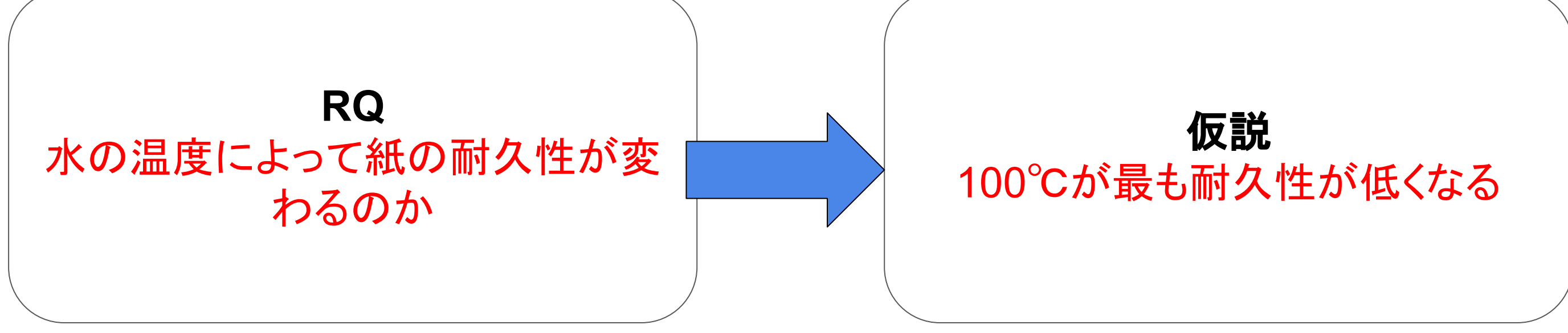


スタート

紙



野菜なども茹でると柔らかくなるため、紙も繊維と捉えると同様のことが言えるのではないかと思った。

温度を分けて耐久性を数値化する

水の温度	7.8~8.5°C	13.3°C	52°C
破れたときのおもりの重さ	30g	10g	5.0g

<予備実験>

実験の手順>

- 63°C, 13.3°C, 8.5°Cの水500gをそれぞれ用意する。(水の温度は温度計を用いて管理する)
- 正方形に切り取った和紙をダンボールで固定して水に3分間浸す。
- 取り出した紙を三脚に置く。
- 1gずつ分銅を乗せていく。(5秒耐えるごとに追加していく)
- 破れたときの分銅のグラム数を耐久値として測定して比較する

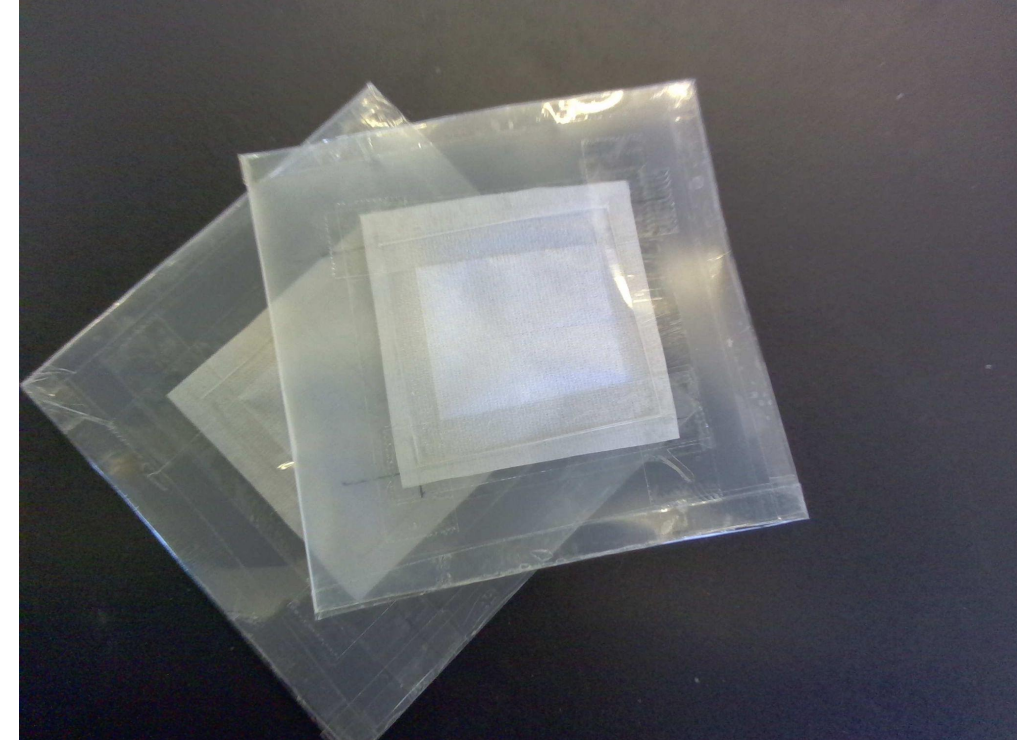
結果>

- 温度の高い水に浸したほうが、紙が破れやすくなると分かった
- この実験は成立すると分かった

本実験へ



- 発見された改善点
- ・恒温器の使用
 - ・紙を三脚で固定する
 - ・紙を挟む装置をプラスチック製に変更



<本実験>

実験の手順>

- 1°Cの水750mlをそれぞれ用意する
- プラスチック製の板で和紙を固定し、3分間浸す
- 取り出した紙に分銅を1gずつ乗せていって、破れた重さを記録する
- 上記の値が小さいほど耐久性が低いとする

結果>

- ・温度が高い水に浸したほうが紙の耐久性が下がっていた

はじめの温度 (°C)	1.2	12.5	31.7	31.9	40.9	64.1	72.7	81.9	92.0
終わりの温度 (°C)	1.3	12.6	30.8	31.1	39.8	60.5	72.8	81.0	93.0
おもりの重さ(g)	35.0	28.0	20.0	25.0	23.0	20.0	15.0	12.0	7.0

過去
未来

今回の研究では『温度の高い水に浸せば紙がもろくなる』ということは立証できたが、具体的にどの温度が最も耐久性が下がり、それに限度はあるのか、また今回の結果を何に活かせるのかを考える時間が取れなかった。そして、当初の仮説である『100°Cが最も耐久性が低くなる』は水を100°Cに保つことができず、検証できなかった。エタノールや水のように紙もある一定の温度に達するとなにか変化があるのかもしれない。今回の研究を使えば、排水などに水が混じっていた場合にも利用できるかもしれない。

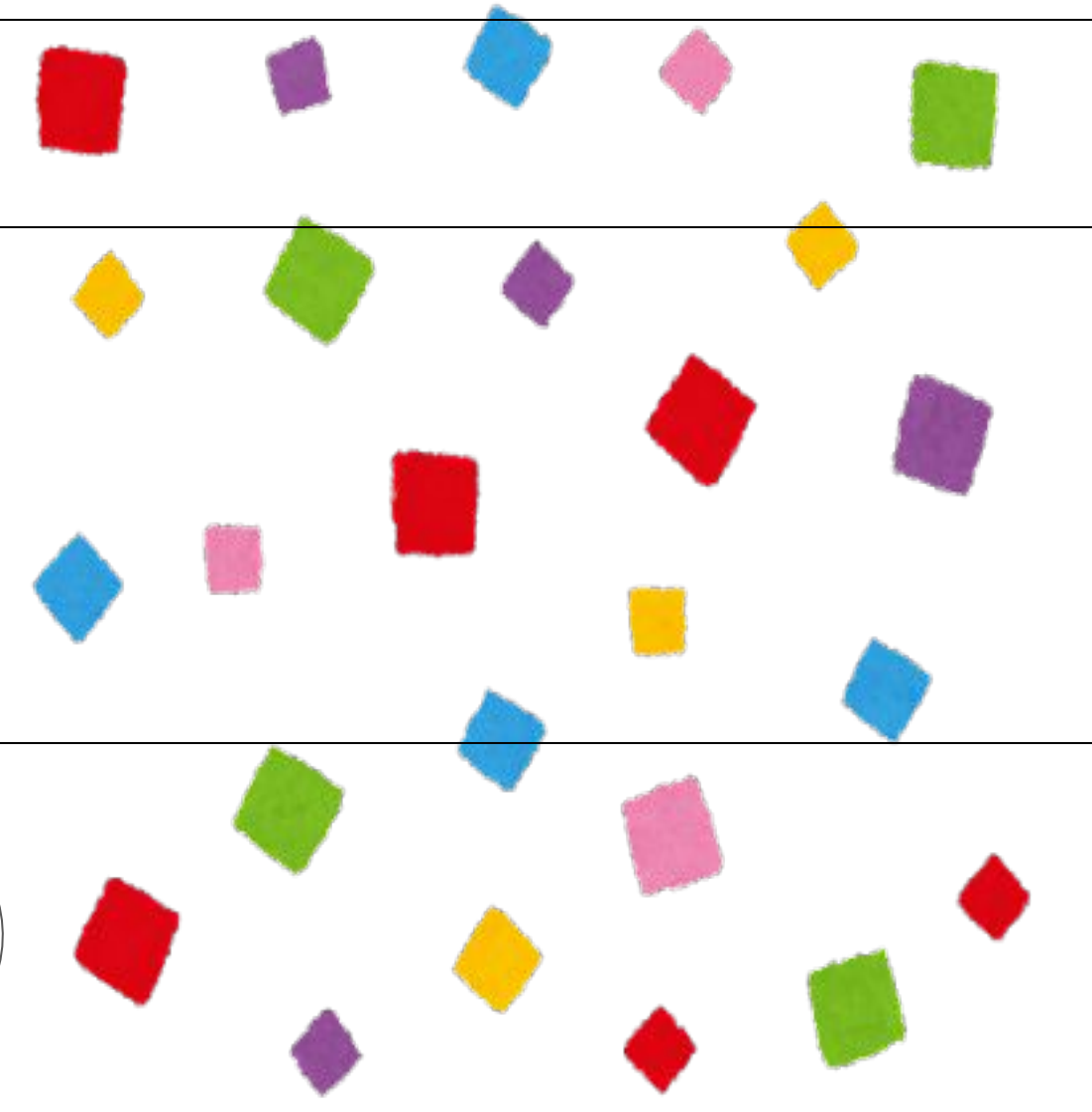


スタート

紙

テストのときに扇風機で紙がとばされてしまう、
⇒風に煽られにくい紙の形状はどんな形なのか

角がないと回転しやすいので、空中に長くとどまるのではないかな。
⇒角がない円が一番遅い！



・空気抵抗があるのではないかな。
・もっと高さを出すと結果の差が出るのではないかな。

RQ
同じ面積、高さでも紙吹雪の滞空時間が長いのはどのような形の紙吹雪か

仮説
丸い形が最も滞空時間が長くなるのではないかな

仮実験
物理室のスタンドに円と正方形の形をしたコピー紙(16cm²)をはさみ、ストップウォッチでクリップから机に落ちるまでの時間を測る

結果
丸: 2.26s
正方形: 2.00s

実験方法を変更
スタンドの周りをダンボールとカーテンで囲う
風速計を置いて測る
物理室の机の上から床まで落とすことに高さを変更

実験の様子

後ろから



から(ダンボールの内部)

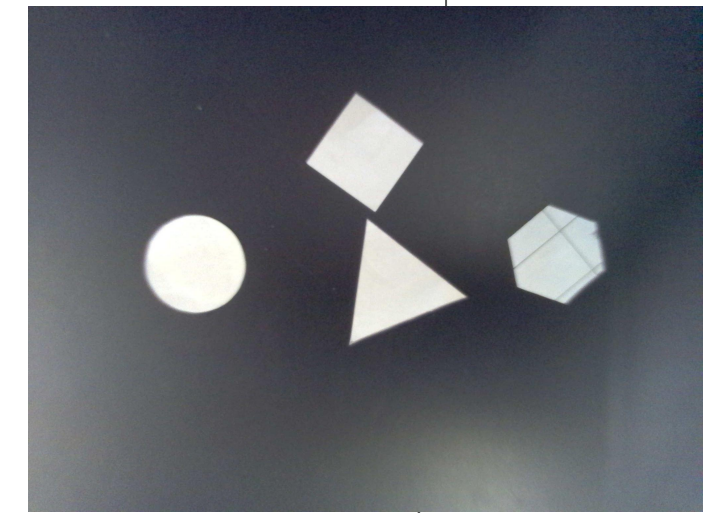


正面から



本実験
実験装置を左の写真のようにした。滞空時間の違いを比較するので対照実験を行います。

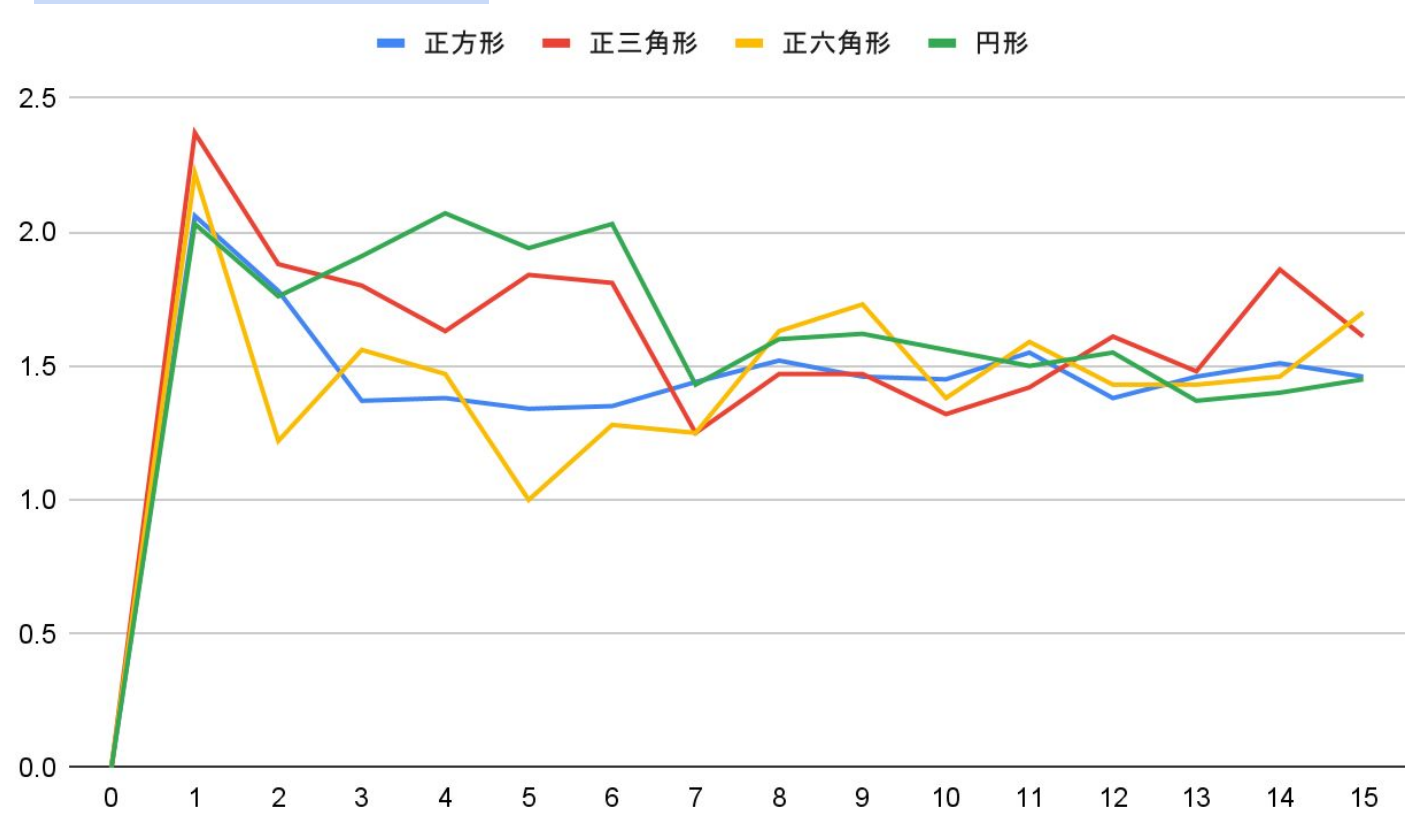
- 揃える条件**
- ・紙の面積(16cm²)
 - ・落とす高さ
 - ・空気抵抗(風速計で計測)
- 変える条件⇒紙の形状**
今回は図形の角の数で比較
円・正三角形・正方形・正六角形
※角一個、二個は図形が存在しないため



<結果>

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
正方形	0	2.06	1.78	1.37	1.38	1.34	1.35	1.44	1.52	1.46	1.45	1.55	1.38	1.46	1.51	1.46
正三角形	0	2.37	1.88	1.8	1.63	1.84	1.81	1.25	1.47	1.47	1.32	1.42	1.61	1.48	1.86	1.61
正六角形	0	2.22	1.22	1.56	1.47	1	1.28	1.25	1.63	1.73	1.38	1.59	1.43	1.43	1.46	1.7
円形	0	2.03	1.76	1.91	2.07	1.94	2.03	1.43	1.6	1.62	1.56	1.5	1.55	1.37	1.4	1.45

折れ線グラフ



平均と標準誤差

	平均	標準誤差
正方形	1.5	0.05
正三角形	1.65	0.07
正六角形	1.56	0.09
円形	1.68	0.07

t検定の結果

変動	自由度	分散	F値	確率
水準間	3	0.14518	2.25010	0.09248
水準内	56	0.06452		
合計	59			

※n.s.は統計的に差がないこと。*や**は実施した処理と処理間のどこかに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。

n.s.の場合差がないのでここで終了。*がでたら④に進み、さらに処理のどこどこに差があるかを調べる。

結果からわかること

- ・滞空時間長い順: 円→正三角形→正六角形→正方形
- ・仮説では、角が少ないほど滞空時間が長いと考えたので仮説と異なる
- ・検定でもn.s.が出たのでデータの差がないことが証明された。
- ・グラフの値がばらばら



考察

滞空時間に大きな差は見られなかったことから、頂点の数と滞空時間にはあまり関係がないと考えられる。
大きな差が見られなかった理由として考えられることとしては

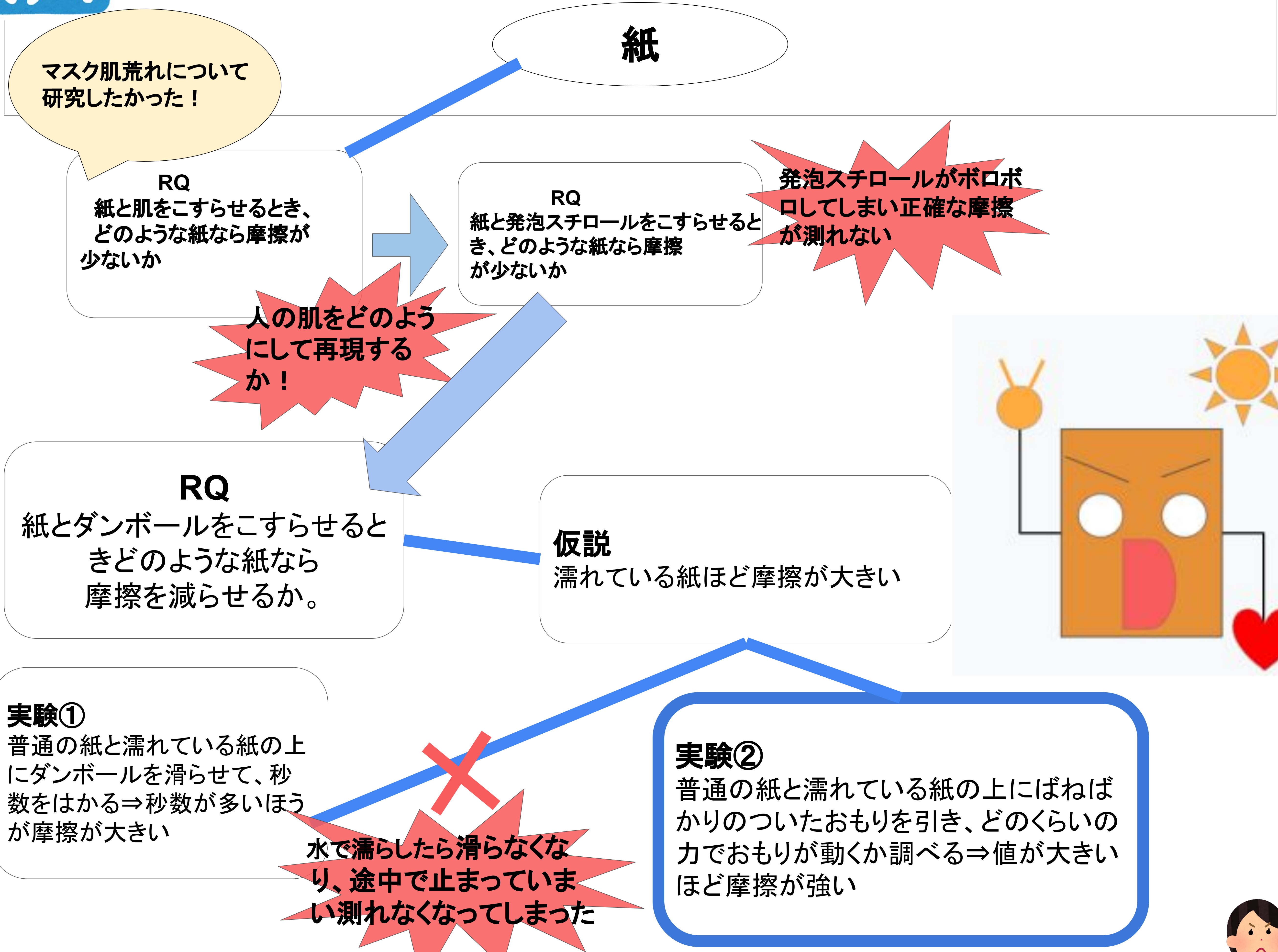
- ・人の手ではかったため、誤差が大きく出たこと
- ・高さがあまり高くなかったこと(高さがあれば変わるかもしれない)
- ・回数がすくなくかったこと

同じ高さ、同じ材質の紙で滞空時間を測ったとき、形を変えただけでは大きな差は見られなかったため、紙の材質を変えて見たり、紙吹雪の規模自体を大きくしてみたりして、実験したい
実験の正確性を高めるために、動画撮影を用いて、滞空時間を正確に計測すると、誤差を防止することができると思った！

過去
未来



スタート



おもり大3個 小14個
計 706.0g

プッシュ数	①	②
0回	5.4	5.0
3回	5.8	5.0
5回	5.8	5.5
7回	9.2	9.2

結果

統計検定

① 比べたい処理名を入力

② データを入力
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。

	0	7
平均値	5.20	9.20
標準誤差	0.20	0.00

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(片側確立)
0.015901 *

※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ます。*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

考察

プッシュ回数を増やし、紙を濡らしていくほどその紙の上でおもりを動かせる力は大きくなっている。

結果

紙を濡らすほど摩擦は大きくなった。さらに測定回数を増やして正確な値を出したい。

スタート

紙

紙の熱伝導を遅くするには？

決定

計測

実験初期案

- ①紙の大きさ(10cm×10cm)を揃える
- ②紙の端をガスバーナーで加熱
- ③1分後、紙の対角点が何度か熱画像カメラで確認、記録

レンガで囲んで1000度になるまで待つ(熱画像カメラで温度に達したか確認する)

発覚

熱画像カメラが100度以上は測れなかった！

火力を一定にしたい



火が明らかに100度を超過してしまう
⇒火力を一定にできない

紙が100度を越えることがある
⇒測定不可

ガスバーナーで直接熱するのを断念

直接熱するのではなく、一定の温度に熱した物体を紙の端に置けばいいのでは？

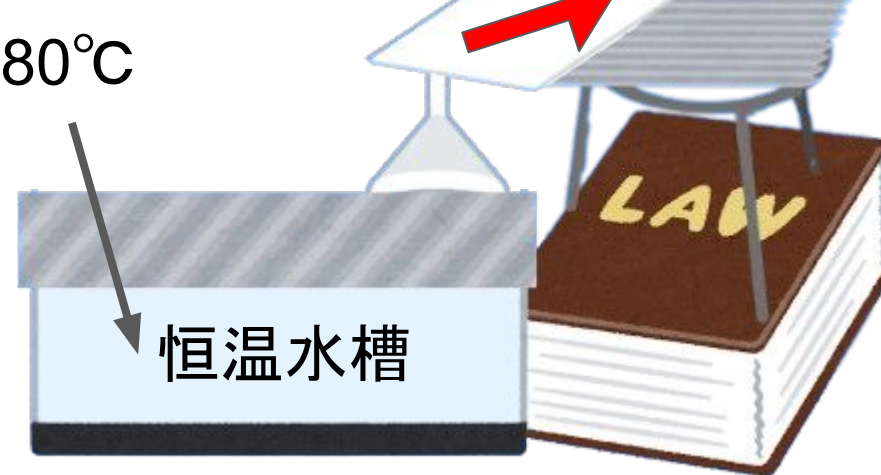
- ①銅を一定の温度になるまでガスバーナーで加熱(一定の温度に達したのを熱画像カメラで確認)
- ②素早く、熱した銅を紙(大きさ揃える)の端に置く
- ③1分後紙の対角点が何度か熱画像カメラで確認し、記録

やはり一定の温度で長時間熱する必要がある...

恒温水槽を使うのどうか？

銅の熱伝導率が高すぎて、銅がすぐ冷めてしまう

紙の熱伝導率が低すぎて、熱が広がりにくい



- ①紙の高さを揃えるために本を置く、また、発生した蒸気が逃げないように恒温水槽にアルミを被せ、紙の大きさは揃える
 - ②ろうとを通して蒸気を集める
 - ③集めた蒸気を紙の端に当てる
 - ④5分後、紙の対角点の温度を熱画像カメラで確認、記録
- ※ストローで試しても同様の結果

ろうとでは熱が届かなかった

上から見た図



計測

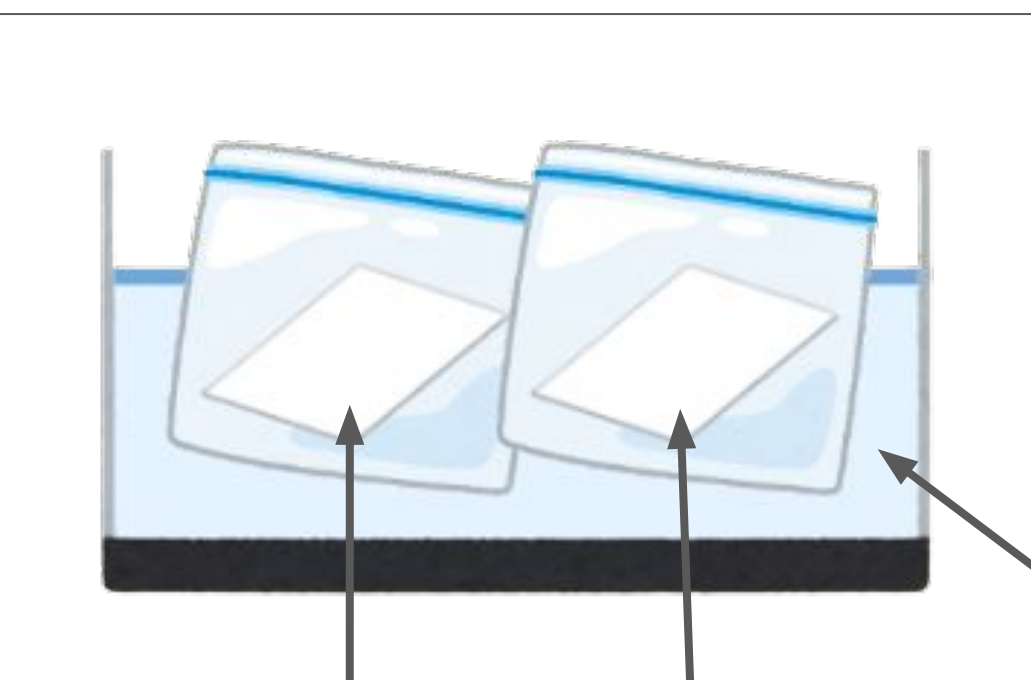
他の金属も試してみるもどれもうまくいかず
この方法も断念

紙に熱が広がる前に銅の熱が冷めてしまう

様々な物質の熱伝導率参考

物質	W/m・K
紙	0.06
銅	0.94
木材(乾)	0.14-0.18
羊毛	0.04

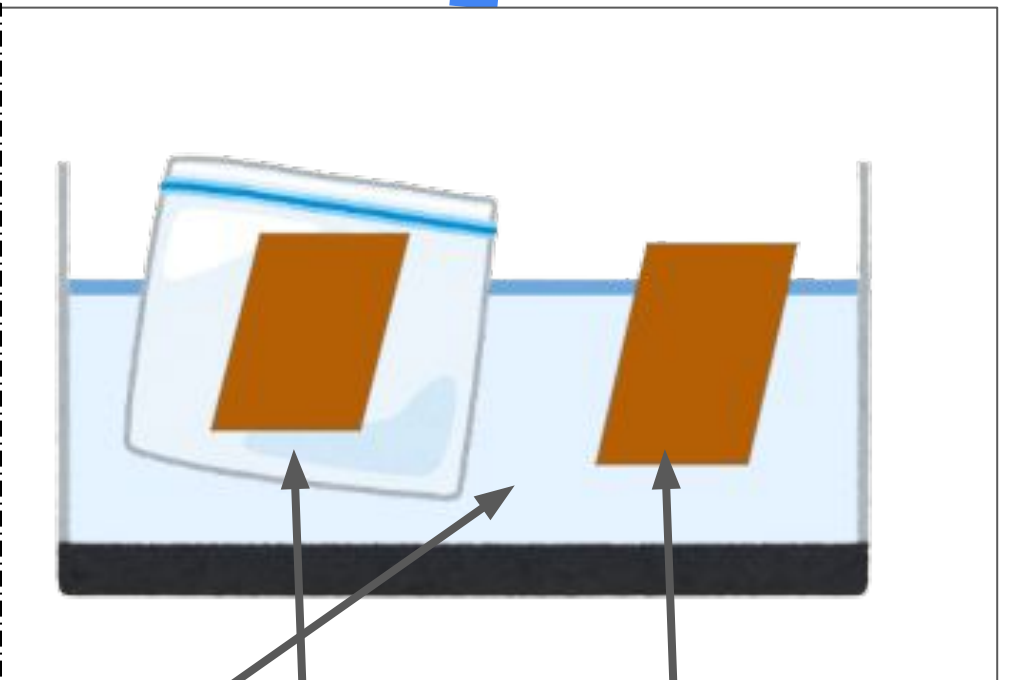
- ①大きさを揃えた紙をそれぞれラップで包み、恒温水槽に入れる
- ②10分放置
- ③10分後、それぞれの紙の温度を熱画像カメラで確認、記録



上質紙

トレーシングペーパー

同じ大きさの銅板を2枚用意し、それぞれ銅板A、銅板Bとする。銅板A→そのまま銅板B→ラップに入れる
↑紙をラップで包むことにより温度変化に差が出るのかを調べるため



恒温水槽(80°C)

銅板B

銅板A

結果
10分では結果に差が出ず、長時間置いてみたら水が入ってしまっていた

過去

未来

長時間おいてみたら紙は温まっていたので、実験の方向性はこのままで良さそう

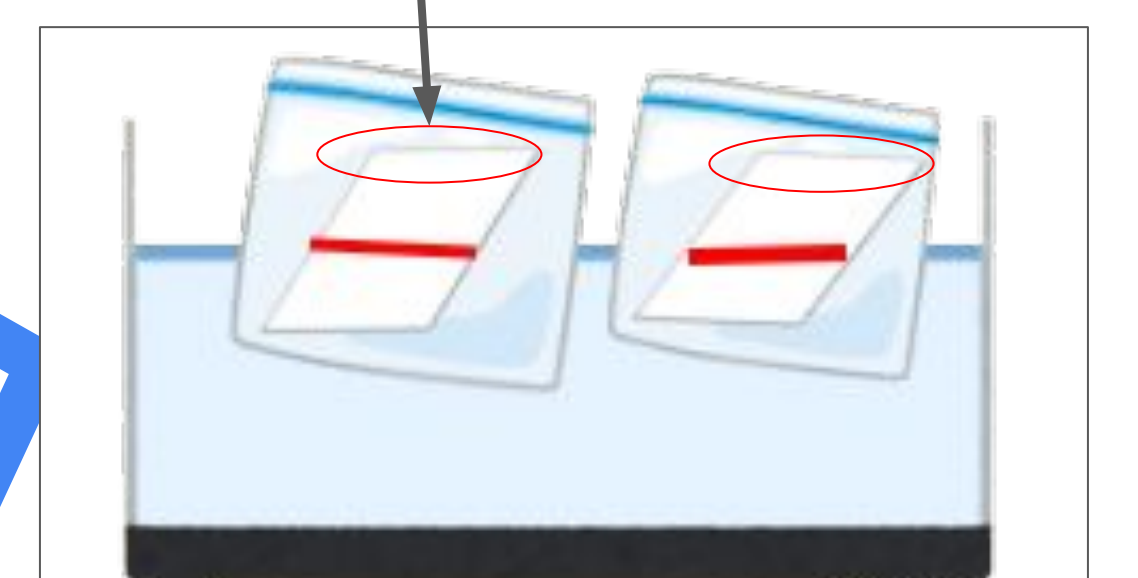
問題点①
長時間おくと水が入ってしまう

ポスターではジップロックになっているが実際はラップで実験したため、防水性の高いジップロックを使用したいと思う

問題点②
紙の中心、端など場所によって温度が違う

実験でどこを記録すればいいかわからなかった

測定



- ①お湯に紙を半分まで浸す(紙の大きさは揃え、線を引いておく)
- ②線のところが水面に来るように高さを固定
- ③以下は先の実験の通り(熱画像カメラで測定する場所は紙の上端)

スタート

避難場所での防寒に役立てたい!

紙

RQ ダンボールの中にある物質とダンボールの天面との差で、どのくらいの長さが最も物質を温かいまま保てるのか?

仮説 ダンボールの中にある物質(100mlビーカーに入ったお湯)とダンボールの天面との差が小さいほど最も物質を温かいまま保つ事ができる。

予備実験(物理室)

実験方法

- 1.ビーカーにお湯100mlを入れて測る
- 2.廊下と物理室に置いて15分
- 3.箱を取って温度を測る

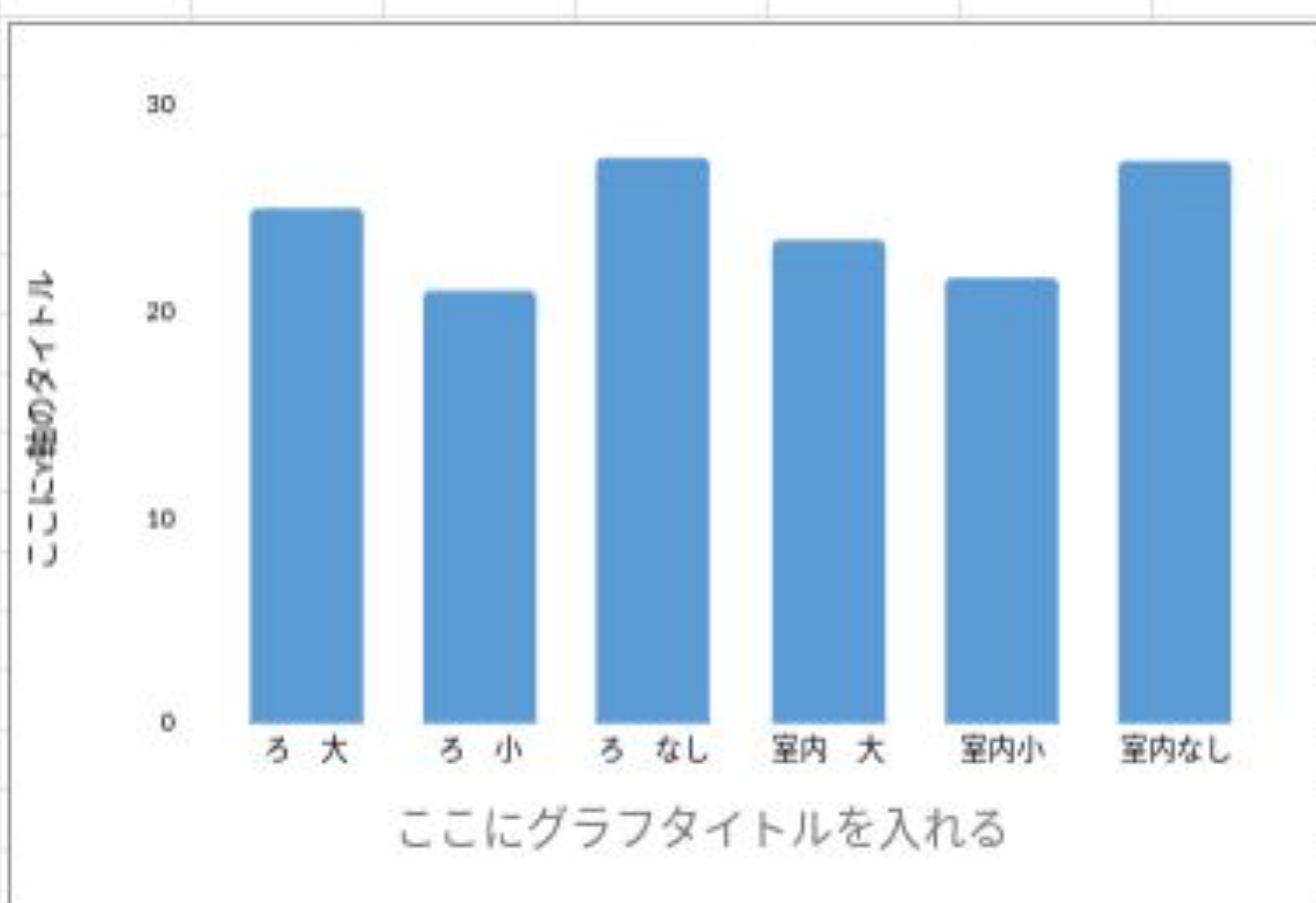
	物理室 大きい箱	物理室 小さい箱	廊下 大きい箱	廊下 小さい箱
始め	69	69.1	69	69.3
15分後	45	50.1	44	47
差	24	19	25	22.3

だいたい同じ温度で小さい箱のほうが下がった
⇒仮説は正しいと言えた



【本実験】左の写真は実際の実験の様子です。
右からダンボールのサイズは
大きいダンボール9.0×24.0×30.0
ダンボールなし
小さいダンボール9.0×24.0×12.0
仮実験の2つのダンボールに加えて箱をしないものを加えて実験した。

実験結果⇒(一応成功...)
小さいダンボールが最も温度を保ったとわかった。



	①始め	①15分後	①差	①割合	②始め	②15分後	②差	②割合
廊下 大	81.8	60.6	21.2	25.9	81.6	62	19.6	24
廊下 小	73.6	58.3	15.3	20.7	81.7	64.2	17.5	21.4
廊下 なし	82	59.2	23.8	27.8	82.9	59.6	23.3	26.9
室内 大	80.8	60.3	20.5	25.3	76.3	59.8	16.5	21.6
室内 小	80.7	62	18.7	23.1	76.3	60.7	15.6	20
室内 なし	84.1	60.3	23.8	28.2	76.3	56.1	20.2	26.4

分散分析表

	変動	自由度	分散	F値	確率
水準間	75.1375	5	15.0275	5.733863	0.027628
水準内	15.725	6	2.620833		
合計	90.8625	11			

問題点

計測を始めるまでに時間がかかると、計測開始時の温度に差が出てしまう。

お湯を入れてから実験を始めるまでの時間がまばらになってしまう

今後の展開

- 更に正確な実験の回数を重ねる(移動時間など)
- 最初の温度が一定になるようにする
- 水以外でも試してみる

スタート

紙

RQ
最も光を遮断する紙は
どのような紙か。

決定理由

・災害時に避難所で過ごさなければならないときに、スマートフォンやランタンの明かりで睡眠などが阻害されることがある
→現在ダンボール仕切りが利用されているが、生活環境の阻害に対するストレスは解消されていない
→ストレスの原因の一つとなっている明かりをより遮断できる紙があれば、活用できるのではないか

仮説
黒い紙、厚さのある紙

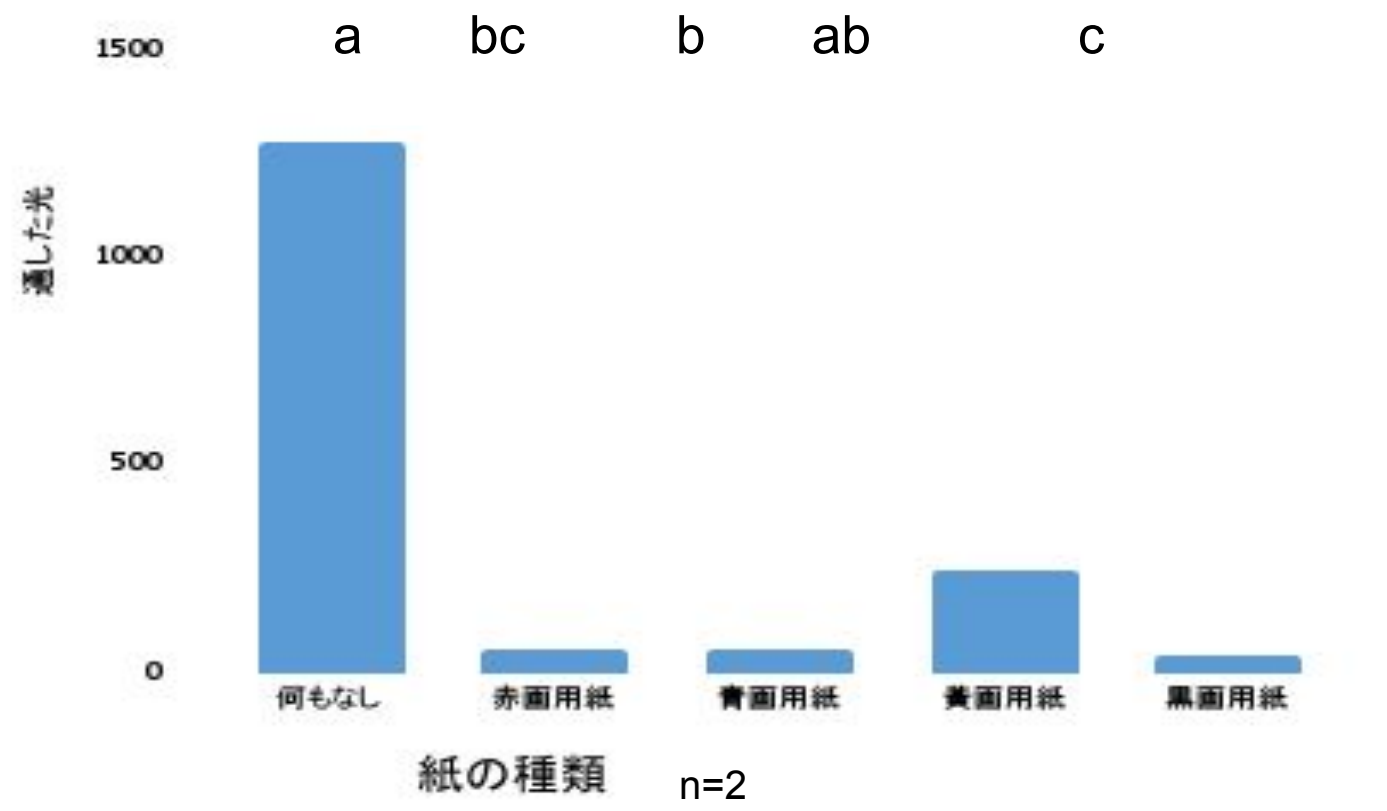
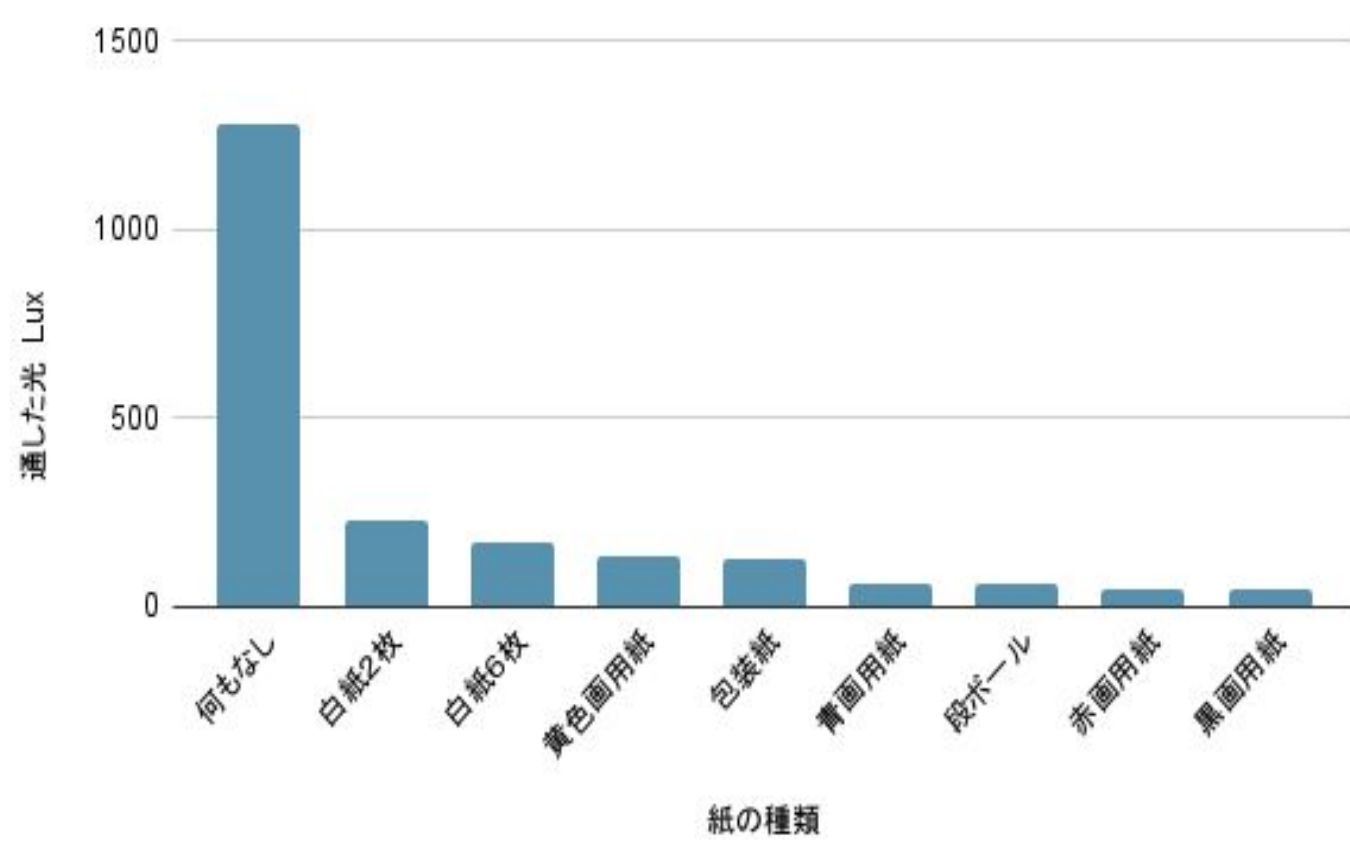
仮実験

紙の色と紙を重ねる枚数はそれぞれ光の遮断性と関係があるか。

結果の基準

最も照度を小さくした対象がRQの答えとなる条件のもとになる

通した光 Lux と紙の種類



実験

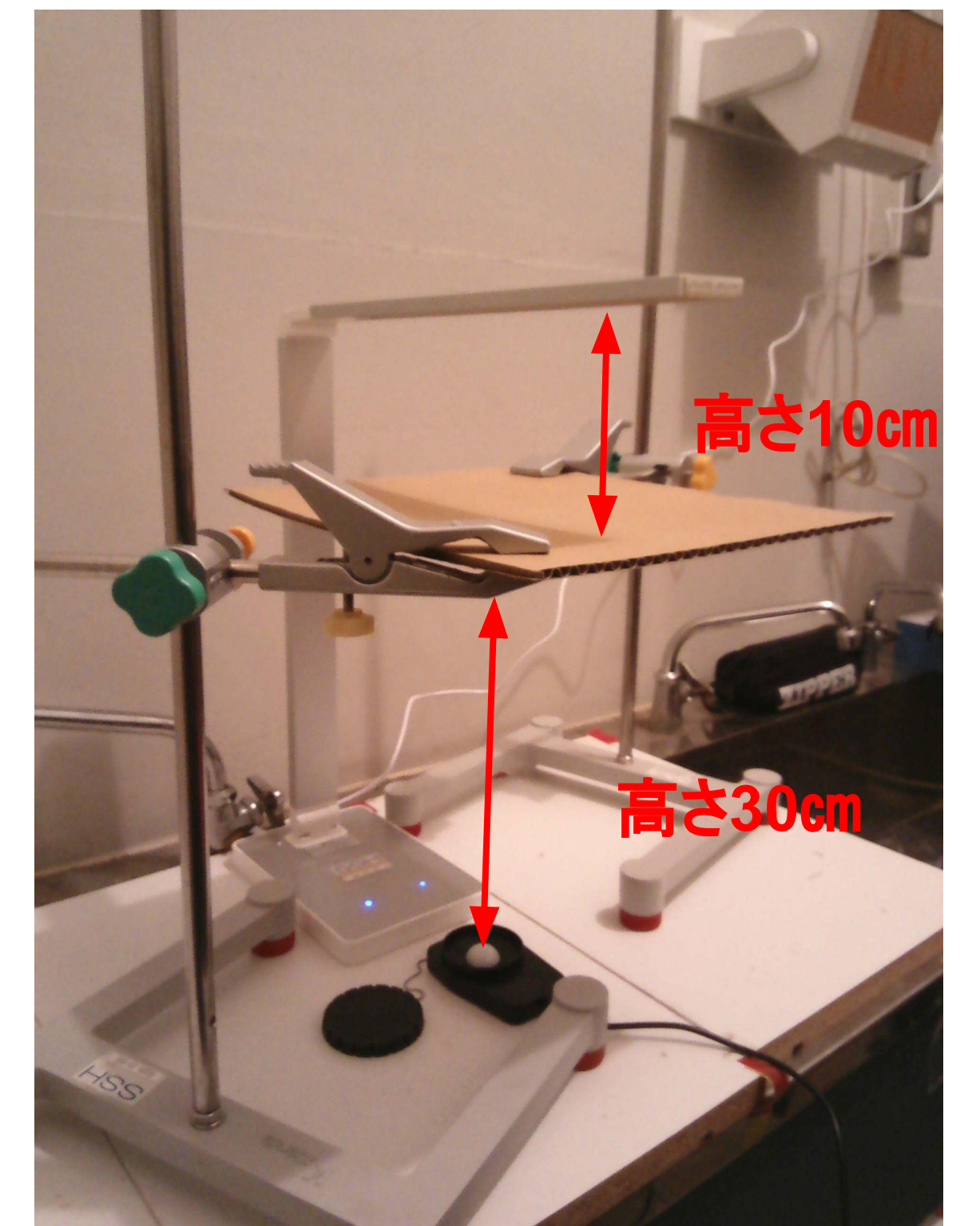
実験道具

- ・スタンド式LEDライト 1台 (明るさ調節可能)
- ・スタンド 2脚
- ・照度計 1台
- ・色画用紙(A4) 赤、青 各1枚
- ・薄色画用紙(A4) 黄 1枚
- ・コピー用紙(A4) 白 6枚
- ・ダンボール(A4サイズ並) 1枚
- ・包装紙(A4サイズ並) 1枚

調べる対象

- ①コピー用紙(2)
- ②コピー用紙(6)
- ③ダンボール
- ④包装紙
- ⑤画用紙(赤)
- ⑥画用紙(青)
- ⑦薄色画用紙(黄)

装置



本実験

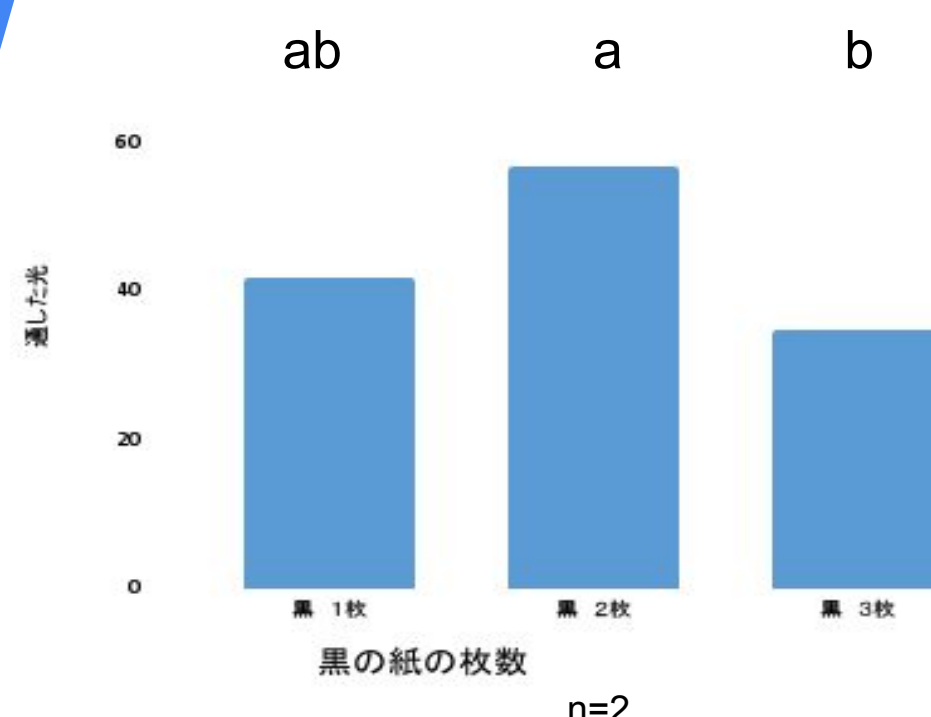
紙の色と紙の重ねる枚数を2枚、3枚と組み合わせ、より遮断性の大きい組み合わせはなにか。

仮説

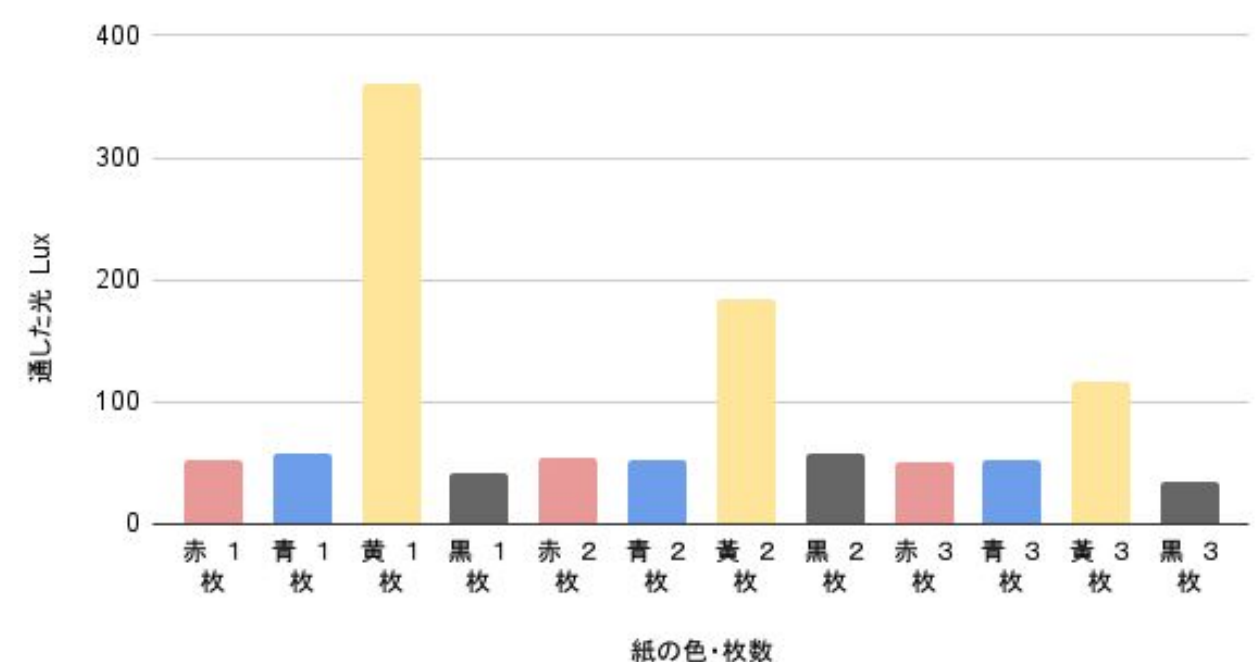
黒い紙を3枚重ねたもの

結果の基準

最も照度を小さくした対象が本実験の答えとなる条件のもとになる



通した光 Lux と紙の色・枚数



実験

実験道具

- ・スタンド式LEDライト 1台 (明るさ調節可能)
- ・スタンド 2脚
- ・照度計 1台
- ・色画用紙(A4) 赤、青、黒 各3枚
- ・薄色画用紙(A4) 黄 3枚

調べる対象

- ①画用紙(赤)
- ②画用紙(青)
- ③画用紙(黒)
- ④薄色画用紙(黄)

装置

仮実験と同じ

実験の結果

(わかったこと・考えたこと)
一番遮光性が高かったのは、黒画用紙を三枚重ねたとき。しかし、二枚以上重ねた画用紙は色によって数値に大きな差は無かった。

遮光3級以上の紙を模索する

仮説

カーボン紙

過去

未来

スタート

環境によりよい紙は何か

RQ
環境により良い紙は何か

現代社会では、地球温暖化が問題視されてきているので環境により良い紙を比べることで、社会に貢献できると考えたから。

仮実験
色々な紙を燃やし、
二酸化炭素、酸素の割合の変化を調べる

仮実験の結果
数値的にはかることができた。

実験内容
試した紙

- ・コピー用紙
- ・新聞紙
- ・色画用紙
- ・折り紙
- ・半紙
- ・ダンボール



図①

方法

- ①箱内(図①)の二酸化炭素濃度と酸素濃度を図る
- ②同じ箱にチャッカマンで火をつけた紙(上で示した紙) 0.25gを入れる。
- ③1分間放置
- ④その後、二酸化炭素濃度と酸素濃度を図る

本実験
色々な紙を燃やし、1gにおける
二酸化炭素、酸素の割合の変化を調べる

- 仮説
~よく燃える紙の特徴~
1. 紙の密度が小さい紙
 2. 火を出し良く燃える紙

酸素に差は見られたのに、二酸化炭素には差が見られなかったのはなぜ?
時間が足りず、実験回数が少なかつたので正当性は低い
図①のように、空気の密閉ができておらず、二酸化炭素が逃げる、酸素が入っている可能性が高い。また、実験の過程で火の点火させるところや、外に出ていた時間の差が大きくなってしまふ特性があるので、実験には誤差が大きい。
折り紙の実験結果については一度数値が0になったことや、実験回数が他に比べて一回少なかったのので、信憑性は低いと考えられる。

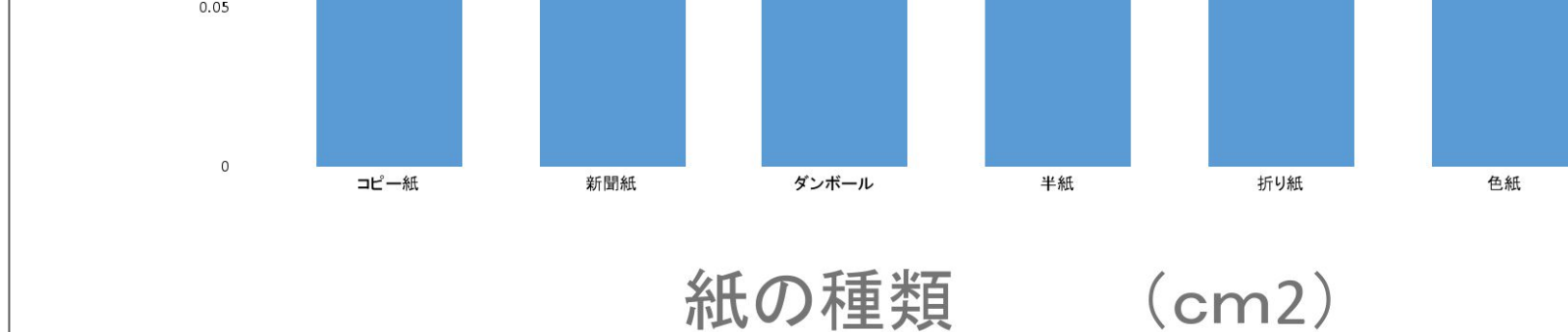
実験の過程で、紙を0.25gで統一したが、すべて燃えきるとは限らなかつたので、二酸化炭素と酸素の増加量の定量化のために次の方法を考えた。

- ①燃やす前の紙の質量を量る
- ②燃やす
- ③燃やしたあとの紙の質量を量る
- ④箱の体積から酸素、二酸化炭素の変化量を求め、計測した紙の質量の減少量から、すべての条件を1gに揃える!

