

太陽光発電のサステナビリティに関する研究
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

渡部 棟也 指導教員 赤林 伸一 教授

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、住宅に設置された太陽光発電の余剰電力の買取が行われている。当初 10 年間の FIT の買取価格は、電気料金単価に対して高額であり、太陽光発電電力を自家消費するよりも売却の方が有利な状況である。しかし、その後の買取価格は電気料金単価と比較して極めて低額となる。従って、FIT の終了後に太陽光発電装置が寿命を迎えた場合には更新されない可能性が高い。

本研究では、太陽電池が発電する昼間の電力需要が相対的に多く、今後増加すると考えられる高齢者賃貸住宅を対象とし、居住者がそれぞれ電力会社と契約する従来型と、オーナーが太陽光発電電力を居住者へ直接売電する場合のランニングコストとイニシャルコストを検討し、FIT から独立した太陽光発電のサステナビリティ (経済的持続性) の検討を行うことを目的とする。

2 研究概要

2.1 解析対象地域・住宅：図 1 に対象集合住宅の概要と平面を、表 1 に対象集合住宅及び太陽電池の概要を示す。対象住宅は全電化集合住宅 (16 戸) とし、立地は東京とする。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1)} の発電量計算方法に基づき、太陽光発電量を算出する。

2.2 年間電力消費量 (空調・給湯・各種電気機器) の算出：熱負荷シミュレーションソフト TRNSYS ver15.

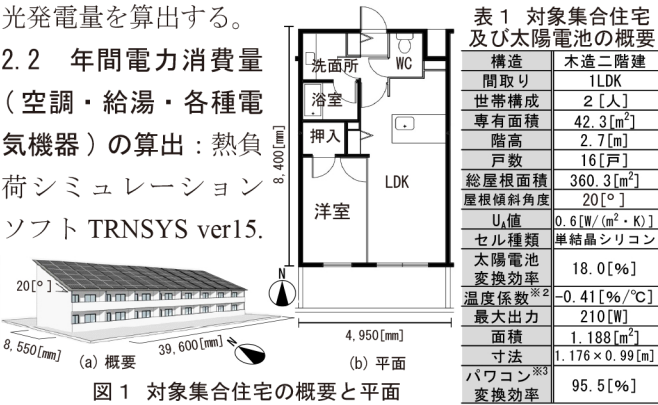


図 1 対象集合住宅の概要と平面

表 2 解析条件及びイニシャルコスト

解析case	太陽電池		蓄電装置容量 [kWh]	イニシャルコスト [万円]
	設置枚数	システム容量		
caseA	caseA-0	50[枚]	0	304.5
	caseA-5		5	354.5
	caseA-10		10	404.5
	caseA-30		30	604.5
caseB	caseB-0	100[枚]	0	609
	caseB-5		5	659
	caseB-10		10	709
	caseB-30		30	909
caseC	caseC-0	200[枚]	0	1218
	caseC-5		5	1268
	caseC-10		10	1318
	caseC-30		30	1518
caseD	caseD-0	300[枚]	0	1827
	caseD-5		5	1877
	caseD-10		10	1927
	caseD-30		30	2127

を用いて算出した暖冷房負荷と既往の研究^{文2)} で測定したエアコンの COP マトリクスから空調電力消費量を算出する。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) を用い、給湯温度を 40[℃]、年間平均 COP は 2 として算出する。各種電気機器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 で想定された 1 時間毎の電力消費量を用いる。

2.3 解析概要：表 2 に解析条件及びイニシャルコストを示す。太陽電池枚数を 50、100、200、300[枚]、蓄電装置容量を 0、5、10、30[kWh] とする。蓄電装置はリチウムイオン電池とし、充放電の総合効率は 81[%] とする。イニシャルコストは太陽光発電システムを 6.09[万円/枚]、蓄電装置を 10[万円/kWh] とする。耐用年数は太陽光発電システムが 20 年、蓄電装置が 10 年とする。

