

省エネ型冷蔵庫のCO₂排出削減効果と普及促進策に関する研究

2014年3月修了 環境システム学専攻

指導教員：吉田 好邦 教授

47-126717 見藤俊介

Keywords: 冷蔵庫, 省エネルギー, CO₂, エコポイント, 省エネバリア

1. 序論

現在製造される冷蔵庫の効率は数年前と比べても非常に良くなってきている。一方で、年間消費電力が0以下になることはないなどの理由から、今後においても革新的な省エネ化が可能である見込みは薄い。よって、古く効率の悪い冷蔵庫を使い続けている家庭はなるべく早く買い替えを進めていくべきである。しかし、家庭がどのような冷蔵庫を実際に利用しているかを調べた調査は未だなく、その効果の評価等もおこなわれていない。また、冷蔵庫の買い替えを進めていくために必要なことについて論じた研究もない。そこで本研究では、現在家庭が利用している冷蔵庫の実態を調査するとともに、最新機種への買い替えによりCO₂が削減できるような冷蔵庫を全て買い替えた場合の省エネルギー・CO₂削減効果の評価をおこなう。さらに、冷蔵庫の買い替えを促進する政策検討のため、既に実施されたエコポイント政策の評価、および冷蔵庫の買い替え時における省エネバリアの分析をおこなった。

2. 家庭用冷蔵庫の買い替えによる省エネルギー・CO₂排出削減の評価

2.1. 検証方法

まず、全国4120名を対象に普段使っている冷蔵庫の容量や消費電力についてのアンケートを実施した。そこで得られたデータを、JISの消費電力測定基準の変更時期にあわせて最新の新C法を基準に調整を行った上で、消費電力削減量とCO₂削減量、買い替えに伴うコストを求めた。算出式は以下。その後サンプルデータから全国規模の推計結果に拡張した。

$$\text{電力削減量} \Delta E = \sum_{i=1}^n (q_i - r_i)$$

q_i … i 番目の既存冷蔵庫の新C法での消費電力(kWh/年)

r_i … i 番目の冷蔵庫を置き換える最新機種の新C法での理想消費電力(kWh/年)

n …置き換えを行う家庭の数

$$\text{CO}_2 \text{削減量} \Delta A = \sum_{i=1}^n \{(q_i - r_i)K_i - P_i\}$$

K_i … i 番目の冷蔵庫がある家庭に電力供給する電力会社のCO₂実排出係数(t-CO₂/kWh)。

または、火力発電の平均的なCO₂実排出係数(t-CO₂/kWh)

P_i … i 番目の冷蔵庫の買い替えにより発生する、使用時以外のCO₂量(t-CO₂)

$$\text{コスト} C = \sum_{i=1}^n \{(I_i + R_i)/y - p\Delta E\}$$

I_i …新しい冷蔵庫の購入費用(円)

p …電気料金(円/kWh)

R_i …もとの冷蔵庫のリサイクル費用(円)

y …評価期間(年)

なお、ここでは仮に評価期間を3年と5年として計算をおこなった。

2.1. 結果

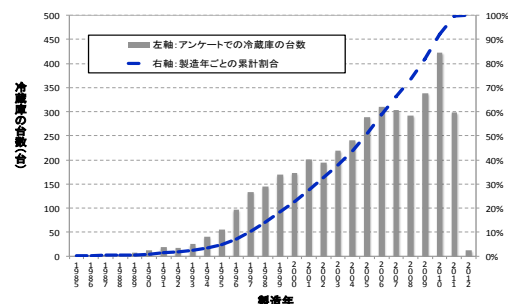


図1 現在使用されている冷蔵庫の年別の台数と割合

図1は冷蔵庫の製造年のアンケート結果を示している。半数以上は2005年以前、すなわ

ち7年以上も前の冷蔵庫であり、古い冷蔵庫が未だに多く利用されていることがわかった。図2、図3は製造年別に冷蔵庫を買い替えた場合のCO₂削減量とそれに伴うコストを示している。古い冷蔵庫の買い替えは電気代の削減分が買い替え費用を上回り、CO₂を削減しつつ収益も発生している。また、効率の悪い冷蔵庫から順に冷蔵庫の買い替えを進めた場合の効果を計算したところ、利益最大化点では全家庭の20%が5年で投資回収可能であり、それらを買い替えるだけでも、一年あたりCO₂を最大1000万t削減でき、家庭全体では2000億円の収益をあげられることがわかった。

