

# お弁当の腐敗を防ぐ!!

班名 保-1① 大山万葉 井上萌々子 北川綾華

## 要旨

「保冷剤の保冷効果はどうか?」というResearch Questionから身近なものとしてお弁当を対象に実験を行った。調べたところ、お弁当を腐らせることなく安全に食べるのに適している温度が20度前後ということなので、夏場の外気温を想定して実験を行い、朝から昼までの時間、20度以下に何分保つことができるかということを目的とし、仮説を「保冷剤の個数が多いほど、保冷バッグの中を20度以下に保つ時間は長くなる。」と設定した。実験方法は、保冷バッグ2つにそれぞれ保冷剤5個と、保冷剤3個を入れ、20度以下に長く保てる時間を調べた。結果は5個の方が長く保てた。実験結果から仮説は肯定されたと考えたが、状況によって保冷剤の個数を変えていくことが必要である。

## 1序論

### (1)目的

「保冷剤の保冷効果はどうか?」というResearch Questionをうけ、私達、高校生が毎日持っていく「お弁当」を保冷する対象として実験を行った。近年、地球温暖化の影響を受け平均気温が上昇している。実際このような状況下で、食べる時間帯までお弁当を腐らせることなく安全に保っているのか。このことを検証し、衛生環境に気を配った形でお弁当を食べることができることを目的とした。

### \* 実験を行うにあたって

今回のResearch Questionにおいて幾つかの言葉を次のように定義した。

「保冷」 : 一定の温度に保つことができること

「保冷効果」: 一定の温度に保つことができる時間の長さ

また、インターネットの情報によりお弁当を腐らせることなく保てる温度は $20\pm 5^{\circ}\text{C}$ であることがわかっている。

よって今回は外気温が $30^{\circ}\text{C}$ である状況で、保冷バッグの中にn個の保冷剤を入れた時、 $20^{\circ}\text{C}$ 以下に何分保てるのかを調べることにした。

### (2)仮説

- ①保冷剤の個数が多いほど、保冷バッグの中を $20^{\circ}\text{C}$ 以下に保つ時間は長くなる。
- ②6時間後の保冷バッグの中を $20\pm 5^{\circ}\text{C}$ にするには、保冷剤5個のほうが適している。

## 実験方法

A: 保冷剤5個、データロガー付き温湿度計

B: 保冷剤3個、データロガー付き温湿度計 (写真1)

①A,Bをそれぞれ保冷バッグに入れ、 $30^{\circ}\text{C}$ に設定したイキュ ベータの中に設置する (写真2)

②10分おきにそれぞれのバッグ内の温度を記録し、 $20^{\circ}\text{C}$ 以下に保てる時間を調べる

③また、設置から6時間後のバッグ内の温度を調べる

\* ここで保冷剤はすべて40gで同じ種類のもの  
また保冷バッグも同じ種類のものである

$30^{\circ}\text{C}$ : 夏の平均気温

$20^{\circ}\text{C}$ : お弁当内の雑菌等が増殖しない温度

6時間: 6時にお弁当をバッグに入れ12時に食べる

と仮定したときのバッグ内にお弁当が入っている時間

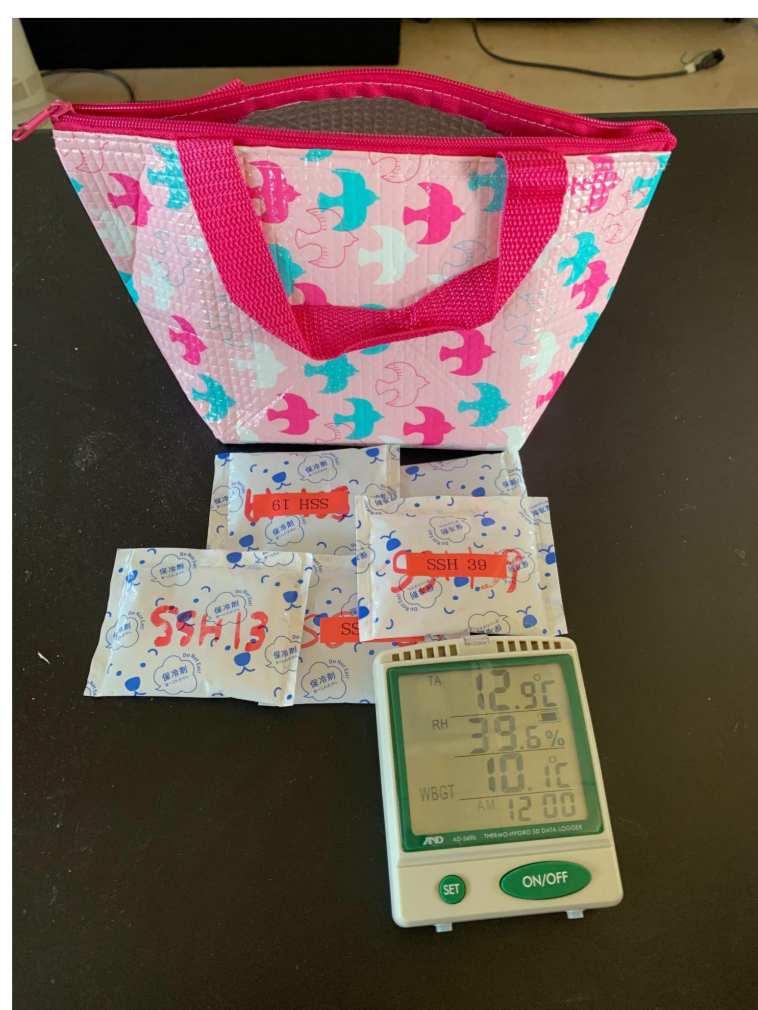


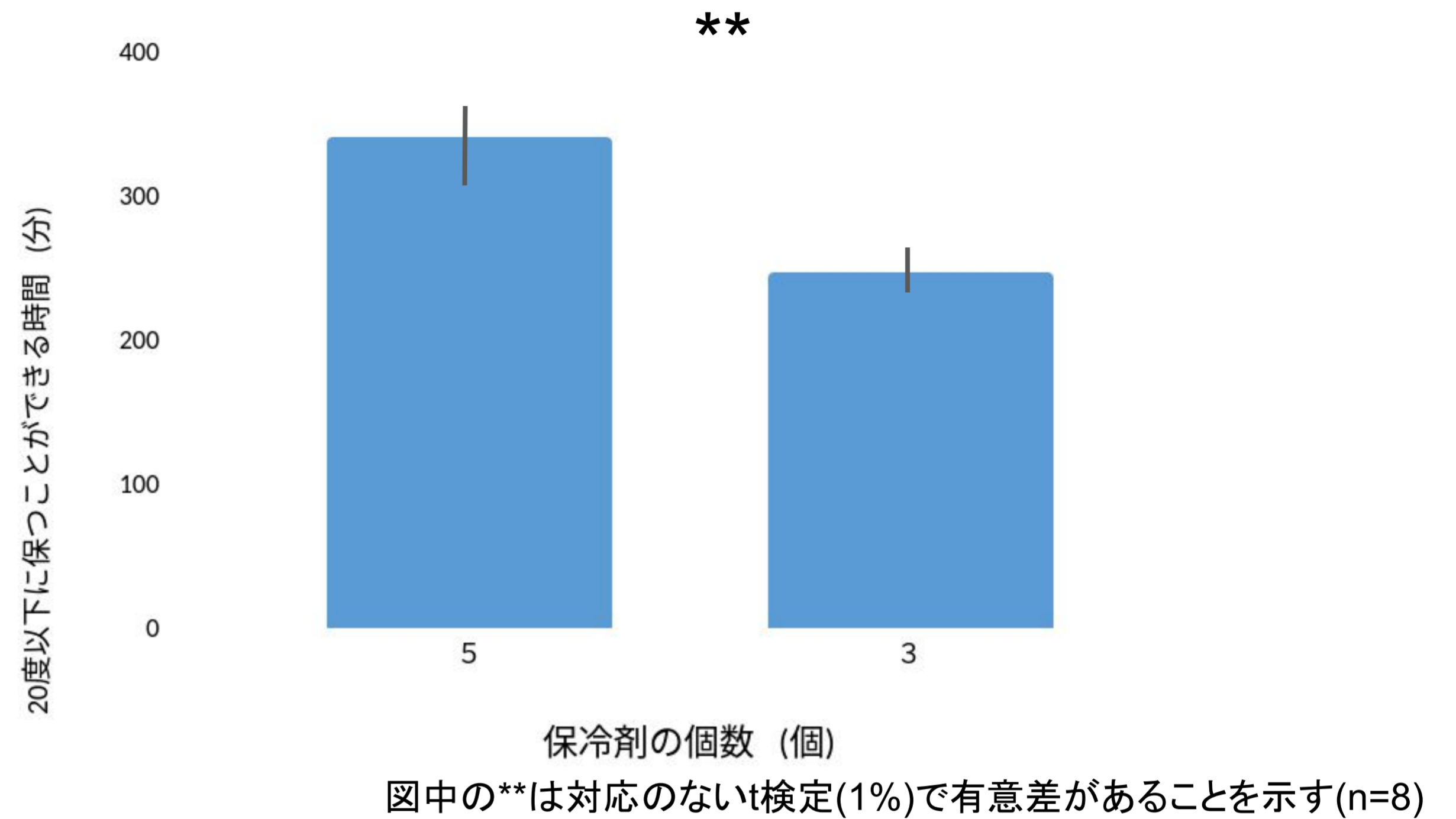
写真1



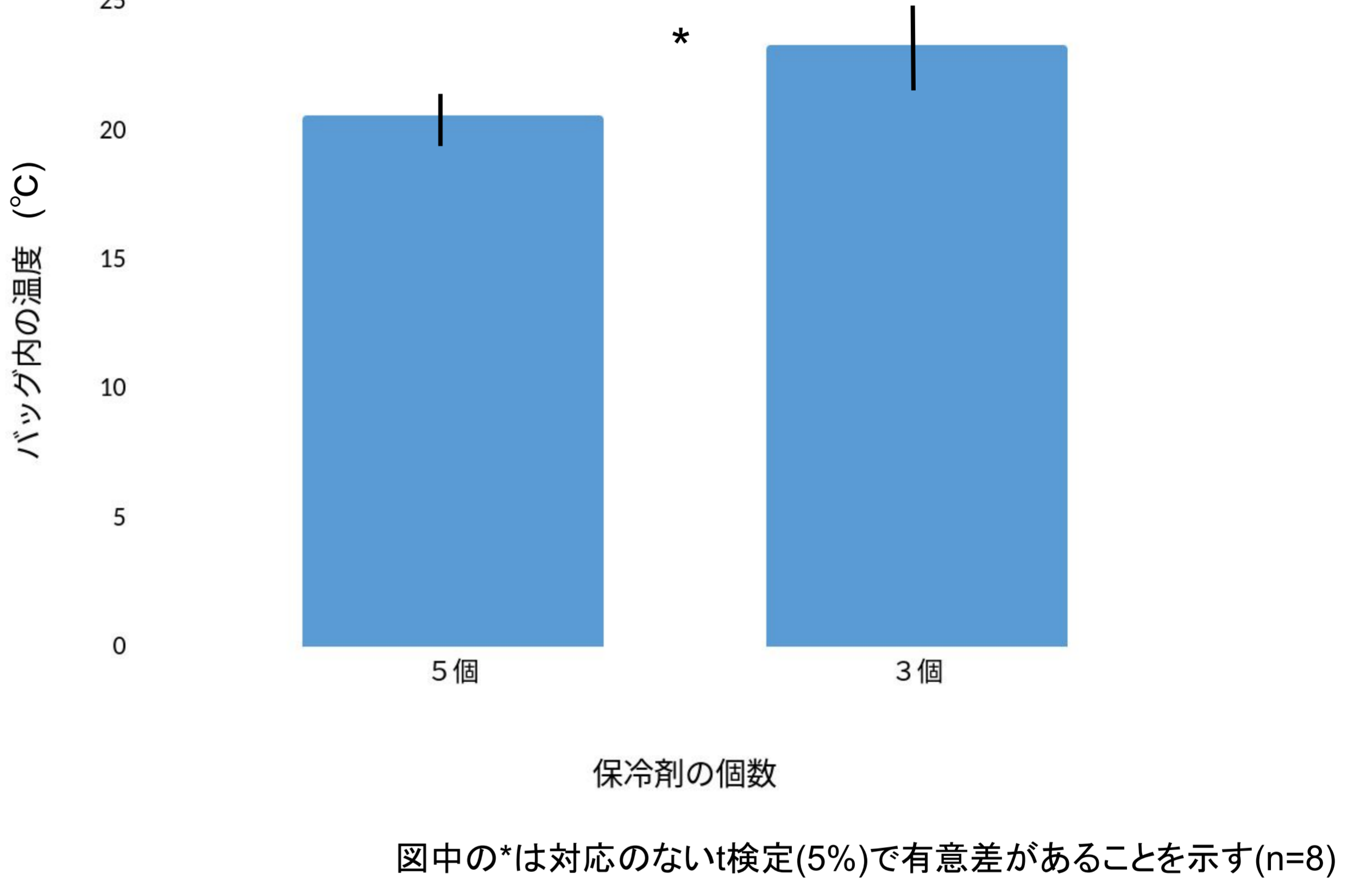
写真2

## ③実験結果

20°C以下に保てる時間



6時間後の保冷バッグ内の温度



## 考察

上記の実験結果から仮説①は肯定されたと考える。そう判断した根拠として、保冷剤の個数が3個より5個のほうが $20^{\circ}\text{C}$ 以下に保てる時間が長く、また2つの間に有意差が見られるため。しかし6時間後の保冷バッグ内の温度は、2つの差が小さいこと、どちらも $20\pm 5^{\circ}\text{C}$ の範囲にあることから、仮説②は肯定し難い。今回はお弁当の適温について実験したためこのような結果になったが、冷やす時間や冷やす対象が変わるとまた適温や結果が変化してくると考えられる。今回は夏場の外気温を想定して実験を行ったが、季節の変わり目は特に各々が気温に応じて保冷剤の有無や個数をかえていくことが求められる。

## 参考文献

大田区ホームページ: お弁当も食中毒に気をつけて!

[https://www.city.ota.tokyo.jp/seikatsu/hoken/eisei/shokuhin/s\\_hokuchudokujyoho/obentomosyokutyudoku.html](https://www.city.ota.tokyo.jp/seikatsu/hoken/eisei/shokuhin/s_hokuchudokujyoho/obentomosyokutyudoku.html)

# 保冷剤の保冷効果と発泡スチロールとの関係

班名 1年1組 田中琴華 國定美波 熊谷成美

## 要旨

保冷剤は断熱効果のあるものと使われることが多い。私達はその中でも発泡スチロールに注目し、保冷剤を覆う発泡スチロールの厚さが厚いほど保冷効果が高まるのかどうか調べた。実験の結果、保冷剤を使用したほうが保冷効果は高まったが、厚さが厚ければ厚いほど保冷効果が高まるわけではないことがわかった。

## 1 序論

### (1) 目的

保冷剤は日常生活の中の多くの場面で使われる。例えばバーベキューなどをするとき、ジュースと保冷剤を発泡スチロールの中に一緒に入れる。そこで私達の班は、ジュースをより長く冷やすために、保冷剤の保冷効果と発泡スチロールの厚さとの関係を調べた。

### (2) 仮説

発泡スチロールの厚さが厚いほど、保冷時間が長くなる。  
理由: 厚さが厚いほうが発泡スチロールの断熱効果が高いと考えたから。

## 2 実験方法

保冷時間の定義: 気温30℃の中で、ジュースを美味しく飲める温度である3℃~10℃に保っている時間を保冷時間と定義する。

### 《用意したもの》

- ・水 60ml
- ・保冷剤 小 2個
- ・100mlビーカー 1個
- ・縦15cm 横20cm 奥行き17cmの発泡スチロールの箱
- ・アナログ温度計 一本
- ・氷
- ・ビデオカメラ

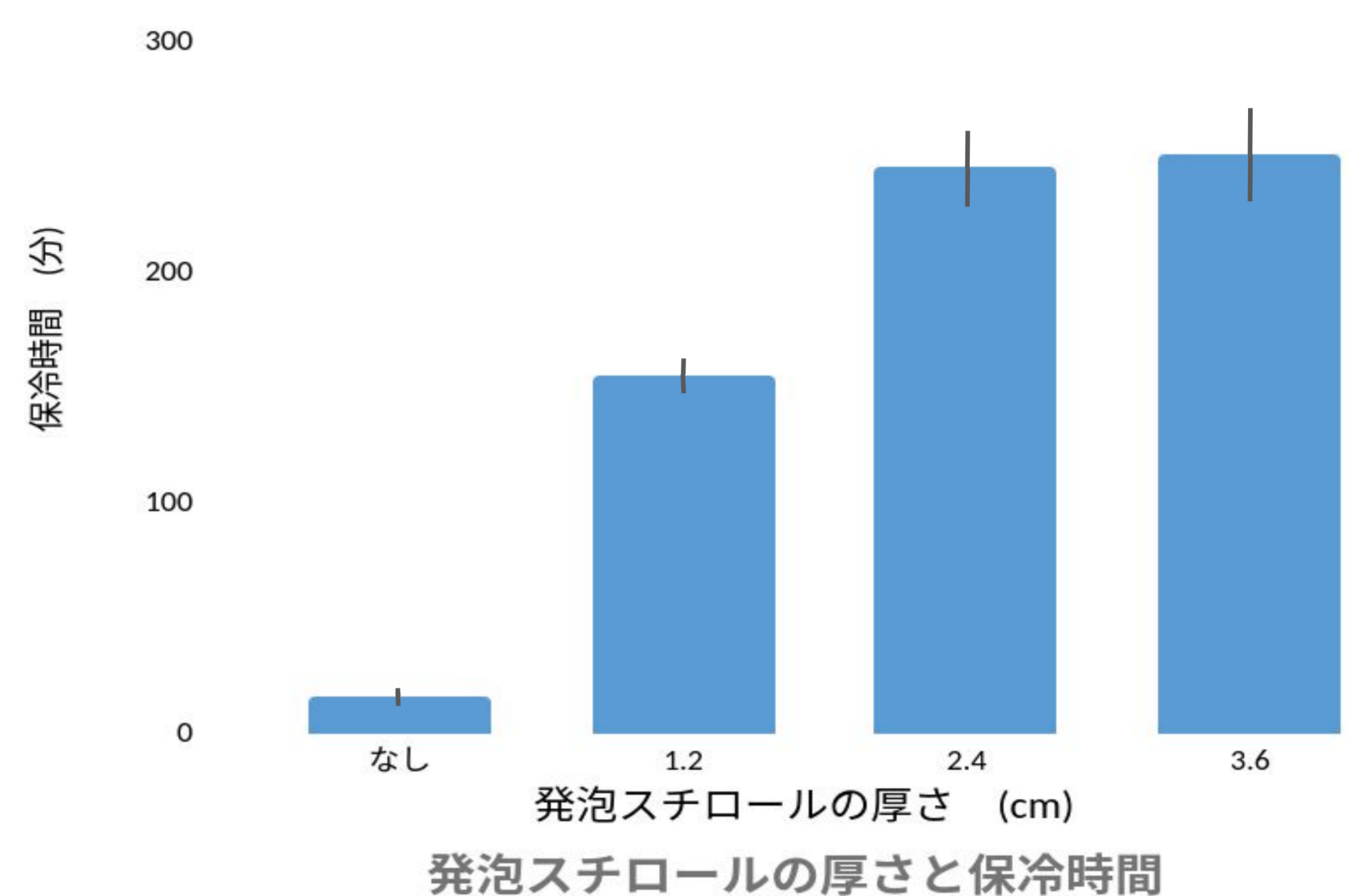
### 《実験手順》

- ①60mlの水を用意する。これを氷で3℃になるまで冷やす。
  - ②保冷剤、発泡スチロール、冷やした水、温度計を写真のようにセットする。
  - ③30℃にセットした恒温器に入れて、温度が上がる様子をビデオカメラで撮影する。
- ★発泡スチロールの厚さを1.2cm 2.4cm 3.6cmと変化させて同様の実験を行う。  
(厚さ1.2cmの発泡スチロールを1枚、2枚、3枚と重ねていき、厚さを変化させる。)



・写真は厚さが3.6cmのとき

## 3 実験結果



(統計結果は\*\*であった。)

- 発泡スチロールなしより厚さ1.2cmのほうが約140分長く保冷できた。
- 厚さ1.2cmより厚さ2.4cmのほうが約90分長く保冷できた。
- 厚さ2.4cmと厚さ3.6cmとでは保冷時間にあまり差がなかった。

## 4 考察

発泡スチロールがあることによって、保冷剤の保冷効果は高まることがわかった。

また、発泡スチロールの厚さが厚いほうが保冷効果は高いが、ある一定以上の厚さになると厚さを厚くしても保冷効果はあまり変わらないことがわかった。

長く保冷したいからと言って厚みのある発泡スチロールを使うより、ある程度の厚さでよりコンパクトなものを使うほうが適しているのではないかと思った。

## 5 参考文献

味博士の研究所

ジュースの温度で味は変わる？味覚センサーで検証！

<https://aissy.co.jp/ajihakase/blog/archives/13774>

# 外気温に対する保冷剤の最適な個数の変化

班名 保一1-3 濱野晴香 平形七菜 丸山怜奈

仮実験で保冷剤の個数が多いほど保冷効果が高い(一定時間経過した時の温度が低ければ低いほど保冷効果が高いとする。今回は一定時間を7時間とした。)とわかったので、新たに外気温に対する保冷剤の最適な個数(7時間後の温度が人間が冷たいと感じる10℃～15℃以下になった時の保冷剤の個数で最も少ない個数を最適な個数とする。)の変化を調べる実験を行った。その結果、外気温が20℃と30℃であれば最適な個数は4個の差が出るとわかった。

## 序論

### (1)目的

先行研究で500mlのペットボトル(水道水を入れる)に対して、保冷剤0,1,2,3個それぞれを保冷バッグに入れ、7時間後の温度を調べた結果、保冷剤が3個のときが最も温度が低くなった。この実験から、保冷剤の個数が多いほど、保冷効果は高いとわかった。ここから得た疑問点は外気温に対する最適な保冷剤の個数はどのように変化するのかという点である。そのため、今回は外気温を20℃、30℃にし、外気温が10℃違うと保冷剤の最適な個数は何個異なるのかを調べることにした。

### (2)仮説

外気温が10℃違うと保冷剤の最適な個数は、4個異なる(先行研究で保冷剤1個につき約2.5℃異なったから)。

## 実験方法

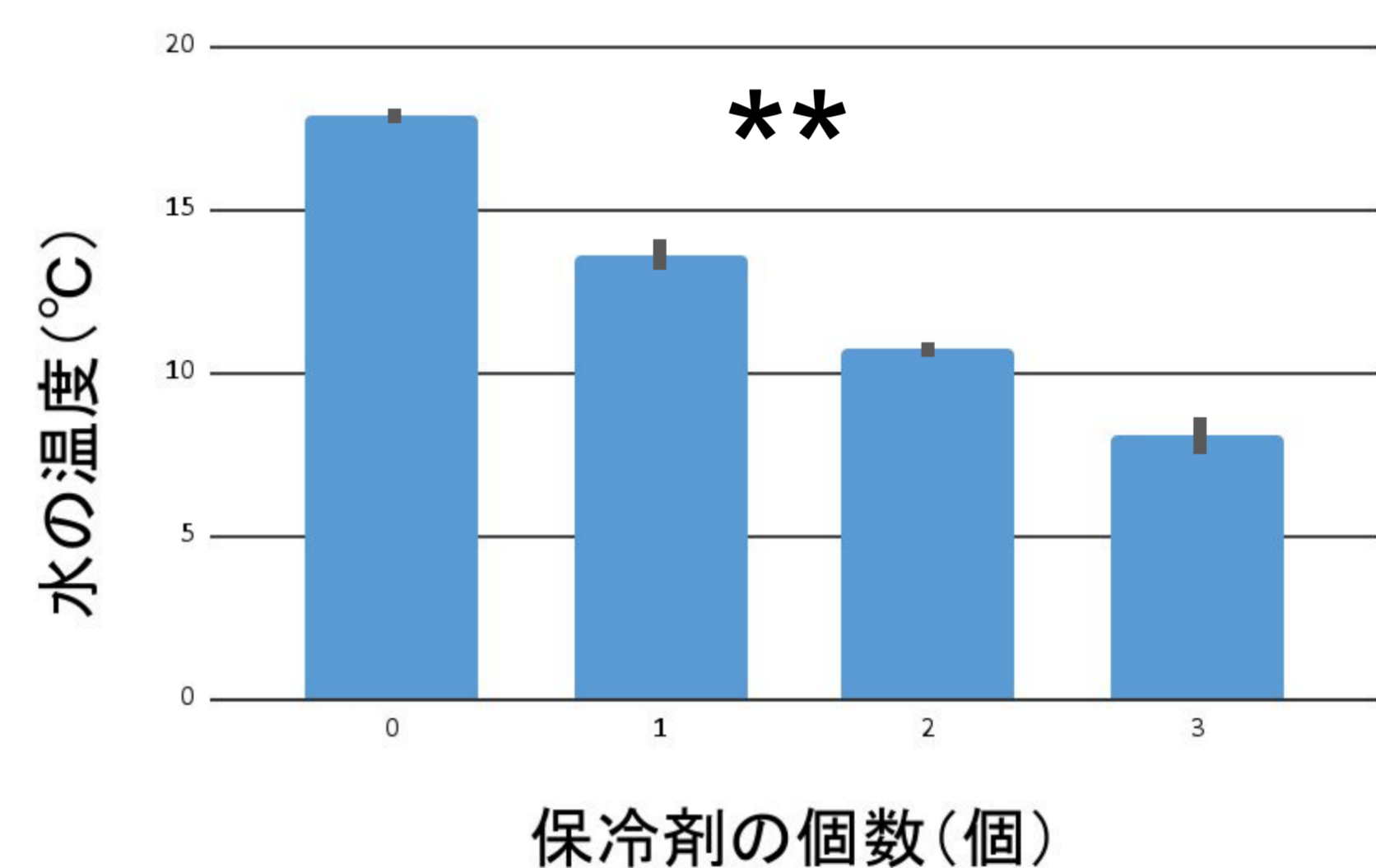
- ①500mlのペットボトルに水道水を満タンに入れる。
- ②そのペットボトルを冷蔵庫で一日冷やす。
- ③保冷バッグに入れ(保冷バッグ一つにつきペットボトルは一本)、各々に冷凍庫で一日凍らせた保冷剤を入れる。  
※20℃→0,1,2,3個 30℃→0,1,2,3,4,5個(求めたいのは最適な個数なので個数に違いがある。)
- ④20℃,30℃状態のサーキュレーターに入れる。
- ⑤7時間後の温度を計る。

※保冷剤やペットボトルを冷やす時間を同じにし、最初の水温を同じにすることで、誤差を減らした。



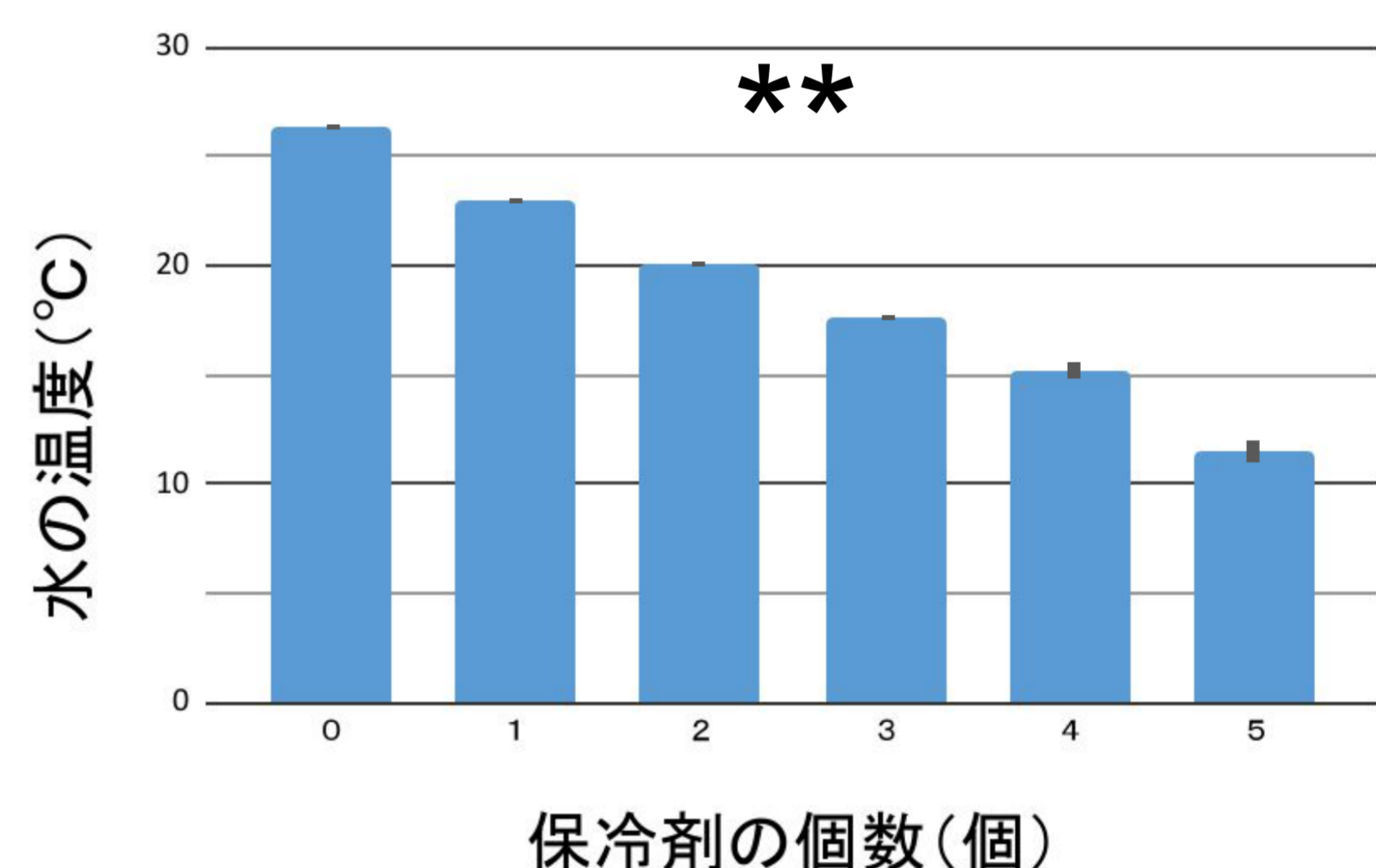
## 2実験結果

### ～20℃の時～



図中の\*\*は分散分析(1%)で有意義であることを示す(n=12)

### ～30℃の時～



図中の\*\*は分散分析(1%)で有意義であることを示す(n=18)

これらから、外気温が20℃のときの保冷剤の最適な個数は1個、外気温が30℃のときの保冷剤の最適な個数は5個であることがわかる。

## 考察

この研究から仮説は肯定されうる。それは外気温が20℃のときは1個が、外気温が30℃のときは5個が、最適な個数で外気温が10℃違うとき保冷剤の最適な個数は4個異なったからである。しかし、今回は外気温が20℃と30℃でしか、実験を行っていないので、必ずしも外気温が10℃違うと保冷剤の最適な個数が4個異なるとは言い切れない。また、実験結果から外気温に関係なく保冷剤の個数が1個違うと7時間後の温度が約2.5℃異なったので、保冷剤1個につき約2.5℃の保冷効果があることがわかった。

## 参考文献

魔法瓶 | 消費者庁

[https://www.caa.go.jp/policies/policy/representation/household\\_goods/guide/zakka/zakka\\_01.html](https://www.caa.go.jp/policies/policy/representation/household_goods/guide/zakka/zakka_01.html)

# 高吸水性ポリマーの割合による保冷効果の違い

保冷剤2-④ 柳澤美柚 吉田彩葵 渡部美樹

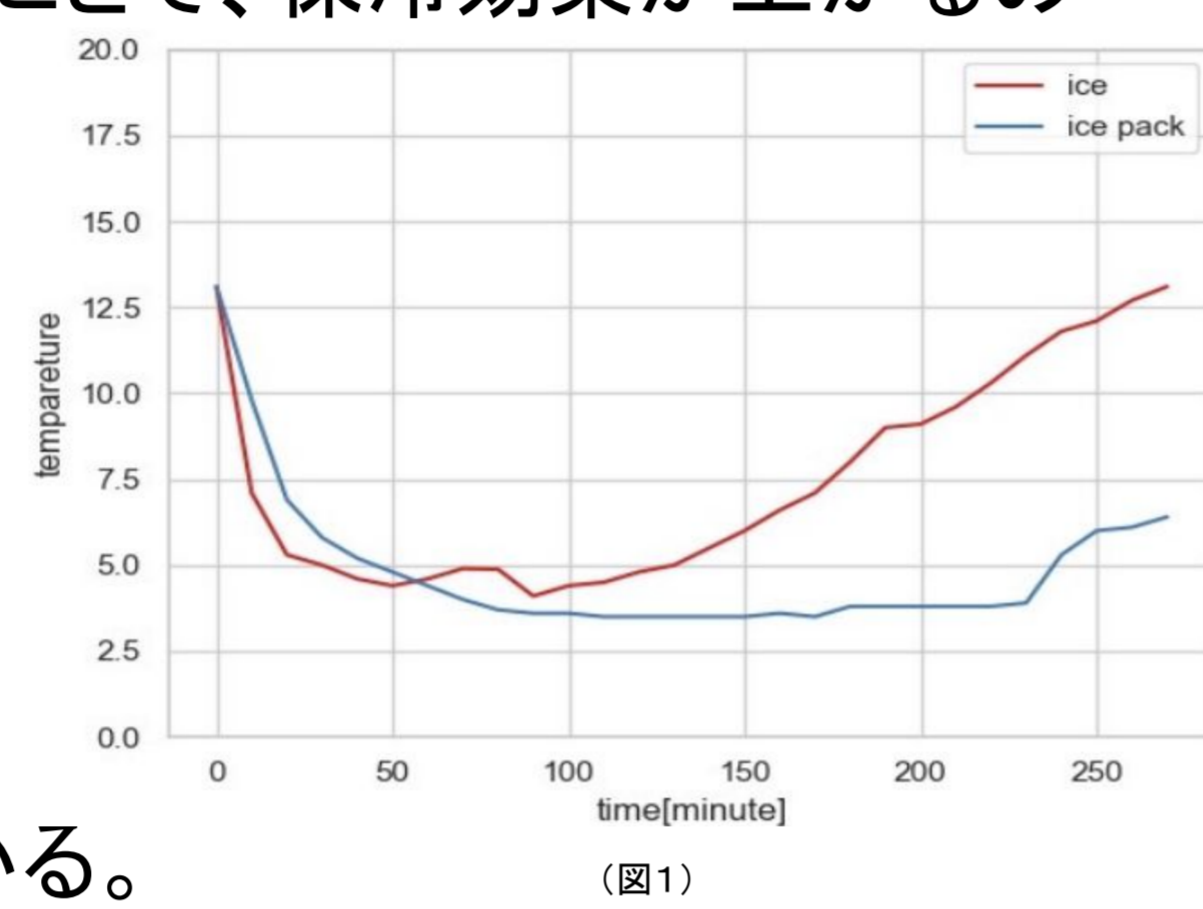
## 要旨

保冷剤の粘度を、高吸水性ポリマーの含有量によって変え、保冷剤の粘度と保冷効果の関係性に着目して調べた。

## 序論

### (1)目的

「高吸水性ポリマーの割合が上がることで、保冷効果が上がるのか」をテーマに設定し、実験を行った。仮実験とし、まず氷(水)と保冷剤の違いについて調べた。結果は右のとおりである。(図1)結果から、氷よりも保冷剤のほうが最低気温が低く、温度が上昇し始める時期も遅いことがわかる。



(図1)

この結果から、高吸水性ポリマーの割合と保冷効果には関係性があると仮定し、本実験を行うことにした。

### (2)仮説

高吸水性ポリマーの割合が上がるにつれて、保冷効果の持続力は上がる。

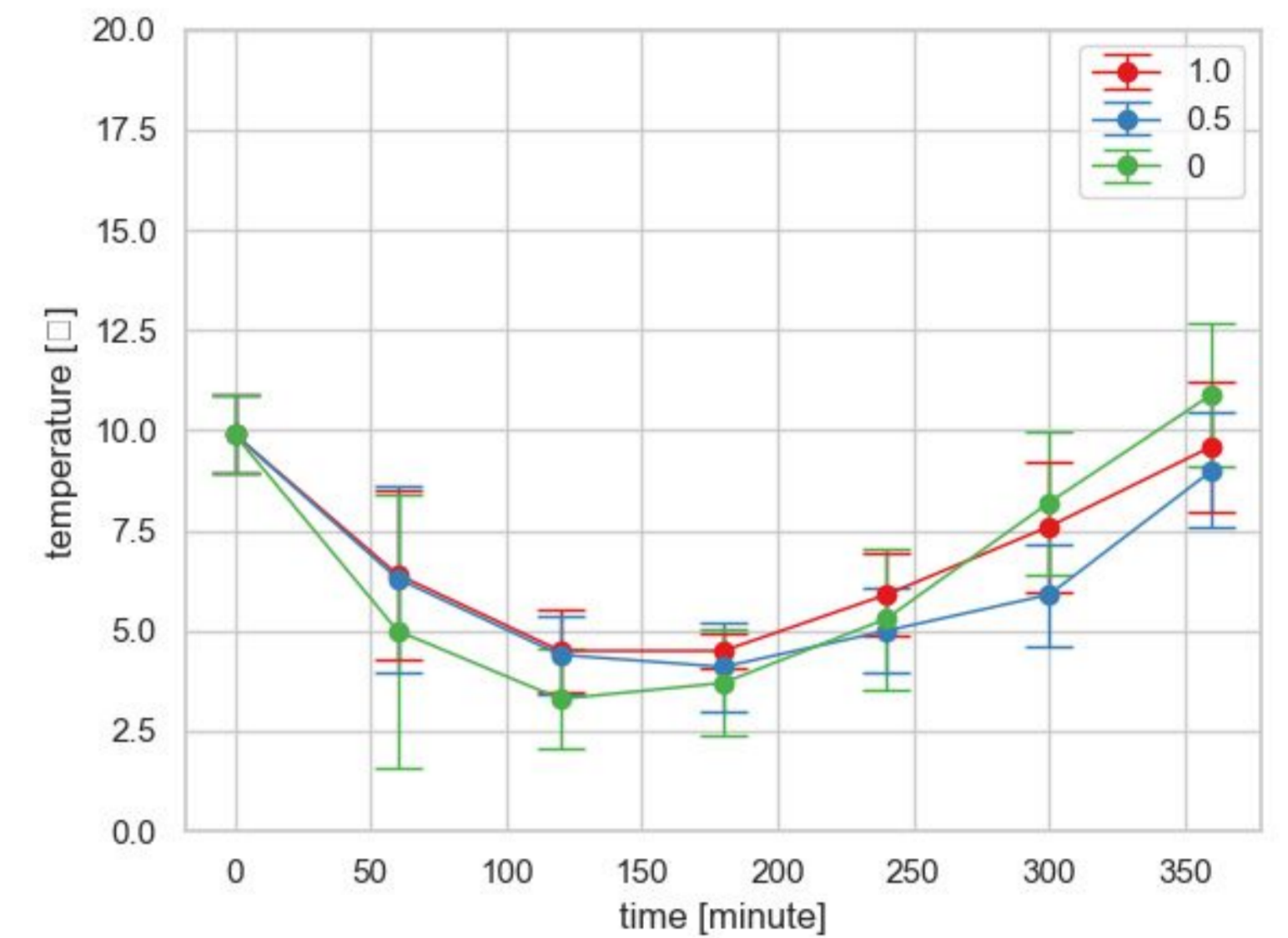
## 実験結果

計五回の実験の結果は右の通りである。

右のグラフから、最低温度は120分の0.0%

最後の時間の最低温度は0.5%

グラフから、高吸水性ポリマーの割合が高い保冷剤(0.5と1.0)が保冷効果の持続力が長く、割合が低いと温度は最初下がりやすいものの、持続力は短いことがわかった。



## 実験方法

- 100gの水と100g水に高吸水性ポリマーを、1.0%、0.5%の割合で混ぜる。
- 1を製氷機に入れて一晩凍らせる。
- 1Lのビーカーに氷を入れてその中に50mLの水が入ったビーカーを入れて、一時間毎の水温を測った。(計7回)

(実験全 5回)



## 考察

実験の結果から、

- 水は温度が下がりやすいという特性を持っているが、反して他の物よりも溶けやすく耐久性では劣っている。
- 今回実験した三種類の中で最も耐久性に優れていたのは0.5%であり、最も高吸水性ポリマーの含有量が多い1.0%は大きな特性は見られなかった。ということが読み取れる。

以上より、我々の立てた仮説は誤っていたことがわかった。

また、調べた結果水よりもドロドロの方が長持ちする理由是对流による冷気放射がなくなるからだということがわかっているが、ドロドロ具合によって耐久性が変化する可能性が大きいことが実験からうかがえる。

## 参考文献

信頼性のある書籍や論文が参考文献にあると、研究の説得力が増します。

- ・著者名『題名』出版社名
- ・「サイト名」(URL) [URLのみは不可]

# 冬と夏の保冷効果の違い

3組5班 名前 秋元望来 飯塚詩穂 浦部恵佳 三枝乙葉 渡部愛華

冬と夏ではどちらの方が保冷剤の効果を発揮できるのか。  
先行実験では外気温が高いときのほうが、低下した温度の差が大きかった。  
本実験では、外気温と内気温の空間を作り出すためにインキュベータとプラスチックコップを使用。  
冬を15°C、夏を30°Cとみなして実験を行い、一定の時間での空間の温度減少を調べた。  
実験の結果: 15°Cの場合では平均して6.56°C低下し、30°Cの場合では平均して14.20°C低下した。  
30°Cのほうが温度減少が大きく見られたため、冬よりも夏に保冷剤が効果を発揮することが考えられる。

## 序論

### (1)目的

外気温の温度差で現れる一定時間後の内気温の差を調べる

### (2)仮説

外気温が高いときのほうが、保冷剤によって低下した温度の差が大きい。

### (3)先行研究の結果

先行研究では外気温の範囲は仕切らなかったが、プラスチックコップの中に保冷剤を入れて、暖房の前と廊下の二ヶ所で計測した。外気温が高いときのほうが、低下した温度の差が大きかった。

## 実験結果

《1時間後のコップ内の温度》

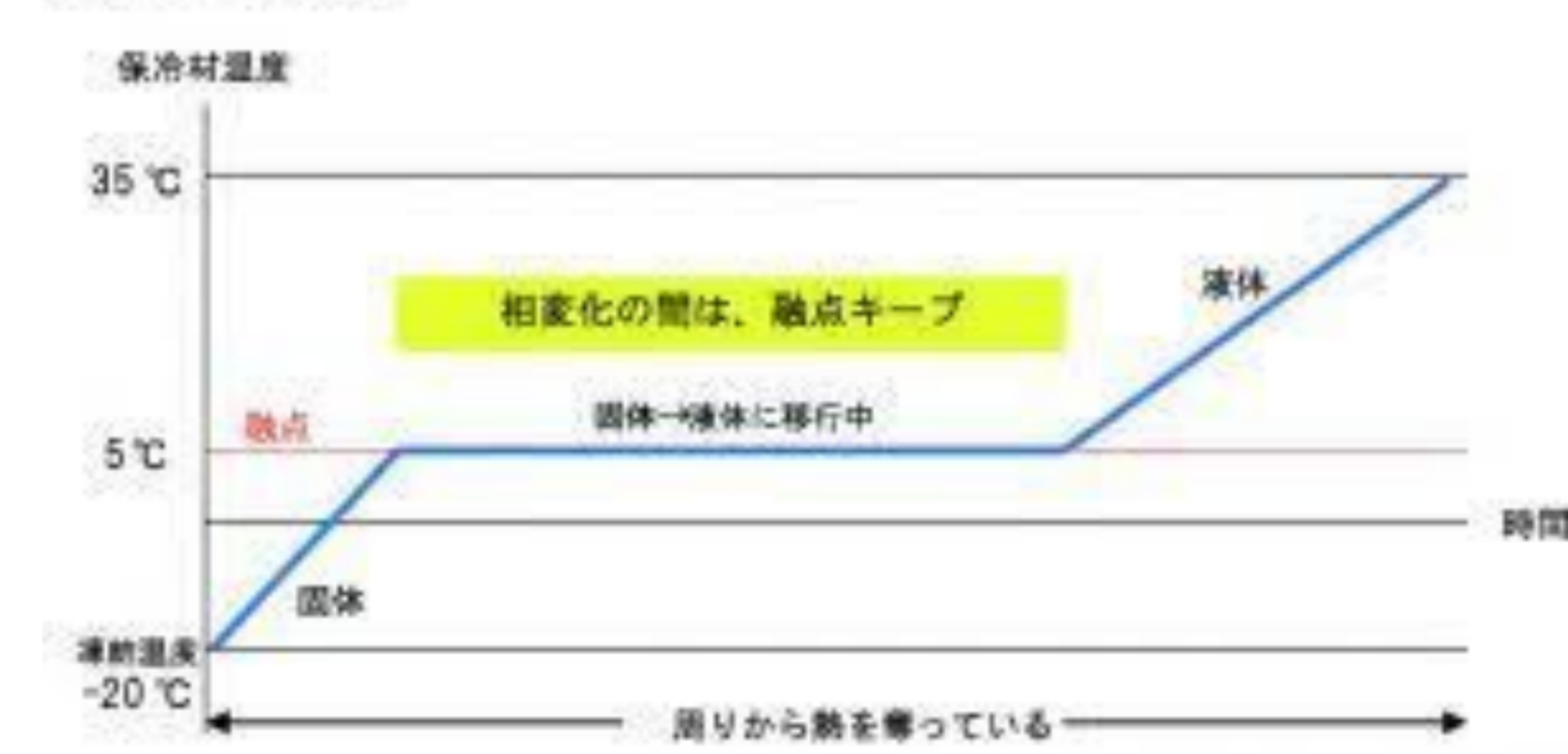
〈グラフと表から〉

減少温度の平均は

15°Cのとき、6.56°C

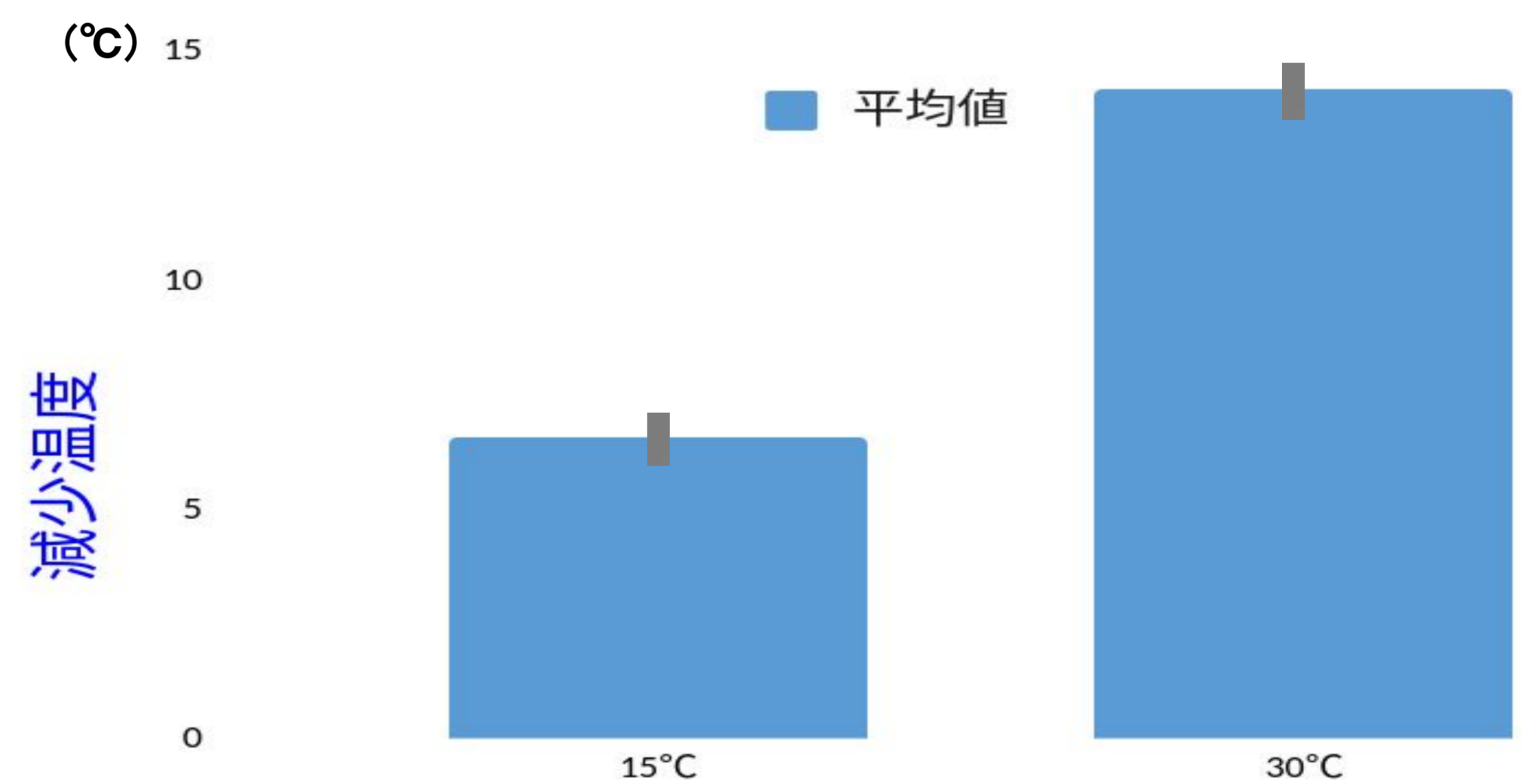
30°Cが14.20°Cで、約2.2倍の数値が出た。

【保冷剤の特徴】



(<http://www.wa-con.co.jp/>より)

