

6 ヒートポンプの研究

1. 研究の動機

私は地球に優しい技術を勉強したいと思い、インターネットで調べたところ、ヒートポンプがエコに役立つ技術とわかりこれを研究することにした。

ヒートポンプの原理は、まずコンプレッサーで冷媒（冷却に用いる熱媒体。冷却剤）を圧縮する。冷媒は圧縮されると高い温度になり、この時の熱を利用することができる。次に冷媒は凝縮器で周りと同じ温度まで冷やされる。冷えた冷媒は膨張弁を過ぎるとふくらむと同時に、冷たくなる。この時に周りの空気などを冷やしてエアコンや冷蔵庫などとして働く。そして蒸発器に行くと周りの熱を奪って少し暖かいガスになる。次にまたコンプレッサーで圧縮されて同じことを繰り返していく。

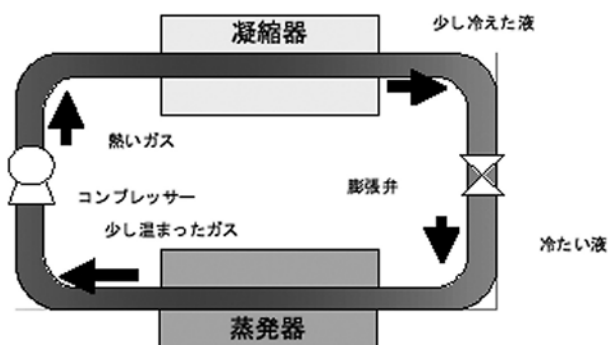


図1 ヒートポンプの仕組み

2. 研究の目的

ヒートポンプは我々の生活に役立つ技術で、地球にも優しく、まだ発展する可能性のある技術である。この研究では自分でヒートポンプを作り効果を確認することを目的とする。

3. 方法と結果

(1) 市販のヒートポンプ実験キットによる実験・・・実験1

まず、市販のヒートポンプ実験キットを使って原理を学習した。これは空気ポンプで圧縮空気をペットボトルにためて、次に栓を開けて一気に空気を開放することで、ペットボトルの中の温度の変化を観測するものである。

空気を送り込むとペットボトルの中の圧力が上がって中の温度が上がった。しばらく待ち、ペットボトルの中の温度が室温と同じになったあとに栓を開けると温度が下がった。これは、圧力が急に下がって空気が膨張した時に、周りの熱を奪ったからだと思う。このとき霧が見えたが、これは急に温度が下がったため水蒸気が固まったためだと思う。

(2) 水鉄砲のポンプを使ったヒートポンプで水を冷やす・・・実験2

市販のヒートポンプ実験キットは連続して温度を下げることはできないので、連続して温度を下げる実験を考えた。連続して空気を圧縮するには、空気ポンプが必要で、また連続して高い圧力の空気を膨張させるには、一定の空気圧の時に空気を通すような部品（膨張弁）が必要である。そこでオモチャの水鉄砲を分解し、部品として空気ポンプを取り出した。

項目	実験前	空気満タン	しばらく待つ	栓を開ける
温度	28℃	32℃	28℃	25℃
風船の状態	ふくらんでいる	しぼんでいる	しぼんでいる	ふくらんでいる

表1 ヒートポンプの仕組み



図2 水鉄砲（分解前）

また膨張弁として自転車のタイヤの部品であるバルブ（ムシ）を使うことにした。

空気ポンプの先のビニールホースの端にムシを取り付ける。空気ポンプを動かして水タンクの中の空気圧を高くして、ある圧力以上になるとムシから空気が出てくる。この時圧縮された空気が通常の大気圧になるので空気が膨張する。この空気が水を冷やすと思う。

実験の手順：

- ① 水温が室温と同じになるまで待つ。
- ② 空気ポンプを手で押して空気を圧縮する。
- ③ 1分ごとに10分間水温とポンプの温度を記録する。

実験 2 の結果：

水温は1℃下がって、ポンプの根元温度は最高で14.7℃上がった。このことから空気ポンプを使ったヒートポンプは、物を冷やすより、温めるのに使った方がよいと思う。また空気の量が少なかったためもっと空気が出ればもっと冷えるのだと思う。

