

H-5 企業の技術・経営革新に資する環境政策と環境会計のあり方に関する研究

(2) 環境政策と環境イノベーションに関する研究

②環境イノベーションの類型化

芝浦工業大学工学マネジメント研究科

玄場 公規

平成 15～17 年度合計予算額

2,831 千円

(うち、平成 17 年度予算額

784 千円)

〔要旨〕

環境経済学では、環境への対応は必然的に企業のコスト負担を増大させると主張され、そのため直接規制型の環境政策よりも、費用効果の高い誘因ベースの経済的手法や情報的手法の採用が提唱されてきた。これに対し、Porter and Linde (1995)は「環境規制は、技術革新を誘発するとともに企業利潤を高める」という主張を行った。すなわち、企業のイノベーションによって、環境保護と企業の競争力向上の両者が実現されるという主張である。

本研究は、環境保護と企業の競争力向上を促す政策を提言するため、日本企業の環境イノベーションの事例分析及びそのイノベーションの類型化を行った。まず、日本企業の競争力を向上させたと考えられる環境イノベーションの事例を分析した。また、既存研究においては、環境保護に資すると同時に企業の国際競争力を向上させる可能性のあるビジネスモデルの一類型として、サービサイジングというイノベーション概念が提示されている。そこで、本研究でも日本企業のサービサイジングの事例を分析した。さらに、既存研究の定義上、サービサイジングに含めることはできないが、サービサイジングと類似の効果が得られる日本企業の事例も分析対象に含めた。事例分析の結果、日本企業においても、企業競争力を向上させ、環境保護を実現するイノベーションが多数見出されることが分かった。これらのイノベーションの特徴としては、顧客に提供される製品・サービスの機能の維持向上に着目し、多様な手段を用いてイノベーションを実現させたという点である。本研究では、このようなイノベーションの概念として「機能イノベーション」という概念を提示した。そして、機能イノベーションを具体的に実現するイノベーションプロセスとして、異業種間競争という概念を提示し、そのメカニズムを分析した。さらに、企業競争力と環境保護の両者を実現するイノベーションの一類型として、エコサプライシステムという新しいイノベーション概念を提示した。

〔キーワード〕 イノベーション、環境政策、競争力、サービサイジング、エコサプライシステム

1. はじめに

わが国の企業にとって環境問題への対応は必要不可欠の課題であり、領域の拡大と強度の高まりが時と共に進んでいる。とりわけ、地球温暖化緩和政策の一層の強化が見込まれる状況において、企業活動の面でも革新的変化が求められている。

環境経済学では、環境への対応は必然的に企業のコスト負担を増大させると主張され、そのため直接規制型の環境政策よりも、静学的・動学的利益をもたらす費用対効果の高い誘因ベースの経済的手法や情報的手法の採用が提唱されてきた。これに対し、「環境政策は企業の国際競争力を高める」（19990年、1991年、ハーバード大学の Michael Porter 教授）、「環境政策は、技術革新を誘発するとともに企業利潤を高める」（1995年、Michael Porter and van der Linde）¹⁾ という主張が現れ、大きな論争を巻き起こした。環境政策が技術革新を誘発するかどうか、また直接規制よりも経済的手法・情報的手法のほうが高い技術革新誘発力をもつかどうか、といった従来からの論争に加えて、環境政策が技術革新の促進を通じて企業利益を改善することになるかどうか問題となった。後者の論争については、現在も理論的・実証的研究が続けられている。今後は、どのような政策領域、どのような産業分野において、またどのような要因の存在が、環境政策と技術革新が相互支援的に持続可能な発展に貢献するかを明らかにすることが重要である。

2. 研究目的

本研究は、上記の議論をより具体的に深め、企業の競争力を向上する環境イノベーションを促す政策を提言するため、日本企業の事例分析を行い、その結果に基づき、イノベーションの類型化を行うことを目的としている。この点、興味深い既存研究として、環境保護と企業競争力向上の両社を実現するイノベーションとして、サービサイジングという概念が提示されている。サービサイジングの定義は、文献により様々であるが、簡潔に言えば、製品を販売するビジネスモデルから、顧客に提供する機能を向上させたサービスを提供するビジネスモデルに変換するイノベーションである。サービサイジングの概念は、近年、国内外で注目されており、本研究においても、日本におけるサービサイジングの事例を分析した。

White ら (1999) ²⁾ は、「機能」の経済という考えが重要であり、サービサイジングというビジネスモデルの転換が環境保護に資するイノベーションであることを指摘する。機能の経済では、企業や家庭の消費者は、洗濯機の代わりにクリーニングのサービスを、写真複写機ではなく書類サービスを、自動車より移動サービスを買うとする。そして、このようなサービスへの転換は、グリーン経済を生み出す可能性があるとし、製品を販売する事業が製品を基点としたサービスに変化することの重要性を指摘した。顧客がメーカーから製品を購入するのは、製品機能を得るためであり、一定程度以上の機能が得られる製品量で十分である。しかしながら、メーカー側はできるだけ多くの製品を販売したいと考える。そこで、顧客が製品の納入・使用をコンサルティングするサービスプロバイダーと契約すれば、顧客が要求する機能に十分な量のみを発注することにより、顧客は要求する機能を満たす一方で、また、廃棄物を減少させることができるというものである。顧客が製品を購入・使用することから、サービスを購入することに変換することを捉えて、このようなイノベーションを White らは、サービサイジングと呼んだのである。

サービサイジングの最大の特徴は、顧客に提供する機能が維持されることに着目して、イノベーションが実現されることにある。顧客に提供される機能は複数あるが、上記の事例では、環境負荷の低減という機能が含まれている。また、トータルとして顧客企業の競争力が向上しており、顧客企業にとっては、サービサイジングによって、環境負荷の低減と競争力向上の両者が実現できると考えられる。

そして、日本企業の環境イノベーションの事例分析においては、サービサイジングと類似の効果が得られるものの、既存研究のサービサイジングの定義からは、サービサイジングに当てはまらないイノベーションも見出された。そこで、本研究では、サービサイジングの概念を拡張し、「機能イノベーション」という概念を提示し、事例分析を行った。機能イノベーションとは、従来のプロダクトイノベーションやプロセスイノベーションのように、イノベーションの実現のための手段としての製品やプロセスに着目するのではなく、顧客に提示された機能の維持あるいは向上の実現に着目したイノベーションである。

