

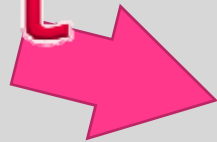


**Let's make  
a pop-pop boat**

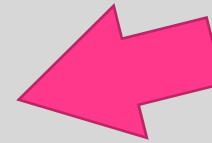
**OTANOS I KE-ELEMENTARY SCHOOL  
KATSUNORI I SAKUMA**

# POP-POP BOAT

Boiler  
part



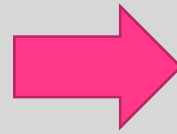
Float  
part



# Bend a pipe into a circle three times

作っている  
ところ  
写真 1

**Fixing**



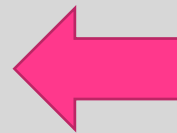
作っている  
ところ  
写真 2

**Winding**



作っている  
ところ  
写真 4

**Finish**



作っている  
ところ  
写真 3

**Assemble the parts**

**Set the aluminium  
pipe on the boat**

**Bend the end  
of the pipes**

# Glass boiler

ガラスボイラーの様子を映した動画

# Structure of the boat

Pushing by the  
expanding steam

推進する様子アニメーション

Creating a vacuum

# Marble Stirling Engine

Heating

Expanding the air

ビー玉スターリングエンジンの動画

Cooling

Constricting the air

# Heating and cooling cycle

Heating

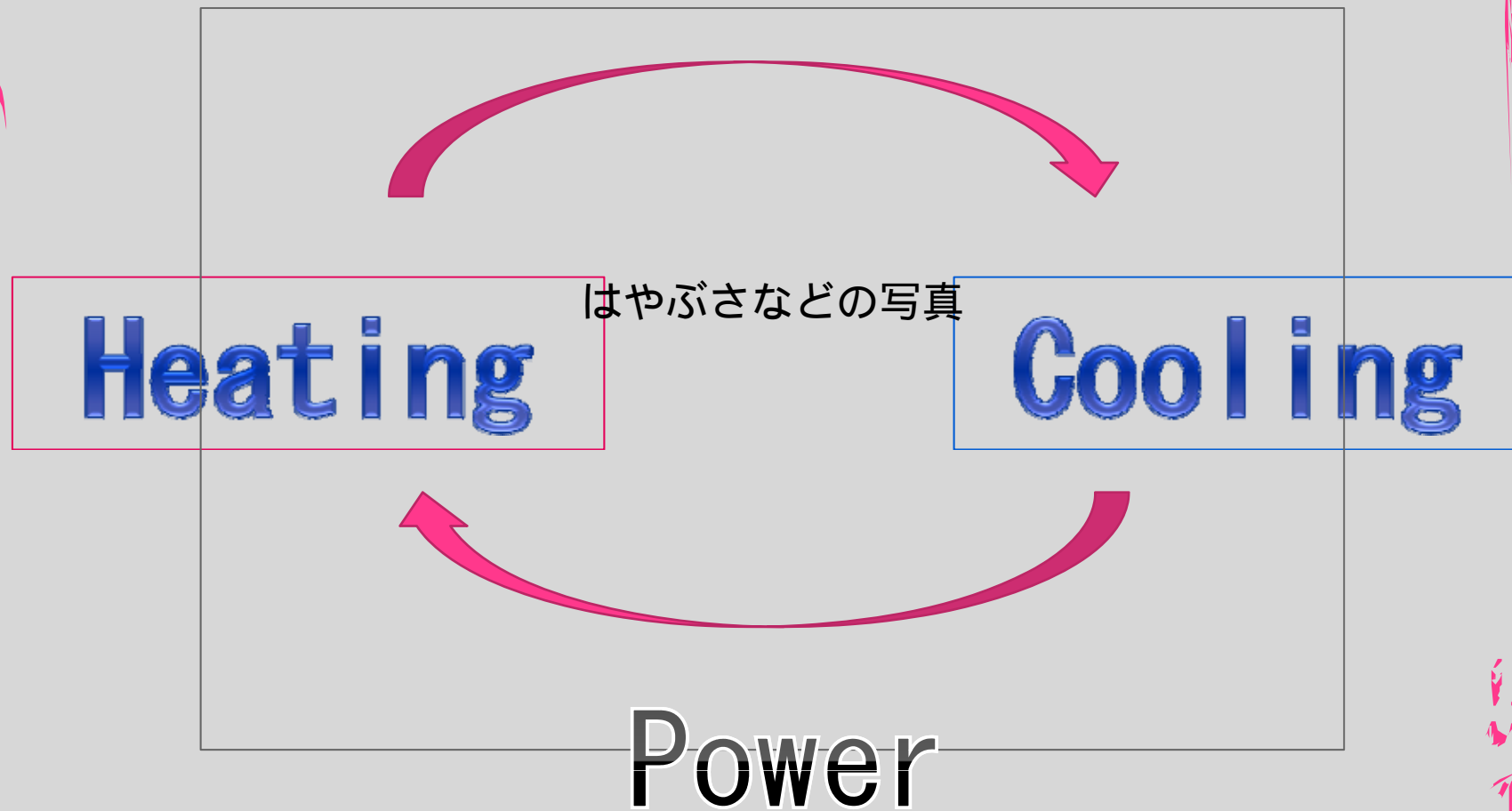
Cooling

Power





# In the Space environment





Thank you  
for your attention

Thank you  
all very much

## SEEC Pop-pop boat

### Introduction

#### その1

Hello everybody.

Today, I will show you how to make a classical toy “pop-pop boat”. We all will enjoy playing with it (the toy).

We consider how to use this steam engine (phenomenon) in the space environment.

Let's start making the toy “pop-pop” boat.

Are you ready to make it?

#### その2

Hello everybody.

My name is Katsunori Sakuma.

I'm an elementary school teacher.

今日はポンポン蒸気船をつかって、楽しみたいと思います。

Today, let's have some fun making a pop-pop boat.

机にあるポンポン蒸気船を見てください。

Please, look at the pop-pop boat on your desk

ポンポン蒸気船は、ボイラーの部分と浮く部分からできています。

A pop-pop boat is made up of two parts, that is, the boiler part and the float part.

### Section 1

これはろうそくの火で動く、とても簡単なエンジンです。

This is a toy with a very simple heat engine without moving parts, powered by a candle burner.

名前の由来は、船が作る音から来ています。

The name comes from the noise boats make.

ポンポン蒸気船は、宮崎駿の映画「崖の上のポニョ」にも出てきます。