- (3) 自転車の空気入れを使ったヒートポンプで水を冷やす (その1)・・・実験3

水鉄砲を使ったヒートポンプではあまり水の温度を下げる事ができなかったのも、もっと強力な自転車の空気入れを使って実験をする。ヒートポンプの性質には空気の圧力が関係あると思い、圧力計と圧力調整弁をつけることにした。圧力調整弁は空気の圧力を一定にする働きがある。圧力調整弁についているメーターで圧力の大きさが分かる。ただしこの実験では圧力を調節するのに前の実験と同じムシを使うので圧力調整弁は

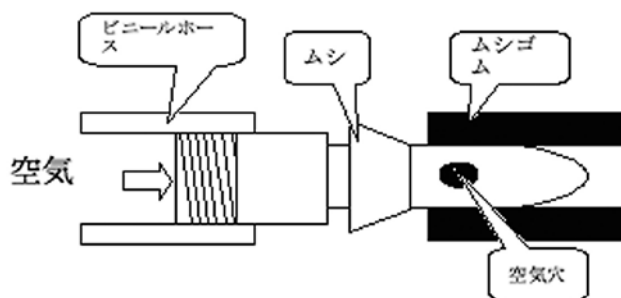


図3 自転車バルブ（ムシ）の説明

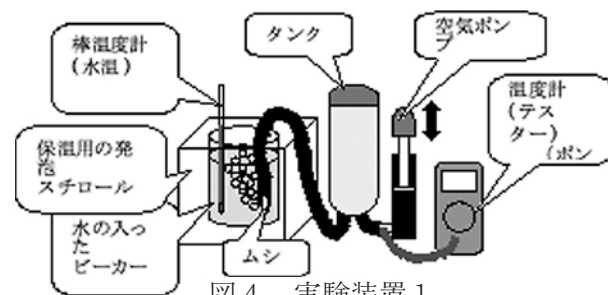


図4 実験装置1

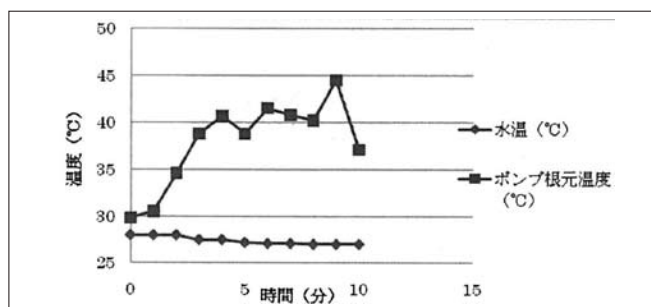


図5 実験2の結果

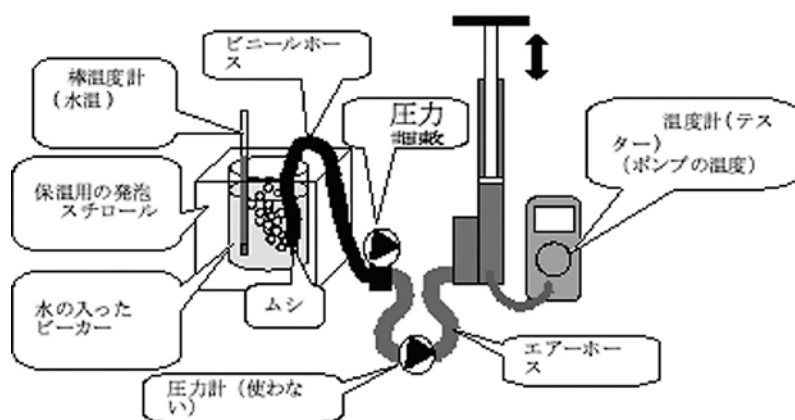


図6 実験装置2

実験3の結果：

実験中のメーターの値から、ムシが調節している圧力は0.14MPa（気圧の単位：メガパスカル、1気圧は約0.1Mpa）だった。水温は2.4℃下がった。前の実験に比べはっきりと温度が下がったといえる。前の実験(水鉄砲)との違いはポンプの大きさなので空気の量が多くなったからだと思う。こちらの根元温度は9.8℃上がったが前の実験の14.7℃上昇よりは低かった。前の実験では摩擦熱が入って温度が上がってしまったのだと思う。

