

平成29年度

スーパーサイエンスハイスクール

# 京都府立桃山高等学校

GS課題研究(自然科学科)

「英語スライド・研究論文」

作品集





平成29年度

スーパーサイエンスハイスクール

京都府立桃山高等学校

GS課題研究(自然科学科)

「英語スライド・研究論文」

作品集



## —各テーマと代表者—

○英語スライド				1	
○研究論文					
1 班	PET ロケット。	代表	8 組 14 番	木村 優太	60
2 班	よく飛ぶ紙飛行機を作る	代表	9 組 41 番	山本 耕大	64
3 班	液状化現象	代表	8 組 6 番	茨木 裕介	68
4 班	偏光透過光はなぜ色づくのか	代表	8 組 24 番	瀧脇 迪哲	72
5 班	宇宙エレベーターロボットの開発	代表	8 組 1 番	浅見 結希	76
6 班	CIRCLE RAINBOW	代表	8 組 19 番	島本 紀明	80
7 班	低融点の合金	代表	8 組 22 番	曾和 亮佑	84
8 班	カビを防ぐ食べ物	代表	9 組 24 番	寺沢 淳志	88
9 班	効率の良い栄養摂取	代表	8 組 42 番	吉本 絢音	92
10 班	酸化チタン光触媒の浄化能力の向上に関する研究	代表	8 組 5 番	石川 竜巳	96
11 班	アセトアミノフェンにおける果物との相互作用	代表	9 組 21 番	田中 優衣	100
12 班	ヤクルトにおける酸と乳酸菌の関連性について	代表	8 組 13 番	北野 里佳	104
13 班	完全有機培養土をつくる	代表	8 組 39 番	水嶋 あゆみ	108
14 班	クマムシの乾眠と蘇生に関する実験	代表	8 組 17 番	小藪 有加	112
15 班	白黒だけで色が見える！？	代表	9 組 40 番	山田 長宗	116
16 班	生物毒を保有する生物の進化と環境	代表	8 組 26 番	田中 稜晟	120
17 班	アリスタルコスに挑む	代表	9 組 13 番	笹井 優衣	124
18 班	「蜃気楼」完全制覇！	代表	9 組 1 番	足立 悠哉	128
19 班	発見！京都の乱気流	代表	8 組 9 番	岡林 竜一郎	132



# 英語スライド



## The purpose

At a certain pressure, we track down the amount of water the PET bottle rocket fly best.

## Experiment 2

In experiment 1, the air pressure inside the PET bottle was not constant. So, according to Boyle's law, we regarded the air pressure as constant and skipped PET bottle rocket.

When the temperature is constant

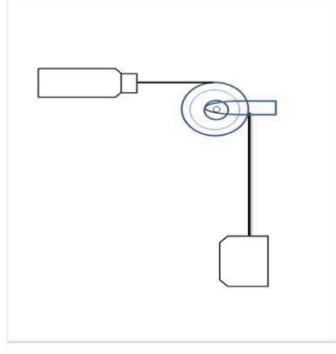
$$PV = P'V'$$

P=pressure

V=volume

Amount of water	100ml	200ml	300ml	400ml
Air quantity (Times)	4times	3times	2times	1times

## Experiment 1



- ① Increase the internal water volume from 0 ml to 50 ml and experiment to 500 ml.
- ② The amount of air inside, push the bicycle air three times.
- ③ Measure the force with which the plastic bottle rocket pulls the thread using a force sensor.

## Vertical throwing expression

$$y = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$V = v_0 - g t$$

$$y = \frac{v_0^2}{2g}$$

From the above equation  $\Rightarrow$

y = Height from reference plane {m}

g = Gravitational acceleration {m/s<sup>2</sup>}

t = Elapsed time since launch {s}

v<sub>0</sub> = Initial velocity {m/s}



## Bernoulli's principle

$$\frac{1}{2}\rho w^2 + \rho gk + P = \frac{1}{2}\rho w'^2 + \rho gk' + P'$$

$\rho$  = Density of fluid (fluid = water) { kg/m<sup>3</sup> }

$w$  = Pet bottle rocket speed { m/s }

$g$  = Gravitational acceleration { m/s<sup>2</sup> }

$P$  = Pressure to fluid (fluid = water) { Pa }

$h$  = Pet bottle rocket height { m }

## Equation of continuity

$$S w = S' w'$$

$S$  = cross section area { m<sup>2</sup> }

$w$  = speed { m/s }

From the these two formulas

$$w = \sqrt{\frac{2(p' - p)}{\rho \left(1 - \frac{S^2}{S'^2}\right)}}$$

$w$  = injection speed of driving force (water)  
{ m/s }

## Tsiolkovskii's theorem

$$\Delta v = w \log_e \frac{m_0}{m_1}$$

$\log_e a$  = The natural logarithm of "a"

$w$  = Injection speed of thrust force (water) { m/s }

$m_0$  = First mass of rocket { kg }

$m_1$  = The weight of the rocket  
after a certain period of time { kg }

Through these, the guided speed

$$\Delta v = \left( \sqrt{\frac{2(p'-p)}{\rho \left(1 - \frac{s^2}{s'^2}\right)}} + \frac{2 \left(\frac{m_0}{v} - p\right)}{\rho \left(1 - \frac{s^2}{s'^2}\right)} \right) \log_e \frac{m_0}{m_1}$$

$v$  = The volume of PET bottle { $\ell$ }

$v'$  = The volume of air in PET bottle { $\ell$ }

## The result of calculation

The pressure of the air	Amount of water			
	100ml	200ml	300ml	400ml
2atm	20.3	22.6	x	x
3atm	29.8	36.2	34.1	x
4atm	36.8	45.7	45.9	x

Note : Cross marks mean that water remains inside PET bottle.

## Point of reflection

- Numerical errors are large.
- Low reproducibility of the experiment

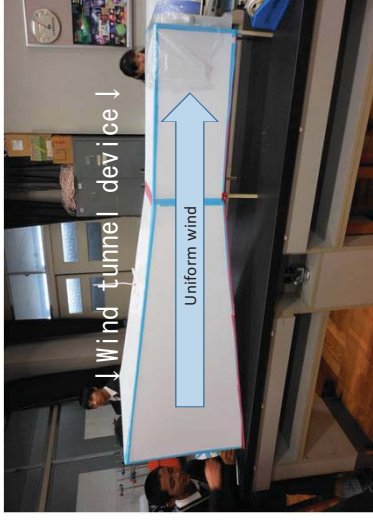
## Introduction

We want to fly paper airplane as long as we can.

Which angle of wing is the best?

Which angle of launch is the best?

## Experiment



## Previous studies

Hyogo Prefectural KOBE High School comprehensive physics club second-year

Create your own wind tunnel experimental instrument Visualization of used air flow.

~Paper Airplane shape and air flow ~

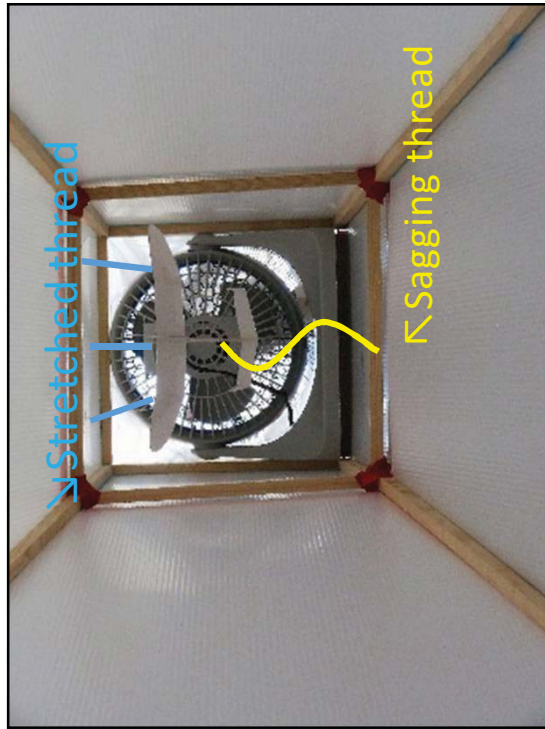
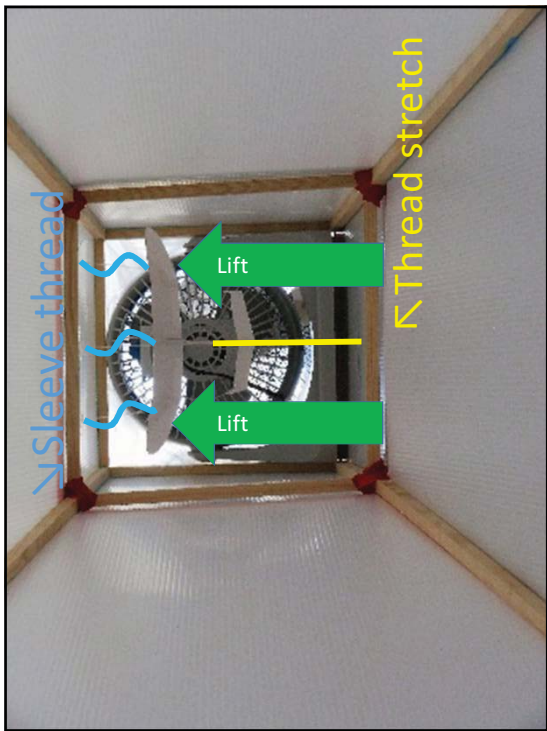
## Measurement with an anemometer



Value of anemometer  
in wind tunnel device

2,3	2,8	2,8	2,6	2,3
2,8	2,7	2,8	2,7	2,5
2,7	2,9	2,9	2,9	2,7
2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
2,4	2,6	2,5	2,6	2,2

↑Wind tunnel device↑



## Result

Change the main wing → fix to the tail wing 0°  
Change the tail wing → fix to the main wing 20°

Main wing	0°	10°	20°	30°	40°
Lift [g]		5,8	6,0	5,6	5,3
Tail wing	0°	10°	20°	30°	40°
Lift [g]		4,1	4,2	5,0	4,8
					4,4

## Result

Measure the main wing → fold the tail wing  
 Measure the tail wing → fold the main wing

Main wing	0°	10°	20°	30°	40°
Lift [g]	2.5	3.5	2.4	2.6	2.8
Tail wing	0°	10°	20°	30°	40°
Lift [g]	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1

## Perspective

- We actually skip the aircraft
- Measure the lift of the tail alone

## Consideration

- The main wing is greatly related to the flight distance
- The balance of the main wing, tail wing, and center of gravity is important

## Summary

- Frequently flying conditions
- 1, the point of action of lift and gravity agree
  - 2, increase the area of the main wing

## Motive

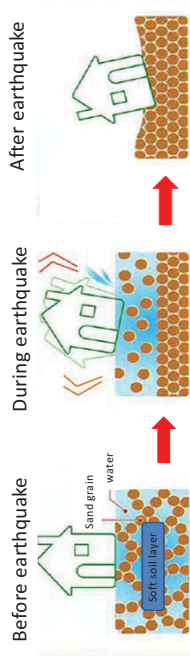
Recently, damage by the liquefaction due to earthquakes has increased. We wanted to prevent liquefaction. Therefore, we tried to research the condition of liquefaction occurrence.

## Hypotheses

- (1) When the size of the sand changes, there is a difference in liquefaction level.
- (2) Different levels of liquefaction can be seen when mixing sand with that of a different size and mud.

## What is the liquefaction?

The liquefaction phenomenon is that the ground acts as a liquid by vibrations.



## Determination of degree of liquefaction

We have determined the level of liquefaction

### (1) The level of settlement

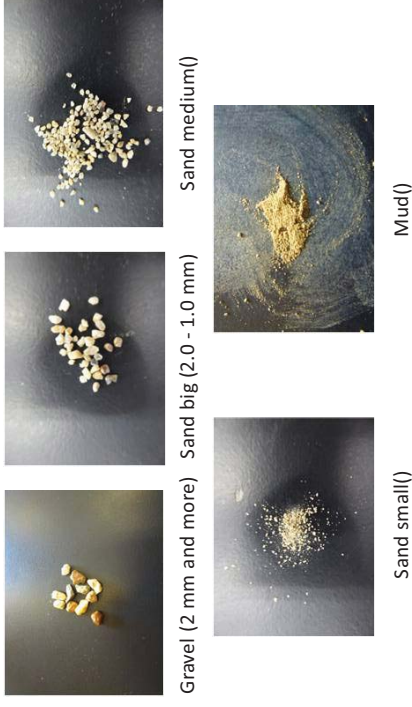
We set the marble on the object before the experiment. And we measured the level of settlement after the experiment.

### (2) The Level of embedment

We dropped the marble from 50 cm high before the vibrations. And we measured it the same way after the vibrations. The level of embedment means the difference before the vibrations and after the vibrations.

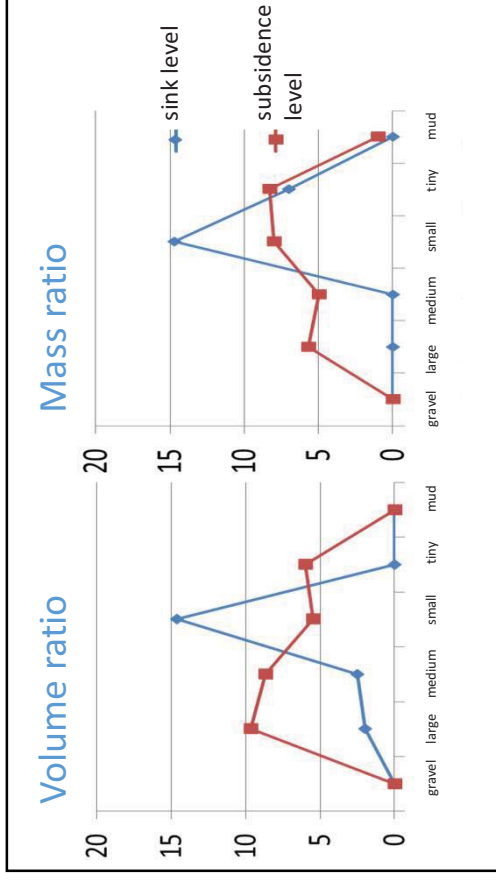
We determined the level of liquefaction from (1) and (2).

These are the kinds of sand that we used



## Experiments

- ① When experimenting in volume ratio, we have gravel, sand big, sand medium, sand small, Each 400 ml of mud was charged. Then, 100 ml of water was placed in it.  
In the experiment of mass ratio, we made gravel, sand big, sand, sand small sand in PET bottle . Then, 100 ml of water was placed in it.
- ② We placed a plastic bottle on the board. Next, we measured vibration with the vibration measurement application for 20 seconds, and we vibrated the magnitude so that the average intensity was 6 stronger.
- ③ We graphed the level of liquefaction.



## Inspection②

1. Mix mud with sand or gravel in a certain proportion. The proportion is 1: 1, 2: 1 and 1: 2.
2. Place the PET bottle on the board and hit by hand for 20 seconds to give vibration. Measure the magnitude of vibration with the vibration measurement application so that the average seismic intensity becomes 6 stronger.
3. Represent the degree of liquefaction using a graph.

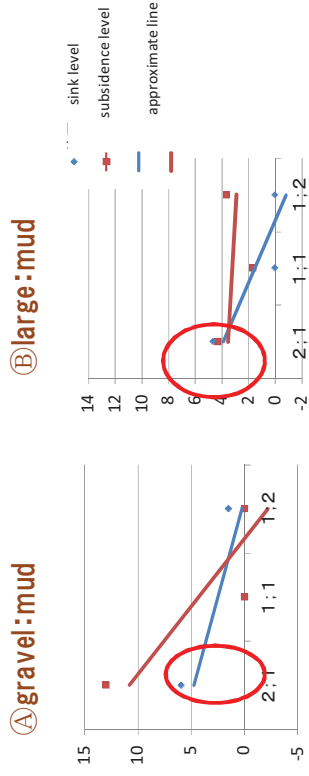


Before vibration

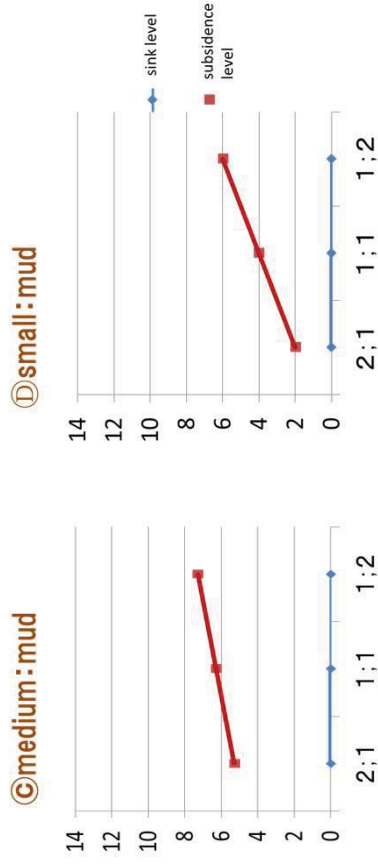


After vibration

Result ②



Result ②



Conclusions

- Mud is hard to liquefaction alone.

Discovery in hypothesis 1

Gravel and mud doesn't liquefy, and sand liquefy intensely as the particle become smaller

Discovery in hypothesis 2

Mud has the effect of suppressing (liquefaction doesn't occur as the ground contain more mud.)

References

<http://hyspeed.co.jp/ekijouka/>

Fluidization and liquefaction of sand beds

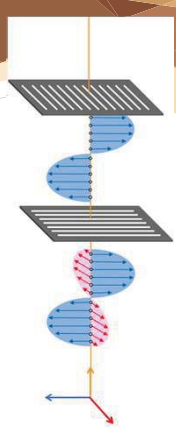
Experimental study and examples from Nichinan Group

Takasi tuzi yuuichiro miyata ,1987



1. Polarization

A natural light has various vibrating surfaces



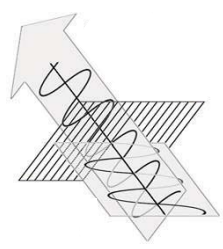
A polarization has only a constant vibrating surface

2. Motive

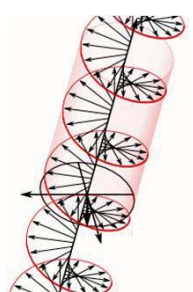
- **Circular polarization**
- **Hyacintho lux phenomenon**
- **A cellophane** between the two **polarizing plates** makes the plates color

3. Previous study

Polarization



Circular polarization






**Circular polarization** is the polarization whose vibrating surface is rotating

4. Purpose

# Clarifying the relation between cellophane and a polarizing plate

5. Experiment with cylindrical polarization regulator-type II

←cylindrical polarization regulator-type II

→ Sodium lamp (monochromatic light)

← photometer

5. Experiment with cylindrical polarization regulator-type II


Experiment I  
(The Relation between the angle of 2 polarizing plates and Lightness)

0° & 180° . . . minimum  
90° . . . maximum

We concluded that the relation was expressed as a numerical formula

$$L = A \sin^2 \theta$$

Lightness




5. Experiment with cylindrical polarization regulator-type II

Experiment II  
(Relation between the distance of two polarizing plate and lightness )

Result: there is no relation

consideration: lightness depends on the angle of two polarizing plates

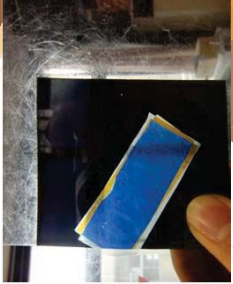


7. Experiments with a cellophane

Experimental instruments

- Cellophane(0.02mm)
- Polarizing plate (2 pieces)
- fluorescent

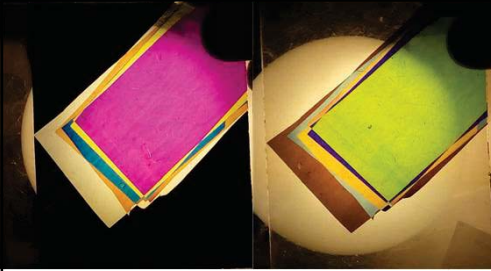
Cellophane putting between the two polarizing plates...



7. Experiments with a cellophane

The result of color caused by thickness of cellophane and angle of polarizing plate

The thickness of cellophane	At an angle of 90°	At an angle of 0°
0.02mm	orange	transparency
0.04mm	blue	yellow
0.06mm	yellow	ultramarine
0.08mm	violet	yellowish green
0.10mm	green	violet
0.12mm	red	green



7. Experiments with a cellophane

The color of polarizing plates is changed by the thickness of cellophane !

After turning by 90°, polarizing plates has complementary color !



8. Hyacintho lux phenomenon



*Hyacintho lux phenomenon*  
≡ *Rayleigh scattering*

9. Reference

物理 ( 数研出版 )  
ウェブサイト「偏光とは何か ( 光の強度と偏光 ) 」  
ウェブサイト「 i モード化学 ( 可視スペクトル、波長と色名 ) 」

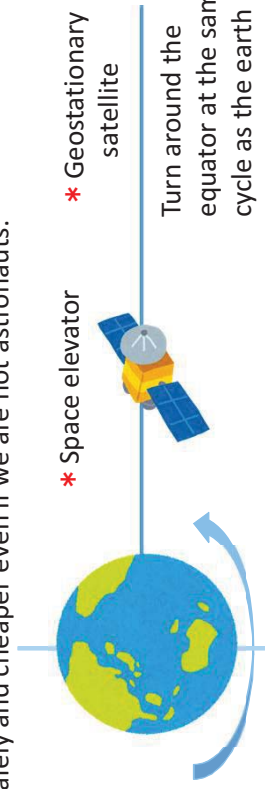
## Motive and Goal of Study

We heard about the space elevator from our teacher and were interested in the competition of space elevator robot.

So we aimed to join in the competition of space elevator robots, which was the place of interaction with other students.

## About the space elevator

This is an unprecedented transportation system connecting the earth and the universe.  
If it comes true, we will be able to go to the universe more safely and cheaper even if we are not astronauts.



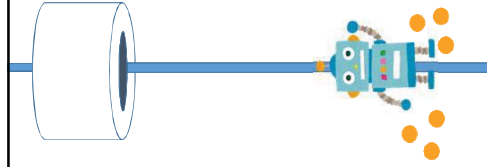
## About the competition of space elevator robots

The robot goes up with the tether and carries ping-pong balls to the model of the space station.

The time limit is 3 minutes.

Scores are got according to the number of ping-pong balls.

Dropped ping-pong balls lead to lost scores.



## About the second robot Based on the first robot

### ① The size

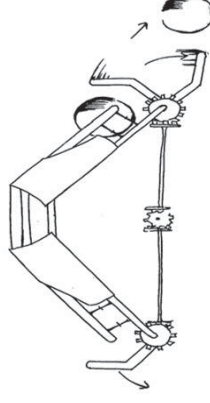
To make the robot which can pass through the middle of the space station

### ② a new mechanism to unload ping-pong balls

### ③ The weight

To make the robot lighter

As the central gear turns, the bar opens and ping-pong balls are unloaded



## Consequence and Fault about the second robot

### Consequence

This robot could not go up using the tether. It could neither load nor unload ping-pong balls.

**Fault** ①Its program cannot work well.

②The size is too large for the robot to go through the space station.

③It is too heavy to go up.

## Experiment of Weight

### Experimental method

We hung weights(80g) to the structure.

And examined if it could go up stop moving.

### Consequence

It could carry three weights. It could go up and down, and stop.

The more weights we hung the slower it went up.

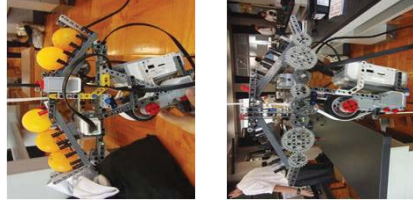
→The weight of the structure must be 240g or less.



## Making the third robot

The plan to make the robot

- ①Adjust its size so that it can go through the space station
- ②Keep the weight of the structure 240g or less
- ③Make a better structure of its arms.



## Consequence and Fault about the third robot

### Consequence

It could go up the tether

it could unload ping-pong balls

**fault** ①The going on speed slow, to participate in the competition.

②It can load only four ping-pong balls



## Problem

It takes a long time for the robot to go up.

The robot cannot carry many balls at once.

We did not complete the robot before the competition so we caught not take part in it.

## Consideration

We think the robot does not have enough power to go up quickly.

We think the robot cannot use power effectively.

The robot has a small capacity for loading ping-pong balls .

## Solution

We will change how to engage a tire and tether to improve transmission of power.

We will add gears to adjust power.

We increase the capacity for loading ping-pong balls in consideration of the weight.

## Prospect and Reference

Prospect

We will improve both the time for going up and the capacity.

Then we will take part in the competition.

Reference

<http://space-elevator.tokyo/>

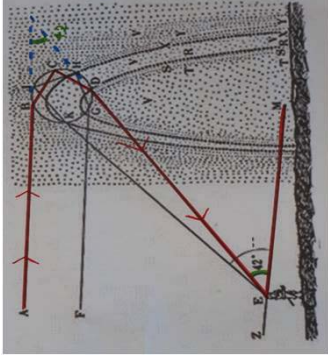


## PURPOSE

We want to make a circle rainbow and watch it at any time the sun is shining.

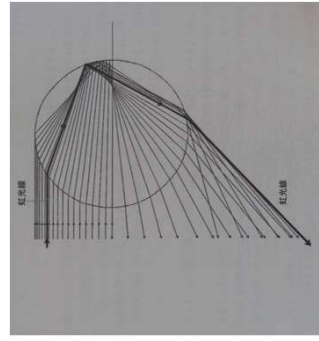
→ Angle of the sun is important when we watch a circle rainbow , and then we decide to make a circle rainbow at any time in the morning, noon, evening.

## PRINCIPLE OF RAINBOW ①



• The rainbow can be seen with the sun light entering the water drop by reflection and refraction.

## PRINCIPLE OF RAINBOW ②



• The rainbow rays exist at any angles, but people can see the rainbow rays only at about 42 degrees, which is the strongest.

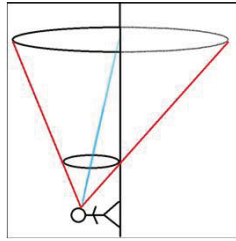
## MAKING A CIRCLE RAINBOW ①

- Because the angle from the eyes to the rainbow is an angle of about 42 degrees, the rainbow becomes larger when the distance between the water drop and the eyes is larger, and becomes smaller when we approach it.
- I can't see the lower half of the rainbow in nature because there was no reflection of sun light from the lower half.

## MAKING A CIRCLE RAINBOW ②

The sun rays for making the lower half of rainbow are blocked by the ground and there is no water drops, so the circle rainbow can not be made.

→ We thought that it would be better to approach water drops until the radius of the rainbow becomes smaller than my height.



## EXPERIMENT METHOD ②

### What to Use

hose, wood, string, stitch, nail

### Method

- ① Assemble woods in a cross shape with nails.
- ② Tie the hose to the wood assembled in a cross with a string, and make the hose round.
- ③ Drill a small hole in the hose with a stitch.

※ In order to ensure that water drops are present within the required range to see the circle rainbow.



## EXPERIMENT METHOD ②

④ Install the hose vertically to the sun so that a circle rainbow can be seen

⑤ Change the distance between the hose and the eyes and see the rainbow

⑥ Check the distance and radius from the eyes to the rainbow



## RESULT ①



Around 16 o'clock on October 26



Around noon on November 21



## RESULT ②

	Distance from eyes to center of a rainbow	radius	angle(TAN θ)	angle
1	50	50	1	45
2	52	45	0.865384615	41
3	53	46	0.867924528	41
4	62	55	0.887096774	41.7

rainbow → eyes → the center of the rainbow, this angle is **about 42 degrees**  
 (In the previous study, it's 42 degrees)

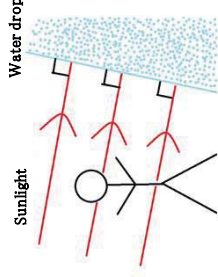


we could observe the circle rainbow by approaching water drops.

## CONSIDERATION

~TO OBSERVE THE CIRCLE RAINBOW~

- ① We arranged sun → person → water drop in order .
- ② In order to see a circle rainbow, it is necessary to have a surface of water drop at a position vertical to the light.



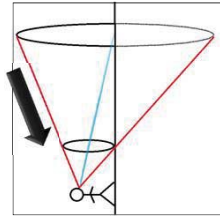
## CONSIDERATION

~TO OBSERVE THE CIRCLE RAINBOW~

③ Because the lower part of the rainbow is necessary, we approach the water droplet until the radius of the rainbow becomes shorter than the height of your line of sight.

④ To have a field of view where 42 degrees can be seen at the same time in both up and down and left and right.

※ When we investigate the field of view of the five members of the group, there was only one person with this perspective.



## CONSIDERATION

~TO OBSERVE THE CIRCLE RAINBOW IN NATURE ~

- ① It is in the morning or in the evening when the sun altitude is low and the sun light is vertical to the water drops that we can see a circle rainbow.
- ② Because you need reflection from the lower part of the sun light, I am in the air.

## Q. What is fusible alloy?

A. It is a kind of alloy which has low melting point.  
(As its name suggests.)

We researched melting points of some fusible alloys.



Wow!  
This metal is melting  
in the hot water!  
(Below 100°C)

## • Some alloys have been invented

Example) 1. *Wood's metal*

Ingredients: 50% Bi, 26.7% Pb, 13.3% Sn and 10% Cd.  
Melting point: 70°C

\*Cd and Pb do harm to humans.

2. *Field's metal*

Ingredients: 46.5% Bi, 40% In and 13.5% Sn.  
Melting point: 62°C



These alloys are used for fuse, sprinkler and so on.

Example:



## Q. What is our purpose?

A. To lower melting point and price of alloys.

• Field's metal's price is fairly high  
(Because Indium (one of elements) is rare metal).



I am expensive!

Data: Melting points(°C) and prices(¥/g) of metals

Indium(In)	156.6°C	259.2¥en/g
Tin(Sn)	231.9°C	3.89¥en/g
Bismuth(Bi)	271.2°C	6.48¥en/g
Zinc(Zn)	419.5°C	2.38¥en/g

## Experiment 1

### • Purpose

Examine change of alloys' melting point made of 3 metal making up Field's metal.

### • Procedure

- ① Set up instruments like picture 1.
- ② Melt metals in high melting point order in melting pot and blend them.
- ③ Melt the alloys again after freezing it, and then measure their freezing point.

(In this case, melting point and freezing point are the same.)



Picture1

## Result&Consideration 1

In : Bi : Sn (%)	Melting point (°C)	Cost (¥/g)
10 : 61.5 : 28.5	94.0	30.9
20 : 56.5 : 23.5	81.5	56.4
30 : 51.5 : 18.5	72.5	81.8
40 : 46.5 : 13.5 (Field' s metal)	64.3	107.2
50 : 41.5 : 8.5	66.0	132.6

• Field's metal has the lowest melting point in this 5 alloy.



Field's metal has the lowest melting point in all the alloy made of these 3 metal.

## Experiment 2

### • Purpose

Make the alloy that has about the same melting point as Field's metal and lower cost than it.



Zinc made oxidation films and we couldn't make any alloy even though we test various pattern.



We used powdered carbon to prevent Zinc from making oxidation films.

## Procedure2

- ① Make Field's metal in the same way as experiment1
- ② Insert zinc into liquid Field's metal and freeze it.
- ③ Cover ② with powdered carbon.
- ④ Melt and blend ③
- ⑤ Shave carbon after freezing ④
- ⑥ Measure their melting point in the same way as experiment1

## Result 2 ① (In:40% and Zn)

Fields:Zn (%)	Melting point ( °C)	Price ( ¥ /g)
95 : 5.0	64.8	102.0
90 : 10	68.6	96.7
85 : 15	70.6	91.5

Result 2 ② (In:30% and Zn)

Alloy:Zn ( % )	Melting point ( °C)	Price ( ¥/g)
97 : 3.0	70.1	78.6
94 : 6.0	71.1	76.5
91 : 9.0	76.2	73.9
88 : 12	78.0	71.2

Result 2 ③ (In20% and Zn)

Alloy:Zn ( % )	Melting point ( °C)	Price ( ¥/g)
97 : 3.0	75.0	54.4
94 : 6.0	75.1	53.7
91 : 9.0	82.1	51.0
88 : 12	90.0	51.0

## Consideration 2

The more the proportion of Indium was, the lower the melting points were.

The more the proportion of Zinc was, the higher the melting points were.



But we don't know whether this melting point is the lowest.

## Prospect

From the experiments, we found the alloy, whose Melting point was about 70°C and the price was 30 yen cheaper than Fields Metal .

However, we couldn't find the proportion of alloy whose Melting point is lower than Fields Metal.



So, we think that we have to do many experiments and we want to try to predict structure of alloy to a certain degree.



## &lt; motive &gt;

We started the study of something that **prevent mold** which might be harmful to the human body in change of food.

## &lt; purpose &gt;

- We discover **the food which prevent mold**
- We examine **the condition that prevent mold**
- < **how to experiment** >

We cover rap to a laboratory dish and put rice and each sample on the top and cover it in a rap and keep it at the place kept to 31 degrees Celsius. Seven days later , I observe it whether mold grows.

## Experiment I

## &lt;Materials&gt;

- 1 Pickled *ume*
- 2 Salt
- 3 No material
- 4 Sea tangle with salt
- 5 Alcohol disinfectant
- 6 Sugar

The change of pickled *ume*

The first day



7 days later

**There are no difference!**

## Experiment II

We put one-tenth times as many materials as rice

(Materials)

- |                                 |                                   |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| 1 Citric acid                   | 2 Salt                            |
| 3 Miso                          | 4 Laver                           |
| 5 Cayenne pepper                | 6 Cheese                          |
| 7 Vinegar                       | 8 Crisp <i>ume</i>                |
| 9 Olive oil                     | 10 Soy sauce                      |
| 11 1 gram of pickled <i>ume</i> | 12 0.5 gram of pickled <i>ume</i> |
| 13 5 gram of pickled <i>ume</i> | 14 No material                    |

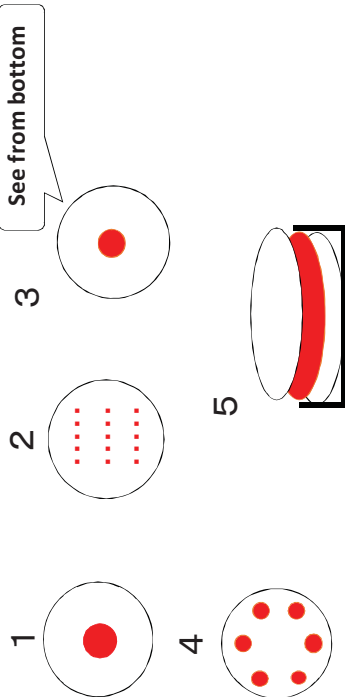
The first day



7 days later



### Experiment III



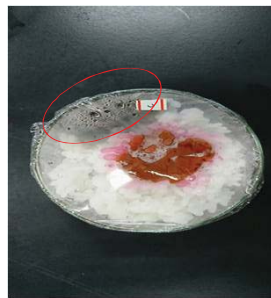
1, put on the center of rice



The first days



7 days later



4, put on the edge of rice



The first day



7 days later



### Experiment 4 (result)

	Sample 1	Sample 2	Sample 3
Material 1	○	○	○
Material 4	○	×	×

※According to result

The case where we put pickled *ume* to the center of rice is best condition to prevent mold

The case where we put pickled *ume* to the edge of rice is not effective to prevent mold

## Summary

- 1, It is appropriate to call *pickled ume* foods which prevent mold, and citric acid works.
- 2, The best possession is center to prevent mold by *pickled ume*.
- 3, *Pickled ume* do not work less than 5g per rice 50g.

## Perspective

- Experiment whether the foods which have citric acid can prevent mold or not.
- Experiment whether acidity foods can prevent mold or not.
- Find the factors that pickled *ume* could prevent mold.

Finding methods that all of us can prevent mold easily by using foods.

## References

- mold-Wikipedia  
→ <https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%AB%E3%83%93>
- Mold poison "Aflatoxin"  
→ [http://www.iph.pref.osaka.jp/news/vol39/news39\\_2.html](http://www.iph.pref.osaka.jp/news/vol39/news39_2.html)
- Mold control manual – MEXT  
→ [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chousa/sonota/003/houkoku/1211830\\_10493.html](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/sonota/003/houkoku/1211830_10493.html)
- How to preserve cheese by soaking in olive oil  
→ <http://www.cheesemarket.jp/howto-cheese/19.htm>



**Motive**

We wanted to take nutrients efficiently.



Finding the formula to take nutrients from food efficiently.

Comparing the variation of food nutrients in each formulas.



**Target Broccoli**

Reasons ① It is familiar to us.  
② It contain all nutrients we need like energy,protein,lipid,vitamin, mineral.

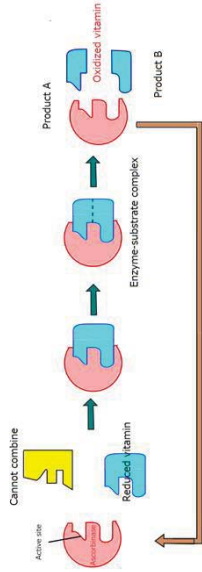
About vitamin C

Another name: L-ascorbic acid  
water-soluble vitamin (activity is lost by heat.)



~Quantitative experiment of vitamin C~  
:Iodine solution reacts with vitamin C earlier than starch. This redox titration use the nature.  
It can measure the amount of Reduced vitamin C.  
When vitamin C reacts with iodine solution , the color do not change.  
After vitamin C reacts with iodine solution , the color become purple.

Ascorbifase in broccoli



<About Oxygen>

Oxygen works the best at 40 degrees .  
When the temperature surpass at 60~70 degrees , the steric structure of active site because protein of oxygen cause thermal metamorphism , the function is lost. (=Deactivation of oxygen)  
if oxygen is lost , the function can not recover.