A pop-pop boat appeared in a film called Ponyo made by Hayao Miyazaki.

### Section 2

まずはじめに、ボイラーの部分から作ります。

At first, we make the boiler part.

In the beginning, we make a steam engine with an aluminum pipe.

アルミニウムパイプをお取り下さい。

Please pick up the aluminum pipe from the desk.

アルミニウムパイプを、ボイラーに作り変えます。

We mold the aluminum pipe in to a steam boiler.

パイプはすでに曲がっています。

It's already curved.

理由は、パイプはとても壊れやすい（折れたりする）からです。

The reason is that an aluminum pipe is very fragile.

もし加工しようとしたならば、きっと折れてしまうでしょう。

If you try to curve your pipe, it will break. (If you bend it directly, you may break it. (aluminum pipe.))

曲がっている部分を、マーカーペンにしっかりと着けてください。

Firmly fix the curved part of the pipe around a marker pen. (Attach its curved part to a magic marker.)

パイプをしっかりと着けたまま、3回巻きつけてください。

You need to grip it tightly and wind the pipe around it (the marker pen) three times.

ちょっと難しいです。やってみましょう。

It's a bit difficult. Let's try it.

ゆっくりと、力強く。もう少し力を入れて...

Slowly and with force. Please apply a little force.

曲げ終わったら、マーカーペンを抜いてください。

When you are finished winding it, you pull out the marker pen.

もし長さが違ったら、ペンチで同じ長さに切ります。

If its length is different, you cut the pipe to the same length with pliers.

失敗したら、言ってください。助けが必要なときは言ってください。

Please let me know if you cannot do this. Please call out for me, if you need my help.

うまくできましたか？

Did it turn out well?

### Section 3

次に、組み立てます。

In the next step, we assemble the parts on to a boat.

発泡スチロールをお取り下さい。

Please, pick up a foamed plastic plate.

発泡スチロールの板にパイプを取りつけます。

Attach the pipe to the foamed plastic plate.

小さな穴が二つ、斜めに開いています。

Two small holes had been drilled in it at an angle.

青と赤で印が付いています。

They are marked blue and red.

そこにアルミニウムのパイプを通します。

Pass the aluminum pipe through the blue hole up to the red one.

アルミニウムパイプを、板に平行になるように曲げます。

Bend the aluminium pipe parallel to this plate.

船の後ろに舵をつけます。

Then, stick the rudder pin into the back of the boat. (Then, put the rudder on the back of the boat.)

