

Title	公的資金による研究開発プロジェクトの費用便益分析手法に関する研究(2) : 公的研究開発投資による経済的・社会的便益の分析
Author(s)	幸本, 和明; 吉田, 准一; 岸岡, 三春
Citation	年次学術大会講演要旨集, 23: 718-721
Issue Date	2008-10-12
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/7663
Rights	本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management.
Description	一般講演要旨

2 C 2 1

公的資金による研究開発プロジェクトの費用便益分析手法に関する研究（２） －公的研究開発投資による経済的・社会的便益の分析－

○幸本 和明（NEDO、東工大）、吉田 准一（NEDO）、
岸岡 三春（テクノリサーチ研究所）

1. はじめに

人的資源、エネルギー資源、食料等の制約がある日本において、経済の持続的発展のためには技術力の向上が不可欠である。NEDO は、民間企業独自では実施できない研究開発に対して研究開発投資を行い、日本の産業競争力強化に一定の役割を担ってきた。他方、政府の財政が逼迫する中、公的資金による研究開発投資についても、その必要性、効率性、有効性の観点からの評価が求められている。

NEDO では、平成13年度より研究開発プロジェクトの中間評価及び事後評価を行い、研究開発プロジェクトの技術的成果（アウトプット）に対する評価を行ってきた。また、研究開発プロジェクトにおいては、プロジェクト終了後、一定の時間を経た後に、様々な形で経済的・社会的効果（アウトカム）をもたらすことから、研究開発プロジェクト終了後の追跡評価を平成16年度より実施してきたところである。しなしながら、これまで行われている追跡評価は、研究開発プロジェクトと経済的・社会的効果との因果関係の把握が中心となっており、定量的な評価についての研究はほとんど進んでいない。また、一部で行われている NEDO の研究開発プロジェクトの貢献度などの調査^[1]についても、プロジェクトを実施した場合と、仮説としてプロジェクトを実施しなかった場合との比較から、プロジェクトによる追加的な効果（アディショナルリティ）を推定し、その結果から費用便益分析を実施した例はほとんどない。

筆者らは、NEDO が過去に実施した太陽光発電に関する研究開発プロジェクト（以下「プロジェクト」という。）を対象に、プロジェクトによって、太陽光発電の発電単価がどの程度低減したかを推定した。具体的には、NEDO 及び民間の研究開発投資額から技術知識ストックを算定し、技術知識ストックによって太陽光発電システムによる発電単価が低減するモデルを策定した。そして、このモデルから、プロジェクト実施ケースと非実施仮説ケースにおける発電単価の推定を行った^[2]。（以下、本要旨においては、当該研究を「先の研究」という。）

本稿では、先の研究で推定したプロジェクトを実際に実施した場合（実施ケース）と、仮説としてプロジェクトを実施しなかった場合（非実施仮説ケース）における太陽光発電の発電単価の変化から、プロジェクト

の経済的・社会的効果を算定する方法について検討した。そして、その結果から、プロジェクトの研究開発費を費用、経済的・社会的効果を便益として、費用便益分析を試みた。その結果及び考察並びに今後の課題を報告する。

2. 研究の方法

図 1 に研究方法の全体手順を示す。最初に、太陽光発電の発電単価と太陽光発電の発電量の関係から、需要曲線を推定した。続いて、先の研究において求めた NEDO プロジェクトの実施ケースと非実施仮説ケースのそれぞれについて、需要曲線に基づき消費者余剰及び CO2 排出削減効果を算定した。そして、実施ケースと非実施仮説ケースの差を NEDO プロジェクトによる経済的・社会的効果とした。最後に、NEDO 研究開発投資を費用、経済的・社会的効果を便益として、費用便益分析を行った。具体的な手順を以下に示す。

