

公的助成による技術普及と波及効果：構造推定を用いた太陽光発電と電力市場の分析

明城, 聡 / MYOJO, Satoshi

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

科学研究費助成事業 研究成果報告書

(開始ページ / Start Page)

1

(終了ページ / End Page)

4

(発行年 / Year)

2015-04

平成 27 年 4 月 24 日現在

機関番号：32675

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2014

課題番号：25780164

研究課題名(和文) 公的助成による技術普及と波及効果：構造推定を用いた太陽光発電と電力市場の分析

研究課題名(英文) Structural analysis of the economic impact of the buy-back subsidy and the feed-in tariff on the residential PV systems in Japan.

研究代表者

明城 聡(MYOJO, Satoshi)

法政大学・経済学部・准教授

研究者番号：70455426

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,600,000円

研究成果の概要(和文)：住宅用太陽光発電への補助金および余剰電力買取制度がクリーンテクノロジーの普及に与えた影響を構造推定モデルを利用して分析した。また、温室効果ガスの排出量の削減を含めた社会余剰の観点から費用対効果を計算した。この結果、これら制度は太陽光発電の普及に大きく寄与したものの、その費用対効果は温室効果ガスの削減効果の経済価値を市場取引価格や社会的費用よりも大きく見積もらない限り正当化されないことが分かった。

研究成果の概要(英文)：We estimate structural demand-supply models to evaluate the diffusion effect of the buyback subsidy and the feed-in tariff (FIT) for the residential-use photovoltaic (PV) systems in Japan. We found that the subsidy program boosted PV installation more than 30% and the FIT also prospected to accelerate future installation under the condition that future buyback prices of electricity would be kept high enough as well as sufficient cost reduction of PV would be attained. These diffusion policy, however, do not make sense with respect to the social welfare unless we assess the economic value of the reduction of greenhouse effect gas much more than its market value and/or social cost estimated.

研究分野：産業組織論

キーワード：補助金 余剰電力買取制度 太陽光発電 イノベーション

1. 研究開始当初の背景

本研究課題で取り上げる太陽光発電産業は、1990年代以降、地球温暖化に対する国際的な関心が高まったことを受けて公的助成などの普及事業が活発化した。日本政府が中長期目標として掲げたCO₂排出量の削減目標(2020年までに1990年比で25%減、2009年9月国連機構変動首脳会合)を達成するため、1994年から2005年にかけて総額1340億円の補助金(新エネルギー財団(NEF)を通じて給付され、同制度を利用した太陽光発電の累積導入量は932MWに上っている。また2009年11月には一般家庭の太陽光発電の導入インセンティブを高めるため余剰電力を従来の2倍となる48円/kWhの固定価格にて10年間買取する新たな電力買取制度が導入された。こうした普及政策の効果もあり、1998年に100MWであった国内の太陽光発電導入量は2010年には3600MWにまで増加している。

しかしながら、2011年3月に発生した東日本大震災以降、原発の停止に伴う深刻な電力不足が顕在化したことで太陽光発電産業を取り巻く環境は新たな局面を迎えている。東電の実質的な国有化に端を発して、送配電の分離と電力小売市場の完全自由化にむけた議論が活発になるとともに、太陽光発電を利用した新たな電力事業者の市場参入が相次いでいる。また夏季のピークタイムにおける慢性的な電力不足が続いたことで一般家庭の電力消費に対する意識も高まった結果、自家用発電としての太陽光発電を導入する家庭が増え、節電(および売電)が促される状況にある。従って、今後は従来のCO₂削減を目的とする環境問題への対応策としてだけでなく、原発からの代替技術という将来的なエネルギーセキュリティの観点から太陽光発電など再生エネルギー分野への期待が高まっていると言える。

一方で政府による市場への積極的な関与が果たして技術の普及・代替にどれだけの影響をもつのか、関連市場への波及効果はどれだけのものか、またその費用対効果はどれだけのものか、といった疑問についてこれまで事後的な経済的評価が十分にされてきたとは必ずしも言い難い。これは事後評価に活用できるデータが十分でないことに加えて、当該政策がもし実施されなかった場合にどのような経済環境が達成されていたのかという仮想的な状況を推定するのが困難であることが理由の一つにあげられる。本研究課題ではこのような公共政策の現状を踏まえて、ミクロ経済理論にもとづいた構造方程式モデルを市場データから推定し、政策が実施されなかった場合の仮想的な市場状況をシミュレーションすることで政策のパフォーマンスを定量評価する。具体事例を太陽光発電産業から補助金制度と電力買取制度を取り上げ、これらの公的助成のもとでの太陽光発電の普及プロセスと一般家庭での電力消費

