

K6-81

太陽熱高温集熱器の基礎研究

Basic research of high temperature solar-heat collector

舟橋健二¹, 古江智幸¹, 山田弘平¹, ○平林雅勝², 渡邊幸太², 阿部泰大², 田辺光昭³, 木村元昭³
 Kenji Hunabashi¹, Tomoyuki Hurue¹, Kouhei Yamada¹, *Masakatsu Hirabayashi¹, Kouta Watanabe¹, Yasuhiro Abe¹,
 Mituaki Tanabe³, Motoaki Kimura³

Abstract: In recent years, concern of global warming is increasing. The measure for an introductory expansion of renewable energy is accelerating suddenly in every country in the world. In such the situation, this research study has focused on solar heat in renewable energy. We have several prototype solar heat collectors to date. Which were able to heat a solar collector to about 150°C from 100°C. We have a new prototype device that can collect high-temperature heat, it uses a fresnel lens. This device makes one point condense sunlight using a lens, and a focal point gets high-temperature. We aim at collecting the heat which exceeds 1000°C with this device.

1. はじめに

近年、環境問題、特に地球温暖化問題への関心が高まりをみせ、世界各国で再生可能エネルギーの導入拡大の取り組みが急加速している。化石エネルギーへの依存度が高い我が国においても、太陽光エネルギーの導入に本格的検討が始まるなど、省エネルギーの推進と共に再生可能エネルギーの取り組みが見直されつつある。そのような情勢の中で我々は再生可能エネルギーの 1 つである、太陽熱に注目し回収方法や有効利用方法を研究している。

集熱器にはいくつか種類があり、大きく分けると非集光固定型集熱器か集光型集熱器かである^[1]。我々の研究では過去に図 1 の非集光固定型集熱器の試作^[2]や図 2 の線集光型集熱器の試作などを行ってきた。図 1 の装置では最終的に利用できる最高温度は 100 °C 程になり、図 2 の装置では 150 °C 程になった。そして今、我々は更なる高温集熱を目指し点集光型集熱器の試作を行っている。安定した高温集熱が可能になれば、発電や高温を必要とする化学反応等に利用可能となる。ここでは、現在試作中であるフレネルレンズを使用した点集光系集熱器の実験装置の仕様、その他性能等を報告する。

2. フレネルレンズ

フレネルレンズとは、一般的な凸レンズとは異なり、薄く平らなアクリル樹脂のシートに円心円状にすべて角度の違う溝を施したものである。それぞれの溝の山が小さな屈折面として働くことにより、全体としては一枚の大きなレンズとして機能する。凸レンズと比べ焦点距離を短くすることが可能であり、重量も軽くなる。図 3 にフレネルレンズの断面を示す。