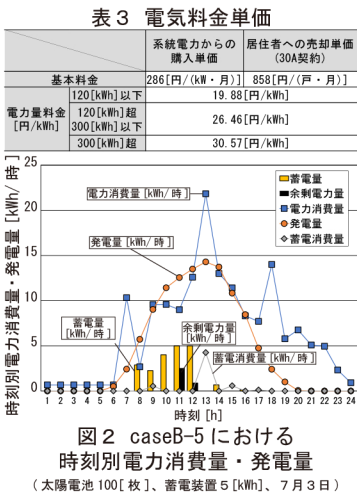
2.4 ランニングコストの計算方法：表 3 に電気料金単価を示す。オーナーは居住者の電力需要に対し、太陽光発電及び蓄電装置を用いて電力を供給し、不足分は系統電力より購入する。系統電力からの購入単価及びオーナーから居住者への電力売却単価を表 3 に示す。太陽光発電量が蓄電装置容量を超過した際に生じる余剰電力は、電力会社へ買取単価 8.5[円/kWh] ^{※4}で逆潮流する。

系統電力からの購入電気料金と、居住者への売却電気料金には太陽光発電分の差額が生じる。各解析条件における電気料金の差額をオーナーの利益とする。太陽電池メンテナンス費 (3,000[円/(年・kW)]) ^{文3)} 及び建設より 10 年毎に蓄電装置、20 年毎に太陽光発電システムの設備更新費をランニングコストとする。

2.5 投資回収年数の算出：イニシャルコストにランニングコストを加え、ライフサイクルコストを算出する。オーナーの利益が各解析条件のライフサイクルコストを上回る年数を投資回収年数とする。

3 解析結果

3.1 時刻別電力消費量・発電量：図 2 に caseB-5 における時刻別電力消費量・発電量 (太陽電池 100[枚]、蓄電装置

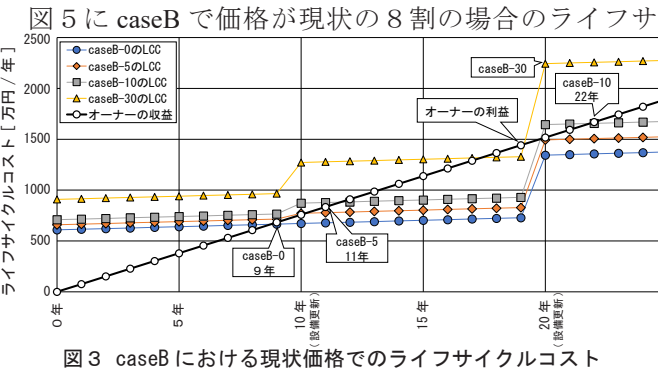


5 [kWh]) を示す。日中に太陽電池による発電が行われ、発電量が電力消費量を上回る8～12時及び14時は蓄電装置へ充電が行われる。11～12時は発電量が蓄電装置容量を超過する為、逆潮流が生じる。

3.2 ライフサイクルコストの推移：図3に caseB における現状価格でのライフサイクルコストを示す。caseB ではイニシャルコストは約600～900[万円]、設備更新が無い期間のランニングコストは6.3[万円/年]、オーナーの利益は約75[万円/年]となる。蓄電装置容量が0 [kWh] の場合に建設から9年、5 [kWh] の場合に11年を超えると、オーナーの利益がライフサイクルコストを上回る為、投資回収が可能となる。10[kWh] の場合は22年を超えるとライフサイクルコストを上回るが、太陽光発電システムの耐用年数以内には投資回収ができない。

3.3 投資回収年数の比較：図4に投資回収年数を示す。caseA～Cでは蓄電装置容量10[kWh] 以下では約20年で投資回収ができ、caseA-0、B-0、B-5では9～11年で投資回収ができる。太陽電池枚数及び蓄電装置容量を多くすると、投資回収年数は長くなり、特に caseD ではどの蓄電装置容量でも投資回収ができない。これは太陽電池枚数及び蓄電装置容量を多くした場合に、設備更新費が増大することが原因と考えられる。現状のイニシャルコストでは、ほとんどの解析条件で太陽光発電システムの耐用年数である20年以内に投資回収ができない為、高齢者賃貸住宅において太陽光発電のサステナビリティ（経済的持続性）は少ないと考えられる。