データ	15°C	30°C
1	6.7	14.3
2	7.3	13.4
3	7.0	12.8
4	6.4	17.5
5	6.2	14.1
6	7.2	12.8
7	5.1	14.5



一定時間後の温度の減少 (n=7)

## 実験方法

### (1)使用する用具

- ・保冷剤
- ・ガムテープ
- ・温度計
- ・インキュベータ
- ・プラスチックコップ

→内気温と外気温の空間を作り出すため



### (2)実験の手順

- ①保冷剤を冷やして固める
- ②インキュベータが設定温度になるまで待つ
- ③プラスチックコップの底にきりで穴をあける
- ④冷え固まった保冷剤をプラスチックコップに入れ、温度計をきりであけた穴にさす  
→温度計が保冷剤に当たらないように注意する
- ⑤1時間後のコップ内の温度を測定する

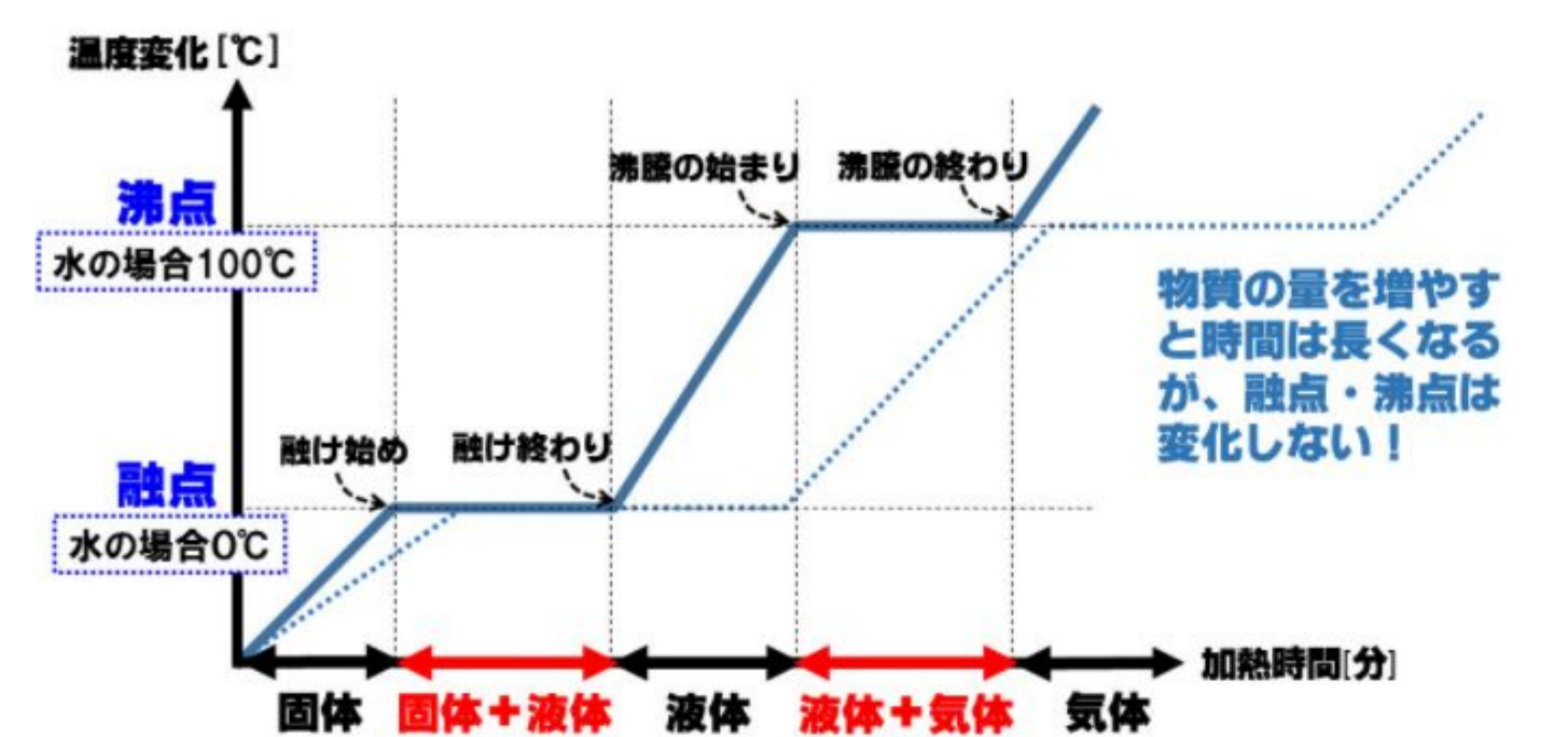
### (3)実験条件

- ・実験について以下のような条件を設ける  
→設定温度のみ条件を変え、30°Cが夏、15°Cを冬とする

設定温度	15°C	30°C
コップの大きさ	同じ	同じ
保冷剤の大きさ	同じ	同じ
時間	1時間	1時間

## 考察

実験により、外気温が高いときのほうが、保冷剤によって低下した温度の差が大きいという仮説が仮説が肯定される。



なぜなら、15°Cの場合では平均して6.56°C低下し、30°Cの場合では平均して14.20°C低下した。この結果より、30°Cのほうが温度減少が大きく見られたため、冬よりも夏に保冷剤が効果を発揮することが考えられる。しかし、下図より、気体のみのところは傾きが一定であることから、最初の温度に関わらず、15°Cから始めた場合と30°Cから始めた場合とでは減少温度は、同じになるのではないかと考えた。

## 参考文献

- ・ <http://www.wa-con.co.jp/> ワコン株式会社「保冷箱の基礎知識」
- ・ <https://pikuumedia.com/> 中1理科「状態変化」温度の変化|Pikuu

# 保冷剤の質量の変化による保冷効果の違い

佐藤真矢香 設楽美結 長岡愛実

## 要旨

保冷剤は身近な存在であるが最も効果が高い使い方が明らかでない。よって私達は保冷剤1個あたりの質量の違いによる保冷効果の変化を調べる実験を行った。1つ目の実験では一個あたりの質量が大きい方が保冷効果が高いという結果を得た。2つ目の実験では実験回数が少なく仮説の正誤は判断できなかった。

## 序論

### (1)目的

私達にとって保冷剤は身近な存在であり、様々な種類がある。しかし、どれが最も効果が高いのかわからない。よって、私達は質量と個数に着目して最も保冷効果が高くなるような方法を調べることにした。

### (2)仮説

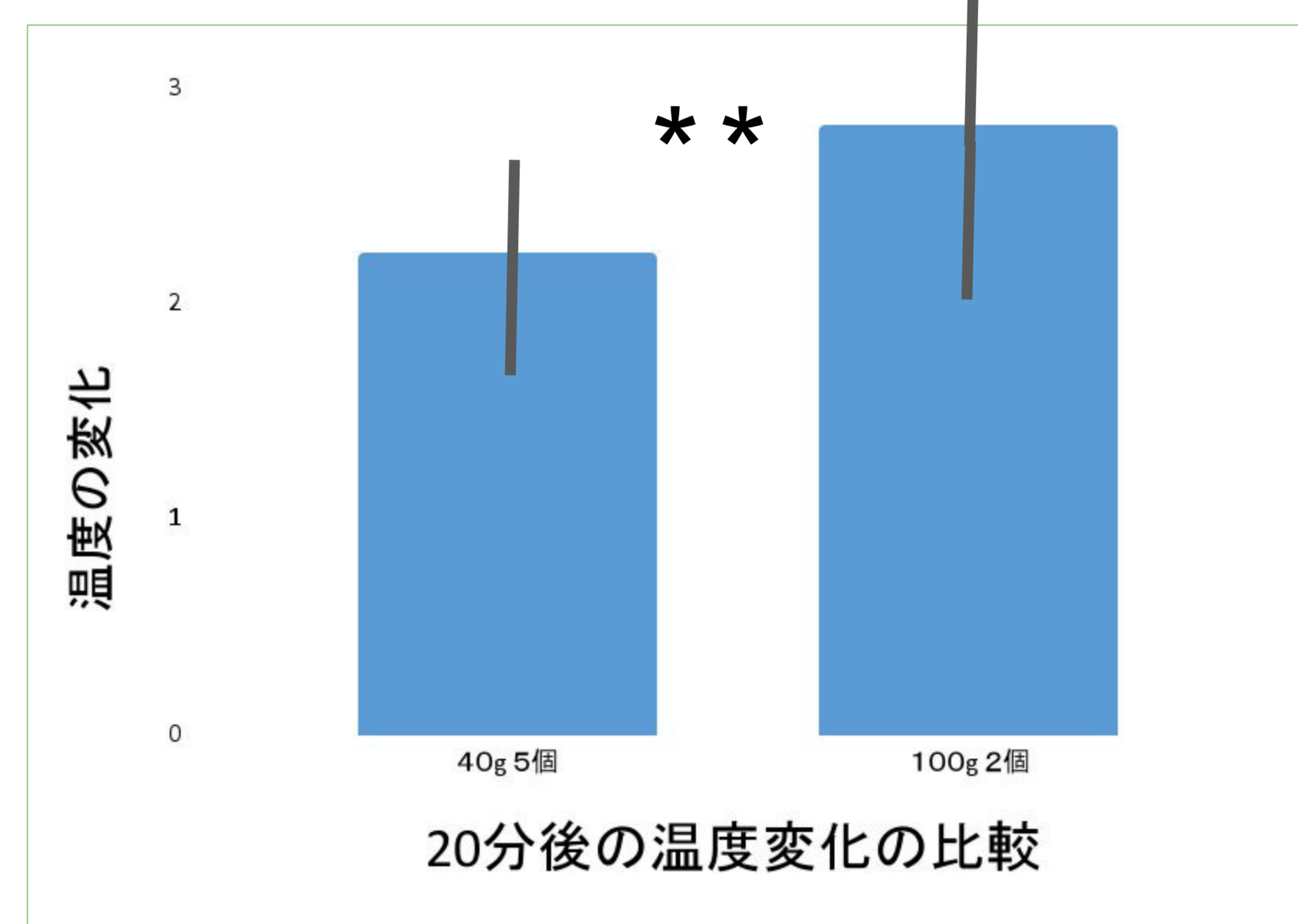
一個あたりの質量の変化による保冷効果の違いをたしかめるため次のように仮説をたてた。

①40g5個と100g2個の、合計質量を合わせた保冷剤の保冷効果を比べたとき100g2個のほうが保冷効果は高くなる

②40g6個と100g2個の、合計質量を240g、200gにしたとき①に比べて保冷効果の差が小さくなる。

## 実験結果

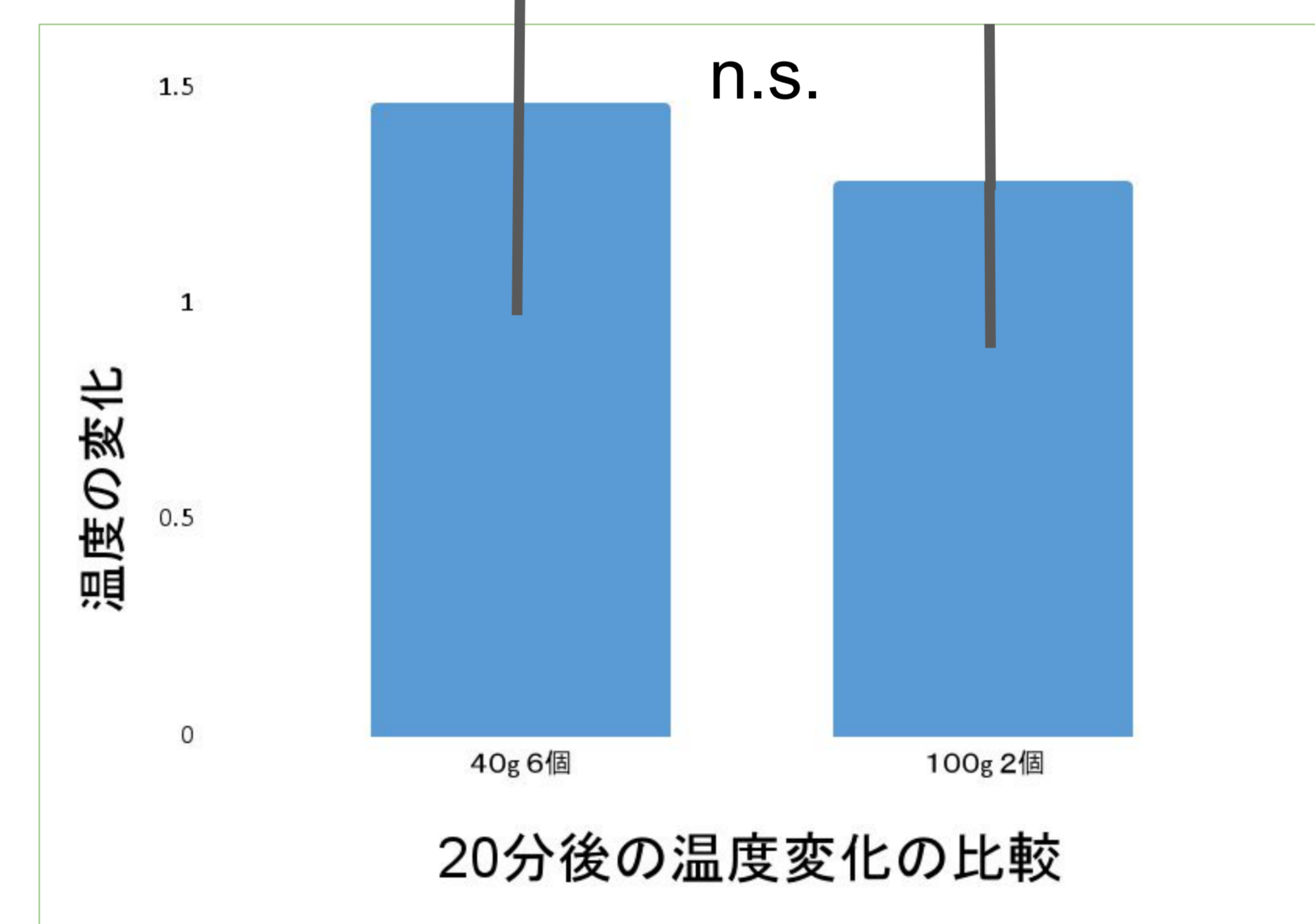
仮説①の検証結果は次のようになった。



100g2個のほうが40g5個と比べて温度変化が大きかった

図中の\*\*は対応のあるt検定(1%)で有意差があることを示す(n=8)

仮説②の検証結果は次のようになった。



40g6個のほうが100g2個より温度変化が大きいが実験回数が少ないため正誤の判断はできない

図中のn.s.は対応のあるt検定で有意差がないことを示す(n=6)

## 実験方法

保冷効果について20分後の温度の低下を比べより低下した方を保冷効果は高いと定義する。

①40g5個と100g2個の保冷剤をそれぞれ保冷バッグにいい温度計で10分ごとに温度を測った。

②40g6個と100g2個の保冷剤をそれぞれ保冷バッグにいい温度計で10分ごとに温度を測った。



## 考察

仮説① 肯定された。

対応のあるt検定の結果、有意差があることがわかった。40g5個と100g2個では、100g2個のほうが温度が低下したので、100g2個のほうが保冷効果が高いと考えられる。

仮説② 判断できなかった。

対応のあるt検定の結果、100g2個と40g6個では、40g6個のほうが温度が低下した。また、温度変化の差は①より小さくなった。しかし、実験回数が少なく、結果にばらつきがあったため、正確な実験結果が得られなかった。よって、判断できなかった。

## 参考文献

なし

# 保冷剤を置く位置と保冷時間の変化

保冷剤3⑦ 早矢仕純麗 廣瀬まな佳 三上結衣 吉住和奏

## 要旨

インターネット上で公開されていた保冷剤を置く位置と保冷効果の関係という研究の結果が正しいものなのか確かめるため(ただし実生活での効果的な利用のために条件をこちらの要望に沿わせて)同様の実験を行った。実験によって予想とは反対に、最も保冷効果が高かったのは保冷剤を下面に置いたときであるという結果を得た。なぜ仮説や参考文献の主張と異なる結果になったのか、その原因を考えると課題は多く残る。

## 序論

### (1)目的

私達は主に食材の腐敗を防ぐため、日常的に保冷剤を利用する。少しでも効果的に利用するため、冷たい空気が下に降りる性質を利用して、保冷剤は冷やすものの上に置くのが良いとされている。

しかし、それは実験により正しく証明された情報ではない。よって我が班はその真偽を確かめ、生活に取り入れたいと考えた。

### (2)仮説

①保冷剤を上面・下面・側面のうち一面に置くとき、上面に置いたものが最も保冷効果が高くなる。

②保冷剤を上面・下面・側面のうち二面に置くとき、上面と側面に置いたものが最も保冷効果が高くなる。

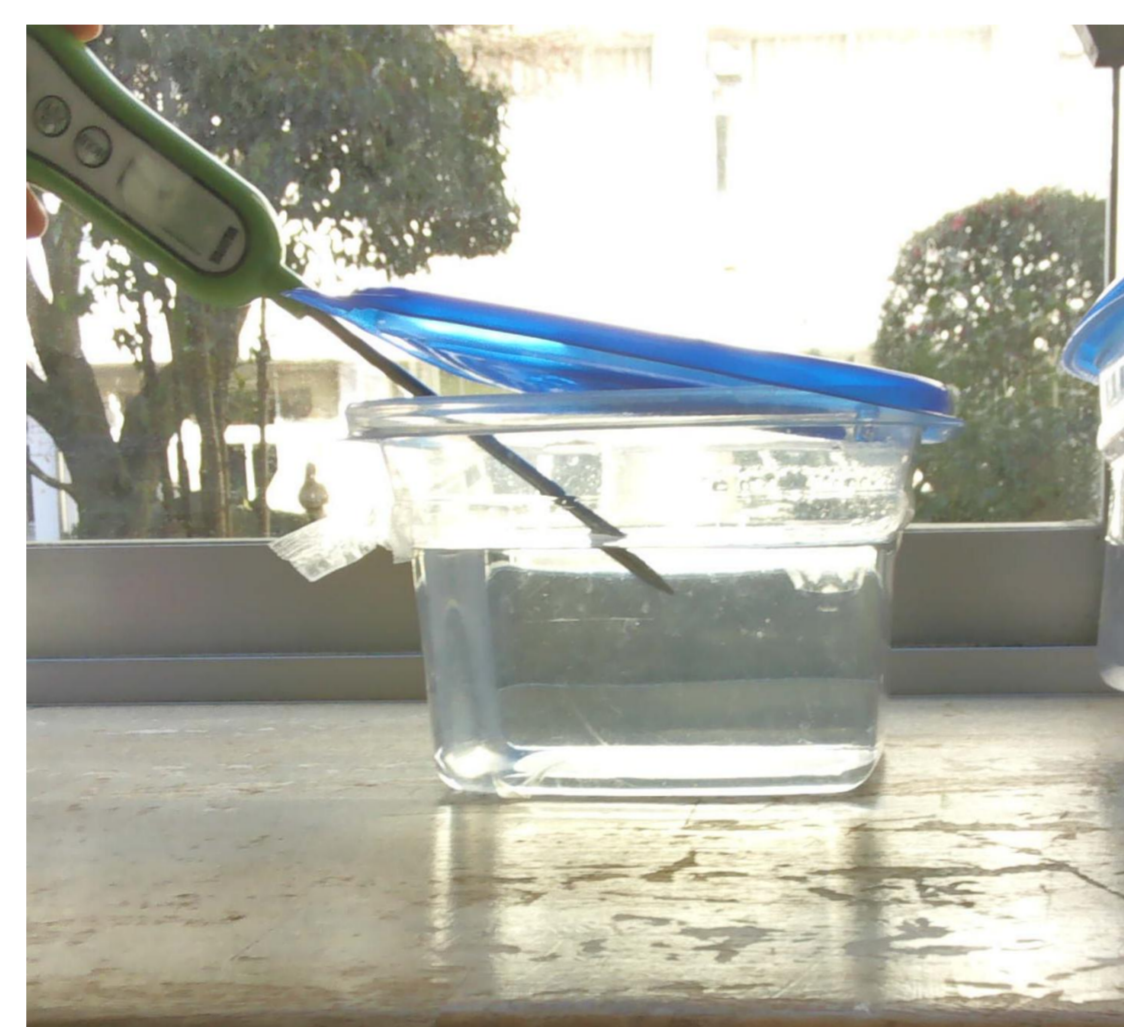
## 実験方法

我が班は「下降温度が大きいほど、その保冷剤の保冷効果が高い」と定義することとした。(温度が低いほど再び上がるまでの時間が長くなるため、証明済)

①・②共に保冷剤によってプラスチック容器中の水を冷やし、よくかき混ぜて中心部の温度を計測した。なお、計測は1時間ごとに行った。  
また、目的に則し、容器に入れる水は八分目にそろえた。

①1.完全に凍った保冷剤をプラスチック容器の上面、下面、側面のうち一面に置いた。

2.一時間ごとに水温を計測し、実験前の水温からの下降温度を求めた。



↑温度計測の様子

↓実験の様子①

②1.完全に凍った保冷剤をプラスチック容器の上面、下面、側面のうち組み合わせが異なるように二面に置いた。

2.一時間ごとに水温を計測し、実験前の水温からの下降温度を求めた。



↓実験の様子②



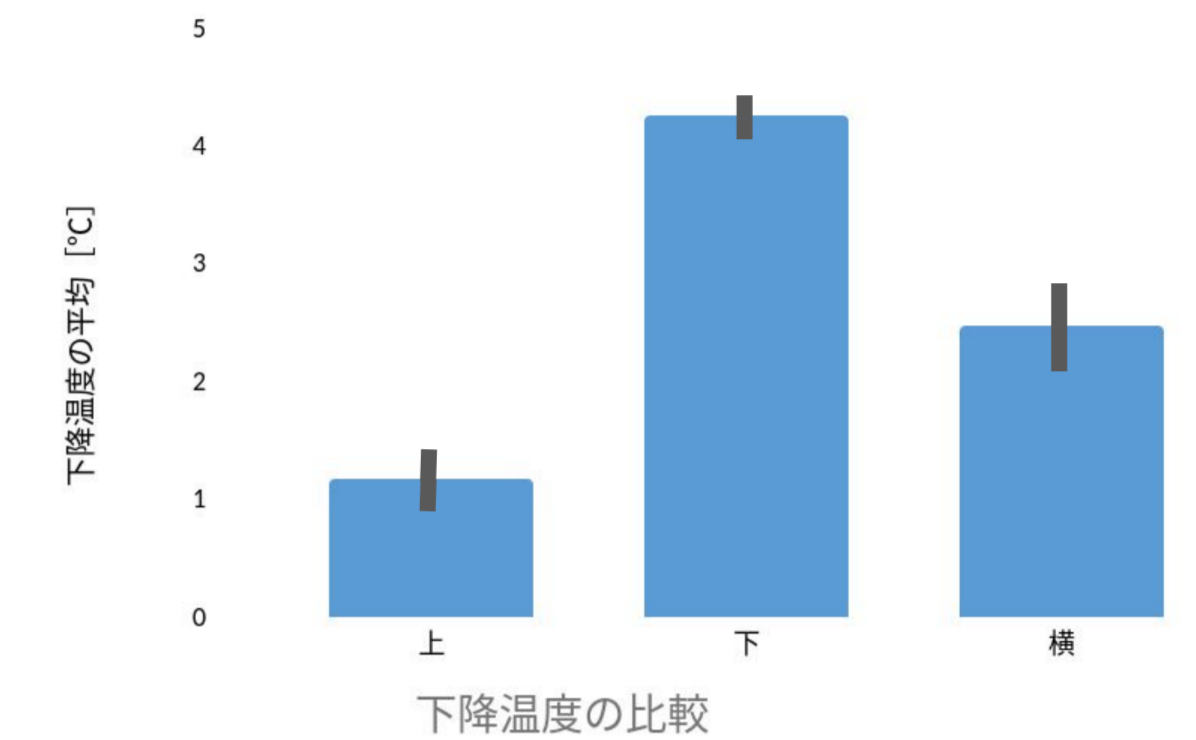
## 実験結果

### 実験①

t検定: \* \*

下面が最も下降温度が大きかった。

上面が最も下降温度が小さかった。

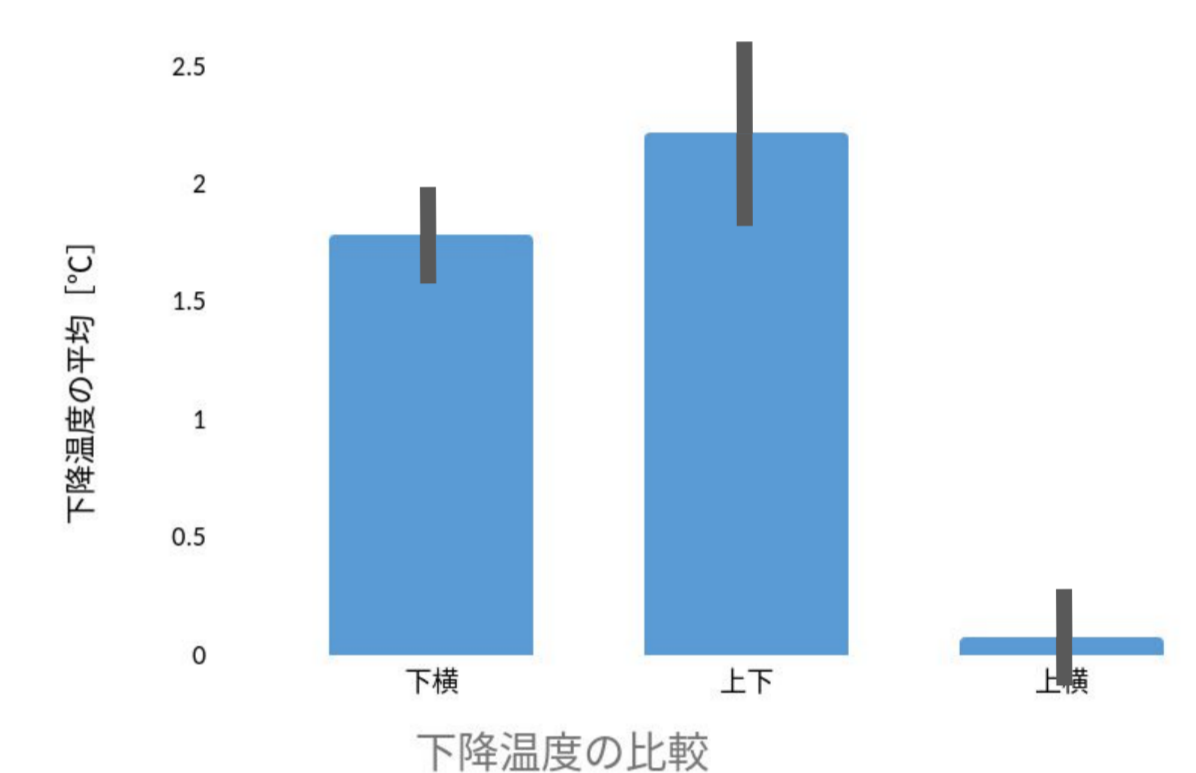


\*\*は対応のあるt検定(1%)で有意差があることを示す。(n=3)

### 実験②

t検定: \* \*

上面と側面に置いたものが最も下降温度が小さかった。

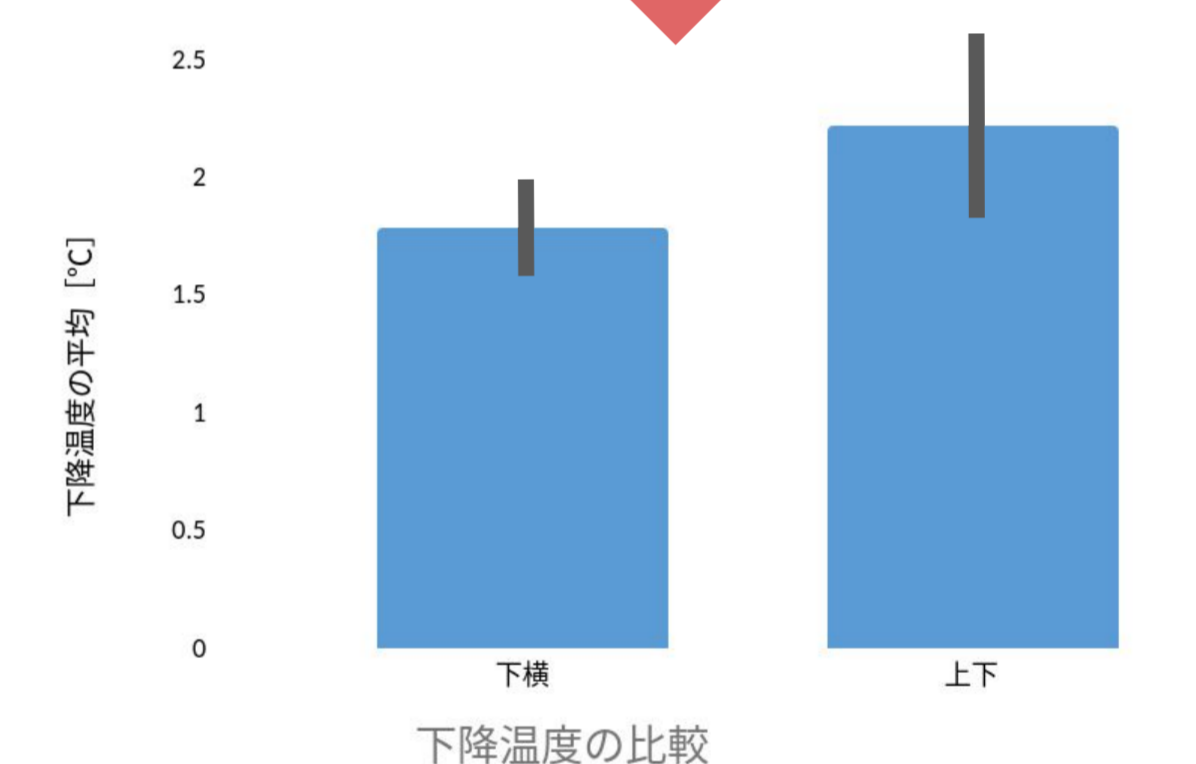


\*\*は対応のあるt検定(1%)で有意差があることを示す。(n=10)

下横、上下のデータに着目

t検定:n.s.

二つのデータは差があるとは言えなかった。



n.s.は対応のあるt検定で有意差がないことを示す。(n=10)

## 考察

実験①より、予想に反し下面に置いたときが最も保冷効果が高かったと言える。また、下面に置いたことによる効果は、上面と下面、下面と側面においたものの効果が大きかったことから実験②にもみられる。これらのことから、保冷効果を高めるには下面に置くのが最も良いという結論に収まった。参考文献の主張と異なる結果となった理由としては実験条件が違ったこと(温度の計測方法、保冷剤の配置場所など)が大きいと考えられるが、その他にも保冷剤のプラスチック容器への接地面積による影響も考えたいという結論に至った。そういったものの影響がどこまで大きいものになるのか実験で証明できれば、この実験の全体の確実性が上がった可能性があることが反省点である。

## 参考文献

・保冷剤はお弁当箱の上か下か？濡れる時の水滴対策はどうする？ <https://life-repo.com/2531.html>

・【調査】保冷剤の効果 1

<https://sakashitahiroshi.net/2012/09/06/horeizai/>

# アルミホイルの巻数と保冷剤の保冷効果の関係

4組8班 1416 木全美羽 1418 黒岩万桜 1421 小谷野香凜 1429 田中舞衣 1432 中島瑞葵

## 要旨

私たちは「保冷」を「対象物の温度上昇を抑えること」と定義し、保冷剤にアルミホイルを巻けば巻くほど保冷効果が高まるという仮説を立てた。それを検証するためアルミホイルを巻く回数を変えて実験し(0,5,10,15周)、保冷している水の温度変化に違いが現れるかを調べた。統計検定の結果、平均値に差は出たが、統計的には差がないことがわかった。その原因は、実験後に保冷剤がほとんど溶けてしまっていて温度に差が出にくかったからだと考察される。

## 序論

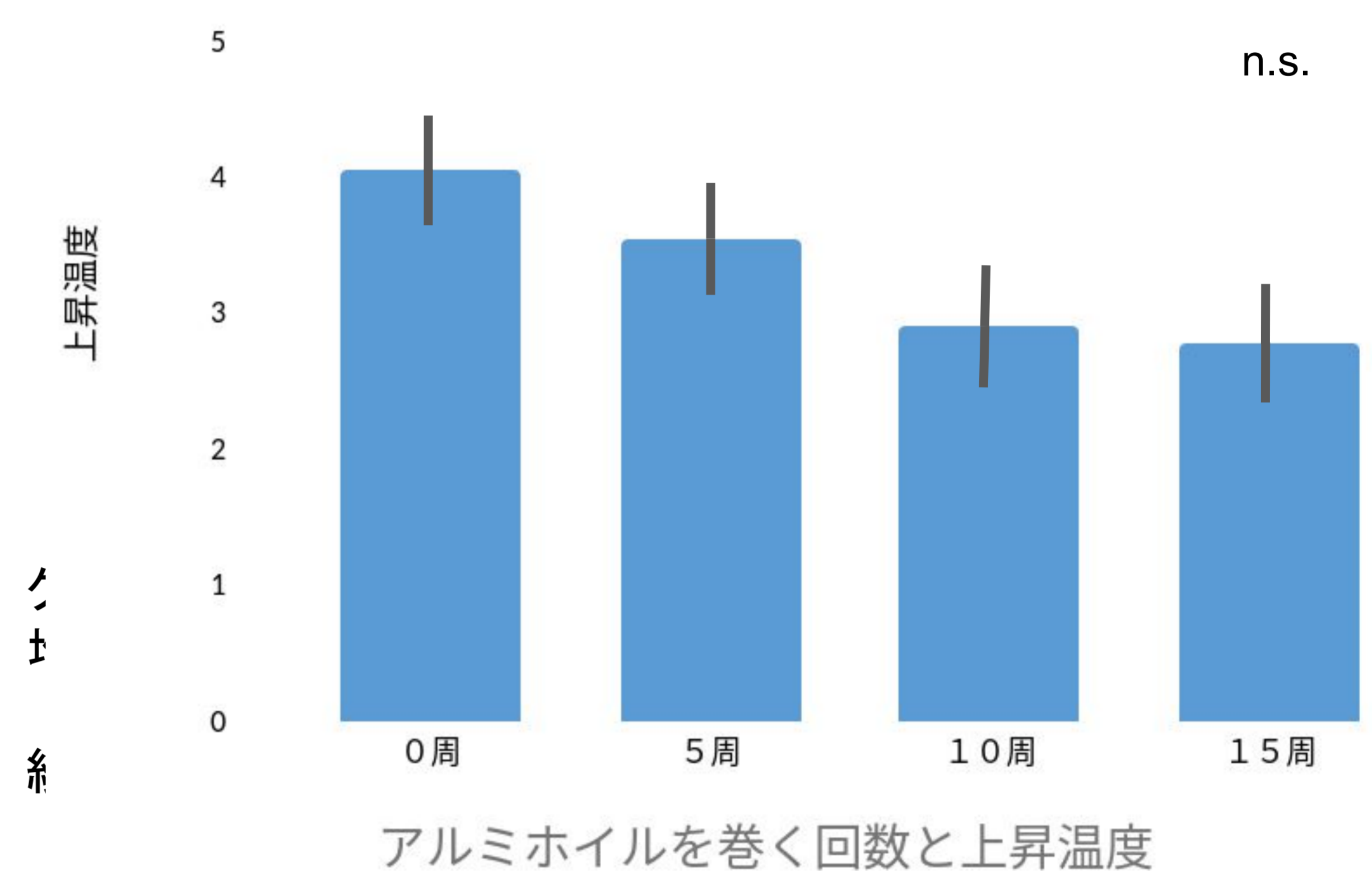
### (1)目的

保冷剤の保冷効果を高める方法をインターネットで調べたところ、多くのサイトでアルミホイルで巻くと保冷効果が高まる、ということが書かれていた。しかし、それらはすべて科学的根拠に乏しく、本当にアルミホイルで保冷効果が高まるか定かではなかった。そこで、アルミホイルを巻けば巻くほど保冷効果が高まるかどうか検証するために、以下の実験を開始した。

### (2)仮説

保冷剤にアルミホイルを巻くことによって、対象物の温度上昇は抑えられる。

## 実験結果



5巻:3.8°C  
10巻:2.9°C 15巻:2.8°C

## 実験方法

15°Cに設定した恒温器に以下の条件の保冷剤を入れ、その上にビーカーを設置する。ビーカーには30mlの水道水を入れる。

- (1)何も巻かない。
- (2)アルミホイルを5周巻く。
- (3)アルミホイルを10周巻く。
- (4)アルミホイルを15周巻く。

実験開始時とその3時間後に水温を図り、温度上昇をどのくらい抑えられているかを比較する。



実験の様子(左上から条件1,2,3,4)

## 考察

この研究から仮説はどちらとも言えないと考えられる。それは実験の統計結果で差が出なかったことから言える。反省として、データの取り方が挙げられる。水温を計る時、すなわち実験開始から3時間後には保冷剤は9割以上溶け切っていて、保冷効果が切れていたと考えられる。よって、実験で水温を計る時間の間隔を短くしたり、計る回数を増やしたりするなど、保冷効果がある間により細かくデータを取れたらそれぞれの水温の推移を詳しく統計に反映できたと推測される。

## 参考文献

アレで巻くだけ！すぐできる簡単に保冷剤を長持ちさせる裏技をやってみた！

<https://39mag.benesse.ne.jp/housework/content/?id=110021>



# 溶媒のpHに伴う温度変化

班名 名前 飯野真悠子 市橋舞香 亀井由希

市販の保冷剤の中身は水と高吸水性ポリマーである。そこで、高吸水性ポリマーを溶質とし、塩酸・水・水酸化ナトリウムを溶媒とする保冷剤を作り、pHによって温度変化に差が出るかを調べた。また、仮説を「保冷剤の中身が高吸水性ポリマーを溶質とし、水を溶媒とする保冷剤が最も0°C以下に保たれる時間が長い」とした。

## ①序論

### (1)目的

市販の保冷剤の中身は水と高吸水性ポリマーであることを知り、溶媒の違いで0°C以下に保たれる時間に差が表れるのかが疑問に思った。より効率的に保冷剤で物質を冷やす方法を実験で見つける。

### (2)意義

市販の保冷剤には大小の異なるものがある。そこで、大小の異なる保冷剤を作って、実験した結果、温度変化は保冷剤の大きさが原因ではないと分かった。そこで、pHに着目して今回の実験を行った。市販の保冷剤の中身は水と高吸水性ポリマーである。溶媒のpHの違いで温度変化がどのように起こり、0°C以下に保たれる時間の差がどのように出るかを調べることにした。

また定義として、塩酸は「塩化水素の水溶液」、水酸化ナトリウムは「ナトリウムの水酸化物」とする。

## ②実験方法

A:pH0.45の塩酸 20ml

B:pH7の水 20ml

C:pH13の水酸化ナトリウム 20ml

①A・B・Cそれぞれを、高吸水性ポリマー薬さじ1杯とともに50mlのビーカーに入れる。

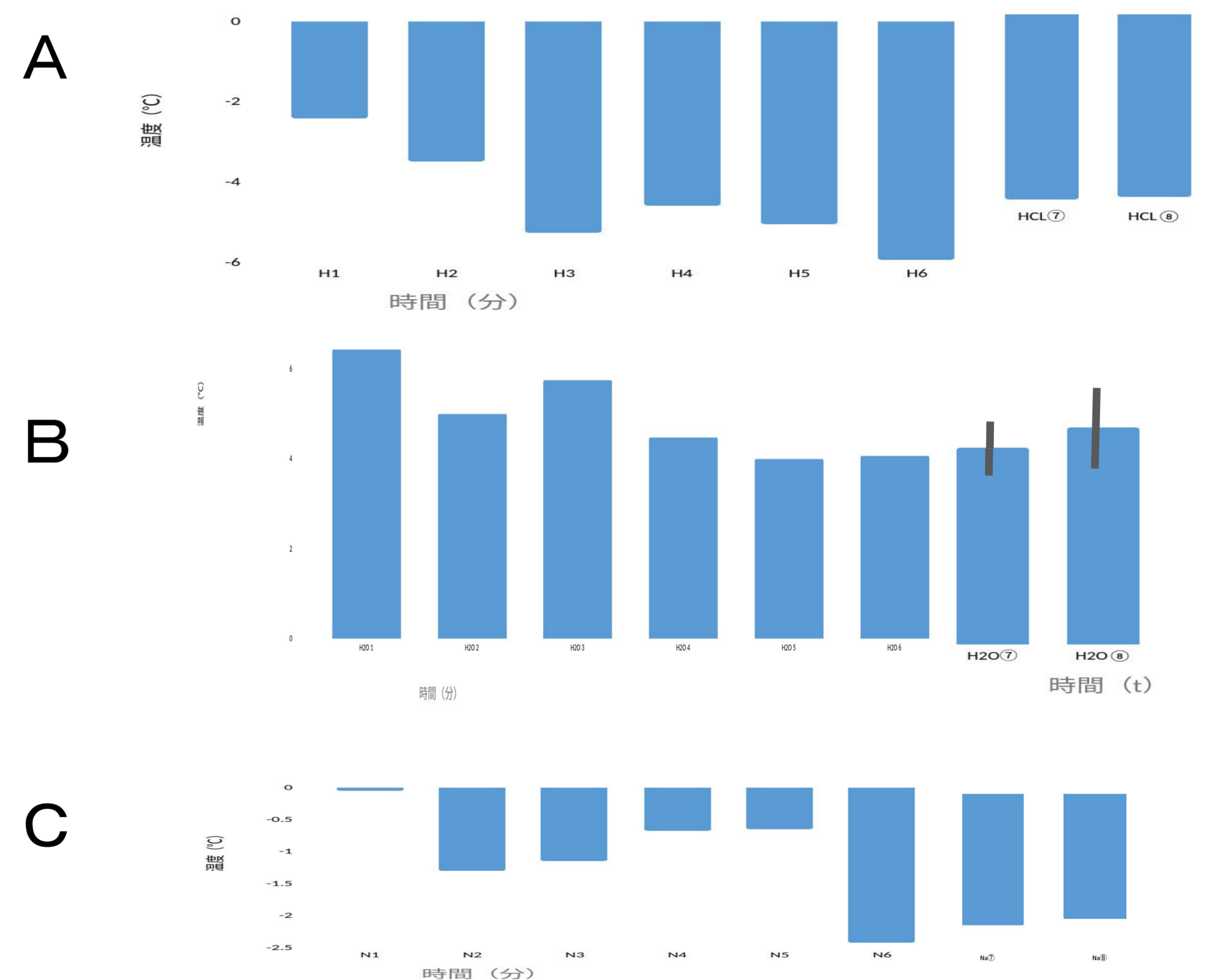
②3時間冷凍庫に入れた後、保冷バッグの中に①を行ったA・B・Cそれぞれを入れる。

③常温で1分毎にビーカー内の温度を計測する。

## 仮説

溶媒のpHが7(水)のときが最も0°C以下に保たれる時間が長い。

## ③実験結果



	温度差(°C)	モル数(mol/l)	見た目
A	4.875	12.04	水っぽい
B	4.3	55.6	固まっている
C	3.6	12.07	固まっている

## ④考察

結果として、0°Cに保たれる時間がA(塩酸)、C(水酸化ナトリウム水溶液)、B(水)の順に長くなった。よって、仮説は否定される。この理由として、凝固点降下によるものだと考えられる。

※凝固点降下:液体にのみ溶解し固体には溶解しない溶質を、溶媒に溶かすと溶媒の凝固点が低くなる現象のことである。凝固点降下度は溶質の種類に関わらず、溶質のモル濃度に比例する。

凝固点降下が、起こったと考えるとmol/lが高いほうが凍りにくくなり、B(水)がA(塩酸)やC(水酸化ナトリウム水溶液)より0°C以下に保たれる時間が短かった原因が証明できる。

## ④参考文献

・ウィキペディア「凝固点降下」

# 塩は保冷剤の温度も下げられるのか

班名 10 名前 桐生悠香 小池莉々夏 小林伊織

## 要旨

予備実験で高吸水性ポリマーの濃度の変化による保冷剤の最低温度の変化を調べたところほとんど変化がないことが分かった。次に吸熱反応を起こすものについて調べたところ、水は塩を入れることで温度が下がることが分かったので保冷剤も塩分濃度が高ければ高いほど最低温度が下がるのではないかと、という仮説を立てた。仮説に基づき、塩0g、1.0g、2.0gを入れた保冷剤を作り最低温度の変化を調べ、比較したところ0gと1.0gでは1.0gの方が最低温度が低かったが1.0gと2.0gではほとんど変化が見られなかった。このことから塩分濃度が高ければ高いほど保冷剤の最低温度が低くなるという仮説は否定された。

## 序論

### (1)目的

予備実験で高吸水性ポリマーの濃度の変化による保冷剤の温度の変化を調べたところ高吸水性ポリマーによる最低温度の変化はないことがわかった。次に氷による吸熱反応について調べたところ次のような事がわかった。

氷が溶けるときに周りから熱を奪うことによって周りの温度を下げる。(よって氷が物を冷やすことができる)

このときに氷に塩を混ぜると溶ける速さが増して周りから急激に熱を奪う。さらに、氷が融けてできた水に塩が溶けていくが、この時にもまわりから熱を奪う。この2つが一緒になって、まわりの温度が0℃以下にまで下がることがわかっている。

氷についてこの性質があるなら保冷剤にも通用するのかを明らかにしようと思った。

### (2)仮説

塩分濃度が高ければ高いほど保冷剤の最低温度は低くなる。

## 実験方法

以下の3つの条件の保冷剤を作る。

①塩:0g 水:19.8g

②塩:1.0g 水:18.8g

③塩:2.0g 水:17.8g

①～③にそれぞれ高吸水性ポリマー0.2gを入れる。

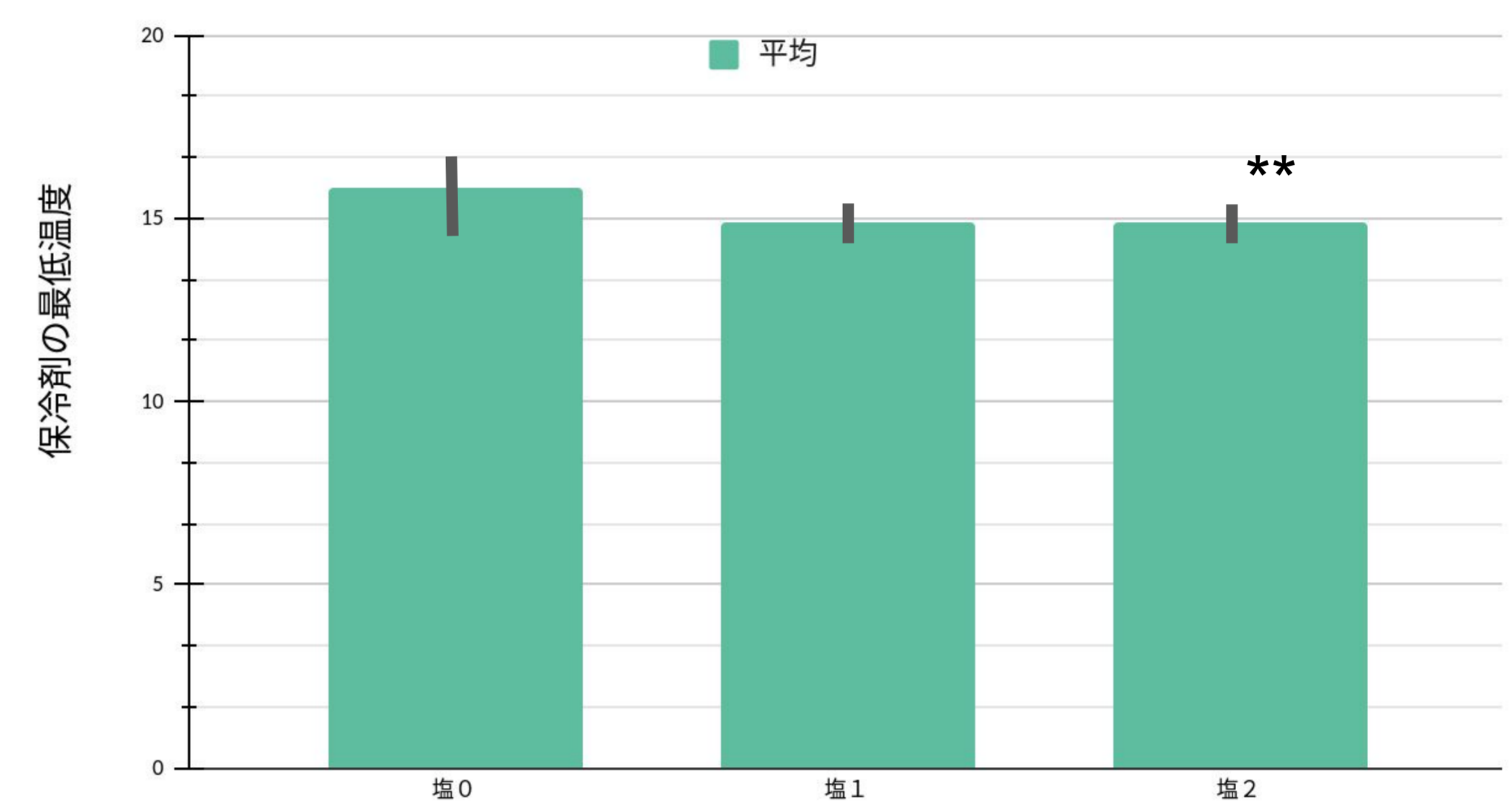
保冷剤を一つずつ保冷バッグに入れ、5分ごとにそれぞれ温度を測り、30分間温度の変化を計測する。  
各条件ともに、6回繰り返す。

