

気候区分を考慮した太陽光発電と省エネルギー家電導入の費用便益分析

Cost-benefit analysis of introduction of photovoltaics and energy saving electrical appliances taking into account climatic condition

公共システムプログラム
11M43224 高橋央 指導教員 増井利彦
Public Policy Design Program
Nakaba Takahashi, Adviser Toshihiko Masui

ABSTRACT

In order to reduce the CO₂ emissions in residential sector, it is necessary to introduce photovoltaics and energy saving electrical appliances into households. In this study, photovoltaics, and refrigerator, television and air conditioner as energy saving electrical appliances in some typical climatic conditions are treated. The benefits are estimated from the revenue from sales of electricity generated by installed photovoltaics and the diminution in cost of electricity by introducing the energy saving appliances, and they are compared to the installation costs of photovoltaics and energy saving appliances. The first finding is that the benefit of photovoltaics in the areas along the Pacific Sea and Seto Inland Sea are larger than those along the Japan Sea. This means that the preferential introduction of photovoltaics in the areas along the Pacific Sea and Seto Inland Sea will bring more economic benefit. The second finding is that how to use the energy saving appliances also influences the economic benefit. Although air conditioner can reduce the most electricity consumption among the three appliances, television gives the most benefit. Therefore, for the purpose of reduction of the electricity demand, we need a policy to make the reduction of electricity demand consistent with the economic benefit.

1. 本研究の背景と目的

1.1. 再生可能エネルギー導入と省エネルギー促進

2011年3月11日に発生した東京電力福島第一原子力発電所事故を踏まえ、わが国政府は将来電源に占める原子力発電比率を2010年の比率よりも減少することに努めている。エネルギー・環境会議(2012)では、2010年に26%だった原子力発電比率を2030年に0%、15%、20-25%にする3シナリオが考案されており、その3つのシナリオ全てに再生可能エネルギー導入と省エネルギー促進が期待されている。

1.2. 本研究の対象

本研究では家庭部門を対象とした分析を行う。内閣府(2011)では、部門別電力需要構成比において家庭部門比率が1970年から2009年にかけて16%から28%に大きく増加していることを示している。また、家庭部門がもっとも導入しやすい再生可能エネルギーである太陽光発電を分析の対象とし、省エネルギー機器については、電気冷蔵庫・テレビ・エアコンの3種類の機器を対象とする。

1.3. 再生可能エネルギー固定価格買取制度

わが国政府は2012年7月1日より、「再生可能エネルギー固定価格買取制度」を施行した。この制度において、電力会社が買い取る電力は、発電時に家庭で消費されなかった電力(余剰電力)であるため、太陽光発電設置世帯の住人は発電

時に消費する電力を減少させることで売電収入を増加させることができるので、太陽光発電設置世帯の住人には省エネルギー行動を選択するインセンティブが存在する。

1.4. 省エネルギー機器導入のメリット・デメリット

家庭が省エネルギー機器を導入するメリットは電力消費の削減を通じて電力費用が減少する事である。さらに、太陽光発電設置世帯では、電力需要を適切に削減することにより売電量を増加させることができ、メリットに売電収入が増加することが加わる。一方、デメリットは、省エネルギー機器を導入するための初期費用が一般的な機器と比べて高いことである。

1.5. 本研究の対象気候区分

同じ日本国内であっても地域によって気候や気象条件が異なっている。また、太陽光発電量と電力需要は世帯が所属する気候から影響を受けている。そのため、気候区分によって太陽光発電と省エネルギー機器導入による便益に差が出る可能性がある。その気候区分による差を分析するために本研究では太平洋岸式気候、日本海岸式気候、瀬戸内式気候の3種類の気候区分を対象に分析を行う。

1.6. 本研究の目的

本研究では3気候区分に所属する24世帯で実測された日本建築学会「住宅におけるエネルギー消費量データベース」の

電力需要から各世帯における現状（2012年）を想定した電力需要を作成し、その電力需要を持つ各世帯が太陽光発電や省エネ機器を導入した時に世帯が得る純便益求め、その純便益を3種類の気候区分で比較することを目的とする。

1.7. 先行研究と本研究の関係

住宅用太陽光発電設備導入が世帯に与える経済効果を分析した論文に伊賀淳ら(2003)がある。伊賀淳ら(2003)では月ごと時刻別の太陽光発電量と季節ごとの時刻別電力需要量を用いて、太陽電池と蓄電池設備の経済効果について分析している。その結果として、蓄電池と太陽光発電の組合せシステムにより、太陽光発電のみのシステムの場合より年間2万円以上の経済的メリットがある事を示した。本研究は太陽光発電と省エネルギー機器導入が世帯に与える経済効果を分析する点で先行研究と一致しているが、3気候区分を対象に分析を行う点と省エネルギー機器導入も考慮した太陽光発電売電量を評価する点で先行研究とは異なっている。

