

# 省エネ住宅設備の購入行動の経済分析

岩田 和之

専任講師

高崎経済大学地域政策学部

〒370-0801 群馬県高崎市上並榎町1300

iwata.kazuyu@gmail.com

馬奈木俊介

准教授

東北大学大学院環境科学研究科

〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-20

managis@gmail.com

金子 慎治

教授

広島大学大学院国際協力研究科

〒739-8529 広島県東広島市鏡山1-5-1

kshinji@hiroshima-u.ac.jp

## 1. はじめに

近年、家計からの温室効果ガス排出量は著しく増加している。1990年比でみると、2010の産業部門から排出される温室効果ガスは約13%減、エネルギー転換部門は19%増、運輸部門は7%増に対し、家計部門では35%の増加となっている<sup>(1)</sup>。そのため、家計に対して有効な温室効果ガス抑制政策が求められている。

家計への温室効果ガス抑制オプション、とりわけ省エネ機器の普及を目的とした政策は、対策の対象に応じて3つのタイプに分類することができる。1つ目は、エアコンなどの「製品」を省エネ型へと切り替えることである。2つ目は、住宅用太陽光発電に代表されるような、備え付けタイプの「設備」の普及である。3つ目は、複層ガラスなどの省エネ「建材」を使用し、住宅断熱を施すことである。各家計の状況と、それぞれの費用対効果を勘案しつつ、これらの3つのタイプの温暖化対策を適切に組み合わせることが求められている。

1つ目の「製品」についての購買行動分析は、O'Doherty et al. (2008) や Leahy & Lyon (2010)、Gaspar & Antunes (2011) など多く存在する<sup>(2)</sup>。O'Doherty et al. (2008) では、アイルランドの家計データを用いて冷蔵庫、電子レンジ等の12種の家電に対し、消費量で重み付けをした変数を作成し、それに対する決定要因の分析を行なっている。分析の結果、

所得、世帯主年齢などの世帯属性に加え、家屋のタイプ（戸建てや集合住宅）や立地などの家屋属性も影響を与えていることを明らかにしている。また、Leahy & Lyon (2010) も同様に、アイルランドの家計データを用いて10種の家電の購買行動を個別に分析し、居住地域、家屋規模やそのタイプ、世帯人数や世帯構成などの家計属性が影響を与えていることを示している。Gaspar & Antunes (2011) は消費者の省エネ機器購買行動の心理社会面にも注目し、EU内の7カ国におけるインタビュー及びアンケート調査を通じ、環境行動（省エネ電球利用、充電電池利用等）の強さが購買行動に正の影響を与えていることを明らかにしている。

一方で「設備」、「建材」についての分析は限られており、その普及要因についての検証は進んでいない。そこで、本研究ではこれらのうち、2つ目、及び3つ目のタイプである「設備」、「建材」の普及に注目し、それらの普及要因について定量的に検証を行う。

「設備」については太陽光発電と高効率給湯器を取り上げる。太陽光発電については、家庭用の小規模なものと同業務用（電力会社など）の大規模なものに分かれるが、以下では家庭用のみについて扱う。太陽光発電は温室効果ガスを排出しないグリーン電力として知られており、2009年8月には「エネルギー供給構造高度化法」により太陽光発電による売電が可能となる余剰電力買取制度が成立し、翌2010年より開始となった。

また、2011年8月には「再生可能エネルギー買い取り法」が可決したことで、余剰電力だけではなく、発電電力全てを固定価格で買い取る全量買取制度も開始することが決定されている。このことから、太陽光発電は家庭部門における温室効果ガス排出抑制に大きく貢献するものであると期待されている。

太陽光発電については、大橋弘・明城聡(2009)が都道府県別の集計データを用いて余剰電力買取制度の影響を分析している。分析の結果、条件付きであるものの、余剰電力買取制度は社会厚生を改善する制度であると結論づけている。Komatsu et al. (2011)はバングラディッシュでの家計サーベイを用いて、太陽光発電の購買行動及び太陽光発電規模の選択行動分析を行ない、所得が高い家計ほど導入傾向にあることを示している。

また、「設備」の中で、高効率給湯器も重要な機器となる。例えば、住環境計画研究所(2009)によると、2006年の家計における用途別エネルギー消費原単位を見ると、「照明・家電製品」の原単位を100とした場合、「暖房」は77、「冷房」は6であるのに対し、「給湯」が110となっている。そのため、高効率給湯器の導入も家計からの温室効果ガス抑制に大きく寄与すると考えられる。

本研究では高効率給湯器としては、エコキュート、エコジョーズ、エコウィル、エネファームの4種を取り上げる。エコキュートとは空気の熱と電気を組み合わせて給湯を行う電気給湯器であり、電力会社がプロモーションを行なっている。主に夜間電力を用いてお湯を沸かすため、家計にとっては電力料金の節約に繋がる。エコジョーズは従来のガス給湯器では捨てられていた排熱を最利用することで熱効率を高めたガス温水機器であり、これはガス会社が積極的にプロモーションを行なっている。そして、エコウィルは都市ガスやLPガスをを用いた排熱利用型家庭用コジェネレーションシステムであり、エネファームは家庭用燃料電池型コジェネレーションシステムのことをいう。これらの高効率機器は様々な電気メーカーより販売されており、それらの価格が数十万円から数百万円となっているため、家計には初期投資が必要となる。

Goto et al. (2011)においても、日本国内の841世帯を対象に、エコキュートとエコジョーズについての購買行動分析をしており、家屋の床面積が大きいほど、家屋が新しい家計ほど、購買確率が高まることを示している。彼らの研究ではエコキュートとエコジョーズの2種を取り上げているが、本研究ではそれらに加え、エコジョーズとエコウィルについても分析を行う。

冷房あるいは暖房の熱損失を減少させるための住宅の質向上も家計における温室効果ガス抑制には重要な視点である。例えば、省エネ家電だけではなく、新築住宅や改修リフォームについても2009年よりエコポイント制度が導入されていた<sup>(3)</sup>。このエコポイント制度では、住宅窓や外壁の断熱建材の導入・改修などが対

象となっており、それを通じてエコ住宅の普及を促進している。本研究では、「建材」に当たる住宅用の省エネ機器については、このエコポイント制度でも対象となっている断熱材、二重サッシ、複層ガラスを取り上げる。

断熱材は住宅の壁面から熱が逃げることを抑制することを目的とした建材のことを指す。断熱材は壁面に施工する建材であるが、住宅内部への熱流入は壁面だけではなく、窓も重要となる。そこで、窓枠が2枚となっている二重サッシ、及び、窓のガラス自体を複数枚の単板ガラスで重ね、その間に空気を入れることにより高い断熱性能を保つ複層ガラスという窓についての「建材」も分析対象とする。

