

## 模擬探究 4

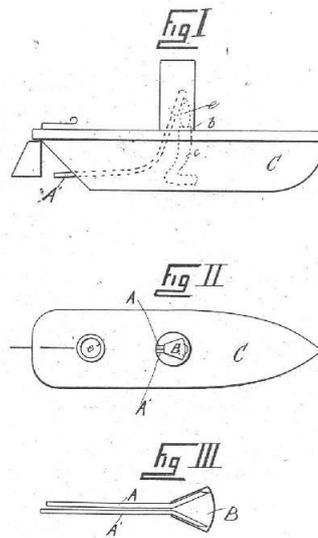
# ポンポン船はどこまでも

— Pop pop boats are forever —

探究の分野には工学 **engineering** 分野もあります。この工学分野の探究として、「ポンポン船」を扱うことにしましょう。

### 背景

この「ポンポン船」は、英語では **pop pop boat** といい、明治以降に現れたおもちゃの一つです。蒸気機関の発明が産業革命を引き起こしたこの時期、おもちゃにも蒸気機関の原型のようなものが登場しました。最初のポンポン船は、1891年、フランス人トマ・ピオ (Thomas Piot) が、小さなボイラーと2本の噴射管を有するポンポン船の特許をイギリスで取得したとウィキペディアの「ポンポン船」には書かれてあります。右の図は、そのピオの「ポンポン船」の設計図です。



【トマ・ピオのポンポン船の設計図】

A,A'の管から管内の水が排出され、再び吸引される。Bの部分は加熱され水が水蒸気になるボイラー部分になる。ろうそくとボイラー部分が不燃の煙突部になっているところが可愛い。

### 目的

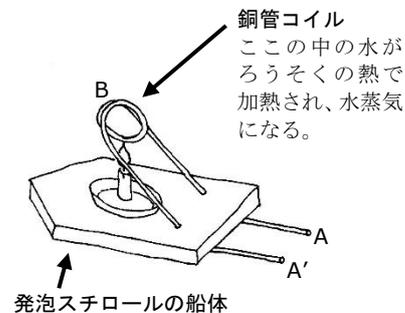
「ポンポン船」を作り、その推進機能を探究することにししょう。また、その結果からより正確に早く進む「ポンポン船」の改良に挑戦してみます。

## 方法 1

### ポンポン船のプロトタイプの方法

まず実際にポンポン船のプロトタイプ (モデルとなる原型・試作品) を作ってみます。右の完成図を見てください。君たちには、「発泡スチロール」「銅管 (内径 2mm)」「ろうそくと受け皿」と銅管に水を供給するための「スポイト」が与えられます。また、銅管加工用の塩ビパイプが付いていますが、他の道具は自分たちで工夫しましょう。このプロトタイプは、「ポンポン船」はどのように進むのかを調べるためのものです。

最終的には、自分で改良を加え、より早く安定して進む「ポンポン船」を開発します。これが、この「ポンポン



【ポンポン船の完成図】

船」の探究課題です。

## 製作場所

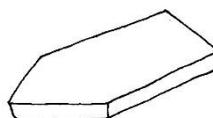
製作場所は、基本的には教室です。基本の製作部品は用意されていますが、他に必要なものがあれば自分たちで準備することにしましょう。例えば、舵を作る、煙突を作って効率を上げるといったことは、他のチームに差をつける秘密の取り組みになりますので、自分たちで準備します。

放課後や土曜日は、物理第1教室を開放しておきますので、水槽もありますので実験もできると思います。

## 製作手順

### 船体の製作

発泡スチロールを加工して船体をつくります。プロトタイプには、舵などが付いていません。まっすぐ進む船を作るためには舵が必要です。競技用の船体に加工していくにはどうしたらよいかを考えながら、まず簡単な船体を作ることにしましょう。

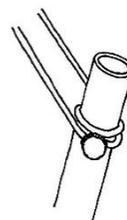
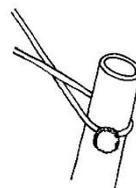
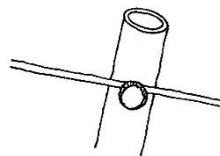


