

家庭用エネルギー分野における 破壊的イノベーションの定量分析

Quantitative Analysis of Disruptive Innovation in the Field of Home Energy

森本 智史 / 玄場 公規

Satoshi S. MORIMOTO, Kiminori GEMBA

要 旨

電力・ガスの競合における破壊的イノベーションを計測した結果、IH クッキングヒーターや CO₂ ヒートポンプ給湯器といった電気機器は、従来のガス機器に比べ、顧客の効用ベースにおいてその性能がほぼ互角またはそれ以上に達していることが分かった。

ABSTRACT

We carry out a quantitative analysis of the dynamics of disruptive innovations, which concerns the deregulation-induced competition between the electrical power and gas industries. Detailed case studies were conducted on the development of IH cooking heaters and CO₂ heat pumps; gas appliances had monopolized the markets in both fields. The results clearly show that in terms of the benefit to consumers, the performances of the electrical appliances almost equal or surpass those of gas appliances. As a result, IH has taken a big share of the market; however, the CO₂ heat pump market has not expanded yet. The results indicate that the most important factor for market expansion is the matching of the value axis of the market with the product features.

キーワード：破壊的イノベーション、電力・ガス、バリュー・ネットワーク

1. はじめに

Christensen(1)によれば、破壊的イノベーションとは、短期的には性能を引き下げる効果を持ち主流から外れた少数顧客に評価されるもの、と定義される。一方持続的イノベーションとは、主要市場のメインの顧客が既存の性能指標で評価する際に性能が向上するもの、と定義される。このため、新興企業による破壊的イノベーションの出現によって、顧客の声を忠実に聞く既存大企業の対応が宿命的に遅くなることをジレンマとして論じている。更に入れ子構造になった商業システムをバリュー・ネットワークと定義し、その変化が破壊的イノベーションの成功の一因であると分析している。一方、日本においては、こうした破壊的イノベーションを新興企業ではなく、大企業が主体的に起こしているケースが見られると考えた。事例として、

電力とガスのエネルギー間競合が激化している家庭用市場の厨房分野と給湯分野について、消費機器のイノベーションに関する計測を試みると共に、その原因をバリュー・ネットワークの観点から考察する。

2. 破壊的イノベーションの計測

2-1 事例1：IH クッキングヒーターとガスコンロ
まず厨房分野だが、機器としてはIH（誘導加熱）クッキングヒーターとガスコンロを取り上げる。従来の既成概念においては調理はガスであったが、最近ではIHによる電化厨房も珍しくない。IHの開発史(2)を概説すると、1971年に米国ウェスティングハウスにより調理用のIH機器が開発されたが、1990年代前半までは価格の問題などにより普及していない。1990年代半ばになると、システムキッチンに代表される「見える」価値が高まると共に、掃除のし易さというユー

森本 智史 芝浦工業大学大学院 工学研究科博士（後期）課程
玄場 公規 立命館大学 テクノロジー・マネジメント研究科 教授
(受領：2006年9月2日，修正稿受領：2006年11月2日，受理：2006年11月17日)

ザーの声も増加し、それらの要求を満たすものとして、IHの市場は徐々に広がりを見せてきた。加えて2000年台初頭、LEDによる火力の可視化と鍋のオールメタル対応という2つの大きな改良が成され、商品としての魅力を向上させている。

一方ガスコンロでは、それら市場ニーズに直接影響するイノベーションに乏しかったと言えよう。1970～80年代は主に立ち消え防止や天ぷら油過熱防止など安全性に関わる開発が成されてきたが、90年代は基本的性能に関わるような大きなイノベーションは特に成されず、グリル性能の向上や天板加工など周辺の使用勝手に関する改良がメインであったと見られる。2000年代になるとIHの市場拡大が明白となり、対抗商品としてガラストップなどのIHの特徴を模倣したガスコンロが発売されるに至っている(3)。