Experiment 2

**Preparation**

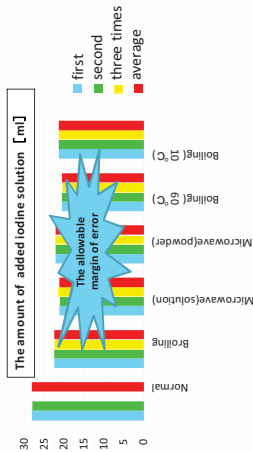
- L-ascorbic acid(100ml) × 6
- ① normal
- ② broiling (medium heat)(50s)(not burnt)
- ③ microwave oven(500w)(50s) (solution)
- ④ microwave oven(500w)(50s) (powder)
- ⑤ boiling(120s)(60°C)
- ⑥ boiling(120s)(100°C)
- iodine solution
- starch solution

**Methods**

- ① measure L-ascorbic acid(1~6) in 10ml,then add some starch solution
- ② titrate it with iodine solution and,repeat the process three times.



**Results**



**Consideration**

If there are not ascorbinase, vitamin C is lost only by heat.  
 There is little difference between formulas.  
 Ascorbinase caused the difference in experiment 1.

**Experiment 3**

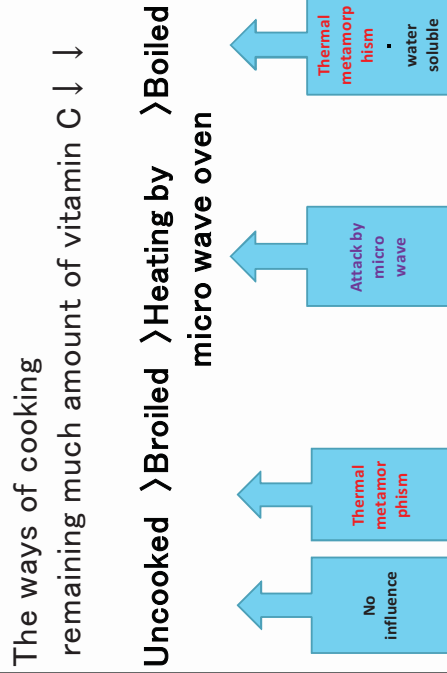
**Preparation**

- the soup boiled with broccoli
- the same things at experiment 1
- boiling(120s)(60°C)
- boiling(120s)(100°C)
- iodine solution
- starch solution

**procedure**

titrate the soup boiled with broccoli

**Hypothesis**



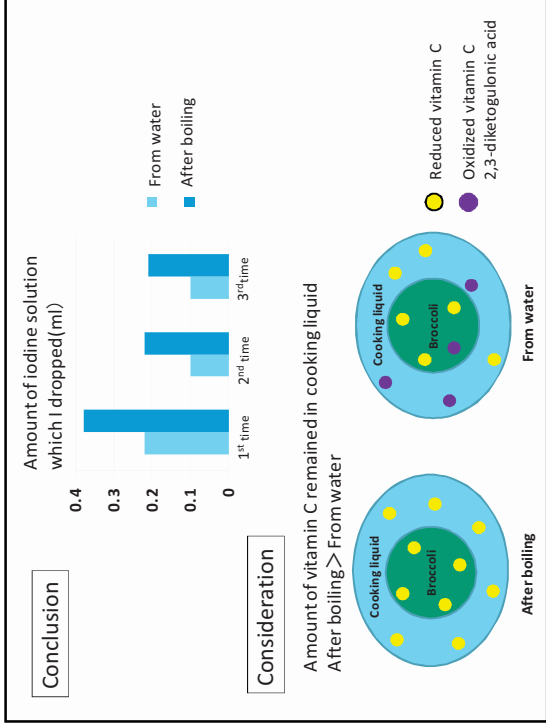
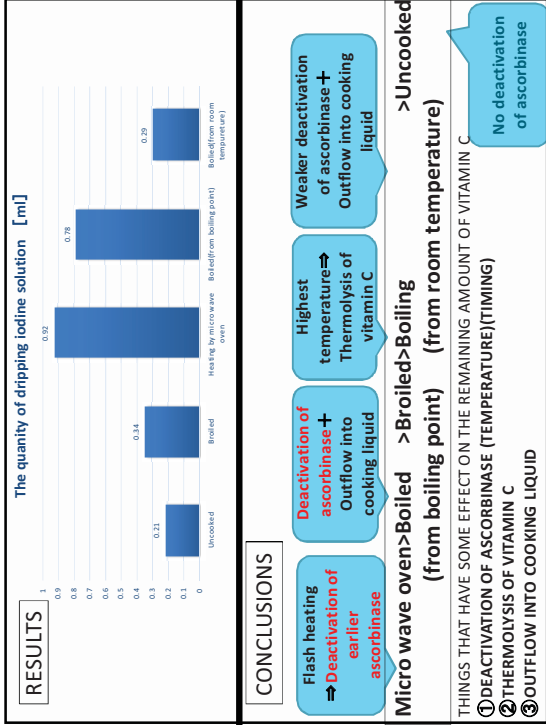
**Experiment I**

**Preparation**

- Liquid of broccoli
- Uncooked
- Heating by micro wave oven (500W : 2min)
- Boiled (2min by medium fire from room temperature(28.4°C))
- Boiled (2min by medium fire from boiling point)
- Broiled (2min by medium fire)
- starch solution
- Iodine solution

**Methods**

- measure 20ml of liquid of broccoli in 5 beakers and put some starch solution into that
- put iodine solution into a burette and titrate the solution
- We set its ending point, where solution in a conical beaker changes into purple.
- We compared the amount of vitamin C included in the broccoli liquid from the volume of the iodine solution which we dropped before the change of the color happens.



## Conclusion

The way of taking vitamin C in broccoli efficiently is...

- raise the temperature earlier
- in a short time
- not use water

Heat cooking that meets these requirements is the best way.

Through the experiments, we recommend you to cook in a microwave oven.

## Perspective in the future

- Experiment which see whether change take place L-ascorbic acid when it is heated.  
(Because vitamin C has possibility to decompose when it is heated to 200 degrees.)
- Research of influence by other enzyme in broccoli such as Ascorbinase.
- Measurement and comparison of calcium and other ingredient.

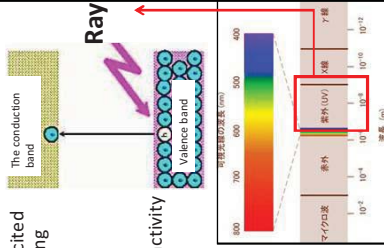
### What is photocatalyst

Photocatalyst decomposes soils by giving electrons which are excited by ray (especially high energy rays like ultraviolet rays) or depriving soils of electron by electron hole.

Unstable material's reactivity is higher than stable material's reactivity

→ **Doping** makes  $\text{TiO}_2$  **unstable**

→  $\text{TiO}_2$  is excited easily and this develops decomposing ability



### Motive / Purpose

The photocatalyst which is used a lot, and low cost is  $\text{TiO}_2$ , but this only reacts on ultraviolet region.  
The photocatalyst which reacts on visible light costs us a lot



**We want to make it cheaply**

Putting few impurities on  $\text{TiO}_2$ , which enable  $\text{TiO}_2$  to react on visible light

### Hypothesis

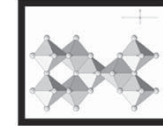
Decomposing ability of some materials which are written in previous study may be higher than nitrogen.



We use "Coating slide glass" on the experiment

### How to make "Coating slide glass"

1. putting 1.0g of  $\text{TiO}_2$  (type Anatase), 25g of water, 0.5g of ammonia water into the beaker, and mixing them completely.
2. Putting 1.0g of the material which we want to dope.
3. After mixing, we dip slide glass in it. Firing it with electric furnace at 500 degrees for 30 minutes. doing these operation again.



### Method of Experiment I

Using Acetic (Carbon) doping and Urea (Nitrogen) doping.  
Putting coating slide glass and Methylene blue aqueous solution (1/50 concentration), and exposing them to sun light.  
After plenty time has passed, taking them and putting 10ml pure water.  
Analyzing them by Spectrophotometer.



1. Acetic (Carbon) doping decompose more soils than Urea (Nitrogen) doping do.

**Previous studies:** Urea (Nitrogen) doping decompose more soils than Acetic (Carbon) doping do

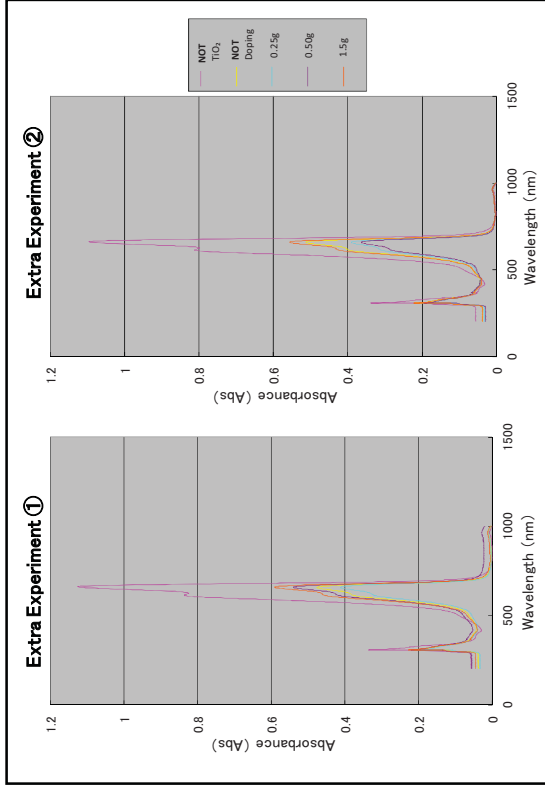
**We consider that Acetic doping have higher decomposing ability than that of Urea doping**

2. Doping TiO<sub>2</sub> ought to decompose more soils than **NOT** doping TiO<sub>2</sub>

In this experiment, **NOT** doping TiO<sub>2</sub> decompose more soils than Doping TiO<sub>2</sub>

**The amount of doping substance may be too much**

Purpose of the next experiment  
**Examining whether decomposing ability can be influenced by the amount of doping substance**



### Extra experiment - Consideration

**In both two experiments**  
 The samples which are doped **0.25g and 0.50g of acetic acid** has **better decomposing ability** than that of which is **doped 1.5g of acetic acid!**

➔

**From these three experiments**  
 There are **some appropriate mass** to dope!  
 (Speaking about **acetic acid**, the mass may be **between 0.25g and 0.50g**)

7

### Conclusion

- Some of photocatalyst doped carbon is better than not doping one.
- This is why, we succeed in making photocatalyst having reaction to visible ray and it is our purpose.
- We could not find relationship between the amount of doping and decomposing ability.

⇒ Purpose of study in the future

### Future perspective

- We search whether or not the performance of photocatalyst we used for an experiment becomes worse when it is reuse.
- We quantify an interrelation between amount of doping and decomposing ability.
- We examine the influence of the environmental condition like rain and wind.
- We pursue efficiency and weigh cost-performance.
- We compare decomposing ability with other photocatalyst.
- We examine physical cleaning used super hydrophilic, not chemical decomposition with rays like ultraviolet rays.

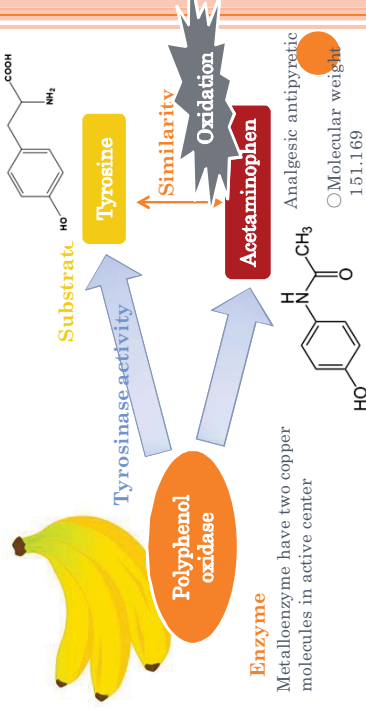
## References

- 平井健二, 磯部繁人, 佐田和己(2007)「集積型金属錯体を前駆体とした多孔性無機酸化物の合成」『信州大学環境科学年報』(29号)
- 正橋直哉「TiO<sub>2</sub>光触媒の基礎と最新開発動向」
- 岸田実優, 吉田拓暉「金属化合物を担持した酸化チタンの光触媒活性」(千葉県立船橋高等学校自然科学部化学班の研究より)
- 横須賀勇太, 錦織広昌, 巽勇吉, 冲恭一, 田中伸明, 藤井恒男(2007)「窒素ドーピング酸化チタン光触媒の簡易調製と可視光活性」『信州大学環境科学年報』(29号)
- 小島憲道(2014)「基礎現代化学 ～第4回～ 分子の形と異性体」(東京大学講義資料「基礎現代化学」より)

### Interaction between food and medicine

Food	Mainly medicine	Efficacy of the medicine
Grapefruit juice	Hyperlipaemia medicine	Increase
Alcohol	Agent for diabetes	Increase
Caffeine	Mind nerve agent	Decrease
Cheese	Peptic ulcer therapeutic medicine	Tyramine poisoning
<b>Banana</b>	<b>Analgesic antipyretic</b>	<b>Decrease</b>

### The influence of eating banana on alleviation fever ingredient of the OTC medicine for infants

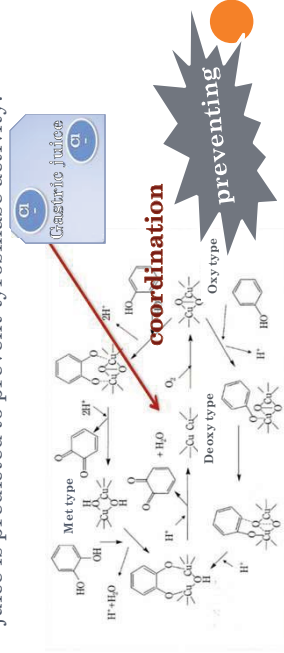


### ① Use apples

→ Acetaminophen may decrease because apples, as well as bananas, contain PPO.

### ② Reproduce human body's internal environment

→ Acetaminophen may not decrease because gastric juice is predicted to prevent tyrosinase activity.



### <experiment I > TLC

- ① make artificial gastric juice
- ② acetaminophen(100mg) | add into 100ml beakers pure water(20ml) and agitate them artificial gastric juice(20ml) apple paste·banana paste(15ml)
- ③ put them in an incubator set at 31°C for 30minutes.
- ④ TLC analysis (developing solvent hexane:ethyl acetate = 1:9)
- ⑤ detecting spots by ultraviolet irradiation

A	B	C
Artificial gastric Juice(20ml)	Artificial gastric Juice(20ml)	Artificial gastric Juice(20ml)
Acetaminophen(100g)	Acetaminophen(100g)	Acetaminophen(100g)
Banana paste(15ml)	Apple taste(15ml)	
D	E	F
Pure water(20ml)	Pure water(20ml)	Pure water(20ml)
Acetaminophen(100g)	Acetaminophen(100g)	Acetaminophen(100g)
Banana paste(15ml)	Apple taste(15ml)	

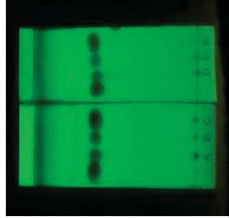
### considering<result I >

possibility①  medical effect of acetaminophen doesn't decline by apples and bananas

possibility② the substance that occurred by acetaminophen having oxidized was too little to recognize the change

possibility③  developing solvent was inappropriate

possibility④  the proportion of acetaminophen to fruits was inappropriate



### <experiment II > UV-visible spectrophotometer

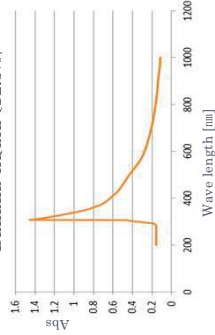
- ① Add seven parts of pure water to apple liquid and banana liquid.
- ② Add methyl alcohol (2ml) and pure water (100ml) to acetaminophen (20mg).
- ③ Measure the spectrum of ①, ②, and A-F in <experiment II > by UV-visible spectrophotometer.

Compare the spectrum and check whether some substances occurs or not.

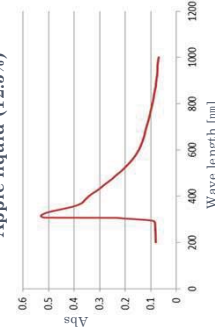


### <result II > UV-visible spectrophotometer

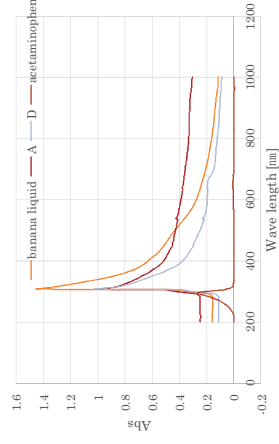
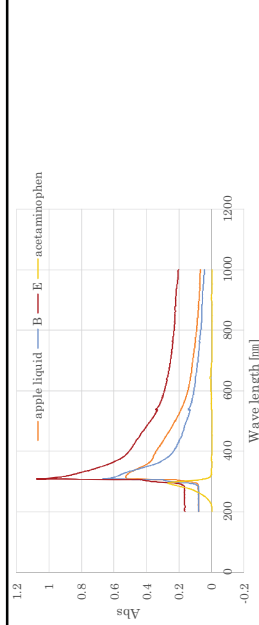
Banana liquid (12.5%)



Apple liquid (12.5%)



Acetaminophen(12.5%)



• In the second experiments , the concentration of solutions by detecting these spectrum again.

• We'll try to do the second again and again , and then enhance them reproducibility.

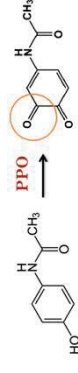
• We'll show decline in Acetaminophen with Acid-base titration.

We neutralize unknown concentration of acid or base with known ones. So we can know unknown the one's concentration.

① As Figure 1 shows, add fruits, Acetaminophen, and, phenolphthalein, to beakers.

② We neutralize these solutions with Sodium hydroxide solution.

#### PPO oxidized Acetaminophen.



+Acetaminophen  
+phenolphthalein

Acetaminophen is neutralized by NaOH solution.

B  
**APPLE JUICE**  
+Acetaminophen  
+phenolphthalein



**BANANA JUICE**  
+Acetaminophen  
+phenolphthalein

The more the amount of Acetaminophen,  
The less a dropping of NaOH solution.

• TLC isn't suitable to read the change of acetaminophen.

• Something that occurred by oxidation of acetaminophen may be very little.

• It was proved that the spectrum of juice which contain many impurities could be measured by UV-visible spectrophotometer.

**We cannot definitely conclude at the moment that acetaminophen may not oxidize by fruits.**

## Works Cited

- Uesawa Yoshihiro: The effects of eating banana on the antipyretic ingredient of OTC drugs for children
- Nicole Kreuziger Keppy, Gordon Bain, Ph.D., Michael W. Allen, Ph.D., Thermo Fisher Scientific, Madison, WI, USA : Analysis of Acetaminophen with the Evolution Array UV-Visible Spectrophotometer
- Proper use of pharmaceutical council/The proper way to use medicine/Food-drug interaction <https://www.rad-ar.or.jp/use/guidance/interaction/index.html>
- Ethical pharmaceuticals : Acetaminophen [www.kegg.jp/medicus-bin/japic\\_med?japic\\_code=00000117](http://www.kegg.jp/medicus-bin/japic_med?japic_code=00000117)
- Murata Masatsune : Enzymatic browning and its control



## MOTIVE

### <Last Experiment>

We confirmed which lactic acid bacteria products contain the largest number of lactic acid bacteria by neutralize.

A lot of acid **≠** A lot of lactic acid bacteria

Count the number of the colony of lactic acid bacteria by culture.

## PURPOSE

Examine the

connection.

The increase of acid by neutralization.

The increase of lactic acid bacteria by culture.

# NEUTRALIZATION

## [Preparations]

- Yakult
- Glucose
- Sodium hydroxide
- Phenolphthalein
- Measuring flask
- Whole pipette
- Buret
- Conical beaker

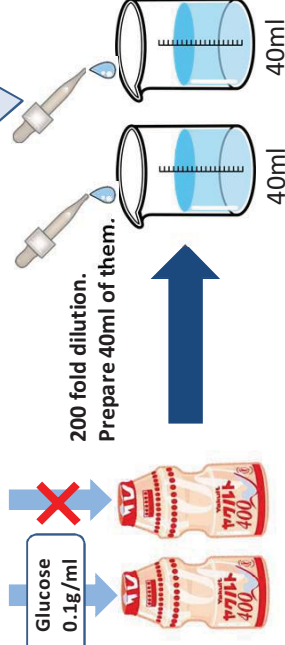
## METHOD

Glucose 0.1g/ml

200 fold dilution.

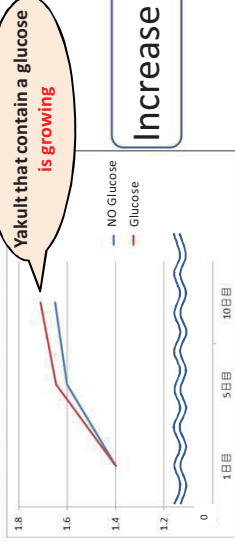
Prepare 40ml of them.

Add some drops of phenolphthalein.



Dilute the NaOH with 400 times the amount of water, and add a drop.

## RESULT & CONSIDERATION



Increase the acid !



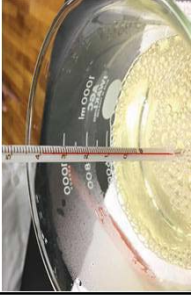
Changing over time and addition of glucose promote the increase of lactic acid.

# CULTURE

## [Preparations]

- Yakult
- Glucose
- Physiological saline solution(0.9%)
- Powder ager
- Chlorine(for sterilization)
- Petri dish ▪ Test tube
- Beaker ▪ Pipette

1. Make an agar  
100°C → 40°C



3. Sterilize the inside of the bag.  
Add 1ml of the solution and the agar to petri dish.



2. Dilute the Yakult  
with the amount of water



Leave them at 36°C.  
After 24 hours and 72  
hours, check whether or not  
these has colonies.

# RESULT

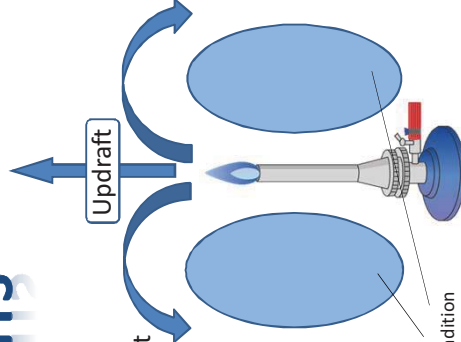
We did experiments six times and we all failed.

# CAUSE

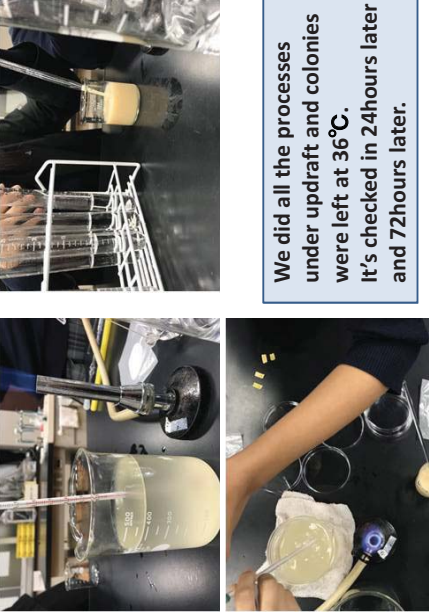
- ① Something except for lactic acid bacteria mixed.
- ② We could not make colonies because of less lactic acid bacteria.
- ③ Cultivable condition of lactic acid bacteria was not complete.

# IMPROVEMENTS

- ① Generate ascending air current with gas burner, and prevent bacterial invitation.
- ② Prepare the dilution not only 10<sup>7</sup> fold, but also 10<sup>6</sup>.



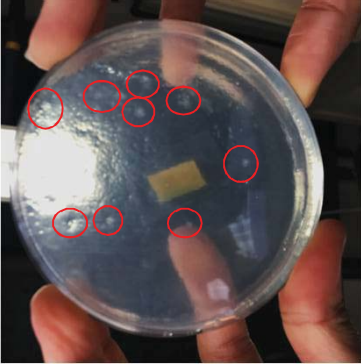
# PROCEDURE




We did all the processes under updraft and colonies were left at 36 °C. It's checked in 24hours later and 72hours later.

# RESULTS

- Yakult, which contains glucose
- Case of 10<sup>7</sup> fold dilution



24hours 7  
  
 72hours 9


We couldn't judge exactly Because we counted be the naked eyed.

## We've found something like colony !

Changing over time and addition of glucose promote the increase of bacteria.


**But... We can't declare that was lactic acid bacteria...**

We want to use such medicine which changes its color responding to the colony of the lactic acid bacteria next time.



# DISCUSSION

In each experiment , **addition of glucose** and **changing over time** promote the increase of acid and lactic acid bacteria.



**Connection** between the two !

## 1. Motive

Agricultural chemicals and chemical fertilizer cause environmental pollution and have a bad influence on living bodies.

☞ Organic farming (an agricultural form without Agricultural chemicals and chemical fertilizer) is needed!

But Organic farming costs much money and many troubles... :

☞ We may be able to do **farming method using microbe** easier.

☞ Let's make "**Total organic compost**"!  
by using **yeast** (releases substance which can be alternative to fertilizer) and **acid bacteria** (functions to kill germs by producing acid).

## Let's make "Total organic compost"

What's "Total organic compost"?

We define it as

「**compost without using Agricultural chemicals and chemical fertilizer**」.

We substituted

**Yeast** for fertilizer

**Acid bacteria** for Agricultural chemicals  
to make Total organic compost.

## Purpose of experiment1

- To make sure that yeast has a good influence on crops by releasing plant hormone, and aggregation of soil. (affirmation of preceding studies)
- To examine what change is there in crops by existence of yeast in soil.

## Prediction of experiment1

The soil which doesn't have nutrition (=akadamatsuthi) can get outcome which is similar to that of compost by mixing with yeast because of the functions of yeast in soil.  
concretely→

- improvement of the growth rate
- improvement of the germination rate

## Experiment 1

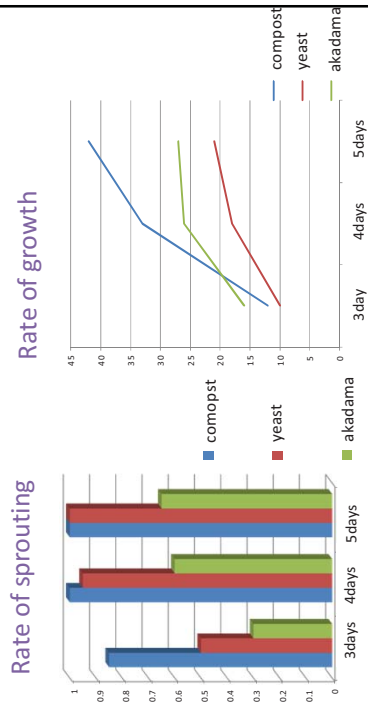
### • Arrangement

seeds of white radish sprouts, pot, artificial weather instrument, pure water, yeast, akadama, compost, hammer, stone, sieve

### • Procedure

- ① Prepare four pots of compost, akadama, and akadama clay including yeast. And sow 5 white radish sprout seeds in those.
- ② Put ① into artificial weather instrument, and set the temperature to 25°, hours of daylight to 12 hours (from 6 a.m to 6 pm), And observe growth of radish sprouts.

### Result 1



### Comparison



### Experiment 2

Why did white radish sprouts's root became thick when grown in akadama+yeast's pot?

- Arrangement seeds of white radish sprouts, pot, artificial weather instrument, pure water, yeast, compost, hammer, stone, sieve
- Procedure

- ① Prepare four pots of compost including yeast. And sow 5 white radish sprout seeds in those.
- ② Put ① into artificial weather instrument, and set the temperature to 25°, hours of daylight to 12 hours (from 6 a.m to 6 pm), And observe growth of radish sprouts.

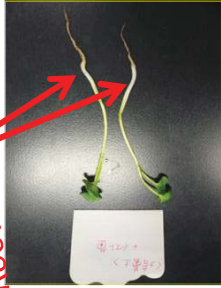
### Experiment 3

• Characteristic of lactic acid  
On the leaves, use sugar secreted from leaves, produce acid (pH4~5), keep germ and mold down  
→ lactic acid can inhibit mildew that is the disease of mold? ?  
→ Let's rub yogurt on the leaves ! ! !

- Arrangement leaves infected with mildew (※), yogurt, plastic bag
  - Procedure
- ① Rub yogurt on ※ (10 each of the back, the front and both back and front), cover leaves with plastic bags to prevent yogurt from running down
  - ② Pick ① after leave that for 2 weeks, wash yogurt away, and observe that.

**Result2**

Roots was thick ! ! ! !



We think it was yeast which had roots grow big.

Factor → A plant's hormone which was released by yeast.  
 But...  
 It was impossible to fulfill our goal to investigate cause.

**Overall Consideration**

- White radish sprouts grew in akadama with yeast → better than another one grew in akadama → worse than another one in compost as crops ...  
 ↑ Yeast is involved in development of roots
- Lactic acid bacteria's effect wasn't looked in our study  
 Meanwhile...  
 Its effect was confirmed by preceding studies. So, it is possible to create an eco-friendly agrochemicals using lactic acid bacteria.  
 ↑ We can create total organic compost!!

**perspective**

- Experiment1**
  - To compare mass examine the difference between white radish sprouts grew in chemical fertilizer and those which grew in akadama blended with yeast.
  - To use various yeast
- Experiment2**
  - To search the relationship between a plant's hormone and growth of white radish sprouts.
- Experiment3**
  - To search the cause why the experiment wasn't successful.
  - How to use yeast in soil. ↑ **Experiment4!!**

**Experiment4**

Goal: How work does lactic acid bacteria in leaves expect face.

**Recipe of lactic acid bacteria's agrochemicals.**

Rice rinse water: milk=4:1



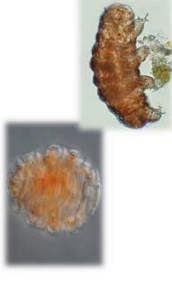
- ↑ Into plastic bottle
- Several days after
- White fluffy object floats.
- It sinks by a week passes and the liquid become clear.
- When it smells sour, it is finished. we can keep it as it is about half a year.



## Motive

- We want to know what tardigrades which are known for *KUMAMUSHI* which is comedian group are.
- Tardigrades are said to be the strongest creature, so, we want to know why they are said so.

## Tardigrades



- Alias : water bear
- Size : 0.1-0.5mm
- They inhabit widely.  
For example, the tropics, polar region, deep in the sea, high mountains, and, hot spring.
- They make themselves drought dormancy .

What is drought dormancy?

- The state that tardigrades dehydrate and shrink when it is dry around them
- They don't active with water of their bodies to several percent
- However ,if they are given plenty of water, they become active
- By making drought dormancy , they can endure any extreme environment

Contents of experiments

**First** Can tardigrades which we set different periods of dormancy move again?

(change periods 3days, 1,2,3weeks and 4weeks)

**Second** : Can tardigrades which was repeated dormancy and resuscitation move again?

How many times can we repeat?(once, twice or more?)

### Result of First

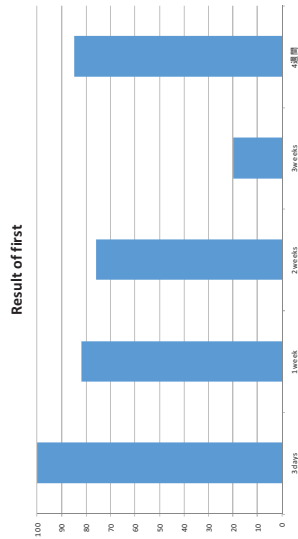
	first	second
3days	100%	100%
1week	75%	90%
2weeks	75%	77%
3weeks	20%	
4weeks	85%	

### Result of second

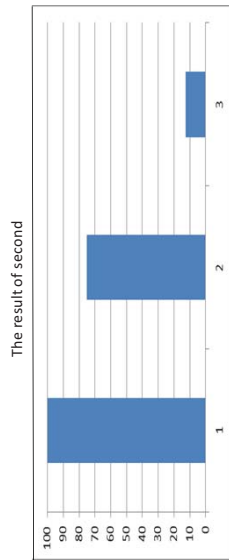
	Revival rate
First	100%
Second	75%
third	12.5%

### Consideration

- From the first experiment, even if the period of drought dormancy becomes long, the revival rate doesn't change very much.



The Revival rate went down each time when we examined it



The period when they make drought dormancy is not related to the revival rate ,however ,we think that they become weaker and weaker as we repeat revival and drought dormancy



## Supplementary Experiment



1. When we compared with tardigrades in a freezer and that in ordinary temperature, is revival rate increasing?
2. When we heat it in a microwave oven, what will become of it?

Result  
Frozen

	Revival rate
First	71%
Second	35%

	First	second
active	0%	0%
Drought	80%	80%

### Summary

- The revival rate of tardigrades isn't much different from when putting in freezer after getting dry. 
- When tardigrades get dry, the temperature doesn't affect the revival rate if it's hot or cold.
- The revival rate in active dormancy is 0%, and 80% in drought dormancy. 
- Tardigrades are weak in active dormancy. But they are strong in drought dormancy.

## Bibliographies

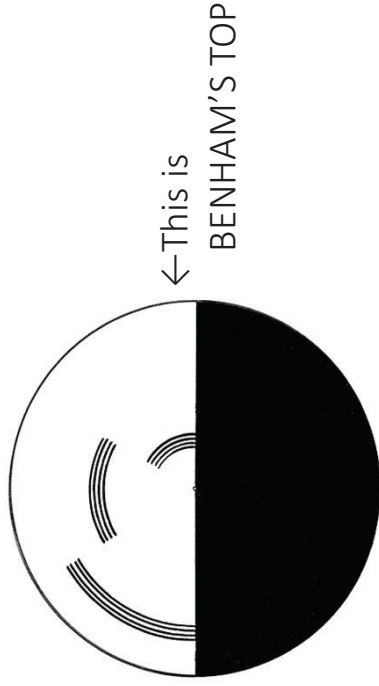
- 堀川大樹. クマムシ博士のクマムシへんでこ最強伝説. 日経ナショナルサイエンスライフ社. 2017
- くまむし研究グループ. 研究内容. <http://www.bs.s.u-tokyo.ac.jp/~saibou/kuma/research/research.html>
- 堀川大樹. クマムシの乾眠と極限環境耐性. [http://www.sbj.or.jp/wp-content/uploads/file/sbj/9304/9304\\_tokushu\\_2.pdf](http://www.sbj.or.jp/wp-content/uploads/file/sbj/9304/9304_tokushu_2.pdf)

## Motivation

As I looked into the illusion, I knew the Benham's top.

## About Benham's Top

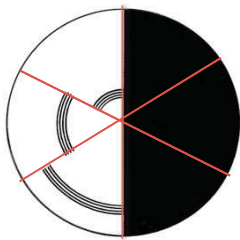
Benham's top is a top which black and white pattern is only printed on.  
This was discovered by Benham in Britain in 1884.



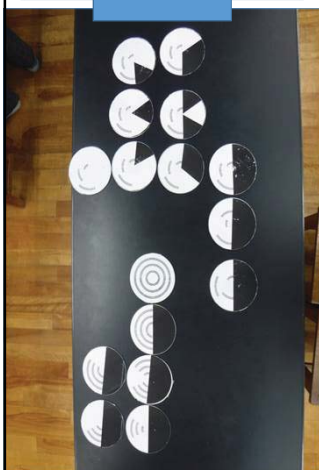
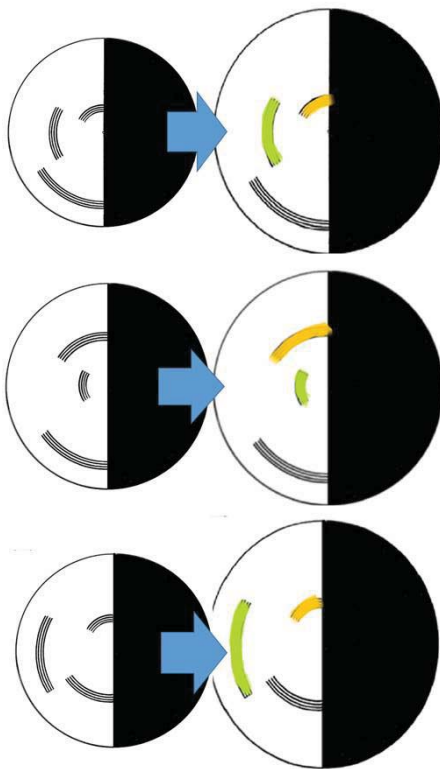
## hypothesis

We think the top shows different colors by changing pattern of it.  
And we can produce various colors by doing it.

