

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 5 日現在

機関番号：32658

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2021

課題番号：18K13260

研究課題名（和文）太陽熱を利用した海水淡水化装置の技術科教材への応用

研究課題名（英文）Application of solar thermal desalination device to technical education materials

研究代表者

實野 雅太（Jitsuno, Masataka）

東京農業大学・その他部局等・助教

研究者番号：80808105

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,000,000円

研究成果の概要（和文）：中学校技術科において自然エネルギーの利用について教科書では発電の仕組みにしかなく、生徒に多角的な視点からの自然エネルギーの利用について教材が少ない状況にある。そこで、太陽熱を利用した淡水化装置を例に教材開発を行うこととした。本研究では淡水化装置の試作から学校での授業実践までを目的とした。成果として、真空吸熱管を利用した淡水化装置を開発し、エネルギー変換効率は43.9%であることが分かった。しかし、教材として使用するには課題も分かった。そこで、学校現場でも安全に使用できるよう改良を今後も試みる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

学校教育現場において太陽光、風力、水力発電以外の再生可能エネルギーに関する研究は少なく、多角的にエネルギーを学習する教材が必要である。そこで、中学校技術科教材として、再生可能エネルギーである太陽熱に着目し、環境に低負荷な淡水化装置の開発を行った。我が国は水のリスクについて低いように思われているが、農業への利用が多くを占めており、水の豊かさを守ることが産業や生活にも重要である。このことを環境教育の観点から指導していく意義を持っている。

研究成果の概要（英文）：In junior high school technology courses, textbooks on the use of natural energy only cover the mechanism of power generation, and there are few teaching materials on the use of natural energy from multiple perspectives for students. Therefore, we decided to develop educational materials using a desalination plant that uses solar heat. This study aimed to develop a prototype of a desalination system and to implement it in schools. As a result, we developed a desalination device using vacuum absorption tubes, and found that the energy conversion efficiency was 43.9%. However, it was found that there were some issues that needed to be addressed before the device could be used as a teaching material. Therefore, we will continue to try to improve the device so that it can be used safely at school sites.

研究分野：技術科教育

キーワード：技術科教育 再生可能エネルギー 太陽熱 淡水化

## 1. 研究開始当初の背景

平成 29 年 3 月に告示された新学習指導要領の「C エネルギー変換の技術」の中で、電気、運動、熱及び流体の特性等にも配慮するよう明記された。その中で C (3)イの内容の取り扱いとして、“エネルギー変換の技術が、生活の向上や産業の創造、継承と発展、資源やエネルギーの有効利用、自然環境の保全等に貢献していることについても指導する。”としている。資源やエネルギーの有効利用、自然環境保全等の観点から再生可能エネルギーの学習は注目されている。太陽光発電に関しては多くの教材開発がなされていると報告されている。しかし、教育分野において、風力発電・水力発電・太陽光発電以外の再生可能エネルギーを用いた教材に関する研究は、報告数が少ないのが現状である。今後は再生可能エネルギーの多角的な利用方法を学習する教材の開発が望まれる。

## 2. 研究の目的

発電以外の再生可能エネルギーの利用方法として、太陽熱を直接的に利用する教材を提案し、エネルギー変換にまつわる題材と精製した真水を生物育成に利用する内容横断的な教材の開発を目的としている。

## 3. 研究の方法

太陽熱淡水化装置の試作とエネルギー変換効率の測定を行い、教材としての課題を洗い出す。

## 4. 研究成果

太陽熱淡水化装置の試作として、最初に太陽熱温水器に使用される真空吸熱管と CPC (Compound Parabolic Concentrator : 複合パラボラ集光器) 型反射板を用いた。真空吸熱管は選択吸収膜により内部で沸騰状態になりながらも外表面の温度は上がらず視覚的に興味を引き付けやすい材料であった。真空吸熱管とそれを囲む CPC を採用し、集めた熱を使って吸熱管内で海水の蒸発を行う。これによりエネルギーをその場で利用することが可能となり、エネルギー損失を抑えることが出来る。試作した淡水化装置の全体像と真空吸熱管内の状態と水の流れを図 1 に示す。

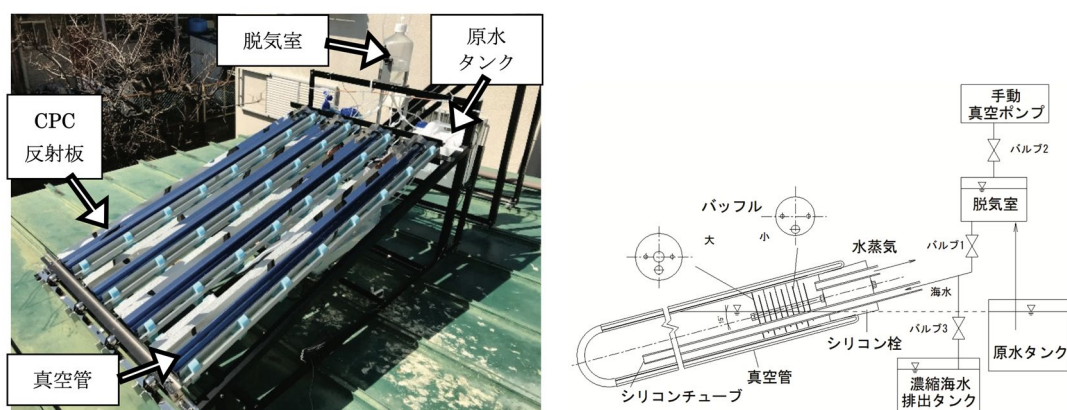


図 1. 真空吸熱管を用いた淡水化装置の全景(左)と真空管内の構造と水の流れ(右)

