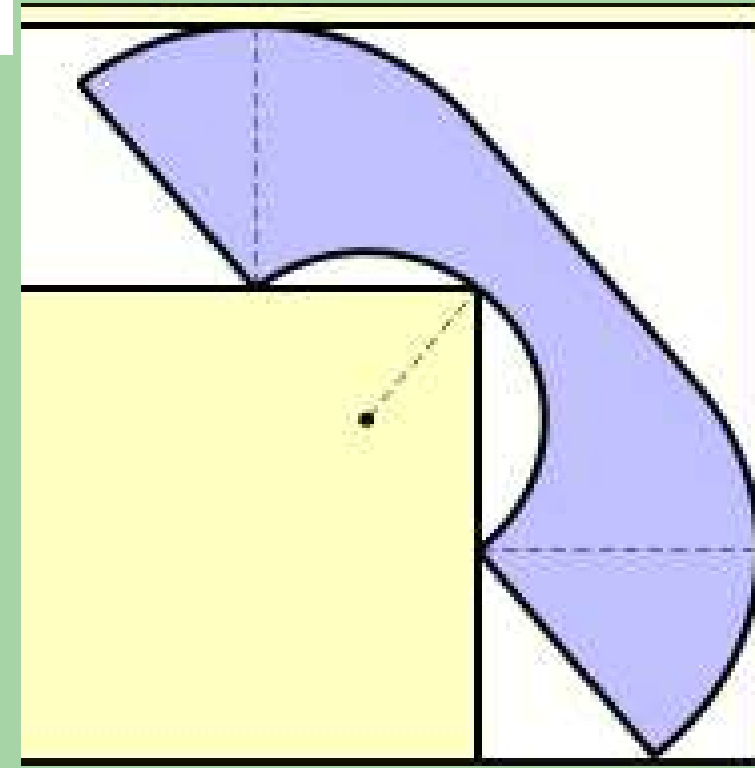


ソファ問題へのアプローチ ～ハマスレー型ソファの証明と応用～

研究背景・概要

図1



私たちは数学の未解決問題に興味をもった。長い間多くの人々が考えても答えの出ない問いに、自分たちなりのアプローチで答えを導き出せないかと考えたからだ。その中でひととき興味をもったのがソファ問題である。ソファ問題とは幅1のL字型の通路を通過することのできる図形の最大面積は何か、という議題である。既存の成果ではハマスレー型のソファ(図1)が最大面積の図形とされていたが、現在の値が最大値であるという確証はなかった。その理由を探るとともに、自分たちで既存のソファより大きなソファを考えることにした。

研究内容

ハマスレー型のソファ(以降ソファAとする)の最大面積

ソファAの最大面積は、 $\frac{2}{\pi} + \frac{\pi}{2}$ である(wikipediaより)。まずこの考察を行った。ソファAを次の二つの部分に分けて考える。

ソファAの左右端の扇形部分

ソファの左右が通路に常に接しながら90度回転移動するため半径1、中心角90度の扇形となる。よって、面積は $\frac{\pi}{4}$ であり、左右の扇型を足して $\frac{\pi}{2}$ となる。

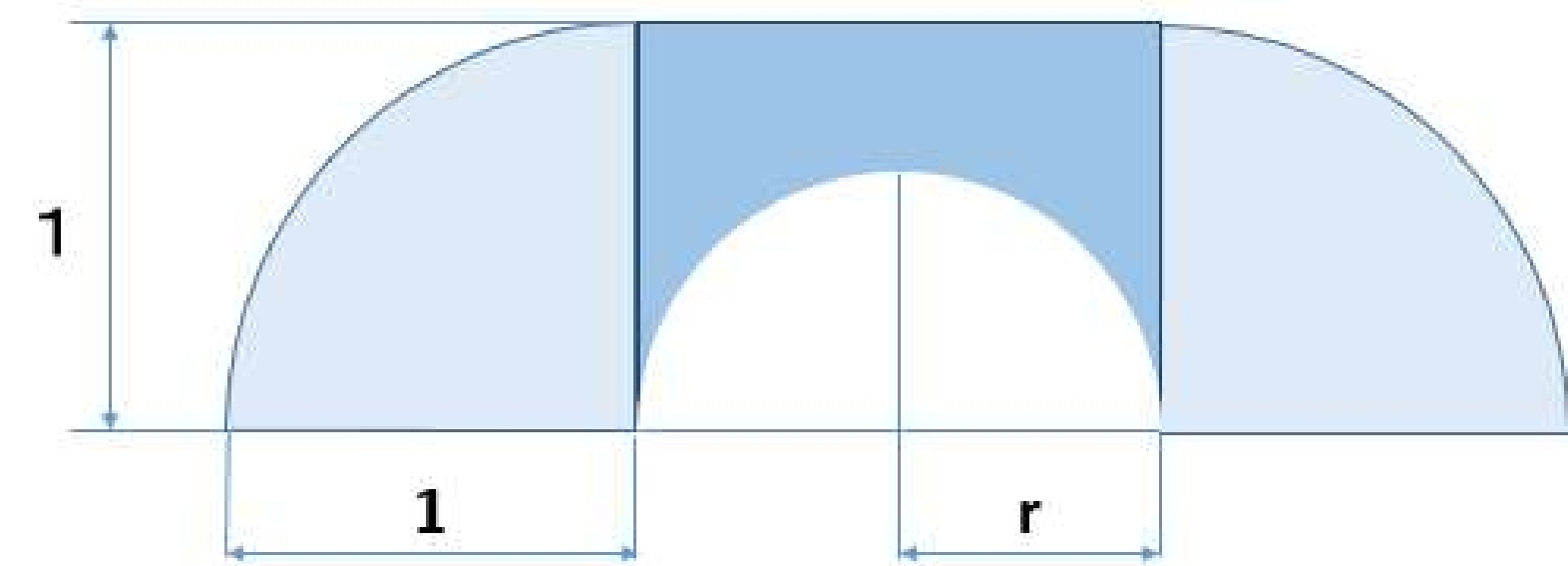
ソファAの中心部の長方形がえぐられた部分

中心部において長方形の2頂点は常に通路と接しながら動く。常に接している2点と通路の角は90度を保ちながら回転する。ゆえに通路の角は長方形の内部に半円の弧の軌跡を描く(図2)。このとき半円の半径を r ($0 < r < 1$) とすれば、中心部の面積は

$$2r - \frac{\pi r^2}{2} = -\frac{\pi}{2} \left(r^2 - \frac{4r}{\pi} \right) = -\frac{\pi}{2} \left(r - \frac{2}{\pi} \right)^2 - \left(\frac{2}{\pi} \right)^2 \times \left(-\frac{\pi}{2} \right) = -\frac{\pi}{2} \left(r - \frac{2}{\pi} \right)^2 + \frac{2}{\pi}$$

$r = \frac{2}{\pi}$ すなわちくり抜く円の半径が $\frac{2}{\pi}$ のとき中心部の最大面積は $\frac{2}{\pi}$ となる。

図2



ソファAの最大面積は中心部の最大面積にソファ左右端の扇形面積を加えた $\frac{2}{\pi} + \frac{\pi}{2}$ となり、Wikipediaに記載されているとおりであることがわかった。

通路の屈曲する角度を変更した場合(ソファB)での最大面積の一般化

幅1のいかなる角度の曲がり道であっても、通路を通ることのできる最大面積を求めるために、道の角度を任意の角度「 θ 」 ($0 < \theta < \pi$) と置き、ソファBの最大の面積を求めた。前述したハマスレー型ソファと同様に左右の扇形と長方形とに分けて考える。中央の長方形からえぐる円の半径を r とし、求める面積を S とおくと、

$$S = \frac{\pi}{2} + 1 \times r \sin(\pi - \theta) \times 2 - \frac{1}{2} r \times r (2\pi - 2\theta) + \frac{1}{2} r \times r \times \sin(2\pi - 2\theta)$$

$$= \frac{\pi}{2} + 2r \sin \theta - \frac{1}{2} r^2 \{ (2\pi - 2\theta) + \sin 2\theta \}$$

$$= - \left(\pi - \theta + \frac{1}{2} \sin 2\theta \right) r^2 + 2r \sin \theta + \frac{\pi}{2}$$

$$= - \left(\pi - \theta + \frac{1}{2} \sin 2\theta \right) \left(r - \frac{2 \sin \theta}{2\pi - 2\theta + \sin 2\theta} \right)^2 + \frac{\sin^2 \theta}{\pi - \theta + \frac{1}{2} \sin 2\theta} + \frac{\pi}{2}$$

よって「 $\pi - \theta + \frac{1}{2} \sin 2\theta > 0$ 」であれば、 S は上に凸のグラフとなり $r = \frac{2 \sin \theta}{2\pi - 2\theta + \sin 2\theta}$ のとき、ソファBの最大面積は

$$\left[\frac{\sin^2 \theta}{\pi - \theta + \frac{1}{2} \sin 2\theta} + \frac{\pi}{2} \right]$$

「 $\pi - \theta + \frac{1}{2} \sin 2\theta > 0$ 」の証明

①において辺々2倍して $2\pi - 2\theta + \sin 2\theta > 0$

ここで、 $f(\theta) = (左辺)$ とおくと、 $f'(\theta) = 2 \cos 2\theta - 2 = 2(\cos 2\theta - 1)$

$0 < \theta < \pi$ なので $0 < 2\theta < 2\pi$ $\cos 2\theta = 1$ ならば $\theta = 0, \pi$

$0 < \theta < \pi$ において $f'(\theta) = 0$

となる θ は存在しない。

$0 < \theta < \pi$ において $f'(\theta) < 0$

なので $f'(\theta)$ は単調減少。

ここで $f(\pi) = 0$ より $f(\theta) > 0$

なので、題意は示された。

θ	0	...	$\frac{\pi}{2}$...	π
$f'(\theta)$		—	—	—	
$f(\theta)$	2π	↘	π	↘	0

通路の角度 θ が「 $\frac{\pi}{2} < \theta < \pi$ 」のとき、ソファBの面積に追加部分があることに気づき(図3)、数式化を行った。

$$\frac{1}{2} \tan \left(\theta - \frac{\pi}{2} \right) - 1 \times 1 \times \pi \times \frac{\theta - \frac{\pi}{2}}{2\pi} = \frac{1}{2} \tan \left(\theta - \frac{\pi}{2} \right) - \frac{2\theta - \pi}{4\pi}$$

追加部分は両側に存在するため2倍の面積を追加し、「 $\tan \left(\theta - \frac{\pi}{2} \right) - \frac{2\theta - \pi}{2\pi}$ 」となる。

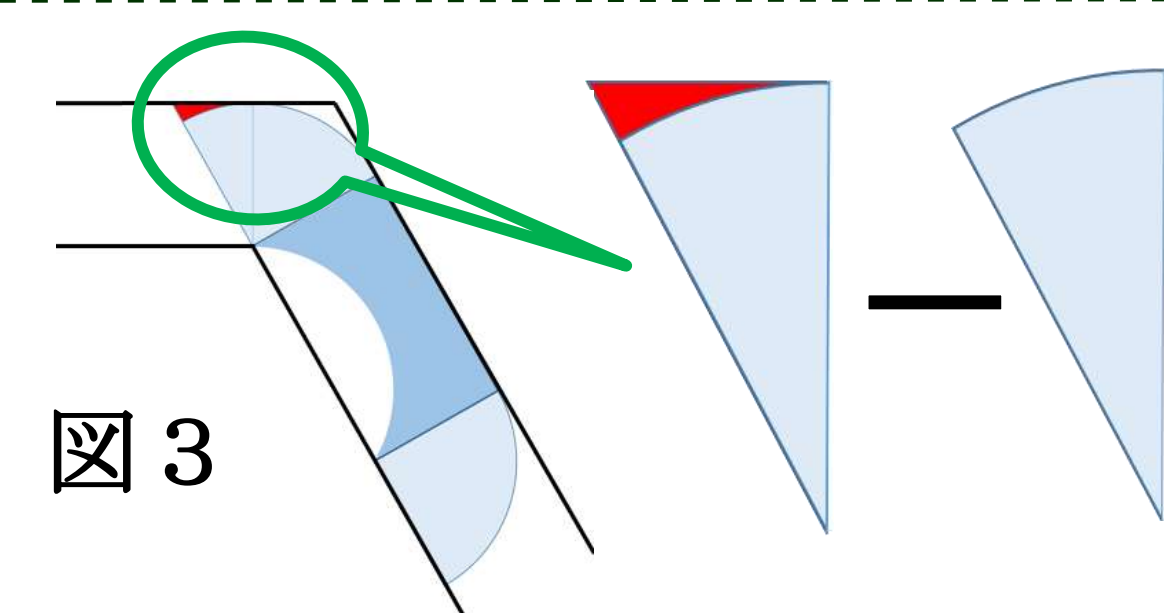


図3

既存の条件でハマスレー型よりも面積の大きい図形

ハマスレー型よりも大きいソファ(ソファC)を作成することができることに気づき、通路の角度が90度でソファCの考察を行った。扇形に着目し、ハマスレー型ではこの二つの扇形は通路を固定して見ると移動しながら90度回転する(図4)。扇形は長さ1の線分がその端を中心として90度回転したときの通る領域であるから、この扇形において中心と、弧の通路の壁と接している部分の距離は1に保たれて移動していると考えた。そこで図5の図形を作った。中心を共有する半径が r ($0 < r < 1$) と $1-r$ の扇形が作られる。よって、この図形は通路を回転しながら移動できると考えた。

この2つを両脇に置きその間の図形を考えた。曲がり角まで行ったとき、90度の角をはさみながら、内側にある小さい扇形の2つの弧は内側の壁に接しながら動く(図6)。これによって求められる2本の接線から、通路の壁の角の軌跡をもとめ、間の図形の弧を得た。全体の面積を S とすると、

$$S = 2L - 2 \left\{ (1-r)^2 - \frac{\pi}{4} (1-r)^2 \right\} - 2 \left(r^2 - \frac{\pi}{4} r^2 \right) + 2(1-r) - \frac{\pi}{2} r^2 + 2Lr + r^2 - \frac{\pi}{2} L^2$$

$$= -\frac{6-\pi}{2} \times \left(r - \frac{2-\pi+2L}{6-\pi} \right)^2 + \frac{\pi^2-6\pi+4}{2(6-\pi)} \times \left(L + \frac{4(4-\pi)}{\pi^2-6\pi+4} \right)^2 - \frac{\pi^2-6\pi+20}{\pi^2-6\pi+4}$$

$$S_{\max} = -\frac{\pi^2-6\pi+20}{\pi^2-6\pi+4} \approx 2.2129 > 2.2074 = \text{ハマスレー型のソファ}$$

