

ダイラタンシー現象と粒子の大きさ

キーワード ダイラタンシー ダイラタント流体

1. 研究の動機と目的

私たちがこのテーマについて実験しようと思った動機は、ダイラタンシー現象を初めて知った時に日常であり目にすることのないこの現象に興味を持ったからだ。私たちはこの実験でダイラタント流体を作るときに水に混ぜる物質の粒の大きさとダイラタンシー現象の起こり方の違いを調べた。

2. 仮説

片栗粉で作ったダイラタント流体にほかの粒子を混ぜることで、粒子の配列が変わり、固さが変化するという仮説を立てた。

3. 方法

(1)①～③の比率でダイラタント流体を作る。

- ①片栗粉70g+水50g
- ②片栗粉55g+砂15g+水50g
- ③片栗粉55g+炭酸カルシウム15g+水50g

(2)図1のような実験装置を組み、それぞれのダイラタント流体に高さ30cmから重り(35.82g)を落とし、重りが流体に着いてから沈みきるまでの時間を測定する。この実験では沈みきるまでの時間が長いほど固いとみなした。



図1 実験装置

4. 結果

現在は、片栗粉と同じく、ダイラタンシー現象を引き起こす砂、片栗粉より粒子サイズの小さい炭酸カルシウムを使用して実験を行っている。

結果は以下のとおりである。

種類	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	平均
①片栗粉70g[秒]	0.041	0.042	0.041	0.042	0.042	0.042
②片栗粉55g+砂15g[秒]	0.025	0.026	0.025	0.031	0.028	0.027
③片栗粉55g+炭酸カルシウム15g[秒]	0.015	0.016	0.013	0.012	0.022	0.016

5. 考察

仮説とは異なり、二種類の物質を混ぜたダイラタント流体は柔らかくなった。特に炭酸カルシウムはその傾向が強い。このことからダイラタント流体内の粒子の配列が変わることによって、衝撃を加えられたときに粒子がうまく移動できず、固まりにくくなったのではないかと新たに考察した。

6. 今後の課題

- ・より多くの種類、大きさの粒子を混ぜ、法則性があるか調べる
- ・実験をしている中で日によってダイラタント流体のできる比率が変化することがあったのでその原因を調べる

7. 参考文献

- 1) KOBE WATER LABO：ダイラタンシーって何？ 神戸市水道局
<https://kobe-wb.jp/kids/archive/dilatancy/>
- 2) ダイラタンシー流体の強度測定とその応用 熊崎隆斗 森悠太郎
<https://school.gifu-net.ed.jp/cna-hs/ssh/H31ssh/sc3/31905.pdf>
- 3) ダイラタンシー現象 加藤 由暉 高嶋 凛人
http://www.koshi-h.ed.jp/wp-content/uploads/2018/01/H29_06_dilatancy.pdf
- 4) 千里浜におけるダイラタンシー 竹下 満里奈
<https://library.kanazawa-u.ac.jp/wp-content/uploads/2018/09/362.pdf>
- 5) ダイラタンシー 中井美嘉 山本奈都美 藤野智美
https://nwuss.nara-wu.ac.jp/media/sites/11/ssh08_15.pdf

ハイドロプレーニング現象が起こる条件

1 動機・目的

雨の日や雪の日の事故の要因となるハイドロプレーニング現象が発生する条件に興味を持ち、その条件を明らかにしようと考えたため。1)、2)

2 仮説

・ハイドロプレーニング現象には砂と水との比率、タイヤの隙間に入る砂の大きさが関係しているのではないかと考えた。

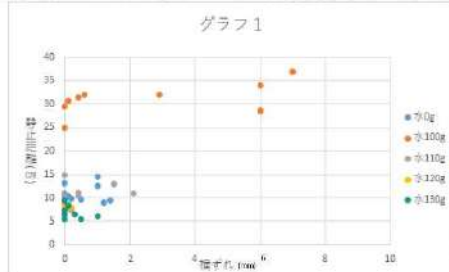
【仮説1】水より砂の方が比率が大きくなれば、ハイドロプレーニング現象が起きにくくなる。

【仮説2】砂の大きさが小さくなればなるほどハイドロプレーニング現象が起きにくくなる。

3 実験・考察

【実験1】仮説1の検証

校庭の砂をふるいにかけ、ふるいを通過した砂を砂小とする。砂小400gに水0g、100g、110g、120g、130gをそれぞれ混合し、地面を作る。傾斜を作って車の代わりにミニカーを走らせ、静止距離と横ずれを記録する。静止距離や横ずれが大きいほどハイドロプレーニング現象が起きているとみなす。



砂400g、水100gつまり砂と水の質量の比が4:1の時、横ずれの範囲が最も大きく、静止距離も最も長いことがわかる。また、水0g、110g以上では静止距離が5cm~15cmに、横ずれは0mm~2mmに偏っていることがわかる。

【考察1】

砂の質量が400gに対して水の質量が100gの時、静止距離の範囲が一番大きかったことから砂と水の質量の比が4:1の時、最もスリップが起りやすいと考えた。

図1 砂小で水の質量を変えた時の静止距離と横ずれの関係

【実験2】仮説2の検証

校庭の砂をふるいにかけ、ふるいに残った砂を砂大とする。実験1と同様の水と砂の比で行った。

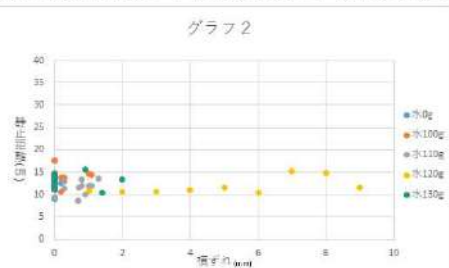


図2 砂大で水の質量を変えた時の静止距離と横ずれの関係

砂400g、水120gつまり砂と水の質量の比が10:3の時、静止距離の範囲が一番大きい。また、横ずれの範囲は約5mmであることがわかる。

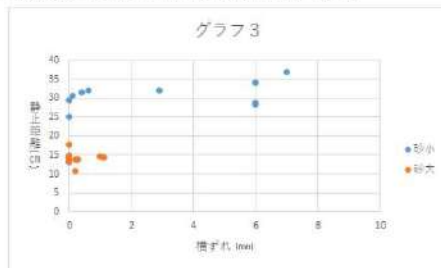


図3 水100gと砂の大小を変えた時の静止距離と横ずれの関係

砂小と砂大を比べると、砂小のほうが静止距離も横ずれも大きいことが分かった。

砂小は、砂大の静止距離は約2倍、横ずれは約6倍である。

【考察2】

粒子サイズによってハイドロプレーニング現象の起こる比率が変わり、静止距離も横ずれも砂大よりも砂小の方が大きいことから、砂の粒が小さいほどスリップが起りやすいと考えた。また、ハイドロプレーニング現象は粒子が小さいほうが起りやすいと考察した。

4 今後の課題

今回の実験では、砂の粒の大きさを2段階にしか分けることが出来なかった。粒子サイズを水より小さくすることは可能なのか、また水の割合、砂の粒の大きさ以外に変えられる要素を考え、違うアプローチの実験もしていきたい。例えば、小麦粉やコーンスターチなど粒子の異なる材料を使うとハイドロプレーニング現象の起りやすさはどう変わるのか。こうした実験を生かしてハイドロプレーニング現象が起きにくい道路を考えていきたい。

5 参考文献

- 1) DUNLOP ハイドロプレーニング現象について https://tyre.dunlop.co.jp/tyre/products/tyrecheck/trouble_hydro.html
- 2) カーナリズム 【ハイドロプレーニング現象】どんな現象？対処法を知ろう！ <https://www.jms-car.com/ask/faq/173.html>

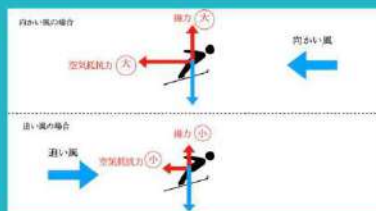
風が紙飛行機に及ぼす滞空時間の影響

キーワード
揚力 仰角

仰角とは
水平面から上にあるものを見る視線と水平面がなす角

揚力とは
物体が移動しているときに、空気抵抗を受けることによってかかる上向きの力。
空気抵抗が大きいほど揚力は大きくなる。

研究の動機と目的
スキージャンプが向かい風を受けることで滞空時間が長くなることを知り、飛行物体と風との関係に興味を持った。



仮説
スキージャンプは揚力が働くので向かい風の方が有利である。またスキージャンプではジャンパー、紙飛行機ではそれ自身が仰角をとっていることが共通している。そのような点からスキージャンプと同様に紙飛行機にも揚力が働くと考え、向かい風の方が滞空時間が長いと考えた。

方法
風(向き・強さ)と紙飛行機の滞空時間の関係について調べる。

- ①無風するとき
- ②弱い追い風するとき
- ③強い追い風するとき
- ④弱い向かい風するとき
- ⑤強い向かい風するとき

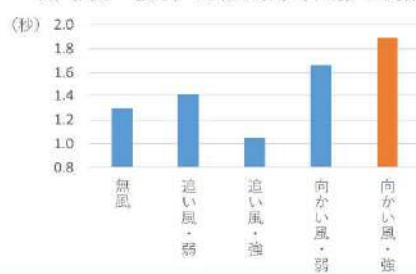


の5種類の風の強さを扇風機で再現し、
全て10回ずつ発射台を用いて飛ばし、その平均をとる。

結果
向かい風のほうが無風や追い風の時と比べてよく飛び、その中でも特に、強い向かい風の時が最も滞空時間が長くなるという結果が得られた。

考察
スキージャンプと同様に紙飛行機の場合でも向かい風の時、滞空時間が長くなった。そのことから紙飛行機には揚力が働いており、紙飛行機自身が仰角をとっていることがわかる。向かい風の場合空気抵抗が大きいいためスピードは遅くなるが、揚力によってなかなか地面につかない。

風(向き・強さ)と滞空時間(平均)の関係



今後の課題
向かい風が紙飛行機の翼に当たる角度について調べ、角度と滞空時間の関係を調べていきたい。
また、紙飛行機の翼が持つ揚力と風の間関係についても詳しく調べていきたい。

参考文献
https://kenchi-blog.com/ski_jump (スキージャンプと風の関係)
<https://mcm-www.jwu.ac.jp/~physm/buturi16/kamihikouki/kamihikouki2.htm> (紙飛行機の揚力)
<http://www.tamba-jun.com/genri/genri.htm> (紙飛行機が飛ぶ仕組み)
<https://kurashi-no.jp/1003165> (ハングライダーが飛ぶ仕組み)

頑丈な橋になる条件とは

キーワード

トラス...構造形式のひとつで、部材の節点をピン結合（自由に回転する支点）とし、三角形を基本にして組んだ構造である。



動機と目的

私たちは、日常生活で利用している橋がどのような構造で重さに耐えているのか興味を持ったため、重さに耐えられるほど頑丈であると定義し、橋に用いられている構造である「トラス構造」において頑丈になる条件を調べることにした。

実験1

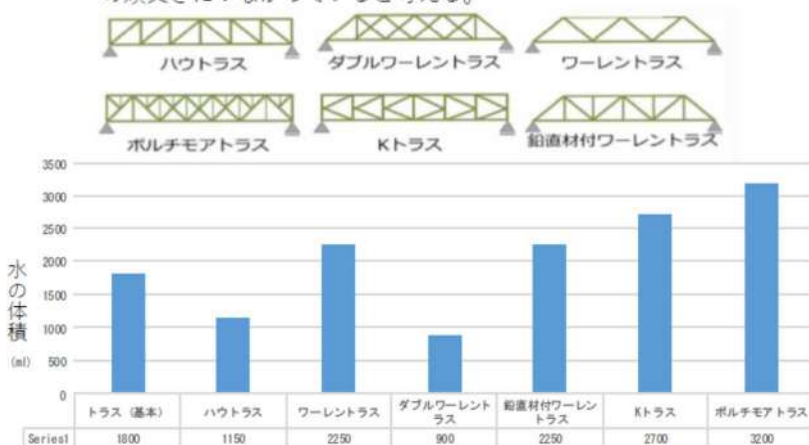
〈仮説〉橋を支える軸の数が多いほど頑丈である。

〈方法〉加工がしやすいパスタを束ね、接着して橋を7種類作り実験を行う。

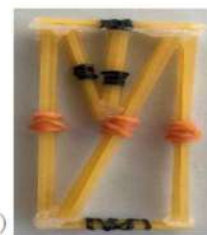
1. 椅子を2つ準備して橋を架ける
2. 中央部分に糸をかけて糸と橋の間に板を挟み、バケツを通して結ぶ
3. 水をおもりとして50mlずつ加えていき、橋が重さに耐えられなくなり壊れた時点の水が何mlであるかを比較し、最も頑丈な構造を調べる

〈結果〉「ボルチモアトラス」という構造が最も頑丈であることが分かった。（グラフ1）

〈考察〉ボルチモアトラスの一部である（写真1）のような三角形の1つの頂点から底辺に下した軸による構造が橋の頑丈さにつながっていると考える。



▲実験の様子



(グラフ1) (写真1)

実験2

〈仮説〉ボルチモアトラスの特徴である三角形の1つの頂点から底辺に下した軸による構造（写真1）を多く入れるほど頑丈である。

〈方法〉実験1と同様の方法で行う。

〈結果〉真ん中のみ→3850ml 両端のみ→4850ml 全て→3800ml

このように両端に入れた時に最も重さに耐えた。

〈考察〉実験結果より、なぜ両端のみに（写真1）を入れた時の方が全てに入れた時よりも頑丈であったのかという疑問点が残った。



(真ん中のみ)



(両端のみ)



(全て)

今後の課題

実験2のボルチモアトラスの実験において、両端のみに（写真1）の構造を入れた時の方が全てに入れた時よりも頑丈であった理由や、より頑丈な橋を作るために必要な条件をさらに調べていく必要がある。

参考文献

・国立大学55工学系学部ホームページ
<https://www.mirai-kougaku.jp/laboratory/pages/190913.php>

糸電話の糸に介す物質同士の間隔と伝わる音の関係

キーワード： 糸電話

糸電話の仕組み

コップ内で声を出すと音の振動が

コップ内の空気→コップの底面→糸→コップの底面→コップ内の空気
という順に伝わる。

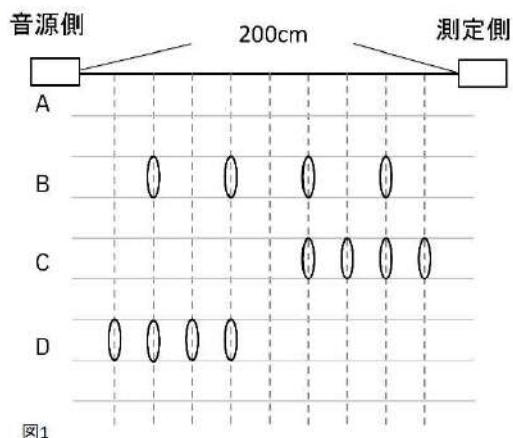
糸をつまむと振動が逃げて、伝わる音の大きさが小さくなる。(1)(2)

動機・目的

糸に介す物質同士の間隔を変えると音の大きさは変化するのかということが気になり研究を始めた。

実験方法

- 1 コップに音源、もう片方に測定器を設置する。
- 2 糸に様々な間隔でクリップを挟む。
- 3 それぞれ1分間測定し伝わる音の大きさの平均値を求める。



結果

糸全体に等間隔に挟んだもの、測定器側に等間隔に挟んだもの、音源側に等間隔に挟んだもの、何もつけていないものの順に音は大きくなっていった。

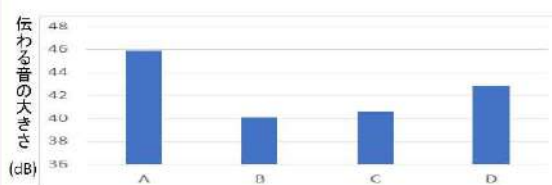


図2. クリップ同士の間隔と伝わる音の大きさの関係

考察

「距離によって音の大きさが変化する」「音の大きさによってクリップが妨げる音の割合が変化しない」という条件が重なって結果のようになったと考察した。

今後の課題

考察した2つの条件、「距離によって音の大きさが変化する」「音の大きさによってクリップが妨げる音の割合が変化しない」が適切であるのかどうかを調べたい。

参考文献

(1)AGC 音の伝達 (2010). AGC Glass Plaza (asahiglassplaza.net) 2022年6月17日

(2)愛知工業高校 糸電話における音の伝わり方 (2012).

https://www2.hamajima.co.jp/ikiikiwakuwaku/record/r_2012_02_18/newpage2.htm

2022年6月17日

糸電話で会話できる最大人数

キーワード

糸電話：音声を糸やワイヤーなどの振動に変換して伝達し、再び音声に変換することによって音声で通信を行うための道具。

研究の動機と目的

糸電話は現在のスマートフォンのように3人以上で会話ができるのかについて興味を持った。そこで、1つの糸電話で通話できる最大人数を明らかにするためにこのテーマを設定した。

