

# 太陽熱の利用

～ペットボトルで温水作り～

52期生

## I テーマ設定の理由

前々から環境問題に関心があり、太陽熱は身近でクリーンなエネルギーで、また実験も簡単にできそうだったのでこのテーマに決定しました。

## II 研究方法

- (1) 実験 水を入れたペットボトルをベランダに約100本並べ、太陽熱で温めて入浴してみる（どれくらいガス代を節約できるか調べる）。
- (2) 文献調査1 図書館で太陽熱利用についての本を調べる
- (3) 文献調査2 太陽熱温水器を販売しているメーカーや、(財)ソーラーシステム振興協会に問い合わせをして、太陽熱温水器についての資料を送って頂く。
- (4) アンケート調査 太陽熱温水器を作っているメーカーや使用者にアンケートに答えて頂く。
- (5) 見学 温水器メーカーのショールームやソーラーハウス展示場、ソーラーシステムを使っている公共施設を見学する。

## III 研究内容

### 1. 実験

#### (1) 実験初期

実験初期は、母が近所の方々に声をかけてくれて集まった約100本のペットボトルをベランダに2列に並べていました（このベランダは南向きの5階で、7月上旬は朝9時半頃から夕方4時半頃まで、8月になると朝9時頃から夕方5時過ぎまでペットボトルに直射日光が当たります）。午後3時に温度計測をした後、ペットボトルを約7m離れた風呂場に持って行き浴槽に水を入れ、その後ペットボトルにまた水を入れてベランダに持って行く、ということをしていました。いつもこの作業を、3人（僕、母、妹）で2時間以上もかかってやっていました。

使用したペットボトルは角型の2ℓ入りペットボトルです。なぜこれを使用したかという点、ペットボトルの中で一番容量が大きくてベランダに収まりやすく、水を入れた時も円い物に比べてレンズになりにくい（発火予防）と考えたからです。

ペットボトルの種類は、・透明

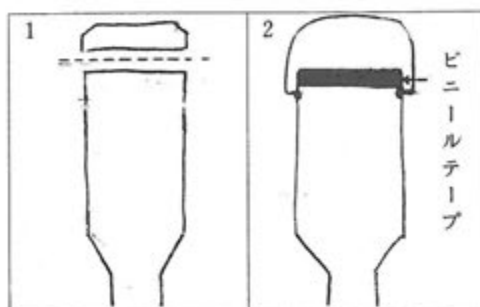
- ・黒マジックで塗った物（以下、黒マジックと記す）
- ・黒ビニールテープを巻いた物（以下、黒テープと記す）
- ・黒ビニール袋で覆った物

の4種類を使用する予定でしたが、黒ビニール袋で覆ったペットボトルの水温が透

明なペットボトルより低かったため、これを除外しました。

(2) 改良その1-ホースとペットボトルじょうごの使用

祖母の助言をもとに10mホースを使い、温水を浴槽に入れた後の空のペットボトルをベランダに再び並べて水を入れる、ということが可能になりました。また、父が言ったことをヒントにペットボトルでじょうごを作り、ベランダから直接浴槽に水を入れることができるようになりました。これらの工夫により、2時間以上かかっていた水入れを1時間に短縮することができました。



ペットボトルじょうごの作り方

1. ペットボトルの底を切り取り、側面に穴をあける。
2. 穴に紐を通して完成。ホースを口につなげて使用。

(3) 改良その2-温箱

温箱とは、『お風呂も省エネ！ペットボトル太陽熱温水器の作り方』という本の中に書いてあった物です。これは、発泡スチロールの箱の内側にアルミホイルを貼り付け、ふたの代わりに透明なビニール袋で光(熱)の入る窓を作った物で、黒く塗ったペットボトルを入れて使います。僕は、この温箱を大量生産して高温の温水を多量に得ようとしたのですが、発泡スチロールの箱があまりなかったのを断念しました。しかし、全部で4号まで作り、その結果高温の温水を得ることができました。

中島式温箱1~4号図解

	<p align="center"><b>中島式温箱1号</b></p> <p>試作品。黒マジックペットボトルが1本入る。全部で1台作った。最高水温55.5℃(8月17日)。 最初に作った温箱。初期にはふたに穴を空けてビニールを貼り使用していたが、集熱効率が悪いので除去し本体に直接ビニールを貼った。釣り下げ式で、ベランダの手すりの棒に紐を洗濯ばさみでとめてぶらさげて使う。温箱の中で3番目の性能(黒マジック、平均45.7℃)</p>
	<p align="center"><b>中島式温箱2号</b></p> <p>黒マジックペットボトルが1本入る。全部で2台作った。最高水温63.0℃(8月16日)。 2番目に作った温箱。何かにたてかけて使う。温箱の中で一番の性能(黒マジック、平均52.5℃)。</p>