# experiment



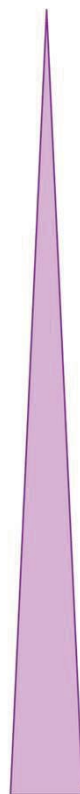
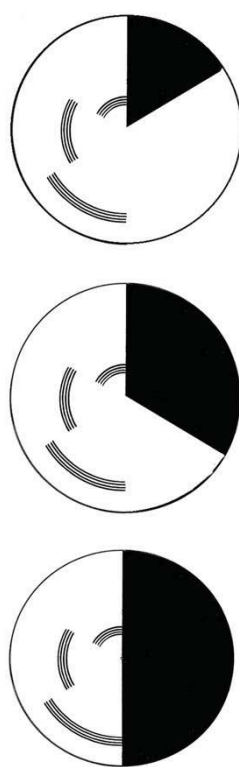
- <Tools> motor, CD, printed paper
- <Survey> method questionnaire
- <condition> To see three lines (outside, medium and inside)



Some samples



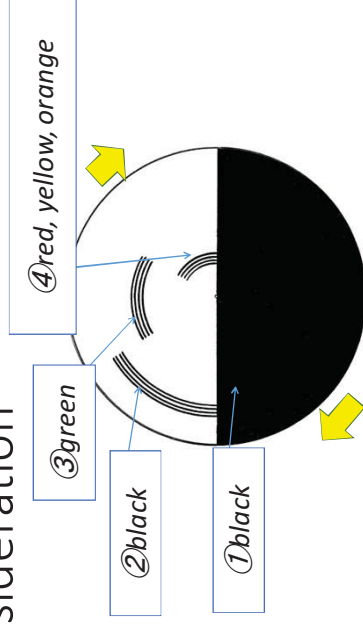
Used patterns



deep

Pale

## Consideration



## Consideration2

- It is no relationship between a length of line and how to look illusion.
- Shade of colors change by changing the size of the black area.
- however in case of no the size of the black area , the illusion won't occur.

## Previous research

- 静岡県高等学校生徒理科研究発表会  
「ベンハムのこま(色が見える条件と理由について)」
- 静岡県立大学経営情報学部 オープンセミナー2006  
「白と黒からカラーをつくる!？」

## Future prospect

- Making ordinal patterns, we make sure that our rules hold.
- To research cause of the rules.

# 16班

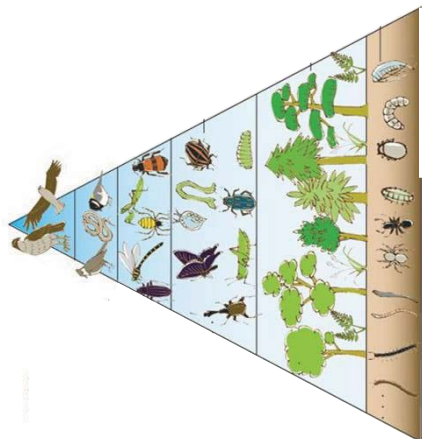
## poison

- The material that does harm our body and creature make in their lives.

## Motive

- Are there any common points if we classify creature by effect of poison?
- Why creatures reached to have poison in survival competition?
- How creatures got poison?

- We paid an attention to tetrodotoxin.
- We picked up the creatures which have tetrodotoxin ,and we classified them by a part of poison ,its use ,niche ,habitat and the temperature of there.



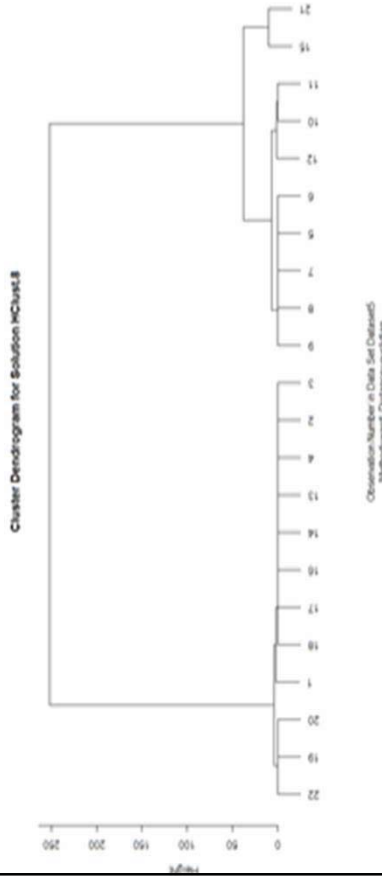
## NICHE

- Rank of the food chain. (Definition by Elton)
- We can estimate from feed.

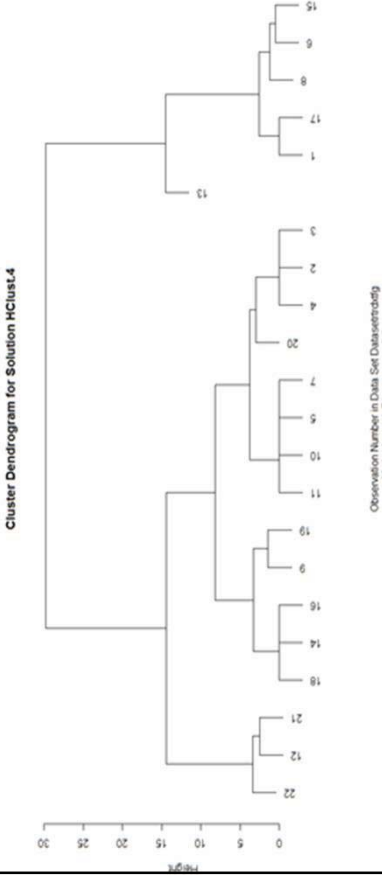
← An example of the food chain

<p>➢ <u>The part of body which have poison</u></p> <p>whole body, mid-gut gland, salivary gland, skin, viscera, gonad</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mid-gut gland → 1</li> <li>• salivary gland → 2</li> <li>• viscera → 3</li> <li>• gonad → 11</li> <li>• skin → 21</li> <li>• whole body → 30</li> </ul> <p style="text-align: right;">digestive organ</p>	<p>➢ <u>Use of poison</u></p> <p>protection → 1</p> <p style="padding-left: 40px;">both → 2</p> <p>aggression → 3</p>	<p>➢ <u>Recession</u></p> <p>→ classify by feed</p> <p>a medium-size creature (ex. Crab, insect) •••①</p> <p>star fish etc. •••②</p> <p>Snail etc. •••③</p> <p>plankton etc. •••④</p> <p>dead creature •••⑤</p>
<p>• <u>Habitat</u></p> <p style="padding-left: 20px;">sea water •••①</p> <p style="padding-left: 20px;">brackish water •••②</p> <p style="padding-left: 20px;">fresh water •••③</p>		

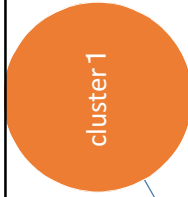
① Cluster analysis (The part of body which have poison, Use of poison)



② Cluster analysis (temperature, habitat, niche)



- Toxic parts
- Use of poison



- temperature
- habitat
- niche



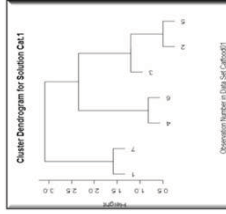
Find common points



Consider relationships

✓ What is cluster analysis

• Cluster analysis is one of analysis types which tries to find similar elements from a group that has various ones and make some groups called cluster. We used what we call Euclidean distance method in this time.



1. (4, 6, 3, 2, 5) is a cluster which has elements that are similar to each other. Closely considering, cluster (4, 6) (3, 2, 5) have more intimate elements.
2. Cluster (4, 3) and cluster (2, 5) are the most unlike pairs.

Want to do cluster analysis → Digitization is needed

For example

What has feature A → ①

What has feature B → ②

What has feature C → ③

If numbers are far, the relationship is weak.

This is how we digitized the datas of toxic parts, use of poison and niche.

## In analysis

- It is necessary to compare the plural cluster analysis
- use a handwritten meeting figure (Euler's diagram)
- observe an alignment of the dispersion
- little contradiction → Correct data/Correlation is strong



## An analysis method and result

• The cluster analysis that we did can be divided to about two

1. treated a possession part of the creature poison and a use as a comparison standard (one date)
2. thing about Basin, niche and the water temperature which are targeted for a comparison

**compare data 2 with data 1 each**

• The number of contrariety with data 1

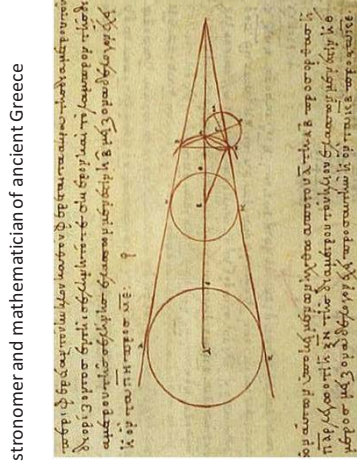
niche, temperature	niche, basin	temperature, basin
7	10	11

• It was water temperature or niche or both that weak correlation was seen for a kind of the creature poison and its use.

• Notable correlation was seen in none of five elements which I described by a hypothesis.  
 • we want to enlarge the field of vision and will study it about the creature having creature poison except the globefish poison in future.

## Aristarchus (B.C.310~230years)

Astronomer and mathematician of ancient Greece



Sun is about 20 times farther from Moon, about 6.7 times larger than Earth.

## Purpose of the study



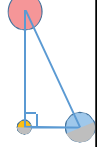
Handmade

- ① Producing a device to measure the angle between Sun and Moon.

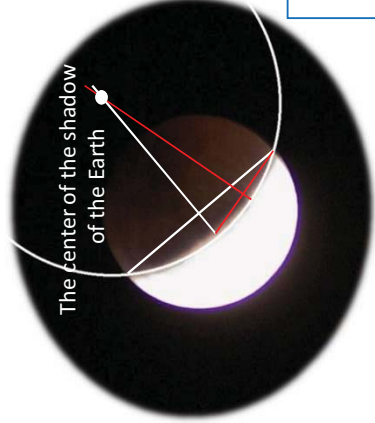


- ② Accuracy improvement of Aristarchus's measurement! We want to find the distance to Sun and it's size!!

## Procedure of Measurement

1. Measurement the size of Moon from the size of Earth  

2. Measurement the distance between Earth and Moon  

3. Measurement the distance between Earth and Sun and it's size  


## Measurement 1



The center of the shadow of the Earth

Radius ratio  
 moon : earth  
 1.00 : 3.54

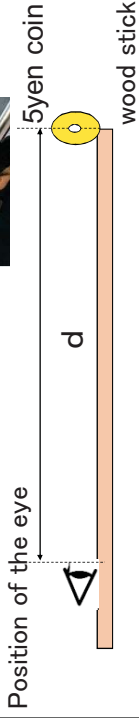
Radius of the moon  
 3,590km  
 (Actual value 3,470km)

Radius of the earth  
 12,700km





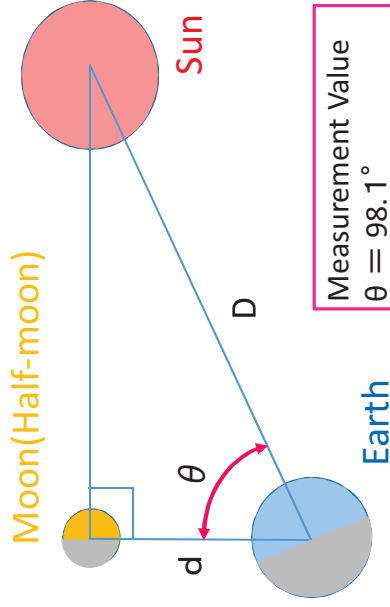
### Measurement 2



Distance between Earth and the Moon  $D$   
 $= (d \times \text{Radius of Moon}) / \text{Radius of the 5yen coin hole}$   
 $= (55.6\text{cm} \times 3,590\text{km}) / 0.500\text{cm}$

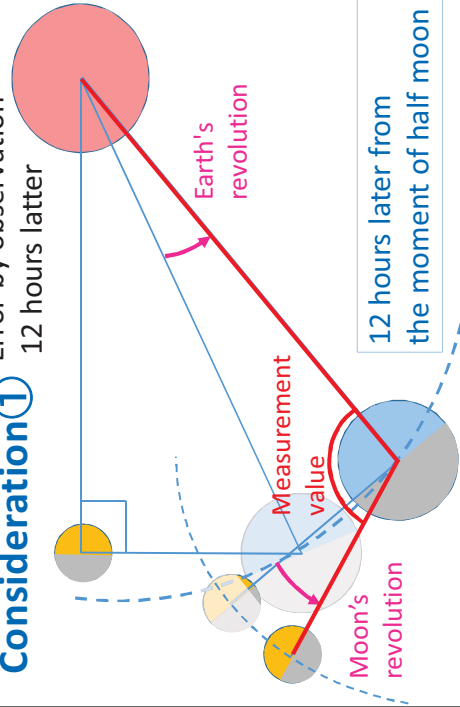
Distance between Earth and Moon  
**399,000km**  
 (Actual value about 384,000km)

### Measurement 3



### Consideration 1

Error by observation  
 12 hours latter



Error by Earth's revolution

$$360^\circ / 365.25 = 0.98563^\circ / \text{day}$$

Error by Moon's revolution

$$360^\circ / 27.32 = 13.18^\circ / \text{day}$$

Total revolution angle of Earth and Moon  
 in 12 hours  
 $(0.98563^\circ + 13.18^\circ) / 2 = 7.08^\circ / \text{day}$

**Consideration ②** Measurement error of the device itself

$\tan\theta = 1.99 / 12.79 \Rightarrow \theta = 8.84^\circ$

Measurement error = (average value we each members measured) - (calculated value)

$= 10.5^\circ - 8.84^\circ$   
 $\hat{=} +1.7$  (larger than Actual value)

**From Consideration ①②**  
 Angle between Sun and Moon

$\theta =$  (Measurement value)  
 - (Total revolution angle of Earth and Moon)  
 - (Measurement error)

$= 98.1^\circ - 7.08^\circ - 1.7^\circ$   
 $= 89.3$

$D = d / \cos\theta$   
 $= 399,000 / \cos 89.3^\circ$

**Result WE ARE WINNER!!!**

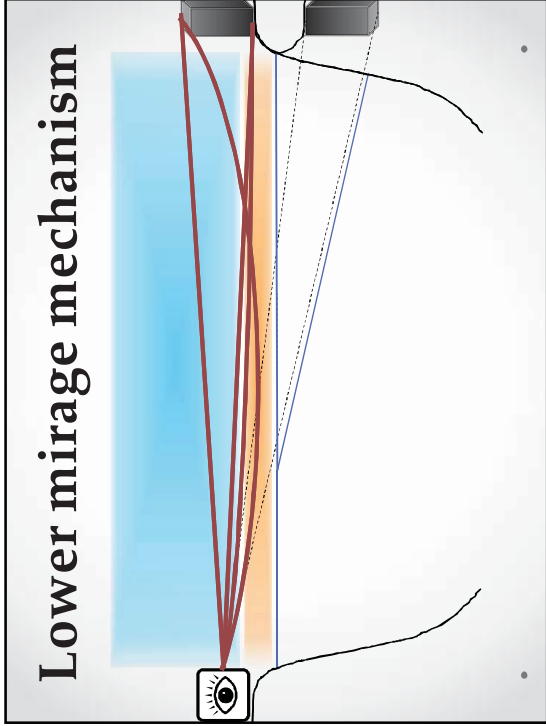
	Aristarchus	We	Value of practical
Away angle of moon and sun	87°	89.3°	89.51°
Figure out the distance to sun	18~20 times farther than moon	84.0 times farther than moon	390 times farther than moon
Diameter of sun	6.7 times of earth	23.8 times of earth	110 times of earth

**Issue**

- The scale of equipment was bigger than angle of practical average 1.7°
- Orbital path of moon and earth is actually elliptic orbit.  
 (An angular velocity become altered by force of the season)

**Reference**

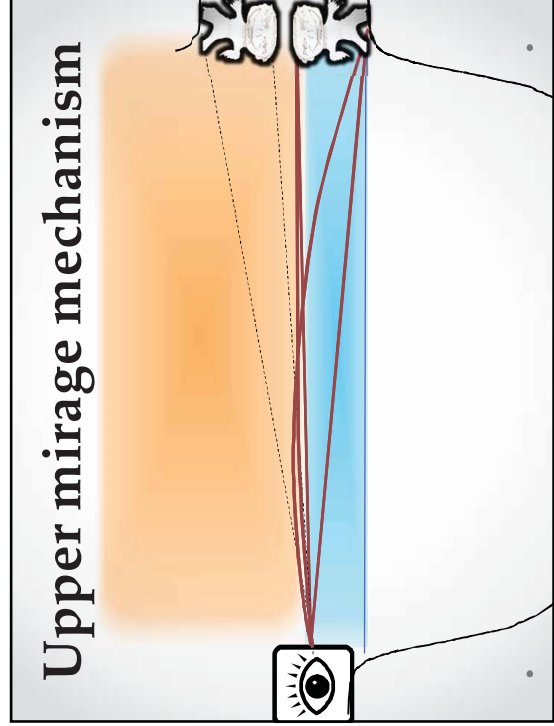
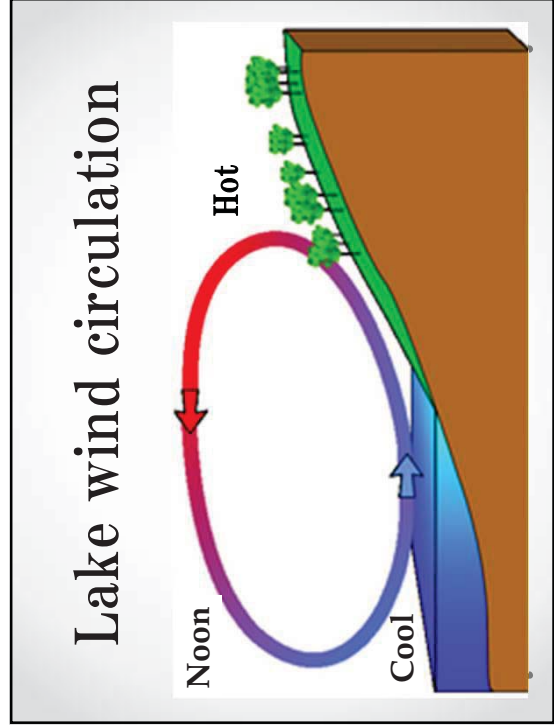
- Chronological Scientific Tables
- Natl. Astronomical Observatory Astronomy Information Center  
 (<http://eco.mtk.nao.ac.jp/koyomi/>)
- Calculation of Calendar (CASIO)  
 (<http://keisan.casio.jp/>)

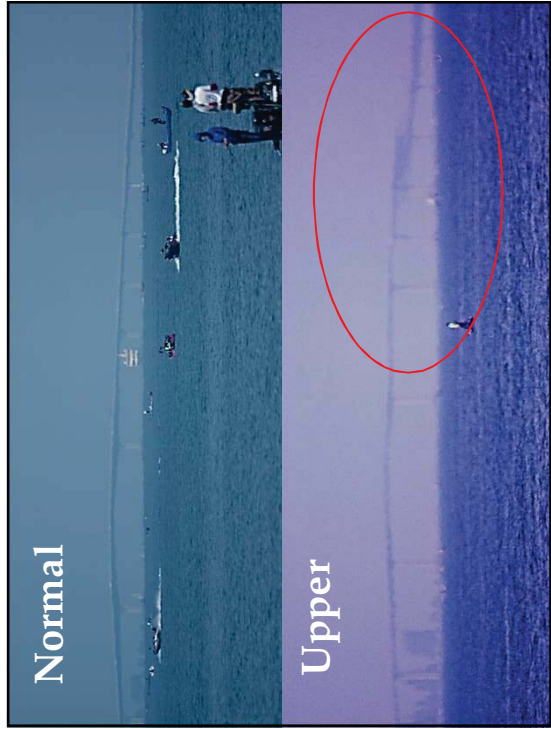
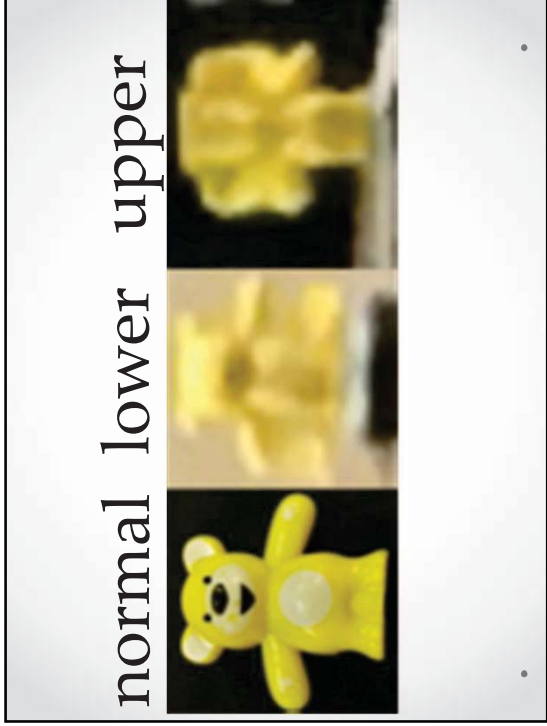
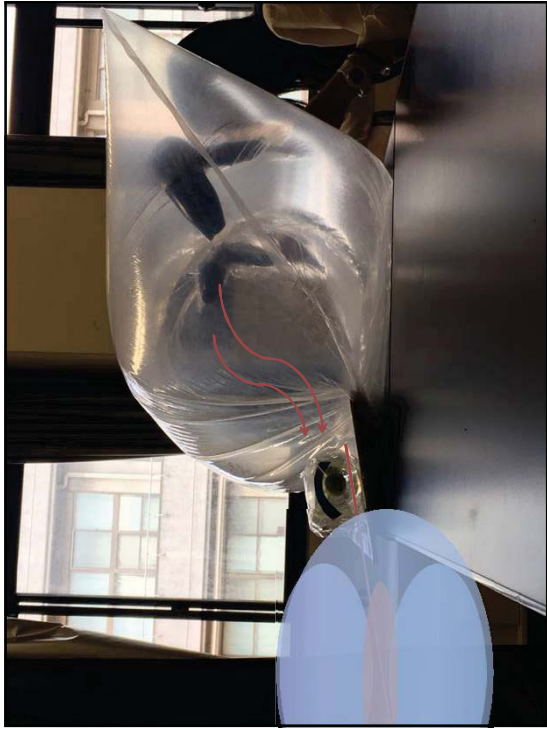


《Occurrence conditions of the lower mirage》  
(the total number of 50 days)

- Lake wind circulation occurs on clear day.
- Wind speed is below 4 m/s because it exceeds the limit of warm air layer.
- Lower mirage occurs regardless of the season.

(Warm air layer is formed on the lake surface by reflection of sunlight.)



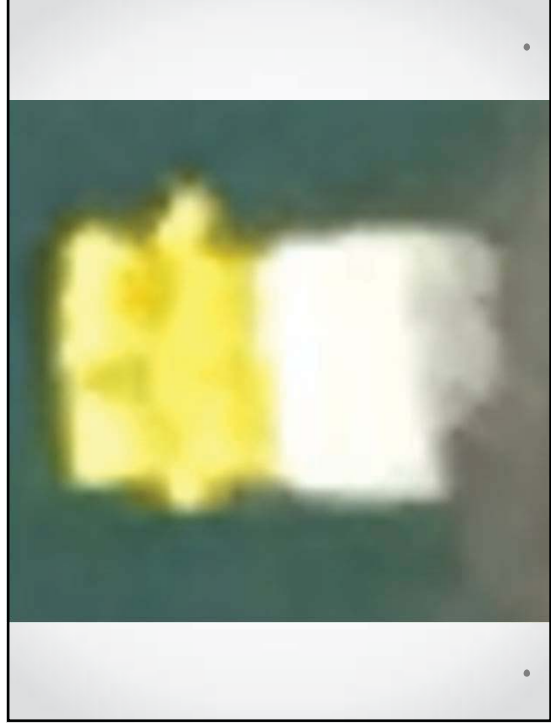


### Weather data

May 3rd (water temperature 15.3°C) ×			
Time	Temperature	Wind speed	Wind direction
13	21.9	1.9	North-west
14	23	2.2	East
15	21.8	4.7	South-east
16	20.3	3.6	East-south-east
May 20th (water temperature 19.7°C) ○			
Time	Temperature	Wind speed	Wind direction
13	28.7	2.6	North-east (Lake wind)
14	29.7	1.8	North-east-north (Lake wind)
15	30.1	1.3	North-east (Lake wind)
16	30.2	1.7	North-east (Lake wind)

## Occurrence conditions of Upper mirage

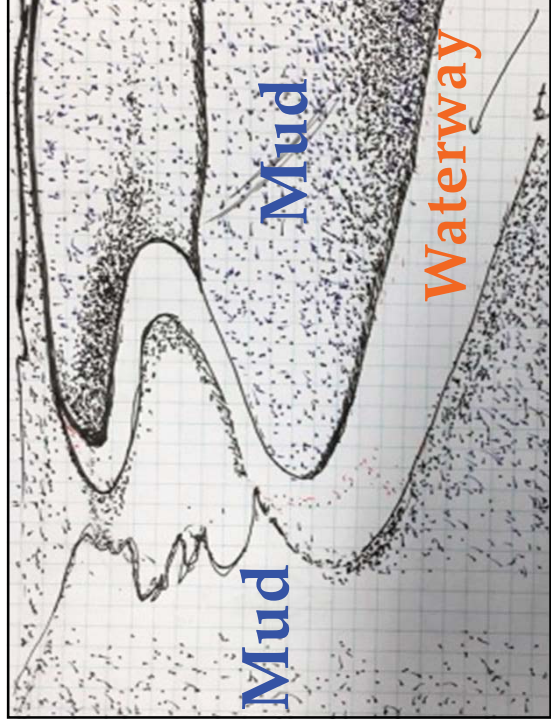
- On fine day after noon from April to June
- Lake wind circulation
- Wind speed is less than 4 m/s



Why upper mirage occurs on fine day with lake wind circulation only from April to June.

### Reversing Layer

- From April to June, water on the lake surface is cold by meltwater from Mt. Hira .  
(water temperature ... May 16°C, August 30°C)
- From April to June, temperature difference becomes large when the lake is covered with high pressure.
- In winter, reversing layer doesn't form since temperature is low.





# Discovered! Turbulence in Kyoto

2-8 Keisuke Kajii, Ryurichiro Okabayashi

2-9 Syunsuke Nakamura



## QUESTION!

Because Kyoto is surrounded by mountains in the basin, does not it generate air current different from usual?

## What is wavy cloud

Clouds like waves by the wind



## What is turbulence

Irregular air because of small vortices in the atmosphere. It occurs in the thunderhead, in the vicinity of the cold front, around the jet stream and in the leeward of the high mountain.

## The way of observing

**Observation location:** Rooftop of Momoyama High School

**Observation tool:** Ballon theodolites, binoculars, compass magnet, Pival balloon

We observe the direction and altitude of the balloon with helium and the Pival balloon by the Ballon theodolites.

Finally, analyze the data and find the flow of airflow.

## result①

<b>9/11</b>	Hide in Light cloud	<b>9/14</b>	To the east by the westerlies
1600m	Hide in cloud again	3000m	Hide in the cirrostratus
2600m	Hide in altostratus cloud	5200m	
<b>9/21</b>		<b>9/28</b>	Northeast wind to southeast wind
1200m	Northeast wind to northwest wind	900m	Start hiding in cloud
2500m	To the east by the westerlies	1400m	Hide in cloud completely
3600m	Hide in cloud	1500m	

## result②

<b>10/4</b>	North wind changed from 5 to 10 m/s	<b>11/20</b>	Southwest wind changed from 6 to 10 m/s
1000m	Hide in wavy cloud	600m	It changed to 6 m/s
1600m		1300m	Hide in the cumulus

The way of observing→

## Consideration①

Among the six observations, the wind direction and wind speed changed around 1000 m during four observations.



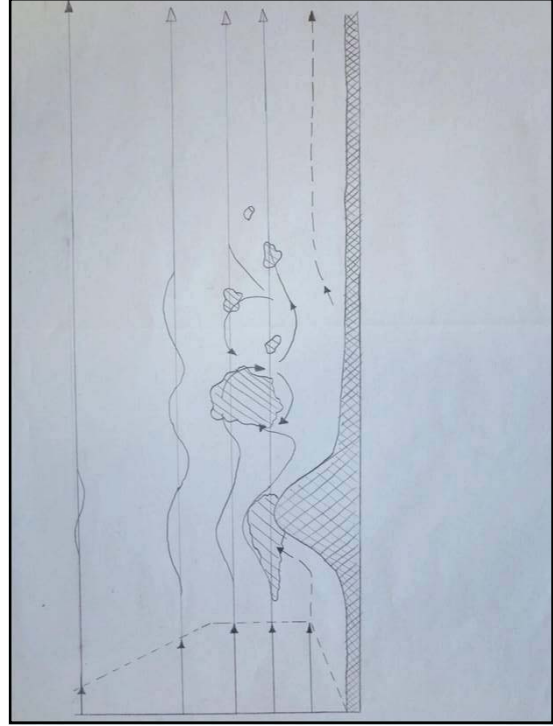
Turbulence may be occurring over the Kyoto Basin

## Consideration②

Northern winds beyond Kitayama (about 800 m) are turbulent. Wavy clouds were generated at about 1000 m.



Picture of north(10/4)  
(Shot from Momoyama High School rooftop)

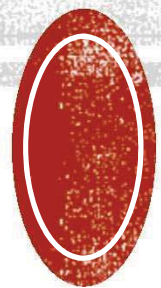


## Future Prospects

- Measure more by flying the balloon and gather more detailed data about turbulence to make sure that there is turbulence over Kyoto City.
- Discover what kind of scale the turbulence occurs in what weather.



# 研究論文



○木村優太 高下怜真 初田直輝 笹田幹弥 小谷東也 石橋周

## <<abstract>>

As I was interested about rockets, I looked up the relationship between the flight distance and the force that it draws thread to find the condition of the longest flight distance of the PET bottle rocket in hand. However, since I found that it was impossible to achieve the object, we checked the condition by calculation and actually confirmed it. However, there are errors in the numerical values used for the calculation, there are reflection points that the number of trials is small and the reproducibility is low.

## <<概要>>

ロケットについて興味関心があったので、身近にあるペットボトルロケットの最長飛距離の条件を調べるために、その飛距離と、それが糸を引く力との関係を調べた。しかし、それでは目的を達成することはできないことが分かったので、計算によって条件を調べ、飛距離と初速度の関係を確かめた。しかし、計算に用いた数値の誤差があることや、実験の試行回数が少ないこと、また実験結果の再現性が低いという反省点がある。

## 1 はじめに

私は前からロケットに興味関心があり、それについて知識を深めたいと考えていた。また、近年隣国による核ミサイルの発射実験の強行などもあり、更に興味関心が深まり、ロケットを課題研究にしたいと考えた。

しかし、実際にロケットの開発などを行うのは難しいので、身近にあるペットボトルを用いたロケットに関する研究を行うことを決めた。

## 2 先行研究

なし

## 3 a 実験 1 の方法

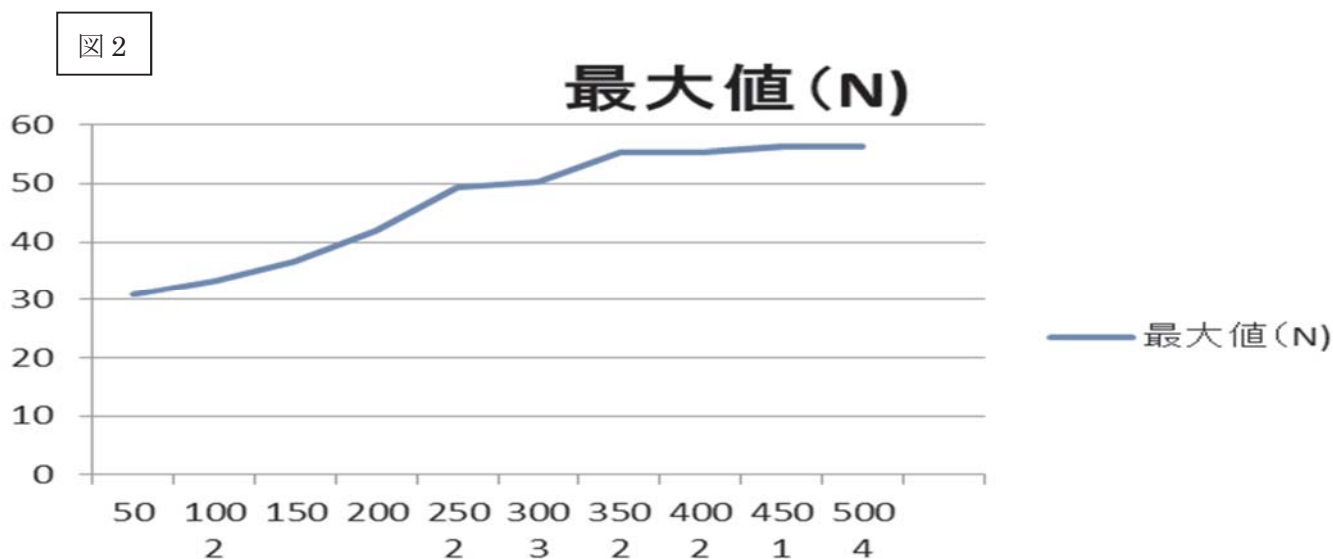
図 1



ペットボトルロケットは、内部に空気を詰め、上昇した圧力が、内在する水を押し出すときの反作用を用いて飛ぶので、空気圧と水量を変化させることで、飛距離が変化する。今回は、空気圧を一定にし、水量だけを変化させ、最長飛距離を求めようとした。

その際に、飛距離と、ペットボトルが飛ぶ時の力の最大値との間に、関係があると考えた。なので、図1のような形で、実験1を開始した。力センサとは、それ自身に対する力を、pcのソフトウェア上のグラフに表示するものである。

### 3b 実験1の結果



結果がこれ（図2）となった。しかし、最大値と力との関係を見つけることはできなかった。また、空気圧を一定にする際に、自転車のタイヤの空気入れを用いて、異なる水量の場合でも、同じ空気量を加えていたので、一定の圧力になっていなかった。加えて不幸なことに、新しい実験をするタイミングが残り少なかった。よって、実験2を行うことにした。

### 4a 実験2の方法

この実験では、空気圧を可能な限り一定にするために、ボイルの法則を用いた。水量を100ml、200ml、300ml、400mlにして、実際に飛ばし、それぞれを撮った映像で比較した。

水量	100m l	200m l	300m l	400m l
空気量 (回)	4回	3回	2回	1回

## 4b 実験2の結果

結果は、高く飛んだ順に、200ml > 100ml > 300ml > 400ml と、なった。

## 5 考察

実験2の結果が本当に正しいのかを、鉛直投げ上げの式と、ベルヌーイの定理と、連続の式と、ツィオルコフスキーの定理によって求めた。

鉛直投げ上げの式( $y = v_0 t - \frac{1}{2}gt$ ,  $V = v_0 - gt$ ) から、 $y = \frac{v_0^2}{2g}$ つまり、飛距離と初速度の関係を導くことができ、ペットボトル内の水はすべて瞬時に噴出されるとして、初速度を速さの増加量とすると、水の質量と、ペットボトル内水位によって最高飛距離が決まることが分かったので、それぞれの気圧と水量の条件での初速度をグラフにまとめた。また、実験では、100ml と 200ml の時の飛距離が近く、かつ 200ml の方が高かったことを考慮すると、我々が実験で用いた空気量は2気圧であることも分かった。

空気圧 ↓	水量 →	100m	200m	300m	400m
2気圧		20, 3	22, 6	×	×
3気圧		29, 8	36, 2	34, 1	×
4気圧		36, 8	45, 7	45, 9	×

注：×印の箇所はペットボトル内部に水が残る。

この2つの実験を踏まえて、ペットボトルが飛ぶ時の、糸を引く力の最大値と、内部の気圧と水量の関係を考える。

実験1では、内部の空気量が同じため、水量が上昇するにつれて、気圧も上昇することになり、実験2では、気圧が増加するにつれて、最高飛距離になる時の水量も増加することになる。また、実験1のとき、最高値時の水量は350ml~500mlだが、それぞれの場合で圧力は違うはずである。しかし、この四回の実験のときに、ペットボトル内部に水が一定量存在していたことから、空気量をすべての場合で一定にしていたとしても、気圧がある値以上にならない可能性がある。仮に、この可能性が正しいとすると、それぞれの気圧に、押し出せる水量の限界が決まっていることになる。

ここで、ある実験 $\alpha$ を考える。実験 $\alpha$ はペットボトルロケット内部の気圧を一定にして、水量を変化させ、力センサと糸でつなぎ、ペットボトルロケットを飛ばし、その時の糸を引く力の最大値を測定するというものである。この実験 $\alpha$ において、結果が、最高飛距離時の水量以降で、最大値が一定、もしくは徐々に最大値が減少していくことを確認できれば、それぞれの気圧に、押し出せる水量の限界が決まっていることを証明できたことに

なる。

## 6 まとめ

この実験を始めたのは、課題研究の授業量が半分になった頃だったので、時間が少なかったが、やれるだけのことはできたと思う。もし、この課題研究の続きができるのなら、考察の実験  $\alpha$  を実際に確かめたい。

## 7 参考資料

なし

# よく飛ぶ紙飛行機を作る

## —実験とシミュレーションを用いて—

○山本耕大 清水友之助 田村俊樹 西隼世 早川竜誠 柳田真実

<<abstract>>

First, we used a flight simulator to investigate the condition of paper airplane which fly well. Next, we measured the lift of a paper aircraft in a wind tunnel device and compared it with the condition of a frequently flying paper airplane obtained by the simulation. Finally, from the results, we examined the condition of paper airplane which fly well. The condition is that the action points of gravity and lift on the paper airplane are consistent with each other, and the area of the main wing is large.