また、機能イノベーションでは、イノベーションの実現に向けた異種類の手段・アプローチが競合して、イノベーションが実現される可能性がある。本研究では、機能イノベーションが登場する一つのプロセスとして、異業種間競争という概念を提示し、日本の異業種間競争の現状について定量的に分析し、異業種間競争のメカニズムを分析した。

さらに、本研究では、機能イノベーションを実現する具体的なイノベーション概念として、エコサプライシステムという概念を提示した。エコサプライシステムはサービサイジング及びその類似のイノベーションを包含するイノベーション概念であり、環境保護と企業の競争力向上の両者を実現するイノベーション類型の一つであると考えられる。

3. 研究手法

(1) インタビュー調査

環境イノベーションにより、企業の競争力が向上した事例を分析するため、2003年9月～11月に、日本企業の環境イノベーションに関する個別企業へのインタビュー調査を行った。鉄鋼（2社）、食品（3社）、電機（4社）、物流（1社）、エネルギー（2社）、建設（1社）、保険（1社）の計14社に対して直接訪問し、インタビューを行った（本研究では、すべての企業の事例を詳細に示すものではなく、サービサイジングなどに該当する幾つかの企業の事例を示すこととする）。

(2) 事例分析

上記の企業の事例収集の中から、サービサイジングの事例を見出し、詳細な分析を行った。サービサイジングは、環境保護と企業の国際競争力の向上に寄与する可能性のあるイノベーションである。さらに、本研究では、サービサイジングに加えて、明らかに環境保護と国際競争力向上に寄与するイノベーション事例を紹介する。それは、サービスと流通を融合させて、顧客の利便性を向上させると同時に、省エネルギーも実現した佐川急便の事例である。これは、顧客の機能を維持向上させ、環境保護を実現している事例であるが、ビジネスモデルのサービス化がなされ

ているわけではないため、サービサイジングには当てはまらない。ただし、本研究で概念提示する「機能イノベーション」という類型に適する事例であると考えることができる。

（３）異業種間競争の定量分析

機能イノベーションでは、提供される機能が維持向上されるのであれば、そのイノベーションの実現に、どのようなアプローチを用いても良いことになる。逆に考えると、数多くのアプローチが競合することで、より革新的なイノベーションの実現する可能性が高まることが期待できる。すなわち、飛躍的なイノベーションのためには、イノベーションを実現するアプローチのバラエティ（多様性）が確保されることが必要であり、そのためには、異業種が持つ様々な技術及びノウハウが競合することが望ましい。環境問題の解決には、様々な業種の技術・ノウハウが競合して、飛躍的なイノベーションが必要だと考えられるが、環境問題の解決に向けて異業種間競争が日本で起きていると考えられる。

本研究は、このような問題意識の上で、日本の製造業における環境技術分野の異業種間競争の定量分析を行う。定量分析に用いるデータベースは、総務庁統計「科学技術研究調査報告」である。この統計には産業別に「環境保護」に対する研究開発投資額が集計されている。すなわち、環境保護という目的のために各産業がどの程度研究開発投資を行っているかを示すデータである。そして、表 1 のように環境保護に向けた投資額の業種別構成比が把握できる。例えば、1994 年度において、鉄鋼業は 35 億円の研究開発投資を行っているが、製造業全体では 1,656 億円の研究開発投資が行われており、研究開発費の構成比は 2.1%ということになる。

産業技術におけるバラエティとは多様性であると同時に不確実性である。どの産業技術が新しい技術システムを構築するのか未だ不確実であるが故に、産業技術のバラエティがあり、異業種間の競争が起こる。新しい技術システムが確定すれば、バラエティも不要となり、競争は収束する。そこで、バラエティを表す指標として、情報理論における不確実性を表す指標であるエントロピー値を用いる。エントロピー値は、研究開発費の産業別構成比により算出する。エントロピー値が上昇すれば、各産業の投資構成比がばらついていることになり、産業技術のバラエティが増加したと言える。その逆にエントロピー値が減少すれば、特定の産業が研究開発を行っているのであり、バラエティが減少している。エントロピー値は、各産業の投資構成比を集計して求める。

表 1. 研究開発投資の業種別シェアの概念図 (単位: 百万円)

業種分類	1994年度(投資額)	1994年度(構成比)	1995年度(投資額)	1995年度(構成比)
.....				
窯業	4513	2.7%	4045	2.3%
鉄鋼業	3452	2.1%	6294	3.5%
非鉄金属	840	0.5%	735	0.4%
.....				
合計	165587	100%	178371	100%

【エントロピー値の定義】

$P_i = i$ 産業の研究開発投資の投資構成比とし、エントロピー $E = - \sum_i P_i \times \log_2 P_i$

エントロピー値の上昇は、さまざまな業種が環境保全投資に参加しているということであり、環境保全技術という分野における異業種間競争の程度を表していると解釈できる。逆に、エントロピー値が減少すると異業種間競争が沈静化したといえることができる。

4. 分析結果

(1) インタビュー結果を元にした競争力向上のパターン化

環境政策をきっかけとした環境イノベーションの実現とそれによってもたらされる企業競争力について、事例をもとにパターン化を試みた。環境政策は企業活動において2種類の影響を及ぼすと考えられる。第一に環境コストの内部化（企業内部での対応）、第二に環境市場の創出（企業外部への対応）である。

環境コストの内部化では、それを克服するために新たな生産技術の開発や生産の効率化といった環境イノベーションのインセンティブとなり、ブランドイメージとしての差別化やコストリーダーシップといった企業競争力につながる場合がある。

環境市場の創出では、新たな市場への対応として、環境に配慮した製品・サービスの開発や環境市場への新規参入のインセンティブとなり、製品特徴やブランドイメージとしての差別化や顧客サービスとしての差別化といった企業競争力につながる場合がある。

以上の2つの流れをそれぞれパターン1、パターン2として図式化した。また、これらが同時に起こっていると思われる事例もみられる（パターン3）。いずれのパターンにおいても、機能のイノベーションが起こり、企業競争力の源泉となっていると考えられる。