実験方法
仮実験と同様にし
左のように条件を改善

質量)燃える質量には統計的に差は見られなかつた
酸素)減少量
多い...半紙
少ない...折り紙
二酸化炭素)統計的には差は見られなかつた

酸素の減少量



二酸化炭素の増加量

データ	コピー紙	新聞紙	ダンボール	半紙	折り紙	色紙
1	186.96	145.509	164	505.12	546.694	334.642
2	51.25	289.296	300.366	548.632	41	352.231
3	159.285	273.06	215.25	615.069	421.726	434.6
4	434.928	408.606	391.755	242.802		587.079

酸素の減少量

データ	コピー用紙	新聞紙	ダンボール	半紙	折り紙	色紙
1	-137.76	-223.86	-205	-596.96	-15.93	-412.87
2	-1025	-373.92	-409.59	-642.88	0	-436.65
3	-182.04	-318.57	-256.25	-723.24	-11.47	-533
4	-511.68	-473.55	-522.34	-292.74		-652.31

質量の減少量

データ	コピー紙	新聞紙	ダンボール	半紙	折り紙	色紙
1	0.41	0.11	0.02	0.18	0.17	0.19
2	0.04	0.21	0.09	0.18	0.02	0.14
3	0.27	0.09	0.08	0.16	0.27	0.1
4	0.21	0.3	0.11	0.24		0.23

- ・実験回数を増やす
- ・実験装置の密閉性、耐久性を高めるなどの改善をする。

過去
未来

スタート



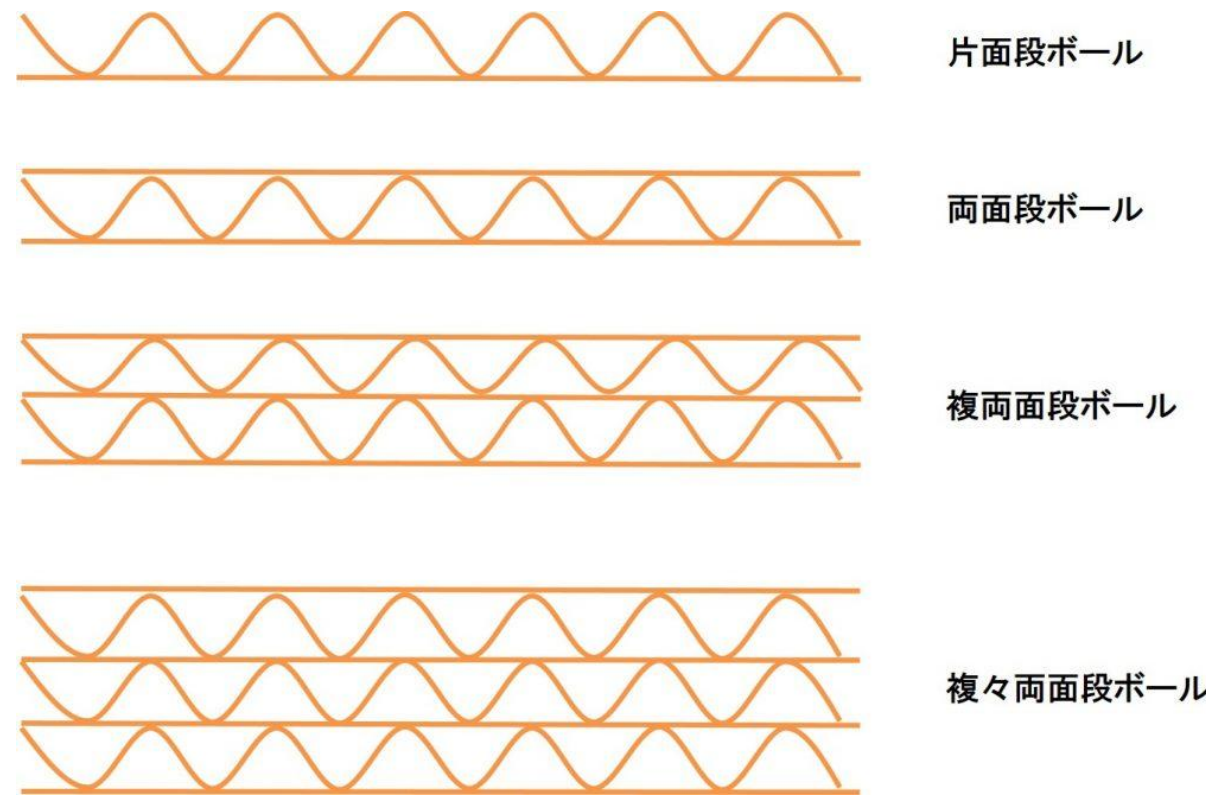
紙

RQ

紙(ダンボール)でできたカップスリーブの保温性を高めることはできるのか？

仮説

段ボールには複数の種類がある
⇒フルート(なみなみ)の高さが高いほうが熱を伝えにくい



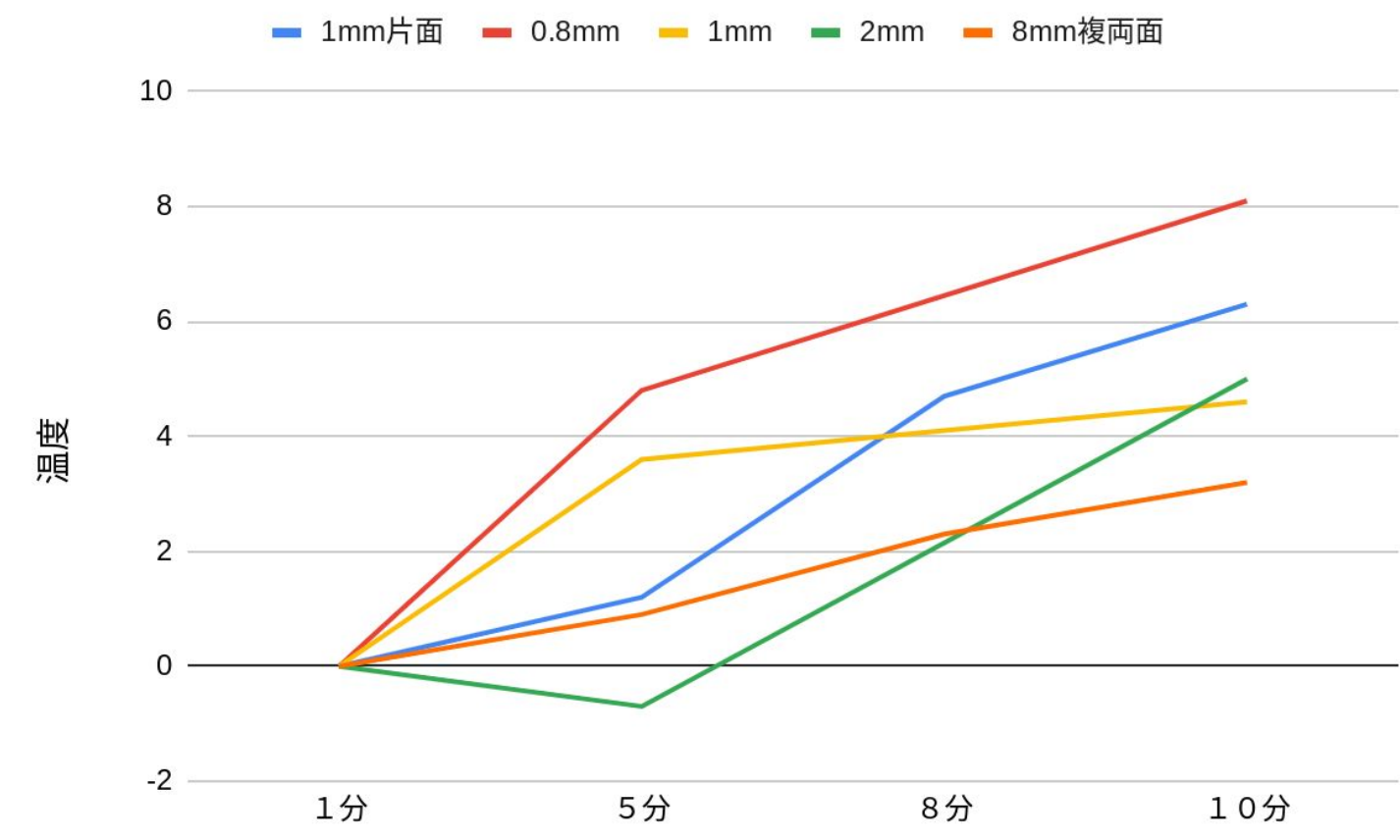
予備実験

ダンボールの構造によって熱の伝わり方(どれだけ熱が逃げるか)が異なるのか調べる

- ①お湯を入れたビーカー、同じ大きさで異なる構造の段ボール、ラップ、非接触温度計を用意する。
- ②お湯の入ったビーカーにラップを掛ける(蒸発による段ボールの水分吸収で実験結果が変わるのを防ぐため)
- ③その上に段ボールを載せ、1分、3分、5分、10分の段ボールの表面の温度を計測する

予備実験の結果

予想通り、フルートが高いほうが熱が逃げにくいという結果がはっきりわかった。
つまり、フルートが高いほうが保温性が高いといえる。

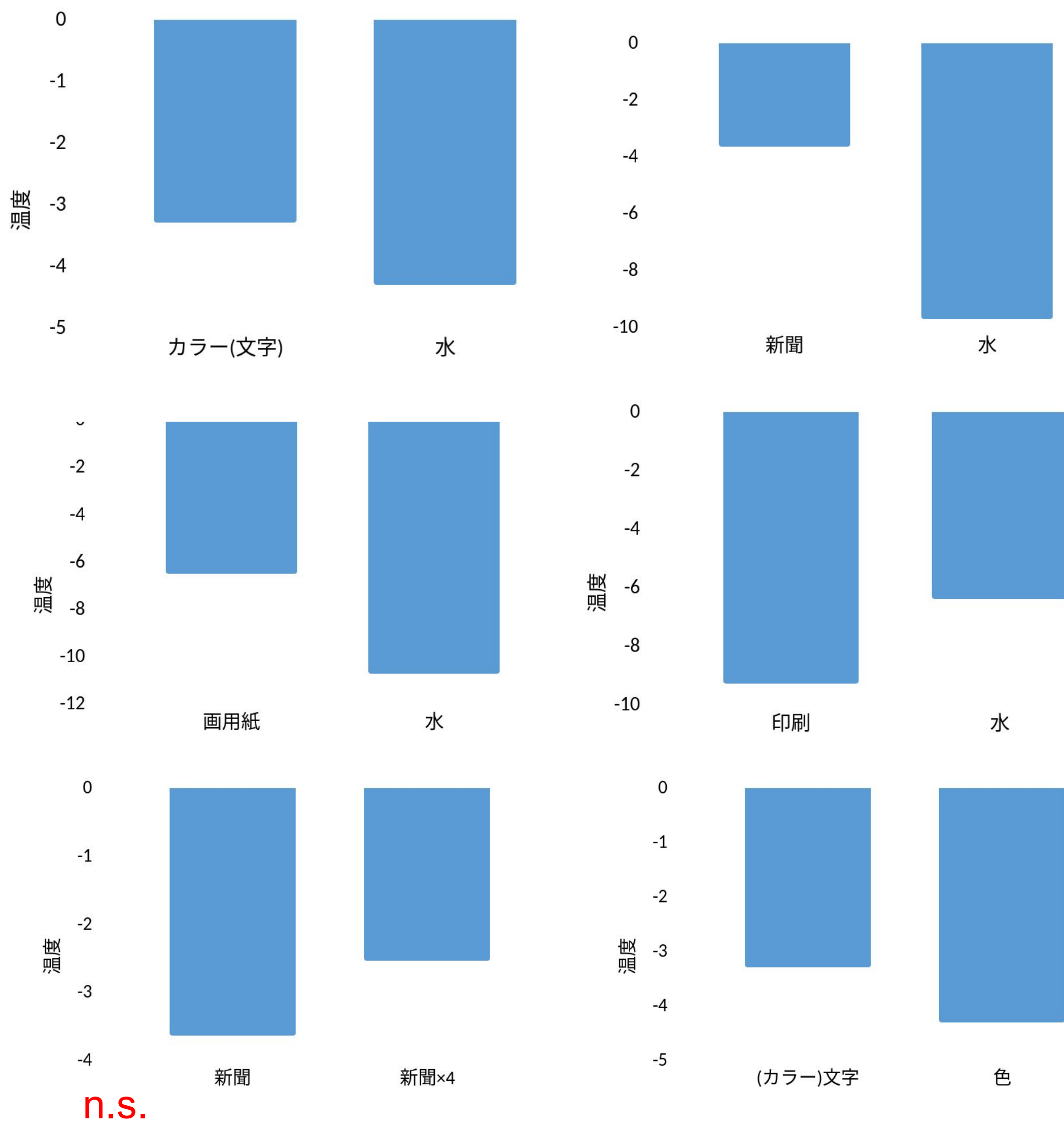


本実験

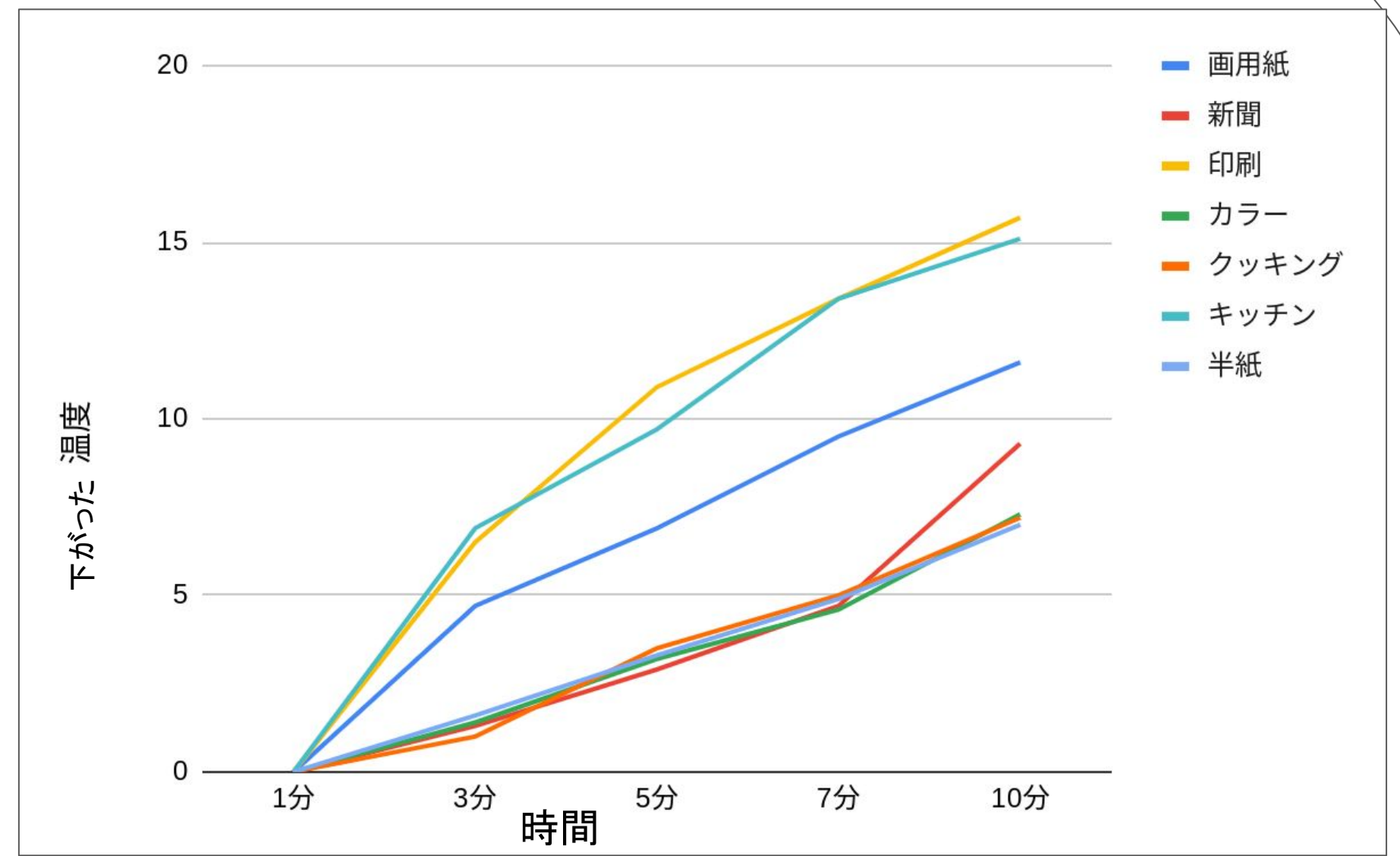
予備実験と同様の手順で、新聞紙、キッチンペーパー、クッキングシート、半紙、厚紙、印刷用紙、画用紙を同じ大きさにして、熱の伝わり方を調べる

じゃあ段ボール構造を作るのではなく、身近な紙で保温性の高いものを見つけて、それをカップスリーブに使う！

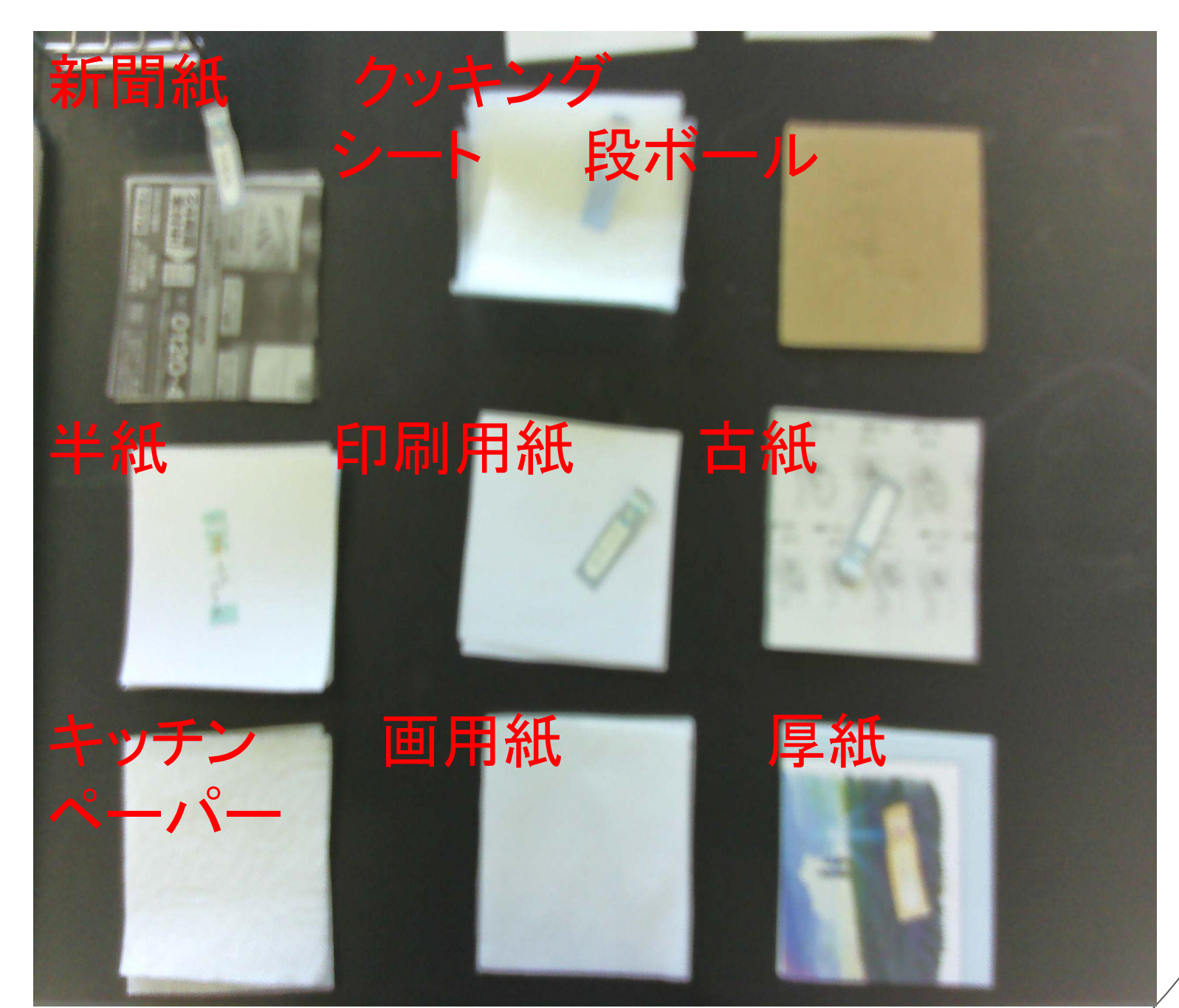
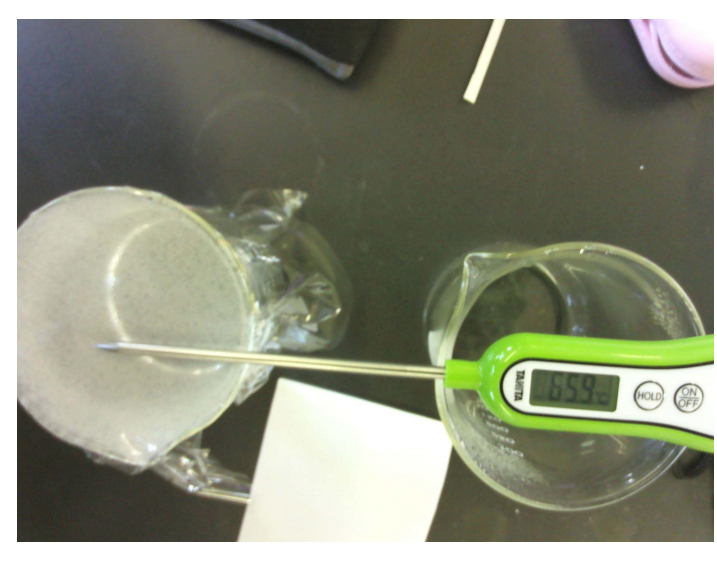
「じゃあ、フルートの高い段ボールの構造を作ろう！」と思ったが、手作業で紙を均一に折るのは不可能、フルートを作ってくれる機械はない、3Dプリンタで作ったら紙じゃなくなる、、、
段ボール構造を作るのは不可能であることに気づく



水をかけて乾かしたものと比べると、印刷紙だけが保温性が高くなった。紙の繊維は、水分が蒸発するときに繊維が縮む性質があるため、それが関係しているのかもしれない。
カラーの厚紙を文字の多いものとそうでないもので比較したとき、文字の多いほうが保温性が高いことがわかった。紙の密度や紙の色などが関係しているのかもしれない。



半紙、クッキングシート、カラープリントの厚紙、新聞紙、画用紙、キッチンペーパー、印刷用紙の順で保温性が高いことがわかった。



過去
未来

結論

それぞれの紙の温度変化の違いには、紙の厚さに関係していなそうであった。紙の密度や素材が関係しているのかもしれないとわかったので、今後はそれを調べていきたい。セルロースなどの化学繊維の割合が不明なので、詳しく調べたい。

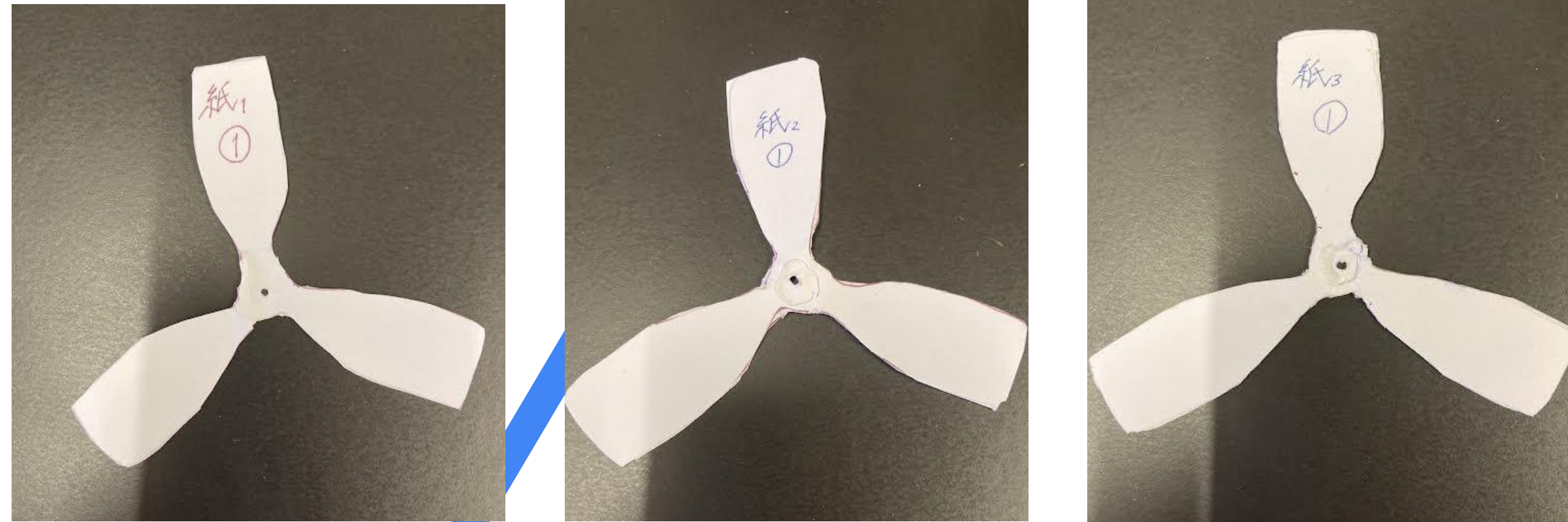
スタート

紙

RQ
箱の中の物へ伝わる衝撃の強さは紙製の緩衝材の密度を大きくするとどう変化するのか

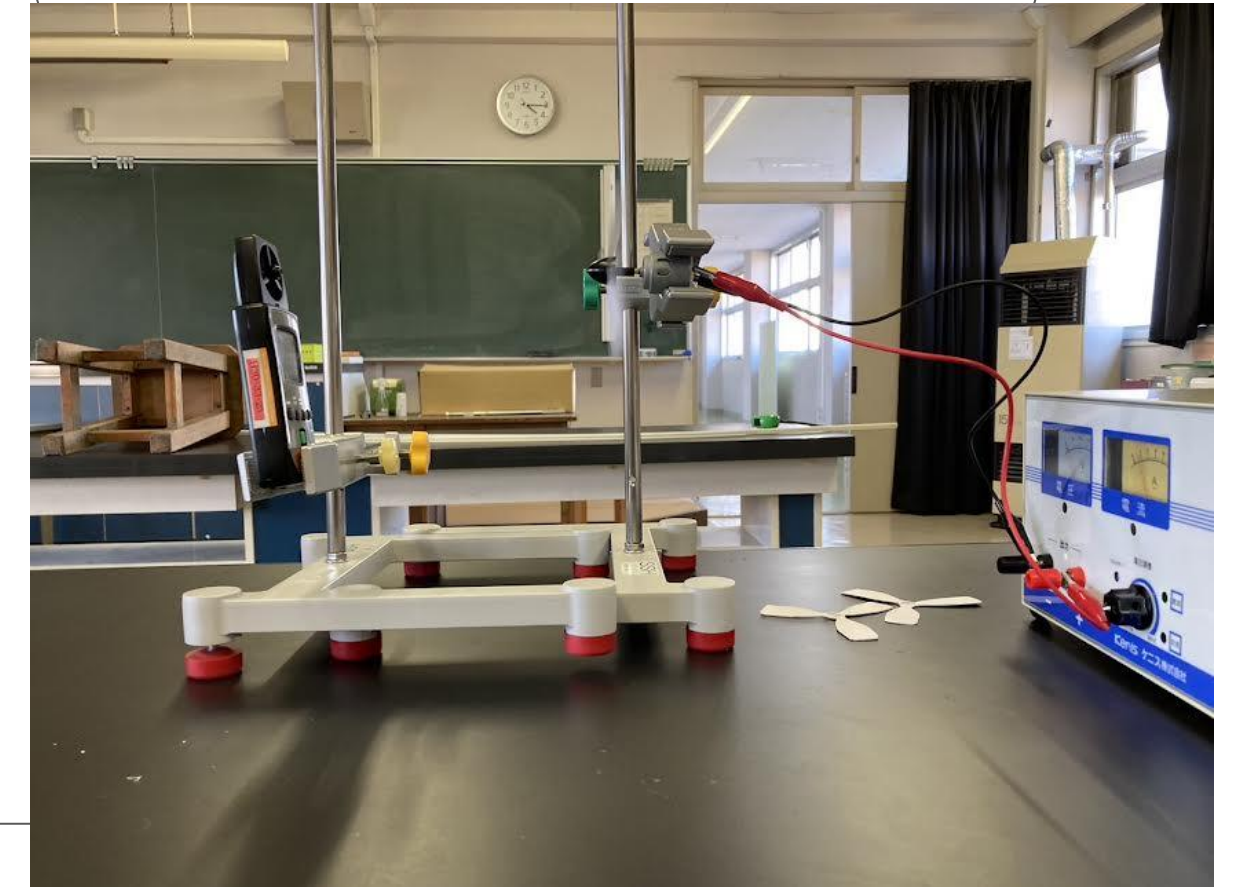


RQ
紙を重ねる枚数によってプロペラの発生させる風の強さは、どのように変わるか



RQ
濾過に最も適している紙の種類は何か

仮説
ろ紙が最も適している



注意点

・今回、Aが安定しなかったのでVに合わせた。
⇒Vは2ボルト

・放電するために実験終了後、電流装置に繋いであるバナナクリップ(ワニ口クリップ)を電極装置から外す。
⇒帯電を防ぐため。また、

結果

画用紙で作った紙のプロペラは1枚から2枚に枚数を増やしても、風速の大きさに大きな違いは見られなかった。

考察

紙よりプラスチックのほうが強度があるが、紙のほうが風速が大きくなった要因は
・プロペラの厚さ
・プロペラの質量 など?

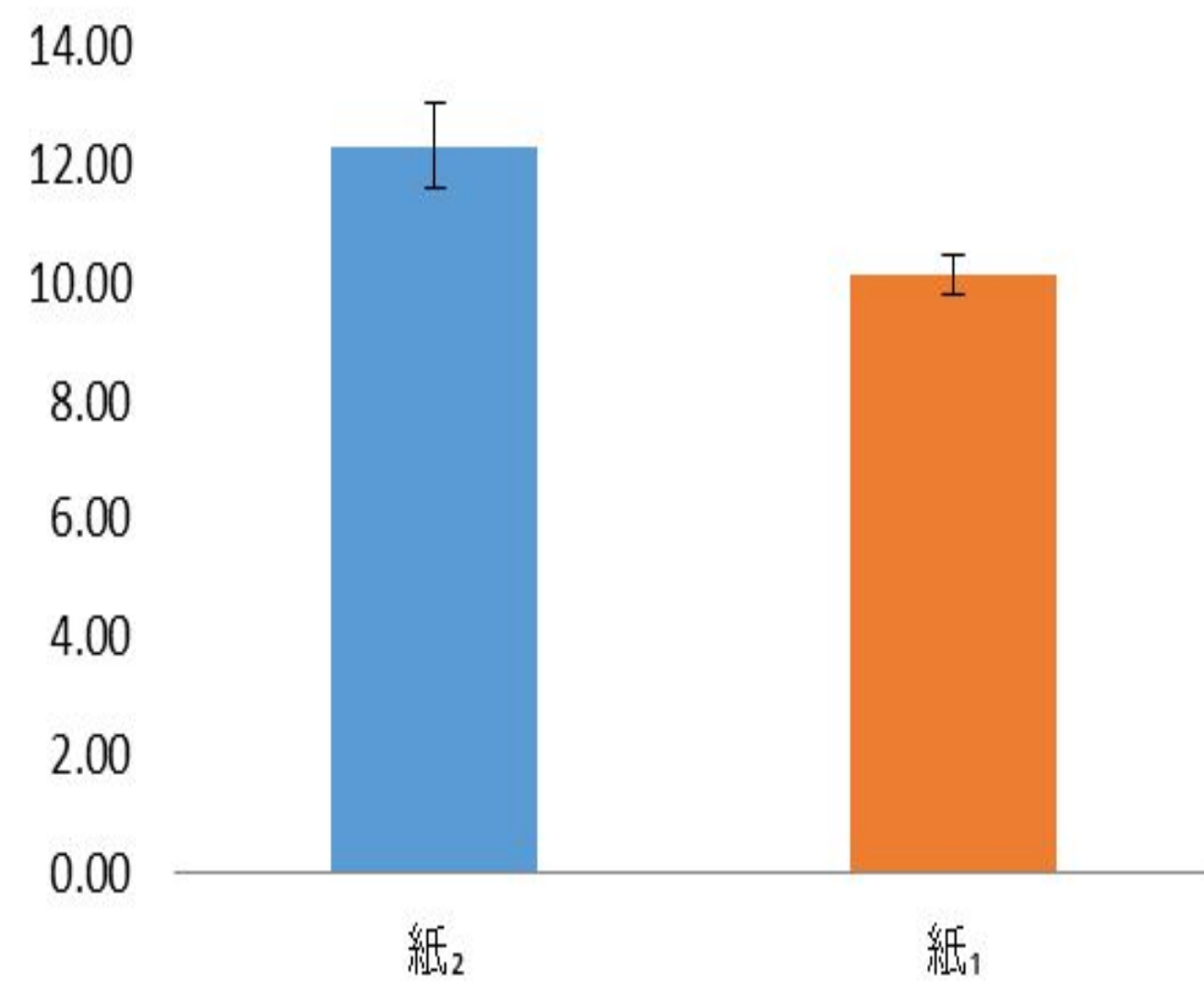
予備実験でカビが生える。実験に時間がかかりすぎため断念。

仮説

密度が小さすぎても大きすぎても衝撃が強くなるちょうどよい密度が存在する

現状

予備実験すら行っていない衝撃を与える(箱の中の)ものを何にするか などで行き詰まる



追実験(予想)

プロペラの紙の枚数を変えるとある程度は重ねる枚数が多いほど風速も大きくなるが、そのうちプロペラの枚数が多すぎて質量が大きくなり、風速が小さくなっていく

ここに溜まった水が流れていなかった

まとめ

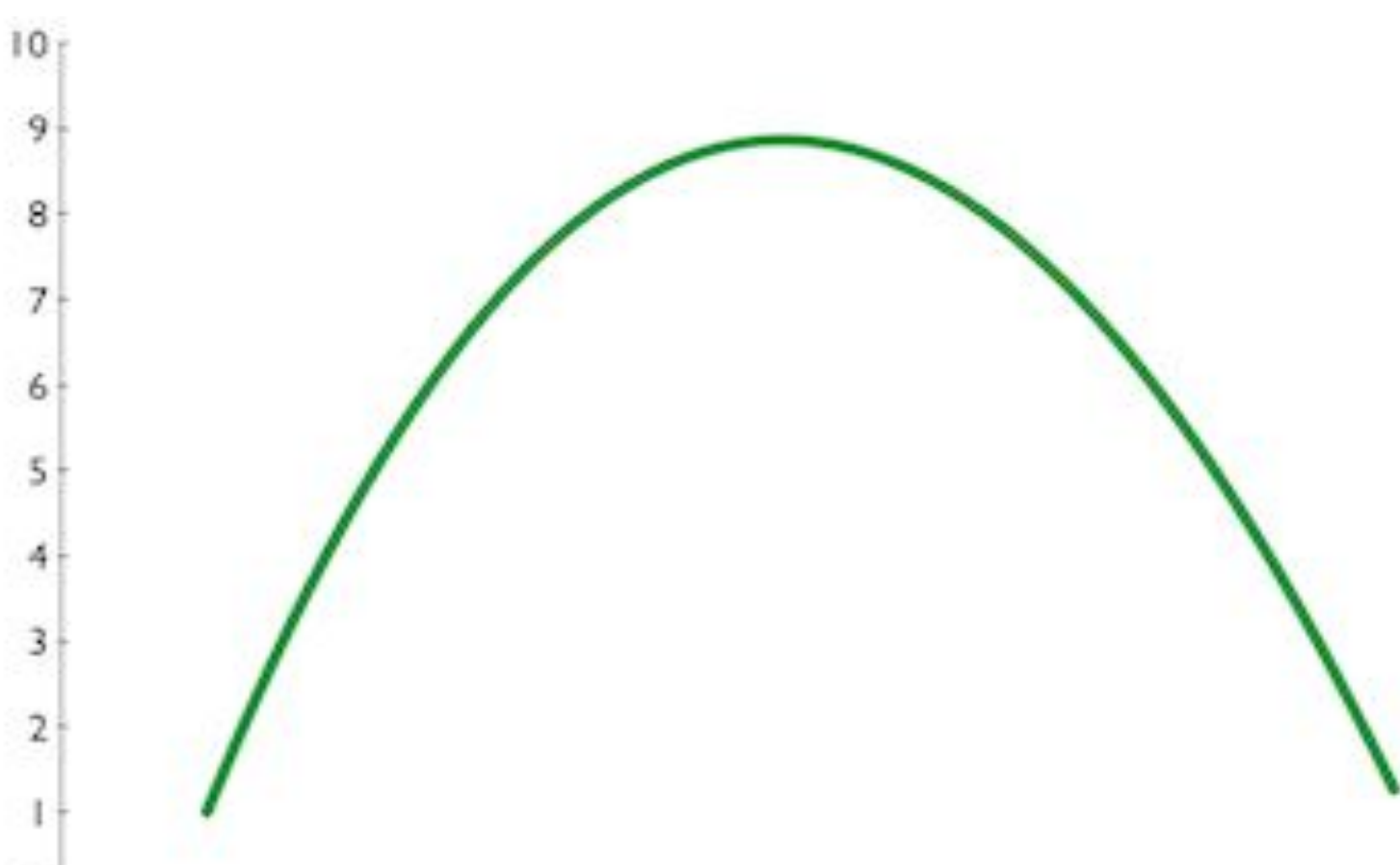
紙の厚みによって生じる風速の違いは統計データからでは見られませんでした。でもこれは厚みというより質量の違いなのではないかと思ったので質量の違いから風速の違いが生じるかどうか今後調べていきたいと思いました。

過去

未来

実験データが足りないためエラーバー同士が重なっていてもn.sが結果として出てしまった。そのため今後のやるべきこととしては実験を紙の厚みが違うものをそれぞれ30回ずつ行い、標準偏差をなるべく小さくして違いがあるかどうかを確かめる。

「違いがある」との判定が出たら以下のようにになると考える。



紙プロペラに厚みを持たせれば持たせるほど紙プロペラは重くなる。紙プロペラの重さが重くなるほどモーターにかかる負荷が大きくなり、モーターが作り出す力に占める紙プロペラを回転させる力は小さくなり、結果的に風速は弱まると考えられる。しかし、紙プロペラの枚数を増やしたとき信頼に足る値ではないとの判定だったが、風速が大きくなっている傾向が見られたので、ある厚さまでは風速が大きくなっていき、ある厚みを超えると風速は小さくなっていくということが予想できる。

スタート

紙

紙の繊維の間に水が入り込
が蒸発するから紙が
まってしまうと 考えたの
が、界面活性剤で水と油を置き換えれば紙
の繊維の隙間が埋まり、乾いても紙の縮まり
は抑えられるのではないかと考えた。

RQ
濡れた紙の真上から見たときの面積の変化を小さくするにはどうしたら良いか。

〈実験方法〉

- ①紙を液体(水・アルコール)に浸す
- ②塩・界面活性剤・アルコールなどを擦り込む
- ③自然乾燥
- ④紙の面積の変化を測定

仮説

紙の繊維の隙間を埋めることで面積の変化は小さくすることができる

仮実験

水と油と界面活性剤を擦り込んだ紙は面積に変化がなかった

本実験①

水・エタノール・塩を様々な組み合わせで擦り込んだ紙を割り箸の上で乾かす
→割り箸の感覚がうねり(面積の変化)に大きく影響
→金網の上で乾かすことにする(本実験②)

本実験②

〈結果〉
①295 ②245
③234 ④246
⑤267 ⑥427
元の紙207
→縦39コ横30コ計1170コの中で何個ドットが余ったか



※エタノールには表面膜の溶剤蒸発調節効果あり

なんか微妙...?
そもそも油って蒸発しないの? →する(蒸発するなら意味がない)
界面活性剤の効果がよくわかっていない

考え直し

油で埋めようとしていた紙の繊維の隙間を食塩で埋めることにした

計測

〈方法〉
実験と同じ大きさの紙の上に実験後の紙をのせ、固定したカメラで真上から撮る。紙の大きさの変化を測定する。

ドット紙にうねった紙をのせて隠れなかったドットの数でうねりを定量化する(隠れなかったドットが多いほどうねりが大きい)

考察 紙の繊維を埋めるためにすりつぶした塩を使ったが粒が大きすぎたため効果はなかったと考えられる。また実験回数が少ないため考察を決定することは難しいと考えられる。

未来

紙の面積の測定方法

ドット紙ではある程度の範囲でしか面積の差を出せないため、もっと正確に細かく測定できる方法を見つける

結果を左右したと思われる反省点

ドライヤーを使い手で乾かしたので乾かし方の差をなくす

本実験を一回しかやれていない

実感結果に信憑性がないため実験回数を増やして結果に信憑性をもたせる

今後の課題

- ・乾燥方法の統一(時間、湿度など)
- ・紙の面積の測定方法の確立
- ・実験の回数を増やす
- ・実験方法の見直し

実験内容

濡れた紙に対する対応のバリエーションを増やす



スタート

紙.....「植物繊維その他の繊維を膠着させて製造したもの」 ※日本産業規格 (JIS) の定義より
 繊維を水中に分散し、金網などで薄く平らに濾し分けて、脱水・乾燥したもの ←下記参考文献FUJIFILMより

紙

RQ 布から作った紙に文字を書くことはできるのか。

～紙作り工程～

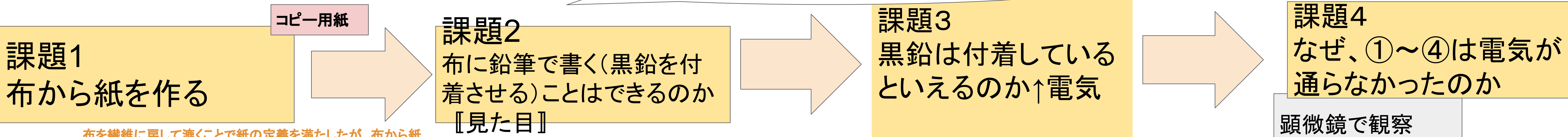
仮説

布の繊維を水中に分散し膠着させ作った紙に鉛筆で書く(電流が流れるほど黒鉛が乗る)ことはできる。

1. 布をハサミで細かく切り刻んだあと、ミキサーにかける
2. 細かく切り刻んだ布に洗濯のりを加えて水を切り、紙み、上から体重をかけて薄くする
3. 専用キットに入る
4. 二枚の板ではさみ、上から体重をかけて薄くする
5. 自然乾燥したら、完成



紙の意義 強度→書ける 変更



課題1 布から紙を作る
 布を繊維に戻して潰くことで紙の定義を満たしたが、布から紙を作る意味とは？→紙の用途「記録」を満たす書ける紙が実用的

1 布(ワセダのはちまき) ハサミとミキサーで糸状にした後、洗濯のりを加え成形凸凹している
 【繊維:2.7g、洗濯のり:10g、水:10g】
 →付着したが凸凹しており、書きにくさがあった。

2 布(ワセダのはちまき) 紙作り工程の通りに洗濯のりの量が少なく時間が経って崩れてしまった
 【繊維:1.0g、洗濯のり:5.0g】
 →繊維の量の不足により、明らかに書けなかった

3 布(ワセダのはちまき) 紙作り工程の通り
 【繊維:7.6g】
 →凹凸が少なく、黒鉛がよく付着した

4 麻 紙作り工程の通り
 【洗濯のり:40g】
 →付着したが凹凸があり、書きにくさがあった。

5 綿 紙作り工程の通り 色が交ざってるのは、柄付きの布のため
 →凹凸が少なく、黒鉛がよく付着した

6 紙(コピー用紙)→紙 紙作り工程の通り
 →凹凸が少なく、黒鉛がよく付着した。

課題3 黒鉛は付着しているといえるのか↑電気

検流計

5V

2cm

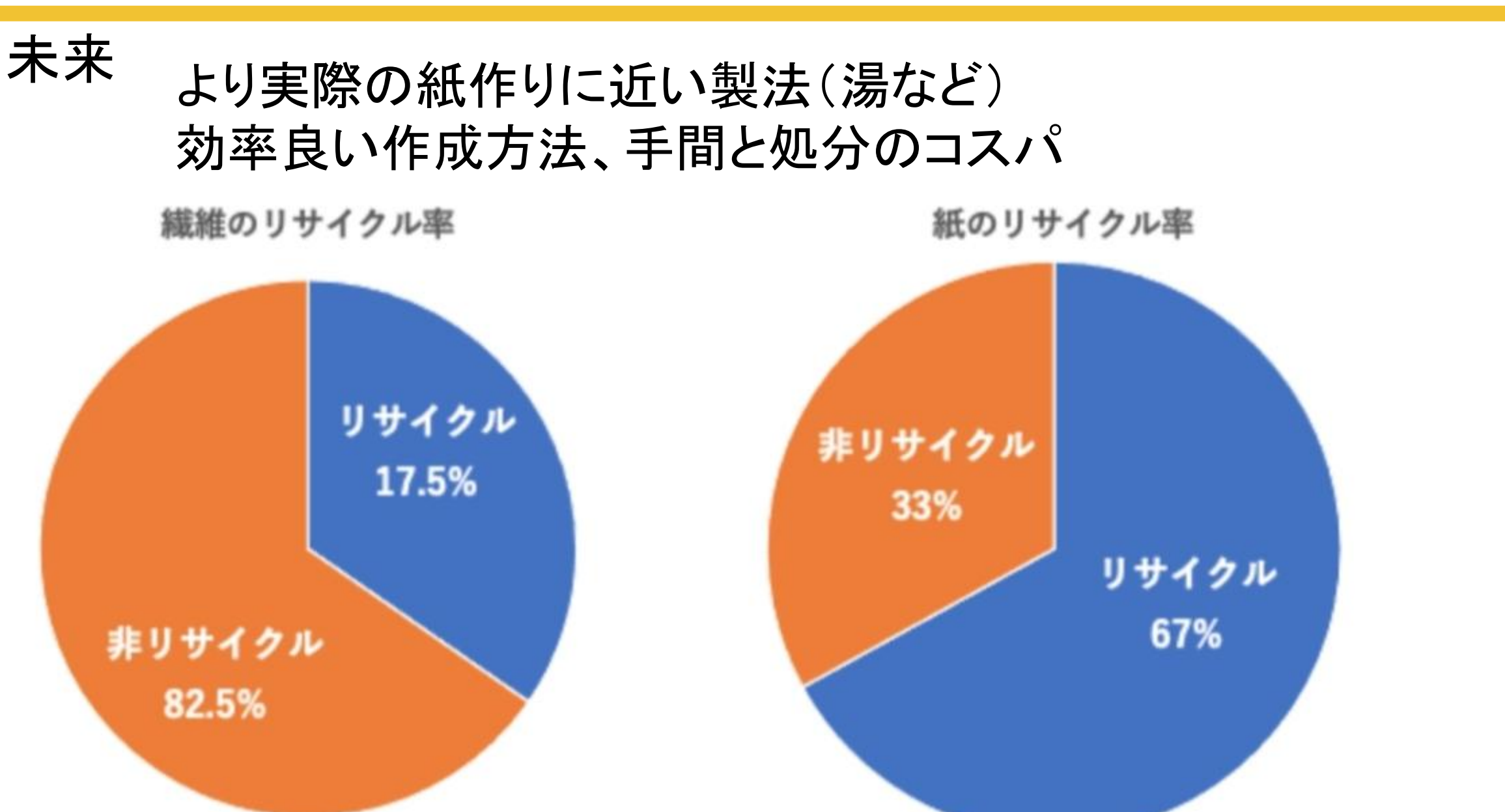
1cm

ネガティブコントロール

	黒鉛あり	黒鉛なし
コピー用紙	○	×
布(綿)	×	×
① 漉き枠なし	×	×
②	×	×
③	×	×
④ 麻	×	×
⑤ 綿	○	×
⑥ 紙繊維	○	×

データの読み取り
 黒鉛あり/なし.....黒鉛が紙に乗った(ここではそれを「書けた」と定義している)以外の理由で電流が流れることがないと確認。
 コピー用紙、黒鉛あり=○.....一般に「書ける」とされるコピー用紙に付着した黒鉛によって伝導性を得ることがわかる。ここから、「書ける」→黒鉛が乗る→伝導性→5Vの電圧をかけ検流計が振れると定義する。
 布(綿)、黒鉛あり=×.....布の状態「書ける」のでは「紙」にする意味はないが、紙の主な用途である「記録」を布では満たさないことを確認。
 ⑥紙繊維、黒鉛あり=○.....上記の紙作り工程で「書ける」「紙」が作れることを確認。
 ①～⑤は予備実験含む布→紙作成の結果。

過去 未来 A 布から作った紙に文字を書くことができる。



衣類生産に使用された繊維のうち 焼却埋め立て 87%

ファストファッションのCO2排出量 全世界排出量の 10%

年間の衣料品ゴミ 50万t

50万tの衣料品ゴミ ...から出る合成繊維量 ペットボトル 500億本

参考文献
 ・レーヨンから紙を作る
<https://www.marubisi-pt.co.jp/cms/?product=%E3%83%AC%E3%83%BC%E3%83%A8%E3%83%B3%E7%B4%99>
 ・FUJIFILM 紙の定義と用途
 【用途.....記録、包む、吸い取る】
https://www.fujifilm.com/jp/support/colorprint/howto/basic/paper_01.html
 ・キラ☆デコ エコバビエ 作り方ガイド
<https://www.suruga-ya.jp/product/detail/607016234>
 (↑エコバビエ 駿河屋)

関連記事
 ・繊維に紙で循環型社会を創る(古着から紙を作る意義)
 【紙の回収率85%、古紙利用率67%】
<https://www.womenshealthmag.com/jp/culture/a38297694/ccf-20211130/>
 ・紙になる前は○○でした(植物繊維以外からできた紙)
 【動物由来、無機素材、合成繊維】
https://www.fujifilm.com/jp/support/colorprint/howto/basic/paper_03.html

スタート

紙

仮説

上にハサミで切れ込みを入れて紙を折り込めば強度を出すことができる。

RQ

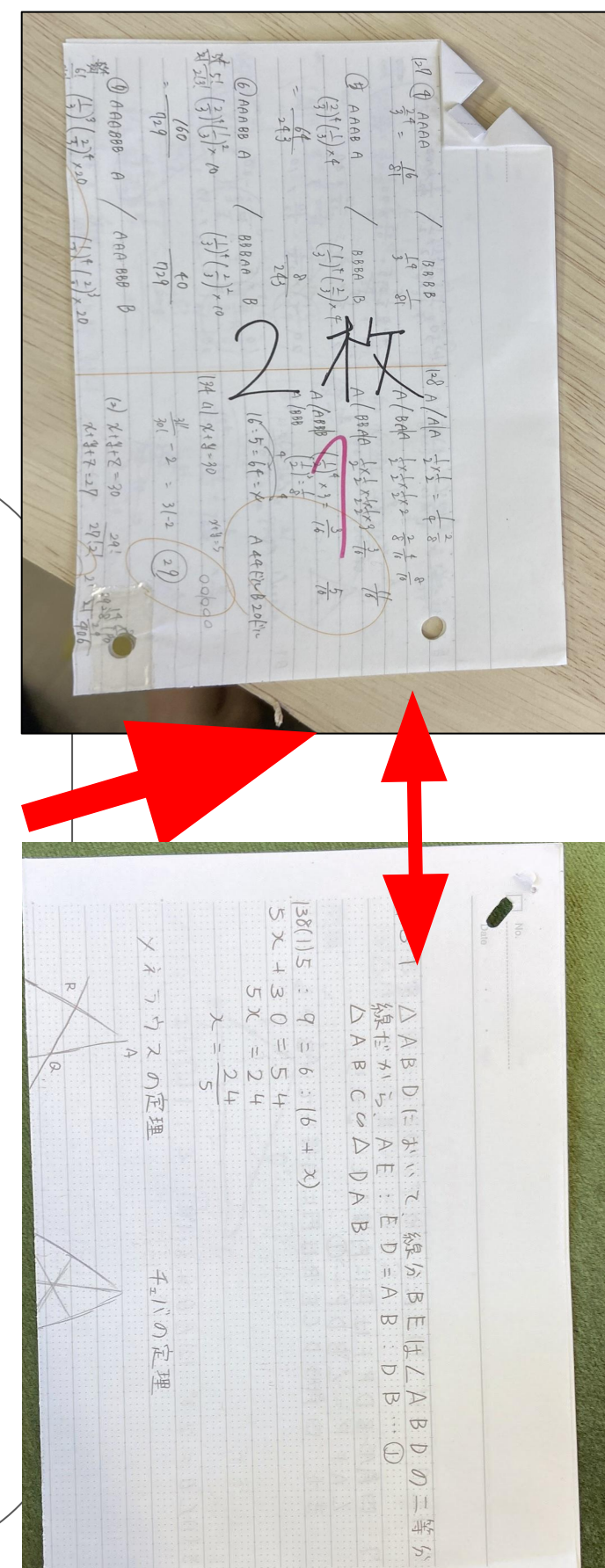
針を使わずにホチキスよりも高い強度で紙を綴じることができるか。

用意したもの

- ・Campusのノート
- ・はさみ
- ・穴あけパンチ
- ・テープ
- ・台車
- ・板
- ・椅子
- ・クリップ
- ・ばねばかり2N, 10N

■実験前の工程

- 1 Campusのノート1枚を半分に切る(資源削減のため)→3枚を1セット
 - 2 1セットの右上の角から縦3cm横3cmの所で三角に折る
 - 3 その三角形内に下記の条件を書き入れて、切り込みを入れて、折る
 - 4 1セットの一番上の紙の左下にテープを両面に貼り、その上から一箇所穴をあける
- 2~4を繰り返す

