデル(4)はコーポレート・ガバナンス別の効果を推定している。外国人株主持ち株比率を機関投資家による規律付けの代理変数として用いており、外国人持ち株比率がサンプルの平均以上か否かで分類し、それぞれ化学物質対策評価スコア、化学物質削減スコアとの交差項を作成している。化学物質対策評価スコアの係数は外国人持ち株比率の高い企業では有意に正であるが、外国人持ち株

比率の低い企業では有意な影響を持っていない。また、化学物質削減スコアは10%水準と弱いながらもどちらの分類でも有意に正の影響を持っている。この結果によって、特に、機関投資家によるガバナンスの強い企業では、化学物質削減に取り組んでおりそれが需要の増加および生産性の向上によって付加価値が増加していることが窺える。つまり、機関投資家は、化学物質対策は企業価値を上昇させると期待していると考えられる。

以上のように、全体では、化学物質対策は需要の増加および生産性の向上によって、企業の付加価値を増加させることが明らかとなったが、産業、サプライチェーン、コーポレート・ガバナンスの違いによって化学物質削減による影響は均一ではないことが明らかとなった。もし、化学物質削減は経済パフォーマンスに正の影響を及ぼさないために、企業が削減に取り組んでいないならば、経済的インセンティブを与えてそれを促進させる政策が必要である。

参考文献

- Darnall, N., Jolley, G.J., Ytterhus, B., 2007. Understanding the relationship between a facility's environmental and financial performance, in: Johnstone, N. (eds.), *Environmental Policy and Corporate Behaviour*. Edward Elgar, Cheltenham, 213-259.
- Hart, S.L., Ahuja, G., 1996. Does it pay to be green?: an empirical examination of the relationship between emission reduction and firm performance. *Business Strategy and the Environment* 5, 30-37.
- King, A., Lenox, M., 2002. Exploring the locus of profitable pollution reduction. *Management Science* 48, 289-299.
- Klassen, R.D., McLaughlin, C.P., 1996. The impact of environmental management on firm performance. *Management Science* 42, 1199-1214.
- Nakao, Y., Amano, A., Matsumura, K., Gemba, K., Nakano, M., 2007. Relationship between environmental performance and financial performance: an empirical analysis of Japanese corporations. *Business Strategy and the Environment* 16, 106-118.
- Nishitani, K. An empirical analysis of the effects on firms' economic performance of implementing environmental management systems. *Environmental and Resource Economics*, in press.
- Russo, M.V., Fouts, P.A., 1997. A resource-based perspective on corporate environmental performance and profitability. *Acad Manag J* 40, 534-559.
- Thomas, A., 2001. Corporate environmental policy and abnormal stock price returns: an empirical investigation. *Business Strategy and the Environment*, 10, 125-134.

2.4.3 温暖化対策の評価（市場）：生産関数分析

(1) はじめに

温室効果ガス排出は、京都議定書やポスト京都議定書からも特に重要な環境問題であることが認識されており、日本においても 2009 年に当時の鳩山首相が 1990 年比 25%削減と謳ったように低炭素社会の構築が急がれている。こうした低炭素社会構築のためには、温室効果ガスの主要な排出先である企業の取り組みが非常に重要になってくる。しかし、2.4.2 章でも述べたとおり、企業の目的が営利である限り、そうした温室効果ガス削減への取り組みが企業利益に結び付くのか否かが実際に企業が行動する鍵になってくる。現時点では、企業では温室効果ガスの削減は企業業績を悪化させると認識しているため積極的な温室効果ガス削減のための行動には至っていない可能性がある。

よって、温室効果ガス削減に向けた政策提言を行うには、まず企業の温室効果ガス削減への対応と経済パフォーマンスの関係を分析する必要がある。しかし、これまでの先行研究では、環境パフォーマンスとして化学物質排出や廃棄物を対象にし、それらと経済パフォーマンスには正の関係があることを発見したものは多く見られる（例えば、Hart and Ahuja, 1996; King and Lenox, 2002; Darnal et al., 2007）が、温室効果ガスを対象とした研究は、データの入手可能性の問題からこれまでほとんど行われてこなかった。そんななか、日本においては、温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度に基づいて環境省が企業別の温室効果ガス排出量データを 2006 年度分より公表するようになり、それを使うことによって分析が可能となった。

第 2.4.2 章において、企業の化学物質排出量削減への取り組みがどのように企業パフォーマンスに影響を及ぼすのかについて議論を行ったが、化学物質排出への取り組みと同様に、温室効果ガス対策（温暖化対策）の影響は、需要の増加を通じたものと生産性の向上を通じたものの 2 つの経路から分析することが実務的にも学術的にも望ましい。よって、本研究では、2.4.2 章で企業の化学物質対策に焦点を当てたのと同様に、Nishitani (in press)を参考に、コブ・ダグラス型生産関数と逆需要関数から得られた理論モデルをもとに、温室効果ガス排出量の削減への対応が経済パフォーマンスに与える影響を需要の増加を通じたものと生産性の向上を通じたものに区別して実証分析を行う。また、産業、サプライチェーン、コーポレート・ガバナンスの違いによってそれらの影響の違いがあるのか否かも考察し、同時に化学物質排出と温室効果ガス排出での影響の違いについても議論することによって新たな環境政策の可能性を探る。

(2) 実証モデル

企業の温暖化対策が需要の増加および生産性の向上を通して経済パフォーマンスに与える影響を分析するために、第 2.4.2 章同様、以下のモデルを推定する。コブ・ダグラス型生産関数と逆需要関数から導かれた式(1)は、 $\ln W$ ：労働、

$\ln R$: 資本、 $\ln Q$: 原材料および温暖化対策が $S^{(a)}$: 需要の増加および $S^{(A)}$: 生産性の上昇を通して $\ln \frac{Y_i}{Q_i}$: 企業の付加価値（実際に推定するのは原材料あたりの売上高）にどのように影響を及ぼすのかを表している。モデルの構築に関しては第 2 章を参照。

$$\begin{aligned} \ln \frac{Y_i}{Q_i} = & (\alpha - \alpha\gamma) \ln W_i + (\beta - \beta\gamma) \ln R_i + (-\alpha - \beta - \gamma + \alpha\gamma + \beta\gamma) \ln Q_i + \omega^{(1)} S_i^{(a)} + (1 - \gamma) \delta^{(1)} S_i^{(A)} \\ & + \omega^{(0)} + (1 - \gamma) \delta^{(0)} - (\alpha - \alpha\gamma) \ln w - (\beta - \beta\gamma) \ln r - (1 - \alpha - \beta - \gamma + \alpha\gamma + \beta\gamma) \ln q \end{aligned} \quad (1)$$

ただし、式(1)の 2 段目は定数項で、この式に誤差項を加えたものが推定式となる。よって、 $\omega^{(1)}$ と $(1 - \gamma) \delta^{(1)}$ が温暖化対策に関する推定パラメーター（第 2 章での化学物質対策に関するパラメーターと同じ）である。また予想される係数の符号は、 $(\alpha - \alpha\gamma)$ 、 $(\beta - \beta\gamma)$ 、 $\omega^{(1)}$ 、 $(1 - \gamma) \delta^{(1)}$ が正、 $(-\alpha - \beta - \gamma + \alpha\gamma + \beta\gamma)$ が負である。

(3) データ

この分析で用いるデータは、2008 年の東京証券取引所および大阪証券取引所に上場している製造業企業（繊維、パルプ・紙、化学、ゴム製品、ガラス、鉄鋼、非鉄金属、機械、電気機器、輸送機器）のうち、温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度の対象となっている 561 社である。持株会社はサンプルから除いている。推定には、第 2.4.2 章同様、理論モデルから生じる同時方程式バイアスを避けるために変量効果操作変数法を用いている。被説明変数および説明変数の記述統計は表 99 にある。

被説明変数には原材料あたりの生産高の対数値を $\ln \frac{Y}{Q}$ の代理変数として用いている。説明変数は、賃金総額の対数値を $\ln W$ の、固定資産額の対数値を $\ln R$ の、原材料費の対数値を $\ln Q$ の、日経環境経営度調査の温暖化対策評価スコアを $S^{(a)}$ の、売上高あたりの温室効果ガス排出量の削減率から得られた温室効果ガス削減スコアを $S^{(A)}$ の代理変数として用いる。

表 99 記述統計

	観測数	平均	標準偏差	最小	最大
付加価値	561	1.007	0.579	-0.005	4.145
労働	561	8.493	1.364	1.664	13.226
資本	561	9.858	1.356	5.549	14.093
原材料	561	9.973	1.567	5.569	15.590
労働(1期前)	561	8.545	1.342	3.859	13.315
資本(1期前)	561	9.877	1.345	5.506	14.086
原材料(1期前)	561	10.097	1.589	5.527	15.799
温暖化対策評価スコア(需要側)	561	1.264	0.857	1	5
繊維	561	0.045	0.223	0	2
パルプ・紙	561	0.048	0.337	0	5
化学	561	0.321	0.732	0	5
ゴム製品	561	0.053	0.444	0	5
ガラス	561	0.078	0.365	0	5
鉄鋼	561	0.094	0.414	0	5
非鉄金属	561	0.073	0.435	0	5
機械	561	0.210	0.654	0	5
電気機器	561	0.194	0.396	0	1
輸送機器	561	0.146	0.354	0	1
B-to-C	561	0.663	1.229	0	5
B-to-B	561	0.964	1.183	0	5
高外国人持ち株比率	561	0.586	0.989	0	5
低外国人持ち株比率	561	0.677	0.742	0	5
温室効果ガス削減スコア(生産側)	561	5.082	1.161	1	10
繊維	561	0.216	1.051	0	6
パルプ・紙	561	0.169	0.964	0	6
化学	561	1.253	2.280	0	8
ゴム製品	561	0.087	0.636	0	6
ガラス	561	0.339	1.324	0	6
鉄鋼	561	0.406	1.484	0	8
非鉄金属	561	0.209	0.970	0	6
機械	561	0.738	1.883	0	10
電気機器	561	0.907	1.929	0	9
輸送機器	561	0.758	1.868	0	8
高外国人持ち株比率	561	2.034	2.579	0	10
低外国人持ち株比率	561	3.048	2.668	0	10
繊維	561	0.041	0.198	0	1
パルプ・紙	561	0.030	0.172	0	1
化学	561	0.239	0.427	0	1
ゴム製品	561	0.023	0.151	0	1
ガラス	561	0.062	0.242	0	1
鉄鋼	561	0.073	0.261	0	1
非鉄金属	561	0.046	0.210	0	1
機械	561	0.144	0.352	0	1
電気機器	561	0.194	0.396	0	1
輸送機器	561	0.146	0.354	0	1
温室効果ガス排出スコア(1期前)	561	1.260	0.837	1	5
温室効果ガス排出量(1期前)	561	5.788	1.107	1	10

このうち温暖化対策については、化学物質対策の時と同様に、需要側、生産側にそれぞれ仮定を置いたスコアを使用している。まず、需要側の影響に関しては、顧客は温室効果ガス排出量や削減量そのものではなく、公表されたランキングで企業を評価すると仮定し、ランキングが1～50位に5点、51～100位に4点、101～150位に3点、151～200位に2点、201位以上に1点を付与した

ものを使用している。一方、生産側の影響は、温室効果ガス削減は生産性向上のための様々な取り組みからもたらされていると仮定して、売上高あたりの温室効果ガス排出量が前期に比べてどうなったかを 50%未満から 201%以上の区間で 25%ごとに 10 点から 1 点までのスコアを付与したものを変数として使用している。ここで用いている温室効果ガス排出量は、温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度によって環境省が公表しているデータである⁸。

また、操作変数には、一期前の賃金総額の対数値、固定資産額の対数値および原材料費の対数値、一期前の温暖化対策評価スコア、一期前の温室効果ガス削減スコアを用いている。さらに、結果をコントロールするために産業ダミーと年次ダミーを含んでいる。財務データは日経ニーズより入手した。

(4) 推定結果および解釈

推定結果は表 100 にある。産業ダミーと年次ダミーの係数は省略している。サンプル全体を用いて推定するだけでなく、温暖化対策の付加価値に与える影響が、産業、サプライチェーン、コーポレート・ガバナンスでどう違うのかについても推定している。

(4.1) 全体

モデル(1)はサンプル全体を用いた推定結果である。労働、資本、原材料の係数は、理論モデルで予想した通りの符号を持っており統計的に有意である。また、温暖化対策に関する係数では、温暖化対策評価スコアが予想どおり正に有意な符号を持っているのに対して、室効果ガス削減スコアは予想に反して負の符号を持っておりかつ有意ではない。

すなわち、これらの結果で見ると、企業の温暖化対策は需要の増加を通してのみ付加価値を上昇させるが、生産性の向上を通しては付加価値を上昇させない。サンプルや分析手法が異なるために直接比較することはできないが、生産性の向上による効果は化学物質対策と異なっている可能性がある。

(4.2) 産業

モデル(2)は、温暖化対策評価スコア、温室効果ガス削減スコアそれぞれに各産業ダミーをかけて交差項を作り、産業別の効果を推定している。また産業ダミーは含んでいない。

温暖化対策評価スコアの係数は、ゴム製品、電気機器で有意に正である。すなわち、特にこれらの産業では温暖化対策が市場で評価されているため需要の増加によって企業の付加価値が上昇することを示唆している。特に電気機器では、2.4.2 章において化学物質対策においても同様の結果が出ており、環境経営

⁸ 3 年分のデータが公表されているが、説明変数に前期からの削減率をもとにした温室効果ガス削減スコアを用いていること、また操作変数に 1 期前の温室効果ガス削減スコアを用いていることから、本研究ではパネルデータ分析ではなくクロスセクション分析を行っている。

が多面的に市場に評価されているのかもしれない。一方、温室効果ガス削減スコアの係数は、電気機器で有意に負である一方、有意に正である産業は1つもない。すなわち、温暖化対策によって生産性の向上を通して企業の付加価値を上昇させることはどの産業においても難しいことを示唆している。モデル(1)同様、化学物質対策とは異なった結果になっている。

表 100 推定結果

	(1)		(2)		(3)		(4)	
	係数	標準誤差	係数	標準誤差	係数	標準誤差	係数	標準誤差
労働	0.176	0.026 ***	0.184	0.026 ***	0.154	0.026 ***	0.172	0.026 ***
資本	0.401	0.025 ***	0.407	0.026 ***	0.397	0.025 ***	0.377	0.026 ***
原材料	-0.605	0.024 ***	-0.615	0.024 ***	-0.606	0.024 ***	-0.605	0.024 ***
温暖化対策評価スコア(需要側)	0.052	0.020 **	-	-	-	-	-	-
繊維	-	-	-0.101	0.236	-	-	-	-
パルプ・紙	-	-	-0.117	0.077	-	-	-	-
化学	-	-	0.121	0.033 ***	-	-	-	-
ゴム製品	-	-	0.030	0.042	-	-	-	-
ガラス	-	-	0.060	0.077	-	-	-	-
鉄鋼	-	-	-0.040	0.062	-	-	-	-
非鉄金属	-	-	0.075	0.050	-	-	-	-
機械	-	-	0.047	0.037	-	-	-	-
電気機器	-	-	0.728	0.171 ***	-	-	-	-
輸送機器	-	-	-0.029	0.244	-	-	-	-
B-to-C	-	-	-	-	0.085	0.016 ***	-	-
B-to-B	-	-	-	-	0.076	0.017 ***	-	-
高外国人持ち株比率	-	-	-	-	-	-	0.045	0.023 **
低外国人持ち株比率	-	-	-	-	-	-	0.058	0.032 *
温室効果ガス削減スコア(生産側)	-0.007	0.014	-	-	0.001	0.014	-	-
繊維	-	-	0.035	0.052	-	-	-	-
パルプ・紙	-	-	0.043	0.032	-	-	-	-
化学	-	-	0.003	0.021	-	-	-	-
ゴム製品	-	-	0.019	0.031	-	-	-	-
ガラス	-	-	0.019	0.028	-	-	-	-
鉄鋼	-	-	0.024	0.024	-	-	-	-
非鉄金属	-	-	0.012	0.029	-	-	-	-
機械	-	-	0.005	0.020	-	-	-	-
電気機器	-	-	-0.070	0.028 ***	-	-	-	-
輸送機器	-	-	0.026	0.042	-	-	-	-
高外国人持ち株比率	-	-	-	-	-	-	0.014	0.015
低外国人持ち株比率	-	-	-	-	-	-	-0.017	0.015
定数項	1.790	0.137 ***	1.386	0.145 ***	1.608	0.167 ***	1.712	0.182 ***
観測数	561		561		561		561	
F検定(1ステージ)	0.000		0.000		0.000		0.000	
過剰識別検定	0.171		0.056		0.207		0.1436	

注：*、**、***はそれぞれ係数が10%、5%、1%水準で0ではないことを示している。

(4.3) サプライチェーン

モデル(3)は、需要側の影響をさらに検証するためにサプライチェーン別の効果を推定している。これらのモデルは売上高広告宣伝費比率がサンプルの平均以上か否かで分類しており、B-to-C企業ほど売上高広告宣伝費比率が高いと仮定しており、温暖化対策評価スコアにB-to-C企業、B-to-B企業ダミーをかけて交差項を作っている。

温暖化対策評価スコアの係数はB-to-C企業、B-to-B企業ともに、予想した通りの正の符号を持っており統計的に有意である。すなわち、サプライチェーン別でみる限り、温暖化対策は、B-to-C企業、B-to-B企業ともにそれぞれの顧客から評価されていることを示唆している。化学物質対策ではB-to-B企業のみ

影響があったために、最終消費者は化学物質対策よりも温暖化対策により敏感である可能性がある。

(4.4) コーポレート・ガバナンス

モデル(4)はコーポレート・ガバナンス別の効果を推定している。外国人株主持株比率を機関投資家による規律付けの代理変数として用いており、外国人持ち株比率がサンプルの平均以上か否かで分類し、それぞれ温暖化対策評価スコア、温室効果ガス削減スコアとの交差項を作成している。温暖化対策評価スコアは、高外国人株主持株比率企業でも低外国人株主持株比率企業でも、予想した通り正の符号を持っており統計的に有意である。しかし、温室効果ガス削減スコアは両者とも有意な影響を持っていない。これらの結果は、機関投資家による規律付けが特に温暖化対策に影響を及ぼしているとは言えないことを示唆している。

これらの結果によって、サンプル全体では、温暖化対策は、需要の増加を通して企業の付加価値を上昇させるが、その影響は産業、サプライチェーン、コーポレート・ガバナンスの違いによって均一ではないことが明らかとなった。

そんななか、化学物質対策と比較して、特に注目すべきは、いくつかのカテゴリーにおいて、化学物質対策と同様に温暖化対策は需要の上昇を通して付加価値を上昇させるが、化学物質対策と違い、どの分類においても温暖化対策は生産性向上を通して企業価値を上昇させていない。むしろ、電気機器産業では温室効果ガス削減スコアと企業価値上昇には負の関係が観測されている。

よって、これらの推定結果で見る限り、温暖化対策は、イメージ向上によって需要の増加をもたらす企業に付加価値に影響を及ぼすが、生産性向上によっては影響を及ぼさない可能性があるため、企業に温暖化対策をさらに推進させるには温室効果ガス削減が生産性の向上に結びつくような、例えばポーター仮説に沿った政策が必要である。ただし、化学物質対策の分析は7年分のパネルデータを用いて行ったのに対して、温暖化対策の分析は1年分のクロスセクションデータを用いて行ったために、今後サンプルが増えれば、温暖化対策も化学物質対策と同様に生産性向上を通して付加価値を上昇させる結果が得られるかもしれない。

参考文献

- Darnall, N., Jolley, G.J., Ytterhus, B., 2007. Understanding the relationship between a facility's environmental and financial performance, in: Johnstone, N. (eds.), *Environmental Policy and Corporate Behaviour*. Edward Elgar, Cheltenham, 213-259.
- Hart, S.L., Ahuja, G., 1996. Does it pay to be green?: an empirical examination of the relationship between emission reduction and firm performance. *Business Strategy and the Environment* 5, 30-37.
- King, A., Lenox, M., 2002. Exploring the locus of profitable pollution reduction.

Management Science 48, 289–299.

Nishitani, K. An empirical analysis of the effects on firms' economic performance of implementing environmental management systems. Environmental and Resource Economics, in press.

3. 環境経営のための政策分析

3.1 環境政策と企業の取組

3.1.1 環境行動の因果関係メカニズムに関する分析

(1) 背景と目的

地球環境問題の深刻化とともに、社会は企業に対してその役割を積極的に果たすことを求めるようになった。汚染者負担の原則、拡大生産者責任の原則、さらにはトリプル・ボトムラインが主張され、社会的責任の考えが企業経営に反映されることとなった。しかしそれに対し企業には異なる反応が見られる。なぜならば、資本主義の多様性について論じられてきたように、企業特性や戦略、必要となる汚染対策費用が異なるからである。

日本では90年代後半から大企業を中心に企業の環境経営が本格化し、企業の社会的責任(CSR)の一環として、環境経営が経営理念の重要な要素となることとなった。社会的責任は、ISO14001の規格化やトリプル・ボトムラインの提唱によって環境配慮の必要性がより明確になった。その結果、たとえば1996年以降の10年間で、わが国のISO14001認証取得組織数は急速に増えている。そして、90年代半ば以降、大企業を中心に環境に関する情報公開が進み、それぞれの企業が独自に環境報告書を作成・発行し、社会や消費者、投資家に向けて環境情報を公表するようになった。こうした状況を受けて2001年2月には環境省が環境報告書のガイドライン(2000年度版)を作成し、製造業部門の一部大企業に限らずより多くのさまざまな企業に対して環境報告書発行による環境コミュニケーションを支援した。こうした取り組みの結果、環境経営に積極的な企業は政府が想定する以上の成果を、自主的・自発的に達成するケースがみられるようになってきた。この背景には、環境問題に対する社会的関心が高まったことから、市場や顧客のニーズの中に環境保全の評価軸が加わり、企業に環境対策を求める声が社会的に拡大し、この声に対応すべく、環境問題に配慮した企業経営のあり方として環境経営が促進されたと言える。

加えて、我が国では環境情報公開制度の制定が進んでいる。1999年に特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善に関する法(Pollution Release and Transfer Register(PRTR)制度が制定され、化学物質について年間1トン以上の移動・排出をする常用雇用者数21人以上の事業所では届出を義務付けられた。さらに温室効果ガスの算定・報告・公表制度が2006年から開始されており。しかし、これらの制度は、化学物質や温室効果ガス排出量の削減目標を特に含むものではなく、事業者自身が排出量を把握することで、自主的な化学物質排出管理を促すことを期待して制度化されている。

こうした背景の中で、企業の環境経営はどのような要因によって影響を受けるだろうか？加えて、企業の戦略や組織体制は、環境保全取り組みに対してどのように反映されているだろうか？本研究では上記の疑問に対して、外部環境が異なるBtoB企業とBtoC企業に着目し、その外部要因が企業の環境経営に与える影響の違いに焦点を当て、その因果関係性の違いを明らかにすることを目的とする。

(2) 先行研究と分析フレームワーク

(2.1) 先行研究

これまでに、企業における環境マネジメントシステムと外部要因の関係性に着目した先行研究は、これまでに数多く発表されており、企業の競争優位性と外部要因、特に環境規制との関係性に着目した研究が多い。1980年代に競争戦略の分野で新しい理論を唱えた M. Porter が、適切な環境規制は企業の技術革新を促進させ、環境負荷量の低減を通じて製品の競争優位を強め、最終的に企業の業績を高めるメカニズムを理論的側面から指摘した(Poter, 1991; Porter and v.d. Linde 1995)。競争戦略において製品やサービスの差別化を行うことが競争優位の主要な源泉であると指摘してきた M. Porter は、環境への取り組みが有効であり、コストあるいは品質等において競争力をもたらすことを強調している。この指摘は、企業にとって持続可能な発展のための環境保全は、重要な競争優位の源泉であるという認識が次第に受け入れられるようになり、その後「ポーター仮説」と呼ばれている。ポーター仮説の検証を行った先行研究は、経済学や経営学のフィールドで数多く発表されている。日本企業を対象とした研究として(Hamamoto, 2006; Iwata and Okada, 2011)がある。ポーター仮説は、いくつかの論点を含んでおり、環境と経済の関係のほかにも、環境規制とイノベーションの関係、環境規制と競争優位の関係について研究が行われている Ambec and Lanoie. (2008)。

先行研究では、企業の外部要因と環境マネジメントの関係性に着目した分析が行われているが、多くの研究は、単一の業種を対象としており、企業特性が異なる複数業種の企業を対象とした研究は少ないと言える。一方で、前述したように主な取引先が企業であるか最終消費者であるかによって、需要者側の環境対策における要求が異なっていることから、こうした違いの影響を分析するためには、業種特性を明示的に考慮した比較研究が重要である

(2.2) 分析フレームワーク

前節を踏まえ、本分析で用いる分析フレームワークは、企業が知覚する環境保全を行う上での制約である『制約条件』、さらに企業内部の要因である『環境戦略』と『組織』、そして企業の環境保全取り組み状況を表す『環境保全取り組み』の合計4つの要因によって構成される(図56)。このフレームワークは資源ベース論に基づいて構築しており、企業の環境保全取り組みの実施には環境戦略と組織体制が影響を与えるとするフレームである。

図56に示す4つの変数について説明する。第一は制約条件であり、企業が環境保全取り組みを行う上で制約となる条件として定義する。これは「企業外部の制約条件(外部制約)」、「企業内部の制約条件(内部制約)」、「情報不足による制約(情報制約)」、「環境保全に対する市場評価が低い(市場制約)」の4つの指標から構成されている。「外部制約」は消費者の環境意識の低さ、環境志向の商品の価値が不明、環境製品市場が未成熟など、企業外部の要因によって企業が積極

的に環境保全取り組みへの行いを制約される条件を指す。逆に、「内部制約」では、環境保全を行う上で必要となる人的資源やノウハウの不足を指し、企業内部における制約の強さを表す。「情報制約」では、成功事例や市場の見通しなどが不明な点が積極的な取り組みへの制約となっている強さを反映し、「市場制約」では、規制緩和や新たな市場開拓が不十分であることが制約となっていると企業が知覚する強さを表す。

第2は、環境戦略であり、企業の環境に対する戦略選択や取り組みの方向性を決めるものである。この要因は、「GHG削減目標」、「化学物質削減目標」、「3R実施目標」の3つの環境保全目標要因に加えて、環境保全取り組みを強めることで企業が経済的便益を獲得できると知覚しているかを考察するために「環境ビジネス」の要素を用いる。これら4つの要素から、企業戦略としての環境経営の優先度と汚染削減取組の目標設定を反映させ、環境戦略要因を測定した。

第3の要因は、組織体制であり、これは環境関連のデータ管理および組織体制の要因から構成されている。前者の環境関連データ管理は、水資源やエネルギーなどの投入データを把握しているかどうかを表す「投入データ管理」、GHGや化学物質排出量データを把握しているかどうかを表す「排出データ管理」である。後者の組織体制は環境経営の管理的体制を示すもので、「環境マネジメントシステム」、「環境報告書の発行」、「環境会計導入」である。組織体制の要因にはこれら五つの指標を用いた。

最後に、環境取り組みの要因には、企業におけるGHG排出量、化学物質排出量の削減取り組みに加え、3Rの実施と生態系保全に向けた取り組みの四つを用いた。本分析フレームでは、すべての潜在変数から観測変数へのパス係数は正であると仮定し、各潜在変数が大きくなるほど、関連する観測変数を強く知覚するものとしている。

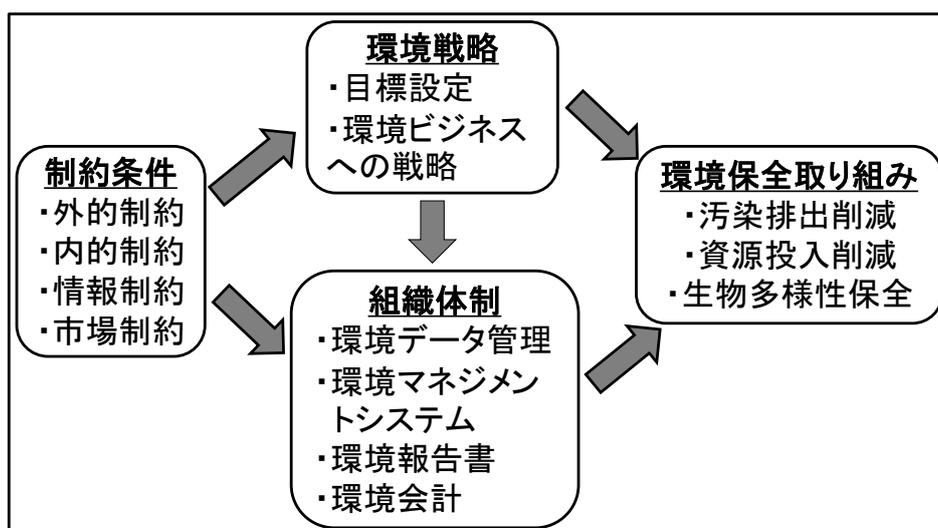


図 56 分析フレームワーク

(3) データと分析方法

(3.1) データ

以上の外部要因、環境戦略、組織体制、環境保全取り組みは、アンケート調査表から得られる認知指標によって構成される合成変数であり、直接的には観測できないとする潜在変数である。本研究では、環境省が実施した「環境にやさしい企業行動調査」の企業別データを用いて分析を行った。調査結果は、平成18年度、平成19年度、平成20年度を対象範囲期間としたものである。使用したサンプルは各年とも284社であり、分析対象期間三年間の合計のサンプル数は852である。分析に用いたデータセットの業種別での企業数分布は表101の通りである。

表 101 分析対象サンプル 284 社の業種別での企業数の分布

生活関連 (46 社)	基礎素材 (72 社)	加工組立 (105 社)	非製造業 (61 社)				
食品	23	化学	27	電気機器	36	建設	2
繊維	6	パルプ・紙	3	機械	35	不動産	8
その他製造	17	石油	1	自動車	21	商社	5
		医薬品	5	輸送用機器	4	小売業	19
		ゴム	3	精密機器	9	サービス	22
		窯業	12			空運	1
		鉄鋼	5			通信	2
		非鉄金属製品	16			水産	1
						その他金融	1

(出所) 著者作成

分析フレームと「環境にやさしい企業行動調査」の質問の内容を照らし合わせ、本研究では各指標を反映する調査データを選定した。各認知指標を得るために使用した質問項目は、文末の補足資料に記載する。

(3.2) 分析方法

本研究では、図56で示す分析フレームを用いた因果性の分析に、構造方程式モデリング(Structure Equation Modeling: SEM)を適用する。SEMはJöreskog(1973)によって開発された事象の因果関係を統計的に分析する手法であり、経営学、心理学、社会学など幅広い分野で用いられている。SEMでは、ある仮説に対してモデルもしくは因果関係の分析フレームを仮定し、そのモデルから分散共分散行列の推計を行う。一方で仮説に基づきアンケート調査等で得られたデータに基づいた分散共分散行列を別途計算し、これら2つの分散共分散行列を最尤法で照合し、仮定したモデルがどれほど実データに適合しているかを検証する分析方法である。

本研究では、データが得られた284社を対象とした分析に加えて、業種特性に着目した分析を行う。業種特性の違いは環境戦略の策定や、組織体制の構築

に対して大きな影響を与えると考えられる。従って、本研究では売上高広告宣伝費比率の平均値を用いて、企業間取引を主として行う企業(平均値を下回る企業：以下、B to B 企業(187 社))と、消費者に最終製品を販売する企業(平均値を上回る企業：以下、B to C 企業(97 社))とに分類し、それぞれの分析結果を比較することで、業種特性の違いによって因果関係性がどのように異なるのかを検証する。

(4) 分析結果と考察

得られた分析結果を図 57 から図 59 に記す。文中では、分析結果が見やすいように簡略化したものを記載する。より詳細な分析結果については補足資料に記載する。補足資料から、すべての潜在変数から観測変数へのパス係数は正であることが確認できる。図 57 から図 59 に記載された数値は-1 から 1 の間で定義される標準化係数を表しており、値が 1 に近づくほど強い正の関係性を持つことを意味する。「***」、「**」、「*」はそれぞれ、1%、5%、10%水準でパス係数が有意であることを意味し、有意なパス係数を持つものは、矢印を太く記述した。また、分析モデルの適合度を表す CFI (Comparative Fit Index)と RMSEA (Root Mean Square Error of Approximation)を各図に記載する。CFI が 1 に近いほど、RMSEA が 0 に近いほどモデルの適合度が良いことを意味する。(豊田, 2007)

補足資料の分析結果では、長方形の変数は観測変数(既知のデータ)を表し、楕円形の変数は観測データから推計される潜在変数を表す。

図 57 より、制約条件が環境戦略に強い影響を与えていることが分かる。企業が強く制約条件を知覚するほど、より積極的に環境戦略を策定する傾向にあると言える。しかしながら、内部制約と環境戦略との間には、負の関係が生じていることから、企業の内部に環境保全に積極的に取り組むことが出来ない要素がある場合には、環境戦略の策定が難しいことを意味している。一方で、情報制約や市場制約を強く知覚するほど、企業は環境戦略を策定する傾向にあることから、より厳しい環境におかれている企業ほど積極的に環境戦略を構築し、より効率的な環境保全取り組みの策定に向けて努力していることが示唆される。

次に、組織体制へのパスは、環境戦略と市場制約のみが統計的に有意に正の影響を与える結果となった。従って、組織体制の構築は、企業の環境経営の方針や目標設定に加えて、企業が知覚する市場での制約が影響している。環境戦略は環境経営の優先度や企業の環境保全取り組みの目標から構成されている。これらの要因は、組織構成員の行動を方向付けるとともに、環境行動への強いコミットメント(関与)を意味するものである。そして環境戦略は組織の環境への取り組みを有意に強めている。このことは、企業による環境保全に適した組織構築を促進するためには、戦略的な方針が明確化されていくことが重要であることを示している。

また、環境保全取り組みへのパスは、環境戦略の策定と組織体制の構築の両方で、有意に正の影響が観測された。この結果から、制約条件を戦略レベルで知覚し、明確な目標や方針を策定することで環境保全の取り組みに反映させる

とともに、環境戦略により環境保全に十分対応可能な組織体制を構築し、積極的な環境保全取り組みを推進すると考えられる。

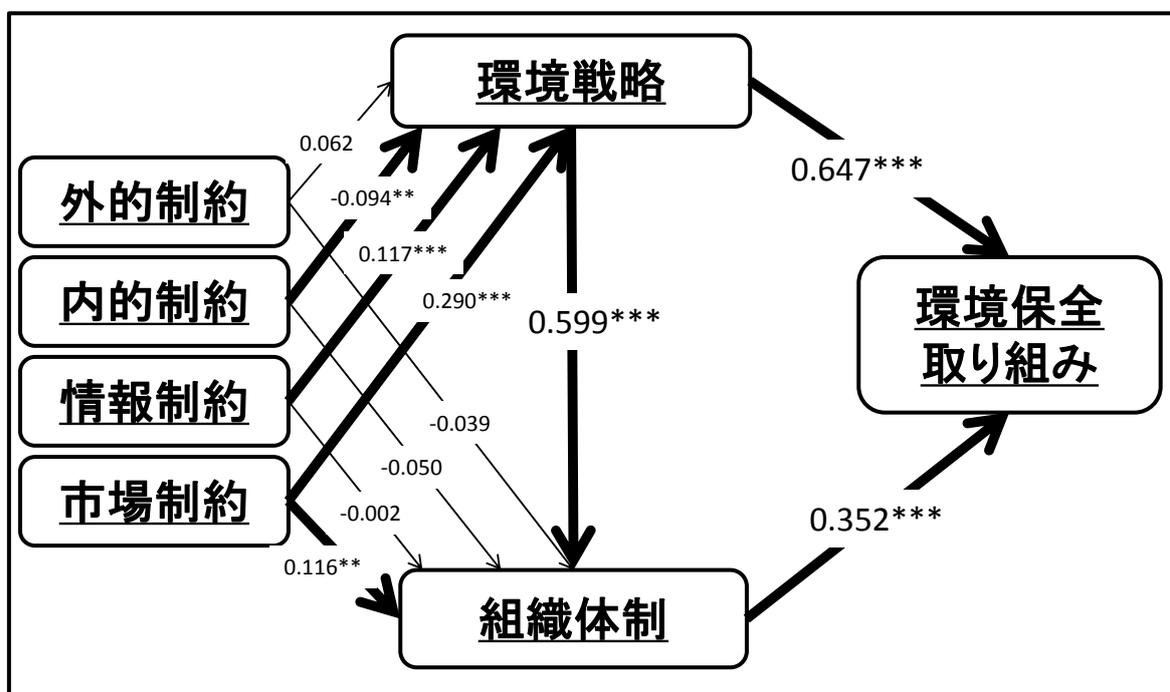


図 57 284 企業での共分散構造分析の結果
(N=852、CFI= 0.781 ; RMSEA=0.102)

次に、図 58 と図 59 から、B to B 企業と B to C 企業の分析結果を考察する。両社の分析結果を比較すると、環境戦略、組織体制、環境保全取り組みの三つの潜在変数間の関係性はすべてに統計的有意に正の関係性が観測され、B to B 企業と B to C 企業との間で大きな差は見られなかった。しかし、制約条件から環境戦略及び組織体制へのパスに違いが生じている。従って、以下では、制約条件の影響の違いに焦点を当てて、分析結果の考察を行う。

図 58 より、B to B 企業では内的制約と環境戦略との間に統計的有意な関係性が得られなかったが、組織体制には負の影響を与えていることが分かる。従って、B to B 企業においては、人的資源やノウハウの制約を抱える企業ほど、環境保全に向けた組織体制の構築が難しいことを示唆している。一方で、図 59 より、B to C 企業では、内部制約が環境戦略に対して統計的有意に負の関係性を持つが、組織体制には強く影響を与えないことが明らかとなった。従って、B to C 企業では、B to B 企業と異なり、人的資源や環境保全対策の知識に制約を知覚する企業ほど、環境戦略の策定が難しいことを表している。また、図 58 から、B to B 企業において、情報制約を強く知覚する企業は、環境戦略の策定を促進させる結果が得られ、市場制約を強く知覚する企業ほど、環境戦略の策定と組織体制の構築を推し進める傾向があることが明らかとなった。

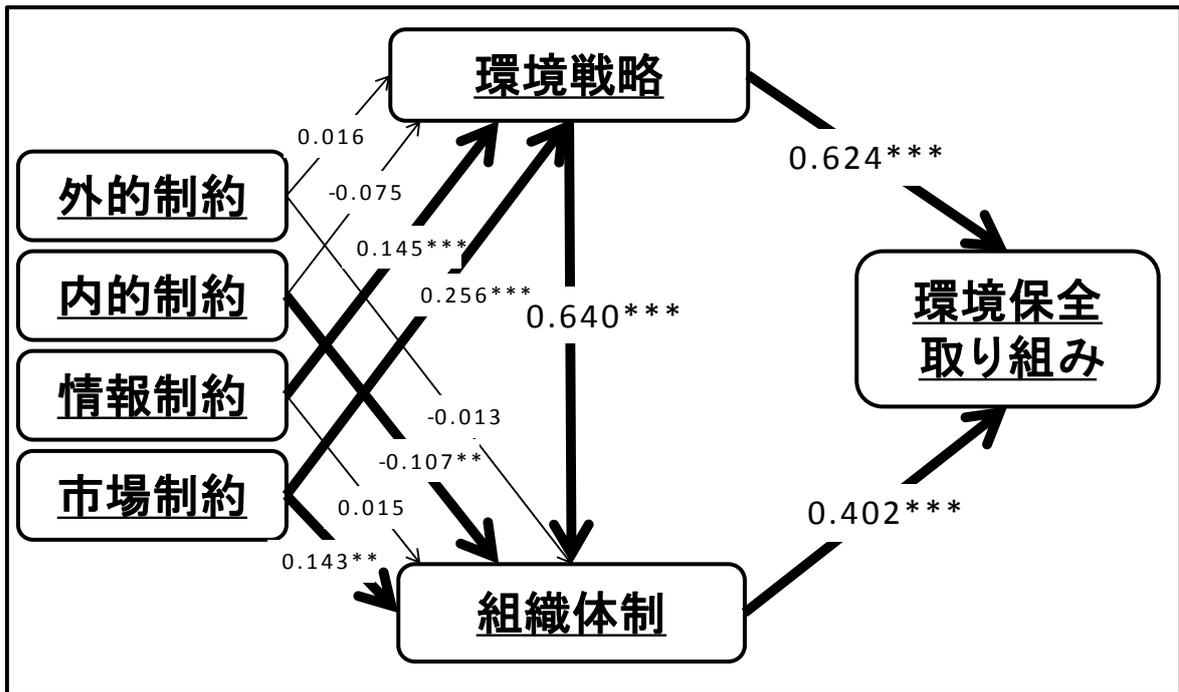


図 58 B to B 企業 187 社を対象とした分析結果
(N=561 社、CFI= 0.790 ; RMSEA=0.103)

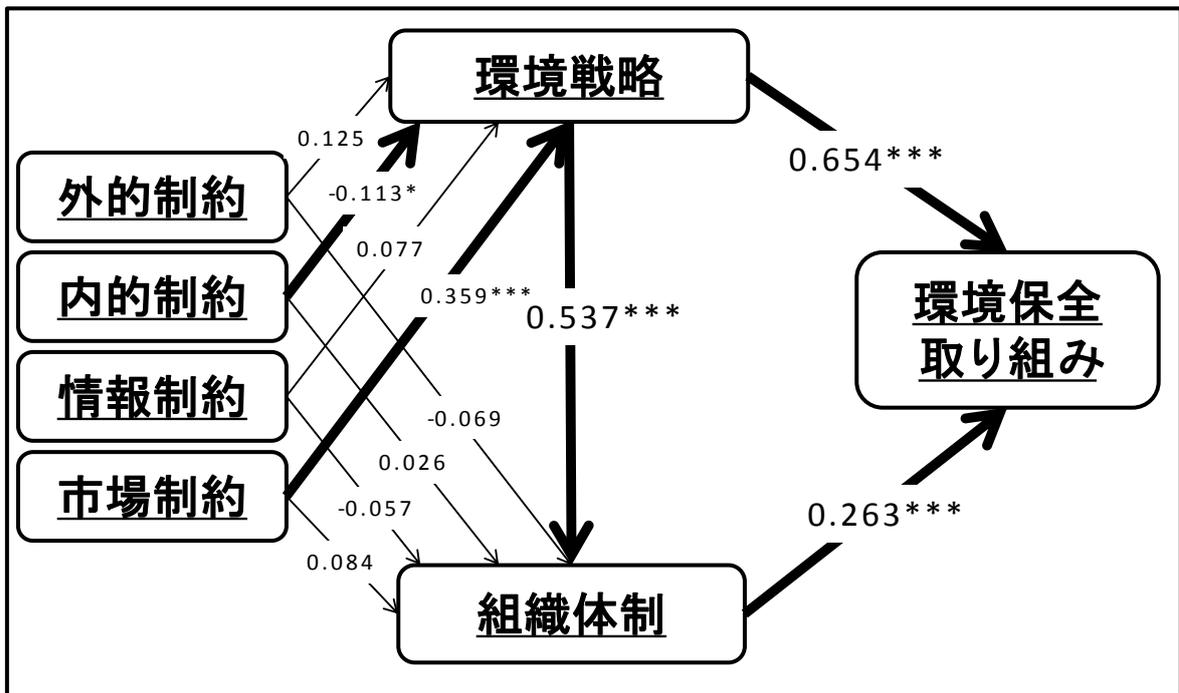


図 59 B to C 企業 97 社を対象とした分析結果
(N=291 社、CFI= 0.739 ; RMSEA=0.107)

(5) まとめ

本研究では外部環境が異なる B to B 企業と B to C 企業に着目し、その外部要因

が企業の環境経営に与える影響の違いに焦点を当て、その因果関係性の違いを共分散構造分析を適用し明らかにした。本研究から得られる結論を下記にまとめる。

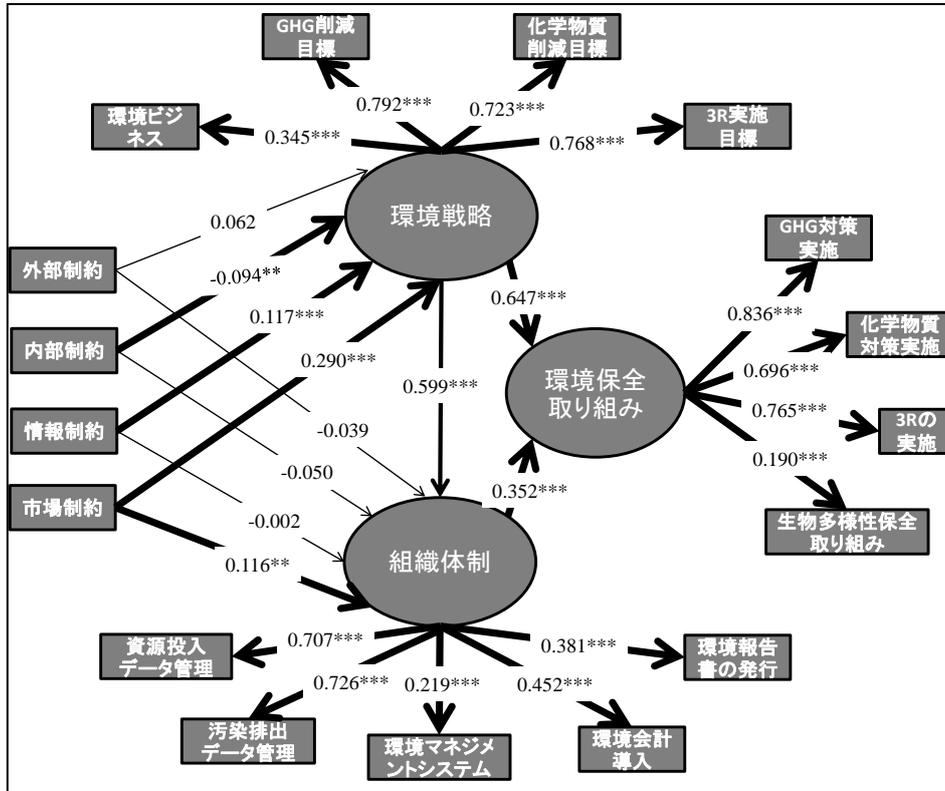
1. 企業が強く制約条件を知覚するほど、より積極的に環境戦略を策定する傾向にあるが、人的資源や環境保全対策の知識が不足している企業では、環境戦略の策定が難しい。一方で、情報制約や市場制約を強く知覚するほど、企業は環境戦略を策定する傾向にあり、より厳しい環境におかれている企業ほど積極的に環境戦略を構築し、より効率的な環境保全取り組みの策定に向けて努力する傾向がある。
2. 組織体制の構築は、企業の環境経営の方針や目標設定に加えて、企業が知覚する市場での制約が影響していることから、企業による環境保全に適した組織構築を促進するためには、戦略的な方針が明確化されていくことが重要である。
3. 企業は、環境経営を行う上での制約を戦略レベルで知覚し、明確な目標や方針を策定することで環境保全の取り組みに反映させるとともに、環境戦略により環境保全に十分対応可能な組織体制を構築し、積極的な環境保全取り組みを推進する。
4. BtoB 企業においては、人的資源やノウハウの制約を抱える企業ほど、環境保全に向けた組織体制の構築が難しい。一方で、BtoC 企業では、人的資源や環境保全対策の知識に制約を知覚する企業ほど、環境戦略の策定が難しい。
5. BtoB 企業において、情報制約を強く知覚する企業は、環境戦略の策定を促進させる結果が得られ、市場制約を強く知覚する企業ほど、環境戦略の策定と組織体制の構築を推し進める傾向があることが明らかとなった。

参考文献

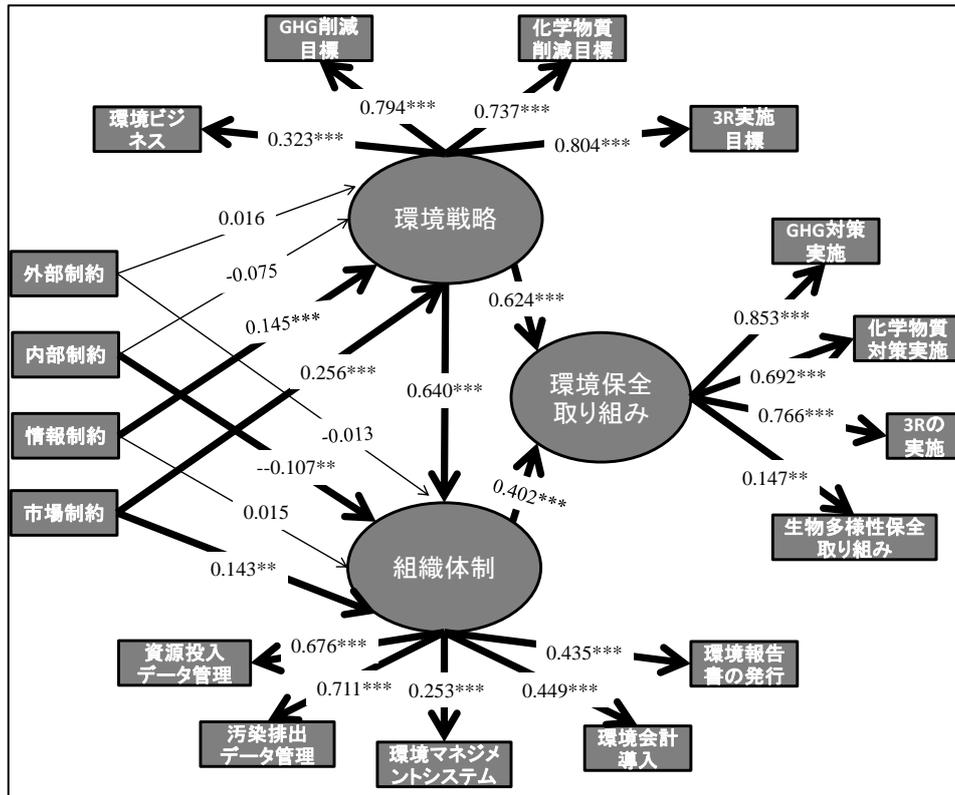
- Al-Tuwaijri, S.A., Christensen, T.E. and Hughes, K.E. 2004. "The relations among environmental disclosure, environmental performance, and economic performance: a simultaneous equations approach", *Accounting, Organizations and Society*, Vol.29, pp.447-471.
- Ambec, S. and P. Lanoie. 2008 "Does it pay to be green? A systematic overview". *Academy of Management Perspectives* Vol. 22, pp. 45-62.
- Ehrenfeld, J. R. 1998). "The challenge of sustainability: cultural structure and corporate decision-making, in better environmental decision-making", edited by K. Sexton, Marcus, A., Easter, K.W. and Burkhardt, T. Washington, DC. Island Press.
- Erkman, S. (1997). "Industrial ecology: an historical view." *Journal of Cleaner Production* Vol.5, No.1-2, pp.1-10.
- Glavic, P. and Lukman, R. 2007). "Review of sustainability terms and their definitions." *Journal of Cleaner Production*, Vol.15, pp.1875-1885.
- Henriques, I. and P. Sadosky 1996), "The determinants of and environmentally

- responsive firm: An empirical Approach”, *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol.30, pp.381-395.
- Jasch, C. (2006). “How to perform an environmental cost assessment in one day,” *Journal of Cleaner Production* Vol.14, pp.1194-1213.
- Jöreskog, K. G. (1973). “A general method for estimating a linear structural equation system. In *Structural equation models in the social sciences*” edited by A. S. Goldberger & Duncan: 85-112. Seminar Press: New York.
- Kolk, A. and Mauser, A. (2002). “The evolution of environmental management: From stage models to performance evaluation.” *Business Strategy and the Environment*. Vol.11, pp.14–31.
- Lee, S.Y. and Rhee, S.K. (2005). “From end-of-pipe technology towards pollution preventive approach: The evolution of corporate environmentalism in Korea.” *Journal of Cleaner Production*, Vol.13, pp.387-395.
- Mori, M. (2008). “Environmental pollution and bio-politics: The epistemological constitution in Japan’s 1960s.” *Geoforum*, Vol.39, pp.1466–1479.
- Porter, M. (1991). “America's green strategy.” *Scientific American*, Vol.264, No.4, pp.168.
- Porter, M.E. and C.v.d., Linde (1995a), Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship, *Journal of Economic Perspectives*, Vol.9, No.4, pp.97-118.
- Porter, M.E. and Linde, C.v.d. (1995b). “Green and competitive: Ending the stalemate.” *Harvard Business Review*, Vol.73, No.5, pp.120-134.
- Russo, M.V. and Fouts, P.A. (1997). “A resource-based perspective on corporate environmental performance and profitability” *Academy of Management Journal*, Vol.40, No.3, pp.534-559.
- Schaltegger, S., Synnestvedt, T. (2002). “The link between ‘green’ and economic success: environmental management as the crucial trigger between environmental and economic performance.” *Journal of Environmental Management*, Vol.65, pp.339-346.
- Wagner, M., Phu, N.V., Azomahou, T. and Wehrmeyer, W. (2002). “The relationship between the environmental and economic performance of firms: and empirical analysis of the European paper industry.” *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, Vol.9, No.3, pp.133-146.
- 金子慎治・藤井秀道(2008)「日本の製造業企業における環境効率と経済効率」『環境科学会誌』第21巻第3号, pp.239-244.
- 金原達夫・金子慎治(2005)『環境経営の分析』白桃書房.
- 金原達夫・藤井秀道(2008)「日本企業における環境行動のメカニズム」『環境科学会誌』第21巻第3号, pp.253-259.
- 豊田秀樹(2007)「共分散構造分析 Amos 編」東京図書.

