

# 住宅用太陽光発電システム導入に対する 補助金制度の有効性の実証研究

中田 沙羅<sup>1</sup>・松本 健一<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>滋賀県立大学環境科学部環境政策・計画学科 (〒522-8533滋賀県彦根市八坂町2500)

\* E-mail: matsumoto.k@ses.usp.ac.jp

本研究では、パネルデータ分析を用いて、住宅用太陽光発電(PV)システムに対する補助金制度のPVシステム導入促進効果を実証分析した。分析対象は47都道府県・2002～2011年度であり、これには補助金の非実施期間が含まれている。分析の結果、補助金制度はPVシステムの導入に対して統計的に有意な効果があることが示された。その一方で、住宅用PVシステムの導入にはシステム平均価格の直接的な低下による効果が最も大きく、補助金制度よりも寄与度が大きいことが同時に明らかとなった。両者が同じユーザ支払価格の低下効果をもたらすにもかかわらずこのような結果となった要因として、ユーザが補助金を受けるために要する手続きの手間や時間が影響しているものと考えられる。

**Key Words** : Residential photovoltaic system, subsidy, system price, panel data analysis, Japan

## 1. 序論

産業革命以降、世界各国(特に先進国)で化石燃料の使用量が増加し、二酸化炭素排出量が増加した。これにより地球温暖化への懸念が広がり、1997年に採択された京都議定書で、気候変動枠組条約附属書I国の排出削減目標が設定された。低炭素社会への実現に向けた環境省による脱温暖化2050プロジェクトでは、日本では2050年の二酸化炭素排出量を1990年比で70%削減が可能であるとしている<sup>1)</sup>。さらに、持続可能な発展の概念が広まったことにより、日本および世界で再生可能エネルギーの導入が進められてきた。

発電に用いられている再生可能エネルギーには、太陽光や、風力、地熱、水力、バイオマスなどがある。これら再生可能エネルギーのなかで、日本政府が個人に対して最も多く補助事業を実施しているのが太陽光発電(PV)である。風力やバイオマスは、設備に対する初期費用などのコストが大きいため、事業向けの補助事業は見られる。しかし、個人・住宅用では現在のところ実施されていない<sup>2)</sup>。

上記のような環境問題、ならびにエネルギー安全保障などのエネルギー問題への対応から、住宅用PVシステム導入促進のため、日本では1994年度より補助金制度を開始した<sup>3)</sup>。各国の住宅用PVシステムの設備容量(累

積)は、2004年までは日本が1位(1132MW)、次いでドイツ(1105MW)であり、3位以下の国と大きな差があった<sup>4)</sup>(図-1)。しかし、日本で住宅用PVシステムに対する補助金制度が終了した2005年度にドイツが日本を抜き世界1位となった。さらに、2011年にはイタリアが2位となり、アメリカやスペイン、中国の導入量も日本に迫ってきている。

日本で最初のPVシステムに対する補助金制度は、1994年度から1996年度まで実施された「住宅用太陽光発電システムモニター事業」である。その後も1997年度の「住宅用太陽光発電導入基盤整備事業」、2002年度の「住宅用太陽光発電導入促進事業」などへと補助金制度は引き継がれた。これらの事業は、PVシステムを設置する家庭に対して国や自治体が補助金を付与したり融資を行ったりするものであり、家庭におけるPVシステム設置費用の負担を軽減し、導入を促進する目的で実施されてきた<sup>5)</sup>。補助金制度の開始にともない、全国の住宅用太陽電池出荷量は年々増加した。しかし、補助金制度が2005年度に終了したことにより、住宅用太陽電池出荷量は、補助金制度の終了から2008年度に再開されるまで、ほぼ横ばいとなった(図-2)。

その後、2009年1月から実施された「住宅用太陽光発電導入支援対策補助事業」および同年11月からのPVに対する余剰電力買取制度(エネルギー供給事業者による

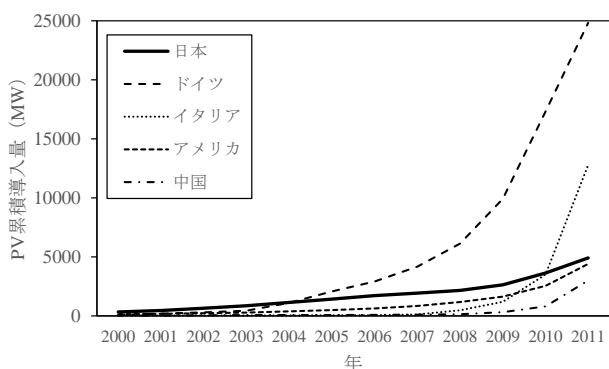


図-1 各国におけるPVシステム設備容量の推移 (BP (2012) 4より作成)

