

太陽光発電のリユースの可能性に関する研究

Research on possibility of reuse of the residential photovoltaic

J07030-8 木島 由貴

Abstract

Recently the installation of residential photovoltaic increases. The reason is existence of the subsidy to the installation cost and the surplus electricity purchase system. The demand of reuse of the solar cell module becomes important along with it. The solar cell module is told to be a very long-lived product. However, it is not frequently used for a full limit. It is necessary to know the value and cost of second-hand products. The new products and second-hand products are compared by the payback period method. As a result, second-hand products with a high output are better than new products. And new products are better than second-hand products with low output.

Keywords 太陽光発電 (photovoltaic) 住宅用 (residential) 太陽電池モジュール (solar cell module)
発電量 (amount of power generation) 初期コスト (initial cost) 投資回収期間 (payback period)

1. 背景・目的

近年エネルギー枯渇問題が顕著になってきている。太陽光発電は枯渇性エネルギーではなく再生可能エネルギーである太陽光を使用する。戸建て住宅では建築面積に対して電気使用量が少ないため小規模な発電も可能な太陽光発電は向いている。補助金や余剰電力買取制度により住宅用太陽光発電の設置件数が年々増加している。太陽光発電には、太陽電池モジュールやそのほか発電設備を生産する際かなり多くのエネルギーがかかり、二酸化炭素が排出されるというデメリットがある。太陽電池モジュールとは光エネルギーを電気エネルギーに変えるセル（太陽電池）を複数枚つなげたものである。他の太陽光発電設備機器は普通の電化製品と同じぐらいの寿命だが、太陽電池は非常に長寿命である。しかし住宅用太陽光発電については家屋の取り壊しや買い替えなどにより、太陽光発電を耐久年数限度まで使用できず廃棄する場合がある。長期間の使用が前提の太陽光発電の普及に伴い、中古市場が確立されつつある。一般に中古市場において、進化の早いものや古物としての価値がないものはリユースにおいて市場価値がないとされているが本研究では太陽光発電が中古品としての需要がどのくらいあるのかを調べることを目的とする。

2. 手法

文献などによる調査を行い、太陽光発電の評価として一般的な投資回収期間法（ペイバックピリオド法）をもとに以下の条件を加えて算定する。

2. 1 算定条件

- ・ **使用したデータ** 実際に販売されている金額や、メーカー希望小売価格をもとに算定する。一枚あたりの出力や面積はメーカーのカタログに記載されている公称値で算定する。総面積に架台は含まないものとする。
- ・ **太陽電池モジュールの品質について** 太陽電池モジュールは後述の理由から劣化しない、故障しない、メンテナ

ンスが必要ないものとする。

- ・ **太陽電池モジュール以外の設備** 太陽電池モジュールとその他の太陽光発電設備（パワーコンディショナ、売電用メータ、接続箱、電力検出ユニット）は同一メーカーの設備を使用する。中古品におけるその他の設備は、その太陽電池モジュールのメーカーの、新品の設備を用いる。
- ・ **利益** 使用する電気は全て太陽光発電から発電した電気とし、必要な場合以外買電しないものとする。売電による利益以外にも太陽光発電を導入しなかった場合にかかった電気料金を、利益として算入する。
- ・ **補助金** 経済産業省（太陽光発電普及拡大センター）が支給する補助金は設置前の太陽光発電が対象なため中古品には支給されない。地方公共団体やほかの団体の中には場所により異なるが、本研究では経済産業省からの支給のみとし、中古品には支給されないこととする。
- ・ **売電価格、買電価格** 太陽光発電の普及促進のために2009年から余剰電力買取制度がされた。それに伴い発電した電気は家庭内で使用し、余った電力のみ売却すると仮定する。売電価格は現在買い取り始めから10年間一律となっているが、売電価格・買電価格はともに初年度から変わらないこととする。

- ・ **買い替え** 太陽電池モジュール以外の設備は一般的な耐久年数と言われている15年をめぐりに交換する。清掃程度は日常の家事の延長と考える。

なお、補助金や買電価格は毎年変わるものであり、太陽光発電の発電量は微弱ながら変化するものである。それにより多少のずれが生ずるため正確とはならないが、これらは予測しづらいもののため、この方法に沿って考察をする。

