

K-27

## 太陽熱利用による持続可能な淡水化技術の研究

### Research on Sustainable Desalination Technology Using Solar Heat

○土屋敦<sup>1</sup>, 新倉健心<sup>1</sup>, 遠藤稜大<sup>1</sup>, 舟木智哉<sup>1</sup>, 吉田優人<sup>2</sup>, 秋元雅翔<sup>3</sup>, 木村元昭<sup>3</sup>

○Atsushi Tsuchiya<sup>1</sup>, Kento Niikura<sup>1</sup>, Ryodai Endo<sup>1</sup>, Tomoya Funaki<sup>1</sup>,

Yuto Yoshida<sup>2</sup>, Masato Akimoto<sup>3</sup>, Motoaki Kimura<sup>3</sup>

In recent years, global warming has been progressing, and there are calls for reduction of carbon dioxide emissions and sustainable energy use. In particular, carbon dioxide emissions from fossil fuels are on the rise, and there is an urgent need to promote the use of alternative energy sources. This experiment aims to distill water using solar heat to produce fresh water for domestic use and irrigation. Sunlight is concentrated using a Fresnel lens, and the concentrated light is directed onto a metal plate, which is then placed in water for distillation. The objective is to efficiently generate fresh water while increasing the light collection effect.

In conclusion, it was confirmed that the water temperature reached 100°C approximately 130 seconds after the start of light concentration, and the water completely evaporated in about 990 seconds. However, in practice, the time required for evaporation is expected to be longer due to effects such as natural convection inside the chamber.

#### 1. 目的

近年、地球温暖化が進み、二酸化炭素の排出削減や持続可能なエネルギー利用が求められている。特に化石燃料による二酸化炭素排出量は増加傾向にあり、代替エネルギーの普及が急務である。

本実験では太陽熱を利用して水を蒸留し、家庭用水や灌漑用水として使える淡水を生成することを目指す。フレネルレンズを用いて太陽光を集光し、その集光点を金属板に当て、金属板を水中に設置して蒸留を行う。これにより、集光効果を高めつつ、効率的に淡水を生成することを目的とする。

#### 2. 実験装置

実験装置の概要図を図1に示す。集熱板表面には放射率0.94となるよう着色し、太陽光の吸収率を上げる。表1にフレネルレンズの仕様を示す。

Table.1 Fresnel Lens Specifications

Model Number	CF1200-B3
Dimension [mm]	3×1400×1050
Material	PMMA
Focal Length [mm]	1200
Pitch [mm]	0.33
Effective Diameter [mm]	1900
Transmittance [-]	0.93

#### 3. 理論

集熱板が1秒間あたりに得る熱量 $Q$ は式(1)による

$$Q = G \cdot A \cdot \alpha \cdot \lambda \cdot \sin \theta \quad (1)$$

ここで、 $G$ は日射強度、 $A$ はフレネルレンズの表面積、 $\alpha$ はフレネルレンズの透過率、 $\lambda$ は集熱板の放射率、 $\theta$ は太陽光とフレネルレンズのなす角である。日射強度 $G$ は太陽定数 $I = 1370 [W/m^2]$ であるとき、大気通過により25%程度減少するとして $G = 1000W$ とした。

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

次に、水を蒸発させるのに必要な熱量を求める。  
 まず、比熱の定義より

$$Q = mc(T_h - T_l) \tag{2}$$

ここで、 $\Delta T$ は水の温度変化、 $m$ は水の質量、 $c$ は水の比熱である。今回の実験では20°Cから100°Cまで加熱するため $T_h = 100$  [°C]、 $T_l = 20$  [°C]、質量は $m = 0.5$ [kg]とした。

さらに蒸発に必要な潜熱も考慮する必要がある。式(3)のとおりに求められる。

$$Q = m \cdot L \tag{3}$$

ここで、 $L$ は水の蒸発潜熱である。 $(L = 2200$ [kJ/kg])

以上より、水が完全に蒸発するまでの時間が求められる。時刻ごとの水の温度を表したものを図2に示す。

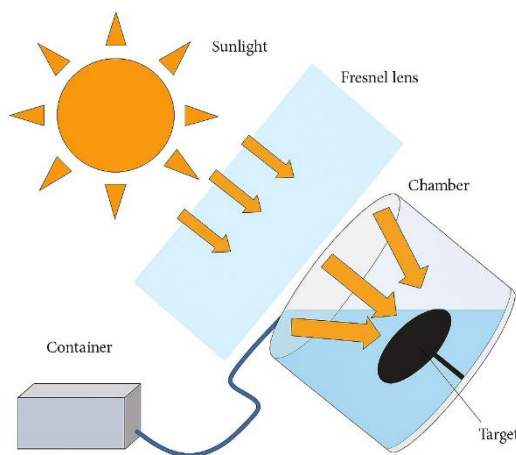


Figure 1. Experimental Setup

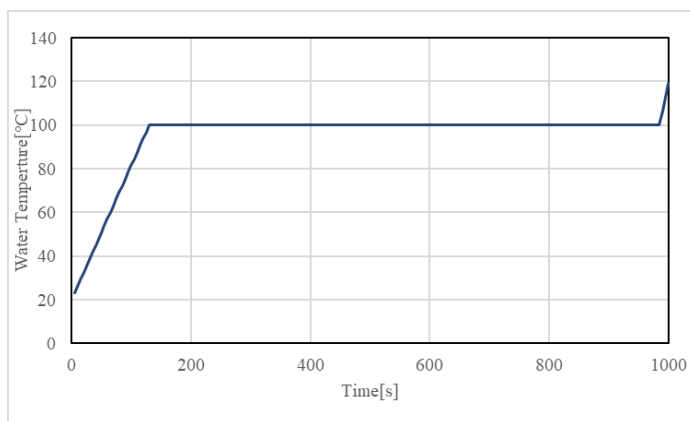


Figure 2. Change in Water Temperature

図2より、水温は約130秒で100°Cに達し、約990秒で完全に蒸発することがわかる。これは、水の蒸発潜熱が非常に大きく、加熱時間の8割以上が蒸発に費やされていることを示している。

また、実験ではチャンバー内の自然対流や熱損失（チャンバーへの熱吸収など）により、理論値よりも蒸発に時間を要することが予測される。今後は、攪拌機構の導入や断熱材の使用により熱効率を高め、装置の改良を進める予定である。

#### 4. 結論

本実験では、図2にあるように集光開始から約130秒で水の温度は100°Cに達し、約990秒で完全に蒸発することが確認できる。ただし、実際にはチャンバー内の自然対流などの影響により、蒸発に必要な時間はさらに長くなると予測される。

#### 参考文献

[1] 平林雅勝, 渡邊幸太, 木村元昭, “G060051 線集光型集熱器及び点集光型集熱器による太陽熱エネルギーの有効活用”, 年次大会2012 巻 (2012年9月掲載)