

Title	冷蔵庫の環境イノベーションの日米比較
Author(s)	伊藤, 究; 古川, 柳蔵; 佐々, 広晃; 石田, 秀輝
Citation	年次学術大会講演要旨集, 24: 657-660
Issue Date	2009-10-24
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/8716
Rights	本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management.
Description	一般講演要旨

冷蔵庫の環境イノベーションの日米比較

○伊藤究，古川柳蔵，佐々広晃，石田秀輝（東北大学大学院）

1. はじめに

近年、家庭で利用されている機器の中で、エネルギーを多く使用するエネルギー多消費機器のイノベーションは、環境配慮する消費者のニーズの影響を強く受けて変化している。

例えば、エアコンのイノベーションについては、従来は機器のエネルギー消費効率向上技術、すなわち、インバータ、圧縮機、熱交換器、送風機、モータなどの機器そのものを動かすために必要となるエネルギーの消費効率を高める技術開発が主であったが、1999 年ごろ以降、エネルギーロス削減技術、すなわち加湿関連技術、センサー関連技術、自動フィルター掃除関連技術、気流コントロール関連技術のように、その機器を実際に使用する段階でのエネルギーのロスを削減する技術が登場し始めたことが特許分析により示された[1][2]。

この現象をどのように理解すればよいのだろうか。これは耐久消費財のイノベーション・プロセスにかかわる何らかの共通の技術的な要因が起因となっているのではないだろうか。

一方、米国においても、エネルギー多消費機器の市場では、使用段階のエネルギーロス削減技術を用いた製品が販売されている。米国の市場におけるエネルギーロス削減技術のイノベーション・プロセスについてもいまだ明らかにされていないが、イノベーション環境の異なる市場でのイノベーション・プロセスを比較することで、エネルギーロス削減技術のイノベーションが生じる要因がより明確になるだろう。

地球環境問題に起因する環境負荷を下げる効果を持つイノベーションに関する研究はまだ始まったばかりであ

る[3][4][5]。これまではエネルギー消費機器のエネルギー効率に関する研究[6]、エネルギー効率向上技術と政策や規制の関係に関する研究[7]、エネルギー効率技術とリバウンド効果に関する研究[8]は既になされているが、上述した新しい動き、すなわち、省エネ機器の使用段階のエネルギーロス削減技術のイノベーション・プロセスについては、明らかにされていない。

本研究では、耐久消費財のうち、家庭での消費電力の多い冷蔵庫をケースとして、日米の市場におけるエネルギー多消費機器のエネルギーロス削減技術の創出メカニズムを明らかにすることを目的とする。

2. 冷蔵庫に関する環境規制と消費電力量

日本: 近年の冷蔵庫の特徴には、ノンフロン、大容量化、食品の保鮮機能、省エネルギーの4つが挙げられる。食品の保鮮機能に関しては、2008 年に、各社から様々な技術を搭載した製品が販売され始めた。近年の冷蔵庫は食品の保鮮機能による他社の製品との差別化が行われている。冷蔵庫の市場は、上位5社が占める国内出荷台数の割合は非常に高い。冷蔵庫の国内出荷台数は年間およそ400万台代で推移している。松下電器産業（現パナソニック）は、1996年に世界で初めて冷蔵庫にインバータ技術を搭載した。また、2002年には国内初のノンフロン冷蔵庫を販売した。

冷蔵庫には、環境規制であるトップランナー基準が導入されている（1998年～2003年、2004年～2010年）。基準値として、年間消費電力量が採用されている。

米国: 米国の冷蔵庫の市場シェアをみると、GEが29%、Electroluxが25%、Whirlpoolが25%、Maytagが10%である[9]。日本のメーカーのシェアは1%以下である。

冷蔵庫には、連邦最低エネルギー消費効率基準が定められている。これは 1975 年の EPCA (Energy Policy and Conservation Act)、1992 年の EPCA (Energy Policy Act) の二つの連邦法が基本になっている。1993 年及び 2001 年に冷蔵庫の消費電力量の上限が厳しく設定された。

401 リットルから 450 リットルクラスの冷蔵庫の年間消費電力量の平均値の日米比較を図 1 に示す。米国の市場の冷蔵庫は、規制が厳しくなった 2001 年に平均消費電力量が減少したが、1997 年以降、同一クラスの冷蔵庫では、日本の市場の冷蔵庫の方が米国と比較して消費電力量が低く、省エネ化が進んできた。