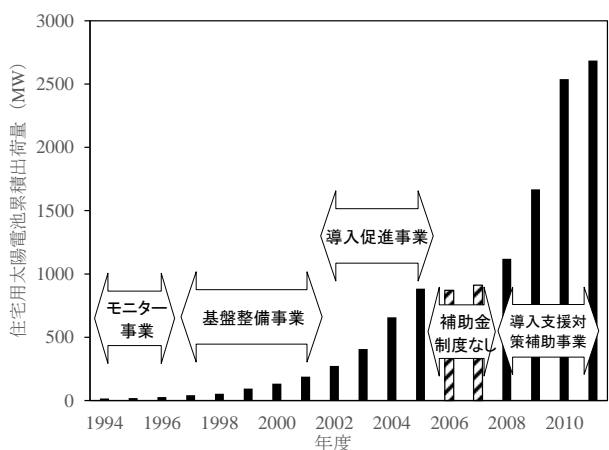


図-2 国内住宅用太陽電池出荷量の推移 (太陽光発電協会 6より作成)

非化石エネルギー源の利用及び化石エネルギー原料の有効な利用の促進に関する法律)は、再び住宅用PVシステム導入を活性化させ(図-2)、太陽電池メーカーによる住宅用PVシステム販売の増加をもたらした<sup>7)</sup>。技術開発の進展にともなって価格が低下したこと、優遇税制や低利融資、地方自治体による上乗せ補助事業を行うことでユーザがPVシステムを導入しやすい環境が整ったこともPVシステム導入促進の要因であると考えられる。

さらに、再生可能エネルギーの導入を促進するため、2012年7月より固定価格買取制度が開始された。これは、2011年8月26日に成立した「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」に基づき、太陽光、風力、水力、地熱、バイオマスの再生可能エネルギーを用いて発電された電気を、国が定める価格で一定期間、電気事業者が買い取ることを義務付ける制度である。

このように、PVシステムに関する制度は変化している。明城・大橋(2009)<sup>3)</sup>は、都道府県レベルで1997～2005年を対象に、PVシステムの導入量、太陽電池モジュール・周辺機器・施工費用の全国平均価格(1kW当

り)、シリコン原料価格、世帯数、1世帯当たりの月収、1世帯当たりの年間電力消費量、および年間日照時間のパネルデータを用いて住宅用PVシステムの需要関数を推定し、さらに寡占モデルを用いて太陽電池を生産する企業の限界費用、生産キャパシティや生産習熟度から費用関数を推定している。そして、推定された関数を用いて、補助金制度が住宅用PVシステムの普及過程に与えた効果を分析している。さらに、当該期間には補助金制度の非実施期間が存在しないため、補助金が付与されていない仮想的な状況における市場均衡を需要関数と費用関数より求め、補助金制度の効果をシミュレーションにより示している。中野(2006)<sup>7)</sup>では、既存のベースライン発電の1kWh当たり二酸化炭素排出量の年平均値から、PVシステムの1kWh当たり二酸化炭素排出量を差し引くことでPVシステムの1kWh当たり二酸化炭素排出削減量を算定している。そして、住宅用PVシステムによる二酸化炭素排出削減量を推計し、シミュレーションにより補助金制度の補助率やユーザコストが変化することによるPVシステムの導入と二酸化炭素排出削減効果を明らかにしている。一方で、この研究では、ユーザのPVシステム導入に関わる意思決定に関して、経済面以外の要因が考慮されていない。

そこで本研究では、補助金制度によるPVシステムの導入促進効果を、国からの補助金が付与されなかった年度を含む期間を対象に、経済面以外の要素も考慮し、時系列を考慮したパネルデータ分析により実証する。本研究では、各データの経年変化と都道府県の地域性を加味することで、これまで実施されてきた補助金制度などがどの程度有効であったかを評価する。

本研究における補助金制度とは、「国から個人に対して補助されたものと、都道府県から個人に対して補助された直接補助を合わせたもの」を指す。そのため、都道府県から市区町村に対する間接補助や、融資補助、給湯器などの他設備設置が補助金交付の条件であるものは、分析上は補助金制度と扱わず「その他支援策」(後述)として扱う。

なお、本研究ではこれまで実施されてきた補助金の効果を分析するため、2012年度より開始された固定価格買取制度およびその期間は対象としていない。

## 2. 分析方法

本研究では、複数時点における複数主体をサンプルとするパネルデータを用いて、住宅用PVシステムの導入促進効果を分析する。

## (1) パネルデータ分析

本研究のパネルデータ分析には、以下の式(1a)・(1b)を用いる。両式の説明変数には、主に本研究と類似の先行研究<sup>3)</sup>などで用いられてる PV システム導入に関わる変数・要因の中から消費者の意思決定に関連するものを選択して用いた。

$$P_{it} = C + a_1 rem_{it} + a_2 con_{it} + a_3 day_{it-1} + a_4 inc_{it} + a_5 svg_{it} + a_6 hus_{it} + a_7 pwr_{it-1} + \sum_j b_{1j} D_{jit} + \varepsilon_{it} \quad (1a)$$

$$P_{it} = C + a_8 sub_{it} + a_9 sys_{it} + a_{10} con_{it} + a_{11} day_{it-1} + a_{12} inc_{it} + a_{13} svg_{it} + a_{14} hus_{it} + a_{15} pwr_{it-1} + \sum_j b_{2j} D_{jit} + \varepsilon_{it} \quad (1b)$$

