

## 昭和基地における太陽集熱装置の性能評価

## -自作集熱器の性能評価-

## Performance evaluation of solar collectors at Syowa Station

## -Performance evaluation of own solar collectors-

○加賀見一樹<sup>1</sup>, 米倉宏紀<sup>1</sup>, 西川省吾<sup>2</sup>\*Kazuki Kagami<sup>1</sup>, Hiroki Yonekura<sup>1</sup>, Shogo Nishikawa<sup>2</sup>

Abstract: A variety of observation activities have been carried out at Syowa Station, most of the necessary electrical and thermal energy at the base are covered by fossil fuels. Although increase of consumption energy is predicted by introduction of large-sized observational equipment in the future, it is difficult to provide all energy. On the other hand, heat load is bigger than electric load in the Showa station. Therefore, it is important to heat energy supplied by renewable energy, and the National Institute of Polar Research plans to cover a portion of the heat load by solar collectors. In this study, the purpose of the establishment of simulation technology of heat collector.

## 1. はじめに

昭和基地では多様な観測活動が行われていて、基地で必要な電気・熱エネルギーのほとんどは軽油などの化石燃料によって賄われている。

将来的には大型観測装置の導入によって消費エネルギーの増大が予定されているが、観測船の輸送可能容量の制限によりエネルギー増大分のエネルギーを賄うのは困難である。

そこで、太陽光発電、風力発電などの再生可能エネルギーを活用し、軽油の使用量を削減することが不可欠である。

一方、昭和基地では夏期の月平均気温が 0°C と低いいため、電気負荷よりも熱負荷の方が大きくなる。そのため、再生可能エネルギーによる熱供給が重要であり、国立極地研究所では、太陽熱集熱器を設置することで暖房負荷の一部を賄う予定である。

本研究では、空気式集熱器のシミュレーション技術の確立を目的とする。

## 2. 実施内容

自作した空気式平板型集熱器を用いた実験により、その集熱量を求めた。

また、実測値とシミュレーション値を比較し、シミュレーションの精度を評価した。

## &lt; 2. 1 &gt; 実験方法

今回の実験に用いた集熱器の各部の物性値を Table1 に示す。また自作集熱器の断面図を Figure1 に示す。集熱板にはアルミニウム板を黒く塗ったものを使い、透過体としてはアクリル板、断熱材にはポリスチレンを使用している。

集熱量は集熱板から集熱器内の空気中に伝えられた熱量で、直接には値を測れないので式(1)より求める。

$$Q_f = W_f \cdot c_p \cdot \Delta T_f \quad (1)$$

但し

 $Q_f$ :集熱量[J] $W_f$ :内容量[g] (=4.32<sup>[2]</sup>) $c_p$ :空気の定圧比熱[J/(g・K)] (=1<sup>[2]</sup>) $\Delta T_f$ :開始時刻と比べた空気の温度差[°C]

とする。

Table 1. Physicality values<sup>[2][3]</sup>

| Name           | Specific heat<br>[J/(g・K)] | Weight<br>[g] | Transmittance | Reflectance | Absorptivity |
|----------------|----------------------------|---------------|---------------|-------------|--------------|
| Aluminum plate | 0.917                      | 243           | 0             | 0.05        | 0.95         |
| Acrylic plate  | 1.5                        | 609.3         | 0.88          | 0.04        | 0.08         |
| Air            | 1                          | 4.32          | -             | -           | -            |

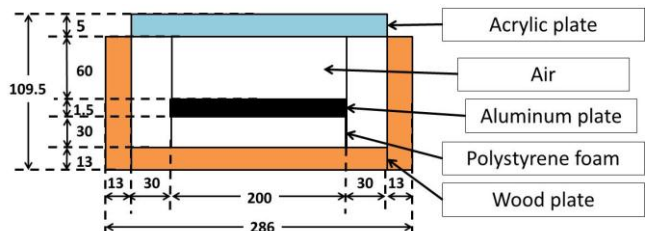


Figure 1. Front view (unit:mm)

場所は駿河台校舎 4 号館の屋上で行い、日時は 2012 年 8 月 31 日の 10 時 47 分から 12 時 30 分である。開始時刻はアクリル板の上から陽をさえぎるカバーを外した時刻とし、終了時刻は集熱器の各部分の温度が十分一定値に落ち着いた時刻とした。

集熱器に取り付けた熱電対の位置を Figure2 に示す。

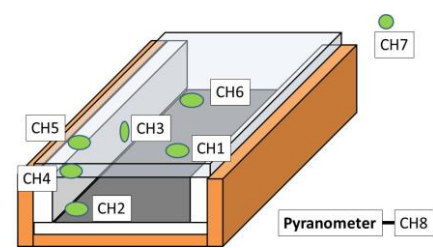


Figure 2. Place to put thermocouples

但し

CH1:集熱板中央      CH2:集熱板端  
 CH3:内部空気の温度      CH4:透過体裏側端  
 CH5:透過体表側端      CH6:透過体表側中央  
 CH7:周囲温度      CH8:全天日射計  
 である。

