

令和4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

自然科学科「GS探究Ⅱ」

成果集

抜粋版



目 次

抜粋版のため、ページ数は対応しておりません。

1. 概要	．．．	1
SSH研究開発実施報告書	．．．	2
2. 要旨	．．．	5
3. スライド	．．．	23
4. 研究論文	．．．	69
5. 英語ポスター	．．．	133

1. 概要

S S H研究開発実施報告書

G S 探究Ⅱ

○実施内容

自然科学科2年生「G S 探究Ⅱ」（2単位）

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
内容	・課題設定 ・課題研究		経過 報告会	課題研究				中間 発表 (MSF)	課題 研究	S S H 課題研 発表会	・英語ポスター 作成 ・研究論文準備	

普通科2年生「G S 探究Ⅱ」（2単位）

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
内容	・グループ分け ・課題設定		課題研究			経過 報告会	課題研究			全班 発表会	S S H 課題研 発表会	研究 論文 準備

今年度は、自然科学科、普通科ともに予定していた内容を概ね実施することができた。

自然科学科は、G S 探究Ⅰで検討した研究課題を参考に、4月に課題設定とグループ分けを行った。6月には校内でポスター発表形式での経過報告会を実施した。11月にホテル京都ルビノ堀川で行われたみやびサイエンスフェスタでは、京都サイエンスネットワーク校の高校生と共にポスター発表形式での中間発表を行った。今年度はコロナ禍の影響により、対面でのポスター発表と並行して LINC Biz によるオンラインでのポスター発表及び質疑応答を行った。2月には自然科学科 S S H 課題研究発表を実施した。その後、研究論文と英語ポスター作成を行い、3年生の G S 探究Ⅲで英語ポスター発表会を実施する。

普通科は、4月から5月にかけては「1st ステージ」として全班共通の課題「ペーパードロップ」に取り組み、探究活動の基礎を学んだ。6月から探究テーマ別のグループに分かれて課題設定を行った。9月には校内で経過報告会を行った。例年はポスター発表形式で行うが、今年度9月は京都府に緊急事態宣言が適用されていたため、発表映像を視聴する形態で経過報告会を行った。1月に全グループによる全班発表会を講座毎に行い、各講座の審査結果上位の班による代表班発表会を2月に行った。例年は普通科7クラスが同時に発表会に参加するが、今年度2月は京都府にまん延防止等重点措置が適用されており会場に人数制限があったため、理系4クラスと文系3クラスに分かれて発表会を行った。

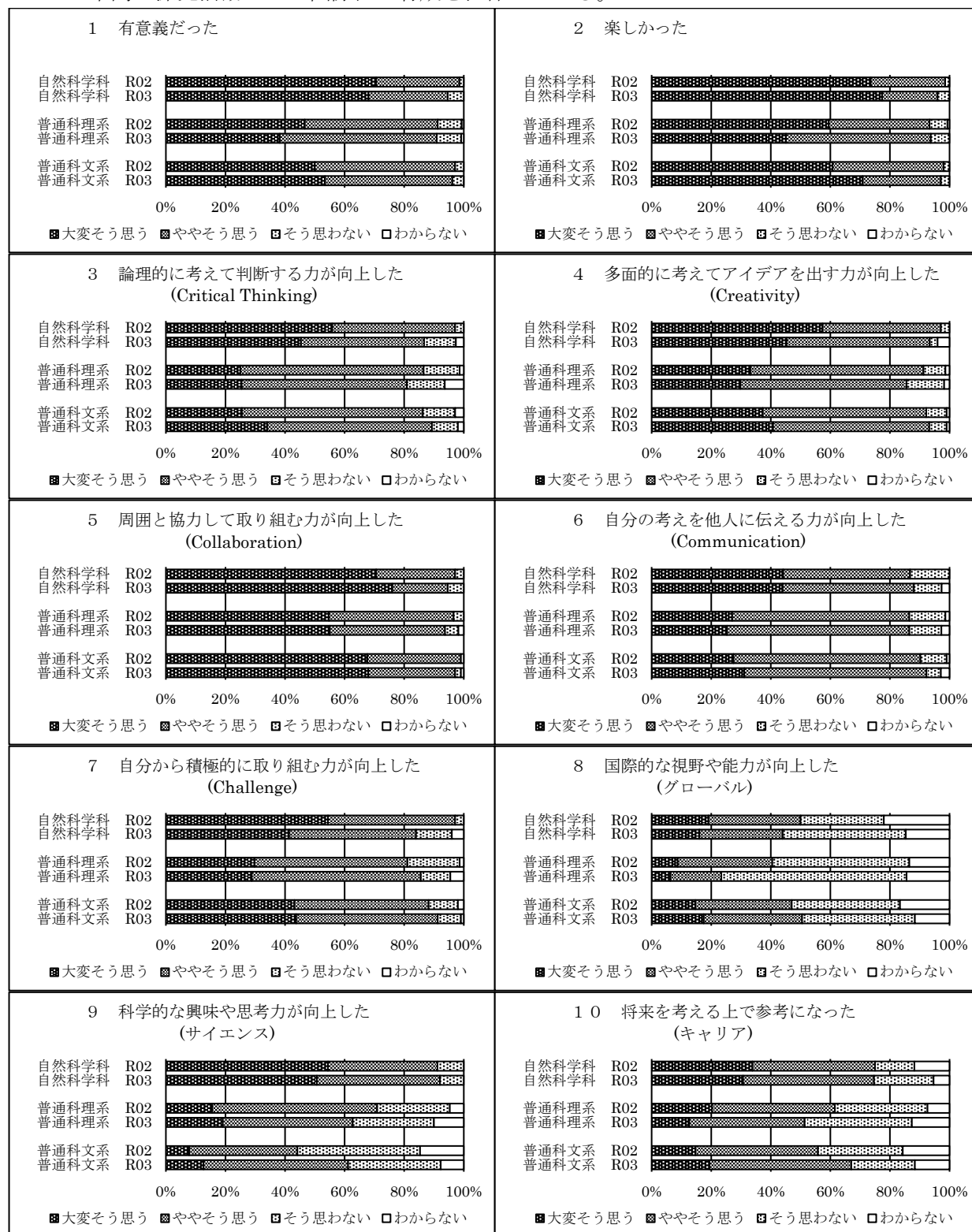
○成果

コロナ禍の中でも予定していた内容を概ね実施し、教育効果を得ることができた。これらの成果は図③-4に示す授業アンケートの結果からも伺える。設問1「有意義だった」、設問2「楽しかった」では、自然科学科・普通科理系・普通科文系のいずれも肯定的意見が約90%を超えている。特に普通科文系の肯定的意見が、自然科学科に匹敵するレベルになっていることは、桃山高校の課題研究が文理の分野を超えて充実してきたことを表している。特に設問9「サイエンス」の肯定的割合が昨年度と比べて大幅に増加している。普通科文系の課題研究での科学的アプローチの意識が担当教員を通じて生徒に浸透してきているためであると考えられる。また、設問3～7の桃山高校 S S H が育てたい資質能力「5C」に関する設問において、肯定的意見の割合が両学科共に80%を超えている。課題研究が資質能力「5C」の育成に効果的であるといえる。

また、自然科学科については、ループリック評価を生徒に提示してフィードバックを行うようにしたことも成果である。今後、評価方法についての検証を進め普通科でもフィードバックを行う。

○課題

自然科学科、普通科共に設問8「グローバル」の肯定的割合が低くなっている。コロナ禍でこれまでのような海外交流の機会が激減してしまった上に、課題研究で国際的な取組を行う班も多くはないため当然の結果と言えるが、1年生次のG S探究Ⅰや自然科学科のG S探究Ⅲの英語ポスター発表と補完することで3年間の探究活動として国際性の育成を担保している。



図③-4 「G S課題研究」授業アンケート結果
(R03：自然科学科 n=75、普通科理系 n=110、普通科文系 n=103)

2. 要旨

遠藤 洸一郎 谷口 光希 濱 哲太 山田 修輔 長尾 徳寛

1. 研究の背景と目的

我々は雨の日に登校すると体が濡れてしまうので、できるだけ雨に濡れない傘の差し方について考察し、皆さんになるべく濡れずに登校してもらいたいと考えた。

2. 方法・仮説

(仮説) 傘の面と雨の軌跡に垂直な直線* (図2を参照) を平行にしたときが一番濡れにくいのではないか。

(1) 「人型モデル」を作成 (図1)

(2) 「実験モデル」を作成

(条件)

- ① 雨は地面に対して垂直に降っているものとする
- ② 雨粒の軌跡は直線であるとする
- ③ 人は一定の速度で直進するものとする

この条件で、人から見て雨が相対的に斜めに降っている状況を再現する。(雨の角度は人間の歩く速さに依存する。)

(3) 傘の条件を決定する

傘の持ち手は 0.55m で傘の直径は 1.1m とする。

傘の持つ位置は体の中心から前方向に 0.25m、地面から高さ 1.2m の位置で持つとする。

(4) 人型モデルと傘と雨に垂直な平面を座標に表す(図2)

(5) 雨が垂直に降る面に人型モデルと傘を投影し、重ならない部分の面積を考える。この時、人型モデルには傘は楕円の一部として投影されるが、面積がほぼ変わらない長方形としてとらえて計算した。

(6) (5) で求めた面積に降雨強度(降水量÷時間)をかける。

3. 結果

歩く速度、雨の速度、傘の角度などを変数として、雨が人型モデルにあたる面積を式化した。

4. 考察

歩く速度 1.1m/s、雨の速度 7.0m/s、歩幅 0.74m の条件下で、傘の面と、雨の軌跡に垂直な直線* (図2) を平行にすると、頭は濡れなかったが後ろ足の一部が濡れたので、最善の差し方とは言えなかった。歩く速度 1.1m/s、

雨の速度 7.0m/s、歩幅 0.74m の条件下では傘を進行方向に対して後ろ向きに 0~1 度ほど傾けるのが最適だった。

5. まとめ 雨が降ってくる方向に傘を差すのが最適とは限らない。

6. 参考文献

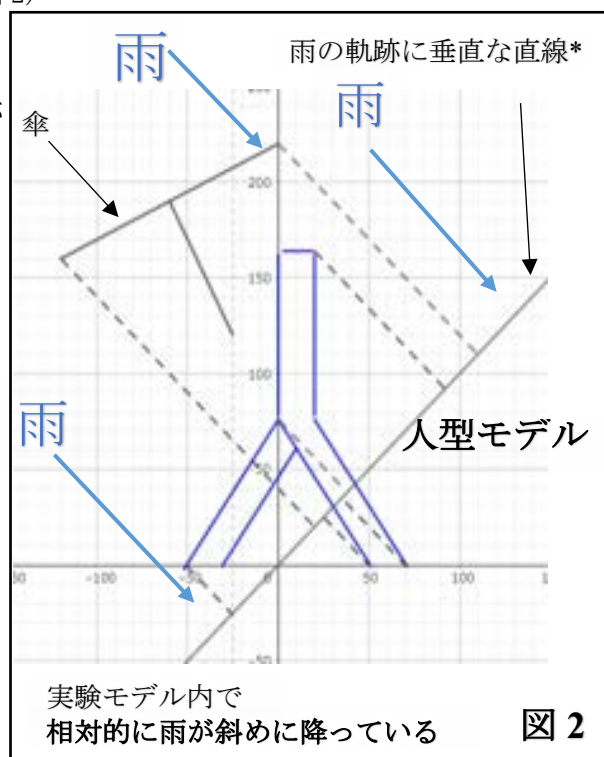
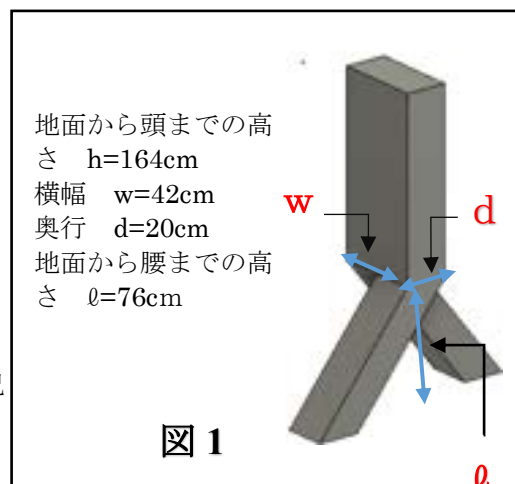
① 伊藤大雄. 雨に走れば公式 雨の中を走ると歩くで濡れる量の違い.

東京評論社, 5 ページ, (数学セミナー, 2020 年 6 月号 通巻 704 号).

② 主要寸法項目の年代別平均値

https://warp.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/286890/www.meti.go.jp/press/20071001007/004_bessi.pdf

7. キーワード 雨, 傘, 三角比, ベクトル, 楕円



大浦 知紗 岡田 恵昌 武藤 亜珠

1. 研究の背景と目的

我々はエッグドロップ大会を通して衝撃吸収に効果的な構造を探求できるのではと考えた。

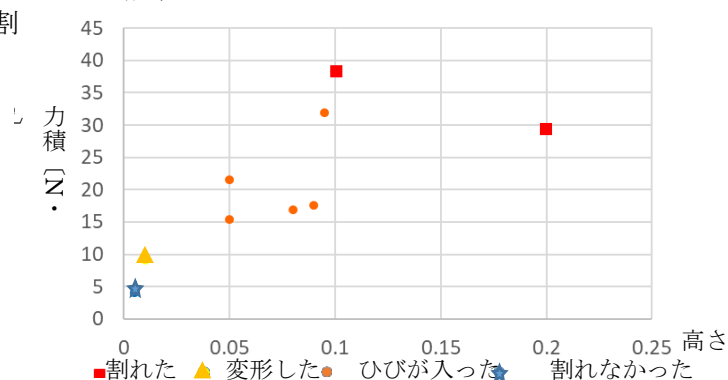
2. 方法・仮説

(1) 卵の強度を調べる

方法

- ① 生卵をある高さから落とし、生卵が割れない高さを調べる
- ② 生卵と床の接触時間を調べる
- ③ 生卵にかかった力を求め、生卵の強度を調べる

結果



(2) プロテクターを作る

方法

- ① エッグドロップ大会の過去の優勝作品等を参考にして、プロテクターを作る。
- ② 卵を入れ、二階の高さ (5.69m) から落とす。
- ③ その結果より、より性能の高いプロテクターを作成する。

仮説は「プロテクター内の緩衝材がつぶれることで卵を衝撃から守ることができる。」

3. 結果

プロテクター	二階から落とした時	備考
円錐+パラシュート+底面に緩衝材	割れなかった	4階から落としても割れなかった
正四面体一辺 7.21 cm + 四面に緩衝材	割れた	
正四面体一辺 10.7 cm + 四面に緩衝材	割れた	
正四面体一辺 10.7 cm + 三面に緩衝材	割れなかった	三階から落とすと割れた

4. 考察

パラシュートは、落下速度を落とし、床に安定して着地させるため、卵が割れにくくなったと考えられる。正四面体のプロテクターの中に卵を入れ、全ての面に衝撃吸収材をつけることで、どの面から落ちて卵が割れないと考えたが、内部の空間が小さくなることで、卵が着地時に浮くことができず、割れてしまったと考えられる。

5. まとめ

本研究からは卵を落下させたとき、その衝撃を吸収するには卵に直接衝撃を与えないための緩衝材が有効であり、着地する瞬間に、卵が少し浮くようにするとよいといえる。

6. 参考文献

- ・エッグドロップの基本的ルール <http://monodzukurikidsfund.org/eggdropkoshien/basic-rules/>
- ・群馬県立高崎高等学校 平成30年度SSH課題研究 I・II・III成果報告書

7. キーワード

エッグドロップコンテスト 力積 衝撃吸収材

出原遥夢、池田拓哉、大橋洸斗、奥西涼太、河端太郎、白石倅大

1. 研究の背景と目的

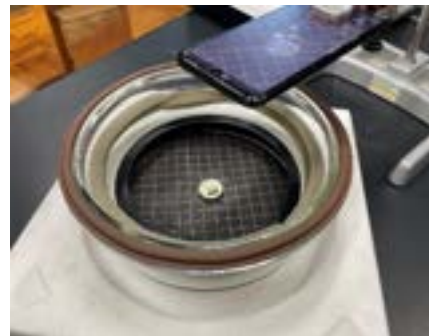
我々は霧箱で観察できる放射線が通ったことで分子がイオン化されそれを凝集源として発生するアルコールの雲（以後放射線の軌跡と呼ぶ）で円を作ることである。

2. 方法・仮説

仮説は「霧箱に磁場を加えることで放射線の軌跡で円が描ける」

(1) 霧箱の使用

右図のように霧箱を準備した後、霧箱の中をエタノールで十分に満たし、照明付き上蓋をのせて実験を行う。



(2) 磁場の安定化を図る

使用した三種類のネオジウム磁石の中心と外周部分にそれぞれテスラメーターを当てて磁場を測定し、磁場が最も安定する磁石の配置を考える。それを用いて実験を行い、前の実験での放射線の軌跡の見え方と比較する。

3. 結果

(1) 導線コイルを用いた場合

自作した導線コイルの磁力が非常に低かったため、放射線が曲がらなかった。

(2) ネオジウム磁石を用いた場合

放射線の軌跡が曲がっていることが確認できた。また確認できた軌跡は不揃いであり数は少なかった。線源によってみられる軌跡の数が異なる。



(3) 考案した磁石の配置で実験を行った場合

霧が発生しなくなり放射線の軌跡を観察することが出来なかった。

4. 考察

(1) 観察できた円について

放射線の軌跡が描いた円は小さいもの、速度が小さいものが多かった。これは放射線が周りの物質をイオン化する力には限界があり速度が大きいものは円を描ききる前に軌跡が途絶えてしまうためである。さらに、速度が落ちる原因は放射線の周りに存在する物質との衝突によるものと考えられる。したがって、高圧下で実験を行えば衝突回数が増え十分に減速できるので、一周の円軌道を描く確率が高まると考える。

(2) 霧が発生しなかった原因について

磁石によって線源の置く位置がエタノールの飽和蒸気内よりも高くなってしまったからだと考える。

5. まとめ

本研究から、ネオジウム磁石を用いることで円の軌跡を観測することが出来た。また、円の発生条件は、飽和蒸内に線源があり、かつ線源から出る放射線の速度が十分に減速することである。

6. 参考文献

- ・ 國友正和, 改訂版物理, 数研出版.
- ・ キニス株式会社, 簡易霧箱実験セット TK
- ・ 文部科学省, 放射線副読本.
- ・ 数研出版編集部, フォトサイエンス物理図録

7. キーワード

放射線 霧箱 磁場

八木 恵一郎 方山 優希 石丸 修至 山崎 晴也 泉 岳杜 大隣 蒼太

1. 研究の背景と目的

我々は飛行機の型によって様々な翼の形状があることに興味を持った。
そこで現代社会に最適な飛行機を提案することを目的とした。→滑走路の短縮、燃費の向上

2. 方法・仮説

(1) 検証方法

飛行機の揚力に関するピッチ角、後退角、上反角の3種類の角度の条件を変え、風洞と電子天秤を用いて、機体に風をあてる前後で変化した質量を揚力として測定する。



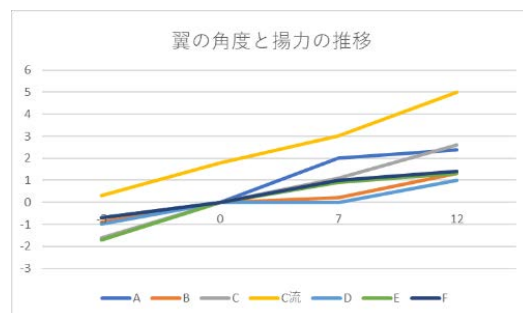
(2) 仮説

- ・ピッチ角が大きくなれば風を受ける面積が大きくなるので揚力は大きくなる
- ・後退角を大きくすれば風にあたる表面積が大きくなるので揚力は大きくなる
- ・参考文献から上反角は機体の安定を目的とするため揚力に関係はない

3. 結果

	A	B	C	D	E	F
後退角	60	60	70	70	80	80
上反角	0	20	0	20	0	20

	A	B	C	C流	D	E	F
-5	-0.7	-0.9	-1.6	0.3	-1.0	-1.7	-0.7
0	0	0	0	1.8	0	0	0
7	2.0	0.2	1.1	3	0	0.9	1
12	2.4	1.3	2.6	5	1.0	1.3	1.4



	発泡スチロール
直方体	2~4
流線形	8~12

4. 考察

変化の幅に差はあるものの、ピッチ角を上げると揚力も大きくなる。また結果から、後退角を上げると揚力が大きくなるとは一概に言えない。上反角は、仮説通り揚力に関係していることが見られなかった。その後、Cの翼を実際の形状に近い流線形に加工して実験を行うと、どの条件よりも大きい揚力を生み出したため、翼の形状は流線形が最適であると考えられる。

5. まとめ

結果からCの翼の形状を流線形に加工したものが最も揚力を得られた。そのためこの翼が滑走路の短縮や燃費の向上に効果があると言える。

6. 参考文献

中村寛治. カラー図解でわかる航空力学「超」入門, SB クリエイティブ株式会社, 小川淳, 2015 年 8/25, 238 ページ

7. キーワード

揚力 上反角 ピッチ角 後退角 風洞

尾崎碧 中島翼 山上聡士 前原孝祐

1. 研究の背景と目的

我々は位置エネルギーを利用した中規模蓄電の実現を目指す

2. 仮説

重力<大気圧<磁気力<静電気力の順にエネルギーが貯まる

3. 方法

(1) ①大気圧：注射器を押し出して注射器内を真空にし、その状態でばねばかりで注射器を引き力を測定。

②磁気力：一方の磁石を固定し、もう一方の磁石にばねばかりを取り付け離れる直前の力を測定。

③静電気力：二枚の金属板に帯電させ、一方の金属板を固定しもう一方の金属板にばねばかりを取り付け離れる直前の力を測定。

① 大気圧

②磁気力

③静電気力



(2) 力の大きさ・エネルギー密度を比較する。

4. 結果

重力<大気圧<磁気力までは仮説通りにエネルギーが貯まった。しかし、静電気力はエネルギーを貯めることができなかった。

5. 考察

大気圧は簡単に強い力が得られるが真空の維持が難しいため現実的ではない。磁気力は距離が遠くなるにつれて貯められるエネルギーが減少するため現実的ではない。静電気力はコンデンサーでは点電荷では考えられずクーロンの法則が成り立たない。さらに金属板から空気や接触物への放電が起こったためエネルギーが貯まらなかったと考えた。