$P$ : 1世帯当たり PV システム導入量 (kW),  $rem$ : ユーザ支払価格 (万円),  $sub$ : 補助金単価 (万円),  $sys$ : PV システム平均価格 (万円),  $con$ : モジュール変換効率 (%),  $day$ : 年間平均日照時間 (時間),  $inc$ : 1世帯当たり年間平均所得 (万円),  $svg$ : 1世帯当たり純貯蓄現在高 (万円),  $hus$ : 新設一戸建て戸数 (戸),  $pwr$ : 1世帯当たり年間電力消費量 (kWh),  $D$ : その他支援策に関するダミー変数 ( $j$ =余剰電力買取制度 ( $D_E$ ), 融資補助制度 ( $D_L$ ), 条件付補助制度 ( $D_O$ ), 間接補助制度 ( $D_I$ )),  $C$ : 定数項,  $a_1 \sim a_{15}$ ・ $b_1 \sim b_2$ : 係数,  $\varepsilon$ : 誤差項,  $i$ : 都道府県,  $t$ : 年度

まず、分析 1 として、式(1a)を用いてユーザ支払価格 (ユーザが PV システム導入に対して実際に直面する支払価格;  $rem = sys - sub$ ) と、その他の変数を説明変数として、1世帯当たり PV システム導入量に対するユーザ支払価格の影響の有無を明らかにする。そのうえで、分析 2 として、式(1b)を用いてユーザ支払価格に含まれる補助金単価と PV システム平均価格のそれぞれが、1世帯当たり PV システム導入量に与える影響の程度を他の説明変数とともに示す。これは、ユーザ支払価格の影響を把握した上で、補助金単価と PV システム平均価格との効果の差異を検証するためである。分析は、上記の変数のデータが入手可能な 2002~2011 年度までの 10 年間を対象とし、都道府県レベルで実施する。なお、両式に示されているように  $day$  と  $pwr$  については  $t-1$  のデータを用いて分析している。これは、両変数については、ユーザが PV システム導入の意思決定を行う際に参照できるデータが、意思決定を行おうとする時点の前年のものと考えられるためである。

分析には、統計解析ソフト R<sup>8)</sup>、およびそのパッケージである plm<sup>9)</sup>を用いる。

## (2) データ

本分析に用いるデータは、以下のとおりである。

- $P$ : 「都道府県別設備容量<sup>10,11)</sup> ÷ 持家世帯数<sup>12,13)</sup>」により算出した。
- $sub$ ・ $D$ : 都道府県の補助金制度の実施状況は、各都道府県の PV に関する政策担当者に問い合わせ確認した。その中で、「個人への直接補助」に該当するものを  $sub$  として用いた。補助金は、都道府県により「1kW 当たり」で給付されている場合と、「1件当たり」で給付されている場合がある。本研究では、「1kW 当たり」で分析するため、「1件当たり」の補助金を導入している都道府県については、PV システムの設備容量・導入件数<sup>10,11)</sup>を用い、「1kW 当たり」の補助金に換算した。そして、国による補助金<sup>14,16)</sup>と都道府県による補助金(それぞれ 1kW 当たり)を足し合わせて  $sub$  として用いた。なお、国による補助金と都道府県による補助金は重複して受給することが可能である。その他支援策に関するダミー変数  $D$  (余剰電力買取制度を除く)についても、上述のように各都道府県への問い合わせにより取得した。
- $sys$ : 資源エネルギー庁 (2013)<sup>17)</sup>より取得した。
- $con$ : PV パネルメーカーである京セラとシャープに問い合わせ取得した。
- $day$ : 気象庁の月別観測所別日照時間<sup>18)</sup>を、年度別・都道府県別に集計した。
- $inc$ : 「1人当たり県民所得<sup>19)</sup> × 生産年齢人口数<sup>20,21)</sup> ÷ 一般世帯数<sup>22)</sup>」により算出した。
- $svg$ : 県庁所在地別の 1世帯当たり「貯蓄現在高 - 負債現在高」<sup>23)</sup>により算出した。
- $hus$ : 国土交通省<sup>24)</sup>より取得した。
- $pwr$ : 「電力消費量<sup>25)</sup> ÷ 一般世帯数<sup>22)</sup>」により算出した。