日本国内での「建材」の購買行動を分析した研究は知る限り存在しないが、海外での事例はLeahy & Lyons (2010)が複層ガラスの購買行動の分析も行なっている。この研究では複層ガラスの購買行動は冷蔵庫等の電気機器と大きく異ならず、家屋のタイプや築年数、家計の所得等が導入確率に影響を与えていることを示している。

既存の研究で示されているように、省エネ機器等の購買行動については家計の世帯属性や家屋属性が大きく影響している。そのため、本研究で取り上げる太陽光発電や高効率給湯器、住宅用省エネ建材を購入するかどうかは家計属性に依存すると考えられる。ただし、これらの情報については、既存の統計データからは得ることができない。そこで、本研究ではインターネットを通じたアンケート調査を実施することで、家計レベルでの詳細な情報の入手を試みた。

本研究は以下の点において家計に対する温室効果ガス抑制政策立案に対して貢献できる。第1に、個票を用いて昨今注目を集めている太陽光発電の購買要因分析を行なっている点である。日本国内においても、大橋・明城(2009)のように集計データを用いた需要分析を行なっている研究は存在しているものの、個票を用いたものは少ない。

第2に、省エネ機器のうち、エコポイント制度によって普及が促進された省エネ家電は多くの人々が知るところであるが、実際にどのような人がエコポイント製品を購入するか、どの程度の省エネ機器普及を後押ししたのかという分析はなされていない。さらに、家計の最も基本的な生活の場である住宅そのものに注目をし、住宅に用いられている建材を取り上げた研究は海外でも少なく、国内では筆者の知る限りゼロである。そのため、本研究で試みるこれらの省エネ機器(建材、設備)の購買行動分析は、今後の家庭部門に対する温室効果ガス抑制政策を考えていく上で、貴重な資料となることが期待される。

本研究の構成は以下である。第2節では本研究で用いたアンケート調査の概要を説明する。第3節ではアンケート調査の結果を紹介し、続く第4節では本研究で扱う省エネ機器の購入行動モデルの分析を行う。最

後に第5節で結論を述べる。

## 2. アンケート調査概要

本研究で用いている太陽光発電及び高効率給湯器の保有に関するアンケート調査は2011年1月に日経リサーチ<sup>(4)</sup>のインターネットモニターを通じて実施した。主な調査項目は太陽光発電や高効率給湯器などの省エネ「設備」の保有状況、断熱材や複層ガラスといった省エネ「建材」の導入状況、及び回答者の家計属性となっている。

太陽光発電や高効率給湯器のような「設備」を家計で集合住宅に取り付けることは稀である。なぜなら、設置する費用が一戸建てに比べて非常に大きくなるからである。そこで、アンケート調査は一人暮らしに住む家計のみを対象とし、集合住宅に住む家計は対象外としている。調査概要は以下の通りである。

- ・調査手法：インターネット調査
- ・調査時期：本調査2011年1月  
(プレテスト2010年12月)
- ・調査地域：日本全国
- ・調査対象：一人暮らしに居住する18～69歳男女
- ・対象者抽出ソース：日経リサーチアクセスパネル
- ・調査対象者数：本調査4,331世帯  
(プレテスト535世帯)

なお、本調査に先立ち、質問項目の問題確認のためにプレテストを実施している。プレテストでは535世帯から回答を得ることができた。この回答を精査したところ、設定した質問項目に対して「設問の意図がわからない」という回答や「空白」回答は見られなかった。そのため、プレテストの質問票を修正することなく、本調査を実施した。そのため、以下のアンケート結果や推定に関しては、本調査の4,331世帯とプレテストの535世帯を合わせた4,866世帯のサンプルを用いて分析を行なっていく。

## 3. アンケート結果

まず、アンケートに答えた世帯の属性について概観しよう。図1には回答世帯の世帯主の年齢構成を載せている。これを見ると、44歳前後がやや少なくなっているものの、概ね幅広い年齢層より回答を得ることができている。

次に、回答世帯の世帯主の年収の分布を示したものが図2である。年収に関しては、「わからない(293世帯)」あるいは「空白(12世帯)」という抵抗回答が存在している。これらの世帯は全体の約6%に相当する。所得分布の中で最も多いのは700～1,000万円の世帯で、次いで500～700万円の世帯となっている。各範囲の中間の値(200万円以下なら100万円)の値を用いて、

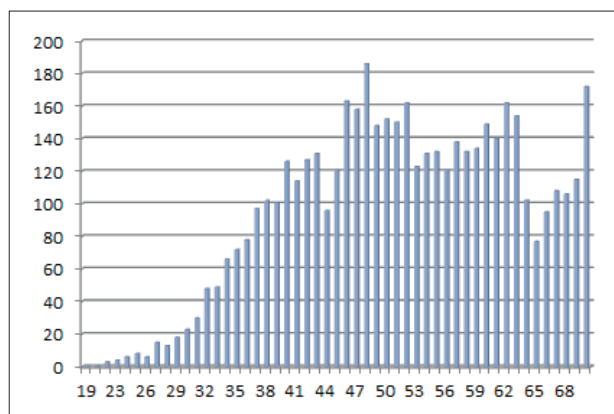


図1. 世帯主の年齢分布 (N = 4,866)

縦軸：頻度 横軸：年齢

注：ただし、横軸右端は「70歳以上」を表す。

世帯平均年間所得を計算すると約669万円となる。ただし、2,000万円以上の範囲については、2,000万円を計算をしている。2008年の総務省「家計調査報告」によると、世帯単位の年間平均所得は637万円となっている。アンケート調査では幅を持たせて質問を行なっているため、「家計調査報告」の値と単純に比較することは困難であるが、本調査での所得分布はやや上方に偏っている可能性がある。

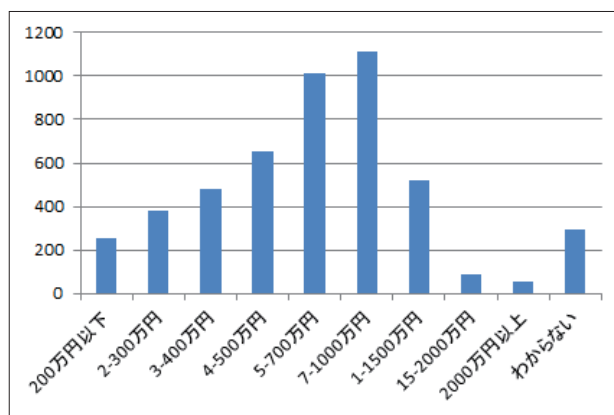


図2. 世帯主の年間所得分布 (N = 4,854)