よって、ハマスレー型よりも大きいソファ(ソファC)を作成することができた。

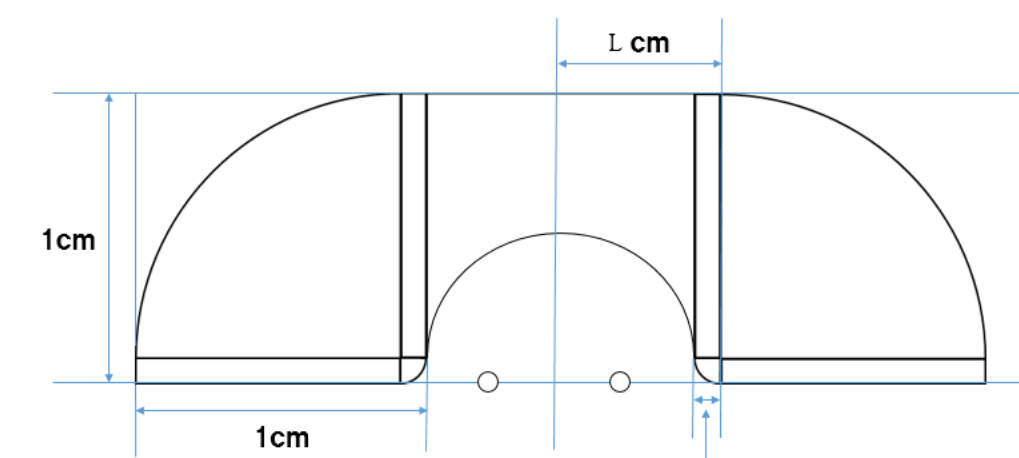


図5

図4

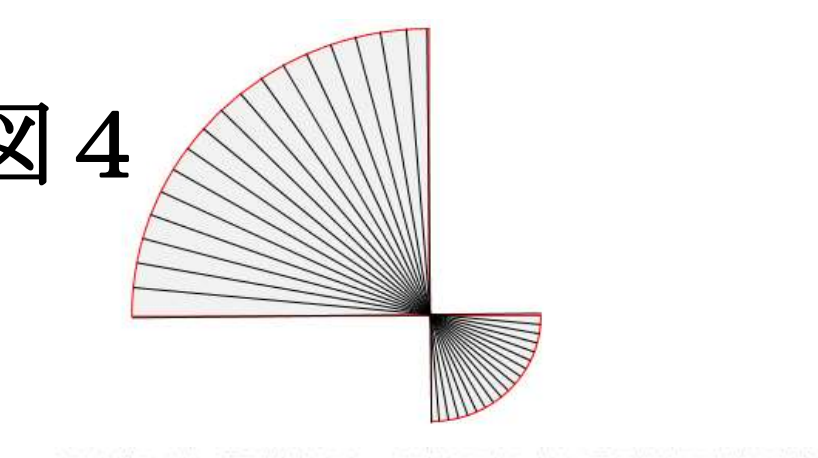
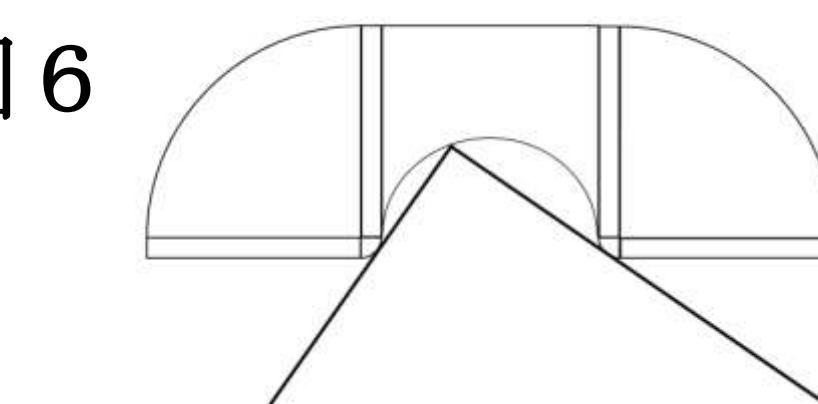


図6



まとめ

今回の研究では、ハマスレーの考え方に則り最大面積の一般化をできた点と、変数の置き方を考察しハマスレーより大きな図形を見つけた2点が主な成果であった。当初の目的である断定のための条件は見つけることができなかったのどどのような変数の置き方が面積を最大化させるのに最適なのかを考えると同時に、自分たちで考察した変数の置き方で一般化の式を作成し、一般化したハマスレーの式と比べどのくらい面積に差が出るかを考えることが今般化をできた点と変数の置き方を考察しハマスレー型のソファより大きな図形を見つけた2点が主な成果であった。当初の目的である断定のための条件は見つけることができなかったのどどのような変数の置き方が面積を最大化させるのに最適なのかを考えると同時に、自分たちで考察した変数の置き方で一般化の式を作成し、一般化したハマスレーの式と比べどのくらい面積に差が出るかを考えることが今後の展望である。

紙飛行機をより遠くに飛ばすには

目的・背景

動機・目標

飛行機の飛ぶ原理は、紙飛行機の原理と同じだと考えられていることがわかった。よって、紙飛行機の飛び方を研究することにより、飛行機の飛ぶ原理を解明しようと考え、私たちはどのような速さや角度で投げれば長距離を飛ばすことができるのかという理論を出すことを目標にした。

実験・考察

仮説①

- ・思いっきり投げる
- ・弱いと距離が出ない
- ・斜め45°に投げる
- ・物体は45°で投げると一番飛ぶと習ったから

紙飛行機の条件

- ・紙の大きさはA4で統一
- ・ギネス記録の公認サイズ
- ・紙はコピー用紙(4.0g)
- ・形(折り方)は変えない
- ・統一性を保つため

実験①と結果

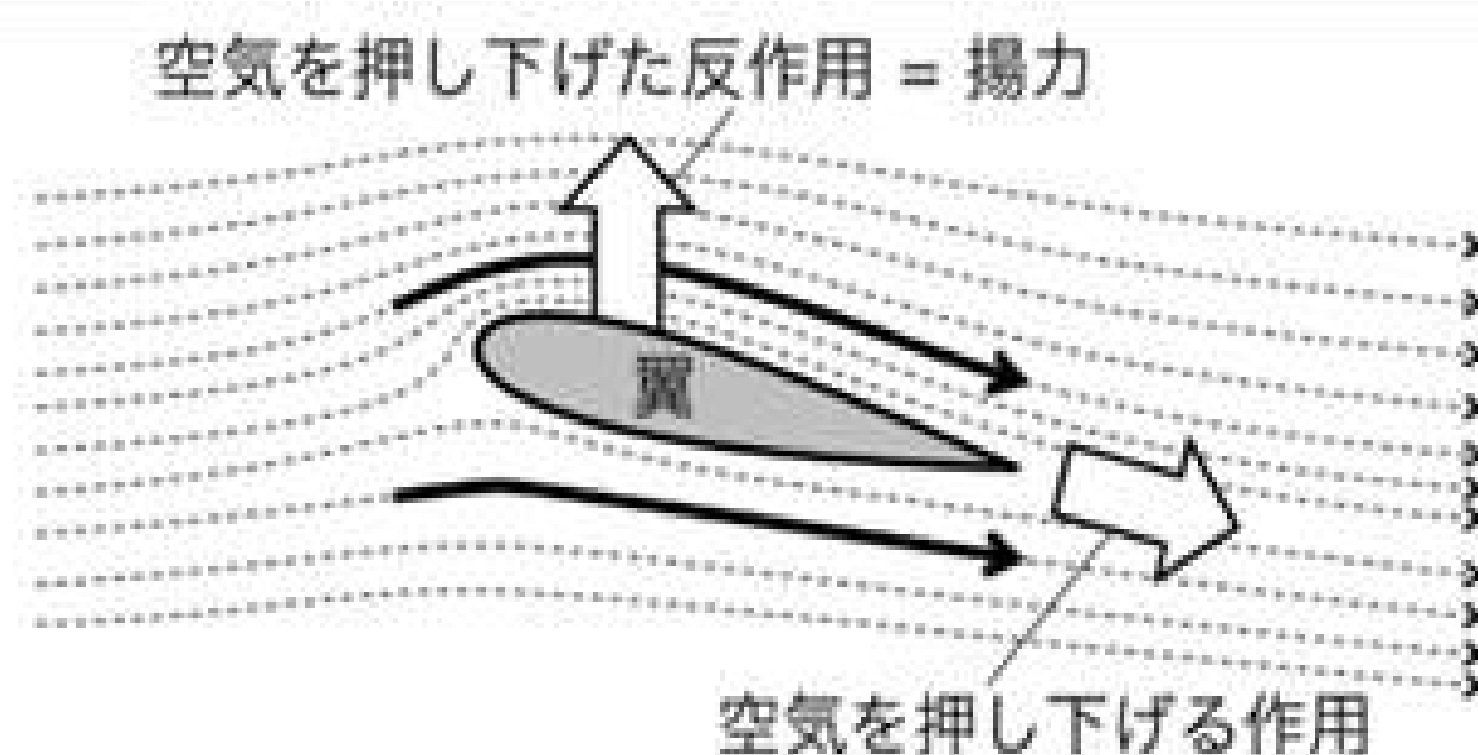
- ・思いっきり投げる
 - ▶真っすぐ飛ばない
 - ▶すぐに旋回して落ちてしまう
- ・斜め45°に投げる
 - ▶45°が一番飛ぶとは限らない
 - ▶少し角度が浅いほうが飛ぶ

実験①の考察

- ・旋回して落ちてしまうのは急激に上向きの力が働いたから
- ▶思い切り投げればいいわけではなく、上向きに旋回が起こらない最大の力で投げる必要がある

揚力について

- 1.翼のまわりに循環ができる
- 2.翼の上面は気流が速くなり、下面は気流が遅くなる
- 3.翼の上面は圧力が下がり、下面は圧力が上がる
- 4.翼の上下面での圧力差に揚力が生まれる



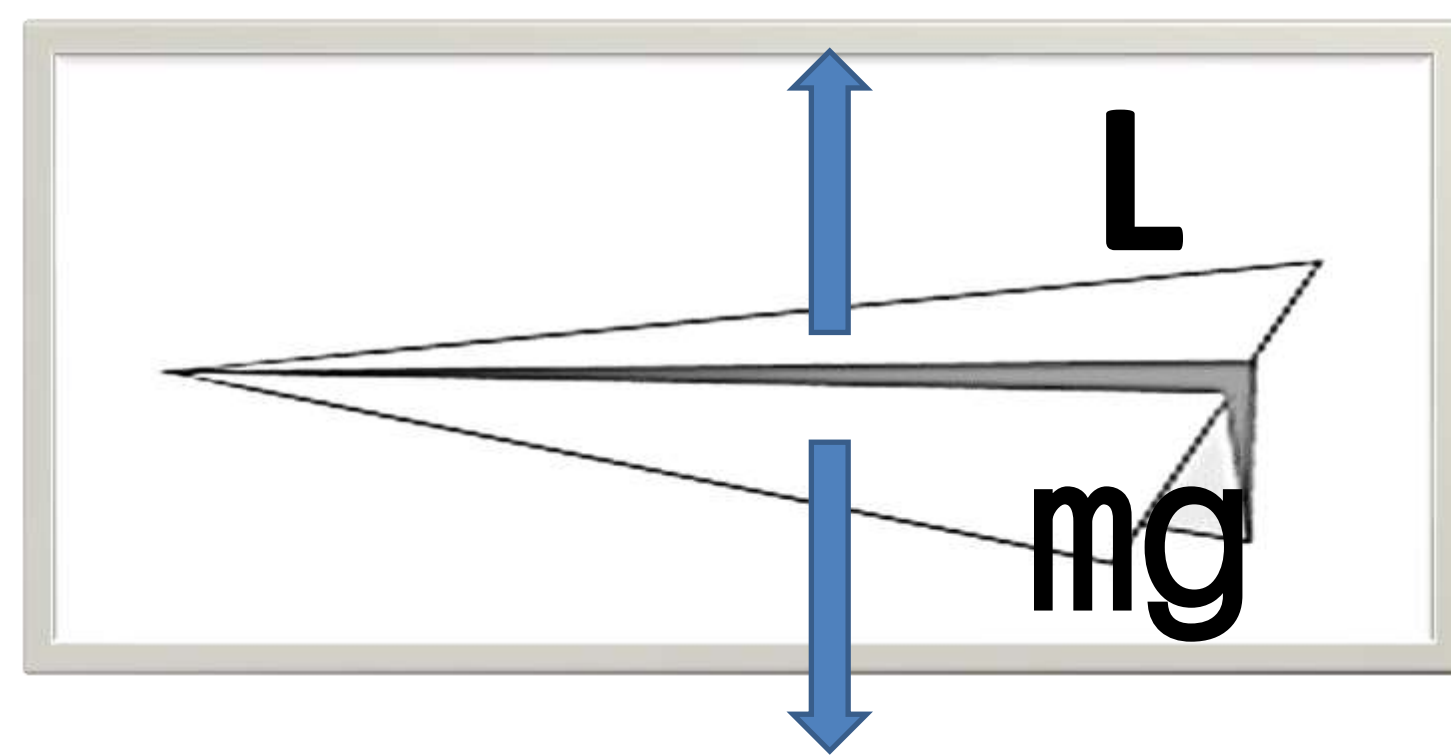
L=揚力
ρ=流体の密度
V=速度
C=揚力係数
S=翼の表面積(=6.54×10⁻³m²)

揚力の式

$$L = \frac{1}{2} \rho V^2 S C$$

仮説②

- ・揚力を求めるためには揚力係数が必要である一方、揚力係数を求めるためにも揚力が必要なので、計算だけでは揚力を求められない
- ・既習事項である力のつり合いの関係から揚力の大きさを求めることができ、そこから揚力係数も計算できると考えた



実験②と考察

- ・場所: 窓を閉め切った教室
- ・準備: 黒板に10cm単位で目盛りを引く
- ・手順: 紙飛行機を水平投射し、その様子をスマホで撮影
- 水平に飛んだ時の紙飛行機の速さを、黒板の目盛りと動画の撮影時間から求める
- 空気の密度は、測定した気温と気圧を用いて計算
- その後、揚力の式を用いて揚力係数を求める

結果

	気温(°C)	気圧(hPa)	空気密度 ρ(kg/m ³)	速度V (m/s)	揚力係数 C
1回目	25.1	1018	1.19	4.87	0.85
2回目	25.1	1018	1.19	4.49	1.00
3回目	25.1	1018	1.19	5.67	0.63
4回目	22.3	1003	1.18	5.25	0.73
5回目	22.3	1003	1.18	4.87	0.85
				平均	0.81

考察

- 揚力係数が出せた
- 旋回を起こさない初速度の最大値がだせる
- ▶未知数LとCを導き出すことができたので、揚力の式を用いて高速且つ旋回しない速さvが求められる
- ※ただし、式が適用できるのは水平方向に進む場合のみ