ただし、上記データのうち、一般世帯数は 5 年ごとのデータしか存在しない。そのため、2000・2005・2010 年度のデータを元に、データの取得できない年度のデータは線形補間している。

表-1 各変数の基本統計量

変数名	最小値	最大値	平均値	標準偏差
$P$	0.00077	0.085	0.014	0.013
$rem$	37.30	69.60	59.63	7.97
$sub$	0	18.75	5.68	3.85
$sys$	52.10	72.30	65.31	6.33
$con$	13.50	16.70	15.58	1.18
$day$	1310.10	2995.35	1877.46	216.81
$inc$	286.18	699.53	470.81	75.74
$svg$	162.00	2138.00	1131.27	356.29
$hus$	1094.00	24573.00	7086.51	5456.41
$pwr$	4699.72	8817.39	5991.20	632.15
$D_E$	0	1	0.30	0.46
$D_L$	0	1	0.040	0.20
$D_O$	0	1	0.043	0.20
$D_I$	0	1	0.072	0.26

表-2 PVシステム導入促進効果についての分析結果

分析1					分析2				
説明変数	偏回帰係数	標準誤差	標準化偏回帰係数	P値	説明変数	偏回帰係数	標準誤差	標準化偏回帰係数	P値
<i>rem</i>	-9.77e-04	4.43e-05	-0.59	2.2e-16***	<i>sub</i>	3.17e-04	8.57e-05	0.09	0.0002***
<i>con</i>	3.35e-03	4.31e-04	0.30	6.44e-14***	<i>sys</i>	-1.39e-03	6.25e-05	-0.67	2.2e-16***
<i>day</i>	9.73e-06	1.99e-06	0.16	1.44e-06***	<i>con</i>	1.50e-03	4.49e-04	0.13	0.0008***
<i>inc</i>	1.15e-04	1.25e-05	0.67	2.2e-16***	<i>day</i>	9.80e-06	1.83e-06	0.16	1.39e-07***
<i>svg</i>	2.24e-06	1.43e-06	0.06	0.12	<i>inc</i>	7.51e-05	1.24e-05	0.43	2.88e-09***
<i>hus</i>	8.00e-07	4.79e-07	0.33	0.10	<i>svg</i>	1.54e-06	1.32e-06	0.04	0.24
<i>pwr</i>	7.72e-06	1.92e-06	0.37	6.61e-05***	<i>hus</i>	7.58e-07	4.40e-07	0.32	0.09
<i>D_L</i>	-3.40e-03	2.58e-03	-0.05	0.19	<i>pwr</i>	5.29e-06	1.78e-06	0.26	0.003**
<i>D_O</i>	5.03e-04	1.89e-03	0.01	0.001**	<i>D_L</i>	-4.56e-03	2.38e-03	-0.07	0.06
<i>D_I</i>	5.03e-04	2.01e-03	0.01	0.80	<i>D_O</i>	4.67e-03	1.75e-03	0.07	0.007**
					<i>D_I</i>	-1.18e-03	1.85e-03	-0.02	0.52

F値=107.61\*\*\*, 自由度調整済み決定係数=0.64

F値=122.68\*\*\*, 自由度調整済み決定係数=0.67

注: 表中の“\*\*\*”は0.1%水準, “\*\*”は1%水準で有意であることを示す。

次に、その他支援策に関するダミー変数は、「余剰電力買取制度」の実施を表すものと、都道府県に問い合わせた補助金制度実施状況（上述）に基づき、都道府県から個人への「直接補助制度」を除いた制度を3つに大別したものである。この3つとは、個人への融資を行う「融資補助制度」、給湯器など他の設備を併設する条件で補助金を付与する「条件付補助制度」、および市区町村へ補助を行う「間接補助制度」を指す。補助金制度、およびその他支援策の詳細については、ここでは割愛する。

各変数の基本統計量は表-1に示すとおりである。

パネルデータ分析では、単位に依存しない形で分析するため対数変換したデータが用いられることが多い。しかし、本研究では、国からの補助金が付与されなかった期間（補助金単価がゼロである年度）を対象に含め、補助金が付与された期間と合わせて分析することで、補助金制度の効果を明らかにすることを目的としている。ゼロは対数変換できないため、本研究では変数を対数変換せずに分析する。ただし、推定結果の考察には標準化した係数を用い、各変数の単位による影響を除去している。

### 3. 結果

以下では、前章で示した分析1・2の結果を示す。なお、分散拡大要因が10を超えたため、*D\_E*（余剰電力買取制度ダミー）は両分析から除外した。そのため、以降の結果および考察では余剰電力買取制度については言及していない。