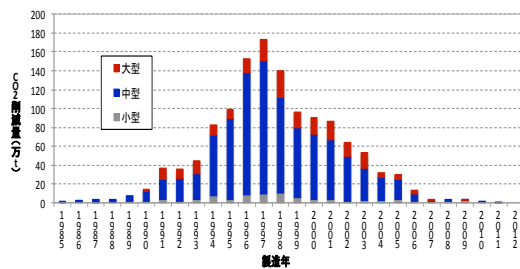


図2 製造年別のCO₂削減ポテンシャル

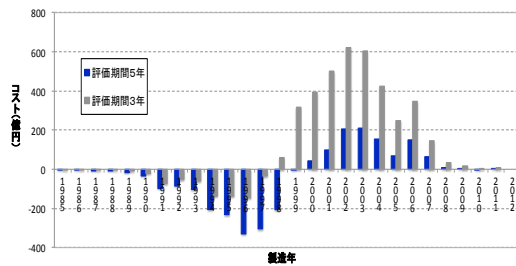


図3 製造年別の買い替えコスト

3. 冷蔵庫に対するエコポイント政策の有意性評価

3.1. 順序ロジットモデルによるエコポイント政策の省エネ意識への影響評価

3.1. では、エコポイント期間に消費者がより省エネ商品を好んで購入していたかどうかという質的分析をおこなった。

3.1.1. 評価方法

2009年4月27日から2013年7月1日の週次の冷蔵庫の販売ランキングデータを用いて、順序ロジットモデルによる選好分析を行った。

消費者効用関数 $V_{i,L} = \sum_{m=1}^n \theta_m x_{m,i,L}$

i …集計開始からの週の番号

L …ある週における冷蔵庫の順位

θ_m …定数

$x_{m,i,L}$ …第*i*週目*L*番目の冷蔵庫の*m*番目の特性値

順序ロジットモデル

$$p_{i,L} = \begin{cases} \frac{e^{V_{i,1}}}{e^{V_{i,1}+k_1}} & (L=1) \\ \frac{e^{V_{i,L}}}{e^{V_{i,L}+k_L}} - \frac{e^{V_{i,L}}}{e^{V_{i,L}+k_{L-1}}} & (2 \leq L \leq 9) \\ \frac{k_9}{e^{V_{i,10}+k_9}} & (L=10) \end{cases}$$

制約条件 $k_L < k_{L-1}$ ($2 \leq L \leq 9$)

$p_{i,L}$ …第*i*週目に*L*番目のランクになる確率

k_L …*L*番目のランクと*L*+1番目のランクをわける閾値

k_L …*L*番目のランクと*L*+1番目のランクをわける閾値

このモデルは、ある冷蔵庫に対する消費者の効用が価格や容量などの特性値によって定まり、その効用水準においてある順位*L*に位置する確率がいくらになるのかを決定するものである。ここで、係数 θ_m 、閾値 k_L を変数として、モデルの適合度が最大化されるように最尤法によって推定する。説明変数 x_m には、価格・年間消費電力・容量・経過日(商品の発売日からランキングに掲載されるまでの経過日数)・エコポイント点数・エコポイントダミー変数(エコポイント対象商品のみ1, 対象外商品は0となる変数)・冷蔵庫全国出荷台数などを様々な組み合わせで用いて検討をおこなった。また、順序ロジットモデルは、

モデル①: 2009年4月27日から2013年7月1日の週までの全期間データを用いたモデル
 モデル②: 2009年5月18日から2013年3月28日の週までのエコポイント対象期間のモデル
 モデル③: 全期間データから②の期間を除いた、エコポイント対象期間外のモデルの3つのパターンを作成し、結果の比較検討をおこなった。モデル①ではエコポイント点数とエコポイントダミー変数の有意性を分析する。モデル②, ③では両者を比較することで、エコポイントがない時期と比べて、エコ

