R7 理数探求 最終報告 投石器班 1

概要と目的

輪ゴムの弾性力に着目して古代で使われていた兵器である投石器を低コストで簡易的に再現する。そして、球がもっともよく飛ぶ条件を模索飛距離の最大化に挑む。

２ 研究内容

[仮説]

⑴エネルギーが正しく保存されるならば他の条件が同じとき、輪ゴムのばね定数と飛距離に一定 の相関関係がみられる。

⑵輪ゴムごとに必要な力が決まっており、輪ゴムの本数と飛距離は比例関係にある。 ⑶アームの引く角度を大きくした際、輪ゴムがより伸びるとともに輪ゴムの長さごとに必要な力 も伸びる。それによって二つの数値が同時に伸びることから二次関数のような関係式が生まれる。 上記の 3 つの仮説が正しいのかを確認するために以下のような実験を行った。

[用意するもの]

・※輪ゴム４種類 ・メジャー ・木球 ・投石器（図１） ・消石灰 ※輪ゴムの各ばね定数は、18、34、61、1.3×10^2（N／m）であり、以降小さい順に輪ゴム A、 B、C、D と呼ぶものとする。

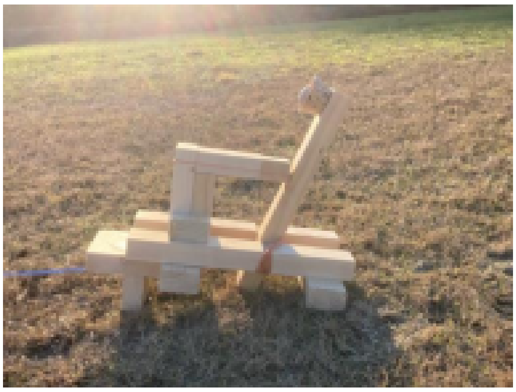


図１

[実験１]

目的：ばね定数と飛距離の関係値を調べる。

実験内容；各輪ゴムで飛距離を計測する。輪ゴムは 25 本セットする。取得できた計測結果をグラフ化し、関係値を調べる。今実験では各輪ゴム 10 回ずつ計測し平均の値を実 験データとして用いていく。

実験手順：①投石器を水平な場所に置く

②投石器に輪ゴムをセットする
③木球に消石灰をつける

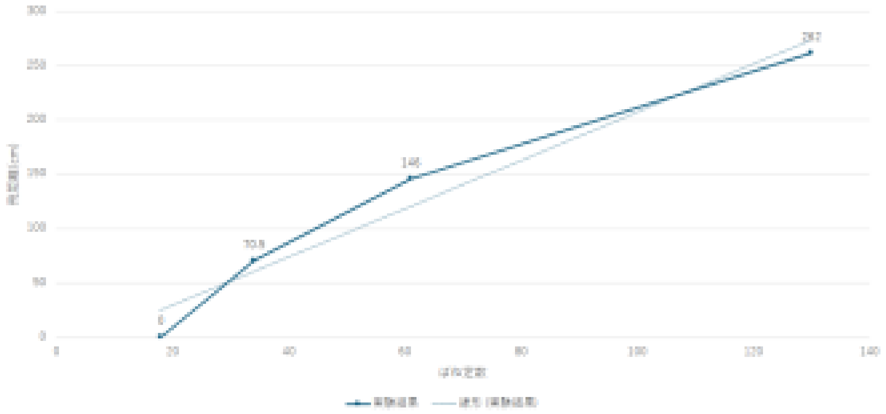
④アームに投石器をセットする

⑤アームを引く（投石機の平面を 0 度とし、そこから 30 度引っ張る）　⑥発射＆計測

[実験結果]

単位(cm)				
	輪ゴムA	輪ゴムB	輪ゴムC	輪ゴムD
1回目	測定不能	80	170	243
2回目	測定不能	68	172	269
3回目	測定不能	72	180	280
4回目	測定不能	62	138	222
5回目	測定不能	62	175	254
6回目	測定不能	68	158	261
7回目	測定不能	74	166	268
8回目	測定不能	65	144	273
9回目	測定不能	82	159	320
10回目	測定不能	72	168	292
平均	**測定不能**	**71**	**146**	**262**

上記のデータの平均値を用いてグラフ化した。



輪ゴム　A　は球を飛ばすため力を持っておらず、球が十分な距離飛ばなかったため、データとして　扱うことはせず、測定不能とした。今実験で用いたばね定数とは異なるものの実験データが存在　しないことから、明確な関係式は算出することができなかったが、<u>正の相関は確認することができた。</u>

[実験２]

目的：輪ゴムの本数と飛距離の関係値を調べる。

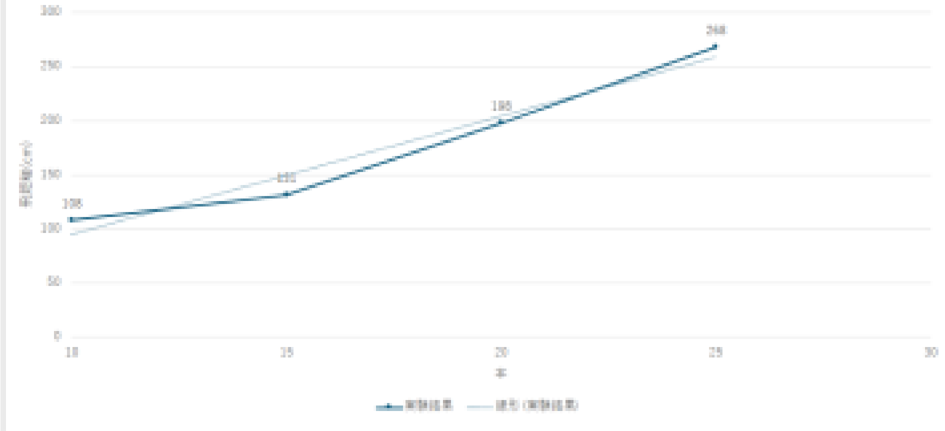
実験内容：前回の実験から輪ゴム D が最も飛ぶことが分かったので、輪ゴム D のみを用いる。　輪ゴムは 10 本を初期値とし、そこから 5 本ずつ加算する。各値 10 回ずつ計測し平均値を求める。取得した飛距離の平均値をもとにグラフを作成し、関係値を調べる。　実験手順：

実験１参照

[実験結果]

	10本	15本	20本	25本
				単位（ｃｍ）
1回目	80	134	185	243
2回目	104	123	185	269
3回目	97	118	218	280
4回目	95	170	145	222
5回目	123	150	177	254
6回目	125	130	223	261
7回目	123	148	255	268
8回目	125	125	132	273
9回目	110	126	204	320
10回目	96	128	244	292
平均	**108**	**131**	**198**	**268**

上記のデータの平均値を用いてグラフ化した。



30　　本以降は実験手順⑤を満たすことができなかったため、対照実験として扱うことができすデー　タを得ることができなかった。そのため、実験データが少ないことから現段階では仮説の 1 つで ある比例の関係がみられるかどうかの判別はすることができなかった。しかし、実験 1 同様一方 が増加するときにもう片方が増加するという<u>正の相関は確認することができた。</u>

[実験３]

目的：アームの引く角度と飛距離の関係値を調べる。

実験内容：実験 2 同様の理由から輪ゴム D のみを用い、25 本セットする。アームの引く角度は　20 度を初期値とし、そこから 10 度ずつ加算していく。各値 10 回ずつ計測し平均　値を求める。取得した飛距離の平均値をもとにグラフを作成し、関係値を調べる。 実験手順：実験 1，2 とアームの引く角度以外は同様である。

[実験結果]

単位 （ｃｍ）	20度	30度	40度
1回目	120	243	525
2回目	140	269	538
3回目	125	280	695
4回目	137	222	605
5回目	122	254	490
6回目	126	261	700
7回目	146	268	493
8回目	127	273	464
9回目	138	320	452
10回目	121	292	692
平均	**130**	**268**	**565**

40 度以降は装置が輪ゴムの持つ力に耐えきることができず、破損してしまったため測定すること ができなかった。一般的に 45 度の時にもっともよく飛ぶことから、45 度以降単調的に飛距離が 増加するとは考えることができず、今実験のデータのみでは傾向を見ることができないと判断し た。よって、実験 3 は失敗ということになりデータとして扱うことはしない運びとなった。

３ 最終結果

研究の仮説に対する実験結果をまとめる。

仮説１ エネルギーが正しく保存されるならば他の条件が同じとき、輪ゴムのばね定数と飛距離に一定の相関関係がみられる。

→明確な関係式は算出することができなかったが、正の相関は確認することができた。

仮説２ 輪ゴムごとに必要な力が決まっており、輪ゴムの本数と飛距離は比例関係にある。

→比例の関係がみられるかどうかの判別はすることができなかった。しかし、正の相関 は確認することができた。

仮説３ アームの引く角度を大きくした際、輪ゴムがより伸びるとともに輪ゴムの長さごとに必要な力も伸びる。それによって二つの数値が同時に伸びることから二次関数のよう な関係式が生まれる。

→今実験のデータのみでは傾向を見ることができない。

以上のことから、飛距離の最大化のためには、明確な関係式はわからずとも輪ゴムのばね定数と 輪ゴムの本数が関与していることが分かった。

４ 改善点

⑴ 実験全体を通してみて実験のデータを細かくとることができず、明確な結論に持ってい
くことができなかった。なので今後はどの実験においても細かくデータを取得すると　い
うことにも意識をしていきたい。
⑵ 投石器の強度も課題点として挙げられる。この課題点を改善しないことには細かいデータ
を取得することは不可能だと考える。そのため、現段階では木材を活用しているが、金　属加
工などをしさらに強度を上げる必要がある。投石器の強度の面が改善できたら、各　関係値の
明確な関係式を算出することができると考えている。

5 今後の展望

より強度の高い材質を用いて投石器を作成し、広い範囲のデータを得られるようにしたい。細かくデータを取得し、輪ゴムのばね定数と飛距離に一定の相関関係がみられるかどうかを確かめたい。それに加え、輪ゴムの本数と飛距離には比例関係を見ることができるのかも確かめていきたい。さらに今研究では失敗した実験　3　を再度チャレンジし、アームの引く角度と飛距離の関係　性も調べていきたい。また、投石物の物質や重さなどにも着目することも視野に入れていきたい。

R7最終報告書

404班

テーマ「仮想ロボット群による生態系モデルの作成」

1. 背景

以前、「生態系のシミュレーション」に関する研究論文において、「捕食者」や「被捕食者」といった生態系内部における各個体の役割を、シミュレーションの作成者が明示的に設定しているのを読んだ。しかし、私たちは、そうした恣意的な設定を行わずとも、生態系的な挙動、すなわち各個体の相互作用が全体に影響していることを、傾向として観察できるのではないかと考えた。