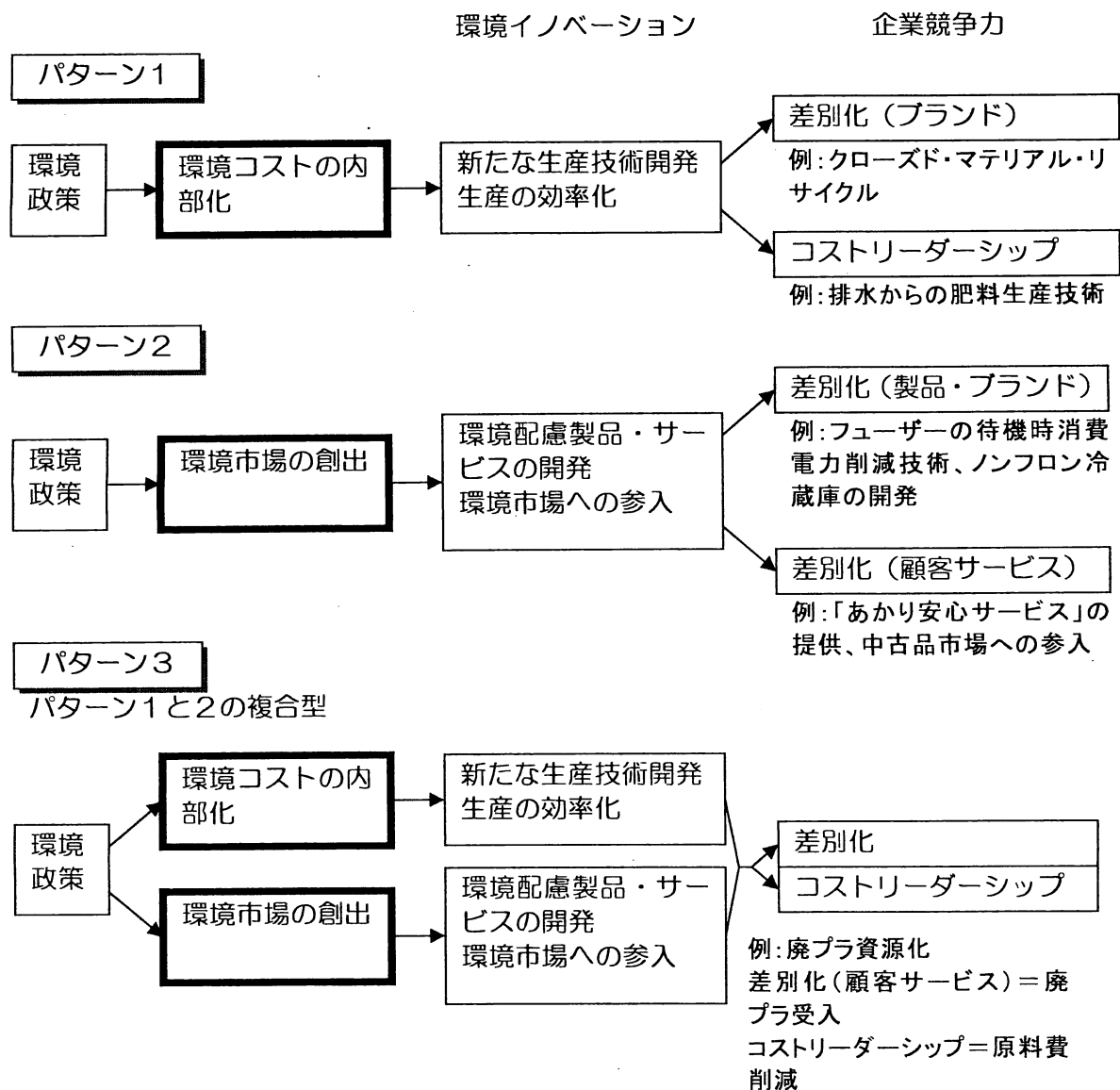


図1 環境政策をきっかけとするイノベーションのパターン化

（2）サービサイジングの事例分析

既存研究におけるサービサイジングの事例は、いずれも欧米企業の事例であるが、日本企業においても、サービサイジングの事例は存在する。その一つが、松下電器産業㈱（以下松下電器という）の「あかり安心サービス」であり、もう一つが、総合エネルギーサービス業のエネサーブである。

あかり安心サービスは、ビルの経営者を対象としたサービスである。電気機器メーカーとしては、蛍光灯などの照明機器を販売することが従来のビジネスモデルであるが、このビジネスモデルを「あかり」という機能を保証するサービスへと転換させた事例である。ビル経営者にとっては、照明機器の初期コストの分散、ランニングコストの低減、廃棄物処理コストの低減といった

メリットがある。特に、ビルの環境管理責任者には、近年 ISO14001 の認証を受ける企業が多いが、それらの企業ニーズへの対応が図ることができ、これらの企業における排出者責任の回避、ゼロ・エミッションの実現といったメリットがある。

松下電器では、蛍光管ではなく「あかり」というサービスを売ることになるが、具体的には、新しいビルが顧客の場合には、松下電器の蛍光管をレンタルする。既存のビルが顧客の場合には、既に備わっている蛍光灯の所有権を松下電器が引き取り、代理店への蛍光灯販売を通じて、ビル側にサービスを提供している。この場合、代理店は、切れた蛍光灯を交換・回収し、運搬業者に中間処理業者まで運搬するサービスを行う。

製品を販売するビジネスモデルがサービスを売るというビジネスモデルに変換していることから、このイノベーションは、まさにサービスサイジングの事例であると考えることができる。また、顧客企業は初期コスト、ランニングコストなどのコストが低減できるため、企業の競争力に資するイノベーションであり、また、廃棄物の管理が効率的になされるため、環境保護にも貢献するイノベーションである。このサービスを取り組むきっかけは、ビル照明におけるシェア争いの激化により、占有率の落ちている蛍光灯販売に新しい付加価値をつける必要が生じたためであり、必ずしも環境保護を第一の目的としたものではない。ただし、結果的には、顧客企業に提供する機能を維持向上し、環境保護も実現したイノベーションである。

次に、オンサイト型発電によるエネルギー供給サービス（総合エネルギーサービス業）もサービスサイジングの事例である。同社の「エネサーブ」は、分散型自家発電装置の製造、販売を手がける一方で、電機設備の保守・点検代行サービス、電力負荷平準化、ESCO 事業および CO₂ 削減に関する調査、電力小売り事業等を行っている。エネサーブは、事業の一分野として、顧客敷地への自家発電設備の設置およびメンテナンスサービスを行っている。これは、いわゆるオンサイト型発電と呼ばれている。このサービスにより、顧客はメンテナンス費用を長期間固定でき、複数機のシステムとクイックアクションによりリスクを分散できる。さらに、24 時間遠隔監視システム（CMS）により、故障を未然防止できることになる。環境保護の観点からすれば、同社が各家庭の電力事情に応じた効率的なエネルギー運用ができるとともに、電力コストを削減でき、電力の負荷を平準化できるというメリットがある。このビジネスモデルでは、省エネ、エネルギーの高効率利用、CO₂ 排出量の抑制に資すると評価できる。また、顧客は通常の自家発電装置の購入と同じ以上の機能を享受することができると同時に環境保護に貢献するビジネスモデルであると考えることができる。自家発電装置を販売するという従来型のビジネスモデルではなく、サービスを販売するものであり、まさにサービスサイジングの事例である。