2. 2 算定に用いた式

投資回収期間法として以下の式を用いて各数値の算定を行った。投資期間回収法とは、出資した額を一定期間の利益で割り何年で投資回収できるのかを予測する方法であ

る。太陽光発電においては初期コストのみではなく維持コストもかかり、利益も変動する。

算定に用いるデータはメーカーのカタログやインターネット販売で実際に売られているものとし、新品A社4枚、B社2枚、C社2枚、D社2枚、E社4枚の計14枚、中古品A社5枚、B社5枚、C社5枚、D社2枚、E社2枚、F社4枚、G社1枚の計19枚を使用する。新品を大文字、中古品を小文字で表す。

(投資回収期間)

$$= \frac{\{x + 152000 + (100000 + 50000y) - 70000y\}}{\frac{(980y - 3600) \times 48 + 3600 \times 24 - z}{15}} \quad \text{---①}$$

x : 設備にかかったコスト

y : メーカー公称値に基づく最大出力の総数

z : 買い替えにかかる費用

太陽電池モジュールの設置枚数は面積や投資回収期間から算定する。①太陽電池モジュールやその他必要な設備機器のコスト、工事関連費 152000 円 (取り付け経費 72000 円、電気工事 60000 円、電材その他 20000 円)⁹⁾、販売側の利益 (基本料金 100000 円、追加料金 50000 円/kW)⁹⁾ の合計から補助金 (太陽光発電普及拡大センターより 70000/kW を支給) を差し引いたものを初期コストとする。②発電量 (平均の発電量⁵⁾ より 980/kW) から電気使用量 3600kW (一ヶ月分 300kW⁸⁾ の一年分) を差し引いたものを売電し (48 円/kW)、買電するはずだった電気使用量の浮いた分 (24 円/kW) を利益とする。③買い替えは 15 年置きにするものとし、15 年での積み立てとする。初期費用を積立金を引いた利益で割ったものが投資回収期間である。

3. 測定結果・考察

3-1 太陽光発電の中古市場の有用性について

現在太陽光発電の中古市場で売られている新品のものと中古品のものとの違いは大きく分けると三つあると考える。設備機器の劣化や発電技術の進歩によっておこる出力や電力変換効率などの発電性能の変化、太陽電池モジュールの価格や国・地方などの団体から支給される補助金の有無など初期コストの違い、リユースという観点から製造時の環境負荷の軽減である。

定数的に把握できるものについての考察を行っていく。

3-1-1 発電性能

太陽光発電を導入する人の多くは一日の使用電力を十分にまかなえる様にしたいと考えている。そのため特に発電量は重視される。図1は算定に用いたデータについて、新品時にたいし中古品の現在の出力はどれくらいの割合なのかを求めたグラフである。中古品の出力は、新品時に対し低いものでは60%減少し、良質なものでは100%と、まったく落ちていないものがある。メーカー側は大体10年間に出力80%以上を保証している。

