

太陽光発電のサスティナビリティに関する研究 住宅を対象とした経済的持続可能性のための発電単価の検討

茨澤 遼太郎 指導教員 有波 裕貴 助教

1 研究目的

我が国では再生可能エネルギーの普及促進のため、2012年から固定価格買取制度 (FIT) ^{*1} が導入され、一定の期間内で太陽光発電の余剰電力の高額買取が行われている。しかし、FIT 終了後の買取単価は、FIT による買取単価と比較して低額となる。

既往の研究^{文1)}では、高齢者集合住宅を対象として、FIT 終了後の買取単価で投資回収が可能となる年数の検討が行われている。しかし、現状の買取単価と機器の初期費用では、ほとんどの場合において、現実的な期間で投資回収することはできないことが明らかとなっている。

本研究では、様々な住宅種別及び対象地域において、太陽光発電システムの更新年数以内に太陽光発電装置の費用を投資回収できる買取単価を明らかにすることで、FIT から独立した太陽光発電の経済的持続性を検討することを目的とする。

2 解析概要

2.1 解析対象住宅・地域：表1に解析 case、図1に対象戸建住宅の概要と平面、図2に対象集合住宅の概要と平面を示す。対象とする戸建住宅モデルは日本建築学会標準住宅モデル^{文2)}、集合住宅モデルは板状型集合住宅モデル (16戸) とする。住宅種別は caseA を戸建住宅、caseB を集合住宅とし、地域は東京、新潟とする。外皮

解析 case	住宅種別	解析 case	地域	外皮平均熱貫流率 山値 [W/(m ² ・K)]
caseA	戸建住宅	caseA1-0.3	東京	0.3
		caseA1-0.6		0.6
		caseA1-1.2		1.2
		caseA2-0.3	新潟	0.3
		caseA2-0.6		0.6
		caseA2-1.2		1.2
caseB	集合住宅	caseB1-0.3	東京	0.3
		caseB1-0.6		0.6
		caseB1-1.2		1.2
		caseB2-0.3	新潟	0.3
		caseB2-0.6		0.6
		caseB2-1.2		1.2

	東京電力	東北電力
基本料金 (30A)	858 [円/(kW・月)]	990 [円/(kW・月)]
120 [kWh] 以下	19.88 [円/kWh]	18.58 [円/kWh]
120 [kWh] 超 300 [kWh] 以下	26.48 [円/kWh]	25.33 [円/kWh]
300 [kWh] 超	30.57 [円/kWh]	29.28 [円/kWh]

住宅種別	太陽電池 設置枚数	太陽光発電装置の 費用 [万円] ^{※2}
戸建住宅	46 [枚]	321.6
集合住宅 (1戸当たり)	30 [枚]	231.7

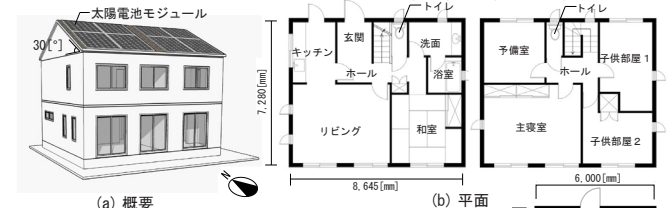


図1 対象戸建住宅の概要と平面

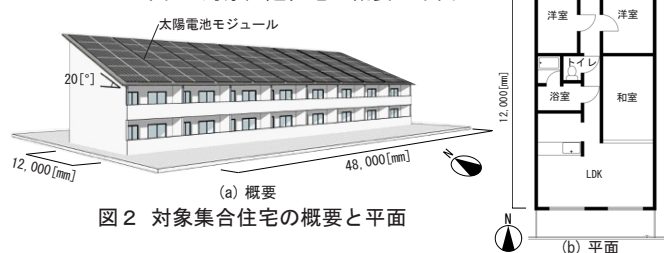


図2 対象集合住宅の概要と平面

平均熱貫流率 U_A 値は 0.3、0.6、1.2 [W/(m²・K)]、家族構成は父、母、子 2 人の計 4 人とする。

2.2 買取単価の算出：表2に電気料金単価、表3に太陽光発電装置の費用を示す。居住者は、太陽光発電装置により電力を受給し、不足分は系統電力より購入する。太陽光発電量が電力消費量を超過した際に生じる余剰電力は、電力会社へ逆潮流し、居住者の収入とする。居住者の収入が、太陽光発電装置の費用^{※2}を太陽光発電システムの耐用年数とされる 10 年間または 20 年間で上回るための買取単価をそれぞれ算出する。

2.3 年間電力消費量 (空調、給湯、各種電気機器) の算出：空調電力消費量は熱負荷シミュレーションソフト TRNSYS ver.15 を用いて算出した暖冷房負荷と既往の研究^{文3)}で測定したエアコンの COP マトリクスから算出する。エアコンは、戸建住宅では計 4 台、集合住宅では計 2 台設置し、連続運転とする。給湯用電力消費量はエコキュート (自然冷媒ヒートポンプ給湯機) を対象とし、給湯温度を 40 [°C]、年間平均 COP は 2 として算出する。各種機器の電力消費量の算出には、生活スケジュール自動生成プログラム SCHEDULE で求めた 1 時間毎の電力消費量を用いる。