舵は楊枝で作られていますので、刺して下さい。

The rudder is made of toothpicks, which can be pierced in to the boat.

後はパイプの中に水を満たし、ろうそくで加熱します。

In the last step, the pipe has to be filled with water and heated only with candles.

ボートを裏返して、ピペットで水をパイプの中に入れましょう。

Turn the boat upside down, and inject water into the pipe with a pipette.

そして空気が入らないように、水に浮かべます。

Taking care that air does not enter, allow your boat to float on water.

ろうそくに火をつけ、それをボートに乗せます。

Light a candle and put it on your boat.

パイプを加熱します。

Heat the pipe with the candle.

やってみましょう。

Let's try.

Let's play with the pop-pop boat.

#### Section 4

船がなぜ動くか観察します。

Let's observe the structure of the boat.

ご存じの通り、スチームエンジンはとても簡単な構造です。

You already know that a steam engine has a very simple structure.

水とパイプとヒーターから成ります。

It consists of water, pipe and heater.

もし水を加熱すると、水蒸気になります。

If you heat water, it turns in to water vapor.

水蒸気の体積は、水の170倍ほどになります。

Evaporated water becomes about 170 times of water in volume.

(Volume of evaporated water becomes about 170 times.)

加熱された水は大きな力を生み出します。

Heated water produces large power.

ガラス製のボイラーで観察します。

We replace the aluminum boiler with a glass boiler.

ガラス管を加熱すると、水が気化します。

Heat up the glass tube. You can see water turning in to water vapor.

見てわかりましたか？

Can you observe this phenomenon?

ボイラーを加熱すると、蒸気になります。

When the boiler is heated, water in the boiler flashes into steam.

この水蒸気になる力がパイプを通して噴射し、ボートを前に進めます。

The expanding steam pushes some of the water in the exhaust tube, propelling the boat forward.

水蒸気は圧縮され、パイプから水を吸い上げます。

The steam bubble then condenses, creating a vacuum which draws water back in through the exhaust tube.

再び冷やされた水がまた蒸気となり、繰り返されます。

The cooled water that is brought back into the boiler is then heated and flashed into steam, and the cycle repeats.

加熱冷却、加熱冷却、加熱冷却のサイクルが推進力を生み出します。

Various cycles of heating and cooling, heating and cooling, heating and cooling produce a propelling force.

## Section 5

次に、ビー玉スターリングエンジンを紹介します。

Next, I will show you another heating and cooling cycle experiment called a "Marble Stirling Engine"

これは、5個のビー玉から成る、スターリングエンジンです。

This is a glass-tube seesaw type stirling engine with 5 marble displacers.

## Section 6

ディスプレイサーの役割をするビー玉が、高温部と低温部を行き来します。

The rolling marbles act as displacers, which are transferred from the hot end to the cold end by the tipping of the test tube.

The tipping of the test tube is caused by the piston being connected directly and rigidly to the glass syringe

暖められた空気は、注射筒の中で冷やされます。

Heated air cools down inside the syringe.

## Section 7

The heating and cooling cycle generates power.

このように、温める冷やすのサイクルは、さまざまな力を生み出すことができます。

暖かい部分と、冷たい部分があると、力を生み出すのです。

In other words, when warm and cold parts exist in the same place, power is produced.

この原理はとても素晴らしいと思います。

I think this phenomenon is great.

廃熱と空気中の温度差を利用することで、力を発生させることができます。

By making use of the temperature difference between air and waste heat, power can be generated.

日の当るところと日の当たらないところにも温度差ができます。

A sunny place and shady place are also able to generate power.

いたるところで力を生み出すことができます。

Wherever there is a temperature difference, power can be generated.

当然宇宙空間でも。

Of course, even in the space environment.

宇宙空間では、日の当るところは、太陽光から熱エネルギーを受けて約200℃くらいになり、太陽光を受けないところは、熱を放射してしまい、約マイナス100℃くらいになります。

In outer space, a sunny place heats up to about 400 degrees F (Fahrenheit) upon receiving thermal energy from sunlight. A shady place is about minus 150 degrees F (Fahrenheit) due to the radiative cooling phenomenon.

ここでも、力を生み出すことができます。

In the space environment, we can generate power.

そう遠くはない未来に、もしかしたら、このような宇宙船ができるかもしれません。

Not so far in future, I hope we will be able to develop a spacecraft using this mechanism.

Thank you for your attention.

I had a good time with everyone.

Thank you all very much.