仮説

先行研究の結果より、糸を放射状に張った時、1度に最大10人まで会話できる。

方法

- ・タコ糸を用い、1対の糸電話を軸としてタコ糸がつながっている紙コップを1つずつ増やしていった。
- ・本研究では糸電話で会話できる状態を音声聞き取れる状態であると予め定義しておく。
- ・なお、聞き取れる音声は糸電話を用いないと聞こえないことを確認している。
- ・「糸を放射状に張る」「糸を直線状に近づけて張る」の2つの形態に分けて実験を行った。
- ・音声は、事前に収録した音声を用いて、携帯の最大音量から小ボタンを5回押した音の大きさである。
- ・実験は風がない場所で行い、風による糸の振動がないことを確認して行った。

結果 表1. 人数と糸の形状について

人数	放射線状	直線状
3人	聞こえた	聞こえた
4人	聞こえた	聞こえた
5人	聞こえた	聞こえた
6人	聞こえた	聞こえた
7人	聞こえた	聞こえた
8人	聞こえた	聞こえた
9人	聞こえた	聞こえた
10人	聞こえた	聞こえた

- ・現段階ではどちらの形状でも7人までは一度に会話することができた。
- ・糸を放射線状に張るよりも直線状に張った時の方がはっきりと聞き取ることができた。

考察

10人で会話することができた

この段階で、まだ音声をはっきりと聞き取ることができた。

糸を直線状に近づけた方がよりはっきり聞こえる

音は振動が伝わる道筋にある分岐が小さくなる、糸を直線状に近い形状に張った時の方が伝わりやすいと考えられる。

先行研究の結果を超える11人以上の人数で会話することができないのではないか

糸電話で会話できる最大人数を計測したい時に適している糸電話の糸の張り方は出来るだけ直線状に近い形状にすることが適していると推定することができる。

今後の展望

10人同時に糸電話で会話できることがわかった現段階で、音声はしっかりと聞き取れていることから先行研究の結果を超える11人以上の人数で会話ができるかどうかの実験を行う。また、その時の条件を調べ、記録する。また、より聞こえる直線状に張った糸からさらに糸を分岐すればさらに多くの人数で一度に通話できると考え、それが可能か明らかにする予定である。

参考文献

千葉市総合展覧会（2017年）「音の模様と糸電話」
<https://www.city.chiba.jp/kyoiku/gakkokyoiku/kyoikushido/documents/016otonomoyoutoitodennwa.pdf> 2022年5月13日

写真

●材料



・タコ糸 ・紙コップ

●実験の様子



紙コップを耳にしっかりと当てる

<放射線状>



<直線状>



混合物の結晶の析出

キーワード:再結晶 溶解度

研究の動機と目的

私たちは、ミョウバン1種類だけの場合、正八面体の結晶が析出することを知っているが、もし2種類の混合水溶液の場合にはどのような形の結晶が析出するかに興味を持った。そこで、この場合での結晶の形およびその形に形成される理由の解明を目的とし、研究を進めた。

仮説

私たちは2種類の物質を析出させた時、きれいな結晶はできず、それぞれの結晶が合わさったいびつな形の結晶ができるのではないかと考えた。

実験方法

ミョウバンの飽和水溶液と塩化ナトリウムの飽和水溶液、さらに塩化ナトリウムとミョウバンを混ぜる量を変えた混合水溶液を蒸発させ、成長させていく。¹⁾析出した結晶の体積はアルキメデスの原理を用いて求める。²⁾求めた体積と測定した重さを使ってそれぞれの物質の物質量を求め、それぞれの結晶の組成を求める。

	溶液A	溶液B	溶液C
ミョウバン(g)	14.8	7.4	14.8
塩化ナトリウム(g)	17.5	35.0	35.0

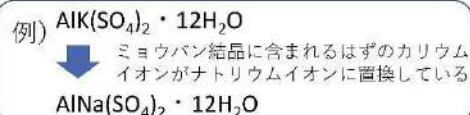
結果

観点	単位	ミョウバン			塩化ナトリウム			同比率		
		サンプル1	サンプル2	サンプル3	サンプル1	サンプル2	サンプル3	サンプル1	サンプル2	サンプル3
質量	g	5.00	19.00	0.05	1.00	1.56	2.00	4.00	8.88	21.77
体積	cm ³	2.81	10.17	0.01	0.19	0.57	0.71	1.62	4.46	13.00
密度	g/cm ³	1.78	1.87	8.00	5.26	2.74	2.82	2.47	1.99	1.67
物質量(ミ)	mol	0.02	0.05	-0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	0.01	0.11
物質量(塩)	mol	0.01	0.10	0.01	0.05	0.05	0.07	0.10	0.09	-0.10

計算をした結果、混合物の結晶の中のミョウバンや塩化ナトリウムの物質量が負になっている部分があった。



混合物に二種類の物質だけでなくイオンの置換によって別の複塩などが発生して性質が変化した物質が含まれていたからではないかと考えた。



考察

ここまでの実験と結果から混合物を析出させるとミョウバンと塩化ナトリウム以外に他の物質も析出しているのではないかと考えた。この物質はイオンの置換などによって発生した可能性が考えられる。

今後の展望

今回析出した結晶が塩化ナトリウムとミョウバンでない物質が含まれている可能性が考えられるため、組成を詳しく調べて結晶がどのような物質からできているのか調べていきたい。

参考文献

- サイエンスナビ ミョウバン結晶を育てよう
<https://www.city.saitama.jp/sciencenavi/taiken/002/p039723.htm>
 1 2022年9月24日
- 日本機械学会 流体工学部門 体積の測定
<https://www.jsme-fed.org/> 2022年12月8日
- 京都市青少年科学センター ミョウバンの結晶づくりの落とし穴！ 2022年9月24日
<http://www.edu.city.kyoto.jp/science/online/labo/44/index.html>

粘着物質と経過日数の関係

用語説明 ・色彩ヘルパー：主に色弱の方を対象としたカメラで色を調べるアプリケーション

研究の目的と動機

普段シールを使用している中で、何度も貼り直すと粘着力が弱くなってしまったり、シールを剥がしたときにシールの跡が残ってしまったりすることがあったので、シールを貼ってから剥がすまでの日数によって粘着物質の残量は変化するのかを調べたいと思った。

仮説

シールを貼ってからの経過日数が長いほど粘着物質の残量が多くなる。

方法

- ① 種類や大きさが同じシールをコピー用紙に貼り一定の期間をおいてシールを剥がす
- ② 朱色のチョークの粉をふるいにかけて大きさを均等にする
- ③ 剥がした直後にチョークの粉をかけ、残った色を色彩ヘルパーというアプリを用いて調べる。
→色彩ヘルパーのRGBの数値を見て、RGBのRの数値が高いほど粘着物質が多く残っているとみなす。



これらのことを経過日数（1週間、2週間、3週間、4週間）と変えて行う

結果

現時点で経過日数による色の変化はあまり見られない。



考察

私たちは、経過日数が長くなるほど色が濃くなるかと仮説を立てていたが、実際に目で見えた場合、色薄くなっていることがわかった。よって、経過日数が長くなるほど粘着力が弱くなると考えた。一方で色彩ヘルパーで見た場合、数値にあまり変化が見られなかった。その原因として色を測定する位置が異なっていることが挙げられた。調べているシール跡の範囲の中でも数値ではあまり変わっていないが目で見ると色の濃さにばらつきがあるため、毎回位置を固定しなければいけないと思った。

今後の展望

色彩ヘルパーでバランスよく色の濃さを確かめるために5点の位置を固定し、その平均値をとり引き続き実験を続けていく。今までの実験では1週間ごとの変化を見てきたが今後は経過日数を1週間よりも長くして変化を見ていく。

参考文献

- 1) 共同技研化学 粘着テープについて (<https://ja.m.wikipedia.org>)
- 2) 共同技研化学 粘着と接着の違い (<https://www.kgk-tape.co.jp/tapebasic.pdf>)
- 3) NEION FAQ (https://www.neion.co.jp/faq/adhesive_type.html)
- 4) Dexerials 「接着」の基礎知識—接着剤と粘着剤の違いから学ぶ (<https://techtimes.dexerials.jp>)
- 5) 野崎 聡/川崎 雅弘 平成12年 粘着紙尾物理特性とアプリケーション

繰り返し使えるテープを作る

キーワード

・OPPテープ・・・二軸延伸ポリプロピレン(oriented polypropylene)¹⁾という素材でできたテープ。縦軸と横軸を引っ張り透明にしたもの

動機と目的

付箋を何度も貼った際にはがれてしまうのを見て、繰り返し使用しても粘着力が落ちないようにしたいと思ったため。

仮説1: 粘着面の形状が崩れることによって粘着力が低下する。

実験1

貼って剥がす回数による粘着力、粘着面の形状の変化を調べる。

「剥がすのに必要な力が小さいことを、粘着力が小さい」とする。

- 養生テープの粘着面を顕微鏡で観察する。
- 机(生物教室の実験用机)に各テープを貼って剥がす。
- 2を1回、50回、100回行った後の粘着面を顕微鏡で観察する。
- 2を1回、50回、100回行った後、それぞれを剥がすのに必要な力をバネばかりで測定する。

結果: 養生テープの粘着面の形状が最も崩れにくかった。(図1～図6)

貼って剥がす回数を増やすにつれて粘着面の形状がより崩れていった。



図1. 0回

図2. 50回

図3. 100回

図4. 150回

図5. 200回

図6. 250回

	1回	50回	100回
養生テープ	4.0N	1.5N	1.0N
OPPテープ	1.5N	1.2N	0.5N
ガムテープ	3.5N	2.0N	1.5N

表1 剥がすのに必要な力

考察: 粘着面の形状が崩れ、粘着力が低下したことから、粘着剤が基材から剥がれたことによって粘着力が低下したと考えられる。また、養生テープが最も形状を保ったが、ガムテープが最も粘着力が低下しづらかったため、粘着剤の種類にも粘着力の低下が関係するのではないかと考えられる。

仮説2: テープの種類によって、基材と粘着剤の剥がれやすさに差があるのではないか

実験2

実験1の3種類に、ゴムテープとセロハンテープを加えた計5種類のうち、最も粘着剤が基材から剥がれにくいテープを調べる。

- OPPテープ、養生テープ、ガムテープの3種類のテープを互いに貼り付け、剥がす。
- 粘着面の変化を顕微鏡で観察する。⇒剥がした時に、粘着剤が基材から剥がれていないテープを探す。

結果: 他のテープと養生テープでは、養生テープの粘着面側に他のテープの粘着剤が付いていた。

	養生テープ	ガムテープ	ゴムテープ	OPPテープ	セロハンテープ
養生テープ	-	×		×	
ガムテープ	○	-	×		
ゴムテープ		○	-		○
OPPテープ	○			-	
セロハンテープ			×		-

表2 張り合わせたテープの種類別の結果



図7 ゴムテープに付着したガムテープ

考察: 実験結果から養生テープが最も粘着剤が基材から剥がれにくいテープだと分かった。OPPテープやガムテープは球状の粘着剤がそのまま付着しているが、養生テープには格子状の繊維が規則的に存在しており、水滴のような形の粘着剤がそれらに囲まれるように付着しているので粘着剤の形状が維持されやすいのではないかと考えられる。

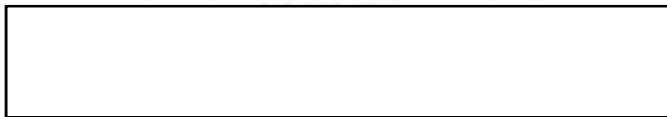
今後の展望

今後は、養生テープの粘着面の形状の特徴、ガムテープの粘着剤の素材を調べ、自然には剥がれにくく、手で剥がしやすいテープを作成したいと考えている。

参考文献

- 1) 二軸延伸ポリプロピレンとは (<https://www.sanipak.jp/faq/words/opp.html> / <https://www.notosiki.co.jp/blog/item/howto-oppape/>)
- 2) テープおまかせナビ (<https://tape-omakase-navi.com/column/post-761/>)
- 3) テープおまかせナビ (<https://tape-omakase-navi.com/column/post-783/>)
- 4) 株式会社トッパンインフォメディア (<https://www.toppan-im.co.jp/print/print05/>)
- 5) e-tape (<https://www.star-click.ne.jp/e-tape/c6.htm>)

安全な絵の具を作ろう



キーワード
廃棄食材・絵の具・子ども

1.研究の動機と目的

- ・班員の弟が市販の絵の具を誤飲してしまったことを受け、食べても害の無い安全な絵の具を作ろうと思った。
- ・廃棄用食材を有効活用すること、作る楽しさを伝えることを目的とする。

2.仮説

- ・素材の色が濃いものは色が出やすい。
- ・種や皮が薄いものは塗りやすい。

3.方法

- ①色がよく出そうな食材の廃棄する部分を乳鉢に入れすり潰す。
- ②水と小麦粉を適量入れ、実際の絵の具と同じように紙に塗りやすい硬さにする。
- ③実際に紙に塗ってみて塗りやすいかどうか、塗った後の色を見してみる。



4.結果

表1

	ホウレンソウ	ブロッコリー	ブルーベリー	ニンジン	トマト	トウモロコシ	モロヘイヤ	レタス	ナス
発色	○	○	○	○	○	△	×	×	×
塗りやすさ	○	○	○	○	△	○	×	×	×

発色

- 塗りやすい
- ×→付いているか分からないくらい薄い
- △→少し色が付く

塗りやすさ

- 塗りやすい
- ×→皮や種が邪魔で塗りにくい
- △→塗りやすくも塗りにくくもない

判定基準

実際に作った絵の具を紙に塗ってみて市販の絵の具と発色、塗りやすさの差を比較した。



ホウレンソウ ブルーベリー トマト レタス ナス

- ・ホウレンソウ 野菜自体の色も濃く、すりつぶしやすかったため発色、塗りやすさ共に良かった。
- ・ブルーベリー 紙に色を塗った直後は発色が良かったが時間が経つと、上記の画像のように変色してしまった。
- ・トマト 発色は良かったが、皮や種が多く残り塗りにくかった。
- ・トウモロコシ 色が薄く発色は悪かったが、すりつぶしやすく塗りやすかった。
- ・モロヘイヤ 緑黄色野菜で発色が良さそうに思えたが粘り気が強いいため発色、塗りやすさ共に悪かった。
- ・ナス 皮がすりつぶしにくいに加え、皮よりも内部の色が強く出てしまった。
- ・レタス 野菜自体の色が薄いのに加え、繊維が多く残ったため発色、塗りやすさ共に悪かった。

5.考察

発色：基本的には緑黄色野菜がいい。しかし、素材の性質によって結果は変わってくる。
塗りやすさ：発色が良くなかったもののほとんどは塗りにくい。

発色、塗りやすさに共通して言えることはすりつぶし切れなかった残留物が多いほど結果が良くない。

6.今後の展望

発色と塗りやすさが実際売られているような絵具と同じ状態になる野菜や果物で色のレパートリーを増やしていきたい。

7.参考文献

- ためかまブログ (2021) 「野菜や果物を使った絵の具の作り方」 <https://tamekamo.com/2021/07/18/how-to-vegetablepa> 2022年9月22日
食オタマガジン (2016) 「野菜で絵の具を作ってみよう」
https://www.shokutomagazine.com/shokutanote_vasainpaint 2022年9月22日
ぎゅってweb(2021) 「野菜や果物を使って絵の具づくり」<https://gyutte.jp/blog/302246> 2022年9月22日

どんな声が最も瞬間的な筋力を高めるのか

キーワード

- ・レッグカールマシン¹⁾・・・太ももの裏側を鍛えるトレーニングマシン。
- ・シャウト効果²⁾・・・大きな声を出すことにより、中枢による抑制が減り筋出力が高まる現象。

1. 研究の動機と目的

- ・「にゃー」という声を出しながら前屈をすると記録が伸びる³⁾ことから、それ以外の運動ではどのような声が出ると効果が出るのか気になったため。
- ・どのような声を出したときに一番筋力が上がるのか調べる。

2. 仮説

母音が「あ」の声を出しやすいため、記録が伸びやすいのではないかと考えた。

3. 方法

夏休みに、レッグカールマシンを用いて実験を行った。班員5人がそれぞれ「声を出していない時の記録」を測った後に、合計2回「あ」、「い」、「う」、「え」、「お」、と声を出しながらそれぞれ記録を測り、その伸び率を計算する。この実験を行うことで、母音の中ではどの音の時に一番記録が伸びるのかを計算する。

4. 結果

「お」が一番おもりの増加量が大きかった。

声の種類	増加量の平均(個)
あ	2.25
い	2.00
う	2.40
え	2.30
お	2.60

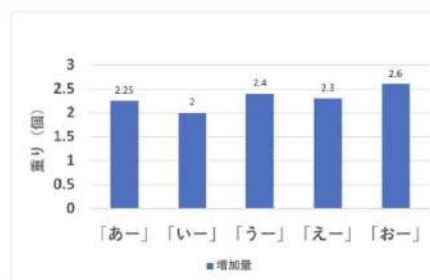


図1. 声の種類と伸び率

5. 考察

この実験の結果から、「あ」行の中で最も筋力の伸び率平均が高くなるのは「お」と考察する。またこの結果は、私たちの仮定や参考文献⁴⁾に異なるものであった。

6. 今後の展望

今回の実験で計測することが出来たのは、レッグカールマシンによって鍛えられる太ももの裏側の筋肉は「あ」行中のどの音で一番力を発揮できるのか、のみであったため、今後は実験に用いる器具⁵⁾を変えることで太ももの裏側以外の筋肉ではどの音を叫ぶのが最適かを調べていきたい。