<<概要>>

今回、まずよく飛ぶ紙飛行機の条件を、フライトシミュレーターを用いて調べた。次に、風洞装置の中で紙飛行機の揚力測定実験を行い、シミュレーションで得られたよく飛ぶ紙飛行機の条件と比較した。そして最後に、それらの結果からよく飛ぶ紙飛行機の条件についての考察を行った。その条件とは、紙飛行機にかかる重力と揚力の作用点が一致していること、主翼の面積が大きいこと、の二つである。

### 1 はじめに

私たちは紙飛行機をより遠くまで飛ばしたいと思って研究を始めた。まず私たちは機体の翼が紙飛行機の飛距離と大きく関係すると仮定した。シミュレーションを用いて答えを導くのが最もスマートな方法だと考えたが、それだけでは研究として不十分だと思い、併せて実験も行うことにした。なお、シミュレーターの都合上、今回は組み立て式紙飛行機を用いた。実験で用いた風洞装置は先行研究を参考に自作した。

### 2 先行研究

兵庫県立神戸高等学校 総合理学科2年の論文

「自作風洞実験器を用いた空気の流れの可視化～紙飛行機の形状と空気の流れ～」



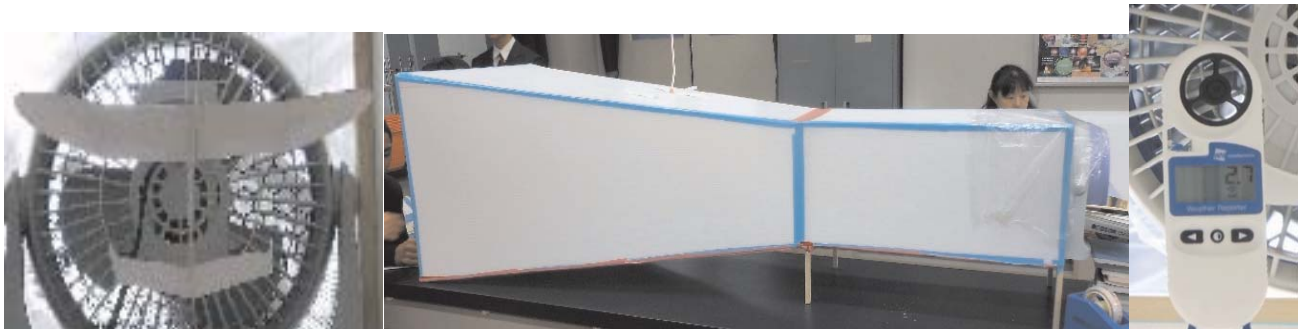
### 3 実験の方法・結果

シミュレーションの結果（紙飛行機の飛距離が最大になるときの条件）

- ・主翼の角度 …… $10^{\circ}$
- ・尾翼の角度 …… $30^{\circ}$

実験に使用したもの

組み立て式紙飛行機・風洞装置・風速計・電子天秤・扇風機



まず初めに実験で用いる風洞装置内の風速を測定し、風の流れが均質になっているのかどうか調べた。

風洞装置内の風速

2,3	2,8	2,8	2,6	2,3
2,8	2,7	2,8	2,7	2,5
2,7	2,9	2,9	2,9	2,7
2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
2,4	2,6	2,5	2,6	2,2

風洞装置内の風速  
(単位：m p h)

この結果より、紙飛行機を設置する中心付近の風速はほぼ一定であることがわかる。

#### 実験 1

- ① 機体を安定するように糸で吊り下げ、風洞装置の下にある電子天秤と少し糸をたるませてつないだ（機体に揚力が働くと、下の糸が張り、電子天秤がマイナスの値を示す。上の糸は機体が浮くので少したるみ、その重さは無視できるものとする）。
- ② 風洞装置内に扇風機で風の流れを作った（吸い込み型）。

③ 機体の仰角を 38° に固定し (\* 1)、主翼の角度、尾翼の角度を変えて (\* 2) 機体にかかる揚力を測った。

(\* 1) 実際に実験したときの風速は 4.8mph (約 7.7kmph) で、シミュレーションより風速がこの値になるときの機体の仰角は 38° であった。

(\* 2) シミュレーションでの設定に合わせて、主翼の角度を変えるときは尾翼の角度は 0°、尾翼の角度を変えるときは主翼の角度は 20° に固定した。

#### 実験 1 の結果

主翼(両端)	0°	10°	20°	30°	40°
揚力 [g]	5.8	6.0	5.6	5.3	
尾翼	0°	10°	20°	30°	40°
揚力 [g]	4.1	4.2	5.0	4.8	4.4

#### 実験 2

- ① 機体と電子天秤とはストローでつないで固定 (重力が測定結果に及ぼす影響をなくするため)
- ② 風洞装置内に扇風機で風の流れを作った。
- ③ 主翼にかかる揚力、尾翼にかかる揚力を測定した。(主翼にかかる揚力を測定するときは尾翼を折りたたみ、尾翼にかかる揚力を測定するときは主翼を折りたたむ。)

#### 実験 2 の結果

主翼(両端)	0°	10°	20°	30°	40°
揚力 [g]	2.5	3.5	2.4	2.6	2.8
尾翼	0°	10°	20°	30°	40°
揚力 [g]	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1



## 5 考察

実験2で尾翼の受ける揚力の測定結果がこのようになったのは、尾翼の受ける揚力が重力よりも小さいからだと考えられる。

シミュレーションの結果と実験の結果とを比較すると、シミュレーションで得られた紙飛行機が最もよく飛ぶときの翼の角度と実験で測定した、揚力が最も大きくなったときの翼の角度は主翼では一致し（実験1・2より）、尾翼では異なっている（実験1より）ことがわかる。このことから紙飛行機の飛距離と翼の受ける揚力との相関は主翼の場合と尾翼の場合とを比較すると、主翼の場合のほうが大きい。

その理由としては主翼の重心のほうが尾翼の重心よりも機体の重心との距離が近いからだと考える。

## 6 まとめ

紙飛行機の飛距離が大きくなる時の条件

- ・機体にかかる揚力と重力の位置が一致している。
- ・翼の面積が大きい。

## 7 参考 URL

シミュレーションソフト

PPSim Ver1.3 紙飛行機用フライトシミュレータ

<http://www.ac.cyberhome.ne.jp/~v-tails/delphi/ppsims.html>

先行研究

[seika.ssh.kobe-hs.org/media/common/KadaiKenkyuu/buturi/.../2013風洞論文.pdf](http://seika.ssh.kobe-hs.org/media/common/KadaiKenkyuu/buturi/.../2013風洞論文.pdf)

[キャッシュ](#)

○茨木裕介 安蒜元紀 石丸洸太郎 木村誠 上田一輝

<<abstract>>

Our team studied the conditions of the occurrence of liquefaction. We advanced the experiment by changing the size of the sand grain. As a result, we found that liquefaction occurred intensely as the particle size became smaller. However, as the size become even smaller, liquefaction was not observed. Therefore, we focused on the mud which is least likely to liquefy. Specifically, it was thought that liquefaction could suppressed by mixing mud with the particles which liquefy alone. Finally we found that mud had the effect of suppressing liquefaction.

<<概要>>

私たちの班は液状化現象の発生の条件を研究した。砂粒の大きさを変えることで実験を進めた。その結果、粒子の大きさが小さくなると、液状化が激しく起こると分かった。しかしさらに小さくしていくと液状化は見られなかった。そこで、液状化が起こらなかった泥に着目した。つまり単体では液状化が発生する粒子も泥を混ぜることで液状化を抑えられるのではないかと考えた。最終的に泥は液状化を抑える効果を持つとわかった。

### 1 はじめに

私たちがこの研究を始めたきっかけは、近年地震が頻繁に発生し津波や火災などの被害が発生している中で液状化による被害も少なくないことを知った。そこで私たちは液状化発生の詳しい仕組みや発生条件を探り、その結果をもとに液状化による被害を防ぐ方法を考えていきたいと思いこの研究を始めた。

### 2 先行研究

液状化の原理について説明を行う。液状化現象は一般的に同じ成分や大きさの砂からなる地盤が地下水を含んでいる時に発生しやすいと言われている。そのような砂で構成された地盤は砂同士の粒子が結びつき支え合っているが、そこへ地震発生により繰り返し伝えられる振動によって結びつきが弱くなり、地盤が液体状になることを液状化現象という。液状化が発生しやすい地盤は以下のとおりである。

緩い砂地盤	海岸や河口付近、埋立地、河川の扇状地などで多くみられる、地盤の硬さを示すN値が20以下で、土の粒子の大きさが0.03mm~0.5mmの砂地盤で起こりやすい。
地下水の位置	地下水位が地表面から10m以内で、地下水位が浅いほど液状化が起こりやすい。
大きな地震の揺れ	震度5以上といわれている。揺れている時間が長くなると被害が大きくなる傾向にある。

※N値とは、地盤に差し込んだ杭に、所定の方法で重りを落下させ、一定の深さに打ち込むために必要な落下回数で、地盤の硬さを示す。

### 3 課題と仮説

私たちは液状化現象発生の条件を探ることを課題とし、仮説を二つ立てた。一つ目は砂粒の大きさを小さくすると液状化が激しく起こる。二つ目は泥と違う大きさの砂を混合させて実験を行うと細かい粒子の割合が多くなることで液状化がより激しく起こるのではないかと考えた。

#### 4 実験について

私たちは実験を進める上で液状化の程度を次の二つで定めた。

沈下の度合い	実験前にビー玉を対象物の上に設置し実験後の沈み具合を比較した
めり込み度	実験前に水面から 50cm の高さからビー玉を落としめり込んだ深さを測り 実験後も同じ方法で測定しその差をめり込み度とした

めり込み度では液状化が発生した場合砂から水が抜けることでどの程度地盤が引き締まったかが分かる。

#### 用意するもの

砂(5種類)、容器、振動測定アプリ、ストップウォッチ、定規、ビー玉

#### 今回使用した砂



礫



砂小 (2.0~1.0mm)



砂中 (1.0~0.8mm)



砂小 (0.8mm以下)



泥

#### 実験①(仮設①の検証)

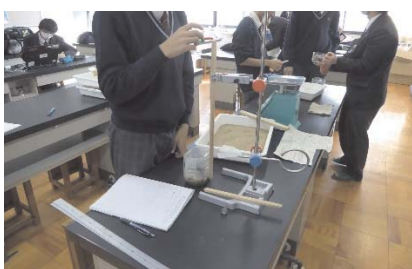
私たちは体積比と質量比の二つの面で実験を行った。

体積比の実験

- 1、ペットボトルに砂五種類をそれぞれ 400ml 入れそこに水 100ml を加える
- 2、ペットボトルを板の上に置き、振動の大きさが平均震度 6 強になるように振動測定アプリで
- 3、沈下とめり込み度を測定し、液状化の度合いをグラフに表す

質量比の実験

- 1、ペットボトルに礫、砂大、砂中、砂小、泥を 500g 入れそこに水 100g を加える
- 2~3は体積比と同じ方法で実験を行った。

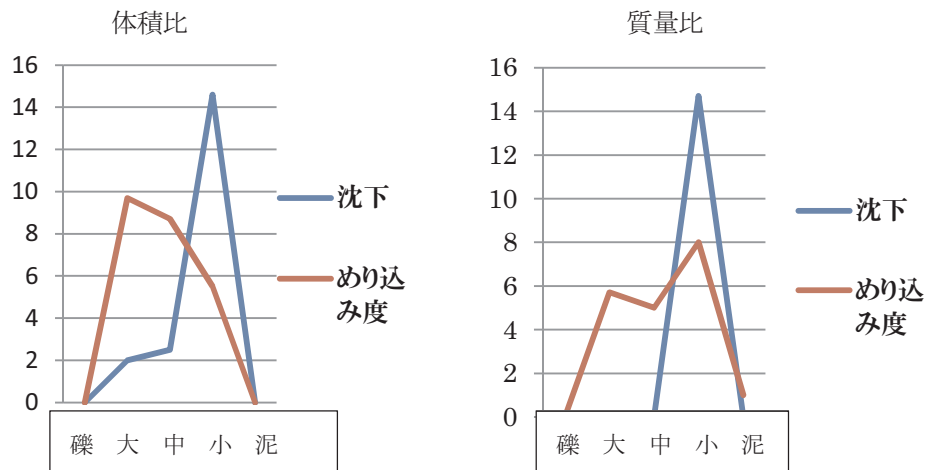


めり込み度測定の様子



実験の様子

結果・考察①

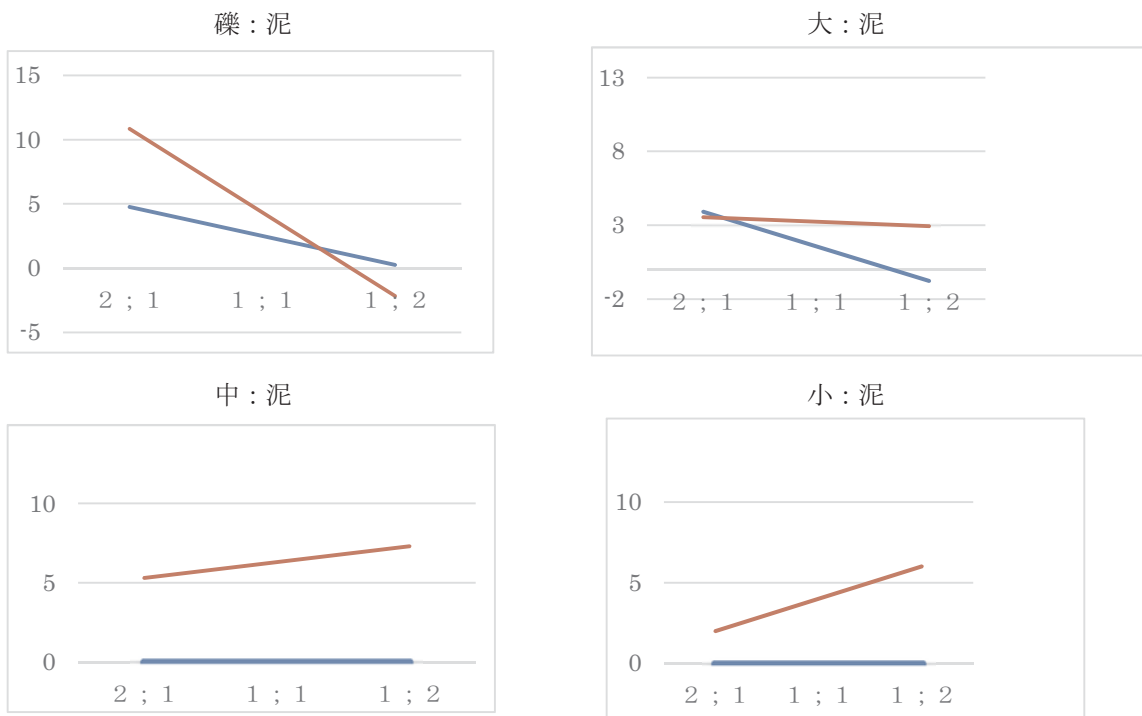


砂粒の粒子が小さくなると粒子間の距離も小さくなり、表面張力が強く働く。そのため、水を含みやすくなり液状化が激しく発生したと考えた。ただし泥の場合、粒の大きさが小さすぎるため表面張力が大きくなり、振動を与えても液状化は発生しなかったと考えた。逆に礫の場合は表面張力が小さく働くため水をほとんど含まなかったために、液状化は発生しなかったと考えた。

実験②(仮説②の検証)

泥と礫、砂大、砂中、砂小、極小がそれぞれ 1:1、1:2、2:1 の比率になるように混合し、検証 1 と同様の方法で実験を行った。

結果・考察②



横軸は混合割合であり右にいくほど泥の割合が多くなるように設定されている。

まず、泥と礫、砂大において注目すべき点は礫、大で液状化が発生したことである。この原因について私たちは大きい粒子の場合、少量の泥が混ざると粘性が抑えられつつ、泥が礫粒子の間で摩擦を軽減するために液状化が起こったと考えたが詳しい検証はできなかった。めりこみ度では泥が多いほど地盤が固くなったが、これについても詳しい検証はできなかった。

次に、泥と砂小、中について泥は検証1より振動前後でめり込み度に違いがないことが分かっている。したがってこの場合、泥を多く含むほど地盤が軟らかくなっているため理想的だといえる。小と中の沈下では泥の影響を受け、沈下しなかったと考えた。

泥と極小については実験に不備があったため考察できなかった。

## 5 結論

これらの実験から、まず泥は単体では液状化は発生しにくく、さらにほかの砂と混ぜるとその砂の隙間を埋め、泥の粘性によって液状化発生を抑える効果を持つことがわかった。

仮説①に対する結論としては、粒径の大きさによって液状化の度合いに違いが見られることがわかった。また礫と泥では液状化は発生せず砂においては粒径が小さいほど液状化の程度が激しくなった

仮説②に関しては単体では液状化が発生する砂でも泥を加えることで液状化を抑えることが可能であることがわかった。

## 6 参考資料

「砂岩層中にみられる流動化・液状化による変形構造：宮崎県日南層群の例と実験的研究」  
辻隆司， 宮田雄一郎 - 地質学雑誌， 1987

国土交通省 [http://www.mlit.go.jp/toshi/toshi\\_fr1\\_000011.html](http://www.mlit.go.jp/toshi/toshi_fr1_000011.html)

○瀧脇 迪哲 西原 由宇太 島田 雄登

&lt;&lt;abstract&gt;&gt;

The light whose planes that waves vibrate are restricted to specific ones is called polarized light. It is made when a natural light goes through a polarizing plate. However, when we put a polarizing plate on top of another and look at a fluorescent light by way of the two plate, it emits blue light. We named this phenomenon *hyacintho lux phenomenon*. When the cellophane is put between two polarizing plates, the plates began to color. We studied how the plates began to color and why the plates began to color.

&lt;&lt;概要&gt;&gt;

振動面を一定に限定した光を偏光という。偏光は、自然光が偏光板を透過することでつくることができる。しかし、二枚の偏光板を最も暗くなるように重ね、蛍光灯を見ると、それは青白い光を放っていた。私たちはこの現象をイアキントルクス現象と名付けた。二枚の偏光板の間にセロハンを挟むと色づきが生まれた。私たちはどのように色づき、そしてなぜ色づくのかを研究した。

### 1 はじめに

もともと色の研究をするつもりだったが、先輩方の先行研究で偏光という現象の中にあると知り、円偏光について詳しく調べようと思った。

### 2 先行研究

一定の方向にしか振動面を持たない光を偏光という。自然光（様々な方向に振動面を持つ光）が偏光板に通るとき偏光板の分子の構造により、ある一定の振動面を持つ光だけが通ることができ、偏光が生まれる。このとき円偏光とは、偏光の振動方向が進行方向に対して垂直であることを保ちながら回転している光のことを指す。

### 3 筒型偏光調整機を用いた実験

#### 3.1 筒型偏光調整機

偏光板の相対的な角度と距離を変えて実験をするために、また、偏光していない光を遮断するために実験機を作った。作り方は二つの筒の先端に丸い偏光板を貼り付け、筒を組み合わせて作った。この筒を引き延ばしたりひねったりすることで、距離や角度を変えることができる。これを偏光調整機と呼ぶ。

図1 円偏光の様子

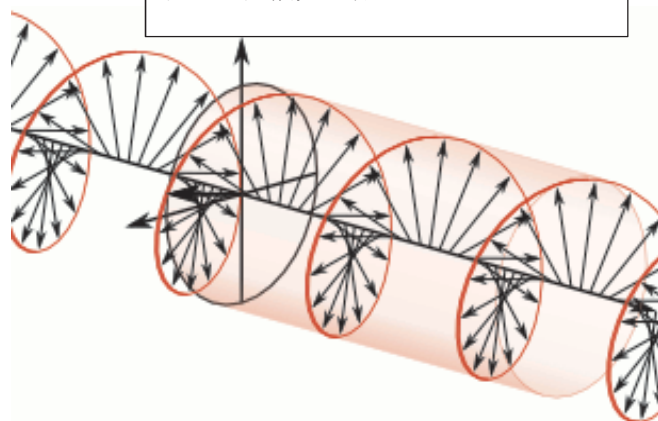


図2 式筒形偏光調整器



図3 実験の様子





### 3. 2 実験の方法

二枚の偏光板の距離、相対的な角度、及び筒型偏光調整機と光源の距離を変えて何回か実験を行った。今回はそのうち2つを紹介する。

#### 実験 I

二枚の偏光板の角度と明るさの関係を調べた。角度は15度間隔で0～180度の範囲で調べた。

#### 実験 II

二枚の偏光板の距離と明るさの関係を調べた。二枚の偏光板の角度は0度で固定して、距離は0～20cmの範囲で調べた。

### 3. 3 実験の結果

距離を固定し角度を変えると0、180度するとき、光度は最少、90度するとき、光度は最大になる。

(図4参照) また角度を固定して距離を大きくしていくと、光度の値は8cmまでは0であったが、それ以降わずかに増加した。(図5参照)

### 3. 4 考察

光度と角度の関係は以下の式で表せることができると実験的予想される。

$$L = A \sin \theta$$

(L:明るさ[LUX], A:定数 16.5?くらい,  $\theta$ :角度[度])

また二枚の偏光板の相対的な角度が0度するとき、光度は0LUXであった。しかし偏光板の距離が大きくなると、2の先行研究で説明した円偏光により、二枚の偏光板を両方透過できるように振動面が回転したのではないかと、という仮説を立てた。

### 3. 5 まとめ

この実験によって実験器の性質がわかった。そして実験を通して疑問が生まれた。それは偏光板を2枚重ねて0度にすると、少しだけ青色に見える光があった。本来これは実験Iで示したように0LUXになるはずであるが、完全に遮光できていないのである。この光を分光器でみると、青色の光はほとんど含まれていなかった。私たちはこの現象をイアキントルクス現象と名付けた。

## 4 参式筒型変更調整機を用いた実験

### 4. 1 参式筒型変更調整機

私たちは先ほどの3. 4で立てた仮説について「単純に実験機の白い側面に光が反射しただけではないのか。」という指摘をうけて、実験機の改良を試みた。まず、筒の紙を白から黒へ変更し、遮光性を上げた。さらに今までの二つの筒の間にセロハンを張った筒を取り付けた。この筒は次のセロハンの実験で使用する。

図4 角度と明るさの関係

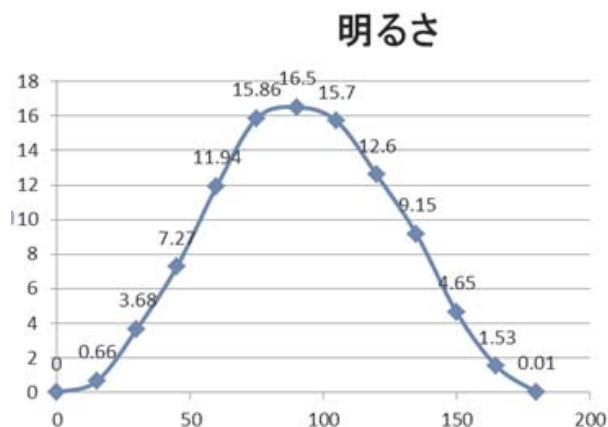
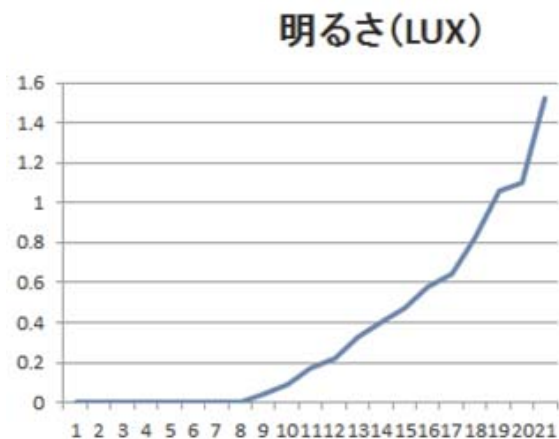


図5 距離と明るさの関係





4. 2 実験の方法

先ほどの実験Ⅱと同じ条件で実験を行った。

4. 3 実験の結果

距離を変えても明るさは0 LUX と一定であった。

4. 4 考察

先ほどの仮説は間違いであった。円偏光は偏光板の中で起こる現象であり、筒の中の空気中では光は直進する。

図 6  
改良した実験器  
参式筒形偏光調整器



5 セロハンを用いた実験

5. 1 はじめに

偏光板の間に 45 度傾けてセロハンを入れると、その部分だけ光が遮断されず透明になった。そこでセロハンの厚みや角度を変えて詳しく調べた。

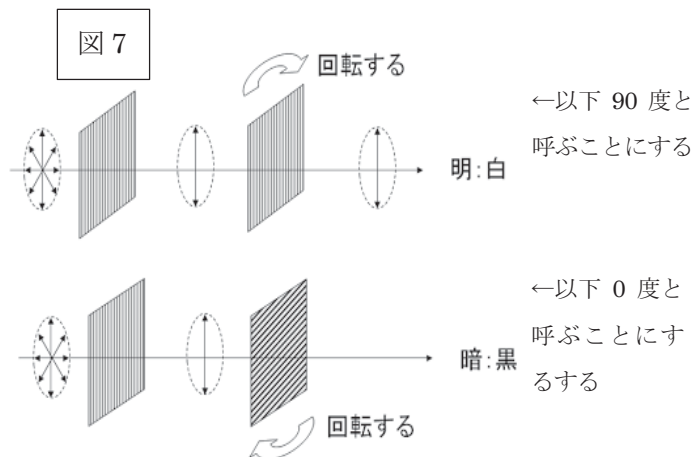


表 8

セロハンの厚さ	90度の時の色づき	0度の時の色づき
0.02mm	橙	透明
0.04mm	藍	黄
0.06mm	黄	紫
0.08mm	紫	緑
0.10mm	緑	橙
0.12mm	赤	緑

5. 2 実験道具

偏光板 2枚

セロハン (厚さ 0.02mm) 6枚

蛍光灯

5. 3 実験の方法

偏光板2枚の間に入れるセロハンテープを重ねることで厚みを

0.02mm, 0.04mm, 0.06mm, 0.08mm, 0.10mm, 0.12mm

と増やしていきその都度、色の変化を調べた。

また、偏光板の角度を 90 度変えた時の色づきの変化も調べた。

(図 7 参照)

5. 4 実験の結果

このようにセロハンの厚さを変化させると色づきに変化が見られた。

しかし、セロハンの厚みが増すにつれて色づきが弱まり、色づきが見られなくなった。

セロハンの厚みが同じで偏光板の角度を 90 度回転させたとき、セロハンの色は変化した。その関係は実験の結果から互いに補色の関係であると考えられる。(表 8、図 9 参照)

図 9



## 5. 5 考察

### ①セロハンの厚さによる色づきの変化について

色により光線の波長が異なるため、円偏光による偏光面の回転する速さが異なる。そして偏光板を透過できる光が限定される。よって光が偏光板とセロハンを通った時に透過する光線の色が変わった。すなわちセロハンに色づきが生まれたと考えた。

### ②偏光板を 90 度回転させたとき、互いに補色になった点について

円偏光で偏光面が回転するとき、ある波長の光に対して、その 1.5 倍の波長の光は位相が 90 度ずれる。ここで 1.5 倍の波長の光とは（表 10 参照）のように補色の光を示している。つまり私たちは波長に原因があると考察した。

表 10

光の色	光の波長 (nm)	補色	
紫	380 ~ 435	黄緑	560 ~ 580
青	435 ~ 480	黄	580 ~ 595
緑青	480 ~ 490	橙	595 ~ 605
青緑	490 ~ 500	赤	605 ~ 750
緑	500 ~ 560	紫赤	750 ~ 780

## 6 イアキントルクス現象

### 6. 1 イアキントルクス現象とは

3. 5でも記したように、本来二枚の偏光板を重ねて蛍光灯などの光度が大きい光源を見ると、その光は青く見える。（図 11 参照）

### 6. 2 レイリー散乱

イアキントルクス現象と似た現象の一つにレイリー散乱という現象がある。これは太陽から届いた光が地球の大気中の分子にぶつかるとう散乱する現象である。このとき散乱された光は元の光より強調される。空が青く見えるのは青色の光がほかの色の光よりも波長が短く大気中の分子にぶつかりやすいためである。ちなみに夕焼けが赤く見えるのは太陽光が通る大気の層が日中よりも大きくなるため、波長の長い赤色の光も散乱できるからだ。

### 6. 3 まとめ

イアキントルクス現象の仕組みはレイリー散乱の仕組みとほぼ同じである。レイリー散乱では大気中の分子によって散乱が起こるが、イアキントルクス現象では偏光板中の分子によって散乱が起こっているのだ。以上がイアキントルクス現象の発生原因である。

## 7 参考文献

物理（数研出版）

ウェブサイト「偏光とは何か（光の強度と偏光）」

ウェブサイト「iモード化学（可視スペクトル、波長と色名）」

図 11



○浅見結希 中村将大 原あき 堀江杏奈

<<abstract>>

We aimed to join the competition of space elevator because we were interested in the space elevator.

We made up a robot which traveled long the cable called tether and carried ping-pong balls to the space station near ceiling with LEGO MINDSTORMS®.

We improved our robot again and again.

As a result, the robot could go up and down, and carried the ball but couldn't climb quickly and lift a lot of load.

We haven't been able to achieve our goal of the participation to the competition, so we will make efforts to fulfill our ambition.

<<概要>>

私達は宇宙エレベーターに興味を持ち、宇宙エレベーターロボット競技会への出場を目指した。私達は、レゴマインドストームを使ってテザーを昇り、ピンポン玉を天井近くの宇宙ステーションまで運ぶロボットを作った。機体の改良を繰り返し、四つの機体を作った。ロボットは昇降、運搬は出来たが、昇降時間の長さ、積載量の少なさの問題が残った。また、競技会への出場もまだ果たせていないため、現在の目標は競技会出場である。

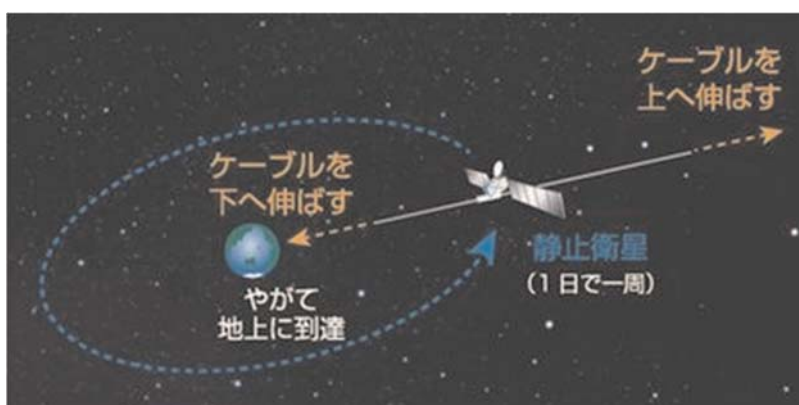
## 1 はじめに

私たちは先生から宇宙エレベーターについての話を聞き興味を持った。もともと宇宙やロボットに関心があったこともあり、宇宙エレベーターについてより詳しく知るため、その交流の場である宇宙エレベーターロボット競技会へ出場することを決めた。

## 2 先行研究

宇宙エレベーターについて

宇宙エレベーターとは地上と宇宙とをつなぐこれまでにない輸送機関で、これが実現できれば安全で安価に、そして特別な訓練を受けた宇宙飛行士でなくても宇宙に行くことができる画期的なものである。具体的には、赤道上空を地球と同じ周期で回る静止衛星から地球に向かってケーブルを伸ばし、重心が変わり地球側へ引っ張られてしまわないように反対側にも同じだけ伸ばす。そうしてこのケーブルにエレベーターをつけたものを宇宙エレベーターという。

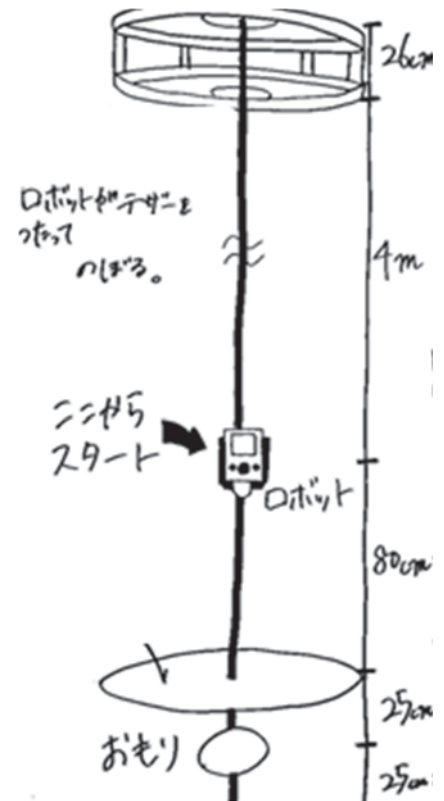


### 宇宙エレベーターロボット競技会について

この競技会は小～高校生が交流しながら宇宙エレベーターについて学び、レゴ教材を使って昇降、運搬、を行う宇宙エレベーターロボットを作成し、規定のルールに基づいて競技を行うというものだ。

競技の内容は、宇宙ステーションに見立てた円盤が天井に吊り下げられており、そこから地面にテザーが下されている。そのテザーをロボットに昇らせる。地面近くにロボットが下りてきている時に、人がピンポン玉を載せる。そして、プログラムを使って宇宙ステーションにピンポン玉を運ばせる。これ3分間繰り返し、より多くのピンポン玉を運べたチームが勝利となる。ただし、昇降中にピンポン玉を落としてしまうと減点になる。

ロボットはこのような専用のパーツを使用する。



シャフト、ギアなど



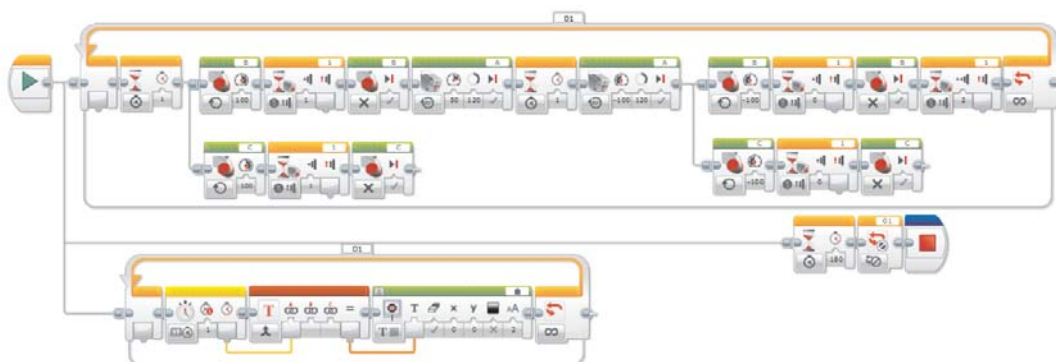
センサ



本体



プログラムもこのような専用のソフトを使用して自分たちで行った。



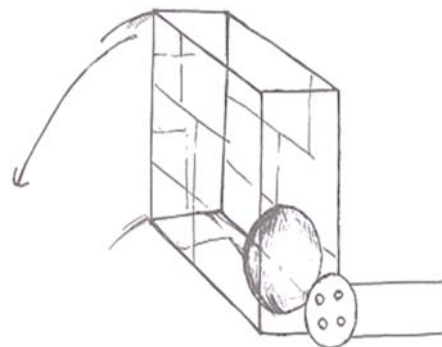
### 3 実験の方法

実験はロボットの組み立て、動作確認、考察を繰り返しより競技会に適した機体を作る、という方法で行った。

#### 4 実験の結果

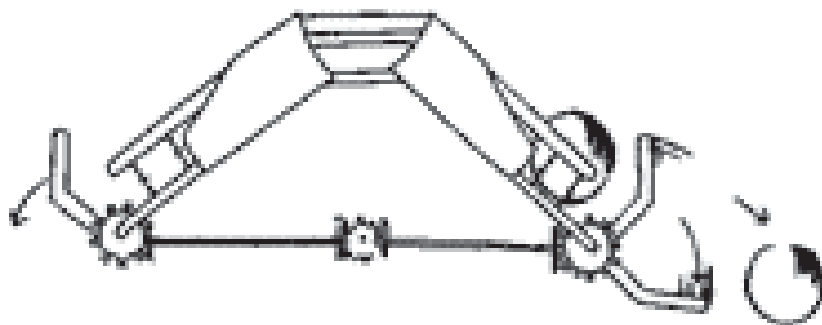
##### ○最初の機体の作製

初めに、とにかく一度作ってみようということで作ったのがこの機体である。テザーを登る機構にバスケット型のピンポン玉を運ぶ機体を付けたものだ。結果として、テザーを登ることはできずピンポン玉は一つも運べなかった。しかし、ピンポン玉を運ぶ機構を外すとテザーを登ることはできた。機体が大きすぎて宇宙ステーションの真ん中を通ることができない、地上で積み下ろす動作をしてもピンポン玉がうまく転がり出ない、本体が重くテザーを登ることができないという欠点が見つかった。



##### ○第二の機体の作製

第一機体を踏まえ、ロボットが宇宙ステーションの真ん中を通ることができるように機体のサイズを調整すること、ピンポン玉を積み下ろす新しい機構を考えること、テザーを昇れるように軽量化することを指針とした。具体的には、右のように、中央のギアが回ることによってバーが開き、ピン



ポン玉を積み下ろすという仕組みを考えた。しかし、テザーを登ることはできず、ピンポン玉は一つも運べなかった。この実験では、シャフトが長すぎて取り付けがうまくいかなかったため、ギアがうまくかみ合わず動作しない、ピンポン玉を下す機構だけならサイズに問題はなく宇宙ステーションにも入ったが、テザーを昇る機構に組み合わせるとうまく通れない、重すぎてテザーを登ることができないという問題が見つかった。

おもりの数	1	2	3
昇れたか	○	○	○
止まれたか	○	○	○

そこで、テザーを昇る機構が運ぶことができる重さを調べることにした。1個80gのおもりをいくつ取り付けられるかで調べたところ結果はこのようになり、3個まで登ることも止まることも出来たが、個数が増えるごとに上る速度は遅くなることが分かった。

##### ○第三機体の作製

今までの実験を踏まえ、宇宙ステーションの中に入ることができるよ



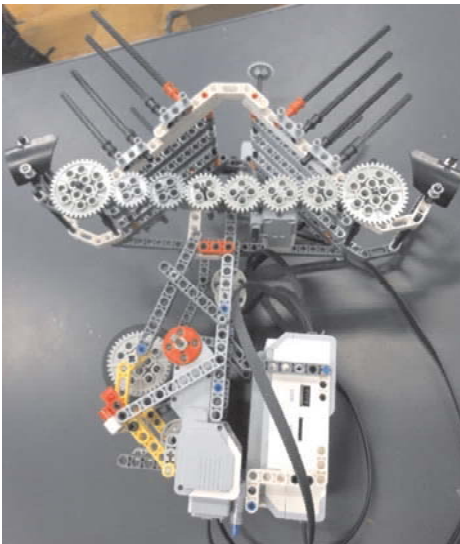


うにテザーを登る機構とピンポン玉を積み下ろす機構を組み合わせること、ピンポン玉を積み下ろす機構を240gまでに抑えること、ピンポン玉を積み下ろす新しい機構を考えること、の3つを指針とした。具体的には右のように、ギアを一行につなげ、回転することで左右のバーが開くという機構を考えた。その結果、テザーを登ることができ、一度に4つのピンポン玉を運ぶことができた。

## 5 考察

結果をまとめるとこのようになった。

機体番号	1	2	3
昇れたか	×	×	○
積み下ろせたか	×	×	○



これまでの問題点は昇降時間が長いこと、積載量が少ないこと、競技会に出場できていないことである。

具体的な解決策は、タイヤとテザーのかみ合わせを変えること、そして、タイヤの両サイドにギアを噛ませることでパワーを調節することを考えている。

現在はこれらの問題点を踏まえて、左のような機体を考えている。積載量を増やすことを考え、ピンポン玉を運ぶ機構を限界まで大きくした。しかし、少しでも中心からずれてしまうと通らなくなってしまうため現在調整中である。

## 6 まとめ

私たちは宇宙エレベーターに興味を持ち、宇宙エレベーターロボット競技会への出場を目指した。レゴマインドストームを使ってテザーを昇り、ピンポン玉を天井近くの宇宙ステーションまで運ぶロボットを作った。そこから機体の改良を繰り返し、四つの機体を作った。第四機体は今までの機体と比べて積載量は大きいですが、正確に宇宙ステーションの真ん中を通すためにはまだ改良が必要である。また、競技会への出場も果たせていないため、現在の目標は競技会に出場することである。

## 7 参考資料

JSEA 一般社団法人宇宙エレベーター協会

<http://www.jsea.jp/>

宇宙エレベーターロボット競技会

<http://space-elevator.tokyo/>

# CIRCLE RAINBOW

班員 中留 瞬 林 生成 島本 紀明 松岡 弘樹 天野 拓翔

<<Abstract>>

We were fascinated by the mystery of nature and began our research on the rainbow. After we used the rainbow beads in order to examine the nature of the rainbow, we made a research to observe a circle rainbow at any time. For that purpose, we used some timbers and hose, to ensure that drops of water existed in the area where we could see a circle rainbow. As a result, we were able to observe a circle rainbow any time the sun was shining.

