

大目標

硬い紙で素材の可能性を広げる

紙の調理器具でカレーを作りたい

包丁を紙で作りたい 定量化

包丁...カレーの材料で最も硬い人参を輪切りにできる硬さを持つもの

ミニRQ 硬い紙をつくる

紙を包丁で切れるくらいまで固くすることは可能なのか。

方法

- ①シュレッダーをかけた紙をさらに細かく刻む
- ②刻んだものをミキサーで粉碎する。
- ③乳鉢で更に細かくする。
- ④蒸発皿で水分を飛ばして、紙の強度を検証する

"https://youtube.com/watch?v=RUIHhrL_Zj8&feature=shared"

紙を固くし、ものが切れるくらいまでにする過程と方法を参照。

学校にあるミキサー2種類を使った。1回目はあら目に砕き、2回目は細かく砕くようにした。乳鉢である程度細かくしたあと、授業が終わってしまったので、ペットボトルで保管した。できるだけ試料を細かくするために鉄球を入れ、山岳部員が登山時にザックの中に試料を入れ、さらなる紙の粉碎を試みた。しかし結果は、通常の紙よりも柔らかくなってしまった。繊維は細かくなっているのはわかったが、うまく絡み合っていない様子。。

学校にある装置には限界がある。だから、物理的に紙を砕くのは現実的ではない！？

セルロースを溶解・解繊する

- ①イオン液体(常温付近で液体となるイオン性化合物 例:塩化ナトリウム水溶液)を100°Cに加熱する。
- ②セルロースを加えて溶かす。

セルロースの特性

融点 <-30
分解温度 170°C

特徴

水への溶解性が高い
室温で液体

一般的な四級アンモニウムハライドと同じ溶解性
溶解時、ほとんど分解しない。

実験方法

- ・塩化ナトリウム水溶液 35%
 - ・塩化アンモニウム水溶液 35%
- それぞれ紙2g

- 1、水に塩化ナトリウム、塩化アンモニウムを入れる
- 2、火にかける
- 3、100度になったら紙を入れる
- 4、上澄み液をろ過

結果

上澄み液をろ過したる紙に細かい灰色のとろとした物質が付着した。

"紙からセルロースの抽出"

↑の実験方法

<https://riss.aist.go.jp/wp-content/uploads/2021/08/CNF>

"糖類の簡単な識別"

右の実験方法

https://www.jstage.jst.go.jp/article/kakyoshi/67/11/67_564/

よくわからなかった

"糖類の性質"

https://www.jstage.jst.go.jp/article/kakyoshi/69/10/69_420/pdf

フェーリング反応について

行う目的

セルロースを加水分解することで、グルコースを形成し、フェーリング液で変化を見ることで、グルコースであることを確かめる。

結果

薬品の分量を間違えて、正確な結果が得られなかった。対照実験も忘れていた。

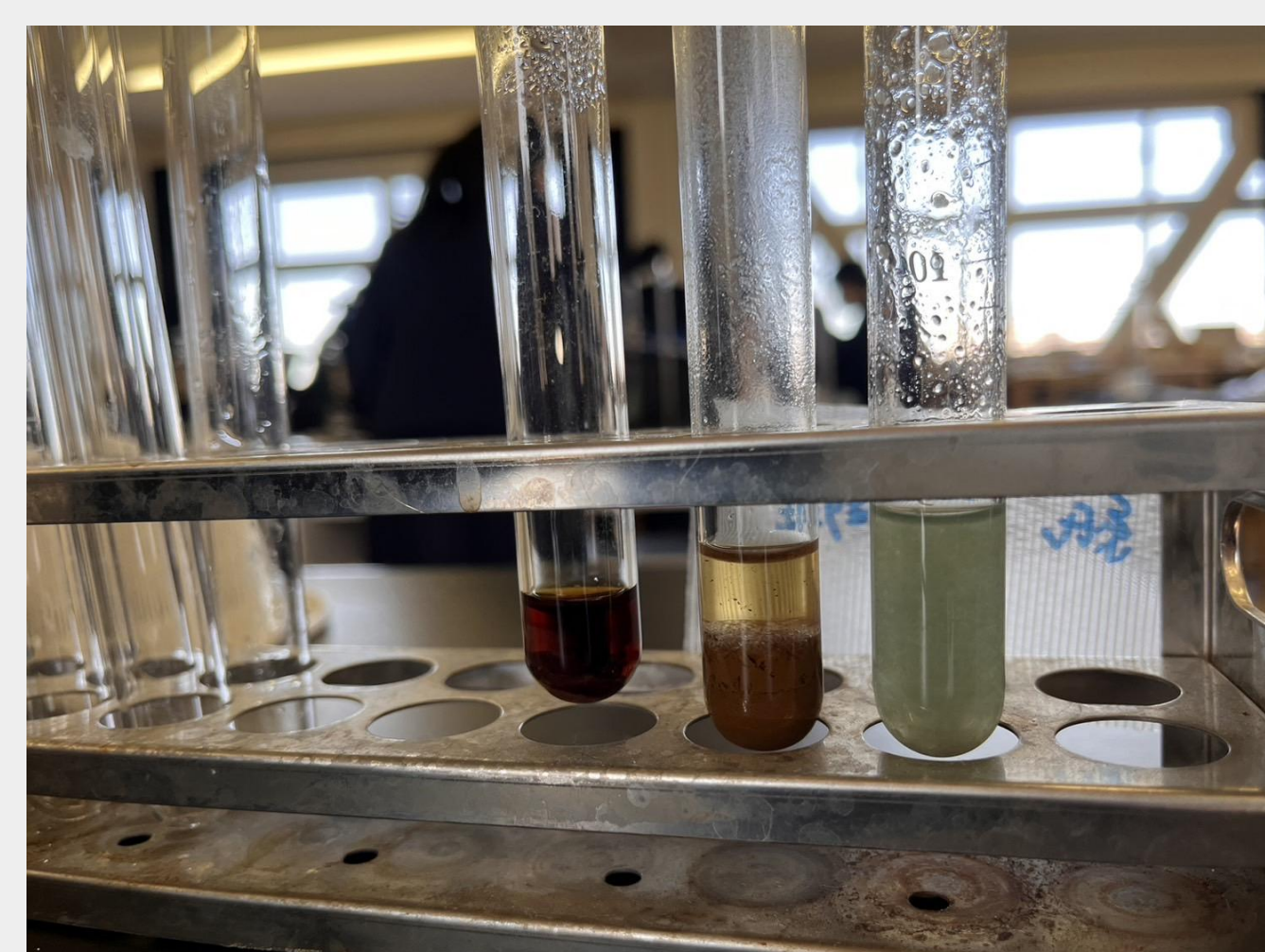
実験リベンジ

対照実験もおこなう。

- ①セルロース(と思われるもの)の加水分解
 - ②コピー用紙の加水分解
 - ③グルコースの加水分解
- それぞれのフェーリング液の反応を比べる。

「コピー用紙」と「セルロースと思われるもの」のフェーリング液の色に優位な差があり、「グルコース」までとは行かないが、褐色の沈殿ができた。

⇒セルロースとして判断



セルロースで硬い紙を作る

～再びセルロースの取り出し～

- ①イオン液体(常温付近で液体となるイオン性化合物 例:塩化ナトリウム水溶液)を100°Cに加熱する。
- ②セルロースを加えて溶かす。

今回は塩化ナトリウムを使用。

本当に取り出した物質はセルロースなの？
どうにかして確かめたい。

セルロース判別実験①

- ①水酸化ナトリウム20gを100mlに溶かす。
- ②2、3日放置して、溶解するかを確認する。

セルロース判別実験②

セルロースの加水分解

- ①試験管に水0.5mlとり、濃硫酸1mlを加えて冷却。
- ②少量のセルロースを入れて2・3分放置
- ③水5ml入れて、10分以上煮沸
- ④その溶液を冷却
- ⑤炭酸ナトリウム気泡が発生しなくなるまで加える。
- ⑥そこにフェーリング液を加えて変化を見る

セルロースの判別実験に多大な時間がかかり、乾かして作った紙の硬さを定量化して測定し、統計検定する事ができなかった。

大目標

水による紙の変化



RQ 濡れて乾いてもふにやふにやにならない紙は作れるのか

実験(仮) コピー用紙を濡らして、それぞれドライヤー、自然乾燥、冷凍庫で乾かしてみる

実験結果 ・ドライヤーで乾かした紙は、シワシワで少し硬くなっていた。差の数値化が難しい。

QR ティッシュペーパーは溶かせるのか

” 参照元 ”

参照内容.....トイレつまりを薬品・洗剤で溶かす!『ティッシュやトイレット...』
トイレの詰まりが重曹とクエン酸で良くなるなら、ティッシュも溶けるのではないかと考えて、重曹とクエン酸を2:1の割合でまぜてみたら、...

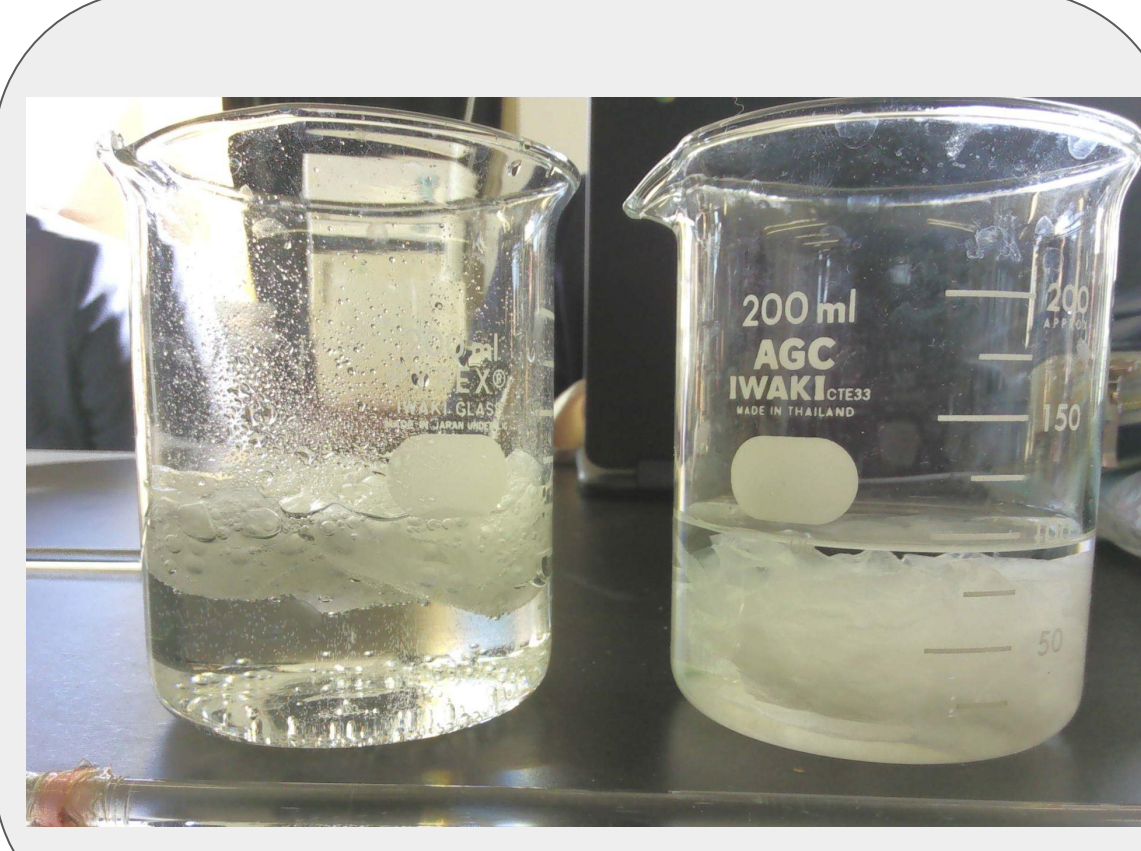
洗濯機の中に間違っ
てティッシュを入れた
時に、ボロボロに崩れ
ることがあるな、

と気づいた!!



RQ 洗濯洗剤はティッシュをほぐすことができるのか?

実験1 流せるティッシュとながせないティッシュを100mlの水の中に入れる
1つは重曹とクエン酸2:1の水溶液の中
もう一つは普通の水



実験2 流せないティッシュを水(100ml)に入れたものと水+洗剤(100ml)に入れたものを比較する。

結果 どちらも溶けなかった。

” 参照元 ”

参照内容.....【アルカリセルラーゼ】
洗濯洗剤 セルロースを分解するセルラーゼのうち、アルカリ性の環境でも安定して活性を示す酵素。

漂白剤でも試したところ、
ほぐれた

結果と考察
・ナノックス洗剤では溶けなかった。
・洗濯でティッシュペーパーがボロボロになるのは洗剤ではなく衣類との摩擦が原因ではないのか。



過去

未来

ここで使用した漂白剤
は強いアルカリ性だ
から、...

QR 水溶液のpHとティッシュペーパーのほぐれやすさに関係はあるのか?

QR 水溶液につけている時間の長さによってほぐれ具合は変化するのか?

大目標

紙の汚れを落としたい



方向性1

落ちやすい汚れについて調査

方向性2

汚れを落としやすいものについて調査する

用意するもの

SARASA マイネーム propus ボールペン 無印マーカー stabiro 鉛筆 顔彩 クレヨン コピック クーピー パステル コーヒー

用意するもの

アルコール 漂白剤(ハイター) 中性洗剤 水 除光液

"SOLOTEX"

除光液は油性インキの汚れにも使える

実験方法

- ①紙に上記のもので汚れをつける
- ②その汚れに4種類の汚れを落とす液体をかける
- ③汚れが落ちたか見る

よく消えた:○
少し消えた:△
変化なし:×
実験していない:—

ボールペン

- 1 油性ボールペン (SARASA)
- 2 水性ボールペン

マーカー

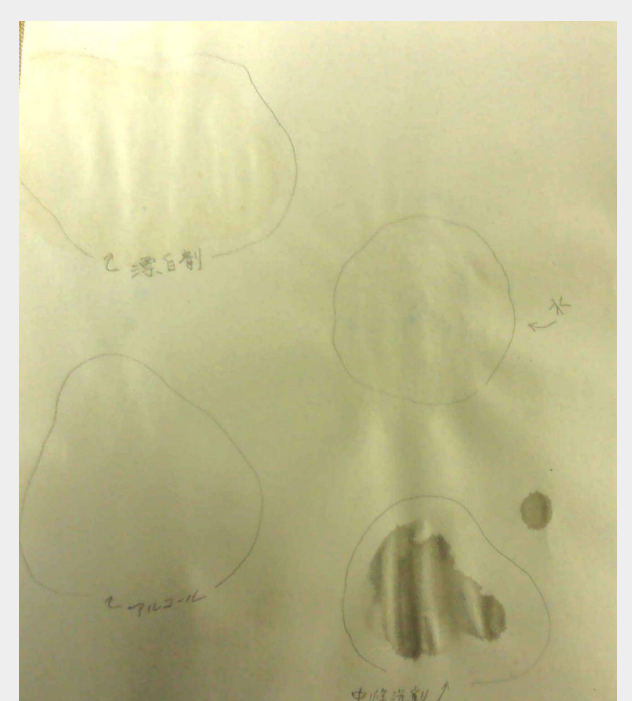
- 1 無印マーカー



	アルコール	水	中性洗剤	漂白剤	除光液
SARASA	×	×	×	×	×
マイネーム	△	×	×	×	×
propus	×	×	×	△	—
ボールペン(ぺんてる)	△	×	△	△	—
無印マーカー	○	×	×	○	—
stabiro	○	×	×	○	—
鉛筆	×	—	×	—	—
顔彩(絵の具)	×	○	×	×	—
クレヨン	△	×	○	×	—
コピック	○	×	○	○	—
クーピー	×	○	△	△	—
パステル	×	○	×	○	—
コーヒー	×	×	×	×	—

対照実験

アルコール、漂白剤、中性洗剤、水を汚れのない紙に落とした → やはりどれも紙をシワシワにしてしまう



考察1

比較的落ちたものはほとんどが油性で、落ちなかったものは弱アルカリ性や水性だった → 落ちやすい汚れは油性のものなのか

"岡畑興産ブログ"

界面活性剤は水になじみやすい親水基、油になじみやすい疎水基(親油基)から構成されている
疎水基が汚れ(皮脂など)にくっつき、浮かびあがらせ、親水基を外にして汚れを取り囲むことで服などに付着した汚れを落としていく

考察2

アルコールと中性洗剤、漂白剤で落ちたものは油性だった
アルコールは中性、中性洗剤の主成分(界面活性剤)は中性、漂白剤の主成分(次亜塩素酸ナトリウム)はアルカリ性

この実験では数値化がしづらかったことが反省点だと思う

何性の汚れか、何性の汚れを落とすものかには関係がありそうだったので調査したい

結果

無印マーカーやstabiro、コピック、パステルは比較的落ちた
SARASAやマイネーム、propus、鉛筆、コーヒーは落ちない
水と中性洗剤ではほぼ落ちない

除光液

成分にアセトン (樹脂を溶かす成分)

水と中性洗剤

水(染料が水に溶け出す場合)
中性洗剤(あまり染料が溶け出さないもの)

過去

未来

紙ではなく硬いものにはよく落ちる

染みによる色落ちの軽減
ボコボコにならないように防止する

酸性洗剤、アルカリ性洗剤、重曹水などではどうか



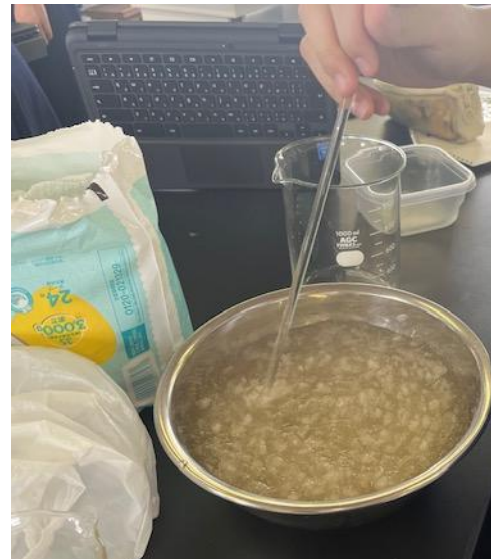
大目標

おむつを流せるようにして育児を楽しみたい

RQ
水に流せるおむつを作りたい

RQ
高吸水性ポリマーだけ取り出せばどれくらい膨張するのかわかるのでは？

実験③ I
おむつから高吸水性ポリマーと綿だけを取り出して水を吸わせてどのくらい膨張するか調べる
⇒結果 1122.5ml



実験①
おむつに水を吸わせてどのくらい膨張したか調べる
⇒結果 600ml吸収

"おむつのしくみ"

<https://jp.moony.com/ja/diapers/Important-shikumi.html>

高吸水性ポリマーが膨張の原因である⇒高吸水性ポリマーを抜けばふつうの紙？！

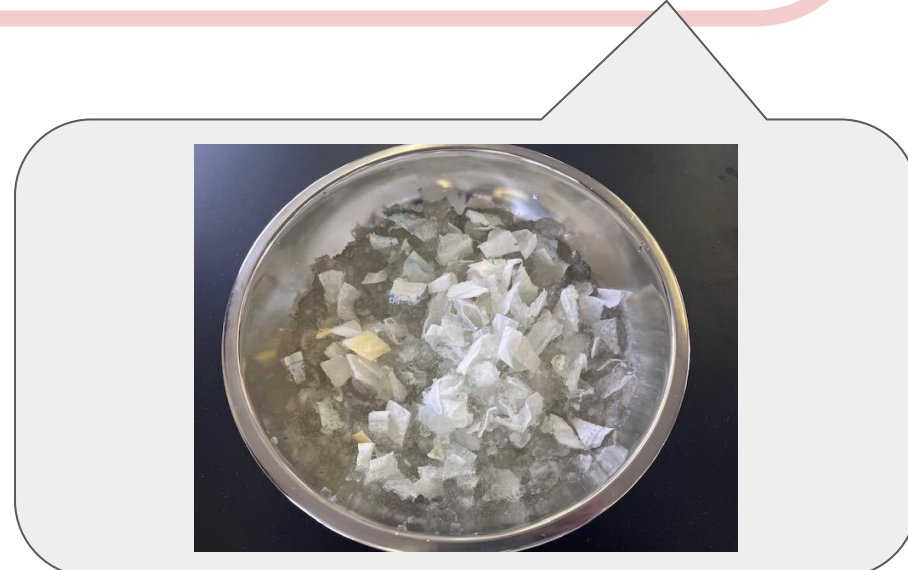
実験③ II
おむつから紙だけを取り出して水を吸わせてどのくらい膨張するか調べる
⇒結果 66ml

仮説

膨らみすぎたから細かく刻んで小さくすれば下水道につまらないのでは？

実験②

おむつを刻んでそのまま水を吸わせた実験と同じ条件で実験をする
⇒どのくらい膨張するか
⇒結果 1020ml



共有会

高吸水性ポリマーを取り出したあとの紙だけを考えてみる
・分解の仕方
・流し方 etc...
高吸水性ポリマーは取り出してどこかに貯めといて、、、
砂漠に埋めるのはどうか？
⇒砂漠で作物作れるようになるから

共有会

実験のまとめ(共有会前)

中身を取り出さなければ膨張しない

↓
どうやって取り出す？
取り出したあとの紙は流せるようにしないと？

実験⑤

ポリマーだけ、ポリマーと土、土だけ、水だけで対照実験を行い20日大根を育てて成長具合を観察(このとき全てに水をあげない)

実験⑤ 結果

芽が出た確率

ポリマーだけ 0%
土だけ 45%
土&ポリマー 70%

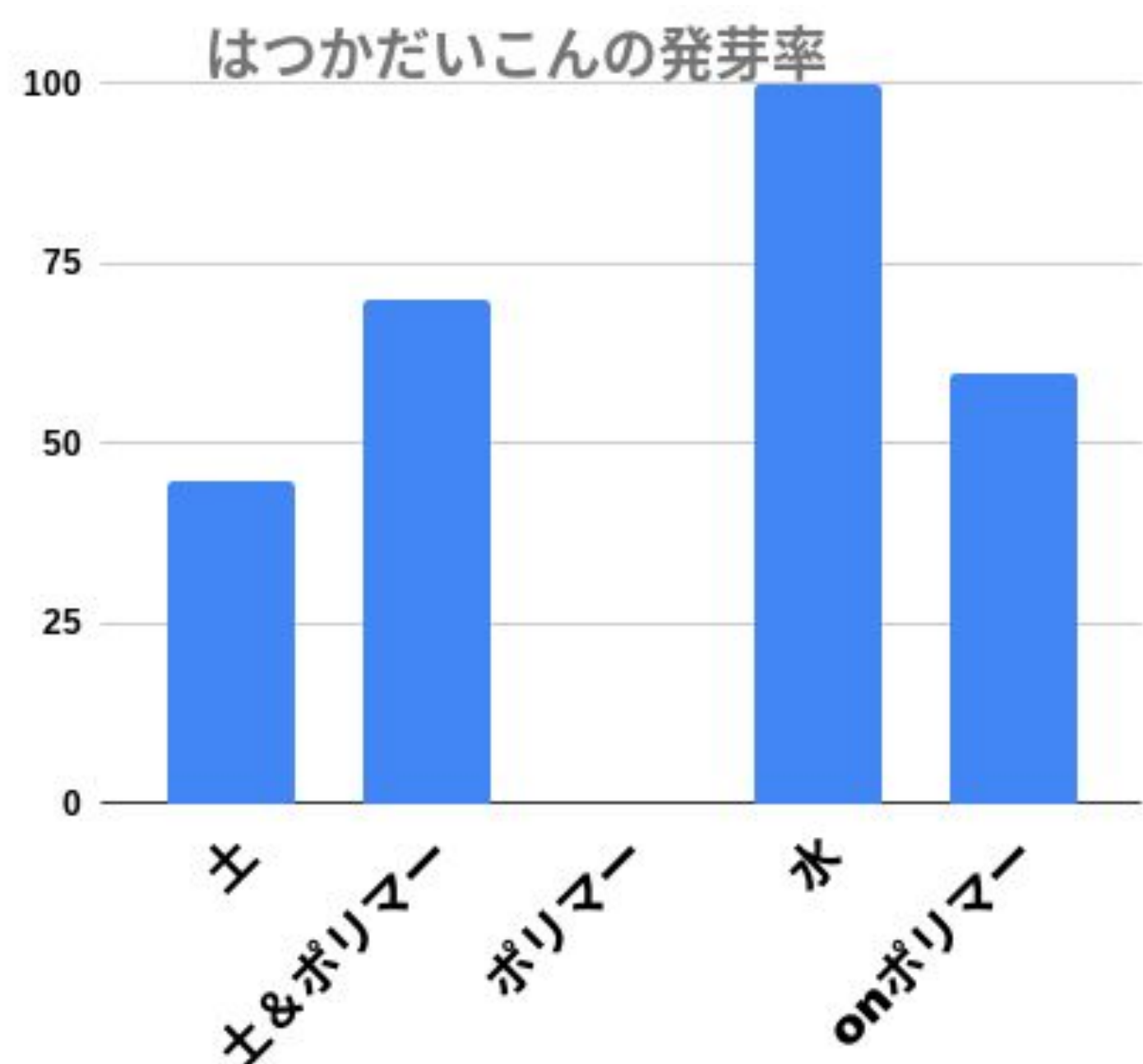
実験⑤ 考察

ポリマー&土の方が土だけより芽が出る確率が高かった。ポリマーだけだと成長することはできない。4つに分けて実験したが、3つは全部芽が出て、一つは一個も目が出ないという結果になってしまったので環境も揃えることの大切さを感じた。(土&ポリマー)

RQ
中身のポリマーで植物は育てたい

実験④
ポリマーだけ、ポリマーと土、土だけで対照実験で20日大根を育てて成長具合を観察

途中経過2/2
ポリマー 0cm
土&ポリマー 6.0cm
土 7.2cm



仮説

ポリマーと土があれば植物は育つ

実験④を通して

ポリマーの役割は保湿性を活かして水をあげなくても植物を育てることなのに水をあげてしまったため差が現れなかった

↓
水をあげない実験、水だけで育てる、土の上にポリマーをのせて混ぜずに育てる実験をする



はじめは紙おむつを水に流せるようにするため、おむつの構造を調べたらポリマーが問題だとわかった。それでポリマーを取り除けばいいと考え、実験をしたが難しかったため、取り除いたあとのポリマーの使いみちを考えることにRQを変更した。

ポリマーがあれば砂漠でも植物が育つということを知ったので、ポリマーと土の場合の植物の成長について対照実験することにした。

環境の違いなどによって完全に正確ではないが、平均的に見ると土だけよりもポリマー&土のほうが発芽率が高く、ポリマーは水がないところでも植物が成長するのを助ける働きがあるとわかった。

大目標

カップ麺の容器の正解を知りたい

持ち運びに便利？

RQ①

内容・どの紙の形状が最も保温性に優れているのか。

”保温性の高いカップ”
参照内容……
https://www.dnp.co.jp/biz/solution/products/detail/1188759_1567.html

RQ②

内容・どの種類の紙が最も保温性に優れているか。

紙容器に入れた湯の温度の低下がより小さい→保温性により優れている

RQ③

内容・どの種類の紙が耐久性に優れているのか。

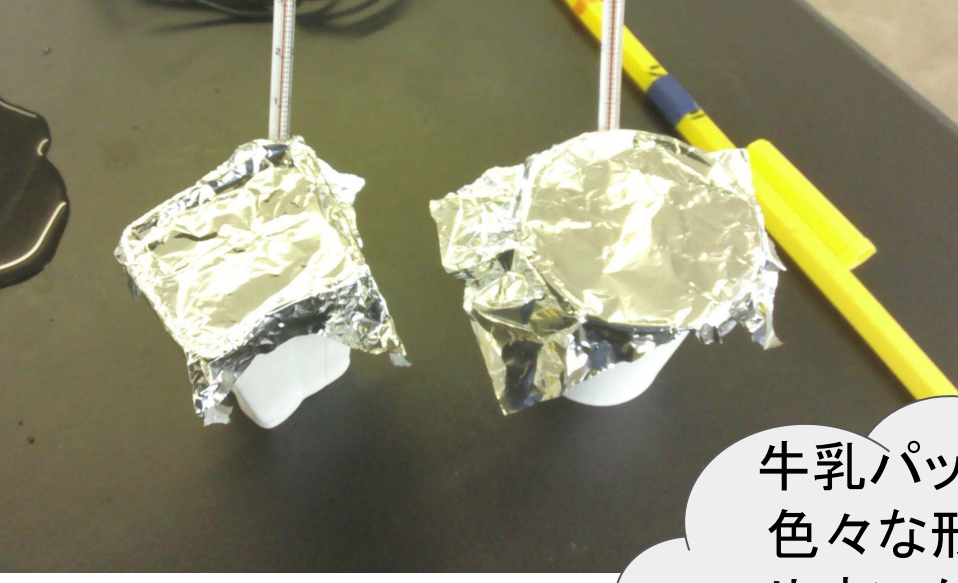
RQ①実験方法

形が違う紙コップにお湯を入れて、時間経過ごとに温度計測をする

研究内容の詳細

通常・三角柱・四角柱な様々な形の紙コップに70度入れて時間経過と湯の温度の下がり方を記録する予定だったが、実験が手こずって湯が52℃まで下がってしまった時間がなく焦っていたのであまり正確に測れなかった、今回の結果の違いは誤差によるもの可能性が高そう

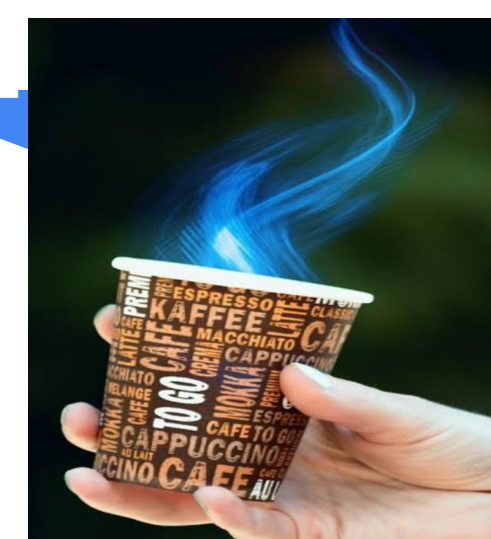
時間経過	0分	5分
通常	52℃	46℃
四角柱	52℃	48℃



牛乳パックを使うと色々な形状を作りやすいかも？容器の体積を揃えないといけない？

”発泡紙コップとは”

参照内容……発泡紙コップとは | もっと紙コップを使おう！ - 木村容器とは？



C研究内容の詳細

- 紙の種類
- ・藁半紙・新聞紙
 - ・牛乳パック・古紙
 - ・コピー用紙・厚紙
 - ・あぶらとり紙
 - ・カーボン紙・半紙
 - ・バナナ紙・和紙
 - ・コート紙・マット紙
 - ・アートポスト紙
 - ・クラフト紙

共有会

RQ②実験方法

様々な紙の種類で同じ形・大きさの容器を作って作ってRQ①のように実験する

中に湯を入れて湯の温度低下で保温性を確かめる方法をとると、耐水性のない紙(新聞紙など)の保温性を確かめられない

方向性①

急に決まったRQなので定量化をしかりする
保温性が高い・形状や大きさの統一・蓋の有無や素材など ネットでの調査が足りないので冬休みに個人で調査

RQ①変更

ドギーバッグ⇒素材が紙
保温性高い紙の形状・種類
中に水を入れることがないので色々な紙で実験できる



方向性②

紙で容器を作るのではなく、蓋を様々な種類の紙で作って実験したほうが良い。

中に水を入れられない種類の紙も実験できる！



容器を紙に変えることで良いことはあるのか？

プラスチックの容器より紙のほうが環境に良い？

”ドギーバッグとは”
参照内容……
<https://www.doggybag-japan.com/whatsdb>
プラスチック容器は環境に悪い？
参照内容……
<https://www.mirai-port.com/people/1522/>

RQ②の研究詳細
水 100ml
蓋 直径9cmの円

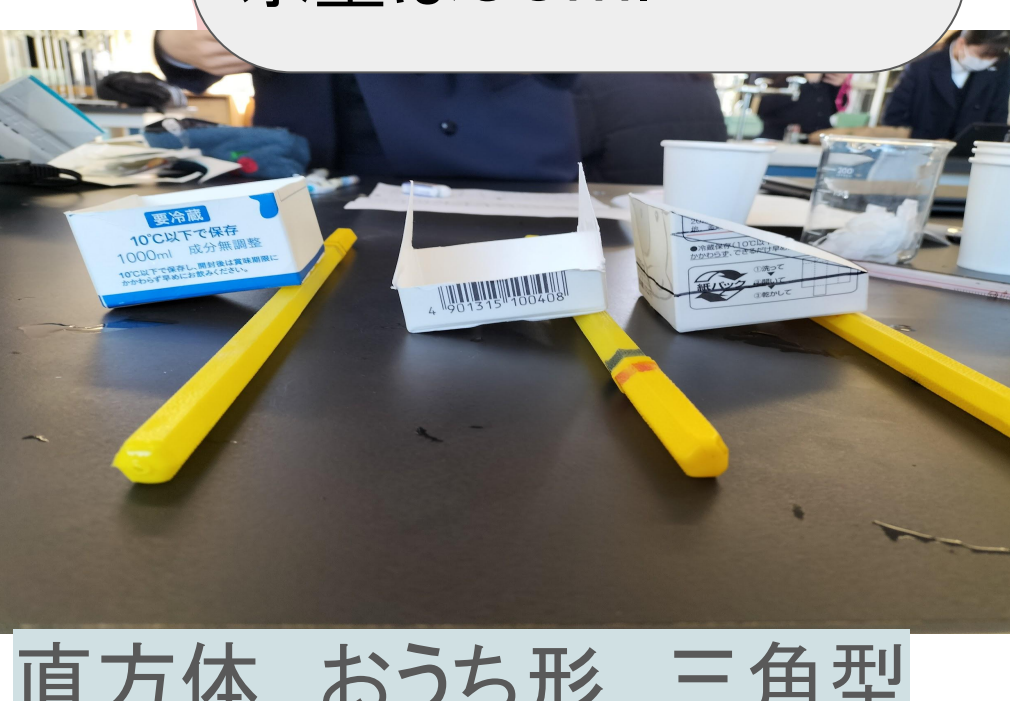
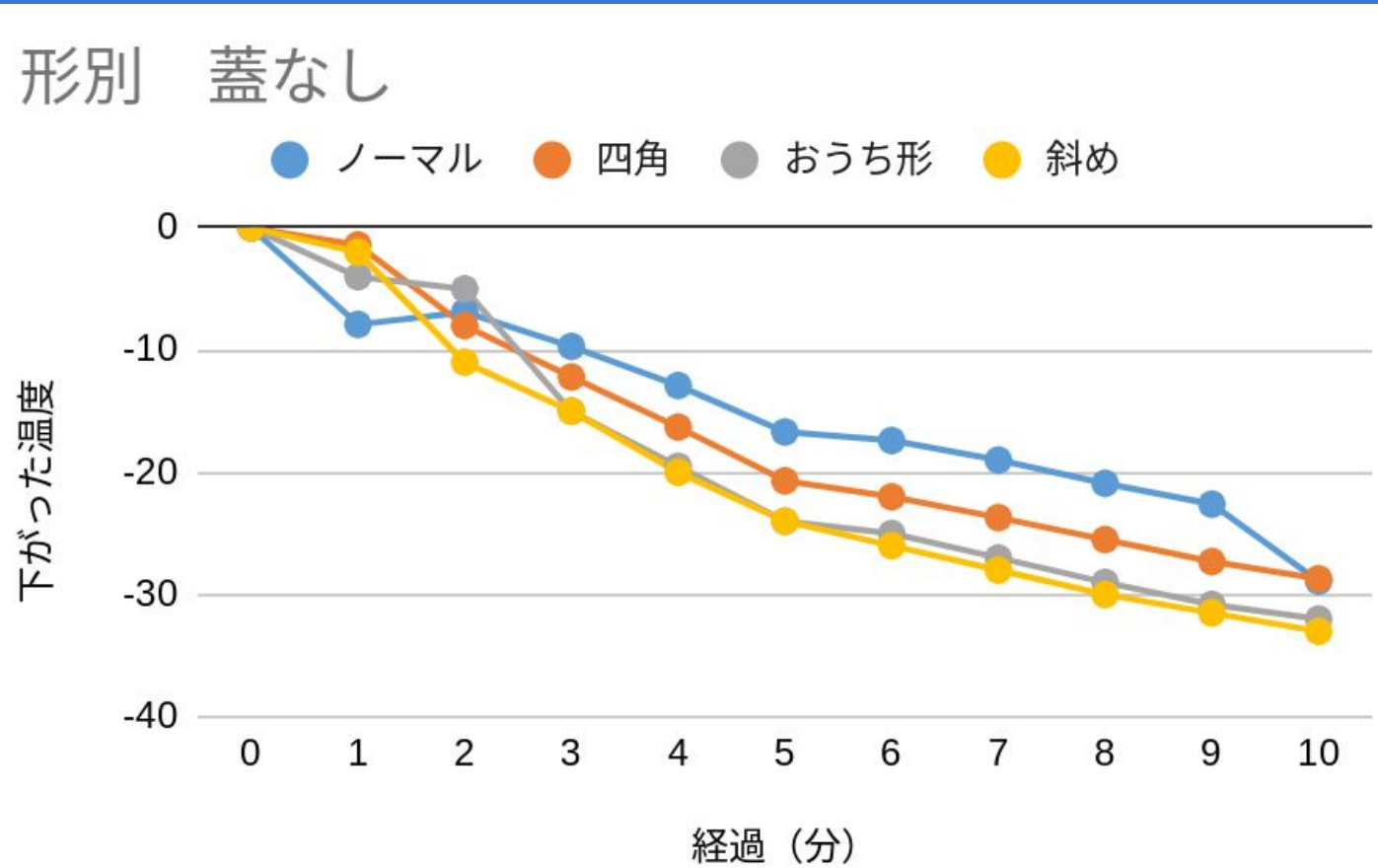
2月2日 RQ②実験内容
内容・様々な種類の紙で蓋を作り、同様に実験し、保温性の高い紙の種類を見つける。

RQ②の研究詳細
それぞれの紙に切れ込みを入れる
切れ込みの大きさは左の画像のように縦と横それぞれ8ミリ

RQ⑤
紙の形状による保温性の違いを調べる

RQ⑤の研究詳細
牛乳パックを三種類の切り方でカット、再度実験する。
水量は50ml

RQ⑤ 実験結果



直方体 おうち形 三角型

考察⑤
直方体が最も温度変化しなかった。容器の側面積が最も大きかったからだと考える。

紙の硬さが関係する？硬さを定量化するには？



保温性あり、耐水性なしのキッチンペーパーを重ねて何とかしたい



考察②

第一回では麺の蓋、キッチンペーパー、牛乳パックで下がり方に大きな違いは見られなかった。第二回では牛乳パックの保温性の高さが目立った。キッチンペーパーは柔らかく扱いやすい割に本家と同等の保温性があり、活用できそうだ。

RQ④

キッチンペーパーと他の紙を重ねて同様に実験したら、更に保温性が高まるのか？

参照元

<https://www.nipponpapergroup.com/products/package/cup/>

参照内容……紙を二重や三重に重ねて保温性を高める方法がある

実験回数が少なく統計解析を行えなかった。紙容器の形・紙の種類から保温性に優れたカップ麺の容器を考えようとしたが、実験が不十分と判断

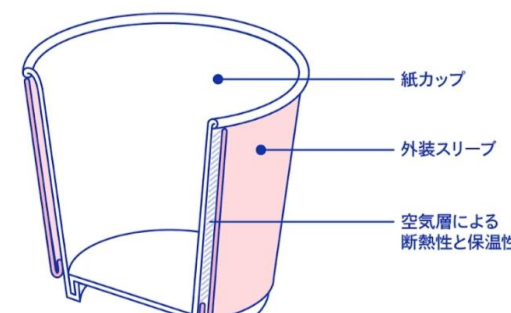
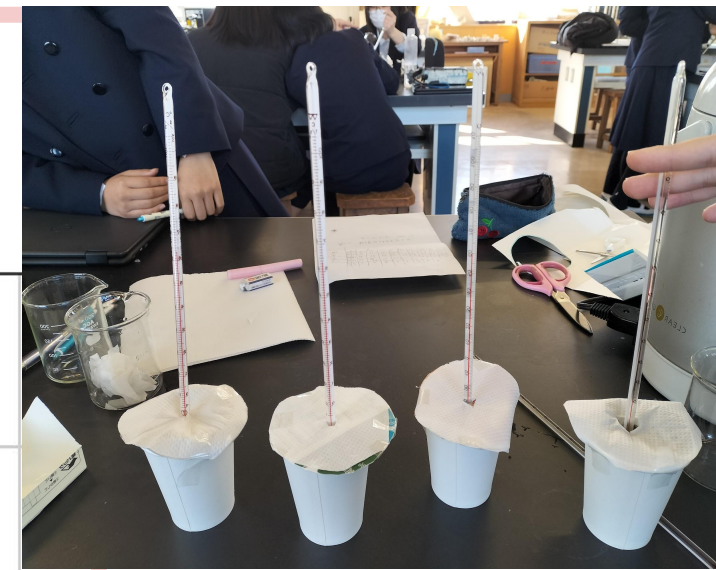
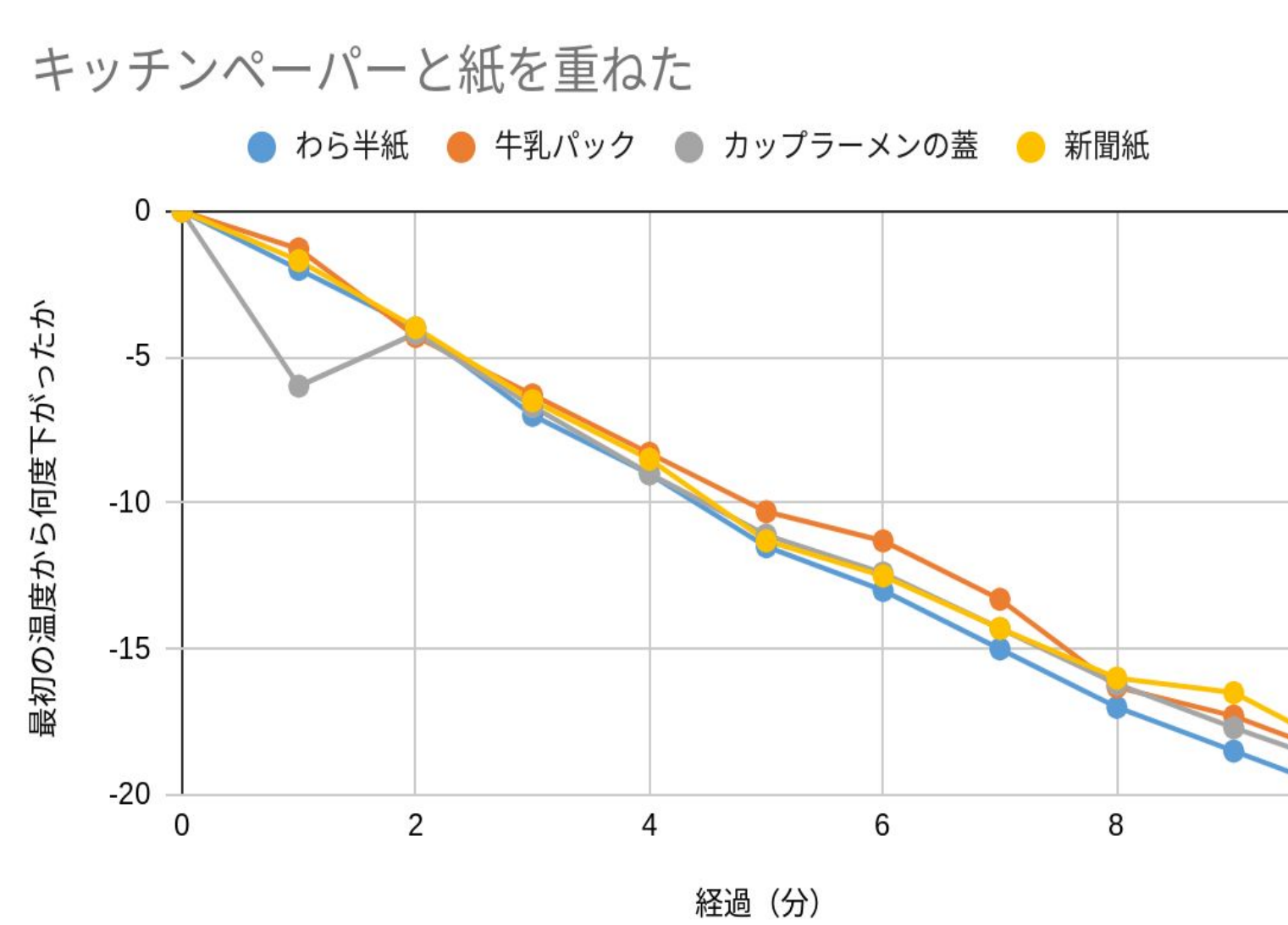
RQ④ 実験詳細

・右下写真のようにそれぞれの紙とペーパーを円形に統一し、各種の紙の上にキッチンペーパーを重ねた
・水量はRQ②と同じ

方向性③

内容・わら半紙・牛乳パック・新聞紙・本家とキッチンペーパーを重ね同様に実験する

RQ④ 実験結果



考察④

大きな違いはないが、全体で見るとキッチンペーパー+新聞紙が最も変化が小さかった。紙を重ねた効果は感じられず、温度低下は激しかった。重ね方に問題があるのか。紙の厚みが関係？本家では恐らく読み間違え有。

まとめ 後悔、改善したほうがよいこと
・実験回数の少なさ→統計解析の時にデータの少なさが目立った
・実験資材の統一→毎回違う資材で比較できなかった (例:新聞紙・コピー用紙・折り紙)

実験内容・時間の統一
→時間が足りなかった実験があり、全てのデータを活用できなかった
→日によって実験の仕方が違うことが...

