

平成22年4月22日現在

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：2008～2009

課題番号：20730239

研究課題名 (和文) エネルギー多消費機器におけるエコイノベーションの創出メカニズムに関する研究

研究課題名 (英文) Mechanism of eco-innovation on energy consuming products

研究代表者

古川 柳蔵 (FURUKAWA RYUZO)

東北大学・大学院環境科学研究科・准教授

研究者番号：60420006

研究成果の概要 (和文) : エネルギー多消費機器に関して、環境制約下におけるイノベーションの研究を行った。技術者へヒアリング調査、ケーススタディーを実施し、特許分析の日米比較を行った。環境制約が企業経営者、環境規制、環境ニーズの3つのルートを経由してイノベーションに影響を与えており、エネルギー多消費機器の場合、環境規制ではなく、環境ニーズに直接影響され、エネルギー消費効率向上技術から使用段階のエネルギーロス削減技術へイノベーションが移行したことが明らかとなった。

研究成果の概要 (英文) : Eco-innovation on energy consuming products are analyzed by the interview to corporate researchers and patent analysis between Japanese patents and US patents. This research found that there were 3 processes (through corporate director, environmental regulation and needs for environment). For energy consuming products, needs for environment pushed innovation from technologies for energy efficiency to technologies for reducing energy loss in use, not by environmental regulation directly.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2009年度	1,400,000	420,000	1,820,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,900,000	870,000	3,770,000

研究分野：環境技術イノベーション

科研費の分科・細目：経営学・技術経営

キーワード：環境イノベーション、環境制約、エネルギー多消費機器、イノベーション・プロセス、特許分析、エネルギーロス削減技術、ライフスタイル提案、環境規制

## 1. 研究開始当初の背景

近年、ルームエアコンや冷蔵庫などエネルギー多消費機器のイノベーションは、地球環境問題の深刻化の影響を強く受け、市場や社会から環境負荷低減、省エネ性能の向上が求められ、機器が有する既存技術の限界を超えたイノベーションが必要とされている。この状況の中、1990年後半から複数のエネルギー

多消費機器にこれまでのイノベーションには分類しがたい新規なタイプのイノベーションが登場した。例えば、三菱電機のムーブアイのように、エアコンにセンサーを搭載し、人がいるエリアにのみ気流を送る使用状況に合わせて省エネを実現する製品がある。これは機器そのもののエネルギー効率向上のイノベーションとは異なり、熱などのエネルギー

ギーが機器から離れユーザーに効用をもたらすまでの間のエネルギーロスを削減することを目的として補完的な技術（以下、エネルギーロス削減技術）を搭載することで省エネルギーを実現するエコイノベーションである。これは機器の省エネ性能に加え、さらに数10%の高い省エネ効果をもたらす。将来、環境制約が一層厳しくなることを踏まえれば、世界で必要とされるエコイノベーションの一つである。この新規なエコイノベーションが複数の産業で生じ始めた現象をどのように理解すれば良いだろうか。機器に投入されたエネルギーの流れに依拠してイノベーションが方向付けられているのだろうか、エコイノベーション特有のプロセスに起因するのだろうか。この現象について学術的な分析を行い、イノベーションを促進するインプリケーションを得る意義がある。

## 2. 研究の目的

本研究ではエネルギー多消費機器（エアコン、冷蔵庫、照明機器、テレビ）について、エネルギーロス削減技術のエコイノベーションのプロセスを分析し、その創出メカニズムを実証的に明らかにする。

## 3. 研究の方法

技術者に対するインタビュー調査による情報収集を行った。また、日米の特許データを用いて分析を行った。米国の特許については、特許庁が作成した米国特許明細和文抄録テキストデータを加工し、新たにデータベースを構築して分析した。

## 4. 研究成果

エネルギー多消費機器のイノベーションは、特に、エアコン、冷蔵庫において、環境制約の影響を受けて、2000年以降、新しいフェーズへ移行した。エネルギー消費効率向上技術から使用段階のエネルギーロス削減技術のイノベーションへ移行したのである。この移行は、今までの省エネの概念の範囲を広げるという意味において、革新的であった。

機器を駆動する部分のエネルギー消費効率だけが省エネではなく、機器が駆動し、人々の周囲の空調を行うなど消費者に対して効用を与えるまでの範囲において、エネルギーのロスを見つけ、技術的に削減する努力がなされたのである。この使用段階のエネルギーロス削減技術は、ほんのわずかな省エネ効果があるということではなく、大きな省エネ効果があることを示すイノベーションであることは着目される。

