

太陽電池を用いた熱利用システムにおける発電特性

齋藤研究室 1116212 小野松 雅仁

1. 背景と目的

現在の日常生活において電気は欠かすことのできないものであり、電力自由化も始まることから太陽光発電に注目が集まっている。しかし、一般的なソーラーパネルのエネルギー変換効率は約20%程度であり、太陽光発電自体のエネルギー変換効率は決して高くはない。一方で電気に変換されず熱として損失されているエネルギーは残りの約80%近くとなり、その熱を利用することで、全体のエネルギー変換効率を上昇させることができる。この熱利用を高めるには、放熱を抑制するため赤外線を反射させる性質を持つ、Low-e(Low Emissivity 低放射)ガラスが有用である。本研究ではそれらを利用することによる発電への影響を調べることを目的とした。

2. 研究方法

2.1. 熱利用実験システムの概要

仙台市蒲生にある(株)吉岡の工場屋根に(株)吉岡製屋根一体型多結晶 Si 太陽光発電モジュール「エコテクノロジー」ETRO1SN（公称最大出力130W）を基本として敷きつめた。ただし南東の一角については、熱利用のための条件を意図的に変えた施工を行い実験を行った。太陽電池は通常通り発電を行い、太陽電池の下に蓄積された熱を利用する方法として、水が循環する集熱パネルによって温水を作りタンクに溜めて利用する「太陽熱温水システム」と、太陽電池を設置した屋根の下部にダクト穴を接続し温められた空気を暖房に利用する「屋根集熱システム」の2つを設置した。

2.2. 比較のための条件の差異と電気的配線

通常ガラスと比べて赤外線反射率が高いものの可視域透過率が低い Low-E ガラスを使用することによる発電への影響を検証するために、図1の通りC列及びE列の1行から3行までのモジュールの表面に Low-E ガラスを取り付けた。

棟

	A	B	C	D	E	F	
	温水	温水	温水	空気	空気	—	
1	ガラス	通常	Low-E	通常	Low-E	通常	1
2	ガラス	通常	Low-E	通常	Low-E	通常	2
3	ガラス	通常	Low-E	通常	Low-E	通常	3
4	通常	通常	通常	通常	通常	通常	4
5	通常	通常	通常	通常	通常	通常	5
6	通常	通常	通常	通常	通常	通常	6
7	通常	通常	通常	通常	通常	通常	7

軒

図1 各モジュールの配置

太陽光発電モジュールの配線図を図2に示した。条件の差異は列単位となっているので本来接続も列単位にすることが望ましいが、現実的な条件制約のため、アレイの構成は次のようになっている。モジュール9-1から9-13までの直列接続で構成されるアレイ9はA, B, Cの3列に、アレイ10はC, D, Eの3列に、アレイ11はE, Fの2列にまたがっている。各アレイは13個のモジュールから成り、アレイ間は並列接続されてパワーコンディショナーにつながっており、その電圧を抵抗分割により1/11に降圧して計測した。各アレイの電流は、貫通型直流電流センサーCTF-30-10DCを接続し、電圧とアレイごとの電流を上記電圧とともにデータロガーGL100-WLにより収録・計測した。