実験結果、考察のまとめ
・紙が厚いほうが保温性が高い
・容器がカップ麺のものではないので一概には言えないが、本来のカップ麺の蓋よりも他の紙のほうが保温性に優れている？
・容器の高さがあったほうが保温性に優れている？

始めは何をすればよいかかわからず、紙飛行機を飛ばすなど紆余曲折あった。しかし最終的にはデータの比較まで漕ぎ着けることに成功した。実験のプロセスはかなり不完全だったかもしれない。しかし結果を出すということの大変さや、規格を統一することの大切さを今回の探求で学ぶことができたと思う。来年度の探求では、実験方法を細かく設定し毎回条件が確かに揃った状態できるようにしたい。

大目標

紙で画鋸を作りたい

RQ1
そもそも紙で鋭いものが作れるのか

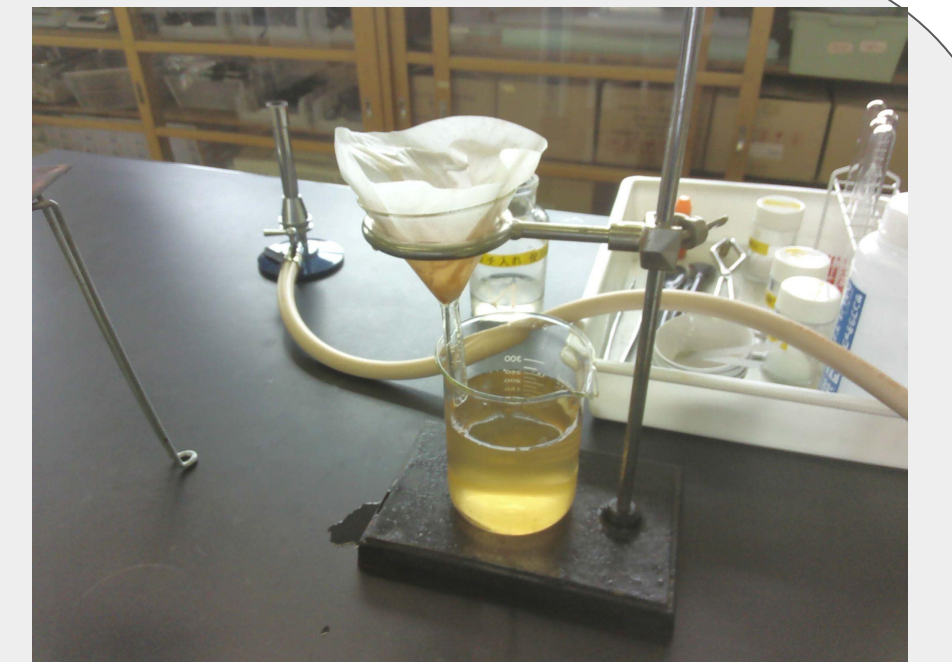
RQ2
紙を固くできるか

RQ3
紙で包丁は作れるのか

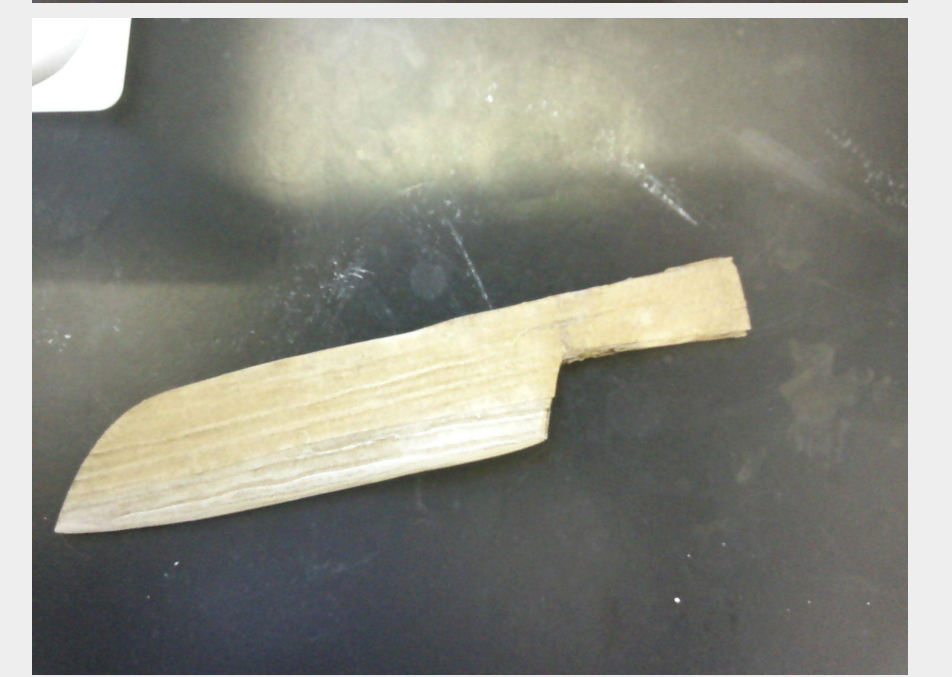
実験方法 "圧倒的不審者の極み"参照

- ダンボールを用意する
 ①ダンボールを煮て出汁を取る (接着剤の役割)
 ②ダンボールをその液に浸して形を作る
 ③一週間ほど重りを乗せて放置
 ④カッターで固くしたダンボールを包丁の形に切る
 ⑤もっかい出汁につける
 ⑥ひたすら研磨する → 完成

①



⑥前



強度に不安があったので接着剤で強化

RQ4
実験を活かして紙で画鋸を作れないか

難しかった



RQ
紙の包丁をリアル包丁に近づける

統計検定でn.s.になればいい

共有会

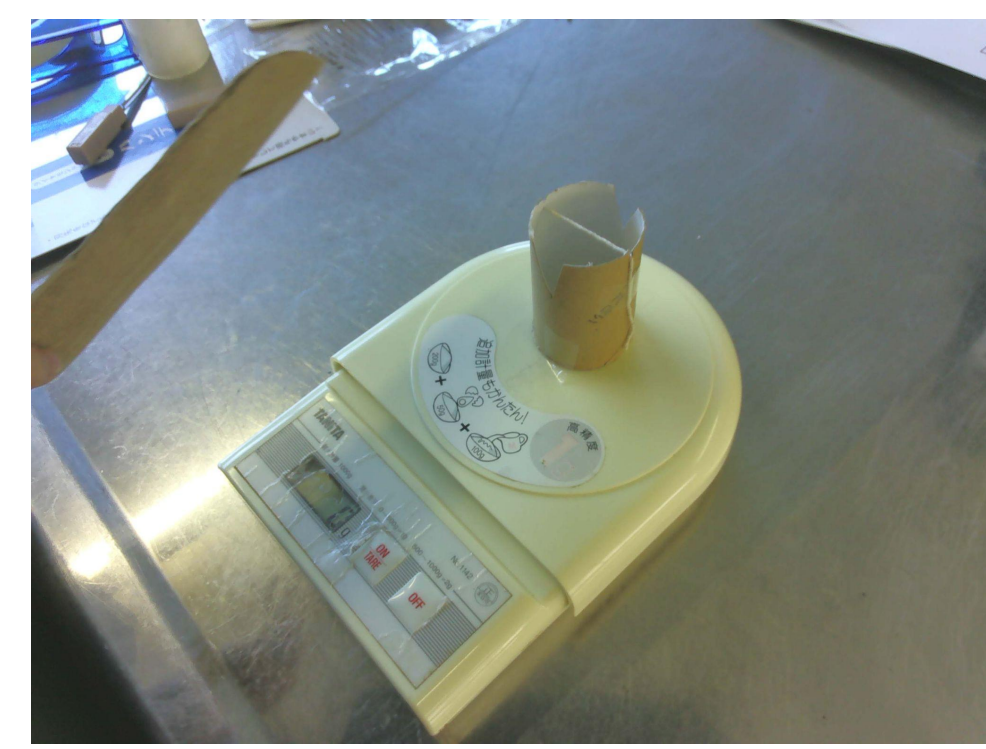
切れ味で比較したい!

切れ味チェッカー

本物の包丁と紙の包丁の比較



切れ味チェッカーそのものを買うのは難しいので、仕組みを真似たもので代用することに

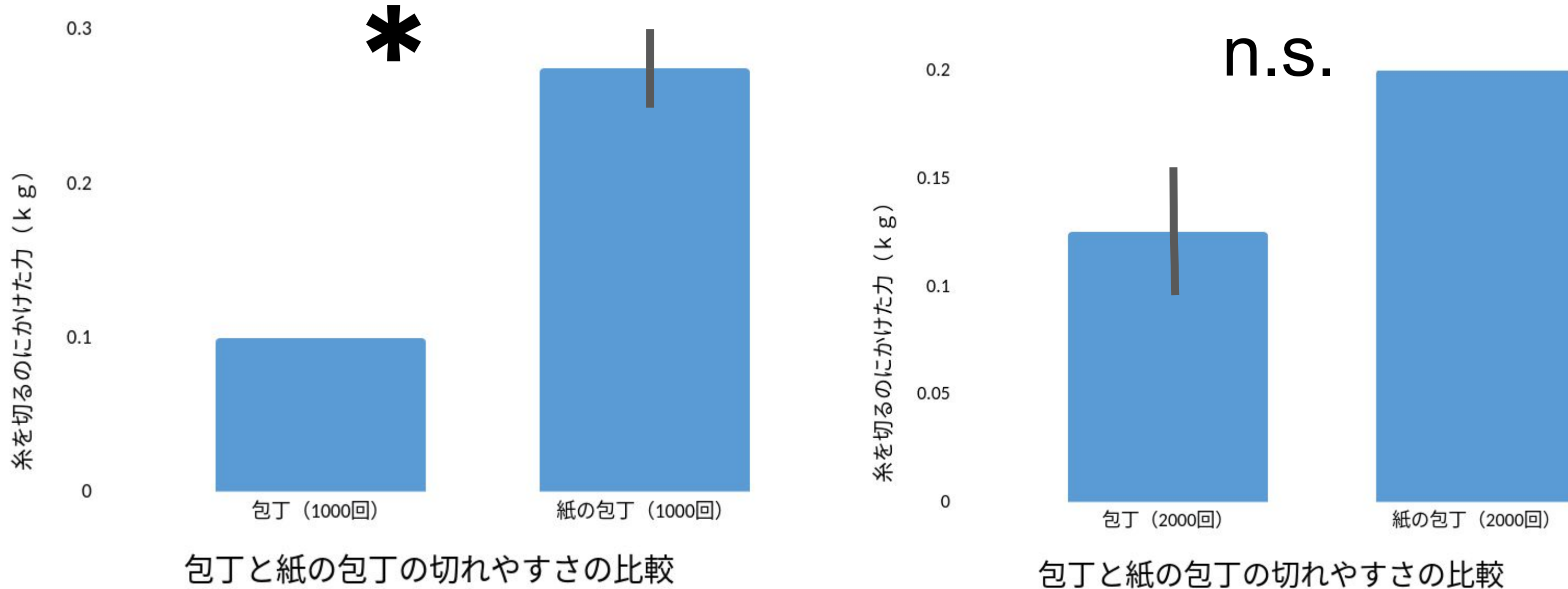


なかなか紙の包丁で糸が切れなかったため、一本の糸を三本に分けた。トイレトペーパーの芯だと柔らかかったので、ラップの芯に変えた。

実験方法

- ①切れ味チェッカーを作る
- ②秤の上に乗せて上から包丁を入れる
- ③糸が切れたときの加えた力の量を量る
- ④本物の包丁、紙の包丁で比較し、包丁研ぎで研いで差を埋めていく

実験結果



考察

実験の結果より、紙の包丁も切れやすさで鉄の包丁に近づけられることがわかった。ただ、一本の糸だと紙の包丁が切れなかったためそれを三本に分け細くしたので、包丁の切れやすさが本当にn.s.かというところでもないように思える。

結論

紙の包丁を鉄の包丁に統計上近づけることはできたが、実用性はないかも

過去
未来

方向性①

紙の包丁だと、糸を切ろうとしているときに、糸の硬さで刃こぼれしてしまったため、一本の糸が切れなかった。つまり強度が足りなかった。紙を硬くするための圧縮をもっと強くして作ってみたい

方向性②

時間の関係で、統計がn.s.になった2000回で終わらせてしまったが、さらに研いで一本の糸を切れるのか

大目標

垂直直下型配達するぞっ！！

RQ
折り目がついた紙をこするとどうなる？

” 参照元 ”

参照内容・・・
<https://www.solotex.net/column/shiwa-nobasu/>

洋服のシワ伸ばしのやり方は紙のシワ伸ばしにも活用できるのでは？

研究内容の詳細

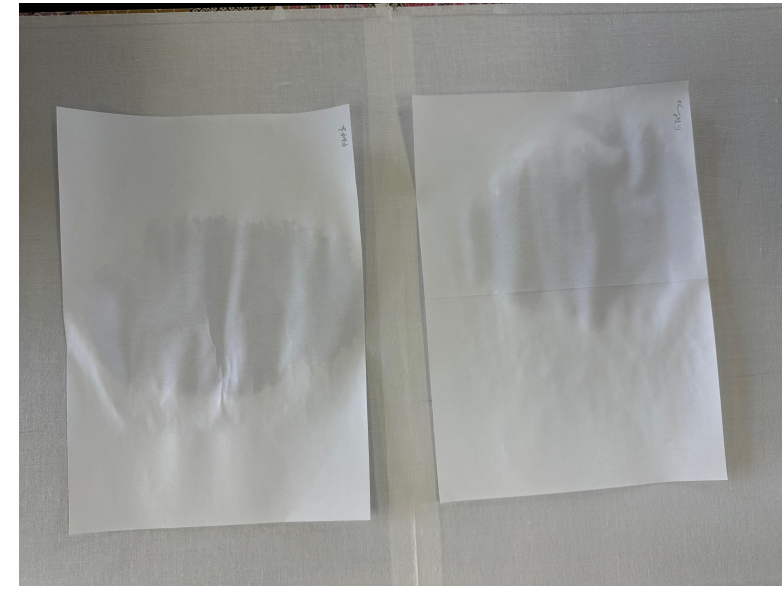
- ①紙に霧吹きで水分を含ませる
- ②沸騰したお湯を入れたやかんをガーゼの上から紙に押し付ける
- ③30秒間押し当てる
(爪で強く折った紙、指の腹で軽く折った紙の2種類で実験)

紙を伸ばしてどんなメリットがあるのか

” 参照元 ”

参照内容
・・・<https://www.tokiwa-ss.co.jp/journal/knowledge-of-money/bill-iron.html>
すでにネットに折り目をなくす方法があった

実験結果
目視での差の確認が難しい



垂直に落としたら実用性あるかも
Ex)忘れ物を届けられる
ビラ配りいける

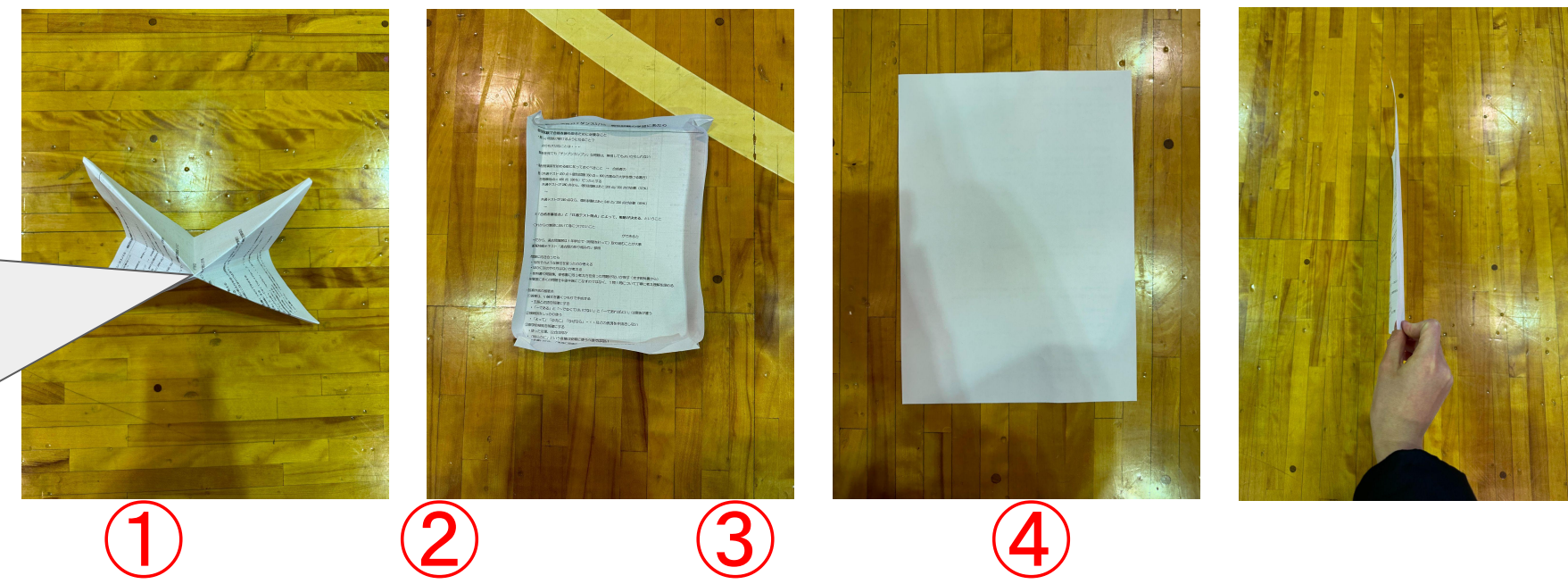
方向性1
高いところから紙を落とす
(折り方を変えて対照実験)

RQ
紙を真下に落としたい！！！！！！！！

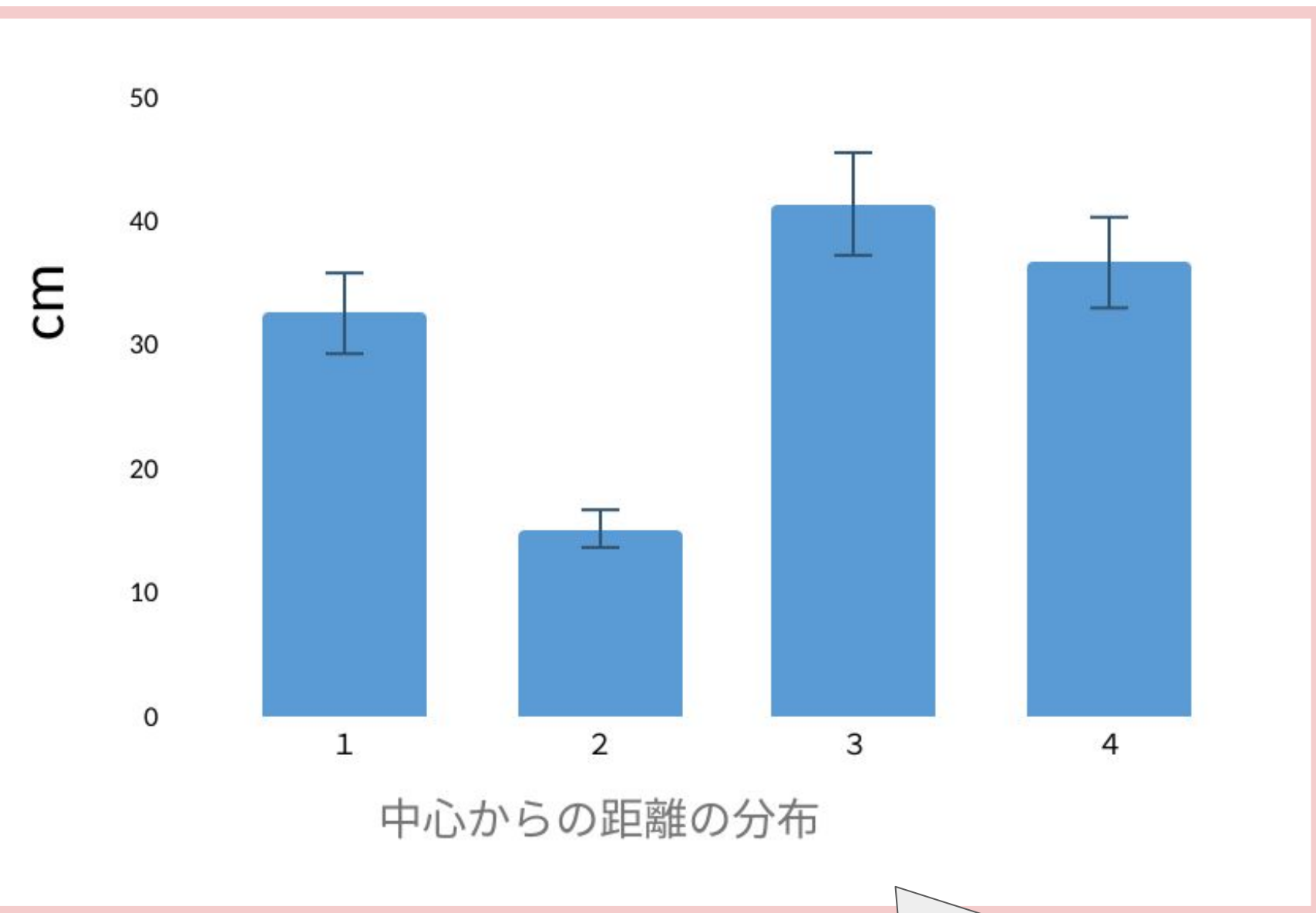


研究内容の詳細

- ①四種類の折り方の違う紙を用意する
- ②紙を半径43cmの円の中心に向けて落とす(落とす高さは155, 475cmとする)
- ③円の中心からの距離を測定し比較する



実験結果



研究内容の詳細

判断基準
女子高生の平均の腕の長さ「157,3cm」(身長とする)の範囲内に紙が落ちたら実験成功とする。
<https://shingakunet.com/journal/column/20160417130000/>より引用

統計的には差が見られなかった
=信頼度は小さい

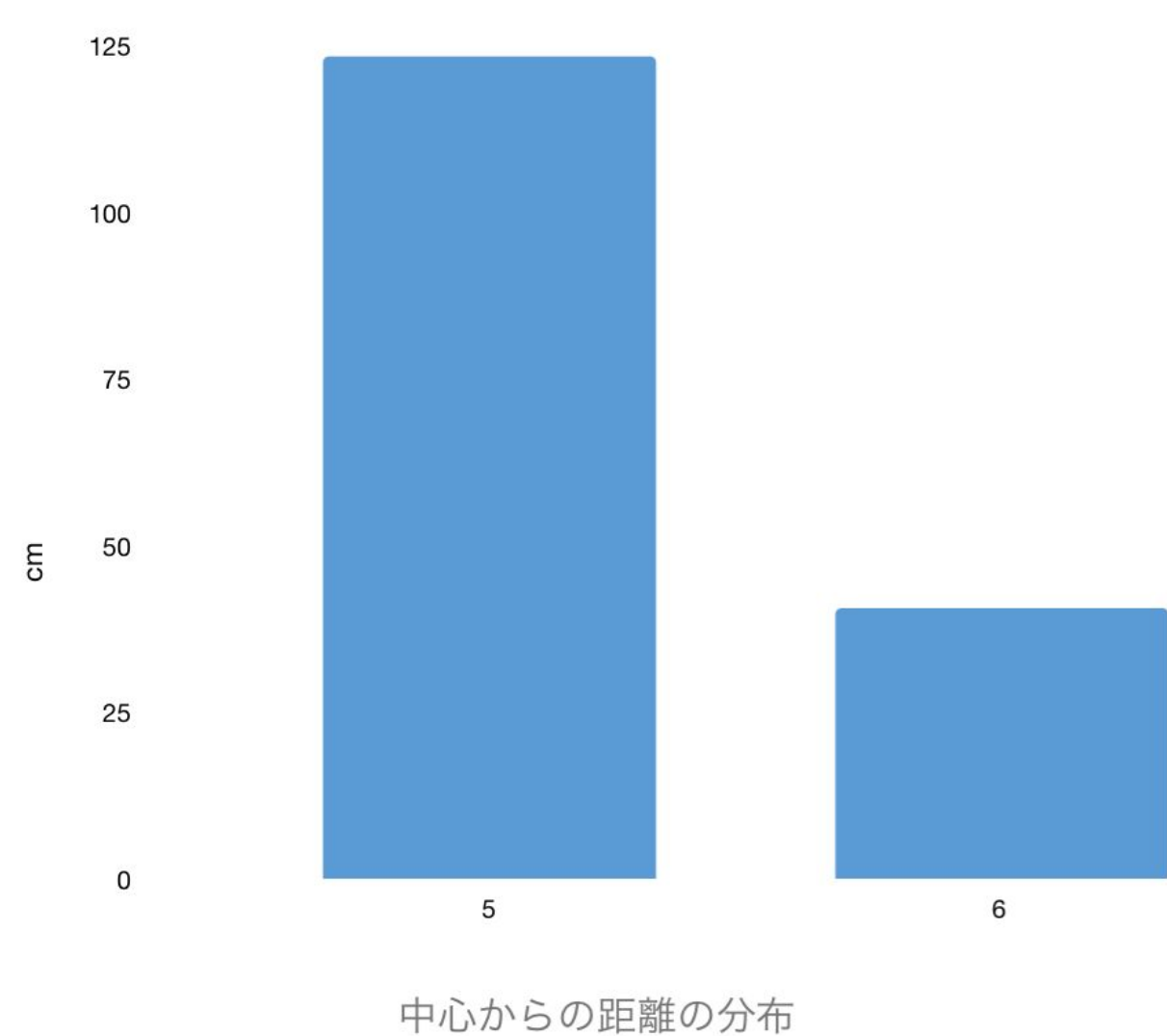
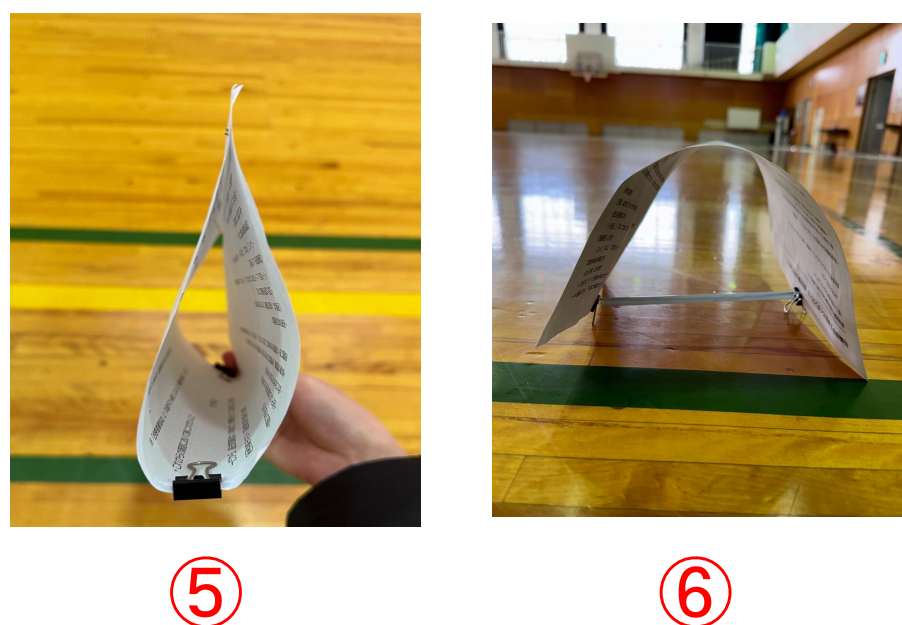
わかったこと
②が最も落下範囲が最小に収まった。

考察
実験より②の結果から紙の中心で空気を受けてパラシュートのようなしくみで真っ直ぐに紙が落ちているのではないかと思った。

参照元

- <https://s-castle.com/research-info/7476/>
- <https://www.waseda.jp/inst/wias/news/2011/06/16/3106/#:~:text=%E3%83%91%E3%83%A9%E3%82%B7%E3%83%A5%E3%83%BC%E3%83%88%E3%81%AF%E3%80%81%E5%A4%A7%E3%81%8D%E3%81%AA%E5%82%98%E5%85%A8%E4%BD%93.%E3%81%AB%E7%9D%80%E9%99%B8%E3%81%99%E3%82%8B%E8%A8%88%E7%94%BB%E3%81%A7%E3%81%99%E3%80%82>
- <https://pigeon-poppo.com/pressure-drag/>

実験結果

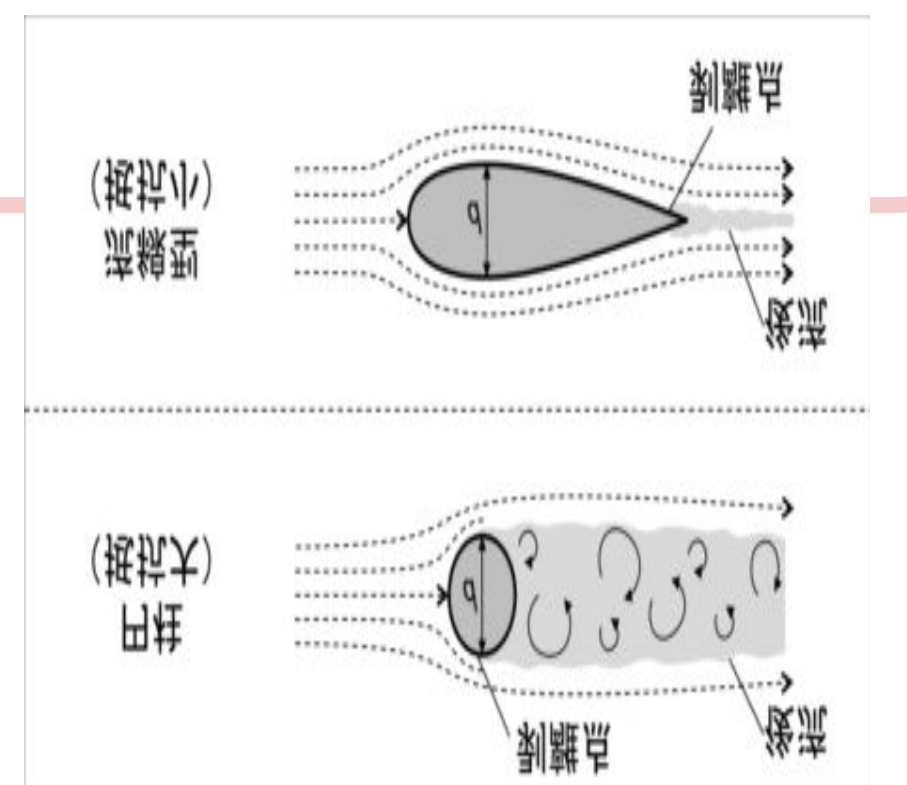


まとめ

⑤の剥離をさけるしずく型と⑥の重力と空気抵抗がつり合うかまぼこ型を比べると⑥のかまぼこ型の方が真っ直ぐ落ちることがわかった。これでUber eatsに勝てるはず！！

考察

⑤のしずく型は剥離しにくい形になっているので真っ直ぐ落下させることができるのではないかと予想した。真っ直ぐ落とせなかった原因としてパラシュートを模してクリップをつけて落下させたのでクリップをつけてきたへこみにより理想の形にならなかった。また、横からの空気の圧力にまけてしまったことも原因の一つではないかと考える。
⑥のかまぼこ型はパラシュートを模して重力と空気抵抗がつり合い、一定の速度で落下するようにしたので回転はしたが、物体自体の軌道は変わらず真っ直ぐ落下させることができた。



大目標

紙で植物を育てる

班203 名前:井上柑那 カルモナユイナ
高橋俐乃 藤井茉央

～紙で植物を育てようと思った理由～

- 1.家の中で植物を育てたい！
でも鉢を倒して土がこぼれるのは嫌
→紙で植物が育てられればその心配はない！
- 2.土を買うお金が勿体ない
→家にある紙が土代わりになればいいのに……
と思ったから

RQ 新聞紙は土の代用となるのか

実験①

- ①シュレッターにかけた新聞紙と土(養分なし)を用意する。(対照実験)
- ②それぞれをプランターに敷き詰める。
- ③エノコログサの種をそれぞれ10粒ずつ植える。
- ④毎日水やりをする。

《新聞を選んだ理由》

一番身近な紙で手に入りやすかったから
発芽の条件が水・光・温度であり、それを補うために
保温性が高い新聞紙を使うのがベストだと考えたから。

エノコログサを選んだ理由

入手しやすい 短期間で発芽する
どこでも育つ 耐寒性がある

実験②

植物を変えよう！
選んだもの:矢車草
実験方法は同様

結果①

エノコログサでチャレンジ！ →失敗😭😭😭

土でも紙でもそもそも発芽しなかった...

原因:エノコログサの種子は一度寒い冬を経験しないと発芽できない

雲雀丘学園高等学校

<https://www.hibari.jp/>

For your LIFE

<https://fumakilla.jp/foryourlife/366>

ほうれん草を選んだ理由

種まき時期が秋から初冬までと記載されており、11月の下旬に植えても育ちそうだった。また、そのような植物のなかで一番身近だった。

結果②

矢車草でチャレンジ！ →失敗😭😭😭

①と同じく発芽しなかった...

原因:この種は5年前にもらった種で種が死んでいた可能性あり。
調べたところ種は長命なものでも3~4年しかもたないことがわかった。



実験③ほうれん草でチャレンジ

- ①ほうれん草の種を家庭で芽が生えるまで育てる(土で育てる)
- ②育てた芽を紙の入ったプランターと土の入ったプランターにそれぞれ植えかえる。
- ③毎日水やりをする

成功したら...

紙の種類を変える
実験に移る

発芽を家で行った理由

学校の気温と発芽温度が適していなかった(成長温度は◎)

失敗! 😭😭😭

(1)紙の種類を新聞紙にして実験を行う
(土以外の物質でも植物は育つのだろうか)



人工気象器を使ってみる!

実験④人工気象器でほうれん草を育てる

光を当てる時間:7時~17時
光の色の組み合わせ:赤;12 緑;7 青;5
温度:9時~15時 18°C
15時~9時 15°C

【対照実験を行う】

- ・紙コップを10個用意し、下記の10個の状態を作る。
- ・1つの紙コップに3つずつ種を植える。
- ・光なしのものにはアルミホイルを被せる。
- ・紙はシュレッターにかけるか、手でちぎるかして紙を細かくする。

12月18日~1月15日(28日間) 新聞紙vs土

水だけ光○	水だけ光×
土だけ光○	土だけ光×
紙だけ光○	紙だけ光×
紙&水:光○	紙&水:光×
土&水:光○	土&水:光×

計10個

成功!!!!

ほうれん草が育った...♡

土で育てるものと紙で育てるもので1ヶ月or1週間でどれくらい成長するか記録する。
土で育てるものの方が紙で育てるものより成長しやすいことを証明するため。

結果は別紙へ

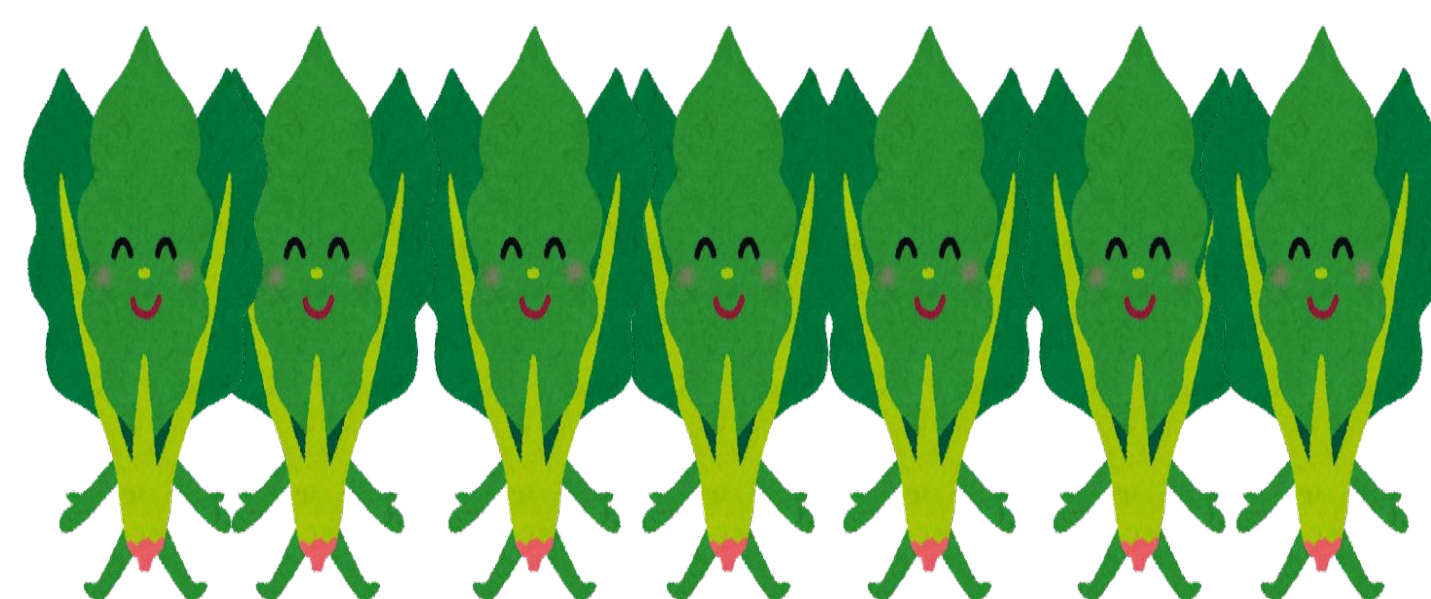
1月15日~2月9日(25日間)チラシvs新聞紙

チラシだけ	光あり、光なし
チラシ・水	光あり、光なし
土・水	光あり(もう一度!), 光なし
新聞紙・水	光あり、光なし

計8個

(2)紙の種類をチラシに変えて同じ実験を行う
(どの種類の紙が一番植物が育ちやすいのだろうか)

結果は別紙へ



大目標



小動物が住める家を作る！！！！

RQ1

強度を高めるにはどのような工夫が必要か？

研究内容の詳細

どれもA4コピー用紙1枚を使って実験する

建築物の構造、材料である紙の加工が有効なのは？

“ネット参照”
強度を高めるのに適切な建築構造

- ・円錐
- ・円柱
- ・半球
- ・ダンボールのような構造 などなど

強度を高められそうな建築構造

- 屋根
- ・三角錐
 - ・四角錐
 - ・四角の平面
 - ・三角の平面
 - ・半球
- 壁
- ・紙に加工をする
→防水スプレー、牛乳パックみたいな感じ＝ラミネート加工
 - ・構造
→様々な形を組み合わせる屋根を支え、構造として成立させる
→紙管をたくさん並べた状態
 - ・1枚の紙に構造と加工を組み合わせる
- 柱
- ・ペーパーの芯
 - ・紙を丸めただけの円柱
 - ・円錐を対にした形
 - ・紙を折っただけの四角柱
 - ・ペーパーの芯をむりやり四角柱にした形

実験方法①

形状を変化させた紙の構造の上に袋に水を入れたおもりをのせ、その質量を大きくしていき、壊れたときのその重さを調べる。

chatgptより紙の強さを測る方法として

- ・引張実験：紙を一方方向に引っ張り、応力とひずみで定量化
- ・圧縮実験：紙を圧縮して耐圧強度を定量化
- ・曲げ実験：紙を曲げて破断までの強度を測定
- ・膨張実験：内部の気圧を下げて紙の膨張させ、破断圧力を測定

—気づき—

建築物の各部分によって強度を高めるための構造は異なる
⇒部分ごとに適切な構造、工夫を考える！

建築物としての耐久性は上がっても、紙自体の劣化を防ぐことはできていない。
⇒紙自体の加工も必須なのでは？

“ネット参照” 紙に加工を施す方法

- ・紙管にする
- ・たくさん折る
- ・防水スプレーによる防水加工
- ・紙の繊維に垂直方向
- ・圧力
- ・紙をたくさん重ねる
- ・ねじる
- ・牛乳パックのような加工
- ・ヘアスプレーなどのスプレーを使う
- ・ニス
- ・ホチキス

実験方法②

紙に加工を施したときの紙の強度を調べる。
①水 ②劣化 ③衝撃など

CHATGPTより紙の強度を高められそうな工夫
強化繊維の追加(ガラス繊維や炭素繊維を紙に混ぜ込む)

家に住む対象や周囲の環境に対して十分な強度を持つ紙が必要！
⇒それぞれの加工を比較した強度の実験で強度を計測する！

紙自体の構造を変化させるのは不可能に近いし、時間がかかる

①の実験結果まとめ

屋根

図形/おもり	300g	500g	700g
円錐	○	○	×
四角錐	○	○	○
三角錐	○	○	○

円錐は、上の尖った部分が潰れてしまうと、一気に耐久性が下がった。先端が潰れていない円錐でやり直したら、700gにも耐えていた。

壁と柱

	5N	10N	15N	20N
直方体3つ 円柱	○	○	×	
直方体4つ 円柱	○	○	×	
直方体3つ 四角柱	○	○	×	
直方体4つ 四角柱	○	○	×	

- ・柱の中には紙を丸めた物を詰め、加わる力が柱の空洞に響かない工夫をした
- ・壁と柱をガムテープで接続して家としての基本的な構造を保ちながら実験をした
- ・どちらも15Nまで耐えたが、ガムテープの補強が影響した可能性大

《考察》

最も強度の高い建築物の構造は、

- 屋根：円錐(先端と底面を強化)
- 柱：円柱
- 壁：直方体4つ

(気づき)

- ・柱の空洞部分に丸めた紙を詰め込むと強度がかなり上がった
⇒柱自体はちょっと小さくして、小動物の生活スペース確保！
- ・動物が出入りする場所を作っていなかった。
⇒壁に入口を作るため、壁が直方体3つより4つが安定するかも。
- ・補強をガムテープ(最低限)でしたため、紙だけの強度とは言いにくい

RQ2

紙自体の強度を高めるには紙にどんな工夫が必要か？



動物の命を考えたときに動物に有害な物質が含まれる加工はあまりよろしくないのでは...?と考えたので加工はしないことに

作りやすいし、環境にも良い！

柱、壁の空洞部分に紙を敷き詰めることで強化(どれも同じような強度にするために同じ面積で同じ質量の紙を敷き詰めるとする)

【実験における前提条件】

今回はあくまでも建築の強度について考えたため、小動物が出入りする所や動き回るスペース等の要素は考えずに実験をした

動物の身体に影響がないまま、紙を強化可能な加工方法を考えられるとさらに良いと思った。😊

より現実的にするために、実物大のものを作ってみると違う観点からの課題が見つかるかも？！

大目標

濡れない教科書を作る

RQ

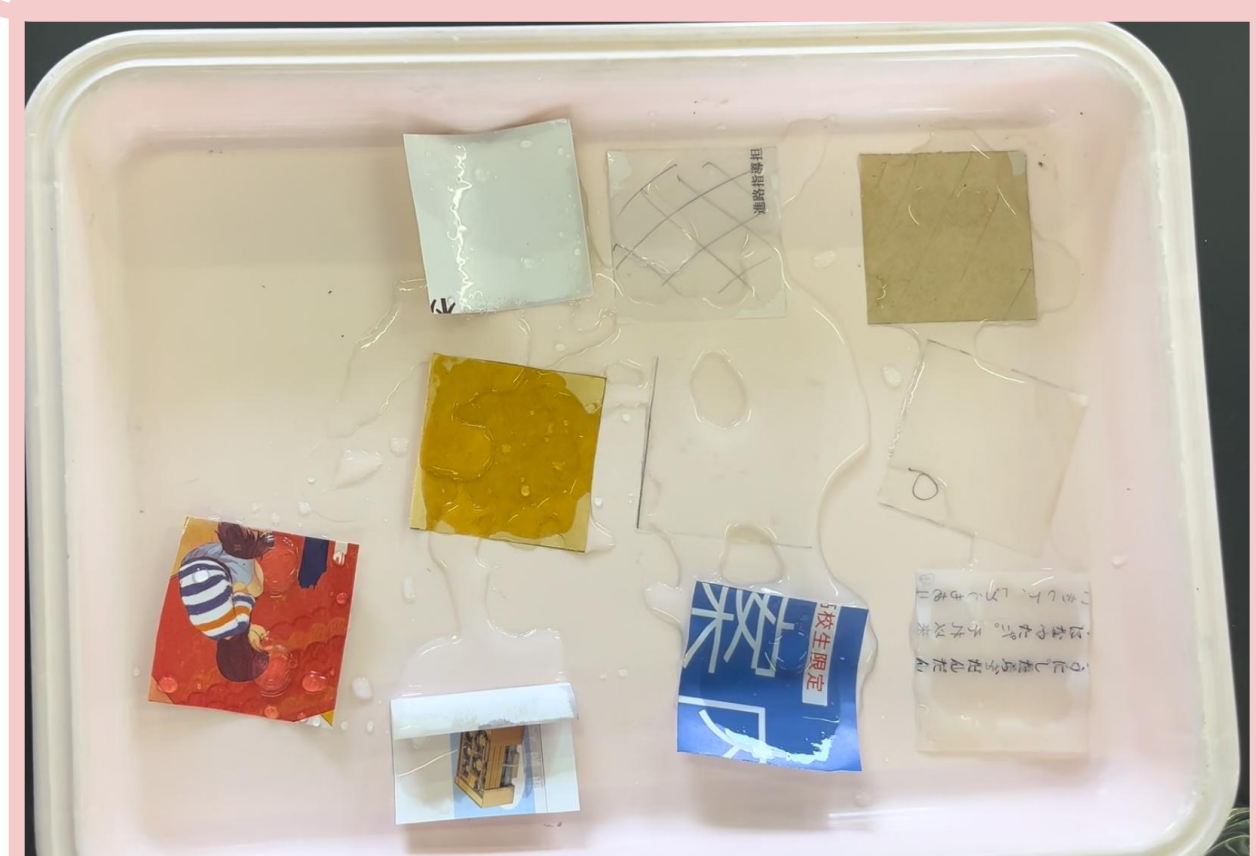
普通の紙から水を弾くにはどうしたらいいか

RQ1

どの素材の紙が水につよいのか

結果

半紙: 染みやすいが破けたりはしない。
教科書: 丸まってしまった
前女のプリント: 少しずつ染みてく
チラシ: 思ったより弾く



RQ2

RQ1でみつきたい紙にあう水を弾く方法

もともとある紙にプラスチックをいれるのはほぼ不可能。

プラスチックを使わないで水を弾く
必要はないのか
⇒和傘、油を塗る

実験方法

- ①<https://site.ngk.co.jp/lab/no167/>
- ②<https://hiyoshiya.wagasa.com/kyowagasa/made/>