	<p align="center"><b>中島式温箱3号</b></p> <p>黒マジックペットボトルが2本、黒テープペットボトル1本、透明4本。全部で1台作った。最高水温52.0℃(8月18日)。 2号と同じく2番目に作った温箱。何かにたてかけて使う。温箱の中で一番容量が大きい。2段式で、下に4本の透明なペットボトルを底上げのために使った。温箱の中で一番低性能(黒テープ、45.6℃、黒マジック45.4℃、透明37.7℃[平均])</p>
	<p align="center"><b>中島式温箱4号</b></p> <p>黒マジックペットボトルが1本、黒テープペットボトル1本、透明3本。全部で2台作った。最高水温54.0℃(8月16日)。 3番目に作った。何かにたてかけて使う。2段式で、下に3本の透明なペットボトルを底上げのために使った。この温箱だけアルミホイルを内側に貼っていない。温箱の中で2番目の性能(黒テープ、46.9℃、黒マジック46.6℃、透明37.3℃[平均])</p>

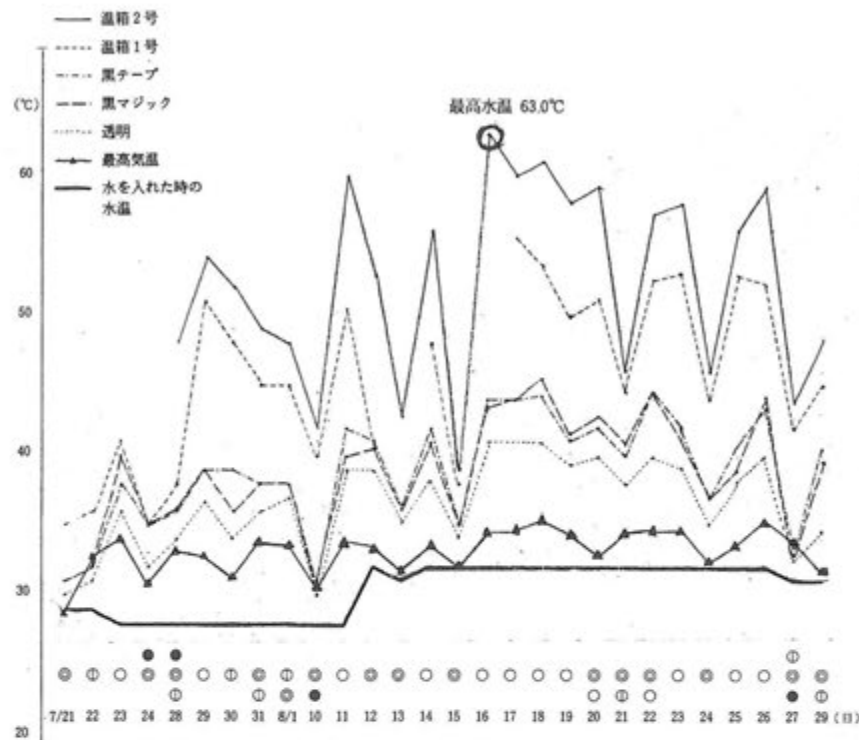
\* 温箱の基本的な原理

太陽から届く熱エネルギーは、希薄なためにそのままでは使えません。そこで色々な工夫が必要です。まず、黒色が熱をよく吸収するという性質をもっているため、ペットボトルは黒く塗ります。次に、エネルギーの密度を高めるために、レンズを使い熱を一点に集中させるという方法があります。これは、鏡を使っても同様の効果が得られます。ここでは、レンズや鏡の代わりにアルミホイルを使って集めます。他にも、受熱面積を増やすために設置の際角度をつけたり、吸収した熱を逃がさないように発泡スチロールで保温します。これが温箱の基本的な原理です。

(4) 実験結果とそれについての考察

▼表1 平均と最高気温・水温

種類	最高温度(℃)	平均温度(℃)	種類	最高温度(℃)	平均温度(℃)
最高気温	35.3	33.1	黒マジック(2号)	63.0	52.5
水入れ時の水温	32.0	30.4	"(3号)	52.0	45.4
透明(1列目)	42.0	36.8	"(4号)	54.0	46.6
"(2列目)	39.2	35.4	黒テープ(1列目)	44.5	38.9
"(温箱3号)	41.5	37.7	"(2列目)	43.0	37.6
"(温箱4号)	40.0	37.3	"(3号)	52.0	45.6
黒マジック(1列目)	45.5	38.8	"(4号)	53.5	46.9
"(1号)	55.5	45.7			