### 調査項目

①～③の30分間の最低温度を温度計を用いて測定し、比較する。

\* 同じ教室で①～③の保冷剤が入った保冷バッグを並べて実験を行うので、①～③の実験開始時の温度は等しいと考えた。そのため、どこまで温度が下がったかを示す最低温度をそのまま比較した。

## 実験結果



塩の量による保冷剤の最低温度の変化

図中の\*\*は対応のあるt検定(1%)で有意差があることを示す(n=6×3)

塩0は塩を入れていない保冷剤の実験結果  
塩1は1.0gの塩を入れた保冷剤の実験結果  
塩2は2.0gの塩を入れた保冷剤の実験結果 を示す

塩0の最低温度の平均値は15.9℃  
塩1の最低温度の平均値は14.9℃  
塩2の最低温度の平均値は14.9℃であった。

## 考察

仮説は否定された。

→調べたところ、水に塩を混ぜると、水の凝固点が低下するという性質がある事が分かった(凝固点降下)。塩分濃度が高いほど、水の凝固点が下がり、保冷剤が固まりきらなかったため、保冷効果を十分に発揮出来ず、塩を2g入れた保冷剤は想定していたより温度が下がらなかったのではないかと考えた。

しかし、塩0gより塩1.0g、2.0gの保冷剤のほうが最低温度が低くなるという結果が出たため、適当な量の塩は保冷剤の温度をより下げられるということが示された。

## 参考文献

・「質問コーナー」(<http://kinki.chemistry.or.jp/pre/a-72.html>)

・「科学情報紙.xyz」

(<https://xn--ols97e46f0m4a7qr.xyz/2019/07/06/post-6271/>)

# 覆うものの素材による保冷効果持続時間の変化

11班 富澤花奈・橋本さくら・柘植悠希・福澤恵衣

## 保冷効果をより高め、保つために

保冷剤が冷やす空間の温度変化、またその持続時間を計測する。保冷剤及びその周りの空間を物体で覆い、どの素材で覆ったときが一番持続時間が長くなるかを調べる。

### 序論

#### (1)目的

先行研究で保冷剤自体にアルミホイルを覆うと、アルミホイルを巻かないものよりも保冷剤の持続時間が長くなることがわかった。(ただし保冷剤の持続時間とは、計測した温度が最低温度+0.5℃以内の範囲にある時間(分)のこととする。)  
この結果を踏まえて、保冷剤をどの素材で覆ったときが最も持続時間が長くなるかを調べることにした。  
また先行研究で行ったような保冷剤自体を物体で覆う方法よりも、保冷剤が冷やしている空間すべてを物体で覆う方法のほうが良いと考えた。なぜなら、保冷剤が冷やしている空間を直接計測することができるからである。

#### (2)仮説

アルミホイルを巻いた保冷剤が最も保冷剤の持続時間が長くなる。

### 実験方法

保冷剤2つとデータロガーを異なる素材で覆い、その素材で覆われている空間の温度を計測する。

- ・アルミホイル
- ・気泡緩衝材
- ・布(バンダナ)
- ・何も巻かない

これら4つで実験を行った。

#### 実験条件

- ・各日とも同じ部屋で実験を行う
- ・各日ともおよそ8:15~17:15の間で実験を行う
- ・データロガーはすべて同じタイミングで測定を始める



↑何も巻かない



↑アルミ  
気泡緩衝材、布(バンダナ)も同じように巻いた。

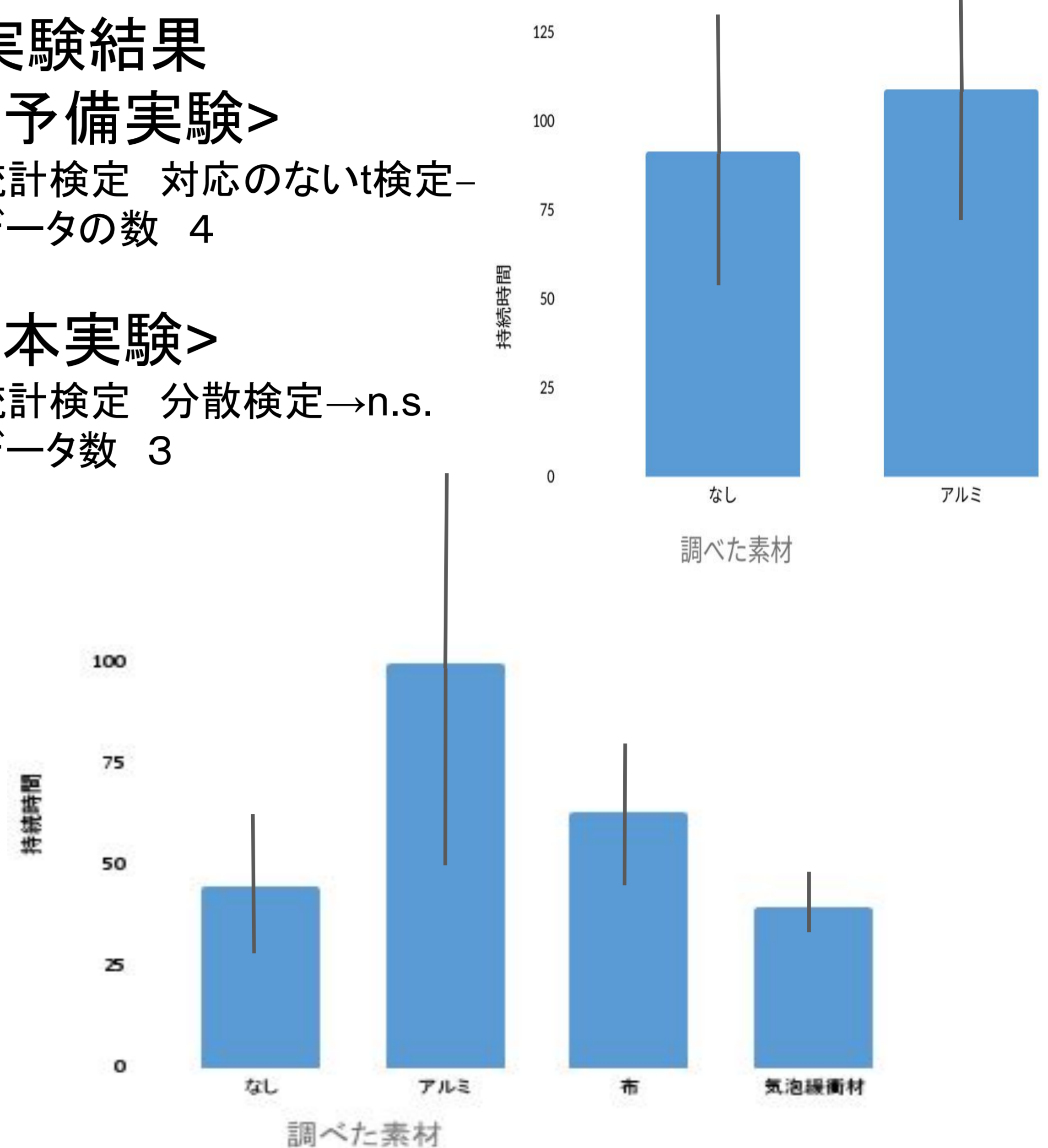
### 実験結果

#### <予備実験>

統計検定 対応のないt検定-  
データの数 4

#### <本実験>

統計検定 分散検定→n.s.  
データ数 3



### 考察

仮説は肯定されたとも否定されたとも言えない。  
実験結果より、標準誤差が大きいため、巻く素材によって持続時間に変化があるとは言えないからである。  
しかし、実験を行った日によってそれぞれの素材で持続時間に大きな差があったため、持続時間は気温に左右されてしまうのではないかと考えられる。

#### 主な反省点

- ・実験方法が曖昧で、正しい結果を得ることができなかった例)データロガーで計測をする際の始まりの気温  
外気温(暖房)による影響
- ・予備実験と本実験で実験の方法を変えてしまったため、比較できなかった
- ・データ数が少なすぎて判断を下せなかった
- ・なぜ今回使用した4種類の素材を使用したのかが明確ではなかったため、実験が成功していたとしても定義付けできなかった

以上を考察とする。

# 3種類の保冷剤による温度差の比較

12班 正木愛菜 宮内葉菜 宮崎日香理

## 要旨

保冷剤は基本的に高吸水性ポリマーを中心として作られているが、高吸水性ポリマー以外の物質を使用しても、物体を本来の保冷剤のように保冷効果が保たれるのではないかと考えた。そこで、高吸水性ポリマー、ゼラチン、水の3つで保冷剤を作り、水を冷やした。その結果、ほとんど差は見られなかったものの、水が最も温度差にばらつきがあり、ポリマーが最も安定していた。したがって、どの保冷剤を使用しても保冷効果を保つことができる。

## 序論

### (1)目的

高吸水性ポリマー、ゼラチン、水の保冷効果について調べた。2時間水を冷やしたときの最低温度と最高温度を比較したところ、ほとんど差は見られなかった。そこで実験の回数を増やし、3つのうちの保冷剤が最も保冷効果が高いのかを調べる。

### (2)仮説

物質の熱交換率が下がると氷が溶けにくいいため、水の流動性を抑えられれば物質の温度を下げるのではないかと考えた。そのため、流動性を抑えられる物質の方が保冷効果が高いと思う。

## 実験方法

1.3つの条件の保冷剤を作る。

- A) 水100%
- B) 水98% 高吸水性ポリマー2%
- C) 水98% ゼラチン2%

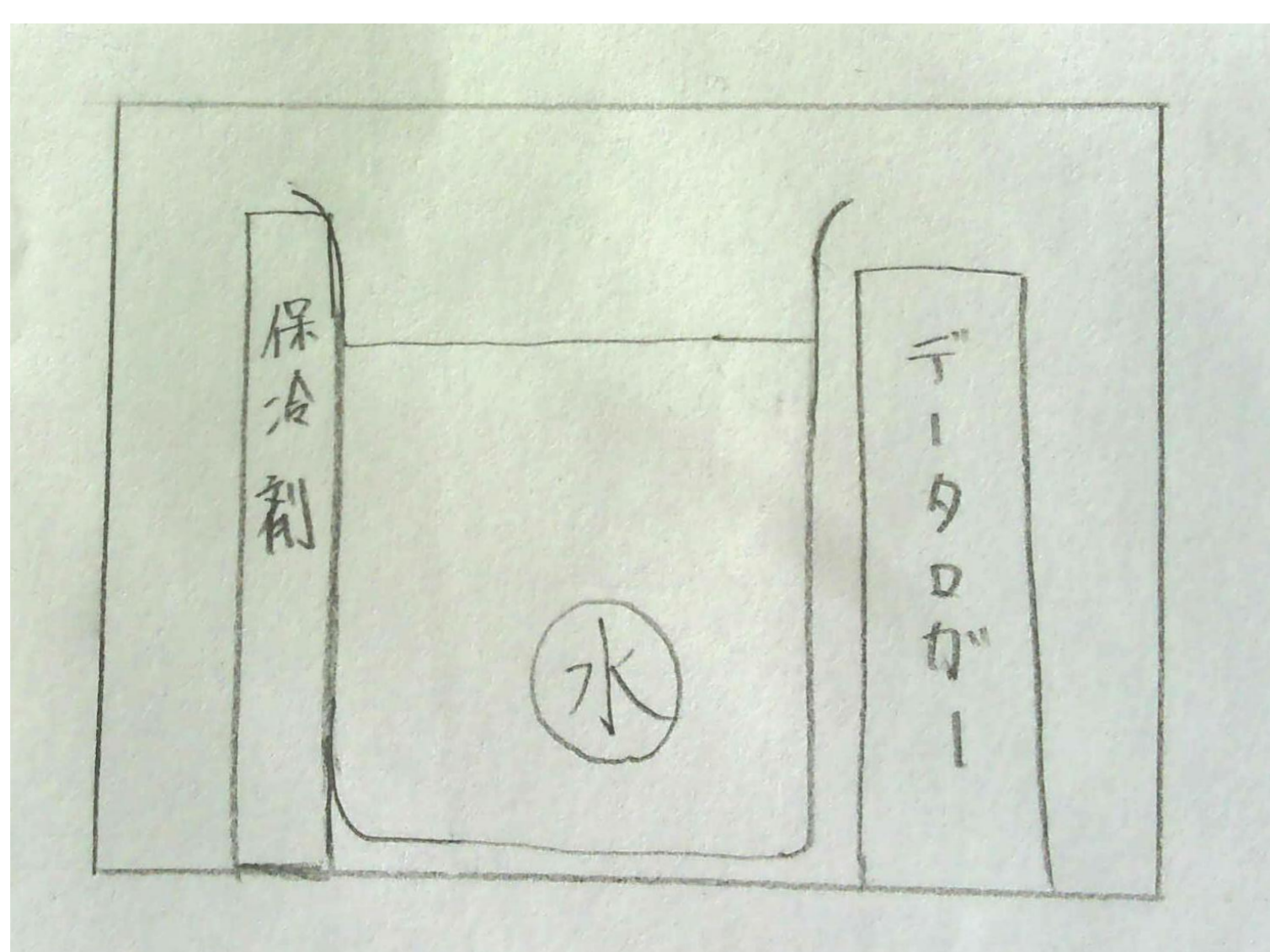
以上の3つの保冷剤の質量は全て100gとする。

2.水100mlが入ったビーカーの横に保冷剤を置き、保冷バッグの中に入れる。

3.2時間経つまで10分毎に保冷バッグ内の温度を測定する。

4.得られたデータをもとに、2時間の中で温度が最も高いときと低いときの温度差を求める。温度差が最も大きいものが保冷効果のある保冷剤となる。

\* 実験の確実性を高めるために、ビーカーをできる限り保冷剤で覆った。

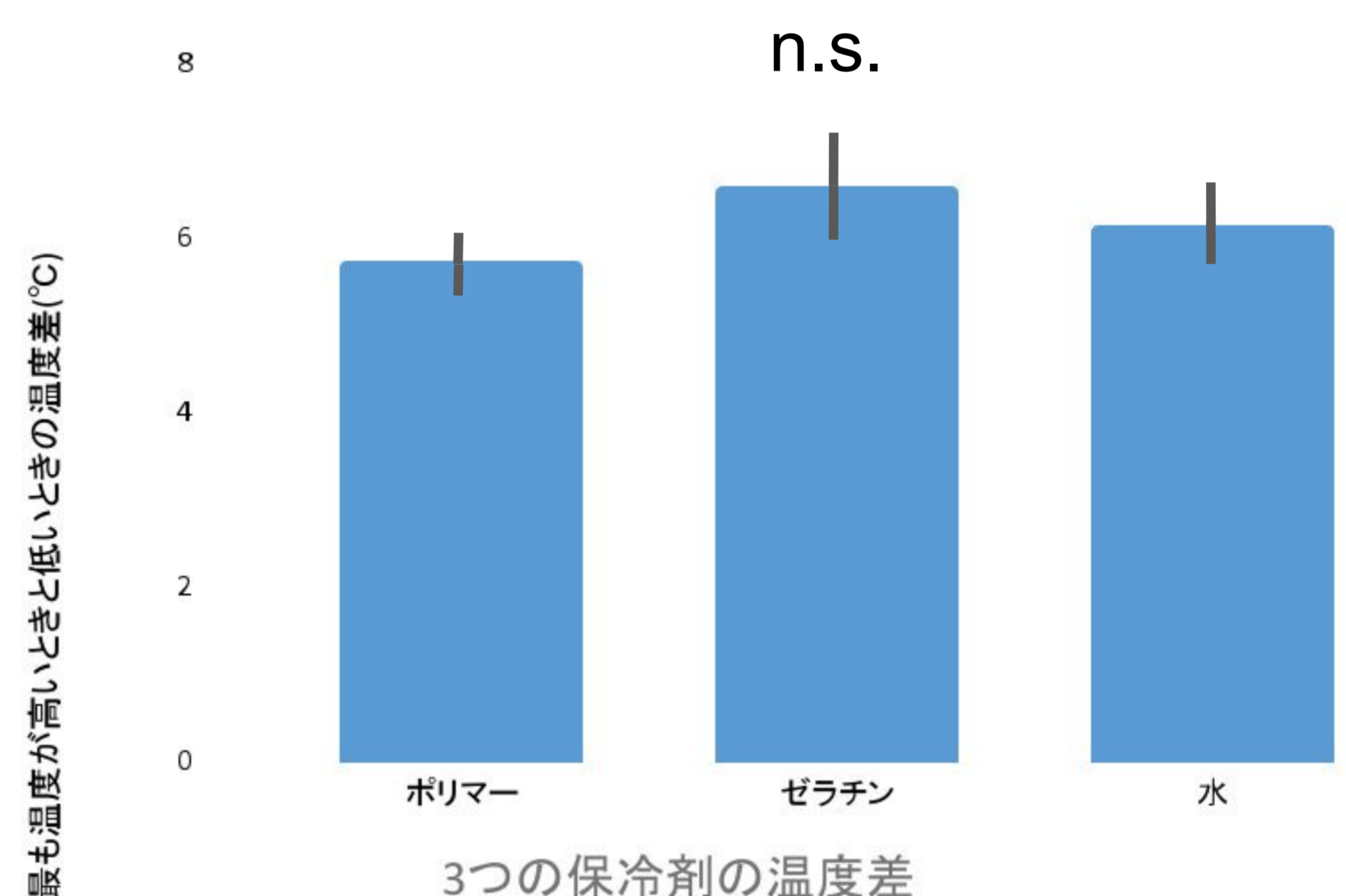


## 実験結果

グラフは、高吸水性ポリマー、ゼラチン、水を使用して作った保冷剤による最高温度と最低温度の差の平均を比較したものである。

高吸水性ポリマー: 5.8°C  
ゼラチン: 6.6°C  
水: 6.2°C

これらの記録から、ほとんど差がないことがわかる。



図中のn.s.は分散解析で有意差がないことを示す(n=20)

## 考察

この研究から、仮説は否定されたと言える。なぜなら、高吸水性ポリマー、ゼラチン、水で作った保冷剤による保冷効果に大きな差はなかったからだ。この原因の一つとして、実験日の気温が不安定だったため、実験開始時の気温(保冷バッグ内の温度)に差ができてしまったことが考えられる。しかし、平均値の差は誤差の範囲内でも、それぞれの結果はゼラチンが最も差が大きく、高吸水性ポリマーが最も安定していた。そのため、保冷効果において、水の流動性が関係していないとは言い切れない。

## 参考文献

「氷スラリーによる冷蔵・冷却のための手引書」:日本冷凍空調学会調査研究プロジェクト(2013.4.1~2016.3.31)「機能性氷スラリーによる冷蔵・冷却」発行

「青果物における保冷用容器と蓄冷剤の利用について」:青果物鮮度保持出荷のための保冷用資材に関する研究(第2報)打田宏 中村洋 東城清秀 太田英明

# 保冷剤の保冷効果ってどうなの？

13班 矢島 菜々子 横堀 優来 吉田 有里

## 要旨

保冷剤は空気の温度を減少させ続ける、という仮説を立てて予備実験を行った。その予備実験の結果、仮説は正しいと証明された。そのことから、保冷剤の質量の違いによって空気の温度減少は大きくなるのではないか、と考え、以下の実験を行った。

先行研究の実験方法に加え、保冷剤の質量を変えたものを用意し、温度の変化を比較した。この本実験の結果より、保冷剤は空気の温度を減少させ続けるだけでなく、保冷剤の質量を増やしたほうが空気の温度減少はより大きくなることが証明された。

## 序論

### (1)目的

先行研究において、保冷剤は空気の温度を減少させ続けると証明された。(具体的に言うと、10分、20分、30分...と、時間が経つとともに、空気の温度も減少していくと分かった。)

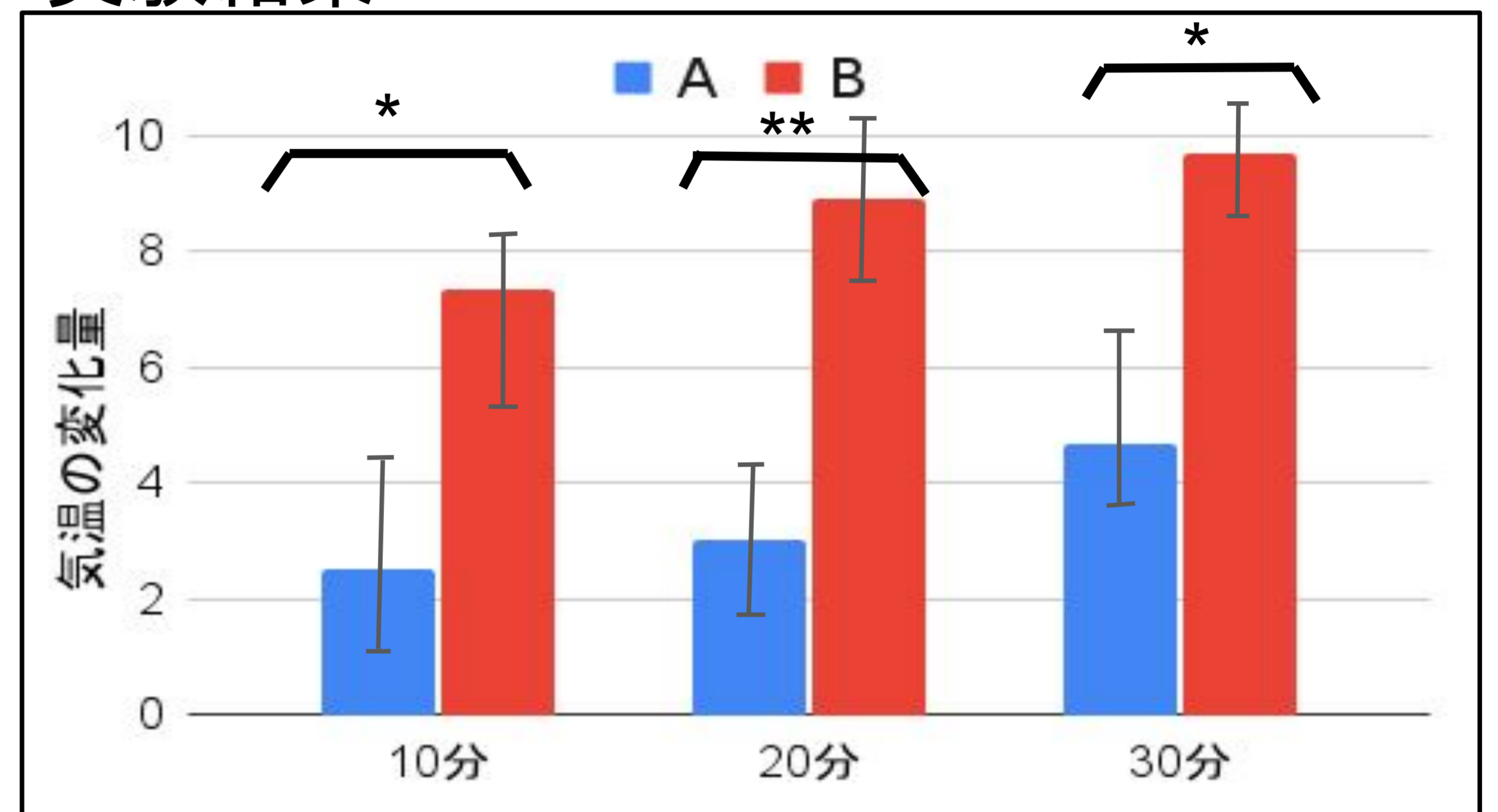
この結果を踏まえて、保冷剤の質量の違いによって空気の温度減少は大きくなるのかどうかについて調べることにした。

(保冷剤の質量によって温度の変化に差がないのであれば、保冷剤の無駄を減らすことができると考えた。)

### (2)仮説

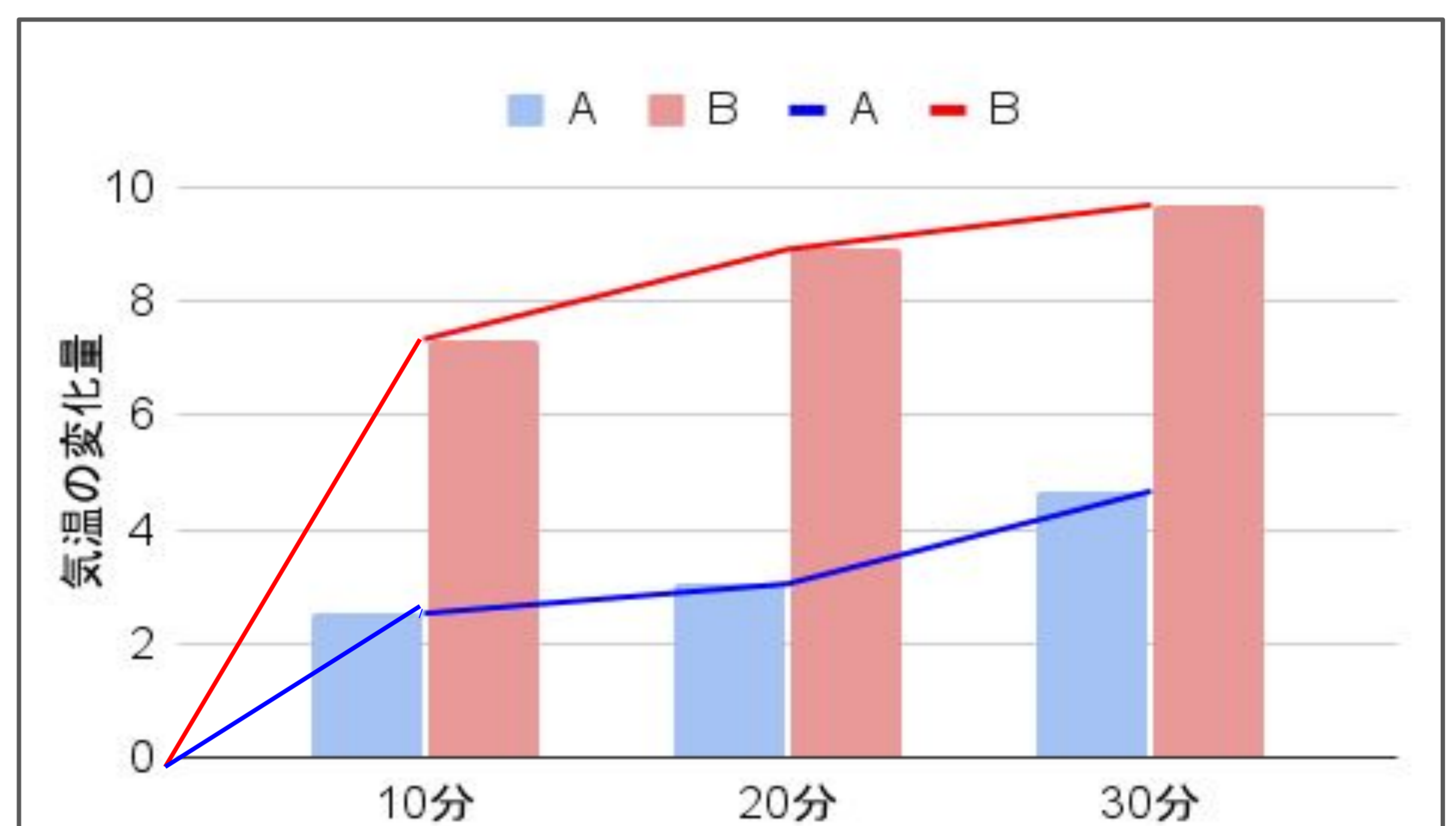
『保冷剤の質量を増やしたほうが  
空気の温度はより冷たくなる。』

## 実験結果



図中の\*はt検定で5%水準、\*\*は1%水準で有意差があることを示す。(n=10)

(⇩上のグラフに折れ線グラフを付け足したもの)



※気温の変化量とは、実験前からどれだけ気温が下がったかを指す。

## 実験方法

### 〈用意した物〉

- ダンボール
- 保冷剤(A:197g B:1970g)
- 気温計
- 温度計
- タイマー



### 〈手順〉

1.保冷剤(A:197g B:1970g)を、それぞれ入れたダンボールを用意する。

2.10分、20分、30分ごとにダンボール内の気温を計測する。



(⇩ダンボールと机の間に隙間ができないようにする。)



⇩ダンボール内の様子

3.実験結果をグラフに表す。

(⇩冷やし方の違い(保冷剤の質量の違い)による結果の差をわかりやすくするために、棒グラフと折れ線グラフによって結果をまとめた。)

## 考察

### 仮説 ⇨ 肯定された。

(今回測定した記録の30分まで、だとB(質量が大きい方)のほうが常に冷たくなるという結果は明らかである)

よって先行研究と本実験の結果より

【保冷剤は空気の温度を減少させ続け、  
また保冷剤の質量が大きいほどより空気を冷たくする】  
といえる。

→時間をもっと増やしてもずっと

Bのほうが冷たくなるのだろうか。

## 参考文献

・ぶつぶつ物理

(<http://luna-physics.cocolog-nifty.com/blog/2009/06/post-05e3.html>)

・技術研究所(<http://rdc.mayekawa.co.jp/news/?p=175>)

# 保冷剤の質量に伴う保冷効果について

6組14班 名前 小野田紗子 青柳もえ 関麗奈

## 要旨

物体が冷やされる時間には保冷剤の質量が関係していることを調べた。保冷剤の質量が大きいほど、ビーカーに入った氷が溶けるまでの時間が長いと仮定し、質量の異なる保冷剤を使って氷が溶けるまでの時間を調べた。条件に統一性がなかったことやデータ量の不足などで十分な結果が得られないこともあったが、質量による保冷効果を証明することができた。

## 序論

### (1)目的

高校生になってお弁当を食べることが多くなり、保冷剤を使用する機会が増えた。毎日の重いリュックを少しでも軽くしたいという発想から、今回質量に着目した実験を行う運びとなった。

先行研究では、質量の異なる2つの保冷剤を用意し、ビーカーに入れた水の温度の変化を調べた。質量が大きい保冷剤の方が温度の上昇が僅かだった。

これを踏まえ、本実験では色々な質量の保冷剤を使って氷が溶ける時間をはかり、質量による保冷効果を調べて、日常に活かす。

### (2)仮説

保冷剤の質量が大きいほど、ビーカーに入った氷が溶けるまでの時間が長い。

## 実験方法

1. 質量が異なる3つの保冷剤を使って、氷がすべて解けるまでにかかる時間を調べる。

- ①40g(小)、100g(中)、510g(大)の保冷剤を用意する。
- ②20gの氷を入れたビーカーを保冷剤の上に固定する。
- ③氷がすべて解けるまでの時間を計測する。



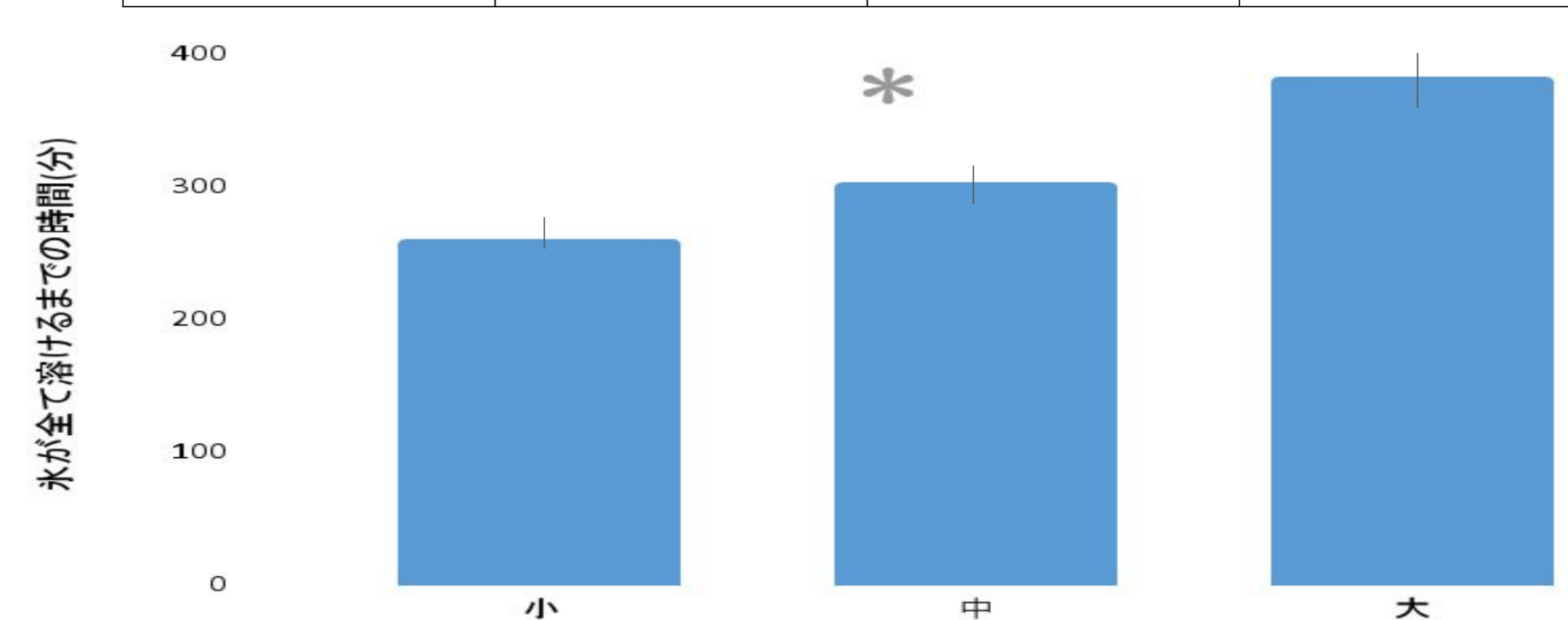
2. 上記では気温により室温が変動してしまうため、周囲の温度を一定に保つ条件を加えた実験も追加で行った。

- ・恒温器を使用し、15℃に設定する。



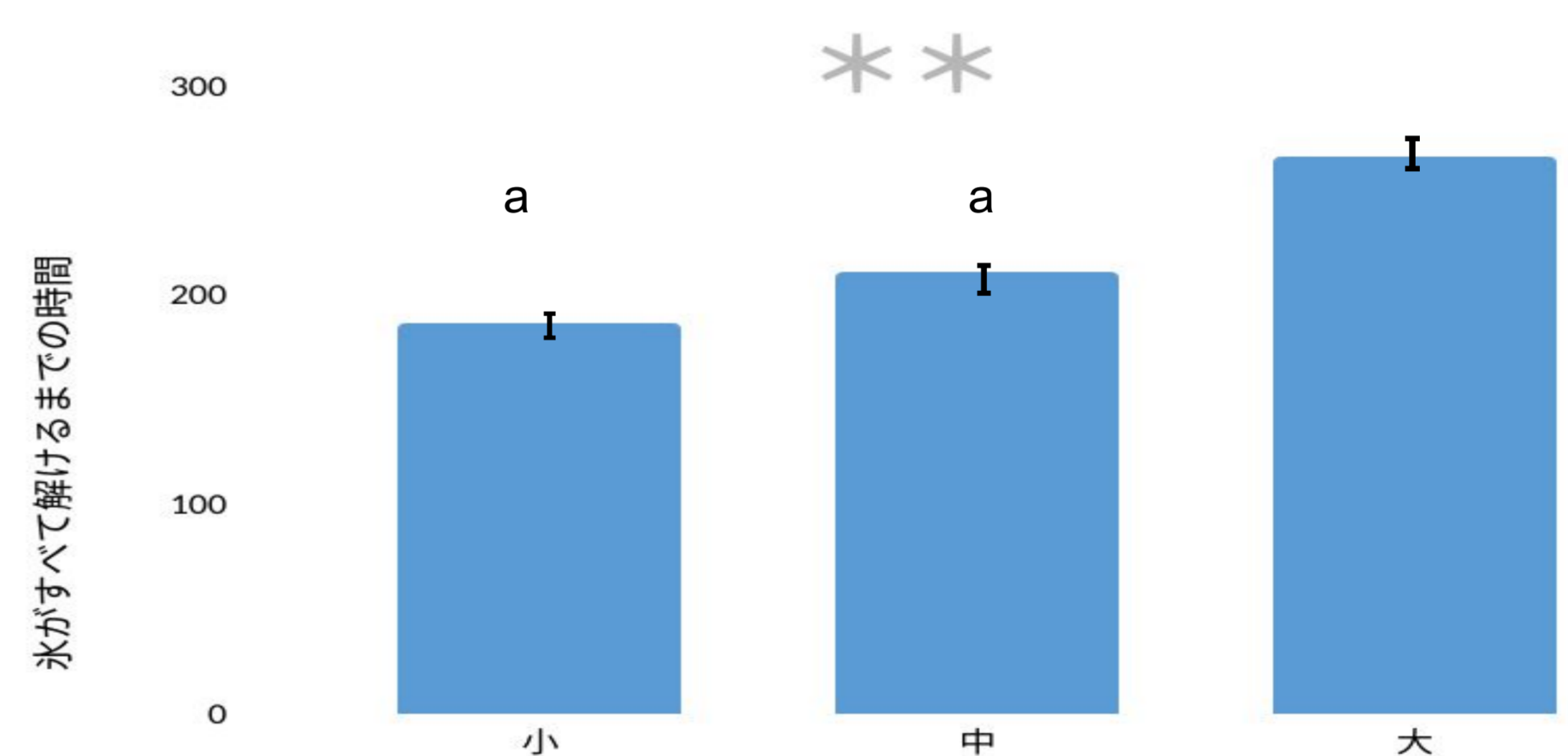
## 実験結果

	小	中	大
1. 平均	262.5	304.3	385.0
標準誤差	20.8	26.8	32.7



図中の\*は対応のあるt検定(5%)で有意差があることを示す (n=10)

	小	中	大
2. 平均	187.0	211.7	266.0
標準誤差	6.8	14.2	16.7



同じ英文字間にはTukey(5%)で有意差がないことを示す (小n=5、中n=6、大n=5)

## 考察

1では、小と中、中と大には差が見られなかった。しかし、小と大には差が見られた。(チューキューの多重比較検定による。)平均時間は小から257.5分、301.0、435.0と増加しているため、仮定は肯定されたと考える。差が見られなかったのは、毎日室温が異なり、条件に統一性がなかったからだと考えた。

2では、小と中(質量の差は60g)に差が見られなかったが、中と大(410g)、小と大(470g)には差が見られた。ここから、仮定は肯定されたと考える。小と中では質量にさほど差がなかったため、またデータ量が少なかったために十分な結果が得られなかったのだと推測される。

以上から、保冷剤の質量が大きいほど保冷効果は持続することが証明された。

## 参考文献

読めばなるほど!【知って得する豆知識】

<https://読めばなるほど.com/archives/2522.html>

Happy Family Life家族生活お役立ち情報まとめブログ

<https://happy-familylife.com/archives/1489>

# 保冷効果を高めるにはどうするか

保冷剤-6⑮ 関口ゆあ 高柳美優 中里見南月

保冷剤の総質量は同じでも分割した方が低温度で保ちやすいかどうか調べた。50gの保冷剤2個と100gの保冷剤1個では、100gの方が長時間低温度で保てた。よって、分割しない方が低温度で保ちやすいことが分かった。

## 目的と仮説

保冷剤には長時間低温度を保てるという特徴があり、一般的に100gの保冷剤は約3時間持続するということが明らかになっていた。そこで私たちは、同じ100gでも、50gの保冷剤を2個使うというようにいくつか分割して使用するのと、100gを単体で使用するのではどちらの方が保冷剤の効果が倍増するのか調べた。この研究によって、お弁当を学校に持って行く高校生が、夏場でも食中毒などを気にせず、よりおいしく、安全にお弁当を食べることができるようになればと思う。

保冷剤の総質量は同じでも分割したほうが低温度で保ちやすいのかを調べるために、私たちは「同じ質量であっても分割しない方が空間を低温度で長時間保てる」という仮説の元実験を行った。

## 実験方法と実験条件

### 必要となるもの

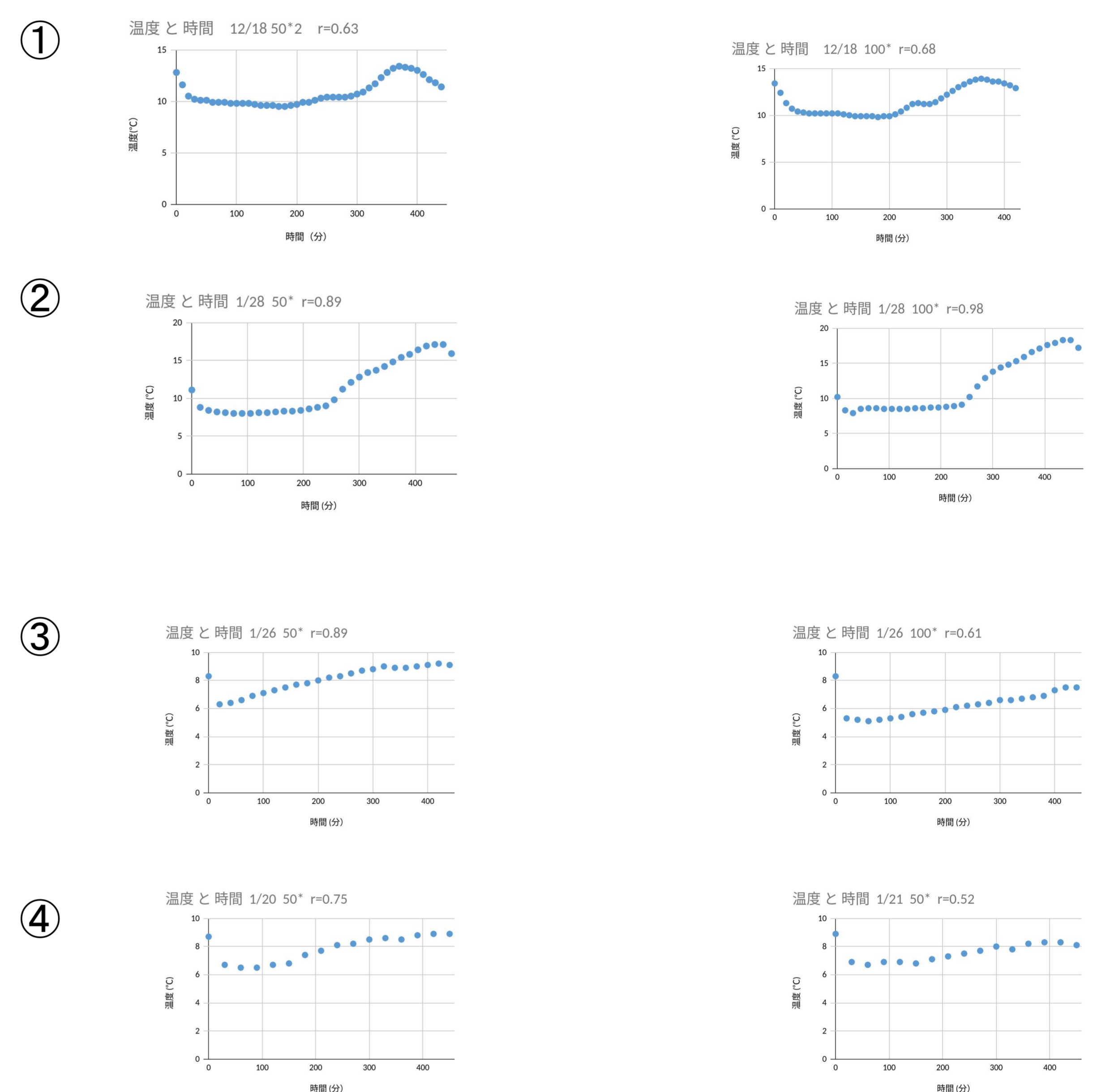
- ・保冷剤50g 2個
- ・保冷剤100g 1個
- ・発泡スチロールの箱 同じ大きさのものを2個
- ・データロガー(温度を一定時間ごとにはかるもの)
- ・ガムテープ

発泡スチロールは20°Cで室温と同じ状態。箱の蓋の内側に保冷剤をガムテープで貼り付ける。このとき、50gの保冷剤2個はなるべく離して貼り付けるようにした。(近づけると分割されてる意味が薄れてしまうため)

10分間隔、15分間隔、20分間隔、30分間隔で計測の4通りで実験をした。計測時間は午前8時30分から午後4時までの7時間半。グラフに記入した温度の変化の差から結果を見ていった。

## 実験結果

### ・統計検定の結果:①~④すべて\*\*



## 考察

実験の結果、私達の考察は正しいということが分かった。グラフを見るとわかるように、50gの保冷剤を2つ使用するよりも、100gの保冷剤を1つ使用したほうが、空間の温度がより低く、また持続時間もより長いことが確認できる。このような結果になった理由として、「50gの保冷剤のほうが容積が小さく、保冷剤が溶けていくときに中心部までの到達時間が早いため、持続時間が長く続かない。逆に100gの保冷剤は容積が大きく、溶けるときの中心部までの到達時間が遅くなるため、持続時間が長く続く。」と考えた。

## 参考文献

happy family life 家族生活お役立ち情報まとめブログ

<https://happy-familylife.com/archives/1489>

# 保冷剤の質量と保冷効果の関係

1年7組16班 阿部妃菜 飯塚姫菜 岡崎七美 小幡結衣

## 要旨

お弁当を美味しく安全に保てる温度が10℃以下ということから、**保冷効果＝保冷パック内の空気の温度を10℃以下に保つこと**と定義した。質量が大きい方が10℃以下を保つ時間が長い、つまり保冷効果が高いという仮説を立てた。実験には、大きさや形が同じである保冷パック、保冷剤、データロガーを使用した。(保冷剤は350gと500gを使用)保冷パック内の空気の温度を10℃以下に保った時間の平均を比較したところ、質量が大きい方が時間が長かった。従って保冷剤の質量が大きければ大きいほど、保冷効果が高いことが証明された。

## 序論

### (1)目的

お弁当に入れる最適な保冷剤を調べることを目的として実験を行った。参考文献より、調理後直ちに提供される食品以外の食品は10℃以下で管理とあったため、基準の温度を10℃とした。