エネルギー多消費機器のイノベーションが使用段階のエネルギーロス削減技術へ移行した要因としては、一つは、トップランナー基準という環境規制があった。これにより、

エネルギー消費効率向上技術を改善することが限界に達し、競合他社に対して差別化した技術を創出することができなくなったのである。もう一つは、消費者の環境負荷を下げたいという環境ニーズであった。これらの要因が影響し、使用段階のエネルギーロス削減技術のイノベーションに技術開発の焦点が徐々に移行したのである。省エネという概念を変化させるというイノベーションの実現につながったのである。環境規制の対象範囲外にまでイノベーションがおよぶことになったのは、環境ニーズの力に他ならない。

具体的には、エアコン、冷蔵庫については、環境負荷を下げることに消費者のニーズを両立させるイノベーションが進んだ。例えば、省エネ機器は消費電力量を下げることで環境負荷は下がり、個人の電気代の削減、個人の快適性の向上をも達成することができた。消費者ニーズと環境の両立が、エネルギー多消費機器のイノベーションを環境規制とは関係のない技術領域にもイノベーションを促進させる結果となった。照明の場合は、偶然にもLED照明が環境ニーズの拡大と共に開発が進み、急速に蛍光灯の代替技術として技術基盤を獲得することができた。テレビの場合は、環境ニーズと消費者の大画面化のニーズが、環境負荷低減という視点では矛盾するものの、ブラウン管テレビの代替技術として、液晶テレビとプラズマテレビのエネルギー消費効率向上技術が競争し、こちらはいまだ決着を見ないが、技術レベルを急速に上げることができている。トップランナー基準だけが駆動力になっているのではなく、環境ニーズが駆動力になっていることは確かである。製品の性質によって、環境イノベーションが起りやすさが変わることも示された。

エネルギー多消費機器の環境負荷を下げるための政策に関しては、次の4つの点が示唆される。

第一に、環境ニーズを拡大させる施策を推進すべきである。環境ニーズがエネルギーロス削減技術を創出し、エネルギー消費効率向上技術も促進していることから、環境イノベーションには環境ニーズが不可欠であると言える。そしてこれにより、規制に頼らず環境イノベーションを促進でき、高環境負荷のイノベーションの創出を防ぐことができる。

第二に、エネルギー消費効率向上技術のイノベーションを促進させるために、見直しを行いながら、トップランナー基準を継続的に実施していくべきである。特に、新しい革新的な技術が登場した照明やテレビの場合には、エネルギー消費効率向上技術が限界に達することを狙ったトップランナー基準値を適切に設定すべきである。技術進歩が早い場合には、基準値の適切な見直しが欠かせない。

エアコン及び冷蔵庫の環境イノベーションの日米比較から言えることは、基準値を達成させる期間が存在することによって、イノベーションが環境規制により起こるのではなく、環境ニーズにより起こるように変化させることを可能とし、強い環境ニーズの影響によって、省エネに貢献する環境イノベーションが実現してきたということである。したがって、適切な環境規制の設定と環境ニーズを拡大する政策が、環境イノベーションにとって重要であると言える。

第三に、エネルギー消費効率向上技術が限界に近づいた場合は、可能な限り、使用段階のエネルギーロス削減技術をトップランナー基準に含め、技術開発競争を促すべきである。そもそも、使用段階のエネルギーロス削減技術は、トップランナー基準として設定しにくい性質のものである。人が様々な使用方法で製品を使う中で省エネをする技術なので、一定の測定方法が定まりにくいのである。しかし、エネルギー多消費機器のいくつかの事例をみると、使用段階のエネルギーロス削減効果は数十%と大きいことが報告されている。冷蔵庫のドアの開閉回数は唯一基準として含まれているのだが、このように、少しでも基準値を使用段階のエネルギーロス削減技術の進歩を誘発するように工夫すべきである。また、使用段階においてもエネルギーロスがかなり発生していることを消費者や技術者が認識することができるという効果が期待できる。

一方、エネルギーロス削減技術は、商品の使い方や商品を使用した暮らし方を示すものであり、様々な種類のものが存在しうるものである。従って、トップランナー基準等の環境規制で削減の仕方や商品を用いた暮らし方を定めて競争させては、様々な種類のエネルギーロス削減技術の創出を逆に制限することになりかねない。今後、エネルギーロス削減技術の競争が、環境負荷低減につながる新しい暮らし方の提案につながっていく可能性があるため、完全にエネルギーロス削減技術に規制をかけるのは望ましくない。

また、エネルギーロス削減技術のイノベーションの効果を発揮させるためには、消費者に対して、最も効率よく使用する方法を正確に理解させる工夫が必要である。「好きなように使用してください」、ではなく、「このように使用すると、このような削減効果があります」、という提案をすることが重要である。これはメーカーの役割であろう。その結果、消費者は機器の無駄な使用を控えるようになる。または、共通することについては、国や産業が基本的あるいは共通的な環境負荷を下げる使用方法を開示しても良いかもしれない。