今後の展望

揚力係数を求めることで、より遠くへ飛ばすための初速度を導こうと試みた。しかし、実際に飛ばす角度は水平ではないことに対する検証や、流体力学や積分法、紙飛行機が受ける抗力などの理解が必要となり、解決方法を模索していく段階で、実験は終了となった。

今後の展望としては、流体力学の内容を深く知り、上向きに旋回しない揚力の最大値を求めたい。そして、その条件をみたく状況(初速度の大きさや角度、翼の大きさなど)を確定させることで、世界一飛ぶ紙飛行機を実現できると考えられる。

参考文献

<https://business.nikkei.com/atcl/seminar/19/00059/061400036/>

<https://youski.hatenablog.com/entry/2019/02/08/134625>

<https://www.youtube.com/watch?v=vi-zD58oofs&t=363s>

<https://www.youtube.com/watch?v=LZHq4n1oCHs>

<https://www.ddc.co.jp/mail/archives/20090323/110200.html>

ダンゴムシの交替性転向反応の要因の考察

動機・背景

ダンゴムシは角を右に曲がったら左に曲がり、左に曲がった後は右に曲がるという交替性転向反応をもつ。この反応を証明する仮説としては、壁に触れながら歩き、曲がり角では触れていた方向に斜めに移動する習性（走触性）があるため、転向後に反対側の壁に接触し接触を保ったまま前進することで起こるとい**走触性仮説**が一説としてある。また、ダンゴムシの左右の足の負担を均一にするという**BALM仮説**もあり、有力であるとされている。

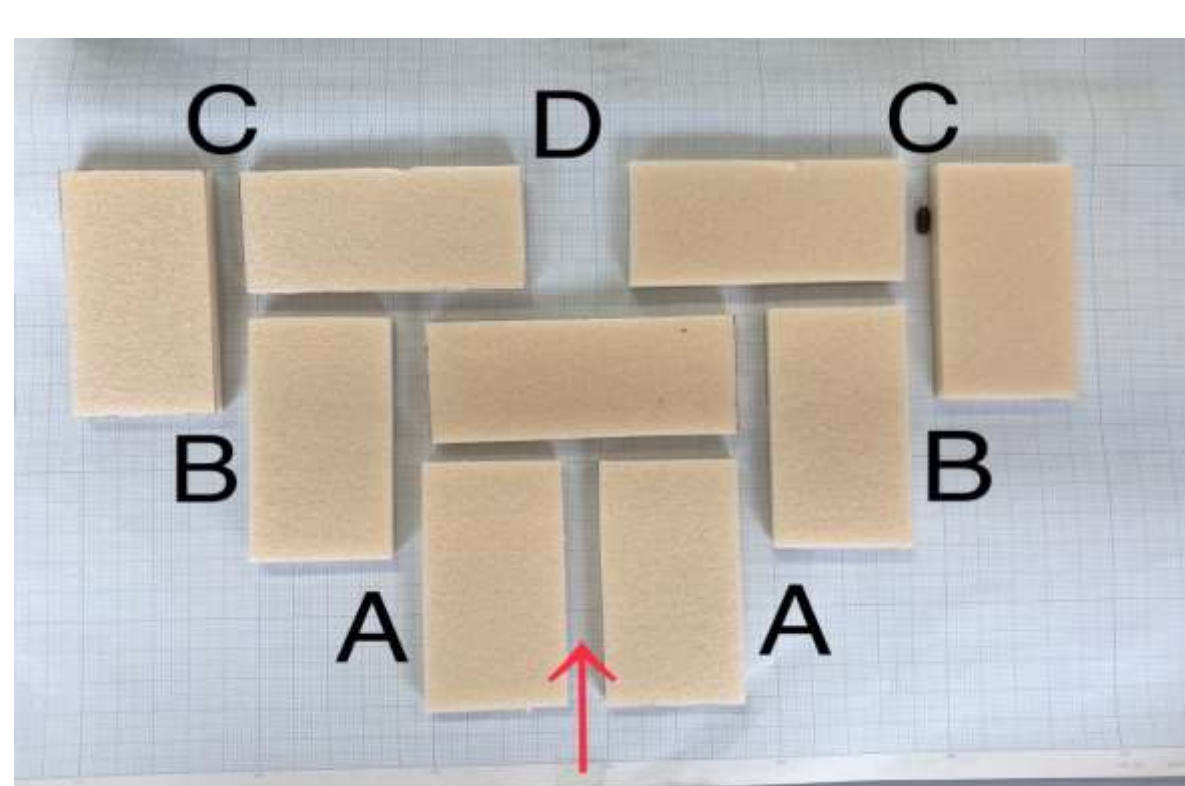
私たちはこれらの仮説についての検証をしたいと考えた。オカダンゴムシ (*Armadillidium vulgare*) は分類学上は甲殻綱等脚で、主に土壌に生息し落ち葉などを食べて糞を細菌に分解させることで土壌形成上で第一分解者としての役割を担っている。小さな子供も興味を持つ身近な生き物である。私達はこれをもとに実験することとした。

方法・結果

実験1

ダンゴムシが交替性転向反応が見られるのかどうか確かめる。発泡スチロールを左右対称に並べダンゴムシを走らせた。

A	3
B	1
C	13
D	3

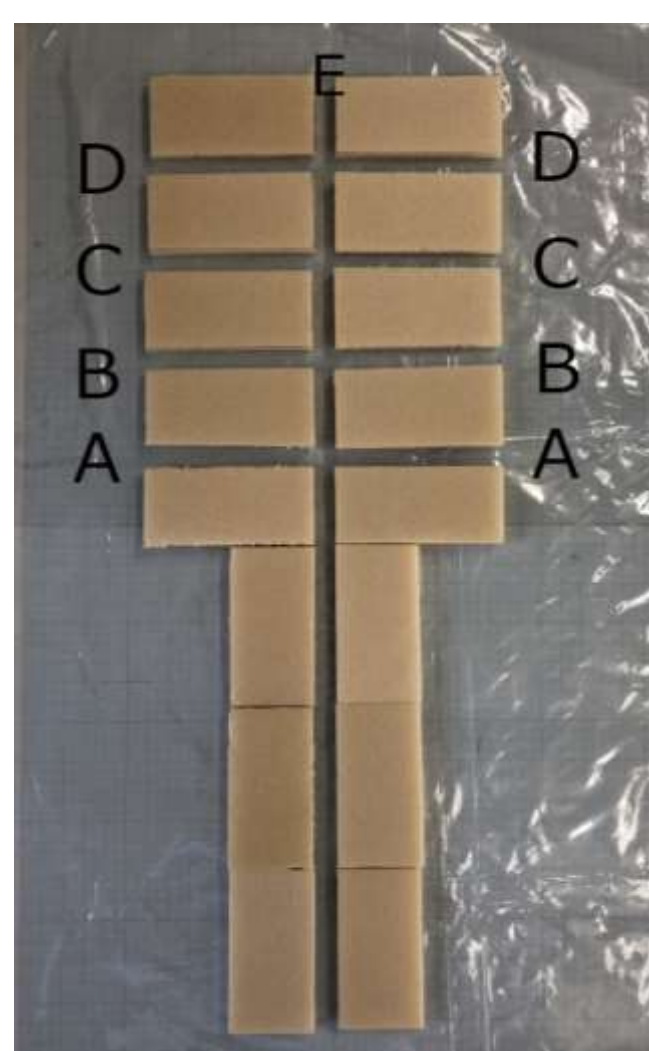


Cに到達する回数が最も多くなったことからダンゴムシに交替性転向反応があると確認できた。

実験3

交替性転向反応が見られる要因としてBALM仮説と走触性仮説のどちらが正しいのか確かめる実験を行う。BALM仮説が正しい場合壁に触れることなくEに進み、走触性仮説が正しい場合、Aに進むと考えられる。

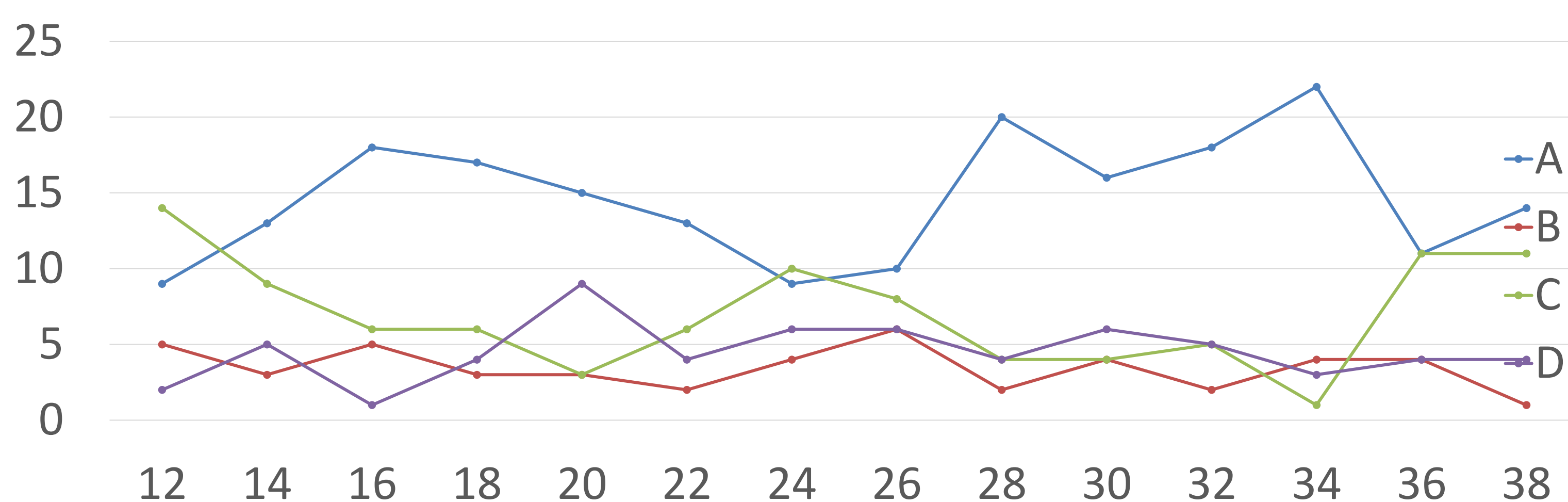
	速	遅
A	3	9
B	1	0
C	1	0
D	1	1
E	4	0



遅い個体は、手前で曲がるが多かった。速い個体は手前で曲がる回数と奥まで直進する回数がほぼ同じとなった。この結果からは、BALM仮説と走触性仮説のどちらが正しいか判断することができなかった。

実験2

通路の長さをだんだんと長くして、交替性転向反応が見られなくなる長さまで実験を行いどの地点に到達するのか調べる。



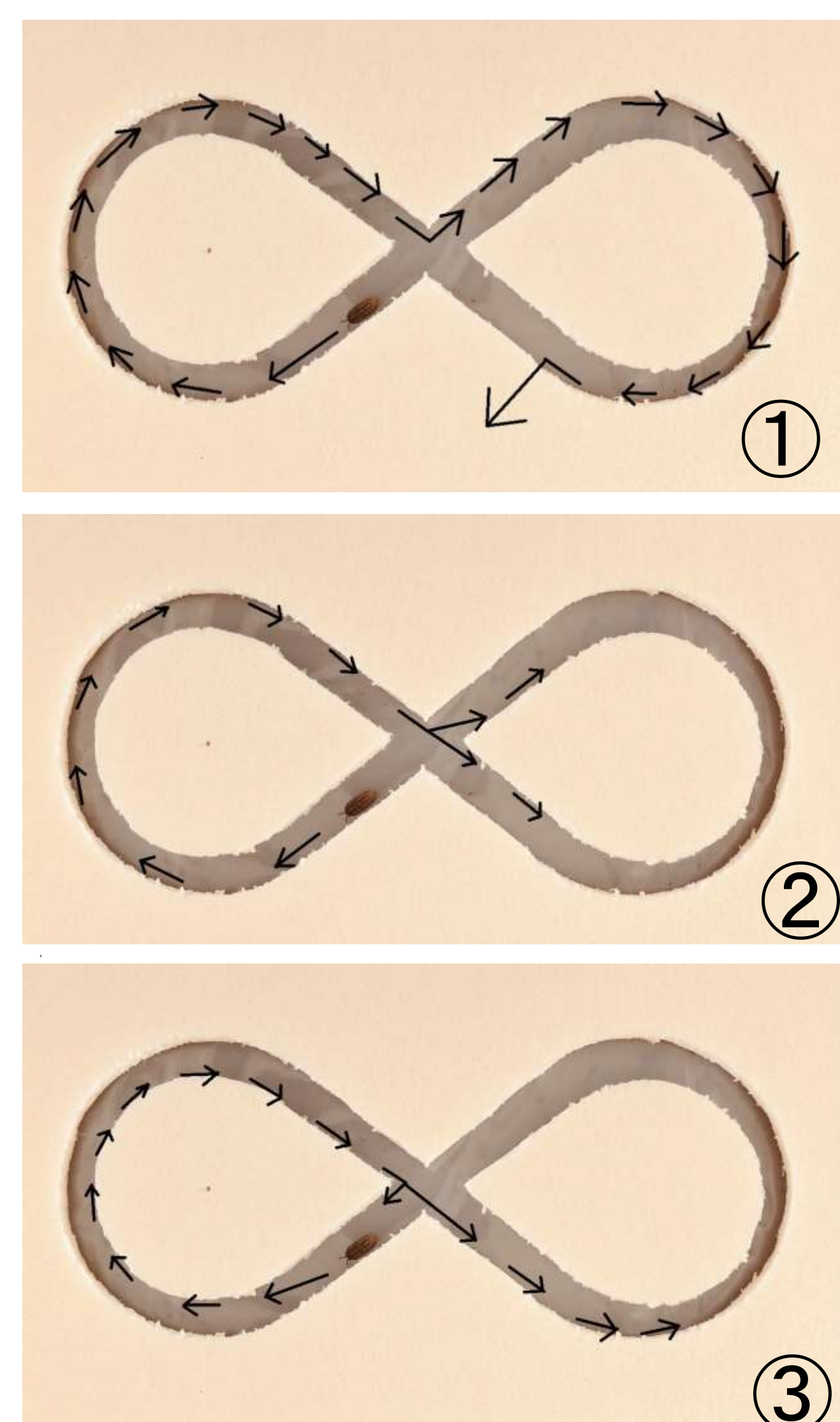
反応がおこる走行距離の限界は28cmという結果になった。

実験4

ダンゴムシを八の字型の通路に歩かせる。BALM仮説が優位の場合左右の足の運動量の差を解消しようとするため、図①のように進むと考えられる。走触性仮説が正しい場合、図②か図③のように進むと考えられる。

①のように進んだことから左右の足の負担の差が限界に達したと考えられる。通路を進む途中で運動量の差が限界に達し、壁をのぼり外へ出たと考えられる。

そのため、この結果はBALM仮説を支持するものだった。



実験全体の考察

ダンゴムシには、交替性転向反応が見られその要因として**それぞれの脚にかかる負担を均一にするためであるというBALM仮説が正しい**という結果が得られた。反応にあたってダンゴムシの左右の足の負担の差は28cmでリセットされると考えられる。

