

# 集合住宅の壁面における各種太陽光パネルの

## 導入ポテンシャルおよび環境・経済性評価

Potential evaluation of various solar panels on the walls of multi-family houses considering environmental and economic performance

○関谷知治\*<sup>1)</sup>、吉川直樹<sup>1)</sup>、天野耕二<sup>1)</sup>

Tomoharu Sekiya, Naoki Yoshikawa, Koji Amano

1)立命館大学

\*rv0029hv@ed.ritsumeai.ac.jp

### 1. はじめに

近年、メガソーラーなど非住宅分野において太陽光発電の導入量が急増したが、年々導入量は減少傾向にある。NEDO 報告書<sup>1)</sup>などではメガソーラーの適地は減少しているものの太陽光発電の導入ポテンシャルは豊富に存在するとされる。ただし、この報告書では用いられる太陽電池の種類が特定されておらず、日本全体の推計が主になされ、日本各地における天候や日射量を考慮した発電量の推計は行われていない。また、主流のシリコン型太陽電池は導入コストが年々低下しているが依然として高価であり、使用環境下では低日射条件で発電効率が低下する特性がある。そこで、低日射条件で発電効率が低下せず、導入コストや製造時のエネルギー消費量が低いとされる色素増感太陽電池(DSC)や低価格化が期待されるペロブスカイト太陽電池に注目した。関谷ら<sup>2)</sup>においては、DSC とシリコン太陽電池の導入ポテンシャルおよび環境・経済性評価を行った。同研究では、発電した電力をすべて売電することを想定したが、実際には自家消費されることを考慮する必要がある。

本研究では関谷ら<sup>2)</sup>による導入ポテンシャルや発電量推計値に基づき、ペロブスカイト太陽電池を含めた集合住宅の壁面における各種太陽光パネルの導入ポテンシャルおよび環境・経済性評価を行う。

### 2. 研究手法

#### 2.1 研究対象と使用データ

本研究では関谷ら<sup>2)</sup>の対象である、各都道府県の県庁所在地における長屋建て住宅と共同住宅を「集合住宅」とし、太陽光発電の設置場所として壁面を想定する。導入対象となる集合住宅の階数、棟数、住宅数、延床面積のデータは平成 25 年住宅・土地統計調査報告<sup>3)</sup>より用いた。関谷ら<sup>2)</sup>の手法から、新たにペロブスカイト太陽電池の導入ポテンシャルと発電量を推計する。また、電力消費量は家計調査<sup>4)</sup>の平成 28 年 10 月-平成 29 年 9 月のデータを用い、各県庁所在地における二人以上の世帯の各月の電気代より推計する。表 1 に本研究で想定する太陽電池の基本仕様や条件を示す。DSC はコスト試算されている中で、最も安価な値と最も高価な値を用いる。また、炭素税が導入されることもシナリオに加える。

表 1 本研究で想定する太陽電池の基本仕様や条件

基本仕様	シリコン太陽電池	DSC(コスト低位)		DSC(コスト高位)
標準効率率(%)	14.7			6.0
1m <sup>2</sup> あたりの出力(kW/m <sup>2</sup> )	0.15			0.06
CO <sub>2</sub> 排出係数(kg-CO <sub>2</sub> /kWh)	0.046			0.062
イニシャルコスト(万円/kW)	35	21	47	
耐用年数(年)	20			10
ランニングコスト(%/年)	イニシャルコストに対し1.5			
買取価格(円/kWh)	28			
炭素税(円/t-CO <sub>2</sub> )	4,000(低位)、7,400(中位)、13,200(高位)			

#### 2.2 電力消費量推計

各県庁所在地における 1 世帯の各月の電力消費量を電力料金の計算式<sup>5)</sup>を参照し、式(1)より推計する。

$$C_{m,j} = \frac{E_{m,j} - B_{m,j}}{EU_{m,j} \pm FU_{m,j} + LU_{m,j}} \times \alpha \quad \dots(1)$$