2. 概要

上記の考えを検証するため、複数体の「仮想ロボット」が生存競争を行うコンピュータ上の生態系シミュレーションモデルを作成し、その挙動を観察、分析した。
その結果として、場に存在している仮想ロボットの個体数と、その生存に必要な資源について、複数回行った試行のすべてにおいて似通った傾向が生じることを確認した。このことから、私たちは目標とした「生態系的な挙動」がこのモデルにおいて実現できた可能性があると考えている。

3. 作成したモデル

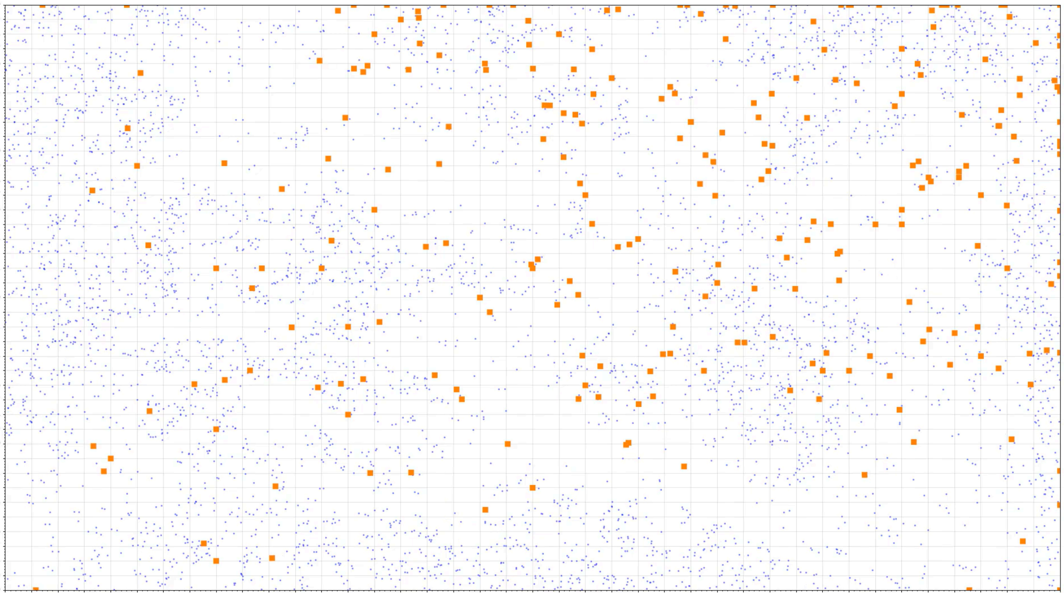


図1

私たちが作成したモデルは「仮想ロボット」と「資源」というふたつの要素によって構成される。上の図1は、実行中のシミュレーションの一場面を視覚的に示したものである。

図におけるオレンジ色の点は仮想ロボット、青い点は資源の位置を示している。シミュレーションの開始時には一定数のロボットと資源がシミュレーションの場にランダムに配置される。資源は実行中の1ステップ（計算の1サイクル）ごとに一定量が場に供給されていく。
また、生成されてから一定時間が経過した資源は消滅し、仮想ロボットも時間経過などで消費されるバッテリー残量値が0になると機能を停止するように設定した。

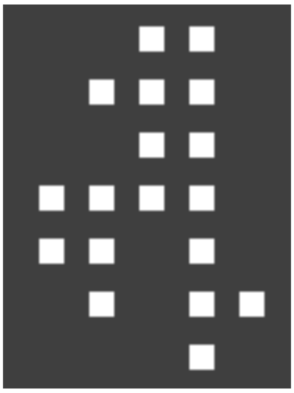


図2

仮想ロボットはいくつかの「ブロック」というオブジェクトが図2のように並んで構成される。各ブロックは完全に独立して、バッテリーや後述する「鍵」などのパラメータを持っている。仮想ロボット全体の状態は、各ブロックの状態の総和（バッテリーであれば、各ブロックの残量を全て足し合わせた数値）とする。

ブロックは資源に接触すると、それを取り込んで、バッテリーを消費し以下の内からどれかひとつの行動を起こす。

- ブロックのバッテリーを充電し、残量を回復する
- ロボットを移動させようとする力のベクトルを生み出す
- 受け取った資源を複製し、周囲に散布する

選択される行動の種類やその程度は資源とブロックが持つ鍵を照合することによって決まるため、同じ資源に対してもブロックによって起こす行動は異なってくる。異なる鍵を持つブロックが適当な形で並んでロボットの個体を構成することにより、移動速度や生存時間のような特徴について、特に優れたロボットが環境に適応して生き残ることになると考えた。

また、仮想ロボットはバッテリーの残量が一定の閾値を超えると、自己複製して新しいロボットを場に生み出す。この際に生み出すのは完全なコピーではなく、少しの突然変異を加えたものである。従って、多くの世代交代を経ることで、先述した環境への適応とあわせ、より生存率の高い個体が生き残るという流れが生まれることを狙った。

4. 結果と考察

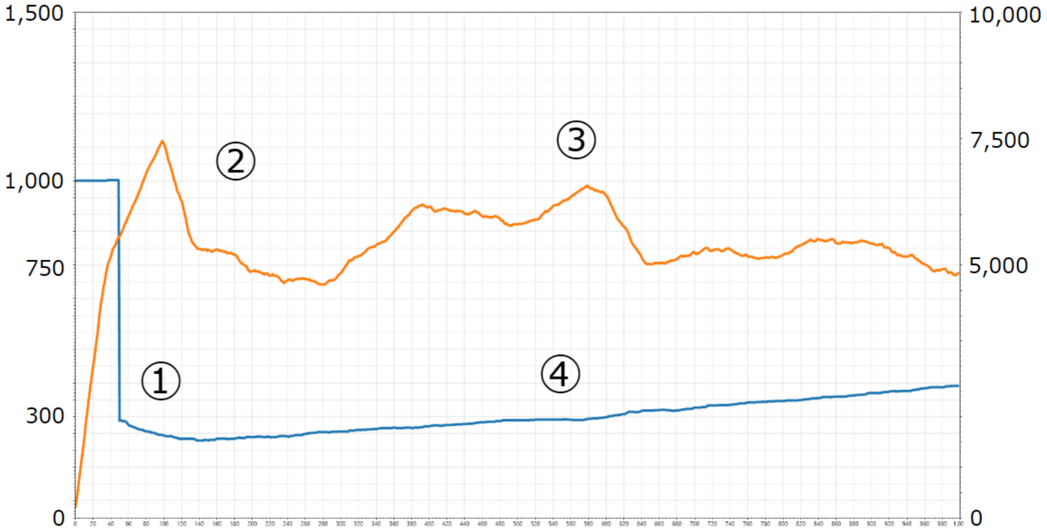


図3

以降の説明には図3のグラフを用いる。オレンジの線は資源、青い線は仮想ロボットの数をそれぞれ示している。縦軸の左はロボット、右は資源に対応しており、横軸は時間を示す。

このグラフについて、特に4つの特徴的な部分が見られると考えた。図中に振った①～④の番号は以下の説明と対応している。

1. このあたりで仮想ロボットの数が急激に減少しているのが見て取れる。ロボットの初期のバッテリー残量と時間あたりの消費量を照らし合わせると、放置された時にバッテリー切れを起こすのはこの辺りなので、これは上手く資源を使ってバッテリーを回復させることができなかったロボットが一気に死滅していると考えられる。

2. それまで急激な増加傾向にあった資源が一気に逆V字上の減少に転じている。それまでの増加量が場への資源の自然供給量と合致していることから、このあたりでロボット群が消費する資源の量が急激に増加していると思われる。しかし、逆V字の頂点はロボットの急減少より少し時間的に遅く、それが具体的にどのような原因で発生しているかはこのグラフから読み取れなかった。

3. 減少に転じた後、資源の数は揺れ動きながらも、概ね一定の範囲内を最後まで保ち続けている。

4. 急減少後、仮想ロボットの数は緩やかな増加を続けている。これは、バッテリーの回復ができず、長時間生き残ることができない個体が一度にまとめて淘汰されたためだと考えられる。資源の量との間に明確な相関は見られない。

私たちは、個々の特徴が発生している具体的な要因そのものよりかは、これらのような（不完全ながらも）説明可能な特徴が観察できたことの方が、このモデルが単なるサイコロとなっていないことを示すという点において重要であると考えている。

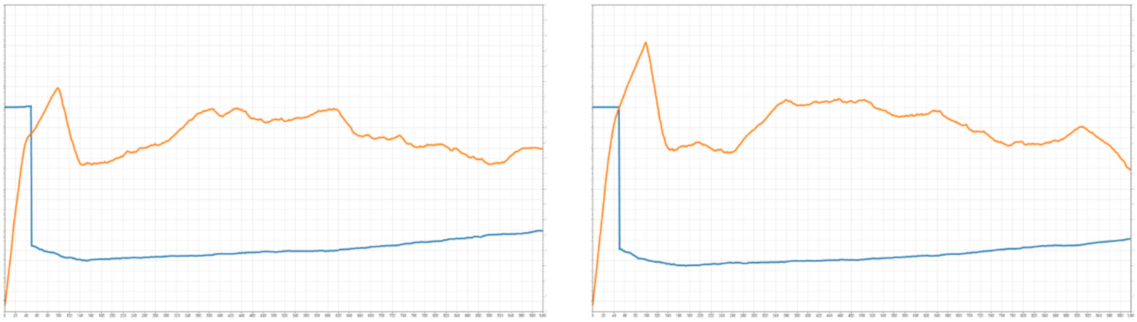


図4

私たちが十数回程度行った全ての試行において、上記①～④の特徴が観察された。そのうち適当に選んだ図4のグラフと図3を比較すると分かるように、細かいところは異なっても大枠は軽く見ただけでは判別できない程度に強く似通っている。
これらの結果について、大きく2通りの解釈ができる。
楽観的に見るならば、このような強い傾向が見られるということは、今回作成したモデルが生態系的な挙動を示す、目的としたものであると言える。各部分についてある程度の説明が可能であったことも、この見方を裏付けている。
一方、グラフの形があまりに似ている、つまり結果の傾向が極端に強いことや、そもそも「ロボット同士の相互作用による」ものなのか微妙なグラフの特徴が多いことからも、今回のモデルが示しているのは生態系的な挙動ではなく、意図せぬシステムの不具合によって生じた強力な偏りであったとも考えられる。
私たちは、このどちらであるかを現段階で断定することは困難だと考えている。

5. 今後の展望

以上の結果と考察を踏まえ、今後もこのモデルについてより深く検証することを考えた時、以下のようなアプローチが考えられる。

- 「より長時間・多数のロボットで実行する」
  今回の実験の条件では、起こりうるすべての現象がそもそも発生していない可能性がある。例えば、世代交代による環境への適応には長い時間がかかることが予測されるが、今回がそれを満たしていないとすれば、単純により長時間のシミュレーションによって有意義な結果が得られるかもしれない。

- 「各パラメータを調整して結果を比較観察する」
  今回確認されたグラフの特徴は様々な初期条件や閾値（自己複製に必要なバッテリーの残量など）を固定した状態で複数回実行し得られたものであるため、これを変えて観察する。

- 「一体ずつのロボットの構造を調べる」
  今回はあくまでも生態系全体の傾向のみを調べたため、ロボットが具体的にどのようなブロックの構成を持ち、それがどのような機能を果たすかどうかは分かっていない。

6. その他

今回作成したプログラム：https://github.com/kome-dawara/Cell-Robots

7. 参考文献

岡瑞起.「ALIFE | 人工生命 —より生命的なAIへ」. ビー・エヌ・エヌ. 2022.