6. 今後の展望

本研究からは重力に代わり、大気圧、磁気力を用いることでより大きなエネルギーをためること自体は可能であるといえる。更に金属板の大きさを限りなく小さくし、放電しにくい物質を使って静電気力を用いれば、低コストで技術的に容易である位置エネルギーを利用した中規模発電は可能であると考えられる。

7. 参考文献

エネ百科 <https://www.ene100.jp/seminar/10221>

8. キーワード

蓄エネルギー 位置エネルギー 静電気力

今宮大貴 岩崎友紀 小林和也 隅垣宏太 細田蒼一郎

1. 研究の背景と目的

古来より伝わる日本人の歩き方に「ナンバ歩き」がある。ナンバ歩きは効率的な体の使い方をする歩き方とされているが、実際にその歩き方をしてみるとごちない動きに感じられた。私たちはナンバ歩きと一般的な歩き方の違いについて疑問を持ったことからこの研究を始めた。ナンバ歩きがどのように効率的であるかを示し、日常生活において有効に活用できるような場面を提案したい。

2. 方法・仮説

(1) ①加速度の測定

打点タイマーを用いてナンバ歩きと一般的な歩き方の加速度の違いを平地と階段で各々計測した。

②身体の動きの測定

動作解析アプリ Runmetrix を用いてナンバ歩きと一般的な歩き方の細かな動作の違いを測定した。

(2) メンバーの測定結果をもとに、表計算ソフトを用いて各パラメーターの平均値・RMS 値を比較した。

仮説：ナンバ歩きは一般的な歩き方に比べ、効率的な動作をする歩き方である。

3. 結果

表 1

	ピッチ [step/min]	ストライド [m]	体幹の後斜 [°]	上下動 [cm]	骨盤の回転 [°]
通常歩行	163	1.31	0.4	11.1	16.2
ナンバ歩き	167	1.43	0.1	10.6	22.9

表 2

平地	普通	ナンバ
加速度 (m/s^2)	0.114	0.202
RMS (m/s^2)	1.93	1.77

表 3

階段	普通	ナンバ
加速度 (m/s^2)	0.147	0.105
RMS (m/s^2)	1.75	1.54

表 1 より、ナンバ歩きは通常の歩行に比べてストライドが約 10 cm 大きい。体幹の後傾が小さく、骨盤を大きく回転させていることから、ストライドが大きくなったと考えられる。また、表 2 より、平地ではナンバ歩きの方が前へ進む加速度の値が約 2 倍大きいにもかかわらず、RMS 値ではナンバ歩きの方が通常歩行よりも小さい。このことは、前へ進む推進力（運動方程式 $ma=F$ ）を確保しながら、加速と減速のばらつきは小さいことを示す。一方、階段においては加速度の平均値は通常歩行の方が大きかった。

4. 考察

ナンバ歩きは、体幹をまっすぐに伸ばしながら骨盤を大きく回転させ、かつ体の上下動を小さく抑えている。これによって、ストライドを伸ばし前へ進む加速度を確保しながら、加速と減速のばらつきを抑えた歩き方となっている。一方、階段では RMS 値はやはりナンバ歩きの方が小さいが、前へ進む加速度の値は通常歩行の方が大きい。これは、階段のステップがあることによって、ストライドの伸びを効率的に利用できなかったことが原因だと考えられる。

5. まとめ

本研究は、加速度の値をもとにして通常歩行とナンバ歩きについて比較を行った。また、Runmetrix の動作解析から、細かな体の使い方について比較を行った。その結果、ナンバ歩きは通常歩行に比べて、推進力を確保しながら、体への負担が治作なる歩き方であることが分かった。ただし、ストライドが大きく確保できる平地に限る。

6. 参考文献

- ・山根一郎. 日本人の歩き方. 出版年, 5 ページ
- ・近藤徳彦/齊藤健司. 身体が語る人間の発達＝「なんば」という行動を通して－. 2005 年, 3 ページ
- ・川副嘉彦. 人間型二足ロボット「源兵衛」を用いたナンバ歩きからナンバ走りの再現. 11 ページ

7. キーワード ナンバ歩き なんば歩き 歩行 加速度 RMS 側対歩 二足歩行

西原 大翔 植田 慶生 三浦 裕武 榊井 陽太郎

1. 研究の背景と目的

日本には自然災害が多く、特に地震での被害は大きい、そこで私たちは液状化現象による建造物への影響に着目し、どの状況下に置いて液状化現象が緩和されるのか調べようと思った。

我々は空気を土壌に含ませることで揺れの衝撃を吸収して液状化が起こりにくくなるが、長い揺れで空気が抜けてしまうと、液状化による地盤の沈降が激しくなる。揺れたときに詰まりやすく、水が染み出しやすいから粒が小さいほうが、液状化しやすいのではと考えた。

2. 方法・仮説

- [1] ①試験管に大きさの異なる 3 種の砂 6cm を入れる。（大きさはふるいで分け、小:0.25~0.50、中:0.50~1.0 大:1.0~2.0 とする。）
 ②砂が入っている試験管を、試験管専用ミキサーで電圧を 80V にして混ぜる
 ③揺れている砂の表面からの深さを調べる。
- [2] ①試験管に 0.50~1.0mm の砂を、4, 5, 6 cm の高さに分けてそれぞれ入れる。
 ②砂が入っている試験管を、試験管専用ミキサーで電圧を 75V にして混ぜる。
 ③揺れている砂の表面からの深さを調べる。
- [3] ①試験管に 3 種の砂から 2 種を選び、体積を 1:1 にして混ぜて入れる。また、高さは 5 cm とする。
 ②砂が入っている試験管を、試験管専用ミキサーで電圧を 80V にして混ぜる。
 ③揺れている砂の表面からの深さを調べる。
- [4] ①試験管に大きさが異なった 3 種類の砂粒を 6 cm の高さで入れ、水を半分、全体、ひたひた、の 3 種類に分けて実験した。
 ②砂が入っている試験管を試験管専用ミキサーで電圧 80V にして混ぜる。
 ③揺れている砂の表面からの深さや様子を調べる。

仮説は「砂粒のサイズが小さいほど液状化しやすい。」

3. 結果

[1]	大きさ (mm)	0.25~ 0.50	0.50~1.0	1.0~2.0
	揺れる砂の深さ (cm)	4.0	3.0	4.0

[2]	深さ (cm)	4.0	5.0	6.0
	揺れる砂の深さ (cm)	2.5	2.1	1.0

- [3] 大と中: 大が上に集まる。
 大と小: 大が上に集まる。
 小と中: 全体的に混ぜる。

[4]		0.25~0.50	0.50~1.0	1.0~2.0
	半分置っている	固まった	砂の柱を形成	砂の柱を形成
	全体が置っている	砂の柱を形成	0.25~0.50 と同じ	0.25~0.50 と同じ
	浸されている	ミキサーの回転方向に砂が固った。	0.25~0.50 と同じ	0.25~0.50 と同じ

4. 考察

砂が湿っているときは粒の間に表面張力がはたらいたことによって固まるが、水で完全に浸されると、表面張力が働かなくなり液状化がおきる。

5. 参考文献

- ・中川鶴太郎. 流れる個体. 岩破書店.
- ・http://www.nilim.go.jp/lab/ieg/tasedai/shiryou/090224_2_8_1.pdf
- ・<http://www.takajo-hs.gsn.ed.jp/SSH/es3/10report/10.4.pdf>
- ・Soil liquefaction - Wikipedia

横山孟明 磯辺慶 皆川玖志 伊藤雅人

1. 研究の背景と目的

まず電池について興味を持ち、高校生の僕たちでも簡単に利用できる、ダニエル電池を利用しようと思いました。そして現在一次電池として使用されているダニエル電池を充電できる二次電池にできないかと思いました。

2. 方法・仮説

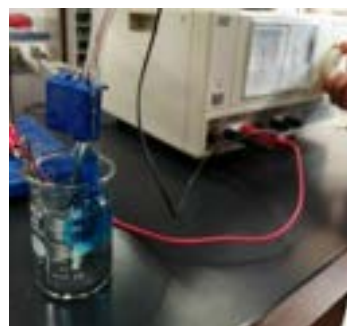
実験 (1) 電極の電解質の濃度を変化させて 電圧の変化を調べる。

実験 (2) 電池に 5V 電圧加えて起電力の変化、各電力の様子を調べる。

実験 (3) 充電と強制的に放電を繰り返す。

仮説は「ダニエル電池が電池としての働きをするのなら、その逆の反応として充電の反応起こすこともできるのではないかと思った。」

	放電時の反応
陽極	$\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$
陰極	$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$
	充電時の反応
陽極	$\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$
陰極	$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}$



3. 結果

(1) ある程度相関はみられたが相関がみられない部分があった。

(2) 電圧が 780mv から 1030mv に変化した。

亜鉛版からは亜鉛が析出した。

銅板の変化はとくになかった。

(3) 充電は可能だった。何度も繰り返すうちに金属イオンがセロハン膜を貫通して使えなくなった。

4. 考察

(1) の結果からは硫酸銅が濃くて硫酸亜鉛が薄ければ反応性が高くなるのが一部あったがその通りにならないこともあったので正しいとは言えなかった。

(3) の結果からは、かける電圧が大きすぎたためイオンがセロハン膜を通り抜けたと考えられる。

5. まとめ

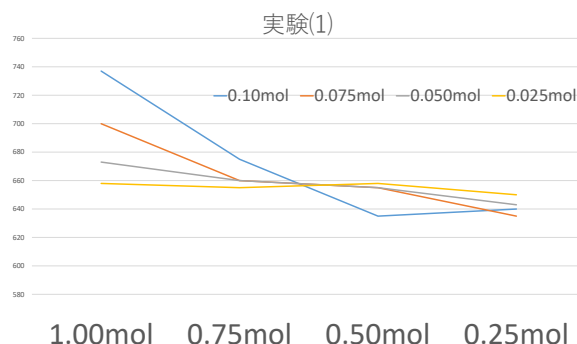
セロハン膜でのダニエル電池で、充電することは可能だった。しかし何度も充電を繰り返すと二種類の溶液が混ざったため、二次電池とは言えなかった。今後の展望としては、セロハン膜を工夫して溶液が混ざらない方法を見つけたい。

6. 参考文献

- ・化学 数研出版
- ・化学の新研究 三省堂 ト部吉庸

7. キーワード

ダニエル電池 二次電池 逆反応



中田駿佑 乾壺成 松岡拓 中井蒼汰

1. 研究の背景と目的

色付きの花火はあるのにどうして色付きの線香花火がないのか疑問に思い、線香花火に興味を持った。そこで、燃焼の過程を解明するとともに炎色反応を利用した自作の色付き線香花火を最終目標とした。

2. 方法・仮説

- (1) 火薬 (KN03, KCl, S, Fe, C を混合したもの) を半紙 (横 2.0cm 縦 24cm) で包み燃やす。
- (2) 火薬の分布、質量、紙の巻き方、硬さを変えてもっとも適切な条件を調べる。
- (3) 火薬の各材料の役割を調べる。

仮説：「火薬の質量を増やし、玉の温度を上昇させることで、色付き線香花火を作ることが出来る」

3. 結果

- (1) より 反応の大小に差が生じた。
- (2) より 紙の形状をえんぴつ型にすると安定して玉ができた。
火薬の質量は 0.06 g が最も良い。
硬い半紙を用いるとうまく反応する。
- (3) より 硝酸カリウムの量を増やすと大きな玉が出来た。

省いた材料	硝酸カリウム	塩化カリウム	硫黄	鉄粉	炭素
反応時間	0秒	1秒	5秒	5秒	1秒
反応の様子	反応なし	一瞬、火花が散った。	変わらない	小さい	小さい

火薬の成分と反応の様子の関係

紙の形状	筒型	えんぴつ型
反応の様子	安定して火球ができない	火球ができる

紙の形状と反応の様子の関係

火薬の質量	0.04g	0.06g	0.08g	0.10g
反応の様子	火球ができない	火球が1回できる	火球ができるが、落ちる	火球が2,3回できるが、落ちる

火薬の質量と反応の様子の関係



市販の線香花火と自作の線香花火の外観

4. 考察

硝酸カリウムは玉の温度を上げる最も大きな要素。
紙の形状をえんぴつ型にすることで、先端が軽くなり
巻き上がるためうまく反応する。
質量が小さいと反応が小さい、質量が大きすぎると
紙が反応に耐えられない。

5. まとめ

本研究からは線香花火の玉(牡丹)を安定して形成させるためには
先端をえんぴつ型に切った半紙に適度な量の火薬を紙の先から
3cm の位置に入れることが重要だと分かった。

6. 参考文献

東京大学大学院工学系研究科航空宇宙工学専攻 特任准教授 井上智博
化学の新研究 ト部吉庸

7. キーワード

線香花火、硝酸カリウム

清水葵 森田来実 吉賀理里子 滋賀もも美 戸田佳陽 橋田風佳

1. 研究の背景と目的

高校生をはじめ、毛髪に悩みを持つ人は多い。そこで、傷む原因が何なのか調べようと思った。

2. 仮説

傷んだ毛髪は、キューティクルの構造が変化するのではないかな。

3. 方法

(1) アンケート調査

高校生の毛髪に関する悩みは何か調べるために桃山高校 2 年生 322 人を対象にアンケートを実施した。そこで、意見の多かった以下の 3 点により本当に毛髪が傷むのか、調査することとした。

(2) 毛髪を傷める実験

- ①熱：5 本の毛髪の束をヘアアイロンで一定時間加熱することを繰り返した。
- ②ブリーチ：市販の脱色剤を用いて、説明書に従い 1～4 回まで脱色を行った。
- ③塩素：実際にプールの水に含まれる塩素濃度は約 0.4ppm～約 1.0ppm である。そこで 1.0ppm とその 10 倍である 10ppm の次亜塩素酸水溶液に毛髪を浸し、1、2、4、8、16 日後に毛髪を取り出した。

(3) 毛髪の傷み具合を確認する方法：毛髪観察の方法として有名なスンプ法で顕微鏡観察を行った

(4) スンプ法の改良実験：研究を始めた当初は、スンプ法を用いていたが、高価であるということに加えて、手軽に自分の毛髪の状態を知る方法を確立するという私たちの目的に反していたため、スンプ液の代替となるものを探した。

4. 結果

(1) アンケート調査

全体(322 人)の約 7 割にあたる 230 人が毛髪に悩みがあると回答した。毛髪に与えるダメージが大きい原因として考えられているのは順にヘアカラー、熱、紫外線、自然乾燥、塩素であった。

(2) 毛髪を傷めた実験

- ①熱 顕微鏡観察の結果、全体で共通する傷みは見られなかった。
- ②脱色 顕微鏡観察の結果、毛髪の表面に大きな変化は見られなかった。
- ③塩素 4 日間 10ppm の次亜塩素酸につけた毛髪の表面にはほとんど変化は見られなかったが、8 日間つけたものはキューティクルが一部浮いている部分があり、16 日間つけたものはさらにキューティクルの境目がくっきりしていた。同時に行ったプール本来の 1ppm の次亜塩素酸に毛髪を 16 日間つけてもキューティクルに変化はなかった。
- ④スンプ法 毛髪を明瞭に観察するには、液が薄く広がること、乾きやすいこと、気泡が表面に出ないことであることを発見したため、液体絆創膏、液体のり、トップコートのうちからトップコートを代替スンプ液として今後使用していくこととした。



何もしていない毛髪



5. 考察

16 日間次亜塩素酸につけた毛

熱や脱色をそれぞれ複数回行って毛髪は簡単に傷まなかったため、私たちの毛髪は私たちが思っているよりも丈夫であると考えられる。一方で 10ppm の次亜塩素酸に数日間つけたところ、明確な傷みが見られた。しかし、プールの次亜塩素酸は 1ppm であるので、プールに入ることによって毛髪が傷むことはほとんどないといえる。したがって、私たちの毛髪はダメージを受けにくいと分かった。一方で、スンプ法で用いるスンプ液の代替品としては、トップコートを使用できることも分かった。

6. 参考文献

- ・傷んだ髪の毛に関する研究 全 5 ページ
- ・髪の毛の痛みに関する研究 4 組 6 班

城戸りんか 久保沙哉乃 竹内静流 青木穂香 石部聖実

1. 研究の背景と目的

教科書やインターネットなどに掲載されていた植物のエチレン応答に興味を持ったが、掲載されているのは双子葉類を用いたものばかりで単子葉類を用いた実験は見当たらなかった。そのため単子葉類ではどのような反応になるのか疑問に思い、研究しようと考えた。

2. 仮説・方法

私たちは「単子葉類のほうがエチレンの影響を受けにくい」という仮説をたてて以下の実験を行った。

(1) リンゴを用いてエチレン応答を比較する実験

双子葉類としてブロッコリースプラウト、単子葉類としてネギとシバ、エチレンの発生源としてリンゴを使用した。エチレンを与える条件の違いによる成長の差を調べるため、①リンゴなし、②リンゴあり、③リンゴを途中で入れる、④リンゴを途中で抜く、の4つの条件で実験を行った。

(2) 薬剤と薄切切片を用いてエチレン応答を比較する実験

双子葉類としてブロッコリースプラウト、単子葉類としてネギ、エチレンの発生源として加水分解によってエチレンを発生させる薬剤を使用した。エチレンの有無による成長の差を調べるため、①薬剤なし、②薬剤あり、の2つの条件で実験を行った。十分に成長させたものをカミソリで薄く切って断面を光学顕微鏡で観察した。

3. 結果

(1) ブロッコリースプラウトはリンゴの有無による違いが大きく、リンゴを与えたものはリンゴを全く与えないものと比べて茎が太く短くなっていた。ネギとシバは条件②では茎が短くなっていたが、茎の太さについては肉眼で明確な違いを確認することはできなかった(図1)。

(2) どちらの植物も、条件①で育てたものより条件②で育てたものの方が、茎が顕著に短く太くなっていた(表1)。

4. 考察

(1) ネギとシバはブロッコリースプラウトに比べて成長速度が遅いため、エチレンの作用による肥大成長量が少なかったのだと考えられる。

(2) 芽生えの段階では、双子葉類も単子葉類も茎の断面積のほとんどを維管束ではない細胞が占めていた。双子葉類と単子葉類で細胞の構造には違いがなくエチレンが同様に作用するため、形成層が存在しない単子葉類でも双子葉類と同じように肥大成長が起こったのだと考えられる。

5. 参考文献

- ・フォトサイエンス生物図録(数研出版)
- ・新しい植物ホルモンの科学第3版(講談社)
- ・エチレンガスとはなにか? 青果物の成長や鮮度への影響も解説(<https://01.connect.nissha.com/blog-gassensor-ethylenegas/>)

6. キーワード

単子葉類 エチレン 植物ホルモン

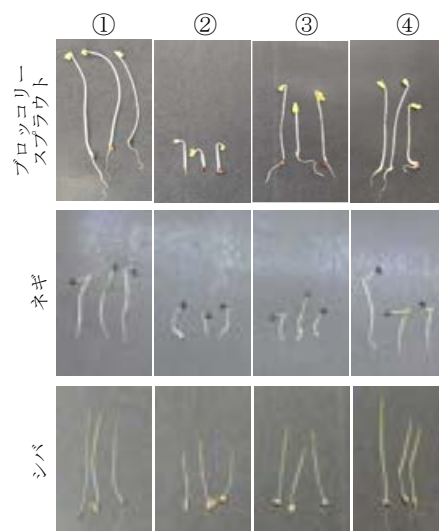


図1. エチレン条件による形態の違い

	薬剤なし (mm)	薬剤あり (mm)
ブロッコリースプラウト	1063	1375
ネギ	640	825

表1. エチレン条件による茎の平均直径の違い

倉田あまね 嶋田晴香 菅原想大 中沢優大 服部潤

1. 研究の背景と目的

私たちはクモに興味があった。そこで、クモの糸を使って何かに応用できないか、また環境への負担を減らすことができないかと考えた。最終目標を、環境に負担を与えない袋の開発とした。

2. 方法・仮説

(1) クモの糸の観察…クモの糸の構造を調べるために顕微鏡でクモの糸を観察した。

(2) 耐水性…クモの糸を常温の水(28℃)に1分間つけ、顕微鏡で観察した。

結果：特に変化は見られなかった。

(3) 耐熱性…クモの糸を熱した水(80℃)に1分間つけ、顕微鏡で観察した。

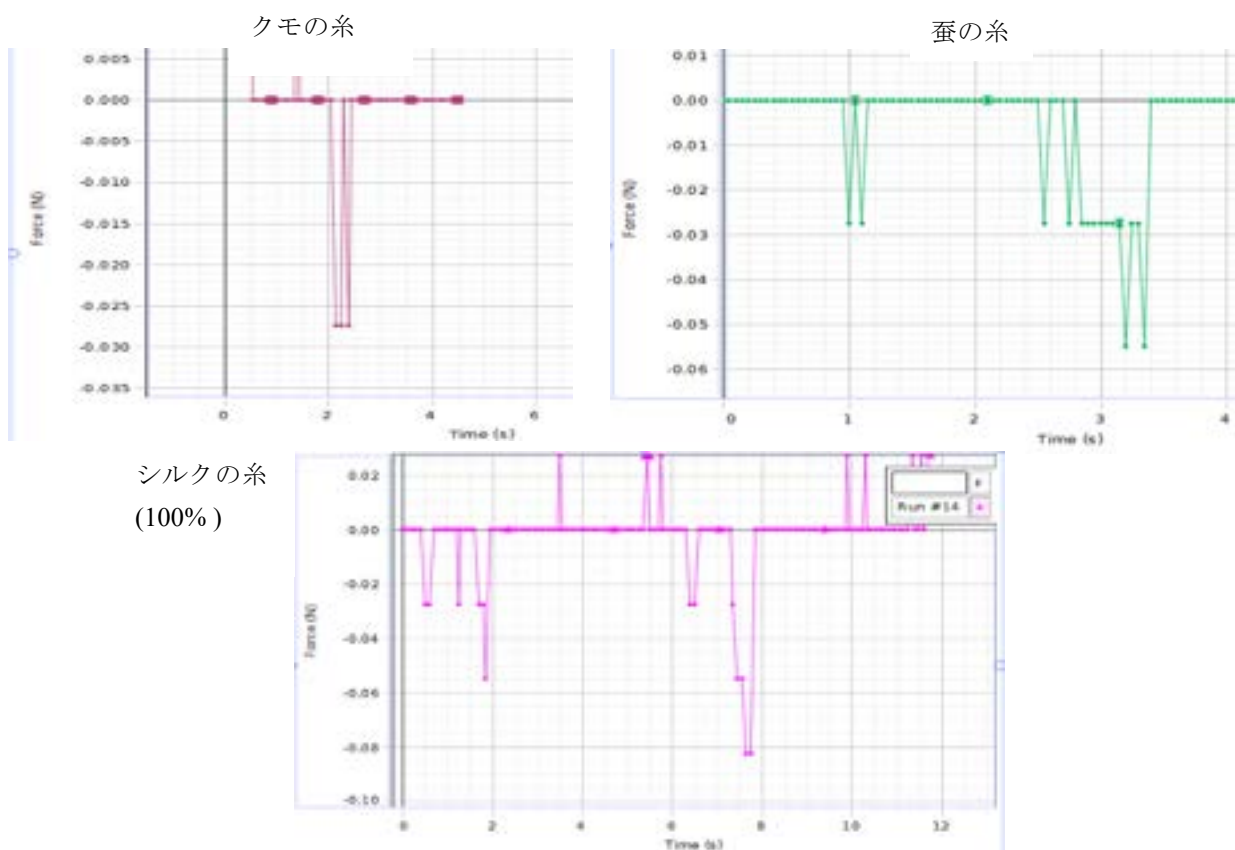
結果：特に変化は見られなかった。

(4) 電気伝導性…クモの糸の両端を電流計で挟み、電気が流れているかを調べた。

結果：電気は流れなかった。

(5) 強度…①フォースセンサーを使って、クモの糸の縦向きをそれぞれ調べた。

②比較として、蚕の糸、シルクの糸でも同様に調べた。



3. 結果・考察

クモの糸は蚕より強度が低かった。

4. まとめ

クモの糸を用いて袋を作ることは可能。しかし、採集効率が悪いことや蚕の糸の方が強度の面で勝っていることから、クモの糸で袋を作る必要性はないと考えられる。

5. 今後の課題

クモの糸を使うことによるメリットの発見

6. 参考文献

- ・大崎茂芳. クモの糸でバイオリン. 第3刷, 東京都, 岡本厚, 2017年8月4日, 114ページ
- ・大崎茂芳. クモの糸のミステリー. 第1刷, 東京都, 中村仁, 2000年8月25日, 186ページ