Figure 1. Solar collector of the un-condensing types

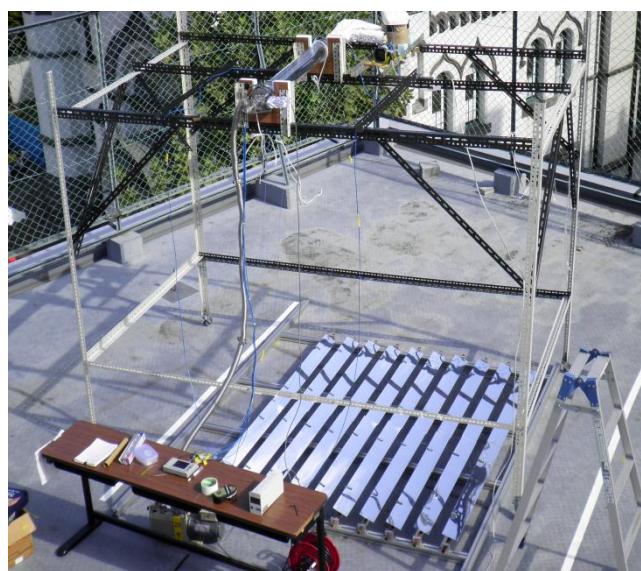


Figure 2. Solar collector of the fresnel mirror types

1 : 日大理工・学部・機械。 2 : 日大理工・院 (前)・機械。 3 : 日大理工・教員・機械。

3. 実験目的と実験装置

今回の実験ではフレネルレンズの焦点に物体を設置した場合、どの程度まで温度が上昇するのかを確かめることが目的である。実験装置の概要を図 4 に示す。1033×1433×1365 mm の大きさのアルミフレームの上部にフレネルレンズ、下部に対象物を設置した。南中高度を追尾することは可能となっている。使用したフレネルレンズは日本特殊光学樹脂(株)の製品で製品番号 CF1200-B3 である。その大きさ 1400×1050 mm、厚さ 3 mm、レンズピッチ 0.33 mm、焦点距離 1200 mm、屈折率 1.492 で重量は約 5.3 kg となっている。焦点に設置する対象物には高温に耐えられる物質として SUS303 を用意した。SUS303 は融点 1400~1450 °C で平均比熱 0.56 kJ/kg・°C である。図 5 に焦点対象となる物体の写真を載せる。円形部の大きさは直径 40 mm、厚さ 14 mm、質量 126.6 g であるが、SUS304 製コンプレッションフィッティングを含む総質量は 151.5 g になる。温度測定には直径 4.8 mm のシース型 K 用熱電対を使用する。高温になることが予想される対象物は耐熱性に優れたマシナブルセラミックス TBS の容器に入れて保持した。受光面を除く面はこの容器で覆われることになる。マシナブルセラミックス TBS の熱伝導率は 0.23 W/mK、使用可能温度が約 1200 °C である。フレネルレンズから対象物への距離の微調整をするため、可動範囲が 75 mm~245 mm のジャッキに容器を取付けた。使用する日射計は英弘精機製の MS-602 である。これは全天日射強度を測定する測器である。地面に水平に設置して測定を行うがレンズに入光する放射強度を用いるため太陽高度から測定結果を補正したものを使用する。データロガーには GRAPHTEC 社製の midi LOGGER GL220 を使用する。100 ms 間隔での計測が可能である。

4. 今後の方針

日射量を常時 1000 W と仮定し、この対象物を 20 °C から 1000 °C まで温度を上昇させるまでに費やす時間は、放射損失を考慮した上で理論的に数分要する。これを実際に実験を行い検証すると同時に、温度上昇速度及び獲得熱量の算出を試みる。

謝辞

本研究は理工学部シンボリック・プロジェクト形成支援事業の支援を受けたものである。

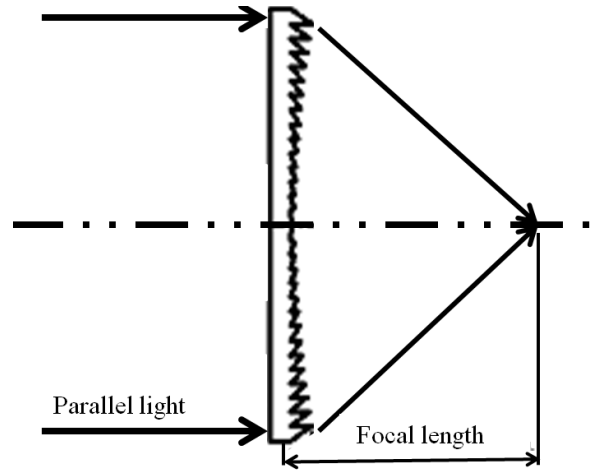


Figure 3. Cross section of Fresnel lens

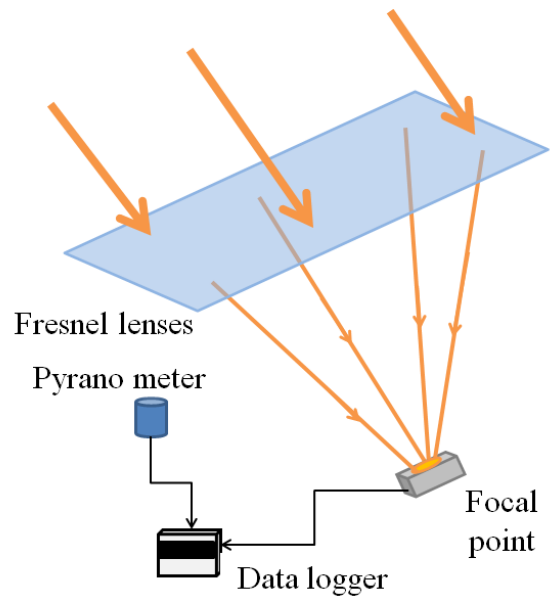


Figure 4. Schematic diagram of the device

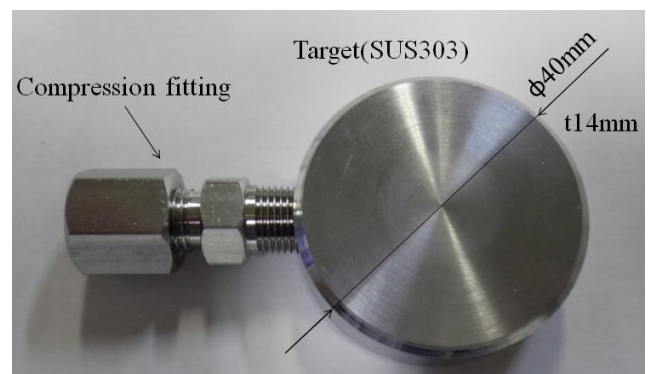


Figure 5. The target put on a focal point

参考文献

- [1] 谷 辰夫: 太陽エネルギー学会「新太陽エネルギー利用ハンドブック」, p.133, 2010
- [2] 遠藤 泰輔ら: 「高真空平板式太陽熱コレクターの研究」, 2006