身近な液体を弾く紙を探す
⇒紙パック

"<https://www.tamura1753.jp/Functional-Paper-Selection/water-resistant-paper-video/>"
耐水紙は、通常の紙とは異なり、特殊な製造方法・特殊な薬品・特殊な加工や素材を用いることで、水に強い性質を持たせています。具体的には、ポリエステルやポリプロピレン、ポリエチレンなどの合成樹脂を使用していることが多く、この素材は水に対して優れた耐久性や強度を持っています。

結果
水を弾いた

ベタベタと匂いが気になる
透明っぽくなった
↓
トレーシングペーパー

RQ3

最適な油の量を見つける

結果

水の弾き方に大きな差はなかった。どちらも油がベタベタしてしまい臭いも気になった。半紙は透明になってボールペンでもシャープンでも書けた。チラシでは書けなかった。

RQ4

最適な油の種類を見つける

"<https://ja.wukihow.com/wiki/Make-Tracing-Paper>"
トレーシングペーパーの作り方

結果
水に濡れない
匂いやベタベタもあまりない

	0.5	1.0	1.5	2.0
半紙	弾いた 少しベタベタ 書ける	弾いた ベタベタ 書ける	弾いた ベタベタ 書ける	弾いた すごくベタ ベタ 書ける
チラシ	弾いた べたべた 書けない	弾いた ベタベタ 書けない	弾いた ベタベタ 書けない	弾いた ベタベタ 書けない

RQ4

インクとの相性

結果

どの文房具でもだいたい使える
消しゴムは消すと黒くなる

ペンの種類	相性
シャープン	○
油性ボールペン	○
水性ボールペン	○
名前ペン	○
消しゴム	△
修正テープ	○
マーカー	○

仮目標

紙でハンモックを作ろう！

3班 名前:高橋、鳥山、茂木、谷津

紙の耐水性を高めよう！

RQ

紙に何を塗ると強度が増すか？

実験内容

普通紙・半紙にテープ、日焼け止めクリーム、スティックのり、液体のり、防水スプレー、ベビーパウダーを塗り、それぞれの組み合わせに水を垂らして、しみる速度を計測する。

結果

テープ・ヘアワックス・防水スプレーを塗った紙は水を垂らしてから60s以上経過してもしみなかった。

RQ

どの紙がいいか

実験内容

普通紙・厚紙・半紙3種類の紙を水に濡らし、しみる速度を計測する。

結果

普通紙がスペック高め！！サイズを大きくして人が乗れるくらいのサイズにしたい。



模造紙を使う

耐久性を高めよう！

研究内容

模造紙1000mm×780mmを用いて、どのくらいの重さに耐えられるかを500g(ペットボトル水)1000g(Chromebook)、1500g(ペットボトル水+Chromebook)、2000g(レンガ1個)、4000g(レンガ2個)を模造紙において耐久性を調べた。尚、模造紙は半分に折って用いた。

結果

4000gまで耐えた

普通紙のスペックを高めよう！

4000gが幼児の体重くらいなので4000gを基準として紙の密度・折り方・立て方などを変え、紙の耐久性やハンモックとしての安全性を高める。

紙本来のスペックを高めようとしたが、紙の製造過程から変えないといけなかったり、いくつか他の方法があったが大きな変化が見られないと思われるものも多く発展性がない！むずかしい！

過去
未来

大目標

紙で椅子を作ろう！

理由)

- ・ハンモックにこだわりすぎている
- ・支える両端の2箇所の部分に負担がかかってしまい、紙本来の支えられる力が知るには適さない
- ・紙を伸ばすのは難しいと感じたため

お昼を食べるときに使うパイプ椅子は重い為紙で軽く、折りたたみは私達には難しいと考えた為、組み立て式の椅子があれば場所を取らないので良いのではないかと考えた。

RQ: 紙で安全な椅子を作ろう

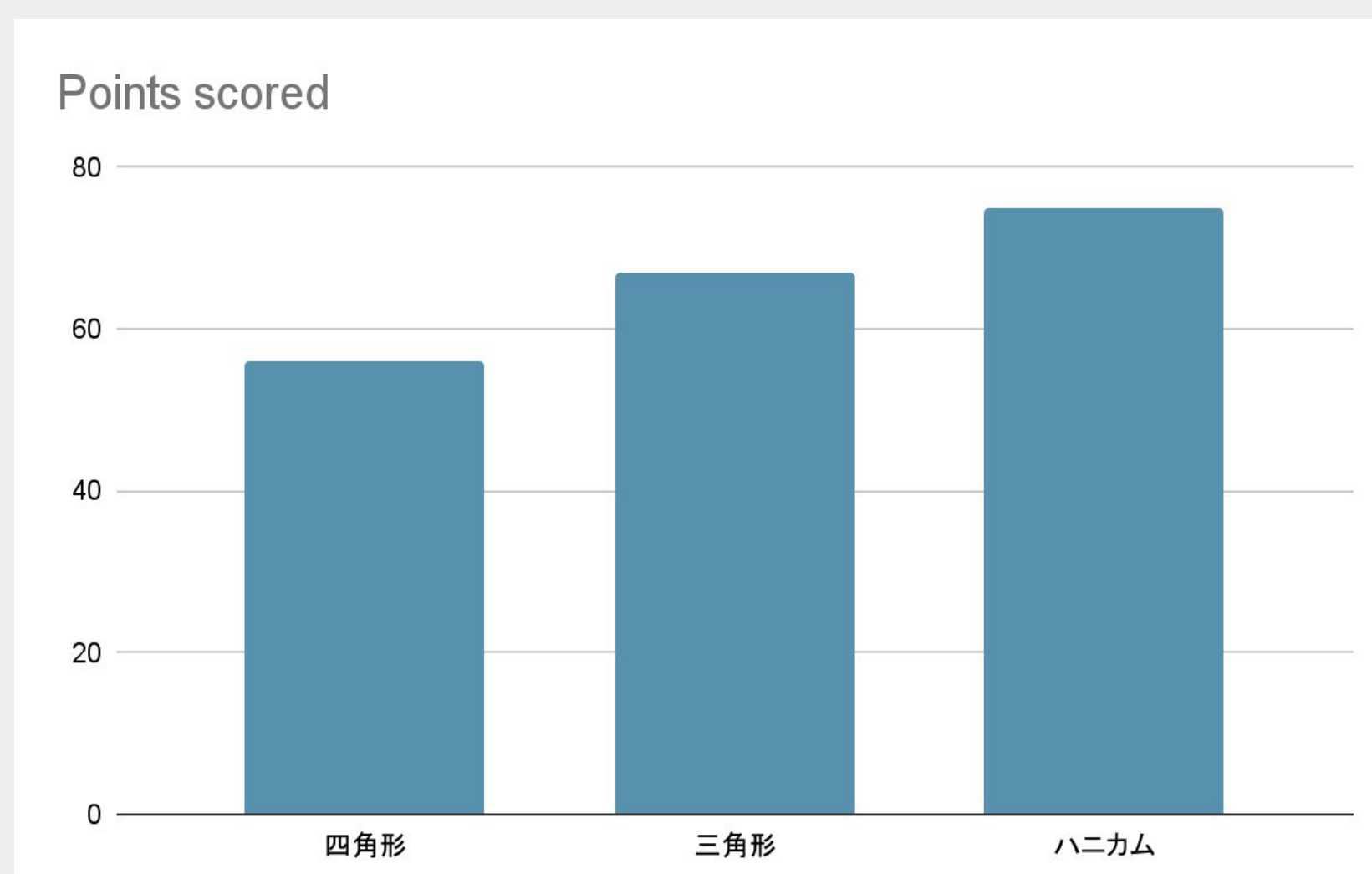
- 内容①ハニカムなどいろんな形のものを折って耐えられる強度を確かめる。
ふわふわの座る部分をつくる。
②支える部分などを作っていく、椅子を完成させる。

どの形だと耐えられる重さが大きいのか？

内容: 四角形、三角形、ハニカム構造の3つの形で作った四角柱、三角柱、六角柱がどのくらいの重さに耐えられるのかを重さを乗せて調べて確かめた。

(1cm²あたりの耐久質量)

1cm²あたりの耐久重量(g)(g)



<https://wakara.co.jp/mathlog/20191222>

折り方...



理論値

50kgの人を乗せるためには64個必要

大目標

紙を使ってサプライズがしたい

RQ1

面白みのある紙の使い方とは

- ・水みくじ
- ・紙アート

RQ2

水みくじの仕組みを知る

RQ3

最適な液体とは

”水に濡らすと文字が浮き出る仕組みとは？水につけると文字が出るおみくじ「水みくじ」の作り方”
<https://kisetuiyouhou.com/>

おみくじなどに使われているのは水出し印刷と呼ばれるもので文字の部分だけ水を吸いやすい塗料を塗布することによって文字が見えるようにしている。

ミョウバンや洗濯洗剤を薄めたもので文字を書いた後から乾かすことで同じように水につけると文字が浮かび上がる仕組みを作ることができる。

紙に水が浸み込みにくい場合は、ミョウバンではなく、マニキュアの除光液を使ったほうが上手くできる。

ミョウバンや除光液が浸み込んだ部分と、何も書かれていない紙の部分の水の浸透性(浸み込みやすさ)の違いによるもの

実験方法1

コピー用紙に①石鹼水、②洗剤、③ミョウバン水を用いて字をかく。乾燥させて、水で濡らしたときの反応を見る。⇒①と③でよく反応が見られた。ただ、濡らした影響で紙にしわができてしまった。

RQ4

- ①紙にしわがよらない対策⇒テープの有無
- ②除光液を用いた実験
- ③最適な液体はどれか⇒定量化
- ④最適な紙はどれか⇒定量化

実験のテーマは“紙”、今回は液体は固定して紙についての研究④を行うことに決定。



RQ5

最適な紙はどれか

実験方法2

①コピー用紙、②画用紙、③和紙、④半紙 に除光液を用いて文字を書き、乾かす。その上から水を垂らして、写真容量を調べる。

定量化は、滲んでいるほど写真で撮ったときの容量が大きい。

実験結果2

	テープ有り	テープ無し
①コピー用紙	1.6	1.5
②画用紙	2.2	2.0
③和紙	1.8	1.6
④半紙	2.2	1.0

表からわかるように、テープ加工をしてもなくても結果に差はなかった。また、テープ加工をすると文字が白抜きになってしまい、白の紙に向いていないため、今後はテープ加工をせずに進める。

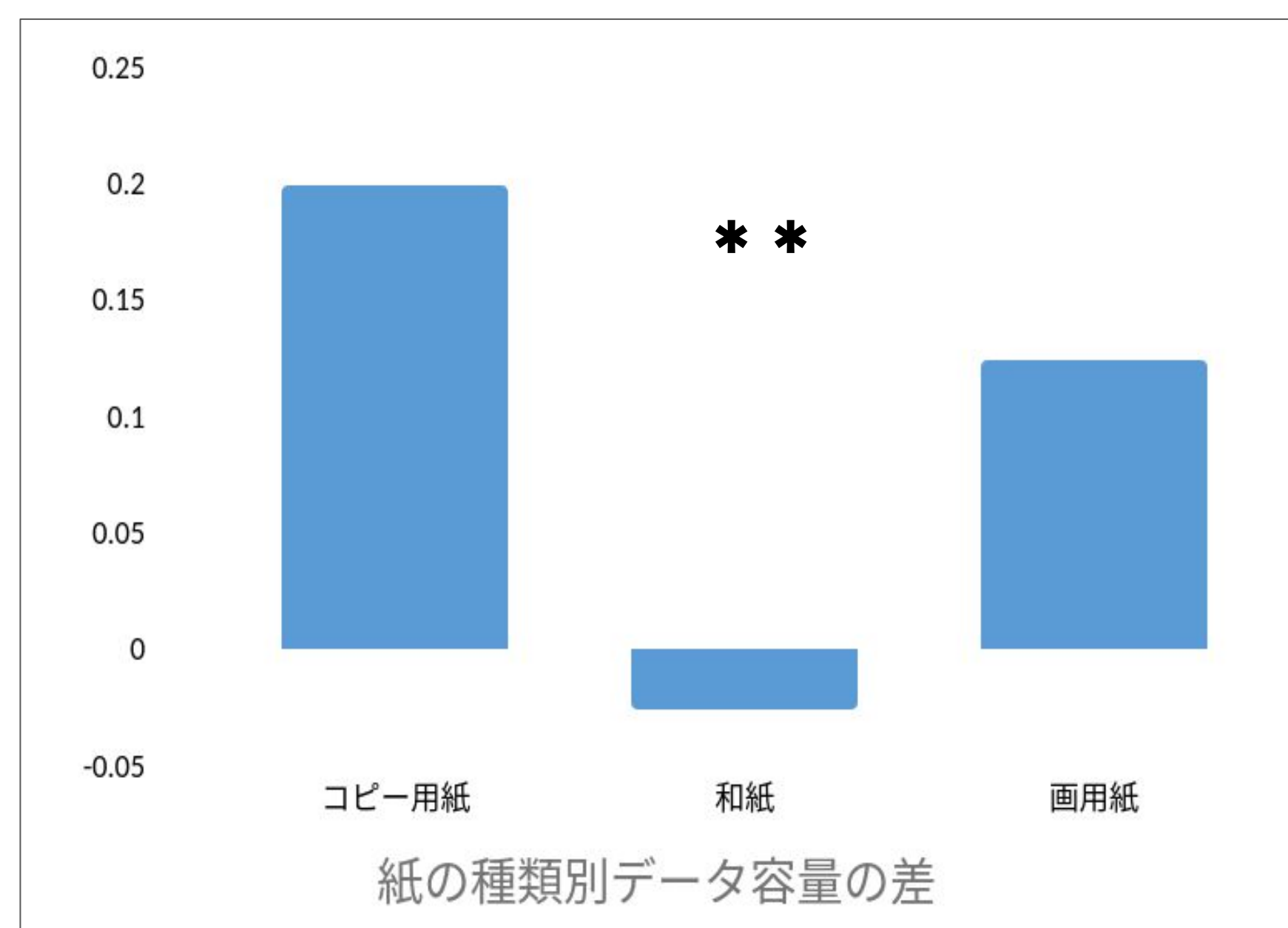
除光液について

” ChatGPT ”
 除光液の一般的な成分であるアルコールは、紙に染み込みやすい液体の性質としてあげられる、低粘度、良好な浸透性や拡散性を持つ。
 ⇒今回の実験に適していると考えた。

実験方法3

実験回数をそれぞれ8回に増やし、実験2と同じように進める。

半紙は文字がにじみすぎてしまったため、大目標の達成に相応しくないと考え、半紙は実験から除外する。



図中の**は1%水準で有意であることを示す(n=8)

結果から、最も容量が小さかったのは和紙であることがわかった。

考察

和紙が最もにじみが少なく、文字がはっきり映った。

結論

水みくじに最も適している紙は”和紙”である。だが、実験結果ではマイナスの値が出てきてしまい、正しい結果とは言い難い。よって、この実験の方法を見直したり、実験の回数を増やしたりするとよいのではないかと思った。

方向性①

水みくじ以外の紙を使ったサプライズを考え、それにあった最適な紙を見つける。

方向性②

この実験において、実験回数を増やしたり、定量化の仕方を改めたりする。

過去
未来

大目標

紙の晴雨兼用傘を作る！！！！



紙に新たな性質を加える

内容.....

紙を液体にしてそこに色々な物質を混ぜてみる
→新しい紙を一から作る

”参照元”

参照内容.....

Youtube https://youtu.be/RUIHhrL_Zj8
”1万回以上も紙を混ぜ続けていたら、紙のミニチュア包丁になりました”

UVカットできる紙を作る

内容.....

紙を一度液体にして様々な種類の日焼け止めを混ぜてUVカットの効果があるか調べた。

研究内容の詳細

〈実験で使ったもの〉

・紙 ・ミキサー ・ガスバーナー ・ピーカー ・氷 ・ガラス棒 ・日焼け止め ・アルミホイル ・紫外線ビーズ

〈実験の方法〉

紙を細かくする (ミキサーで粉々or手でちぎる)

point:このときに水を入れない!! →1回目入れたら、1週間後使うときにカビが生えてしまった

ピーカーに紙と200gの水を入れてガスバーナーでふやかす

ある程度ふやけたら、ミキサーで液体にするため、ミキサーが使える温度(40℃)まで水で冷やす

冷やした後、ミキサーで粉砕する

液体になった紙に5gの日焼け止め(4種類)を入れ、よくかき混ぜる

ここで日焼け止めを入れない紙も作る

液体をアルミホイルで作った型に入れる

乾くまで放置

できた紙を使って、晴れた日にビーズを紙の下において、2分間放置する
その後、ビーズの色が変わったか確認する

実験の結果

- 紙を液体状にすることが可能
そこに様々な物質を混ぜることが可能になった
- 日焼け止めを混ぜても混ぜなくても紙にUVカットの性質がある
- 紙の中に埋め込んだ物質がその後紙にした後も機能するのかがまだ不明
- 傘を作るには、強度が弱すぎた

防水性をつける
(目標①)

防水効果のある物質
防水スプレーや油、蝟燭を混ぜてみる

紙が重すぎる⇒軽くしたい!
(目標②)

紙を薄くする

強度を高くする
(目標③)

ボンドを混ぜて紙を作ってみる

紙の繊維の玉が残ってしまう

サラサラの部分を使って紙を作る★

玉が少ない手触りの良い紙が完成

〈発見!〉

紙を作る前の液体状のものを放置しといたとき、土の層のように紙の繊維が段階上になっていたため、粒が大きい紙の繊維を除いて紙を作った

紙の繊維が細くなったからか、紙の分子構造が強化され、折っても裂けなくなった
目標①②達成

実験の結果

- ・紙が軽くなった
- ・紙の強度を高める
- ・日焼け止めを入れても入れなくてもUVカットの効果は同じ
(逆に紙が薄くなった分、紫外線は通ってしまった)
- ・紙の傘を作ることは出来なかった→時間がなかった
- ・防水性のある紙を作る✗
→油を紙の液体状のところに入れると乾燥させる時に水と油が分離してしまう

『上の実験の詳細』(1, 2回目)

〈実験で使ったもの〉

前回と同じ

〈実験の方法〉(1回目)

(冷やした後、ミキサーで粉砕する)まで同じ

粉砕した後、ピーカーに移し、1日ほど放置する。→紙の層を作る

放置したピーカーにできていた紙の層からだまができていない部分を取る

これを2回ほど繰り返す→サラサラにする

この後も前回と同じ

(2回目)

日焼け止め以外にもスティックのり(Tombow PIT 消えいろ)を入れる→強度を高める

その他は同じ



過去

未来

防水性の紙をつくる

油を混ぜることはできない

コーティング系でいく
(蝟燭や防水スプレーをかけてみる)

紙の傘を組み立てる

和傘の構造を意識して作る

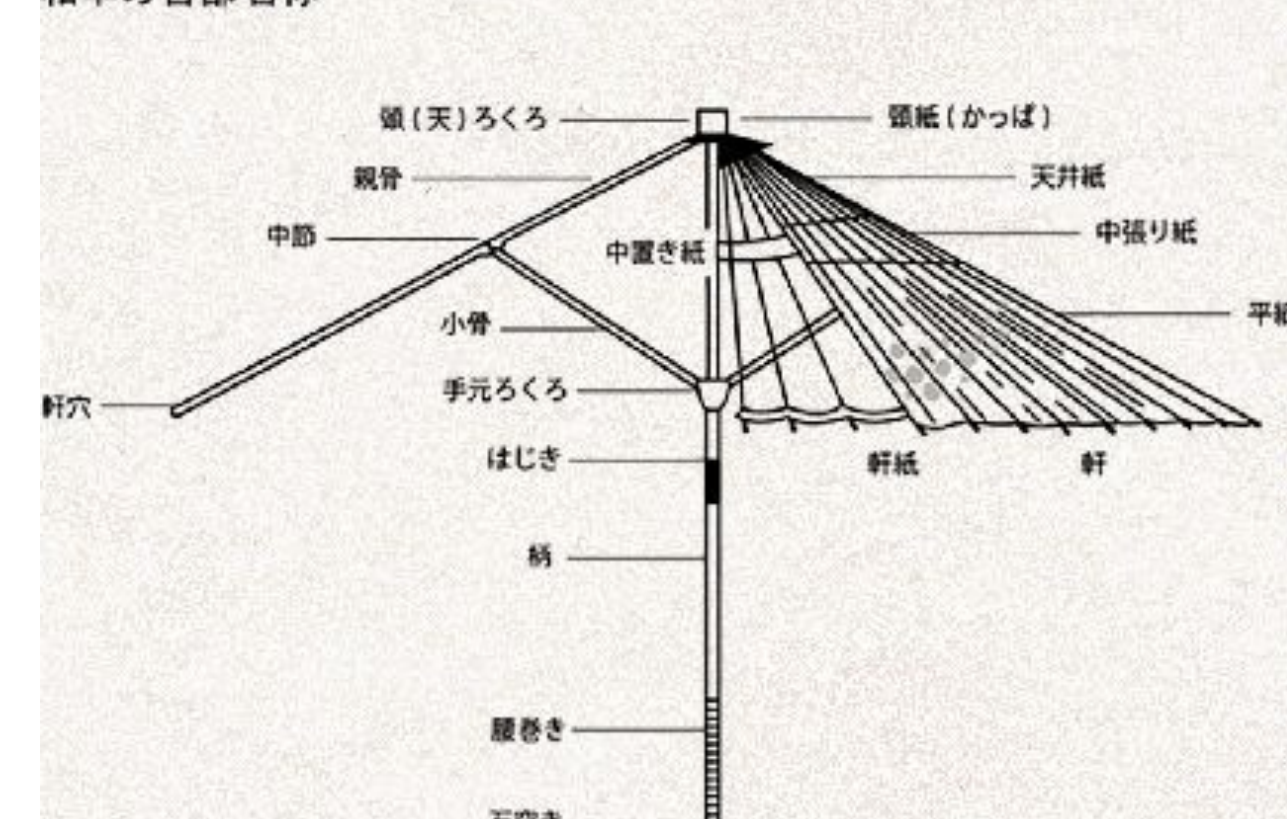
紙の液体状に何かを入れてもその入れた性質が乾燥した紙の性質に反映するかわからない

もっと様々なものを混ぜて対照実験を行うべき

実験の定量化と統計検定の実施

加える物の量や乾かす紙の量を測ったり決めたりして、実験の正確性や再現性を高めたい。統計検定をして、研究結果をグラフにしてみたい。

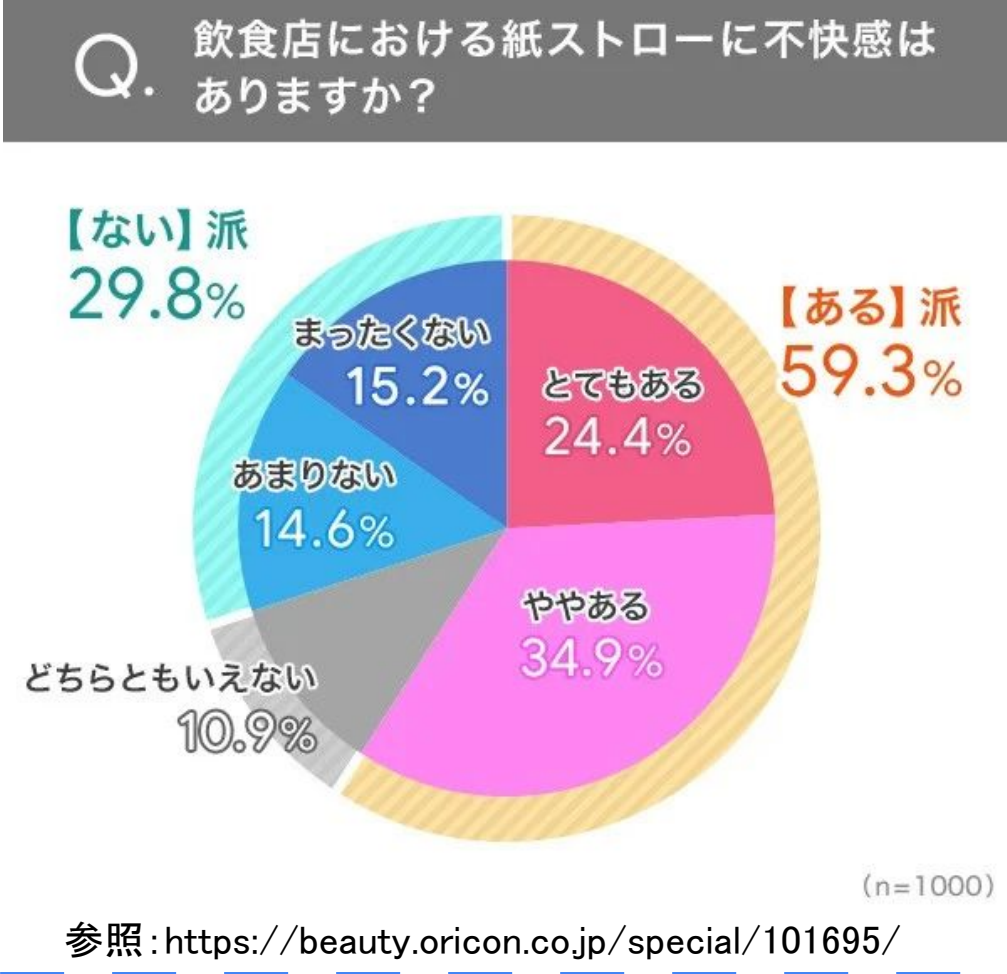
和傘の各部名称



大目標

水に強い紙を作って活用しよう！

”環境に良い紙ストローへの人々の評価



RQ①: 長時間使用しても柔らかくならない紙ストローを作ろう！

RQ②: 雨にぬれても丸まらない紙を！！

RQ③: 水に強い紙で発電しよう！（屋外でも発電可能な）

RQ④: 発電できる紙の装置を作ろう！（風車のようなもの？）

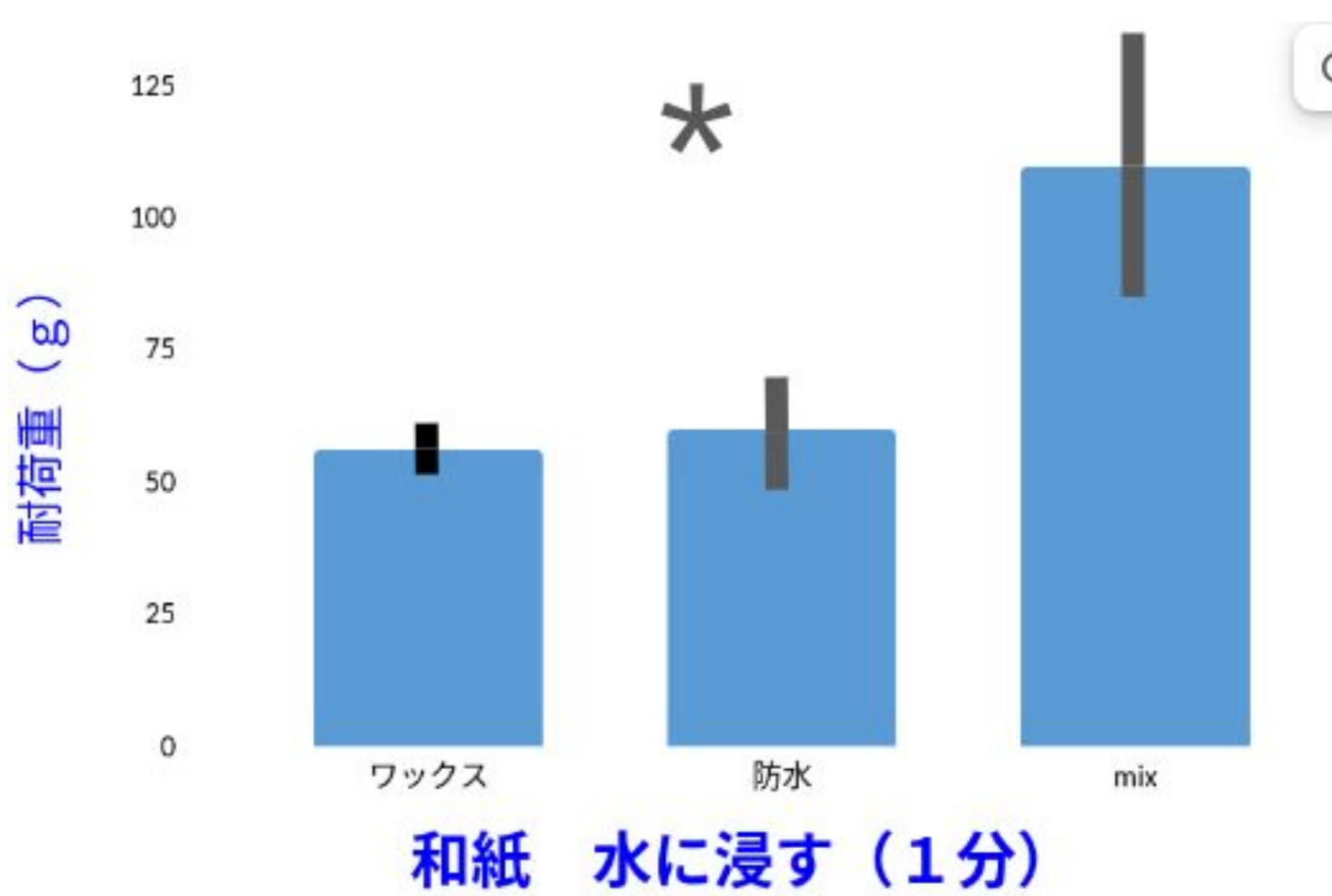
実験③

加工方法	紙	観点
① ワックス	i 和紙	① ノーマル
② 防水スプレー	× ii 折り紙	× ② 水に濡らした
③ Mix	iii トレーシングペーパー	③ 乾かした

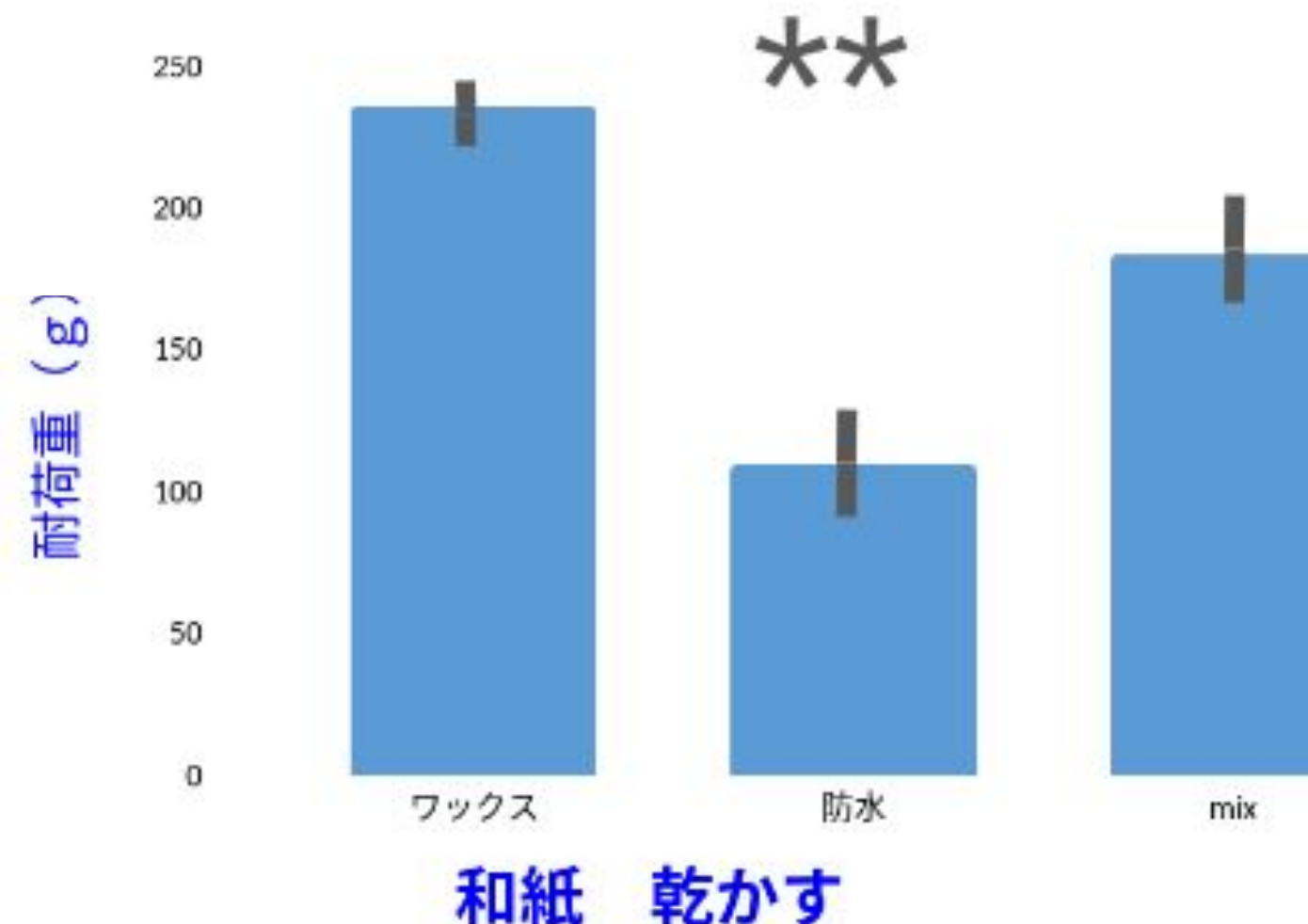
27通り

紙	加工方法	観点
i 和紙	× ① ワックス	② 水に濡らした
	② 防水スプレー	× ③ 乾かした
	③ Mix	

6通り



図中の*は対応のあるt検定 (5%) で有意であることを示す (n=20)



図中の**は対応のあるt検定 (1%) が有意であることを示す (n=20)

実験①

水に一番強い紙は??

実験結果～振り返り～

- 種類が多すぎ
→ 弱すぎるものは排除し、数個に絞る！！
- 評価ができない(明確にない)
→ 水に強い基準は??
- 浸すと霧吹きでは違いが見られなかった。
→ 変える必要はなさそう
- 資料の紙の大きさが小さい
→ 次の実験では大きくする！

研究内容の詳細

①浸すバージョンと②霧吹きバージョンで条件を変え、23種類の紙で一番水に強い紙を調べる！！



研究内容の詳細

実験①の結果より 厚紙 折り紙 コーヒーフィルター キムワイプ トレーシングペーパー 和紙 の6種類に絞り、①水に濡れていない状態と、②水に濡れた状態で強さがどう変化するのか??

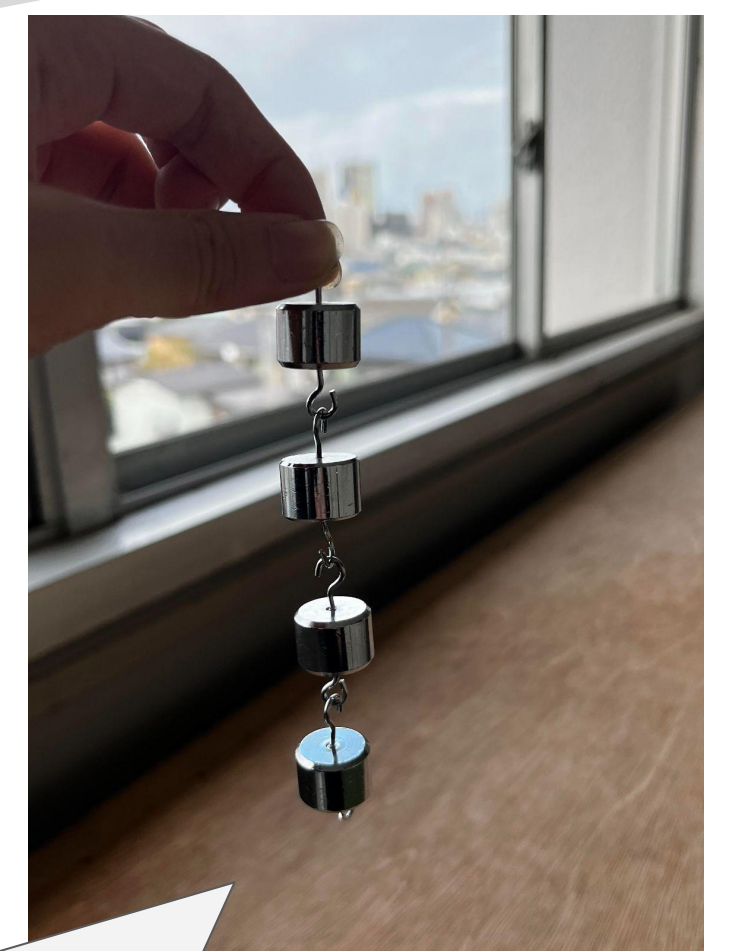
実験②

Q1、どうやって水への強さを評価する??