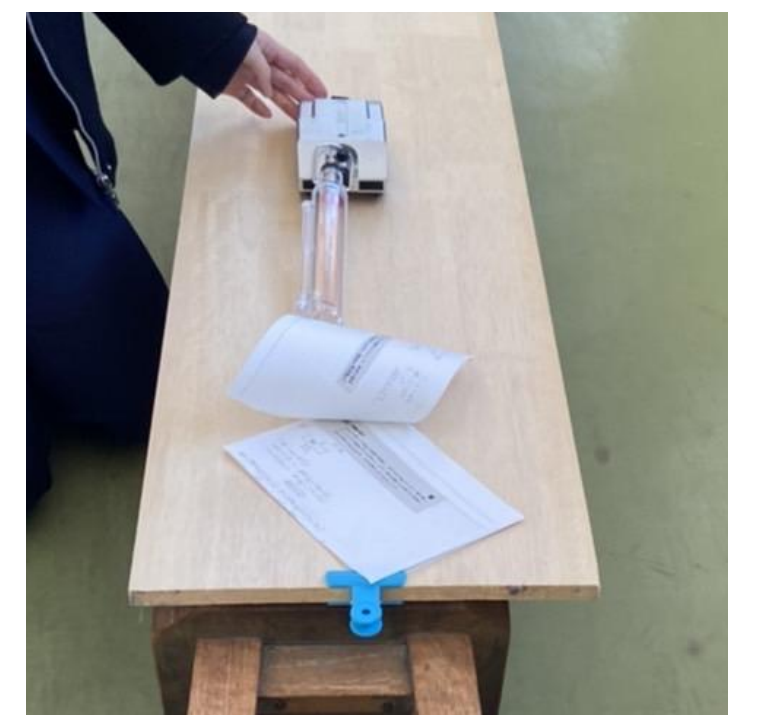


■実験方法

①写真のように、椅子を横に倒し板を置き角度をつける



②クリップで1セットの内めくらない部分をクリップで板に挟む



③穴にばねばかりのフックを引っ掛け、数値を測定する

第一実験

縦1cm、横の長さを変える実験

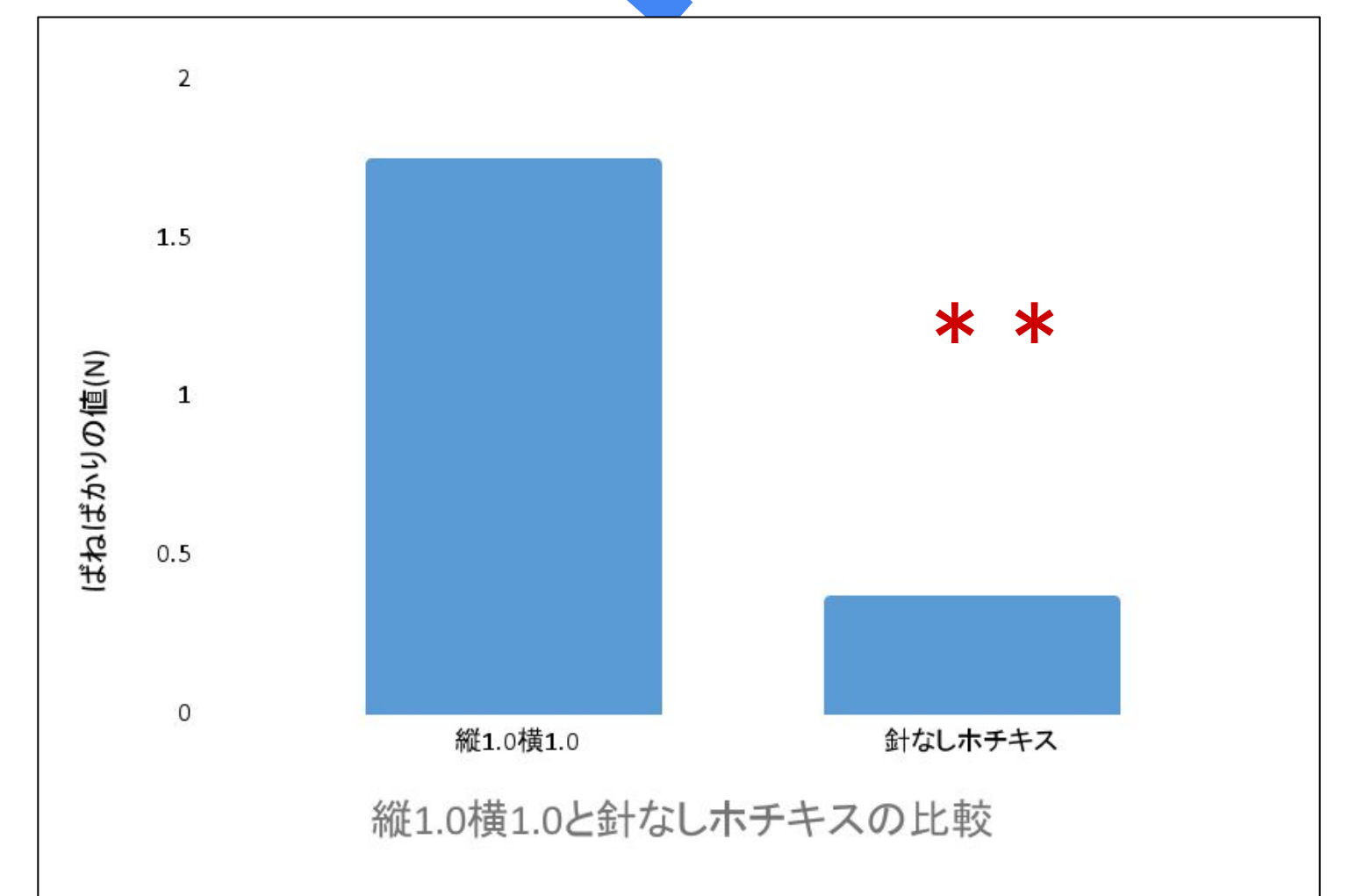
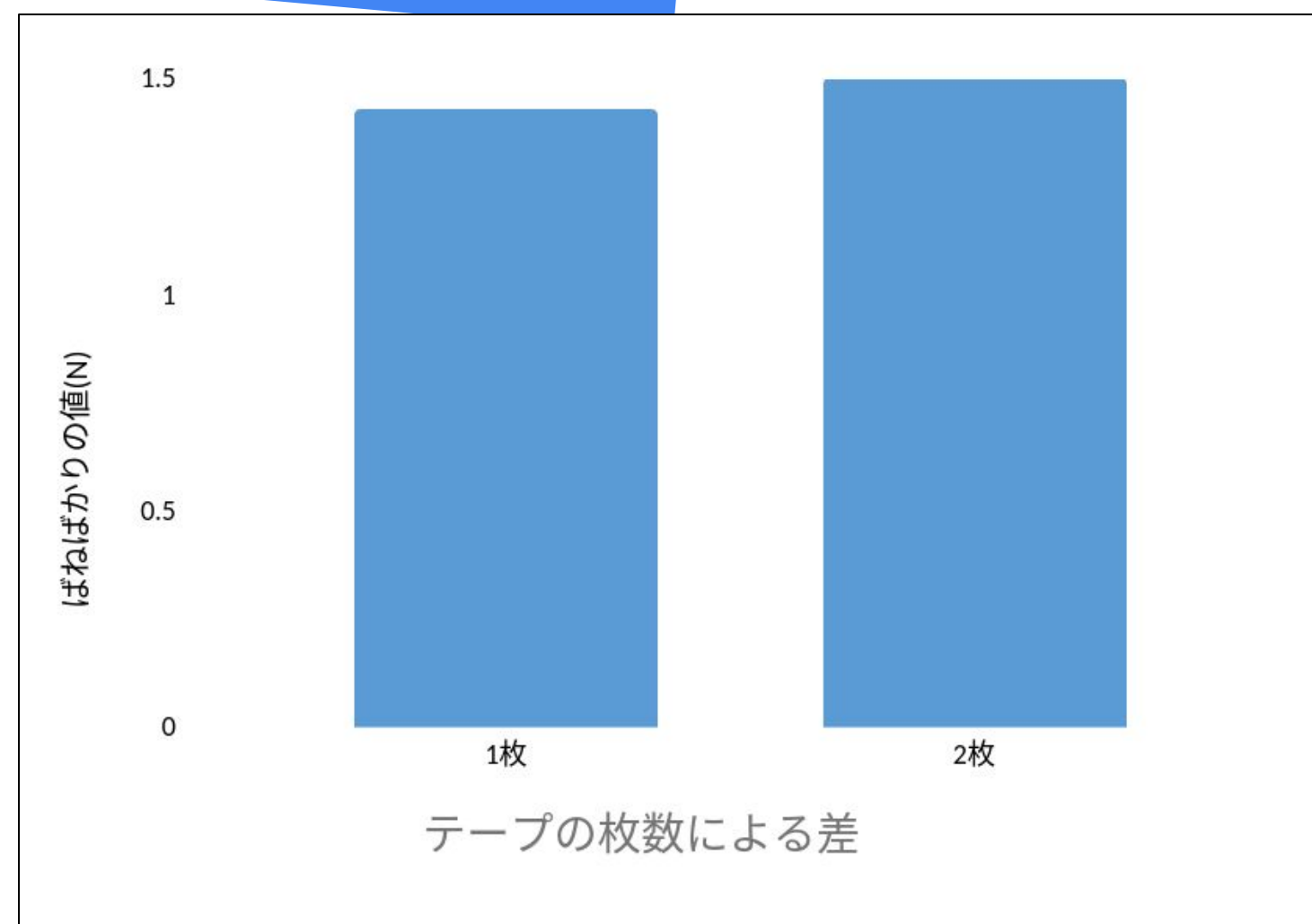
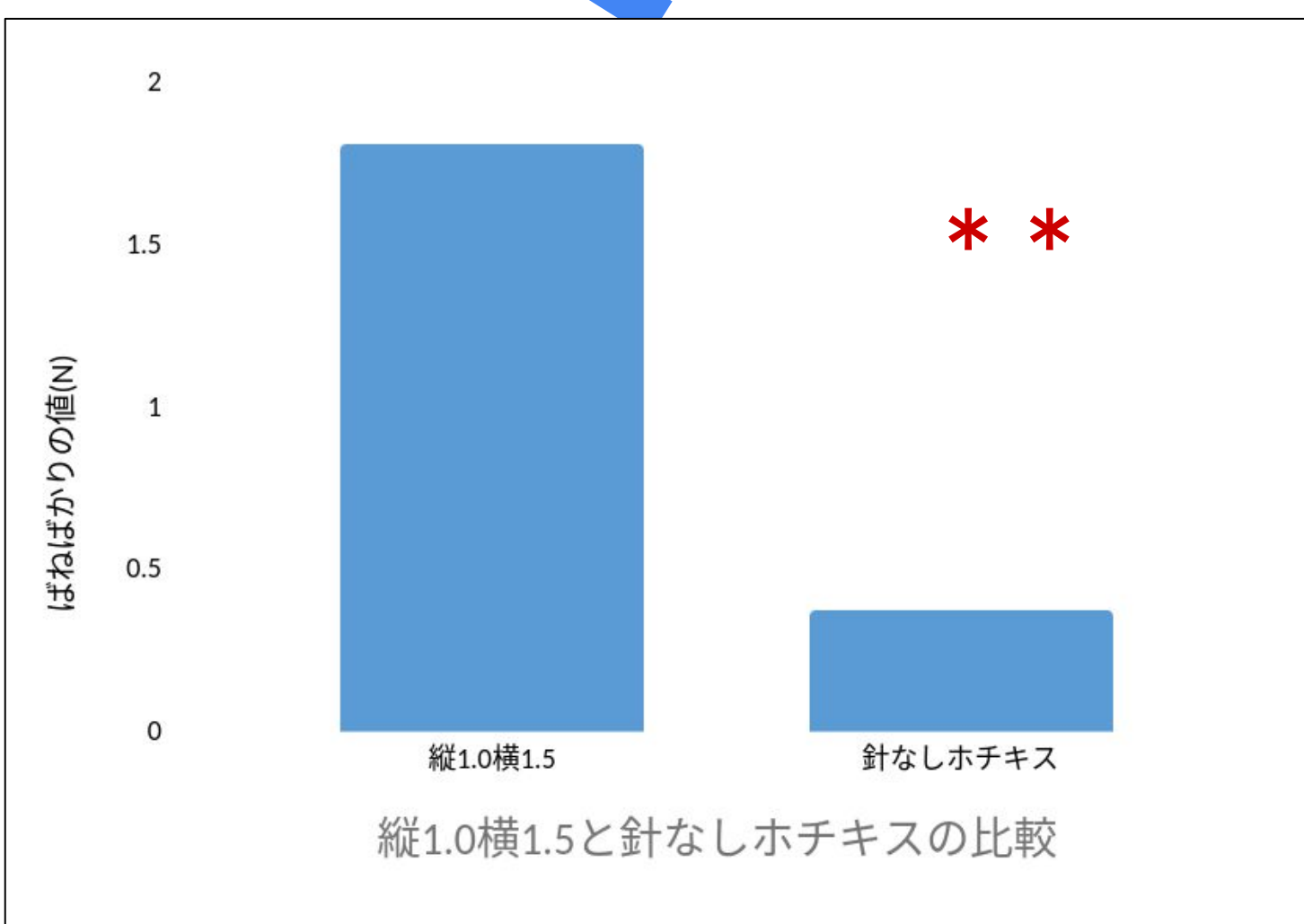
同じ長さでも実験結果に大きく差が出たものがあった。穴を開けるとところに貼ってあるテープの枚数が異なっていたことがわかった。

第二実験

横1cm、縦の長さを変える実験

横:0.5,1.0のうち最も強かった1.0と針なしホチキスの値を比較する

縦:0.5,1.0,1.5のうち最も強かった1.5と針なしホチキスの値を比較する



第三実験

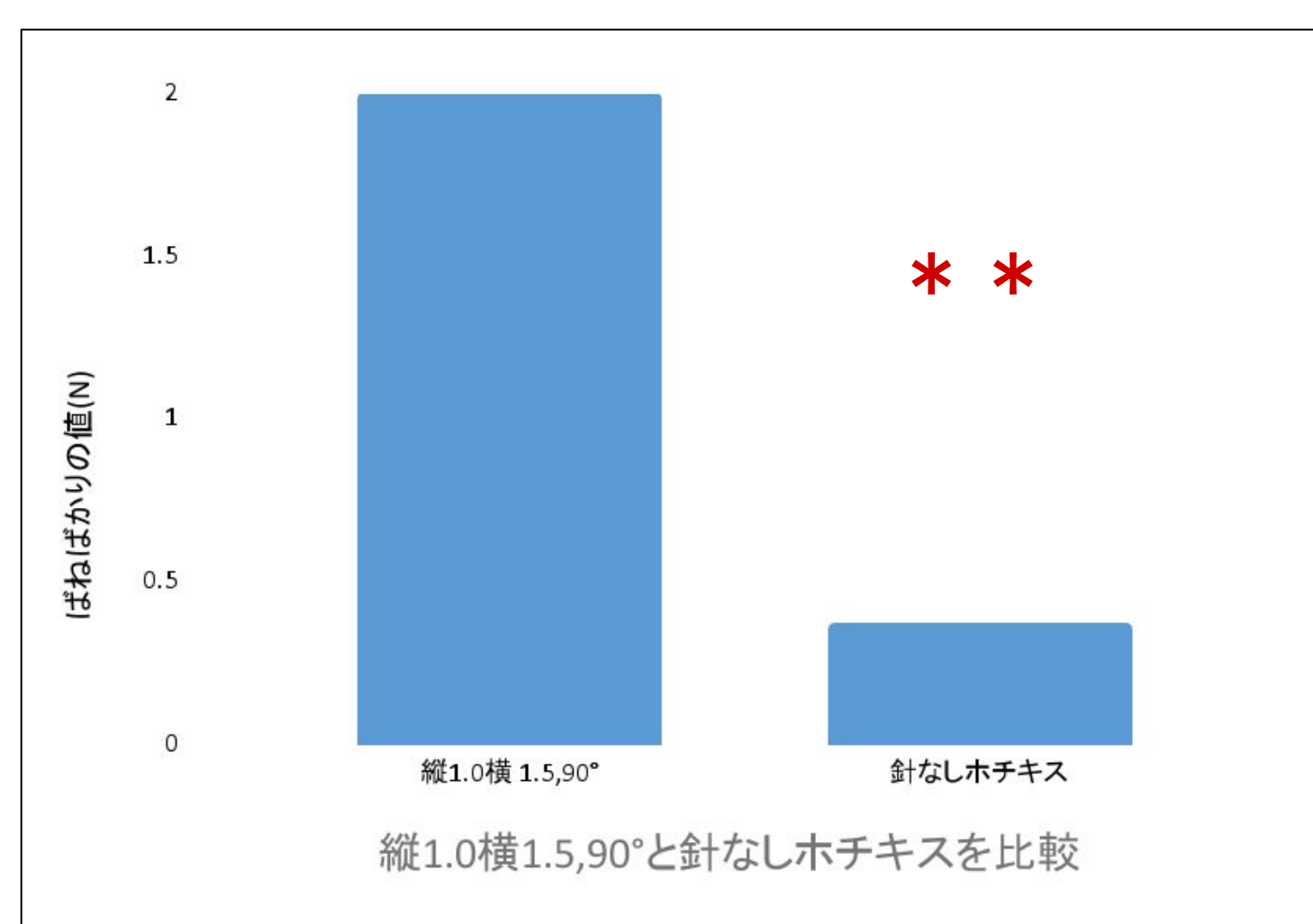
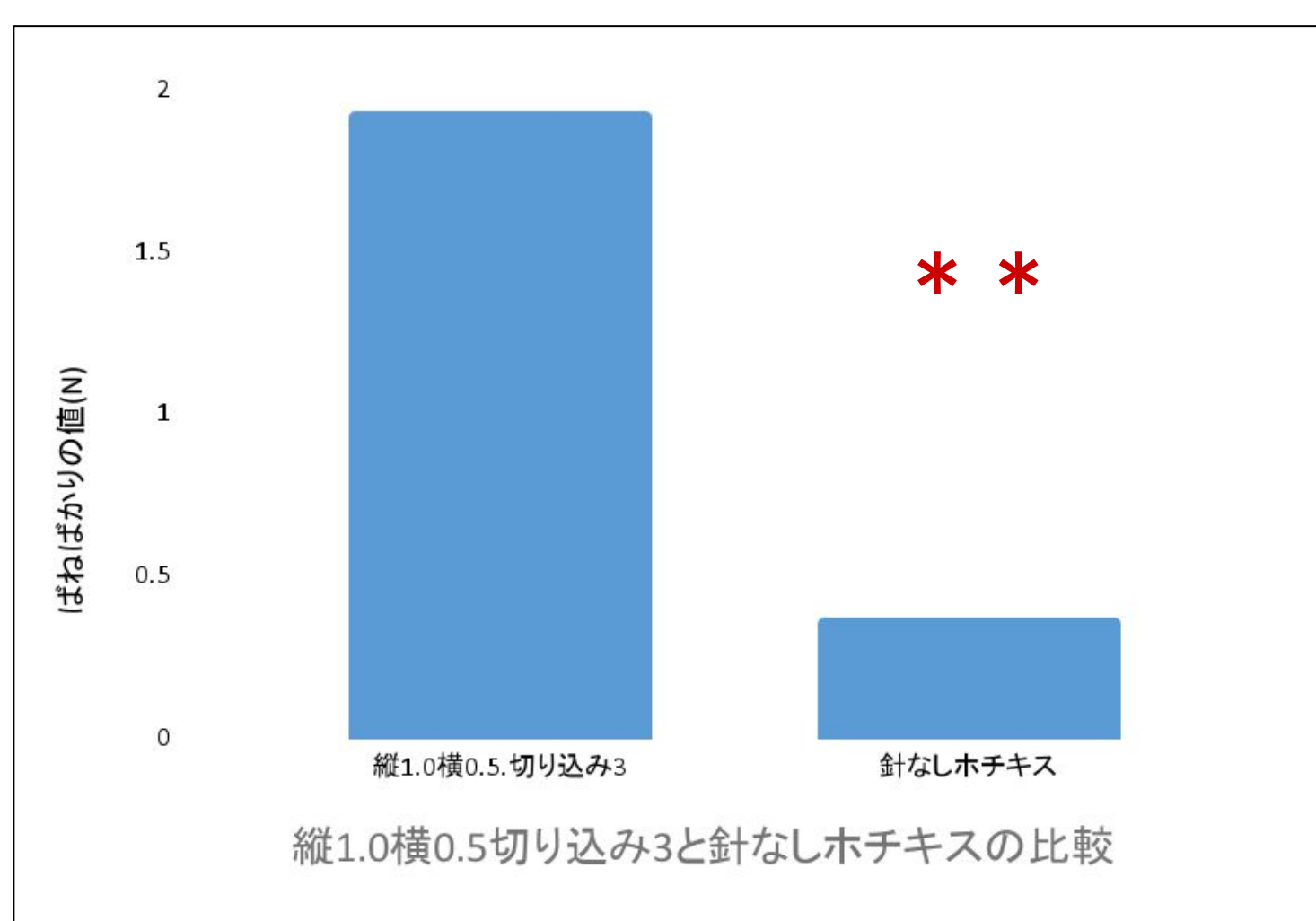
縦1cm、横0.5cmで切り込む数を変える実験

切り込む数:1,2,3のうち最も強かった3と比較

第四実験

縦1cm、横1cmで切り込む角度を変える実験

切り込む角度:0,30,60,90のうち最も強かった90と比較



紙を切ったり折ったりするのがすべて手動だったので、誤差が大きく出てしまったため、誤差を小さくしながら正確な実験がしたい

過去
未来

実験をより効率的に進めるためにはどのように作業すればよいか綿密に練る。

針なしホチキスには止め方の違いによって何種類があるので、違う種類とも比較してみたい。

針なしホチキスは紙が破れて終わり、自作の方は紙同士が外れて終わりだったので、計測結果が単純に比較できない可能性があるため、それを改善したい。

切り込みの数や角度は針なしホチキスでも変えることができたので、それと比較してみたい。

スタート

紙

RQ
くしゃくしゃになってしまったプリントを伸ばすにはどの方法が一番効果的か？

〈予備実験2〉
ヘアアイロンで伸ばす
①水でぬらす+アイロン
②そのままの紙
③アイロンだけ

結果

	前		後		差	差
	タテ	ヨコ	タテ	ヨコ	タテ	ヨコ
①濡らした紙	14.1cm	9.9cm	14.5cm	10.05cm	0.3cm	0.15cm
②そのままの紙	15cm	10.5cm	15cm	10.5cm	0cm	0cm
③くしゃくしゃにする前後	14.9cm	10.5cm	14.8cm	10.5cm	0.1cm	0cm

仮説
熱と圧力どちらがどちらがより伸ばす効果大きいのか
⇒熱のほうが紙の内部にまで影響するのでのびるのではないか？

アイロンだと熱と圧力両方の力がかかってしまうのでドライヤーで

- A,折る(8回)
- B,折る(8回)+霧吹き(20回)
- C,丸める(定量化できてない)
- D,丸める+霧吹き(20回)

わかったこと
紙はアイロンで伸びる。

〈予備実験〉
ドライヤーで伸びるか？
方法
①紙をクシャクシャにする
②霧吹きをするものとしないうちのを作り、するものには20回 霧吹き
③ドライヤーを3分当てる

くしゃくしゃの定義は??
紙を 折るor丸める
↓
広げる
予備実験では2つのくしゃくしゃの仕方で実験した。

くしゃくしゃの定義 & のびたの定義
①何もしていない状態の紙の縦横の長さを図る
②クシャクシャに手で丸めた紙の縦横の長さを図る(くしゃくしゃにする紙の縦横の長さはできるだけ統一)
③伸ばした後のかみの長さを図り、大きくなったぶんがのびた量

結果
A,あまり変わらない
B,一番伸びた。折り目の山が消えた
C,あまり変わらない
D,少し伸びた

改善点
・ドライヤーは固定したほうがいい
・折る方が定量化するという面でわかりやすい。
・紙の面積をドライヤーを動かさなくても当て続けられるくらいに大ききにする。
・ドライヤーだと風も当たるから少し圧力がかかってしまっている。
⇒ホットプレート。

伸びたというのをどう定義するのか？
↓
一番の問題

過去
未来

RQ
アイロンで少なからず紙が伸びることがわかった。アイロンの温度の違いでのび方に違いはあるのか？

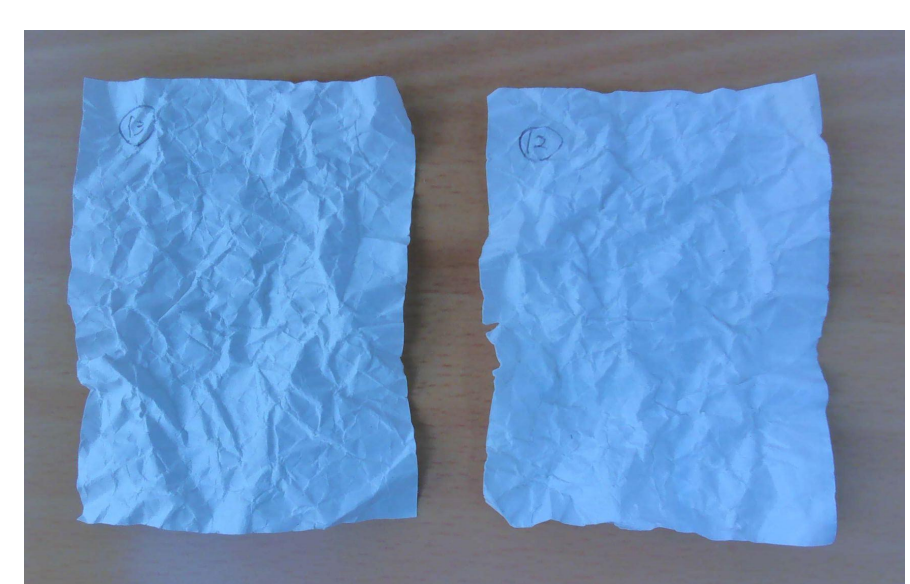
本実験
アイロンの温度を変えて3分間シワを伸ばす

定量化
タテ・ヨコが同じながさになるまでくしゃくしゃにする。
(cm)で数値化

〈本実験〉
鉄板をガスバーナーで温めて仮アイロンを作る。
⇒温度の違いで伸びかたに違いはあるのか？

使うもの
カッター
バーナー
鉄板
定規
電子天秤

	タテ	ヨコ
低	0.5	0.5
低	0.6	0.2
中	0.7	0.4
中	0.5	0.4
強	0.4	0.3
強	0.7	0.4
強スチーム	0.4	0.3



スタート

紙

RQ

濡れたノートを波打たせないように乾かす最適の方法とは

ノートを均一に濡らす方法とは？

条件が同じのノートを用意できないこと、表紙と中紙で紙が異なりかなり複雑になってしまうため断念

三次元的に波打つため、角が浮き上がって印刷したときに角が曖昧になってしまった

過去
未来



↑波打った紙
濡らす直前の四辺の長さを測り、実物大コピーをすることで頂点間の距離と比較して波打ちを定量化した

波打ちは三次元的なので四辺の長さのみで定量化して良いのだろうか

方眼用紙を5×5cm四方にカットし、シャーレに入れた水に漬ける。それぞれシャーレに入れて乾燥させる

「紙が濡れた」の定義とは？

水につける直前と漬けたあとの質量を容器ごと測って0.1以上の質量の増加があること。

紙が乾いているという定義
水に紙を浸す前に紙の質量を測る。その後、紙が波打ったことを確認し、再び紙の質量を測る。そこに誤差がほぼなければ紙は乾いたと定義できる。

紙が乾いているとはどんな状態をいうのか？

波打ち定義
水に浸し、乾かした後にカラーコピーし、その色がところどころで変わっていれば同じ紙でも平らでないということである。この状態を紙が波打つと定義する。

乾燥方法③
ドライヤーで紙を吊るして乾かす



乾燥し波立つ

仮説
紙は熱を加えて乾かすと波打ちがなくなる。

RQ

一度濡れた紙を乾かして、うねりを無くして元と同じ状態にする方法

仮説

紙の繊維に水分が入り込んで繊維が膨張することで紙の質量が増えて膨張するのではないか

仮説 濡れて繊維が膨張した紙を元の繊維の通りに圧縮して乾かすことで乾いたときにもとに戻る。

乾燥方法①

特に圧力を加えずに自然乾燥させる

乾燥方法③

圧縮せずに冷凍庫で乾燥させる

乾燥方法②

本で上下に圧力をかけて自然乾燥させる

乾燥方法④

本で上下に圧力をかけて冷凍庫で乾燥させる



スタート

プラスチック

保温性

RQ
新聞紙からプラスチックを作れるのか

仮説
新聞紙はリグニンが木に比べて量が少ないので作れるバイオプラスチックの量も少ない。

使う器具がなく、学校で実験を行うことが難しいため断念

・毛布と新聞紙の保温性を比較するのが難しい
↳毛布は目安に
・限度がない

旧仮説
新聞紙を重ねれば重ねるほど保温性は高くなる

仮説
二枚の新聞紙両方をくしゃくしゃにして包むのが一番保温性が高い

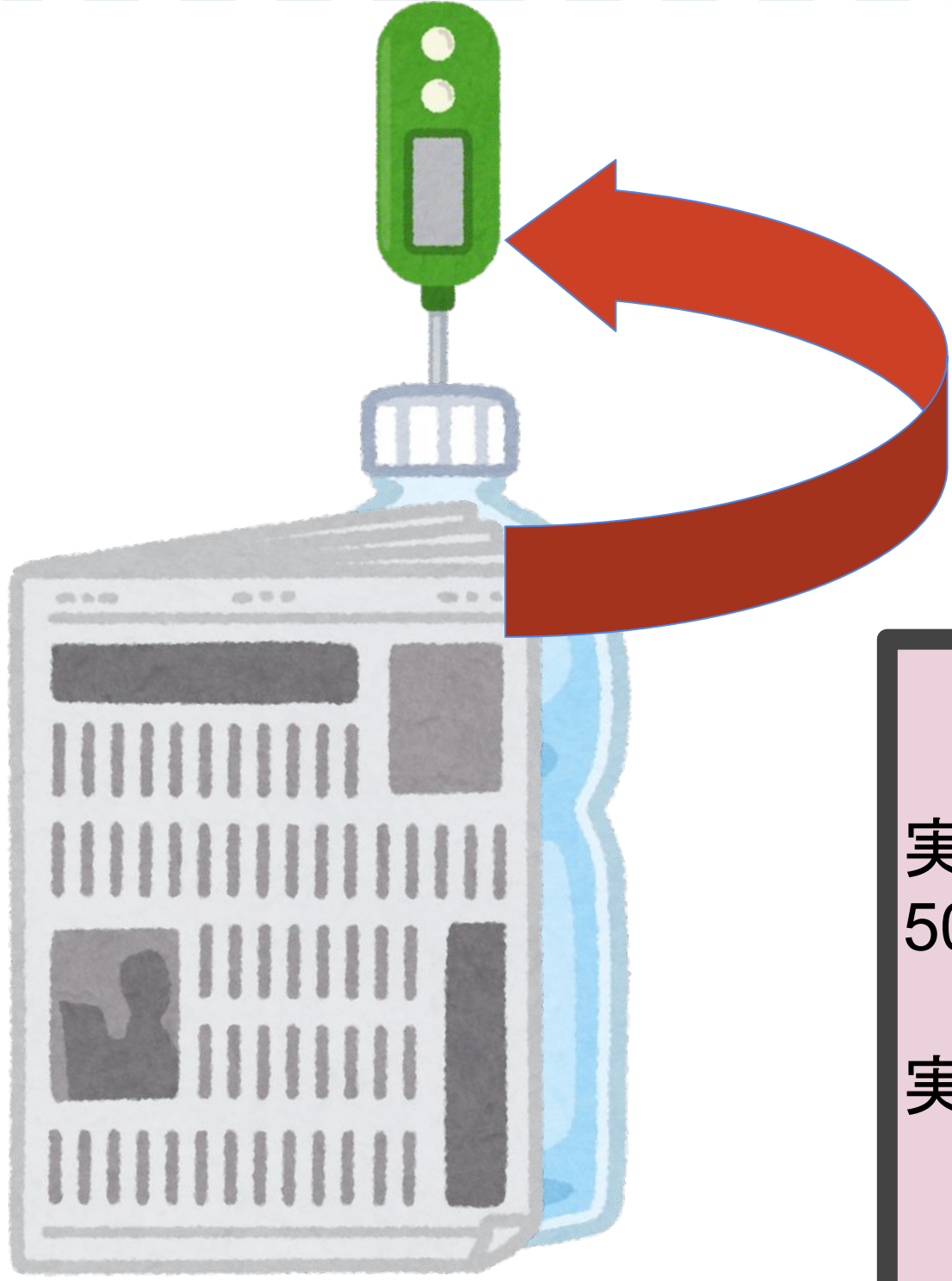
本実験
新聞紙のくしゃくしゃの度合いで保温性に違いが出るか調べる

IBRQ
新聞紙で毛布と同等の保温性を生み出すには？

RQ
二枚の新聞紙でより高い保温性を生み出すには？

仮実験
毛布と新聞紙との保温性を比べると、違いは出たが、時間が足りず、詳細不明

「くしゃくしゃ」だとマジックワードになってしまうので、新聞紙一枚を丸めたときに、直径9cm、18cmの球に揃えることで定量化することとした



新実験方法
実験器具：綾鷹のペットボトル5本、新聞紙6枚、50℃のお湯、デジタル温度計

実験内容：①以下のペットボトル5本を用意する。
A 何も巻かない
B 毛布で巻く
C 加工していない新聞紙2枚で巻く
D くしゃくしゃ(直径9cm)の新聞紙2枚で巻く
E くしゃくしゃ(直径18cm)の新聞紙2枚で巻く

温度が変わってしまうため、ペットボトル内で2分ごとに攪拌した。

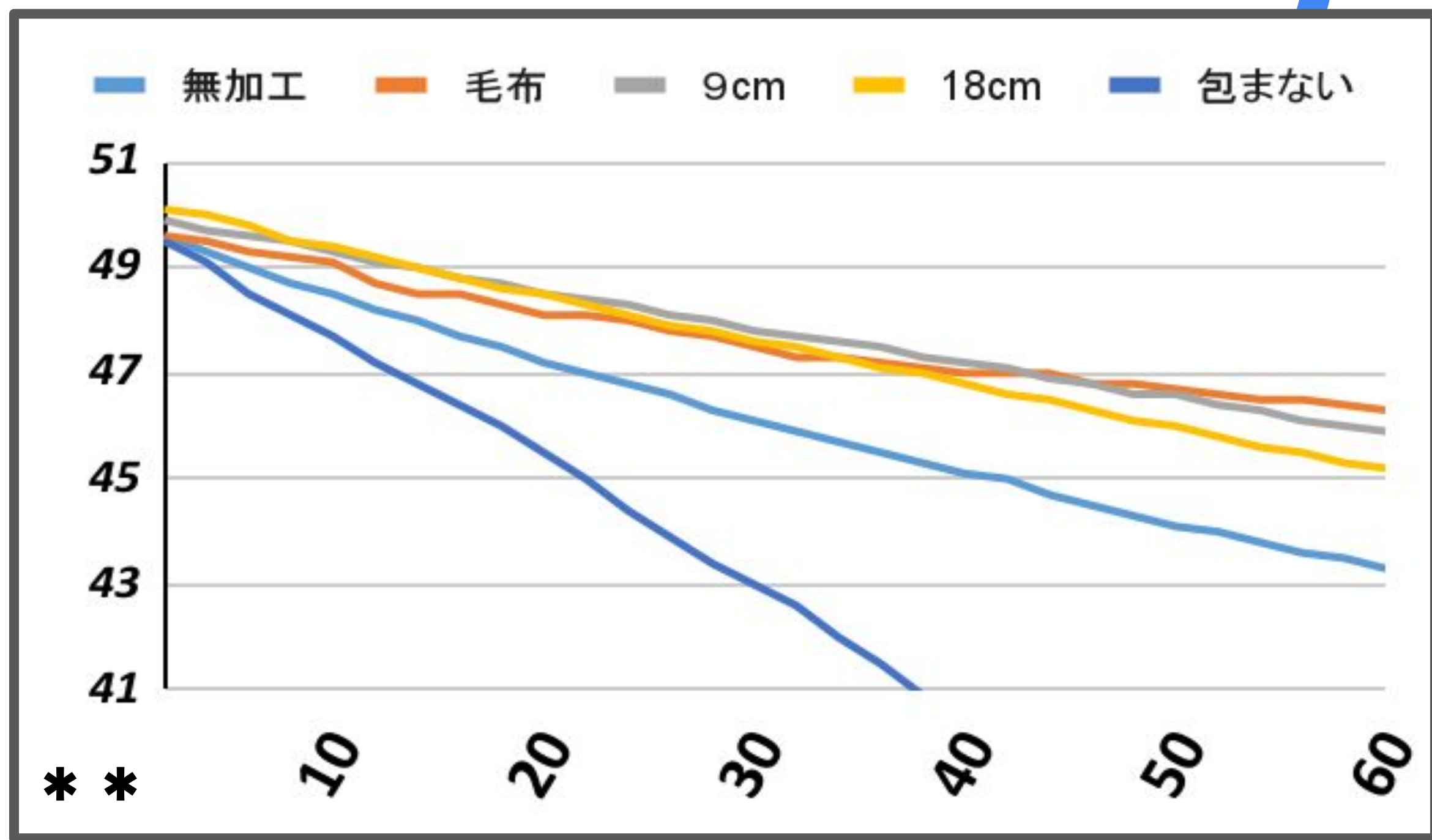
②それぞれに50℃のお湯を入れて、分からデジタル温度計をさしたままにする。
③2分毎にデジタル温度計で温度を計測する。

蓋の部

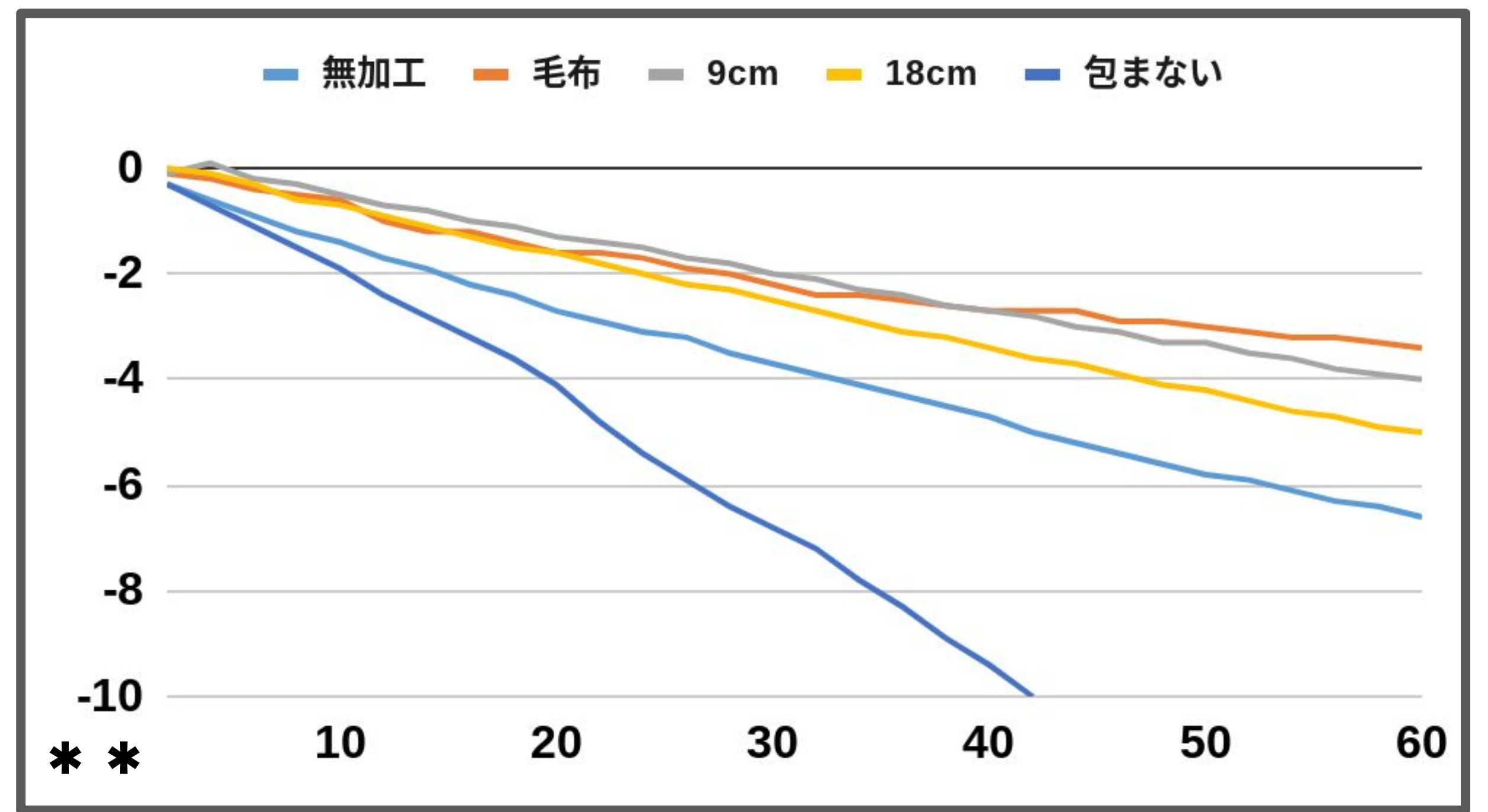
旧実験方法
実験器具：綾鷹のペットボトル5本、新聞紙6枚、熱画像カメラ、毛布、50℃前後のお湯
実験内容：①以下のペットボトル5本を用意する。
A 何も巻かない
B 毛布で巻く
C 加工していない新聞紙2枚で巻く
D くしゃくしゃ(直径9cm)の新聞紙2枚で巻く
E くしゃくしゃ(直径18cm)の新聞紙2枚で巻く
②それぞれに50℃のお湯を入れる。
③2分毎に熱画像カメラで温度を計測する

実験方法の改善
温度の測り方
熱画像カメラ ⇨ デジタル温度計
理由
水温の変化を測りたいのに熱画像カメラでは表面の温度しかわからない！また温度の変化が小さいため正確な温度を測ることができない！
↓
デジタル温度計なら水温の変化を正確に測ることができ、熱画像カメラと比べて個数があるため各ペットボトルに1つ用意することができる。

時間経過と水の温度



時間経過と低下温度



結果
直径9cmに丸めてくしゃくしゃにした新聞紙が一番保温性が高かった。よって仮説は立証された。

考察
くしゃくしゃにすることで空気の層が生まれて保温性が高まる

展望
直径9cmに丸めてくしゃくしゃにした新聞紙1枚と直径18cmに丸めた新聞紙1枚を組み合わせるなど、内側と外側でくしゃくしゃの度合いの異なる新聞紙を組み合わせて実験を行いたい。

過去
未来



スタート

紙

RQ

コピー用紙を短時間で分解する環境は？

仮説

- ・水の中
- ・80度の水の中
- ・土の中(微生物がいる)

実験に時間がかかりすぎるので断念。(紙の素材によるが、だいたい3ヶ月ほど)

RQ

液体の種類による形状記憶の発言性の違い

仮説

油より水のほうが早い。構成する分子が小さいほど発現性がある。

液体の種類が多すぎるために断念。

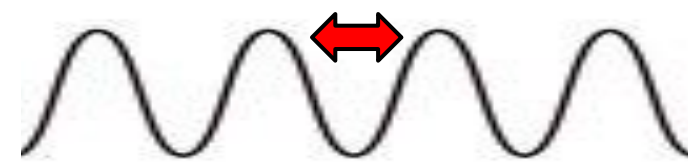


紙の形状記憶とは？



仮説

ダンボールの波の幅が狭いほど耐荷重量は大きい。



RQ

コピー用紙で作ったダンボールモデルの断面図の形を変えると耐荷重量は変化するのか

仮説

ダンボールの波の高さが低いほど耐荷重量は大きい。

予備実験

波の高さ 1cm.2cm.3cm.ともに 500ml→1000ml→1500mlの順に乗せていく。ペットボトルは同じものを使う。10秒以上潰れずに(ペットボトルが床につかない状態)いたら水の量を500mlずつ増やし、より重いペットボトルへ。これを繰り返す。

結果

波の高さが1cmのものは、すべて潰れなかった。3cmのものは500mlでも潰れてしまうものがほとんどだった。→仮説は肯定された。

本実験

山の数10コ(10cm×10cm)の紙を下敷きで挟んでその上に水を入れたペットボトルをおいて10秒以上潰れずに(ペットボトルが床につかない状態)いたら重くする。

波の高さ

3cm→400mlから乗せ、10mlずつ増やしていく
2cm→500mlから乗せ、50mlずつ増やしていく
1cm→500mlから乗せ、50mlずつ増やしていく

結果

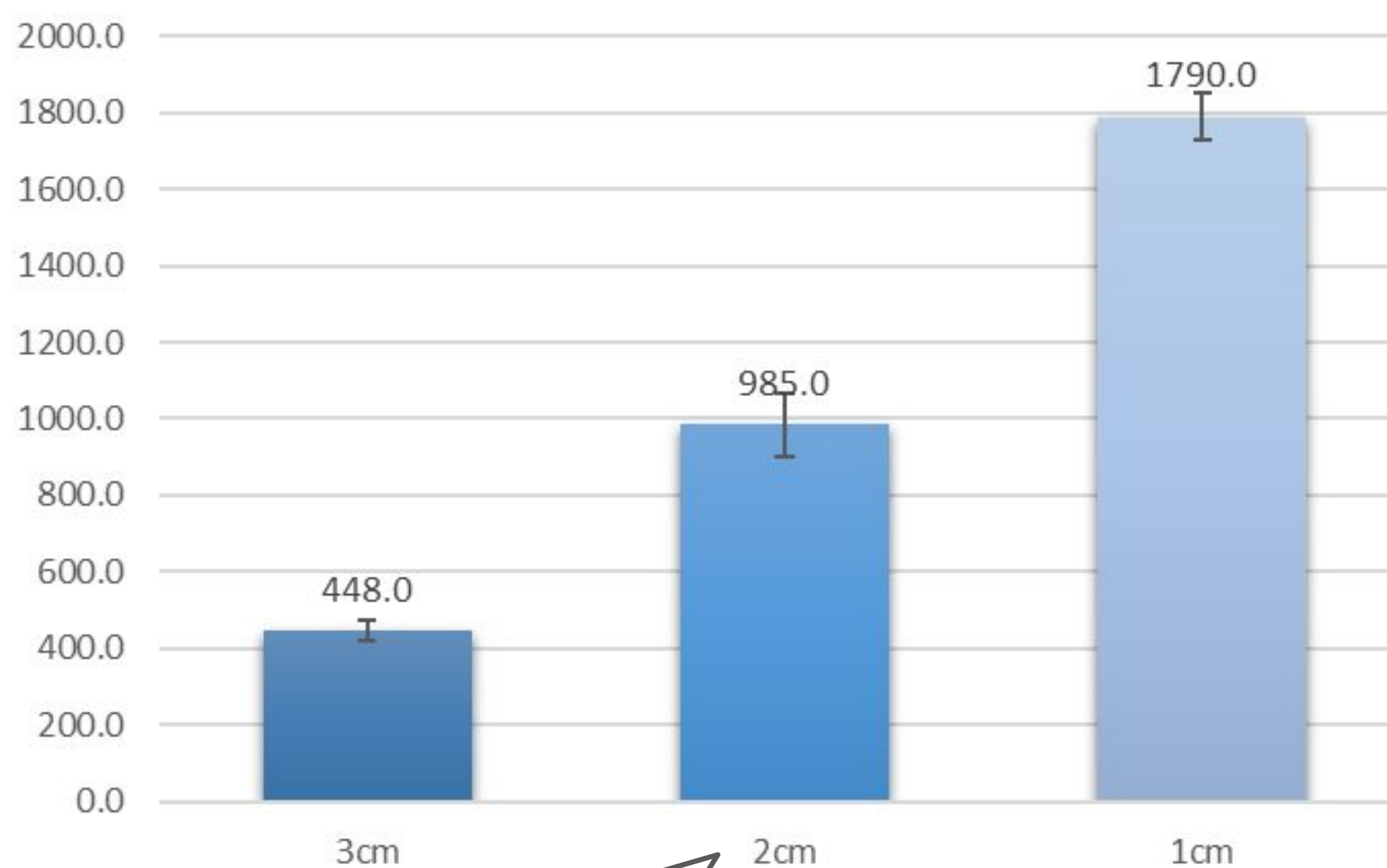
より高さの低い1cmの波のものが最も耐荷重量が大きい。よって仮説は肯定された。

	1cm	2cm	3cm
1回目	1650	750	400
2回目	2200	800	570
3回目	1650	1300	510
4回目	1750	1000	400
5回目	1900	1250	400
6回目	1650	1050	600
7回目	1950	800	400
8回目	1800	500	400
9回目	1500	1250	400
10回目	—	1150	400

さらに詳細なデータを得るため、本実験へ。



使用した計量カップ



波の高さによる耐荷重量の変化



高さ3cmのダンボールモデルでの実験の様子

過去

未来

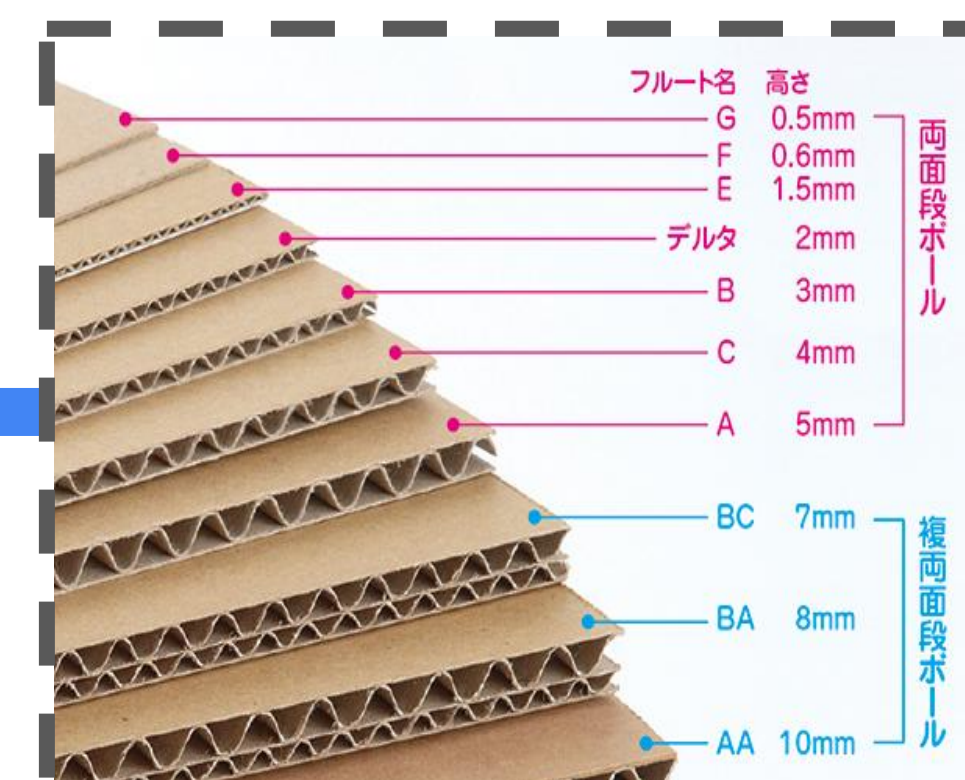
考察

波の高さを1cmより小さくすればさらに耐荷重量が大きくなるのでは？



展望

ダンボールの波の高さは1cmよりさらに小さい0.05cmのものもある。→実際、どの波の高さが最も強いのか調べたい。今回の実験で使用したダンボールモデルはコピー用紙で手作業で作ったため、作ることでできる波の高さに限界があった。さらに精密かつ考察を追求できる実験法を考え直していきたい。



スタート

紙

ダンボール、普通紙、半紙、画用紙

RQ 紙の落下速度を遅くするには

RQ 身近な紙の中で一番耐水性が強いのは？

仮説
紙に多く切込みを入れたほうが落下速度は遅くなる

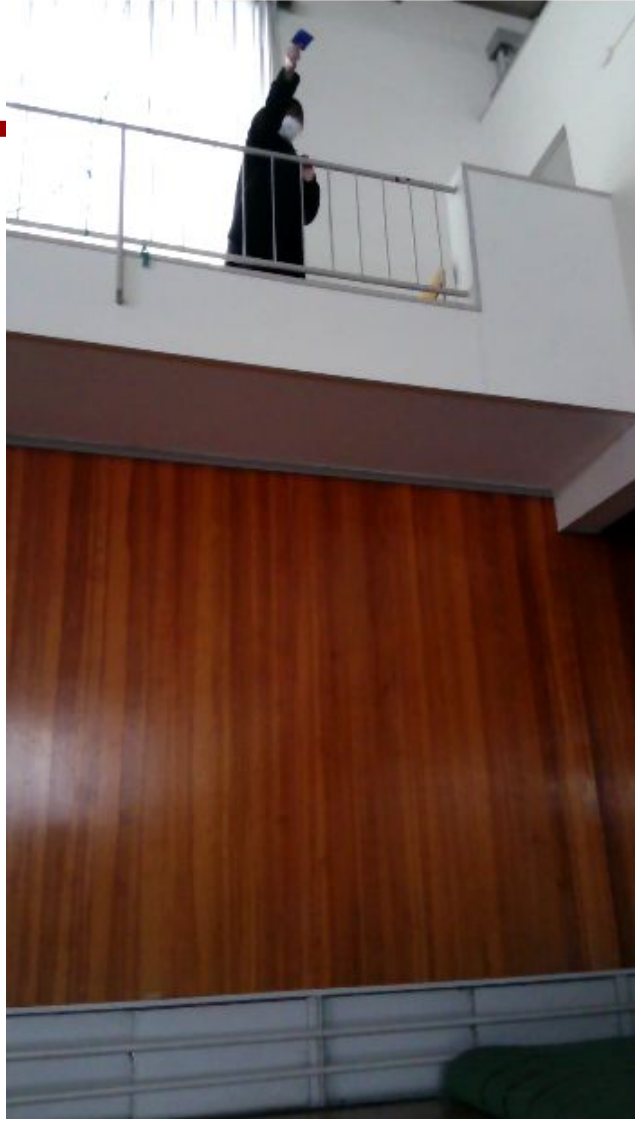
仮説
折る面積が大きい紙ほど落下速度が遅くなる

場所は風の影響をなるべく受けないようにするために第二体育館のギャラリーから落下させた

仮説
画用紙 > 普通紙 > ダンボール > 半紙の順に耐水性が強い

仮実験
折り紙を半分に切った紙の縦と横それぞれに2cm切れ込みを入れて落とす

本実験
折り紙を半分に切った紙を2cm、4cm、6cm、8cmずつ折り、紙を落下させる(各20回)

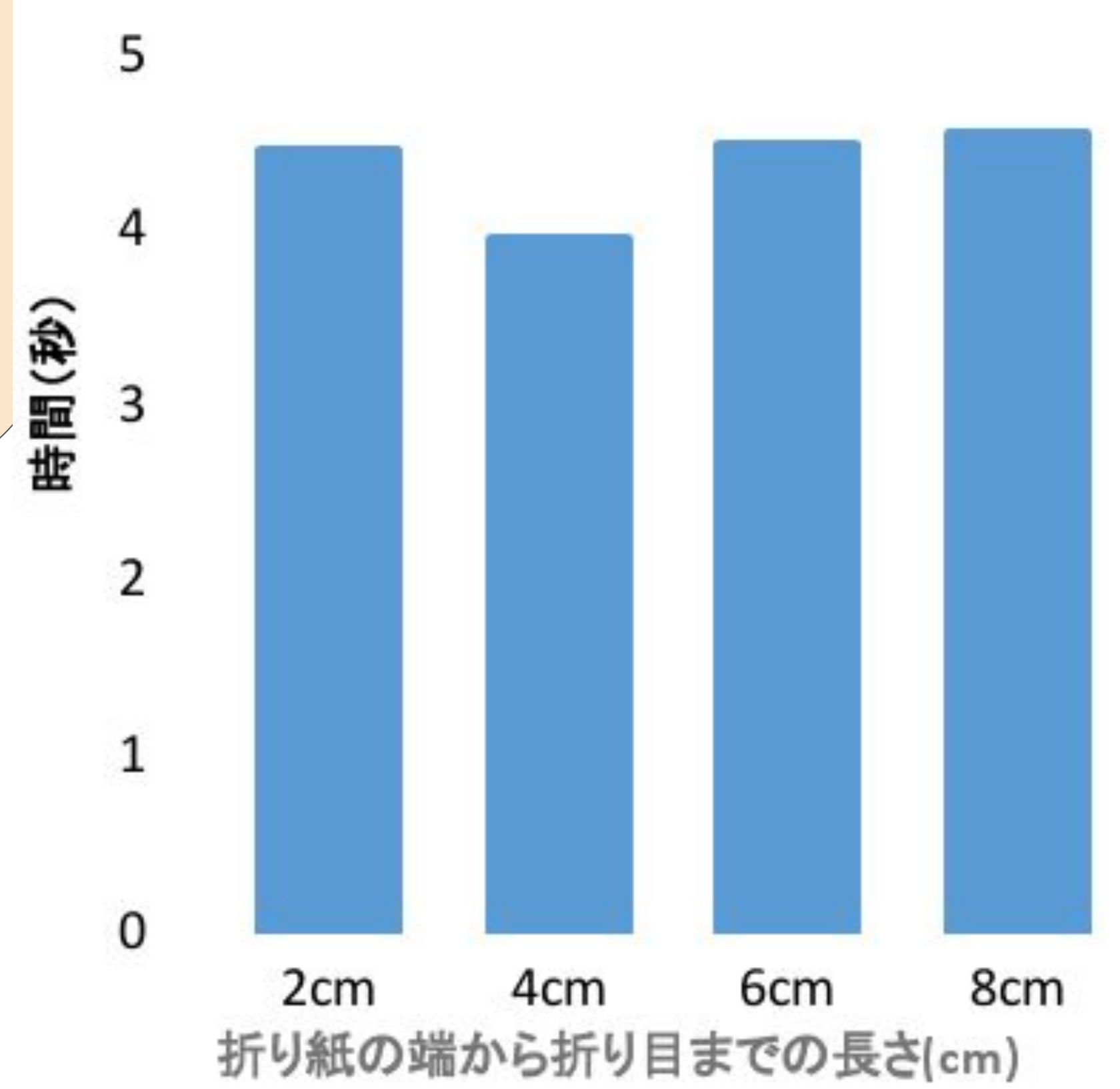


仮実験
それぞれの紙を材料に新たに紙を作りその耐水性を比べる

「耐水性」を測定する機械が学校になく断念

結果
差異が見られなかった

結果
4cmが一番落下時間が速く、8cmが一番落下時間が遅かった
2cmと6cmは同じ落下時間だった
→ 仮説は否定された



計20回

なぜ、4cm折った紙が一番落下速度が速かったのか？



考察
4cmに近づくと連れて落下速度が遅くなっている
→ 規則性があるとすれば放物線状になっている

過去

未来

もっと値を細かくして、実験して、より落下速度が速くなる値を見つけて、規則性を見つける

落下速度という観点だと紙飛行機にも応用できる？ (紙飛行機の落下速度を遅くする)

スタート

紙

RQ
紫外線を通しにくいマスクの
特徴とはなにか。

目的
紫外線を通しにくいマスクの特徴を把握
⇨日常生活で活用することでシミや
日焼けの防止につながる

実験方法
①マスクを一種類ずつ日光と紫外線計の間に用意
②紫外線計に表示された数値をメモ
③数種類のマスクで①②を試す
④すべてのマスクの結果から、数値の低い
マスクはどのようなものから作られているの
かなどを調べる。

仮説
紫外線の通しにくさ
: 白マスク > 黒マスク

実験

実験結果

1.ユニチャーム(白)
2.ユニチャーム(黒)

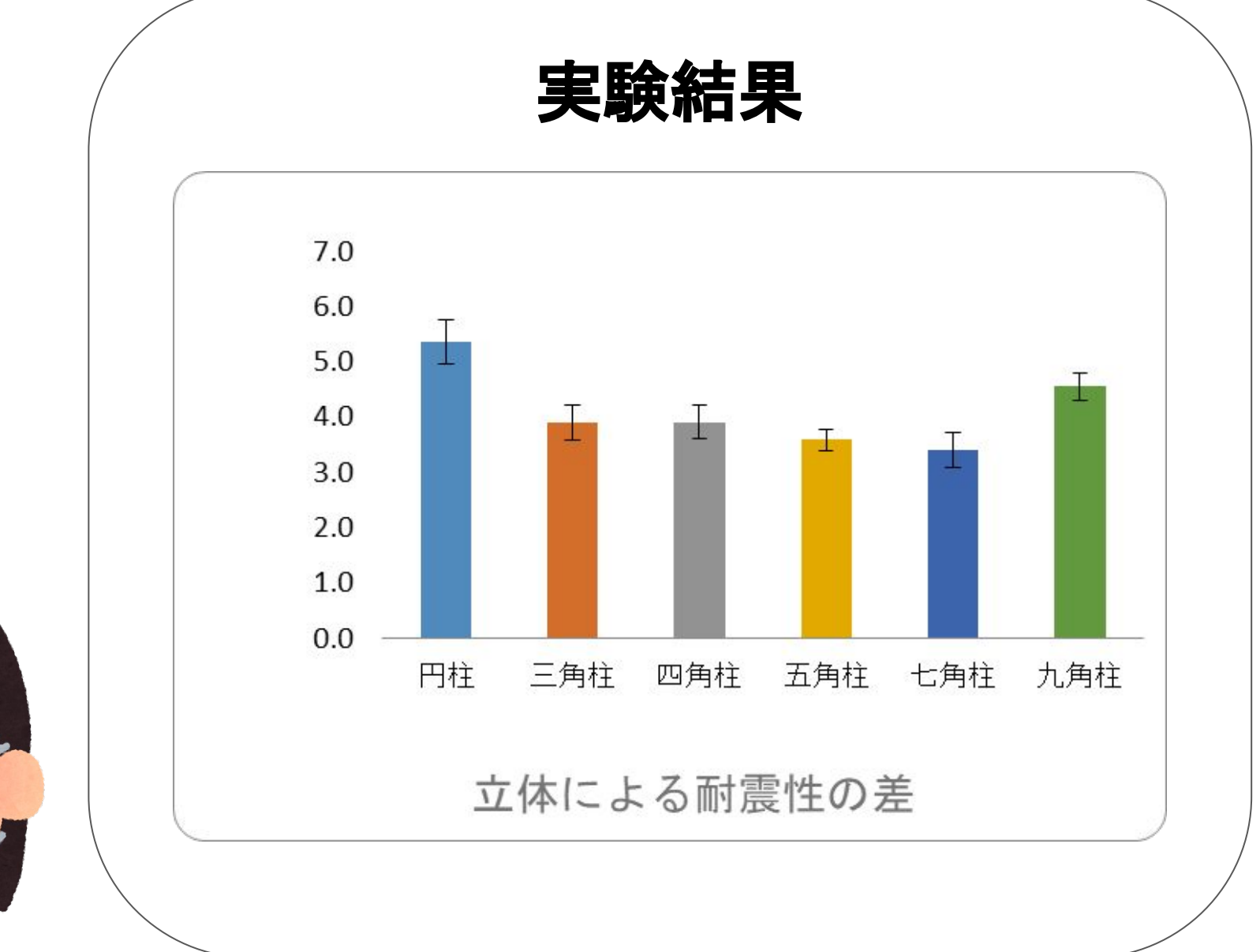
	マスク設置前	マスク設置後
1	120	42
2	120	46

☝ 紫外線計の数値

RQ
トントン相撲で勝ちやすい
紙の特徴とはなにか。

仮説
角柱の形が円柱に近づくにつれ
強度が強くなる

実験



目的
倒れにくく、丈夫な紙の特徴を知る
⇨DIYなどに活用することができる

実験方法
①ダンボールをガムテープで机に固定する
②電動マッサージ機の振動部分をダン
ボールにくっつけ、固定させる
③電動マッサージ機を起動させる
④ダンボールの中央に紙(円柱,三角柱,四
角柱,五角柱,七角柱,九角柱)を置く
⑤紙から手を離してから紙がダンボールの
外に落ちるまでにかかる時間を計測
⑥それぞれの形での平均時間を求め、
まとめる



問題点

- 1.紫外線計の数値がごころごころ
変わりすぎて正確な結果が
わからない
- 2.白マスクも黒マスクも同じような
結果で差がないため
詳細がわからない

実験から

- ・円柱が最も強度が強い
- ・三角柱から七角柱までは若干
減少傾向にある
- ・九角柱になると強度が増す
⇨円柱に形が近づくに連れて
強度が増すわけではない

疑問点

- ・なぜ九角柱になったと
きに強度が増すのか。



過去
未来



これから行いたいこと

- ・回数を増やしたり、角柱の種類を増やしたりして、角柱の倒れやすさの傾向をはっきりさせたい
- ・実験によってはっきりした最も倒れやすい形と最も倒れやすい形を用いて、トントン相撲を行ってみたり工作をしてみたりして、実際に強度にちがいはあるのか、またそれはどのような部分で現れてくるのかなどを調べたい
- ・同じ形で紙の種類(半紙, 画用紙, 新聞紙, マークシート, 藁半紙, はがき, ポスター用紙, 牛乳パックなど)を変えると紙によってどのような強度のちがいがあのか、紙の種類を変えると倒れやすい・倒れにくい形は変わってしまうのかなどを調べたい

スタート

紙のにじみ方

紙の消臭力

紙の浸透性

RQ1

湿度によって墨のにじみは変化するか？

- ①普通の半紙と霧吹きで濡らした半紙を用意する。
- ②同じ量の墨を数滴垂らす。

プラスチックの上で行ったが、プラスチックをつたわって広範囲に広がってしまった。
半紙の四隅を持って行ったら、広がり差が出た。
およその円の直径で差を比べた。
普通の半紙→2.1cm
湿らせた半紙→3.0cm

湿り気によって墨の広がり具合が変わった【差:0.9cm】
⇒しかし比較できるほどの大きな変化はない。また、湿度の1%ずつの細かい変更ができない【空气中、紙の湿度】。
よって、本実験は行わなかった。

RQ2

紙の種類による消臭力の違いは？

「消臭力」はにおいセンサーで計測した数値で比較する。
※数値が小さいほど消臭力が高い
数値が大きいほど消臭力が低い

【仮説②】
最も消臭力があるのは**藁半紙**。
紙の繊維が粗く、匂いを取りやすいと考えるから。

【仮実験】
なし・コピー用紙・藁半紙を用いて対照実験を行った結果、数値に差が生じた。
⇒紙によって消臭力の違いがある。

【問題点①】

新聞紙だとインクが表面に印刷されていて、他の紙と条件が異なってしまう。

【仮説①】
最も消臭力があるのは**新聞紙**。
紙の繊維が粗く、匂いを吸い取りやすいと考えるから。

【解決策①】
新聞紙で使われている紙は藁半紙。
そこで仮説②を考えた。

【本実験】
なし・コピー用紙・藁半紙・色紙の四種類の対照実験を行い、最も数値が小さい（「なし」との差が大きい）紙の種類を調べる。

【手順】

- 綿に香りのもと 1.5gを染み込ませる
※ 香りのもと＝柔軟剤(ソフラン)を使用
- プラスチックケースに①で作った綿と8.5cm×21.0cmに切った紙を入れる。
このとき、香りのもとと紙がくっつかないようにする。
※ 紙の種類 コピー用紙・藁半紙・色紙
- ラップをして約一週間置く。
- においセンサーで測定する。

RQ3

紙についたコーヒーの汚れを取る方法は？

- ①同じ量のコーヒーを和紙とコピー用紙にたらし
- ②水、水に溶かした歯磨き粉(クリニカ、アクアフレッシュ)・石鹼水・重曹・洗剤を汚れに垂らす
- ③余分な水分を拭き取る

コピー用紙
ク:7.5Y9/1
ア:2.5Y9/1
水:7.5Y9/1
せ:2.5Y9/1
重:10Y8/1
洗:5Y8/1
【色相 明度/彩度】
数値の変化がなかったため本実験は行わなかった。

紙以外に消臭するものがないようにプラスチックのケースを用意する。

においセンサーの数値を200まで下げて、ラップに穴を開け、中の空気がもれないようにセンサーを刺す。

RQ2 結果

	なし	コピー用紙	藁半紙	色紙
1回目		239	170	176
2回目	473	236	317	270
3回目	1866	1341	1658	1671
4回目	1167	1145	1125	1173
5回目	1257	1225	1251	1453

過去
未来

考察
紙なしに比べて紙を入れたほうが数値が小さくなったので、紙は消臭力がある。
しかし、実験する部屋の気温や湿度によっても実験器具について水滴の量が変わり、数値に違いが生じてしまう。従って次回は気温や湿度を統一して実験すべき。

実験環境などを修正した上で実験回数を増やす。

匂いの成分によって数値は変わるのか。

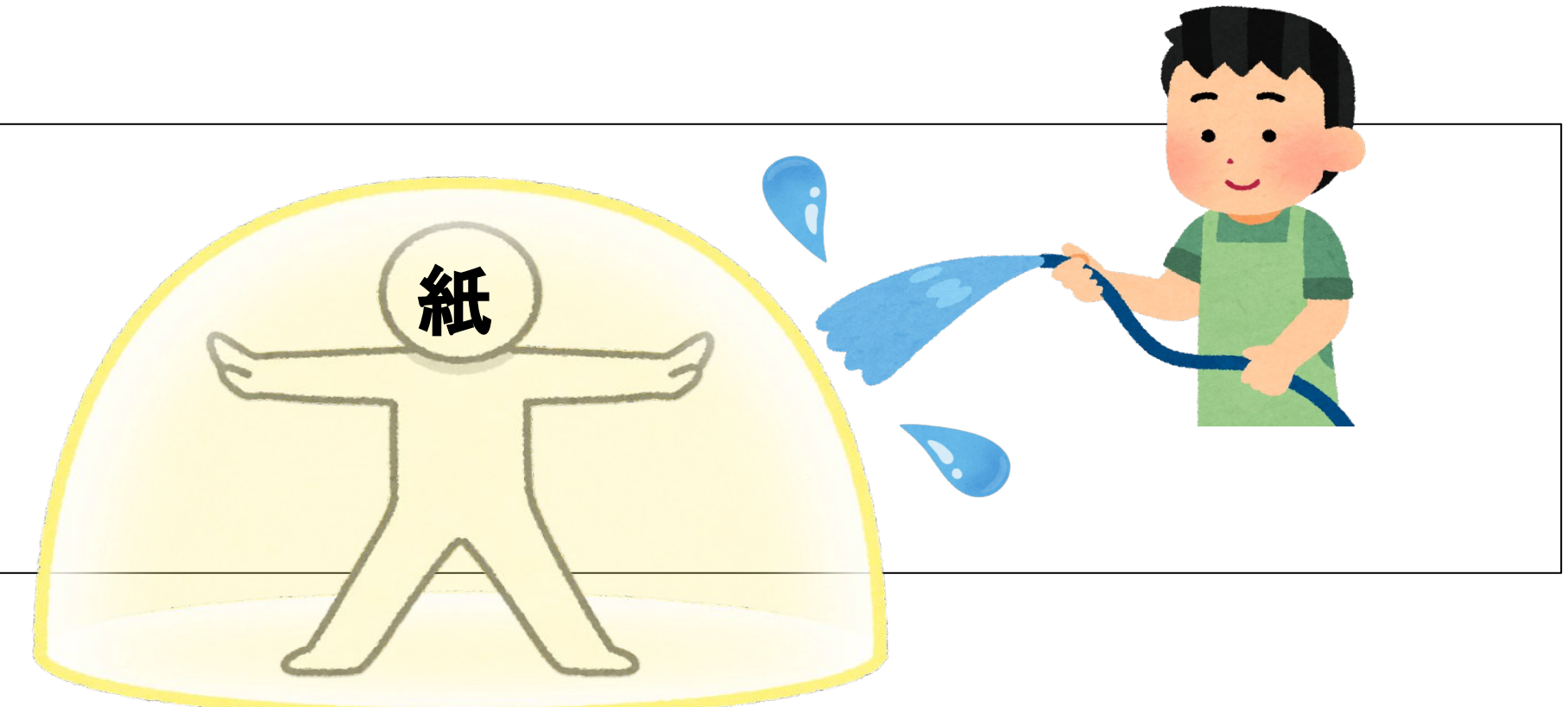
三種類以外の紙との比較(情報収集)

最も消臭効果の高い紙を突き止める

この3つの他に消臭効果の差が出る紙はある????