本ケースではIHを破壊的技術、ガスコンロを持続的技術と捉えた上で、評価軸として製品価格に対する火力性能を取り上げ、各年度のカatalogから主だった商品のデータを抽出して分析した。図1に、IHとガスコンロに関する、単位製品価格当たりの火力性能の年度推移を示す。ガスコンロのプロットには大きな分散が見られるが、これは廉価品と高級品との格差が大きく、商品バラエティに富んでいることを示唆している。また1997年までは増加傾向、つまり価格に対する火力性能の向上が見られたが、それ以降は減少に転じている。これは廉価品がCatalogから除外され、その代わりにガラストップコンロなどの高級品が増加したことによる。一方IHは火力性能に対し製品価格が非常に高く、この評価軸で見るとガスコンロに比較して非常に低い位置を推移している。つまりこの図から判断する限り、ガスコンロの方がIHに対し優位を保っていると言える。

ここで使用者の効用ベースで考えてみる。ガスコンロにおいては、熱損失が大きく、一般的にその効率は投入エネルギーに対して50%程度と言われている。一方IHは電磁誘導のため、投入電気エネルギーのほとんどが加熱に使われている。そこでガスコンロの効率を50%として図1をプロットし直したものを図2に示した。これを見ると、2003年以降はIHとガスコンロのプロットにオーバーラップが生じており、効用ベースにおける性能では両者の商品価値がほぼ互角となってきたことが分かる。

このような商品性の向上も一因し、IH市場には大きな拡大が見られている。日本電機工業会によれば(4)、全国のIHの年間出荷台数は2000年度に20万

台だったものが、2003年度は53万台、2005年度には73万台と急増している。将来的に従来のガスコンロに取って替わる可能性も否定できない。

2-2 事例2: CO₂ヒートポンプ給湯器とガス給湯器

給湯分野においては、従来のガス給湯器に対し、破壊的イノベーションとして電気のCO₂ヒートポンプ給湯器を分析対象として取り上げる。CO₂ヒートポンプは、電力中央研究所や電力会社が開発初期に大きく貢献し、2002年頃より市場投入されている。これは熱媒体にCO₂を使用してヒートポンプサイクルにより外部の熱を汲み上げて温水を得るものであり、入力の電気エネルギーに対し、得られる温熱の割合(COP: Coefficient of Performance)は3以上と言われている。対してガス側は、排気の潜熱を回収することで従来の80%程度の熱効率を95%まで高めた潜熱回収型給湯器を、2001年から発売している。