” by Chat GPT ”

〈紙の強度〉

- 引裂強度 (Tear Strength)
- ★ 引張強度 (Tensile Strength)
- 破断強度 (Burst Strength)
- 圧縮強度 (Compressive Strength)
- 曲げ強度 (Flexural Strength)



内容の詳細

①、②それぞれの状態でスタンドで紙を固定し、紙の角から0.5cmのところから穴を開け、おもりを吊るしていく。破れたときのおもりの質量を記録する
→破れたときのおもりが多いほど引張強度がある紙

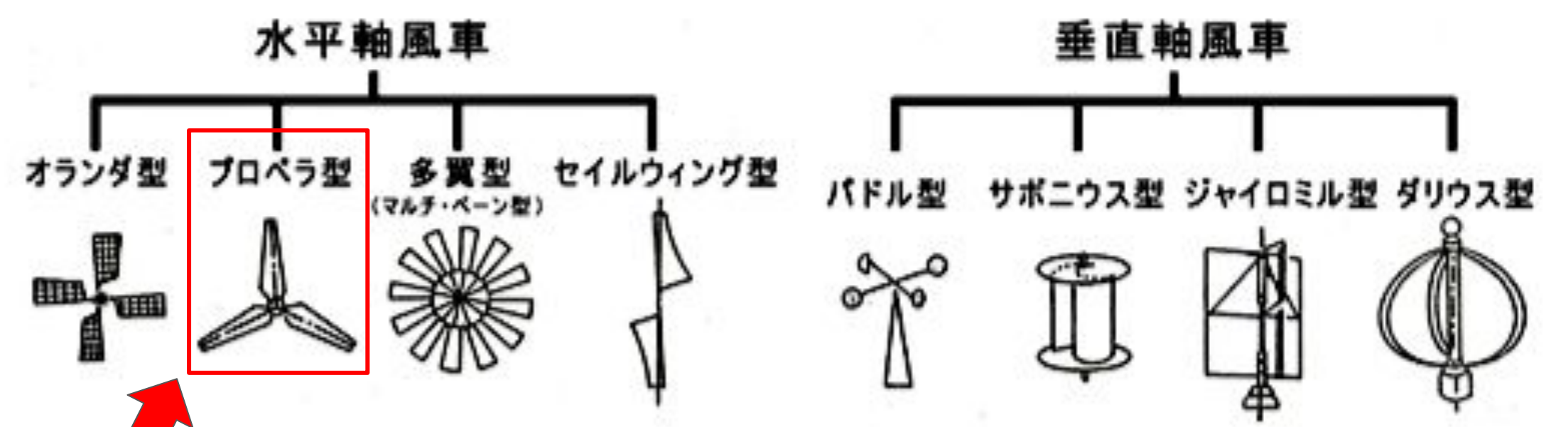
比較が大変！！

一番強いと前の実験でわかった「和紙」に種類を絞り、加工方法による違いを調べよう！

外での使用を想定しているの、結局②③の繰り返しであり、①は最初のみなので排除。

調べると、羽の幅や厚さ、面積による発電効率の違いはほぼないことがわかった。三角形や平行四辺形が最も発電効率がよく、その中でもプロペラ型がBEST！

弱風の時 角度は80度 強風の時、85度 が発電効率が良い 群馬はからっ風の影響で、強風なので、85度がよい！！



参考文献: <https://gakusyu.shizuoka-c.ed.jp/science/sonota/ronnbunshu/h30/183075.pdf>

結論 和紙のワックス加工が水に強い紙である！

私達の大きな目標は、水に強い紙を作って、発電できる(風力発電)もの の作成である。発電は濡れた状態ではなく、乾いた状態で行うため、乾かしたグラフを参考に考えた。

ワックスは、標準誤差が狭い、つまり数値が安定していて、平均値も最も高い。また、2番目に平均値の高いmixの最大値よりもワックスの最小値のほうが大きいことから、和紙のワックスがBESTだと思われる！！

ワックス加工した和紙を使った、85度傾けたプロペラ型の風車を作れば、効率的に発電できるかもしれない！

大目標

耐久性の高いダンボール製品をつくる！

RQ1
ダンボールのエコバックは作れるか。

RQ2
具体的にダンボールエコバッグをどう
やって使ってもらおう？

【ダンボールエコバッグの定量化】

- ①運ぶ時に底が抜けない
- ②ダンボールの耐久性
- ③耐水性
(使えなくならないように)



身近にあるものだけでお金をかけずに梱包する！
¥0梱包マニュアル

発展途上国や難民キャンプに役立てる！
(バックを使う場面)

- ・買い物◎
- ・持ち運び用→日常生活で使わなそう。
- ・水がしみなければ、水を運ぶタンクになる
- ✕
- ・農作物を運ぶ→通常は麻袋◎
- ↓さらにターゲットを絞る

①...物を入れて抜けないか

- ①運ぶ
 - ②ダンボールを固定して中身をいれる
- ※ダンボールの形状をかえて実験

②...マットレス耐久テスト(同じ高さからものを落として潰れ具合を調査)

③...〈長時間〉一晩雨にさらす。中に紙や布を入れて濡れている面積を調べる。
〈短時間〉数秒水につける

耐久性のあるモノにするには

- ①折りたたみ式...折り曲げると分厚くなりいずれ折れなくなる。また、曲げたところの耐久性が心配。
- ②取り外し式 (側面と底面の5つに分ける)
→手間を省く(かぎかっこの形の側面と底面の3つに分ける)
- ③取り外さず、活性部位のようにして折りたたみ、さらに折れるところまで折りたたむ。

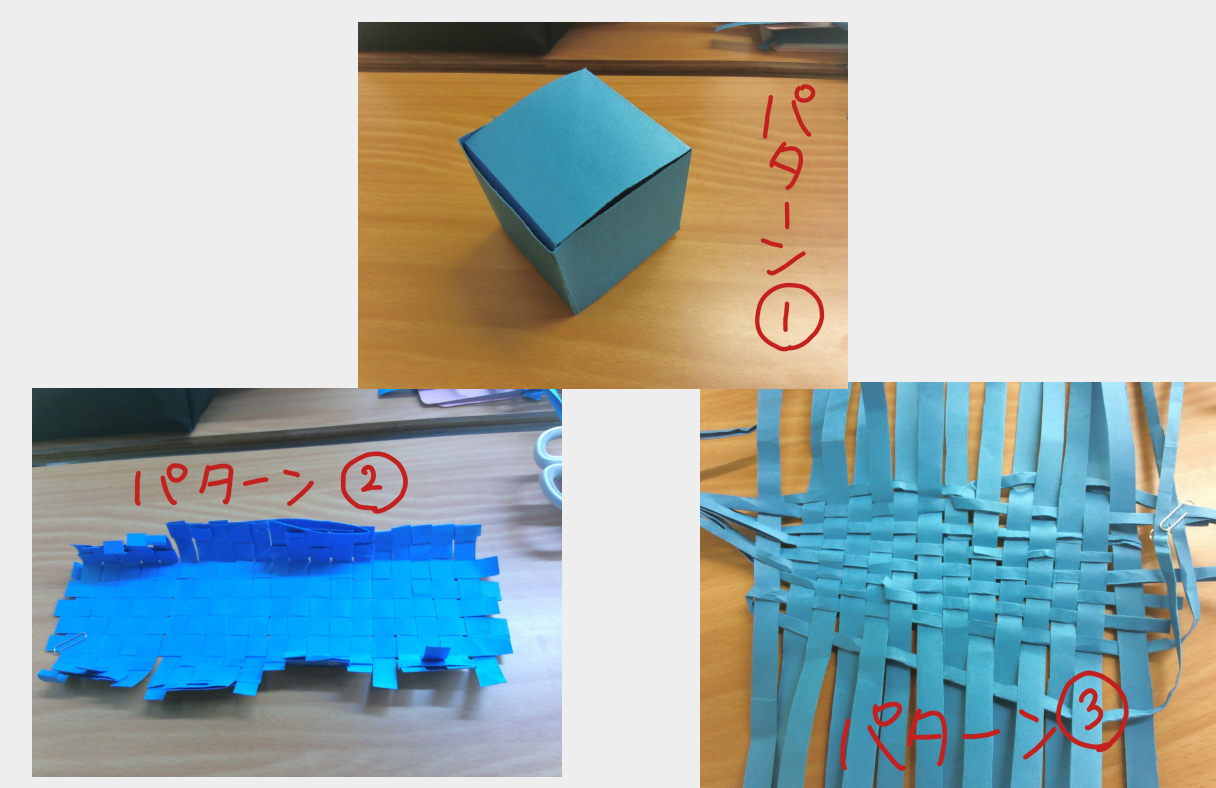
” 後発開発途上国とは？先進国・開発途上国との違いや抱える問題 ”

1人当たりの国民総所得(Gross National Income: GNI)
:1018米ドル(約14万5000円)以下(3年間平均)

正四面体の作ると終わらなそう。
→すごく手間がかかって大変。一年だと終わらない。
→実験内容を変えたり、縮小したりするなど考えないと行けない。

予備実験1
ものをいれて抜けないか、紙での形状を変えて実験する。
ダンボールで作るまえに画用紙でデモンストレーションをする。
パターン1...普通の箱
パターン2...あみあみ縦横
パターン3...矢羽編み

予備実験1写真



共有会

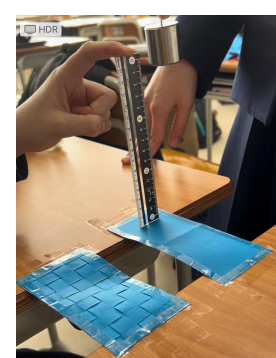
面だけの対照実験などに変更して、一年の間に終わらせるようにしたい。他にどんな実験ができるか？

大目標を
「繰り返し使えるダンボールエコバッグをつくる！」
↓
「耐久性の高いダンボール製品をつくる！」に変更。

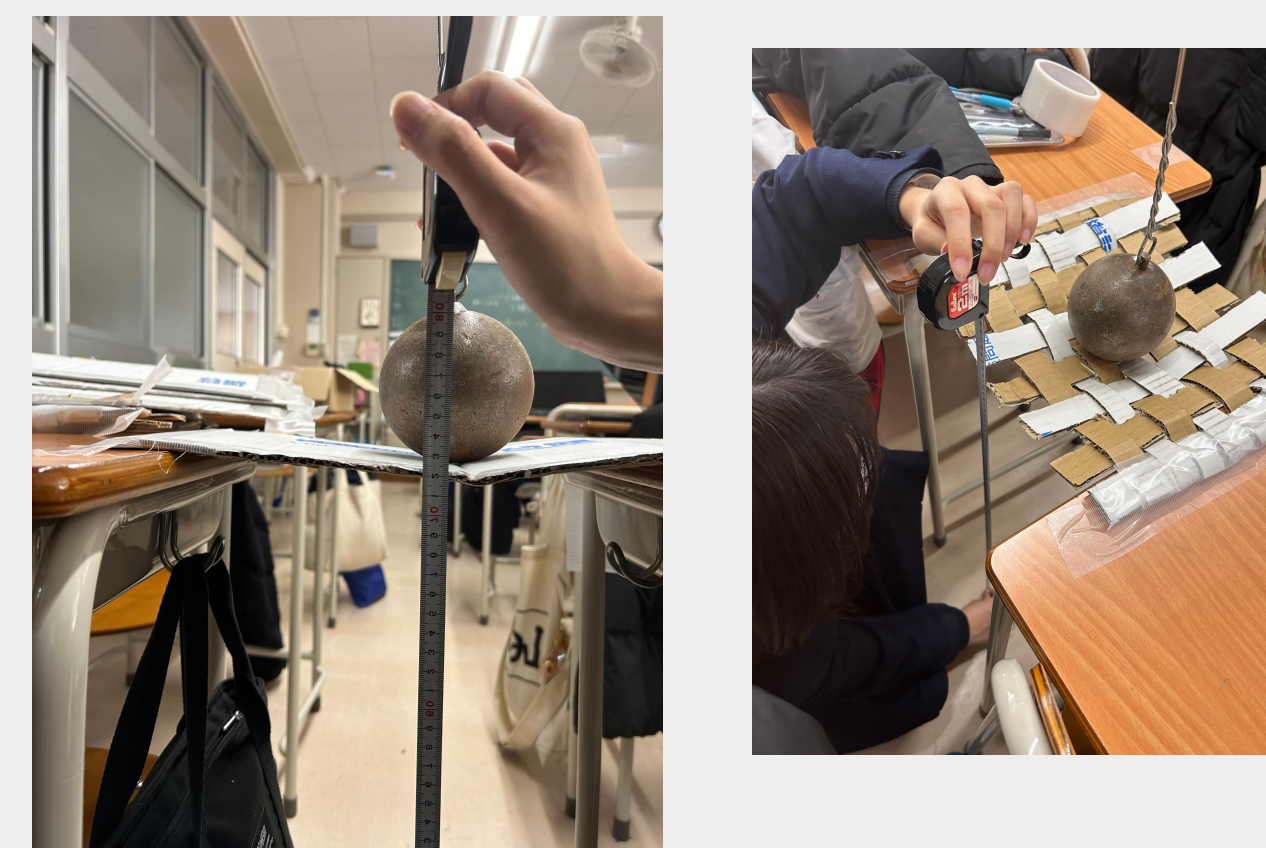
実験方法

パターン1(写真上側)とパターン2(写真下側)の面のみをセロハンテープで固定し、100gのおもりを高さ15cmのところから落とし、何回落とすと紙が破れるか調べる。

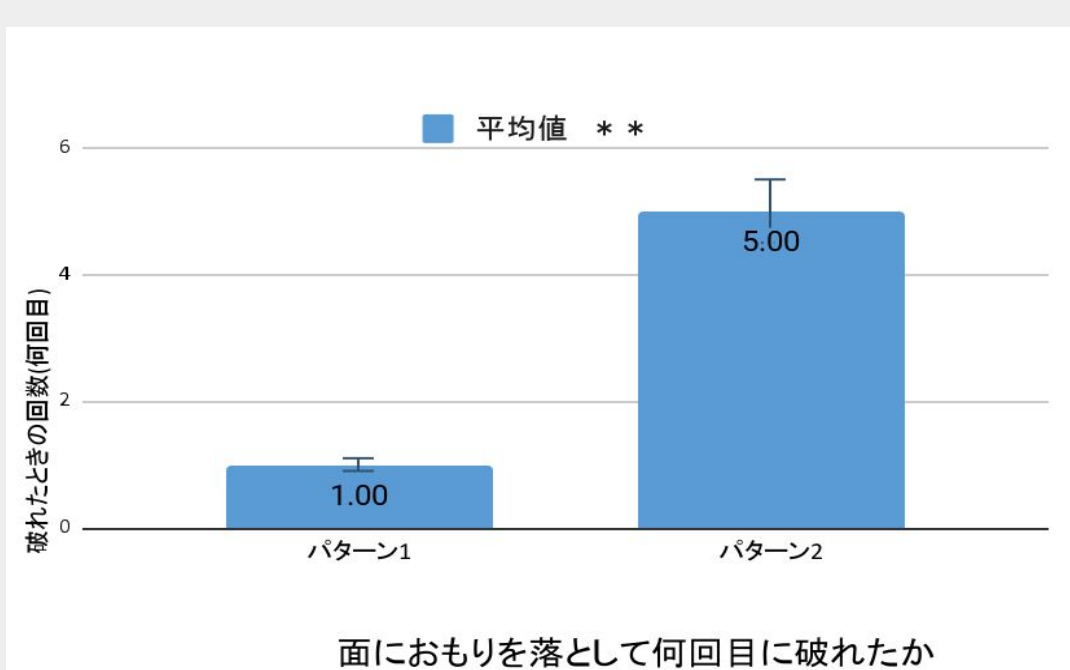
右図⇒実験装置



実験の様子

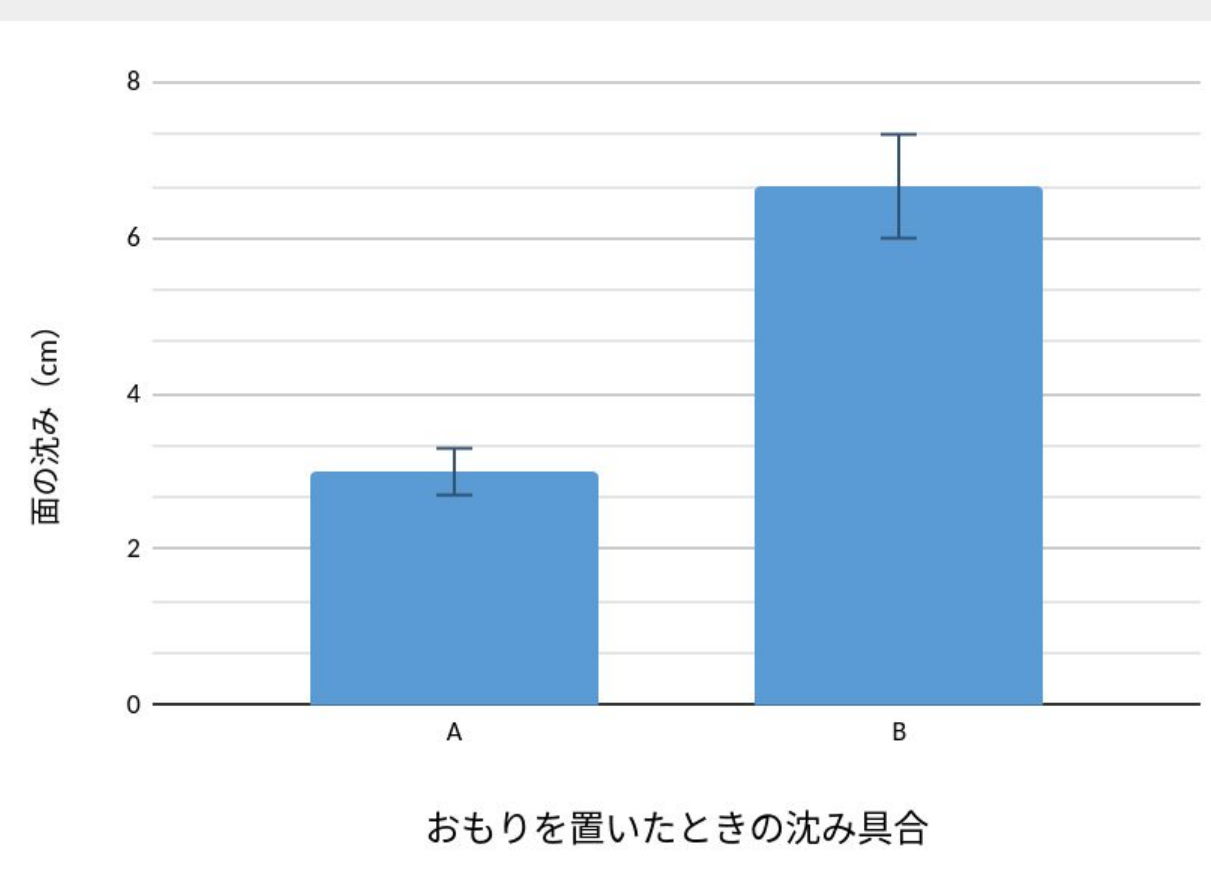


実験結果



図中の**は対応のあるt検定(1%)で有意であることを示す。(n=5)

実験結果



図中の**は対応のあるt検定(1%)で有意であることを示す。(n=3)

この実験によってダンボールで耐久性の高い製品は作れることが示された。

大目標 病気(糖尿病)を発見できるトイレトーパーを作る!!

今ある糖尿試験薬を参考にする

尿糖試験紙に含まれる成分を安全な食品で代用する

- ・グルコースオキシダーゼ→大根
- ・ペルオキシダーゼ→はちみつ
- ・オルトトリジン→×(米国等で発がん物質とされている、塩素の検出試薬として知られている⇒危険な上、ブドウ糖とは反応しないので使用しなかった)

実験4

★ナスの茹で汁(btb溶液の代用)を用いた・・・前回と異なり、茄子の皮だけを細かく刻んでから加熱した。その結果、色が濃くなった。

- ①大根、はちみつの分量を成分表に習って調整→混ぜる
・大根:8g ・はちみつ:1g ・ナス:668g
- ②大根がなかなか液に溶け込まなかったのを加熱しながら混ぜた



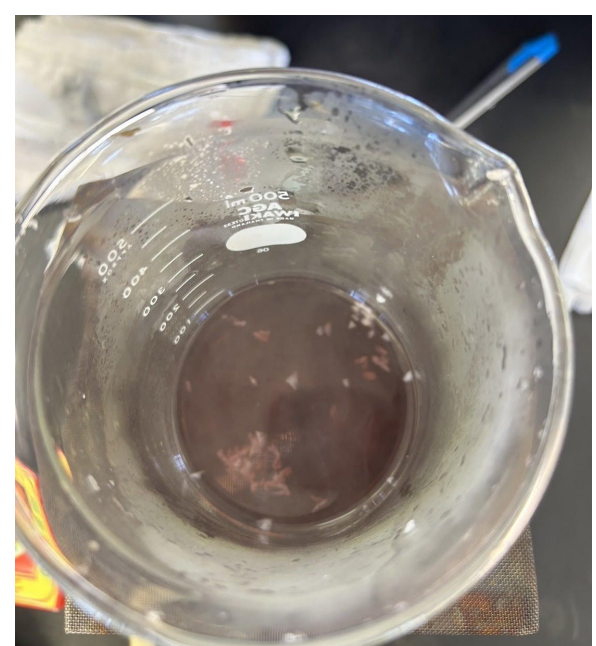
●成分・分量

試験紙に含まれる主な成分(100枚あたり)	
尿糖試験紙	グルコースオキシダーゼ…… 371.4IU
	ペルオキシダーゼ…… 47.6IU
	o-トリジン…… 33.4mg
尿たん白試験紙	テトラブロムフェノールブルー…… 0.72mg

前回



今回



←白い粒が大根

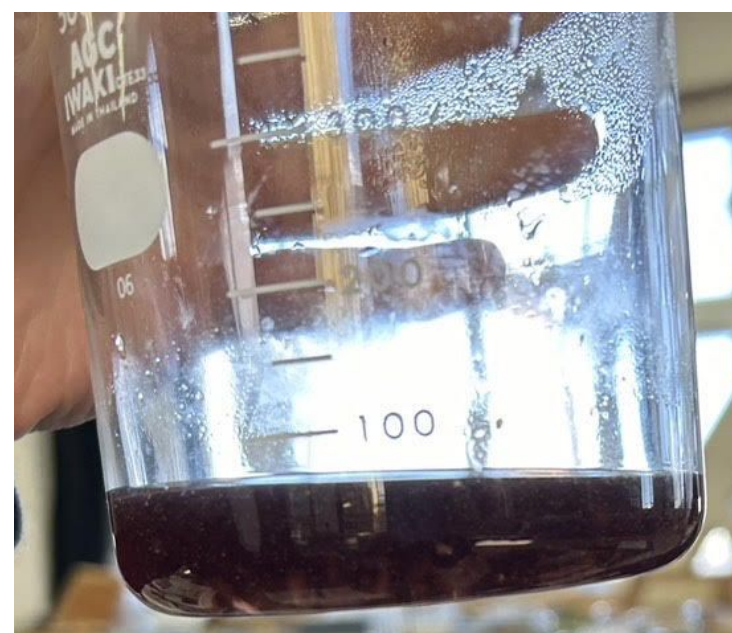


←入れたラムネ(ブドウ糖90%配合)

③作った液がブドウ糖に反応するか確かめるためラムネを入れた

★結果

作った液にブドウ糖を入れても反応しなかった



★柿渋成分を足してみる

前の実験で紫キャベツの液に浸した紙を日光にあてて干したところ色が濃くなったことから、日光と色の関係について調べた
⇒タンニンという物質が日光当たると色が濃くなる・タンニンは柿渋に含まれる
(<http://blog.livedoor.jp/kakisome/archives/1453541.html>)
→トイレトーパーにタンニンを塗る
[条件]タンニンに液性を左右されないこと

実験5

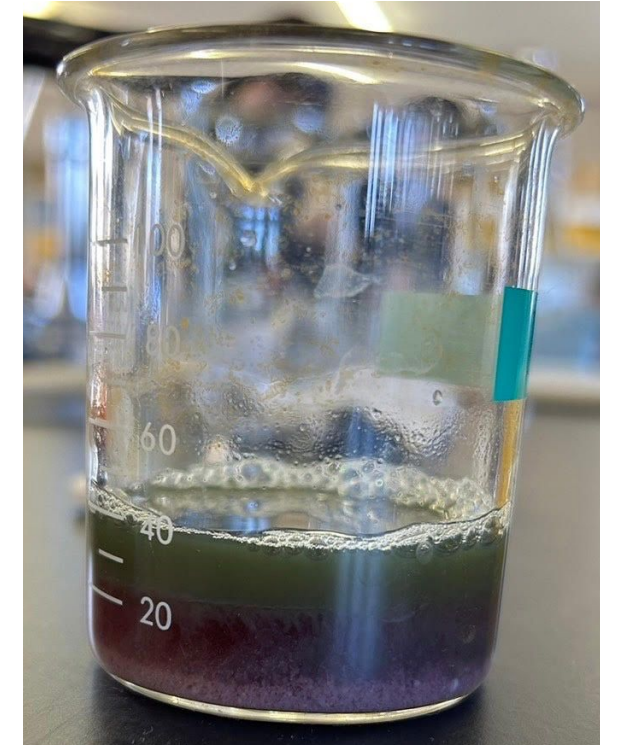
- ①ナスの液にヨーグルトを入れる
- ②①の液に柿渋石鹼の一部を入れる
液の色がどうなるか確かめる

結果

柿渋石鹼に含まれる柿渋以外の物質がアルカリ性として反応してしまった。柿渋、ヨーグルトを含んだ液にブドウ糖のラムネを入れてみるとそこから色が変わることはなかった。リトマス紙で調べたところブドウ糖を入れると液性は変わった。



←①



②→

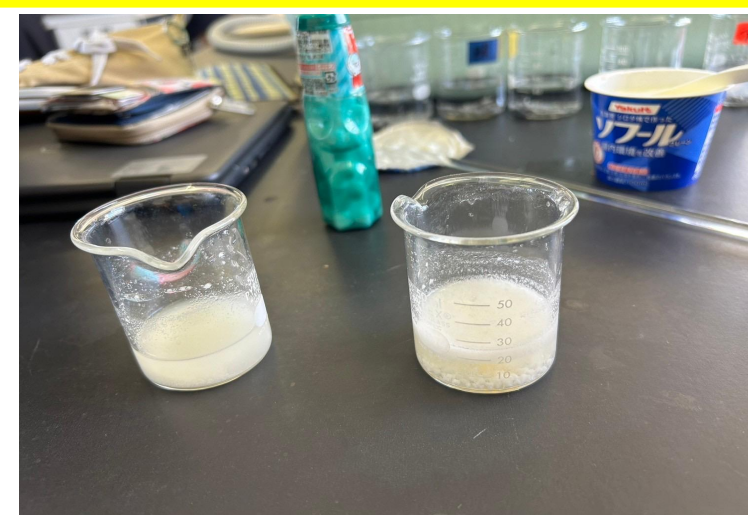
柿渋石鹼を入れるとが緑色に変色

1月20日 公開討論会

乳酸菌が糖を分解すると多量の乳酸ができるというのを利用した実験を見た!

つまりトイレトーパーに乳酸菌と試薬を染み込ませたら、尿に糖が含まれていないときはトイレトーパーの色は変わらないが、(ブドウ糖のみでは色が変わらないため)尿に糖が含まれているときは乳酸菌で分解されて、色が変わるのではないか!

実験 方法:ヨーグルトとヨーグルトにブドウ糖を混ぜた液にそれぞれph試験紙を入れて色の違いを確認する



結果→



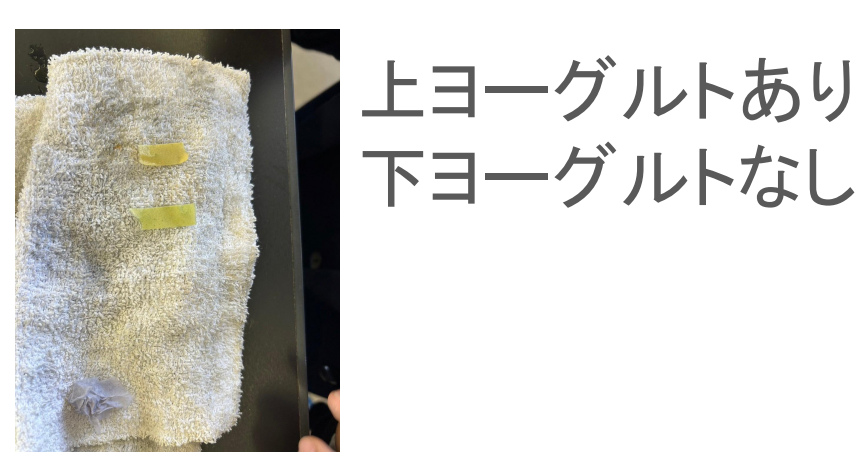
左ヨーグルト(乳酸菌)なし 右ヨーグルトあり

上ヨーグルトあり 下ヨーグルトなし(上のほうがやや酸性)

次の週 前回のヨーグルトにはもともと少し糖が入ってることに気づいた。

前回反応したのはその糖なのではないかと思い、ヨーグルトを無糖のものに変えて実験

結果↓
試験紙の色がどちらも前回より緑に近い→どちらも中性に近い



上ヨーグルトあり 下ヨーグルトなし

★結果
試験紙の色が変わったのは乳酸菌がブドウ糖を分解したからではなく、ヨーグルトにもともと含まれている糖が反応しただけであって、乳酸菌のおかげで色の変化がわかりやすくなったとはわからなかった。

最終結果

これまでの実験の問題点:ブドウ糖の酸性が弱すぎる、トイレトーパーに色がつきにくい

液性でブドウ糖があるか確かめる以外の方法を模索していきたい

大目標

紙から環境に優しい紙せっけんを作りたい！

RQ

紙せっけんはどのようにして作るのか

実験

古紙、コピー用紙、紙封筒の紙に泡せっけんを吸わせてみる

RQ

どのような紙が紙せっけんに向いているのか

実験結果

どの紙も紙せっけんとしては使えなそう

水溶紙というものがあり、それを使うと作れる

共有会

これを調べても深堀りするのが難しい...

大目標

紙吹雪をより盛大に散らしたい！

仮説

紙の素材や滞空時間が関係しているのではないか

RQ

紙吹雪を回転させながら広範囲に落とすには？

実験結果1

1, 0.13g 2, 0.30g 3, 0.99g
4, 0.09g 5, 0.17g

実験1

- ①紙の種類 1古紙、2ポスター、3ファイル、4半紙、5コピー紙
- ②同じ大きさに切る 縦:11.5cm 横:2.2cm 切れ込み:1.5cm
- ③電子天秤で質量を測る

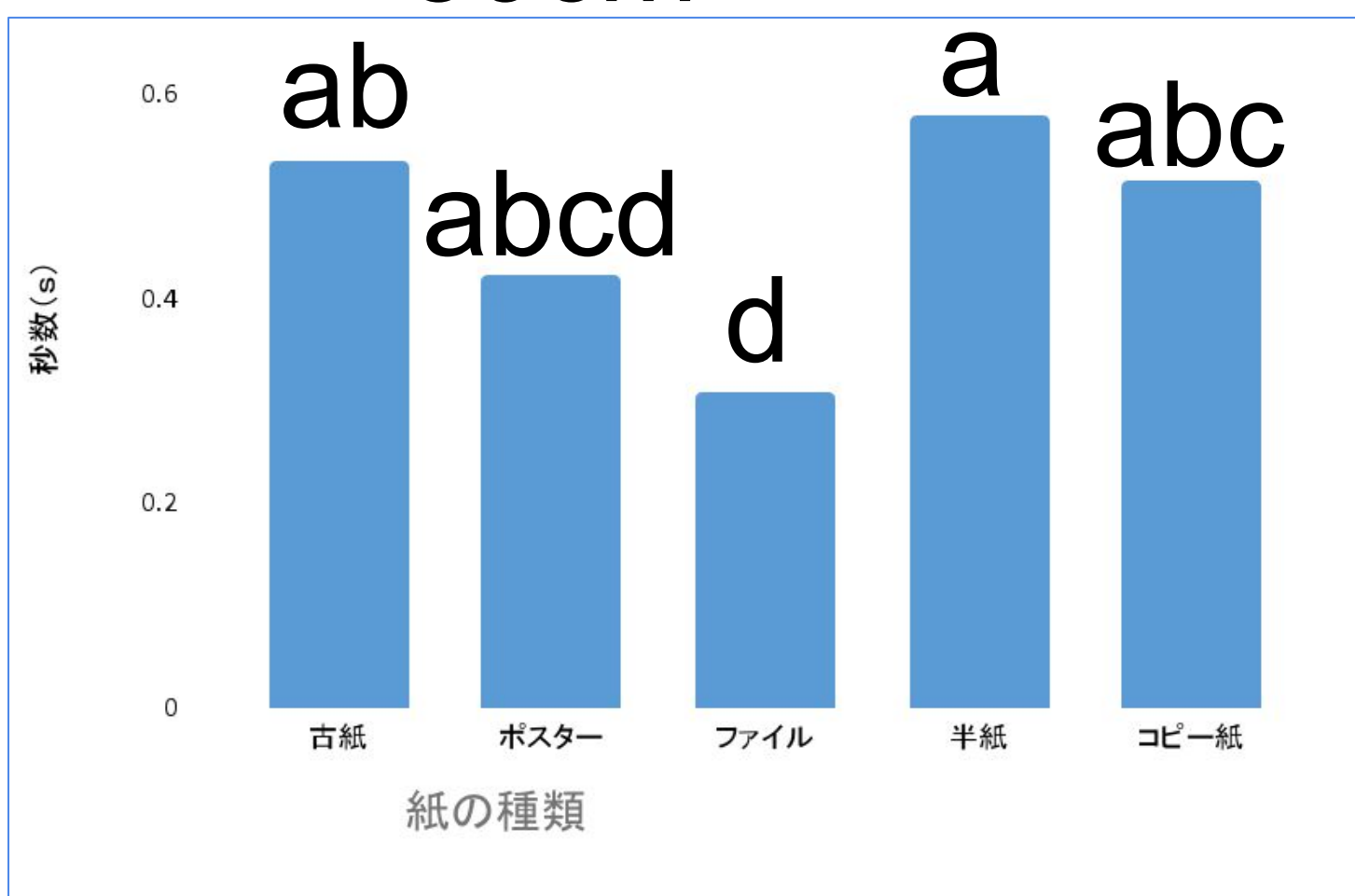
実験結果1のまとめ

半紙→古紙→コピー紙→ポスター→ファイル
軽い ————— 重い

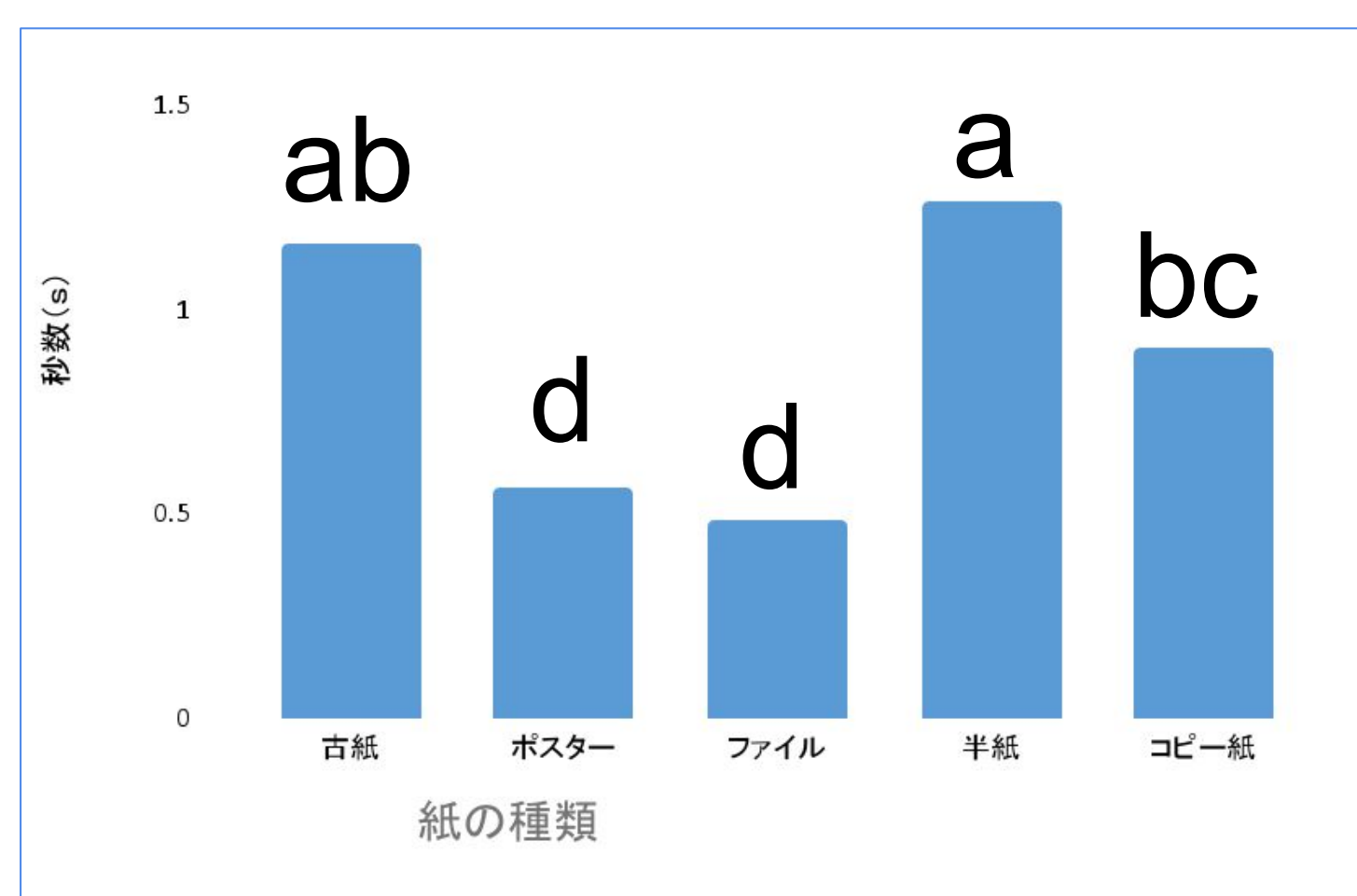
実験2

50cm、100cm、150cmの高さから落とすときの紙ごとの滞空時間を調べる。

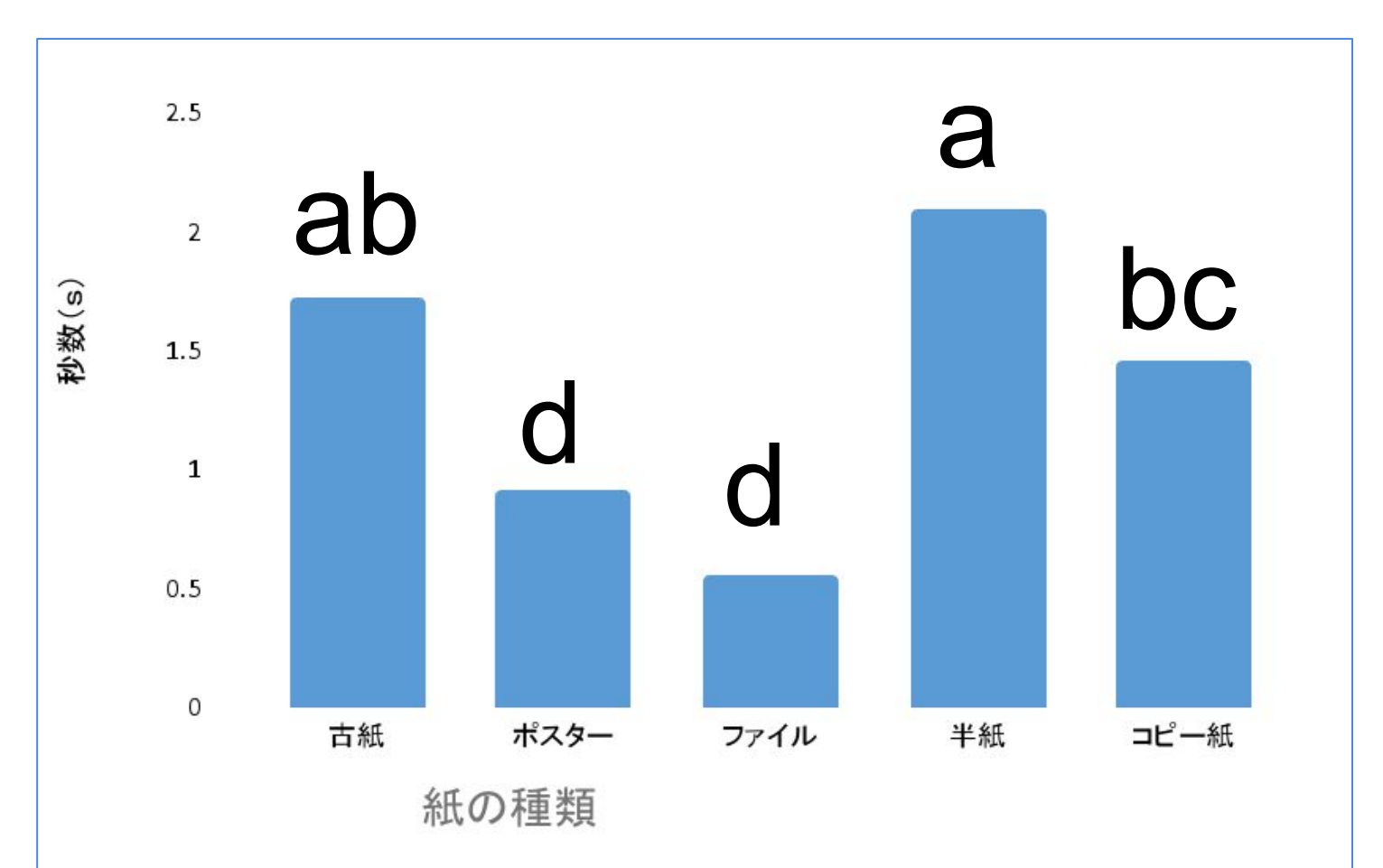
実験結果2 50cm



100cm



150cm

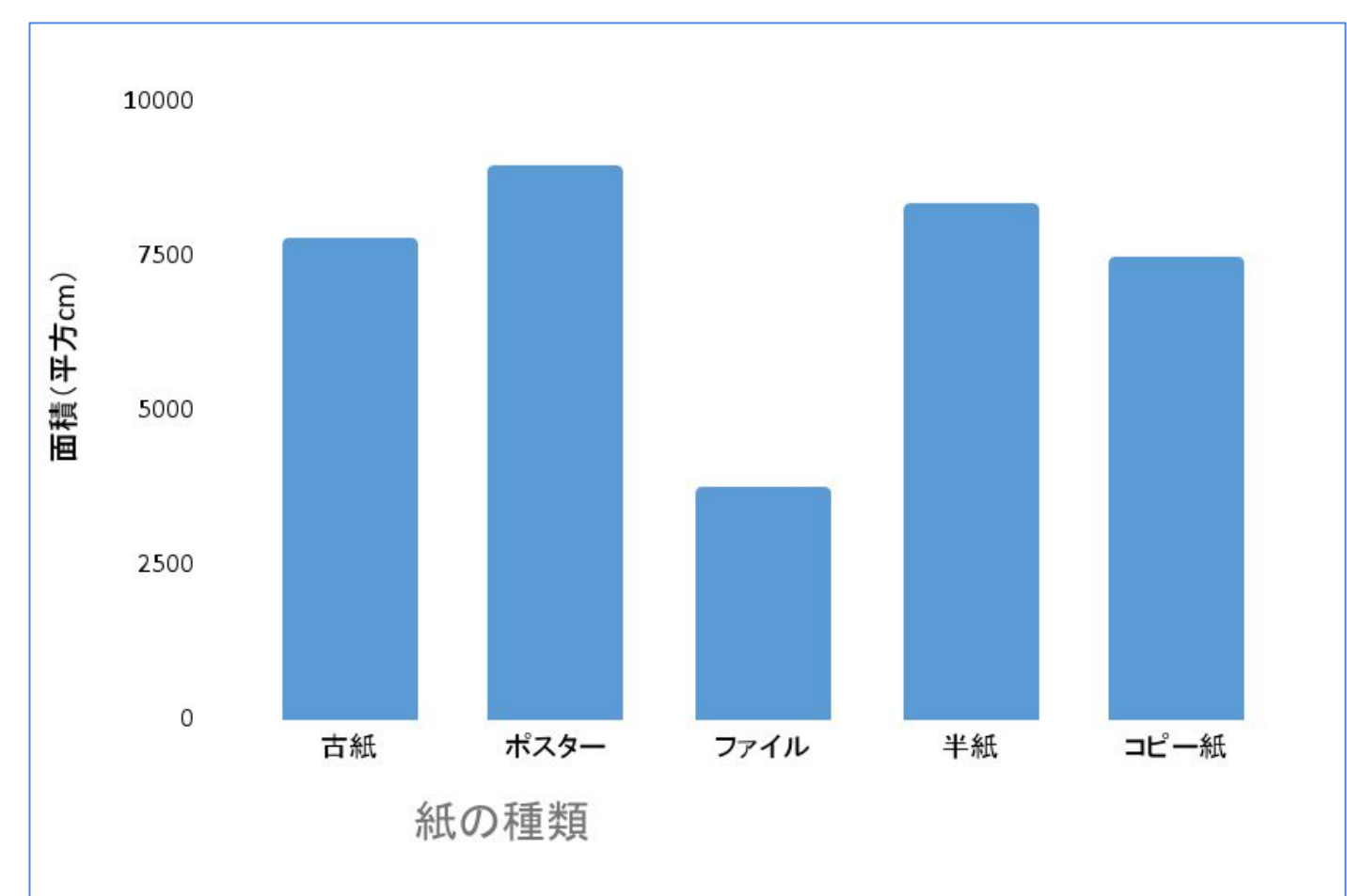


結果 滞空時間 ファイル→ポスター→コピー紙→古紙→半紙 短い ————— 長い ————— の順になった。

実験3

- 紙の種類別に同じ高さから落とすときの広がり方を調べる。
- ・紙の種類・・・古紙、ポスター、ファイル、半紙、コピー紙
- ・紙の形・・・実験1で紙の重さを測ったときと同じ
- ・紙吹雪を紙の種類ごとに5枚ずつ160cmの高さから落として、床に落ちたあとの面積(縦×横)を調べる。

実験結果3



考察

実験1, 2, 3の結果より滞空時間と紙吹雪の広がり方は関係がないのではないか。

考察

落ちるときの紙の回転数が広がり方と関係しているのではないか。



過去

未来

方向性

回転数を調べる(まず調べ方を知る)。

紙吹雪の形と広がり方の関係を調べる。

紙吹雪を落とす高さとの広がり方の関係を調べる。

大目標

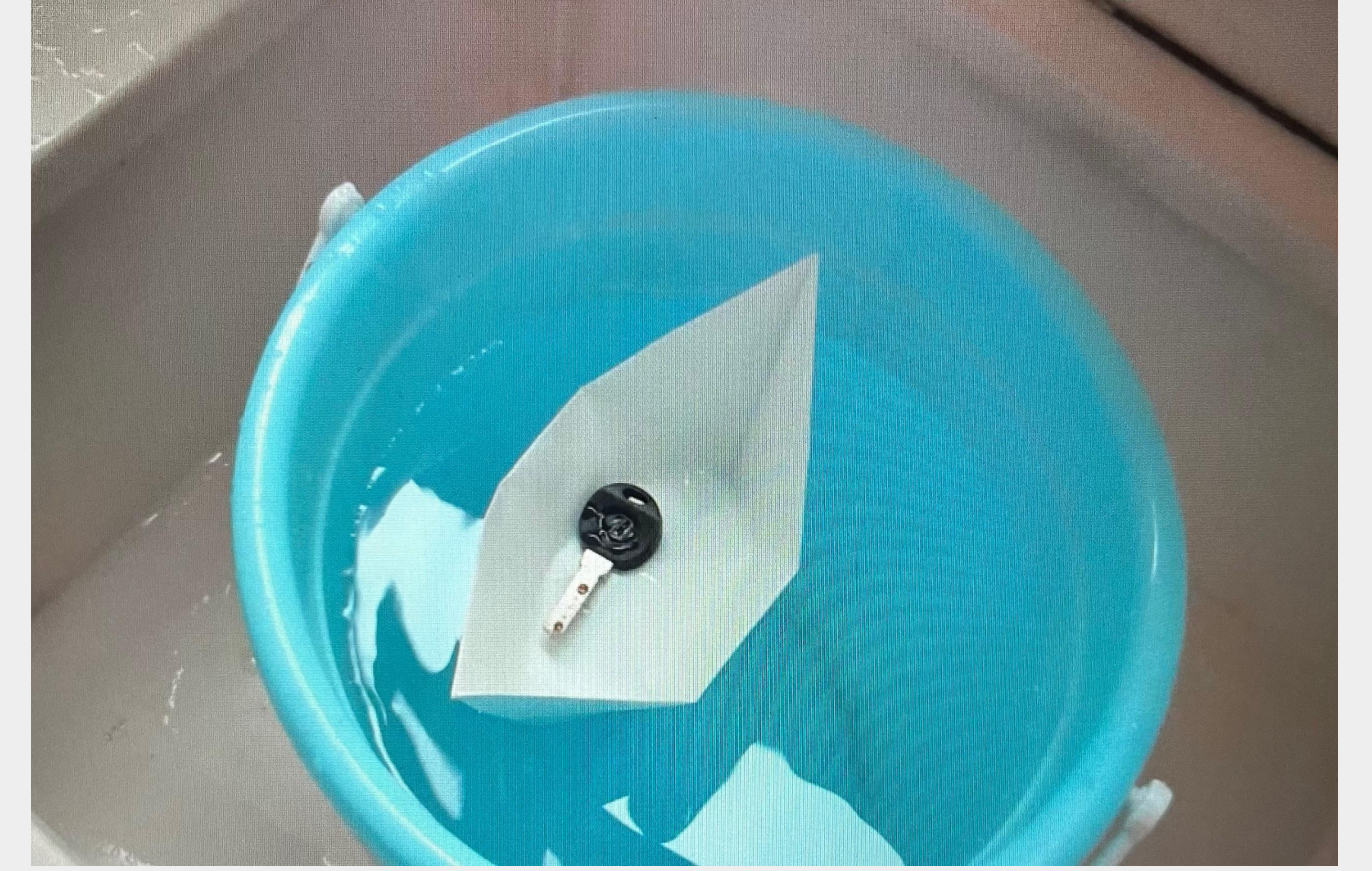
使わなくなった紙を絵の具にして有効活用したい！！

QR1
紙が水に溶けるのか
どれだけ耐えられるのかを調べたい

画用紙が最も浮いている時間が長かった
水溶性紙は日常生活で余ることがほとんどない
→水溶性紙以外の紙で有効活用したい

”紙は水に溶けるのか”
水溶性紙(トイレトペーパーなど)
という紙がある
「水に溶ける」と言っても水に濡れると紙
の繊維が細かくほどける紙である
<https://www.tamura1753.jp/Functional-Paper-Selection/water-soluble/>

実験方法
1、画用紙、コート紙、を用意して同じ大きさに切る
2、ヨット型に折り、どの紙が沈むまでにどのくらい
の時間がかかるかを調べる(鍵を重りとして全
てに置く)