縦軸：頻度

図3を用いて省エネ「設備」と「建材」の導入状況について概観しよう。アンケート票では「設備」として、太陽光発電、太陽熱温水器、エコキュート、エコジョーズ、エコウィル、エネファームの6種類の設置状況について尋ねている。また、「建材」については、断熱材、二重サッシ、複層ガラスの3種類を取り上げた。観測数は4,866である。

省エネ「設備」のうち、最も多くの家計が導入しているものはエコキュートであり、全体の約16% (786世帯)が設置している。次いで、太陽光発電の7% (349世帯)、エコジョーズ8% (374世帯)、太陽熱温水器6% (270世帯)、エコウィル1% (70世帯)となり、

エネファーム0%（13世帯）という普及率であった。ただし、この中で最も普及している省エネ設備のエコキュートでさえ、所有世帯は全体の16%に過ぎないことから、こうした省エネ設備は未だに普及しているとは言いがたい水準にあるといえる。

一方、省エネ「建材」については、4,866世帯のうち、断熱材を導入している世帯は約67%（3,252世帯）であり、半数以上の家計で導入済みとなっている。次いで、複層ガラスが37%（1,805世帯）、二重サッシが22%（1,030世帯）である。このことから、省エネ「建材」に関しては、省エネ「設備」よりも普及が進んでいることが見て取れる。

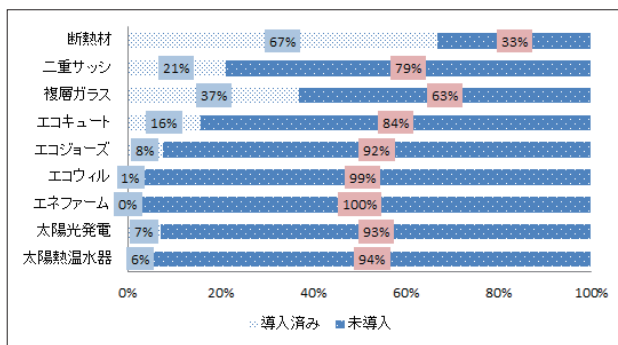


図3. 世帯の省エネ設備・建材の導入状況 (単位%, N = 4866)

アンケート回答者に地球温暖化問題にどの程度の関心があるのかも質問している。回答者の回答結果を示したものが図4である。全4,866回答者のうち、約43%に当たる2,107回答者が地球温暖化問題に「非常に関心がある」、「関心がある」と回答している。一方、約11%の523回答者は「関心がない」あるいは「全く関心がない」という回答となっている。そのため、地球温暖化問題に関心があるという回答は過半数にいたっておらず、人々の地球温暖化問題への意識が高い水準にあるとは言いがたい。

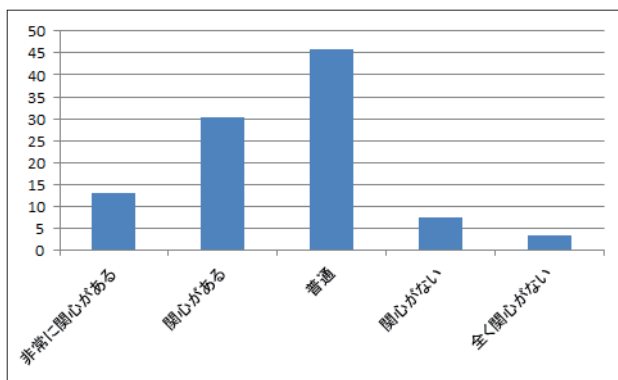


図4. 回答者の地球温暖化問題への関心度 (単位%, N = 4866)

図5は、アンケート回答者に環境に関連する用語をどの程度知っているかを質問した結果を示している。取り上げた環境用語は、CCS (Carbon Capture Storage)<sup>(5)</sup>、E-waste<sup>(6)</sup>、生物多様性、グリーン電力<sup>(7)</sup>、排出量取引の5用語である。「よく知っている」、「知っている」という回答が多い用語は、排出量取引(38%)、生物多様性(28%)、グリーン電力(28%)の順となっている。排出量取引については、近年、国内外のメディアで耳にすることがお多くなってきたが、それでも用語の意味を知っている人は多くはないということが示されている。また、CCSについては全体の13%、E-wasteにいたってはわずか4%の回答者しか用語の意味を知っていないという結果になった。さらに、CCSとE-wasteについては、「初めて聞いた」と回答する人が多く、これらの用語についての認知度が低い水準にあるといえる。

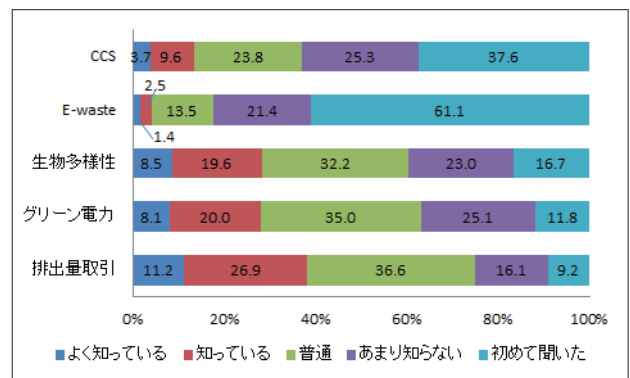


図5. 回答者の環境用語の知識 (単位%, N=4866)

上記の環境用語について、「よく知っている」を5点、「知っている」を4点、以下、「普通」3点、「あまり知らない」2点、「初めて聞いた」1点として、この5用語に対して、人々がどの程度認知しているかの分布を示したものが図6である。全5用語について、「よく知っている」と回答した人は全体の1%（61回答者）であり、逆に全ての用語を「初めて聞いた」と答えた