（３）佐川急便㈱の SRC 構想

サービスサイジングではないが、顧客に従来と同じ以上の機能を提供し、環境保護に貢献した事例として、佐川急便㈱（以下佐川急便という）の事例がある。具体的には、同社は、SRC（佐川流通センター）と呼ばれる物流拠点を設け、いわゆるサード・パーティー・ロジスティクスを提供している。これは、従来、別の企業が異なる場所で行っていた商品の検収・在庫・ピッキング・値付け・出荷検品・梱包・出荷のプロセスを同じ場所で行うことである。例えば、洋服の流

通を考えると、従来は、商品がメーカーから小売店までに流通する過程において、加工、ピッキング、ボタンつけ、値札つけという過程が存在し、それを別々の企業あるいは、同じ企業であっても別の場所で行うことが多かった。これらが別の場所で行われていることから、そこに運搬するという手順が必ず介在し、手間と時間、そして、コストがかかる。佐川急便は、これらの過程を全てセンター内で同社が実施することとし、メーカーから佐川急便だけを経由して、直接小売店に出荷できる状態にしてしまうビジネスモデルを構築したのである。

SRC は、顧客の利便性を向上し、また、物流コストを低減させることを可能にした。一方で、運航距離が削減することにより、トラックの燃料消費が削減され、CO₂の排出が減ることにつながるのである。そのため、顧客に提供する機能を維持向上させると同時に、環境保護に貢献するイノベーションであると考えることができる。

SRC 構想は、当初は、環境保護を目的としたものではなかった。主として、コスト削減を目的として、同社が 20 年前から行っていたものである。近年の倉庫業の不振により、倉庫との差別化、高付加価値化を打ち出す必要性があり、強く推進している。ただし、環境問題は必ずしも取り組みのきっかけではなかったものの、地球環境問題への貢献ということが事業の追い風となっている。

(4) 定量分析結果

上記のように、新しいイノベーションの実現を手段ではなく、機能を基点として考えれば、イノベーションの実現のためには、様々なアプローチが可能になる。異種類の様々なアプローチは、同業種の企業ではなく、異業種企業からもたらされることが多く、そのプロセスを児玉は異業種間競争と呼んだ。異業種競争は、異業種で蓄積されていた技術やノウハウが競合して、最適な手段（製品・プロセス・サービスなど）によって、イノベーションが実現されるプロセスである。

本研究で分析した事例においても、従来の既存企業とは異なる異業種の企業の技術蓄積あるいはノウハウの競合の中から実現されたと考えられる。例えば、佐川急便の事例は、運送事業者が検品・値札付けなのでサービス業に進出した事例であり、運送業者と既存の製造業、サービス業との競合が認められる。

このような観点から、環境問題の解決のためには、異業種間のアプローチが競合して、その中から最適なアプローチによりイノベーションが実現することが望ましいと考えられる。そこで、前述の手法に基づき、本研究では、環境問題の解決に向けた研究開発の異業種間競争の動向を分析した。図 2 に定量分析の結果を示した。

これによると、1971 年以降 1978 年までエントロピー値は高い水準を維持している。これは、昭和 45 年（1970 年）の公害国会の後、多くの産業が環境保全の必要性に迫られた時期である。エントロピー値が高いということは、多くの産業が研究開発投資を行っていたことを示しており、異業種間競争が激化した時期と解釈できる。そして、公害問題への解決が図られ、技術開発が一段落した昭和 53 年（1978 年）以降急速にエントロピー値は低い水準となっている。しかしながら、1980 年代後半からは、エントロピー値が再度上昇している。これは、近年、地球環境問題等の対応に向けて、多くの産業が再度環境保全投資を行い、異業種間競争が起きていると解釈でき

る。すなわち、1970年代後半は、環境（公害）問題への対応により、業種を超えた産業技術のバリエーションが必要とされ、異業種間競争が激化した。そして、1980年代に入り、対応技術が登場して問題が解決された後、異業種間競争が沈静化した。しかし、その後、新たに地球環境問題等への対応が必要となり、再び異業種間競争が激化したのである。

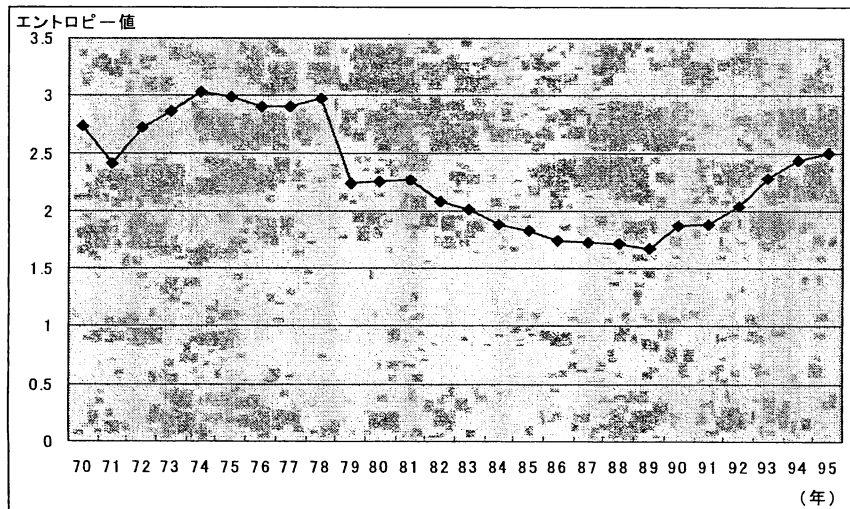


図2. 環境保全投資の異業種間競争エントロピー値
(資料) 総務庁「科学技術研究調査報告」から作成

以上の定量分析は、環境問題における日本製造業の異業種間競争の状況を定量的に表したものである。地球環境問題は今後も深刻化すると考えられることから、異業種間の競争は今後とも激化することが想定される。しかし、このことは、本研究で示した事例分析のように、様々なアプローチが競合することで、環境保護と企業競争力の両者を実現するようなイノベーションが創出される可能性を示唆しているものと考えることが可能である。