実験での課題と今後の展望・参考文献

実験の課題と今後の展望

ダンゴムシの状態がよくなかったり、実験回数と比較して、有効な結果が得られなかったりしたことやうまく結果が出ない実験があった。そのため、飼育環境を整えるか、新しいダンゴムシを用いるなどして実験に影響が出ないようにする必要があった。通路の幅や、ダンゴムシの生育状態、温度・湿度などほかの要因についても調査する必要がある。また、時間による交代性転向反応の限界があるのかどうかを研究していきたい。

主要参考文献

- 「ダンゴムシの交替性転向反応」、宮村佑太、<https://www.osaka-c.ed.jp/kishiwada/KeM/pdf/researchPaper2018-6.pdf>
- 「ダンゴムシの交替性転向反応に関する研究」、今野直輝、https://www.tsukuba.ac.jp/community/students-kagakunome/shyo_list/2012/jrhigh/5.pdf
- 「ダンゴムシの生態を探る!？」、平野愛美、<https://www.shizecon.net/award/detail.html?id=543>

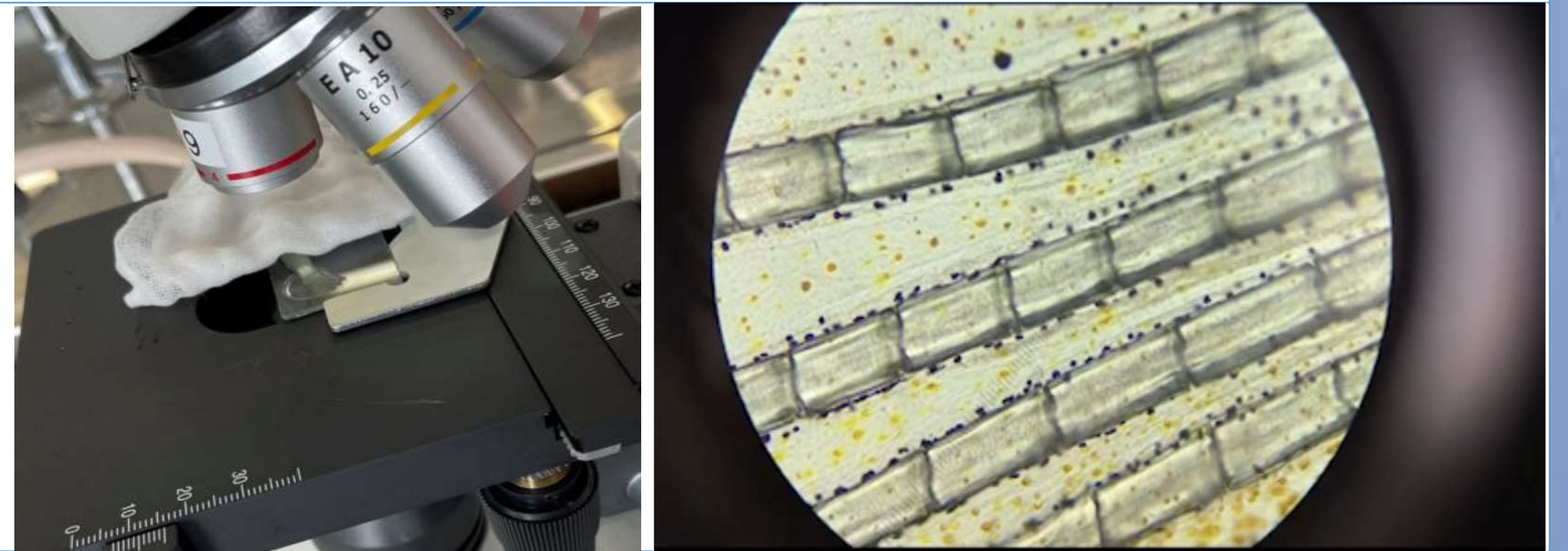
コーヒーと眠気の関係性について

目的・背景

私たちが生活している中でふと眠気に襲われた時、コーヒーやお茶を飲むことで目が覚めると言われる。これはコーヒーやお茶に含まれるカフェイン等の成分の効果だという話を聞いたことがある。そこで、私たちはコーヒーを摂取すると本当に眠気が覚めるのか、またなぜコーヒーを摂取すると眠気が覚めるのか、この二点を課題研究のテーマとして調べることにした。コーヒーが眠気を覚ます理由は、コーヒーに含まれる成分がヒトの交感神経を刺激することで興奮状態にあるせいだと仮定した。そこで、コーヒーと交感神経の関係をメダカを用いて調べ始めた。

実験 1

メダカの尾ビレは皮膚が薄いため、血液中の赤血球の移動を観察しやすくそれを元に血液速度を計ることができる。血液速度が速ければ交感神経が刺激され興奮状態であるとした。測定方法はコーヒーを染み込ませたガーゼと水を染み込ませたガーゼのそれぞれでメダカを包み、五分ほど経過してからメダカの尾ビレの赤血球の流れを測定する方法を取った。



結果 1

以下は水とコーヒーにおけるメダカの血液の速度($\mu\text{m/s}$)である。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	平均
水 ($\mu\text{m/s}$)	50	25	100	67	33	50	67			56
コーヒー ($\mu\text{m/s}$)	67		100	130	100	33	100	67	200	100

※空欄は測定できなかったもの

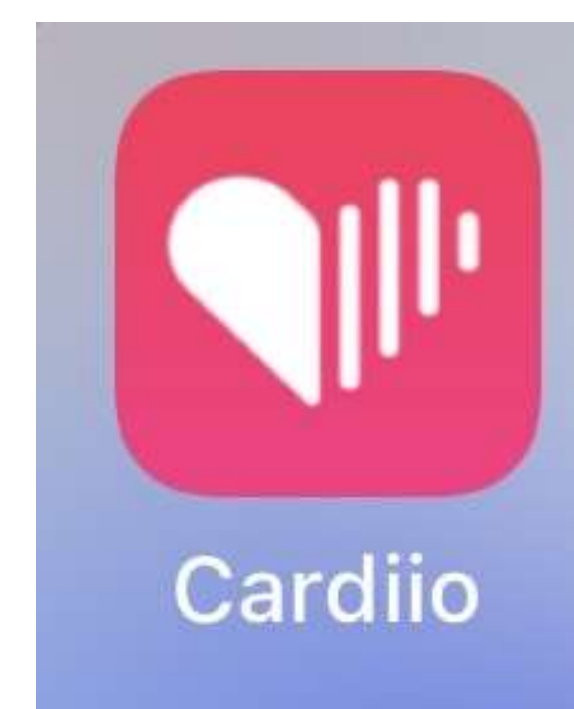
目視での観察においても、水とコーヒーとでは違いを明確に確認できるほどの差があった。

考察 1

水を染み込ませたガーゼでメダカを包んだ場合の速度が平均 $56\mu\text{m/s}$ であったのに対しコーヒーを染み込ませたガーゼでメダカを包んだ場合の速度が平均 $100\mu\text{m/s}$ であった。このように水とコーヒーで明確な差が認められたことから、コーヒーにはメダカの交感神経を刺激し興奮状態にさせる働きがある成分が含まれていると思われる。

実験 2

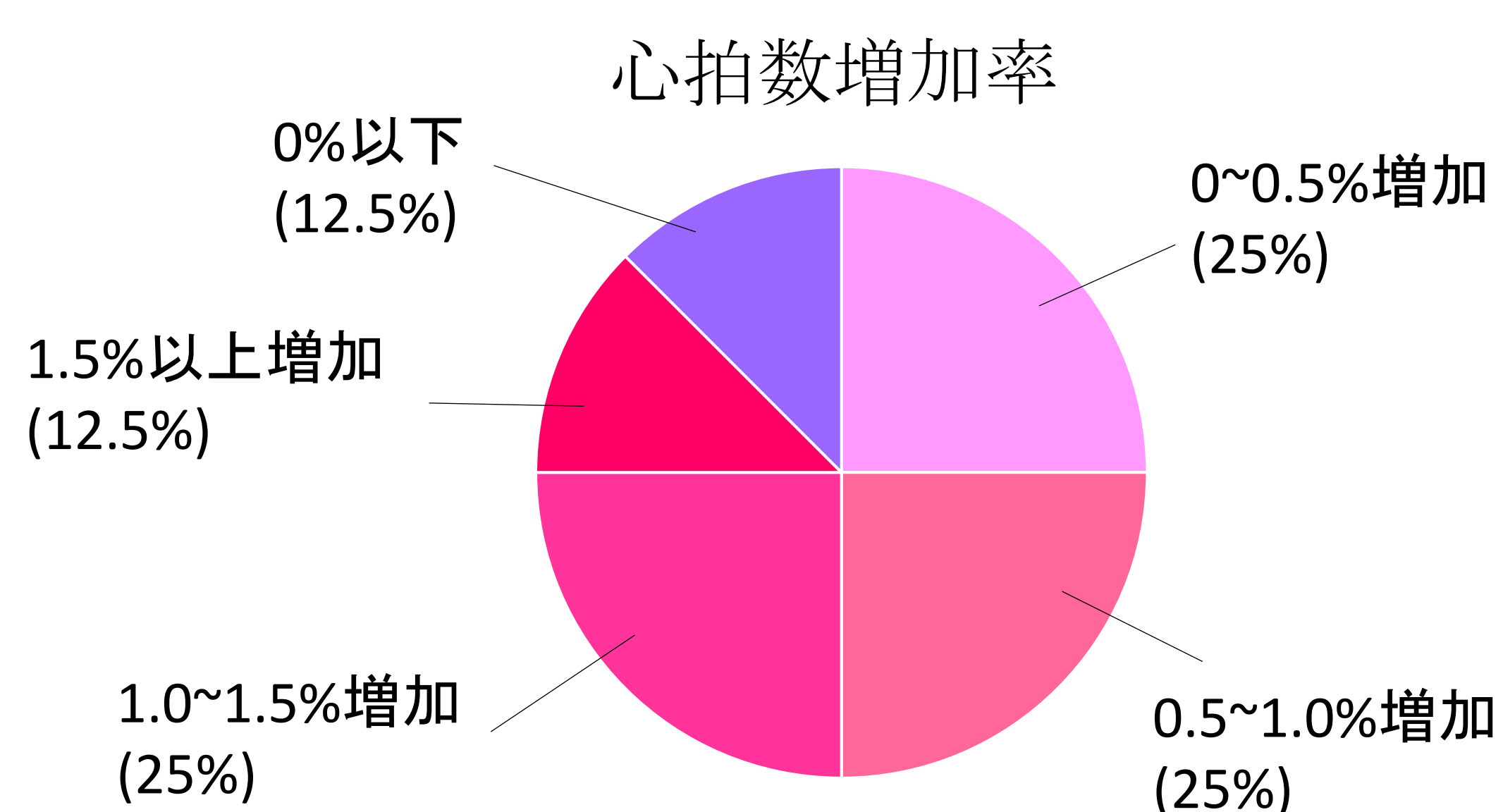
次にメダカと同じセキツイ動物であるヒトでコーヒーの効果について調べた。「Cardiio」というアプリケーションで通常時の心拍数を測り、その後コーヒーを飲み30分経過した後、同アプリケーションで脈拍を測った。



結果 2

通常時の心拍数とコーヒー摂取後の心拍数の変化率を0.5%ごとに集計した結果が右図である。

コーヒー摂取後に心拍数の変化率が0%以下(変化なしもしくは減少した場合)だった割合が12.5%であるのに対し、心拍数の増加がみられた割合は87.5%であった



考察 2

計測者のおよそ9割がコーヒーを摂取した後に心拍数の増加がみられた。従ってコーヒーにはヒトの交感神経を刺激し興奮状態にさせる働きがある成分が含まれていると思われる。また、心拍数が減少したもしくはあまり変化のない事象は実験前から心拍数が高かったり、眠気があまりなかったりしたせいだと推測される。

まとめ・今後の展望

今回の二つの実験は観察数は多くないものの、ある程度の傾向をつかむことはできた。それは、水と比べてコーヒーを摂取した時の方がメダカとヒトにおいて興奮状態になりやすいというものである。従って私たちはコーヒーにはヒトやメダカの交感神経を刺激し興奮状態にさせることで、眠気を覚ます効果のある成分が含まれているという結論に至った。

今回はヒトやヒトと同じセキツイ動物であるメダカを用いて交感神経の変化を調べたが、他の動物(例えばマウスや夜行性の動物)の睡眠や交感神経等の関係性について調べていきたいと思った。また、コーヒー以外にも緑茶やエナジードリンク類の効果の差異についても調べたいと思った。

参考文献

厚生労働省 e-ヘルスネット

<https://www.e-healthnet.mhlw.go.jp/information/dictionary/heart/yk-082.html>

MSD マニュアル

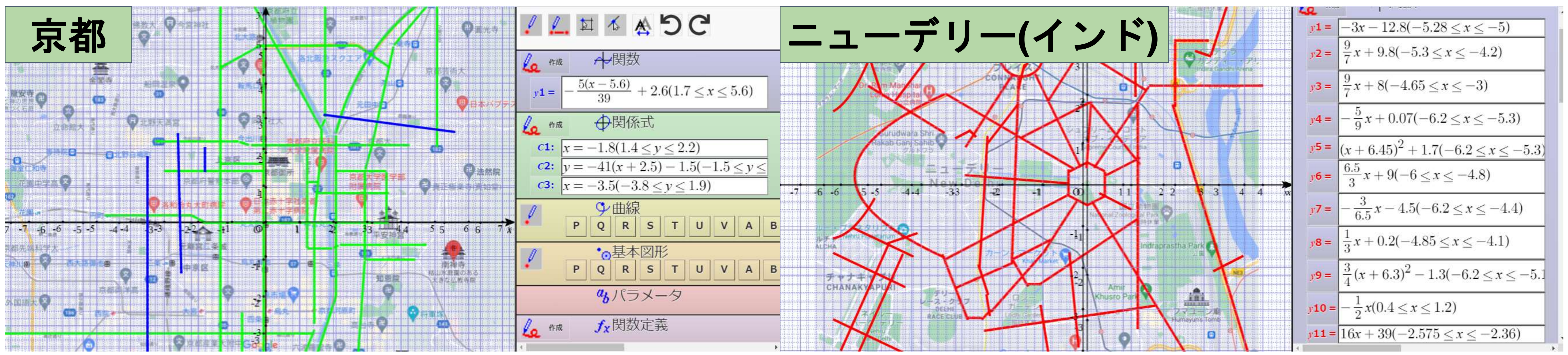
<https://www.msdmanuals.com/ja-jp>

関数地図

動機

地図上の道路を関数で表すことで得られる数学的な特徴とその土地の環境や歴史の関心に興味を持ったから。また、発見した関数地図の特徴が現代の科学技術にどのように利用されているか気になったから。