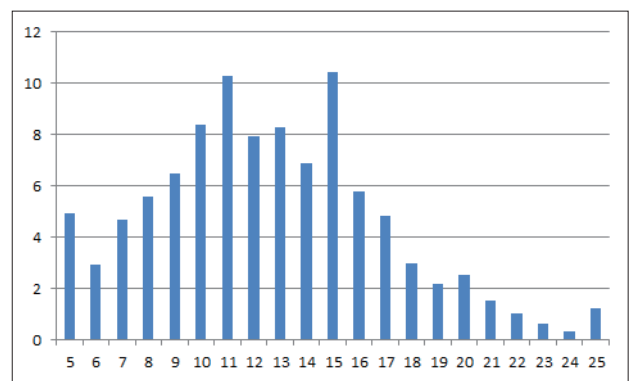


図6. 回答者の環境用語の知識分布 (N = 4866) 縦軸: %, 横軸: 点数

人も約5%（240回答者）存在した。平均では12.6点となり、この5用語については半数弱の知識があることが明らかになった。

#### 4. 分析モデル

家計が省エネ「設備」あるいは「建材」（以下併せて機器と呼称する）を導入するかどうかという二項選択問題を考えるため、本研究ではランダム効用モデルを採用する（Green, 2011）。家計*i*が機器*j*を購入した場合の効用の増分を $U_{ij}^*$ とする。この効用の増分が家計の様々な属性（ベクトル $\mathbf{X}$ ）によって説明される以下のようなモデルを仮定する。ただし、ベクトル $\mathbf{B}$ はパラメータであり、 $\varepsilon$ は効用の増分に影響を与える観察不可能な確率項である。

$$U_{ij}^* = \mathbf{X}_{ij} \mathbf{B}_j + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

ここで、効用の増分が正である（ $U_{ij}^* > 0$ ）場合に、家計は機器*j*を購入する（ $Y_{ij} = 1$ ）。したがって、家計の選択 $Y_{ij}$ と効用の増分 $U_{ij}^*$ との関係は以下のように表すことができる。

$$Y_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{if } U_{ij}^* = \mathbf{X}_{ij} \mathbf{B}_j + \varepsilon_{ij} > 0 \\ 0 & \text{if } U_{ij}^* = \mathbf{X}_{ij} \mathbf{B}_j + \varepsilon_{ij} \leq 0 \end{cases} \quad (2)$$

誤差項 $\varepsilon$ が標準正規分布に従うと仮定すると、機器*j*を家計*i*が購入する選択は、以下の(3)式のように表される。ただし、 $\Phi$ は標準正規分布の累積分布関数である。これはいわゆるプロビットモデルである。

$$\begin{aligned} P(Y_{ij} = 1) &= P(U_{ij}^* > 0) \\ &= P(\mathbf{X}_{ij} \mathbf{B}_j + \varepsilon_{ij} > 0) \\ &= \Phi(\mathbf{X}_{ij} \mathbf{B}_j) \end{aligned} \quad (3)$$

本研究では、機器については省エネ「設備」6種と「建材」3種を扱うため、9つのプロビット分析を行う。選択確率に影響を与える家計・家屋の属性としては、世帯主年齢、世帯人数、婚姻状況、所得、世帯資産、家の規模、築年数、家の所有形態、主観的割引率、給湯のエネルギー、居住地域、職業、最終学歴を用いる。

本研究で用いたアンケート調査の記述統計は以下の表1ようになる。所得と世帯資産に関しては、それぞれ10段階、9段階の変数となっている。両変数ともに厳密には連続変数としてみなすことはできないが、本研究では1つの連続変数として用いている。

主観的割引率については、アンケート票内で、「今100円をもらうという選択と、来年*Z*円をもらうという選択、どちらを選びますか」という質問を行なっている。この*Z*については10パターン作成した上で、回答者にはランダムに画面に表示させている。また、1度だけ選択をしてもらうシングルバウンド方式より

も、2回質問を行うダブルバウンド方式の方が統計的な精度が高まることから（Hanemann, 1991）、アンケート票ではダブルバウンド方式を採用している。例えば、ある人に、「A：今100円をもらう」と「B：来年120円をもらう」という選択が提示され、Bと回答した人の2回目の設問では「A：今100円をもらう」、「B：来年110円をもらう」というように、Bの選択肢の金額を下げて質問を行なっている。逆に、Aと回答した人の2回目には、「A：今100円をもらう」、「B：来年130円をもらう」というように、Bの選択肢内の金額を引き上げている。この質問により、主観的割引率を求めている。

環境用語知識は、図6に示した5～25までの値を取る変数である。25に近いほど本研究で取り上げた5つの環境用語を知っており、5に近いほど知らないことを示している。そのため、この変数は世帯の環境意識をコントロールする変数として分析では用いる。

省エネ機器の導入決定については、世帯属性だけではなく、その世帯が居住する住宅属性も大きく関係すると考えられる。例えばO'Doherty et al. (2008)等の先行研究では持家かどうか電子機器の購入確率に有意に影響することを示している。そのため、本研究では戸建ての借家を基準として、戸建て（新築購入）ダミー、戸建て（中古購入）ダミーを説明変数として加える。

また、省エネ「設備」については、利用しているガスの種類も大きく関係することから、ガスを利用しないという回答を基準として、都市ガスダミーとLPガスダミーの2つも説明変数として用いる。さらに、地域による気候や文化といった観測不可能な固定効果を捉えるために、中国地域を基準とした地域ダミーを加えている。

#### 5. 推定結果

##### 5.1. 省エネ「建材」の分析結果

まず、省エネ「建材」の3種（断熱材、二重サッシ、複層ガラス）の購入行動に対してプロビット分析を行った結果を説明する。推定結果は以下の表2に示している。世帯属性を表す変数のうち、3種全てに有意に影響を与えている属性は、最終学歴大卒ダミーと環境用語知識であった。これらの変数の係数については3種全てに関してプラスであるため、世帯主が大学卒業以上の学歴である世帯、環境用語知識が高い（環境に高い関心を持つ）回答者がいる世帯ほど、省エネ「建材」を導入する確率が高まることが示されている。

一方、世帯主所得、世帯資産は断熱材や二重サッシには影響を与えていることが示されている。しかし、複層ガラスについては非有意な結果となった。したがって、所得あるいは資産の高い世帯ほど断熱材や二重サッシを導入する確率が高いものの、複層ガラスについては、それらの傾向は確認されなかった。また、