2.4 太陽光発電量の算出：表4に太陽電池の仕様を示す。日本建築学会拡張アメダス気象データ (標準年) を用い、既往の研究^{文4)}の発電量計算方法に基づき、太陽光発電量を算出する。太陽光パネルの設置は、戸建住宅では、南面の屋根に 28 [枚]、北面の屋根に 18 [枚]、計 46 [枚] (システム容量 9.66 [kW] ^{※5}) とし、集合住宅では、南面の屋根のみ 480 [枚] (システム容量 100.8 [kW]、1戸当たり 6.3 [kW]) とする。太陽光発電システムの耐用年数は 10 年または 20 年とする。

3 解析結果

3.1 発電量と電力消費量：図3に各地域の年間太陽光発電量、図4に戸建住宅の年間電力消費量と逆潮流量を示す。戸建住宅、集合住宅ともに、年間太陽光発電量の合

セル種類	単結晶シリコン
太陽電池変換効率	18.0 [%]
温度係数 ^{※3}	-0.41 [%/°C]
最大出力	210 [W]
面積	1.188 [m ²]
寸法	1.176 × 0.99 [m]
パワコン ^{※4} 変換効率	95.5 [%]

計は東京のほうが新潟より多い。集合住宅の1戸当たりの年間太陽光発電量は戸建住宅と比較して約 74.1 ~ 76.5 [%] となる。
 U_A 値が同じ場合、新潟の給湯用電力消費量と、空調電力消費量は東京に比べて多い。新潟は冬季の気温が

東京と比較して低下することが理由と考えられる。また、断熱性能が向上すると年間電力消費量は少なくなる。

3.2 10年または20年で投資回収するための買取単価：図5に10年で投資回収するための買取単価、図6に20年で投資回収するための買取単価を示す。10年で投資回収するための買取単価は caseA1-0.3(戸建住宅)で41.6[円]、caseB1-0.3(集合住宅)で39.1[円]