関数地図



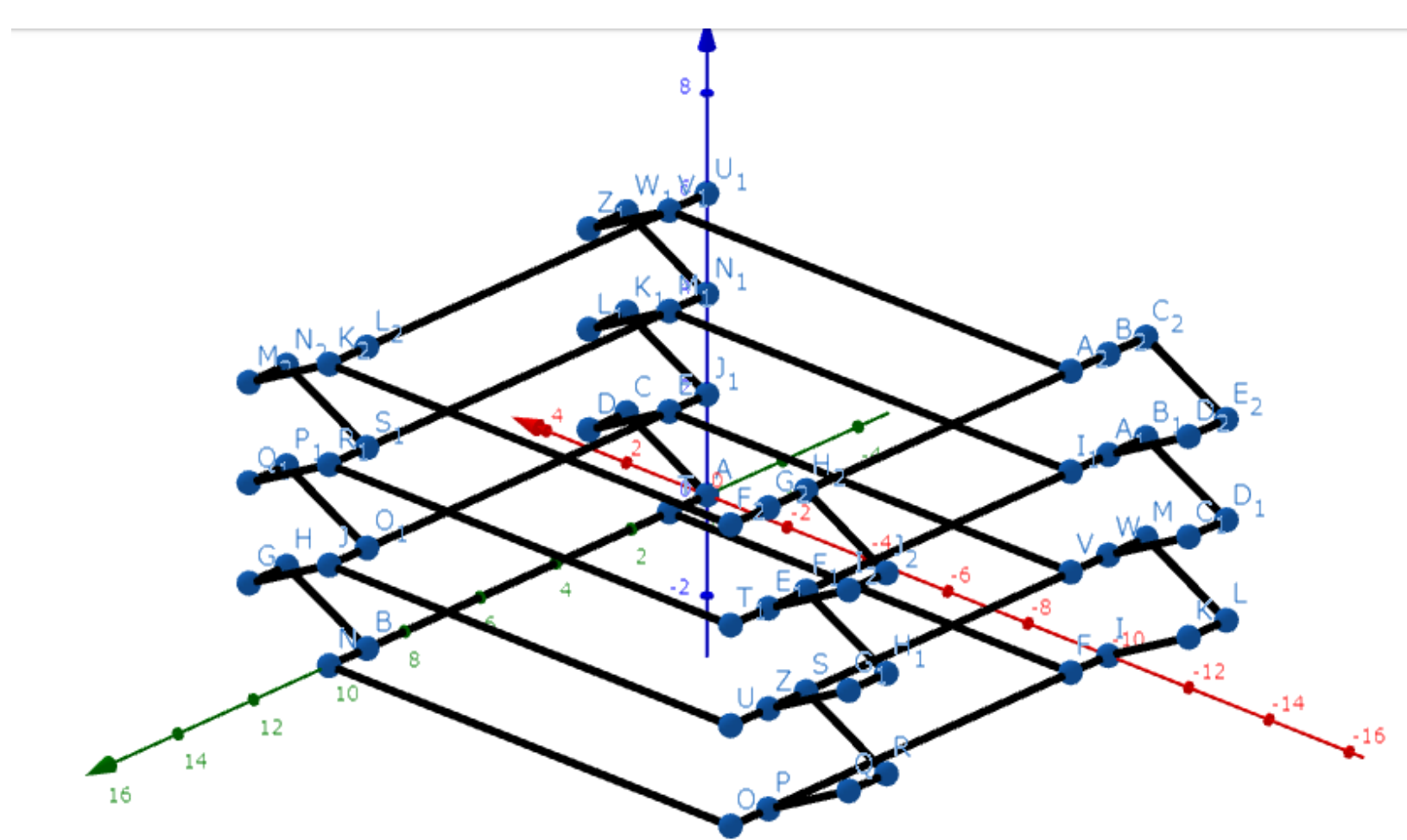
カーナビ

- 関数地図の作成を通してカーナビゲーションシステムとの共通点があることを発見した。
 - 平面上に座標(ノード)があり、その間を線分(リンク)でむすぶことによって道を表している。

関数地図とカーナビに共通する特徴！

つまり...
関数地図の考えを用いてナビゲーションシステムを作成することができる！

- 学校ナビゲーション計画
身近な場所で関数地図を実用化するために掛西を案内するナビゲーションシステムを作成する
 - 廊下と階段をノードとリンクを用いて表す
 - GeoGebraで座標空間に表す
 - 最短距離と所要時間を求めるプログラムを搭載する

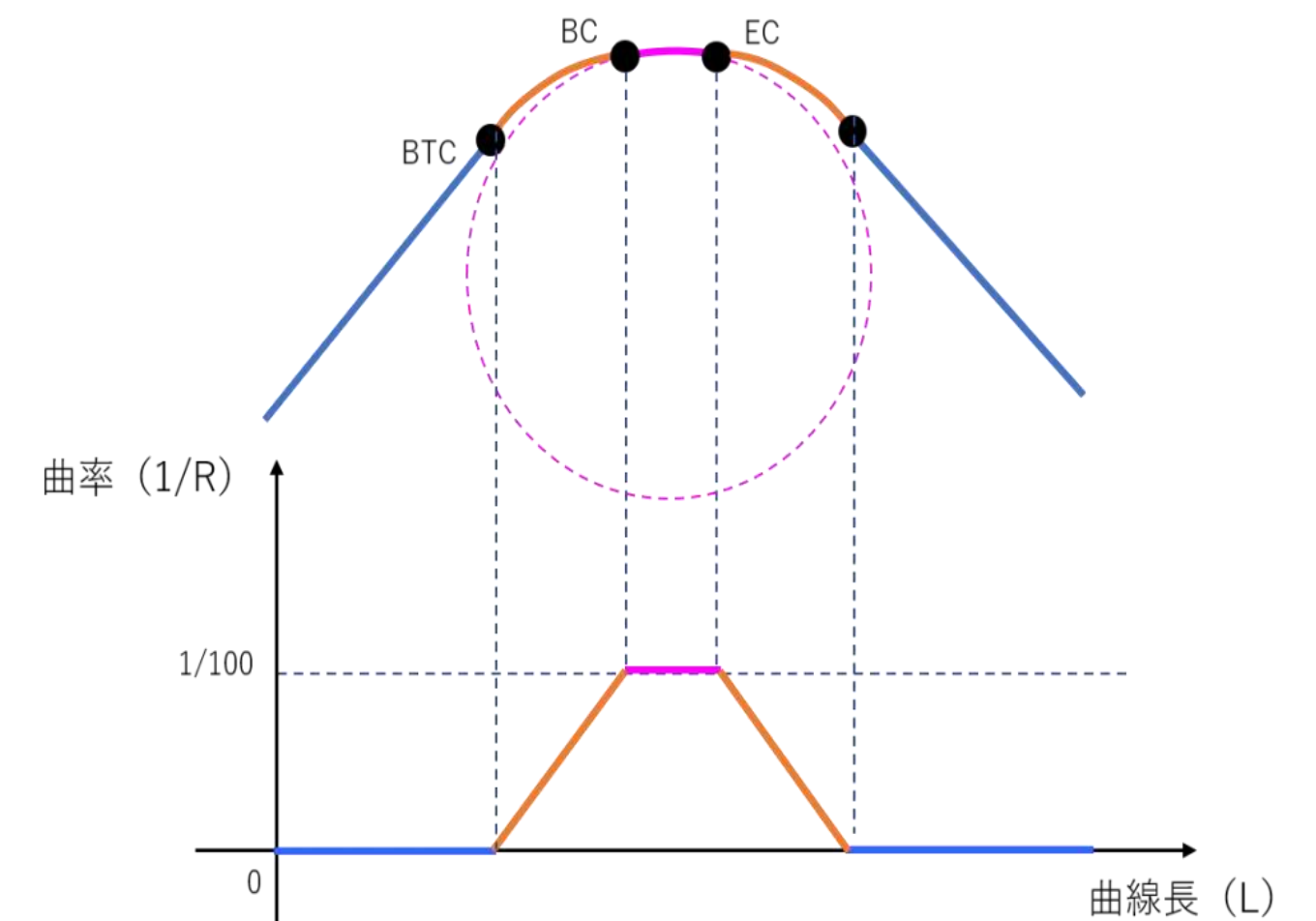
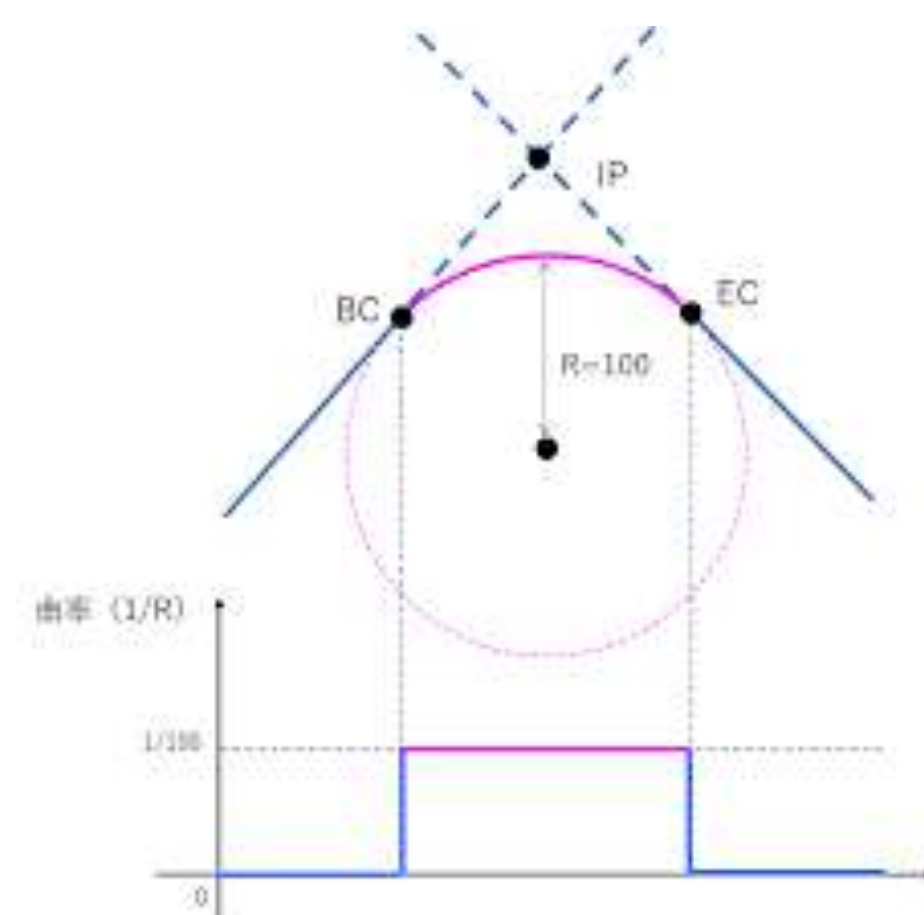


- 結果と今後の展望
今回最短距離と所要時間を求めるプログラムを構築する時間と技術が足りず実際に学校ナビゲーションを作ることはできなかった。
プログラムさえ組めればナビゲーションできることが分かったので関数地図を身近なところに役立てられることが確かめられた。
学校ナビゲーションというやり方では高度な技術と知識が必要とされたのでより簡単に関数地図の考え方を活かす方法を探していきたい。

曲がりやすいカーブ

- 高速道路のカーブに直線、クロソイド曲線、円弧の3つが併用されていることが分かった。
- クロソイド曲線とは曲率(曲線の曲がり具合を表す量)が曲線が長くなるにつれて増加する曲線であり、クロソイド曲線の区間は車のハンドルを一定で傾ければ良いため、図のように直線と円弧の区間を緩やかに繋ぐために用いられている。

直線と円弧から構成されるカーブの曲率変化(左図)と直線、クロソイド曲線、円弧から構成されるカーブの曲率変化(右図)



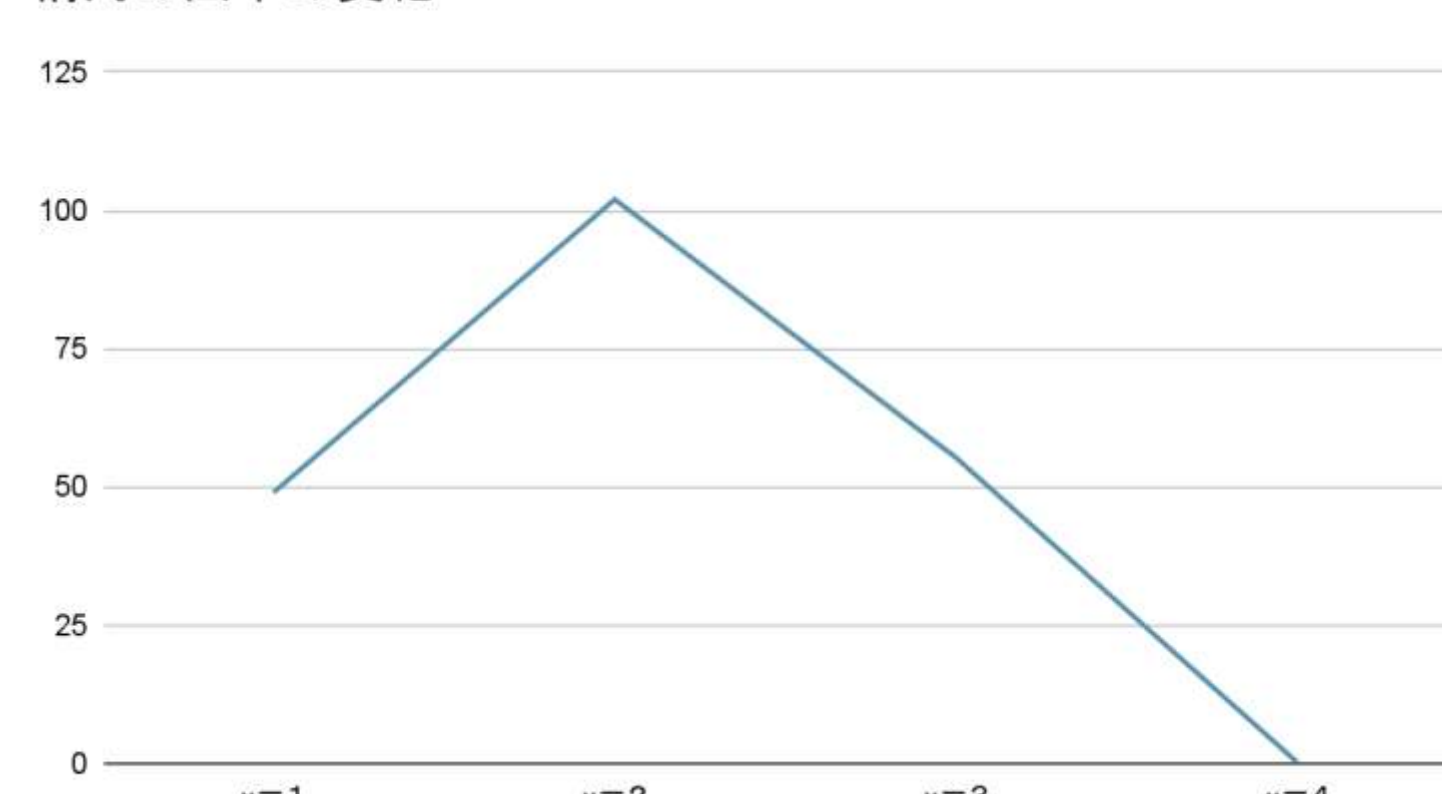
- そこでクロソイド曲線以外にもカーブの直線の区間と円弧の区間を繋ぐのに適する曲線があるのではないかと思います、次の予想を立てた。

