



GLiS サイエンス×探究II

令和3年度

課題研究論文集



兵庫県立伊丹高等学校 75回生 (第2学年)

75回生「サイエンス×探究II」研究論文集 目次

1	物理「ガウス加速器」	1
2	物理「自転車タイヤの摩擦について」	6
3	化学「虹の発生場所」	11
4	化学「混ざらない液体による対流」	13
5	化学「手軽な綿あめの作り方」	15
6	化学「紙のしわをなくす方法」	17
7	生物「4つの環境下における生分解性 プラスチックの分解速度の違い」	19
8	生物「プラナリアの生息域を探そう」	21
9	生物「ゾウリムシの電気走性と化学走性」	24
10	地学「自作の帯電体を用いた雷のモデル実験」	28
11	地学「安くて強く、すぐに組み立てられる 仮設住宅キット『しのげるくん』の提案」	31
12	地学「火山雷と火山灰の関係について」	34
13	地学「兵庫県川西市における地すべりの可能性」	39

ガウス加速器

物理1 1班

1 要旨

この研究はガウス加速器の利用の可能性を広げるためのガウス加速器の特性を見つけるために行った。この研究ではガウス加速器の入射速度と射出速度の関係を調べた。その結果ガウス加速器では入射速度の条件によって射出速度との関係が異なることがわかった。結論、入射速度がと射出速度の関係は直線的なものではない。また、ガウス加速器において最も効率の良い条件は入射速度が0に限りなく近い時である。

2 はじめに（序論）

研究背景

→偶然見た動画から興味持って試行してみたところ先行研究と異なる結果が得られたのでさらに深めようと考え、研究を進めようと思った。

研究目的

→現在あまり使用されていないガウス加速器の研究による新たな発見

研究意義

→現在あまり使用されていないガウス加速器を研究することで新たな発見をし、その研究結果を用いた社会貢献

3 先行研究（基礎）

- ・入射速度が早いほど射出速度が大きくなる。
- ・入射速度が速くなるほど速度増加比が小さくなる。
- ・射出側の鉄球の量が多くなると速度は速くなるが、ある量を超えると遅くなっていく。

4 研究手法

ガウス加速器を用いて入射速度と射出速度の関係性を調べる

ガウス加速器

→ネオジム磁石などの強力な磁性体と2個以上の鉄球を順に並べたものをレール上に並べ、磁石側の端へ新たに鉄球を転げ衝突させると、他端の鉄球が転がされた鉄球以上の速度の運動を始める。これは、転がした鉄球が、衝突の直前にネオジム磁石の磁力による磁場のポテンシャルエネルギーを得て加速された後に衝突し、反対側の磁石から離れた鉄球に多くの運動エネルギーを与えるために起こる現象である

5 リサーチクエスションと仮説

リサーチクエスション

→ガウス加速器のメカニズムとは

仮説

→入射速度と射出速度は単純には比例せず何か条件がある

根拠

何度か試行したところ入射速度が約 1.0m/s の場合と約 0.10m/s の場合では後者の方が射出速度が大きく見受けられたため

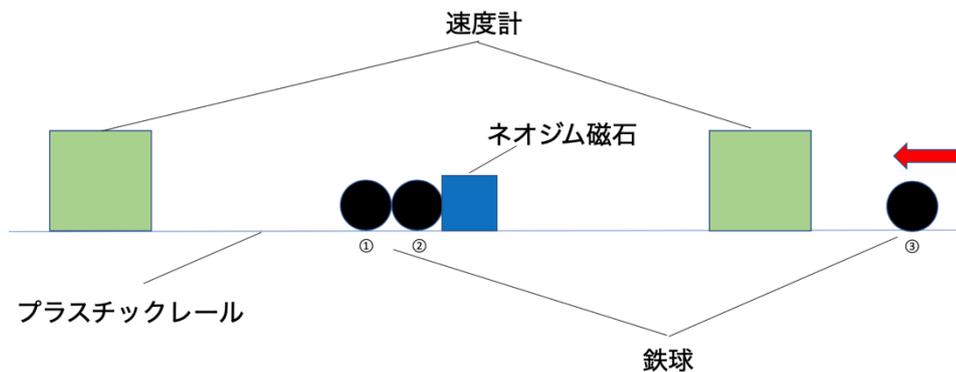
6 実験方法

準備物：鉄球

ネオジウム磁石（強力な磁石）

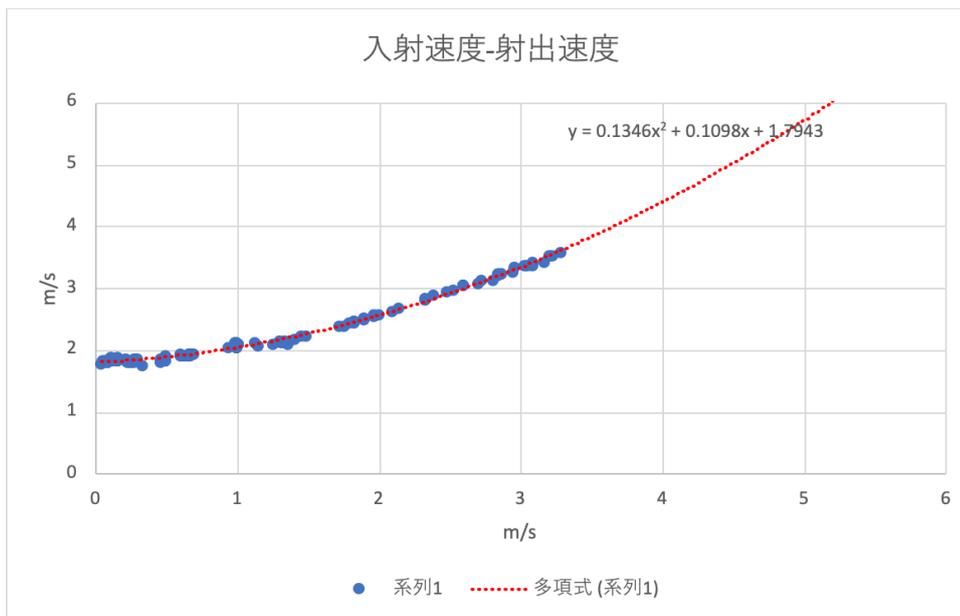
レール

速度計



- 実験手順：1. 磁石から距離を置いた位置から鉄球を転がす
2. 磁石との反応での速度変化を記録する
3. 鉄球と磁石を元に戻す
4. 1～3 を繰り返す

7 実験結果

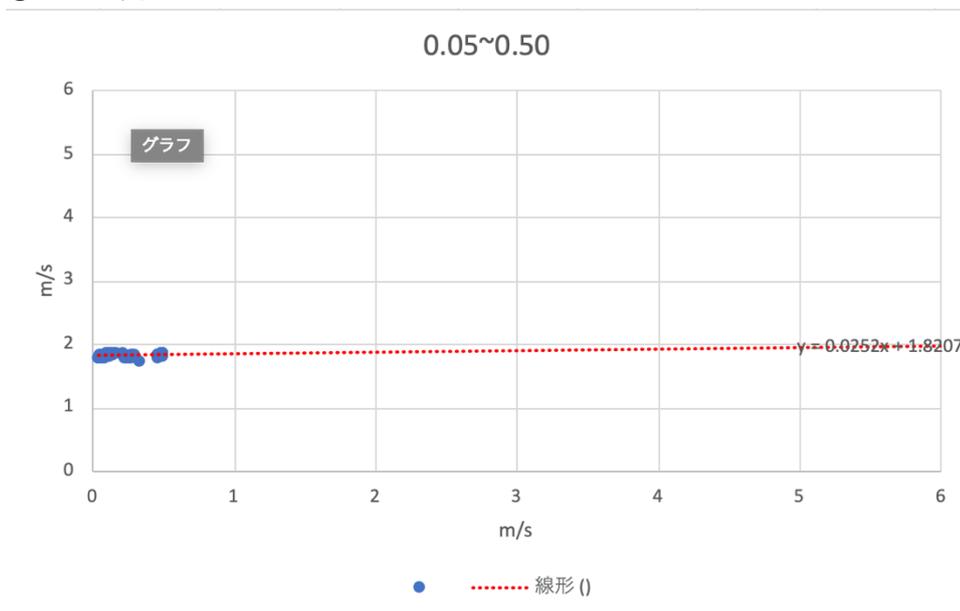


結果は上図のようになった。

このグラフは $y=0.1345x^2+0.1098x+1.7943$ となる2次関数のグラフであり、2次関数であるということは単なる直線的な増加関係でないことがわかった。

ここで上のグラフを3つの範囲に分けて分析する。

①入射速度 0.05~0.50m/s

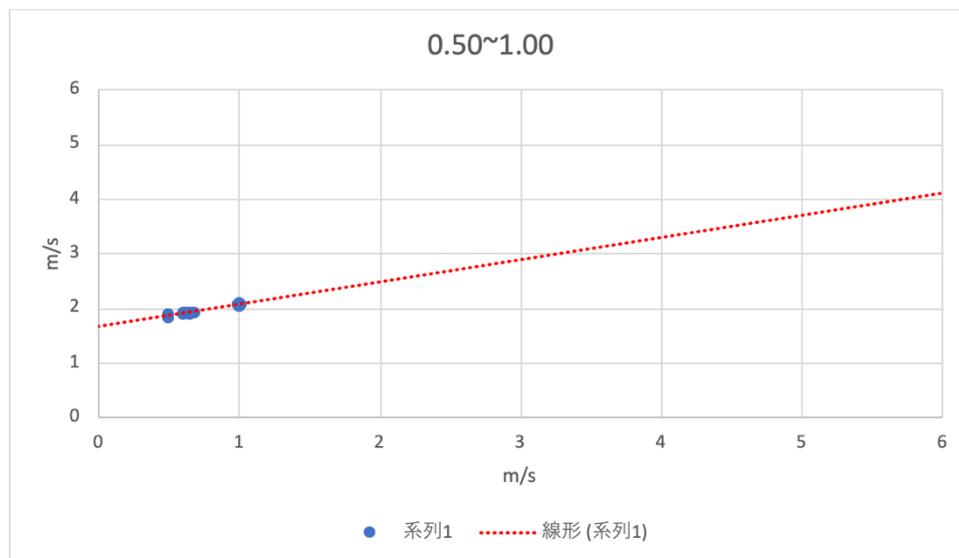


この範囲ではグラフより入射速度に関係なく射出速度がほぼ一定になることがわかる。

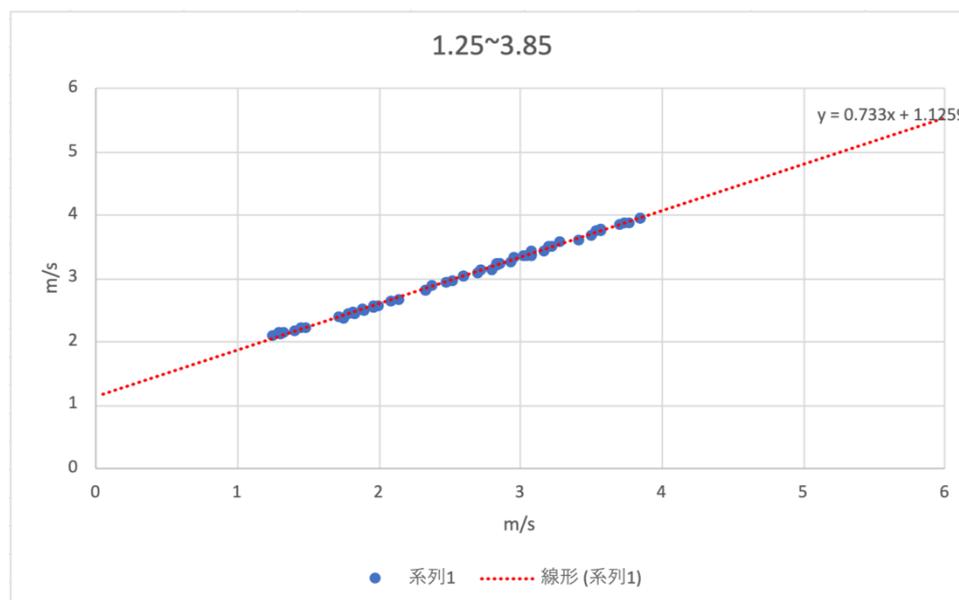
すなわち、この時の出力エネルギーがこのガウス加速器のもつ実質的なポテンシャルエネルギーだと言える。[$e(E_p-F)$]

E_p :磁石のポテンシャルエネルギー F :射出側の負のエネルギー e :反発係数(0.85)

②入射速度 0.50m/s~1.00m/s



③入射速度 1.25~3.85m/s



以上の3つのグラフよりガウス加速器では入射速度の条件によって射出速度との関係が異なることがわかった。

8 考察

二次関数となったことから決まった条件で射出速度が大きくなるように思われる。今回記録することができた結果からは速度が大きくなるにつれて速度増加比が小さくなることが分かった。

さらに、入力エネルギーが磁石のポテンシャルエネルギーを超える範囲では、入力の影響が顕著になり磁石の影響が見えにくくなる。

また、ガウス加速器において最も効率の良い条件は入射速度が0に限りなく近い時だとわかった。加えて、速度増加比が小さくなっていっているのでこの先0になるところがあるかもしれない。

9 結論と今後の展望

このガウス加速器において最も効率のよい条件は入射速度が0に限りなく近いときだといえる。また③のグラフより入射速度が1.25m/s付近から入射速度と射出速度が比例しており、徐々に速度増加比が低下しているのが加速器としての働きが弱くなる。結論より、速度増加比が徐々に低下しているのいつか0となる場所が存在するかもしれないという仮説が新たに生まれた。0.5～1.0m/sでの緩やかな比例関係がどのようなものなのか解析できなかったのが今後取り組んでいきたい。

10 参考文献・引用文献

<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%AC%E3%82%A6%E3%82%B9%E5%8A%A0%E9%80%9F%E5%99%A8>

自転車タイヤの摩擦について

交通事故を減らすために

物理1 2班

1 要旨

自転車タイヤの摩擦について空気量の違いでどのような変化があるのかを3つの異なるアプローチで実験・調査を行ったところ空気量を少なくする、つまり接地面積を大きくすることで摩擦の増加がみられた。