<<概要>>

私たちは自然の神秘に見せられ、虹についての研究を始めた。虹ビーズなどを用いて、虹の性質を調べた後、円形の虹をいつでも見られるように研究を行った。そのために、木材とホースを用いて、丸虹を見るために必要な範囲に水滴があるようにした。その結果、いつでも太陽が出ているときに丸虹を観察することができた。

## 1 はじめに

虹という自然の神秘に魅せられて、研究を始めた。まずは、虹ビーズというものを使い、虹がどのようにできるのか、何か特徴があるのかを調べた。最終的には、円形の虹をいつでも見られるように研究を行った。

## 2 先行研究

虹については、これまで多くの人によって研究されてきた。例えば、虹の色や形、性質などだ。

右の図のように、虹は水滴に太陽光線が入り、それが屈折、反射することで、目に見えることが1637年にデカルトによって発見されている。また、右の図のように太陽→虹→人間の目を結んだ角度は約 $42^\circ$ である。

また、虹光線は、どの角度にもあるが、人間の目には虹光線が最も強め合う約 $42^\circ$ しか見えていないのである。

右の図2は図1の $\angle BCD$ の部分拡大したものであり、屈折した時にできる虹光線のなす角は、測ってみると約 $42^\circ$ である。

## 3 実験① (虹ビーズを用いての実験)

○使用道具

虹ビーズ (0.3mm)、板、黒画用紙、スプレーのり、LEDライト

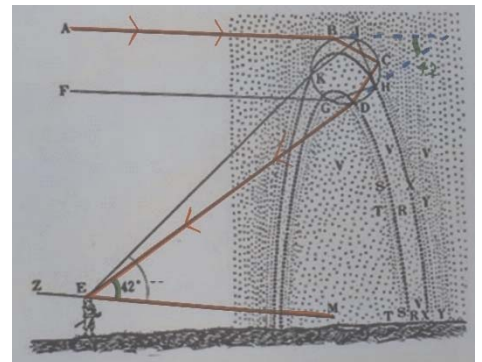


図1

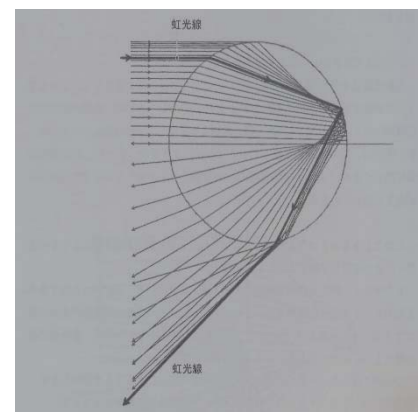


図2



○虹ビーズを使った虹スクリーンの作り方

- ①板に黒画用紙を張り付ける
- ②黒画用紙にスプレーのりを吹きかける
- ③虹ビーズを黒画用紙全体に張り付ける
- ④浮いている虹ビーズを払い落として完成

そして、虹に対する目の距離を変えて、虹の半径と幅を計測した



#### 4 実験①の結果

虹ビーズの板に近づくと、虹の半径は小さくなった。

#### 5 仮説

ホースを使って丸虹を観察するためには、実験①と先行研究から考えると太陽と垂直な面に水滴が存在する必要があると考えられる。自然界では見ることでできない下半分の虹が見えないのは、地面によって、太陽光線が遮断され、水滴も存在しないからである。よって、地面から目までの高さより虹の半径が小さくなるまで水滴に近づけばよいと考えた。

#### 6 実験② ホースを用いての丸虹作成

○使用道具

ホース、木材、紐、まち針、釘

○実験方法

- ① 釘を使って木材を十字に組み立てる
- ② 十字に組み立てた木材にホースをひもで縛り、円形にする
- ③ 円形のホースの内側にまち針で小さい穴をたくさんあける

※内側に小さい穴を開けたのは、円の虹を見るために必要な範囲に水滴があるようにするため

- ④ 円の虹が見えるようにホースを太陽と垂直に設置する
- ⑤ ホースと目の距離を変えて虹を観察する
- ⑥ 目から虹までの距離と半径を調べる



#### 7 実験②の結果

ホースの内側に水を出すことで、虹を観察するのに必要な範囲に水滴があったため、完全に円形の虹を作ることができた。太陽がどの位置にあっても、つまり、朝でも昼でも夕方でも、丸虹を見ることができた。



11月21日の昼頃



10月26日16時ごろ

ホースと目との距離を変えて虹を観察し、虹→目→虹の中心の角度は下表のようになった

ホース	目から虹の中心までの距離	半径	角度(TAN θ)	角度
1	50	50	1	45
2	52	45	0.86538462	41
3	53	46	0.86792453	41
4	62	55	0.88709677	41.7
				42.175

先行研究に書かれていた約42度と一致した

## 8 考察

円形の虹を見るには、太陽光が虹を見たい方向の反対側から当たり、光と垂直な面に水滴がある必要がある。また、水滴の面の一番上から一番下までの長さが、虹の直径よりも大きい時、普段は地面の下に隠れて見えない虹の下半分が見え、円形の虹を観察することができる。そのためには、人が虹に近づく必要がある。

しかし観測者の視野が上下左右42°以上なければ、一度に虹全体を見ることはできない。班員5人の視野を計測してみると、その視野を持つのは1人しかいなかった。そのため1回虹を見ただけでは、虹は円形に見えず、顔を動かすことで円形の虹を見ることができた。また、今回用いたデジタルカメラは上下左右42度を写すことができなかつたため、丸虹の画像は、4枚の写真を合成して作られている。

自然界で円形の虹を見るためには、明け方もしくは夕暮れに飛行機などに乗って自分が空中にいる、かつ太陽に対して垂直な面に水滴がある必要がある。

## 9 まとめ

今回の研究では最後魚眼レンズを用いて虹の写真を撮るということはできなかった。

しかし、最初の目標であった「円形の虹を観察する」という目標を達成することができた。

班員5人で、協力し、どうやったら丸虹が観察できるのだろうか、などを真剣に考え、しっかりとした発表を行うことができ、とても良い経験になったと思う。発表で賞を取ることはできなかったけれども、これまで2年間で行ってきた様々な研究・発表の中で一番実になったと思う。

## 10 参考文献

デカルト『気象学』（1637年）第8講 虹について

西條 敏美『授業 虹の科学』 p.40 図1-13

以上

2 年 8 組 22 番 曾和 亮佑

<<abstract>>

Various alloys are known, and one of them is “fusible alloy”, which has a relatively low melting point. We researched on Field’s metal, a kind of fusible alloys and tried to make a new alloy, a mixture of Field’s metal and Zinc.

We first studied the melting point of Field’s metal by changing its composition ratio and discovered a blend whose melting point is the lowest.

Afterward, in the research of making a new alloy, any alloy could not have a lower melting point than Field’s metal. However, we achieved reducing the cost.

This result suggests the usability of Zinc in making fusible alloys.

<<概要>>

合金は、さまざまな性質を持つことで知られているが、その中でも合金にすることで融点がもとの金属よりも低下する、低融点合金というものがある。

この研究の目的は、低融点合金の一つであるフィールドズ合金をベースにして低融点合金の性質を研究し、更に亜鉛を用いて新たな低融点合金を作成することである。

我々ははじめ、フィールドズ合金について、合金の組成比を変えることでその融点の変化について研究した。その結果フィールドズ合金における 3 成分について、最も低融点の組成を確認した。

その後、更に成分として亜鉛を用いて新たな組成の合金の作成を試みた。この結果、主な目的である融点に関しては、フィールドズ合金に及ばなかったが、低価格化などに一定の成果が見られた。

この研究によって、亜鉛を成分に用いた低融点合金の体系に一つの知識を加えることができた。

### 1 はじめに

生活の身近にある合金というテーマに注目して研究を行いたいと考えていた。その中で様々な性質の合金を調べているうちに、融点が低くなるという興味の惹かれる合金があるのを知り、その性質などを研究して自分たちで合金を作ろうと考え、このテーマでの課題研究を始めた。

### 2 先行研究

現在考案されている代表的な低融点合金を記す。

- 1 ウッド合金 融点 70°C 成分 Cd Pb Bi Sn
- 2 フィールドズ合金 融点 62°C 成分 Bi In Sn

これらの金属は融点が元の金属単体よりも低くなっている。またビスマスやスズなど共通する金属もみられる。

### 3 実験の概要

Bi, In, Sn, Zn の 4 種類の金属を使用し合金を作成して、組成ごとに融点を測定した。

今回の実験ではフィールドズ合金よりも低い融点、低い価格を持つ合金を作成することを目標とした。

また、ウッド合金に使用されている Cd, Pb などの金属は有害性が憂慮されるため使用しないこととした。

#### 4 事前知識

- ・各金属の融点

実験に使用した金属の単体での融点は

インジウム…156.6℃ スズ…231.9℃ ビスマス…271.2℃ 亜鉛…419.5℃ である。

- ・価格について

フィールズ合金は価格が 107.2 円/g と比較的高価である。レアメタルであるインジウムの価格が 259.2 円/g であり、これがフィールズ合金の価格を上昇させる原因になっている。

#### 5 実験 1

最初の実験では、フィールズ合金の組成を変えて、フィールズ合金の 3 成分の中での融点の変化を調べた。手順は以下の通りである。

1. 図 1 のようにガスバーナー、るつぼ、マッフル、三脚、三角架を設置した。
2. その後、元素ごとに計量した金属のうち、融点の最も高いものをるつぼに入れて溶かし、同じ手順で融点の高いものから全て混ぜて溶かした。
3. 溶かした合金は一度冷却して固体にし、その後もう一度加熱して溶かし、冷却時に図 2 のようにして結晶化点を測定した。固まる瞬間、凝固熱が発生する直前の温度を結晶化点とした。



図 1 加熱時の装置



図 2 融点測定の様子

なお、後の実験でも基本的な手順はこれに則った。

#### 6 実験 1 の結果

結果の図

In:Bi:Sn (質量%比)	融点 (°C)	価格 (円/g)
10:61.5:28.5	94	30.9
20:56.5:23.5	81.5	56.4
30:51.5:18.5	72.5	81.8
40:46.5:13.5	64.3	107.2
50:41.5:8.5	66	132.6

網掛けの融点はフィールズ合金の融点である。インジウムの含有率を多くしても少なくしても融点は下がらず、高くなった。



## 7 実験2

次にフィールドズ合金に亜鉛を加えて、4つの成分で新たな合金を作ることにした。

しかし合金を作成する際に亜鉛の酸化被膜が生成してしまい、これを取り除いて合金を作成できなかったため、この除去の方法を考えることになった。

## 8 実験3

亜鉛を加熱する際に、炭素粉を加えることで酸化被膜が生成するのを防ぐことを試みた。

### ・手順

1. フィールドズ合金を作成した
2. フィールドズ合金は溶けて亜鉛は溶けない温度まで加熱し、フィールドズ合金を融解させた
3. 溶けたフィールドズ合金の中に亜鉛板を入れた
4. 炭素粉で合金を覆った
5. 加熱して合金を作成
6. 冷却して凝固させた後、表面の炭素粉をやすりで削って取り除いた

この手順で、亜鉛と、合金の質量比を変化させて数種類合金を作成した。

## 9 実験3の結果

この実験中では、亜鉛と合金の質量比をまず変えてから、さらに合金の中での組成を変化させたので、亜鉛と合金の質量比ごとに結果の図を作る。

(i) In40%のフィールドズ合金

Fields:Zn (質量%比)	融点 (°C)	価格 (円/g)
95:5	64.8	102.0
90:10	68.6	96.7
85:15	70.6	91.5

(ii) In30%のフィールドズ合金

Alloy:Zn (質量%比)	融点 (°C)	価格 (円/g)
97:3	70.1	78.6
94:6	71.1	76.5
91:9	76.2	73.9
88:12	78.0	71.2

(iii) In20%のフィールドズ合金

Alloy:Zn (質量%比)	融点 (°C)	価格 (円/g)
97:3	75.0	54.4
94:6	75.1	53.7
91:9	82.1	51.0
88:12	90.0	51.0

## 1 0 各実験の考察

### 1. 実験 1 について

インジウムの量を増やしても減らしても融点は下がらなかったことから、フィールズ合金の時がこの 3 成分の最低融点を示すと考えられる。

※フィールズ合金は共晶という構造を取っており、この組成での融点が理論上最低であることが後にわかった。

共晶とは、二種類以上の成分からなる液体が、一つの純物質であるかのように同じ融点で凝固して同じ組成の混合結晶となることである。フィールズ合金では、In, Bi, Sn の三成分による共晶構造が作られている。

その凝固温度は元の単体の融点よりも低くなる。

### 2. 実験 2 について

この実験で酸化被膜が発生したのは、亜鉛が他の成分金属に比べて酸化されやすく、高温で空気中という環境では容易に酸化されてしまったからだと考えられる。

### 3. 実験 3 について

炭素粉を加えたことで還元剤としてはたらき、亜鉛が酸化されるのを防いだ、あるいは亜鉛が合金の液体中で加熱されたため、酸素に触れず酸化されなかったと考えられる。

合金の融点に関してはインジウムが多く含まれるほど融点が低くなり、亜鉛が多くなるほど融点が高くなるという単体の融点の傾向を示す結果が得られたが、成分の中で組成を変えるとある程度大きな融点の変化があったことから、この 4 成分の合金でもさらに融点が低い組成が存在すると思われる。

## 1 1 全体を通して

実験 3 の中で融点が 70℃を下回り、価格も低下する合金が作成できたというある程度の結果は得られたが当初の目的であったフィールズ合金より低い融点は作成できなかった。

また、フィールズ合金において導入された共晶の概念について、亜鉛を加えた 4 つの成分での共晶構造の存在や、その組成について発見できなかったため、理論的に合金の構造を予測したりすることが出来ず数をこなすことになってしまった。

合金の組成と融点に関する法則や理論を発見し、科学的な手法によって、今回研究を行った 4 成分での合金の融点についてさらに研究を深める必要があると考えている。

## 1 2 参考文献

“Field’ s metal” Wikipedia.

[https://en.wikipedia.org/wiki/Field%27s\\_metal](https://en.wikipedia.org/wiki/Field%27s_metal) (閲覧 2018-03-02)



○寺沢淳志 安田芽生 田中梨緒 永井愛梨

<<abstract>>

We carried out some experiments to find foods which prevent mold harmful to the human body. The method of our experiments is seeing what foods or seasoning can keep rice from going bad. We used Salted plum, Salt, Sugar, and so on. After that, we examined why the foods or the seasoning tough against mold can prevent the occurrence of mold by changing positions and the amount of them. As a result, we found that citric acid act on mold.

<<概要>>

私たちは人体に害があると考えられるカビを防ぐことができる食べ物に目をつけ実験を始めた。実験では、一定量のご飯に梅干し、塩、砂糖をはじめとしたさまざまな食べ物を使用しカビが発生するかどうか観察した。そして、その実験でカビを防ぐと考えられたカビを防ぐ食べ物の配置の仕方や分量を変えることでカビを防いだ要因を調べた。その結果、梅干しに含まれているクエン酸がカビに作用していることが分かった。

### 1 はじめに

カビは自身が生産するカビ毒によって人体に害を与える。生産されたカビ毒は熱に強く熱殺菌でカビを死滅させたとしてもカビ毒は残るため、大変危険である。

カビ毒が人体に与える主な症状は黄疸（おうだん）、急性腹水症（きゅうせいふくすいしょう）、下痢などがある。過去に 2004 年にケニアでカビ毒による「アフラトキシン中毒」が発生し多くの黄疸患者や死者が出た実例がある。私たちは食べ物に発生するカビが人体に与える健康被害が問題となっていることに注目し、私たちの身近にある食べ物でカビを防ぐ効果を持つ食べ物を発見しようと思い研究を始めた。

### 2 先行研究

二本松市立小浜中学校特設科学部様での「カビを抑制する食材に関する研究」では、おにぎりの中に入れる食材によってカビの発生を促進するものと抑制するものを調べていた。その実験ではニンニク、ショウガ、食酢などがカビの抑制効果をもっていることが確認されていた。

### 3 実験の方法

シャーレにラップを敷いたものの上にご飯と試料を乗せ、ラップで覆い、31℃に保たれた環境で保存する。7日後、カビが発生しているかどうか観察する。（カビの中には人体に悪影響を及ぼすものが多いためラップで覆われた状態のものを目視で観察した）

### 4 実験 I

[使用した試料] 梅干し 塩 試料なし 塩昆布 アルコール消毒液 砂糖

[結果] ・カビが生えたもの…塩昆布 砂糖

・カビが生えなかったもの…梅干し 塩 試料なし （アルコール消毒液）

[考察] 梅干しが最もよくカビを防いでいたと考えられる。

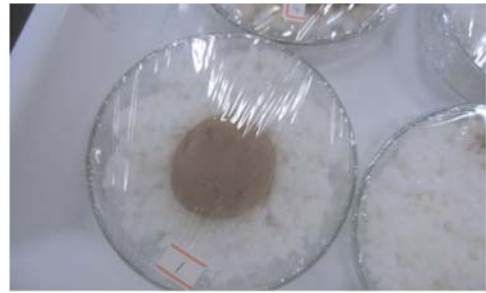
※塩や試料はカビが生えなかったが変色しており、一方梅干しは全く変化が見られなかった。

※アルコール消毒液はカビを防いでいたが、「カビを防ぐ食べ物の発見」という目的には沿わないと考えたためカビを防ぐ食べ物ではないとした。

実験初日の様子



実験後 7 日後の様子



>

## 5 実験Ⅱ

[目的] ・梅干しのカビを防いだ原因を**梅干しの原料**の視点から調べる

- ・ごはん 50g に対してカビを防ぐことができる**質量**の限界を調べる
- ・様々な食べ物を用いてカビを防ぐ可能性のあるたべものを新たに発見する

[試料] **クエン酸 塩 味噌 海苔 唐辛子 チーズ 酢** カリカリ梅 オリーブオイル 醤油

梅干し 1g 梅干し 0、5g 梅干し 5g 試料なし

※**太字**のものは梅干しの原料の代表例である。

※下線部のものはごはん と試料の比率を 10 : 1 にした

[結果] カビが生えたもの…塩 味噌 海苔 唐辛子 チーズ 酢 カリカリ梅 醤油 梅干し 1g

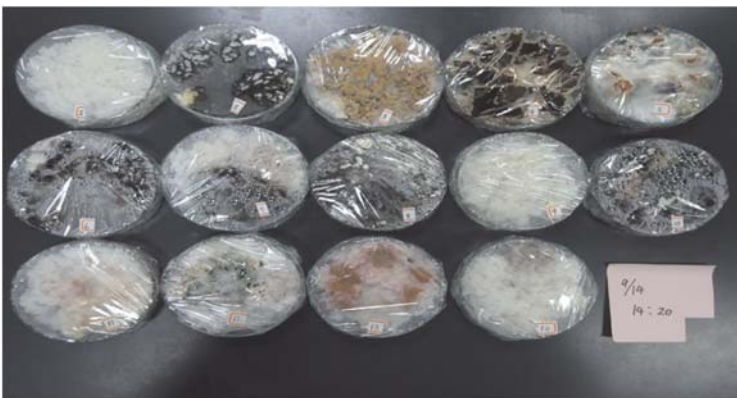
梅干し 0、5g 試料なし

カビが生えなかったもの…クエン酸 オリーブオイル 梅干し 5g



← 実験初日の様子

← 上段左から右へ上記の試料の順に並んでいる



← 実験開始から 7 日後の様子

← 上段左から右へ上記の試料の順に並んでいる

[考察]①梅干しの原料の中でクエン酸のみがカビを防いでいた

→梅干しがカビを防ぐのはクエン酸のおかげではないかと考えられる。

②オリーブオイルがカビを防ぐ効果があると考えられる

③梅干し 5 g ではカビを防ぎ、1 g 以下ではカビを防がなかったことから、ごはん 50 g に対してカビを防ぐことが可能な限界の質量は 1 g から 5 g の間である。

① について

参考文献によると、カビの生育が可能な pH 環境は pH3 ~ pH9 であるとされておりクエン酸の pH はおよそ 2 であるため、クエン酸を加えることでカビが発生できない環境が作られたと考えられる。よって、pH3 未満の酸を含む食べ物はカビを防ぐのではないかと考えられる。

② について

オリーブオイルがごはんの周りの膜となりカビを防いでいたと考えられる。また、オリーブオイルはほかの油より乾きやすい種類の油であり膜表面にはカビに必要な水分を含んでいないためカビが発生しないと考えられる。

## 6 実験Ⅲ

[目的] ・実験Ⅱと同様にごはん 50 g 当りにカビを完全に防ぐことができる限界の質量を定めていく

・梅干しの配置の仕方でカビの発生に影響を与えるのかどうか調べる。

- [試料]
- |                |                          |
|----------------|--------------------------|
| ① 中央に配置        | ⑤梅干しをごはんで挟む(ごはんと梅で三層にする) |
| ② ごはんの上に散らして配置 | ⑥梅干し 3 g                 |
| ③ シャーレの底に配置    | ⑦梅干し 4 g                 |
| ④ ごはんの周りに配置    |                          |

[結果]



試料 1



試料 2



試料 3



試料 4



試料 5



試料 6



試料7

[結果]・・・**試料4**がカビを防ぎ、**試料1**がほんの少しカビが発生

[考察]

- ・ごはん 50 g に対して梅干し **5 g 以上**ではカビを防ぐと考えられる。
  - ・一方梅干し **4 g 以下**ではカビが発生してしまう。
  - ・試料によってカビの発生にばらつきが出たため、梅干しの配置の仕方がカビの発生に影響を与えと考えられる。
- 梅干しの配置が本当に結果に影響があるのか調べていく。

## 7 実験Ⅳ

[目的]実験Ⅲより特にカビの発生を防いでいた試料1と試料4を各3つずつ用意し実験Ⅲの結果が**偶然**であったのかどうか調べる。

[結果]

	1つ目	2つ目	3つ目
試料1	カビを防いだ	カビを防いだ	カビを防いだ
試料4	カビを防いだ	カビが発生	カビが発生

[考察]

試料1が**かなり効果的**であると考えられる。一方、試料4はあまり効果がなく実験Ⅲでカビを防いでいたのは**偶然**であったと考えられる。

## 8 まとめ

[結果について]

- ① 結果より**梅干し**が最も「**カビを防ぐ食べ物**」と考えられ、特に梅干しに含まれる**クエン酸**が作用してカビの発生を防いでいると考えられる。
- ② 梅干しを実験Ⅲの試料1のように中央に配置したものが最も効果的だと考えられる。
- ③ ごはん 50 g に対して梅干し 5 g 以上でカビの発生を防止する働きを発揮し、4g 以下ではカビの発生を防ぐことができない。

※一年間課題研究を通して目的である「カビを防ぐ食べ物」をいくつか見つけることができたので良かった。

まだまだ調べたいことはあるが、とても有意義な活動ができたと思った。

## 9 展望

- ① **クエン酸**がカビ防止の重要なカギであると考え、クエン酸が含まれるほかの食材で同様の実験を行い、効果がみられるか調べていく。
- ② クエン酸とは別の観点からカビを防止する食べ物を発見する。
- ③ 誰でも簡単にできる食べ物によるカビの防止法を突き詰めていく。

## 10 参考資料

- ・カビ - Wikipedia  
→<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%AB%E3%83%93>
- ・カビ毒「アフラトキシン」  
→[http://www.iph.pref.osaka.jp/news/vol39/news39\\_2.html](http://www.iph.pref.osaka.jp/news/vol39/news39_2.html)

○吉本絢音 塚本有南 永原萌佳 金城由歩

<<abstract>>

We started the study because we wondered what way of cooking was better for effective nutrition. We conducted an experiment to measure the remaining amount of vitamin C after using every cooking method. The result is that microwave ovens left most vitamin C. So we concluded that the microwave ovens are the most efficient way to take in vitamin C.

<<概要>>

効率よく栄養を摂取するためにより良い調理法は何か疑問に思い、この研究を始めた。調理別のビタミンCの残有量を比較する実験をした。結果は電子レンジが最も多くなり、ビタミンCを効率よく摂取するには電子レンジが一番よいと結論づけた。

### 1 はじめに

私達は調理法によっては調理の過程で栄養の破壊があると知った。そして、より効率良く栄養を摂取できないかと考えた。そのため、調理法によって栄養がどれだけ減少するかなどを調べ、より多くの栄養を摂ることができる調理方法を調べることにした。

対象は、身近であり、五大栄養素であるエネルギー・タンパク質・ビタミン・脂質・ミネラルが含まれているブロッコリーに絞った。ブロッコリーを上手に調理することが健康につながる栄養を多く摂取できることだとおもったからだ。まず、調べる対象とする栄養素をビタミンCに絞った。

### 2 先行研究

#### ・ビタミンC

水溶性である。水溶性ビタミンは熱により活性が失われる。ビタミンCが持つエンジオールと呼ばれる構造は還元性を示し、酸化されるとジケトンと呼ばれる構造に変化する。酸化型ビタミンは水と反応して2, 3-ジケトグルン酸に分解される。(別名:L-アスコルビン酸)

#### ・アスコルビナーゼ

還元型ビタミンを酸化型ビタミンに分解する酵素。ブロッコリーに含まれる。

#### ・酵素について

最もよく働く温度(約40℃)が決まっている。温度60~70℃を超えると、酵素のたんぱく質が熱変成を起こすために活性部位の立体構造が変化して、働きが失われる(=酵素の失活)。酵素が失活してしまうと、再び常温に戻してもその働きは回復しない

- ・ヨウ素液はデンプンより先にビタミンCと反応する。
- ・ビタミンCとヨウ素液の反応で色の変化は無い。
- ・ヨウ素液はデンプンとの反応後、紫色に変化する。
- ・電子レンジは、マイクロ波が水分子を振動させ、その分子と分子の摩擦で発熱し、加熱している。

### 3 実験の方法

実験で比較する調理法を、身近で普段からよくされる、電子レンジ調理・焼く・茹でるの3つとした。それに加



え、加熱有り無しを比較できるように生のままでの実験も行った。

ビタミンCが最も多く残る調理法から、生>焼き>レンジ>茹での順になると仮定した。

## 実験Ⅰ

### 用意するもの

<ブロッコリー液>

①ブロッコリー（花芽 4.0g 花柄 4.0g）を測りとり、5セット用意する。

5つの方法【生・電子レンジ<<500w：2分>>・茹で<<室温（28.4℃）から中火で2分>><<沸騰後から中火で2分>>・焼く<<中火で2分>>】で調理する。

②調理したものをそれぞれ乳鉢で30mLの純水とともに塊がなくなるまでつぶす。

③ ②で作成した液を吸引濾過する。

④ ③液のうち10mLを取り、100mLメスフラスコで希釈する。

<デンプン溶液>

①沸騰した純水にデンプン1.0gを溶かす。濃度不定。

<ヨウ素液>

①純水450mLにヨウ素を0.32g、ヨウ化カリウムを23.63g溶かす。

（ヨウ化カリウムは極性分子から成る純水を無極性状態に近づけ、無極性分子から成るヨウ素を溶けやすくするために用いる。）

②メスフラスコに①で生成した溶液を移し、純水を加えて500mLにする。

### 方法

① ビーカーにブロッコリー液20mlを取り、デンプン液を加える。

② ビュレットにヨウ素液を入れ、滴定を行う。

\*コニカルビーカー内の溶液が紫色に変化した時点を終点とする。

色の変化が起こるまでに滴下したヨウ素液の体積からブロッコリー液に含まれるビタミンCの量を比較する

## 実験Ⅱ

### 用意するもの

<アスコルビン酸溶液 100mL×6>

それぞれ違う条件で加熱したアスコルビン酸0.1gを100mLメスフラスコに入れ、純水で希釈する。

1.そのまま

2. 中火で50秒焼く（焦げ無し）

3. 電子レンジ500w50秒（溶液状態）

4. 電子レンジ500w50秒（粉の状態）

5. 純水50g＋アスコルビン酸0.1gを120秒間60℃に保つ

6. 5と同じ方法・時間で100℃に保つ

### 方法

① アスコルビン酸溶液1～6をそれぞれ10mL量りとり、デンプン液2mLを加える。

② ヨウ素液で滴定する。これを3回繰り返す。

### 実験Ⅲ

#### 用意するもの

<ブロッコリー液>

(60℃・100℃でゆでたもの\*実験Ⅰと同じ作成法)

<ヨウ素液>

(ヨウ素 0.40 g ヨウ化カリウム 23.76 g)

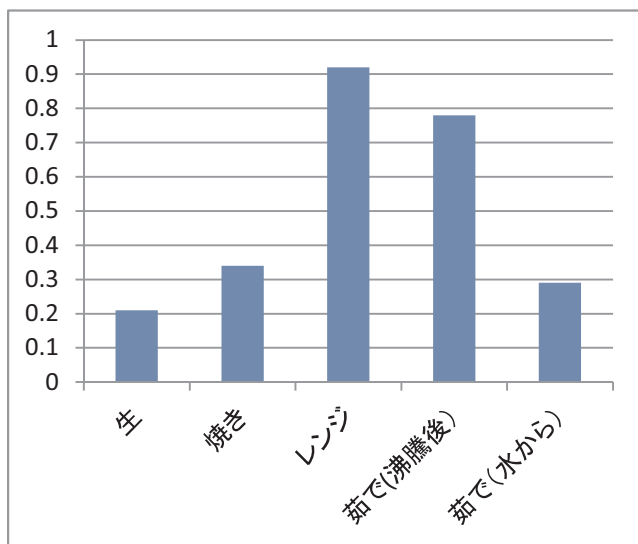
#### 方法

実験Ⅰと同じ。

## 4 実験の結果・考察

### 実験Ⅰ

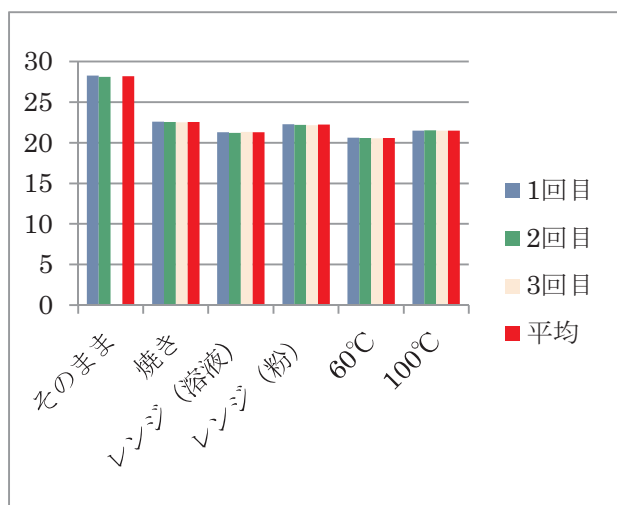
ヨウ素液滴下量 [mL]



結果は、レンジ>茹で(沸騰後)>焼き>茹で(水から)の順になった。加熱したものに関しては、熱の伝わる速さによるアスコルビナーゼの失活する速さに比例していると考えられる。比較するための生が少なかったのは、加熱によるアスコルビナーゼの失活が起らなかったためであると考えられる。また、アスコルビナーゼは細胞が壊れた時に活性する性質があり、すり潰す際のそれぞれのブロッコリーの硬さ(すり潰しやすさ)も関係していると考えられる。

### 実験Ⅱ

ヨウ素液滴下量 [mL]

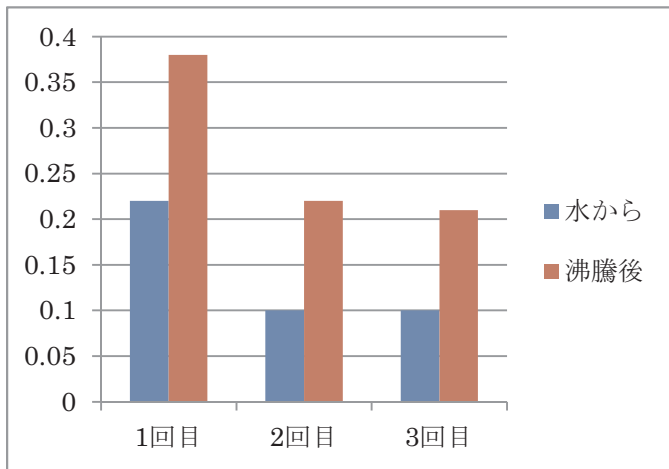


ビタミンCそのものは、アスコルビナーゼの影響がないとき、加熱による失活が多少あるものの、調理法によつての差はほぼ無い。このことから、実験Ⅰの結果の差は、ビタミンCの失活ではなく、アスコルビナーゼの影響によるものだと考えられる。



### 実験Ⅲ

ヨウ素液滴下量 [mL]



ブロッコリーを、水から茹でたものと沸騰後から茹でたものでは、沸騰後から茹でたものの方が、ヨウ素液滴下量が多いことがはっきりとわかる。これは沸騰後から茹でたものの方がビタミンCの残有量が多いことを示している。つまり、茹でる時の温度がビタミンCの残有量に関係すると考えられる。水から沸騰したものはアスコルビナーゼの最適温度付近であり、アスコルビナーゼが良く働いたためビタミンCが多く分解された可能性がある。

- ①短時間加熱では 調理方法や調理時間が変わっても、ビタミンCの失活量はほとんど変わらない。
- ②実験Ⅰで差があるのは、アスコルビナーゼの失活が温度によって変わることが原因だと考えられる。
- ③レンジ・沸騰・焼きは、調理の時点でアスコルビナーゼが多く失活している

[③の考えられる理由]

- ・レンジはすぐに酵素の最適温度を超え、酵素の失活温度になる。
- ・沸騰は茹で汁に溶け出している分がある。
- ・焼きは、焼くことによってできた焦げ目の部分が完全にビタミンCが失活したのではないか。

### 5 まとめ

実験を通して分かった、ブロッコリーのビタミンCを減少させないポイントは、調理時間が短時間であることと水を使わないことである。このポイントを押さえた熱を通す調理法が良い。よって、実験で比較した調理法の中では、電子レンジ調理が最も良いといえる。

### 6 今後の展望

- ・ビタミンCが焼いて焦げることによって、本当に失活してしまうのかを調べる。
- ・アスコルビナーゼの阻害酵素はあるのか調べる。
- ・別の物質（調味料など）がビタミンCとどのように反応するか調べる。
- ・カルシウムなどほかの成分の測定・比較をする。

### 7 参考資料

- ・ビタミンCの定量実験～和歌山大学教育学部化学教室～
- ・化学の新研究/三省堂
- ・日本食品分析センター/分析方法簡易フローチャート

## 10 班 酸化チタン光触媒の浄化能力の向上に関する研究

○石川竜巳 柴田真咲 石住隆太 藺上摩耶 田中きらら 藤野百合華

<<abstract>>

We knew the fact that Titanium oxide photocatalyst doesn't react visible light, but only ultraviolet. We thought we wanted titanium oxide photocatalyst to have reactivity to visible light. It was our purpose. In our experiment, we used the method, "Doping" to add several substances to improve reactivity of titanium oxide photocatalyst. As a result, we got conclusion that acetic acid is the best substance to dope to be have reactivity to visible light. In addition, we experienced about mass of the doped substance to see if it effects the reactivity. Finally, we concluded that there are some appropriate mass of the doped substance.