理数探求　成果報告
AH？班

本多桂大　 武智響生
岡山幸司朗　川畑慧悟

1. 研究動機

近年、日本うなぎの年間供給量の減少に比例するようにうなぎの価格が上昇している。こうした状況の打開策として、我々はうなぎの代替品を研究することにした。見た目、香り、味、食感がうなぎと限りなく近く、低コストな食品を作るという我々の目標が達成されたら、うなぎ不足の状況を打開するのに貢献できるかもしれない。
我々は練り物を使うレシピを開発しようとしていた。しかし、企業のウナギもどきを試食したが企業のウナギもどきもうなぎのとろけ具合が欠如していたので、ほかの材料でレシピを開発することを試みた。

2.研究内容

インターネットでレシピを調べ、そのレシピを作成し、評価項目(味・食感・見た目・香り)ごとに班員で評価を行い反省点、改良点を見いだす。そして、評価を参考に新しいレシピの開発・作成を目指した。

研究する食材の選定
インターネットで調べ、出てきた材料を基本とし、製作を行った。
使用した食材:はんぺん、なす、高野豆腐
例
なすのウナギもどき改良品
材料（1人前）
なす　　　…1本
サラダ油　…大さじ1
薬味　　　…お好み
蒲焼きのタレ…適量
片栗粉　　…適量
のり　　　…1/2枚
作り方
1.なすのヘタを切り落とし、皮をむく
2.600Wの電子レンジで3分加熱する、ラップをしたまま粗熱を取る
3.縦に浅く切れ目を入れて、左右に開く
4.海苔を貼り、両面に片栗粉をまぶす
5.サラダ油をフライパンにしき、なすを中火で焼く
6.タレと水溶き片栗粉を加えて絡める
7.薬味を盛り付けて完成

3.実験結果

豆腐とはんぺん

既存のレシピの中から豆腐とはんぺん、のりを用いたレシピを調理した。
研究動機
豆腐のしっとり感とはんぺんの弾力を合わせることでうなぎの食感を再現できると考えた点。
はんぺんの動物性の旨みがうなぎの味の再現に近づくと考えた点。
のりの見た目とパリパリ感から皮の再現ができると考えた点。
結果
見た目がうなぎとかけ離れていて、食感もうなぎにはないねばねばした食感になってしまった。
のりのパリパリ感やはんぺんの弾力はうなぎと似ていた。
味ははんぺんと豆腐の淡白な味がうなぎと離れていたが、のりの味はうなぎの皮に近かった。

ナス

既存のレシピからナスを使ったレシピを調理した。
研究動機
とろけ具合を補えると考えた点。
見た目も似せることができると考えた点。
結果
見た目がはんぺんと比べ近づいており、食感はとろけ具合がよく似ていたが、弾力は欠如した。
味はなす特有の味が残った。

ナスPart2

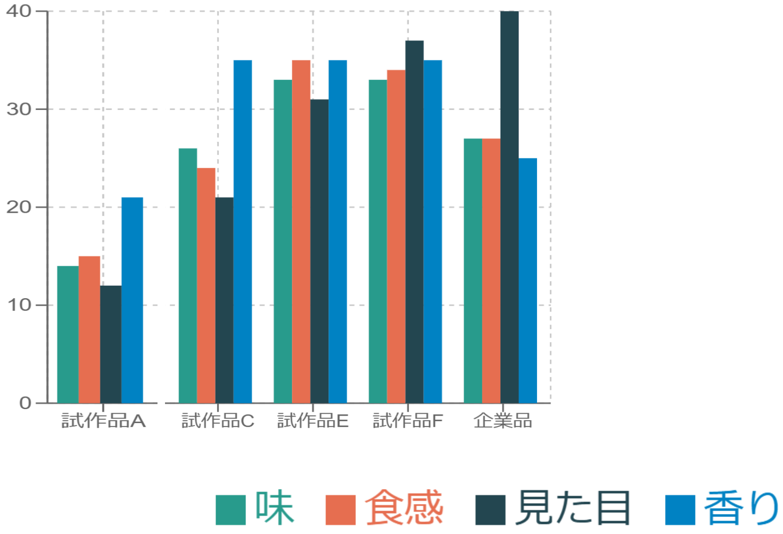
前のナスのレシピに片栗粉を加え、油の量を倍にした。
研究動機
片栗粉によってタレと絡みやすくなり、食感もより近づくと考えたから。
結果
タレがよく絡むようになった。また、とろけ具合や弾力もうなぎに近づいた。

高野豆腐
なすを使ったうなぎもどきは完成に近いため、趣向を変えて、メディアで紹介された高野豆腐のうなぎもどきを調理した。
研究動機
高野豆腐の厚みで弾力が出ると考えられる点。
高野豆腐のスポンジ構造がタレと油をよく吸って味やとろけ具合が近づくと考えられる点。
結果
弾力はうなぎに近く、とろけ具合も悪くなかった。しかし、タレが中まで染み込まず、豆腐の味が残ってしまった。

4.考察とまとめ

企業品も含め、味、食感、見た目、香りの項目を班員一人一人が10点満点で評価し、合計40点満点で評価した。結果は、味の項目ではなすの試作品Eと高野豆腐の試作品Fが高い評価だった。理由として、他の試作品にはつけていない片栗粉によってタレとの絡みが良くなったからと考えられる。食感の項目はなすの試作品Eが一番高かったです。理由のひとつめは油でコーティングしたことにより弾力が近づいたこと。2つ目はなすのとろけ具合がうなぎに近かったことが考えられる。見た目の項目は企業品が一番似ていると考えた。香りに関しては基本的にタレが影響するので、作成に失敗しなかったなすのC,E,高野豆腐のF,は同じ値を記録しました。企業品と比べると、企業品はレンジで作成するので焼くことによるタレの香ばしさが発揮されなかった。総合的に見ると、高野豆腐のFの評価がナスのEの評価よりわずかに高かった。下にあるグラフは評価項目を点数をつけたものです。

A:はんぺん C:ナス E:ナスの改良品
F:高野豆腐 企業品:うな次郎



栄養面の分析や完璧な再現には課題が残ったが、既存のレシピからヒントを得て、企業品には出せないようなうなぎのとろみをなすを使って再現することはできた。特に味の面では、なすや高野豆腐を焼いたことで濃度の増加による旨みの凝縮などで脂の旨みが増した。よって、電子レンジを用いる企業品と差別化することはできた。なので、企業品にはないうなぎらしさを再現できたといえる。（反省点は料理作成時にいくつかミスをしてしまった点や、栄養素の観点からうなぎに近づけていくことができなかった点が挙げられる。今後続けるのなら養殖うなぎの餌である魚粉など、ビタミン,EPA,DHA,良質なタンパク質が多く含まれている物を試行したい。）

参考文献

https://delishkitchen.tv/recipes/252968825765496019
https://chiilop.hatenablog.com/entry/mezakan20251117-2/
https://delishkitchen.tv/recipes/141991484101493155

理数探求最終報告書 pH 班 作成日3/9(月)

１. 研究テーマ

研究テーマは「万能指示薬の作製」である。

２. 目的

研究目的は「各 pH によって明確に色が変わる万能指示薬を作る」とする。そして最終 目的は「作製した万能指示薬を実用化させて行くこと」を掲げる。その使用例は 2 段階滴 定や複数の物質からなる水溶液の pH を特定するなどである。

３. 実験計画

① 万能指示薬を作る
② pH1～12 までの溶液を作る
③ ①と②を使ってカラーチャートを作る
④ 作ったカラーチャートを見て混合液の割合を調節する

実験計画は上記の通りで、まず試験的な万能指示薬を作り、pH1～12 までの溶液を作 る。次に①と②を使ってカラーチャートを作り、最終的に作ったカラーチャートを見て混 合液の割合を調節するという流れである。

ただし、後で塩基性側は緩衝液を作製した。その理由は後程説明する。

また、今回、実験時間がうまく取れず、①～③までしか実験できなかったため、説明す るのは①～③までとする。

４. 実験方法

➢ 実験① 試薬の準備

各指示薬 0.1g を 100mL のエタノールに溶かす。次にメチルレッド溶液2mL、メチルオ レンジ溶液1mL、チモールブルー溶液4mL、ブロモチモールブルー溶液2mL、フェノー ルフタレイン溶液4mL の割合でこれらを調合し、万能指示薬を作製する。

➢ 実験②-1 pH1～12 までの溶液の作製

0.1mol/L の塩酸と同じ濃度の水酸化ナトリウム水溶液を用意し、それぞれを水で薄めて 各 pH の溶液を作製する方法をとる。pH7については、中性に近い水道水を用いるものと する。

まずは 0.1mol/L の塩酸の作製方法から説明する。濃塩酸をメスピペットで 4.2mL とり、水を加えてから 500mL のメスフラスコに入れて、さらに水を加えて 500mL にする。これ で 0.1mol/L の塩酸は完成である。この後、ホールピペットで 10mL 取り、100mL のメス

フラスコに入れて 10 倍に希釈すると pH2 の溶液ができる。この pH2 の溶液を同じ要領で 10 倍に希釈するというのを計 5 回繰り返し pH1〜6 の溶液を作製する。

次は 0.1mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を作製する。水酸化ナトリウムを薬さじで 0.4g とり、水を加えて溶かす。それを 100mL のメスフラスコに入れて、さらに水を加えて 100mL にする。これで 0.1mol/L の水酸化ナトリウム水溶液は完成である。この後、塩酸と 同様に希釈をして pH8〜12 の溶液を作製する。

➢ 実験②-2 pH8〜12(塩基性側)の緩衝液の作製

塩基性側の緩衝液の作製に至った理由は、5.結果に載せた pH1〜12までのカラーチ ャートを見てみると、塩基性側の各溶液の pH が酸性に偏っているからである。そのた め、pH が変わりにくい緩衝液を用いることで、この偏りを修正した。