7. 参考文献

- 1) レッグカールのメリットやデメリット 正しい使い方とは? (2022) MORITO ウルトラB-MAKE
<https://kimitsu-iron.jp/media/legcurl/> 2022年12月18日
- 2) 声を出すと力が増す (2019) 市報のだ3月15日号
<https://www.city.noda.chiba.jp/kurashi/fukushi/hoken/1017562/1022093.html> 2022年12月18日
- 3) 「にゃー」と言いながら前屈すると身体がもっと柔らかくなるワケ (2014) しんコロ『しんコロメールマガジン「しゃべるねこを飼う男」』
<https://www.mag2.com/p/news/18322> 2022年12月19日
- 4) 母音の種類によるシャウト効果の検証 (2016) 酒井章吾、石橋敏朗、浦辺幸夫 日本理学療法士協会
https://www.jstage.jst.go.jp/article/ejpt/2015/0/2015_0609/_article/-char/ja/ 2022年12月19日
- 5) ジム初心者におすすめの筋トレマシンはどれ? ありがちなNGフォームと対処法をトレーナーが解説 (2021) MELOS
<https://melos.media/training/47971/> 2022年12月20日

微生物燃料電池による発電とその効率化について

動機と目的

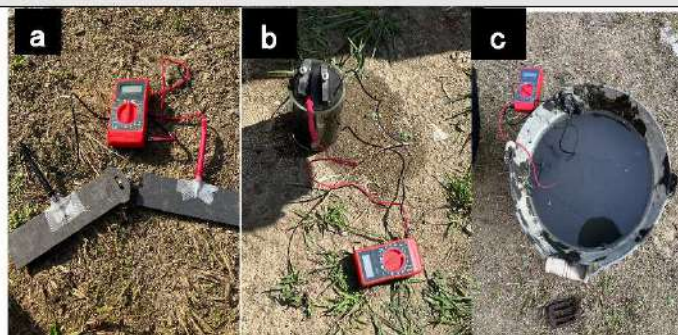
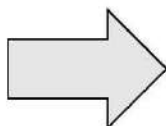
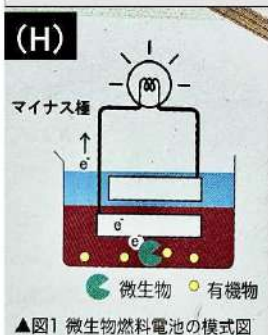
・微生物からの発電(微生物燃料電池)によって電力を生み出し、スマートフォンやPCに電力を提供できないかと思ったから。

実験方法

炭素電極2本、電流計、ヘドロ、水を用いてa、bのような装置(微生物燃料電池)を作成し、実験を行った。
仮説1の実験時は、ヘドロの容器をバケツに変え、cのような装置で実験を行った。

仮説

- 1.ヘドロの量の多さによって発電量も増える。
2. 電極同士の距離が小さいほど発電しやすい
3. ヘドロと水が電極に触れている時間が長いほど発電しやすい。



実験結果

- ・bの時
0.62 μ A発電した。(ヘドロ;約0.5L 水;約0.1L)
- ・cの時
発電しなかった。(ヘドロ;約7.5L 水;約0.5L)

考察

実験結果から仮説1は単にヘドロの量の増やしただけでは発電しなかったので、ヘドロの量と水の量の発電しやすい割合があると考えた。
また、ヘドロと水の量にあわせて微生物が炭素電極と触れる時間を長くすればより効率よく発電できると考えた。

今後の課題

仮説2.3の実験を進めるとともに、より効率の良い微生物燃料電池を作成できるように様々な観点から実験を重ね、スマートフォンやPCの充電器に実用化できるようにしていきたいです。

引用文献

(H) Someone vol.59 リバネス出版

波紋の形について



動機

波紋の形は円ばかりで他の形に変化しないのかと疑問に思ったから。

目的

波紋の形は落とす物体によって違いが生じるのか実験し確認する。

仮説

落とす物体の形が変わると波紋の形に違いが生じる。
落とす物体の質量を変えると波紋の形に違いが生じる。

実験方法

粘土の質量は3gと5gの2種類。粘土の形を四角柱、球、三角柱の3種類を作り、計6種類の粘土を50cmの高さから水面に落とす。そのとき発生した波紋を観察する。物体が水に触れたときを入水した時とする。



実験結果

球が入水した時同心円状に波紋が広がっていった。
三角柱が入水した時は球の時と同じで同心円状に波紋が広がっていった。
四角柱が入水した時は球の時と同じで同心円状に波紋が広がっていった。
質量が大きいほど波紋の広がる速さは速かった。

	3g					5g				
	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
四角柱	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
三角柱	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
球	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

変化が確認できた⇒○

変化が確認できなかった⇒×

考察

質量が小さかったため、違いが起きる十分な波を発生させられなかったのではないかな。
形の変化が小さかったため、波紋に違いが生じなかったのではないかな。
落とす高さが足りず、入水した時に起きた波紋に違いが生じなかったのではないかな。

今後の展望

質量や形、高さを大きくして実験を行い変化を調べる。
スロー撮影だけでなく連写機能を使って撮影を行い、波紋の広がるスピードの差を調べる。
また水に砂糖や塩などの溶質を溶かす、落とす物体の材質を変えるなど条件を変えて実験を行い波紋に変化があるか調べる。

参考文献

自然科学観察コンクール <https://www.shizecon.net>
おしえて！くまろうはかせ <http://www.science-with-mama.com/prev/kumataro/156/index.html>

水で膨らむビーズと溶液の関係

1. キーワード

ポリアクリル酸ナトリウム;網目状構造の中に多数の水分子を取り込んでゲル構造を作る。
水分子の中に陽イオンが存在すると吸収力が著しく低下する。¹⁾

2. 研究の動機と目的

私たちが幼いときに「ポリアクリル酸ナトリウム」で出来た水で膨らむビーズ²⁾で遊んでいたことがあり、水以外で膨らませることが出来るのか興味を持ったからである。

3. 仮説

ビーズを様々な同濃度の水溶液に入れて膨らませると、溶質のイオンの価数が大きいほどビーズが膨らみやすいのではないかと。

4. 方法

- ①浸透圧を同じにしたモル濃度が0.01mol/LのKCl、MgSO₄、CaCl₂水溶液を作った。
- ②それぞれの溶液に3つずつビーズを入れて10分おきに取り出して、電子天秤で質量を計測した。
- ③②の操作を40分間(計4回)繰り返した。

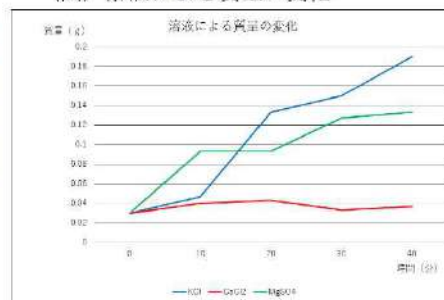
5. 結果

計測した時点でのビーズの平均の質量を表と図に示す。(図)
※いずれも、もとのビーズの質量は0.03gである。

(表) 溶液によるビーズの質量の変化

	KCl	CaCl ₂	MgSO ₄
10分後	0.047g	0.040g	0.093g
20分後	0.133g	0.043g	0.093g
30分後	0.150g	0.033g	0.127g
40分後	0.190g	0.037g	0.133g

(図) 溶液による質量の変化



KCl水溶液に入れていたビーズが40分後に一番膨らんでいた。
また、CaCl₂水溶液に入れていたビーズは40分間ほとんど変化はなかった。
一方、MgSO₄水溶液に入れていたビーズは10分後の時点では一番膨らんでいた。

6. 考察

1価のイオン同士の塩であるKCl水溶液がCaCl₂、MgSO₄水溶液に比べて、40分後に一番膨らんだことから1価のイオン同士の塩である水溶液の時のの方がビーズが膨らみやすいのではないかと考える。
40分後はKCl水溶液が一番膨らんだが、10分後はMgSO₄水溶液が一番膨らんだことより、溶液によって膨らむペースに違いがあることが分かる。

7. 今後の展望

今回の実験ではビーズを膨らませる要因が陽イオン、陰イオンのどちらにあるか明らかに出来なかったので、今後は陽イオンと陰イオンで価数を変えてビーズの膨らみ方に違いが出るのか調べる。また、価数が違う陽イオンと陰イオンが水溶液中に共存しているとき、ビーズの膨らみ方に影響するのか調べる。
溶液によって膨らむペースに違いがある理由をより突き詰めたい。

8. 参考文献

- 1) ポリアクリル酸ナトリウム Sodium polyacrylate | Chem-Station (ケムステ)
- 2) 水でふくらむ ぶよまるボール レモン株式会社
- 3) ゲルについて ゲルについて aoyama.ac.jp
- 4) 水を吸うプラスチック <http://www2.tokai.or.jp/seed/seed/minna16.htm>
- 5) ポリアクリル酸ナトリウム2022のガイド(用途、安全性研究) <https://www.saggel.com/ja>

柔軟剤の濃度と速乾性の関係

研究の動機と目的

市販の柔軟剤の速乾性が高いという謳い文句から柔軟剤が洗濯物の速乾性にどのような関係があるのか研究することにした。今回は洗濯するときに柔軟剤の濃度を変え速乾性にどう影響を与えるかを明らかにすることを目的とした。

仮説

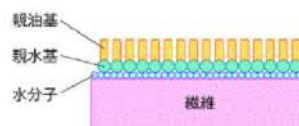
柔軟剤の濃度を徐々に高くしていくにつれて速乾性もあがっていくが、ある濃度を超えると逆にどんどん下がっていくという仮説を立てた。

柔軟剤と速乾性の関係

【参考文献(1)を出していた花王株式会社の方の話】

柔軟剤は親水基と親油基から出来ている。実際に洗濯時に柔軟剤を入れると洗濯物の繊維についている水分子と柔軟剤の親水基がくっつき、柔軟剤の親油基で繊維をコーティングしてようになる。

このコーティングにより繊維が水分を含みにくくなることで、柔軟剤を使用していない時よりも水分量が少なくなる。よって速乾性が上がることにつながる。



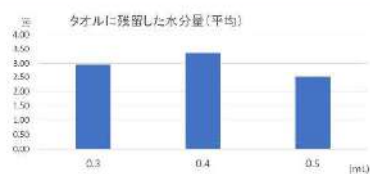
⇒ タオルが含む水分量が少ない = 速乾性が上がる

検証方法

- ① 15cm×15cmの大きさのタオルを用意し洗濯する前の乾いた状態の重さを計る。
- ② 1Lの水を容器に用意し、十分に水をタオルに含ませる。
- ③ 柔軟剤②の容器に入れ、攪拌する。(参考文献(2)より推奨されている柔軟剤の濃度0.3mL/Lを基準として検証する。)
- ④ タオルを水道水ですすぐ。
- ⑤ 洗濯機で脱水する。
- ⑥ 洗濯前と洗濯後のタオルの重さの差をとる。

結果

回数(回)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0.30mL	3.15	3.58	2.16	3.46	3.12	3.72	2.85	2.35	3.66	3.10	1.66	
0.40mL	4.10	2.86	3.13									
0.50mL	2.36	2.63	2.30	2.59	2.87	2.48						



考察と今後の課題

結果から0.5mL、0.3mL、0.4mLの順で洗濯前と洗濯後の水分量の差は小さくなっていることが分かった。このような結果になった原因は2つ考えられる。1つ目は柔軟剤と速乾性には関係がなく、その他の要因(湿度・温度など)が関係しているため。2つ目は、0.4mL、0.5mLともに検証回数が0.3mLと比べて少なく、正しい値が取れていないためである。そのため今後は、0.4mL、0.5mLの実験回数を増やすとともに、柔軟剤の濃度を大きくしていく。また、実験した日の天気、温度、湿度も共に記録していく。

参考文献

- (1) 柔軟剤と速乾性の関係性
<https://idea.today/articles/1227>
- (2) 推奨される柔軟剤の使用量
<https://soflan.lion.co.jp/soflan/lincup/tokuno/>

腐敗を防ぐ保存方法

研究の動機

食品添加物を使用せず、食品の消費期限を延長する方法はないかと気になったから

仮説

香りが強いほど防腐作用が強いと考えた

方法

チャック付きポリ袋の中に、豆腐、防腐剤として、ワサビ、お酢、醤油、からしを入れ、空気を含ませ、4日後に中の豆腐のpHを測定した。pHの測定には、pHの変化するタイミングを観察するためにpH試験キットを使用した。

pH試験キットの使い方

試験キットを溶液に暫く浸けた後、表面の余分な液を拭き取る。

【色の変化】

強い酸性→橙色、弱い酸性→黄色、中性→緑色、弱いアルカリ性→青色

(pH検査キットは強いアルカリに弱いため測定できない。)

事前の実験で、なにも入れなかった豆腐を腐敗させると、弱いアルカリ性に傾いた。

そこで、pH試験キットの色の変化の速度で、腐敗のしやすさを調べた。



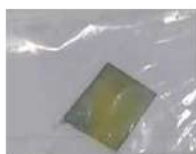
結果

なにも入れなかった豆腐は、わさび、お酢を同封した豆腐に比べてpHがよりアルカリに傾き、より腐敗が進んだことがわかった。しかし、醤油とからしには腐敗を防ぐ効果があまり見られなかった。

お酢は4日間観察して、変化が緩やかであった。



変化前



変化後

考察

腐敗を防ぐと考えられる要因

【腐敗が小さかった調味料】

わさび: シングリン

アリルイソチオシアネート

お酢: 酢酸 (pHを低下させるため)

【腐敗が比較的大きかった調味料】

からし: からしにはわさびと同じくシングリン、ア

リルイソチオシアネートが含まれているが、わさびと違って、防腐効果のある砂糖が含まれてないため、わさびよりも、腐敗が進んだと考えられる。

醤油: 醤油を作る際に使う麹菌や酵母の作用で分解、

発酵が進み、腐敗が進んだと考えられる。

今後の課題

今後は効果が見られた調味料と、見られなかった調味料の成分の違いに注目して実験を進めていきたい。

参考文献

https://www.istage.ist.go.jp/article/jbrewsocjapan1915/68/11/68_11_817/pdf (醤油の腐敗について)

https://housefoods.jp/products/catalog/cd_1_088819.html (調味料の原材料表示)

<https://www.toholab.co.jp/info/archive/1512/> (東邦微生物病研究所)

<https://www.nshk.jp/vinegar/use.html> (日本自然発酵・お酢の活用法)

https://www.maff.go.jp/j/heya/kodomo_sodan/0108/10.html (農林水産省わさびやからしの防腐作用について)

豆腐と共に入れた調味料

	なし	わさび	お酢	醤油	からし
11/25 13:50 (開始)	黄色	黄色	黄色	黄色	黄色
16:50	薄緑				
1/26 1:50	薄青			薄青	
7:20		薄緑			薄青
11:50	青が広がる			青が広がる	
15:50					青緑
22:20		緑が濃くなる			
11/27 0:20	部分的に濃青	濃青		全体的に濃青	全体的に濃青
11/28 0:20				部分的に濃青緑	
8:20		濃青が広がる			
10:20				全体的に濃青緑	
12:20					濃青が広がる
14:50		濃青が広がる			
16:20	全体的に濃青			全体的に濃青	全体的に濃青
21:20	濃青			濃青	濃青
11/29 1:20	濃青	濃青	緑	濃青	濃青

食品の腐敗を抑える方法

[キーワード]

消費期限…袋や容器を開けないままで、書かれた保存方法を守って保存していた場合に、この「年月日」まで、「安全に食べられる期間」のこと。いたみやすい食品に表示されている。

1. 研究の動機と目的

食品の廃棄の基準となる消費期限を延長する方法はないのか疑問に思ったから。

2. 仮説

腐りにくいといわれている食材を添加して作ったもののほうが、何もいれなかったものに比べて腐敗がしにくい、つまりpH値の変化が小さいと仮定した。

3. 実験の方法

腐りにくいといわれている純ココア、100%天然はちみつを使って、ココア入り、はちみつ入り、ココアとはちみつ入りのパンケーキを作り、何もいれないものと比較し、継続的にそれらのpHを測定する。ただし各パンケーキの分量は同じ、入れたココア、はちみつの量はそれぞれ小さじ1/2とする。pH値は、各パンケーキ15gと水30ml混ぜ合わせて乳鉢でつぶしたものを、pH測定器で測定した。

4. 結果

[1回目]

パンケーキ	pH値 (6月17日測定) (作成日)	pH値 (6月24日)	pH値の差
プレーン	6.15	7.27	1.12
ココア入り	6.28	7.56	1.28
はちみつ入り	5.99	7.12	1.13
はちみつココア入り	5.56	6.83	1.27

[2回目]

パンケーキ	pH値 (10月28日測定) (作成日)	pH値 (12月9日)	pH値の差
プレーン	7.65	7.89	0.24
ココア入り	7.72	8.08	0.36
はちみつ入り	7.61	7.88	0.27
はちみつココア入り	7.67	7.98	0.31