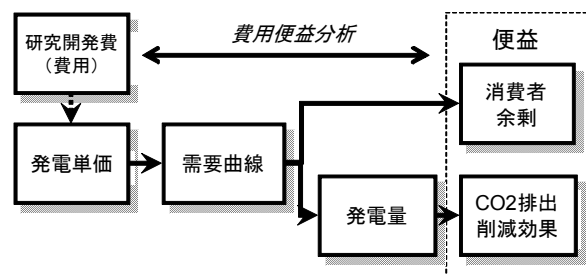


図 1 研究の全体手順

(1) 太陽光発電に関する需要曲線の推定

需要曲線は、次の①～③の手順に従って、発電単価と発電電力量の関係を求めた。

① 発電電力量

まず、財団法人新エネルギー財団(NEF)が住宅用太陽光発電導入促進事業で公表した年度別・都道府県別住宅用太陽光発電システム導入状況（設備容量）^[3]及び都道府県別 kW 当たりの年間発電電力量^[4]のデータを用意した。この結果から、1997 年～2003 年までの都道府県毎の年間発電電力量を式 1 により算定した。

$$\text{年間発電電力量(円/kWh・年)} = \text{設備容量(kW)} \times \text{kW 当たり発電電力量(kWh/年・kW)} \cdots \text{式1}$$

② 太陽光発電システムの発電単価

同じく住宅用太陽光発電導入促進事業において、NEFが公表した1997年～2003年までの都道府県毎の太陽光発電システムの価格のデータを用意した。当該システム価格は、補助金交付額を控除した価格である。なお、本データは、東京大学 松橋教授がまとめられたものを、松橋教授の好意により提供いただいたものである。

続いて、運転年数発電原価法^[4]により、システム価格から発電単価を算定した。ここで、太陽光発電においては、年間運転経費は0、耐用年数は20年、金利は4%としている。また、年間発電電力量は、①で求めたものを用いた。

③ 需要曲線の推定

需要曲線は、上記①で求めた発電電力量と②で求めた発電単価から算定を行った。なお、実際に需要曲線を推定する過程では、発電電力量に影響を及ぼすと考えられる要素を説明変数に加えて分析を行った。

(2) NEDO プロジェクト実施ケース及び非実施仮説ケースの発電単価

先の研究において推定した、1983年から2005年までの、プロジェクト実施ケース及び非実施仮説ケースの発電単価を用いた。

(3) NEDO プロジェクトによる経済的・社会的効果の推定

① 経済的・社会的効果の推定に係る前提条件

(a) 経済的・社会的効果の分析の対象

筆者らのこれまでの研究において、太陽光発電に関する研究開発プロジェクトでは、様々な経済的・社会的効果を生み出したことを明らかにしている^{[6],[7]}。本研究では、これら経済的・社会的効果の中でも、貨幣価値化が比較的容易な消費者余剰及びCO₂排出削減効果を分析の対象とした。

(b) 分析の期間

本研究では、1983年～2010年に設置された太陽光発電システムを分析の対象とした。この場合において、太陽光発電の発電単価については、1983年～2005年は実績値(一部推計を含む)を、2006年～2010年は、2005年から変化が無いものとしている。また、太陽光発電システムの耐用年数を20年間とすると、2010年に設置された太陽光発電システムは2029年まで稼働すると考えられることから、分析の期間は、1983年～2029年とした。

② 消費者余剰分析

(1)で推定した需要曲線から、消費者余剰を算定するための関数を導出した。続いて、この関数を用いて、プロジェクト実施ケース及び非実施仮説ケースについて、各年毎の消費者余剰を算定した。そして、実施ケースと非実施仮説ケースとの差をNEDOプロ

ジェクトによる消費者余剰とした。

③ CO₂ 排出削減効果

プロジェクト実施ケース及び非実施仮説ケースにおける各年の発電単価から、③で推定した需要曲線に基づき、各年の発電電力量を算定した。そして、各年の発電電力量に、太陽光発電におけるCO₂排出削減原単位を乗じることにより、各年のCO₂排出削減量を算出した。そして、各年のCO₂排出削減量に、CO₂排出権取引価格を乗じることにより、各年のCO₂排出削減効果を算定した。そして、実施ケースと非実施仮説ケースとの差をNEDOプロジェクトによるCO₂排出削減効果とした。