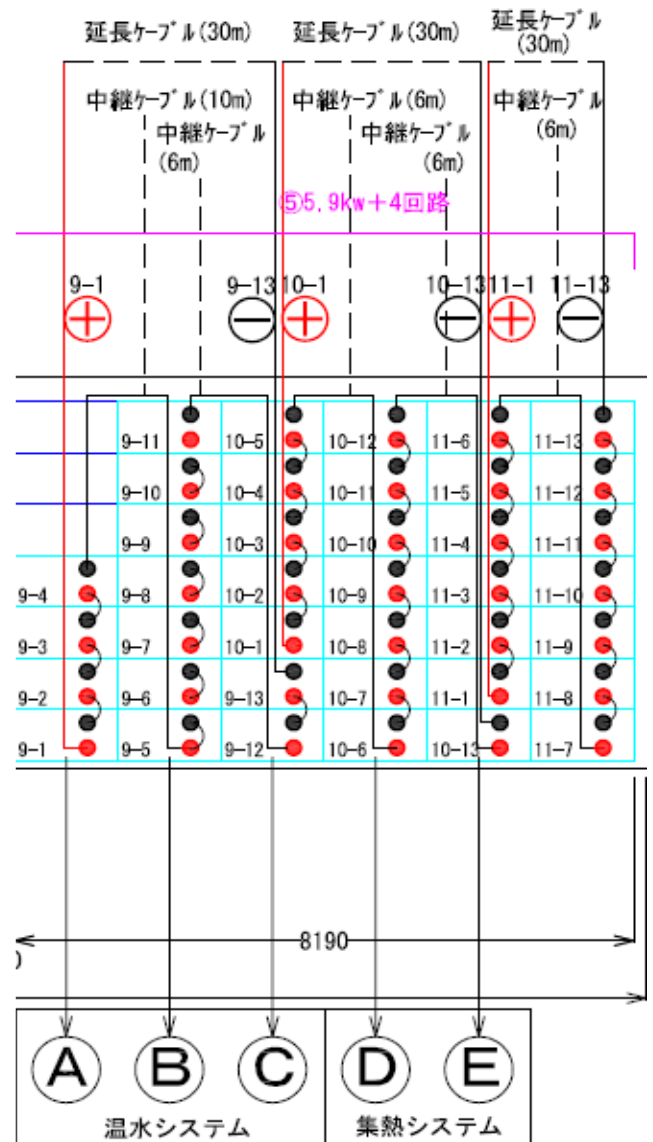


図2 モジュール・アレイ配線図
出典 吉岡第一工場屋根 ETR 配線図

3. 実験結果・考察

3.1. Low-E ガラスの影響

通常モジュールの発生電力に対する Low-E モジュールの発生電力を求めたグラフを図3に示す。直線は縦軸と横軸の数値が等しい場合を表している。大半の測定点について、Low-E ガラスを取り付けたモジュールが含まれていないアレイ 9 に比べ、Low-E ガラスを取り付けたモジュールが含まれているアレイ 10 及びアレイ 11 の発生電力が低い結果となっている。Low-E ガラスの可視光透過率が低いために、発電量が減少しているものと考えられる。ただし、一部ではアレイ 10、アレイ 11 の発生電力が、アレイ 9 の発生電力を超えていることが見てとれる。この原因については、次節で考える。また、アレイ 10 とアレイ 11 の近似曲線を比較すると、わずかにアレイ 11 の方が傾きが大きくなっている。

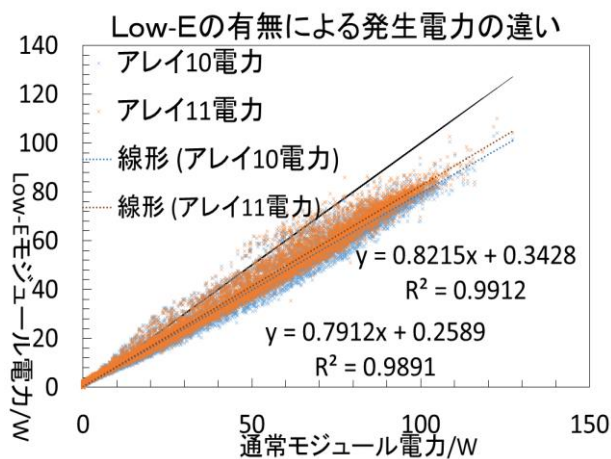


図3 Low-E モジュールの有無による発生電力の違い

3.2. 発生電圧と電流の時間変化

晴れの日と曇りの日の発生電圧と各アレイの発生電流のグラフをそれぞれ図4及び図5に示す。図1及び図2に示したように、アレイ9にはLow-E ガラス付きモジュールが含まれていないが、アレイ10とアレイ11には、どちらも3個のLow-E ガラス付きモジュールを含んでいる。アレイ10ではモジュール10-3から10-5までがLow-E ガラス付きであり、アレイ11ではモジュール11-4から11-6までがLow-E ガラス付きである。

図4と図5を比較すると図4の晴れのグラフではアレイ9の発生電流とアレイ10とアレイ11の発生電流の差が確認できるが、図5の曇りのグラフを見ると電流の差はほとんど無くなっている。また、雲量が少なく、雲が風で移動する状況下では、アレイ毎に受け取る日射量に差が生じて、発電に影響を及ぼすことが考えられる。そのような場合には、時間によってLow-E ガラス付きモジュールの発生電力が通常モジュールの発生電力を上回ることも考えられる。

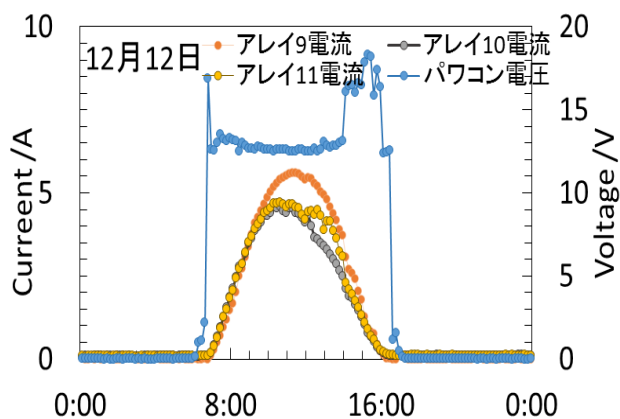


図4 電圧・電流の時間変化(晴れ)

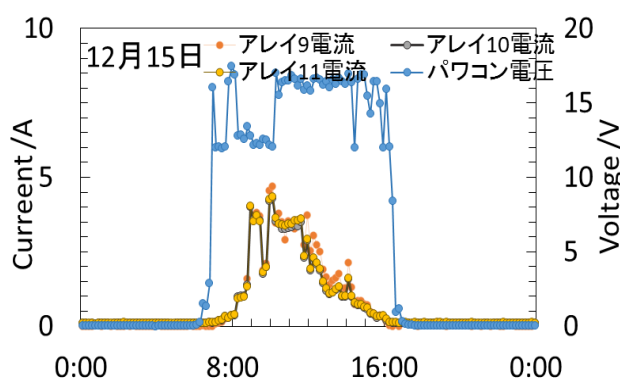


図5 電圧・電流の時間変化(曇り)

4. まとめ・今後の課題

Low-E ガラスを使用した場合、可視光透過率が低いために、予想通り発生電力がLow-E ガラスなしの通常モジュールに比べて小さくなることが確認された。実用化するためには、発生電力の減少のデメリットより熱量の増加によるメリットを得られるかどうかを検証することが重要となる。

参考文献

- 1) 第5回サイエンス・インカレ予稿
『太陽電池の電熱ハイブリッド利用に関する実証的研究』
- 2) GRAPHTEC
<https://www.graphtec.co.jp/index.html>
- 3) 国土交通省気象庁
<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>
- 4) スマイルソーラー エコテクノロジー
カタログ参照