1回目は真空タッパに入れ、冷蔵庫で保管した。

2回目はジップロックに入れ、冷蔵庫で保管した。

5. 考察

はちみつ、ココアを入れたものと何もいれなかったもののpH値の変化の差があまり見られなかったため、現在の実験で用いているココア、はちみつの量は腐敗の抑制に影響していないと考えられる。



6. 今後の課題

- ・パンケーキの材料は変えずに、パンケーキに対するココア、はちみつの量を増やす。
- ・ココア、はちみつを入れて焼くという実験方法では、中に入れたココア、はちみつが均一に広がっていない可能性がある。そのため、ココア、はちみつを中に入れるのではなく外にコーティングするような形で実験を行う。

7. 参考文献

[食品の「傷み」を防ぐための基本](#) | [よくわかる食品保存の基本](#) | [J-Net21「中小企業ビジネス支援サイト」\(smr.i.go.jp\)](#)

[微生物とpH | 細菌とウイルス | お役立ち情報 | 株式会社 東邦微生物病研究所 \(toho1ab.co.jp\)](#)

[pHとは | 株式会社アタゴ | ATAGO CO.,LTD.](#)

チョークの粉から白いチョークを作る

1.研究の動機と目的

黒板掃除をしている時、黒板の溝に多くの黄色いチョークの粉があり、そのまま捨てるのはもったいないと考え、1番使用する白いチョークを作ろうと考えた。

目的としてはチョークの粉から再生チョークを作り、SDGsの12個目の目標「つくる責任 つかう責任」を達成することである。

2.仮説

チョークの粉を白くするためには漂白剤が効果的であると考え。中でもアルカリ性漂白剤は日常生活の中で落ちにくい汚れなども落とせるのでこの実験においても一番効果を発揮すると考える。

3. 方法

- ①黒板の溝や黒板クリーナーにあるチョークの粉を集める。
- ②チョークの粉と身近にあるもので漂白作用がありそうなアルカリ性漂白剤、酸性漂白剤、アルコール消毒液、水の4つの物質を質量比3対1で混ぜる。
- ③ラップで包み、3週間日光に当たる場所で乾燥させる。
- ④乾いたことを確認し、黒板に書いて白さを調べる。



象牙色 そろげいろ
#f8f4e6

胡粉色 こみんいろ
#ffffc0

物質	反応
水	黄色のまま
アルコール	黄色のまま
酸性漂白剤	象牙色
アルカリ性漂白剤	胡粉色

4.結果

実験の結果は、水を混ぜたチョークとアルコールを混ぜたチョークは変化がなく、黄色のままだった。

そして、酸性漂白剤を混ぜたチョークは白色ではなく、象牙色となった。

アルカリ性漂白剤を混ぜたチョークは胡粉色になった。

よって、アルカリ性漂白剤を混ぜたチョークが今回の実験の中で最も白に近い色のチョークになった。

5.考察

アルカリ性漂白剤は酸性漂白剤より漂白作用が強いため、今回の実験では酸性漂白剤を混ぜたチョークよりアルカリ漂白剤を混ぜたチョークの方がより白くなったのだと考えられる。

そして、酸性よりアルカリ性の方がpH指数が高いので、pH指数が高い物質ほど混ぜるとより白いチョークになると考えた。

6.今後について

今回の実験を通して、漂白剤がチョークを白くすることが分かった。漂白剤の中でも酸性漂白剤よりアルカリ漂白剤の方が白くなったことがわかった。

なので今後の実験はpH指数の違いに着目する。漂白剤のpH指数の高さの異なるものを用いて、同じ方法で実験を行っていかうと考えている。

7.参考文献

こどもエコクラブ(チョークの再生方法)

[http://www.j-](http://www.j-ecoclub.jp/ecoreport/detail.php?id=11454)

[ecoclub.jp/ecoreport/detail.php?id=11454](http://www.j-ecoclub.jp/ecoreport/detail.php?id=11454)

アルカリ性漂白剤と酸性漂白剤の特徴

<https://www.gunze.jp/kigocochi/article/1k202001-01/>

チョークの再生実験

<https://www.osaka->

[c.ed.jp/blog/ikuno/ssh-news/2012/02/15-132526.html](https://www.osaka-c.ed.jp/blog/ikuno/ssh-news/2012/02/15-132526.html)

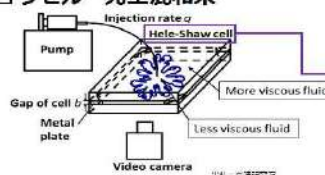
ヘレショウセルに用いる水溶液の粘度と表れる境界の関係性

キーワード

Viscous fingering ヘレショウセル 完全混和系

Viscous fingering (ビスコスフィンガリング)

ヘレショウセルや多孔質媒質(たくさんの細かい穴の開いた物質)のような微小な空間に高粘性流体を満たし、そこに低粘性流体を注入すると、その境界面は流体力学的に不安定になり、指状に成長する現象。



Hele-Shaw cell (ヘレショウセル)

2枚の平板をそれぞれ地面に平行に近接して設置し、その隙間に液体を満たす装置。

1. 研究の動機と目的

私たちは、Viscous fingeringという現象について、粘度の違いによりどのような境界が現れるのか興味を持った。そこで、2つの液体の粘度と表れる境界の関係を明らかにし、可能ならば方程式に表そうとした。

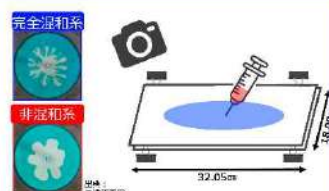
2. 仮説

- I 用いる2つの液体の粘度の差が大きいほど、表れる境界の凹凸の差が小さい。
- II 用いる2つの液体の粘度の差が同じならば、液体の粘度が高いほど表れる境界の突起の数が少ない。

3. 方法

実験には完全混和系となる組み合わせの流体を用いた。

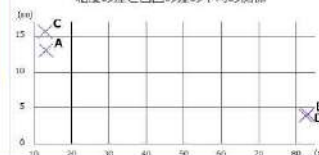
- (1) 液体の粘度を測るため、一定の角度に傾けたアクリル板の上に水を一気に3ml流し、地面に最初に接触するタイムを計る。
- (2) (1)を実験で用いる液体全てに3回ずつ行い、平均タイムを記録する。
- (3) 2枚のアクリル板を隙間を開けて重ねた状態で間にクリップを挟んで固定し、その隙間に8mlの高粘性流体を満たす。
- (4) 上のアクリル板にあけた穴から注射器で低粘性流体を4mlゆっくり注入し、注入し始めてから20秒後の写真を撮る。
- (5) (4)を同じ流体の組み合わせに対して3回繰り返す。



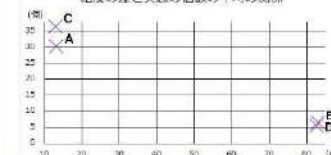
4. 結果

	水 (0.3s)	60%アルコール消毒液 (0.6s)		凹凸の差の平均	凹凸の差の最大	凹凸の差の最小	中心からの最大の長さ	突起の個数の平均
洗濯糊 (13.5s)			A:水と洗濯糊	13.0mm	41.4mm	0.8mm	70.9mm	30.3個
			B:水と蜂蜜	4.1mm	7.2mm	0.7mm	19.7mm	6.5個
蜂蜜 (83.2s)			C:60%アルコール消毒液と洗濯糊	15.6mm	39.5mm	0.8mm	68.0mm	36.3個
			D:60%アルコール消毒液と蜂蜜	3.8mm	6.3mm	0.6mm	16.7mm	5.5個

粘度の差と凹凸の差の平均の関係



粘度の差と突起の個数の平均の関係



5. 考察

仮説 I について、用いる2つの液体の粘度の差が大きくなるほど、表れる境界の凹凸の差や突起の個数は少なくなる。

6. 今後の展望

サンプルが少なすぎるので、引き続き同様の実験を行い、仮説 II についても調べる。そして、なぜそのような関係なのか、要因はどう考えられるのかを考察する。また、可能ならば方程式を導き出す。

7. 参考文献

- 長津研究室 <https://web.tuat.ac.jp/~nagatsu/>
- 水と油の「部分混和系」に現れる模様の変化的な変化とは? <https://academist-cf.com/journal/?p=14770>
- 部分混和系 Viscous fingering ダイナミクスに及ぼす相分離の効果 https://www.nagare.or.jp/download/noauth.html?d=40-3_167-170_ronbun.pdf&dir=161

ヘレショウセルで現れる図形と厚みの関係

キーワード

- ・ヘレショウセル：2枚の平行な板の間に粘性の異なる2種類の流体を流すことで、美しい模様が作り出される装置
- ・粘度：物質の粘りの度合い
- ・枝：現れた模様で切れ込みが入り、枝分かれしているところ

動機・目的

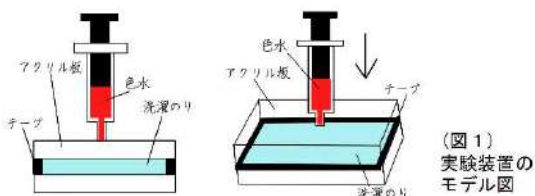
ヘレショウセルが生み出す美しい模様に興味を持った
先行研究では二次元の場合のみでの模様しか見られなかった
→ 板の間隔を広くして立体的にするとどういう模様を作り出されるのかに気になり調べることにした

仮説

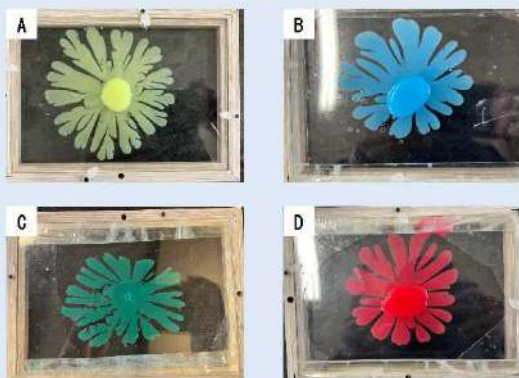
板の間隔を広くすると、入れる液体が動きやすくなるため、できる枝の数が減る

検証の方法

1. アクリル板の間隔をセロハンテープを使って0mm、0.2mm、0.4mm、0.6mmにする。
2. 間隔をつくった薄いアクリル板に洗濯のりをまんべんなく広げ、もう一枚のアクリル板で挟む。
3. シリンジで、絵の具で着色した色水を15ml入れる。
4. できる枝の数をすべて数え、厚さごとに平均値や中央値などのデータをとって、それらを比較する。
(実験回数 0mm:24回, 0.2mm:17回, 0.4mm:19回, 0.6mm:17回)



(図1) 実験装置のモデル図



(図2) ヘレショウセルでできる模様
A:0mm B:0.2mm C:0.4mm D:0.6mm

考察

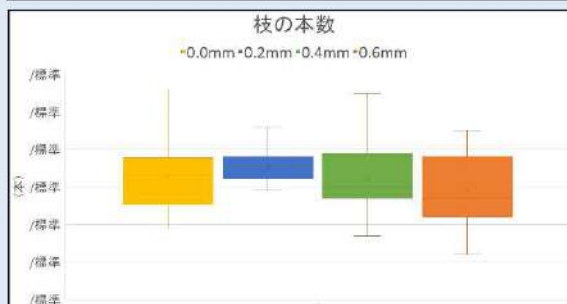
厚さごとのデータに変化はあまり見られなかった。
→ 原因 → 試行回数が少なかった
→ 原因 → 板の間隔の違いが小さすぎた
→ 原因 → 枝以外の場所が変化している
→ 原因 → 枝の本数のばらつきがある

→ 原因 → 溶液を入れる速度や圧力の影響を受けた可能性がある

結果

- ・0.2mm、0.4mm、0.6mmと厚みが増すにつれて平均値・中央値・最頻値がわずかに下がっている。
- ・0.2mm以外のデータでは、ほぼ同じくらいのデータの分散が見られた。
- ・同じ厚みでも枝の本数にはばらつきがあった。
- ・枝の本数が10本よりも少なくなることはなかった。

※(図3)の細線範囲はデータ範囲、太線範囲は四分位範囲、箱の中の横線は中央値、×印は平均値を示す。



(図3) 枝の本数

	0mm	0.2mm	0.4mm	0.6mm
平均値	32.50	35.71	32.00	28.82
中央値	33.00	35.00	30.00	27.00
最頻値	26.00	35.00	28.00	25.00
標準偏差	8.70	5.16	9.44	9.64

(表1) データの分析結果

参考文献

1. ヘレショウセル中の粘弾性流体が示す粘弾性突起 (東理大理)我妻志友, 吉井究, 住野豊
2. HELE-SHAW APPARATUS 渡辺 保真
3. HELE-SHAWセル中を浮上する一つの泡のダイナミクスのシミュレーション 牛島健夫, 矢崎成俊
4. Growth of radial viscous fingers in a Hele-Shaw cell JING-DEN CHEN

今後の展望

試行回数が少ないため、各データの特徴が正しいのかどうか分からない。
→ 試行回数を増やす。

別の方法で実験・分析するとより傾向がわかりやすくなるかもしれない。

- 板の間隔をもっと広げる。
- 図形の解析方法を変える。

紙の種類とインクの滲み方

1. 目的

水分を含んでも文字が滲まない紙があれば生活で役立つと考え、毛細管現象の実験を行った。今回は紙にインクが吸い上げられずにはじかれて広がる状態を「滲む」と定義する。

2. 仮説

紙の繊維が荒いものほど広範囲に滲み、細かいものほどものはあまりにじまないという仮説を立てた。

3. 方法

以下の7種類の紙を用意した

- ①NTラシャ紙
- ②ジャンフェルト紙
- ③マーメイド紙
- ④わら半紙
- ⑤レザック紙
- ⑥TS18紙
- ⑦クラシコトレーシング紙

繊維の太さ



*繊維を細く潰されているため繊維の太さ測定不能

【実験1】1cm×12cmの紙を用意し、紙の先端から2cmを墨汁につけ、5分後と15分後の吸い上げる力の違いを観察した。

【実験2】スポイトの先端から墨汁を1滴垂らし、インクの広がる様子調べた。

4. 結果

【実験1】わら半紙はよく吸い上げ、次にマーメイド紙がよく吸い上げ、その他の紙では吸い上げが見られなかった。またわら半紙とマーメイド紙は同じ紙で時間による違いはあったが、その他の紙では違いがなかった。

【実験2】わら半紙はインクを垂らした後すぐに吸い上げが起こり、それ以外の紙では写真のようにインクがレンズ状になった。マーメイド紙ではインクがレンズ状になった後、その周りに少し滲みが起こった。

5. 考察

吸い上げ力の強いマーメイド紙とわら半紙に関しては、マーメイド紙はインクがレンズ状になり、その周りに少し滲みが起こり、わら半紙では吸い上げのみが見られた。その他の紙は吸い上げ力が弱いため吸い上げも滲みも起こらず、インクが紙の上でレンズ状になったことから、滲む紙と滲まない紙には繊維の太さや配列などの差が関係しているのではないかと考えた。

6. 今後の展望

- ・マーメイド紙においてレンズ状になり滲んだので紙の表面と内部で紙の繊維の太さや密度が違うのではないかと考えたため、紙を表面と内部に分けてインクを垂らした実験をしていく。
- ・実験1において5分より短い時間の実験が出来なかったため短い時間の実験をする。
- ・実験1,2ともに実験回数が少ないので、実験回数を増やしてより正確な結果が得られるようにする。

7. 参考文献

・カラーインクと紙の性質の違いによるにじみの研究

https://aue.repo.nii.ac.jp/?action=repository_uri&item_id=5014&file_id=15&file_no=1

・インクの広がり と 紙の密度の関係

<https://10th-wp1symposium-nanolsci.jp/assets/img/details/pdf/p-16.pdf>

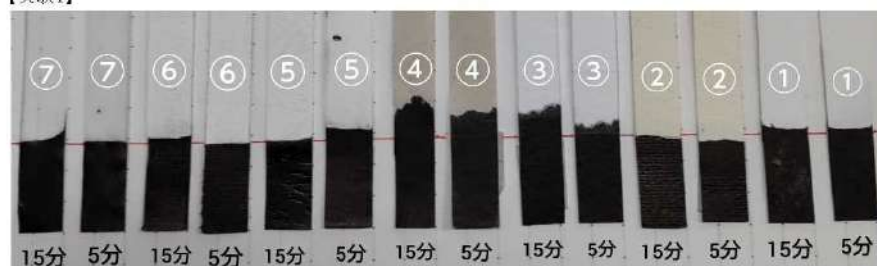
・紙の研究室No.06：（紙の密度を御存知？一重さと厚みの関係）

<https://www.takeo.co.jp/reading/labo/06.html>

・毛細管現象容器の中から逃げ出す？水！

<https://site.ngk.co.jp/lab/no45/>

【実験1】



【実験2】



歴史的建築物の幅と高さの比の関係性について

研究の動機

パルテノン神殿などいくつかの歴史的建築物には黄金比など特別な比が用いられており、ほかの歴史的建築物の比にも一定の法則があるのか気になった。

検証の方法

インターネットから各歴史的建築物の公式に発表されている高さや幅のデータを集め、Excelを用いてデータを処理する。黄金比は縦：横=1:1.4~1.8または1.4~1.8:1とする。建設当時の高さや幅を用いる。

