



RIETI Discussion Paper Series 18-J-023

冷蔵庫の省エネ効率性に対する支払意思額と主観的割引率の推定： POSデータを活用した「統一省エネルギーラベル」の評価

小西 葉子

経済産業研究所

齋藤 敬

経済産業省

石川 斗志樹

経済産業省



Research Institute of Economy, Trade & Industry, IAA

独立行政法人経済産業研究所

<https://www.rieti.go.jp/jp/>

冷蔵庫の省エネ効率性に対する支払意思額と主観的割引率の推定：
POS データを活用した「統一省エネルギーラベル」の評価*

小西 葉子 （経済産業研究所）

齋藤 敬 （経済産業省）

石川 斗志樹（経済産業省）

要 旨

本稿では、電気冷蔵庫の「統一省エネルギーラベル」に含まれる①年間消費電力量(kWh)、②省エネ基準達成率について、それらが省エネ指標として市場で評価され、効果的であったかを観察することを目的とする。分析では、全冷蔵庫の国内販売シェアの約 76%を占める POS データを用い、スペック情報と省エネ変数を整備して地域別の分析を行った。まず、ヘドニック価格関数により、各省エネ指標への消費者の限界支払い意思額を推定した。次に、推定結果に基づき、省エネ製品使用の節電便益に対する割引現在価値と主観的割引率の推定を行った。結果は、①の指標については 4.3%~7.8%、②は 0.7%~10.7%であり、冷蔵庫の割引率推定を行った先行研究と比較して低かった。つまり、消費者は冷蔵庫購入時に近視眼的に現在の製品価値のみに反応するのではなく、使用期間中に得られる節電便益を考慮した意思決定を行っており、この 2 種類の指標は省エネ製品普及に貢献しているといえる。

キーワード：冷蔵庫、ヘドニック関数、小売事業者における表示制度、統一省エネルギーラベル、主観的割引率 POS データ

JEL classification: Q51, Q48, L51, L64, C23

RIETI ディスカッション・ペーパーは、専門論文の形式でまとめられた研究成果を公開し、活発な議論を喚起することを目的としています。論文に述べられている見解は執筆者個人の責任で発表するものであり、所属する組織及び（独）経済産業研究所としての見解を示すものではありません。

*本稿は、独立行政法人経済産業研究所におけるプロジェクト「産業分析のための新指標開発と EBPM 分析：サービス業を中心に」の成果の一部である。また、本稿の原案に対して、大橋弘教授（RIETI, PD、東京大学）、矢野誠所長（REITI）、森川正之副所長（REITI）、ならびに経済産業研究所ディスカッション・ペーパー検討会の参加者の方々から多くの有益なコメントを頂いた。ここに記して感謝の意を表したい。本研究は JSPS 科研費 15H03335 の助成を受けている。

1. はじめに

エネルギー資源が豊富ではない日本にとって、省エネルギーの推進は本質的な課題の一つと言える。資源エネルギー庁（2014）の部門別最終エネルギーの推移によると、家庭で消費されるエネルギー量は 1990 年度から 15%増加しており、背景には家電製品の普及が理由の一つとして考えられる。これに対し、2000 年代半ば以降に原油価格が上昇したことや震災に伴う節電意識への高まりのような個々人の生活環境や意識の変化でも省エネを実現しようという動きがある。例えば、家庭の省エネには、省エネ家電の導入が必要であるが、より強力に推し進めるためには国の政策が重要となる。法整備の面に注目すると、1979 年に「エネルギーの使用の合理化等に関する法律（省エネルギー法）」が制定され、1997 年に京都で改正された気候変動枠組条約第 3 回締約国会議(COP3)を受け、1998 年には省エネルギー法の改正がなされており、その具体的な政策として省エネ製品の性能向上を目指した「トップランナー制度」が導入された。トップランナー制度の概要説明は Kimura(2010)、また戒能（2006）では制度の詳細な内容や経緯の説明に加え、家電機器効率基準規制について費用便益分析により、定量的な政策評価を行っている。トップランナー制度は、冷蔵庫やエアコンなどの消費電力量が多い商品を対象とし¹、ある年の実績において一番高いエネルギー性能を持つ製品に対して、各製品が何パーセント達成しているかを示し（達成率）、目標年度までにすべての製品がその基準を達成することを義務付けている。これは、世界的にみても非常に厳しい制度である。一般社団法人日本電機工業会によると、この制度の導入により 2006 年から 2015 年で 401ℓ～450ℓ の容積の冷蔵庫は 43%の省エネとなっている。また、製造企業の技術革新により、ここ 20 年で高度省エネ製品の家庭への普及を実現している。

2006 年 10 月には消費者への省エネ製品購買の喚起として、小売店の売場において、対象製品には「統一省エネラベル」が導入された。図 1 にあるように、非常に情報量の多いラベルが貼られている。一枚のラベルの中に、ラベルの発行年、目標年度、★の数、達成率、年間消費電力量、1 年間の電気料金の情報が含まれるが、どの部分に目が向けられるかは、消費者の関心と売場の販売員の営業努力に依存することとなる。ラベル自体は非常にわかりやすく見えるが、背後にある制度やルールは非常に煩雑で、消費者に理解を与えるのは容易ではない状況である。

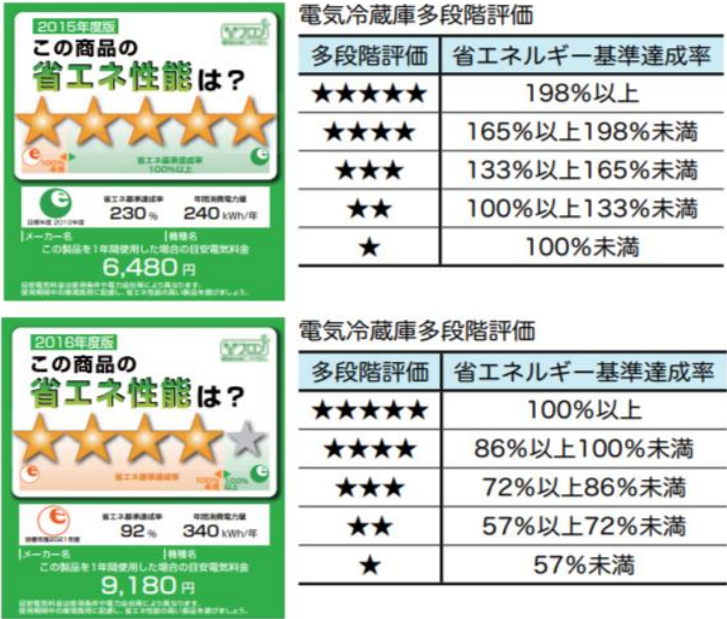
本稿ではわが国の省エネ政策の中で、家電製品の省エネ効率を上げ、省エネ製品の利点を消費者に伝えるための「小売事業者における表示制度」のうち、「統一省エネラベル」について、それらが市場で評価され、効果的であったかを観察することを目的とする。具体的には、

¹ 資源エネルギー庁の「平成 27 年度エネルギーに関する年次報告（エネルギー白書 2016）」によると家庭における消費電力量が多いのは電気冷蔵庫で 14.2%、次いで照明器具 13.4%、テレビ 8.9%、エアコン 7.4%である。

統一省エネラベルに含まれるエネルギー効率性の指標と業界のトップランナーの効率性と各モデルの比率を表した省エネ基準達成率について分析する。

世界的にも、省エネ家電に対する消費者の支払意思額(willingness to pay)や需要関数の推定、エコラベルや省エネラベルの持つ価格プレミアムについての研究は、アメリカ、ヨーロッパを中心に、工学、環境学、経済学等の分野で数多く行われている。(Hausman (1979)、Gately(1980)、Meier and Whitter (1983)、Revelt and Train (1998)、Greening et al. (1993)、Sammer and Wustenhagen (2006)、Galarraga et al.(2011a, 2011b, 2013)、Ward et al. (2011)、Cohen et al. (2017) 等多数)。また、途上国においては、急速な人口増加と経済発展に伴い、人々が暮らしやすくなるために家電製品の普及率が高まっており、近年では特にアジアの国々の家庭の電力消費に関する研究が増えている((Lu., W. (2006)、Shen and Saijo (2009)、Wang, Zhang, Yin and Zhang (2011))、ベトナム (Matsumoto and Omata (2017))、マレーシア (Mahila, Masjuki, Saidur, and Amalina (2004))、韓国(Park (2017))、インド・中国・タイの国際比較 (Kusaka, Kojima and Watanabe (2012))。研究対象となっている家電製品はエアコン、冷蔵庫、掃除機、テレビなどである。

図1 冷蔵庫の統一省エネラベル (2015 年度版、2016 年度版)



参考：省エネ性能カタログ 2015 年冬版、2016 年夏版（資源エネルギー庁）から抜粋

本稿で対象とする製品は、わが国では家電製品の中で最も消費電力が多く、家庭に導入したら 24 時間 365 日、常に電源を繋げておく必要がある電気冷蔵庫とする。Cohen et al. (2017) は、自動車と比較して冷蔵庫で分析をする利点は、通常は消費者が購入後のエネルギー消費量を容易に調整することができないことを挙げている。これにより、使用期間中のエネルギー

一消費量は、個人の属性ではなく製品の特性によって外生的に決定されることを指摘した。もう一つ筆者が加えるならば、使う頻度や長さ、温度設定などが個人で調節可能なエアコンと比較しても分析しやすいと言える。Cohen et al. (2017)はさらに、製品選択が車と比較してシンプルで、主観的感情の影響を受けにくいことを挙げている。消費者の好みや分析者に観察されないスペックがあり、それらがエネルギー効率と相関すると、市場データを使う分析では内生性を起こす原因となるからである。

本研究の新規性の1つは、全冷蔵庫の国内販売シェアの約76%を占めるGfK社のPOSデータをモデル別、地域別、月別に集計したパネルデータを使用することにある。またこれらの非常に高いカバー率のデータに非常に詳細な各機器のスペック情報と2種類の省エネ指標で構成されるヘドニック価格関数の推定を行うことである。ヘドニックモデルの推定により、各省エネ指標への消費者の限界支払い意思額を得て、それに基づく省エネ製品使用の便益に対する割引率の推定を行う。その際、地域別、冷蔵庫のサイズ別の推定結果と電気料金などのデータを用いた。このように詳細な地域別割引率を推定するのは、本研究が初めての試みである。

計算した割引率の高低により、割引率が低い場合は、消費者は冷蔵庫購入時に近視眼的に現在の価格差のみに反応するのではなく、使用期間中に得られる節電便益を考慮した意思決定を行っており、この2種類の指標は省エネ製品の普及に貢献していると見える。逆に割引率が高い場合には、人々は将来の節電便益よりも現在の価格差を優先し低性能の冷蔵庫を購入することとなる。この現象は、Jaffe and Stavins (1994)によってenergy-efficiency gap（以下、エネルギー効率性ギャップ）と呼ばれ、多くの理論・実証研究が行われている（Gillingham et al. (2009)、Allcott and Greenstone (2012)、Jacobsen (2015)、Cohen et al. (2017)）。

対象年は消費税増税の影響が落ち着いた2015年とする。省エネ政策においても2010年度目標年の最後の年であり、2011年から4年間続いた多段階評価基準の最後の年でもあるため、売場への導入や消費者の認知のための期間が十分に取られている期間であると考えられる。また、市場における冷蔵庫の省エネ効率性が十分に高まっている状態である。表1にあるように、本稿で対象としたサンプルも、全てのモデルが達成率100%以上で、★2つ以上であり、期間中、省エネ未達成（★1つ）の製品は観察されなかった²。また、省エネ最高ランクの★5のモデルが半数を超えている。

