

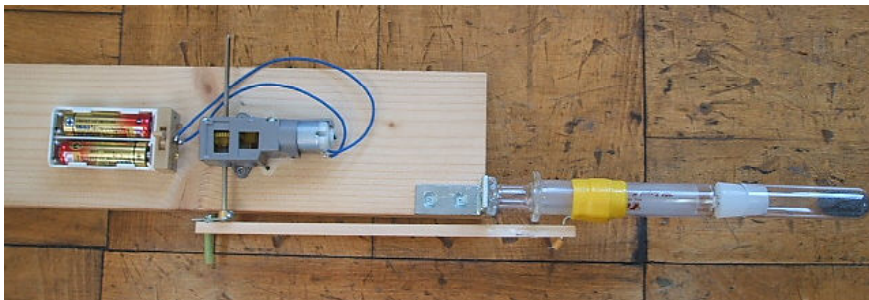
事例Ⅴ ものづくり「スターリングクーラーの製作」

1 ねらい

温度差を与えることで仕事をするスターリングエンジンは、逆に外部から仕事を加えることにより、低温部から高温部に熱を移動させることができる。このしくみを利用した冷却装置を製作することにより、ヒートポンプや可逆機関についての理解を深める。

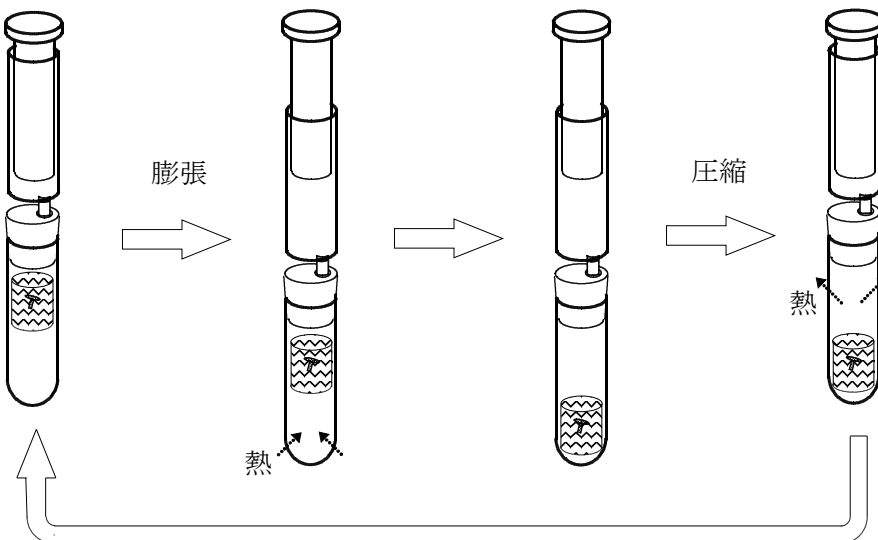
2 動作原理

今回製作した装置は、茨城県立中央高等学校教諭の小林義行先生が、インターネットのサイト (<http://members.jcom.home.ne.jp/kobysh/experiment/Cooler/cool1.html>) で紹介されているものである。



上の写真は床の上に水平に置かれたスターリングクーラーで、動作させる際には、試験管部分が下、電池が上になるように、木の板を鉛直に固定する。

モーターが回転すると、3速クランクギヤーにより、注射器のシリンダーと試験管が一体となって上下に振動する。このとき、注射器のピストンは動かないため、内部に封じ込められた空気が膨張したり圧縮されたりするため、外部と熱のやりとりをする。下の図は、このときの試験管、注射器、ディスプレイサーの運動の様子を表したものであり、内部の空気が膨張するときにはディスプレイサーが試験管の上部にあるため、試験管の下部に多くの空気があり、試験管の下部の器壁を通して外部からの熱が吸収される。同様に、内部の空気が圧縮されるときにはディスプレイサーは試験管の下部にあり、試験管の上部の空気から器壁を通して、外部への熱の放出が行われる。したがって、この装置はモーターによる仕事によって、試験管の下部から熱を吸収し、試験管の上部に熱を放出するヒートポンプとしてはたらくが、これは高温熱源から熱を吸収し、低温熱源に熱を放出することで仕事をするスターリングエンジンの逆運転に相当する。