#### (1) ユーザ支払価格によるPVシステム導入促進効果（分析1）

まず、式(1a)により、ユーザ支払価格によるPVシステム導入促進効果の有無について分析した。サンプル数は

470（47都道府県×10年のバランスド・パネル）である。結果は表-2に示すとおりである。

有意水準1%（以下の検定でも同様の水準を用いている）でF検定とHausman検定をそれぞれ行った結果、両者ともP値<0.01であった。そのため、本分析では固定効果モデルが採用された。また、F値が0.1%水準で有意であるため、本モデルには説明力があるといえる。

表-2に示されるように、1%水準で有意である説明変数の偏回帰係数は、*rem*が負でありその他の変数は正である。自由度調整済み決定係数は0.64である。本分析の固定効果は、47都道府県すべてにおいて有意であった。固定効果の値は全都道府県で負であり、-0.14～-0.077の範囲である。

#### (2) 補助金制度によるPVシステム導入促進効果（分析2）

分析1よりユーザ支払価格がPVシステム導入促進に有意に効果があると示されたため、さらにその効果を詳細に検証するために、ユーザ支払価格を補助金単価とPVシステム平均価格に分離し、それぞれのPVシステム導入促進効果を分析した。結果は、分析1と同様に表-2に示すとおりである。なお、サンプル数は分析1と同様に470である。

F検定とHausman検定を行った結果、両者ともP値<0.01であった。そのため、本分析でも固定効果モデルが採用された。また、F値が0.1%水準で有意であるため、本モデルには説明力があるといえる。

表-2に示すように、有意である説明変数の偏回帰係数は、*sys*が負であり*sub*を含めてその他の変数は正であった。自由度調整済み決定係数は0.67であった。本分析の固定効果は、全都道府県において有意な結果とならなかった。

## 4. 考察

### (1) 価格および補助金・その他支援策によるPV導入促進効果

分析 1 より、ユーザ支払価格の標準化偏回帰係数は -0.59 であった(表-2)。また、その他支援策に関するダミー変数のなかで唯一有意な結果となった条件付補助制度ダミーは 0.01 であった。このことから、都道府県が実施する条件付補助制度は有効な制度である一方、ユーザ支払価格と比較すると PV システム導入量への影響力は小さいことがわかる。4(2)で述べる有意であった他の説明変数と比較しても、ユーザ支払価格の PV システム導入量への影響は大きい。この結果を踏まえ、分析 2 の結果について考察する。

分析 2 より、補助金単価の標準化偏回帰係数が 0.09 であるのに対し、PV システム平均価格は -0.67、条件付補助制度は 0.07 であった(表-2)。このことから、住宅用 PV システムに対する補助・支援制度による PV システム導入量への効果の大きさは、合わせて 0.16 に留まっていることがわかる。本研究では国による補助金制度の非実施期間を含むが、補助金単価と PV システム平均価格は独立した変数であり、また対象期間において両者が取る値はそれぞれ 0~18.75 と 52.10~72.30 とその変動幅の差異は小さい。それゆえ、補助金非実施期間を含むことによる推定への影響はないといえる。

以上より、補助金制度の実施は PV システム導入促進に統計的に有意な効果は見られるものの、PV システム平均価格の低下と比較するとその効果は小さい。つまり、両者は同じように価格低下を意味するものの、その効果は異なる。地方経済総合研究所の調査<sup>20)</sup>によると、「太陽光発電システムが普及するために必要だと思うこと」に対する回答(複数回答)は、「設置費用が安くなること」の割合が 86.6%で、「国や地方自治体が設置費用を補助すること」(63.1%)や「余剰電力買取制度の買い取り価格を引き上げること」(43.1%)と比較して高くなっている。また、補助金を受給するためには居住地の役所へ赴く、もしくは太陽光発電普及拡大センター(J-PEC)などの団体への補助申請を行うなどが必要である。しかし、PV システム平均価格そのものの低下による支払価格の低下は、こうした手続きにおける手間と時間(一種のコスト)を要しない。2つの分析を通して、補助金が給付されることによるユーザ支払価格の低下と PV システム平均価格の低下によるユーザ支払価格の低下とでは、同じ 1kW 当たりの価格低下効果であっても、後者のほうが PV システム導入に大きく寄与することが明らかとなった。補助金制度が複雑で、多くの条件を満たさなければ補助を受けられない場合、ユーザにとって

は「制度内容がわかりにくい」、「手続きに手間と時間(コスト)がかかる」ことが PV システム導入意思決定を阻害する要因となり得る。ただし、各都道府県には補助総額の上限(または予算)が存在し、これが本分析に影響している可能性がある。補助総額が上限に達した時点でその年度の補助金給付は終了し、その後は PV システムを導入する際にユーザは補助を受けられない。したがって、補助金単価が高くても補助総額が少ない都道府県では早い段階で上限に達し、その効果が小さくなる可能性がある。一方、補助総額が多ければ補助金を受けられるユーザが多くなり、PV システム導入促進効果が大きくなる可能性がある。本研究で行った調査では、補助総額のデータを取得できない都道府県・年度があったため、実際にその上限に達したか否かを把握できなかった。そのため、本分析では各都道府県の補助総額の影響について考慮していないことに留意する必要がある。