以上の様に、本稿では非常にカバー率の高いデータで、周年と比べても社会的にも制度的にも変動が少ない年に、冷蔵庫のスペックと複数の省エネ変数を整備し、地域別の分析を行い、省エネ指標の評価を行う。

以降は、次節で冷蔵庫の省エネ性能に関する先行研究とPOSデータを使った日本の実証研

² 本稿で使用する家電量販店での販売実績においてという意味で、製造が無かったという意味ではない。実際、2015年1月～12月では、ホームセンターとインターネット販売において、全国合計で数百台程★1のモデルが販売されているが、流通は非常に少ないといえる。

究を中心に先行研究の紹介を行う。3 節は、ヘドニックモデルとデータについての概観と推定結果、4 節は主観的割引率の冷蔵庫のサイズ別、地域別推計の結果を紹介する。5 節で結論と政策インプリケーションについて議論する。

表 1 冷蔵庫の省エネ基準達成率と多段階評価(2011 年改訂)、2015 年の販売モデルシェア

達成有無	省エネ基準達成率	多段階評価	分析に用いたサンプルでのシェア
×	100%未満	★	0%
○	100%以上133%未満	★★	28%
○	133%以上165%未満	★★★	10%
○	165%以上198%未満	★★★★	10%
○	198%以上	★★★★★	52%

2. 先行研究

ここでは、本稿の分析対象である冷蔵庫の省エネ性能に関する先行研究とエネルギーラベルの価格プレミアム、割引率の推定、POS データを使った日本の実証研究等を中心に簡単な先行研究のレビューを行う。

家電の省エネ性能については、1970 年代後半以降に各機器のエネルギー効率性を示す指標（冷蔵庫なら年間消費電力量、エアコンなら APF (Annual Performance Factor)）をヘドニック関数に含むことで、消費者の限界支払意思額(MWTP)や価格プレミアム、また需要関数、離散選択モデルの推定などによる支払意思額(WTP)の推定など、数多く行われてきた (Hausman (1979)、Gately(1980)、Meier and Whitter (1983)、Greening et al. (1993)、Revelt and Train (1998)、Dale and Fujita (2008))。また近年は特に、エコラベル、energy-saving ラベル、アメリカの Energy Star®を省エネ性能の変数として価格プレミアムや支払意思額を推定する研究が増えている。冷蔵庫の分析では、Galarraga et al.(2011a, 2013)はスペインの省エネラベルの A+の冷蔵庫の価格プレミアムを推計し、8.9%、12.3%であった。同じ手法で、Galarraga et al. (2011b)は食器洗浄機の省エネラベル A+の価格プレミアムを推定し、15.6%であった。Ward et al. (2011)は冷蔵庫の Energy Star®の支払い意思額を推定し、\$249.82-349.30 であった。同じく Wallander (2008)は洗濯機の Energy Star®の価格プレミアムをヘドニック、RDD、自然実験を使用して推定したが、プレミアムの存在は認められなかった。Park (2017)も韓国の TV への省エネラベルの導入タイミングを利用して差の差分析を用いたが価格プレミアムは観察されていない。Ward et al. (2008)の冷蔵庫を中心としたレビューと、Park (2017)のエコラベルの価格プレミアムに関するレビューは非常に有用である。

また、途上国においては、急速な人口増加と経済発展に伴い、人々が暮らしやすくなるために家電製品の普及率が高まっており、近年では特に中国 (Lu., W. (2006)、Shen and Saijo

(2009)、Wang, Zhang, Yin and Zhang (2011))、ベトナム (Matsumoto and Omata (2017))、マレーシア (Mahila, Masjuki, Saidur, and Amalina (2004))、韓国(Park (2017))、インド・中国・タイの国際比較 (Kusaka, Kojima and Watanabe (2012))などアジアの国々の家庭の電力消費に関する研究が増えている。これらの研究は、POS などビッグデータや、大型サーベイなど、データを工夫し、消費者側からの分析を行っている研究が多い。

もう一つ、ヘドニック分析や家電機器選択分析で省エネ性能に対して価格プレミアムや支払意思額を推定した後に、本稿でも行う割引現在価値やその主観的割引率を分析する研究がある。省エネ家電製品についての割引率を推定した先行研究は数多くあるが、冷蔵庫の割引率の推定では、Gately(1980)は 45%~300%、Meier and Whitter (1983)は 35%~58%、Revelt and Train (1998)は 39%~46%と高い割引率となっている。また、Greening et al. (1993)の冷蔵庫購入の消費者に対しては、冷蔵庫の詳細なスペック条件や電気料金、地域性などを考慮した後は、省エネ効率性は価格に対してほとんど影響を与えないという研究成果や、Meier and Whitter (1983)らの冷蔵庫の消費者は購入時にエネルギー効率に対して、非常に薄くしか影響を受けないといった成果を示している。

一方、最近の研究である Tsvetanov and Segerson (2014)は 12.7-22.2%を Cohen et al. (2017)は 11%の割引率を得ている。Cohen et al. (2017) は近年の研究の割引率が相対的に低い理由は、1. パネルデータの利用により従来では観測不能であった冷蔵庫の特性を推定に考慮できること、2. Energy Star®のようなシンプルなラベルから、統一省エネラベルの様な詳細なものまで、市場に導入されて十分に時間が経過し、消費者の知識が高まったことを指摘している。

家電製品購入時における高い割引率は、Jaffe and Stavins (1994)によって提言された消費者がエネルギー消費量の多い安価な製品を買い、省エネに対して低い投資しかしない energy-efficiency gap (エネルギー効率性ギャップ) が存在する状態であり、上記の様に割引率を推定した多くの実証研究が存在する。Gillingham et al. (2009) 、Allcott and Greenstone (2012) は理論的にエネルギー効率性ギャップが起こる理由や枠組みを検討し、政策立案者への提言を行っている。Jacobsen (2015)はエネルギー効率性ギャップを説明する新たな試みとして、アメリカの州レベルのパネルデータを使って、Energy Star®製品の販売シェアの地域差を、電力料金をはじめとするエネルギーの地域価格差が説明するのか観察したが、その影響は観察されなかった。Cohen et al. (2017)は GfK retail and Technology 社の製品レベルのパネルデータを使い、近年盛んに用いられている Berry (1994)、Berry, Levinsohn and Pakes (1995) の枠組みを用いて POS データによる構造モデルの推定をし、エネルギー効率性ギャップの源泉について包括的な議論を行っている。

最後に、本稿と同様にジーエフケー (GfK) マーケティングサービスジャパン株式会社 (以下、GfK 社) の POS データを用いた実証研究を表 2 にまとめる。筆者が見つけた 7 本において、対象となっている製品はエアコン、冷蔵庫、テレビである。省エネ家電製品についての先行研究は、入手可能なデータにより分析手法が選択され、価格データが入手できた場合

には、(1) ヘドニック分析、数量やシェアの場合は、(2)離散選択を用いた製品選択モデル（ロジット、ミックスロジット）や需要関数の推定が行われている。また近年では Berry (1994)、BLP (1995)らの(3)構造モデル推定も選択されており、省エネ家電製品についての実証研究はこれら3種類の分析手法に大まかに集約される。表2でも、森田 他 (2014)、Nishitani and Itoh (2016)、Okubo (2013)は(1)のヘドニック分析、Kubo et al. (2016)、高橋 (2010)は (2)の製品選択モデル、需要関数の推定、Amano (2016)、Matsumoto (2017)は(3)構造推定を行っており、価格プレミアムや限界支払額でさえ、まだどの手法が最も適しているかを様々な手法を試しながら比較しているような状況である。データについては、POSデータの季節性を除去するため、Kubota et al. (2016)と高橋 (2010)は年次に集計している。分析期間は、Kubo et al. (2016)や Okubo (2013)の様に 1990 年代後半からの長期間の分析をしているものもある。また高橋 (2010)、森田 他 (2014)は家電エコポイント制度を、Amano (2016)はトップランナー制度の設計についての評価を行っている。Kubota et al. (2016)、Nishitani and Itoh (2016)、Okubo (2013)はトップランナー制度で導入された省エネ指標、Nishitani and Itoh (2016)、Okubo (2013)は加えてノンフロン指標、Kubota et al. (2016)は省エネ達成率を指標として分析している。モデル×月次×地域の分析を行っているのは Amano (2016)のみである。

本稿では、2015 年のみを対象としているが、理由は GfK 社のデータは時期によりカバー率や調査対象が異なること、目標年度や多段階評価の基準が変更になった前後のデータは非常に慎重に取り扱う必要があるため、サンプルの増加よりも均質性を重視して、近年の中で消費税や震災といった社会現象もなく、また各種プログラムや制度の変更がない 2015 年を選択した。そのため、より詳細に分析することを目指し、モデル×月次×地域データを用い、まず基準となる分析としてヘドニック関数の推定を行っている。

表2 POS データを利用した省エネ家電製品についての日本の分析*

著者	対象家電	分析期間 時間変数	地域	観測値	分析手法	関心
Amano (2016)	テレビ	2006-2014 月次	5地域	46,951	構造推定	トップランナー制度を内生化した企業の生産活動の構造モデルを作成し、企業がラッチダウンするかアップするかを実証し、イノベーションの普及や利益への影響を観察する。
Kubo et al. (2016)**	エアコン	1996-2011 年次	なし	約10,000	需要関数 (販売台数シェア)	省エネ指標として、達成率、期間ごとにCOP、APF、多段階評価を使用して、販売台数へのインパクトの比較をする。
Matsumoto (2017)	エアコン	2008-2011 月次	なし	13,264	ヘドニックと 製品選択モデル	推定方法の違いによる割引率の比較をする。
森田 他(2014)	エアコン	2008-2011 月次	なし	9,976	ヘドニック	家電エコポイントの評価、割引率の計測を行う。エネルギー効率性指標はAPFを使用。
Nishitani and Itoh (2016)***	冷蔵庫	1998-2012 月次	なし	5,686	ヘドニック	ノンフロン、省エネ基準達成率の価格プレミアムの推計。
Okubo (2013)****	冷蔵庫	1998-2006 月次	なし	228	ヘドニック	ノンフロン、省エネ基準達成率の価格プレミアムの推計。
高橋雅仁 (2010)*****	冷蔵庫	2008-2009 年次	なし	不明	製品選択	サイズ別に販売台数のシェアに対して、価格、消費電力量、容積を回帰している。

*サンプルは製品レベルである。

**合計のサンプル数の記載がなかったので、達成率と多段階評価の結果を合計した。

***販売台シェア上位30～50位のモデルを対象としている。

****販売台シェア上位20～30位のモデルを対象とし、各年の1月のみで推計した結果を主たる結果としている。

*****販売台数シェアに対して、価格、消費電力量、容積を回帰しているが、割引率の計算には使用していない。

3. ヘドニックモデルによる冷蔵庫の価格関数の推定

3.1 ヘドニックモデルによる分析

ヘドニックモデルは、ある製品の価格は様々なスペック、機能などの要素の集合体であると考え、回帰分析（多くは線形）によって、価格関数を推定する手法である。Rosen (1974)により、ヘドニック価格関数は異質な消費者の付け値関数と異質な生産者のオファー関数の行動に結びつけられており、均衡価格の下では付け値関数とオファー関数の包絡線になることが示された。つまり商品の市場価格の関数は生産者行動と消費者行動から導出されることを理論的に解明した。それにより、推定されたパラメータにも経済学的な解釈が付与され、不動産、環境、エネルギー分野、公共政策など様々な分野での実証研究が行われている。第2節で示したように、家電商品を対象に、energy-saving ラベルやエコラベルの価格プレミアムや、省エネ機能への限界支払い意思の推定などの実証研究も数多く行われている。本稿で推定するヘドニック価格モデルを以下で示す。

$$P_{i,b,m} = c + \beta X_{i,b,m} + \delta Z_{i,b,m} + \gamma \Delta T_{i,b,m} + \mu_b + M_m + \varepsilon_{i,b,m} \cdots (1)$$

