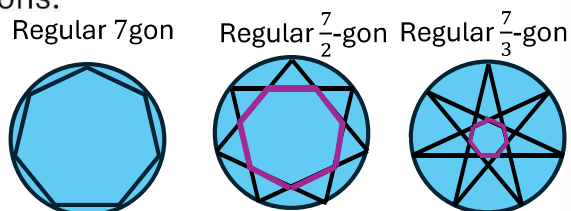


About Regular N -gons, But N Is Rational Number

Mathematics 16 group

Purpose and background of our study Additional study

We got interested in regular $\frac{n}{m}$ -gons, which is an extension of the regular N -gons to rational number. The purpose of our study is to formulate and research more laws and characteristics of regular $\frac{n}{m}$ -gons.



Definition of regular $\frac{n}{m}$ -gons

We defined regular $\frac{n}{m}$ -gons as regular polygons that a size of the exterior angle is $2\pi \frac{m}{n}$.

Study 1 How to draw regular $\frac{n}{m}$ -gons

Theorem:

Let the vertices of regular n -gons be P_1, P_2, \dots, P_n in the left direction. ($m, n \in \mathbb{N}, n \perp m, 2m < n$) Connect vertex P_1 and vertex m away from P_1 in the leftward, and continue this until a vertex is connected to vertex P_1 .

Proof:

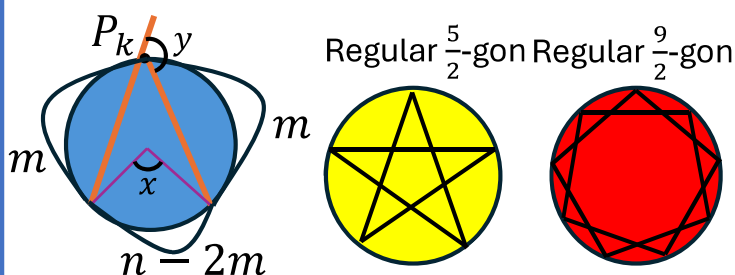
About vertex P_k , let the size of the central angle of vertex P_k be x .

$$x = 2\pi \frac{n-2m}{n}, \angle P_k = \frac{x}{2} = 2\pi \frac{n-2m}{n} \times \frac{1}{2} = \pi \frac{n-2m}{n}$$

Where, y is the size of the exterior angle of P_k .

$$y = \pi - \pi \frac{n-2m}{n} = \pi \left(1 - \frac{n-2m}{n}\right) = 2\pi \frac{m}{n}$$

Hence theorem is right.



Summary and future prospects

In this research, we found many characteristics and laws about regular $\frac{n}{m}$ -gons and formulated them. So, our future prospect is to find characteristics and laws in case of spatial shapes or non-regular $\frac{n}{m}$ -gons. We also continue to research in the visible way by making the program which reflects the figures on screen.

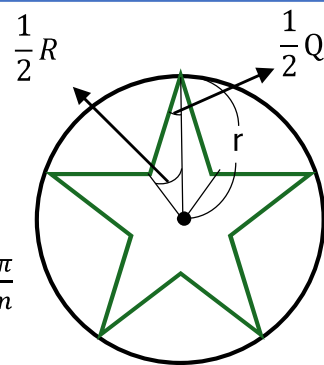
Area

Let the size of the area of regular $\frac{n}{m}$ -gons be S .

$$\textcircled{1} S = nr^2 \frac{\tan \frac{1}{2} Q \tan \frac{1}{2} R}{\tan \frac{1}{2} Q + \tan \frac{1}{2} R}$$

$$\frac{1}{2} Q = \frac{\pi}{2} \left(\frac{n-2m}{n}\right) \quad \frac{1}{2} R = \tan \frac{\pi}{n}$$

$$\textcircled{2} S = nr^2 \sin \frac{\pi}{n} \frac{\cos \frac{m}{n} \pi}{\cos \left(\frac{m-1}{n} \pi\right)}$$