スタート



紙

RQ
手洗い後、ペーパータオルをどのように使えば1枚で手の表面の水分を取り除けるのか？

RQ
身近なもの(一般家庭にあるもの、ゴミになってしまうもの)を利用してコピー紙にユポ紙レベルの耐水性をもたせるには？

仮説
防水スプレーを紙につける



仮説
そのまま>二つ折り
>三つ折り>四つ折り
>くしゃくしゃ
の順に水の吸収量が多くなる

実験方法
1 シャーレに水40mlを入れておく
2 水、洗濯洗剤、食器洗剤、食用油を2プッシュずつスプレー
3 ピンセットでシャーレに入れて一分置く
4 出して新たなシャーレに移して乾かす

結果
見た目だけでは耐水性があるかどうかは判断することができなかった。
耐水性を測定するのに良い方法が見つからなかった。
油をスプレーした紙はベタベタしてしまい、その後の利用ができないので却下

仮実験①
紙を水につけたあとの状態の比較

仮実験②
紙を色水につけて色のついた面積を比較



実験方法
1 水に食紅を入れて色水を作る
2 紙に液体をスプレー
3 ピンセットで紙を10秒ずつ色水につける
4 出して逆さにして乾かす

結果
色のついた面積を正確に測定する方法が見つからなかった。
この実験では紙にしみ込んだ水と表面についた水との区別ができるかどうか疑問。

温度、湿度などの環境、人によって手の水分量が違うなどの理由から断念

RQの変更
紙に水をしみ込ませないことに有効な液体は何か？

面積測定ソフトを考えたが、利用料金を考慮し、色の濃さ(カラーリーダーを用いて)だけで比較することに

人の手をペーパータオルを用いて乾燥させることに関する参考研究があったため、実験が行えると思った。
しかし、この参考研究では幅広い年齢(18~40歳)の男女72名での実験に対し、科探では実験を行える人が限られるため、難しいと考えた。

参考文献
「石けん手洗い後にペーパータオルを用いた乾燥方法の除菌効果の検討」

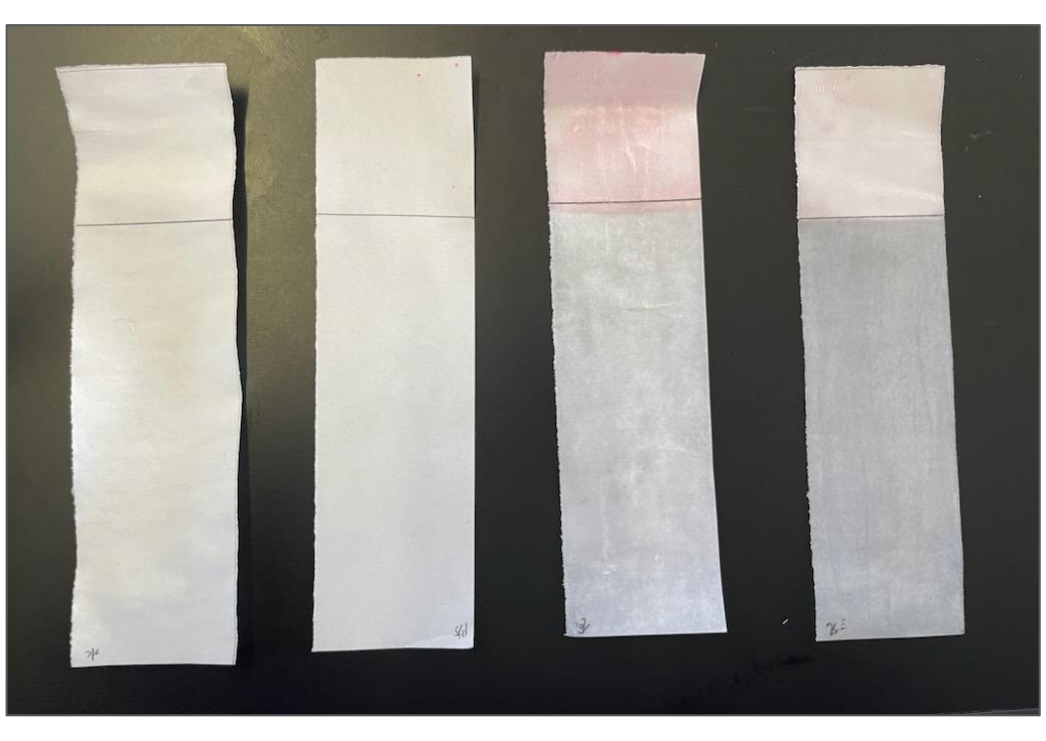
本実験①
カラーリーダーで紙についた色の濃さの比較

実験方法
1 水に食紅を入れて色水を作る
2 紙に液体をスプレー
3 ピンセットで紙を10秒ずつ色水につける
4 紙の表面についている水をろ紙で取り除く
5 出して逆さにして乾かす

結果
マンセル記号に色の違いを比較する基準が複数あり、比較困難



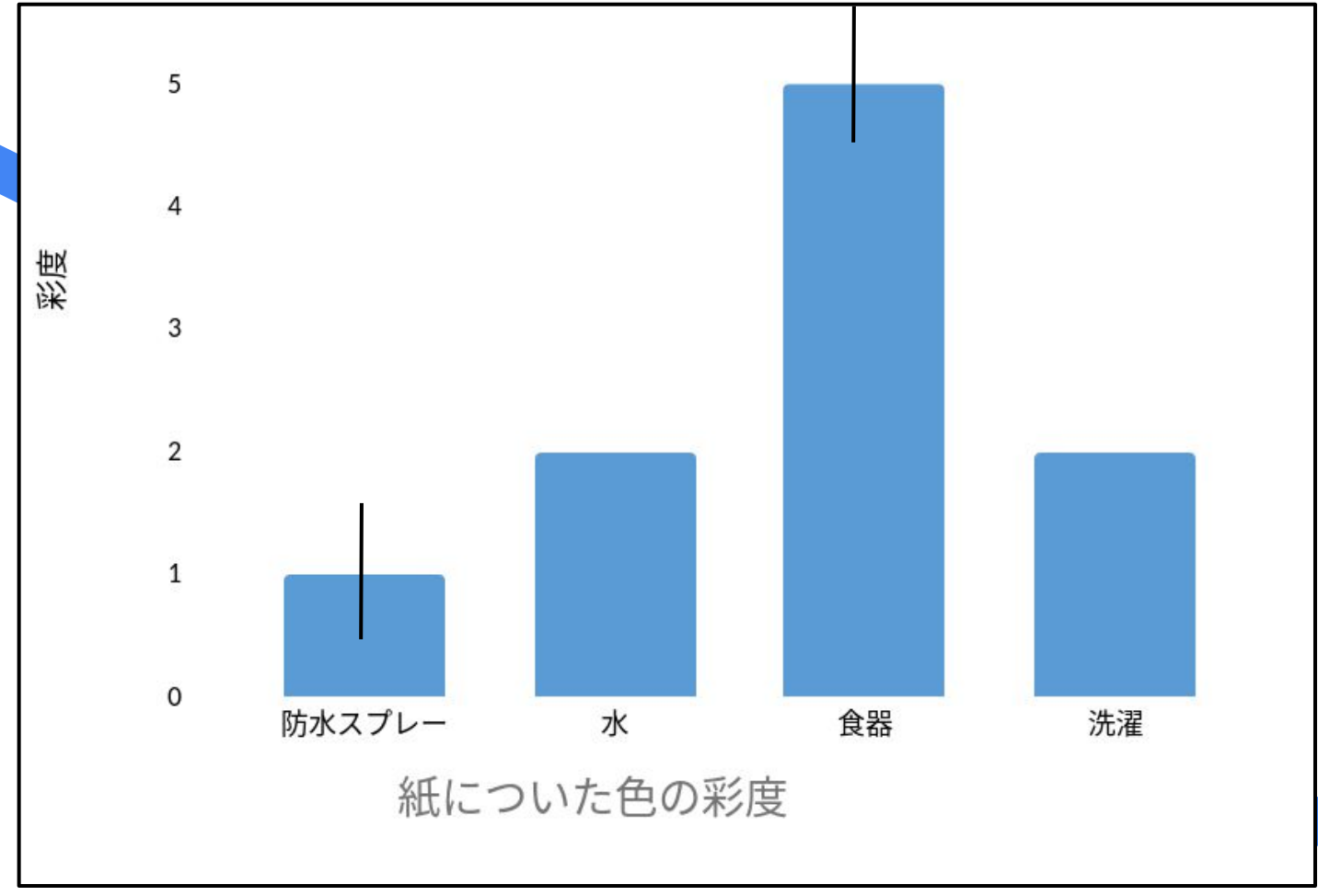
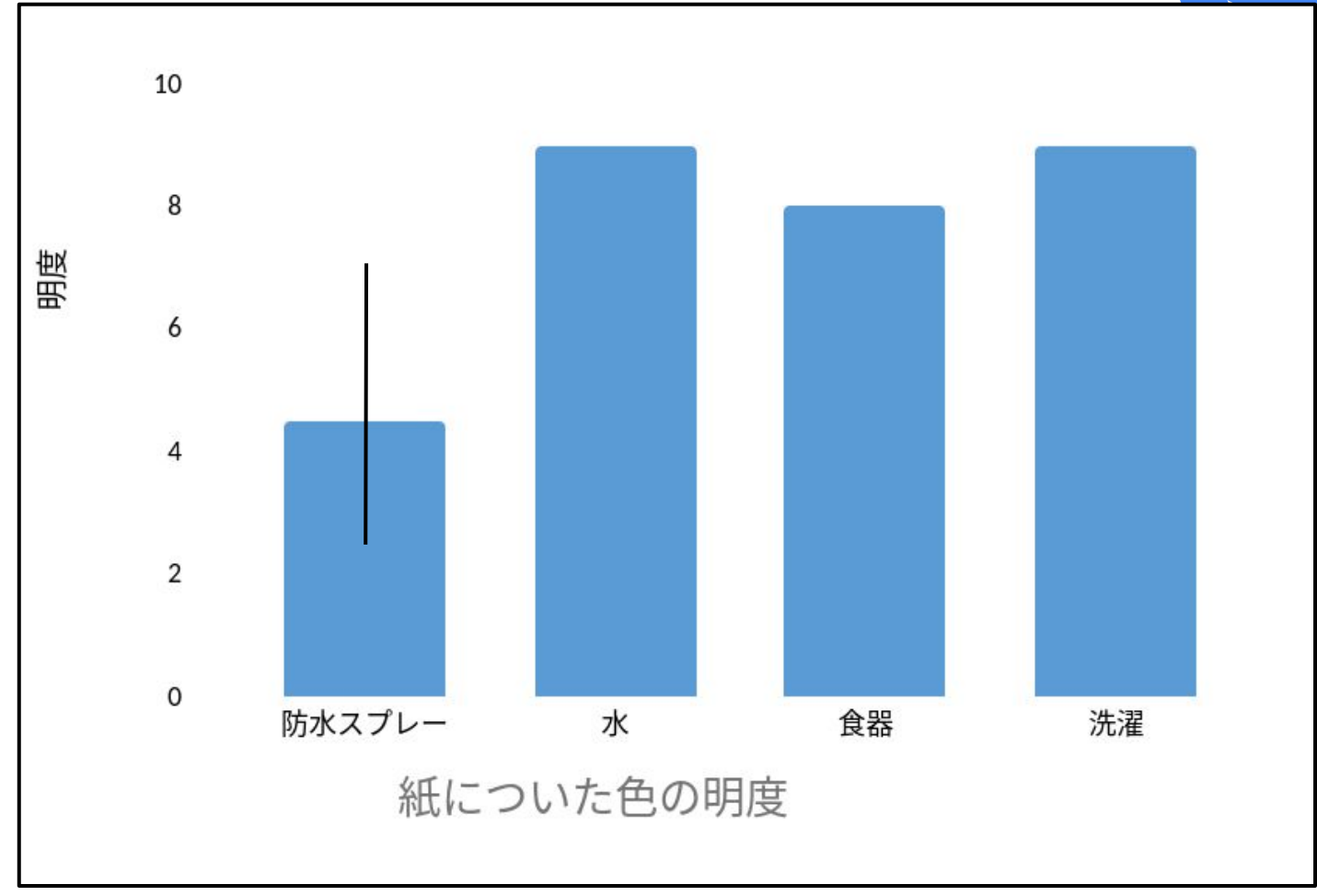
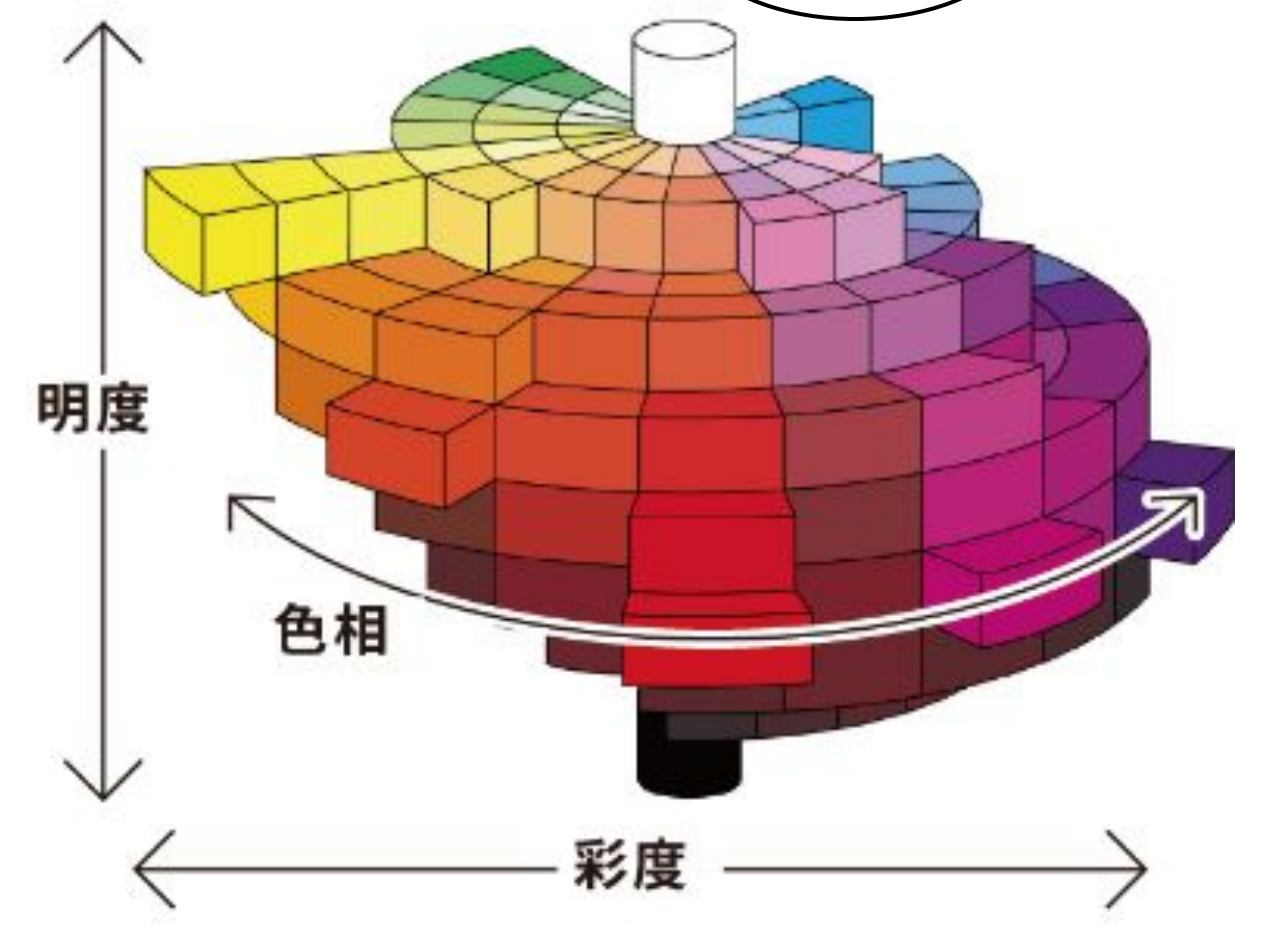
色相？明度？彩度？
何で比較すれば...？



表面についた水はろ紙で拭き取り、しみ込んだ水と区別

結果
明確な結果は得られなかったが、食器・洗濯洗剤は紙質が変わってしまうため適さないことがわかった。

明度、彩度ともに n.s. 統計的に差は見られなかった
・データが少ない
・色相、明度、彩度の3つの関わり
・実験手順(2と3)の時間の差



過去

未来

実験方法は本実験①と同様

色の濃さの測定(定量化)の方法
・液体につける前の紙の色をカラーリーダーで測定
→その数値に近いものから色が薄いと判断
・トーン(明度と彩度を合わせた考え方)
・デジタルマイクロスコープVHXシリーズで測定(R:赤、G:緑、B:青の数値を合わせた考え方)

対象の液体
防水スプレーの主成分:シリコン、フッ素
・業務用食用油(シリコン樹脂)
・洗口液(フッ素含有)
・シリコン含有シャンプー
・床用ワックス(シリコン樹脂含有)
・コーヒー(シリコン樹脂含有)
・ジュース、ウイスキー、ワイン(シリコン樹脂)
・調整豆乳(シリコン樹脂)
*シリコン樹脂:シリコンを精製した化合物

本実験②
本実験①と同様に行い色の濃さを測定する方法を変更
対象の液体を増やす

マンセルの色相「Hue」
「R(赤)・Y(黄)・G(緑)・B(青)・P(紫)」を基本5色相

本実験②*
赤、黄、緑、青、紫の5色の食紅を使う

仮説が肯定された

仮説が否定された

コピー紙以外の紙でも効果があるかどうか調べる
防水スプレーと同じ成分が含まれる他の液体を試す

一番効果のあった液体に含まれる成分を調べてその成分を含む他の液体でも試す

スタート

紙

RQ コピー用紙についてシミ(みかん、醤油、赤い絵の具、市販のブラックチョコレート、お〜いお茶の緑茶) はエタノールで消えるのか、また消えやすさに差はあるのか。

* 消えやすさ…色を数値化するカラーリーダーという機械を使って、数値として表す。

仮説

「消えやすさに差がある」

○消えやすさ: 緑茶、みかん、絵の具、醤油、溶かしたチョコ

- ①恒温水槽で(60°C)に温めたエタノールと水でシミを抜く
- ②自然乾燥させてからカラーリーダーで染みの濃さを測る
- *シミを測るところは中心

全く変化が見られなかったシミもあったので、エタノールに似た物質のオキシドールと学校の消毒用アルコールでもシミを抜いてみる。

実験方法

- ①A,エタノール(80ml) B,水(80ml)C,葉を入れた水(80ml)を60°Cに設定した恒温水槽で温める
- ②CをAとBに入れる
- ③対照実験として葉を温めていない常温のエタノールと水に入れる

仮実験

60°Cに温め続けたエタノールで葉が脱色された。

- ・常温ではどうなるのか? ⇒シミの数が足りない
- ・溶液の量を定めてなかった ⇒正確な結果ではないのでは?

やり直し

*シミを多く作る、溶液の量を定める

前

	チョコ	絵の具	醤油	みかん	お茶
エタノール	2.5YR 3/2	7.5RP 7/8	5Y 8/1	N8.5	5Y 9/1
オキシドール	2.5YR 3/2	7.5RP 6/10	N 8.0	N8.5	7.5Y 8/1
学校の消毒	2.5YR 3/2	7.5RP 7/8	10YR 8/2	N8.5	5Y 8/1
水	2.5YR 3/2	5RP 7/8	2.5YR 8/1	N8.5	7.5 Y9/1
エタノール	2.5YR 3/2	5RP 7/8	10YR 8/2	N8.5	5Y 8/1
オキシドール	2.5YR 3/2	5RP 7/8	N 8.5	N8.5	N 8.5
学校の消毒	2.5YR 3/2	7.5RP 7/8	5Y 8/1	N8.5	5Y 8/1
水	2.5YR 3/2	7.5RP 6/8	10YR 8/1	N8.5	2.5Y 8/2

後

	チョコ	絵の具	醤油	みかん	お茶
エタノール	2.5YR 3/2	5RP 6/10	2.5Y 8/2	2.5Y 9/1	5Y 9/1
オキシドール	2.5YR 3/2	5RP 6/10	5Y 8/2	N 8.5	7.5Y 8/1
学校の消毒	2.5YR 3/2	5RP 6/10	2.5Y 8/2	N 8.5	5Y 8/1
水	2.5YR 3/2	5RP 7/8	2.5Y 8/2	N 8.5	7.5Y 9/1
エタノール	2.5YR 3/2	5RP 6/10	2.5Y 8/2	N 8.5	5Y 8/1
オキシドール	2.5YR 3/2	7.5RP 6/10	2.5Y 8/2	2.5Y 9/1	7.5Y 9/1
学校の消毒	2.5YR 3/2	7.5RP 7/8	2.5Y 8/2	N 8.5	5Y 8/1
水	2.5YR 3/2	5RP 6/10	2.5Y 8/2	N 8.5	10Y 8/1

結果&考察。

消えやすさ: 絵の具、醤油、お茶、(みかん、チョコ判断不可)
また、常温のエタノールではどれも変化は見られなかった。

過去

未来

実験前のシミの濃さがばらついてたから、色の測定値を同じにして比較しやすいように実験する。



スタート

紙

RQ
半紙を冷やしたり温めたりして、
温度によって墨汁のにじみにくさは変わるのか？

仮説
冷やすとにじみにくい
温めるとにじみやすくなる

「にじむ」の定量化が
難しい



水を濡らすと
紙が丸まる性質

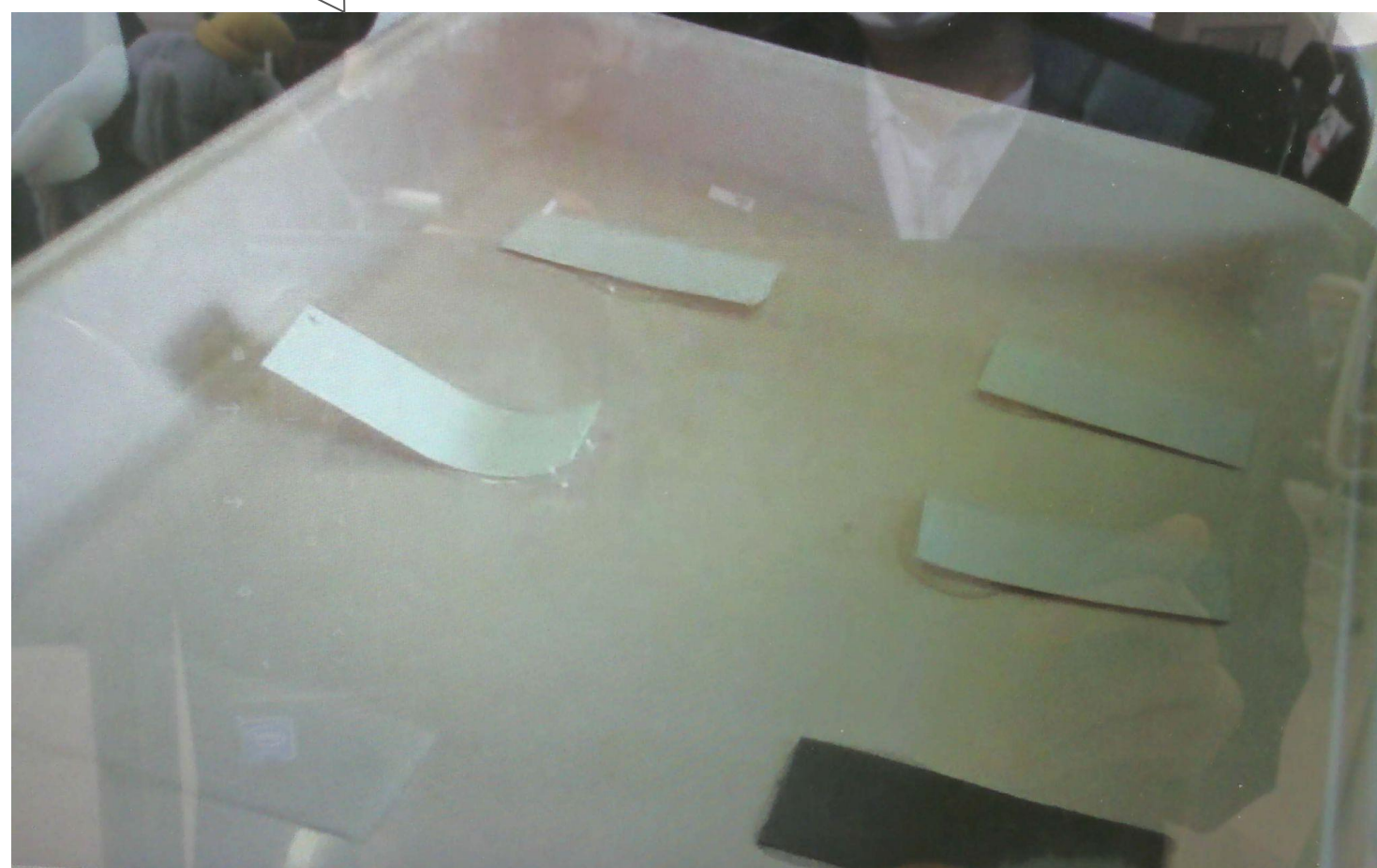
RQ
紙が水に濡れると丸まる性質には、
紙の種類によってどのような
差が生まれるのか。

仮説
ポスター作成に使用される画用
紙が一番丸まるのではないか。

仮実験
様々な紙を濡らしてみる



- インクジェット紙① ケント紙①
- インクジェット紙② ケント紙②
- トレーシングペーパー① チップボール紙①
- トレーシングペーパー② チップボール紙②



RQ
紙ストローにしたときにふやけにくい紙とは？

- ①ビーカーに水をはる
- ②割り箸に次の同じ面積の紙一枚を挟んで①のビーカーの縁にかけて紙が半分ほど水に浸かるようにする
- 【使う紙】
ユポ紙・耐水紙・クラフト紙・マーク用紙

仮説
耐水性が最も優れている種類の紙
が一番ふやけにくい

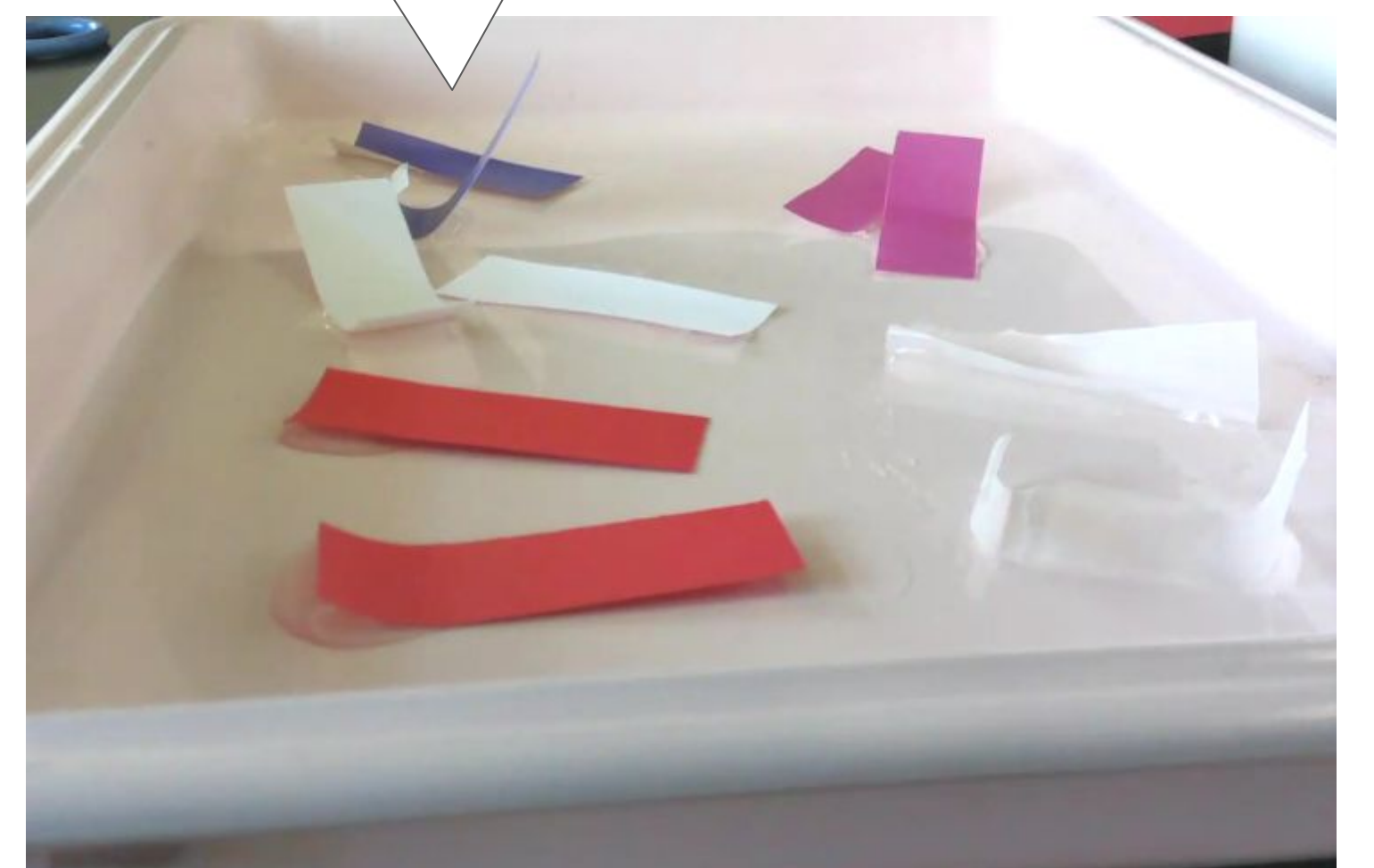
- ①ユポ紙
- ②耐水紙
- ③クラフト紙
- ④マーク用紙

ふやけるの定量化
コピー機でスキャンし、しわしわ具合で比べようとした。
→一枚だと、あまりしわがつかない

仮実験
耐水性の差を見るために、
一度水に濡らした状態にしてから、
同様の実験をする。

仮実験
差が出ない

- 折り紙？① 折り紙①
- 折り紙？② 折り紙②
- ペーパークラフト紙① ステンシルシート①
- ペーパークラフト紙② ステンシルシート②
- 色画用紙①
- 色画用紙②



過去
未来

丸まる紙の共通点と原因を見出す

水彩絵の具を用いたポスター作成などで、紙が丸まってしまうのを防ぐ事ができる。

丸まらないようにする方法を見つける

<これから行いたいこと>

- ・曲がりやすさの定量化
- ・丸まる紙の共通点を見い出す
- ・丸まらないようにする方法を考える

スタート

紙

RQ
紙とプラスチックの燃やした際の二酸化炭素発生量はどちらが多いか

仮説
紙のほうが二酸化炭素発生量が多い。プラスチックは他の有害物質の発生量が多い。

仮実験
プラスチックのほうが一瞬ではあるが発生量が多かった。

はっきりとした実験結果を得るための環境が整わないこととプラスチックを燃やしたときに異臭を発生したため断念

RQ
紙の密度・質量と紙飛行機の飛行距離は関係しているのか。

RQ
密度が小さいほど飛行距離が長くなる。質量が軽いほど飛行距離は長くなる。

密度と質量の条件を合わせることができなかったため断念

RQ
紙の面積と紙飛行機の飛行距離は関係しているのか。

仮説
紙の面積が小さいほうが飛行距離が長い

仮実験で、飛行機は飛ぶことがわかった。本実験で風の強さを明確にするために風速機を使用する予定だったが数値が出るほどの値ではなかったため本実験では使用しないこととした。

紙飛行機は主に折り紙で作るので紙の面積が小さい方が飛行距離が長くなる場合、折り紙の大きさを小さくでき資源節約をすることができる

紙の面積が大きい紙飛行機だと滞空時間は長くなると予想したが、空気抵抗を考え、小さい面積の紙飛行機のほうが飛行距離は長くなると考えた。

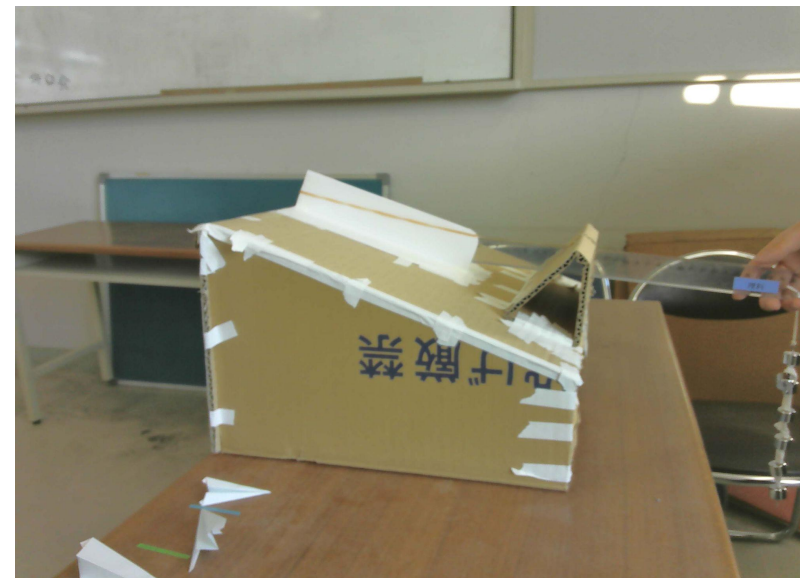
仮実験
本実験で使用する発射台を使用し紙飛行機が同じ力で飛ぶのか確認する。

本実験
異なる面積の正方形で紙飛行機を作成し飛行距離を調べる。

手を使って紙飛行機を飛ばすと力が加わってしまい実験結果が正しいとは言えないため、ダンボールに傾斜をつけた箱を用意しその上に紙飛行機を飛ばすための装置を取り付けた。飛ばす際は定規の先についている重りの自然落下で装置についている輪ゴムに力が加わり輪ゴムが弾かれることで紙飛行機が飛ぶ仕組みになっている。

7回ずつの飛行距離を調べる(教室内で長い距離を取れる場所の机や椅子をどかして実験)

作成した発射台



実験は成立しなかった

実験が成立しなかった理由は、
1, 輪ゴムの強度がだんだん弱くなってしまったこと
2, 紙飛行機に対して、定規が当たる角度が異なっていたから。
3, 床に落下したときに滑ってしまったものがあった。

過去

未来

どのように実験すれば安定した数値の結果を得られるか検討する

輪ゴムの強度を一定に保つために同じ発射装置を複数個作る、または輪ゴムを逐一交換できるような仕組みにする。

人の力なしに一定の力で飛ばせる装置を作る。

床が滑らないように滑り止めになるものを引く。



スタート

紙

RQ
.....
どの紙が最も光を遮るのか
(黒の画用紙並に遮る紙)

RQ
.....
わっかひこうきを長く(時間)飛ばす
のに最適な羽の長さや数は?

仮説
.....
彩度の高い紙ほど光を遮る

仮説
.....
空気抵抗を大きくするために羽を多くつけると長く空
中にとどまるので長い時間飛ばせる。
同様に羽を長くすると長く飛べる。

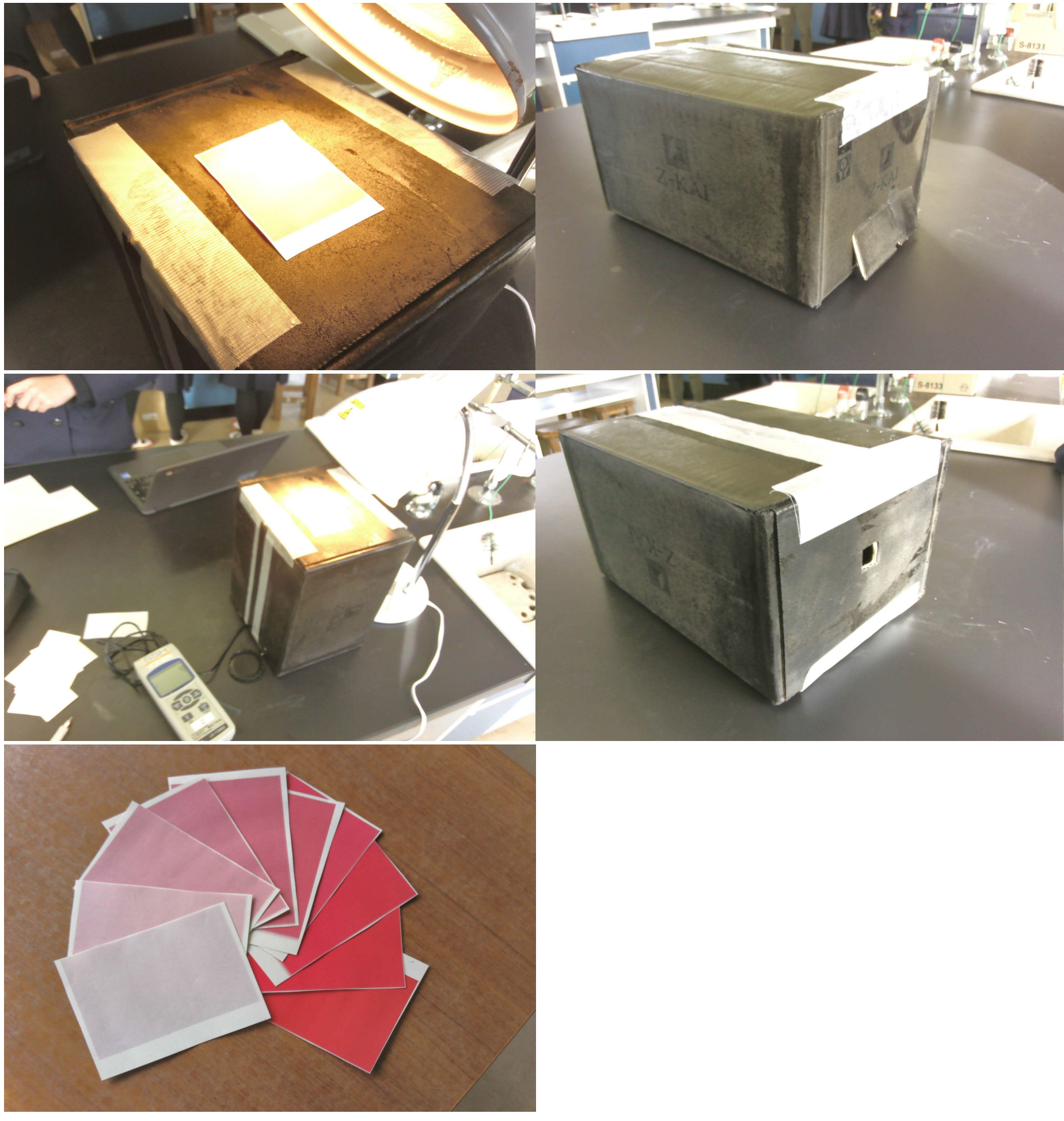
人が投げることになるためどうしても
結果に投げ方が影響してしまい、
対照実験が難しいため断念

実験方法
.....
1、実験には色相345度、明度100度の赤で
彩度を0~100まで10ずつ上げたものを
コピー用紙にコピーしたものを使う
2、段ボール箱を黒に塗装し、上部に穴を開ける
3、2の段ボール箱の底面に照度計を入れ、1の紙で
穴を塞いでライトで照らし、照度を測る

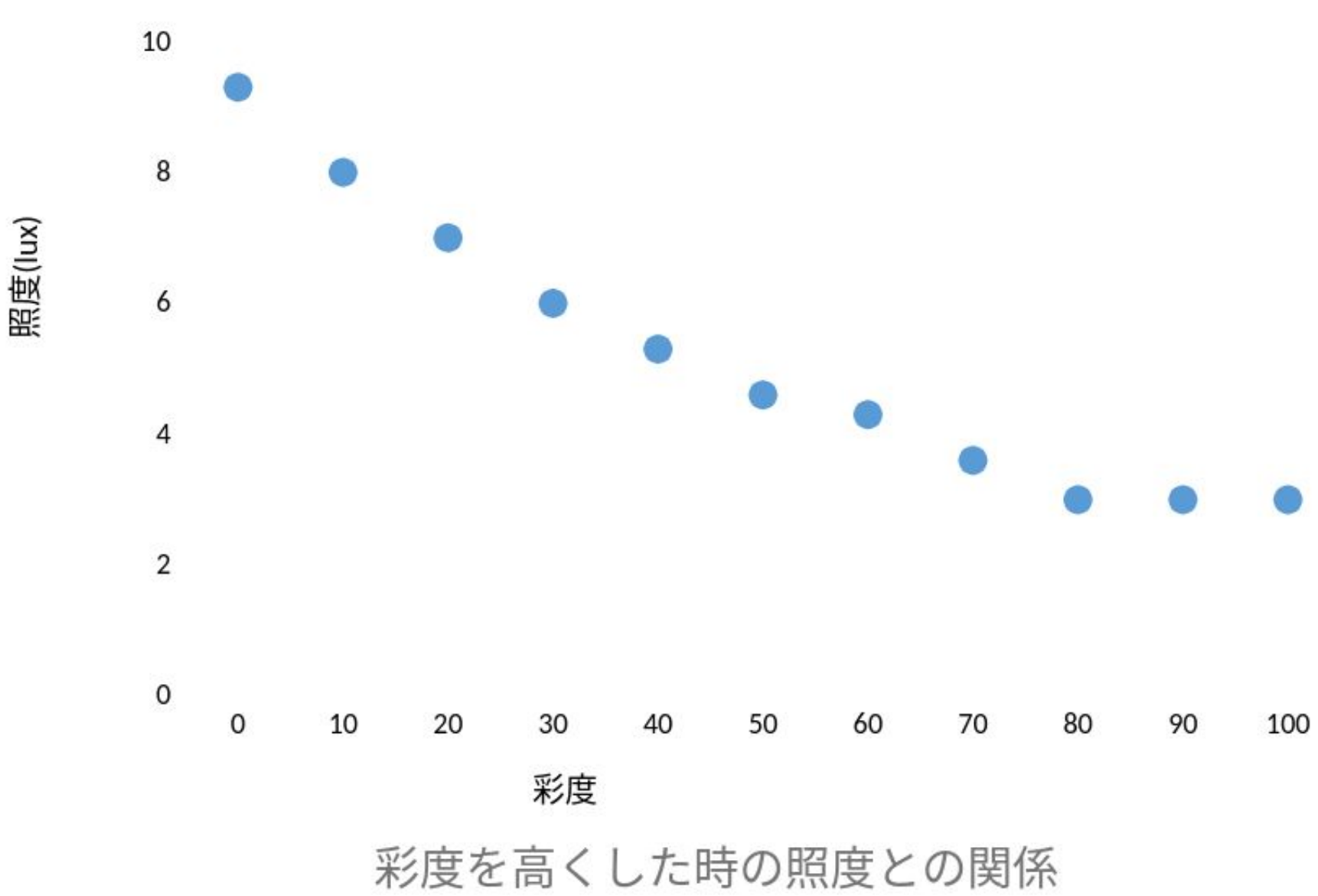
グラフから
.....
紙の遮光性はその紙の色の彩度に
比例することが証明された。

今後の展望
.....
今回は一つの色でしか行うことが出来ま
せんでしたが、ほかの様々な色でも実験
を行い、この仮説を更に確かなものにし
たいです

Color-Sample.comさん
<https://www.color-sample.com>



相関係数 -0.97 n=11 **



スタート

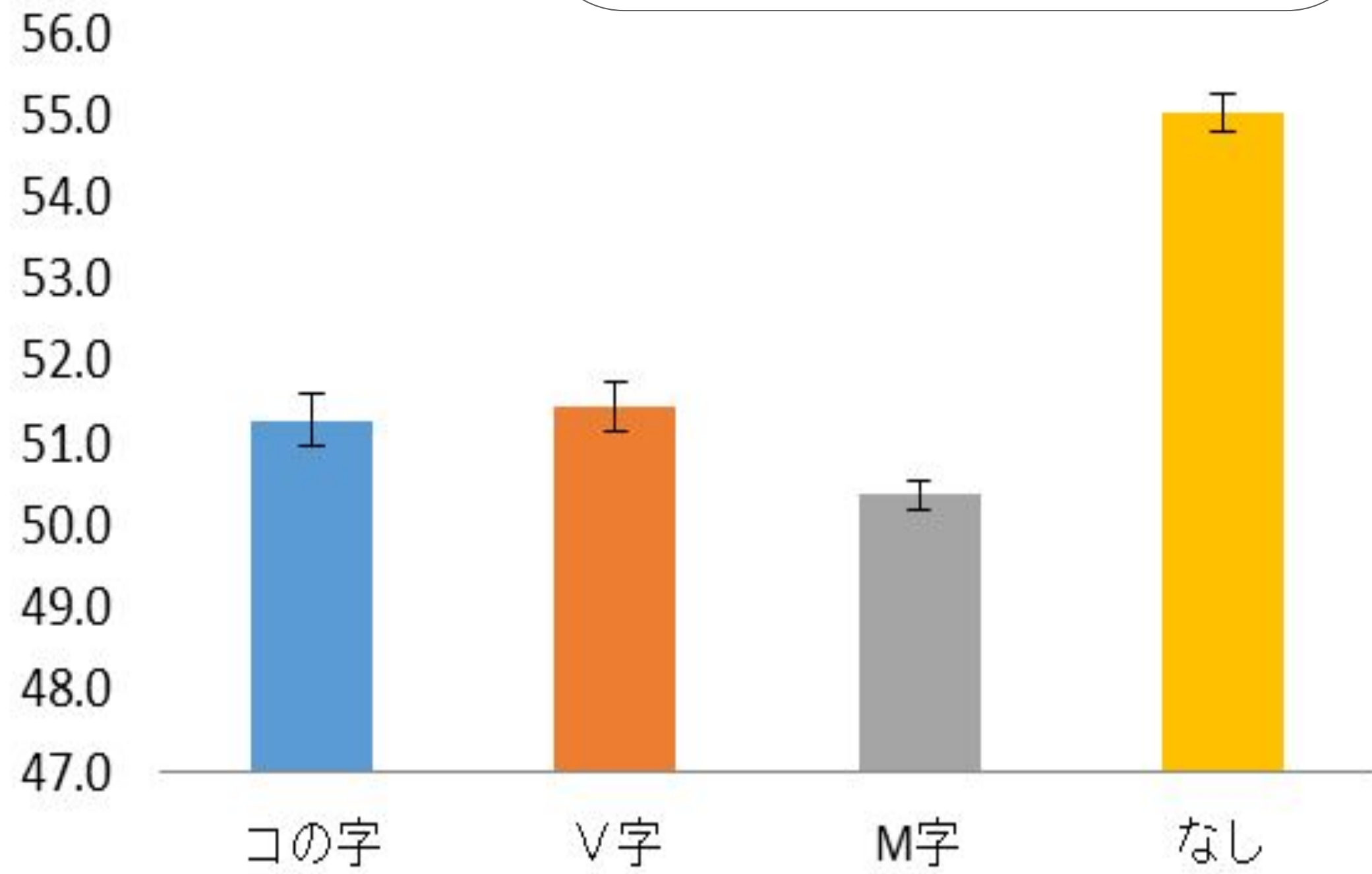
紙

RQ
ダンボールの防音効果を最大限引き出すには？

コの字型のダンボールを用意し、ダンボールを音源と騒音計の間に置いた時と置かなかった時の音の大きさを比較する。

仮説
M字型で防音効果が一番高くなる

仮実験
そもそもダンボール自体に防音効果はあるのか



ダンボールを置いたときの方が、ダンボールを置かなかったときより音の大きさが小さくなった
→ダンボールの防音効果はある

本実験
ダンボールをコの字型、V字型、M字型にして比較する

段ボールの形ごとの防音効果の違い

実験結果

V字型とM字型で有意差があると認められた。ダンボールがあるときにはないときよりも防音効果があるということがわかった。また、M字型が最も防音効果があるわけではないとわかった。

実験方法

- 1 面積が等しい3つのダンボールをコの字型、V字型、M字型にする
- 2 音源からの距離が40cmのところとダンボール、150cmのところと騒音計を設置する
- 3 30秒間雑音を流し最大値を記録する (15回繰り返す)
- 4 分散分析を用いて統計検定を行う

仮説が否定された

過去

未来

実験の回数を増やして、本当にV字型とM字型に差があったのか調べる

この実験結果からダンボールを使用した際、なぜV字型とM字型で差がでたのか。



災害時の避難施設で周りの騒音などが気になるときに簡易的な防音として利用できる

スタート

紙

RQ
なぜ紙は匂いを吸収するのか？

RQ
紙吹雪の形と滞空期間には関係があるのか。

紙吹雪の滞空時間が長ければ、イベントなどで使われる紙吹雪の量が減り、紙の排気量を減らすことができる。(紙は有限資源である。しかし、ニューヨークのタイムスクエアでの新年のイベントでは約 1t の紙吹雪が落とされる。このようにまだ社会的意識が低い。)

仮説

和紙はセルロース(親水性のある水酸基が含まれる植物繊維)を多く含み、高い吸水性がある。匂いの原因となる湿気をよく吸収できる和紙は、匂いを吸収しやすいと考えられる。紙のきめの大きさと匂いの粒子の大きさが一致するほど、匂いを多く吸収する。(例)きめの細かい紙と粒子の小さい気体、きめの大きい紙と粒子の大きい気体

匂いを正確に数値化するための環境を作るのが難しかったため断念

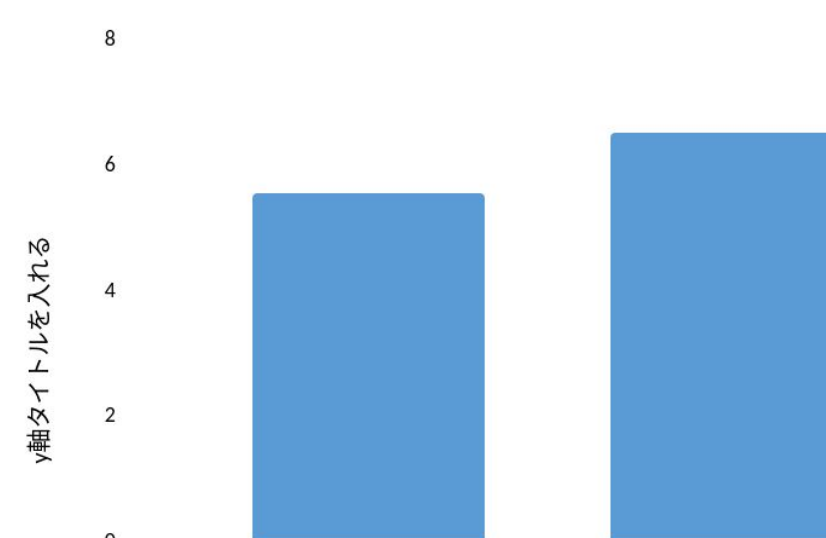
紙飛行機は先を尖らせる(頂点が一つである)ことで抵抗力を減らし、よく飛ぶように工夫されている。このことから頂点数が多くなるほど抵抗力が大きくなり、滞空時間が長くなると考えた。

仮説

図形の角が多いほど空気の抵抗が大きくなるか考えたため、円が一番滞空時間が長くなる。

仮実験

直角三角形と円の形の紙吹雪の滞空時間を調べる。

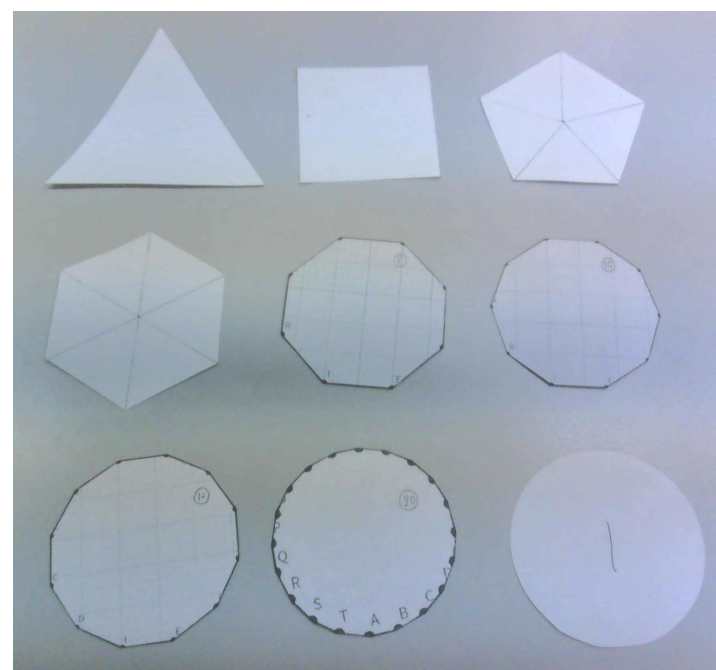


図のタイトルをここに入力

仮説
円の滞空時間のほうが短くなる。

本実験

直径5cmの円の面積に合わせて正多角形を作成し、頂点数と滞空時間の関係性を調べる。



円の滞空時間のほうが長くなった。仮実験では円の直径と三角形の辺を揃えて形を作ったが、面積に差異があったため、本実験では面積を19.63(直径5cmの円の面積)に定めて正多角形を作成した。