添え字 i, b, m はそれぞれ、モデル、ブランド、月を表す。P は冷蔵庫の販売価格を販売数量で加重平均した平均価格、c は定数項、X は省エネ変数、Z は冷蔵庫の機能や性能を表すスペック変数、 ΔT は新製品として発売されてから、売れるまでの期間、 μ はブランド固定効果、M は時間効果である月次ダミー、 ε は誤差項である。 β 、 δ 、 γ は未知パラメータである。本稿では 5 地域ごとの推定をするため (1) 式について 1 組の説明変数の束が決まったら、全国と 5 地域の 6 本の推定を行う。

3.2 データ

本稿では、GfK 社の POS データを用いて分析を行う。わが国で販売される家電の主な販売経路は、家電量販店、地域家電店、GMS、ホームセンター、ディスカウントストア、各種専門店（携帯、カメラ、スポーツ、楽器など）、通信販売、メーカーダイレクト、IT リセラーがあり、その他にもドラッグストア、コンビニエンスストア、百貨店などと多岐に渡っている。中でも家電量販店の店頭販売は、GfK 社の基礎調査によると国内家電小売市場全体の約 5 割を占めており、最も重要な販売チャネルとなっている。GfK 社は、日本国内の家電量販店を中心に約 4,000 店舗の家電販売店からデータ集信を行い、家電量販店店頭販売市場における売上シェアの約 98% をカバーしている。本稿で分析対象とする電気冷蔵庫については、2017 年 1 月～12 月の国内市場（コンシューマー向け）全体の冷蔵庫販売台数は、GfK 社基礎調査及び POS データから推定すると 444 万台の販売実績があり、そのうち GfK 社が集信する POS データにおける販売台数は約 337 万台であり、わが国の冷蔵庫販売の約 76% という非常に高いカバー率となっている。

省エネ法・制度の変更、消費税増税、家電エコポイント制度導入など、家電販売の環境はめまぐるしく変化している現状である。本稿では、消費税増税（2014 年 4 月）、JIS、省エネ基準、トップランナー制度の基準変更（2016 年 5 月）を避けるべく、2015 年 1 月～12 月の 1 年間を対象とする。この期間の家電量販店による冷蔵庫販売台数は 332 万台であり、その中から業務用冷蔵庫、ワインセラー、ホテル用冷蔵庫、量販店のプライベートブランドなどを除外し、販売開始時期が 2012 年～2015 年の 325 万台を対象とする。そのうち分析で用いたデータは、13 ブランドの 454 モデルについて、5 地域別、月次の販売金額・販売数量、販売時期、発売開始時期、冷蔵庫のスペック、省エネに関する指標などを含んでいる。表 3 は、ヘドニック関数の被説明変数となる価格のデータ、また省エネルギーの変数について冷蔵庫の容積別に計算した記述統計である。平均販売価格は、各モデルについて販売数量で加重平均した販売価格であり、対象人数が多くなるほど価格は高くなっている。森田

他(2014)で指摘されているように、エアコンはその容積が大きくなるほど消費電力量が高くなるが、冷蔵庫については1~2人用をピークに容量の大きな製品の消費電力量は小さくなっており単調な線形関係にない。またそれに伴って、省エネ基準達成率も容積に従って高くなる傾向がある。これは冷蔵庫については、断熱材の使用量やインバータの改良など大きな容積をもつ製品でしかエネルギー効率を改善することができないほど、市場全体で効率化が進んでいることによる。

表3 冷蔵庫の定格内容積別、平均価格、年間消費電力、省エネ基準達成率

対象人数	定格内容積(ℓ)	観測値	平均販売価格(円)				年間電力消費量(kwh)				省エネ基準達成率(%)			
			平均	標準偏差	最小値	最大値	平均	標準偏差	最小値	最大値	平均	標準偏差	最小値	最大値
1人用	200ℓ未満	2,319	31170.3	9953.1	1714	67322	287.9	32.4	220	350	119.5	10.5	100	134
1~2人用	200-299ℓ以下	1,494	56016.8	17144.4	18518	131081.7	360.5	47.2	287	450	136.9	16.2	105	167
2~3人用	300-399ℓ以下	2,061	84867.6	25145.7	24600	168804.8	333.4	73.4	240	470	150.2	31.4	103	200
3~4人用	400-499ℓ以下	3,707	129063.3	41725.4	45800	298259	233.5	61.5	170	520	241.3	46.9	101	330
5人以上	500ℓ以上	3,888	182461.9	60587.0	55556	428000	209.6	48.0	160	470	290.9	39.0	125	361

表4は、(1)式のヘドニック回帰において使用する変数の記述統計である。被説明変数は平均価格(P)である。本稿では、消費者の省エネ製品への支払い意思額や価格プレミアムに関心があるため、主要な製品は省エネ関連変数(X)である。達成率は、省エネ基準達成率であり、

$$\text{省エネ達成率}(\%) = \frac{\text{トップランナー基準の目標基準値 (kWh/年)}}{\text{各モデルの年間消費電力量 (kWh/年)}} \dots (2)$$

で表せ、100%以上が省エネ基準を達成していることを意味する。二つ目は表3でも示した年間消費電力量であり冷蔵庫のエネルギー消費効率の指標である。Okubo (2013)、Nishitani and Itoh (2016)ではGfK社の冷蔵庫のPOSデータを用いたヘドニック回帰を行っているが、エネルギー変数として省エネ達成率に加えてノンフロンダミーを加えている。しかし、本稿で対象としている2015年では、ノンフロンは達成率が製造企業の努力により99.32%に達しているため省エネ変数として考慮していない。

冷蔵庫のスペックを表すZ変数は表4の網掛け部分である。冷蔵庫価格を構成するものとして、定格内容積(ℓ)、冷凍庫容積比率、ドアの種類(シングルドア、フレンチドア、その他タイプのドア)、冷凍庫の位置(上、中、下)、急速冷凍の有無、独立氷室の有無、自動製氷の有無である。定格内容積の代替変数として、「横幅(cm)、奥行き(cm)、高さ(cm)」、ドアの枚数、冷蔵庫の色を入手した。冷蔵庫のサイズを表す変数としては、エネルギー達成率の計算の際に使用される定格内容積を用いることとした³。ドアの種類は、シングルドア

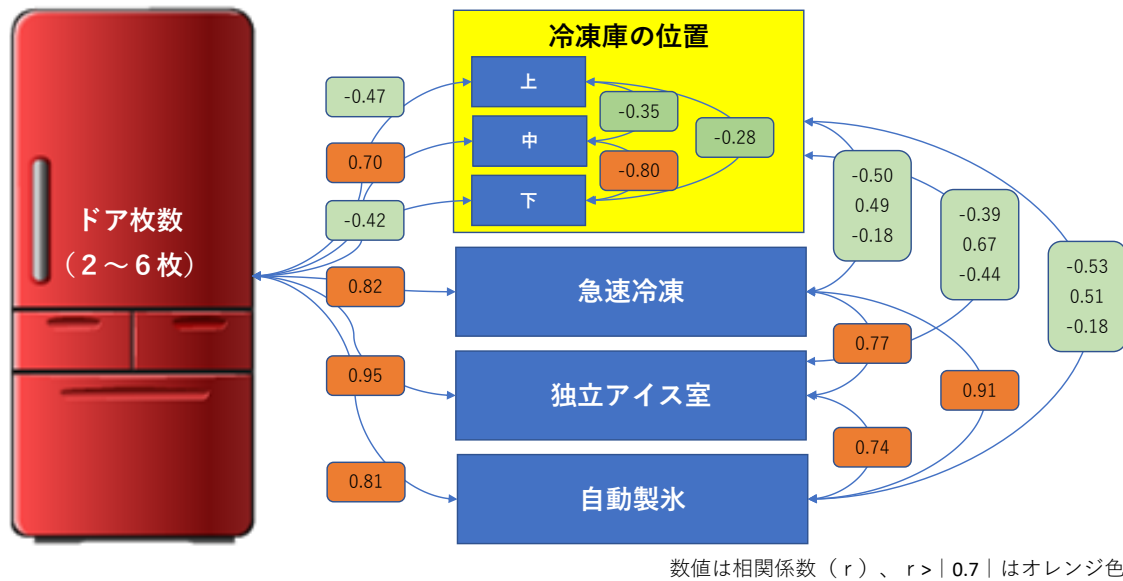
³ 定格内容積に対して「幅、高さ、奥行」またはドアの枚数のいずれかが対象となるが、「幅、高さ、奥行」は幅が容積との相関係数が0.95、0.91、0.87、容積とドアの枚数は0.89と高かったことも選択しなかった理由である。

を基準として、フレンチドアとその他タイプのドアを説明変数とした。その他のスペックは、冷凍機能に関する、冷凍庫の位置、急速冷凍機能の有無、独立氷室の有無、自動製氷の有無である。非常に詳細なスペックであるが、例えば自動製氷機能がある冷蔵庫は独立氷室を持つし、それらは通常冷蔵庫の中部や下部に位置するなど相互に関連している。図2は冷凍機能のスペック間の相関係数を示している。オレンジで示した相関係数は絶対値で0.7より大きい値である。自動製氷、独立氷室、急速冷凍は相関係数が0.7以上で、自動製氷と急速冷凍機能は0.9と高い相関になっている。また冷凍庫の位置も中部と下部は-0.8であった。この様にスペック間で互いに類似の特徴を表していることも推定時に多重共線性の問題となる可能性があるが、それより深刻なのが各スペックとドアの枚数の関係である。例えば、われわれのサンプルでは、冷凍庫が上にある冷蔵庫はドアの枚数は2枚のみであるし、独立氷室はドア2枚、3枚の冷蔵庫には存在しない。また、自動製氷と急速冷凍はドアが5枚と6枚の冷蔵庫には必ず付帯する機能である。前述の様にドアの枚数は冷蔵庫のサイズを表す変数であり、価格と密接に関わりがある。この様に、冷凍庫に関するスペックは各々が重なり合う特徴を説明しながら、ドアの枚数によって説明されており、これらを全て説明変数として含むと多重共線性とドアの枚数を介した内生性の問題を引き起こす。そこで本稿では、主成分分析を用いて冷凍庫スペックに関する合成変数を作成した。第1主成分の寄与率が67.1%、第2主成分が18.5%、第3主成分が7.6%と冷凍庫スペックの93.2%を説明するので、この3つの合成変数を説明変数とする。

表 4 回帰分析に用いた変数の記述統計 (2015, N=12,978)