※保冷パックの中の空気の温度を10℃以下を保つことを保冷剤の保冷効果とする。

### (2)仮説

**保冷剤の質量が大きいほど、空間の温度が10℃以下を保つ時間が長い。**

## 実験方法

350gと500gの保冷剤を用意し、保冷剤を保冷パックに入れ、保冷パック内の温度が10℃以下の時間を計測し、比較する。

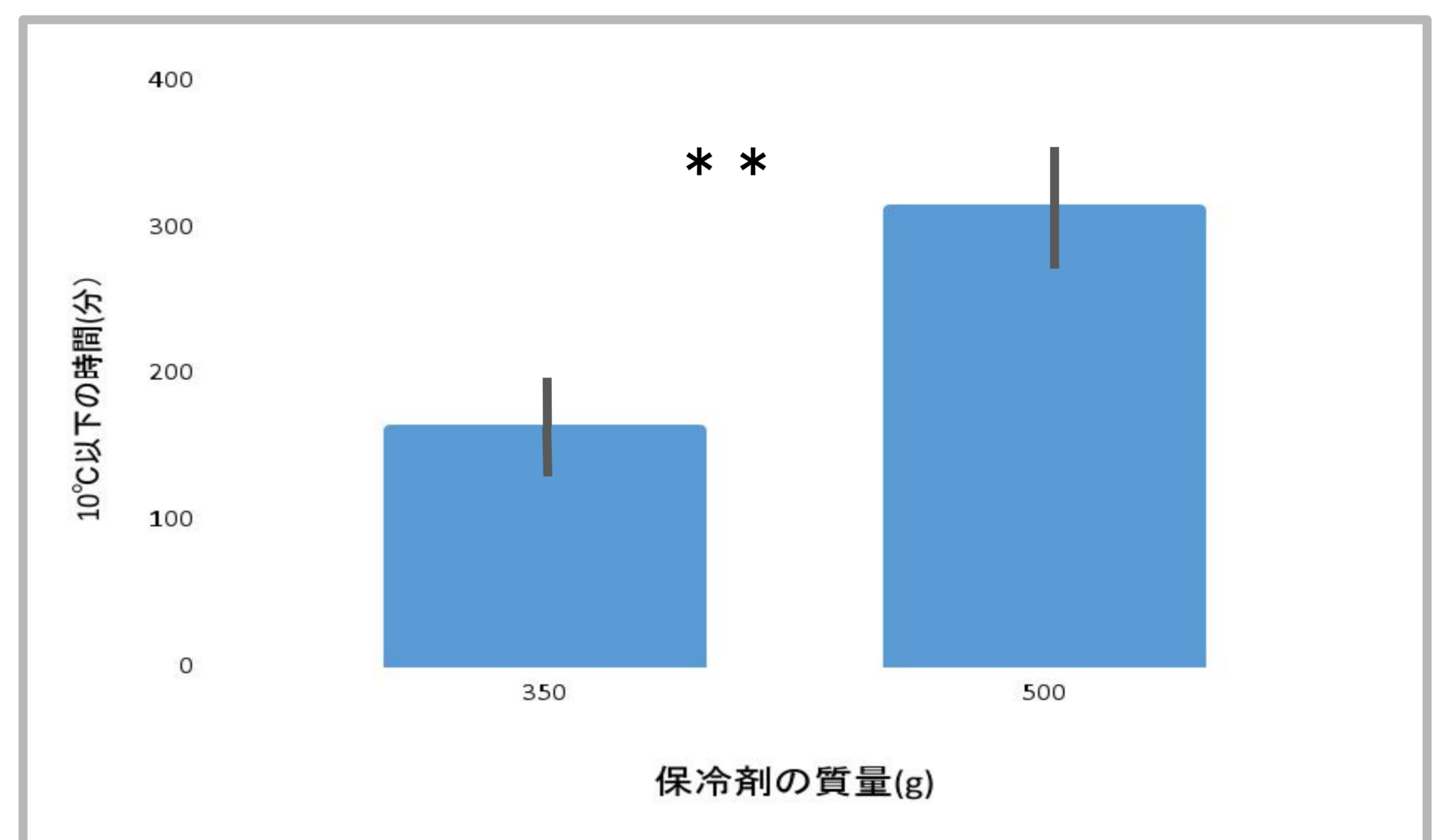
これを以下の条件で実験を行った。

- ・保冷剤は同じ種類、ともに凍らせた状態。(500gは縦18.5cm×横14.0cm×高さ2.1cm) (350gは縦18.5cm×横10.0cm×高さ2.1cm)
- ・保冷パックは同じ種類、大きさ、形である。(縦8.0cm×横11.0cm×高さ17.0cm)
- ・計測はデータロガーを用いる。
- ・5分ごとに計測。

※保冷剤と保冷パックは、お弁当にふさわしい大きさにした。  
※また、多くの場合、お弁当は教室においておたくらうという考えから教室で実験を行った。

## 実験結果

実験は、合計18回行った。  
平均して、500gの方が100分程10℃以下の時間が長かった。



図中の\*\*は対応のないt検定(1%)有意差があることを示す。  
n=18

## 考察

結果から、500gの方が10℃以下を保つ時間が長かったので、仮説は肯定される。

今回は10℃以下に保った時間の平均を比較したが、18回の実験中17回、つまり約94%の確率で、500gの方が10℃以下に保った時間が長かったので、そのことから質量が大きければ大きいほど保冷効果が高いといえる。

## 参考文献

サラヤ業務用製品情報PRO SARAYA sanitation- 食品衛生を考える総合サイト-衛生管理ガイド  
見てみて読んでみて知っておく情報 温度管理  
<https://pro.saraya.com/sanitation/guide/info/info08.html>



# より良い保冷剤とは～質量と高吸水性ポリマー～

7組17班 齋藤綾乃 樽井愛実 布施輝遥 村田七美

## 要旨

保冷剤の保冷効果の定義を最低温度の低さとした。

1つ目の実験では3つの保冷剤(100g,500g,1000g)を用いて最低温度の違いについて調べた。保冷剤の質量が大きくなるほど最低温度が低くなるという仮説だったが肯定はされなかった。

2つ目の実験では3つの保冷剤(高吸水性ポリマー0%,1%,2%)を用いて最低温度の違いについて調べた。高吸水性ポリマーの割合が高いほど最低温度が高くなるという仮説だったが肯定されなかった。

## 序論

### (1)目的

1 仮実験で質量が異なる2つの保冷剤を使って実験したところ質量が大きい保冷剤の方が最低温度が低かった。そこで質量を細かく変化させたとき質量と最低温度の関係はどうなるのか調べたいと思ったため。

2 市販の保冷剤内には高吸水性ポリマーが1%含まれていた。そこで保冷剤内に含まれる高吸水性ポリマーの割合によって最低気温がどうなるのか調べたいと思ったため。

### (2)仮説

1 保冷剤の質量が大きいほど最低温度が低くなるのか？

➡ 保冷剤の質量が大きいほど最低温度が低くなる。

2 高吸水性ポリマーの割合が高いほど最低温度が高くなるのか？

➡ 高吸水性ポリマーの割合が高いほど最低温度が高くなる。

## 実験方法

1 100g、500g、1000gの3個の保冷剤(精製水99%、高吸水性ポリマー1%)をそれぞれ保冷バックに入れて、データロガーで保冷バック内の気温を5分ごとに計測する。実験前の気温と最低温度の差を調べた。

2 精製水に含まれる高吸水性ポリマーの割合が0%、1%、2%の3個の保冷剤(500g)をそれぞれ保冷バックに入れて、データロガーで保冷バック内の気温を5分ごとに計測する。実験前の気温と最低温度の差を調べた。

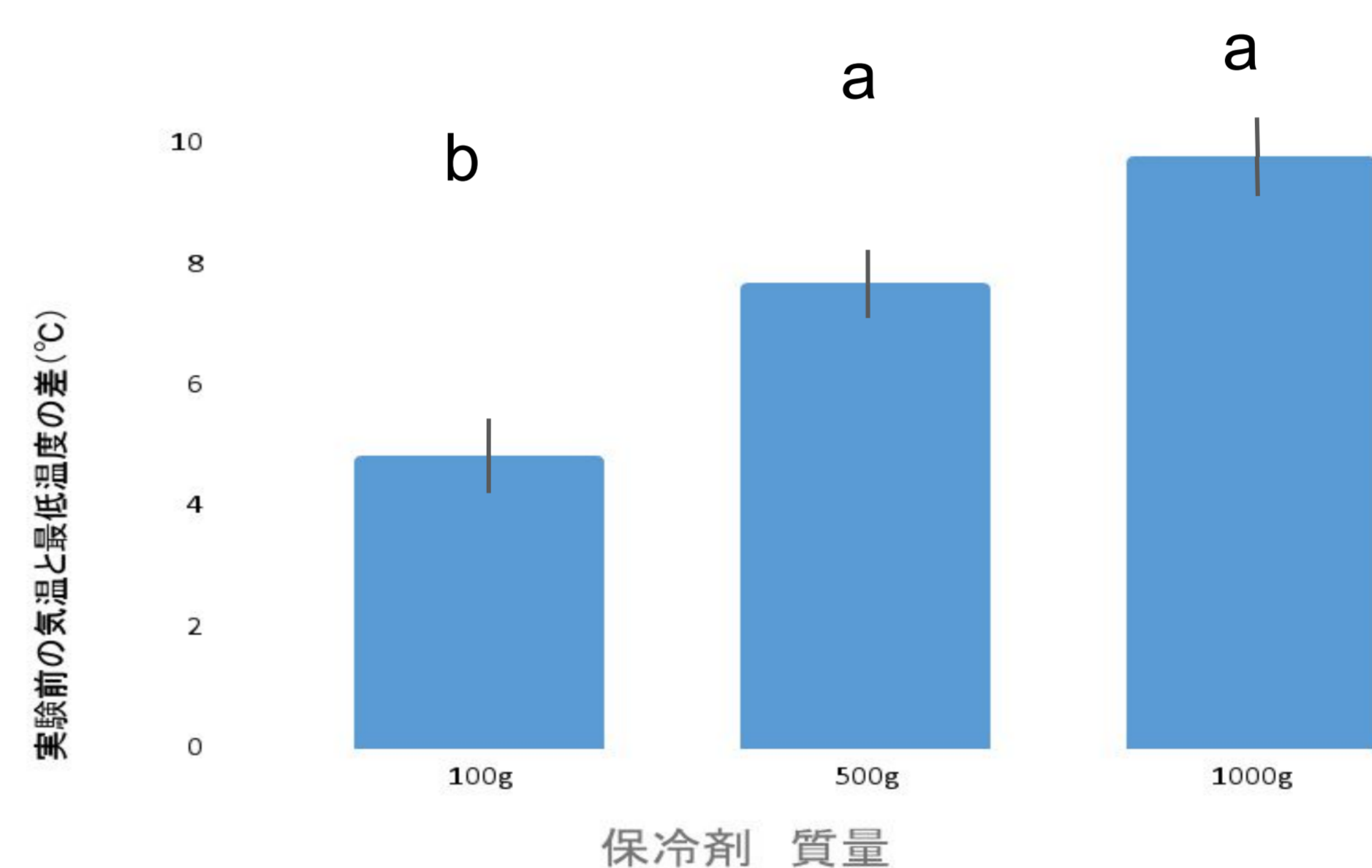
実験1、2ともに冷凍庫で24時間以上冷却し、完全に凍った保冷剤を使用する。



実験の様子

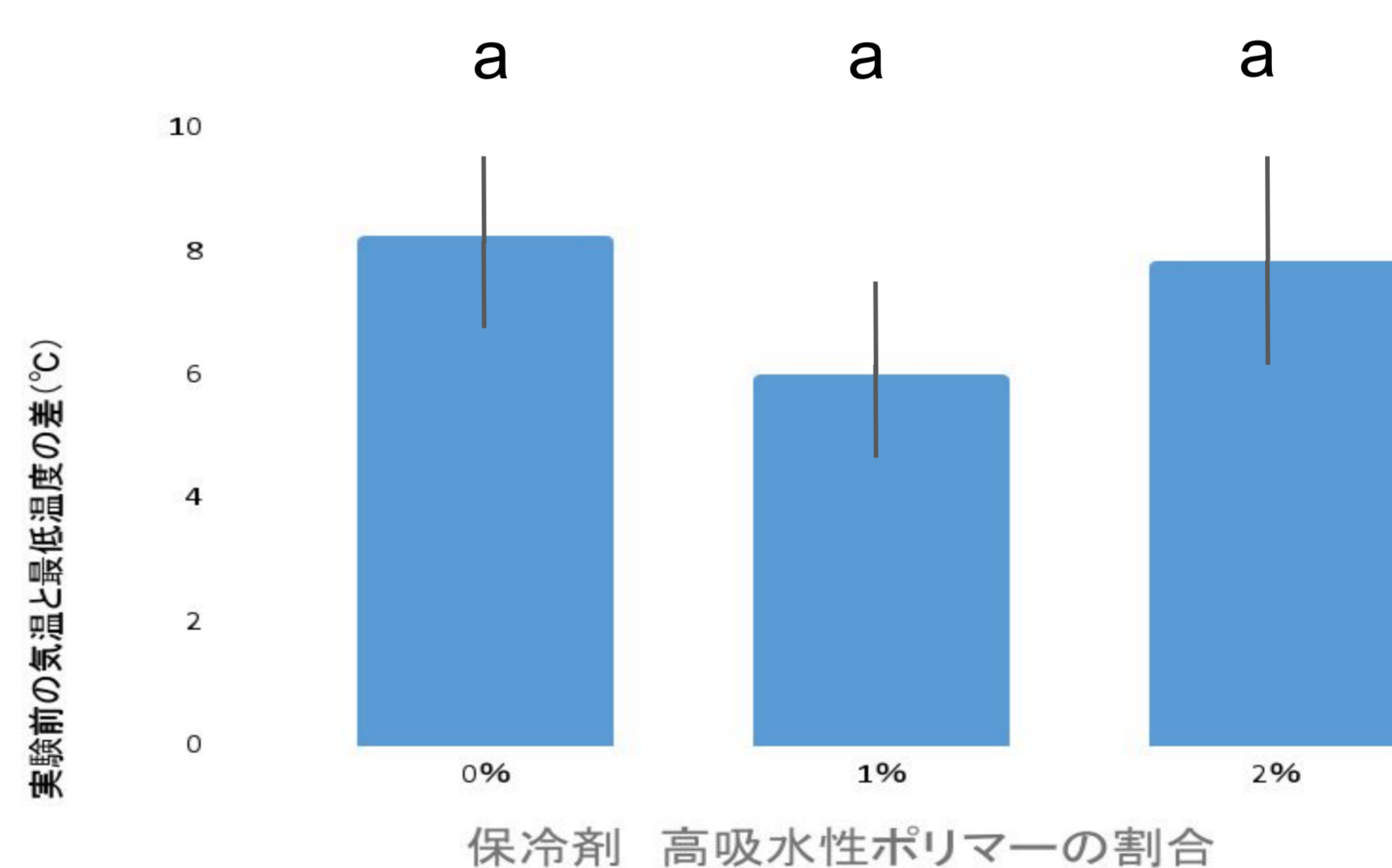
## 実験結果

1 保冷剤の質量100g,500g,1000gの実験前の気温と最低温度の差のグラフ



同じ英文字間にはTurkey(5%)で有意差がないことを示す。  
(100g n=11, 500g n=8, 1000g n=7)

2 高吸水性ポリマーの割合0%,1%,2%の保冷剤の実験前の気温と最低温度の差のグラフ



同じ英文字間にはTurkey(5%)で有意差がないことを示す。  
(n=4)

## 考察

1 今回の結果によると仮説は肯定はされなかった。100gと500g、100gと1000gで比べるとそれぞれ質量の大きいほうが最低温度が低く、有意差があった。500gと1000gで比べると有意差がなかった。つまり、保冷剤の質量が大きい方が最低温度が低くなる傾向がある。しかし、保冷剤の質量は大きくしすぎると、最低温度は変化しないとも考えられる。

2 今回の結果によると仮説は肯定されなかった。高吸水性ポリマーの割合を変えても、最低温度には有意差がなかった。よって高吸水性ポリマーの割合は最低温度に関係しないと考えられる。

# 肥料が発芽とその後短期間の成長に与える影響

班名:種一1① 名前:岡田菜音 神尾茜 田口実侑 長舟未来

発芽後に与える液体肥料の濃度によって、植物の丈の高さに変化があるかを調べた。1000倍の濃度に薄めると最も丈が高くなるという仮説に反し、全体に大きな差はなく、丈の平均値が最も高かったのは水のみを与えたものであった。結論として、今回の実験について液体肥料が発芽やその後短期間の成長を促進及び阻害する効果はないと言える。

## 序論

### (1)目的

まず、種まきの成功を**発芽後に丈が高く成長すること**と定義する。種には元々発芽に必要な栄養分が含まれており、発芽後の成長を手助けするには**肥料**を与えて栄養分を追加することが効果的であると言われている。そこで、発芽やその後短期間の成長に必要な栄養分を液肥によって補うときの、液肥の最適な濃度を更に正確にし、液肥による種の成長の促進を図る。

### (2)仮説

適切な濃度の範囲で、最も肥料の割合が高い**1000倍**の溶液を用いたときに発芽後の丈が最も高くなる。

## 実験方法

エン麦の種子を4つずつまいたプラスチックカップを3つ用意する。発芽するまでは、すべてのプラスチックカップをエン麦が発芽できる条件(温度:20℃、日照:白色電灯、酸素濃度:約21%)で保管、毎日午後0時に20mlづつビーカーを用いて水道水を与える。

発芽した後、異なる濃度の液肥を一度与える。これについて、対照実験の条件としてそれぞれ

- ①水道水のみ
- ②液肥を水道水で1000倍に薄めたもの
- ③液肥を水道水で2000倍に薄めたもの

を設定した。なお使用した商品中の適正濃度1000倍~2000倍との記載を参考としている。その後発芽前と同じ条件で水を与え続ける。

発芽後2週間経過し丈の変化が見られなくなった後、定規を用いて伸長を計測した。(単位はcmとし、少数第一位まで計測)これについて、根以下には紆曲が見られ正確な計測は難しいと判断し、またエン麦の根と茎の境目に種子の殻が残っていたので、殻を基準として茎以上の長さを計測した。

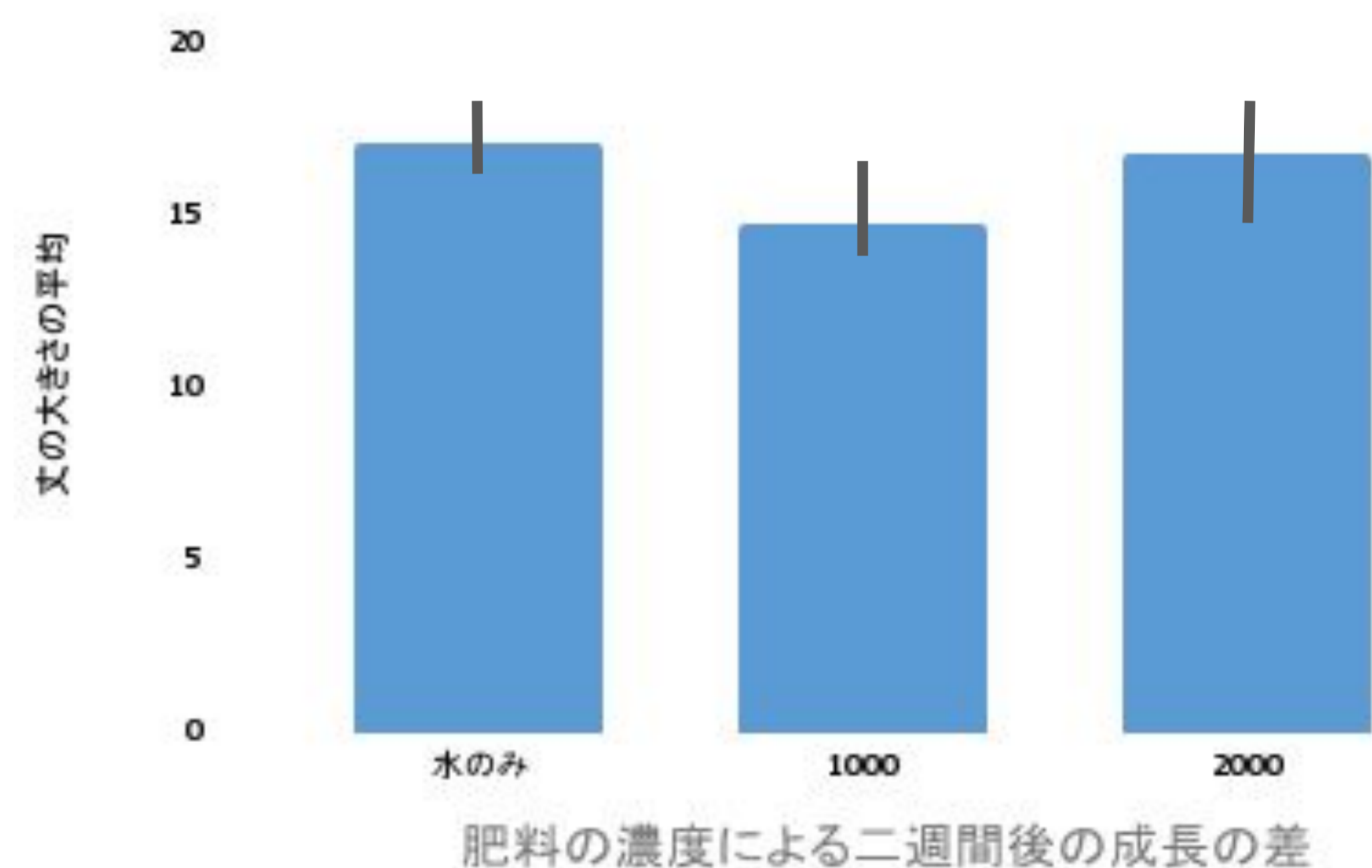
## 実験結果

この実験から、以下の結果が得られた。

1.肥料の有無、適量の範囲内での濃度の差異は種の成長した後の丈の平均値に影響を与えない

(ただし18.0cm以上に育つ割合は、2000倍に薄めた肥料を与えたもので75%と最も高かった。水のみを与えたものでそこまで成長した個体は25%であり、1000倍に薄めたものでは見られなかった。水のみで18.0cmを超えたものは19.0cmまで成長した。)

2.差異は小さいながらも平均で比べたとき、肥料を与えず、水のみで育てたものが最もよく育つ。次に2000倍、1000倍という順番で成長する。最大値で比べると、2000倍(19.1cm)、水のみ(19.0cm)、1000倍(17.0cm)の順で大きく育った。



## 考察

以上の結果に基づき、液体肥料にエン麦の発芽後の成長を促進を促す効果が無かったことの原因として、エン麦の伸長の成長限度がおおよそ20cmと低めであり、また栽培日数が12日と短めだったため、エン麦が肥料の栄養分を吸収してもそれが身長へのびへと繋がりにくかったのではないかと考えられる。あるいはもっと丈の長い、長期間栽培する実験を行えば、違った結果が得られるかも知れない。他に、肥料の効果は植物の寿命や味などといった違った側面で反映されているとも考えられる。

また、18.0cm以上に成長する個体が1000倍の場合でのみ見られなかったことから適正濃度であっても濃度の高い液肥はエン麦の成長を阻害する可能性があると考えられる。

## 参考文献、資料等

・一般社団法人日本植物生理学会

[https://jspp.org/hiroba/q\\_and\\_a/detail.html?id=43](https://jspp.org/hiroba/q_and_a/detail.html?id=43)

# 水やりの温度と種の発芽率の関係性

種2班 浅川葉凜 石橋幸千 今泉美佳

## 要旨

植物の発芽率の関係性について実験を行った。実験を行うときの周囲の温度が本来の植物の発芽適温よりも低いことから、水やりの温度が高いほど発芽率は高くなるという仮説を立てた。結果として70度以上の水で水やりをすると発芽率が明らかに低くなり、20度などの低温の水での水やりでの発芽率は高くなるという事がわかり、水やりを成功させるには低温での水やりを行うことが重要であることが証明された。

私達は植物に与える水の温度と

## 序論

### (1)目的

いくつかのサイトを閲覧すると、冬に植物に与える水の温度は常温のほうが良いと出てくるが、科学的根拠に基づいているのかが明らかになっておらず、信用して良い情報なのかがわからない。また、サイトに紹介されているものは発芽後の水やりについてであるため今回の実験では、水やりについてのこの風説は本当に正しいのかを確かめるための実験を行おうと考えた。

### (2)仮説

発芽するまでの水やりの温度は低温と高温のどちらが適切なのかを実験で明らかにする。実験時の種の生育環境は寒冷であるため、種が正常に発芽するには種の発芽適温に近づけるべきではと思い、高温の水での水やりのほうが種の発芽率が上がると仮説を立てて、実験を行った。

## 実験方法

### 概要 小松菜の種に与える水の温度をかえる

#### 種の植え方

植える種は市販の小松菜とする。

深さ一センチ程度で植える。

1つのカップに植える小松菜は5つとする。重ならず、バラけるように埋める。

#### 土・紙コップ

土はバーミキュライトとする。容器のカップは、耐熱性の紙コップとする。

紙コップの底は十個前後の穴を開け、水が抜けるようにする。紙コップを重ねることで、水受けの代わりとする。

#### 水のやり方

カップごとに与える水の温度を定める。

水は水道水を用いて、ポットで温める。

一つの温度につき、2つのカップを用いて実験する。

水やりは一日一回とする。

一回に与える水の量は20グラムとする。20グラムは電子てんびんで測るとする。なるべく偏りがうまれないように気をつける。



実験一回目

20度・40度・60度・80度と水の

実験期間 12月7日～12月21日

実験場所 生物実験室

#### 実験二回目

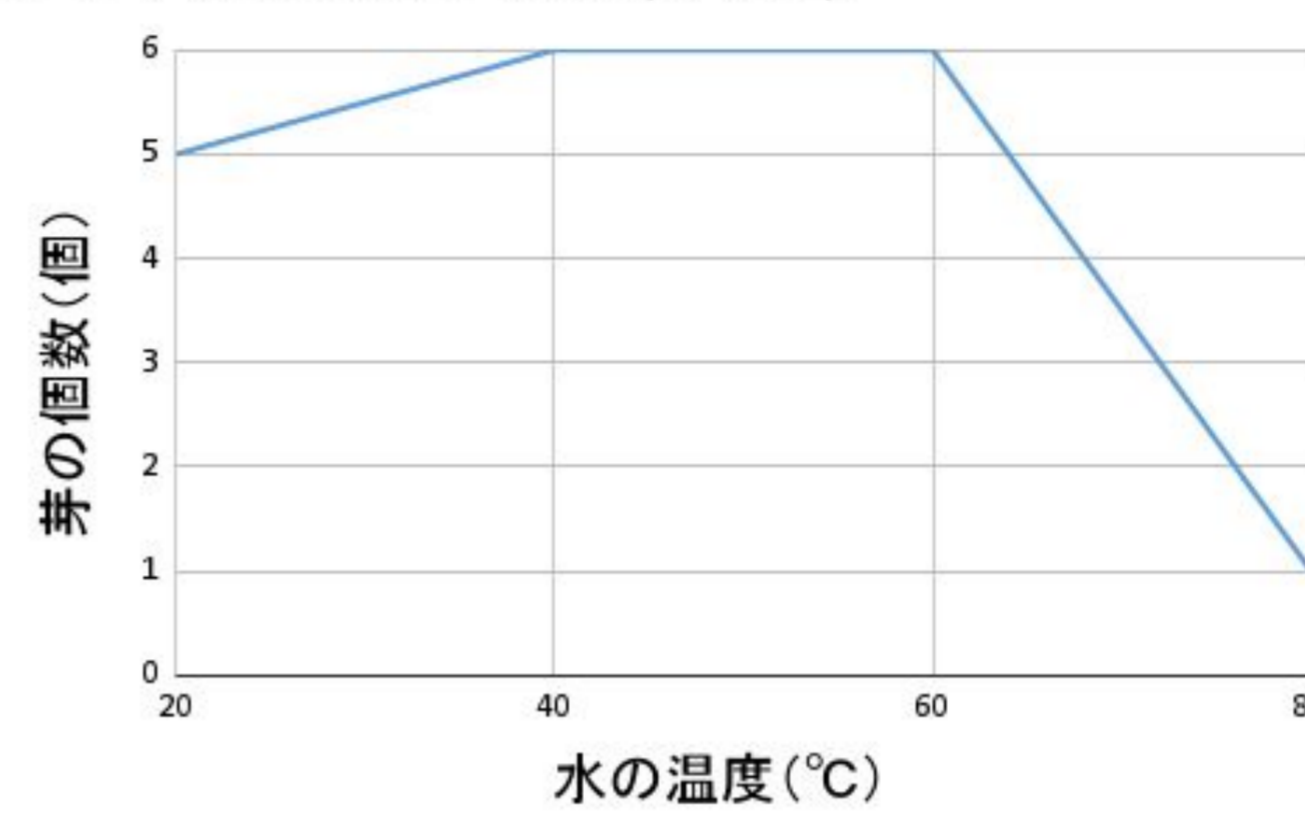
50度・60度・70度・80度・90度と水の温度を定める。

実験期間 12月16日～12月28日

実験場所 生物実験室

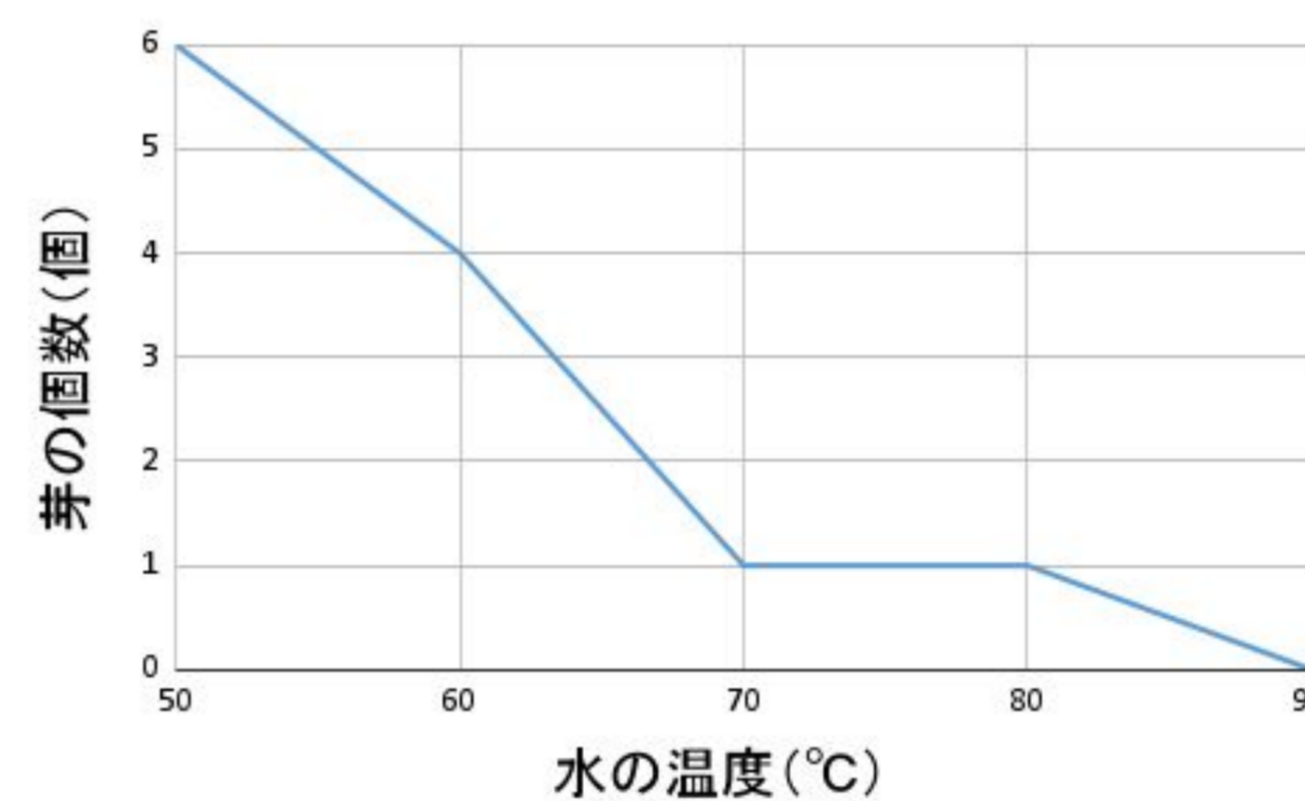
## 実験結果

芽の個数と水の温度(1回目)



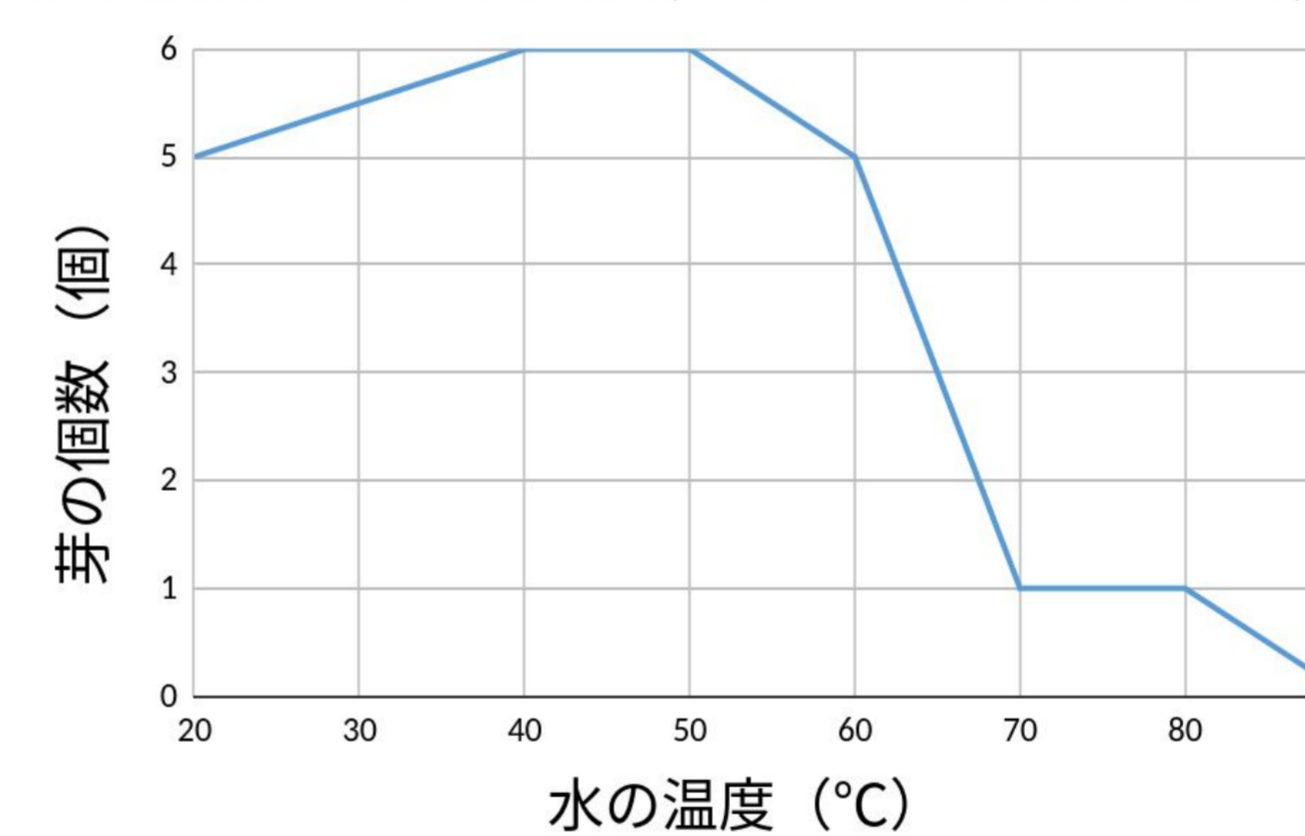
相関係数-0.65  
n=4 判定n.s.

芽の個数と水の温度(2回目)



相関係数-0.94  
n=5 判定\*

芽の個数と水の温度(1回目と2回目の平均)



相関係数-0.83  
n=7 判定\*

これより水の温度が高温になると発芽数が少なくなることが分かった。

## 考察

低温での水やりを行ったものの方が高温での水やりよりも発芽率が高いため、仮説は否定されたと言える。

20度から60度までの水やりの発芽率は殆ど変わらないので、この温度の範囲での水では発芽する条件に大した差はないように思われる。

また、70度から発芽率が大きく低下したことから70度からの水やりは発芽に悪影響を与えることがわかった。

今回は冬場での実験であったため、次回に実験を発展させる場合は夏場での実験もしてみると種の発芽に関するさらなる規則性を発見できるのかもしれない。

## 参考文献

「植物の体の中では何が起きているのか」

嶋田幸久 萱原正嗣 ベレ出版

「野菜の発芽育苗 コツと裏技」

農文協編 農山漁村文化協会

トレンド雑学大辞典

<http://trendzatugaku.com/life/post-8158/>

# 種を植える深さと発芽の関係

種-2③ 小松広奈 佐々木翔愛 島田夢愛 関口楓乃

## 要旨

私たちは「発芽を成功させるには？」というテーマで研究を始めた。植物の発芽について情報収集をし、「種をより深く植えたほうがより発芽しにくい」という仮説をたてた。5種類の深さで種を植えて発芽数を調べたところ、深さによる発芽数に顕著な違いは見られず仮説が否定されることが分かった。最終的な結果としては深さによる発芽数の違いは証明できなかったが、深さによって発芽にかかる日数が若干異なっていたためその点も考慮すべきだった。

## 序論

### (1)目的

発芽の条件として水、空気、適した温度とあるがその他の条件を変えた場合発芽率に差があるのかを調べることにした。

また、種を植える際に植える深さが書いてないことが多くありどのぐらいの深さに植えれば良いかわからないことがある。そのときにどのぐらいの深さに植えればいいのか知っていれば役立つことになる。だから、発芽率と深さに関係があるかどうかを調べ、日常生活に生かしていく。

### (2)仮説

種を植える深さが深いほうがより発芽しにくい

## 実験方法

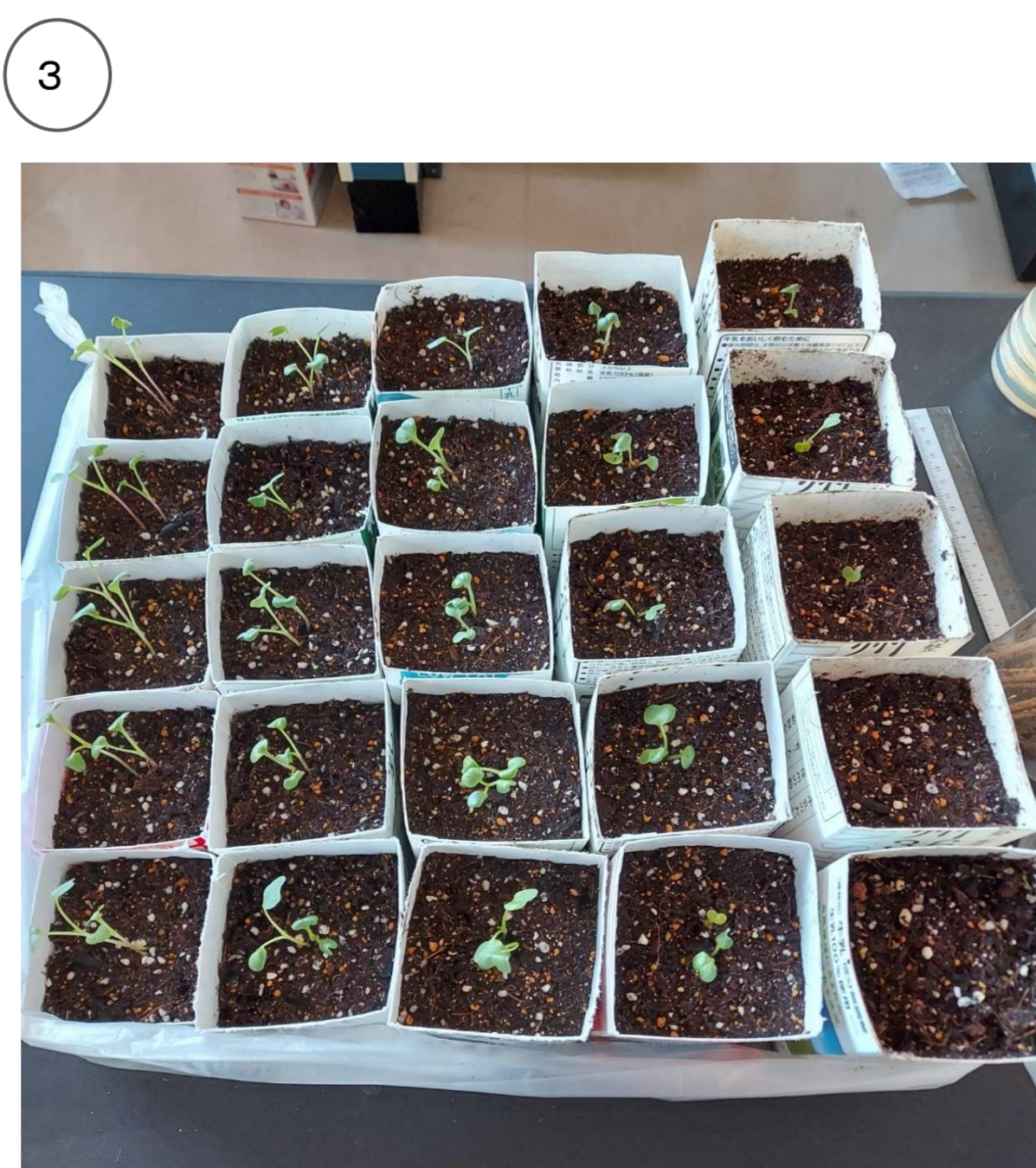
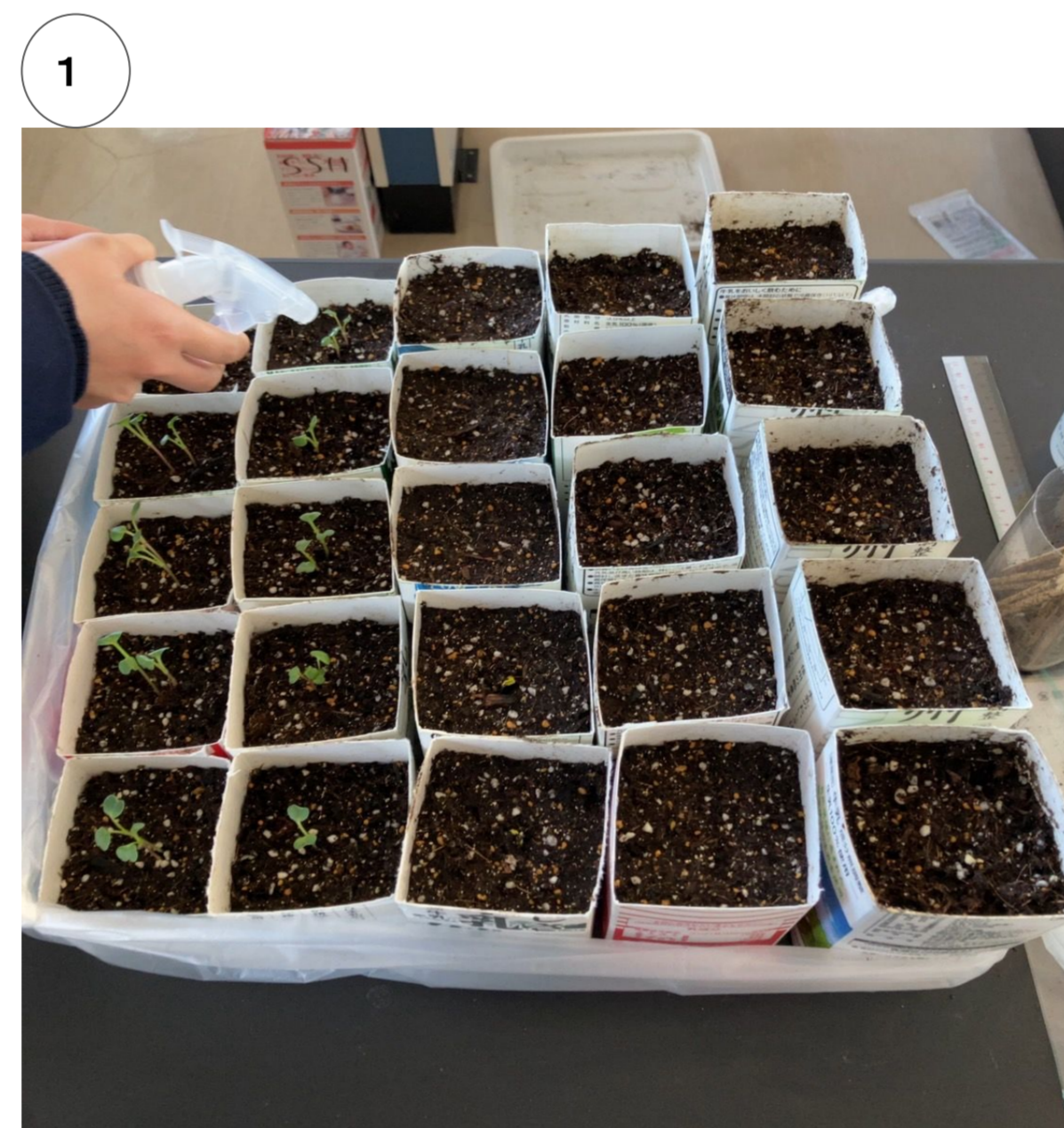
土を入れた牛乳パックを計25個用意し底に7つずつ穴を開け、1cm,3cm,5cm,7cm,9cmの深さで5個ずつにハツカダイコンの種を2個ずつ植え定期的に水やりをしつつ観察した。

### <同じにした条件>

- ・みずをやる量
- ・みずをやるタイミング
- ・種を植えた場所から牛乳パックの底の高さ

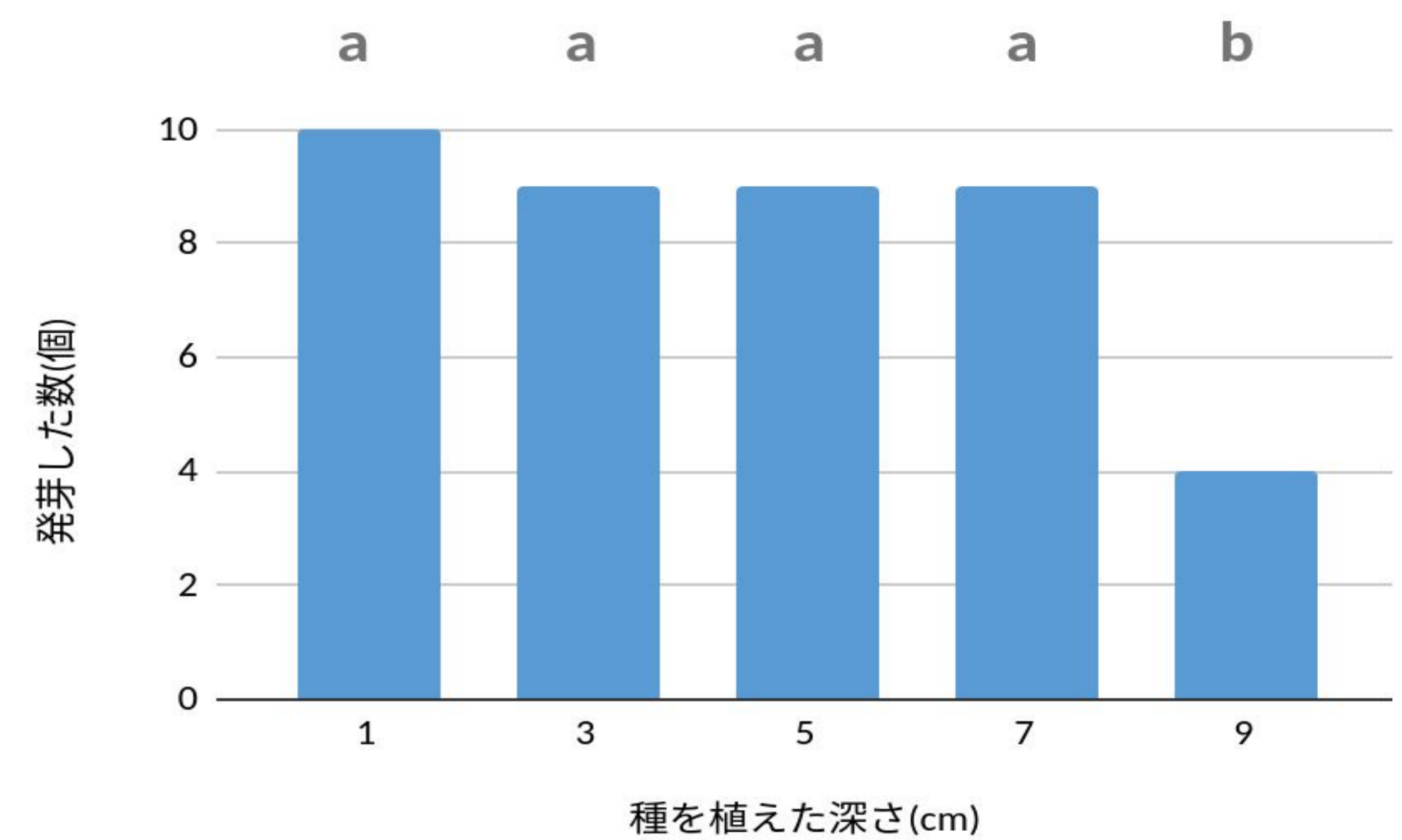
### <異なる条件>

- ・種を植える深さ

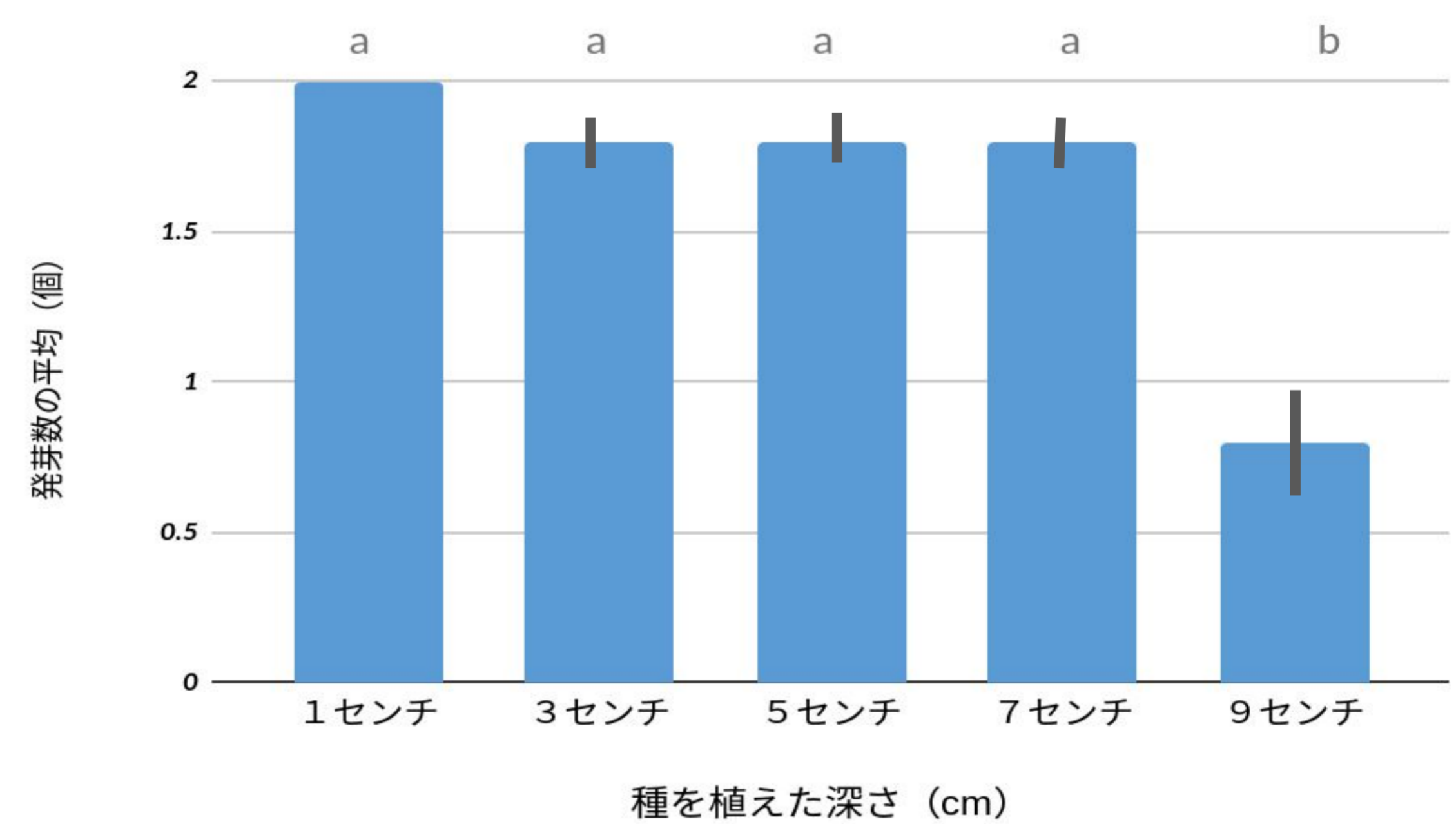


## 実験結果

<仮説の結果>9cmの発芽数と1,3,5,7cmの発芽数では数に違いが見られたが、発芽数と種を植えた深さに大きな差は見られなかった。



5つの牛乳パックの合計で比べた場合  
相関係数-0.79 判定n.s. n



一つあたりの牛乳パックの発芽数の平均で比べた場合  
判定 \* n=5

## 考察

今回の仮説は否定されたと考える。

→9cmでは他の深さのものよりも発芽数が少なかったものの1~7cmのものの中では、大きな差は無かったため。

原因として種自体の個体差、発芽にかかる日数の差などが考えられる。

→その代わりとして種を深く植えたほうが、発芽にかかる日数が早いという、仮説が生まれた。

参考文献 なし

# 与える水分のpHによる発芽率の違い

4組 4班 飯塚彩乃 大原菜月 小池実羽

発芽率が80%以上になることを種まきの成功の定義として実験を行った。  
予備実験で質量によって発芽率に変化が生まれなかったこと、pHで発芽率が変化することがわかった。そこで、与える水分のpHを変えて発芽率の変化を調べることにした。  
結果として、発芽率はpHが大きいほど高くなることがわかった。