本分析では、直接補助以外の補助制度をその他支援策として扱った。その他支援策のなかで条件付補助制度が有意となった理由として、PV システムに限らず給湯器など省エネ設備の導入が必須であることが、ユーザにとって付加価値となったためと考えられる。条件付補助制度により PV システムを導入する場合、補助金を受けられることに加えて、経済的負担はあるが省エネ設備を同時に導入するきっかけとなる。そのため、省エネ設備の購入を検討しているユーザにとっては魅力的な制度といえる。一方、融資補助制度は、融資を受けたユーザが最終的に資金を返済する必要があるため、ユーザにとって PV システム導入に際して効果的な制度とならなかったと考えられる。また、間接補助制度については、その内容が都道府県により多様であるにもかかわらず、1つのダミー変数として分析したことが一因と考えられる。

### (2) その他の説明変数による PV 導入促進効果

4(1)で述べた変数以外の効果については、以下のとおりである。まず、モジュール変換効率の標準化偏回帰係数は、分析 1・2 でそれぞれ 0.30・0.13 であった。これは、PV システムの性能が向上することにより、PV システム導入後の各家庭における発電量が多くなると予想され、ユーザの PV システム導入に対する意思決定が促されることを表している。

年間平均日照時間については、両分析ともに 0.16 であった。これは、ユーザの居住する地域によって PV システム導入に対する意思決定が左右されることを表す。PV システムは、日照時間が長いほど発電可能な時間が長くなる。つまり、年間平均日照時間が長い地域に居住するユーザはより多くの発電量を見込めるため、PV システム導入に積極的になりやすいといえる。

次に、1世帯当たり年間平均所得を見ると、2つの分析でそれぞれ0.67・0.43であった。PVシステム導入には高額な初期投資が必要であるため、各家庭に大きな経済的負担をもたらす。各家庭の所得は、ユーザがPVシステム導入に踏み切るかどうかに影響するといえる。その一方で、1世帯当たり純貯蓄は有意ではなかったことから、PVシステム導入の意思決定においては、ストックよりもフローが影響しているといえる。

さらに、1世帯当たり年間電力消費量を見ると、2つの分析でそれぞれ0.37・0.26となっている。これは、ユーザの節電意識によるものと考えられる。電力を多く使用するユーザほど効率的な電気料金の節約や環境負荷の低減を実現しようと考え、PVシステム導入の意思決定を行うからである<sup>29</sup>。経済的負担や節電意識は、ユーザ支払価格、補助金単価、PVシステム平均価格、および条件付補助制度ダミーが有意であると示されたことにも関連すると考えられる。

最後に、有意な結果を示した分析1における固定効果に関しては、上述のようにすべての都道府県において負の値を示したことから、全国的に、直接観測されない地域固有の要素によりPVシステム導入促進は阻害されているといえる。

以上より、本分析より明らかとなったPVシステム導入量に最も影響を与える変数は、PVシステム平均価格である。そして、1世帯当たり年間平均所得、1世帯当たり年間電力消費量、年間平均日照時間、モジュール変換効率、補助金単価、条件付補助制度の順に影響している。つまり、補助金制度はPVシステム導入に一定の効果をもたらすが、他変数と比較するとその効果は小さい。

### (3) 自由度調整済み決定係数

上述のように、分析1・2の自由度調整済み決定係数はそれぞれ0.64・0.67であった。

補助金制度やその他支援策と分類した制度は、その内容が都道府県ごとに異なり、また補助の基準も多様である。さらに、1つの自治体の中でも、導入する容量によりユーザが受けられる補助金単価が異なる場合がある。例えば、2010年度に栃木県で実施された補助制度は「3.5万円/kW（上限10万円、高効率給湯器と同時設置が条件）」である。また、同年度に新潟県で実施された補助制度は「7万円/kW又は対象経費の1/3のいずれか少額の方（2種類以上の新エネ・省エネ設備導入を条件としており、あわせて50万円が上限）」である。このことから、パネルデータ分析を行うにあたって、細かな補助金制度を定量化することが困難であった。これに対し、本研究では、代表的な直接補助の数値データと3種類の補助制度のダミー変数を用いることで、可能な限り

各都道府県から家庭への補助金制度を分析に反映させた。

加えて、メーカーによるPVシステムの品質の差異<sup>30</sup>や、メーカーによるPVシステムの宣伝広告など、ユーザのPVシステム導入意思決定に関わる要素は多様である。これらは定量化が困難であり、本研究では反映できていない。