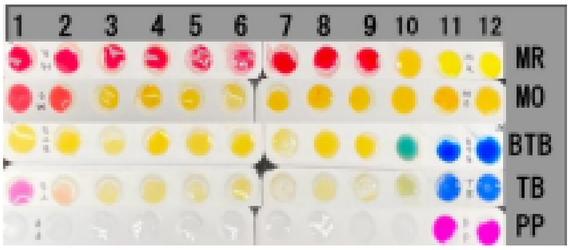
緩衝液の作り方は、「ブリットン・ロビンソン緩衝液」に基づいている。

ただし、作製時にビュレットを使って正確に作製することで後のカラーチャートの確か さを向上させる。

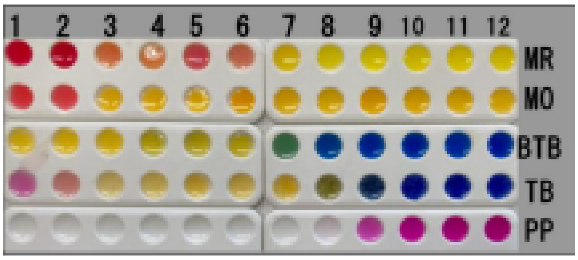
➢ 実験③ カラーチャートの作製

万能指示薬と pH1〜12までの溶液、緩衝液を使ってカラーチャートを作る。

5. 結果



pH1〜12 までの水溶液によるカラーチャート



塩基性側の緩衝液を用いたカラーチャート

上の2つの写真を比較すると、色変化の境目、すなわち溶液の pH の境目が違うことが わかる。左の写真の方が右の写真よりもその境目が右側にズレている。

特に真ん中の BTB の色変化を見てみると、そのズレは顕著で、左の写真は緑色が pH10 のところにあるが、右の写真では pH7 のところに緑色がある。よってカラーチャートは緩 衝液で作った方がよりきれいに pH による色変化が見られることがわかった。

6. 考察
理数探求最終報告書 pH 班 作成日3/9(月)

上記の結果から、pH1～12 までの水溶液の塩基性側が酸性に傾いていることがわかる。pH1～12 までの水溶液によるカラーチャートと塩基性の緩衝液を用いたカラーチャートに 差が生じた原因として考えられるのは、溶液作製時に不手際が起こった可能性や、使って いた精製水が空気中の二酸化炭素と反応して、すでに酸性に傾いていた可能性、また水酸 化ナトリウム水溶液自体がすぐ変化した可能性などが挙げられる。したがって、塩基性側 に限っては緩衝液の方がよりカラーチャート作成に適しているのだと考える。

7. 今後の展望

私達は実験計画の「③カラーチャートの作製」にいる。「②pH1～12 までの溶液を作 る」の段階で想定以上に時間がなくなってしまったため、「④作ったカラーチャートを見て 混合液の割合を調整する」ができなかったが、今後は④をもっと行い、万能指示薬の実用 化を目指すことを検討したい。

8. まとめ

実験方法の観点からは研究時間の確保が上手くいかなかったことや、精製水を使う際、その精製水の二酸化炭素との反応による pH の変化を、考慮する必要があったことなどが 挙げられる。

実験内容の観点からは各試薬をそれぞれ混ぜても pH による色変化は、はっきりとした 色合いになることや、各指示薬の混ぜる割合を変えれば、色が似ている pH でもはっきり 区別できるようになりそうだ、ということが挙げられる。

謝辞:最後に、この研究を進めるにあたり、ご指導いただきました山田哲也先生に御礼申し 上げます。

9. 参考文献

⑴万能指示薬の配合について:

公益社団法人 日本化学会 編.『化学便覧 基礎編』.丸善出版

⑵pH2～12 までの緩衝液(Britton-Robinson buffer)

https://hitoridedeki.wp-x.jp/2019/02/19/post-978/

R7.理数探求
最終報告書
エクスペ゜クトパ゜トローナム班

班員　押谷珠里・鬼頭美有・木村千晴・鈴木七彩・牧野こころ・柳田紗良

2概要
色が人に与える印象の違いを調べるため、春日井高校全校生徒を対象にアンケートを行った。その結果、青色が好きな人が最も多く、茶色が嫌いな人が最も多い結果となった。ま た、色が人の選択に与える影響について調査した。各クラスを周り六色の飴を配り、その 選択が色に影響されてるかアンケートをとった。結果は好きな色の飴を選ぶ傾向が見られ た。

3序論
心理を題材とした研究を行いたく、その中で色に着目した。人を惹きつける為にはどうす れば よいのかを知りたかったため、"惹きつける"に着目し、まず初めに全人類で1番好き な色は何色なのかを実験することにした。
最初に先行研究を調べた。先行研究では世界20ヵ国、5,500人を対象に色彩調査を行った。色彩調査の内容は服飾、建物、部屋の色、また太陽や土などからイメージされる色を 質問するなどだ。また、具体的なものだけでなく例えば幸福などといった項目もある。
全世界で共通なのは青が好きであると言うことで、約7割を占めている。他にも、赤や緑 も好まれている。理由のひとつとして、人間の眼には、赤緑青を感じる視細胞が備わって いるので、これらを脳で識別する仕組みが発達しており、目への負担が少ないため好まれ ていると考えられている。

4研究方法
今回は2回にわたって本校の生徒全員に調査を行った。実験は以下の通りである。

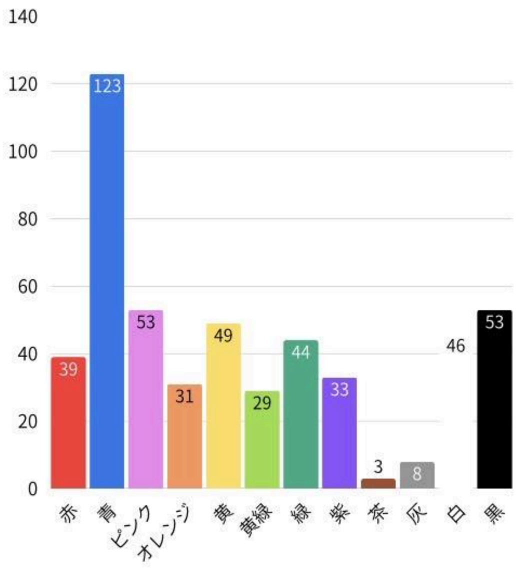
◎実験①
〈目的〉
先行研究の結果が本校でも得られるのかを確認するために行った。

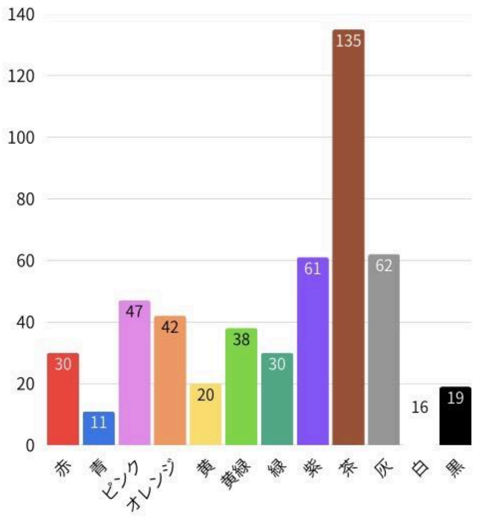
〈実験方法〉
先行研究を元に、本校の生徒に協力してもらい、好きな色･嫌いな色のアンケートを とった。

選択肢　赤･青･ピンク･オレンジ･黄･黄緑･緑･紫･茶･灰･白･黒

〈結果〉

好きな色　　　　　　　　　　　　嫌いな色





好きな色(多い順に)

青　123人

黒、ピンク　53人

黄　49人

嫌いな色（多い順に）

茶色　135人

灰色　62人

紫色　61人

大方先行研究の結果と同じになった。

〈考察〉

青色が1番人気なのは、海や空など青色が人類の身近にあること、青色に落ち着く印象　がみられることが原因では無いかと言う結論にいたった。

◎実験②

〈目的〉

実験①で行ったアンケートと同じ結果が食べ物でも得られるのかを調べた。

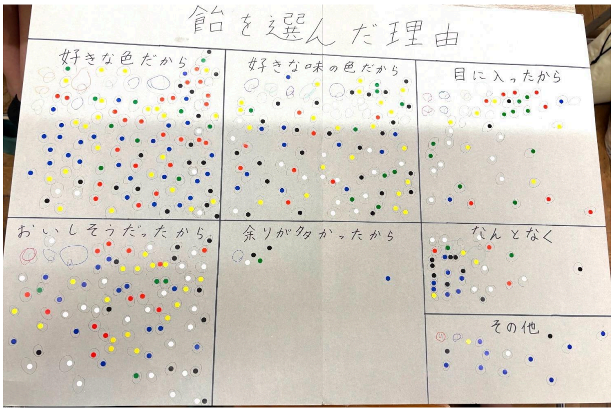
〈実験方法〉

1.6色(赤、青、黄、橙、緑、紫)の飴が分けて入れられている箱から1つ好きな飴を選ん　でもらう

2.その色の飴を選んだ理由のアンケートをとる

選択肢　好きな色だから・好きな味の色だから・目に入ったから

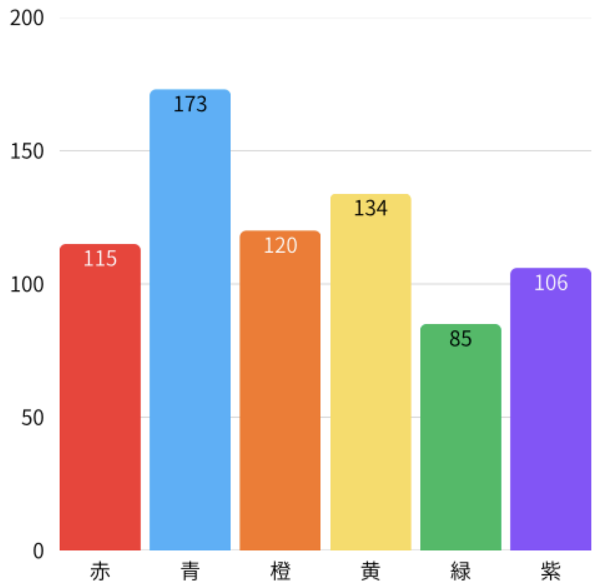
美味しそうだったから・あまりが多かったから・なんとなく・その他

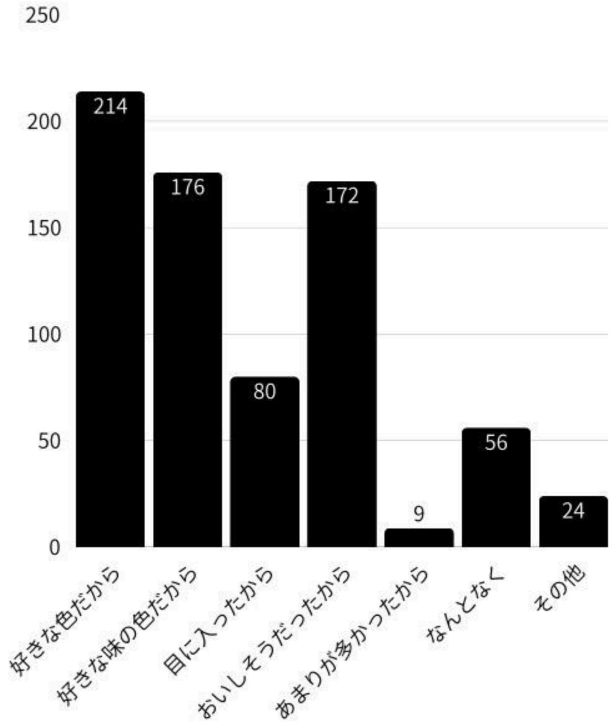


〈予想〉
・赤がいちばん多い
→イチゴ味やりんご味など色々な味のある色だから
・青がいちばん多い
→好きな色でいちばん多い色だから
→味のイメージがしやすい色だから