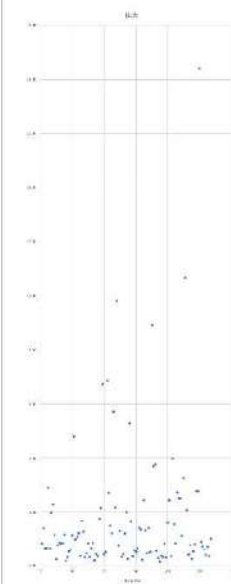
仮説

歴史的建築物には黄金比が用いられている。高さや幅の比には一定の法則性がある。

実験結果

↓遺産の比の散らばり

縦軸：比
横軸：遺産に付けた識別番号



ヨーロッパ 118件中20件

建築物	高さ	幅	国名
ウェストミンスター寺院	111	74	イギリス
パッキンガム宮殿	111	74	イギリス
カンタベリー大聖堂	72	47	イギリス
セントポール大聖堂	111	157	イギリス
ピサ大聖堂	54.85	32	イタリア
サンタ・マリア・デル・グラツィエ教会	19	32	イタリア
ホーエンザルツブルク城	101	88	オーストリア
ゼウス神殿	27.4	41	ギリシャ
アインジーデルン修道院	6	10	スイス
グラナダ大聖堂	115	67	スペイン
カサミラ	28	40	スペイン
サンティアゴ・デ・コンポステーラ大聖堂	70	100	スペイン
ケルン大聖堂	157	86	ドイツ
ノイシュヴァンシュタイン城	65	106	ドイツ
マウルブロン修道院	55	86	ドイツ
フォンテーヌブロー宮殿	42	30	フランス
コンシェルジュリー	47	27.4	フランス
マドレーヌ寺院	20	43	フランス
バタヴィヤ修道院	32	22	ホルトガル

アジア 37件中7件

建築物	高さ	幅	国名
ジャーマー・マスタブ	40	27	インド
コーラクの大仏神中庭	65	41.8	インド
シルヴァンシキヤ宮殿	24	15	アゼルバイジャン
インド門	26	15	インド
カジュラホ寺院	7	12.5	インド
クワプミナール	14.3	25	インド
エローラ石窟群	32	43	インド

教会 13件中1件

建築物	高さ	幅	国名
カイザー・ヴィルヘルム記念教会	26	65.5	ドイツ
グリースの鐘	29.27	24.75	ドイツ
アゼル教会	92	23.2	ドイツ
サンニシールピス教会	34	58	フランス
サンタ・マリア・ア・デル・ラヴィエ教会	19	32	イタリア
ベーター教会	58.8	20	オーストリア
ヴォチーフ教会	70	30	オーストリア
アウグスティナ教会	24	10	オーストリア
聖ベーター教会	28	34	スイス
聖母教会	107	90	ドイツ
聖ベーター教会	58.3	20	ドイツ
聖シュテファン教会	107.2	34.2	ドイツ
テアチーナ教会	109	40	ドイツ

宮殿 14件中3件

宮殿	高さ	幅	国名
ヴェッキオ宮殿	18	23	イタリア
ドゥカレレ宮殿	70	22	イタリア
シェーンブルン宮殿	25.9	14.6	オーストリア
ホーフブルク宮殿	5	10	オーストリア
アルハンブラ宮殿	17	43	スペイン
サンサーン宮殿	66	220	スペイン
シャルロットンブルク宮殿	28	65.5	ドイツ
ヴェツェーリエンホーク宮殿	20	65.5	ドイツ
フォンアースフロア宮殿	42	30	フランス
ヴェルサイユ宮殿	12	75	フランス
リュクサンブール宮殿	11	10.6	フランス
シントラ宮殿	246	194	ポルトガル
シルヴァンシキヤ宮殿	24	15	アゼルバイジャン
バウテンガム宮殿	111	74	イギリス

大聖堂 25件中6件

大聖堂	高さ	幅	国名
聖ヤコブ大聖堂	108	92	オーストリア
セントポール大聖堂	111	157	イギリス
カンタベリー大聖堂	72	47	イギリス
ピサ大聖堂	54.85	32	イタリア
シエナ大聖堂	77	24	イタリア
サンタ・マリア・デル・フィオーレ大聖堂	114	100	イタリア
サン・ピエトロ大聖堂	132	158	イタリア
シュテファン大聖堂	107.2	34.2	オーストリア
ザルツブルグ大聖堂	50	88	オーストリア
生神女福音大聖堂	22	27	ギリシャ
ベルン大聖堂	100	92.5	スイス
サン・ピエール大聖堂	120	158	スイス
ハエン大聖堂	88	50	スペイン
トレド大聖堂	44	58	スペイン
サンティアゴ・デ・コンポステーラ大聖堂	70	100	スペイン
グラナダ大聖堂	115	67	スペイン
聖ミカエル聖堂	132	20	ドイツ
フランクフルト大聖堂	3	32	ドイツ
シュ・バイエル大聖堂	134	37.6	ドイツ
ケルン大聖堂	157	86	ドイツ
ルーアン大聖堂	151	61.6	フランス
ノートルダム大聖堂	91	48	フランス
ストラスブルグ大聖堂	142	112	フランス
シャルトル大聖堂	130	32	フランス
サント＝マドレーヌ大聖堂	18	84	フランス
リスボン大聖堂	12	48	ポルトガル

考察

- 歴史的な建築物において黄金比(1:1.4~1.8)をとるものは集めた全てのデータ155件中27件と少なかった
- 縦横比及び横縦比が1.55~1.65(倍)の内に収まるものは5件だった(5件中3件がインドに所在する)
- 本当に黄金比を元に建築・設計されているものは少ない
- インドの建築物は黄金比をとるものが多い
- 大聖堂は黄金比をとるものが多い
- 宮殿は黄金比をとるものが多い
- 教会は黄金比をとるものが多い

今後の課題

このような幅と高さの比に黄金比をとる建築物27件に対し、宗教や設計者や歴史的背景の観点から調べ、黄金比をとる建築物の共通点や黄金比をとる理由を探る

参考文献

UNESCO公式HP: <https://www.unesco.or.jp>

→歴史的建造物を選ぶ際、世界文化遺産を参考にした

<https://ja.wikipedia.org/wiki/Category:%E3%82%A4%E3%82%BF%E3%83%AA%E3%82%A2%E3%81%AC%E5%BB%BA%E7%AF%89%E7%89%A9>

→歴史的建造物を選ぶ際、ウィキペディアのカテゴリ(ウィキペディアが所蔵する記事を主題別に分類した索引)を参考にした

肯定的な言葉と否定的な言葉のスポーツへの影響

動機と目的

- ・ スポーツにおけるプレーの良しあしに、声かけや応援はどのくらい影響を及ぼしているのかに興味を持ったから。
- ・ 応援をする際に、どのような声かけをすれば、他人のパフォーマンスをより向上させるようなより良い効果を与えることが出来るのかということを探るため。

仮説

- ・ 肯定的な言葉によって、気分が乗り、パフォーマンスが向上し、良い結果をもたらす。
- ・ 否定的な言葉は、基本的に精神を乱し、悪い結果をもたらすが、逆に反抗心をわかせる、良い結果を出させることもある。
- ・ 初心者の方が経験者よりも、声掛けによって大きな影響を受ける。

実験方法

1. バasketボール経験者はスリーポイント、初心者はフリースローを、通常の状態と「入れ」や「入るな」と周りから声をかけられている状態でそれぞれ打つ。
(※慣れることで確率が上がることを抑えるため、それぞれの状態で打つ順番をバラバラに行う。)
2. それぞれの確率を計算する。
3. 「入れ」や「入るな」と周りから声をかけられている時の確率が、通常の状態に比べてどう変化しているのかを調べる。



結果

- ・ 経験者は、通常でシュート打った時が一番確率が高かった。
- ・ 初心者は「入れ」と言って打った時に確率が上がった。

	経験者 1	経験者 2	経験者 3	初心者 1	初心者 2
通常	635/1000	355/1000	461/1000	125/500	83/500
肯定的	526/1000 (-10.9%)	346/1000 (-0.9%)	410/1000 (-5.1%)	211/500 (+8.6%)	103/500 (+2.0%)
否定的	459/1000 (-17.6%)	377/1000 (+2.2%)	423/1000 (-3.8%)	79/500 (-4.6%)	68/500 (-1.5%)



※確率は小数点第2位で四捨五入
※()内は通常の状態の確率からの増減を示す

考察

- ・ 《経験者》いつも通りの練習の時のように通常の状態ですべてのシュートを打てる環境の時が、1番シュートが入った。
(□声掛けが逆にプレッシャーに繋がったのではないかと)
- ・ 《初心者》肯定的な言葉をかけられることで、自信につながり、シュートに対する意欲が上がることで思い切りのあるシュートを打てるようになり、よりシュートが入るようになったのではないかと。
- ・ どちらも否定的な言葉をかけられている時には大きな波があった⇒⇒精神を乱されている中でも反抗心が現れていることがあったのではないかと。

参考文献

- ・ 運動時の声かけは周囲への注意にどのような影響を及ぼすのか
<http://chiba-society-pe.com/15-20%20%20%20natsuhara.pdf>
- ・ 声を出すことはスポーツで有効であるか
<http://www.cis.kit.ac.jp/~kida/2015/018.pdf>
- ・ 試合における実力発揮状態の改善に及ぼす声掛けの影響
https://www.jstage.jst.go.jp/article/kyotoshiga/35/0/35_19/_pdf/-char/ja
- ・ 「発声」による身体機能への影響に関する研究のシステムティック・レビュー
https://www.hcs.tsukuba.ac.jp/~koureicare/documents/vol4_no1_5.pdf
- ・ 日本女子バスケが大事にした「声出し」の大きな力
<https://toyokeizai.net/articles/-/510176?display=b>



今後の展望

- ・ 慣れによる確率の上昇を防ぐため、正面以外の角度でも打ち、どのような結果になるのかを調べる。

紙飛行機の素材と飛行距離の関係

研究の動機

子供の頃よく遊んでいた紙飛行機は、こういった素材の紙のものが最も良く飛ぶのか調べたいと考えたから。

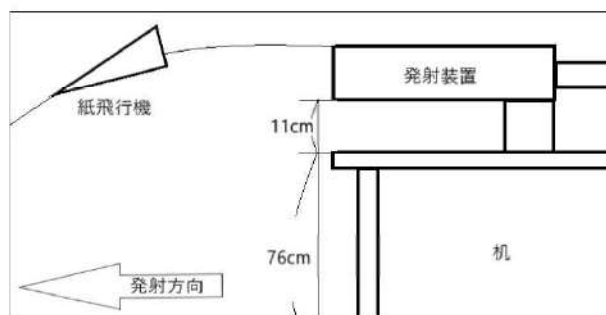
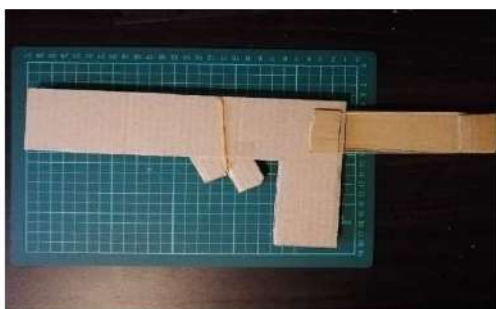
仮説

紙飛行機の飛行距離は、素材の変更による機体の質量の変化に関係していて、質量が小さいほど飛行距離が長くなる。

実験方法

発射位置、射出力、射出角度を固定するための発射装置を作成し、紙の大きさと折り方を揃えた紙飛行機の機体の素材を変更し、飛行距離を測定した。

なお、射出角度は地面と水平にし、射出力は輪ゴムの本数をそろえることで均一にした。



実験結果

和紙が最も飛行距離が短く、上質紙が最も飛行距離が長かった。また、オーロラ折り紙と上質紙は質量がほぼ同じだったが、飛行距離に大きな差がみられた。

和紙やオーロラ折り紙などは、飛行中に翼にたわみがみられたが、上質紙や画用紙などにはたわみはみられなかった。上質紙のほうが画用紙よりも飛行距離が長かった。

考察

上質紙や画用紙が和紙や折り紙より飛行距離が長く、翼がたわみにくい。このことから、飛行距離を長くするためには飛行中の空気抵抗によって翼が変形しない程度の丈夫さが必要である。

また、画用紙よりも上質紙のほうが飛行距離が長く、軽量であったことから、より軽量の素材の紙飛行機が良く飛ぶことが分かった。この二つの事柄より、丈夫さと軽量さを合わせ持つ素材の紙飛行機が飛行距離が長くなると考えられる。

参考文献

紙飛行機を飛ばそう！段ボールシューターの作り方を解説
https://evaluator.blog/2021/05/paper_plane_shooter/

謝辞

本発表をするにあたって、杉本先生、安藤先生には貴重なご意見とアドバイスをいただきました。この場においてお礼申し上げます。

今後の課題

実験する素材の種類を増やし、より飛行距離が長くなる、質量と強度を合わせ持った素材を調べてみたい。

パラシュートの素材による滞空時間の変化



1. 研究の動機と目的

私たちは最初、紙飛行機の滞空時間に注目して研究を行おうと考えた。しかし、滞空時間に注目するならもっと適切な研究対象があるのではと考え、パラシュートを用いて行うことにした。

2. 仮説

現在普及しているパラシュートの素材であるナイロンなどの化学繊維を用いたパラシュートが一番滞空時間が長くなる。

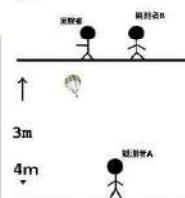


図1

3. 方法

1. 実験対象の素材10種類を用いて参考文献(1)を参考に 一辺20cmのパラシュートを製作する ※図1
2. 窓などを完全に閉め切った体育館で、約4mの高さから落下させる ※図2
3. 観測者Aと観測者Bの2名が計測しその平均値を結果とする

図2

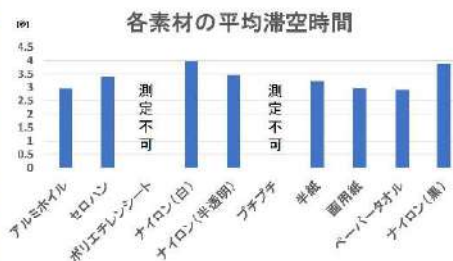


4. 結果

滞空時間が長かったのは順に、ナイロン(白)、ナイロン(黒)、ナイロン(半透明)、セロハンという結果になった。また、パラシュートが開かないという場合があったりしたので測定できないことがあった。

素材	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目	平均
アルミホイル	×	2.67	3.18	×	2.91	2.76	2.11	×	×	2.95
セロハン	3.52	3.47	2.82	2.98	3.56	3.74	×	3.70	3.36	3.39
紙飛行機	2.72	3.24	3.09	×	3.03	3.45	×	×	×	3.09
ナイロン(白)	3.55	4.07	3.36	3.57	×	4.45	4.15	4.21	4.47	3.97
ナイロン(半透明)	3.54	2.74	3.89	3.70	3.89	3.43	3.36	3.21	3.58	3.46
プチプチ	×	3.20	2.48	×	3.61	×	×	×	×	3.24
半紙	×	4.40	3.03	3.14	3.32	3.4	×	×	×	3.22
画用紙	2.88	2.82	×	×	2.64	3.2	×	×	×	2.97
ペーパータオル	2.67	3.22	3.16	2.97	2.85	2.47	2.86	3.96	×	2.91
ナイロン(黒)	4.94	3.90	4.60	3.67	3.16	3.59	3.26	3.89	3.89	3.87

※青字はパラシュートの傘が開かず落下したものの滞空時間



5. 考察

ナイロン類はパラシュートの傘がお椀型に開いたが、紙類はその形にはならず、元の素材の形を保ちながら落下するという違いがあった。このことから、ナイロン類のお椀型の傘がより多くの空気を保持でき、滞空時間が長くなったと考えられる。 ※図3 したがって、滞空時間は『空気抵抗の受けやすさ』が関係しているのではないかと。

6. 今後の展望

ほかにより良い素材がないか探し実験していく。特に、布類でもパラシュートを製作し実験を行いたい。



図3

7. 参考文献

- (1) 手作りおもちゃで外遊び！投げてふわふわ～簡単工作「パラシュート」 - 家電Watch (2017/02/16)
<https://kaden.watch.impress.co.jp/docs/column/lifestyle/1162214.html>

渦と空気の関係を調べる

1. 動機

浴槽の栓を抜いたときに渦ができるのを見て、渦が発生するには条件があるのかと興味を持った。

2. 仮説

まず1Lのペットボトルに0.95L水を入れ、倒立させて水を出したが、渦はできず空気の逆流が見られた。また、倒立させたペットボトルを初めに回転させると、渦ができ水がスムーズに出た。このことから、私達は空気の逆流を防げば渦ができると仮説を立てた。