2 はじめに（序論）

県立伊丹高校は自転車通学者が多く、自転車の事故が多い。そのため、スリップ事故に着目し、起こりやすい条件に付いて研究し、自転車のスリップ事故を減らす。

3 先行研究（基礎）

一般的には物理公式である $F = \mu mg$ が示すように接地面積その面積が依存しないとされている。（アモントンクーロンの法則）
しかし、「アモントンの法則の系統的破れ」…大槻道夫、松川宏、によると、ゴムなどの弾性体ではそれらが成り立たないということが明らかにされていた。
自転車タイヤの溝は、主に水を排水する目的であるとされていて摩擦には大きな影響を及ぼさないとされている。（自動車に比べ低速で接地面積も小さいため）

4 研究手法

県立伊丹高校生に対するアンケート調査により、どのくらいの生徒が自転車登校を行っているのか、スリップした経験があるのか、またその時の具体的な状況について調べた。
そこから、タイヤの空気量の違いに焦点を当て、実際の自転車を用いた実験、小実験モデルを用いた実験を行いその数値から自転車の空気量とスリップのしやすさについて研究した。

5 リサーチクエスチョンと仮説

接地面積が大きい（空気量が少ない）ほうが摩擦は大きくなるのではないかと仮説を立てた。

6 実験方法

実験① 実際の自転車を用いた実験ではタイヤの空気を、少ない=3.5気圧、多い（適量）=5.0気圧としてタイヤの空気量を変えた自転車で一定距離を、リズムを用いて速さを合わせて基準となるラインに前輪が差し掛かったところでブレーキをかけ、停止距離を測定した。

実験② 自転車の空気量を変えたタイヤに墨汁を満遍なく塗り方眼紙の上に乗せ、色のついた部分を数えることで、空気量の違いによる接地面積の変化を調べた。

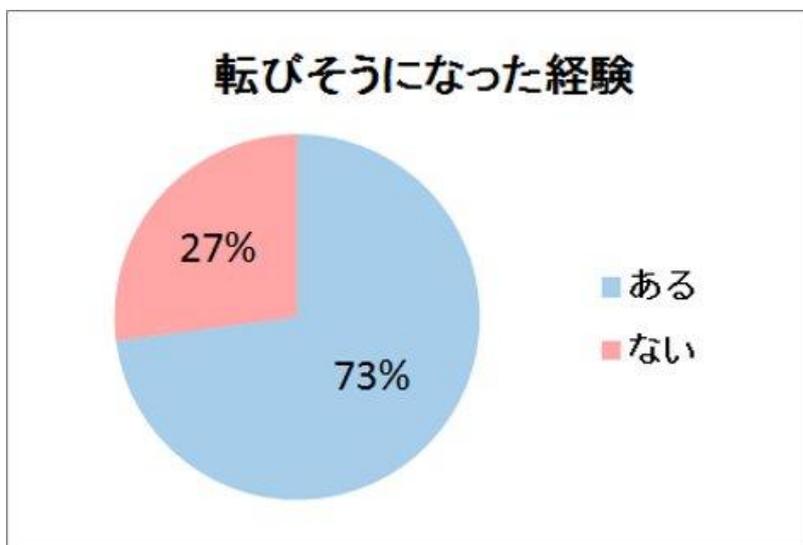
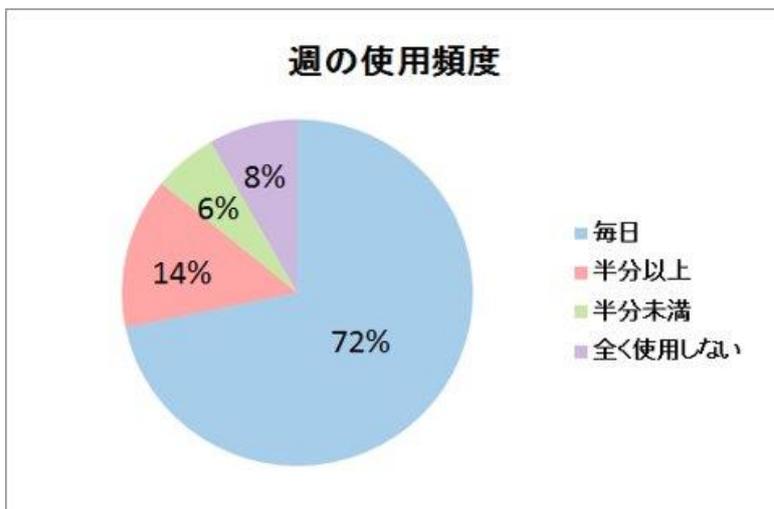
実験③ 写真1のようにブロック片の側面に大きさの異なるゴムを貼り付け、それを鉄板の上を糸と重りで引いて走らせ、後方に記録テープ・タイマーを設置して加速度を調べ、その大小から摩擦の大小を調べた。

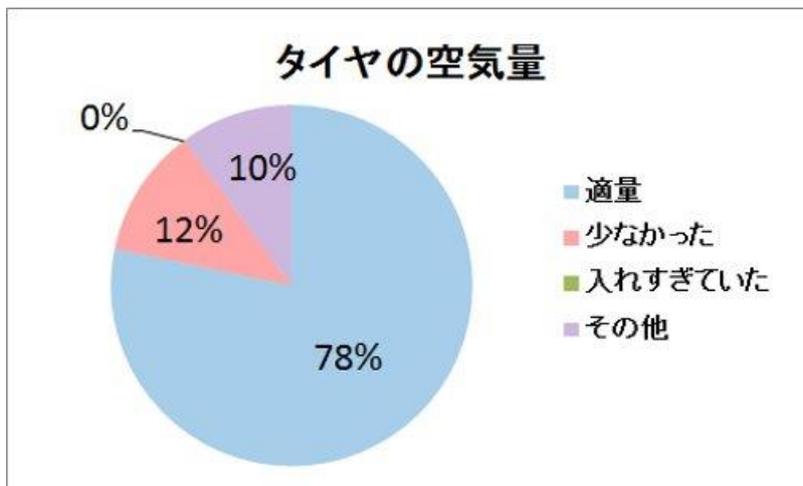


写真1 実験装置

7 実験結果

アンケート結果





実験①の結果

5.0 気圧 3.5 気圧
328.5cm 292.5cm

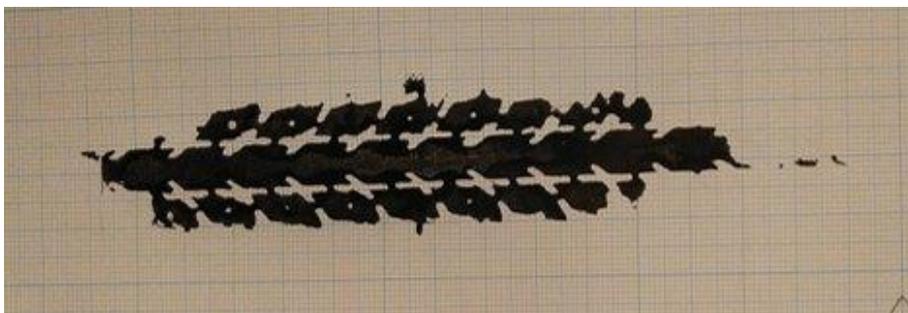
※複数回の計測結果の平均値である。

この結果から、今回の実験での運動を等加速度直線運動とみなすと物理公式である

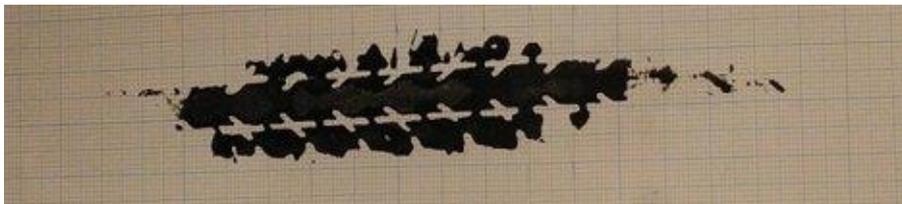
$v^2 - v_0^2 = 2as$ から (終速=0, 初速度一定) なので加速度と距離の間には反比例の関係があるとわかり、5.0 気圧での摩擦を 1 として 3.5 気圧との比を求めると、5.0 気圧から 3.5 気圧へ空気圧を下げると約 12%の摩擦の上昇がみられた。

実験②の結果

3.5 気圧 1596 マス



5.0 気圧 1308 マス



上の写真からわかる通り、タイヤ内の気圧が高いと接地面積が小さくなることがわかる。

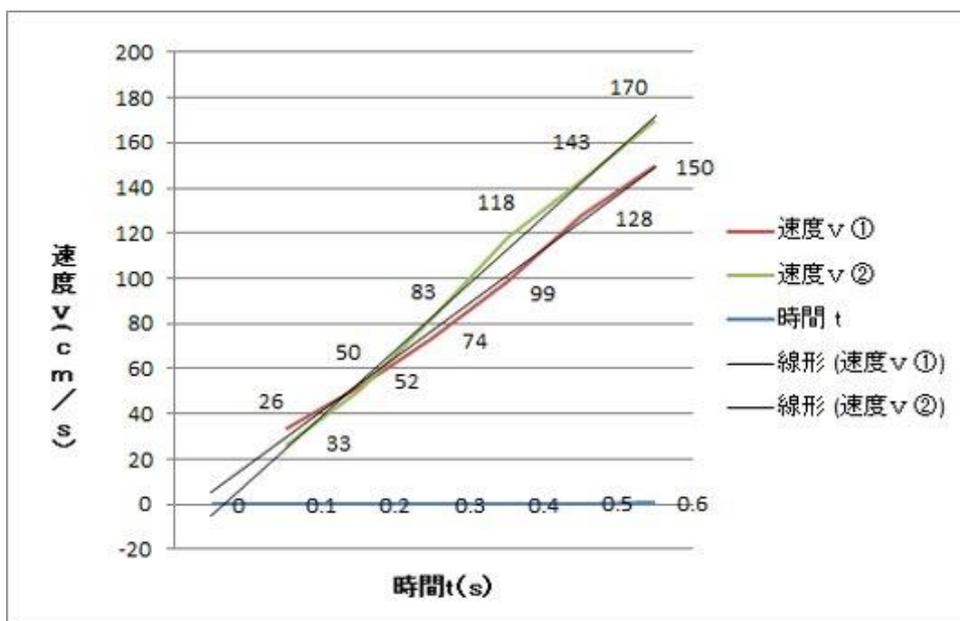
実験③の結果

接地面積 (大)

研究結果 no. 1				
	時間 t	位置 X	変位 ΔX	速度 v ①
0	0	0		
1	0.1	3.3	3.3	33
2	0.2	8.5	5.2	52
3	0.3	15.9	7.4	74
4	0.4	25.8	9.9	99
5	0.5	38.6	12.8	128
6	0.6	53.6	15	150

接地面積 (小)

研究結果 no. 2				
	時間 t	位置 X	変位 ΔX	速度 v ②
0	0	0		
1	0.1	2.6	2.6	26
2	0.2	7.6	5	50
3	0.3	15.9	8.3	83
4	0.4	37.7	11.8	118
5	0.5	52	14.3	143
6	0.6	62	17	170



実験③の結果より、接地面積が広いほうが狭いほうに比べて速度が低いことから、接地面との摩擦力が高くなっていることがわかる。

8 考察

研究を進めていくうちに車にはスタッドレスタイヤのように滑りにくいように対策されたものが一般的に見受けられるのに、なぜ自転車では普及していないのかという疑問が大きくなりました。同時に、今回の実験から、雨の日など滑りやすいと分かっているときは、タイヤに空気が入り過ぎていないかと確認することで少しでもスリップの可能性を減らせるということが分かったので一つの解決策が見いだせたと思います。

9 結論と今後の展望

リサーチクエストンでも述べた通り接地面積が広いと摩擦力は大きくなり、また、エネルギーを逃がしやすくなり、止まりやすくなる。

スリップ事故を減らすには、タイヤの空気は入れすぎないことが重要。

また今後の研究では濡れた面との関係について調べる。

モデル実験では面が濡れていると、面が吸着してしまい動かなくなり実験ができなかった。この問題を解決して、雨の日のスリップ事故を減らせるような、結果を得られるように工夫する。

10 参考文献・引用文献

- ・タイヤの基礎知識(サポート) IRC 井上ゴム工業
- ・直動型摩擦試験によるゴム-路面間のマルチスケール評価…吉村候泰【東京大学】
- ・床と天然ゴムに生じる摩擦…伊藤颯太
- ・水に覆われた平面での物体の運動についての研究…上原大和他
- ・3種類の摩擦係数の測定による摩擦の発生原理に関するレポート…安藤貴政 (県立岡山朝日高等学校)

虹の発生場所

化学2 1班

1 要旨

(アーチ状の虹がきれいに見えたので興味を持ち、実験を始めた。虹が発生する場所を調べるために雨の様子を小型化した装置を作り、虹の見える場所を調べた。結果、虹の見える場所が2つ観測できた。入射角に対して一定の角度で虹が観測できた。展望としてアーチ状の虹を作れる装置を作りたい。)

2 はじめに (序論)

研究背景

大雨の後に見た綺麗なアーチ状の虹が色がはっきりと映り神秘的だったので、虹のことを深く調べようと思い、虹が見える場所について研究した。

研究意義

空にできる虹がどの角度からでも見られることを確かめる。

3 先行研究 (基礎)

主虹というはっきりとした虹は太陽、水滴、観察者のなす角度が42度になる位置に見られる。

副虹という主虹の外側にできる虹は太陽、水滴、観察者なす角度が51～53度になる位置に見られ、主虹と色の順番が逆である。

雨粒を構成する水滴の大きさも虹の色に影響する。

0.5 mm～1 mmと大きければ青色が薄くなり、0.1 mm～0.15 mmでは赤が見えなくなる。

4 研究手法

- ① 野外が雨の状況を模した装置を設計、製作する。
- ② 虹のできる状況、角度を調べる。
- ③ 小型化をするにあたり太陽に代わる光源としてハロゲンライトを使用し、上記と同様な実験を行った。

5 リサーチクエスションと仮説

小さな円状の虹を水で表現するには何の条件が必要なんだろう？

1mの高さから1mmの穴から出た水を出し太陽の光と反対の方向に観察者がいた場合に発生した虹が観測できるのではないかと。また、その時装置に対し45度、135度に虹が観測されるのではないかと。