図3にはCatalogから熱出力性能と製品価格を調

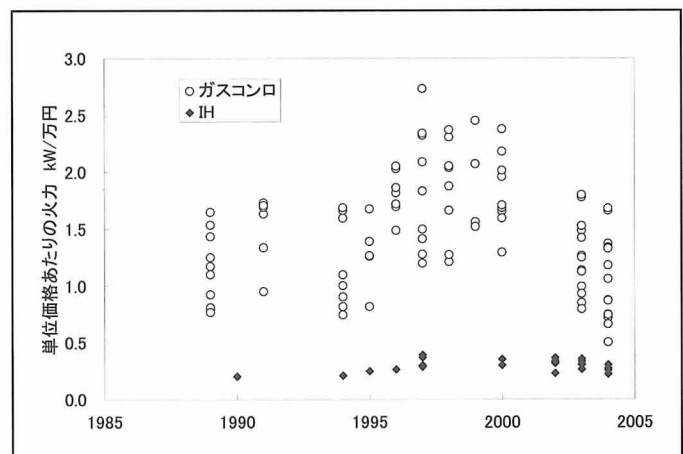


図1 IHとガスコンロの単位価格当たりの火力性能推移

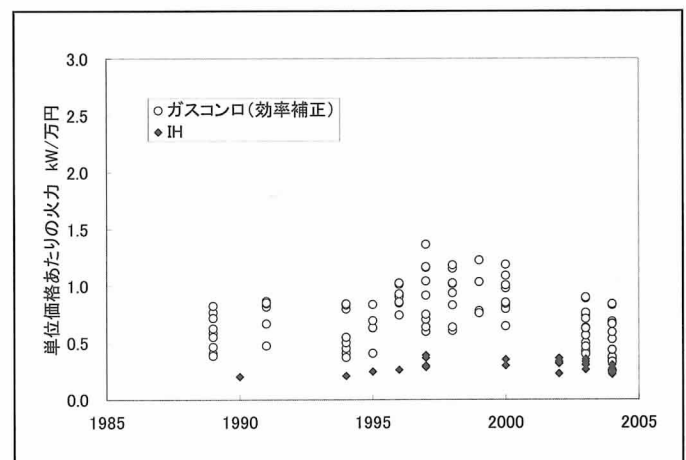


図2 IHとガスコンロの単位価格当たりの火力性能推移 (効用ベース)

査し、単位価格当たりの熱出力の年度推移をガス給湯器とCO₂ヒートポンプで比較したものを示した。ガス給湯器は暖房機能などの付加価値により価格が大きく異なるため、分散度合いが大きくなっている。しかしどちらかと言えば右下がりであり、高級化が進んでいる傾向が伺える。一方CO₂ヒートポンプは価格が非常に高く、給湯能力も小さいため、プロットは軸の下部を推移している。つまりこの評価軸においてはガス給湯器が圧倒的な優位を保っていると見える。

厨房分野のケースと同様に効率の概念を考慮する。前述したようにガス給湯器は95%の効率に改善が進んだものの、CO₂ヒートポンプはCOPが3 (=300%)以上とされる。これらを考慮し、評価軸を単位価格・入力エネルギー当たりの出力性能としてプロットし直したものを図4に示す。すると両者の位置関係が逆転し、CO₂ヒートポンプは2002年の発売当初からガス給湯器を上回るパフォーマンスを示していることが分かった。

しかしながらこの場合はIHとは異なり、CO₂ヒートポンプの大きな市場拡大はまだ見られていない。2010年に520万台の普及を見込んでいるものの、現状では2003年度の家庭用給湯器の出荷台数428万台のうち、CO₂ヒートポンプは8万台に過ぎない(5)。これは貯湯槽に起因する湯切れや設置スペースなどの問題が大きく、使い勝手・設置性の観点からガス給湯器が選択されているためと推察される。つまり市場の評価軸が異なっており、まだガス給湯器の優位性が保たれている結果と思われる。

2-3 効率についての一考察

前述の効率について若干補足する。そもそも電力は二次エネルギーであるため、一次エネルギーであるガスと正確に比較するためには、一次エネルギー換算を行うことが求められる。その際の変換効率(発電効率)は、旧来の火力発電所の30%台のものから最新のMACC (More Advanced Combined Cycle) 発電所の50%を越えるものまで幅が広い。それらを加重平均して需要端発電効率で37%(高位発熱量基準)とされている(6)。つまり一次エネルギー換算比較であれば、ガスコンロはIHに未だ負けていない計算になる。しかしながら本節の主張するところは、こういった一次エネルギー換算効率は供給者側の論理であり、市場は評価していないからこそ、IHの市場拡大が顕著になっているのではないかと、という点である。