ここで、添え字  $m$  は各月(1 月~12 月)、 $j$  は県庁所在地を表す。また、 $C$ :電力消費量(kWh/世帯)、 $E$ :電力料金(円/世帯)、 $B$ :基本料金(円/世帯)、 $EU$ :電力量料金単価(円/kWh)、 $FU$ :燃料費調整単価(円/kWh)、 $LU$ :再生可能エネルギー発電促進賦課金単価(円/kWh)を表す。ただし、この値は戸建てと集合住宅を併せた 2 人以上世帯の平均値である。そこで、平成 24 年度エネルギー消費状況調査<sup>6)</sup>を参照し、戸建てと集合住宅の 1 世帯の所属人数別の電力消費量を各データ数で加重平均した値と集合住宅の電力消費量との比較で求められた値  $\alpha:0.75$  により補正する。この値に、日本エネルギー学会<sup>7)</sup>より、各期間(夏期:6 月~9 月、冬期:12 月~3 月、中間期:4 月、5 月、10 月、11 月)における消費電力の時刻別推移を参照し、各県庁所在地における 1 世帯の時刻別電力消費量を推計する。また、平成 25 年住宅・土地統計調査報告<sup>3)</sup>より算出した、各県庁所在地の建て方・階数ごとの 1 棟あたり世帯数を乗じることで 1 棟あたりの時刻別電力消費量を推計する。

#### 2.3 環境面・経済面の評価

環境面においては関谷ら<sup>2)</sup>の手法を応用し、CO<sub>2</sub>排出削減量の式(2)~(4)を用いて比較評価した。

$$\text{If } Gpv_{i,j,k,l} \equiv BC_{i,j}, R1_{i,j,k,l} = Gpv_{i,j,k,l} \times (Fe_j - Fpv_{j,k}) \quad \dots(2)$$

$$\text{Otherwise } R2_{i,j,k} = BC_{i,j} \times (Fe_j - Fpv_{j,k}) \quad \dots(3)$$

$$\sum R_{i,j,k,l} = \sum R1_{i,j,k,l} + \sum R2_{i,j,k} \quad \dots(4)$$

ここで、添え字  $i$  は階数、 $k$  は太陽電池の種類、 $l$  は方向を表す。また、 $R, R1, R2$  は CO<sub>2</sub> 排出削減量(t-CO<sub>2</sub>/h)、 $Gpv$  は発電量(kWh/h)、 $BC$  は 1 棟あたりの時刻別電力消費量(kWh/h)、 $Fe$  は電力会社の排出係

数( $t\text{-CO}_2/\text{kwh}$ )、 $F_{pv}$ は太陽光発電の排出係数( $t\text{-CO}_2/\text{kwh}$ )を表す。

経済面においても関谷ら<sup>2)</sup>の手法を応用し、コストペイバックタイム(CPT)の式(5)を用いて比較評価した。年間節約金額は、集合住宅で自家消費する場合とFITを利用して売電する場合を考える。また、炭素税が導入された場合も想定する。CPTが耐用年数内に収まった際に、費用の回収が可能である。

$$CPT_{j,k,l} = C_{i,j,k,l} / (C_{c,j,k,l} - C_{r,j,k,l} + \sum R_{i,j,k,l} \times Ct) \quad \dots(5)$$

ここでCPTはコストペイバックタイム(年)、 $C_i$ はイニシャルコスト(万円)、 $C_c$ は年間自家消費節約金額(万円/年)、 $C_r$ はランニングコスト(万円/年)、 $C_t$ は炭素税(万円/ $t\text{-CO}_2$ )を表す。

### 3. 結果と考察

結果の一例として甲府市における建て方・各階数・各方向1棟のDSCとシリコン太陽電池の年間余剰電力推計結果を表2に示す。DSCは一部余剰電力が見られるが、おおよそ自家消費により消費が可能である。対して、シリコン太陽電池は北面を除き、多量の余剰電力が見られる。これは、シリコン太陽電池の発電能力がDSCよりも高く、電力需給の乖離が大きいためである。よって、自家消費をする際にはシリコン太陽電池は設置可能面積全てにパネルを設置する必要はないと考えられる。

表2 甲府市の年間余剰電力推計結果

種類	建て方 階数	長屋建て住宅			共同住宅		
		1階建	2階建以上	1階建	2	3-5	6階建以上
DSC	東面	0.46	0.81	0.31	0.61	1.62	6.52
	西面	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	南面	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	北面	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	南東面	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	南西面	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	北東面	0.39	0.69	0.25	0.51	1.34	5.41
	北西面	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
シリコン	東面	21.57	38.03	10.06	20.11	53.25	214.38
	西面	17.77	31.32	7.87	15.74	41.66	167.74
	南面	46.27	81.56	23.22	46.45	122.96	495.09
	北面	0.13	0.23	0.04	0.09	0.23	0.91
	南東面	35.13	61.92	15.26	30.52	80.81	325.37
	南西面	35.99	63.44	17.53	35.05	92.80	373.65
	北東面	4.52	7.96	2.82	5.63	14.92	60.06
	北西面	2.58	4.55	0.60	1.19	3.16	12.71