6 実験方法

- ① 1mのパイプを4本用意し片方の空洞をキャップで留める
 - ② パイプに1.0mmの穴を数ヶ所開ける。
 - ③ 片方の空洞とホースを繋ぎ、そのホースと蛇口を繋ぐ。
 - ④ コネクターで2本のホースを1本にする。
- *必要な蛇口の数は2個
- ⑤ アタッシュケースを土台にしパイプの高さを調整する。

7 実験結果

少し装置が大きくなったが、虹が見える場所は二か所あり二か所がなす角度は80度であった。

少し装置が大きくなったが、虹が見える場所は二か所あり二か所がなす角度は80度であった。これは太陽と水滴と観察者のなす角度が42度なので太陽と水滴を結ぶ線から42度ずつ左右に移動した点と考えられる。ハロゲンライトを使用し同様のことをすると虹を見ることができなかった。装置の都合上外で実験をするしかなく、太陽の光がハロゲンライトの光より強かったため考えられる。

8 考察

太陽の真後ろに立った時装置の中央に見える真後ろに立った時装置の中央に見える状態だと太陽と水滴と観察者のなす角は0度なので虹は確認できないと思う。

虹はどこからでも確認できるわけではなかった)

9 結論と今後の展望

虹の仕組みはとても理解できた)

ハロゲンライトを太陽の代わりにして同様の実験をして、実験結果が同じになるか確かめてみたい。本研究によってアーチ状の虹ができる理由も少しわかった。

日光が届かない暗い環境で実験をし、ハロゲンライトを様々な角度で当て、なす角が80度になるか確かめる。 天気のいい日には副虹が見える位置を調べたい。

10 参考文献・引用文献

<https://ja.m.wikipedia.org/wiki/%E8%9%B9>

混ざらない液体による対流

化学2 2班

1 要旨

単一成分の液体の対流については単に液体が回っているように見えるが、混ざらない液体が二層に分離した状態での対流については、先行研究がなかったので、どのように対流するのかを調べた。密度が近い水溶液と有機溶媒が二層に分かれている状態で下部を温め、上部を冷やすことによって密度差の逆転を起こし、対流を起こした。その結果、有機溶媒が球状になって上昇と下降を繰り返す現象が起こった

2 はじめに（序論）

高校二年生になって化学の授業を受けるようになって授業で浮き出た疑問の解消と今まで見てきた対流は肉眼で確認しにくいものばかりだったので、肉眼でも確認しやすい対流を起こすために二種の混ざらない液体で対流を起こす実験を行った。

3 先行研究（基礎）

混ざらない液体での実験や対流の実験の先行研究は多々確認できたが、二種類の混ざらない液体を使って対流を起こす先行研究は確認できなかった。

4 研究手法

水と水に混ざらない有機溶媒をビーカーに入れビーカー内で対流を起こすために下部を熱した。水を可視化するためにメチルオレンジを溶かして水に色を付けた。対流を促進させるために色がついた水に食塩を溶かした。さらに対流を促進させるためにビーカー内の液体の水面に氷水の入った別のビーカーを接するようにした。

5 リサーチクエスチョンと仮説

密度差の小さい二種類の混ざらない液体による対流はどのような現象を起こすのか。二種類の液体で各々対流が起きる。二種類の液体が混ざり合っただけで対流を起こす。という二つの仮説を立てた。

6 実験方法

まず、対流は膨張した液体と収縮した液体の密度の上下関係の逆転によって起こるから、対流を促進させるために密度が水と近くて、水よりも膨張率が高い有機溶媒を調べた。その中から水に不溶な液体を選出した。ここでは安息香酸エチルを使用した。安息香酸エチルの密度は 1.050 g/cm^3 なので、水に食塩を溶かして密度を安息香酸エチルの密度に近づける。食塩水の濃度と密度の関係を表した表をインターネットで調べ、それをもとに実験を行い、食塩水の密度が安息香酸エチルの密度に限りなく近い状態で、同じビーカーに水と安息香酸エチルを入れると安息香酸エチルが水の下になるような食塩水の濃度を調べ、その食塩水を作る。この食塩水を①とする。安息香酸エチルと①はともに無色なので、実験中に安息香酸エチルと①を見分けやすいようにするため、①にメチルオレンジを溶かして色を付け、安息香酸エチルと見分けられるようにする。このメチルオレンジを溶かした①を②とする。安息香酸エチルと②を 400ml ビーカーに 200ml ずつ入れ下部を熱し対流を起こす。この際、安息香酸エチルは第4類危険物 第3石油類に属しており、皮膚刺激があったり、飲み込んだり、多量の吸引で有害な作用があるので、安全に使用できるように危

除物を取り扱える装置を使用する。ビーカーの下部を熱し対流を起こした際、安息香酸エチルの膨張率が水の膨張率より大幅に高く、ビーカーの下部と上部でかなりの温度差がないと対流が続かないと考え、ビーカー内の下部と上部の温度差を高くするため、氷水の入った別のビーカーを水面に接するようにした。下部を熱する温度は食塩水が蒸発しない温度で、できるだけ高い温度を調べ、その温度で熱する。

質量百分率 濃度 (%)	0	0.001	0.01	0.1	1	2	4	6	8
溶液密度 (g/mL)	1	1.0000409	1.0000409	1.000409	1.00409	1.01112	1.02530	1.03963	1.05412
モル濃度 (mol/L)	0	0.00017111	0.0017111	0.0171177	0.171807	0.346019	0.701744	1.06733	1.44294
溶液体積/水量	1	1.00000591	1.0000591	1.000592	1.00599	1.00919	1.01596	1.02328	1.03115

7 実験結果

1回目の実験では、メチルオレンジを食塩水に溶かしたり、安息香酸エチルと食塩水の表面張力の違いによって元々の濃度とは少し異なるため食塩水の濃度を決定するため、まずは4.0%4.5%5.0%5.5%の食塩水と安息香酸エチルをビーカーに200mLずつ入れ、5.0%の食塩水が対流実験に適していたため、5.0%の食塩水で実験することを決めた。2回目の実験では、この2種類の混ざらない液体の下部のみを温めたが、対流が起こらなかったため、3回目の実験で上部をビーカーに入れた氷で冷やすと、下部の安息香酸エチルが球状となることが上下移動をし、対流が発生した。

8 考察

安息香酸エチルと水の層の極性を高め、安息香酸エチルと分離しやすくさせる食塩を入れた水の溶液は下部のみを温めると対流は発生せず、上部を冷やし、下部を温めると対流は発生すること、この混ざらない液体による、対流はある一定の大きな温度差が必要であり単一成分による対流のメカニズムとは異なり、安息香酸エチルが球状となって上下移動を繰り返した対流では、安息香酸エチルの溶液に水が少量溶け込み、水の表面張力が、安息香酸エチルの表面張力より小さく、外側の水分子が内側に移動しようとして、安息香酸エチルが表面積を1番小さな形にしようとして安息香酸エチルが球状になったと考えられる。

9 結論と今後の展望

混ざらない液体による対流ではある一定の大きな温度差で対流を起こし、その対流のメカニズムは単一成分によるとは異なり、2層に分離した状態で対流が起こる。今後はある一定の大きな温度差を具体的に調べ、また安息香酸エチルが球状になる理由を明確に根拠を並べて説明できるように実験していく。

10 参考文献・引用文献

<http://www.edu.utsunomiya.ac.jp/chem/v7n1/ashida2/TabC02.htm#:~:text=%E8%B3%AA%E9%87%8F%E7%99%BE%E5%88%86%E7%8E%87%E6%BF%83%E5%BA%A6,1.03115>

手軽な綿あめの作り方

化学23班

1 要旨

自粛期間の空いた時間に家族とのコミュニケーションを取る時間を増やす為、綿あめの機械から自分で作り、ザラメの代わりに手に入れやすい市販の飴を砕いたものを使用した。綿あめの機械を作り糸状のものを出すことは可能だったが機械の改良が必要になると考えた。

2 はじめに（序論）

新型コロナウイルスにより、夏祭りなどの地域の交流のできる行事がなくなった。また、厚生労働省のアンケートによると、コロナ禍で多くの人がメンタルに不安を感じていると回答していた。そこで、夏祭りの楽しみの一つである綿あめを家で簡単に作れる方法を、考えることで新型コロナへの不安を少しでも和らげられるのではないかと考えこの研究を行った。

3 先行研究（基礎）

綿あめの原材料は上白糖という砂糖である。
綿あめ機を高速で回転させて遠心力で液体となった上白糖を穴から四方に飛ばすことで完成する。液体となった上白糖は穴から出た時に空気によって冷やされて、固体になる。

4 研究手法

自粛により「おうち時間」が増えたためゆっくりと家族とのコミュニケーションを取るきっかけや、綿あめの機械を購入するよりも低価格で作ることができる為、綿あめ機を一から作る。ザラメで綿あめを作るだけでなく、ザラメより手軽に手に入れやすい市販の飴を砕いたものを使用する。



5 リサーチクエスチョンと仮説

「手軽に大きな綿あめはどうしたら作れるのか」をリサーチクエスチョンにした。
綿あめ機は、モーターと缶をつなぐ針金の長さを短くして、缶へ伝わる振動を大きくし、回転率を増やすことで早く綿あめになると考えた。また、中に入れる飴を細かく砕くほど大きな綿あめになると考えた。

6 実験方法

・準備物

蓋付きのアルミ缶、針金、ゴム管、割り箸、ザラメ、モーター、電池（単4電池）、ガスコンロ、ガスボンベ、段ボール、アルミホイル、砕いた市販の飴

・実験手順

綿あめ機の作成

1. アルミ缶の蓋、底、そこ付近の側面に5ミリ間隔で穴を開けた。
2. モーターにゴム管と針金を接着した。
3. アルミ缶に開けた穴に針金を通した。

綿あめ

1. 段ボールにアルミホイルを貼り、ガスコンロの周りに設置した。
2. 綿あめ機をガスコンロの上に設置した。
3. ザラメをアルミ缶の中に入れた。
4. ガスコンロの火をつけて綿あめ機のモーターを回した。回る速さはゆっくりにした。

7 実験結果

モーターを回しているときに途中でモーターのシャフトと針金を接触した部分が取れてしまい、落下してしまった。

綿あめ機の缶の中でザラメは溶けた。しかし、綿あめの糸状のようなものが出てくる穴から、液体のまま出てきてしまった。

8 考察

綿あめ機が途中で落ちてしまったのはモーターのシャフトと針金の太さが違っていたために、ゴム管と接着剤でくっつけても、缶やザラメの重さで少しずつ外れていったためだと考えられる。

穴から液状のザラメが出てきてしまったのは穴を開けるのをキリでやったので穴が大きかったからだと考えられる。

9 結論と今後の展望

身近なものではため息をつくれたら市販のものを買うより手軽だと考えた。

針金がモーターを回すにつれて、曲がっていき、段ボールにぶつかっていた。これを改善するために、針金の太さをより大きくして、綿あめが作れるかを実験する。

また、落ちてしまうのを改善するために針金を使わず、モーターのシャフトと缶をつなぐ綿あめ機の作り方があったので、それを実験で使用してみる。

10 参考文献・引用文献

<https://www.kodomonokagaku.com/read/hatena/5039/>

紙のしわをなくす方法

化学24班

1 要旨

紙のしわをなくす方法を実験し考えた。しわをのばすのに、一番適当な方法を調べた結果、霧吹きで一度濡らした後に冷凍庫に入れ一定時間おいてからアイロンをかける方法が一番適していることが分かった。

2 はじめに（序論）

西日本豪雨による浸水で、大きな水害が起こってしまった。建物の被害だけでなく多くの人の大切な本が水没してしまった。そこでこの研究を考え、水害にあってしまった人の思い出の本をきれいにすることを目的とした。

3 先行研究（基礎）

紙はセルロース繊維でできているが、セルロース繊維は水と結びつきやすいヒドロキシ基を持っている。薄く延ばして乾燥させる過程で、水分子が取れていきセルロース繊維同士が近づく。水分子がなくなると、紙の形となる。

沸点の僅かに異なる2つの物質(液体)を蒸留させたとき、沸点に達していない物質が先に沸点に達した物質と共に気体となることを共沸効果という。

また、紙のしわのばしを行っている業者はなく、自分でしわを伸ばすことでしか紙のしわを伸ばすことはできない。

4 研究手法

この実験は先行研究で行われている一度濡らした後冷凍させてからアイロンをかけるとしわが取れるというものをヒントに実験を行った。先行研究の正確性とwebにある一般的な知識が正しいのかを確かめ、どの手法が適切か見極めるために行った。

また、我々独自のしわをのばす「答え」を探すために条件を整え行うこととした。

5 リサーチクエスチョンと仮説

リサーチクエスチョンは「紙のしわをのばす最適な方法とはなにか」の答えを出すこととする。

仮説は以下の3つである。

- ①アイロンをかければ、ある程度のしわはのびる
- ②氷の状態である程度の水分が蒸発させられるので、冷凍庫に入れ水を氷にすることでしわがのびる
- ③エタノールは水と共沸効果を起こし早く蒸発することでしわがのびる

6 実験方法

実際のように紙をしわしわにするとどの程度しわが除去できたかの再現性が困難であり、ここでの実験では紙を4回折った折り目をしわと仮定した。

実験A 紙のしわをのばすために水で一度濡らす必要はあるのかを調べた。

- a そのままアイロンをかけた
- b 霧吹きを使い水で濡らしアイロンをかけた

実験B しわをのばすために水ではなくエタノールを使うことでどの程度変化するのかを調べた。

- a 霧吹きを使い水で濡らしアイロンをかけた
- b 霧吹きを使いエタノールで濡らしアイロンをかけた

実験C しわをのばすために冷凍庫に入れることでどの程度変化するのかを調べた。

- a 霧吹きを使い水で濡らしアイロンをかけた
- b 霧吹きを使い水で濡らし冷凍庫に入れ一定時間（一週間）おいてアイロンをかけた

7 実験結果

実験A

- a 折り目が薄くなっただけでしわは伸びなかった
- b aよりは薄くなったが、アイロンを55秒以上かけると折り目とは違うしわがついた

実験B

- a 実験前よりも紙の表面がザラザラになった、またbよりも表面が半紙の裏面のようにになった
- b aより表面が滑らかになった、しかし折り目はそのままになった

実験C

- a 折り目は薄くなったが、アイロンを55秒以上かけると折り目とは違うしわがついてしまった
- b 折り目は消えたが、アイロンを55秒以上かけると折り目とは違うしわがついてしまった

8 考察

アイロンをかけただけでは紙のしわは伸びず、水を吹きかけたものはしわがのびたことから、セルロースの水素結合で紙の繊維を整え、しわが伸びたと考えられる。また、水を吹きかけて冷凍庫に入れたものは水を吹きかけるだけの紙よりもしわがのびやすかったことから、氷になるまでの時間に水が一定量蒸発するので、しわが伸びやすかったと考えられる。エタノールと水の共沸効果でしわの伸びが変わらなかったことは、共沸の条件が満たされていなかったのか、エタノールにセルロースの結合をきれいにする効果がないと考えられる。エタノールを吹きかけたものは紙の表面が触ると半紙の表側のようになったので、エタノールには水にはない紙の表面をツルツルにする効果があると考えられる。

9 結論と今後の展望

紙のしわを伸ばすには紙に水を吹きかけた後、冷凍庫に一定期間入れて、アイロンをかけることでしわをきれいに伸ばすことができた。しわを伸ばす際には水を蒸発させることでしわがのびるので、ドライヤーなどの圧力をかけずに温めることでアイロンと同じように、しわは伸ばせるのではないだろうか。

本研究では、しわになった紙を水に一度濡らうことでセルロースの水素結合を利用し紙のしわを伸ばすという原理でしわの伸ばす最適な方法がわかった。さらに発展させ、雨に濡れてしまった教科書や本、水害などの被害に見舞われた方々の本を少しでもきれいにし、本の中に詰まった思い出をよみがえらせる。また、濡れたから捨てて新しいものを買うといった考えを減らし、ごみの削減につながり環境の改善の役に立てる。

今後は、実験を多く行い、紙をまとめてきれいにする方法や、インクのにじみをいかに減らせるか、というのまで実験していければいいと考える。

10 参考文献・引用文献

しわしわになってしまった紙のシワを取る方法

<https://news.nicovideo.jp/watch/nw348703830abp.pdf>

<https://www.pen-kanagawa.ed.jp/atsugi-h/tokushoku/documents/30abp.pdf>

【しわくちの紙を元に戻す方法4選】簡単!!おすすめのシワの伸ばし方法を紹介!