(RQ3)
1.絵の具のチューブを紙でつくる
2.チューブのいらぬ紙の絵の具とか

RQ2
紙から絵の具を作りたい！

具体的には
紙の防水性
紙のケースを作る

実験方法
1、折り紙を細かく粉碎する(ミキサーで)
2、材料(粉碎した紙、ボンド、蜂蜜)を混ぜる
混ぜる杯量は1:1:0.5

”手作りの絵の具の作り方”
基本の材料
顔料
メディウム アラビアゴム
保湿・防腐剤 蜂蜜
<https://pigment.tokyo/blogs/article/how-to-make-watercolors>
”顔料の代わり”
顔料→色のもとになる→折り紙or画用紙
”メディウムの代わり”
ボンド

共有会

結果
固く、ボロボロになった
考察
調べてみると蜂蜜の量が少なすぎ
たと考えられる

”絵の具の作り方”
<https://pigment.tokyo/blogs/article/how-to-make-e-watercolors>
絵の具を硬くするには
蜂蜜を少なくし、
絵の具を柔らかくするには
蜂蜜を多くする

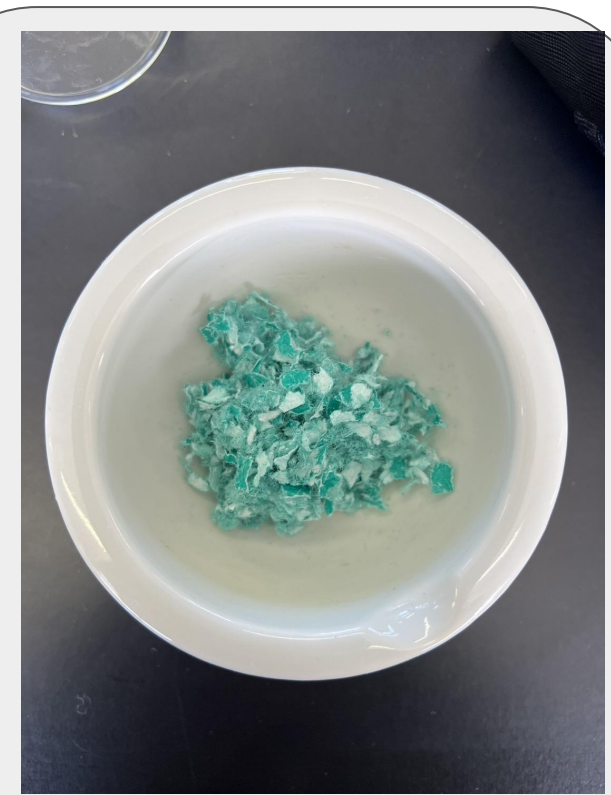


実験方法
より細かくするため、ミルで紙を粉碎す
る。
紙が舞わないよう、適宜スポイトで水を
加えた。

実験方法
2の混ぜる杯量を1:1:0.5と
1:1:1の2種類に分け、
絵の具の広がり比べる

結果
1:1:1の杯量の方が柔らかくなり
1:1:0.5よりも塗りやすかった。
考察
絵の具を作るには1:1:1の杯量が適切
だと考える
しかし、紙が玉になってしまった。
紙が玉になってしまうのは顔料
としている紙が大き過ぎると考え、ミキ
サーをかける時間と紙の大きさの関
係を調べた。

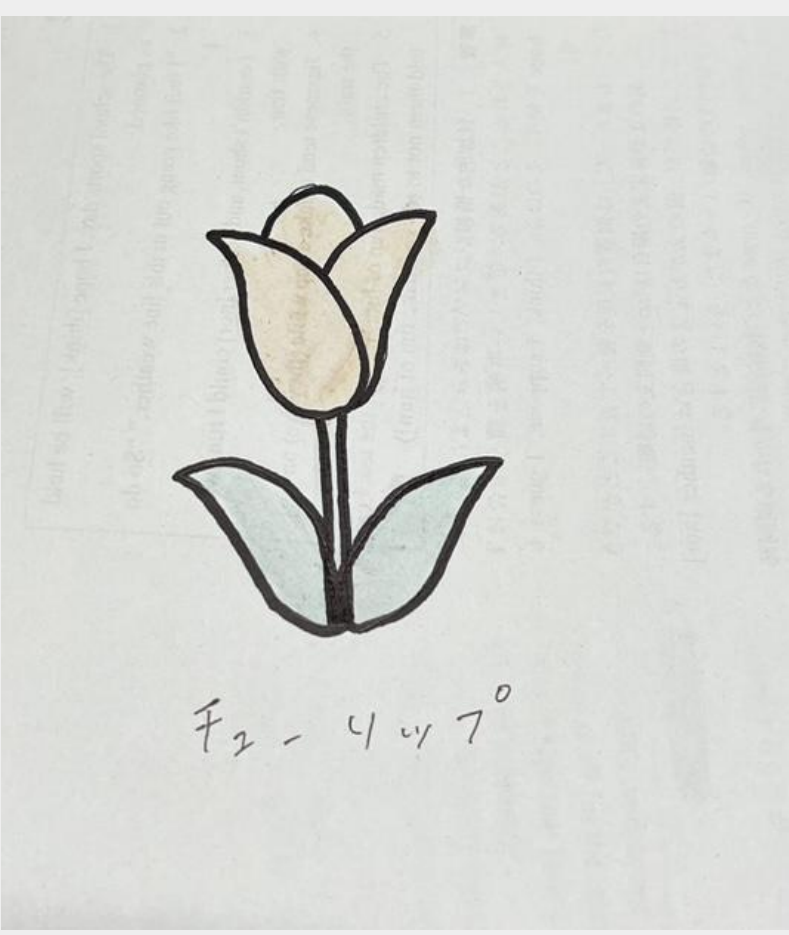
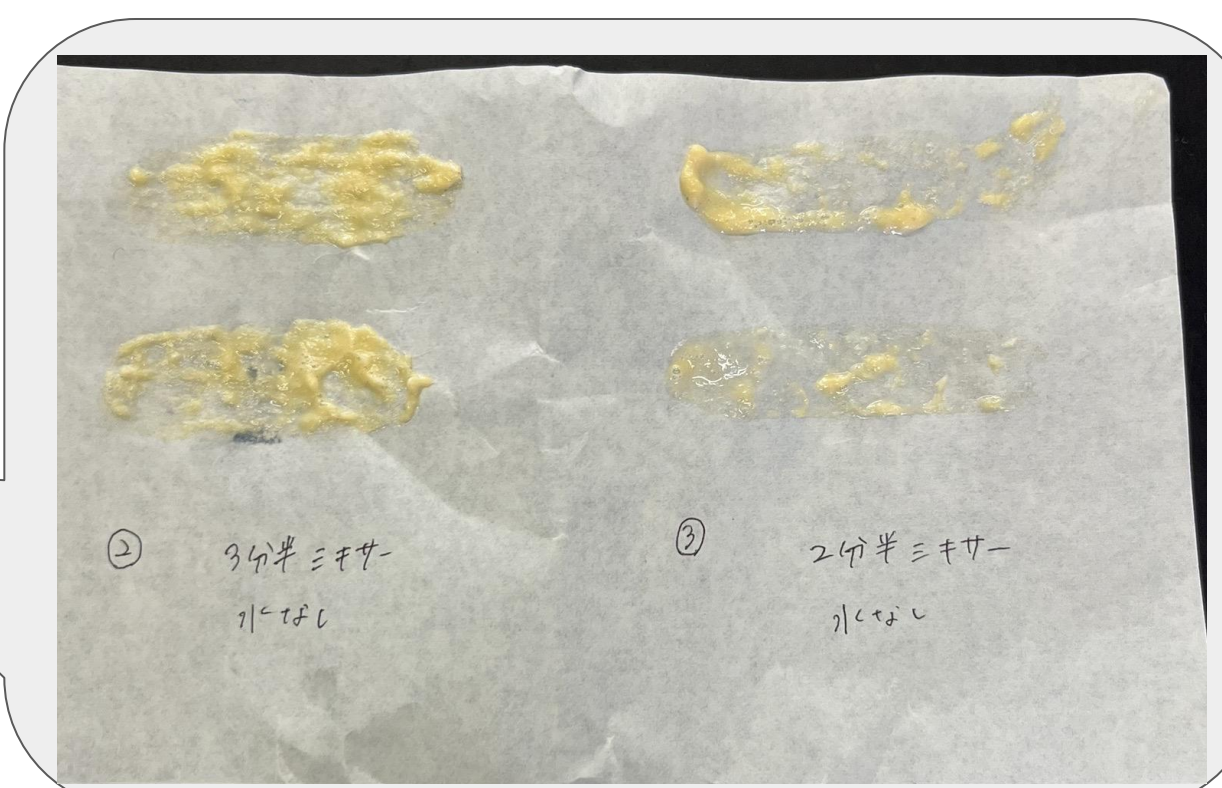
結果
薄く色が染み出て、
色を塗ることができた。



Q顔料の大きさ1ミク
ロンくらいまで紙を小さく
するにはどうすればい
いか

結果
塗ったとき3分半のほうが2分半よりも紙が玉に
なりづらかった。3分半のほうが広がって塗るこ
とができた。しかし、塗った絵の具を乾かすと紙
の玉ができてしまった。
考察
このことから、紙の大きさが小さくなればなるほ
ど絵の具に近づくことがわかった。
これ以上小さくするにはミキサーでは限界がある
ことがわかった。

実験方法
ミキサーのかけた時
間で比べ、塗って調
べる。
3分半、2分半



過去

未来

方向性1
色が薄くなってしま
うので、改善でき
るように調査したい

方向性2
他に紙をより細か
くする方法がない
か調査したい





大目標

紙で音量の調節がしたい

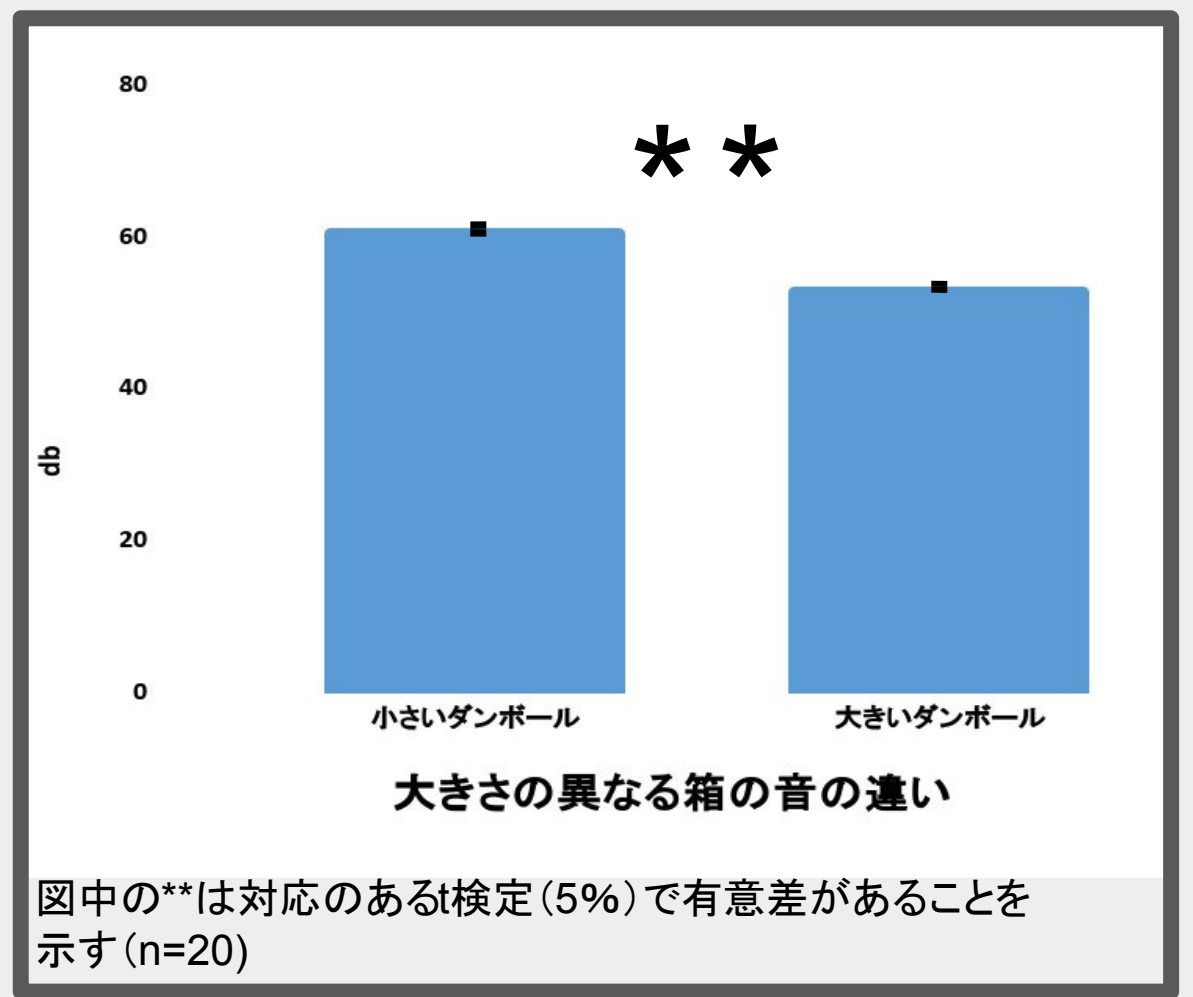


RQ1 ダンボールで防音箱の大きさによる音の大きさの違いはどれくらいか

実験① 大、小のダンボールの中から高低が繰り返される音を出しダンボールの外から音量を計測してどのダンボールの防音性が一番高いかを調べる

研究内容の詳細

結果 小さいダンボールのほうが音を響かせるので大きいダンボールの方が音は防音される



”参照元”

<https://www.env-acoust.t.u-tokyo.ac.jp/public/z018.pdf>

共有会

実験方法は妥当であったか？ 実験方法の改善、他の条件で実験する

ダンボールは本当に防音に適しているのか？ダンボールの形・大きさを変える、卵の紙パックが防音に適している→<https://360life.shinyusha.co.jp/articles/-/736>

より実用的にするには工夫が必要 他の音も測定する、ダンボール以外の材料と組み合わせてみる、どんな材料が良いのか？

カーテン・フェルトを外に巻く→

https://www.bestcarton.com/media/column/contents/cardboard_soundproof.html

ダンボールを重ねてみる

実験②

ダンボールを重ねて断面で防音する



”参照元”

https://www.bestcarton.com/media/column/contents/cardboard_soundproof.html

考察

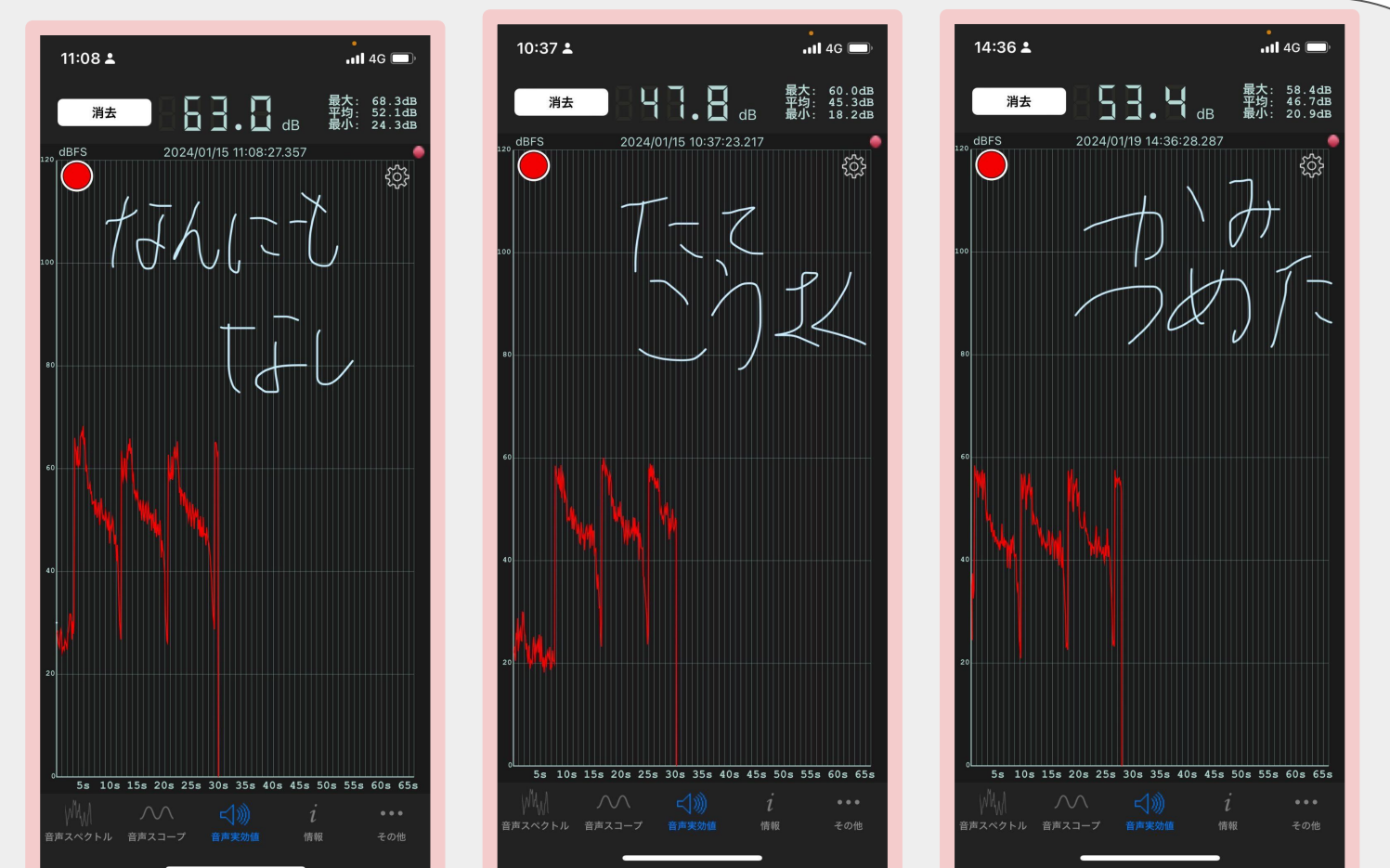
ダンボールの断面を壁にすれば防音ができる。

小さな隙間があると音を吸収する。

ダンボールを重ねたものは音が小さくなったが、作るのに時間がかかるため、実用性は低い。

研究内容の詳細

音量は何も被せないと68.3db、ダンボールを重ねたものを被せると60.0db、ダンボールを重ねたものの内側に紙をつめると58.4dbだった。(すべて最大音量)



①何もなし ②ダンボール ③②+紙を重ねた

RQ2 紙で音を大きくする音量を大きくするには紙をどのような形にするのがいいのか



写真1

実験③

スピーカーの形で音を出す

仮説

音の大きい楽器はトランペットのように先が広がっているので先が大きいほど大きな音が出るのではないかと思います

RQ3 より音を大きくするには

実験④

スピーカーの先に濡らした紙を付け音を出す

仮説

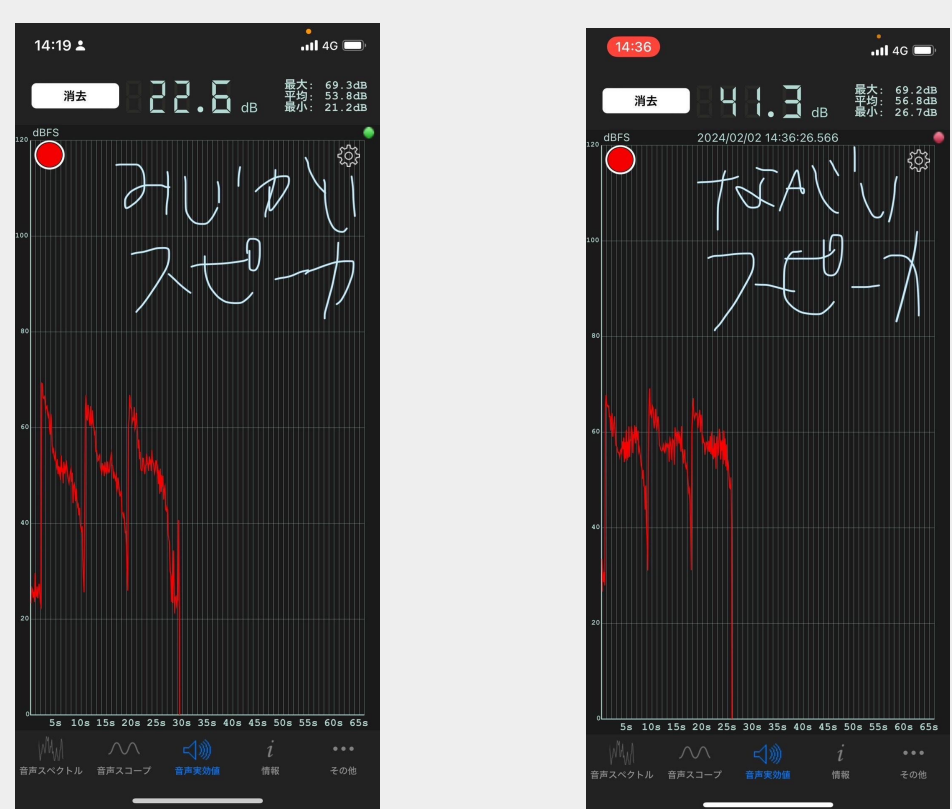
お風呂で歌うと音が反響するのは空間が湿っているからである

”参照元”

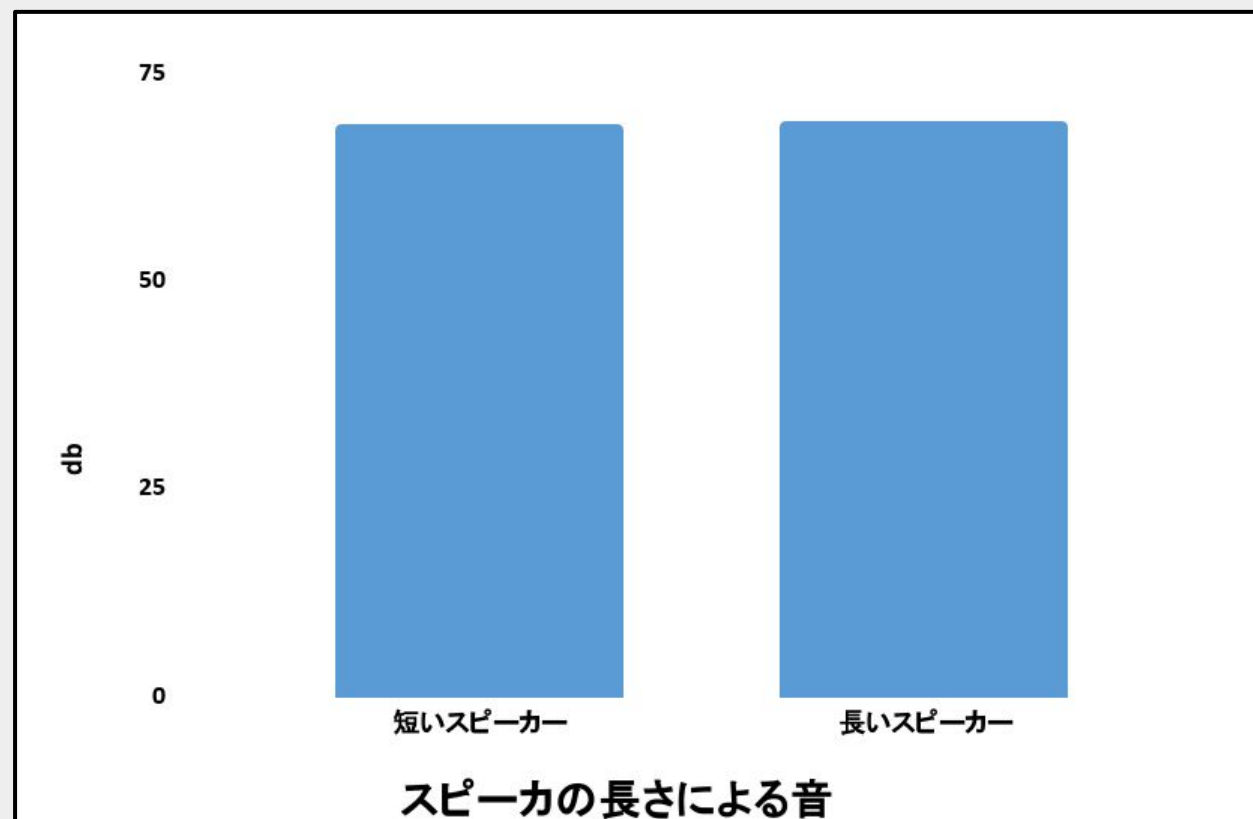
<https://nlab.itmedia.co.jp/nl/articles/1810/22/news009.html>

研究内容の詳細

上記の写真1の紙コップを繋いでいる筒の長さによる音の違いがあるか調べる。

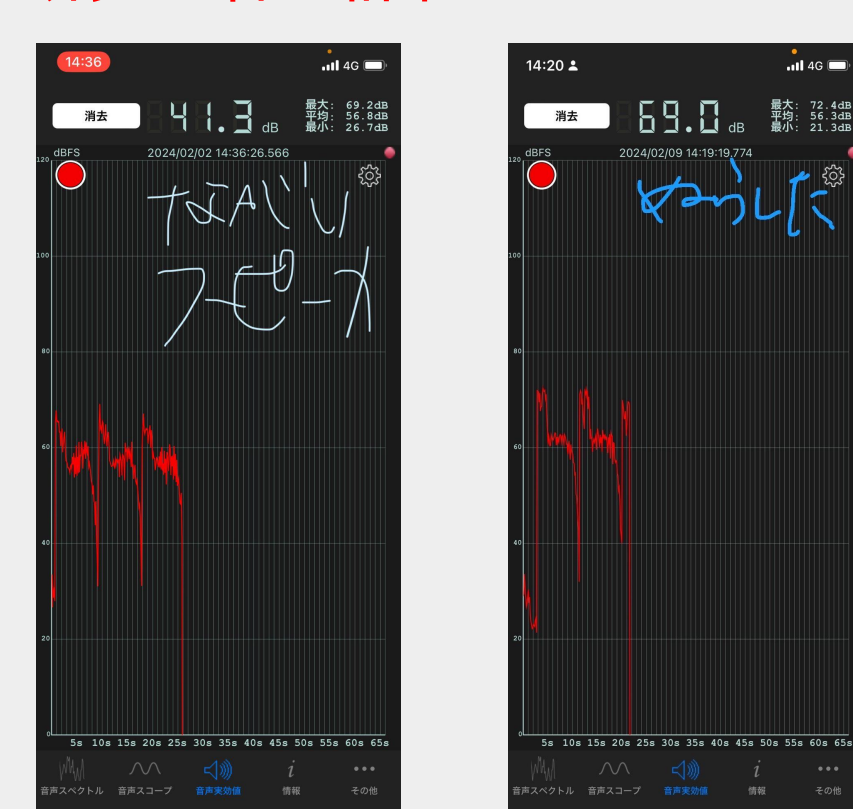


短い 長い



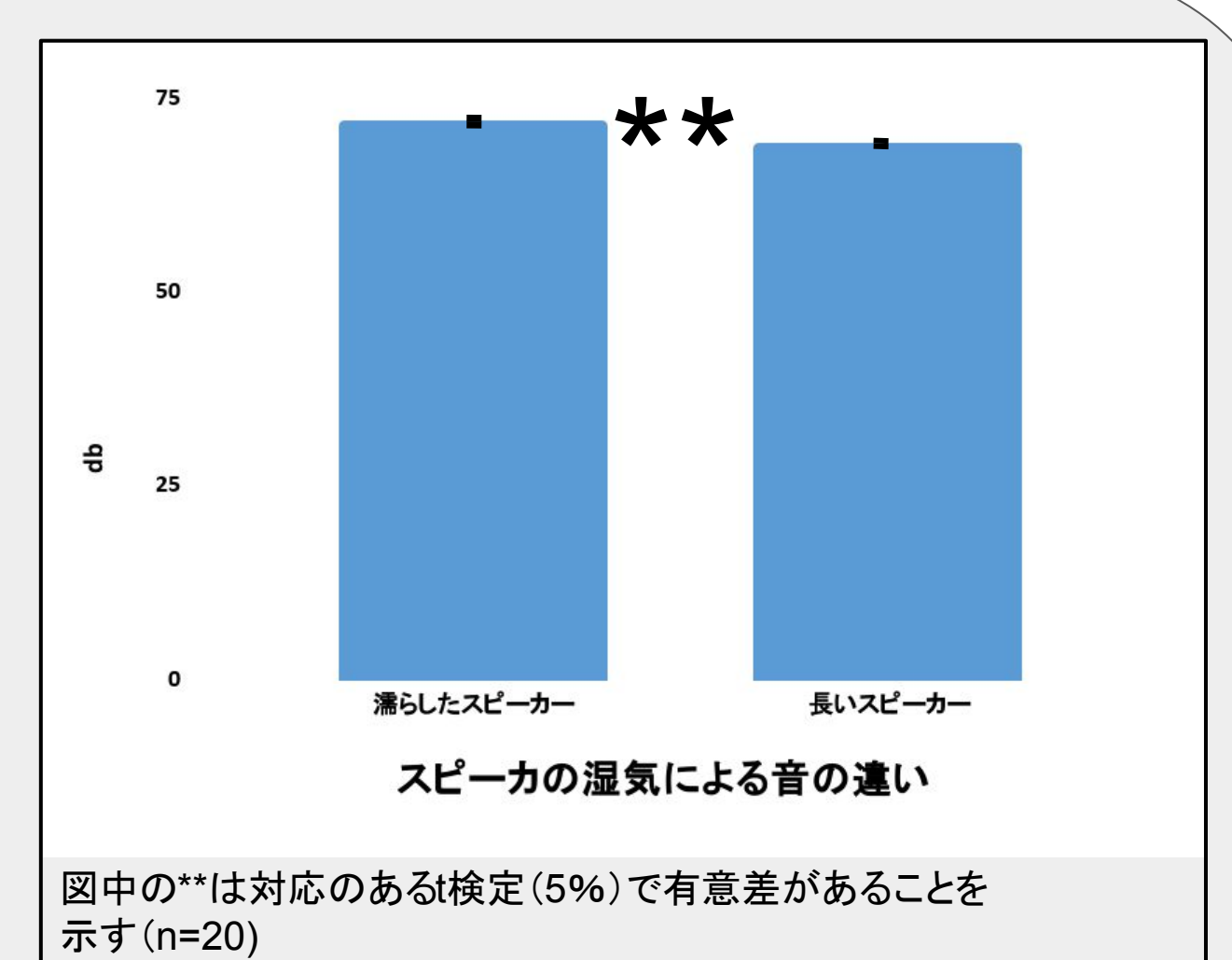
音量は筒が短い方が69.3db、長い方が69.2dbで筒の長さによる差はほとんどなかった。(どちらも最大音量)

研究内容の詳細



乾いた紙 濡らした紙

音量は乾いた紙を付けたものが69.2db、水で濡らした紙を付けたものが72.4dbだった。(どちらも最大音量) 紙を濡らす方が音量が大きくなるとわかった。



過去

未来

方向性①

どんな条件でdbを測っても低い音で波形の違いが見られたのでこれがどんな条件による変化なのかを解明したい。



方向性②

濡らした紙を付けたときに紙がふにやふにやになってしまい、形保てなかったため、紙を濡らしても形が保てる方法を研究したい。また、紙を濡らすとカビが生える可能性があるためカビが生えない方法を研究したい。

方向性③

お風呂は狭くて、壁が硬いので音が反射しやすくよく響く。さらに温度・湿度が高いほど音が空気中を伝わる速さは速くなる。

<https://nlab.itmedia.co.jp/nl/articles/1810/22/news009.html#:~:text=>

この条件を満たす装置を作りたい。

大目標

紙で電池を作りたい

<https://sciyoji.site/sokofcglu/>

コーラで電気を起こすグルコース燃料電池

参照内容

https://www.youtube.com/watch?v=RL8iNJ_i8RA&t=2s

コーラに含まれるブドウ糖で電池を作れるなら、紙に含まれるブドウ糖でも作れると考えた。

問題
実験に必要な材料・実験器具にお金がかかる

断念

大目標

丈夫なストローを作りたい

紙ストローを丈夫にしたい

内容...

ふにやふにやになってしまう紙ストローを改善する。

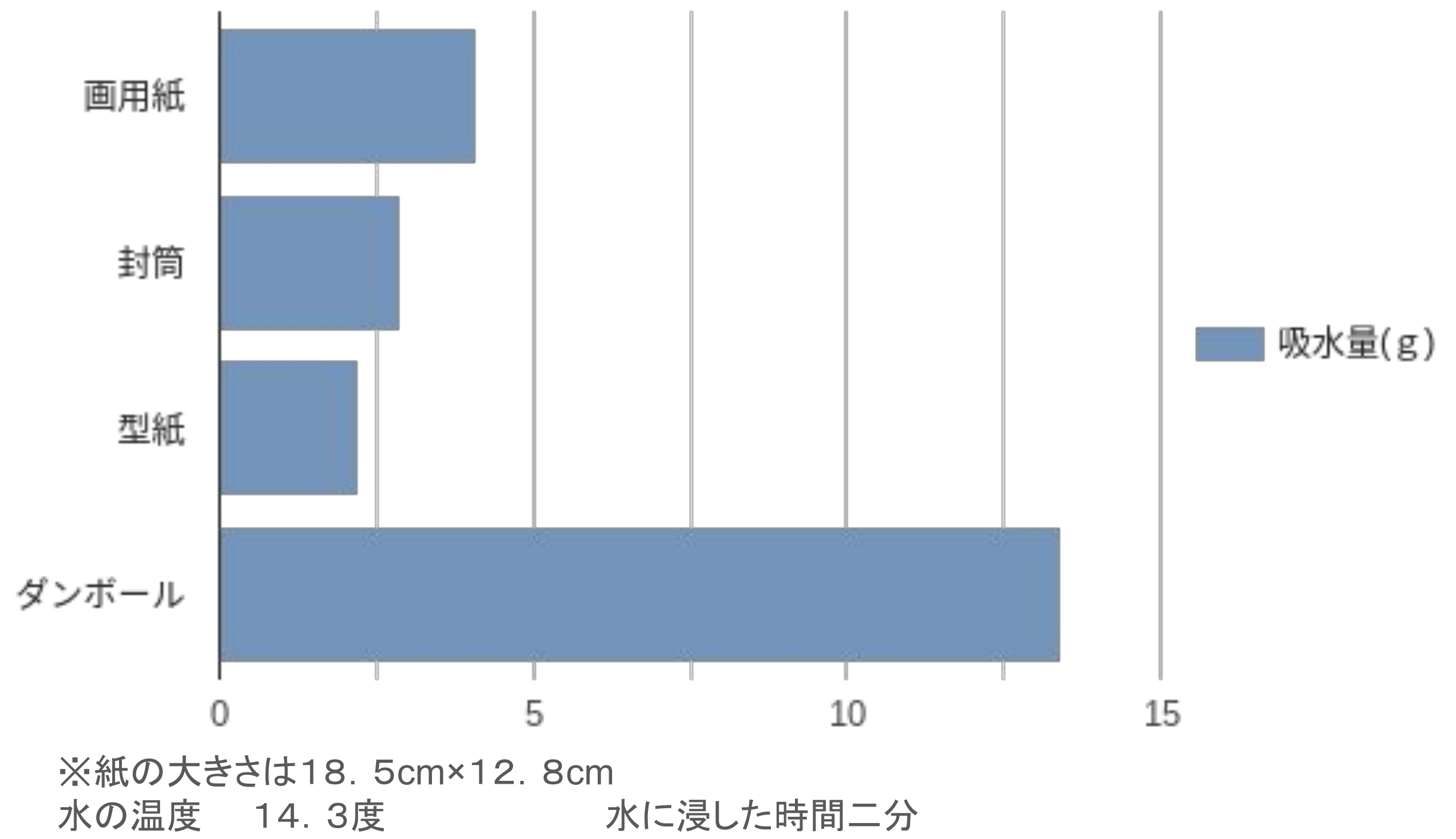
考えたこと

紙の種類別の吸収量を調べて一番水を吸わないものを選ぶ

実験方法

内容...

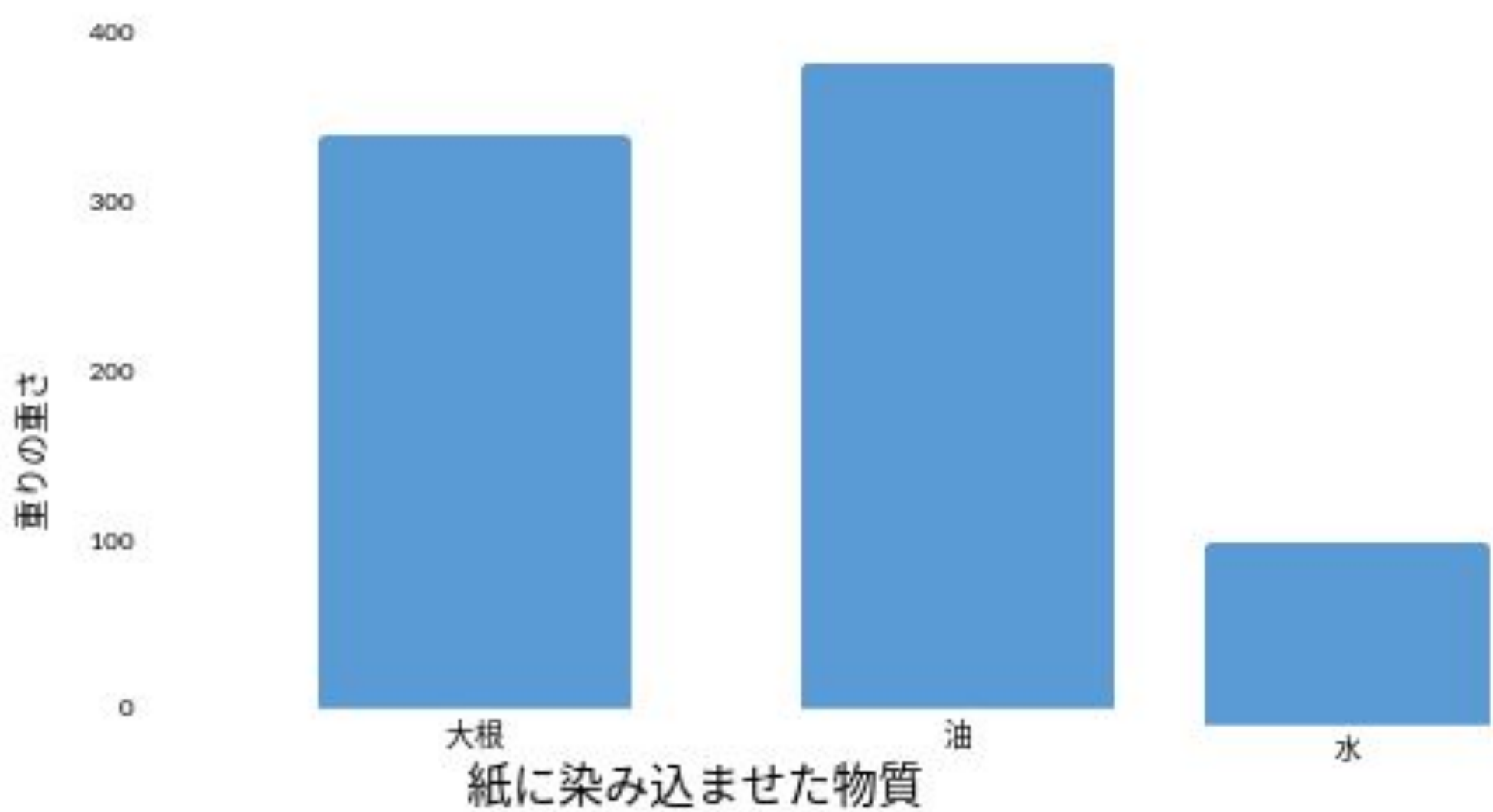
紙を同じ大きさに切って同じ時間水に浸してその前後の重さを比較した。



考えたこと

ダンボールは水を吸いすぎなので、なし
他はあまり差がない
↳封筒は紙が薄すぎて、作りにくいので断念

T検定(片側確立)
0.001549 **



図中の**は対応のある検定で(1%)で有意であることを示す(n=7)

実験方法

紙を同じ大きさに切る
右の図のように、同じ位置に穴を開ける
そこに糸を通し重りをぶら下げていき、何グラムで紙が切れるか確かめた。

紙を水に強くする方法

紙に大根の汁を浸す

→大根に含まれる消化酵素(アミラーゼ)が紙の中のでんぷん質を分解し、でんぷん糊のような状態となり、再皮膜化することで強くなる。

紙に油を浸す

→紙のせんいの間に油の分子が先に入りこむので、水の分子は入れなくなる。
しかも、油には紙のせんいの結びつきを弱めるはたらきがある。

考えたこと

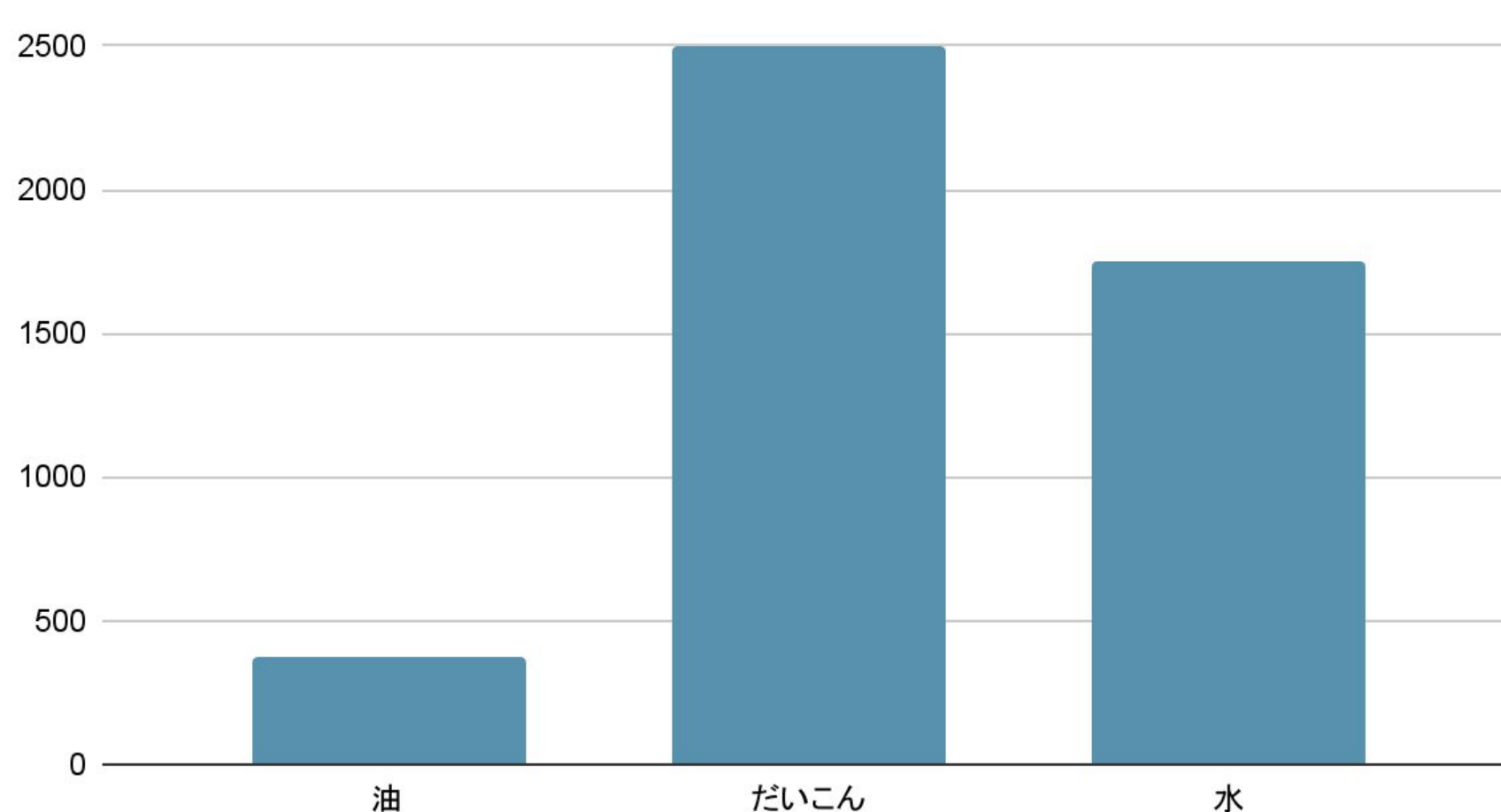
ただの紙とストロー状にした時で強度に違いはあるのか?