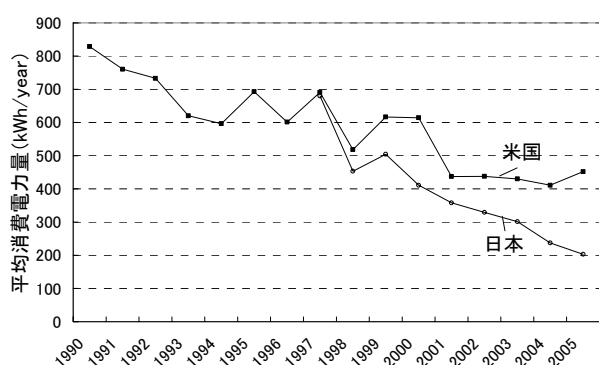


図 1 冷蔵庫 (401L-450L) の平均年間消費電力量の推移

出所：ECCJ による省エネ性能カタログ(1997-2005.12)のデータ及びカリフォルニア州エネルギー局のデータ[10]より作成

3. 冷蔵庫の省エネ技術

日本の冷蔵庫のエネルギー消費効率向上技術としては、インバータ関連技術、圧縮機関連技術、冷却器関連技術、ヒータ関連技術、ノンフロン冷媒関連技術がある。図 1 に示されるように、これらのエネルギー消費効率向上技術が平均年間消費電力量の低下に貢献した。

一方、冷蔵庫の使用段階のエネルギーロス削減技術には、断熱材関連技術、高度センサー関連技術、ドア開放防止関連技術、動線関連技術、エアカーテン関連技術、高度保鮮技術がある。これらの技術は、環境規制のトップランナー基準には含まれていない。

米国の冷蔵庫にも同様の省エネ技術が存在している。

4. 研究方法

冷蔵庫の使用段階のエネルギーロス削減技術である断熱材関連技術、高度センサー関連技術、ドア開放防止関連技術、動線関連技術、エアカーテン関連技術、高度保鮮技

術を松下電器産業及び日立アプライアンスの 2 社を対象として¹、これらの技術創出プロセスについて、各 2 時間程度のヒアリングを行った。

特許庁の IPDL の公開特許広報を用いて、冷蔵庫のエネルギー消費効率向上技術と実使用のエネルギーロス削減技術に関連する特許の検索を行った。検索期間は 1992 冷凍年度から 2005 冷凍年度とした。冷蔵庫の特許の検索において、IPC は冷蔵庫関連の技術分類を示す F25D、発明の名称に冷蔵庫を含む特許を対象に分析した。本研究では家庭用の冷蔵庫について分析を行うため、この中から発明の名称、要約及び請求項の範囲から業務用冷蔵庫やキムチ専用冷蔵庫、ワインセラーを示す“組立式”、“キムチ”、“ショーケース”、“スターリング”、“プレハブ”、“ワイン”、“業務用”、“横型”、“商品”が含まれる特許を除いた。

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検索ワードは、各社から出されている冷蔵庫の総合カタログや松下電器、日立アプライアンスへのヒアリングを参考に実際に特許を目視し、関連技術に共通するキーワードを抽出した。

米国特許庁の特許については、日本特許庁が作成した米国特許明細書と文抄録テキストデータを用いた。²。まず、タイトルあるいは抄録本文に、「冷蔵庫」を含む特許を抽出した。エネルギー消費効率向上技術及びエネルギーロス削減技術の抽出キーワードについては、日本の特許分析と同様のものを用いた。

5. 日本の特許分析

冷蔵庫の関連特許の中から、エネルギー消費効率向上技術及び使用段階のエネルギーロス削減技術の特許出願数（過去 3 年間の累積数）の両者に占める割合を図 2 に示す。2001 冷凍年度までは、省エネ技術の中で、エネルギー消費効率向上技術の特許出願の占める割合が大きい上、年間消費電力量が高い。しかし、2002 冷凍年度以降は、使用段階のエネルギーロス削減技術の占める割合が増加する

¹ 松下電器産業、日立アプライアンスは、近年の冷蔵庫の市場で継続的に上位に位置する。

²本データは、日本国特許庁が、米国特許・米国公開広報を基に INPADOC データを検索し、以下の条件のいずれかに該当する出願を除いたものである。(1) 対象となる当該出願に優先権主張の基礎として日本の出願 (PCT 出願を含む) があるもの、(2) 対象となる当該出願を優先権主張の基礎として日本に出願されたもの、(3) 対象となる当該出願について登録日より前に、当該出願に対する米国特許明細書が発行しているものである。