	平均	標準偏差	最小値	最大値
被説明変数 P				
価格 (円)	112248.9	69032.5	1714	428000
省エネ変数 X				
達成率 (%)	208.095	76.087	100	361
年間消費電力量 (kWh)	266.326	77.383	160	520
冷蔵庫スペック変数 Z				
定格内容積 (ℓ)	390.432	153.638	82	730
冷凍庫容積比率 (%)	28.364	3.828	17.647	40.559
ドアのスタイルダミー				
シングル	0.493	0.500	0	1
フレンチドア	0.428	0.495	0	1
その他タイプのドア	0.079	0.270	0	1
冷凍庫の位置ダミー				
上	0.113	0.317	0	1
中	0.493	0.500	0	1
下	0.394	0.489	0	1
急速冷凍ダミー	0.677	0.468	0	1
独立氷室ダミー	0.557	0.497	0	1
自動製氷ダミー	0.699	0.459	0	1
ブランドダミー μ				
ブランド1	0.178	0.382	0	1
ブランド2	0.186	0.390	0	1
ブランド3	0.123	0.329	0	1
ブランド4	0.194	0.396	0	1
ブランド5	0.123	0.328	0	1
ブランド6	0.101	0.302	0	1
その他ブランド	0.094	0.292	0	1
地域				
北海道・東北	0.183	0.387	0	1
関東・甲信越	0.217	0.412	0	1
中部・北陸	0.199	0.400	0	1
近畿	0.197	0.398	0	1
中国・四国・九州	0.204	0.403	0	1
販売からの期間 (月) ΔT				
12.287	8.549	0	46	
月ダミー M				
1月	0.085	0.279	0	1
2月	0.087	0.281	0	1
3月	0.087	0.282	0	1
4月	0.083	0.276	0	1
5月	0.081	0.273	0	1
6月	0.079	0.269	0	1
7月	0.075	0.263	0	1
8月	0.078	0.267	0	1
9月	0.078	0.268	0	1
10月	0.085	0.280	0	1
11月	0.093	0.290	0	1
12月	0.090	0.287	0	1

図2 冷凍庫のスペックとドアの枚数の相関係数



海外と比較した際の日本の特色として、カラーバリエーションの多さが挙げられる。Galarraga et al.(2011a, 2013)はスペインの冷蔵庫市場の高省エネ製品の価格プレミアムの推計を行っているが、白色の冷蔵庫のシェアが 55%となっており、基準の白色に対してそれ以外の色の弾力性は正で有意となっている⁴。われわれのサンプルでは、14色が観察され販売台数のシェアはシルバー25.4%、ホワイト 20.9%、ゴールド 15.5%、ブラウン 13.4%、ブラック 5.9%で全体の 87.3%を占めている。単色展開か複数色展開かも考慮すべきか議論したが、冷蔵庫の価格形成に影響を与えるスペックではないと判断した。

本稿で用いるデータは月次データであるため、モデル×月のパネルデータとなっている。モデルの数は 454 と多く、また各モデルを記述するスペック変数も多く含まれているため、モデル固定効果ではなく、ブランド固定効果（ μ ）を考慮することで時間方向に変化しない各モデルの特徴を考慮することとした。13ブランドを特にシェアの大きい 6社とそれ以外として分析している。本稿の新規性の一つとして、日本の POS データによる省エネ分析で、地域別データを用いている点が上げられる。また国際的にみても家電製品のヘドニック分析や消費者の割引率の研究において地域性を考慮した研究は希少である（Greening et al. (1997)、Meier and Whitter (1983)、Jacobsen (2015)⁵）。本稿での地域分類は、北海道・東北、関東・甲越、中部・北陸、近畿、中国・四国・九州・沖縄の 5 地域である。現状では 5

⁴ Galarraga et al.(2011a)では、他色の弾力性が 18.8%、Galarraga et al.(2013)は 14.7%の弾力性であった。

⁵ Greening et al. (1997)は、冷蔵庫のヘドニック関数の推定をアメリカの 4 地域の違いを考慮して行っている。Meier and Whitter (1983)は冷蔵庫を購入した消費者の割引率をアメリカの 5 地域ごとに推定した。Jacobsen (2015)はアメリカの州のパネルデータにより、Energy Star®の販売シェアにエネルギー価格の地域差が影響を与えるのかを分析した最初の研究である。

地域とやや粗い分類ではあるものの、地域別省エネ製品への消費者の限界支払意思額、またその結果を用いた省エネ製品の使用による総便益の割引現在価値や主観的割引率の推定が可能となっている。

POS データが含む情報に、各製品の販売開始時がある。これを利用して実際に販売された時点との差を求め販売開始時からの変数の期間の変数 (ΔT) とした。この変数は新製品として市場に出てから 1 か月経つごとにどれくらい価格が減衰していくかを示す変数である。最後に冷蔵庫の販売サイクルの季節性をコントロールするための月次ダミーを加えている。図 3 は 2014 年 1 月の販売台数を 100 とした場合の 2014 年～2017 年の月次の販売台数の推移である (GfK 社の POS データより)。近年では、消費税率が 5%～8%に引き上がった 2014 年を除いては販売台数も季節性もほぼ同じになっている。冷蔵庫の新製品発売は 10 月と 11 月が多く、販売のピークは新生活需要がある 3 月になっている。2014 年の 3 月が突出しているのは、同年 4 月の消費税増税に対応した駆け込み需要によるものである。表 5 は地域ダミーと月次ダミーを除いた相関行列である。省エネ変数(X)に含まれる省エネ達成率と消費電力量は互いに関連しており相関係数も絶対値で高くなっているため、次節の回帰分析では省エネ変数は一つずつ用いることとする。

図 3 冷蔵庫の販売サイクル (2014-2017 年、X 軸は月)

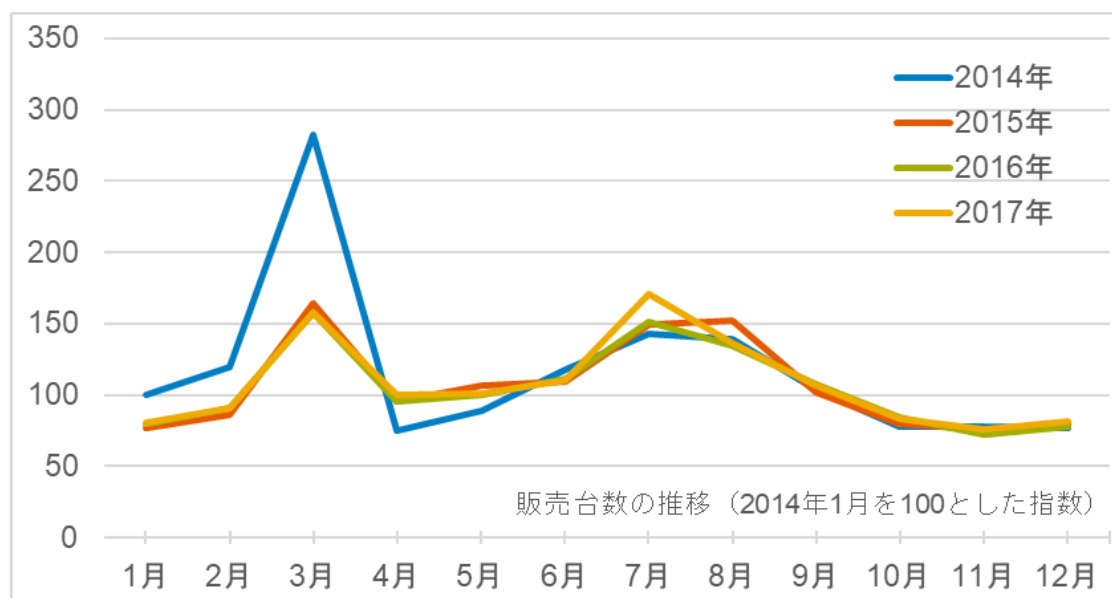


表5 相関係数行列

	平均価格 (円)	省エネ達 成率 (%)	年間消費 電力量 (kWh)	定格内容 積 (ℓ)	冷凍庫容 積比率 (%)	ドア：フ レンチス タイル	ドア：そ の他スタ イル	冷凍庫： 中	冷凍庫： 下	急速冷凍 ダミー
平均価格 (円)	1									
省エネ達成率 (%)	0.81	1								
年間消費電力量 (kWh)	-0.58	-0.83	1							
定格内容積 (ℓ)	0.81	0.84	-0.48	1						
冷凍庫容積比率 (%)	-0.05	0.01	-0.02	-0.10	1					
ドア：フレンチスタイル	0.68	0.77	-0.56	0.76	0.09	1				
ドア：その他スタイル	-0.15	-0.18	0.12	-0.18	0.14	-0.25	1			
冷凍庫：中	0.45	0.56	-0.40	0.59	0.06	0.47	0.07	1		
冷凍庫：下	-0.21	-0.30	0.27	-0.29	-0.11	-0.28	0.00	-0.80	1	
急速冷凍ダミー	0.67	0.76	-0.60	0.78	-0.16	0.60	-0.20	0.49	-0.185	1
独立冷凍庫ダミー	0.71	0.86	-0.69	0.82	0.13	0.75	-0.11	0.66	-0.419	0.774
自動製氷ダミー	0.66	0.72	-0.51	0.80	-0.23	0.57	-0.13	0.50	-0.16	0.91
ブランド1	-0.08	-0.16	0.16	-0.07	0.23	-0.06	0.63	0.05	-0.05	-0.15
ブランド2	0.17	0.16	-0.17	0.14	-0.04	0.19	-0.14	0.23	-0.12	0.18
ブランド3	0.08	-0.01	0.09	0.08	-0.01	0.05	-0.11	0.07	0.01	-0.07
ブランド4	0.18	0.36	-0.33	0.19	-0.16	0.07	-0.14	0.19	-0.12	0.25
ブランド5	0.16	0.21	-0.19	0.21	-0.25	0.13	-0.11	-0.37	0.46	0.26
ブランド6	-0.25	-0.31	0.35	-0.22	0.01	-0.19	-0.10	0.03	-0.09	-0.15
販売からの期間 (月)	-0.44	-0.20	0.26	-0.07	0.00	-0.11	0.00	-0.11	0.02	-0.14

	独立冷凍 庫ダミー	自動製氷 ダミー	ブランド1	ブランド2	ブランド3	ブランド4	ブランド5	ブランド6	販売から の期間 (月)
平均価格 (円)									
省エネ達成率 (%)									
年間消費電力量 (kWh)									
定格内容積 (ℓ)									
冷凍庫容積比率 (%)									
ドア：フレンチスタイル									
ドア：その他スタイル									
冷凍庫：中									
冷凍庫：下									
急速冷凍ダミー									
独立冷凍庫ダミー	1								
自動製氷ダミー	0.74	1							
ブランド1	-0.03	-0.11	1						
ブランド2	0.17	0.15	-0.22	1					
ブランド3	0.03	0.04	-0.17	-0.18	1				
ブランド4	0.13	0.23	-0.23	-0.24	-0.18	1			
ブランド5	0.17	0.25	-0.17	-0.18	-0.14	-0.18	1		
ブランド6	-0.21	-0.19	-0.16	-0.16	-0.13	-0.17	-0.13	1	
販売からの期間 (月)	-0.13	-0.14	0.05	-0.04	-0.05	-0.03	0.02	-0.04	1

3.3 推定結果

3.1 節の(1)式と 4.2 節で紹介した変数を用いて、冷蔵庫の平均価格に関するヘドニックモデルの推定を行う。推定式は以下の通りである。

$$P_{i,b,m} = c + \beta X_{i,b,m} + \delta Z_{i,b,m} + \gamma \Delta T_{i,b,m} + \mu_b + M_m + \varepsilon_{i,b,m} \cdots (1)$$

(1)式をそれぞれ、全国、北海道・東北、関東・甲越、中部・北陸、近畿、中国・四国・九州・沖縄について推定する。表6と表7の違いは、省エネ変数の違いである。本稿で使用し