5. 考察

(1) 機能イノベーション

前章では、既存研究で提示されたサービサイジングに当てはまる日本企業の事例を紹介した。このサービサイジングは、文献によって定義がまちまちであるが、「製品の販売から物を基準としたサービスを提供するビジネスモデルの転換」であると考えることができる。しかしながら、このような定義では、サービサイジングとリースやアウトソーシングとの相違を明確に述べることが困難である。また、佐川急便のような興味深い環境イノベーションは、サービサイジングと効果は類似しているが、定義上、サービサイジングに含めることができない。

そもそも、イノベーションという概念を最初に提唱したシュンペーターは、イノベーションの類型として以下の5類型を提示した（括弧内は筆者らの解釈である）。

① 財貨（商品・サービス）のイノベーション

- ② 生産方法のイノベーション
- ③ 販路（流通）のイノベーション
- ④ 原料・半製品の供給源のイノベーション
- ⑤ 独占的地位（組織）のイノベーション

ここで、①は、いわゆるプロダクトイノベーションであり、②は、いわゆるプロセスイノベーションである。サービサイジングについて、考えると①に含まれるように考えられるが、実は、顧客側から見れば、調達方法の革新であり、④のイノベーションにも含まれる。

サービサイジングは、画期的なイノベーションであるが、これらの類型化には単純には当てはまらない。その原因を考えてみると、実は、これらのイノベーションの類型は、イノベーションの手段による類型化であり、手段が大きく変化したイノベーションの場合には、これらの類型化に該当しないことがわかる。

サービサイジングの意義は、従来の製品販売という「ものを売る」ビジネスではなく、「機能を売る」ビジネスに着眼するというものである。すなわち、「機能」の維持・向上を目的としたイノベーションであるということが重要であり、そのための手段が製品販売ではなく、サービス販売が適していると主張している。ただし、サービスに転換する以外の手段でも、機能を向上させるイノベーションは存在する。そこで、手段を問わず、機能を向上させるイノベーションを機能イノベーション（functional innovation）であると本研究では定義する。

新しい製品を創出する「プロダクトイノベーション」は、製品を基点としたイノベーションであり、また、プロセスの改善といった、プロセスを基点としたイノベーションが、プロセスイノベーションである。機能イノベーションは、プロダクト・プロセスの手段を問わず、機能の維持向上のみに着目して、イノベーションを実現する類型である。

ここで、顧客に提供する機能とは様々であるが、コストの低減、生産性の向上、あるいは、環境の保全などが考えられる。このような複数の機能がイノベーションによって、向上する。そして、この複数の機能の中に、企業競争力に資するものと同時に環境保全が両立することも十分に考えられるのである。本研究の事例は、まさに、そのようなイノベーションの事例であると考えられる。

（２）異業種競争のメカニズム

機能イノベーションでは、提供される機能が維持向上されるのであれば、そのイノベーションの実現に、どのようなアプローチを用いても良いことになる。逆に考えると、数多くのアプローチが競合することで、より革新的なイノベーションの実現する可能性が高まることが期待できる。すなわち、飛躍的なイノベーションのためには、イノベーションを実現するアプローチのバラエティ（多様性）が確保されることが必要であり、そのためには、異業種が持つ様々な技術及びノウハウが競合することが望ましい。本研究では、機能イノベーションを促進するイノベーションプロセスとして異業種間競争という概念を提示したが、さらに、異業種間競争に関する既存研究を整理すると同時に、異業種間競争のメカニズムを提示する。

このような異業種間競争は、「同業種内の企業間競争ではなく、異業種間に亘って展開される、非連続的な技術進歩を引き起こすような、技術開発競争」と定義される(児玉(1991)³⁾)。技術開発競争とは、「技術進歩に関わる企業間の競争」であり、技術進歩とは、Mansfield(1968)⁴⁾によれば、「新しい生産方法、現存製品の新しいデザイン、全く新しい製品やサービスを生み出し、またそれに具現化される生産技術に関する知識の進歩」と定義されている。では、異業種間競争と技術革新・技術進歩はどのような関係にあるのであろうか。異業種間競争に関わる既存研究を整理する。

TushmanとAnderson(1986)⁵⁾は、20世紀に進展した技術進歩を長期に分析し、「非連続的な技術進歩により中断(punctuation)」という現象を発見した。これはセメント技術における1888年～1980年の技術進歩及びガラス製造技術における1890年～1980年の技術進歩の観察により得られたものである。これらの分析では、技術的非連続性は、既存の技術蓄積を更に一段と向上させる非連続性と既存の技術蓄積を破壊する非連続性に分類・整理し、前者を「技術蓄積向上型(competence-enhancing)」、後者を「技術蓄積破壊型(competence-destroying)」と呼んだ。続いて、Utterback(1994)⁶⁾は、46個の非連続的な技術革新の事例を収集し、4分の3に及ぶ非連続的な技術進歩の事例は、異業種企業によりなされていることを実証した。Utterbackの分析結果を表1に示す。この分析によれば、既存の技術蓄積を破壊するような非連続的な技術革新、すなわち、飛躍的な技術革新は、異業種企業によって、多くもたらされるのである。表2は、Utterbackの事例分析の結果から、技術革新を行った企業が同業種の企業か異業種の企業を分け、さらに、その技術革新の成果が市場代替か市場開拓かを分類したものである。この分析に取りあげられた技術革新が米国の技術革新の全てではないが、無作為に主要な技術革新を抽出したものと仮定すれば、米国の主要な技術革新が異業種の企業によりなされていることが分かる。日本の技術革新については、前述の児玉(1991)の研究がある。これらの研究では、わが国においても、非連続的な技術進歩、すなわち、飛躍的な技術革新は、特にハイテク分野において、多くの場合「異業種間競争(interindustry competition)」により生起されていることを実証している。