- 予想
クロソイド曲線以外にも曲率が一定で増加する曲線が既習した内容にあると仮定した。二次曲線と楕円の関数がそうであると考察した。

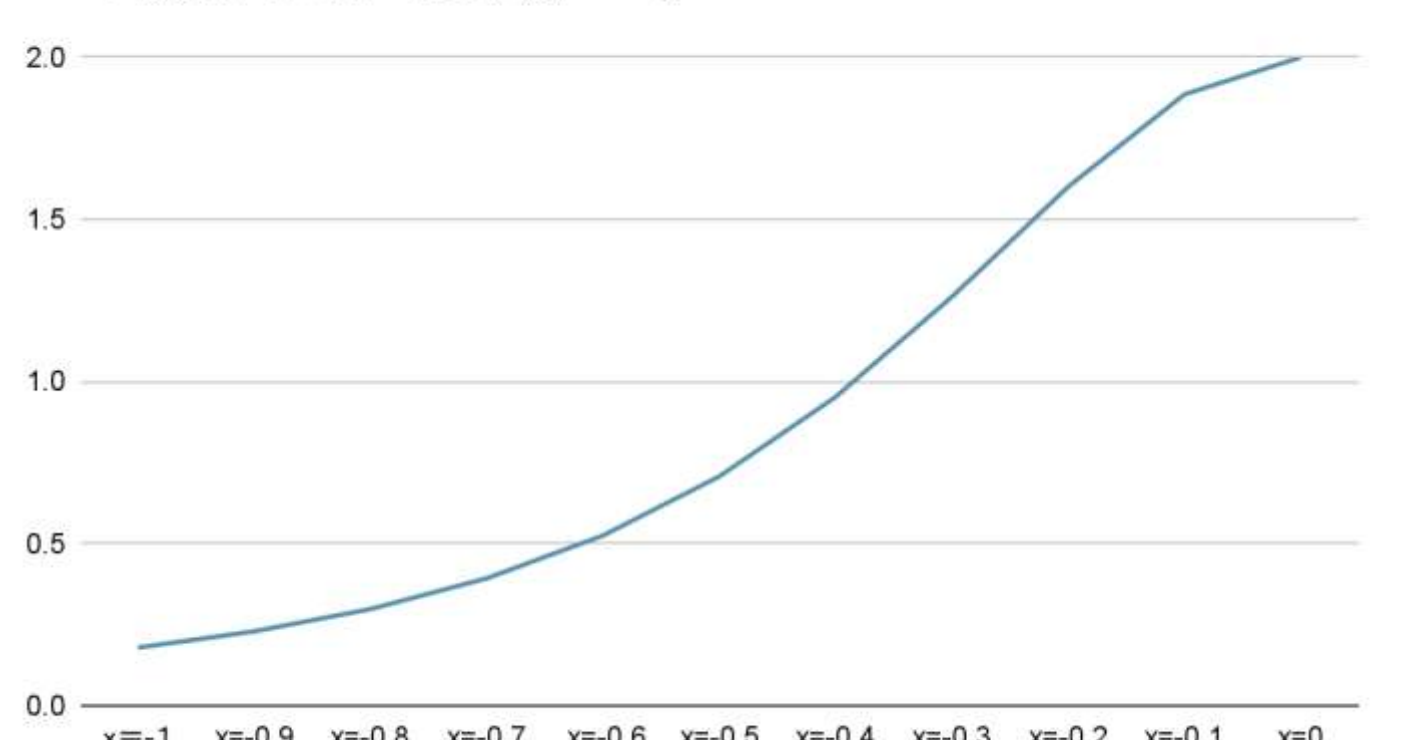
- 立証
計算知能「Wolfram Alpha」を使用し、曲率の変化を調べる。
→グラフにまとめ可視化する。

結果とその考察

楕円の曲率の変化



二次関数の曲率の変化(y=x^2)



部分的ならば曲率がほぼ一定に増加していて、カーブに用いることができる。しかし、関数作成の際に係数と座標も考慮する必要があり使いやすさ、効率の観点からクロソイド曲線に及ばない。

集中力班

目的 集中力を向上させる方法を見つける

動機 集中力が上がる方法が分かれば勉強に応用できるから

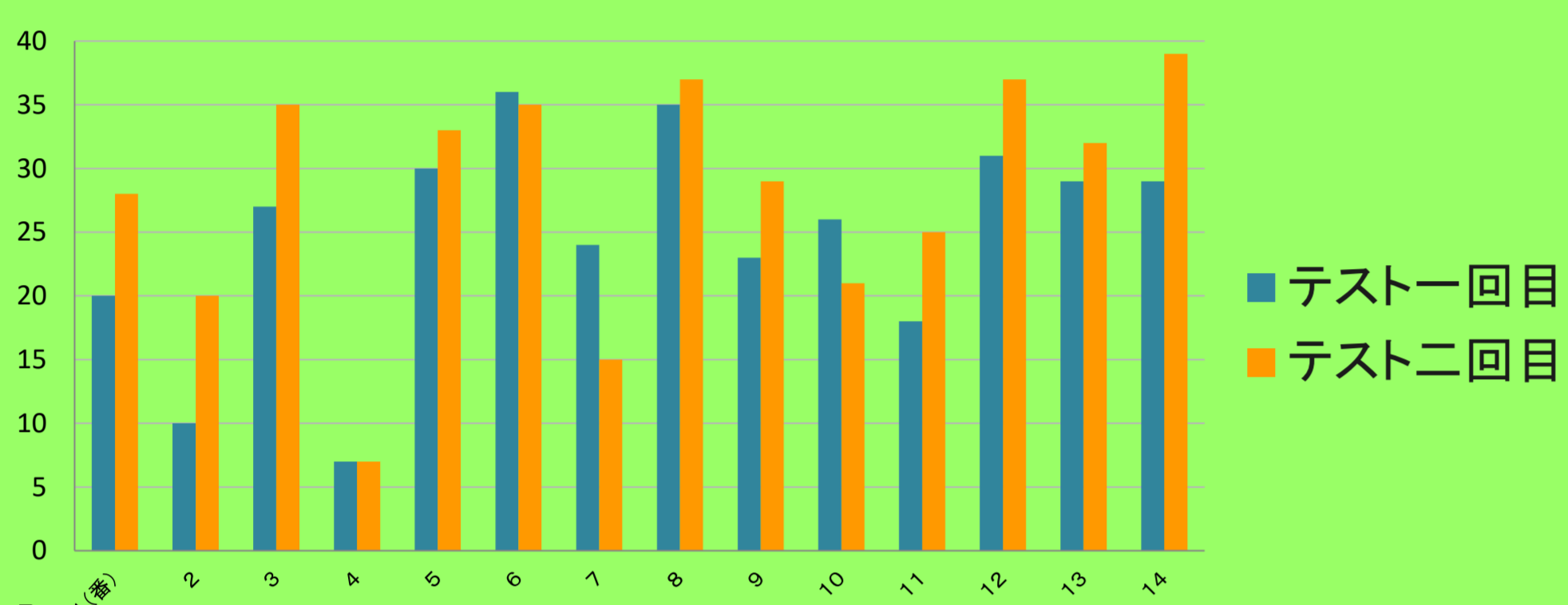
実験Ⅰ

チョコレートによる記憶力の向上を測る
一回目は何もせずただ覚えて
二回目はチョコを食べた後
単語を暗記し、テストを行う



結果

個人別テスト結果



考察 ・点数の変化の平均値が3.5点
⇒全体的に集中力は向上している
・点数が9点減少している人もいる
⇒個人差が現れる部分もある

実験Ⅱ

POP、クラシック、何も聞かないグループに分け、
計算問題を解く。その後、テストの結果の
変動と音楽の関係性を調べる

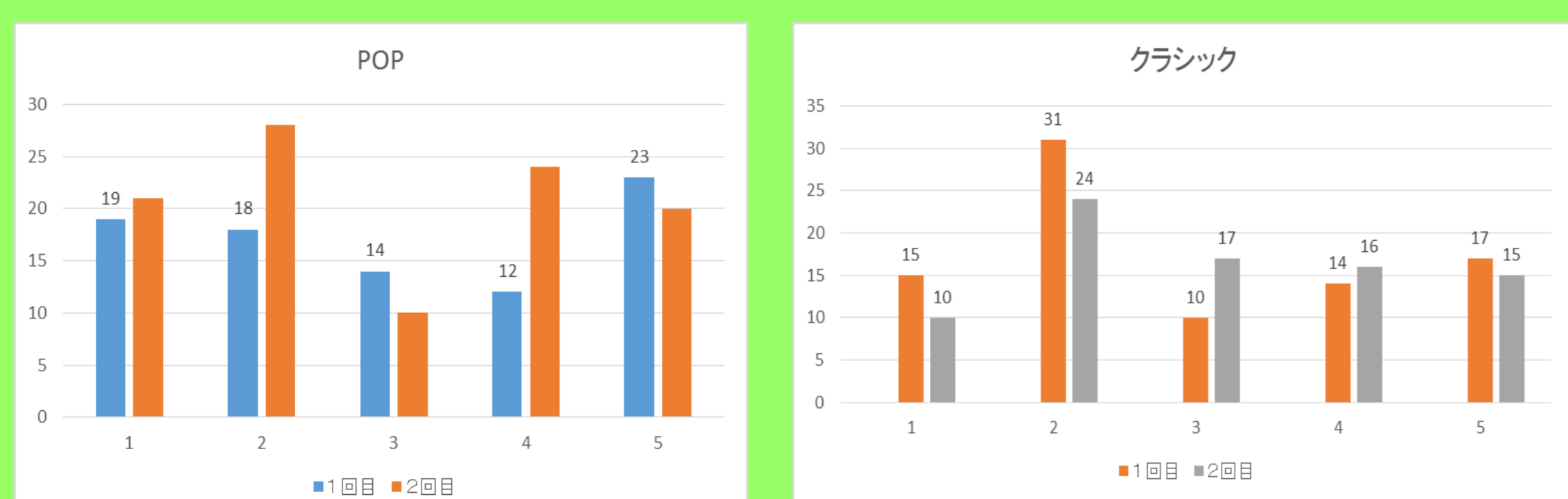
結果 ・音楽なしの場合、平均で約2点上昇
・BTSとクラシックの場合、平均で2点減少

考察 ・音があると集中力が下がる
・結果より、慣れがあった場合でも
音により集中力は下がると考えられる

実験Ⅲ

POP、クラシックの2グループに分け
豆を移す作業を行う。そして、音楽に集中力を上げる
効果があるかを調べる

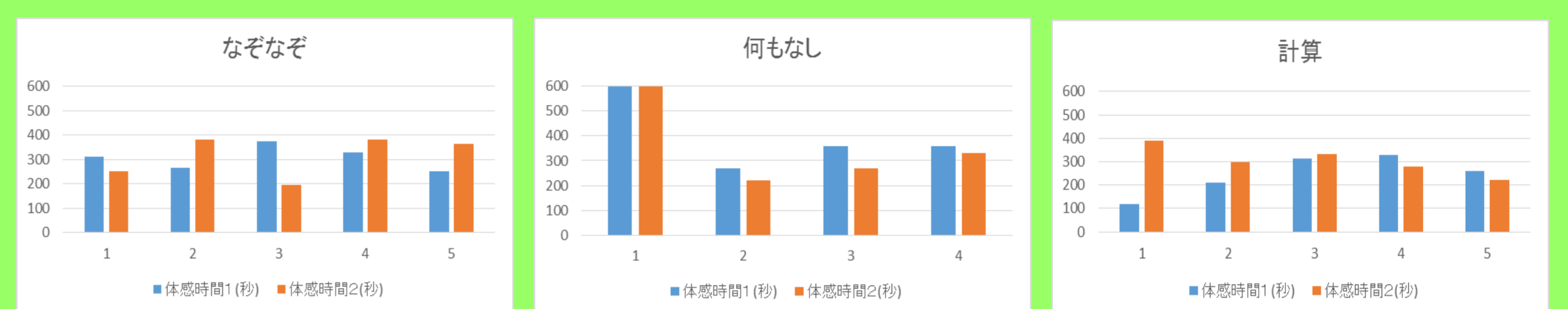
結果



実験Ⅳ

被験者が集まってから何もせず5分間計り、体感時間を
聞いたら次になぞなぞ、計算問題、何もしない3グループ
に分け5分間実験を行い、体感時間の差を調べる

結果

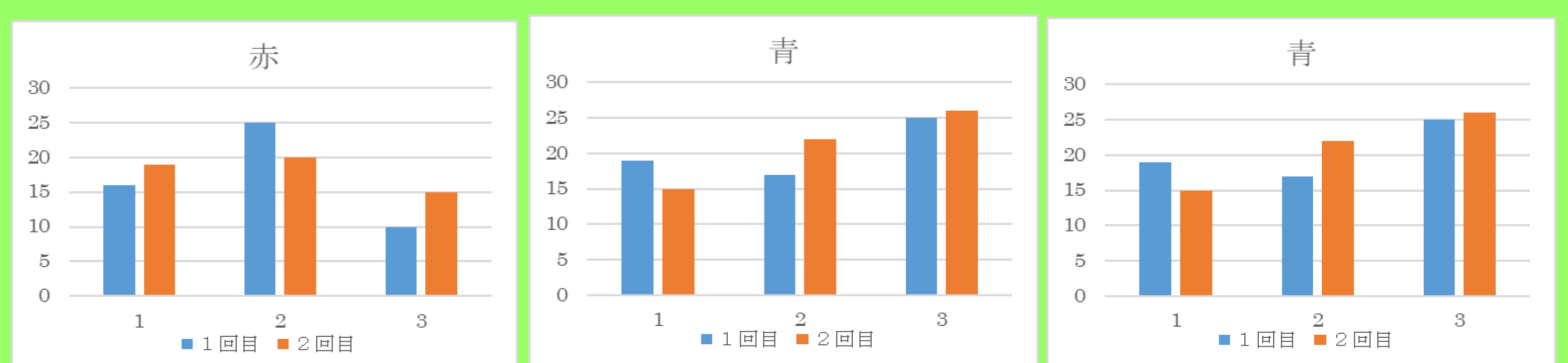


考察 ・全体的に集中していると体感時間が長く、
集中していないと体感時間が短くなると考えられる
⇒仮説と反対の結果

実験Ⅴ

豆を入れる器を赤、青、緑の三色で作し、一回目は白いうつわ、
二回目は色付きの順番で豆移しを行い、色による
集中力の差を調べる。

結果



考察 ・赤はやや集中力を向上させる傾向があるが、
色による影響は少ないと考えられる
・青と緑は平均すると向上しているが、
集中力を向上させるとは一概には言えない

全体の考察・まとめ

・音の実験により、集中するにはできるだけ無音の空間が最適であると考えられる
⇒音がないと集中する対象が勉強に絞れやすくなる
・実験のやり方の都合上慣れが発生してしまい、その影響が少なからずあった
⇒正確なデータが取れなかったと考えられる
・実験Ⅳは集中したほうが体感時間が短くなるという仮説の元行ったが、実際は何もしていないほうが体感時間が短くなった