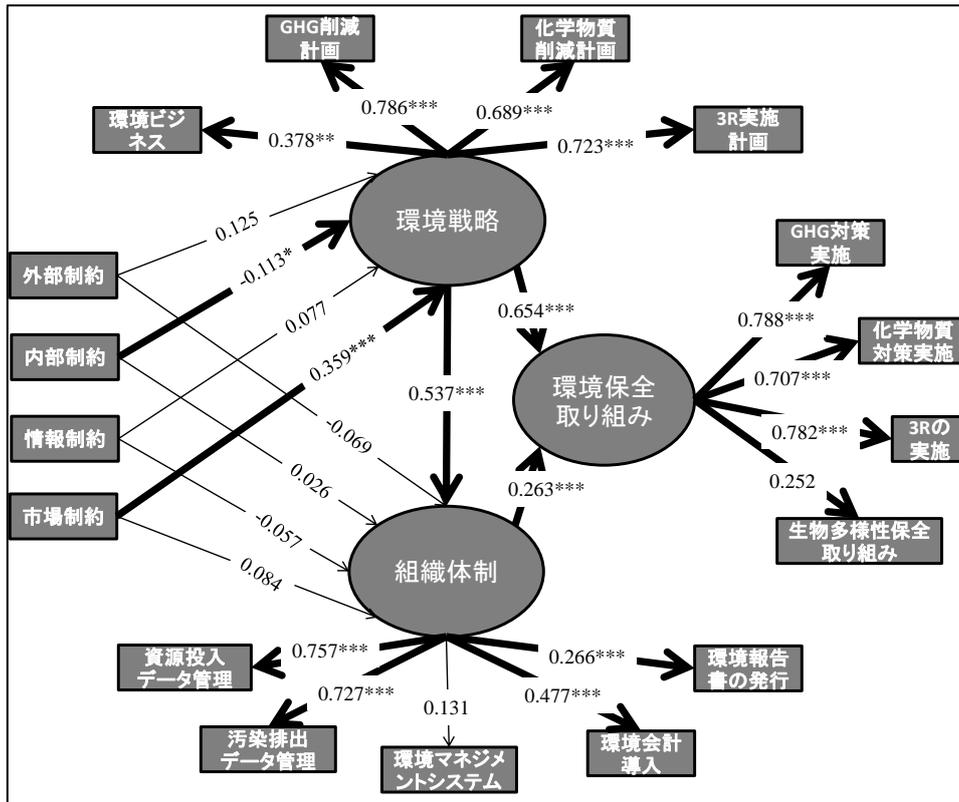
補足資料



補足資料 1 284 企業での共分散構造分析の結果
(N=852、CFI= 0.781 ; RMSEA=0.102)



補足資料 2 B to B 企業 187 社を対象とした分析結果
(N=561 社、CFI= 0.790 ; RMSEA=0.103)



補足資料 3 B to C 企業 97 社を対象とした分析結果
(N=291 社、CFI= 0.739 ; RMSEA=0.107)

補足資料：アンケート質問票

制約条件

・外部制約（○がついた数を変数として利用。）

[調査票質問内容, q7-2] 今後、貴組織での環境ビジネスの進展において、どのような問題が考えられますか。当てはまるものを全て選んで○を付けて下さい。（複数回答可）

それぞれの分野についての市場規模が分からないこと
現状の市場規模では採算が合わないこと
消費者やユーザーの意識・関心がまだ低いこと
開発や販売に当たっての国等の支援が十分でないこと
関連する情報が十分に入手できないこと
製品・技術の環境保全効果について、消費者やユーザーに信頼してもらえないこと

・内部制約（○がついた数を変数として利用。）

[調査票質問内容, q7-2] 今後、貴組織での環境ビジネスの進展において、どのような問題が考えられますか。当てはまるものを全て選んで○を付けて下さい。（複数回答可）

技術開発や設備、人材等の経営資源の追加的な投資を考えると、リスクが高いこと
アイデアやノウハウはあるが、経営資源に余裕がないこと
組織内でアイデアやノウハウが不足していること

・情報制約（○がついた数を変数として利用。）

[調査票質問内容, q7-3] 環境ビジネスの進展のために行政にどのような支援を望みますか。当てはまるものを全て選んで○を付けて下さい。（複数回答可）

環境ビジネスに関する情報の提供（成功事例や市場の見通しなど）
行政による環境ビジネスに関する相談窓口の設置
環境ビジネスの客観的評価制度の確立
消費者・ユーザーの意識向上のための啓発活動
環境ビジネスのためのネットワークづくり

・市場制約（○がついた数を変数として利用。）

[調査票質問内容, q7-3] 環境ビジネスの進展のために行政にどのような支援を望みますか。当てはまるものを全て選んで○を付けて下さい。（複数回答可）

税制面での優遇措置
規制緩和
低利融資等の融資制度の拡充
新たな市場づくり

環境戦略

・ **環境ビジネス** (左端の数値をデータとして利用。)

[調査票質問内容,q7-1] 貴組織では、環境ビジネス (※) をどのように位置付けていますか。1つ選んで下さい。

4	既に事業展開をしている、又はサービス・商品等の提供を行っている
3	今後、事業展開をする、又はサービス・商品等の提供を始める予定がある
2	現状では何もしていないが、今後取り組みたい
1	今後も取り組む予定はない

・ **GHG削減目標** (○がついた数を変数として利用。)

[調査票質問内容,q2-4] 貴組織で、具体的な目標 (例:「廃棄物抑制のためリサイクルに努める」など、定性的な目標も含む) を設定しているものに○をつけて下さい (複数回答可)。

二酸化炭素排出量削減
「クール・ビズ」運動の実施
「ウォーム・ビズ」運動の実施
駐停車時のアイドリングストップ、交通状況に応じた安全な低速走行等エコドライブの普及・推進
上記以外の温室効果ガス (メタン、一酸化二窒素、代替フロン等3ガス) の排出量の削減に資する取組の実施

・ **化学物質排出削減目標** (○がついた数を変数として利用。)

[調査票質問内容,q2-4] 貴組織で、具体的な目標 (例:「廃棄物抑制のためリサイクルに努める」など、定性的な目標も含む) を設定しているものに○をつけて下さい (複数回答可)。

大気汚染物質 (NO _x 、SO _x 、PM、VOC等) や水質汚濁物質 (BOD、窒素、リン等) の排出抑制
事業所における化学物質の使用量及び排出量の削減
製品中の有害化学物質の削減

・ **3Rの実施目標** (○がついた数を変数として利用。)

[調査票質問内容,q2-4] 貴組織で、具体的な目標 (例:「廃棄物抑制のためリサイクルに努める」など、定性的な目標も含む) を設定しているものに○をつけて下さい (複数回答可)。

省エネルギーの推進
オフィスにおける廃棄物 (一般廃棄物) の発生抑制、リサイクルの推進
産業廃棄物の発生抑制、リサイクルの推進
廃製品、容器包装等の回収、リサイクルの推進
再生資源の原材料としての利用
印刷、コピー、事務用品等の削減

組織体制

・ **投入データ管理** (○がついた数を変数として利用。)

[調査票質問内容,q2-5] 貴組織で把握している環境負荷データはどのようなものですか。当てはまるものを全て選んで○を付けて下さい。(複数回答可)

総エネルギー投入量
総物質投入量
紙（コピー用紙、コンピューター用紙等）の使用量
水資源投入量

・ **汚染排出データ管理** (○がついた数を変数として利用。)

[調査票質問内容,q2-5] 貴組織で把握している環境負荷データはどのようなものですか。当てはまるものを全て選んで○を付けて下さい。(複数回答可)

温室効果ガス排出量
化学物質排出量・移動量
総製品生産量または総製品販売量
廃棄物等総排出量
廃棄物最終処分量
総排水量
自動車排出ガス中の大気汚染物質（窒素化合物、粒子状物質等）の排出量

・ **ISO14001 認証** (左端の数値をデータとして利用。)

[調査票質問内容,q3-1] 貴組織では、環境マネジメントシステムの国際規格「ISO14001 規格」の認証についてどのようにされていますか（される予定ですか）。1つ選んで下さい。

4	全社（全事業所）において既に認証を取得した
3	一部の事業所で認証を取得した
2	今後認証を取得する予定である
3	ISO規格に基づくシステムを構築した（構築する予定である）が、認証を取得するつもりはない
3	ISO規格以外に、環境マネジメントシステムを構築した（構築する予定である）
1	ISO規格等に関心はない

・ **環境会計の導入** (下記二つの質問の合計をデータとして利用。)

[調査票質問内容] 貴組織では環境会計を導入していますか。1つ選んで○を付けて下さい。

3	既に導入している
2	導入に向けて現在検討している
1	導入は現在のところ検討していない
0	環境会計自体を知らない

*左端の数値をデータとして利用

[調査票質問内容]

貴組織で導入している環境会計において集計している項目に全て○を付けて下さい。

- ① 環境保全コスト
- ② 環境保全効果 (物量)
- ③ 環境保全対策に係る経済効果 (金額)

*○がついた数を変数として利用

・ **環境報告書の発行** (左端の数値をデータとして利用。)

[調査票質問内容] 貴組織では環境報告書 (CSR報告書や持続可能性報告書などを含む) を作成・公表していますか。1つ選んで○を付けて下さい。

3	作成・公表している
2	来年 (度) は作成・公表予定である
1	作成していない

環境保全取り組み

・ **GHG削減取組** (○がついた数を変数として利用。)

[調査票質問内容,q2-4] 貴組織では環境保全に関してどのような取組を実施していますか。当てはまるものを全て選んで○を付けて下さい (複数回答可)。

二酸化炭素排出量削減
「クール・ビズ」運動の実施
「ウォーム・ビズ」運動の実施
駐停車時のアイドリングストップ、交通状況に応じた安全な低速走行等エコドライブの普及・推進
上記以外の温室効果ガス (メタン、一酸化二窒素、代替フロン等3ガス) の排出量の削減に資する取組の実施

・ **化学物質排出削減目標** (○がついた数を変数として利用。)

[調査票質問内容,q2-4] 貴組織では環境保全に関してどのような取組を実施していますか。当てはまるものを全て選んで○を付けて下さい (複数回答可)。

大気汚染物質 (NO _x 、SO _x 、PM、VOC等) や水質汚濁物質 (BOD、窒素、燐(りん)等) の排出抑制
事業所における化学物質の使用量及び排出量の削減
製品中の有害化学物質の削減

・ **3Rの実施目標** (○がついた数を変数として利用。)

[調査票質問内容,q2-4] 貴組織では環境保全に関してどのような取組を実施していますか。当てはまるものを全て選んで○を付けて下さい (複数回答可)。

省エネルギーの推進
オフィスにおける廃棄物 (一般廃棄物) の発生抑制、リサイクルの推進
産業廃棄物の発生抑制、リサイクルの推進
廃製品、容器包装等の回収、リサイクルの推進
再生資源の原材料としての利用
印刷、コピー、事務用品等の削減

・ **生態系保全の取り組み** (左端の数値をデータとして利用。)

[調査票質問内容,q9-2] 貴組織では、環境に対する経営方針あるいは事業活動の中で、生物多様性の保全への取組について、どのように位置付け、取り組んでいますか。1つ選んで○を付けて下さい。

4	生物多様性保全の取組に関する方針を定め、取組を行っている
3	生物多様性保全の取組に関する方針は定めていないが、取組は行っている
2	生物多様性保全の取組に関する方針を定めているが、取組は行っていない
1	生物多様性保全の取組に関する方針は定めておらず、取組も行っていない

3.1.2 企業の環境保全における意思決定メカニズム

(1) 背景と目的

環境対策に費やされる投資や費用は、直接的に生産に結びつかないため、利潤追求を目的とする民間企業では、積極的な環境対策は企業経営とは相反するものとして考えられてきた。しかし、環境問題に対する社会的関心が高まったことから、市場や顧客のニーズの中に環境保全の評価軸が加わり、企業に環境対策を求める声も大きくなった。この声に対応すべく、環境問題に配慮した企業経営のあり方として環境経営が注目を集めている。環境経営とは環境保全と経営事業の両立を目指す経営戦略であり、今日では多くの企業で持続可能な企業経営のためには必要不可欠な戦略として認知されている。

その一方で、企業の経済活動に起因する環境問題は多様であり、必要となる対策も多岐に渡る(表 102)。企業の経済活動によって生じる多次元の環境問題は、大きく分けてグローバルな環境汚染とローカルな環境汚染に分類できる。前者は気候変動の原因となるCO₂排出などの越境汚染であり、後者には水質、大気、土壌汚染の原因となる有害化学物質排出が挙げられる。これらの汚染物質に対する取り組みの重要性は、企業が知覚する外部からの圧力や業種特性、排出規制などの諸要因によって異なっている。さらに汚染対策に必要な費用や期間も異なっていることから、企業がどの環境汚染対策を優先的に行うかという意思決定の判断基準は複雑である。しかし、仮に企業が汚染対策に取り組む意思決定メカニズムを明らかにすることが出来れば、オーダーメイド的に企業が汚染対策を推進するための政策提言を行うことが可能となる。

表102 国内企業が抱える主な環境問題と対策方法及び関連する法律

環境問題	原因物質	対策方法	法規制
水質汚染	COD, BOD, 六価クロム	廃水処理	水質汚濁防止法
大気汚染	SO _x , NO _x , VOC, PM ₁₀	排ガス処理	大気汚染防止法
土壌汚染	ダイオキシン、ゴミ、産業廃棄物	廃棄物処理, 3R	土壌汚染対策法
地球温暖化	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, SF ₆	省エネ、CCS ⁹	地球温暖化対策推進法 ¹⁰
資源枯渇	希少金属、水資源、石油	3R,、エコデザイン	省エネ法 ¹¹

今日、先進国の一部業種において積極的に環境経営を進める企業が増えてき

⁹二酸化炭素回収・貯蔵技術(Carbon Dioxide Capture and Storage: CCS)

¹⁰地球温暖化対策の推進に関する法律

¹¹エネルギーの使用の合理化に関する法律

ている。こうした企業が環境保全に取り組むインセンティブには、①社会的責任の遵守、②市場や顧客に対して環境問題に真摯に取り組んでいるというイメージやブランド戦略、③原材料・エネルギー節約による生産コスト削減、④社会的責任投資(SRI)からの融資の確保、⑤グリーン購入を行う消費者に対する競争優位、⑥環境汚染事故等によって損害を受ける潜在的なリスクの管理などが存在する。これら要因から期待される効果は市場・消費者の環境志向、法規制・社会制度の発展段階など企業の外部的要素に大きく依存している。企業が積極的に環境経営を推進し、最終的に経済パフォーマンスを向上させるという実践的かつ説得力のある説明を行なうためには、なぜそうなるかという因果関係性を明らかにする必要がある。企業がなぜ環境経営を行うのか、もしくは環境経営を行わない理由は何なのかを明らかにすることは、環境経営に対してリアクティブな企業が環境経営を推進させていくための政策を考える上で重要であると考えられる。

また、企業の意味決定には、同業他社との相対的なポジション、社会的責任、長期的な目標と人材育成などの諸要因が寄与しており、策定される経営戦略の根底には、利潤最大化に加えて競争優位性などの様々な定性的要因が寄与している。こうした企業の内部要因の評価・考察は、経済学的アプローチで発展してきた生産関数や統計的手法の適用が難しい。その理由として次の2点が挙げられる。1つ目は、企業は必ずしも利潤最大化条件の下で経営戦略を策定するわけではない点、さらに2つ目は経済学的視点では企業の経営戦略や組織体制といった企業の内部要因に関して言及することが難しい点が指摘できる。

これは、経済学において企業は完全競争の市場において経済的合理性の追求を行う経済主体と解釈しているため、経営戦略や組織体制は利潤最大化条件の下で設定されてしまうからである。しかし現実世界での企業の意味決定には、前述したような複数次元における定性的要因が寄与しており、策定される経営戦略の根底には、利潤最大化に加えて様々な要因が寄与している。こうした企業の内部要因の評価・考察は、経済学的アプローチの適用が難しい。一方で経営学的アプローチでは、認知指標を用いて企業戦略や組織体制を考察する先行研究が数多く発表されており、その理論的検証もなされていることから、企業の内部要因を分析するツールとしては適していると考えられる。従って、本章では、企業の環境経営取組の意味決定を明らかにするために、経営学的アプローチを用いた手法によって分析を行う。

これまでの企業の環境経営に焦点を当てた研究は、環境と経済のパフォーマンス間の因果関係のみに着目したものが多く、企業の意味決定に着目した分析は少ない。こうした中で、企業がなぜ環境経営に取り組むのか、その動機・契機となるものは何なのかを明らかにすることは、環境保全に取り組むインセンティブが低い企業に対して環境経営を推進させるための制度設計を行う際に重要であると考えられる。

こうした問題意識を踏まえ、本章の目的は、企業の意味決定に着目し、環境経営を行う動機となる要因及び影響度の強いステークホルダーを明確にする。

さらに企業が直面する多次元の環境問題に対して、どの部分を優先的に取り組んでいるのか、その理由は何であるかを明らかにする。対象とする環境汚染物質は、グローバルな環境問題を引き起こす温室効果ガス(GHG)排出量と、ローカルな環境問題を引き起こす有害化学物質排出量を選択する。

(2) 分析手法と分析フレーム

本章では、企業の環境保全における意思決定メカニズムを分析するために、意思決定分析手法として確立している階層分析法(Analytic Hierarchy Process: AHP)を適用する。AHPはSaaty(1980)によって開発された手法であり、異なる次元の基準を持つ選択肢に対して、「Objective」、「Criteria」、「Alternative」の階層構造に分類したうえで、各階層における要素同士の相対的な重要度を導き出すことが可能となる。分析には、アンケート調査によって作成した認知指標を利用し、汚染対策費用に加えて、行政、消費者、市場、業界団体の要請に対して企業がどのような判断基準で、環境保全取り組みの意思決定を行っているかを明らかにする。

本章で適用する分析フレームを図60と図61に示す。図60は、企業の意思決定に焦点を当てた分析フレームである。本章では、企業が環境保全に取り組む意思決定に影響を与える要因として、次の4つを用いた。一つ目は経済性であり、企業が環境保全に取り組むために必要となる投資・コストである。民間企業の目的は利潤追求であり、非生産部門における追加コストとなる環境保全費用は、企業の利潤最大化とは整合しないため、必要となるコストが企業経営を圧迫するものであれば、企業は積極的に環境保全取組を行わない。従って、環境保全に必要なコストは、企業が最適な環境保全戦略を策定するうえで重要な要因であると考えられる。二つ目は行政からの要請であり、環境関連の法規制に加えて、地方自治体、環境省、経済産業省からの要請を指す。三つ目は地域社会及び市場であり、工場周辺住民からの環境汚染に対する苦情や、グリーン購入を推進する消費者、投資家の社会的責任投資、さらに取引先からの環境保全取組への要請である。欧州企業のRoHS規制によって製品に含有される毒性化学物質量が制限され、さらにGHG削減を製品ライフサイクル全体で達成しようとする企業が増加する中で、取引先からの要請は、企業が環境経営を行う意思決定に大きな影響を与えると考えられる。四つ目は業界団体からの要請である。改正大気汚染防止法による揮発性有機化合物の削減やGHG削減取り組みは、業界団体における自主的取り組みとして推進されており、業界団体の活動は企業の汚染対策取り組みを促す重要な要因であると言えよう。こうした背景から、本分析では(1)経済性、(2)行政からの要請、(3)地域社会・市場からの要請、(4)業界団体からの要請、の4つの要因に着目して、企業の意思決定メカニズムの分析を行う。

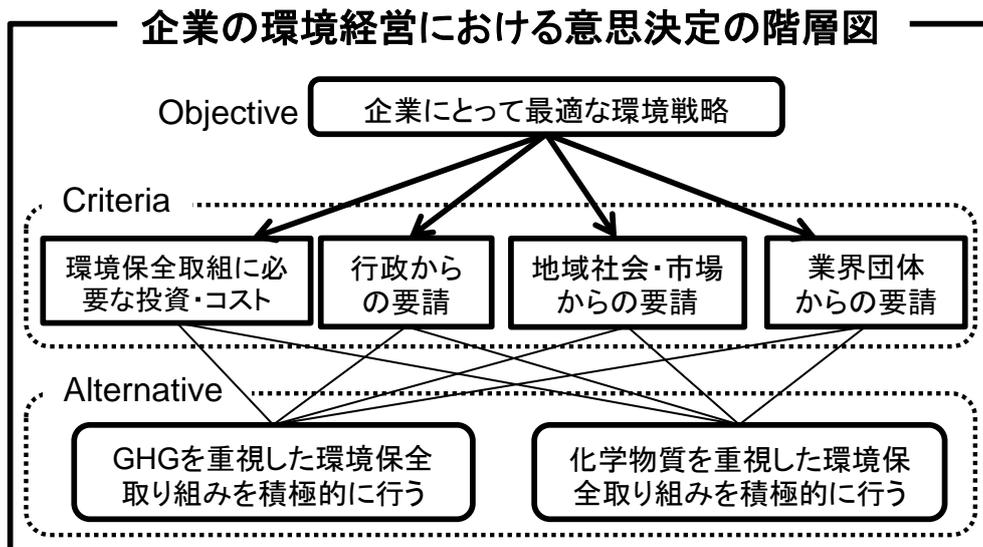


図 60 企業の環境経営における意思決定分析のフレームワーク

また、本分析では業界団体を対象にアンケートを行い、業界団体に加盟している企業の環境保全取組に関する意思決定について、業界団体がどのように認知しているかを分析する。業界団体を対象とした分析フレームを図 48 に示す。本分析では企業を対象とした分析フレームから、criteria となる要因を図 2 のように変更した。主な変更点として、経済性と業界団体をなくし、行政からの要請をより詳細に把握するために、地方自治体、環境省、経済産業省の 3 つに分類した分析フレームを適用する。

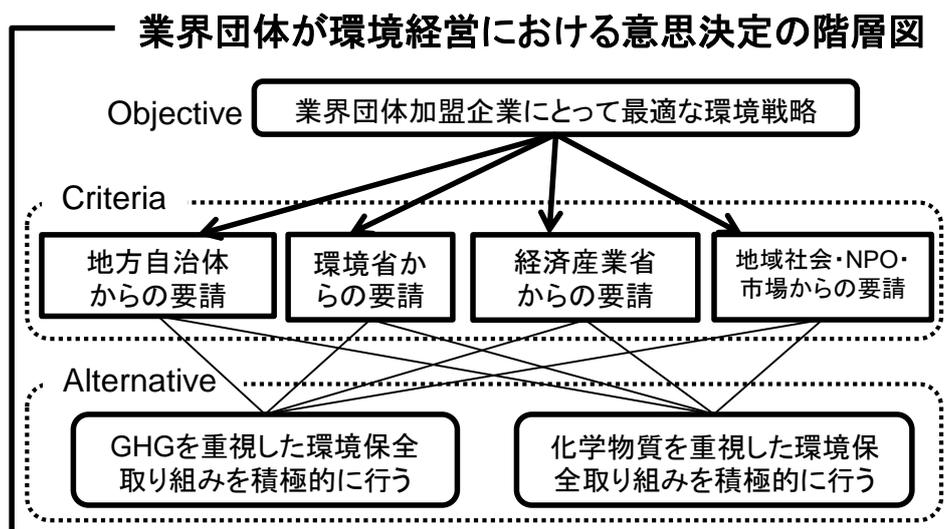


図 61 業界団体が知覚する業界団体加盟企業の意思決定分析のフレームワーク

(3) データ

AHP 分析に用いるデータはすべて認知指標であり、アンケート調査によってデータセットを作成した。アンケートでは、東京証券取引所一部上場企業を主とした国内製造業 1,593 社に対して、2011 年 10 月から 11 月にかけて調査票を送付し、97 社より回答が得られた。そのうち有効回答は 90 社であり、有効回答率は 5.65% である。また、業界団体へのアンケート調査は、2011 年 11 月に国内の 30 団体に対して調査票を送付し、10 団体から回答を得た。そのうち有効回答は 7 社であり、有効回答率は 23.33% であった。アンケート調査に使用した調査票を補足資料 1 と補足資料 2 に記載する。企業アンケートから得られるサンプルの業種別内訳は、表 103 に示す通りで、主な業種は化学、一般機械、電気機械であり、日本標準産業分類に従えば各産業のサンプル数は、生活関連型業種 3 社、基礎素材型業種 40 社、加工組立型業種 47 社である。

表 103 認知指標が得られた分析対象サンプルの業種別分布

生活関連型(3社)		基礎素材型(40社)		加工組立型(47社)	
業種名	企業数	業種名	企業数	業種名	企業数
食料品	2	パルプ・紙	3	一般機械	14
飲料・飼料	1	ゴム製品	3	電気機械	24
		化学	17	自動車	5
		医薬品	1	造船	1
		鉄鋼	4	精密機械	3
		非鉄金属	9		
		窯業	3		

本分析では、業種特性、規模などによって企業の環境保全取組の優先順位および影響を与えるステークホルダーが、どのように異なるのか、あるいは類似しているのかを分類することによって全体像の把握を試みる。企業規模については、従業員数を用いてサンプル企業の中で従業員数が多い順から 45 社(大規模企業)と小さい順から 45 社(中小規模企業)に分類し、各企業群の平均値を比較することで、企業規模の違いによって意思決定がどのように変化するかを考察する。さらに、企業特性を考察するうえで、最終消費財を生産している企業(B to C 企業)と、中間財製品の生産している企業(B to B)は、環境保全取り組みを行う上で影響を受ける要因が異なると考え、これら二つの企業群の違いを判別するために、売上高に対する広告宣伝費比率で分類する。分類は、売上高広告宣伝費比率が中央値よりも小さいものを B to B 企業、大きいものを B to C 企業とした。

(4) 分析結果

AHP の分析結果を表 104、表 105、表 106 及び図 62、図 63 に記す。表 103

は、企業別に計算を行った AHP 分析の結果から業種別平均値を推計したものである。数値は、企業が化学物質及び GHG の排出対策を行う上で、どの項目が重要であるかの強さを表している。経済性、行政、社会・市場、業界団体の数値の合計が総合評価のスコアとなり、化学物質と GHG の総合スコアの合計が 1 となるように基準化されている。また、数値の右にある括弧内の数値は、相対的な優先度の順位を表している。化学物質と GHG の排出対策における要因の中で、最もスコアが大きいものを下線太字で表した。

表 104 の分析結果から、分析対象 90 社全体の傾向として、化学物質と GHG の取組の優先度の大きな差は見られなかった。しかしながら、化学物質と GHG の取組を行う上で影響を与える要因には違いが見られた。化学物質対策では、行政と社会・市場が高い割合を占めており、これら二つの要因に比べて経済性は低い値をとっている。一方で、GHG 排出対策では、化学物質と同様に行政が最も高い数値を示しているものの、社会・市場からの要請は高いとは言えない。加えて、経済性は業界団体からの要請よりも高い数値であることから、GHG 排出削減取組においては、企業は経済性をより強く知覚していることが分かる。

表 104 企業を対象とした AHP の分析結果(業種別平均値)

	化学物質				
	経済性	行政	社会・市場	業界団体	総合評価
90 社全体	0.055 (8)	0.187 (1)	0.160 (3)	0.102 (6)	0.504
食品	0.022 (8)	0.072 (7)	0.260 (1)	0.081 (6)	0.435
パルプ・紙	0.021 (8)	0.116 (5)	0.145 (3)	0.122 (4)	0.405
化学	0.075 (7)	0.221 (1)	0.168 (2)	0.127 (4)	0.591
医薬品	0.010 (8)	0.088 (4)	0.133 (3)	0.051 (6)	0.282
ゴム	0.013 (8)	0.248 (2)	0.086 (4)	0.058 (6)	0.405
鉄鋼	0.092 (6)	0.155 (2)	0.244 (1)	0.149 (3)	0.640
非鉄金属	0.036 (8)	0.177 (2)	0.164 (3)	0.091 (7)	0.467
窯業	0.124 (5)	0.149 (3)	0.125 (4)	0.038 (8)	0.436
機械	0.055 (8)	0.188 (1)	0.150 (3)	0.102 (6)	0.495
電気機器	0.057 (8)	0.189 (2)	0.160 (3)	0.101 (5)	0.507
自動車	0.027 (8)	0.139 (2)	0.128 (4)	0.125 (5)	0.419
造船	0.005 (8)	0.066 (4)	0.036 (5)	0.027 (7)	0.134
精密機器	0.051 (5)	0.367 (1)	0.166 (3)	0.049 (6)	0.633
	GHG				
	経済性	行政	社会・市場	業界団体	総合評価
90 社全体	0.110 (5)	0.171 (2)	0.119 (4)	0.096 (7)	0.496
食品	0.114 (4)	0.182 (2)	0.091 (5)	0.177 (3)	0.565
パルプ・紙	0.248 (1)	0.159 (2)	0.105 (6)	0.083 (7)	0.595
化学	0.108 (5)	0.143 (3)	0.085 (6)	0.074 (8)	0.409
医薬品	0.051 (6)	0.442 (1)	0.077 (5)	0.147 (2)	0.718

ゴム	0.184 (3)	0.291 (1)	0.062 (5)	0.057 (7)	0.595
鉄鋼	0.124 (5)	0.132 (4)	0.055 (7)	0.050 (8)	0.360
非鉄金属	0.104 (5)	0.101 (6)	0.188 (1)	0.140 (4)	0.533
窯業	0.204 (1)	0.198 (2)	0.074 (7)	0.088 (6)	0.564
機械	0.121 (5)	0.127 (4)	0.166 (2)	0.092 (7)	0.505
電気機器	0.093 (7)	0.191 (1)	0.117 (4)	0.093 (6)	0.493
自動車	0.057 (7)	0.283 (1)	0.112 (6)	0.128 (3)	0.581
造船	0.034 (6)	0.493 (1)	0.105 (3)	0.235 (2)	0.866
精密機器	0.034 (8)	0.118 (4)	0.174 (2)	0.041 (7)	0.367

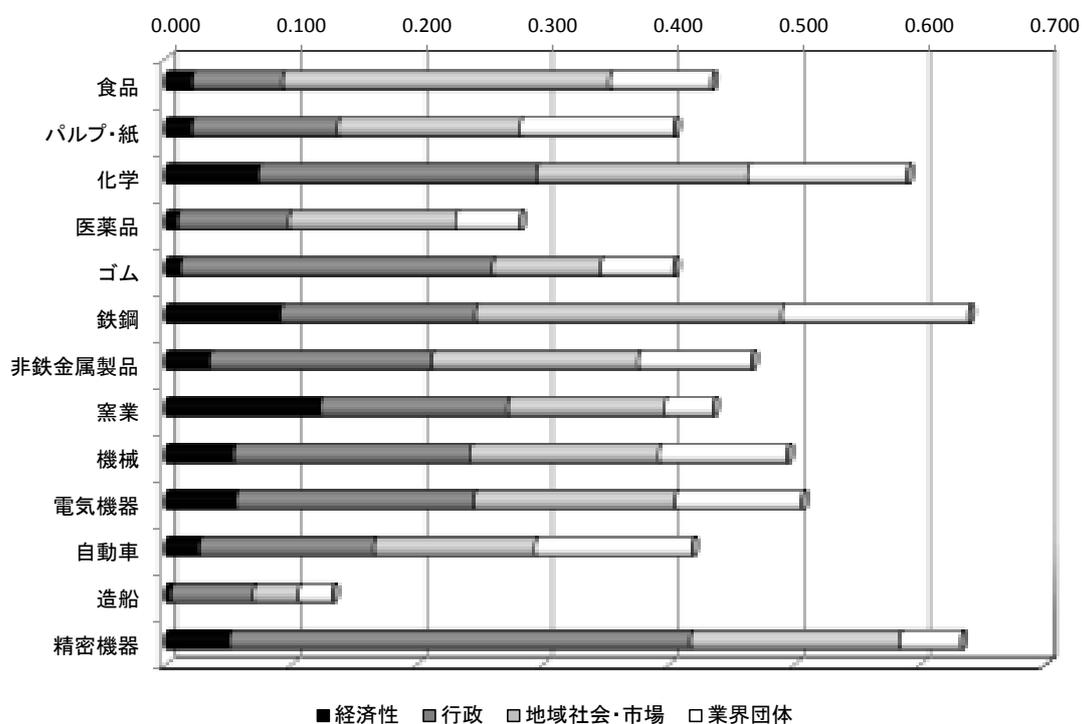


図 62 企業を対象とした化学物質対策の AHP 分析結果(業種別平均値)

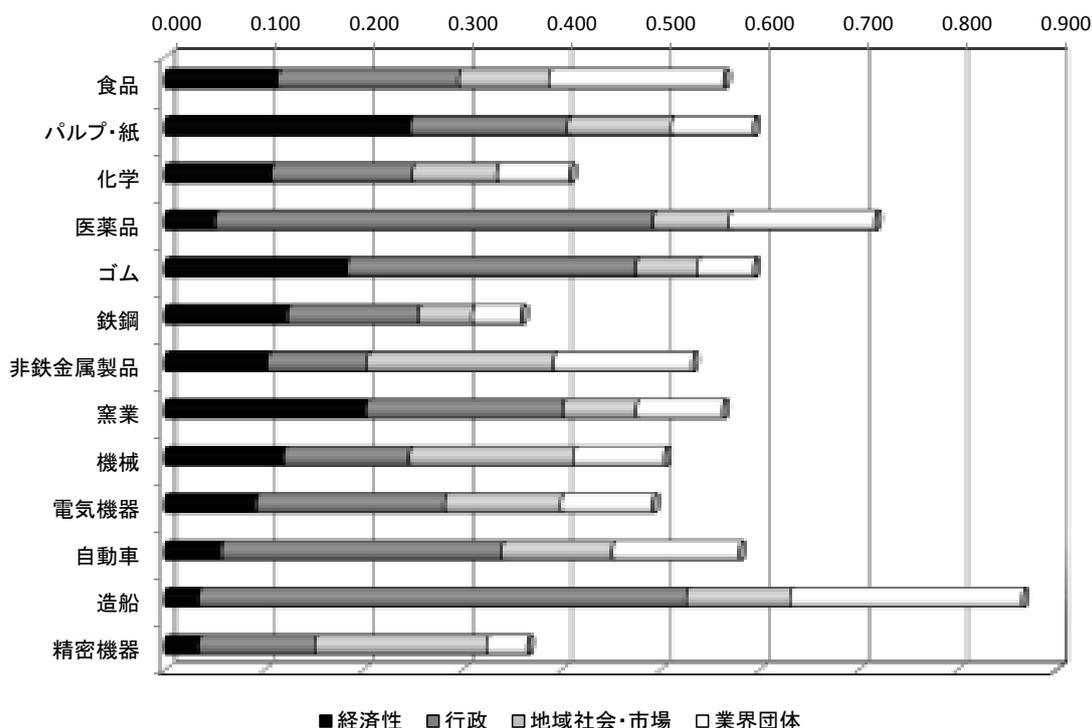


図 63 企業を対象とした GHG 対策の AHP 分析結果(業種別平均値)

次に業種別の分析結果を考察する。表 104 より、業種によって分析結果は多様な傾向を見せており、化学、鉄鋼、精密機械では化学物質対策を、パルプ・紙、医薬品、ゴム、自動車、造船業では GHG 排出対策を優先しているという結果が得られた。全体の傾向としては、化学物質対策及び GHG 対策における行政からの要請を企業は強く認知する一方で、化学物質対策における経済性の負担は、相対的に小さい傾向であることが明らかとなった。

また、図 62 より化学、ゴム、自動車などは化学物質対策において業界団体の役割が大きいことが分かる。これは、業界団体が強いイニシアチブをとり、業界全体の目標設定を行っていることが示唆される。事実、これらの業種における業界団体は他業種に比べて積極的に化学物質対策の運営を行っており、加盟企業の環境保全促進に貢献していると言える。例えば化学製造業企業約 190 社で構成された日本化学工業協会(日化協)では、PRTR 法が制定される以前の 1997 年から独自に日化協 PRTR を制定し、化学物質の排出量の把握を行なうとともに、その削減においても加盟企業が協会内で培ったノウハウを生かしながらより効率的な化学物質排出量削減への取り組みを行っている。日化協に加盟する企業はワーキンググループや研修会・セミナーなどを通じて、協会内の他の加盟企業との情報交換などが可能となり、PRTR 対象物質削減の具体的かつ明確な目標を持って環境経営に取り組むことが可能となった。そのため、2001 年時点で化学物質排出量の削減取り組みが遅れている企業においても、協会を通して得られる対策法を効率的に適用していくことで、経済パフォーマンスを圧迫

することなく化学物質排出量の削減を達成することが期待される。

次に、図 64 よりパルプ・紙製造業、ゴム、鉄鋼業や窯業で GHG 対策を行う場合に経済性を重視するという割合が強い。これら業種は、基礎素材型産業であり、多くのエネルギー投入を必要とするため、生産活動から排出される GHG は加工組立型産業に比べて大きい。加えて、今日における GHG 排出対策は主に化石燃料消費の節約であり、化学物質対策のような費用効果的な排出除去技術が開発されていないことも理由として挙げられよう。

次に、従業員数と売上高広告宣伝費比率によって分類したグループでの、平均値の比較を行う。表 105 より、B to B 企業は B to C 企業に比べて化学物質を重視する傾向にあるが、4 つの要因から受ける認知の強さはグループ間で大きな差が見られなかった。本研究では、両グループを対象に、マン・ホイットニーの U 検定を適用しグループ間で統計的に有意な差が生じているかの検証を行った。検定の結果、B to B と B to C の企業群の間では GHG 対策の経済性のみ有意水準 5% で帰無仮説が棄却されたが、その他の要因については、帰無仮説は棄却することは出来なかった。

また、企業規模別の分析結果より、中小規模企業は化学物質対策において行政からの要請に強く反応する傾向があり、大規模企業では GHG 対策における行政からの要請を強く認知していることが分かる。一方で、各要因の順位に大きな変化は見られなかった。また、規模別分析においても同様にマン・ホイットニーの U 検定を適用し、グループ間の平均値の差の検定を行ったが、すべての項目において統計的に有意な差は確認されなかった。

表 105 広告宣伝費比率及び企業規模別での AHP の分析結果(平均値)

	化学物質				
	経済性	行政	社会・市場	業界団体	総合評価
B to B 企業	0.053 (8)	0.199 (1)	0.169 (3)	0.106 (4)	0.526
B to C 企業	0.057 (8)	0.176 (1)	0.151 (3)	0.098 (6)	0.482
中小規模企業	0.061 (8)	0.193 (1)	0.144 (3)	0.103 (6)	0.502
大規模企業	0.048 (8)	0.181 (2)	0.176 (3)	0.101 (5)	0.506
	GHG				
	経済性	行政	社会・市場	業界団体	総合評価
B to B 企業	0.089 (7)	0.181 (2)	0.103 (5)	0.101 (6)	0.474
B to C 企業	0.131 (5)	0.161 (2)	0.136 (4)	0.090 (7)	0.519
中小規模企業	0.123 (5)	0.147 (2)	0.125 (4)	0.103 (7)	0.498
大規模企業	0.097 (6)	0.195 (1)	0.114 (4)	0.088 (7)	0.494

最後に、業界団体の分析結果の考察を行う。表 106 は、業界団体を対象としたアンケート調査結果から推計した AHP の分析結果である。分析結果から、業界団体は、加盟企業が GHG に比べて化学物質をより重視した環境保全取り組みを行っていることを認知していることが明らかとなった。その構造を考察すると、

業界団体は加盟企業が化学物質対策を行う際の地域社会及び市場を重視していると認知しており、さらに経済産業省は化学物質と GHG の両方で高い値が得られた。一方で、地方自治体や地域社会、市場からの GHG 排出量削減要請は相対的に低い数値を示しており、企業はこれらの要因によって GHG 排出対策取り組みの意思決定を左右されにくい傾向にあると考えられている。

また、化学物質及び GHG 対策の両方で、環境省よりも経済産業省からの要請の数値が高いことから、業界団体は、企業が経済産業省からの要請に対してより注意深く伺っていると認知していることが明らかとなった。

表 106 業界団体を対象とした AHP の分析結果(7 業界団体平均値)

化学物質				
地方自治体	環境省	経済産業省	社会・市場	総合評価
0.113 (5)	0.133 (4)	0.160 (2)	0.227 (1)	0.633
GHG				
地方自治体	環境省	経済産業省	社会・市場	総合評価
0.045 (8)	0.110 (6)	0.138 (3)	0.075 (7)	0.367

(5) まとめ

本章では国内製造業企業を対象として、アンケート調査を行い、企業が環境保全取り組みを行う際に、どのような要因を優先的に考慮して意思決定を行っているかを明らかにした。本章から得られた結論を下記にまとめる。

1. 国内製造業では、化学物質対策において、行政からの要請と地域社会及び市場からの要請を強く認知し、環境保全取り組みの意思決定に反映していることが明らかとなった。一方で、化学物質対策に必要な投資やコストは、これら二つの要因に比べて優先度が低い傾向にある。
2. GHG 排出対策では、行政からの要請が最も優先度が高い結果となっているものの、地域社会及び市場からの要請については、化学物質排出対策で得られた結果ほど高い優先度が観測されなかった。加えて、GHG 排出対策に必要な投資や費用は、業界団体からの要請よりも、企業が意思決定を行う際に優先されていることが明らかとなった。
3. 業種別の分析結果より、化学、鉄鋼、精密機械では化学物質対策を、パルプ・紙、医薬品、ゴム、自動車、造船業では GHG 排出対策を優先しているという結果が得られた。一方で、B to B 企業と B to C 企業との間では、GHG 対策の経済性においてのみ統計的に有意な差が得られた。一方で、大規模企業と中小規模企業との間で意思決定の優先度の統計的有意な差が見られなかった。
4. 業界団体を対象とした分析結果から、化学物質及び GHG 対策の両方で、環境省よりも経済産業省からの要請の数値が高いことから、業界団体は、企業が経済産業省からの要請に対してより注意深く伺っていると認知し

ていることが明らかとなった。

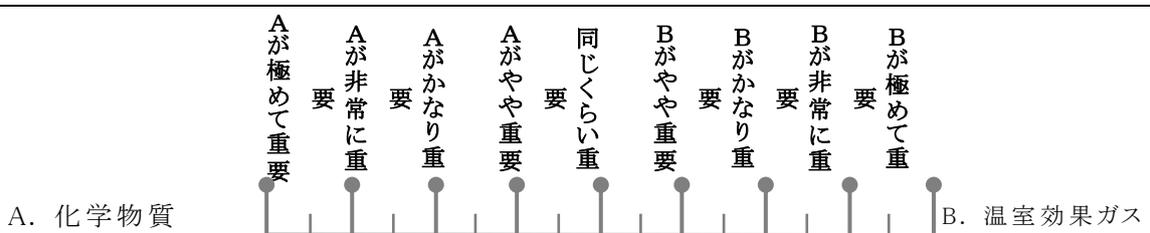
問B-2) **温室効果ガス(GHG)**の管理・排出削減についてお伺いたします。貴社が温室効果ガスの削減取り組みを行う際に、どの項目を重要視しますか？該当する箇所に1つ○を付けてください。

	Aが極めて重要	Aが非常に重要	Aがかなり重要	Aがやや重要	同じくらい重要	Bがやや重要	Bがかなり重要	Bが非常に重要	Bが極めて重要
1. A：経済性 B：外部要請(行政)	<input type="radio"/>								
2. A：経済性 B：外部要請(社会・市場)	<input type="radio"/>								
3. A：経済性 B：外部要請(業界団体)	<input type="radio"/>								
4. A：外部要請(行政) B：外部要請(社会・市場)	<input type="radio"/>								
5. A：外部要請(行政) B：外部要請(業界団体)	<input type="radio"/>								
6. A：外部要請(社会・市場) B：外部要請(業界団体)	<input type="radio"/>								

問B-3) 化学物質と温室効果ガス(GHG)についてお伺いいたします。

貴社の環境経営では、化学物質と温室効果ガスのどちらを重視していますか？
次の5つの視点で、該当する箇所には1つ○を付けてください。

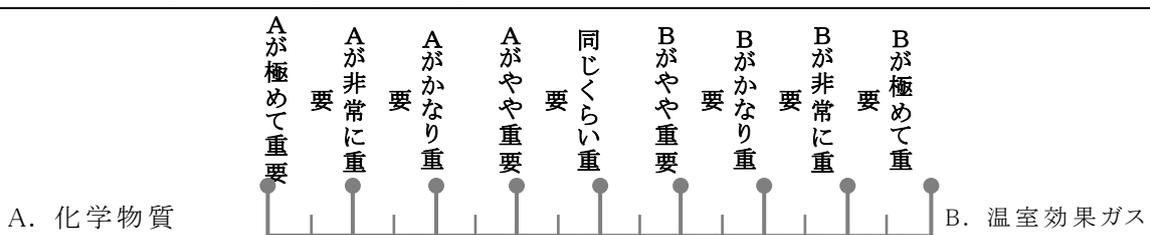
1. 貴社の環境経営を行う上での総合的な優先度



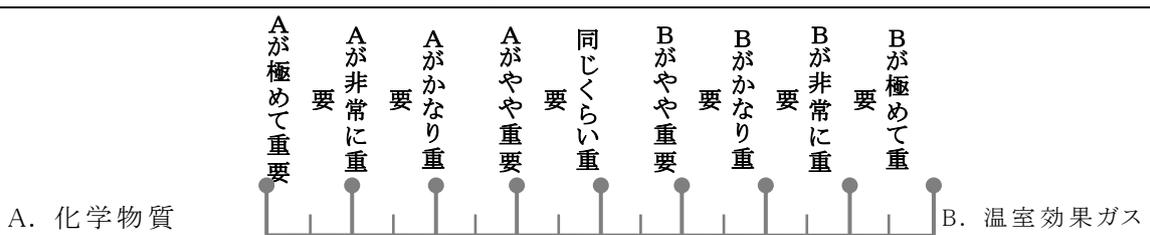
2. 汚染対策設備の投資額や費用負担などの削減取り組みに必要な金額



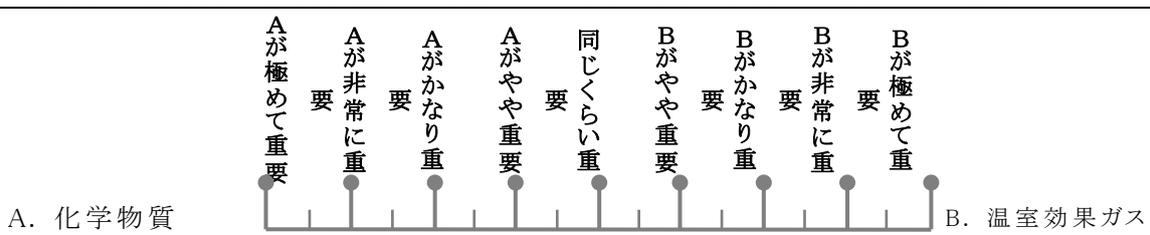
3. 行政から貴社への汚染対策に関する要請の重要度



4. 地域社会や市場から貴社への環境対策に関する要請の重要度



5. 貴社が所属する業界団体から貴社への環境対策に関する要請の重要度



補足資料 2. 業界団体へのアンケート調査表
 化学物質および温室効果ガスの管理・排出削減について

*語句の説明

地方自治体	地方自治体からの環境保全取り組みに対する要望の強さ
環境省	環境省からの環境保全取り組みに対する要望の強さ
経済産業省	経済産業省からの環境保全取り組みに対する要望の強さ
社会・市場	貴団体が地域社会、NPO、市場（消費者）から受ける環境保全に対する要望の強さ

問 1) 化学物質の管理・排出削減についてお伺いたします。貴団体が化学物質の自主的管理を行う際に、どの項目を重要視しますか？それぞれ該当する箇所
 に1つ○をつけてください。

Aが極めて重要

Aが非常に重要

Aがかなり重要

Aがやや重要

同じくらい重要

Bがやや重要

Bがかなり重要

Bが非常に重要

Bが極めて重要

選択肢
選択肢

1. A: 地方自治体
B: 環境省

2. A: 地方自治体
B: 経済産業省

3. A: 地方自治体
B: 社会・市場

4. A: 環境省
B: 経済産業省

5. A: 環境省
B: 社会・市場

6. A: 経済産業省
B: 社会・市場

問 2) 温室効果ガス(GHG)の管理・排出削減についてお伺いたします。貴団体が温室効果ガスの削減取り組みを行う際に、どの項目を重要視しますか？それぞれ該当する箇所に1つ○をつけてください。

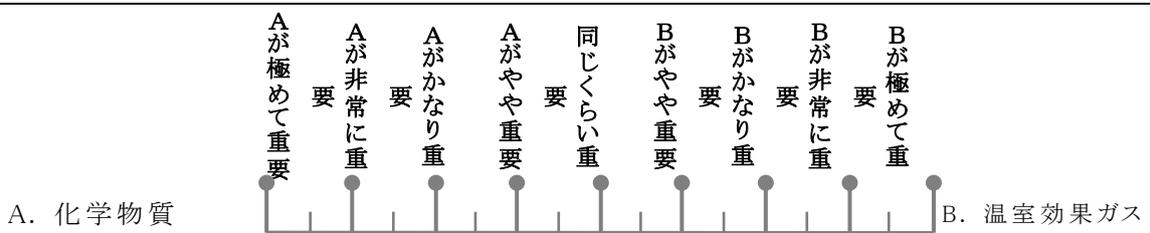
	Aが極めて重要	Aが非常に重要	Aがかなり重要	Aがやや重要	同じくらい重要	Bがやや重要	Bがかなり重要	Bが非常に重要	Bが極めて重要
	●	●	●	●	●	●	●	●	●
1. A: 地方自治体 B: 環境省	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2. A: 地方自治体 B: 経済産業省	●	●	●	●	●	●	●	●	●
3. A: 地方自治体 B: 社会・市場	●	●	●	●	●	●	●	●	●
4. A: 環境省 B: 経済産業省	●	●	●	●	●	●	●	●	●
5. A: 環境省 B: 社会・市場	●	●	●	●	●	●	●	●	●
6. A: 経済産業省 B: 社会・市場	●	●	●	●	●	●	●	●	●

問 3) 化学物質と温室効果ガス(GHG)についてお伺いいたします。

環境経営では、化学物質と温室効果ガスのどちらを重視していますか？

次の5つの視点で、それぞれ該当する箇所に1つ○をつけてください。

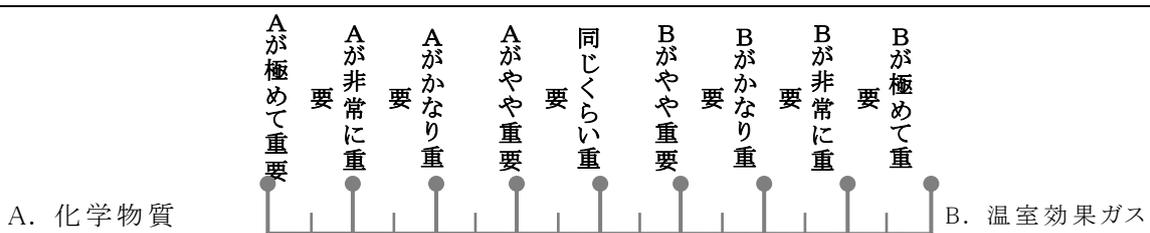
1. 貴団体で環境負荷削減を目的とした取り組みを行う上での総合的な優先度



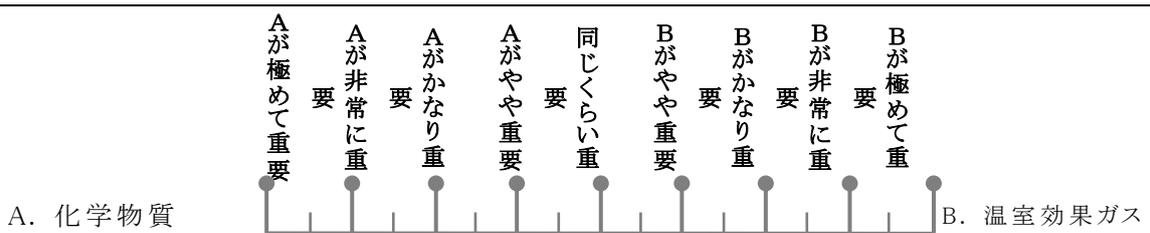
2. 地方自治体からの環境保全取り組みに対する要望の強さ



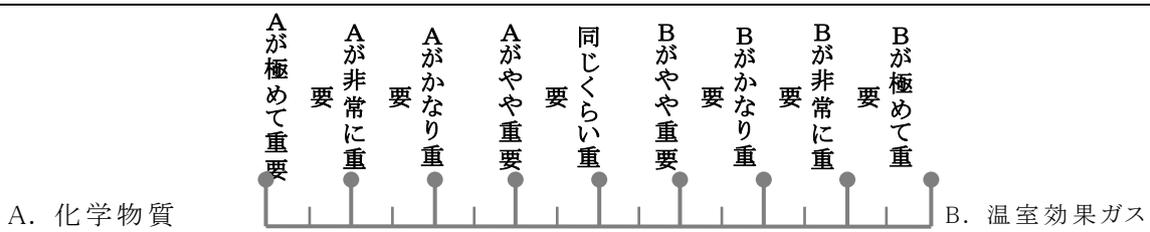
3. 環境省からの環境保全取り組みに対する要望の強さ



4. 経済産業省からの環境保全取り組みに対する要望の強さ



5. 貴団体が地域社会、NPO、市場(消費者)から受ける環境保全に対する要望の強さ



3.1.3 温暖化政策の経済波及効果分析

(1) はじめに

本章では、国や民間企業が積極的に環境対策を行なった結果、いわゆるエネルギー価格が上昇した場合の経済インパクトを、日本経済を例に計測することを目的とする。特定の環境政策がある業種の製品価格を引き上げた場合に、B-to-B の関係、すなわちどのような業種からどのような業種に影響が波及するか、またそのことが消費者の行動に影響を与える結果（B-to-C の関係及び C-to-B の関係）、最終的にどのような効果をもたらさうのかを産業連関分析によって明らかにする。

従来より知られているように、一般的に言って、積極的な環境対策は、炭素税その他の費用制約によってエネルギー関連財のコストを上昇させるだけではなく、より省エネを可能とする技術開発・利用や、CO₂等排出量をより多く削減し得る生産方法の導入を促進するであろうから、製品価格一般を上昇させると予測できる。他方で、このことは需要の抑制効果を持つので、結果として経済活動全体にプラスとなるのかマイナスとなるのかは、自明ではない。

しかも、他の章¹²で指摘された通り、地球環境問題の広がりに応じて、人々の購買行動が着実に変化していると予想される場合には、経済への波及効果は一層複雑である。すなわち、通常財に対しての購買態度は価格の上昇に対して消極的になるが、「環境に配慮した」あるいは「環境に優しい」製品であるならば、必ずしも購買意欲が減退しないという状況は、価格変動の波及結果の予測をより難しいものにすると言える。これは、「環境商品」「グリーン調達」「エコ」などのシグナルを持った財は、ギッフェン財として作用すると解釈することも可能であるだろう。

ともあれ、このようにエネルギー財の価格上昇が、必ずしも購買量を減少させるとは限らない場合の波及効果は、それほど単純ではない。そこで、本章では価格が上昇した財が経済全体にどのような波及効果をもたらすのか、最も簡単なシナリオによって産業別に検討することとしたい。

以下においては、第2節において炭素税などの環境政策で価格が上昇する財に対しての消費者の購買行動について、前章でのサーベイデータの結果を簡単に振り返る。また、それらの財に対する需要の価格弾力性の推定結果を見る。第3節では、産業連関モデルの概要と、それをを用いた計算のシナリオについて説明する。第4節では、実際の計算結果とその原因について考察し、最後に政策的な含意を簡単にまとめることとしたい。

(2) 環境情報と購買行動と各財需要の価格弾力性

環境省における白書や調査¹³で示されているように、環境意識の高まりとと

¹² 第3.2.1節を参照のこと。

¹³ 環境省（2004）、山田（2004）など。

もに人々の環境を意識した購買行動の変化は、既に何度も指摘されている。このような傾向は日本に限ったものではなく、比較的以前からヨーロッパなどでも言われていた¹⁴。

3.2.1 章「環境情報の追加が消費者行動にもたらす影響」は、これらの調査報告を裏付ける結果を与えている。ここでその結果の概要を見ておこう。

表 107 は、各財への環境情報が明示されている場合と非明示の場合との購入意志決定の違いを、東京とその他日本の地域別で示した表である。各財によって異なった比率となっているが、重要なことは、1) 環境情報の有無にかかわらず、環境に配慮した財であるならば一定の割合の人々が、当該財を積極的に購入しようとしていることであり、2) また情報が明示されていれば、その購買意欲はほとんどの財においても上昇するという、2点である¹⁵。

財別には、住宅や自動車など、購買価格が大きい財ほど環境情報が明示されていれば購入するという消費者の割合が大きいことが分かる。但し、自動車の場合には、仮に環境情報が非明示であったとしても購入するという割合が、他の財よりも高い。これは、自動車はより直接的にCO₂を排出する財であることを人々が強く意識していることの反映であるかも知れない¹⁶。