ているデータは、2015 年の消費者向け冷蔵庫全ての販売数量の約 76%を占めており、冷蔵庫のスペックを表す変数も詳細に入手している。そのため販売製品の偏りによるサンプルセクション問題や必要な変数の不足による過少定式化による内生性の問題の大部分は避けられていると考えられる。しかしスペック情報だけでは、使いやすさ、デザイン性、広告方法といった特徴は捉えられていないため、ブランドダミーによる固定効果モデルを採択する。よって、ブランドと月変化の 2 方向固定効果モデルである。また、地域の気候、市場や消費者の特徴もコントロールすべく、地域ごとにサンプルを分割して推定する。

表 6 は省エネ変数に冷蔵庫のエネルギー効率性を表す年間消費電力量(kWh)を採用した推定結果である。消費電力量が小さい冷蔵庫ほど、効率性が高く高価格になると想定されるため符号は負値が予想される。その他のスペック変数や月次ダミーをコントロールした上で、係数 β の推定結果は全国、各地域とも有意に負値であった。例えば表 6 の(1)の結果だと、1kWh 低い電力量の冷蔵庫には 162.6 円支払う(評価している)ことを意味する。最も高いのは近畿の 193.8 円、最も低いのは関東・甲越の 141.1 円であり、約 53 円の差があった。その他、定格内容積と冷凍庫容積の比率は大きいものが価格が高くなり、シングルドアに対しては、フレンチドア(観音開き)は常に高値になり、その他のスタイルは概ね高くなることがわかった。また冷凍庫のスペックの合成変数は全て有意となり、第 1 主成分と第 3 主成分が正值、第 2 主成分が負値となった。発売されてから売れるまでの期間(ΔT)は有意に負値であり、関東・甲越が値下がり最も大きく -3,088 円、次いで近畿の -2,936 円が全国平均よりも大きくなっている。中国・四国・九州・沖縄は最も低く -2,616 円であった。これは、あるモデルが市場に出て、1 か月ごとにどれくらい価格が減衰するかを示している。そのため各地域の家電量販店の競争状態の違いが影響していると考えられ、関東・甲越、近畿は小売店間の競争が激しいため他の地域よりも新製品の値下がりが大きくなっている。

月次ダミーは、1 月を基準とした各月の価格差を示している。年の前半は有意差はなく、新製品発売月である 10 月、11 月をピークに 8 月以降は有意に正值となっている。

表 7 は、省エネ変数にエネルギー基準達成率を採用している。本稿の分析対象は全てのモデルが★2 以上でエネルギー基準達成率が 100%以上である。その上で 1%達成率が上昇する際に、各地域でいくら支払われているかを調べている。最も高かったのは、近畿の 402.3 円、最も低いのが関東・甲越の 336.1 円であり、約 66 円の差であった。この近畿が高く、関東・甲越が低いという結果は、表 6 の 1kWh 当たりの消費電力量の推定結果と同じである。また新製品の値下がりについて、関東・甲越と近畿が高いという表 6 の結果と同じ傾向が見られた。表 6 と異なる結果は、ドアのタイプのフレンチドアが非有意になった。表 5 の相関係数を見ると、平均価格とフレンチドアの相関は 0.68 である。表 6 との違いは省エネ変数だけなので、達成率と消費電力量との相関を比較すると、0.77 と -0.56 となり、絶対値で相対的に達成率との相関が高い。つまり達成率が高いモデルは大型なものが多く、大型なモデルはフレンチドアが主流であるため、その説明力が薄まったと考えられる。もう一つ冷凍庫の容積比率も全国と北海道・東北が有意に負値、その他の地域が非有意となった。

表 6、表 7 共に、全国、地域分析を通じて自由度修正済み決定係数が約 0.85 と非常に高く、今回選択した説明変数群は冷蔵庫の価格関数を十分に説明できていると言える。ここでは、統一省エネラベルに掲載されている、①年間消費電力量、②省エネ基準達成率について消費者の省エネへの支払意思額を推定することで評価の違いを観察した。省エネ変数の係数の地域の高低差については両者で同じ結果となった。またその符号や統計的な有意性も予想を満たす結果となった。本稿の分析では、冷蔵庫の省エネ機能に対する支払意思額が地域で異なると想定している。表 8 では、表 6 と表 7 の各省エネ指標の推定結果と電気料金、家電量販店数、人口をまとめた。先行研究においても、電気料金の高低は省エネ製品の需要に影響を与えと考えられてきた (Meier and Whitter (1983)、Jacobsen (2015)、Cohen et al. (2017)参照)。加えて、家電量販店の数が多いと競争により価格が下がるであろうし、人口の多寡や市場サイズによっても価格が変動すると考えられる。5 地域の中で最も電気料金が高いのは近畿地方であり、省エネするインセンティブが高くなると考えられ、限界支払額は最も低い関東・甲越と比較して 50～60 円高くなっている。一方、人口集中地である東京を含む関東・甲越は販売開始から 1 か月長くなることによる値下がり額は最も高くなっている。本稿の地域分類においても省エネ製品価格への地域差が確認されたが、電気料金や競争度の影響を観察するためには、より詳細な地域分類が必要となるだろう。また、この比較では実際に消費者が各指標、または高省エネの冷蔵庫を、使用時のランニングコストに対してどう評価しているのかまではわからない。そのため、次節では省エネ製品を耐用年数使用し続けることで得られる総便益の割引現在価値や消費者の主観的割引率の推定を行う。

表6 ヘドニク関数推定結果（省エネ変数：年間消費電力量）

被説明変数	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
平均価格（P、円）	全国	北海道・東北	関東・甲信越	中部・北陸	近畿	中国・四国・九州
省エネ変数 (X)						
年間消費電力量 (kWh)	-162.6*** (6.119)	-159.6*** (14.27)	-141.1*** (14.10)	-166.9*** (13.22)	-193.8*** (13.08)	-156.8*** (13.18)
冷蔵庫スペック変数 (Z)						
定格内容積 (ℓ)	375.9*** (4.913)	376.0*** (10.98)	359.0*** (11.28)	381.6*** (10.71)	393.1*** (10.77)	374.7*** (10.96)
冷凍庫容積比率 (%)	337.4*** (60.34)	171.9 (136.6)	310.2** (135.2)	366.3*** (127.0)	446.6*** (140.3)	400.2*** (134.5)
ドア：フレンチドア ※1	5,740*** (744.9)	5,584*** (1,687)	6,271*** (1,637)	5,327*** (1,590)	5,204*** (1,673)	6,196*** (1,728)
ドア：その他スタイル	4,264*** (1,092)	5,091** (2,464)	2,725 (2,501)	5,109** (2,320)	3,211 (2,486)	5,589** (2,425)
冷凍庫合成変数 1	5,527*** (267.1)	5,237*** (608.8)	4,644*** (622.3)	5,739*** (575.4)	6,419*** (578.1)	5,781*** (583.6)
冷凍庫合成変数 2	-4,044*** (248.2)	-3,633*** (555.9)	-4,162*** (558.1)	-4,054*** (535.4)	-4,715*** (566.7)	-3,661*** (554.5)
冷凍庫合成変数 3	5,391*** (324.6)	5,237*** (745.0)	5,477*** (732.7)	5,586*** (699.6)	4,953*** (748.1)	5,629*** (706.8)
ブランド1ダミー (μ) ※2	3,750*** (1,109)	1,747 (2,468)	7,882*** (2,562)	1,699 (2,389)	706.9 (2,562)	5,647** (2,411)
ブランド2ダミー	9,454*** (1,203)	7,042** (2,734)	11,152*** (2,768)	8,374*** (2,635)	6,095** (2,746)	13,894*** (2,606)
ブランド3ダミー	7,235*** (1,197)	4,303 (2,673)	9,105*** (2,738)	5,230** (2,583)	3,718 (2,767)	12,632*** (2,605)
ブランド4ダミー	1,502 (1,298)	-781.2 (2,944)	2,414 (2,956)	667.1 (2,854)	-2,464 (2,951)	7,327*** (2,825)
ブランド5ダミー	-11,754*** (1,735)	-13,116*** (3,986)	-5,410 (3,998)	-15,573*** (3,748)	-17,989*** (3,850)	-8,067** (3,766)
ブランド6ダミー	-1,976* (1,099)	-3,816 (2,443)	-1,798 (2,477)	-2,345 (2,400)	-3,605 (2,510)	1,251 (2,411)
販売からの期間 (ΔT, 月)	-2,847*** (39.18)	-2,778*** (94.55)	-3,088*** (85.52)	-2,832*** (83.02)	-2,936*** (87.53)	-2,616*** (85.87)
2月ダミー (M) ※3	-1,200 (951.9)	-3,492 (2,167)	826.2 (2,152)	-828.7 (1,930)	-918.7 (2,194)	-1,548 (2,174)
3月ダミー	-820.5 (950.9)	-2,211 (2,156)	129.7 (2,139)	-1,480 (1,981)	-626.7 (2,191)	94.65 (2,164)
4月ダミー	24.15 (956.6)	-597.6 (2,156)	765.9 (2,108)	-1,406 (2,070)	-441.4 (2,079)	1,747 (2,265)
5月ダミー	325.3 (934.0)	-257.9 (2,125)	-99.51 (2,102)	1,510 (1,975)	575.4 (2,105)	-60.97 (2,124)
6月ダミー	1,222 (963.7)	772.7 (2,213)	695.9 (2,136)	-472.7 (2,012)	831.0 (2,082)	4,161* (2,260)
7月ダミー	2,869*** (1,008)	2,065 (2,273)	3,994 (2,449)	-370.8 (1,978)	3,308 (2,167)	5,454** (2,264)
8月ダミー	8,456*** (1,260)	6,914** (2,761)	10,581*** (2,971)	6,866*** (2,597)	9,087*** (2,847)	8,547*** (2,809)
9月ダミー	14,764*** (1,344)	13,086*** (3,007)	17,163*** (3,108)	13,264*** (2,878)	15,322*** (2,930)	14,818*** (3,052)
10月ダミー	16,793*** (1,284)	17,409*** (2,928)	18,484*** (2,908)	15,418*** (2,683)	15,907*** (2,843)	16,721*** (2,948)
11月ダミー	15,556*** (1,186)	16,138*** (2,622)	17,370*** (2,658)	12,826*** (2,464)	15,465*** (2,825)	16,011*** (2,670)
12月ダミー	13,403*** (1,078)	12,796*** (2,401)	13,662*** (2,459)	12,585*** (2,255)	12,041*** (2,464)	15,413*** (2,461)
定数項	23,401*** (3,100)	27,698*** (6,998)	24,246*** (7,161)	23,990*** (6,583)	26,896*** (7,067)	14,232** (6,779)
観測値数	12,978	2,376	2,812	2,587	2,553	2,650
自由度修正済みR2	0.846	0.852	0.827	0.859	0.855	0.842