〈結果＆考察〉
・青色と黄色が多く選ばれたため、人は無意識に好きな色のものを手に取りやすい
・青色はソーダ味、黄色はレモン味など色から味をイメージしやすい飴を取った人が多い

・普段食べ物にあまり使われない青色だが、飴ではよく使われる印象があるため、違和感は減少する





5結論・今後の展望

実験①:先行研究と同じような結果になった。今回の実験では15〜18歳を対象にアンケー トを行ったが、もっと広い年齢層に対してアンケートを行うとまた違う結果が出る可能性 もあるので、対象者を増やして行いたい。

実験②:好きな色が選択に影響を与えたようで、青色や黄色が多かった。食べ物にあまり 使われない色であれば選ばれにくいと思って、青色は少なくなると思ったが、飴ではソー ダ味などで馴染みがある色であったためよく選ばれていた。なので、次回は食べ物の色で 不自然な色でも、好きな色であれば選ぶ傾向が見られるのか調査したい。

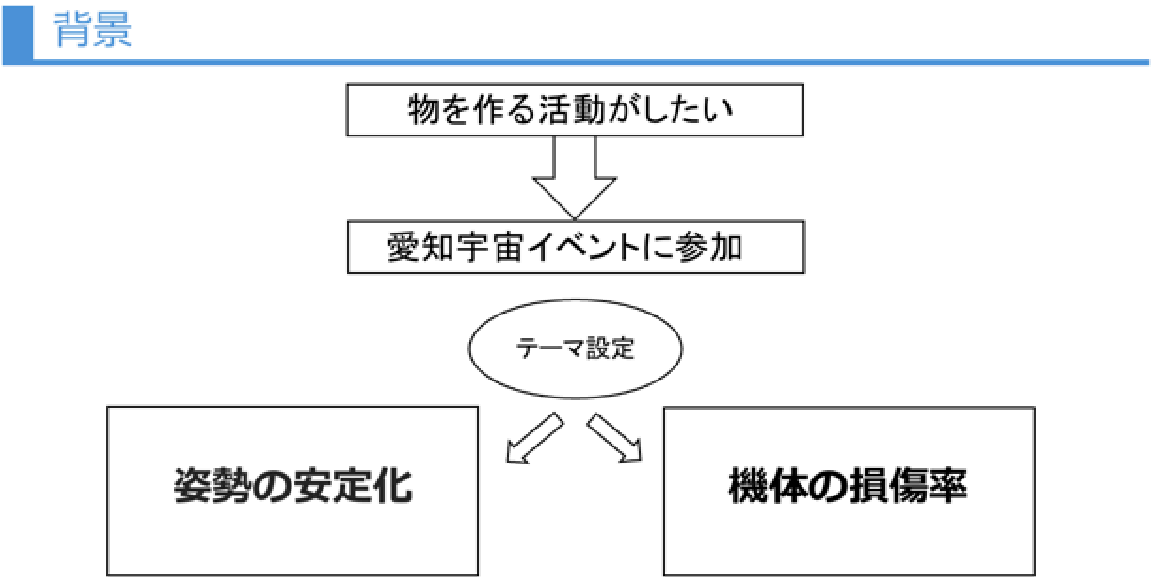
6謝辞

本研究を行うにあたりご協力いただいた多くの方々に感謝申し上げます。本当にありがと うございました。

7参考文献

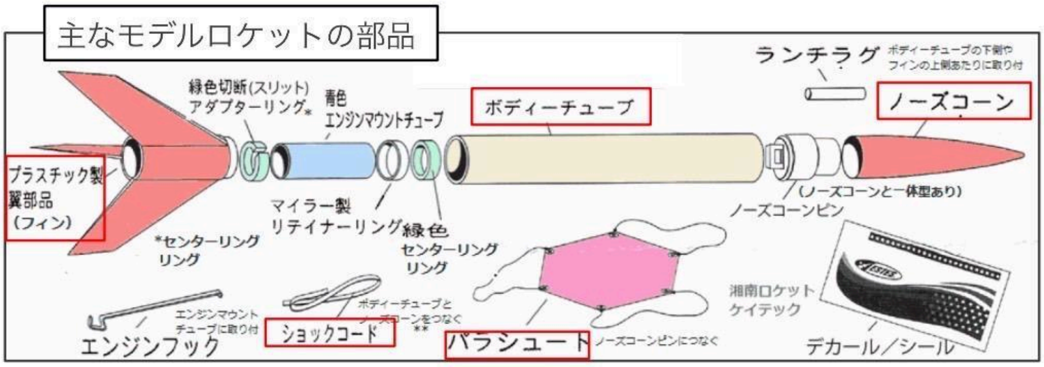
色と心理色が人間の心理にどのような影響を与えるのか

0.背景



1. 機体の仕様

- 機体構成: 基本としてノーズコーン、ボディチューブ、フィンの3部位で構成される
- ノーズコーン: 形状は円錐のみ。材料は画用紙
- ボディチューブ: 縦（長さ）20cm、直径3cm
- フィン: 枚数は3枚で固定。形状は平行四辺形や台形などを検討
- その他部品: 「ショックコード」「ストリーマー」「不燃紙」「イグナイター」「おもり（油粘土代用）」

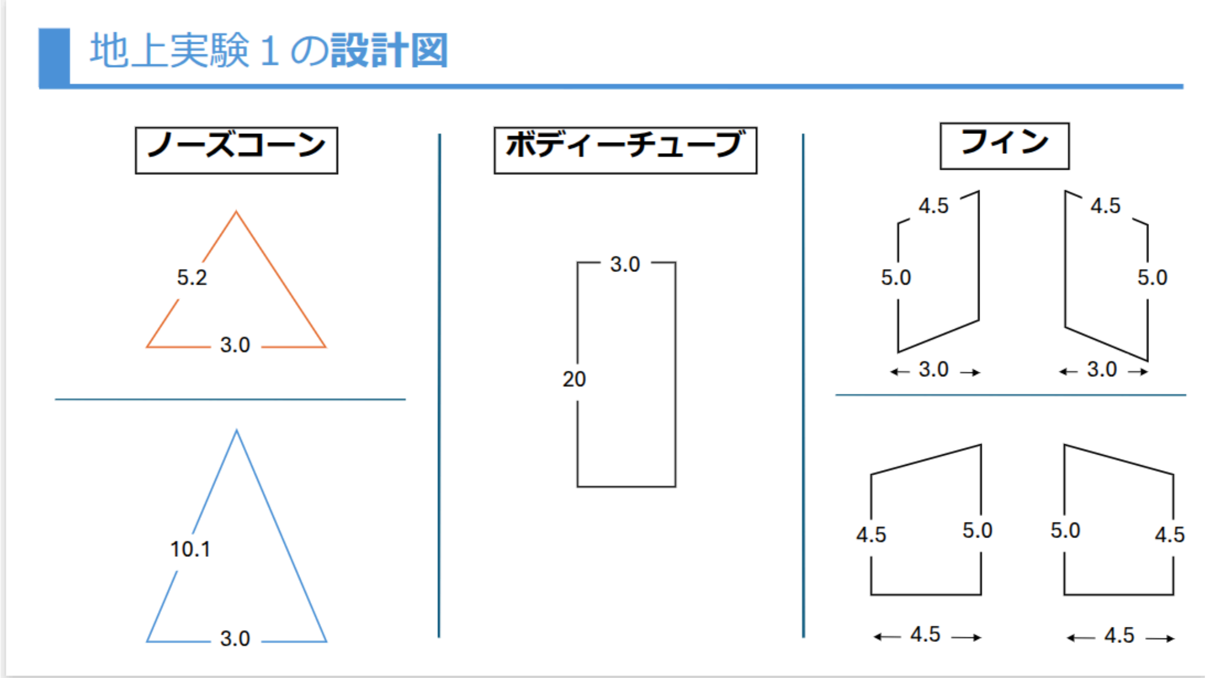


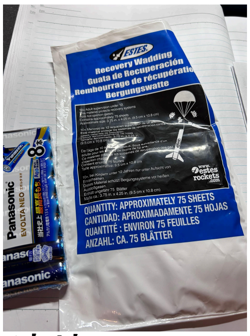
☆**パラシュート**・・・空気抵抗を利用して、**モデルロケットの降下速度を減速**するもの。

☆**ボディーチューブ**・・・内側に難燃処理をした紙筒。**内側にパラシュートやエンジン**をセットする。

☆**ショックコード**・・・ノーズコーンとボディーチューブ、パラシュートをつなぐヒモ。パラシュートの開傘ショックを吸収する。

☆**フィン**・・・空気力によってロケットの**姿勢や、飛行方向を安定**させるための尾翼。





粘土

ストリーマー

粘土

ード

2. 研究の計画と目標

テーマの変遷:「姿勢の安定化」から「機体の損傷率」へ変更。 理由:
姿勢の安定化は何を持ってそうとするかが不透明で、定量化しにくいと考えたから。
テーマの変更に伴い実験が行いやすくなり、より内容を濃くすることができた

ロケットが一直線にきれいに飛行する状態を「安定」と定義する

⇓ 計測方法、対処法の確立が困難

「機体の損傷率」

→ 機体の再利用、コスト削減

3.サクセスクライテリア（達成目標）

（下図参照）

1. 高度（30m基準）：ミニマム ±7、フル ±5、エクストラ ±3
2. 機体損傷率（再利用できない部品の個数）：ミニマム 2コ、フル 1コ、エクストラ 0コ