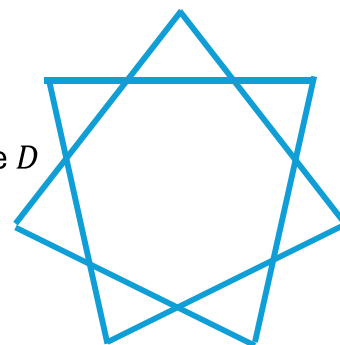
Plane division

Let the number of divided planes by regular $\frac{n}{m}$ -gons be D

$$D = n(m-1) + 2$$



$$D = 7(2-1) + 2 = 9$$



Circumference and side length

Let the circumference length of regular $\frac{n}{m}$ -gons be L and total sides length of regular $\frac{n}{m}$ -gons be L' .

$$L = 2nr \sin \frac{m}{n} \pi$$



When $m = 1, L = L'$.

It is because

$$L' = 2nr \frac{\sin \frac{\pi}{n}}{\cos \frac{m-1}{n} \pi}$$



regular $\frac{n}{m}$ -gons are normal regular n -gons.

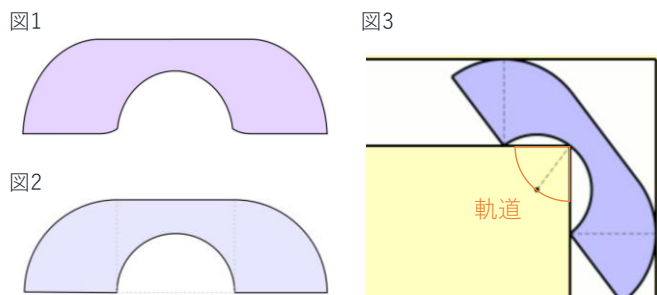
Consideration

From the theorem, the operation of connecting the vertices is repeated n times, so the number of side of regular $\frac{n}{m}$ -gons is n . One edge intersects the other $m-1$ edges, and regular $\frac{n}{m}$ -gons have rotational symmetry of $2\pi \frac{k}{n}$ ($k \in \mathbb{Z}$) about the center of the circumscribed circle. Therefore, regular $\frac{n}{m}$ -gons ($m', n \in \mathbb{N}, n \perp m', 0 < m' < m$) are formed inside regular $\frac{n}{m}$ -gons by the intersection of each edges.

研究の背景・目的

ソファ問題とは、L字型の通路を通過できるソファの最大面積を求める数学の問題である。現時点の最大面積であるGerver's sofaは15の曲線と3つの直線からなる複雑な図形であり(図1)、長方形と扇形からなるHammersley sofa(図2)と外形及び軌道※が酷似している。そこで我々は、Hammersley sofaの軌道にノイズを加えるという新たなアプローチを試した。

※本研究における軌道とはソファを完全に内包する長方形の廊下側の辺の中心点の軌道を指す。(図3)



研究内容と方法

Hammersley sofaの軌道である1/4の円弧を基準とし、フーリエ級数における三角関数の係数をランダムに変更する。ただし、プログラミングによる近似で行うためフーリエ級数の第10項までで近似する。

フーリエ級数とは複雑な周期関数を単純な周期関数(サイン波・コサイン波)の無限和によって表したもので、いかなる周期関数もフーリエ級数によって表すことが可能である。また一般的な形は以下である。

$$\frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos nx + b_n \sin nx)$$

概算方法：廊下が通過可能なソファとなりうる図形を必ず包含する長方形が存在する。その長方形を細かな正方形に分割し、与えられた軌道上で角度を変えながら移動し、各正方形の中心が廊下と重なったときその正方形を削除する。最終的に残った正方形の面積の総和をその軌道におけるソファの面積とする。
この操作をランダムな軌道で繰り返し、最大の面積と近いソファの生成を試みる。