では、何故、飛躍的な技術革新に異業種間競争が重要なのであろうか。Alicら(1992)⁷⁾によれば、技術進歩は、追加的改善プロセスを長期間にわたって経験する間に、その費用対効果が徐々に低減するが、このプロセスは、革新的な技術群の出現により突然中断されるとしている。この新たに出現した技術は、既存の技術が持つ基本的な障害を取り除き、新たな改善プロセスを発生させる。また、技術進歩の費用対効果の低減を説明するために、NelsonとWinter(1982)⁸⁾は、技術進歩の累積的性質を「自然軌道(natural trajectory)」という概念により説明した。これは、現時点における研究は効果的な新技術を生むとともに、将来の研究のために自然な出発点を準備するという考え方である。そして、「自然なバラエティ(natural variety)」と「近傍(neighborhood)」の概念を提唱した。これは、新技術開発を目指した技術のバラエティがあつたとしても、ある有効なシステムがいったん確立されると、そのシステム変更は些細なものにとどまるという概念である(バラエティは収束する)。すなわち、技術進歩は、ある特定の軌道に従って行われるとされ、このような経路依存性は、実際の技術開発において頻繁に認められることである。

しかし、一端確立されたシステムが全体として最適とは言えない経路に固定化、すなわちロックイン(lock-in)される可能性もある。例えば、新たな社会的課題が顕在化し、それが既存の技術進歩の軌道では対応できない場合には、その軌道の固定化をアンロックしなければならない。既存の技術進歩をアンロックする技術とは、前述の Tushman と Anderson (1986) が言う「既存の技術蓄積を破壊する技術革新」、すなわち、「技術蓄積破壊型」の技術革新であると考えられる。そして、前述の Utterback(1994)は、技術蓄積破壊型の技術革新は、異業種間競争によって実現されることが多いとしているのである。

以上の考え方を異業種間競争のメカニズムとして捉え、ダイアグラムで示すと図 1 のようになる。革新的な技術群が登場すると、技術進歩はある軌道に従って、持続的に行われ、技術の蓄積がなされる (①)。しかし、その技術進歩の軌道が修正されず、ある時期から、課題解決において望ましくない経路にロックインした場合 (②) には、その技術蓄積を破壊することを意図した異種類の技術群が登場する (③)。ここで登場する技術群は必ずしも一つとは限らず、また、それは異業種から出現することが多いと想定される。

そして、既存の技術の蓄積を破壊する技術群が登場し、従来の経路依存のロックインを解除 (④) すると、それが革新的な技術群として、新しい自然軌道を提示することになる (⑤)。それが、また、新たな技術進歩 (⑥) へと繋がることになる。一方、新しい技術として、既存の技術蓄積を破壊できなかった技術群は収束する。具体的に言えば、技術開発競争に負けた企業の多くが研究開発を中止すると考えられる。