サクセスクライテリア　（達成目標）

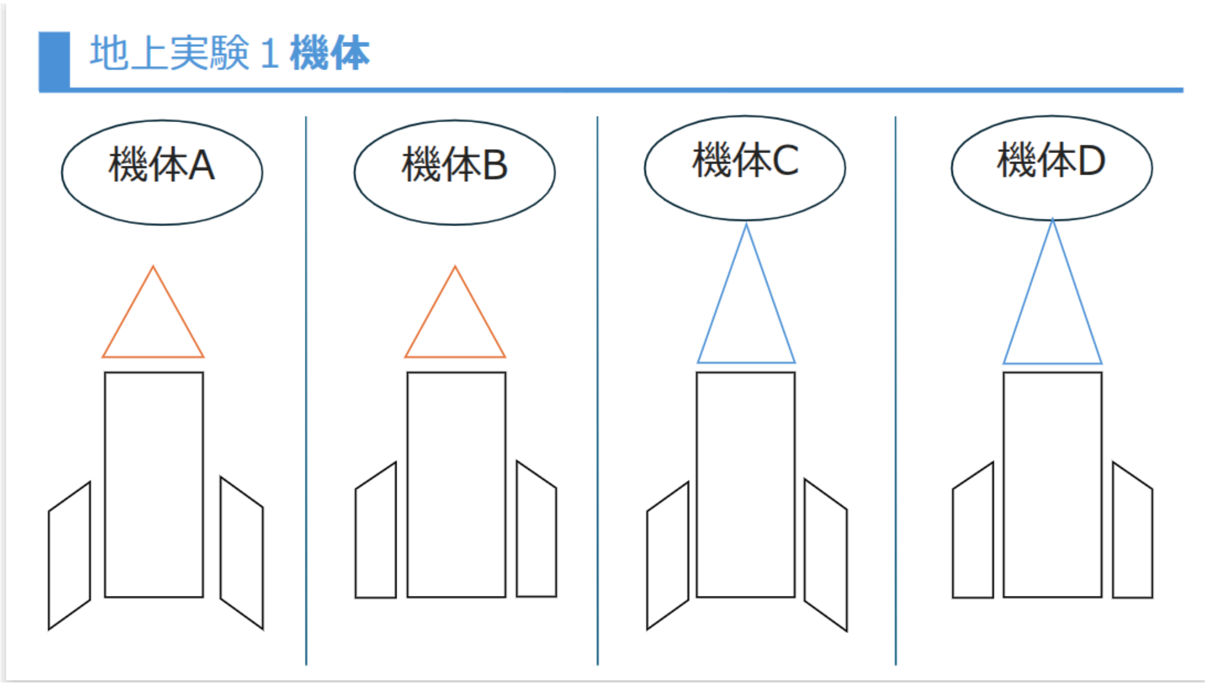
	ミニマム	フル	エクストラ
高度 (基準30m)	±7	±5	±3
損傷個数	2	1	0

4. 実験方法と環境

方法: 二棟と三棟の間の3階（高さ約8.3m）から機体を落下させる。

目的: より損傷しやすい機体の探索、ノーズコーンやフィンの損傷に対する影響を調べる

☆ 地上実験1（機体A～D）：

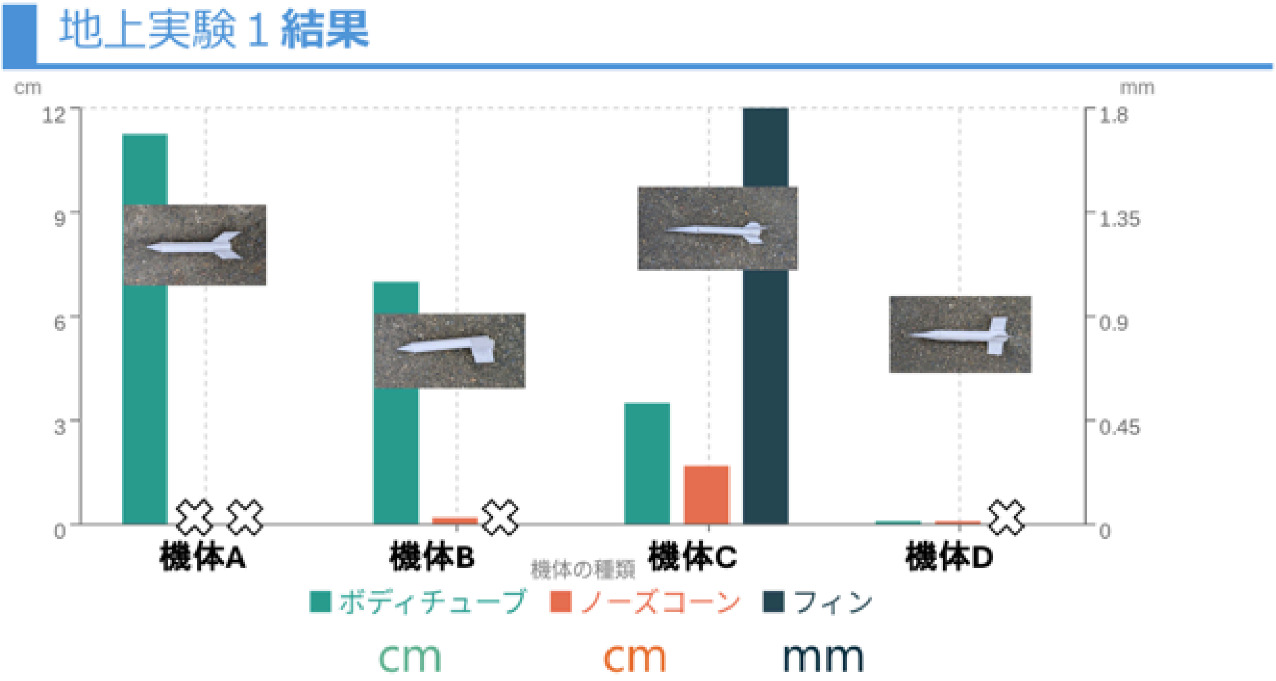


目的

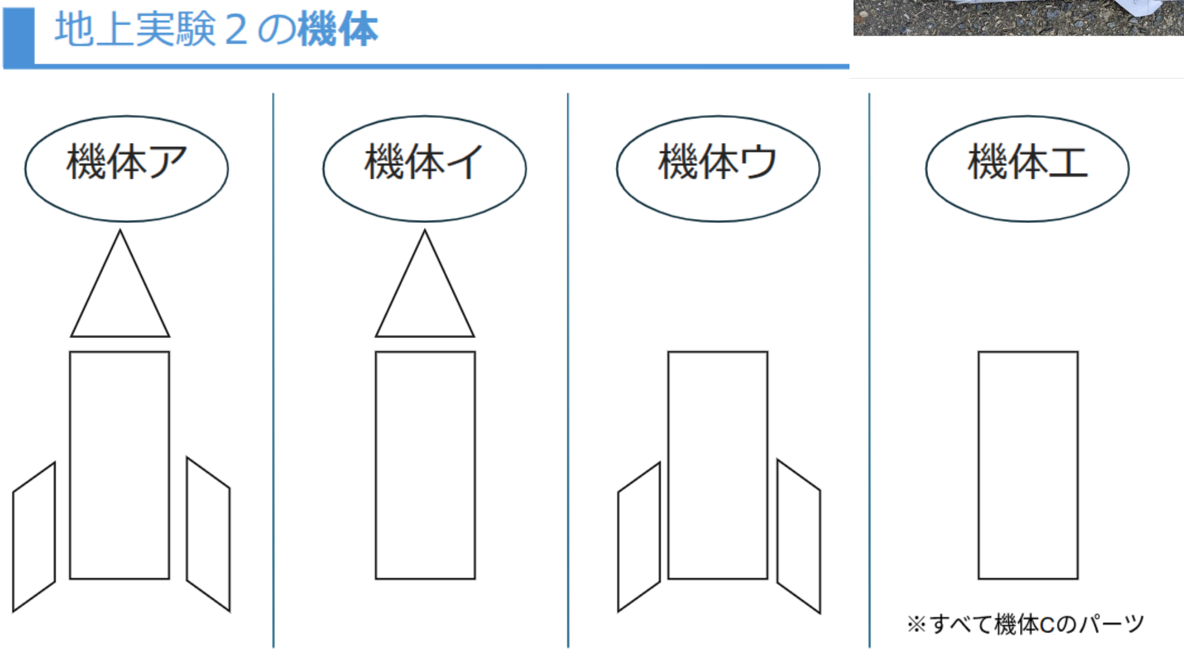
- より損傷しやすい機体の探求(今後の実験で損傷関係を見る時に使用予定)
- ノーズコーンやフィンの損傷に対する影響を調べる
- 各部位の損傷を数値（cm、mm、cm）で記録。フィンのみmm表記

- 成果：「損傷しやすい機体の作成」「ノーズコーンやフィンが損傷に何らかの関係があること」
- 問題点として「具体的にどのような損傷関係があるのかは不透明」

＊結果

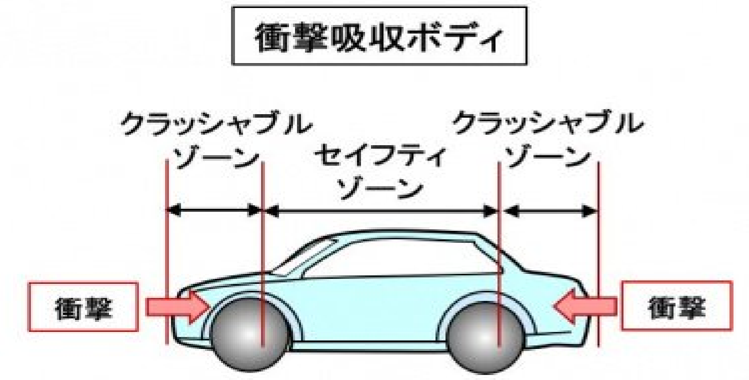

地上実験１結果
cm
mm
12
9
6
3
0
1.8
1.35
0.9
0.45
0
機体A
機体B
機体C
機体D
機体の種類
ボディチューブ
ノーズコーン
フィン
cm
cm
mm

☆ 地上実験2（タイプ ア～エ）：



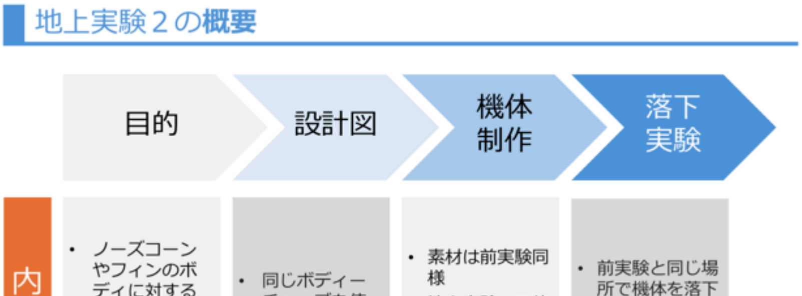
地上実験1で最も損傷した機体を使用

- 各タイプの損傷箇所を記録。タイプ（ウ）はボディチューブの折れ曲がり（2.5cm～5cm）が顕著。
- 成果：「フィンやノーズコーンはボディへの損傷を和らげる」「フィンの方が損傷の仕方は軽減される」
- 今後の展望：フィンやノーズコーンの形状をわざと変形させ、ボディチューブの損傷を減らす「クラッシャブルゾーン」を取り入れ、損傷しにくい機体を作る。



目的

ノーズコーンやフィンのボディに対する極端な条件での損傷を調べる



本番の実験

サクセスクライテリアの達成度

サクセスクライテリア

	ミニマム	フル	エクストラ
高度 (基準30m)	±7	±5	±3
損傷個数	2	1	0

※高度は大きな軌道のずれで計測不能

課題：高度は強風により計測不可

↑強風より機体に問題があるかも

7. 運用体制と指導

• 期間: 2025年８月18日～３月４日。

• メンバー: 岸 悠人、寺下 依吹、福井 陸斗、酒井隆輔、鳥山櫂。

• 顧問 : 西森先生

発表スライドリンク
https://powerpoint.cloud.microsoft/open/onedrive/?docId=A3F5543D09B978C0%21s4ddce02a0f16448fa1a96caaebdb29fd&driveId=A3F5543D09B978C0