プラズマ

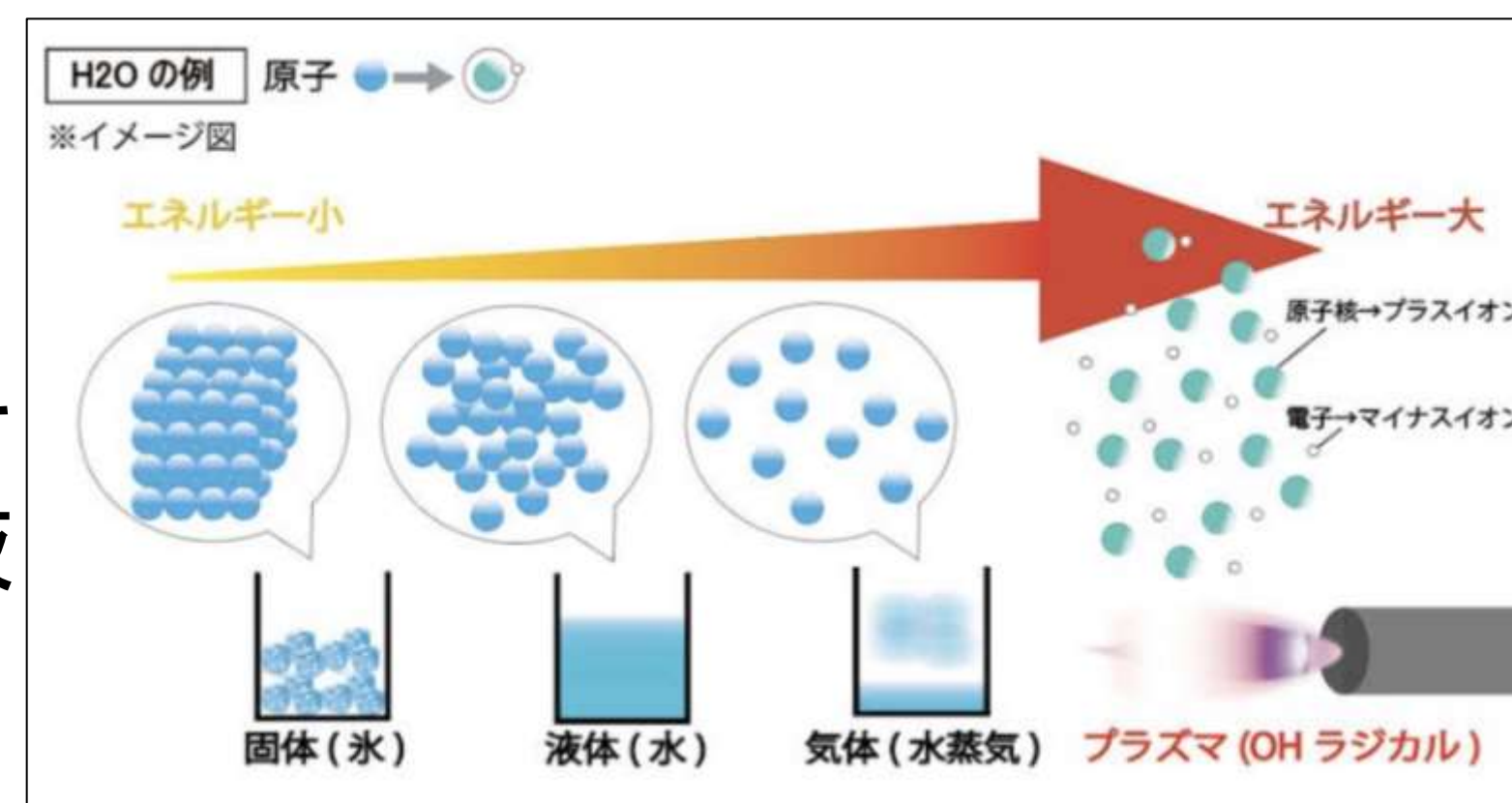
目的・背景

背景・動機

感染症拡大の中で空気清浄機の需要が増大している。空気清浄機の集塵フィルターにはオゾンが用いられており、オゾンが発生させるプラズマの重要性が高まっている。私たちは、第4の状態ともされるプラズマに興味を持ち、ヤコブの梯子を参考に独自に製作した装置でプラズマが発生させ、その性質と応用方法を調べた。

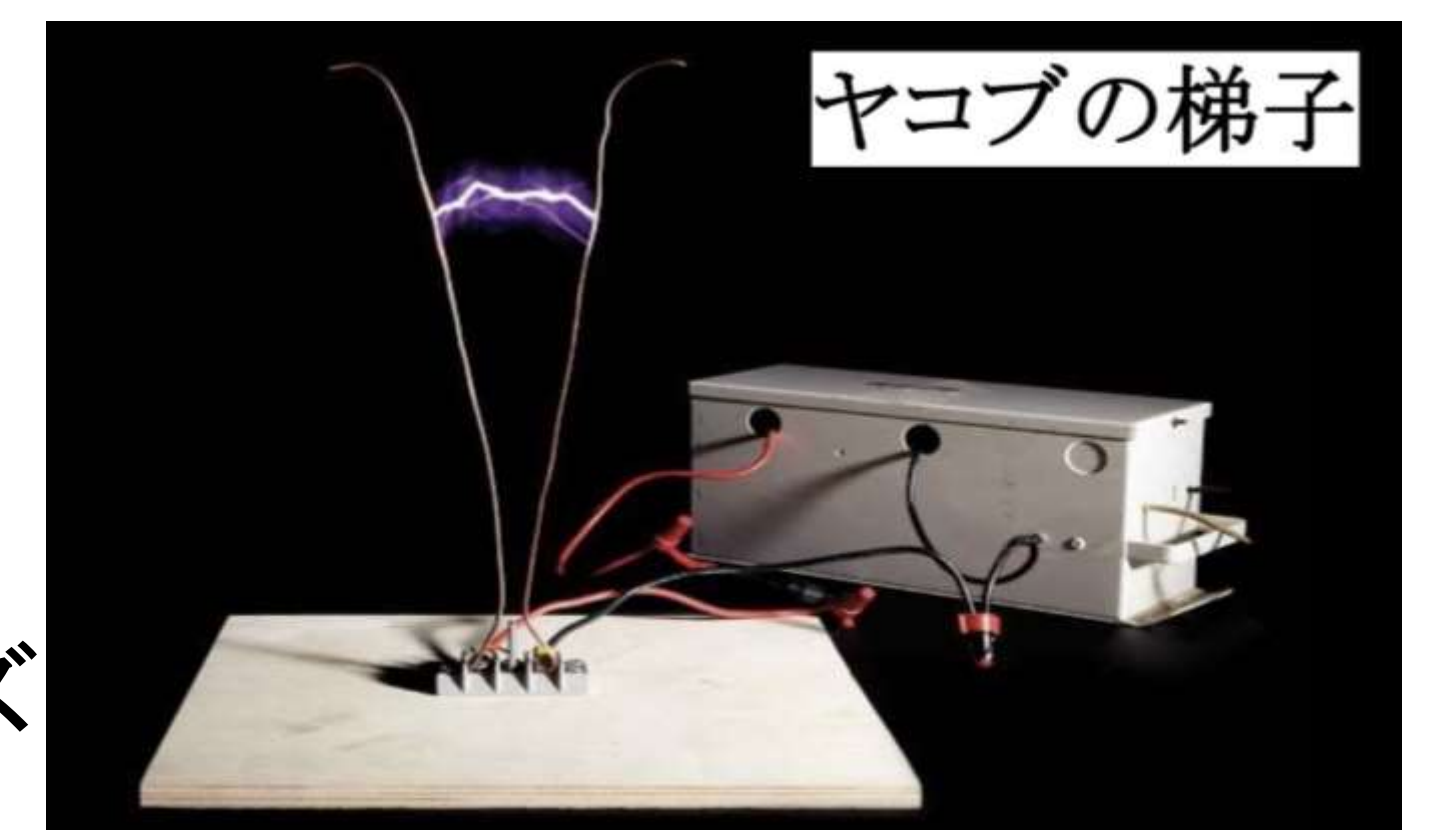
プラズマとは

プラズマは高温状態で気体分子を電子と陽イオンに電離させたもので、空気清浄機その他、液晶テレビのディスプレイなどにも応用されている(右図)。



ヤコブの梯子

ヤコブの梯子はプラズマを利用した装置の一つである。2本の針金を先が広がった形で配置し、鉄の棒を当てるとその間をプラズマの火花が上下する(右図)。



方法・結果

研究の流れ

実験1: ヤコブの梯子の試作

実験2: 電極間の距離と電圧の条件

実験3・4: 高電圧での実験

実験5: オゾンの検出

装置の改良・プラズマの発生条件を調べる

プラズマ発生の確認

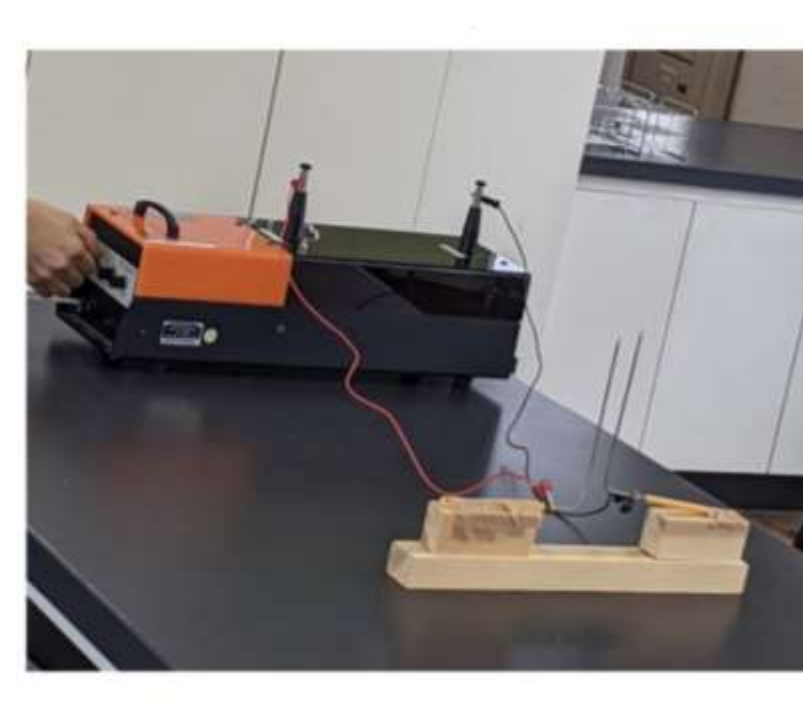
実験1

◎実験方法

約10Vの電圧で鉄串の梯子間にプラズマが発生するかを調べた。電源には誘導コイルを用いた。



梯子部分



実験1の装置

◎結果

- ・先端部分でのみ放電が起こった。
- ➡先端部分をそらす

改良

実験2

◎実験1との材料の変更点

- ・誘導コイル ➡ 変圧器
- ・鉄串 ➡ 針金

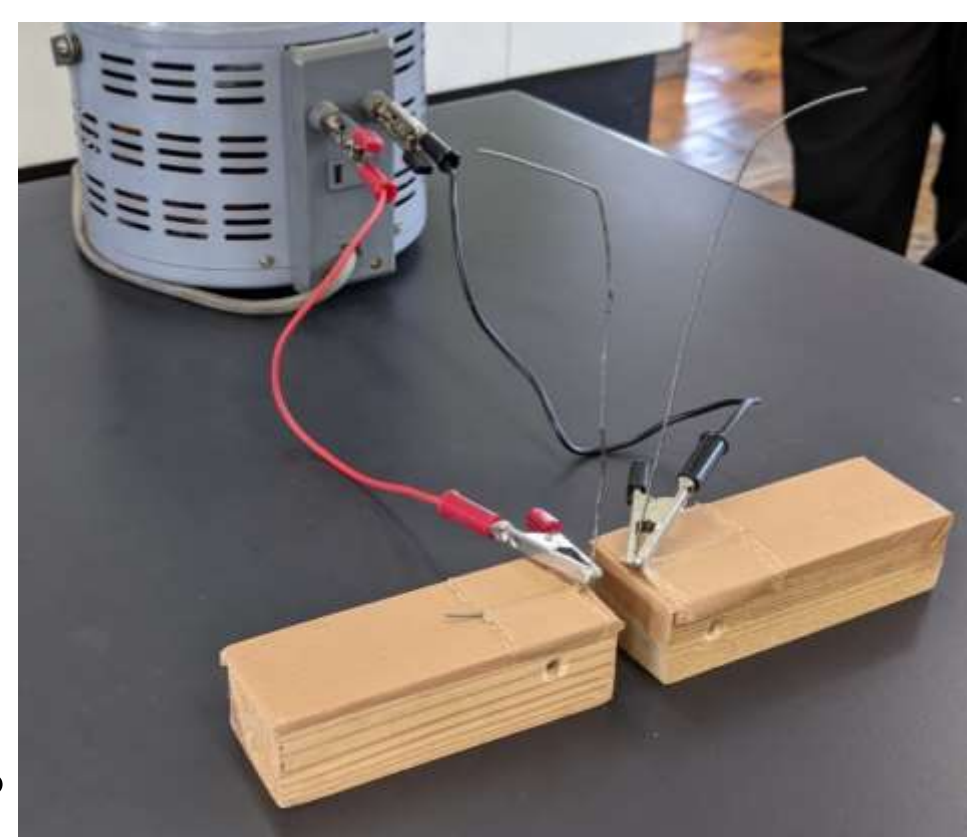
◎実験方法

梯子間の距離と電圧をそれぞれ変化させ、プラズマの発生条件を調べた。

◎結果

プラズマによる火花が発生した(下表)。

実験2の装置



針金の間隔	電圧	火花の様子	土台の間隔	電圧	火花の様子
2.0cm	10V	火花が飛んだ	12.5cm	10V	放電しなかった
2.0cm	15V	火花が飛び、白く光った	13.5cm	10V	放電しなかった
2.0cm	130V	激しい火花が飛んだ	14.0cm	10V	放電しなかった

