

色と素材と太陽と空気を活用して水を蒸留・温水化！  
(色＋素材)×太陽＋空気＝きれいな水で世界を救おう！活動レポート

秋田県立由利工業高等学校 環境システム科 課題研究 水で世界を救おう！班  
武田 智樹(代表), 横山 雄一, 横手 裕也, 畑 凌我, (指導教諭 根守 潤)

## 1 活動のきっかけ

私たち「水で世界を救おう！」班は、太陽エネルギーを使った水の蒸留と温水化システムの構築をめざした活動を行いました。そのきっかけは、卒業した先輩たちが昨年度、課題研究でソーラークッカーとアルミ缶蒸留装置を製作し、数 ml ではありませんでしたが、水の蒸留に成功したことにはじまります(写真1,図1)。先輩たちは、東日本大震災を経て、学校が地域の避難場所として機能するためには、「水の十分な提供が必要！」と考えていました。そして、年度末の校内課題研究発表大会では、私たち後輩に向けて「もっと多くの水を蒸留できる装置を作って欲しい」と言っていました。

一方で、ライフラインの普及が十分ではない国や地域では、ソーラークッカーが各家庭で当たり前のように利用されていて、「泥水をソーラークッカーで沸騰させ、そのまま飲む国や地域がある」と聞いたことがあります。これは、「避難所のような生活が日常生活である国や地域がある」と言い換えることができます。

私たちは、先輩たちの成果や志を引継ぎ、もっと多くの水を得られる蒸留装置を完成し、「水で世界を救おう！」と考えました。



写真1 H27年度製作 パラボラ型ソーラークッカー

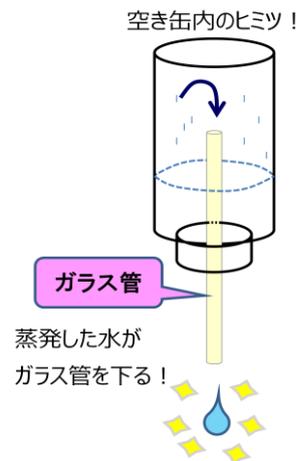


図1 H27年度製作 アルミ缶蒸留装置

## 2 活動目標と計画

私たちの予想では、高校1年生の時に学んだ単蒸留装置をソーラークッカーにそのまま組み込めば、「泥水をきれいにできる！もっと多くの水を蒸留できる！」と考えました(図2)。また、ソーラークッカーが普及していない地域の現状を考え、避難所生活に役立つ簡易的なソーラークッカーの製作および温水化を活動目標に掲げました。

◎目標 太陽エネルギーを活用して、きれいな水とホットな水を提供できるシステムを構築する！

### ○計画

#### (1)市販のソーラークッカーに取り付けられる蒸留装置の開発

すでにソーラークッカーを使用している方々への提供が可能となる「簡単置くだけ」の蒸留装置を製作したい。その母体は、やかんを考えている(図2)。



### 3 結果

#### (1)市販のソーラークッカーに取り付けられる蒸留装置の開発

##### ▼5月 冷却器の製作

ガスバーナーを熱源として、実際にやかんで水が蒸留できるかどうかについて実験した。特に、単蒸留では冷却管を用いるため、その代わりとなる冷却器を製作した。冷却器は水冷とし、効率良く冷やすために、水の入っているバケツ内にポリエチレン管を螺旋状に固定した（写真2）。

##### 実験

ガスバーナーでやかん蒸留器を50分間加熱し、発生した水蒸気をバケツ冷却器に通して液化した。ポリエチレン管の末端に置いたビーカー内に得られた水を採取し、その体積を量った（写真2）。

##### 主な実験器具

ガスバーナー、三脚、スタンド、やかん、ビーカー、バケツ冷却器、ポリエチレン管、コルク栓

##### 結果

水蒸気は管内で水になったが、管の末端にあるビーカーには水がたまらなかった（表1）。ポリエチレン管が長すぎたため、蒸気圧で水を押し切ることができず、水が管の末端までたどり着けなかったと考えられる（写真2）。そこで、冷却器のポリエチレン管を短くし、直線状にした。その結果、水蒸気は管内で水となり、末端のビーカーまでたどり着くようになった（表1）。



写真2 製作した冷却器とやかん蒸留器

効率良く冷やすため、ポリエチレン管を螺旋状に固定。そもそも、水冷のための水はどこから？という問題もありつつ…

表1 実験1の結果

	やかんに入れた水の量 [ml]	得られた水の量 [ml]	備考
実験1	500	0	管末端のビーカーまで水がとどかず。
実験1の管を短くした	500	230	その差270mlは、やかんの蓋から排出ロス。