【プロトタイプの船体】

発泡スチロールカッターを使うときれいにカットすることができる。

### ボイラーの製作

ボイラーを作るために、内径が 2mm の銅パイプが準備されています。これを、加工用の塩ビパイプを使ってコイル状に巻いていきます。銅パイプの中央部分を 2～3 周巻きます。塩ビパイプにはねじが付いているので、パイプをこのねじで固定しながらまくと簡単に作業できます。一度曲がったパイプを元に戻そうとすると折れる場合がありますので、多少曲がってもそのまま作業を進めてください。ボイラーの巻き数は決まっているわけではありません。あくまでプロトタイプの仕様です。銅パイプは、最終的に長さをそろえる必要があります。銅パイプを切るには、金切り用の鋸（のこ）を使って、切りたい部分の周りに傷をつけ、折るようにしてカットすることができます。



【ボイラー用のコイル】

銅パイプをねじで止めて巻くとうまく作れる。

### 船体にボイラーを付ける

船体にあらかじめつまようじなどで穴をあけておき、右図のように銅パイプを斜めに差します。このとき、コイルの下側にはろうそくとりょうそく受けが入るように、高さを調整します。船体の下に出た銅パイプは、塩ビパイプの穴を図のようにうまく利用して、船体の底の面と平行になるように曲げます。

船体にろうそく受けとりょうそくを付けたら完成です。

## ポンポン船を走らせる

できたらさっそくポンポン船を走らせてみましょう。  
 まずスポイトで銅パイプの中に水を入れ、空気の部分がないようにしておきます。ろうそくの火は、部屋に準備してある着火用のライターを使ってください。

## 方法 2

### ポンポン船の推進機能を探る方法

コイルの部分の水が沸騰始めると、水の中にある銅パイプから水が噴射して進みはじめます。このときボイラーから噴射口までのパイプ中では、どのような水の動きが起こっているのでしょうか。これが、君たちに課せられた探究課題になります。それが分かれば、このポンポン船を改良して、より直進性があり、より早く進むものに改良できるはずですよ。

工学的な研究は、その道具や機械の仕組みをしっかりと理解し、そのうえで改良を加え新しいものを作っていくということが大事になってきます。

ここでは「ガラス管」を銅パイプの代わりとして使い、ガラス管の水がどのように動いているかを実験するのが最も分かりやすいと思います。教室ではこの実験はできませんが、**You Tube** で優れた実験を見ることができます。参考文献として検索してみてください。

特におすすめは、「でんじろう先生 ポンポン蒸気船」で検索してみてください。でんじろう先生の実験は、分析するに値する実験です。

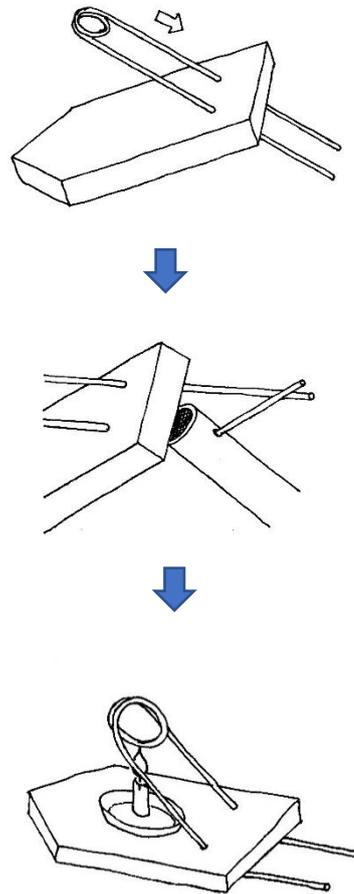
他にも「奈良女子大 SOL2021」の研究がありますが、これはなぜ圧力が下がるのかの説明がなく意味不明になっていますから、これはこれで悪い例として見てみてください。「崖の上のポニョ」の画像が出てくるのがポイントです。(掲載許可はもらっちゃるんかな?)

## 方法 3

### ポンポン船の改良

機能が理解できたとしても、それは仮説にすぎないかもしれません。実際にその機能により効率的に推進力に変換されることを、改良によって実証しましょう。

仲間と、競争しあい性能が上がったかどうかを比較実験してみましょう。



【ボイラーの船体への取り付け】  
 銅パイプを曲げるには塩ビパイプの穴を利用する。

## 結果・結論

「ポンポン船」の改良としてどのようなことが発見としてあったかを述べましょう。また、より改良され性能が上がったという根拠もしっかり示しましょう。

## 参考文献

YouTube の画像を始めとする参考文献は、このテキストで示した様式ですべて上げてください。