(4) 費用便益分析

費用については、NEDO 研究開発投資額とした。また、便益については、本研究では、消費者余剰及びCO₂削減効果とした。そして、所定の割引率を設定し、純現在価値(NPV)を算定した。

3. 結果及び考察

(1) 太陽光発電に関する需要曲線

図2は、1997年～2003年における都道府県別の買電単価当たり太陽光発電の発電単価と世帯当たり発電電力量の関係を示す。プロット全体の傾向として、太陽光発電の発電単価が安価となるに伴い、発電電力量が増大することが判明した。また、発電単価は、年度が後になるに伴って安価となり、年度によって傾向が異なる結果となった。そこで、式1により、太陽光発電の需要曲線を推定した。

$$\ln(W/H) = \alpha \ln(p/pp) + \beta \ln(def/pp) + \gamma \ln(I/pp) + \delta t + C \quad \dots \text{式1}$$

ここで、W:発電電力量、H:世帯数^[7]、p:発電単価、pp:買電単価、def: GDP デフレーター、I:世帯当たりの県民所得^[9]、t:年次、C:定数とし、 α 、 β 、 γ 、 δ は各パラメータの係数である。説明変数に GDP デフレータを

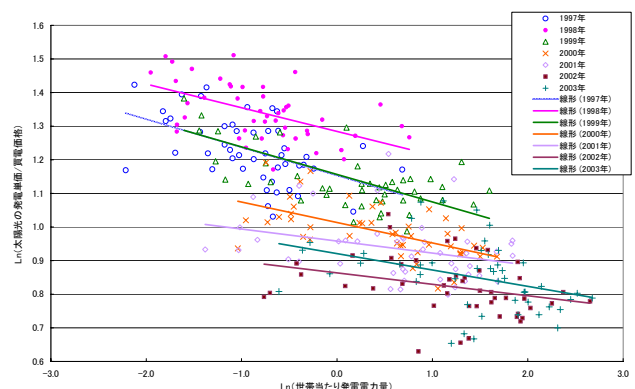


図2 都道府県別の買電単価当たりの太陽光発電の発電単価と世帯当たり発電電力量

加えたのは、太陽光発電の購入においては、物価変動が影響を及ぼすと考えられるためである。また、県民所得を加えたのは、太陽光発電システムは選択的支出費目であると考えられることから、所得の影響を大きく受けると考えられるためである。

式4のモデルについて、最小二乗法及び操作変数法により α 、 β 、 γ 、 δ 及びCの推計を行った。操作変数法では、都道府県別 kW 当たりの年間発電電力量(すなわち日射条件)、 $\ln(\text{def}/\text{pp})$ 、 $\ln(I/\text{pp})$ 、 t 及び C を操作変数とした。その結果を表1に示す。

表1 需要曲線における係数の回帰分析結果

	最小自乗法		操作変数法	
	回帰係数	t値	回帰係数	t値
α	-3.88358	12.0825	-4.85201	12.8286
β	12.74272	8.2500	14.1651	8.90157
γ	0.3486	1.5630	0.49565	2.17388
δ	-0.01195	0.3280	-0.10374	2.51981
C	9.78629	0.1360	192.422	2.36202
R_{adj}^2	0.6919		0.685712	
DW 比	1.3524		1.40794	

その結果、操作変数法による推計では、 α 、 β 、 γ 、 δ 、Cは有意水準が5%未満となり、決定係数(R_{adj}^2)、ダービン・ワトソン比(DW 比)ともに大きな問題はなく、統計的に優位な結果となった。そこで、需要曲線は操作変数法により推計したものを採用することとした。

式4を変形し、各パラメータに数値を代入すると、 t 年における需要曲線は式2のとおり表すことができる。

$$W_t = H_t \cdot \text{def}_t^{14.2} \cdot I_t^{0.496} \cdot \text{pp}_t^{-9.81} \cdot p_t^{-4.85} \cdot e^{-0.104t+192} \dots \text{式2}$$