と共に、年間消費電力量が低下する。ヒアリング結果からも裏付けられるが、トップランナー基準の範囲に含まれないエネルギーロス削減技術のイノベーションが促進されたのは、2002 冷凍年度以降はエネルギー消費効率向上技術が限界に近づいたこと、及び消費者の環境配慮に関するニーズが要因となっている。1997 年以降の環境規制は、年間消費電力量を下げることに貢献したが、2002 年以降は、環境ニーズがイノベーションの主要因として変化したことを示すものである。

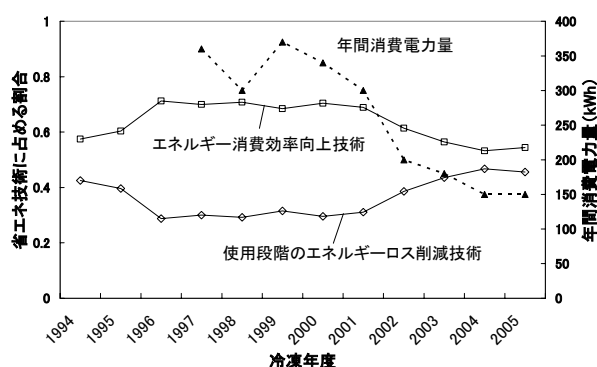


図 2 冷蔵庫の省エネ技術に対するエネルギー効率向上技術と使用段階のエネルギーロス削減技術の特許出願数（3 年累積）の割合と年間消費電力量（401L-450L）の推移

6. 米国の特許分析

図 3 には、米国における冷蔵庫の省エネ技術に関する特許件数と平均年間消費電力量の推移を示した。平均年間消費電力量は、1993 年からわずかしこ向上しておらず、技術の限界に達していることが示唆される。

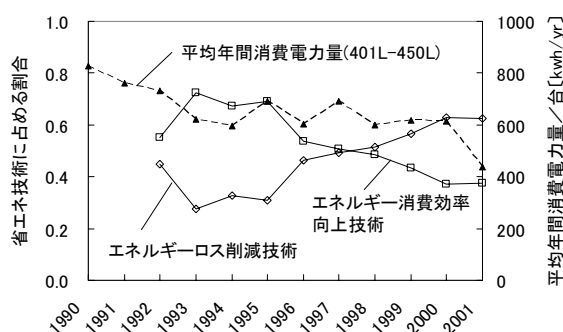


図 3 米国における冷蔵庫の省エネ技術に対するエネルギー効率向上技術と使用段階のエネルギーロス削減技術の特許件数（3 年累積）の割合と平均年間消費電力量（401L-450L）の推移

一方、使用段階のエネルギーロス削減技術は 1996 年からその割合が増加し、1998 年にはエネルギー消費効率向

上技術よりも占める割合が多くなった。2001 年には、新たな環境規制が施行され、平均年間消費電力量が低下した。

7. ケーススタディ

(1) LED 関連技術

2005 年に松下電器産業から高度保鮮技術である LED 関連技術を搭載した冷蔵庫が販売された。この冷蔵庫は、パーシャル&切替室で LED が肉や魚のアミノ酸を増量させることで、食品の鮮度を長持ちさせる機能を持つ。

技術者へのヒアリングによると、LED 関連技術の開発には、消費者からの食品の保鮮に関するニーズが影響を及ぼした。冷蔵庫に関する消費者のニーズには、省エネルギーに関するニーズ、保鮮に関するニーズ、使い勝手の向上に関するニーズの順に多い。この中で省エネルギーと使い勝手の向上に関する開発は、他社との差がつきにくいものであった。ところが、保鮮に関するニーズは、これまで消費者に理解されにくいという理由で後回しにされてきたが、他社の製品との差別化が容易であったことから、高度保鮮技術を開発する際に文献から調査を行い、LED にアミノ酸を増量させる効果に目をつけ、LED 関連技術を用いた保鮮機能を有する冷蔵庫が開発されたのである。

(2) 真空関連技術

2007 年に日立アプライアンスから真空チルド関連技術を搭載した冷蔵庫が販売された。「真空チルド」は、チルド室の気圧を約 0.7 気圧として低酸素化することで、酸化しやすい栄養素を守り鮮度を維持する機能を持つ。