表 107 環境情報の明示の有無と購入意志決定への影響

			JOTT			Tokyo		
			No.	%	increment by disclosure	No.	%	increment by disclosure
real estate	disclosing CO2 emission from usage	purchase even if the price is higher	319	16.5	10.0	48	21.6	9.5
		purchase if the price is still same	1,069	55.3		130	58.6	
	hiding that information	purchase even if the price is higher	125	6.5		27	12.2	
		purchase if the price is still same	1,175	60.8		140	63.1	
home appliances	disclosing CO2 emission from usage	purchase even if the price is higher	220	11.4	5.5	36	16.2	8.1
		purchase if the price is still same	1,114	57.6		127	57.2	
	hiding that information	purchase even if the price is higher	113	5.8		18	8.1	
		purchase if the price is still same	1,174	60.7		141	63.5	
PC & audio - video	disclosing CO2 emission from usage	purchase even if the price is higher	166	8.6	4.4	32	14.4	7.7
		purchase if the price is still same	1,068	55.3		122	55.0	
	hiding that information	purchase even if the price is higher	81	4.2		15	6.8	
		purchase if the price is still same	1,121	58.0		129	58.1	
cars	disclosing CO2 emission from usage	purchase even if the price is higher	327	16.9	5.2	47	21.2	6.8
		purchase if the price is still same	1,038	53.7		119	53.6	
	hiding that information	purchase even if the price is higher	226	11.7		32	14.4	
		purchase if the price is still same	1,107	57.3		132	59.5	
clothing	disclosing CO2 emission from usage	purchase even if the price is higher	99	5.1	1.5	16	7.2	0.9
		purchase if the price is still same	806	41.7		102	45.9	
	hiding that information	purchase even if the price is higher	70	3.6		14	6.3	
		purchase if the price is still same	887	45.9		105	47.3	
process foods	disclosing chemical emission from producing	purchase even if the price is higher	184	9.5	1.9	30	13.5	3.2
		purchase if the price is still same	885	45.8		115	51.8	
	hiding that information	purchase even if the price is higher	148	7.7		23	10.4	
		purchase if the price is still same	988	51.1		128	57.7	
shampoos	disclosing CO2 emission from usage	purchase even if the price is higher	213	11.0	3.4	31	14.0	-0.9
		purchase if the price is still same	902	46.7		119	53.6	
	hiding that information	purchase even if the price is higher	147	7.6		33	14.9	
		purchase if the price is still same	967	50.0		120	54.1	

Source: Komatsu (2010)

¹⁴ 環境省（1998）はドイツの消費者意識の結果である。

¹⁵ 唯一の例外は、東京におけるシャンプーである。

¹⁶ 情報が非明示であったとしても、環境に優しい自動車を購入したいという割合の12%は、例えば、情報が明示されていた場合に購入したいと考える家電の割合11.9%とほぼ同じ水準となっている。

このサーベイの結果は、従来から指摘されてきた人々の環境意識が、消費行動にも影響を与え得るという調査結果と整合的なものであり、消費者の意識が環境に対して着実に変わってきている一つの証拠となり得るであろう。

但し、この表にもあるように、にもかかわらず4割以上の人々は価格が同水準にならなければ購買を控えるという行動をとることが、他方で分かる。すなわち、多くの人々は、経済学の教科書通り、価格が上昇するならば購入はしない（よって購買量が減る）という行動をとると見なすことができる。

そこで、次節の計算に先立って、各財需要の価格弾力性を推定しておくことにしよう。

ここでは、各財共に以下のような同一の需要関数を有するものとして推定を行った。

$$\ln Q_{ij} = \alpha_i + \beta_i \ln P_{ij} + \varepsilon_i \quad i=1,2,\dots,5, \quad j=1,2,\dots,m \quad (1)$$

Q_{ij} は部門jにおけるi財の販売数量、 P_{ij} は部門jでのi財の価格、 \ln は自然対数を示す。 α は定数項、 ε は攪乱的残余項を表す。また、添字jは財の種類、iは部門数を表し、ここでは自動車、電機化学洗剤、衣類不動産の5部門の推定を行った。この(1)式における β_i が各部門の価格弾力性と解釈できる係数である。

使用データは、自動車については、新車登録台数とその価格帯データに関する民間調査結果¹⁷を用いた。家電製品、化学洗剤、衣類は、総務省「生産・出荷・在庫統計」¹⁸の販売数量と販売金額より単価を計算して利用した。不動産は、不動産経済研究所の統計¹⁹、首都圏の新築分譲マンション販売数量と平米単価から計算した。

計算はOLS推定により行い、(1)式の係数 β の結果を表108に示した。

表から明らかなように、不動産の価格弾力性は他の財に比べて著しく大きい結果となっている。不動産は一般に、年間平均所得の何倍にも当たる高額商品であるので、価格弾力性が他財より大きいのは常識的であると言える。

他方、もう一方の高額商品である自動車は、これらの5種類の財の中では最も非弾力的な結果となっている。自動車の場合、購入者はメーカーブランド、排気量クラスなど、商品グループ内での購買傾向が高く、他メーカーや排気量のクラスを超えた購買行動に対しては非弾力的なのかも知れない。そのように解釈できるならば、この計算結果はそれほど不合理なものではないだろう。

表 108 各財の価格弾力性推定値

¹⁷ MiCle「くるまーと」調べ。

¹⁸ 総務省（2009）

¹⁹ 不動産経済研究所（2010）

	係数		標準誤差	t	P-値
自動車	-0.497 *		0.257	-1.931	0.064
家電製品	-0.827 ***		0.167	-4.955	0.000
化学洗剤	-0.735 **		0.345	-2.132	0.039
衣類	-1.269 ***		0.335	-3.786	0.000
不動産	-4.372 ***		0.642	-6.811	0.000

注) 各係数のアスタリスクは、*が10%、**が5%、***が1%以下の有意水準をそれぞれ示す。なお、データの出典は次の通り。自動車は、MiCle「くるまーと」新車登録台数とその価格帯データ。家電製品、化学洗剤、衣類は、総務省『生産動態統計』生産・出荷額統計。不動産は、不動産経済研究所「首都圏、新築分譲マンション市場動向」より。

また、衣類の弾力性が高いのは、自動車とは逆に、ブランドなど非価格的要因よりも、価格シグナルにより敏感に反応することを示している結果であると思われる。それは常識的な反応でもある。

先にふれたように、消費者の購買行動が環境意識の高まりとともに変化してきており、したがって、環境に配慮したグリーン調達商品などが出回れば、それを積極的に購入したいと考えている人々は、ある一定の割合でいると考えられるものの、4割以上の人々は、なおも価格水準が購買行動において重要であると考えており、表108にあるように、各財とも価格が上昇するならば、弾力性に応じて消費を減少させるであろうことが予測できる。

これらの複合的な結果が合成される時、経済全体にはどのような影響を与えるのだろうか。次に、産業連関モデルを用いて、直接・間接の波及効果を計算してみることにしよう。

(3) 地域間産業連関モデルと計算シナリオ

本稿で使用するモデルは、次式で示される地域間産業連関モデルであり、使用したデータは2005年東京都産業連関表である。

$$\begin{pmatrix} \mathbf{X}_T \\ \mathbf{X}_O \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{A}_{TT} & \mathbf{A}_{TO} \\ \mathbf{A}_{OT} & \mathbf{A}_{OO} \end{bmatrix} \begin{pmatrix} \mathbf{X}_T \\ \mathbf{X}_O \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \mathbf{F}_T \\ \mathbf{F}_O \end{pmatrix} \quad (2)$$

ここで、 $\begin{pmatrix} \mathbf{X}_T \\ \mathbf{X}_O \end{pmatrix}$ は、東京都 (T) 及びその他地域 (O) の総産出額ベクトル、

$\begin{bmatrix} \mathbf{A}_{TT} & \mathbf{A}_{TO} \\ \mathbf{A}_{OT} & \mathbf{A}_{OO} \end{bmatrix}$ は分割投入係数行列である。この行列の非対角要素行列は地域間

図 64 東京都産業連関表の概要【2005年版7部門表】

東京都産業連関表の概要を、東京都が発表している7部門表を用いて示せば図64の通りである。2005年現在、東京都の総産出額は174兆3,122億円、その他地域の総産出額は857兆48億円で、全国合計は1,031兆3,170億円となっている。そのうち、東京都の付加価値合計は97兆8,414億円、その他地域の付加価値は408兆327億円、全国合計は505兆8,741億円である。東京とその他地域の経済規模は、およそ1:4.5程であることが分かる。

表109 統合40部門内訳

1	農林水産業
2	鉱業(石油石炭以外)
3	石炭・天然ガス・原油
4	飲食料品
5	繊維製品
6	パルプ・紙・木製品
7	化学製品
8	石油製品
9	石炭製品
10	窯業・土石製品
11	鉄鋼
12	非鉄金属
13	金属製品
14	一般機械
15	電気機械、情報・通信機器、電子部品
16	輸送機械
17	精密機械
18	その他の製造工業製品
19	建設
20	事業用電力
21	自家発電
22	都市ガス
23	熱供給業
24	上水道・簡易水道
25	工業用水
26	下水道
27	廃棄物処理(公営)
28	廃棄物処理(産業)
29	商業
30	金融・保険
31	不動産
32	鉄道運輸
33	自動車運輸
34	船舶運輸
35	航空機運輸
36	その他運輸
37	情報通信
38	公務
39	教育・研究・医療・保健・社会保障・介護
40	サービス

さて、本章で東京都による地域間産業連関表を用いた理由は、東京都表はそ

れ自体が全国表になっているので一国全体を扱える上に、東京都とその他地域の波及結果の違いを地域別に分析することが可能なので、より細かな波及結果を追跡できると判断したためである。実際、東京表は、東京都と他地域の取引（移出入）を原材料レベルで把握できる点に大きな特徴がある。また、後に見るように、東京とその他地域とでは、価格上昇と需要変動の影響がかなり異なって現れることが分かる。

但し、東京都表は本社欄を仮設部門として設定しているなど、全国表には無い独自性もあるため、利用には工夫が必要である。本章では、東京都基本分類表 482 部門×597 部門を 40 部門に統合して計算に用いたが、その際、本社部門もそれぞれの部門に配分して統合するよう調整した。

採用した 40 部門は表 109 の通りであるが、この部門分類は環境問題分析に便利のように、石炭、石油、電力などのエネルギー生産部門及び運輸などのエネルギー多消費部門の分類を細かく設定しているのが特徴である。

さて、上記均衡産出モデル(2)式において輸入率を控除し、自給率によって調整したレオンチェフ逆行列で誘発生産額を導くと次式となる。

$$\begin{pmatrix} \mathbf{X}_T \\ \mathbf{X}_O \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{B}_{TT} & \mathbf{B}_{TO} \\ \mathbf{B}_{OT} & \mathbf{B}_{OO} \end{bmatrix} \begin{pmatrix} \mathbf{F}_T \\ \mathbf{F}_O \end{pmatrix} \quad (3)$$

ここで、 $\mathbf{B}_{ij} = [\mathbf{I}_{ij} - (\mathbf{I}_{ij} - \hat{\mathbf{M}}_{ij})\mathbf{A}_{ij}]^{-1}$ 、 $i, j = T, O$ であり、域内及び域間のレオンチェフ逆行列を示す。 $\hat{\mathbf{M}}_{ij}$ は域内需要に対する輸入額で求めた輸入率による対角行列である。

この (3) 式が計算に用いられる基本モデルであるが、実際の計算では次のような幾つかのステップをシナリオとして想定している。

(1) 最初に、環境政策の強化に伴い、石油、石炭というCO₂排出量の多いエネルギー各財に5%の税金が課せられ、その分($\Delta \mathbf{p}_0$)、だけ各財に波及し、資源調達コストが上昇する。

(2)

$$\Delta \mathbf{p}_1 = [\mathbf{I} - (\mathbf{I} - \hat{\mathbf{M}})\mathbf{A}]^{-1t} \Delta \mathbf{p}_0, \quad (4)$$

但し、 $\Delta \mathbf{p}_1 = \begin{pmatrix} \Delta \mathbf{p}_{1,T} \\ \Delta \mathbf{p}_{1,O} \end{pmatrix}$ 、 $\Delta \mathbf{p}_0$ は最初の価格ショックを表す。また、添え字の t は転置行列を意味する (以下、同様)。

(3) 第二に、投入係数構造の変化により、新たな投入係数行列(\mathbf{A}^N)を推定す

$$\mathbf{A}^N = (\mathbf{I} - \hat{\mathbf{M}})^{274} (\mathbf{I} + \Delta \hat{\mathbf{p}}_1),$$

る必要がある。

(5)

但し、

$$(I + \Delta\hat{p}_1) = \begin{bmatrix} 1 + \Delta p_1^1 & & & 0 \\ & 1 + \Delta p_2^1 & & \\ & & \ddots & \\ 0 & & & 1 + \Delta p_n^1 \end{bmatrix}.$$

このもとで新たなレオンチェフ逆行列を計算(\mathbf{B}^N)を求める。

$$\mathbf{B}^N = [\mathbf{I} - \mathbf{A}^N]^{-1}, \quad (6)$$

(4) 先に見た需要の価格弾力性により、最終消費支出は、価格上昇に伴い減少することになる。だが、一定の割合は環境に配慮した財への支出として維持され、残りの部分が価格弾力性に従って消費を減らす。

$$\Delta \mathbf{X}_m^N = \mathbf{B}^N \Delta \mathbf{F}_m, \quad \text{但し } \Delta \mathbf{X}_m^N = \begin{pmatrix} \Delta \mathbf{X}_{m,T}^N \\ \Delta \mathbf{X}_{m,O}^N \end{pmatrix}. \quad (7)$$

ここで、添え字の \mathbf{m} は以下に示す計算シナリオの種類を示す。例えば、最初の誘発生産(\mathbf{X}^N_0)は石炭等の 5% の価格上昇の影響によってもたらされた最終需要変化($\Delta \mathbf{F}_0$)で計算される。

$$\Delta \mathbf{X}_0^N = \mathbf{B}^N \Delta \mathbf{F}_0. \quad (8)$$

また別な例は、ある部門の価格弾力性によって変化した最終需要分 $\Delta \mathbf{F}_1$ によって誘発生産が計算される。

$$\Delta \mathbf{X}_1^N = \mathbf{B}^N \Delta \mathbf{F}_1. \quad (9)$$

k 種類の計算シナリオによるすべての波及結果は、それらの総計によって求めることができる ($\Delta \mathbf{X}^N$)。

$$\Delta \mathbf{X}^N = \sum_{m=0}^k \Delta \mathbf{X}_m^N. \quad (10)$$

ここでの想定としては、先に取り上げた 5 つの部門 (自動車、電機、化学、繊維、不動産) の消費支出 (東京とその他地域の双方) だけが変化し、それ以外の部門では変化しないものとする。更に、この 5 部門では、環境情報が非明示の場合と明示の場合とで、先の表 93 にあるように消費者行動が変化するものとして計算を行うこととし、以下の計算シナリオを検討した。すなわち、

(3-1) 自動車部門では、環境情報が非明示の場合、その他日本（JOTT）の 11.7%の消費者と東京の 14.4%の消費者が、自動車を以前と同様に購入するが、残りの消費者は消費を減少させる。その減少割合は、JOTT では価格弾力性 $-0.497 \times 0.13\%$ 、東京では $-0.497 \times 0.12\%$ とする。

(3-2) 自動車部門での環境情報明示の場合、JOTT の 16.9%の消費者、東京の 21.2%の消費者が自動車購入を以前と同じように行なうよう変化するものとする。残りの消費者が消費を減少させる。

(3-3) 電機部門では、環境情報が非明示の場合、JOTT の 5.0%の消費者、東京の 7.4%の消費者が以前と同様に購入するが、残りは消費を減少させる。その減少割合は、JOTT の価格弾力性が $-0.827 \times 0.09\%$ 、東京の価格弾力性が $-0.827 \times 0.07\%$ とする。

(3-4) 電機部門での環境情報明示の場合、JOTT の 10.0%の消費者、東京の 15.3%の消費者が購入を以前と同じように行なうよう変化するものとする。残りの消費者が消費を減少させる。

(3-5) 化学部門では、環境情報が非明示の場合、JOTT の 7.6%の消費者、東京の 14.9%の消費者が以前と同様に購入するが、残りの 91.6%は消費を減少させる。その減少割合は、JOTT の価格弾力性 $-0.735 \times 0.56\%$ 、東京の価格弾力性 $-0.735 \times 0.09\%$ とする。

(3-6) 化学部門での環境情報明示の場合、JOTT の 11.0%の消費者、東京の 14.0%の消費者が購入を以前と同じように行なうよう変化するものとする。残りの消費者が消費を減少させる。

(3-7) 繊維部門では、環境情報が非明示の場合、JOTT の 3.6%の消費者、東京の 6.3%の消費者が以前と同様に購入するが、残りは消費を減少させる。その減少割合は、JOTT の価格弾力性 $-1.269 \times 0.15\%$ 、東京の価格弾力性 $-1.269 \times 0.07\%$ とする。

(3-8) 繊維部門での環境情報明示の場合、JOTT の 5.1%の消費者、東京の 7.2%の消費者が購入を以前と同じように行なうよう変化するものとする。残りの消費者が消費を減少させる。

(3-9) 不動産部門では、環境情報が非明示の場合、JOTT の 6.5%の消費者、東京の 12.2%の消費者が以前と同様に購入するが、残りは消費を減少させる。その減少割合は、両地域とも価格弾力性 $-4.372 \times 0.02\%$ とする。

(3-10) 不動産部門での環境情報明示の場合、JOTT の 16.5%の消費者、東京の 21.6%の消費者が購入を以前と同じように行なうよう変化するものとする。残りの消費者が消費を減少させる。

以上、10通りのシナリオ毎に計算を行い、その効果を見た。

まず、シナリオ（1）及び（2）の結果だが、これは表 96にあるように、中間投入として購入するエネルギー財の価格上昇が直接上昇効果として現れるが、従来通りの消費支出が想定されているのでその分が生産増という効果となる。

だが、その効果は僅かに 0.244%、金額は 2.5 兆円強である²⁰。表にあるように、石油、石炭などエネルギー生産部門以外では、自家発電、輸送機械などの上昇が特徴的である。

表 110 エネルギー価格上昇による生産額押し上げ効果上位 20 部門

Induced output under price rise			
5% rise in prices in coal mining, petroleum and Coal products all together		Δ X (million yne)	%
1	Coal, gas, crude oil O	11,443.6	8.651%
2	Coal, gas, crude oil T	1,355.5	6.768%
3	Coal products O	77,528.9	6.281%
4	Petroleum T	9,385.5	6.183%
5	Coal products T	676.4	5.704%
6	Petroleum O	598,259.7	3.814%
7	City gas O	68,916.6	3.081%
8	In-house power generation T	260.5	2.760%
9	In-house power generation O	20,937.9	1.998%
10	City gas T	9,716.8	1.940%
11	Heat supply O	956.7	1.391%
12	Heat supply T	1,009.0	1.153%
13	Motor vehicle transportation T	37,720.2	1.013%
14	Iron O	198,223.3	0.786%
15	Mining (except coal & crude oil) O	3,448.7	0.709%
16	Chemicals O	190,388.6	0.688%
17	Mining (except coal & crude oil) T	48.8	0.681%
18	Iron T	2,144.4	0.679%
19	Motor vehicle transportation O	169,949.4	0.676%
20	Industrial water O	919.4	0.671%
Total		2,513,057	
Ratio of increase to total output		0.244%	

(Note) T represents Tokyo and O represents JOTT .

続いて、5 産業のそれぞれにおける価格上昇効果についてである。最初に、個別の産業における効果を見た上で、5 産業の累積効果を見ることとしよう。

自動車を含む輸送機械における効果は、表 111 にある。全体的な特徴としては、環境情報の明示、非明示に関わらず、最終的な経済効果はプラスとなり、その額は、情報非明示で 1.6 兆円、明示で 1.7 兆円。情報明示効果は、約 530 億円である。産業別には、石油、石炭、電力等エネルギー部門での効果が大きい、それ以外には輸送機械、金融、不動産などへの効果も上位となる。

電機産業における効果は、表 112 の通りである。ここでも、経済全体への効果はプラスで、情報非明示で 1.71 兆円、明示で 1.76 兆円である。情報明示効果は、452 億円程となる。産業別には、やはり石油、石炭、電力等エネルギー部門での効果が大きい結果となる。

²⁰この価格上昇の計算は、いわゆる均衡価格モデルによる計算結果ではない。中間投入でのエネルギー価格が上昇した場合の、いわば直接的効果だけを見ているので、計算結果は過小に見積もられている。

表 111 輸送機械における価格上昇の効果上位 20 部門

Transportation machinery					
non-disclosure of information	Δ X (million yen)	%	disclosure of information	Δ X (million yen)	%
Coal, gas, crude oil O	11,379	8.602%	Coal, gas, crude oil O	11,382	8.605%
Coal, gas, crude oil T	1,350	6.743%	Coal, gas, crude oil T	1,351	6.745%
Coal products O	76,066	6.163%	Coal products O	76,155	6.170%
Petroleum T	9,341	6.153%	Petroleum T	9,344	6.155%
Coal products T	673	5.675%	Coal products T	673	5.677%
Petroleum O	592,962	3.781%	Petroleum O	593,285	3.783%
City gas O	67,602	3.022%	City gas O	67,682	3.026%
In-house power generation T	250	2.649%	In-house power generation T	251	2.656%
City gas T	9,640	1.925%	City gas T	9,645	1.926%
In-house power generation O	19,714	1.881%	In-house power generation O	19,788	1.888%
Heat supply O	905	1.315%	Heat supply O	908	1.320%
Heat supply T	982	1.122%	Heat supply T	984	1.124%
Motor vehicle transportation T	36,582	0.982%	Motor vehicle transportation T	36,651	0.984%
Chemicals O	176,072	0.637%	Chemicals O	176,944	0.640%
Motor vehicle transportation O	158,020	0.629%	Motor vehicle transportation O	158,746	0.632%
Iron O	145,777	0.578%	Iron O	148,968	0.590%
Industrial water O	785	0.573%	Industrial water O	793	0.579%
Mining (except coal & crude oil) O	2,754	0.566%	Mining (except coal & crude oil) O	2,796	0.575%
Mining (except coal & crude oil) T	40	0.560%	Mining (except coal & crude oil) T	41	0.568%
Electricity for business T	6,800	0.476%	Electricity for business T	6,825	0.478%
Total	1,642,580		Total	1,695,585	53.005
Ratio of increase to total output	0.159%		Ratio of increase to total output	0.164%	

(Note) T represents Tokyo and O represents JOTT .

表 112 電機における価格上昇の効果上位 20 部門

Electric equipments					
non-disclosure of information	Δ X (million yen)	%	disclosure of information	Δ X (million yen)	%
Coal, gas, crude oil O	11,388	8.609%	Coal, gas, crude oil O	11,391	8.611%
Coal, gas, crude oil T	1,349	6.738%	Coal, gas, crude oil T	1,350	6.740%
Coal products O	76,810	6.223%	Coal products O	76,850	6.226%
Petroleum T	9,341	6.153%	Petroleum T	9,343	6.155%
Coal products T	675	5.690%	Coal products T	675	5.690%
Petroleum O	593,388	3.783%	Petroleum O	593,663	3.785%
City gas O	67,906	3.036%	City gas O	67,962	3.039%
In-house power generation T	254	2.695%	In-house power generation T	255	2.699%
City gas T	9,637	1.924%	City gas T	9,642	1.925%
In-house power generation O	20,116	1.920%	In-house power generation O	20,162	1.924%
Heat supply O	904	1.314%	Heat supply O	907	1.318%
Heat supply T	976	1.115%	Heat supply T	978	1.117%
Motor vehicle transportation T	36,391	0.977%	Motor vehicle transportation T	36,468	0.979%
Iron O	176,926	0.701%	Iron O	178,123	0.706%
Motor vehicle transportation O	158,798	0.632%	Motor vehicle transportation O	159,426	0.635%
Chemicals O	174,503	0.631%	Chemicals O	175,398	0.634%
Iron T	1,820	0.577%	Iron T	1,839	0.583%
Mining (except coal & crude oil) O	2,737	0.563%	Mining (except coal & crude oil) O	2,777	0.571%
Industrial water O	713	0.520%	Industrial water O	725	0.529%
Mining (except coal & crude oil) T	36	0.497%	Mining (except coal & crude oil) T	36	0.508%
Total	1,713,267		Total	1,758,501	45.235
Ratio of increase to total output	0.166%		Ratio of increase to total output	0.171%	

(Note) T represents Tokyo and O represents JOTT .

化学洗剤を含めた化学製品、衣類などの繊維でも上記 2 部門と同様に、エネルギー関連部門での効果が全体を押し上げる結果となっている(表 113、表 114)。経済全体では、化学製品の情報非明示で 6,231 億円、明示で 6,828 億円となり、情報明示効果は約 596 億円である。また、繊維での情報非明示で 1.77 兆円、明

示で 1.79 兆円となり、情報明示効果は約 112 億円である。繊維産業における情報明示効果が他と比べて少ないのは、情報明示による購買行動変化の変化幅があまり大きくないこと、また、価格弾力性の影響が強いことなどが指摘できる。

表 113 化学製品における価格上昇の効果上位 20 部門

Chemical products					
non-disclosure of information	Δ X (million yen)	%	disclosure of information	Δ X (million yen)	%
Coal, gas, crude oil O	10,795	8.161%	Coal, gas, crude oil O	10,815	8.176%
Coal, gas, crude oil T	1,337	6.677%	Coal, gas, crude oil T	1,338	6.680%
Coal products O	73,701	5.971%	Coal products O	73,822	5.981%
Petroleum T	9,033	5.950%	Petroleum T	9,044	5.958%
Coal products T	673	5.671%	Coal products T	673	5.672%
Petroleum O	512,109	3.265%	Petroleum O	514,835	3.282%
City gas O	66,899	2.991%	City gas O	66,963	2.994%
In-house power generation T	198	2.093%	In-house power generation T	199	2.113%
City gas T	9,531	1.903%	City gas T	9,537	1.904%
Heat supply T	926	1.058%	Heat supply T	929	1.061%
Motor vehicle transportation T	34,642	0.930%	Motor vehicle transportation T	34,738	0.933%
In-house power generation O	8,567	0.818%	In-house power generation O	8,959	0.855%
Iron O	190,307	0.754%	Iron O	190,557	0.755%
Heat supply O	442	0.642%	Heat supply O	458	0.666%
Iron T	2,026	0.642%	Iron T	2,030	0.643%
Motor vehicle transportation O	140,949	0.561%	Motor vehicle transportation O	141,866	0.565%
Mining (except coal & crude oil) O	2,572	0.529%	Mining (except coal & crude oil) O	2,600	0.534%
Electricity for business T	6,067	0.425%	Electricity for business T	6,102	0.427%
Mining (except coal & crude oil) T	30	0.417%	Mining (except coal & crude oil) T	30	0.425%
Air transportation T	2,462	0.366%	Air transportation T	2,483	0.369%
Total	623,142		Total	682,756	59.614
Ratio of increase to total output	0.060%		Ratio of increase to total output	0.066%	

(Note) T represents Tokyo and O represents JOTT .

表 114 衣類における価格上昇の効果上位 20 部門

Textiles					
non-disclosure of information	Δ X (million yen)	%	disclosure of information	Δ X (million yen)	%
Coal, gas, crude oil O	11,356	8.585%	Coal, gas, crude oil O	11,358	8.586%
Coal, gas, crude oil T	1,350	6.742%	Coal, gas, crude oil T	1,350	6.743%
Coal products O	77,148	6.250%	Coal products O	77,153	6.251%
Petroleum T	9,326	6.144%	Petroleum T	9,327	6.144%
Coal products T	675	5.694%	Coal products T	675	5.695%
Petroleum O	588,137	3.750%	Petroleum O	588,292	3.751%
City gas O	67,929	3.037%	City gas O	67,944	3.038%
In-house power generation T	255	2.697%	In-house power generation T	255	2.698%
City gas T	9,665	1.930%	City gas T	9,666	1.930%
In-house power generation O	19,816	1.891%	In-house power generation O	19,833	1.893%
Heat supply O	791	1.150%	Heat supply O	794	1.154%
Heat supply T	975	1.114%	Heat supply T	976	1.115%
Motor vehicle transportation T	36,427	0.978%	Motor vehicle transportation T	36,446	0.979%
Iron O	196,380	0.778%	Iron O	196,408	0.779%
Mining (except coal & crude oil) O	3,375	0.694%	Mining (except coal & crude oil) O	3,376	0.694%
Iron T	2,117	0.670%	Iron T	2,117	0.670%
Mining (except coal & crude oil) T	47	0.659%	Mining (except coal & crude oil) T	47	0.660%
Motor vehicle transportation O	157,222	0.626%	Motor vehicle transportation O	157,416	0.627%
Electricity for business T	6,741	0.472%	Electricity for business T	6,748	0.472%
Chemicals O	129,731	0.469%	Chemicals O	130,660	0.472%
Total	1,774,905		Total	1,786,147	11.242
Ratio of increase to total output	0.172%		Ratio of increase to total output	0.173%	

(Note) T represents Tokyo and O represents JOTT .

不動産の試算結果は、表 115 に示されているように他産業のそれとは異なる結果となっている。まず、エネルギー価格の上昇が不動産取引を通じて経済全体に与える影響は、大きな減額となり、情報非明示で 2.72 兆円の減少、情報明

示の場合でも 2.16 兆円の減少となる。情報明示効果は 5,597 億円である。

表 115 不動産における価格上昇の効果上位 20 部門

Real estate					
non-disclosure of information	Δ X (million yen)	%	disclosure of information	Δ X (million yen)	%
Coal, gas, crude oil O	11,338	8.571%	Coal, gas, crude oil O	11,349	8.580%
Coal, gas, crude oil T	1,308	6.529%	Coal, gas, crude oil T	1,313	6.554%
Coal products O	75,819	6.143%	Coal products O	76,002	6.158%
Petroleum T	9,193	6.056%	Petroleum T	9,214	6.070%
Coal products T	622	5.243%	Coal products T	628	5.292%
Petroleum O	587,748	3.747%	Petroleum O	588,873	3.754%
City gas O	67,683	3.026%	City gas O	67,815	3.032%
In-house power generation T	254	2.687%	In-house power generation T	254	2.694%
In-house power generation O	20,173	1.925%	In-house power generation O	20,255	1.933%
City gas T	8,946	1.786%	City gas T	9,028	1.803%
Heat supply O	839	1.219%	Heat supply O	851	1.238%
Motor vehicle transportation T	30,702	0.825%	Motor vehicle transportation T	31,453	0.845%
Heat supply T	625	0.714%	Heat supply T	666	0.761%
Iron O	179,126	0.710%	Iron O	181,169	0.718%
Chemicals O	182,590	0.660%	Chemicals O	183,424	0.663%
Mining (except coal & crude oil) O	3,026	0.622%	Mining (except coal & crude oil) O	3,072	0.631%
Industrial water O	834	0.609%	Industrial water O	843	0.615%
Motor vehicle transportation O	145,563	0.579%	Motor vehicle transportation O	148,172	0.590%
Iron T	1,774	0.562%	Iron T	1,814	0.574%
Mining (except coal & crude oil) T	35	0.485%	Mining (except coal & crude oil) T	36	0.506%
Total	-2,718,576		Total	-2,158,918	559,657
Ratio of increase to total output	-0.264%		Ratio of increase to total output	-0.209%	

(Note) T represents Tokyo and O represents JOTT .

不動産部門が、他の産業に比べて桁違いに大きな影響をもたらす理由は、第一に、そもそも不動産は、東京及び地方の区別なく、日本における最大の消費支出項目になっているためである。2005年東京表によれば、不動産への消費支出総額は 57 兆 9,084 億円であり、全国総産出のおよそ 21% である。この消費規模は、電機消費支出総額の約 8.6 倍、化学製品消費支出総額の約 22 倍にもなるものである。従って、不動産産業への消費行動の変化は、極めて日本経済に大きな影響を与えると見てよい。

第二に、先に見たように、不動産需要の価格弾力性は、他産業に比べて極めて大きい。今回のように、5%の価格上昇が仮に発生すれば、0.02%程の需要減しか発生しないのだが、価格弾力性の大きさが大きな影響をあたえる結果となる。今回の試算では、このような大きな落ち込みを、エネルギー価格の上昇と環境情報の明示とによってではとても埋め合わせられないということを示している。

最後に、上記 5 部門全ての経済効果を累計した結果が表 102 である。今触れた通り、全体としては、不動産需要の変動の規模に引きずられてしまう形で、累積効果としても経済全体で、情報非明示の場合 7.02 兆円の減少、情報明示の場合で 6.29 兆円ということになる。累積結果における、情報明示効果は 7,288 億円である。

以上より、エネルギー価格上昇のシミュレーション結果としては、消費者の環境意識の高まりによって消費者行動が変化したことを考慮してもなお、需要規模の大きさや価格弾力性の程度によって、需要の累積的な減少効果を埋め合

わせられないことが分かった。特に、不動産部門での減少が巨額であることが特徴である。

表 116 価格上昇と需要変化による累積効果上位 20 部門

Cumulative effect non-disclosure of information			Cumulative effect disclosure of information		
	Σ Δ X(million yen)	%		Σ Δ X(million yen)	%
Coal, gas, crude oil O	10,480	7.923%	Coal, gas, crude oil O	10,521	7.953%
Coal, gas, crude oil T	1,273	6.356%	Coal, gas, crude oil T	1,280	6.389%
Petroleum T	8,692	5.726%	Petroleum T	8,729	5.751%
Coal products O	69,428	5.625%	Coal products O	69,867	5.660%
Coal products T	612	5.158%	Coal products T	618	5.211%
Petroleum O	481,307	3.069%	Petroleum O	485,909	3.098%
City gas O	62,352	2.788%	City gas O	62,700	2.803%
In-house power generation T	168	1.782%	In-house power generation T	172	1.821%
City gas T	8,551	1.708%	City gas T	8,650	1.727%
Motor vehicle transportation T	23,863	0.641%	Motor vehicle transportation T	24,876	0.668%
Heat supply T	449	0.513%	Heat supply T	497	0.568%
In-house power generation O	4,635	0.442%	In-house power generation O	5,246	0.501%
Iron O	95,622	0.379%	Iron O	102,331	0.406%
Motor vehicle transportation O	80,755	0.321%	Motor vehicle transportation O	85,828	0.342%
Ship transportation O	11,736	0.263%	Ship transportation O	12,066	0.270%
Air transportation T	1,211	0.180%	Iron T	671	0.213%
Iron T	563	0.178%	Air transportation T	1,318	0.196%
Mining (except coal & crude oil) O	670	0.138%	Mining (except coal & crude oil) O	826	0.170%
Other transportation T	2,167	0.129%	Other transportation T	2,405	0.143%
Other transportation O	10,284	0.120%	Other transportation O	11,468	0.134%
Total	-7,016,912		Total	-6,288,159	728,753
Ratio of increase to total output	-0.680%		Ratio of increase to total output	-0.610%	

(Note) T represents Tokyo and O represents JOTT .

728,753

(4) 東京とその他日本での効果の違い

ここでは、地域別での効果の違いについて簡単に見ておくこととしよう。

図 65 は、環境情報の明示効果を地域別に示したものである。東京と JOTT と同じような傾向がうかがえ、不動産以外の 4 産業は全て微増の効果となっている。不動産は両地域とも、価格増に伴う需要減少となっているが、上の明示効果は他産業に比べて大きい。その情報明示効果は、図 66 にあるように東京で 4,183 億円、JOTT で 1,414 億円ほどとなっている。

但し、東京の人口は 1,260 万人と日本全体の 10 分の 1 のサイズなので、この両地域における効果の規模を一人当たりの効果に置き換えて見てみると、図 67、図 68 のようになる。

図 67 に示されているように、情報明示による一人当たりの需要増加効果は、東京の不動産で 1 万 1 千円、JOTT で 3,600 円ほどであり、東京の効果は JOTT の約 3 倍ほどとなる。この絶対額自体は不動産価格に比べて大きなものではないが、東京での消費者の行動が不動産においてより敏感に反応することが分かる。

図 68 では、JOTT における化学及び輸送機械、東京における電機の一人当たり効果が相対的に高いことが示されている。特に輸送機械は、日本の地方においてより強く必要とされる財であることを反映していると解釈できる。

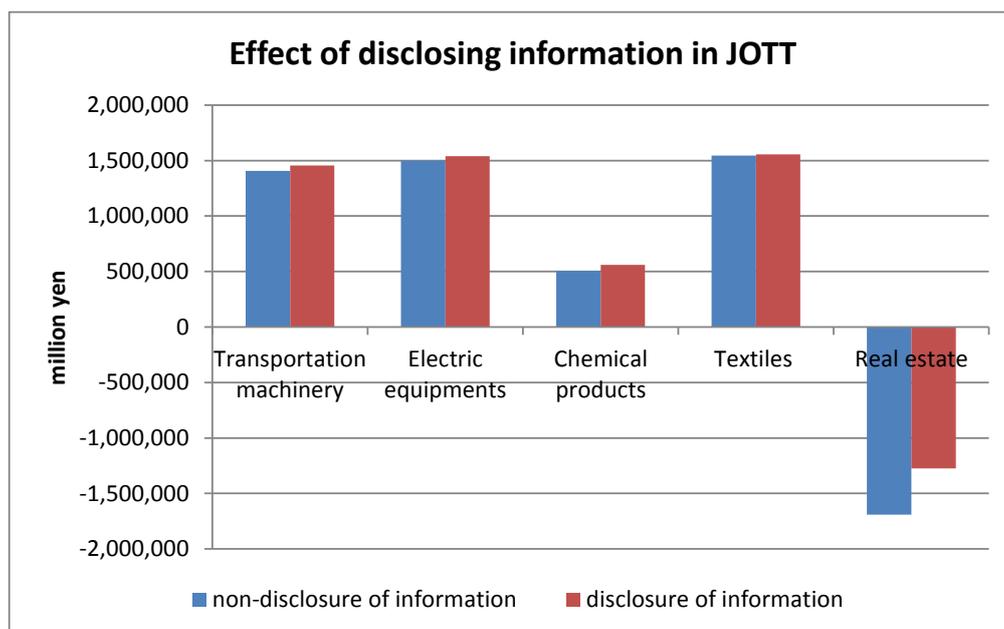
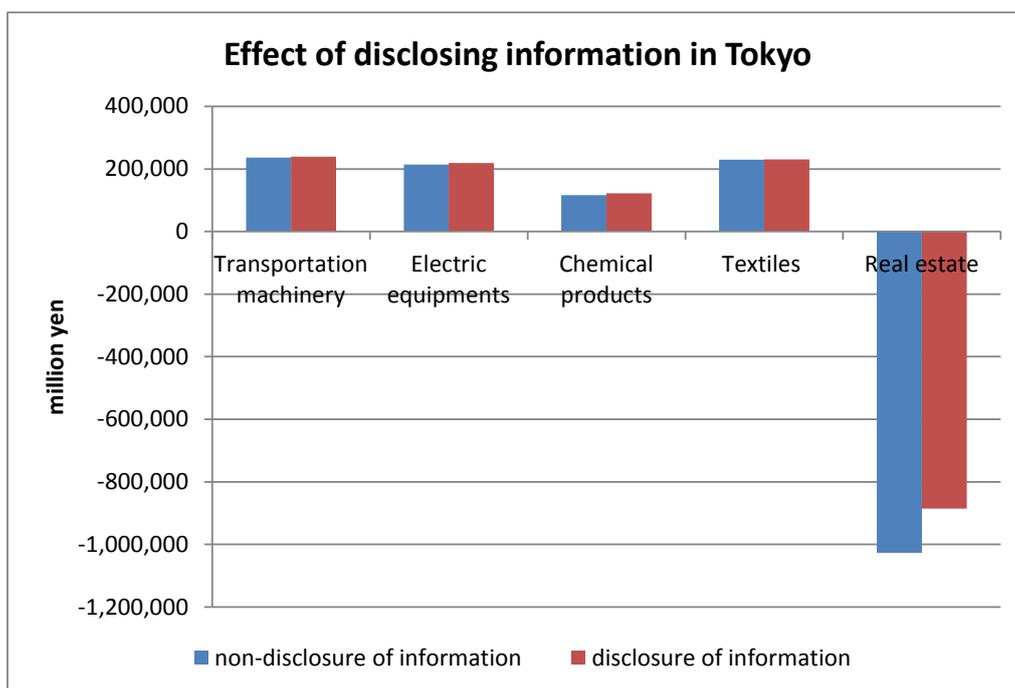


図 65 情報明示効果（東京とその他日本）

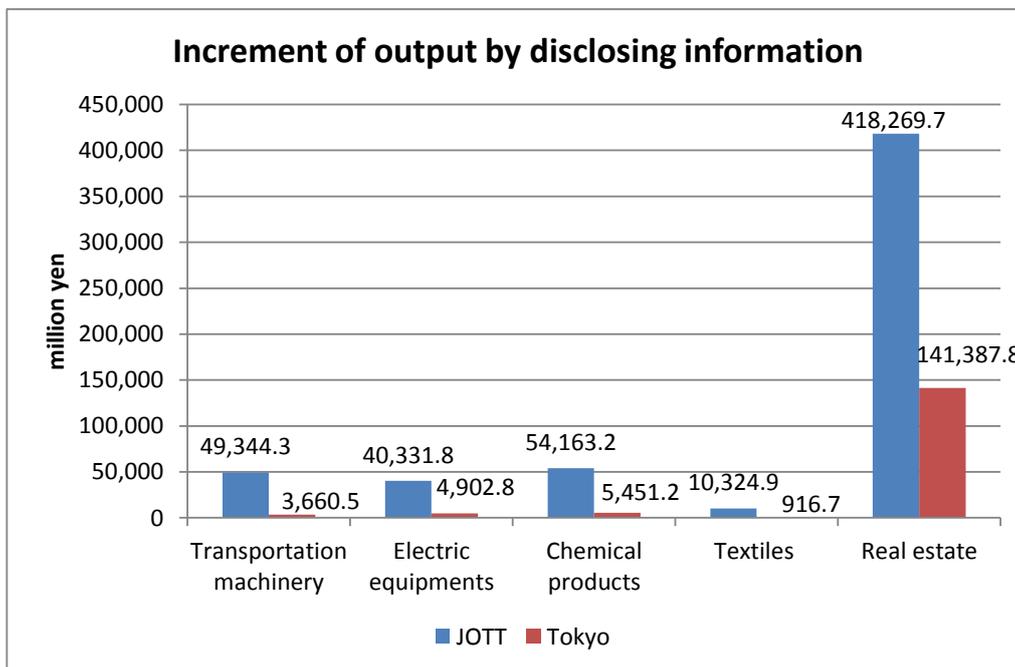


図 66 情報明示による需要増加分（東京とその他日本）

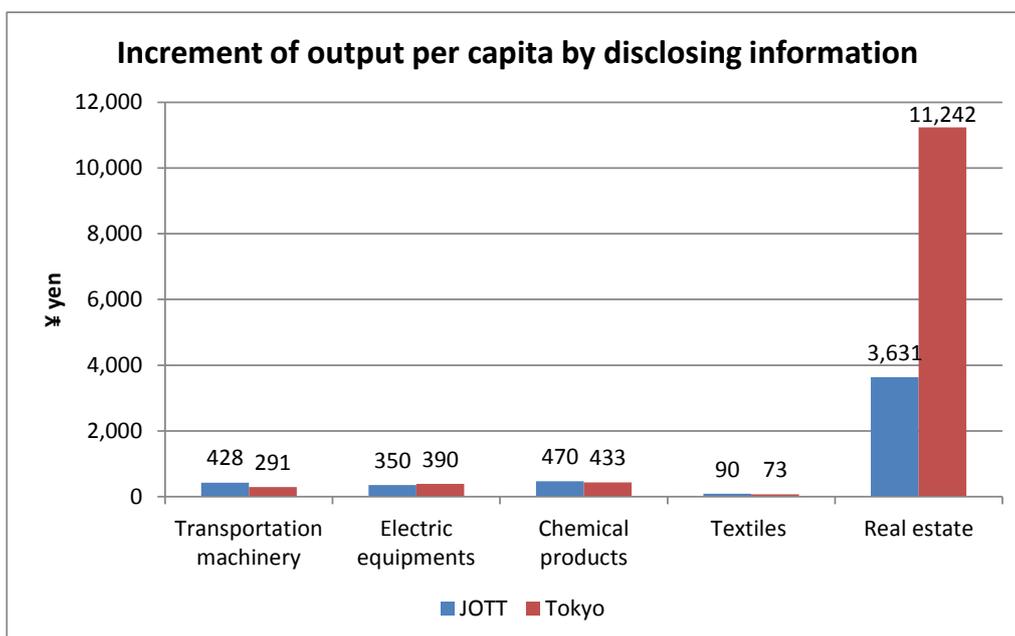


図 67 情報明示による一人当たり需要増加分（東京とその他日本）

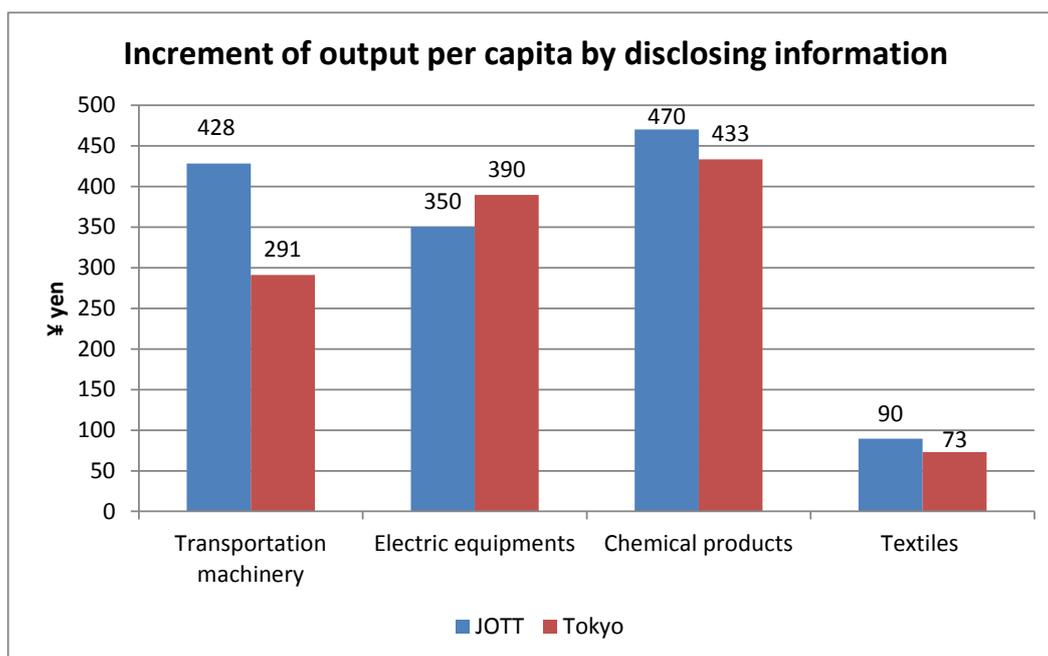


図 68 情報明示による一人当たり需要増加分 4 産業（東京とその他日本）

(5) 簡単なまとめと政策的含意

本章では、炭素税等や環境対策技術などの導入等によってエネルギー部門価格が上昇した場合、どのような経済効果があるのかをシナリオに基づいてシミュレーションを行った。特に、環境意識の高まりによる消費者の購買行動の変化がどの程度の経済効果をもたらすのかについて見て来た。

基本的なシナリオとしては、(1)石油及び石炭の価格が炭素税他の施策により単純に 5% 上昇した場合の全産業への波及効果（費用上昇効果）、(2) 環境に配慮した製品の、生産情報非明示の場合と明示の場合とでの消費者の購買行動がもたらす影響の程度、ということであったが、これらを 5 つの産業の効果に限定してシミュレーションを行った。

主要結論は、自動車、電機、化学製品、衣類などのエネルギー価格上昇効果による需要減は、国全体としては起きないという結果になる。

但し、不動産については、国全体においても 2.1 兆円から 2.7 兆円という、大きな需要減が発生する結果となる。この原因は、第一に、不動産産業が日本における消費支出の最大産業になっているため販売価格上昇による需要減の影響が大きいということ。第二に、不動産需要への価格弾力性が、他産業に比べて大きいこと、などが指摘できる。

それにしても、この 2.7 兆円前後の生産規模は、2009 年のハリウツドの興行収入に匹敵する規模の金額であり、相当大的な金額であると言わねばならない。これほどの需要減が発生すれば、今回見たように、他の 4 産業における増加効果を全て合計しても埋め合わせられない。また、環境意識の高まりによる消費者行動の変化も、現状の変化のレベルでは、残念ながらまだ不十分である。

だが、政策的な方向性はある程度明確だと思われる。

先の表 115 で見たように、不動産部門での情報明示効果は 5,597 億円と、他産業の約 10 倍ほどの大きさである。また、不動産部門は消費規模が突出して大きい部門である。全国産業連関表における他の大きな消費支出項目である商業やサービスと比較しても、1.2 倍から 1.5 倍程の規模で、最大である。そして、不動産は通常消費者にとっては高価な買い物であり、一般に需要の価格弾力性も大きい。今回の我々の推定でも -4.37 という結果であった。

すなわち、エネルギー価格上昇に伴う需要減少の効果が大きい分野は、もともと不動産のような大きな消費支出項目の分野であり、限定されていると考えられること。また、不動産の分野の価格弾力性は一般に高いと考えられること、更に、消費者の環境意識の変化によって最も敏感に購買行動が反応するのも不動産部門なのである。これらを総合的に勘案すれば、可能となる政策としては、住宅購入及び建替え、補修に対するクーポンのような消費促進政策が有益であると考えられる。あるいはまた、住宅修理などの減価償却を広く認め、この分へは免税にするなどの措置も有効であるかも知れない。

日本の消費内容と今後の環境政策の普及を考える上で、不動産部門というのは一つの大きな契機になり得るとと思われる。

参考文献

Ichihashi, M., Kaneko, S., Kim, H. 2008. Soaring Oil Prices Induce Other Energy Product Price Increases And Further Economic Impact in Japan and Korea, Discussion Paper, pp. 1-26.

市橋 勝 (2007) 『日本経済の構造変化と長期推移の経済分析』、広島大学出版会、304 頁。

環境省 (2004) 『環境白書』第 2 章、環境省、

<http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/zu/h16/html/vk0401010200.html> .

同 (1998) 「地球環境問題をめぐる消費者の意識と行動が企業戦略に及ぼす影響 (ドイツ消費者編)」調査、<http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=174> .

不動産経済研究所 (2010) 「新築分譲マンション市場動向」、

http://www.e-sumaisagashi.com/new_page_121.htm .

宮沢健一編 (2002) 『産業連関分析入門<新版>』、日本経済新聞社、235 頁。

総務省 (2009) 『生産動態統計』「生産・出荷・在庫統計」、時系列表、

http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/seidou/result/ichiran/03_kikai.html#menu2

MiCle (2010) 「くるまーと」、<http://kurumart.jp/ranking/back/rank2010.html> .

山田真理子 (2004) 「消費者意識とエコフレンドリー製品」、

http://www.env.go.jp/policy/csr/csr02/mat02_6.pdf .

3.1.4 環境税と環境技術開発の寡占市場分析

(1) 背景

政策変数が最適な水準に決定されたとしても時間の経過とともにその最適性が失われてしまうという問題は「政策の時間不整合性問題」と呼ばれている。この問題をよりミクロ的な視点で企業と政府との間の戦略的な相互依存関係の観点から見ると、政府が政策変数のコミットメント能力を保持しているか否かという論点としてとらえることができる。政府がコミットメント能力を保持していない、あるいは発揮できない状況では、企業側の環境研究開発の水準が政策変数の決定に影響を与えることになる。この効果はラッチェト効果と呼ばれる。日本経団連の自主的取り組みなどはこの種の事例として挙げられよう。

不完全競争市場において環境政策変数のコミットメント能力の有無が環境技術革新に与える影響を分析した研究がこれまでもいくつか出ている（Petraakis and Xepapadeas(1999), Poyago-Theotoky and Teerasuwannajak (2002), Petraakis and Xepapadeas(2003), Puller(2006)など）。それらの一連の研究では排出規制値や排出税率をコミットできないことは、コミットできる場合よりも企業の環境技術革新を促進させうることを明らかにしている。そして、政策変数のコミットメント能力が欠如しているからといって常に社会的に望ましくない状態が出現するわけではなく、むしろ望ましい場合もあることが明らかにされている。

他方、技術革新を促進するには単独企業での研究開発よりも企業間でリサーチ・コンソーシアムを設置して共同研究開発を実施したり、あるいは研究開発投資のコーディネーションを容認することが社会的に望ましい場合もある。しかし、日本の競争政策（独占禁止法のガイドライン）では、研究開発段階での協調行為はその社会的重要性は認められながらも、市場の競争環境を阻害する可能性をはらむことから常に容認されているわけではない。しかし同時に、どのような規制環境で研究開発投資の協調行動が是認されるべきなのかについて十分なガイドラインも明示されていない。本研究ではそうした研究の空白領域を少しでも埋めるべく理論的考察を行っている。

(2) 課題と先行研究

本研究は、企業が非協力的な環境研究開発を行うという想定の下で排出税率のコミットメント能力と財の製品差別化の程度が経済厚生に与える影響を考察した Poyago-Theotoky and Teerasuwannajak (2002)と、政府が排出税率のコミットメント能力を持たずに時間整合的な排出税を課す場合に環境研究開発分野での協調行動が社会厚生や経済変数に与える影響を解明した Poyago-Theotoky (2007)の分析を発展させるものである（図 56 参照）。これらの研究では、不完全な財市場で数量競争（クールノー競争）を行っている複占企業に対して、政府が汚染排出税を課す状況に焦点を当てつつ排出税率のコミットメント能力や製品差別化の程度が経済厚生に与える影響を考察している。また、各企業はエンド・オブ・パイプ型の汚染吸着装置を用いて汚染削減を実施するが、各企業

の研究開発水準に応じて装置の汚染削減能力（脱硫装置あるいは脱窒装置で用いる触媒の性能など）が決まるという文脈である。

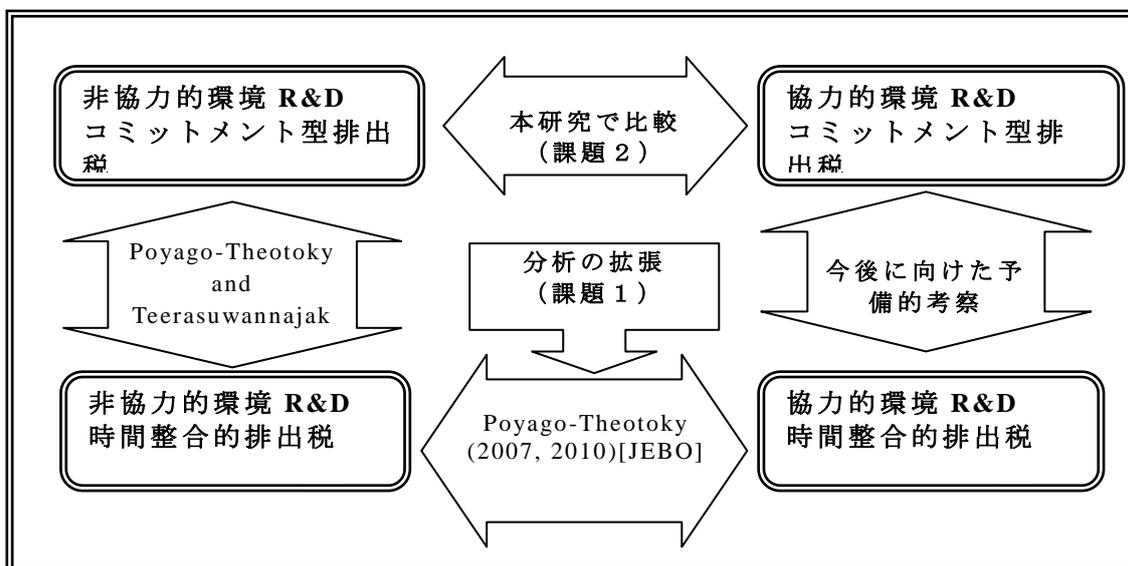


図 69 先行研究との関連

本研究では主として2つ課題の解明に取り組んだ。課題1は Poyago-Theotoky (2007)のモデルの中での拡張分析である。また、課題2はコミットメント型排出税の下で協力的環境研究開発の是非を考察する比較研究で、斯学においては未解明のものである。先行研究との関連は図 69 にて示している。

(課題1) 政府が排出税率のコミットメント能力を持たない場合、つまり、企業の環境研究開発投資の水準決定を受けてから政府が排出税率を決める場合（時間整合的排出税政策）、リサーチ・コンソーシアムを設置し共同研究開発を行ううえに、さらに研究開発投資の決定において結合利潤を最大化するべく企業側が投資水準の調整を行う行為を、どのような規制環境であれば容認できるのかについての判断基準を解明する。

(課題2) 政府が排出税率をコミットできる場合、環境研究開発の投資において企業側の協調行動が容認されるべきか、さらに共同研究開発まで容認されるべきかの判断基準を解明する。

上記の課題は、寡占市場で財生産費用の削減を目的とした研究開発を行うとする産業組織論の文献を応用したものであり、特に Atallah(2005、2007)を参考にしている。

(3) 分析と結論

本研究はゲーム理論での部分ゲーム完全ナッシュ均衡という均衡概念を用いて分析を行っている。詳しい考察内容は添付の資料（Ouchida and Goto(2011)および Ouchida(2011)）に譲り、これ以降において、背景・モデル・分析・主要結論を簡潔に紹介する。

(背景): 排出税をコミットした方が社会的に望ましい場合と、企業の環境研究開発投資の水準に応じて時間整合的な排出税を課した方が望ましい場合とがある。

(分析枠組み): 政府が排出税を採用しており、数量競争を行う複占企業を想定。各社とも自社で end-of-pipe 型装置（脱硫・脱窒装置、微生物による無害化システムなど）を開発している。石油精製メーカーなどの大型プラントを所有する企業は自社で汚染削減装置の研究開発もおこなっており、本研究のモデルでの仮定に合致する。

(3.1) モデル

財市場で数量競争を行う同質的な2つの企業が存在する。両企業が直面する財の逆需要関数： $p(q_i, q_j) = a - (q_i + q_j)$, $i, j = 1, 2, i \neq j$ である。ただし、 $a (> 0)$ は需要規模のパラメータである。両企業とも同質財を生産し、費用構造も同一である。

各企業は財1単位の生産に伴って1単位の汚染物質を排出する。政府は汚染排出税率のコミットメント能力を持たず、企業の環境R&D水準を見てから税率 t を決定する（時間整合的排出税）。両企業ともエンド・オブ・パイプ型の汚染吸着装置を用いて汚染削減を行うが、企業 i が削減費用 $(\gamma/2)z_i^2$ を支出すると、

汚染排出量が q_i から $e_i(q_i, z_i) = q_i - (z_i + \beta z_j)$ に低減する。 $\beta \in [0, 1]$ はライバル企業からもたらされる技術知識のスピルオーバー効果である。 $\gamma (> 0)$ は汚染削減

費用あるいは保有する環境技術の効率性を表すパラメータである。 $\gamma (> 0)$ は大きい値ほど非効率である。企業 i の総費用関数は $C(q_i, z_i) = cq_i + (\gamma/2)z_i^2$ となる。

$c (> 0)$ は生産のための限界費用で、 $A \equiv a - c (> 0)$ と仮定する。分析の単純化のため

に両企業が共同研究開発を実施する場合には、その固定費用（研究開発の施設などに要する費用）はゼロと仮定する。

社会的総汚染量 $E \equiv \sum_{i=1}^2 e_i(q_i, z_i)$ は環境被害 $D(E) = dE/2$, ($d > 0$) をもたら

す。政府は社会厚生 $SW \equiv CS + PS - D(E) - I$ を最大にするように排出税率を決定する。ただし、 CS は消費者余剰、 PS は生産者余剰（両企業の利潤の和）、 $I \equiv \sum_{i=1}^2 (\gamma/2) z_i^2$ （社会的な排出削減費用）である。

(3.2) 時間整合的排出税とゲームのタイミング

政府が排出税率の時間整合的排出税政策を実施する場合、各経済主体の行動内容とそのタイミングは次のようになる。このゲームを、後ろ向き帰納法を用いて解く。

- ・ステージ 1 : 各企業が環境 R & D 水準を決める
- ・ステージ 2 : 政府が排出税率 t を決める
- ・ステージ 3 : 各企業が生産量を決める。

(3.3) 課題 1 の結論

Ouchida and Goto(2011)では、Poyago-Theotoky (2007)の構築した競争的環境 R & D、環境 R & D カルテルの 2 つのシナリオに共同研究開発競争、共同研究開発カルテルのシナリオを加え、それらを社会厚生・企業利潤の観点から比較考察を行った。その結果、次の命題を得た。

命題 1 : $SW_{erc}^{\beta=1} > SW_{er}$, for all $d(>1/2), \gamma(>0)$ and $\beta \in [0,1]$.