(2) NEDO プロジェクトによる経済的・社会的効果の推定

① 消費者余剰分析

ある年に設置された太陽光発電システムによる消費者余剰は、以下の通り算定した。

(i) 1983 から 2010 年の全ての年について、需要曲線に基づき、前年と当年における価格差と発電電力量から消費者余剰を算定した。

(ii) 当該太陽光発電システムの消費者余剰は当該システムの設置から耐用年数である 20 年間稼働し、その間継続的に、設置年と同額の消費者余剰を生み出すものとした。

(iii) 太陽光発電システムの当該設置年における消費者余剰は、(i) で算定した 1983 年から当該設置年までの消費者余剰の和とした。

(iv) ある年における消費者余剰は、異なった年に設置された稼働中の太陽光発電システムが生み出す消費者余剰の和とした。

また、図3は、プロジェクト実施ケース及び非実施ケースにおける各年の消費者余剰を示す。その結果、

プロジェクト実施ケースは非実施ケースと比較して、消費者余剰が大きく増大していることが判明した。この差がプロジェクトによる消費者余剰のアディショナルリティであると考えられる。

② CO2 排出削減効果

プロジェクト実施ケース及び非実施仮説ケースにおける各年の発電単価から、需要曲線に基づき、各年の発電電力量を算定した。そして CO2 排出削減効果は、式3により算定した。

$$\text{CO2 排出削減効果} = W \cdot \text{Int} \cdot \text{ETP} \dots \text{式3}$$

ここで、Wは発電電力量、IntはCO2排出削減原単位、ETPは排出権取引価格である。Intは0.378kg-CO2/kWh、ETPは1,212円/kg-CO2とした。

また、消費者余剰と同様に、プロジェクト実施ケース及び非実施ケースにおける各年のCO2排出削減効果を算定した。その結果、プロジェクト実施ケースは非実施ケースと比較して、CO2排出削減効果が大きく増大していることが判明した。この差がプロジェクトによるCO2排出削減効果のアディショナルリティであると考えられる。

(3) 費用便益分析

NEDO 研究開発投資額を費用として、上記(2)の消費者余剰及びCO2排出削減効果のアディショナルリティを便益として、NPVを算定した。NPVは式4により表すことができる。

$$NPV_{2029} = \sum_{t=1983}^{2029} (B_{pt} - C_{pt}) = \sum_{t=1983}^{2029} B_{pt} - \sum_{t=1983}^{2005} C_{pt} \dots \text{式4}$$

ここで、 B_{pt} は t 年における便益(消費者余剰及びCO2排出削減効果)、 C_{pt} は t 年におけるNEDO研究開発投資額である。基準年は2005年、割引率は、4%とした。

費用便益分析の結果を表2に示す。その結果、NPVは、2570億円となり、NEDO研究開発投資額よりも消費者余剰及びCO2排出削減効果の方が大きい。

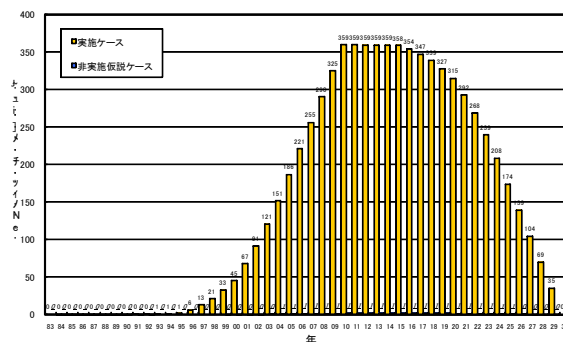


図3 消費者余剰の推移

くなることが分かった。したがって、当該プロジェクトは、研究開発投資額以上の経済的・社会的効果をもたらしていると考えられる。ただし、本調査において便益の対象としたのは、消費者余剰及び CO2 排出削減効果のみであり、太陽光発電メーカー等の生産者における便益、スピルオーバー効果、エネルギー自給率向上効果、研究開発によってもたらされる 2011 年以降の将来的な便益等は加味していない。したがって、便益を過小評価していることに十分留意する必要がある。