<<概要>>

私たちは酸化チタン光触媒が紫外線にしか反応せず、可視光には反応しないことを知った。そこで、可視光にも反応性を持たせたいと考え、研究を始めた。実験では酸化チタンに様々な物質をドーピングという操作によって反応性を高め、可視光に反応しているかを確かめた。すると、酢酸（炭素）をドーピングしたものに可視光反応性があるといえる結果が得られた。さらにドーピング量についても実験を行い、ドーピング量には適正な値があり、多すぎても少なすぎてもいけないという結論に至った。

### 1 はじめに

#### (1)研究の動機

光触媒とは、日光などに含まれる紫外線などを受け、自分の持つ電子を励起させ正孔を作り、そこに付着した有機物などの汚れとなるものを分解する物質のことである。しかし光触媒は可視光のような持つエネルギーが低い光には反応しないという特徴も持つ。これでは、光触媒に汚れなどを分解させる際には日光にさらす必要があるため、光触媒の使用可能条件が限られてしまうと考えた。さらに、可視光に反応する光触媒は開発されている（酸化タングステンなど）が、とても高価であった。そこで比較的安価な酸化チタン光触媒に可視光反応性を持たせ、浄化能力・分解能力を向上させたいと思い、研究を始めた。

#### (2)研究の目的

酸化チタン光触媒に可視光反応性を持たせることを最終目標とした。詳しくは先行研究の項に載せるが、参考にした文献に「ドーピング」という方法で反応性を高めていたものがあつた。本研究ではドーピングを目標達成への手段として利用することにした。

### 2 先行研究

先行研究にあつた「ドーピング」という操作（以下、ドーブ）を参考にした。これは触媒に様々な物質を添加、担持させることにより不安定にし、励起しやすく、すなわち反応性を高めるものである。また、ドーブする物質によっては分解能力に差がみられることが分かっている。さらに酸化チタンへのドーブについて調べてみたところ、最もドーブに適しているのは窒素だと言われていることも分かった。先行研究の中には酸化チタンにドーブすることにより分解能力の向上が期待できる物質を提案するものもあつた。しかし実際に実験は行っておらず、量子化学計算によるシミュレーションにとどまっていた。そこで私たちは文献中に示されていた物質を実際にドーブする物質として参考にした。

### 3 実験と結果・考察

#### (1) 実験 I

前述の文献中にあった物質を酸化チタンにドーピングすることによる分解能力の差とその程度を調べるために実験を行った。また、文献中の物質には従来ドーピングには最も効果的と言われてきた窒素を超えるものがあるのではないかという仮説を立てた。

- ・実験方法…今回は酸化チタンの分解能力を実験していくにあたって、文献中の「酸化チタンコーティングスライドガラス」というものを作製、利用した。

#### ○「酸化チタンコーティングスライドガラスの」作製方法

- ①ビーカーに 酸化チタン粉末 (アナターゼ型) を 1.0g 、アンモニア水 (28%) を 0.50g 、イオン交換水 (純水) を 25mL 加え、マグネティックスターラーで十分に攪拌する。(図 1)
- ②ドーピングしたい物質を 1.0g 加え、攪拌を続ける。
- ③十分に攪拌ができれば、スライドガラスに溶液をつけ、電気炉 500°C で 30 分間焼成した。これを 2 回繰り返す。(図 2)

- ◎こうして作製したスライドガラスをシャーレの中に 50 倍に希釈したメチレンブルー水溶液 (青色) とともに入れ、日光下にさらした。(図 3) 十分に時間がたった後に回収、水分をすべて蒸発させた後に純水を 10mL 加え、分光光度計で吸光度を計測した。



図 1



図 2



図 3

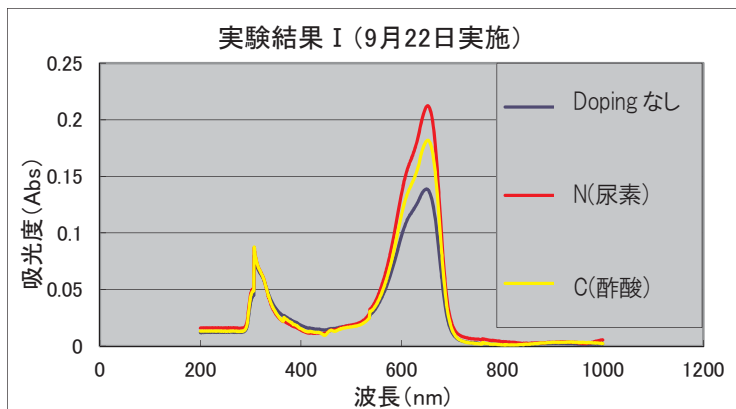
- ・比較に使用した物質

尿素 (窒素)、酢酸 (炭素) リン酸ナトリウム (リン)、塩酸 (塩素)

また、比較対象として何もドーピングしていない酸化チタンを焼き付けたスライドガラスも用意した

- ・実験結果…分光光度計による分析結果は以下の通り。今回は最も効果が見られた尿素、酢酸の結果を比較する。

※ グラフでは縦軸が吸光度(Abs)、横軸が波長(nm)を示している。よって、グラフが下にあるほど分解が進んでいる (メチレンブルー水溶液は青色のため) と考えた。



実験では、尿素をドーピングしたものよりも酢酸をドーピングしたものの方の分解能力が高かった。しかし、両者ともにドーピングを行っていないものよりも分解能力が低い、という結果になった。

- ・実験 I に対する考察

従来、酸化チタンは窒素をドーピングしたものが最も分解能力が高いと言われていたもの

の、酢酸のほうが良い結果が出た。このことから酢酸（炭素）をドーピングしたもののほうが、分解能力が高いのではないかと考えた。しかし、本来窒素ドーピングを施したものはドーピングしていないものよりも分解能力が高いとされているにもかかわらず、ドーピングしたものよりも結果が悪かったことから可視光反応性は持たせることができなかつたといえる。この要因は日当たりなど様々な実験条件によるものが考えられた。その中でもドーピングする量が多すぎるかもしれないという仮説を実験Ⅱで調べることにした。また、実験Ⅱでは今回最も分解能力が高いと分かった、酢酸(炭素)ドーピングの酸化チタンについて比較した。

## (2) 実験Ⅱ

私たちは酸化チタンの光触媒としての分解能力がドーピングする物質の量に依存するという仮説に基づいてこの実験を行った。

### ・実験方法

実験Ⅰと同様の酸化チタンコーティングスライドガラスを作成した。その際、ドーピングするのは酢酸とし、加える量を 0.25g, 0.50g, 0.75g, 1.0g, 1.5g, 2.0g と変化させた。また、実験Ⅰと同様比較を行うためにドーピングを行っていない酸化チタンを焼き付けもの、酸化チタンの焼き付けを行っていないものを用意した。その後の操作は実験Ⅰの◎部分と同様に行った。

### ・実験結果…以下のグラフの通り。グラフの形式は実験Ⅰと同様である。

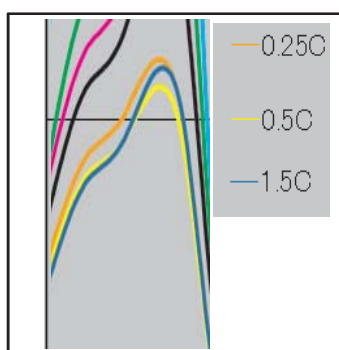
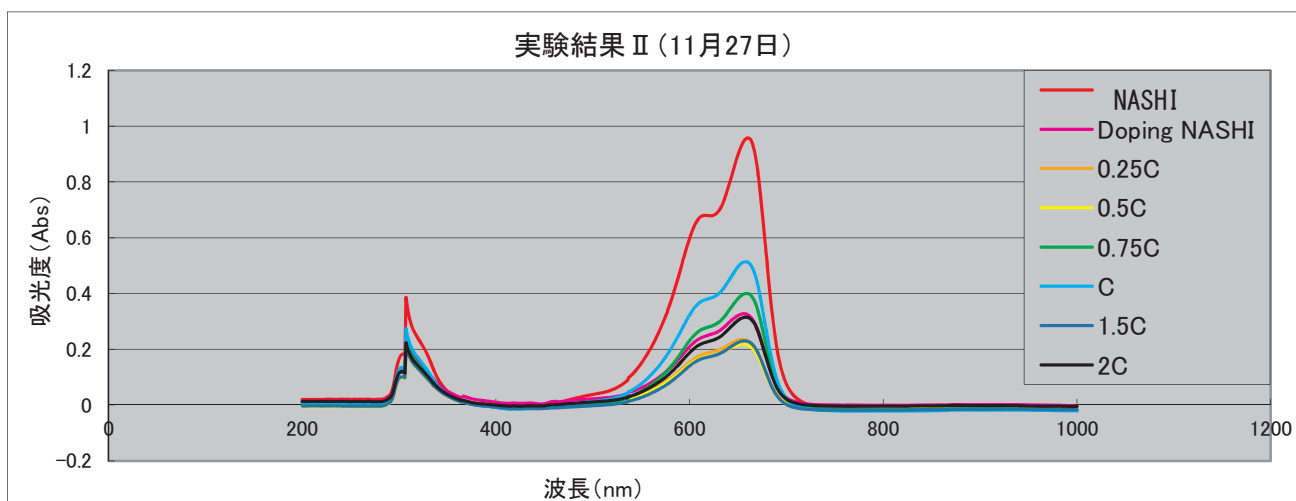


図 4

実験結果の一部を拡大したものを図 4 として載せる。分解能力が高いものに注目すると、0.25g, 0.50g, 1.5g 加えたものが最も分解能力が高いことがわかる。また、いくつかの結果がドーピングを施していない結果（グラフ中ピンク色→）よりも良いものになっている。

### ・実験Ⅱに対する考察

グラフから、ドーピングを施していないものよりも良い結果が出たものがあった。よって、私たちは酸化チタンに可視光反応性を持たせることができたと考えた。また、ドーピングした量によって分解能力の高いものと低いものの差に大きな開きがあることもわかる。

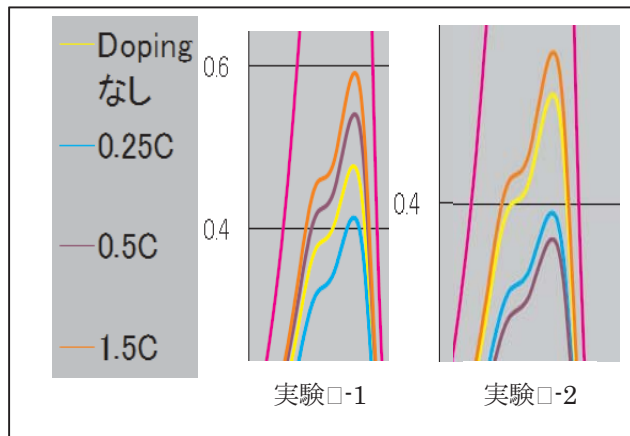
この結果からドーピングする物質の量と分解能力には何か関係があるのではないかと考えた。

しかし、それでは結果の良かった 3 つの間のもの、0.75g, 1.0g ドーピングしたものがなぜここまで結果が悪かったかが説明できない。私たちは結果の良かったもののドーピング量の分布から、1.5g 加えたものの結果で実験誤差が出ているのではと考え、同様の実験を再び行った。

### (3) 実験Ⅲ

再び実験Ⅱと同様の実験を行った。実験方法は同じようにし、比較したのは酢酸を 0.25g, 0.50g, 1.5g ドープしたものと何もドープしていないもの、何も焼き付けていないものとした。さらに、実験自体に再現性を持たせるために実験は 2 回（図中では実験Ⅲ-1, 実験Ⅲ-2 とした）を行った。

・結果は以下の通り。グラフの拡大図のみ図 5 として示す。



0.25g, 0.50g のものが 1.5g の結果を両方の実験で超えることとなった。

#### ・実験Ⅲの考察

この 2 つの結果から、1.5g のドープではドープを施していないものよりも良い結果が得られることはなく、0.25g から 0.50g がドープするのに適切な量だと考えられる。今回の実験で、ドープする物質にはそれぞれに適正量があるのではないかと考えられる。

図 5

### 6 まとめ

- ① 実験Ⅰより、酸化チタンはドーピングを行うことによって光触媒としての反応性が高まる。また、ドーピングする物質によってもその反応性には差が出る。
- ② 従来、窒素をドーピングすると最も反応性が高いといわれてきた。しかし、私たちの実験で酢酸（炭素）のドーピングのほうが高い反応性が得られる可能性がある。
- ③ 酢酸について、ドーピングしていないものよりも高い反応性が得られたことから、可視光反応性を持たせることに成功したといえる。
- ④ 実験Ⅱ・Ⅲより、ドーピングをする物質にはそれぞれ加えるのに適正な量があると考えられる。

また、今後実験確認したい事を以下に示す。

- 実験に用いたスライドガラスを再び用い、劣化が起こるかどうかなを確認する。
- 他の物質におけるドーピング量と分解能力の相関を定量化する。
- 実用化する時のコストを考えた分解能力の向上手段を提案する。
- 周りの環境（日照時間・日射量・降水など）による分解能力の変化を探り、一定の分解能力を得られるようにする。

### 7 参考資料

平井健二，磯部繁人，佐田和己(2007)「集積型金属錯体を前駆体とした多孔性無機酸化物の合成」

『信州大学環境科学年報』(29号)

正橋直哉「TiO<sub>2</sub>光触媒の基礎と最新開発動向」

岸田実優，吉田拓暉「金属化合物を担持した酸化チタンの光触媒活性」

(千葉県立船橋高等学校自然科学部化学班の研究より)

横須賀勇太，錦織広昌，巽勇吉，沖恭一，田中申明，藤井恒男(2007)

「窒素ドープ酸化チタン光触媒の簡易調製と可視光活性」『信州大学環境科学年報』(29号)

小島憲道(2014)「基礎現代化学 ～第4回～ 分子の形と異性体」(東京大学講義資料「基礎現代化学」より)



# アセトアミノフェンにおける果物との相互作用

—風邪をひいた時、果物を食べてはいけない!?!—

○田中優衣 梅垣奈央 柴山朋子 高尾咲月 西垣祐月菜

<<abstract>>

We studied about the interaction between acetaminophen, which is contained in medicine we take, and food in stomach. We used bananas and apples in our experiments, and we reproduced human body's internal environment to the best of our ability. We used thin-layer chromatography and UV-visible spectrophotometer to inspect the amount of variation of acetaminophen due to the interaction. However, we failed to find that acetaminophen interacted. This result is different from the one in the preceding study.

<<概要>>

アセトアミノフェンを含む薬を服用する際に、胃の中の食物と相互作用が起こるのかについて研究した。食物はバナナとりんごを用い、できる限り体内環境を再現して行った。相互作用によるアセトアミノフェンの変化量を調べるため、薄層クロマトグラフィー(TLC)と紫外可視分光光度計を用いた。その結果、アセトアミノフェンが変化するというデータは得られなかった。これは先行研究とは異なる内容である。

## 1 はじめに

薬を服用する際には、ほぼ同時期に摂取した食物や他の種類の薬との相互作用に気を付けなければいけない。相互作用とは世間一般には「飲み合わせ」と言われているものである。薬効を減弱、または増強させ、体に重大な悪影響を及ぼすこともある。それに関連のある先行研究を調べていた際に、アセトアミノフェンとバナナの相互作用についての論文を見つけた。アセトアミノフェンは解熱鎮痛成分を含んでおり、一般用医薬品に多く使用されている。また、バナナなど果物は栄養価が高く、ジュース等の加工が簡単であるため、乳幼児の服用補助に用いられることがある。我々は先行研究をもとに、体内環境を再現した人口胃液内でも、同様に相互作用が起こるのかどうか、そして、りんごを用いた場合についても実験を行うことにした。先行研究で、アセトアミノフェンの変化量の定量に用いられていたLC/ESI/MS(m/z scan mode, positive and negative)を本校で使うことは難しかったため、違う方法で定量に臨んだ。

## 2 先行研究

バナナをはじめ多くの果物にはポリフェノールオキシダーゼ(以下、PPO)が含有されている。PPOはポリフェノールをキノン体に酸化する酵素である。バナナに含まれるPPOは、チロシンを基質としたチロシナーゼ活性により、メラニンを生産することが分かっている。これは、バナナを長時間置くと黒くなる理由である。アセトアミノフェンはチロシンと類縁構造を持つ(図2・図3参照)ので、メラニン生成反応において基質となりうる。バナナ果汁中にアセトアミノフェンを混和することで、アセトアミノフェン濃度の減少が見られた。この反応は30~37℃、中性から弱酸性の状況下で効率良く反応した。

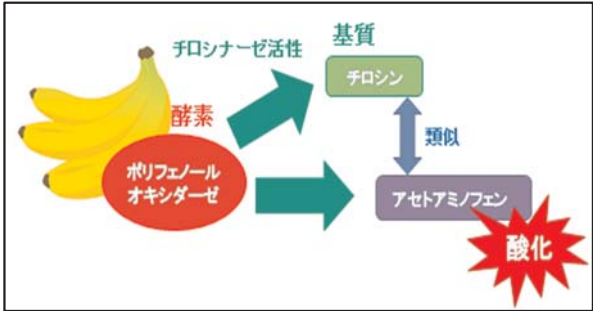


図1 イメージ図

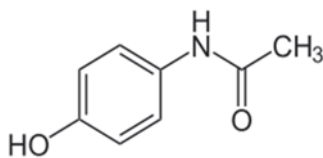


図2 アセトアミノフェン

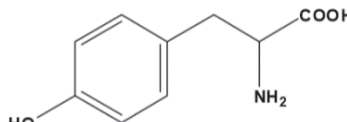


図3 チロシン



我々は、体内環境下すなわち胃の中では相互作用は起こらないと仮説を立てた。PPOは活性中心に銅2分子を持っており(図4参照)、これらに胃液に含まれる塩素イオンが結合し、活性を阻害すると考えたからだ。PPOを含むりんごの褐変を防ぐ方法として塩水につけることが知られているが、これも塩素イオンによるPPO活性の阻害の結果である。これらを踏まえ、実験を行うことにした。

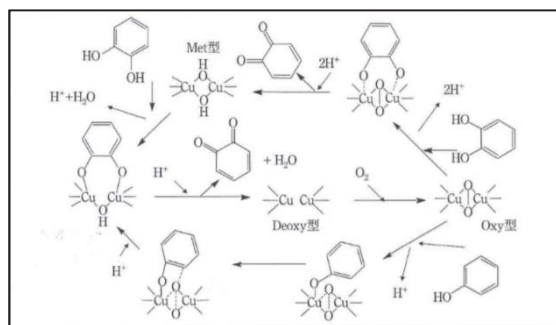


図4 PPO

### 3 実験の方法

#### <実験Ⅰ>

アセトアミノフェンの力価減少を見るため、TLCを用いた。TLCを用いたのは、アセトアミノフェンが酸化することで、何か別の物質が生じると考えたからだ。

- ① 人口胃液の作成：0.1mol/Lの塩酸に塩化ナトリウムを加えてNaCl濃度0.3%にする
- ② アセトアミノフェン(100mg)、純水(20ml)、人口胃液(20ml)、りんご液、バナナ液(15ml)をそれぞれ100mlビーカーに加え、攪拌。(図5参照)
- ③ 31℃の孵卵器に30分置く
- ④ TLC分析 (展開溶媒 ヘキサン：酢酸エチル=1：9)
- ⑤ UV照射によるスポット検出

ビーカーA バナナ 人口胃液 アセトアミノフェン	ビーカーB りんご 人口胃液 アセトアミノフェン	ビーカーC なし 人口胃液 アセトアミノフェン
ビーカーD バナナ 純水 アセトアミノフェン	ビーカーE りんご 純水 アセトアミノフェン	ビーカーF なし 純水 アセトアミノフェン

図5

#### <実験Ⅱ>

アセトアミノフェンの減少量を調べるため、紫外可視分光光度計を用いた。また、各ビーカーに加え、アセトアミノフェン・りんご・バナナのスペクトルを検出し、波長の違いから、何か別の物質が生じていないかも調べた。

- ① 実験Ⅰで作成したりんご液、バナナ液を純水で12.5%に薄める。
- ② アセトアミノフェン(20mg)にメチルアルコール(2ml)と純水(100ml)を加え、アセトアミノフェン液を作成する。(先行研究から)
- ③ 実験Ⅰで作成したビーカーA～Fと①、②のスペクトルを紫外可視分光光度計によって検出する。

### 4 実験の結果

#### <実験Ⅰ>

※各TLC板の左端は標準のアセトアミノフェン(5.0g/mol)である

実験方法に記載している分量以外でも何度か実験を行い、一番鮮明にTLC板に結果が現れた分量を記載している。

A～Fのいずれも、標準と同じ高さにスポットが現れた。また、他にスポットが見られないことから、何も別の物質が生じていない。

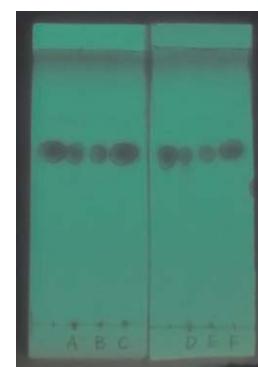


図6 UV照射

展開溶媒が不適當なのではないかと思い、ヘキサン:酢酸エチル=1:3、1:5、1:7も試したが、これ以上に有効なデータを得ることは叶わなかった。また、複数回、TLC板を同じ展開溶媒で上げることも行ったが、別の高さにスポットが現れることはなかった。

<実験II>

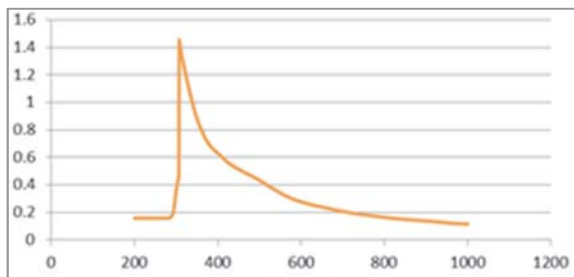


図7 バナナ液

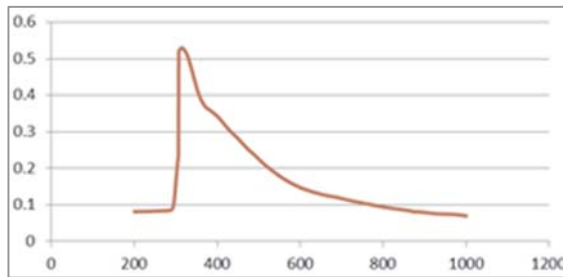


図8 りんご液

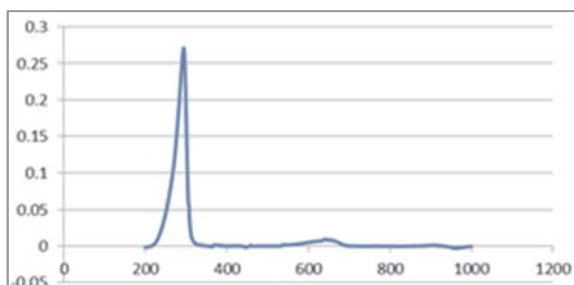


図9 アセトアミノフェン溶液

バナナ液・りんご液を、共に12.5%に希釈したのはグラフ枠内にすべての値が収まるようにするためである。バナナ液の方が、りんご液よりも全体的に吸光度が大きい(図7・8参照)。アセトアミノフェン溶液は、無色透明であるので、吸光度が非常に小さい(図9参照)。

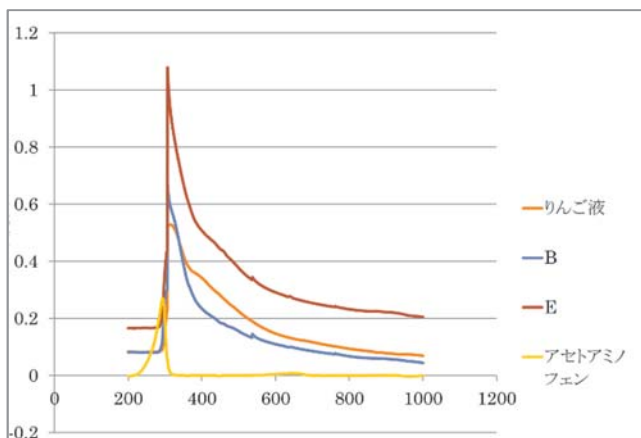


図10

Aのスペクトルのみ500nm以上の吸光度の傾きが緩やかになっている(図11参照)。また、りんごもバナナも550nmの吸光度が急上昇している(図10・11参照)。形に、大きな変化は見られなかった。

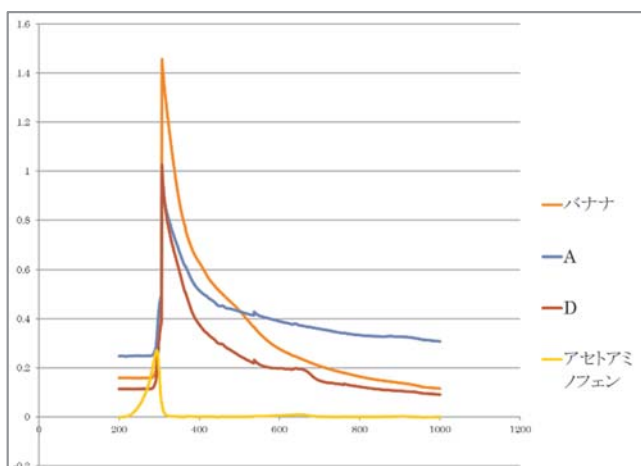


図11

A・B: 10%に希釈  
D・E: 12.5%に希釈

縦軸: 吸光度(Abs)  
横軸: 波長[nm]

## 5 考察

実験Ⅰの結果から、先行研究と矛盾が生じることに疑問を感じた。Dは、先行研究を基にしたバナナ・純水・アセトアミノフェンであるから、何らかの変化が起こっていなければおかしい。よって、アセトアミノフェンの酸化により生じた物質はTLCでは結果として見られないほど、「少量」であった、と推測できる。よって、アセトアミノフェンの力価減少の可視化だけでなく、減少量も調べることができる紫外可視分光光度計を用いることにした。

実験Ⅱの結果から、果物は不純物が多く、スペクトルの検出が難しいのではないかと懸念があったが、果物は12.5%に希釈すればスペクトルの検出が可能であると分かった。Aの吸光度の傾きが緩やかになっているのについては、はっきりとした原因はわからなかったが、別々の値に希釈してしまったことに関係があるのではないかと考えている。550 nmの吸光度が急上昇しているのは、550 nmの光を吸収する何らかの物質が生成された可能性があることを示唆している。その物質が、アセトアミノフェンが酸化されたことによる生成物であれば、りんごもバナナもアセトアミノフェンの力価減少の原因となることが証明される。しかし、上昇度からもわかるように、生成されたであろう物質は非常に少量であり、証明することは難しい。また、不純物が多いため、アセトアミノフェン減少量を調べる事が出来なかった。

これらを踏まえて、展望を述べる。第一に、希釈濃度を一定にして再度、実験Ⅱを行い、再現性を高める。また、中和滴定を行い、アセトアミノフェンの減少量を調べてみたいと思っている。

PPOはアセトアミノフェンを酸化する(図12参照)。アセトアミノフェンは水酸化ナトリウムと中和するが(図13参照)、酸化されると、中和されない。よって、水酸化ナトリウムで中和した場合、滴下量でアセトアミノフェンの残存量が分かる。

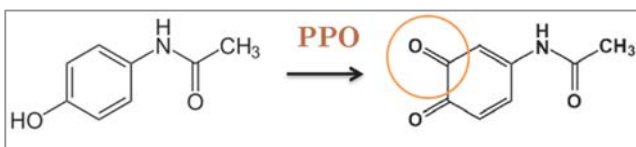


図12

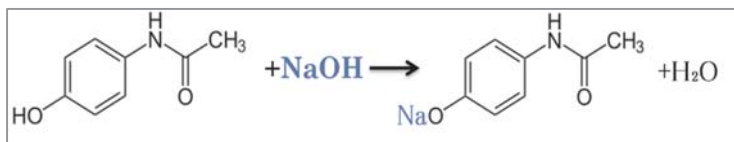


図13

## 6 まとめ

バナナ及びりんごがアセトアミノフェンの力価を減少させるといえる決定的な証拠を提示することはできなかったが、この研究を通して分かったことがいくつかある。まず、アセトアミノフェンが酸化される量は非常に少なく、同時に酸化による生成物も少量であることから、力価減少を可視化するにあたってTLCは適当でないことが分かった。紫外可視分光光度計においては、果物という不純物を多く含む溶液でもスペクトルが検出できた。しかし、ある物質の変化量までは調べる事が出来ないため、今後は中和滴定を行いたいと考えている。

## 7 参考資料

- ・植沢芳広：バナナの摂食が小児用OTC薬の解熱成分に与える影響
- ・Nicole Kreuziger Keppy, Gordon Bain, Ph.D., Michael W. Allen, Ph.D., Thermo Fisher Scientific, Madison, WI, USA: Analysis of Acetaminophen with the Evolution Array UV-Visible Spectrophotometer

○尾崎綾香 北野里佳 松野有那 竹原愛鈴 西村雪乃

<<abstract>>

We performed neutralization titration and culture to examine the relationship between acid and lactic acid bacteria in Yakult. We supposed that the amount of both acid and acid bacteria will increase as the days went. We could confirm the increase in acid by neutralization titration. And we found that Yakult with glucose is more increase acid than the original. In culture we failed in several experiments, but each time we found a remedy. In culture with considering them, we found increase colony. But they were not judged that they were lactic acid bacteria. Because we do not have detected chemicals that react colony of lactic acid bacteria and change colors. Preparing them, we will be able to prove this relationship in the future.

<<概要>>

私たちはヤクルトにおける酸と乳酸菌の関係性を調べるため、中和滴定と培養を行った。そこで、中和滴定での酸の増加と培養での乳酸菌の増加の関連性を調べた。私たちは日がたつにつれて、酸量も乳酸菌量も増えているだろうと仮定した。中和滴定では酸の増加が確認できた。また、グルコースを入れた方が原品に比べて、酸量が増えることも分かった。培養では数回の実験で失敗をしたが、そのたびに改善策を見つけた。それらを考慮して行った培養では、コロニーの増加がみられた。しかし、それらのコロニーが乳酸菌と断定することはできない。なぜなら、私たちは乳酸菌コロニーに反応して変色する専用の薬品がないからだ。これらを用意することで今後この関係性を立証することができるだろう。

## 1 はじめに

私たちは課題研究の活動開始当初、いくつかの乳酸菌製品の中から最も多く乳酸菌が含まれている製品を中和滴定によって調べました。しかし酸の増加が乳酸菌の増加につながっているとは限らないという指摘を受けたため、それを立証するために培養の実験を行った。

## 2 先行研究

- ・ヤクルトに含まれるシロタ株の乳酸菌は生きている。
- ・乳酸菌は通性嫌気性細菌であり、酸素がないほうが好ましい。
- ・New ヤクルトには 200 億個の乳酸菌が含まれている。
- ・培養が進むと酸が蓄積して pH 値が下がり、菌が死ぬ。

## 3 実験の方法

### 実験① 中和滴定

[用意するもの]

ヤクルト・グルコース・純水・水酸化ナトリウム水溶液・フェノールフタレイン溶液  
・メスフラスコ・ホールピペット・ビュレット・コニカルビーカー

[方法]

原品ヤクルトとグルコースを 0.1g/ml 追加したヤクルトの二種類を作成し、各々 200 倍に希釈する。水酸化ナトリ

ウム水溶液(2.5mol/L)を400倍に希釈する。

希釈した水酸化ナトリウム水溶液と各々のヤクルトを使い、5日間ごと(計3回)の中和滴定を各回2回ずつ行う。  
また、各ヤクルトは冷蔵保存をする。

## 実験② 培養1

[用意するもの]

ヤクルト・グルコース・生理食塩水(0.9%)・粉寒天 8g/L ・滅菌シャーレ・試験管・ビーカー・ピペット  
・塩素消毒液(0.5%)・ビニール袋

[方法]

実験①と同様、原品ヤクルトとグルコースを入れたヤクルトを作成する。各々のヤクルトを、生理食塩水(0.9%)で $10^7$ 倍に希釈する。

粉寒天を8g/L生理食塩水に入れ、電子レンジで加熱し溶かす。できた寒天を約40℃までかき混ぜながら溶かす。  
各々のヤクルトを $10^6$ 、 $10^7$ 倍に希釈する。

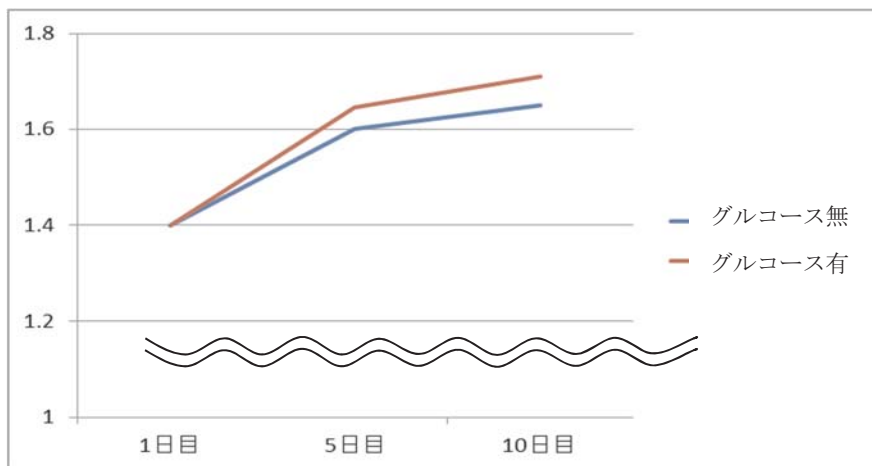
滅菌シャーレに希釈した各ヤクルトを1mL入れる。この操作は塩素殺菌したビニール袋の内部で行う。

蓋をし、常に36度の環境になるように恒温機にいれる。これを72時間経過観察しながら、コロニーの増加を確認する。

## 4 実験の結果

### 結果① 中和滴定

図1：中和滴定と時間経過



グルコース有、グルコース無、どちらにおいても、時間の経過とともに、酸が増加しているのが確認できた。  
さらに、グルコース有のほうが増加傾向にあることもわかった。

### 結果②

4つの寒天培地はすべてコロニーが発生せず、失敗した。

## 5 改善策

- ・ガスバーナーで上昇気流を起こし、菌や不純物が入らないようにする。
- ・ $10^7$ 倍だけでなく、 $10^8$ 倍希釈の溶液も用意する。(乳酸菌の数が違うサンプルを用意する)

## 6 実験と方法

### 実験③ 培養2

[用意するもの]

ヤクルト・グルコース・生理食塩水(0.9%)・粉寒天 8g/L ・滅菌シャーレ・試験管・ビーカー・ピペット  
・ガスバーナー

[方法]

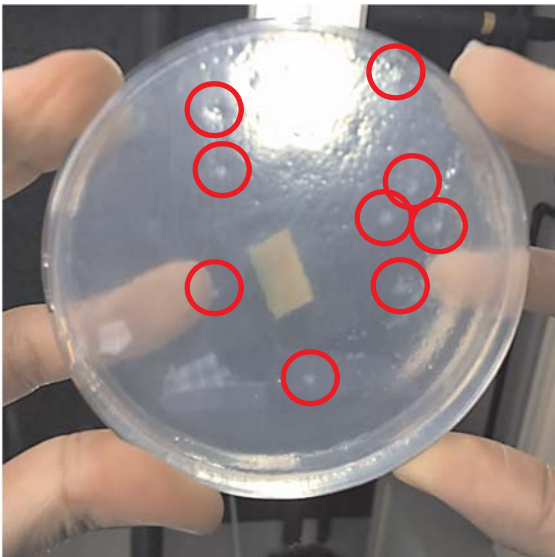
培養1で行った乳酸菌培地を作るまでの過程を、ガスバーナーで作った上昇気流の下で行う。ただしビニール袋は用いない。

## 7 結果

### 結果③ 培養2

培地を恒温器に入れ、24時間後と72時間後に確認した。その結果、グルコース有( $10^7$ 倍)の場合、72時間後には9個のコロニーらしきものが確認された。

写真1：グルコース有 ( $10^7$ )、72時間経過



※赤丸で囲んである箇所にコロニーのようなものを発見した

## 8 考察

培養1での失敗の要因は、実験環境を塩素で殺菌しきれなかった、または塩素で乳酸菌まで殺菌してしまったこと、ヤクルトに含まれる乳酸菌量が観察するための数に満たされていない、また寒天培地に乳酸菌が増殖するための栄養分が足りていなかったことが考えられた。

培養2ではグルコースが乳酸菌の増殖を促進し、ヤクルトを $10^7$ 倍希釈することでコロニーの確認が取れるだろうと考えられる。また、実験環境とヤクルトに含まれる乳酸菌量のみを考慮した実験を行ったので、培養1



での失敗と栄養分不足とは関係性がなかった可能性があることがわかる。

しかし乳酸菌が増殖していると確認する手段がなく、目視で先行研究での乳酸菌コロニーとの比較のみでの判断であったので、確実な酸と乳酸菌の増加の関係性については立証できなかった。

## 9 まとめ

中和滴定では、用いた溶液の濃度が正しくないと分かったために、新たにすべての溶液を作り直す、できるだけ不純物を入れないなどし、発覚と試行の繰り返しで確実な数値を求めるまでに時間がかかり大変だった。

培養では、何の知識のない状況からのスタートとなり、まずは培養の方法のリサーチを行い、予算内で行える自分たちの寒天培地を作ろうと試みた。しかし培養でもうまく寒天が固まらなかったり、菌を死滅させてしまったり、自作寒天培地の製作は想像以上に困難だった。