甲府市における年間CO<sub>2</sub>排出削減量結果を図1に示す。自家消費、売電共にDSCはシリコン太陽電池と比較し約0.6倍の削減量であり、発電した電力の使用方法による差異はほとんどない。これは、シリコン太陽電池の発電能力がDSCよりも高いこと、現状DSCがシリコン太陽電池の排出係数よりも高い値を用いていることが考えられる。

甲府市において南面に設置した際のCPTを図2に示す。南面において、自家消費した場合は低位DSCのみ、売電した場合はシリコン太陽電池と低位DSCが耐用年数内に費用の回収が可能である。回収可能な条件を表3に示す。東面、西面、南面、南東面、南西面について回収可能な条件があった。高位DSCは価格が高い、発電量が小さいなどにより回収可能な条件が無かった。同様に日射量が低く、発電に適さないとされる、北面、北東面、北西面も回収可能な条件が無かった。

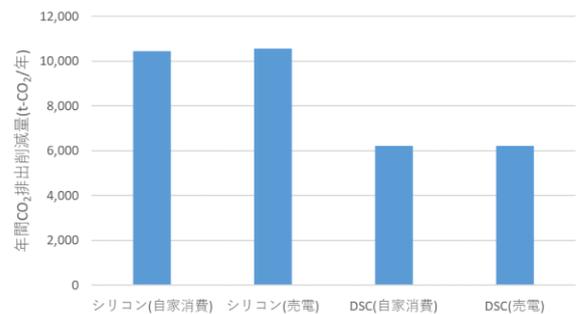


図1 甲府市の年間CO<sub>2</sub>排出削減量結果

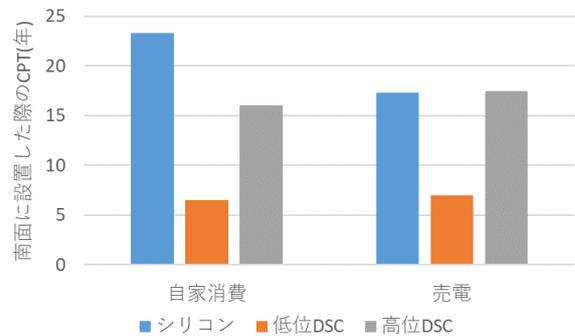


図2 南面に設置した際のCPT結果

表3 甲府市における回収可能な条件

シリコン(売電)	南面	南東面	南西面		
低位DSC(売電)	東面	西面	南面	南東面	南西面
低位DSC(自家消費)	南面	南東面	南西面		
高位DSC					

### 4. おわりに

集合住宅の壁面に設置したDSCとシリコン太陽電池により発電した電力を自家消費した場合と売電した場合との環境・経済面の比較を行った。

発表当日はペロブスカイト太陽電池を含めた推計結果について報告する予定である。

### 5. 参考文献

- 1) 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構:”太陽エネルギー技術研究開発(太陽光発電システム次世代高性能技術の開発)太陽光発電における新市場拡大等に関する検討”,(2013)
- 2) 関谷知治, 吉川直樹, 天野耕二: 第12回LCA学会研究発表会講演要旨集,(2017),pp.392-393
- 3) 総務省統計局:”平成25年住宅・土地統計調査報告”,入手先 <[https://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/GL08020101.do?\\_toGL08020101\\_&statCode=000001063455&requestSender=search](https://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/GL08020101.do?_toGL08020101_&statCode=000001063455&requestSender=search)>, (参照2016-12-21)
- 4) 総務省統計局:”家計調査”,入手先 <<http://www.stat.go.jp/data/kakei/>>, (参照2017-11-27)
- 5) 東京電力エナジーパートナー:”電気料金の計算方法”,入手先 <<http://www.tepco.co.jp/ep/private/charge2/charge01.html>> (参照2017-12-2)
- 6) 経済産業省:”平成24年度エネルギー消費状況調査(民生部門エネルギー消費実態調査)”,(2013)
- 7) 日本エネルギー学会:”天然ガスコージェネレーション計画・設計マニュアル2005”,日本工業出版株式会社,東京,(2005),pp.56