R8 理数探求 最終報告 ハーディー･ワインベルグ班

1.テーマ

朝顔の色素＆紫キャベツの色素を用いた天然インクの製作

2.概要

合成インクは普段あらゆるところで使われている。我々は、環境に優しい自然の材料を使った天然インクは、合成インクの代わりになり得るものなのかどうか 疑問に思った。
我々は2つのグループに分かれ、天然インクが実用可能かどうか
実験を行った。

グループ(A): 朝顔の色素を用いた天然インクは合成インクの代わりになり得るか
朝顔色素の抽出液を用いて実験。

グループ(B) :紫キャベツ色素を溶かした水溶液はコピー用紙や画用紙に塗ると
弱アルカリ性になり青色に変化してしまう。
赤紫色の状態のままでも使用できるように酢酸緩衝液と
アルギン酸ナトリウムを用いて実験を行う。

3.研究内容

(A)実験①:2025年に採取し冷凍保存した朝顔の色素を濃度80%の
エタノール水溶液で抽出し、画用紙、コピー用紙に塗る
(花弁は10枚。朝顔は手で細かく千切る)

結果①:画用紙、コピー用紙どちらにも抽出液の色は残らなかった

考察①:・手で朝顔を千切った際、色素が手に付着したことで
色素の抽出量が減少した
・紙に滲んだことで抽出液が広がってしまい、色が薄くなった
・そもそもの溶液の濃度が薄い

実験②:2024年に採取し冷凍保存した朝顔の色素を抽出し、①と同様に塗る。
また、溶液の濃度を濃くするため、以下点を改善する
・花弁の数を60枚に増やす
・花を乳鉢でつぶすことで、色素が手に付着することを防ぐ

・抽出液を加熱し水分を蒸発させることで、溶液の濃度を濃くする
（溶液は濃度2倍、4倍のものを用意）
・さらに、＋αの実験としてアルギン酸ナトリウムを溶液に加え色の
保持性を上げられるかどうか実験した。

結果②:塗った直後、①よりも紙に色が残ったが、翌日色は薄くなっていた。
最終的には①のように色は残っていなかった。
＋α:①、②より色が残っていたため保持性が上がったといえる。
しかし時間経過とともに退色し、最終的には薄くなった。

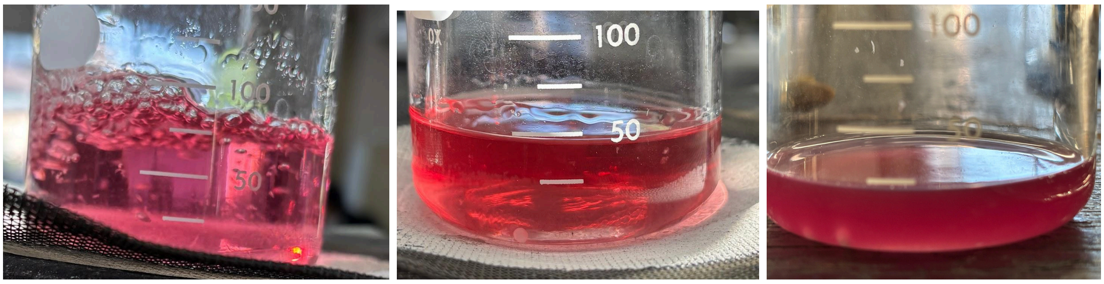


写真1（抽出液の様子）：濃縮前（左）、濃度2倍（中）、濃度4倍（右）

考察②:・溶液の色が薄まるのは朝顔の色素、アントシアニンが
紙の充填剤の影響で分解したため(充填剤:塩基性の物質を含む)
＋α:・紙に塗った時、溶液の色が変化してしまった。
→溶液の色の変化を防ぐには別の方法が必要である。

実験③:②でつくった溶液(濃度4倍)に緩衝液(酢酸ナトリウム3.8g、
酢酸1.7ml)を加え実験①、実験②と同様に紙に塗った。

結果③:・塗った直後の色は実験①、実験②より色が残っていた。
・翌日、色調に変化が見られた。(黄色になっていた)

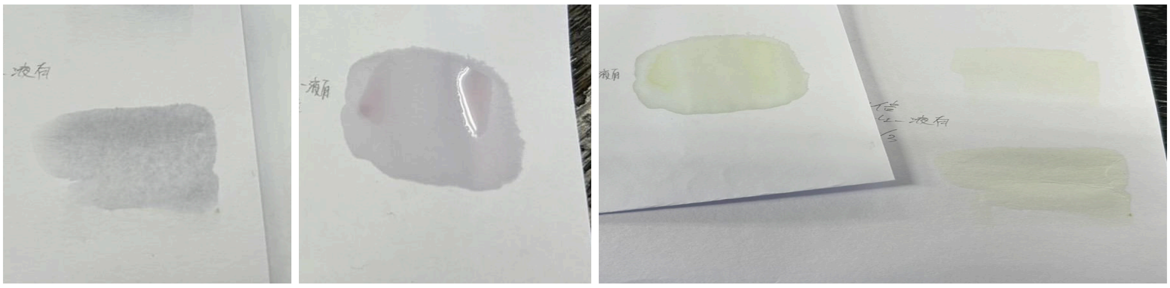


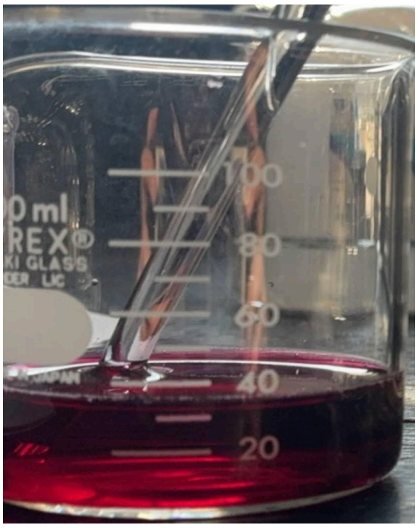
写真2：塗った直後の紙（左：画用紙、中：コピー用紙）、翌日の様子（右）

考察③:・抽出日から2週間ほど経った抽出液を使ったため
実験②とは異なる色の変化が見られたのではないか。
・そもそも緩衝液がうまく作れていなかったのではないか。
→紙の充填剤の影響を受けてしまう
→紙に残った黄色は、朝顔にもともと含まれている黄色成分を含む
フラボノイド系の色素によるものではないか。

(B)実験①:CH_3COONa・$3H_2O$、0.68gを精製水と混ぜ50mlにしたもの・・・①
CH_3COOH、0.289mlを精製水と混ぜ50mlにしたもの・・・②
①と②を1：1の割合で混ぜ、酢酸緩衝液（pH4.6）を100ml作成。
また、1%の紫キャベツ色素水溶液30mlと1%のアルギン酸ナトリウム水溶液も作成。
（手順）
紫キャベツ色素水溶液30mlにアルギン酸ナトリウム水溶液36mlを加える。
そこに酢酸緩衝液を1mlずつ加え、コピー用紙と画用紙に塗布。これを16mlになるまで繰り返した。

結果①コピー用紙と画用紙どちらも塗った直後は紫キャベツの抽出液の色を保っているが、乾いてしまうと青くなった。また、緩衝液を入れるほど乾いた後の青さが増した。（写真3参照）

考察①調べてみると、コピー用紙や画用紙の表面にはアルカリ性の物質を含む「充填剤」が塗られていることが分かった。その充填剤によって青くなったと考えた。



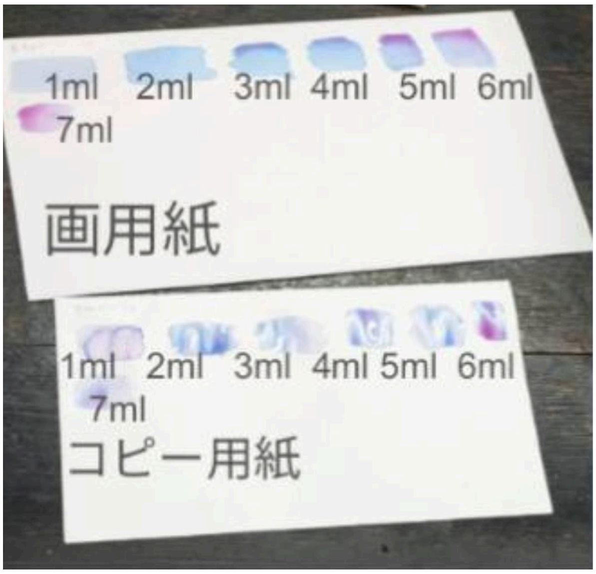


写真3：紫キャベツ溶液の様子（左）
緩衝液を1mlずつ加え、紙に塗った様子（7mlまで）

4. まとめ

(α)・抽出液の色素の濃度が薄いと紙に色を残すことはできない。

・また実験③では緩衝液がうまく作れておらず、
緩衝液がうまく働かなかったために、紙の充填剤の影響で溶液が
塩基性に傾き、アントシアニンが分解してしまったのではないか。

(β)充填剤が使われている紙に塗ると色が変化するため、
コピー用紙や画用紙などにインクとして使うのは難しいのではないか。

5.参考文献

・戸田雅博. 化学の力01 名古屋大学化学系研究室の今がわかる本. 2011, 日経BPコンサルティング企画出版本部大学グループ, p100

・日本生物環境工学会”赤色光と青色光がレッドリーフレタスのアントシアニンの蓄積と生合成遺伝子の発現に及ぼす影響”.J-STAGE.2010. https://www.jstage.jst.go.jp/article/shita/22/2/22_2_107/_article/-char/ja/?utm_source=chatgpt.com,(2025年9月17日)

R8理数探求　最終結果報告書　パイクー班

1. 研究の動機

「植物に音楽を聴かせるとよく育つ」という話を耳にして、その科学的根拠を探りたいと感じたので、そもそも音楽が影響を与えるのか、音のどのような要素が関係するのかを解き明かすことを目標に活動した。

2.研究内容

同じ条件で育てたブロッコリースプラウト2つを用意し、

①一方に<u>ア.音楽を聴かせ</u>、もう一方は<u>イ.ほぼ無音</u>
②一方に<u>ウ.等倍速度の音楽を聴かせ</u>、もう一方に<u>エ.2倍速の音楽を聴かせる</u>
③一方に<u>オ.等倍速度の音楽を聴かせ</u>、もう一方に<u>カ.0.5倍速の音楽を聴かせる</u>
④一方に<u>キ.0.5倍速の音楽を聴かせ</u>、もう一方に<u>ク.0.25倍速の音楽を聴かせる</u>

という条件で育てて様子を撮影し、「スプラウトの長さ」を成長の指標として2つのスプラウトを比較した。

なお、この研究では

・ブロッコリースプラウト
・電子オルゴール
・スマートフォン(スピーカーの代替品)
・音楽プレーヤー

を使用した。

3.研究結果・考察

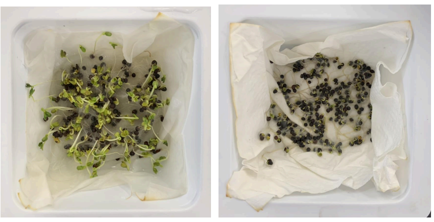
実験結果は以下のとおりである。

①の実験を行った結果、<u>ア.音楽を聴かせた方</u>がよく育った。(電子オルゴール使用)

(左からア.イ.)