括弧の中はロバスト標準誤差、*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

※1 基準はシングルドア、※2 その他の企業が基準、※3 1月が基準

表7 ヘドニック関数推定結果（省エネ変数：省エネ基準達成率）

被説明変数	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
平均価格（P、円）	全国	北海道・東北	関東・甲信越	中部・北陸	近畿	中国・四国・九州
省エネ変数 (X)						
達成率 (%)	359.5*** (10.37)	359.9*** (23.84)	336.1*** (22.91)	363.9*** (22.78)	402.3*** (22.63)	337.9*** (23.35)
冷蔵庫スペック変数 (Z)						
定格内容積 (ℓ)	289.9*** (4.743)	289.6*** (10.45)	283.2*** (10.86)	292.9*** (10.42)	292.6*** (10.59)	293.8*** (10.57)
冷凍庫容積比率 (%)	-206.6*** (64.64)	-368.7** (144.6)	-218.3 (145.6)	-198.3 (137.6)	-137.2 (148.3)	-103.0 (145.2)
ドア：フレンチドア ※1	168.9 (727.6)	-71.30 (1,632)	791.6 (1,587)	-186.1 (1,564)	-629.5 (1,639)	933.2 (1,699)
ドア：その他スタイル	4,686*** (1,069)	5,631** (2,402)	2,926 (2,456)	5,938*** (2,257)	3,254 (2,429)	6,067** (2,390)
冷凍庫合成変数 1	5,477*** (229.8)	5,249*** (516.6)	4,924*** (544.5)	5,566*** (493.2)	6,073*** (499.5)	5,654*** (505.4)
冷凍庫合成変数 2	-4,706*** (226.6)	-4,363*** (503.6)	-4,990*** (509.0)	-4,696*** (486.6)	-5,194*** (513.5)	-4,224*** (516.3)
冷凍庫合成変数 3	7,230*** (310.5)	7,152*** (702.8)	7,091*** (701.6)	7,549*** (667.5)	6,998*** (708.4)	7,313*** (686.8)
ブランド1ダミー (μ) ※2	3,015*** (1,111)	1,420 (2,461)	6,401** (2,551)	817.1 (2,403)	372.5 (2,596)	5,217** (2,421)
ブランド2ダミー	4,942*** (1,192)	2,933 (2,666)	5,761** (2,740)	3,774 (2,611)	1,760 (2,730)	10,065*** (2,626)
ブランド3ダミー	4,296*** (1,176)	1,747 (2,594)	5,478** (2,679)	2,320 (2,544)	867.5 (2,731)	10,129*** (2,584)
ブランド4ダミー	-10,337*** (1,359)	-12,551*** (3,045)	-9,999*** (3,079)	-11,349*** (3,007)	-14,539*** (3,095)	-3,317 (2,997)
ブランド5ダミー	-20,901*** (1,674)	-21,912*** (3,765)	-15,821*** (3,892)	-24,864*** (3,634)	-26,614*** (3,719)	-16,076*** (3,684)
ブランド6ダミー	-3,462*** (1,049)	-4,715** (2,319)	-3,246 (2,350)	-4,045* (2,280)	-5,741** (2,406)	-43.51 (2,341)
販売からの期間 (ΔT, 月)	-2,753*** (39.37)	-2,680*** (95.17)	-2,977*** (85.79)	-2,735*** (83.52)	-2,843*** (87.67)	-2,545*** (86.51)
2月ダミー (M) ※3	-1,424 (924.6)	-3,631* (2,098)	640.7 (2,080)	-1,260 (1,890)	-851.5 (2,127)	-1,947 (2,125)
3月ダミー	-1,057 (922.0)	-2,328 (2,111)	-89.38 (2,061)	-1,732 (1,917)	-712.0 (2,104)	-384.2 (2,116)
4月ダミー	-244.1 (933.7)	-867.3 (2,100)	528.6 (2,047)	-1,697 (2,016)	-489.0 (2,015)	1,292 (2,239)
5月ダミー	11.21 (909.5)	-557.8 (2,053)	-467.3 (2,046)	1,227 (1,917)	341.3 (2,037)	-431.4 (2,094)
6月ダミー	750.1 (935.8)	230.6 (2,156)	413.8 (2,061)	-886.0 (1,966)	338.6 (2,015)	3,513 (2,203)
7月ダミー	2,372** (983.1)	1,464 (2,215)	3,584 (2,382)	-780.4 (1,917)	2,782 (2,106)	4,898** (2,233)
8月ダミー	7,800*** (1,234)	6,415** (2,709)	9,949*** (2,885)	6,361** (2,558)	8,429*** (2,779)	7,597*** (2,778)
9月ダミー	13,474*** (1,306)	11,739*** (2,939)	16,100*** (3,016)	12,110*** (2,804)	13,873*** (2,836)	13,333*** (2,971)
10月ダミー	15,576*** (1,250)	16,220*** (2,849)	17,472*** (2,834)	14,090*** (2,612)	14,774*** (2,749)	15,316*** (2,888)
11月ダミー	14,310*** (1,160)	14,940*** (2,564)	16,225*** (2,593)	11,747*** (2,408)	14,052*** (2,756)	14,603*** (2,629)
12月ダミー	12,080*** (1,052)	11,571*** (2,342)	12,261*** (2,397)	11,354*** (2,199)	10,792*** (2,397)	13,976*** (2,416)
定数項	-38,988*** (2,644)	-34,341*** (5,978)	-31,526*** (5,995)	-38,742*** (5,615)	-45,823*** (6,042)	-45,638*** (5,878)
観測値数	12,978	2,376	2,812	2,587	2,553	2,650
自由度修正済みR2	0.854	0.860	0.834	0.866	0.863	0.848

括弧の中はロバスト標準誤差、*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

※1 基準はシングルドア、※2 その他の企業が基準、※3 1月が基準

表 8 地域別の限界支払意思額と電気料金及び市場規模

項目	単位	北海道・東北	関東・甲越	中部・北陸	近畿	中国・四国・九州・沖縄
電気料金	円/kWh	30.31	30.02	27.24	33.32	27.46
家電量販店数	数	430	1079	754	733	1433
人口*	万人	1436.5	4613.4	2013.7	2072.5	2573.3
限界支払意思額 [電力消費量 Ver.]	円/kwh	159.6	141.1	166.9	193.8	156.8
限界支払意思額 [省エネ達成率 Ver.]	円/%	359.9	336.1	363.9	402.3	337.9
販売期間が1か月長くなることによる値下がり額**	円	2,778	3,088	2,832	2,936	2,616

* 総務省の「平成27年国勢調査（基幹統計調査）」より計算。

** 表6の結果である。

4. 省エネ冷蔵庫への地域別・サイズ別の割引現在価値と主観的割引率の推定

4.1 地域別の省エネ製品使用の割引現在価値と主観的割引率の推定

ここでは、地域別、冷蔵庫の容積別の主観的割引率を求める。冷蔵庫を容積別に分類する方法は様々であるが、定格内容積によって、140ℓ以下、141ℓ～200ℓ、201ℓ～250ℓ、251ℓ～300ℓ、301ℓ～350ℓ、351ℓ～400ℓ、401ℓ～450ℓ、451ℓ～500ℓ、501ℓ以上と50ℓごとに9区分に分類する方法や、表3のように対象使用人数によって5分類する方法が通常である。ここでは、小サイズの80ℓ～249ℓ、中サイズ、250ℓ～399ℓ、大サイズの400ℓ以上で3分類した。それぞれの販売数量のシェアは、約32%、約20%、約43%⁶である。まずそれぞれのサイズの高省エネ製品と相対的に低い省エネ達成率の製品を一組ずつ選ぶ。小サイズと中サイズは高省エネ製品は★4つ、低省エネ製品は★2つ⁷、大サイズは高エネ製品が★5つ、低省エネ製品が★2つのモデルである。各サイズの範囲は幅があるが選んだモデルの組は、ほぼ等しい容積のものを選んでいる。

割引率の計算は以下の式を用いる。

省エネ製品使用により得られる割引現在価値＝

$$\frac{(\text{低省エネ製品の年間電力使用量} - \text{高省エネ製品の年間電力使用量}) \times \text{電気料金単価} \times n}{(1+r)^n} \dots (3)$$

⁶ 不明が5%ある。

⁷ 低省エネ製品といっても、★2つは100%以上133%未満の省エネ達成率なので、省エネ基準を満たしており、相対的に低省エネという意味である。

n は冷蔵庫の使用年数、r は主観的割引率である。(3) 式の右辺の分子は、高省エネ製品を n 年間使用し続けた場合に節電から得られる便益の合計金額である。左辺は右辺の分子の節電総便益の割引現在価値である。先行研究では、省エネ製品導入の初期コストとして省エネ製品の価格と非省エネ製品の価格差を利用する研究も多いが、本稿では森田他 (2014)、Tsvetanov and Segerson (2014) と同様に、ヘドニック分析の推定結果を利用する。ここでは、地域別、容積別のパラメータを得るために表 6、表 7 の消費電力量と省エネ達成率のヘドニックモデルに(省エネ変数×容積)の係数項ダミーを加えて再推定した。左辺に消費電力量の結果を用いる場合は、容積別の消費電力量の係数〔支払い意思額〕×(低省エネ製品の年間電力使用量-高省エネ製品の年間電力使用量)で、省エネ基準達成率の結果を用いる場合は容積別の達成率の係数〔支払い意思額〕×(高省エネ製品の達成率-低省エネ製品の達成率)で計算する。どちらも、省エネ効果を得られる分への現在時点での対価(総支払い意思額)を表す。表 9 の各地域差は、ヘドニック推定の容積別の省エネ変数への限界支払額の差である。全国、各地域を通じて冷蔵庫のサイズが大きくなると省エネに対する価値は高くなっている。省エネ変数の容積別の推定値の差により、小・中サイズに関しては、割引現在価値は消費電力量を用いた方が大きく、大サイズは達成率の方が大きくなっている。電気料金の違いを考慮しなければ、省エネ製品の便益を最も評価しているのは、近畿地方で、評価額が低いのは関東・甲越であった(達成率の大サイズは最も低いのは中国・四国・九州・沖縄である)。達成率を用いた場合の大サイズを除いては、関東・甲越→中国・四国・九州・沖縄→北海道・東北→中部・北陸→近畿の順に高くなった。

次に、高省エネ製品を購入し、耐用年数使用した場合に得られる節電の総便益は右辺の分子で表され、それぞれのサイズの年間消費電力量の差に、使用年数と 1kWh 当りの電気料金を掛けると得られる。使用年数は「消費動向調査(2015 年)」の二人以上世帯の主要耐久消費財(冷蔵庫)が 9.9 年だったので、10 年とした。全国の 1kWh 当りの電気料金は、統一省エネラベルの 1 年間に使用した場合の目安電気料金を計算する時に用いられる、電気料金目安単価の 27 円を用いる。各地域の 1kWh 当りの電気料金は表 10 にある 10 電力会社の各契約プランの第三段階料金で、300kWh を超える使用電力に掛かる単価を用いる(ただし北海道電力は 280kWh を超える使用電力に掛かる単価)。本稿の地域区分は 5 分類であり、近畿を除く 4 地域は複数電力会社の地域が含まれる。そのため平成 27 年度の「国勢調査」の二人以上世帯数で加重平均して、電力単価を求めた。北海道・東北は、30.31 円、関東・甲越は 30.02 円、中部・北陸は 27.24 円、近畿は 33.32 円、中国・四国・九州・沖縄は 27.46 円である。関東・甲越、北海道・東北、近畿は、全国単価 27 円よりそれぞれ、約 12%、13%、23%高い。使用期間(10 年)で得られる省エネ製品による便益合計を表 10 に示している。全国、地域を通じて、冷蔵庫のサイズが大きい方が、総便益は大きくなっている。また、地域の総便益の大きさの違いは、電気料金単価の違いに依存しており、中部・北陸→中国・四国・九州・沖縄→関東・甲越→北海道・東北→近畿の順で高くなる。ここまでの、電力単価の高い近畿地方は割引現在価値も省エネによる総便益も高いという事象が観察され

た。また、総便益が最小にも関わらず、中部・北陸地方は省エネ製品への支払意思額（割引現在価値）が高くなっている。

表 9 節電による便益の割引現在価値

節電による便益の割引現在価値（円）[Ver. kWh]