▲表2 実験結果

\*表1、表2のデータについての考察

- 天気のよい日はかなりの高温になっている。
- 最高水温は63℃で、水を入れた時の水温と31℃も差があった（温箱2号）。
- マジックとテープはさほど差がない。
- 雨の日や曇りの日も、時々晴れ間がのぞくと高温になった。
- アルミホイルを貼っていない4号の方が、なぜか3号の方よりも温度が高い。理由として次のようなことが考えられる。
  - 3号の方が容量が大きいので、温めなければならない空気が多い。
  - 3号の方がビニールをガムテープで貼る部分が多く、はがれやすい。
- 雨の日でも温箱は温室効果があるので、外にあるペットボトルより高温になった。
- 深夜でも温箱の保温力で、外にある物よりも3～4℃高い（僕の帰省中、父の深夜の計測による）。

\*実験の成果

8月後半には、作った温水を入れた風呂の水温は40℃以上を記録（最高記録40.8℃）し、何日かは追い焚きせずにそのまま入浴できた。その他の日も少し追い焚きをするだけで入浴できた、ちなみに8月分（7月26日～8月25日）のガスの使用量は、3㎡減り（去年は22㎡、今年は19㎡）、使用料金は420円安くなった。今年は家を留守にした期間が短かったので、ガスの使用量が多くなり、使用料金をその分高くなるはずだった。

2. 実用化されている太陽熱利用 - 太陽熱温水器とソーラーシステム -

(1) 日本における太陽熱温水器の歴史

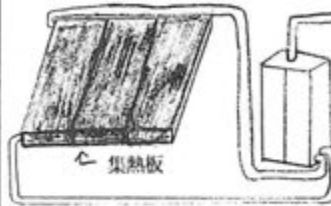
古 来	日向水…日向に「たらい」や「ばけつ」を並べて水を温めて、それを風呂に使う方法。古来から生活の知恵として行われていた。
昭和30年前後	木箱にビニルの水箱を入れた温水器が商品として発売された。
昭和35年	大手メーカーがビニル管と鉄箱を組み合わせた「くみ置き式」の温水器を発売。経済性よりも風呂焚きの手間が省けるという便利さが歓迎された。
昭和48年	オイルショックやその後の燃料費高騰により、無料の熱源として太陽熱が注目され普及が加速。
昭和54年	第2次オイルショックで爆発的なブームをよぶ。昭和55年1年間で、約80万台の温水器が新たに使用された。この間、保温性能を高めた「自然循環式」の出現など、製品の品質も大幅に向上、都市部での普及促進も急速に高まった。
その後	「くみ置き式」や「自然循環式」の保温性能をさらに高め、大量・高温の湯に加えて太陽熱を冷暖房にまで利用しようとして「ソーラーシステム（強制循環式）」が開発された。

(2) 太陽熱温水器とソーラーシステムの仕組みと特徴

	仕組み	箱形のケースに水を入れて太陽熱で温める。
	値段	不明（安い）現在では販売されていない。
	特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 安価</li> <li>• 集熱効率がよい。</li> <li>• 保温性能が悪い。→ 保温タンクがない。</li> <li>• 屋根への負担が大きい。</li> </ul>
	仕組み	冷たい水は重く温かい水は軽いという原理をもとに循環させている。
	値段	218,000円～316,000円（勝京セラ）
	特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 安価</li> <li>• 集熱部とタンクの組み合わせで保温が可能。</li> <li>• 屋根への負担が大きい。</li> </ul>
	●=温水 ▲=冷水	