図2は、太陽光発電を設置している消費者がホームページ上で公開している発電量を使用している年間ごとにまと

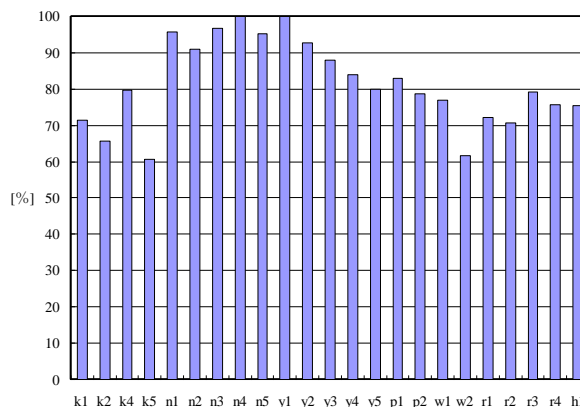


図1 中古品の新品時に対する出力割合

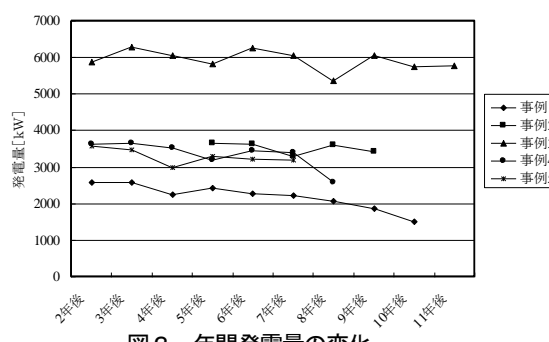


図2 年間発電量の変化

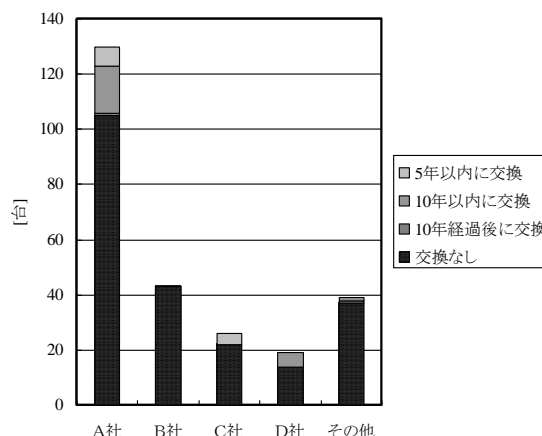


図3 太陽電池モジュールの交換履歴²⁾

めたグラフである。年数経過による発電量の変化は10年間を見るとあまりない。初めの3年間の平均にくらべ最近の3年間の平均は90%ほどである。ただ、太陽光発電についてのホームページをつくらしている家庭は太陽光発電に興味を持っていて、質の良い発電設備を選んだり、設置場所などの知識を持っていたりこまめにメンテナンスしていたりしているため、そうでない場合よりも長持ちする場合がある。

図3は産業技術総合研究所と太陽光発電所ネットワークの資料をもとに国内に設置した住宅用太陽光発電システム257件の発電性能や保守履歴をメーカーごとに調査しまとめた結果である。²⁾ それによるとパネルを交換したもの

は全体の14%しかなかった。メーカーによっては全く交換なしのところもある。しかし太陽電池モジュールは屋根の上にあり、見た目、稼働音などで故障がわかりにくいいため、実際におこっている太陽電池モジュールの不具合がおこっている台数はこの数値よりも多いものと思われる

日本の住宅に本格的に太陽光発電を設置されはじめたのは1994年頃からのためまだ歴史が16年と浅く、なおかつ10年以上も発電量を記録し続ける家庭がないため、これ年以上のデータがない。よって、太陽電池モジュールが研究所などではなく、一般家庭において20年、30年ものか、永久的にもつのかは現状では判断できない。一般には使用しているアルミ材は20年、設置個所や調整の仕方によれば30年ほど持ち、日々技術の進歩により伸びている。セル自体はほとんど劣化しないが、接着材の劣化によりセル自体に影響が出る。一番長い歴史をもつ太陽光発電は44年間稼働し、今も継続して発電している。いずれにせよ、住宅あるいは住宅設備全般に比べて極めて長寿命であるといえる。

3-1-2 価格

他の電化製品と同様、太陽光発電も普及するにしたがい価格が安くなる傾向にある。日本国内の太陽光発電の普及率について2008年度は1.66%、2009年度は2.19%と上昇し⁶⁾、出荷量は補助金が打ち切られた2006年に減少しているものの、2009年再び補助金が導入されると増加傾向にある。

太陽電池モジュールの価格は中古のほうが、面積あたり出力あたりの値段が安い。しかし補助金が出ない、保証が低め、メーカー自体が倒産していると保証がなくなるなどリスクが大きい。耐久年数が少ないパネル以外の機器は、新品を使うほうがよい。パネルさえあれば系統連系でも独立型でもできる。独立型なら電気工事等が省略でき、電気設備に詳しい人なら自分自身で太陽光発電設備の設置や配線をできるため、工事費が浮き安く仕上げることも可能である。

3-1-3 環境負荷への影響

太陽電池モジュールを作るためにはある程度のCO2排出がある。リユースは新たに作るためそれらがかわからない。さらに廃棄しないためごみの量を削減できるため、環境負荷への影響を軽減できる。

3-2. 太陽電池モジュールごとの事例の計算と考察

太陽光発電の設備機器は製造会社により発電性能や価格などの仕様が大きく異なる。新品、中古品を比較するためには、太陽電池モジュールのサイズや太陽電池モジュール以外の設備の価格など太陽電池モジュール以外のデータを揃えたほうが好ましいため、同一メーカー内で比較することにする。

