

Title	省エネルギー製品における補完的技術の創出メカニズムに関する研究(分野別のR&Dマネジメント(2),一般講演,第22回年次学術大会)
Author(s)	佐々, 広晃; 古川, 柳蔵
Citation	年次学術大会講演要旨集, 22: 396-399
Issue Date	2007-10-27
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/7294
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

省エネルギー製品における補完的技術の創出メカニズムに関する研究

○佐々広晃、古川柳蔵（東北大学大学院環境科学研究科）

1. はじめに

近年の耐久消費財のイノベーションは、地球環境問題の影響を強く受けている。家庭での消費電力が多い省エネルギー製品であるエアコンではムーブアイのようにセンサーを搭載し、人がいるエリアにのみ気流を送る製品が登場した。冷蔵庫ではクールカーテンのように冷蔵庫のドアの開閉時に冷風を流すことで冷蔵庫内の温度変化を抑える機能、照明機器では人感センサーにより人がいるときにだけ点く機能、テレビでは部屋の明るさに合わせてテレビの明るさも変わる機能を付与し、省エネを実現する製品が続けて市場にでてきている。これらの製品は、機器そのもののエネルギー効率の向上技術に、補完的に使用時のエネルギーロスを削減することを目的とした技術を付与することで、機器の使用状況まで含めた省エネ効率の向上を狙ったものである。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。

製造業におけるエネルギー効率の向上は地球温暖化問題の重要な解決策の一つとして位置づけられた[1]。しかし、地球環境問題に起因する環境配慮型の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 [2] [3] [4]。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[5]、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[6]、エネルギー効率技術とリバウンド効果に関する研究[7]は既になされているが、上述した新しい動き、すなわち、省エネ機器を実際に使用する段階における補完的に付与するエネルギーロス削減技術に関する研究はなされていない。

そこで、本研究では、耐久消費財のうち、最も家庭での消費電力の多いルームエアコンをケースとして、省エネ

ギー製品における補完的な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. 日本のエアコン産業と規制

図1にエアコンの国内出荷台数と各年の上位5社の出荷台数の推移を示す。エアコンの出荷台数はその年の夏季の気候に影響を受けているものの、1990 年以降、年間 700 万台前後で推移している。1999 年以降、三洋電機に代わってダイキン工業がシェアを伸ばした。

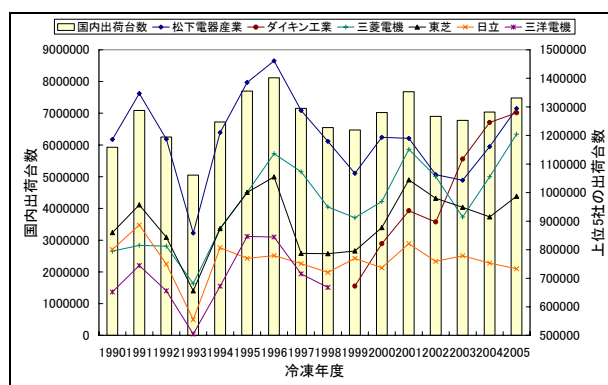


図1 エアコンの国内出荷台数と上位5社の出荷台数の推移

出所：市場占有率(1992-2007)/日経産業新聞編より作成

(注：東芝の1999年以降は米キャリアと合併会社である東芝キャリア、日立の2003年以降は日立ホーム&ライフソリューションのデータ。例えば、2000冷凍年度とは、1999年10月～2000年9月の期間を指す。)

1997年に開催されたCOP3を受け、1998年に省エネ法の大幅な改正が行われた。特にエネルギーを多く使用する機器ごとに省エネルギー性能の向上を促すための目標基準であるトップランナー基準が設定された。トップランナー基準は、「エネルギー多消費機器（自動車、電気機器、ガス・石油機器等）のうち省エネ法で指定するものの省エネルギー基準を、各々の機器において、基準設定時に商品化されている製品のうち最も省エネ性能が優れている機器

の性能以上に設定する」とある。エアコンについては、2000 冷凍年度に基準値が確定し、2004 冷凍年度までに冷暖房兼用機にあっては冷暖房平均 COP が 5.27 となった。