## 序論

### (1)予備実験

予備実験より、種の質量で発芽率は変化しないこと、与える液体のpHによって発芽率が変化することがわかった。

### (2)目的

使用する種によってpHの変化による発芽率の変化を調べて、実際に種まきをする際の発芽率をあげる方法を見つけたい。

### (3)仮説

予備実験の結果から、石灰水の発芽率が一番高かったので、私達は「与える水分のpHが高いほど発芽率が高くなる」という仮説をたてた。

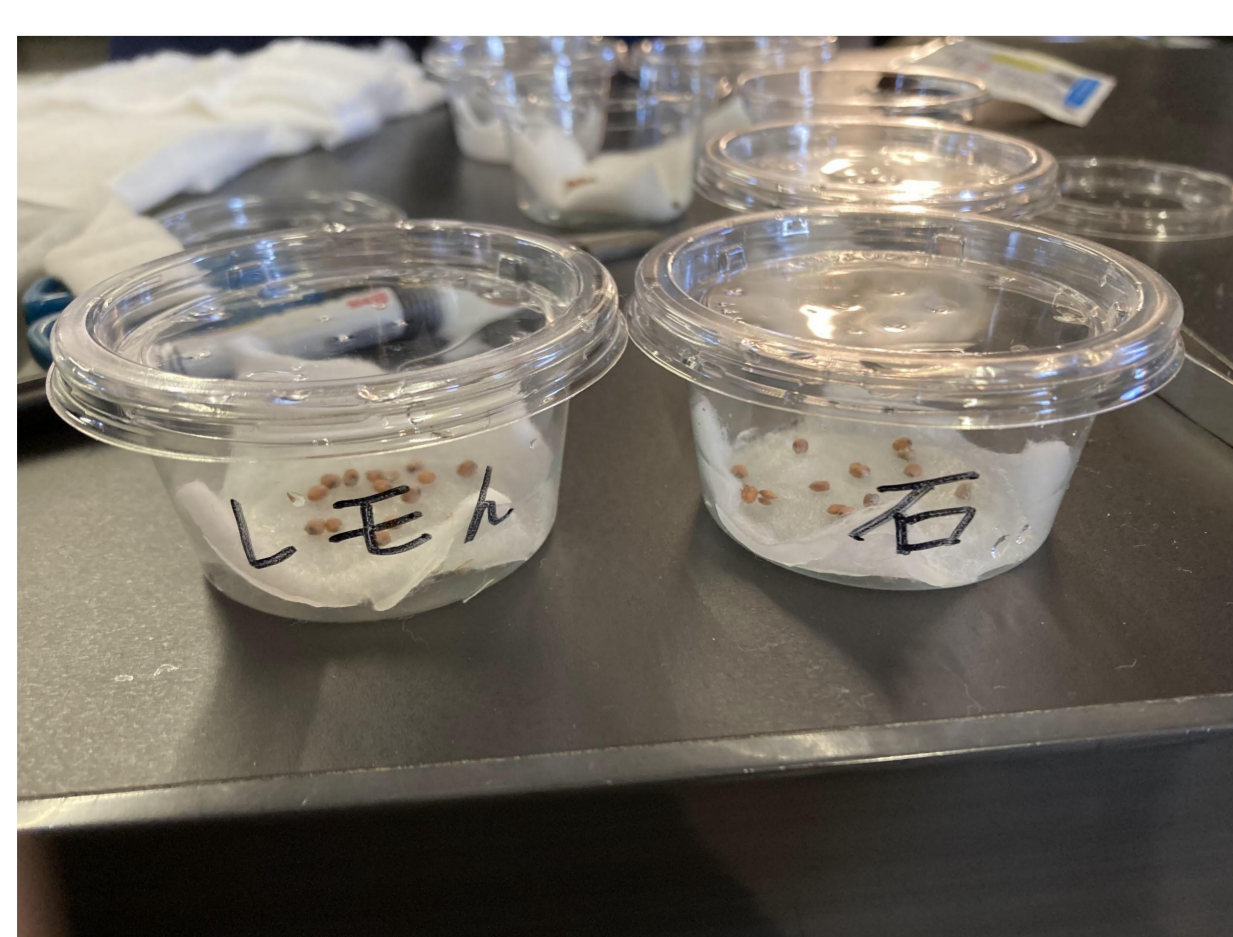
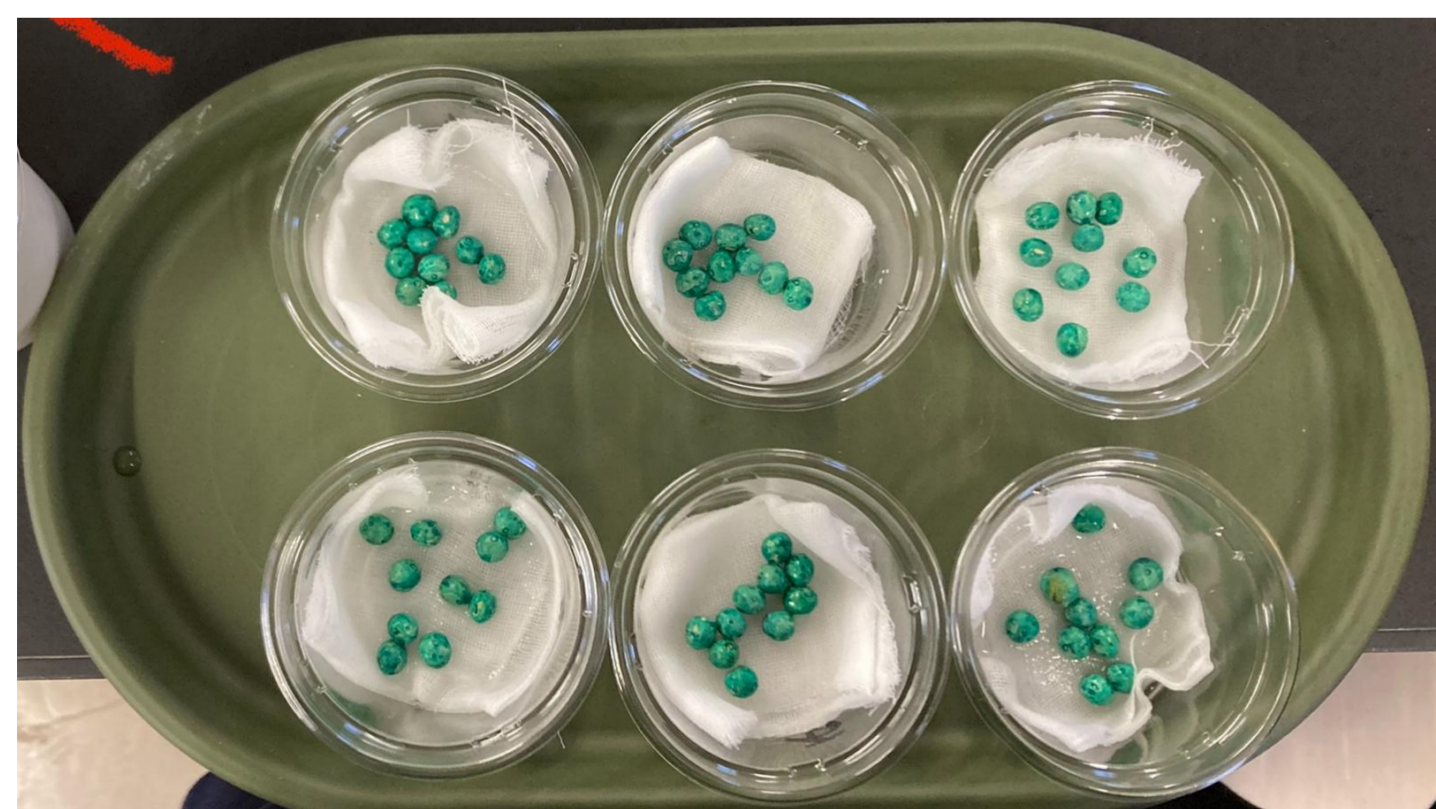
## 実験方法

仮説から、実験条件はpHのみを変化させて、写真1のように、プラカップに脱脂綿を敷き詰め、環境と水の量を同じにし実験を行う。

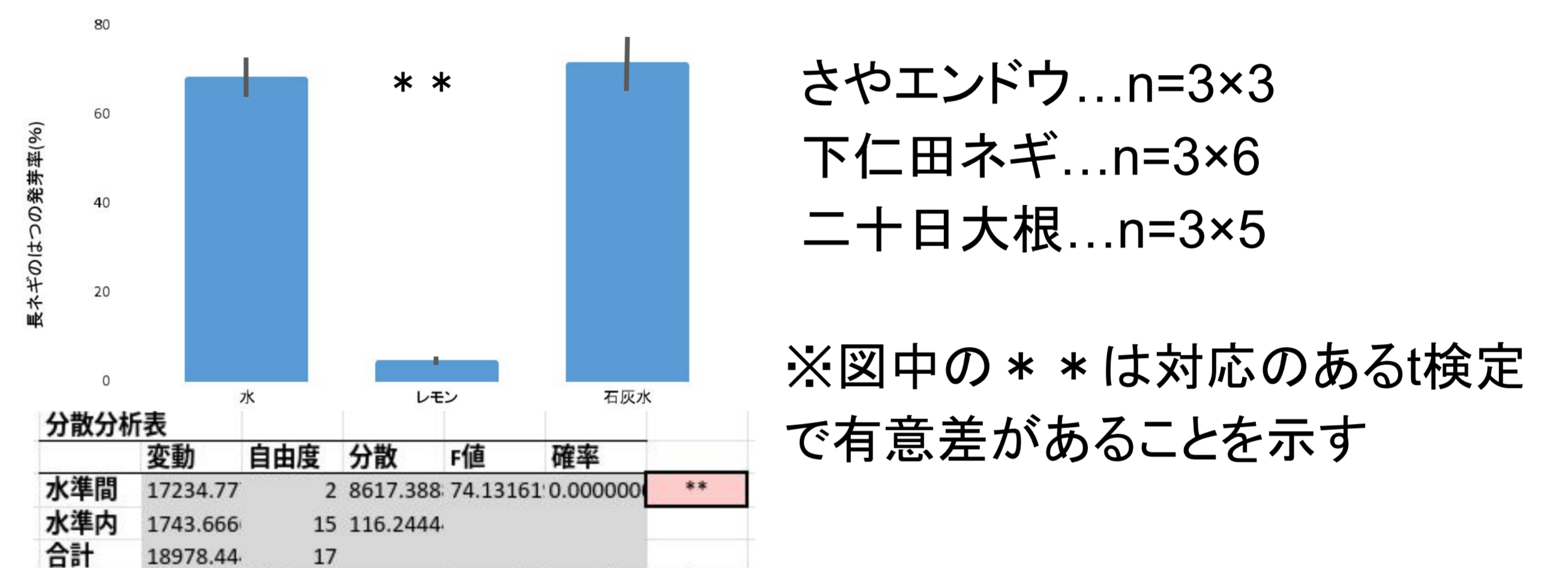
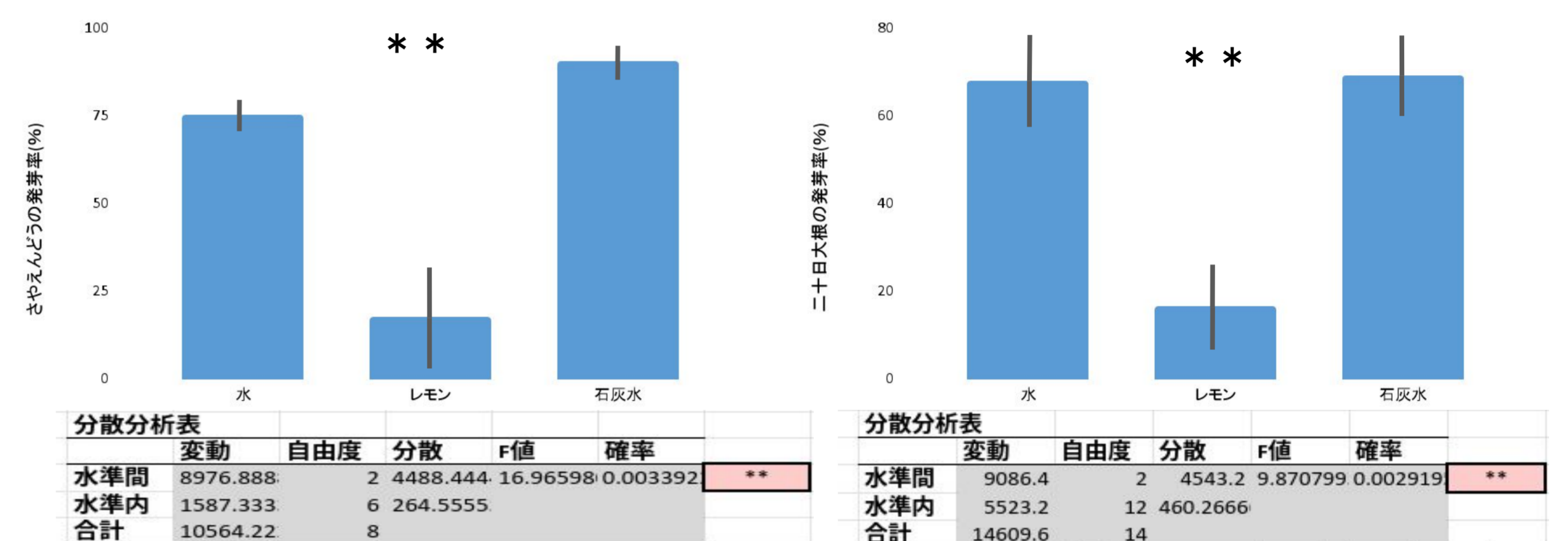
使用する種は、さやエンドウ(双子葉類)・二十日大根(根菜類)・下仁田ネギ(单子葉類)の3種類

- 1 カップに切り取った脱脂綿を入れ、種を間隔を空けて並べる
- 2 pHの異なった水分を同じ分量ずつ加える
- 3 一週間後に発芽した芽の数を調べる

変える条件: 与える水分をレモン汁pH3、水pH7、石灰水pH13をそれぞれ脱脂綿が乾燥しないように与え続ける。



## 結果



さやエンドウ...n=3×3  
下仁田ネギ...n=3×6  
二十日大根...n=3×5

※図中の\*\*は対応のあるt検定で有意差があることを示す

水...8,0 レモン...3,0 石灰水...13,0

### 〈結果からわかること〉

使用したすべての種で、石灰水が最も発芽率が高くなり、次に水、最も低いのがレモンとなった。  
定義した成功に達したのは、さやエンドウの石灰水であった。

## 考察

実験結果より、仮説が肯定された。

文献で調べたところ、pH7~8,5が最も発芽率が高くなり、アルカリ性でもほぼ同じ程度の発芽率が得られる。しかし、Clが液体に含まれている場合、他の元素と化合して不活性化を引き起こすことが推測されると述べられていた。確定ではないが、植物の酵素などを作る菌叢が酸性寄りになることで脂肪酸が作られてしまい、発芽抑制に繋がると思われるという説がある。

地球温暖化が進み、酸性雨(pH5,6以下)が増えると、農産物の収穫量が低下してしまう。その面から考えても、私達は地球温暖化を止める努力を続けるべきだ。

## 参考文献

- ・川崎賢二『C.difficileの発芽増殖に対するpHの影響』感染症学雑誌 第62巻 第6号より
- ・平野哲也、佐藤敦『干拓地土壌における水稻直播栽培の発芽苗立の安定向上に関する研究』日作東北支部報より

# 温度と発芽率の関係

種-4⑤ 多鹿千寛 長澤陽花 中嶋琴音

根が出ることを発芽したとして、8℃、20℃、40℃のどれが最も発芽率が高いのか実験を行った。  
実験によって20℃のときに二十日大根は最も発芽率が高くなったため、この種の発芽には8度よりも高く40℃よりも低い範囲に最適温度があると思われる。

## 序論

### (1)目的

先行実験で植物にはそれぞれ適正温度があることがわかっている。さらに、大根の適当温度は温度の幅が広く、発芽させやすいということがわかっている。ではどのような幅でどれくらいの温度が大根の発芽に適当なのか疑問に思ったためこの実験を行った。

### (2)仮説

二十日大根の「発芽率は高温であるほど高くなる」という仮説を立てた。ただし、ここでは低温を8℃、常温を20℃、高温を40℃とし、この3つを比較する。

## 実験方法

### 実験道具(一部図1)

- ・種(二十日大根)
- ・プラカップ
- ・ローリントペーパー
- ・こまごめピペット
- ・インキュベーター
- ・冷蔵庫
- ・水道水

プラカップの中に、ローリントペーパーを底を埋める程度の大きさにちぎって敷き詰める。その上に種を6つずつおおよそ六角形の形になるように置き、蒸発防止の蓋をする。それを温度ごとに6個ずつ作る。温度に関わらず、すべてのカップのローリントペーパーを10mlずつの水で湿らせる。(図2) 6個ずつの3セットをそれぞれ8℃、20℃、40℃のインキュベーターに入れる。(8℃の場合のみ冷蔵庫) 2日おきに各々の気温と同じ温度にしておいた水を4mlずつカップに入れて湿らせる。これを一つの温度につき、一週間行う。



図1



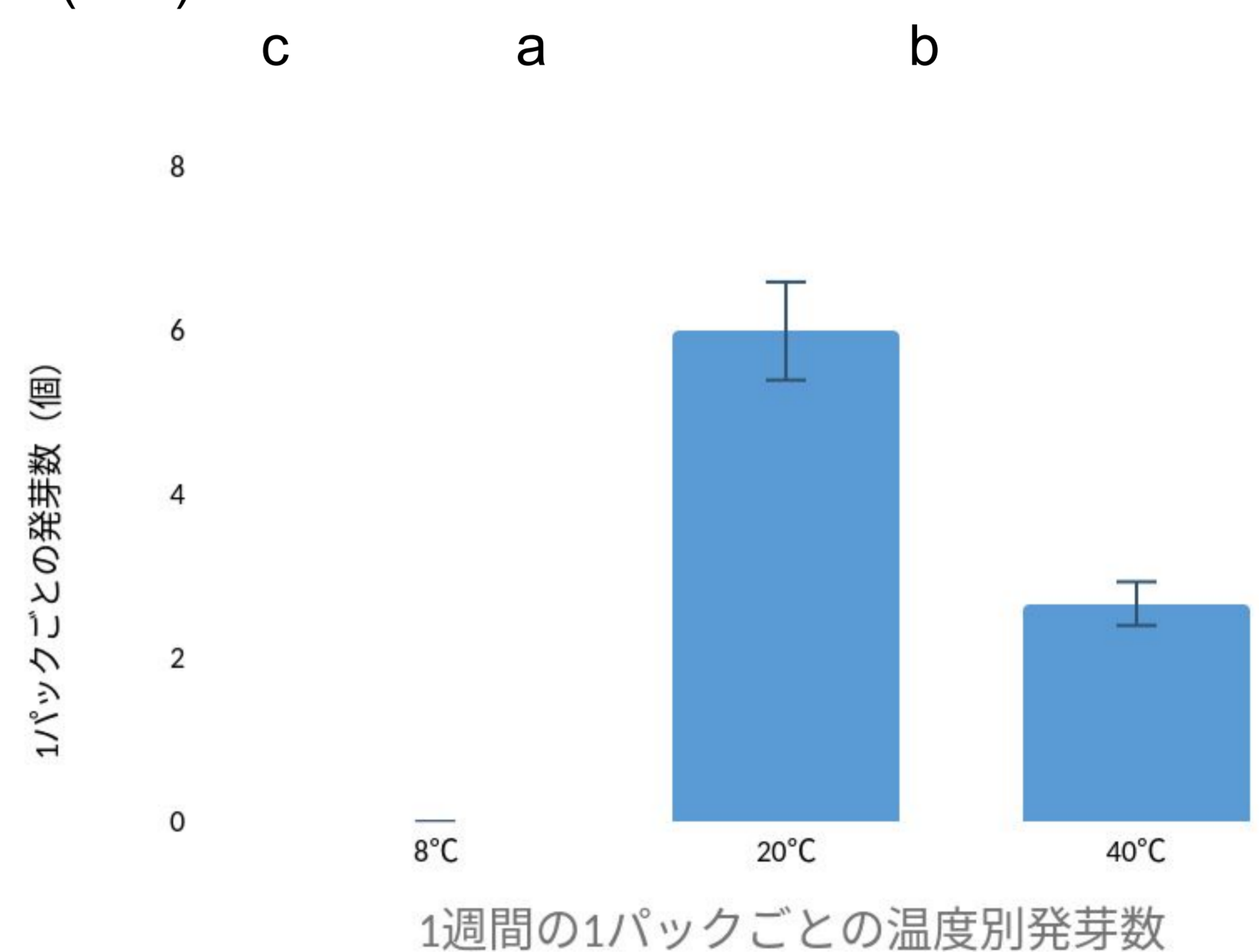
図2

## 実験結果

下の表に示した通り、8℃の時に最も発芽率が低く、1パックごとの発芽数が最も少なくなり、20℃の時に最も発芽率が高く、発芽数が最も多くなった。40℃の時は8℃の時よりも多く、20℃の時よりも少ない、という結果となった。

また40℃の培地には、種にカビが生えた。(図3)

表  
n=(6×6)×3



	変動	自由度	分散	F値	確率
水準間	110.7777	2	55.38888	22.55656	0.000030
水準内	36.83333	15	2.455555		
合計	147.6111	17			

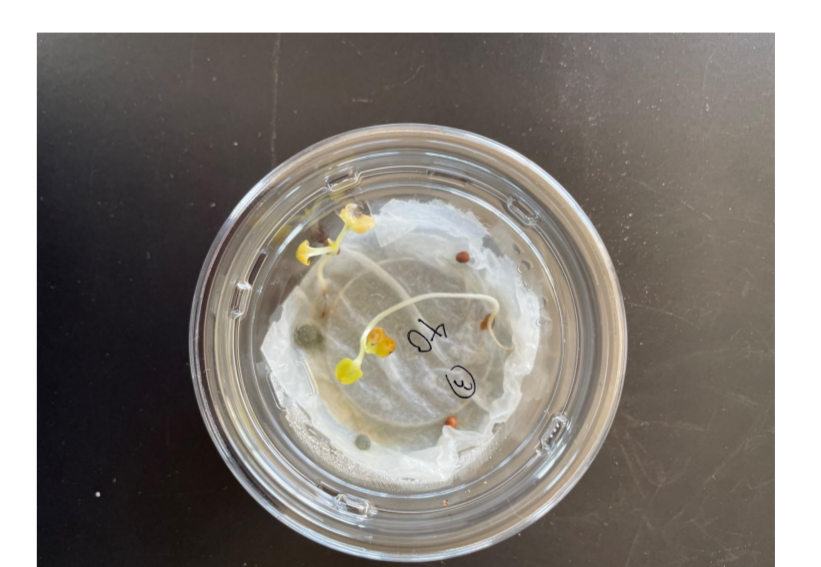


図3

## 考察

結果から、低温よりも高温のほうが発芽率が高いということがわかる。

しかし、高温よりも常温のほうが発芽率が高かったことから「発芽率は高温であるほど高くなる」という仮定には当てはまらないため、仮説は否定された。

また、実験で条件を40℃に設定した際、種にカビが生え、20℃に設定した際はカビは生えなかったことから、種まきに最適な温度には、発芽率が高く、カビが生えなかった20℃が最も近いと考える。

## 参考文献

一般社団法人 日本種苗協会 監修『図解でよくわかる タネ・苗のきほん 種選び・種まき・育苗から、種苗の生産・流通、品種改良、家庭菜園での利用法まで』和光堂株式会社

# 種まきを成功させるには？

班名 種4-⑥ 名前 能勢瑞紀 細谷芽生 堀口彩葉

先行研究では光を当てる時間によって根の長さが違うという仮説を立てて実験した。その結果日照時間によって根の長さが違うことが分かったので、本実験では、日照時間を2時間と8時間に分けて実験をした。その結果日照時間の違いによる根の長さの変化はなかった。よって、仮説は立証されなかった。

## 序論

### (1)目的

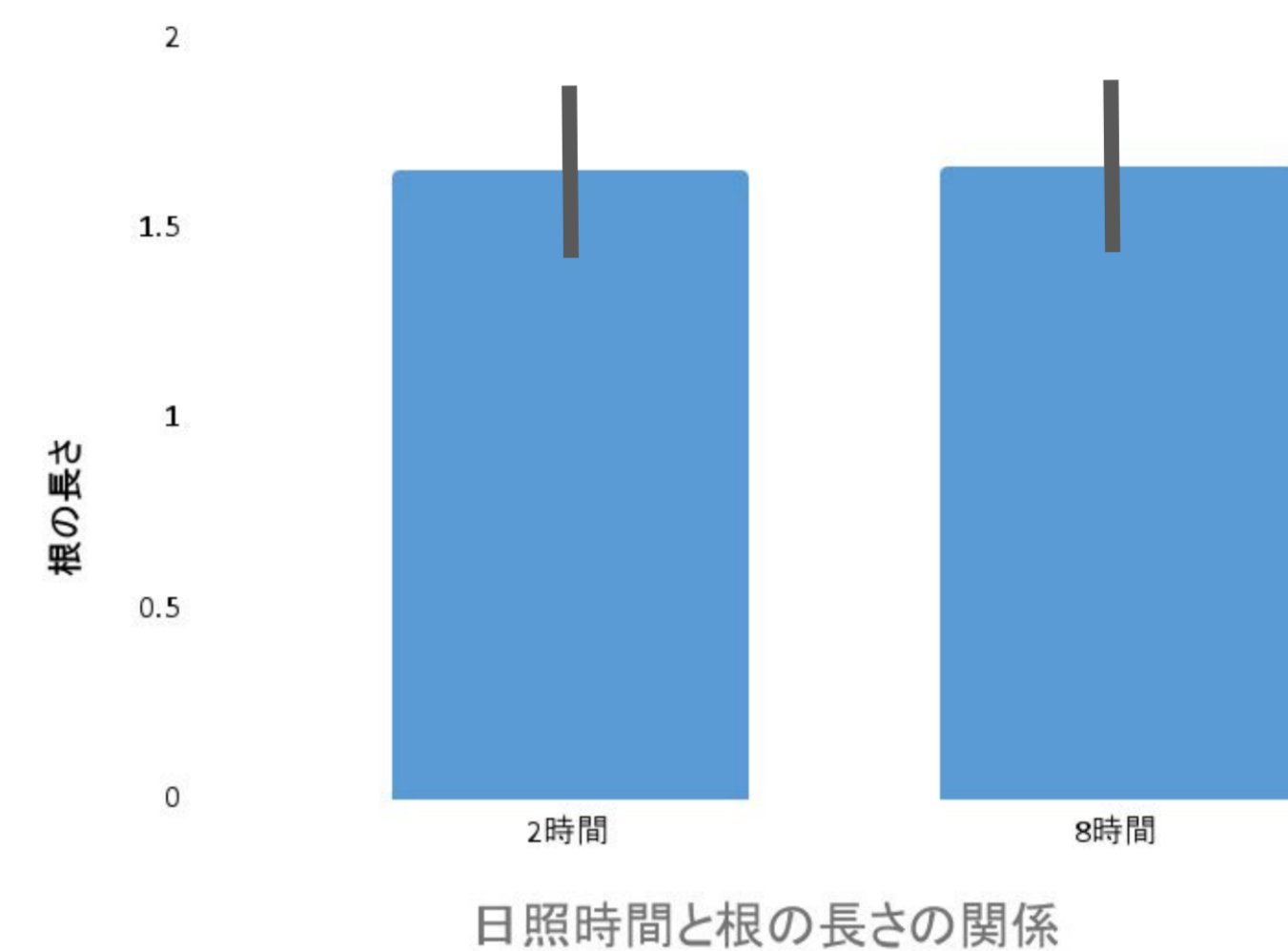
先行研究では、光を当てる時間によって根の長さが多少違うことがわかったので、これから光を当てる時間と根の長さの関係を明らかにする。

### (2)仮説

光を当てる時間が長いほど、根や茎の長さが長くなる。

## 実験結果

図



2時間光を当てたダイコンと8時間光を当てたダイコンの長さに違いはほとんどなかった。

## 実験方法

- ① ポットに土を入れ、第1関節の深さにダイコンの種を植える。
- ② 朝に水(20ml)をあげる。
- ③ 半分は8時間光を当て、もう半分は2時間後にダンボールを被せて光を遮断した。
- ④ ②と③を4日間続け、根の長さを測る。

## 考察

正しいとも正しくないとも言えない

→2つのデータの標準誤差と平均値に違いがなかった。

原因として、

- ① 今回の実験で使ったサラダ大根は発芽の際に日光を嫌う「嫌光性種子」であること。
- ② 光を遮る際に使用したダンボールが光を遮断しきれてなくて光が当たっていた可能性があること。

## 参考文献

・Green Snap「大根の栽培・育て方」〈<https://greensnap.jp/>〉

# 種子に対する低温及び高温処理と発芽率の関係

班名 5-7 名前 市川しほり 齋藤伊吹 田中愛子 土屋夏希

## 要旨

この実験では、播種前の小松菜の種子に対する温度処理が、その後の発芽率に影響を及ぼすのか明らかにするために、 $-3.5^{\circ}\text{C}$ 、 $10^{\circ}\text{C}$ 、 $95^{\circ}\text{C}$ で播種前の種子に温度処理を施した後、同じ条件下で栽培し、4日後にその発芽率を調べた。結果としては、 $-3.5^{\circ}\text{C}$ の温度処理を施した種子と、 $10^{\circ}\text{C}$ の温度処理を施した種子との間には、発芽率に大きな差は認められなかったものの、 $95^{\circ}\text{C}$ の温度処理を施した種子に関しては、前者2つの温度処理を行ったものよりも、発芽率が著しく低下した。

## 序論

### (1)目的

植物の中には、播種前の種子に対しての特殊な温度処理が、その後の発芽率に影響を及ぼすものがある。例えば、先行研究によって、ヤマハギという植物は、種に高温処理を施すことによって、発芽が促進されることなどが明らかになっている。

このようなことから、未だ検証されていない小松菜の播種前の種子に対しての温度処理が発芽率に及ぼす影響について明らかにし、小松菜を栽培する際の新たなノウハウのひとつとして役立てたいと思い、今回の実験を行うに至った。

### (2)仮説

小松菜の市販の種子のパッケージや他の文献等では、小松菜の種子の保存温度に関する性質については特に言及されていない。

このことから、小松菜の発芽率を高めるために種子に対する特殊な温度での処理は必要ないと考えられるため、 $10^{\circ}\text{C}$  (室温程度)での温度処理を施した種子の発芽率が、今回それぞれ異なる温度で処理する3グループの中で最も高くなると予想する。

## 実験方法

### ①種子の事前処理

小松菜の種子をそれぞれ25粒ずつ $-3.5^{\circ}\text{C}$ 、 $10^{\circ}\text{C}$ 、 $95^{\circ}\text{C}$ の水に入れて、種子の温度を変化させた。

$-3.5^{\circ}\text{C}$ の水→室温( $10^{\circ}\text{C}$ )の水に食塩、氷を加えて作った

$10^{\circ}\text{C}$ の水→室温の水

$95^{\circ}\text{C}$ の水→恒温水槽に室温の水を入れて温めた

\* 水温は恒温水槽に入れることで保った

\* 種子はポリ袋に25粒ずつ入れ、各温度の水に25分間浸けた

### ②栽培方法

i. 少し湿らせた土をセルトレーに入れ、種を埋める。

ii. 人工気象器に入れて保管(約120時間)

\* 人工気象器内の温度: $20^{\circ}\text{C}$

\* 水やり:朝、放課後の2回 (1回1ml)

### ③発芽率の調査

処理温度ごとに発芽率を求める。

\* 発芽率→1回の観察につきの発芽数を百分率に換算して表す。

\* 子葉が2枚完璧に開いている状態を発芽と定義する。

## 実験結果

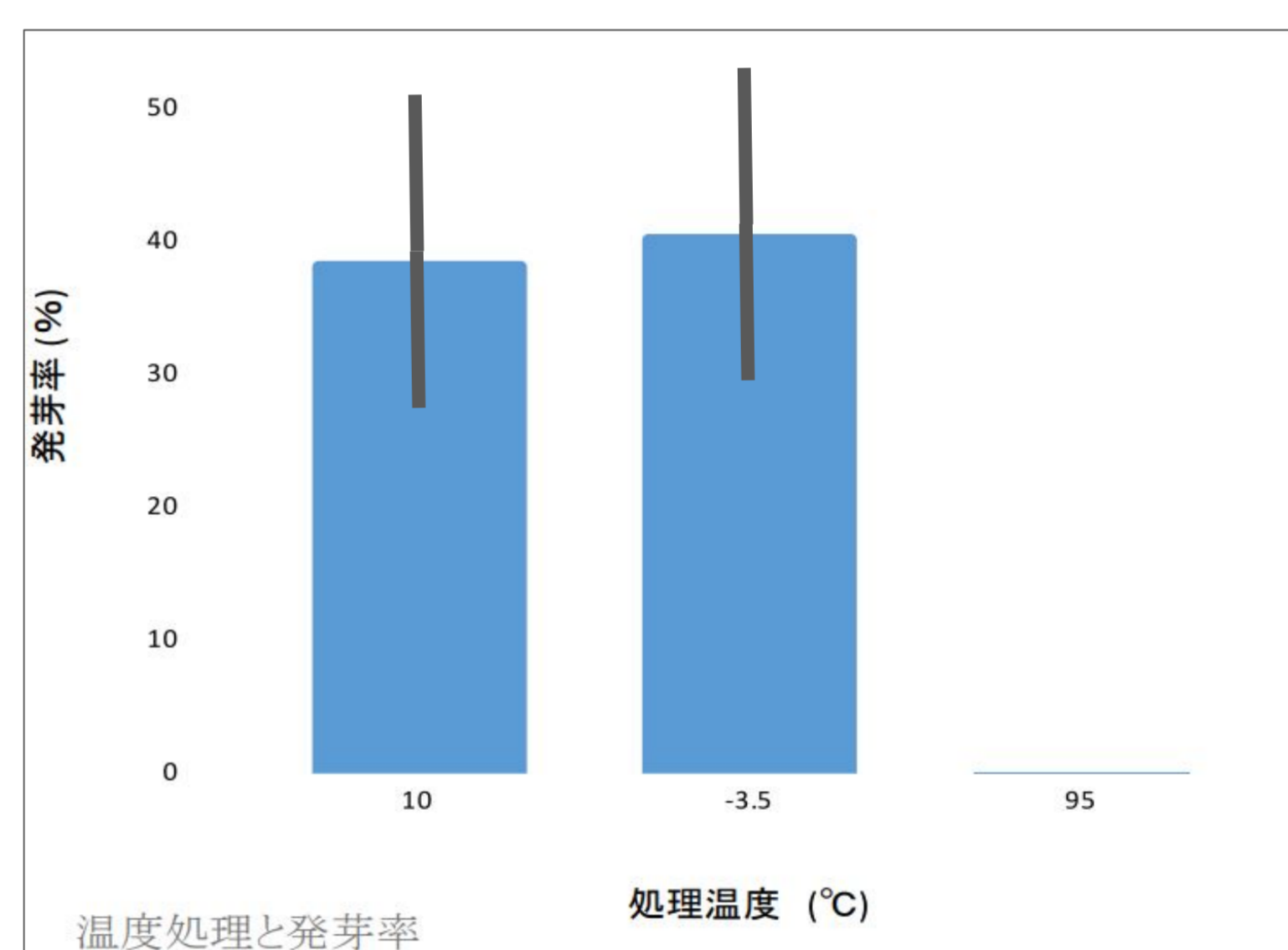


変動	自由度	分散	F値	確率
水準間	6305.777	2	3152.8884	99155E0.021791 *
水準内	9474.66E	15	631.6444	
合計	15780.44	17		

\*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)

### 実験結果①



	10	-3.5	95
	80	72	0
	76	76	0
	16	48	0
	24	36	0
	12	4	0
	24	8	0

### \* 実験結果②

### \* 実験結果③

・統計検定の結果、 $10^{\circ}\text{C}$ の温度処理を施した種子の発芽率と、 $-3.5^{\circ}\text{C}$ の温度処理を施した種子の発芽率の間には、差が認められなかった。

・実験全体を通してのそれぞれのグループの発芽率は、

$10^{\circ}\text{C}$ ・・・38.7%

$-3.5^{\circ}\text{C}$ ・・・40.7%

$95^{\circ}\text{C}$ ・・・0%

という結果になった

## 考察

今回の実験で得られた結果からは、 $-3.5^{\circ}\text{C}$ で温度処理をした種子の発芽率と、 $10^{\circ}\text{C}$ で温度処理をした種子の発芽率の間に差が認められなかったため、「 $10^{\circ}\text{C}$ で温度処理を施した種子の発芽率が最も高くなる」という仮説は否定されたと言することができる。

このような実験結果となった原因として考えられるのは、小松菜は秋から冬にかけて栽培される植物であるため、種子の耐寒性に優れていること、または実験における温度処理が不適切( $10^{\circ}\text{C}$ と $95^{\circ}\text{C}$ の温度差が $85^{\circ}\text{C}$ であったのに対し、 $10^{\circ}\text{C}$ と $-3.5^{\circ}\text{C}$ の温度差は $13.5^{\circ}\text{C}$ であった)だったことなどが挙げられる。

## 参考文献

・「山火事跡地の植生の再生にかかわる種子の発芽特性  
(<http://hdl.handle.net/20.500.12099/2474>)



# 種まきを成功させるには

6-8 神尾涼花 谷村文嘉 藤井花帆

私たちは種まきを成功させるため、どのような条件が関わってくるのかを知るために温度、湿度、照度、水溶液の液性(以下ph)の4つの項目に注目して実験を行った。二十日大根を用いて実験を行った結果から、温度と照度は植物ごとに最適な度数があり、湿度は植物に関係なく高い方、phは弱酸性のph5が最適だとわかった。

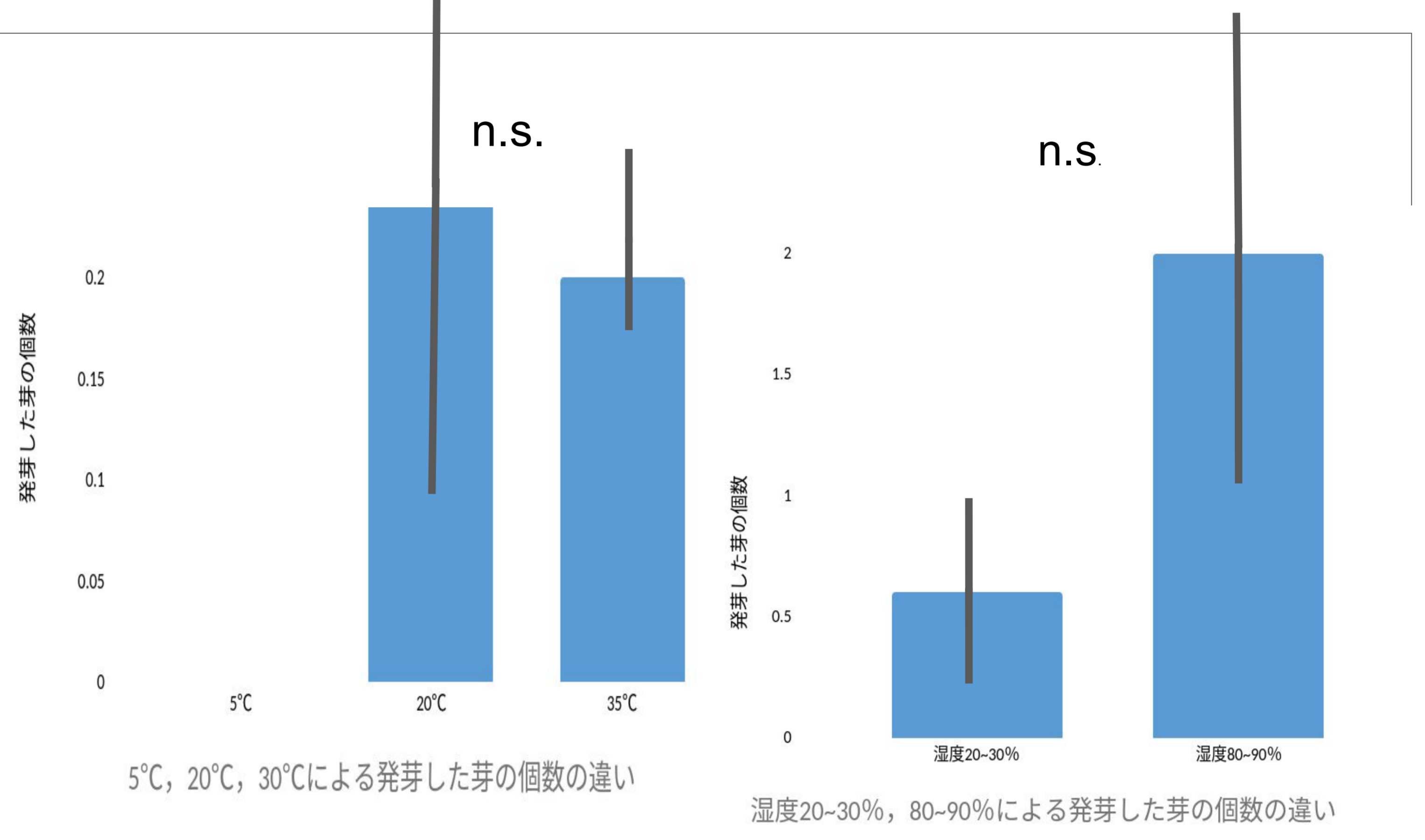
## 序論

### (1)目的

先行研究では温度に注目して実験を行ったが違いが見られなかった。そのため温度の幅を増やし、湿度、照度、phの4つの項目を増やして、種の成長にどのような条件が関わっているのかを明らかにしたい。

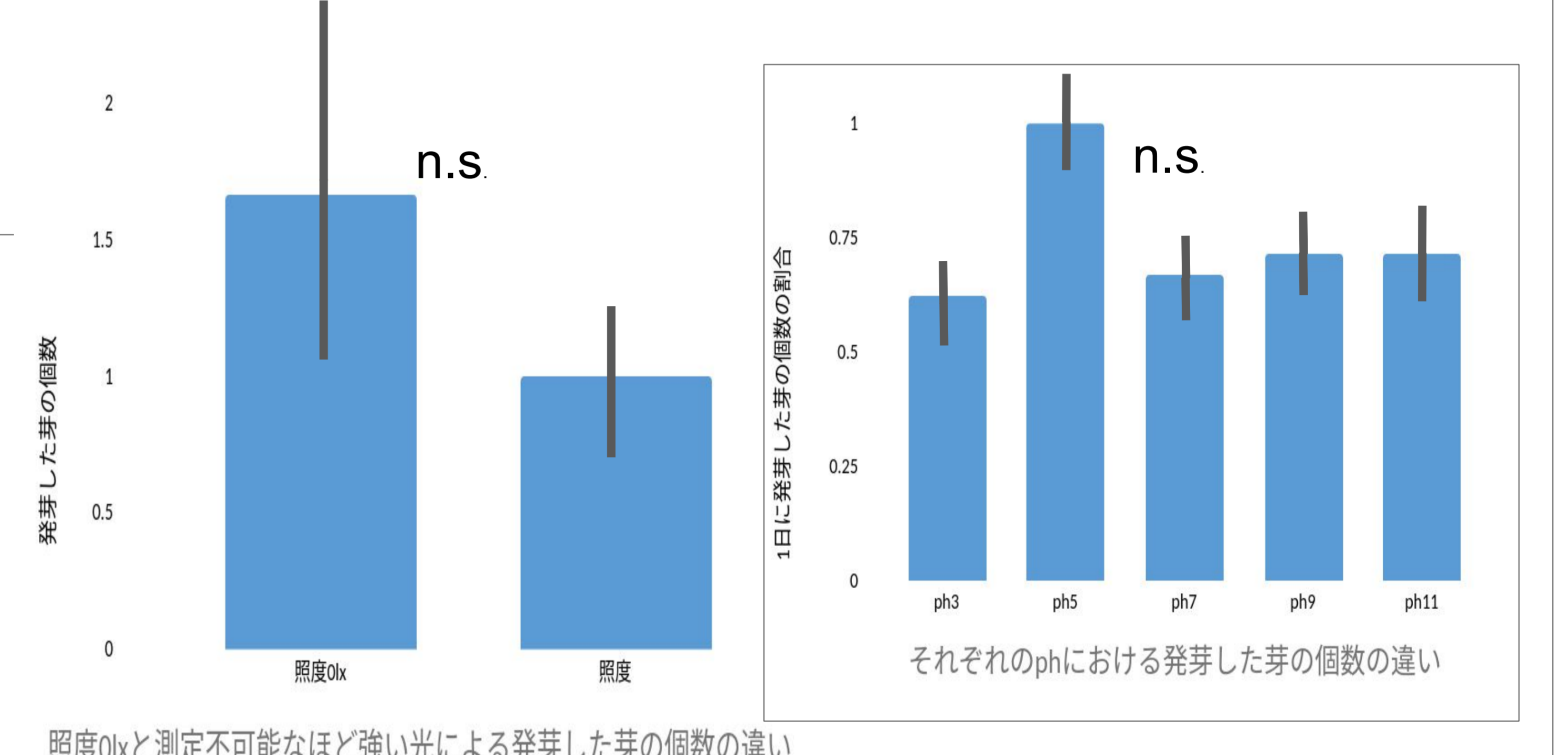
### (2)仮説

- ①温度が高い方が生長に適している
- ②湿度が高い方が生長に適している
- ③照度が高い方が生長に適している
- ④phが中性の7に近いほど生長に適している



図中のn.s.は対応のあるt検定で有意義がないを示す(n=20)