3. 方法

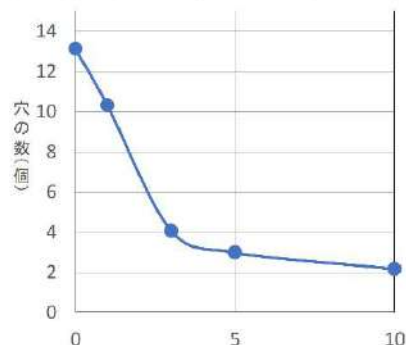
直径3mmの穴を1、5、10個それぞれ開けた1Lのペットボトルに0.95Lの水を入れ、倒立させて回転させずに水を出す。そしてできる渦の形、渦ができるタイミング、水がなくなるまでの時間を動画を撮り記録する。

4. 結果

穴が0個の時は渦はできず空気の逆流が見られた。
1個以上のとき、渦や空気の逆流は見られずスムーズに水が出ただけだった。
また、水が容器からなくなるまでの時間は以下のグラフのように穴の数が多くなるにつれ短くなった。

実験の結果

穴の数	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	平均
0	13.20	13.18	14.38	12.01	12.79	13.12
1	10.91	10.74	10.04	10.29	9.50	10.30
3	4.07	4.05	4.04	4.02	4.07	4.05
5	3.17	2.94	2.92	2.99	2.84	2.97
10	2.13	2.13	2.23	2.14	2.13	2.15



穴の数と水がなくなるまでの時間 (s)

5. 考察

容器の上からの逆流を防ぐだけでは渦がでないことが分かる。0個の時も渦ができないことから容器を回転させることで渦ができることより、渦ができるためには、逆流を防ぐことではなくはじめの水の動きが重要であり、容器の水に動きがある時に渦巻きはでき、水面が静かな時に渦巻きはできないと考えられる。

6. 今後の展望

今後は穴をあけたペットボトルでも回転させる実験を行い、渦ができるのか調べる。計測の回数が少なかったため、他の穴の数でもより多くの記録を取う必要がある。

7. 参考文献

1) 流体工学部門:流れの読み物

https://www.isme-fed.org/experiment/2020_4/002.html

2) 排水溝にできる渦巻きの謎

<https://gakusyu.shizuoka-c.ed.jp/science/sonota/ronnbunshu/092034.pdf>

効率のいい換気のしかた

1. 研究の動機と目的

文部科学省の「新型コロナウイルスの感染拡大を防止するための換気の徹底およびその効果的な実施について」という参考文献を見て、効率の良い換気の仕方を研究しようと考えた。

2. 仮説

- ・対角線上に開けると効率がいい
- ・片側のみ開けるのは効率が悪い
- ・1つだけ開けるのが最も効率が悪い

3. 方法

- ①段ボールで窓の開閉のできる模型を作成した
- ②模型の中に棒を通し、風の通りが分かるように3か所に取り付けた
- ③窓の開け方を変え、ハンディファンで模型の中に風を送り、糸の揺れ具合を観察した

揺れ具合
 0・・・揺れていない
 1・・・0度～30度
 2・・・30度～60度
 3・・・60度～90度

【実験1】1つ1つの窓を開けて観察した

【実験2】実験1で糸の平均の揺れが最も大きかったところと、そのほかの窓を一つずつ開けて観察した

4. 結果

【実験1】開けた窓とゆれの平均

1	0.333	17	0.667
2	0.500	18	0.833
3	0.333	19	0.667
4	0.500	20	0.833
5	0.333	21	0.333
6	0.667	22	0.500
7	0.167	23	0.000
8	0.333	24	0.500
9	1.000	25	0.667
10	0.500	26	0.167
11	0.500	27	0.500
12	0.667	A	0.667
13	0.500	B	0.500
14	0.500	C	0.500
15	0.000	D	0.333
16	0.167		

【実験2】開けた窓のゆれの平均

1	0.667	17	1.833
2	1.000	18	1.500
3	1.167	19	1.500
4	1.167	20	1.833
5	1.167	21	1.500
6	1.000	22	1.500
7	1.167	23	1.167
8	1.500	24	1.000
10	1.333	25	0.833
11	1.667	26	1.000
12	1.500	27	1.333
13	1.667	A	1.167
14	1.667	B	1.167
15	1.500	C	1.500
16	0.667	D	1.500



実験装置

5. 考察

結果より、「う」と「お」の位置はよく糸が揺れ、逆に「あ」と「か」の位置が糸があまり揺れないことが分かった。これらから、前のドアは風通しがあまり良くなく、左後ろと真ん中の廊下側の窓が風通しが他の場所に比べて良い。

6. 今後の展望

現段階ではまだ全ての可能性について実験が出来ておらず、またデータを複数回とれていないため、今後これらを進めてより正確なデータを取りたい。

7. 参考文献

- 1) 田辺新一 (2021) 新型コロナウイルス感染症における換気的重要性
https://www.bousai.metro.tokyo.lg.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/020/461/68/20211021_09.pdf
- 2) 新型コロナウイルス感染症対策分析会 (2022) 感染拡大防止のための効果的な換気について
https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/fu1/taisakusuisin/bunkakai/dai17/kanki_teigen.pdf
- 3) 日本建築学会 環境工学会 空気環境運営委員会 (2022) 換気・通風による感染対策WG
<http://www.aij.or.jp/jpn/symposium/2022/WGhoukoku.pdf>
- 4) 文部科学省 (2022) 「新型コロナウイルスの感染拡大を防止するための換気の徹底およびその効果的な実施について」
<https://www.gakkohoken.jp/kenkonews/archives/3216>

水切りの最適な投げ方



キーワード

入射角度

研究目的と動機

水切りをする際にどのような投げ方をすれば石の跳ねる回数が増え、一番よく飛ぶのかに興味を持ちこの研究を進めた。最適な角度や回転数等を模索して、水切りをする際により遠くに飛ばすことを目的とする。

仮説

水切りをする際、石を横から手首を使って投げることから石の角度と回転数が関係しているのではないかと考えた。

- 石の角度…30度
- 回転数…より多いほうが飛びやすい

方法

1. 水槽と10円玉を準備する。
2. 水槽に向かって角度を変えながら10円玉を手ではじく。
3. その時に10円玉が跳ねた回数を記録する。
4. これを100回繰り返す、その平均を取る。

実験の様子



結果

一番よく跳ねたのは角度が約15～20度の時であり3回であった。また、角度を30度以上にすると石が跳ねることはなかった。下の表1が実験の結果で、図1は石の跳ねる仕組みを表したものである。

表1. 角度と跳ねた回数

角度 (度)	回数 (回)
5	2
10	2
15	3
20	3
25	1
30	0
35	0

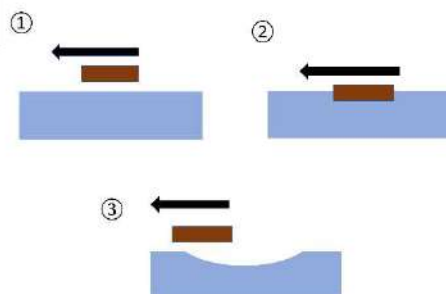


図1. 水切りの跳ねる仕組み

考察

- このような結果になったのには以下のような要因が考えられる。
- 角度が大きい時より小さい時のほうが10円玉が下に落ちる力が小さい。その時、水面が10円玉を押し返す力より下に落ちる力のほうが小さければ10円玉は跳ねやすいのではないかと考える。
 - 今回の実験では15～20度の時に一番よく跳ねたが、10円玉以外の物体を使用したり、投げるスピードを速くして実験を行うと結果は変わってくるのではないかと考える。また、より小さいものをより速いスピードで投げれば今回の実験よりも遠くに飛ばすことができるのではないかと考える。

今後の展望

今回の実験では回転数についての研究が行えなかったため、今後はモーター等を活用し、本当に回転数が多いほうがより遠くに飛ぶのかについて研究していきたい。

参考文献

- 矢部孝 (2001) 「水切り現象のシミュレーションと実験」『計算力学講演会講演論文集』
- 千野実 (2004) 「連続的な水切り現象のシミュレーション」『計算力学講演会講演論文集』

水切り石の形と重さによる跳ね方の違い

1. キーワード

・水切り…水面に向かって回転をかけた石を投げて水面で石を跳ねさせて、その回数を競ったりする遊びのこと。

2. 研究の目的と動機

目的：川で水切りをする際に、石が水面で跳ねる回数を増やすことに興味を持ち、その方法を明らかにすること。

動機：水切りをする際に、数多く石が水面で跳ねている様子に憧れがあり、自分もできるようにになりたいと思ったのと同時に、コツがあるのならば研究をして解明したいと考えたため。

3. 仮説

石が水面で跳ねるためには、水の反発を丁度よく受ける必要があると考え、参考文献でも形は平たく、軽すぎない石の方が跳ねる回数が多くなりやすいと書いてあった。このことから、形は水との抵抗が少ない、平たく丸みを帯びたもので、重さは軽すぎず重すぎず、硬貨で例えるなら10円玉位の重さが一番跳ねる回数が多いのではないかと考えた。

4. 方法

水槽に見立てたものを手作りし、水を張って写真の○印から矢印の方向に向かって、中指で硬貨をはじいた。ただし、硬貨は1円玉、10円玉、100円玉、500円玉の4種類で実験を行い、同一人物がそれぞれ100回ずつ跳ねた回数を計測した。



実験に用いた水槽の写真

5. 結果

表1. 平均回数の表

1円玉	10円玉	100円玉	500円玉
1.375	2.846	2.250	1.500



結果は、仮説で予想した通り、10円玉をはじいた時が最も跳ねた回数の平均が大きく、1円玉をはじいた時が最も平均回数が小さくなった。スローで動画を撮影したところ、最も回数が多かった10円玉は、今回実験で使用した4種類の硬貨の中で、水面に触れた際の反発の仕方が最も滑らかだった。反対に、回数の少なかった1円玉は質量が小さすぎたため、1回目に水面に触れた際に水の抵抗に耐えることが出来ず、沈んでしまった。回数が伸びなかった500円玉も1円玉と同様に、質量が大きすぎたため、1回目に水面に触れた際に水が500円玉の質量を支えきれず、沈んでしまうことが多かった。

6. 考察

実験結果から、仮説を立てた通りに、重さがあまりにも軽すぎたり重すぎたりすると跳ねる回数が増えにくかった。従って、10円玉のようなある程度の重さはあるが、重すぎるわけではない中間的な石を選ぶ方がよいということが考えられる。また、今回の実験では全て、形においては平たく、水面との接触面の形が円であったため、形に関する比較はできなかった。

7. 今後の展望

今回は、形を変化させたものを用いて実験を行わなかったために、形に関するデータを取ることができなかった。今後は重さを統一し、形を変化させる実験を行っていきたい。

8. 参考文献

- ・永弘進一郎 (2009) 「石の水切り」の物理」 (日本物理学誌, pp. 763-767)
- ・京都府立洛北高校サイエンス部物理班 (2017) 「水切りの謎に迫る」

ペーパーグライダーの主翼面積の違いによる 滞空時間の変化

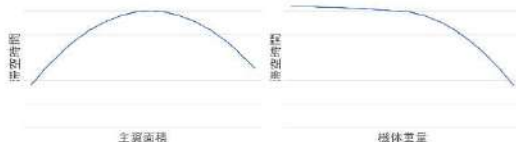
動機

ペーパーグライダーの主翼面積を変えることで、滞空時間にどのような違いが生まれるのか疑問に思った。そこで、滞空時間が1番長くなる主翼面積を調べることを目的とし、実験を行った。

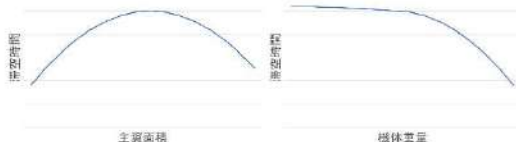
仮説

- ①主翼面積と滞空時間の関係
→主翼面積を大きくすれば滞空時間は増加するが、一定面積になると滞空時間は減少していく。
- ②機体重量と滞空時間の関係
→機体重量を大きくすれば、滞空時間は減少していく。

主翼面積と滞空時間の関係



機体重量と滞空時間の関係



先攻研究で分かっていること

主翼の形状がV字、欠円、蝶、△、ひし、やじりと異なる6機のうち、V字が旋回する飛行をし、滞空時間が最も長くなった。これより、主翼は前から見てV字型にすることによって機体が傾いたときに空気抵抗と揚力が釣り合って水平に戻りやすくなり滞空時間が長くなる。

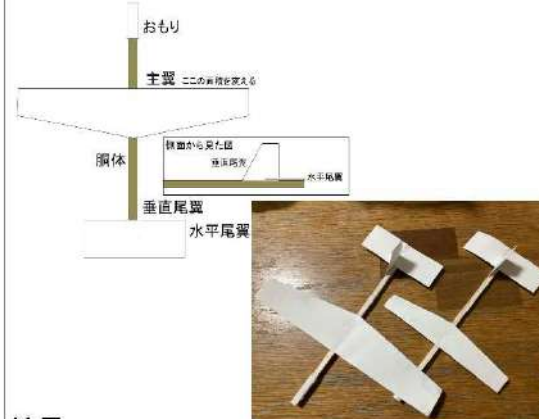


←実験の様子

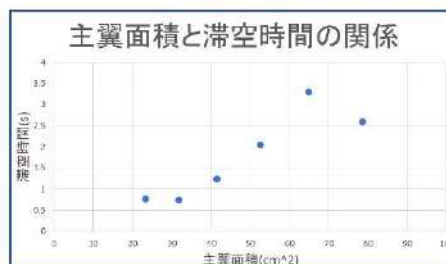
実験

方法

主翼面積のみを変化させ、機体の重心位置と主翼の形状以外の大きさと質量をそろえたペーパーグライダーを用意する。体育館の二階からメジャーをレールとしてそれらに乗せて加える力の差を少なくさせて滑空させる。滞空時間を計測し、3回計測した平均値を記録する。



結果



製作した9機のうち主翼面積の大きい3機は、滑空することなく墜落した。残りの6機では、主翼面積が大きいほど滞空時間が長い傾向にあったが、最大の機体は2番目の機体よりは滞空時間が伸びなかった。

考察

主翼が小さい機体は揚力の不足、大きい機体は重量過多によって滞空時間が短くなったり、滑空せずに墜落したりする。

今後の展望

上記の実験は主翼の大きさの変化に伴い機体全体の重量が異なっている。そこで上記の実験において滞空時間が最も長かった機体に主翼面積をそろえ、重量のみを上記の実験で滑空した機体とそれぞれ等しくなるよう調整したものを用意する。それらの滞空時間を計測した結果と上記の実験の結果を照らし合わせて純粋な主翼面積と滞空時間の関係を求める。それを関係式に表すことを目標としている。

参考文献

- <http://www.aero.or.jp/web-koku-to-bunka/2015-02/2015-02.html> WEB版『航空と文化』 二宮康明 「日本で生まれ育った高性能紙飛行機」(aero.or.jp)
- <https://school.gifu-net.ed.jp/ena-hs/ssh/H25ssh/sc3/31303.pdf> ペーパーブレインの主翼形状及び上反角と滞空時間の関係に関する研究

ハニカム構造の辺の長さによる耐久力について

動機

衝撃吸収の分野で特にハニカム構造に興味を持ったから。

目的

ハニカム構造の一边の長さや高さとの関係を調べる。

仮説

1. 一边の長さが短いほど耐久力が強くなる
2. 2段重ねのほうが耐久力が強くなる

実験方法

5つのハニカム構造を作り、48cmの高さから1kgの水を入れたペットボトルを落とし、何回落としたときにハニカム構造が潰れるかを調べた。潰れたの基準は、底面が変形するまでとした。

実験結果

長さ	1cm 30個	2cm 10個	4cm 5個
落とした回数	43回	14回	4回
高さ	2cm 2段重ね	2cm 1段	
落とした回数	11回	14回	



考察

1. 実験結果から、仮説通り一边の長さが短いほど耐久力が強いということがわかるが、この結果は、紙の密度が上がったからで、ハニカム構造と辺の長さとの関係によるものではないと考えた。
2. ペットボトルを落としたのは構造の中心であるのに端から壊れていった。これは構造の性質によるものではないかと考えた。
3. 2段重ねのほうが1段のものより耐久力が低くなったのは、下の段が上の段から受ける力の面積が小さくなり、圧力が大きくなったからだと考えた。

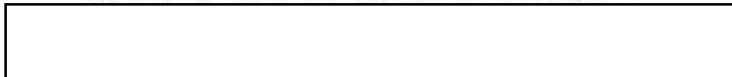
今後の課題

より正確な実験結果を出すためには、次は構造の上に板を置いて力が全体的にかかるように実験を行う必要があると考えた。また、他の条件についても調べていくことが必要だと考えた。

参考文献

- <https://www.snfcocore.co.jp/merit/>
<https://kasyu-kogyo.com/2019/04/27/honeycomb/>
<https://kozu-osaka.jp/cms/wp-content/uploads/2021/11/3388c14c43deabc1b06ac662102a15b4.pdf>
<https://gakusyu.shizuoka-c.ed.jp/science/sonota/ronnbunshu/h28/162097.pdf>
<https://mechanical-systems-sharing-ph.hatenablog.com/entry/2021/06/25/070000>

防音をするために最も適した材質は？



1. 研究の動機と目的

コロナ禍になって自宅で何か作業をする機会が増えてきた中で、騒音トラブルがこれまでよりも多くなっているというニュースを見て、自分も自分の部屋でゲームやテレビ、楽器などをする際に音漏れや騒音にならないかなどを気にしていたので、今回は高価な防音専用の素材を使わずに比較的安価な素材で防音ができないかと考えて本研究を進めた。