仮実験では階段の踊り場で実験を行ったが、高さをより正確に把握するために体育館のギャラリーに実験場所を変更した。

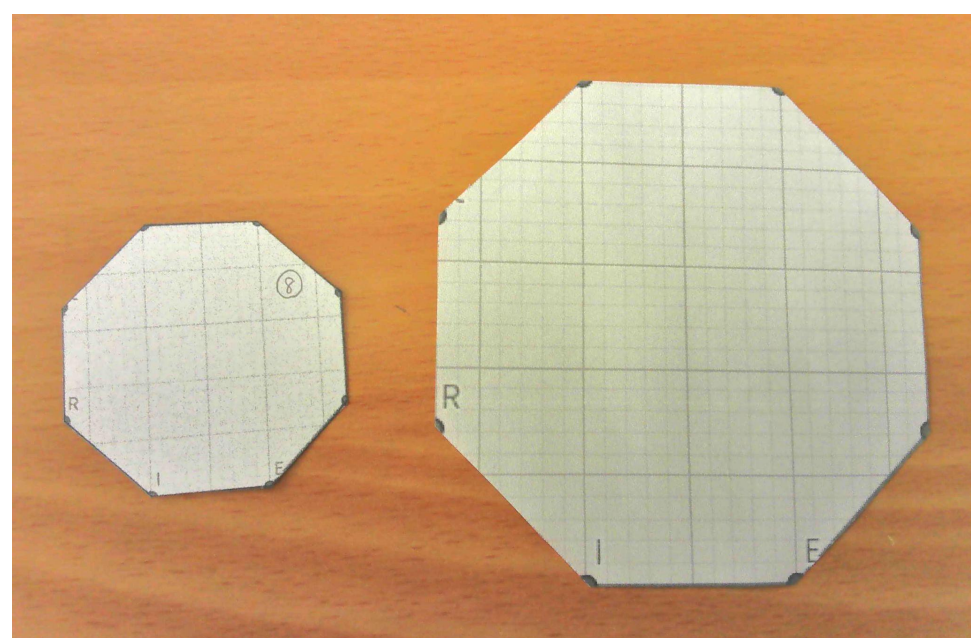
10回ずつの落下時間を調べてt検定を行う。

正六角形までは三角比を用いて計算して図形を作成したが、図形作成の時間を短縮するためにコンピュータソフトを用いて計算・作成を行った。

仮説が肯定された。

正多角形の頂点数に比例して滞空時間が増えるのか、ある頂点数で滞空時間が一定になるのかを調べる

200%拡大した図形⇩



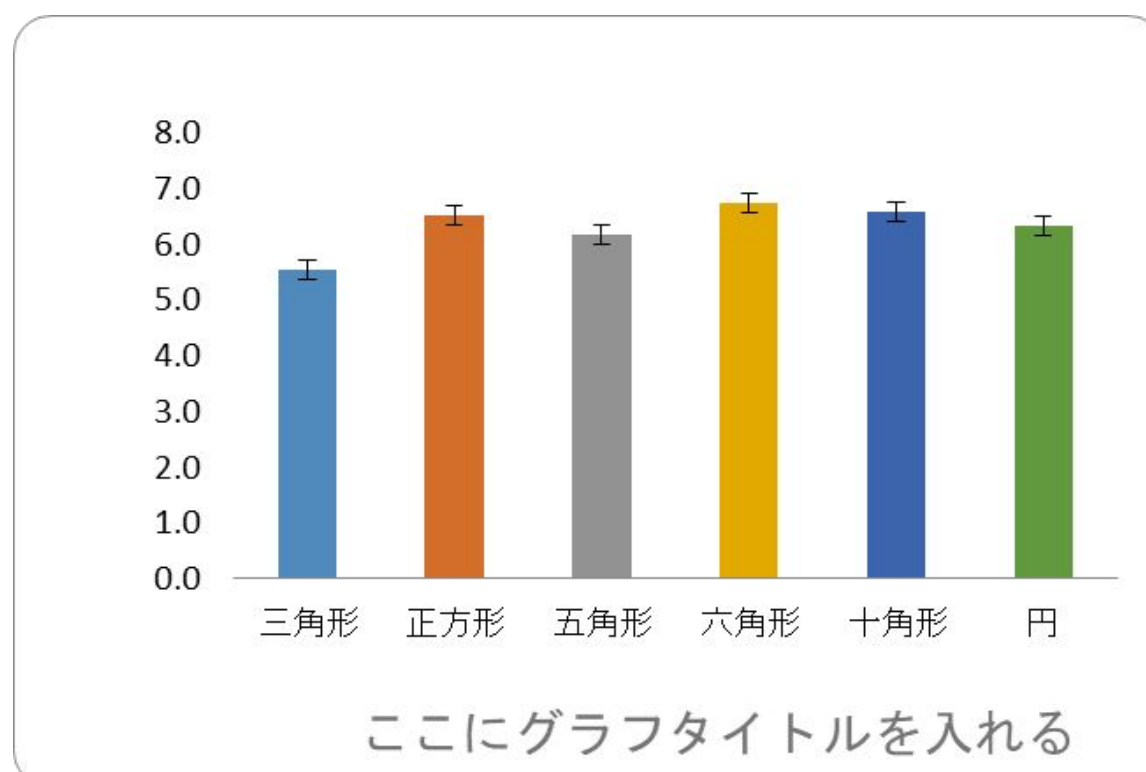
図形製作(計算)利用サイト⇩

正多角形の面積から辺
<https://keisan.casio.jp/exec/system/1355982077>

頂点数を増やしても滞空時間にはあまり差が出なかった。

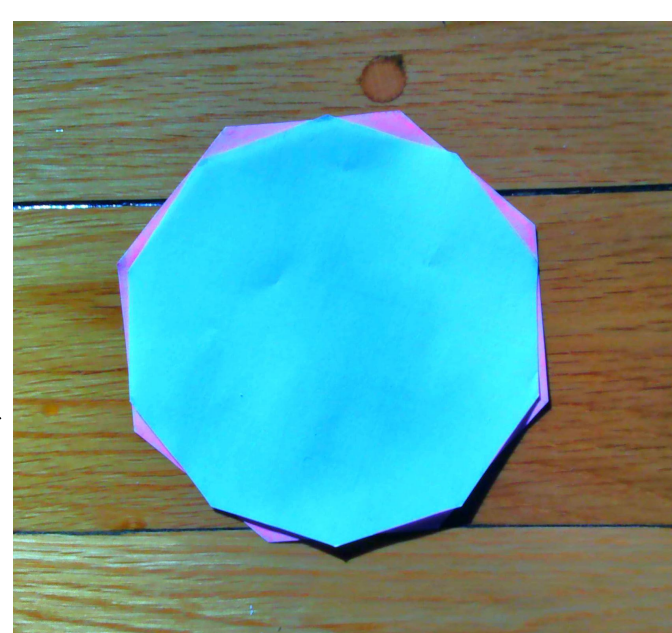
面積を200%拡大して、もう一度同じ操作を行い、滞空時間に差が出るかどうかを調べる。

頂点数を増やすと形がほぼ同じになり、滞空時間に大差が出なかった。



ここにグラフタイトルを入れる

八角形と十角形の比較→



過去
未来

滞空時間が一定になるのは面積が小さすぎるからか(滞空中に紙に働く力に差が出ない)、頂点数がある数以上になると、滞空時間が一定になるからか。または実験方法に改善が必要なのか。

落とし方によって滞空時間の数値が変化してしまうためより正確な数値に得られるような実験方法を考え中
ご意見いただきたいです。

紙吹雪を落とすときの条件を揃えられるように手で落とすのではなく、クリップなどを用いる。⇒実験方法の改善をする

「円に近づくほど滞空時間が長くなる」という結果が出た場合
→紙吹雪が落ちる時の舞い方(回転数、回転の向きなど)を比べて、滞空時間が長くなる理由を考える。

スタート

紙の定義・目的がはっきりしていなかったのが改良

紙

導入
こんにゃく芋は繊維が多く、群馬県の特産品であるので紙が作れるのではないか

RQ
こんにゃく芋から作られた紙に文字は書けるのか

RQ
こんにゃく芋から紙は作れるのか

RQ
こんにゃく芋から薄くて白い紙を作れるのか

仮説
水性のペンや鉛筆
→書けない
油性のペン
→書ける

仮実験
紙やすりのような紙ができた

断念
書く以前に紙の完成が間に合わなそう

実験方法の変更
こんにゃく芋を乳鉢ですりつぶしていたのを大根おろしできるようにした

本実験1
白くする方法としてトイレトペーパーを混ぜる

結果
こんにゃく芋に対してトイレトペーパーの分量が多かった (3)

本実験2
薄くする

結果
(1)→薄く繊維質もある紙になった
(2)→押しつぶしたので薄かったが茶色い

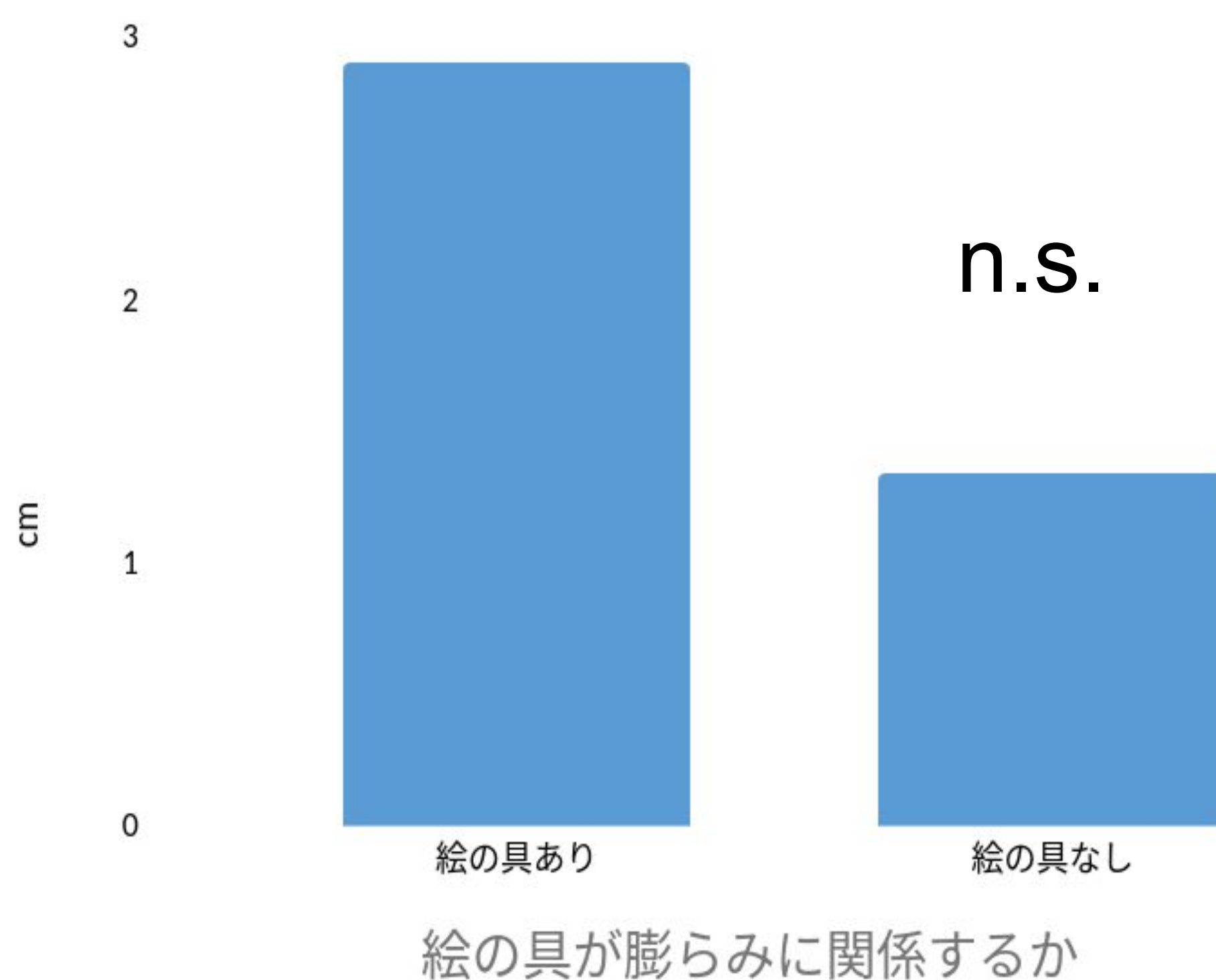
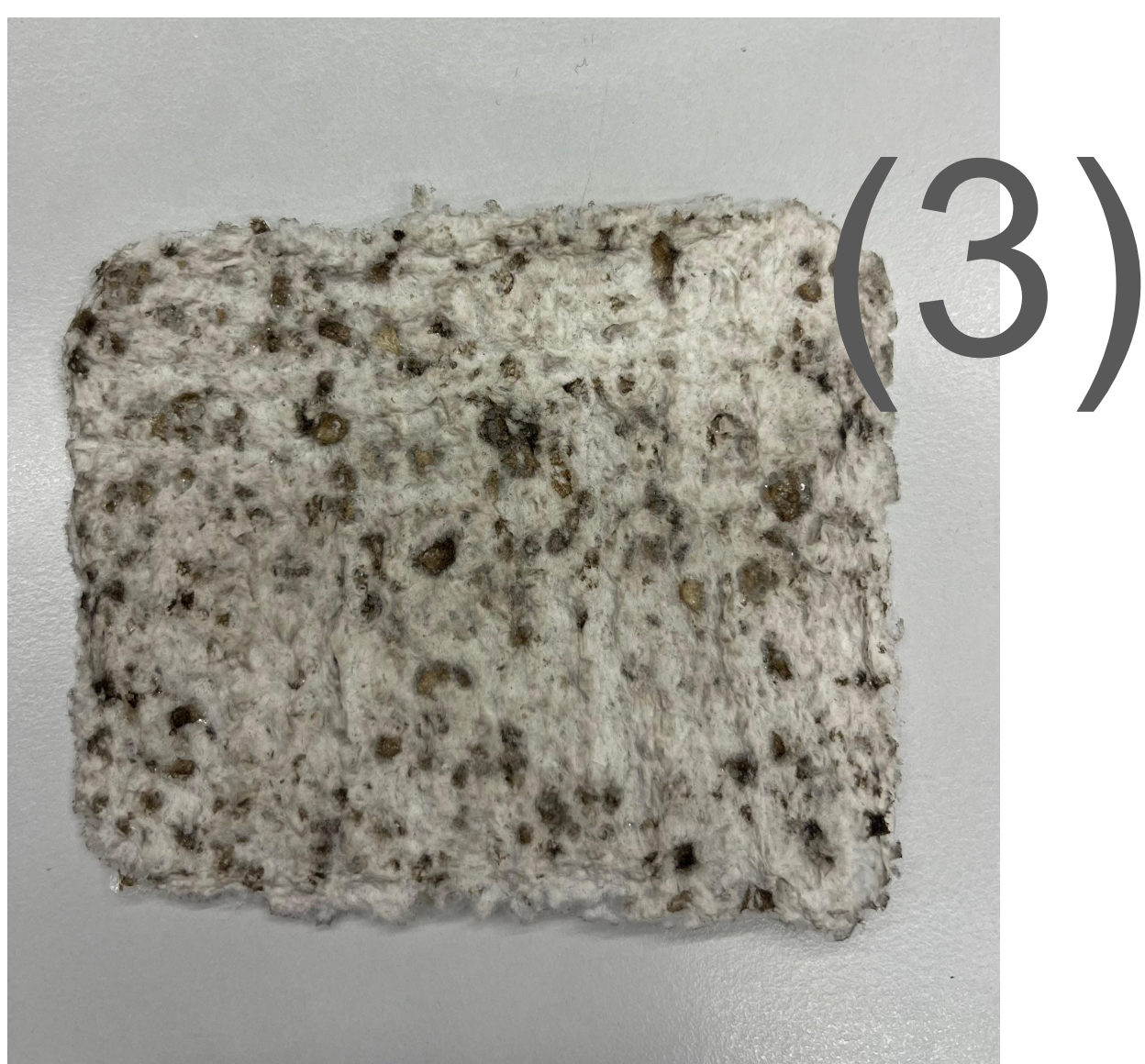
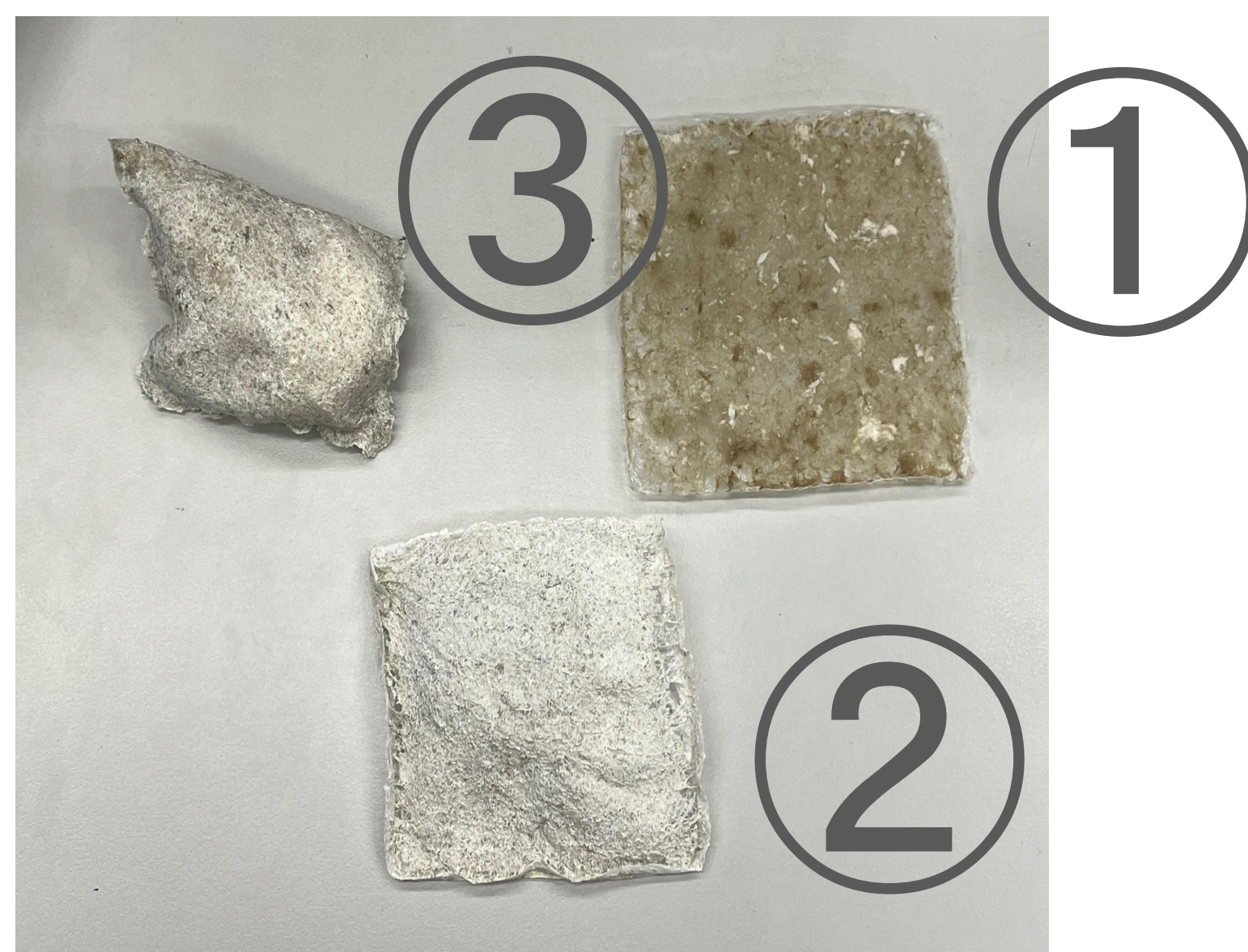
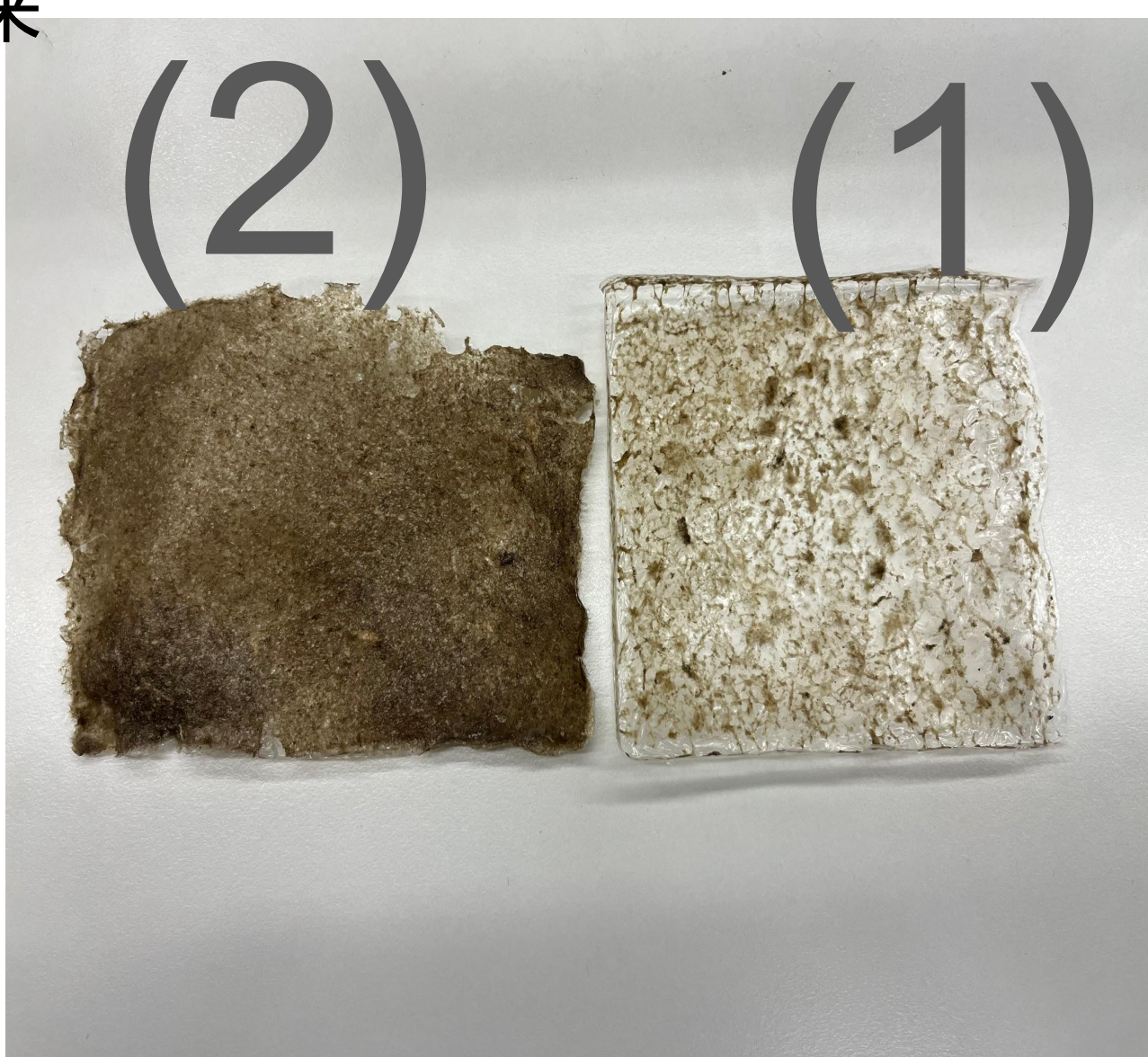
実験内容
(1)すりつぶしたこんにゃく芋の特に細かい繊維をお湯と混ぜる
これだけだと分厚かったので水分を減らし繊維の割合を増した
(2) (1)で残った芋を固めて芋同士をまとめるための少量のお湯のみで水分量の少ないものにした

本実験3
本実験2の(1)に
①こんにゃく芋 15g
+トイレトペーパー1g
② ①+絵の具
③こんにゃく芋 30g+絵の具

仮説
①こんにゃく芋だけだと固い状態が柔らかくなる
②茶色い状態が白になって紙の状態に近づく
③水分少なめにして押しつぶすので薄くなる

結果
①以前より柔らかさは出たがこんにゃく芋の繊維とペーパーの繊維が分離していた
②今までで一番紙らしいものになった
③薄い①より固いかなり膨らんだ

過去
未来



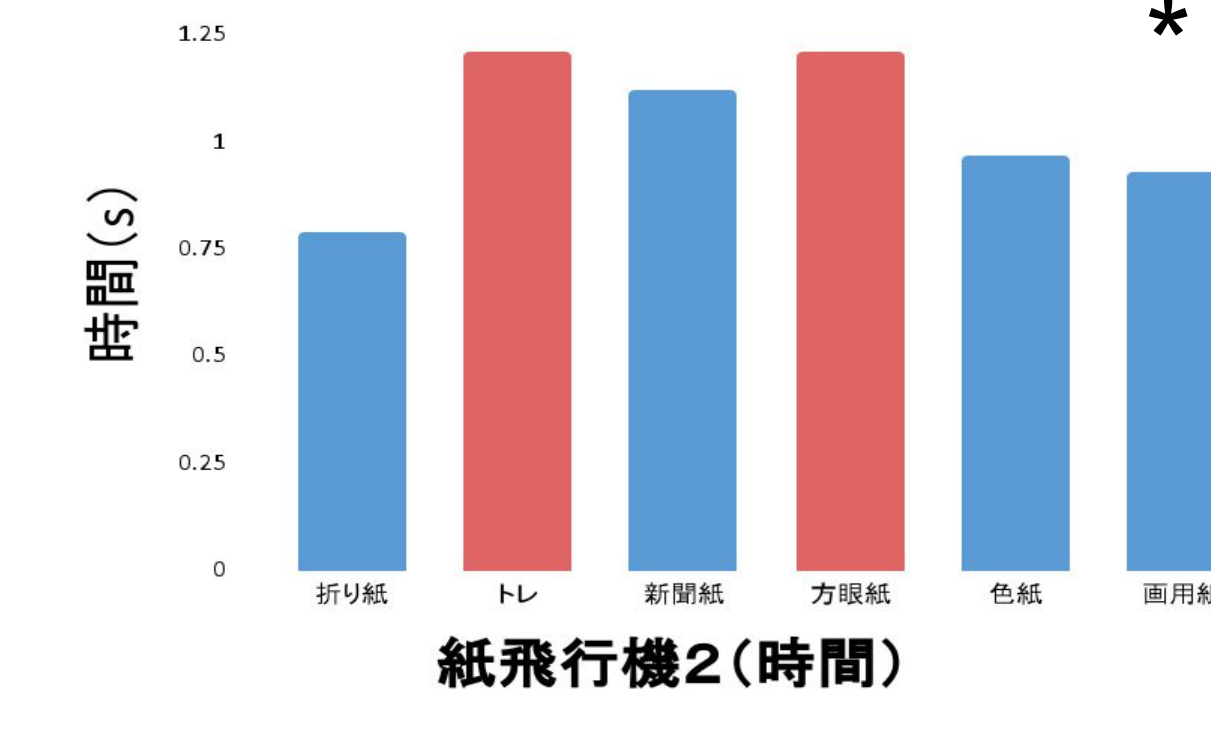
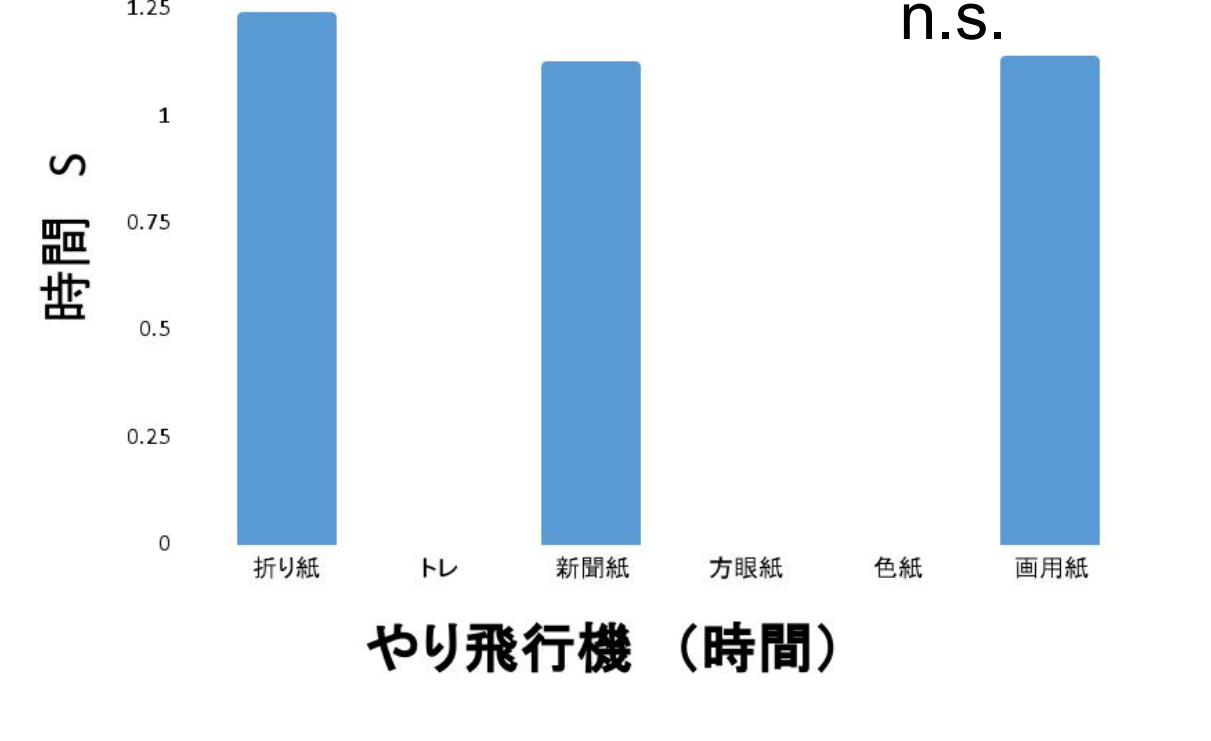
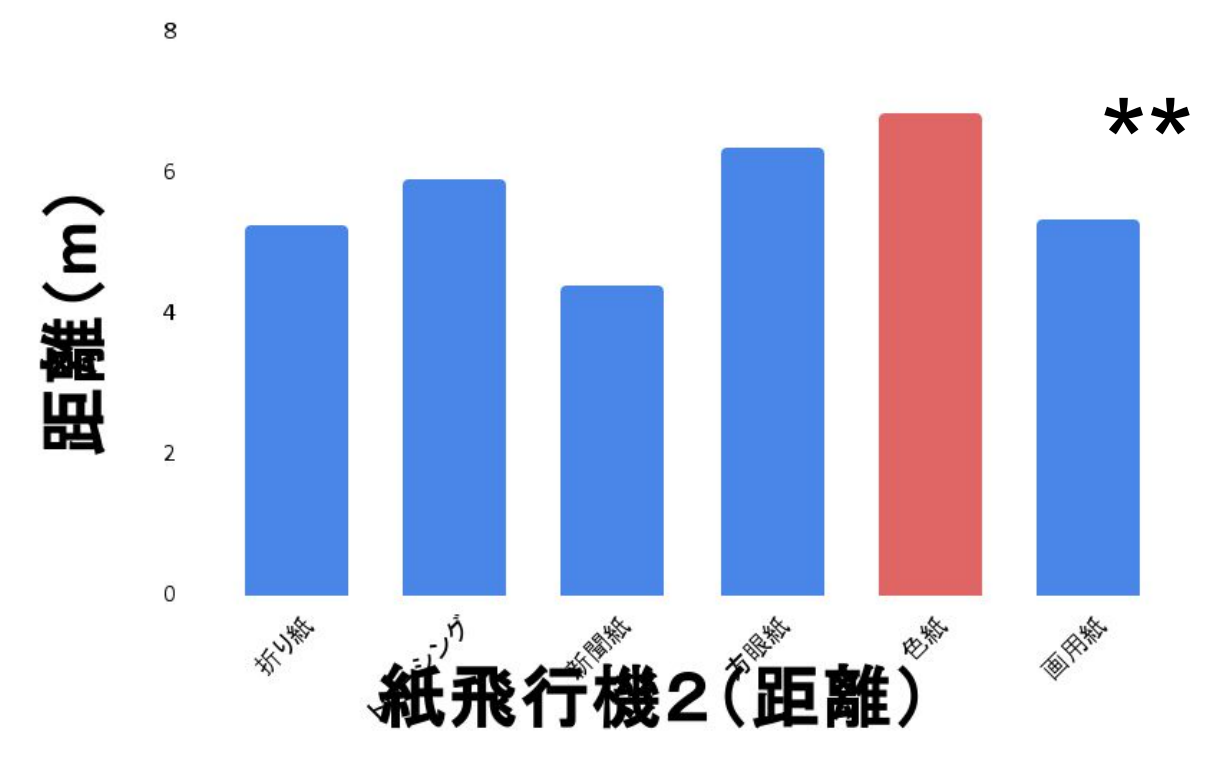
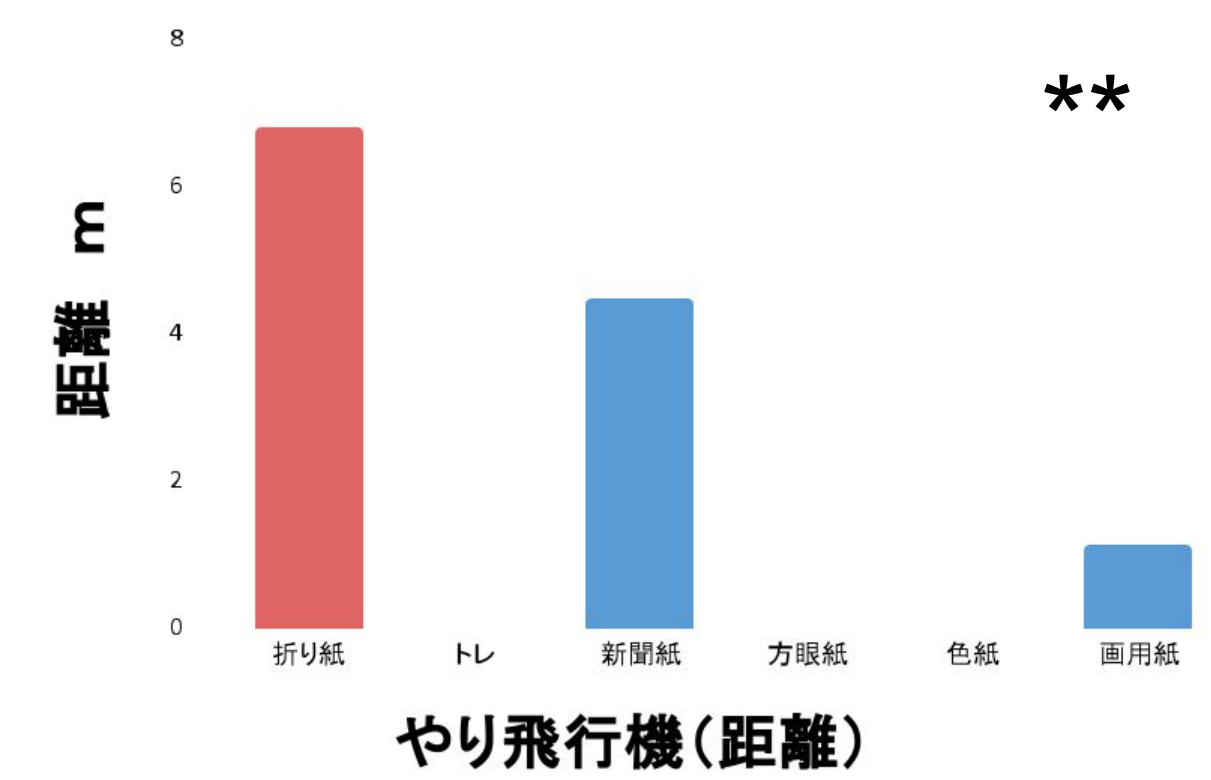
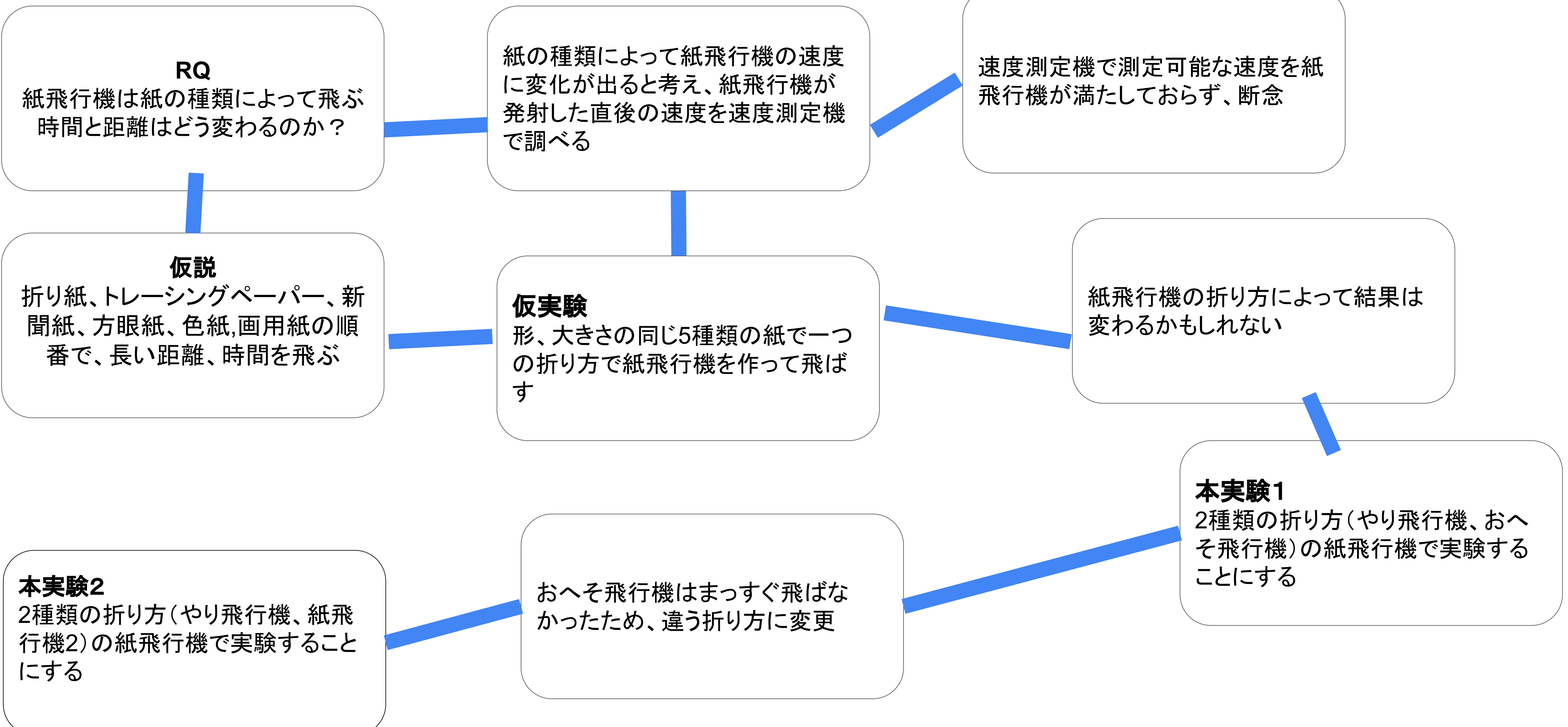
残った課題
写真にあるように横から見ると真ん中が膨らんでしまう
・②③が特に膨らんだので絵の具の成分によるもの
・水分量
・乾かすときに押さえつけていなかったから考えられる

RQの完成
こんにゃく芋から実用性のある薄い紙を作る

未来への展望
こんにゃく芋から紙を作ることは不可能ではないと考えられる。ただ、今回はあまり枚数を作れなかったため正確なことはわからない。具体的な分量まで調べれば適した色・大きさ・固さの紙が作れると考える。

スタート

紙



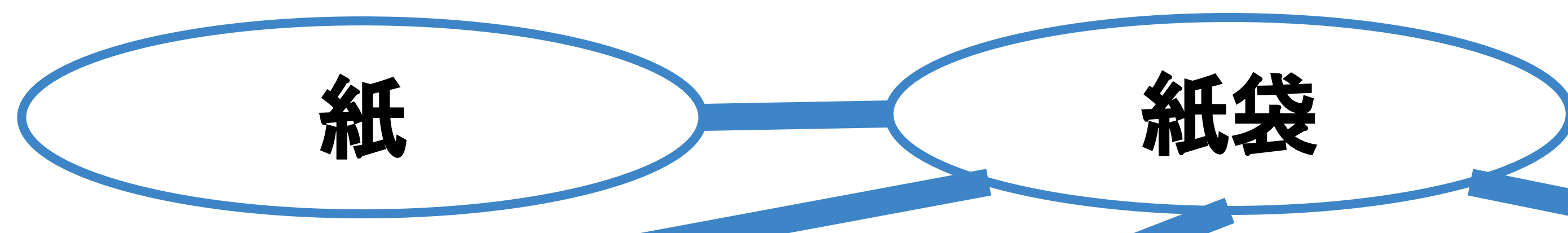
距離 (m)	折り紙	トレーシングペーパー	新聞紙	方眼紙	色紙	画用紙
やり飛行機 (1)	6.8	真っ直ぐ飛ばない	4.5	真っすぐ飛ばない	真っすぐ飛ばない	6.6
紙飛行機2	5.3	5.9	4.4	6.4	6.9	5.3

時間 (s)	折り紙	トレーシングペーパー	新聞紙	方眼紙	色紙	画用紙
やり飛行機 (1)	1.24	真っすぐ飛ばない	1.18	真っすぐ飛ばない	真っすぐ飛ばない	1.14
紙飛行機2	0.8	1.2	1.1	1.2	1.0	0.9

過去
未来

紙の特徴を調べる
質量、髪の薄さ、摩擦 など
なぜ実験結果がこうなったのか？

スタート



RQ1
紙袋をプラス5キロ耐えられるようにするにはどこを補強したら良いか？

仮説
底を補強すれば良い。

予備実験
紙袋が何もしないで何キロ耐えられるのか。

実験1
金属球や教科書などの重りを入れていく。

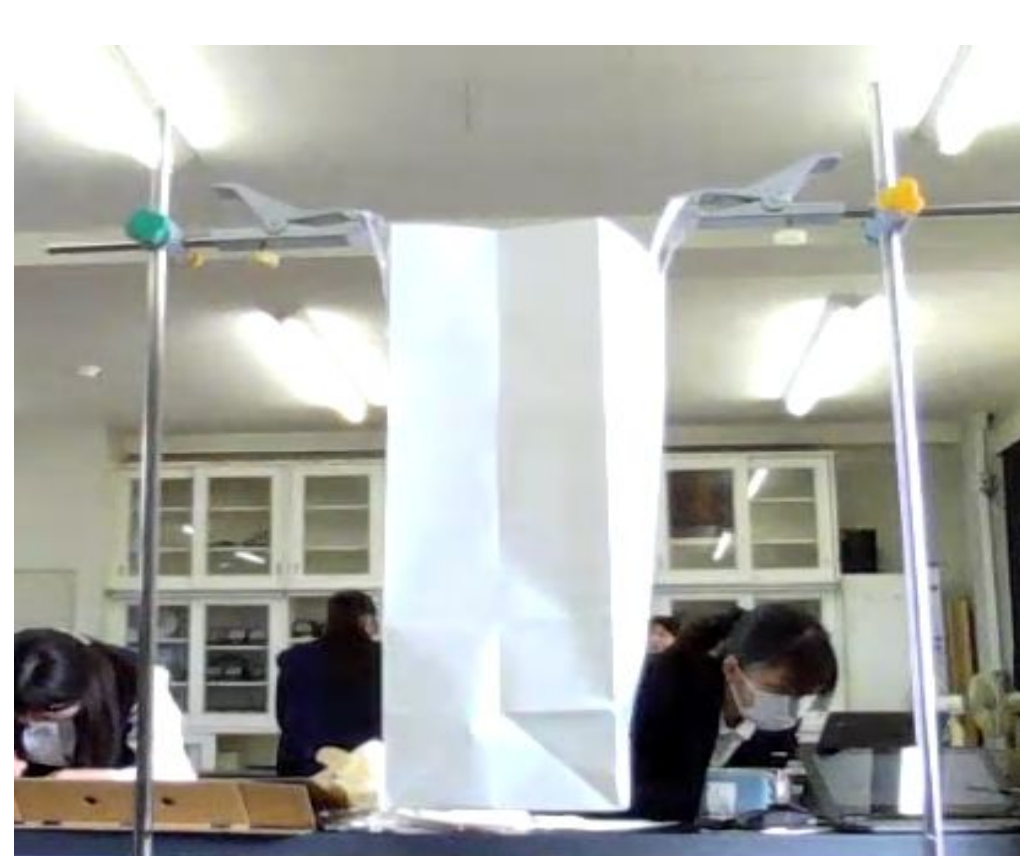
結果
・底から側面にかけての部分約11kgで破れた。
・プラス5キロに耐えられるようにするのは難しい。

RQ2
紙袋の底を何で補強したら一番重さに耐えられるか？

仮説
ダンボールが一番重さに耐える
↓
画用紙

実験2
均等に重さがかけられるように重りを水に変更

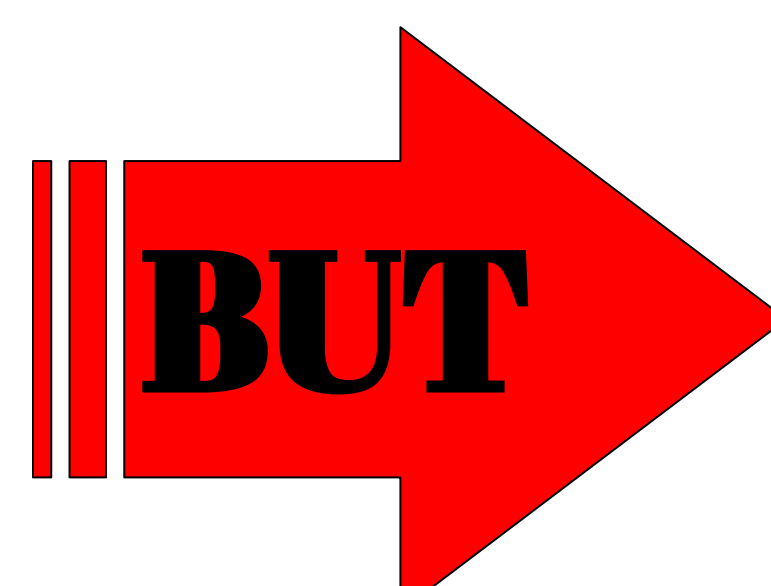
結果
18kgで取っ手部分から破れたが2回目以降実験成功せず。



実際は歩いて使うので紙袋を振る実験方法に変更

実験3
重りを入れた紙袋を人が持って左右に揺らす。

結果①
28往復で側面から破けた。取っ手の結び目 ✖ ⇒ 3/4
結果②
19往復で取っ手が両方取れた。取っ手の結び目 ✖ ⇒ 4/4
結果③
21往復で側面から破けた。1つ紐ごとちぎれた。取っ手の結び目 ✖ ⇒ 2/4



RQ3
紙袋のどこを補強したら一番重さに耐えられるか？

仮説
取っ手を補強すると一番重さに耐えられる。

実験4
重りを入れた紙袋を振り、何往復目で破けるのかを調べる方法に変更

振り幅に差が出ないよう、足元に印をつけ、それに合わせて振る。

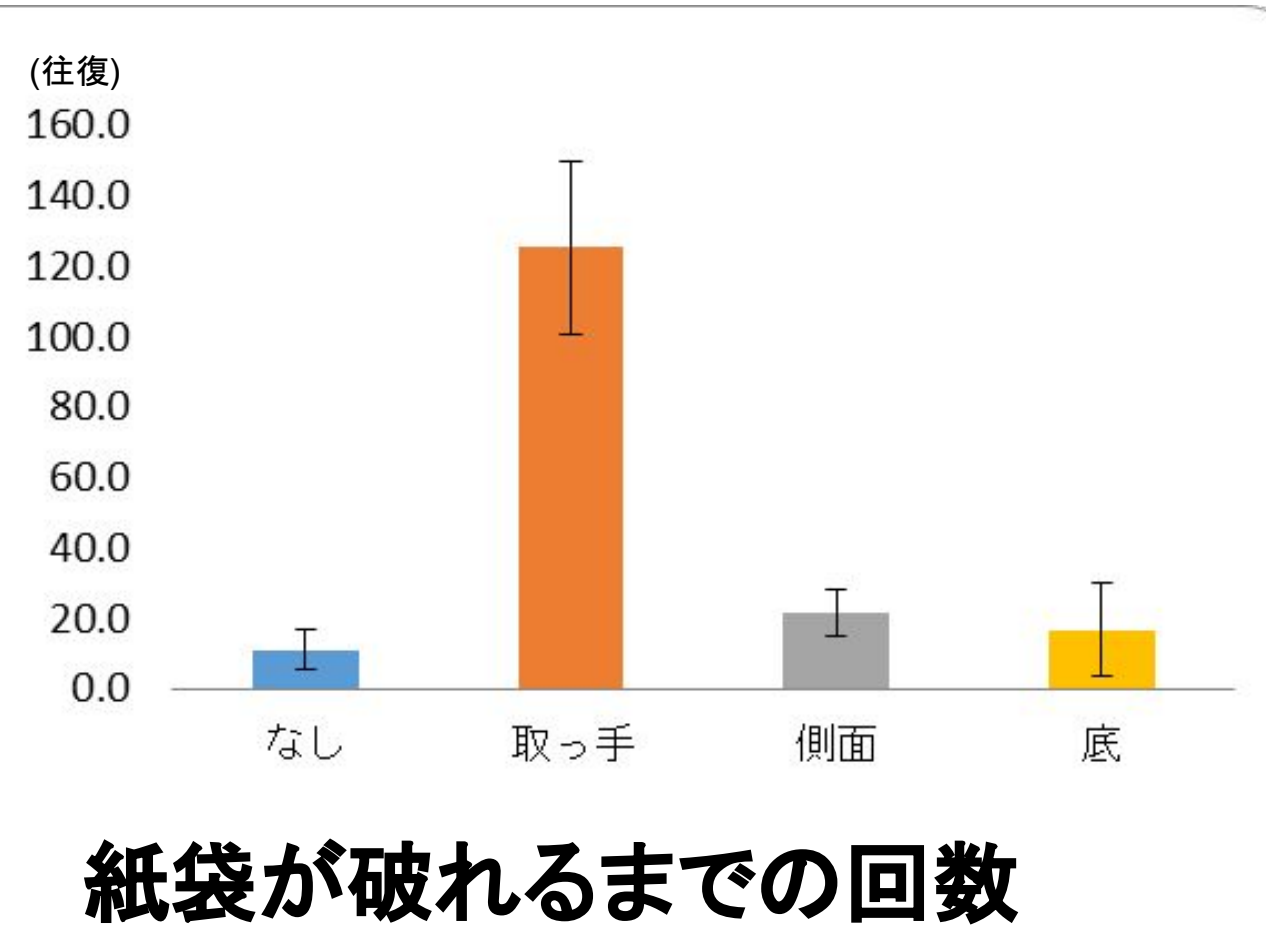
懸念点
定量化 ✖

懸念点
ダンボールは厚みがある ⇒ 条件が異なる

懸念点
形や重さの違う重り ⇒ かかる圧力が一定 ✖



回数	補強	なし	取っ手	側面	底
1回目		11	76	26	5
2回目		1	150 破れなかった	30	43
3回目		21	150 破れなかった	9	2



仮説立証

紙袋は取っ手を補強すると一番重さに耐えられる。

紙袋1つ1つ、少しずつ構造に差があったので同じ項目でも差があることがある。

過去

未来

コスパや環境への配慮の考慮

補強する素材や方法を変えてより重さに耐えられる方法がないか探す。

試行回数が少なかったのもう少し増やして実験の信憑性を上げる。

スタート

紙

実験方法

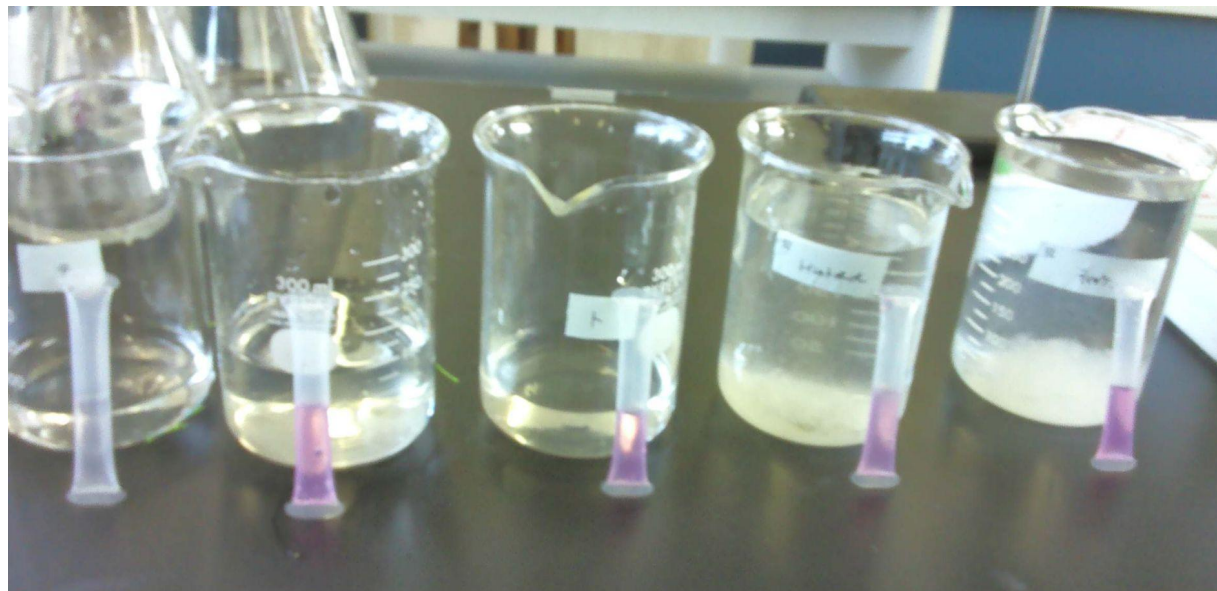
1. トイレtpペーパー(たて65mm)とティッシュ(トイレットペーパーと同質量)を水500mLに溶かす



2. 溶け切らなかった紙を取り除くために濾過する

3. 濾過したもの、濾過する前のもの、水道水をそれぞれパックテストする

4. 結果 水質に大きな変化は見られなかった



RQ

トイレットペーパーと水に溶けるティッシュでは、どちらがより水の水質を悪化させるのか。

仮説

紙に使われている成分がさほど変わらないため水質の変化に差はない。

予備実験

パックテストを行って水質を調べる

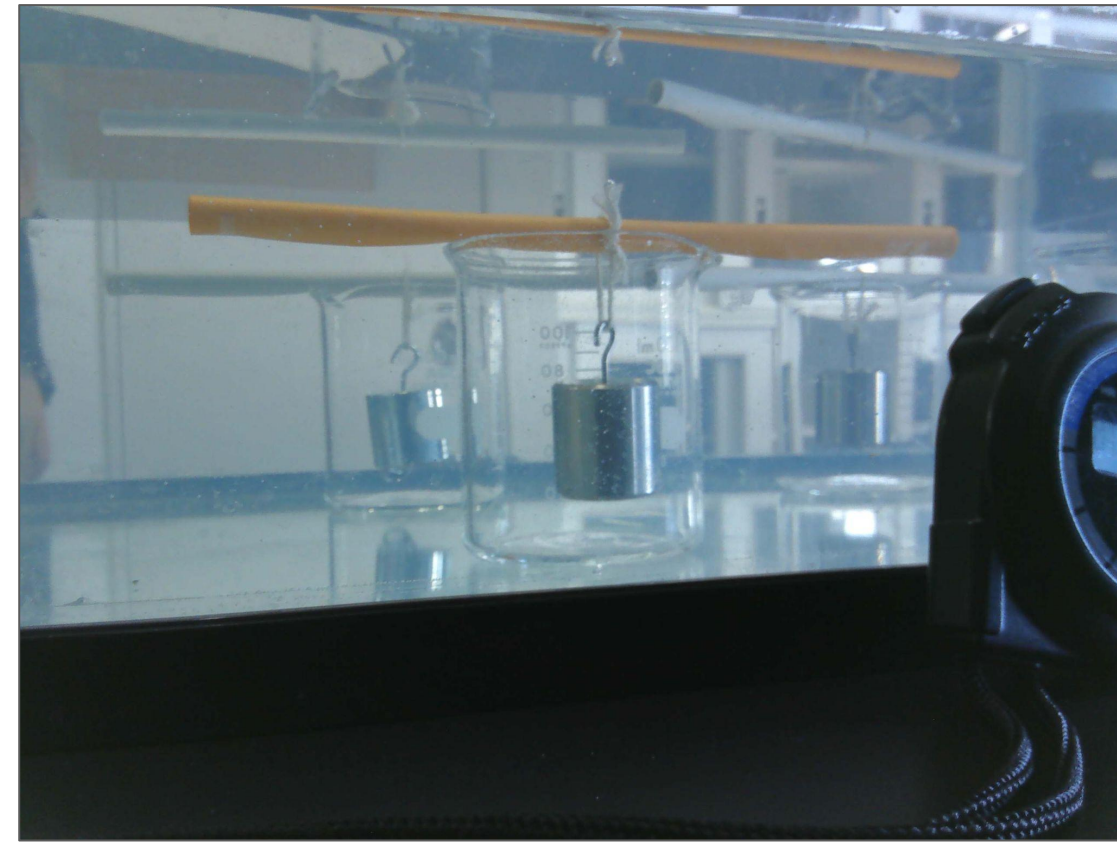


結果

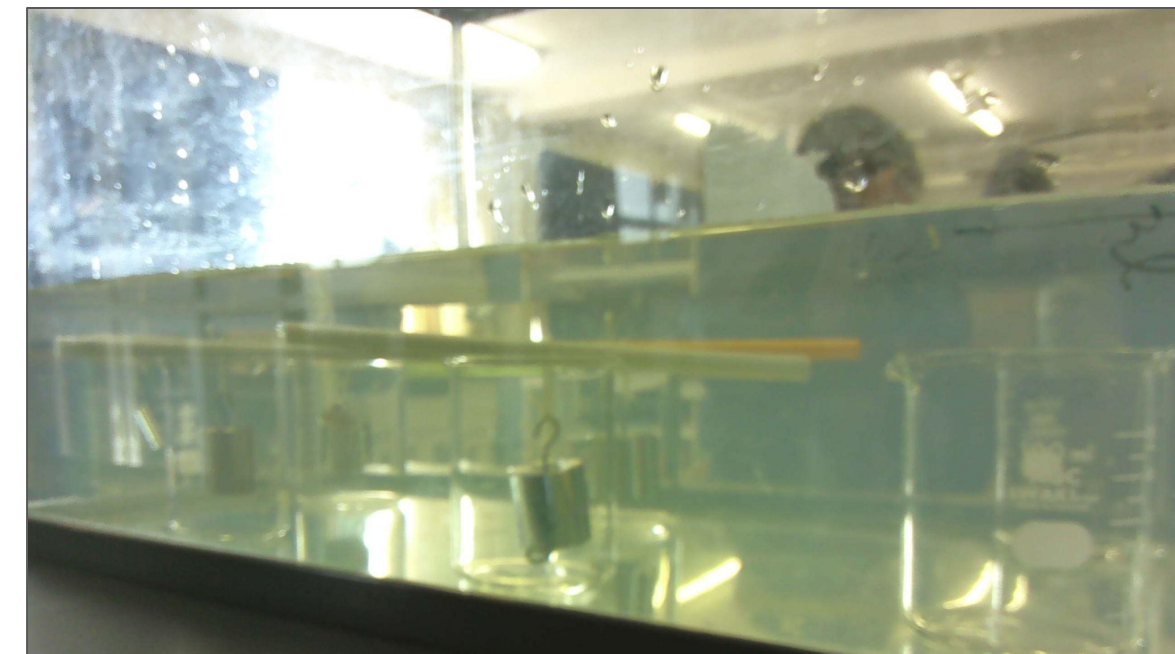
仮説は肯定されそうだが、結果に差が出ないため、別のRQにしたほうが良いと考えた

実験方法

1. 更紙、コピー用紙、模造紙それぞれを縦18cm横10cmに切り、ガラス棒に巻き付けてストローを作る



2. 上のようiに水に沈め、タイマーで時間を計る



3. おもりを吊るしている部分が潰れたらタイマーを止め、時間を記録する

RQ

どのような種類の紙ストローがより長い時間折れずに水に耐えられるのか。

仮説

模造紙はペンのインクがにじまないiので最も耐水性がある。

予備実験

コピー用紙の厚さ(巻く長さ)を変えてどのくらいの時間で折れるか調べる

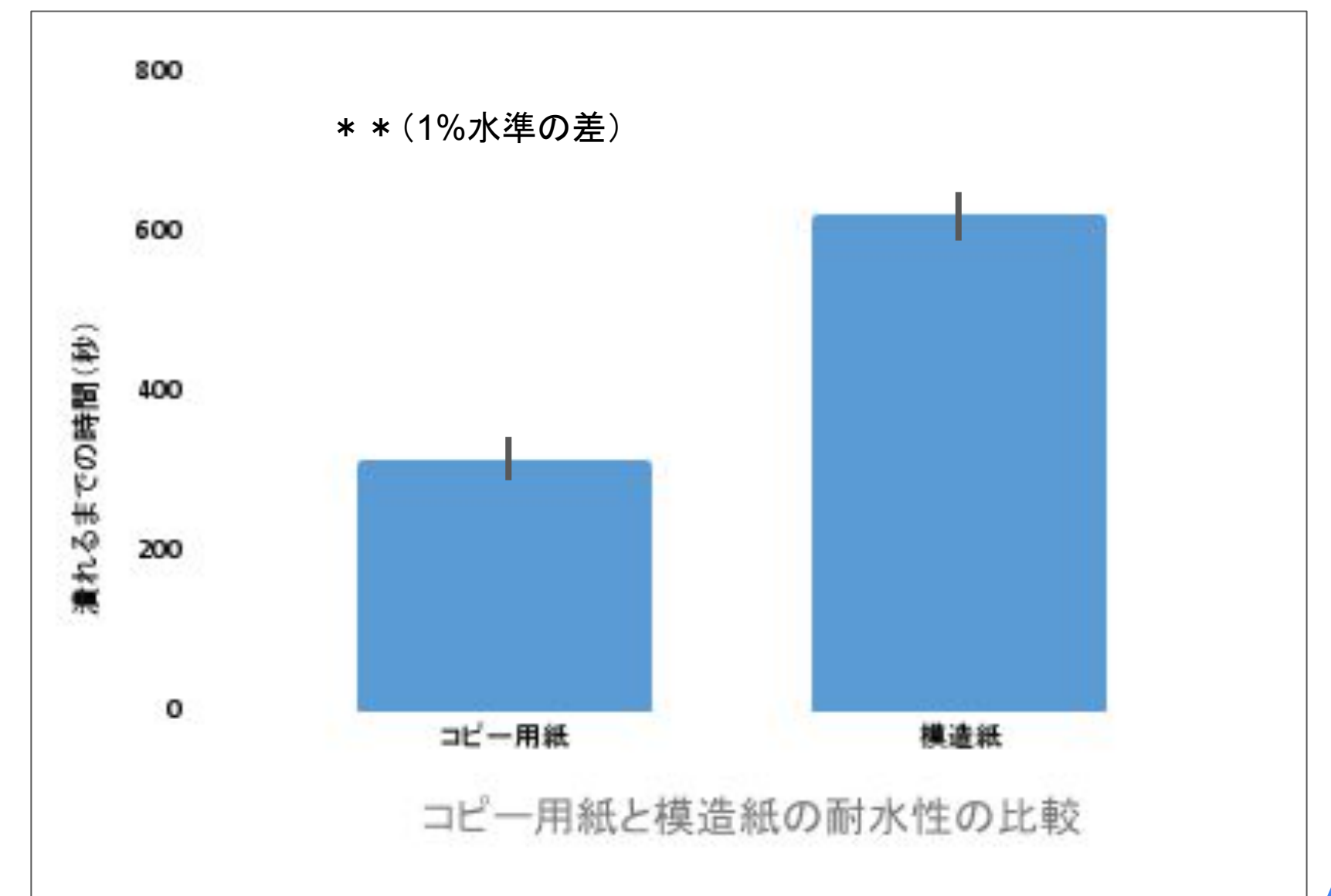
実験

紙ストローを作り、水の中で折れるまでの時間を計る

結果

それぞれ7回ずつ実験を行った結果、以下のようになった

	1	2	3	4	5	6	7
模造紙	11分55秒 (715秒)	13分13秒 (793秒)	12分20秒 (740秒)	11分21秒 (681秒)	9分21秒 (561秒)	8分12秒 (492秒)	6分15秒 (375秒)
コピー用紙	6分41秒 (401秒)	6分18秒 (378秒)	7分44秒 (464秒)	4分03秒 (243秒)	5分04秒 (304秒)	3分30秒 (210秒)	3分18秒 (198秒)
更紙	水槽に入れた直後に潰れた	水槽に入れた直後に潰れた	水槽に入れた直後に潰れた	水槽に入れた直後に潰れた	水槽に入れた直後に潰れた	水槽に入れた直後に潰れた	水槽に入れた直後に潰れた



過去

未来

反省と改善点

- ・ストローの巻き具合が均一にならなかった
 - ➡長い一本で作って切る
 - ・機械化する
- ・実験途中で手順を減らしてしまった結果、数値に差が出た
 - ➡なるべく実験手順は変えない
- ・紙の材質自体というより厚さが関係してしまった可能性がある
 - ➡厚さを調べてみる

今後の展望

- ・紙の種類を増やして比較する
- ・今回の実験で紙の種類によって変化が見られたので、その理由も調べたい
- ・温度によって変わるのかも調べてみたい
- ・実際の紙ストローの作り方で実験してみたい

長い時間使っても折れない紙ストローを作る!