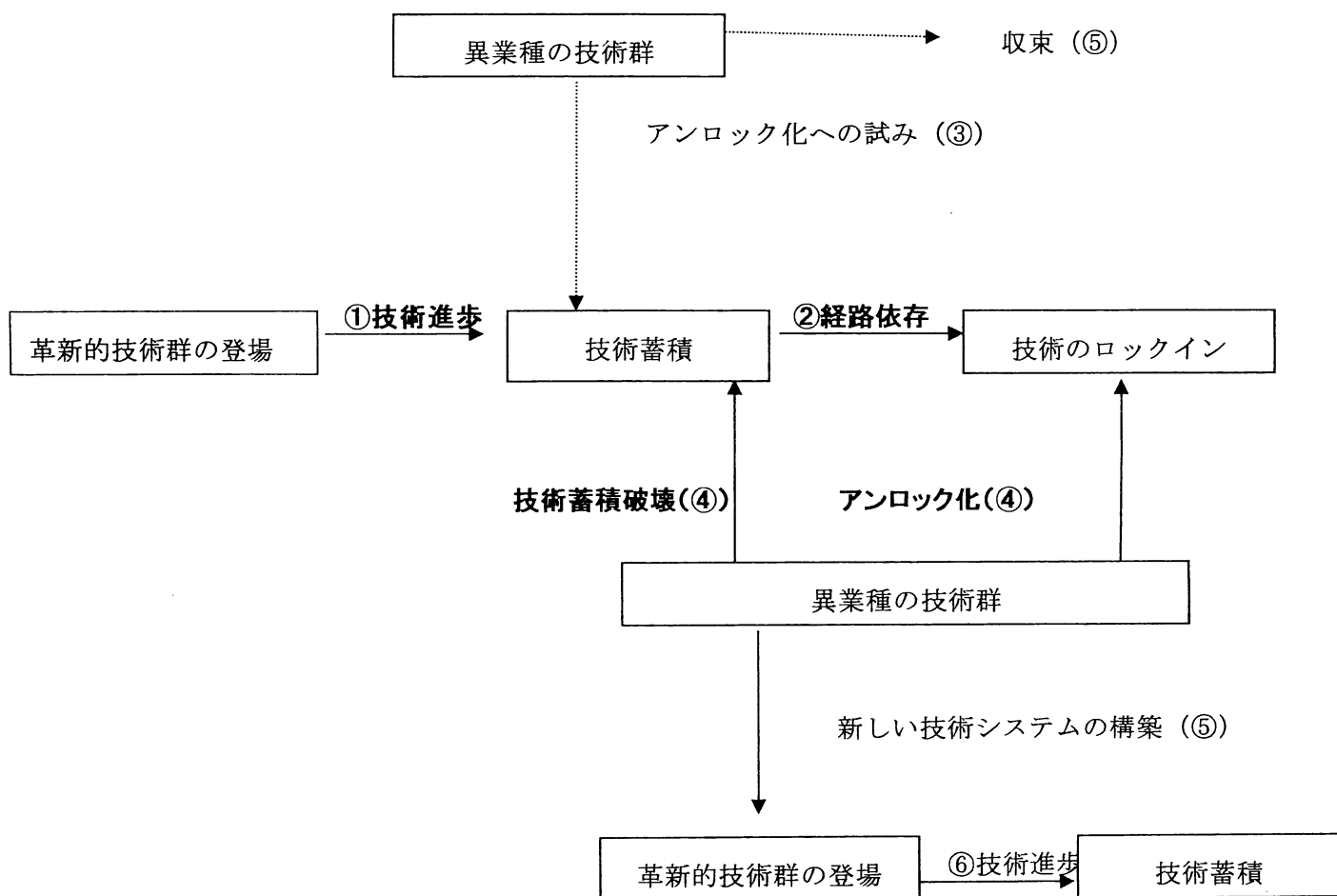


図 3. 異業種環境による技術のアンロック化のダイアグラム

技術のロックイン現象が環境問題においても生じることは社会全体として大きな問題であることは自明である。環境改善技術のカテゴリーを考えると、一般に **end of pipe, cleaner production, sustainable production and consumption** へと進化しているとされる。近年、先進国では、**end of pipe** アプローチを超えた法制度が構築されている (Graedel と Allenby (1995))⁹⁾ が、それは社会から要請されるものであり、技術進歩もこれに応える形で行われている。しかし、その要請に応えずに、**end of pipe** のみのアプローチによって、技術進歩が行われれば、それは明らかに技術のロックイン現象が起きていると言える。そのような事態は、社会全体としてみれば明らかに不都合である。例えば、中西 (1992)¹⁰⁾ は、日本の製紙業における排水対策の向上は、排水処理装置の技術 (**end of pipe**) よりも、生産工程技術 (**cleaner production**) の寄与が大きいとしている。この場合、排水処理技術の向上のみに主眼をおいた環境対策が行われていたとすれば、今日の製紙業における排水対策の進展は望むことができなかつたと考えられる。そのような状況は技術のロックイン現象ということができる。現実には、内部処理という別の技術的なアプローチによって、問題解決がなされたのであるが、これは、別の技術的アプローチによって、アンロックがなされたという評価ができる。

以上要するに、環境問題においても、新たな社会的な要請に対し、それが既存の技術の延長により解決されないような場合には、技術のロックイン現象が起きていると解釈できる。そして、それを異業種間競争により、アンロックすることが重要と考えることができる。

(3) エコサプライシステム

サービサイジングの意義は、従来の製品販売という「ものを売る」ビジネスではなく、「機能売る」ビジネスに着眼するというものである。すなわち、「機能」の維持・向上を目的としたイノベーションであるということが重要であり、そのための手段が製品販売ではなく、サービス販売が適していると主張している。ただし、サービスに転換する以外の手段でも、機能を向上させるイノベーションは存在する。そこで、本研究においては、手段を問わず、機能を向上させるイノベーションを機能イノベーション (**functional innovation**) と定義した。

ここで、顧客に提供する機能とは様々であるが、コストの低減、生産性の向上、あるいは、環境の保全などが考えられる。このような複数の機能がイノベーションによって、向上する。そして、この複数の機能の中に、企業競争力に資するものと同時に環境保全が両立することも十分に考えられるのである。本研究で分析した事例は、まさに、そのようなイノベーションの事例であると考えられる。

機能イノベーションを具体的に実現する具体例の一つがサービサイジングであるが、昨年度の研究において事例分析の対象となった佐川急便の **SRC** 構想のように、定義上、サービサイジングに当てはまらない事例も多い。そのため、機能イノベーションを実現する手段を広く捉えるためには、サービサイジングに含まれない事例も対象となるイノベーション概念が必要である。

そこで、本研究では、エコサプライシステムという概念を提示する。サプライシステムは一般的な用語であるが、イノベーション概念として扱った研究は数少ない。近年では、企業間の連携によるサプライチェーンという言葉がより一般的であるが、エコサプライシステムでは、企業間

の連携が必ずしも必要ではなく、一般的な用語であるサプライシステムという概念が適切である。既存研究でサプライシステムを扱った研究は欧米ではほとんど見つけないことができる。日本では、河野ら（1998）¹¹⁾ や根本（2003）¹²⁾ の研究がある。河野らの研究では、工場の生産活動だけでなく、第一次産業から第三次産業までを含めたトータルな供給システムの重要性を指摘しており、これは、いわゆるサプライチェーンの重要性を指摘するものである。根本の研究は、花王のオンラインサプライシステムを分析し、その先進性を指摘しているが、この研究では、より明確に、オンラインサプライシステムが現在のサプライチェーンマネジメントの先駆けであったと指摘し、これもサプライチェーンの重要性を述べたものである。

エコサプライシステムも、商品・サービスの川上から川下トータルなサプライシステムを見渡して、顧客に提供する製品機能あるいはサービスの機能を維持・向上させると同時に、より環境保護に適したサプライシステムであるため、サプライチェーンマネジメントの一種であるとも考えられる。ただし、サプライチェーンマネジメントは一般に川上から川下までの業務の効率性を重視したものであり、環境保護をより重視するエコサプライシステムとは異なると考えるべきである。

顧客に提供する機能を維持向上しながら、そのサプライシステムを変更し、より環境負荷を低減することができれば、企業の国際競争力と環境保護を両立したイノベーションが実現できると考えられる。エコサプライシステムは、サービサイジング、プロダクトサービスシステム、サードパーティロジスティックなど本研究で分析した多くの事例を包含するイノベーション概念である。前述のように、国内外の既存研究において、サプライチェーンマネジメントに関する研究は数多いが、より広い概念であるサプライシステムの重要性を指摘した論文は数少ない。そして、環境保護を最も重視したエコサプライシステムに類似する概念提示を行った研究はなく、全くの新規のイノベーション概念である。それゆえに、今後、国内外の学術誌などを中心に、この概念を提示し、普及していくことが望ましいと考えられる。

6. 本研究により得られた成果

本研究では、環境保護と企業の競争力向上の両者を実現するイノベーションプロセスとして機能イノベーションという概念を提示し、その類型化及び事例分析を行った。機能の向上に着目したイノベーションを目指すことで、様々なアプローチが可能になり、環境保護と企業の競争力向上の両者を実現することが可能になることを議論した。そして、このようなイノベーションを実現するために重要なプロセスであると考えられる異業種間競争のメカニズムを分析し、また、機能イノベーションを具体的に実現する手段として、エコサプライシステムという新規のイノベーション概念を提示した。

エコサプライシステムという概念は、従来から提示されているサービサイジング、プロダクトサービスシステム、サードパーティロジスティックなどの概念を包含し、環境保護をもっとも重要視するイノベーション概念である。サプライシステムという言葉は一般用語であるが、サプライシステムに関する既存研究はほとんどなく、今後、新規性のある概念として積極的に情報発信していくことが課題になると考えられる。

現時点では、環境政策としては、一般の企業には、サービサイジングやプロダクトサービシステムなどの概念が未だほとんど理解されていないため、普及啓発を行っていくことが大きな課題であると考えられる。普及啓発を促進する効率的な政策としては、これらの概念に該当するモデルケースを成功例として、提示することが重要であると考えられる。このような観点から、近年、経済産業省では、サービサイジングのモデル事業を積極的に支援する政策が行われており、本研究の成果に基づき、概念整理や支援策の枠組みなどの政策提言を行った。今後は、より多くのモデルケースを分析して、エコサプライシステムを促進するための政策及び企業戦略を考えていく必要があると考えられる。