図 2 に冷房能力が 2.2kW¹のルームエアコンのエネルギー消費効率を示す冷暖房平均 COP の最大値、平均値、最小値の推移を示す。冷暖房平均 COP とは冷房及び暖房の定格点における効率の平均値である。冷暖房平均 COP の最小値を見てみると、2004 年に急激に伸びていることが分かるが、これは 2004 年がエアコンの規制であるトップランナー基準の目標年度であったため基準達成の駆け込みの影響であろう。一方、冷暖房平均 COP の最大値を見ると、1999 年以降増加率が低下している。これはある製品を改良するために投じた費用と、その成果の関係を示す S 曲線が限界に達したためであろう [8]。COP を向上させるための技術の限界が存在していることを示唆している²。

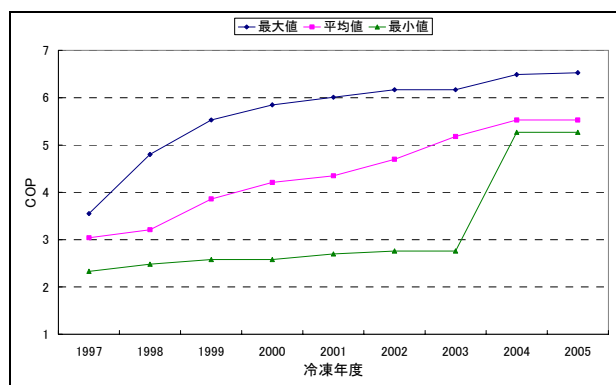


図 2 冷房能力 2.2kW のルームエアコンの冷暖房平均 COP の推移

出所：ECCJ による省エネ性能カタログ(1997-2005.12)のデータより作成

3. エアコンの省エネ技術

エアコンの省エネ技術には、機器のエネルギー消費効率を向上する技術、すなわち熱交換器、圧縮機、モータ、送風機、インバータが挙げられる³。このうち、熱交換器、圧縮機、モータ、送風機は機器の COP 向上に寄与する技術である。インバータは COP の向上とは直接関係はないが、必要なだけの冷暖房能力に制御する省エネ技術である。

一方、1999 年以降、機器のエネルギー消費効率を向上

する技術以外に、新しい省エネ技術を搭載した製品が登場した。補完的に技術を搭載することで、定常状態ではなく、実際に使用する状態における省エネを実現する技術が登場した。1999 年発売のダイキン工業の「うるるとさらら」は、加湿機能を搭載し、暖房時に加湿を行うことで、体感温度を高くし、エアコンの設定温度を加湿しない場合より低くすることによる省エネ運転を可能とした。2002 年に発売の富士通ゼネラルの「ノクリア」は、自動フィルター掃除機能を搭載し、フィルター掃除を自動で行うことで、掃除を行わずに使用を継続する場合よりも省エネ運転を可能とした。2005 年に発売の三菱電機の「霧ヶ峰ムーブアイ」は、エアコンに搭載したセンサーにより、暖房時に人のいるエリアにのみ気流を送ることで省エネ運転を可能とした。さらに、2006 年に松下電器が販売した気流ロボットを搭載したエアコンは、部屋の形状に合わせて気流をコントロールし、また暖房時に気流を足元に送ることで体感温度を上げ、省エネ運転を実現した。

これら 4 種類の技術はいずれも COP の向上には技術的に関係がないが、エアコンの使用時にこれまで存在したエネルギーロス削減する技術である。

そこで、2000 年冷凍年度以降登場したエネルギーロス削減技術に着目し、省エネルギー製品のうち家庭でエネルギー消費が最大であるルームエアコンを事例に、補完的技術である実使用のエネルギーロス削減技術の創出メカニズムの分析を行った。

4. 研究方法

エアコンの実使用のエネルギーロス削減技術であるセンサー、加湿、自動フィルター掃除、気流コントロールを最初に製品化した三菱電機、ダイキン工業、富士通ゼネラル、松下電器の 4 社を対象として⁴、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、エアコン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。IPC が F24F、発明の名称に空気調和機又は空気調和装置が含まれる特許を対

¹ 総務省統計局の住宅・土地統計調査（2003 年）によると 2003 年の居住者の平均畳数は、6.84 畳であることから、冷房能力が 2.2kW（部屋の大きさが 6～9 畳用）のエアコンの COP データを用いた。