<https://helping-hand-housework.com/crumpled-paper/#i>

濡れた本は冷凍すると元通りに!?ズボラな人でもできる超簡単な方法

<https://yourmystar.jp/reivers/wet-book/>

4つの環境下における生分解性プラスチックの分解速度の違い

生物31班

1 要旨

生分解性プラスチックを4つの環境下に入れて約10日単位で経過観察と計測を繰り返し、生分解性プラスチックの質量の減少量から環境下における分解速度の違いを導いた。

2 はじめに（序論）

今、世界で廃棄されたプラスチックによる環境汚染が増えてきている。また、その廃棄物によって海の生物が死亡するというニュースを頻繁に目にする。

そこで、この海の環境問題の解決に少しでも役立てればと思い、今話題になっている生分解性プラスチックの分解性能がどの程度期待できるのかを調べてみた。

3 先行研究（基礎）

https://www.tsukuba.ac.jp/community/students-kagakunome/shyo_list/2012/jrhigh/3.pdf

4 研究手法

先行研究では生分解性プラスチックに向いている材料についてなど、生分解性プラスチック自体の種類を変えて実験していたため、私たちは生分解性プラスチック自体は変えず、環境を変えて実験しようと思ったから。

5 リサーチクエスションと仮説

コンポストで最も分解が進む。

環境が違えば分解速度にも差が出ると考えられる。生分解性プラスチックを分解するのは主に微生物であると考えため、環境が違えば、微生物の量が異なり、微生物の量が異なれば分解される質量も変わる、と考えた。

6 実験方法

生分解性プラスチック…ポリカプロラクトン PCL（写真右）

質量を調整し、球状に形成

通常のプラスチック…ポリエチレンテレフタレート (PET)

ペットボトルから切り抜き質量を調整し板状に形成

環境

赤玉土…ホームセンターで購入→ケースへ

コンポスト…腐葉土と米ぬかを混ぜ合わせケースへ

海水…海に行って採取

海砂…海に行って採取

4つの環境にそれぞれのプラスチックを2つずつ埋没させ経過観察する。

即ち7, 28, 35, 63, 70日経過後の質量を計測した。



7 実験1の結果

4つの環境下での分解による減少量に有意な差異は認められなかった。

そこで、別の生分解性プラスチックを用意し同じ4つの環境下で分解性能の違いを調べた。

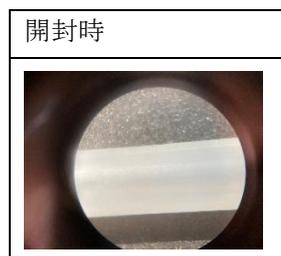
市販のストロー〔カネカ生分解性ポリマー(原料樹脂 PHBH)GreenPlanet ストロー直径約

6mm×200mm〕を約100mmに切り揃え、シャーレに埋め込み24℃で約3週間分解させた。その期間内は海水以外のシャーレには適量の水分を補充した。

測定結果 埋めた日 11月12日 約24℃

	開始日	7日後	28日後	35日後	63日後	70日後
海水1	0.50	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49
海水2	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
赤玉土1	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.49
赤玉土2	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
海砂1	0.50	0.50	0.49	0.49	0.49	0.49
海砂2	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
コンポスト1	0.50	0.50	0.49	0.49	0.49	0.49
コンポスト2	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.49

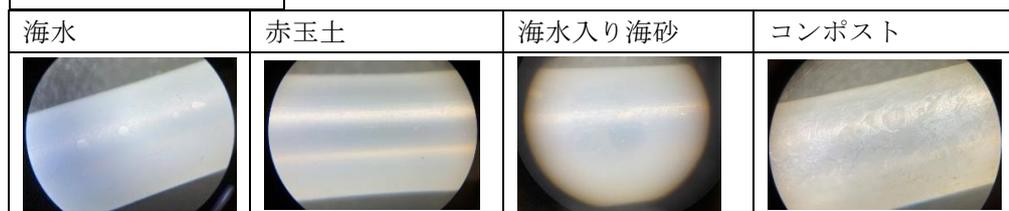
実験2の結果



双眼実態顕微鏡で拡大し表面の変化を撮影した。

質量の測定はできなかったが、開封時の表面の様子と3週間後の表面を比較するとコンポストの表面が最も多くの凹凸が見られた。

これより、4つの環境ではコンポストが最も分解性能が高い、と判断した。



8 結果と考察

ポリカプロラクトン(PCL)を用いた実験1では70日でも分解速度に有意な差異が見られなかった。これプラスチックの形(板状、球状)が不適切だったこと、水分補給をしなかったことで微生物の活性が低下したこと、秤量方法が不慣れであったことが原因と考えられる。

カネカ生分解性ポリマー(PHBH)を用いた実験2では放置期間が実験1の1/3以下であるにも関わらず分解性能に差異が認められた。分解性能の評価方法が実験1と2では異なるので実験1が必ずしも差異が無いとも言いきれないが手作りで形状を整えたので実験2のような表面の変化を確認できたかは不明であるが、実験1、2を通して4つの環境の違い、生分解性プラスチックの種類によって分解速度に違いがあることが分かった。

9 今後の展望

4つの環境下ではコンポストでの生分解性プラスチックの減少量が最も多いことが分かったが、実験2での経過観察期間が短いことと、顕微鏡による表面変化での確認しか取れていない。よって分解速度にどの程度の違いがあるのかどうか分からないままで終わってしまった。

今後の研究としては生分解性プラスチックの種類を更に増やすこと、経過観察の日数をもっと延長し、定量的な結果を求めていくことがあげられる。

10 参考文献

https://hyogoms-my.sharepoint.com/:x:/g/personal/2020ita1113_pita_hyogo-c_ed_jp/ER5HnoSPVoFKn-ejA_ljPmwBo-7yJxU3d7tg6h3nwaEzg?e=SJcmk8

プラナリアの生息域を探そう

生物32班

1 要旨

プラナリアの生息できる条件を探す。

2 はじめに（序論）

プラナリアの生息地を調べても綺麗で流れの緩やかな場所としか書かれていなかった。

この研究の機会にプラナリアの生息域を明確にしようと思いこの研究テーマとした。

プラナリアの生息域を発見する。

プラナリアの生息条件を発見することで現在生息している場所以外の生息条件を推測できる。

3 先行研究（基礎）

プラナリアは扁形動物門ウズムシ目に分類されている生物の総称です。

全身が幹細胞であり、切ると再生し個体になる動物である。負の走光性を持つ。

4 研究手法

この研究を選んだ理由は、生物の授業で浸透圧を学習しプラナリアでも応用できないかと思いました。水の汚れの程度（有機物の含有量）をCODという指標で簡易に測定できるキットがあることを知って研究することにしました。

研究1.

①三%2.5%1%~0.3%の濃度の塩水を用意しプラナリアをつける

②放置する

研究2. 身近なところから水を採取しcodを測定。

②それぞれの水に放置

5 リサーチクエスチョンと仮説

リサーチクエスチョン

プラナリアはどこに住めるのか？

仮説とその根拠について

研究1→1%以下は生き残る。研究2→今池

6 実験方法

研究1は手法と同じ

研究2水の場所

①塚本家の前の用水路 cod2.5

②猪名川の下流 cod7.5

③プリンス池の水 cod10

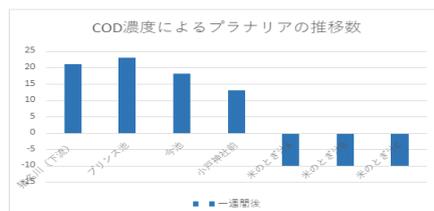
④今池 cod10

⑤米のとぎ汁 (cod20...a cod50...b cod100...c)

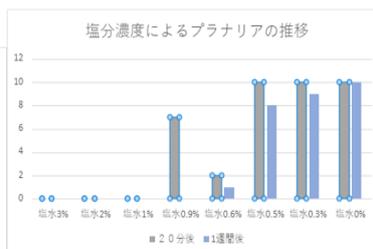
①~⑤のcodを測定

プラナリア10匹を各水にいれ一週間放置

↓実験②ーb



実験①



↓実験②ーa

	COD 濃度
猪名川(下流)	7.5
プリンス池	10
今池	13
小戸神社前	2.5
米のとぎ汁 A	20
米のとぎ汁 B	50
米のとぎ汁 C	100

7 実験結果

実験①

塩分濃度が3～1%の時プラナリアは20分以内で全滅し、塩分濃度が0,9%の時プラナリアは20分以内で7匹生き残っていたが、1週間後には全滅した。0,6%の時プラナリアは20分以内では2匹生き残っており、一週間後には1匹生き残っていた。0,5%の時プラナリアは20分以内では10匹生き残っており、一週間後には8匹生き残っていた。0,3%の時プラナリアは20分以内で10匹生き残り、一週間後には9匹生き残っていた。0%の時プラナリアは、一週間後でも10匹残っていた。

実験②

猪名川…COD7,5、プラナリア10匹～21匹
 プリンス池…COD10、プラナリア10匹～23匹
 今池…COD13、プラナリア10匹～18匹
 小戸神社…COD2,5、プラナリア10匹～13匹
 米のとぎ汁A…COD20、プラナリア10匹～0匹
 米のとぎ汁B…COD50、プラナリア10匹～0匹
 米のとぎ汁C…COD100、プラナリア10匹～0匹

8 考察(塚本)

仮説では研究①は、1%以下であったら生き残る、研究②は、今池のCODであれば生き残れるとしていたが、結果を踏まえて考えると研究①では、0%～0.5%、研究②であればCODが10のプリンス池が生き残りやすいと思った。

よって、塩分濃度が海水より低い濃度であって、さらにCODが2,5～10である場所で住めると思ったので海から離れた内陸湖か、河口に住んでいると考える。

9 結論と今後の展望(塚本)

この研究から塩分濃度が海水より低い濃度であって、さらにCODが2,5～10である場所で住めると思い、海から離れた内陸湖か、河口に住んでいると考えました。

今後の展望としては、今回塩分濃度とCODを調べたので次回は周りの環境の影響について調べてたいと思います。

10 参考文献・引用文献

プラナリアを知っていますか？実験・飼育・退治の方法などを紹介 | ホンシエルジュ
(honcierge.jp)

プラナリア幹細胞 | 全身が幹細胞のプラナリアのメカニズムとは - 国際幹細胞普及機構
(stemcells.or.jp)

<https://www.bing.com/newtabredir?url=https%3A%2F%2Fworiver.com%2F10402%2F>

プラナリアの目がかわいい！口はどこ？長さや再生時間も調査！ | 今日を明るく
(flowerlove.jp)

8 考察 (赤木)

プラナリアは、塩分濃度 0,5%以下、COD 濃度 13 までならば、生きられることが分かった。プラナリアは水質の綺麗なところにしか生息していない生き物だが、ある程度の水質ならば生きることができる。また、アクアリウムでのプラナリアの駆除方法として水に塩を入れるというのがありますが、0,5%まで耐えられるので、あまりいい手段ではないと思った。

9 結論と今後の展望 (赤木)

プラナリアは意外と塩分濃度と水質の汚さには、そこまで弱くはなかった。今後機会があれば、塩分濃度、COD 濃度の他にも、様々な環境について調べて、プラナリアの生息できる条件をさらに詳しく特定してみたいと思った。

8 考察 (小松原)

結果①からプラナリアは塩分濃度が 0,5%以下の水の環境だと生存でき、0,6%以上だと死滅してしまうと考えられる。

結果②から COD が 10 に近いほど増え、COD の値が 20 以上になると死滅してしまうと考えられる。川だとプラナリアは生存しやすいと考えられる。

9 結論と今後の展望 (小松原)

研究結果からプラナリアが生きるのに適している環境は塩分濃度が 0%で、COD の値が 0 以上 20 未満だということが分かり、川だとかなり適しているということが分かった。また、水の中に有機物が多く含まれていると適さず死滅してしまう。池の水などがどんなに濁っていても有機物が多く入っていなければ生きていけることが分かった。

今後の展望は、今回の実験をしている中で、プラナリアはどうやって餌を見つけているか、また暗い場所に移動する性質などを知ったので、なぜそのような性質があるのかを調べたい。

8 考察 (豊田)