ポイント対象期間にとりわけエコな省エネ製品を買おうとする意思が消費者にあったのかどうかを係数の比をみることにより検討した。

3.1.2. 結果

モデル①において、エコポイント点数、エコポイントダミー変数は共にt値が非常に低く有意性がないことが示された。つまり、エコポイントのついている商品が消費者が特別に買おうとする意思は全体としてはなかったといえる。モデル②、③では両者を比較するために同じ変数を使用し、年間消費電力・容量・経過日の3変数を説明変数にした。どちらのモデルでも年間消費電力の係数は有意で負になっており、エコポイントがある時期、ない時期に関わらず消費者は年間消費電力の小さい商品を購入しようとしていることがわかった。また、他の変数に対する年間消費電力の重要度を比較すると、モデル③の方が大きくなっており、購入時における年間消費電力の重要度は、むしろエコポイントのない時期の方が高いという結果になった。

まとめると、冷蔵庫の購入をおこなった消費者の購買行動は、エコポイントによる影響を受けていないということがわかった。

3.2. 冷蔵庫販売台数の観点からの自己回帰モデルによるエコポイント政策の有意性評価

3.2. ではエコポイント制度対象期間の冷蔵庫の販売台数が有意に増加していたのかどうかという量的分析をおこなった。

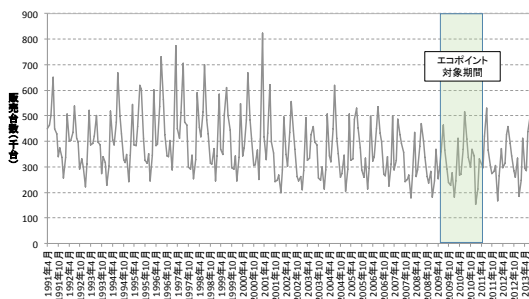


図4 冷蔵庫月次販売台数の推移

3.2.1. 検証方法

1989年1月から、エコポイント対象期間直前の2009年4月までのデータを用いて自己回

帰モデル作成し、エコポイント対象期間の販売台数を予測する。その後、エコポイント対象期間において、モデルから予測される販売台数の平均値が、実績の平均値を有意に上回っているのかどうかをt検定することで、販売台数が増加したか否かの検証をおこなった。

3.2.2. 結果

作成した自己回帰モデルは以下。

$$Y_t = 0.95Y_{t-12} - 0.37\Delta Y_{t-12} + 0.42\Delta^2 Y_{t-1} + 0.17\Delta^2 Y_{t-3} + 6667 + u_t$$

$Y_{t-12} \dots 12$ ヶ月前の季節性の影響を表す。

$\Delta Y_{t-12} \dots Y_{t-12}$ のみでは取り除けなかった24ヶ月前の季節性の影響を表す。

$\Delta^2 Y_{t-1} \dots Y_{t-12}$ と ΔY_{t-12} で季節性を除いた状態での、1ヶ月前の影響を表す。

$\Delta^2 Y_{t-3} \dots Y_{t-12}$ と ΔY_{t-12} で季節性を除いた状態での、3ヶ月前の影響を表す。

定数項以外のt値の絶対値は2を超えており有意で、適合度は $R^2 = 0,86$, $\bar{R}^2 = 0.86$ であった。図5に、エコポイント対象期間の予測値と実績値の推移を表す。予測値と実績値の間に明確な差異が生じている期間は限定的で、2010年の夏場のピークと、12月末に制度変更がおこなわれる直前の駆け込み需要と思われる部分であった。

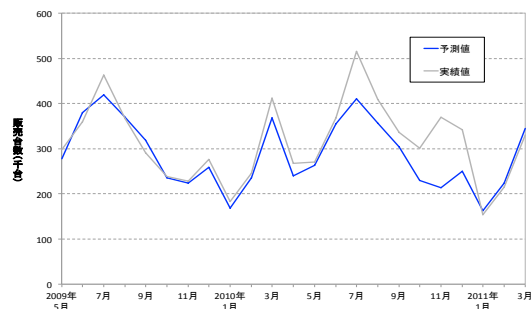


図5 エコポイント対象期間の予測値と実績値の比較

また、予測値の平均と、実績値の平均を比較した結果、予測値から実績値は9.5%上昇していた。t検定をおこなったところ、予測値と実績値の平均が等しいという仮説は有意水準上側10%では棄却されず、15%で棄却された。以上から、エコポイント制度は期間限定的にみると冷蔵庫の販売台数を増加させる効果があったが、その効果は全体的にみれば有意に増加したと断言できるほど大きな効果ではな