命題 2 : (i) If $d \leq 3/2$, then $SW_{erc}^{\beta=1} > SW_{nc}$ for all $r(>0)$ and $\beta \in [0,1]$.

(ii) If $d > 3/2$ and $\gamma \geq (<) \gamma_{JV}$, then $SW_{erc}^{\beta=1} \geq (<) SW_{nc}$ for all $\beta \in [0,1]$.

命題 3 : $\pi_{erc}^{\beta=1} \geq \pi_{erc} > \pi$ for all $d(>1/2), \gamma(>0)$ and $\beta \in [0,1]$.

これらのより理解しやすい解説を次に示す。

【解説】: 政府が排出税率をコミットできないとき、つまり企業の環境投資の水準に応じて時間整合的な排出税率を決定するときには、

(命題 1) : リサーチ・コンソーシアムを通じた共同研究開発を行う際に投資水準のコーディネーション（共同研究開発カルテル）を容認した場合の社会厚生は、共同研究開発を行わない単なるカルテル投資の下での社会厚生よりも高くなる。

(命題 2) : もし環境被害パラメータが十分小さいとき、共同研究開発カル

テルの下での社会厚生は、競争的な研究開発の場合より大きい。また、環境被害パラメータが十分大きく、かつ環境研究開発の費用が十分大きい（十分小さい）ときには、共同研究開発カルテルの下での社会厚生は競争的な環境研究開発の場合より大きい（小さい）。（この結果は財生産費用削減 R & D の文脈で共同研究開発カルテルの優位性を示した Kamien *et al.*(1992)の結果とは異なる。）

（命題 3）：企業は共同研究開発カルテルを行うことで企業の利潤を最大にすることができる。Poyago-Theotoky(2010)は環境被害パラメータが十分小さく、かつ環境研究開発の費用が十分効率的な場合、研究開発段階での調整（カルテル）を許容することが望ましいだけでなく、負の排出税（汚染補助金）さえも正当化されることを指摘している。そのため、共同研究開発を通じた研究開発段階でのカルテルの場合でさえも汚染補助金が社会的に望ましい場合がある。上記の命題 1 と命題 2 は、汚染補助金の上にさらに共同研究開発カルテルも許容される場合も含まれることを主張している。

(3.2) コミットメント型排出税とゲームのタイミング

課題 2 の分析も上記で紹介したモデルを用いる。政府が排出税率のコミットメント能力を持つ場合、各経済主体の行動内容とそのタイミングは次のようになる。このゲームを、後ろ向き帰納法を用いて解く。

- ・ ステージ 1 : 政府が排出税率 t を決める。
- ・ ステージ 2 : 各企業が環境 R & D 水準を決める。
- ・ ステージ 3 : 各企業が生産量を決める。

(3.3) 課題 2 の結論

Ouchida(2011)では、Poyago-Theotoky and Teerasuwannajak (2002)および Poyago-Theotoky (2007)の構築した環境 R & D モデルの中で、コミットメント型排出税政策が採用されるという想定の下で、協力的環境 R & D 投資と非協力的（競争的）環境 R & D 投資を比較し、協力的環境 R & D 投資が社会的に容認されるべきか否かという課題を社会厚生・企業利潤などの観点から考察した。その結果、6つの命題を得たが、政策的観点から見て重要性の高いものを以下に列記する。

命題 3 : $SW^{c*} > SW^{nc*}$ for all $d(>1/2), \gamma(>0)$ and $\beta \in [0,1]$.

命題 5 : (i) $\partial SW^{c*} / \partial \beta > 0$ for all $d(>1/2), \gamma(>0)$ and $\beta \in [0,1]$.

(ii) $SW^{JV} \geq SW^{c*}$ for all $d(>1/2), \gamma(>0)$ and $\beta \in [0,1]$.

これらの命題がもつ政策含意を次に解説する。

【解説】：政府が排出税のコミットメント能力をもつ場合、常にリサーチ・コンソーシアムを設置して共同研究開発を行うと同時に、結合利潤を最大にするような投資水準のコーディネーション（カルテル）を認めた方が社会的に望ましい。

参考文献

- Atallah, G., 2005. Research joint ventures cartelization with asymmetric R&D spillovers, *Economics Bulletin*, 12, 1-11.
- Atallah, G., 2007. Research joint ventures with asymmetric spillovers and symmetric contributions, *Economics of Innovation and New Technology*, 16, 559-586.
- Kamien, M. I., Muller, E., Zang, I. 1992. Research joint ventures and R&D cartels, *American Economic Review*, 87, 642-667.
- Ouchida, Y., Goto, D., 2011. Environmental research joint ventures under time-consistent emission tax: A note, mimeo.
- Ouchida, Y. 2011. Environmental research joint ventures and firm's profitability under regulator's precommitment of emission tax, mimeo.
- Petrakis, E., Xepapadeas, A., 1999. Does government precommitment promote environmental innovation?" in E. Petrakis, E.S. Sartzetakis, and A. Xepapadeas (eds.), *Environmental Regulation and Market Power: Competition, Time Consistency and International Trade*. Edward Elgar, pp. 145-161.
- Petrakis, E., Xepapadeas, A. 2003. To commit or not to commit: Environmental policy in imperfectly competitive markets, Working Papers 0110, University of Crete, Department of Economics.
- Poyago-Theotoky, J., 2007. The organization of R&D and environmental policy, *Journal of Economic Behavior and Organization*, 62, 63-75.
- Poyago-Theotoky, J. 2010. Corrigendum to "The organization of R&D and environmental policy"[*J.Econ.Behav.Org.*62(2007)63-75], *Journal of Economic Behavior and Organization*, 76, p.449.
- Poyago-Theotoky, J. Teerasuwannajak, K., 2002. The timing of environmental policy: A note on the role of product differentiation, *Journal of Regulatory Economics*, 21, 305-316.

Puller, S., 2006. The strategic use of innovation to influence regulatory standard, *Journal of Environmental Economics and Management*, 52, 690-706.

3.1.5 環境研究開発とグリーン・マーケットの厚生分析

(1) 背景

近年、消費者の環境への選好を考慮したグリーン・マーケット(green market)の研究が増加している。現実の経済においても、LED電球、ハイブリッドカー、燃料電池車など環境や省エネに配慮した財の需要が増加している。そうした環境配慮型の工業製品を供給しているのは価格支配力を持った寡占企業である。そのため、寡占市場においては企業も消費者の選好に注視しつつ、財の環境配慮水準(エコ水準)の改善投資や生産量を戦略的に決めなければならない。

他方、かつての日本は、「カルテル天国(cartel paradise)」と揶揄されるようにカルテルが根強く横行する国であった。そのような国であっても、産業によっては長期的に参入退出が起きていたが、大規模な装置型産業においては大型装置自体が参入障壁になっており、併せて規模の経済性のために参入が進まないという特徴が見られた。前段落において例示した家電製品のメーカーも大型の工場設備を有しており、長期的に家電市場での国内における企業数は変化していないといっても決して過言ではない。

一般的に言うと、カルテル行為は消費者の利益と社会厚生を減少させることから規制の対象となっている。しかし、Matsui(1989)は、大型の装置型産業においては生産費用削減のための研究開発(R&D)投資を行ったあとに生産活動を行う場合に、生産カルテルを行う部分結託(semi-collusion)が社会的に望ましい場合があるという衝撃的な帰結を提示した。こうした部分結託行為の社会的優位性に関する検証は、Fershtman and Gandal(1994)やBrod and Shivakumar(1999)などの研究でも行われている。これらの研究はいずれも寡占モデルを用いて行われており、併せて企業の戦略的な相互依存関係や経済主体の行動についてゲーム理論を用いて的確に描写している。社会的に望ましい競争政策を立案するうえで、これらの研究は重要な理論的基盤を提示している。

Matsui(1989)、Fershtman and Gandal(1994)、Brod and Shivakumar(1999)などのように費用削減型のR&Dモデルにおいて部分結託行為に関する優れた研究成果があるにもかかわらず、環境配慮型R&Dモデルにおいて部分結託が社会的に望ましいかどうか、さらに消費者余剰や企業利潤での観点からの価値判断についての精密な検証はほとんど行われていない。社会的に見て、環境投資行動・生産・市場競争の帰結は密接不可分の関係にあり、そしてその関係性も市場ごとに特有の特徴や事情がある。そのため、さまざまな環境規制手段がある中で、環境投資行動を組み込んだ競争政策上の指針をきちんと整備する必要がある。そうでなければ企業に適切な環境投資のインセンティブを与えることはできないし、社会的に望ましい結果を達成することはできない。また、多様な環境規制がある中で、本研究のように競争環境(市場)と環境配慮型投資の両面を考察することは環境省・経済産業省・公正取引委員会を横断した「省際的」な規制スキームの策定に向けての基盤のひとつとなろう。同時に、環境配慮型の財の質を向上させる目的を射程にとらえながら競争秩序の制度設計を考える

ことは緊急の社会的課題でもある。本年度の研究はこの点の解明を主要な目的としている。

(2) 基本モデル

Yakita and Yamauchi (2011)および Symeonidis (2003)の分析フレームワークを用いて考察を進める。用いる notation や諸定義は Yakita and Yamauchi (2011)に従う。

市場に数量競争に従事する 2 つの企業（企業 i と企業 j 、 $(i, j=1, 2; i \neq j)$ ）が存在する。各社は製品差別化のある財を生産している。製品差別化の程度を示すパラメータを $\sigma \in (0, 1)$ で表わす。 $\sigma=0$ とき、財はライバル企業のものとは完全に独立であり、逆にことを意味する。逆に $\sigma=1$ のときは、両企業の財が同質であることを意味する。また、企業 i が生産する財の数量を x_i とする。企業 i の限界費用は $c(<1)$ である。

市場に $S(>0)$ 人の独立した消費者が存在する。個々の消費者の所得を $Y(>0)$ 、効用関数を

$$U(x_i, x_j, M) = x_i + x_j - \frac{x_i^2}{u_i} - \frac{x_j^2}{u_j} - 2\sigma \frac{x_i x_j}{u_i u_j} + M \quad (1)$$

とする。 $M(>0)$ はニュメレール財の消費量である。 u_i は財 i の環境配慮の程度

（環境品質）である。財 i と財 j の価格をそれぞれ $p_i(>0)$ 、 $p_j(>0)$ とする。消費者の予算制約条件より、ニュメレール財の消費量は $M = Y - p_i x_i - p_j x_j$ で表わ

される。消費者の予算制約付き効用最大化問題を解くと、財 i の需要量は

$$x_i = \left(\frac{u_i(1-p_i) - \sigma u_j(1-p_j)}{2(1-\sigma)^2} \right) u_i \quad (2)$$

となる。このとき、財 i の逆需要関数は

$$p_i = 1 - \frac{2x_i}{u_i} - \frac{2\sigma x_j}{u_i u_j} \quad (3)$$

と求められる。

財の環境配慮の程度（環境品質）と環境投資費用との相関関係は

$$u_i = \alpha(R_i^{1/4} + \rho R_j^{1/4}) \quad (4)$$

である。ここで、 $R_i(>0)$ は企業 i の第 i 財に対する環境配慮のための R&D 投資

水準である。ただし、対称的なパラメータ $\rho \in (0,1)$ は投資のスピルオーバー効果を示す。

ゲームのタイミング：

ステージ 2：企業が環境配慮の水準を決める。

ステージ 2：企業が生産量を決定する。

この 2 段階のゲームに関して、ステージ 2 において生産カルテルが行われるかどうかで次のように 2 つのシナリオを定義する。

表 117 シナリオの定義

	環境 R&D	生産
シナリオ 1 (完全非協力)	非協力	非協力
シナリオ 2 (部分結託)	非協力	協力

(3) 均衡解

前節で示したゲームを、後ろ向き帰納法を用いて解く。用いる均衡概念は部分ゲーム完全ナッシュ均衡である。解の導出過程は省略するが、結果は以下のとおりである。尚、シナリオ 1 の均衡値については Yakita and Yamauchi (2011) において既に導出されている。本研究において新たにシナリオ 2 の均衡値を導出している。

表 118 シナリオ 1 (完全非協力) の均衡値

経済変数	均衡値
環境投資水準	$u_n = \frac{S^{1/2} \alpha^2 (1-c)(2-\sigma\rho)^{1/2} (1+\rho)^{3/2}}{2(2+\sigma)(2-\sigma)^{1/2}}$
環境投資費用	$R_n = \left(\frac{S \alpha^2 (1-c)^2 (2-\sigma\rho)(1+\rho)}{4(2+\sigma)^2 (2-\sigma)} \right)^2$
生産量	$x_n = \frac{S(1-c)^3 \alpha^4 (1+\rho)^3 (2-\sigma\rho)}{8(2+\sigma)^3 (2-\sigma)}$
(純)利潤	$\Pi_n = \frac{\alpha^4 S^2 (1-c)^4 (1+\rho)^2 [2(1-\sigma+\rho) - \sigma\rho]}{16(2+\sigma)^4 (2-\sigma)^2}$

消費者余剰	$CS_n = \frac{\alpha^4 S^2 (1-c)^4 (1+\rho)^3 (1+\sigma)(2-\sigma\rho)}{8(2+\sigma)^4 (2-\sigma)}$
社会厚生	$W_n = \frac{\alpha^4 S^2 (1-c)^4 (1+\rho)^2 (2-\sigma\rho)[(1+\rho)(2-\sigma)(3+\sigma) - (2-\sigma\rho)]}{8(2+\sigma)^4 (2-\sigma)^2}$

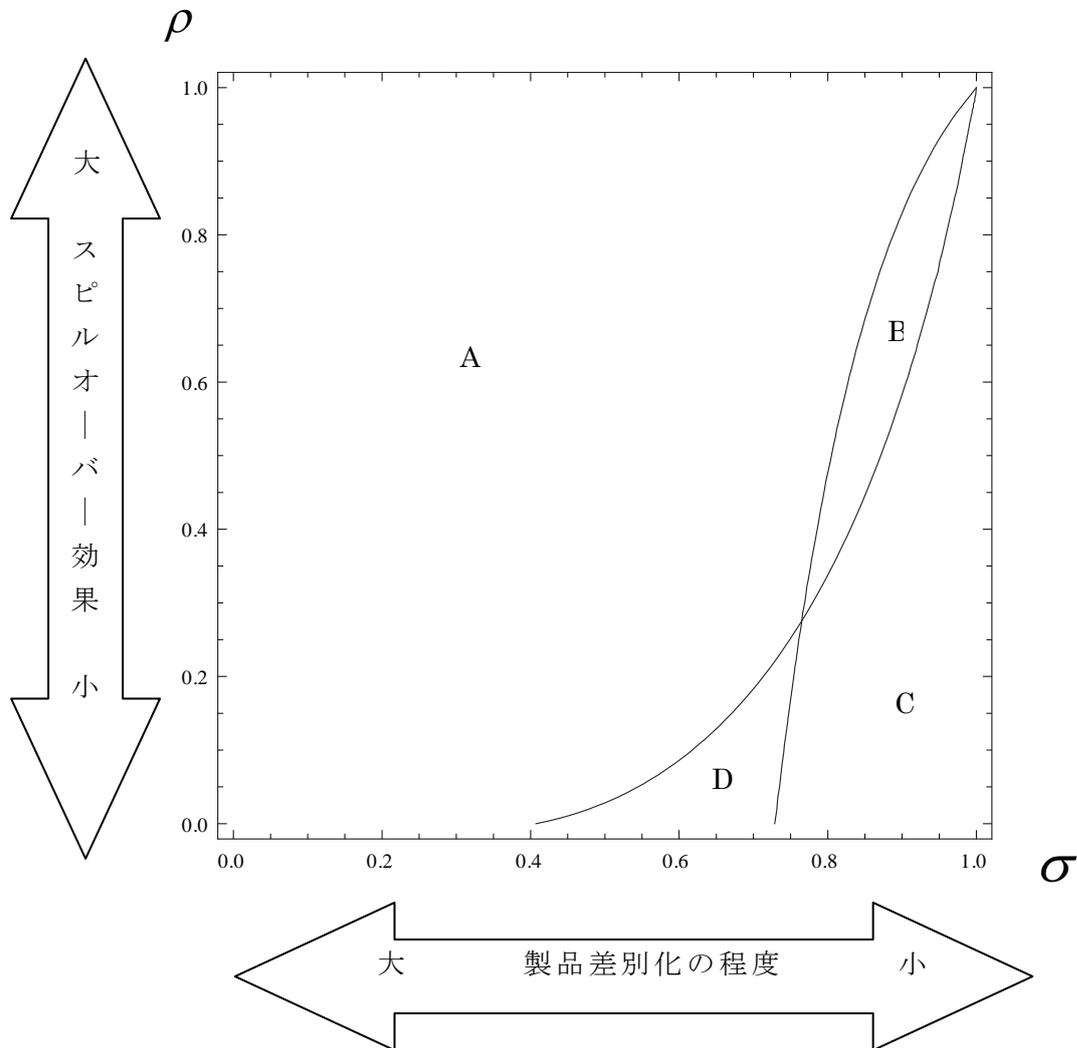
表 119 シナリオ 2（部分結託）の均衡値

経済変数	均衡値
環境投資水準	$u_s = \frac{\sqrt{2} S^{1/2} \alpha^2 (1-c)(1+\rho)^{3/2} [2-\sigma(1+\rho)]^{1/2}}{8(1+\sigma)^{1/2} (1-\sigma)^{1/2}}$
環境投資費用	$R_s = \left(\frac{S \alpha^2 (1-c)^2 (1+\rho) [2-\sigma(1+\rho)]}{32(1+\sigma)(1-\sigma)} \right)^2$
生産量	$x_s = \frac{S(1-c)^3 \alpha^4 (1+\rho)^3 [2-\sigma(1+\rho)]}{128(1+\sigma)^2 (1-\sigma)}$
(純)利潤	$\Pi_s = \frac{\alpha^4 S^2 (1-c)^4 (1+\rho)^2 [2-\sigma(1+\rho)][4(1-\sigma)(1+\rho) - [2-\sigma(1+\rho)]]}{1024(1+\sigma)^2 (1-\sigma)^2}$
消費者余剰	$CS_s = \frac{\alpha^4 S^2 (1-c)^4 (1+\rho)^3 [2-\sigma(1+\rho)]}{256(1+\sigma)^2 (1-\sigma)}$
社会厚生	$W_s = \frac{\alpha^4 S^2 (1-c)^4 (1+\rho)^3 [2-\sigma(1+\rho)][2(1-\sigma) + (1+\rho)[2(1+2\rho) - 3]}{512(1+\sigma)^2 (1-\sigma)^2}$

(4) 均衡の比較分析と政策含意

経済変数ごとに比較を行うと大小関係の結果は、製品差別化のパラメータ $\sigma \in (0,1)$ とスピルオーバー効果 $\rho \in (0,1)$ の 2 つに依存して決まる。その中でも、ここでは消費者余剰、利潤、社会厚生に限定して結果を以下の (σ, ρ) -平面に示す。

(4.1) 消費者余剰と利潤の比較結果



領域A : $\Pi_s > \Pi_n, CS_s < CS_n$

企業は部分結託を愛好するが、消費者余剰は完全非協力時の方が大きくなる。領域B : $\Pi_s > \Pi_n, CS_s > CS_n$

企業は部分結託を愛好する。同時に消費者余剰も部分結託の方が大きくなる。

領域C : $\Pi_s < \Pi_n, CS_s > CS_n$

企業は完全非協力を愛好するが、消費者余剰は部分結託の方が大きくなる。

領域D : $\Pi_s < \Pi_n, CS_s < CS_n$

企業は完全非協力を愛好する。同時に消費者余剰も完全非協力時の方が大きい。

図 70 消費者余剰と利潤の比較結果

興味深い結果であるが、消費者が部分結託を望んだり、逆に企業が完全非協力を望んだりする場合もある。さらに、企業も消費者にとっても部分結託が望ましい場合もある。Brod and Shivakumar (1999)においても、文脈は異なるが比較的類似の結果が得られている。

(4.2) 社会厚生と比較結果

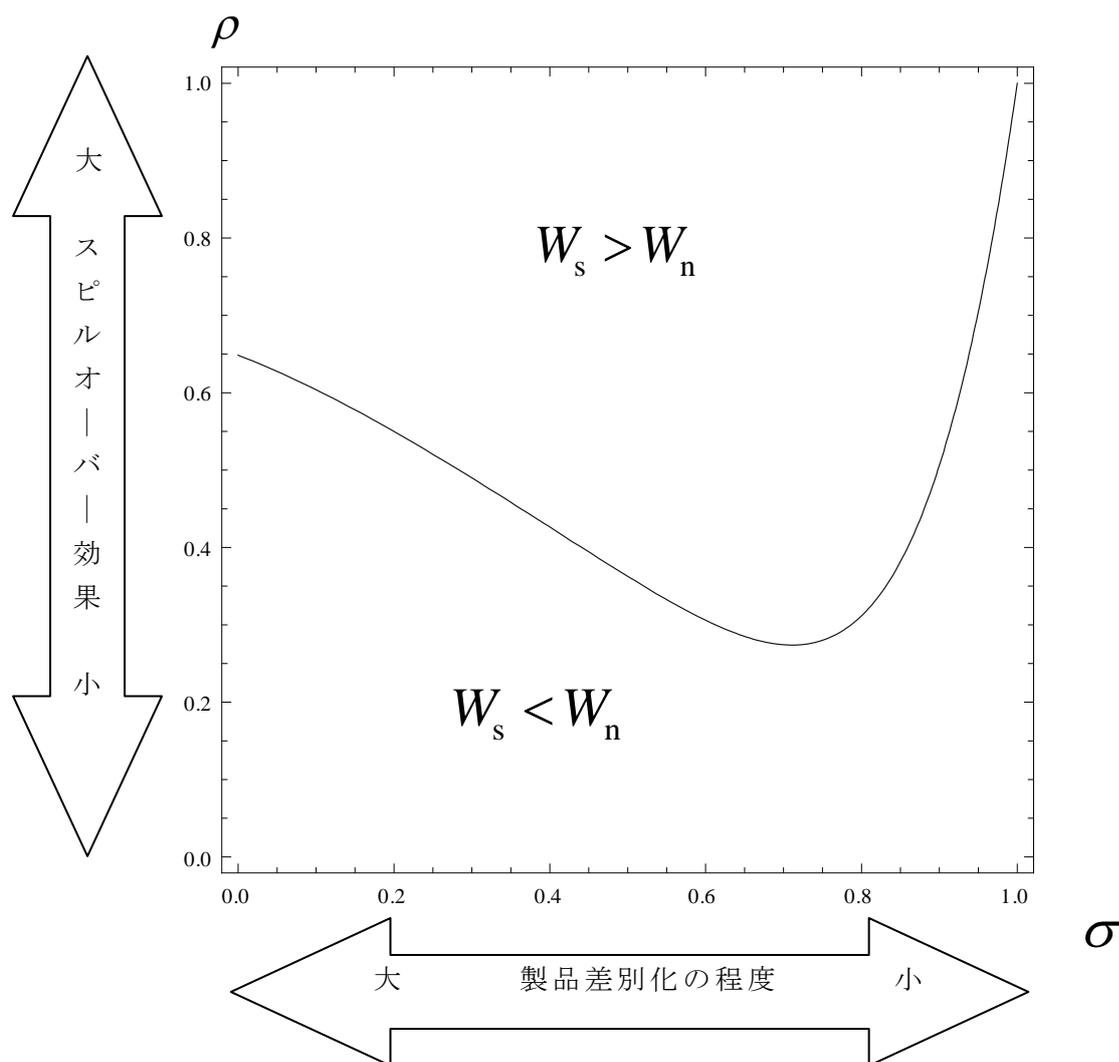


図 71 社会厚生と比較結果

先にも触れたが、Matsui (1989)は、大型の工場設備などを有する寡占産業において生産費用削減のための研究開発 (R&D) 投資を非協力的に行ったあとに生産活動を行う場合には、生産だけカルテルを行うという部分結託 (semi-collusion) が社会的に望ましい場合があるという衝撃的な帰結を提示した。本研究では、費用削減 R&D と環境 R&D で Matsui(1989)と文脈は異なるが、類似の結果を得ている。ここで、環境政策への含意を考察する。

(5) 政策的含意

環境配慮型の工業製品（LED 電球、電気自動車など）を市場に供給している寡占産業を想定して、以下の政策含意が導出される。

製品差別化の程度が小さくなく、技術のスピルオーバー効果が大きければ、部分結託（ここでは生産カルテル）は完全非協力の状態より社会的に望ましい。ここで、技術のスピルオーバー効果が小さい（大きい）状況は、「その国の知的財産の保護水準が強い（弱い）」と解釈可能である。よって、寡占企業の作るエコタイプの工業製品に少なくない差異があり、かつ技術知識などの知的財産が適切に保護されていない、あるいは技術それ自体に流出抑止困難な特性があれば、生産カルテルを実施することで社会厚生は高まる。この結果は、公正取引委員会にとっても特許庁（あるいは経済産業省）にとっても標準的な競争政策が否定される場合が生じるという点で意外であろう。さらに、低公害型の社会あるいは低炭素社会の構築するためにはなお一層の環境 R&D が必要であるが、ここでの結果はその環境 R&D と生産に関連する諸政策を省際的（省庁横断的）にデザインしなければならないことを示唆している。

スピルオーバー効果が十分小さければ、製品差別化の程度に関係なく部分結託は社会的に禁止すべきである。技術知識などの知的財産が適切に保護されていたり、技術のそれ自体に流出抑止可能な特性があれば、生産カルテルは社会厚生を低下させるので禁止すべきである。つまり、環境 R&D の社会的影響を考慮した場合でも、標準的な競争政策に沿って競争環境を秩序付けることが望ましいといえる。

今後、分析の拡充や精緻化や実証的側面からの検証も不可欠ではあるものの、環境政策と競争政策は緊密に連携しつつ競争秩序や市場でのルールを設計していく必要がある。

参考文献

- Brod, A., Shivakumar, R., 1999. Advantageous semi-collusion. *Journal of Industrial Economics* XLVII: 221-230.
- Fershtman. C., Gandal, N., 1994. Disadvantageous semicollusion. *International Journal of Industrial Organization* 12: 141-154.
- Matsui, A., 1989. Consumer-Benefited Cartels under Strategic Capacity Investment Competition. *International Journal of Industrial Organization* 7: 451-470.
- Symeonidis, G., 2003. Comparing Cournot and Bertrand equilibria in a differentiated duopoly with product R&D. *International Journal of Industrial Organization* 21: 39-55
- Yakita A, Yamauchi, H., 2011. Environmental awareness and environmental R&D spillovers in differentiated duopoly. *Research in Economics* 65: 137-143.

3.2 環境政策と市場の変化

3.2.1 環境情報の追加が消費者行動にもたらす影響

(1) はじめに

本章では、消費行動に与える要因の1つとして、商品の環境情報に焦点を当てる。近年環境に優しい商品に対してエコカー減税、エコラベル、森林認証制度等の認証により、環境に優しい商品に対するお墨付きを与えようとするものである。いずれも場合も第三者機関が認証を行い、一定の水準をクリアした製品に対して与えられる印である。また、ライフサイクルアセスメントを通じて、商品の二酸化炭素（CO₂）排出量を商品に明示することで、環境負荷を見えるようにしようという試みも近年始まっている。

他方、消費者から商品の購買行動をとらえた場合、環境情報は商品を構成する多数の属性のうちの1つであると言える。つまり環境情報が2財以上に対して比較可能な形で提供された場合、消費者はその情報も加味した上で商品選択が可能である。

その反面、環境情報そのものが消費者にとって新しい情報であるとともに、その情報も処理する作業を迫られるため、消費者にとって情報処理の負荷が増加する。また環境情報は商品間を比較することで意味を持つため、消費者は2財以上の情報をチェックすることになる。消費者が2財以上を比較せずに商品購入をする場合、また商品の持つ環境情報を購入時に意識的に認知しない場合は、環境情報は商品選択に利用されない。更に多くの消費行動は無意識的に実施されており（Baaren and Wigboldus 2005）、環境情報を消費者の消費行動の中に取り込んでいくのは、難しい面もある。つまり商品の環境情報という、新たな情報を認知し更に情報処理をする負荷を上回る際に、消費者は環境情報の追加を評価すると想定される。

本章ではこのような背景のもと、第2.3.1章で利用したアンケート票を用い、消費者に商品の環境情報の有無の違いによる消費者行動の違いを分析する。環境情報としては、二酸化炭素（CO₂）排出量と、化学物質排出量を例に挙げる。これらの情報が、財間で比較可能な形で、製造時・使用時・廃棄時について与えられた際の違いも考察する。

(2) アンケートデザイン

アンケートに、商品を購入する際、主要機能が変わらない製品間で、製品の環境負荷が「低いもの」と「高いもの」がある場合、どちらを選択するかを尋ねた。まず回答者は、正確で比較可能な環境情報が明示されていない場合、環境負荷が低いと思われる商品を、(1)「相対的に高くても環境に優しいと思われる商品を購入する」、(2)「価格が同水準なら環境に優しいと思われる商品を購入する」、(3)「環境情報はあくまでも参考として企業ブランドなど他の要因を見比べて判断する」、(4)「環境情報は商品購入に関して関係がない」、のうちどれに当てはまるのかを選択した。ここで述べる環境負荷低減とは、廃棄物排出

量の減少、大気汚染・水質汚染・土壌汚染の原因物質の減少、CO₂等の温室効果ガスの減少、利用する電気・水道・ガスなどのエネルギー消費量の減少を示すこととした。

更に、正確で比較可能な環境情報が明示されている場合、具体的にはCO₂や化学物質の情報が製造時・使用時（使用時にCO₂や化学物質が排出される消費財のみ）・廃棄時のものが明示される場合の購入意志を尋ねた。つまり回答者は環境情報が明示されているときに、(1)「相対的に高くても環境に優しい商品を購入する」、(2)「価格が同水準なら環境に優しい商品を購入する」、(3)「環境情報はあくまでも参考として企業ブランドなど他の要因を見比べて判断する」、(4)「環境情報が追加されたとしても、製品購入の意志決定に関して影響がない」、の中から選択することとなる。

(3) 結果

(3.1) 住宅

住宅購入時に、住宅の環境情報（CO₂や化学物質排出量）の明示の違いによる購買行動を示した。図72に示したものは全体の回答者（n=2,115）、相対的に高くても購入すると答えた人及び、価格が同水準ならば購入すると答えた人の割合である。これらの回答者は、環境情報に対して何らかのポジティブな反応を示している消費者層であるといえる。

環境情報が明示されていない場合、価格が相対的に高くても環境に優しいと思われる住宅を購入すると答えた人は7.1%でしかなかった。しかし、追加的に利用時のCO₂排出量が明示されている場合は、価格が相対的に高くても環境に優しい商品を購入する人は、2倍近くに上昇した（17.0%）。

しかし化学物質排出量を明示した場合、建設時の化学物質消費量を明示した場合は価格が相対的に高くても購入すると答えた人は増加した半面、取り壊し時の環境情報を示した場合は相対的に高くても購入すると答えた人は大きくなかった。

環境情報に好意的に反応する層（相対的に高くても購入と同水準なら購入）は、環境情報が非明示の場合は68.1%であったが、CO₂排出量・化学物質排出量が明示されている場合は、利用時のCO₂排出量、建設時の化学物質排出量が明示されているときのみ、それぞれ72.7%、69.8%と増加した。それ以外の場合ではむしろ減少していることがわかった。また環境情報が明示された場合環境に優しい商品を購入する人は増加するものの、同水準であれば購入する人は減少する傾向が見られた。この結果は、環境情報が追加されても、環境に関心が薄い消費者層の需要をとらえるには不十分であることを示唆していると考えられる。

理由としては、利用時のCO₂排出量はエネルギー消費量と密接に関連するため、省エネ製品を購入する意志が反映されたものと考えられる。更に建築時の化学物質排出量は利用環境（シックハウス症候群など）に影響すると想定されるため、消費者は好意的に反応したためと考えられる。

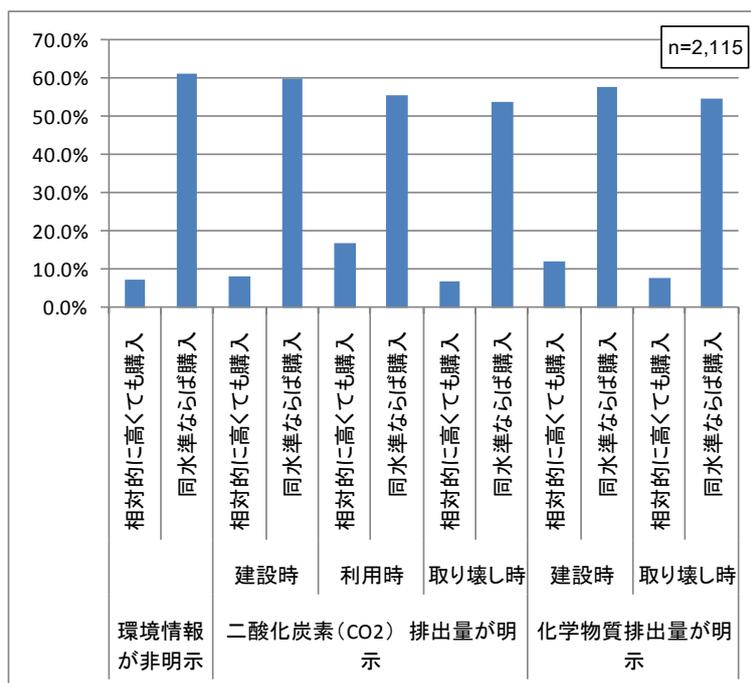


図72 住宅購入時の消費者行動

(3.2) パソコン・映像機器及び生活家電

パソコン・映像機器、及び生活家電購入時に、製品の環境情報（CO₂や化学物質排出量）の有無による購買行動を示した。図72と同様、図73と図74に全体の回答者（n=2,115）に占める、相対的に高くても購入すると答えた人及び、価格が同水準ならば購入すると答えた人の割合を記した。

環境情報が明示されていない場合、価格が相対的に高くても環境に優しいと思われる製品を購入すると答えた人は4.5%でしかなかった。追加的に利用時のCO₂排出量が明示されている場合は、価格が相対的に高くても環境に優しい商品を購入する人は、2倍近くに上昇した（9.2%）。また、製造時・廃棄時のCO₂を明示する場合、相対的に高くても購入する回答者は増えたものの、利用時と比較して増加幅は小さかった。化学物質排出量に関しては、製造時の化学物質消費量を明示した場合は価格が相対的に高くても購入すると答えた人は増加した半面、取り壊し時の環境情報を示した場合の増加幅は小さかった。

環境情報に好意的に反応する層（相対的に高くても購入、及び同水準なら購入との回答者）は、環境情報が非明示の場合は68.1%であったが、CO₂排出量・化学物質排出量が明示されている場合は、利用時のCO₂排出量時が明示されている場合のみ増加した（パソコン・映像機器では62.5%→64.4%、生活家電67.1%→69.5%）。それ以外の場合ではむしろ減少していることがわかった。利用時のCO₂排出量はエネルギー消費量（電気消費量）を反映するため、消費者にとって環境負荷が低い商品を購入するインセンティブが高いと考えられる。しかし、利用時のCO₂排出量以外の情報は、消費者が商品選択を阻害する情報になる可能性がある。

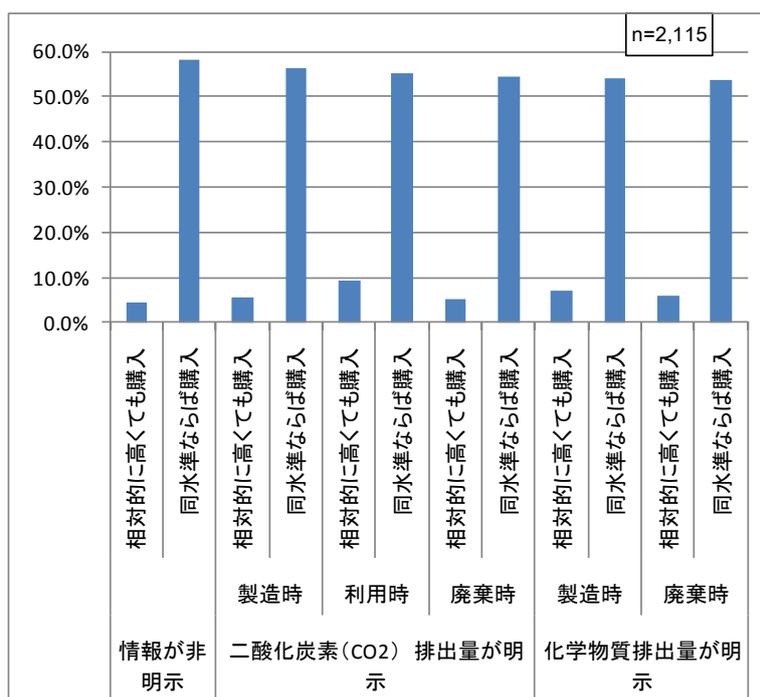


図73 パソコン・映像機器購入時の消費者行動

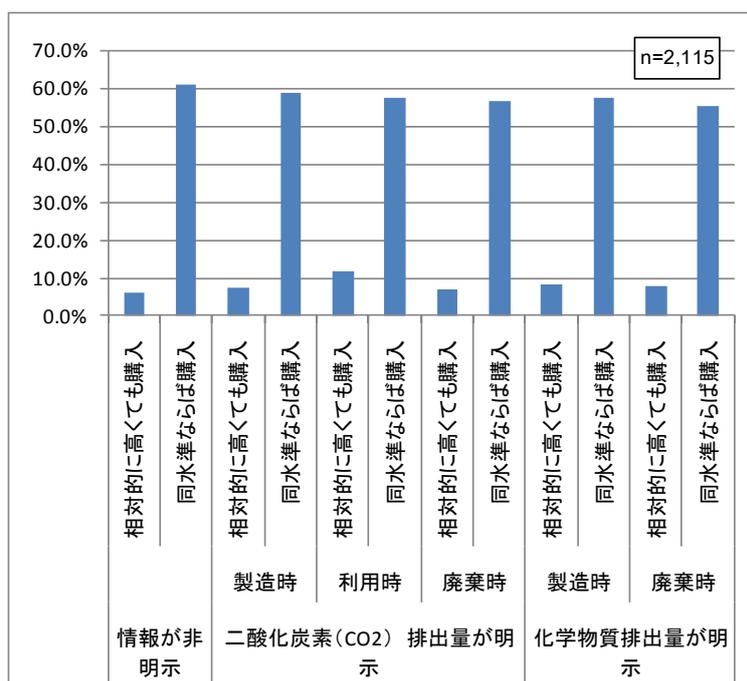


図74 生活家電購入時の消費者行動

(3.3) 自動車

自動車購入時に、商品の環境情報（CO₂や化学物質排出量）の有無による購買行動を示した。図75に全体の回答者（n=2,115）に占める、相対的に高くても購入すると答えた人及び、価格が同水準ならば購入すると答えた人の割合である。

環境情報が明示されていない場合、価格が相対的に高くても環境に優しいと思われる商品を購入すると答えた人は12.0%と他の商品と比較して高いものであった。更に、追加的に利用時のCO₂排出量が明示されている場合は、価格が相対的に高くても環境に優しい商品を購入する人が大きく増加し、全体の2割近くに達した（17.4%）。

しかし、製造時・廃棄時のCO₂排出量や化学物質排出量が明示される場合では、環境負荷物質排出量が少ない自動車を購入しようとする人が少なくなった。この理由としては、1) 通常自動車では「環境に優しい商品」＝「燃費の良い商品」と認識されるため、比較可能な環境情報が無い場合でも、「環境に優しいと思われる車」＝「燃費の良いと思われる車」であると、想定されやすい。2) 逆に環境に優しい自動車が燃費の良い自動車ではなく、製造時・廃棄時の環境負荷物質排出量が少ない商品の場合、燃費は他の自動車と同じと消費者は考えるため、消費者に選択されにくい。つまり消費者にとって環境に優しい自動車＝製造時・廃棄時の環境負荷物質排出量が少ない自動車、という認識が無いいため、製造時・廃棄時の環境負荷物質排出量が明示されていても購入材料にはならない、との理由が考えられる。

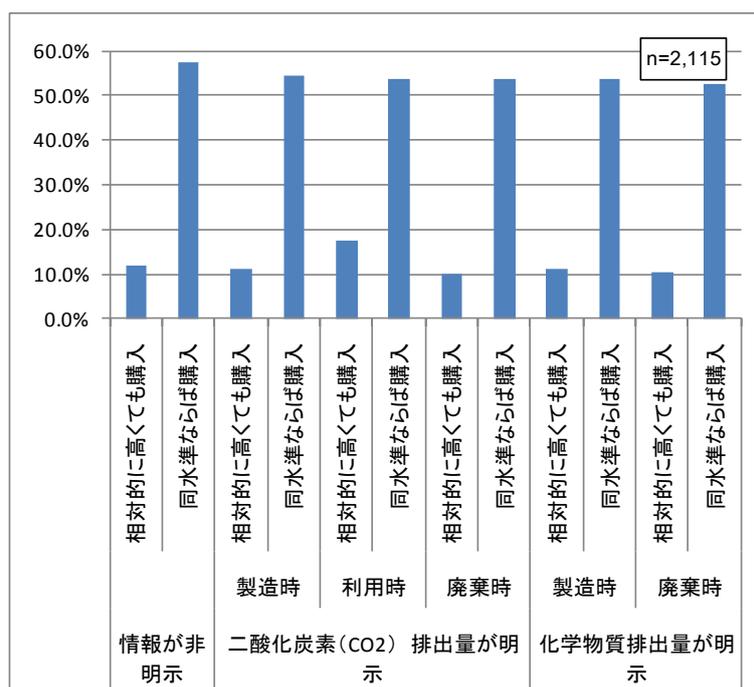


図75 自動車購入時の消費者行動

また、製造時・廃棄時のCO₂が明示される場合、相対的に高くても購入する回答者は増えたものの、利用時と比較した増加幅は小さかった。化学物質排出量に関しては、製造時の化学物質消費量を明示した場合は価格が相対的に高くても購入すると答えた人は増加した半面、取り壊し時の環境情報を示した場合の増加幅は小さかった。

環境情報に好意的に反応する層(相対的に高くても購入と同水準なら購入)は、環境情報が非明示の場合は68.1%であったが、CO₂排出量・化学物質排出量が明示されている場合は、利用時のCO₂排出量時が明示されているときのみ71.0%に増加した。それ以外の場合ではむしろ減少していることがわかった。利用時のCO₂排出量はエネルギー消費量(電気消費量)を反映するため、消費者にとって環境負荷が低い商品を購入するインセンティブが高いと考えられる。しかし、利用時のCO₂排出量の以外の環境情報は消費者の商品選択の材料にはならないと考えられる。

(3.4) 衣類&加工食品

衣類及び加工食品それぞれを購入時に、商品の環境情報(CO₂や化学物質排出量)の有無による購買行動を分析した。図76及び図77に全体の回答者(n=2,115)に占める、相対的に高くても購入すると答えた人及び、価格が同水準ならば購入すると答えた人の割合である。

環境情報が明示されていない場合、価格が相対的に高くても環境に優しいと思われる商品を購入すると答えた人は、衣類の場合特に低く3.9%となった。加工食品の場合では7.9%であった。追加的に製造時のCO₂排出量が明示されている場合は、価格が相対的に高くても環境に優しい商品を購入する人が増加し衣類の場合で5.3%、加工食品では9.0%となった。製造時の化学物質排出量が明示されている場合では、増加幅はCO₂よりも大きく、それぞれ衣類で5.3%、加工食品で9.9%となった。一定の割合の消費者層は、環境情報の追加によって環境に優しい商品を購入する意向があることが示された。その反面、環境情報に対して好意的に反応する消費者層(相対的に高くても購入、及び同水準なら購入との回答者)は、環境情報が非明示の場合は衣類で49.9%、加工食品で59.7%であるのに対して、明示された場合は減少していることから(衣類:46.5~47.5%、加工食品:54.8%~56.3%)、環境情報が無い場合に価格が同水準なら購入すると答える人が、環境情報がある場合に相対的に高くても購入する、という形に移行すると考えられる。

衣類や加工食品は耐久消費財と比較して購入頻度が多く、単価が安価であるという側面を持つ。そのため商品を選択するために優先順位が低い属性(環境情報)が入ってくるのは、消費者の商品選択に意味を持たない可能性がある。また消費者にとって、衣類・加工食品を利用している間に明確な環境負荷が生じないため、環境情報の持つ意味が小さいことも影響していると考えられる。衣類や加工食品の場合、商品に環境情報を無理に明示することのメリットは小さいと考えられる。

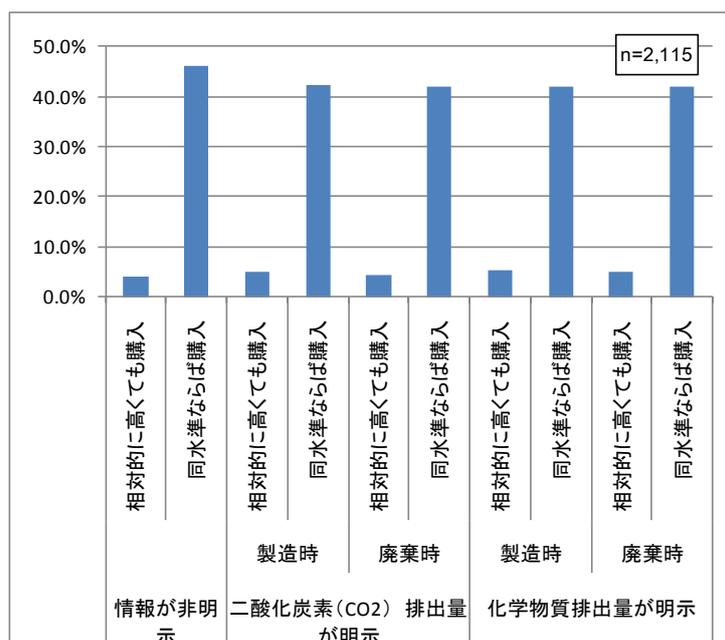


図76 衣類購入時の消費者行動

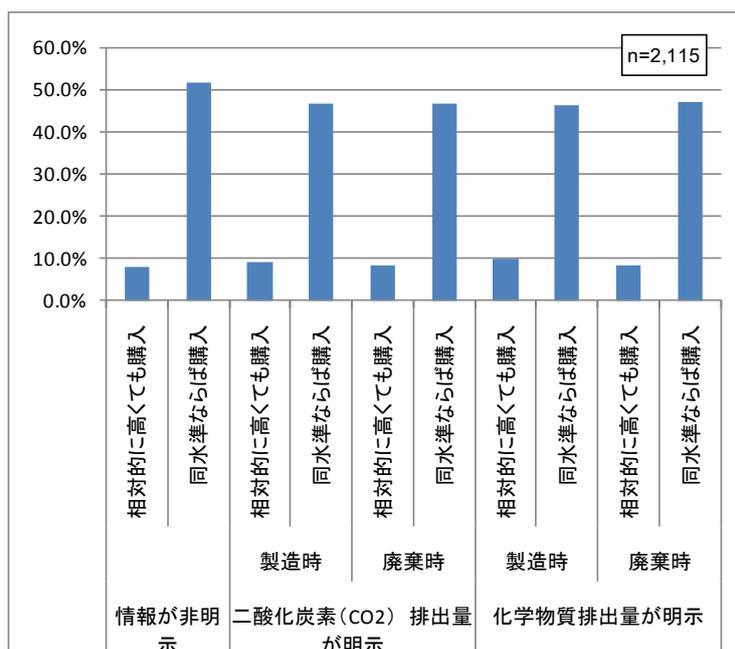


図77 加工食品購入時の消費者行動

(3.5) シャンプー

シャンプー購入時に、商品の環境情報の有無による購買行動を分析した（図78参照）。環境情報が明示されていない場合、価格が相対的に高くても環境に優しいと思われる商品を購入すると答えた人は、8.4%となった。

追加的に製造時及び廃棄時のCO₂排出量が明示されている場合は、価格が相対的に高くても環境に優しい商品を購入する人は微減し、製造時で8.2%、廃棄時

で8.1%となった。シャンプーは本体及び詰め替え品も小さく、CO₂排出量が小さいと思われることが影響していると考えられる。シャンプーに関しては、商品の環境情報としてCO₂排出量を明示することは、消費者行動を変える効果が大きいとは考えにくい。

その反面、製造時の化学物質排出量が明示されている場合では、相対的に高くても購入する人が11.0%と増加、環境情報に好意的に反応する消費者層（相対的に高くても購入、及び同水準なら購入と回答した消費者層）も64.9%と大きく増加した。シャンプーが髪に直接触れるという点で、内容物の化学物質に対する関心が高い点が影響したと思われる。また利用時の水質汚濁物質排出量が明示されている場合においても、相対的に高くても購入するという消費者が11.3%となった。環境負荷が排水という形で示されるため、関心が高いことが想定される。

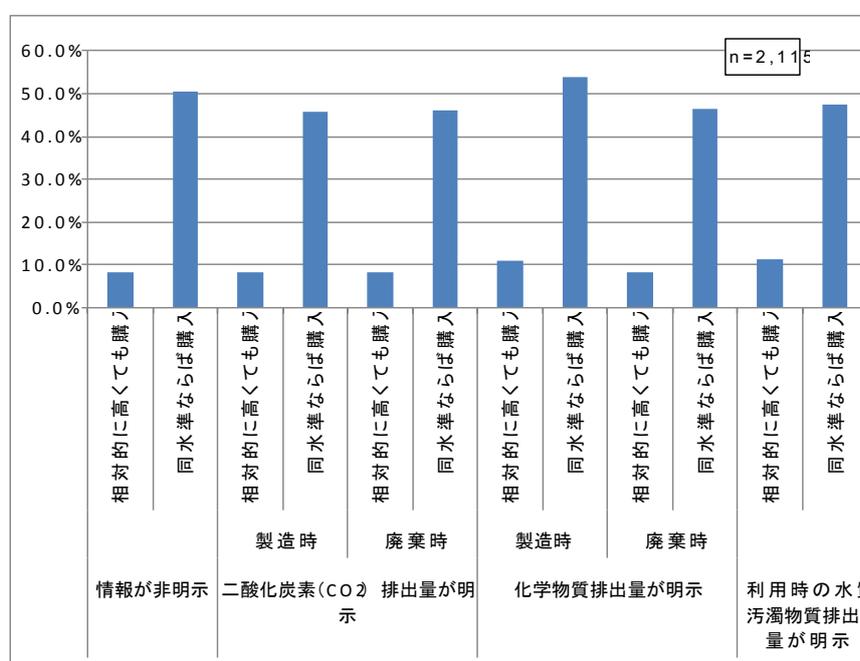


図78 シャンプー購入時の消費者行動

(4) 商品購入時の情報源

各商品を購入時にどのような情報源を利用しているかを複数回答で尋ね、そのうち上位5つを表120にまとめた。どの商品を購入する場合でも、高頻度で利用されているのは販売店・ショッピングセンターでの店頭であることがわかる。また住宅、パソコン・映像機器、生活家電、自動車、衣類については、販売員からの説明を情報源として挙げた回答者も多い。

また、耐久消費財では、企業のホームページやカタログ、専門情報誌やインターネット上の情報を利用している人が多くみられる。いずれの場合も、商品単価が高価であるため、事前に情報を入手した上で購入を行っているためと考えられる。それに対して、非耐久消費財については、販売店・ショッピングセ

ンターでの店頭と、過去の利用経験を基に購入しており、その他の情報源を利用している人は比較的少ないことが分かる。単価が安く、また購入する頻度が耐久消費財と比較しても多いため、購入現場での情報に頼る傾向にあるものと想定される。環境情報を消費者に効果的に伝達するためには、これら商品特性と情報伝達手段を踏まえるのが望ましい。

表 120 商品購入の際の情報入手方法

(単位:実数。パーセント表示は、各消費財購入者を100%とした場合の、購入理由の

住宅			パソコン・映像機器		
方法	実数	%	方法	実数	%
住宅展示場・企業への訪問	952	67.4	家電量販店や小売店への訪問	1,372	66.3
販売員からの説明	925	65.5	過去の購入・利用経験	1,244	60.2
企業のホームページ	567	40.1	販売員からの説明	1,104	53.4
住宅情報誌	560	39.6	インターネット上の記事や情報	1,003	48.5
住宅カタログ	481	34.0	製品カタログ	980	47.4
合計	1,413	100.0	合計	2,068	100.0
生活家電			自動車		
方法	実数	%	方法	実数	%
家電量販店や小売店への訪問	1,492	73.1	自動車販売店への訪問	1,391	72.0
販売員からの説明	1,238	60.7	販売員からの説明	1,275	66.0
過去の購入・利用経験	1,197	58.6	過去の購入・利用経験	1,220	63.2
製品カタログ	1,046	51.2	自動車カタログ	1,002	51.9
インターネット上の記事や情報	950	46.5	企業のホームページ	796	41.2
合計	2,041	100.0	合計	1,931	100.0
衣類			シャンプー		
方法	実数	%	方法	実数	%
ショッピングセンター・小売店等での店頭	1,589	76.8	過去の購入・利用経験	1,457	71.9
過去の購入・利用経験	1,181	57.1	ショッピングセンター・小売店等で	1,263	62.3
販売員からの説明	621	30.0	広告	661	32.6
ファッション雑誌	544	26.3	家族・知人・友人からの口コミ	542	26.7
家族・知人・友人からの口コミ	434	21.0	テレビ・ラジオ・新聞・雑誌・インタ	370	18.3
合計		100.0	合計		100.0
加工食品			(注) 回答者が複数回答で挙げた情報入手手段の回答が多かった上位5つの方法を示した。		
方法	実数	%			
ショッピングセンター・小売店等での店頭	1,576	77.3			
過去の購入・利用経験	1,393	68.3			
広告	595	29.2			
家族・知人・友人からの口コミ	588	28.8			
テレビ・ラジオ・新聞・雑誌・インターネットの特集記事	398	19.5			
合計		100.0			

(5) まとめ

本章では、環境情報がもたらす消費者行動の違いを分析するために、環境情報の有無・また環境情報の内容の違いによる消費者の購買行動を分析した。その結果、消費財の性質、また環境情報の違いにより消費者行動の違いが生じることが明らかになった。具体的には、

- (1) 住宅、パソコン・映像機器、生活家電、自動車では、利用時のCO₂消費

量を明示することが、環境に優しい商品の購入を促すのに効果的である。これらの財の利用時にエネルギー消費が付随するため、利用時のCO₂が少なければエネルギー消費が安い、と消費者に認識されるものであると考えられる。しかし、いずれの場合も「比較可能な環境情報が無い場合に、価格が同水準ならば環境に優しいと思われる商品を購入する」→「利用時のCO₂排出量が明示されていれば、環境に優しい商品を相対的に高くても購入」に移行する消費者が多いとわかった。つまり、環境性能・エネルギー消費量を商品選択の上で考慮しない消費者層にとっては、環境情報の影響は限定的であることを示唆している。

(2) 衣類・加工食品では、環境情報が追加的に与えられたとしても、商品選択に与える影響は非常に小さいことが分かった。つまり追加的に環境情報を与えた場合でも、それらの情報を元として消費者に環境に優しい商品を購入させるインセンティブを与えるのは難しい。衣類・加工食品は利用時にCO₂や化学物質排出が見られないため、製造時や廃棄時の環境負荷を明示することとなる。しかし製造時・一部廃棄時の環境負荷は商品そのものやパッケージに依存するため企業努力によってなされるといえよう。つまり消費者の環境負荷削減努力が商品そのものの環境負荷低減に直接的に影響しないため、このような結果が生じたものと考えられる。更に環境情報の追加により、消費者側にとっては情報過多に陥る可能性がある。

(3) シャンプーでは、製造時の化学物質排出量を明示することが、消費者が環境に優しい商品の購入を促すのに望ましいことが示された。シャンプーは直接体に触れるものであるため、製造時の化学物質排出量が少ない商品ほど、体に優しいと思われたためかもしれない。シャンプーを通じて環境負荷物質が見えるようになることが、消費者行動を変化させるのに適切であると示唆してした。逆に製造時・パッケージ廃棄時のCO₂排出量を示しても消費者行動を変化させるのは不十分であると示された。

以上をまとめると、環境情報の面から消費者行動を変化させるためには、化学物質・CO₂においても消費者が消費するその現場で、各汚染物質の排出量が見えるようになっていくことが望ましいといえることができる。消費者が環境負荷を低減させるようなインセンティブを消費時に作り出すことが、環境に優しい行動を促すための近道であると考えられる。

参考文献

- Baaren R.B., Wigboldus, D.H.J., 2005. The Unconscious Consumer: Effect of Environment on Consumer Behavior, *Journal of Consumer Psychology*, 15, 193-202.