仮設に対してこのような結果が出たのはプラナリアの住む環境のきれいさの具体的な指標を調べていなかったし淡水の塩分濃度の具体的な指標調べずに自分の知識のみで決定してしまったためだと考える。

結果①0,5%以下で生存可能結果②cod2,5~13 であれば生存可能

なぜ河口にプラナリアは生息していないのか

川 (上流~河口まで) 池 (湖山池) 内陸湖 などの場所が生息可能

9 結論と今後の展望

今回の実験だけでは、水の汚れや塩分濃度の範囲でしかできていない。新たな疑問としてなぜ河口にプラナリアがいないのか。次の機会に他の要因 (水温・水質・餌 etc...) も調べ更に明確にしたい。

ゾウリムシの電気走性と化学走性

生物33班

1 要旨

ゾウリムシを培養し、負の電気走性と正の化学走性の強弱について研究する

2 はじめに

研究背景は研究前にゾウリムシについて調査し、その際にたくさんの走性があることを知り私たちにも研究が可能だと思った「電気走性」と「化学走性」に注目し、研究することにした。

研究目的は、ゾウリムシの各走性の強弱について調べることである。

実験開始するにあたってゾウリムシの培養も行った。

3 先行研究

刺激源に対して近づく方向に移動する場合を正の走性、遠ざかる場合を負の走性という。

ゾウリムシは膜電位の値によって繊毛運動のむち打ち方向が反転する。

培養 …豆乳やサントリーおいしい麦茶で培養が可能。

夏場は2週間に1回、冬場は1か月に1回培養液を移し替える必要がある。

こまめに移し替えなかった場合、過度の増殖によりゾウリムシに

酸素が行き渡らないことがあり死亡してしまうことがある。

電気走性…ゾウリムシは1.5Vで負の電気走性を示す。

化学走性…酢酸水溶液の濃度によって変化する。

酢酸水溶液の濃度0.1%~0.06%で正の走性が確認できる。

塩化ナトリウム水溶液や炭酸ナトリウム水溶液でも化学走性を確認することが可能だがそれぞれの反応濃度は異なる。

水溶液の濃度が高いとゾウリムシは死亡してしまうことがある。

4 研究手法

〈培養液〉

溜め置きの水 350mL

麦茶 350mL

溜め置きの水 350mL+豆乳 1mL、2mL、3mL

溜め置きの水 350mL+100%オレンジジュース 1mL、2mL、3mL

麦茶 350mL+豆乳 1mL、2mL、3mL

麦茶 350mL+100%オレンジジュース 1mL、2mL、3mL

(計14種類)で培養した。

(別途用意したゾウリムシ培養液を元培養液として各条件に全て1mLを投入した)

〈電気走性〉

シャーレの両端に電極の銅線を取り付け交流直流変換機で1Vから

8Vまで徐々に電圧を上げてゾウリムシの移動方向を顕微鏡で確認する。

〈化学走性〉

シャーレの中央に0.5%、0.25%、0.05%の酢酸水溶液を1滴滴下し

濃度別に走性の反応を顕微鏡で確認する。

5 リサーチクエスチョンと仮説

〈リサーチクエスチョン〉

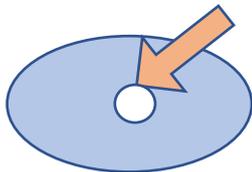
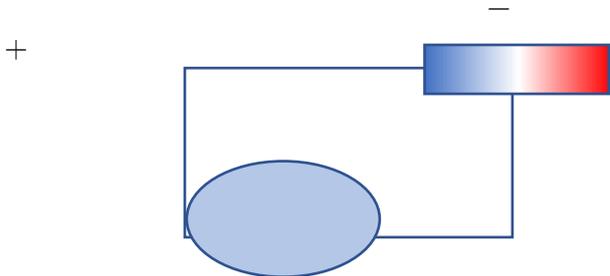
ゾウリムシは電気走性と化学走性を持つが、2つの刺激が同時に与えられたときの反応は不明である。

そこで2つの刺激を同時に与えた場合、どちらか一方の走性だけが優先される。

〈仮説〉

電気走性よりも化学走性の方が強いと考える。

6 実験方法

<p>〈化学走性〉</p> <p>シャーレの中央に酢酸水溶液を1滴滴下し、ゾウリムシが集合するか離散するかを確認する。</p> <p style="text-align: center;">酢酸水溶液を1滴滴下する</p> 	<p>〈電気走性〉</p> <p>シャーレの両端に交流直流変換器で電圧を加える。</p> <p>顕微鏡で観察しながらゾウリムシの移動方向の変化を観察する。</p> 
---	---

〈電気走性と化学走性〉

手順1 化学走性でゾウリムシが最も正の走性を示した酢酸水溶液の濃度を確認する。

手順2 電気走性でゾウリムシが最も負の走性を示した電圧を確認する。

手順3 ゾウリムシが負の走性を示したら陽極に手順1で使用した酢酸水溶液を1滴滴下しゾウリムシの移動方向を確認する。

7 実験結果

〈培養液〉 (表 I を参照)

水+豆乳 3mL・水+100%オレンジジュース 3mL の増加量が共に多い。

ゾウリムシの増減は顕微鏡で確認した。

また、温度はインキュベーターで常に24℃で一定に保っている。

観察を開始した9/10から

2週間後 お茶ベース+豆乳、お茶のみの培養液からはゾウリムシが激減した。

3週間後 水+豆乳、オレンジジュースではゾウリムシが多く確認できたが水のみではゾウリムシを確認することが出来なかった。

5週間後 水+豆乳 1mからゾウリムシが確認できなくなった。水+ジュース 3mLにはたくさん確認できた。

(表 I)

	培養条件	培養期間 (週)	9/10	1	2	3	4	5
1	溜置き水のみ		+	-	--	--	--	----
2	溜置き水	+豆乳 1 mL	+	++	+++	++	-	----
3	溜置き水	+豆乳 2 mL	+	++	++	++	-	-
4	溜置き水	+豆乳 3 mL	+	+++	++	++	-	-
5	溜置き水	+オレンジジュース 1 mL	+	++	++	-	--	----
6	溜置き水	+オレンジジュース 2 mL	+	++	++	-	--	----
7	溜置き水	+オレンジジュース 3 mL	+	++	++			+++
8	麦茶のみ		+	+	-	-		
9	麦茶	+豆乳 1 mL	+	++	++			
10	麦茶	+豆乳 2 mL	+	++	++			
11	麦茶	+豆乳 3 mL	+	++	++			
12	麦茶	+オレンジジュース 1 mL	+	++	+++			
13	麦茶	+オレンジジュース 2 mL	+	++	+++			
14	麦茶	+オレンジジュース 3 mL	+	++	+++			

+ 初期注入量
 ++ やや増加
 +++ 激しく増加
 - 少し減少
 -- やや減少
 ---- 激しく減少

 増加しすぎのため観察中止

 増加しすぎでゾウリムシ死亡のため途中で培養を中止

空白 変化なし

〈化学走性〉

0.5% 滴下後、瞬時に死亡してしまった。

0.25% 滴下後、瞬時に死亡してしまった。

0.05% 負の走性が確認できた。

それ以降十分な時間をとれず現在に至る。

〈電気走性〉

単一乾電池 (1.5V) 6個を直列接続で電圧を掛けたが負の電気走性は観察できなかった。また直流交流変換器で1Vから徐々に電圧を上げた場合も明確な負の電気走性は観察できなかった。しかし直流交流変換器で1Vから7Vへ一気に電圧を上げた時は明確な負の電気走性が確認できた。

8 考察

電気走性では負の走性を示す電圧を確認することが出来たが、化学走性では正の走性を示す酢酸水溶液の濃度は確認できないままで終わってしまった。実験濃度を更に下げるか別の化学物質で化学走性を確認することが必要だと考える。

9 結論

ゾウリムシに2種類の刺激を同時に加えることができなかったため、電気走性と化学走性の反応の強弱は実験で確認することができなかった。だが、電圧の値や酢酸水溶液の濃度が先行研究とは大幅に異なっていたため、培養液の純度なども重要になってくるのではないかと考える。

ゾウリムシの化学走性については、酢酸濃度を更に下げ正の走性を示す。酢酸水溶液の濃度を調べる必要があり、今後の展望として酢酸水溶液の濃度を薄くした後、再度実験を行い正の走性を確認する必要がある。

さらに、化学走性においては酢酸以外の化学物質を試し、正負の化学走性の有無を確認することも可能である。電気走性はさらに細かい条件を設定し、電圧の変化に対する電気走性の違いについても追究することができる。

10 参考文献

- ゾウリムシの化学走性 <http://nyauk.kesagiri.net>
ゾウリムシの電気走性の実験 <https://www.ml.seikei.ac.jp>
ゾウリムシの電気走性と化学走性 <https://www.toray-ssf.or.jp>
ゾウリムシの培養！豆乳を使って実験してみた！これで稚魚も大喜び！
<https://さかな.club>
ゾウリムシの化学走性 <http://nyauk.kesagiri.net>
ゾウリムシの簡易的な培養方法と電気走性の観察 <https://watanabekats.com>
ゾウリムシの電気走性の実験 <https://www.ml.seikei.ac.jp>
ゾウリムシの電気走性と行動 <https://www.toray-ssf.or.jp>
ゾウリムシの電気走性 <https://youtube/uxgYiPxSR6A>

自作の帯電体を用いた雷のモデル実験

(落雷のモデル実験が可能な帯電体の作成)

地学41班

1 要旨

雷サージ等による雷の被害は今なお報告される。そこで雷被害を防ぐ方法を発見する研究に役立てるため、誰でも簡単、手軽に雷を再現する装置を開発した。静電気発生装置は、ホームセンター等で購入できる材料を用いて作成し、摩擦の方法、素材、構造を検討して帯電量を高めた。完成した装置は稼働して10秒で20kV(サンハヤト社製デジタル静電気探知機EG-1による測定結果)の帯電量を発生させることに成功し、空中放電(微小な雷放電)を確認することができた。

2 はじめに(序論)

[研究背景]

近年、異常気象等の増加や、電子機器の小型化・省電力化により、雷サージなどの雷被害は増加している。多くの企業等が雷被害の対策のため研究を行っている。そこで身近なものを使い、簡単に、自分の手で落雷を再現して、雷被害を軽減させるための研究を進める。

[研究目的]

身近なもので、簡単に作れることによるイメージのしやすい、教育目的で研究を行う。

[雷の仕組み]

落雷は、雲と地上の電荷の偏りによって発生する。積乱雲の内部で水滴や水蒸気などによって静電気が発生し、積乱雲の上層にプラスの電荷が偏り、下層にマイナスの電荷が偏る。このとき、地上の電荷がプラスに偏ったところへ下層から上層の距離より下層から地上の距離が短くなった時に放電し、落雷が発生する。

[放電の条件]

空気中へ放電させるためには、1cmで最低でも3万V必要である。

3 先行研究(基礎)

YouTube 高圧静電気発生装置 でんじろう先生

本研究で作成した実験装置である静電気発生装置のもとになった動画。

動画内での実験と装置の仕組みについて、4分程度に簡単にまとめられた動画になっている。

4 研究手法

インターネットを用いて先行研究を調査する。また、実験装置である帯電体を作成し、これを用いた放電(落雷)実験を行った。

5 リサーチクエスチョンと仮説

[リサーチクエスチョン]

雷の再現が可能な帯電体の作成

[仮説]

材料や手順を工夫することで、放電が可能である量の電圧を得られる。

6 実験方法

実験装置の帯電量の測定には、20kVまで対応している静電気測定器(サンハヤト社製デジタル静電気探知機EG-1)を用いた。

〔実験装置の作成〕

材料は全てホームセンターで購入したものを使い、以下のものを使った。

金属ボウル（ステンレス製）、塩化ビニルパイプ、布（ウール）、薄い金属板（アルミ製）、導線、絶縁プラスチック管（ここでは、塩化ビニル製の異径ソケット）

作成手順は以下のとおりである。

- ①金属ボウルに穴をあける。サイズは、絶縁プラスチック管と同じサイズ。
- ② 金属板を三角形の突起物が連続した刃になるように切断する。
- ③②で作った刃を、刃が内側を向くように絶縁プラスチック管の直径が大きい側に固定する。
- ④①であけた穴に、絶縁プラスチック管の直径が大きい側が金属ボウルの内側に来るように固定し、刃と金属ボウルを導線でつなげる。
- ⑤①～④の手順をもう一度繰り返し、完成した二つの金属ボウルを球形になるように合わせる。



〈実験装置の全体像の写真〉

金属のボウルを覆っている黒いものは絶縁テープである。

〔実験装置の仕組み〕

- ①完成した実験装置に塩化ビニルパイプを通す。
- ②塩化ビニルパイプとウールの布をこする。この時、塩化ビニルパイプはマイナスに、ウールはプラスに帯電する。
- ③塩化ビニルパイプにたまった静電気が実験装置内部の刃・導線を通し、金属ボウルにたまる。



〈実験装置の内部の写真〉

写真中央の穴が異径ソケットの絶縁プラスチック管であり、その縁に取り付けられているものが薄い金属板の刃である。

〔実験の手順〕

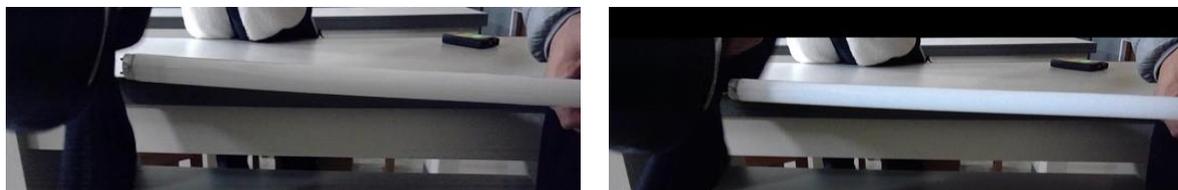
- I：仕組み通り帯電させ、帯電量を計測する。
- II：帯電させた後、金属の物体を近づけ、放電するかを確認する。
- III：帯電させ続けながら蛍光灯を近づけて、発光するか確認する。