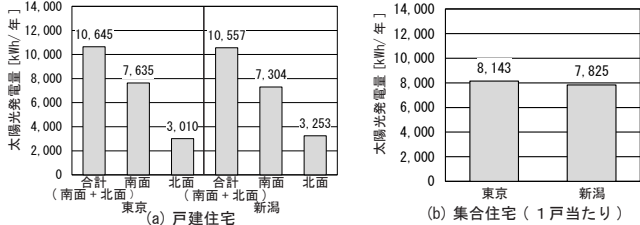


図3 各地域の年間太陽光発電量

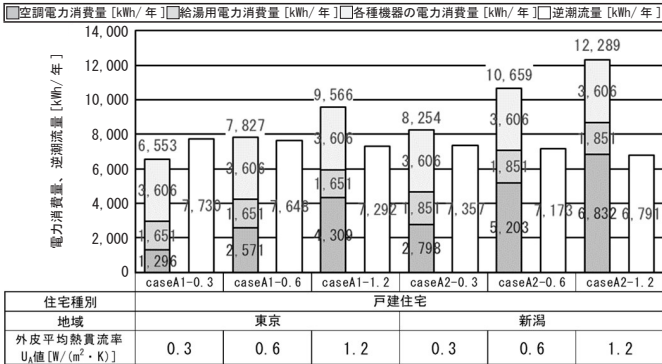


図4 戸建住宅の年間電力消費量と逆潮流量

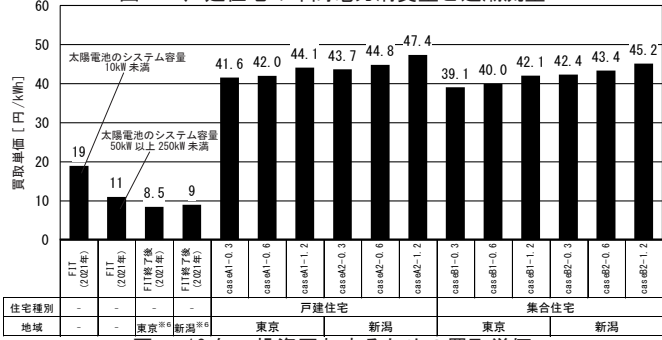


図5 10年で投資回収するための買取単価

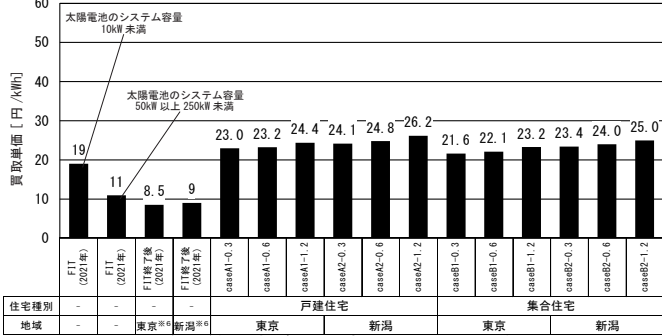


図6 20年で投資回収するための買取単価

表5 太陽光発電装置の費用を低減させた場合の買取単価

買取単価 [円]	現在の太陽光発電装置の費用に対する割合	耐用年数	戸建住宅						集合住宅					
			case A1-0.3	case A1-0.6	case A1-1.2	case A2-0.3	case A2-0.6	case A2-1.2	case B1-0.3	case B1-0.6	case B1-1.2	case B2-0.3	case B2-0.6	case B2-1.2
100 [%]		10年	41.6	42.0	44.1	43.7	44.8	47.4	39.1	40.0	42.1	42.4	43.4	45.2
		20年	23.0	23.2	24.4	24.1	24.8	26.2	21.6	22.1	23.2	23.4	24.0	25.0
80 [%]		10年	33.3	33.6	35.3	35.0	35.9	37.9	31.3	32.0	33.7	33.9	34.7	36.1
		20年	18.4	18.6	19.5	19.3	19.8	20.9	17.3	17.7	18.6	18.7	19.2	20.0
50 [%]		10年	20.8	21.0	22.1	21.9	22.4	23.7	19.6	20.0	21.0	21.2	21.7	22.6
		20年	11.5	11.6	12.2	12.1	12.4	13.1	10.8	11.0	11.6	11.7	12.0	12.5
30 [%]		10年	12.5	12.6	13.2	13.1	13.4	14.2	11.7	12.0	12.6	12.7	13.0	13.6
		20年	6.9	7.0	7.3	7.2	7.4	7.8	6.5	6.6	7.0	7.0	7.2	7.5

※灰色の箇所はFIT、白字はFIT終了後の買取単価に対して低額となるcaseである。

となり、各住宅種別で最小となる。caseA(戸建住宅)における投資回収するための買取単価は、同条件のcaseB(集合住宅)と比較して2.2~2.5[円]程度増加する。断熱性能が等しい場合、case1(東京)における投資回収するための買取単価はcase2(新潟)と比較して2.1~3.3[円]程度低下する。同地域において、断熱性能が向上すると投資回収するための買取単価は2.5~3.6[円]程度低下する。現状のFITによる買取単価は戸建住宅の場合19[円]、集合住宅の場合11[円]、また、FIT終了後の買取単価は東京の場合8.5[円]、新潟の場合9[円]であり、どのcaseでもこれらの価格を上回るため、期間内に太陽光発電装置の費用を投資回収することはできない。

20年で投資回収するための買取単価は、すべてのcaseにおいて、10年で投資回収するための買取単価と比較して低下する。これは太陽光発電装置の費用が相対的に安くなることが理由と考えられる。しかし、現状のFITによる買取単価、FIT終了後の買取単価と比較して、どのcaseでもこれらの価格を上回るため、期間内に投資回収することはできない。

3.3 太陽光発電装置の費用を低減させた場合の買取単価：表5に太陽光発電装置の費用を低減させた場合の買取単価を示す。現状の買取単価では、太陽光発電装置の費用を現状に対して8割とした場合でも、ほとんどのcaseで投資回収することはできない。一方、太陽光発電装置の費用が5割、3割となると投資回収可能な解析caseが増加する。

4 まとめ

- ①現状の買取単価で、太陽光発電装置の費用を投資回収することはできない。
- ②現状の買取単価では太陽光発電装置の経済的持続性は少ないと考えられる。
- ③太陽光発電装置の費用が低下することで、投資回収可能な解析条件が増加し、太陽光発電装置の経済的持続性は高まると考えられる。

注釈

- ※1 再生可能エネルギーの固定価格買取制度 (FIT) は、太陽光、風力、水力、地熱、バイオマス等の再生可能エネルギー源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。
- ※2 太陽光発電システム費用は29.8[万円/kW]、メンテナンス費は3,490[円/(kW・年)]である。
- ※3 太陽電池の温度係数とは、太陽電池パネル表面の温度を基準温度25[°C]から変化させた時の出力性能の変化率を示す。
- ※4 パワーコンディショナー(パワコン)は、太陽光発電システムで発生する直流電気を交流電気に変換し、家庭用電気機器などで利用できるようにするための機器。
- ※5 FITによる買取単価は太陽電池のシステム容量によって異なる。
- ※6 各地域を管轄する電力会社(東京:東京電力 新潟:東北電力)のFIT終了後の買取単価。

参考文献

- 文1) 小嶋・赤林ら:「太陽光発電のサスティナビリティに関する研究 その1 高齢者賃貸住宅を対象としたライフサイクルコストの検討」日本建築学会学術講演梗概集、2021年
- 文2) 宇田川光弘:標準問題の提案 住宅用標準問題、日本建築学会環境工学委員会熱文科学会第15回シンポジウムテキスト、1985年
- 文3) 赤林・文ら:「家庭用エアコンを対象としたCOPマトリクスデータベース構築及び年間COPの算出に関する研究」、日本建築学会北陸支部研究報告集、2014年
- 文4) 佐々木・赤林ら:「戸建住宅における電気エネルギー消費に関する研究 主に東北地方を対象とした太陽光発電の有効性の検討」、日本建築学会環境学論文集、第545号、79-86、2001年