スタート

紙

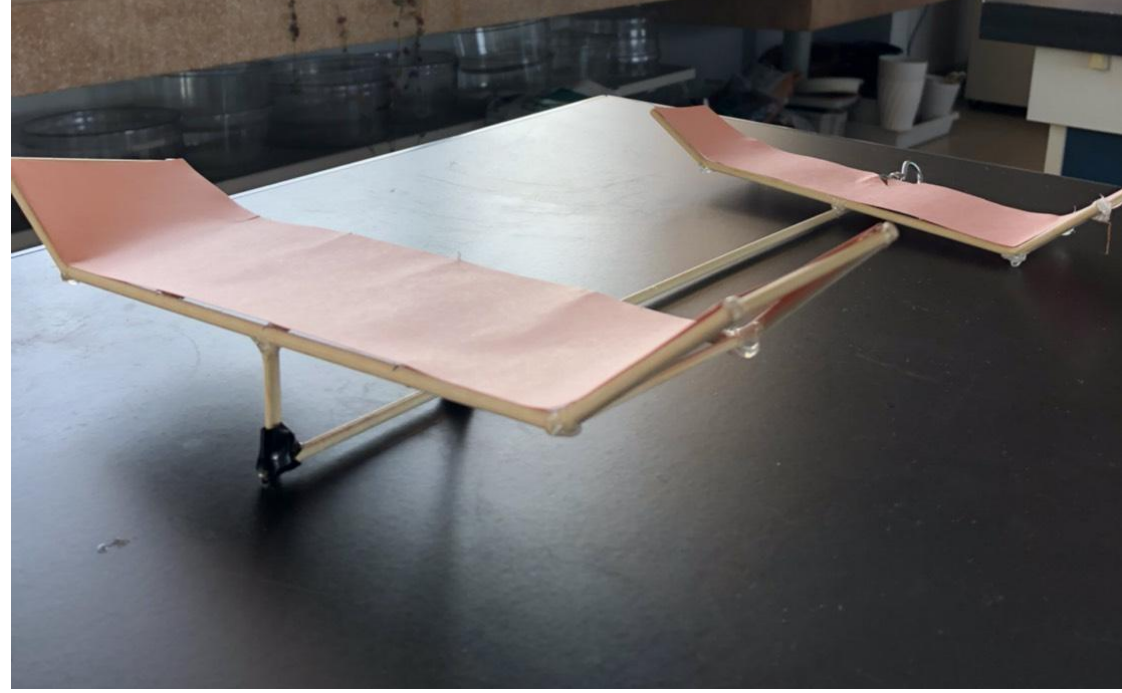


写真1

RQ
どのような紙の性質が飛行機の飛行距離に影響するか。

仮説

平滑度の高い紙を使ったときに紙飛行機の滞空時間が長くなる。また、厚さが薄い紙を使ったときに紙飛行機の滞空時間が長くなる。

写真2



実験方法

竹ひごをグルーガンで接着して骨組みを作る。
→両面テープで紙を貼り付ける (飛行機は写真1)
→メジャーを置いて10回発射台から飛ばす (発射台は写真2)
→1番はじめに飛行機が着地した手前側を読み取り記録する。
→紙の厚さや平滑度を変えて同様に行う。

* 予備実験

紙による滞空時間の差
150cmの高さから紙を落とす。

A4 更紙 = A4 コピー用紙
B4 更紙 < B4 コピー用紙
→ 平滑度の高い紙が滞空時間が長い?
厚い紙が滞空時間が長い?

紙の種類

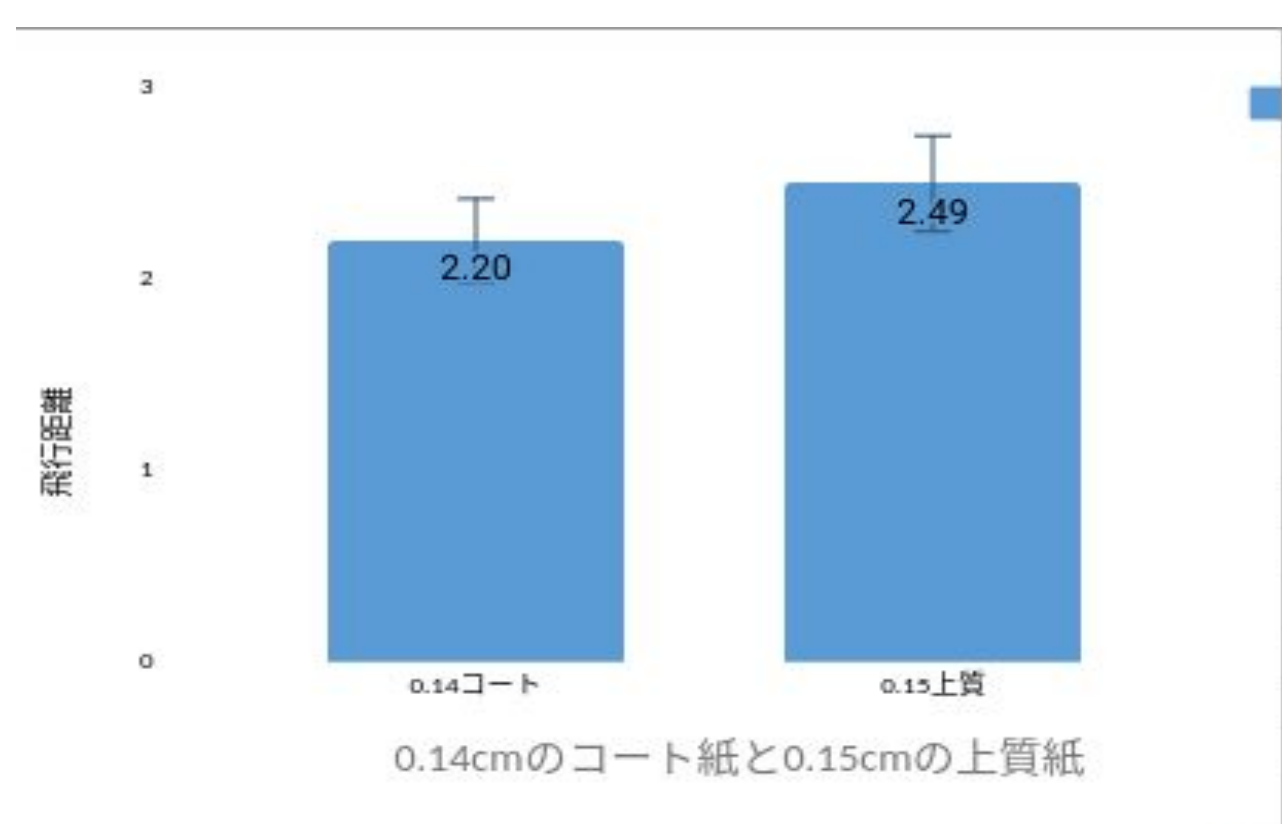
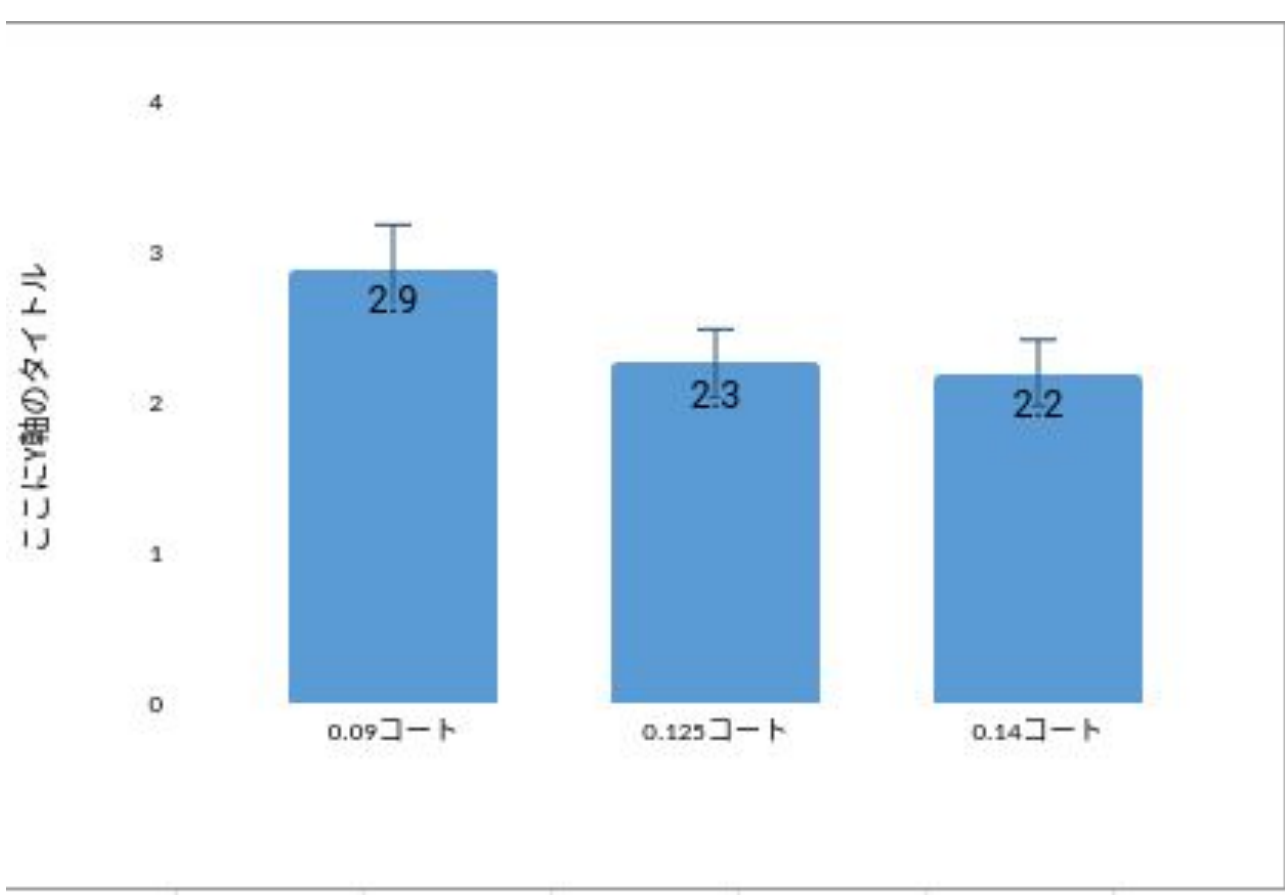
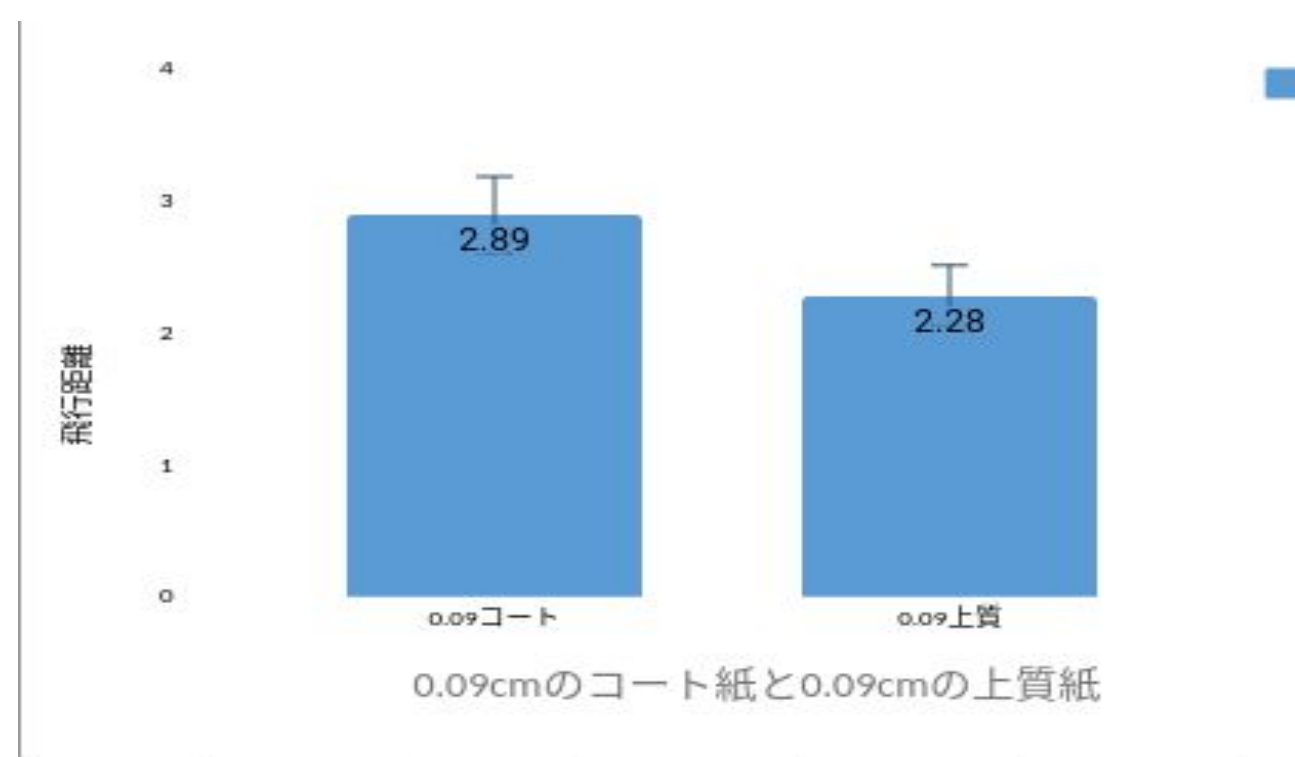
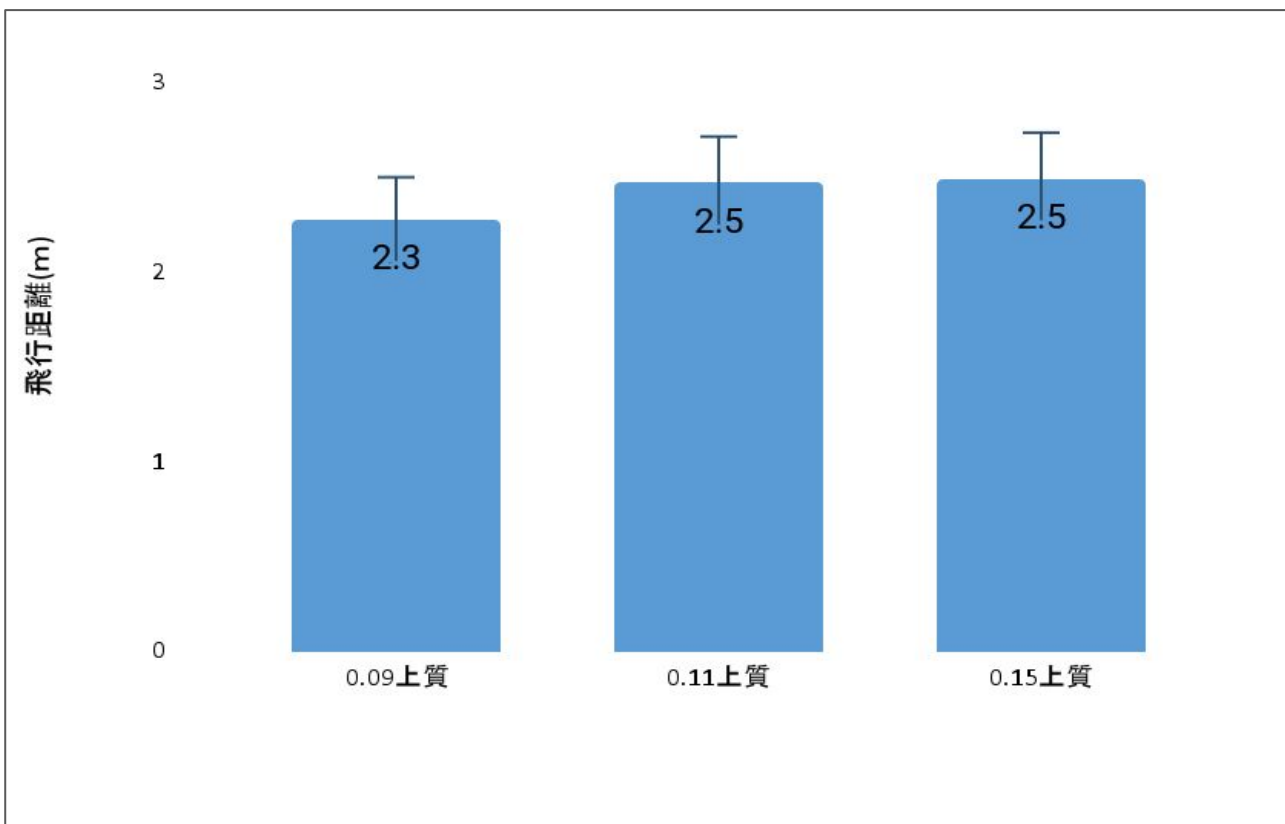
- ・90kgコート紙(0.09cm)
- ・110kgコート紙(0.125cm)
- ・135kgコート紙(0.14cm)
- 0.09cm上質紙
- 0.11cm上質紙
- 0.15cm上質紙

結果①

0.09cm, 0.125cm, 0.14cmのコート紙の厚さで飛行距離を比較
→0.09cm > 0.125cm
0.09cm > 0.14cm
紙が薄いほうが飛行距離が長い。
なお、0.125cmと0.14cmの間に差は見られなかった

結果②

0.09cmのコート紙と0.09cmの上質紙の飛行距離を比較
→コート紙 > 上質紙
0.14cmのコート紙と0.15cmの上質紙の飛行距離を比較
→コート紙 < 上質紙
平滑度と飛行距離との関係性は判明できず
なお、0.125cmのコート紙と0.11cmの上質紙に差は見られなかった



今回は差は見られなかったが、結果を見ると関係性が見いだせそうな値が出ているため回数を増やすことで、関係性がわかるかもしれない。

まとめ

平滑度が高いと薄いほうが飛びやすく、平滑度が低いと厚いほうが飛びやすいといったように一つ一つの条件だけではなく、色々な条件が関係しあっているのではないか。



過去
未来

今回は試行回数が足りなかったため正確な実験の結果が得られなかったため、実験の回数を重ねて考察する。

項目を増やして実験する。(ex.密度の違い)
また、条件を単独で設定するだけではなく条件同士の関連も解明しながら実験したい。

スタート

紙

RQ①

同じ面積の様々な紙に同量の水を加え、乾きやすい紙はどれか。
* 水に浸す→時間決めて測る→元の質量との差で比較

仮説

水を弾くと考えられる、包装紙・マークシートが乾きやすい。

定量化が厳しいため断念

乾量基準というものが求められることは分かったものの、いまいちピンとこなかった。

RQ②

水(水:水彩絵の具=1:1)で濡れてしまったコピー用紙を元の色に戻ることができるのか。

仮説

漂白剤を水に溶かして、色水のついた紙を入れる。汚れを落とす作用のある歯磨き粉・掃除用の洗剤・手を洗う石鹸を使うと紙の色をもとに戻せる。

『もとに戻す』の定義が見つからなかったため断念

Weblio辞書によると『もとに戻す』とは前の状態に戻すことと記されていた。しかし前の状態とはどのような状態なのか？それが定まらなかった

最初 雑音が多く入ってしまい、正確な実験にならなかった。

Dr値(別名D値)とは... 壁や建物の遮音性能を示す遮音等級。音源のある部屋と隣の部屋で聞こえる音の差で求められる。Dr-60などのように数字がつく

RQ③

高い段最も遮音効果(Dr値)が高いボールの加工方法は？

仮説

音楽室でよく使われるような丸い穴が開いた構造にすると遮音効果が高くなる。ダンボールの波が多いほど遮音効果が高くなる。

仮実験

段ボールあり、なしで実験

ありのほうが遮音性が高いことが分かった。

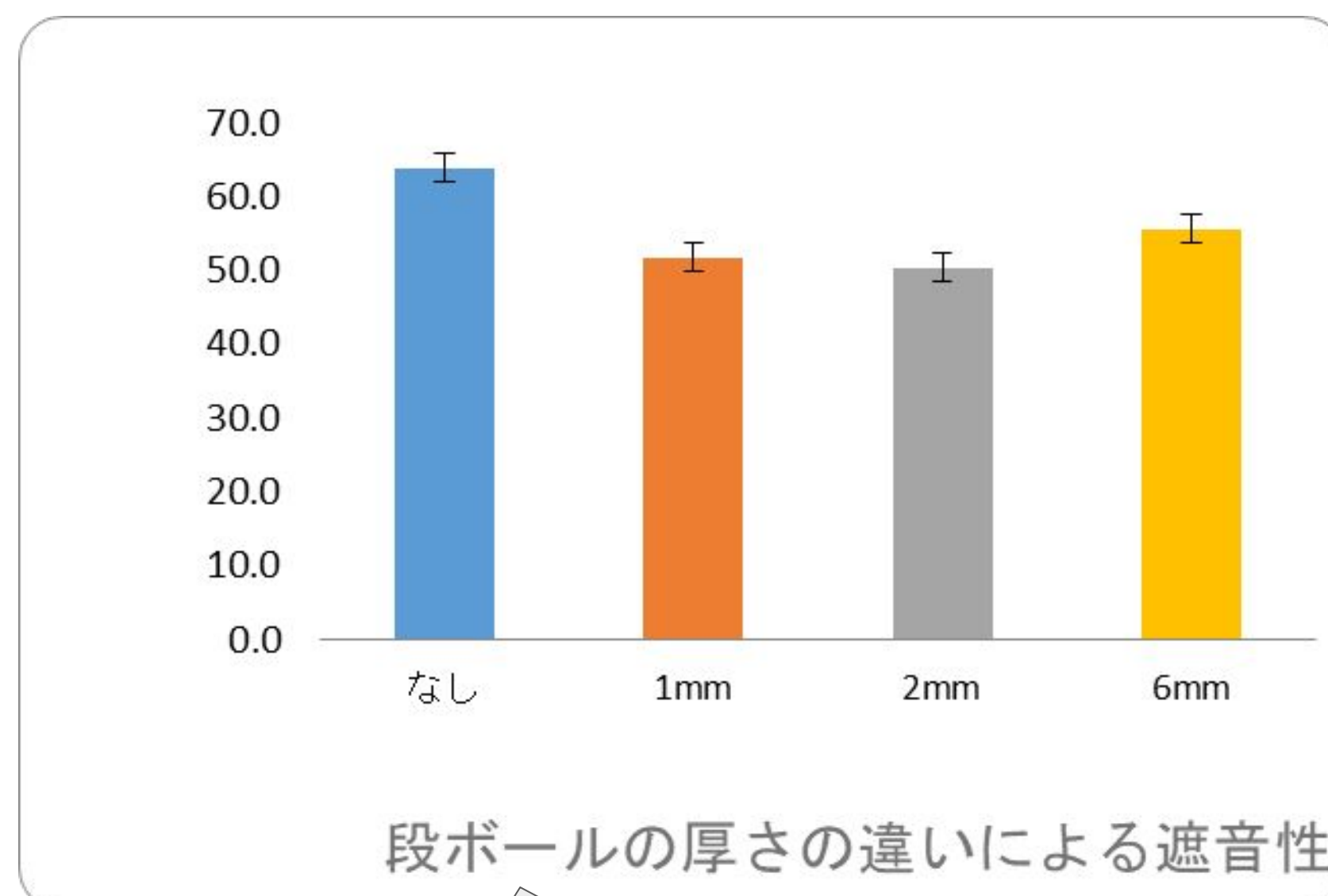
仮実験では段ボールなしと段ボールの厚さ6mmのもので比較した。

スマホ～ダンボール～発音機の間隔を全て15cmに統一

500Hzの一定の音を20秒間流し、騒音計(アプリ)を使ってdBを測る。

本実験1
ダンボールの厚さ0.1,0.2,0.6mmで比較する(値が小さいほど波が多い)

実験を10回ずつ行う



音を比べるために周りの環境を一致させる方法を検討中です!



厚さが2mmの 때가1番遮音性が高い。(隙間の数が多いほうが遮音性が高い)

デシベル(db)の目安

- 40db 図書館・静かな住宅地
- 50db 静かな事務所
- 60db 静かな自動車・普通の会話
- 70db 電話のベル・騒々しい街頭

本実験2
穴の開いたダンボールと普通のダンボールを重ね合わせて本実験1と同じく実験

音楽室の壁(有孔ボード)の構造によせて実験をする。寒冷紗使用など。

仮説は肯定された

仮説は否定された

穴の空いたダンボールで更に遮音性を強化できるものを考え、実験を重ねる。

過去
未来

スタート

紙

RQ
底面の形によって、箱の重さへの
耐久性はどう変わるのか

RQ
紙袋の底面の状態(そのまま、水に
濡らす、濡らしたものを乾かす)の
違いによって重さへの耐久性はど
のように変わるのか

耐久性は紙袋の底面が
破れ、中に入っているもの
が落ちてしまうということ
を基準とした

仮説
底面の形の頂点の数が少ないほう
が重さへの耐久性が低く、
頂点の数が多いうほうが重さへの耐
久性が高い

仮説
そのままが一番重さへの耐久性が
高く、水に濡らしたのが一番重さへ
の耐久性が弱い

- 本実験で使用したもの**
- ・紙袋(すべて同じ製品)
 - ・スタンド・ドライヤー・水・トレー
 - ・教科書類(Focus Gold, Hi PRIME, 数学の教科書
国語便覧, Vintage, Bricks)
 - ・タイマー・電子ばかり
 - ・発泡スチロールの箱

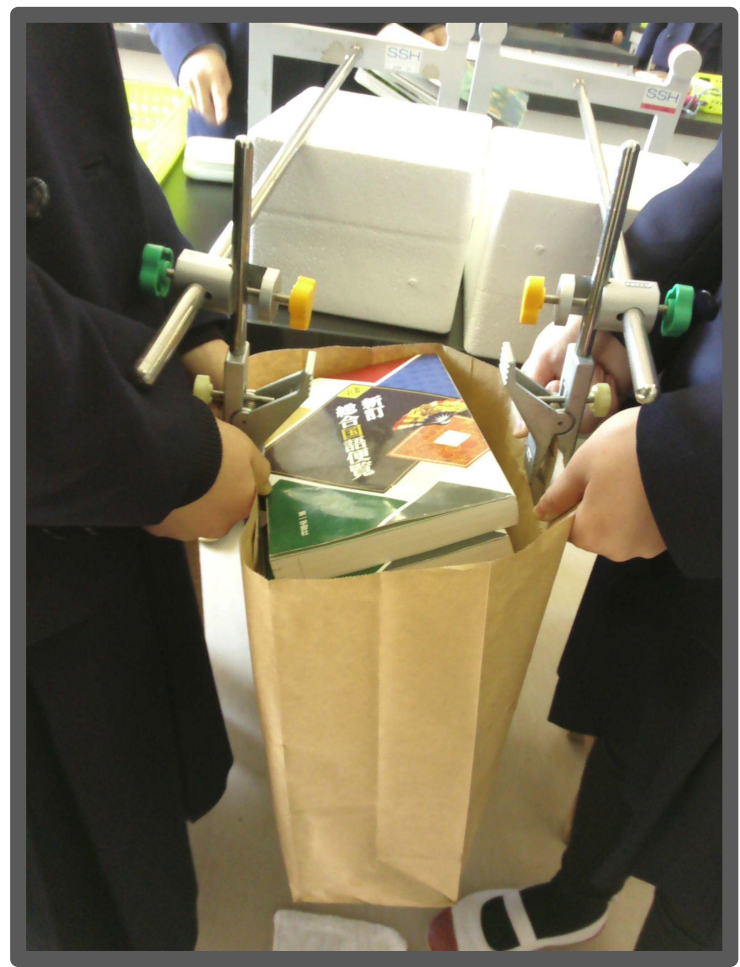
様々な底面の形の箱が作れず、
また条件が統一できなかったため
断念

予備実験
水に濡らすなど状態を変えると重さ
への耐久性が変わった

もともとA4の紙で底面が三角形、四角
形、五角形、八角形などの形の箱を作ろ
うとしたが、A4の紙ではすべてが作れ
ず、また紙を変えたり枚数を増やしたり
すると条件が変わってしまうと考え断念
した。

実験方法
紙袋を①何もしない、②水で濡らす、③水で濡らし
てから乾かす ④水で濡らして乾かしてもう一度濡
らす の状態にしてから紙袋に教科書を入れ、破
れたときの入っている教科書の重さを調べるのを
三回ずつ繰り返す
(紙袋の取手を取って、側面を支える)
→取手の部分が破れないように自分たちで持って いま
した

本実験
予備実験ではおもりだったものを
教科書で行う



③の結果
15分間濡らして5分乾かした紙袋は
平均9498.1g(標準誤差2.1g)
を入れた状態で8分間持ったが破
れなかった

②の結果
15分間濡らした紙袋に
平均9496.1g(標準誤差0.3g)
を入れた状態で8分間持った結果破
れた

①の結果
(女子生徒が1人で持てる重さ)
平均9494.8gを
(標準誤差1.2g)
8分間持ったが破れなかった

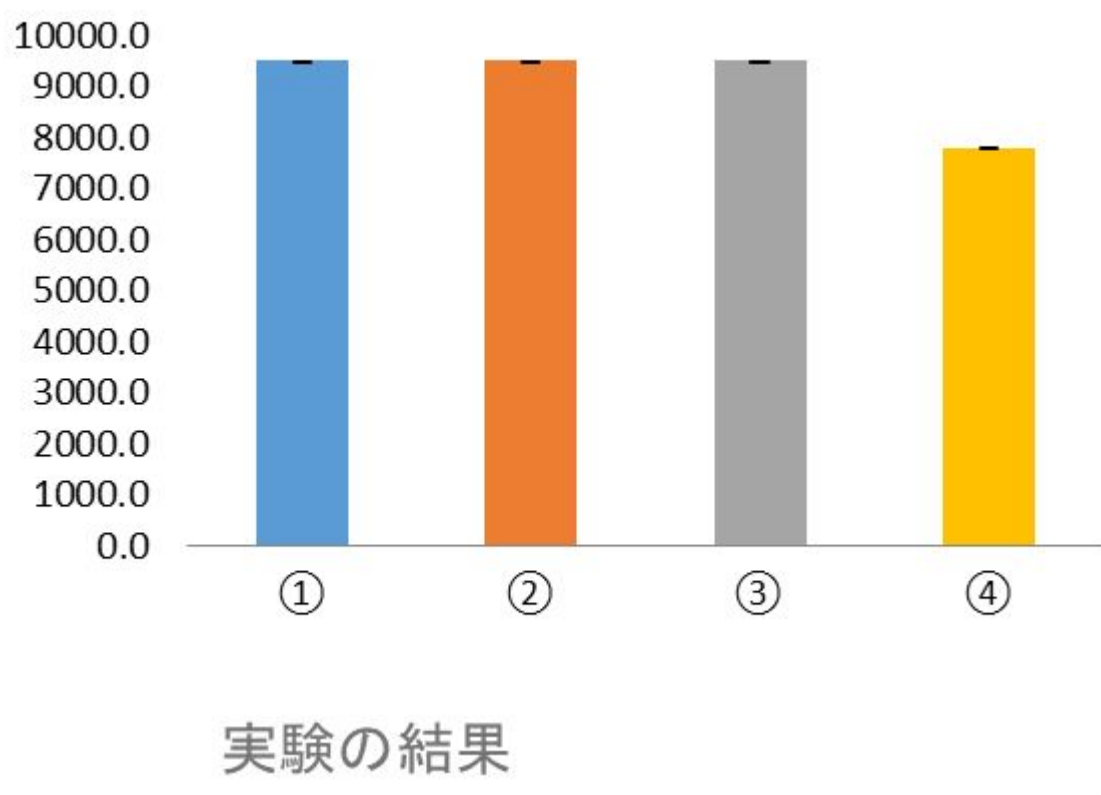
④の結果
平均7799.2g(標準誤差2.8g)
を入れた状態で8分間持った結果破
れた

結果より
濡れてしまった紙袋も乾かすと元と
同じ様に使える

結果より
濡れた状態だと長時間の移動が
できない

これらの結果とグラフより
仮説は立証されたと考える

考察
紙袋は濡れてないものだと約10kg
ほど運べる。
濡れてしまった紙袋でも乾かすと同
じくらいの機能を果たす



・今回具体的にできなかった重さの
上限について今後は試してみたい
・内側を補強したりするなど条件を
加えながら実験してみたい

約10kgの物まで運べるので買い物
等で余った紙袋を再利用
→避難用具を入れる
→買い物のマイバック等

過去
未来

スタート

紙

RQ
電車のつり革を紙で作るにはどんな構造がいいか

仮説
ハニカム構造が重さに対する圧力に強い

仮実験
紙が破れてしまって失敗
本来ハニカムは上からの圧力に対する構造であり、引っ張る力(おもりを紙にぶら下げてかかる力)には耐えられない

ハニカムをつり革のポールに見立てたスタンドに載せて左右におもりを吊るした

RQ
ハニカムの耐久性(上からかけた重さによる圧力に対するつぶれにくさ)は何によって変わるか

仮説
ハニカムの六角形の1辺の長さが短いほど耐久性が上がる

仮実験
1辺が2.5cmのほうが5cmよりも耐久性があった

おもりについて
ペットボトルに水を入れ、2000g 700g 500g 400g 350gを作り、小さいものから順に組み合わせてのせていく

圧力が均等にかかるようにダンボールのうえにペットボトルをのせる



ペットボトルを置く位置によってバランスが崩れ、ハニカムにかかる負荷が均等ではなくなってしまった

のりの塗り方は統一
四角に一回
のりの種類も統一
(ピットハイパワー)

模造紙について
DAISO
中厚口
厚さ・約0.09mm
材質・紙

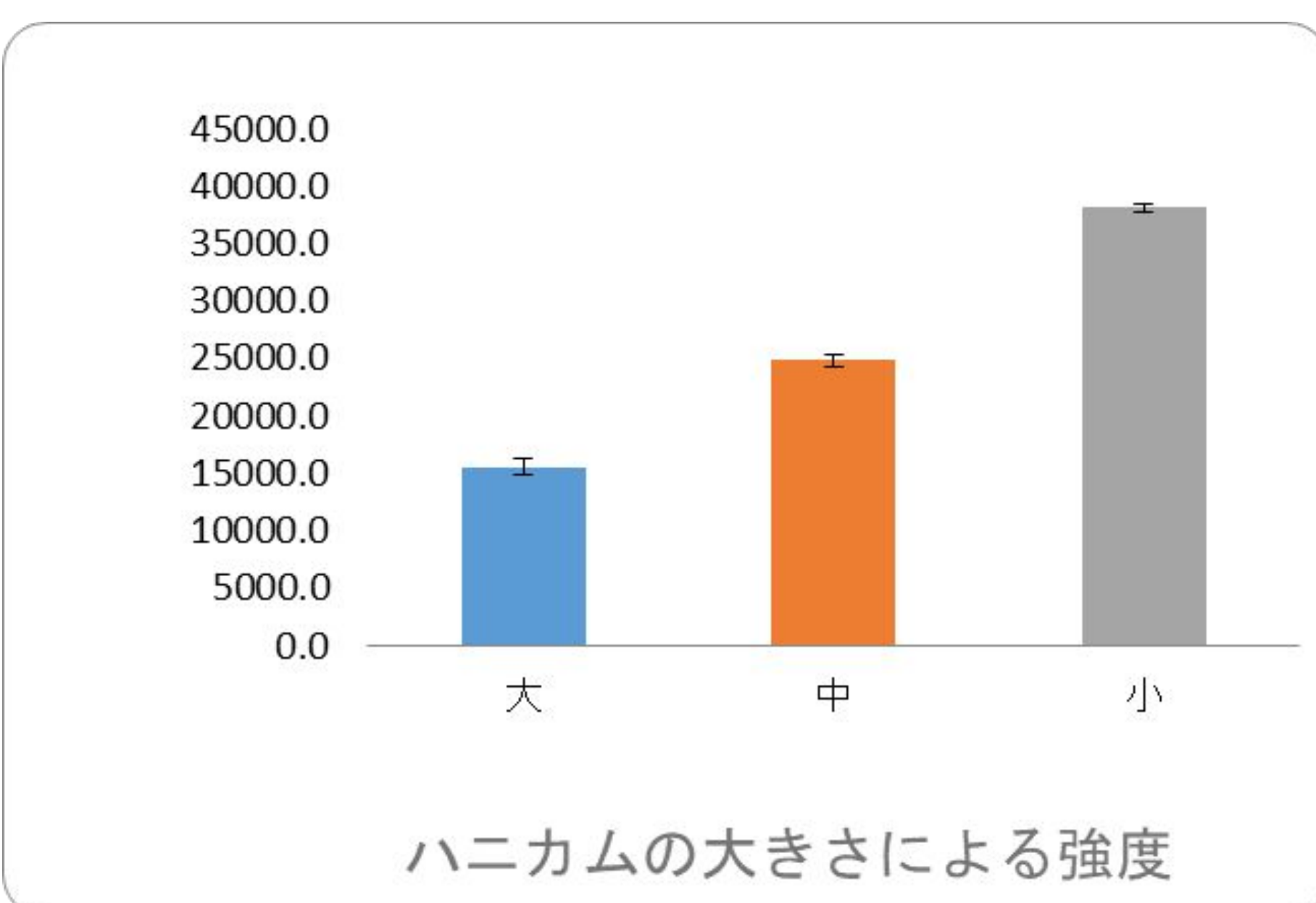
本実験
1辺が2.5cm、3.75cm、5.0cmのハニカムで実験

紙の種類、面積、ハニカムの高さを統一

重りの質量がわかりやすいようにペットボトルを使い、何gで潰れるかを比較する

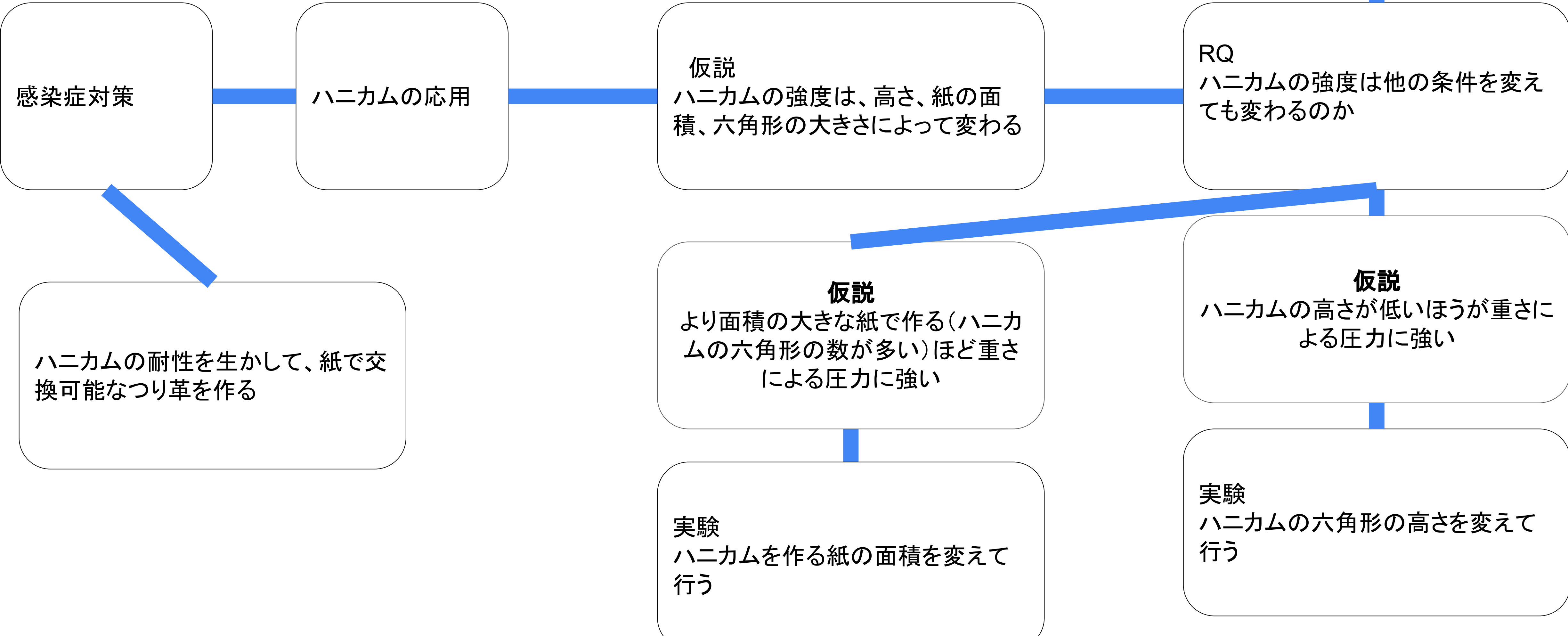
各大きさを8回ずつ実験を行い統計検定を行う

仮説が肯定された



過去

未来



スタート

紙

RQ

色紙に布を被せて日光を当てるとき、どの色の布が最も退色を防げるか



RQ

紙の表面に油を塗ることで、水に濡れたときの紙の破れにくさを強めることができるのか



油をぬった紙を水にひたします。



水でふやけた紙は簡単にちぎれます。ふやけた部分の紙をやさしく取り除くと、油をぬった形が現れます。 ※水にひたしたままちぎってもかまいません。

出典:NGKサイエンスサイト

仮説

紙の破れにくさは強めることができる(桐油が最も強められる)

仮説

黒色が最も退色を防げる



仮実験

どの色も実験前後でカラーリーダーの計測の値に違いが表れなかった

仮実験

紙が全然破れなかった

実験方法

- ①A4のコピー用紙を8分の1に切り、半分に折る。
- ②絵の具用の筆を使って紙の片面のみに油を塗る。(このとき基本重ね塗りはせず、全体に均一に塗る。)
- ③2週間ほど直射日光の当たらない場所で乾燥させる。
- ④紙全体が浸るようにビーカーで10秒間水につける。
- ⑤軽く水を落としてから装着につけ、100gのおもりをつける。
- ⑥おもりを手から離れた瞬間から時間を計り始め、おもりが床に落ちたときのタイムを記録する。

結果に変化が出なかったため断念

一週間、紙に布やポリエステルのリボンを被せて日光に当てたがカラーリーダーで測定したところ、彩度、色相、明度がともに変化がなかった。
・変化が出るまで実験を続けるにはたくさんのかかる時間がかかると分かり、別の実験を並行して行うか、別の案を考える必要が出てきてしまったため断念。

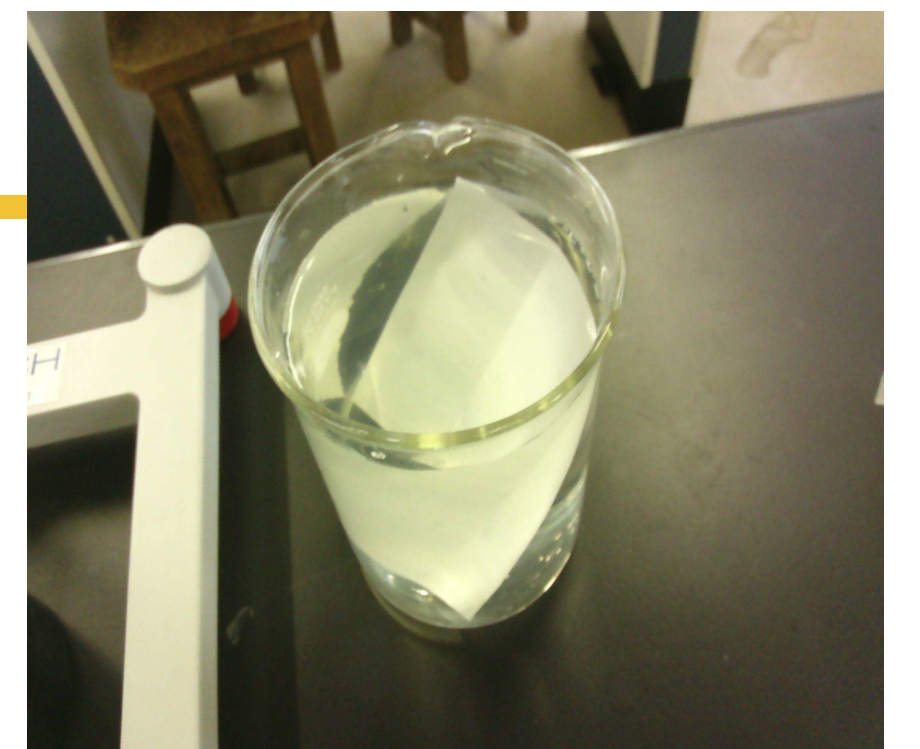
水に浸す時間を5分、おもりを500gに変更

油を塗った紙と塗らなかった紙では破れやすさに違いがあった



本実験

オリーブオイル・亜麻仁油・桐油・無加工(油なし)、水に浸す時間を5分、おもりは500gで実験



結果(実験方法は上記の通り)

	1	2	3
無加工	2秒	—	1分01秒
オリーブオイル	25秒	47秒	2分40秒
アマニ油	5分で切れなかった	5分で切れなかった	4分で切れなかった
桐油	5分で切れなかった	5分で切れなかった	4分で切れなかった

	4	5	6
無加工	10秒	4分12秒	5分
オリーブオイル	10分で切れなかった	10分で切れなかった	2分16秒
アマニ油	10分で切れなかった	10分で切れなかった	10分で切れなかった
桐油	10分で切れなかった	10分で切れなかった	10分で切れなかった

油を塗った紙を乾かす期間をきちんと揃えられるようにしたい

全く同じ材質の紙を使用したい

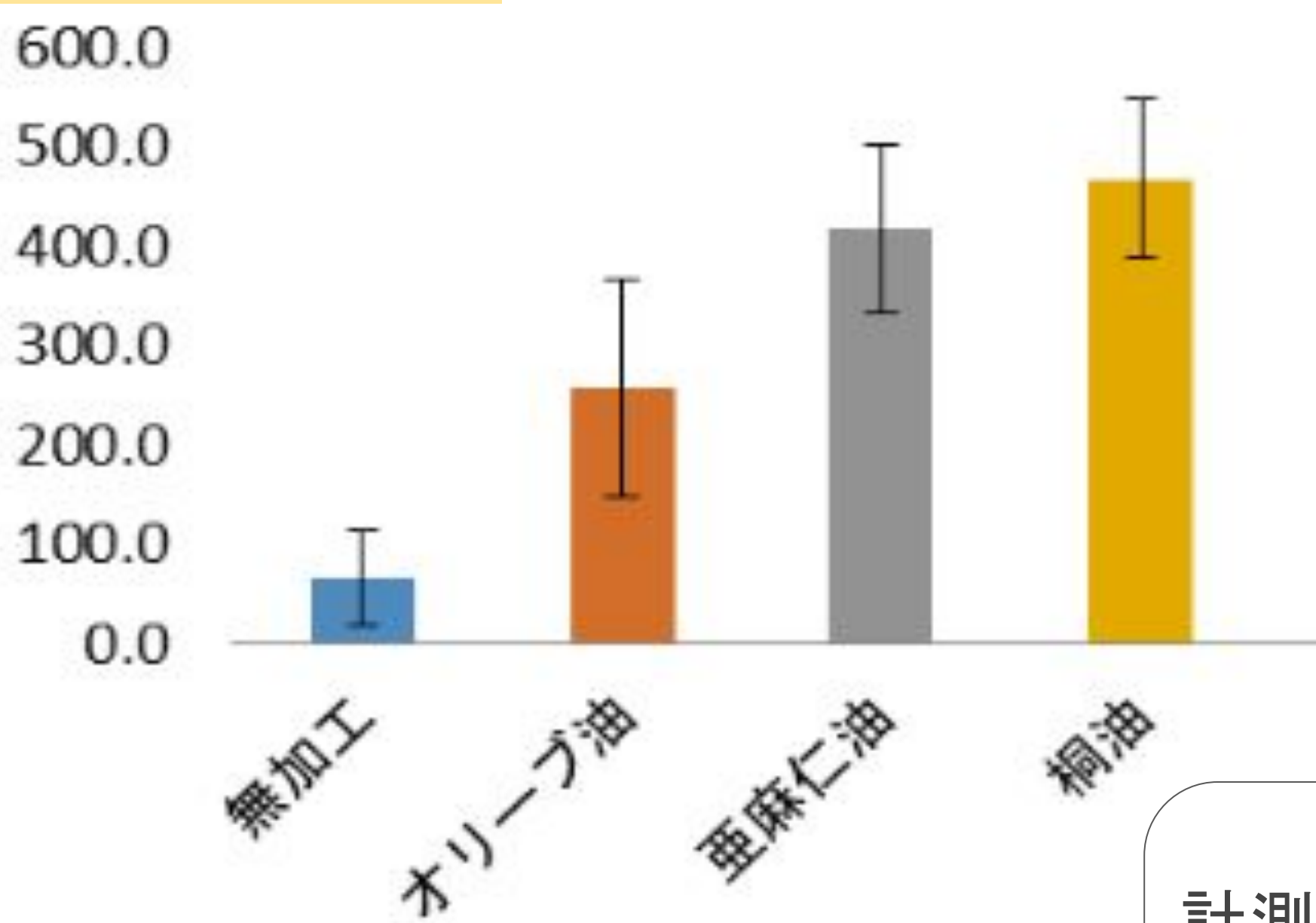
計測時間をもっと長くし、「切れなかった」という言葉でまとめずに正確に比較したい

折る強さを統一できるようにしたい

検定結果

・無加工で水につけたものと乾性油(亜麻仁油と桐油)を塗ってから水につけたものに有意差が見られた。しかしほかは有意差なし。また、分散検定の結果は*2。
→しかし、実験条件が揃っていない(計測時間の限界、データが抜けているところがある)ため証明するには不十分な結果だといえる。

落ちるまでのタイム(秒)



オリーブ油が不乾性油、亜麻仁油と桐油が乾性油である

過去

未来

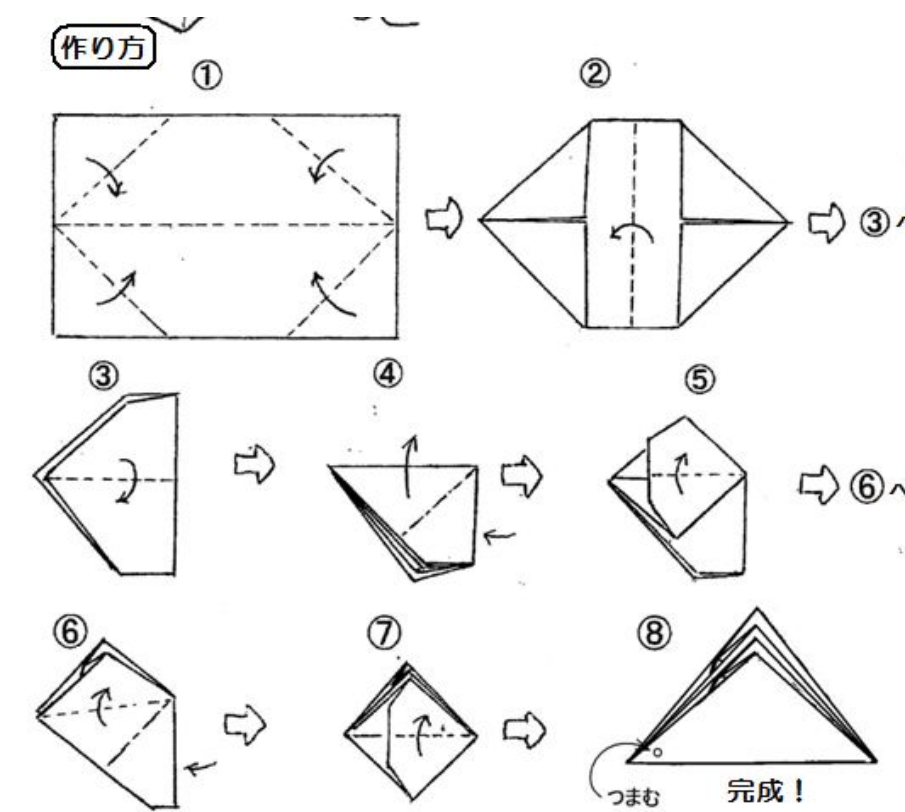


スタート

紙



RQ
紙鉄砲の音の高さと大きさを変えるには？



作り方

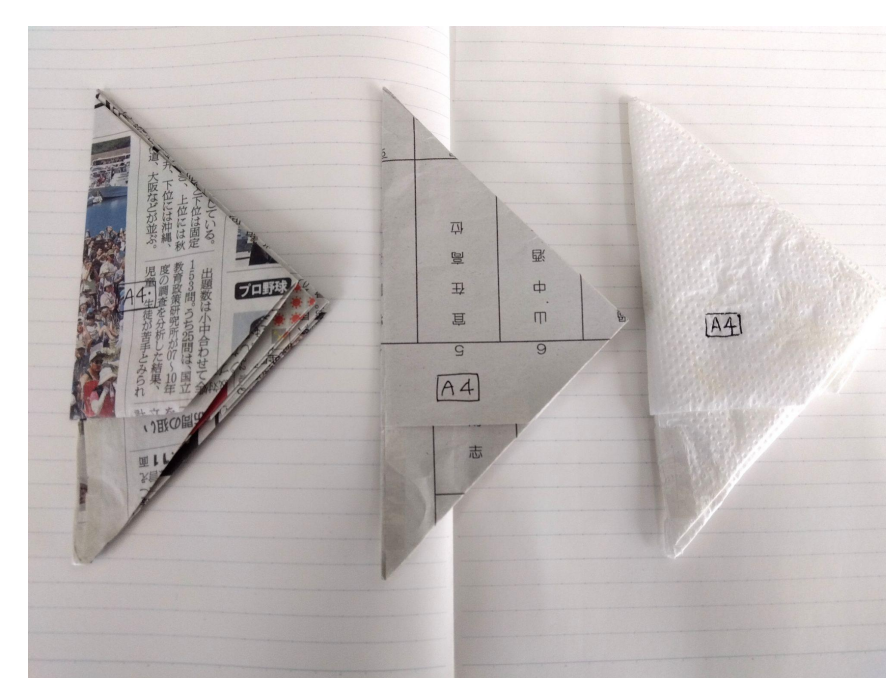
<https://blog.goo.ne.jp/shun2cb/e/e2be16c6dc9ec38aa91e5d8281b4f09b>