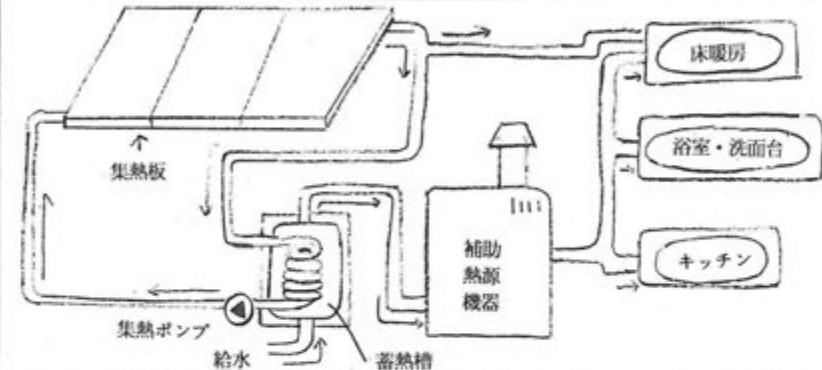


**強制循環式（ソーラーシステム）**  
 仕組み パイプ内に不凍液（0℃になっても凍らない液）を循環させ、蓄熱槽で熱をとる。



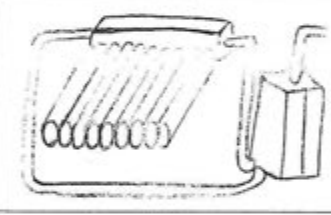
値段 985,000 ～ 1,123,000円（株京セラ）

- 特徴 ・高価
- ・屋根への負担が少ない。→ 集熱部とタンクの分離。
  - ・不凍液を循環させるためのポンプとその維持費用が必要。
  - ・規模が自由に選べる。



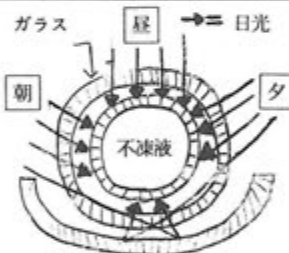
床暖房は不凍液を使用する場合と温水を使用する場合があります。

**真空管式（くみ置き又は強制循環式）**  
 仕組み くみ置き式、強制循環式と同じ。

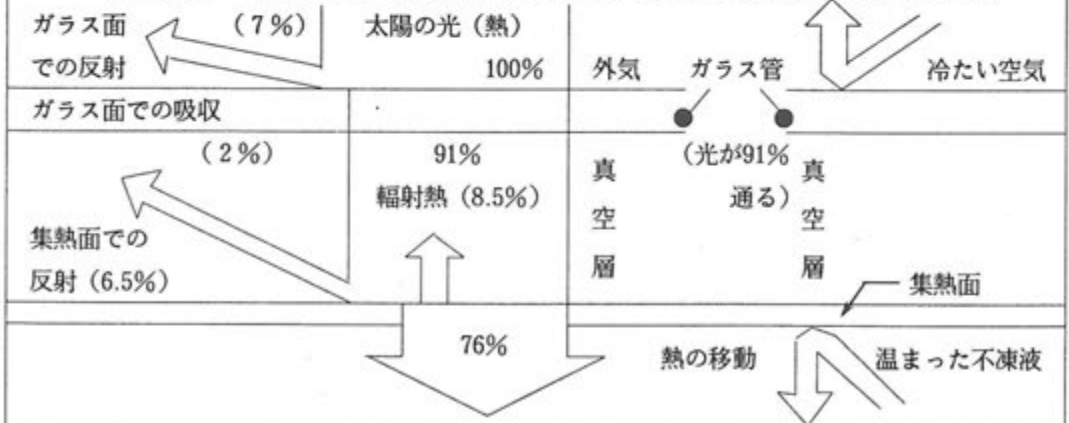


値段 1,300,000円 強制循環式（〃）

- 特徴 ・一番高価
- ・全タイプの中で一番高温の温水を得られることができる。
  - ・壁やベランダに設置可能。
  - ・太陽がどの位置にあっても熱を吸収できる（右図）。



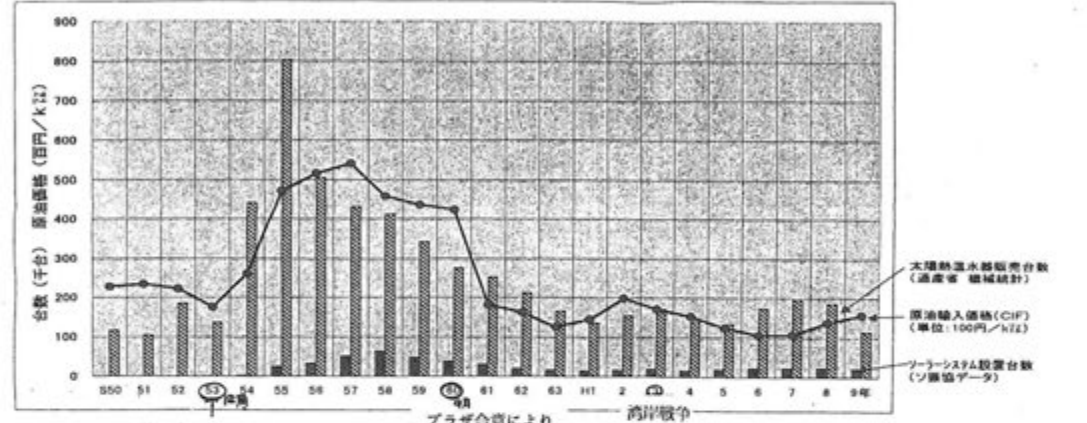
\*真空管式が一番高い温度の温水を作ることができる理由（太陽の光を100%とする）