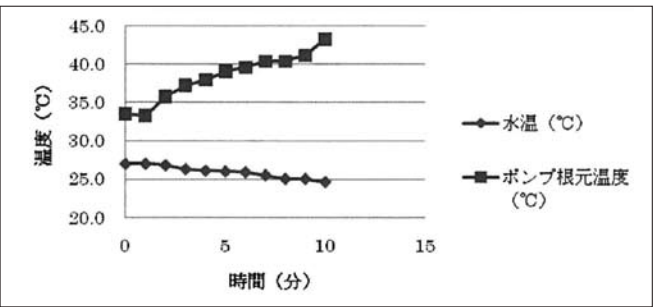


図7 実験3の結果

(4) 自転車の空気入れを使ったヒートポンプで水を冷やす（その2）・・・実験4～6

次に、空気入れで圧縮する空気圧をいろいろ変化させて変化を比べる実験を行った。この実験は、圧力計を見ながら空気入れを動かして、一定の圧力にして実験を行う。



図8 圧力計

表2 実験4～6の結果

	実験4	実験5	実験6
圧力	0.2MPa	0.3MPa	0.4MPa
下がった水温	2.6℃	1.2℃	0.7℃
根元温度の上昇	7.7℃	1.6℃	7.7℃

最初の予想では圧力が高い方が水の温度がより下がると考えていたが、実験の結果は逆だった。この理由は空気の出る量がそれぞれの実験で変わってしまったためだと思う。それぞれの実験で空気の量を同じにすれば、圧力が高いほど温度が下げられたと思う。実験5のみ根元温度があまり上がらなかったが、実験開始時の温度が37.8℃と初めから高かったためであると思う。また実験5は最高温度が39.4℃と他の実験より低かった。ポンプをあまり動かさなかったし、圧力も最大圧力ではなかったからだと思う。

(5) 水鉄砲のポンプを使ったヒートポンプで水を温める・・・実験7

水を冷やす実験で、ポンプの根元温度が上がったのでこの性質を使えば水を温めることができるはずだ。まず水鉄砲のポンプを使ってどのくらい水が温まるのか実験で調べる。水鉄砲を使ったヒートポンプでは、空気ポンプで空気を圧縮した時に空気の温度が上がり、ムシゴムから空気が抜ける時に空気の温度が下がる。そこでこの実験では、空気ポンプとムシゴムの間のビニールホースを水の入ったビーカーの中に通して水を温める。

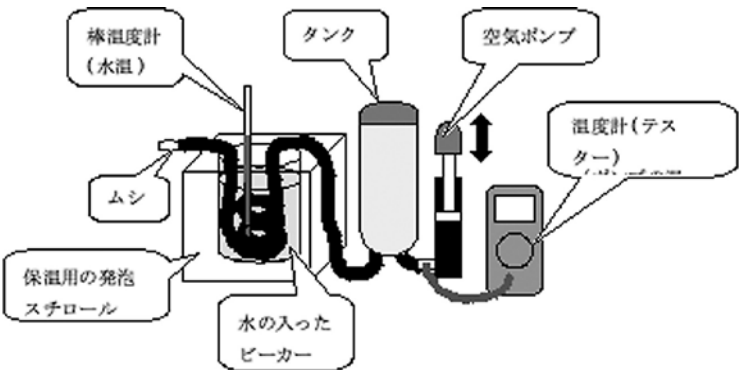


図9 実験装置3

実験7の結果：

水の温度が18.1℃から18.7℃まで変化し、0.6℃上がった。

一方根元温度は27℃から48℃までと21℃も上がった。水の方は予想より上がらなかったが、根元温度は大変高くなった。これはヒートポンプで温められた空気の温度のわりに水が多かったことやポンプの根元からビーカーまでの距離が長かったのでその間に空気が冷えてしまったことなどが考えられる。また根元温度の方はポンプの摩擦熱により温度が上がったことも考えられるのでヒートポンプで温度が上がっただけではないと思う。