	全国平均	北海道・東北	関東・甲越	中部・北陸	近畿	中国・四国・九州・沖縄
80L～249L	15,020	14,798	13,100	16,080	17,934	13,649
250L～399L	29,420	28,871	25,552	30,602	35,340	27,743
400L以上	56,768	56,244	49,447	58,801	65,124	55,601

節電による便益の割引現在価値（円）[Ver. 達成率]

	全国平均	北海道・東北	関東・甲越	中部・北陸	近畿	中国・四国・九州・沖縄
80L～249L	11,005	11,414	9,790	11,136	12,319	10,646
250L～399L	24,765	25,676	22,507	25,958	26,935	23,029
400L以上	84,392	85,018	78,759	86,541	93,495	78,635

表 10 割引率推定に用いた電気料金単価

電力会社	契約プラン	1kWh (円)
北海道	従量電灯 B	33.37
東北	従量電灯 B	28.75
東京電力	従量電灯 B	30.02
中部電力	従量電灯 B	27.97
北陸	従量電灯 C	22.98
関西電力	従量電灯 A	33.32
中国	従量電灯 A	28.98
四国	従量電灯 A	29.95
九州	従量電灯 B	25.57
沖縄	従量電灯	29.91

表 11 使用期間（10 年）で得られる省エネ製品による便益合計

10 年間の節約電気料金（円）

	全国平均	北海道・東北	関東・甲越	中部・北陸	近畿	中国・四国・九州・沖縄
80L～249L	24,300	27,277	27,018	24,518	29,988	24,712
250L～399L	48,600	54,554	54,036	49,035	59,976	49,423
400L以上	91,800	103,046	102,068	92,622	113,288	93,355

表 12 主観的割引率の推定結果

主観的割引率 (%) [Ver. kWh]

	全国平均	北海道・東北	関東・甲越	中部・北陸	近畿	中国・四国・九州・沖縄
80L～249L	4.93	6.31	7.51	4.31	5.28	6.12
250L～399L	5.15	6.57	7.78	4.83	5.43	5.94
400L以上	4.92	6.24	7.52	4.65	5.69	5.32

主観的割引率 (%) [Ver. 達成率]

	全国平均	北海道・東北	関東・甲越	中部・北陸	近畿	中国・四国・九州・沖縄
80L～249L	8.24	9.10	10.68	8.21	9.30	8.79
250L～399L	6.97	7.83	9.15	6.57	8.33	7.94
400L以上	0.84	1.94	2.63	0.68	1.94	1.73

表 9、表 11 の結果を(3)式に代入して、主観的割引率(r)を計算した結果が表 12 である。消費電力量をエネルギー変数として割引率を計算した場合には、全国、地域を通じて、容量の違いによる割引率の差は小さく、1%ポイント未満である。一方、地域間の差は約 3%ポイントある。達成率を使用した場合は、小サイズ→中サイズ→大サイズの順で割引率が低くなっているが、大サイズの割引率が 0.68%～2.63%と非常に低くなっている。省エネ変数の種類に関わらず、またサイズの種類に関わらず、最も割引率が低いのは中部・北陸地方、最も高いのは関東・甲越となった。

4.2 割引率の推定結果についての考察（先行研究との比較）

本稿では主観的割引率の推定に際し、以下 4 つの新たな試みを行った。①モデルレベルの月次パネルデータを用い、②容積サイズごとに高省エネ製品、低省エネ製品を選択し、③全国共通の日安電気料金単価(27 円)ではなく、地域別に異なる電気料金単価を用い、④省エネ変数を 2 種類使用し比較可能とし、⑤ヘドニックモデルの推定結果から得られる地域×容積サイズで異なる省エネの限界支払意思額を用いて割引限界価値を計算し、主観的割引率を推定した。表 13 で示したように、省エネ家電製品についての割引率を推定した先行研究は数多くあるが、冷蔵庫の割引率の推定では、Gately(1980)は 45%～300%、Meier and Whitter (1983)は 35%～58%、Revelt and Train (1998)は 39%～46%、Tsvetanov and Segerson (2014)は 12.7-22.2%、Cohen et al. (2017)は 11%の割引率であった。最近研究の Tsvetanov and Segerson (2014)、Cohen et al. (2017)を除いて、非常に高い割引率となっている。

表 12 より、電力消費量を用いた場合は、各地域のサイズの違いによる割引率差は 1%ポイ

ント以内であったが、地域間での差が約 3%ポイントあり、サイズの違いよりも地域差の方が大きい。推定された割引率は 4.3%～7.8%の範囲であった。達成率を用いた場合は、小・中サイズは電力消費量の割引率より大きく、6.6%～10.8%であった。一方、大サイズの割引率は 0.68%～2.63%と非常に低くなっている。大胆に 2 つの省エネ変数を比較するならば、小サイズ、中サイズを購入する消費者は、消費電力量を見た方が高省エネ製品を使用することによって将来得られる便益を理解しやすく、価格が高い大きなサイズを購入する消費者は、達成率を見ることで省エネの現在価値が高くなる傾向がある。

本稿の分析と近いものは、Cohen et al. (2017)のイギリスの GfK 社の POS データを用いた冷蔵庫を対象としたモデルレベルのパネル分析（2002～2007 年）であるが、本稿の結果は彼らの 11%という割引率よりも低くなっている。また、エアコンが対象ではあるが、森田他（2014）は、本稿と同じ日本の GfK 社の POS データを使用して 2008 年から 2011 年の割引率の推定を行っているが、エアコンの対応部屋面積の低い製品から高い製品までで、1.9%～13.2%の結果を得ている。エアコンは、大型になるほどエネルギー非効率になるので割引率が高くなるが、表 3 で示したように、冷蔵庫は大型化するほどエネルギー効率が高まる。本稿の結果はこの冷蔵庫の特徴とも矛盾しないものとなっている。また、公共投資の費用便益分析では、わが国は割引率 4%、アメリカでは 6%を使って投資の回収年（冷蔵庫の場合は使用期間）を計算するため、割引率の数字は 4%、6%がよく使われている。今回の結果は、おおむね社会的割引率と先行研究の間に位置している。

表 13 先行研究における冷蔵庫の割引率の推定と本研究の比較

著者	国	分析期間	地域	観測値	分析手法	割引率 推定結果
Gately (1980)	米国	1978	なし	N.A.	ヘドニック	45～300%
Meier and Whitter (1983)	米国	1977, 1979	あり	N.A.	割引率の式	35～58%
Revelt and Train (1998)*	米国	1994	なし	401	選択モデル	39～46%
Tsvetanov and Segerson (2014)**	米国	2009	なし	905	選択モデル	12.7～22.2%
Cohen et al. (2017)***	英国	2002-2007	なし	2,421	構造推定	11%
小西・齋藤・石川 (2018)****	日本	2015	あり	12,978	ヘドニック	4.3～7.8%（電力消費量） 0.7～10.7%（達成率）

*個人へのアンケート調査によるデータ

**家計へのアンケート調査によるデータ、冷蔵庫の価格は2005-2006を使用

***GfK本社のPOSデータ

****本研究の結果。観測値数は5地域の合計である。

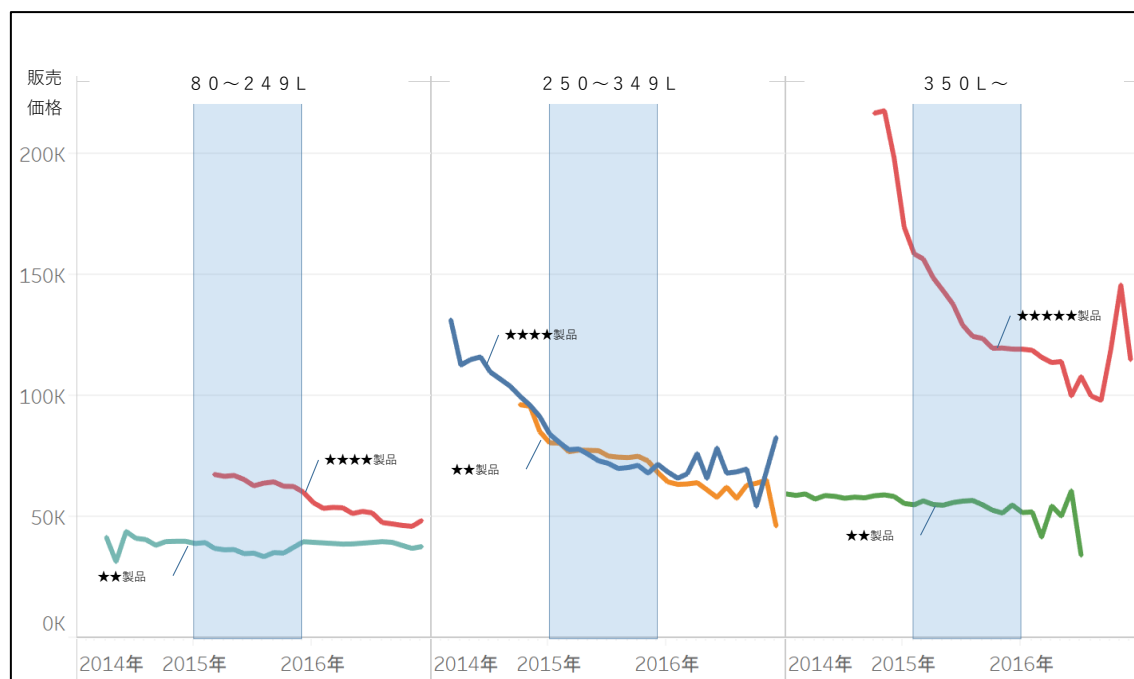
本稿での分析対象の 2015 年は、2011 年から 4 年間同一の多段階評価を用いており、当該指標の基準が浸透するのに十分な時間が経過していると考えられる。また、表 1 で示したように、省エネ性能が高い製品が多く市場に流通しており、高省エネ製品を購入しやすい環境であるとも言える。しかしながら、様々なスペックや条件をコントロールしてもなお、省エ

ネ情報が価格に対してポジティブに貢献する部分が少なからず、これらの2つの省エネ変数が消費者の省エネ製品への評価に貢献していることが確認された。

最後に、今回の方法論の実用性について言及する。割引現在価値は、高省エネ冷蔵庫を購入する際に掛かる初期コスト、つまり低省エネ製品の購入価格との価格差であり、それに対して高省エネ製品を購入し使用した際に得られる節電の便益との比率を用いれば、割引率を得られる。筆者らはPOSデータを利用しているため、価格差を使用したらいいのではないかと考えることもできる。しかし、図4のように、今回のように慎重に各モデルを選んだとしても販売開始時やその他の要因で真ん中のパネル（中サイズ 250ℓ～349ℓ）のように高性能製品の価格下落時と低性能製品の販売時期が重なってしまい、スペックの差に基づく正値の価格差を算出するのは難しい。また、左右のパネルも一見良さそうだが、どの程度の価格差が妥当なのかは見当はつかず非常に ad hoc な選出になってしまう。スペックや消費電力、達成率の情報は時間と共に変化しないが、価格データは様々な理由で大きく変動するので、この種の分析で扱うのは非常に難しい。

そこで本稿で行った冷蔵庫についての割引現在価値の計算を使用すると、地域別・スペック別と異質性にも対処でき、当該サイズの全ての製品の情報も使用した推定値を用いることができるため、異常値や特異値の影響を受けにくく頑健であるといえよう。