3.4 イニシャルコストを低減させた場合の投資回収年数：表4に各種イニシャルコストを低減させた場合の投資回収年数を示す。太陽光発電システム費用は2012年の価格と比較して、2020年では7割となっている^{文3)}。将来的に太陽光発電システム費用が現状価格の8割となると caseC で、半額となると caseD で投資回収が可能となる。蓄電装置容量を30[kWh] とした場合では、蓄電装置費が現状の3割となると投資回収できる解析条件が増加する。



イクルコストを示す。太陽光発電システム費用及び蓄電装置費用が現状の8割になることで投資回収年数は蓄電装置容量10[kWh] 以下で8～9年と短くなる。特に caseB-10 において、現状価格では20年以内に投資回収ができないが、8割となることで9年で投資回収が可能となる。これは、イニシャルコストの低減により設備更新費の影響が少なくなる為と考えられる。

4 まとめ

- ① caseA-0、B-0、B-5 において太陽光発電システムの耐用年数以内に投資回収ができる。
- ② 高齢者賃貸住宅において、現状のイニシャルコストで太陽光発電のサステナビリティ（経済的持続性）は少ないと考えられる。
- ③ イニシャルコストが現状の8割以下となることで、20年以内に投資回収できる解析条件が増加し、太陽光発電のサステナビリティ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℃から変化させた時の出力性能の変化率を示す。
※3 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。
※4 東京電力エナジーパートナーに余剰電力を売却する場合の買取単価である。
参考文献
文1) 佐々木淑貴、赤林伸一他：「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」、日本建築学会環境系論文集、第545号、79-86、2001年7月
文2) 赤林伸一、文欣潔他：「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7月
文3) 経済産業省：「令和2年度の調達価格等に関する意見」、2020年

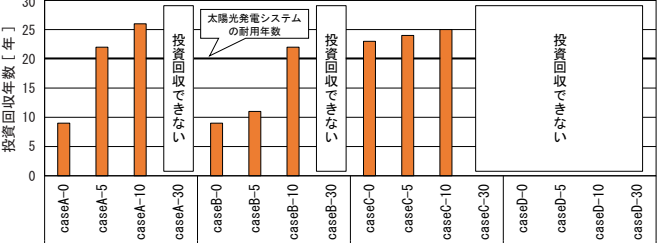


表4 各種イニシャルコストを低減させた場合の投資回収年数 [年] (現状価格の8割、5割、3割)

解析条件 太陽光発電 システム費		蓄電装置費															
		case A-0	case A-5	case A-10	case A-30	case B-0	case B-5	case B-10	case B-30	case C-0	case C-5	case C-10	case C-30	case D-0	case D-5	case D-10	case D-30
100%	100%	9	22	26	-	9	11	22	83	23	24	25	44	43	44	61	102
	80%	7	8	21	-	8	8	9	33	10	10	11	23	23	24	24	26
	50%	7	8	9	42	8	8	8	21	10	10	10	21	23	23	24	24
80%	100%	7	8	8	22	8	8	8	9	10	10	10	23	23	23	23	23
	80%	5	6	7	83	5	5	6	12	6	6	7	8	8	8	8	9
	50%	5	5	6	22	5	5	6	7	6	6	6	7	8	8	8	8
50%	100%	5	5	6	7	5	5	5	6	6	6	6	8	8	8	8	8
	80%	3	4	5	42	3	4	4	7	4	4	4	6	5	5	5	6
	30%	3	4	4	11	3	3	4	5	4	4	4	5	5	5	5	5
30%	100%	3	3	4	6	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5