以上のような、定量化できず分析に反映されていない要素が決定係数に影響したと考えられる。

## 5. 結論

本研究では、47都道府県の10年間のデータを用いたパネルデータ分析により、PVシステムに対する補助金のシステム導入に対する効果を実証分析した。分析では、まずユーザ支払価格を説明変数として用い（分析1）、さらに補助金とPVシステム平均価格を説明変数として用いて（分析2）、それぞれPVシステム導入促進効果を分析した。

各分析より、ユーザ支払価格の低下がPVシステム導入を促進すること、さらに、補助金単価の増額によるPVシステム導入促進効果は小さく、PVシステム平均価格そのものの低下による促進効果の方が大きいことが明らかとなった。

本研究により、これまで国と都道府県により実施されてきた補助金制度は、PVシステム導入促進に一定の寄与をしたことが示された。特に、補助金制度が、黎明期におけるPVシステム導入や2006～2007年度の停滞期以降における導入の再促進（図1・2）のきっかけとしての役割を担ったと考えられる。その一方で、補助金単価の増額により得られる効果はPVシステム平均価格の低下と比較して大きくないことも同時に明らかとなった。

この結果はPVシステム利用促進に対する一般市民に対する調査結果<sup>30</sup>とも一致するが、補助金を受給するためには役所やJ-PECなどの団体に申請を行う必要があり、そのためにコスト（手間・時間）を要することが一因と考えられる。国による補助金制度は将来的に廃止されると言われているが<sup>31</sup>、都道府県独自の補助金制度が継続される場合には、補助金制度の実施はPVシステム導入促進に対して有効であるため、導入促進に寄与するといえる。しかし、その場合には上述したような手続きに係る「コスト」をいかに低減するののかという点が重要な課題となる。その一方で、今後の住宅用PVシステム導入促進に対して、PVシステム価格の低下に重心を置いた政策へ転換したり、これまで補助金に用いられていた予算をPVシステム価格の低コスト量産体制に資する研究開発補助に割り当てたりするような、従来の補助金制度

を上回る効果をもたらし得る政策を検討する必要がある。

PV を含めた再生可能エネルギーの導入促進策として、現在、固定価格買取制度が実施されている。固定価格買取制度は、これまでの再生可能エネルギー関連政策と比較して再生可能エネルギーの導入量を飛躍的に増加させた<sup>2)</sup>。その一方で、設備の認定手続きや買取のための契約（特別契約・接続契約）が煩雑であると指摘されている<sup>2)</sup>。このような手続きの煩雑さ（コスト）は上述したように補助金制度と同様であり、再生可能エネルギー導入のさらなる促進には手続きの簡素化によるコスト低下が必要であろう。

本研究では、補助金制度に関する変数として、制度が非常に多様であり定量化が困難であった市区町村の補助金制度を考慮していない。しかし、PVシステムに対する補助金制度の効果をより精度良く把握するために、市区町村の補助金制度を精査した上で、市区町村レベルで分析する必要がある。また、本研究で反映できなかったユーザの意識など、定量化できなかった変数を用いた分析も行う必要がある。例えば、アンケートによりPVシステムの各メーカーの品質差に対するユーザの意識を調査したうえで、それらがPVシステム導入の意思決定に与える影響を分析することが挙げられる。さらに、アンケート対象者を地域ごとに分類することで、本研究では考慮できなかった豪雪地帯や中山間地域などの特徴<sup>2)</sup>を明らかにすることが可能であると考えられる。最後に、補助総額の上限（または予算）について把握できないデータが存在したため、補助総額の上限の違いによるPVシステム導入促進効果を考慮できなかったことも、今後の課題として残される。

## 参考文献

- 1) 「2050 日本低炭素社会」シナリオチーム：低炭素社会に向けた12の方策, p. 1, 2008.
- 2) 石川憲二：自然エネルギーの可能性と限界—風力・太陽光発電の実力と現実解—, オーム社, 2010.
- 3) 明城聡, 大橋弘：住宅用太陽光発電の普及に向けた公的補助金の定量分析, 文部科学省科学技術政策研究所 Discussion Paper, No. 56, 2009.
- 4) BP: BP Statistical Review of World Energy June 2012, 2012.
- 5) 大藤吉雄：住宅用太陽光発電システムの経済性と環境保全効果, 中国短期大学紀要, Vol. 32, pp.51-63, 2001.
- 6) 太陽光発電協会：日本における太陽電池出荷量の推移, <http://www.jpea.gr.jp/pdf/qlg2010.pdf>, 2013-12-11.
- 7) 中野諭：住宅用太陽光発電装置のCO<sub>2</sub>削減効果とユーザーコストの計測, Keio Economic Observatory Discussion paper, No. 102, 2006.