² ダイキン工業、富士通ゼネラル、松下電器へのヒアリングからも COP 向上のための技術の限界が指摘されている。

³ 「省エネ法特定機器の国際競争力に関する調査報告」 ECCJ (2004) と松下電器へのヒアリングより技術用語を抽出。

⁴ 松下電器、三菱電機、ダイキン工業は、近年のエアコン市場で継続的に上位に位置する。

象に分析した。なお、空気調和装置については要約及び請求項の範囲に空気調和機を含むもののみ対象とした。本研究ではルームエアコン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、図の情報から業務用を示す“天井埋込型”、“天井吊下型”、“一体型”、“壁埋込型”、“壁掛型”が含まれる特許を除いた。

実使用のエネルギーロス削減技術の検索には、センサー関連技術は、センサ or 検出器と赤外線 or 輻射、加湿関連技術には加湿、自動フィルター掃除関連技術には、清掃 or 掃除とフィルタ、気流コントロール関連技術には、気流 and 風向を要約に含む特許を対象とした。また、加湿関連技術には IPC が加湿技術を示す F24F6 から加湿器を除いたもの、気流コントロール関連技術とセンサー関連技術には、室外設置関連特許を除いたものとした。

エネルギー消費効率向上技術の検索には、熱交換器関連技術には熱交換器、送風機関連技術には送風 or ファン、モータ関連技術にはモータ、圧縮機関連技術には圧縮機 or コンプレッサを含み、それぞれ効率 or 省エネを要約に含む特許を対象とした。インバータ関連技術には、要約にインバータを含む特許を対象とした。

5. ケーススタディ

実使用のエネルギーロス削減技術を最初に製品化した企業4社（三菱電機、ダイキン工業、富士通ゼネラル、松下電器）に対してケーススタディを行った。実使用のエネルギーロス削減技術を保有するエアコンの技術開発要因となった消費者のニーズとその省エネ効果について表1にまとめた。まず、4社に共通する技術開発の要因は、エネルギー消費効率向上技術が限界に近づき、COPで他社との差がつきにくくなったことが挙げられる。次に、三菱電機が「霧ヶ峰ムーブアイ」を開発した要因には、ユーザーから暖房時に足元が寒いというニーズが増加したことが挙げられた。これは、近年リビングの大型化に伴い、従来のエアコンでは気流が届きにくくなった。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ことで、この問題を解決しようとするものであった。ダイキン工業が「うるるとさらら」を開発した要因には、乾燥しない快適性を求めるニーズが挙げられた。加湿機能を付与することで解決を試みた。富士通ゼネラルが「ノクリア」を開発

した要因には、フィルター掃除が面倒だという消費者のニーズが挙げられた。自動でフィルターを掃除する機能を付与することで解決を試みた。松下電器が気流ロボットを搭載したエアコンを開発した要因には、特に女性はエアコンの風を避けたいというニーズが挙げられた。気流を最適にコントロールする機能を付与することで、この問題の解決を試みた。

このように、実使用のエネルギーロス削減技術が創出される背景には、消費者からの快適性に関するニーズ、省エネや電気代削減のニーズ、技術者によるニーズと環境配慮を重視した製品開発が重要な要因として指摘された。

表1 実使用のエネルギーロス削減技術を保有するエアコンの技術開発要因となったニーズとその省エネ効果

メーカー (実使用のエネルギーロス削減技術)	快適性に関するニーズ	省エネ効果
三菱電機 (センサー)	暖房時に足元が寒い	ムーブアイOFFと比較すると、最大40%電気代カット
ダイキン工業 (加湿)	暖房時に部屋が乾燥する	—
富士通ゼネラル (自動フィルター掃除)	フィルター掃除が面倒くさい	掃除なしと比較すると、1年で約25%電気代をカット
松下電器 (気流コントロール)	エアコンの風が直接体に当たることが不快	体感温度一定で設定温度を3度低くすることで、30%の省エネ

*ヒアリング及び各社のパンフレットを参考に作成

6. 特許分析

エアコンの関連特許の中から、エネルギー消費効率向上技術と実使用における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）の全体に占める割合を図3に示す。1999 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、冷暖房平均COPの最大値の増加率が高い。しかし、2000 冷凍年度以降は、実使用エネルギーロス削減技術の占める割合が増加すると共に、冷暖房平均COPの最大値の増加率が低下する。これはヒアリング結果からも裏付けられるように、2000 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で、その特許出願割合は減少し、逆に、実使用のエネルギーロス削減技術の創出に技術開発が移行し、その特許出願割合が増加したと解釈できる。