実験の様子
紙鉄砲がなる位置にスマホを置く(スマホが移動しないようにテープ台を置き位置を固定した)
デシベルX-dBAデシベルテスターというアプリを使った



1/4 2枚 1/4 1枚 1/8 1枚



新聞紙 更紙 キッチンペーパー

仮説

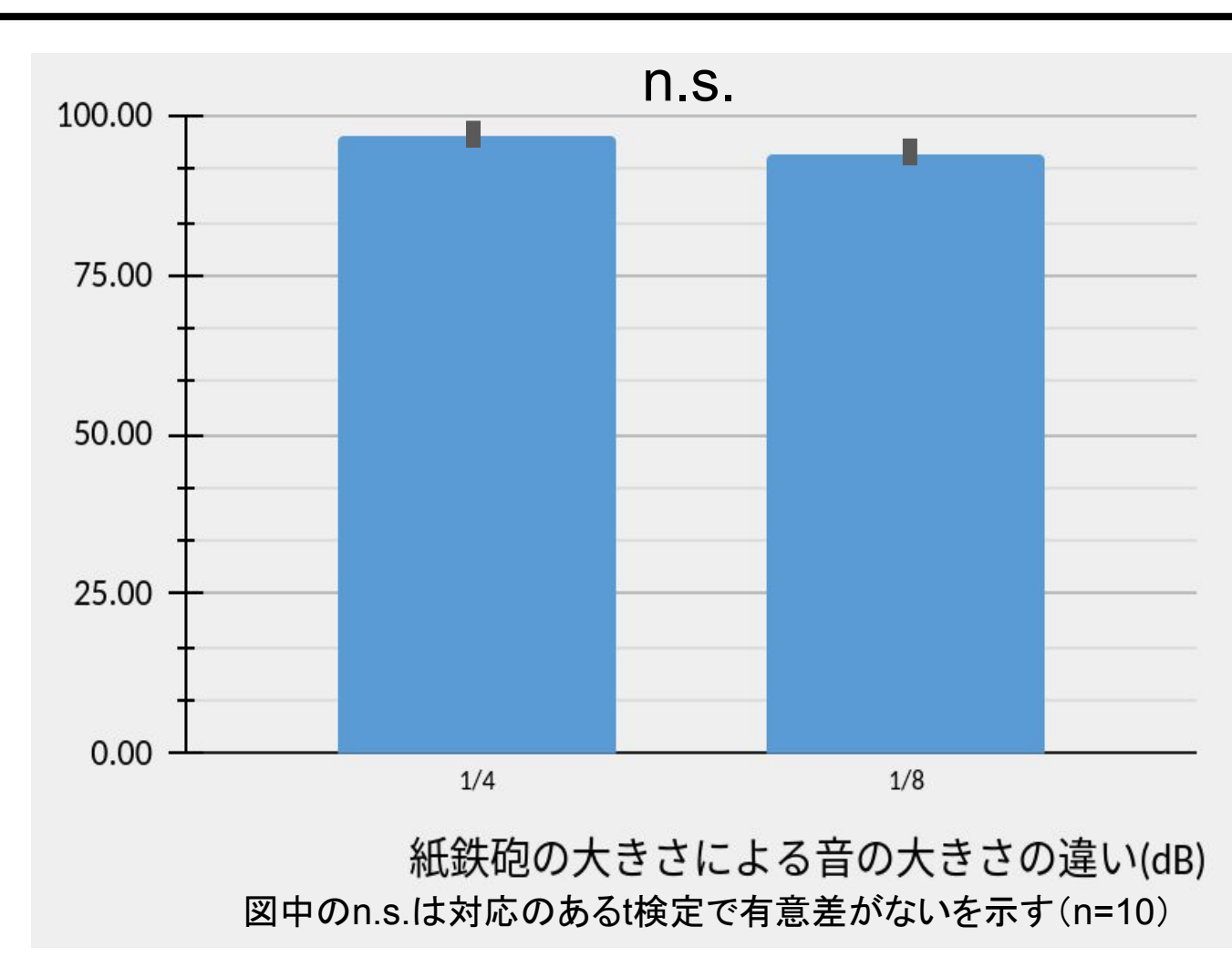
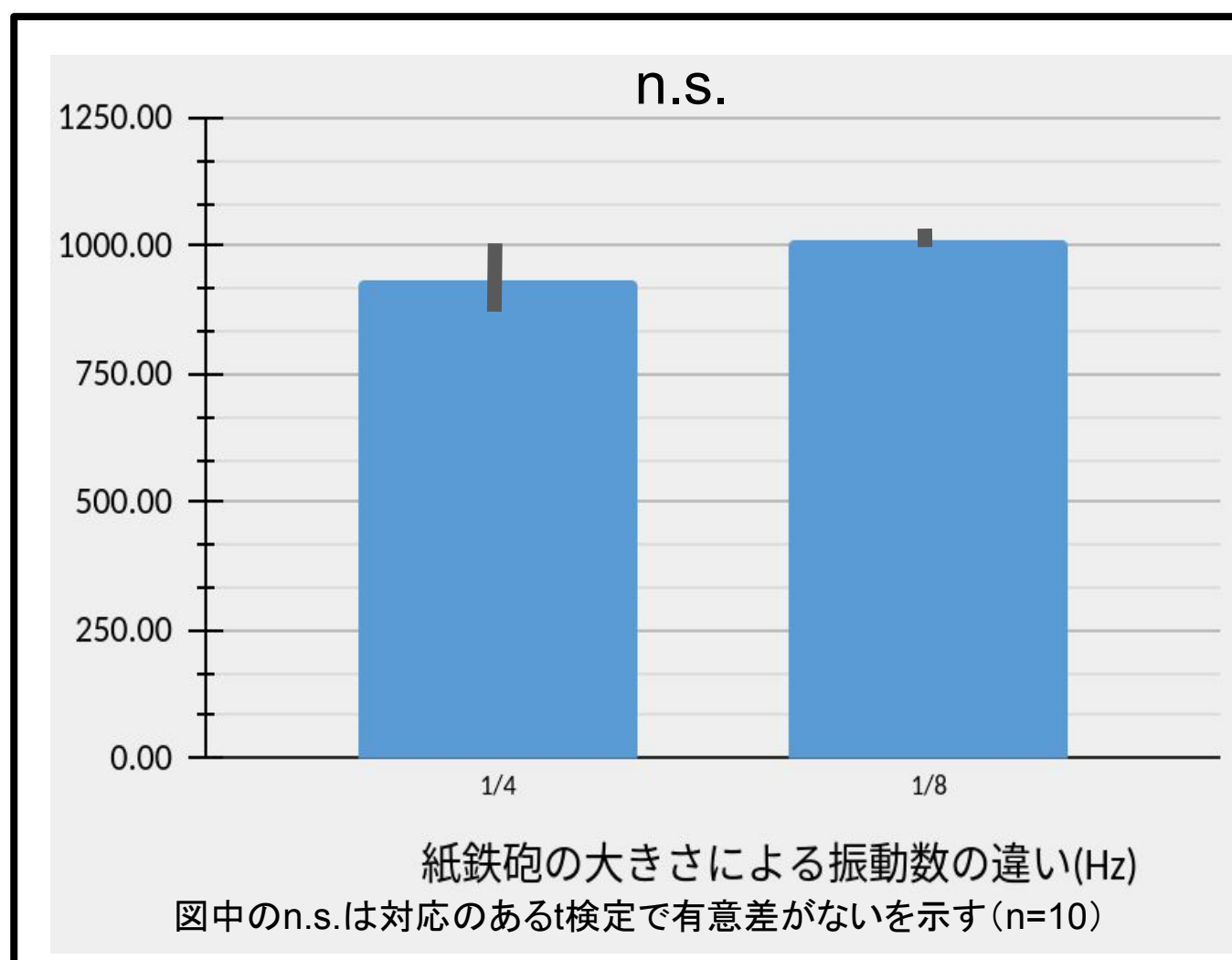
- 開いた瞬間の体積が大きい→音は大きく低い
- 紙が厚い→音は大きく低い

実験方法

- 右の写真のように準備する
- 紙の大きさ 新聞紙1/4と新聞紙1/8
 - 紙の厚さ 新聞紙1枚重ねと新聞紙2枚重ねで比較する
- 音の大きさはデシベル、高さは振動数で測定する

実験結果①

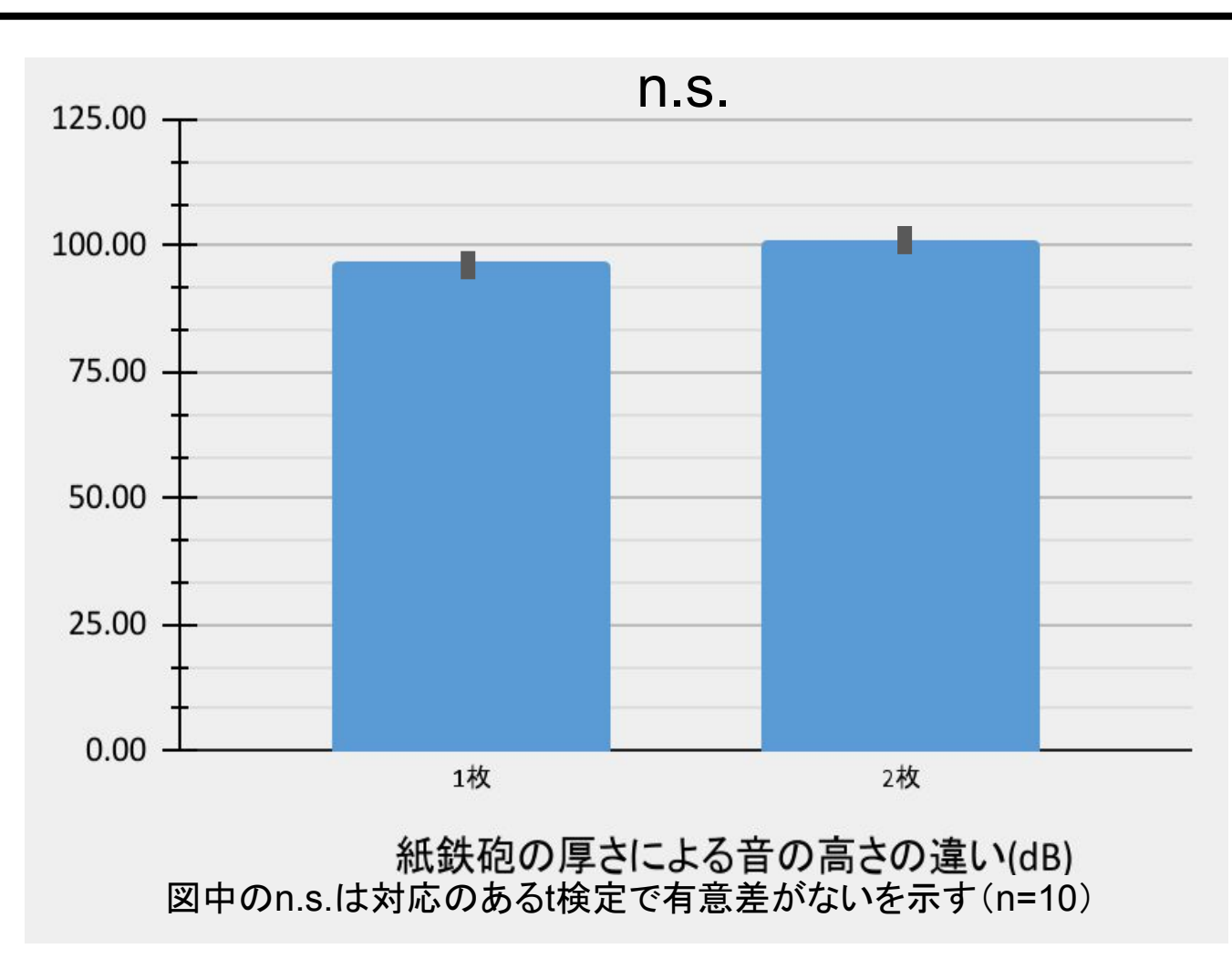
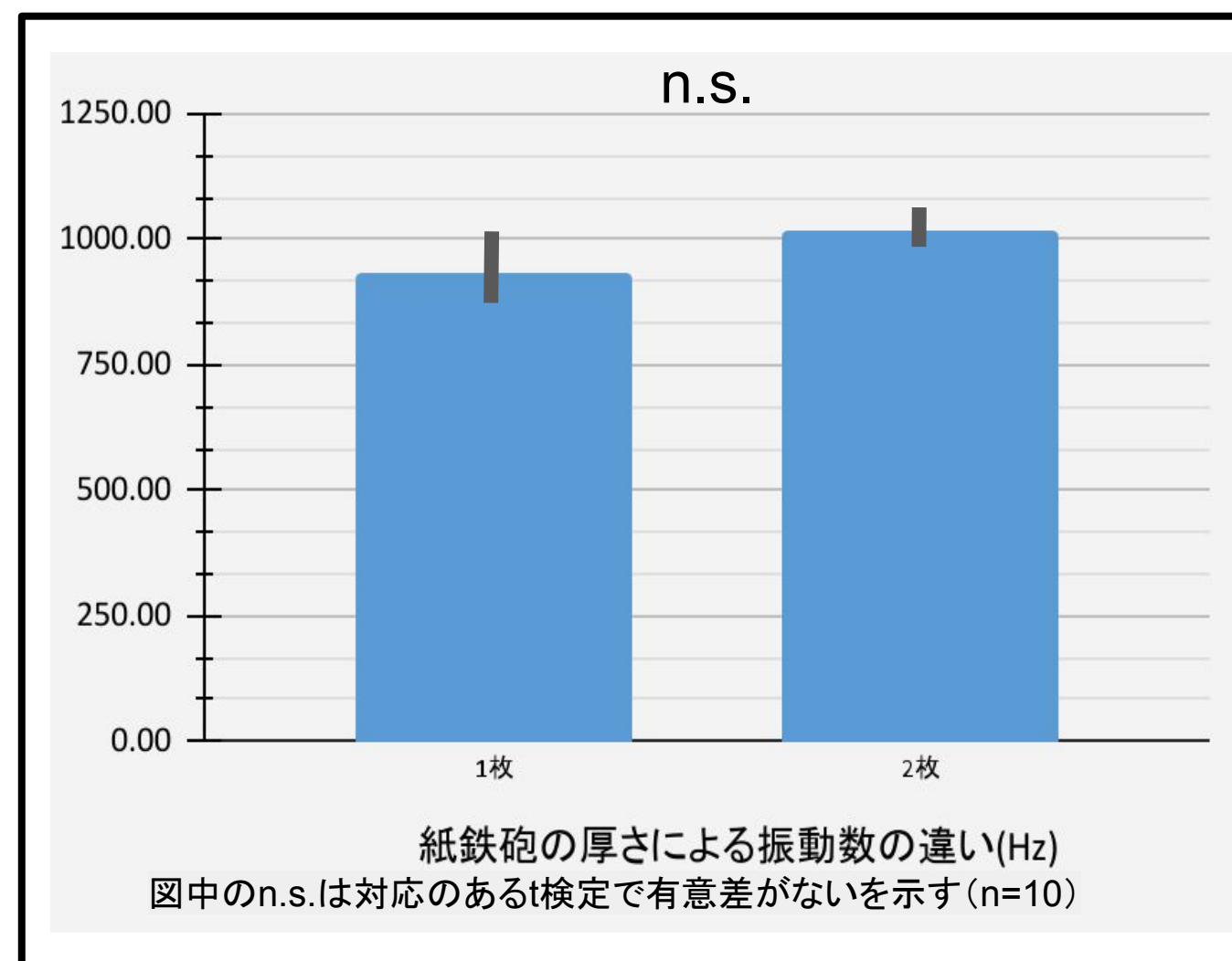
新聞紙の大きさ1/4と新聞紙大きさ1/8で振動数、デシベルの違いに有意性は見られなかった。つまり、紙の厚さによる音の大きさ、高さに違いは見られない。



←実験①
右 振動数
左 大きさ

実験結果②

新聞の厚さ1枚の紙鉄砲と2枚の紙鉄砲で振動数、デシベルの違いに有意性は見られなかった。つまり、紙の厚さによる音の大きさ、高さに違いは見られない。



←実験②
右 振動数
左 大きさ

追加QR

紙の種類によって音の大きさ、高さは変わるのか？

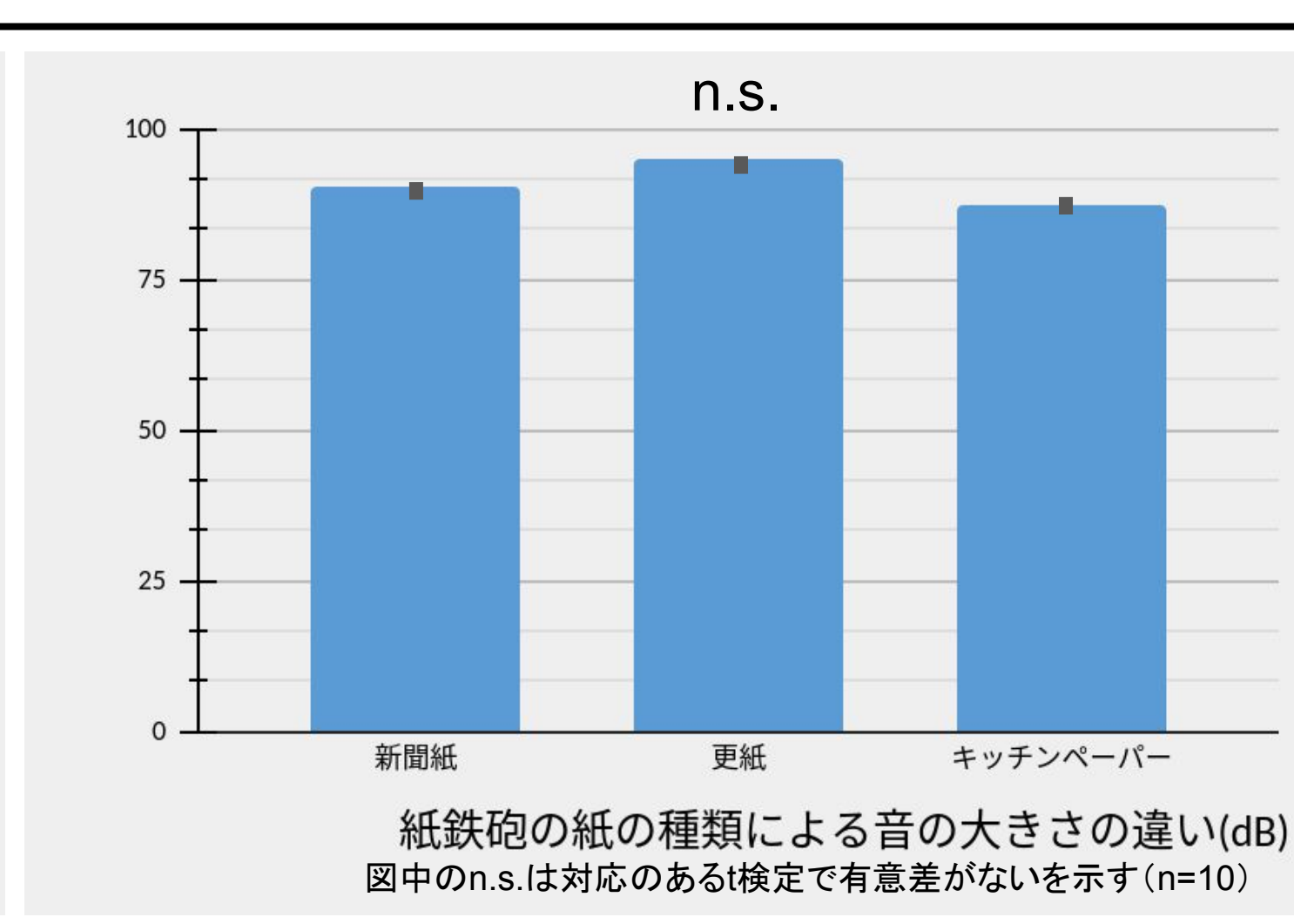
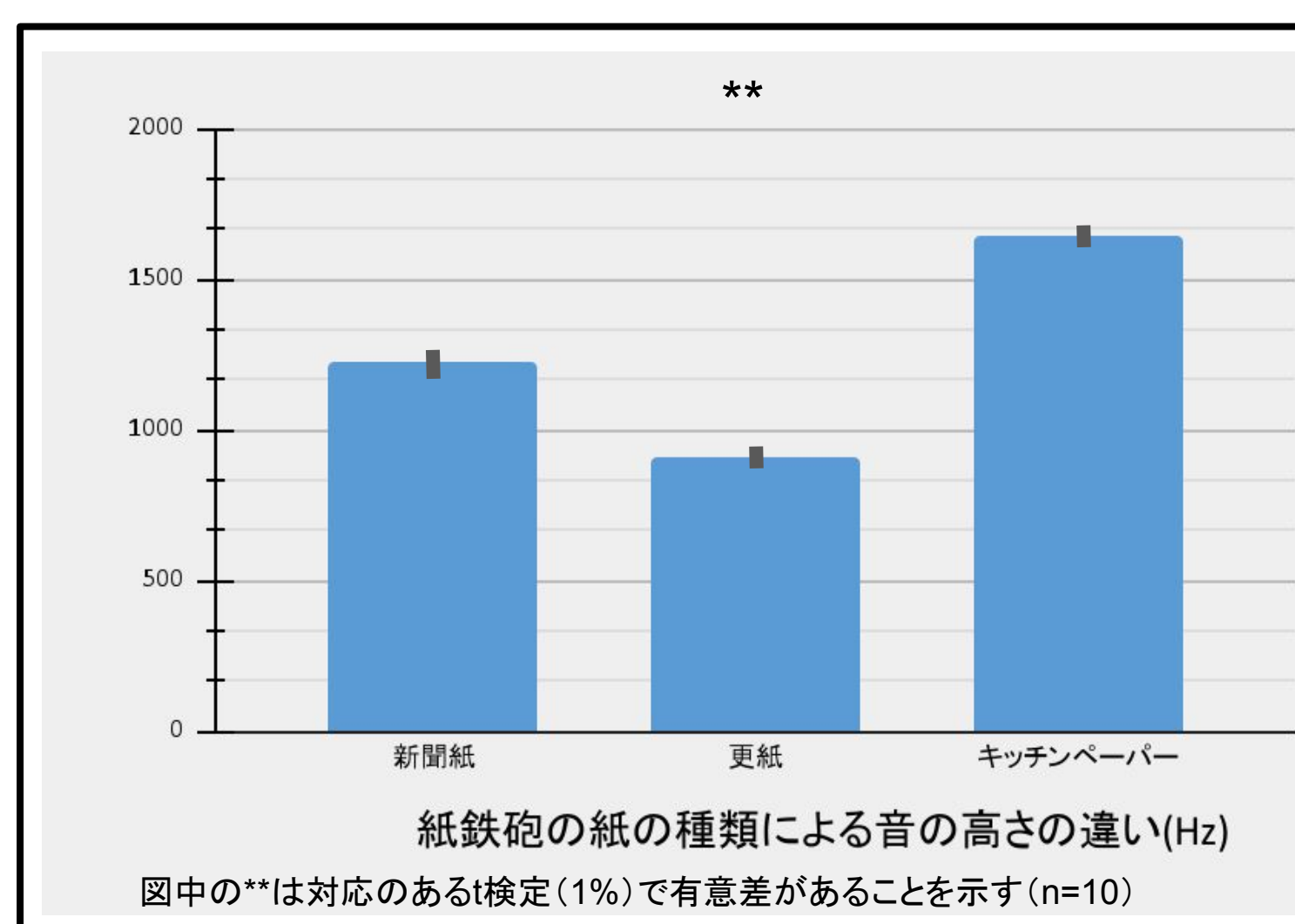
追加実験

③紙の種類 A4の新聞紙、更紙、キッチンペーパーの三種類で比較する(実験方法は前の実験と同じ)

実験結果③

三種類の紙で比較すると、振動数は更紙・新聞紙・キッチンペーパーの順に大きくなった。また音の大きさにおいては違いに有意性は見られなかった。つまり更紙・新聞紙・キッチンペーパーの順に音は高くなり、この三種の紙における音の大きさには違いはない。

仮説の正誤
仮説では、開いた瞬間の体積が大きい方が音が低いと考えたが、開いた瞬間の体積と音の高さに関係しなかった。また、紙が厚いほうが音は低いと考えたが、紙の厚さと音の高さにも関係は見られなかった。



←実験③
右 振動数
左 大きさ

更紙とキッチンペーパーで約1オクターブの差が！これもなにかに使えそう...

	新聞紙	更紙	キッチンペーパー
新聞紙		T	T
更紙			T
キッチンペーパー			

新聞紙、更紙、キッチンペーパーのすべての間に差があることが証明された。

過去
未来

もっと色々な種類の紙で実験してそれぞれの関係性について調べていきたい。

スタート

紙

RQ①

再生利用可能かつふやけない紙ストローをつくる

仮説

牛乳パックはリサイクル可能な素材で耐水性もある

牛乳パックに厚みがあり、ストロー状に形成できず断念

『強度』の定義
引張り・圧縮・せん断の力を加えたときに起こる変形に対する抵抗力。

⇒引っ張る力への抵抗力に着目
紙の厚さ＝抵抗力の大きさとし紙を重ねて使用・厚くする枚数が、紙の強度を表すとする。

RQ②

紙で作るメガホンの強度を変えると音の大きさはどう変わるか。

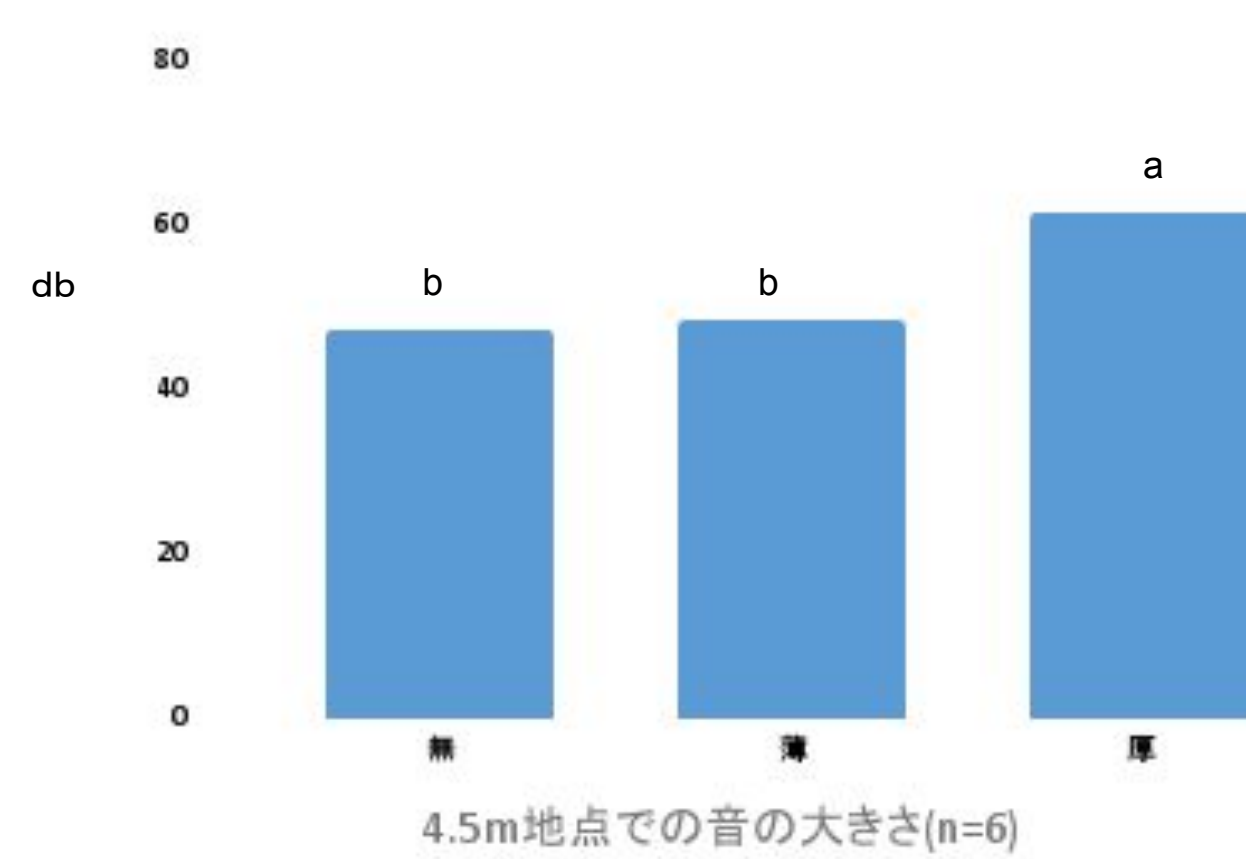
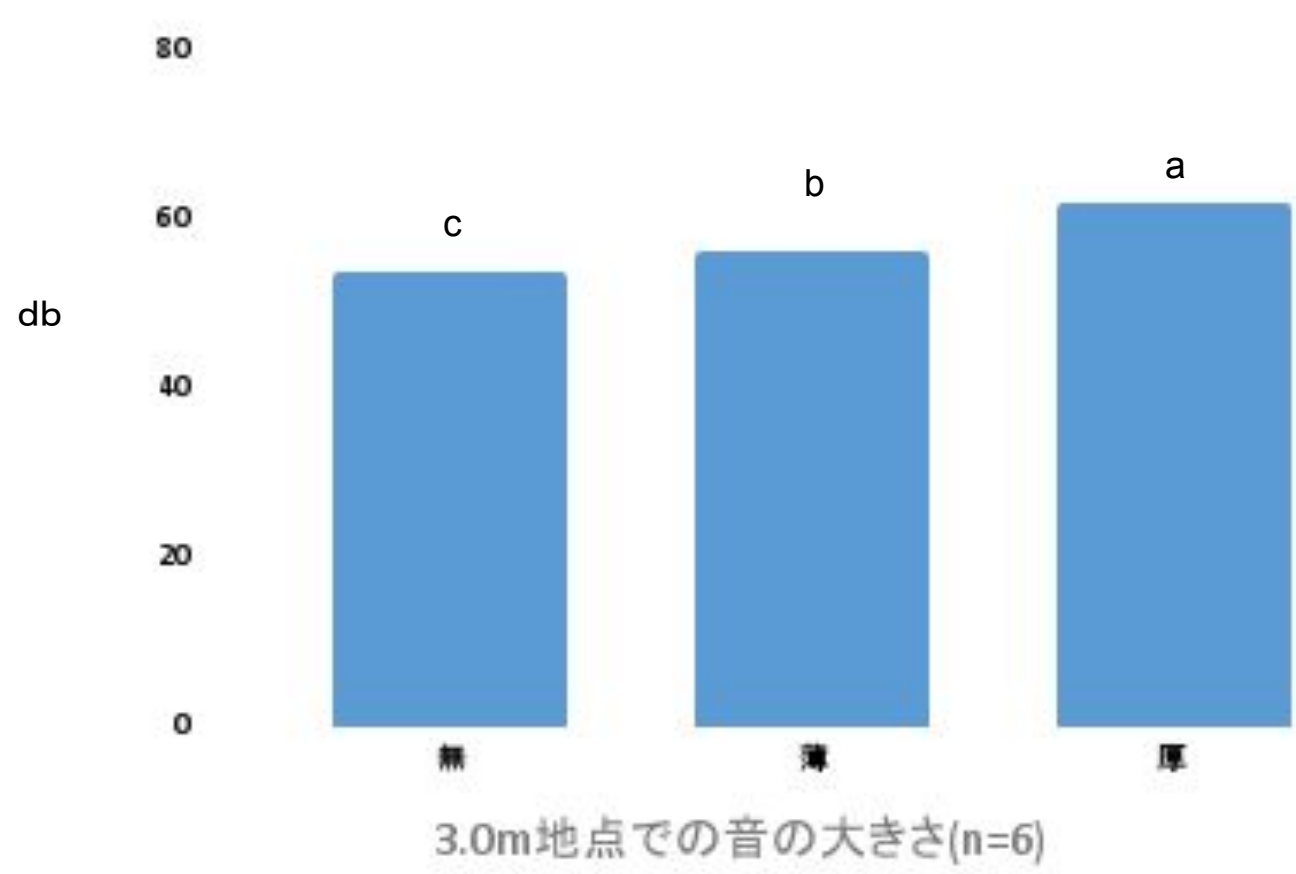
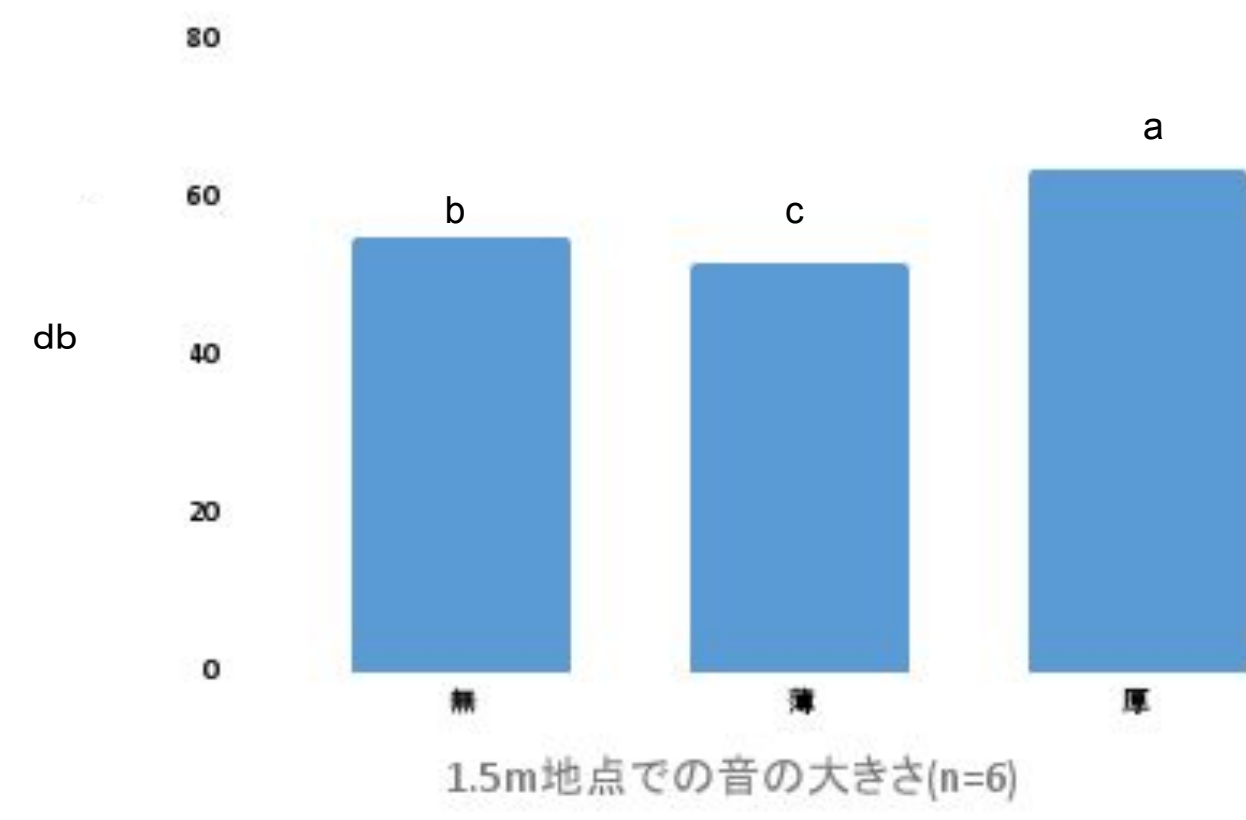
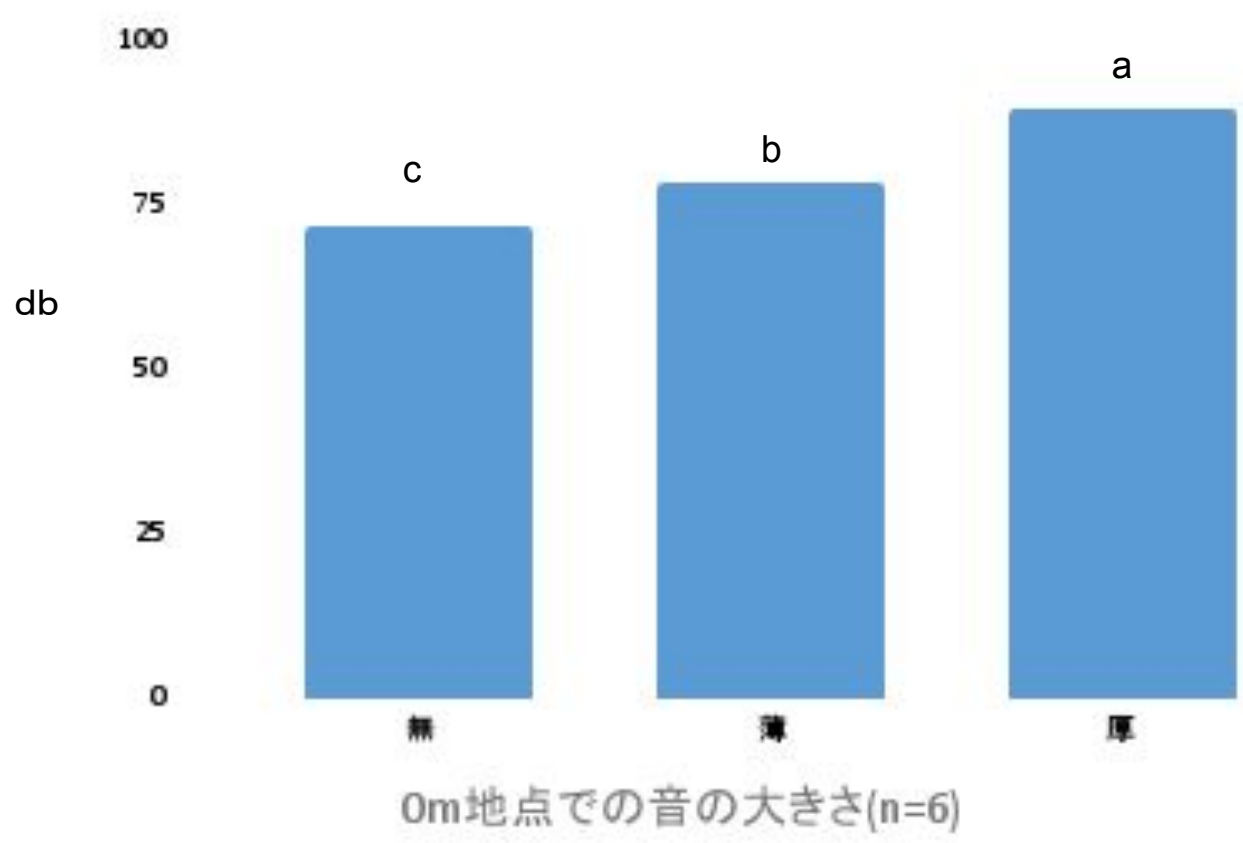
仮説

強度を強くするほど拡張される音は大きくなる。

柔らかいもの(布など)を叩いても音がせず、硬いもの(金属など)を叩くと音がするように、材質が硬く強度が強いほど音は反射しやすい。そのため、メガホンも強度を強くすればより反射して、より大きな音にすることができるのではないかと考えた。

実験方法

- ① 広くて静かな部屋(音楽室)にメジャーを敷く。
- ② 何も音を立てない状態で、騒音計を用いて部屋の音の大きさを計る。
- ③ 机の上に騒音計を固定し、メガホンを当てたときに0m、1.5m、3m、4.5mになる位置に机を置く。
- ④ 音源となるスマホを0mの机に置き、メガホンを当てずに5秒間400Hzの音を鳴らしたときの騒音計の数値を記録する。1.5m、3m、4.5mも同様に数値を取り、これを6回繰り返す。
- ⑤ 1枚の紙で作ったメガホンをあて、④の手順を繰り返す。
- ⑥ 4枚の紙を重ねて作ったメガホンをあて、④の手順を繰り返す。



1枚の紙で作ったメガホンより、4枚の紙を重ねて作ったメガホンの方が、音が大きくなった。
1.5mと3m、3mと4.5mの値にあまり差異が出なかった理由としては、壁との距離などによる反響音の影響や、他にも、生活音や車の音などで結果が左右されてしまったことなどが考えられる。

結果 部屋の音の大きさ: 37.4db

(i)メガホンなし

	0m	1.5m	3m	4.5m
1	70.7	54.0	54.0	48.5
2	71.6	54.9	53.7	46.8
3	72.7	56.2	54.2	47.8
4	72.2	55.0	54.6	48.3
5	71.6	55.6	53.8	47.0
6	72.4	55.0	52.5	47.0

(ii)1枚

	0m	1.5m	3m	4.5m
1	81.2	52.5	55.5	37.4
2	75.3	51.2	53.7	49.9
3	74.9	52.1	56.9	48.4
4	74.9	49.1	55.3	48.6
5	83.7	56.0	58.0	54.0
6	80.7	51.3	58.1	53.2

(iii)4枚

	0m	1.5m	3m	4.5m
1	88.1	62.3	61.4	62.4
2	90.5	61.2	63.4	62.8
3	90.0	64.9	62.8	59.9
4	90.3	64.0	62.2	60.9
5	89.6	65.9	60.5	62.4
6	89.8	64.0	62.6	61.2

過去

未来

環境条件が屋内のみに限られてしまっている
⇒校庭で行うなど環境条件を変え、環境音に左右されないことを証明する

1.5mと3mの値がほとんど同じ理由を調べる

壁からの反響音が音の大きさに影響を与えてしまう
⇒体育館などの更に広い場所ならば正確な値を測定できる?

スタート

紙

RQ
紙は毛布の代わりに使えるのか!?

仮説
新聞紙を用いて、毛布と同程度の保温性を持つ物を作る。

仮実験1
気温24°Cで、20分間計測した際、①②③のペットボトルの水温の変化はそれぞれ、①48°C→38.5°C、②48°C→41°C、③48°C→42°Cだった。よって、新聞紙は、かなり毛布に近い保温性を持っていると考えられる。

実験方法
①ポットでお湯を沸かす。室温を測る。
②3本のペットボトルにお湯を入れる。(1本はそのまま、1本は新聞紙、もう1本は毛布で包み、それぞれ①②③とする。このとき温度は40°Cに、水も統一する。)
③20分後にそれぞれの水温と室温を測る。

仮説
新聞紙を使って、水温を85%保温できるものを作る。

説明
仮実験1で、20分間実験を行った際、新聞紙で包んだペットボトルでは、実験前48°Cだった水温が実験後は41°Cとなった。よって、 $41 \div 48 = 0.854 \dots \approx 0.85$ と計算し、新聞紙で包むと、水温が85%保温されると考えた。

疑問
新聞紙を使ってペットボトルの水温を85%保温できると言っているのか?

熱で考えてみる
D=x分間の温度の減少(°C)
c=水の比熱(J/(g·K))
m=水の質量(g)
と置くことで、放出された熱量Q(J)を
 $Q = Dcm$

この方法で、
x=20 c=4.2 m=205
とすると、

ステイタス	失熱量/保温率
なにもなし	8179.5J / 80.2%
新聞紙	6027J / 85.4%
毛布	5166J / 87.5%

※保温率R (Pは最初に持っていた熱量)
 $R = (P - Q) / Q$

仮実験2
気温は17°C。
左の式に当てはめて考えると、
x=25 c=4.2 m=570

なにもなし	15561J (83.8%)
新聞紙	8857.8J (90.8%)
毛布	6463.8J (93.3%)

実験方法
仮実験1と同じ方法で、20分間ではなく、25分間実験した。

新聞紙と毛布の保温率に違いがあることが分かった。

仮説
ペットボトルを包む新聞紙の枚数を増やすにつれて、新聞紙の保温率は毛布の保温率に近づいていく。

本実験1
新聞紙の枚数を一枚、二枚、三枚と変えて、仮実験と同じ方法で実験した。

疑問
調べる対象は水でいいのか? 比熱がより小さい溶液で実験したほうが良いのではないかと?

(理由)比熱が大きいことで、水温の変化が少なく、新聞紙と毛布の差があまり大きく現れなかったのではないかと考えたから。

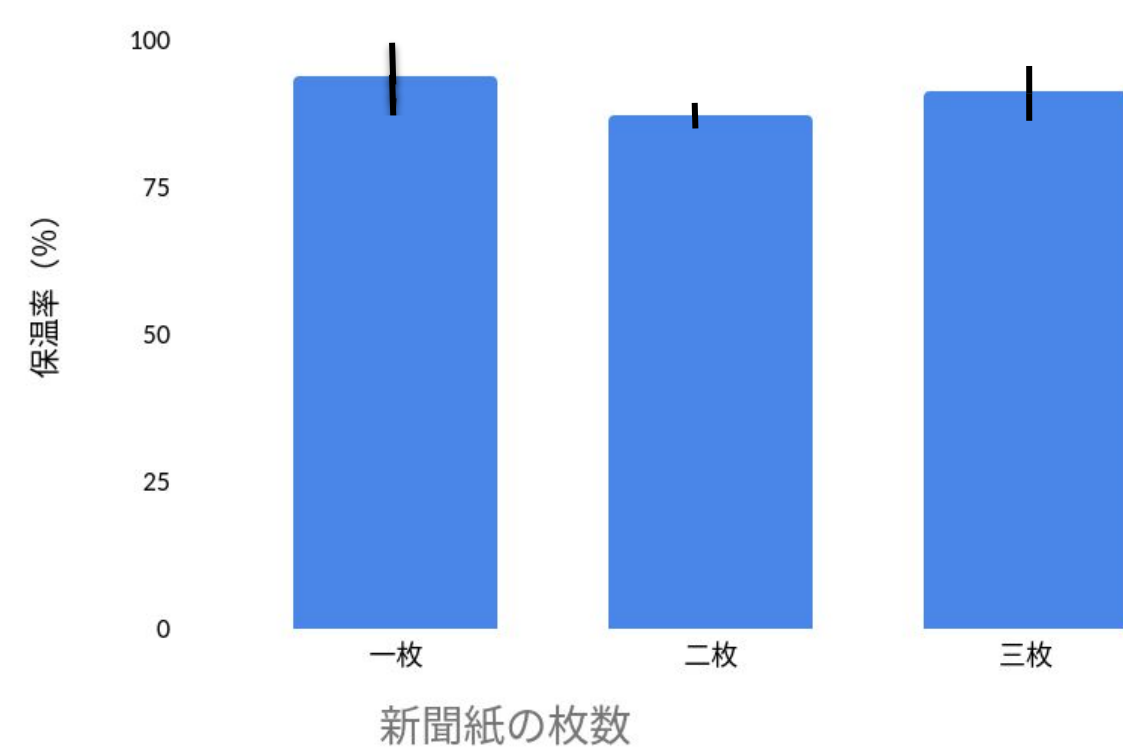
水以外の溶液で実験してみるのには、調べる対象が増えてしまうので、今回の実験ではこの点について考えず、実験した。

疑問
長時間実験をした方がより正確なデータを得ることができるのではないかと?

時間を長くすることは、実験を多く行うという点で難しく、なおかつ、実験をする時間を長くすることで、保温率が変化するかどうかというのは定かではないので、今回の実験では、この点について考えないものとし、これからの実験はすべて30分間で行うことにした。

疑問
室内の温度や空気の動きに結果が影響を受けているのではないかと?

現段階でこの点について、対策を考えていますが、特にこれといった対策はできていません。そのため、今回の実験では、この点については考えないものとしています。



本実験1の結果
統計検定の結果、新聞紙の枚数が一枚、二枚、三枚の時、保温率には差がないと言える。つまり、仮説は否定された。

過去
未来

課題
・変数が多すぎる
・実験の母数が少なすぎる(n=1)



・気温(実験ごと/同じ実験内)
・水温
・水量
・実験時間
・誤差(温度を測る時間や新聞紙を巻きつける時間)
実験ごとに容易に変化する値が多すぎて、本命の"保温の程度"の結果の信憑性が著しく低下してしまっている。解決策を考えるため、皆さんの知恵をお貸してください!!

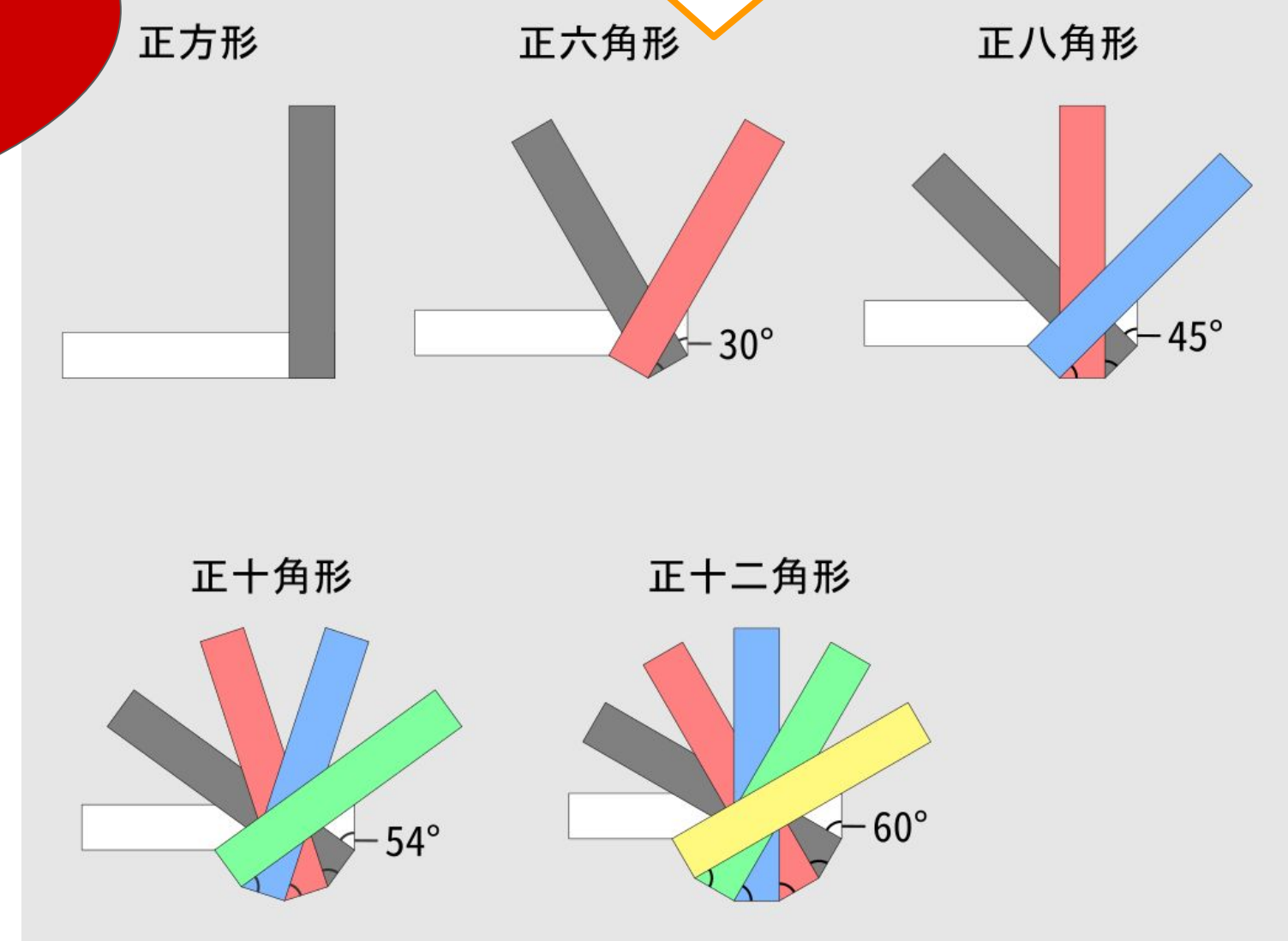
スタート

紙

現在世の中では様々な商品の価格高騰が続いているが、精製食品の物持ちを良くするという目標の元、紙を活用できないか

子供の頃に遊具として使っていた紙を、将来のために有効活用することはできないか

参考にした作り方



RQ 野菜を紙で包むことは保存性があるのか

RQ どの紙が最も微生物が繁殖しやすいのか

RQ 紙バネのばね定数は角の大きさによって変わるのか

仮説 あると考える。また、新聞紙が最も保存性があると考える。

仮説 よりパルプの割合が多いほど繁殖しやすい

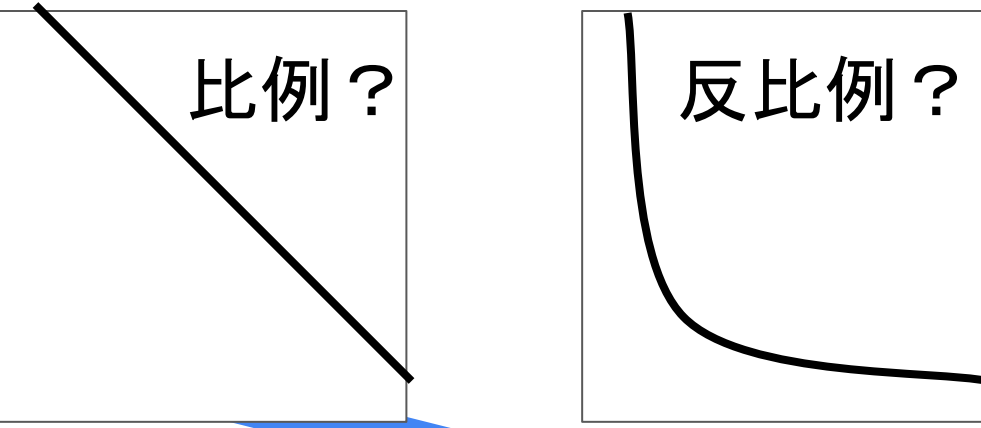
仮説 角を大きくするほどばね定数が大きくなる

こう考えた根拠としては、普通の金属製でできているバネは、円形が連なっている形に連なっていることが多く、わざわざ弾性力の小さい形でバネを作成するとは考えられません。それならば紙も、角の大きさが大きいほど、ばね定数が大きくなると思えました。

何を基準に保存性があると言えるようにするのか定量化が難しかったため断念

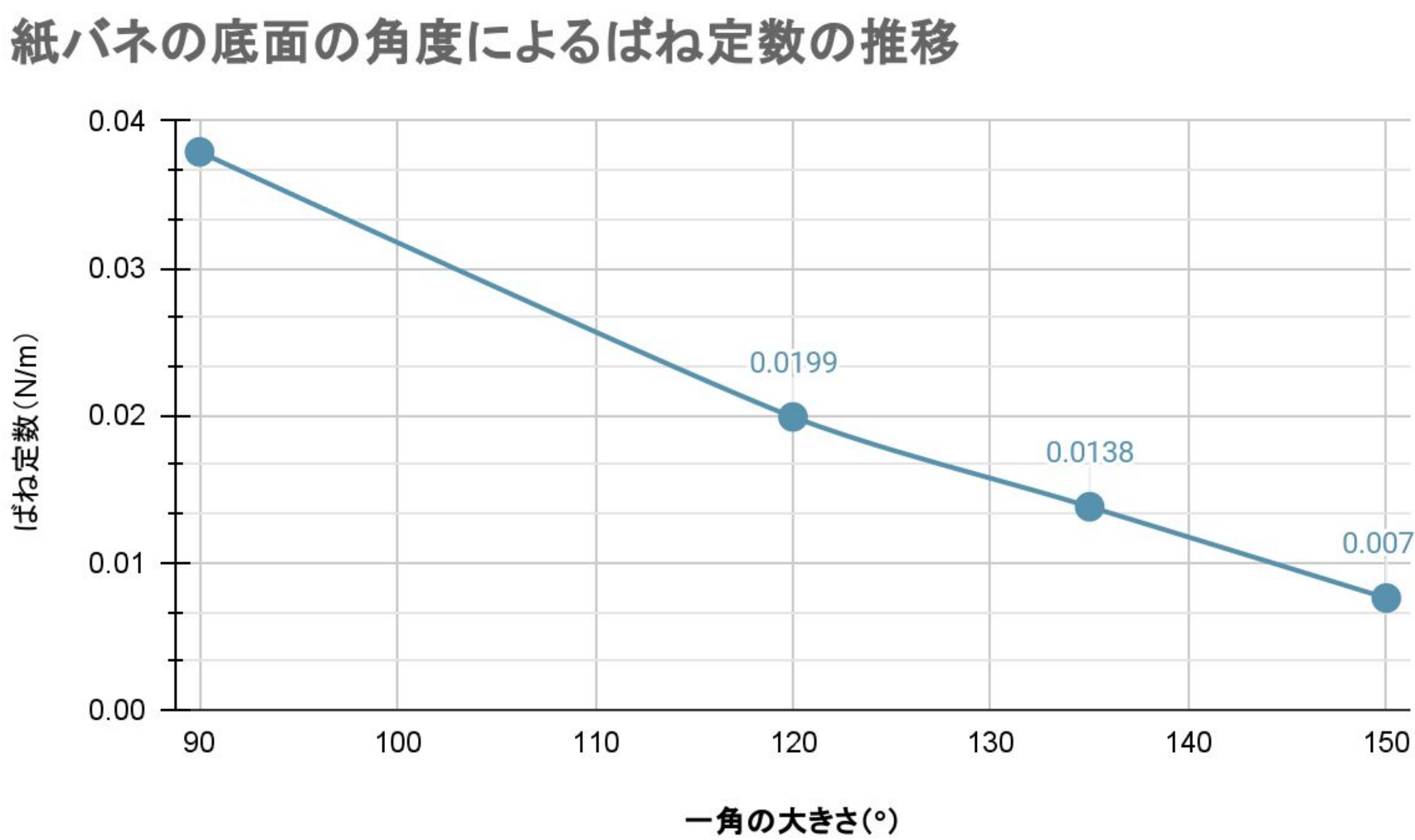
寒天培地での実験が対照実験にすることが難しかったため

予備実験 正方形と十二角形の紙バネのばね定数に差は出るのか



2つの角を比べたが、結果のグラフが反比例なのか、比例の関係になっているのかわからない！！

予備実験の結果 正方形の方がばね定数が大きく2つの弾性力には差が生まれた。



本実験結果 左のグラフを見てもわかるように、角とばね定数の関係は傾きが負の比例関係になる

加えて他の多角形の時、一貫した関係になるのかも確定できない

本実験 正方形と十二角形の間である八角形で実験を行い、反比例と比例の関係のどちらが近いか考える。

私達が最初に実験の予想としては角が大きくなるほどばね定数は大きくなると思っていたが、結果は角が小さくなるほど、ばね定数は大きくなるということが判明した。ではなぜ生活の中でみる金属製のバネは円形が多いのか。参考文献を探したところ、「ばねの設計や製造する上でも四角形や三角形は難易度が高くなってきます。」と言及されていた。

過去
未来

今後の実験への抱負

紙バネの将来のための有効活用として、私達の班は災害時のベットとして使えるのではないかと考えました

紙ばねを災害時のベットとして使うことの利点

今回の実験では、正方形、六角形、八角形、十二角形の紙バネでしか実験することができず、確実に角数が少ないほどばね定数が大きくなることを立証できなかったため、もっと他にも様々な種類の多角形で試したいと考えました。また、時間が足りず何回も実験を行えず、T検定を使って実験の正確性を確かめることができなかったため、何回も実験できたら良いなと感じました。

③気を紛らわすことができる
災害はいつ起こるか分からず多くの場合家族と離れ離れとなってしまう、多くの人が心配でいっぱいになって、気が動転してしまうことが多いと予想できるが単純作業の繰り返しにより場の混乱を収められる

②誰でも簡単に作ることができる
金属のバネを作るとなると特定の工場や、一定の場所でのみ作ることができず、緊急の場合では大量生産することは難しい

①保管に場所を取らない
災害時は学校などに避難する機会が多く、多くの人が避難するため、保管するのにたくさんの場所を取れない。そのため紙という薄い素材でベットを作ることができれば利点となる

～今後の実験についての詳細～

- 1、今回使った多角形で何回も実験を繰り返す。
- 2、もっと多くの種類の紙ばねを作って、推移を調べる。

紙バネの災害時利用には利点がたくさん！！

スタート

紙

仮実験

《方法》
 ①A4の紙を八分の一に切り、質量を計測し、ビーカーに入った水に10秒間浸す
 ②紙を浸す前後のビーカーの質量の変化から、紙の吸水量を調べ、水に浸した雑巾、紙にそれぞれ挟む
 ③Chromebookをおもりとして、挟んでいる雑巾、紙の上のせ、3分乾かす
 ④紙の質量を計測し乾いた水の量、白黒写真を撮影しシワの程度をそれぞれ調べる
 《結果》
 雑巾 吸水量 0.73g(平均値 n=3)
 シワの程度 白い部分(シワなし)と黒い部分(シワあり)の比率
 →数値化が難しい
 紙 吸水量 0.87g(平均値 n=3)
 シワの程度 白い部分と黒い部分の比率
 →数値化が難しい
 《考察》
 雑巾よりも同じ紙のほうが吸水量は多くなった。
 ただ、紙で挟む場合、挟む紙が水分を吸収するため、濡れて、シワができてしまう。
 また、白黒写真だとシワの程度の数値化が難しいため、比較が不可能である。

RQ
濡れた紙は布と紙のどちらで挟めばシワなく乾かせるか

「シワなく」の定義が難しい



仮説
布の織り目が粗いほど水を吸収すると考えられるので、雑巾→タオル→ガーゼの順に吸収量が増加する

RQ
濡れた紙はどのような布に挟まれると水をよく吸収されるか

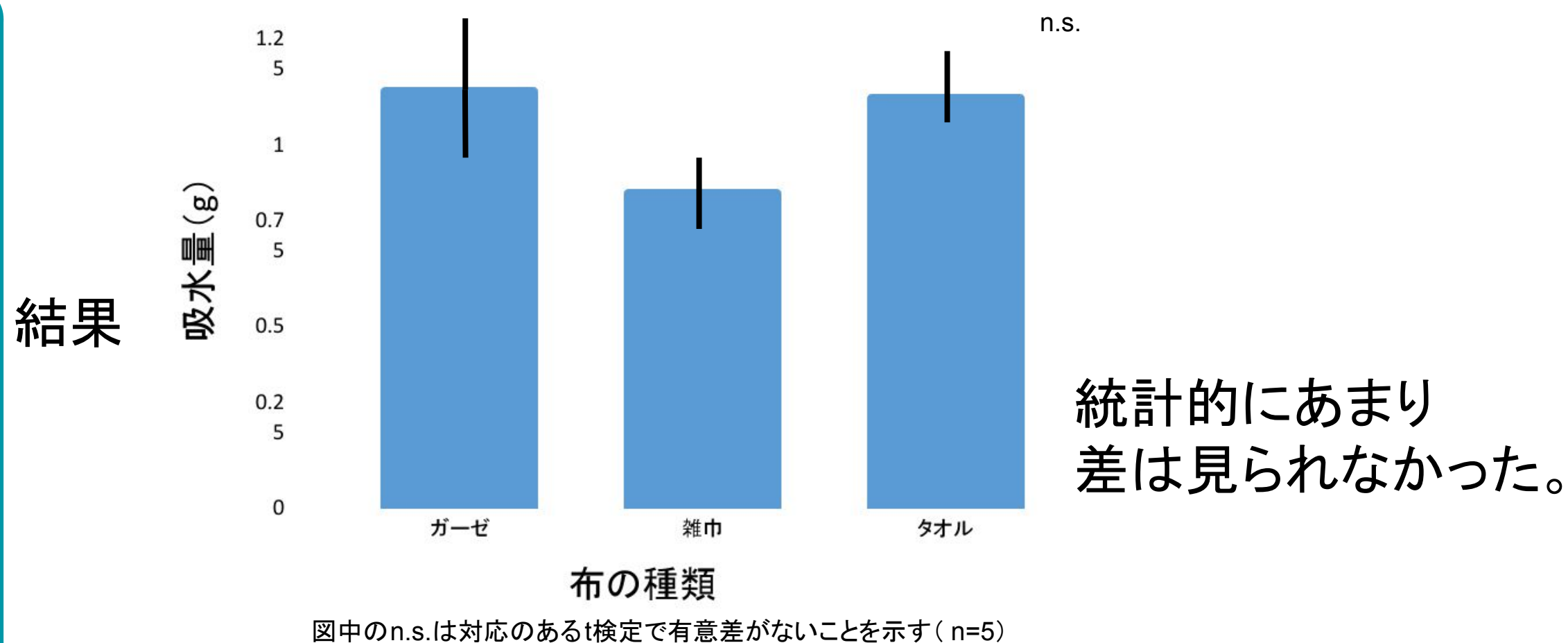
本実験

方法
 ①八分の一等分にしたA4の紙をビーカーに入った水に浸す(10秒)。ここで、紙を浸した状態のビーカーの重さを測定する。
 ②紙を雑巾、タオル、ガーゼに挟み(5分)、おもり(Chromebook)をのせる。また、紙を抜いた状態のビーカーの重さを測定する。
 ③紙を布から取り出す。紙の質量を計測し、布が吸収した水の量を調べる。
 ※布が吸収した水の量=(①-②)-③