屋根の設置可能面積が全国平均の35㎡以内において算定した結果を表1に表す。投資回収期間を比較すると、同一メーカーで新品よりも短いものは63%あった。中古品に

表1 算定結果

	新品A1	A2	A3	A4
投資回収期間[年]	24.2	23.7	24.3	24.8
面積あたりの出力[kW/㎡]	0.141	0.138	0.136	0.129
	B1	B2	C1	C2
投資回収期間[年]	29.6	29.7	35.7	35.8
面積あたりの出力[kW/㎡]	0.168	0.164	0.133	0.134
	D1	D2	E1	E2
投資回収期間[年]	30.6	30.8	33.9	32.9
面積あたりの出力[kW/㎡]	0.168	0.164	0.103	0.107
	E3	E4		
投資回収期間[年]	34.6	34.2		
面積あたりの出力[kW/㎡]	0.097	0.101		
	中古品a1	a2	a3	a4
投資回収期間[年]	28.0	29.0	20.0	67.2
面積あたりの出力[kW/㎡]	0.095	0.088	0.116	0.055
	a5	b1	b2	b3
投資回収期間[年]	77.0	14.8	13.7	14.6
面積あたりの出力[kW/㎡]	0.053	0.152	0.144	0.154
	b4	b5	c1	c2
投資回収期間[年]	12.6	13.9	39.4	41.4
面積あたりの出力[kW/㎡]	0.170	0.156	0.081	0.074
	c3	c4	c5	d1
投資回収期間[年]	14.2	27.8	42.8	26.5
面積あたりの出力[kW/㎡]	0.154	0.094	0.071	0.088
	d2	e1	e2	f1
投資回収期間[年]	26.4	17.9	20.6	38.0
面積あたりの出力[kW/㎡]	0.084	0.098	0.078	0.086
	f2	f3	f4	g1
投資回収期間[年]	35.6	39.7	37.6	26.2
面積あたりの出力[kW/㎡]	0.084	0.078	0.074	0.095

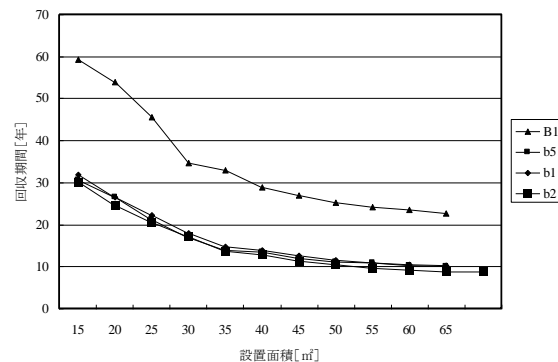


図4 設置面積による回収期間の変化

はかからない補助金や発電量の差による売電料金を差し引いても、これらの中古品のほうが初期コストの低さから短期による投資回収が可能であると言える。残りの37%の原因としては発電性能が著しく進歩して面積あたりの出力が増えたことにより、売電料金が大幅に増加し、それが中古品の割安より上回った結果である。太陽光発電は技術の進歩が早く中古品は価値の低い古物になってしまうため、上記で述べた環境への配慮以外のメリットはコスト面だけである。その観点から見ると、回収期間が長いものは需要がないこととなる。

機器の劣化や経年による技術の進歩により中古品よりも新品のほうが発電量は多いはずである。しかし面積あたりの出力を見ると、16%は面積あたりに換算した出力がそれぞれの同一メーカーの新品よりも大きな値である。このことは最近に製造された中古品であること、太陽光発電の技術の向上は僅かずつであり新品と中古品の出力の差があまりできないことなどが考えられる。

施工上の利点から、太陽光発電は建物を建てる際に同時

に取り付けられることが多い。そして、太陽光発電は高額であることから住宅用においては住宅ローンとともにソーラーローンを組むことが多い。日本の住宅の寿命は約30年と言われ、住宅ローンもおおよそ30年で組んでいる。太陽光発電への投資もおおよそ30年で回収できることが普及へとつながる。

太陽電池モジュールの寿命に関しては、20年とも永久的にもつとも言われている。10年ほど前は少なくとも20年と言われていたが、現在は少なくとも30年は確実であると言われている。

この二つから30年以内で投資回収できる範囲内を探すと、表1から新品では約43%が、中古品では79%が該当する。しかし、東京都の平均の設置可能面積で考えると新品では全てが、中古品では71%が該当しないことになる。東京では一戸あたりの面積が狭いため、新品、中古品に関わらず30年で投資回収できるものは限られてくる。中古品は太陽電池モジュール自体の価格が安いいため、少ない設置面積でも30年以内に投資回収できる。新品は30年以内に投資回収しようとするならば、発電量が過剰な量となる。

3-3. 設置条件による違い

太陽光発電は10kW以下の場合、最大出力が大きければ大きいほど発電量が増えて投資回収しやすく、効率的に発電することできる。発電効率がおなじことが前提であれば屋根の設置面積を広くすれば最大出力は大きくなる。

新品のものの中古品のものどで屋根に設置する太陽電池モジュールの面積を変えた場合を考える。比較しやすいよう、一枚あたりの太陽電池モジュールの面積がほぼ同じ大きさであり、同じメーカーで作られたもの、同じ条件において検討する。