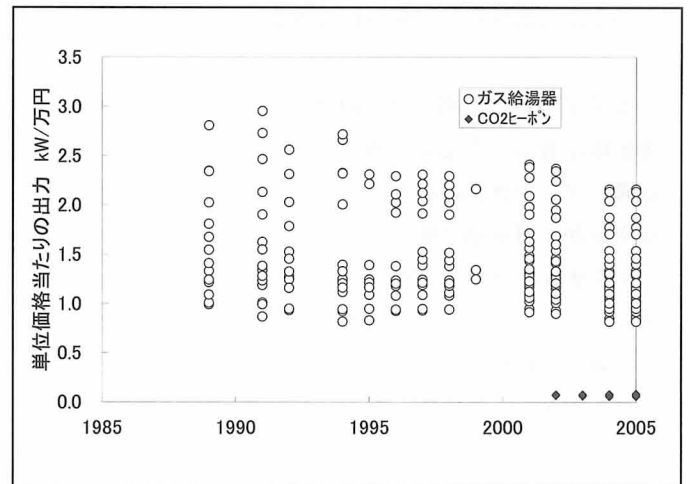


図3 CO₂ヒートポンプとガス給湯器の単位価格当たり出力

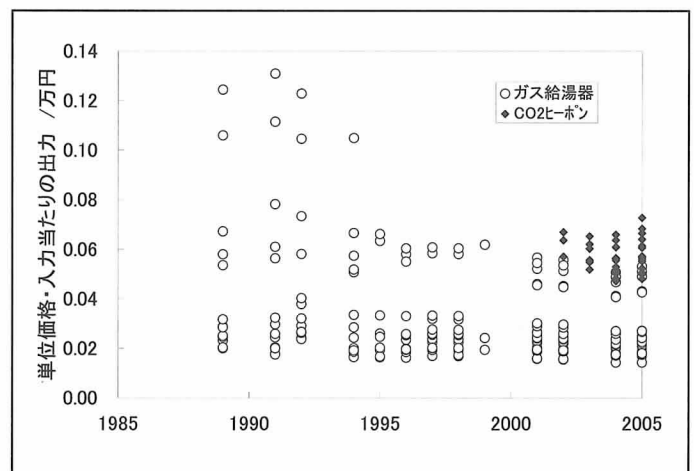


図4 CO₂ヒートポンプとガス給湯器の単位価格当たり出力(効用ベース)

3. バリュー・ネットワークの変容

都市部の新築マンションでオール電化傾向が強く見られるなど、昨今ガスと電力間の競合の話題が頻出ししている。この要因として、IHとCO₂ヒートポンプがある一定の役割を担っていることは間違いないが、果たしてこれら機器イノベーションのみに起因する現象なのであろうか。本節では技術開発以外の複数の要素が大きく働き、従来のガス機器によるバリュー・ネットワークから破壊的イノベーションである電気機器を中心とした新たなバリュー・ネットワークに変化したことが大きな要因であると考えた。ここで言う新たなバリュー・ネットワークとは、電力会社・電気機器メーカー・マンションデベロッパーらによる商業システムを指し、オール電化という戦略の下で従来のガス市場であった厨房、給湯分野に新たに進出を図っている。本節では技術開発以外に、このバリュー・ネットワー

クの変化に寄与したと思われる各要素について説明する。

まず1つ目の要素には、消費者のキッチンに対する価値観が変容したものと推察される。1990年代半ば以降、マンションにおける付加価値としてシステムキッチンが注目を浴び始め、それまでの隠すキッチンから「見せるキッチン」としての価値が高くなってきた。マンション・デベロッパー大手8社(住友不動産、大京、東急不動産、東京建物、藤和不動産、野村不動産、三井不動産、三菱地所)が行ったマンション購入意向者14万人を対象にしたアンケート調査(7)(集計数2,508件)によると、購入時に重視するポイントとして、キッチン設備と答えた人が49.6%と約半数に達している。IHのフラットトップは、見た目のすっきりさや掃除のし易さなどから、この消費者の価値観の変容に合致したものと考えられる。

2点目は高齢化社会に起因するものである。我が国の高齢化は世界に類を見ないほど急速に進んでおり、2004年10月現在では65歳以上の高齢者の全人口に占める割合は19.5%に達している。このような状況において、火に対する潜在的な恐怖感が強まっていることが予想される。平成16年度消防白書によれば、コンロは火災原因の4位であり9.8%とされる。また死者発生状況として、着衣着火が3位で6.5%となっており、さらに年齢層毎の死者発生状況では、65歳以上の高齢者が42.5%を占めている。また前述のアンケート結果においても、「オール電化を購入時の重視ポイントとする」と答えた60歳以上の割合は18.7%と、全体平均の10.8%を大きく上回る。これらの結果を総合して考えると、やはり火の無いIHに対する高齢者の安心感というものは否定できない。