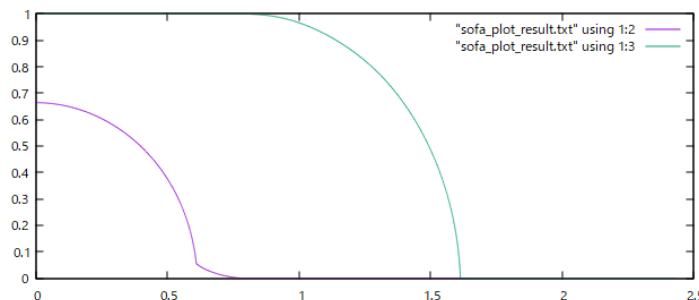
結果と誤差の目安

得られた面積のうち最大となった値、現時点で最大面積であるGerver's sofaの面積の値、基準としたHammersley sofaの面積の値の比較は以下のようである。

Hammersley sofa	Gerver's sofa	我々の最大面積
2.20741609916	2.21953166887	2.21948475000

現時点で最大となっているGerver's sofaと我々の求めたソファの最大面積との差は、

0.00004691887である。下図はこのときの我々の班のソファの右半分の外形である。



概算による誤差の目安として、Hammersley sofaと同じ軌道のときのソファの面積の概算結果と実際の面積の比は以下のようである。

$$\frac{\text{Hammersley sofaの面積}}{\text{同軌道の概算による面積}} = 0.9999991247$$

考察と今後の展望

Gerver's sofaの面積の値を超えなかったためGerver's sofaの値が実際の最大値だと予想した。実際に計算した値がGerver's sofaの面積に近づけられたことから、このアプローチは優秀だといえる。また、今回の方法では方程式を解く必要がないため複雑な条件下における調査で産業的に優位だと考えられる。今後は概算だけでなく面積の上界・下界を求められるようにしたい。また、計算の高速化のため、NVIDIAのCUDAに対応させえて並列化したい。

参考資料

Hammersley sofaとGerver's sofaの画像の出典
<https://www.math.ucdavis.edu/~romik/movingsofa/>

Change in the Generation of Electricity of Microbial Fuel Cells Depending on Various Types of Food

Chemistry 1-8

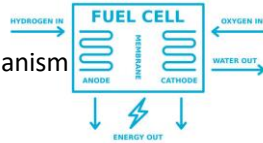
Background/Objective

Background

- Now: Growing interest in new energy sources.
- Microbial fuel cells (MFCs) are not yet practical.
 - Many challenges remain.

Objective

Investigating the fundamental mechanism of microbial fuel cells.



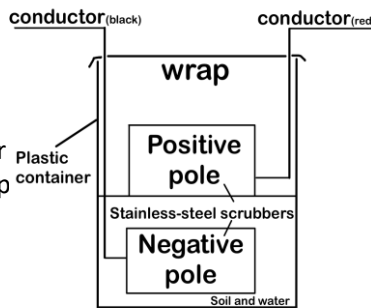
Experiment I

hypothesis

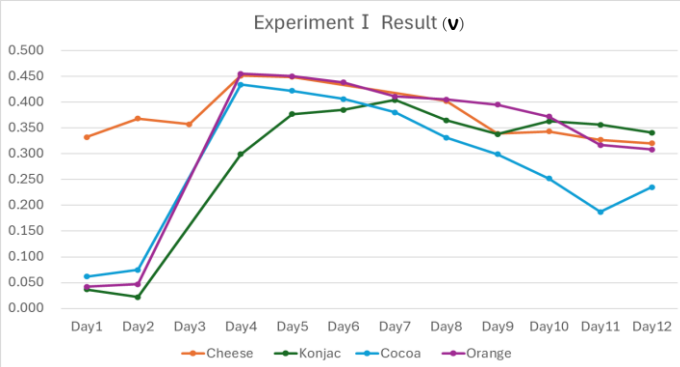
- Sugar increases voltage more rapidly than other substances.