図4は事例ごとの回収期間を表したグラフである。中古品の3つの線はだいたい重なっており、太陽電池モジュールを中古販売する業者は、ここから値段を決めているものと思われる。ともに、屋根面積が広がるにつれて初期コスト内における太陽電池モジュール以外の設備の価格の割合が少なくなっていくため、投資回収期間が短くなっている。新品よりも、中古品におけるグラフの曲線のほうが、ゆるやかな下降である。このことから、新品はより多くの太陽光発電を導入したほうが堅実的で、中古品は少ない量から導入しても大差ないことがわかる。中古品は、電気工事が不要なため簡単に太陽光発電を設置できる独立型においての使われる方が多いため、気軽に投資できる範囲内の額である小規模発電に向いていると言える。

投資回収期間を重視しての計算は回収期間が長いことを前提に計算したもので、普及により初期コストが大幅に下がった場合、投資を回収するだけでなくその後のことも考慮する必要がある。

経常利益を考慮して太陽電池モジュールの年数経過ごとの利益を部分的に抜粋して図5に示す。算定条件は表1と同じである。

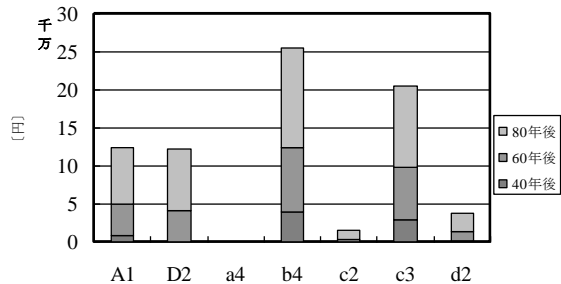


図5 年数経過ごとの利益

投資回収後の利益は新品や中古品に関わらず、発電量によって決まる。そのため発電量が少ないが初期コストが低いため投資回収期間が短い中古品よりも、それと同じくらいの投資回収期間の新品のほうが経常利益は多い。そして出力が同じくらいで毎年の経常利益が同じくらいの新品と中古品では、初期コストの差の分だけ中古品のほうが利益は多く出る。

4. まとめ

太陽光発電のリユースについては太陽電池モジュールの価格が安く、発電量に対して必要な量を設置することができれば、中古品としての価値があり、故障などがなければ問題なく導入することができる。しかし中古としての設置はメーカー保証がないため、故障や交換などが生ずれば設備コストがかさみ投資回収期間が長くなる。市場規模が小さいためか、中古品によるトラブルは今のところ発生していない。⁷⁾しかしこれから太陽光発電が普及するにあたって、中古市場の拡大が見込まれ、質の悪い中古品が出回る可能性がある。そのため投資回収期間だけでなく劣化具合もみる必要がある。

中古品と新品に関して太陽電池モジュールごとに投資回収期間、リターン総額が異なるため、一概にどちらが良いとは言いきれない。中古品は導入する出力の量による投資回収期間の変動があまりない。そのため小規模発電に向いている。投資回収を目的として考えると、中古品は出力に対し価格が安くなるため、大半のものが投資回収期間は短い。しかし長期間での使用を考えると初期コストは高いものの新品のほうが発電量は多く、リターン総額は大きい。さらに補助金が多く出される場合については中古品に対して補助金が大半は出ないため、新品のほうが早く投資回収できる。

【参考文献】

- 1) 太陽光発電リサイクルセンター：http://www.pvrecycle.com/
- 2) 日経アーキテクチャ 2010/06/28
- 3) J-PEA 太陽光発電普及拡大センター：http://www.jpca.gr.jp/index.html
- 4) 買取制度ポータルサイト：http://www.enecho.meti.go.jp/kaitori/index.html
- 5) 産総研：http://unit.aist.go.jp/rcpv/cv/index.html
- 6) 株式会社テラソルト：http://www.terzo.co.jp/
- 7) わが家も太陽光発電 ASAHI ORIGINAL 朝日新聞出版
- 8) でんきの情報広場：http://www.fepc.or.jp/index.html
- 9) ファイナンス～ソーラーローンのすすめ～PV.ソーラーハウス協会作成
- 10) なぜ日本が太陽光発電で世界一になったのか
独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
- 11) IPCC第三次評価報告書 気象庁 訳
- 12) 太陽光発電 実施状況 住宅用太陽光発電導入促進事業に係る年度別・都道府県別太陽光発電システム導入状況(導入件数) (財団法人)新エネルギー財団 調べ
- 13) 太陽光発電システムの不具合事例ファイル PVResQ!からの現地調査報告 著：加藤和彦