日立アプライアンスは、冷蔵庫の開発にはユーザーニーズ、他社との差別化、販売店のニーズ、生産者側のニーズを踏まえた製品開発を行っていた。代表的なユーザーニーズには、省エネルギー、大容量、保鮮、使い勝手の向の 4 つがあり、省エネルギー、大容量、使い勝手の向上に関する技術開発は以前から行われていた。ところが、近年の健康ブームに目をつけ、真空チルド関連技術による食品の栄養素の保存技術の開発を行うようになった。販売店のニーズには、家電量販店から店員が簡単に説明できる製品や特徴的な製品を作って欲しいというニーズ、省エネルギー製品を作って欲しいというニーズがあった。生産者側のニーズには、自社技術の強みを生かす戦略がとられた。例えば、真空チルド関連技術では、真空保存の発想は以前から存在

していたが、技術的に実現するのは難しいとされていた。日立アプライアンスが「真空チルド」を実現できたのは、ポンプ技術や耐圧技術については、自社のその部門との共同研究を行うと共に、食品の品質劣化に関して大学との共同研究を行ったからである。

これらの両者の事例のいずれも消費者のニーズが発端となっていることを示している。腐らせて廃棄する量を減らす効果等は、広義の環境負荷を低減したいという環境ニーズを満たすものである。エネルギーロス削減技術は消費者の環境ニーズを基点として生じていることがケーススタディにより明らかとなった。

8. 考察

日本の冷蔵庫のイノベーションにおいては、2002 年以降、機器の使用段階のエネルギーロス削減技術にかかわるイノベーションが相次ぎ登場し、低環境負荷の製品が実現した。しかし、これはトップランナー基準の環境規制によってイノベーションが変化したという単純なメカニズムではない。それを裏付ける事実として、この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値とは関係のない省エネ技術であることに注目しなければならない。つまり、環境規制が、直接、冷蔵庫のイノベーションに影響を与えたものではないということである。

米国における冷蔵庫のイノベーションについても、同様に、エネルギーロス削減技術のイノベーションへ移行する現象が見られた。日本の冷蔵庫関連の特許と米国の冷蔵庫関連の特許は、重複していないと考えられることから、別の市場において類似の現象が生じていることになる。米国の環境規制も年間消費電力量を採用しており、これも、エネルギーロス削減技術の対象外のものである。また、平均年間消費電力量が限界にきた 1996 年付近からエネルギーロス削減技術が増加を開始している。

以上の結果を踏まえると、エネルギー多消費機器のイノベーションは、環境規制の影響を受けて、エネルギー消費効率向上技術を限界に近づかせることに貢献した。その結果、技術開発の方向性がエネルギー消費効率向上技術の開発から使用段階のエネルギーロス削減技術の開発へと変化し、消費者の環境ニーズを基点として、使用段階のエネルギーロス削減技術が創出されたということになる。この

ように環境負荷を下げることに貢献する環境イノベーションと呼ぶべきイノベーションは、環境ニーズと共に新しいフェーズへと移行し始めていると思われる。そして、この現象は、エアコン及び冷蔵庫というエネルギー多消費機器に共通したものである可能性が示唆される。

謝辞

本研究を行うにあたりインタビューを実施させて頂いた、松下電器産業、日立アプライアンスの担当者の方々に心より感謝の意を表する。なお、本研究は、科学研究費補助金若手研究 (B)「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」の一環である。

参考文献

- [1]Furukawa(2008):Change of eco-innovation in energy consuming products industries in Japan, Ryuzo Furukawa, Hiroaki Sasa, Hideki Ishida, 21st International CODATA Conference Scientific Information for Society- from Today to the Future, Ukraine, Kyiv, 5-8 October(2008)
- [2]佐々、古川 (2007) 研究・技術計画学会第 22 回年次学術大会講演要旨集, p. 396(2007)
- [3]Peter James(1997); “The sustainability cycle: a new tool for product development and design” The Journal of Sustainable product Design July 1997 pp52-57
- [4] Robert Nuij(2001); “Eco-innovation: Helped or hindered by Integrated Product Policy” The Journal of Sustainable product Design 1 2001 pp49-51
- [5] Devashish Pujari(2006); “Eco-innovation and new product development: understanding the influences on market performance” Technovation 26 pp76-85
- [6]Rosenberg, N(1994);” Exploring the black box”, Cambridge University Press
- [7]Michael E. Porter(1991);” America’s green strategy” Scientific American April 1991 p96
- [8]Herring, H and Roy, R(2007); Technological innovation, energy efficient design and the rebound effect, Technovation 27, pp194-203.
- [9]DOE Buildings Energy Data Book 2008, p5-27
- [10]California Energy Commission appliance database(2009)