Methods

- Electrodes made of stainless-steel scrubbers
- 500 mL of soil and water covering with plastic wrap and a lid to reduce water
- adding 20 g of food.



Result



Experiment I Result	Cheese	Konjac	Cocoa	Orange
Changes before putting in the soil (v)	-0.12	0.304	0.173	0.266
Voltage increase rate for the first 3 days (v/1d)	0.040	0.087	0.124	0.138

Experiment II

hypothesis

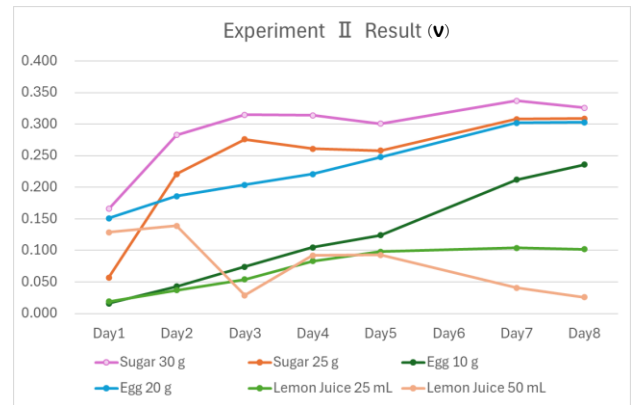
From the result of experiment I

- Acidic and alkaline substances show distinct effects on generation of electricity.

Methods

- In the same way as Experiment I

Result



Experiment II Result	sugar30g	Sugar 25 g	Egg 10 g	Egg 20 g
Changes before putting in the soil (v)	0.326	0.309	0.236	0.303
Voltage increase rate for the first 3 days (v/1d)	0.105	0.092	0.025	0.068
		Lemon Juice 25 mL	Lemon Juice 50 mL	
Changes before putting in the soil (v)		0.102	0.026	
Voltage increase rate for the first 3 days (v/1d)		0.018	0.010	

Discussions

- Alkaline substances generate more power
 - Neutralizing acids produced by microbes
- It takes longer for voltage to increase in some substances
 - Slow decomposition rate
- Acidic substances increase less
 - Acidic conditions depress microbial activity

Substance	Main Component	pH	Amount (Percentage)
Eggshell	Calcium carbonate	7~10	94~97%
Konjac	Glucomannan	11~12	2.20%
Lemon juice	Sugar☒	2~3	9.70%
Cocoa☒	Sugar☒	7~8	70%

Future works

We examined factors affecting generation of electricity in this study.

- Biodegradable substances, such as sugar, may enhance power generation.
 - Food may improve MFC efficiency.
- It is not clear what components in food affected microbes.
- Factors such as temperature and humidity may also affect MFC performance.
- We will explore more food and other factors.

Preparation of pineapple jelly using a mixture of gelatin and agar.

Chemistry 2 – Group 1

Purpose

Raw pineapples contain proteolytic enzymes. Therefore, it is said that **they dissolve gelatin, which contains protein, and we can't make pineapple jelly**.

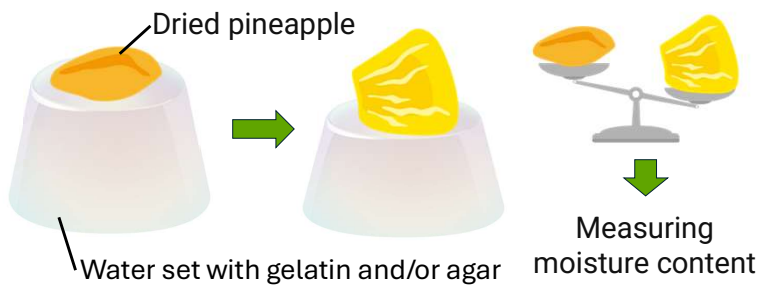
So, we wondered if it was possible to make a jelly that wouldn't dissolve with fresh pineapple.