かったということがわかった。

3.3. エコポイントに関する研究のまとめ

エコポイントは期間内に販売された7.2百万台のうち5.2百万台の72%の冷蔵庫に対して計560億円付与された。しかし省エネ冷蔵庫の購入意識を促す効果もなく、エコポイントがなくても販売されていた量から増加したのは9.5%であり、冷蔵庫の買い替えという観点からして期待されるほどの効果はなかったといえる。

4. 省エネ冷蔵庫への買い替え促進策の提言

古い冷蔵庫を使い続けている人達が①なぜ買い替えないのか②なにがあれば買い替えるのか、を知るために、現在10年以上前の冷蔵庫を利用しており、調査前の段階において買い替え予定のない人を対象としたアンケートをおこない、全国1000名の回答を得た。

4.1. 研究方法

以下の4stepでアンケートをおこなった。
step1. 現在使用している冷蔵庫についての基本的な情報を聞く。
step2. なぜ買い替えないのかを聞く。
step3. 冷蔵庫に関する情報を与える。
step4. 冷蔵庫を買い替えてもらうための条件を提示し、step3の情報ともあわせて買い替え意思が変化したかどうかを調査する。

4.2. 結果・考察

冷蔵庫を買い替えない理由は、「まだ使える冷蔵庫を捨てるのがもったいないから」がほとんどで、9割ほどをしめていた。これは、省エネバリアで言うところの、「情報不足」であり、何が本当にもったいないことであるのかわからないという費用についての誤解が発生していることが冷蔵庫の買い替えを阻害する主たる要因であることがわかった。図6は調査前後の回答者の買い替え意思の変化を表している。費用についての情報を与えることにより、「買い替える予定はない」人達の6割が「希望年内に買い替え費用のものがとれるならば買い替えたい」と意識を変化するに

至った。その中で実際に希望年内に投資回収可能な人だけでも回答者全体の17%存在しており、この人達は正しい情報さえあれば買い替えを進めてくれる人達である。以上から、現在利用している古い冷蔵庫がいかに効率が悪く、新しい冷蔵庫の買い替えでどれだけのメリットが得られるのかという情報を正しく与えていくことこそが、買い替えの促進に必要なことであるといえる。

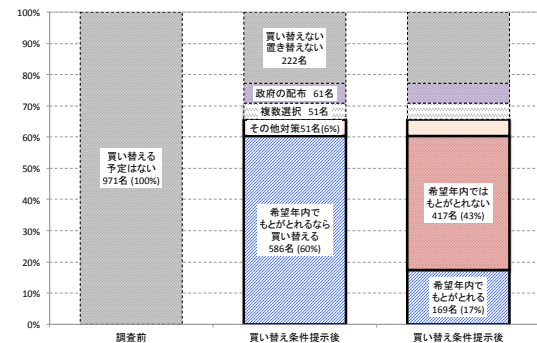


図6 調査前後の買い替え意思の変化

5. 結論

日本の20%の家庭は5年で投資回収できるような古く効率の悪い冷蔵庫を利用しており、それらを買い替えれば日本の家庭部門CO₂排出量の2.5~5%となる5~10万tのCO₂を削減できる。この効果を得るための買い替え促進策として、エコポイント制度は投資対効果が悪い。その理由は冷蔵庫の買い替えを阻害する最も大きな要因は情報不足にあり、エコポイント制度は古い冷蔵庫をもっている人達の情報不足を解消するという役割を担えなかったことが原因として考えられる。今後は何よりもまず正しい情報を消費者に与えていく対策をとるべきである。

参考文献

- 1) 電力中央研究所社会経済研究所. 西尾健一郎. アンケート調査に基づく家庭用エアコンの利用に係るバリアの分析. (2010).
- 2) 京都府地球温暖化防止センター. 省エネ家電普及診断プログラム検討委員会第4回資料. 省エネ家電普及診断プログラムの開発. (2007).
- 3) 国立環境研究所. 田崎智宏. 家電エコポイント制度の総括レビュー~将来の買い替え制度設計への含意~. (2012).