第四に、現在製品化されているエネルギー

ロス削減技術はユーザーの使用方法にまで踏み込んだ技術であるが、ユーザーの暮らし方まで踏み込んでではなく、環境負荷低減にはまだ余地がある。ユーザーの暮らし方を低環境負荷に変える力を製品に持たせることができれば、より大きな低環境負荷な暮らしを実現できる可能性がある。そこで、国はエネルギーロス削減技術の次の環境イノベーションとして、「新しいライフスタイル提案型製品」のイノベーションを促すべきである。例えば、ライフスタイルを低環境負荷に変革する製品とライフスタイルのイメージをセットにした商品・サービスの開発を促す研究開発助成などが考えられる。

エネルギー多消費機器メーカーは、画期的な環境イノベーションを起こすためには、次の点を考慮しなければならない。

短期的な技術開発だけでなく、長期的な環境制約を考慮した技術開発も同時に行うことが必要である。つまり、エネルギー消費効率向上技術と使用段階のエネルギーロス削減技術の次にはどのような環境イノベーションが起こるかを考えることである。

今後は、環境制約がより一層厳しくなり、環境ニーズがいよいよ拡大し、競争環境は厳しくなるであろう。エネルギーや資源という環境制約が厳しくなると、競争相手は同じ産業だけでなく、同じエネルギーや資源を使用している別の産業まで範囲が広がることが予想される。従って、現在よりも厳しい競争環境になることが予想される。現在のエネルギー多消費機器のメーカーは、そのほとんどが、次年、勝利することのみを全力で考えており、2020年、2030年という10年、20年後の話は考えることもない。しかし、2030年の環境制約を予想してその時のエアコン、冷蔵庫、照明、テレビの姿を考えると、既存の技術では到底クリアできないことが明らかである。例えば、CO<sub>2</sub>排出量を現状よりもおよそ50%削減しなければならなくなることも想定できる。このままでは、CO<sub>2</sub>排出量を50%削減することは厳しい状況である。また、環境制約はゆっくりと影響を及ぼしてくるとは限らず、突如厳しい条件になる可能性がある。これらのリスクを回避するためには、短期的な技術開発だけでなく、長期的な環境制約を考慮した技術開発を同時並行で行わなければならないのである。

エネルギー多消費機器のメーカーは、将来、商品の使い方を提案、あるいは暮らし方を提案することによって、エネルギーロスを大幅に削減する技術や商品を販売する競争に勝たなければならないだろう。エネルギー多消費機器では、エネルギーロス削減技術の競争が開始され、類似製品が登場し始めており、他社との差別化が難しくなっている。この状況を打破するためには、さらにもう一つ上位

概念である「新しいライフスタイル提案型製品」のイノベーションで他社と差別化を図るべきである。LED照明及びテレビにおいても、消費効率向上技術が限界に達し、エネルギーロス削減技術で競い合うことになるだろう。そのためにも、商品の機能を販売するビジネスから商品を用いた暮らし方を販売するビジネスへ転換することを要求されることになると思われる。如何に低環境負荷に暮らすことができるかが、メーカーの技術戦略の焦点となるであろう。

また、テレビの市場では、環境ニーズの優先順位が低いためにエネルギーロス削減技術のイノベーションが他のエネルギー多消費機器と比較して10年程度遅れた。2020年までに温室効果ガスを1990年比25%削減する、という国の目標に貢献したい企業は、現在のニーズにだけ着目した製品開発を避け、低環境負荷につながる消費者ニーズに着目する必要があるだろう。さらに、潜在的に消費者が保有している環境ニーズを呼び起こし、他の消費者ニーズと比較して優先順位を高める効果のある製品を開発することが望ましい。

#### 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計0件)

[学会発表] (計2件)

1. 伊藤究、古川柳蔵、冷蔵庫の環境イノベーションの日米比較、研究・技術計画学会第24回年次学術大会、2009年10月25日、成城大学
2. Ryuzo Furukawa, Change of eco-innovation in energy consuming products industries in Japan, 21<sup>st</sup> International CODATA Conference Scientific Information for Society-from Today to the Future, 8 October, 2008, Ukraine, Kyiv

[図書] (計1件)

1. 古川柳蔵、東北大学出版会、「環境制約下のイノベーション」、2010 (刊行決定)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計0件)

[その他]

#### 6. 研究組織

(1) 研究代表者

古川 柳蔵 (FURUKAWA RYUZO)

東北大学・大学院環境科学研究科・准教授

研究者番号：60420006

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし