

小学生のための熱エネルギー実験 *

羽田喜昭 **, 倉澤英夫**

Thermal Energy Experiments for Primary School Children.

HANEDA Yoshiaki , KURASAWA Hideo

キーワード: 理科実験, 熱エネルギー, スターリングエンジン, ペルチェ素子

1. はじめに

小学生に理科の実験をとおして, その面白みを知ってもらおうと同時にもの作りを楽しんでもらうため, 標記の公開講座を実施することにした. 受講生が興味を持つように現象的に面白くかつ動くものを製作することにした. 受講生が実際に製作した装置を動かすことによってエネルギーという概念を小学生にできるだけ理解してもらうように努めた. 以下に本講座の概要を示す.

2. 実施日および参加人数

日 時 平成 15 年 7 月 28 日 (月)

参加人数 10 名 (内女性 2 名)

3. 日 程

表 1 に公開講座の日程と実施内容を示す. 6 時間の講座で 3 種類のを製作するのは日程的にやや忙しいため, できるだけ事前の準備を多くし, 製作物をキット化するように努めた.

4. 講座内容

以下に講座内容について示す.

4-1 ぼんぼん蒸気船の製作

かつてはおもちゃ屋でぼんぼん蒸気船を見かけたが, 最近ではそれをほとんど見ることができなくなってしまった. ぼんぼん蒸気船は簡単に製作でき時間もそれほど要しないが, 熱エネルギーを理解するうえで非常に面白い実験であると思われる.

表 1 日程と講座内容

時 間	講座内容
9:30~9:35	開校式
9:35~11:00	・水蒸気で動くおもちゃの原理と製作
11:00~12:00	・ビー玉スターリングエンジンの原理
13:00~14:00	と製作
14:00~15:15	・氷水とお湯で動く装置の原理と製作
15:15~15:30	まとめ 閉講式

[用意するもの]

- (1) 太さ 3 mm 程度のアルミニウム管 (工作用ニューマ管, 銅管でもいい)
- (2) バルサ材
- (3) ビールびんのふた
- (4) 固形燃料またはアルコールを浸した脱脂綿
- (5) のこぎり, ボンド, やすり (紙やすり), 単 2 乾電池または塩ビソケット

ぼんぼん蒸気船の製作方法の詳細⁽¹⁾は省略する. 単 2 の電池にアルミニウム管を巻きつけボイラー部とする. アルミニウム管をらせん状に巻くことは, 小学生でも簡単であるが, その際に用いるアルミニウム管の外径は 3 mm のものが工作しやすい. 写真 1 にボイラー部の製作をしている様子を示す. バルサ材はやわらかいため, きりの替わりにくぎを用いてもバルサ材に穴を開けることが可能である. ここでは長さが数 cm のくぎを用いて穴あけすることにした. 船にするバルサ材にボイラー部にするアルミニウム管を通す穴をあけている様子を写真 2 に示す.

* 平成 15 年度公開講座

** 機械工学科 教授

原稿受付 平成 16 年 5 月 10 日

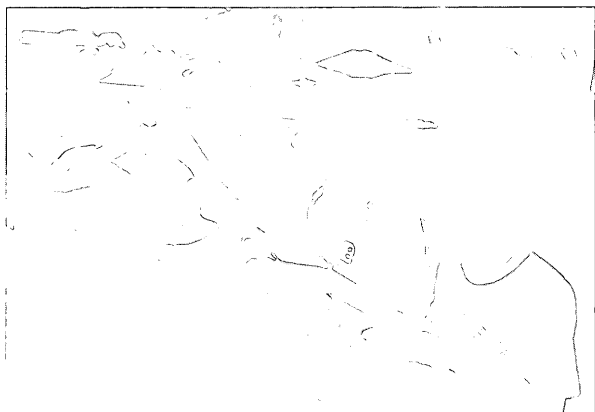


写真1 ボイラー部を製作している様子

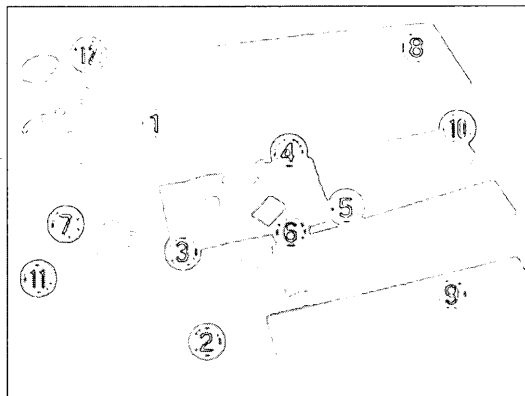
写真4 スターリングエンジンの材料⁽²⁾

写真2 船(バルサ材)にアルミニウム管を通す穴をあけている様子



写真5 スターリングエンジン製作の様子

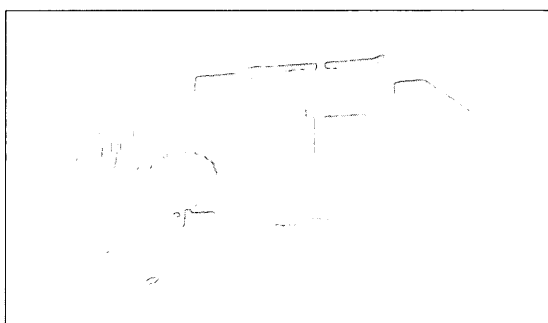


写真3 製作したぼんぼん蒸気船

写真3に受講生が製作したぼんぼん蒸気船の一例を示す。バルサ材の大きさは各自ほぼ同じであるが、船の形などは各自の自由としたため、あまったアルミニウム管やバルサ材を適当に利用してユニークな船が出来上がった。筆者らが考えていた以上にいろいろな形の船ができた。船を水に浮かべて走らせ非常に楽しそうであった。

4-2 ビー玉スターリングエンジンの製作

スターリングエンジンは、1816年ロバート・スターリングが発明した。ここでは低温度で作動し簡単に製作可能なビー玉スターリングエンジン⁽²⁾を製作することにした。写真4にスターリングエンジンの製作に必要な材料⁽²⁾を示す。なお、アルコールランプは各自の作動調整の際用いることとし、家に持ち帰って動かす場合にはローソクを使用するようにした。

〔用意するもの〕

- ①試験管 (1本) 外径 18mm
- ②ガラス製注射器 2ml (1本)
- ③ビー玉, 直径約 15mm (5個)
- ④アルミニウム管 (外径 4mm) がついたゴム栓 (1個)
- ⑤ビニールチューブ (1本)
- ⑥両面テープがったゴム板 (1枚)
- ⑦くぎ (木ネジ) (8本)
- ⑧台 90mm×300mm 厚さ 14mm (1枚)
- ⑨フレーム 幅 24mm, 長さ 170mm, 厚さ 14mm (2枚)
- ⑩補強板 幅 24mm, 長さ 90mm, 厚さ 14mm (1枚)
- ⑪輪ゴム (2本)
- ⑫ (アルコールランプ)



写真6 スターリングエンジンの微調整

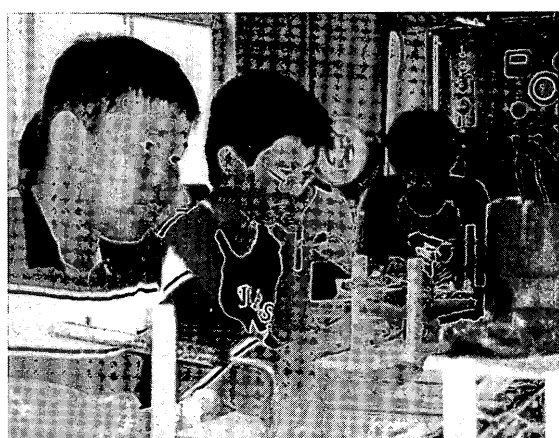


写真7 友達の作ったスターリングエンジンの動きに見入る受講生

先に示したような寸法の板に、くぎを打ちやすいように下穴を事前にあけておいた。当日はそれらの板をくぎで打ち付けるだけとした。その様子を写真5に示す。日ごろのこぎりや金づちを使う機会がないため、女子にとっては釘打ちは初めての経験であったようである。スターリングエンジンが組みあがったら一人ずつ動作確認のための微調整を行った。全員のスターリングエンジンが動作が確認できた。そのときの様子を写真6および写真7に示す。家に帰った後、実際にスターリングエンジンが作動するか心配であるが、少なくとも自分の製作したエンジンが講座のときには作動したということを確認してもらった。小学生にとって自分の製作したものが動かないと失敗したという気持ちを強く持つようである。実験には失敗がつきもので必ずすべてが予定どおりいくとは限らないのであるが、小学生の場合には実験は必ず成功しないと困るため、細心の注意を払い予備実験を何度も行った。全員の製作したエンジンが往復運動した。ただし、注射器の動

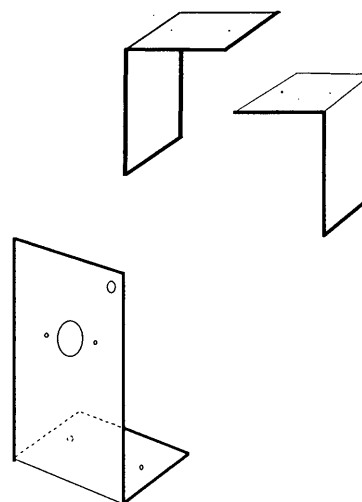


図1 熱電気変換装置に使用したアルミニウム板の形状

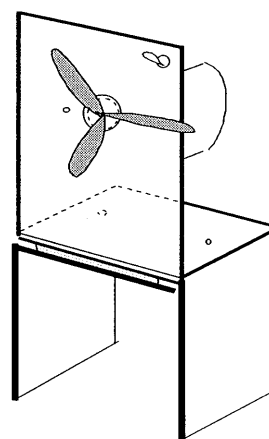


図2 熱電気変換装置の概観

きが鈍いものが中にはあり、今回は別のものとの交換で済んだが、破損等の心配もあるため破損しやすいものについては予備の品をいくつか用意しておく必要性を感じた。

4-3 熱電気変換装置の製作

ペルチェ素子に電流を流すとある面の温度が高くなり、もう一方の面の温度が低下する。この素子のそれぞれの面との間に温度差を生じさせると起電力が発生する。電池を使用しなくてもこの起電力によってモーターが回転するため、小学生にとって興味深いものと思われる。ペルチェ素子を購入すれば製作可能⁽³⁾であり以下にその製作の手順を示す。

【用意するもの】

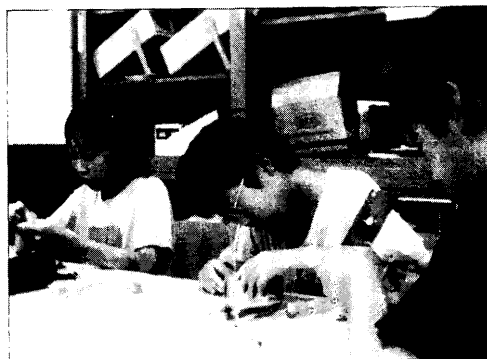
①ペルチェ素子 1個 ②プロペラ 1枚 ③光電池用モーター (0.4~1.5V) 1個 ④導線 ⑤アルミ板または銅板 (厚さ2~3mm) ⑥ スイッチ ⑦ネジ M3 (アルミニウム板取付け用) 2本 ⑧ネジ M2.6 (モーター取付け用) 2本

図1に示すような曲げ加工および取付け用の穴加工を行った3種類のアルミニウム板を用意した。台となる2枚のアルミニウム板 (厚さ3mm) の間にペルチェ素子をはさみ、それらとモーターおよびスイッチを取り付けたアルミニウム板とをボルトとナットで締め付け、図2のように組み立てる。写真8(a) (b)には装置を組み立てている様子を示す。ペルチェ素子とスイッチおよびモーターを直列に導線で接続すれば装置は完成である。写真9に示すようにそれぞれの台を氷水とお湯の中に入れ、モーターが作動するか確認を行った。全員の装置が作動することを確認した。

5. まとめ

熱エネルギーに関連した科学現象に興味を持ってもらえるような内容で、ものをつくる楽しさを体験してもらった。アンケートによると三テーマともほとんどの受講生がおもしろかったと解答した。単純であり興味を持たないのではと心配したぼんぼん蒸気船の製作は、こちらが思っていた以上におもしろかったようである。形にとらわれず自由に製作できたという点良かったのかもしれない。作る喜びとそれが実際に動くということは楽しいことであり、ほとんどの受講生に満足してもらえたようである。ただし、一つの製作に要する時間が短かったため原理の十分な説明ができなかったことや製作した装置を使って実験をすることができなかったのが反省点としてあげられる。

最後に講座の準備および当日の補助を行っていた当時本校機械工学科5年の桑原一路氏、小口直洋氏、小林秀幸氏、原巧氏、中村仁志氏に心より感謝申し上げる。



(a) ペルチェ素子の取付け



(b) モーターの取付け

写真8 熱電気変換装置を組み立てている様子



写真9 製作した熱電気変換装置

参考資料

- (1) http://www.tohoku-epco.co.jp/new_naze/koubou/html/ など
- (2) <http://www.nmri.go.jp/eng/khirata/stirling/testtube01/>
- (3) <http://www2.hamajima.co.jp/~tenjin/labo/heatbatt.htm>