3点目はライフスタイルの変化である。総務省の調査(8)によれば、日本の世帯数は1968年以降毎年増加しており、2006年3月現在では5,100万世帯に達していると共に、一世帯当たりの構成人員は毎年減少している。それと同時に共働き世帯は増加傾向にあり、2004年時点では雇用者世帯数の50%弱が共働きである(9)。これらが示唆することは、家事の省力化に対するニーズの高まりと、その結果手間のかからない電気が選択される傾向が強くなったものと推察する。

4点目はライフラインとしての信頼性である。1995年1月17日午前5時46分に発生した阪神・淡路大地震は、死者6,433人、負傷者43,792人、住宅損壊512,882棟、火災7,483棟という甚大な被害を出した。当然ライフラインも壊滅的な打撃を被ったが、電気と

ガスの復旧期間には大きな差が生じた。電気は完全復旧までに6日と非常に速かったのに対し、ガスは約3ヶ月もの長期間を必要とした(10)。ガス管は土中埋設のため被害の把握・復旧が困難であるなど、架空電線である電力系統との違いは止むを得ないものの、信頼感として住民に与えた心理的影響は少なくないと推察できよう。

4. 考察

2章で述べた2つのイノベーションにおける電力・ガス間の差異の原因の1つには、エネルギー企業と機器メーカーとの関わり方の違いが影響していると考察する。ガス機器メーカーは電気機器メーカーと比較して総じて企業規模が小さく、製品の開発力も相対的に小さい。そのため、今までは共同開発という形でガス会社がガス機器メーカーの開発を支援してきたケースが多く見られた。しかしながら最近の自由化によって、ガス会社が機器を開発しても顧客は自社のガスを購入しない可能性が生じてきたため、ガス会社側の消費機器開発に対するモチベーションに減退が見られている。この根拠として、図5に電力会社とガス会社の特許出願数の比較を示した。ここでの電力会社とは、東京電力、関西電力、中部電力および電力中央研究所の合計値であり、ガス会社とは東京ガス、大阪ガス、東邦ガスの合計値である。これを見ると、電力会社に比較して最近のガス会社の特許数は減少が著しいことが分かる。この特許には消費機器に関する以外のものも含まれているが、ガス機器に関する開発が全体的に弱まっていることは推察できる。対して電力会社は継続的な研究開発を実施しており、従来はガスの牙城であった厨房・給湯分野に、新たな消費機器でもって電力市場を開拓するという戦略と思われる。このガス会社