2. 電力需要と機器データ

2.1. 電力需要

本研究では日本建築学会「住宅におけるエネルギー消費量データベース」の電力需要を用いて分析を行う。このデータベースの中から分析に必要なデータが揃っている戸建の24世帯の電力需要に機器のエネルギー消費効率改善を行い現状(2012年)を想定した月ごと機器別時刻別電力需要を作成し、本分析で使用している。24世帯の現状(2012年)を想定した年間機器別電力需要を図2-1-1に示す。

2.2. 省エネルギー行動

本研究で扱う省エネルギー行動は省エネルギー機器の購入を対象とし、使用時間の削減といったサービス量を減少するような省エネ行動は対象外としている。

2.3. 省エネ機器と一般的な機器

本分析で用いる省エネ機器と一般的な機器の年間電力消費量のカatalog値、購入価格、耐用年数を表2-3-1に示す。

表2-3-1：省エネ機器と一般的な機器

機器	省エネ機器	一般的な機器
冷蔵庫 内容積:401-450L 耐用年数:6年	190(kWh/台・年) 150700(円/台)	260(kWh/台・年) 98700(円/台)
テレビ 液晶32型 耐用年数:5年	36(kWh/台・年) 37300(円/台)	68(kWh/台・年) 34200(円/台)
エアコン 冷房能力:2.8kW 耐用年数:6年	790(kWh/台・年) 155510(円/台)	951(kWh/台・年) 117800(円/台)

2.4. 各世帯における機器保有数

各世帯の機器保有数を図2-4-1のように設定している。

2.5. 電力価格

本研究は電力価格22円/kWhで計算を行っている。

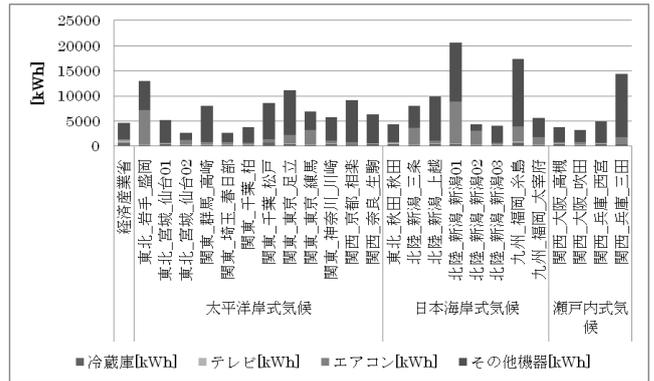


図2-1-1：各世帯の年間機器別電力需要

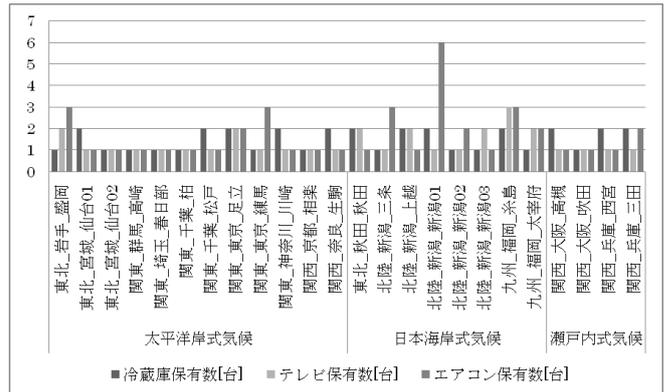


図2-4-1：各世帯の機器保有数

3. 太陽エネルギーと太陽光発電

3.1. 太陽光発電量

本研究では式3-1-1を用いて太陽光発電量を求めている。

$$\text{発電量} \left(\frac{kWh}{\text{時間}} \right) = \text{電池容量}(kW) \times \text{日射量} \left(\frac{kWh}{\text{m}^2 \cdot \text{時間}} \right) \times \text{損失係数} \dots \text{式3-1-1}$$

3.2. 時刻別日射量

本研究ではNEDO「日射量データベース」の年間月別日射量データベースにおける方位角0°傾斜角30°の月平均斜面日射量(kWh/m²・day)から山本博隆ら(1995)を参考に時刻分布させた日射量を作成し、月ごと時刻別太陽光発電量を算出して本分析を行っている。