図中のn.s.は対応のあるt検定で有意義がないを示す(n=10)



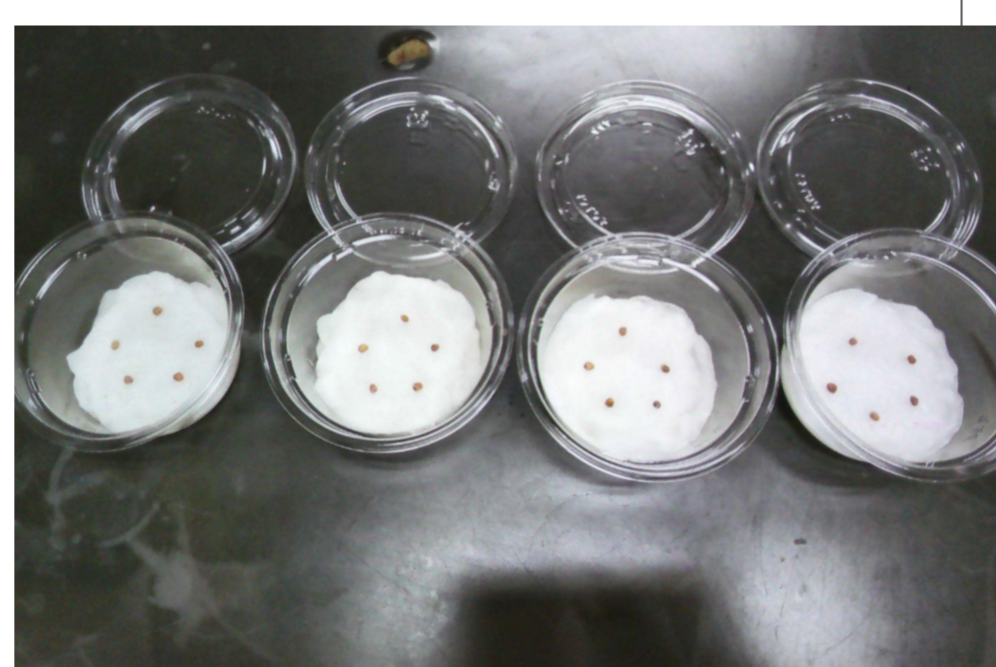
図中のn.s.は対応のあるt検定で有意義がないを示す(n=10)

図中のn.s.は対応のあるt検定で有意義がないを示す(n=25)

## 実験方法

### ①温度

人工気象器に種が5つ入ったプリンカップを入れ、温度を5度・20度・35度にそれぞれ設定し観察・計測していく。写真1 温度  
プリンカップには水道水でしっかり湿らせた脱脂綿を入れ蓋をつける。



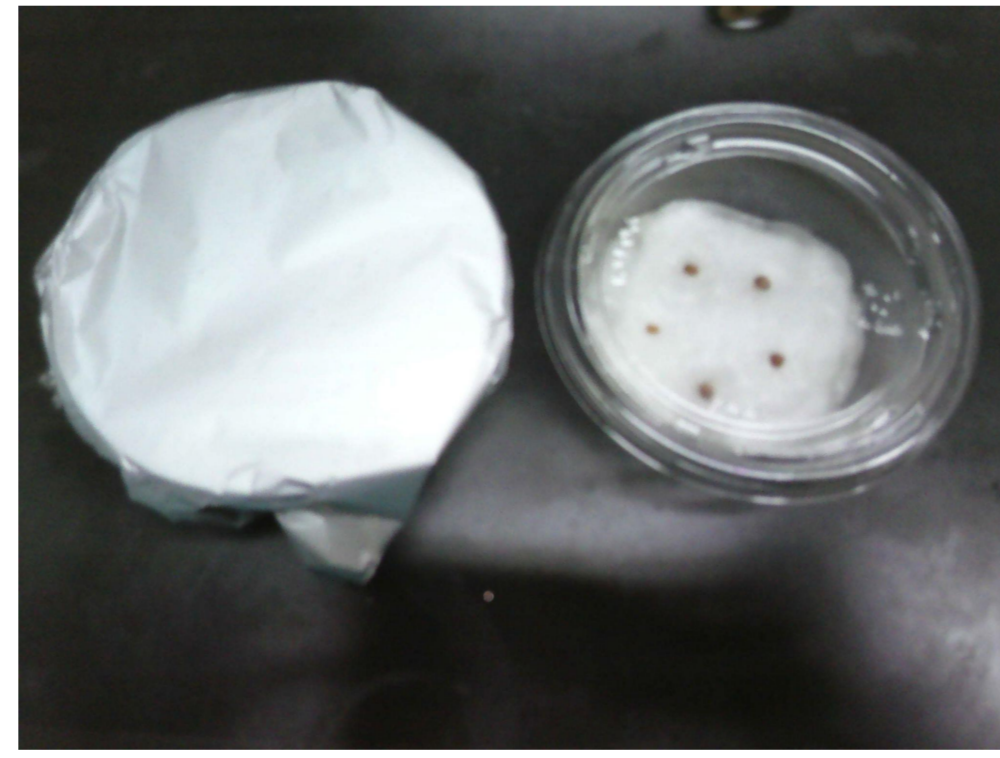
### ②湿度

人工気象器に種が5つ入ったプリンカップを入れ、湿度を20~30%・80~90%にそれぞれ設定し観察・計測していく。プリンカップは温度と同様にする。写真2 湿度



### ③照度

人工気象器に種が5つ入ったプリンカップを入れ、照度を0lx・測定不可能なほど強い照度にそれぞれ設定し観察・計測していく。プリンカップは温度と同様にする。写真3 照度



### ④水のph

人工気象器に種が5つ入ったプリンカップを入れ、phを3・5・7・9・11に設定しそれぞれ観察・計測する。プリンカップにはそれぞれのphの水溶液を使いしっかり湿らせた脱脂綿を入れ蓋をする。今後の水やりも同様の水溶液を使う。写真4 湿度実験中



基本的に温度は20度・湿度は80~90%・照度は測定不可能なほど強い照度・水は水道水でphは約7.8を基盤とし、1つの条件だけを変えて実験を行う。写真5 照度 実験中

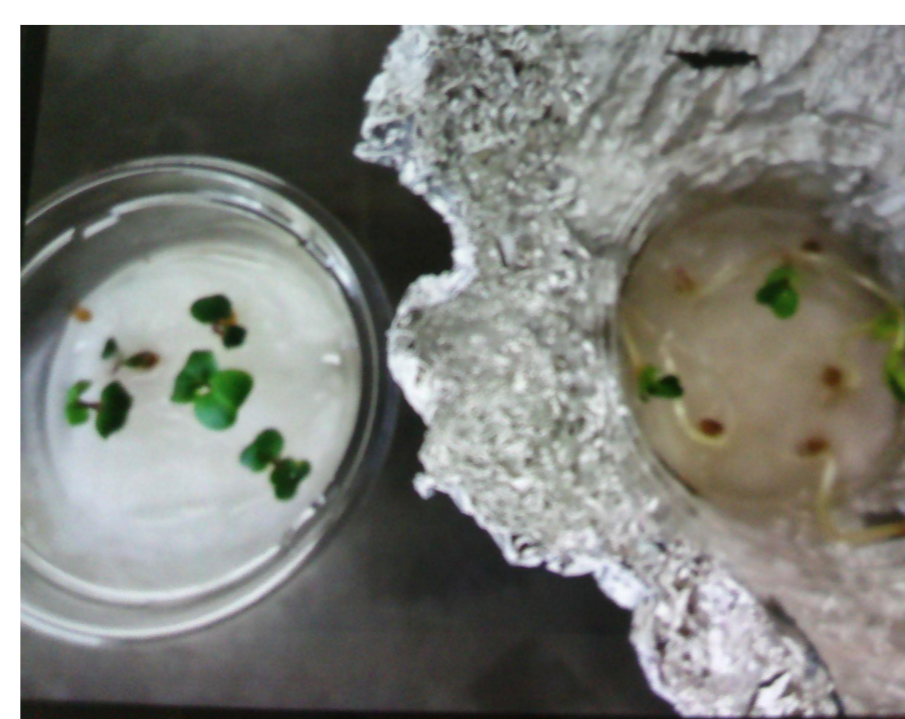


写真5 照度 実験中

## 考察

- ①否定された。植物には発育に関する生育適温があり、今回使用した二十日大根は15度から25度が生育適温だったため、20度でよく生長したのだと思う。
- ②肯定された。湿度の高い方はカップ内の水分が常時しっかりとあったため、どんどん成長できたのだと思う。
- ③否定された。実験後、調べたところ植物には発芽の際多くの光を必要とする好光性種子と光を必要とせず、むしろ、光のないところを好む嫌光性種子があり、大根は嫌光性種子に含まれているため、今回の実験で使用した二十日大根も暗所でよく生長したのだと思う。
- ④否定された。実験後、調べたところ種の発芽には弱酸性の水溶液が適していることがわかった。そのためph5でよく生長したのだと思う。

## 参考文献

- ・一般社団法人日本植物生理学会  
[https://jspp.org/hiroba/q\\_and\\_a/detail.html?id=2109#:~:text=](https://jspp.org/hiroba/q_and_a/detail.html?id=2109#:~:text=)
- ・マイナビ農業  
[https://agri.mynavi.jp/2018\\_09\\_24\\_42063/](https://agri.mynavi.jp/2018_09_24_42063/)

# 発芽に最適な土と水分量の比を見つける

班名 6-⑨ 名前 伏田さくら 森田紫由 吉田智穂莉

## 要旨

発芽の三要素である水分に着目して最も発芽率が高くなる水分量を見つけることを目的とし、水分量が多いほうが発芽率は高いという仮説を立てた。

土の量を30g、60g、90gとして比較した実験を行った。結果は、30gの水を与えたときの発芽率が70%と最も高く、仮説は否定された。

## 序論

### (1)目的

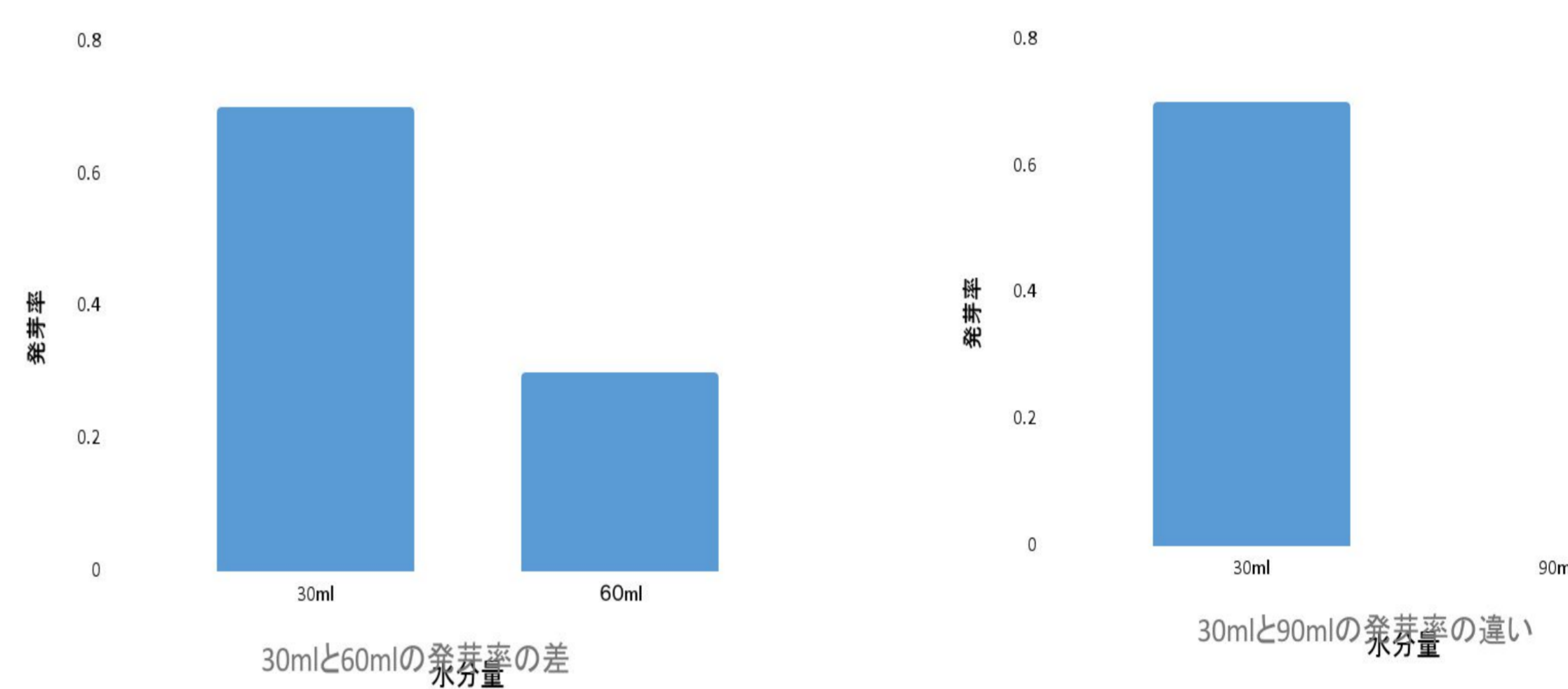
夏休み中の課題調査で、発芽には水分、温度、酸素の三要素があることを知った。また、水分量に着目した先行研究では、より多く水分を与えたもの(30ml)が発芽率が高かった。そのため、水分量は発芽率に影響を及ぼすがことが分かった。そこで、発芽率が最も高くなる土の量に対する水分量はいくらなのかを明らかにしたい。

### (2)仮説

水分は発芽にとって必要な要素である。また、植物の成長に大きく関わる要素である。先行研究でも多く水を与えたほうが発芽率が高かった。このことから、水分量は多ければ多いほど発芽率は高いという仮説を立てた(今回の実験では、水分量が90mlのとき、つまり、土の量:水の量=13:9のとき)。

## ● 実験結果

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	発芽率
30ml	○	○	×	○	○	○	×	×	○	○	70%
60ml	○	○	×	×	×	○	×	×	×	×	30%
90ml	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0%



30mlずつの水分量の差で発芽率に大きな違いが出た。

60mlと90mlは、同じように土の表面よりも水面が上になったものが多かったが、発芽率に差がある。

土の量と水の量の比が

13:3 のとき発芽率は70% (水30ml)

13:6 のとき発芽率は30% (水60ml)

13:9 のとき発芽率は0% (水90ml)

発芽率が最も高いのは、30ml(70%)である。つまり、発芽率が最も高い土の量と水の量の比は

**土の量:水の量=13:3**

## 実験方法

用意したもの

- ・ペットボトル40本
- ・土 5200g
- ・ハツカダイコンの種40個
- ・計量カップ2種類(30ml用と60ml、90ml用)
- ・電子天秤

実験の流れ

- ①ペットボトル1本あたり130gの土を入れる
- ②ペットボトル1本につき1個の種を埋める
- ③30mlの水を与えるものを10本、90mlの水を与えるものを10本としてそれぞれ水を与える
- ④表面に水が溜まらないようにペットボトルをもち、全体に水を染み込ませる
- ⑤なるべく日当たりが均等になるように、ペットボトルが他のペットボトルの影にならないように置く
- ⑥合計4回水を与える



図2 実験1の様子

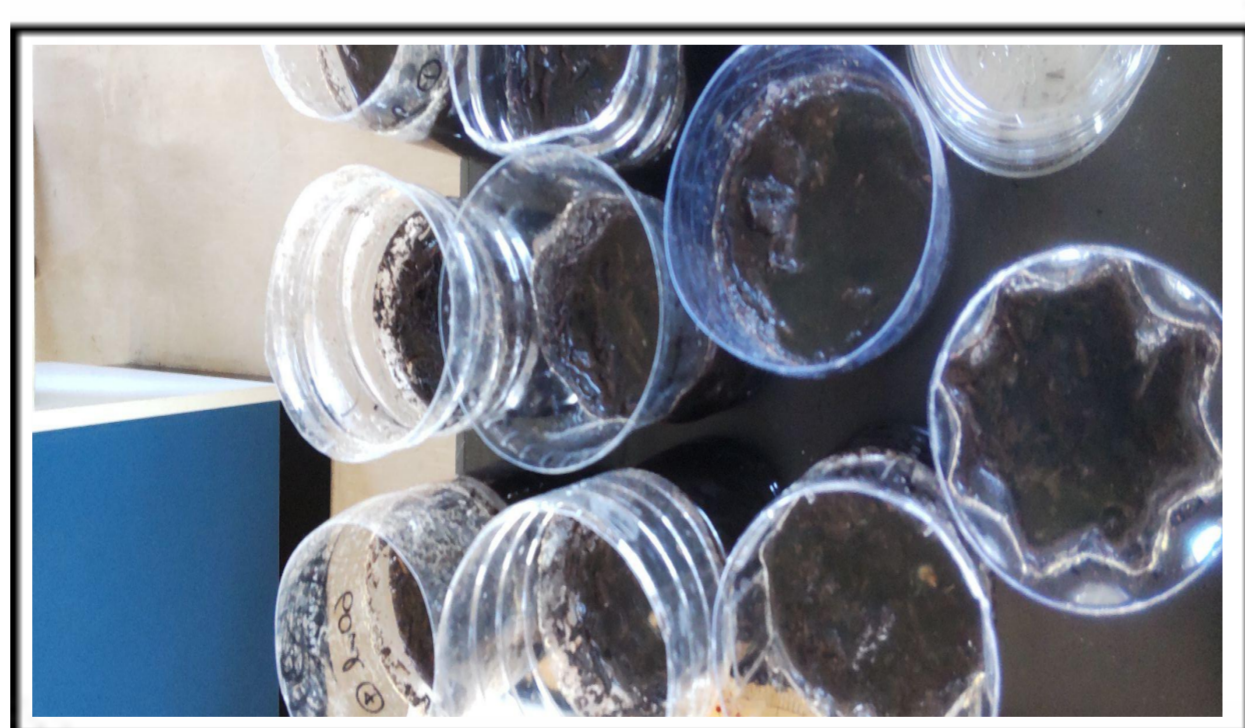
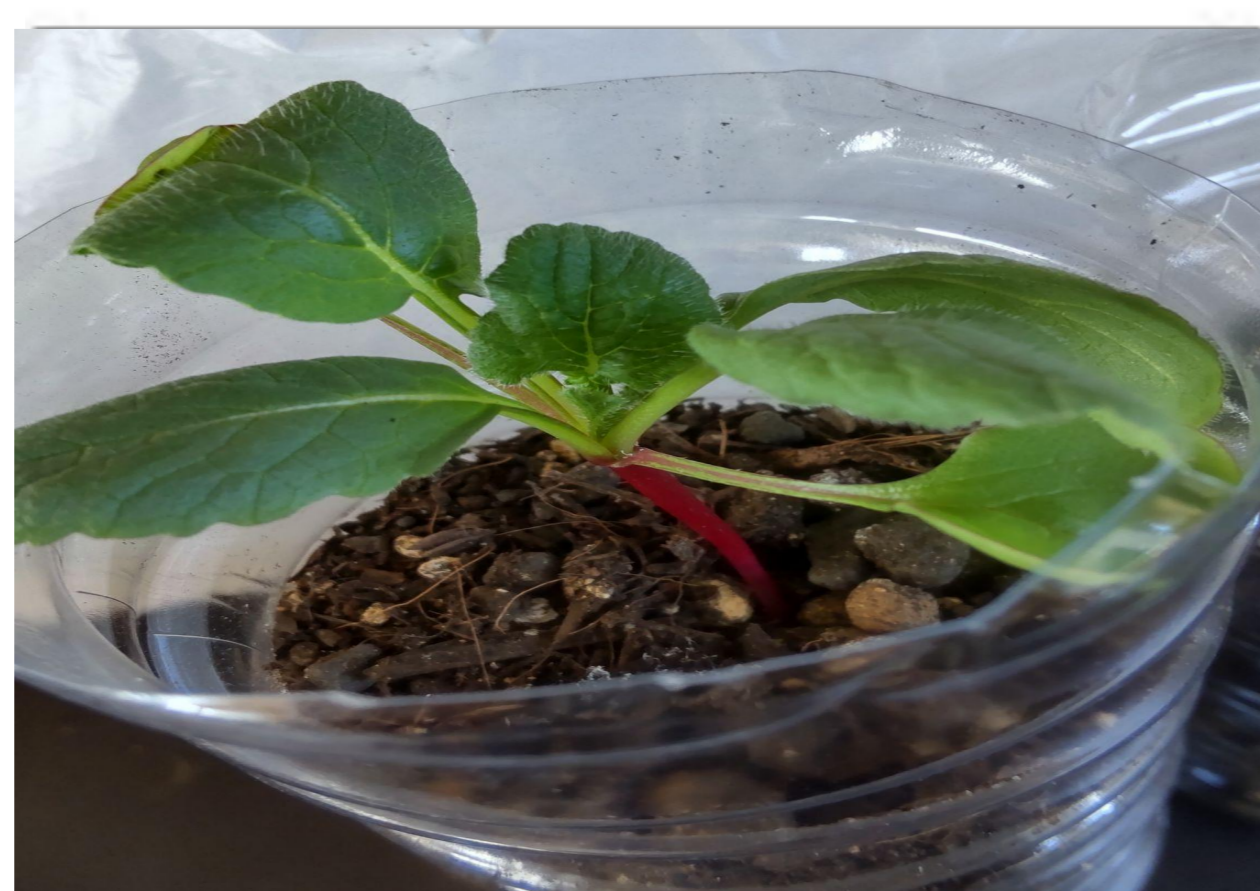


図3 実験1



実験2では③の水の量を30mlと60mlにする。

## 考察

・水が多ければ多いほど発芽率は高いとは言えない。

・ペットボトルの小さい容器の中では水が多いと吸収が悪くなってしまい水が溜まってしまった。

・日当たりが良好だったとはいえない

↓↓↓  
畑や大きな植木鉢などで実験を行えば結果は変わるかもしれない。

※土 130gに対する水の量は30gが良い。

## 参考文献

<https://textview.jp> 発芽に必要な三要素とは？ | NHKテキストビュー

# チョークが発芽に与える影響とは

7組種⑩ 亀井菜津稀 八木花音 渡辺萌依 織田なつみ

## 要旨

「土から芽が出ること」を発芽の定義とし「チョークを混ぜた土に植えた種の方が発芽率が高くなる」という仮説を立てた上で、チョークが発芽に与える影響を調べるべく実験を行った。結果から、発芽には影響を与えないが、生長を助長させる事がわかった。成分の炭酸カルシウムが成長を助長していると考えられる。

## 序論

(1)目的 チョークが発芽に与える影響を調べる。先行研究で、炭酸カルシウムが細胞壁の成分であることが分かっている。

(2)仮説 チョークを混ぜた土に植えた種の方が発芽率が高くなる。

## 基本条件

- ・学校の土
- ・室内で栽培
- ・深さ1cmに植える
- ・砕いた市販のチョーク

### <1回目>

チョークと土の割合は適当

チョーク:種16個

ノーマル:種16個

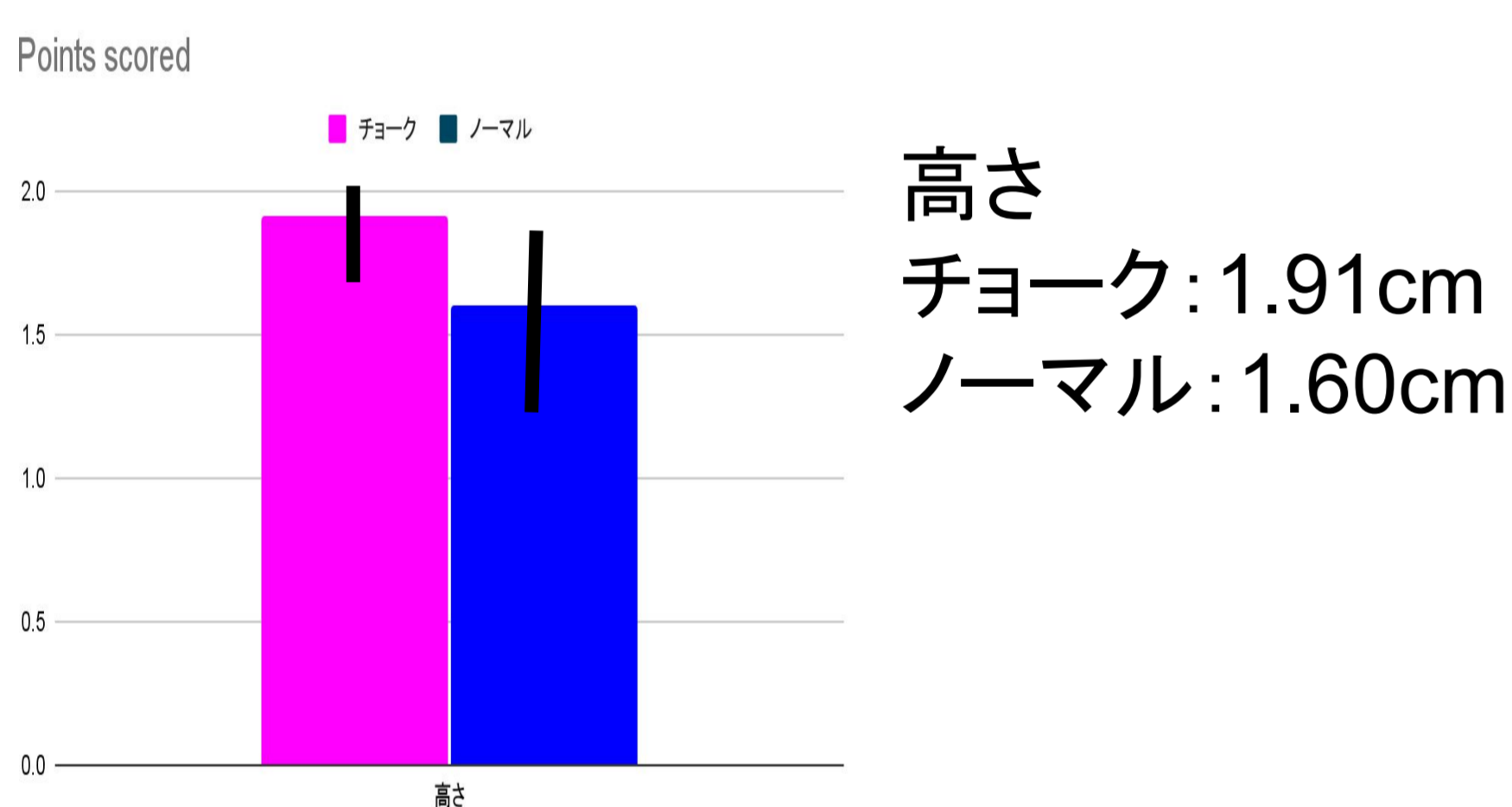
種はネモフィラを使用

### 1回目結果

チョーク:16個中12個が発芽

ノーマル:16個中16個が発芽

統計検定結果 n.s.



### <2回目>

チョーク:土=1:1

二十日大根の種:6個

枝豆の種 :6個

ネモフィラの種:16個

### 2回目結果

土に混ぜたチョークの量が多すぎたため、土ごとチョークが固まってしまった。

### 2回目考察

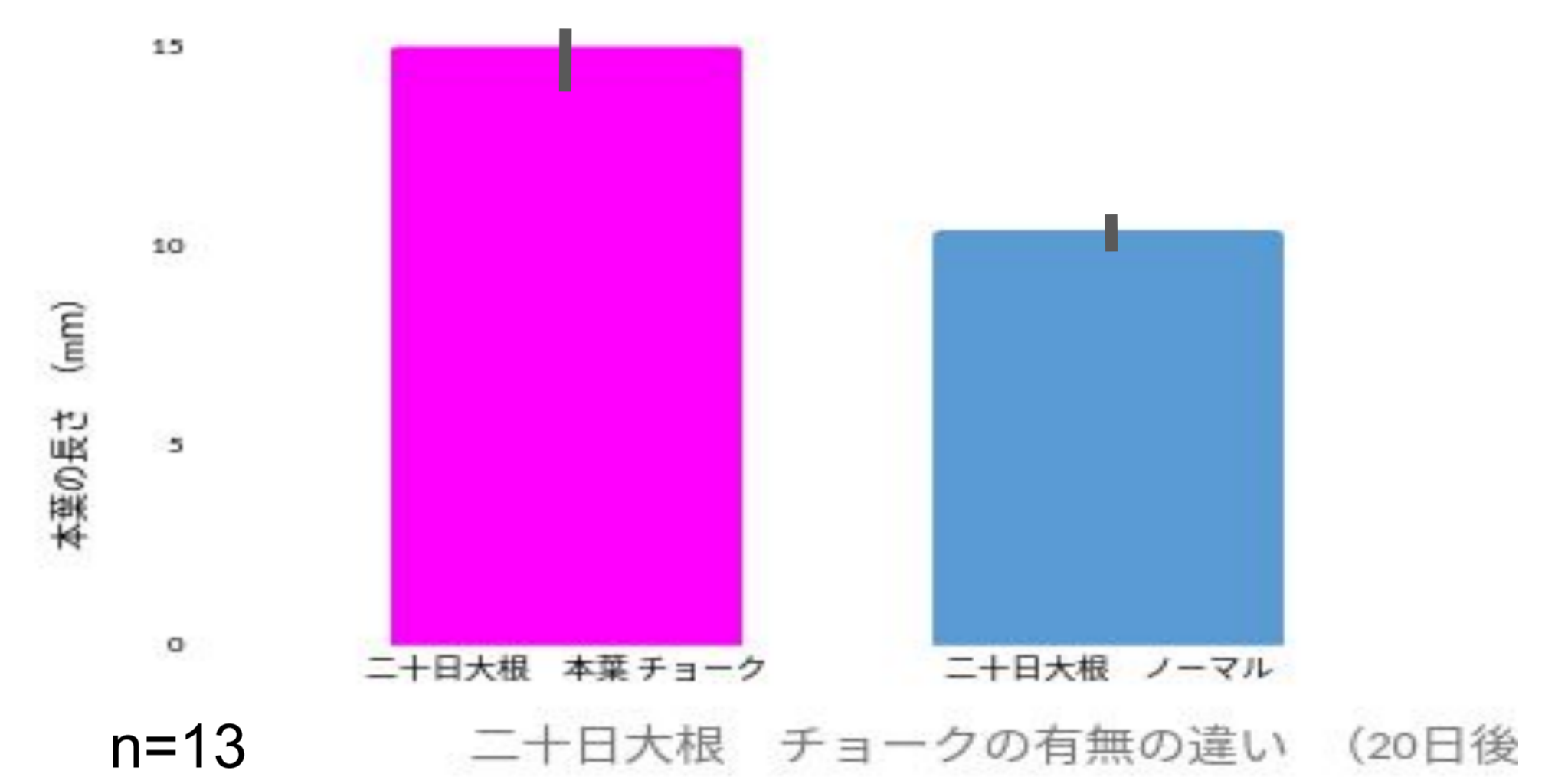
チョークの量が多すぎたため水やりをした際にチョークが水に浮き、表面で固まってしまったため発芽せず、失敗とみなした。



### <3回目>

チョーク:土=1:9

二十日大根の種:16個



二十日大根	二十日大根	ノーマル
平均值	15.00	10.38
標準誤差	1.40	0.79

t検定 (片側確率)	
0.007309	**

n = 13

発芽率

チョーク:81.3%

ノーマル:87.5%

統計検定結果 n.s.

### 3回目考察

仮説は肯定されず、チョークは発芽に影響を与えていないことがわかった。しかし、本葉の大きさにはチョークとの間にわずかな相関関係がみられたことから、チョークが生長にわずかな影響を与えていたと考えられる。

## 結論

チョークは発芽日数や発芽率には影響を与えないが、生長をわずかに助長させる働きがあることが分かった。芽を出した植物は土中の炭酸カルシウムを栄養として細胞壁の生成を盛んに行うことができたと考えられる。多すぎるチョークは水に溶解すると土を固めてしまうため、量には工夫が必要。今回は着色料の影響を考慮し、白チョークで実験を行ったが、色がついたチョークでも同様の効果が得られれば、使い終わったチョークの粉の有効活用も期待できる。着色料が入ったチョークでも同様の効果が得られるのか、調べてみたい。

参考文献:パイオニアエコサイエンス株式会社

<https://p-e-s.co.jp/>

# 紙飛行機と羽の大きさの関係

紙飛行機—1① 井上 華花 小根山 依央 菊地 真央

## 要旨

紙飛行機は、どのくらいの羽の大きさが、飛ぶ距離が長くなり、飛ぶ時間が長くなるのかというテーマを基に、それぞれ羽の大きさの異なる3個の紙飛行機を、無風の状況で輪ゴムの力を使った発射台を利用して飛ばし、その飛ぶ距離と飛ぶ時間をストップウォッチとメジャーを使って計測する。また、計測結果をもとに、比較した結果、羽が大きいほど飛ぶ時間は長くなったが、羽の大きさと飛ぶ距離には関係性が見られなかったため、羽が大きいほど空気抵抗を強く受けたため、羽が大きいと揺蕩いながら長く飛んだと考えられる。

## 序論

### (1)目的

小さい頃は思いつかなかった紙飛行機の羽の大きさや、発射台の角度などにも着目して、よく飛ぶ紙飛行機を作って、日常生活に活かしたいと思ったから。

### (2)仮説

- ①紙飛行機の羽が大きいと距離は長くなる。
- ②紙飛行機の羽が大きいと時間は長くなる。

## 実験方法

(1)羽の長さが紙の端から3センチメートル、6センチメートル、9センチメートルの紙飛行機を用意する

(2)発射台に紙飛行機をセットして飛ばす

(3)発射地点から着陸した紙飛行機の先端までの距離をメジャーで計る

また、ストップウォッチで発射した時間から紙飛行機が地面について完全に停止するまでの時間を計る

(4)(2)と(3)をそれぞれの紙飛行機で10回ずつ繰り返す

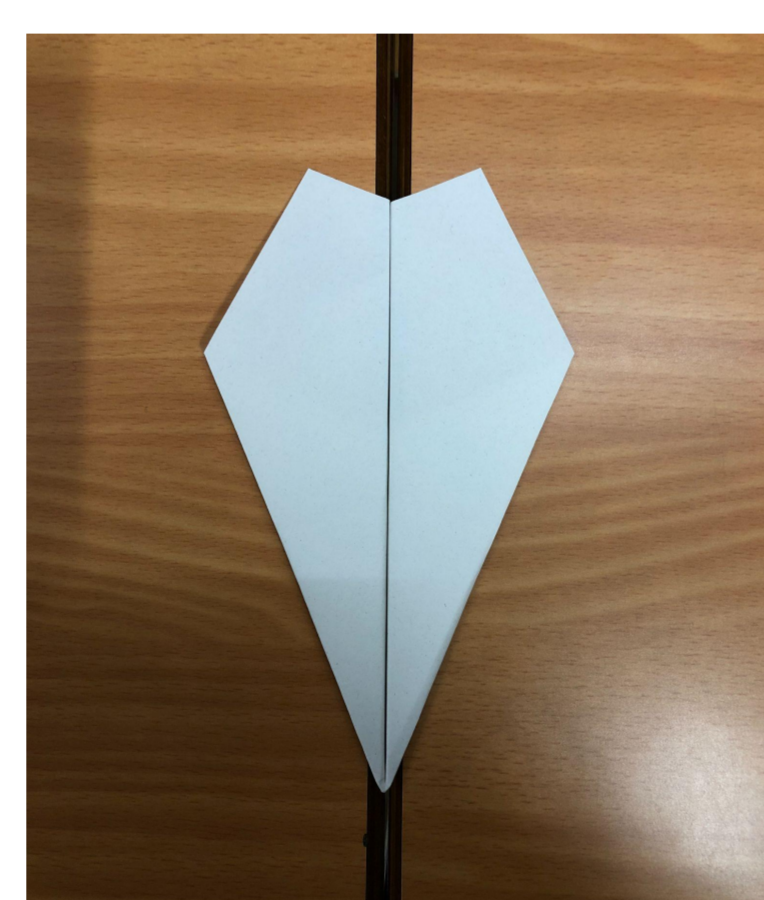
実験場所は室内とし、無風である。

## 発射台について

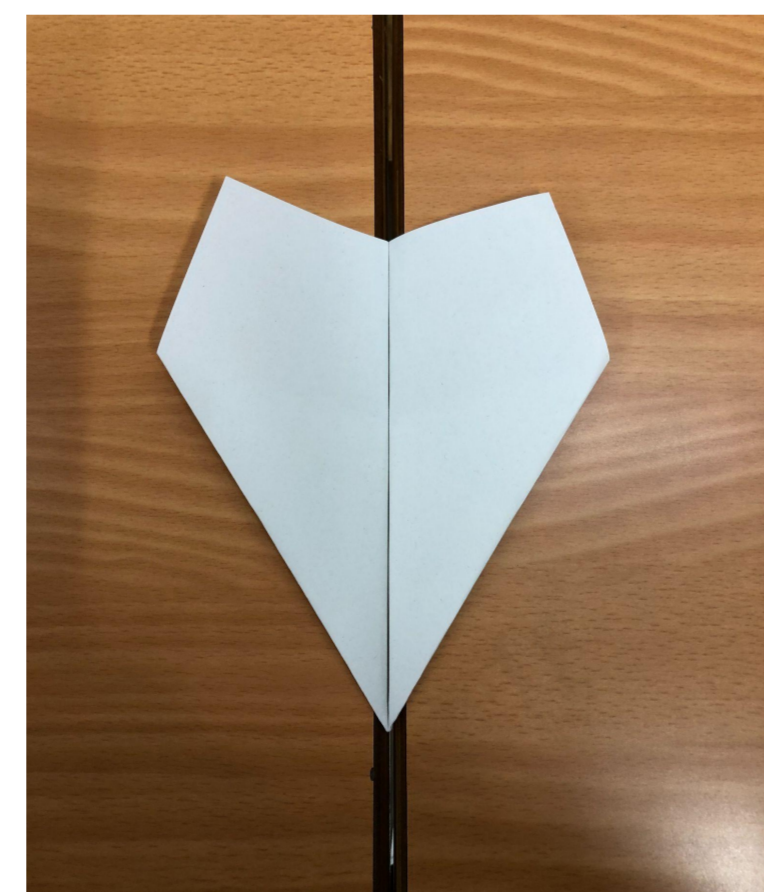
正確に実験を行うため、ダンボールと、輪ゴムを使って輪ゴムの弾性力を利用した発射台を作る。

より長い距離、時間を測定し、結果に差がつくようにするため、発射台の下に物を置き、30度の角度をつける。

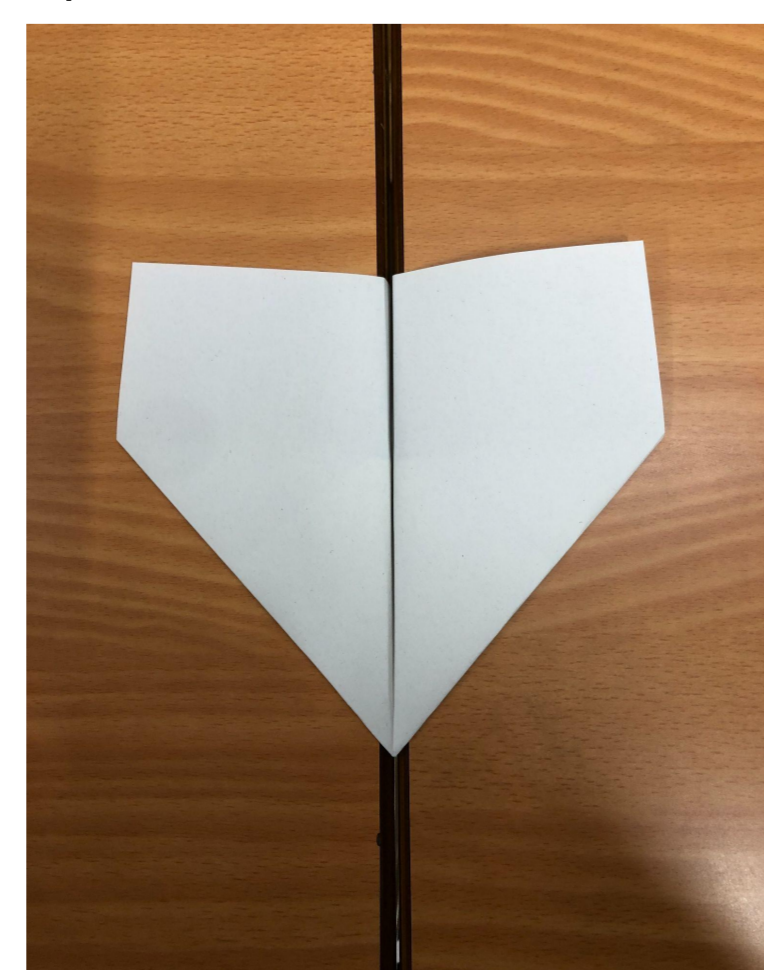
これによって、発射する位置、方向、力などの条件を等しくし、対照実験をすることを目的とする。



↑3センチメートル



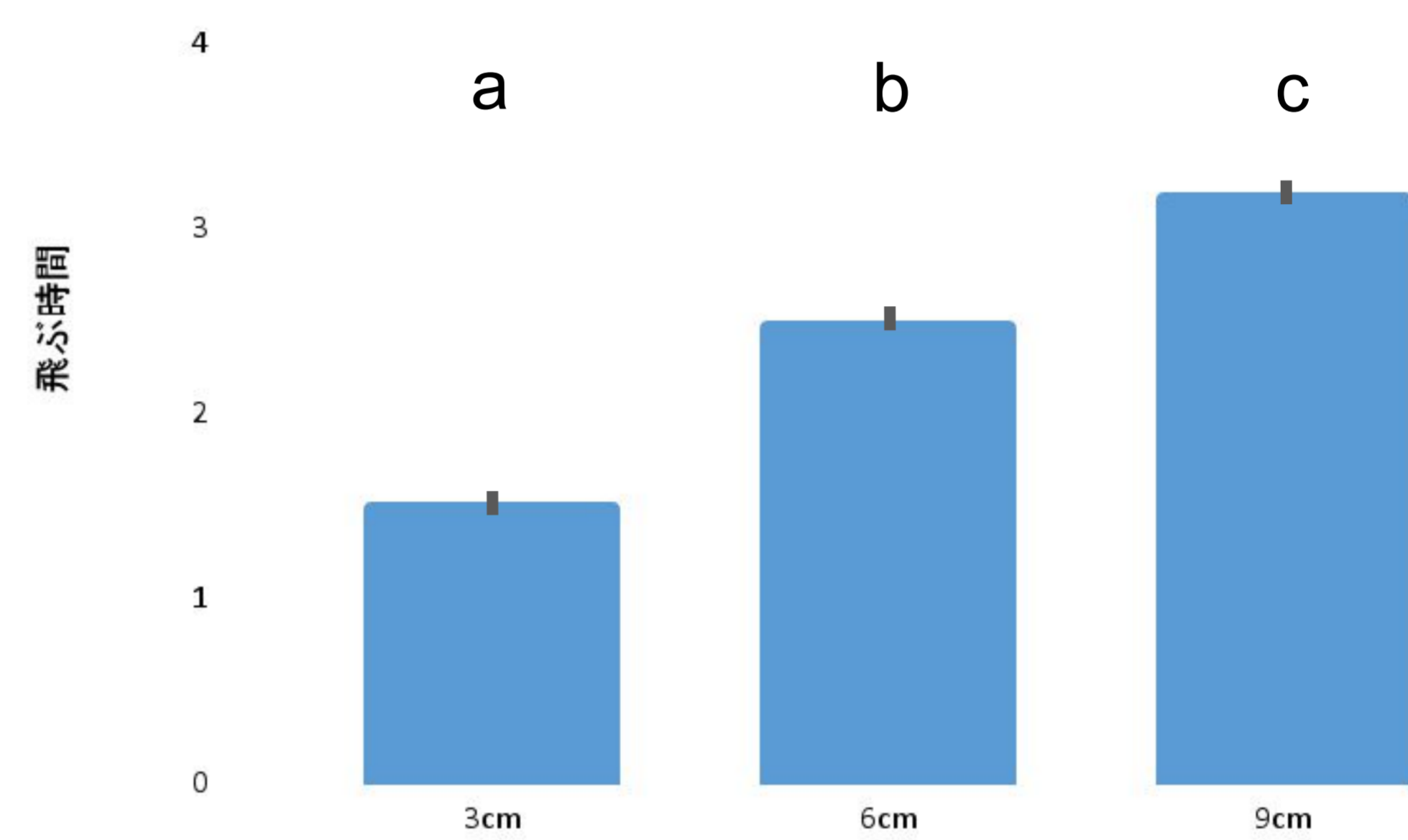
↑6センチメートル



↑9センチメートル

## 実験結果

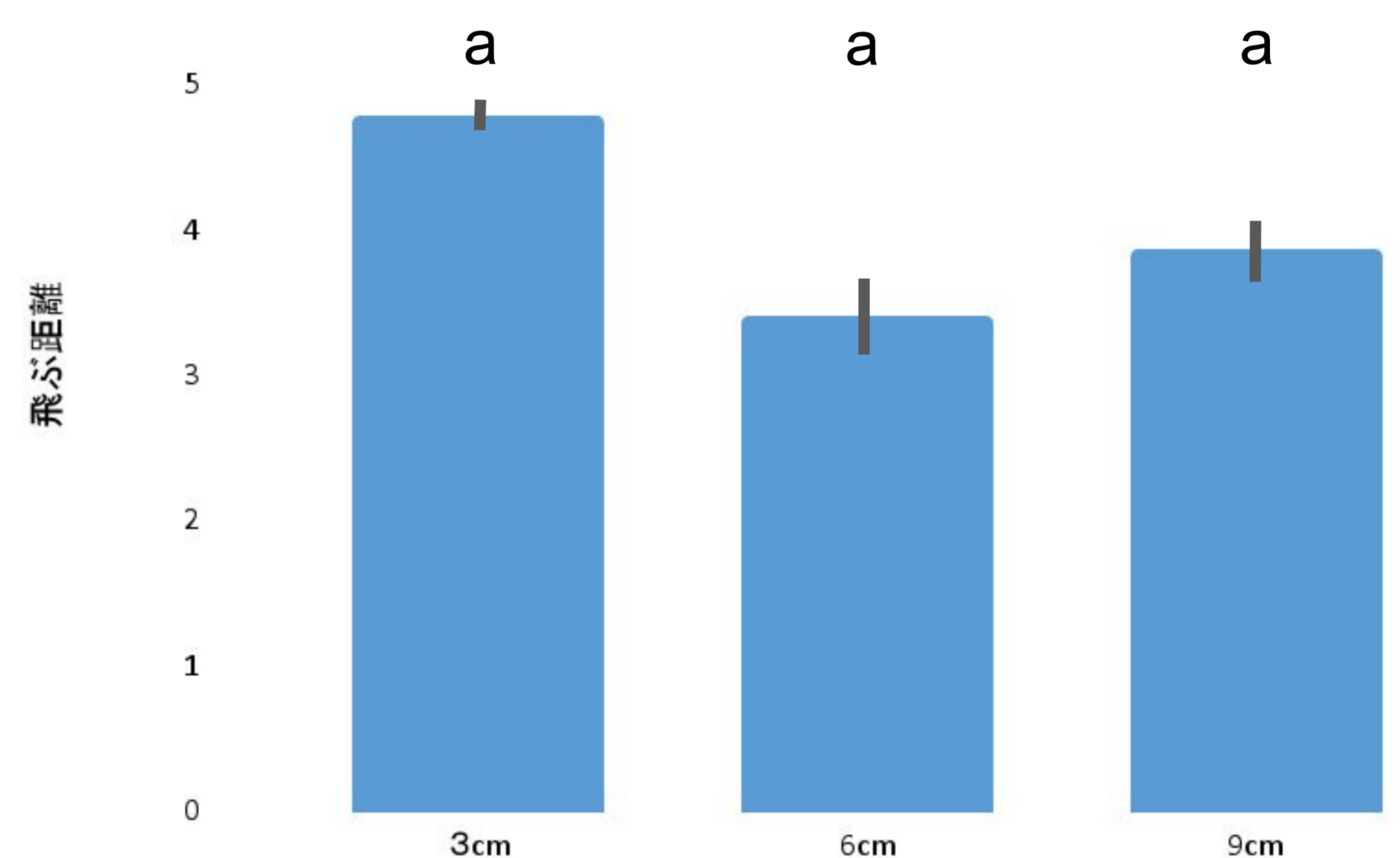
①羽が大きいほど飛ぶ時間が長くなる。



羽の大きさと飛ぶ時間の関係

同じ英文字間にturky(5%)では有意差がないことを示す(n=10)