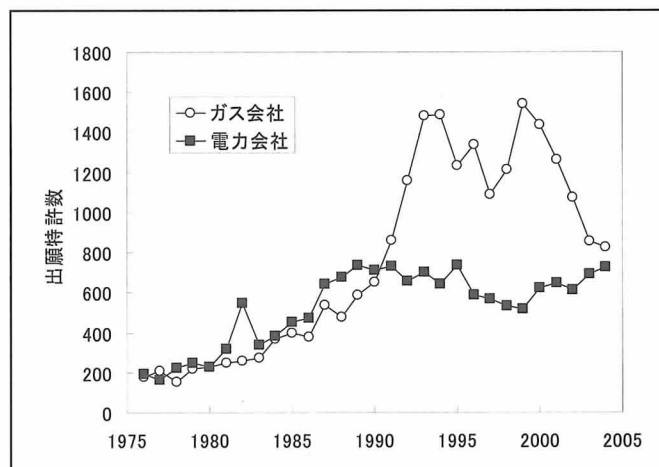


図5 ガス会社と電力会社の出願特許数比較

と電力会社の技術開発に対する姿勢の違いが、今観測されている機器イノベーションの差の原因の1つと考えられる。

更に大きな原因は、3章で述べたバリュー・ネットワークの変容である。前章の4要素が顧客のライフスタイルや価値観を変化させると共に、結果として電力会社、電気機器メーカー、マンション・デベロッパーらが新たなバリュー・ネットワークを形成したものと推察できる。若い世代、少なくとも炎を恐れる必要の無い世代を対象とした、ガス機器中心の従来型バリュー・ネットワークから、安全・安心・快適に重きを置く高齢者や共働き世帯を主体とした、電気機器を中心とする新たなバリュー・ネットワークへと移行しつつある状態だと考えられる。現在はまだ普及が見られてはいないCO₂ヒートポンプも、瞬間給湯能力を向上させるなどバリュー・ネットワークに合わせた商品戦略を取れば、今後市場を大きく拡大させる可能性を秘めていると言えよう。機器イノベーションの場合、その機器に関する技術に囚われがちではあるが、市場の評価における機器性能が近い場合は、バリュー・ネットワークによる市場への影響が支配的になってこよう。

5. おわりに

破壊的イノベーションとされる事例は、定性的には数多く報告されているが、計測まで踏み込んだ報告は少ない。本論文では、日本の家庭用分野における電力・ガス間の競争を舞台として、大企業である電気機器メーカーが起こした破壊的イノベーションを定量的に計測した。その際、機器効率を考慮した顧客の効用ベースという比較に適した指標を用いることで、イノベ

ションの実態を表すことを可能とした。その結果、破壊的イノベーションである電気機器の性能は従来のガス機器を上回っているという現象が明らかとなったが、市場に受け入れられている商品とそうでない商品がある。これは市場の評価が単一の軸で表現できるほど単純ではなく、本論文で示された結果は、顧客の価値観を捉えてバリュー・ネットワークを合致させることが最も重要であることを物語っている。

(もりもと さとし/げんば きみのり)

引用文献

- 1) C. Christensen (1997), The Innovator's Dilemma, HBS
- 2) http://www.ihcook.gr.jp/ih_story/history.html (2006年7月8日15:00)
- 3) 大阪ガスエネルギー・文化研究所(2002)「炎と食 日本人の食生活と火」
- 4) <http://www.jema-net.or.jp/> (2006年10月22日19:00)
- 5) CO₂冷媒ヒートポンプ給湯器普及促進研究会報告書(2005)
- 6) <http://www.eccj.or.jp/law/pdf/050916/2-1.pdf> (2006年7月8日15:00)
- 7) メジャーセブンのマンショントレンド調査 Vol.2, <http://www.major7.net/> (2005年1月)
- 8) <http://www.soumu.go.jp/c-gyousei/020918.html> (2006年10月22日19:00)
- 9) H17年版国民生活白書(2005年8月)
- 10) <http://www.kobe-np.co.jp/sinsai/> (2006年7月8日15:00)

投稿論文についてのお問い合わせ先

本誌掲載のMOT学会の論文、及び日本MOT学会への論文投稿などについてのお問い合わせ先:

〒108-0014 東京都港区芝5-37-8 住友三田ビル11階 芝浦工業大学 技術経営研究センター内
 辻本研究室気付日本MOT学会 学会誌編集委員会事務局
 Fax: (03) 5730-6338 Email: editorial@js-mot.org.jp

入会のご案内

日本MOT(技術経営)学会(通称:日本MOT学会)は、日本におけるMOT教育・研究の集積と日本型MOTの普及・啓蒙を目指し、MOTに関する学術的な真理の探究にとどまらず、MOTが抱えるさまざまな課題の解決に向けて会員各位が広く有機的に交流を深め、相互に連携・啓発と情報交換を図る場として2006年6月20日に発足いたしました。

つきましては、学会の資料などをご高覧のうえ、ご入会くださいますようお願い申し上げます。皆様のご入会を心よりお待ちしております。

◎学会入会手続きの資料、入会申込書は、下記の日本MOT学会事務局までお申し付け下さい。

〒108-0014 東京都港区芝5-37-8 住友三田ビル11階 芝浦工業大学 技術経営研究センター内
 堀内研究室気付日本MOT学会 事務局
 Fax: (03) 5730-6029 Email: office@js-mot.org