2. 仮説

参考文献より、スポンジ、段ボール、気泡緩衝材、フェルト、壁面用のクッションシートなどが防音材として有効である。そして、私たちはその中でも衝撃を吸収することのできるスポンジが最も効果的であると考えた。

3. 方法

タッパーの中を厚みを1cmで統一した素材で囲み、その中に音を鳴らしたスマートフォンを入れタッパーから15cm離れたところで音の大きさを測った。調べる素材は、スポンジ、段ボール、クッションシート、フェルト、気泡緩衝材である。



4. 結果

平均dBが一番低かったのはスポンジ58dB、逆に一番効果がなかったのは段ボールの65dBであった。

	平均(dB)
スポンジ	58
段ボール	65
クッションシート	62
気泡緩衝材	60
フェルト	61
タッパーのみ	70

5. 考察

1dB増えると音圧が1.1倍上がる。音圧は人間が聞こえる音の大きさに直結するので7dB差がある段ボールとスポンジでは約2倍、3dB差があるスポンジでは約1.4倍差が生まれる。スポンジが最も防音することが出来たのは、スポンジの空洞が多いことでそれぞれの空洞で音のエネルギーを吸収することができ結果的に音を小さくすることが出来たと考えた。そこで、スポンジの中でも更に多孔質のスポンジを使えばより高い防音効果が得られるのではないかと考えた。

6. 今後の展望

今回の実験ではタッパーからの距離や素材の厚さが1パターンのみであったため、次の実験では厚さを変更することでどのように値が変化するのか、また、音源とスマートフォンの距離を変更することでどのように値が変更するのかに着目して実験を行う。

7. 参考文献

- ・【100均で買える防音アイテム13選】
<https://cuty.jp/119720>
- ・ホームセンターで手に入る防音材とその特徴
<https://www.tamusguitar.com>

視覚と食欲の関係について

1. 動機と目的

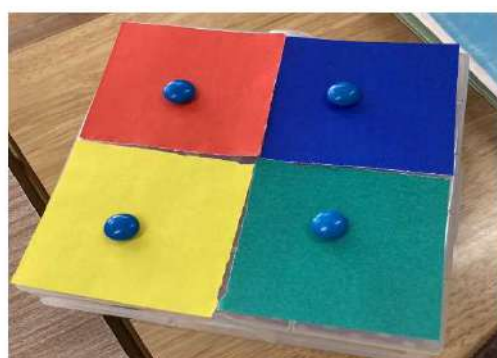
子どもの野菜嫌いを無くすために色鮮やかなお皿が使われているという記事を見て、どの色の組み合わせが1番食べようという気持ちになるのか調べてみようと思った。

2. 仮説

補色の組み合わせは互いをひきたて合い、鮮やかに見せる効果があることから、補色が1番食欲を高めるのではないかと考えた。

3. 実験方法

- (1) お皿の代わりとして赤、黄、緑、青の折り紙を用意する。
- (2) 同じ色のチョコレートを4つ用意し右の写真のようにのせて、3秒間見てもらい、赤、黄、緑、青のうち「どれが1番美味しそうに見えるか」聞く。
- (3) チョコレートの色を赤、黄、緑、青の4パターンで実験する。



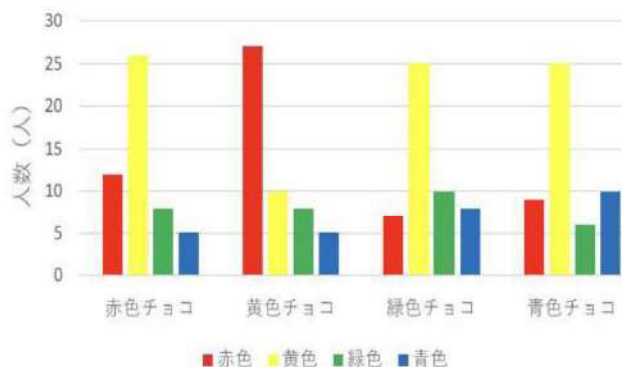
4. 結果

- 黄色以外のチョコレートでは黄色の折り紙を選んだ人数が最も多かった。
- 黄色のチョコレートでは赤色の折り紙の人数が多かった。

5. 考察

黄色が多く選ばれた理由として、黄色は視認した者に対して飛び出しているような印象を与えるとされており、注意をひきつけられるように感じられたのでは無いかと考えた。
また、自然の黄色は木の実が熟した時の色であるため美味しそうだと感じる。逆に青は食べ物にはあまり見られない色であるため食欲がそそられず、緑は野菜の色であり、野菜が苦手な人にとっては食欲がわかない可能性があると思われた。

チョコレートの色と美味しそうに見える折り紙の色関係



6. 今後の展望

オレンジなど、色相環の中で今回使った色の間の色を使ったり、黄色の彩度や明度を変えたりして、より食欲が湧く色を見つける。
また、折り紙を白色にし、単にチョコの色と食欲について調べていく。

7. 参考文献

houzz (<https://www.houzz.jp/ideabooks/74742206/list>)
 味博士の研究所 (<https://aissy.co.jp/ajihakase/blog/archives/12756>)
 からだカルテ <https://www.karadakarute.jp/hlp/column/detail/558>
 資格のキャリアカレ <https://www.c-c-j.com/course/psychology/colortherapy/column/column07/>

環境が与える体感時間への影響

動機

筆者らは異なる教科の授業では体感時間に差があることに気づき、五感のうち、視覚、聴覚、触覚の3つの分野に分けて環境と体感時間の変化の関係性について調べることにした。視覚に関する先行研究で山下らが、赤空間では体感時間が短く感じ、青空間では長く感じるということを示している [1]。

実験方法

基本の流れ：何もない空間（ゼミ教室）に被験者を1人入れ、5分経過したと感じた時に挙手させる。

1. まず変化を加えないニュートラルな空間（以下N空間）で実験する。
2. 「視覚」では赤、青、緑、黄色空間で実験する。
「聴覚」では環境音が流れた空間で実験する。
「触覚」では被験者に硬い物体と柔らかい物体を持ってもらった状態で実験する。
3. それぞれの条件下での計測タイムとN空間での計測タイムとの差を求め、関係を調べていく。

条件

- ・対照実験になるようにする。
- ・実験時、時計などの時間の経過がわかるようなものは撤去する。
- ・赤、青、黄色空間はそれぞれの色の色眼鏡を使用し再現する。
- ・環境音は音楽再生プレイヤーで流す。
- ・実験を行ったのは男子生徒6名のみ。
- ・実験時の室温は、20℃～26℃である。

結果&考察

【視覚】

	A	B	C	D	E	F
N空間	4:04	6:35	4:17	6:00	4:08	5:10
赤空間	6:09	6:14	4:51	7:08	6:05	6:05
青空間	5:42	4:12	3:42	3:38	4:13	4:52
緑空間	3:52	3:46	4:05	5:21	4:19	3:37
黄空間	4:43	6:55	4:52	6:06	5:22	5:51

差 [s]	A	B	C	D	E	F
N空間						
赤空間	+2:05	-0:21	+0:34	+1:08	+1:57	+0:55
青空間	+1:38	-2:23	-0:35	-2:22	+0:05	-0:18
緑空間	-0:12	-2:49	-0:12	-0:39	+0:11	-1:33
黄空間	+0:39	+0:20	+0:35	+0:06	+1:14	+0:41

暖色系の空間は体感時間を遅らせ、寒色系の空間は早まらせる。（参考文献 [1] と逆）

→暖色は温かみを感じさせ、落ち着かせる効果があるためと考えられる。逆に寒色は冷たい印象を与え、落ち着かなさを感じさせるためと考察される。 [3]

聴覚、触覚のデータと比べて差が比較的大きい。

→人間の五感の知覚割合は視覚：87%、聴覚：7%、触覚：3%、嗅覚：2%、味覚：1%と言われており [2]、視覚の割合は大きい傾向がより顕著に表れたと考えられる。

【聴覚】

	A	B	C	D	E	F
N空間	4:04	6:35	4:17	6:00	4:08	5:10
環境音	5:44	6:19	4:12	5:25	4:18	4:46

差 [s]	A	B	C	D	E	F
N空間						
環境音	+1:40	-0:16	-0:05	-0:35	+0:10	-0:24

N空間との差の表を見ると、A以外の被験者のデータはあまり差がない。

→人間の五感の知覚の割合のうち、聴覚は7%で割合は小さいため傾向が表れにくかったと考えられる。よって、環境音による体感時間への影響は小さい。

*「嗅覚」や「味覚」に関しても割合は小さいため、同じように傾向が表れにくくなると考察される。

【触覚】

	A	B	C	D	E	F
N空間	4:04	6:35	4:17	6:00	4:08	5:10
柔	4:10	5:58	4:02	5:51	4:59	5:18
硬	4:00	6:13	4:03	5:30	5:09	5:13

差 [s]	A	B	C	D	E	F
N空間						
柔	+0:06	-0:37	-0:15	-0:09	+0:51	+0:08
硬	-0:04	-0:22	-0:14	-0:30	+1:01	+0:03

N空間との差の表を見ると、E以外の被験者のデータは「聴覚」と同様、あまり差がない。

→人間の五感の知覚の割合のうち、触覚の割合は3%で割合は小さいため傾向が表れにくかったと考えられる。

参考文献

- [1] 空間の色がヒトの時間的体感に及ぼす影響について—立体可視化装置CAVEでの心理時間測定実験の試み— 山下真知子 https://www.jstage.jst.go.jp/article/jcsaj/44/3-/44_25/_pdf/-char/ja
- [2] 日本医療従事者協会—レッドクロスせんだい (9月21日) <http://www.sendai.jrc.or.jp/info/sendai/no85/04.html>
- [3] 色彩の心理—色から受ける感性効果— CCS : シーシーエス株式会社 https://www.ccs-inc.co.jp/guide/column/light_color/vol41.html

今後の課題

今後は「聴覚」に関して、音のリズムが体感時間にどのような影響を与えるのかも明らかにしたい。

ゴム鉄砲との距離と角度

研究の動機

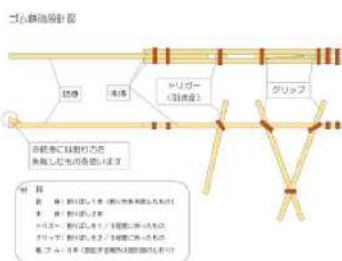
子供の頃遊んでいたゴム鉄砲は、どうすれば最も飛ぶのかと疑問を持ち、探究活動で調べようと思ったから。

仮説

トリガーから銃身までの長さが長いほど距離が伸びる。角度が45度に近づくほど距離が伸びる。

実験方法

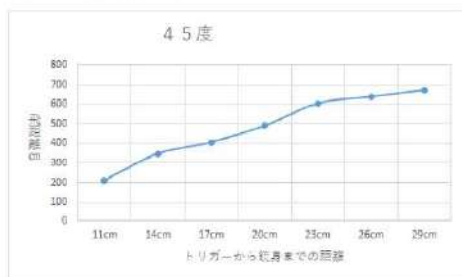
1メートルの高さと角度を固定する装置を作成し、角度を10度ずつトリガーから銃身までの長さを3cmずつ変えて、飛距離を測定した。



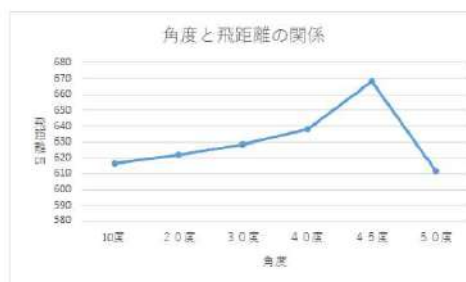
実験結果

角度が大きくなるにつれて距離が伸び、45度で最大となった。また、45度を超えると伸びが小さくなっていった。

長さや飛距離のグラフ



角度と飛距離のグラフ



考察

トリガーから銃身までの距離が長くなればなるほど飛距離が伸びることが分かった。また、最も長い長さで角度を変えていくと、角度が45度のときに最も飛距離が伸びることが分かった。

謝辞

本発表をするにあたり、杉本先生、安藤先生には貴重なご意見とアドバイスをいただきました。この場にてお礼申し上げます。

今後の課題

これからは試行回数を増やし、最も飛んだ長さでゴムの種類を変えて飛距離を計測したい。

参考文献

(ゴム鉄砲設計図)

<https://www.city.mobara.chiba.jp/cmsfiles/contents/0000006/6254/gomuteppou.pdf>

粒の大きさと液状化の関係

キーワード

液状化現象：地下水位の高い砂地盤が振動により液体状になる現象

粒径：粒子の大きさを直径で表したもの

研究の動機と目的

私たちが住む日本は地震の多い地域であり、また地震による二次災害として液状化現象が起こることを知った。地盤によって液状化の起きやすさに違いがあるのではないかと考えた。そこで、砂粒の大きさと液状化の起こりやすさの関係を調べたいと思い、この研究を行うことにした。

仮説

粒径が大きいくほど液状化が起こりやすく、地中から浮き出る水の深さが深くなる。

方法

①容器に5cm程度の高さまで同程度の粒径の石または砂を入れ、この表面まで水を加え、上にビー玉を置く。

②この容器に20cmの間隔で、1分間約120回の振動を与える。

③表面の高さの変化・ビー玉の沈んだ距離・浮き出た水の深さをそれぞれ測定し、その数値が大きい方がより液状化が起こりやすいと定義した。

今回の実験では粒径2.5mm程度の石と、0.3mm以下の砂の2つの場合でそれぞれ3回ずつ実験を行った。

結果

粒径2.5mmの小石

	1回目	2回目	3回目	平均
表面の高さの変化(mm)	8	3	3	4.7
ビー玉の沈んだ距離(mm)	10	4	6	6.7
浮き出た水(mm)	4.5	6	5	5.2



粒径0.3mm以下の砂

	1回目	2回目	3回目	平均
表面の高さの変化(mm)	3	2	4	3.0
ビー玉の沈んだ距離(mm)	5	5	2	4.0
浮き出た水(mm)	4	4	4	4.0



- 表面の高さは、粒径の大きい方が低くなった。
- ビー玉の沈んだ距離は、粒径の大きい方が大きかった。
- 浮き出た水の深さは、粒径の大きい方が深かった。



①液状化前の地盤



②振動しているときの地盤



③液状化が発生したあとの地盤

図1:液状化が起こる仕組み

考察

地盤は地中で砂粒同士が噛み合っており、砂と砂の間は水で満たされている。このような状態で振動が加わると、砂粒同士の噛み合いが外れ、液状化現象が発生すると知られている1)。

このことから、粒径の大きい方が砂粒同士の間隔が大きいため、噛み合いが外れると地盤は大きく下がり、その分間に含まれていた多量の水が浮き出てきたと考えられる。よって、砂の粒径が大きい方が、より液状化現象が発生しやすいのではないかと考える。

今後の展望

同じ粒径でも回数ごとに変化があるのでもっと回数を重ねてより正確な数値を出したい。また、粒径の大きいものと小さいものを混ぜて、比を変えながら実験を進めていきたい。

参考文献

- 1) 液状化について https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsce.j1984/1997/568/1997_568_13/pdf
- 2) 液状化現象を再現 <https://s.resemom.jp/article/2018/07/21/45816.html>
- 3) 液状化とは https://www.ziban.jp/eki_joka.html
- 4) 液状化の実験 <https://allabout.co.jp/gm/gc/291202/>
- 5) 液状化発生メカニズム https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsce.j1984/1997/568/1997_568_13/pdf

振動の回数と泥の記憶

1. 動機

私たちは、泥を振動させる回数と泥が乾いたときのひび割れの規則性である「泥の記憶」について調べることで、物が割れる方向を操作し、割れにくい製品や割れた時に危険の少ない製品を作ることに役立つと考えた。

2. 仮説

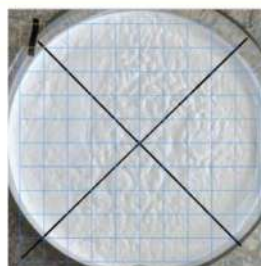
振動させる回数を増やすほど、振動方向に対して平行方向のひび割れが大きく見られ、垂直方向のひび割れは減少していくのではないかと考えた。

3. 研究方法

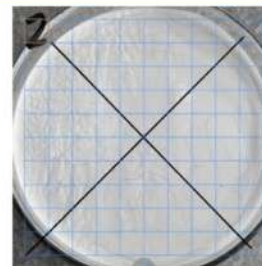
(1) 泥の代わりに炭酸カルシウム10gと水7mlをシャーレに入れて試料を作り、1分間に200回のペースで5cmの幅で振動させた。このとき、振動させる回数を30回、60回、90回、120回に変えて実験を行った。

(2) シャーレを右の写真のように区切って、垂直方向のひび割れが入っているマス目と平行方向のひび割れが入っているマス目をそれぞれ数えた。

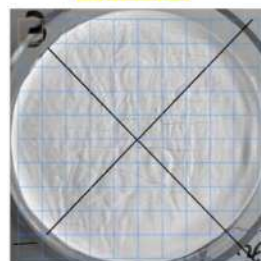
(振動の向きに対して、0度～45度未満のひび割れを平行方向のひび割れ、45度～90度のひび割れを垂直方向のひび割れとする。)