Hypothesis

It is known that agar doesn't dissolve even with pineapples because agar doesn't contain protein.

- ➡ The amount of moisture released from jelly is proportional to that of gelation.
- ➡ By mixing agar with gelatin, the amount of jelly that melts can be reduced.

Experiment



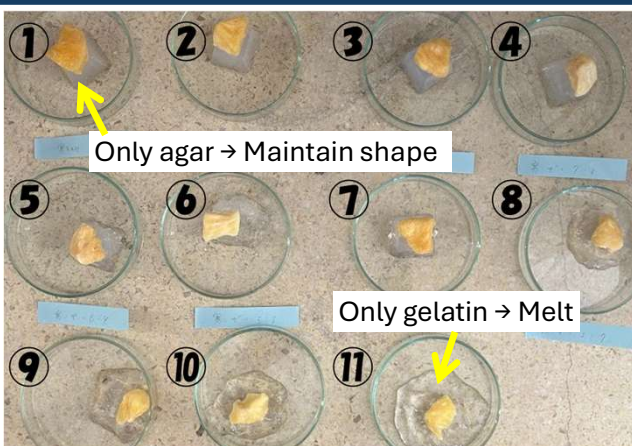
〈Experiment1,3〉 The ratio of gelatin to agar

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪
Gelatin	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Agar	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

〈Experiment2〉 Break down Experiment 1 ⑥ to⑧

	㉗	㉘	㉙	㉚	㉛	㉜	㉝
Gelatin	5.25	5.50	5.75	6.00	6.25	6.50	6.75
Agar	4.75	4.50	4.25	4.00	3.75	3.50	3.25

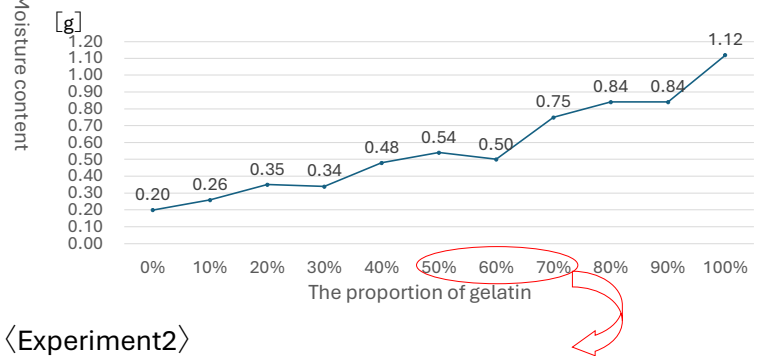
Results (Picture)



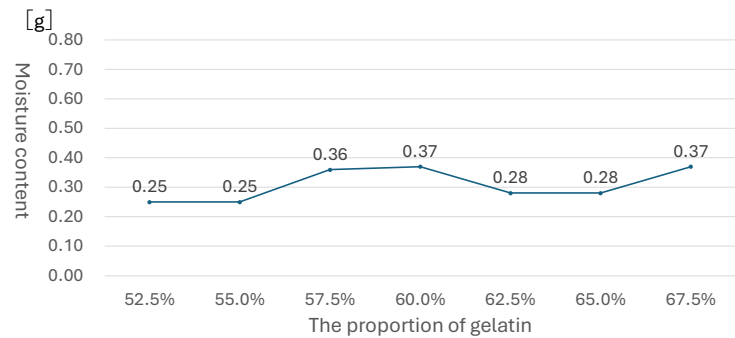
Results (Graph)

〈Experiment1〉

At gelatin:Agar=6:4, the results were not proportional.