表 1. 記述統計量

	変数名	観測数	平均	標準偏差	最小値	最大値
省エネ 「設備」	太陽熱温水器	3954	0.06	0.23	0	1
	太陽光発電	3954	0.08	0.26	0	1
	エコキュート	3954	0.16	0.37	0	1
	エコジョーズ	3954	0.06	0.23	0	1
	エコウィル	3954	0.02	0.13	0	1
	エネファーム	3954	0.00	0.06	0	1
省エネ 「建材」	断熱材	3954	0.68	0.47	0	1
	二重サッシ	3954	0.21	0.41	0	1
	複層ガラス	3954	0.38	0.49	0	1
	世帯主年齢 <sup>注1)</sup>	3954	51.40	10.81	19	70
世帯属性	婚姻ダミー	3954	0.06	0.23	0	1
	世帯人数	3954	3.36	1.23	1	10
	所得 <sup>注1)</sup>	3954	4.73	1.79	1	9
	世帯資産	3954	6.05	2.99	1	11
	最終学歴大学ダミー <sup>注1)</sup>	3954	0.60	0.49	0	1
	主観的割引率 <sup>注2)</sup>	3954	17.42	12.80	0.5	46
	環境用語知識 <sup>注2)</sup>	3954	12.78	4.38	5	25
家屋属性	戸建て（新築）持家	3954	0.88	0.33	0	1
	戸建て（中古）持家	3954	0.12	0.32	0	1
	床面積	3954	128.64	77.03	0	999
	築年数	3954	17.26	11.47	0	51
	都市ガスダミー	3954	0.53	0.50	0	1
	LP ガスダミー	3954	0.25	0.43	0	1
地域属性	北海道ダミー	3954	0.05	0.21	0	1
	北陸ダミー	3954	0.02	0.15	0	1
	関東ダミー	3954	0.38	0.48	0	1
	近畿ダミー	3954	0.21	0.41	0	1
	甲信越ダミー	3954	0.04	0.19	0	1
	九州ダミー	3954	0.05	0.22	0	1
	沖縄ダミー	3954	0.00	0.06	0	1
	四国ダミー	3954	0.02	0.14	0	1
	東北ダミー	3954	0.06	0.23	0	1
	東海ダミー	3954	0.13	0.33	0	1

注 1) 世帯主に関する変数を示している。

注 2) 回答者に関する変数を示している。

主観的割引率に関しても非有意となっているため、より長期的視点に立つ人あるいは短期的視点に立つ人というような、回答者が認識している割引率の大小関係と購買行動とは無関係であることが示されている。

世帯主の年齢については年齢の高い世帯主のいる世帯ほど断熱材を導入しやすい一方、二重サッシについては導入しにくくなることが示されている。また、単身世帯（婚姻ダミーがゼロ）であるほど、断熱材と複層ガラスを導入しない傾向にあることも確認された。

家屋属性については、3種の省エネ「建材」に対して、戸建て（新築購入）ダミー、戸建て（中古購入）ダミーともにプラスに有意な係数が得られている。これらのダミー変数は戸建借家を基準としているため、持家に居住する世帯ほどこれらの「建材」を購入する傾向にあるといえる。

仮に、ある世帯が家を借り、断熱材を導入したとしても、転居する場合にはそれを取り外して引越しをし、

移動後の家に導入をする必要がある。あるいは、取り外した後に断熱材を転売・廃棄する必要がある。一方で、持家に居住する世帯の場合には、このような行動を取る必要がなくなる。そのため、借家に居住する世帯には、これらの「建材」導入は大きな機会費用（あるいはサンクコスト）となる。表2の推定結果はこのことを反映しているものであると考えられる。また、家を購入するか、あるいは借りるかという選択はテナユアチョイス問題として知られており、都市経済分野において研究がなされている（Seko & Sumita, 2007など）。本研究ではこの点については外生的に扱っているため、今後の課題としてはこの問題を内生的に扱う必要がある。

また、築年数の係数がマイナスとなっていることから、築年数の短い家ほど、これらの「建材」を導入する傾向にある。さらに、新築持家ダミーと築年数のクロス項も有意にマイナスの符号が得られている。これ

表2. 省エネ「建材」に対する推定結果

説明変数	非説明変数	断熱材		二重サッシ		複層ガラス	
		係数	標準誤差	係数	標準誤差	係数	標準誤差
世帯属性	世帯主年齢	0.015	0.003***	-0.010	0.003***	-0.001	0.003
	婚姻ダミー	-0.338	0.105***	-0.159	0.117	-0.333	0.131**
	世帯人数	-0.026	0.020	-0.015	0.021	-0.043	0.022*
	世帯所得	0.034	0.015**	-0.006	0.016	0.014	0.016
	世帯資産	0.020	0.009**	0.021	0.010**	0.016	0.010
	最終学歴大学ダミー	0.253	0.048***	0.121	0.052**	0.120	0.052**
	主観的割引率	-0.001	0.002	-0.001	0.002	-0.003	0.002
	環境用語知識	0.028	0.005***	0.019	0.006***	0.020	0.006***
家屋属性	戸建て（新築）持家	2.189	0.459***	1.127	0.396***	2.277	0.620***
	戸建て（新築）持家×築年数	-0.019	0.006***	-0.017	0.007**	-0.028	0.012**
	戸建て（中古）持家	1.399	0.437***	0.619	0.375*	1.320	0.591**
	床面積	0.001	0.000**	0.001	0.000*	0.001	0.000**
	築年数	-0.022	0.006***	-0.005	0.007	-0.047	0.012***
	都市ガスダミー	-0.266	0.064***	-0.144	0.064**	-0.379	0.062***
	LPガスダミー	-0.119	0.072*	-0.117	0.071	-0.419	0.071***
地域属性	北海道ダミー	1.291	0.203***	1.080	0.156***	1.447	0.184***
	北陸ダミー	0.289	0.188	0.328	0.189*	-0.336	0.206
	関東ダミー	0.097	0.114	-0.030	0.127	-0.356	0.132***
	近畿ダミー	-0.015	0.118	-0.044	0.133	-0.584	0.138***
	甲信越ダミー	0.527	0.157***	0.500	0.167***	0.221	0.178
	九州ダミー	-0.004	0.142	0.131	0.154	-0.523	0.160***
	沖縄ダミー	-0.337	0.371	-0.611	0.499	-1.831	0.483***
	四国ダミー	0.038	0.190	-0.144	0.210	-0.435	0.202**
	東北ダミー	0.489	0.146***	0.791	0.149***	0.362	0.158**
東海ダミー	0.094	0.123	0.039	0.136	-0.324	0.139**	
定数項	-2.404	0.493***	-1.503	0.438***	-1.160	0.651*	
対数尤度	-2094.159		-1832.688		-1858.043		
Wald 値 (P 値)	559.1	(0.00)	337.1	(0.00)	695.7	(0.00)	
擬似決定係数	0.155		0.095		0.294		
観測数	3954		3954		3954		

注) \*\*\*, \*\*, \* はそれぞれ 1%, 5%, 10% 水準で有意であることを示す。推定結果は、頑健標準誤差に修正している。

らの結果から、新規建設された時点がアンケート調査時点に近い家屋ほど、こうした省エネ「建材」が建築時に導入されているといえる。これらの結果は、近年に導入された住宅エコポイント制度やリフォーム補助金などの政策の影響を反映しているものと考えられる。