7. キーワード 縦糸、横糸、牽引糸

1. 研究の背景と目的

鏡像認知とは、動物が鏡に映る自分の姿を自分だと認識できることだ。先行研究では、魚類であるホンソメワケベラが鏡像認知することが分かっている。そこで私たちは別の魚種も鏡像認知をするのか疑問に思い、実験室で飼育していたアユを用いて研究を行うことにした。

2. 仮説

本研究では、アユも鏡像認知をするという仮説をたてた。

3. 方法

- (1) 観察 i : 90 cm水槽を鏡板で仕切って2つのスペースに区分けし、それぞれにアユを1匹ずつ投入しAとBとして、餌やり前と後で動画を1分間撮影する。
- (2) 観察 ii : 約2週間観察した後、鏡板をアクリル板に取り換え、さらに約2週間、動画を撮影し観察する。(図1参照)

(3) 動画の分析

動画をもとに、それぞれの板に対する1分間のアユの攻撃回数を数え上げ、攻撃の様子を観察する。毎回の餌やり前後にA,Bそれぞれのデータを取り鏡板とアクリル板への反応の違いなどをt検定を用いて有意差があると言えるかどうか調べる。この時、餌やり前後の差と個体の差についてもt検定を行う。

*実験に用いた2匹のアユはいずれも縄張り意識が強いため、近くの別個体を認識すると、追い払うために激しく攻撃する様子を見せる。つまり、鏡板に映る像を他個体と認識すれば鏡板へ攻撃を行い、逆にそれを自分自身と認識すれば攻撃をしないと考えられる。

4. 結果

AとBのアユ両方についてアクリル板と鏡板においてのt検定により有意差があると言える

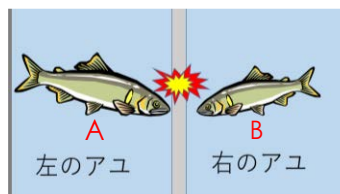


図 1

5. 考察と今後の課題

Aのアユに関してはt検定により有意差があると言えるが、鏡に対して攻撃することがあったため鏡像認知はしていないと考える。しかし、Bに関しては鏡への攻撃ではなく、苔を食べようとした際の行動と考えられるため鏡像認知をしていると言える。このことから、より綺麗な状態の板を保つことが重要と考える。また、より多くの個体で実験すること、攻撃の定義を明確にすることなどが課題として挙げられる。

6. 参考文献

<http://www.osaka-cu.ac.jp>

「『鏡に映る自分』がわかる魚を初めて確認！～世界の常識を覆す大発見～」大阪府立大学」

7. キーワード

アユ 鏡像認知 縄張り意識 学習能力

松本 誠太郎 竹内 悠 楠本 壮一郎 田原 佑人 米田 樹生 渡部 悠人

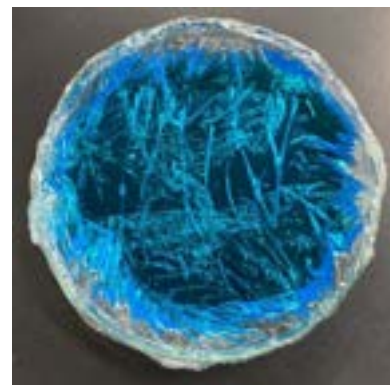
1. 研究の背景と目的

私たちは一年時のG S自然科学の授業で、バーナーで花崗岩を強熱し、それを急冷することで風化させる実験を見た。この実験は風化を学習するうえで非常に分かりやすかったが、火傷の危険性もあり、器具の準備も必要であるため、小中学生に対しては向いていないと考えた。そこで、私たちは安全性や手軽さを重視した新しい実験を開発することを考えた。

2. 方法・仮説

(1) 二種類の物質を水に溶解させシャーレに析出させる

本来、火成岩は二酸化ケイ素など複数の物質が融解した混合物であるマグマが冷却されてできている。そのためモデル実験を開発する際、低温で融解させることができ、均一に混ぜることができる、融点が異なる二物質を使用するべきである。しかし、低温で融解させることのできる物質は有機化合物に多く、有機化合物には無色の物質が多いため視覚的にはわかりにくい。また、有機化合物には可燃性のものが多く、バーナーで加熱するのは危険である。反対に、有色の物質が多い無機化合物は融解する温度が高いものが多く、実験の難易度が高い。そこで私たちは、再現性には欠けるが、視覚的に分かりやすく、実験の難易度を低くできる無機化合物を水に溶解させる方法を採用した。



(2) 風化実験

昨年度の風化実験と同じ条件を再現するために熱を加え膨張率の違いで結晶にひずみを生じさせ、結晶の境界面で割れるようにした。

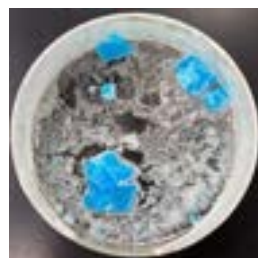
3. 結果

(1) 硫酸銅-硫酸カリウム混合水溶液、塩化銅-塩化カリウム混合水溶液を用いた

(2) 生成した結晶を蒸発皿にのせ、バーナーで加熱した



塩化銅-塩化カリウム



硫酸銅-硫酸カリウム



硫酸銅-硫酸カリウム(脱

4. 考察

硫酸銅-硫酸カリウム系は複数の結晶が析出し、結晶の境目も確認できた。塩化銅-塩化カリウム系では結晶の境目が分かりにくかった。風化実験は硫酸銅-硫酸カリウム系のみ行った。結晶水が失われることで結晶が収縮しひずみを生み出すことで結晶が割れた。本来は結晶が膨張することでひずみが生まれるので厳密にはメカニズムが違うが、結晶の大きさを変えてひずみを生み出すことができた。

5. まとめ

今回の実験では温度変化による風化のみだったので時間経過による風化や風雨による風化も試してみたい。また硫酸銅や塩化銅ではなく、小学生にも聞き覚えのある食塩等の物質などでも実験してみたい。

6. 参考文献

中学理科授業における地学実験教材の開発 石原 清 火山岩と深成岩違いを再現する実験

7. キーワード

火成岩 モデル実験 生成 風化

山根 晃輔, 田中 翔大, 美棲 篤, 山本 勇光

1. 研究の背景と目的

誰もが一度は地球外生命体が存在するのではないかと、思ったことがあるだろう。しかし、現在までにその存在は確認されていない。私たちはこの素朴な疑問に対して本気で向き合い、地球外知的生命が存在する確率を科学的に考察したいと思った。

今から約 60 年前、フランク・ドレイク（米）は、銀河系に存在し、通信によって地球人と接触を図ってくる可能性のある文明の数を推定する式（ドレイクの式）を提唱した。一方、近年では天文学が飛躍的な発展を続けており、当時と比べてより詳細な研究結果が発表されている。そこで、ドレイクの式に最新の研究結果を反映させることで、最新のドレイクの式を提唱したい。また、銀河系に知的生命が存在した場合に、我々がその存在を観測できる確率を求めたい。

2. 方法・仮説

(1) 文献調査

生命の誕生に必要な恒星の条件（温度・寿命）を考察し、銀河系内においてその条件を満たす恒星の存在割合を推定する。

(2) 数値シミュレーション

(1) で考察した条件をもとに、ハビタブルゾーン（生命居住可能範囲）を数値シミュレーションによって求め、その範囲内に存在する系外惑星の存在割合を推定する。

(3) 思考実験

(1) (2) の結果をもとに銀河系内に存在する知的生命の数を推定する。また、知的生命がシグナルを発信していた場合に、その存在を我々が発見できる確率について考察する。

研究の仮説：最新の研究成果を反映させれば、知的生命の存在確率と発見確率を詳細に求められる。

3. 結果

○ドレイクの方程式 $N = R^* \times f_p \times n_e \times f_l \times f_i \times f_c \times L$

		ドレイク	15 班
R*	銀河系の中で一年間に誕生する恒星の数	10	10
f _p	一つの恒星が惑星系を持つ割合	0, 5	1. 0
n _e	生命の存在が可能となる状態の惑星の平均数	2	0. 05
f _l	生命が実際に発生する割合	1	1
f _i	発生した生命が知的なレベルまで進化する割合	0, 01	0, 01
f _c	知的なレベルになった生命体が星間通信を行う	0, 01	0, 01
	割合		
L	技術文明が通信をする状態にある期間	10000	1000



○10000 年間で地球外知的生命を発見できる確率

k を銀河系内に存在する技術文明の数とすると、我々が 10, 000 年間にそれを見つかる確率 P [%] は次の式で表される。

$$P = \left(\frac{1}{20}\right)^{k-1} \times \left\{1 - \left(\frac{1}{10}\right)^{k-1}\right\} \times 100 \text{ [%]}$$

4. まとめ

ドレイクの方程式に最新の天文学の研究結果を踏まえ、銀河系内の地球外生命の存在確率を推定し、さらにその知的生命を我々が観測できる確率を求めた。

5. 参考文献

- 『ハビタブルゾーン』 初等教育教員養育課程理科研修・金光研究室 堀田卓志 著
- 『Counting our countless worlds』 Marc Kaufman 著
- 『Small Planets Come in Two Sizes』 NASA
- 『Sizes of Planets Candidates』 NASA

6. キーワード SETI ドレイクの方程式 ハビタブルゾーン

安藤美優 岡田穂之香 清水春花 辻岡虹架 松村小雪

1. 研究の背景と目的

地球と近くて今までの研究から住める可能性の高い、火星に本当に住めるのか気になった。
 また、生きるのに一番大切なものは食料だと考え、火星の環境で植物を育てることにした。
 火星の大気圧は地球の 1000 分の 6 であるのでその環境でも植物が育てるか調べる。
 火星の土壌は主に玄武岩と酸化鉄からできている。それと似た土壌を自分たちで作り調べる。

2. 方法・仮説

研究① 気圧変化

豆苗を使い減圧機で気圧を下げ、
 発芽させる。

研究② 玄武岩を砕き酸化鉄を撒き火星の土を再現し、はつか大根を植え、通常の土+腐葉土と再現した火星の土で対照

研究③ 火星の土に腐葉土と
 ピートモスを入れ土壌改良する。

3. 結果

研究①

通常の気圧→1日で発芽
 減圧(水あり)→1週間たっても
 発芽せず
 減圧(水無し)→発芽せず。

研究②

通常の土(桃山高校花壇の土+腐葉土)
 →種うえから7日目に発芽、その後順調に成長
 火星の土(玄武岩+酸化鉄)
 →種うえから8日目に発芽、その後成長せず

研究③

育ったが実はできなかった。



図 1



図 2

左:火星の土を改良したもの
 右:花壇の土

4. 考察

実験①

気圧が低くなり水が蒸発して育たないのではなく、気圧が低いこと自体が育たない原因である。

実験②

植物の成長過程の中で、発芽のみ条件が異なり、水、空気、温度がそろっていれば植物は発芽する。
 今回の実験では、この3条件がそろっていたため、発芽した。

実験③

植物の生育に必要不可欠な 16 種類の元素(N, P, K, Ca, O, H, C, Mg, S, Fe, Mn, B, Zn, Mo, Cu, Cl)のうち、
 10 種類(P, K, Ca, O, H, C, Mg, S, Fe, Mn)は含まれていたが、16 種類の元素になかでも、特に重要な 3 種の元素(N, P, K)のうち窒素(N)が含まれていなかったため、発芽の後、成長はしなかった。

5. まとめ

本研究では、火星の環境で植物が育つかどうか検討した。地球より気圧が低い火星の分圧を調整することが必要である。土に関してはレゴリスに腐葉土とピートモスを加えると発芽し成長した。実をつけるためには窒素を加えることが必要だと考える。

6. 参考文献

地球の農業と火星の農業 和田秀徳

e-taneya <https://www.e-taneya.net/blog/2015/06/種子と発芽について/>
 化学肥料に関する知識 BSI 生物化学研究所 植物の生育と必須元素・肥料

7. キーワード 火星、植物、レゴリス

3. スライド

1班 傘の差し方に関する 数学的考察

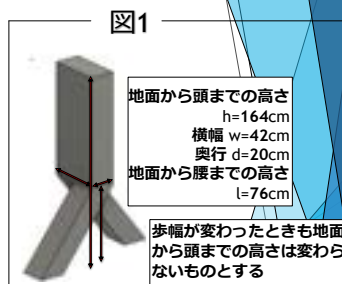
発表者 遠藤 光一郎、谷口 光希、
山田 修輔、長尾 徳寛、濱 哲太

本研究の動機・目的

▶私たちは、雨の日の登校時に服や鞆が濡れるのが個人的に苦痛だったため、どのようにすれば濡れないかを知りたくなった。そのため 一番濡れにくい傘の差し方を求めることにした。

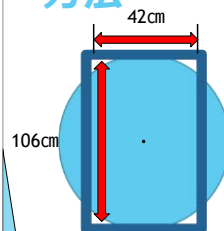
方法

下記の文献より
20代前半の寸法を基に
図1のようなモデル
を考える。
→これを「人型モデル」
とする。



「主要寸法項目の年代別平均値」
https://warp.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/286890/www.merit.go.jp/press/20071001/004_hessi.pdf

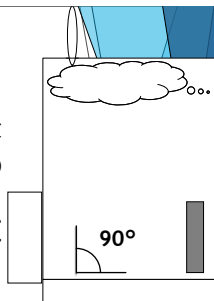
方法



計算を簡略化するために、
傘を半径55cmの円として、
左図のように長方形にして
考える。横幅は42cm,縦幅
は106cmとする。柄の長さ
は55cmとする。

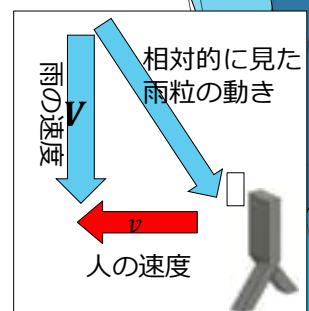
方法

条件として
「①雨粒は地面に対して垂直に落
下するものとし、すべての雨粒の
軌跡は直線である。」
「②人型モデルは一定の速度で直
進する。」とする。



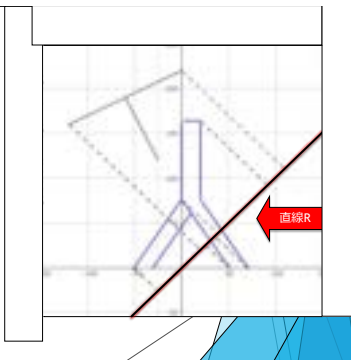
方法

この二つの条件下におい
て、
人型モデルから見た雨粒
の軌跡を設定。
それによって人型モデル
を固定して思考過程を簡
略化する。



方針

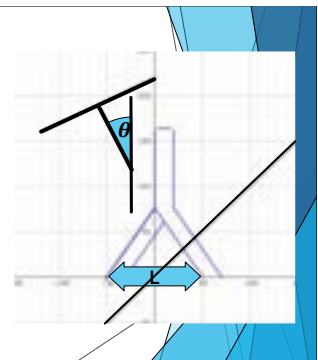
1. 実験モデルの側面方向からの様子を座標平面に表した。
2. 雨の軌跡に垂直な平面Rを設定し、その平面に人型モデル及び傘を射影する。



方法

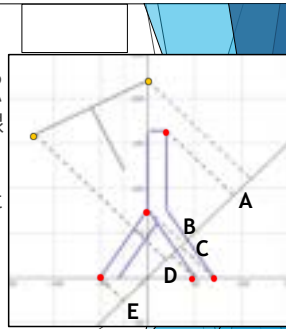
変化させる値

- i. 傘の傾ける角度
地面に垂直な直線と
傘の柄がなす角 θ
- ii. 雨の軌跡
雨の速度 V
歩く速度 v
- iii. 歩幅 L

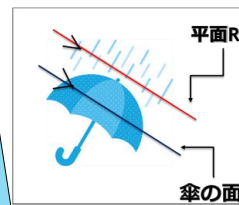


方法

- ▶ 人型モデルを平面Rに射影するとき、場合分けに必要な5点から直線Rに下ろした垂線と直線Rの交点をそれぞれA,B,C,D,Eとする。
- ▶ 傘の両端から直線Rに下ろした垂線と直線Rの交点をP,Qとする。
- ▶ P,QとA,B,C,D,Eの位置関係により、傘で覆えない部分を判定する。



仮説



傘の面が平面Rと平行になるように持つと一番濡れにくいのではないか

結果

▶ A, B, C, D, E, P, Qの座標

座標(x,y)		座標(x,y)	
A	$\left(\frac{20v^2 + 164vV}{v^2 + V^2}, \frac{20vV + 164v^2}{v^2 + V^2} \right)$	P	$\left(\frac{(-25 - 55 \sin \theta + 53 \cos \theta)v^2 + (120 + 55 \cos \theta + 53 \sin \theta)vV}{v^2 + V^2}, \frac{(-25 - 55 \sin \theta + 53 \cos \theta)vV + (120 + 55 \cos \theta + 53 \sin \theta)v^2}{v^2 + V^2} \right)$
B	$\left(\frac{76vV}{v^2 + V^2}, \frac{76v^2}{v^2 + V^2} \right)$	Q	$\left(\frac{(-25 - 55 \sin \theta - 53 \cos \theta)v^2 + (120 + 55 \cos \theta - 53 \sin \theta)vV}{v^2 + V^2}, \frac{(-25 - 55 \sin \theta - 53 \cos \theta)vV + (120 + 55 \cos \theta - 53 \sin \theta)v^2}{v^2 + V^2} \right)$
C	$\left(\frac{(L+40)LV^2}{2(v^2 + V^2)}, \frac{(L+40)vV}{2(v^2 + V^2)} \right)$		
D	$\left(\frac{LV^2}{2(v^2 + V^2)}, \frac{LvV}{2(v^2 + V^2)} \right)$		
E	$\left(-\frac{LV^2}{2(v^2 + V^2)}, -\frac{LvV}{2(v^2 + V^2)} \right)$		

▶ A, B, C, D, Eの座標

座標(x,y)	
A	(42.68, 7.02)
B	(11.66, 1.83)
C	(55.63, 8.74)
D	(36.11, 5.67)
E	(-36.11, -5.67)

$V=7.0 \text{ m/s}$
 $v=1.1 \text{ m/s}$
 $L=0.74 \text{ m}$

P, Qの座標

座標(x,y)	
P	$(-59-45.55 \sin \theta + 60.16 \cos \theta, -0.96-7.16 \sin \theta + 9.45 \cos \theta)$
Q	$(-5.99-61.80 \sin \theta - 43.29 \cos \theta, -0.94-9.71 \sin \theta - 6.80 \cos \theta)$

P, Qの座標

	$\theta = \tan^{-1} \frac{11}{70}$	$\theta = -2^\circ$
p	(46.36, 7.26)	(55.72, 8.75)
Q	(-58.35, -9.17)	(-47.14, -7.40)

考察

- ▶ 歩く速度1.1m/s、雨の速度7.0m/s、歩幅0.74mの条件

で、傘を平面Rと平行に差すと



後ろ足が濡れてしまい、最適な差し方とは言えなかった

今後の展望と課題

- ▶ 雨が地面に対して垂直に落下しない場合について考えられてない。
- ▶ 目的地を設定したときに最適な差し方とは言えない。

ナンバ歩きは効率的か？

課題研究 6 班

今宮大貴 岩崎友紀 小林和也 細田蒼一朗 隅垣宏太

ナンバ歩きとは？

- 江戸時代以前の日本人がしていたとされる歩き方。
- 右手と右足、左手と左足を同時に出す。

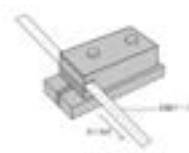
研究の目的

- ①ナンバ歩きと通常歩行の間にある身体の動かし方や、推進力の違いを明らかにする。
- ②ナンバ歩きが有効に活用できるような場面について検討する。

研究方法

【実験①】打点タイマーによる解析

打点タイマーに通した記録テープを腰につけ、研究メンバー全員の手と足を同時に動かす。ナンバ歩きと通常歩行の違いを比較する。



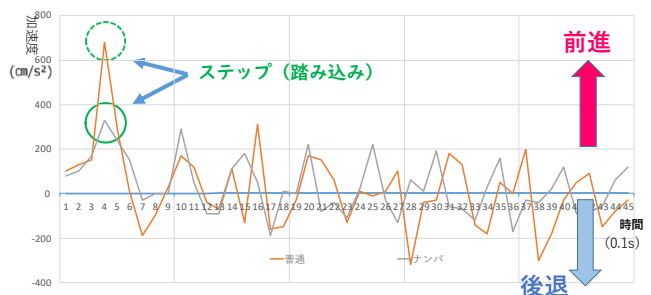
研究方法

【実験②】ランニング動作解析アプリによる計測

『Runmetrix』を用いて、詳細な動作の違いを計測し、それぞれの動作の違いを比較する。



結果【実験①】加速度の比較



結果【実験①】加速度の比較

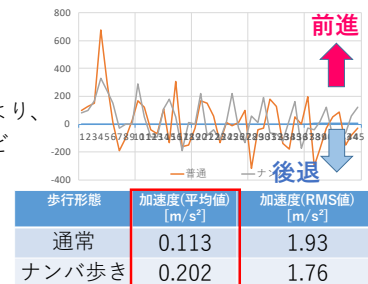
歩行形態	加速度(平均値) [m/s²]	加速度(RMS値) [m/s²]
通常	0.113	1.93
ナンバ歩き	0.202	1.76

- ☆加速度の平均値はナンバ歩きの方が大きい。
- ☆加速度のRMS値はナンバ歩きの方が小さい。
(加速度の前後の散らばりが小さい)

考察ー平均値ー

運動方程式 $ma=F$

(質量×加速度=力)より、
加速度の値が大きいほど
推進力大きい。



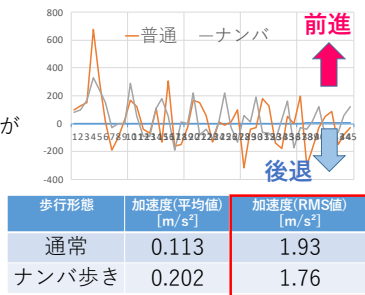
歩行形態	加速度(平均値) [m/s²]	加速度(RMS値) [m/s²]
通常	0.113	1.93
ナンバ歩き	0.202	1.76

ナンバ歩きは前へ進む推進力大きい

6 班

考察－RMS値－

RMSの値が小さいほど、
加速度の正負のばらつきが
小さい



ナンバ歩きはコンパクトで無駄のない動き

結果【実験②】Runmetrixの測定

歩行形態	ビッチ [step/min]	ストライド [m]	体幹の後斜 [°]	上下動 [cm]	骨盤の回転 [°]
通常	163	1.31	0.4	11.1	16.2
ナンバ歩き	167	1.43	0.1	10.6	22.9

体幹の後斜 前進に向かう体の傾き
値が小さいほど安定

骨の上下動 値が小さいほど体が沈み込み、跳ねる動き

骨盤の回転 骨盤を回転させる動き
値が大きいほど骨盤を回した力強い動き



ナンバ歩きは..