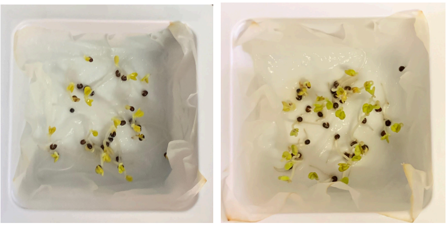
→植物に音楽を聴かせると影響が出るのではないかという仮説を立てた。

②の実験を行った結果、<u>ウ.等倍速度の音楽を聴かせた方</u>がよく育った。(スマートフォン使用)


（左からウ.エ.）

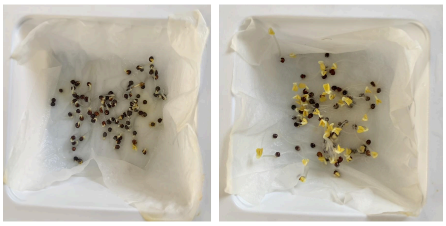
→速度が遅い音楽の方が、影響が大きいのではないかと考察した。

③の実験を行った結果、カ.0.5倍速の音楽を聴かせた方がよく育った。（スマートフォン使用）


（左からオ.カ.）

→②の実験と同じ傾向の結果なので、次の実験は音楽の速度をさらに落とす方向にシフトした。

④の実験を行った結果、キ.0.25倍速の音楽を聴かせた方がよく育った。（音楽プレーヤー使用）


（左からキ.ク.）

→②～④の結果を合わせて、音楽が遅ければ遅いほど成長に影響をもたらすと考察した。

4.最終的な考察と今後の展望

上記の実験により、

・音楽ありのほうがよく育った
・音楽の速度が遅いほうがよく育った

という結果が出たので、**「音による振動が植物に刺激を与え、成長を促したのではないか」**という考察に至った。今後実験するときには、音楽の音量、温度・湿度、植物の種類や植物のどの器官で音楽を聴いているのかなどについて詳しく実験していきたい。また、測定方法が目視で信憑性に欠ける部分があったため、長さを測ったりして正確なデータを得られるようにしたい。

5.謝辞

今回の研究において、場所を提供していただいたりアドバイスしてくださった先生方、本当にありがとうございました。

6.参考にした資料

49-02.pdf
植物の育成における音楽の影響.pdf

2026年3月13日

R7年度 理数探究 最終報告

テーマ：黄金角と植物の受光量の関係

概要

環境問題解決のため、再生可能エネルギーを効率的に活用することが求められている。そこで本探求活動では、植物の形状を模倣したパネルを使用すれば従来の設置方法より優れた発電効率を実現できると仮説を立て実験を行った。植物モデルを作成する上では、太陽光パネルの太陽に対する角度と植物シュートに重点を置いた。はじめに、太陽に対するパネルの角度を変化させて電流量を計測しその理論値を導出した。次に、開度が黄金角のものを含む3つの植物シュートを模倣して電流量を計測した。正対と水平の電流量のデータに対しWelchのt検定を行ったところ、統計的にも水平の方が電流量が大きいことがわかった。一連の計測の結果、電流量の観点から見ると黄金角を用いた植物モデル「開度137°水平」が最適であると確認できた。一方で、変動係数を用いた発電の安定性の観点から見ると「144°水平」の植物モデルが最も優れていた。電流量と安定性のどちらを重視するかによって、最適なモデル形状が異なるため、どちらが優位であるかを一様に定めることができないと結論付けた。

先行研究

先行研究の目的は2つあり、1つは植物シュートの形状を模倣した太陽電池と、従来の形状を持つ太陽電池の間に、発電量の差はあるのかを調べること、もうひとつは発電において最適な植物シュートの、具体的な形状を定めることであった。「植物シュートの形状を模倣した太陽電池は、従来の形状を持つ太陽電池と比べ発電量において優位性がある」という仮説のもと実験を行い、「植物シュートの形状を模倣した太陽電池は、従来の形状を持つ太陽電池と比べ発電量に優位性が見られる」との結果を得た。しかし、具体的にどのような植物シュートの形状が最適な

のかを定めることはできないとわかった。そこで私たちは、本当に最適な植物シュートの形状を定めることはできないのかを疑問に思い、複数の植物シュートの形状を模倣したパネルを用いて実験した。

用語の説明

黄金角：円周を黄金比で分割した際の、狭いほうの角度。

開度：葉と葉の間の角度。

正対：葉が太陽に向いている状態。

水平：葉が地面と水平な状態。

植物シュート：植物がもつ一本の茎と、そこから生える葉を一組として考えたもの

私たちの仮説

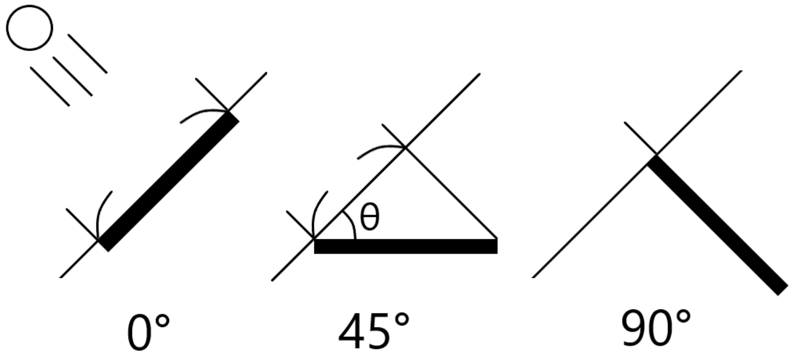
植物の形を用いることで、最大効率の発電が可能となる。

太陽光パネルの仰角と電流量の検証

目的：角度によって電流値がどのように変化するのかを調べること。

方法：午後一時頃、校舎の二棟と三棟の間で太陽光パネルと電流計を用いて電流の値を計測。このとき、パネルの角度を変化させながら計測した。具体的には太陽に対して、正対、水平、横、逆の四つの角度にパネルを設定して計測した。

予想：太陽に対する角度は図のように変化していくため、図のように変化すると考えた。

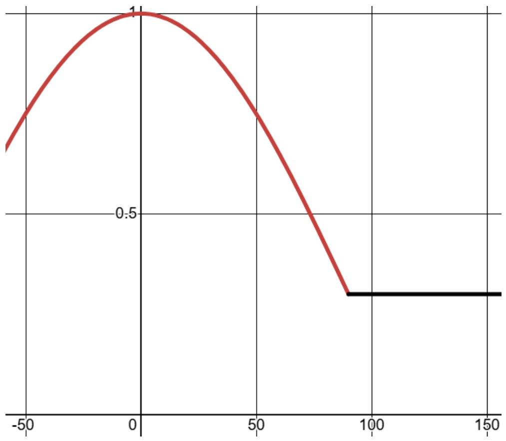


また、図から変数θを用いて次のような関数になると予想した。

θ:正対からの角度

A:係数

b:乱反射の影響



$$\begin{cases} A\cos\theta + b & (-90^\circ \leqq \theta \leqq 90^\circ) \\ b & (\theta \leqq -90^\circ,\ 90^\circ \leqq \theta) \end{cases}$$

結果:我々の仮説は次の図より、正しかったと思われる。

植物モデルシュートを用いた開度と電流値の計測

目的:得られたデータや植物の開度をもとに植物モデルを作成し、制作した植物モデルを用いて葉の角度による電流量の違いを計測する。

方法：太陽が雲に遮られていない日のおおよそ 午後一時に8組の駐輪場で葉と葉の間の角度を、120°,137°,144°とし、それぞれの太陽に対する角度をそれぞれ正対と水平の場合に分けて計測を行う。その時に、太陽の動きを再現するために植物のモデルを30度ずつ回転させて計測する。

実験を行った角度

左から、ハシバミ（開度：120°）ヒメムカシヨモギ（開度：137°）コナラ（開度：144°）

結果：

平均電流量[mA]				
開度[°]	120	137	144	計
正対	179	183	190	184
水平	209	**223**	202	211
計	194	203	196	

角度による差はほとんどない。

正対と水平では、約15%の差が生まれた。

個別の電流量については137°水平が最も高い

計測2の考察との比較

データから正対と水平の平均値の比は1.00:1.15となり、仮説の1.00:1.26との差は大きい。よって考察はどこか不十分であると判断できる。

t検定

二つのデータの集合の平均値を比較するときに、それらの差が統計的に意味があるのかを調べるもの。今回はデータの数が少ないので、Welchのt検定を使う。有意水準は1%で検定を行う。

$$t = \frac{\overline{x}_1 - \overline{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

xはデータの標本平均値

s^2はデータの不偏分散≒分散

nはデータの大きさ

その他はtを求めるときと同じ

先ほどの式に120°と137°、正対と水平に分けてそれぞれ代入をしていくと…

	統計量t	**自由度v**
120°と137°	**0.567**	**13.9**
正対と水平	**2.88**	**18.8**

120°と137°の棄却限界値は自由度から2.977と分かり、tは0.567であるため、棄却できない。

正対と水平の棄却限界値は2.093で、tは2.88であるため、棄却できる。

従って、正対よりも水平に設置した方が発電量は多いと言える。

変動係数(CV)

平均に対してのブレを測る指標で、小さいほど安定していると言える。計測結果のCVを比べることによって、計測ごとの電流量の安定性を比較することができる。

CV平均値				
開度[°]	120	137	144	計
正対	0.125	0.078	0.060	0.088
水平	0.113	0.083	0.090	0.095
計	**0.119**	**0.081**	**0.075**	

3つの角度で、137°と144°は同程度の安定性で、120°はそれらに比べて不安定と分かる。また、正対と水平に安定性の差はあまりない。

変動係数の結果の考察

120°は、葉が3枚ごとに配置になっており、筒の陰に隠れた瞬間の電流が大きく下がり、安定しなかったのではないか。

結論

電流量では、「137°水平」が最適である。

しかし、安定性では「144°水平」が最適であり、発電効率と安定性のどちらを求めるかによって最適は変わり、最適な形をひとつに定めることは出来ない。このことは参考研究の結果と一致した。

引用文献・参考文献・データ

小原伸哉."植物シュート形態を伴う太陽電池モジュールの受光特性".Google scholar.2008-09,https://www.jstage.jst.go.jp/article/shase/33/138/33_KJ00006793392/_pdf

Googleスプレッドシート

https://docs.google.com/spreadsheets/d/11JgkW-Yq4qru7DKlNFkAS1c1jUFi1AcAipx7Q_violc/edit?usp=drivesdk