②羽の大きさと飛ぶ距離に関係はなかった。



羽の大きさと飛ぶ距離の関係

同じ英文字間にturky(5%)では有意差がないことを示す(n=10)

## 考察

紙飛行機の羽の大きさと飛ぶ時間には関係があり、羽の大きさが大きいと、飛ぶ時間は長くなったが(①)、羽の大きさと飛ぶ距離には関係がなかった(②)。

実験より、羽の大きさが小さいと真っ直ぐ速く飛んでいたが、羽が大きいと揺蕩いながら長く飛んでいた。

このことから、羽が大きい分空気抵抗を強く受けたと考えられる。

## 参考文献

「Super fly ~紙飛行機をよく飛ばすには~」

(<https://toyotanishi-h.aichi-c.ed.jp/education/ssh/H29/happyo/3-6.pdf>)

# 紙飛行機を長時間飛ばす方法

紙飛行機1-2 小林愛佳 城田理子 湯浅桃子 吉野朱音

## 要旨

よく飛ぶ紙飛行機を飛行時間が長い紙飛行機と定義し、何種類かの紙飛行機にそれぞれ違う位置に重りを付け、飛行時間を調べる。その結果、紙飛行機が後方であればあるほど、長時間飛ぶとわかった。結果がこのようになったのは、以下の通りだと考える。重りは前方にある場合、紙飛行機は前のめりとなり急降下して地面に着くため、飛行時間は短い。一方、後方にある場合、紙飛行機は前方が後方よりも軽いため前方が後方に引っ張られると同時に前方が前進しようとする力が働き、互いの引っ張り合いが繰り返されることによって飛行時間が長いのだと考えられる。よって、紙飛行機を長時間飛ばすには、「高い場所で紙飛行機を飛ばす」「紙飛行機の重りの位置を後方部分にする」ことが必要である。

## 序論

### (1)目的

「よく飛ぶ」を「飛行時間が長い」と定量化し、紙飛行機を飛ばせた瞬間から地面につくまでを飛行時間と定義した。

予備実験で紙飛行機を飛ばす高さを高くすると飛行時間が長くなると分かった。

先行研究で、飛行の様子と重心の位置には何らかの関係があると分かっている。

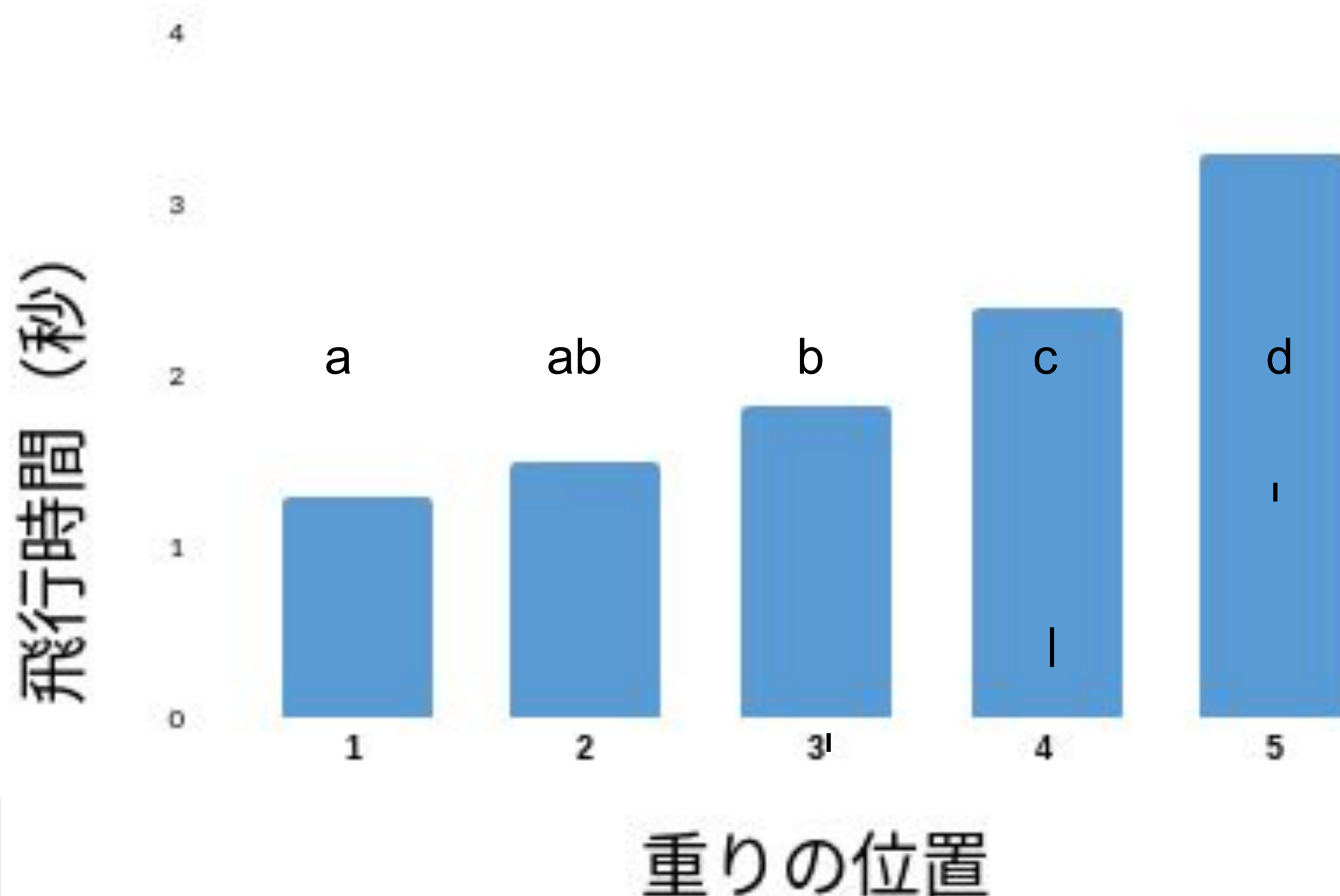
重りを紙飛行機のどこに付けると一番飛行時間が長くなるのかを明らかにしたい。

### (2)仮説

紙飛行機が最も長時間飛ぶのは紙飛行機の中心に重りがあるときである。

## 実験結果

重りが前方にある紙飛行機は一直線で急降下した。重りが真ん中にある紙飛行機は一直線で緩やかに降下した。重りが後方にある紙飛行機は前方と後方が交互に引っ張り合いながら降下した。



同じ英文字間にはTukey(5%)で有意義がないことを示す(n=10)

## 実験について

### <実験道具>

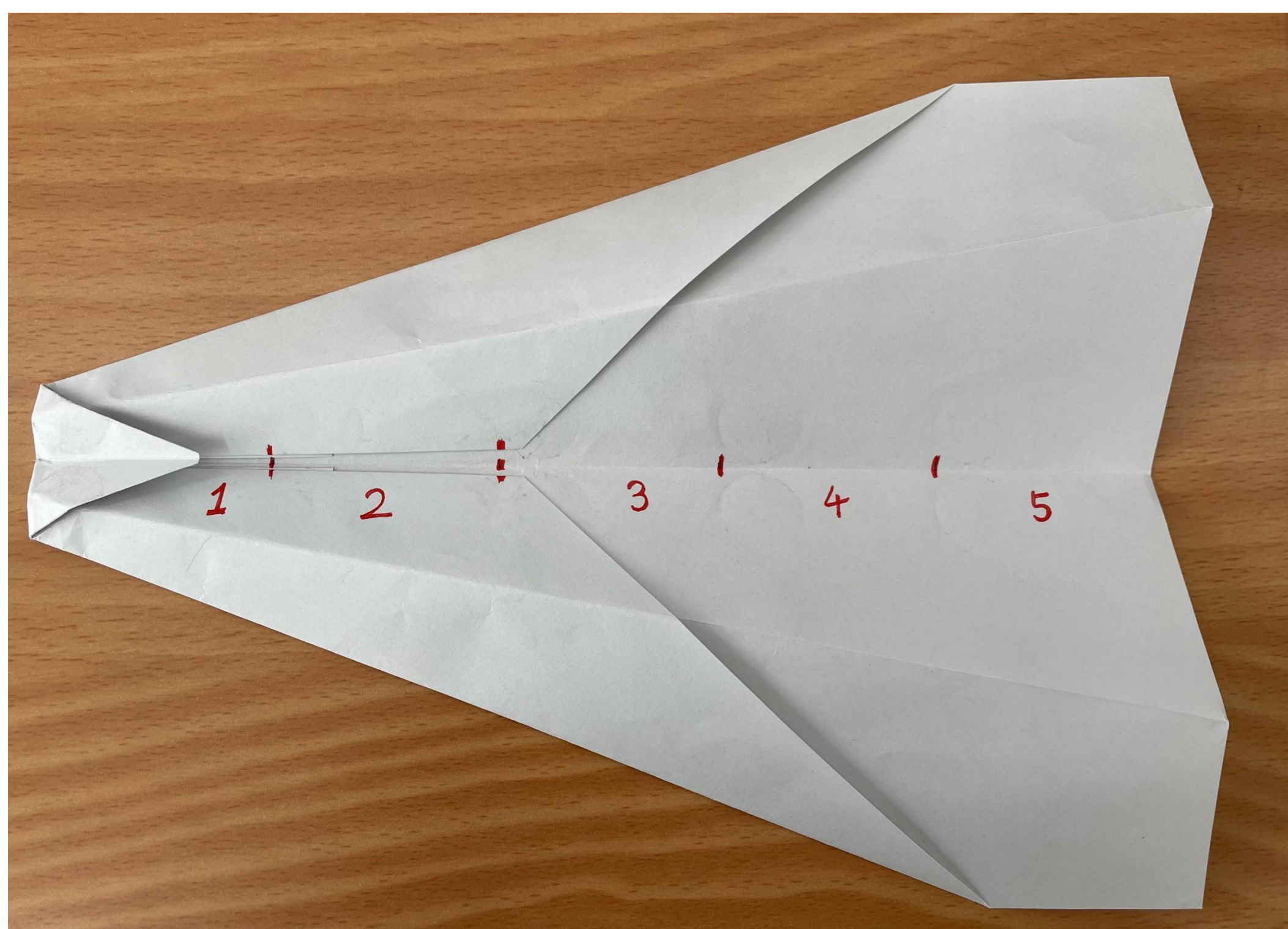
- ・A4のコピー用紙
- ・ストップウォッチ
- ・風速計
- ・一円玉
- ・クリップ

### <実験場所>

- ・第一体育館ギャラリー
- (風速計で測ったところ無風であった)

### <紙飛行機>

- ・A4のコピー用紙を使用
- ・先端から垂直尾翼までの長さを写真のように 5等分し、先端から1,2,3,4,5とする
- ・1,2,3,4,5それぞれに一円玉1枚を等間隔にクリップで紙飛行機で挟み、重りの位置を変えていく
- ・各実験ともに10回繰り返す

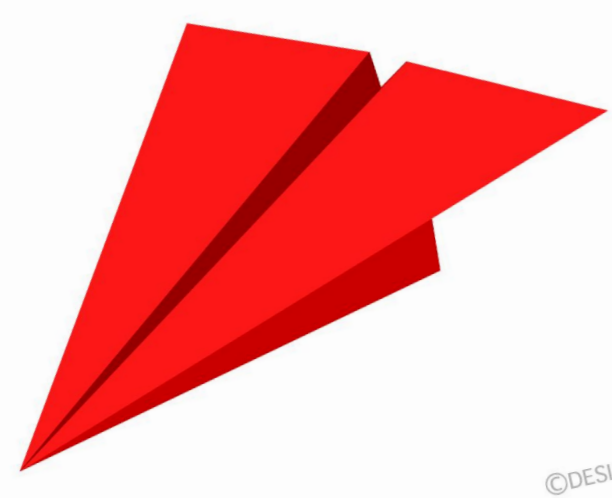


## 考察

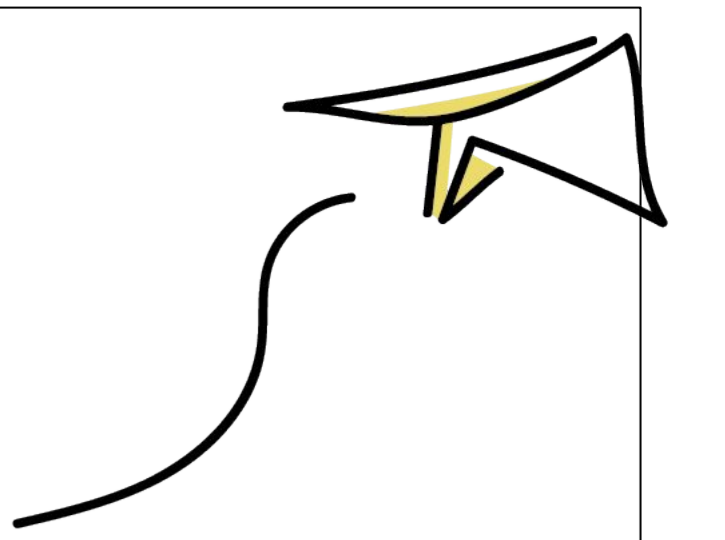
結果から紙飛行機の重りが後方であればあるほど、より長時間飛ぶといえる。よって、仮説が否定された。

結果がこのようになったのは、以下の通りだと考える。重りは前方にある場合、紙飛行機は前のめりとなり急降下して地面に着くため、飛行時間は短い。一方、後方にある場合、紙飛行機は前方が後方よりも軽いため前方が後方に引っ張られると同時に前方が前進しようとする力が働き、互いの引っ張り合いが繰り返されることによって飛行時間が長くなるのではないかと私達は考えた。また、この原理について調べたところ、似たような実験が無かったため正確な原理は不明である。私達は紙飛行機の重さと重りの重さの比率について考えていなかったため、その点もこの結果に大きく関わってくるのではないかと思う。

予備実験と本実験より、紙飛行機を長時間飛ばすには、「高い場所から紙飛行機を飛ばす」「紙飛行機の重りの位置を後方部分にする」ことが必要だと考えられる。



# 紙飛行機の飛行距離を大きくするには？



3班 名前 栗本望来 阿久澤優花 大橋由佳 福島瑠莉 廣橋環

よく飛ぶ紙飛行機を作るにはどの条件が良いのか調べた。

## 序論

### (1)目的

予備実験で、紙飛行機を飛ばす角度を0度と30度で行ったところ、0度の方が飛行距離が大きくなった。これを踏まえ、角度の条件を変えて飛行距離が大きくなる条件を調べた。

### (2)仮説

飛ばす角度を大きくすると飛行距離は大きくなる。

## 実験方法

・以下の4つの条件で紙飛行機を第一体育館のギャラリーから飛ばす。

- 1,俯角30度
- 2,0度
- 3,仰角15度
- 4,仰角30度

### ・飛ばし方

牛乳パックと輪ゴム2本を使用してカタパルトを制作した。

(図1)

24センチの折り紙で紙飛行機を作り(図2)、紙飛行機をカタパルトにセットして角度をはかって飛ばす。紙飛行機を安定して飛ばすためにクリップをつけた。



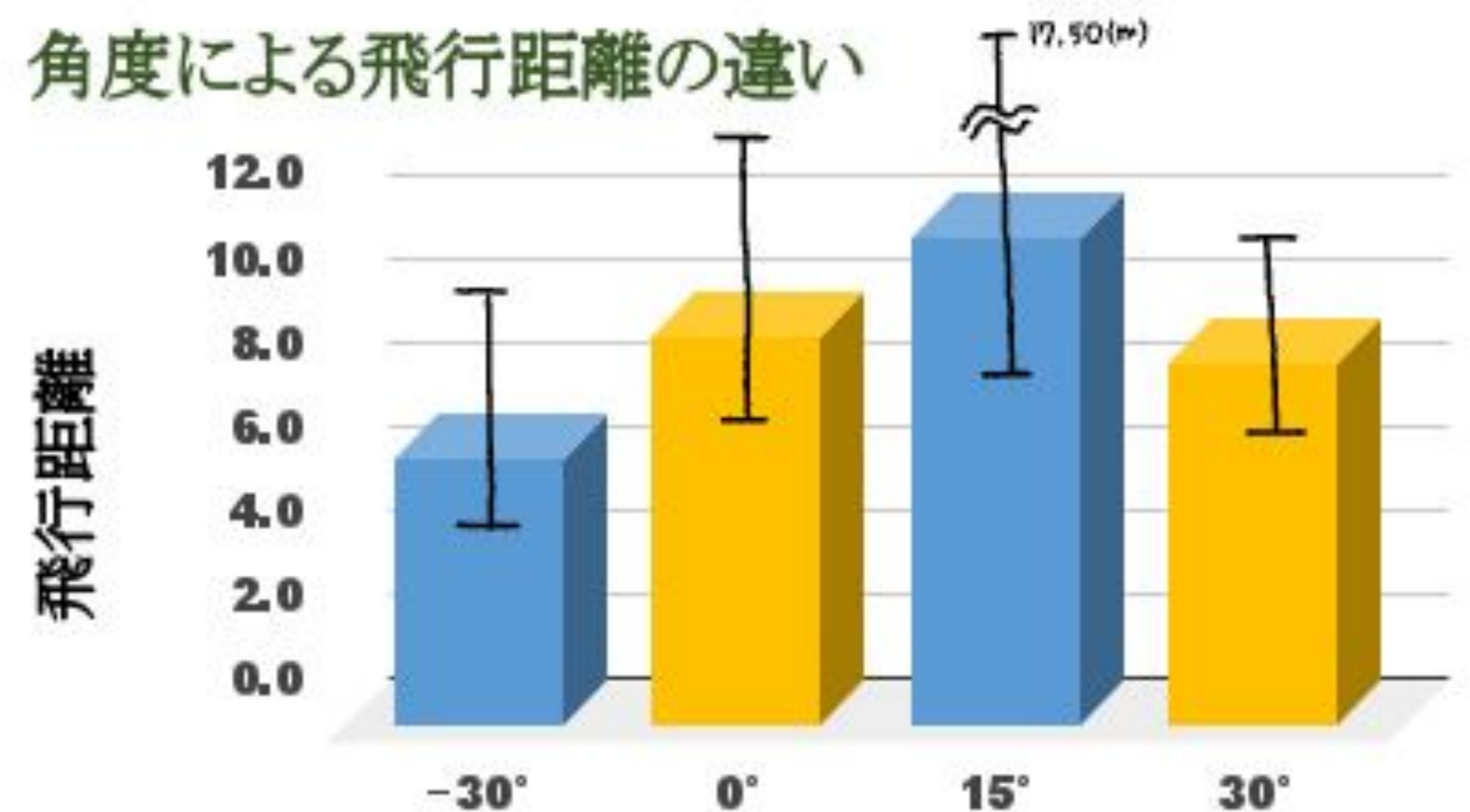
図1



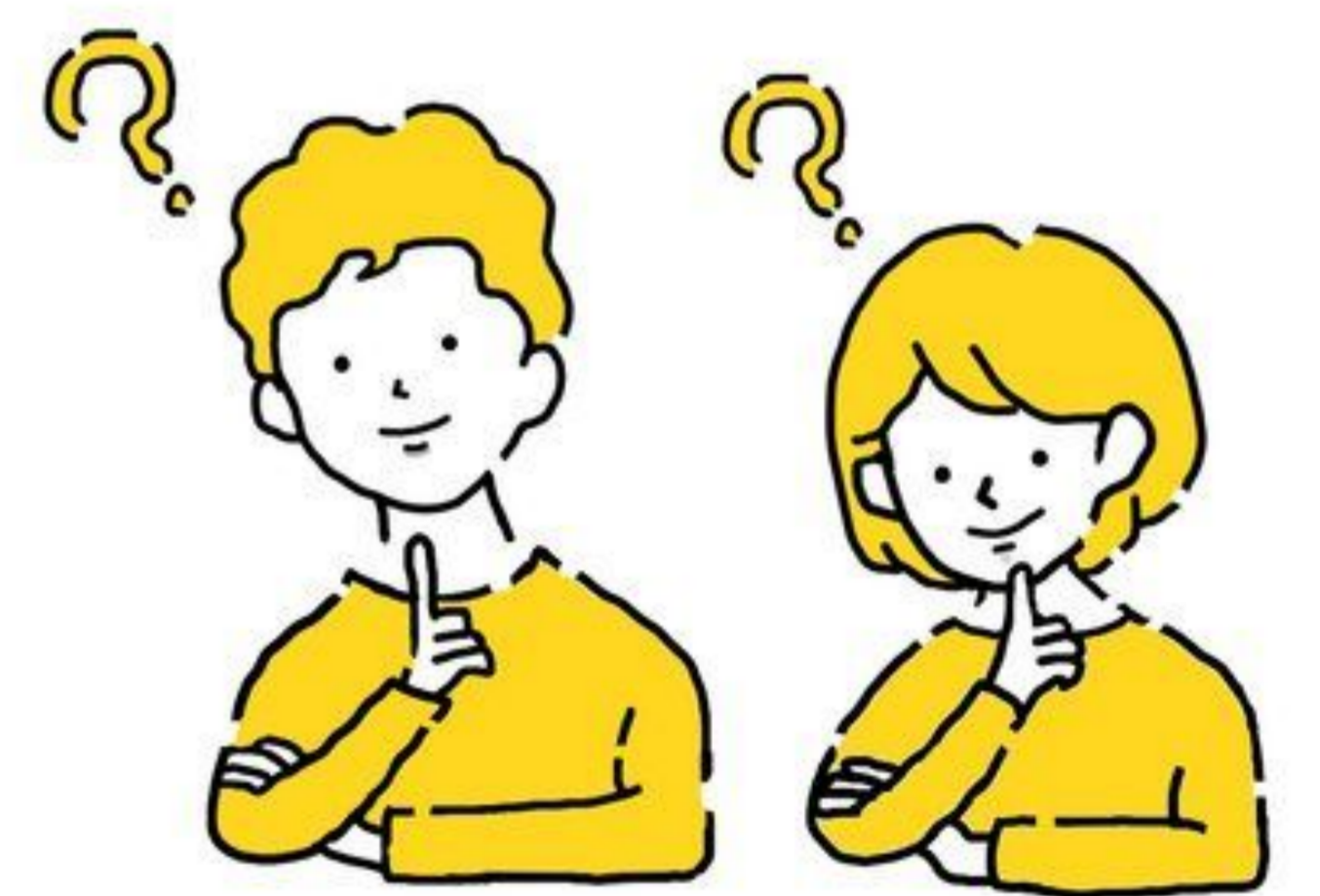
図2

## 実験結果

### 角度による飛行距離の違い



角度 \*\* それぞれn=10



## 考察

・この研究から仮説は、否定される。それは、俯角30度から仰角15度までは飛行距離が大きくなっていったものの、仰角30度では飛行距離が小さくなったからだ。

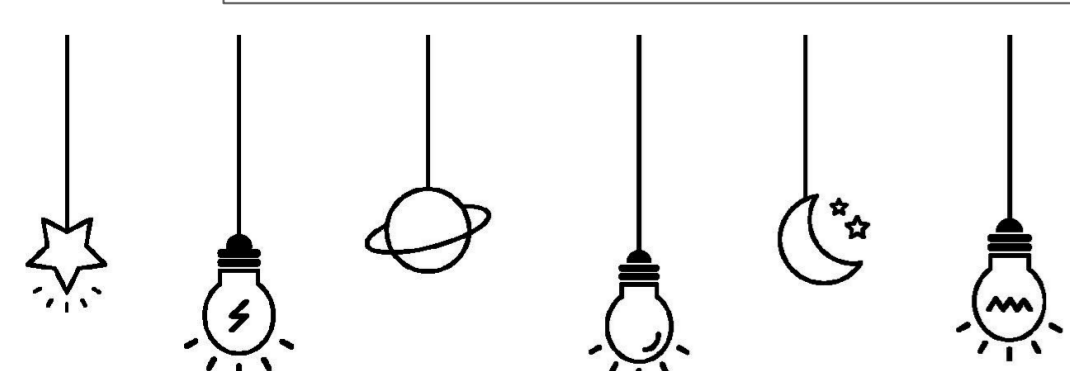
・仰角30度で小さくなった理由は、仰角30度よりも飛ばした直後の位置エネルギーが大きくなり運動エネルギーが小さくなったためだと考えた。

・反省は実験の角度の幅が大きかったので、仰角15度のときに最も飛行距離が大きいのかを示せなかったことである。

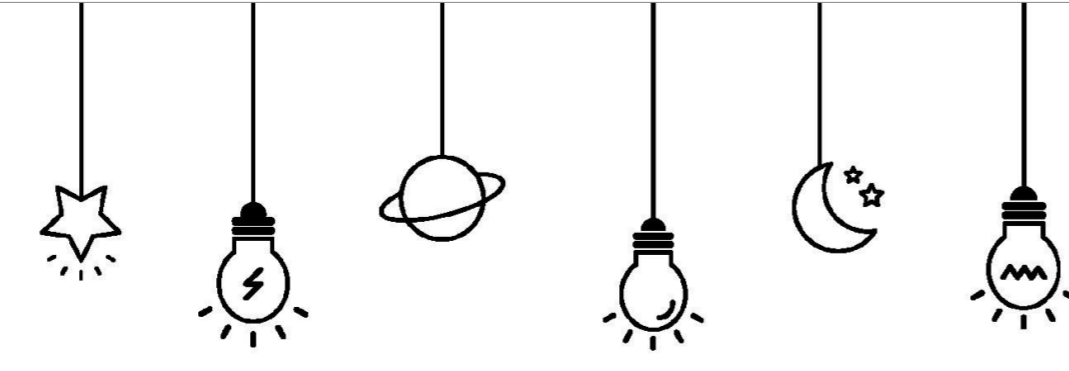
## 参考文献

・牛乳パックで簡単工作「紙飛行機の発射台(カタパルト)」の作り方【手作りおもちゃ】

([youtube.com/watch?v=0JR9xHLRJ6c](https://www.youtube.com/watch?v=0JR9xHLRJ6c))



ILLUST BOX



ILLUST BOX

# 最も安定して飛ぶ紙飛行機の紙の特徴とは？

班名 3組4班 名前 阿部日葵 石井真菜 石綿菜々美

## 要旨

最も安定して飛ぶ紙飛行機の特徴を調べるために、まず羽の面積が安定性に関係があるかを調べ面積を変えて飛ばしてみた。しかし関係性がないことがわかった。次に紙の種類の違いが、安定して飛ぶことに影響するのではないかと予想し、折り紙、画用紙、半紙で調べた結果半紙、折り紙、画用紙の順でよく飛び、紙の種類が軽い紙飛行機ほど安定してまっすぐ飛ぶのだということがわかった。これらのことから紙飛行機は、紙の種類が軽いほど安定してまっすぐ飛ぶのだということがわかった。

## 序論

### (1)目的

先行実験を行って、羽の面積と飛距離との間には、関係性が見られないことが分かった。そこで、新たな仮説として、様々な紙の種類で紙飛行機を作って、どんな種類の紙で作った紙飛行機が最も安定して飛ぶのかを調べてみることにした。

### (2)仮説

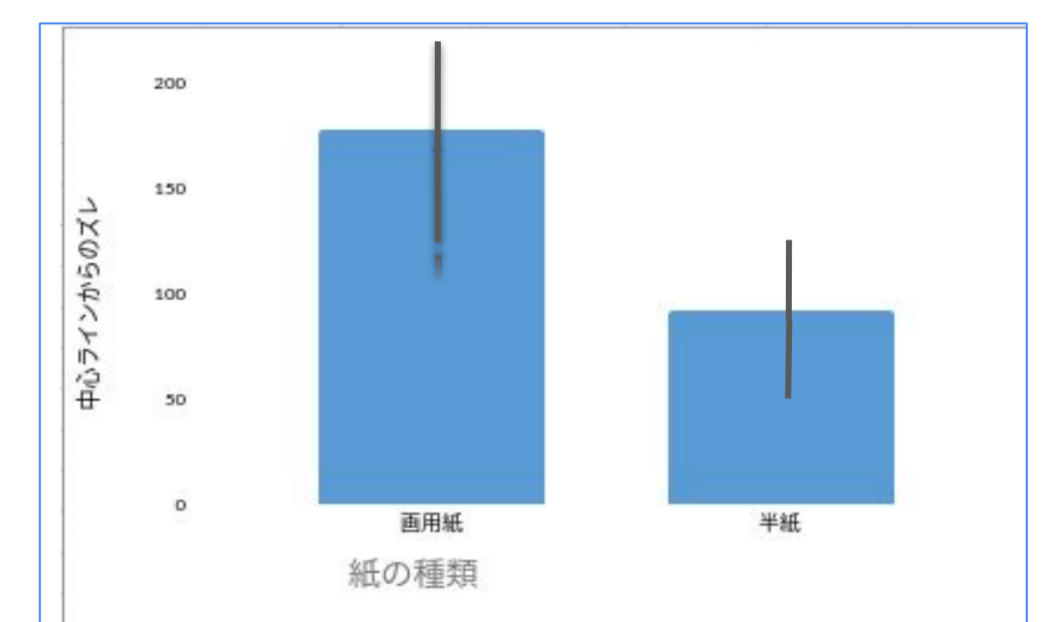
紙の重さが重いほど安定感があり、半紙、折り紙、画用紙のうち、画用紙、折り紙、半紙の順でよく飛ぶ。

## 実験結果

### 実験1の結果

画用紙と半紙の間には、関係性が見られ、半紙の方が中心ラインからのズレが小さい、すなわち、安定しているということが判った。

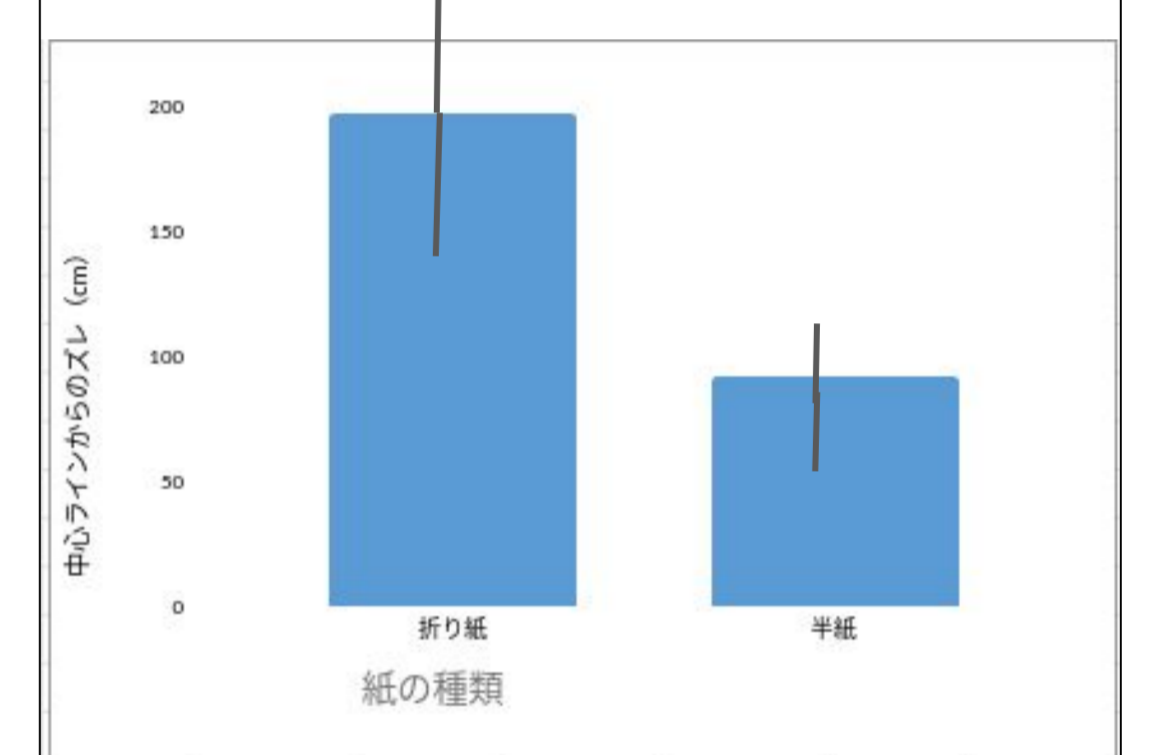
(n=10個)



### 実験2の結果

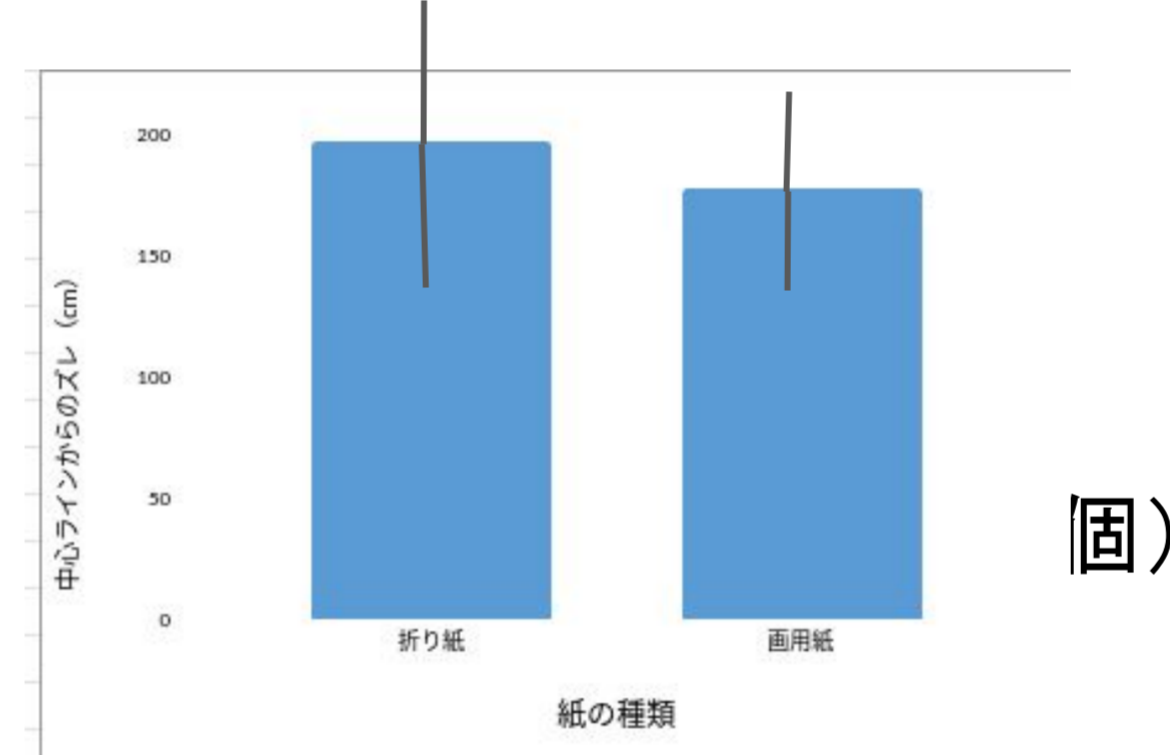
折り紙と半紙の間には、関係性が見られ、半紙の方が中心ラインからのズレが小さい、すなわち、安定しているということが判った。

(n=10個)



### 実験3の結果

画用紙と折り紙の間には、関係性が見られなかった。



実験1～3より、画用紙、折り紙、半紙の中では、半紙が最も安定して飛び、画用紙と、折り紙の間には、関係性が見られないことが判った。

## 実験方法

### 実験1 画用紙(3.36g)と半紙(0.90g)

- 飛ばす人を特定し、肘を固定して飛ばす。
- すべての紙飛行機の大きさを折り紙の紙飛行機の大きさに統一する。
- 風や気圧などの影響を受けないようにするため体育館で同じ時間に行う。



### 実験2 折り紙(1.30g)と半紙(0.90g)

- 飛ばす人を特定し、肘を固定して飛ばす。
- すべての紙飛行機の大きさを折り紙の紙飛行機の大きさに統一する。
- 風や気圧などの影響を受けないようにするため体育館で同じ時間に行う。

図1 実験の様子

### 実験3 画用紙(3.36g)と半紙(0.90g)

- 飛ばす人を特定し、肘を固定して飛ばす。
- すべての紙飛行機の大きさを折り紙の紙飛行機の大きさに統一する。
- 風や気圧などの影響を受けないようにするため体育館で同じ時間に行う。



図2 使用した紙



図3 実験の様子

## 考察

実験1～3より、仮説は否定された。代わりに紙の重さが軽いほど安定感があるという新たな仮説が生まれた。画用紙と折り紙の間に関係性が見られなかった要因として床に着地した際に折り紙は特に滑ってしまいそれを含めて計測してしまったため本来ならば折り紙のほうが安定するはずが画用紙との結果に差が見られなくなりました。

## 参考文献

もっとよく飛ぶ紙飛行機を作るための紙選び  
ikujist.com

# 紙飛行機の発射角度による直線飛距離は変わるのか

班名 劔持圭純 猿谷円 中尾美玲

## 要旨

紙飛行機の飛距離は、発射角度によって変化するのではないかと考えた。そして、物体の飛距離を最も長くする発射角度であることから、発射角度45度が最も直線飛距離が長くなると仮説を立てて実験を行った。実験による考察で、発射角度0度、30度のときに最も飛距離が長くなることが分かった。また、インターネット上の論文より、紙飛行機の飛距離が最も長くなる角度は10度前後であるとわかった。

## 序論

### (1)目的

紙飛行機を飛ばす時、条件は様々である。例えば、紙の大きさや質量、風の強さなどが、紙飛行機を飛ばす際、深く関係する。その中で焦点を当てたのが、紙飛行機を飛ばす角度である。物体を投げる時、角度が異なれば飛距離も異なる。私たちは、紙飛行機は空気の流の影響を強く受ける点で他の物体と大きく異なると考えた。そのため、物体を投げる時飛びやすい角度は45°付近だとわかっているが、紙飛行機でも同様なのかと思い、調べることにした。

### (2)仮説

紙飛行機で最も飛びやすい角度は45度である。

## 実験方法

(1)紙飛行機の発射台、紙飛行機を用意する

発射台、紙飛行機ともに作成方法は

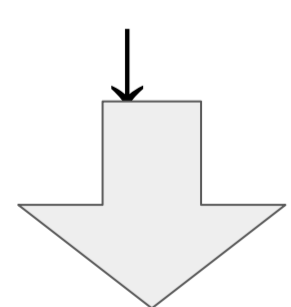
<https://www.youtube.com/watch?v=-g7t36z7-kA>を参考にした。

(2)発射台に取り付けた輪ゴムが25cm伸ばす

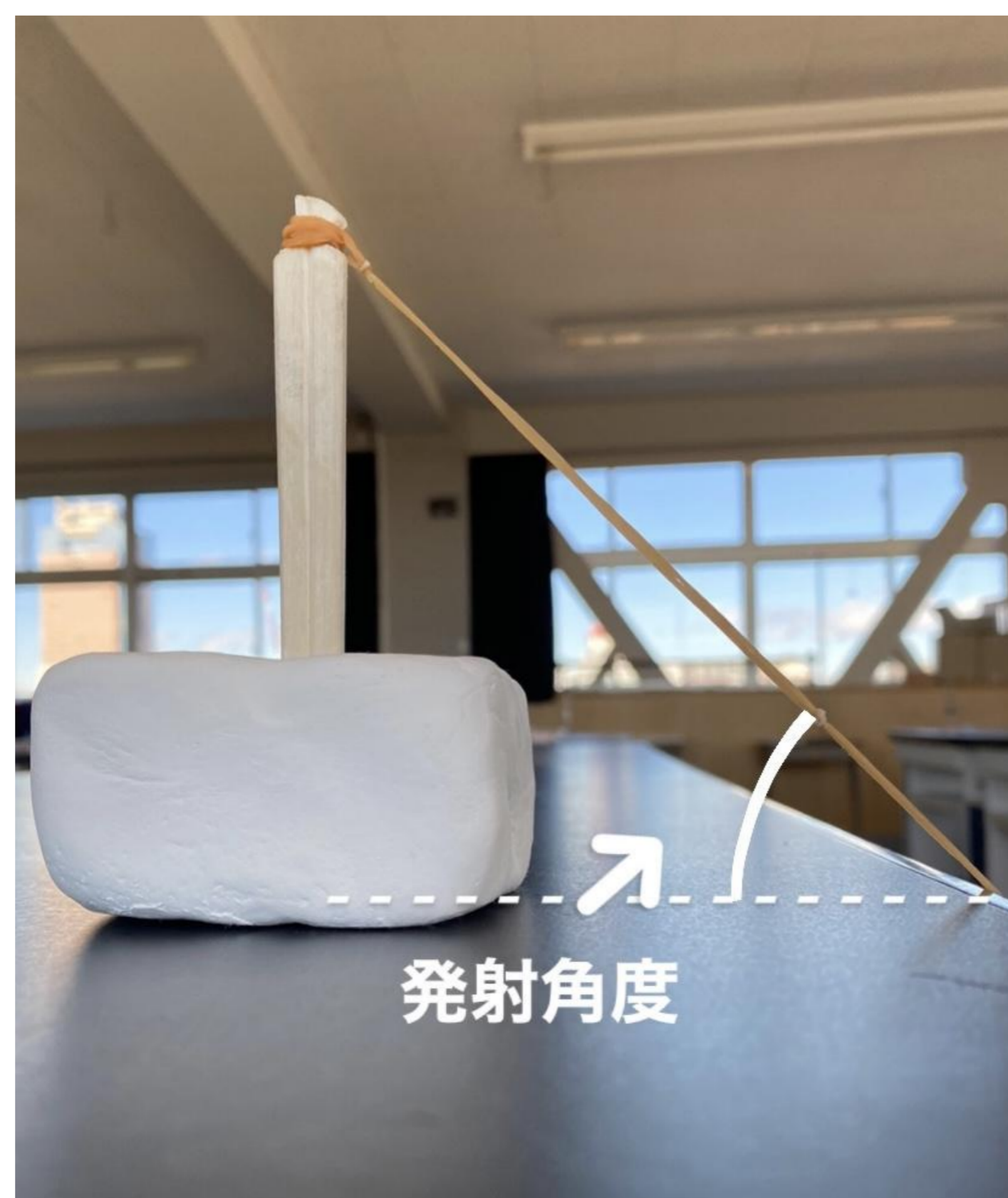
(3)角度を合わせ、紙飛行機を飛ばす(このとき、水平面から支点の輪ゴムまで高さ86cmの位置から飛ばした)

(4)発射台から紙飛行機までの直線距離を測る

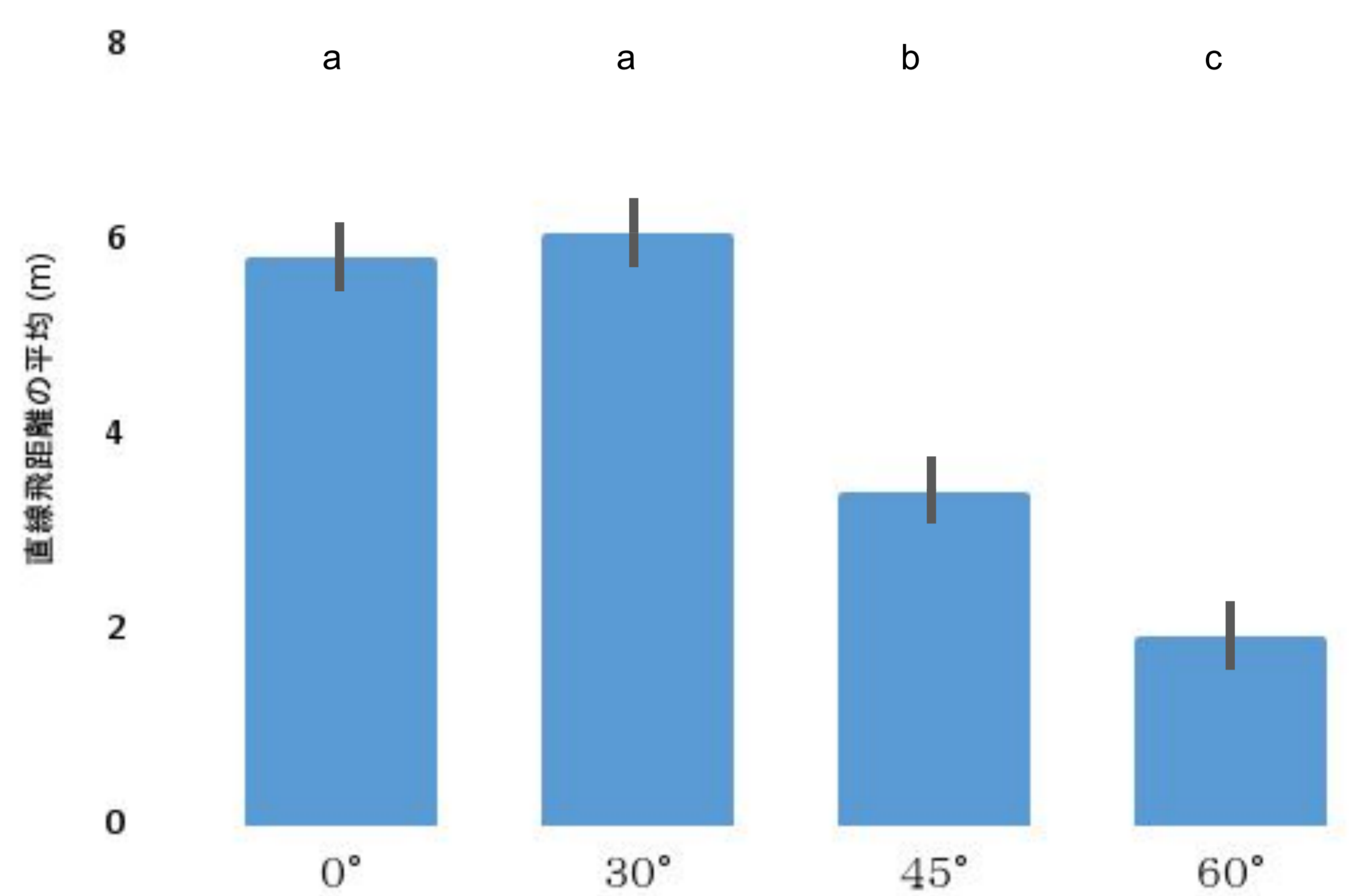
1から4までの作業を、0度、30度、45度、60度のそれぞれで各10回ずつ繰り返し測定した。なお、紙飛行機作成にのり等を使用し、作り方を統一しても紙飛行機に差が出てしまうと考えたため、実験では1つの紙飛行機を用いた。



実験に使った用具



## 実験結果



発射角度と直線飛距離

同じ英文字間には Tukey(5%) で有意差がないことを示す。  
(0° n=10, 30° n=10, 45° n=10, 60° n=10)

## 考察

この結果から、仮説は否定された。発射角度45度は発射角度0度、30度のときよりも紙飛行機の直線飛距離が短いことがわかった。

また、インターネット上の論文より、紙飛行機の直線飛距離が最も長くなるとされる発射角度は、10度前後であることがわかった。

## 参考文献

「地球の未来は君たちの翼に」

<http://www.takajo-hs.gsn.ed.jp/SSH/es3/06report/04.pdf>



# よく飛ぶ紙飛行機を作るには？

3組6班 中村美月 三津橋彩 山口優里香

私達は、よく飛ぶ紙飛行機を作るために質量と滞空時間が関係しているのかを調べました。まず、一定の力で飛ばすために牛乳パックで発射台を作りました。そして、質量が小さい方が滞空時間が長くなるという仮説を元に1円玉を1枚つけて実験データを10個集めました。次に、統計検定かんたんくんを使い統計検定をしました。統計検定の結果、実験結果に差があることが分かり、私達が立てた仮説は肯定されました。よって、紙飛行機の質量と滞空時間には関係があり、紙飛行機の質量が小さいほうが滞空時間が長くなるということが分かりました。

## ～目的～

私達は先行研究として、厚紙の紙飛行機とコピー用紙の紙飛行機、2種類の紙飛行機を作った。厚紙とコピー用紙では、コピー用紙の方が質量が小さかった。2つの紙飛行機を同じサイズ・折り方・飛ばし方で飛ばしてみた。その結果、コピー用紙のほうが滞空時間が長かったため、紙飛行機と質量には関係があることがわかった。ただ、材質が異なっていたため、本実験では同じコピー用紙で質量を変え、質量が大きい方がいいのか、小さい方がいいのか調べることにした。

## ～仮説～

質量は小さい紙飛行機のほうが滞空時間が長いと私達は考えた。理由として先行実験で材質は違ったけれども、厚紙よりも質量の小さいコピー用紙で作った紙飛行機のほうが滞空時間が長かったからである。