3.2.2. 追加的 LCA 情報が消費行動へ与える影響

(1) はじめに

本調査では、標準製品と環境性能に優れた製品に対する消費者の消費行動を分析し、追加的な LCA (Life Cycle Assessment) 情報が消費者に与える影響を明らかにすることを目的とする。企業の技術革新に伴い、現在、市場には多くの環境性能に優れた製品が存在している。今後の持続可能な社会の構築には、このような環境性能に優れた技術や製品の普及が不可欠となる。特に日常生活や経済活動を行う上で欠かせない住宅や車といった耐久消費財は、長期的に温室効果ガスや有害物質が排出され、また同時に多くのエネルギー資源の消費が発生するという特徴がある。そのため、このような長期的に使用しかつ環境負荷やエネルギー消費に直結する耐久消費財を、環境性能に優れたものへとシフトしていくことが持続可能な社会の構築における今後の大きな課題である。

そこで本調査では、コンジョイント分析 (Conjoint Analysis) の回答方式の一つである選択型実験 (Choice Experiment) と呼ばれる手法を用いて、追加的 LCA 情報が標準製品と環境性能に優れた製品の消費行動に与える影響を明らかにする。対象とする財は、前述の理由から自動車と住宅とした。自動車の購入行動における選択実験では、標準製品としてガソリン車、環境性能に優れた製品としてハイブリッド車を用い、消費者にどちらの製品を購入するかを尋ねた。住宅の購入行動においては標準製品として標準的な住宅と、環境配慮製品として耐久性、断熱性、照明設備の効率性に優れたエコ住宅を比較し、どちらの製品を購入するかを尋ねる。

さらに追加的 LCA 情報が消費者の購入選択に与える影響を分析するため、消費者に情報をまったく与えない場合と、追加的 LCA 情報として、エネルギー費用の削減に関する情報を与えた場合、社会的費用の削減に関する情報を与えた場合の 3 種類の状況を想定し同様の選択型実験を行う。これらの選択型実験から得られた結果をもとに、情報の有無や種類による環境性能に優れた製品の購入選択の関係性を計量分析により分析する。本調査によって得られる情報は、環境性能に優れた製品を購入する消費者の消費行動の行動要因は何か、どのような種類の情報を流すと消費者の消費行動に効果的に影響を及ぼすことができるかを明らかにすることが可能であり、今後の環境性能に優れた製品の普及における市場構造や普及対策に大きく貢献できる。

(2) 分析手法

(2.1) コンジョイント分析

コンジョイント分析は評価対象となる財を属性の束として把握し、属性水準の違いによって多種類の財を表現したうえで、各属性の限界的变化に対する評価を明らかにする手法である。(柘植ら、2011)

仮想的な環境政策を提示して、環境変化に対する人びとの支払意思額 (Willingness to pay: WTP) や受入補償額 (Willingness to accept: WTA) を用い

ることで環境の価値を評価する仮想市場評価法（Contingent valuation method: CVM）と同様なアンケートによる評価法である。大野（2000）はコンジョイント分析の質問形式は以下の4つに大別している。

- ① 完全プロフィール評価方式：商品・政策のプロファイルを示して、その商品・政策がどのくらい好ましいかを評価してもらう。
- ② ペアワイズ評価方式：2つの対立する商品・政策のプロファイルを示して、どちらの商品・政策がどのくらい好ましいかを評価してもらう。
- ③ 選択法方式：複数の商品・政策のプロファイルを示して、最も好ましい商品・政策を1つ選択してもらう。
- ④ ランキング方式：複数の商品・政策のプロファイルを示して、好ましい順に商品・政策を並べてもらう。

コンジョイント分析はCVMが単一属性の評価に限定されていることに対し、多数の属性を同時に評価することが可能な分析手法である。そのため、使用や実施により他方に影響をもたらす商品や政策の評価が有用となる。本調査では、標準製品と環境性能に優れた製品に対する選好の要因を調査することを目的としたため、対象の好ましきからその対象の価値を分析することができるコンジョイント分析を使用する。

(2.2) 選択型実験

コンジョイント分析の回答手法である選択方式は、一般には選択型実験と呼ばれる。選択型実験は、回答者がいくつかの選択方式の中からもっとも好ましいと思う選択肢をえらぶ。回答した結果を用いて、各属性間の限界代替効率を推定することができる。（柘植ら、2011）本調査ではコンジョイント分析に用いる分析手法として、選択型実験を用いている。選択型実験を用いた理由としては、選択型実験が実際の市場での選択行動に近く、回答者にとって最も負担が少ないためである。選択実験では価格を示す属性を含めることで、各属性に対する限界支払意思額を求めることができるが、本調査の目的は追加的LCA情報が消費者の選好に与える影響を分析するため、限界支払意思額ではなく消費者の購入の意思決定に焦点を当てる。

(2.3) ランダム効用モデル

選択型実験ではランダム効用モデルを想定した。回答者の間接効用を、確定的な項 V と確率的な項 ω との和で表すと以下のようなになる。

$$U_{ni} = V(x_{ni}, \beta) + \varepsilon_{ni} \quad (1)$$

ここで x は選択肢ごとや個人ごとに異なる属性水準、 β は属性水準のパラメータ、添え字の n は個人を、 i は選択肢を表す。 ε_{ni} は、効用に影響を与えるが分析者にとっては観察不能な要素である。

選択セット $C = \{1, 2, \dots, J\}$ の中から回答者 n が選択肢 i を選択する確率は、選択肢 i を選択した時の効用が、その他の選択肢を選択した時の効用よりも高くなる確

率である。これは以下のように表現できる。

$$\begin{aligned}
 P_{ni} &= P(U_{ni} > U_{n1}, U_{ni} > U_{n2}, \dots, U_{ni} > U_{nj}) \\
 &= P(U_{ni} > U_{nk}) \\
 &= P(\varepsilon_{nk} - \varepsilon_{ni} < V_{ni} - V_{nk}) \quad \forall k \neq i
 \end{aligned} \tag{2}$$

誤差項 ε_{ni} と ε_{nk} が第一種極地分布にしたがうと仮定すると、誤差項の差はロジスティック分布に従う。回答者が選択肢 i を選択する確率は、条件付きロジットモデルによって表すことができる (McFadden, 1974)。

$$P_{ni} = \frac{e^{\mu V_{ni}}}{\sum_{k=1}^N e^{\mu V_{nk}}} \tag{3}$$

ここで μ はスケールパラメータであり、通常は 1 に基準化される。ある選択肢の選択確率を示す上式をすべての選択確率について考慮することで、対数尤度関数を求め、これを最大化するようなパラメータを推定する。

$$\ln L = \sum_{n=1}^N \sum_{i=1}^J d_{ni} \ln P \tag{4}$$

ただし d_{ni} は回答者 n が選択肢 i を選択したときに 1、それ以外の場合に 0 となるダミー変数、 P_{ni} は回答者 n が選択肢 i を選択する確率である。

(3) サーベイデザイン

(3.1) データおよび回答者の一般的な属性について

本調査では 2011 年 8 月 5 日から 9 日を実施期間として、インターネットによるアンケート調査を行った。対象は日本全国の 20 歳から 69 歳までの男女とし、インターネット調査にて入手した。回収サンプル数は 5052 である。アンケート概要を表 121 に示す。

回答者個人の一般的な属性としては、性別は男性 2568 名 (50.8%)、女性 2484 名 (19.2%) で全国平均 (男性 48.8% 対女性 51.2%) とほぼ近い割合である。年齢構成はすべての世代においてほぼ均一な割合になるよう調整を施した。回答者の居住地域の分布は人口分布とほぼ一致している。学歴は、大学卒業以上の比率が全国平均の 23% (OECD Education at a Glance, 2008) に対して調査対象平均では 57.9% と高くなったが、これは調査がインターネットを利用していることによる可能性が高いと考えられる。追加的 LCA 情報の有無や情報の種類が消費者の購入選択に与える影響の要因分析を行う際に、個人の基本属性を考慮するために、経済的指標として年間世帯収入や世帯資産額、社会・人口統計上の指標として居住地域、年齢、性別、家族形態、学歴、市街化区域内に居住をしているかどうかを尋ねている。あわせて消費性、流行関心、利他性、熟慮性、時間割引率にみられる心理的特徴を尋ねることで、消費者の購入選択に心理的要因が影響しているかどうかを検証する。消費者個人の心理属性を考慮することで、LCA 情報の有無により消費者の購入選択にどのような要因が影響しているのかを正確に分析するという効果がある。同様に直接的な利益や環境意識の高さによる購入選択へのバイアスを取り除き、他の選択要因の影響をより純粋に分析するため、直接的な利益、環境問題への関心も質問項目に加えた。今回のアンケート調査で環境問題へ関心があると回答した人の割合は 82.1% で

あり、回答者の環境問題への関心が非常に高いことが伺える。

表 121 アンケート調査の概要

実施期間	2011年8月5日から9日
調査対象	日本国内の5052世帯
実施方法	インターネット調査
調査項目	1) 年間世帯収入 (Income) 2) 世帯資産 (Asset) 3) 居住地域 (Area) 4) 年齢 (Age) 5) 性別 (Sex) 6) 家族形態 (Family_Size) 7) 学歴 (Education) 8) 市街化区域内に居住 (Living_In_City) 9) 消費性 (Consumerism) 12) 流行関心 (Trend) 13) 利他性 (Altruism) 14) 熟慮性 (Consideration) 15) 時間割引率 (Time_Discount) 16) 直接的な利益 (Direct_Benefit) 17) 環境関心 (Environment) 18) 消費行動調査(ガソリン車・ハイブリッド車) 19) 消費行動調査(標準住宅・エコ住宅)
回収率	5052サンプル

図 79 回答者の年齢構成

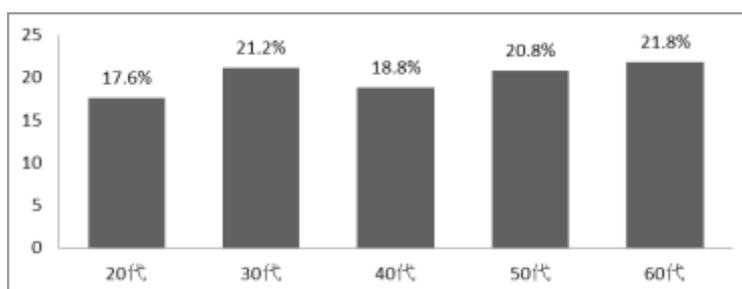


図 80 回答者の学歴構成

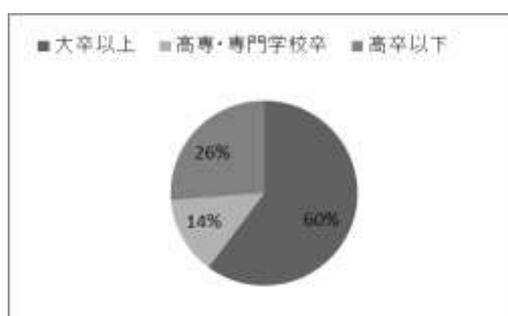
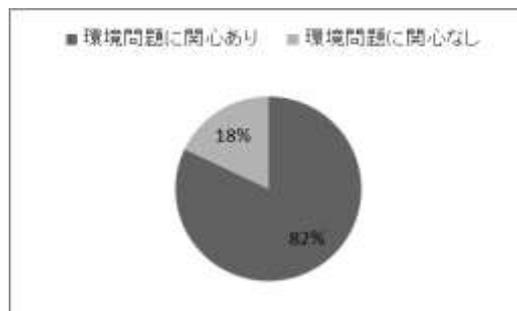


図 81 回答者の環境関心



(3.2) 選択セットの作成および質問手順

消費行動調査に使用した質問を表 122、表 123 に示す。まず自動車の購入選択の質問では、ガソリン車（標準製品）とハイブリッド車（環境性能の優れた製品）を対象とする。住宅に対する購入選択では、標準的な住宅（標準製品）と耐久性、断熱性、照明設備の効率性に優れたエコ住宅（環境性能の優れた製品）を対象としている。回答者には自動車や住宅を購入するという状況を想定してもらい、標準製品と環境性能に優れた製品のうちから必ず一つを購入しなければならない場合にどちらの製品を購入するかを選択してもらう。

表 122 消費行動調査に関する質問（ガソリン車とハイブリッド車）

<p>【ケース1】価格のみの情報での選択型実験</p> <p>Q.1 標準的なガソリン車(A)と環境性能に優れたハイブリッド車(B)があります。ガソリン車(A)の価格は230万円、ハイブリッド車(B)の価格は330万円です。あなたはどちらの車を購入しますか？仮に車を購入するとしてお考えください。 (A)ガソリン車(230万円) (B)ハイブリッド車(330万円)</p>
<p>【ケース2】追加的LCA情報として、環境性能に優れた製品を使用するとエネルギー消費量が削減でき消費者に利益があるという情報を与えた選択実験</p> <p>Q.2 ガソリン車(A)と環境性能に優れたハイブリッド車(B)の燃費を比較するとハイブリッド車(B)はガソリン車(A)より年間のガソリン代を約6万円節約することができます。あなたはどちらの車を購入しますか？ (A)ガソリン車(230万円) (B)ハイブリッド車(330万円)</p>
<p>【ケース3】追加的LCA情報として、環境性能に優れた製品を使用することで社会的費用が削減でき社会全体に利益があるという情報を与えた選択実験</p> <p>Q.3 走行距離を10万キロメートルとLCO₂と排気ガスの排出量の社会的費用を換算すると、ハイブリッド車(B)の方がガソリン車(A)よりも約●万円節約することができます。なお、社会的費用とは、地球温暖化と大気汚染により、社会が被らなければならない損失のことです。あなたはどちらの車を購入しますか？ ●…1万、3万、6万、9万、12万円をランダムで表示 (A)ガソリン車(230万円) (B)ハイブリッド車(330万円)</p>

表 123 消費行動調査に関する質問（標準住宅とエコ住宅）

【ケース1. 価格のみの情報での選択型実験】	
Q.1	標準的な住宅(A)と耐久性、断熱性、照明設備の効率性に優れたエコ住宅(B)があります。標準住宅(A)の価格は3500万円、エコ住宅(B)の価格は4000万円です。あなたはどちらの住宅を購入しますか？ 仮に住宅を購入するとしてお考えください。 (A)標準的な住宅(3500万) (B)エコ住宅(4000万)
【ケース2. 追加的LCA情報として、環境性能に優れた製品を使用するとエネルギー消費量が削減でき消費者に利益があるという情報を与えた選択実験】	
Q.2	日々の生活をする上であなたが使用する30年間分のエネルギー消費量(照明・冷暖房・給湯)を比較すると、エコ住宅(B)は標準住宅(A)よりも282万円を節約することができます。あなたはどちらの住宅を購入しますか？ (A)標準的な住宅(3500万) (B)エコ住宅(4000万)
【ケース3】追加的LCA情報として、環境性能に優れた製品を使用することで社会的費用が削減でき社会全体に利益があるという情報を与えた選択実験	
Q.3	エコ住宅(B)は標準住宅(A)よりも社会的費用を約100万円節約することができます。なお社会的費用とは、地球温暖化と大気汚染により社会が被らなければならない損失のことです。あなたはどちらの住宅を購入しますか？ ●…10万、30万、50万、80万、100万円をランダムで表示 (A)標準的な住宅(3500万) (B)エコ住宅(4000万)

質問手順は以下である。ケース1は、追加的なLCA情報は与えず価格のみの情報から標準製品と環境性能に優れた製品のどちらを購入するかを選択してもらう。それぞれの価格は、社団法人日本自動車工業会（2008）の「2007年度乗用車市場動向調査」および国土交通省（2010）の「住宅経済データ集」を参考にした。車の購入価格はガソリン車が230万円、ハイブリッド車が330万円であり、住宅の購入価格は標準住宅が3,500万円、エコ住宅が4,000万円と、どちらも環境配慮製品の方が高い価格設定としている。

次にケース2として、環境性能に優れた製品を購入すると使用時のエネルギー消費量が削減され燃料代や光熱費等を節約でき購入者が利益を得られるという内容の情報を与える。購入価格はケース1の金額と同様である。

最後にケース3として、環境性能に優れた製品を購入すると社会全体の社会的費用を削減され社会全体が利益を得られるという内容の情報を回答者に与える。この際、シナリオ伝達ミスによるバイアスを防ぐために社会的費用の説明も行った。購入価格は前段階での金額と同様である。なお、ケース3では提示額による回答者の意思決定の変化を観察するため、回答者を5つのセグメントに分け5通りの金額をそれぞれランダムに提示した。

(4) 選択型実験の回答結果

図82は自動車の選択型実験における回答結果である。追加的なLCA情報をまったく与えず値段のみの情報を与えたケース1では、ガソリン車を購入すると回答した消費者は全体の57.9%、ハイブリッド車を購入すると回答した消費者は全体の42.1%であった。エネルギーコストの削減により購入者が利益を得られるという情報を与えたケース2では、ガソリン車を購入すると回答した消費者は全体の53.7%、ハイブリッド車を購入すると回答した消費者は全体の

46.3%とハイブリッド車を購入する人の割合が増加している。社会的費用の削減により社会全体に利益が生まれるという情報を与えたケース3では、ガソリン車を購入すると回答した消費者は全体の48.7%、ハイブリッド車を購入すると回答した消費者は全体の51.3%とハイブリッド車を購入するという回答者が過半数を超えるまでに増加する結果となった。

図 82 選択型実験の回答結果（ガソリン車とハイブリッド車）

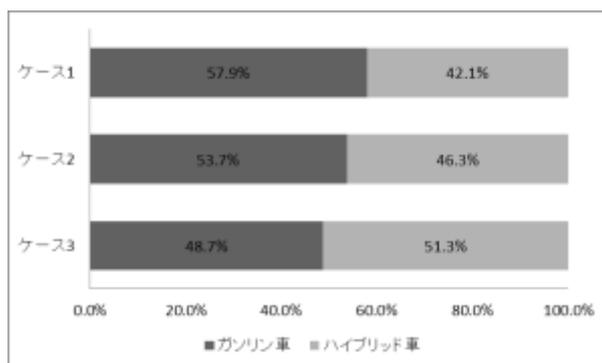
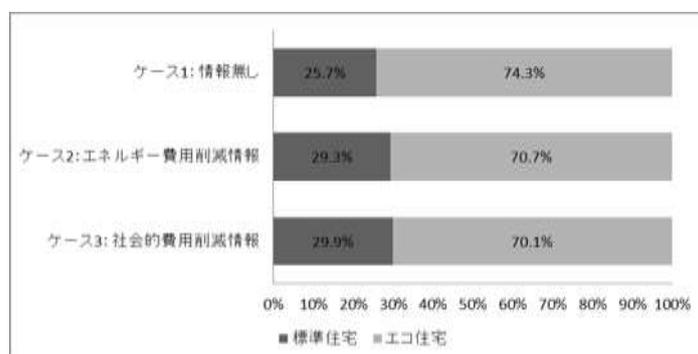


図 83 は住宅の選択型実験における回答結果である。追加的な LCA 情報をまったく与えず値段のみの情報を与えたケース 1 では、標準住宅を購入すると回答した消費者は全体の 25.7%、エコ住宅を購入すると回答した消費者は全体の 74.3%とエコ住宅の購入率が非常に高い値となった。エネルギーコストの削減により購入者が利益を得られるという情報を与えたケース 2 では、標準住宅を購入すると回答した消費者は全体の 29.3%、エコ住宅を購入すると回答した消費者は全体の 70.7%であった。社会的費用の削減により社会全体に利益が生まれるという情報を与えたケース 3 では、標準住宅を購入すると回答した消費者は全体の 29.9%、エコ住宅を購入すると回答した消費者は全体の 70.1%となり、追加的 LCA 情報を与えると消費者の購入率は低下する結果となった。

図 83 選択型実験の回答結果（標準住宅とエコ住宅）



またステップ 3 の選択実験では、回答者を 5 つのセグメントに分け 5 通りの

金額を提示することで金額の違いによる選択行動の変化を観察した。ステップ 3 における金額別の回答結果を図 84、図 85 に示す。図 84、図 85 の結果からも分かるように、提示金額の違いによる選択行動は見られなかった。

図 84 ステップ 3 の選択型実験における金額別の回答結果
(ガソリン車とハイブリッド車)

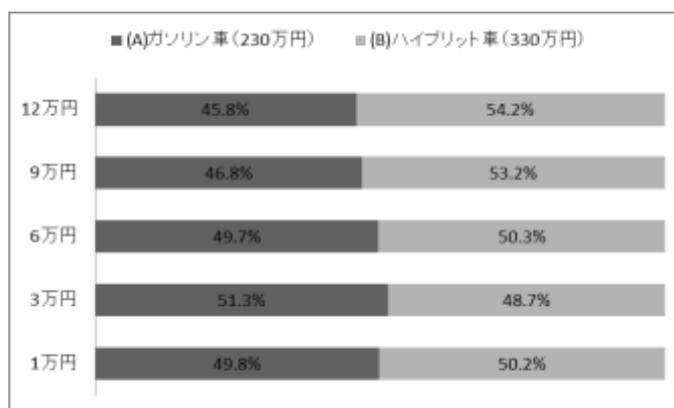
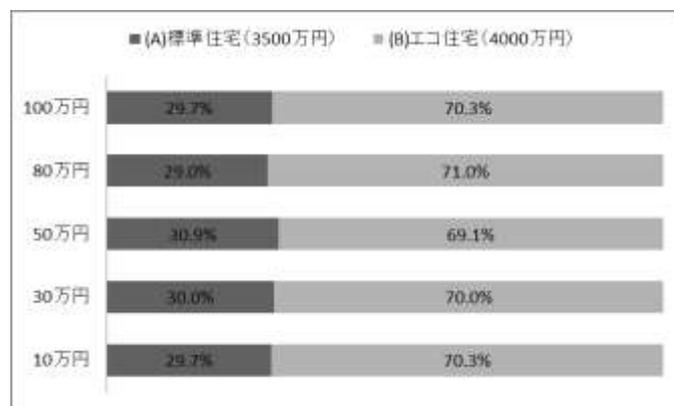


図 85 ステップ 3 の選択型実験における金額別の回答結果
(標準住宅とエコ住宅)



(5) 追加的 LCA 情報の有無による消費行動の要因分析

(5.1) モデル

アンケートの回答結果から追加的 LCA 情報の有無により消費者の消費行動に変化がみられ可能性が示された。そこで追加的 LCA 情報が消費者の消費行動に影響をしたのかより頑強に検証するため、ロジットモデルを用い、消費行動の要因分析を行う。モデルはアンケートの質問項目より Wiser(2007)を参考にして作成した。自動車購入における購入行動の要因分析を行うモデルは以下のよう

$$Hibrid_Car_{i,s} = \alpha + \beta_1 Income_i + \beta_2 Asset_i + \beta_3 Area_i + \beta_4 Age_i + \beta_5 Sex_i$$

$$\begin{aligned}
& +\beta_6Family_Size_i + \beta_7Education_i + \beta_8Living_In_City_i + \beta_9Consumerism_i + \beta_{10}Trend_i \\
& +\beta_{11}Altruism_i + \beta_{12}Consideration_i + \beta_{13}Time_Discount_i + \beta_{14}Direct_Benefit_i \\
& +\beta_{15}Environment_i + \beta_{16}Car_Energy_Cost_s + \beta_{17}Car_Social_Cost_s + \varepsilon_i
\end{aligned}
\tag{5}$$

(5)式において*i*はアンケート対象の個人、 α は定数項を表す。また ε_i はその他観察できない要因を表す誤差項である。*s*は各情報セッティングの変化（情報なし、エネルギー費用、社会的費用の3パターン）を示している。被説明変数はそれぞれの情報状況においてハイブリッド車を購入する場合は1、ガソリン車の購入を選択した回答者を0とする。経済的指標である*Income*は年間世帯収入、*Asset*は世帯総資産である。社会・人口統計上の指標である*Age*は年齢、*Sex*は性別、*Family_Size*は家族形態、*Education*は学歴、*Living_In_City*は市街化区域内に居住しているかどうかを表している。本調査では、LCA情報の有無が購入選択に影響するか正確に分析することを目的として回答者の心理属性を考慮する。心理的指標である*Consumerism*は消費性、*Trend*は流行関心、*Altruism*は利他性、*Consideration*は熟慮性、*Time_Discount*は時間割引率すなわち将来世代の環境のためにお金を投資するほうが好ましいと思うかどうかを表す指標である。また直接的な利益や環境意識の高さによる購入選択へのバイアスを取り除き、より他の選択要因の影響を純粹に分析するために*Direct_Benefit*（直接的な利益）と*Environment*（環境関心）に関する変数を加えた。ここでの直接的な利益とは「何事も利益が得られないと行動を起こしたくない」という問いに対して「はい」と回答した人を1、「いいえ」と回答した人を0とするダミー変数である。

さらにLCA情報の有無が消費選択に影響を与えるか明らかにするために、情報の与え方の違いによるダミー変数を説明変数として加え、影響を推計する。ケース1（情報なし）を基準とし、ケース2のエネルギー費用の情報を与えた状況で消費選択を行っている場合に1とするダミー変数(*Car_Energy_Cost*)とケース3の社会的費用を情報として与えたときの消費選択を行っている場合に1とするダミー変数(*Car_Social_Cost*)を推計に用いる。これらのダミー変数の推計結果が被説明変数と正に有意な関係性を示す場合には追加的LCA情報がハイブリッド車の普及を促す効果があることが示される。

次に住宅車購入における購入行動の要因分析は以下のモデルを用いる。

$$\begin{aligned}
Eco_House_{i,s} = & \alpha + \beta_1Income_i + \beta_2Asset_i + \beta_3Area_i + \beta_4Age_i + \beta_5Sex_i \\
& +\beta_6Family_Size_i + \beta_7Education_i + \beta_8Living_In_City_i + \beta_9Consumerism_i + \beta_{10}Trend_i \\
& +\beta_{11}Altruism_i + \beta_{12}Consideration_i + \beta_{13}Time_Discount_i + \beta_{14}Direct_Benefit_i \\
& +\beta_{15}Environment_i + \beta_{16}House_Energy_Cost_s + \beta_{17}House_Social_Cost_s + \varepsilon_i
\end{aligned}
\tag{6}$$

(6)式においても*i*はアンケート対象の個人、 α は定数項を表す。また ε_i はその他観察できない要因を表す誤差項であり、*s*は各情報セッティングの変化（情報なし、エネルギー費用、社会的費用の3パターン）を示している。

House_Energy_Cost、*House_Social_Cost*を除くその他の変数は(5)式と同様である。

自動車購入と同様に、LCA情報の有無が消費選択に影響を与えるか明らかにするために、情報の与え方の違いによるダミー変数を説明変数として加え、影響を推計する。情報がない状況を基準とし、追加的LCA情報としてエネルギー費用が削減され購入者が利益を得られるという情報を与えたケース2は*House_Energy_Cost*とした。ケース2とは異なる追加的LCA情報として、社会的費用を削減でき社会全体が利益を得られるという情報を与えたケース3は*House_Social_Cost*とした。住宅の選択型実験で得られた3つの結果においても、これらをダミー変数として考慮することで、追加的な情報の有無や情報の種類による購入行動の変化を観察する。

(6) 分析結果

(6.1) 情報の有無や種類による自動車購入の要因分析

分析に用いた消費者属性変数は表124である。なお、ランダム変数相互に有意な相関がみられないことは検証済みである。自動車の選択型実験における購入の要因分析の推計結果を表125に示す。自動車の選択型実験において、追加的な情報が全くないケース1を基準に、追加的な情報としてエネルギー費用の削減に関する情報を与えたケース2と、社会的費用の削減に関する情報を与えたケース3が、それぞれに消費者の購入行動に与えたかどうかを比較する。自動車の購入における選択型実験を行った結果、社会・人口統計上の指標からは北海道・東北地方、関東地方、中部地方、中国・四国地方、年齢、性別、家族形態、学歴、市街化区域内に居住が統計的に有意な関係性があると示された。北海道・東北地方、中国地方は有意に負の関係性を示していることから、北海道・東北地方および中国地方に居住する人はガソリン車を選択し関東地方と中部地方に居住する人はハイブリッド車を選択するという地域差がみられた。その他の要因は有意に正の関係性がみられることから、年齢が高まるほど、女性であるほど、単身者ほど、学歴が高い人ほど、都市部で生活している人ほど環境性能に優れたハイブリッド車の購入を選択している。さらに心理的な指標をみると、消費性、流行関心、利他性、熟慮性、時間割引率に有意な関係性があることが示された。符号は熟慮性が有意に負、その他の要因は有意に正であることから、消費思考が高い人ほど、流行敏感な人ほど、利他思考の高い人ほど、あまり深く物事を考えない人ほど、時間割引率が低く将来世代の環境のためにお金を使う人ほどハイブリッド車を選択する。直接的な利益、環境問題への関心に関する要因も統計的に有意に正の関係性があることから、直接的な利益が行動のモチベーションとなる人ほど、環境問題に関心がある人ほどハイブリッド車を選択する傾向が示された。また個人の直接的な利益や環境関心をコントロールしたうえでも心理的要因が有意な関係性を示していることから、消費者の購入選択に心理的要因が影響していることが分かる。

ダミー変数として加えた自動車購入の選択実験の結果は、エネルギー費用ダミー、社会的費用ダミーとともに統計的に有意に正の関係性が観測された。つ

まりケース2のエネルギー消費量の削減に関する情報や、ケース3の社会的費用削減に関する情報が環境配慮製品であるハイブリッド車の購入を促進させる要因となることを示唆している。よってこれらの推計結果から、自動車の購入選択において追加的LCA情報は有効であり、消費者の環境性能に優れた製品に対する購入行動に影響を与えるという結果が得られた。

表 124 属性変数の記述統計

変数名	定義	平均	標準偏差	最大値	最小値	標本
回答者の経済的屬性						
年間世帯収入	順序変数. 年間世帯年収200万円未満～2000万以上まで9点尺度	4.470	1.908	9	1	13305
世帯資産	順序変数. 世帯総資産0円～4000万以上まで11点尺度	5.526	2.860	11	1	12633
回答者の一般的屬性						
居住地域:北海道・東北地方	2値変数. 北海道・東北地方=1,それ以外=0	0.114	0.318	1	0	15156
居住地域:関東地方	2値変数. 関東地方=1,それ以外=0	0.329	0.470	1	0	15156
居住地域:中部地方	2値変数. 中部地方=1,それ以外=0	0.176	0.381	1	0	15156
居住地域:近畿地方	2値変数. 近畿地方=1,それ以外=0	0.183	0.386	1	0	15156
居住地域:中国・四国地方	2値変数. 中国・四国地方=1,それ以外=0	0.095	0.294	1	0	15156
居住地域:九州・沖縄地方	2値変数. 九州・沖縄地方=1,それ以外=0	0.102	0.303	1	0	15156
年齢	量的変数. 20歳から69歳	45.213	13.725	69	20	15156
性別	2値変数. 女性=1, 男性=0	0.492	0.500	1	0	15156
家族形態	2値変数. 単身世帯=1, それ以外=0	0.152	0.359	1	0	15156
学歴	2値変数. 大卒以上=1, それ以外=0	0.590	0.492	1	0	15156
市街化区域内に居住	2値変数. 市街化区域内=1, 市街化区域外=0	0.530	0.499	1	0	15156
回答者の心理的屬性						
消費性	順序変数. 無理をして貯蓄するよりも、生活を豊かにするために消費生活にお金をまわしたほうがよいという問いに関して「全くそう思わない」=1「全くそう思う」=4の4点尺度	2.420	0.672	4	1	15156
流行関心	順序変数. 流行に関しての雑誌記事や話に関心があるという問いに関して「全くそう思わない」=1「全くそう思う」=4の4点尺度	2.200	0.825	4	1	15156
利他性	順序変数. 何かをしようとする時、それをする人たちがどう思うかを考えるかという問いに対して「全く考えない」=1「非常に考える」=4の4点尺度	2.451	0.748	4	1	15156
熟慮志向	順序変数. 何事もよく考えてから行動するという問いに対して「全く考えない」=1「非常に考える」=4の4点尺度	2.991	0.650	4	1	15156
時間割引率	順序変数. 地球温暖化ガス排出量の削減に関し、将来世代のために今個人的に金銭的負担をするとした場合所得の何%まで支払うことができるかという問いに対して「支払はない」=1「0~1%」=2「1~3%」=3「4%以上」=4の4点尺度	2.639	1.135	4	1	15156
直接的な利益	2値変数. 何事も利益が得られないと行動を起こしたくない=1, それ以外=0	0.707	0.455	1	0	15114
環境関心	2値変数. 環境問題に関心がある=1, それ以外=0	0.821	0.384	1	0	15156
選択型実験結果ダミー						
情報ダミー:エネルギー費用	2値変数. エネルギー費用削減に関する追加的情報=1, それ以外=0	0.3333333	0.4714201	1	0	15156
情報ダミー:社会的費用	2値変数. 社会的費用削減に関する追加的情報=1, それ以外=0	0.3333333	0.4714201	1	0	15156

表 125 推計結果 (自動車購入)

説明変数	ケース1 住宅:情報な	
	係数	t値
年間世帯収入	0.000	-0.04
世帯資産	-0.002	-1.34
北海道・東北地方	-0.057 ***	-3.22
関東地方	0.035 **	2.36
中部地方	-0.0541 ***	-3.35
近畿地方	0.005	0.30
中国・四国地方	-0.066 ***	-3.55
九州・沖縄地方	1.000	
年齢	0.002 ***	4.75
性別	0.098 ***	11.36
家族形態	0.033 ***	2.74
学歴	0.023 ***	2.50
市街化区域内に居住	0.041 ***	4.81
消費性	0.308 ***	35.46
流行関心	0.016 ***	2.60
利他性	0.026 ***	4.74
熟慮性	0.018 ***	3.14
時間割引率	-0.021 ***	-3.20
直接的な利益	0.100 ***	8.51
環境関心	0.037 ***	9.74
情報ダミー:エネルギー費用	0.04167 ***	4.14
情報ダミー:社会的費用	0.090 ***	9.05

(6.2) 情報の有無や種類による住宅購入の要因分析

住宅の選択型実験における購入の要因分析の推計結果を表 126 に表す。自動

車の選択型実験と同様に、住宅の選択型実験においても追加的な情報が全くないケース1を基準に、追加的な情報としてエネルギー費用の削減に関する情報を与えたケース2と、社会的費用の削減に関する情報を与えたケース3が、それぞれに消費者の購入行動に与えたかどうかを比較した。統計的に有意な関係性があることが観測された変数は、経済的指標では世帯資産、社会・人口統計上の指標からは年齢、性別、家族形態、市街化区域内に居住、心理的指標では熟慮性、時間割引率、そして直接的な利益と環境関心であった。有意さを示す符号はすべて有意に正である。つまり、資産を多く持っている人ほど、年齢が高い人ほど、女性ほど、単身者ほど、都市部で生活している人ほどエコ住宅の購入を選択している。エコ住宅の購入に影響する心理的な特徴としては、物事を決定する際に時間をかけて深く考える人ほど、時間割引率が低く将来世代の環境のためにお金を使う人ほど、そして直接的な利益が行動のモチベーションとなる人ほど、環境問題への関心が高い人ほどエコ住宅の購入を選択する傾向が示された。

一方で情報の有無、種類の影響はエネルギー費用ダミーと社会的費用ダミー、ともに統計的に有意に負の関係性があることが示された。すなわち、標準住宅とエコ住宅の購入選択において追加的なLCA情報はエコ住宅の購入選択を増加させるような効果がなく、意図に反して情報を与えることにより環境性能に優れた耐久諸費財であるエコ住宅よりも標準住宅の購入を選択する要因になる結果が示された。

表 126 推計結果（住宅購入）

説明変数	係数	t値
年間世帯収入	0.002	1.51
世帯資産	0.002 **	2.30
北海道・東北地方	0.001	0.11
関東地方	0.003	0.38
中部地方	-0.003	-0.27
近畿地方	-0.002	-0.21
中国・四国地方	0.003	0.32
九州・沖縄地方	1.000	
年齢	0.001 **	3.95
性別	0.025 ***	4.79
家族形態	0.012 *	1.77
学歴	-0.003	-0.50
市街化区域内に居住	-0.016 ***	-3.23
消費性	0.322 ***	82.79
流行関心	0.003	0.75
利他性	-0.002	-0.71
熟慮性	0.005	1.50
時間割引率	0.009 ***	2.45
直接的な利益	0.027 ***	4.33
環境関心	0.014 ***	6.45
情報ダミー: エネルギー費用	-0.034 ***	-5.79
情報ダミー: 社会的費用	-0.044 **	-7.34

(7) 住宅購入において追加的LCA情報がうまく機能しないことに関する考察

追加的LCA情報の有無や情報の種類による消費者の購入行動の要因分析の結果、消費者の自動車の購入行動にはエネルギー費用に関する情報と社会的費

用に関する情報が影響しており、これらの追加的な情報が環境性能の優れた製品であるハイブリッド車の購入に貢献しているという結果が得られた。しかし住宅購入においては、エネルギー費用に関する情報や社会的費用に関する情報はエコ住宅の購入行動に負の影響を与えてしまうという結果が得られた。これは追加的な LCA 情報を与えるとエコ住宅の購入率が下がるという住宅購入の選択型実験で得られた回答結果と同様の結果である。

このような現象が発生する理由としては消費者の環境性能の高い製品の対する期待価値（ある製品を購入した際に期待される環境改善の価値）が過度に高い場合に追加的 LCA 情報が逆に環境性能の高い製品の普及を妨げる効果を発揮してしまう可能性がある。消費者が抱く製品への期待価値が過度に高い場合、実際の環境への効果である LCA 情報と消費者の期待価値の間に乖離が生じる。そのときに追加的 LCA 情報により、製品の実質的な価値が判明した場合、消費者にとってはその製品を購入するインセンティブが弱まる。エコ住宅の購入選択の場合、とくに長期的で多額な投資であるために、その期待価値を過大に評価した可能性が高く、そのため LCA 情報がエコ住宅の購入選択を弱めることになったと考えられる。

Fukuyama et al. (2011)が、鉄道と航空機における社会的費用の推計を行った研究結果において、環境効率性を考慮する際に必ずしも LCA に関する情報のみを考慮するのではなく、運搬コストや運営企業の経営状況などさまざまな要因を考慮する必要があると主張しているように、消費者の期待価値が過度に高い場合は必ずしも LCA 情報が行動変容に効果的であるとは限らない。

(8) まとめ

本調査の目的は、追加的 LCA 情報の有無や情報の種類が標準製品と環境性能に優れた製品に対する消費者の消費行動に与える影響を明らかにすることであった。標準製品であるガソリン車と環境性能に優れた製品であるハイブリッド車の消費選択行動を比較した結果、追加的 LCA 情報を与えることにより消費者のハイブリッド車の購入選択率が増加し、消費者の消費行動に変化が生じた。これは、追加的 LCA 情報としてエネルギー費用に関する情報を与えた場合と、社会的費用に関する情報を与えた場合の両方にみられた。消費者の購入行動の要因分析の結果からも、これら 2 種類の追加的 LCA 情報は消費者の購入行動に影響を与えており、環境配慮製品であるハイブリッド車の購入選択に貢献している。

一方、標準製品である標準住宅と環境性能に優れた製品であるエコ住宅の消費選択行動を比較した結果、追加的 LCA 情報を与えることにより消費者のエコ住宅車の選択率は減少するという結果が得られた。これは消費者が抱く購入の期待指数がハイブリッド車に比べエコ住宅の方が高く、追加的 LCA 情報が与えられたことにより、実際の環境への効果が消費者の抱く期待価値を下回ってしまうために起こった可能性が示唆できる。一方、自動車の場合においては消費者がハイブリッド車に抱く期待価値よりも LCA 情報として与えられた実

際の環境への効果が大きいために、LCA 情報を流すことにより人々のハイブリッド車の購入選択に影響をあたることができたと考えられる。また選択型実験の結果から、こうした人々の期待価値に比べて実際の環境への価値が大きい財に対しては追加的な LCA 情報を多く与えることが、人々の環境性能に優れた財の購入を増加させる要因となることが示された。

これらの分析結果より、追加的 LCA 情報は自動車の購入行動に影響を与えるが、消費者の抱く期待価値が高い製品においては追加的 LCA 情報を与えることが必ずしもその製品の普及に有効ではないという結果が得られた。

参考文献

- Araña, J. E., León, C.J., 2009. The Role of Environmental Management in Consumers Preferences for Corporate Social Responsibility,” *Environmental and Resource Economics*, 44, 495-506.
- Coad, A., de Hean, P., Woessdorfer, J. S., 2009. Consumer support for environmental policies: An application to purchases of green cars,” *Ecological Economics*, 68, 2078-2086.
- Fukuyama, H., Yoshida, Y., S. Managi, S., 2011. Modal Choice between Air and Rail: A Social Efficiency Benchmarking Analysis that considers CO₂ Emissions, *Environmental Economics and Policy Studies*, 13: 89-102.
- McFadden, D., 1974. Conditional logit analysis of qualitative choice behavior, in P. Zarembka (ed.), *Frontiers in Econometrics*, Academic Press. 105-142.
- OECD Indicators. 2008. Education at a Glance 2008.
- Pearce, D., 1998. Cost-benefit analysis and environmental policy, *Oxford Review of Economic Policy*, 14: 84-100.
- Sugden, R., 2005. Coping with preference anomalies in cost-benefit analysis: A market simulation approach,” *Environmental and Resource Economics*, 32: 129-160.
- Wiser, R. H., 2007. Using Contingent Valuation to Explore Willingness to Pay for Renewable Energy: A Comparison of Collective and Voluntary Payment Vehicles, *Ecological Economics* 62: 419-432.
- 大野栄治（2000）『環境経済評価の実務』勁草書房。
- 国土交通省住宅局住宅政策課監修（2010）『住宅経済データ集』。
- 社団法人日本自動車工業会（2008）「2007年度乗用車市場動向調査」。
- 柘植隆宏・栗山浩一・三谷洋平（編著）（2011）『環境評価の最新テクニック』勁草書房。
- 吉岡嵩仁（編）（2009）『環境意識調査法 環境シナリオと人びとの選好』勁草書房。

3.2.3 アンケート調査から分かる持続可能な節電行動の構築

(1) 背景と目的

2011年3月11日の東日本大震災により、東京電力及び東北電力管内の電力供給力は大幅に減少し、これによって生じた大きな需給ギャップに対処するため、計画停電が実施された。国民・産業界の節電への取組みの結果、需給バランスは改善し、懸念された大規模停電は回避され、4月8日には、計画停電は「実施が原則」から「不実施が原則」の状態へ移行した。しかしながら、両電力会社管内の電力供給量は依然として東日本大震災前の水準に回復しておらず、需給両面での抜本的な対策を講じなければ、計画停電の「不実施が原則」の状態を維持することは難しい。昨年夏の計画停電では、国民生活に加えて、国の活力の源である産業活動が、電力利用制限により生産調整や設備稼働時間の変更などを余儀なくされた。原子力発電所の早期での稼働再開が見込めず、今後も続くことが予想される厳しい電力需給状況を乗り切るためには、引き続き大口需要家、小口需要家、家庭といった国民各層及び関係事業者の理解と協力を得ることが不可欠である。特に、自発的な節電努力が期待される家庭や小口需要家がいかに能動的に節電行動に取り組むかが需給問題を解決するために重要である。

しかし、人々に苦痛の伴う節電を継続的に強いることは難しい²¹。今夏の電力需給対策により、人々はこれまで当たり前だった生活が、当たり前では無いことを知り、非日常を経験した。この非日常をいかに快適に過ごしてもらえるかが、節電行動を継続させるために重要である。例えば、駅構内や街中での照明の間引きは、過剰な照明が抑えられており快適であるといった意見が聞かれる。この節電を心地よいと感じるのは、どのような人々なのか、彼らは普段何を考え、何をかっこよいと思うのだろうか？また、心地よいと感じない人々はどのようにしてこの節電を不快に感じるのだろうか？重要な点は、いかに人々に対してストレスを与えることなく、節電活動を普及させるかであり、そのためには人々の選好や特徴を考慮したオーダーメイド的な節電啓発を考える必要がある。以上を踏まえ、本研究では生活者に対する持続可能な節電行動の普及を目的とし、より効果的な節電啓発活動を提示するためにソーシャルマーケティング²²の手法の適用を試みる。

²¹ パナソニック電工株式会社の調査によれば、東日本大震災以降の電力不足の長期化が予想される中、全国の20代から50代の男女600人に、電気への関心と節電意識に関するアンケート調査を実施したところ、電力不足の長期化に関しては7割以上の方が不安を感じており、「自分の家庭でも節電に協力したい」と思っている人が約9割もいた。しかし「過度に節電を強いられるのはストレスに感じる」と答えた人も過半数を超えていた。

²² ソーシャルマーケティングとは、理念・行動指針などの考え方を社会に浸透させ、ターゲットの行動をより望ましい方向に牽引するための手法である。人間の考え方や生活スタイルを変えるのは、容易ではない。人間の心理や行動は、複雑かつ不安定であるため、その理解には長時間の対話や深い洞察が必要になる。しかしソ

本研究は人々の異なる行動心理を定量的に解析し、ソーシャルマーケティングの手法を適用することで、多様な特性を有している人々に対して、その選好を考慮した節電啓発を提示することを目的とする。より効果的なメッセージを策定するために、環境意識と節電行動の強さによって回答者をクラスタ別に類型化し、さらに各クラスタが節電行動にいたる影響要因を、ライフスタイルを含めて特定することで、持続可能な節電行動のための訴求方法を得ることが可能である。

本研究は以下のような流れで構成されている。第2章では、環境マーケティングやエネルギー削減に関する先行研究を整理する。第3章では、アンケート調査から得られたデータの詳細、回答者のライフスタイルに関する因子を抽出し、回答者をクラスタ分析により環境意識と節電行動の強さの違いにより類型化、各クラスタの特徴を明らかにするための多項ロジット分析モデルを提示する。第4章では、結果および考察として各クラスタの特徴を明らかにする。第5章は、結論として前章の結果より各クラスタに合った節電行動の訴求方法を提示する。

(2) 先行研究の整理

低環境負荷の生活を促進する為、これまでに人々に対し検討・実施されてきた環境コミュニケーションの内容には、社会的便益を強調し、利他主義的な考え方に訴求する内容が多いが、効果が低く、短期的な効果に留まっている例が多い。これに対して西尾他（2000）はエコロジー行動実践度を規定する要因として、やりがい感や健康・安全性などのベネフィット評価の有意性を述べている。また、実際の行動に対して持続的な効果をもたらすためには、その行動を実践することを個人的便益に帰着させ、満足感やポジティブな動機を抱かせる必要性が指摘されている。また、Young（2000）は、みかけは利他主義的動機からくる行動のようであるが、環境配慮行動を規定している原因には、自己啓発や名声であったり、タスクを完了できることへの喜びであったりするなど、利己的理由が含まれると結論付けている。さらに、Allcott(2010)は、政府が価格誘導せずに効果的にエネルギー削減できている事例が実際にアメリカであり、環境政策において今後は価格誘導ではなく行動介入していくべき可能性を示唆している。これらの研究では、環境配慮行動全般を促進するための、全般的な環境コミュニケーションに関するものであり、訴求対象に関して総花的である。よって、環境配慮行動を節電行動に特化し、生活者を特性に合わせて適切にセグメント化し、明確なターゲットに沿った訴求方法が必要であると考えられる。

また、「消費者が求める環境配慮商品とは何か」、「どのような情報が求められているのか」、「効果的な情報提供や販売の方法はなにか」といった環境配慮商品のマーケティング調査手法を検討するために、アンケート調査を実施し、

ソーシャルマーケティングの研究分野で培われてきた行動科学の理論・モデルを用いることで、より具体的かつ効果的に、人々の行動を促すようなメッセージを送ることができる。

回答者をセグメント化して分析・考察するなど、これまで環境配慮商品に対する消費者意識について研究が多くなされてきた。しかし、これらはいずれも「環境意識」を含む意識のみに着目した分類であったことから、「環境意識」と「環境行動」との間に乖離がある場合には、「環境行動」に関して十分に考慮できているとは言えない。このため、環境分野のマーケティングの際には、「環境意識」だけでなく「環境行動」に着目し、意識と行動の違いを明らかにしたうえで分析を行う必要がある。性別や年代別などの一般属性による分類では、意識と行動の関係性を把握することは難しい。そこで本研究では、「環境意識」と「節電行動」の2つの視点から回答者を分類する「環境セグメント」手法を適用することで、回答者の特性のさらなる明確化や、ターゲットに合わせた節電行動の訴求ポイントの把握を試みる。

さらに、多様化、個性化する生活者の特性を十分に把握し、それに基づくマーケティングを行うことが、それぞれの個性に適した効果的なメッセージを送るために必要である。生活者の環境行動は、性別や年代といった基本属性だけで決まるものではなく、人生観や価値観などにもとづくライフスタイルに大きく影響される。宮原他(2009)は、人々の価値観や考え方、行動にもとづくライフスタイルの傾向について因子分析を適用し、クラスタ分析による生活者のセグメンテーションを行うことで、セグメントの特徴や差異を把握し、比較・分析することにより、セグメントごとに商品やサービスに求める環境配慮度合いや環境活動等に対するイメージ、関わり方が異なることを明らかにしている。従って、節電行動の行動変容に生活者のライフスタイルがどのように影響しているかの傾向を分析することは、人々の選好の違いに対応した効果的なメッセージを送るために、必要不可欠であると考えられる。

(3) データと分析モデル

(3.1) データ

節電行動の国民向け普及啓発の難しさは、全てのグループに有効なメッセージがないことにあるが、人々の行動を心理別に分類することにより、ターゲットのココロをつかむメッセージやコンセプトの作成が可能となる。また人々の深層心理は年々多様化・複雑化してきており、すべてを網羅することは難しい。本研究の目標は、人々が過度なストレスを受けることのない節電行動の普及促進に向けた、節電啓蒙の構築である。こうした点をふまえ、アンケート調査では環境意識と節電行動の強さによる人々のライフスタイル特性に焦点を絞り、得られた回答を用いることで節電行動にいたる行動変容にはどのような特性があるのかを解析する。その後、得られた人々の特性を持続可能な節電行動への訴求方法に向けた環境施策へと反映させる。

本アンケート調査では、最初の設問で屋外と屋内で明暗の好みに違いがあるかを調査し（以下、「明暗選好の設問」と呼ぶ）、仙台駅周辺と一般家庭のリビングの2つの場面での明暗写真を提示し、より好ましい写真を回答者に選ばせた。（図86）次にライフスタイルに関する設問を26項目（表127）についてそれぞれ

4段階の尺度で評価を行った。評価項目については「社会調査ハンドブック」(飽戸弘,1987)を参考に、ライフスタイルについての設問を抽出した。(一部項目は独自で作成。)