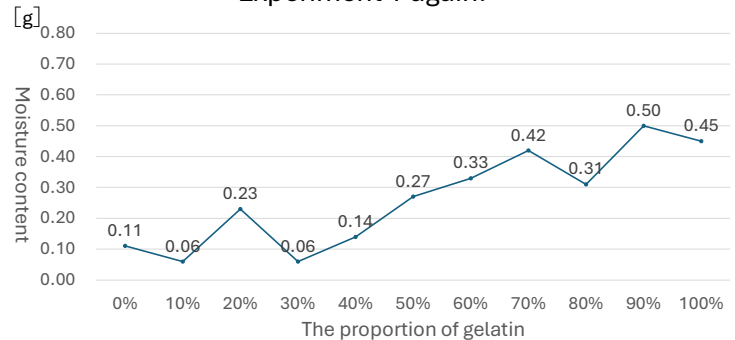


〈Experiment2〉



〈Experiment3〉

Experiment 1 again.



Considerations and Prospects

- The amount of moisture released from jelly decreased by mixing agar. Additionally, the one that maintained a solid form with a maximum amount of gelatin was ⑧.
- It is considered the optimal ratio of gelatin to agar is 6:4.
- In experiments 1 and 3, the graphs were significantly different.
- The difference in room temperature may have affected the results. We want to measure more accurate values by increasing the number of experiments.
- We couldn't measure the maximum amount of water released from jelly.
- We want to investigate how the time pineapples are on top of jelly is related to results.
- We didn't know how agar and gelatin mixed together.
- We would like to use an electron microscope to examine the fiber structure.
- We want to experiment with other fruits that contain proteolytic enzymes.

バナナの皮は本当に滑るのか

物理 1 — 9 班

1. 研究の背景・目的

バナナの皮の摩擦係数の大きさを調べ、人がバナナの皮で滑る理由について考察する。またその原因を調べることから摩擦係数が何と相関性があるのかについて調べる。

2. 仮説

- 1 (バナナの皮の摩擦係数) < (机の上の摩擦係数) を確認する。
- 2 バナナの皮の摩擦係数の変化は形状や含まれる液体の液性によるものであるとし本実験では液体の粘性によって摩擦係数が変化していると仮説を立てて実験を行う。

3. 方法

<実験 1>

図のような実験器具を組み立てる。

この時物体 A、B についての運動方程式は

$$A \quad ma = T - \mu' mg \quad B \quad Ma = Mg - T$$

$$\text{連立して解くと } a = \frac{M - \mu' m}{M + m} g \quad (1)$$

等加速度運動より

$$v_2^2 - v_1^2 = 2al$$

a に(1)を代入して

μ' について解くと

$$\mu' = \frac{(v_2^2 - v_1^2)(m + M)}{2mg} - \frac{M}{m}$$

それぞれ M 、 m 、 l 、 v 、に値を代入してゴム板、バナナの μ' を比較する

誤差の処理は下式を用いる

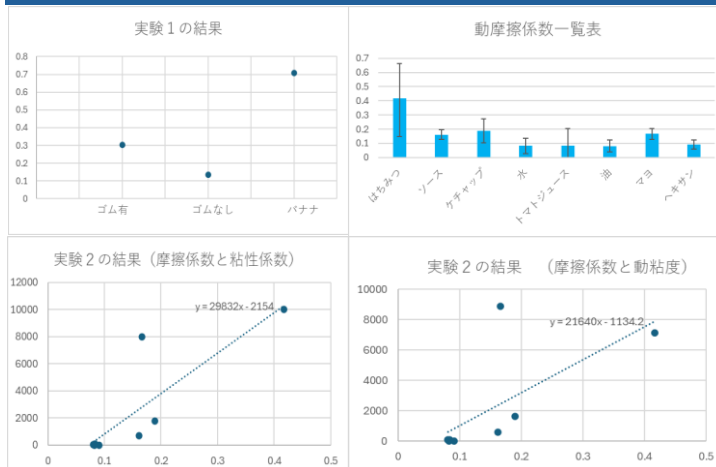
$$\delta\mu' = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial M} \cdot \delta M\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial m} \cdot \delta m\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial l} \cdot \delta l\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial v_1} \cdot \delta v_1\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial v_2} \cdot \delta v_2\right)^2}$$