真空吸熱管は太陽の軌道に平行で、水平面に対し  $15^\circ$  の傾斜で設置される。これにより吸熱管が太陽の位置を追尾しなくてもよいシステムとなる。集光器として CPC を用いているのは、季節により太陽の軌道が変化しても高効率で集光できるようにするためである。この CPC は南中方向に傾斜角  $30^\circ$  として設置する。CPC と吸熱管により原水を沸騰させるまで熱を集めることが可能となる。

この試作機の蒸留実験を行い、蒸発した水の量と蒸発潜熱からエネルギー変換効率を求め  $43.9\%$  であることが分かった。しかし、この真空吸熱管はガラス製のため取り扱いが繊細で学校現場で生徒が安全に取り扱えるかという課題があった。特に真空吸熱管内に水がない状態で日光に当てる空焚きの状態で原水を入れた場合、ガラスが急激な温度差で割れるということが発生する。そこで、より頑丈な構造の平板型太陽集熱器を用いて試作を行った。

次に平板型太陽集熱器を用いた淡水化装置の試作を行った。この集熱器は太陽熱を選択的に

吸収するコーティングが施されたアルミ板と銅管で構成されており、本来は銅管内部に不凍液を循環させることで熱を集めるものである。今回はこの銅管にヒートパイプを接着し、集熱器上部の熱交換器に伝熱する仕様とした。(図2) これにより安全性は向上した。

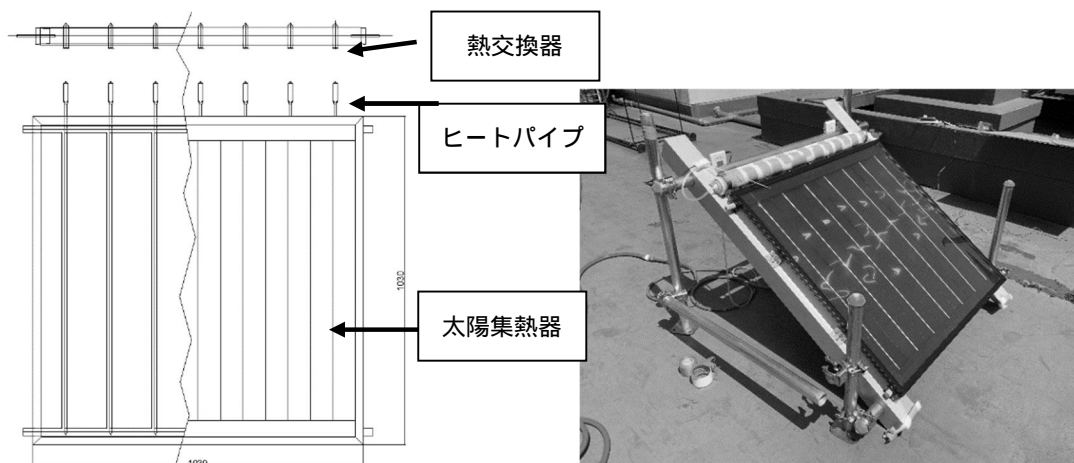


図2. 平板型太陽集熱器を用いた淡水化装置

平板型太陽集熱器のアルミ板裏面にマイクロヒーターを配置し、スライダックにより昇圧した電気により加熱を行い、投入し電力量に対して熱交換器の上流と下流で温度差から変換効率を求めた。その結果、エネルギー変換効率は約46%であった。当初の淡水化装置より効率的なものであったが、装置が大きくなり重量も生徒が扱えるものではなかった。上面のガラスは安全を考慮したもので非常に厚みがあり、平板型太陽集熱器の重量の大半を占めていた。

本研究の実施により再生可能エネルギーである太陽熱を直接利用する淡水化装置は太陽電池などの効率よりも高い効率を示した。太陽電池の発電効率は14~20%が一般的とされ、その2倍以上の高効率であった。しかし、学校現場で使用する教材として考えた時にこれらの試作器は非常に大型であり、より小型にしていくことが望ましいであろう。

また、沸騰させて蒸留させることを考えていたが、より安全で安価な淡水化装置へ改良するには温度を上げずに淡水を得る方法を工夫する必要がある。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 實野雅太・佐藤賢二・浜部薫・實野孝久	4. 巻 62
2. 論文標題 太陽熱を利用した淡水化教材の開発	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本産業技術教育学会誌	6. 最初と最後の頁 151-157
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 實野雅太・佐藤賢二・浜部薫・實野孝久	4. 巻 62
2. 論文標題 太陽熱を利用した淡水化教材の開発	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本産業技術教育学会誌	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 實野雅太、實野孝久、河野誠二、浜部薫
2. 発表標題 平板型太陽熱集熱器を用いた淡水化教材の開発
3. 学会等名 日本産業技術教育学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 實野雅太、實野孝久、佐藤賢二
2. 発表標題 太陽熱を利用した淡水化装置の技術科教材への提案
3. 学会等名 日本産業技術教育学会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------