実験における試行錯誤の重要性を理解した。

## 10 参考資料

Nissenken COLUMN

<http://nissenken.or.jp/column/pdf/no12.pdf>

yoghur+

<http://otemae-hs.ed.jp/ssh/dat/2014S4.pdf>

MRS 寒天培地

<http://www.biomerieux-jp.net/product/pdf/42602B.pdf>

○池田和香奈 釋天音 水嶋あゆみ

&lt;&lt;abstract&gt;&gt;

In this study, We thought of making compost that is good for the environment and inexpensive instead of chemical fertilizer. Then, we tried to substitute yeast for fertilizer, lactic acid bacteria, and grow white radish sprouts in the "Total organic compost" In our research, white radish sprouts which were grown in Total organic compost were expected growth rate and germination rate which are close to compost. And we verified bactericidal effect of lactic acid bacteria

&lt;&lt;概要&gt;&gt;

今回の研究で私たちは、化学肥料に代わる、環境に優しく安価な培養土を作ることにはできないかと考えた。そこで、肥料を酵母菌、農薬を乳酸菌で代用した「完全有機培養土」でカイワレ大根を育てた。この研究により、化学肥料を含む培養土に近いカイワレ大根の成長率や発芽率が期待できる。また、樹木によく見られるカビの病気である「うどん粉病」かかった葉を用いて殺菌効果を検証した。その殺菌効果により植物の病気の抑制、治癒を目指した。

### 1 はじめに

近年、農薬や化学肥料による環境汚染や健康被害が相次ぐことを受け、農薬などを用いない有機農業という農業形態の面からの研究が求められつつある。しかし、有機農業は手間がかかる上に高価であるので、まだ普及には至っていない。今日でも「農薬、農薬」と叫ばれている原因の一つにはそのようなことがあるのではないだろうか。そこで私たちは、有機農業の一つである微生物を用いた農法に着目した。

用いた微生物は、培養のし易い酵母菌、ヨーグルトなどに多く含まれる乳酸菌の二つである。

この二種類で完全有機培養土を作ることを試みた。なお、完全有機培養土とは、「化学肥料や農薬を使わないオーガニックな培養土」とここで定義する。

### 2 先行研究

酵母菌の土壌中での働きは、主に二つあることがわかっている。一つ目は炭酸ガスを発生することで土壌を団粒化させ、土の通気性をよくすること、二つ目は、根が吸収しやすい植物ホルモンの一種であるオーキシンを放出し、花や根の成長を促進することだ。このような働きは、肥料に類似するため、肥料に酵母菌を応用した。

乳酸菌の土壌農業での働きは、殺菌作用のある乳酸を出し、pHを下げることで雑菌を抑制することがわかっている。そのため、農薬に応用できると考えた。

### 3 実験の方法

実験は4つある。

<実験1>この実験では、酵母菌による植物の成長の促進などが本当にあるのかを確かめた。

#### ・準備物

カイワレ大根の種子、ポリポット、人工気象器、純水、酵母（イースト菌）、赤玉土、培養土、ハンマー、小石、ふるい（2ミリ）（\*ハンマーは赤玉土を砕くため、ふるいは砕いた赤玉土の粒を揃えるために用いた。また、小石はポリポットの底の穴をふさぐために用いた。）

#### ・方法

① 培養土、赤玉土、酵母を加えた赤玉土のポリポットを4つずつ用意し、それぞれにカイワレ大根の種を5つ

ずつ蒔く。

- ② ①を人工気象器に入れ、温度25度、日照時間を午前6時～午後6時までの12時間に設定し、成長過程を観察する。

#### <実験2>

##### ・準備物

カイワレ大根の種子、ポリポット、人工気象器、純水、酵母（イースト菌）、培養土、小石

##### ・方法

- ① 培養土にイースト菌を混ぜたポリポット4つにカイワレ大根の種子を5つずつ蒔く。  
②①を人工気象器に入れ、温度25度、日照時間を午前6時～午後6時までの12時間に設定し、成長過程を観察する。

#### <実験3>乳酸菌による葉面上での殺菌効果を検証した。

##### ・準備物

うどん粉病になった葉（以下※）、ヨーグルト、ビニール袋

##### ・方法

- ① ※の裏・表・裏表各10枚ずつにヨーグルトを塗布する。（雨などでヨーグルトが流されないように、ビニール袋で覆い、対照実験として、感染していない葉も同様にする。）  
② 2週間放置し、採取した葉を水につけ、ヨーグルトをふやかして落とし、観察する。

#### <実験4>

米のとぎ汁牛乳を作り、うどん粉病にかかった木の根元にまく。

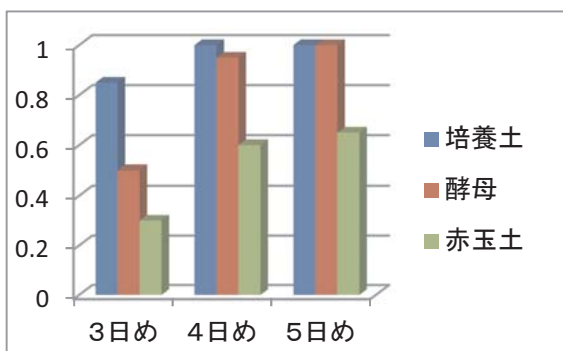
米のとぎ汁牛乳の作り方は、以下の通りである。

- ① 米のとぎ汁：牛乳＝4：1の割合でペットボトルに注ぎ、振って混ぜて、軽くふたをする。  
② 2、3日すると、白い塊が上にフワフワ浮く。1週間もしないうちに白い塊が沈み、透明になった液になる。酸っぱいにおいがしたら完成。そのまま半年ぐらい保存できる。

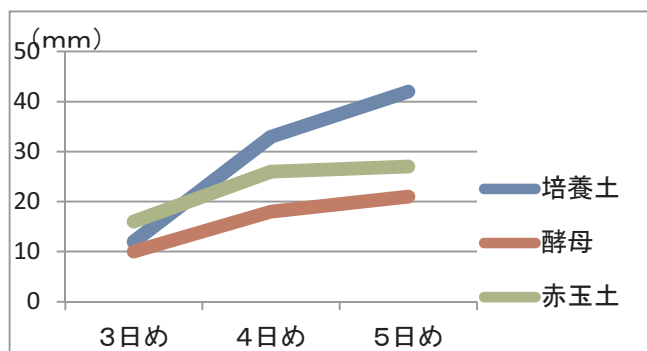
## 4 実験の結果

### <結果1>

#### 発芽率



#### 成長率



発芽率の表からわかるように、培養土で育てたカイワレ大根は初めから発芽率が高く、酵母菌入りの赤玉土で育てたカイワレ大根は4日目から発芽率が高くなった。赤玉土だけで育てたものは全体に発芽率が低くなった。

成長率では、培養土で育てたものは短い期間で著しく長く成長し、逆に酵母菌入りの赤玉土で育てたものは平均で20mmほどにしか成長しなかった。



また、根の成長度合いを観察したところ、酵母菌入りの赤玉土で育てたものは短い根が太く、培養土で育てたものは細長かった。土の状態は、赤玉土だけの土は水を多く含んでいたのに比べ、酵母菌入りの赤玉土は空気を含んで水はけがよかった。

<結果2>

実験1の時と同様に、根が太く膨らんだ。

<結果3>

ヨーグルトを塗布したうどん粉病感染済みの葉を5枚採取した。ヨーグルトが茶色になり、腐っているようにも見受けられたが、水に通すと取れ、それとともにカビも少し取れた。だが、完全に取れるということではなかった。

<結果4>

この実験に関しては、まだ経過の観察中であるため、結果がない。

## 5 考察

実験1の結果で、酵母菌入りの赤玉土で育てたカイワレ大根の根だけが太くなっていたこと、実験2で酵母菌入りの土のみでカイワレ大根を育てたところ実験1と同様に根が太くなった。さらに、酵母菌には、植物ホルモンの一種であるオーキシンを放出し、花や根の成長を促進するというはたらきがある。このことから、カイワレ大根の根が太くなった要因は酵母菌が放出するオーキシンのあるのではないかと考えられる。だが、予算、設備の問題で今回これ以上の原因究明は叶わなかった。

結果1より、酵母菌入りの赤玉土で育てたカイワレ大根の発芽率はよく、成長率が悪かった。ただ、酵母菌入りの赤玉土で育てたカイワレ大根の根の成長はよく、味も班員全員一致で、よかった。このことから、酵母（イースト菌）を混ぜた赤玉土で育てたカイワレは作物として、赤玉土以上培養土未満の出来であった。よって、酵母をうまく活用すれば環境に優しい肥料を作れる。

結果3より、うどん粉病の改善に乳酸菌の効果は多少見られたものの、完全治癒とまではいかなかった。このことから、乳酸菌の葉面上での殺菌効果はあまり期待できない、といえる。が、先行研究などで殺菌など効果が確認されており、乳酸菌を利用し環境に優しい農薬を作ることは可能であるのではないだろうか。

## 6 まとめ

我々の目標である完全有機培養土を作ることは、先行研究からもわかるように、可能であるが、その土で育てた作物の品質を高めることや、病気治療の効果を確実なものにすることは難しいということがこの研究を通してわかった。

今後の展望として、酵母には様々な種類があるので、違う種類の酵母を使うことや実験3が成功しなかった原因の解明があげられる。

#### 7 参考資料

<https://horti.jp/947>

<http://www.rui.jp/ruinet.html?i=200&c=400&t=6&k=2&m=291592>

<http://ag.dotsnest.com/entry/2016/05/08/201117>

<http://www.irasutoya.com/p/food.html>

## クマムシの乾眠と蘇生に関する実験

—クマムシがなぜ最強と呼ばれているのか—

○小藪 仁科 東口 山本

&lt;&lt;abstract&gt;&gt;

We found tardigrades in drought dormancy resisted an extreme environment. We made the following two experiments to examine it.

1. We examined if tardigrades in drought dormancy could move after we poured water on them. We set different periods of dormancy and checked each tardigrade.
2. We examined if the resuscitation revival ratio would change when tardigrades got dry again.

These experiments showed the following things.

1. The revival rate of tardigrades did not change when periods of dormancy were different.
2. The revival rate went down as tardigrades repeatedly got dry.

Finally we found that the repetition of drought dormancy gave excessive load to tardigrades, while they resisted an extreme environment.

&lt;&lt;概要&gt;&gt;

私たちはクマムシが乾眠状態であるときに極限的環境への耐性があることを知った。クマムシの乾眠性質について探るため、次の2つの実験を行った。

1. クマムシを乾眠状態におき、異なる日数で保存した後、再び水をかけたときに蘇生することができるのかを調べた。
2. 繰り返し乾眠状態に置いたとき蘇生率が変わるかどうかを調べた。

これらの実験を行った結果、

1. 乾眠状態の保存期間を変えても、蘇生率はあまり変わらなかった。
2. 乾眠させる回数が増えるにつれ蘇生率は下がった。

ということが分かった。よってクマムシは、乾眠状態が極限的環境に強い反面、乾眠状態を繰り返すことは、クマムシに負荷を与えることが分かった。

## 1 はじめに

「最強の生物」と呼ばれるクマムシ。しかし実際は繊細でとても弱い生物だ。なぜこんな小さな生物が最強なのか疑問を持ち、乾眠という性質があることに注目し研究を始めた。

## 2 先行研究

—クマムシとは—

- ・緩歩動物（無脊椎動物）
- ・体長 50 $\mu$ m～1.7mm
- ・およそ1000種以上が知られており、熱帯から極地方、超深海底から高山、温泉まで、海洋・陸水・陸上とあらゆる場所に生息している。
- ・生活場所 コケ（陸上性クマムシ）
- ・「乾眠」する。



—乾眠とは—

クマムシは通常体の水分が85%を占めるが、陸上のクマムシは周囲が乾燥してくると自らも体の水分を数%まで減らし、活動を停止する無代謝の休眠状態になる乾眠という性質を持つ。この状態のときは生命活動の兆候は見られないが、水をかけると再び動き出すことができる。また、乾眠しているときはあらゆる極限的な環境に耐えることができる。

例えば…

- -273℃の超低温から151℃の高温
- 人間の致死量の1000倍の放射線
- 真空
- 紫外線



←通常状態



←乾眠状態

### 3 実験の方法

- コケを採集し、シャーレに入れ数時間水道水に浸しておく。
- 双眼実体顕微鏡でクマムシを探し、毛細管ピペットで採取、ろ紙の上に置いて2日間放置し、ゆっくり乾眠させる。(急速に乾眠させると死んでしまうため)

#### 【実験1】

- ① 乾眠させたクマムシを3日間、1週間、2週間、3週間、4週間と保存する期間を変える。
- ② 水をかけ20分ほどで動き出すので、顕微鏡でさがし、それぞれの蘇生率を調べる。  
クマムシが乾眠にどれくらい耐えられるのかを調べた。

#### 【実験2】

- ① 乾眠させたクマムシ8匹を3日間保存し、水をかけ蘇生率を調べる。
- ② そのクマムシを再び2日かけ乾眠、3日間保存するというように、この作業を繰り返す。  
乾眠と蘇生を繰り返し、何回までクマムシが耐えられるかを調べた。

### 4 実験の結果

#### ○実験1の結果

3日間、1週間はそれぞれ2回ずつ行った。

結果、3日間では蘇生率は100%、1週間、2週間4週間では蘇生率は80%前後、しかし3週間では2

0%と大幅に下がってしまった。

	1回目	2回目		回復率
3日	100%	100%	1回目	100%
1週間	75%	90%	2回目	75%
2週間	75%	77%	3回目	12.5%
3週間	20%			
4週間	85%			

#### ○実験2の結果

1回目…8匹中8匹で蘇生率は100%

2回目…8匹中6匹で蘇生率は75%

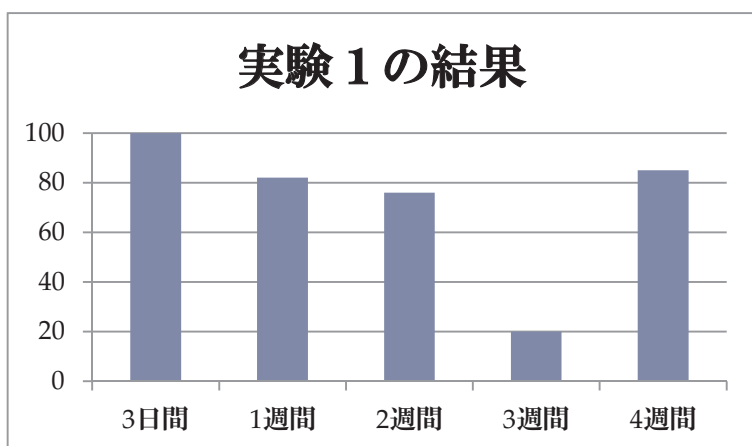
3回目…8匹中1匹で蘇生率は12.5%

という結果になった。

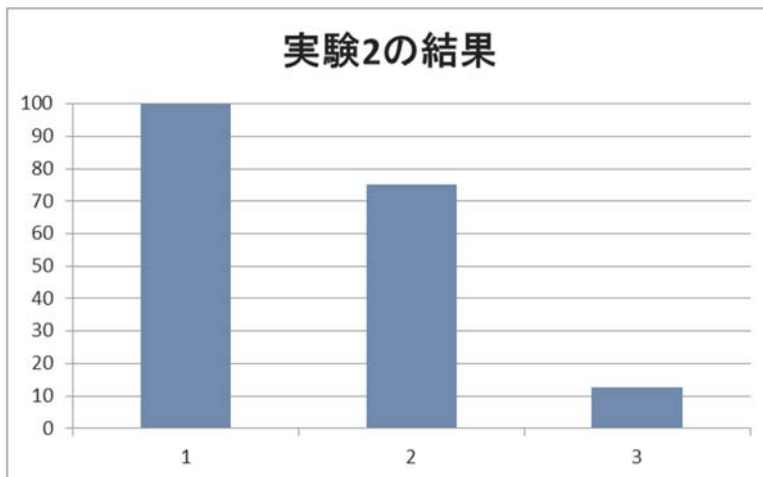
#### 5 考察

実験1より、4週間乾眠し続けても蘇生率はあまり下がらなかった。3週間で20%にまで下がってしまったのは、乾眠のさせ方が悪かったためと考えられる。

したがって、クマムシは乾眠させる期間は蘇生率にはあまり関係はしないと考察する。



また実験2より、繰り返しの回数を経るごとに蘇生率はだんだん下がっていった。このことより、クマムシは何度も乾眠、蘇生を繰り返すことで弱っていくと考えられる。



## 6 まとめ

通常状態のクマムシはとても繊細であり、乾眠状態のクマムシが極限環境に強いということが分かった。先行研究や今回の実験から乾眠という性質が、クマムシが最強であると呼ばれる所以なのだとわかった。

また乾眠という性質はクマムシ以外の生物にもあるのでそれらについても調べてみたいと思った。

## 7 参考資料

1) 堀川大樹. クマムシへんてこ最強伝説. 日経ナショナルジオグラフィック社. 2017

2) くまむし研究グループ. 研究内容. <http://www.bs.s.u-tokyo.ac.jp/~saibou/kuma/research/research.html>

3) 堀川大樹. クマムシの乾眠と極限環境耐性.

[http://www.sbj.or.jp/wp-content/uploads/file/sbj/9304/9304\\_tokushu\\_2.pdf](http://www.sbj.or.jp/wp-content/uploads/file/sbj/9304/9304_tokushu_2.pdf)

○山田長宗 高橋朋大 中村勇斗 伊東克起 大森拓海

<<abstract>>

We studied illusion.

And we learned Benham's Top, whose pattern was monochrome when it was turned.

We were interested in the phenomenon.

So we experimented it and found some interesting rules.

The top shows different colors or depth when the position of lines and the size of the black area change.

<<概要>>

私たちは、錯覚について調べた。

錯覚について調べていき、ベンハムのこまについて知った。

ベンハムのこまとは、白と黒の模様でできたこまだ。

白黒のこまが回転すると色（有彩色）に見えることに興味を持った。

研究するにつれて、面白い法則を見つけた。

それは、線の位置と黒い部分の面積の大きさによって錯覚の見え方が変わることを発見した。

### 1 はじめに

ペンを手でもって振ると目の錯覚によってグニャグニャ曲がっているように見えることを知って、錯覚についての興味を持ち、錯覚について調べることにした。錯覚について調べていくうちにベンハムのこまについて興味を持ったのでベンハムのこまに特化して調べた。ベンハムのこまとは円を6等分して黒色の模様をつけて回すと有彩色に見えるものだ。

### 2 先行研究

静岡県高等学校生徒理科研究発表会

「ベンハムのこま(色が見える条件と理由について)」

静岡県立大学経営情報学部 オープンセミナー2006

「白と黒からカラーをつくる！？」

### 3 実験の方法

道具・モーター(回転速度:一定)

・CD

・模様を印刷した紙

方法 回転速度を一定にしたモーターを用いて、作成した図形を回転させて、仮のベンハムのこまを作成する。

このときのモーターは抵抗などによって、一定にする回転速度を調整できるものである。

一般に錯覚を起こすとされているコマの模様(図1)を基準とし、その図形を六等分して、それぞれを変化させて(図2)、錯覚の違いを観察する。

※この実験は個人差が大きいため、なるべく母数を大きくする。

図1

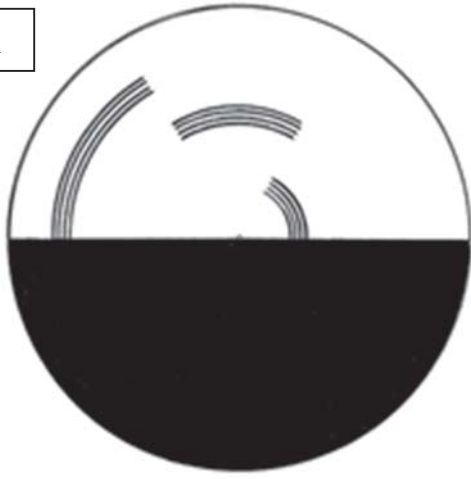
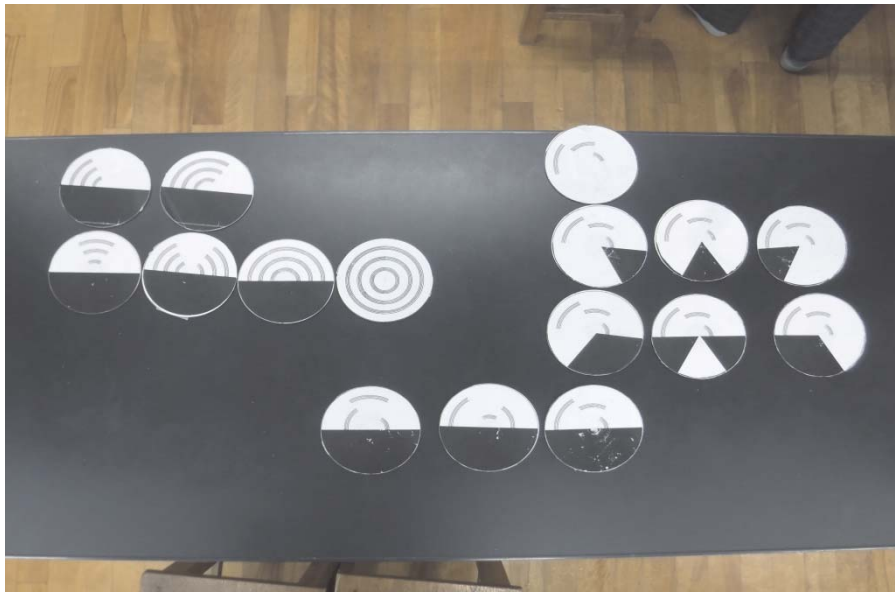


図2



#### 4 実験の結果

- ① (図3①)時計回りで、黒い線が半円に追われているときはこまを回しても黒色のままに見える。  
黒い線が真ん中にあるときはこまを回すと黄緑色に見える。  
黒い線が半円を追いかけているときはこまを回すと赤、黄、橙色に見える。
- ② (図3②)黒い部分の面積が小さくなるにつれて、回ったときの線の色は薄くなる。逆に面積が大きくなるにつれて、回ったときの線の色は濃くなる。

图 3①

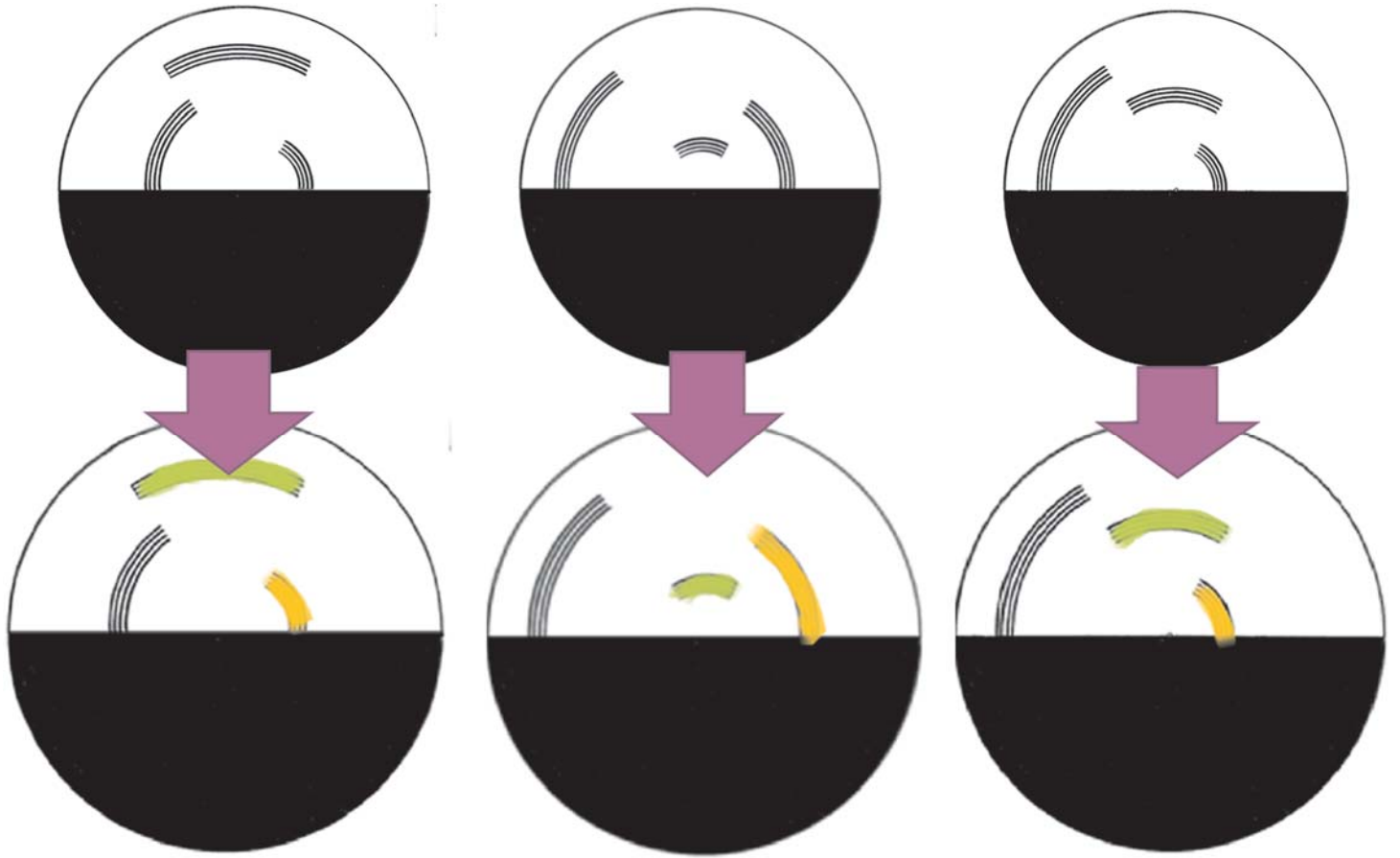
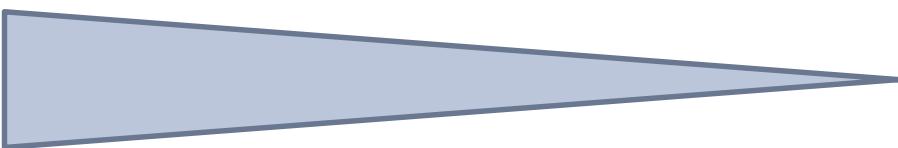


图 3②



濃  薄



## 5 考察

上記より、私たちは黒い部分と線の部分の模様の位置関係により、働く錐体細胞が違っていると考えた。

- ① 回転により進む線の後ろの部分に黒い部分がくっついている場合はすべての錐体細胞が働かなくなり、黒く見える。
- ② 回転により進む線の部分の前と後ろに黒い部分がくっついていない場合は緑色の錐体細胞のみが働き、緑色に見える。
- ③ 回転により進む線の部分の前に黒い部分がくっついている場合は赤色の錐体細胞のみが働き、赤色に見え、あるいは、赤色と緑色の錐体細胞が働き、黄色に見える。
- ④ 黒い部分が小さいと、①と②の場合の色の見え方が薄く(蛍光色に)なるのは、錐体細胞の働きの低下が黒い部分の面積の減少に伴ってだんだんおこらなくなっていくことによると考えられる。

すなわち、回転によって、本来すべての錐体細胞が働かないで黒く見えるはずの部分(白色)の錐体細胞による処理の残存によって錐体細胞が一部働くことによって発光すると思われる。

## 6 まとめ

数値化することが錯覚という難しい問題を班のメンバーで試行錯誤しながら、アンケートをとったりして数値化できることに成功した。最初なかなか作業が進まなくてみんなやる気が出なかったりしたが、研究を続けていくにつれて錯覚に対する興味が湧いてきた。錯覚から派生した「ベンハムのこま」についても興味を持ち調べることができた。将来、このことについてもっと深く掘り下げたい。

## 7 参考資料

<https://www.bing.com/images/undefined/images/search?view=detailV2&ccid=ZZKgkiGZ&id=46BBBB02D66FD17019010206E6E6A3C83A2FAD13&thid=OIP.ZZKgkiGZsjlJdkoioYekOQEsEs&q=%e3%83%99%e3%83%b3%e3%83%8f%e3%83%a0%e3%81%ae%e7%8b%ac%e6%a5%bd&simid=608007688388283452&selectedindex=12&mode=overlay&first=1>

## The evolution of the toxic creature and environmental causation

○田中稜晟 山田恵太郎 横田秀就 鎌田蓮利

&lt;&lt;abstract&gt;&gt;

This is a paper about a study aimed at finding characteristics of toxic creatures, which have gotten poison on their process of evolution, by grouping them with poison. This time we didn't check all of toxic creatures, but check the creatures which have 'tetrodotoxin', about the relation between their part of bodies which have poison, the kind of poison, uses of it and surrounding environments.

&lt;&lt;概要&gt;&gt;

これは生物毒により生物をグループ分けし、進化の過程で毒を持つに至った生物の特徴を見出そうとする研究についての論文である。なお、本論文では毒を有する生物全体を調査することではなく、フグ毒（テトロドトキシン）を持つ生物について、毒の種類、保有部位、用途と外部環境との関連性を調べることに終始している。

## 1 はじめに

私たちはこの生物毒による作用で生物を分類するとニッチなどに共通点があるのか気になったため、また、生物が生存競争に勝つためになぜ毒をもつという手段にいたりどのような過程で毒を手に入れたのか調べてみたいと思ったのでこれを研究課題とした。そもそも生物毒とは、生物がその生命活動の中で作り出す人体に有害な物質のことであり、一般的には赤血球を破壊する溶血毒、細胞や組織の壊死を引き起こす壊死毒、主に動物の神経系に作用する神経毒などがある。今回の調査では自然界に存在する毒の種類はあまりにも多いので、典型的な神経毒であり、フグ以外の生物も保有し使用、入手方法が種によって異なるフグ毒(テトロドトキシン)のみを調査することとした。

## 2 先行研究

自分たちの力では先行研究を見つけることができなかつたので、広島大学の浅川教授に質問したところ過去に研究した例は無いとのことだった。

## 3 実験の方法

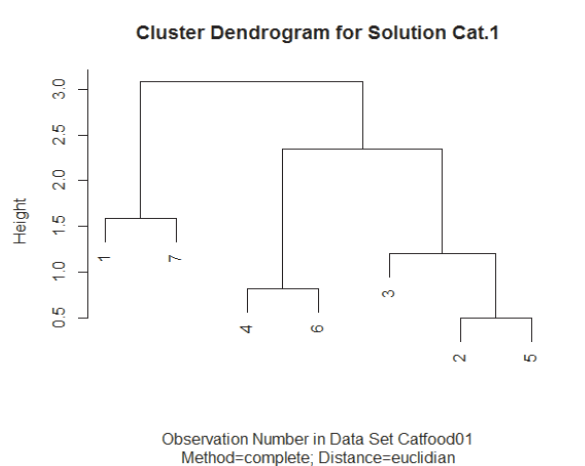
- 実験1. フグ毒（テトロドトキシン）を持つ生物をピックアップし、毒の部位、用途、生息地の気温、生息流域、捕食物を調べる。（インターネット使用）
- 実験2. 統計ソフト「R」を使って、毒の部位、用途で \*1 クラスタ分析を行う。
- 実験3. 生息地の気温、生息流域、\*2 ニッチでクラスタ分析を行う。
- 実験4. それぞれクラスタ分析の結果をもとに共通点が多いと思われるグループに分ける。

\*1 クラスタ分析とは、異なる性質のものが混ざり合っている集団（対象）の中から互いに似たものを集めて集落（クラスタ）を作り、対象を分類しようという方法を総称したものである。以下に例を示す。  
下表はキャットフード（ウェットタイプ）の成分表である。

(表1) サンプル

商品名	対象	タンパク質	脂質	カルシウム
ベビーキャット	離乳期の子猫	8.5	3.5	0.18
キトン・インスティクティブ	子猫	10	2	0.13
インスティクティブ	健康的な成猫	10	0.8	0.12
ウルトラライト	体調管理が難しい猫	8.2	0.5	0.2
インテンス・ビューティ	美しさを保ちたい猫	10	1.5	0.1
インスティクティブ+7	高齢猫	9	0.5	0.11
エイジング+12	老齢猫	8	2	0.14

これらのサンプルからクラスター分析を行うと以下のグラフになる。

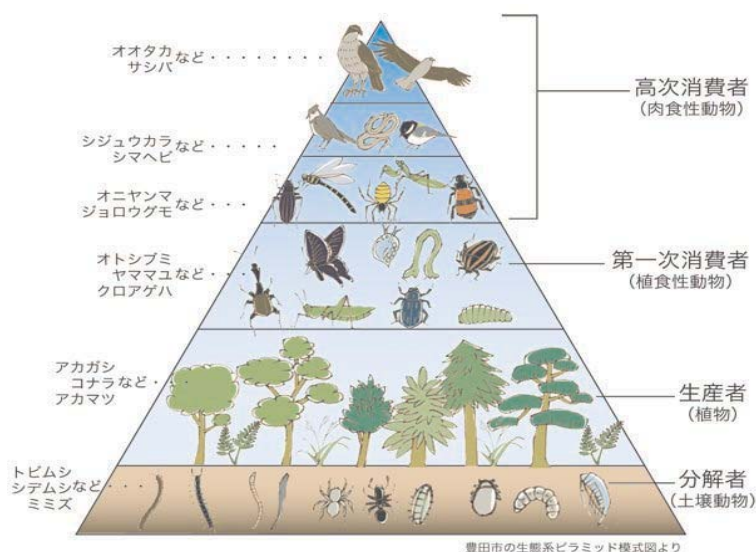


(図1) クラスター分析の例

この図から、クラスター{1.7}{4.6.3.2.5}はそれぞれ互いに似たものの1つのグループであり、より細かく見ると{4.6}{3.2.5}はさらによく似たグループである事が分かる。また、クラスター{1.7}と{2.5}が最も異なる性質を持っている事が読み取れる。

今回の研究で扱うデータ量はそれほど大きくはなく、サンプルの類似度を分析することが目的のため、階層的クラスター分析でのユークリッド距離法を採用した。

\* 2 ニッチとは食物連鎖における階級（エルトンの定義）であり、捕食物から推測可能。以下に例を示す。



(図2) ニッチ（エルトンの定義）

#### 4 実験の結果

実験1 結果 (表2) ふぐ毒を保有する生物とそのデータ

類・科・目	動物名	毒の存在部位	有毒個体の採取地域	平均気温	生息域	用途	ニッチ
扁形動物	渦虫類 多オオツルラムシ	全体	瀬戸内海、静岡県下、和歌山、東京	15	扁形動物門 渦虫綱 多岐蝶目ツルラムシ科 ツルラムシ属	海水	防御 3
	ツルラムシ	全体	神奈川県、静岡県、宮崎、沖縄県下、瀬戸内海	16.5	扁形動物門 渦虫綱 多岐蝶目ツルラムシ科 ツルラムシ属	海水	防御 3
紐形動物	ミドリヒモムシ	全体	瀬戸内海、静岡県下	20	紐形動物門 無針綱 ソウネス科 ソウネス属	海水	防御 1
	クリゲヒモムシ	全体	瀬戸内海、静岡県下	20	紐形動物門 無針綱 トウゲナス科 トウゲナス属	海水	防御 1
	ホトヒモムシ	全体	静岡県下	20	紐形動物門 無針綱 ケフロツツクス科 ケフロツツクス属	海水	防御 1
軟体動物	腹足類 ポウシュウボラ	中腸腺	静岡、和歌山、三重、宮崎県下	20	軟体動物門 腹足綱 前庭亜綱 中腹足目 ヤシロガイ超科フツツガイ科ホラガイ亜科 ホラガイ属	海水	防御 2
	バイ	中腸腺	福井県下	16.5	軟体動物門 腹足綱 吸殻目 バイ科 バイ属	海水	防御 4
	オオナトボラ	中腸腺	静岡県下	20	軟体動物門 腹足綱 吸殻目 オキニシ科	海水	防御 2
	ハナムシロガイ	中腸腺	静岡県下	16.5	軟体動物門 腹足綱 吸殻目 ムシロガイ科	海水	防御 5
	アヲレガイ	中腸腺	駿河湾、遠州灘	20	軟体動物門 腹足綱 前庭亜綱 新腹足目	海水	防御 5
	カコボラ	中腸腺	静岡県下	20	軟体動物門 腹足綱 吸殻目 フツツガイ科	海水	攻撃 2
	テングシ	中腸腺	静岡県下	20	軟体動物門 腹足綱 吸殻目テングシカンムリボラ科	海水	攻撃 2
頭足類	ヒョウメンダコ	後部唾液腺	オーストラリア、伊豆大島、南九州、南西諸島	22.5	軟体動物門 頭足綱 八腕形上目 タコ目 無触毛亜目 マダコ科	海水	攻撃 1
環形動物	エロコ	全体	宮崎県下	7.5	環形動物門 多毛綱 ケヤリムシ目 ケヤリムシ科	海水	防御 4
節足動物	十足類 スバスバマンジュウガニ	全体	三浦半島など	20	節足動物門 甲殻綱 十脚目 オウギガニ科 マンジュウガニ属	海水	防御 3
刺尾類	カトガニ	卵巣	タイ	17	節足動物門 節足綱 刺尾目 カトガニ科 カトガニ属	海水	防御 4
棘皮動物	トゲモジガイ	全体	静岡、和歌山、三重、広島、宮崎県下	20	棘皮動物門 ヒトデ綱 モジガイ目 モジガイ科 モジガイ属	海水	防御 3
	ヒラモジガイ	全体	福井県下	16.5	棘皮動物門 ヒトデ綱 モジガイ目 モジガイ科 モジガイ属	海水	防御 3
	モジガイ	全体	静岡、福井、広島県下	20	棘皮動物門 ヒトデ綱 モジガイ目 モジガイ科 モジガイ属	海水	防御 3
脊椎動物	魚類 ツムギハゼ	皮膚、内臓、生殖巣、筋肉	奄美大島、沖縄県下、台湾、フィリピン	20	脊椎動物門 条鰭綱 スズキ目 ハゼ亜目 ハゼ科 ツムギハゼ属	汽水	防御 4
	両生類イモ Taricha/Notophthalmus/Cynops/Triturus 各属のイモリ	皮膚、卵、筋肉、血液生殖巣		20	脊椎動物門 両生綱 有尾目 イモリ科 イモリ属	淡水	防御 1
	アテロハス Atelopus属のカエル	皮膚	コスタリカ、パナマ	24		淡水	防御 1
	フグ	内臓・皮膚・血液・筋肉		26	脊椎動物門 条鰭綱 フグ目 フグ科	海水	防御 1