歩行形態	ビッチ [step/min]	ストライド [m]	体幹の後斜 [°]	上下動 [cm]	骨盤の回転 [°]
通常	163	1.31	0.4	11.1	16.2
ナンバ歩き	167	1.43	0.1	10.6	22.9

- ・ストライドが広く
- ・体幹の後斜が小さく
- ・上下動が小さく
- ・骨盤の回転が大きい

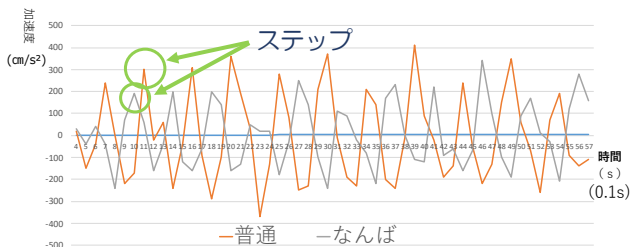
ナンバ歩きは力を前方へ伝えやすい歩き方

研究の目的

①ナンバ歩きと通常歩行の間にある身体の動かし方や、推進力の違いを明らかにする。

②ナンバ歩きが有効に活用できるような場面について検討する。

階段での結果



実験①の結果（階段）

	加速度の平均値 [m/s²]	RMS [m/s²]
通常	0.147	1.75
ナンバ歩き	0.105	1.54

- ☆加速度の平均値は通常歩行の方が大きい。
- ☆加速度のRMS値はナンバ歩きの方が小さい。

考察

	ビッチ [step/min]	ストライド [m]	体幹の後斜 [°]	上下動 [cm]	骨盤の回転 [°]
通常歩行	163	1.31	0.4	11.1	16.2
ナンバ歩き	167	1.43	0.1	10.6	22.9

階段は歩幅が一定になるため、ナンバ歩き特有のストライドが生かせない

今後の展望

- ・短距離と長距離走など瞬発力と持久力に注目し、ナンバ歩きの特徴を解明していきたい。
- ・ナンバ歩きは普通歩きよりも効率的かを総合的に判断する。



参考文献

- 山根一郎、日本人の歩き方
- 近藤徳彦/斎藤健司、体が語る人間の発達＝「なんば」という行動を通じて－
- 木村英二　日本人の「歩行形態」に関する研究
- 川副嘉彦　人間型二足ロボット「源兵衛」を用いたナンバ歩きからナンバ走りの再現

ご清聴
ありがとうございました

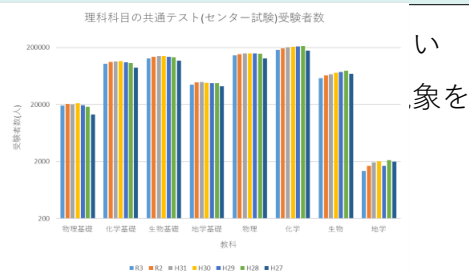
6班

無機結晶による火成岩の生成・風化の再現モデル実験

松本誠太郎 楠本壮一郎 田原佑人
渡部悠人 米田樹生 竹内悠

動機

- 地学・
- 岩石の体感

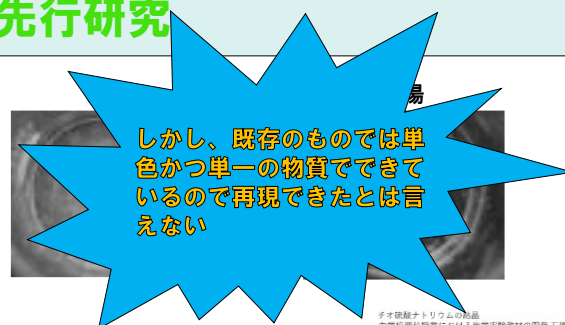


目的

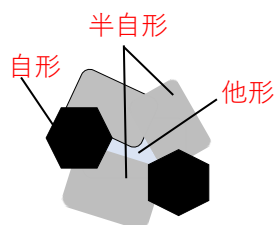
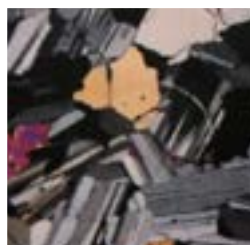
火成岩の生成・風化の再現モデルの作成

- 二種類以上の物質を使用し、等粒状組織を表現する
- 様々な条件下に置き結晶の破壊を起こす

先行研究



方法 (生成)



方法 (生成)

二種類の物質を水に溶かし、シャーレに析出させる組成は以下の通りである

1. CuCl_2 と KCl (mol比1:2)
2. CuSO_4 と K_2SO_4 (mol比4:1)



結果 (生成)



CuSO_4 と K_2SO_4



CuCl_2 と KCl

考察 (生成)



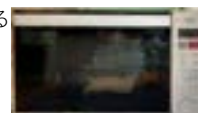
方法（風化）

風化実験は以下の二種類を試した

- 膨張率の違いを使う方法
- 結晶の隙間に入り込んだ水を凍らせ、内側から破壊する方法

方法（風化）

- ガスバーナーを使い、蒸発皿に乗せた結晶を加熱する
- ホットスターラーを用いて湯煎し、冷凍庫で冷却し、これを繰り返す
- 電子レンジを用い加熱する



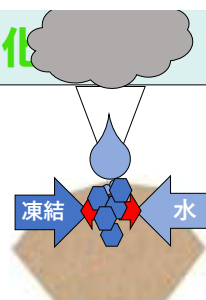
方法（風化）

- オープンを用いて加熱し、冷凍庫を用いて冷却し、これを繰り返す
- 霧吹きを用い、結晶に水をかけ、それを冷却し、凍結破碎作用を狙う

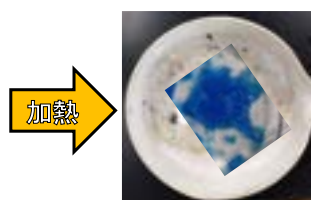


方法（風化）

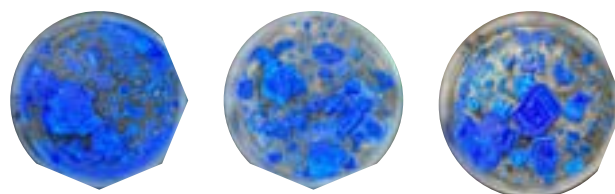
凍結破碎作用



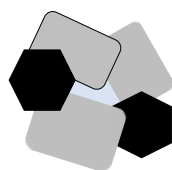
結果（風化）



結果（風化）



考察（風化）

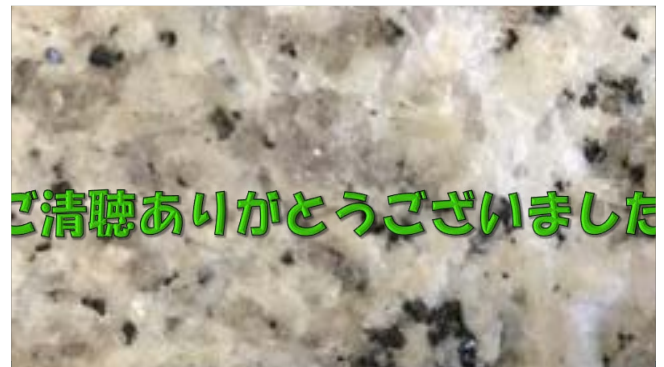


今後の展望

- 手に入れやすい食塩などの物質等でも試す
- 凍結破碎作用などの長期的な風化の成功
- 小中学生に実験してもらう

参考文献

- ・ 中学校理科授業における実験教材の開発
- ・ 火山岩と深成岩の違いを再現する実験



4 . 研究論文

要旨

昨今のプラスチックごみなどの環境問題をクモの糸をいかした代用品で解決できないかと考え、この研究の目標をクモの糸の袋を作ることにした。実験の結果、クモの糸には日常生活での刺激に耐えうる耐久性、強度を備えていることが分かったが、強度の面においては蚕の糸のほうが優れており、クモの糸を用いることの優位性を検証することができなかった。今後はクモの糸と他の糸の質を揃えた場合などの強度を計算し、クモの糸を使うことのメリットを発見していくことが課題である。

1. 序論

私たちはクモに興味があった。そこでクモの糸を使って何かに応用できないか、また環境への負担を減らすことで昨今の社会問題となっているプラスチックごみの解決につながるのではないかと考えた。その結果、本研究の最終目標をクモの糸を使った袋を作ることとした。

2. 先行研究

クモの糸には右図のように7種類あることが分かっており、私たちは特にクモの巣を形成する縦糸と横糸、クモがぶら下がることができる牽引糸に注目した。



図1 7種類のクモの糸

3. 実験

実験①クモの糸の構造観察

<方法>

クモの糸の構造を調べるために顕微鏡でクモの糸を観察した。



図2 横糸 (600倍)



図3 縦糸 (600倍)



図4 牽引糸 (600倍)

<結果>

横糸は糸が細く、等間隔に粘球と呼ばれる餌を捕える粘性のある球が見られた。

縦糸は横糸に比べて太く、ある程度の強度があると思われた。

牽引糸は2つの糸と比べてさらに太く、直径は $12.5\ \mu\text{m}$ だった。

実験②耐水性(実験②～④でクモの糸は縦糸と横糸を用いた)

<方法>

クモの糸を常温の水(28°C)に1分間つけた後、顕微鏡で観察して実験前の状態と比較する。

<仮説>

自然界で見られるクモの巣は雨などの水をはじいていることからクモの糸は耐水性がある。

<結果>

特に変化は見られなかった。

実験③耐熱性

<方法>

クモの糸を熱した水(80°C)に1分間つけた後、顕微鏡で観察して実験前の状態と比較する。

<仮説>

クモの糸はタンパク質からできているため熱によって変性する。

<結果>

特に変化は見られなかった。

実験④電気伝導性

<方法>

クモの糸の両端を電流計で挟み、電気が流れているかを調べた。

<仮説>

クモの糸はタンパク質からできているため電気を流さない。

<結果>

電気は流れなかった。

実験⑤強度

<方法>

- (1) クモの糸(横糸、縦糸、牽引糸)に対し垂直の向きの力を加えたときと、水平の向きの力を加えたときに耐えられる限界の力(絶対値が最も大きい値、グラフでは赤い円に囲まれた値)をフォースセンサーで計測した。
- (2) 比較対象として、蚕の糸、シルクの糸でも同様に調べた。

※グラフの見方

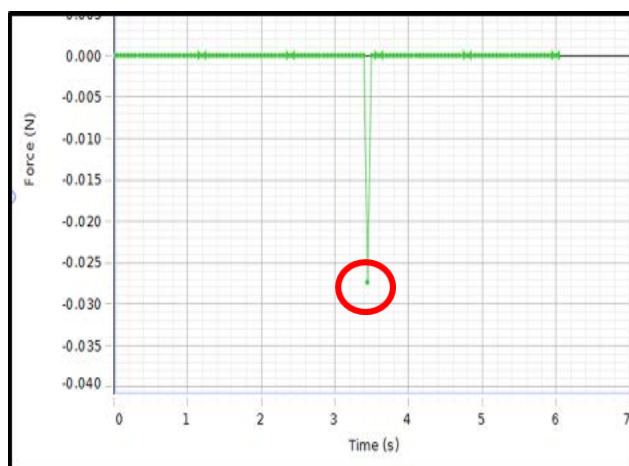
グラフの縦軸は力(N)、横軸は時間(秒)を示す。

フォースセンサーのフック部分を引っ張っている状態では縦軸の値が負の値となり、押し込んでいる状態では縦軸の値が正の値となる。
計測する値は絶対値をとる。

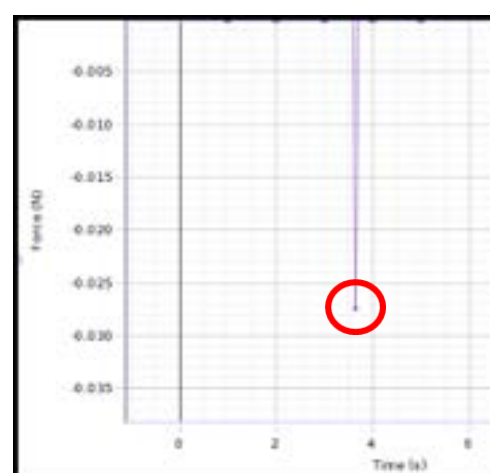


図5 フォースセンサー

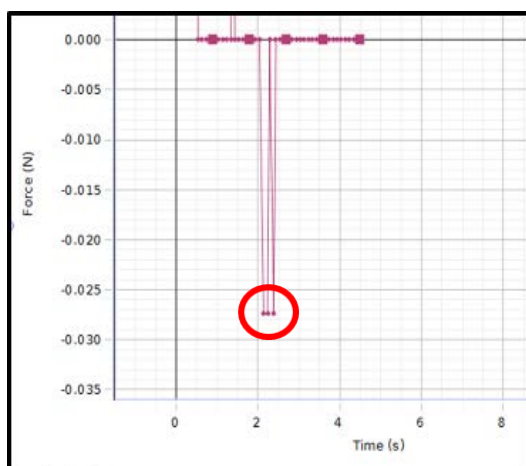
<結果>



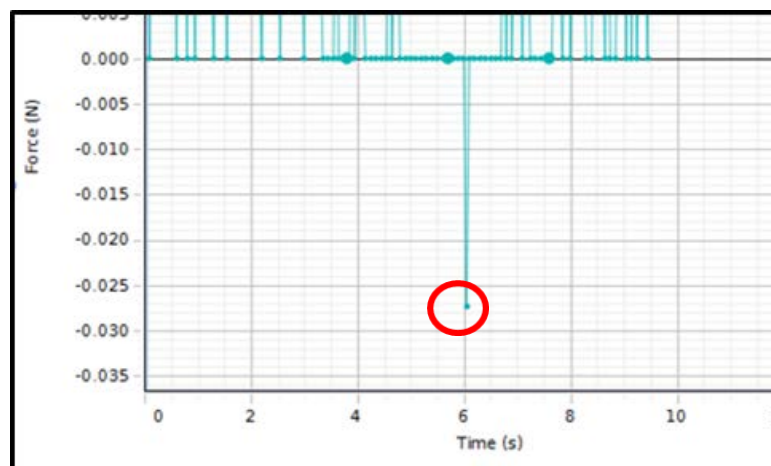
グラフ1 横糸水平



グラフ2 横糸垂直

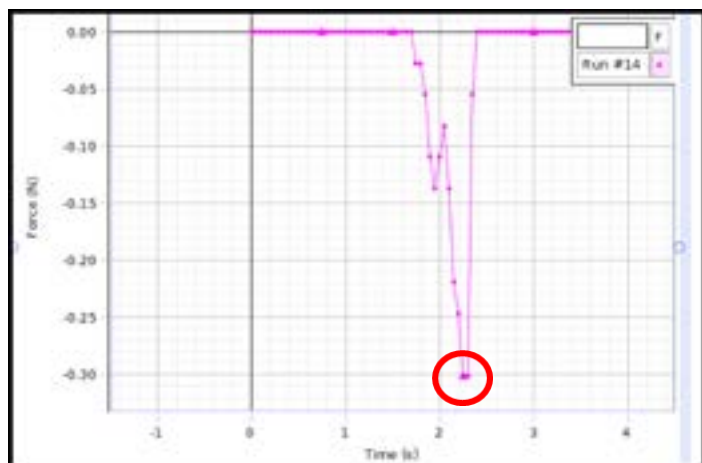


グラフ3 縦糸水平

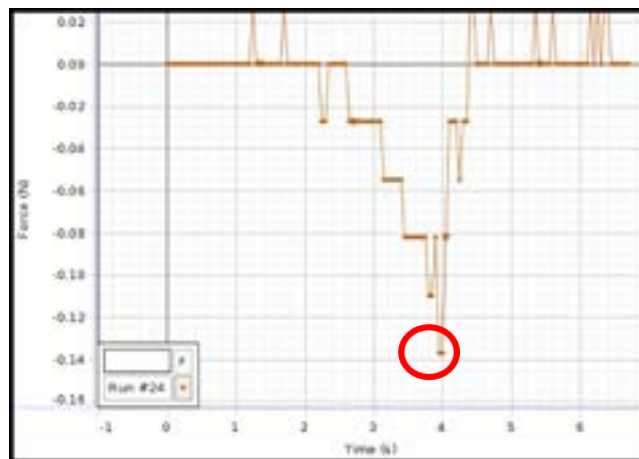


グラフ4 縦糸垂直

横糸、縦糸においては計測値がフォースセンサーの分解能(0.03N)を下回り、正しい値を計測することができなかった。またクモの巣から直接採集するため1本ずつしか取れず、撚り合わせて計測することが不可能だった。

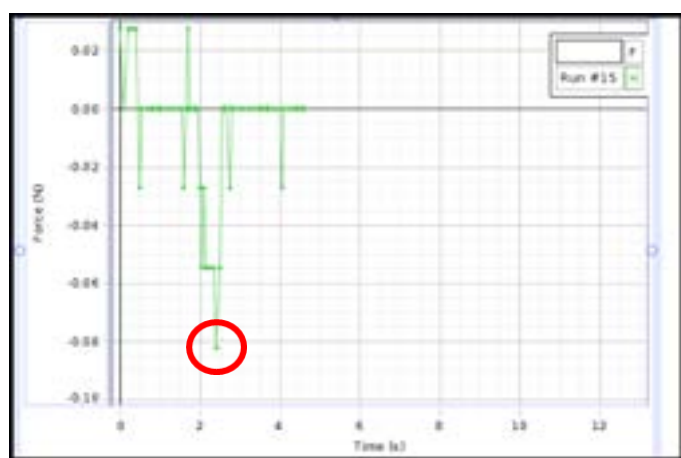


グラフ5 牽引糸水

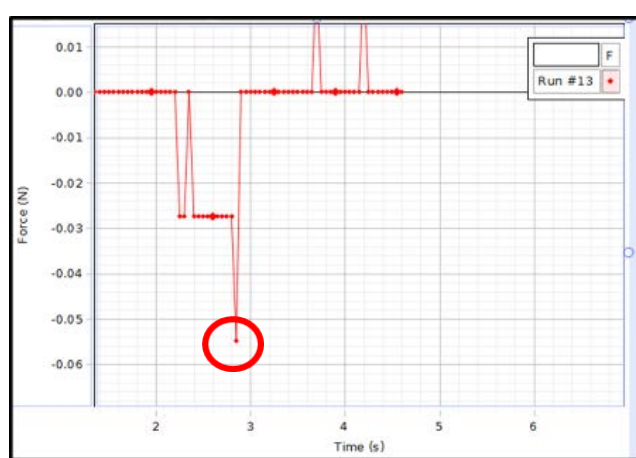


グラフ6 牽引糸垂

牽引糸は撚り合わせることが可能であったため、10本を撚り合わせて1本分の強度を測定することができた。水平の力では平均0.024N、垂直の力では平均0.020Nだった



グラフ7 蚕の糸垂直



グラフ8 合成繊維(シルク100%)垂直

垂直に計測した結果、蚕の糸では1本あたり0.083N
合成繊維では1本あたり0.055Nだった

4. 考察

実験②, ③, ④より、刺激を与えた後の強度については検証することができなかったが、恐らくクモの糸は日常生活で与えられる刺激への耐性を備えていると考えられる。また、⑤の実験より、クモの糸は縦糸や横糸に比べて、牽引糸のほうが強度や採取効率ともに優れているため、クモの糸で袋を作るのであれば牽引糸が最適だと考えられる。しかし、グラフ7より蚕の糸のほうが強度の面においてはクモの糸より優れていることがわかる。だが、クモの糸は撚り合わせることで蚕の糸程度の強度に高めることができる。したがって、袋を作るのに必要な耐久性は②, ③, ④の実験から満たしているので袋として利用することは可能である。

5. 結論・今後の展望

クモの糸を用いて袋を作ることは可能である。しかしクモは蚕と違い、餌やりの手間がかかることやクモが動いているなかで牽引糸を回収するのが困難であるので、大量生産も課題点として挙げられる。よって、現状では、袋の材料としてクモの糸が採用される可能性はかなり低いものと考えられる。

しかし、クモの糸を使うことのメリットを発見することができれば、クモの糸を素材として使うことができる。よって今後は牽引糸以外にも袋に適するクモの糸を見つけるため、糸をクモの種類ごとの強度で調べたり、他の糸との質量、面積、密度をそろえた際の強度を計算したりする。また部分によって使用する糸を変えたり組み合わせたりしてより耐久性を向上させることができないか、さらに、袋を作る際の糸の本数や袋の構造を検証していくことで実用的なクモの糸の袋を作成できるようにしたい。