7 実験結果

Iの結果；帯電させる動作を行い始めてから20秒程で静電気測定器の上限である20kVまで帯電した。しかし、発電をやめてからすぐに帯電量が減少した。

IIの結果：20kVまで帯電した状態で行ったところ、放電した。

IIIの結果：20kV以上帯電させ続けながら行い、何度も発光した



〈蛍光灯を近づけた時の写真〉

左の写真が近づける前の様子であり、右の写真が近づけた時の発光した様子である。

I, II, IIIの手順で、共に装置に20kVまで帯電させた後に5秒で約15kV減少した。

その理由として、実験装置にためた静電気が装置以外に流れたと考え、以下の実験を行った。

IV：塩化ビニルパイプを持つ手にビニール手袋をはめて帯電させた。

V：実験装置の表面を絶縁テープ（自己融着ブチルテープ、及びアセテートテープ）で覆った。

VI：十分に帯電させた後、すぐに手を離れた。

IVの結果：帯電量は減少した。

Vの結果：帯電量は減少した。

VIの結果：帯電量は減少せず、20kV以上を保った。

このことより、実験装置にたまった静電気は空中には流れておらず、塩化ビニルパイプを握る腕や体に流れ、ビニール手袋も貫通していた可能性があると考えられる。

8 考察

この帯電体は、蛍光灯を数回発光させられ、火花も確認できるほどの電圧を得られたため、雷の縮小版のモデル実験を行える帯電体を作成することができたといえる。1cm離れた空气中に放電させるためには最低3万V必要で、静電気測定器は2万Vまで対応しているため、少なくとも0.5cm放電させることが可能だと考えられる。また、2万V以上は計測できなかったため、実験装置はさらに多くの電圧を得ることも可能だと考えられる。

9 結論と今後の展望

結論として、雷の再現が可能な帯電体を作成することができた。今後、20kV以上対応している静電気発生装置を用いることで実際にどれほど帯電していたかについて確認することが可能である。また、雷被害の一例として、雷サージが存在する。雷サージには 直流雷・誘導雷・逆流雷 の三つがあり、このうち、直流雷は回路や検流計を用いることで、誘導雷は実験装置のためられる電圧をさらに上げることで再現することが可能だと考えられる。

10 参考文献・引用文献

推定10万ボルト！簡単手作り「高圧静電気発生装置」【字幕付き】 / 米村でんじろう

[公式]/science experiments URL: <https://youtu.be/6zo-WGLYqAQ>

「雷の発生と雷害の種類」 <https://www.sdn.co.jp/products/lightn/tisiki/hassei.html>

雷サージについて ゆゆぶろぐ <https://yuyu.miau2.net/lightning-surge/>

安くて強く、すぐに組み立てられる仮設住宅キット「しのげるくん」の提案

地学42班

1 要旨

災害などの緊急時に、ある程度の期間生活できる、安くて強い、自分ですぐに組み立てられる仮設住宅キット「しのげるくん」を開発、提案する。

2 はじめに（序論）

【研究背景】

日本は地震などの自然災害が多く、避難場所が必要となることが多い。しかし、安心かつ適切な避難場所を避難後すぐに用意できるとは限らない。また、避難場所においてプライバシーを保護することが難しいという現状である（木野龍逸, 2019）。そこで、どのような状況になったとしてもある程度の期間生活できる手段をあらかじめ準備しておく必要があると考えた。

【研究意義】

体育館のような屋内避難所であればパーテーションとして活用でき、グラウンドのような屋外避難所でも、短期間であれば安心して生活できる、安くて強く、すぐに組み立てられる仮設住宅キットを開発・提案することで、避難所の環境にか関する被災者の不安を解消することにつながると思う。

3 先行研究（基礎）

「ハニカム構造を応用した新型仮設住宅の提案及び耐久性の検証」（増田泰良, 2011）

一般的な仮設住宅を正方形平面、本研究で提案する仮設住宅を六面体平面の構造体とみなす。双方の上下面の面積を統一し、外力である地震力が節点にかかった時の各部材に及ぼす影響を比較し耐久性を評価する。結果は六面体平面の構造の方が正方形平面の構造と比べて地震力に対する引張力・圧縮力の数値が大幅に低かったことから六角形平面構造の方が安定していると言える。

4 研究手法

【1】構造について

六面体構造とハニカム構造で強度を比較する。

【2】素材について

ウッドチップ建材とプラスチックダンボールで強度を比較する。

5 リサーチクエスションと仮説

○リサーチクエスション

安くて強く、すぐに組み立てられる仮設住宅を創るにはどのような構造・素材にしたら良いのか。

○仮説

「ハニカム構造を応用した新型仮設住宅の提案及び耐久性の検証」の先行研究より、耐久性があるハニカム構造を用いることが最適だと考える。素材は、キットとして持ち運ぶことを考慮すると、軽量であるプラスチックダンボールを用いるのが有効だと考える。また、プラスチックダンボールは雨風にも負けず、ダンボールの性質として保温性もあるので、仮設住宅キットに適しているのではないかと仮説を立てた。

6 実験方法

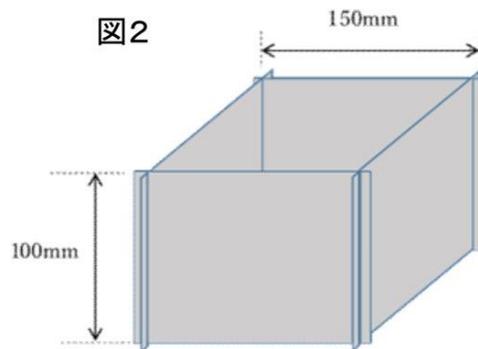
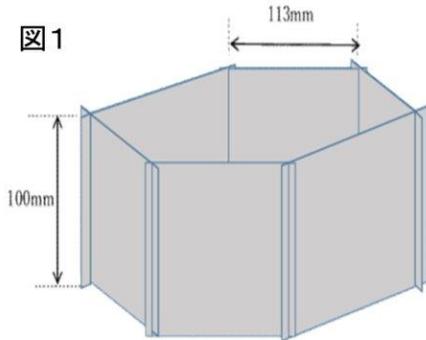
【準備物・実験装置】

プラスチック板、おもり、じしんくん（地震再現装置）、ウッドチップ建材、プラスチックダンボール、体重計、台（椅子）、カッターナイフ、両面テープ

【実験手順】

●構造について

- ①プラスチック薄板のパネルに切り込みを入れて差し込み、ハニカム構造（図1）と六面体構造（図形2）の2つのモデルを作成する。
- ②モデルの上におもりを乗せ地震再現装置「じしんくん」を使って揺らし、耐久時間を測定する。



●材質について

ウッドチップ建材、プラスチックダンボール1枚、2枚、3枚の場合で実験を行い、プラスチックダンボールの向きを変えて貼りあわせることで十分な強度を得られるか検討する。

- ①ウッドチップ建材とプラスチックダンボールの 500mm×150mm の板を作り、上から力をかけて板が折れる力の大きさを測定する（図3 F）。
- ②ウッドチップ建材、プラスチックダンボールの 400mm×400mm の板を作り、両端を台に乗せ、板の中心に 5Kg のおもりを乗せた時の板のたわみ量を測定する（図4）。

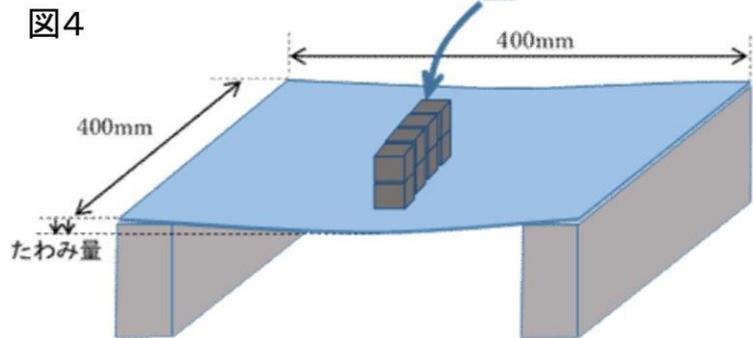
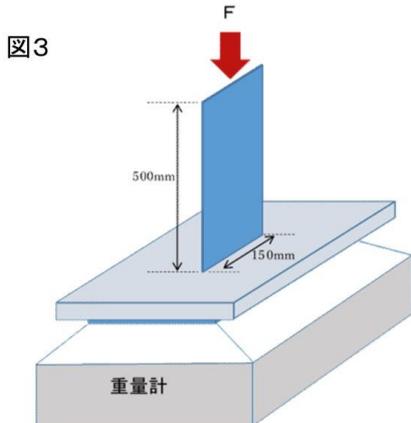
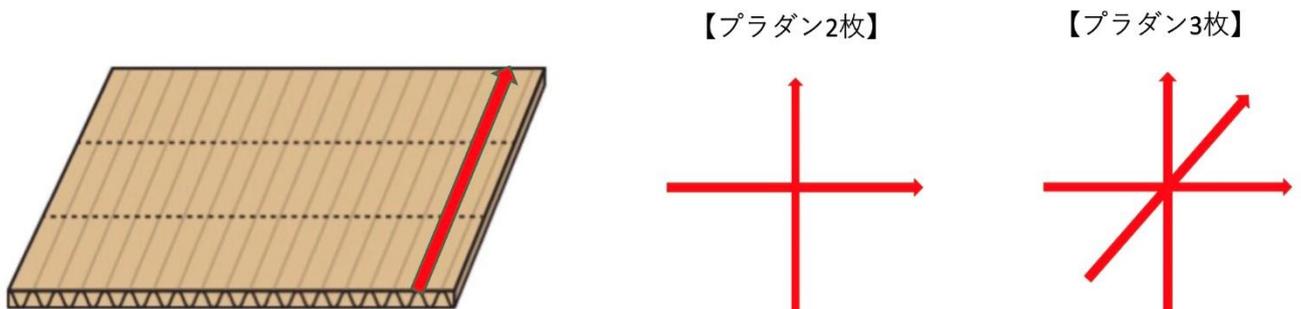


図5 プラスチックダンボールを複数枚組み合わせる時の貼りあわせ方↓



7 実験結果

●構造についての実験結果

回数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
ハニカム構造	10s	10s	15s	2s	9s	2s	2s	4s	4s	7s	6.5s
六面体構造	8s	10s	8s	10s	12s	21s	33s	7s	7s	6s	12.5s

平均して六面体の方が耐久時間が長いことから、**六面体の方が強い**。
 このような結果になったのは、ひとつの節が崩壊すると他の節も次々と崩壊し始めるので、節が少ない六面体構造の方が、節が多いハニカム構造と比較すると、耐久時間が長いのではないかと考える。

●素材についての実験結果

	耐荷量 (kg)	たわみ量 (cm)
プラダン1枚	3.5	2.9
プラダン2枚	4.0	2.3
プラダン3枚	7.0	1.0
ウッドチップ建材	1.0	4.7

プラスチックダンボール3枚を縦・横・斜めに重ねたものは、ウッドチップ建材より強度が大きい。
 軽さと安さ、屋外で使用することを考慮すると、**プラスチックダンボール3枚を組み合わせる素材が最適**であると考ええる。

8 考察

簡易仮設住宅キットを家庭に普及させるため、強度・価格面・重量面・実用性を考慮すると、プラスチックダンボール3枚を縦・横・斜めに組み合わせたものを素材とした、六面体構造を活用することが有効であると考ええる。安価で、ある程度の強度があり、避難所において簡単に組み立てることができる仮設住宅キットとして「しのげるくん」を提案する。

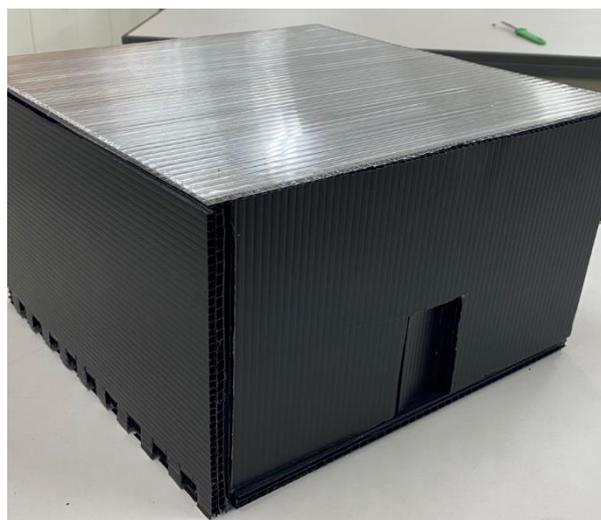
写真 「しのげるくん」
 100分の1スケールモデル

実際の大きさ

幅3m × 奥行3m × 高さ2m

モデルサイズ

幅30cm × 奥行30cm × 高さ20cm (想定している実物大の10分の1)



9 結論と今後の展望

本研究から、安くて強く、すぐに組み立てられる仮設住宅キットを創るには、プラスチックダンボール3枚を縦・横・斜めに組み合わせたものを素材として、六面体構造にすることが有効だという結論に至った。もし、この仮設住宅が現実となれば、緊急時にある程度の期間の生活場所を確保できるとともに、被災者の不安の軽減に貢献できると考える。今後は避難するときの持ち運び方や、コンパクトにして持ち運ぶために部材を折った場合は強度に違いが見られるのかなど、実際に緊急時に使うことを想定し、起こりうる問題について研究し、解決策を探していきたい。

10 参考文献・引用文献

- 木野龍逸 (2019) 「ざこ寝、プライバシーなし……「避難所の劣悪な環境」はなぜ変わらないのか」
<https://news.yahoo.co.jp/feature/1487/>
- 増田泰良 (2011) 「ハニカム構造を応用した新型仮設住宅の提案及び耐久性の検証」
<https://www.hst.titech.ac.jp/~smd/11/11S-3.pdf>

火山雷と火山灰の関係について

粒子の大きさで帯電量の違いはあるのか

地学43班

1 要旨

火山噴火の際に噴煙中に発生する雷のことを火山雷という。火山雷の発生メカニズムには不明点が多いが、火山灰同士の摩擦による静電気が原因であると考えられている。そこで火山灰の粒子のサイズの違いが帯電量に与える影響をあきらかにした。粒子サイズの異なる火山灰や砂を斜面に流して、帯電量を測定したところ、斜面の材質や粒子の成分によらず、粒子サイズの小さいほうが帯電量が多いことが分かった。この結果から、噴煙のどこで火山雷が発生しやすいのかについて検討する。