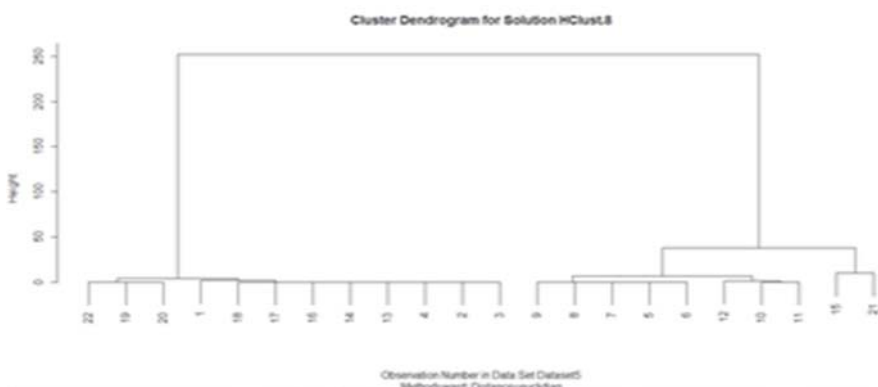
上の表は今回の研究で調べ、クラスター分析の際に使用したデータである。

ニッチの数値は、独自にニッチを4つにランク分けしたものである。

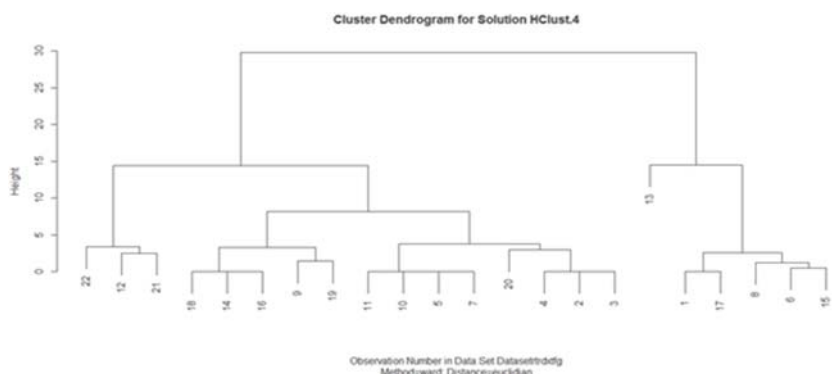
このデータをもとに、実験2と実験3で作成したものを以下に示す。

#### 実験2・実験3 結果

##### ① 毒の部位、用途でのクラスター分析 (図3)



##### ② 生息地の気温、生息流域、ニッチでのクラスター分析 (図4)



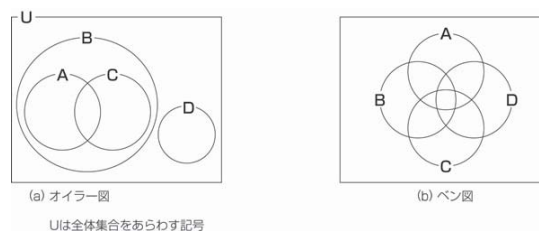
## 5 考察

分析にあたって、複数のクラスター分析を比較する必要がある。そのため、手書きの集合図（\*<sup>3</sup>オイラー図）を使用し、分散の一致数を調べて矛盾点の最も少ないものを一番相関が強いものとした。

分析方法は、実験の方法で示した①のクラスター分析を比較基準とし、流域、ニッチ、水温に関するクラスターを比較対象として比較した。

その結果、①との矛盾点が一番少なく一番相関が強いと言えるのは、ニッチ-温度のクラスター分析となった。（矛盾点7個）

\*3 オイラー図とは集合の相互関係を表す図のことでベン図と似ているが、ベン図とは異なり、各集合を表す円が必ずしも重なっている必要はない。（右図参照）



## 6 まとめ

どの要素を採用するかについて科学的根拠を持って選ぶことや、各要素データの数値化の定義が難しく、スケールリングに違いがあるかの検証まですることができなかった。そのため、ユークリッド距離法を用いた分析が最良かどうか疑問が残る。

今回の実験ではクラスター分析にとどまってしまったため正確性に欠けていると思われる。主成分分析など、他の手法を用いて分析し、正確性をさらに高めたい。

## 7 参考資料

厚生労働省

自然毒のリスクプロファイル巻貝、フグ毒

ボウシュウボラ、パイ、オオナルトボラ、ハナムシロガイ、アラレガイ

[http://www.mhlw.go.jp/topics/syokuchu/poison/animal\\_15.html](http://www.mhlw.go.jp/topics/syokuchu/poison/animal_15.html)

気象庁海水温データ

[http://www.data.jma.go.jp/kaiyou/data/db/kaikyō/daily/sst\\_HQ.html](http://www.data.jma.go.jp/kaiyou/data/db/kaikyō/daily/sst_HQ.html)

啓林館

<http://www.keirinkan.com>

ニコニコ大百科 テトロドトキシン

<http://dic.nicovideo.jp/a/%E3%83%86%E3%83%88%E3%83%AD%E3%83%89%E3%83%88%E3%82%AD%E3%82%B7%E3%83%B3>

ウィキペディア ツムギハゼ

<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%84%E3%83%A0%E3%82%AE%E3%83%8F%E3%82%BC>

など

○笹井優衣 泉谷友香 草川花 清水菜穂子 藤本有香 松本夢花

<<abstract>>

The diameter of the sun is about 109 times longer than that of the earth. The distance is equipment to approximately 400 times the distance between the earth and the moon. Although accurate measurements are conducted these days, Aristarchus measured its diameter over 2000 years ago. We made observations similar to those made by Aristarchus, and calculated the size of the sun and the distance from the earth more precisely than at that time.

<<概要>>

太陽の直径は地球の約 109 倍。その距離は、地球と月との距離の約 400 倍である。現代でこそ正確な計測がなされているが、アリストタルコスは 2000 年以上も前に、これらの値を算出すべく計測を行っている。

私たちは、アリストタルコスの行った観測と同様の観測を自分達の手で行い、当時の値よりも正確に太陽の大きさと地球からの距離を算出しようと考えた。

### 1 先行研究

アリストタルコスは、古代ギリシャの天文学者・数学者。後の地動説につながる説を唱えた。アリストタルコスは下記の方法で太陽までの大きさと距離を算出した。

- (1) 月と地球の直径の比  
月食の際に月に映る地球の影の輪郭より地球の直径は月の直径の 4 倍とした。
- (2) 地球から月までの距離  
月の直径より三角測量で地球から月までの距離を求めた。
- (3) 月までの距離と太陽までの距離の比  
月と太陽の離角を約  $87^\circ$  と見積もり、月までの距離をもとに太陽までの距離を算出。  
また、皆既月食では、月と太陽のみかけの直径が等しいことから同様に太陽の直径を算出。

### 2 研究目的

太陽と月の離隔を測る観測装置を手作りし、アリストタルコスより精度よく太陽までの距離と大きさを求める。

- ① 地球の大きさをもとに月の大きさを求める。
- ② 月の大きさをもとに月までの距離を求める。
- ③ 月までの距離をもとに太陽までの距離と、太陽の大きさを求める。

### 3 実験の方法

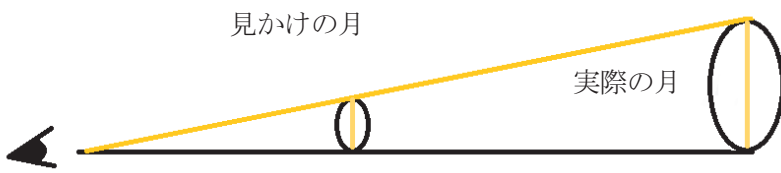
- ① 地球の大きさをもとに月の大きさを求める。



部分月食の時に月に映る地球の影の輪郭をもとに月と地球の半径の比を算出。当時、アリストタルコスはエラトステネスによって計測されていた地球の大きさを用いて求めた。



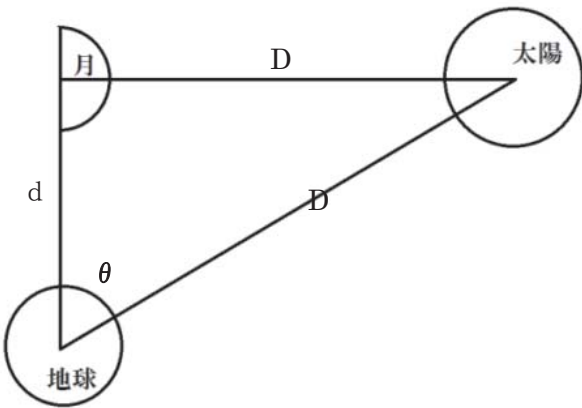
② 月の大きさをもとに月までの距離を求める。



実際の月の大きさがわかっているので上図のように見かけの月の大きさを設定し、見かけの月と目からの距離を

計測することで三角測量より実際の月までの距離を算出できる。

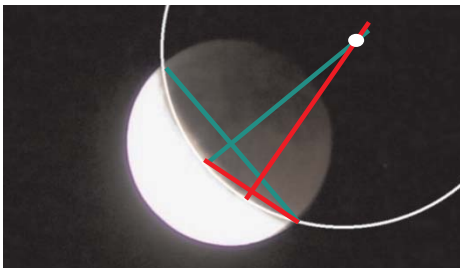
③ 月までの距離をもとに太陽までの距離と、太陽の大きさを求める。



半月の時月から見た地球と太陽の角度は  $90^\circ$  である。よって、地球から見た月と太陽のなす角  $\theta$  を観測すれば、上図のような直角三角形が得られる。よって、地球から月までの距離  $d$  がわかっているので地球から太陽までの距離までの式は  $D = d / \cos \theta$  と表され、算出する。また、太陽の大きさは②と同じようにして算出する。

#### 4 実験の結果

① 地球の大きさをもとに月の大きさを求める。

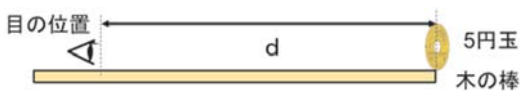


上図の部分月食の際の画像より、地球の影の円弧の両端を結んだ直線の二等分線を引くことで、地球の影の中心を求めた。

月の半径 : 地球の半径 = 1.00 : 3.54

より、地球の直径は 12,700 km なので月の半径は 3,590 km となる。

② 月の大きさをもとに月までの距離を求める。



左図のように木の棒の先に五円玉を取り付け、

月の周りが五円玉の穴に丁度内接するように見た時の目の位置と五円玉の距離を計測した。メンバー6人の平均をだした。その平均値  $d$  より月の大きさ  $D$  を求めた。



5円玉の穴の直径 : 0.500 [cm]

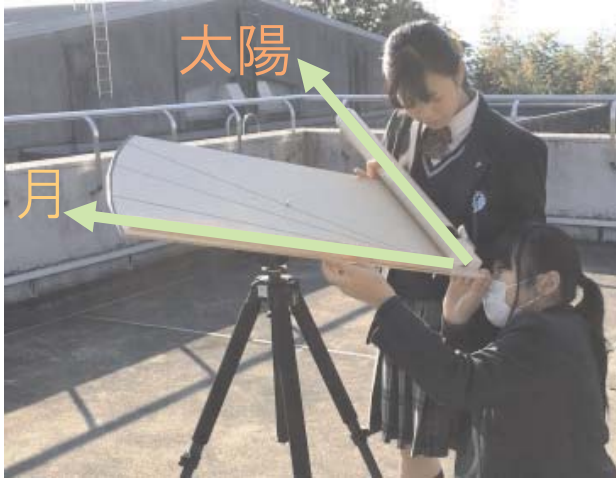
月の直径 : 3,590 [km]

5円玉と目の距離 :  $d$  [cm]

月までの距離 :  $D$  [km]

$$D = (d \times 3,590) / 0.500 = 399,000 \text{ [km]}$$

③ 月までの距離をもとに太陽までの距離と、太陽の大きさを求める。

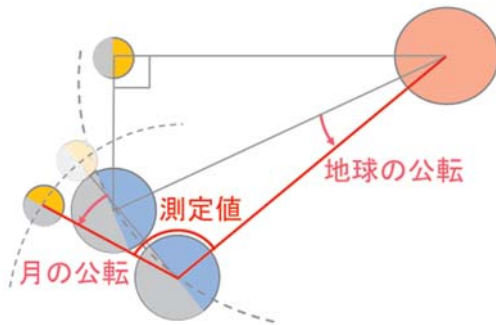


左図の実験装置を手作りした。まず、太陽に向けるための固定された筒に小さな穴をあけピンホールを作る。それを使い板の角度を太陽の角度に合わせる。次に、月に向ける可動式の棒の先端を月と重なるように動かす。重なったところでその棒を固定し、筒と棒の角度を測定する。地球から見た月と太陽の離隔、つまり先ほどの図の角度  $\theta$  を求めることができる。この装置を使い実際に測定してみると  $98.1^\circ$  だった。

## 5 考察

この実験で  $\theta$  が  $90^\circ$  を超える値となった。この原因を考えた。

### (ア) 観測時間による誤差



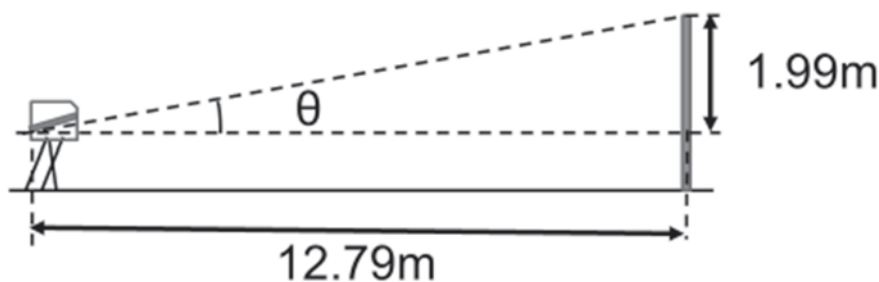
観測した日の半月の瞬間は 2017 年 11 月 27 日 (月) 2 時 3 分であった。実際に観測したのは、2017 年 11 月 27 日 (月) 14 時 15 分だ。この約 12 時間の間に地球は余分に公転する。そして月も余分に公転する。そのため誤差が生じ、測定した値が赤字のところになる。

地球の公転により  $360^\circ / 365.25 \text{ 日} = 0.98563^\circ / \text{日}$  の誤差があり、

月の公転により  $360^\circ / 27.32 \text{ 日} = 13.18^\circ / \text{日}$  の誤差がある。

12 時間分の誤差の合計は  $(0.98563 + 13.18) / 2 = 7.08^\circ$

### (イ) 観測装置による誤差



実験装置から 12.79m のところに 1.99m の棒を垂直にたて、実際に実験装置で測った角度と計算で出した角度の差より実験装置の誤差を求めた。

$$\tan \theta = 1.99 / 12.79 \text{ より } \theta = 8.84^\circ$$

$$(6 \text{ 人の測定平均}) - (\text{実際の値}) = 10.5 - 8.84^\circ \div +1.7^\circ \text{ (実際より大きく測定)}$$

(ア) と (イ) より

$$\text{太陽と月の離角 } \theta = (\text{測定値}) - (\text{地球と月の公転角}) - (\text{測定誤差})$$

$$= 98.1^\circ - 7.08^\circ - 1.7^\circ$$

$$= 89.3^\circ$$

誤差より太陽と月の離角  $\theta$  は  $89.3^\circ$  になり、 $90^\circ$  未満の角度となった。

## 6 まとめ

よって太陽までの距離が 33,500,000 km、太陽の直径が 302,000 km となった。

	アリストタルコス	私たち	実際の値
月と太陽の離角	約87°	89.3°	89.51°
太陽までの距離	月より 18~20倍遠い	月より 約84.0倍 遠い	月より 約390倍 遠い
太陽の直径	地球の 約6.7倍	地球の 約23.8倍	地球の 約110倍

(ウ) 考慮しなかった誤差

天体の軌道は楕円軌道である。今回は円軌道で計算した。

季節によって形が異なるため、地球から月や太陽までの距離が誤差となっている可能性がある。

## 7 参考資料

- 理科年表
- 国立天文台天文情報センター  
(<http://eco.mtk.nao.ac.jp/koyomi/>)
- こよみの計算 (CASIO)  
(<http://keisan.casio.jp/>)
- 月の位置計算・高精度計算サイト  
(<http://keisan.casio.jp/>)

<<abstract>>

The Global Science Club of our school has been studying about the mirage in Lake Biwa since 2013, but only clarified the mechanism and occurrence condition of the lower mirage.

So, we decided to elucidate the upper Mirage that could not be clarified by the Global Science Club. We observed the mirage at Nagisa Park, and conducted several laboratory experiments.

As the result of our research, we found that the lake wind circulation was important in the occurrence of the both upper mirage and lower mirage.

<<概要>>

琵琶湖で発生する蜃気楼については、2013年から、本校のグローバルサイエンス部が研究してきたが、仕組みや発生条件は下位蜃気楼しかわからなかった。

そこで、グローバルサイエンス部では解明しきれなかった上位蜃気楼を解明してやろう！と思い、なぎさ公園での観測、室内実験を複数回行った。研究の結果、上位、下位蜃気楼の発生において湖風循環が重要であるとわかった。

## 1 はじめに

琵琶湖蜃気楼研究会は地上気象観測（気象庁のアメダス、琵琶湖の極地気象観測を行っているビワコダスなど）、湖上のブイの高さ 10m の固定・定時観測（1 時間おきデータ）を元に、蜃気楼の発生条件について気象解析や数値シミュレーションを行っている。

私たちは、蜃気楼発生時、水面から 1 m ごとの湖面上空の気温を測定し、その測定結果をもとにして大気の構造を明らかにすることを研究目的とした。また、観測結果をもとにして室内実験で蜃気楼を再現することも同時にを行った。

## 2 先行研究

蜃気楼とは、光が屈折して起きる現象である。下から上に向かって気温が下がる条件下では、光が図 1 のように屈折する。これにより、下位蜃気楼が発生する。

琵琶湖上で下から上へ温度が下がるのは、高気圧に覆われ場の風が穏やかで湖風循環が起こっている時である。下位蜃気楼では、軽い暖気層が冷気層より下になければならない。これを可能にしているのが「湖風」である。

晴天日の日中は、陸地の方が熱容量小さいため高温になる。そのため、陸で上昇気流が発生し、これを補うように湖から陸に向かって風が吹く（図 2）。これが「湖風」である。湖風が上から下に吹くことで、湖上の暖気層は下にとどまる。

下位蜃気楼の発生条件は、以下の 3 つである。

- ① 湖風循環が起こっている（晴天）。② 風速が 4m/s 以下である。③ 季節を問わない。

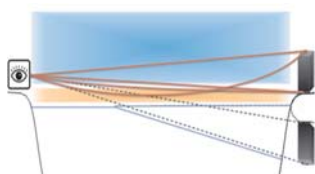


図 1

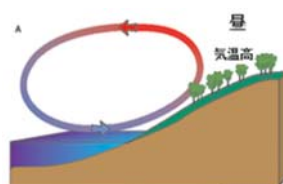


図 2

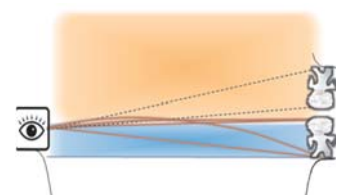


図 3

### 3 実験の方法

#### (1) 上位蜃気楼

下位蜃気楼の発生条件より、上位蜃気楼の発生条件を予想した。

- ① 暖気層の下に冷気層がある (図 3)。 ② 風速が約 4m/s 以下である。

この予想を確認するため、魚津埋没林博物館展示の、蜃気楼発生装置を参考に実験装置を作成した (図 4、5)。実験器の暖気吹き出し口の長さは 142cm で、観測用カメラと約 5cm の観測物体 (図 6) との距離は 550cm である。温風の噴き出し口付近で目を上下に動かし、物体の変化を観察した。

この実験器は、暖気層を中心に作ることによって、理論上では、実験器上側の二つの空気層では下位蜃気楼が、下側の空気層では上位蜃気楼が形成される。



図 4

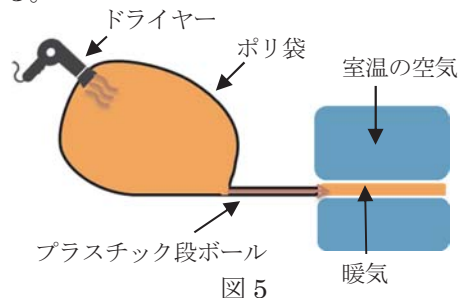


図 5



図 6

#### (2) 側方鏡映

上下に反転する蜃気楼があるのなら、横向きの蜃気楼も可能ではないのかという疑問を持ち、実験を行った。

上位、下位蜃気楼の実験で使用したドライヤー実験装置の吹き出し口を上に向けることで、横に温度変化ができ、横向きに反転が起こると考えた。

### 4 実験結果

#### (1) 上位蜃気楼

実験を 20 回程度実施した。その結果、ドライヤーの暖気の上下に、下位蜃気楼と上位蜃気楼が同時に形成されることが分かった (図 7、8)。また、その時の温度は、温風が噴き出すボードの先端で約 40°C、上下の空気の層は 28°C、つまり 12°C の温度差があった。また、この実験から、上位蜃気楼の発生難易度は下位蜃気楼と同程度であると考えた。

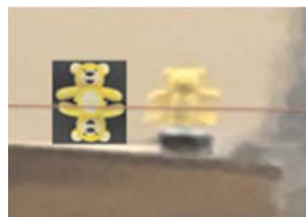


図 7 下位蜃気楼



図 8 上位蜃気楼

#### (2) 側方鏡映

結果は右の図 9 である。実像の左側に、反転によって現れた虚像が確認できた。また、視線を横にスライドさせると、右側にも虚像が確認できた。

このことから、横向きの蜃気楼 (側方鏡映) は上位、下位蜃気楼と同じ原理で発生することが分かった。



図 9

### 6 琵琶湖での上位蜃気楼観測

琵琶湖の南部にあるなぎさ公園を観測地点として、北北東にある琵琶湖大橋の蜃気楼による変化を観測した。この時、なぎさ公園から琵琶湖大橋までの距離は約 12km であった。



上位層気楼の観測は予想以上に難しく、2017年3月1日以降の晴天の日（14日）のうち、発生が確認できたのは5月20日だけであった。図10は、5月20日に上位層気楼発生した時の琵琶湖大橋の様子である。東側（写真の右側）の橋桁で変化（橋桁が2重になっている）が確認できた。

そこで、上位層気楼が発生した2017年5月20日と、層気楼が発生しなかった5月3日の天気図を比較した（図11、12）。どちらも太平洋上に高気圧の中心があり、近畿地方は穏やかな晴天となった。しかし、この二つの天気図で、3日の方が等高線の間隔が狭い（気圧傾度力が大きい）ことがわかる。



図10



図11

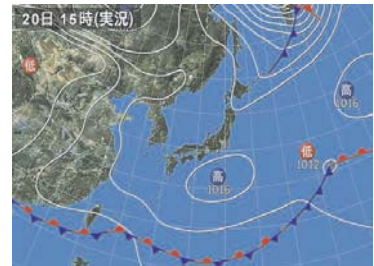


図12

次に5月3日と5月20日のなぎさ公園での観測データの比較を行った（図13）。気温と水温の差は最大でそれぞれ7.7℃、10.5℃とあまり大きな違いは見られなかったが、風速に関しては、3日の最大風速が4.7mであった。これは下位層気楼の研究結果から暖気層をかき消すのに十分な風速である。

4月3日		
13時	3.2m/s	南西
14時	2.7m/s	南西
15時	4.5m/s	南西
16時	2.7m/s	西南西

4月29日		
13時	4.1m/s	西南西
14時	7.7m/s	西北西
15時	2.8m/s	西南西
16時	2.1m/s	北西

5月3日（水温15.3℃）発生しなかった			
時刻	気温	風速	風向
13	21.9	1.9	北西
14	23	2.2	東
15	21.8	4.7	南東
16	20.3	3.6	東南東
5月20日（水温19.7℃）発生した			
時刻	気温	風速	風向
13	28.7	2.6	北東（湖風）
14	29.7	1.8	北北東（湖風）
15	30.1	1.3	北東（湖風）
16	30.2	1.7	北東（湖風）

図13

5月1日		
13時	2.4m/s	北西
14時	1.9m/s	北北西
15時	4.4m/s	西北西
16時	4.0m/s	北北西
17時	4.1m/s	北北東

5月5日		
13時	1.9m/s	南西
14時	2.1m/s	西
15時	2.4m/s	西南西
16時	1.8m/s	南南西

5月7日		
13時	4.0m/s	北西
14時	3.8m/s	北西
15時	3.2m/s	西南西
16時	3.3m/s	西南西
17時	4.1m/s	西南西

図14

図14は、観測日のうち、高気圧に覆われて晴天となったが、上位層気楼は発生しなかった日の大津アメダスのデータである。それぞれの日を確認すると、風速が4m/s以上、または風向が湖風の方である北東とは違っていることがわかる。

## 6 考察およびまとめ

### (1) 上位層気楼

上位層気楼が発生するためには、湖上に逆転層が形成されなければならない。

普通、気温は上空の方が低くなるが、上位層気楼が発生するには、湖面付近の方が、気温が低くなる必要がある（冷気層が暖気層の下に存在すること）。このためには、湖面の水温が低くなる時期でなければならない。この気象条件を満たす時期としては、4月～5月の晴天日の正午以降である。

その原因として、以下の3つのことが考えられる。



- ①4月～5月は、比良山系などの雪解け水が琵琶湖に流れ込むことで、湖面付近の水温が低くなる。
- ②4月～5月は、琵琶湖上が高気圧に覆われると、正午以降気温が高くなり、湖面付近との気温差が大きくなる。
- ③冬は、4月～5月と同様に琵琶湖の水温が低くなるが、晴天時でも日中の気温が上がらないために、湖上に逆転層が形成されない。
- (2) 下位曇気楼と同様に、逆転層が保存されるためには湖風循環が必要で、このためには、場の風速が4 m/s 以下であることが必要である。
- (3) 室内実験の結果から考察すると、上位曇気楼も下位曇気楼と同じくらいの温度変化で形成されることが分かる。このことから、上位曇気楼発生時の逆転層（冷気層）の厚さは、約10mと見積もることができる。

## (2) 側方鏡映

実験から、側方鏡映も自然界で発生しているのではないのかと思い、情報を集めた。すると、不知火という現象が、側方鏡映であることが分かった。

不知火とは、九州の有明海で、おもに真夏の放射冷却が起きた大潮の日には起こるとされる現象である。

このことから、不知火発生中の干潟の様子を推測した（図15）。大潮になると干潟上に水路が幾筋も現れる。そして放射冷却が起こることで、泥の部分は冷たくなり、真夏の暖かな水が流れる水路と温度差ができる。このため、泥上には冷気層が、水路上には暖気層ができることで温度差が生じ、側方鏡映ができるのだと考えた。

だが、側方鏡映については発生地点が遠いことや、研究があまりなされていないため、完全な解明には至れなかった。

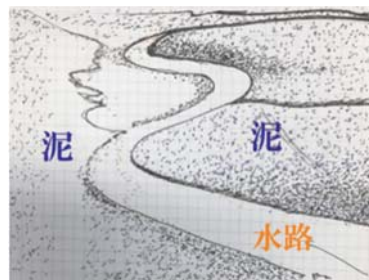


図15

## 7 今後の課題

本研究で、曇気楼が発生するときの気象条件についてかなり詳細なことがわかってきた。

上位曇気楼については、まだ大気構造の実測をしたわけではない。そこで、上位曇気楼発生時の上空の気温変化について、気球に温度計をつけて湖上で測定し、詳細な大気構造を解明しようと考えている。また側方鏡映については、実地観測や干潟のモデルを作ることで、側方鏡映発生時の大気構造や発生条件を解明していきたい。

そして、将来的には、気象庁GPVなどを利用しての曇気楼予報や、世界中で発生する曇気楼の解明につながることを目指したい。

## 8 参考資料

- 1) 伴 禎 2005 「琵琶湖の北湖と南湖で同日発生した曇気楼からみた曇気楼発生機構」  
平成17年度日本曇気楼協議会研究発表会講演要旨集
- 2) 松井一幸 2004 「琵琶湖北湖における上位曇気楼」  
平成16年度日本曇気楼協議会研究発表会講演要旨集
- 3) 本庄薫・市瀬和義 2004 「琵琶湖における曇気楼の発生理由－2003年研究報告－」  
平成16年度日本曇気楼協議会研究発表会講演要旨
- 4) 日本曇気楼協議会 2016 「曇気楼のすべて！」

# 発見！京都の乱気流

○岡林竜一郎 鍛冶佳佑 中村駿介

## <<abstract>>

I was interested in an aircraft accident. Boeing 707 from Haneda to Hong Kong was disintegrated above Mt. Fuji, and 124 passengers were sacrificed in March, 1966. They had a rough flight above Mt. Fuji, and it is thought to be the cause of that accident Turbulences occur down the wind in mountains. We thought that turbulences might occur in Kyoto, because this city is surrounded by mountains. So we started studying. We used an instrument for observing wind and a balloon. We collected wind the date of speed and direction data and examined turbulences. As a result of this research, we found that Kitayama, a mountain in the northern part of Kyoto city caused turbulences at a height of about 1000m. Also, we noticed that turbulences produced wavy clouds.

## <<概要>>

僕たちは1966年3月、ボーイング707が富士山上空で空中分解した航空機事故に興味を持ちました。富士山上空には乱気流が存在しており、その影響で事故が起こったと考えられています。この乱気流は山岳の風下などで発生することが確認されていて、京都は盆地で山に囲まれているので乱気流が発生するのではないかと考えて研究を始めました。測風経緯儀やパイバル気球という道具を使い、集めた風速や風向きのデータをもとに乱気流があるかを調べました。この研究の結果、京都の北にある北山の影響で、上空約1000mに乱気流の発生する場所があることがわかりました。また、乱気流の影響で波状雲が発生することもわかりました。

## 1 はじめに

僕たちの住んでいる京都は、四方を山に囲まれている盆地なので、通常の平地とは異なる気流が発生するのではないかと考え、この研究課題を設定することにした。

## 2 先行研究

風が山を越えるとき、空気を強制的に上向きに変位させる。その空気は重力の復元作用によってやがて元の高さを行き過ぎて下降するが、再び上向きに転ずる。その空気は風下へ流れながら上下に振動し、上昇気流の場所で「波状雲」が形成される。乱気流の存在はこの波状雲が証拠の一つとなる。

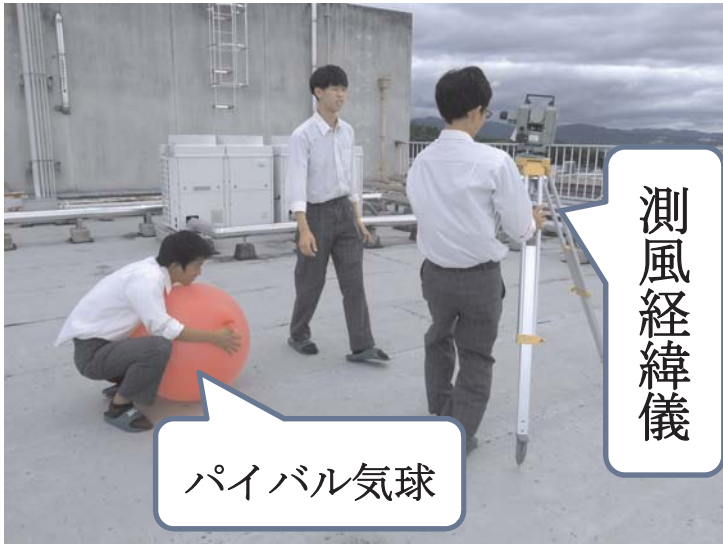


浅井富雄 著「ローカル気象学」より

### 3 実験の方法

観測場所: 桃山高校 校舎の屋上

観測器具: 測風経緯儀、双眼鏡、方位磁石、パイバル気球



パイバル気球

測風経緯儀

所定の上昇速度(200m/分)になるようにヘリウムを入れたパイバル気球の動きを、地上から測風経緯儀で観測。測定した高度角、方位角、経過時間から上空の風向、風速を割り出す。最後にデータを分析し、気流の流れを見つける。

### 4 実験の結果

9/11

1600m	薄雲に隠れる
2600m	再び雲に隠れ、再び現れる
3600m	高層雲に隠れる

9/14

3000m	偏西風に流されて東へ
5200m	巻層雲に隠れる

9/21

1200m	北東の風が北西に
2500m	偏西風に流されて東へ

9/28

900m	北東から南東の風へ
1400m	雲に隠れ始める
1500m	雲に完全に隠れる

10/4

1000m	北風が毎秒5~6mから10~11mになった
1600m	波状雲に隠れる

11/16

800m	北西の風が毎秒8mから11~12mになった その後再び毎秒8mになった
2000m	西北西の毎秒10m前後の風が20m超になった
2700m	高層雲に隠れる

11/20

600m	南西の風が毎秒6mから10mになった その後再び毎秒6mになった
1300m	積雲に隠れる

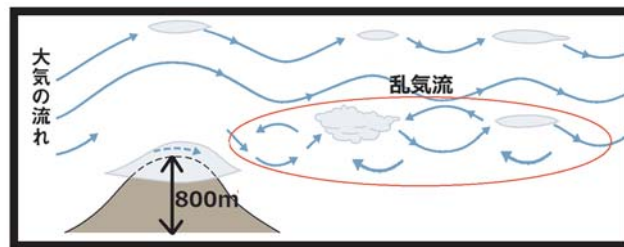
- ・9/11、9/14 は風の穏やかな日で、雲の大まかな高さを観測することができた。
- ・9/21、9/28、10/4、11/16 は北風が強く、いずれの日も 1000m 付近で風速や風向の変化が見られた。
- ・9/14、9/21、11/16 の結果から、偏西風の最も低いところが 2000m～3000m ということがわかった。
- ・11/20 は南西の風で 1000m 付近には強風帯が見られず、600m 付近に見られた。

## 5 考察

北風が強い日はいずれの日も 1000m 付近で風速や風向の変化が見られた。そして 1000m 以上の高さで波状雲が発生していた。これらのことから、強い北風の時、京都盆地上空には乱気流が発生すると考えた。

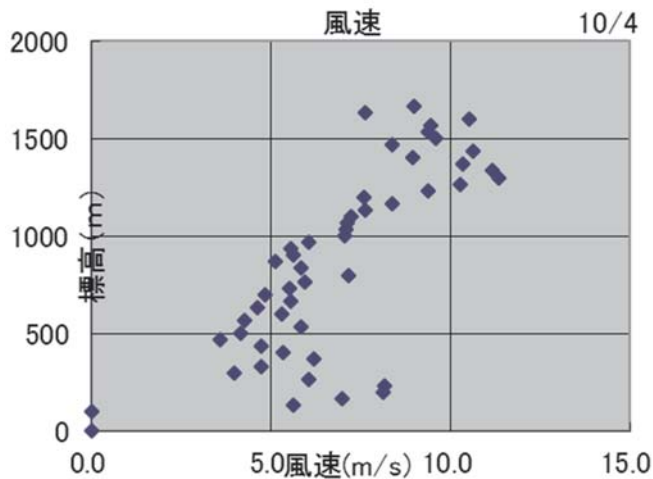
### 根拠①

京都盆地北側にある北山は約 800m であることから、越えてくる北風はそれよりも高い位置で乱気流となり、観測データと一致する。10/4 の風速のグラフでは、約 1000m で風速が大きくなったことがわかる。



「山岳気象大全」より

さらにこの図から 1000m 付近だけでなく、それより上の風の流れも波打つことがわかる。



←10/4 の風速データ  
約 1000m で風が強くなった。

### 根拠②

北風が強い日には乱気流が発生している証拠である「波状雲」が 1000m 付近またはそれ以上で見られた。根拠①の図とも一致する。

### 根拠③

風の穏やかな日や南風の日には 1000m 付近に風の変化は見られなかった。そして発生していた雲は波状雲ではなかった。

## 6 まとめ

観測回数がまだ少ないので、この研究結果をより確かなものにするために、引き続き研究、観測を続けていく。どれくらいの風速の時に乱気流は発生するのかなどより具体的な条件を見つけていきたい。気流の変化が見られたにもかかわらず、波状雲が発生していない日があったので、湿度なども考慮しながら波状雲の有無について調べたい。

- ・強い北風が北山を超えた後、京都盆地上空約 1000mで乱気流となる。
- ・波状雲が発生しているということは、乱気流が発生しているという証拠だとわかった。
- ・乱気流は山の尾根に対して垂直方向の風が吹くことで発生することがわかった。
- ・偏西風は最も低いところでも 2000m~3000m あり、北山を超えてくる北風よりも高いことがわかった。さらに、日によって高度や風速が大きく変わることがわかった。

さらに、この研究でいろいろな波状雲を観測した。



異なる方向に風が吹いているときに現れる K-H 不安定波と呼ばれる波状雲の一種

積雲に現れた回転している波状雲



## 7 参考資料

気象の事典	東京堂出版
お天気科学	小倉義光
流れの科学	木村竜治
ローカル気象学	浅井富雄