表 2 費用便益分析の結果

(億円)

費用	便益			純便益
	消費者余剰	CO2 排出削減効果		
2,700	5,270	5,140	130	2,570

4. 今後の課題

本研究では、消費者余剰及び CO2 排出削減効果を便益の対象として分析を行った。しかし、便益としては、これら以外にも、生産者余剰や石油代替効果等もあると考えられることから、今後これらの算定方法について検討する必要がある。また、太陽光発電の普及による経済的・社会的効果は、太陽光発電メーカーのみならず、原料シリコン供給メーカー等の関連産業へも波及していることから、今後、これらの効果の算定方法についても検討が必要となる。また、本研究では、2010 年までに設置された太陽光発電を分析の対象としたが、2011 年以降の将来の便益推定手法についても検討が必要である。具体的には、技術の導入シナリオを設定し、マクロ経済動向等の見通しを加味した上で、消費者余剰等を推定する手法を開発する必要がある。また、別のプロジェクトへの適用を考えた場合、研究開発によっては、価格低減のみならず、性能向上をもたらす場合がある。このような製品における、消費者余剰の算定方法についても検討が必要となる。

5. まとめ

筆者らは、太陽光発電の発電単価と太陽光発電の発電電力量の関係(需要曲線)を推定するとともに、先の研究で推定したプロジェクトの実施ケース及び非実施ケースにおける太陽光発電の発電単価の変化から、消費者余剰及び CO2 排出削減効果を算定した。そして、実施ケースと非実施ケースにおける消費者余剰及び CO2 排出削減効果の差分を NEDO プロジェクトの経済的・社会的便益として、NEDO 研究開発投資額との費用便益分析を行い、把握した。また、その結果、投資額よりも経済的・社会的便益の方が大きくなることが分かった。

謝辞

本研究は、NEDO の委託調査「NEDO 研究開発プロジェクトの社会・経済等への効果の定量的把握手法に関する調査」^[10]の一部により行われたものであり、当該委託調査においては、委員長を務めていただいた一橋大学 長岡 貞男教授には細部に至るまで懇切丁寧にご指導頂いた。また、東京大学 松橋 隆治教授には、太陽光発電に関わるデータを快くご提供いただくとともに、様々な観点からご助言を頂いた。ここに厚く御礼申し上げます。

引用文献

- [1] 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構、『NEDO 研究開発成果の経済効果及び貢献度に係る基礎調査』、2006。
- [2] 吉田准一、幸本和明、岸岡三春、「公的資金による研究開発プロジェクトの費用便益手法に関する研究(1) 一公的研究開発投資による製品の価格低減効果についての検討一」、研究・技術計画学会第 23 回年次学術大会要旨集、研究・技術計画学会、2008。
- [3] 財団法人新エネルギー財団、「年度別・都道府県別住宅用太陽光発電システム導入状況(設備容量)」
(http://www.solar.nef.or.jp/system/html/taiyou_sys080421.pdf)
- [4] 財団法人新エネルギー財団、「都道府県別 kW 当たりの年間発電電力量」
(http://www.solar.nef.or.jp/josei/hassei_denryoku.pdf)
- [5] 経済産業省、『総合資源エネルギー調査会第 7 回新エネルギー部会 参考資料』、2001。
- [6] 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構、『太陽光発電システム及びその関連技術に係るアウトカム調査』、2005。
- [7] 幸本和明他、「公的資金による研究開発プロジェクトのアウトカム調査手法に関する検討」、研究・技術計画学会第 21 回年次学術大会要旨集、研究・技術計画学会、2006。
- [8] 国立社会保障・人口問題研究所、『日本の世帯数の将来推計(全国推計)』、2008 年 3 月
- [9] 内閣府、『平成 17 年度県民経済計算』、2008 年 2 月
- [10] 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構、『NEDO 研究開発プロジェクトの社会・経済等への効果の定量的把握手法に関する調査』、2008。