2 はじめに（序論）

●研究背景

私は、この研究を行う前は火山雷という現象やそもそも火山噴火の際に雷が起こることも知らなかった。研究テーマを決める際に、地学の現象について何も思いつかず、地学の教科書や図鑑を眺めて研究テーマを探しているときに初めて火山雷というものを知った。火山噴火の際に起こる雷の写真を見た時、火山雷の幻想的な光景と、火山噴火と雷という今までの私では考えもしなかった組み合わせに強い興味を持ち調べてみると、火山雷は未だにわかっていることが少なく、不明点が多いことがわかり、このことは私の好奇心をさらに高め、私は火山雷を研究することに決めた。

●研究目的

火山雷の発生する条件について、火山灰や粒子の大きさなどが関係しているのか検証する。

●研究意義

不明点の多い火山雷の根本的なメカニズムや発生条件を解明することで、火山雷の研究の参考に役立ててもらいたい。

3 先行研究（基礎）

●法則や知識

まず、火山雷のメカニズムについてだが、火山雷のメカニズムは解明されていないが、ここでは現状で元も有力な説を挙げる。メカニズムは、火山が噴火した後に火山灰や火山礫といった火山噴出物や水蒸気などが発生し、それらが摩擦しあうことで電気が生じ火山雷が起きる、というものである。次は、静電気についてで、初めに、砂が摩擦しあった場合、砂の粒径が大きいものほどプラスに帯電しやすく、対して、小さいものほどマイナスに帯電しやすい。さらに、空気やガラスはプラスに帯電しやすく、プラスチック類はマイナスに帯電しやすいものが多い。加えて、金属類はマイナスに帯電しやすいものがあり、反対に帯電しにくいものもある。

●先行研究

1919年にRudge, W. A. Dが行った吹き付けの砂塵の帯電に関する室内実験の内容で、鉛丹や小麦粉、鉄の鱗屑（やすりくず）、白墨などを空気ジェットで吹きとばし、吹きとばした大きい粒子が正に、小さい粒子は負になることが分かった。

大小2種類の水晶の単結晶を摩擦しあった場合には、結晶面の差異にも関わらず、大きな結晶が正、小さな結晶が負であった。

1989年に小口寿彦が行った粉末状の帯電とその応用では、電子写真に用いられる粉末状の轍を基準接触相手とし、これと各種の粉末状の金属酸化物を混合した後、ブローオブ法で両方とも分解し、粉末状の金属酸化物は負への帯電を示す傾向引が明瞭であった。これより、帯電量が接触・界面を形成する二物質の酸性度の差で決まる。・・・ 研究分野についてこれまでになされてきた研究を紹介する

4 研究手法

研究手法は、文献調査と実験で行う。この手法を選んだ理由は、この研究のテーマである火山雷は未だに知られていることが少なく、自分達の知識も少ないため、火山灰のメカニズムや先行研究などの根本的なところから知るために文献調査を行った。また、文献調査から、雷は発生した粒子の摩擦によって引き起こされる静電気により発生することがわかり、また、粒子同士の摩擦時に粒径の大きな粒子がプラス、粒径の小さな粒子がマイナスの電気を帯びることがわかった。このことから、発生する帯電量の電圧の違いが粒径の異なる粒子によるものと考え実験を行うことにした。

5 リサーチクエスションと仮説

●リサーチクエスション

火山灰の粒子の大きさが発生する電気量に影響を与えているのではないか。

●仮説

Rudge, W. A. D の研究より、砂の大きい粒子は正に帯電しやすく、反対に小さい粒子は負に帯電しやすいことが判明しており、このことから、火山灰の粒子の大きさが小さいほど負に帯電しやすいと考える。

6 実験方法

粒径の異なる火山灰や砂を、アクリル板・ステンレス板・ガラス板の斜面から流し、帯電量を測る。

実験の試料には、桜島産の火山灰(0.3mm)、富士山産の大・小粒径の異なる火山灰(2.0mm・1.0mm)、大・小粒径の異なる砂(0.3・0.1mm)を用いる。

また、試料を流す斜面の板には、アクリル板・ステンレス板・ガラス板を用いる。

デジタル静電気探知機を用いて、流した試料の帯電量を測る。

この実験を行うにあたり、試料や板の材質を変えているが、この実験では粒子の粒径の大きさについてのみ焦点を置き比べているため、試料や材質の違いは無視するものとする。

また、この実験で使用するデジタル静電気探知機の単位 kV であり、電圧の絶対値の最大値を帯電量を表す数値とする。

以下の手順に従って、実験1、実験2、実験3を行う。

●実験1

アクリル板で作った傾斜30度・120cmの坂の頂上から、火山灰(桜島)125g、砂(大・小)それぞれ125gずつ流し、流した直後の帯電量をデジタル静電気探知機で測り、これを4回ずつ繰り返した。

●実験2

手順は実験1と同じだが測る回数を4回から3回に減らし、試料や板の材質・長さを次のように変えた。

アクリル板→ステンレス板・火山灰(桜島)125g

砂(大・小)それぞれ125g→火山灰(富士山大・小)それぞれ500g

傾斜30度120cm → 傾斜30度80cm

傾斜30度・80cmのステンレス板、粒径の大・小異なる富士山の火山灰をそれぞれ500gずつを用いる。※粒子の粒径による違いを調べるため、変更点が及ぼす影響については考慮しない。

●実験3

手順は実験1・実験2と同じで、測る回数を3回から4回に戻し、試料や材質・長さを次のように変えた。

ステンレス板→ガラス板・実験2の試料に砂(小・500g)を追加

傾斜30度80cm → 傾斜30度90cm

傾斜30度・90cmのガラス板、粒径の大・小異なる富士山の火山灰500gずつを用いる。

※粒子の粒径による違いを調べるため、変更点が及ぼす影響については考慮しない。



写真 傾斜30度（富士山の火山灰使用）の実験装置

7 実験結果

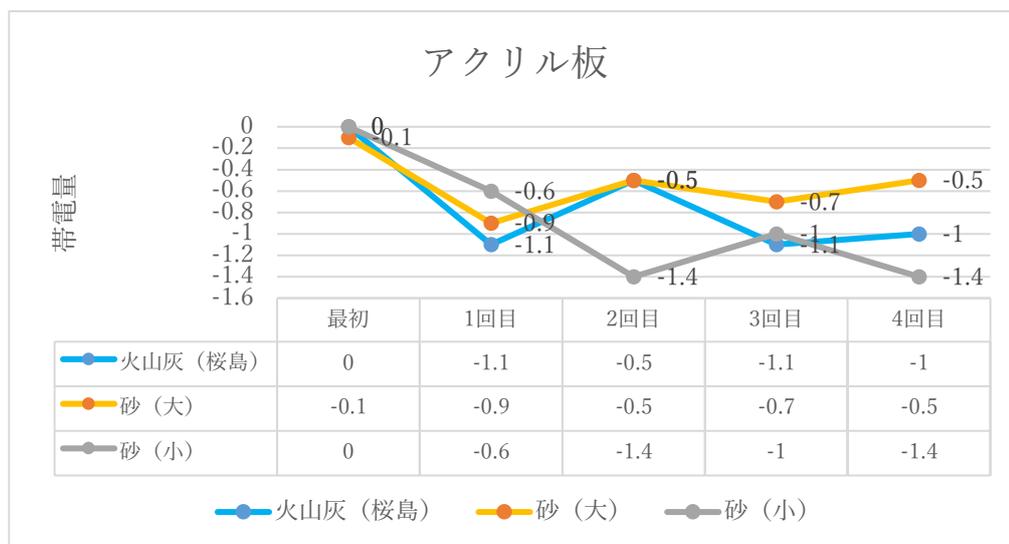
●実験1

火山灰（桜島）・砂（小）・砂（大）の順に帯電量（圧力kV）は次のようになった。

火山灰（桜島）の帯電量は1回目・2回目・3回目・4回目の順に、 -1.1 kV ・ -0.5 kV ・ -1.1 kV ・ -1.0 kV という結果になった。

砂（小）の帯電量は、順に、 -0.9 kV ・ -0.5 kV ・ -0.7 kV ・ -0.5 kV という結果になった。

砂（大）の帯電量は、順に、 -0.6 kV ・ -1.4 kV ・ -1.0 kV ・ -1.4 kV という結果になった。



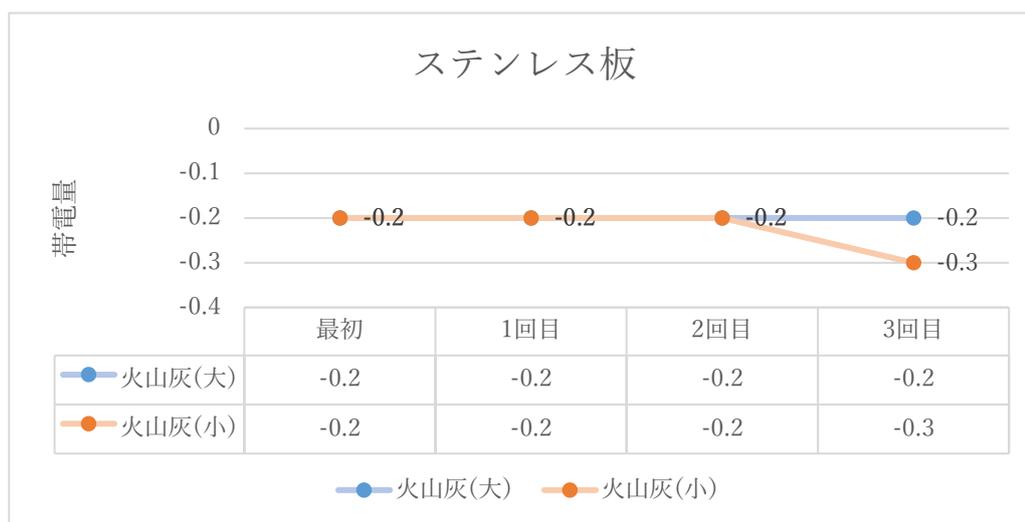
この結果から、帯電量の最大値（絶対値）は火山灰・砂（大）・砂（小）の順に、 -1.1 kV ・ -0.9 kV ・ -1.4 kV となり、粒径の小さなもののほうが大きいものに比べて帯電量が大きいことがわかった。

実験2

富士山の火山灰（大・小）それぞれの帯電量（電圧）は次のようになった。

富士山の火山灰（大）の帯電量は1回目・2回目・3回目の順に、 -0.2 kV ・ -0.2 kV ・ -0.2 kV という結果になった。

富士山の火山灰（小）の帯電量は順に、 -0.2 kV ・ -0.2 kV ・ -0.3 kV という結果になった。



この結果からはあまり変化を確認することは難しかったが、それぞれの最大値（絶対値）は、火山灰（大）・火山灰（小）の順に、 -0.2 kV ・ -0.3 kV となった。

このような結果になったのは、板の材質がステンレス板であったことが、本来の火山発生時の状況と異なるためと考え、次の実験3の板の材質をガラス板に変えることにした。

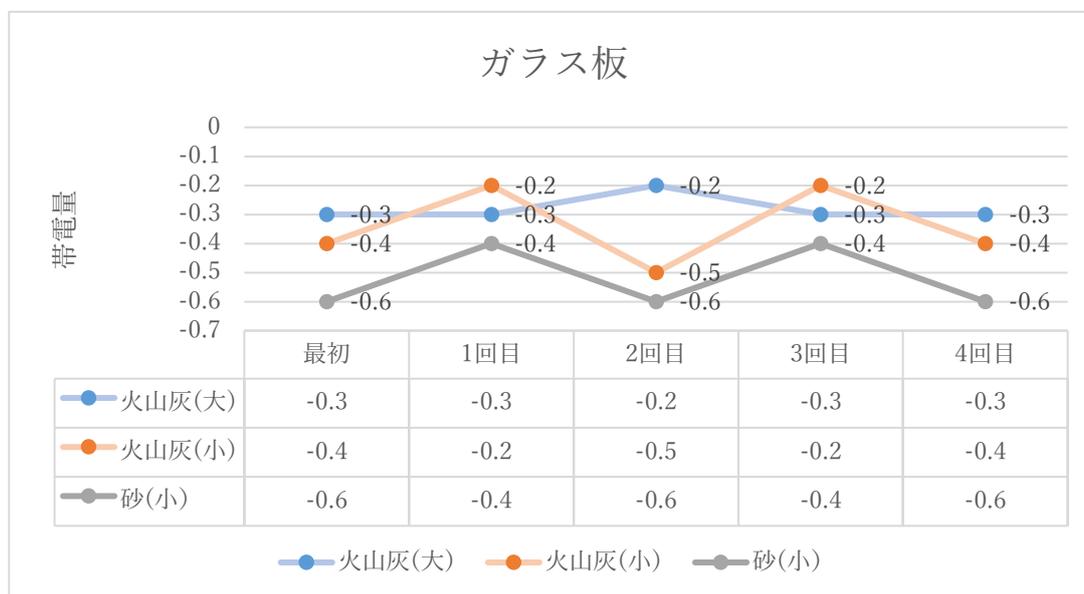
●実験3

富士山の火山灰（大・小）それぞれと砂（小）の帯電量（電圧）は次のようになった。

富士山の火山灰（大）の帯電量は、1回目・2回目・3回目・4回目の順に、 -0.3 kV ・ -0.2 kV ・ -0.3 kV ・ -0.3 kV という結果になった。

富士山の火山灰（小）の帯電量は順に、 -0.2 kV ・ -0.5 kV ・ -0.2 kV ・ -0.4 kV という結果になった。

砂（小）の帯電量は順に、 -0.4 kV ・ -0.6 kV ・ -0.4 kV ・ -0.6 kV という結果になった。



この結果から、帯電量の最大値（絶対値）は、富士山の火山灰（大・小）・砂（小）の順に、 -0.3 kV ・ -0.5 kV ・ -0.6 kV となった。結果から、大・小粒径の異なる同じ成分である火山灰からも、粒径の小さなものの方が帯電量が大きいたことがわかった。また、ガラス板の主成分は、珪砂（石英の砂）であることから、この結果はより実際の火山噴火時に近いといえる。

8 考察

実験1の結果から導き出された粒径の小さな粒子の方が帯電量（電圧）が大きいという考えは、実験2、実験3を行うことで、仮説であった粒子の成分によらず粒径が小さいほどマイナスに帯電しやすいというこのものと一致したと考えられる。