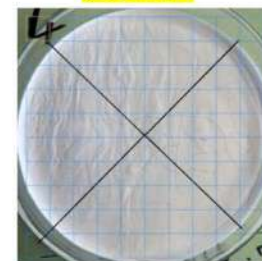
①30回



②60回



③90回



④120回

4. 結果

振動させる回数を増やすほど垂直方向のひび割れが増加したのに対して、平行方向のひび割れはあまり変化がなかった。

	①30回	②60回	③90回	④120回
垂直	24	40	62	75
平行	27	33	24	25

5. 考察

結果より、振動させることで炭酸カルシウムの粒子が発生した波と平行に移動していくため、揺らした方向に垂直なひび割れが発生したと考えられる。また、ひび割れの数の変化については、運ばれる粒子の数が関係していると考えられる。この実験では、波打ち際で波面と平行な模様が見られることと同じ現象が起こったと考えられる。

6. 今後の課題

今回の実験では、試行回数が少なかったため、データとして不十分であるため、試行回数を増やす必要がある。また、波打ち際で見られる波面と平行な模様ができる理由についても調べる必要がある。



波打ち際での砂の模様

(波の進行方向に対して垂直方向に砂の模様が表れている。)

7. 参考文献

- 1) ベースはどうやって「ゆすり」を記憶するか 大信田 丈 <http://www.damp.tottori-u.ac.jp>
- 2) ありふれた未解明|コペンハーゲンで考える、生き物の話 (World voice) <https://www.newsweekjapan.jp>

8. 謝辞

内海先生、小林先生には有益な助言を頂いた。ここに謝意を表す。

泥の記憶と刺激の与え方の関係性

用語説明

泥の記憶とは

泥が、揺らした方向や泥水が流れた方向に依存してひび割れを起こすこと。1)

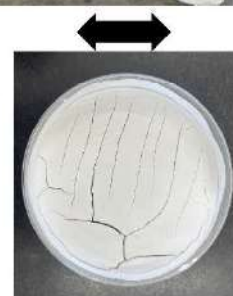
動機と目的

雨の次の日にできる泥の模様には規則性があるのかどうか疑問に思ったから。

「泥の記憶」を明らかにすることで製品が危険な割れ方をせず、製造者が意図する特定の割れ方をできるように作ることができるのではないかと考えた。

仮説

泥を揺らす速さを大きくすることによって、揺れの影響を大きく受けて揺らした方向に対して平行なひびの本数、割合が増加する。



方法

①炭酸カルシウム10gと蒸留水5gをシャーレに入れて均一に混ぜ、泥に近い性質をもつ試料をつくり、十分に時間をおく。3)

②メトロノームのリズムを100、150、200、250、300、350回/分に変化させ、10cmの幅を各リズムで10秒間揺らす。

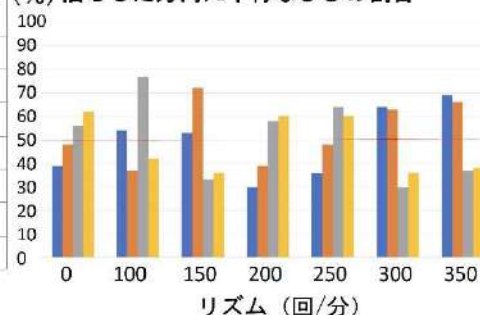
③この試料を乾かし、できたひびをそのひびの向きによって、揺らした方向に平行な向きと垂直な向きとの2つに分類する。

今回の検証では、揺らした方向から±45度の間の向きに割れたひびを「揺らした方向に平行なひび」とし、それ以外を「揺らした方向に垂直なひび」とする。

結果

回/分	1回目		2回目		3回目		4回目	
	↑↓	←→	↑↓	←→	↑↓	←→	↑↓	←→
0	11	17	15	16	14	11	30	18
100	27	23	11	18	27	8	15	21
150	17	15	16	6	7	14	13	15
200	12	28	9	14	37	26	27	18
250	8	14	16	17	34	19	28	18
300	35	19	12	7	6	14	17	30
350	32	14	34	17	14	24	13	21

(%) 揺らした方向に平行なひびの割合



←→ 揺らした方向に平行なひびの本数
 ↑↓ 揺らした方向に垂直なひびの本数

この実験では、50%に近いほど不規則な方向にひびが割れているといえる。そして、例外はあるものの揺らすリズムが速くなると0回の時に比べて揺らした方向に平行なひびの割合が50%から離れるが、ひびの方向に規則性はみられなかった。

考察

泥を揺らす速さを大きくすると一定の方向にひびが割れる。ただし、現段階では方向に規則性はないと考えられる。また、ひびが割れる原因は発生する波の山の部分と谷の部分で粒子の数に差が出るからだと考える。そして、揺らす速さが大きくなると、揺らした方向に発生する波の振動数が大きくなるため、その波の山の部分と谷の部分が多くなり、粒子はよりきれいに整列し、同じ方向にひびが割れると考える。また、揺らした方向に平行なひびが割れる理由は現時点ではわからない。

今後の展望

実験の試行回数を増やして実験を行い、規則性をさらに詳しく明らかにし、確実なものにする。試料を乾かす環境にも依存する可能性があるため温度や湿度を統一して実験を行いたい。

参考文献

- 1) ありふれた未解明
<https://www.newsweek-japan.jp/amp/worldvoice/himeoka/2020/11/post-14.php>
- 2) Nakahara, Akio, and Yousuke Matsuo.
 “Transition in the pattern of cracks resulting from memory effects in paste.”
- 3) ペーストはどうやって「ゆすり」を記憶するか
<http://www.damp.tottori-u.ac.jp/~ooshida/article/paste08a.html>

泥の液体の種類と乾燥後の関係

1. **動機** 雨が降った後乾燥した泥がひび割れているのを見て、水以外の液体で泥を作った場合、ひびの割れ方にどのような変化が現れるのか疑問に感じたから。
2. **目的** ひび割れの方向を限定させることで、ものが割れたときの危険性を少なくする
3. **仮説** 不純物の少ない液体ほどゆすった方向に沿ってひび割れが起こるのではないか。

4. 実験方法

液体(水道水、醤油、アルコール、酢) 4ml、炭酸カルシウム4gをシャーレに入れて混ぜる。そして、一分間、15cmの幅を75往復させて振動させる。

ひびの先端と先端を結んだ直線が揺らした方向に対して45度以内に収まっているひびの個数とそうでないひびの個数の割合を調べる。



5. 結果 液体の種類によるひび割れの方向の本数

角度	水道水		醤油		アルコール		酢
	45度以内	45度以上	45度以内	45度以上	45度以内	45度以上	
1回目	21	19	36	31	71	73	記録なし
2回目	21	22	78	59	69	64	—
3回目	34	28	28	24	86	79	—
平均本数	25.3	23.0	47.3	38.0	75.3	68.7	—
割合	52.4	47.6	55.5	44.5	51.1	48.9	

※今回使った液体の酢はおそらく炭酸カルシウムと反応して、酢酸カルシウムとなってしまう、ひびがほとんどなかった

6. 考察

アルコールを用いた際のひび割れが多いなど、液体の種類によってひびの数の違いはあるが、どの液体も振動方向に対して水平方向のひびの数の割合に大きな違いはなかった。この結果から、液体の種類はひびの方向に影響ないのではないかと考察した。

7. 今後の課題

今回の実験では液体同士の違いが大きすぎて、使う液体によってどのような規則性が現れるか、しっかりとした考察ができなかったので、次回は実験に用いる液体を吟味し、その濃度を変えるなどして、もう一度実験を行う。また、液体の種類の違いによるひびの本数の違いについても調べたい。

8. 引用文献

1) ありふれた未解明(World Voice)

<https://www.newsweekjapan.jp/amp/worldvoice/himeoka/2020/11/post-14.php>

1円玉落とし～コインの密度と描く軌道の関係～



1. 研究の動機と目的

1円玉落としはお祭りなどの屋台の催しとして長く親しまれている。私たちはこの1円玉落としで、水中に1円玉を投入する角度を一定にすれば、描く軌道が似ていることに興味を持った。そこで1円玉と違う密度でできたコインであれば、1円玉とは違う軌道を描くのではないかと、また密度とその軌道には何らかの関係があるのではないかと考え、この探究に至った。

2. 仮説

1円玉と比較したコインの密度が大きくなれば、落下させたコインの描く軌道の幅は小さくなる。

3. 方法

- ①1円玉、密度の異なる4種類のコイン、右図の実験装置を用意する。
- ②水面から60度の位置を入射角として、水を張った水槽に10回ずつ静かに落下させる。
- ③真横からコインが落下していく軌道・真上からコインが底に着いた点をそれぞれ記録する。



4. 結果

▼使用したコインとその密度

UVレジン
1.20g/cm³



木材(リグナムバイタ)
1.28g/cm³



1円玉
2.7g/cm³



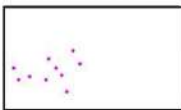
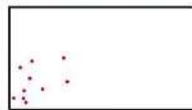
チェコの硬貨
3.6g/cm³



イタリアの硬貨
4.3g/cm³



▼真上から落下地点を記録したもの (10回ずつ静かに落下させたコインの落下点)



▼真横から描く軌道を記録したもの



5. 考察

コインの密度が小さいとき、小さく触れながら落ちていったのはコインが水に与える力の影響が小さいため。また、コインの密度が大きいとき、回転しながら落下したのはコインにはたらく合力における重力の割合が大きくなったため。

6. 今後の課題

今回の結果でコインの密度による軌道の変化が見られたため、コインの大きさや、コインの落下角度を変えたときに、同じように変化が見られるのか調べる。また、コインの密度が大きくなると、回転する様子が見られたので、コインが回転する密度を調べる。

7. 引用文献

- ・水に沈む木材にはどんなものがあるか <https://www.toishi.info/sozai/woods/water.html>
- ・木材図鑑「リグナムバイタ」 <https://wp1.fuchu.jp/~kagu/mokuzai/100.htm>
- ・水中コイン落とし-Wikipedia
- ・水中を落下する1円硬貨の軌道に関する研究 <https://toyotanishi-h.aichi-c.ed.jp/education/ssh/r2/2019buturiol1.pdf>
- ・木材の比重リスト[一覧] 木材博物館 <https://wood-museum.net/specific-gravity.php>

1円玉落とし ～コインの入射角度と描く軌道の関係～

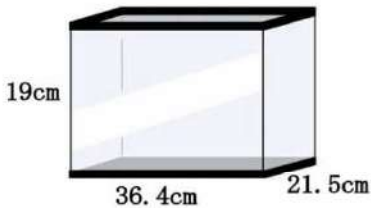
動機・目的 コインが水中に落ちていく様子を見てコインの入射角度と描く軌道に規則性があるのではないかと疑問に思ったから

仮説
 ・入射角度が0度のときに1番軌道の変化は小さい
 ・入射角度が0度のとき底につくまでの時間が1番短い

実験方法

- ①右図のような縦21.5cm, 横36.4cm, 高さ19cmの水槽を用意する。
- ②水槽いっぱい水を入れる。
- ③30cm定規を2枚重ねてその間に100円玉を挟んで隙間を作り、定規の端に分度器で角度を決めて、固定する。
- ④力学スタンドを用いて定規を水面に固定する。
- ⑤2枚の定規の間から1円玉を滑らせる。
- ⑥水中を進む1円玉の軌道を調べる。

軌道を記録するためにカメラで動画を撮影をした



↑実験に用いた水槽

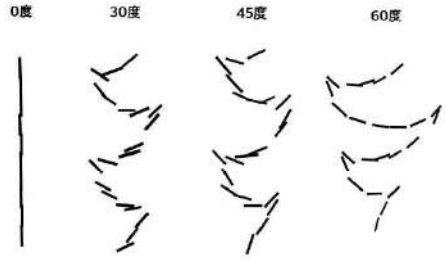


↑実験の様子

結果

- ・角度を大きくすれば横に揺れる幅は大きくなり、揺れる回数が多くなる。
- ・0度のときに底につくまでの時間が1番早かった。
- ・どの角度でもほぼほぼ水槽の真ん中に集まるように落ちた。
- ・1円玉の軌道は下の右図のようになった。
- ・下の右図は撮影した動画を0.08秒ごとにスクリーンショットして、1円玉の位置を記録したものである。
- ・それぞれの角度で10回ずつ実験を行い、下の表のような結果が得られた。

	0度	30度	45度	60度
底につくまでの平均時間	0.92秒	1.56秒	1.61秒	1.85秒
横に揺れる平均の回数	0回	4回	5回	6回



↑1円玉が描いた軌道

考察

入射角度が大きいくほど左右に揺れる大きさは大きくなり、入射角度が0度の時には水面に対して垂直に落下した。

➡ 入射角度が大きくなるほど水中で受ける抵抗が大きくなるため、軌道は左右に大きく揺れると考える。

今後の展望

これまでの実験で、入射角度によってコインが水中で受ける抵抗が違うために描く軌道が異なることがわかった。今後は、1円玉を何回投げても同じ位置に落とすにはどのような落とし方をすれば良いのか、描く軌道はどの角度が1番安定しているのかということについて研究していきたいと考えている。

参考文献 水中を落下する1円硬貨の軌道に関する研究/<https://toyotanishi-h.aichi-c.ed.jp>

振動で発電しよう

1. 動機・目的

私たちは、音による振動で発電する音力発電に注目した。しかし音の振動は微弱であるため、安易に発電することは困難である。そこで、人が歩く時の振動や、新幹線が通った時の空気の振動など、生活の中で発生する振動は利用できるのではないかと考えた。したがって、振動を利用した環境にやさしい発電方法を考えることにした。

2. 仮説

生活音程度の微弱な振動では難しくても、人が歩く時の振動など、直接的に力を加えてくるようなものであったら、容易に発電できるのではないかと考えた。

3. 方法

- a. 力を加えることによって電気が発生するかを調べる
 - ①筒状の容器の底に圧電素子をつける
 - ②容器の中にビー玉を入れてふたをする
 - ③圧電素子とLED電球を電線でつなげる
 - ④圧電素子に力を加え、電球がつかを調べる
- b. どの程度の力でLED電球がつかを調べる
 - ① a の時と同じような回路を作る
 - ②圧電素子に重さの異なる物体をそれぞれ 0.5~5.0cmの高さで落とし、力を加える
 - ③電球がつかを調べる



4. 結果

- a:電球がついた
b:下記の表のようになった

	5cm	4cm	3cm	2cm	1cm	0.5cm
20 g	○	○	○	○	○	○
16 g	○	○	○	○	○	○
11 g	○	○	○	○	○	×
6 g	○	○	○	○	○	×
2 g	○	○	×	×	×	×

5. 考察

上記の表より、比較的小さな力でも電気がつくことが分かった。しかし、力を加えるために使用したものがいろいろいな文房具だったため、圧電素子に触れる面積や形状にばらつきがあったり、反発係数が変わったりした。また落とすのも人の手で行ったため、余分な力が加わったと考えられる。よってこれらの理由により、結果は正確ではないと考えた。

6. 今後の展望

形を統一させたおもりを使用し、正確な高さから同じ力で落とせるような工夫を行い、もう一度実験を行う。そこからどれくらい圧力がかかっているかを計算する。また現段階では、力を加えたその時に電気が生じているだけなので、蓄電池も組み合わせて実験を行っていく。

7. 参考文献

ふりふり発電

https://kids.gakken.co.jp/jivuu/category/try/shake_power_generation/

音力発電とは何か

<https://toyokeizai.net/articles/-/9976?page=2>

水の密度と削れやすさの関係

1.研究の動機と目的

日本は、平均して1年間に1000件以上もの土砂災害が発生している。土砂災害の被害を減らすために私たちは水溶液の密度によって土地の削れやすさに違いがあるのではないかと考えた。

2.仮説

水溶液の密度が高くなれば土壌の削り取られる量も増える。

3.研究方法

市販の油粘土に水溶液の通り道を作り、そこに密度を変えた水溶液を流した。水溶液の密度は砂糖を混ぜて1.1,1.2,1.3[g/mL]に調節した。水溶液によって削り取られた油粘土の量をわかりやすくするため、水溶液の通り道に油性マジックで色を塗った。流した後の水溶液がどれだけ光を通すかを照度計を使って調べた。そうすることでどれだけ油粘土を削り取ったかを調べた。



4.結果

水溶液の密度 [g/mL]	1.1	1.2	1.3
照度計の数値 [lx]	445	405	371

※明るいほど照度計の数値は大きい



1.1g/mL

1.2g/mL

1.3g/mL

5.考察

水溶液の密度を大きくするにつれて照度計の数値が小さくなったことから、水溶液の密度と削れやすさには関係があると考えた。また、水溶液の密度と照度計の数値から比例関係があるのではないかと考えた。

6.今後の課題

試行回数を増やしたり、今回扱わなかった密度でも実験することで、水溶液の密度と削れやすさの比例の関係について調べていく。

7.引用文献

<https://service.zkai.co.jp/books/drill/gijhqj0000003xt8att/a1468583698705.pdf>

一流水のはたらきー