表 127 ライフスタイルに関する 26 項目

	設問内容	項目名
1	遊びでも仕事でも、やりだすととことん熱中して、ある程度ものにする方だ	何事も熱中する
2	すこし無理だと思われる位の目標を立てて頑張る方だ	頑張り屋
3	何事もあまりガツガツやるのは嫌いで、気ままにのんびりやる主義だ	のんびり屋
4	リーダーになって苦勞するよりは、呑気に人に従っている方が気楽でよい	反主流
5	他人の面倒をみるのが好きで、他人から頼られる方だ	面倒見がよい
6	小さい頃から、リーダーになるのが好きな方だ	リーダー気質
7	洋服などを買う場合、割と目立つものを買うほうだ	目立ちたがり
8	自分の服装に流行を取り入れることが楽しい	流行好き
9	流行についての雑誌記事や話に関心がある	流行に興味がある
10	友達が何か変わった物をもっているとすぐにほしくなる方だ	友達のマネをしたい
11	何でもよく考えてみないと気が済まない	熟慮的
12	何かを決めるとき、時間をかけて慎重に考える	慎重
13	みんなと同じようなものを着ていないと何となく不安になるほうだ	同調主義
14	レストランでは今まで食べたことのなかったものを注文する	新しいものに挑戦する
15	何かしようとする時、それをすると他の人たちがどう思うかということについて考える	他人志向
16	自分の考えが回りの人たちと違くとやはり自分の方がおかしいのかと思う	内部志向
17	お笑いの番組やギャグ漫画が好き	お笑い好き
18	もっと人を笑わせたいと思う	人を笑わせたい
19	洋服などを買う場合一般的でありあまり抵抗のなさそうなものを買うほうだ	一般的
20	洋服についてどのようにすれば、時間、エネルギーまたは金銭を節約できるかを知りたい	低価格重視
21	洋服のデザインよりはそれを着たときの動きやすさを重視するほうだ	性能重視

22	無理をして貯蓄するよりも、生活を豊かにするために消費生活にお金をまわした方がよい	消費家
23	無駄遣いはやめ、少々の無理をしても節約し、自分の財産を作るべきだ	節約家
24	社会には変化すべきことが多いが、変化は少しずつ徐々に気長にやるべきだ	保守主義
25	古い物を長い間ずっと受け継ぎ、できるだけ残そうとする方だ	古い物を大切に する
26	できるだけ新しいものを取り入れてどんどん変化していく方だ	革新的
*各項目ごとに5段階評価		

以下の写真は仙台駅の写真です。あなたはどちらが好きですか。自分の感覚でお答えください。



以下の写真は一般家庭のリビングルームの写真です。あなたはどちらの部屋が好きですか。自分の感覚でお答えください。



図86 明暗選好の設問

本アンケート調査は、2011年8月5日から8月9日にかけて、オンラインアンケートによって行った。調査依頼数33,000に対して、回収した有効サンプル数は5,052であり、有効回答率は15.31%である。回収したアンケート調査サンプルの回収数及び男女年齢構成を表114に示す。

表 127 回答サンプル数

回収サンプル数(人)

年代	男性	女性	合計
20代	421	465	886
30代	540	532	1,072
40代	487	458	945
50代	519	526	1,045
60代	601	503	1,104
合計	2,568	2,484	5,052

(3.2) 分析モデル

本調査では、クラスタ分析を適用することで回答者のセグメント化を実施した。また、ライフスタイルに関する28の設問は、因子分析を用いることで8つの因子に集約させた。これらの結果を多項ロジット分析に適用し、各クラスタに属する人々の特徴や差異を把握するとともに節電行動にいたる行動変容の影響要因を特定する。

まず、環境意識と節電行動の違いによって回答者にどのような特徴の差異があるのかを解析するために、環境意識と節電行動に関する設問に基づいてそれぞれクラスタ分析を行い、回答者を同じような嗜好を持つグループにセグメント化した。環境意識に関する設問は「環境問題に関心がある」、「環境に配慮した生活はカッコイイ・おしゃれだと思う」、「環境に配慮することにより、多少生活が不便になってもかまわない」の3項目である。また、今回の節電行動に関する設問は「日頃から電化製品を使わないときはコンセントを抜き、主電源を切るようにしている」、「日頃から照明やテレビはつけっぱなしにしないようにしている」、「照明やテレビがエコ商品ならつけっぱなしにしてもよいと思う」の3項目に対して「はい」、「いいえ」の2択で回答を得た。「はい」を1、「いいえ」を0として、環境意識に関する設問と節電行動に関する設問のそれぞれに対して、Ward法を用いた階層的クラスタ分析を行い、2つのクラスタを得た。各クラスタの特徴を吟味した結果、環境意識の強さを反映したクラスタと、節電行動の強さを反映したクラスタに分類することが出来た。クラスタ分析の結果より、環境意識があり節電行動も行うグループ(S1)、環境意識はあるが節電行動を行わないグループ(S2)、環境意識はないが節電行動を行うグループ(S3)、環境意識もなく節電行動も行わないグループ(S4)の4つの類型化をした。各クラスタの大きさと平均値をを表129に記す。

表 129 各クラスターの割合

クラスター名	回答者数	割合%	性別		平均値	
			男性	女性	環境意識	節電行動
S 1	1,881	37.23	749	1,132	0.88	1
S 2	1,242	24.58	732	510	0.88	0.57
S 3	793	15.7	366	427	0.32	1
S 4	1,136	22.49	721	415	0.32	0.57
全体	5,052	100	2,568	2,484		

次に、ライフスタイルに関する設問26項目に対して因子分析（主成分分析、プロマックス回転）を行い、得られる固有値の大きさを吟味することで、8つの因子を抽出した。因子パターンと因子間相関を表130に示す。

第一因子PA1は6項目で構成されており、何事に対しても熱中し頑張り屋でありリーダー的存在であることから「積極的」因子と命名した。第二因子PA2は4項目で構成されており、目立ちたがり屋で社会の流行に敏感であることから「流行に関心がある」因子と命名した。同様に、第三因子PA3は2項目で構成されており「慎重」因子、第四因子PA4は3項目で構成されており「他人志向」因子、第五因子PA5は2項目で構成されており「ユーモアがある」因子、第六因子PA6は3項目で構成されており「機能性重視」因子、第七因子PA7は2項目で構成されており「消費」因子、第八因子PA8は3項目で構成されており「持続性重視」因子とそれぞれ命名した。これら8因子に対する各個人の大きさを数値で表した因子得点を多項ロジット分析の説明変数として用いることにする。

表 130 ライフスタイル尺度の因子分析結果（Promax 回転後の因子パターン）

	PA1	PA2	PA3	PA4	PA5	PA6	PA7	PA8	独自性
何事も熱中する	0.35	0.10	0.25	-0.21	0.05	0.29	0.03	-0.07	0.51
頑張り屋	0.55	0.11	0.13	-0.11	-0.04	0.29	-0.09	-0.07	0.43
のんびり屋	-0.70	0.09	0.00	-0.09	0.14	0.13	0.21	0.13	0.45
反主流	-0.79	0.16	0.02	0.03	0.00	0.19	0.01	0.02	0.38
面倒見がよい	0.68	0.06	-0.06	0.04	0.14	0.14	0.13	0.20	0.42
リーダー気質	0.77	0.09	-0.12	0.09	0.02	0.05	0.10	0.12	0.38
目立ちたがり	0.04	0.77	-0.01	-0.13	-0.05	-0.26	0.04	0.07	0.43
流行好き	-0.03	0.84	-0.07	0.09	-0.04	-0.07	-0.06	0.01	0.35
流行に興味がある	-0.03	0.81	-0.01	0.11	-0.02	-0.09	-0.05	0.02	0.37
友達のマネをしたい	0.03	0.45	-0.03	0.36	0.08	-0.08	0.10	-0.14	0.58
熟慮的	0.02	-0.05	0.87	0.08	-0.06	0.01	0.05	0.01	0.27

慎重	-0.11	-0.06	0.85	0.06	-0.02	0.00	-0.04	0.06	0.28
同調主義	0.05	0.13	-0.21	0.69	-0.13	0.25	0.04	-0.01	0.44
他人志向	0.08	0.03	0.35	0.64	0.12	-0.10	0.02	0.05	0.42
内部志向	-0.06	0.05	0.22	0.66	0.01	0.01	0.02	-0.02	0.49
お笑い好き	-0.12	-0.07	-0.04	0.00	0.87	-0.05	-0.05	-0.07	0.29
人を笑わせたい	0.16	-0.02	-0.05	-0.01	0.81	-0.03	-0.02	0.03	0.33
一般的	-0.04	-0.43	-0.09	0.41	0.04	0.57	-0.07	0.01	0.42
低価格重視	-0.03	0.17	-0.02	0.20	-0.03	0.50	-0.16	-0.02	0.63
性能重視	0.05	-0.36	0.01	0.01	-0.08	0.70	0.10	0.01	0.50
消費家	-0.03	0.06	0.03	0.04	-0.04	0.14	0.87	0.00	0.23
節約家	-0.05	0.16	0.03	-0.02	0.04	0.25	-0.77	0.08	0.29
保守主義	-0.17	0.11	0.02	-0.07	0.03	0.27	0.03	0.55	0.52
古い物を大切に する	0.15	0.07	0.08	-0.02	-0.01	0.01	-0.03	0.82	0.34
革新的	0.00	0.24	0.06	-0.11	0.08	0.34	0.08	-0.62	0.36

最後に、節電行動と環境意識の強さによってセグメント化した4つのクラスター（S1~S4）に属する回答者の特徴を明らかにするため多項ロジット分析を用いる。各クラスターを被説明変数とし、個人属性、明暗選好、ライフスタイル、信頼している情報源を尋ねる設問の回答結果を説明変数として利用する。これらの結果から、各クラスターの特徴を形成する要因を分析することで、人々が節電行動にいたる影響要因は何かを考察する。本稿では回答者 i がクラスター r に所属する確率 π_{1i} を、(1), (2)式の多項ロジットモデルによって定式化した。

$$\pi_{1i} = \frac{1}{1 + \sum_{r=2}^4 \exp(\alpha_r + x_i \beta_r)} \quad (1)$$

$$\pi_{ci} = \frac{\exp(\alpha_c + x_i \beta_c)}{1 + \sum_{r=2}^4 \exp(\alpha_r + x_i \beta_r)} \quad (2)$$

c=2,3,4

ここで回答者 i に関する説明変数ベクトル x_i は、以下の要素を含む。

DFEM：性別ダミー（女性=1, 男性=0）

AGE：年齢

DJB1~DJB8：職業ダミー（DJB1から順に経営者、公務員、会社員、アルバイト・パート、自営業、専業主婦、学生、定年退職者とする）（各職業を選択=1, それ以外を選択=0）

DSCL：学歴ダミー（大学卒=1, それ以外=0）

FINC：世帯年収（単位：万円）

DLT1～DLT3：明暗選好ダミー（「明暗選好の設問」において順にDLT1「屋外と屋内の写真に両方明るいを選択」、DLT2「屋外は明るい屋内は暗いを選択」、DLT3「屋外は暗い屋内は明るいを選択」）（各明暗を選択＝1，それ以外を選択＝0）

FAT1～FAT8：前章で定義したライフスタイル尺度（PA1～PA8）の因子得点

DRE1～DRE6：情報源ダミー（DRE1から順に日本政府、電力会社、テレビ、新聞、国際機関、第三者機関）（各情報源を選択＝1，それ以外を選択＝0）

このとき、n人の回答者に対する対数尤度関数は式(3)のように定義できる。

$$\ln L(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \beta_1, \beta_2, \beta_3 | x_1, \dots, x_n) = \sum_{i=1}^n \sum_{c=1}^4 d_{ic} \ln \pi_{ic} \quad (3)$$

ただし $d_{ic} = \begin{cases} 1 & \text{回答者 } i \text{ がクラス } c \text{ に含まれる場合} \\ 0 & \text{それ以外} \end{cases}$

この式に対し、説明変数のすべてについて回答が得られた5,052サンプルのデータを用いて最尤法推定を行い、(1), (2)式のパラメータ $(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \beta_1, \beta_2, \beta_3)$ を推定した (Green, 2008)。

次に、各説明変数の変化によって、回答者が各クラスに所属する確率がどれくらい変わるかを検討するために、Green (2008) に従い、説明変数のサンプル平均 \bar{x} で評価した次式の限界確率効果を推定した。ただし、 $\pi_c(\bar{x})$ は(1)式に説明変数のサンプル平均 \bar{x} を代入して予測された回答者がクラス c に所属する確率、 β_{kc} は(1)式クラス c に関するパラメータベクトル β_c の第 k 要素を表す。

$$\frac{2\pi_c(\bar{x})}{2x_k} | x = \bar{x} = \pi_c(\bar{x}) \left\{ \beta_{kc} - \sum_{s=2}^4 \beta_{ks} \pi_s(\bar{x}) \right\} \quad (4)$$

(4) 結果と考察

多項ロジットモデル(1)式の推計結果を掲げた表131は、“環境意識も低く節電行動も低い” (S4) に属する回答者を基準として (ベースカテゴリ)、説明変数の変化に応じてS4から他のセグメントに移る確率を分析した結果である。分析結果より、女性(DFEM)は男性に比べ“環境意識もなく節電行動も行わない人 (S4)”から“環境意識があり節電行動も行う人(S1)”、または“環境意識はないが節電行動を行う人(S3)”に移る確率が高く、年齢(AGE)が高いほどS4からS1または“環境意識はあるが節電行動も行わない人(S2)”に移る確率が高い。また、職業(DJB)に関しては、アルバイト(DJB4)と専業主婦(DJB6)はS4からS1、S2に移る確率が大きく、学生(DJB7)はS2に移る確率が特に大きい。学歴は高いほどS1に移る確率が高い。

表 131 多項ロジットモデル(1)式の推定結果

被説明変数： π_c									
	C=1			C=2			C=3		
	係数		p 値	係数		p 値	係数		p 値
DFEM	0.98	***	0.00	0.18		0.16	0.73	***	0.00
AGE	0.04	***	0.00	0.04	***	0.00	-0.01		0.30
DJB1	-0.79	*	0.06	0.47		0.20	-0.47		0.34
DJB2	0.23		0.42	0.52	*	0.06	-0.26		0.44
DJB3	0.23		0.28	0.37	*	0.10	0.09		0.71
DJB4	0.56	**	0.02	0.51	**	0.05	0.28		0.31
DJB5	-0.08		0.76	0.13		0.62	-0.18		0.53
DJB6	0.49	**	0.04	0.53	**	0.04	0.14		0.59
DJB7	0.49	*	0.10	0.81	***	0.01	0.04		0.91
DJB8	-0.03		0.93	0.23		0.47	-0.04		0.92
DSCL	0.19	**	0.05	0.05		0.62	0.08		0.50
FINC	0.00		0.85	-0.02		0.35	0.01		0.50
DLT1	-1.06	***	0.00	-0.75	***	0.00	0.13		0.49
DLT2	-0.84	***	0.00	-0.56	***	0.00	0.02		0.92
DLT3	-0.41	*	0.03	-0.39	**	0.05	-0.08		0.74
FAT1	0.33	***	0.00	0.25	***	0.00	0.15	***	0.02
FAT2	-0.08		0.13	-0.05		0.40	-0.09		0.18
FAT3	-0.18	***	0.00	-0.11	**	0.04	-0.07		0.23
FAT4	0.10	*	0.05	-0.04		0.51	0.15	***	0.01
FAT5	0.20	***	0.00	0.21	***	0.00	0.01		0.82
FAT6	0.24	***	0.00	0.16	***	0.00	0.07		0.24
FAT7	-0.38	***	0.00	-0.19	***	0.00	-0.28	***	0.00
FAT8	0.31	***	0.00	0.21	***	0.00	0.12	**	0.03
DRE1	0.03		0.93	0.34		0.24	-0.01		0.98
DRE2	-0.63	*	0.09	-0.02		0.95	0.00		1.00
DRE3	-0.38	**	0.02	-0.27		0.12	-0.17		0.34
DRE4	0.09		0.57	0.20		0.23	0.02		0.90
DRE5	0.13		0.41	-0.02		0.93	0.01		0.97
DRE6	0.27		0.11	0.12		0.51	0.13		0.51

注 1) *, **, ***はそれぞれ 10%, 5%, 1%有意水準を示す。

注 2) SA 4 を基準セグメントとして推定した。

明暗選好(DLT)は「屋外と屋内の写真に両方明るいを選択」(DLT1)、または「屋外は明るい屋内は暗いを選択」(DLT2)ほどS1、S2からS4に移る確率が高いことが明らかとなった。最後に、ライフスタイル尺度(FAT)に関しては「積極的

(FAT1)」、または「持続的志向(FAT8)」が強いほどS4からS1,S2,S3に移る確率が高く、「慎重(FAT3)」や「消費家(FAT7)」志向が強いほどS1,S2からS4に移る確率が高い。「ユーモアがある(FAT5)」「機能性重視(FAT6)」志向が強いほどS4からS1,S2に移る確率が高い。「他人志向(FAT4)」が強いほどS4からS3に移る確率が高い。

表132は限界確率効果の推計結果である。分析結果より、環境意識の有無に関しては男女の差はみられず、環境意識があるにもかかわらず、節電行動をしない人(S2)は有意に低く、反対に環境意識がないにもかかわらず、節電行動をする人(S3)は有意に高い。以上から男性よりも女性の方が節電行動に積極的であると言える。一方で、年齢が高ければ高いほど環境意識が高いという結果になった。また、職業に関しては経営者(DJB1)である可能性がS1では低くS2では高いことから、環境意識が高くても会社経営においては業務環境の快適さが重要視され、節電行動に至ることが難しいことを示唆している。また、S3において公務員(DJB2)、学生(DJB8)である確率が低いことから、行政や学校教育において環境問題の重要性が深く浸透していることが伺える。さらに、S4においてアルバイト・パート(DJB4)、専業主婦(DJB6)、学生(DJB7)である確率が低いことから、これらの層には環境意識と節電行動がある程度浸透しており、環境意識が高い家庭環境があることの可能性が指摘できる。学歴に関しては大学卒(DSCL)であるほどS1である確率が高く、教育による環境意識と節電行動の強化が期待できることが分かる。最後に、世帯年収(FINC)においては回答者の節電行動にいたる影響要因には確認されなかった。環境意識と節電行動において収入面は無関係であることが分かる。

次に、上記の個人属性よりもライフスタイル尺度の8因子が、節電行動に強く影響していることが分かる。とりわけ、S1とS4に関してはほぼ正反対の特徴を示しており、S1は物事に積極的(FAT1)で日頃から流行に敏感であることから、時代の流れとして環境意識や節電行動をとらえている可能性が高いと言える。また低価格重視(FAT6)やモノを大切にする傾向(FAT8)から節電行動を経済的理由で行っている可能性も考えられる。一方で、S4は消費生活(FAT7)を送っているものの、S1よりも物事を慎重に考える傾向(FAT3)があることから、節電行動の必要性和自分の生活欲を比較した上で消費生活を選択している可能性が考えられる。また、S2は他人志向(FAT4)に対して最も有意に小さくなっており、自分のものさしで物事を決定する可能性が高いことが考えられる。反対に、S3は他人志向(FAT4)が有意に大きくなっており、環境意識が低いにもかかわらず、節電行動をしているのは自発的ではなく周囲の人々がやっているからという理由が示唆される。

表 132 各セグメント所属の限界確率効果

説明変数	セグメント											
	S1		S2		S3		S4					
	係数	p 値	係数	p 値	係数	p 値	係数	p 値	係数	p 値		
DFEM*	0.167	***	0.00	-0.094	***	0.00	0.030	***	0.04	-0.103	***	0.00
AGE	0.005	***	0.00	0.005	***	0.00	-0.005	***	0.00	-0.005	***	0.00
DJB1*	-0.189	***	0.00	0.212	***	0.00	-0.047		0.29	0.024		0.67
DJB2*	0.003		0.95	0.095	*	0.07	-0.060	**	0.03	-0.038		0.24
DJB3*	0.010		0.80	0.045		0.21	-0.017		0.51	-0.038		0.16
DJB4*	0.060		0.18	0.029		0.50	-0.020		0.47	-0.069	***	0.01
DJB5*	-0.021		0.64	0.041		0.35	-0.024		0.42	0.004		0.92
DJB6*	0.051		0.25	0.045		0.28	-0.032		0.22	-0.064	**	0.02
DJB7*	0.015		0.81	0.111	*	0.07	-0.054	**	0.05	-0.073	**	0.01
DJB8*	-0.030		0.58	0.053		0.31	-0.014		0.75	-0.010		0.82
DSCL*	0.036	**	0.04	-0.013		0.41	-0.003		0.79	-0.020		0.16
FINC	0.000		0.95	-0.004		0.20	0.003		0.21	0.001		0.75
DLT1*	-0.179	***	0.00	-0.050	**	0.02	0.115	***	0.00	0.114	***	0.00
DLT2*	-0.139	***	0.00	-0.030		0.18	0.077	***	0.00	0.093	***	0.00
DLT3*	-0.054	*	0.06	-0.033		0.21	0.030		0.28	0.056	*	0.07
FAT1	0.044	***	0.00	0.008		0.31	-0.010		0.11	-0.042	***	0.00
FAT2	-0.009		0.32	0.003		0.76	-0.004		0.53	0.011		0.14
FAT3	-0.027	***	0.00	0.000		0.96	0.006		0.31	0.021	***	0.00
FAT4	0.018	*	0.05	-0.023	***	0.00	0.016	**	0.01	-0.010		0.15
FAT5	0.026	***	0.01	0.019	**	0.02	-0.019	***	0.00	-0.026	***	0.00
FAT6	0.036	***	0.00	0.005		0.53	-0.012	**	0.04	-0.028	***	0.00
FAT7	-0.054	***	0.00	0.013	*	0.09	-0.006		0.34	0.046	***	0.00
FAT8	0.044	***	0.00	0.004		0.61	-0.011	*	0.08	-0.038	***	0.00
DRE1*	-0.031		0.53	0.070		0.15	-0.018		0.60	-0.021		0.58
DRE2*	-0.133	**	0.03	0.054		0.38	0.035		0.48	0.044		0.39
DRE3*	-0.053	*	0.06	-0.008		0.77	0.010		0.61	0.050	**	0.04
DRE4*	-0.001		0.97	0.030		0.25	-0.011		0.58	-0.018		0.40
DRE5*	0.033		0.25	-0.017		0.50	-0.006		0.75	-0.009		0.67
DRE6*	0.045		0.13	-0.011		0.68	-0.004		0.83	-0.030		0.18

注 1) *, **, ***はそれぞれ 10%, 5%, 1%有意水準を示す。

注 2) *印を付した説明変数は 1 か 0 の値しかとらないため、当該変数の値が 0 から 1 に変化したときの各セグメント所属確率の変化を掲げた

さらに、明暗選択の設問(DLT)に関しては、屋内外とともに明るい方を好む人の方が環境意識が低い結果が得られた。この設問はアンケート調査の第1問目でバイアスがかからない状態であることから、明るさの好みは生活者にとって無意識の領域で潜在的に環境意識と関係していることが考えられる。最後に、信頼する情報源(DRE)に関してはS1は電力会社(DRE2)とテレビ(DRE3)が有意に小さく、S4はテレビ(DRE3)が有意に大きいことが分かった。

以上の結果から、節電行動の普及啓発のため、ターゲットを定めた具体的な訴求方法の開発への考察を述べる。各ターゲットすべてに個別メッセージ・最適アプローチを取るのは、限られた資源の中では非現実的である。そのため、ターゲットの選択と集中が必要である²³。今回は節電行動を普及させるための訴求方法であるため、環境意識はあるが節電行動をしない人(S2)と環境意識もなく節電行動もしない人(S4)に対しての有効なメッセージを提案する。

(5) 結論

本研究では、回答者の環境意識と節電行動の違いを考慮した上で、節電行動への影響要因を定量的に分析を行った。多項ロジット分析によって人々の節電行動に至る影響要因を属性だけでなく、ライフスタイルを含めて定量的に特定した結果、以下のような知見を得た。

環境意識があり節電行動も行う人(S1)は、屋内外において暗い方を好み、世の中の事柄に敏感で、何事も自発的に積極的に取り組む傾向にあることが明らかとなった。主な属性は高年層の女性でありパート、専業主婦が多く、学歴も高い傾向がある。

次に、環境意識はあるが節電行動を行わない人(S2)は、屋内外において暗い方を好む傾向があり、ユーモアを大切にし、人と同じことをすることに対して抵抗を持つ傾向にあることが明らかとなった。主な属性は高年層の男性であり、経営者、公務員、学生が多い。こうした人々に対して、節電行動を促すためには、環境意識はあることから、実際に行動を起こすきっかけが「楽しい」「面白い」という感情的なメッセージや仕組みが効果的である。例えば、環境行動全般の促進を目的にしたものに、コクヨ株式会社のオフィスで導入されている「エコピヨ」というシステムがある。これは社員のエコ活動をポイント化してみんなで楽しく取り組む、エコ促進システムである。

また、環境意識はないが節電行動を行う人(S3)は、屋内外を問わず、明るい方を好む傾向にあり、機能性よりデザイン性を重視する傾向が強い。さらに、他人志向が強いため、多くの人々がやっているからという理由で自分の行動を決定する傾向があり、主な属性は若年層の女性である。

最後に環境意識もなく節電行動も行わない人(S4)は、屋内外を問わずに明る

²³ 選択されなかった他のターゲットを排除するということではなく、普及啓発の戦略に「メリハリ」をつけ、全国民を同時期に一斉に普及啓発の対象とするのではなく、中・長期的に段階的に各ターゲットにアプローチしていくことを意味し、結果として全国民へアプローチを行うことになる。

い方を好み、何事にも積極性に乏しく、物事において慎重に思考する傾向がある。主な属性は若年層の男性である。情報源はテレビを信頼している。よって、効果的な節電啓発手段はテレビ媒体が最適である。また、慎重に考えた上で行動することから節電行動が「合理的」な理由であるメッセージが効果的である。例えば「夏の節電対策にぜひ30度でも涼しい体感！○●」などである。

本研究の結果から、環境意識と節電行動の強さで類型化し、それぞれに属する人々のライフスタイルの特性を明らかにしたことで、人々の無意識の領域である深層心理に大きな差異が見られることが明らかとなった。これは、人々のライフスタイルが多様化・複雑化する現代において、節電行動の普及を訴求するためには、人々をただ単純な属性だけで把握することは困難であることから、より多面的に生活者を観察し捉える必要がある。従って、持続可能な節電行動について人々の理解の醸成を進めるに際して、人々をひとつのマスとしてみるのではなく、節電行動のメカニズムを把握し、人々を類型化することが重要である。そして人々の心理的特性に焦点を当てたクラスタごとの訴求が効果的である。この研究では各クラスタの節電行動の影響要因を示したが、分析方法が甘く、人々の所属クラスタを観察可能な指標によって簡易に識別する手法、また説明変数同士の相関関係を詳細に示すことでより明確なターゲットを定めた具体的な訴求方法を提示することは今後の課題である。

参考文献

- Allcott1, H., Mullainathan, S., 2010. Behavior and Energy Policy, *Science*, 327, 1204-1205
- Angeliki N. Menegaki, 2012. A social marketing mix for renewable energy in Europe based on consumer stated preference surveys, *Renewable Energy*, 39, 30-39
- Granade, H. C., et al., 2009. Unlocking Energy Efficiency in the U.S. Economy ,McKinsey & Co., New York
- Greene, W. H., 2008. *Econometric Analysis*, 6th edition,Prentice Hall.
- Jaffe, A., Stavins, R., 1994. *Resour. Energy Econ.* 16, 91
- Yagita,Y.and Nishio,C., 2006. The Effects of Environmental Communication on Individual Waste Reduction Behavior, *Priceedings of Tsukuba-Tohoku Joint Workshop*, 280-281
- Young, R. D., 2000. Expanding and Evaluating Motives for Environmentally Responsible Behavior, *Journal of Social Issues*, 56, 609-526
- Werner and Makela 1998. Motivation and behaviors that support recycling, *Journal of Environmental Psychology*, 18, 373-386
- 鮑戸弘(1987)：社会調査ハンドブック,日本経済新聞社
- 朝野照彦(2005)：Baseline-Category Logit Modelの特性と利用法,情報科学研究, No.26,37-54

- 足立浩平(2006)：多変量データ解析法：心理・教育・社会系のための入門,ナカニシヤ出版
- 石黒格(2009)：Stataによる社会調査データの分析,北大路書房
- 経済産業省(2010)：夏季の電力需給対策について
- 経済産業省(2010)：夏季の節電啓発について
- 経済産業省(2010)：今冬の電力需給対策について
- 澤田学, 合崎英男, 佐藤和夫(2010)：牛肉生産における飼料自給率向上の利点に関する消費者評価,帯広畜産大学学術研究報告,31,18-24
- 西尾チヅル, 竹内淑恵(2006)：消費者のエコロジー行動とコミュニケーションの方向性,日経広告研究所報,230,18-24
- 宮原紀壽, 山村桃子, 古木二郎(2009)：ライフスタイルにもとづく消費者のセグメンテーションと環境意識・価値評価に関する調査研究,三菱総合研究所所報, No.51,76-91
- 宮原紀壽, 山村桃子, 古木二郎(2010)：消費者のセグメンテーション手法の確立と環境配慮商品に関する調査研究,三菱総合研究所所報, No.52,44-58
- 宮本定明(2003)：クラスター分析入門,森北出版
- 渡部洋(1988)：心理・教育のための多変量解析法入門, 福村出版

3.2.4 環境にやさしい自動車の購入行動の経済分析

(1) はじめに

代替燃料を用いた自動車は、交通部門からの二酸化炭素排出を削減するだけでなく、自動車産業の活性化という重要な役割を担うことが期待されている。こうした環境にやさしい自動車を普及させるために、さまざまな支援が各国政府によっておこなわれている。アメリカ合衆国では、2009年の復興・再投資法（American Recovery and Reinvestment Act of 2009）が、電気自動車に関する免税額を2500ドルから7500ドルに拡大し、消費者のインセンティブを高めた。イギリスでは、電気自動車の購入者は2000ポンドから5000ポンドの払い戻しを受けることができる。こうしたインセンティブは、他のヨーロッパ諸国でも採用されている。日本でも、2010年現在で66万円から138万円の補助金が電気自動車に対して支給されている。これらの支援もあって、電気自動車や燃料電池車の開発を促進するベンチャー企業が、先進国でも途上国でも多く生まれつつある。伝統的にガソリン車を製造してきた既存の自動車メーカーも、新たなマーケットへの対応を迫られている。

代替燃料自動車に対する需要は、いまだ未熟な段階にある。課題の一つとして挙げられるのが、燃料の補給に関するインフラの整備である。電気自動車のバッテリーを充電する場所も、燃料電池車に水素を補給する場所も、まだ十分な数が存在していない。一方で、こうした課題を解決する試みもある。アメリカ合衆国カリフォルニア州のベンチャー企業ベタープレイスは、使用済バッテリーを充電済みバッテリーと1分で交換するバッテリースタンドの整備を提案している。こうした取り組みに対する政府の支援は重要であると考えられるが、電気自動車の需要拡大にどの程度のインパクトがあるかは不明である。そこで本章では、表明選好アプローチの1つである選択型実験を用いて、インフラの整備が電気自動車の潜在的需要に与える影響を検討する。表明選好アプローチを用いることの利点は、まだ実現していない新たな製品について詳細に記述し、潜在的な消費者に製品やその諸属性を比較考慮させることが可能な点である（Beggs et al. 1981）。

本研究では、ブランドイメージに着目した分析もおこなっている。消費者の製品選択において、ブランドイメージの影響が重要なことは、よく知られている。しかしながら、企業の環境取り組みが、ブランドイメージの形成を通じて、製品選択にどのような影響を具体的に及ぼすかについては、いまだ十分に検討がおこなわれていない。代替燃料自動車は、商品としてまだ普及の初期段階にある。まだ性能が十分に認知されていない製品の選択においては、製品を製造しているメーカーのブランドイメージは、少なからぬ影響を及ぼすものと考えられる。

これまでに、多数の研究が代替燃料自動車に対する潜在的需要や政府支援の役割について検討をしてきた。Ewing and Sarigöllü (1998) は、モントリオールの都市住民を対象とした調査をおこない、政府による経済的インセンティブの

存在が代替燃料自動車の選択に与える影響を検討し、影響はそれほど大きくはないことを明らかにした。Potoglou and Kanaroglou (2007) は、カナダにおける表明選好調査を元に、無料駐車場や専用レーンといった非経済的インセンティブの効果について検討し、これらの手段が選択に影響しないことを明らかにした。Cao et al. (2006) はカリフォルニア州北部における調査に基づいて、近隣住民の特性と自動車選択との間に強い関係があることを明らかにした。結果として、土地利用政策が自動車選択に影響を与える可能性が示唆された。

これまでの研究では、代替燃料自動車の選択において、自動車そのものの属性や、政府による経済的インセンティブの付与が与える影響を検討しているものが多いが、インフラ整備の影響に着目した例は少ない。Potoglou and Kanaroglou (2007) は、燃料の入手可能性が少ないことに対して消費者が負の効用を感じることを明らかにした。インフラを確立することは、代替燃料自動車への買い換えを促進する上で、大きな影響を果たすと考えられる。また、普及を目指すものが電気自動車なのか、燃料電池車なのかによって、必要となるインフラの種類は異なってくる。したがって、各種のインフラを整備することの便益を明らかにし、それらを比較する必要がある。

われわれは、日本においてこうした課題を検討するために、インターネット調査を実施し、表明選好アプローチの1つである選択型実験を用いて、代替燃料自動車に対する支払い意志額を推計した。日本は、代替燃料自動車を大量生産する技術を持ち、多数の競争的な自動車メーカーが存在する。したがって、設定している課題を検討するのに適切な地域であると考えられる。

続く第2節では、調査の方法論およびデータの収集方法について述べる。第3節では、分析に用いるモデルについて説明をおこなう。第4節は結果を示す。第5節は結論である。

(2) サーベイデザイン

(2.1) 自動車の属性とレベル

自動車の選択においては、多数の属性が考慮される。本研究では、9つの属性を取り上げて、分析をおこなう。表133に、本研究で用いる代替燃料自動車の属性とレベルを示す。代替燃料自動車については特に、燃料補給に要する時間、燃料補給ができる場所の多さなど、燃料補給に関する属性が重要な役割を果たす (Ewing and Sarigollu 1998; Potoglou and Kanaroglou 2007)。

燃料の種類については、ガソリン車、ハイブリッド車、燃料電池車、電気自動車の4つを考える。ガソリン車は、回答者が購入を検討する選択肢集合のうち、基準となる選択肢として設定される。

われわれは回答者に、次に購入する予定の自動車のボディタイプを9つ (軽自動車、コンパクトカー/ハッチバック、クーペ、セダン、オープンカー、ワゴン/ボンネットバン、ミニバン/キャブバン、SUV/ピックアップ、(軽)トラック/バス) のうちから2つ挙げてもらい、これら2つのボディタイプを用いて、プロフィールを作成した。

表 133 選択型実験で用いられる属性とレベル

属性		レベル			
燃料タイプ		ガソリン	ハイブリッド	燃料電池	電気
ボディタイプ		Base 1	Base 2		
メーカー	GV HEV/FCV/EV	Base トヨタ	Base ホンダ	日産	三菱
航続走行 (km)	GV HEV FCV EV	800 1,000 300 50	400 100	500 150	600 200
燃料補給・ 充電時間	GV HEV FCV EV	5分 5分 5分 5分(レンタル式)	30分	8時間	
排ガスに含 まれるCO ₂	GV HEV FCV/EV GV/HEV	5% 40% 100% 100%	60%		
燃料ステー ション	FCV EV	10% (レンタル式)	50% 50% (レンタル式)	自宅	自宅+スーパー
車両購入費 用(税込)	GV HEV FCV EV	Base Base +20% Base +40% Base +40%	Base +40% Base +60% Base +60%	Base +60% Base +80% Base +80%	
年間の燃料 代、充電代、 バッテリー代	GV HEV FCV EV	Base Base -10% Base -20% Base -20%	Base -20% Base -50% Base -50%	Base -40% Base -80% Base -80%	

注：GVはガソリン車、HEVはハイブリッド車、FCVは燃料電池車、EVは電気自動車を表す。Base 1、Base 2、Baseは回答によって異なる。

同じように、次に購入する予定の自動車メーカーについても、外国のメーカーも含む30社のリストから尋ね、これをガソリン車のプロフィール作成に用いた。ハイブリッド車、燃料電池車、電気自動車のプロフィール作成に用いるメーカーについては、現実的可能性を考慮し、トヨタ、ホンダ、日産、三菱の4社に限定した。

航続距離についてはガソリン車に800km、ハイブリッド車に300km、400km、500km、600km、電気自動車に50km、100km、150km、200kmを設定した。また燃料補給・充電時間については、電気自動車以外は5分とした。電気自動車は他の自動車に比べて長い時間がかかるが、バッテリー交換ステーションが整備されれば、時間は他の自動車と同程度になる。カリフォルニアのベンチャー企業であるベタープレイス社は、80秒以内で使用済電池を充電済み電池と交換するステーションを提案している。

代替燃料自動車を運転することで、二酸化炭素の排出を削減できる。ハイブリッド車以外のいずれの自動車についても、使用する燃料によって削減できる二酸化炭素の量は固定されている。

燃料の入手可能性は、燃料を補給できる（あるいは充電をできる）場所によって表現した。電気自動車については、バッテリー交換ステーションを整備するシナリオでは現在のガソリンスタンド数を 100%として 10%あるいは 50%が設定されている。バッテリー購入を前提としたシナリオでは、「自宅」あるいは「自宅＋スーパー」という 2 種類の充電可能場所の設定がおこなわれている。

車両購入価格は、回答者が次に自動車を購入する機会に、どの程度の予算を想定しているかに基づいて設定される。回答者が答えた予算をベースとして、代替燃料自動車の価格を 20%から 80%まで上乘せした価格で表示した。

回答者の現在の月あたり給油回数に、給油 1 回あたり支出を乗じて、さらに 12 倍したものを、ガソリン車の年間燃料代とした。代替燃料自動車については、ここから 10%から 80%までの比率で小さくした数値を示した。燃料の種類、燃料補給時間、燃料ステーションについては、属性間で相関があることに注意されたい。

プロフィールに表示されていないその他すべての属性については、3つの自動車間でまったく同じものと考えよう、回答者に依頼した。回答中に属性に関する情報が必要なときは、リンクをクリックすることで内容を確認できる。

(2.2) 選択肢のデザイン

図 87 に、選択肢集合の一例を示す。自動車 1（ガソリン車）のプロファイルは、次に回答者が購入する自動車に関する質問に基づいて、設定されている。このプロファイルは、各回答者にとって基準となる選択肢であり、常に固定されている。

本研究では、10 属性 4 水準の直交表を用いて、代替燃料自動車に関するプロフィールを作成した。次に、直交性を維持しながら、燃料補給時間や燃料入手可能性に関するシナリオと矛盾しないよう電気自動車のプロフィールを修正した。バッテリー交換シナリオでは、燃料補給時間は 5 分になり、燃料の入手可能性は現在のガソリンスタンド数を 100%とした比率で表示される。バッテリー充電シナリオでは、「自宅」あるいは「自宅とスーパー」で充電する必要がある。

各代替燃料自動車について 64 のプロフィールを作成した。したがって、全体のプロフィール数は 192 である。ここから 128 のプロフィールをランダムに選び、ガソリン車の固定プロフィールと組み合わせ、選択肢集合を作った。回答者 1 人につき 8 回の質問数を設定したため、全部で 16 バージョンの質問票が存在する。

	自動車 1	自動車 2	自動車 3
燃料タイプ	ガソリン	燃料電池	電気
ボディタイプ	クーペ	SUV/ピックアップ	クーペ
メーカー	BMW	ホンダ	日産
航続走行 [km]	800 km	600 km	50 km
燃料補給・充電時間	5 分	5 分	8 時間
燃料ステーション	ガソリンスタンド	50%のガソリンスタンド	自宅+スーパー
排ガスに含まれる CO2	現状の 5 %削減	現状の 100%削減	現状の 100%削減
車両購入費用 (税込)	120 万円	144 万円	216 万円
年間の燃料代、充電代、バッテリー代	18,000 円	3,600 円	9,000 円
	↓	↓	↓
購入したい車			

図 87 選択肢集合の一例

(2.3) データ

本調査は 2010 年 2 月にインターネットを通じて実施された。プレテストを 2009 年 12 月におこない、質問票の表現や明確さが検討された。電子メールを使って登録されたモニターにオンライン調査への参加を求め、19 歳から 69 歳までの 1,531 名の回答者が集まった。回答率は 23.6%であった。

表 134 に記述統計量を示す。年齢と性別は、母集団のそれと類似している。一方、所得はやや高めの層が多く集まっている傾向が確認できる。

表 134 インターネット調査における回答者属性の記述統計量

	本調査 1882 サンプル	母集団
性別 [%、女性の比率]	46.93	49.93
19 - 30	15.94	18.85
30 代	23.07	21.81
年齢層 [%]	40 代	21.36
	50 代	21.37
	60 代	18.26
平均自動車保有台数	1.18	1.10
300 万円未満	13.24	34.73
500 万円未満	27.30	27.10
800 万円未満	29.55	22.65
世帯所得 [%]	1500 万円未満	16.02
	2000 万円未満	9.45
	2000 万円以上	4.44
		0.75

(3) 離散選択モデル

ランダム効用理論に基づいた離散選択モデルを用いて、消費者の自動車選択行動を分析する。多項ロジットモデル (MNL) では、無関係な選択肢からの独立 (IIA) が仮定されている。たとえば、ガソリン車、ハイブリッド車、電気自動車という 3 つの選択肢があった場合に、各選択肢の選択確率が 40%、40%、20%であったとしよう。IIA の仮定は、新たに他の選択肢が加わったり、いずれかの選択肢が削除されたりしても、元の選択肢間での選択確率の比は変わらないことを意味する。しかしながら、もし意思決定者がガソリン車とハイブリッド車で同じ効用を感じているとすると、ハイブリッド車という選択肢を排除することで、ガソリン車と電気自動車との選択確率の比は 2 から 4 へと変化する。この場合、多項ロジットモデルは不適切なモデルとなり、パラメータの推定にバイアスが生じる。これに対処する 1 つの方法は、意思決定者が直面する選択肢集合をネストと呼ばれるいくつかの部分集合に分けて、ネストの中では IIA が成立するが、ネストを越えては IIA が成立しないと考えることである (Ben-Akiva and Lerman 1985; Train 2003)。これがネステッドロジットモデル (NMNL) である。

本研究では、属性間の多重共線性を回避するために 11 個の ASC を定義した。燃料の種類、燃料補給時間、燃料入手可能性によって、3 つのネスト構造を考察した。ネスト構造間で IV パラメータを比較した上で、図 88 に示すようなネスト構造を決定した。当然ながら他のネスト構造も考えられるが、より徹底したネスト構造間の比較は本研究の今後の課題としたい。

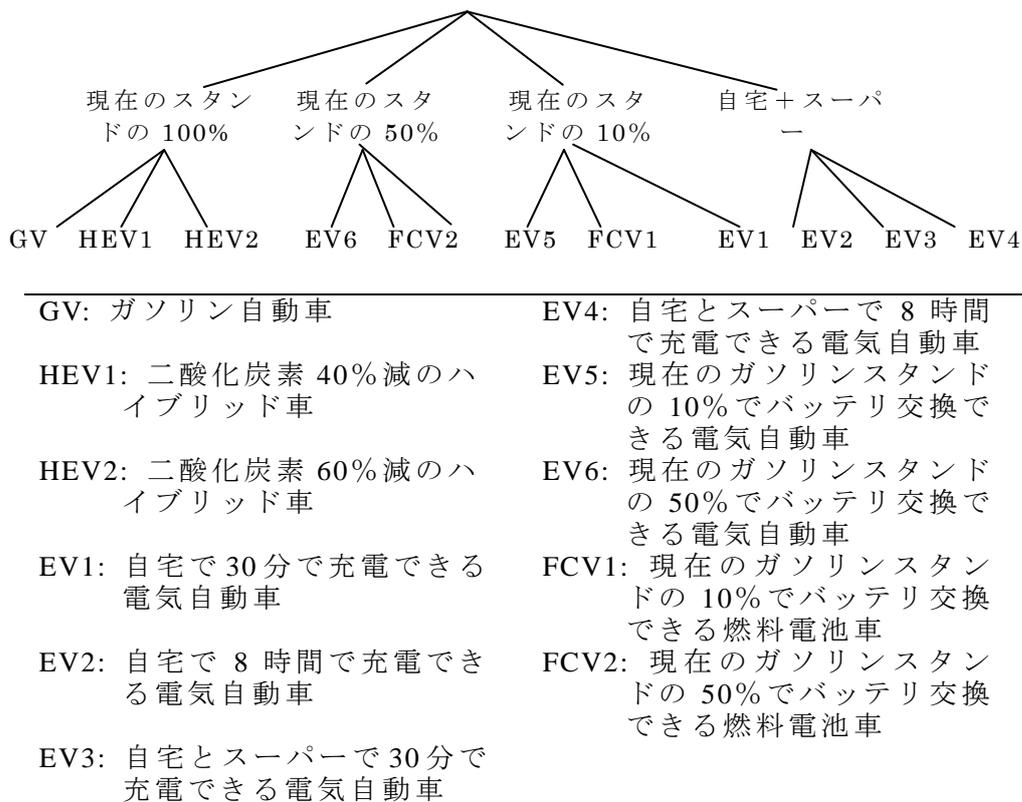


図 88 NMNL の構造

(4) 推定結果

推定結果を表 135 に示す。MNL が真のモデルであるという仮説は 10% 水準で棄却されたため、NMNL の推定結果を中心に箇条書きでまとめる。

- ・航続距離と二酸化炭素削減レベルは、ガソリン車（航続距離 800km、二酸化炭素削減率 5%）、ハイブリッド 1（航続距離 1000km、二酸化炭素削減率 40%）、ハイブリッド 2（航続距離 1000km、二酸化炭素削減率 60%）で固定されている。したがって、これらの燃料タイプの自動車に関する定数項には、属性の影響がまとめて現れている。まずハイブリッド 1 とハイブリッド 2 の定数項の差から二酸化炭素 1% 削減に対する限界効用を計算し、これを差し引いた上で、ガソリン車からハイブリッド車にスイッチすることそのものに対する支払い意志額を計算すると、マイナス 3000 円となる。したがって、他の属性水準がすべて同じであるとすると、ガソリン車とハイブリッド車に対する評価はほとんど変わらないことになる。

- ・車両購入費用と年間の燃料代については、理論的予想どおりの負の係数が得られた。推定値によれば、回答者は年間の燃料代を 1000 円節約することに対して、購入時に 15,674 円の支払い意志額を感じている。

- ・EV5 よりも EV6 の方が、FCV1 よりも FCV2 の方が、定数項は大きかった。したがって、燃料の入手可能性向上は、プラスに評価されていることが分かる。

- ・航続距離については、予想通りプラスの係数が得られた。

・ボディタイプは、小型（軽自動車、コンパクトカー）を基準としたダミー変数であり、係数が正の場合と負の場合があった。SUV、オープンカー、ワゴン、ミニバンは、小型、クーペ、セダン、トラックに比べて高く評価されている。

・ブランドイメージの係数（環境への取り組みのイメージ、デザインの良さのイメージ、耐久性能のイメージ）は、トヨタの環境取り組みを除いて有意であった。この係数は、後にブランドイメージがもたらす影響の検討において用いられる。

表 135 MNL および NMNL の推定結果

変数	MNL		NMNL	
	Coeff.	St. Er.	Coeff.	St. Er.
HEV*二酸化炭素 40%削減 (HEV1)	0.664** *	0.061	0.756** *	0.064
HEV*二酸化炭素 60%削減(HEV2)	0.732** *	0.041	0.798** *	0.044
EV*自宅*充電時間 30分 (EV1)	-0.415* **	0.115	-0.389* *	0.163
EV*自宅*充電時間 8時間 (EV2)	-0.478* **	0.096	-0.423* **	0.145
EV*自宅とスーパー*充電時間 30分 (EV3)	-0.439* **	0.100	-0.393* **	0.148
EV*自宅とスーパー*充電時間 8時間 (EV4)	-0.654* **	0.098	-0.641* **	0.157
EV*10%のガソリンスタンド (EV5)	-0.866* **	0.089	-1.290* **	0.180
EV*50%のガソリンスタンド (EV6)	-0.440* **	0.076	-0.609* **	0.105
FB*10%のガソリンスタンド (FCV1)	-0.399* **	0.119	-0.664* **	0.192
FB*50%のガソリンスタンド (FCV2)	-0.163	0.114	-0.239*	0.144
航続走行*EV *10 ⁻⁵	78.864* **	24.09 4	78.863***	28.35 5
車両価格*10 ⁻⁷	-4.565* **	0.129	-5.015* **	0.157
年間の燃料代*10 ⁻⁷	-78.590 ***	4.392	-78.598** *	5.231
クーペ (ダミー)	0.106	0.089	0.125	0.098
スポーツタイプ=SUVor オープンカー (ダミー)	0.247** *	0.076	0.262** *	0.083
セダン (ダミー)	-0.103* *	0.053	-0.124* *	0.058
大型=ワゴン or ミニバン (ダミー)	0.124**	0.052	0.128**	0.057
トラック (ダミー)	-0.304	0.256	-0.306	0.280
トヨタ (ダミー)	-1.633* **	0.184	-1.677* **	0.203
ホンダ (ダミー)	-2.013*	0.218	-2.051*	0.237

	**		**	
日産 (ダミー)	-2.122 [*] **	0.204	-2.187 [*] **	0.226
三菱 (ダミー)	-2.607 [*] **	0.178	-2.740 [*] **	0.201
トヨタ*環境への取り組みのイメージ	0.032	0.047	0.009	0.051
ホンダ*環境への取り組みのイメージ	0.176 ^{**} *	0.054	0.162 ^{**} *	0.058
日産*環境への取り組みのイメージ	0.194 ^{**} *	0.050	0.174 ^{**} *	0.054
三菱*環境への取り組みのイメージ	0.234 ^{**} *	0.051	0.217 ^{**} *	0.055
トヨタ*デザインの良さのイメージ	0.175 ^{**} *	0.040	0.188 ^{**} *	0.044
ホンダ*デザインの良さのイメージ	0.097 ^{**}	0.048	0.110 ^{**}	0.052
日産*デザインの良さのイメージ	0.192 ^{**} *	0.047	0.223 ^{**} *	0.052
三菱*デザインの良さのイメージ	0.195 ^{**} *	0.050	0.223 ^{**} *	0.055
トヨタ*耐久性能のイメージ	0.150 ^{**} *	0.040	0.169 ^{**} *	0.044
ホンダ*耐久性能のイメージ	0.193 ^{**} *	0.049	0.203 ^{**} *	0.053
日産*耐久性能のイメージ	0.117 ^{**}	0.054	0.122 ^{**}	0.059
三菱*耐久性能のイメージ	0.219 ^{**} *	0.050	0.244 ^{**} *	0.055
IV パラメータ				
ガソリンスタンド			0.865 ^{***}	0.037
現在のガソリンスタンドの 50%			0.846 ^{***}	0.038
現在のガソリンスタンドの 10%			0.787 ^{***}	0.043
自宅とスーパー			0.920 ^{***}	0.050
サンプル数	9712		9712	
対数尤度	-9541.1		-9530.0	
定数項のみのモデルの対数尤度	-10226.		-10226.	
	1		1	

(4.1) 代替燃料自動車に対する WTP

推定結果は、現在の航続距離や燃料補給時間を想定した場合、ガソリン車から電気自動車や燃料電池車へと変更することに対する支払い意志額が負になることを示している。ガソリン車と電気自動車の航続距離の差を 650km とすると、ガソリン車から EV2 (自宅で 8 時間で充電でき、年間の燃料代が 80% 削減できる電気自動車) への変更に対する支払い意志額はマイナス 8.45 万円である。また、ガソリン車と燃料電池車の航続距離の差を 400km とすると、ガソリン車から FCV1 (10% のガソリンスタンドで水素を補給でき、年間の燃料代が 80% 削減できる燃料電池車) への変更に対する支払い意志額はマイナス 17.06 万円である。これらの結果は、現在の技術水準やインフラ整備状況を前提とする限り、

電気自動車や燃料電池車を同価格のガソリン車と同じくらい魅力的にするには、上記の金額に相当する補助金の支給が必要となることを示している。しかしながら、金銭的なインセンティブ以外にも、代替燃料自動車の購入促進につながる政策はある。次節では、インフラ整備の影響について検討する。

(4.2) インフラ整備

図 89 の右側に、推定結果より計算した、バッテリー交換ステーションと水素ステーションをそれぞれ 40%増加させることに対する支払い意志額を示した。2008 年現在、国内におけるガソリンスタンドは 42,090 カ所が存在する。この数字を用いて追加的な 1 カ所のバッテリー交換ステーションに対する消費者の支払い意志額を計算すると、80.6 円 ($=1,358,000/(42,090*0.4)$) となる。また、追加的な 1 カ所の水素ステーションに対する消費者の支払い意志額は、50.3 円 ($=846,000/(42,090*0.4)$) となる。ひとりひとりの消費者が感じている支払い意志額は小さなものであるが、インフラは公共財であるため、1 カ所の追加的なステーション整備は多数の利用者に便益をもたらす。経済産業省の『次世代自動車戦略 2010』によれば、2020 年における電気自動車の普及目標は新車販売の 5%から 10%となっている。2009 年の新車販売台数が 260 万台を基準とすると、これは約 13 万台から 26 万台に相当する。このことから電気自動車のためのバッテリー交換ステーションを 1 カ所整備することの社会的便益を計算すると、1 年あたり 1,060 万円から 2,130 万円となる。また、燃料電池車のための水素ステーションを 1 カ所整備することの便益は、1 年あたり 660 万円から 1,330 万円となる。ベタープレイスジャパンによれば、バッテリー交換ステーションの建設コストは 5,000 万円から 1 億円であり、8 年間で減価償却をすると考えると、これは年間 625 万円から 1,250 万円のコストに相当する。

図 89 には、消費者が自宅以外で充電することに負の効用を感じることも示されている。「スーパーでの普通充電器設置に対する WTP」は、EV4 に対する支払い意志額と EV2 に対する支払い意志額の差で計算され、8 時間の充電時間を前提として自宅以外にスーパーでも充電ができるようになることに対する支払い意志額を表している。同様に、「スーパーでの急速充電器設置に対する WTP」は、EV3 に対する支払い意志額と EV1 に対する支払い意志額の差で計算され、30 分の充電時間を前提として自宅以外にスーパーでも充電ができるようになることに対する支払い意志額を表している。これらはいずれも負であるが、30 分の充電時間の方が、負の効用は小さい。推定結果から、政府がスーパーでの充電設備を設置する際には、30 分以下の充電時間で済むような（あるいは充電時間を固定ではなく選べるような）設備の設置が望ましいことが分かる。

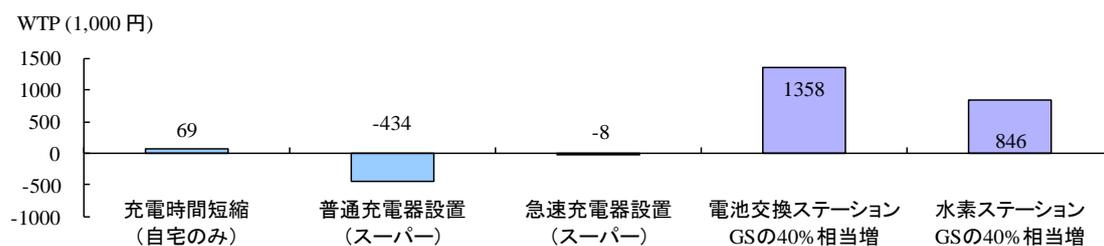


図 89 インフラ整備への支払い意志額

(4.3) 技術革新

電気自動車や燃料電池車への支払い意志額は、航続距離によっても異なる。年間の燃料費を除いた他の属性水準がまったく同じであると仮定すると、航続距離と支払い意志額との関係は図 90 のように描ける。この図は、技術革新によって電気自動車や燃料電池車の航続距離が伸びると、ガソリン車からの買い換えが進むこと、また政府による買い換えのための必要な補助金額もこれに応じて少なくなることを示している。たとえば航続距離が現在より 100km 伸びれば、電気自動車や燃料電池車の購入者には 15 万 7300 円の便益が発生する。新車販売のうち 5% から 10% が電気自動車であるとすると、年間で 208 億円から 415 億円の便益が発生することになる。