3.3. 太陽光発電の売電

本研究では太陽光発電で発生した電力は始めに世帯の電力需要を賄うために消費され、余剰電力が売電される仕組みを取っている。本研究における売電価格は42円/kWhである。

3.4. 太陽光発電の電池容量、購入費用、耐用年数

本分析で用いる太陽光発電の電池容量、購入費用、耐用年数を表3-4-1に示す。

表3-4-1：太陽光発電情報

電池容量	購入費用	耐用年数
3(kW/台)	142万2千(円/台)	17年

3.5. 各世帯の発電量

以上の式と値を用いて算出した各世帯の年間太陽光発電量を図 3-5-1 に示す。

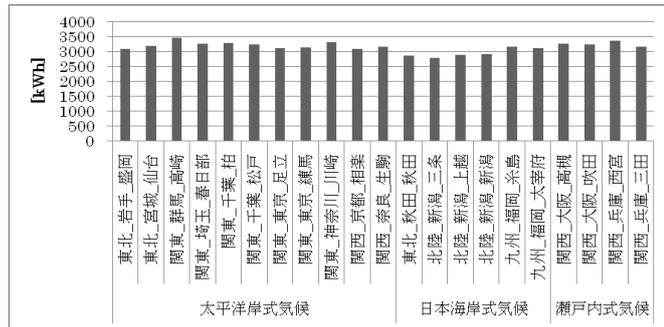


図 3-5-1：各世帯の年間太陽光発電量

3.6. 各世帯における太陽光発電導入補助金

本研究では太陽光発電購入費用から地域ごとに異なる太陽光発電導入補助金を引いたものを太陽光発電導入費用としている。各世帯が受け取れる太陽光発電導入補助金を図 3-6-1 に示す。

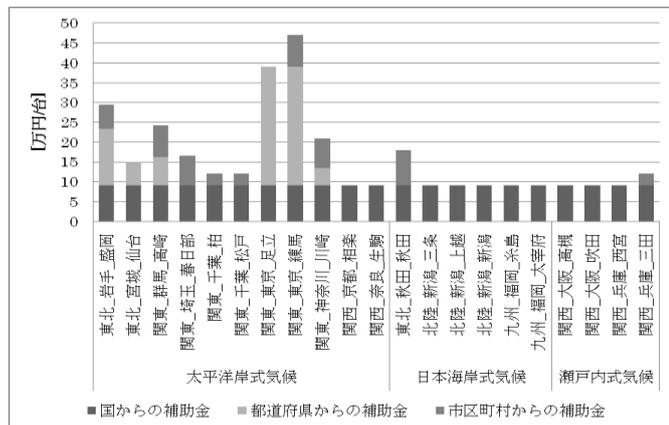


図 3-6-1：各世帯における太陽光発電導入補助金

4. 分析ケースと費用便益の定義

4.1. 分析ケース

本研究では冷蔵庫、テレビ、エアコン 3 種類とも一般的な機器を導入していて、太陽光発電を導入していないケース (3 種類一般ケース) を基準ケースとして、太陽光発電の導入と組み合わせて 10 ケースを想定している (表 4-1-1 参照)。

4.2. 費用便益の定義

本研究では式 4-2-1 を用いて、3 種類一般 (基準) ケースを基準とした年間純便益を計算している。

$$YNB_c = YRSEP_c + YDCE_c - A_c \frac{PPV - PVS_r}{PVL} - \sum_d \left\{ \frac{(PID_d - POD_d)}{DL_d} \times NO_d \right\} \dots \text{式 4-2-1}$$

YNB：年間純便益、YRSEP：年間太陽光発電売電収入

YDCE：年間電力購入費用減少量、PPV：太陽光発電購入価格

PVS：太陽光発電導入補助金、PVL：太陽光発電耐用年数

PID：導入する機器の価格、POD：一般的な機器の価格

DL：機器の耐用年数、NO：機器の保有数

A：係数 (太陽光ありの場合 A=1、なしの場合 A=0)

c：ケース、r：純便益を求める世帯が所属する地域、d：機器の種類

表 4-1-1：ケース表

ケース名	太陽光発電導入	省エネ機器
3 種類一般 (基準)	なし	なし
冷蔵庫省エネ	なし	冷蔵庫
テレビ省エネ	なし	テレビ
エアコン省エネ	なし	エアコン
3 種類省エネ	なし	3 種類全て
太陽光 3 種類一般	あり	なし
太陽光冷蔵庫省エネ	あり	冷蔵庫
太陽光テレビ省エネ	あり	テレビ
太陽光エアコン省エネ	あり	エアコン
太陽光 3 種類省エネ	あり	3 種類全て