図4 主観的割引率算出に使用した各クラスモデルの平均販売価格の推移（イメージ）



5. 結論と政策インプリケーション

本稿ではわが国の省エネ政策の中で、省エネ製品の情報を消費者に伝えるための「統一省エネラベル」に記載されている省エネ指標について、それらの市場における効果を観察することを目的としている。具体的には、電気冷蔵庫のエネルギー効率指標である①年間消費電力量(kWh)と②各機種和省エネ基準達成率に対する消費者の支払意思額と省エネ効率をもたらす便益に対する割引率の推定を行った。本研究の新規性の1つは、全冷蔵庫の国内販売シェアの約76%を占めるGfK社のPOSデータをモデル別、地域別、月別に集計し、冷蔵庫の非常に詳細な各機器のスペック情報と省エネ指標を組み合わせ、ヘドニック価格関数の推定を行ったことである。さらに初めての試みとして、地域別、冷蔵庫のサイズ別の推定結果と電気料金のデータを用いて消費者の省エネに対する主観的割引率の推定も行った。①の推定結果に基づくと、省エネ製品を10年間使用して得られる便益に対する主観的割引率は4.31%~7.78%となり、②については、0.68%~10.68%であった。この結果はどちらも先行研究よりも低い値となっている。割引率が低いということは、消費者は冷蔵庫購入時に近視眼的に現在の価格差のみに反応するのではなく、使用期間中に得られる節電便益を考慮した意思決定を行えているということであり、この2種類の指標は省エネ製品の普及に貢献していると見える。大胆に2つの省エネ変数を比較するならば、小サイズ、中サイズを購入する消費者は、①の消費電力量を見た方が高省エネ製品を使用することによって将来得られる便益を理解しやすく、価格が高い大きなサイズを購入する消費者は、②の達成率を見ることで省エネの現在価値が高くなる傾向があった。

本稿では、2015年のみを対象としたが、理由はGfK社のデータは時期によりカバー率や調査対象が異なること、目標年度や多段階評価の基準が変更になった前後のデータは非常に慎重に取り扱う必要があるためである。よってサンプルの増加よりも均質性を重視して、近年の中で消費税増税や震災といった社会現象もなく、また各種プログラムや制度の変更がない2015年を選択した。更に2015年は省エネ基準、ラベルの導入からも十分に時間が経っており、消費者への周知のための期間も十分であることから、当該基準の評価を行うのに適していると考えた。

今後の課題として、もう一つの省エネ指標である多段階評価の★の数についての効果を分析することが挙げられる。2016年には目標年度、多段階評価、JISと全てが変更となる大きな政策転換が起こっている。図1にあるように、2011年から2015年は、198%以上が★5で★2つから省エネ基準達成率ラベルがグリーンになっているが、2016年以降製造製品は、消費電力量の算出基準が変わり、達成率57%未満の★1つから始まり、100%以上が★5つとなり、ほとんどの製品が達成度ラベルが未達成のオレンジ色である。この全く異なる統一省エネラベルが、最低1年、売場によってはそれより長期に渡り消費者の目に同時に触れることになる。今後の分析では、2014年~2017年のデータを用いて、この改訂を自然実験と

捉えて2021年度目標基準の評価をおこない、表示ラベルの持つ価格プレミアムを計測する。今回のPOSデータでの分析を通じ、小売側の市場データのみではあるもののそのカバー率と速報性については目を見張る物があった。現状の消費電力量や省エネ基準達成率の基準値は、製造側からのヒアリング、データ収集を元に策定されている。今後、この策定にPOSデータを活用し、より直近の市場動向や、販売数の加重を考慮した指標が活かされることを期待する。冷蔵庫の耐用年数が約10年とすると、あと2年ほどで2009-2010年度に行われた家電エコポイント制度が実施された際に購入された家電製品の買い替え時期となる。またその数年後には消費税増税時の駆け込み需要で購入された機器の買い換え時期になる。このような大きな買い替え需要の際に、エネルギー効率性の高い製品の購入を促すためのラベル表示、消費者への説明努力、または全く新しい政策の立案が望まれ、その立案に貢献していきたい。

英文参考文献

- [1] Allcott, H., and Greenstone, M. (2012) “Is There an Energy Efficiency Gap?,” *Journal of Economic Perspectives*, 26.1, pp. 3-28.
- [2] Amano, T. (2016) “Ratcheting, Competition, and the Diffusion of Technological Change: The Case of Televisions under an Energy Efficiency Program, Stanford University, *Job marketing paper*.
- [3] Berry, S. T. (1994) “Estimating Discrete-Choice Models of Product Differentiation,” *The RAND Journal of Economics*, vol. 25, No.2, pp. 242-262.
- [4] Berry, S. T., Levinsohn, J. and Pakes, A. (1995) “Automobile Prices in Market Equilibrium,” *Econometrica*, 63 (4), pp. 841-890.
- [5] Cohen, F., Glachant, M., and Soderberg, M. (2017) “Consumer Myopia, Imperfect Competition and the Energy Efficiency Gap: Evidence from the UK Refrigerator Market,” *European Economic Review*, 93, pp.1-23.
- [6] Dale, L. and Fujita, S. (2008) “An analysis of the price elasticity of demand for household appliances,” Energy Analysis Department, Environmental Energy Technologies Division, Lawrence Berkeley National Laboratory.
- [7] Galarraga, I. Gonzalez-Eguino, M., Heres and Del Valle, D. (2011a) “Price Premium for high-efficiency refrigerators and calculation of price-elasticities for close-substitutes:

- combining hedonic pricing and demand system,” *Journal of Cleaner Production*, 19(17-18), pp. 2075-2081.
- [8] Galarraga, I. Gonzalez-Eguino, M. and Markandya, A. (2011b) “Willingness to pay and price elasticities of demand for energy-efficient appliances: Combining the hedonic approach and demand systems,” *Energy Economics*, 33(1), pp.66-72
 - [9] Galarraga, I and J. Lucas (2013) “Economic Evaluation of Energy Efficiency Labelling in Domestic Appliances: the Spanish Market,” *BC3 WORKING PAPER SERIES* 2013-8.
 - [10] Gately, D. (1980) “Individual Discount Rates and the Purchase and Utilization of Energy Using Durables: Comment,” *The Bell Journal of Economics*, 11, pp. 373-374.
 - [11] Gillingham, K., Newell, R. G. and Palmer, K. (2009) “Energy Efficiency Economics and Policy,” *Annual Review of Resource Economics*, 11(2), pp. 597-620.
 - [12] Greening, L., Sanstad, A., and McMahon, J. (1997) “Effects of appliances standards on product price and attributes: A hedonic pricing model,” *Journal of Regulatory Economics*, 11, pp.181-194
 - [13] J. A. Hausman (1979) “Individual Discount Rates and the Purchase and Utilization of Energy-Using Durables,” *The Bell Journal of Economics*, Vol. 10, No. 1 (Spring, 1979), pp. 33-54
 - [14] G. D. Jacobsen (2015) “Do Energy Prices Influence Investment in Energy Efficiency? Evidence from Energy Star Appliances,” *Journal of Environmental Economics and Management*, 74 (2015) pp. 94-106
 - [15] Jaffe A. B. and Stavins R.B. (1994) “The energy paradox and the diffusion of conservation technology,” *Resource Energy Economics* 16, pp. 91-122.
 - [16] O. Kimura (2010) “Japanese Top Runner Approach for Energy Efficiency Standards,” *SERC Discussion Paper*, SERC 09035.
 - [17] K. Kubo, M. Watanabe and M. Kojima (2016) “Should Energy Efficiency Be Traded Off for Other Product Attributes? An Analysis of Air-Conditioner Regulation in Japan,” *IDE DISCUSSION PAPER*, No. 607.
 - [18] Kusaka, W., Kojima M., M. Watanabe (2012) “Environmental Consciousness, Economic Gain and Consumer Choice of Energy Efficient Appliances in Thailand, China and India,” *IDE, JETRO Discussion Paper*, 345.
 - [19] Lu., W. (2006) “Potential Energy Saving and Environmental Impacts of Energy Efficiency Standards for Household Refrigerators in China,” *Energy Policy*, 34 pp. 1583-1589.
 - [20] Mahila, T. M. I., H.M. Masjuki, R. Saidur, and M.A. Amalina (2004) “Cost Benefit Analysis of Implementing Minimum Energy Efficiency Standards for Household Refrigerator-Freezers in Malaysia,” *Energy Efficiency*, 32, pp. 1819-1824.

- [21] S. Matsumoto and Y. Omata (2017) "Consumer valuations of energy efficiency investments: The case of Vietnam's Air Conditioner market," *Journal of Cleaner Production*, 142, pp. 4001-4010
- [22] S. Matsumoto (2015) "Consumer valuation of energy-saving features of residential air conditioners with hedonic and choice models," *Empirical Economics*, pp. 1-28.
- [23] Meier, A. K. and J. Witter (1983) "Consumer Discount Rates Implied by Purchases of Energy-Efficient Refrigerators," *Energy*, 8, pp. 957-962.
- [24] K. Nishitani and M. Itoh (2016) "Product innovation in response to environmental standards and competitive advantage: a hedonic analysis of refrigerators in the Japanese retail market," *Journal of Cleaner Production*, 113, pp. 873-883.
- [25] T. Okubo (2013) "Energy-saving regulations and commodity prices," *Environmental Economics Policy Studies*, 15, pp. 93-132.
- [26] Revelt, D. Train, K. (1998) "Mixed logit with repeated choices: household's choice of appliance efficiency level," *Review of Economics and Statistics*, 80, pp. 647-657.
- [27] Rosen, S. (1974) "Hedonic Prices and Implicit Markets: product differentiation in pure competition," *Journal of Political Economy*, 821, pp. 34-55.
- [28] Park, J. Y. (2017) "Is there a price premium for energy efficiency labels? Evidence from the Introduction of a Label in Korea," *Energy Economics*, Volume 62, pp. 240-247.
- [29] Sammer, K. and Wustenhagen, R. (2006) "The influence of eco-labelling on consumer behavior: results of a Discrete Choice Analysis for washing machines," *Business Strategy*.
- [30] Shen, J. and Saijo, T. (2009) "Does an energy efficiency label alter consumers' purchasing decision? A latent class approach based on a stated choice experiment in Shanghai," *Journal of Environmental management*, 90(11), pp. 3561-3573.
- [31] Tsvetanov, T. and Segerson, K. (2014) "The Welfare Effects of Energy Efficiency Standards When Choice Sets Matter," *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 1 (1/2) pp. 233-271.
- [32] Wallander, S., (2008) "Price impacts of the energy star label - a case of redundant information," *Working Paper*.
- [33] Wang, Zaohua, Bin Zhang, Jianhua Yin and Yixiang Zhang (2011) "Determinants and Policy Implications for Household Electricity-saving Behavior: Evidence from Beijing, China," *Energy Policy*, 39, pp. 3550-3557.
- [34] Ward, D.O., Clark, C.D., Jensen, K.L., Yen, S.T., Russel, C.S. (2011) "Factors influencing willingness-to-pay for the ENERGY STAR label," *Energy Policy*, 39, pp.1450-1458.

邦文参考文献

- [35] 戒能一成 (2006) 「省エネルギー法家電機器効率基準規制の費用便益分析と定量的政策評価について」、RIETI ディスカッションペーパーシリーズ、RIETI 06-J-025.
- [36] 資源エネルギー庁 (2016) 「平成 27 年度エネルギーに関する年次報告 (エネルギー白書 2016)」.
- [37] 森田稔、松本茂、田崎智宏 (2014) 「省エネリベートプログラムの主観的割引率への影響-ヘドニック価格法による家電エコポイント制度の評価-」環境経済・政策研究 vol. 7, No. 2