実験方法

同じ大きさの紙をストロー状に巻き、両端を固定して重りの耐性を比較した。

水に濡らした紙ストローの強度比較

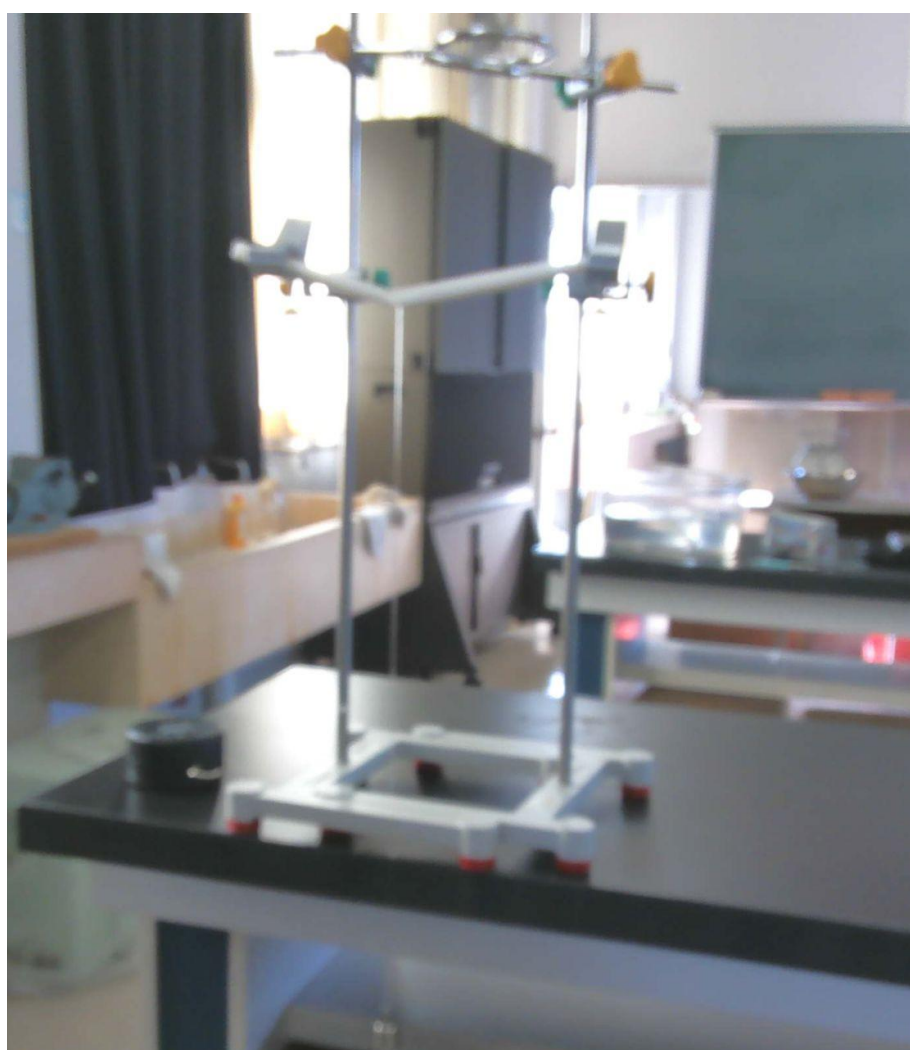


振り返り

今回は紙の強度を強める実験を中心に行ったが、紙の強度を強めるために使った大根などが味に及ぼす影響やストローの巻き方による強度の違いを実験できなかった。また衛生面などがしっかりと気をつけられなかった。だがみんなで協力して定量化などができて、良かったと思う。

考えたこと

大根の汁を浸したストローは水に浸してもその強度を保つ



大目標

濡らしてしまった友達の本を気づかれずに返すためには



RQ①

濡れた本の膨張を防ぐ！

実験(1)

濡らした本の乾かし方を変え、本の膨張の様子を観察。それぞれ本は水平状態で置く。

- ・教室で自然乾燥・・・①
- ・冷蔵庫で冷凍乾燥・・・②

参考資料

<https://web.quizknock.com/kami-shiwa>
濡れた本がしわしわになるのはなぜ？

参考資料

<http://pro.bookoffonline.co.jp>
濡れた本を戻すには冷凍するのが良い？

RQ②

本の膨張を最小限におさめる！

実験(2)

乾燥方法

濡らした本を水平で平らなところにおいて乾燥させる。

- ①自然乾燥 ②紙を挟む ③重りを乗せる

計測方法

- ・厚さ: 全体の膨張度
- ・重さ: 水分やほこりなどどれだけ含まれるか

- ①: 本の下が木材だったため、本がかびてしまった。
 - ②: 水分が抜けずに浸みだした状態で凍ってしまい、本が開かない。
- ※本は膨張しなかったが、本として機能しなくなってしまうのでこの方法は不適切。

もう一度少しだけ湿らせて重りを置けばきれいになるのでは？(仮定)

RQ③

本の膨張をなおす！

研究内容の詳細

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/18vKfgGEluTOH3VSm4hPCL6WJpNZ8c8GvRwKvjRxOAWc/edit#gid=0>

実験(3)

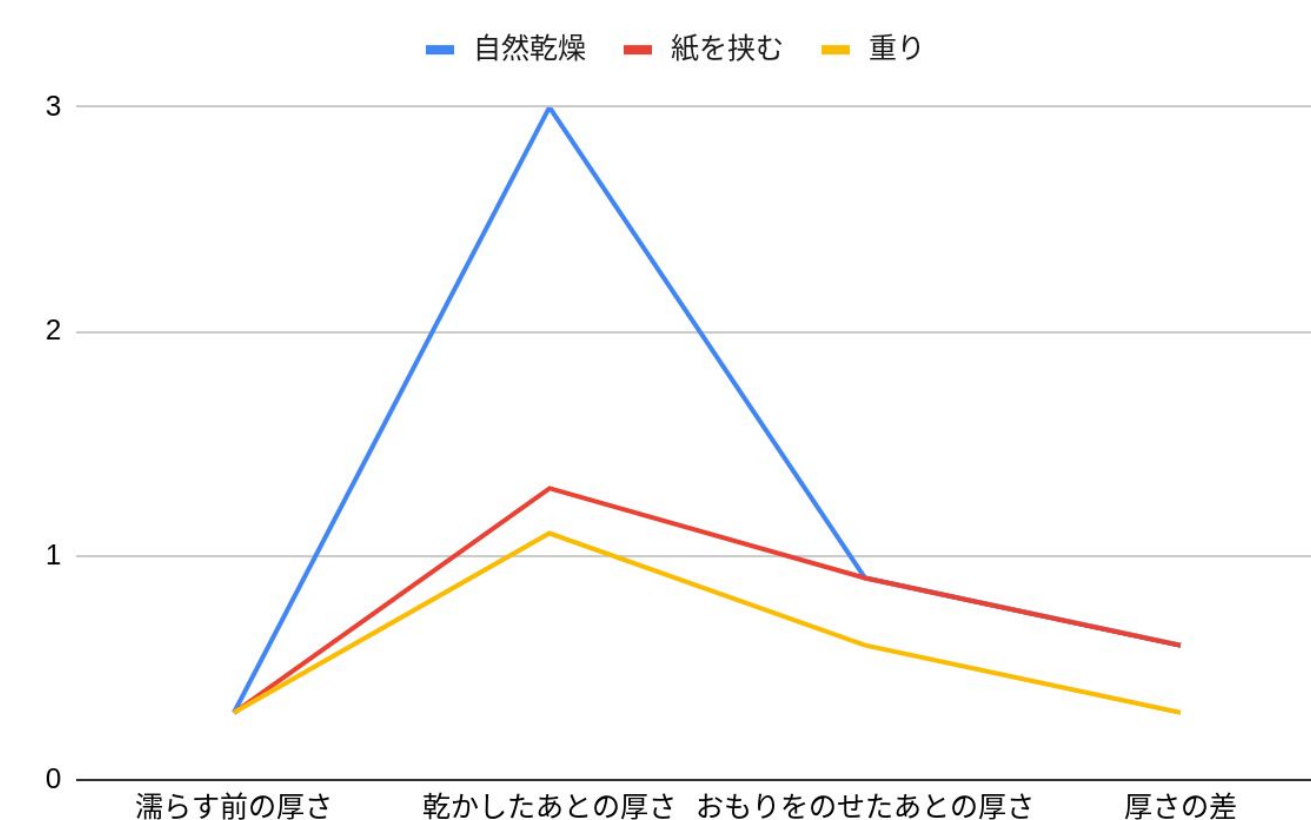
乾いた本にあえて水で濡らし(濡らした布巾で膨張部分を拭く)、乾かす。ページどうしがくっつくことをさけるため、濡らしたページには紙を挟む、そうしたうえで本が濡れる前の状態に近い方法を考察する。

- ・ページごとに紙を挟む・・・①
- ・①+重しを乗せる・・・②

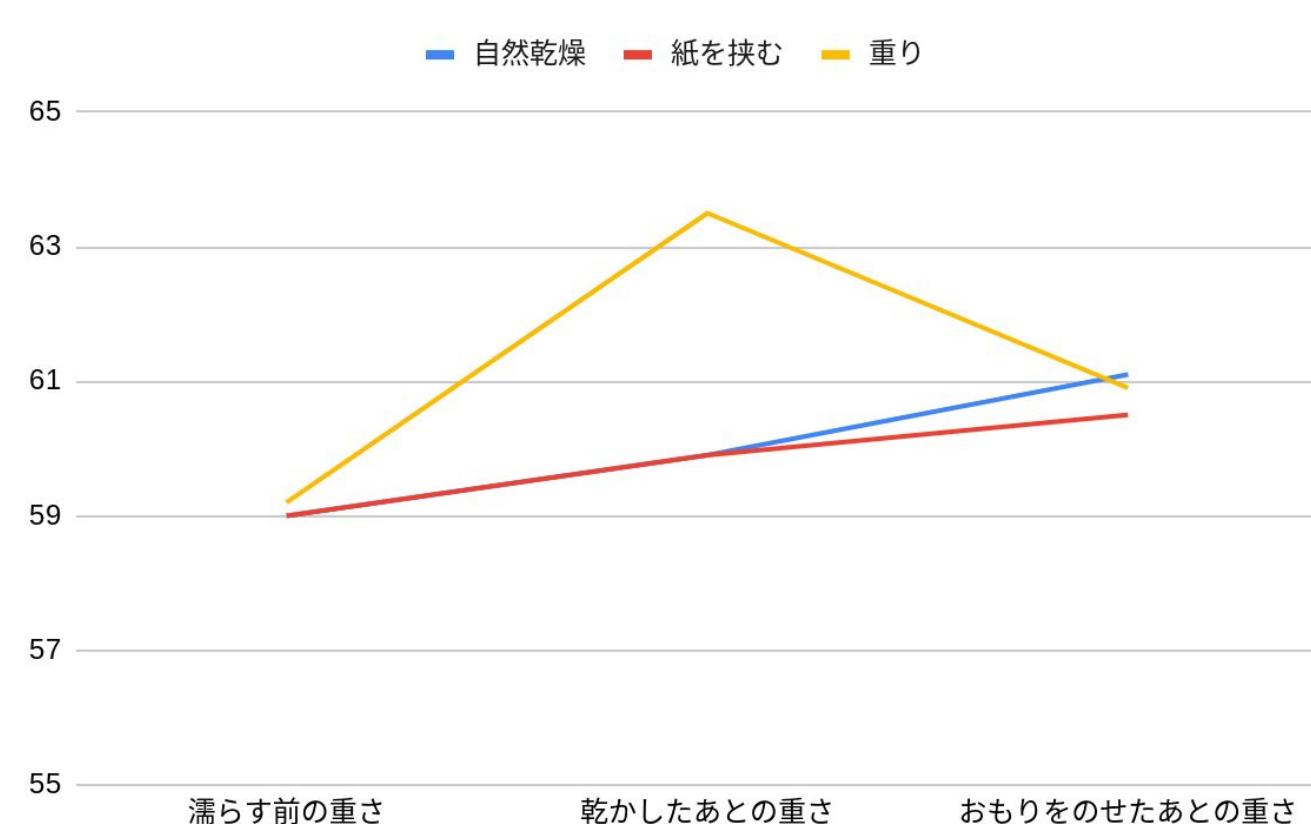
※本を垂直に3cmほど濡らす。(これは本の表紙による抵抗をへらすためである。また、登校中に鞆の中の教科書が濡れたときの再現。)

<結果>

・厚さ ③<②<①



・重さ ②<①<③

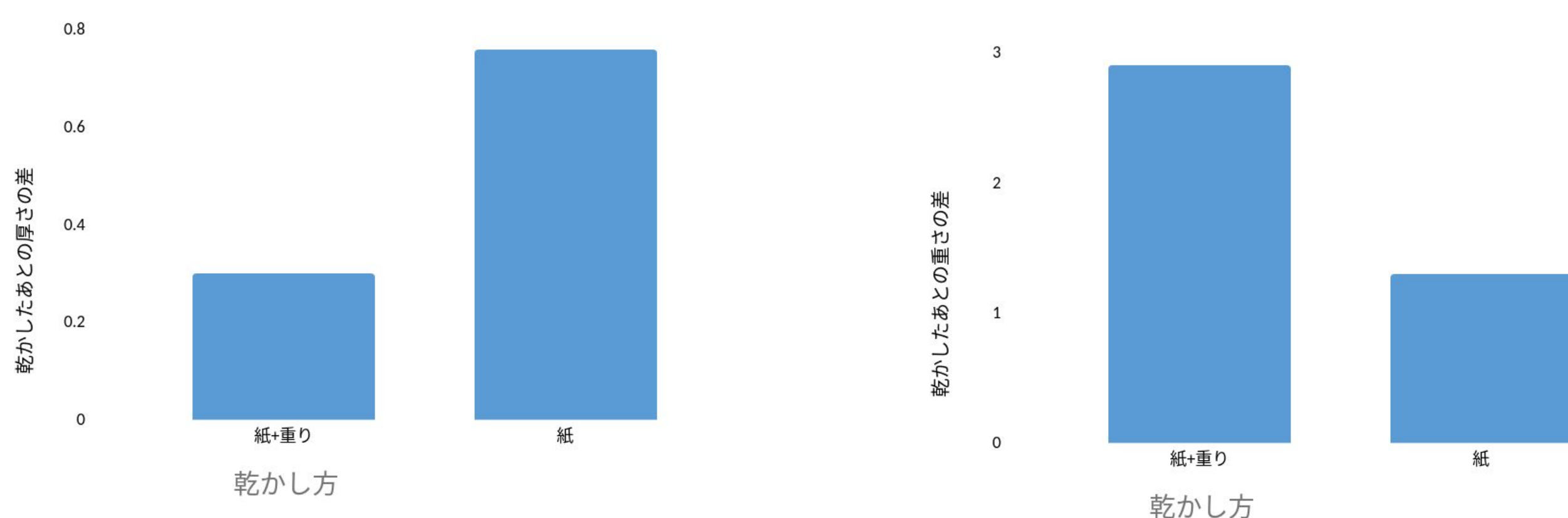


<結果>

- ①: 抑えているものがないので膨張が激しい。
 - ②: 挟んだ紙が水分を吸収してくれるため乾きは良いが、紙を挟んだ分だけの厚さが増してしまう。
 - ③: 紙のうねりは小さいが、水分を吸収してしまい紙がふにゃふにゃしてしまう。また、質量が増す。
- ※上の図は乾かし方による差をわかりやすくグラフにまとめたものである。それぞれT検定により統計的に差があることは立証済み。

<結果>

実験(2)と同様に重りを乗せることによって、厚さを小さくすることができるが、質量が増してしまう。しかし、間に紙を挟むことによって吸収力は上がったが、本のかさが増してしまう。



過去

未来

紙は一度濡れてしまうと完全にもとには戻すことは不可能である。理由は、濡れた段階で繊維の移動が発生し若干のむらが生まれることと、濡れて乾燥する過程の中で、膨張収縮しその力のムラが少なからずの変化を及ぼすためである。しかし、今回の実験により上から重しを乗せることにより、水分を圧力で減らしつつ紙の変形を減少させることが可能だとわかった。また、紙の波打ちやシワの状態を良くしたい場合一度全体を濡らす、または湿らせることで髪の状態を均一にすることができるとわかった。早く乾かしたい場合は、髪を挟むと厚さは増してしまうがある程度修復することもわかった。

今回の実験では、紙を冷凍したときに凍ってしまったが成功する事例もある。これは冷凍庫の中に入れておく時間が関係すると考えられるので、次回はこの仮定が正しいことを確かめたい。

大目標 雨の中勉強してもシワシワにならない単語帳がほしい



RQ

水に強い紙はあるのか

RQ1

紙に何かを塗って防水することはできるか

実験方法1

右の写真のように用意する何かを塗った紙について、

- ①紙への染み込み値
- ②紙を破ったときの抵抗値を
 - ①紙の種類
 - ②塗るものの種類
 で比較する



研究内容の詳細1



RQ2

蓮の撥水構造を応用できるのではないか



<https://x.gd/RUhvA>

蓮の表面には数マイクロメートルと超微細な突起物がある。これがクッションとなり水滴を運び撥水効果を生んでいる。また蓮の突起物の先端には水に溶けにくいワックスがついていて、突起物の凹凸とワックスの相乗降雨化で高い撥水性を実現している。

実験結果2

蓮の撥水構造を再現するにはナノメートル単位での操作が必要で、人の手でおこなうのは難しい、、、水に溶けにくいワックスは効果がありそう。

実験結果1

しみこみ値	油紙 破くとどうなるか (抵抗値)			
	水	油	洗濯のり	防水スプレー+水
紙	5	7	7	0 7
厚紙	10	6	1	0 3
画用紙	2	6	5	0 5
ツルツルした紙	5	5	2	0 2

	水	油
紙	1(シナシナ)	10(バリバリ)
厚紙	2(シナシナ)	7(ビリビリ)
画用紙	1(シナシナ)	4(モサモサ)
ツルツルした紙	3(ファサファサ)	8(ガビガビ)

防水スプレー紙 全部ペンで書けた

共有会以降

方向性1

防水スプレーが効果があったのでスプレーと相性の良い紙を調べる

RQ4

最も扱いやすい単語帳について調べる



RQ3

防水スプレーのかける回数と紙の撥水性の高さの関係を調べる

実験方法4

様々な材質の紙で単語帳を作り、実際に使用して比較する

研究内容の詳細4

mm	紙① 厚紙	紙② ツルツル	紙③ 画用紙	紙④ コピー用紙	紙⑤ 単語帳
重さ(14枚)	15,3	5,9	4,4	1,9	3,6
厚さ(14枚)	10	3,2	3	1	2
体積(1枚)	5	3	2	0,1	1,2

実験方法3

紙、厚紙、画用紙、ツルツルした紙のそれぞれについて防水スプレーを1~4回かけ、水の撥水力を比較する
また、実際に雨が振ってきたように上から多くの水滴を垂らして紙のシナシナ具合を観察する

実験結果4

実験で得られた結果を統計検定にかけた結果次のようになった

1, 2	1, 3	1, 4	1, 5	2, 3	2, 4	2, 5	3, 4	3, 5	4, 5
n.s.	*	**	**	*	**	**	**	**	**

このことから、⑤(厚さ0,14mm)の紙が最もめくりやすく、単語帳に適していることがわかった。

	紙①(4) 厚紙	紙②(3) ツルツル	紙③(3) 画用紙	紙④(1) コピー用紙	紙⑤(2) 単語帳
平均	20.9	20.8	24.1	16.1	11.0 #DIV/0!
標準誤差	0.6	0.8	1.0	0.5	0.5 #DIV/0!

検定結果から判断する。

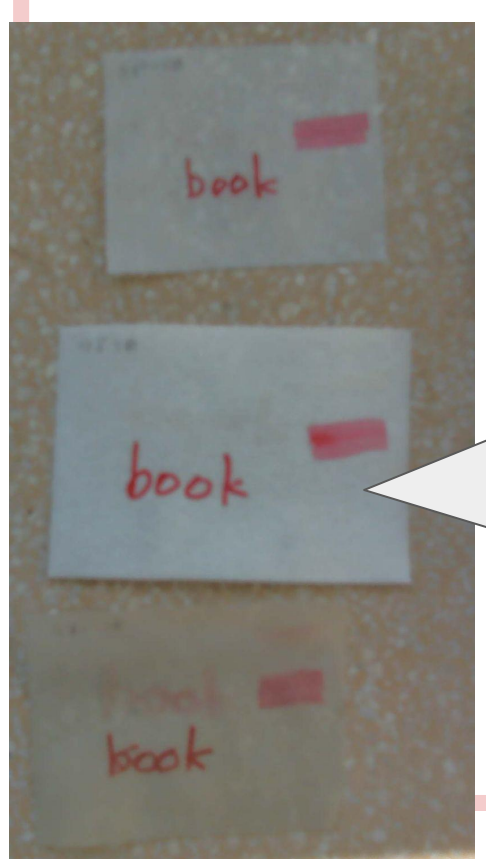
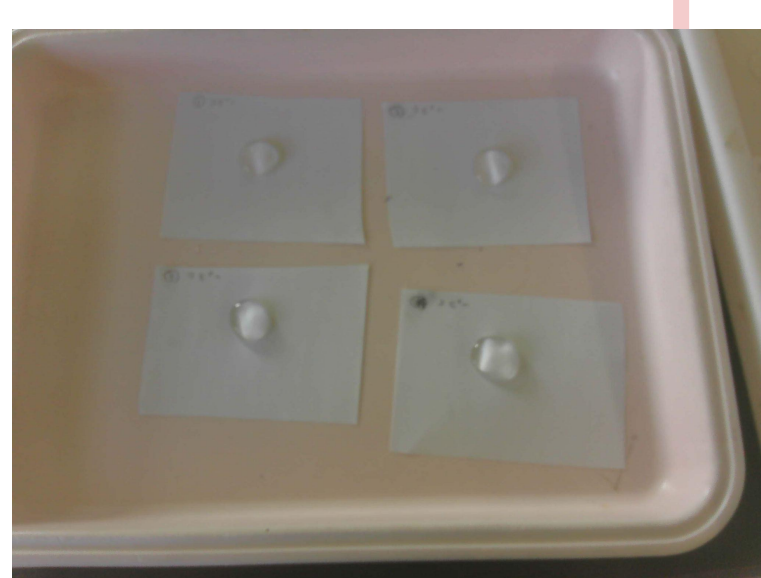
充計検定の結果が以下の赤色部分に自動的に表示されます。

分散分析表					
	変動	自由度	分散	F値	確率
水準間	621.626	4	155.406	55.1098	0 **
水準内	70.4986	25	2.81994		
合計	692.125	29			

実験結果3

1, 2回かけると概ね紙の防水はされ、防水スプレーをかけた回数が多いほどそれに伴って紙の撥水力の高さも増加しているように感じたが、3回目以降では防水スプレーをかけた回数に関わらず、かみがみずをはじくようになった。
⇒防水スプレーは2,3回かけると撥水力が最も高まる

実際に文字を書いて雨を降らせたものの紙は濡れているがしわはほぼない



大目標

丈夫な紙を作る

RQ①
破れにくい紙を作る

実験①
内容...紙を柔らかくなるまでくしゃくしゃにした。
柔らかくしたら布みたいになって破れにくくなると予想。



実験②
内容...何もしていない普通の紙とくしゃくしゃにした紙をそれぞれ一枚ずつ水に濡らして乾かす作業を数回繰り返した。

実験結果②
実験①と同様、変わらなかった。

実験結果①
逆に柔らかくなって破けやすくなった。

RQ②
濡れても丈夫なものをつくる

水に強い紙を作ってどうするの...?



”参照元”
参照内容.....紙の強度
<https://www.kamipa.co.jp/media/1555/>

まず行うこと
RQの改定
丈夫な紙とはどの視点から？
・破れにくい(耐重性)
・硬さ
・防水
→紙袋の破れにくさで実験

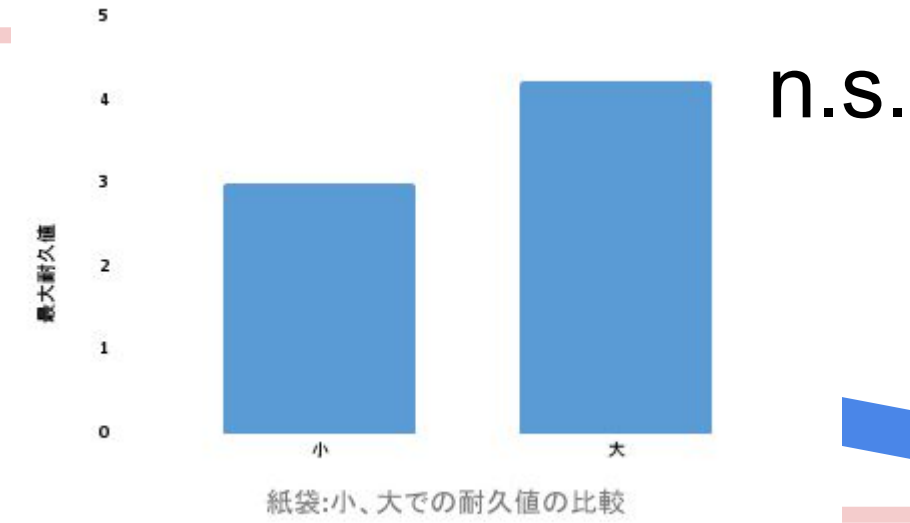
共有会
破れにくい紙を何に生かすのか。
大目標の「丈夫な紙」とは破れやすさのことなのか。

大目標

RQ③
重いものを入れても破れない紙袋を作る

”紙袋コラム 紙袋の強度を実験してみた”
紙袋の強度の理由
・マチがあることで圧力が分散されて破れにくくなる
・底に紙が敷いてある紙袋があるのも同じ理由

実験結果③
2kgのダンベル×2、1kgのダンベル×1
Chromebook(1.25kg)で1kgから耐久値を調べる
底には何も工夫をしない状態
底にかかる圧力の違いから紙袋の大きさを変える

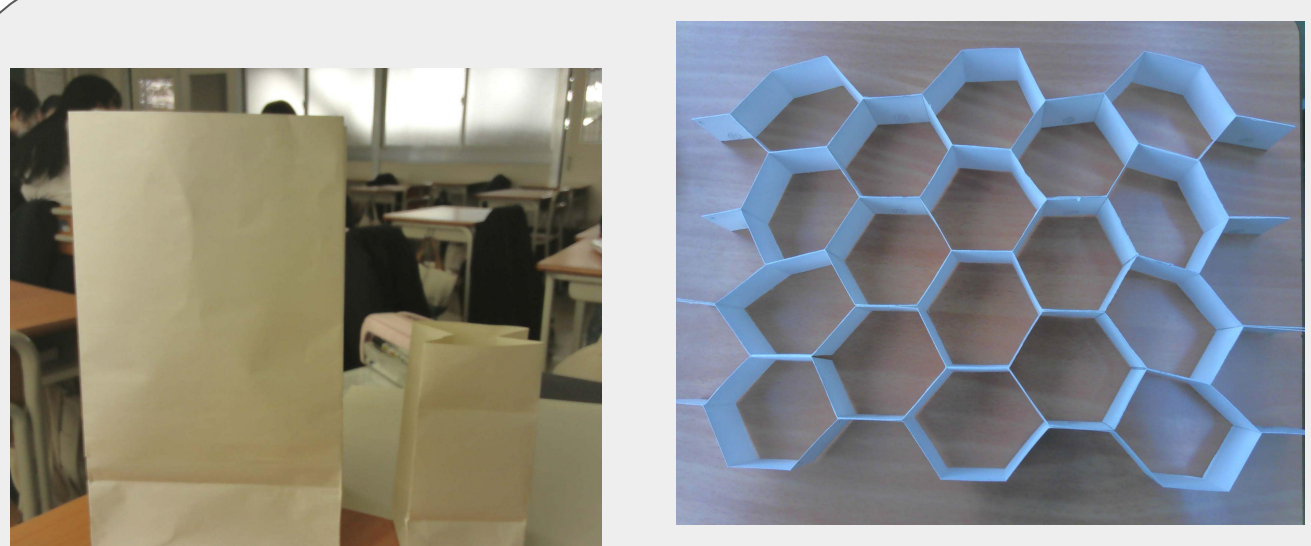


	小	大(体積8倍)
最大耐久値	5kg	7,5kg
上下に揺さぶった(3回)	1kgで破れた	1kgで破れた

持ち上げるだけでは大して変化なし
上下に揺さぶると重りが軽くても破れてしまう
紙袋の用途は持ち上げるだけでなく気づく
→振動に強く破れにくい紙袋を作る

実験内容③
内容...紙袋の底の強度が強ければ側面の紙の強度が弱くても関係ないのでと予想。薄い紙で紙袋を作り、底に工夫を凝らしてみる

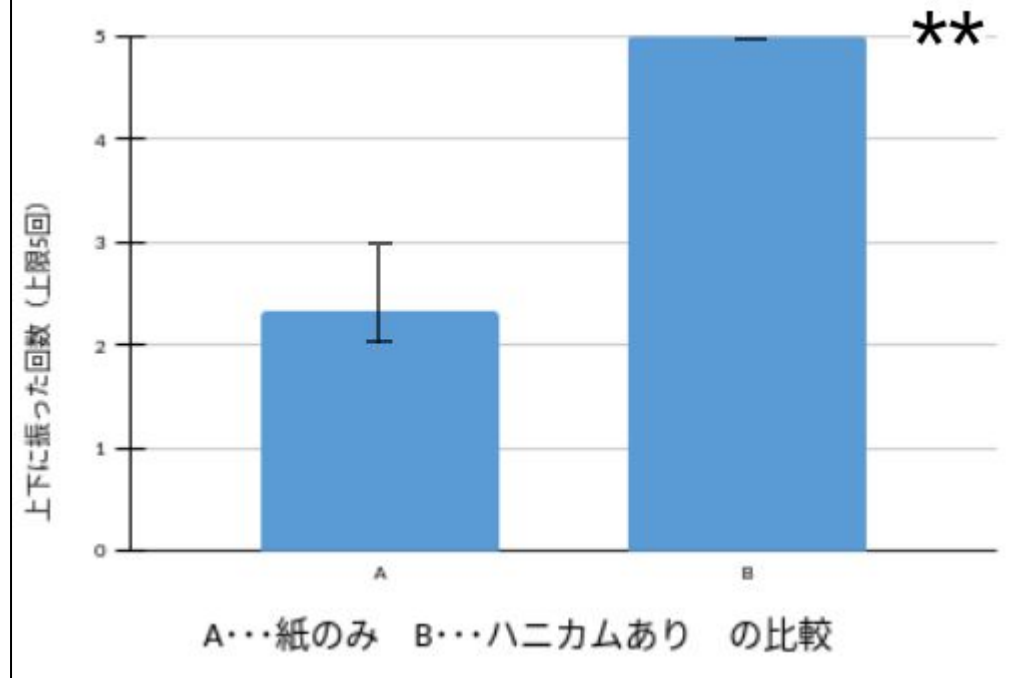
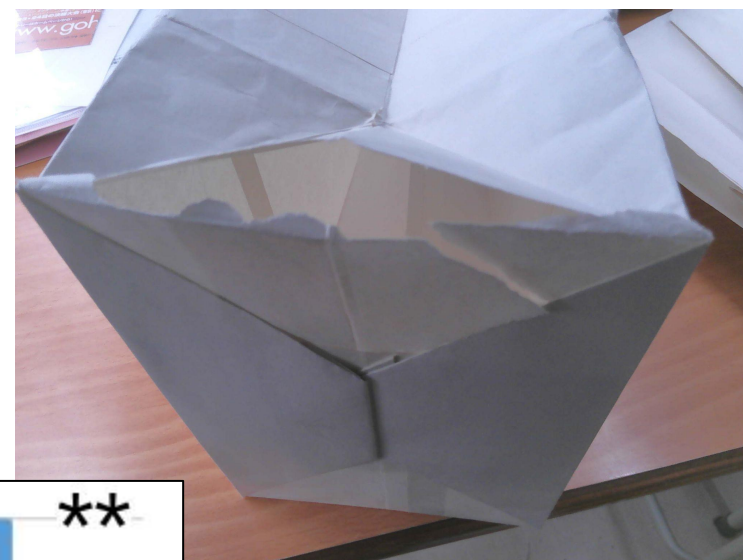
<https://www.youtube.com/watch?v=nsmnyFzjXbl>紙袋の作り方



↑ハニカム構造
衝撃を5方向に分散
各面が受ける力が最小

実験結果④
紙のみ...2,3回揺さぶっただけで底の横の部分が破れてしまった。

ハニカム構造...5回揺さぶっても破れる見込みはなく強く揺さぶっても破れなかった。



実験内容④
紙袋の底にハニカム構造を敷いた時とただの紙を重ねて敷き、おもり1kgを中に入れ揺さぶったときの違いを確かめる
最大で5回振る



過去

未来

今後の課題
振動に強い紙(袋)を作るためには？
底が破れたから破れないようにするには？

実験⑤
紙袋を量産して、同じ実験を行い振った回数や破れ具合を数値化して統計にかける

実験を重ねて行ったときに気付いたこと
袋の破れる部分が毎回底の横だったからその原因とそこを丈夫にする方法を考える

多くの紙袋は底の中央部分の補強はされているが底の横の方は補強がされていない



大目標 ハニカム構造の強度を高めるには

”ハニカム構造の作り方” <https://youtu.be/hcCCdrJz4m0?feature=shared>

使用する紙の種類だけを変えてつくった、ハニカム構造の上にものを乗せる。どのくらいの重さまで耐えられるか確かめる。

ハニカム構造の上に乗せるもの

- ①クロームブック(1.4kg)
- ②扇風機(2.4kg)
- ③机(3.95kg)
- ④水槽(10.0kg)
- おまけ 頭(3.7kg)

今回使用した紙

- ①画用紙(硬い紙)
- ②コピー用紙(普通の紙)
- ③再生紙(柔らかい紙)

考察

再生紙を重ねて厚くすれば強度が強くなるのでは...

実験結果の評価方法について



- ・ものを乗せた後、左図のように、少しでも潰れた箇所があればカウント
- ・全体のハニカムの数に対する潰れたハニカムの比率で強度を測定
例) $3/10=0.3$

紙の厚さによる強度の変化実験

紙の厚さはハニカム構造の強度に影響するか

実験結果

- ・画用紙がより重いものまで耐えることができ、水槽を乗せると半分ほど潰れた
- ・コピー用紙には机まで乗せられた
- ・再生紙にはクロームブック2台が乗った

再生紙を重ねることによる強度変化の実験

再生紙1枚で作ったハニカム構造と2枚で作ったものの強度を調べる

実験結果

のりで貼り合わせると、紙の厚さが均一でなくなってしまうからか、綺麗なハニカム構造にならなかった。

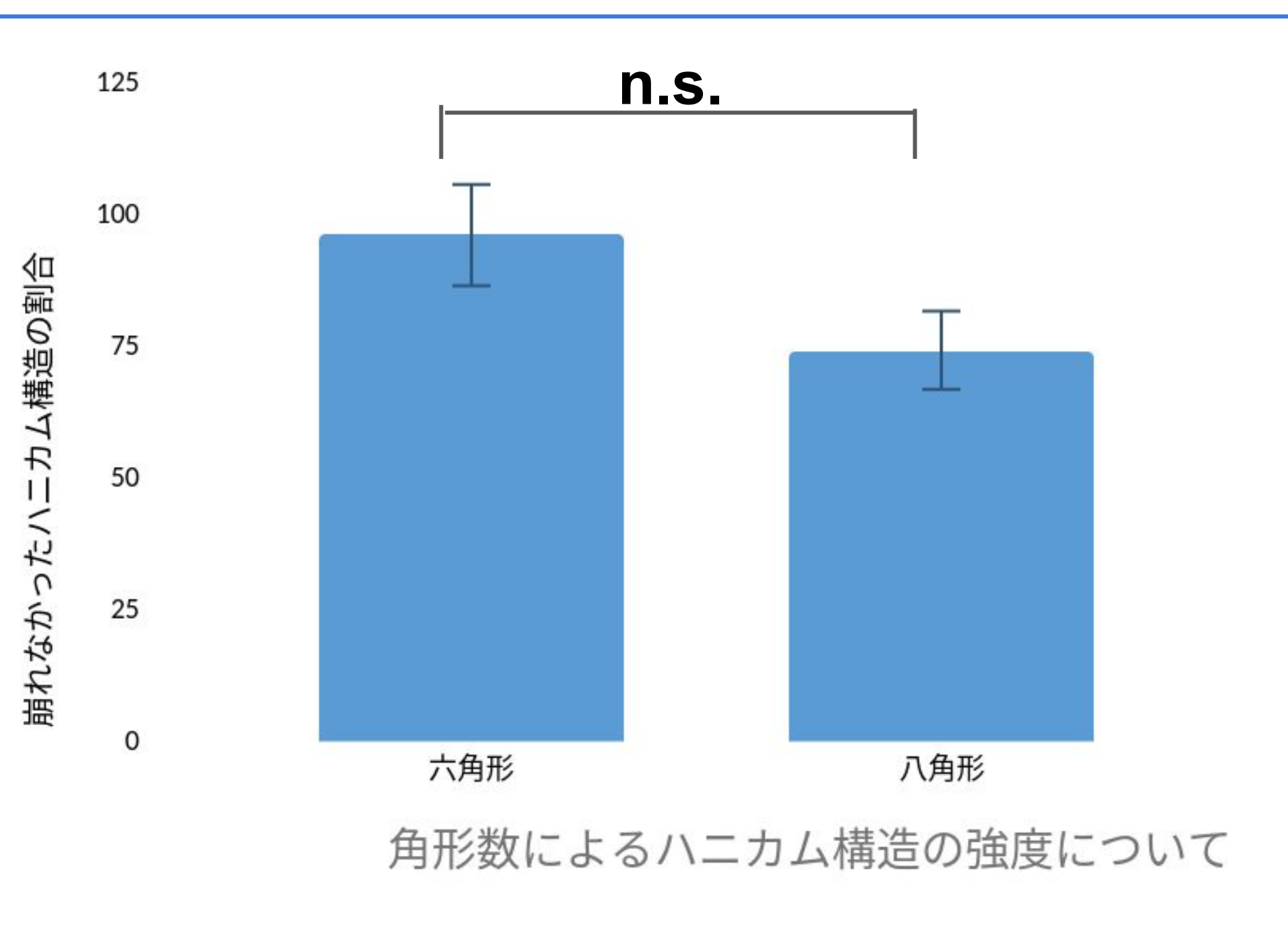
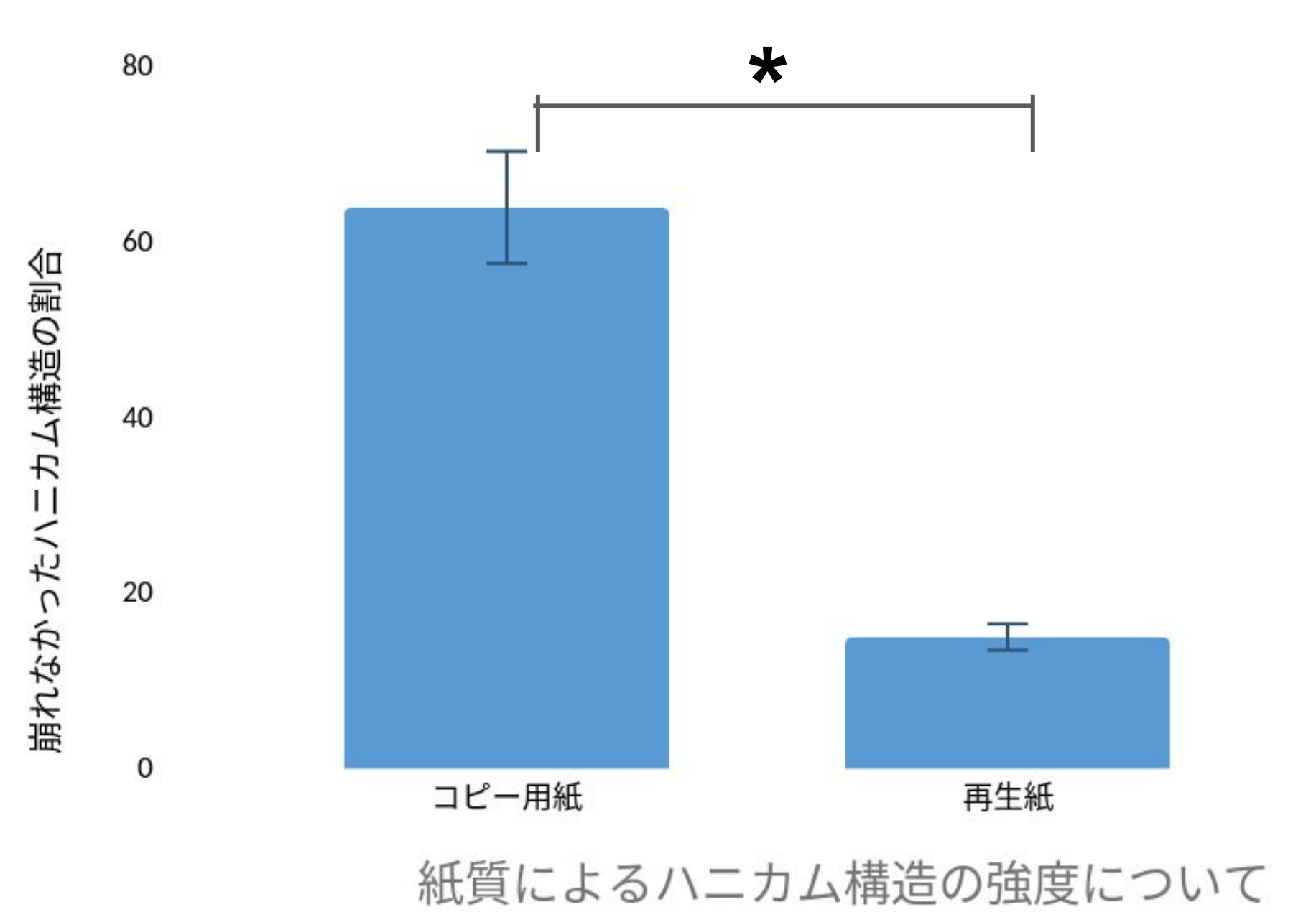
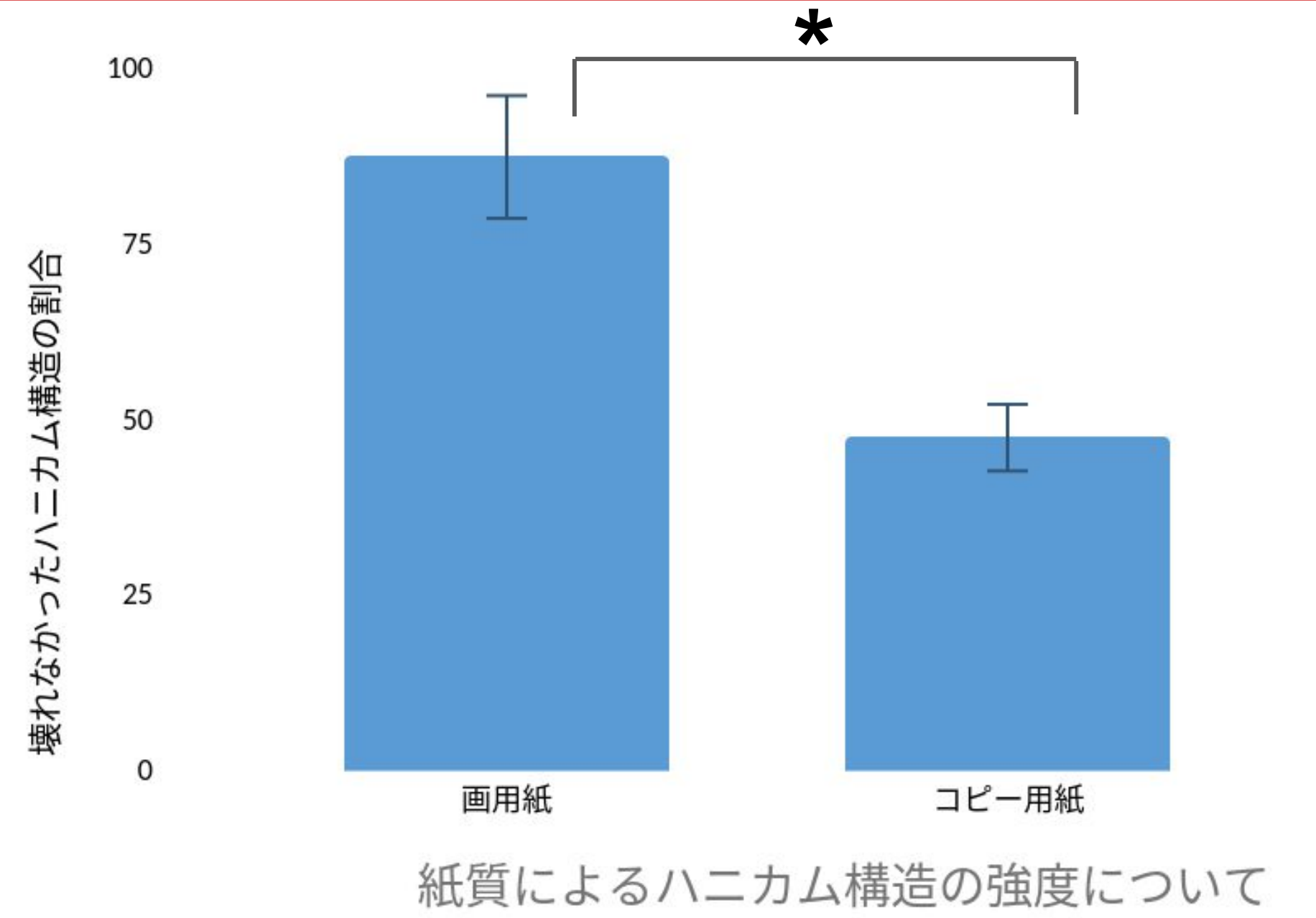
角形数による強度の変化実験