普通の平板型だと、不凍液が外気に接しているため熱をうばわれますが、真空管式は外気に接していません。だから温度が高いのです。

太陽熱温水器・ソーラーシステム設置台数推移

	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	H1	2	3	4	5	6	7	8	9年
ソーラーシステム	0.14	0.21	0.64	1.07	2.58	25.5	32.1	51.6	64.1	48.6	38.5	30.5	20.9	16.6	15.5	18.9	20.1	16.4	19.8	23.1	24.1	24.5	22.3
太陽熱温水器	117	105	105	137	442	903	505	432	512	342	275	252	212	166	136	155	172	141	135	174	192	166	115
原油輸入価格	227	234	222	176	261	472	516	540	459	437	424	182	143	126	145	199	172	154	125	106	107	130	157



(※ソーラーシステム振興協会からのデータによる)

- \*太陽熱温水器・ソーラーシステム設置台数推移についての考察
- ・第2次オイルショック（昭和53年12月）後、設置台数が上昇しているのは、原油にかわるエネルギーということで太陽熱が注目された結果であろう。
  - ・その後設置台数が停滞しているのは、ソーラーシステムはまだ高価であり手をだしにくい存在だということを示しているのだろう。

(3) 使用者の声  
 太陽熱温水器（ソーラーシステム）を使っている小学校の恩師にアンケートを出し、回答して頂きました。その結果次のようなことがわかりました。

- ・太陽熱温水器（ソーラーシステム）の水温は、夏は70℃、冬でも天気の良い日は40℃をこえる。
- ・不凍液は2年に1回交換が必要で、約5,000円かかる。
- ・ガス代は基本料金だけになるが、不凍液を循環させるためのポンプを動かす電気代がかかるので結果的には±0である。
- ・設置するのに100万円ぐらいかかる。

僕がこれを見て少し意外に思ったのは、「±0である」ということです。ソーラーハウス展示場に行った時、そこの長谷川さんが「ソーラーシステムにすると、燃料費は1/3ぐらいになりますよ。」とおっしゃったからです。確かにガス代は1/3になるとは思いますが、電気代がかかるという点でまだ経済的ではないなあと思いました。

IV 結論

実験では太陽熱で温水を作り、入浴することができました。ガスの使用量も減り、わずかながら成果はありました。しかし、温箱や黒ペットボトルをあまり作れなかったので高温の温水を多くは得られず、また水を入れる設備が本格的でなかったため、改良を

加え家族を総動員（母と妹）しても、毎日約1時間は水入れ作業をしなければなりません。これはより本格的な物を作ることで解決できることなので、今度は本格的なペットボトル太陽熱温水器を作りたいです。

太陽熱温水器とソーラーシステムについては、これからの有効な資源利用なので研究を重ねてコストを落とし、経済性と地球温暖化防止の2つを兼ねそなえたソーラーシステムができればいいと思います。

## V 総括

太陽熱は、無尽蔵でクリーンしかも無料のエネルギーである。僕がやったような実験でもこれだけの成果がでたのである。まだまだ開発はできるはずである。地球にある資源も少なくなってきた現在、このエネルギーは最も注目すべき物のひとつである。地球規模でこのエネルギーを研究すれば、大きな成果が得られることだろう。僕も、環境保護に役立つことをこれからも考えていきたい。

## VI 参考文献

- ・高野達男（1998）『お風呂も省エネ！ ペットボトル太陽熱温水器の作り方』パワー社
- ・下村崇雄（1998）『空き缶で省エネ アルミ缶太陽熱温水器の作り方』パワー社
- ・久保嘉之（1980）『ソーラーシステム・太陽熱冷暖房』啓学出版
- ・押田勇雄（1985）『学研の図鑑〔エネルギー〕』学研
- ・太陽熱温水器を製造・販売している会社から頂いたパンフレットと資料集
- ・㈱ソーラーシステム振興協会から頂いたパンフレットと資料集

### ご協力いただいた方々 — Special Thanks

小学校の恩師 北田循一先生  
㈱ディプロス 福田様  
㈱サンソーラー工業 西沢様  
㈱京セラソーラーコーポレーション SS営業部 山口様  
HDC神戸ショールーム 伊藤様  
㈱ソーラーシステム振興協会 技術部 松本和也様  
相談センター兵庫の方々  
㈱セブンティーン（ソーラーハウス展示場） 長谷川敬三様  
高石市立ふれあいゾーン温水プール 西田様

そして 母と妹