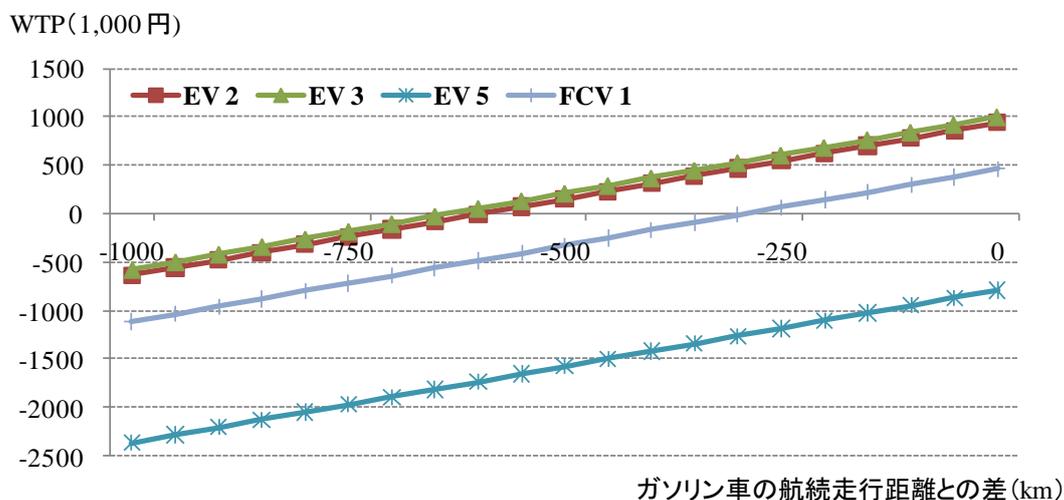


図 90 技術革新が支払い意志額に与える影響

(5) 自動車メーカーのブランドイメージ

最後に、自動車メーカーによる環境への取り組みが、自動車の価値に与える影響について分析をおこなう。最近のマーケティング研究が示すように、企業の社会的マーケティング (Corporate Societal Marketing) は、ブランド資産を形成するのに役立つ (Hoeffler and Keller 2002)。企業の社会的マーケティングは、「社会厚生に関わる非経済的な目的を少なくとも 1 つ持つようなマーケティング

グの手法であり、企業やそのパートナーの資源を活用するもの」と定義される (Drumwright and Murphy 2001)。これまで、多数の研究がマーケティングにおけるブランド資産の重要性を検討してきた (Aaker 1991; Keller 1993)。Hoeffler and Keller (2002) によると、ほとんどの社会的マーケティングは、製品に関連した情報を含まない。したがって、社会的マーケティングは製品の機能や性能に対する考えに強い影響を及ぼすものではなく、むしろ消費者に対して「やさしくて寛大である」とか「何か良いことをしている」といったポジティブなブランドイメージをもたらす種類のものと言える。社会的マーケティングを実施することは、ブランドイメージを促進し、これが結果としてブランド資産の形成へとつながる。

自動車メーカーによる環境への取り組みは、社会的マーケティングの1つと解釈できる。たとえばトヨタは、白川郷に環境教育施設を作り、長期的な視点で環境への取り組みをおこなっている。またホンダは、植林のための基金を創設し、新車が一台売れるたびにニュージーランドで10本の植樹をおこなっている。他の自動車メーカーも、似たような取り組みをおこなっている。

自動車メーカーによる環境への取り組みが、消費者のブランドイメージを通じてどのように製品の付加価値へ結びついているかを明らかにするために、環境への取り組みに関する印象を5段階で評点付けしてもらった。またそれ以外の要因がブランドイメージに与える影響も見ると、「デザインの良さ」と「耐久性能」についても評点付けを依頼した。表136に記述統計量を示す。

本研究では、ブランド資産は、メーカー名とブランドイメージに関する回答者の評点との交差項に関する支払い意志額でとらえることができると想定した。図91は、各メーカーのブランドイメージ改善に関する支払い意志額を示している。もしブランドイメージを改善することの追加的費用がどのブランドイメージに関わる要因でも同じとすると、トヨタと日産はデザインの良さ、ホンダと三菱は耐久性能を改善することで、ブランド資産を効果的に改善することができると言える。

表 136 ブランドイメージに関する記述統計量

	トヨタ		ホンダ		日産		三菱	
	Mean	St. Dev.						
環境への取り組み	4.05	0.78	3.94	0.76	3.53	0.81	3.34	0.86
デザイン	3.72	0.92	3.74	0.85	3.48	0.91	2.80	0.94
耐久性能	3.77	0.93	3.62	0.83	3.53	0.80	2.84	0.95

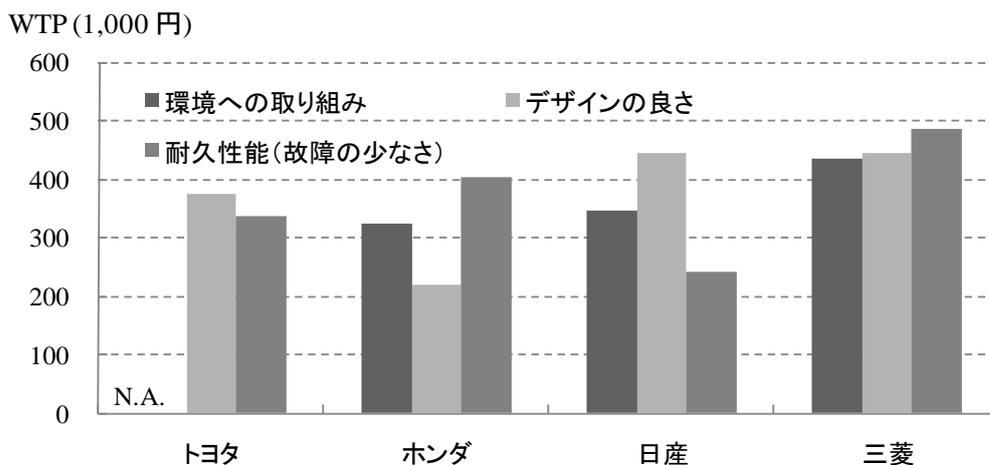


図 91 ブランドイメージの改善に対する支払い意志額

トヨタの環境取り組みに関する係数は、有意ではなかった。この理由は、おそらく他のブランドイメージ変数に比べて標準偏差が小さいことであると考えられる（表 136）。トヨタは、世界ではじめてハイブリッド車の販売をはじめたメーカーであり、環境への取り組みに関するブランドイメージは平均値でもっとも高い。また個人間でのブランドイメージの差が小さく、ブランド資産の異質性が小さくなった。つまり、トヨタはすでに「環境にやさしい企業」としてのブランド資産を十分に確立しており、これ以上取り組みを増やしてもブランド資産に与える影響はないものと考えられる。

(6) 結論

過去数十年にわたり、航続距離、燃料の入手可能性、燃料補給時間、年間の燃料代、車両購入価格などが、代替燃料自動車の購入にとって重要な要因となることが多数の研究で示されてきた。中でも代替燃料自動車のためのインフラ整備は重要な要素であるが、整備のための費用も大きい。これまでの研究では、インフラを整備することの社会的便益を代替燃料自動車間で比較したものはなかったが、本研究ではこれを検討し、電気自動車のためのバッテリー交換ステーションを1カ所整備することの社会的便益を、1年あたり1,060万円から2,130万円、燃料電池車のための水素ステーションを1カ所整備することの便益を、1年あたり660万円から1,330万円と推計した。スーパーの駐車場に急速充電池を置くことの社会的便益は負であるものの、バッテリー交換ステーションの整備は社会厚生を改善することが分かった。

日本やその他の国では、代替燃料自動車を支援する主な手段として、購入補助金の提供が取り上げられてきた。本研究の結果は、インフラの整備や技術革新への支援は、1人あたりで見ると小さな便益ではあるが、公共財としての価値を考えると大きな社会的便益をもたらすことを示している。こうした経済的・非経済的インセンティブは、世界的な不況に対応した短期的な政策という

側面も持っているし、グリーンなインフラを整備し、技術革新を促すことは、経済政策や環境政策をより長期的な視点からシフトさせる機会にもなる。

電気自動車の充電器の設置場所には、さまざまな可能性が存在する。たとえばロンドンは、電気自動車のインフラのために 1,700 万ポンドを投資することを 2010 年 2 月に発表した。2013 年の春までに 7,700 カ所、2015 年までに 25,000 カ所の充電場所をロンドンに用意する計画である。計画されている充電器の設置場所は、職場、道路脇、公共の駐車場、スーパー、クラブ、地下鉄の駅など多岐にわたる。本研究では、自宅外の充電場所を 1 つしか検討しなかったが、今後はどのような場所に設置することがもっとも望ましいかについて、さらに検討を進める必要がある。

本研究では、国内の自動車メーカーによる環境への取り組みが、ブランド資産の形成に正の影響を与えていることが明らかになった。こうしたブランド資産の形成は、商品の選択にあたっては、直接的なインパクトを与えているものと考えることができる。

参考文献

- Aaker, D. A. 1991. *Managing brand equity*, New York: The Free Press.
- Beggs, S., Cardell, S. and Hausman, J., 1981. Assessing the potential demand for electric cars, *Journal of Econometrics*, 17, 1-19.
- Ben-Akiva, M. and Lerman, S., 1985. *Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand*, Cambridge: MIT Press.
- Cao, X., Mokhtarian, P. L. and Handy, S. L., 2006. Neighborhood design and vehicle type choice: Evidence from Northern California, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 11, 133-145.
- Drumwright, M., 1996. Company advertising with a social dimension: the role of noneconomic criteria", *Journal of Marketing*, 60, 71-87.
- Ewing, G. O. and Sarigöllü, E., 1998. Car fuel-type choice under travel demand management and economic incentives, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 3, 429-444.
- Farquhar, P. H., 1989. Managing brand equity, *Marketing Research*, 37, pp.215-26
- Hoeffler, S. and Keller, K. L. 2002. Building brand equity through corporate societal marketing, *Journal of Public Policy & Marketing*, 21, 78-89.
- International Transport Forum, 2010. Survey: How transport leaders see the sector <http://www.internationaltransportforum.org/2010/AttendeesSurvey.html>
- London website on electric vehicle, <http://www.london.gov.uk/electricvehicles/>
- OECD, 2009. Policy responses to the economic crisis: Investing in innovation for long-term growth, Paris: OECD.
- Potoglou, D. and Kanaroglou, P. S., 2007. Household demand and willingness to pay for clean vehicles", *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 12, 264-274.

The Ministry of Economy, Trade and Industry (METI), The Next-Generation Vehicle Strategy 2010, http://www.meti.go.jp/english/press/data/20100412_02.html;
<http://www.meti.go.jp/english/press/data/pdf/N-G-V2.pdf>

Train, K., 2003. Discrete Choice Methods with Simulation, Cambridge: Cambridge University Press.

U.S. Department of Energy, Consumer Energy Tax Incentives.
<http://www.energy.gov/taxbreaks.htm>

3.2.5 環境にやさしい住宅と住宅設備の購入行動の経済分析

(1) はじめに

近年、家計からの温室効果ガス排出量は著しく増加している。1990年比で見ると、2009年の産業部門から排出される温室効果ガスは20%減、エネルギー転換部門は16%増、運輸部門は5%増に対し、家計部門では27%の増加となっている。そのため、家計に対して有効な温室効果ガス抑制政策が求められている。

家計への温室効果ガス抑制オプション、とりわけ省エネ機器の普及を目的とした政策は、対策の対象に応じて3つのタイプに分類することができる。1つ目は、エアコンなどの「製品」を省エネ型へと切り替えることである。2つ目は、住宅用太陽光発電に代表されるような、備え付けタイプの「設備」の普及である。3つ目は、複層ガラスなどの省エネ「建材」を使用し、住宅断熱を施すことである。各家計の状況と、それぞれの費用対効果を勘案しつつ、これらの3つのタイプの温暖化対策を適切に組み合わせることが求められている。

1つ目の「製品」についての分析は、O'Doherty et al. (2008)やLeahy & Lyon (2010)など数多く存在するものの、「設備」、「建材」についての分析は限られており、その普及要因についての検証が進んでいない。そこで、本研究ではこれらのうちの、2つ目、及び3つ目のタイプである「設備」、「建材」の普及に注目し、それらの普及要因について定量的に検証を行う。このような設備投資の要因分析を行う。

「設備」については太陽光発電と高効率給湯器を取り上げる。太陽光発電は温室効果ガスを排出しないグリーン電力として知られており、2009年8月には「エネルギー供給構造高度化法」により太陽光発電による売電が可能となる余剰電力買取制度が成立、翌年から開始となった。また、2011年8月には「再生可能エネルギー買い取り法」が可決したことで、余った電力だけではなく、発電電力全てを固定価格で買い取る全量買取制度も開始が決定されている。このことから、太陽光発電は家庭部門における温室効果ガス排出抑制に大きく貢献するものであると期待されている。

また、「設備」の中で、高効率給湯器も重要な機器となる。例えば、住環境計画研究所(2009)によると、2006年の家計における用途別エネルギー消費原単位を見ると、「照明・家電製品」の原単位を100とした場合、「暖房」は77、「冷房」は6であるのに対し、「給湯」が110となっている。そのため、高効率給湯器の導入も家計からの温室効果ガス抑制に大きく寄与すると考えられる。本研究では高効率給湯器としては、エコキュート²⁴、エコジョーズ²⁵、エコウィル²⁶、エネファーム²⁷の4種を取り上げる。

²⁴ 空気の熱と電気を組み合わせて給湯を行う電気給湯器のことをいう。主に夜間電力を用いてお湯を沸かすため、節電に繋がる。

²⁵ 従来のガス給湯器では捨てられていた排熱を最利用することで熱効率を高めたガス温水機器のこと。

²⁶ 都市ガスやLPガスを用いた排熱利用型家庭用コジェネレーションシステムのこと。

「設備」のような省エネ機器の普及ではなく、住宅の質も向上させることは家計における温室効果ガス抑制には重要な視点である。冷房あるいは暖房の熱損失を減少させるために省エネ型の建材の普及も求められている。例えば、省エネ家電だけではなく、新築住宅や改修リフォームについても2009年よりエコポイント制度が導入されていた²⁸。このエコポイント制度では、住宅窓や外壁の断熱建材の導入・改修などが対象であり、それを通じてエコ住宅の普及を促進している。本研究では、「建材」に当たる住宅用の省エネ機器については、このエコポイント制度でも対象となっている断熱材²⁹、二重サッシ³⁰、複層ガラス³¹を取り上げる。

太陽光発電や高効率給湯器、住宅用省エネ建材を購入するかどうかの意思決定は、個々人の様々な状況を所与として実施される。そのため、これらの機器を購入するかどうかは、家計の所得や世帯構成、居住地域の情報のみならず、その住宅所有形態などに依存する。しかし、これらの情報については、既存の統計データからは得ることができない。そこで、本研究ではインターネットを通じたアンケート調査を実施することで、個人レベルでの詳細な情報の入手を試みた。

本研究は以下の点において家計の今後の温室効果ガス抑制政策に対して貢献できる。第1に、個票を用いて昨今注目を集めている太陽光発電の購買要因分析を行なっている点である。日本国内においても、大橋・明城(2009)のように集計データを用いた需要分析を行なっている研究は存在しているものの、個票を用いたものは少ない。

第2に、省エネ機器のうち、エコポイント制度によって普及が促進された省エネ家電は多くの人々が知るところであるが、実際にどのような人がエコポイント製品を購入するか、どの程度の省エネ機器普及を後押ししたのかという分析は成されていない。さらに、家計の最も基本的な生活の場である住宅そのものに注目をし、住宅に用いられている建材を取り上げた研究は海外でも少なく、国内では筆者の知る限りゼロである。そのため、本研究で試みるこれらの省エネ機器(建材、設備)の購買行動分析は、今後の家庭部門に対する温室効果ガス抑制政策を考えていく上で、貴重な資料となることが期待される。

本研究の構成は以下である、第2節では本研究で用いたアンケート調査の概要を説明する。第3節ではアンケート調査の結果を紹介し、続く第4節では本研究で扱う省エネ機器の購入行動モデルの分析を行う。最後に第5節で結論を述べる。

²⁷ 家庭用燃料電池型コジェネレーションしすてむのこと。

²⁸ 詳細は以下のWEBページを参照されたい。<http://jutaku.eco-points.jp/top.html>

²⁹ 住宅の壁面から熱が逃げることを抑制することを目的とした建材のことを指す。

³⁰ 二重サッシとは窓枠が2枚になっているものを指す。

³¹ 複層ガラスとは複数枚の単板ガラスを重ね、その間に空気を入れることにより高い断熱性を持つガラスのことを指す。

(2) アンケート調査概要

本研究で用いている太陽光発電及び高効率給湯器の保有に関するアンケート調査は2011年1月に日経リサーチのインターネットモニターを通じて本調査を行った。主な調査項目は太陽光発電や高効率給湯器などの省エネ「設備」の保有状況、断熱材や複層ガラスといった省エネ「建材」の導入状況、および回答者の個人属性となっている。

調査概要は以下のとおりである。太陽光発電や高効率給湯器のような「設備」を個人で集合住宅に取り付けることは稀である。なぜなら、設置する費用が一戸建てに比べて非常に大きくなるからである。そこで、アンケート調査は一户建てに住む個人のみを対象とし、集合住宅に住む人は対象外とした。

- ・ 調査手法：インターネット調査
- ・ 調査時期：本調査 2011 年 1 月（プレテスト 2010 年 12 月）
- ・ 調査地域：日本全国
- ・ 調査対象：一户建てに居住する 18～69 歳男女
- ・ 対象者抽出ソース：日経リサーチアクセスパネル
- ・ 調査対象者数：本調査 4,331 人（プレテスト 535 人）

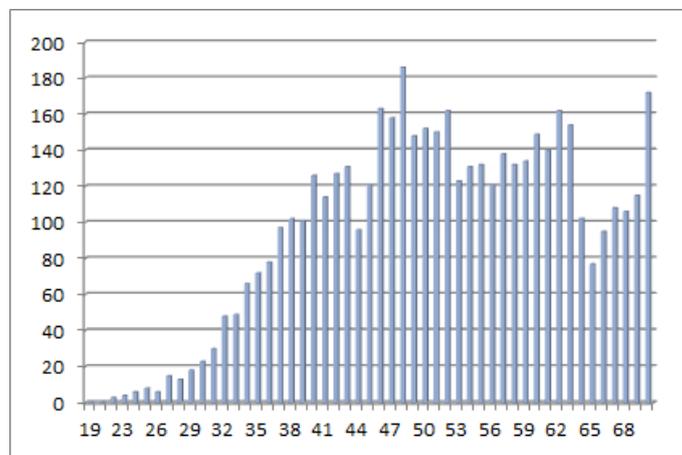
なお、本調査に先立ち、質問項目の問題確認のためにプレテストを実施している。プレテストでは 535 人から回答を得ることができた。この回答を精査したところ、設定した質問項目に対して「設問の意図がわからない」や「空白回答」が見られなかった。そのため、プレテストと同様の質問票を修正することなく用い、インターネットによる本調査を実施した。そのため、以下のアンケート結果や推定に関しては、本調査 4331 人とプレテスト 535 人を合わせた 4866 人のサンプルを用いて分析を行なっていく。

(3) アンケート結果

まず、どのような属性を持つ回答者がアンケートに答えてくれたかを概観しよう。図 92 には回答者の年齢構成を載せている。これを見ると、44 歳前後の回答者がやや少なくなっているものの、概ね幅広い年齢層より回答を得ることができている。

次に、回答者の年収の分布を示したものが図 80 である。年収に関しては、「わからない（293 世帯）」あるいは「空白（12 世帯）」という抵抗回答が存在している。これらの世帯は全体の約 6%に相当する。所得分布の中で最も多いのは 700～1000 万円の世帯で、次いで 500～700 万円の世帯となっている。各範囲の中間の値（200 万円以下なら 100 万円）の値を用いて、世帯平均年間所得を計算すると約 669 万円となる。ただし、2000 万円以上の範囲については、2000 万円を計算をしている。2008 年の総務省「家計調査報告」によると、世帯辺りの年間平均所得は 637 万円となっている。アンケート調査では幅を持たせて質

問を行なっているため、「家計調査報告」の値と単純に比較することは困難であるが、本調査での所得分布はやや上方に偏りがあるかもしれない。



注：ただし、横軸右端は「70歳以上」を表す。

図 92 回答者の年齢分布 (N=4,866) 縦軸：頻度 横軸：年齢

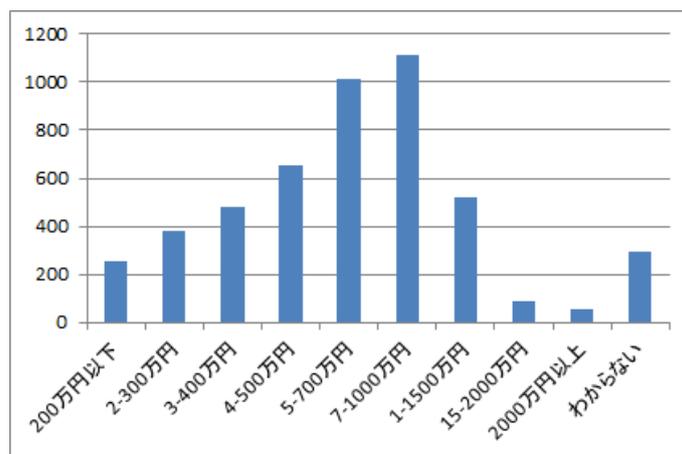


図 93 回答者の年間所得分布 (N=4,854)

図 94 を用いて本研究で取り上げる、省エネ「設備」と「建材」の導入状況について概観しよう。調査票では「設備」として、太陽光発電、太陽熱温水器、エコキュート、エコジョーズ、エコウィル、エネファームの 6 種類の設置状況について尋ねている。また、「建材」については、断熱材、二重サッシ、複層ガラスの 3 種類を取り上げた。観測数は 4,866 である。

省エネ「設備」のうち、最も多くの家庭が導入しているものはエコキュートであり、全体の約 16% (786 世帯) が設置している。次いで、太陽光発電の 7% (349 世帯)、エコジョーズ 8% (374 世帯)、太陽熱温水器 6% (270 世帯)、エコウィル 1% (70 世帯) となり、最も普及していないものはエネファーム 0% (13 世帯) であった。最も普及している省エネ設備のエコキュートでさえ、所有世

帯は全体の16%に過ぎないことから、こうした省エネ設備は未だに普及しているとは言いがたい水準にあるといえる。

一方、省エネ「建材」については、4866世帯のうち、断熱材を導入している世帯は約67%（3252世帯）であり、半数以上の家庭で導入済みとなっている。次いで、複層ガラスが37%（1805世帯）、二重サッシが22%（1030世帯）である。このことから、省エネ「建材」に関しては、省エネ「設備」よりも普及が進んでいることが見て取れる。

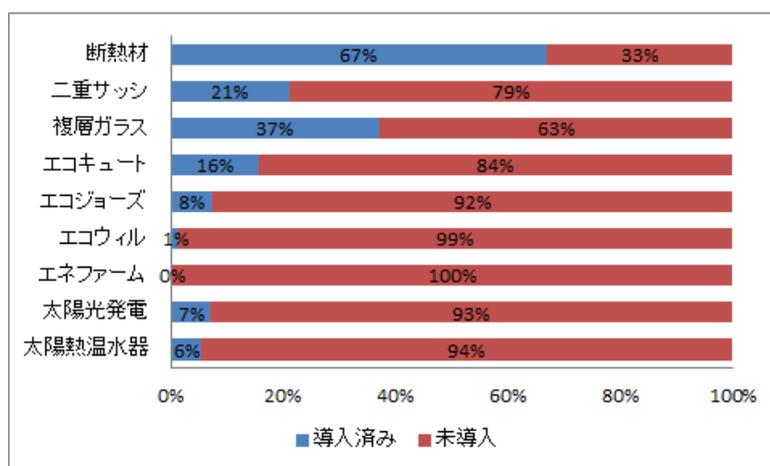


図 94 省エネ設備・建材の導入状況（N=4,866）

地球温暖化問題にどの程度の関心があるかどうかを質問している。この結果を示したものが図 95 である。4866世帯のうち、約43%に当たる2,107世帯が地球温暖化問題に「非常に関心がある」、「関心がある」と回答している。一方、約11%の523世帯は「関心がない」あるいは「全く関心がない」という回答となっている。そのため、地球温暖化問題に関心があるという世帯は過半数にいたっておらず、人々の地球温暖化問題への意識が高い水準にあるとは言いがたい。

図 96 は、環境に関連する用語をどの程度知っているかを質問した結果を示している。取り上げた環境用語は、CCS（Carbon Capture Storage）³²、E-waste³³、生物多様性、グリーン電力³⁴、排出量取引の5用語である。「よく知っている」、「知っている」という回答が多い用語は、排出量取引（38%）、生物多様性（28%）、グリーン電力（28%）の順となっている。排出量取引については、近年、国内外のメディアで耳にすることがお多くなってきたが、それでも用語の意味を知っている人は多くはないということが示されている。また、CCSについては全体の13%、E-wasteにいたってはわずか4%の人しか用語の意味を知っていない

³² 二酸化炭素を回収し、地中あるいは海中に貯蔵する技術のこと。

³³ Electronic Waste の略語であり、電子電気機器の廃棄物のこと。

³⁴ 主に二酸化炭素を排出しない再生可能エネルギーによって作られた電力のこと。

という結果になった。さらに、CCSとE-wasteについては、「初めて聞いた」と回答する人が多く、これらの用語についての認知度が低い水準にあると言える。

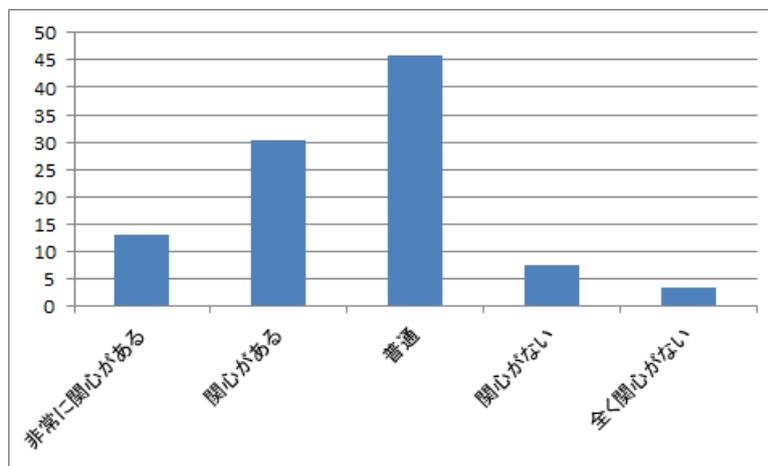


図 95 地球温暖化問題への関心度（単位%、N=4,866）

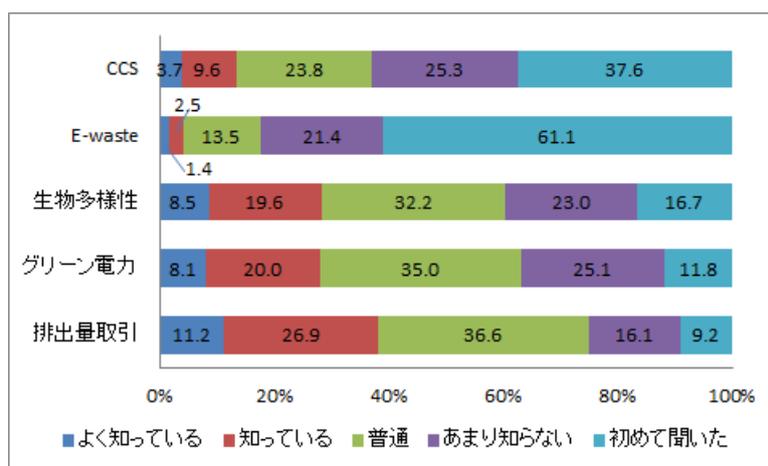


図 96 環境用語の知識（単位%、N=4,866）

上記の環境用語について、「よく知っている」を5点、「知っている」を4点、以下、「普通」3点、「あまり知らない」2点、「初めて聞いた」1点として、この5用語に対して、人々がどの程度認知しているかの分布を示したものが図97である。全5用語について、「よく知っている」と回答した人は全体の1%（61世帯）であり、逆に全ての用語を「初めて聞いた」と答えた人も約5%（240世帯）存在した。平均では12.6点となり、この5用語については約半数の知識があることが明らかになった。

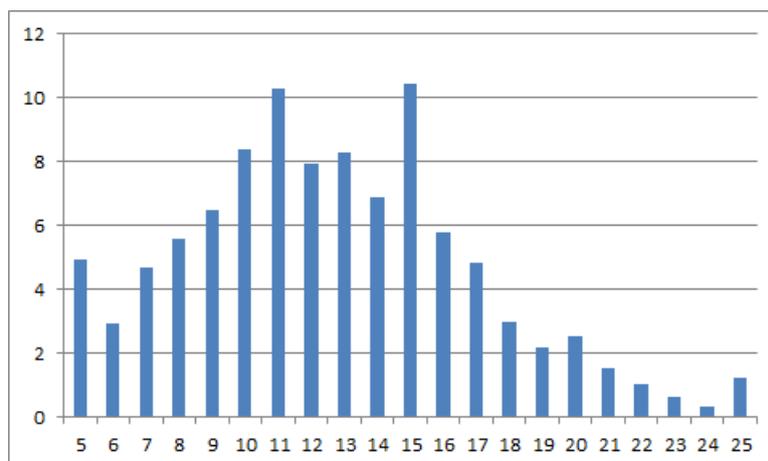


図 97 環境用語の知識分布 (縦軸：%、横軸：点数、N=4,866)

(4) 分析モデル

家計が省エネ「設備」あるいは「建材」(以下併せて機器と呼称する)を導入するかどうかという二項選択問題を考えるため、本研究ではランダム効用モデルを採用する (Green、2011)。家計 i が機器 j を購入した場合の効用の増分を U_{ij}^* とする。この効用の増分が家計の様々な属性 (ベクトル \mathbf{X}) によって説明される以下のようなモデルを仮定する。ただし、ベクトル \mathbf{B} はパラメータであり、 ε は効用の増分に影響を与える観察不可能な確率項である。

$$U_{ij}^* = \mathbf{X}_{ij} \mathbf{B}_j + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

ここで、効用の増分が正である ($U_{ij}^* > 0$) 場合に、家計は機器 j を購入する

($Y_{ij} = 1$)。したがって、家計の選択 Y_{ij} と効用の増分 U_{ij}^* との関係は以下のように表すことができる。

$$Y_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{if } U_{ij}^* = \mathbf{X}_{ij} \mathbf{B}_j + \varepsilon_{ij} > 0 \\ 0 & \text{if } U_{ij}^* = \mathbf{X}_{ij} \mathbf{B}_j + \varepsilon_{ij} \leq 0 \end{cases} \quad (2)$$

誤差項 ε が標準正規分布に従うと仮定すると、機器 j を家計 i が購入する選択は、以下の(3)式のように表される。ただし、 Φ は標準正規分布の累積分布関数である。これはいわゆるプロビットモデルである。

$$\begin{aligned}
P(Y_{ij} = 1) &= P(U_{ij}^* > 0) \\
&= P(\mathbf{X}_{ij}\mathbf{B}_j + \varepsilon_{ij} > 0) \\
&= \Phi(\mathbf{X}_{ij}\mathbf{B}_j)
\end{aligned}$$

(3)

本研究では、機器については省エネ「設備」6種と「建材」3種を扱うため、9つのプロビット分析を行う。選択確率に影響を与える家計・家屋の属性としては、世帯主年齢、世帯人数、婚姻状況、収入、資産、家の規模、築年数、家の所有形態、主観的割引率、給湯のエネルギー、居住地域、職業、最終学歴を用いる。

本研究で用いたアンケート調査の記述統計は以下の表 137 のようになる。世帯所得と世帯資産に関しては、それぞれ 10 段階、9 段階の変数となっている。両変数ともに厳密には連続変数としてみなすことはできないが、本研究では 1 つの連続変数として分析には用いている。

主観的割引率については、調査票内で、「今 100 円をもらうという選択と、来年 Z 円をもらうという選択、どちらを選びますか」という質問を行なっている。この Z については 10 パターン作成した上で、回答者にはランダムに画面に表示させている。また、1 度だけ選択をしてもらうシングルバウンド方式よりも、2 回質問を行うダブルバウンド方式のほうが統計的な精度が高まることから (Hanemann, 1991)、調査票ではダブルバウンド方式を採用している。例えば、ある人に、「A：今 100 円をもらう」と「B：来年 120 円をもらう」という選択が提示され、B と回答した人には、2 回目の設問では「A 今 100 円をもらう」、「B：来年 110 円をもらう」とうように、B の選択肢の金額を下げて質問を行なっている。逆に、A と回答した人の 2 回目には、「A：今 100 円をもらう」、「B：来年 130 円をもらう」というように、B の選択肢内の金額を引き上げている。この質問により、主観的割引率を求めている。

世帯属性内の環境用語知識は、図 97 に示した 5~25 までの値を取る変数である。25 に近いほど本研究で取り上げた 5 つの環境用語を知っており、5 に近いほど知らないことを示している。そのため、この変数は世帯の環境意識をコントロールする変数として分析では用いる。

省エネ機器の導入決定については、世帯属性だけではなく、その世帯が居住する住宅属性も大きく関係すると考えられる。例えば O'Doherty et al. (2008) では持家かどうかが電子機器の購入確率に有意に影響することを示している。そのため、本研究では戸建ての借家を基準として、戸建て（新築購入）ダミー、戸建て（中古購入）ダミーを説明変数として加える。

また、省エネ「設備」については、利用しているガスの種類も大きく関係することから、ガスを利用しないという回答を基準として、都市ガスダミーと LP ガスダミーの 2 つも説明変数として用いる。さらに、地域による気候や文化といった観測不可能な固定効果を捉えるために、中国地域を基準とした地域ダミ

一を加えている。

表 137 記述統計量

	変数名	観測数	平均	標準偏差	最小値	最大値
省エネ「設備」	太陽熱温水器	4080	0.06	0.23	0	1
	太陽光発電	4080	0.08	0.26	0	1
	エコキュート	4080	0.16	0.37	0	1
	エコジョーズ	4080	0.06	0.23	0	1
	エコウィル	4080	0.02	0.13	0	1
	エネファーム	4080	0.00	0.05	0	1
省エネ「建材」	断熱材	4080	0.68	0.47	0	1
	二重サッシ	4080	0.21	0.41	0	1
	複層ガラス	4080	0.38	0.49	0	1
世帯属性	世帯主年齢	4080	51.37	10.82	19	70
	婚姻ダミー	4080	0.06	0.23	0	1
	世帯人数	4080	3.36	1.23	1	10
	世帯所得	4069	4.73	1.80	1	9
	世帯資産	4069	6.03	2.99	1	11
	最終学歴大学ダミー	4080	0.60	0.49	0	1
	主観的割引率	4080	17.41	12.79	0.5	46
	環境用語知識	4080	12.78	4.38	5	25
家屋属性	戸建て(新築)持家	4080	0.88	0.33	0	1
	戸建て(中古)持家	4080	0.12	0.32	0	1
	床面積	4061	128.58	77.03	0	999
	築年数	3997	17.27	11.47	0	51
	都市ガスダミー	4067	0.53	0.50	0	1
	LPガスダミー	4067	0.25	0.43	0	1
地域属性	北海道ダミー	4074	0.05	0.21	0	1
	北陸ダミー	4074	0.02	0.15	0	1
	関東ダミー	4074	0.38	0.48	0	1
	近畿ダミー	4074	0.21	0.41	0	1
	甲信越ダミー	4074	0.04	0.19	0	1
	九州ダミー	4074	0.05	0.23	0	1
	沖縄ダミー	4074	0.00	0.06	0	1
	四国ダミー	4074	0.02	0.15	0	1
	東北ダミー	4074	0.06	0.23	0	1
	東海ダミー	4074	0.13	0.33	0	1

(5)推定結果

(5.1) 省エネ「建材」の分析結果

まず、省エネ「建材」の3種(断熱材、二重サッシ、複層ガラス)の購入行動に対してプロビット分析を行った結果を説明する。推定結果は以下の表138に示している。世帯属性のこれらの省エネ機器の購買に与える影響を見ていこう。3種全てに有意に影響を与えている属性は、最終学歴大卒ダミーと環境用

語知識であった。これらの変数の係数については3種全てに関してプラスであるため、世帯主が大学卒業以上の学歴である世帯、環境用語知識が高い（環境に高い関心を持つ）世帯ほど、省エネ「建材」を導入する確率が高まることが示されている。

表 138 省エネ「建材」に対する推定結果

説明変数	非説明変数	断熱材			二重サッシ			複層ガラス		
		係数	標準誤差		係数	標準誤差		係数	標準誤差	
世帯属性	世帯主年齢	0.014	0.003	***	-0.011	0.003	***	-0.002	0.003	
	婚姻ダミー	-0.341	0.105	***	-0.163	0.117		-0.337	0.130	***
	世帯人数	-0.025	0.020		-0.014	0.021		-0.041	0.022	*
	世帯所得	0.034	0.015	**	-0.007	0.016		0.014	0.016	
	世帯資産	0.019	0.009	**	0.021	0.010	**	0.015	0.010	
	最終学歴大学ダミー	0.252	0.048	***	0.120	0.052	**	0.118	0.052	**
	主観的割引率	-0.001	0.002		-0.001	0.002		-0.003	0.002	
	環境用語知識	0.028	0.005	***	0.019	0.006	***	0.019	0.006	***
家屋属性	戸建て(新築)持家	1.833	0.452	***	0.773	0.393	**	1.950	0.593	***
	戸建て(中古)持家	1.508	0.455	***	0.665	0.399	*	1.538	0.598	***
	床面積	0.001	0.000	**	0.001	0.000	*	0.001	0.000	***
	築年数	-0.039	0.003	***	-0.020	0.003	***	-0.072	0.004	***
	都市ガスダミー	-0.268	0.064	***	-0.148	0.063	**	-0.376	0.062	***
	LPガスダミー	-0.128	0.071	*	-0.125	0.071	*	-0.424	0.071	***
地域属性	北海道ダミー	1.312	0.204	***	1.088	0.155	***	1.485	0.187	***
	北陸ダミー	0.306	0.190		0.332	0.189	*	-0.314	0.213	
	関東ダミー	0.108	0.113		-0.022	0.127		-0.346	0.131	***
	近畿ダミー	-0.002	0.117		-0.036	0.132		-0.573	0.137	***
	甲信越ダミー	0.522	0.156	***	0.496	0.166	***	0.220	0.176	
	九州ダミー	0.011	0.142		0.139	0.154		-0.508	0.159	***
	沖縄ダミー	-0.348	0.364		-0.615	0.502		-1.820	0.481	***
	四国ダミー	0.048	0.188		-0.136	0.209		-0.415	0.202	**
	東北ダミー	0.497	0.145	***	0.793	0.148	***	0.364	0.156	**
	東海ダミー	0.111	0.122		0.048	0.136		-0.311	0.138	**
定数項	-2.071	0.489	***	-1.158	0.437	***	-0.848	0.627		
対数尤度	-2099.224			-1835.401			-1862.252			
Wald値(P値)	529.9 (0.00)			328.1 (0.00)			624.3 (0.00)			
擬似決定係数	0.153			0.094			0.293			
観測数	3954			3954			3954			

注：***、**、*はそれぞれ 1%、5%、10%水準で有意であることを示す。推定結果は、頑健標準誤差に修正している。

一方、世帯所得、世帯資産は断熱材や二重サッシには影響を与えていることが示されている。しかし、複層ガラスについては非有意な結果となった。したがって、複層ガラスについては、所得の多いあるいは、資産の多い世帯が進んで導入する傾向にあるということは確認されなかった。したがって、これらの省エネ「建材」に対して補助金を用いて導入を促進しようとする場合、複層ガラスについては、その効果が小さい（あるいは無い）可能性が高いことが示されている。また、主観的割引率に関しても非有意となっているため、より長期的視点に立つ人あるいは短期的視点に立つ人というような、個々人が認識している割引率の大小関係と購買行動とは無関係であることが示されている。

世帯主の年齢については年齢の高い世帯主のいる世帯ほど断熱材を導入しやすい一方、二重サッシについては導入しにくくなることが示されている。また、単身世帯（婚姻ダミーがゼロ）であるほど、断熱材と複層ガラスを導入しない

傾向にあることも確認された。

家屋属性については、3種の省エネ「建材」に対して、戸建て（新築購入）ダミー、戸建て（中古購入）ダミーともにプラスに有意な係数が得られている。これらのダミー変数は戸建借家を基準としているため、持家に居住する世帯ほどこれらの「建材」を購入する傾向にあるといえる。

家を借りる場合、仮に断熱材を導入したとしても、転居する場合にはそれを取り外して引越しをし、移動後の家に導入をする必要がある。あるいは、取り外した後に断熱材を転売・廃棄する必要がある。持家の場合には、このような行動を取る必要がなくなるため、借家にとってこうした「建材」を導入するには大きな機会費用（あるいはサunkコスト）が生じてしまう。表2の推定結果はこのことを反映しているのものであると考えられる。また、家を購入するか、あるいは借りるかという選択はテニユアチョイス問題として知られており、都市経済分野において研究が成されている（Seko & Sumita, 2007 など）。本研究ではこの点については外生的に扱っているが、今後の課題としてはこの問題を内生的に扱う必要がある。

また、築年数の短い家ほど、これらの「建材」を導入する傾向にある。以前に比べ、近年は住宅エコポイント制度やリフォーム補助金などの政策が功を奏したせいも、エコ住宅という言葉も登場している。こうしたこともあり、比較的新しく建設された家屋ほど、こうした省エネ「建材」が導入されていると考えられる。

さらに、家の建設・リフォーム費用は規模の経済が働きやすい。つまり、家の規模を大きくするほど、家屋の単位面積辺りの建設・リフォーム費用が低下するのである。床面積の係数がプラスに有意であることは、この家屋に係わる規模の経済性を反映しているものと考えられる。

また、都市ガスあるいはLPガスというように、ガスを使用している世帯ほど、「建材」を導入していないことも示されている。これらのダミー変数は、「ガスを使っていない」という世帯を基準としている。このような世帯の多くは、いわゆるオール電化済みの家屋である場合が多い。そのため、この2変数の係数がマイナス方向に得られているのもであると推察される。

地域別に見ると、寒冷地域である北海道、東北、甲信越がこれらの「建材」を導入している傾向にあることが確認されている。また、複層ガラスについては、関東や近畿、沖縄、四国、九州といった非寒冷地域において有意にマイナスの係数が得られている。したがって、複層ガラスはこれらの地域において普及していないと言える。

(5.2) 省エネ「設備」高効率給湯器の分析結果

次に、「設備」のうち、高効率給湯器の購買行動をプロビットモデルによって分析した結果を述べる。取り上げた高効率給湯器は、エコキュート、エコジョ

ーズ、エコウィル、エネファームの4種である。推定結果は表139に載せている。表139の2列目は、これら4種の高効率給湯器のいずれかを導入している場合は1、そうでない場合は0という二項変数を用い、プロビット分析をした結果である。3列目以降は、各高効率給湯器の個別分析となっている。

表139 省エネ「設備」(高効率給湯器)に対する推定結果

非説明変数	高効率給湯器				エコキュート		エコジョーズ		エコウィル		エネファーム				
	説明変数	係数	標準誤差	係数	標準誤差	係数	標準誤差	係数	標準誤差	係数	標準誤差				
世帯主年齢	0.004	0.003		0.000	0.004		-0.003	0.004		-0.012	0.008		-0.043	0.012	***
婚姻ダミー	-0.123	0.128		0.085	0.160		-0.110	0.170		-0.145	0.291		0.120	0.434	
世帯人数	0.048	0.022	**	0.113	0.029	***	0.003	0.032		-0.003	0.052		-0.024	0.116	
世帯所得	0.008	0.016		0.009	0.021		-0.015	0.023		0.094	0.045	**	0.170	0.100	*
世帯資産	0.002	0.010		0.007	0.013		0.004	0.014		0.016	0.024		0.018	0.044	
最終学歴大学ダミー	0.084	0.054		0.084	0.066		0.067	0.078		-0.001	0.138		-0.372	0.276	
主観的割引率	0.003	0.002		0.003	0.002		0.000	0.003		0.008	0.004	*	0.002	0.006	
環境用語知識	0.034	0.006	***	0.030	0.007	***	0.028	0.008	***	0.063	0.013	***	0.071	0.027	***
戸建て(新築)持家	0.153	0.406		-0.003	0.534		0.143	0.465		3.598	0.537	***	0.132	0.393	
戸建て(中古)持家	0.152	0.412		0.146	0.540		0.002	0.475		3.302	0.574	***			
床面積	0.000	0.000	*	0.000	0.000		0.000	0.000		0.001	0.001		0.000	0.001	
築年数	-0.008	0.003	***	-0.004	0.004		-0.005	0.004		-0.040	0.011	***	-0.017	0.012	
都市ガスダミー	-1.415	0.064	***	-2.243	0.079	***	4.657	0.076	***	1.238	0.223	***	4.672	0.470	***
LPガスダミー	-1.677	0.079	***	-2.141	0.100	***	4.218	0.100	***	0.477	0.293		4.135	0.408	***
北海道ダミー	-1.390	0.263	***	-1.781	0.349	***	-0.273	0.368							
北陸ダミー	-0.369	0.224	*	-0.621	0.255	**	0.538	0.352		0.848	0.366	**			
関東ダミー	0.144	0.128		0.345	0.156	**	0.204	0.236		-0.198	0.204		3.409	0.230	***
近畿ダミー	0.197	0.132		0.023	0.163		0.420	0.239	*	0.585	0.188	***	3.415	0.275	***
甲信越ダミー	-0.064	0.188		0.100	0.234		-0.161	0.341		0.336	0.354		4.115	0.464	***
九州ダミー	0.144	0.157		0.130	0.185					0.819	0.285	***	4.305	0.395	***
沖縄ダミー	-0.372	0.383		-0.663	0.652		0.092	0.305							
四国ダミー	-0.279	0.211		-0.224	0.249		-0.172	0.465							
東北ダミー	-0.262	0.168		-0.166	0.209		-0.062	0.299		0.108	0.417				
東海ダミー	0.221	0.136		0.121	0.164		0.448	0.243	*				3.416	0.375	***
定数項	-0.710	0.464		-0.696	0.617		-6.561	0.549	***	-7.479	0.699	***	-10.422	0.975	***
対数尤度	-1705.8			-1011.7			-759.4			-245.1			-57.8		
Wald値(P値)	777.78 (0.00)			1102.93 (0.00)			14749.52 (0.00)			325.9 (0.00)			616.54 (0.00)		
擬似決定係数	0.2245			0.4215			0.1176			0.2417			0.2915		
観測数	3954			3954			3954			3954			3954		

注：***、**、*はそれぞれ1%、5%、10%水準で有意であることを示す。推定結果は、頑健標準誤差に修正している。

世帯属性から結果を見てみよう。すべての高効率給湯器に対して有意な影響を与えているものは、「建材」の結果と同様に、環境用語の知識であった。そのため、環境意識の高い人ほど、これらの機器を導入する傾向にあることが示されている。また、世帯人数の多い人ほどエコキュートを、所得の高い人ほどエコウィルやエネファームを導入していることも確認された。

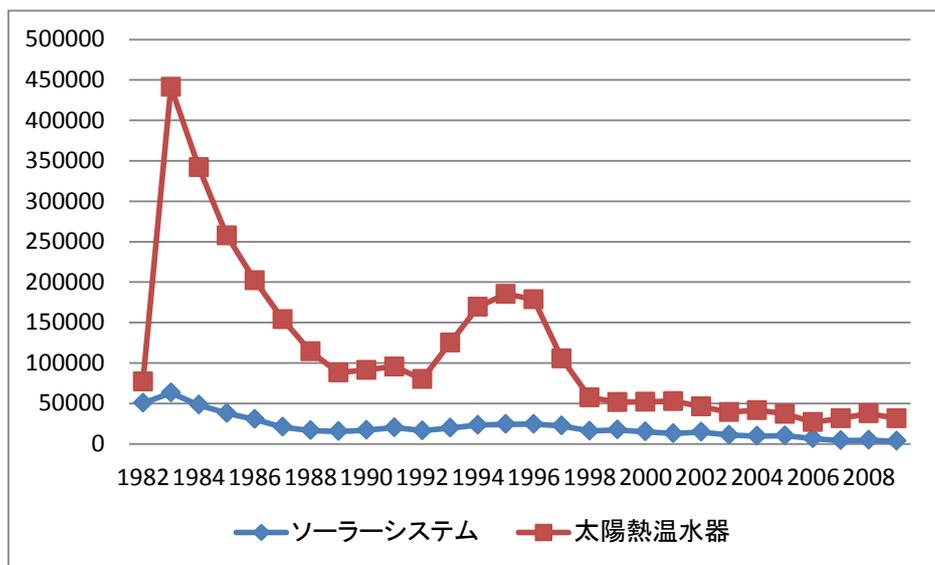
家屋属性については、戸建てを自己所有している世帯はエコウィルを導入しやすいという結果となった。「建材」に関しては、3種ともに自己所有の世帯は導入する確率が高いことが示されたが、高効率給湯器に関してはエコウィルのみに有意な影響を与えている。したがって、それ以外の3種高効率給湯器については、家の所有形態によって導入確率が異ならないといえる。

また、新しい家ほどエコウィルを導入する傾向にあり、それ以外の高効率給湯器については家の新旧は無関係である。また、都市ガスあるいはLPガスを用いている世帯ほど、これらの高効率給湯器を導入しやすいことも示された。

地域別には、「建材」の分析結果と同様に、北海道や北陸などの寒冷地域は高効率給湯器を導入する傾向にあるものの、エネファームに関しては、関東や近畿といった比較的高所得自治体が多い地域が導入している。

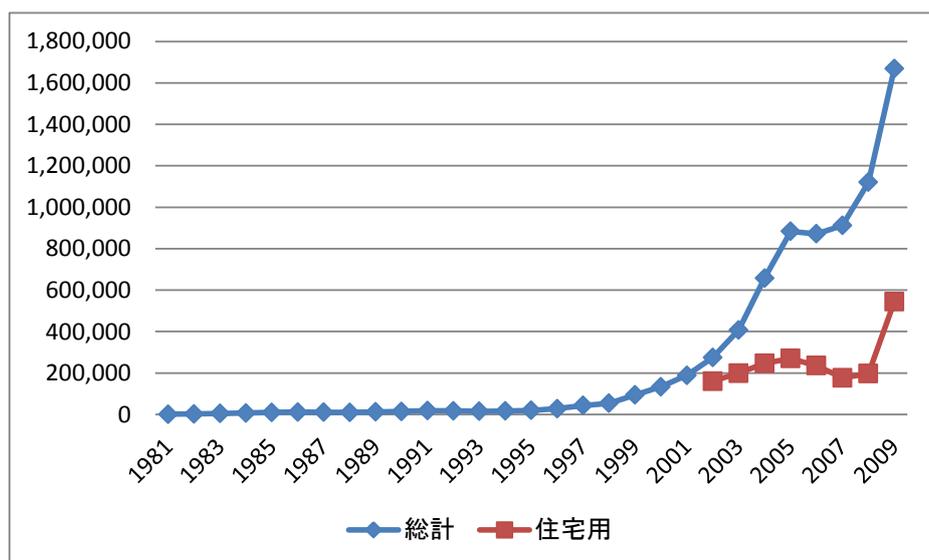
(5.3) 省エネ「設備」太陽熱温水器・太陽光発電の分析結果

最後に、省エネ「設備」のうち、太陽光発電と太陽熱温水器に関するプロビット分析を行った結果を説明する。太陽熱温水器は図 98 を見てもわかるように、80 年代に多数設置された古くからある太陽光を利用し、水を温める機器である。一体型、分離型、ソーラーシステムなどの複数のタイプが存在するが、本研究ではこれらの型については識別せず、一括りとして扱っている。



注：ソーラーシステムはこの図では別枠として扱っている。ソーラーシステム振興協会より筆者作成。

図 98 太陽熱温水器の導入件数の推移



注：太陽光発電協会資料より筆者が作成。

図 99 太陽光発電による発電総量（単位 1 万 kWh）の推移

太陽光発電は、近年グリーン電力として注目を集めている再生可能エネルギーであり、今後より一層の普及が求められている。図 99 を見ても、現状では住宅向けの太陽光発電容量の占める割合は全体の半分に至っていない。今後、スマートグリッドなどの分散電源タイプの送電網に以降していくため、住宅用の構成比率は高まっていくと考えられる。

このように、太陽光に関する新旧 2 種の省エネ「設備」について、これまでと同様にプロビット分析を行い、その購買行動の決定要因を明らかにする。その推定結果が表 140 である。

表 140 省エネ「設備」（高効率給湯器）に対する推定結果

非説明変数		太陽熱温水器		太陽光発電		
説明変数		係数	標準誤差	係数	標準誤差	
世帯属性	世帯主年齢	0.006	0.004	0.004	0.004	
	婚姻ダミー	0.223	0.154	0.047	0.179	
	世帯人数	0.074	0.030	**	0.038	0.030
	世帯所得	-0.004	0.023		0.047	0.024 *
	世帯資産	-0.006	0.014		0.004	0.014
	最終学歴大学ダミー	0.099	0.074		-0.020	0.074
	主観的割引率	0.003	0.003		0.003	0.003
	環境用語知識	0.032	0.008	***	0.054	0.008 ***
家屋属性	戸建て(新築)持家	0.255	0.496		3.257	0.109 ***
	戸建て(中古)持家	0.025	0.502		3.227	0.155 ***
	床面積	0.000	0.000		0.000	0.000
	築年数	0.005	0.003		-0.016	0.004 ***
	都市ガスダミー	-0.283	0.095	***	-1.179	0.082 ***
	LPガスダミー	0.104	0.094		-1.044	0.097 ***
地域属性	北海道ダミー	-1.138	0.386	***	-0.619	0.270 **
	北陸ダミー	-0.093	0.243		-0.525	0.303 *
	関東ダミー	-0.254	0.156		0.087	0.170
	近畿ダミー	-0.100	0.161		0.207	0.172
	甲信越ダミー	-0.381	0.247		0.331	0.234
	九州ダミー	0.214	0.183		0.226	0.202
	沖縄ダミー	-0.054	0.529		0.141	0.532
	四国ダミー	0.206	0.225		0.155	0.260
	東北ダミー	-0.111	0.192		-0.062	0.214
	東海ダミー	-0.066	0.165		0.226	0.179
定数項	-2.715	0.574	***	-5.196	0.309 ***	
対数尤度	-792.433			-839.110		
Wald値(P値)	109.6	(0.00)		2133.6	(0.00)	
擬似決定係数	0.064			0.206		
観測数	3954			3954		

注：***、**、*はそれぞれ 1%、5%、10%水準で有意であることを示す。推定結果は、頑健標準誤差に修正している。

表 140 を見ると、やはり環境用語の知識の多い世帯ほど太陽熱温水器、太陽光発電を設置する傾向にあることがわかる。したがって、本研究で取り上げた全ての省エネ機器について、この環境用語は有意な影響を与えている。つまり、環境意識の高い世帯ほど、こういった省エネ機器の導入に積極的であるといえる。

また、太陽光発電については世帯所得の係数がプラスに有意に得られている。つまり、所得の高い世帯ほど、太陽光発電を導入しているのである。したがって、国や地方自治体で積極的に導入している補助金や余剰電力買取制度あるいは今後詳細が公開される全量買取制度のような金銭的インセンティブを与える制度は、太陽光発電の普及を目的とした場合、有効な政策であるといえる。

一方、太陽熱温水器については所得あるいは資産の変数が非有意となっているため、金銭的なインセンティブを付与する制度を導入したとしても、普及確率を高めると言えない結果が示されている。

家屋属性に関して特徴的であるのは、家屋を自己所有している世帯ほど太陽光発電を設置する傾向にあることが示されている点である。太陽熱温水器についてはこのことは示されていない。したがって、持ち家比率を高めるような政策、例えば住宅エコポイントあるいは住宅ローン減税などは、間接的に太陽光発電の普及を促進していることになる。そのため、今後は住宅のテニユアチョイス問題についても内生的に扱い、より厳密な分析を行なっていくことが必要となるであろう。

地域別の固定効果を見ると、北海道や北陸地域で太陽熱温水器、太陽光発電の設置が行われていないことが示されている。これは主に日照時間と関係をしていると考えられる。ただし、日照時間の長い九州や四国地域は、係数は正であるものの、非有意となっているため、これらの地域で導入しやすいということは確認されていない。

(6) 結論

本研究では家庭部門における温室効果ガス抑制政策のうち、省エネ機器の普及促進を取り上げた。特に省エネ機器のうち、初期投資が必要な「設備」と「建材」について注目した。「設備」としては、昨今グリーン電力として注目されている太陽光発電や 80 年代から存在する太陽熱温水器（ソーラーシステムを含む）、エコキュートなどの高効率給湯器 4 種を取り上げた。また、「建材」に関しては、断熱材、二重サッシ、複層ガラスの 3 種を取り上げ、これらの省エネ機器の購買行動分析を行った。

購買行動の要因分析を行うために、2011 年 1 月にインターネットを通じて家計調査を実施した。その結果、4,866 世帯（本調査 4,331 世帯、プレテスト 535 世帯）から回答を得ることができた。

この家計調査を用いて、省エネ「建材」、「設備」の購買行動分析を行ったところ、環境用語知識がどの機器についても有意な影響を与えていることが明ら

かになった。本研究では、この環境用語知識度は、環境問題への関心度を表す代理変数として用いている。したがって、現状では環境に関心のある人が率先してこれらの省エネ機器を導入していると考えられる。

一方、世帯所得や資産は、一部の機器に対しては影響を与えていたが、影響を与えていない機器も見られた。このことから、必ずしも高所得あるいは高資産世帯がこれらの省エネ機器を導入している訳ではないといえる。裏を返せば、補助金などを用いて機器の価格を下げる（実質所得を上昇させる）ような政策は、本研究で扱った省エネ機器の普及には十分な普及促進効果をもたらすとは言えない。こうした結果から、省エネ機器を用いて温室効果ガスを抑制することを意図した場合、家計に対しては環境意識を高めるような政策、あるいは環境教育が重要となる。

また、いずれの機器に関しても、地域によって購買行動に差が見られることも確認された。これは地域の気温や日照時間を反映した結果であるといえる。そのため、特定の地域はある機器を導入する場合に大きなメリットを持ち、そうでない地域はそれほどのメリットがないというようなことを示しているといえる。そのため、こうした地域特性を考慮しつつ、省エネ機器の普及は促進していく必要がある。例えば、国は太陽光発電普及に対して全国一律で 4.8 万円/kWh の補助金を拠出しているが、この全国一律という固定金額は、地域の特徴差を考慮して変更する方が、普及の速度は早まる可能性があるのである。

本研究では、省エネ「建材」と「設備」に対し、簡易な購買行動分析を行った。しかしながら、これらの機器の購入は家計の可処分所得を大きく変化させる。そのため、この所得の変化という点についても今後の分析モデルにおいては組み込んでいく必要がある。加えて、地域の特徴をより詳細に捉えるための気象要因や、その地域の社会構成要因なども考慮し、より精緻な購買行動分析モデルを構築していくことが今後の課題である。

参考文献

- Greene, W. H., 2011. *Econometric Analysis*. Prentice Hall, Upper Saddle River.
- Hanemann, W. M., 1991. Willingness to pay and willingness to accept: how much can they differ?. *American Economic Review*. 81, 635-647.
- Seko, H., and Sumita, K., 2007. Japanese Housing Tenure Choice and Welfare Implications after the Revision of the Tenant Protection Law. *Journal of Real Estate Finance and Economics*. 35, 357-383.
- Leahy, E., and Lyons, S., 2010. Energy use and appliance ownership in Ireland. *Energy Policy*. 38, 4265-4279.
- O'Doherty, J., Lyons, S., and Tol, R. S. J., 2008. Energy-using appliances and energy-saving features: Determinants of ownership in Ireland. *Applied Energy*. 85, 650-662.
- 大橋弘・明城聡 (2009) 太陽光発電の普及に向けた新たな電力買取制度の分析. 科学技術政策研究 Discussion Paper No.57.