さらに、家の建設・リフォーム費用には規模の経済が働きやすい。つまり、家の規模を大きくするほど、家屋の単位面積辺りの建設・リフォーム費用が低下するのである。床面積の係数がプラスに有意であることは、この家屋に関する規模の経済性を反映しているものと考えられる。

都市ガスあるいはLPガスというように、ガスを使用している世帯ほど、「建材」を導入していないことも示されている。これらのダミー変数は、「ガスを使っていない」という世帯を基準としている。このような世帯の多くは、いわゆるオール電化済みの家屋である場合が多い。そのため、この2変数の係数がマイナス方向に得られているのもであると推察される。

地域別に見ると、寒冷地域である北海道、東北、甲

信越がこれらの「建材」を導入している傾向にあることが確認されている。また、複層ガラスについては、関東や近畿、沖縄、四国、九州といった非寒冷地域において有意にマイナスの係数が得られている。したがって、複層ガラスはこれらの地域において普及していないといえる。

## 5.2. 省エネ「設備」高効率給湯器の分析結果

次に、「設備」のうち、高効率給湯器の購入行動をプロビットモデルによって分析した結果を述べる。取り上げた高効率給湯器は、エコキュート、エコジョーズ、エコウィル、エネファームの4種である。推定結果は表3に載せている。表3の2列目は、これら4種の高効率給湯器のいずれかを導入している場合は1、そうでない場合は0という二項変数を用いて分析した結果である。3列目以降は、各高効率給湯器の個別分析となっている。

世帯属性の結果を見ると、全ての高効率給湯器に対して有意な影響を与えているものは、「建材」の結果

表3. 省エネ「設備」(高効率給湯器)に対する推定結果

非説明変数		高効率給湯器		エコキュート		エコジョーズ		エコウィル		エネファーム	
		係数	標準誤差	係数	標準誤差	係数	標準誤差	係数	標準誤差	係数	標準誤差
世帯属性	世帯主年齢	0.004	0.003	0.000	0.004	-0.003	0.004	-0.012	0.008	-0.043	0.012***
	婚姻ダミー	-0.123	0.128	0.085	0.160	-0.110	0.170	-0.145	0.291	0.120	0.434
	世帯人数	0.048	0.022**	0.113	0.029***	0.003	0.032	-0.003	0.052	-0.024	0.116
	世帯所得	0.008	0.016	0.009	0.021	-0.015	0.023	0.094	0.045**	0.170	0.100*
	世帯資産	0.002	0.010	0.007	0.013	0.004	0.014	0.016	0.024	0.018	0.044
	最終学歴大学ダミー	0.084	0.054	0.084	0.066	0.067	0.078	-0.001	0.138	-0.372	0.276
	主観的割引率	0.003	0.002	0.003	0.002	0.000	0.003	0.008	0.004*	0.002	0.006
	環境用語知識	0.034	0.006***	0.030	0.007***	0.028	0.008***	0.063	0.013***	0.071	0.027***
家屋属性	戸建て(新築)持家	0.153	0.406	-0.003	0.534	0.143	0.465	3.598	0.537***	0.132	0.393
	戸建て(中古)持家	0.152	0.412	0.146	0.540	0.002	0.475	3.302	0.574***		
	床面積	0.000	0.000*	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001
	築年数	-0.008	0.003***	-0.004	0.004	-0.005	0.004	-0.040	0.011***	-0.017	0.012
	都市ガスダミー	-1.415	0.064***	-2.243	0.079***	4.657	0.076***	1.238	0.223***	4.672	0.470***
	LPガスダミー	-1.677	0.079***	-2.141	0.100***	4.218	0.100***	0.477	0.293	4.135	0.408***
地域属性	北海道ダミー	-1.390	0.263***	-1.781	0.349***	-0.273	0.368				
	北陸ダミー	-0.369	0.224*	-0.621	0.255**	0.538	0.352	0.848	0.366**		
	関東ダミー	0.144	0.128	0.345	0.156**	0.204	0.236	-0.198	0.204	3.409	0.230***
	近畿ダミー	0.197	0.132	0.023	0.163	0.420	0.239*	0.585	0.188***	3.415	0.275***
	甲信越ダミー	-0.064	0.188	0.100	0.234	-0.161	0.341	0.336	0.354	4.115	0.464***
	九州ダミー	0.144	0.157	0.130	0.185			0.819	0.285***	4.305	0.395***
	沖縄ダミー	-0.372	0.383	-0.663	0.652	0.092	0.305				
	四国ダミー	-0.279	0.211	-0.224	0.249	-0.172	0.465				
	東北ダミー	-0.262	0.168	-0.166	0.209	-0.062	0.299	0.108	0.417		
	東海ダミー	0.221	0.136	0.121	0.164	0.448	0.243*			3.416	0.375***
定数項	-0.710	0.464	-0.696	0.617	-6.561	0.549***	-7.479	0.699***	-10.422	0.975***	
対数尤度	-1705.8		-1011.7		-759.4		-245.1		-57.8		
Wald値(P値)	777.78	(0.00)	1102.93	(0.00)	14749.52	(0.00)	325.9	(0.00)	616.54	(0.00)	
擬似決定係数	0.2245		0.4215		0.1176		0.2417		0.2915		
観測数	3954		3954		3954		3954		3954		

注) \*\*\*, \*\*, \*はそれぞれ1%, 5%, 10%水準で有意であることを示す。推定結果は、頑健標準誤差に修正している。

と同様に、環境用語の知識であった。そのため、環境意識の高い回答者世帯ほど、これらの機器を導入する傾向にあることが示されている。また、世帯人数の多い世帯ほどエコキュートを、世帯主の所得の高い世帯ほどエコウィルやエネファームを導入していることも確認された。

家屋属性については、戸建てを自己所有している世帯はエコウィルを導入しやすいという結果となった。「建材」に関しては、3種ともに自己所有の世帯は導入する確率が高いことが示されたが、高効率給湯器に関してはエコウィルのみに有意な影響を与えている。したがって、それ以外の3種の高効率給湯器については、家の所有形態によって導入確率が異ならないといえる。

また、新しい家に居住する世帯ほどエコウィルを導入する傾向にあり、それ以外の高効率給湯器の購買行動と居住する家屋の新旧は無関係であることが示された。また、都市ガスあるいはLPガスを用いている世帯ほど、これらの高効率給湯器を導入しやすいことも示された。なお、「建材」とは異なり、高効率給湯器や太陽光発電、太陽熱温水器については、建築後に追

加で取り付けることが容易なため、築年数と新築持家ダミーのクロス項は含めずに分析をしている。

地域別には、「建材」の分析結果と同様に、北海道や北陸などの寒冷地域は高効率給湯器を導入する傾向にある。一方、エネファームに関しては、関東や近畿といった比較的高所得自治体が多い地域が導入しており、機器の種類によって地域別の導入傾向は異なっていることがわかる。

