

太陽電池を用いた熱利用 -空気を熱媒体として-

齋藤研究室 1216107 上野智春

1. 背景と目的

福島第一原子力発電所事故を受けて原子力に代わるエネルギーとして環境にクリーンである再生可能エネルギーが期待されている。その中でも太陽光発電は一般的に広く普及を見せていますが、その光を電気エネルギーへと変える効率は約 20%程度しかなく残りのほとんどは熱として放出されてしまいます。この熱も利用することができればエネルギー利用効率を大幅に向上させることができる。

また集熱の効率を高めるため、赤外域の反射率の高い Low-E ガラス (Low Emissivity 低放射) を利用することにより、放射伝熱による熱の移動を抑えることが期待される。これにより冬には温かい熱を逃がさず暖房に利用することができる。

このような考えに基づき、共同研究相手企業工場の屋根に屋根材一体型の太陽光発電モジュールを設置し、熱の利用に関する実証的研究を実施中である。本研究では空気を熱媒体とする熱利用に関して、特に Low-E ガラスの有無による効果の違いを検証することを主な目的とした。

2. 実験

2.1. 実験方法

仙台市蒲生にある(株)吉岡の工場屋根 (方位角 182°、傾斜角 14°) に表 1 の仕様を持つ(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 130 W) を基本として敷きつめた。

表 1. 太陽光発電標準モジュール「ETRO1SY(雪止め有)、ETRO1SN(雪止めなし)」

公称最大出力	130 W
公称最大出力動作電圧	15.99 V
公称最大出力動作電流	8.16 A
最大システム電圧	300 V
公称開放電圧	20.13 V

ただし図 1 に示したように、南東の一角の上から 3 行 6 列のモジュールについては、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。太陽光発電モジュール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「そらどま屋根集熱システム」(共同研究者の 1 級建築士丸谷博男氏設計) の 2 つを設置した。本研究では、後者を研究対象とした。

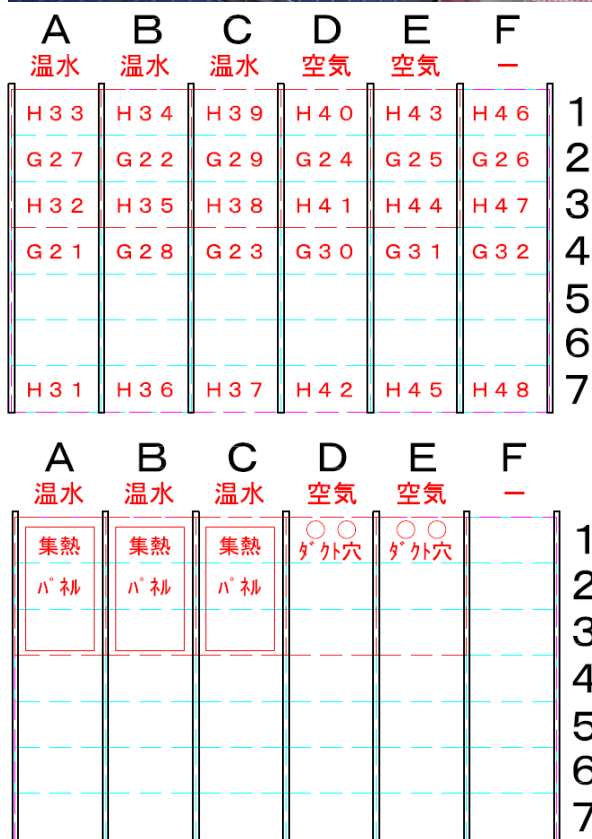


図 1. 上段：工場屋根南東部分の写真、中段：ボタン型温度ロガー配置図、下段：温水用集熱パネルと空気用ダクト穴位置

図 1 中、B1~B3 および D1~D3 の 6 枚は通常の太陽光発電モジュール、C1~C3 と E1~E3 の 6 枚は、Low-E ガラス付モジュール、A1~A3 の 3 枚はシーソーガラスのみである。1 列から 3 列目までと 7 列目の 30 枚のパネルの裏にボタン型の温度データロガーを取り付け、温度を計測した。