行動を定量分析する。

2. 研究の目的

本研究の目的は、政府の公的助成が再生可能エネルギーの技術普及に与える影響と波及的に電力市場に与える影響を市場レベルのミクロデータから明らかにし、社会的便益の観点から政策のパフォーマンスを定量分析することである。具体事例として、太陽光発電産業への補助金制度と余剰電力買取制度を取り上げ、一般家庭の太陽光発電の導入に関する意思決定と電力消費に関する意思決定を構造モデルとして同時推定することで、政府による市場への関与が社会厚生に与えるインパクトを測定する。

3. 研究の方法

本研究課題で取り上げる補助金制度(1993年～)は、一般家庭が太陽光発電システムを導入する際に設置容量(kW)に応じて一定額が給付される制度である。また太陽光発電の余剰電力買取制度(2009年11月～)は既設及び新規導入される太陽光発電システムについて、余剰電力の買取価格を従来の2倍となる48円/kWhの固定価格にて10年間買取することを保証する制度である。補助金がシステム導入時の費用負担を直接下げる制度であるのに対して、余剰電力買取制度は将来的な余剰電力の売電収入を増加させることで消費者の導入インセンティブを高める制度である。これらの公的制度のもとで、ある家庭が太陽光発電を導入するかは意思決定は、システム導入にかかる経済負担と、導入した場合に得られる発電電力の消費、そして余剰電力からの売電収入という経済的利益を考慮してなされるものと考えられる。また太陽光発電を導入した家庭は、発電された発電を利用するため電力事業者からの買電が減少し電力需要に直接的な影響を及ぼす。以上を踏まえて消費者行動をモデル化する際に問題となるのは、太陽光発電を導入する家庭と、導入しない家庭では節電や売電に対する意識にかなり差があると予想される点である。これは太陽光発電を導入する家庭は電力不足に対する危機意識が高いというだけでなく、節電すればするほど売電収入を高められるため、導入しない家庭に比べてより節電志向が高いと考えられるためである。したがって太陽光発電の普及が家庭の電力消費に与える影響を分析するには、太陽光発電を導入するかどうかの意思決定と電力消費(節電および売電)に対する意思決定を同時に説明する構造モデルが必要となる。

このような互いに関連をもった二つの意思決定を同時に説明する消費者行動モデルとしては、離散・連続モデル(Discrete-Continuous Model)があげられる。離散的な選択(ここでは太陽光発電を導入するかどうか)と連続的な選択(電力消費量および売電量)を一つの効用関数に集約す

ることで合理的な消費者の意思決定を説明することができる。離散 - 連続モデルに関する研究としては古くは、Dubin and MacFadden (1984, *Econometrica*)の住宅での暖房器具の選択と燃料（電気、ガス）使用量に関する実証分析や、Hanemann (1984, *Econometrica*)の消費者のブランド選択と購買量に関する理論研究があげられる。これらのモデルでは離散選択の結果と連続選択の結果が互いに相関を持つ効用モデルを提案している。しかしながら、これらの先行研究が提案する離散 - 連続モデルを実際に本研究課題で応用するには大きな問題がある。それはこれら先行研究では消費者のデモグラフィックスや意思決定の結果を含む詳細な個票データを前提としている点である。つまり、太陽光発電を入れた家庭、入れない家庭でどれだけの電力消費が行われているのかに關しての個票調査が必要となる。このような大規模調査を実施するのは時間的あるいは費用的な制約から非常に困難である。したがって本研究課題では個票データではなく市場レベルの集計データを用いた分析を予定している。

消費者行動モデルを集計データのみを用いて推定する方法について、近年の産業組織論分野で大きな発展があった。Berry, Levinson, and Pakes (1995, *Econometrica*)によって集計データから離散選択モデルを推定するアルゴリズムが提案され、これまで困難だった多くの実証研究が可能となりつつある。また離散 - 連続モデルについてもNair, Dube, Chintagunta (2005, *Marketing Science*)によって同様のアルゴリズムが開発されている。平成 25 年度は、これらの先行研究を参考にしつつ太陽光発電の導入と電力消費を説明する消費者行動モデルを構築し、必要となる推定手順を考案する。また同時に分析で必要となるデータの収集を進める。なお研究が当初計画どおりに進まない状況として、構造推定アプローチを用いる分析では理論モデルとデータとの整合性がうまく取れない場合が考えられる。これは経済理論モデルが暗黙に仮定している制約が強すぎる場合に起こりやすいが、別の市場データを組み合わせることでモデルとデータの整合性を高めるための手法が近年開発されている (Petrin, 2002, *Journal of Political Economy* や応募者の研究業績 2)。本研究課題でも政府統計のオーダーメイド集計 (平成 21 年度全国消費実態調査の太陽光発電導入に関する集計) を別途、利用することで現実のデータに沿うようにモデルに補正をかけることを計画している。

平成 26 年度は収集されたデータを利用して構築した理論モデルの構造推定を行う。推定された太陽光発電と電力需要のモデルを利用して、補助金や余剰電力買取がどの程度の普及を促すのか、また電力市場に影響を及ぼすのかを推定する。そして補助金や余剰電力買取制度が仮想的に存在しない場合の市