<実験 2>

実験 1 と同じ器具で板の表面にはちみつ、ソース、ケチャップ、水、トマトジュース、油、マヨネーズ、ヘキサンを薄く塗り摩擦係数を調べて、粘性との関係を調べる。

この時用いる粘性の指標は粘性係数と粘性係数を密度で割った動粘度である。

4. 結果



5. 考察

実験 1 から μ' (板) < μ' (バナナの皮) となったのでバナナがあることによって動摩擦係数は大きく変化することがわかる。バナナの液性に関係があると考えた実験 2 ではグラフの変化から液体の粘性と摩擦係数には相関関係があると言えるだろう。

6. まとめ・今後の展望

今回の実験の粘性と摩擦力の関係はニュートンの流体法則によると粘性が温度や流体の性質で大きく変わることが原因であると考えた。これからはバナナの皮から出る液の中で、どのような物質が粘性を出しているのか、また今回実験の都合で調べられなかったバナナの形状と摩擦力の関係を突き詰めたい。

7. 引用・参考文献

潤滑油はなぜ潤滑するのか —バナナの皮が語る滑りの極意—

https://www.jstage.jst.go.jp/article/oleoscience/20/8/20_355/_pdf/-char/ja

<https://www.bing.com/ck/a?!&&p=8900dd4be25a9cd-zdC51LXRva3lvLmFjLmpw/ja>

精密測定～Borda's Pendulum～

1. 研究の背景と目的

重力加速度の値は $9.797\dots\text{m/s}^2$ だと知った。摩擦の影響の小さいボルダの振り子を用いて、外力が加わらないよう工夫し、有効数字 4 桁までの正確な値に近づけることを目的とする。

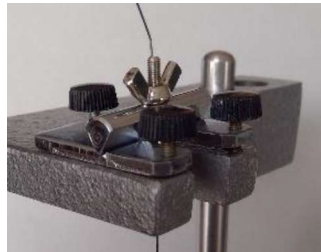
2. 仮説

試行回数を増やし、すべての数値を正確に計測し、ボルダの振り子を用いて実験を行い、結果の誤差処理を行うことで正確な値に近づく。

3. 方法

<実験の方法>

- 振り子の長さを測る。(1.50m、5.57m)
- ボルダの振り子(ピアノ線)、裁縫糸、ライターを使い、 $\theta=5^\circ$ として 1.50m は 50 周期、5.57m は 10 周期の時間を計測する。
- エクセルを用いて誤差処理を行う。



4. 結果

重力加速度の式

$$g = \frac{4\pi^2}{T^2}$$

この式を用いて値を求める。

<1.50m>

$$T = 4.719\text{s}$$

$$\Delta l = 0.0001\text{m}$$



$$g = 9.788 \pm 0.007\text{m/s}^2$$

$$\Delta T = 0.0001\text{s}$$



$$T = 4.719\text{s}$$

$$\Delta l = 0.01\text{m}$$



$$g = 10 \pm 2\text{m/s}^2$$

$$T \Delta T = 0.59\text{s}$$

n	50T	T	n	50T	T
1	123.04	2.4608	6	123.04	2.4608
2	123.04	2.4608	7	122.98	2.4596
3	123	2.46	8	123.01	2.4602
4	123	2.46	9	123.01	2.4602
5	122.98	2.4596	10	123.03	2.4606

n	10T	T	n	10T	T
1	47.205	4.7205	3	47.185	4.7185
2	47.205	4.7205	4	47.19	4.719

5. 考察

<1.50m>

$g = 9.788 \pm 0.007\text{m/s}^2$ と 9.797m/s^2 へ近づけることができた。ずれの原因は裁縫糸が切れる際の揺れだと考えられる。