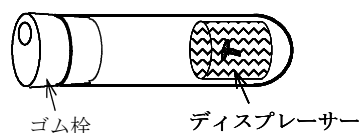


3 準備

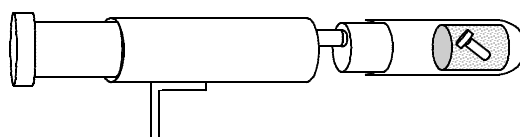
試験管、ゴム栓、注射器(20cc)、スチールウール、ねじ、木材、熱伝対温度計、ステンレス線(φ16mm)、針金、3速クランクギヤボックス(田宮模型)、電池ボックス、L字金具

4 製作の手順

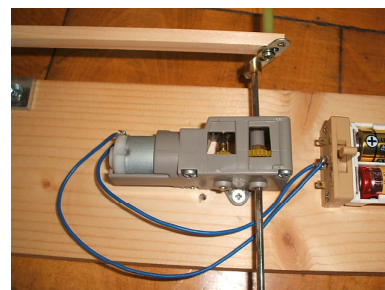
- (1) 試験管をダイヤモンドカッター等で切り取り、6cm程度にする。試験管の中にはスチールウールで作ったディスプレイサーを入れる。スチールウールだけでは軽すぎるので中にねじ等を入れる。ゴム栓に注射器の先端が入るくらいの穴を開けて、試験管に栓をする。



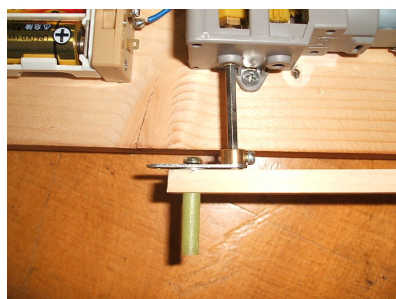
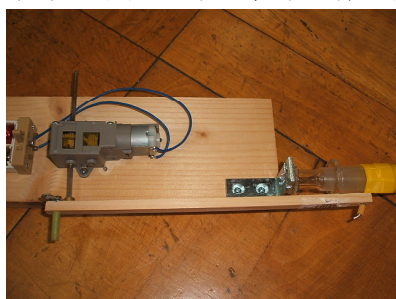
- (2) 図のように、ステンレス棒をL字に曲げて注射器に取り付け、注射器の先端を(1)のゴム栓の穴に差し込む。



- (3) 写真のように、L字金具と針金を用いて注射器と木の板を接続する。板には、模型工作用の3速クランクギヤボックスを取り付ける。(ギヤ比は16.6:1)



- (5) 写真のように、木の棒を使用して3速ギヤボックスの回転軸と注射器を接続する。



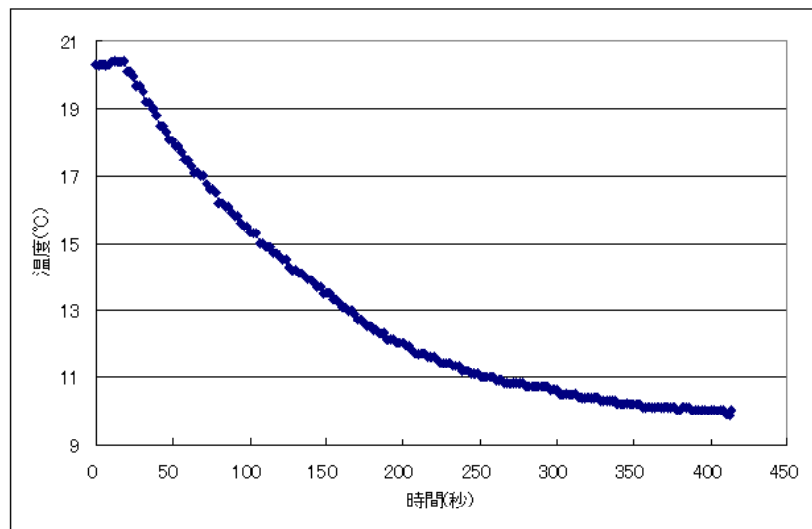
- (6) 温度測定用の熱電対を試験管の先端に取り付ける。その上を発泡スチロール等で覆い、断熱する。



- (7) 装置を動作させ、熱電対による温度データを取り込む。

5 結果

右のグラフは、試験管の下部に取り付けた熱電対で測定した温度と、時刻の関係を表したものである。時刻18 sに動作を開始したところ、5分間で約10℃の温度低下が観測できた。



6 参考文献・URL等

- ・学研「大人の科学vol.10」
- ・<http://members.jcom.home.ne.jp/kobysh/experiment/Cooler/cooler1.html>
- ・<http://members.jcom.home.ne.jp/kobysh/experiment/P-can/pcan.html>
- ・テレビ東京「ロボつく 空想科学バラエティ」(2009年6月7日放送)