6. 参考文献

- ・大崎茂芳. クモの糸でバイオリン. 第3刷, 東京都, 岡本厚, 2017年8月4日, 114ページ
- ・大崎茂芳. クモの糸のミステリー. 第1刷, 東京都, 中村仁, 2000年8月25日, 186ページ

7. 感想

今回の研究では前もって正しい実験を計画できなかつたり、先行研究を完全に調べることができず無駄な時間を使ってしまい、実験したいことを最後までやりきることができなかった。このことから改めて実験計画を立てることの重要性を思い知った。また生物という特に一定でないものを相手にする研究の難しさと面白さも学ぶことができた。同じ実験でもかなり異なる結果を出したときにその原因などを考察して修正したり、新たな結論へ導いていくことにやりがいや達成感を感じられた。将来大学などで別の研究をする際には今回の課題研究で得られた経験を元に正確な研究を行えることを楽しみにしている。

要旨

アユは鏡に映る自分の姿を見たときに自分であると認識できるのか否か、すなわち鏡像認知をできるのかどうかを、鏡板とアクリル板を用いた実験により検証した。収集したデータから t 検定を行い、統計的にアユの鏡像認知の可否を検証した。

1. 研究の背景と目的

鏡像認知とは、動物が鏡に映る自分の姿を自分だと認識できることだ。現在、魚類の鏡像認知を確認したのは大阪市立大学の研究グループが行ったホンソメワケベラに関する実験のみである。大阪市立大学の研究グループは、マークテストによってホンソメワケベラが鏡像認知をすることを明らかにした。

私たちはこの研究論文を読んで、他の魚種でも鏡像認知できるのではないかと考えた。本研究では、学校の生物実験室で飼育していたアユを用いて鏡像認知の実験を行った。

他の魚種も鏡像認知をできるかどうかを明らかにすることで、魚類の認知能力や記憶能力の研究の発展につながると考えている。また、現在鏡像認知が完璧にできている魚類はホンソメワケベラのみなので、この研究を通して他の魚種でも鏡像認知ができるということを明らかにしたい。もともと、日本では古くから魚類とのかかわりが深く、以前は多くの人が魚に関心を持っていたと考えているが、現在私たちのまわりではあまり魚への興味関心がないように感じられる。そのため、この研究を通してより多くの人に魚の面白さを感じてもらいたい。また、魚類はほかの脊椎動物に比べて認知能力や記憶能力が低いと思われがちであるが、実際はそんなことはないのだということを発見し、世の中に広めていきたい。

*アユは成熟すると約 1 m²の縄張りをもつと言われており、縄張りに入ってきた他個体を激しく攻撃する性質がある。アユが鏡像認知をするならば、他個体を見たときには攻撃を行うが、鏡に映る自分の像を見たときには攻撃を行わない。一方、鏡像認知をしないならば、他個体を見たときだけでなく、鏡に映る自分の像を見たときにも攻撃を行うと考えた。

2. 仮説

本研究では、アユは鏡像認知をするという仮説をたてた。

3. 方法

90×45×45 cm水槽、鏡板、アクリル板等を用意する。その水槽内を自然の川の環境に近づけるために、石やエア、他の魚種を水槽内に投入する。そして、図 1 のように水槽を鏡板で半分に仕切り、その両側に大人のアユ A、B を入れ、半分に分けられた水槽の中で縄張りを持たせる。このとき、鏡板で仕切った 2 つのスペースに差が生じないように、石やエアの量、他の魚種を調整する。また、水槽内の光量を、ライトを用いること

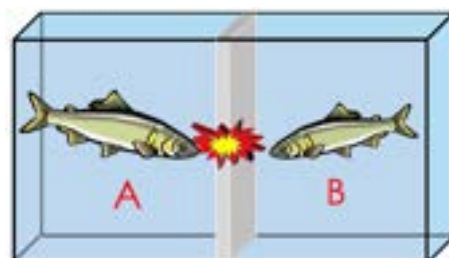


図 1

でアユの活動が活発になる夏の光量に近づけ、水温も水槽用クーラーで 20℃一定にする。そして、鏡板とアクリル板に対してのアユの反応を観察する。2 週間後、鏡板をアクリル板に交換して再度観察を続ける。観察は、アユに餌をやる前後に左右それぞれのアユの動画を 1 分間撮影して行う。その後 t 検定を用いて、①鏡板とアクリル板への攻撃回数、②餌やり前、後の攻撃回数に有意差があると言えるかどうかを調べる。②については本研究に直接関係するものではないが、ついでに検証している。

*A、B どちらのアユもメスで、体長は約 15 cm。A のアユの方が B のアユよりも強い。



鏡板



アクリル板

4. 結果



実験結果①A のアユの餌やり前の攻撃回数のグラフ

*縦軸は攻撃回数、横軸は観察回数を示す。青色のグラフが鏡板のとき、オレンジ色のグラフがアクリル板のときの結果を示す。なお、以下のグラフもすべて同じ表記方法である。



実験結果②A のアユの餌やり後の攻撃回数のグラフ



実験結果③B のアユの餌やり前の攻撃回数のグラフ



実験結果④B のアユの餌やり後の攻撃回数のグラフ

t検定結果① (鏡とアクリルの変数)		
	餌やり前	餌やり後
A	0.000526 < 0.05	0.0012 < 0.05
B	0.0000389 < 0.05	0.0000000018 < 0.05

t 検定結果①

これは、鏡板とアクリル板に対する攻撃回数に有意差があると言えるかどうかを検証したものである。

*いずれも優位水準 0.05 として比較。値が 0.05 より小さければ、鏡板への攻撃回数とアクリル板への攻撃回数に有意差があると言え、0.05 より大きければ有意差があるとは言えない。

t検定結果② (餌やり前と後の変数)		
	鏡	アクリル
A	0.000661 < 0.05	0.00000148 < 0.05
B	0.048 < 0.05	0.00000081 < 0.05

t 検定結果②

これは、餌やり前と餌やり後で攻撃回数に有意差があると言えるかどうかを検証したものである。

*いずれも優位水準 0.05 として比較。値が 0.05 より小さければ、餌やり前と餌やり後で攻撃回数に有意差があると言え、0.05 より大きければ有意差があるとは言えない。

5. 考察

実験結果①から④のグラフより、A, B それぞれのアユの鏡板とアクリル板への攻撃回数には、餌やり前、餌やり後ともに明らかな差があることがわかる。また、t 検定結果①よりすべての条件において 0.05 よりはるかに小さい値を示しており、鏡板とアクリル板への攻撃回数には有意差があると言える。つまり、鏡板に対する攻撃回数よりもアクリル板に対する攻撃回数のほうが多いということである。

しかし、①と②のグラフで A のアユが鏡板に対して攻撃を行っているときがあることがわかる。鏡板に映る自分の像に対して攻撃回数が多く、攻撃の勢いも強かったため A のアユは鏡像認知をしていないと考えられる。しかし、t 検定結果より鏡板とアクリル板への反応には有意差があったことから、鏡板に映る自分の姿に何らかの違和感を持っていると考えられる。

これに対して、餌やりの前後において実験結果①～④と t 検定結果①より、B のアユは A のアユよりも鏡板とアクリル板への攻撃回数にさらに大きな差があることがわかる。B のアユでも鏡板に映る自分に対して、少ないながらも攻撃を行っているときがあることがわかる。しかし、これはアユが鏡板に付着しているコケを食べようとした際の行動を、我々が誤って攻撃としてカウントしてしまったものだと考えられる。この理由は、アユが鏡のコケを食べる行動と、攻撃としてカウントした行動とが酷似しているからだ。加えて鏡板での 18 回目の観察において鏡板に付着していたコケをすべて取り除いたところ、A のアユは鏡板に映る自分に対して攻撃を行ったが、B のアユについては攻撃を行わなかったことも理由として挙げられる。これらのことから、B のアユは鏡像認知をしていると考えられる。

次に、t 検定結果②より、すべての条件において餌やりの前後で攻撃回数に有意差があると言える。つまり、餌やり前よりも餌やり後のほうが攻撃回数は多いということである。この理由としては、アユは本来成熟するとコケのみを食べて生活するのだが、本研究では水槽内に生育するコケのみではアユが十分な栄養を摂取できないと考え、アカムシを餌として与えていたため、餌やり前後でアユの活性に差が生じて、このような結果になったと考えられる。また、B のアユの餌やり前後での鏡板に対する攻撃回数にあまり大きな差がないのは、B のアユが鏡板に対してあまり攻撃を行っていなかったからである。

6. 結論

本研究より、アユも鏡像認知を行うことが可能である。また餌を与えていた場合は、餌やり前よりも餌やり後のほうが活発に攻撃をする。

7. 今後の課題

本研究の課題は 7 つあげられる。

- (1) より多くの個体を用いて実験を行う
- (2) 鏡板やアクリル板についているコケなどを取り除いたり、定期的に交換を行ったりして、きれいな状態を保ち、より実験の精度を高めていく
- (3) 攻撃の定義を明確にする
- (4) 鏡板、アクリル板の実験日数を変える
- (5) オスとメスに違いがあるのかを調べる
- (6) アユの年齢によって結果に変化が生じるのかを調べる
- (7) 餌を与えていないアユでも実験を行う

8. 参考文献

<http://www.osaka-cu.ac.jp>

『鏡に映る自分』がわかる魚を初めて確認！～世界の常識を覆す大発見～―大阪市立大学」

9. 感想

これまでに生物を育てたことや生物と触れ合ったことがほとんどなかったので、アユなどの魚のことから水槽などの設備のことまで初めて知るようなことが多くて、新たな経験をたくさん積むことができた。生物はなかなか思うように行動してくれず、生物と言葉を交わすこともできないので、生物相手の実験の難しさを感じた。

1. 研究の背景と目的

近年、地球外惑星への移住についての研究が国際的に進められている。その中で、火星は地球と距離が近く、形も似ていることから、住める可能性が比較的高い惑星だと言われている。果たしてそれは本当なのか疑問に思い、私たちは火星に住むことができるのか研究することにした。

具体的にどの観点から研究をするのか考えた時、私たちは火星で生活することを目的としているため生きていくために一番大切なものは食料を自給自足することを考えた。そこで、火星の環境で植物を育てることができるのか研究することにした。

具体的には、火星の大気圧は地球の 1000 分の 6 であるのでその環境でも植物が育てるかを調べる。

また、火星の土壌は主に玄武岩と酸化鉄からできているため、それと似た土壌を自分たちで作り調べる。

2. 先行研究

地球の農業と火星の農業 和田秀徳

～火星レゴリスの土壌化～

- ①通気性と通水性の改善
- ②脱塩と CaCO_3 , CaSO_4 による固化防止
- ③pH 調整 火星の $\text{pH} 7.2 \pm 0.1$ (ややアルカリ性)
- ④リン酸固定防止
- ⑤有機物の集積
- ⑥微生物の定着

今回使用した兵庫県豊岡市玄武洞玄武岩の成分表

火星のレゴリス成分表

Wt.	%
SiO_2	50.19
TiO_2	1.97
Al_2O_3	17.33
Fe_2O_3	2.07
FeO	6.94
MnO	0.12
MgO	6.44
CaO	8.27
Na_2O	3.70
K_2O	1.49
P_2O_5	0.65
$\text{H}_2\text{O}(+)$	0.31
$\text{H}_2\text{O}(-)$	0.14
Σ	99.62

表 3 Viking により測定された、土壌の質量元素比 (Clark et al., 1982 を一部改定)。

Table 3 Chemical compositions of the Viking lander soil samples, measured with XRFPS (adapted from Clark et al., 1982).

Sample	Type	MgO	Al_2O_3	SiO_2	SO_2	Cl	K_2O	CaO	TiO_2	Fe_2O_3
Viking 1										
C-1	finer	6	7.5	(43)	7	0.7	0	6	0.65	17.6
C-2	crust	—	—	(42)	9	0.7	0	5.5	0.57	17.3
C-5	crust	7	6.9	42	9.5	0.9	0	5.6	0.60	17.4
C-6	deep fines	6	7.3	44	6.7	0.8	0.04	6.0	0.61	17.3
C-7	finer	5	7.4	44	6.8	0.6	0	6.0	0.63	19.0
C-8	finer	6	7.1	43	5.9	0.65	0	5.8	0.71	18.8
C-9	bulk	5	7.5	45	7.2	0.8	0	6.0	0.71	18.9
C-11	deep fines	6	7.2	—	—	—	0	5.4	0.64	17.7
C-13	crust	7	7.0	(43)	9	0.9	0	5.4	0.59	18.2

3. 方法・仮説

研究① 気圧変化

脱脂綿の上に豆苗の種を乗せる。それを減圧機に入れて気圧を下げ、地球の大気より気圧が低い環境でも発芽するか観察する。(図 1 左)

(1) 減圧についての実験

豆苗 A 減圧をせず、適度に水を与える

豆苗 B 減圧をし、適度に水を与える

両方の豆苗に適度に水を与えることで水不足による発芽の阻害は起こらないものとする。

(2) 減圧によって水が蒸発することへの影響について

(1) の実験では水不足は起こらものとしていたが、気圧が下がることで水が蒸発し、水不足が起こっている可能性が浮上した。そのため、減圧の直接的な影響を直接調べることができていないと考えたため、水不足による影響があるのかを調べる。

豆苗 C 減圧をして水を十分に与える

豆苗 D 減圧をして湿る程度に水を与える

研究② 土壌

先行研究より、火星の土の主な成分は玄武岩だとわかったため、玄武岩を砕き火星の土とする。玄武岩をハンドクラッシャー(図1真ん中)で砂の大きさまで砕く。(図1右)また、火星の土壌は表面が酸化鉄で覆われているとわかったため、その上に酸化鉄を撒き火星の土を再現し、そこにはつか大根の種を植え、a 通常土+腐葉土と b 再現した火星の土で対照実験する。

研究③ 研究②の課題解消

火星の土に腐葉土とピートモスを入れ土壌改良すれば成長するのか調べる。



図1

4. 結果

研究①

豆苗 A 通常の気圧(水あり)→1日で発芽(図2右)

豆苗 B 減圧(水あり)→発芽せず

豆苗 C 減圧(水十分)→1週間たっても発芽せず(図2左)

豆苗 D 減圧(水蒸発)→発芽せず

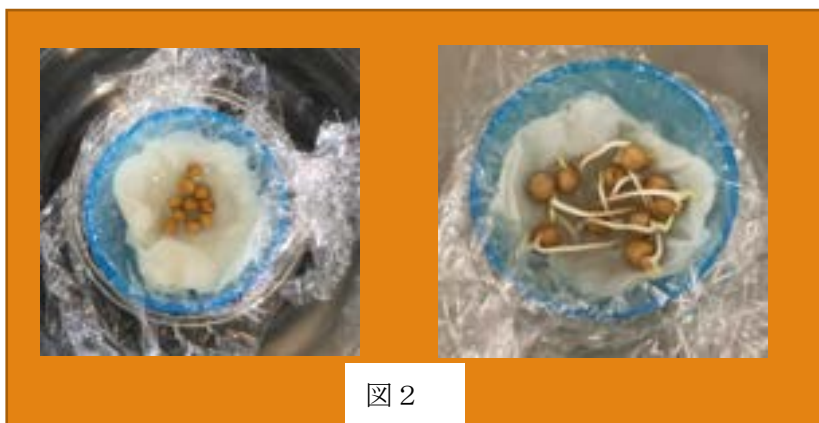


図2

研究②

通常の土(桃山高校花壇の土+腐葉土)

→種うえから 7 日目に発芽、(図 3 左)その後順調に成長したが実はつかなかった。(図 4)

火星の土(玄武岩+酸化鉄)

→種うえから 8 日目に発芽(図 3 右)その後成長せず。(図 4)



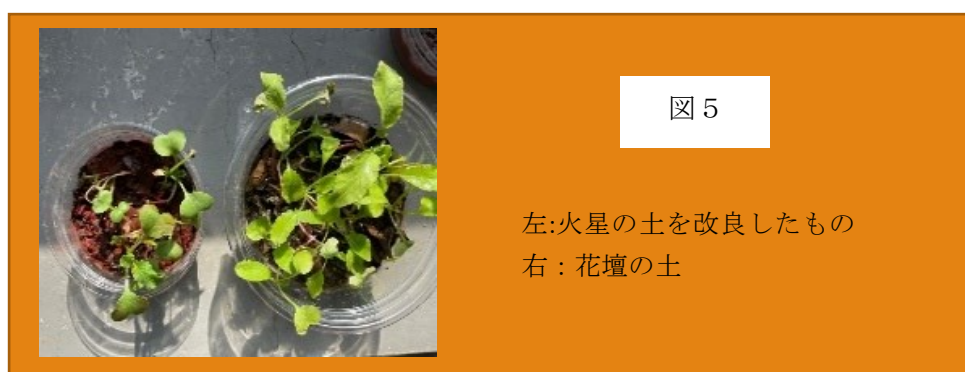
研究③

通常の土(桃山高校花壇の土+腐葉土)

→種うえから 7 日目に発芽、(図 3 左)その後順調に成長したが、3 週間観察を続けても、実はつかなかった。

火星の土(玄武岩+酸化鉄+腐葉土+ピートモス)

→種うえから七日目に発芽、その後 11 センチ成長したが 3 週間観察を続けても、実はつかなかった



5. 考察

実験①

減圧して水を十分に与えても育たなかったことから、やはり気圧を下げ、水が蒸発することによる水不足の影響ではなく、気圧が低いこと自体が育たない原因である。

なぜなら、先行研究から植物栽培に大切なのは全圧ではなく分圧であるからだ。ドルトンの法則から、全圧を下げると、分圧も下がり、同体積中に含まれる酸素や二酸化炭素の物質量が減る。全圧を下げて、酸素と二酸化炭素の分圧が変わらなければ、植物は成長すると考えられる。

実験②

植物の成長過程の中で、発芽のみ条件が異なり、水、空気、温度がそろっていれば植物は発芽する。

今回の実験では、この 3 条件がそろっていたため、発芽した。

次に発芽しなかった理由を考える。発芽後の植物の生育に必要な 16 種類の元素

(N, P, K, Ca, O, H, C, Mg, S, Fe, Mn, B, Zn, Mo, Cu, Cl)は必須元素と呼ばれ、そのうち 1 つでも欠けると、植物の成長が完結しない。そのうち火星レゴリスに含まれていたのは、10 種類(P, K, Ca, O, H, C, Mg, S, Fe, Mn)

であり、6種類の元素が欠けていた。また、16種類の元素になかでも、特に重要な三つの元素は、(N, P, K)であるが、そのうち窒素(N)が含まれていなかったため、発芽はしたものの、その後成長はしなかったと考えられる。

実験②から見つかった課題は、窒素を土壌に加えること、土壌のpHを調整することだ。窒素は土壌に腐葉土を加え、pHはピートモスで弱アルカリ性を中性に近づけることで解決できると考えた。ピートモスとは、弱酸性の水気が多い場所で育った植物を砕いた土のことだ。通常、弱酸性の土がよく育つとされている。

実験③

実験期間とはつか大根の栽培期間がことになった、必須元素がたりていないという2つの理由で実がつかなかったと考えた。また、窒素、ピートモスを加えたが、量が適切でなかった可能性もあると考えた。

6. まとめ

本研究では、火星の環境で植物が育つかどうか検討した。

実験①では、発芽しなかった。実験②では発芽はしたもののその後成長しなかった。実験③では成長したものの実がつかなかった。

地球より気圧が低い火星の分圧を調整することが必要である。土に関してはレゴリスに腐葉土とピートモスを加えると発芽し成長した。しかし、実がつかなかった理由として、発芽と成長の条件が異なるように、成長と実がつく条件も異なるのではないかと考えた。前記したように、火星の土には成長にもっとも必要な窒素や、その他の必須元素が含まれていない。実験③で窒素と微生物の成長のために腐葉土を混ぜたが、成長はしたものの実がつかなかったことから、窒素による植物への影響は、成長過程までであって、実をつけるには、まだ火星の土に含まれていない必須元素(N, B, Zn, Mo, Cu)が十分ではなかったと考えた。

よって、今後はつか大根を実まで育てるには、生育期間を7月上旬にし、さらに不足元素を混ぜる、または窒素の含有量を増やすために、腐葉土の割合を変えることが必要だと考える。

7. 参考文献

地球の農業と火星の農業

和田秀徳

e-taneya <https://www.e-taneya.net/blog/2015/06/種子と発芽について/>

化学肥料に関する知識 BSI 生物化学研究所 植物の生育と必須元素・肥料

ピートモスとは <https://hourti.jp/1131>

低圧環境における植物の生育

石神靖弘 後藤英司

微小重力環境における植物の生長と形態形成

大阪市立大学大学院理学研究科 富山大学大学院理工学研究部

土壌の酸性度と測定・調整方法について <https://ymmfarm.com>

8. キーワード 火星、植物、レゴリス

5. 英語ポスター

The mathematics of holding an umbrella

~the best way to put an umbrella in various situation~

group 01

Koichiro Endo, Koki Taniguchi, Naruhiro Nagao, Tetta

Abstract

The purpose of this research is to suggest the best way to hold an umbrella. For that purpose, we tested how wet we get depending on different conditions such as how we hold an umbrella and the angle of rain as a function using multiple variables. The procedure involved defining the shape of the body and what is getting wet. Next we calculated the area of the body that was seen from the same angle as the rain fall and the amount of rain that passed through the fixed area. We are going to calculate both. The area of the body that is seen from the same angle as the rain fall has succeeded in formulating the rain angle. In conclusion, this study will show the effects of umbrellas, and what umbrella shape is better, it will be useful for the development of umbrellas.

Purpose

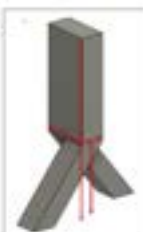
When we go school on rainy days, we feel bad. That's because we get wet. So, we decided to think about the best way to put an umbrella.

Previous research

- *Sūgaku seminar* : *Amenihasebakousiki*
- This report tell us about the difference of the amount to get wet, running or walking.
- Difference from this study
 - ① use umbrella or not.
 - ② the shape of humanoid model.

Method

- ① We define humanoid model.
 - Height from ground $h=164\text{cm}$
 - Shoulder width $w=42\text{cm}$
 - Thickness $d=20\text{cm}$
 - Height from the ground to the waist $l=76\text{cm}$
 - Fix stride
- ② Relative model was made.
 - <Conditions under relative model>
 - I Raindrops shall fall perpendicularly to the ground.
 - II Humanoid model shall go straight at a constant speed.
 - Under these condition, define a rain track as **Vector of rain velocity – Vector of human velocity**.
- ③ The state from the side of the humanoid model is expressed in a coordinate plane. Next, Line R(perpendicular to the rain trajectory) is defined. And, project the humanoid model and umbrella on the Line R. Hit the point A,B,C,D,E,P,Q,S on the line R, which is necessary for the case classification of the positional relationship between the umbrella and the humanoid model. Define θ as shown in the figure below. Think about the wet area based on the location of ABCDEPQS.