<5.57m>

振り子が受ける風や、ピアノ線のブレ、重心のずれの考慮ができていないことが原因と考えられる。正確な値とは離れ、誤差も大きくなった。

6. まとめ・今後の展望

裁縫糸とライターを用い、振り子が円を描かず、条件の変化のないように計測することができた。

1.50mの振り子を用いた実験では、風の影響を受けにくい場所で、裁縫糸やライターを用い、外力をできるだけ排除して実験できた。

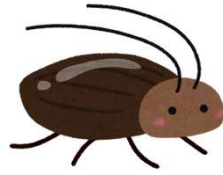
5.57mの振り子を用いた実験は規模が大きいことから、より正確なgの値が小さくなると考えていたが、試行回数が少なく、ずれが大きくなった。周期や試行回数の増加、風による揺れ、ピアノ線を改善して実験をできればより正確な値を導けると考えられる。

Things that attract cockroaches!?

Biology Group 2

○ Purpose

We conducted experiments using familiar objects to investigate what kinds of smells cockroaches respond to with their excellent antennae, and what differences exist in their preferences for those smells.



○ Hypothesis

1. Cockroaches prefer sweet and rich scents over sour ones.
2. They are less attracted to artificial scents.
3. Among artificial scents, they aren't interested in it.
4. Among fruits, they are more attracted to sweet scents like apples and bananas than to citrus.

○ Experiment 1

Purpose : Investigate the scents that cockroaches like, using artificial sweet and citrus scents.

- ① Put cockroaches in a costume case and divide the costume case into two with Styrofoam.
- ② a. Flower roses on the right side, grapefruit on the left side.
b. Only flower roses on the right side.
c. Only grapefruit on the left side.
- ③ Observe which side the cockroaches are on after 5 minutes.

	Before spraying Left side: Right side	After spraying Left side: Right side
a	7:8	8:7
b	8:7	7:8
c	8:7	10:5

○ Experiment 2

Purpose
Investigate which smells cockroaches prefer, artificial or non-artificial, and sour or sweet.

Method

- ① Divide a case into two with Styrofoam.
- ② Place a petri dish with the test liquid on the right side of the case.
- ③ Close the lid of the case and observe cockroaches for 5 minutes.

Investigate ① to ③ with four different test solutions.

Result

The ratio of the number of cockroaches in the case after 5 minutes.

	No petri dish	With petri dish
Vanilla essence	7	8
Pokka Lemon	10	5
Flower rose scent (消臭力)	10	5
Grapefruit scent (消臭力)	9	6

○ Experiment 3

Purpose : Investigate how much cockroaches are attracted to familiar fruits.

- ① Prepare 50g of each fruit (lemon, mandarin, apple, banana) and place them in a certain position in the case. Keep the lid of the costume case open.
- ② Set the time when the fruit is placed to 0 seconds, and record the total number of cockroaches that approach the fruit every minute for 10 minutes.



the picture of an experiment

Result :

< First time >

		Number of cockroaches that came close.										
Time [minutes]		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0~10
Fruits used	Lemon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Orange	1	0	1	0	2	0	1	0	0	0	5
	Apple	1	4	1	1	1	0	0	0	0	0	8
	Banana	1	4	5	3	0	1	0	0	1	1	16

< Second time >

		Number of cockroaches that came close.										
Time [minutes]		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0~10
Fruits used	Lemon	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	Orange	4	5	3	3	2	1	0	2	0	1	21
	Apple	1	2	1	4	1	2	0	2	0	0	13
	Banana	4	7	6	5	4	3	3	3	4	1	40

○ Considerations and Prospects

In experiments 1 and 2, cockroaches showed no significant reaction to, possibly due to differences in odor perception from humans, the absence of emitted odor molecules, or environmental factors. In experiment 3, they avoided acidic lemons but were attracted to sweet fruits like bananas, mandarins, and apples, suggesting a preference for sweet scents. In future investigations, we would like to explore their reactions to spicy and foul odors.