### 5.3. 省エネ「設備」太陽熱温水器・太陽光発電の分析結果

最後に、省エネ「設備」のうち、太陽光発電と太陽熱温水器に関するプロビット分析を行った結果を説明する。太陽熱温水器は、80年代に多数設置された古くからある太陽光を利用し水を温める機器である。一体型、分離型、ソーラーシステムなどの複数のタイプが存在するが、本研究ではこれらの型については識別せず、一括りとして扱っている。

太陽光発電は、近年グリーン電力として注目を集めている再生可能エネルギーであり、より一層の普及が求められている。現状では住宅向けの太陽光発電容量



表4. 省エネ「設備」(太陽熱温水器・太陽光発電)の分析結果

説明変数		太陽熱温水器		太陽光発電	
		係数	標準誤差	係数	標準誤差
世帯属性	世帯主年齢	0.006	0.004	0.004	0.004
	婚姻ダミー	0.223	0.154	0.047	0.179
	世帯人数	0.074	0.030**	0.038	0.030
	世帯所得	-0.004	0.023	0.047	0.024*
	世帯資産	-0.006	0.014	0.004	0.014
	最終学歴大学ダミー	0.099	0.074	-0.020	0.074
	主観的割引率	0.003	0.003	0.003	0.003
	環境用語知識	0.032	0.008***	0.054	0.008***
家屋属性	戸建て(新築)持家	0.255	0.496	3.257	0.109***
	戸建て(中古)持家	0.025	0.502	3.227	0.155***
	床面積	0.000	0.000	0.000	0.000
	築年数	0.005	0.003	-0.016	0.004***
	都市ガスダミー	-0.283	0.095***	-1.179	0.082***
	LPガスダミー	0.104	0.094	-1.044	0.097***
地域属性	北海道ダミー	-1.138	0.386***	-0.619	0.270**
	北陸ダミー	-0.093	0.243	-0.525	0.303*
	関東ダミー	-0.254	0.156	0.087	0.170
	近畿ダミー	-0.100	0.161	0.207	0.172
	甲信越ダミー	-0.381	0.247	0.331	0.234
	九州ダミー	0.214	0.183	0.226	0.202
	沖縄ダミー	-0.054	0.529	0.141	0.532
	四国ダミー	0.206	0.225	0.155	0.260
	東北ダミー	-0.111	0.192	-0.062	0.214
	東海ダミー	-0.066	0.165	0.226	0.179
定数項	-2.715	0.574***	-5.196	0.309***	
対数尤度		-792.433		-839.110	
Wald 値 (P 値)		109.6 (0.00)		2133.6 (0.00)	
擬似決定係数		0.064		0.206	
観測数		3954		3954	

注) \*\*\*, \*\*, \* はそれぞれ 1%, 5%, 10% 水準で有意であることを示す。推定結果は、頑健標準誤差に修正している。

の占める割合は全体の半分に至っていない。スマートグリッドなどの分散電源タイプの送電網に移行していくと予想されていることから、住宅向けの太陽光発電容量の割合は高まっていくと考えられる。

太陽光に関する新旧2種の省エネ「設備」について、これまでと同様にプロビット分析を行った結果を表4に載せている。表4を見ると、環境用語知識の高い回答者をもつ世帯ほど太陽熱温水器、及び太陽光発電を設置する傾向にあることがわかる。したがって、本研究で取り上げた全ての省エネ機器について、環境用語は有意な影響を与えていることが示された。つまり、環境意識の高い回答者世帯ほど、こういった省エネ機器の導入に積極的であるといえる。

また、太陽光発電については所得の係数が有意にプラスに得られている。つまり、所得の高い世帯ほど、太陽光発電を導入しているのである。一方、太陽熱温水器については所得あるいは資産の変数が非有意となっている。

家屋属性に関して特徴的であるのは、家屋を自己所有している世帯ほど太陽光発電を設置する傾向にある

ことが示されている点である。太陽熱温水器についてはこのことは示されていない。したがって、持ち家比率を高めるような政策、例えば住宅エコポイントあるいは住宅ローン減税などは、間接的に太陽光発電の普及を促進していることになる。そのため、今後は住宅のテニユアチョイス問題についても内生的に扱い、より厳密な分析を行なっていくことが必要となるであろう。

地域別の固定効果を見ると、北海道や北陸地域で太陽熱温水器、太陽光発電の設置が行われていないことが示されている。これは主に日照時間と関係をしていると考えられる。ただし、日照時間の長い九州や四国地域は、係数は正であるものの、非有意となっているため、これらの地域で導入しやすいということは確認されていない。

## 6. 結論

本研究では家庭部門における温室効果ガス抑制政策のうち、省エネ機器の普及促進を取り上げた。特に省

エネ機器のうち、初期投資が必要な「設備」と「建材」について注目した。「設備」としては、昨今グリーン電力として注目されている太陽光発電や80年代から存在する太陽熱温水器（ソーラーシステムを含む）、エコキュートなどの高効率給湯器4種を取り上げた。また、「建材」に関しては、断熱材、二重サッシ、複層ガラスの3種を取り上げ、これらの省エネ機器の購買行動分析を行った。

購買行動の要因分析を行うために、2011年1月にインターネットを通じて家計調査を実施した。その結果、4,866世帯（本調査4,331世帯、プレテスト535世帯）から回答を得ることができた。

この家計調査を用いて、省エネ「建材」、「設備」の購買行動分析を行ったところ、環境用語知識がどの機器についても有意に正の影響を与えていることが明らかになった。本研究では、この環境用語知識度は、環境問題への関心度を表す代理変数として用いている。したがって、現状では環境に関心のある人が率先してこれらの省エネ機器を導入していると考えられる。このことは環境意識を高める政策、あるいは環境教育が省エネ機器普及に貢献できる可能性を示している。所得や資産および家屋の所有形態は、一部の機器に対しては有意な影響を与えていた。

また、いずれの機器に関しても、地域によって購買行動に差が見られることも確認された。これは地域の気温や日照時間を反映した結果であるといえる。このことは、特定の地域はある機器を導入する場合に大きなメリットを持ち、そうでない地域はそれほどのメリットがないことを示している。そのため、省エネ機器の普及促進を図るには、こうした地域特性を考慮していく必要がある。例えば、国は太陽光発電普及に対して全国一律で4.8万円/kWhの補助金を拠出しているが、この全国一律という固定金額は、地域の特徴差を考慮して変更する方が、普及の速度は早まる可能性がある。