##### ▼6月 ソーラークッカーの焦点位置の検証

ソーラークッカーの焦点を明らかにし、そこに蒸留器を組み込むことで水を効率良く得ようと考えた。

##### 実験2

暗室内でレーザーポインターを活用してソーラークッカーによる反射を調べたり、放射温度計で焦点付近に置いたアルミ缶の外側の温度を測ったりしながら、焦点位置について調べた（写真3）。

##### 新たに必要となった主な実験器具

レーザーポインター、放射温度計、サーモカメラ、市販ソーラークッカー（かるぴか）

## 結果2

焦点位置は、既存の台座位置より高い所にあることがわかった。そこで、やかん蒸留器の下に置く台を製作した（写真4，図4）。台は、針金で成形し、やかんの位置を3cmほど底上げすることにした。

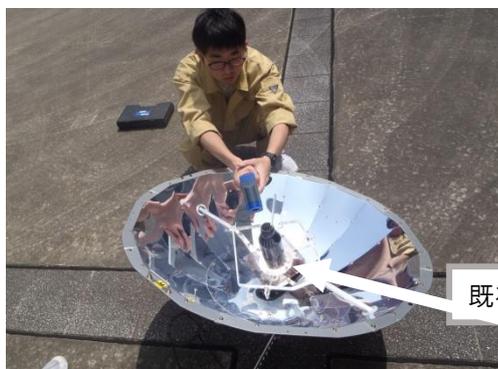


写真3 放射温度計で焦点位置を検証

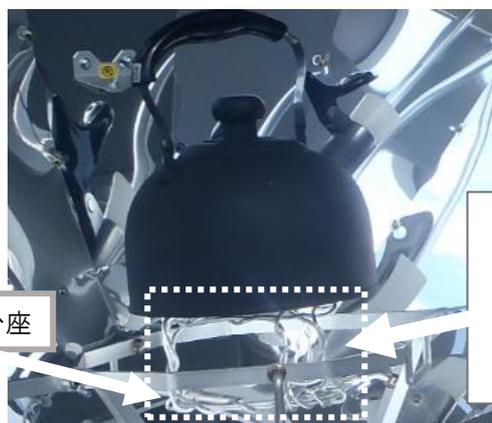


写真4 やかん蒸留器と台

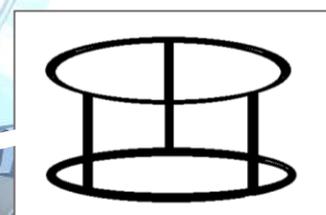


図4 底上げ台のイラスト

## ▼7～10月 蒸留実験の試行錯誤

製作した蒸留器と台、冷却器を用いて様々な蒸留実験を行った。

### 実験3

ガスバーナーで熱した時ほど勢い良く水蒸気は得られないだろうと考え、冷却システムを空冷に変更した。やかんは密閉性の高いものに変更した。

- ① 屋外にて実験。
- ② 日当たりが良く、風の当たらない屋内にソーラークッカーを設置した（写真5）。

### 結果3

実験①は8回行ったが、最大で70mlの水を得ることが出来た。一方で、実験②では思いどおりに水が沸騰せず、水は得られなかった（表2）。



写真5 屋内実験

表2 実験3の結果

	やかんに入れた水の量 [ml]	得られた水の量 [ml]
実験①	100	0～70
実験②	100	0

## ▼9～10月 蒸留器の変更

これまでの実験結果をふまえ、さらに多くの水を得るためには、太陽エネルギーを受ける蒸留器の表面積の拡大や蒸留器内の2重構造化などの改良が必要であると考えた。その後、いろいろと試作はしてみたものの、形にはならなかった。そこで、原点に立ち戻り、単蒸留で用いるフラスコを黒色化した蒸留器を試すことにした（写真6）。

#### 実験4

蒸留器をやかんから耐熱スプレーで黒く色を塗ったフラスコに変更し、蒸留実験を行った。

①枝付フラスコを使用(写真6) ②丸底フラスコを使用(写真7) ③三角フラスコを使用(写真8)

#### 新たに必要になった主な実験器具

枝付フラスコ(500ml)、丸底フラスコ(1000ml)、三角フラスコ(1000ml)