5. 分析結果

5.1. 年間電力購入量減少量

年間電力購入量は太陽光発電を導入していないケースにおいて、省エネ冷蔵庫を導入することによって 60~120kWh 減少し、省エネテレビを導入することによって 20~80kWh 減少し、省エネエアコンを導入することによって 0~600kWh 減少した (図 5-1-1 参照)。省エネ機器導入による年間電力購入量の減少量は、使用方法による影響が大きかった

また、太陽光発電導入によって年間電力購入量は 1300~1800kWh 減少し、この減少量も気候区分による変化は見られなかった (図 5-1-1 参照)。

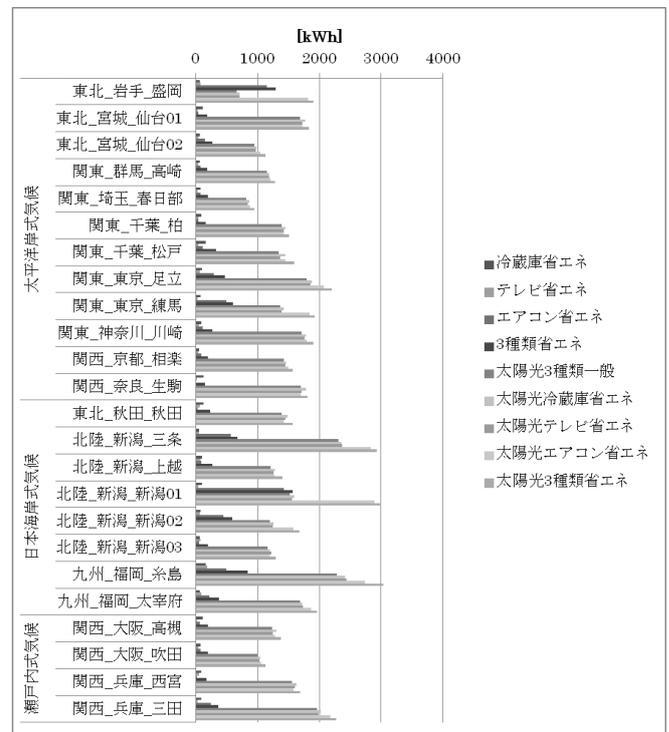


図 5-1-1：各ケースにおける年間電力購入量減少量

5.2. 年間太陽光発電売電量

3種類とも一般的な機器を導入している状態で太陽光発電を導入したときの売電量は太平洋岸式気候世帯と瀬戸内式気候世帯で1300~2400kWhであるのに対して、日本海岸式気候世帯では400~1800kWhとなり、他2気候区分と比較して少なかった。これは日本海岸式気候世帯では他の気候区分と比較して冬季に売電量が少なくなるためである(図5-2-1参照)。

また、冷蔵庫については省エネ機器と一般機器の電力消費量の差が小さかったことやテレビ・エアコンは発電中にあまり使用されないことから省エネ機器導入による著しい売電量増加は見られなかった(図5-2-1参照)。