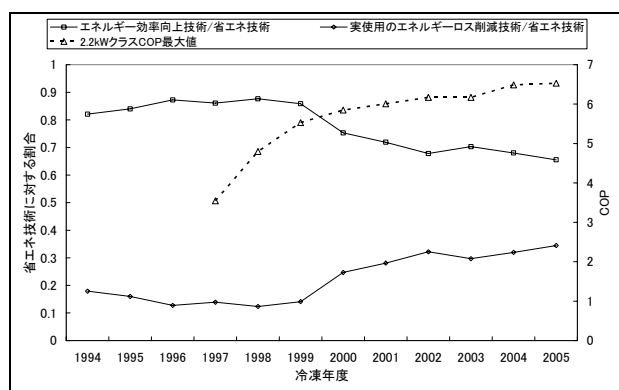


図 3 エアコンの省エネ技術に対するエネルギー効率向上技術と実使用のエネルギーロス削減技術の特許出願数（3年累積）の割合と冷暖房平均 COP（2.2kW）の推移

7. 考察

近年、省エネルギー製品のイノベーションにおいて、エネルギー効率の向上技術以外に、実使用のエネルギーロスを削減する技術の競争が始まった。本研究ではエアコンを対象にケーススタディ及び特許分析を行い、実使用のエネルギーロス削減技術の創出メカニズムの分析を行った。

特許分析及びヒアリングの結果より、実使用のエネルギーロス削減技術は、エネルギー効率向上技術（COP 関連技術）が限界に近づくことで創出されるというメカニズムが浮かび上がる。

実使用のエネルギーロス削減技術全体の出願特許数を見ると、1992 冷凍年度に一度ピークがあり、2000 冷凍年度に再びピークが存在する。しかし、実使用エネルギーロス削減技術が製品化され始めるのは 1999 冷凍年度以降であった。種類別に分析すると実使用のエネルギーロス削減技術のうち、センサー関連技術の特許出願数は、1992 冷凍年度から 2005 冷凍年度までの間、1992 冷凍年度の 10 件が最大であったがこの時は製品化されず、製品化には 2005 冷凍年度まで待たなければならなかった。また、加湿技術に関する特許出願数は、1993 冷凍年度に一度ピークがあったが製品化されず、2000 冷凍年度に再び特許出願数のピークが見られた時に製品化が実現した。一方、実使用のエネルギーロス削減技術の創出が増加し始める 2000 冷凍年度は冷暖房平均 COP の最大値の増加率が減少する時点に一致する。これらのデータは、エアコン機器の補完的な実使用のエネルギーロス削減技術がイノベーションを実現するにはエアコン機器のエネルギー効率向上

技術が技術的に限界に達する必要があることが示唆される。

更に、ケーススタディから、センサーや掃除機能のような実使用のエネルギーロス削減技術に基づくイノベーションの種類は、消費者からの快適性と省エネのニーズと企業が持つ技術的優位性に依存し、創出されていると考えられる。

既に述べた通り、エアコンにはトップランナー基準が設定されているが、実使用のエネルギーロス削減技術は、COP に関係のない技術である。そのため、規制の直接的な影響はないが、エネルギー効率向上技術を限界に近づけることによる間接的な影響にとどまると解釈できる。今後実使用のエネルギーロス削減技術の創出を促進させる規制を検討する場合は、現在のトップランナー基準のままでは効果があまり期待できない。新しい規制の必要性が示唆される。

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、三菱電機、ダイキン工業、富士通ゼネラル、松下電器の担当者の方々に心より感謝の意を表します。

参考文献

- [1] IPCC(2001); Third Assessment Report. International Panel on Climate Change(IPCC).
- [2] Peter James(1997); “The sustainability cycle: a new tool for product development and design” The Journal of Sustainable product Design July 1997 pp52-57
- [3] Devashish Pujari(2006); “Eco-innovation and new product development: understanding the influences on market performance” Technovation 26 pp76-85
- [4] Robert Nuij(2001); “Eco-innovation: Helped or hindered by Integrated Product Policy” The Journal of Sustainable product Design 1 2001 pp49-51
- [5] Rosenberg, N(1994);” Exploring the black box”, Cambridge University Press
- [6] Michael E. Porter(1991);” America’s green strategy” Scientific American April 1991 p96
- [7] Herring, H and Roy, R(2007); Technological innovation, energy efficient design and the rebound effect, Technovation 27, pp194-203.
- [8] リチャード・フォスター 大前研一訳(1987); “イノベーション: 限界突破の経営戦略” TBSブリタニカ