Hypothesis

If you hold the umbrella so that its surface is parallel to the line R we think it's the least likely to get wet in the rain.

Result

Displacement of θ	Wet area
$-81.87^\circ < \theta < -77.47^\circ$	$907.2\sqrt{2} \cdot 21\sqrt{5834} \sin(\theta + \tan^{-1}(\frac{126}{210}))$
$-77.47^\circ < \theta < -49.85^\circ$	$153.3\sqrt{2} \cdot 42\sqrt{5834} \sin(\theta + \tan^{-1}(\frac{126}{210}))$
$-49.85^\circ < \theta < -13.62^\circ$	$428.4\sqrt{2} \cdot 21\sqrt{5834} \sin(\theta + \tan^{-1}(\frac{126}{210}))$
$-13.62^\circ < \theta < 5.13^\circ$	0
$5.13^\circ < \theta < 10.41^\circ$	$953.4\sqrt{2} + 21\sqrt{5834} \sin(\theta + \tan^{-1}(-\frac{210}{100}))$
$10.41^\circ < \theta < 40.03^\circ$	$1707.3\sqrt{2} + 42\sqrt{5834} \sin(\theta + \tan^{-1}(-\frac{210}{100}))$
$40.03^\circ < \theta < 74.26^\circ$	$2209\sqrt{2} + 21\sqrt{5834} \sin(\theta + \tan^{-1}(-\frac{210}{100}))$
$74.26^\circ < \theta < 98.13^\circ$	$1860.6\sqrt{2}$

We considered the situations. That the stride is 0.74m, the speed of rain is 7.0m/s, walking speed is 1.0 m/s. This table shows the area of the wet parts of humanoid model on the line R.



Considerations

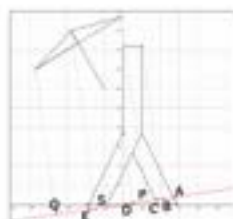
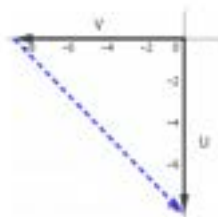
In contrast to the hypothesis, holding the umbrella with the handle toward the opposite direction is the best way to avoid getting wet in the rain. However, since the result depends on the speed of the rain and the speed of walking, it is better to hold the umbrella so that the handle is perpendicular to the ground when it rains lightly or you walk fast, and to hang the handle on your shoulder when it rains hard or you walk slowly.

Future prospects

Think about the best way to plug in when you set your destination.

Bibliography

- (1) Hiro, I. (2020). *Amenihasebakousiki*
- (2) *syuyousunnpoukoumokononendaibetuhelkinnti* (https://warp.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/286890/www.meti.go.jp/press/20071001/007/004_bessi.pdf)



How to safely drop an egg. — Impact Absorption —

Group 02

Oura Chisa

Okada Keisho

Muto Ami

Abstract

Our aim with this project was to inspect impact absorption efficiency in an Egg Drop. Two experiments were conducted. In the first experiment, raw eggs were dropped to find the impact force of the eggs. A oscilloscope, and a piezoelectric device were used. We found that the impact force of the egg was 4N. In The second experiment, raw eggs were protected by a structure made of drawing papers. This paper protector was the design made by the champion in a previous egg drop contest. The protectors are a cone shape with a parachute above the cone. There are cylindrical cushioning materials on the bottom of the cone. The egg was dropped from the second floor of our school. The result of the experiment was that the egg did not crack. This experiment shows that cylindrical cushioning material can easily disperse force. Also, using a parachute reduces the free fall speed by increasing air resistance.

Motivation

We learned about the egg drop contest and wanted to explore a structure that was effective in absorbing shock.

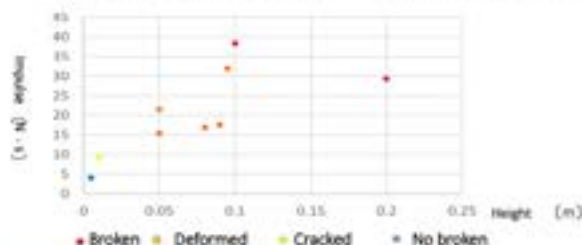
Purpose

Explore a structure in which an egg inside doesn't break even if it drops. Thereby we will explore a structure that efficiently absorbs the impact when an object drops.

Previous research

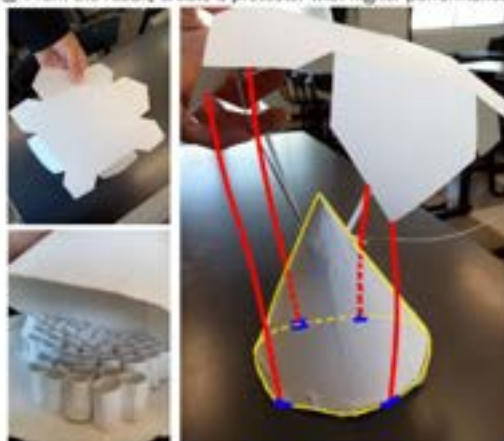
- ① Drop the raw eggs from a certain height, and investigate the height at which the raw egg does not break.
- ② Investigate the contact time between the raw eggs and the floor.
- ③ Investigate the force applied to the raw eggs and check the strength of the raw eggs.

※ Here, it is said that the contents of the raw eggs come out are "broken".



Method

- ① Refer to past winning works of the egg drop contest. And make a protector.
- ② Put eggs and drop them from the height of the second floor (5.69m).
- ③ From the result, create a protector with higher performance.



Result

On the first attempt, it spun in the middle of the fall, fell from the side of the cone, and the egg broke.

On the second attempt, it landed from the bottom of the conical part without rotating, and the egg did not break.



Consideration

It was considered that the reason why the protector was tilted on the first attempt was that the parachute part and the conical part were close to each other, and when the parachute was tilted, the conical part was also tilted. So on the second attempt, we separated the parachute part from the conical part. Therefore only the parachute part was tilted (the conical part wasn't tilted), and the protector landed on the base. Namely, the important thing is the distance of the parachute part and the conical part.

summary

- When the protector lands from its bottom, the cushioning material functions and absorbs shock better than it lands from its side.
- Cylindrical cushioning material can efficiently absorb shock.
- In conical structure, the center of gravity is low. So it tends not to lands from the side.

Assignment

Because only two trials have been conducted, we can't get the height which eggs break. In addition, even better structure and cushioning material have hardly been manufactured, so we could try only two kinds of protectors.

References

- エッグドロップの基本的ルール
<http://menodakurikidshund.org/eggdropkoshien/basic-rules/>
- 群馬県立高崎高等学校平成30年度SSH課題研究Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ成果報告書

Make a circle with the trajectory of radiation

Group 03

Ikeda Takuya, Kawabata Taro, Shiraishi Yukio, Izuhara Harumu, Okunishi Ryota, Ohashi Hiroto

Abstract Our goal is to force helium nuclei into a circle trajectory within a cloud chamber. Previous studies have shown that radiation bends due to magnetic force, and that the trajectory of radiation can be seen in a cloud chamber. As a result of trying to use a self-made coil and various magnets as a method of creating a string field, we decided to use a neodymium magnet. We estimated the initial velocity of radiation by examining the difference in the way the radiation trajectory is curved by the radiation source and its radius. From this result, the plan is to find the strength of the magnetic force.

Motivation

The reason we were interested in radiation was because we learned that invisible radiation can be seen as a miracle by using a device called a cloud chamber. Also, we learned that the trajectory of radiation bends when a magnet is used, and we thought that it would be possible to draw a circle with the trajectory of radiation by changing the placement and strength of the magnet.

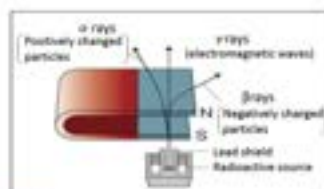
Purpose

The purpose of this study is to bend the radiation, which should have originally proceeded linearly, by applying a magnetic field to the cloud chamber, and to make the radiation circular.

Previous research

Using a cloud chamber, only the trajectory of the α and β lines, which are particles, can be seen. α and β lines have a charge and are bent by magnets.

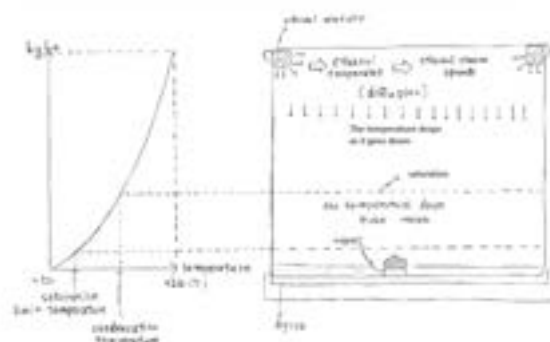
~ Principle of bending radiation ~



Method

Place a cloud chamber on crushed dry ice. Place a neodymium magnet in the cloud chamber. Next, sufficient ethanol is injected into the cloud chamber and a line source (this time using Vandenbrandeite) is placed directly above the neodymium magnet with tweezers. Cover the illuminated top lid. After a while, an ethanol fog is generated, and the ions in the cloud chamber are removed with a vinyl chloride rod to make the trajectory of radiation easier to see and capture the situation with a camera.

In addition, experiments using self-made wire coils instead of neodymium magnets will also be conducted.



Result

Before the experiment, it was found that the magnetic force of the conductor coil was very weak, and it could not be used in the experiment.

- When neodymium magnets were used, it was confirmed that the trajectory of the radiation was bent.
- Some of the radiation that popped out were bent and some were not bent. The number of trajectories seen by the source varies.



Consideration

Although there are variations, we were able to observe the circle. According to Fleming's left-hand rule, when a neodymium magnet with the S pole facing up was placed under the cloud chamber, the alpha rays were positively charged and bent to the left. From the captured image, it was also determined that the radius of the circle was $r = 4.5 \times 10^{-4} \text{ m}$. Applying this value to the formula of the motion of charged particles in a magnetic field,

$$R = \frac{mv}{qB}$$

$$\begin{aligned} Q &= 2e = 3.2 \times 10^{-19} \text{ [C]} \\ M &= 6.64 \times 10^{-27} \text{ [kg]} \\ B &= 2.8 \times 10^{-1} \text{ [T]} \\ R &= 4.5 \times 10^{-4} \text{ [m]} \end{aligned}$$

From the previous research that the radiation emitted from the radiation source bends when the magnet is brought close to the cloud chamber, a circle can be formed by the trajectory of the α ray, and the velocity of the α ray in the cloud chamber was obtained.

Since there is a big difference from the actual velocity, the radius of the circle can be freely changed by using the measured velocity in the next and subsequent experiments.

Summary

Therefore, if the experiment is conducted under high pressure, the number of collisions will increase and the vehicle can be decelerated sufficiently, so the probability of drawing a circular orbit around it will increase. There are two possible reasons why a high-speed object does not draw a circle. First, those with high velocities may not be easily affected by the magnetic field. The blue arrow in the figure below indicates the magnitude of the radiation velocity. Considering the red arrow as the magnitude of the force that the magnetic field attracts radiation, those with high velocities may be less likely to bend due to the magnetic field than those with low velocities.

Secondly, there is a limit to the force with which radiation can ionize surrounding substances, and the one with a high velocity is because the trajectory is cut off before the circle is drawn.

References

- Masakazu Kunitomo, "改訂版物理", SUKEN Ltd.
- kenis corporation, "簡易電磁実験セットTK"
- MEXT, "放射線測定本"
- SUKEN SYUPPAN Editorial department, "フォトサイエンス物理図録"

WING ANGLE AND LIFTING POWER

~ Consideration of the best airplane for modern society ~

Group 04

Yagi Keiichiro, Katayama Yuki, Yamazaki Haruya, Izumi Gackt, Ootonari Sota, Ishimaru Shuji

Abstract Our aim with this project was to create the best wing design for a plane. Experiments are conducted by changing pitch angle dihedral angle and sweep back angle to influence the lifting of the airplane. In general, a larger pitch angle and a smaller sweep back angle produces greater lifting power. The dihedral angle suppresses the horizontal slide of the airplane body. We found that there is no lifting power when the pitch angle is 0 degrees. On the whole, increasing the pitch angle reduces the force applied to the electronic balance as well. In conclusion, the larger the pitch angle, the larger the lifting power.

motive

We were interested in the fact that there are various wing shapes depending on the type of airplane.

object

Proposing the most suitable airplane for modern society while conducting experiments under various conditions.

previous research

~ Hyogo Prefectural Kobe High School
"Isakuhudoujikenkiwomotitakuukinanagarenokashika"
~ Kyoto Prefectural Momoyama High School
"Yokutabuhikoukiwotsukuru"

method

Using the wind tunnel, the conditions of three types of angles, pitch angle, receding angle, and dihedral angle, which are related to the lift of the airplane, are changed, and the reduced mass is measured as lift using an electronic balance.



Electronic balance

※ pitch angle --- Angle of the nose with respect to the horizontal



※ receding angle --- Angle when the wings are mounted backwards on the fuselage



※ dihedral angle --- Upward warp angle of the wing

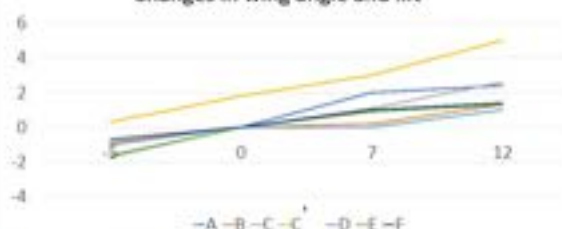


result

	A	B	C	D	E	F		styrofoam
receding angle	60	60	70	70	80	80	cuboid	2~4
dihedral angle	0	20	0	20	0	20	streamlined	8~12

	A	B	C	C'	D	E	F
-5	-0.7	-0.9	-1.6	0.3	-1.0	-1.7	-0.7
0	0	0	0	1.8	0	0	0
7	2.0	0.2	1.1	3	0	0.9	1
12	2.4	1.3	2.6	5	1.0	1.3	1.4

Changes in wing angle and lift



consideration

Although there is a difference in the width of the change, the lifting power increases when the pitch angle is raised. Moreover, it cannot be said that the lifting power increases when the retreat angle is raised from the result. The dihedral angle was not seen to be related to lift from the hypothesis. Thereafter, when we processed C into a streamlined shape close to the actual shape and the experiment was performed, a lifting power was produced greater than any other condition. So it is considered that the streamlined shape of the wing is the best.

conclusion

From the results, the most lifting power was obtained by the streamlined processing of the shape of the wing of C. Therefore, it can be said that this wing is effective in shortening the runway and improving fuel efficiency.

assignment

The number of experiment's trial is small, the score isn't always accurate so it may be not control experiment. It's difficult to read the score because it's shaky.

references

nakamura@j.karuzuka.edwakerukoukikigaku/chou/nyum/on/en

Possibility of electricity storage method for the 21st century

group 05

ojaki Aoi Nakajima Tsubasa Maehara Kousuke Yamagami Soushi

Purpose

Aiming to realize medium-scale livestock electricity using potential energy.

Hypothesis

Energy is stored in the order of gravity < atmospheric pressure < magnetic force < electrostatic force

Method

(1)①Atmospheric pressure: Push out the syringe to create a vacuum inside the syringe, and in that state, pull the syringe with a spring scale to measure the pulling force.

②Magnetic force: One magnet is fixed, and only a spring is attached to the other magnet to measure the force immediately before leaving.

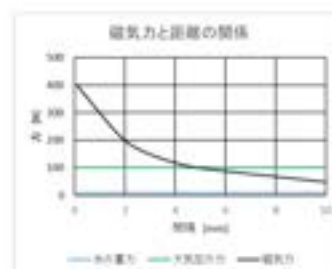
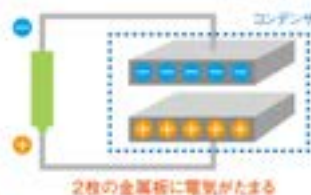
③Electrostatic force: Charges two metal plates, fixes one metal plate, attaches only a spring to the other metal plate, and measures the force immediately before leaving.

(2)Compare the magnitude of force and energy density.



Result

Energy was stored as hypothesized until gravity < atmospheric pressure < magnetic force. However, electrostatic force could not store energy.



Consideration

Atmospheric pressure can easily obtain a strong force, but it is not realistic because it is difficult to maintain a vacuum.

Magnetic force is not realistic because the stored energy decreases as the distance increases.

The electrostatic force cannot be considered as a point charge in a capacitor, and Coulomb's law does not hold. Furthermore, it was thought that energy was not stored because the metal plate was discharged to air and contact objects.

Future outlook

From this research, it can be said that it is possible to store more energy by using atmospheric pressure and magnetic force instead of gravity.

Furthermore, if the size of the metal plate is made as small as possible and electrostatic force is used using a substance that is difficult to discharge, it is considered possible to generate medium-scale power generation using potential energy, which is technically easy at low cost.

Reference

エネ百科 <https://www.ene100.jp/seminar/10221>

The Rise Of Namba Walker

Is namba walking efficient?

Group 6

Taiki Imamiya Tomonori Iwasaki Kazuya Kobayash Soichiro Hosoda Kota Sumigaki

Abstract

Namba-walking is a Japanese ancient walking style and is a way of walking with the right hand and foot moving forward at the same time. The purpose of this study is showing that namba-walking is an efficient walking style and making it useful in daily life. We focused on the difference of acceleration between general walking and namba-walking and measured it with a RBI timer in order to figure out propulsion. As a result, the acceleration and propulsion are larger than those of general walking. We are going to examine the difference in movement between general walking and namba-walking. For instance, pitch, stride, and movement of pelvis.

Motive

Namba walking is a Japanese ancient walking style and is a way of walking with the right hand and foot moving forward at the same time. It is said to be more efficient walking style than general walking style. However, we felt the moving awkward when we actually walked with namba-walking. We wondered what the different is between namba walking and general walking, and why it is said to be efficient.

Purpose

Making clear difference of how to move our body or propulsion between general walking and namba walking. And examining the scene that we can make the most of namba walking in a daily life.

Preceding study

A Study of Japanese "Walking Style"

Eiji Kidera

He advocated that moving of namba walking was passed down to sumo, kendo, and judo, and it was base of Japanese physical operability.

Method

(1) Analysis by RBI timer

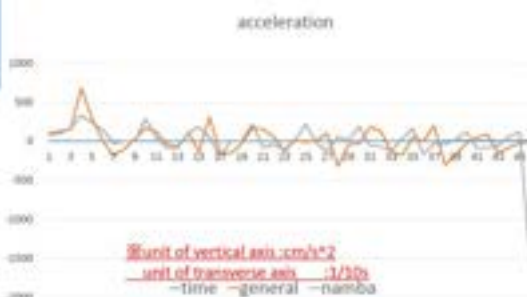
We attached recording tape through the RBI timer to our waist and measure acceleration and speed. We compared the difference in movement between namba walking and general walking from these data.

(2) An application to analyze the moving of running

We compared the difference between each of the walking by using "Runmetrix" to measure the details of moving.



Result



The figure above is a graph of an acceleration during walking, and it can be read that if the vertical value is less than 0, it is decelerating, if it is greater than 0, it is accelerating.

	Average of acceleration	RMS
General	11.3	193.0
Namba	20.2	176.8

※ RMS is scattering from the average value

	Pitch [step/min]	Stride [m]	Inclination posterior of truncus[°]	Vertical motion [cm]	Pelvic rotation [°]
General	163	1.31	0.4	11.1	16.2
Namba	167	1.43	0.1	10.6	22.9



Inclination posterior

Inclination of the body. The smaller numerical value, the more stable it is.



Vertical motion

The bigger numerical value, the more get depressed our body move like bouncing.

Pelvic rotation

The bigger numerical value, the stronger moving with our pelvis rotation.

- The pitch of namba walking is a little faster than that of general walking. The stride of namba walking is longer than that of general walking by 10 cm.

- the inclination posterior namba walking is smaller than that of general walking. So the axis of our body is stable

- getting depressed of namba walking is smaller than that of general walking by about 5 mm. So we can suppress consumption of our energy.

- the rotation of pelvis of namba walking is bigger than that of general walking by about 6°. So we make a powerful move accompanied by rotation the pelvis.

Conclusion

- As regards average of an acceleration, namba walking is superior to general walking, so it can be said that a propulsion of namba walking is bigger than that of general walking by using the equation of motion.

- Also, compared namba walking with general walking in RMS that shows the dispersion of an acceleration, namba walking is smaller than general walking. So the power applied for the back is small and it is stable way to walking.

- For these things, namba walking is more efficient walking style than general walking.

Outlook

Acceleration of the first step in general walking was large. We thought this was because we walk by using our body like springs. On the other hand, namba walking is probably good at repeating the movement because it is a stable way of walking with little body shake.

from now on, we'd like to find the characteristics of namba walking focusing on instantaneous power and endurance.

References

- Ichiro Yamane, Walking way of Japanese, 5 pages
- Tokuhiro Kondo/Kenji Saito, Human development told by our body through the behavior called "Namba", 2005, 3 pages
- Yoshihiko Kawasoe, Reproduction of namba running from namba walking using "Genbe" human-type biped robot, 11 pages

The relationship between soil properties and liquefaction ~ Solving the Mystery of Liquefaction ~

Group 7

Ueda Keisho, Nishihara Taisho, Miura Hiromu, Masui Youtaro

Abstract

The purpose of this study is to understand the relationship between soil properties and liquefaction. The sand in the sandbox on the ground was divided into three levels by size. We then placed each type of sand in a test tube and examined the movement of the grains depending on the depth of the sand and the frequency of shaking. (1) The shallower the sand, the more sand was shaken. (2) The higher the vibration frequency, the more sand was shaken. (3) No regularity was found between the size of the sand and the depth of the oscillating range. (4) When sand of two different sizes was mixed and shaken, the larger sand separated at the top. This study has shown that liquefaction varied with grain shape but was not regular.

Purpose

There are many natural disasters in Japan. Among them, the earthquake causes a lot of damage. Therefore, we decided to focus on the effects of liquefaction on buildings and to search what conditions liquefaction is eased.

Motive

The objective is to discover the conditions under which liquefaction is likely to occur. For example, we want to find out if liquefaction is more likely to occur when the size of the sand is changed, and at what size the sand is most likely to liquefy. Furthermore, we want to find out how much water should be mixed with the sand to make it liquefiable.