- ・三角形(図形の特性上、集合すると六角形になるため六角形として処理)
- ・六角形
- ・八角形

感想

- ・今回は、複数回の実験を行うことができず、データの信憑性に欠けてしまった
- ・ハニカム構造事自体を作るのに時間がかかり、効率が悪かった
- ・グラフを見ると、コピー用紙と再生紙の間に大きな差があったのが不思議だった

	六角形	八角形
クロームブック2台(2.8kg)	変化なし	変化なし
扇風機(2.4kg)	変化なし	変化なし
椅子(3.95kg)	変化なし	変化なし
水槽(10.0kg)	4/26(15.38%) 壊れた	5/7(71.4%) 壊れた
頭(3.7kg)	1/26(3.85%) 壊れた	4/7(57.14%) 壊れた



実験結果

<紙質比較実験>

- ・画用紙とコピー用紙に統計的に差があった
- ・コピー用紙と再生紙に統計的に差があった
- ⇒紙質のかたさとハニカム構造の強度には関係がある

<角形数比較実験>

- ・六角形も八角形も、大した差は見られなかった
- ⇒ハニカム構造の強度に角形数は、さほど関係ない

過去

未来

枕に応用する

私たちは最終的に再生紙で枕を作ることができたら地球環境に優しいと考えているため、再生紙を用いたハニカム構造の強度をさらに増やしたいと思う

実験について

今回は、1度しか実験できていないものがほとんどで、データの信憑性に欠けてしまった
今後は、何度も実験を行い、信頼性のある結果を出したい

ハニカム構造について

ハニカム構造は作るのに様々な工程があり、とても時間がかかってしまうので、もっと簡単に作ることができないかという視点でも探究してみたいと思う

大目標

紙ダウンの制作

<https://dowellbydoinggood.jp/contents/trend/285/>

参照内容
紙糸で編んだ服とアパレル業界について

結果
塩酸をかけた紙は1週間後黒い粉が出てきた
紙の繊維を取り出すのは難しそう

RQ1 紙の繊維を取り出そう

内容
紙に塩酸,水酸化ナトリウム,精製水をかけて10分置く

https://kamiol.com/user_data/sdgs
https://www.fujifilm.com/fb/support/colorprint/howto/basic/paper_03.htm

参照内容 紙の種類について

紙の繊維を何か他のことに活用できないか？

再生紙を丈夫にすることはできないのか

RQ2 ダウンの羽毛の代わりに紙の千切りを入れて、断熱性があるのか調べる！

内容
ペットボトルに入れたお湯×3を
①②③でペットボトルを巻く
①ダウン
②シュレッダーダスト
③何もしない

<https://www.hokuetsucorp.com/environment/recycling.html>
参照内容 再生紙の作られ方

再生紙を作るのがそもそも大変
+
丈夫にするために何をすればいいのかわからない

<https://grapee.jp/400851>

参照内容
新聞とごみ袋の保温効果

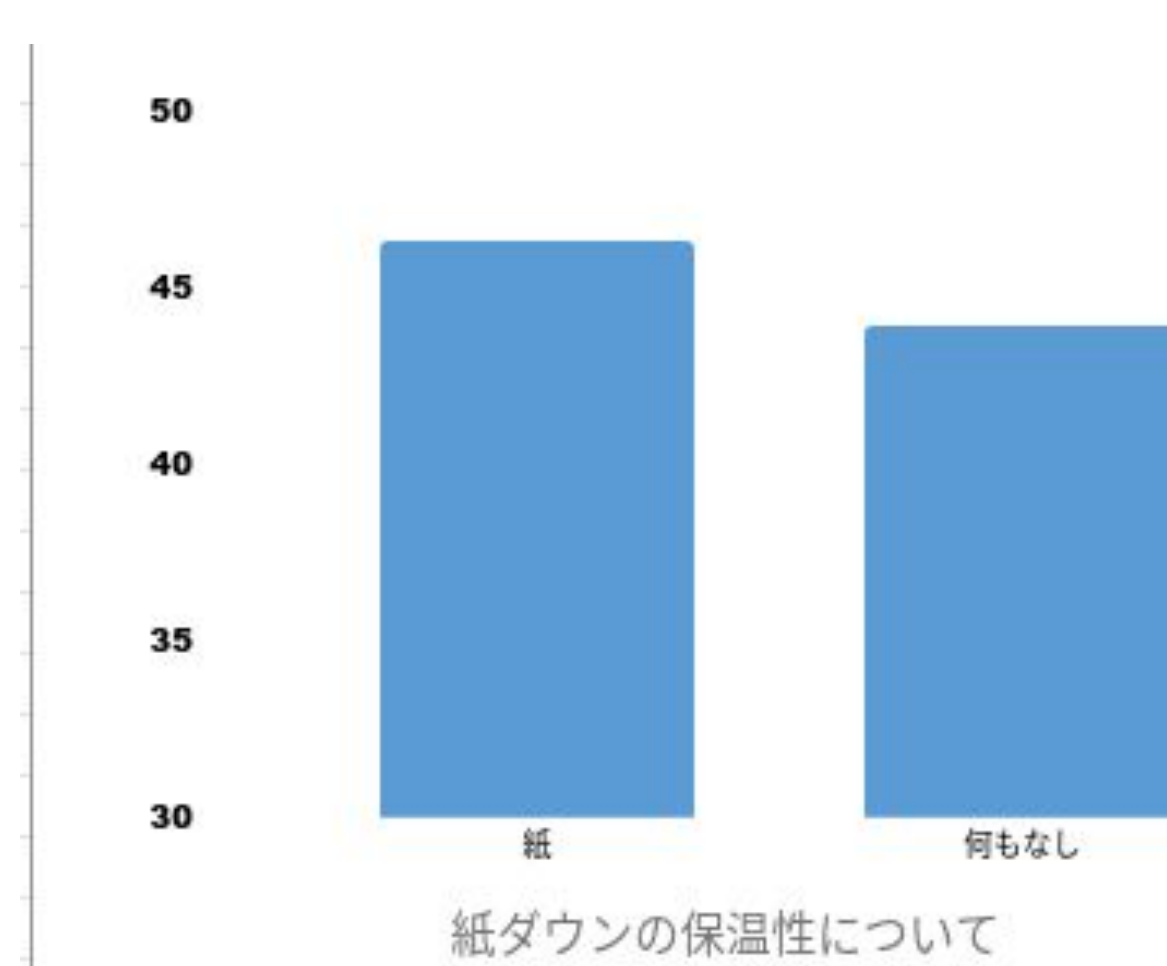


RQ3 紙の入れ方によって断熱性が変わるのか調べる！

内容
ペットボトルに入れたお湯×3を
①②③でペットボトルを巻く
①シュレッダーダスト
②くしゃくしゃにした包装紙
③何もしない



結果



シュレッダーダストを入れたほうが何もしなかったときに比べて温の低下が穏やかだった

紙に保温性があると言える

5分後	10分後
15分後	60分後

①シュレッダー

57	56.5
55.2	44

②くしゃ紙

57	56
55	44.5

③なし

56	54
51.5	33

単位 °C

結果

紙の材質や切り方による違いはほとんどなくどちらも同等の保温効果が得られた(右の表)

<https://www.pref.tottori.lg.jp/42701.htm>

シュレッダーダストの特徴
・水分を含まず細菌が繁殖しにくい
・保温性が高い

先生からのアドバイス

対照実験で、紙と羽毛以外の条件を変えてはいけない
紙ダウンと既製品のダウンの質を揃える

課題

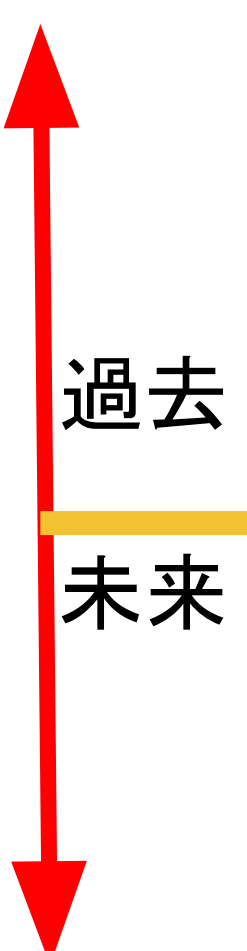
ダウンの形を目指して、大きな袋に入れて作って見たが、羽毛が入った既製品のダウンと同じ量(体積)の紙を入れようとすると重くなってしまい、利便性に欠ける。

体積は揃えたがそれではダメなのか？

質量を揃えて対照実験をする

最も軽く保温性が高い紙の切り方を考える

ダウンジャケットにうまく入れられるよう工夫する



大目標

濡れた教科書を早くきれいに戻す方

実験方法

紙(コピー用紙 印刷がされているもの)に薄く食用油を塗り、
 ①書きやすさ(シャープペン、水性・油性ボールペン、油性・水性マーカー)
 ②水で濡らしたあとの紙の破れにくさを調べる

RQ①

紙が濡れないようにするには?

RQ①-2

油で水を防げるのではないかな?

結果

①水性・油性ボールペン、油性マーカーが書きにくかった。
 ②油を塗った部分は周りの普通の紙の部分に比べて破れにくかった。

何日か経つと、塗った油が広がっていた。

・油を塗ると紙が透けてしまう
 ・冊子の全ページに塗るのは難しい
 ・部分的に防水仕様にするのは難しい
 →実用的ではない

RQ②

濡れた紙をきれいな状態に戻すには?

確認実験

冊子(見開き12ページ)を濡らし、ドライヤーで乾かす

この方法では、乾かすのにとっても時間がかかった。

RQ③

濡れた紙を最も早く、きれいに戻すには?

<https://chanto.jp.net/articles/-/1003246?display=b>

ドライヤーで乾かす場合熱風の当たる場所によって乾き方に大きな差が出る

”濡れてシワシワになった本を元通りにする、プロのスコ技”

<https://topics.tbs.co.jp/article/detail/?id=9311#~>

濡れた本をフリーザーバックに入れ、立てかけた状態で一日冷凍する
 おしをのせて、5日間乾かす

ネットで調べた冷凍庫の他に、冷蔵庫、紙をさむ、自然乾燥など、色々な方法で紙を乾かす

実験方法

見開き12ページの冊子を完全に濡らし、さまざまな条件で乾かす
 一番厚い部分の幅を測り、比較する
 (元の冊子の厚さ:2mm)

考察

実験によって数値が食い違っていたり差があまり出ないものがあったりした

考えられる原因

・それぞれ分担したせいで実験方法が微妙に違っていた
 ・気温・湿度などの家の環境がそれぞれ違った

《最終実験》

実際に教科書を使ってやってみる
 環境を整えて、最初の実験で最もきれいになった冷凍と冷蔵でやってみる
 実験によって一番きれいになったのが冷凍と冷蔵で違っていたのは、乾かす環境が各家庭で違ったから。→湿度・気温等乾かす環境を揃える

共有会

①5つの方法で冊子を乾かす

冷凍	冷蔵	自然乾燥	ティッシュはさみ	ドライヤー
8mm	◎7mm	8.5mm	10mm	12mm

②、①で最もきれいになった冷凍、冷蔵で時間を変えて乾かす

	冷蔵	冷凍
12時間	5mm	◎3mm
24時間	4mm	3.5mm
48時間	4mm	3.1mm

③、①で結果が良かった冷凍、冷蔵、自然乾燥を組み合わせる

冷蔵→冷凍	◎6.5mm
冷凍→冷蔵	7mm
冷蔵→自然乾燥	8.5mm
冷凍→自然乾燥	10.1mm

結果(最もきれいになったもの)

- ①冷蔵
- ②冷凍12時間
- ③冷凍と冷蔵

数値上一番きれいになったのは、冷凍12時間

実験方法

これまでの実験の中で結果の良かった冷凍と冷蔵をもう一度実験する
 ①冷凍12時間(重石なし)
 ②冷蔵12時間(重石なし)
 ③自然乾燥(比較対象として)

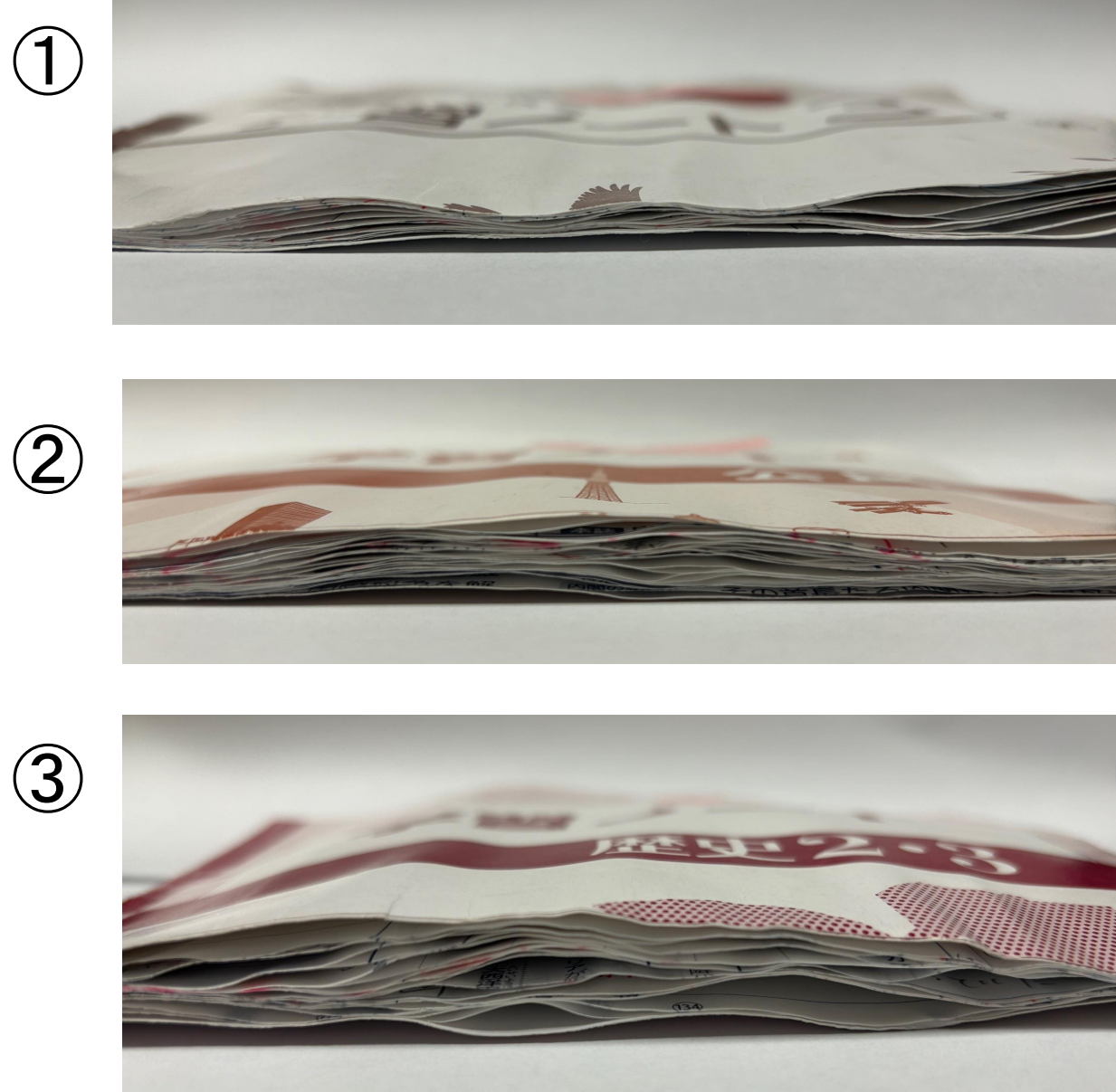
実験結果

冷凍12時間が最もきれいになった

- ①7mm
- ②10mm
- ③14mm

室温およそ18℃ 湿度35%前後
 (部屋のエアコンは常に稼働しているのであまり変動はないと思われる)

紙には、乾く最後の瞬間に繊維が縮むという性質がある→乾いたあとシワが残る
 紙が乾く前に冷凍すれば、繊維が縮む前に氷の状態である程度の水分が蒸発するので、シワにならずに済む。



結論

室温18℃、湿度35%の環境では冷凍12時間が最もきれいになる

改善点

次回は実験する環境や調べる条件などをよく計画するようにしたい
 また、それぞれの条件についてより多くのデータを取るようにしたい。

大目標

耐久性のある紙



RQ 黄ばみにくい紙を作るには？

RQ 燃えにくい紙を作る

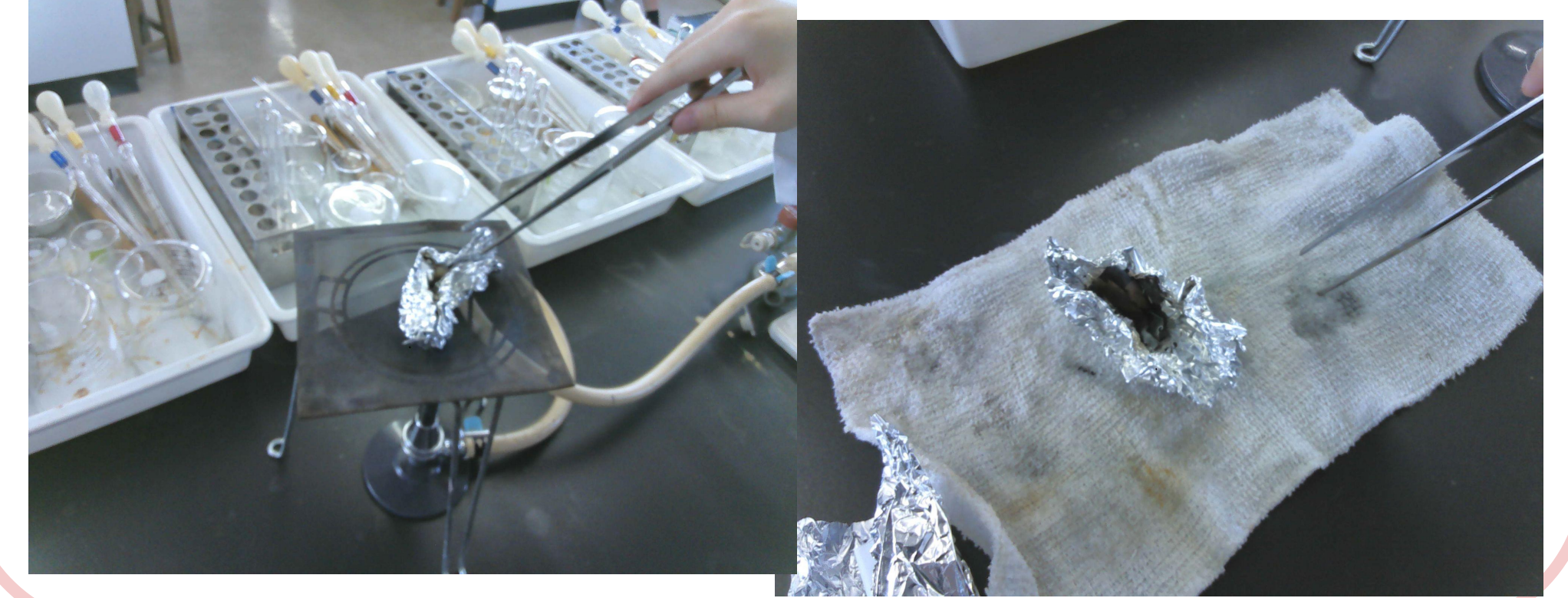
実験方法
色々な種類の紙の半分を黒い紙で覆い、uvライトを一時間当てる。

研究内容の詳細
黄ばみの観点から耐久性を調べるのは難しいので、耐久性の定義を変更した。

実験方法
色々な種類の紙を燃やす...金の折り紙、折り紙のツル、キムワイプ、トイレトペーパー、アルミカップの仕切り

実験結果
どの紙も全く黄ばまなかった。

実験結果
折り紙がボロボロにならなかった



研究内容の詳細
火に対する強さ以外も調べたら全体的な耐久性を追求できるのではないかと思った。

RQ 耐久性のある紙を作る→探す
耐水性、耐荷性、耐荷性の観点から最も耐久性のある紙を見つける

” 参照元 ”
参照内容……炭の簡単な作り方！身近な材料でも手軽に作れる！ | キャンプ・アウト
ア情報メディアhinata
「紙」を使って、簡単に「炭」を作る方法
炭をつくらう

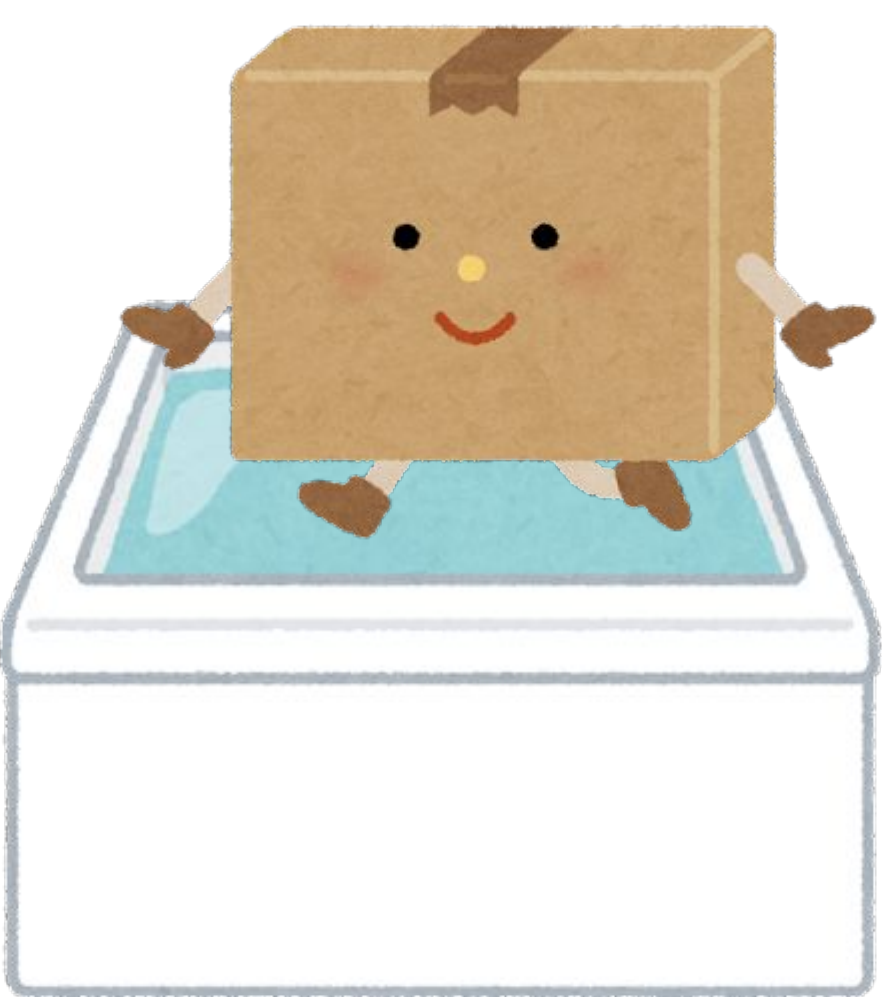
耐火性について
ガスバーナーで紙を燃やして燃えるまでの時間を測った

紙の種類	燃えるまでの秒数(秒)	その他、気づいたことなど
ダンボール	4分22秒56	半分ぐらい残った
紙袋	22秒70	ゆっくりと燃え広がった
ノートの厚紙	5分49秒 (ちぎれた秒数)	真ん中から紙が裂けていった 火は殆ど見えなかった
牛乳パック	1分8秒	灰になった
コピー紙	8秒83	すぐに火が移り燃え広がった

耐荷性について
同じ面積の紙片におもりを付けて破れる重さを調べた。

結果
①ダンボール→4000g(破れにくい)
②紙袋→760g
③ノートの厚紙→800g
④牛乳パック→3500g(破れにくい)
⑤コピー用紙→280g

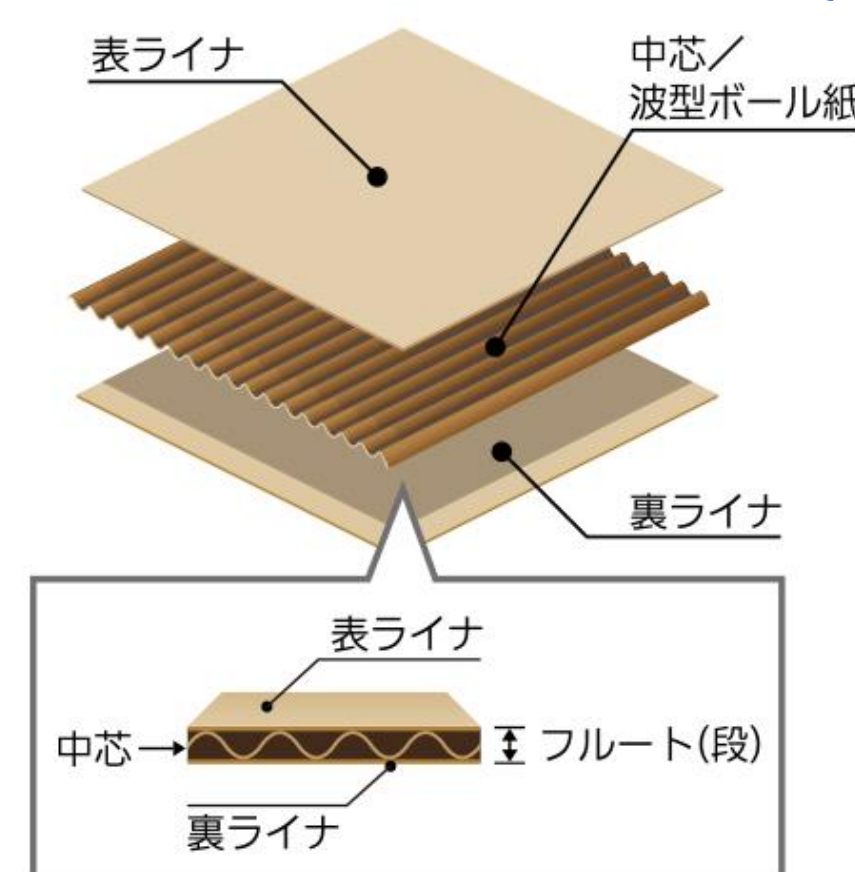
耐水性について
ダンボールにそれぞれの紙を貼り付け、ダンボールに染みだした水の重さを調べる。スポイトで5ml水をかけて20分間放置する。前後の重さを比較する。
結果(単位g増)
①普通のダンボール→1.67
②紙袋→0.09
③ノートの厚紙→0.01
④牛乳パック→0.20
⑤コピー用紙→0.92



3つの実験結果からの考察
どの観点から見ても一番弱いのは予想通りコピー用紙。ダンボールは火や重さには強いが水には弱い。牛乳パックは重さや水には強いが火には弱い。牛乳パックの水の強さは水を弾いて中の物を守るが、ノートの厚紙は水を吸って中の物を守る。
牛乳パックの素材でダンボール(の構造)を作れば耐久性最強の紙ができるのでは？



” 参照元 ”
参照内容……
<https://www.hirabayasi-pk.co.jp/material.html>
ライナーと呼ばれる「表の紙」「裏の紙」で「中芯」と呼ばれる波状の紙を挟み、3枚の構造で出来ています。
トラス構造



試してみたが牛乳パックが硬すぎてうまく形にならなかった。

牛乳パックを曲げてそのままダンボールの構造にできる方法を考える。

実験したはいいものの、統計検定ができなかった。統計化できるならするべきだと思う。できるなら実験方法の再検討が必要だと思った。

ダンボールに牛乳パックのコーティングをするのもいいかも？

過去
未来

鼻水をかむのに最も適した紙は??

RQ1 紙の吸水率について

参照元 <https://www.tamura1753.jp/absorbent-paper/>
 参照内容・ティッシュは吸水紙というものに分類される。吸水紙とは一般的に水や油などの液体を吸わせる用途で使用される紙のこと。
 繊維と繊維の隙間を広げることにより、その隙間に水(液体)を吸わせる。繊維の隙間(密度)を広げるほど液体を吸水しやすくなる。

RQ2 身近な紙を探す
 →ティッシュ、キッチンペーパー、新聞紙、書道用紙、ハンドペーパー、コピー用紙、トイレペーパー(家にあるやつ)

RQ3 鼻水のかわりとなる液体を探して、作る
 鼻水の代わりにすりおろしたものを...
 案①...料理をするとき、とろみを付けるために使う片栗粉。
 案②...介護食などに使われる誤嚥(ごえん)を防ぐためのとろみ粉

実験方法 片栗粉2gと3g、とろみ粉1g、2g、3gに対してお湯90°Cでより鼻水に近いものを(粘り気)調べる

実験結果 片栗粉2g...少しとろみがついた
 片栗粉3g...結構とろみがついた、重い感じ
 とろみ粉1g...すいとろみ
 とろみ粉2g...中間のとろみ
 とろみ粉3g...持ち上げたとき重い感じ
 →片栗粉よりとろみ粉のほうがとろみ具合が鼻水に近かった

前提として、鼻水は時によって粘り気が変わるため、三段階の粘り気のとろみを使う。



RQ4 紙の種類による吸水率の違いを調べる

実験方法 ①7種類の紙を10cmの正方形に切り、あらかじめ重さを量る
 ②3つの粘り気の段階(弱・中・強)にかけた鼻水を準備する(青色に着色)
 ③薄めのトレーに鼻水を浸してその上に紙をつける
 ④30秒間つかして、その後液をまんべんなくかける
 ⑤取り出した紙の重さを量る

キッチンペーパー...耐久性あり、吸った
 新聞紙...まだ耐久性あり、吸った
 コピー用紙...あまり吸わない
 ハンドタオル...比較的吸った
 トイレペーパー...たくさん吸った、耐久性なし(型崩れ)
 書道用紙...少し吸った
 ティッシュ...吸ったがつかめなほど型崩れしやすかった

実験での反省点
 ・最初に計量したキッチンペーパーで質量の異なるシャーレを使ってしまい、値に誤差が出た
 ・鼻水の温度を40°Cの一定に保つことができなかった→人間の体内を再現できなかった
 ・でも実際の鼻水の温度は? → 今度実際に測ってみよう!
 ・吸った量を量る際にただ紙に付着しただけのものも含まれてしまい、実際に吸っているかどうか怪しい...
 ・実験方法の見直し

RQ6 コスパと吸水率から紙を総合的にランク付けする

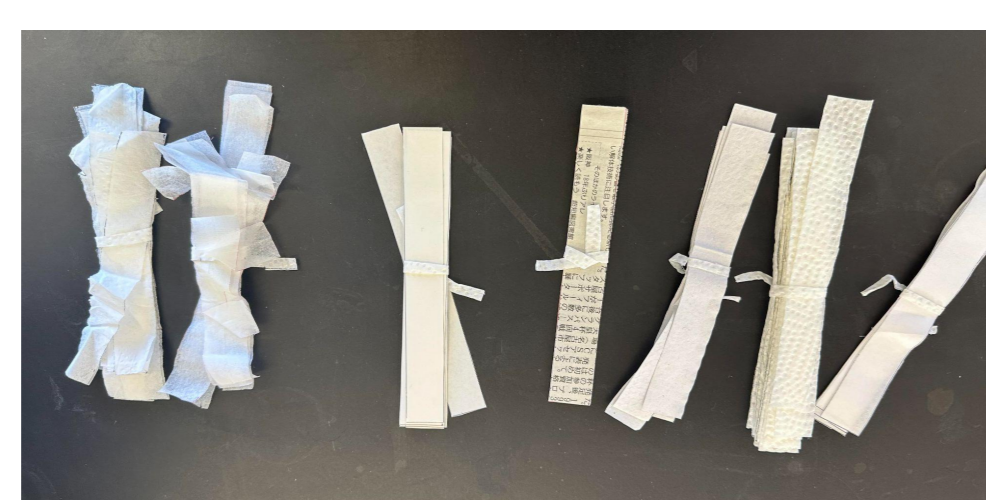
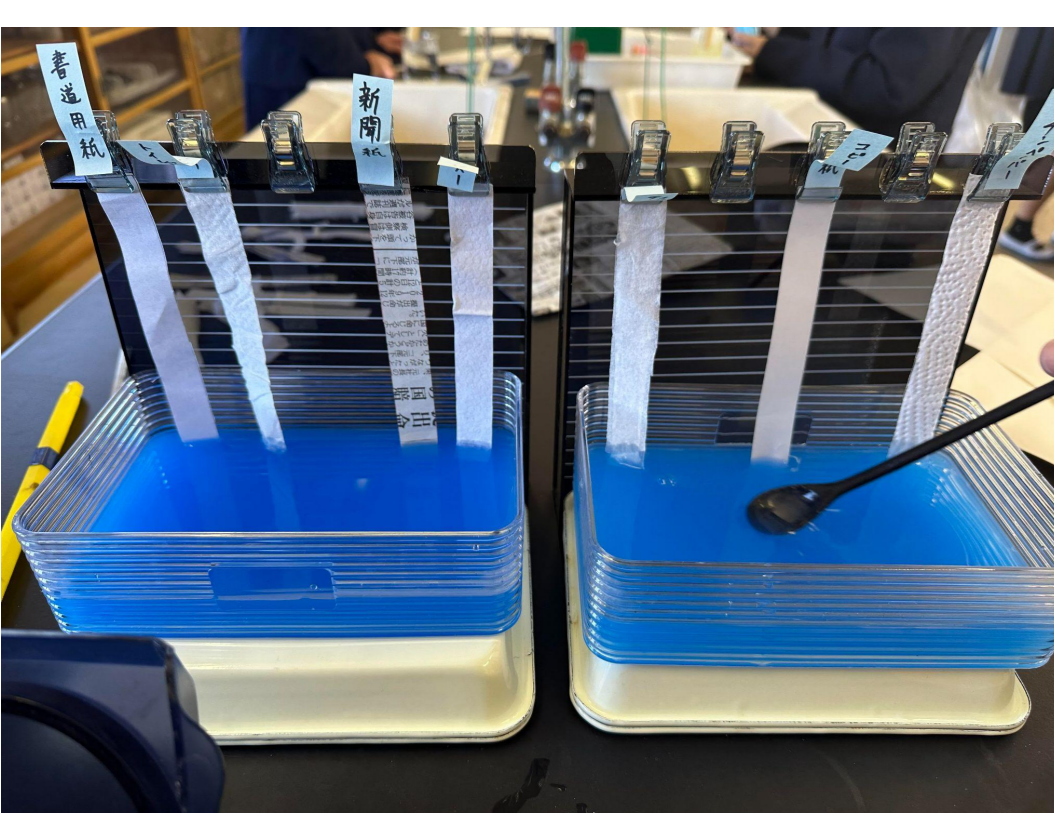
コスパの式 [一枚の面積+実験で用いた面積(10×10)×吸水量×枚数]+値段

実験で用いた紙(実験室の紙を使ってしまった)の値段が定かではない...反省、あくまでもティッシュの代用を探すから値段は関係ないのではないか??

コスパ...いる??

実験方法 ①7種類の紙を2cm×10cmの長方形に切って、あらかじめ重さを量る
 ②3つの粘り気の段階(弱・中・強)にかけた40°Cの鼻水を各容器に500ml準備する(青色に着色)
 ③家庭科の授業で用いた吸水性実験スタンドをつかて紙を吊るす
 ④10分間つるしたあと吸った長さを計る

とろみをつけたせいか、思っていたよりも吸水しなかった

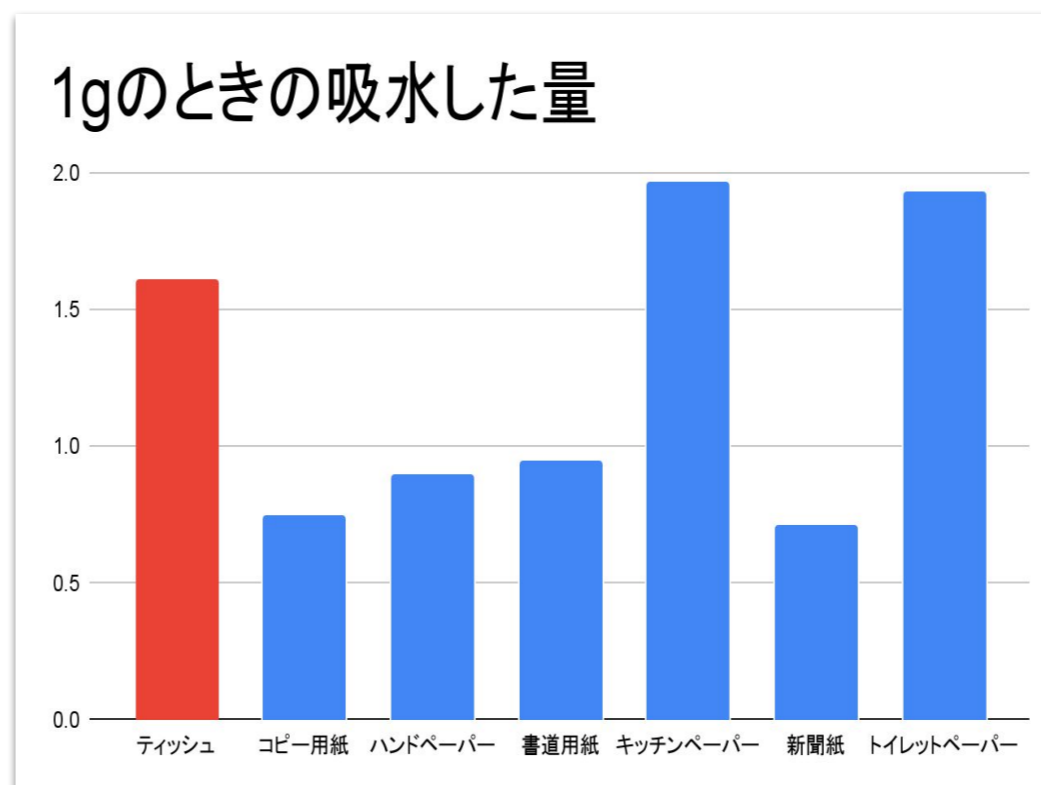
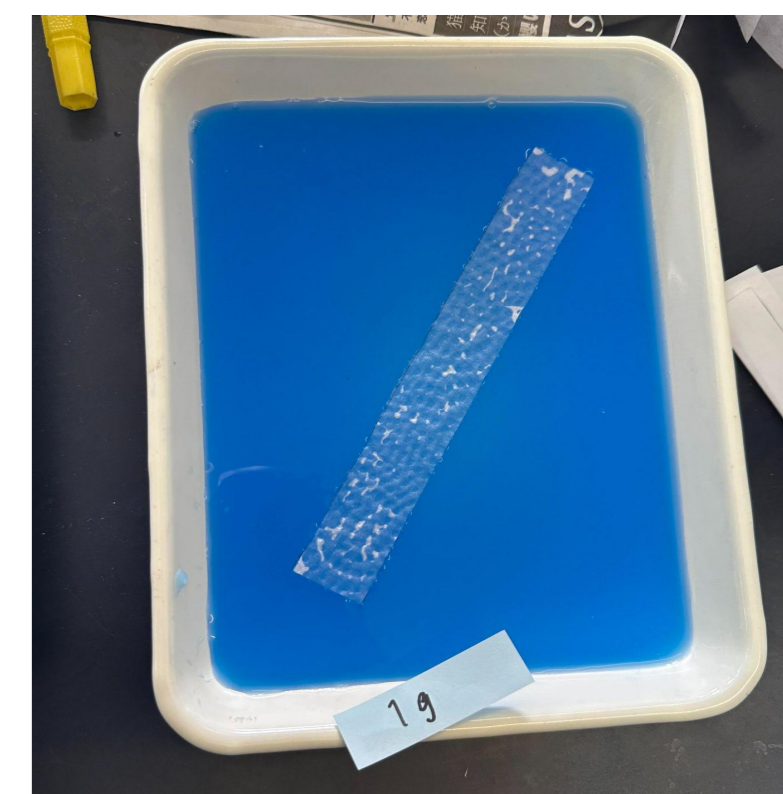


実験での反省点
 ・とろみが強すぎて吸わなかったため吸水率を調べることができなかった。
 ・紙が短くて液まで浸らなかった。
 ・吸水した長さを測り忘れた。
 ・吸水したかどうかを確認するための線を入れ忘れた。
 ・吸水率を調べられなかったため失敗!!!

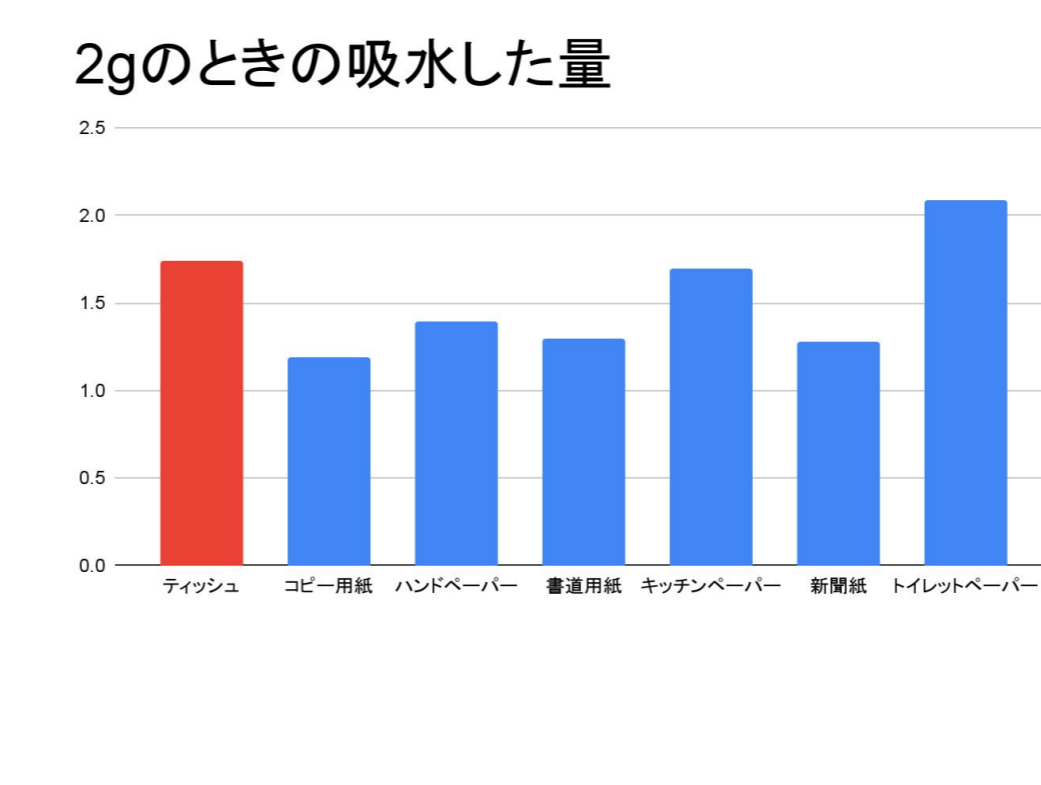


RQ7 違う実験方法で吸水率を調べてみる

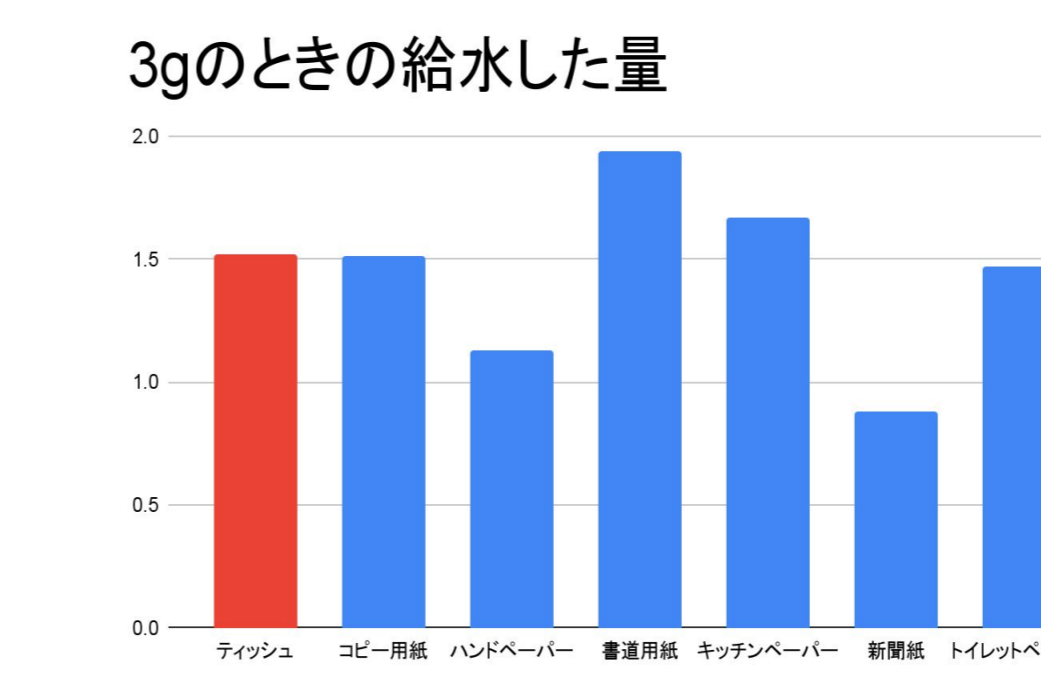
実験方法 ①2cm×10cmの長方形に切った7種類の紙を用意する(あらかじめ重さを量る)
 ②3つの段階にかけた40°Cのとろみ粉を用意する
 ③とろみ粉をトレーに流し、その中に用意した紙を30秒浸し、重さを量る



紙の種類(1gのとき)	ティッシュとの差
コピー用紙	-0.86
ハンドペーパー	-0.71
書道用紙	0.05
キッチンペーパー	1.07
新聞紙	-1.26
トイレペーパー	-0.04



紙の種類(2gのとき)	ティッシュとの差
コピー用紙	-0.55
ハンドペーパー	-0.35
書道用紙	-0.09
キッチンペーパー	0.31
新聞紙	-0.42
トイレペーパー	0.39



紙の種類(3gのとき)	ティッシュとの差
コピー用紙	-0.01
ハンドペーパー	-0.39
書道用紙	0.81
キッチンペーパー	0.54
新聞紙	-0.79
トイレペーパー	-0.2

実験結果のまとめ
 ・とろみ粉のとろみの強さ関係なく、全体的に吸収率が高いのは、キッチンペーパーであり、吸収率が低いのは、コピー用紙である。

疑問
 ・なぜとろみの量で紙によって吸収量に違いが出たのか
 ⇒実験を一度しかしていないため、誤差でそうだったのかも...??