場均衡を数値計算によるシミュレーションで求め、現実の市場での数量や価格と比較することで当該補助金が市場に与えたインパクトを測定する。なお、シミュレーションの実施にあたって太陽光発電市場については供給側のモデルが必要となるが、応募者のこれまでの研究成果を参考にモデル化を試みる。

更に補助金制度と電力買取制度の社会的費用対効果を関連する政府統計などを利用して分析する。ここでは前述のシミュレーションで得られた導入量の推定値と組み合わせることで、補助金や買取制度がもたらすネットでの CO2 削減効果や節電効果を推定する。政府統計としては、新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) による排出源単位、新エネルギー財団 (NEF) の各種統計資料、電力事業統計連合会の統計資料など利用する。また CO2 削減効果には、Tol (2005, *Energy Policy*) で推定された CO2 の社会的費用や環境省の報告資料が利用できると思われる。

4. 研究成果

(1) 太陽光発電の普及に関して実施された補助金制度や余剰電力買取制度がどのような影響をもたらすのか、特に住宅用の太陽光発電の普及と家庭の電力消費に与える影響を分析するための経済モデルの構築をおこなった。これら制度のもとで、消費者は太陽光発電の導入にかかる初期の経済負担と将来的な電力消費や売電収入のトレード・オフを考慮して意思決定するものと考えられる。この点を踏まえて太陽光発電を入れるか、入れないかという離散的な意思決定と、電力をどれだけ消費するか (売電するか) という連続的な意思決定を同時に説明する消費者行動モデルを考案した。上記の理論的な内容については、2013 年 9 月に行われた日本経済学会秋季大会の特別セッション『離散選択モデルによる構造推定の現状と課題』にて研究報告を行った。

(2) 補助金制度と余剰買取制度による住宅用太陽光発電の普及効果と社会余剰の観点からの費用対効果を分析した論文 "Effect of Consumer Subsidies for Renewable Energy on Industry Growth and Welfare: Japanese Solar Energy" (東京大学経済学部ディスカッションペーパー CIRJE-F-925) を執筆した。また、この論文は環境経済学の国際査読誌である *Journal of Environmental Economics and Management* に投稿した。ピア・レビューによる査読の結果、分析および文章の改訂が必要とのことで、現在、必要となる分析 (構造推定モデルの修正及び数値シミュレーション) を含めて論文の改訂を行っているところである。研究課題の実施期間内での論文採択とはならなかったものの 2015 年度中の採択を目指す予定である。なお、この論文は学術関係者の SNS サイト ResearchGate にて公開

している。

(http://www.researchgate.net/profile/Satoshi_Myojo)

(3) イノベーション政策に関する学術書『プロダクト・イノベーションの経済分析』を東京大学出版会から出版した。これまでにを行った太陽光発電に関する補助金政策の普及効果と社会厚生についての分析を第3章にまとめている。

(4) 太陽光発電とは直接的には関係しないが、クリーンエネルギーの普及という観点で都市ガス産業の規制緩和が新規参入に与える影響に関して分析を行った。この研究は『都市ガスの新規参入に関する地域格差の分析』および『都市ガス事業者の地域別参入格差に関する考察』として論文にまとめ、東京ガスの主催するガス事業研究会の年次研究報告書にまとめている。なおこれらの論文は都市エネルギー協会のWebサイトにて今後公開される予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計3件)

田中拓朗, 明城聡, 『都市ガス事業者の地域別参入格差に関する考察』(掲載確定), ガス事業研究会研究報告書, 東京ガス, 査読無, 2015, 印刷中.

Myojo, S. and H. Ohashi, "Effect of Consumer Subsidies for Renewable Energy on Industry Growth and Welfare: Japanese Solar Energy," 東京大学経済学部ディスカッションペーパー, 査読無, CIRJE-F-925, 2014, pp.1-18.

明城聡, 田中拓朗, 『都市ガスの新規参入に関する地域格差の分析』, ガス事業研究会研究報告書, 東京ガス, 査読無, 2014, pp.115-132.

〔学会発表〕(計1件)

明城聡, 『離散選択モデルによる構造推定の現状と課題』, 日本経済学会秋季大会(特別セッション), 2013年9月14日, 神奈川大学(神奈川県横浜市).

〔図書〕(計1件)

プロダクト・イノベーションの経済分析, 大橋弘, 中村豪, 近藤章夫, 明城聡, 西川浩平, 五十川大也, 東京大学出版会, 2014, 252頁.

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:

国内外の別:

取得状況(計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:

出願年月日:
取得年月日:
国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

http://www.researchgate.net/profile/Satoshi_Myojo

6. 研究組織

(1) 研究代表者

明城 聡 (MYOJO, Satoshi)
法政大学・経済学部・准教授
研究者番号: 70455426