- 8) R Project: R software, <http://www.r-project.org/>, 2014-05-23.
- 9) Croissant, Y. and Millo, G.: Panel data econometrics in R: the plm package, *Journal of Statistical Software*, Vol. 27, No.2, pp. 1-43, 2008.
- 10) 新エネルギー導入促進協議会：平成 20 年度住宅用太陽光発電システム導入状況に関する調査, p.23, 2009.
- 11) 太陽光発電普及拡大センター：住宅用太陽光発電補助金交付決定件数・設置容量データ, <http://www.j-pec.or.jp/information/data.html>, 2013-12-04.
- 12) 総務省統計局：平成 12 年国勢調査第 1 次基本集計全国結果報告書掲載表 17 表, <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?bid=000030001&cycocode=0>, 2013-12-04.
- 13) 総務省統計局：平成 20 年国勢調査人口等基本集計全国結果 18-2 表一般世帯数, <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?bid=0000101034991&cycocode=0>, 2013-12-04.
- 14) 資源エネルギー庁：新エネルギー等導入促進基礎調査太陽光発電システム等の普及動向に関する調査, p.18, 2010.
- 15) 経済産業省：我が国における再生可能エネルギーの現状, p. 11, 2012.
- 16) 太陽光・風力発電トラスト：家庭用太陽光発電設備普及と国の補助金制度（1994～2003）, <http://trust.watsystems.net/hojyokin2002matome.html>, 2014-01-20.
- 17) 資源エネルギー庁：新エネルギー等導入促進基礎調査太陽光発電システム等の普及動向に関する調査, p.23, 2013.
- 18) 気象庁：報道発表資料（各年各月における気候表 2001 年 4 月-2012 年 3 月）, <http://www.jma.go.jp/jma/press/index.html?t=1&y=25>, 2013-12-04.
- 19) 内閣府：県民経済計算（平成 8 年度-平成 21 年度）, [http://www.esri.cao.go.jp/jp/sna/data/data\\_list/kenmin/files/contents/main\\_h21.htm](http://www.esri.cao.go.jp/jp/sna/data/data_list/kenmin/files/contents/main_h21.htm), 2013-12-04.
- 20) 総務省統計局：統計でみる都道府県のすがた 2007-2013, <http://www.stat.go.jp/data/ssds/index.htm>, 2013-12-04.
- 21) 総務省統計局：第 10 表都道府県, 年齢（3 区分）別人口（各年 10 月 1 日現在）—総人口（平成 12 年-22 年）, <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?bid=000001039703>, 2013-12-04.
- 22) 総務省統計局：全国, 都道府県, 一般世帯数平成 7-22 年, <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?bid=000001007704&cycocode=0>, 2013-12-04.
- 23) 総務省統計局：家計調査年報平成 14～24 年（貯蓄・負債編）都市階級・地方・都道府県庁所在市別, <http://www.stat.go.jp/data/sav/2002np/index.htm>, 2013-12-04.
- 24) 国土交通省：建築着工統計調査報告時系列一覧【住宅】利用関係別構造別建て方別都道府県別戸数, [http://www.mlit.go.jp/ogoseisaku/jouhouka/sosei\\_jouhouka\\_tk4\\_000002.html](http://www.mlit.go.jp/ogoseisaku/jouhouka/sosei_jouhouka_tk4_000002.html), 2013-12-04.
- 25) 経済産業研究所：都道府県別エネルギー消費統計, <http://www.rieti.go.jp/users/kainou-kazunari/energy/>, 2013-12-04.
- 26) 地方経済総合研究所：太陽光発電利用に関する調査-太陽光発電普及拡大への対策-, p.6, 2012.

27) Morita, K. and Matsumoto, K.: Renewable energy-related policies and institutions in Japan: before and after the Fukushima nuclear accident and the feed-in tariff introduction, in: Gao, A.M.Z. and Fan, C.T. (eds.) Legal issues of renewable electricity in Asia region: recent development at a Post-

Fukushima and Post-Kyoto Protocol era, pp. 3-28, Kluwer Law International, 2014.

(2014. 3.19 受付)

## Effect of Subsidies on Introducing Residential Photovoltaic Systems

Sara NAKATA<sup>1</sup> and Ken'ichi MATSUMOTO<sup>1</sup>

<sup>1</sup> School of Environmental Science, The University of Shiga Prefecture

The purpose of this study is to evaluate the effect of subsidies for residential photovoltaic systems on promoting the installation of the systems using a panel data analysis. The analysis is implemented in the prefectural level from FY2002 to FY2011, including the periods that the subsidies were not implemented. The results suggest that the subsidies show a statistically-significant effect for promoting the installation. However, it is also clarified that the price decline of residential photovoltaic systems is the most effective for promoting the installation, meaning that the effect is higher than that of the subsidies. It is due to the time and effort against the users for receiving the subsidies.