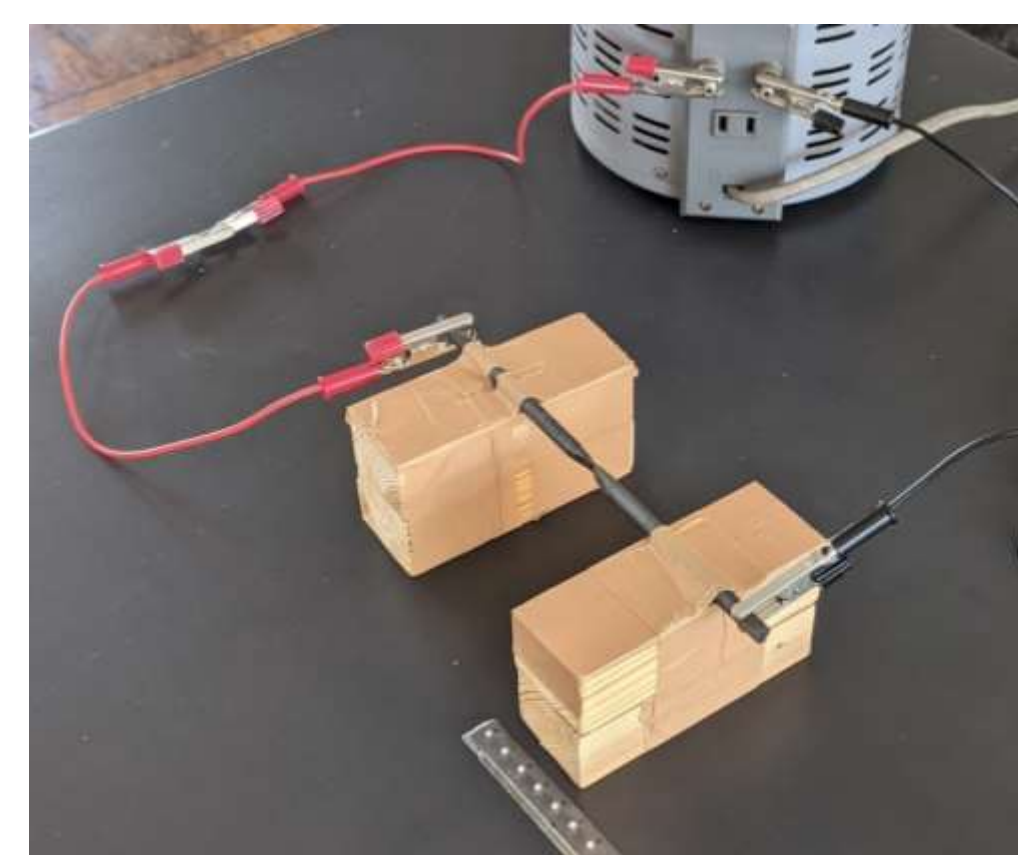
電圧の変化

土台の間隔の変化

実験3

◎実験方法

2本の炭素棒の間に放電を起こしプラズマを発生させた。



実験3の装置

◎結果

銅線から煙が発生し、高電圧にできなかった。

実験4

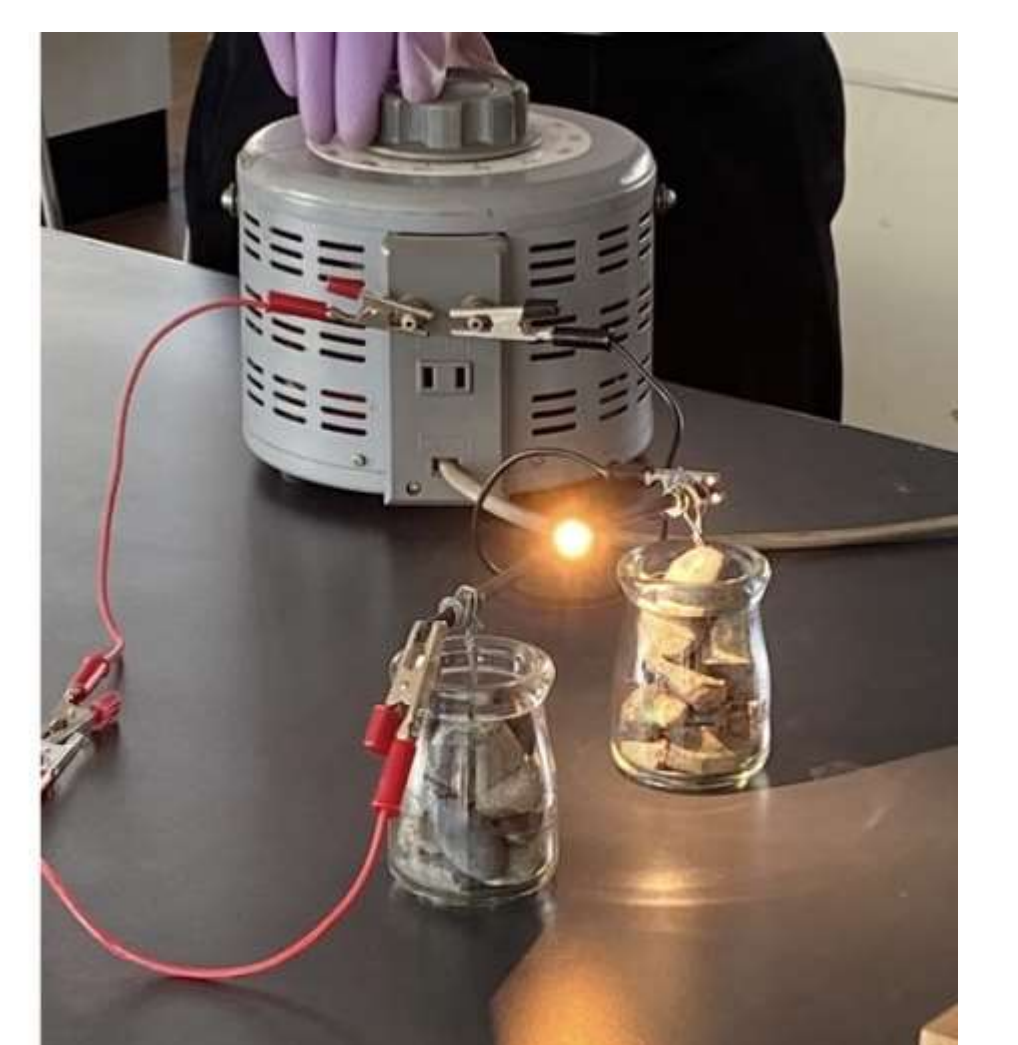
◎実験方法

実験3の装置にニクロム線の抵抗をつなぎ、高い電圧を加えた。土台を木材ではなく、瓶に小石を詰めたものにした。

◎結果

実験2に比べ安定したプラズマが見られた(下表)。

電圧(V)	0-50	60	65	85	90	
抵抗(Ω)	5.5	11	11	8.3	9.6	11
火花	変化なし	変化なし	火花が発生	火花が発生	火花が安定	火花が安定



実験4での火花の様子

考察・今後の展望

実験1,2より多量のプラズマを発生させるには高い電圧を加えなければならないことがわかった。本実験では130Vが限界であったが、さらに高い電圧を加え、発生するプラズマの様子を確認したい。プラズマは低圧状態でも発生させられることから、低圧状態をつかってプラズマを発生させてみたい。オゾンの検出では発生した少量のオゾンが酸素に戻ってしまい、検出ができなかったと考えられる。今後は低圧の状態でプラズマを生成し、ガラス細工によって少量のオゾン捕集装置を作りたい。

参考文献

- ・ 山崎耕造,『トコトンやさしいプラズマの本』,日刊工業新聞社,(2004)
- ・ 涌井良幸,涌井貞美,『家電が一番わかる』,技術評論社,(2013)
- ・ <https://notirasa.com/noticia/joven-muere-al-repetir-la-escalera-de-Jacob/27135>

ドローンの編隊飛行の有効活用を目指して

1. 研究の動機

日本では、昔から自然災害が多発し、多くの行方不明者が出ている。人やヘリコプターなどが入れないときに、ドローンを活用して捜索活動ができないかと考えた。しかし、一人が一台を操縦するとなると、効率が悪い。そこで、一度にたくさんのドローンを飛ばして制御して、編隊飛行を可能にするプログラミングの開発を目指すことにした。また、災害時にドローンを有効活用するためのシミュレーションをすることにした。

2. 方法

- 1) TELLO EDUという学習用ドローンがどのような動きが可能であるか確認し、専用のアプリケーションを用いて一台のドローンのプログラミングを行う
- 2) ミッションパッドとTELLO EDUのアプリケーションを用いて、複数のドローンを同時に動かせるプログラミングを行い、編隊飛行を行う。

3. 研究成果

1) Swiftによるドローンのプログラミング

ドローンを制御するためのプログラミングを作成した。TELLO EDUでプログラミングを当初は計画していたが、より細かな指示を出すことが可能なSwiftを用いてプログラミングを行った。

基本的な動作である前進や後退、旋回に加えて、センサーを専用のパッドを用いて着地地点の指示やカメラ機能などのプログラミングを作成した。

```
connectAP(ssid: "A", password: "B")
swarm.scan(number: ドローンの数)
swarm.tellos.takeOff()
swarm.tellos.flyForward(cm, 距離)
swarm.sync(seconds: 距離)
swarm.tellos[0].flyUp(cm: 高さ)
swarm.tellos[1].flyDown(cm: 高さ)
swarm.tellos.land()
```

① その時点でタブレット等の端末に接続されているドローンをSSIDがA、パスワードがBのルーターに接続する

② ルーターを経由して接続したドローンの数を認識する

接続したドローンに行動を命令する

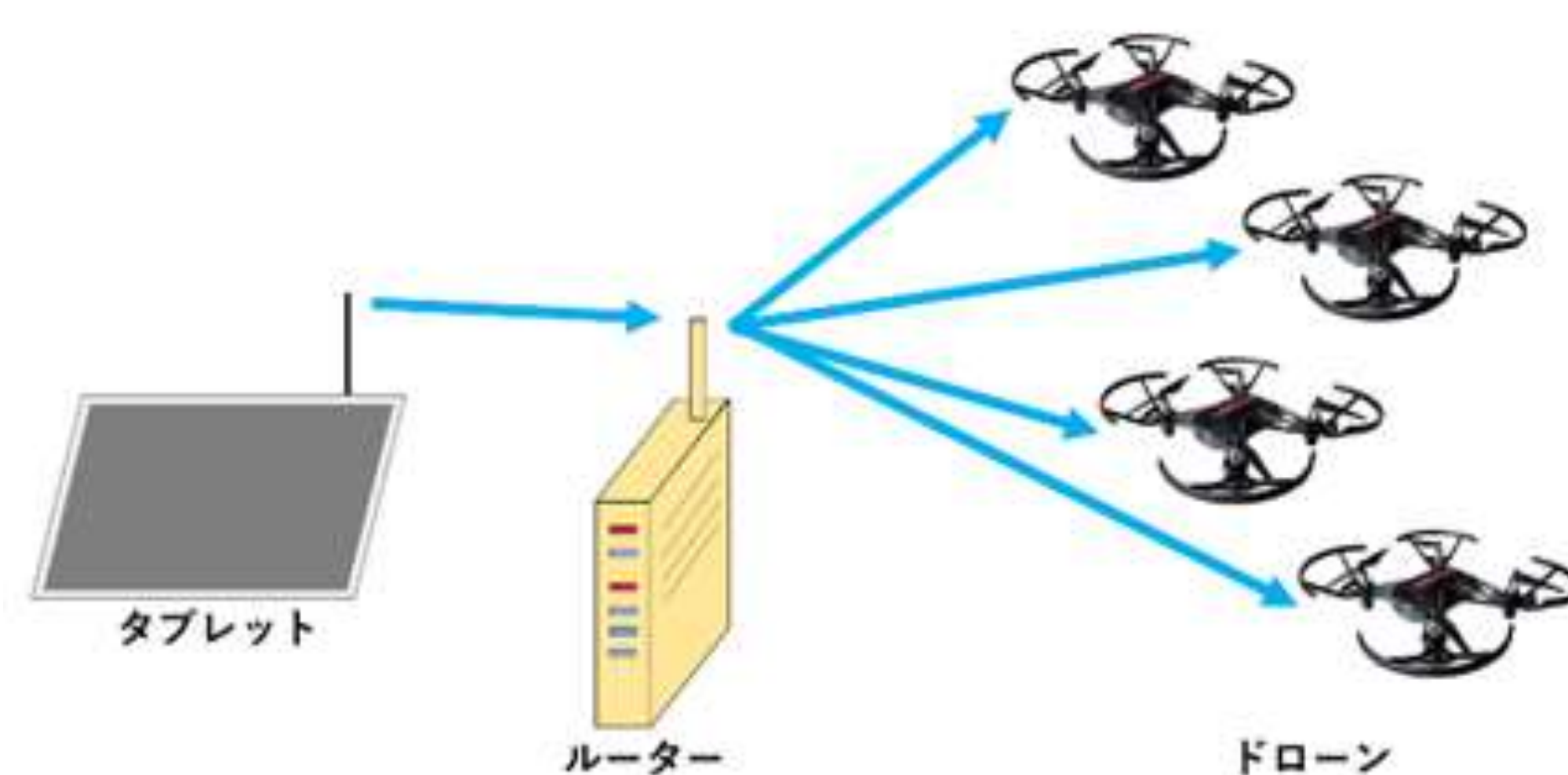
1) 作成した編隊飛行のプログラミング

2) ドローンの編隊飛行

タブレット1台で複数のドローンを動かすことができなくなったため、Wi-Fiルーターを経由することで複数台のドローンを同時に動かした。編隊飛行では主にミッションパッドを用いて、複数のドローンにプログラミングを送ることができた。編隊飛行を行った際には、ミッションパッド周辺での旋回などを行った。

3) 掛西ラボ

この研究で用いたプログラミングとドローンの操縦方法を地域の小学生に教え、交流した。掛西ラボを通してプログラミングやドローンの面白さを知ってもらうことができた。



2) ルーターを介した複数台のドローンとWIFIの接続



3) 掛西ラボの様子

4. 活動を通じて

今回は2台3台という少ない機体でしか編隊飛行を行うことができなかった。また、一部のプログラム使用するドローンのスペックや自分たちのプログラミング技術などがさらに向上すれば、よりレベルの高い編隊飛行のプログラミングを行うことができたと考える。また、当初に計画していた災害時にドローンを有効活用するためのシミュレーションをするところまでは至らなかったが、ドローンのプログラミングの研究をしていくうちに実際の災害現場におけるドローンの活躍が可能であると感じた。