実験1では、火山灰（小）と砂（大・小）を火山雷発生時に見立てた斜面上で実験し、比べることで、そもそも火山灰は帯電するのか、また、その場合、火山雷発生時に行われている粒子同士の摩擦をする粒子は“火山灰”という成分に限るものなのかを調べた。結果から、火山灰は帯電し、また、火山灰（小）と砂（小）というどちらも粒径の小さいものが粒径の大きな砂（大）と比べ、帯電量が大きく、また、結果も似たような値となった。このことから、火山雷は火山灰という粒子の成分にこだわらず、粒径の小さな粒子の方が帯電しやすいと考えられた。また、実験2では、実験1の考察が確かであるか、粒径の異なる火山灰を用いて実験した。もし、火山雷の発生に火山灰の成分が必要であるとかんがえるならば、実験1の結果だけでは、火山灰の粒子の大きさについては調べられてはいないため、決めるにはまだ早いのではないかと考えたからだ。結果から、帯電量の変化がどちらも確認することが難しかったため、実験1の考察を裏づけることが難しかった。しかし、帯電量の変化がほとんど起きなかった理由を考えてみると、実験1の時と変えたステンレス板が関係しているのではないかと考えられた。この実験は、粒子の大きさに注目しているため、ステンレス板の材質によって帯電量の変化に影響を与えたわけではなく、ステンレス板の性質が火山雷の発生時の状況と異なり、本来の帯電量を表しにくくしていると考えられた。そのため、実験3では、粒子を流す板をガラスという主成分を珪砂というより火山雷発生時の火山の成分に近いものにした。また、このときの実験は、実験1の検証を行う実験である。結果から、粒径の異なる同じ成分の火山灰でも、粒径の小さな火山灰の方が帯電量が大きく、また、粒径の小さな砂と結果が似ていた。実験3では、火山雷の発生時により近く再現しているため、最も正確であるといえる。よって、これらの結果より大きい粒子より小さい粒子のほうが帯電量の変化がおおきく、また、粒子の成分による帯電量の差異はないことから、粒子の成分によらず、粒径の小さな粒子のほうが帯電しやすいということが考えられる。

9 結論と今後の展望

本研究から、火山雷発生時は、粒子の成分にかかわらず、粒径の小さな粒子のほうが帯電しやすいと考えられたため、「火山灰の粒子の大きさが発生する静電気量に与えているのではないか」というリサーチクエスチョンは確かであるといえる。

また火山噴火の際には粒径の小さな火山灰は高く打ち上げられやすいと考えられ、粒径の小さな粒子のほうが帯電しやすいという性質を持つという本研究の結果から、火山雷は噴煙の上部で起きやすいのではないかと考えられる。今後はこのことを検証していく。

本実験では「粒子の大きさ」に焦点を当てているため、実験時の試料や材料の変更の影響を無視して考えたが、客観的に見て実験材料と正式に認められるか断定できるものではないし、資材の変更が影響を与えていないと断定できるものでもないため、これから対照実験を行う際は、資材や資金に限りがあったとしてもできるだけ条件を合わせていこうと思った。

この研究から考えられた、粒子の成分にかかわらず、粒径の小さな粒子のほうが帯電しやすいという結果は、世界の火山雷の研究において火山雷の根本的なメカニズムを解明する研究において貢献できると考えられる。最近起きたトンガの火山島の噴火の際、記録的な数の火山雷が確認されていた。このように、火山雷はあまり世に知られていないが、私たちの生活の身近で生じ得る現象であり、火山雷による被害や影響を解決する研究の参考に少しでも役立ててもらいたい。

10 参考文献・引用文献

砂塵嵐の帯電 C.D.Stow 三崎方郎訳

種類別の帯電列 <https://detail-infomation.com/wp-content/uploads/2020/05/%E5%B8%AF%E9%9B%BB%E5%88%97-600x203.jpg>

火山雷の仕組み <http://detail-getnews.jp/achieves/2639529>

兵庫県川西市における地すべりの可能性

地すべりのモデル実験による考察

地学44班

1 要旨

川西市は山地が多いにもかかわらず、川西市のハザードマップには地すべり発生の可能性がある場所がないと記載されていた。そこで、川西市における地すべり発生の可能性を調べ、川西市の安全に繋げるために、地すべりの起きる条件を調べ、その条件を満たす川西市の地形があるかをモデル実験や文献調査などを行った。結果として、川西市には地すべりの起きる可能性はないことが分かった。本研究では、植生などを一切無視しているため、今後植生は土砂災害に関してどれほどの影響しているのかについての研究が考えられる。

2 はじめに（序論）

日本では、降水量の多い時期になると各地で土砂災害が起こりやすくなる。川西市のハザードマップによると、川西市にも土砂災害警戒区域や特別警戒区域があり、さらに活断層、盛り土も存在する。その中には、土石流や崖崩れの発生が予期される危険な箇所が市内にあると記載されていたが、地すべりの発生の可能性はないと記載されていた。しかし、隣接する伊丹市や宝塚市には地すべりの発生の可能性がある場所がハザードマップに多数記載されており、また、川西市は山地が多く地すべりの発生の可能性はあるのではないかと思い本研究を行った。

地すべりの起こる条件を明らかにし、川西市における地すべりの可能性を調べ、市民の安全に繋げる。

地すべりが発生する条件を明らかにする。そして、地すべり発生の危険性を見直し、地すべり地すべりの可能性を再確認して今後の安全につなげる。

3 先行研究（基礎）

地すべりとは、斜面の一部あるいは全部が地下水の影響と重力によってゆっくりと斜面下方に移動する現象のことである。地すべりは、地下水が水を通しにくい地層（粘土層）にたまり、水の力で押し上げ、ゆるい斜面がすべり出して発生する。動く速さは、ふつう1日に数mmだが、急に数m動くこともある。また、同じ場所で何十年にもわたって少しずつ動く地すべりもあれば、地震などがきっかけで突然起きる地すべりもある。地すべりは動く範囲が広いため、家や田畑、道路や鉄道などが大きな被害を受けてしまう。地すべりの前ぶれとして、がけや斜面からにごった水が噴き出す、山なりや、立木のさける音が聞こえる、地面にひび割れや段差ができる、湧水が増える、池の水がにごったり、減ったりする、といった現象がみられる。

土石流やがけ崩れとの違いは、土石流は長雨や集中豪雨などで山や谷の土砂が崩れ、水と混じってどろどろになり、ものすごい勢いで下流に向かって流れていく現象のことである。また、がけ崩れは雨や地震などで急な斜面がゆるみ、たくさんの土砂が崩れ落ちる現象のことである。



図0 崖くずれ・地すべり・土石流の違い

4 研究手法

地すべりを再現するモデル実験によって、地すべりの発生条件と境界面の関係を明らかにする。地すべりの危険がある地形や地層の特徴をつかみ、ハザードマップから地すべりの発生が予想される場所を探す。川西市の地形をまず最初につかむのではなく、地すべりの起こる条件を先に調べることによって、川西市に限定することなく地すべりの起こる可能性があるところを見つけることができる。

5 リサーチクエスチョンと仮説

本当に川西市に地すべりの危険性は無いのか。

ある地層間に粒度の異なる層を挟み、そこをすべり面として地すべりは発生する。また、盛土をした土地の場合、元からあった砂と新しく盛った盛土の境界面をすべり面として地すべりが発生するのではないのか。

6 実験方法

アクリル板・噴霧器・水・標準砂（平均粒径 $300\ \mu\text{m}$ ・茶色）・細粒砂（平均粒径 $150\ \mu\text{m}$ ・白色）・粗粒砂（平均粒径 $600\ \mu\text{m}$ ・茶色）を用意する。アクリル製の $100\ \text{cm} \times 40\ \text{cm} \times 5\ \text{cm}$ の実験容器を用意する。アクリル製の $25\ \text{cm} \times 25\ \text{cm}$ で、厚さが $6.7\ \text{cm} \sim 0\ \text{cm}$ となる地層モデル用型枠（図1）を制作する。

アクリル板の上に砂で地層モデルを作り、噴霧器を用いて一定量の水を与える。地すべりは降雨が続き水を含んだ地層がすべり面を形成して発生することから地層モデルの含水比は40%とし、液状化を起こさない程度に水を含んだ状態にする。

砂の摩擦角は一般に 35° 程度であることから、地層モデルの斜面の角度は 30° とする。地層モデルとアクリル板の接する面を主として地下水の通る水路とする。枠を用いて実験容器を 15° 傾け、上面の角度が平面に対して 30° （図2）となるように地層モデル用型枠を置く。型枠に含水比40%の標準砂やケイ砂を一様な地面になるように押し固めながら敷き詰め、平らにならしていく。

実験は次の種類の地層モデル（実験1～5）で行った。モデルの型枠を取り外して実験開始、噴霧器を用いてモデル上部から一定の速度（ $400\ \text{ml/分}$ ）でまんべんなく水を与え、モデルの変化の様子を観察する。

地層の厚さについては、地すべりの前例の断面図から地下水の通り道となる層は上下の層より薄いと仮定する。

実験1:A層標準砂、B層細粒砂、C層標準砂

実験2:A層標準砂、B層粗粒砂、C層標準砂

実験3:A層細粒砂、B・C層標準砂

実験4:A層粗粒砂、B・C層標準砂

実験5:A・B・C層標準砂+盛土（写真1）

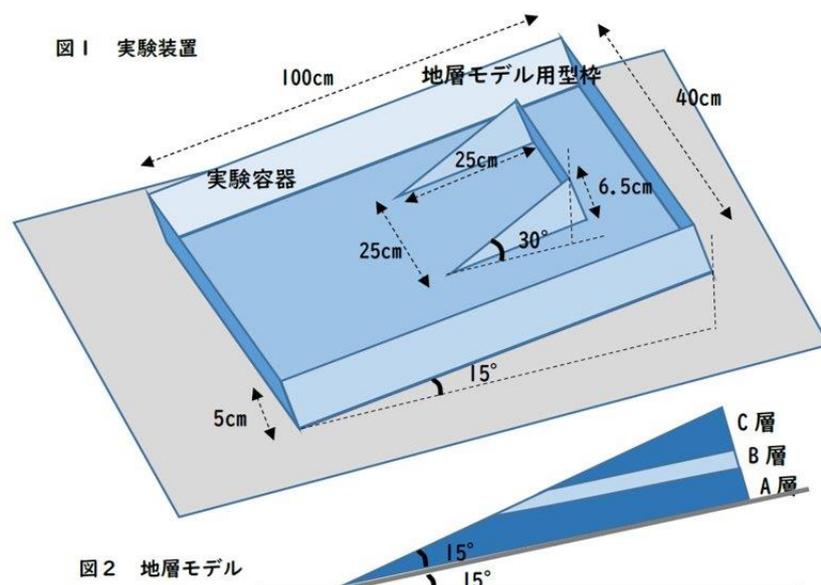




写真1 盛り土と斜面の違いによる効果の検証実験

7 実験結果

地すべりは発生し、地層モデル内の地層の層理面や単層そのものがすべり面となることや地すべりが発生するきっかけとなることはなかった。弧状のすべり面が形成され、アクリル板と地層モデルの接する面とつながっていた(写真2)。また、盛土全体が一体となって地すべりが発生するとは限らなく、地層モデル表面がわずかに変形してから大きく崩れることが分かった。実験5に関しては盛土したところのがけ崩れが発生し(写真3)、その後ゆっくりと地すべりが発生した(写真4)。さらに、地層によって地すべりが発生する時間は少し異なった。

	実験1	実験2	実験3	実験4	実験5
地すべりの発生	○	○	○	○	○
発生までの時間(秒)	43	32	27	21	-

国土地理院の地理院地図(写真5)と川西市のハザードマップ(写真6)から坂の傾斜が急であり、かつ土砂災害警戒区域の一つとして赤松付近を例として調べた結果、傾斜は20°であった。



写真2 地すべりモデル実験によるサンドモデルの断面(→の部分に弧状のすべり面が観察できる)



写真3 盛り土あり、なしの比較実験



写真4 盛り土崩壊後の地すべりの様子



写真5 川西市清和台西3丁目付近の地形図

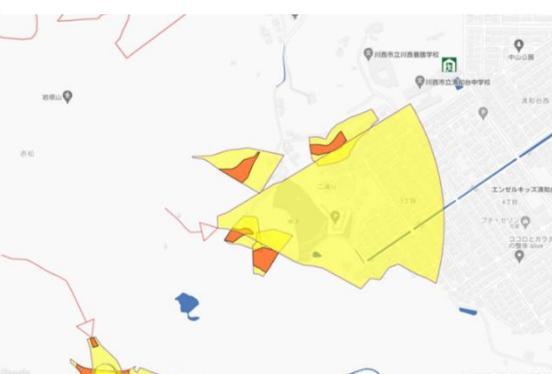


写真6 川西市清和台西3丁目付近のハザードマップ

8 考察

傾斜 30° 、含水比 40%で、粒度の異なる層をすべり面として地すべりは発生するが、盛土した土地と元からあった土地の境界面をすべり面とする地すべりは発生しなかった。盛土をした土地の場合、まず初めに大きな崩れが発生し、その後、元からあった砂と新しく盛った盛土の境界面をすべり面として地すべりが発生する。地理院地図より、それらの条件を満たす川西市の地形はなかった。よって、川西市では地すべりの発生する場所はない。だが川西市の降水量がわからず、降水量によって結果が変わってくる可能性はあるのではないかと考える。

9 結論と今後の展望

本研究より、川西市において地すべり発生の可能性は無いこと、そして、地すべりの起こる条件が傾斜 30° 、含水比 40%であることが分かった。これは川西市だけでなく全国のどこでも当てはまることなので、新たに地すべり危険区域とされていない場所が見つかるかもしれない。またこの条件であればだれでも簡単に地すべりのモデルを作ることができる。そのため、教育の場面で実際に地すべりの様子の再現として利用されることが考えられる。

本研究では、傾斜を 30° と一定にしたため、今後傾斜を変えて実験することで新たな地すべり発生条件が得られると考える。また植生に関しては今回考慮していないため、植生が土砂災害にどのように影響しているのかを研究することで、土砂災害の新たな防止策が開発することができるかもしれない。

10 参考文献・引用文献

- 土砂災害に備えて | 川西市 (city.kawanishi.hyogo.jp)
- 土砂災害防止広報センター | 土砂(どしゃ)災害とは (sabopc.or.jp)
- 国土交通省 関東地方整備局 (mlit.go.jp)
- 防災・災害対応 | 国土地理院 (gsi.go.jp)
- 地理院地図 / GSI Maps | 国土地理院
- 液状化の起こる条件 (本校課題研究発表会より 湯原、2020)