本研究では、省エネ「建材」と「設備」に対し、簡易な購買行動分析を行った。しかしながら、これらの機器の購入は家計の可処分所得を大きく変化させる。そして、これは他の財の消費を減らす代替効果や、エネルギー使用量を増加させるというリバウンド効果（sorrell, et al. 2009）を生み出す可能性もある。そのため、この可処分所得の変化という点についても今後の分析モデルにおいては組み込んでいく必要がある。加えて、地域の特徴をより詳細に捉えるための気象要因や、その地域の社会構成要因なども考慮し、より精緻な購買行動分析モデルを構築していくことが今後の課題である。

## 注

<sup>(1)</sup> 最新の温室効果ガス排出量は2010年のものであり、2012年4月に国立環境研究所の温室効果ガスインベントリオフィス

データベース（<http://www-gio.nies.go.jp/index-j.html>）で公開されている。ここでの増減率は部門別間接排出量を用いている。

<sup>(2)</sup> 製品の使用に注目した電力・エネルギー消費行動についての研究も多数ある。例えば、Druckman & Jackson (2008) はイギリスのデータを用い、エネルギー消費量は所得や家屋のタイプ、立地などに関係していることを示し、Larsen & Nesbakken (2004) はノルウェーのデータを、Pachauri (2004) はインドのデータを使用し、同様の結果を得ている。また、Davis (2004) は省エネ機器が機器の使用頻度を増やすというリバウンド効果に着目し、フィールド実験を通じ、省エネ型洗濯機を利用した人はその使用頻度が5.6%増加するということを示している。

<sup>(3)</sup> 詳細は以下のWEBページを参照されたい。<http://jutaku.eco-points.jp/top.html>

<sup>(4)</sup> 詳しくは<http://www.nikkei-r.co.jp/>を参照されたい。

<sup>(5)</sup> 二酸化炭素を回収し、地中あるいは海中に貯蔵する技術のこと。

<sup>(6)</sup> Electronic Wasteの略語であり、電子電気機器の廃棄物のこと。

<sup>(7)</sup> 主に二酸化炭素を排出しない再生可能エネルギーによって作られた電力のこと。

## 参考文献

- Davis, L. W. (2008). Durable goods and residential demand for energy and water: evidence from a field trial, *RAND Journal of Economics*, 39(2), 530-546.
- Druckman, A., and Jackson, T. (2008). Household energy consumption in the UK: a highly geographically and socio-economically disaggregated model, *Energy Policy*, 36(8), 3177-3192.
- Gaspar, R., and Antunes, D. (2011). Energy efficiency and appliance purchases in Europe: Consumer profiles and choice determinants, *Energy Policy*, 39(11), 7335-7346.
- Goto, H., Goto, M., and Sueyoshi, T. (2011). Consumer choice on ecologically efficient water heaters: Marketing strategy and policy implications in Japan, *Energy Economics*, 33(2), 195-208.
- Greene, W. H. (2011), *Econometric Analysis*, Upper Saddle River, Prentice Hall.
- Hanemann, W. M. (1991). Willingness to pay and willingness to accept: how much can they differ?, *American Economic Review*, 81(3), 635-647.
- Komatsu, S., Kaneko, S., Shrestha, R. M., and Ghosh, P. P. (2011). Nonincome factors behind the purchase decisions of solar home systems in rural Bangladesh, *Energy for Sustainable Development*, 15(3), 284-292.
- Larsen, B. M., and Nesbakken, R. (2004). Household electricity end-use consumption: results from econometric and engineering models, *Energy Economics*, 26(2), 179-200.

- Seko, H., and Sumita, K. (2007), Japanese Housing Tenure Choice and Welfare Implications after the Revision of the Tenant Protection Law, *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 35(3), 357-383.
- Leahy, E., and Lyons, S. (2010), Energy use and appliance ownership in Ireland, *Energy Policy*, 38(8), 4265-4279.
- O'Doherty, J., Lyons, S., and Tol, R. S. J. (2008), Energy-using appliances and energy-saving features: Determinants of ownership in Ireland, *Applied Energy*, 85(7), 650-662.
- Pachauri, S. (2004), An analysis of cross-sectional variations in total household energy requirements in India using micro survey data, *EnergyPolicy*, 32(15), 1723-1735.
- Sorrell, S., Dimitropoulos, J., and Sommerville, M. (2009), Empirical estimates of the direct rebound effect: A review, *Energy Policy*, 37(4), 1356-1371.
- 大橋弘・明城聡 (2009), 太陽光発電の普及に向けた新たな電力買取制度の分析, 『科学技術政策研究 Discussion Paper』, 57.
- 住環境計画研究所 (2009), 『2009家庭用エネルギーハンドブック』, 東京, 住環境計画研究所.
- 謝辞：本研究は環境省の「環境経済の政策研究」採択課題である「環境経営時代における環境政策と企業行動の関係に関する研究」の成果の一部である。ここに記して謝意を表す。

## Abstract

### Economic analysis on consumer behavior for energy saving home devices

Kazuyuki IWATA

Lecturer

Faculty of Regional Policy, Takasaki City University of Economics

1300 Kaminamiemachi, Takasaki-shi, Gunma 370-0801, Japan

iwata.kazuyu@gmail.com

Shunsuke MANAGI

Associate Professor

Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University

6-6-20 Aramaki-Aza-Aoba, Aoba-ku, Sendai-shi, Miyagi 980-8579, Japan

managi.s@gmail.com

Shinji KANEKO

Professor

IDEC, Hiroshima University

1-5-1 Kagamiyama, Higashi-Hiroshima-shi, Hiroshima 739-8529, Japan

kshinji@hiroshima-u.ac.jp

To reduce greenhouse gas emission, governments have been implementing various types of environmental policies. Among them, it is in the spotlight to encourage households to fix energy saving “equipments” such as solar panel generations and insulators on their homes. In general, they are more expensive than energy saving home “appliances” such as televisions and air conditioners. Though there are many studies examining home “appliances” purchasing behavior, it is not clear what factors have influence on purchasing energy saving “equipments”. Therefore, conducting the Japanese household survey concerning possession situations of 9 types of energy saving “equipments”, this paper examines their purchasing determinants. Our results show that households with high salary are likely to purchase solar panel generation systems, high efficient water heaters and insulators. On the contrary, it is revealed that income does not affect the behaviors to double grazing, double sash and solar water heater. In addition, it is also confirmed that the tendencies to purchase them are different among regions. Therefore, when governments subsidize energy saving “equipments”, they should pay much attention the income effects and regional characteristics such as temperature and day length.