7. 引用文献

- Porter M E and Linde v d C (1995) , Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship, Journal of Economics Perspectives,9(4),p97-118
- Allen L. White, et al.(1999) : Servicizing: The Quiet Transition to Extended Product Responsibility, Tellus Institute
- 児玉文雄 (1991) ハイテク技術のパラダイム、中央公論
- E Mansfield(1968) The Economics of Technological Change、Norton&Company
- Tushman M. and Anderson P(1986) Technological Discontinuities and Organizational Environments ; Administrative Science Quarterly 31, p439-465
- Utterback J(1994) Mastering The Dynamics of Innovation; Harvard Business School Press, p203-211
- Alic.J.et.al(1992) Beyond Spinoff: Military and Commercial Technologies in a Changing World; Harvard Business School Press,19
- Nelson R. and Winter S(1982) An Evolutionary Theory of Economic Change,; Harvard University Press
- Graedel & Allenby (1995) Industrial Ecology; Prentice Hall
- 中西準子 (1992) 技術屋の環境政策異論 ; 世界 1992 年 7 月号, p256-264
- 河野宏和、根来龍之、坂爪裕、小野桂之助 (1998) 「サプライ・システムに関する研究—トータル・ロジスティック・アプローチとその分析方法—」 慶応経営論集、15 (1) 、 p 1-18
- 根本忠明 (2003) 「情報ネットワークへの挑戦の歴史 (第 12 回: 花王石鹸のオンライン・サプライ・システム)」 Computer Report, p 31- p 35

8. 国際共同研究等の状況

サービサイジングについては、この概念を初期に提示した元 Tellus Institute (米国) の研究員が IGES 関西センターに滞在しているため、綿密な情報交換、研究会を行っている。

9. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

<論文(査読あり)>

- ① Yuriko Nakao, Akihiro Amano, Kanichiro Matsumura, Kiminori Gemba, and Makiko Nakano: " *Business Strategy and the Environment*, Vol.15 (2006) "Relationship Between Environmental Performance and Financial Performance: An Empirical Analysis of Japanese Corporations" (in press).
- ② Yuriko Nakao, Makiko Nakano, Akihiro Amano, Katsuhiko Kokubu, Kanichiro Matsumura, and Kiminori Genba: *International Journal of Environment and Sustainable Development*, Vol.1 (2007) "Corporate Environmental and Financial Performances and the Effects of Information-Based Instruments of Environmental Policy in Japan" (in press)

<査読付論文に準ずる成果発表>

- ① 天野明弘、國部克彦、松村寛一郎、玄場公規編著：環境経営のイノベーション、生産性出版(2006)
- ② 玄場公規、遠藤真弘、木村ひとみ、松村寛一郎、天野明弘、大塚有希子、中野泰臣：IGES Kansai Research Centre Discussion Paper 2004-No.3 (2004)「環境イノベーションの事例分析と企業競争力への影響の類型化」
- ③ 中尾悠利子、天野明弘、松村寛一郎、玄場公規、中野牧子：IGES Kansai Research Centre Discussion Paper 2004-No.6 (2004)「環境パフォーマンスと財務パフォーマンスの関連性：日本企業についての実証分析」
- ④ Yuriko Nakao, Akihiro Amano, Kan-ichiro Matsumura, Kiminori Gemba and Makiko Nakano : IGES Kansai Research Centre Discussion Paper 2004-No.6E (2005)
"Relationship Between Environmental Performance and Financial Performance: An Empirical Analysis of Japanese Corporations"
- ⑤ 中尾 悠利子、中野 牧子、天野 明弘、國部 克彦、松村 寛一郎、玄場 公規：IGES Kansai Research Centre Discussion Paper 2005-No.5 (2005)「環境政策の実施が企業の環境・財務パフォーマンスの関係に及ぼす影響について」
- ⑥ Yuriko Nakao, Makiko Nakano, Akihiro Amano, Katsuhiko Kokubu, Kanichiro Matsumura, and Kiminori Genba: IGES Kansai Research Centre Discussion Paper 2005-No.5E (2005) "Corporate Environmental and Financial Performances and the Effects of Information-Based Instruments of Environmental Policy in Japan"

<その他誌上発表(査読なし)>

なし

(2) 口頭発表

- ① 玄場公規、松村寛一郎、天野明弘：研究技術計画学会第18回年次学術大会(2003)「環境

とイノベーションの研究と教育の必要性」

- ② 松村寛一郎、玄場公規、中野泰臣、大塚有希子、田中彰一、遠藤真弘、木村ひとみ、天野明弘：政策分析ネットワーク（2004）「企業の技術・経営革新に資する環境政策と環境会計のあり方に関する研究」
- ③ 松村寛一郎、玄場公規、中野泰臣、田中彰一、大塚有希子、遠藤真弘、木村ひとみ、天野明弘：環境科学学会年会（2004）「企業の技術・経営革新に資する環境政策に関する研究」
- ④ 中尾悠利子、天野明弘、松村寛一郎、玄場公規：環境科学学会年会(2004)
「環境パフォーマンスと財務パフォーマンスの関連性：日本企業についての実証分析」
- ⑤ 中尾悠利子、天野明弘、松村寛一郎、玄場公規：環境経済・政策学会(2004)
「環境パフォーマンスと財務パフォーマンスの関連性：日本企業についての実証分析」

(3) 出願特許

なし

(4) シンポジウム、セミナーの開催

環境科学学会シンポジウム 2005：松村寛一郎、天野明弘、國部克彦、玄場公規（2005）
「企業の技術・経営革新に資する環境政策と環境会計のあり方に関する研究」

(5) マスコミ等への公表・報道等

なし

10. 成果の政策的な寄与・貢献について

近年、経済産業省では、サービサイジングのモデル事業を積極的に支援する政策が行われており、本研究の成果に基づき、概念整理や支援策の枠組みなどの具体的な政策提言を行った。その結果は、「平成 18 年度グリーンサービサイジングモデル事業」の政策の枠組みに反映されている。

また、現在、下記の論文について投稿中であり、さらに普及啓発に努めることとする。

Kiminori Genba, Kan-ichiro Matsumura and Akihiro Amano, "Innovations Promoting Environmental Protection and Enhancing Competitiveness –Analyses of "Functional Innovation–"