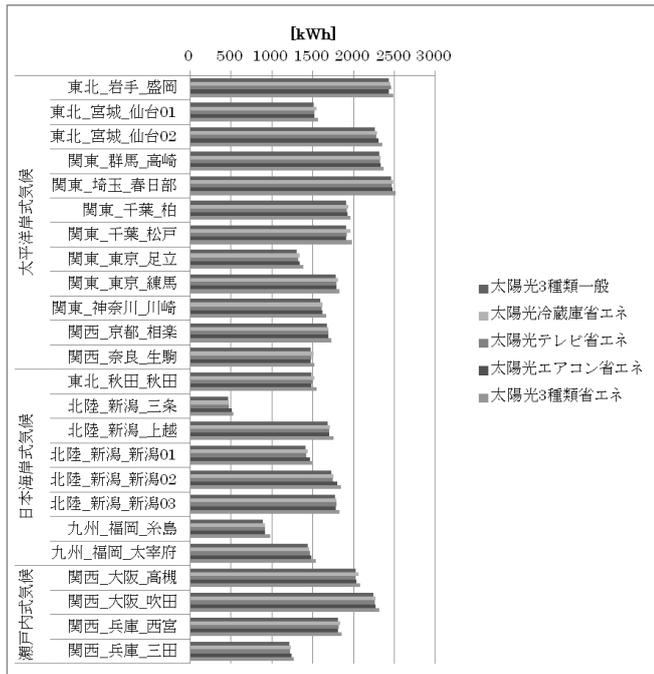


図5-2-1：各ケースにおける年間太陽光発電売電量

5.3. 年間純便益

太陽光発電を導入していないケースにおいて省エネ冷蔵庫を導入することによって世帯が得る年間純便益は、導入する冷蔵庫1台あたり-7000円前後であった。また、太陽光発電を導入していないケースにおいて省エネテレビを導入することによって世帯が得る年間純便益は300~700円であり、省エネエアコンを導入することによって世帯が得る年間純便益は-7000~-3000円であった。この省エネ機器導入による年間純便益は気候区分によって違いが見られず、テレビやエアコンは住人の機器使用方法によって年間純便益に差が生じた。また、導入することで正の値の年間純便益を得ることが期待できるのは省エネテレビだけであった(図5-3-1参照)。

3種類とも一般的な機器を導入している状態で太陽光発電を導入することによって世帯が得る年間純便益は太平洋岸式気候世帯と瀬戸内式気候世帯では20000~50000円であるのに対して、日本海岸式気候世帯では-10000~20000円であり少なくなった。冬季の売電量の少なさによって、冬季の便益が少なくなり、その影響で日本海岸式気候世帯で純便益が少なくなった(図5-3-1参照)。

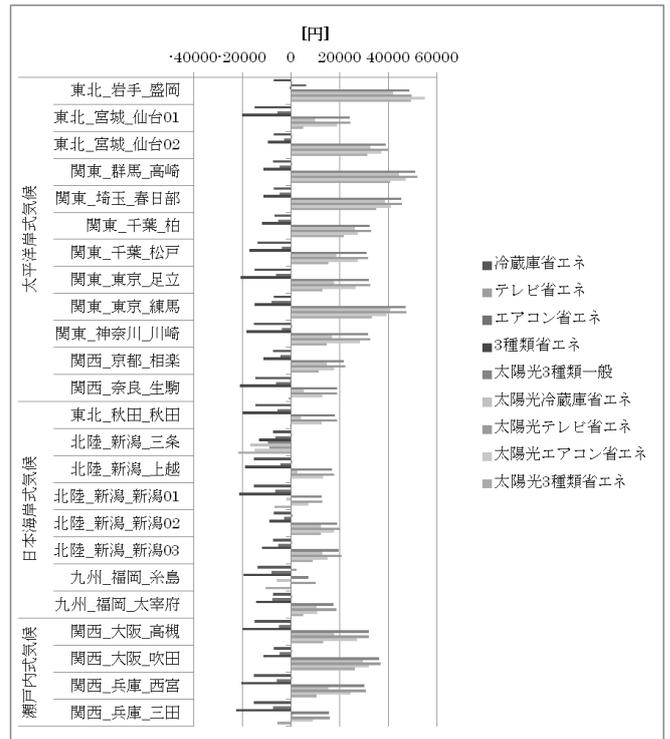


図5-3-1：各ケースにおける年間純便益

6. 結論

- ・地域により気候区分が異なるわが国では、気候区分にあったエネルギー政策が必要であり、太陽光発電は日本海側より太平洋側や瀬戸内地方で導入した方が便益が大きくなる。
- ・省エネ機器導入によって得られる便益は気候区分よりも機器の電力消費パターンから影響を受ける。
- ・政府が省エネルギー機器導入促進を目的に政策を作る場合、温暖化対策のために電力消費量を多く削減できる省エネルギー機器を導入することによって世帯が得られる純便益を大きくする政策が必要である。

7. 今後の課題

- ・本分析で扱ったサンプルサイズは小さいため、サンプルサイズを増やした分析が必要となる。さらに、所得情報や家族構成などを考慮に入れた分析が必要である。
- ・本研究で用いた気候区分は、日照時間を反映させたものであるが、エネルギー消費を反映する要素は、他にも気温などもあり、さらに詳細な検討が必要となる。

《主な参考文献》

- エネルギー・環境会議(2012)「エネルギー・環境に関する選択肢」
- 山口雅英、伊賀淳、石原薫、和田大志郎、吉井清明、末田純(2003)「住宅用太陽光発電・蓄電池組合せシステムのメリットに関する研究」
- 山本博隆、伊賀淳、石原薫、三田裕一、鈴木博久(1995)「I-Vカーブ作成方法を用いた太陽光発電量シミュレーション計算プログラムの開発」