< 2. 2 > シミュレーション方法

日射により得られた熱量，その温度上昇により失う熱量というようにそれぞれ分けて，シミュレーション式を作成した<sup>[1][2][3]</sup>。

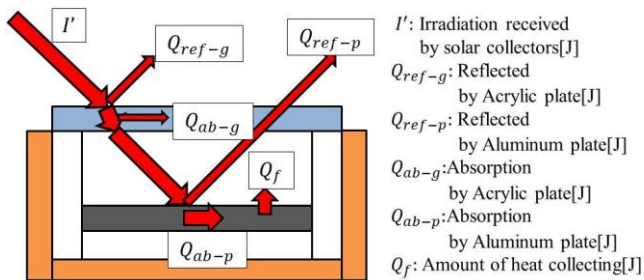


Figure 3. Heat flows in the simulation

シミュレーションの集熱量は(2)式より $\Delta T_f$  を求め，それを(1)式に代入した値とする。

$$\Delta T_f = \frac{\Delta T_p - \Delta T_g}{2} \quad (2)$$

ただし

$\Delta T_p$  :開始時刻と比べた集熱板の温度差[°C]  
 $\Delta T_g$  :開始時刻と比べた透過体の温度差[°C]  
 とする。

3. 結果

実験で得られた日射強度，各部の温度を Figure4 に示す。各部の温度は日射強度に依存することがわかる。

集熱板及び透過体の温度，集熱量の実測値とシミュレーション値の比較をそれぞれ Figure5,6,7 に示す。全てのシミュレーションにおいて，温度が上昇した際に実測値との誤差が大きくなった。

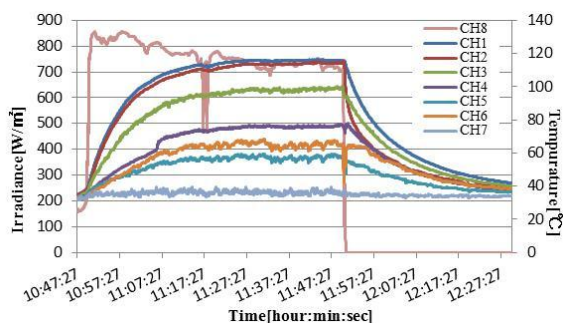


Figure 4. The measured value of the temperature of each part and irradiance

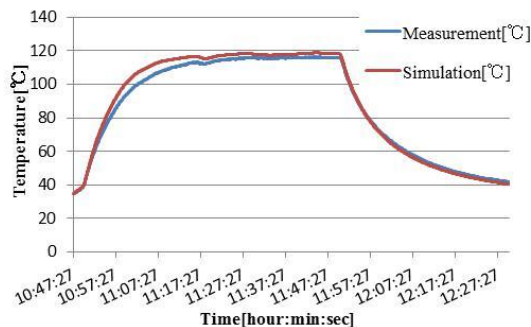


Figure 5. Comparison of the temperature of the heat collecting plate (CH1)

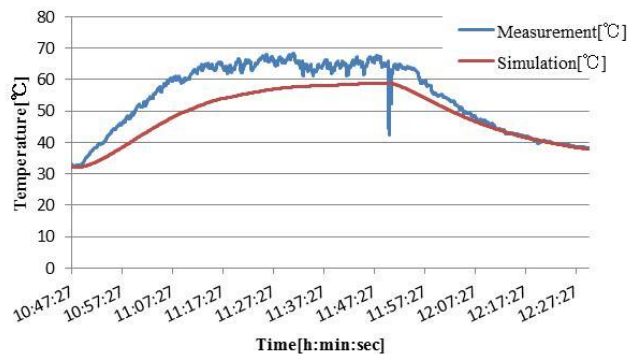


Figure 6. Comparison of the temperature of the Transmissive body (CH6)

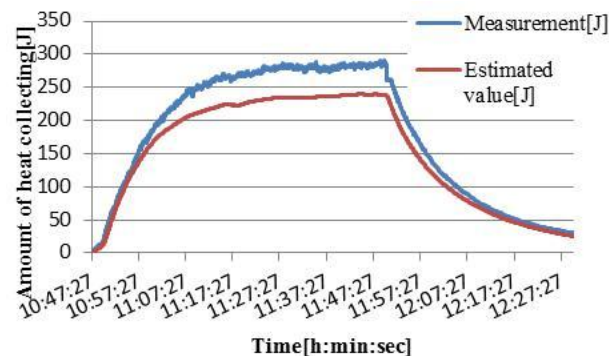


Figure 7. Comparison of amount of heat collecting (CH3)

4. まとめ

自作集熱器を用い，各部の温度を測定した。各部の温度は，日射強度に依存している。

シミュレーション値は，温度が上昇した際に実測値との誤差が大きくなった。これは，透過体において風による熱損失を大きく設定しすぎたためと，集熱板と透過体間における多重反射による温度上昇を考慮しなかったためと考えられる。

5. 参考文献

- [1] 新太陽エネルギー利用ハンドブック：日本太陽エネルギー学会，pp.141-149，2001。
- [2] 新編 熱物性ハンドブック：日本熱物性学会，pp.67,72，2008。
- [3] 伝熱工学資料：日本機械学会，pp288-290，2009。