写真2 屋根裏のダクト、温度センサー、熱交換機

集熱した熱を送るダクトと熱交換機の吹き出し口にも温度データロガーを貼り付け、吹き出し口を風速計で計測を行った。

2.2. 測定器材

- ・ボタン型温度データロガーサーモクロ Gタイプ
- ・ボタン型湿度データロガーハイグロクロン
- ・サーモアイ U用温度センサー
- ・HOT-WIRE ANEMOMETER RS-1340
- ・LDM-86D Linkman

3. 結果

測定結果を以下に示す。表2は冬季当該期間の平均、最高、最低気温である。図2はLow-eガラス付きと標準のパネルの温度の分布である。直線は傾きが1で、標準モジュールと同じ温度であることを示す。図からLow-eガラス付きの方が温度の高い点が多いことが分かる。最小2乗近似直線の傾きが1より大きいので、これを裏付けている。

表2. 11月～12月18日までの平均温度

	H34	H39(Low-e)	H35	H38(Low-e)
平均温度(°C)	9.7	10.1	8.7	9.6
最高温度(°C)	42.5	45	41.5	43.5
最低温度(°C)	-5	-5.5	-6.5	-6.5

図3は11月から12月18日までのH34(標準)とH39(Low-e)の温度変化である。この図からもLow-e付きのほうが多量であるが到達温度が高いことが分かる。

1月18日にサーモアイU用温度センサーでD列とE列パネル全体の温度計測した結果、D列4.5°C E列(Low-e)7°Cであった。(1月26日での計測ではD列11.5°C E列で12.0°C) その空気をダクトを通して熱交換機まで送り室内へ送る吹き出し口の温度はD列で8.75°C E列は約9°C、

風速はD列4.34 m/s、E列2.875 m/sであった。風速が4.34 m/sのとき、断面積が0.0071 m²であるので1時間当たりの風量は110 m³/hとなる。吹き出し口は2つあるので、合計で220 m³/hとなる。仕様の335 m³/hより小さいが、風速は場所によって大きく違っていたので、誤差が大きい可能性がある。

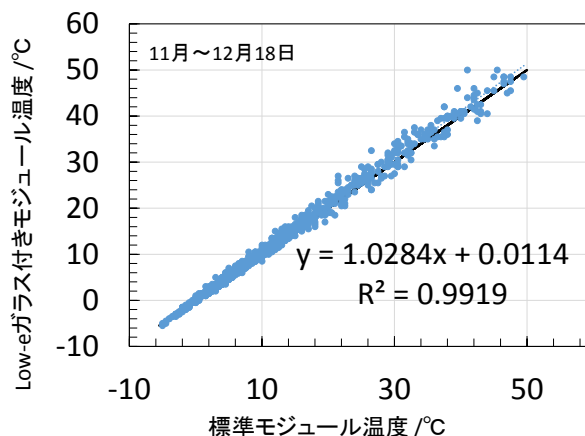


図2. Low-e 付きと標準モジュールの温度分布

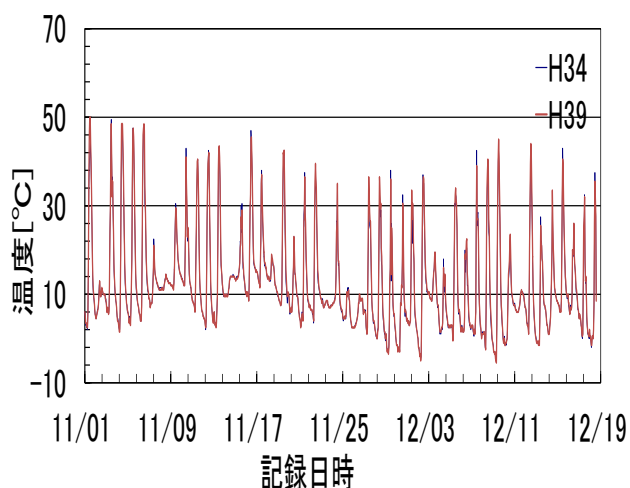


図3. 11月から12月18日までの温度変化

4. まとめ

Low-e ガラスのあるのとないのでは平均して約3%、Low-e ガラス付きの方が高温になることが分かった。

暖房利用については計測した日が雪の日であったため吹き出し口の温度が低かったが設定により集熱した温度が25°C以下だと送風されないので問題にならないと推測される。暖房のシステムについては稼働して間もなかったため今後、さらに検証していく必要がある。

5. 参考文献

- 1) 気象庁
<http://www.mterm-pro.com/index.html>
- 2) 丸谷博男編集 そらどまの家