結果
 雑巾 一回目 1.1g
 二回目 0.7g
 三回目 1.0g(別日に実施した)
 四回目 0.8g(別日に実施した)
 平均値 0.9g 標準偏差 $\sqrt{10/20}$
 →標準偏差は小さいものの、同じ布間で少し差があることが気になった。
 異なると考えられる条件…水の温度、室温
 →この条件を揃えて、再実験を行う

水の温度によって吸収量が変わる

水の温度を一定(5度)し、上記の方法で実験し直した



統計的には差がないという結果になったが、グラフをみると、仮説に反してガーゼの吸水量が比較的多いことが見受けられる。よって、仮説は否定された。
 統計的にあまり差は見られなかった。
 考察
 →・ビーカーにつけたときの紙の水の吸収量が、比較的小さい場合が何度かあり、吸水量に差が生じにくかったのかもしれない。
 ・回数が極端に少ないことも一因と考えられる。
 ガーゼの吸水量が比較的多い。
 →・使用した布の厚みが同一だったか、見直す必要がある。そもそも…
 「布の織り目の粗さ」の定義が曖昧なまま仮説を立ててしまった。

展望

考察を踏まえて
 ・「布の織り目の粗さ」の定義をより明確にした上で、仮説を立てる必要がある。
 ・布の厚みを統一して再度実験を行う必要がある。
 ・より正確なデータを得るために、実験の回数を増やす必要がある。
 また、今回は5度という低い温度で実験を行ったが、温度によって吸水量に差異があるのか気になったので、追加実験としてより高い温度で同様の実験を行った。結果は右の表のようになったが、これだけの回数ではなんとも言いえない。より回数を重ねて、
 ・同じ温度のときの布の種類による吸水量の差
 ・同じ種類の布のときの水の温度による吸水量の差があるか調べていく。

追加実験の結果

布の種類	水の温度	吸水量	水の温度	吸水量
ガーゼ	84.0	1.1	73.0	0.6
雑巾	〃	0.8	〃	0.5
花柄	〃	0.4	〃	0.5

スタート

紙

RQ
紙の油性の汚れの濁度を最も低くする食品はなにか？

RQ
油を最も吸収する紙は何か？

【実験方法】
ある程度の大きさに切った様々な種類の紙に、ガラス棒で同僚の油を付着させ、1分放置する。1分後、紙が吸った油の広がった面積を円と見立てて直径の大きさを定規で計測する。また、1週間放置して完全に乾いた状態で再び計測した。

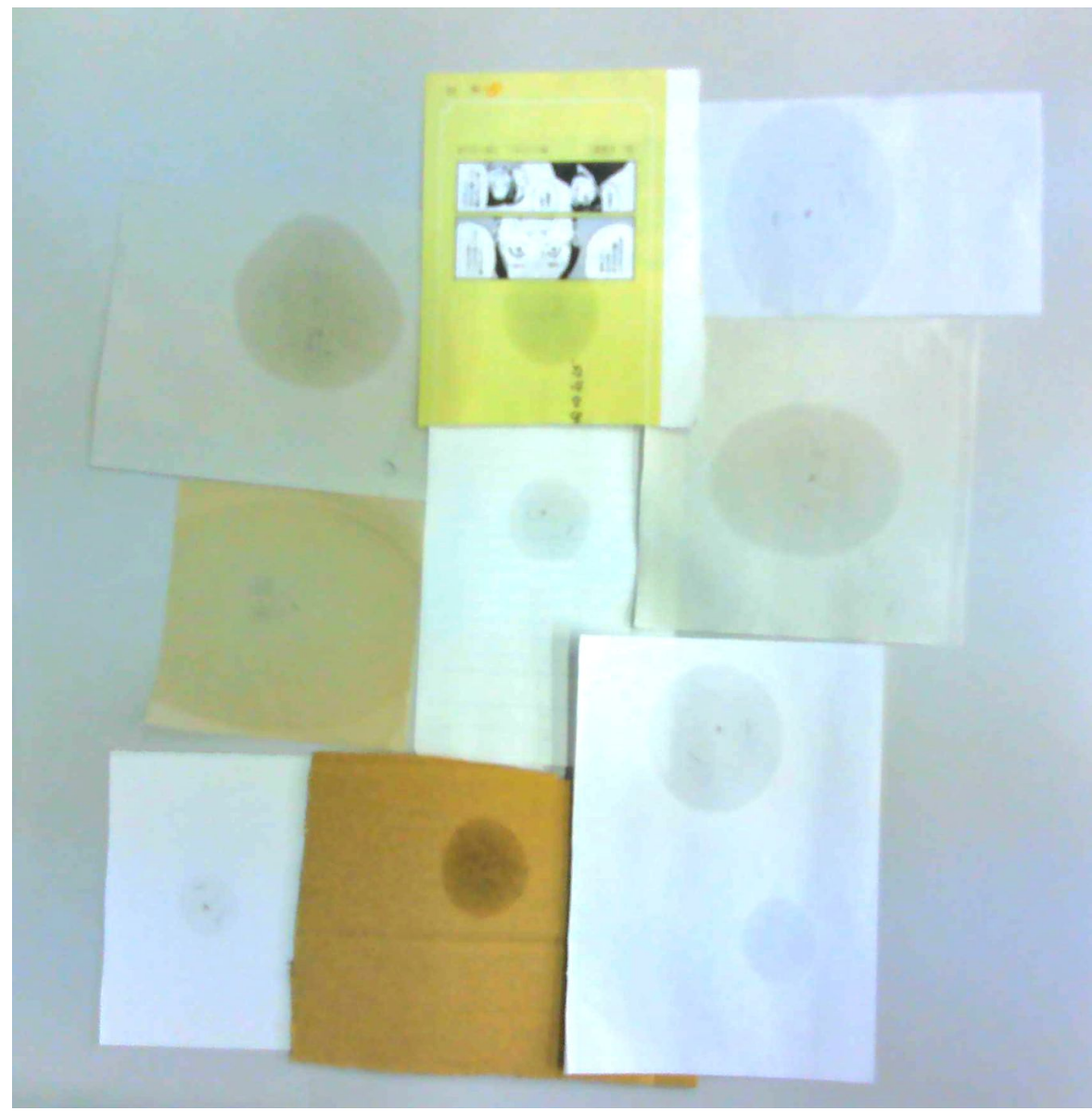
仮説
柑橘系の皮が一番良い

仮説
キッチンペーパー

使用した紙
新聞紙・わら半紙・キッチンペーパー(1,2)・半紙(つるつるの面)・画用紙・ダンボール・教科書の紙・ティッシュ・あぶらとり紙・ルーズリーフ・コピー用紙・トレーシングペーパー・ペーパーハンドタオル

仮実験
予想したような結果は出ず

【結果】
「吸収する」という言葉に対しての定義が甘く、垂らして計測するだけでは明確な比較ができなかった。
1分では、大きな差がなく、1週間経ったときには差が出た。しかし、紙からはみ出ていたり、置いて乾燥させていたため置いた面から再び吸収していた可能性などがあり、吸収した量が不明確だった。
また、「円の広がり=吸収量」ではなく染み込みやすさという可能性もあり、円の大きさは小さくても、同じ量を吸っていると判明したため、方法を再検討した。



実験1
どれくらい油を吸ったのか不明確だった

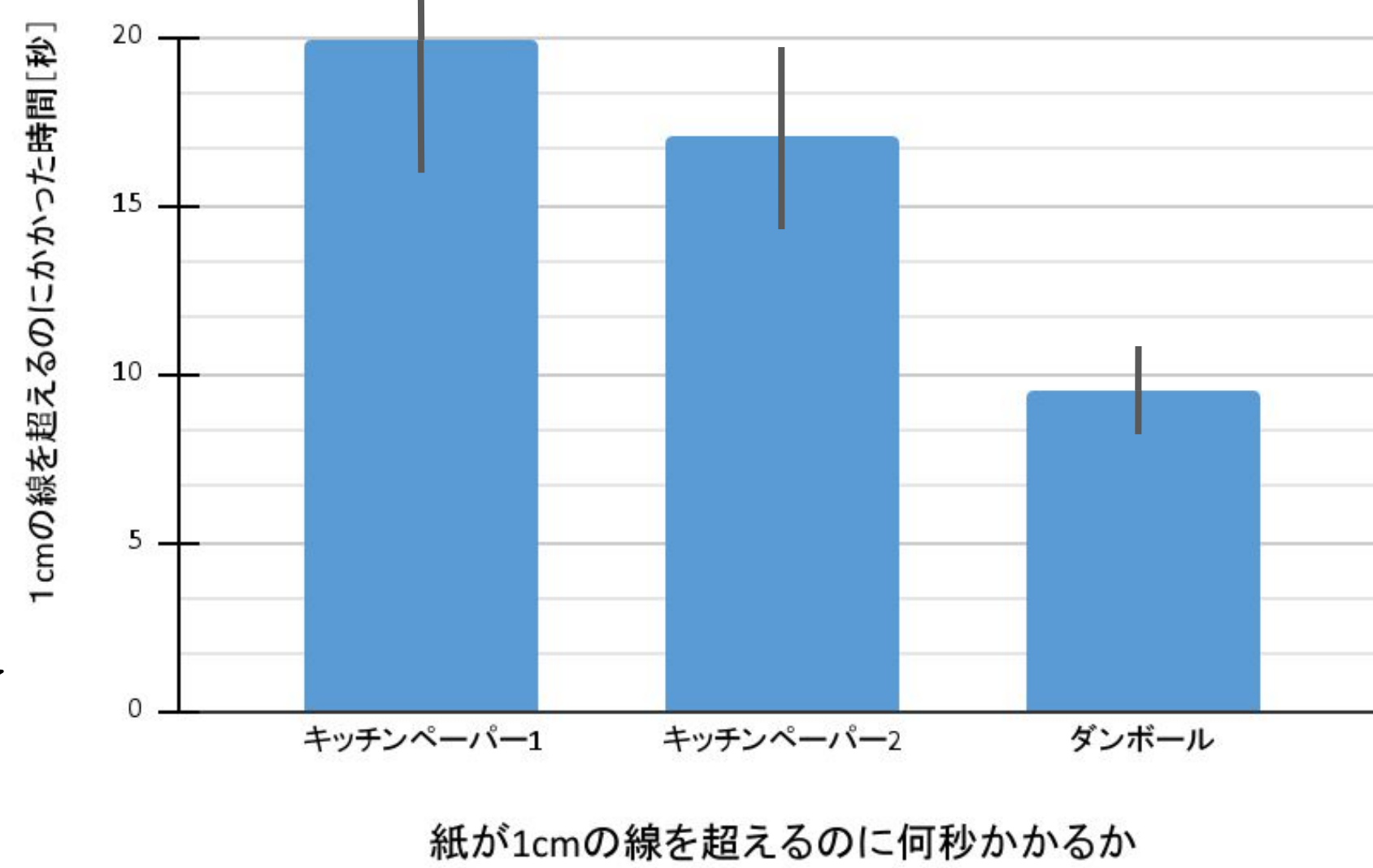
実験2
紙が油を吸った量が明確になるように紙の形状を変えて実験

【実験方法と結果】
柑橘類の中でも、オレンジの皮が油性の汚れを落とすリモンネンという成分が最も多く含まれており、効果的であると判断。
紙にペンで油性の汚れをつけ、皮で消しゴムで消すように汚れを擦る。紙の汚れの落ち具合に、柑橘類によって差が出ると予想していたが、どの柑橘類の皮でも汚れが落ちなかった。

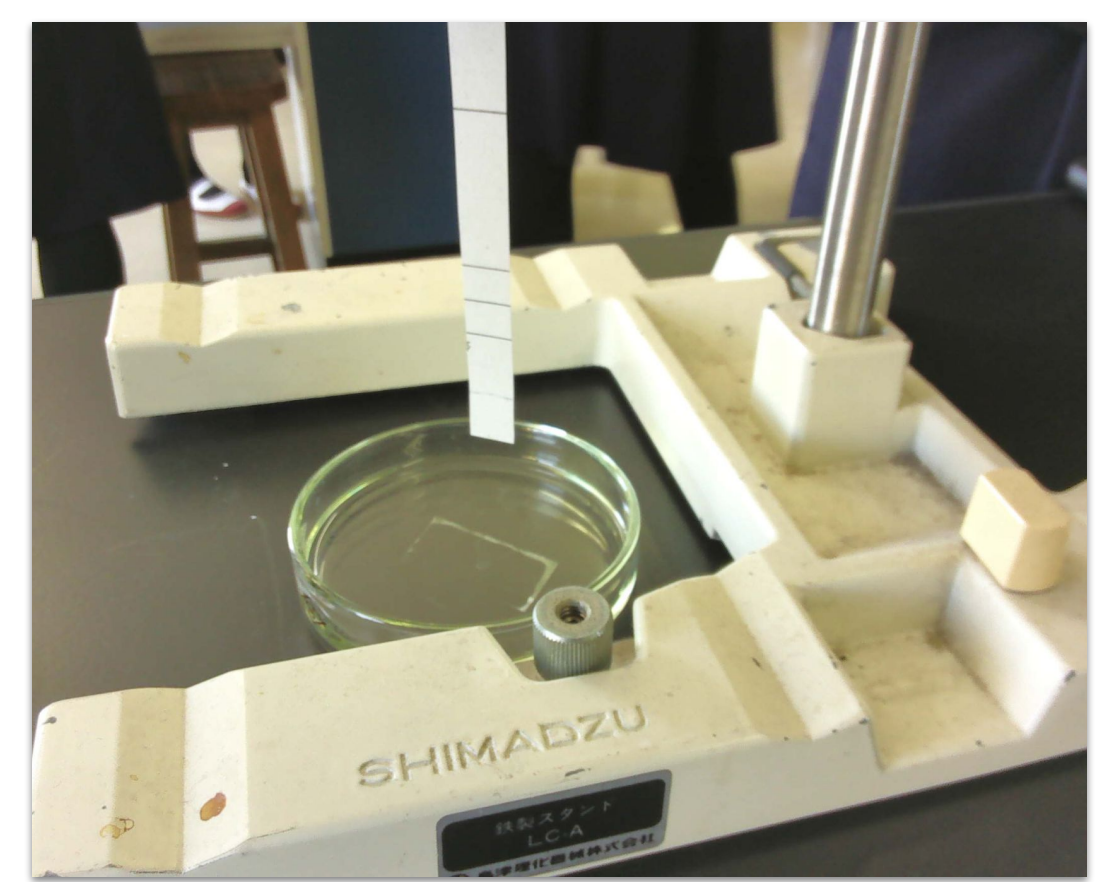
紙ではなく食品の話になっているということで断念

棒状にした紙に線をひき、油の表面につける。そこに到達するまでに何秒かかったかで計測した。
すると、1分以内に線に到達した紙と、1分を超えても線に到達しない紙に分かれた。
↓
「油を最もよく吸収する」ということを、「早くよく吸う」ということにして、1分以内に線を超えたものだけを実験3で再度実験することにする。

実験3
実験2で1分以内だった紙のみで実験
(わら半紙・キッチンペーパー1,2・ティッシュ・あぶらとり紙・ダンボール)



わら半紙、あぶらとり紙、ダンボールは実験2では1分以内だったが、今回の実験では1分を超えても線を超えることはなかった。そこで1分以内で秒数が得られたものだけで比較した。
統計検定を行ったところ、統計的に差はないという結果になった。



実験回数が少なすぎて、標準誤差が大きいため、実験の信憑性が低い...

過去
未来

仮説が肯定
その理由があるのか探究。論文を調べてみるのもよし

仮説が否定
その紙の特性の何が油を吸いやすくしているのか探究。論文を調べてみるのもよし

実験の回数を増やし、信憑性を上げる

実験方法を再考する

スタート

紙

RQ
殺菌・抗菌効果のある紙を作れるか

RQ
紫外線を通さない紙は作れるか

RQ
アンモニアの防臭効果のある紙を作れるか

仮説
緑茶を混ぜれば抗菌・殺菌効果のある紙を作れる。(緑茶にはカテキンという抗菌作用のある成分が含まれている)

仮説
ポリエチレンフィルムでコーティングすれば、紫外線を通さない紙を作れる。(実用例:牛乳パック)

仮説
0.26ナノメートルより繊維の隙間が小さくすれば、アンモニアの防臭効果のある紙を作れる。(アンモニア分子の大きさが0.26ナノメートル)

緑茶に含まれるカテキンに本当に抗菌効果があるのか実験してみる

通常の紙でも紫外線を遮断したため断念

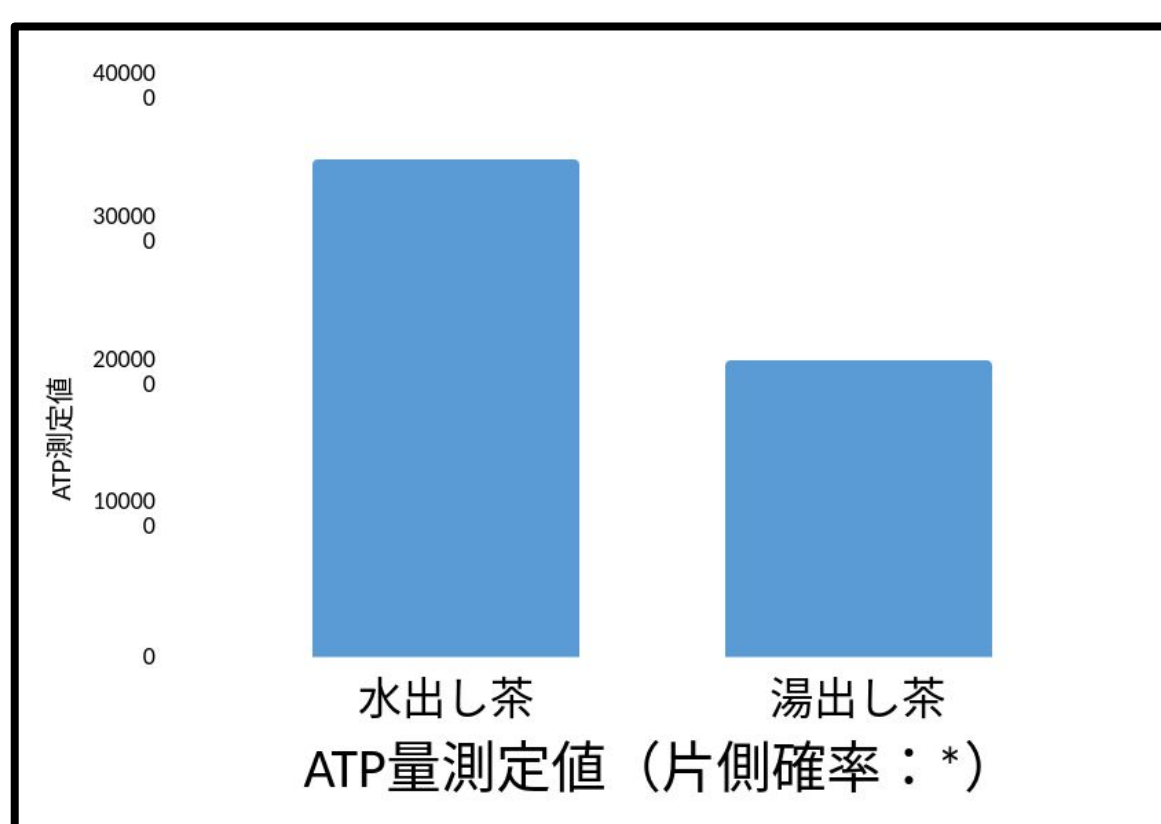
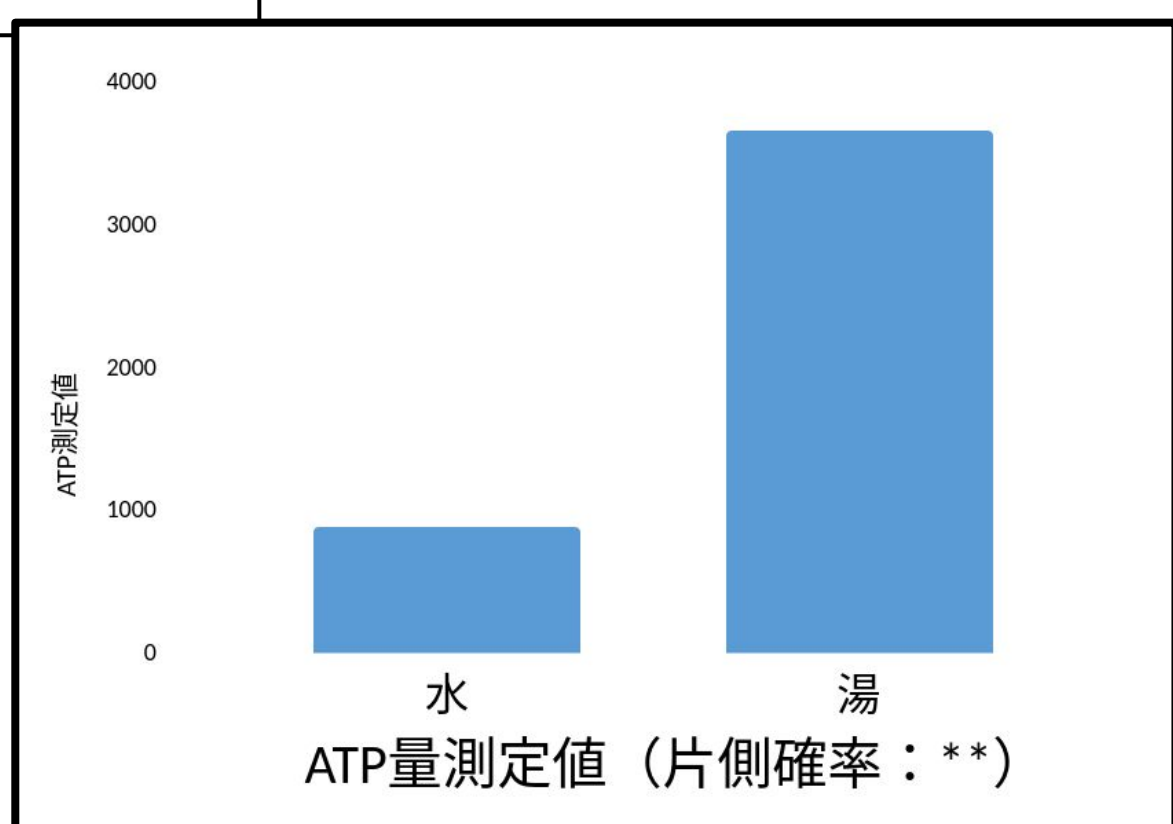
学校の顕微鏡では0.26ナノメートルの隙間は見えないため断念

トイレの床を
・湯
・湯出し緑茶
・水
・水出し緑茶
のついた綿棒でこすり、ルミテスターでATP量を計測

ルミテスター量計測実験
予想
水 > 水出し緑茶 > 湯 > 湯出し緑茶
結果
水出し緑茶 > 湯だし緑茶 > 湯 > 水

茶葉に含まれるATPが反応することでルミテスターが感知する光の量が多くなってしまい、カテキンの効果が分からない

カテキンについて詳しく調べる!



カテキンとは
ポリフェノールの一種
主にお茶の苦味成分で
抗菌効果がある
(緑茶にはエピガロカテキンとエピカテキンが多く含まれる)

古紙から紙を作ってみた
古紙の量がわからなかった
乾かし方が悪かったためカビた

RQ
抗菌効果のある紙を
緑茶と古紙から作れるか

つまり、ルミテスターでATPを計測しても予想通りの結果は出てこない
→カテキンの効果の証明方法は?



過去

未来

紙を作るときの古紙の分量と乾かし方の模索、材料に緑茶を混ぜて紙を作る

緑茶を混ぜた紙と混ぜてない紙で抗菌効果の差を計測

仮説が否定された時

調べてる過程で出てきた「タンニン」にも抗菌効果があるらしい
→緑茶以外でも作れるのではないか

タンニンとは
ポリフェノールの一種
コーヒーに含まれる
抗菌効果がある

仮説が肯定された時

実験成功

コーヒーを混ぜて紙を作ってみる

RQ
抗菌効果のある紙を
コーヒーと古紙から作れるか

コーヒーを混ぜた紙と混ぜてない紙で抗菌効果の差を計測

仮説が肯定された場合実験成功、否定された場合他の素材を使って同じ流れで実験する

スタート

紙

RQ
.....
紙に防水スプレーをかけた
ら撥水できるのか？

仮説
.....
撥水できると思う

実験方法
.....
〈実験前準備として、7.5×7.5サイズ
の紙の質量を測っておく〉
1.7.5×7.5のサイズに切った紙の質
量を量る
2.かけたスプレーが乾くまで待つ
3.乾いた紙の質量を測る、水に入れ
る前と後の重さを比較する

前提条件
.....
○水の付け方 浸す
○スプレーのかけ方 霧吹き
○かけるスプレー量 3ml
○紙が濡れているかの判断方法
水につける前後の質量を量る

〈水のつけ方について〉
【条件】
○紙全体に満遍なく水がつくようにする
○両面が同じ時間だけつかないようにする

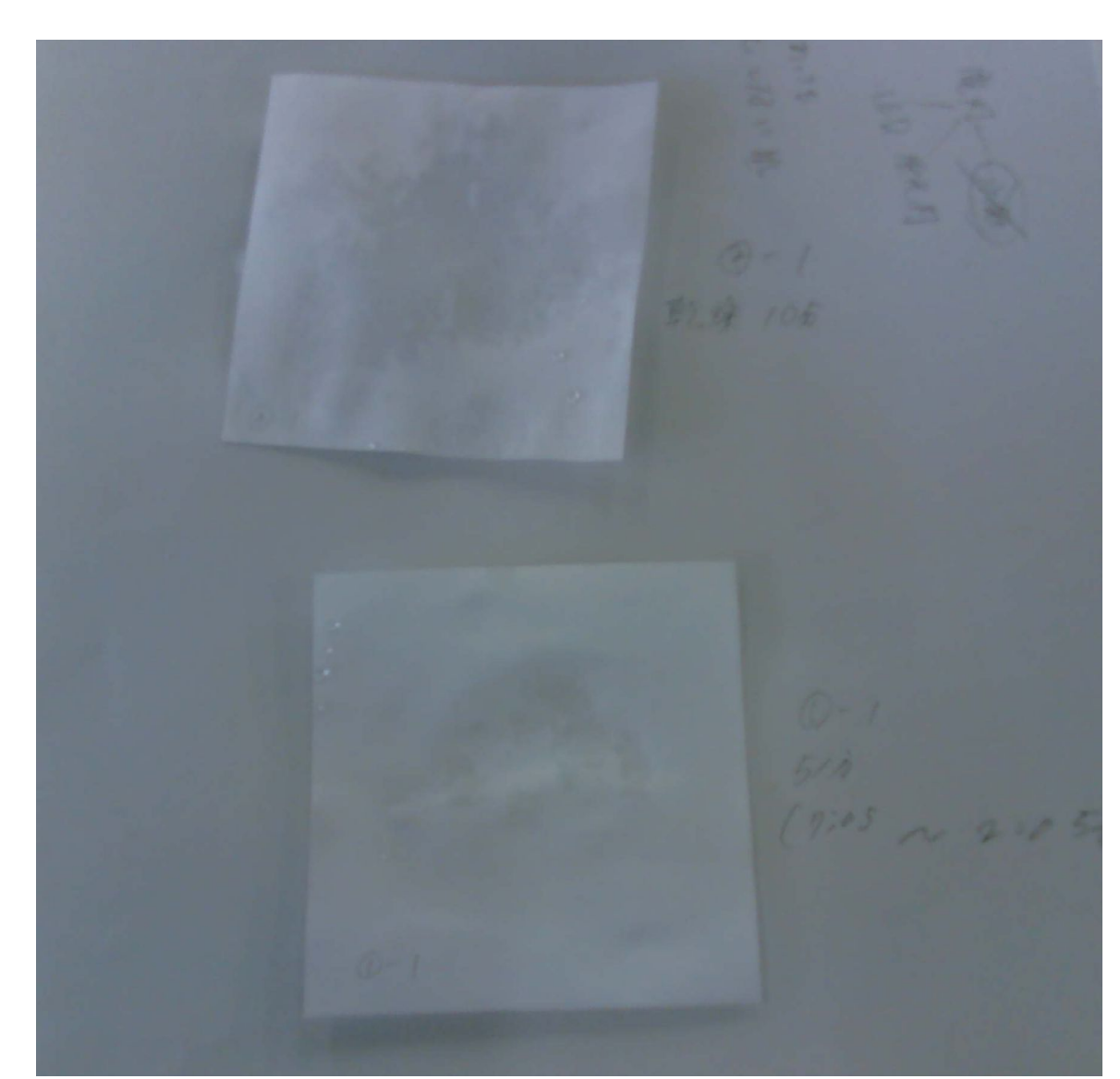
水をかけるのではなく、つけることに
する
【方法】
水を入れた容器に浸す
両面合わせて偶数にする
(実験1では片面3秒ずつ
実験2ではそれぞれ片面5秒、
片面10秒、片面15秒)

〈防水スプレーのかけ方について〉
【条件】
○紙全体に満遍なくかかるようにする
○かける量に差がでないようにする
満遍なくかかるように霧吹きを使用す
ることにする
【方法】
1.ビーカーに防水スプレーを出す
2.駒込ピペットで3ml測る
3.空の霧吹きに入れて、紙に吹きか
ける

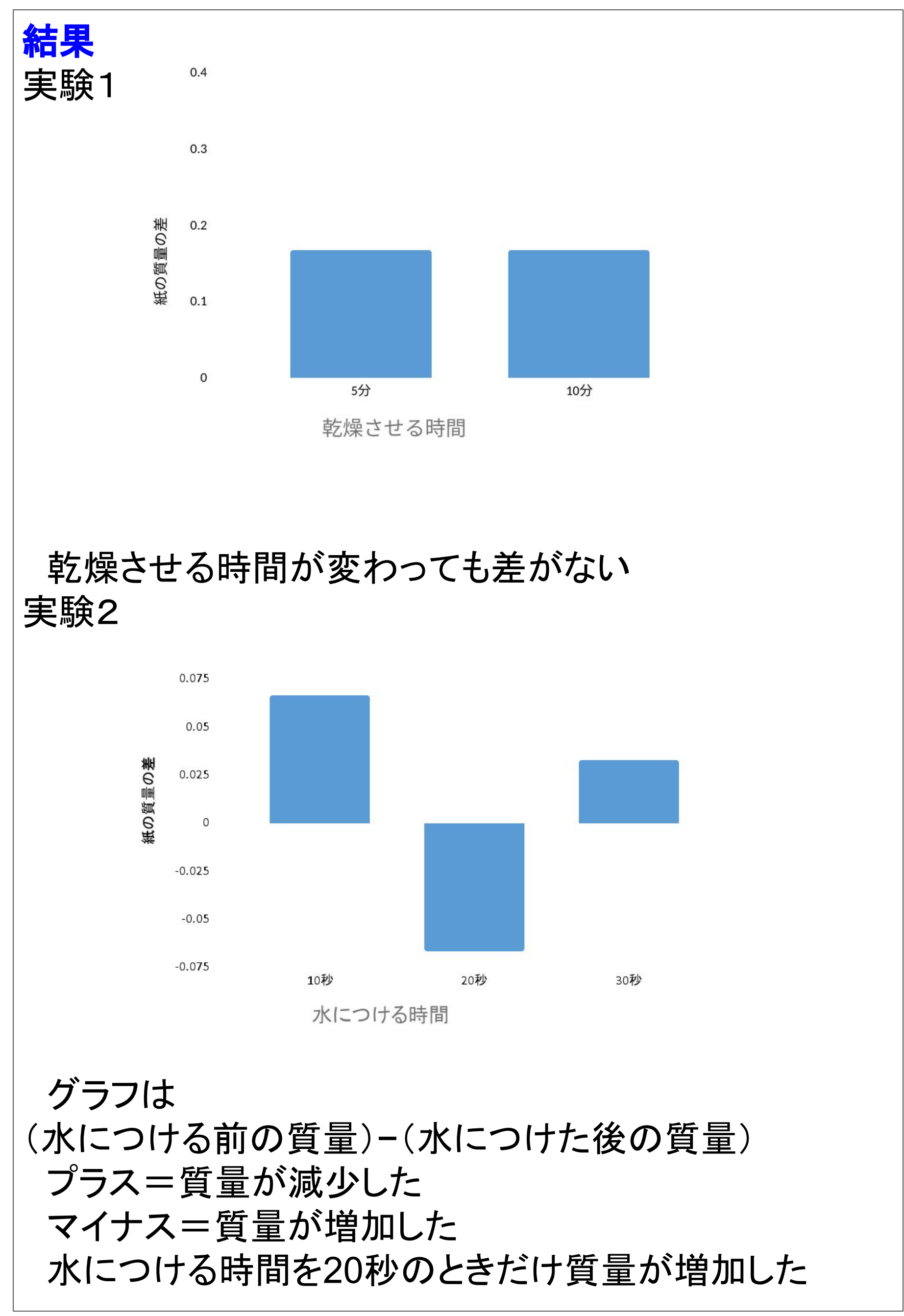
実験1
○防水スプレーをかけて乾燥させ
る時間を変える
①5分 ②10分
(片面3秒ずつの6秒間水につける
ものとする)

実験2
○水につける時間を変える
①10秒 ②20秒 ③30秒
(実験1より乾燥時間は関係ない こ
とがわかったため乾燥時間は すべ
て5分とする)

《イメージ》



過去
未来



考察

実験1
防水スプレーを乾燥させる時間によっ
て質量の変化がないことから乾燥させ
る時間は関係ない
➡このことから、実験2は効率の良い
方として乾燥時間は5分に統一して実
験を行う

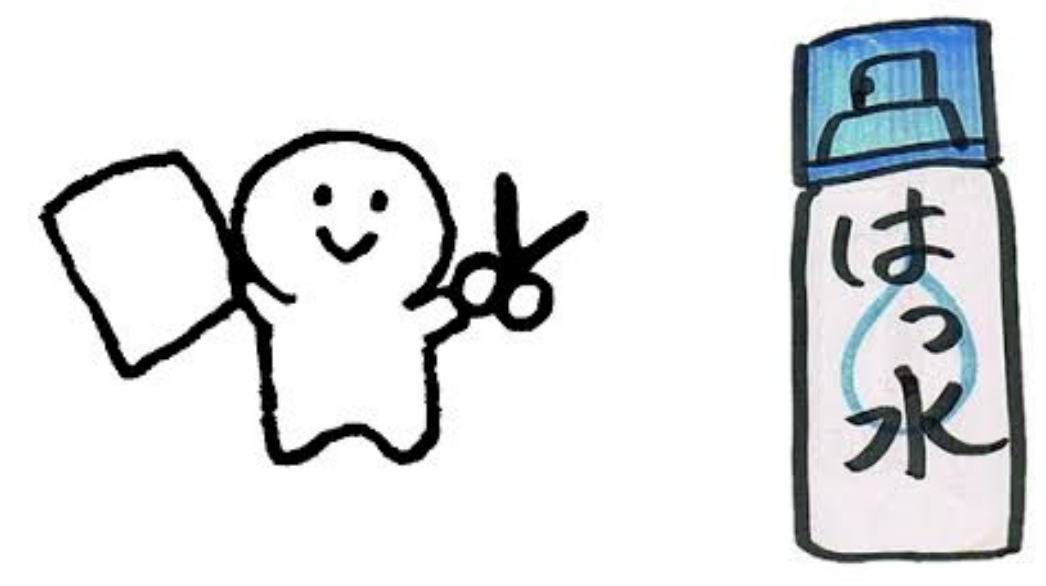
実験2
水につける時間が10秒のときと30秒の
ときのグラフより、時間が短い方が防
水スプレーの効能が大きい
20秒のときに質量が増加したのは防水
スプレーが霧吹き内に残っていた可能
性と実験回数が不十分のためはっきり
と断言がでない

社会貢献
防水のできる紙ができれば...
○津波や高波などの発生時に重要な書類
や文献を綺麗な状態で保管できる
○ある程度のハプニングに耐えられる
(お茶をこぼしてしまったなど)

まとめ

○防水スプレーの乾燥させる時間は
関係しない
(○水につける時間が長くなるにつれて防
水スプレーの効能が弱くなる)
実験は各3回ずつ行っている
➡結果を裏付けるものとして不十分
実験2の結果に関しては断定はでき
ない

* やってみたい実験
○何回も水につけたときにどれくらい防
水スプレーに効能が残っているか
○実験1と2で使った紙が実際に使えるか
(シャープで穴が開かないか、水性の
ペンのインクがにじまないかな ど)



スタート

紙

RQ

天然物質を使って紙の漂白はできるのか

仮説

天然由来のもので漂白するには、漂白作用のある天然物質に紙を漬け込むことで可能になると思う。
(環境に影響のない薬品なども視野に入れる。)

準備した物

未漂白の紙(封筒)、溶媒、水、カラーリーダー、その他実験器具

実験方法

1. 調べたい物質を水に溶かす(水溶液にする)
2. 水溶液をシャーレにいれ、7cm四方の正方形に切った紙を浸す
3. それぞれ10、15、20、25分たったら取り出し、ドライヤーで乾かす

第一回の実験

(学校にある薬品をほとんど調べてみよう!)

- ・わかめ(漂白作用があるらしい)・炭酸ナトリウム
- ・塩
- ・重曹
- ・ミョウバン
- ・クエン酸(漂白作用があるらしい)
- ・ソルビン酸カルシウム
- ・アルギン酸ナトリウム
- ・L型発酵乳酸カルシウム

結果

わかめ、ミョウバン、クエン酸 白くなった(?)

第二回の実験

(水に溶かすだけではなく、紙の上からかけてみる)

- ・わかめ
 - ・塩
 - ・ミョウバン
 - ・重曹
 - ・クエン酸
 - ・泡ハイター
- (そもそもこの紙は漂白できるのか、という疑問→漂白剤で確かめる)

結果

泡ハイター 目で見てわかるほどの変化あり
わかめ→クエン酸→ミョウバン→塩→重曹の順で白い
また、溶媒をかけた結果、一見白いが紙の上にざらざらが残ってしまった。→紙としては使えない

第三回の実験

(白くなったトップ3を使う。)

早く結果を出すために紙の大きさを小さくする)

- ・クエン酸
 - ・わかめ
 - ・ミョウバン
- クエン酸とミョウバンは飽和水溶液にする

結果

紙を小さくしたことにより、紙をしっかりと水溶液に漬けることができた
わかめ→クエン酸→ミョウバンの順で白い

第四回の実験

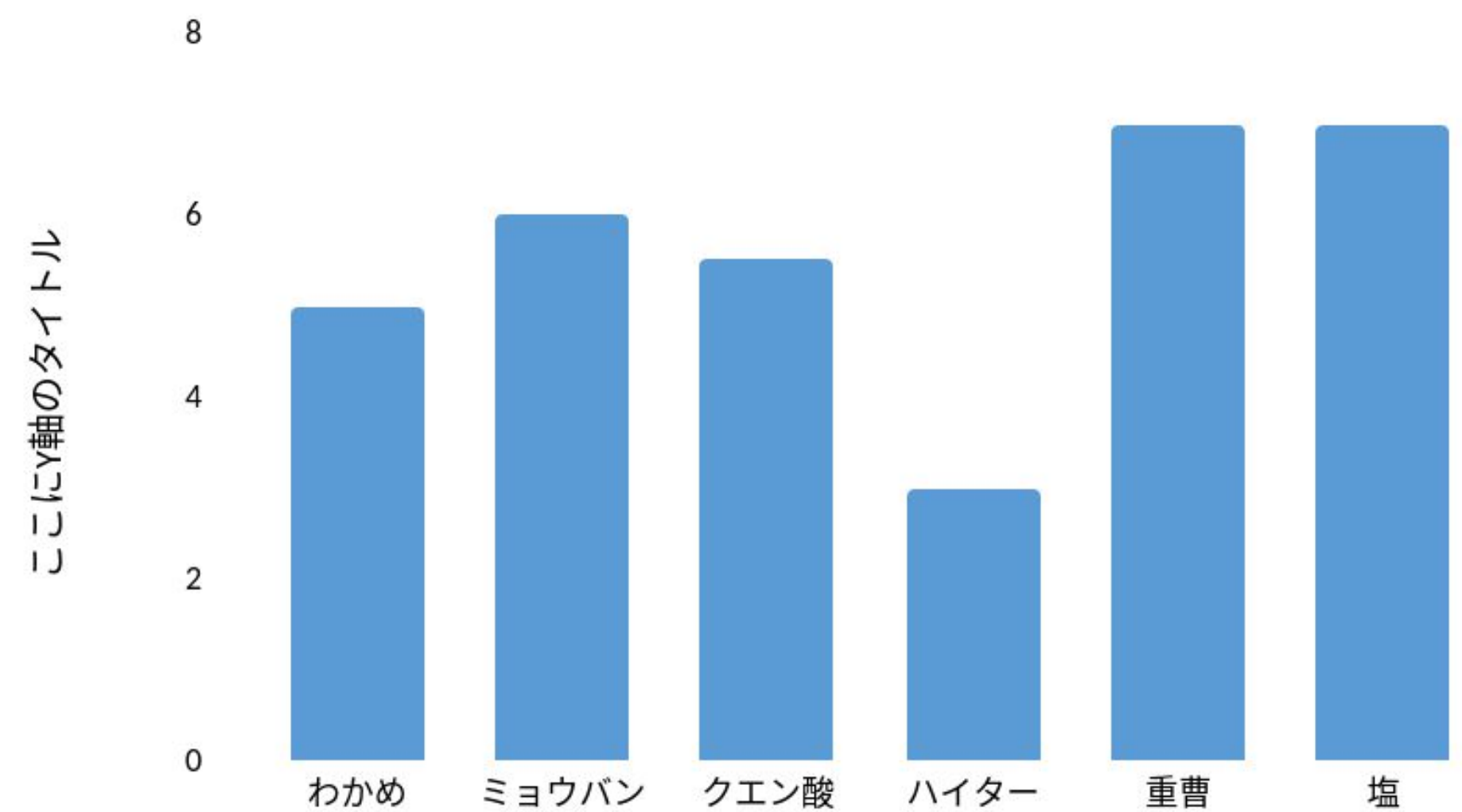
- ・塩
 - ・砂糖
 - ・クエン酸
 - ・重曹
 - ・水(対照実験)
 - ・泡ハイター
- それぞれ小さじ1ずつ20mlの水に溶かす
60分間行う

結果

時間を長くしても大きく変化することはなかった
ハイター→塩、重曹→砂糖、クエン酸、水の順で白い

紙の製造方法をもう一度詳しく調べ直す。
(実際の紙の漂白からヒントを得られるかも!)

再生紙の色はリグニンという物質が原因であることがわかった。また、リグニンを分解する白色腐朽菌がきのこ類に含まれていることがわかった。



過去

未来

実験手順

1. しいたけで行う
2. SDGsを意識して廃棄されるきのこを使う

白色腐朽菌はリグニンだけでなく紙の主成分となるセルロースも分解してしまうため、分解の進み具合に気をつける必要がある。

スタート

紙

RQ

吸水性と速乾性に優れている紙は何か

仮説

新聞紙が一番優れている
(いろんな場面で使われている)

仮実験

紙(新聞紙とコピー用紙)を水につけて水に付ける前と後で重さを比較した
→違いがみられた

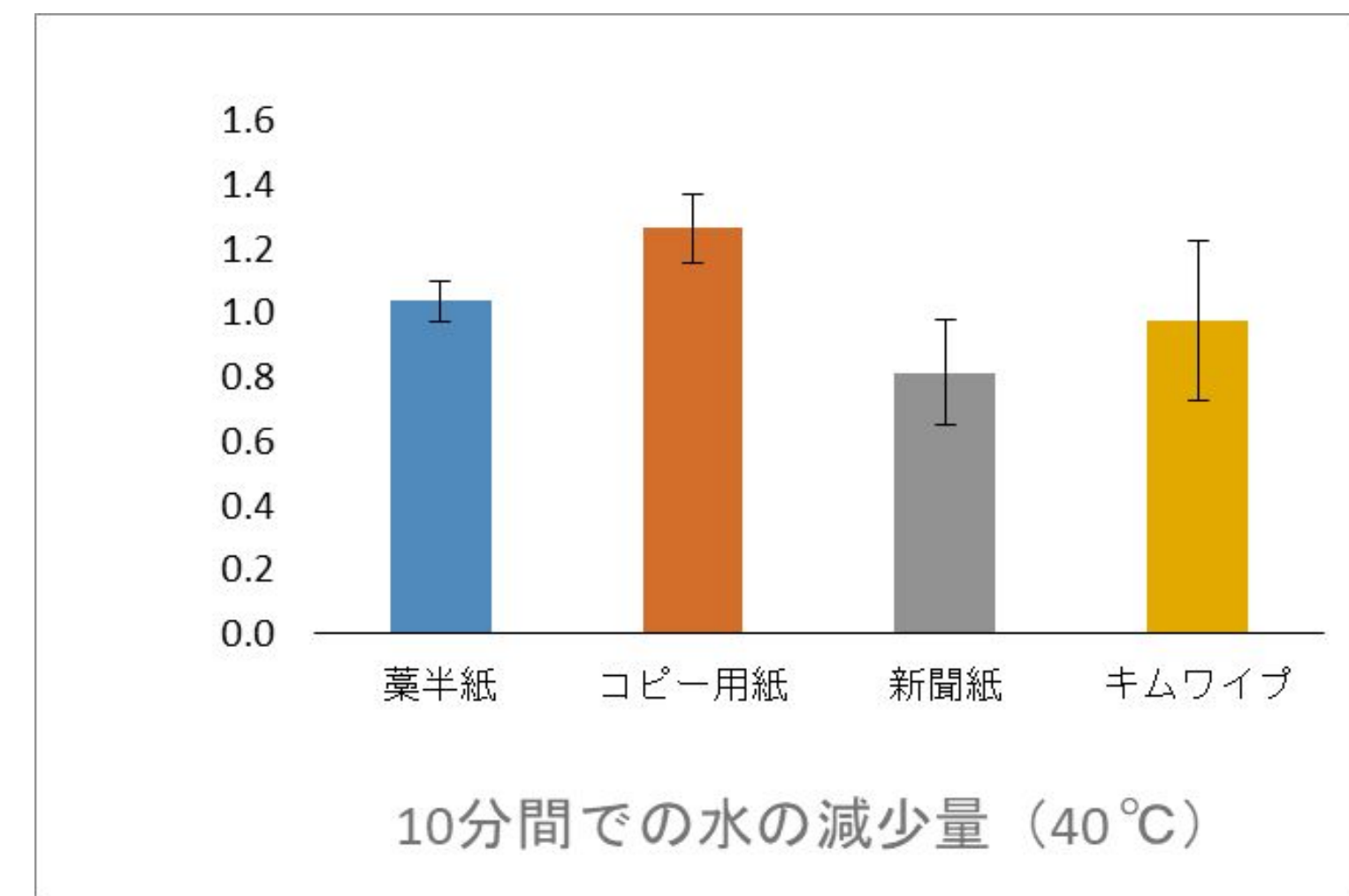
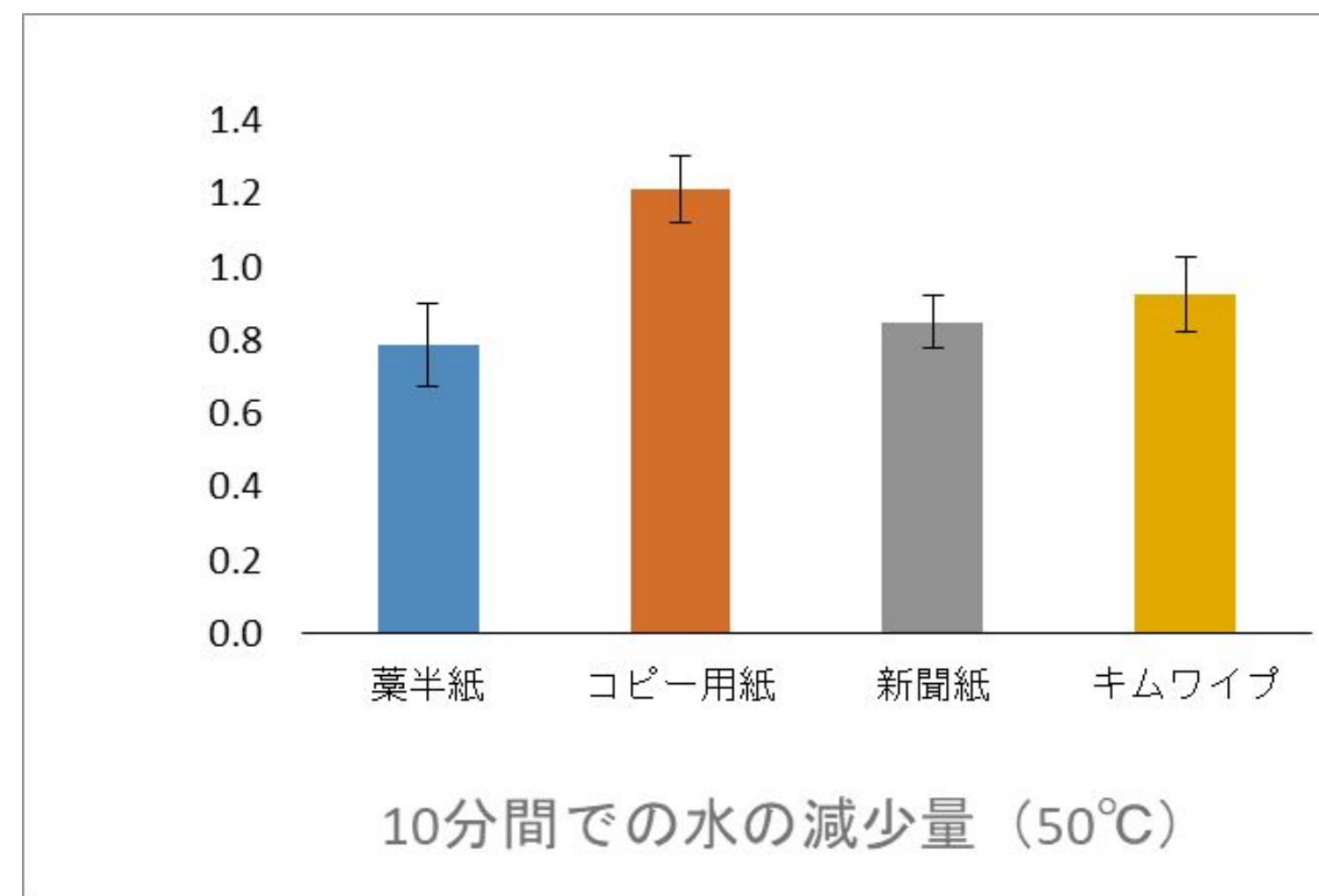
本実験②

速乾性に優れているものを調べる

紙の大きさは120×215mmに統一
50℃、40℃の水に紙をつける(藁半紙、コピー用紙、新聞紙、キムワイブ)
5秒つけて、10秒持ち上げて余分な水分を落とす
水につけた後の重さ…①
水につけた紙を10分乾かす
乾かしたあとの紙の重さ…②
①-②=減少した水の量
(減少した水の量)が大きいほど速乾性に優れているとする
※温度と湿度は全ての実験において同じ条件

本実験①

水蒸気を使って紙の吸水性を調べる



袋を使ってやったが、袋についた水滴まで紙についてしまい、計測できなかった

* よりおおよそ有効な処理である
コピー用紙と藁半紙間のみで差異が見られた
その他で差異は見られなかった

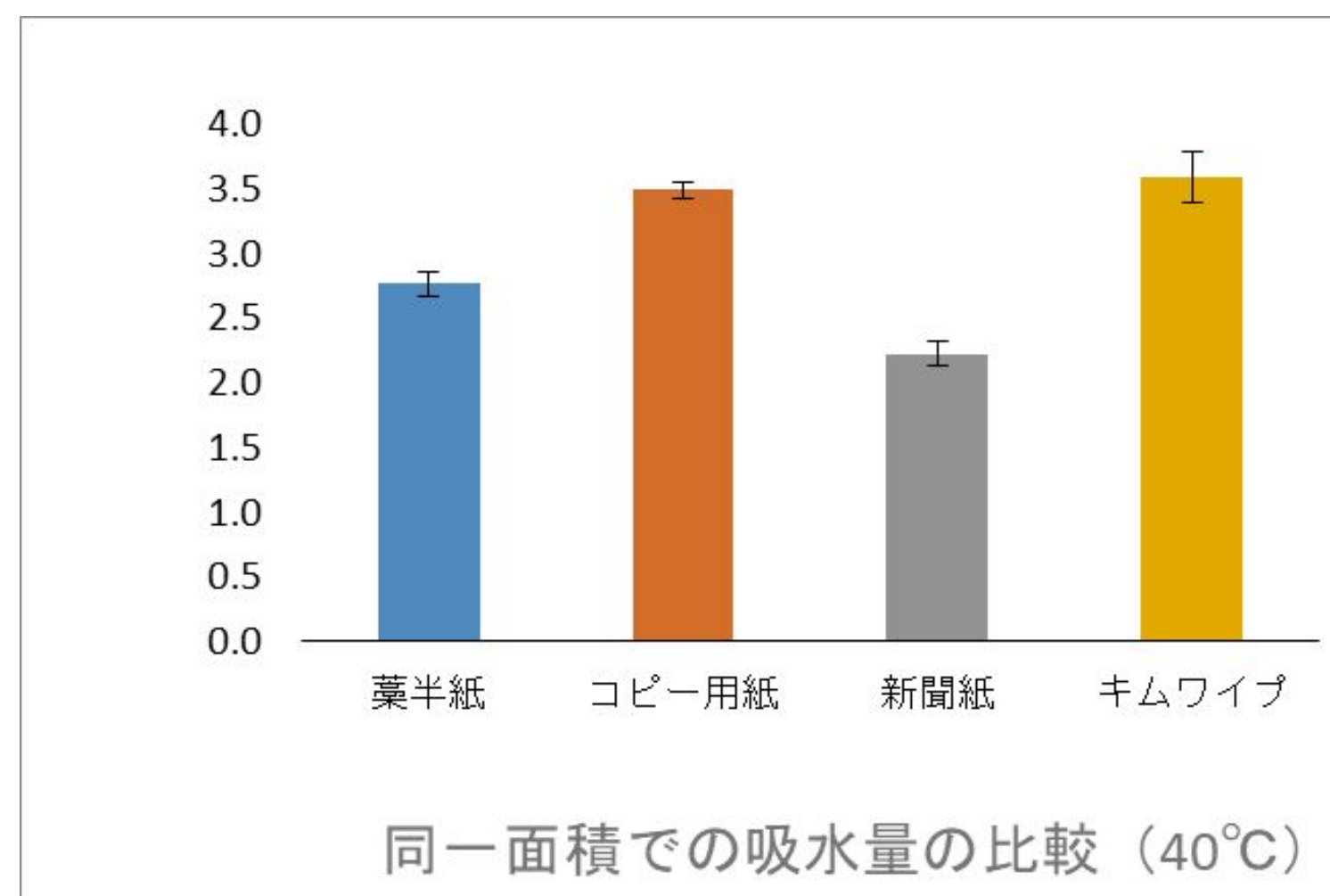
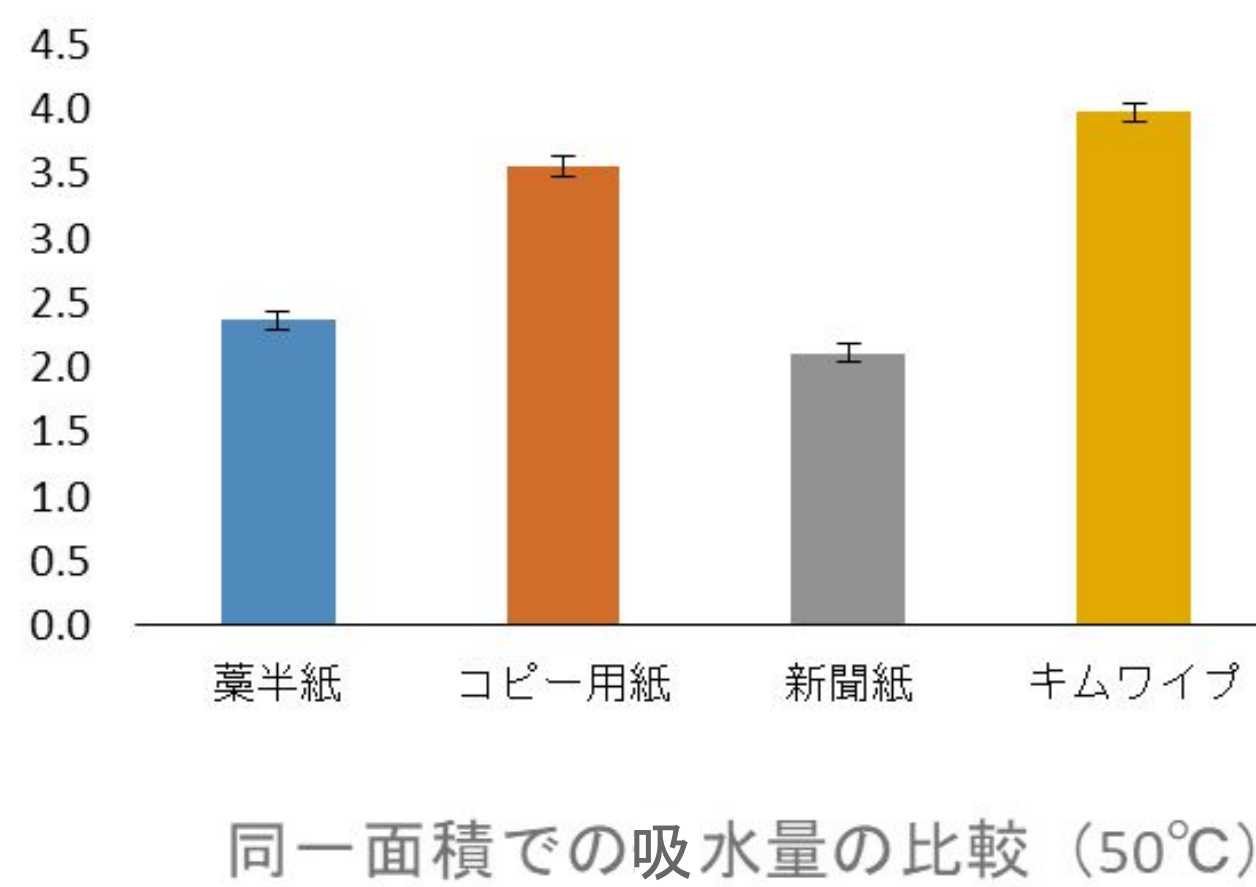
n.s.より有効な処理ではなかった

本実験①-2

水の温度を変えて計測することにした

大きさは120×215mmに統一
50℃、40℃の水に紙をつける(藁半紙、コピー用紙、新聞紙、キムワイブ)
5秒つけて、10秒持ち上げて余分な水分を落とす
(水につけた後の重さ)-(元の紙の重さ)
=吸水量
吸水量が多いほど吸水性に優れているとした
※温度と湿度は全ての実験において同じ条件

有効な処理でなかった原因としてなにがあげられるのか。



〈結論〉

吸水性

40℃での実験では差異が見られなかったが、50℃の実験において差異が認められ同じようなグラフになったことから、この4種類の紙ではコピー用紙とキムワイブが吸水性に優れている

速乾性

50℃の実験においてコピー用紙と藁半紙の間に差異が見られたため、コピー用紙と藁半紙ではコピー用紙のほうが速乾性に優れていると言える

** より有効な処理である
藁半紙と新聞紙の間には差異が見られなかった
その他では差異が認められた

** より有効な処理である
すべて差異が認められなかった