誤差をなくすために、何回か実験を行って、統計をとる!!
 ⇨時間が足りず、実験をすることができなかった...



感想と考察
 ・今までの実験を通してみると、キッチンペーパーが最もティッシュの代わりとなると考えられるが、統計が取れなかったため実際の結果はどうか断言できない。
 ・最終的にうまく結論に持っていくことができなかった。
 ・途中から実験をするだけになってしまっ、実験から考えられることについてあまり深く考えなかった。

過去

未来

もう何回か実験をして、統計をだして正確な数字を求めたい!
 ティッシュがないときに鼻をかむための一番良い紙を正確に知りたい!!!



とろみ弱のとき(g)	浸す前	浸したあと	重さの変化	とろみ中のとき(g)	浸す前	浸したあと	重さの変化	とろみ強のとき(g)	浸す前	浸したあと	重さの変化
キッチンペーパー	0.44	11.55	11.11	キッチンペーパー	0.44	23.53	23.09	キッチンペーパー	0.44	17.24	16.80
新聞紙	0.42	6.99	6.57	新聞紙	0.42	8.07	7.65	新聞紙	0.42	14.42	14.00
コピー用紙	0.66	4.84	4.18	コピー用紙	0.66	6.83	6.17	コピー用紙	0.66	10.56	9.90
ハンドタオル	0.41	6.79	6.38	ハンドタオル	0.41	6.79	6.38	ハンドタオル	0.41	11.93	11.52
トイレペーパー	0.30	7.75	7.45	トイレペーパー	0.30	8.50	8.20	トイレペーパー	0.30	12.66	12.36
書道用紙	0.37	6.80	6.43	書道用紙	0.37	9.63	9.26	書道用紙	0.37	6.33	5.96
ティッシュ	0.27	8.75	8.48	ティッシュ	0.27	8.55	8.28	ティッシュ	0.27	7.26	6.99

◊RQ4の実験のグラフ(上3つ)◊

大目標

水に強い紙を作って雨で濡れてしまっても文字を見られるようにしたい

RQ 水に強い紙を作る。

和傘は油紙で作られているから油紙は水に強いのでは...?



”油紙の作り方”
NGKサイエンスサイト
「水に濡れない紙を作ろう」より
<https://site.ngk.co.jp/lab/no167/>



《実験》

紙に油を染み込ませた後に、水の中に入れて、耐久度を確認する。

《実験結果》

ごま油(新・旧) > バター > ヘアオイル > オリーブオイル > クレンジングオイル > サラダ油 > 水の順番で破れにくい

ごま油(賞味期限切れと切れていないものの2つ)、バター、クレンジングオイル、サラダ油、ヘアオイル、オリーブオイル、水

交流会

RQ 水に浸しても強い紙とは

RQ ごま油を使ってよりよい紙を作るには

RQ ごま油の何がいいのか

”太白ごま油”

ごま油特有の匂いが無い
色が白っぽく紙にうつらなそう
<https://site.ngk.co.jp/lab/no167/>



実験1で使った紙を水で浸す

”日清オイリオ

<https://www.nisshin-oillio.com/goods/goma/c/hikara/>
”ごま油にはリノール酸とオレイン酸、ごまリグナンが含まれる。リノール酸とオレイン酸は植物油に多い

RQ ごまリグナンが紙を強くするのか

ごまリグナンを取り出すことが難しく、断念

《実験2》

紙に太白ごま油を霧吹きで5プッシュ吹きかける
乾かしたあと紙の書き心地やにじみにくさを調べる

《結果》

油の紙は油性ペンの文字がにじんでしまった。透明になった。

《実験3》

実験2の紙を同じ場所を繰り返しおって破れるまでの回数で強さを比較する。

《結果》

30回ほど折っても破れなかったため断念
《実験4》
それぞれ30回折った紙を手で破った。

《実験5》

それぞれ30回折った紙を手で横に引っ張り切れるまでの時間を測った

水	炭酸水	油	水+油	炭酸水+油
2.94秒	3.15秒	4.52秒	3.33秒	3.69秒

感覚的には油紙が一番強かった。

《課題》
数値化できない

大目標 紙粘土を実用的にしたい

RQ1

乾きにくい紙粘土を作るには？

まず紙粘土がなぜどのようにして固まるのかを詳しく知りたい。なにか新しい発見があるかもしれない



←新聞紙を混ぜている



↑完成品

紙粘土の試作と観察

- ①5枚の新聞紙を細かく切り刻む(2回)
- ②それぞれをボウルに入れ(片方をA、もう一方をBとする)、水を加えてよくなじませる
- ③A→きつく水を絞る
B→クエン酸、重曹を加えた後によくまぜきつく水を絞る
- ④どちらにもチューブ糊を加えてよく混ぜる
- ⑤ジップロックに入れ密閉して保管、観察

”参照元”

参照内容……紙粘土の作成方法

- <https://www.xn--m9j511jg9bwred62d.com/4454.html>
- https://eco.pref.miyazaki.lg.jp/gakushu/contents/gakupro/gakusyutei/how/mono04_4.html
- [紙から作る！？ ホントの紙粘土](#)

結果

固まる様子は見られなかった。また、粘土部分と水の部分が分離してしまった。べちゃべちゃした感じの紙とインクが混じった水っぽいものになった。重曹とクエン酸を入れたやつのほうが表面がなめらかだった。しかし実験当初の目的にはそぐわない結果となった。



難しい...

共有会

実用的にしたい

新しく作り出すというより既存のものを使いやすくしたほうがいいのか？

RQ2

すぐに紙粘土を乾かせる方法は??

素早く蒸発させれば早く乾くのでは？

固さの測り方

<https://www.keyence.co.jp/ss/products/recorder/testing-machine/material/hardness.jsp>

紙粘土は水分の蒸発で固まることがわかった

https://b-o-w.jp/hardened-paper-clay-soften#index_id0

RQ3

紙粘土を乾きにくくするには？

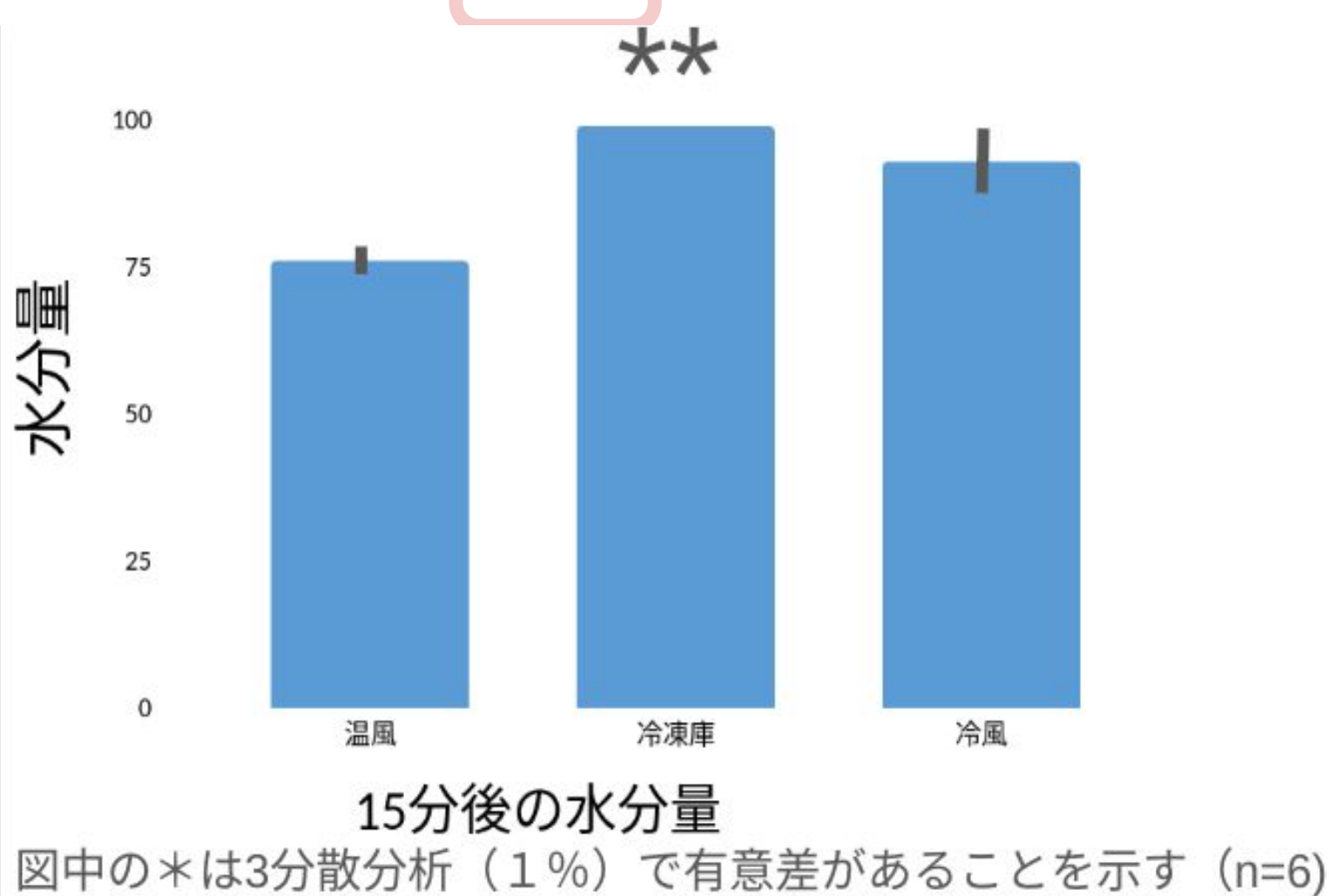
実験方法

紙粘土を①温風ドライヤー②冷風ドライヤー③冷凍庫で時間を決めて乾かし、水分・油分チェッカーで水分量を測る。

実験方法

- ①水やクリームが色々な比率、量で混ぜた紙粘土を用意
- ①2.8×2.8×2.0の形に紙粘土を揃える
- ②紙粘土の上に重い物を置く
- ③何cm潰れたかを計測

結果



結果

種類 - 経過時間	水1	水3	クリ1	クリ3	水0.5クリ0.5	水1.5クリ1.5	なし
50分	0.70	0.90	0.70	0.73	0.70	0.85	0.10
100分	0.40	0.70	0.30	0.50	0.20	0.75	0.00

紙粘土に混ぜたものの量に関する統計検定 (混ぜたものの量をx軸、潰れた長さの平均をy軸に)

種類	相関係数の検定	n	検定統計量	確率	判定
50分	相関係数の検定	3	1.646	0.3476	n.s.
100分	相関係数の検定	3	6.813	0.0928	n.s.

粘土の感触が悪いとだめよなあ 感触も数値化したい

考察

温風→冷風→冷凍庫の順に早く乾きやすいことから乾かす時の温度が乾きやすさに関係しているのではと思った。

考察

相関係数は1に近いがnが小さいから統計の信用性が低い



次への課題

温度を正確に図り温度を変えて実験をして、どの温度が最適なのか調べてみたい。

やりたかった実験

- ①0.0、0.2、0.5、0.8、1.1、1.4ずつ水とクリームを混ぜる
- ②5センチ四方の紙を粘土の表面につけ、何グラムの粘土がくっついたかを調べる普通のやつのは1.5倍ついたら触り心地が悪いとみなす↑触り心地(べたべたしていないか)
- ③前回実験と同様←乾燥具合

大目標 濡れない紙袋を作る

RQ1 水にふやけにくくするには

RQ2 水にふやけにくい紙の種類は何なのか

実験1
紙に油を塗る→水につける→水から出して水に濡れない・破れない紙ができているかを調べる

実験2
色々な種類の紙を用意する
それをクエン酸と重曹を入れた水に入れてどれぐらい溶けるかを調べる
紙の種類・①ティッシュ ②紙
③新聞紙 ④和紙
⑤半紙 ⑥トイレットペーパー
⑦折り紙

参照 <https://site.ngk.co.jp/lab/no167/>

参照 <https://site.ngk.co.jp/lab/no167/>



結果
紙が分厚くて？うまくできなかった。
油をつけたところも破れてしまった

結果
溶けた順
⑥ → ⑤ → ① → ③ → ② → ⑦ → ④
少なく しなしな 結構硬い
なった
↑ ↑
分解ボロボロ

RQ3 重さに耐えられる紙は何なのか

RQ4 最も軽い紙は何なのか

RQ5 和紙の強度を上げるには？

実験
色々な種類の紙を用意する。紙をすべて同じように折り、水に10秒つけた後おもりを入れる。
紙の種類は実験2で水に溶けにくかった紙、新聞紙、和紙、折り紙を使う。

実験4
地面から135cmの高さで落としてかかった秒数で重さを比較する。

実験5
和紙に片栗粉を混ぜてミキサーにかける。それから水気を切って平らにして乾かして同じ大きさの和紙とおもりへの耐久度を比べる。

	C	D	E	F	G	H	I	J
平均	353.3	140.0	60.0	690.0	#DIV/0!	#DIV/0!		
標準誤差	33.8	35.1	23.1	17.3	#DIV/0!	#DIV/0!		

結果から判断する。

定の結果が以下の赤色部分に自動的に表示されます。

分散分析表	変動	自由度	分散	F値	確率
水準間	713025	3	237675	98.6885	0.000001
水準内	19266.6	8	2408.33		
合計	732291.6	11			

結果
統計的にも差のある結果が得られた。
破れにくい順で並べると和紙、折り紙、紙、新聞紙

② データを入力
データを入力すると、平均値と標準誤差が計算され、グラフも自動で作成されます。

	おり紙	和紙	紙	新聞紙
平均	2.2	2.5	2.3	2.4
標準誤差	0.2	0.1	0.1	0.1

③ 検定結果から判断する。
統計検定の結果が以下の赤色部分に自動的に表示されます。

分散分析表	変動	自由度	分散	F値	確率
水準間	0.15365	3	0.051217	0.67445	0.56408
水準内	0.91125	12	0.075937		
合計	1.0649	15			

n.s.は統計的に差がないこと。*や**は統計的に差があることを表している。
*は5%、**は1%水準の差。*が多いほど信頼性大きいという意味です。

結果
あまり差が出ず、実験としては失敗だった。



参照 <https://ecology.canon/ecokids/see/craft-paper.html>
https://www.alic.go.jp/joho-d/joho07_000044.html

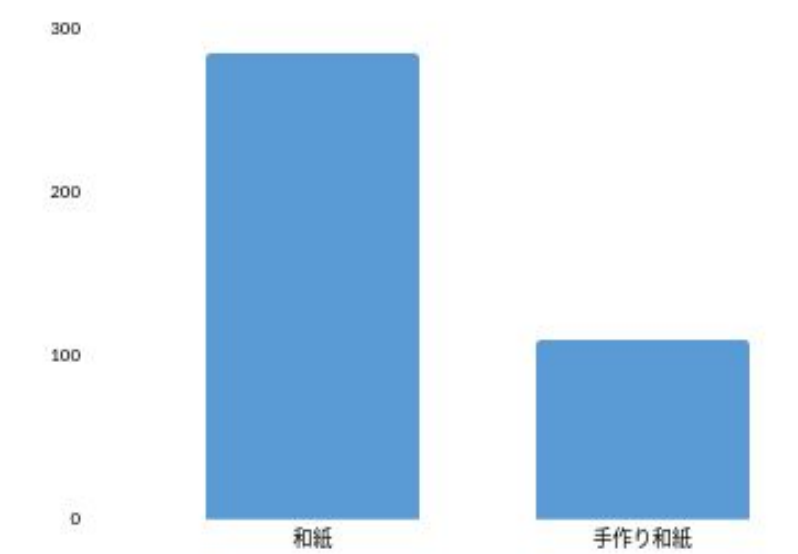
② データを入力
データを入力すると、平均値と標準誤差が計算され、グラフも自動で

	和紙	手作り和紙
平均値	285.00	110.00
標準誤差	25.00	10.00

③ 検定結果から判断する。
統計検定の結果が以下の赤色部分に自動的に表示されます。

T検定(片側検定)	0.01144
-----------	---------

n.s.は統計的に差がないこと。*や**は統計的に差があることを表している。
*は5%、**は1%水準の差。*が多いほど信頼性大きいという意味です。



結果
強度が高くなるどころか低くなってしまった。

過去

未来

和紙のデメリットである費用が高い、カビに弱いということを改善できるよう、和紙に代わる紙袋の材料や加えると良い材料について研究していきたい。

大目標

雨や水筒の水漏れ被害に遭ってもふやけないテキストにしたい！

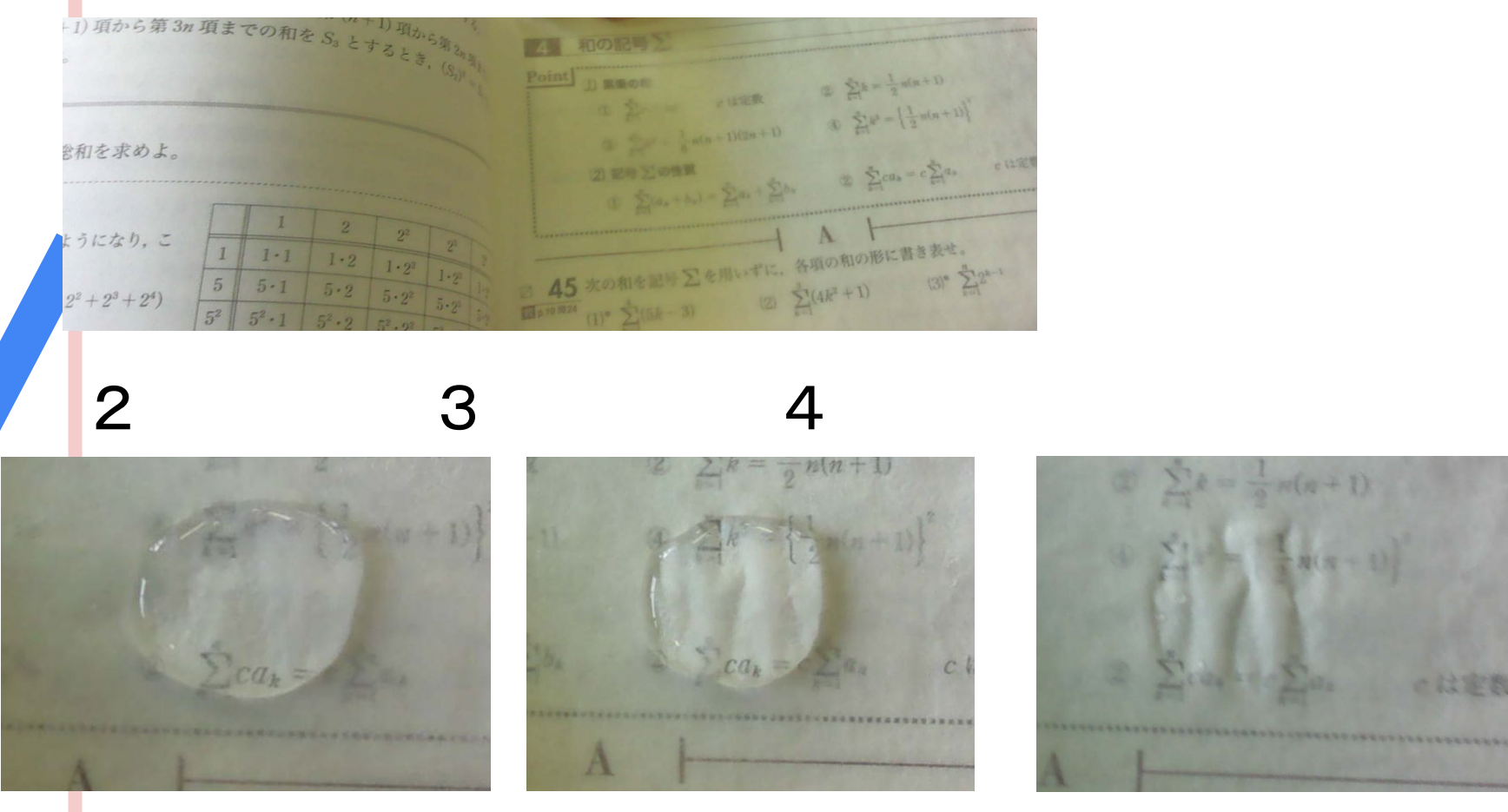
1 左pはクッキングシートなし、右pはクッキングシートあり。クッキングシートを敷いてもテキストの文字は見える
 2 1mlの水をスポイトで一滴ずつ垂らした。1分後の様子
 3 5分後の様子 クッキングシートが少し濡れた
 4 3のとき、水をスポイトで吸うとクッキングシートがふやけていた。テキスト本体は濡れてはなかったが、水があった部分はやや冷たくなっていた。

RQ1: 水を弾く紙を作るには
 内容……
 ①古びた薄い紙・コピー用紙・半紙・キッチンペーパー・クッキングシート・麻の葉の紙をそれぞれ10cm×10cm用意する。
 ②それぞれの紙に水を3滴垂らし、水の広がり具合、ふやけの大きさを観察する

クッキングシートを被せた冊子に水をかけても元の状態のように使えるのか
 内容……
 クッキングシートを敷いたハイプライムに水を垂らし、様子を観察する。

結果

	ふやけ具合	水の広がり具合
古びた薄い紙	とてもふやけた	すぐに全ての水がしみた
普通の紙	ふやけた	少しずつ水がしみた
半紙	とてもふやけた	すぐに全ての水がしみた
キッチンペーパー	とてもふやけた	すぐに全ての水がしみた
クッキングペーパー	少しふやけた	はじめは濡れなかったが時間が経つと濡れた
麻の葉の紙	少しふやけた	少しずつ水が浸透した



・そもそも、クッキングシート以外に使える紙があるかも…
 参考元: <https://world-p.co.jp/548>
 トレーシングペーパーとは、クッキングシートの密度が高くなったもの。密度が高くなるとより丈夫に透明になる。

トレーシングペーパーのほうが使える？
 他にも水を弾きそうな紙がありそう……。

実験: クッキングシートとトレーシングペーパーの比較
 方法: 10cm×10cmのトレーシングペーパーとクッキングシートに5mlの水を垂らして時間の経過を観察する。
 結果
 クッキングシート…
 水をすべて弾いた。3時間後も弾いたまま(変化なし)。5×5のほうは水を垂らした直後にシワがはっきりと見えたが水を吸収してはいなかった。
 トレーシングペーパー…
 あまり水を弾かない(半分以上はすぐ吸収された)。3時間後も水を垂らした直後とあまり変わらない。

参考元:
 トレーシングペーパーに耐水性がある。
https://pakexpo.jp/blogs/label/label_tracing-paper
 既に水を弾く性質を持つ、撥水紙が存在している。
<https://www.nagatoya.jp/product-list/35>

参考元:
<https://www.tamura1753.jp/Functional-Paper-Selection/water-resistant/>
 「水をはじく」のでインクジェットプリンター(液体)の印刷には不向きである。

レーザープリンターならトナー(粉)を使用するので印刷可能である。

クッキングシートに印刷するのはどうか。

トレーシングペーパーは使えなそう。

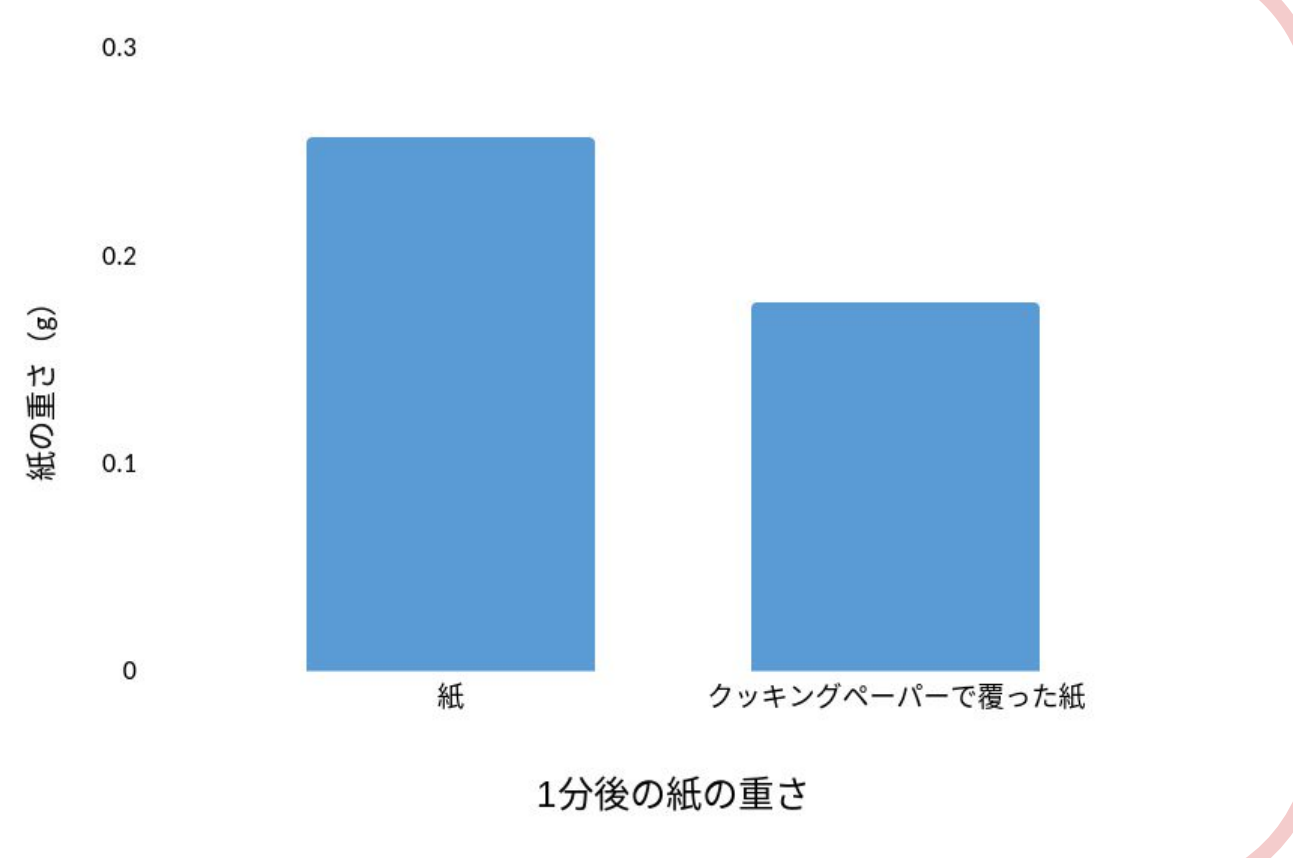
クッキングシートへの印刷は断念

クッキングシートでブックカバーを作る

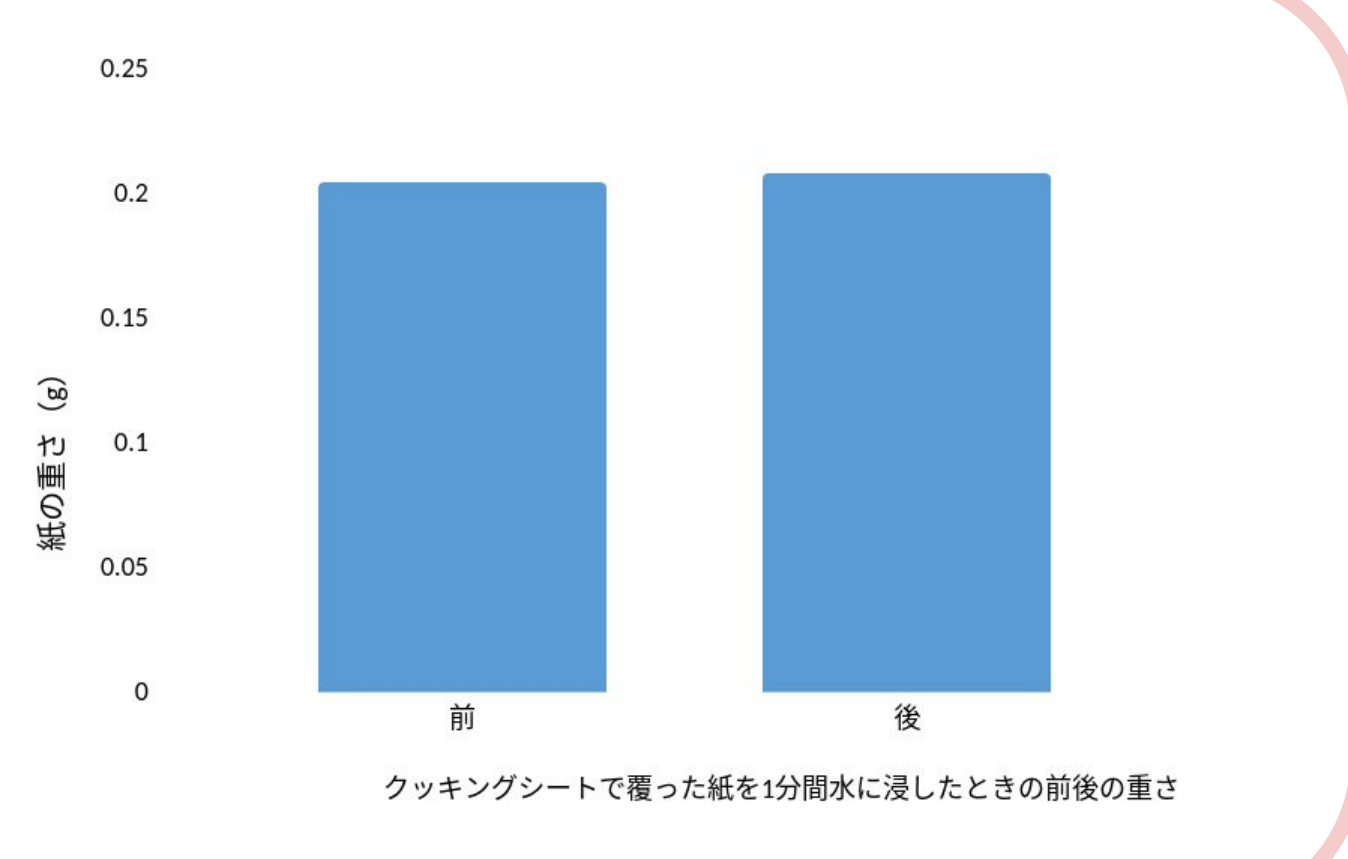
クッキングシートで覆った紙が水にどのくらい耐えられるかを調べる

数値を調べるタイミングが異なったため対照実験ではなかったため実験をやり直す。

※※→
 平均 0.26 0.18
 標準誤差0.01 0.00
 実験方法
 5cm×5cmの紙を7cm×7cmのクッキングシートで覆ったものと覆ってないものを用意する。それぞれ1分間水に浸した後の重さを比較する。

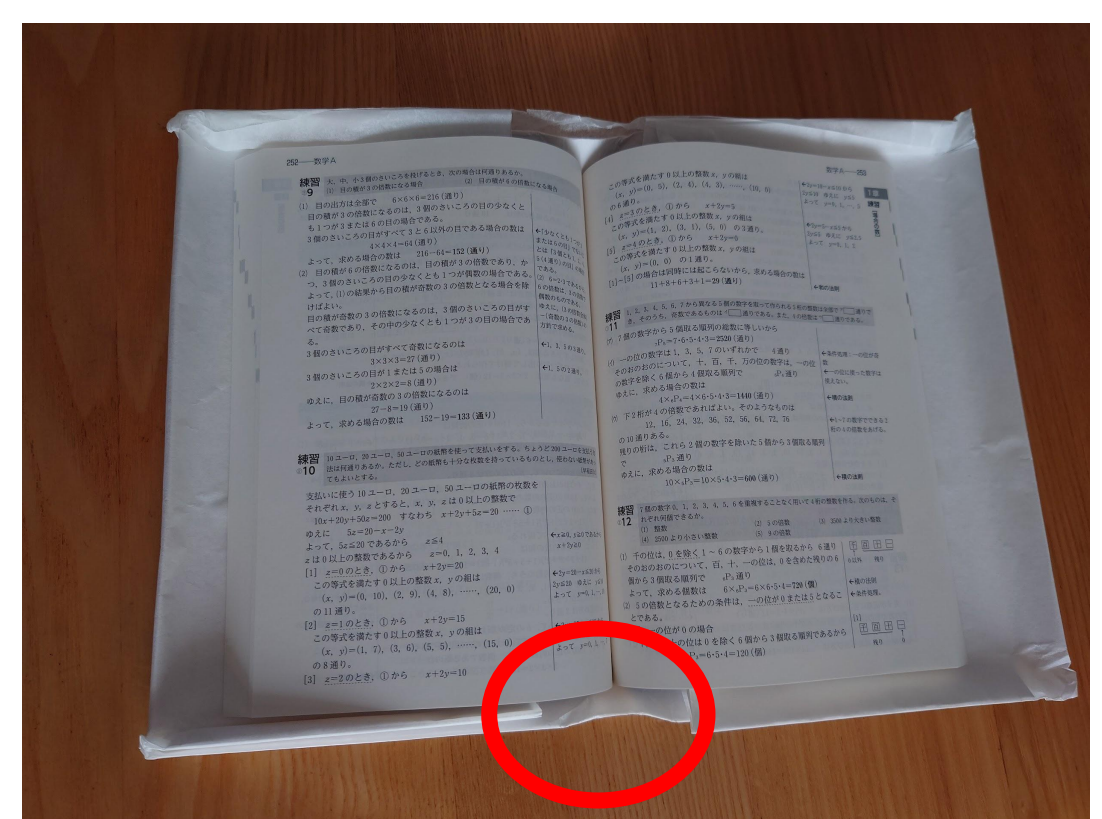


n.s.→
 平均 0.2 0.22
 標準誤差0.03 0.04
 実験方法
 5cm×5cmの紙を7cm×7cmのクッキングシートで覆い、1分間水に浸し、その前後で紙の重さを比較した。



下記のサイトを参考にし、本の中身が濡れないことを重視して一部改変して制作した。本を閉じたときに本の紙の部分が見えないよう、カバーで全体が覆われる設計にした。紙袋を再利用して作り、カバー全体をクッキングペーパーで覆った。
<http://pro.bookoffonline.co.jp/book-enjoy/reading-goods/20150811-original-book-cover.html>

上記の結果からクッキングシートを使用したブックカバーが作れそうなので実際に作る。



雨で濡れることを想定し、①水を数滴垂らす
 水筒の水漏れによる被害を想定し、②コップ一杯分の水を流す実験を行った。(本は閉じた状態で行った)
 閉じた状態では写真の赤丸の部分に隙間ができてしまい(設計ミス)、②では本体の端が濡れてしまった。①は本体は濡れなかった。
 カバーの設計ミスが無ければ濡れなかったと思われる。
 クッキングペーパーが水に濡れるのを防ぐ一つの方法として使えそう。

大目標

紙で橋を作る

内容...紙のゆめいろBridgeがかかったインド洋のそばにある
憧れの大きなうち
計画① 橋を作るために必要な紙の条件
・水に濡れても破れない(防水性、耐水性)
・重さに耐えられる
・変形できる

”参照元”

参照内容.....
<https://wired.jp/2015/05/30/bridge-made-22000-sheets-paper/>

【橋の構造】

- 桁橋
長所: 作るのが簡単
短所: 強度が低い→重いものに耐えられずに折れそう
- アーチ橋
長所: 桁橋より強度が高い
短所: 作るのに手間がかかりそう
⇒紙で作るのにはアーチ橋がいいのではないかな

【使用する紙について】

- ・水にふやかす→そのまま固めて乾かす?
水に強い材料?を混ぜてから乾かす?
- ・紙の周りを水に濡れてもはじきそうなものでコーティングするのはあり?
- ・紙の強度を上げるために→薄い紙をとにかくたくさん重ねる
厚い紙を何枚か重ねる
- ⇒どちらが強度が高い?

【耐水について】

- ・防水スプレー → もはや紙じゃない
- ・蓮の葉の構造(ロータス効果) → 作るのが難しい
- ・蠟引き加工 → ろうの収集、加工過程が難しい



水に強い紙を調べてみる

研究内容① 防水性

1. 水を入れた霧吹きで紙に10回水をかける
2. どの紙が防水性があるのか確かめる

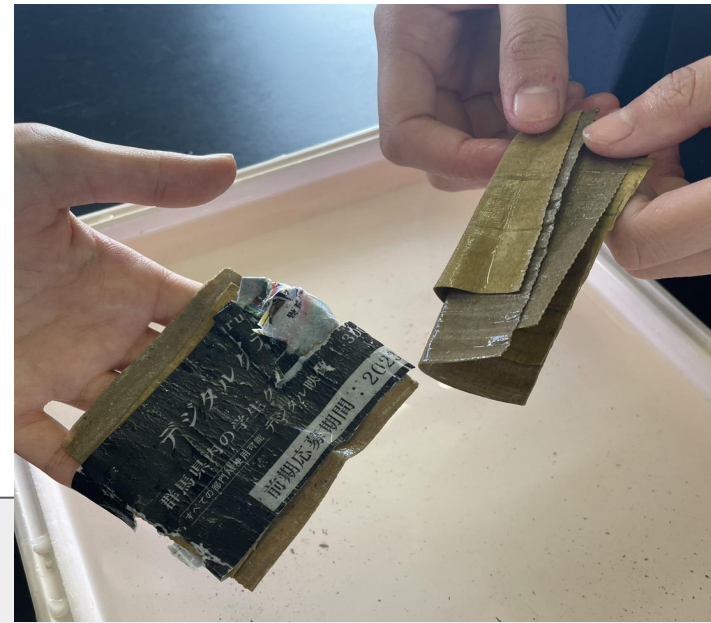


〈結果〉

- ・ダンボール→水がしみない
- ・ユポ紙→水をはじく、少し柔らかくなる
- ・クッキングシート→水をはじく
- ・キッチンペーパー→強めに引っ張ると破れる
- ・厚紙→破れない、しみない、しなしなになる
- ・トイレtpペーパー、新聞、ペーパーナプキン→瞬殺
- 紙と紙を組み合わせる?

研究内容② 丈夫性

台に紙をおいて物を乗せる
段々と物を増やして重くしてどこまで耐えられるか調べる

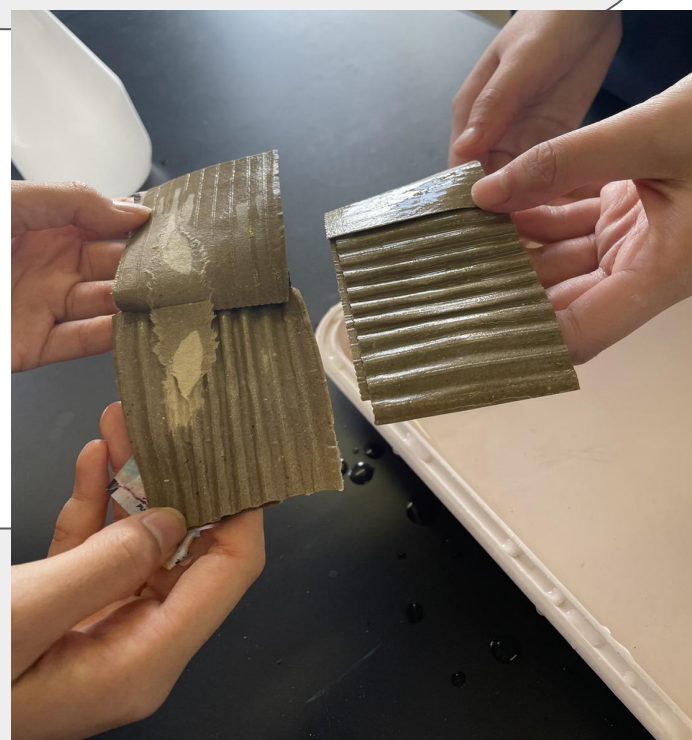


〈結果〉

- ・ダンボール→かなりの重さに耐える
- ・ユポ紙、キッチンペーパー→重さには耐えるが表面に傷が付きやすい
- ・厚紙→重さには耐えるが、真ん中で折れやすい
- ・新聞、ペーパーナプキン→重くしていくと破れる
もしくはたるむ
- ・トイレtpペーパー→すぐに破れる

研究内容③

ダンボール単体とダンボールにユポ紙を巻いたものを2分間水に沈める



〈結果〉

- ダンボール単体 → 水が染み渡ってしなしなになった
- ダンボール+ユポ紙 → ダンボール内部には水がしみなかった
ユポ紙がボロボロになって破片みたいなものが水に浮いていた
ユポ紙の表面が少し傷ついていたため、傷つくと加工が取れて防水性が弱くなる?

⇒橋にすると踏んだときに傷がつくため失敗

研究内容④ 桁橋

ダンボールの箱を岸とし、その上に平らにしたダンボールをつける

〈結果〉

- ダンボール1枚
箱がひっくり返るか真ん中で折れる
- ダンボール2枚
かろうじて支えられるが、バランスをとることができない
- ダンボール3枚
支えられるが、立つことはできない
→桁橋は難しい



研究内容⑤-1 アーチ型の橋

三角にしたダンボールをつなぎ合わせてつくる(トラス構造)

〈結果〉
乗ると折れる

研究内容⑤-2 支え

より丈夫にするために三角の中に縦に1本ダンボールの板を入れる

〈結果〉

なにもないときよりは支えられるものの乗ると潰れる



研究内容⑤-3 十字

2で入れた板に加えて十字になるようもう一枚板を加える
⇒重力を分散

〈結果〉

一人分乗れるようになった
しかし支える要素ではまだガタガタして不安



研究内容⑥ 防水性その2

水につけてもあまり壊れない紙を見つける
or
簡単な防水加工術を身につける

ただ...
ずっと水に耐えるのは難しい
枚数集めるのが難しい

◎結果

トレーシングペーパー、印刷用紙、ピンキー画用紙が水に耐えた。
⇒この中からどれが一番水に強いかわかるため絞り込む。
○1分30秒 印刷用紙脱落
○5分 ピンキー用紙vsトレーシングペーパー
→ピンキーの勝利

目標を改める

橋 → スロープを作ろう

参照元インターネット

車椅子などを含めた大体の重さ
車椅子→15kg 荷物→3kg
乗っている人→60kg 押す人→60kg

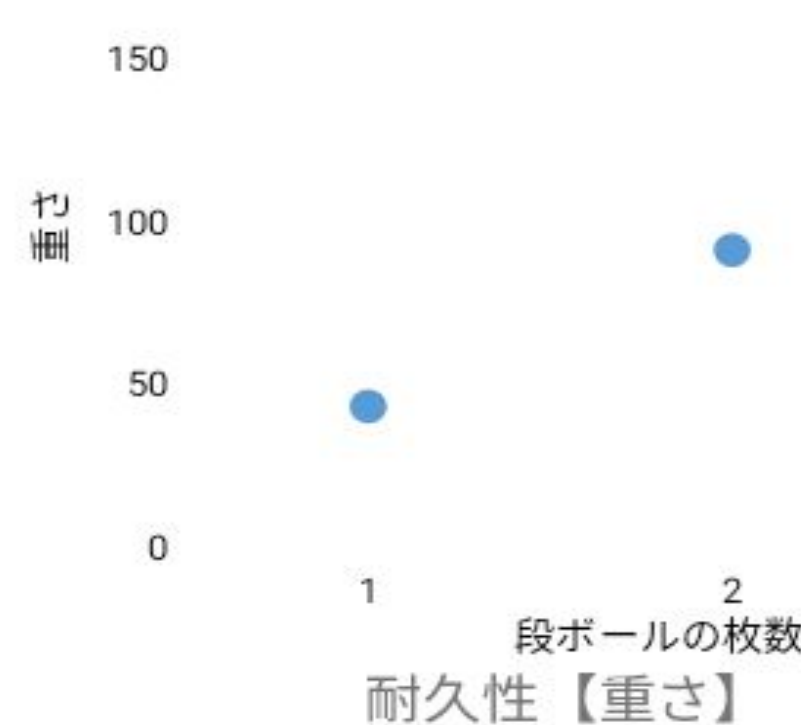
合計 138kg

研究内容⑦ 丈夫性その2

十字部分の大量生産
1枚、2枚、3枚のときの耐える重さを調べる

〈結果〉

1枚→43kg(1人) 2枚→96kg(2人) 3枚→141kg(3人)
図から**なことがわかるため信用できる
→4,5枚三角を作ったら安心して渡れる



相関係数の検定				
相関係数	n	検定統計量	確率	判定
1.00	3	84.870	0.0075	**