Previous research

The ground is made up of sand grains interlocking with each other underground, and the friction between the grains keeps the ground stable. In the ground below the water table, the spaces between the sands are filled with water. In the ground below the ground surface, the spaces between the sand grains are filled with water. When vibrations caused by earthquakes are applied under these conditions, the sand grains temporarily lose their engagement with each other and become like a liquid sludge with nothing to support them. When the soil contains air, it absorbs the shock of shaking and liquefaction is less likely to occur. If air is lost due to long-continued shaking, subsidence due to liquefaction will be severe. Smaller grains are easier to liquefy because they tend to clog when shaken and water tends to seep out.

Experiment method

- [1]
 - (1) Put 6 cm of sand of three different sizes into a test tube. (The sizes are divided by a sieve: small: 0.25-0.50, medium: 0.50-1.0, large: 1.0-2.0.)
 - (2) Mix the test tube containing the sand with a mixer that shakes the test tube with a voltage of 80 V.
 - (3) Examine the depth of the shaking sand from the surface.
- [2]
 - (1) Put 0.50-1.0 mm sand in test tubes at heights of 4, 5, and 6 cm, respectively.
 - (2) Mix the test tube containing the sand with a mixer that shakes the test tube at a voltage of 75 V.
 - (3) Examine the depth of the shaking sand from the surface.
- [3]
 - (1) Select two of the three types of sand and mix them in a test tube with a volume of 1:1. The height of the tube should be 5 cm.
 - (2) Mix the test tube containing the sand with a mixer that shakes the test tube at a voltage of 80 V.
 - (3) Examine the depth of the shaking sand from the surface.
- [4]
 - (1) Three types of sand grains of different sizes were placed in a test tube at a height of 6 cm, and water was added to the tube in three different ways: half wet, the whole tube was wet, and the whole tube was immersed in water.
 - (2) Mix the test tube containing the sand with a mixer that shakes the test tube at a voltage of 80 V.
 - (3) Examine the depth and appearance of the shaking sand from the surface.



results

[1] Size (mm)	0.25~0.50	0.50~1.0	1.0~2.0
Length (cm)	4.0	3.0	4.0

[2] Depth (cm)	4.0	5.0	6.0
Length (cm)	2.5	2.1	1.0

- [3] Big and medium: the big ones separated on top
Big and small: the big ones separated on top
Medium and small: the medium ones separated on top

[4]	0.25~0.50	0.50~1.0	1.0~2.0
half wet	solidified	formed a column	Same as 0.50 ~ 0.10
wet	formed a column	Same as 0.25 ~ 0.50	Same as 0.25 ~ 0.50
immersed	liquid	Same as 0.25 ~ 0.50	Same as 0.25 ~ 0.50

consideration

- (1) Since no regularity was found between the size of the sand and the depth of the vibrating sand, the depth of the vibrating sand is related to factors other than the size of the sand.
- (2) The longer the width of the sand, the greater the pressure on the sand below, and the less the sand shook, so the shallower the sand, the more sand shook.
- (3) When the sand was shaken, the smaller sand entered the space created by the shaking, and the larger sand was driven upward, so when the two different sizes of sand were mixed and shaken, the larger sand separated on top.
- (4) When the sand was half wetted, the smaller sand had a larger surface area and therefore a larger surface tension. Therefore, only the smallest sand solidified without forming a column. However, when the sand was immersed in water, the surface tension disappeared and all sizes of sand moved in the same way.

summary

When the surface of the sand is wet, surface tension acts on the liquefaction, and the larger the surface area, the more the liquefaction is mitigated, but not when the sand is immersed in water.

problem

Because it is shaken with a test tube mixer, it is not possible to reproduce vertical vibrations, which are different from the vibrations of an actual earthquake. We could not prepare suitable sand to know the relationship between shaking sand and sand density.

References

- ・ 中川鶴太郎, 流れる個体, 岩波書店.
- ・ http://www.nilm.go.jp/ab/ief/tasedai/shiryou/090224_2_8_1.pdf
- ・ <http://www.tokai-u.ac.jp/SSH/es3/t0report/10.4.pdf>
- ・ [Soil liquefaction - Wikipedia](http://en.wikipedia.org/wiki/Soil_liquefaction)

The best Daniell cell

Group 08

Takeaki Yokoyama Kei Isobe Hisasi Minagawa Masato Ito

We tried to convert the Daniell cell from a primary battery to a secondary battery. To achieve this, we tested the influences of different conditions. The change in the concentration of the salt bridge didn't have a large effect on the electromotive force. In the experiment where we checked the concentration of electrolyte, the deeper the CuSO_4 is, or the thinner the ZnSO_4 is, the stronger the electromotive force is. In our future research, we would like to find the way to overcome the power shortage of Daniell cell and the way that deposited Zn can function as electrodes again.

Motive

A Daniel battery is a battery made by immersing a zinc plate and a copper plate in a zinc sulfate solution and a copper sulfate solution, respectively, separated by a cellophane membrane or a salt bridge, so that the zinc plate is the anode and the copper plate is the cathode. Although neither primary nor secondary batteries are described in textbooks, some references refer to them as primary batteries because the solutions are mixed and cannot be charged. There was also a study that concluded that using a salt bridge prevented the solution from mixing and that it was a secondary battery.

From these studies, we decided to conduct our own experiments and obtain detailed data. This was because we did not know how much the solution would mix even if it said it would, and we thought we could increase the amount of charge by devising the structure of the battery.

Purpose

I aimed to find out what kind of effect it would have by changing the conditions when making a Daniell cell, and to make it as easy as possible to facilitate the experiment of the Daniell cell at school.

Prior research

Using a cellophane film, connect the cathode to the copper plate, connect the anode to the zinc plate, cause the reverse reaction of the Daniell cell, and tried to make a secondary battery, referring to the references.

Method

Experiment (1) : Zinc precipitation experiment
Electrolyze 5ml of 0.10mol/l zinc sulfate solution with a copper plate as the cathode and a zinc plate as the anode, and observe the zinc precipitation. At that time, 5ml, 15ml, 25ml, 30ml, 40ml, 50ml and so on.

Experiment (2) Comparison of two types of batteries.
We will compare the output of a battery using a cellophane membrane and a battery using a salt bridge. We will compare the voltage and current. Since the values may change over time, we also measured them after 15 minutes.

Result

		Start	15 minutes later
Salt bridge	Voltage	1.08V	1.08V
	Current	1.00mA	3.69mA
Cellophane membrane	Voltage	1.06V	1.11V
	Current	57.0mA	62.5mA

The amount of water	Density of ZnSO_4 [mol/l]	Precipitation of Zn
5ml	5.0×10^{-2}	Educed
15ml	2.5×10^{-2}	Educed
25ml	1.7×10^{-2}	Educed
30ml	1.4×10^{-2}	Educed
40ml	1.1×10^{-2}	Educed
50ml	0.9×10^{-2}	Not reduced H ₂ was generated

Consideration

(1) It is thought that the metal precipitated beyond the cellophane film because the voltage was applied to speed up the reaction of the discharge. If the voltage is too high or the charging time is too long, more metal ions will penetrate the cellophane film. If the voltage is applied so that the reaction of discharge occurs, zinc will be ionized and dissolved into the aqueous solution, and copper will be precipitated.

(2) Some zinc ions permeate the cellophane membrane. (2) Some zinc ions permeate the cellophane film.

(3) charging is started, copper ionizes and zinc precipitates.

(4) Some copper ions permeate the cellophane film and precipitate on the zinc plate.

(5) Even if the voltage is applied again to start the discharge reaction, the ionization of zinc occurs preferentially and copper remains on the plate without ionization.

Conclusion

Zinc can be deposited by electrolysis, so it is possible to recover the battery.

However, many metal ions move across the cellophane membrane, making it impossible to repeatedly discharge and charge the battery. Applying a voltage to cause a discharge reaction and then repeatedly recharging the battery is not a suitable method of verification because it is very different from a natural discharge situation.

Research question

Zinc ions could be deposited by passing electricity, but zinc did not return to the electrode plate, so it did not become a secondary battery. I want to think about how to return it to the plate.
In the experiment using the salt bridge, the resistance of the salt bridge was too great, which hindered the experiment.

Reference

ト部吉廣 化学の新研究
数研出版 化学
化学基礎

Elucidation of sparklers by focusing on the burning process

- Sparkler -

Group 09

Issei Inui, Taku Matsuoka, Sota Nakai, Syunsuke Nakata

Abstract

In this research, we made sparklers by ourselves and divided the combustion process into four stages to examine the role of each component of the explosive and the conditions of combustion. Explosives commonly used in sparklers are potassium nitrate, potassium chloride, sulfur, iron powder, and carbon. A control experiment was conducted to investigate the role of each component. Then, in order to examine the combustion conditions, the distribution of the explosive in the paper, the type and winding method of the paper used, the weather, etc. were changed. Compared to commercially available sparklers, the fire balls created lack stability. Therefore, the goal is make it possible to form a fire ball in a stable manner, and to create a sparkler that utilizes the flame reaction.

Motivation

Summer is fireworks! Fireworks are sparklers! I have seen colored fireworks. But you've never seen a colored sparkler. We thought that if we made such a colored sparkler, we could do business, so we decided to study it with high expectations. In the process, I noticed that burning of sparklers occurred in stages, and decided to explore the burning process.

Purpose

- Elucidation of the burning process of sparklers
- Role of each material of gunpowder (KNO_3 , S , C , Fe , KCl)
- Ratio to mix with the mass of gunpowder (mass ratio)
- Distribution of gunpowder (where and how the gunpowder is put in the fireworks)
- Paper suitable for wrapping gunpowder (softness of paper)
- How to wrap (shape of paper to wrap, strength of wrapping)

Previous research

According to a study by the Graduate School of Engineering, the University of Tokyo, "Sparklers-The Secret of Beauty is Revealed", droplets split up to eight times in a chain to form pine needle sparks, a color peculiar to sparklers. Is the color developed by black body radiation, and shows the result that beautiful sparklers are made by them. At this point, we questioned whether it would be possible to create a sparkler that uses the color produced by the flame reaction, and decided to study it.

Method

- Put mix gunpowder (a mixture of KNO_3 , S , C , Fe , KCl) in calligraphy, roll it, and observe it.
 - Change the reagent of the explosive and repeat the control experiment to investigate the role of each material of the explosive.
 - Investigate by changing conditions such as gunpowder distribution, mass, paper winding method, and hardness.
- Reagents and laboratory equipment used KNO_3 , S , C , Fe , KCl , mortar, pestle, paper (2.0cm length 24cm) electronic balance, commercially available sparkler, match



Commercially available sparklers and self-made sparklers appearance



Cross section of a commercially available sparkler



A self-made sparklers made from soft calligraphy and a starch paste to adjust the distribution of gunpowder.

Result

Identified material	Potassium nitrate	Potassium chloride	sulfur	iron powder	carbon
Reaction time	Zero second	One second	Five second	Five second	One second
State of reaction	No reaction	Sparks fell for a moment.	No change	Small	Small
Paper shape	Calligraphic		Pencil type		
State of reaction	We can't make a stable fireball.		We can make a fireball.		
Component mass	0.04g	0.04g	0.04g	0.04g	0.04g
State of reaction	We can't make a fireball.	We can make a fireball once.	A fireball is formed but falls.	Fireball can be made a few times but falls.	
Paper type	Hard	Soft	Soft	Soft	
State of reaction	Reacts well	Reacts rapidly	Reacts rapidly	Reacts rapidly	



A fireball (peony stage) was created in a self-made sparkler.

Consideration

It was found that potassium nitrate is the largest element that causes the temperature and can form a sphere, potassium chloride has a function of suppressing the reaction from becoming violent, iron powder has a function of scattering sparks, and carbon has a function of assisting combustion. The role of sulfur could not be inferred from experiments. Also, from the shape of the paper, by making it a pencil shape, the tip becomes lighter and rolls up, and it reacts well. Due to the mass of gunpowder, if the mass is small, the reaction is small, and if it is too large, the paper cannot withstand the reaction. Depending on the type of paper, hard ones can withstand the reaction well, and soft ones cannot withstand the reaction. In addition, when we looked at commercially available sparklers and conducted experiments to change the distribution of gunpowder, we found that if the tip of the paper was opened a little, it would react well.

Summary

From the experiment, it was possible to consider the role of each component of gunpowder from the state of burning sparklers. In order to form a sparkler ball (peony) in a stable manner, it was found that it was important to put an appropriate amount of gunpowder (0.04g) into a pencil-shaped calligraphy at a position 3 cm from the tip of the paper. And if you sprinkle 0.04g of iron powder on top of the gunpowder, it will spark more. In addition, it is thought that it may be related to humidity because it often did not react well on rainy days.

Task

To find a method necessary to stably cause color development due to the flame reaction, which is rarely seen in experiments. Find out that the state of the pine needles of the splitting sparks and the state of the willows of the not splitting sparks are necessary for a clear reaction. In order to solve these two major problems in future research, we would like to find the optimum compounding ratio of each component of explosives through target experiments.

References

- Specially Appointed Associate Professor, Department of Aerospace Engineering, Graduate School of Engineering, The University of Tokyo Tamohiro Inoue
- New research in chemistry Yoshinobu Urahe.

Research on damage to hair

Group 10

Kiyomizu Aoi Morita Kurumi Yoshiga Ririko Shiga Momomi Toda Kayo Hashida Fuka

Abstract

According to a questionnaire, about seventy percent of students in Momoyama high school are concerned about their hair. Many of them are worried about damage caused by hair straighteners on hair dryers. We tested the effects of heat, bleach and hypochlorous acid. We also observed the state of the cuticle using a microscope. We found that hair was not damaged by heating and bleaching hair very much, but our hair was damaged from hypochlorous acid, which is 10 times the concentration of a normal pool. On the other hand, we found that we can use the top coat instead of the sump method.

motivation

We wanted to know how damaged our hair near to us. In addition, although we are curious about the degree of damage, it doesn't exist. So we thought if we can visually review the degree of damage, it may be useful for our lives.

purpose

To know the cause of hair damages and establish a simple way to examine the damage level of the hair.

Questionnaire survey

We conducted a questionnaire targeted second year Momoyama high school students(322) to know what they think about the cause of our hair troubles. After that, we decided to research about that our hair truly be damaged because of "HEAT", "BLEACH" and "HYPOCHLOROUS ACID". (these were based on the results of this survey) Also, the number of students who answered that they have some troubles was 230.(70% of the total)

method

< heat (hair straightener) >

We replaced 10 times (for 10 days) to heat a bundle of 5 hairs for 5 seconds by 90°C and 180 °C hair straightener.

< bleach >

We bleached our hair according to the instructions.

< hypochlorous acid >

The chlorine concentration actually contained in the water of the pool is about 0.4ppm to about 1.0ppm. Therefore we soaked our hair in 1.0ppm hypochlorous acid and 10ppm one which is 10 times of that, and took out the hair after 1,2,4,8,16 days.

We practiced a method called sump method when observing.

result

< heat >

No major changes were seen.



normal

90°C

180°C

< bleach >

No major changes were seen.



once

twice

three times

four times

< hypochlorous acid >

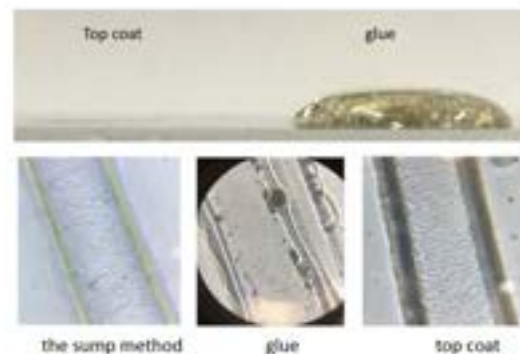
The hair which we soaked in 10ppm hypochlorous acid for 4 days hardly changed but the cuticle surface floated after 8 days, 16 days. The hair which soaked in 1.0ppm for 16 days didn't change.

We faced two difficulties in advancing the experiment. One is difficulty of collecting hair because there is COVID-19. The other is the sump method equipment are too expensive to experiment with many times. So we started to wonder if we could observe something more familiar.

< alternative experiment of the sump method >

We found previous studies using glue instead, but with the following disadvantages:

1. The liquid is thin and doesn't spread.
(we can't observe it at a high magnification of an optical microscope.)
2. It's hard to dry.
(observing a lot of samples takes too long.)
3. Bubbles come out on the surface when dried.
(bubbles are inconvenient for observation.)



consideration

Even if we heat and decolorize multiple times, our hair didn't get damages. Therefore, our hair is considered to be stronger than we thought. On the other hand, after applying 10ppm hypochlorous acid for several days, there was a clear damage. In fact, however, hypochlorous acid in a pool is 1ppm, so it can be said that entering the pool rarely damages our hair. It turns out that our hair is less susceptible to damage. By the way, a quick-drying nail polish is cheap, can spread thinly, dries quickly, and has no air bubbles. Therefore we thought that it could be used as a substitute for the sump solution.

tasks

We damaged to our hair only on one condition, so we will do additional experiments under multiple situations. In addition, we couldn't align the original hair state. we will use only one person's hair.

references

- Research on damaged hair
- Research about hair pain

Ethylene Responses in Plants

Comparison between Monocots and Dicots.

Group 11

Rinka Kido, Sayano Kubo, Shizuru Takeuchi, Honoka Aoki, Satomi Ishibe

Abstract This is the research about the difference of the ethylene response between monocots and dicots. Previous research shows that ethylene acts to suppress and enlarge the growth of plant sprouts. We used apples to produce ethylene. Also, we changed the conditions of giving plants ethylene and compared them. Both growth inhibition and hypertrophy effects were observed when we used dicots. However, effects of growth inhibition were observed, but effects of hypertrophy were not able to be confirmed with the naked eyes when we used monocots. Therefore it can be said that we were able to observe remarkable ethylene action in monocots.

Motivation We were interested in ethylene responses which are published on textbooks and the internet. But, many experiences about it were used dicots and nothing used monocots. We want to experience about ethylene responses used dicots. That's because we wondered how to response of monocots.

Ethylene is a hormone of plants which is produced by apples, bananas and peach. Previous research shows that ethylene acts to suppress and enlarge the growth of plant sprouts. But, previous research used only dicots.

Hypothesis Our hypothesis is that monocotyledons are less susceptible to ethylene. As long as ethylene is a plant hormone, it is thought that the action itself occurs regardless of dicotyledons or monocotyledons. However, since monocotyledons were not used in previous studies and only dicotyledons were used, monocotyledons are affected by ethylene, but they are not less affected than dicotyledons. I made a hypothesis.

Purpose The purpose of our research is to reveal that ethylene responses of monocots and to realize plants which can stand strong wind and which we don't have to do lawn moving frequently.

Method (1) Experiment to compare ethylene response using apples. Broccoli sprout was used as dicotyledons, leeks and shiwa as monocotyledons, and apples as sources of ethylene. To investigate the difference in growth due to the difference in ethylene feeding conditions, (1) do not give apples for 7 days, (2) give apples for 7 days, (3) give apples for the first 4 days and give them for the remaining 3 days, (4) give apples for the first 4 days. The experiment was conducted under the four conditions of giving and not giving for the remaining 3 days. In addition, the conditions of the plants used in this experiment were "short time to germination", "germination suitable for the temperature from early summer to winter during the experiment period", and "easy to grow". As those satisfying these conditions, dicotyledonous broccoli sprout and monocotyledonous green onion and shiwa were used.

(2) Experiment to compare ethylene response using drug and sliced section. Broccoli sprout was used as a dicotyledon, green onion was used as a monocotyledon, and Etsel 10, a drug that generates ethylene by hydrolysis as a source of ethylene, was used. It was given after diluting 500 times with reference to what was described in the instruction manual of Etsel 10. In addition, the same amount of water as diluted Etsel 10 was given to those without the drug. Since there are individual differences in apples and it is thought that there will be differences in the amount of ethylene generated, experiments were conducted using chemicals. In order to investigate the difference in growth with and without ethylene, experiments were conducted under two conditions: (1) without chemicals and (2) with chemicals. A sufficiently grown product was sliced with a razor and the cross section was observed with an optical microscope.

Result (1) Broccoli sprout had a large difference depending on the presence or absence of apples, and those given apples had thicker and shorter stems than those given no apples. The stems of green onions and shiwa were shorter under condition (2), but no clear difference in stem thickness could be confirmed with the naked eye (Fig. 1).



Figure 1. Plants after ethylene treatment (Conditions ①, ②, ③, ④)

(2) The average stem thickness of broccoli sprout grown under condition ① was 1100 μm , and the average stalk grown under condition ② was 1375 μm . There was a big difference in thickness visually. The average 640 μm of green onions grown under condition ① and 725 μm on average ②. Only a small difference was seen visually. Both broccoli sprout and green onion became thicker when they were raised with ethylene.

Conclusion

Since the growth rate of green onion and shiwa is slower than that of broccoli sprout, it is considered that the amount of hypertrophic growth due to the action of ethylene was small. In addition, it is probable that there was a difference in the amount of ethylene generated due to individual differences in apples.

Dicotyledons have a cambium that results in hypertrophic growth, while monocotyledons do not. Therefore, the hypertrophic growth confirmed in the monocotyledonous green onion in Experiment (2) is considered to be due to the ethylene response. At the stage of sprouting, cells other than vascular bundles occupied most of the cross-sectional area of the stems of both dicotyledons and monocotyledons. Since there is no difference in cell structure between dicotyledons and monocotyledons and ethylene acts in the same manner, it is considered that hypertrophic growth occurred in monocotyledons without cambium as in dicotyledons. From the results, it is considered that both broccoli sprout and green onion grew hypertrophied under the influence of ethylene. However, since green onions grow slower than broccoli sprout, it cannot be said that broccoli sprout is more susceptible to ethylene due to the difference in results.

Task

Due to the small number of experiments, it was not possible to secure sufficient samples. Also, in Experiment (2), it was difficult to slice the stems of plants with a razor, so we would like to devise ways to efficiently secure samples. Since the ethylene response also suppresses the elongation of plants, it is considered that the action of ethylene can be further confirmed by measuring not only the thickness but also the length of the grown plant. In this experiment, plants were grown in Experiment (1) for 1 week and in Experiment (2) for 2 weeks. During these two periods, broccoli sprout was growing sufficiently, but green onions and shiwa were not growing sufficiently, so we thought that it was necessary to devise a cultivation period. Since the experiment was conducted from early summer to winter, it is considered that the temperature suppressed the growth of plants in the experiment conducted in winter. Also, since it was cultivated in a dark room, I thought it was necessary to conduct an experiment in sunlight. We conducted experiments with three types of broccoli sprout, green onion, and shiwa, but since the number of plant types is small, we thought that we could compare more results by conducting experiments with other plants. Since Etsel 10 was given only at a constant concentration, differences between different plants could be observed, but differences in ethylene response between plants of the same species could not be observed. Therefore, I thought that more data could be obtained by changing the concentration of Etsel 10.