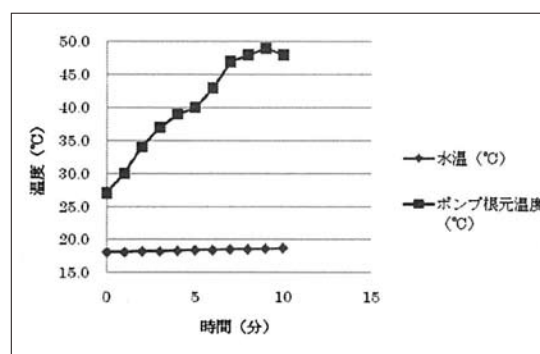


図10 実験7の結果

(6) 自転車の空気入れを使ったヒートポンプで水を温める・・・実験8

自転車の空気入れを使ったヒートポンプでどのくらい水が温まるのか実験で調べる。水鉄砲の実験では、予想より温度が上がらなかった。その理由はポンプから膨張弁(ムシ)までの距離が長かったからと考えられる。そこでこの実験ではできるだけ空気入れからビーカーまでのホースの長さを短くするようにした。

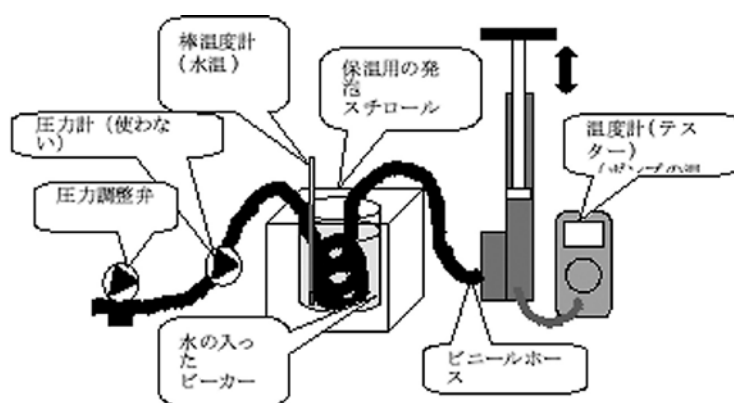


図11 実験装置 4

実験8の結果：

水温は21.8℃から22.7℃まで変化し0.9℃上がった。一方空気入れの根元の温度は30℃から47℃まで変化し17℃も上がった。この実験も予想より水の温度を上げることができなかった。あまり温度が上がらなかった原因は、ポンプからビーカーに行くまでの間に空気が冷えたためだと思う。空気を圧縮した直後で水を温めなければあまり温度が上がらないと思う。

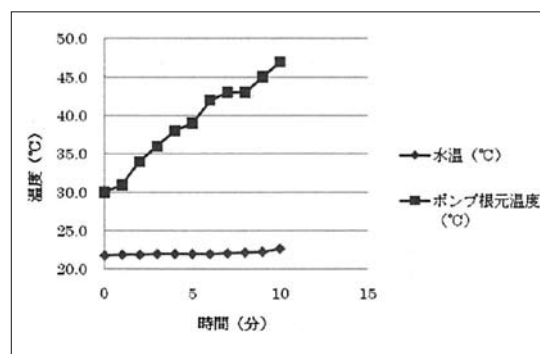


図12 実験8の結果

4. 結論

水を冷やす実験からは、空気の量が多い方がよく冷えることが分かった。圧力が高いほど良く冷えるかと予想していたが、そのようにはならなかった。これは圧力によって空気の量が変わってしまったため、良く分からなくなってしまったのだと思う。

水を温める実験では、水鉄砲のポンプでも自転車空気入れのポンプでも、空気を圧縮することで温度を上げることができた。ポンプの根元の温度は高くなったのに水温があまり上がらなかったのは、温まった空気がビーカーに行く前に冷えてしまったからだと思う。

以上のように、ヒートポンプは、空気の圧力を上げると温度が上がり、空気の圧力を下げると温度が下がるというヒートポンプの原理を実験によって確かめた。