#### 結果4

秋になり、風も冷たく肌寒い中での実験であったものの、5分もしないうちに沸騰し始めるなど、太陽エネルギーのものすごさと、枝付フラスコの黒色化に手応えを感じた(写真6)。3つのフラスコの比較から、フラスコ上部から水蒸気を出した方が効率的であると感じた。そもそも枝付フラスコの枝がフラスコの横に付いているのは、実験装置の組立上の都合ではないかと考え、私たちの目標に対してはフラスコ上部から放出する方が良いと考えた。一方で、三角フラスコに比べて丸底フラスコの方が太陽エネルギーを全方向から受けやすく、沸騰に有利であると予想した。しかし、沸騰までの時間等に差はなかった。三角フラスコは底が平らであり、丸底フラスコよりも安定感があった(写真7, 8)。



写真6 枝付フラスコで実験



写真7 丸底フラスコで実験

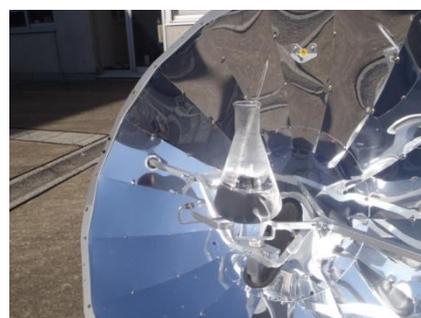


写真8 三角フラスコで実験

#### ▼11月18日 泥水の蒸留

これまでの実験結果をふまえ、最終目標のひとつ「泥水をきれいに！」をめざして実験を行った。

#### 実験5

フラスコは、冷却器と蒸留器との接合部の加工が済んでいた②丸底フラスコ(写真7)を使用した。ビーカー目盛で500mlの泥水をフラスコに入れ、蒸留実験を行った(写真9, 10)。



写真9 実験で用いた泥水



写真10 得られた透明な水



写真11 溶けたポリエチレン管

#### 結果5

約15分位で沸騰し始めた。これまでは約5分で沸騰しており、水質と水量は異なるものの(夏場は水

道水100mlで実験)、沸騰の勢いも若干弱く感じられた。沸騰後、透明な水は得られたが、ポリエチレン管が溶け始めたため、実験を終了した(写真11,表3)。ポリエチレン管が溶けた原因は、その取り付け位置から、ソーラークッカーで集中した太陽エネルギーによるものと考えた。ポリエチレン管を金属製等に変更するとともに、これまでの実験では水蒸気がコルクに当たって水滴になっていたので、スムーズに水蒸気を通る形状の接合部を製作したいと考えた。

表3 実験5の結果

	やかんに入れた水の量 [ml]	得られた水の量 [ml]	備考
泥水実験	500	100※	※ポリエチレン管が溶けたため途中で実験終了。

## (2)ソーラークッカーの製作

当初は、6月のソーラークッカーの焦点位置の検証をふまえて製作にとりかかろうと考えていたが、冷却器や蒸留器の製作が思ったとおりに進まず、その製作に全精力を注ぎたいと考え、その後の活動を(1)について限定的に行った。その結果、ソーラークッカーの製作には至らなかった。

## (3)色と素材の組み合わせによる高効率な温水化システムの構築

水泳部の先生に、黒いプールについて聞いた所、「特にプール内の壁の色に規定はないものの、選手が飛び込む時に距離感をつかめないなどの問題があるだろう」とのこと。但し、「黒色のカバーは温水化に有効かもしれない」との意見を頂いた。そこで、アルミ缶を用いた簡易的な水温上昇実験は行ったものの、温水化システムの構築につながる活動は、上記(2)と同様の理由により行わなかった。

## 4 今後について

3月1日の卒業まで、冬期間の実験を行いたい。そのため、金属製等に変更した蒸留器と冷却器の接合部を再設計し、製作をめざす。1月20日に実施予定の科内課題研究発表大会で良い成績を収め、校内課題研究発表大会への科代表選拔出場をめざす。

## 5 おわりに

思いどおりにいかず、行き詰まることも多々ありました。しかし、仲間同士でアイデアを出し合っ様々な方法を試すことによって、意外な突破口が見つかることもありました。また、秋になってから行ったフラスコを用いた蒸留の夏場の本領を私たちは見ていません。できれば、私たちが先輩たちの意志を継いだように、後輩たちが私たちの活動を継続・発展させることによって、世界を救ってほしい！そう切に願います。

最後に、「八光熱の実験コンテスト」を企画運営して頂いた株式会社八光電機ご担当様、本活動に対して多大なご支援をして頂いた株式会社八光電機様にこの場を借りて感謝申し上げます。ありがとうございました。