References

- Photoscience Biological Encyclopedia (Saken Shuppan)
- What is ethylene gas? It also explains the effects on the growth and freshness of fruits and vegetables.

The Potential Of Spider Thread

Group 12

Kurata Amane, Shimada Haruka, Sugahara Sota, Nakazawa Yudai, Hattori Jun

The objective of this study is to make an environmentally friendly bag made of spider's thread. We applied force to the thread in different directions and measured that with a force sensor. We tested diverse conditions to make a pouch made of spider's thread; especially durability and tension. The measured value was approximately 0.05N per thread, it was small, but changing the way of twisting the thread made it higher so the durability was increased, too. Others also showed similar figures. This study has shown that we will be able to produce an environmentally friendly bag.

Motivation

The members of the group wanted to do research on insects, and when we were considering what insects to study, many of us were interested in spiders, so we started studying them. Spiders have a strong impression of building spider webs, so we decided to focus on the spider silk needed for this purpose, and investigate conditions such as strength, structure, and type.

Purpose

We want to eliminate the burden on the environment by creating something that is utilized the characteristics of spiders.

Background

According to previous research, there are seven types of spider threads: frame, tether, warp, weft, lacing, attachment, and traction.

In addition, we have learned how to measure the strength of the spider threads and how to collect spider silk from previous studies.



Method 1

Examine the structure of a spider's thread with a microscope.

Result 1

(warp)



Thicker than weft yarn and has better durability.

(weft)

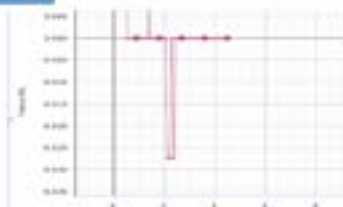


The sticky balls are at equal intervals in the threads.

Method 2

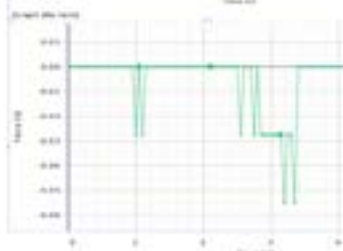
We had intended to measure the strength of the spider's thread by hooking it to a spring-loaded key. However, since the strength of spider threads does not match the strength of spider silk, we used a force sensor (resolution: 0.03N) to measure the strength. We also did the same for silkworm thread and silk to compare with other materials.

Result 2



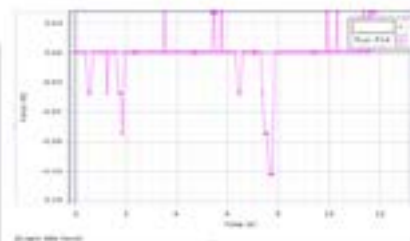
(Spider thread)

The strength of the spider's thread is about 0.027N. (Measured from 2.0 seconds)



(100% silk)

The strength of 100% silk is about 0.05N. (Measured from 2.5 seconds)



(Silkworm threads)

The strength of the silkworm thread is about 0.083N. (Measured from 6.3 seconds)

ⒶA force sensor is a device that measures the push and pull of the force applied to the hook. The force generated by hooking the spider's thread is negatively expressed. The horizontal axis of the graph represents the elapsed time(s), and the vertical axis represents the measured force(N).

Methods 3

(1) Water resistance

Immerse in water at room temperature (28°C) for one minute.

(2) Heat resistance

Soak the spider threads in water at 80°C for 1 minute.

(3) Electrical conductivity

Place both ends of the spider threads between a digital tester and run electricity through it.

Results 3

(1) Water resistance

The spider threads were observed under a microscope, but no change were observed.

(2) Heat resistance

The spider threads were observed under a microscope, and no particular change were observed.

(3) Electrical conductivity

No electricity flowed.

Discussion

Spider silk is superior in strength and sampling efficiency to traction yarn compared to warp and weft. However, the silk moth thread is faster than any spider thread. In fact, silk moth threads are also industrially produced. However, it is thought that spider silk can be twisted to make it as strong as silk moth yarn. Since the required durability is satisfied from the experiments of(2)(3)(4), it can be used as a bag.

Conclusion

It is possible to make a bag using spiders silk. However, unlike silk moths, spiders have poor food stability and it is difficult to recover the tow thread while moving. In addition, since silk moth thread naturally returns and is excellent in strength, it is considered that the need to make a bag using spider thread is tentatively low.

Future Plan

Looking for advantages in comparing spider silk with other yarns. There are three things The first is to investigate the structure of the spider's thread more precisely. It is necessary to take a closer look with an electron microscope with a smaller resolution to yarn from the structure. The second is to create more comparisons. This time we compare it with silk moth thread, but there are many threads in the world made of natural materials as well as chemical fibers. I would like to discover the possibility of spider silk that has not been seen yet by comparing with them. The third is to find out the strength of the spider's thread against the mass and thickness. When comparing spider thread and silk moth thread, the original mass, thickness, density, etc. are different. Therefore, I would like to find out which thread is superior in terms of strength when the standard is set to 1 in order to make a proper comparison.

Bibliography

- ・Osaki Shigeyoshi, クモの糸でバイオリン, 3rd printing, Tokyo, Okamoto Abushi, 2017.8.4, 114pages
- ・Osaki Shigeyoshi, クモの糸のミステリー, 1st printing, Tokyo, Nakamura, 2000.8.25, 186pages

~Self-Awareness of *FISH*~

Group13

Arata Takeshi, Uratsuji Hayato, Sugimura Shion, Horie Ryohei, Yanagi Gin'ichi

This experiment aims to resolve the question whether fish have the ability of mirror self-recognition : to recognize their own mirror image as themselves. We separated a fish tank into two spaces with a mirror plate, put a sweet fish into each space, and observed them for about 15 days. After that, we did the same experiment with an acrylic plate. Both sweet fish we used were so territorial that when they found another individual nearby, they got very aggressive. In the video of the experiment, the sweet fish became less aggressive on the mirror plate condition. According to the result, we cannot necessarily say that sweet fish recognize their own mirror image just as another individual, but something else.

motivation

In the news, we learned that a research group at Osaka City University succeeded in confirming the self-recognition of *Heteromastus* (Scientific name: *Labroides dimidiatus*) for the first time in fish, and we wondered if other fish could also self-recognize. Currently, only *Heteromastus* has succeeded in self-recognition as fish, so we decided to find out whether other fish has the ability.

goal

To know whether or not fish have the ability of mirror self-recognition : to recognize their own mirror image as themselves.

Preceding study

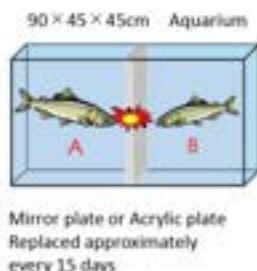
A group of Professor Mariorio Koda of Osaka City University revealed that *Heteromastus* recognize their image in mirrors as themselves, which was the first case. They put a red mark on the throat of a *Heteromastus* and observed it. Then they succeeded in confirming its appearance removing the mark by looking in the mirror.

method

We prepared an aquarium with a width of 90 cm, a depth of 45 cm, and a height of 45 cm, a mirror plate, and an acrylic plate. The aquarium was divided into two spaces by a mirror plate, and one sweetfish was put in each space. Also, we kept the water temperature constant at 20 °C with an aquarium cooler not to make differences between the two spaces. Then, we observe the reaction of the two sweetfish to the mirror plate and the acrylic plate. The acrylic plate and the mirror one were replaced in about 15 days, and we continued the observation. In the case of the acrylic plate, they look at another individual, and in the case of the mirror plate, at themselves in the mirror.

We took videos for 1 minute before and after feeding the sweetfish, during which the number and the momentum of the attacks were measured.

Regarding the two sweetfish, the one on the left side of the following picture is stronger than the other on the right side.



result

At first, it was observed that they attacked both the mirror plate and the acrylic one. But, as the time passed, the number of attacks on the mirror plate decreased, and their momentum weakened. However, in the case of acrylic plate, there was almost no change in the reaction, the number of attacks, and the momentum of them from the beginning.

From the t-test①, there was a difference between the mirror plate and the acrylic one except after feeding the sweetfish on the left side. From the t-test ②, before and after feeding, there were some changes in either the condition of mirror plate and the acrylic one.



consideration

Since the number of times sweetfish attacked the mirror plate decreased and the momentum of the attack weakened, it is probable that they did not see the other sweetfish reflected in the mirror as an enemy as usual, but had some sense of strangeness. The above consideration can be made from the fact that the number of attacks and the momentum of attacks did not change with the acrylic plate. However, it cannot be said that sweetfish does self-recognition at this stage because the attack on the mirror plate has not ever disappeared.

Also, from the t-test ①, it is considered that there is no change in the reaction of sweetfish to the end plate and the acrylic plate before and after feeding. We concluded this was due to the nature of sweetfish, which originally eat only food. Lastly, we considered the reason why the results of the sweetfish after feeding significantly differed. According to the t-test ②, sweetfish become more aggressive after feeding. Therefore, the sweetfish A, which is the more aggressive one, became much more aggressive than the sweetfish B did.

conclusion

Though it cannot be said that sweetfish has the ability of self-recognition from this experiment, it is certain that sweetfish felt some kind of strangeness.

After further observation, when the acrylic plate is still attacked while the mirror one is no longer attacked, we can say that the sweetfish can self-recognize. On the other hand, when the number of attacks does not reach 0 in the condition of the mirror plate, we can conclude that sweetfish cannot.

task

There are 5 issues in this research.

- (1) collect more and longer-term data.
- (2) keep plates clean as possible.
- (3) make the definition of "attack" more exact.
- (4) examine whether the result differs in case of males and females.
- (5) examine whether the age of sweetfish effects the result.

references

<http://www.osaka-cu.ac.jp>

- ・中学校理科授業における地学実験教材の開発
https://www.pref.chiba.lg.jp/education/kyouiku/kyouiku_matsuuchi/kyouiku_kyousei/15-20/kyousei/kyousei_data/kyousei_data.pdf
- ・火山岩と深成岩の違いを再確認する実験
https://www.24-haboku.co.jp/chiba/kyouiku/kyouiku_data/kyouiku_data.html

Do we really have any friends in the galaxy?

~Search for the new possibility~

Group 15

Kousuke Yamamasu Shota Tanaka Atuki Misumi Isami Yamamoto

MOTIVATION

Anyone must have once thought "Are there any extraterrestrial living things?" However, they have never been discovered until now. We want to face this simple question seriously and consider the possibilities.

Sixty years ago, Frank Drake, an American Astronomer, put forward an equation, Drake's Equation, by which we can estimate the number of civilizations which exists in our galaxy and can make contact with us by using electromagnetic waves. On the other hand, astronomy has been making progress in these days, and compared to those days, more detailed reports of researches are announced. Then, we thought that we should propose more precise Drake's Equation by reflecting the latest research results.

Also, we would like to calculate the probability that we can find intellectual living things when they exists in our galaxy.

PREVIOUS RESEARCH

Drake's Equation ($N = R_{\odot} \times f_p \times n_p \times f_i \times f_c \times f_l \times L = 10$)

$R_{\odot}$	The number of fixed stars that occur in our galaxy for a year	10
f_p	The rate that a fixed star has a planetary system	0.5
n_p	The number of the average planets per fixed star where living things can live	2
f_i	The rate of occurrence of living things	1
f_c	The rate that living things evolve to have intellectual abilities	0.01
f_l	The rate that living things conduct interstellar communication	0.01
L	The period that civilizations of intellectual living things last	10000

HOW TO RESEARCH

We focused on n_p that is thought to be much affected by the astronomy research results in recent years.

(1) Consideration about the condition of planets and fixed stars in the birth of life [Literature Search]

We investigated the latest research results from scientific journals and reports and found quantitative figures which are needed in consideration.

(2) Habitable Zone [Numerical Simulation]

We conducted numerical simulation about each condition of fixed stars by using the figures of (1) and found the range of revolution orbits of planets where living things can live.

(3) The rate we can find extraterrestrial living things [Thought Experiment]

In the galaxy whose radius is 100 thousand light year, we found the range we can observe and calculate the rate we can confirm the signal which extraterrestrial living things emit.

RESULTS

Result ① The condition of fixed stars

- ① Its life span is longer than the span from birth to evolution. (5 billion years)
- ② Its effect of strong radiation and ultraviolet rays are weak. (G or K type of fixed stars)
- ③ It is not a binary star system. (50% of all fixed stars)

Conditional Equation of Habitable Zone

$$D^2 = \frac{R^2(1-A)}{4} \times \left(\frac{T_s}{T_p}\right)^4$$

D: Fixed star - Planet distance

R: Radius of fixed star

A: Albedo (the rate at which a planet reflects energy from the fixed star)

T_s : The temperature of fixed star

T_p : The surface temperature of planet

Substituting a number in an expression, orbital period of planets which meet the criteria is

- G type fixed stars : 96.1 - 461.7 (days) (a)
- K type fixed stars : 28.5 - 260.6 (days)

Result ② The condition of Planets

- ① It is terrestrial planet
- ② Inclined of planet's axis is not quite steep against the direction perpendicular to the plane of revolution (There are day and night)
- ③ Albedo (the rate planet reflect the energy from the fixed star) is to be assumed 0.3, which is the same as the Earth
- ④ Its surface temperature is 0 - 100°C, which is the range that liquid

water

can exist (However, we considered the greenhouse effect by the atmosphere)

- ⑤ Its radius is 0.5 - 2.0 times as large as the Earth (50% of all planets) (b)

From (a) and (b), the number of planets which meet the criteria is 10% of all planets that is ever discovered

Result ③ Calculation of n_p

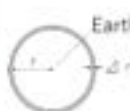
$$n_p = \frac{N_p}{N_s} = \frac{10(\text{billion}) \times 0.5(\text{from condition (5)}) \times 0.2(\text{from (2)})}{200(\text{billion}) \times 0.2(\text{from condition (1)(2)}) \times 0.5(\text{from condition (3)})} = 0.05$$

N_p : The number of planets which meet the criteria

N_s : The number of fixed stars which meet the criteria

Result ④ The probability of discovering the intellectual living things

Our galaxy consists of about 10- light-year-wide disk and halo around it, the solar system is about 2.6 light-years away from the center of the galaxy. Both space time and space room are limited to the range of the light that comes to the earth now. Provided that we can observe the galaxy for 100 years.



Now we can regard the light has been traveling for r (years) from the spherical shell with a radius of r (light-years) as r (light-years) distant space. Therefore, the extent of space which we can observe can be calculated as $\int_0^r 4\pi r^2 dr$. Providing r is one hundred thousand,

$$\frac{4}{3}\pi(10^5 \text{ (light-years)})^3 \times 1000 \text{ (light-years} \cdot \text{years)} \text{ (blue part of figure 4)}$$



Consequently the extent of space which we can observe is calculated as

$$\frac{4}{3}\pi(10^5)^3 \times 10^3 \text{ (light-years} \cdot \text{years)} = \frac{1}{100}$$

	10 ²	10 ³	10 ⁴	10 ⁵
10 ²	1	1	1	1
10 ³	1	1	1	1
10 ⁴	1	1	1	1
10 ⁵	1	1	1	1

This figure means that the probability which we can have observed for 1000 years if intellectual living things randomly birth in the galaxy and they send radio waves for 1000 years.

If our civilization has lasted for 1000 years, and the civilizations of intellectual living things has lasted as long as ours, the probability we find extraterrestrial civilizations is $\frac{1}{10}$.

CONCLUSION

① New Drake's equation ($N = R_{\odot} \times f_p \times n_p \times f_i \times f_c \times f_l \times L = 0.05$)

	Drake	Our group
$R_{\odot}$	The number of fixed stars that occur in our galaxy for a year	10 10
f_p	The rate that a fixed star has a planetary system	0.5 1
n_p	The number of the average planets per fixed star where living things can live	2 0.05
f_i	The rate of occurrence of living things	1 1
f_c	The rate that living things evolve to have intellectual abilities	0.01 0.01
f_l	The rate that living things conduct interstellar communication	0.01 0.01
L	The period that civilizations of intellectual living things last	10000 1000

② The probability we find extraterrestrial civilizations

Providing k is the number of technical civilizations in our galaxy, P which means the probability we find extraterrestrial civilizations in 1000 years is regarded as this formula.

$$P = \left(\frac{1}{10}\right)^{k-1} \times \left\{1 - \left(\frac{1}{10}\right)^{k-1}\right\} \times 100 [\%]$$

Adding value of $k=1, 2, 3, \dots$ and ∞

$$\sum_{k=1}^{\infty} \left(\frac{1}{10}\right)^{k-1} \times \left\{1 - \left(\frac{1}{10}\right)^{k-1}\right\} = 0.005511 \dots$$

Therefore, the probability we find extraterrestrial civilizations in 1000 years is 0.6%. It is safe to say that we do not have any friends in the galaxy.

REFERENCES

- ・「ハビタブルゾーン」初等教育教員養成課程理科研修・金光研究室 堀田卓志 著
- ・「Counting our countless worlds」 Marc Kaufman 著
- ・「Small Planets Come in Two Sizes」 NASA
- ・「Sizes of Planets Candidates」 NASA
- ・「地学基礎 改訂版」 朝倉隆

Can we live on Mars?

—The first step towards agriculture on Mars—

Group 16

Miyu Ando, Honoka Okada, Haruka Shimizu, Nijika Tsujoka, Koyuki Matsumura

Abstract

In this experiment, we studied whether we can grow plants in the environment of Mars. Under the atmospheric pressure of Mars, we grew pea sprouts in the decompressor to investigate whether plants can grow. We found that they don't grow in this condition. Next, we made a regolith simulating the surface of Mars and grew radish, while comparing the regolith growth with normal soil growth. The result is that both of them germinated. Also, the Mars regolith germinated slowly. We suspect that the Mars regolith has less growth power than the earth soil regolith. So, we need to adjust the pH and add nutrients to the Mars regolith from now on.

Motivation

Plans are currently underway to relocate to the other planets. Among the planets, Mars is close to the earth and it is said that there is a high possibility that can live from previous research. Can we really live on Mars?

With such a question, we watched the movie "Odyssey". It was a very interesting movie. Through this movie, we thought that the most important thing to live on Mars is to secure food. In the near future, we would like to find out under what conditions we humans can actually grow to secure food when we live on Mars.

Purpose

The atmospheric pressure on Mars is six one thousands of that of the earth. Find out if plants can grow in that environment to find out the conditions under which they can grow on Mars. Regolith of Mars is mainly composed of basalt and iron oxide. We will create similar soil by ourselves, improve the soil, and investigate whether the plants will grow.

Previous research

- Agriculture on Earth and Agriculture on Mars McWada
What to do for the soiling of Mars regolith (Mars topsoil)
- ① Improved breathability and water permeability
 - ② Desalting and prevention of solidification by calcium carbonate and calcium sulfate
 - ③ pH adjustment Mars pH 7.2 ± 0.1 (slightly alkaline)
 - ④ Preventing phosphoric acid fixation
 - ⑤ Accumulation of organic matter
 - ⑥ microbial colonization
- The above 6 conditions must be met.

Wt. %	Wt. %
SiO ₂	56.29
TiO ₂	3.30
Al ₂ O ₃	15.38
Fe ₂ O ₃	15.38
FeO	4.96
MgO	9.22
CaO	0.46
Na ₂ O	0.27
K ₂ O	0.05
P ₂ O ₅	0.45
S	0.19
Sum	100.00

Left table: basalt in Gurbu, Toyoko City, Inyo Prefecture (The basalt we used this time because it was the closest component to the Martian regolith)

Right table: Martian regolith ingredient list

Method

Research ①
Use bean seedlings to lower the air pressure with a decompressor, germinate.

Research ②
Crush basalt, sprinkle iron oxide to reproduce the soil of Mars, plant Radish, and perform a control experiment with normal soil + rotted soil and the reproduced soil of Mars.

Research ③
Martian soil with humus Add peat moss to improve the soil.
Hand crusher



Momoyama high school flowerbed soil + humus soil



Martian soil(basalt + iron oxide)



result

Research ①
Normal atmospheric pressure → germination in 1 day
Decompression (with water) → Even after 1 week without germination
Decompression (without water) → No germination



Normal atmospheric pressure (left photo)
decompression (right photo)

Research ②
Normal soil (Momoyama high school flowerbed soil + humus soil)
→ Germinates on the 7th day after seeding, and does not grow after that.

Martian soil (basalt + iron oxide)
→ Germinates on the 8th day after seeding, and does not grow after that.



consideration

Research ①
It is not that the air pressure is low and the water evaporates and does not grow, but that the air pressure is low itself is the reason why it does not grow.

Research ②
In the process of plant growth, only germination conditions are different, and if water, air, and temperature are the same, the plant will germinate. In this experiment, germination occurred because these three conditions were met.

Research ③
Of the 16 elements (N, P, K, Ca, O, H, C, Mg, S, Fe, Mn, B, Zn, Mo, Cu, Cl) essential for plant growth. Although 10 kinds (R, K, Ca, O, H, C, Mg, S, Fe, Mn) were included, 3 kinds of elements (N, P, K) which are especially important among 16 kinds of elements were included. Since it did not contain nitrogen (N) in (N, P, K) it did not grow after germination.

Summary

In this study, we examined whether plants grow in the environment of Mars. It is necessary to adjust the partial pressure of Mars, which has a lower atmospheric pressure than the Earth. As for the soil, it germinated and grew when regolith was added with humus and peat moss. I think it is necessary to add nitrogen to bear fruit.

Task

Of the three elements required for growth, nitrogen (N), which is not contained in basalt, needs to be added to the soil. It is not possible for plants to absorb nitrogen with nitrogen in the air. Therefore, by converting nitrogen in the air into nitrate nitrogen by a decomposer, it is made into a form that can be absorbed by plants.

In future experiments, we wondered if humus could be added to the soil of Mars to grow plants. In addition, it is necessary to make the weak alkalinity closer to neutral with peat moss and create an environment where plants can grow more easily.

References

Agriculture of the Earth and Agriculture of Mars Hidenori Wada e-tanya
<https://www.e-tanya.net/blog/2015/06/> About seeds and germination / Knowledge about chemical fertilizers BSI Biochemical Research Institute Plant growth and essential elements / fertilizers

令和4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
自然科学科「GS探究Ⅱ」
成果集

令和5年2月発行

〒612-0063 京都市伏見区桃山毛利長門東町8
TEL : 075-601-8387 / FAX : 075-601-8388
URL : <http://www.kyoto-be.ne.jp/momoyama-hs>