住環境計画研究所(2009) 2009 家庭用エネルギーハンドブック. 東京.

3.2.6 環境に優しい製品の開発と消費行動を誘発する市場制度の設計に向けた実験ゲーム理論

(1) はじめに

本研究は、環境に優しい製品の開発と消費を整合的に誘発するために、様々な市場制度における各主体の戦略的行動と、それが導く社会的効率性について理論面と実験面から把握し、適切な市場制度の設計を提示することを目的とする。その際、環境に優しい製品の消費を通じた消費者間の戦略的依存関係と、環境に優しい製品の寡占市場供給を通じた企業間の戦略的補完関係を考慮したモデルを提示、分析する。これにより各主体の誘因構造やそれに基づく反応を明確した信頼性の高い提言を行う。

環境に優しい製品の普及による環境対策は、その製品の開発から市場供給、さらにその消費までを一貫して捉える必要がある。もちろんこれらを段階ごとに区分し、企業行動と消費者行動を片務的にそれぞれ分析することは可能である。しかしながら各主体の誘因構造を明らかにし、それに基づく行動を実効的に誘発する市場制度設計には、これらの段階を整合的に統合した分析が必要不可欠となる。

また市場や環境を通じた主体間の戦略的相互作用も市場設計問題において考慮すべき要因である。わが国で環境に優しい製品を開発し、市場供給している産業は寡占化が進んでいるという事実を認めれば、その市場設計には、各企業の開発戦略や市場競争戦略を十分に捉えた分析が必要不可欠である。

そこで本研究では、環境に優しい製品の開発・供給とその消費間の市場整合性だけではなく、企業間の開発・供給戦略や消費者間の戦略的相互作用も明示的に取り扱うことのできるモデルを構築する。そのモデルに基づく実験分析を行うことで、理論的な均衡解と実験結果の間の関係性を見だし、環境に優しい製品の開発と消費を整合的に誘発させるための各主体の現実的な誘因構造を同定し、その構造原理に従った市場制度設計の指針を得る。

以下では、本研究で用いるモデルの概要を説明し、その理論的均衡解の導出とその均衡解が持つ特性を明らかにする。そしてそのモデルに基づく消費選択実験を展開し、実験データの収集を行う。そして理論的均衡解をベンチマークとして、実験で得た観測値を解析することで、消費選択行動の特性と、そこで考慮された情報とは何かを明らかにする。

(2) モデル

本研究では、Berry, Levinsohn, and Pakes (1995)が提示した寡占市場モデルを応用する。このモデルは離散選択モデルを土台にしており、実証的な産業組織論の研究において良く用いられている。このモデルでは、消費者特性の確率分布が既知であれば、製品差別化された製品の購入に関する消費者行動から、各製品の需要関数を求めることが可能である。

本研究のモデルの概要は以下の通りである。完備情報の下で、差別化された

環境に優しい製品を開発・供給する 2 つの企業 ($i, j = 1, 2$) からなる複占市場モデルを考える。また単純化のため、この市場には 2 人の消費者が存在すると仮定する。

各消費者 ($n = 1, 2$) は対称的であり、環境に優しい製品に対する共通の特性 (タイプ) $\theta > 0$ を持っており、2 つの製品のうちから必ず 1 つを選択し購入・消費する。ただし、各消費者の環境に優しい製品に対する特性は、自分自身の製品選択の結果だけではなく、他の消費者の製品選択の結果に対しても反応すると想定する。つまり、各消費者が知覚する「環境」は、自分自身が選択した製品の環境品質だけではなく、他の消費者が選択した製品の環境品質に依存すると想定する。他の消費者の選択行動 $k = 1, 2$ を所与として、消費者 n が財 $i = 1, 2$ を選択した場合の効用を次のように定義する。

$$U_{ij}^n = \theta q_i - p_i + \theta q_k + \epsilon_i^n \quad (1)$$

ここで、 q_i は製品 i に固有の環境品質、 p_i は財 i の価格、 q_k は n 以外の消費者が選択した製品 k の環境品質、 ϵ_i^n は誤差項である。さらに、この誤差項はタイプ I 極値分布 (Type I extreme-value distribution) に従い、その分布関数を $F(\epsilon) = \exp(-\exp(-\epsilon))$ とする。よってこの分布の密度関数は $f(\epsilon) = \exp(-\epsilon) \cdot \exp(\exp(-\epsilon))$ である。

各消費者は、他人の選択行動 k を所与として、自分自身の効用を最大にする財を選択する。したがって消費者 n が、製品 i を選択する確率は次のようになる³⁵。

$$\begin{aligned} \text{Prob}\{U_{ik}^n > U_{jk}^n\} &= \text{Prob}\{\theta q_i - p_i + \theta q_k + \epsilon_i^n > \theta q_j - p_j + \theta q_k + \epsilon_j^n\} \\ &= \text{Prob}\{\epsilon_k^n < \epsilon_i^n + (\theta q_i - p_i) - (\theta q_j - p_j)\} \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} \exp\{-\exp[-(\epsilon_i^n + (\theta q_i - p_i) - (\theta q_j - p_j))]\} dF(\epsilon_i^n) \\ &= \frac{\exp(\theta q_i - p_i)}{\exp(\theta q_i - p_i) + \exp(\theta q_j - p_j)} \end{aligned} \quad (2)$$

ここで、 $\text{Prob}\{U_{ik}^n > U_{jk}^n\}$ は 1 人の消費者 n が製品 i を選択する確率であるが、全ての消費者が共通の特性を持つと仮定すると、この確率は製品 i の市場シェアを意味することになる。よって市場サイズを 1 に基準化すれば、製品 i の需要関数は $\mathbf{p} = (p_i, p_j)$ と $\mathbf{q} = (q_i, q_j)$ の関数として以下の様に与えられる。

$$x_i(\mathbf{p}, \mathbf{q}) = \frac{\exp(\theta q_i - p_i)}{\exp(\theta q_i - p_i) + \exp(\theta q_j - p_j)} \quad (3)$$

この需要関数は、ランダム効用モデルから導かれるロジット選択確率と整合

³⁵ 詳細な導出方法は Train(2003)を参照せよ。

的であることに注意しよう。

また 2 つの企業は対称的であり、それぞれ自社の環境製品の開発において環境品質 $q_i > 0$ を独立かつ同時に決定する。つまり、実現すべき自社の環境製品の開発目標を定める。各企業の費用関数は共通であり、 $C_i(x_i) = cq_i x_i + I_i$ で与えられる。ただしここで $c > 0$ と $I_i > 0$ はそれぞれ生産費用パラメータと開発費用パラメータである。よって各企業の利潤は次のように表される。

$$\pi_i = p_i x_i(\mathbf{p}, \mathbf{q}) - cq_i x_i(\mathbf{p}, \mathbf{q}) + I_i \quad (4)$$

このモデルは、次のようなタイミングで進行する。

- ① [製品開発]各企業が環境に優しい製品の開発において、環境品質を同時に決定する。
- ② [価格設定]各企業が、互いの開発した製品の環境品質を所与として、自社製品の価格を同時に決定する。
- ③ [消費選択]各消費者が、各企業の製品の環境品質と価格を所与として、2 つの製品から 1 つを購入し消費する。

(3) 理論分析による均衡解の導出

実験分析のベンチマークとするために、理論分析による均衡解 (subgame-perfect Nash equilibrium) を求めておく。③から①に向けて後ろ向き帰納法 (backward induction) を用いる。

各消費者の消費選択問題については、既に 2 つの製品の価格と品質を所与とする需要関数 (3) を導出している。ただしここで、各消費者 n の効用関数 (1) には、他の消費者が選択した製品バンドルの総環境品質 Q_{-n} が考慮されていたが、最適消費行動の決定自体には、何の影響も与えないことに注意する必要がある。これは、各消費者は個人合理的であるという仮定によって、他の消費者の行動を所与として自己の最適化行動を選択することから得られる。

次に各企業の価格設定問題を考える。需要関数 (3) を各企業の利潤 (4) に代入することで、消費者の品質と価格に対する反応を考慮した利潤関数を得ることができる。各企業はそれを最大化するように、自社製品の価格を決定する。

$$\max_{p_i} \pi_i(p_i; q_i, p_j, q_j) = (p_i - cq_i) \left[\frac{\exp(\theta q_i - p_i)}{\exp(\theta q_i - p_i) + \exp(\theta q_j - p_j)} \right] - I_i \quad (5)$$

このとき最大化のための一階条件は

$$\exp(\theta q_i - p_i) - (p_i - cq_i - 1) \exp(\theta q_j - p_j) = 0 \quad (6)$$

となる。さらに二階条件は以下の通り成立している。

$$-\exp(\theta q_i - p_i) - \exp(\theta q_j - p_j) < 0 \quad (7)$$

したがって、各企業 $i, j = 1, 2 (i \neq j)$ の価格設定における反応関数は

$$\exp(\theta q_i - p_i) - (p_i - c q_i - 1) \exp(\theta q_j - p_j) = 0 \quad (8)$$

$$\exp(\theta q_j - p_j) - (p_j - c q_j - 1) \exp(\theta q_i - p_i) = 0 \quad (9)$$

である。つまり、各企業の均衡価格の組 $(p_i^*(q_i, q_j), p_j^*(q_i, q_j))$ は (8) と (9) の交点である。

さらに各企業の均衡価格に関する比較静学から、以下を得る。

$$\frac{\partial p_i^*}{\partial q_i} = \frac{\theta \exp(\theta q_i - p_i) + c \exp(\theta q_j - p_j)}{\exp(\theta q_i - p_i) + \exp(\theta q_j - p_j)} > 0 \quad (10)$$

$$\frac{\partial p_i^*}{\partial q_j} = \frac{-(p_i - c q_i - 1) \theta \exp(\theta q_j - p_j)}{\exp(\theta q_i - p_i) + \exp(\theta q_j - p_j)} < 0 \quad (11)$$

つまり、各企業の均衡価格 $p_i^*(q_i, q_j)$ は、自社製品の環境品質 q_i の向上に対して上昇するが、他社製品の環境品質 q_j の向上に対して下落することになる。これらは次のように解釈できる。自社製品の環境品質の向上は、自社製品の品質競争力の強化を意味するため、その品質に合致する水準まで価格を引き上げることによって利潤を追求する。また一方で他社製品の環境品質の向上は、自社製品の品質競争力の低下を意味するので、それを補うために価格を下げることで利潤を追求する。

次に (8) と (9) に特徴付けられた各企業の均衡価格 $p_i^*(q_i, q_j)$ を (4) に代入し、次のような各企業の品質設定問題を解く。

$$\max_{q_i} \pi_i(q_i, q_j) = (p_i^*(q_i, q_j) - c q_i) \left[\frac{\exp(\theta q_i - p_i^*(q_i, q_j))}{\exp(\theta q_i - p_i^*(q_i, q_j)) + \exp(\theta q_j - p_j^*(q_i, q_j))} \right] - I_i \quad (11)$$

このとき最大化のための一階条件は

$$\left(\frac{\partial p_i^*}{\partial q_i} - c \right) (\exp(\theta q_i - p_i^*) + \exp(\theta q_j - p_j^*)) + (p_i^* - c q_i) \left(\left(\theta - \frac{\partial p_i^*}{\partial q_i} + \frac{\partial p_j^*}{\partial q_i} \right) \exp(\theta q_j - p_j^*) \right) = 0 \quad (12)$$

となる。ここで (8)、(9)、(10)、(11) から (12) は次のように書き換えることができる。

$$(\theta - c) \exp(\theta q_i - p_j^*) - (p_j^* - cq_j - 1 - (\theta - c)) \exp(\theta q_i - p_i^*) = 0 \quad (13)$$

したがって、各企業 $i, j = 1, 2 (i \neq j)$ の品質設定における反応関数は

$$(\theta - c) \exp(\theta q_i - p_j^*) - (p_j^* - cq_j - 1 - (\theta - c)) \exp(\theta q_i - p_i^*) = 0 \quad (14)$$

$$(\theta - c) \exp(\theta q_i - p_i^*) - (p_i^* - cq_i - 1 - (\theta - c)) \exp(\theta q_j - p_j^*) = 0 \quad (15)$$

である。つまり各企業の均衡環境品質の組 (q_i^*, q_j^*) は (14) と (15) の交点として同時に定まる。つまり、各企業は、将来展開されるライバル企業との価格競争と消費者の選択行動を織り込んだ上で、開発する自社製品の環境品質を決定する。

(4) ゲーム理論実験分析

本研究で用いる実験手法は、実験ゲーム理論の方法論的基礎に準拠する。環境に優しい製品の選択に関する消費者間の戦略的相互作用が、被験者に観察可能な状況を再現した実験環境を構築し、そこでの各消費者の製品選択行動を検証する。

環境に優しい製品に対する消費者の選択について、アンケート調査やコンジョイント分析を行った野外実験を基礎とする研究は数多く存在するが、それらの多くは、元来のマーケティング手法に忠実に従っており対象とする製品の「独立的な」個人の選択行動を抽出しようとしてきた。つまり個々の消費者の選択の組が、市場全体の環境負荷水準を決定し、それが各消費者の効用に織り込まれるという状況下での消費者間の戦略的相互作用とそれに基づく選択行動は、従来の研究では過小評価されてきた。

そこで本研究では、消費者間の戦略的相互作用とそれに基づく選択行動に注目し、その実験環境が統制可能な実験室実験を通じて、環境負荷の低減という正のスピルオーバー効果を持つ製品に対する各消費者の選択が、どのような思考で、どれほど合理的に行われるのかについて明らかにすることで政策的な含意を得る。

(4.1) ゲーム理論実験のためのパラメータ設定

ゲーム理論実験を行うために、モデルのパラメータを以下のように設定する。

- 環境に優しい製品に対する消費者の特性： $\theta = 0.4$
- 各消費者の初期保有額： $w = 5$
- 各企業が開発・供給する製品の環境品質の組： $(q_L, q_H) = (0.3, 0.6)$
- 各企業が設定する製品価格の組： (p_L, p_H) 、ただしここで $p_L, p_H = \{1, 2, 3, 4\}$

(4.2) ゲーム理論実験の概要

広島大学の学部生（総合科学部、経済学部、法学部、生物資源学部）と大学院生（国際協力研究科）から 46 名を被験者（消費者役）として募集し、繰り返しゲーム理論実験を行った。なお被験者となった学生は、ゲーム理論に精通していないことを実験後のアンケートを通じて確認している。

以下の実験を、経済実験用ソフトウェア z-Tree を用いて、予備実験 1 回（18 名）、本実験 2 回（28 名）をおこなった。

1. 被験者間にゆがみのない相互依存関係を構築させるために、被験者はランダムに 2 人 1 組に組み合わせられる。実験中に、被験者間でコミュニケーションをとれないように、被験者の間に間仕切りを設置した。各被験者にとって、自分の相手が誰なのかはわからない。この組は 1 回の実験中、固定されたままである。
2. 1 回の実験では、各組に対して、価格や環境品質が異なる 2 つの製品の組と、その中から 1 つの製品を自分と相手が（非協力的に）それぞれ選択した場合に、実現する自分の利得と相手の利得が明示された利得表が、ランダムな順序で 16 ケース提示される。各組は、その利得表の下で 8 回選択を繰り返す。なお利得構造は対称的であり、自分が直面する選択問題と同じ問題に相手も直面する。
3. 被験者にゲームの状況やルールを理解させるために、実験に先立ち、スライドを用いてルールの説明を十分におこなった。また練習ステージを設けて、利得表の読み方や選択結果の入力の仕方を実践的に理解させた。
4. 各被験者のリスクに対する態度を統制するために、各被験者は、128 回 (=16 ケース×8 回繰り返し) の製品選択によって得られた総効用（ポイント）を得た後、ポイントから被験者謝金への交換率を決定するためにくじを引く。そしてそのポイントと交換率に応じて、謝金が各被験者に支払われた。この謝金支払いルールは、実験前に説明された。

表 141 利得表

		相手の選択	
		製品 L	製品 H
自分の選択	製品 L	(U_{LL}, U_{LL})	(U_{LH}, U_{HL})
	製品 H	(U_{HL}, U_{LH})	(U_{HH}, U_{HH})

表 142 実験パラメータセット（一部）

ケース ID	品質 (q_L, q_H)	価格 (p_L, p_H)	効用水準 $(U_{LL}, U_{LH}, U_{HL}, U_{HH})$	完全均衡点 PEP
(1, 2)	(0.3, 1.8)	(1, 2)	(0.63, 1.13, 0.96, 1.17)	1.000
(1, 3)		(1, 3)	(0.63, 1.13, 0.71, 0.93)	0.286
(1, 4)		(1, 4)	(0.63, 1.13, 0.30, 0.51)	0.000

(2, 3)		(2, 3)	(0.45, 0.96, 0.71, 0.93)	0.897
(2, 4)		(2, 4)	(0.45, 0.96, 0.30, 0.51)	0.000
(3, 4)		(3, 4)	(0.21, 0.71, 0.30, 0.51)	0.310

表 143 ケース(2,3)の利得表

		相手の選択	
		製品 L	製品 H
自分の選択	製品 L	(0.45, 0.45)	(0.96, 0.71)
	製品 H	(0.71, 0.96)	(0.93, 0.93)

(4.2) 実験解析 1

実験から得られた選択結果から、まず消費者（被験者）の合理性の水準を推定するためにロジット均衡(QRE: Quantal Response Equilibrium)概念を用いて各利得表パターンに対する実験解析を行った。被験者共通の限定合理性を示すパラメータを $\lambda \in [0, \infty)$ とする。推計された λ の値が大きいくほど、被験者がより合理的に選択行動を行ったと理解できる。 λ を無限大に大きくした場合の QRE は、完全均衡と一致する。逆に $\lambda = 0$ の場合には、被験者は完全にランダムに選択行動を行ったと理解できる。

相手が確率 $\beta \in [0, 1]$ で製品 H を選択するとき、自分が製品 H を選択する確率 $\alpha \in [0, 1]$ は次のように定義できる。

$$\alpha = \frac{\exp(\lambda[\beta U_{HH} + (1 - \beta)U_{HL}])}{\exp(\lambda[\beta U_{HH} + (1 - \beta)U_{HL}]) + \exp(\lambda[\beta U_{LH} + (1 - \beta)U_{LL}])}$$

$$= \frac{\exp(\lambda[\beta U_{HH} + (1 - \beta)U_{HL}])}{1 + \exp(\lambda[[U_{LH} - U_{HH} - (U_{LL} - U_{HL})]\beta + U_{LL} - U_{HL}])}$$
 (16)

ここで、 λ の値が大きいくほど、被験者は合理的であるといえる。

同様に、自分が確率 $\alpha \in [0, 1]$ で製品 H を選択するとき、相手が製品 H を選択する確率 $\beta \in [0, 1]$ は

$$\beta = \frac{\exp(\lambda[\alpha U_{HH} + (1 - \alpha)U_{HL}])}{1 + \exp(\lambda[[U_{LH} - U_{HH} - (U_{LL} - U_{HL})]\alpha + U_{LL} - U_{HL}])}$$
 (17)

である。したがってロジット均衡解 $(\alpha^*(\beta^*|\lambda), \beta^*(\alpha^*|\lambda))$ は、非線形連立方程式体系の対称解となり、パラメータ λ の関数となる。これは解析的に解けないために、各利得表パターンの数値を代入したニュートン法による数値解析によって、 λ をパラメータとしたロジット均衡対応を得る。

このとき実験データに関する対数尤度関数は次のようになる。

$$LL(\lambda) = n_H \ln[\alpha^*(\lambda)] + n_L \ln[1 - \alpha^*(\lambda)] \quad (18)$$

ただしここで、 n_H, n_L はそれぞれ被験者が実験で製品 H を選択した回数と製品 L を選択した回数である。この対数尤度関数を最大にする λ をグリッドサーチによって求めた。なお標準誤差は、実験データから得た経験分布を基にブートストラップを行うことで得た。

各ケースの PEP は完全均衡点（ここでは、製品 H を選択する確率）を示す。例えばケース(1, 2)では、PEP が 1.000 のため、常に製品 H を選択することが均衡になる。同様にケース(1, 4)やケース(3, 4)では PEP は 0.000 のため、常に製品 L を選択することが均衡になる。他のケースでは、PEP の確率で製品 H を選択することが均衡となる。

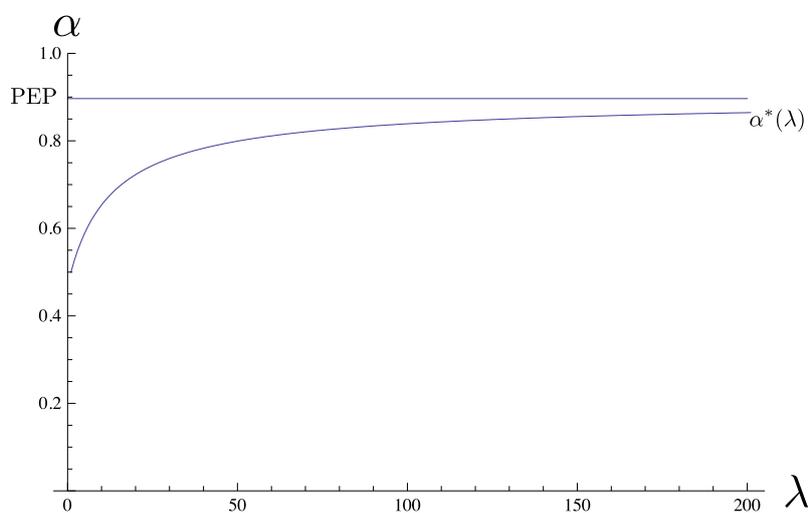


図 100 ケース(2,3)のロジット均衡対応 $\alpha^*(\lambda)$ と完全均衡点 PEP

表 144 消費選択行動における限定合理性の推定結果

ケース ID	PEP	Obs.Freq.	λ^*	Std. Err.	Wald-Stat.	LL	pseud R^2
(1, 2)	1.000	0.942	49.04	0.298	164.59 ***	-49.63	0.680
(1, 3)	0.286	0.638	0.00	n/a	n/a	n/a	n/a
(1, 4)	0.000	0.058	8.04	0.032	250.04 ***	-49.62	0.680
(2, 3)	0.897	0.821	70.05	3.058	22.91 ***	-105.11	0.323
(2, 4)	0.000	0.299	3.77	0.024	155.54 ***	-134.92	0.131
(3, 4)	0.310	0.580	0.00	n/a	n/a	n/a	n/a

推定の結果、簡単に製品選択ができると考えられるケース(1, 2)では、理論値 (PEP) に実験観測値 (Obs.Freq.) が接近しており、合理性を示す最尤推定値 (λ^*) も 49.04 と大きい値をとっている。しかしながら同様に製品選択が簡単だと考えられるケース(2, 4)では、理論値と観測値の間にやや乖離が見られ、 λ^* も 3.77 と小さい。一方で、確率的に製品 H を選択することが均衡となる、意思

決定が難しいケース(2, 3)では、理論値と観測値が十分接近しており、 λ^* も 70.05 と十分高い合理性を持って製品選択をしたことが分かり、意思決定の難易度がそのまま意思決定における合理性水準の高低に反映されているとは考えにくい。

さらに、ここで問題となるのはケース(1, 3)とケース(3, 4)である。被験者の限定合理性を仮定し、完全にランダムに製品選択をする極端な行動（つまり確率 0.5 で H、確率 0.5 で L を選択する）までも想定しても、これらの 2 つのケースは十分に説明できない。これらのケースでは、端点解として $\lambda^* = 0.00$ となっている。例えばケース(1, 3)では、理論値が 0.286 であることから、被験者の限定合理性を踏まえたロジット対応 $\alpha^*(\lambda)$ では、H を選択する確率が 0.5 以下であると想定する。しかし観測値は 0.638 であり、完全にランダム以外の何らかの意図を持って消費選択をおこなったと考えられる。ケース(3, 4)も同様である。しかし本解析で用いたモデルでは、その意図を明確にすることができなかった。

(4.3) 実験解析 2

そこで、次に、消費者役の被験者が消費選択行動を決定する際に、利得表から自分の利得だけではなく、相手の利得も読み取り、相手の（選択戦略というより）利得を勘案しつつ消費選択を行ったと想定して分析を行った。ここでは、被験者は利得表から、次のような独自の効用関数を構成し、それに基づいて消費選択を行ったと仮定する。

$$V_{ij} = U_{ij} + \frac{1}{2}U_{ji} \quad (19)$$

ここで、 $i = \{H, L\}$ は自分の消費選択を示し、 $j = \{H, L\}$ は相手の消費選択を示す。つまり、自分の利得と、自分より割り引いた（自分の半分の重みしか持たない）相手の利得の総和を自分の目的関数として意思決定の際に設定して、消費選択問題を解いたと考える。つまり表 142 のパラメータセットを表 141 の利得表に入力して消費者役の被験者に提示しても、それらの情報から、自分独自の目的関数を構成し、それに基づいて意思決定を行ったと想定する。このモデルは、被験者は、完全に利己的な要素に基づいて意思決定するのではなく、利他的な要素も考慮して意思決定することを示している。したがって提示された表 127 の利得表を、被験者は次のような利得表に読み替えて、消費選択を行ったと考える。

表 145 利他性を考慮した利得表

		相手の選択	
		製品 L	製品 H
自分の選択	製品 L	(V_{LL}, V_{LL})	(V_{LH}, V_{HL})
	製品 H	(V_{HL}, V_{LH})	(V_{HH}, V_{HH})

表 146 利他性を考慮したケース(2,3)の利得表

		相手の選択	
		製品 L	製品 H
自分の選択	製品 L	(0.675, 0.675)	(1.315, 1.190)
	製品 H	(1.190, 1.315)	(1.395, 1.395)

この想定の下で、ロジット均衡対応 $\alpha^{**}(\lambda)$ を求め、それを基に合理性の推定を行った。

推定の結果、利己的な消費者を想定した実験解析 1 において説明できなかったケース(1, 3)、(3, 4)でも、利他性を想定した実験解析では、ある程度の合理性を持って消費選択行動をとったことを説明できる。また、各ケースの最尤推定値 λ^{**} の分散が、実験解析 1 におけるそれよりも小さくなっていることも明らかである。なおモデルの適合性を示す AIC は、LL と自由パラメータの数から構成されるため、実験解析 1 で想定したモデルの AIC と本解析で想定したモデルの AIC は、ケース(1, 3)、(3, 4)以外のケースではほぼ変わらない。(実験解析 1 ではケース(1, 3)、(3, 4)の AIC を計算できない。) したがって、実験解析 1 で得た結果よりも本解析で得た結果がよりよく、実験データを解析していると考えられる。

表 146 利他性を想定した消費選択行動における限定合理性の推定結果

ケース ID	PEP	Obs.Freq	λ^{**}	Std. Err.	Wald-Stat.		LL	pseud R^2
(1, 2)	1.000	0.942	16.37	0.077	212.54	***	-49.62	0.680
(1, 3)	0.786	0.638	9.19	0.168	54.57	***	-146.57	0.056
(1, 4)	0.000	0.058	26.48	0.154	171.92	***	-49.62	0.680
(2, 3)	1.000	0.821	9.68	0.060	160.36	***	-105.11	0.323
(2, 4)	0.233	0.299	34.97	3.654	9.57	***	-134.92	0.131
(3, 4)	0.782	0.580	3.70	0.075	49.17	***	-152.36	0.019

各ケースに注目しよう。利他性を想定した場合でも、ゲームの PEP が変わらないケース(1, 2)と(1, 4)では、簡単に消費選択が行われたため、高い合理性を持って消費選択が行われており、理論値に近い値が観測されている。一方で利他性を想定した場合に、ゲームの PEP が劇的に変化するケースのうち(1, 3)、(3, 4)では、消費選択が簡単ではなかったのか、比較的低い合理性での選択行動が行われたことを示唆している。また実験解析 1 では、消費選択が簡単ではないはずのケース(2, 3)が、高い合理性を持って理論値に近い頻度でプレイされていると示唆していたが、利他性を考慮した本解析では、ケース(2, 3)は選択が簡単な利得表に変化し、それほど高くない合理性の下でプレイされたことを示唆し

ており、他のケースにおける合理性水準と極めて整合的な結果を得ている。

したがって実験解析1と実験解析2の比較により、次の結果を得る。正のスピルオーバー効果を持つ環境に優しい製品の消費選択では、完全利己的な限定合理性を想定したモデルを用いた実験解析1よりも利他性を許容した限定合理性を想定したモデルを用いた実験解析2の方が選択結果をより適切に説明可能である。

それでは、(完全)利己的な消費行動と利他的な(つまり限定利己的な)消費行動を分かつ外的要因は何であろうか。それは、相手が自分の選択によってどのような追加的な影響を受けるのかという「相手の利得の変化」に関する情報である。本研究では、ゲーム理論実験手法を用いることで、「相手の利得の変化」に関する情報を利得表として被験者に繰り返し提示した。この情報が被験者間の戦略的相互作用に刺激を与え、繰り返し実験の中で利他性を考慮した意思決定が導かれたと考えられる。つまり、提供する情報を適切に選択・コントロールすることで、正のスピルオーバー効果を、利他性を通じて増幅し、望ましい方向へ社会を導くことが可能だということができる。

(5) まとめと含意

本研究では、環境に優しい製品の開発と消費を誘発するための市場制度設計に向けて、消費者間の戦略的相互作用に注目して理論と実験の両面から分析をおこなった。得られた結論は以下の通りである。

正のスピルオーバー効果をもつ環境に優しい製品の消費選択は、限定合理性の下で行われる。したがって、環境品質や価格情報だけを正確に提供したとしても、経済理論が予測するような合理的な選択が行われるとは限らない。つまり理論が予測する社会的帰結が実現するとは限らない。

ただしこの限定合理的な消費選択は、完全に利己的に行われているわけではない。環境に優しい製品の選択によって生じる自分と他の匿名の社会構成メンバーの利得の変化が、①お互いに観察可能であり、②その社会が継続されるならば、各消費者は他の社会構成メンバーの利得を割り引いた上で、自分の目的関数に反映し、その目的関数の下で製品選択を行う。したがって、正のスピルオーバー効果(環境品質)だけを示す環境品質や価格情報だけではなく、そのスピルオーバー効果の帰結として、「この製品を選択消費することでどれだけ社会の環境改善に貢献できるか」という情報(つまり、社会的限界便益に関する情報)を明示することで、消費者間の戦略的相互作用に刺激を与え、より望ましい状況をデザインすることが可能だと考えられる。

また、本研究で得た消費選択の実験結果から、寡占価格市場競争における価格の需要弾力性とそれに基づく逆需要関数を導出できる。この消費選択実験結果を入れ子にした寡占市場競争実験が今後の展開として考えられる。本研究は、その基盤を提供している。

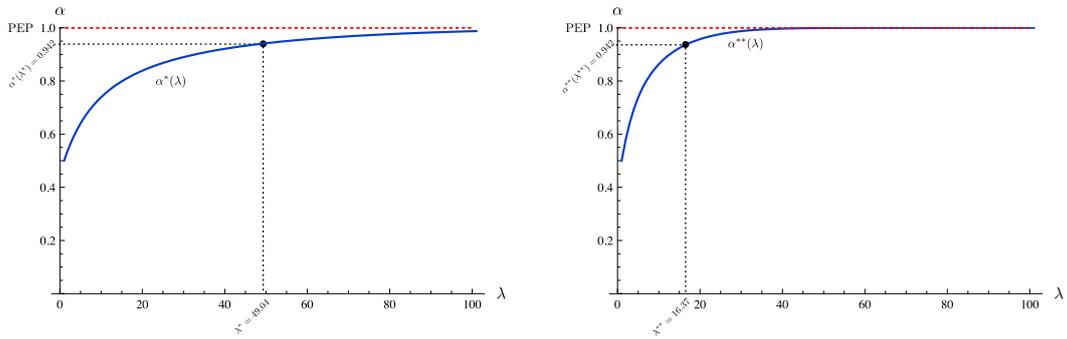


図 102 ケース(1,2)の完全均衡点、ロジット均衡対応 $\alpha^*(\lambda)$, $\alpha^{**}(\lambda)$ と最尤推定値 λ^*, λ^{**}

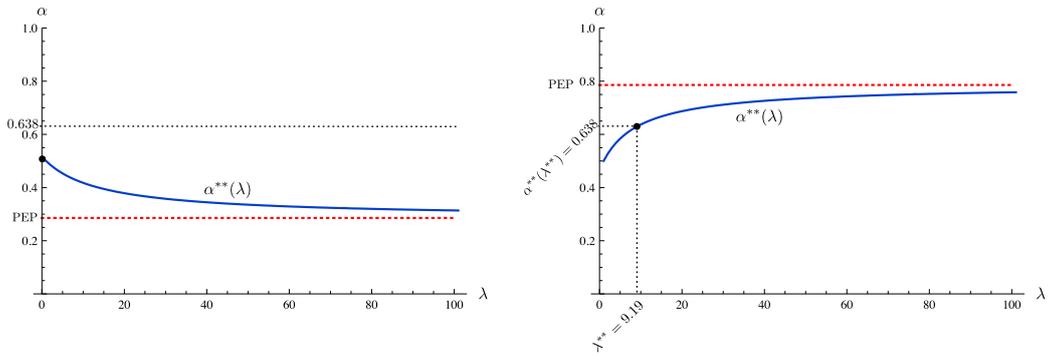


図 103 ケース(1,3)の完全均衡点、ロジット均衡対応 $\alpha^*(\lambda)$, $\alpha^{**}(\lambda)$ と最尤推定値 λ^*, λ^{**}

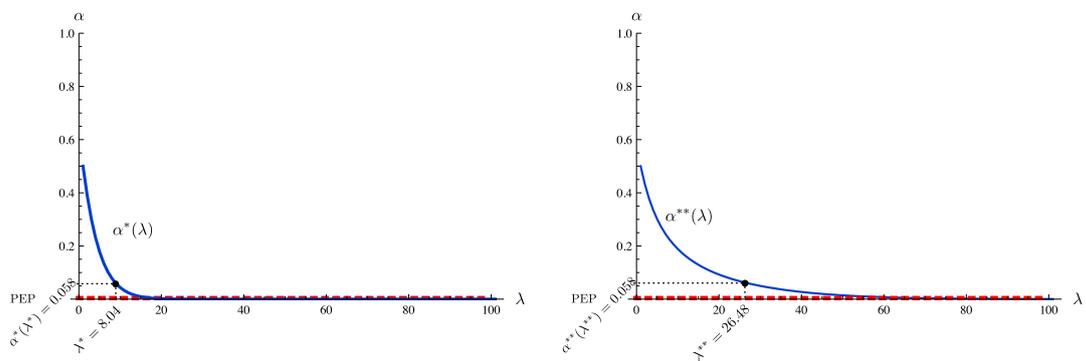


図 104 ケース(1,4)の完全均衡点、ロジット均衡対応 $\alpha^*(\lambda)$, $\alpha^{**}(\lambda)$ と最尤推定値 λ^*, λ^{**}

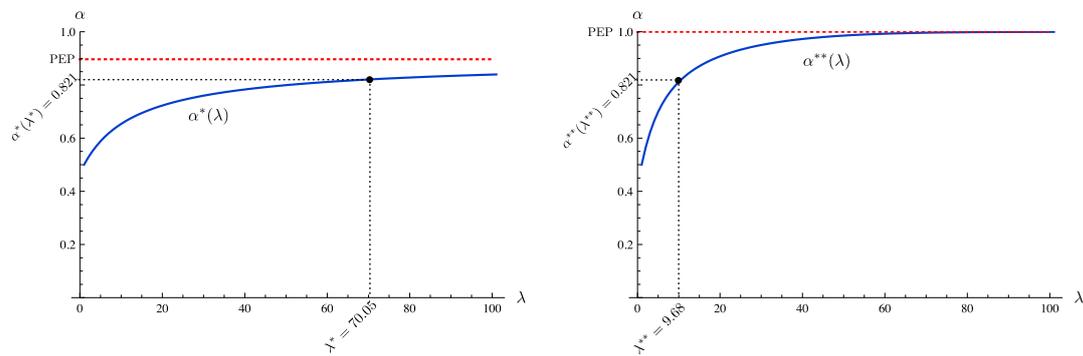


図 105 ケース(2,3)の完全均衡点、ロジット均衡対応 $\alpha^*(\lambda)$, $\alpha^{**}(\lambda)$ と最尤推定値 λ^*, λ^{**}

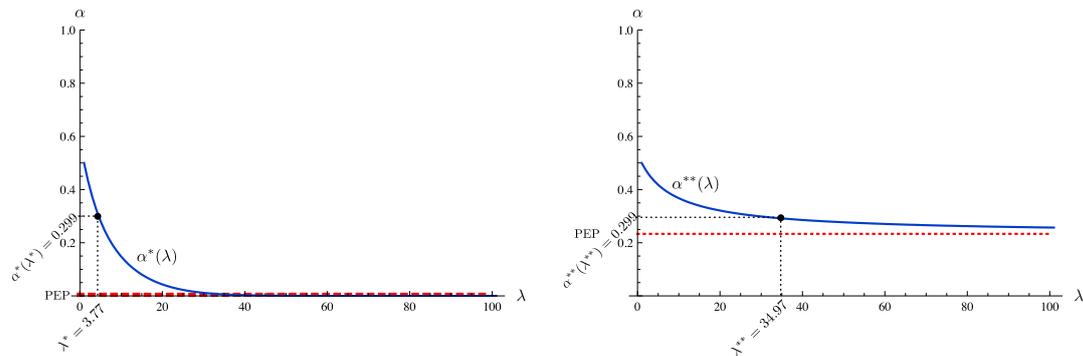


図 106 ケース(2,4)の完全均衡点、ロジット均衡対応 $\alpha^*(\lambda)$, $\alpha^{**}(\lambda)$ と最尤推定値 λ^*, λ^{**}

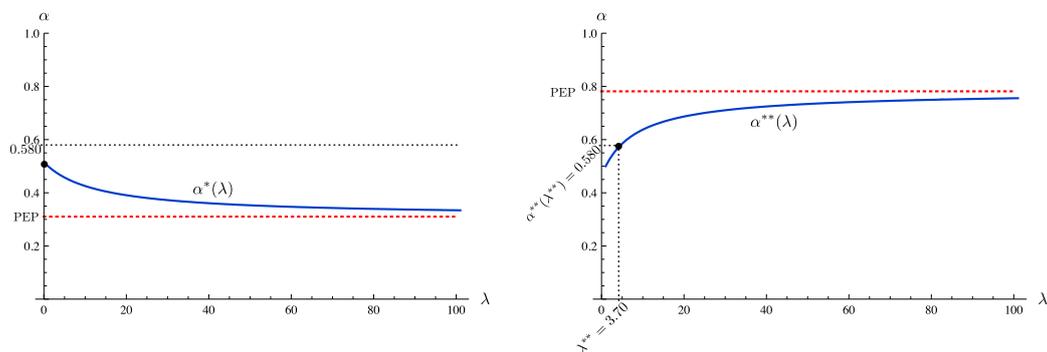


図 107 ケース(3,4)の完全均衡点、ロジット均衡対応 $\alpha^*(\lambda)$, $\alpha^{**}(\lambda)$ と最尤推定値 λ^*, λ^{**}

参考文献

- Berry, S., J. Levinsohn, Pakes, A. 1995. Automobile Prices in Market Equilibrium, *Econometrica*, 63, 841-890.
- Darai, D., Sacco, D., Schmutzler, A. 2010. Competition and innovation: an experimental, *Experimental Economics*, 13, 439-460.
- Fischbacher, U., 2007. z-Tree: Zurich toolbox for ready-made economic experiments, *Experimental Economics*, 10, 171-178.
- Suetens, S., 2005. Cooperative and noncooperative R&D in experimental duopoly markets, *International Journal of Industrial Organization*, 23, 63-82.
- Suetens, S., 2008. Does R&D cooperation facilitate price collusion? An experiment, *Journal of Economic Behavior and Organization*, 66, 822-836.
- Train, K., 2003 *v* *Discrete Choice Methods with Simulation*, Cambridge University Press.

4. 結論

本研究の成果は以下のとおりである。尚、括弧内に本報告書内の章番号を記した。

環境経営の進展に関する実証分析：

- (1) 国内製造業 10 業種を対象に、VOC 排出量を考慮した生産性分析 DDF を行った。2001-08 年にかけて環境生産性の改善が見られ、経済効率性を犠牲にすることなく VOC 削減を達成している。(2.1.1)
- (4) DDF 分析法により、VOC 排出規制が経済便益に与える影響を評価し比較を行った。業種別に達成した環境効率が大きく異なることを明らかにしつつ、その原因を業種特性に基づき考察した。(2.1.4)
- (5) 国内製造業 10 業種を対象に、CO₂排出量を考慮した生産性分析 DDF を行った。大幅な環境生産性の改善がみられた 4 業種を特定すると共に、業種別の環境生産性の改善理由を明らかにしている。(2.1.5)
- (6) 国内製造業を対象に環境技術特許開発の決定要因を分析した。業績が好調な企業ほど環境技術特許の開発を積極的に行っている。企業規模は特許取得数と強い因果関係を持つ。環境規制強化は汚染対策技術開発を促進させ、石油価格の上昇は、汚染対策・エネルギー技術・製品開発を促す。(2.2.1)
- (7) 国内製造業 16 業種を対象に環境特許取得が生産性に与える影響を分析した。企業を産業において異質とみなして分析した場合には、温室効果ガス排出に関する特許取得は、機会組立型産業において生産性を向上させることを明らかにした。(2.2.2)

環境イノベーションの経営学的研究

- (8) 動脈系・静脈系企業の環境イノベーションについてそれぞれ考察し、動脈系産業ではクリーン技術を創出する政策、静脈系産業では再生資源獲得するため政策の重要性を指摘した。(2.2.3)
- (9) 環境イノベーションの促進策を吟味するために各国の環境政策の展開と環境イノベーションの動向について、レビューした。成果の実現を目指したライフサイクル全体を視野に入れた自由裁量型の政策の有効性を、イノベーションの不確実性から指摘した。(2.2.4)
- (10) 企業の環境への取り組みやそれに対する消費者行動に関する分析によって得た結果の妥当性を検証し、解釈の参考とするために、企業や業界団体に対して調査表調査を行った。企業は環境対策を様々な側面から機会として捉え、積極的に取り組んでいることが認められた。また概して、本プロジェクト研究でこれまでに得た結果を支持する整合的な分析結果を得た。(2.2.5)

市場の変化

- (11) 消費者の消費行動を捉えると同時に、これらに影響を及ぼす環境情報の伝達方法や内容について分析した。消費財の購入理由として「環境に優しい企業であるから」を挙げる割合は少ないことを明らかにした。(2.3.1)
- (12) エコ製品の企業と消費者の接点を分析する事例研究として、これまでに太陽光発電設備を導入した経験のある消費者を対象にアンケート調査を実施した。パネルメーカーと販売者の組み合わせが、消費者特性、購入検討プロセス、満足度に及ぼす影響を検証し、特定の組み合わせでは、太陽光発電設備の導入にネガティブな影響を持つことを明らかにした。(2.3.2)
- (13) 消費者の潜在的な心理状況と支払意思・支払行動の関係性の分析を行った。環境に配慮したシナリオ施策を導入するという、消費者の環境意識や環境

行動に心理的な要因が大きく関わるという結果を得た。(2.3.3)

市場の変化を考慮した環境経営の総合分析

- (14) 企業の経済活動の一環としての環境への取り組みが環境パフォーマンスに与える影響を分析した。環境対策に積極的な企業ほど優れたパフォーマンスをもたらすが、その効果はコスト削減に繋がる生産性の上昇が期待される場合にのみ観測される。(2.4.1)
- (15) 生産関数と逆需要関数から導出したモデルを推定し、企業の化学物質削減が経済パフォーマンスに与える影響を分析した。化学物質削減は需要増加と生産性向上により企業の付加価値を増加させるが、これらの影響は均一ではない。(2.4.2)
- (16) 温室効果ガス排出に対して(15)と同様の分析をした。需要増加を通じた影響は確認されたが、生産性向上による影響は確認されなかった。(2.4.3)
- (17) 国内製造業企業を対象にアンケート調査を実施し、企業が環境保全に取り組む際に、どのような要因を優先的に考慮して意思決定をおこなっているかを明らかにした。化学物質対策では行政、地域社会、市場からの要請を強く認知している一方で、温暖化対策では行政からの要請を強く認知しつつ、対策費用も考慮していることが分かった。(3.1.1)
- (19) 炭素税の導入等によってエネルギー部門価格が上昇した場合、どのような経済効果があるかをシナリオに基づいてシミュレーションを行った。自動車、電機、化学製品、衣類などのエネルギー価格上昇効果による需要減は国全体としては起きないが、不動産については比較的大きな需要減が発生することを明らかにし、住宅購入等に対するクーポンのような消費促進策の必要性を指摘した。(3.1.3)
- (20) 寡占企業が環境研究開発投資を行う状況下で政府の環境税率に対するコミットメント能力が社会厚生に与える影響についてミクロ経済分析を行った。企業の環境研究開発への投資水準決定後に政府が環境税率を決める場合には、企業間の投資水準カルテルを容認する共同研究開発は、企業間で競争的に研究開発を行うよりも常に望ましいとは限らないことを示した。(3.1.4)
- (21) 環境配慮型の工業製品を市場に供給している寡占企業を想定し、(17)の分析手法を用いて、生産カルテルの社会的望ましさを消費者余剰と生産者余剰の観点から精密に検証した。生産カルテルを許容することが妥当な場合の条件を明示し、環境 R&D の社会的影響を考慮した場合においても、標準的な競争政策に沿って競争環境を秩序付けることができることを指摘した。(3.1.5)

環境政策と市場の変化の分析

- (22) 環境情報の面から消費者行動を変化させるためには、消費者が消費するその現場で、各汚染物質の排出量が見えるようになっていることが望ましい。(3.2.1)
- (23) 追加的 LCA 情報の有無や種類が、標準製品と環境製品の消費行動に与える影響を明らかにした。ガソリン車とハイブリッド車間の選択では、LCA 情報の追加はハイブリッド車選択率を増やし、標準住宅とエコ住宅間の選択では LCA 情報の追加はエコ住宅の選択率を減らすという結果を得た。(3.2.2)
- (24) ソーシャルマーケティングの手法を用いて、環境意識と節電行動の強さで分類された各クラスタに対して、効果的な節電啓発のあり方を提示した。

環境意識があるが節電行動がない人には、感情的なメッセージが効果的であり、環境意識も節電行動もない人に対してはテレビ媒体を通じた合理的なメッセージが効果的であるという知見を得た。(3.2.3)

- (25) インフラを整備することの社会的便益を代替燃料自動車間で検討し、電気自動車のためのバッテリー交換ステーションを1カ所整備することの社会的便益を1年あたり1,060～2,130万円、燃料電池車のための水素ステーションを1カ所整備することの社会的便益を1年あたり660～1,330万円と推計した。(3.2.4)
- (26) 家庭部門における省エネ機器の普及促進について、設備と建材に注目し、これらの購買行動分析をインターネットによる家計調査を基に実施した。環境に関心のある人から省エネ機器を導入していること、高所得・高資産世帯は必ずしもこれらの機器を導入しているわけではないことを指摘した。(3.2.5)
- (27) 環境製品を選択することによる正のスピルオーバー効果に注目して、消費者間の戦略的相互作用とその下での製品選択行動について理論・実験両面から検証をおこなった。消費者は限定合理性の下で、製品選択をおこなっており、さらに利己的動機だけではなく割り引かれた利他的動機も考慮した目的関数にしたがって製品選択を行っていることを明らかにした。(3.2.6)

以上の主な成果及びその関連を図108にまとめた。

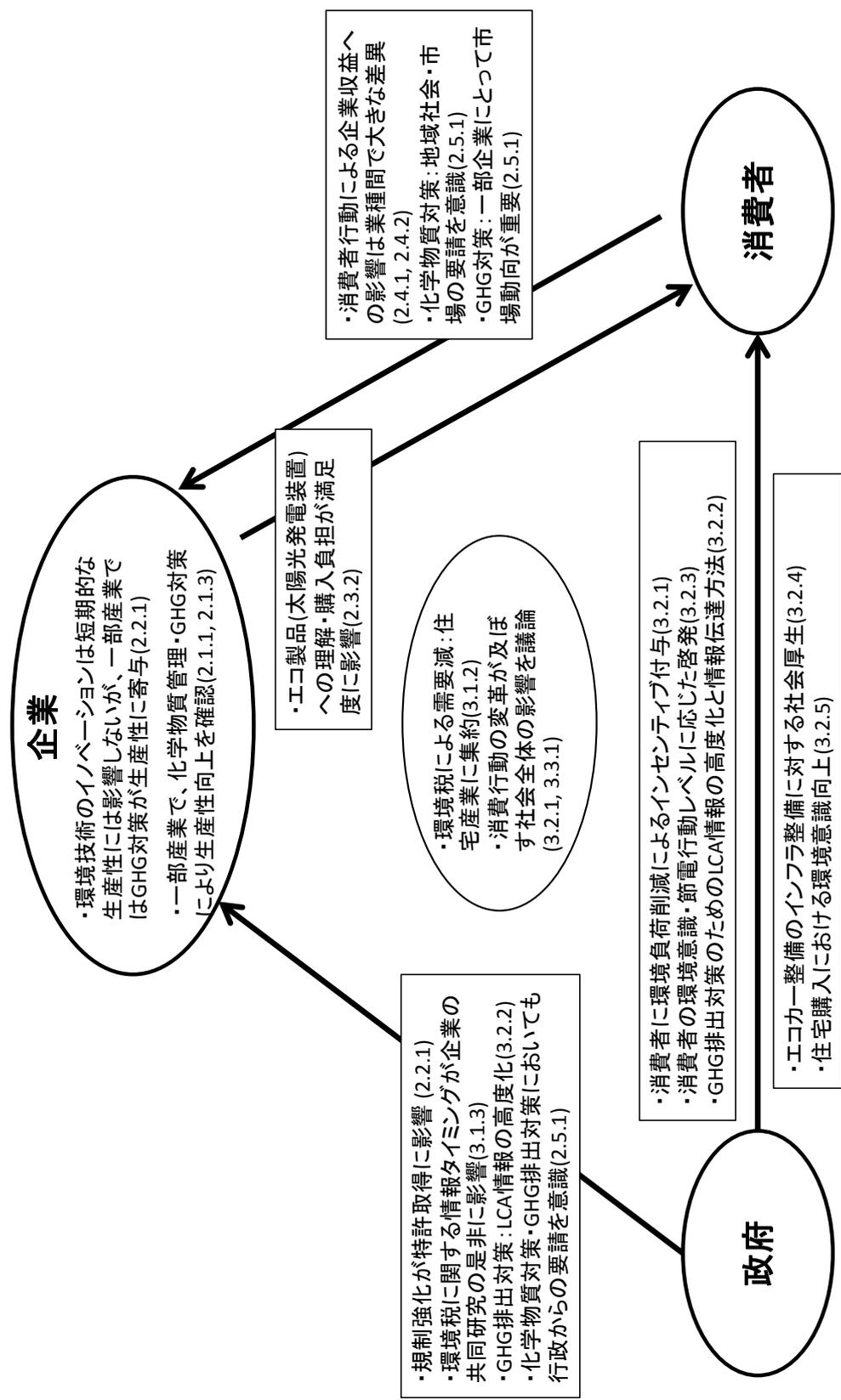


図 108. 本研究のまとめ