## 実験方法

「紙飛行機の質量が小さければ滞空時間は長くなる」という仮説から、1円玉で条件を変えて紙飛行機を作り実験を行った。

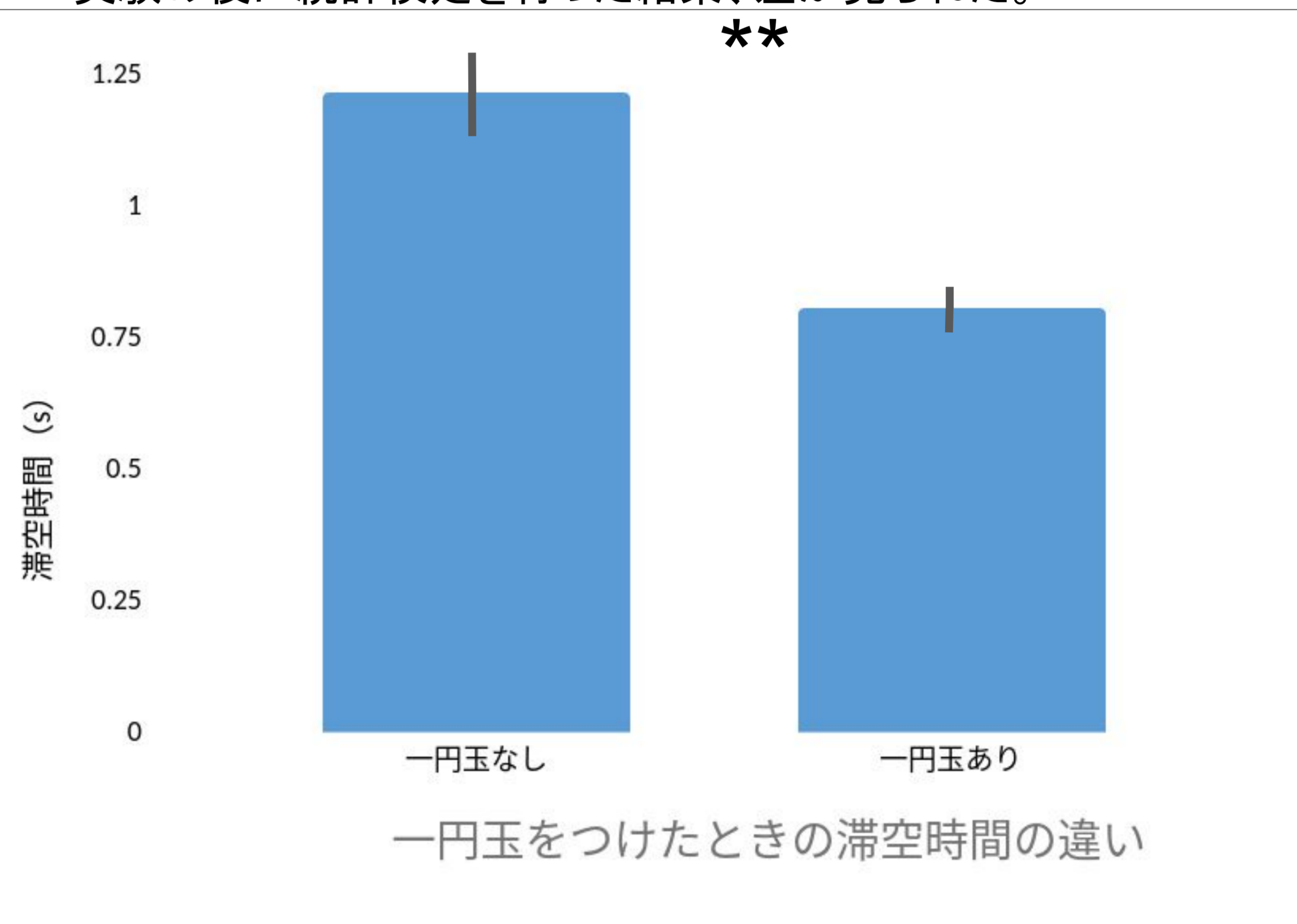
①[1円玉なし] A4のコピー用紙で紙飛行機を折り、1.6mの高さから発射台を使って水平に飛ばし、ストップウォッチで滞空時間を計測する。

②[1円玉あり] 1円玉1枚を紙飛行機につけて①と同じように飛ばし、滞空時間を計測する。

※発射台は牛乳パックと輪ゴムで作成し、飛ばす力の大きさが一定になるようにした。また、1円玉は紙飛行機の先端に挟んで左右で重さのバランスが変わらないようにし、滞空時間を計測する人と紙飛行機を飛ばす人を変えずに実験を行うことで1円玉以外の条件が変わらないようにした。

## 実験結果

実験の後に統計検定を行った結果、差が見られた。



\*\*は、1%水準で差があることを示す (n=10)。

## 考察

統計検定を行った結果、1円玉をつけたときとつけないときでは1円玉をつけないときのほうが滞空時間が長くなることが分かった。このことから、私達が立てた「紙飛行機の質量が小さければ滞空時間は長くなる」という仮説は肯定されたと考える。標準誤差を考えても、紙飛行機の質量による滞空時間の差は明らかである。よって、紙飛行機の質量による滞空時間には関係性があるといえる。また、その質量は小さい方が滞空時間が長くなると言える。

# 紙飛行機を最も遠くに飛ばすには

班名4-⑦名前 石川真衣 青木琴美 浅見優里奈

紙飛行機の材質を変えて(コピー紙・ザラ紙・画用紙)飛ばしたら、ザラ紙がいちばん遠くに飛んだ。

## 序論

### (1)目的

色々なタイプの紙飛行機を作りどんな材質の紙飛行機が最も飛びやすいのかを調べ、紙飛行機を作るときに活かす。

※小さい子どもに紙飛行機を作るときなど

### (2)仮説

質量の最も小さく、かつ厚さが最も薄いザラ紙を使用した紙飛行機が最も飛距離が長い。

## 実験

### 比較対象

- ・コピー用紙 4.2(g)
- ・ザラ紙 3.2(g)
- ・画用紙 9.3(g)

### 紙の大きさ

A4(210mm×297mm)

### 紙飛行機の折り方

ギネス世界記録に認定されているJohn M. Collinsさんが作成した紙飛行機の折り方(写真①)

## 実験方法

(1)三種類の材質(コピー用紙、ザラ紙、画用紙)の同じ大きさの紙、折り方で折った紙飛行機をそれぞれ10個ずつ作る。

(2)それぞれの紙飛行機を同じ人ができるだけ同じ角度で飛ばす。

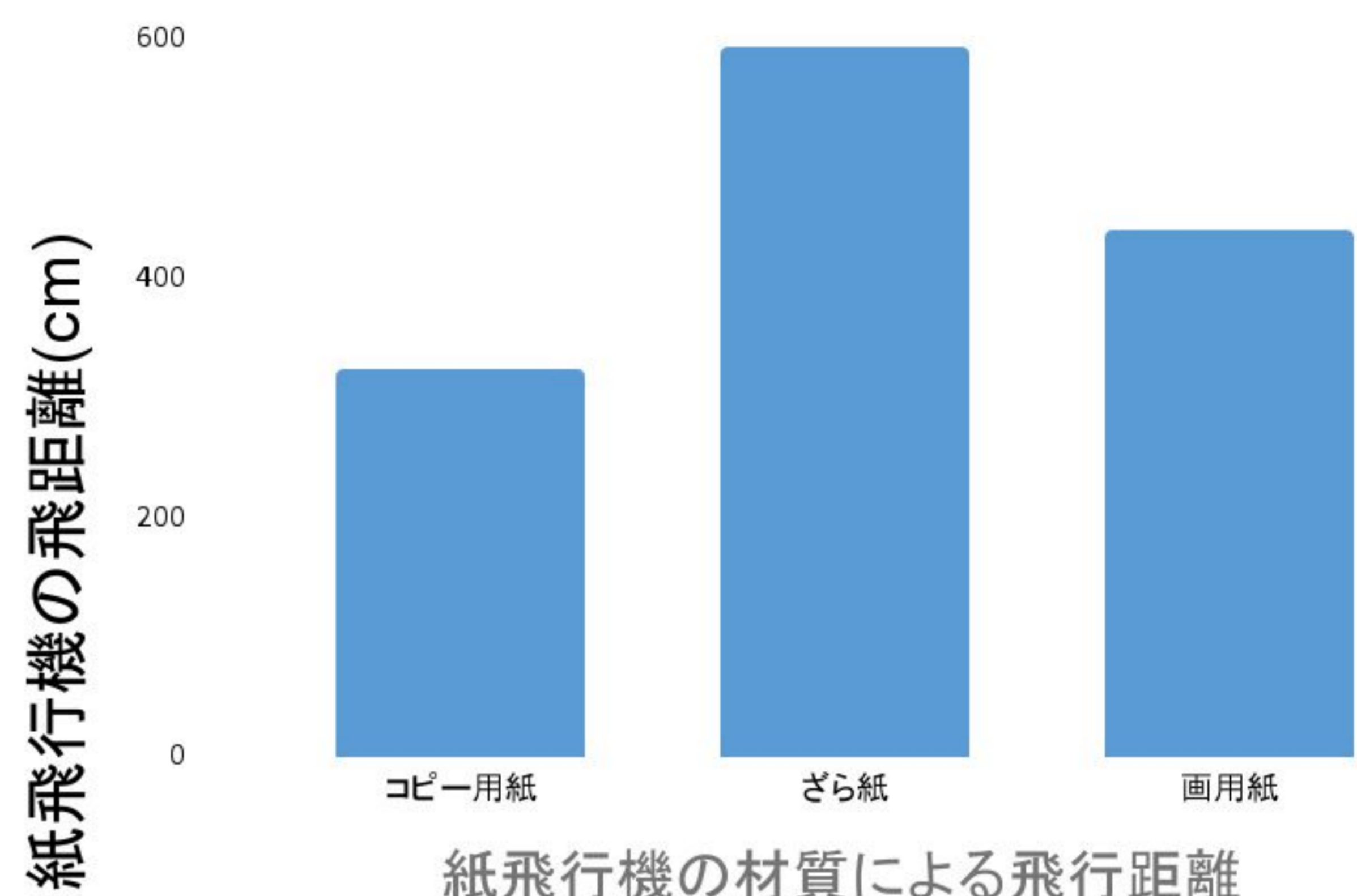
(3)紙飛行機の飛距離※を測る。

※本実験では、飛ばした場所から落下位置までの直線距離を飛距離とした。



写真① 紙飛行機の折り方

## 実験結果



同じ英文字間にはTukey(5%)で有意差がないことを示す。  
n=10

### 分散分析表

	変動	自由度	分散	F値	確率
水準間	367629.2	2	183814.6	20.186910	0.000004 **
水準内	245852.1	27	9105.633		
合計	613481.3	29			

## 考察

実験結果より、ザラ紙で作った紙飛行機が一番長い距離飛ぶことが分かった。

今回の実験では、紙飛行機を作るときに活かすことを目的に、どんな材質の紙飛行機が最も長く飛ぶかを調べた。

今回の実験は材質だけに注目して行ったため、ザラ紙が最も長い距離飛んだ理由が、どの条件(質量、厚みなど)によるものかはわからなかった。

次に研究する機会があったら、細かく条件を変えて対照実験を行い、どの条件が飛距離に大きく関係するのか調べたい。

## 参考文献

- ・「The Paper Airplane Guy」  
(<https://www.thepaperairplaneguy.com/>)

# 飛べ！ SAR航空！

紙飛行機-4 ⑧ 砂川 水野 牧岡

## 要旨

よく飛ぶ紙飛行機を作るにはどのような条件か調べた

## 序論

### (1)目的

仮研究でA3とA4を飛ばし比べたときにA4のほうが長く飛んだ。このことから紙の大きさによって紙飛行機の飛行時間が異なると思った。本研究ではどの大きさの紙が一番飛びやすいか調べる。

### (2)仮説

A4サイズの紙飛行機が1番落下時間が長い

## 分散分析表

	A3	A4	A5	A6		
平均	2.9	3.8	4.7	2.9	#DIV/0!	#DIV/0!
標準誤差	0.2	0.3	0.3	0.2	#DIV/0!	#DIV/0!

	変動	自由度	分散	F値	確率	
水準間	57.91368	3	19.30456	11.48357	0.000001	**
水準内	161.3816	96	1.681058			
合計	219.2953	99				

## 実験方法

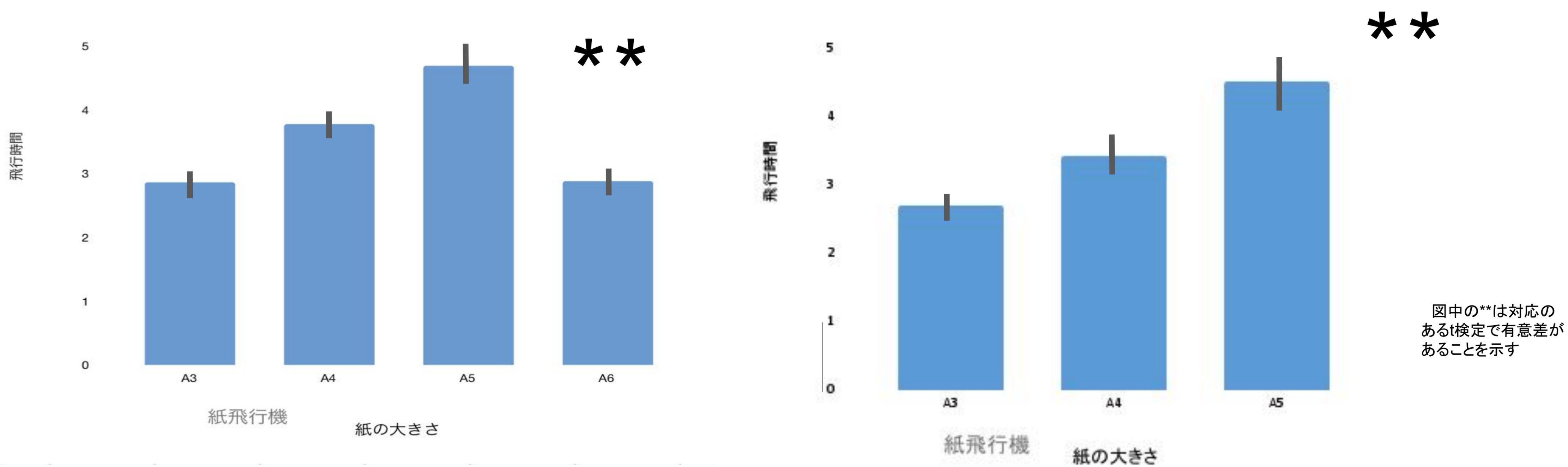
以下の4つの条件の紙飛行機をつくり、第一体育館ギャラリーから飛ばす。

①A3 ②A4 ③A5 ④A6 各条件ともに10回繰り返す。

最初の実験で②と④に差が出たため、以下の3つの条件紙飛行機を作り、第一体育館ギャラリーから飛ばす。

① ② ③ 各条件ともに20回繰り返す。

行った研究手法が妥当のものにするために、紙飛行機の折り方を手順や大きさの面で統一した。



## 考察

結果より、A5の平均落下時間が1番長かったので、仮説は否定されたといえる。A6とA4はA5よりも平均落下時間が短かったことから、紙の大きさが大きすぎても小さすぎても紙飛行機はよく飛ばない事が分かる。

## 参考文献

これはめっちゃ飛ぶ！ギネス世界一の紙飛行機を作ってみた <https://www.e-f.co.jp/blog/44/>

# 紙飛行機と重心の関係

班名5-⑨ 名前 齋藤杏佑美 佐藤紗花 徐響 丸岡七美 丸山真歩

## 要旨

紙飛行機がよく飛ぶための条件として、重心位置が関係していると判断した。そこで、先行研究を行い、先端から4分の1のときに飛行距離が長かったの  
で、本実験では、重心位置が先端から4分の1のときに最も飛行距離が長くなるという仮説を立て、中心位置を更に細かく設定し、最も飛行距離が長くなる  
場所を探した。その結果、重心が中心にある時が最もよく飛び、仮説は否定された。この原因として、飛行機の劣化が考えられる。

## 序論

### (1)目的

紙飛行機がよく飛ぶための条件として重心の位置が挙げられる。  
(重心によって、飛行姿勢や揚力が変わり、飛行距離が変化する。)飛行機の重心は1/4~1/3あることから、先行研究での重心位置を1/4と1/2に設定した。その結果、平均直線飛行距離は、重心が1/2のとき6.78m、1/4のとき8.95mとなり、1/4のときのほうがよく飛んだ。したがって結果に差が見られたため、重心による直線飛行距離の変化を調べることにした。  
・揚力=飛行機の翼によって生じ、機体を押し上げるように上向きに働く力。

### (2)仮説

紙飛行機の重心が1/4に近ければ、近いほど、直線飛行距離が長くなる。

## 実験方法

以下の6個の条件の紙飛行機を、牛乳パックで作った発射装置を用いて、10回ずつ飛ばした。

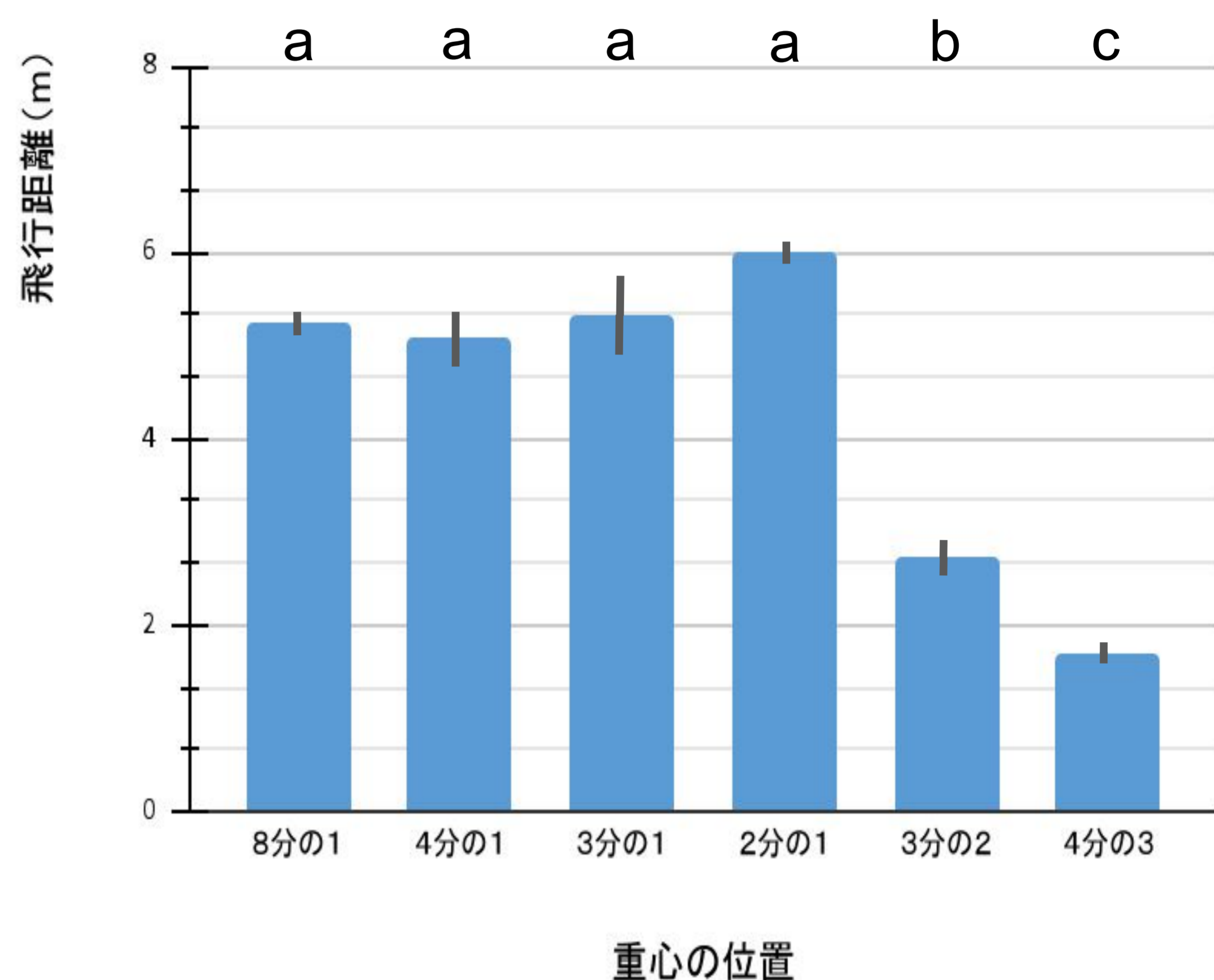
### 条件

- ①一円玉を1/2(中心)の所につける。
- ②一円玉を1/4の所につける。
- ③一円玉を3/4の所につける。
- ④一円玉を1/3の所につける。
- ⑤一円玉を2/3の所につける。
- ⑥一円玉を1/8の所につける。

紙飛行機を高さ1.35メートル、角度27度の所から飛ばして、紙飛行機を発射したところからの直線距離を測った。測り方は紙飛行機の先端の飛行距離を測った。



## 実験結果



同じ英文字間にはTukey(5%)で有意差がないことを示す (n=10)

グラフから見て取れるように、重心が2分の1の紙飛行機が最も直線飛行距離が長くなる。しかし、重心が2分の1より前のときには、直線飛行距離の差があまり見られなかった。また2分の1より後ろのときには、急激に飛行距離が短くなった。

## 考察

以上の結果により、重心が2分の1の紙飛行機が最も直線距離が長かったため、「紙飛行機の重心が4分の1に近ければ、近いほど、直線距離が長くなる。」という仮説は否定される。仮実験と本実験の結果の違いの原因は紙飛行機の発射台のゴムの劣化と紙飛行機本体の劣化によると思われる。重心が4分の1の紙飛行機は2分の1に比べて、重心が前にあるため、着地の際に、先端から墜落してしまい、先端が劣化したのだと考えられる。

## 参考文献

「丹波博士の 工作・実験 紙飛行機教室」

<http://www.tamba-jun.com/genri/genri.html>

「紙飛行機を上手く飛ばす科学2」

<https://www.flight.t.u-tokyo.ac.jp/~suzuki/MSNsuzuki4.pdf>

# よく飛ぶ紙飛行機を作るには

1年6組 10班 名前 大谷結菜 高橋明理 滝澤可奈子

## 要旨

紙飛行機の飛行には飛ばし方や空気の流れといった様々なものが影響している。今回の実験では「よく飛ぶ」ということは飛行距離が長いことであると解釈し、発射台のゴムを引く長さが長いほど紙飛行機の飛行距離が長いと仮定して実験してみた。その結果、仮説は肯定され、発射台のゴムを引く長さは紙飛行機が飛ぶ長さに影響していることが分かった。

## 序論

### (1)目的

先行研究で紙飛行機は、機体に揚力がかかることで機体が持ち上がり、飛ぶことが分かった。揚力は、機体が前方に進み、機体に沿って空気の流れが生じることで発生することも分かった。

私達は機体が前方に進む力が大きくなることで揚力も大きくなり、紙飛行機の飛行距離が長くなるのではないかと考え実験を行うことにした。

実験では、紙飛行機を飛ばす際に機体を離す位置・タイミングに誤差が出ないように発射台を用いて実験を行った。

### (2)仮説

発射台のゴムを引く長さが長いほど紙飛行機の飛行距離が長くなる。

## 実験方法

(1)紙飛行機を発射台にセットする。

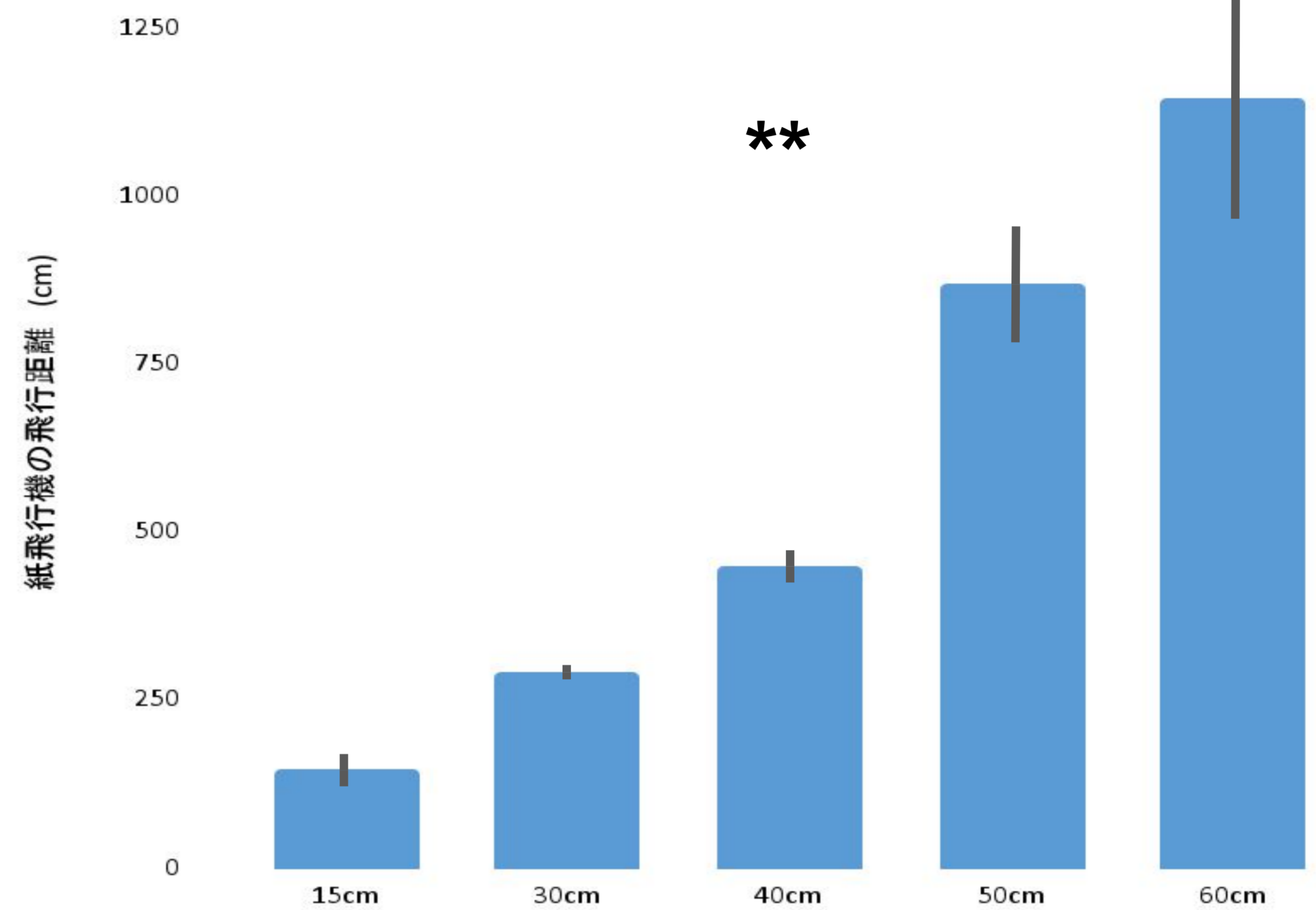
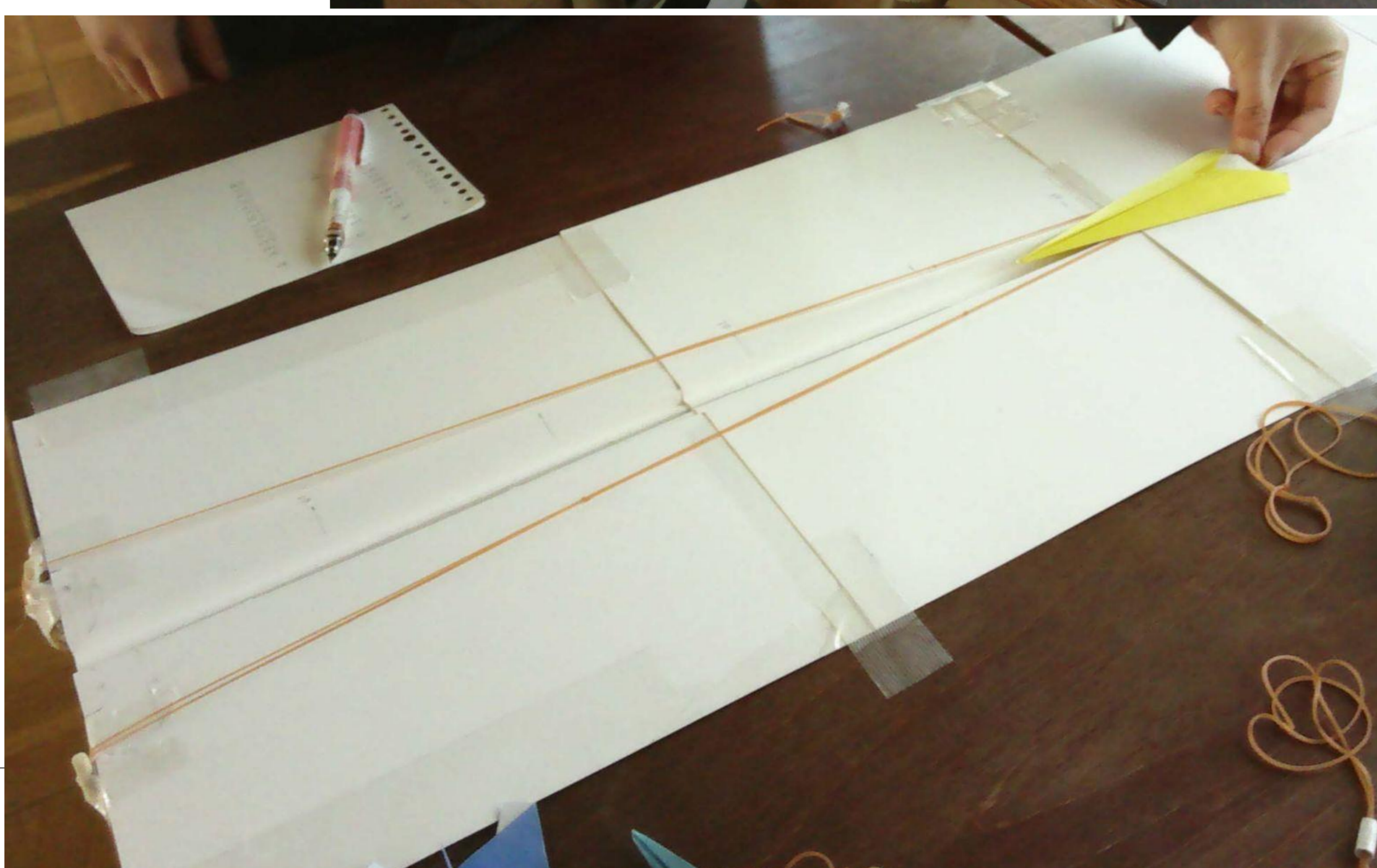
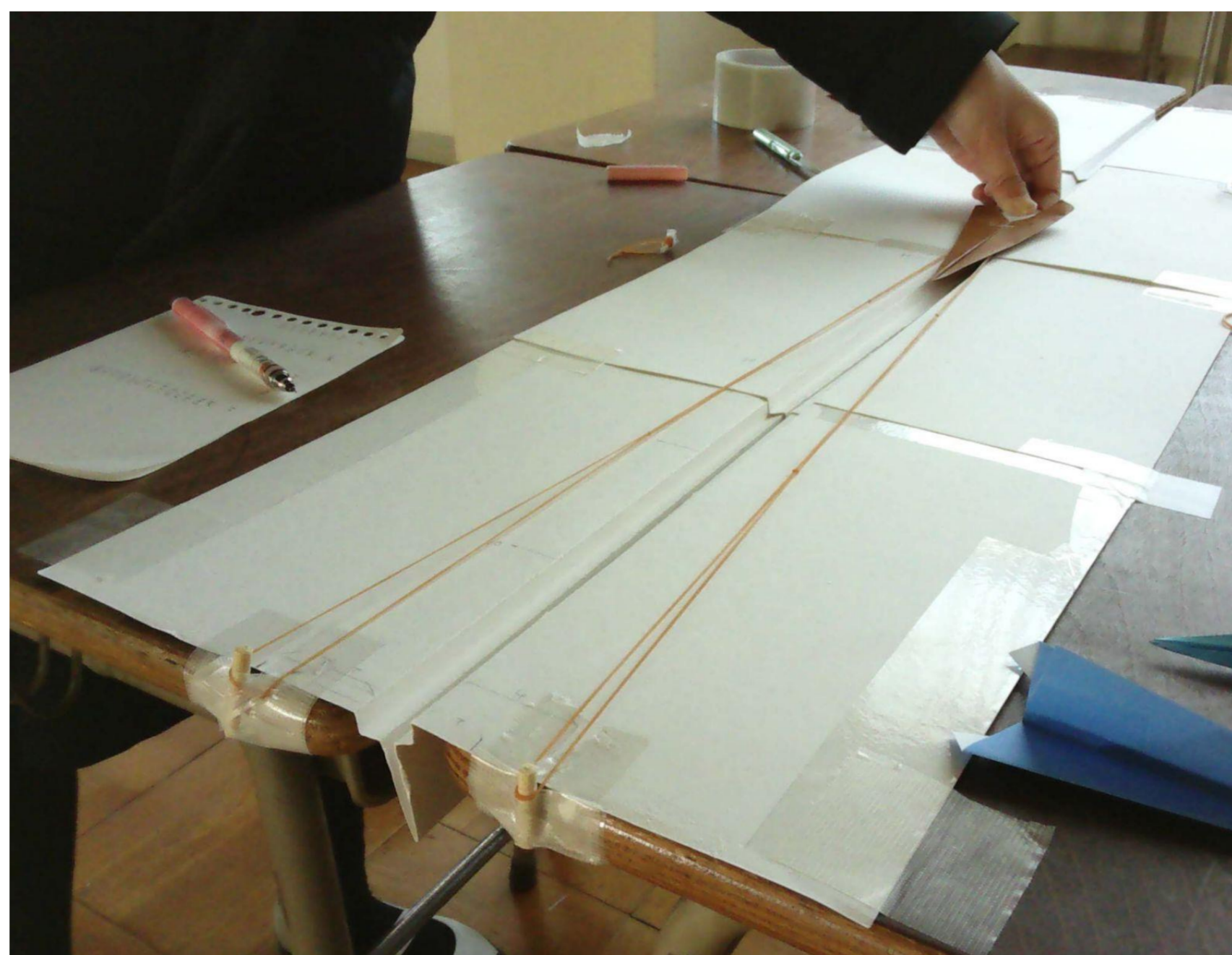
(2)ゴムと紙飛行機を引く。

(3)ゴムと紙飛行機をそっと離す。

(4)発射台の先端から紙飛行機の落下位置(後方部)までの直線距離を計測し、飛行距離の差を調べる。

ゴムを引く長さを変える

- ・15cm
- ・30cm
- ・40cm
- ・50cm
- ・60cm



ゴムを引く長さで飛行距離の比較

15cm,60cm : n=8 30cm,40cm,50cm : n=10

図中の\*\*は分散分析で有意差があることを示す。

30cm,40cm,50cmの各測定データは10回ずつ、15cm,60cmの各測定データは8回ずつであり、平均を取ったものである。

ゴムを引く長さが15cmのときの飛行距離148.8cm

30cmのときの飛行距離293.0cm

40cmのときの飛行距離452.0cm

50cmのときの飛行距離871.0cm

60cmのときの飛行距離1147.5cm

これらからゴムを引く長さが長いほど飛行距離が長くなることがわかった。

## 考察

今回の実験から仮説は肯定され得る。なぜなら発射台のゴムを引く長さが長いほど飛行距離が長くなる結果が見られたからだ。これはゴムを引く長さが長くなるほどゴムが元に戻ろうとする力(弾性力)が大きくなり、その結果紙飛行機に加わるエネルギーが大きくなるからであると考えられる。今回はゴムを引く長さと飛行距離の関係に焦点をあてたが、今後は発射台の角度と対空時間の関係、紙飛行機の翼の角度と滞空時間の関係などに焦点をあてて実験を行いたい。

## 参考文献

・「原理-紙飛行機」

<https://mcm-www.jwu.ac.jp/buturi16/kamihikouki2>

# 紙飛行機を遠くまで飛ばすには？

名前 直井柚樹 中島友里奈 星野明日香

**要旨** よく飛ぶ紙飛行機を遠くまで飛ばす紙飛行機であると定義して実験を行った。今回は紙飛行機を飛ばす角度によって飛距離がどのように変化するかを、発射台を用いて実験した。その結果、角度を0°にしたときよりも10°にした方が遠くまで飛ばすことがわかった。この結果から、紙飛行機を遠くまで飛ばすには、角度をつけた方が良いと考えられる。

## 序論

### (1)目的

先行研究から、紙飛行機が飛んでいるときに受ける上向きの力である揚力(紙飛行機の翼が空気を押し下げたときに反作用として生じる、紙飛行機を上向きに押し上げる力)は、物体と空気(気流)との角度が10°のときに最大になることがわかっている。しかし、実際に紙飛行機を飛ばすときに角度をつけて飛ばす人よりも水平に飛ばす人のほうが多いように思う。そこで、揚力の原理は紙飛行機を飛ばす際にも有効であるのか、角度をある程度つけたほうが紙飛行機が遠くまで飛ばすのか調べてみることにした。

### (2)仮説

紙飛行機も少なからず揚力の影響は受けていると思うので、水平に飛ばすよりも10°だけ角度をつけて飛ばす方が遠くまで飛ばすことができると思う。

## 実験方法

紙飛行機と発射台を作り、紙飛行機が飛んだ直線距離を調べる。この時、遠くまで飛ばすことをよく飛んだと定義する。

### 〈紙飛行機について〉

A4コピー用紙を用いて全部で10個作り、すべて3回ずつ、計30回実験を行った。

### 〈発射台について〉

プラスチックダンボールに穴を開け、ゴムにダンボールを巻いたものを紙飛行機に当て、後ろから押し出すことで飛ばす。

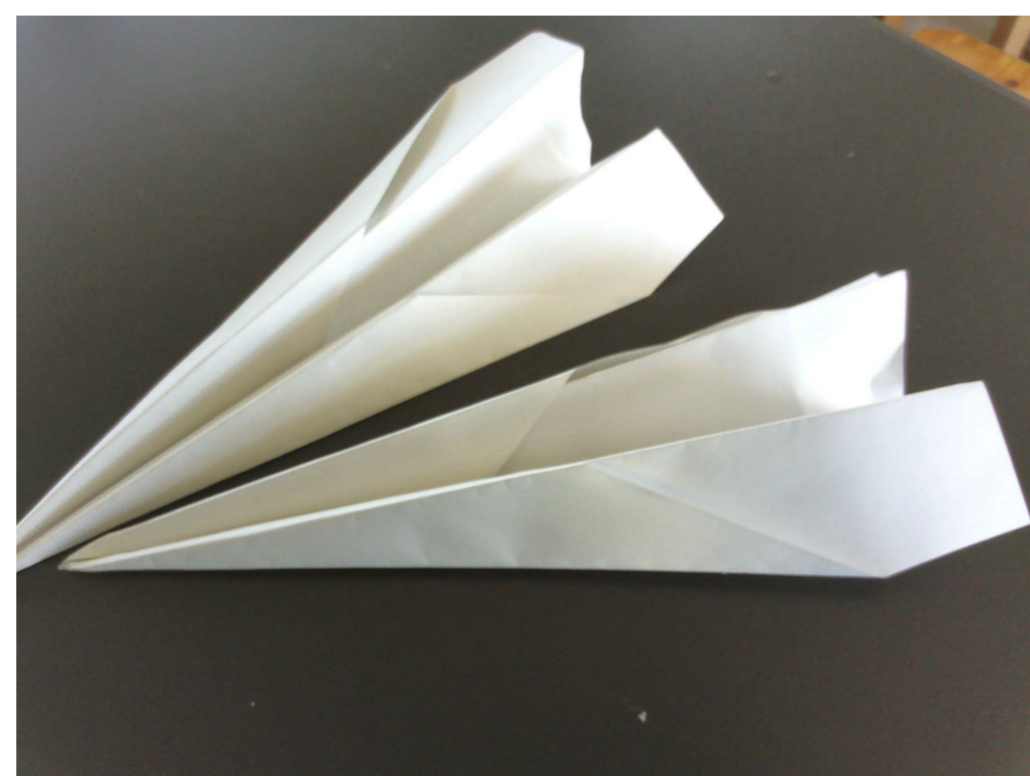
### 〈実験方法〉

上記の紙飛行機、発射台を用いて紙飛行機を飛ばした。

紙飛行機が押し出される部分にシワが寄ってしまうので、3回飛ばしたら紙飛行機を交換した。

また、紙飛行機を押し出す力を一定にするために伸びにくいヘアゴムを用いて同じ長さだけ伸ばしてから飛ばした。

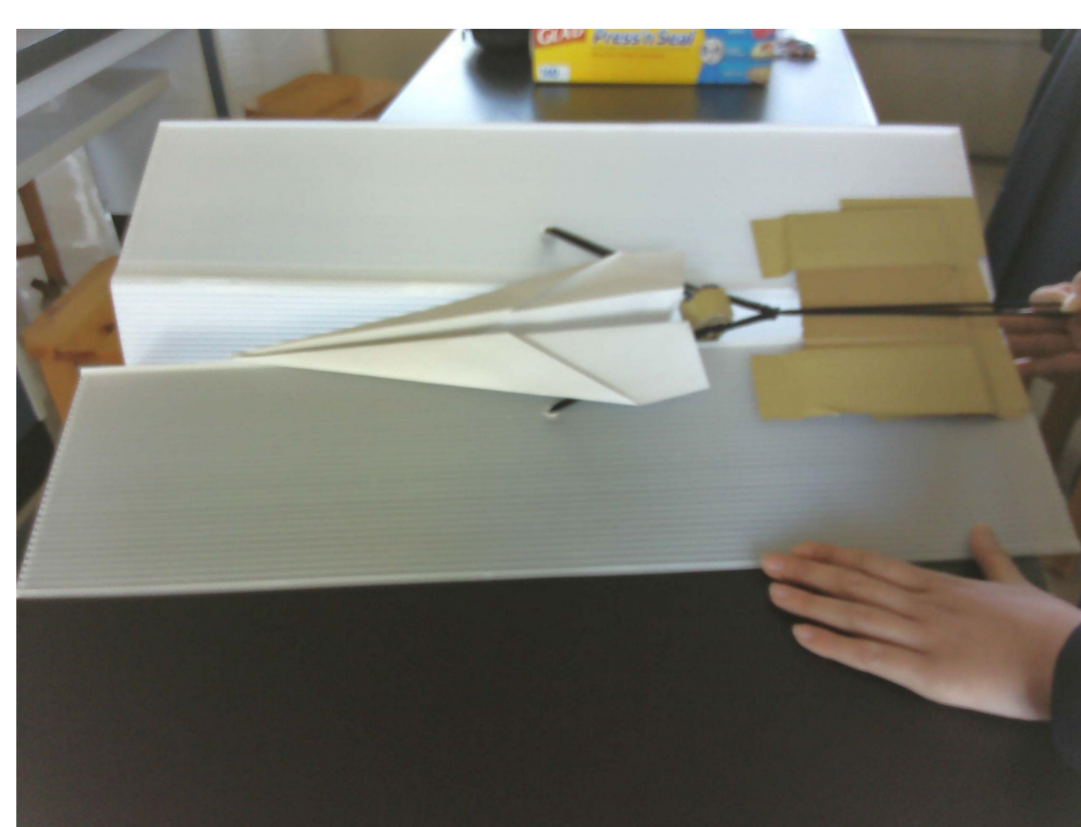
そして飛ばす高さを一定にするために机の上に発射台をおいて紙飛行機を飛ばすとともに、風の影響を防ぐためにすべての窓を閉め、一階西棟館通路で実験を行った。



紙飛行機

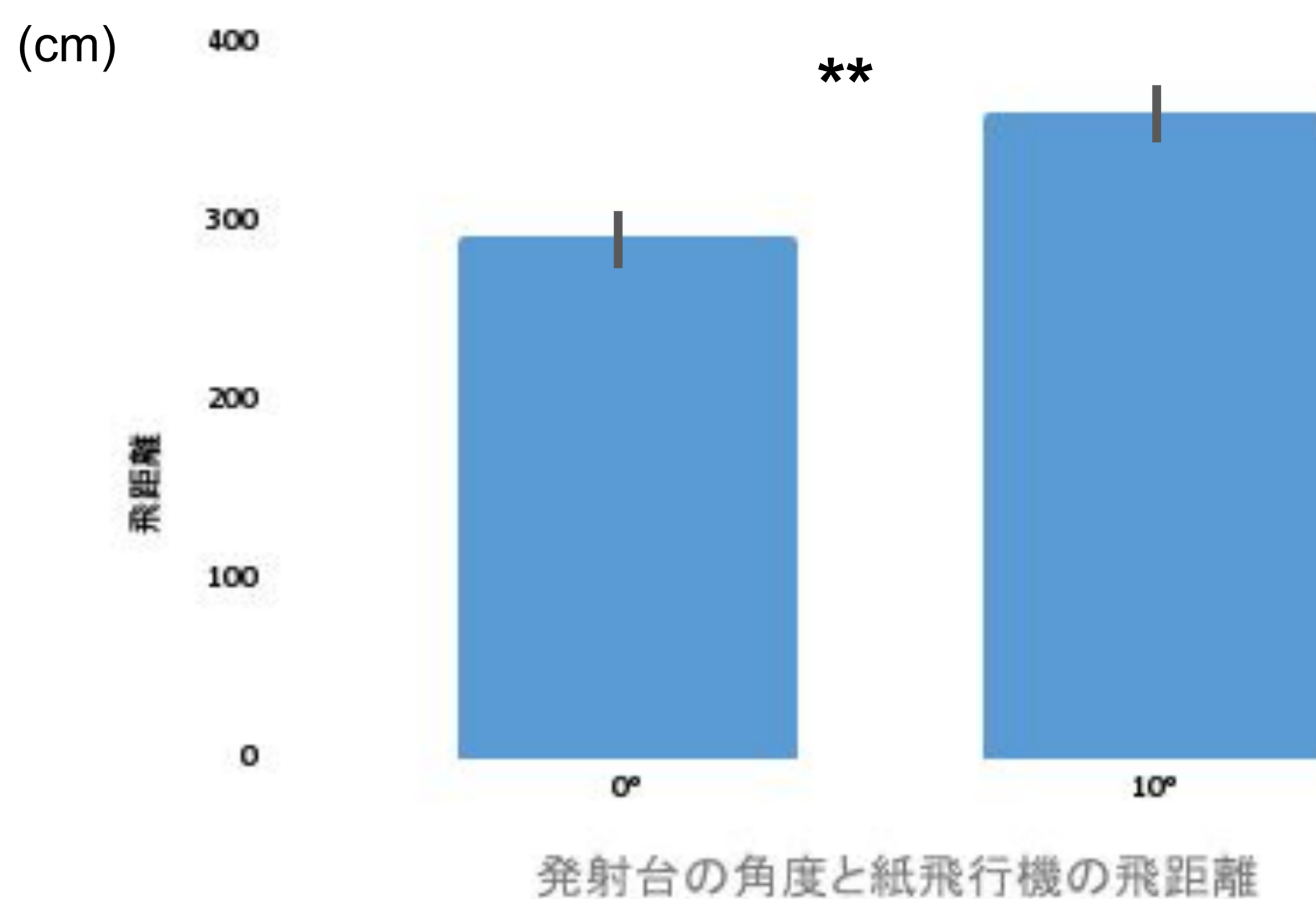


発射台



使い方

## 実験結果



上のグラフ中の\*\*は対応のあるt検定で1%単位での有意差が認められたことを表す(n=15)

	0°	10°
平均値	292.33	362.00
標準誤差	14.98	15.34

(単位: cm)

## 考察

実験の結果、0°にした場合は平均飛距離が292.33cm、10°にした場合は362.00cmとなり、対応のあるt検定において1%水準での有意差が認められた。このことから、紙飛行機をより遠くまで飛ばすためには、紙飛行機を発射する角度を10°にすればいいということが分かった。

その要因としては、参考実験にあるように、紙飛行機を発射する角度を0°にしたときも10°にしたときのほうが紙飛行機が受ける揚力が大きくなることが挙げられると思う。

一方、発射台の角度を20°にしたときはすぐに棟間通路の天井に当たってしまい、正確な値は取れなかったが、先行研究から紙飛行機が描く軌跡が水平に近いときに飛行距離が最大になることが分かっているので、仮説は肯定される。

## 参考文献

紙飛行機が受ける揚力

<https://mcm-www.jwu.ac.jp/~physm/buturi16/kamihikouki2.html>

紙飛行機 揚力実験

[https://www.chiba-c.ed.jp/funako/fttp\\_kousin/ssh/research/2017/2017\\_04p4.pdf](https://www.chiba-c.ed.jp/funako/fttp_kousin/ssh/research/2017/2017_04p4.pdf)

# 紙飛行機を長時間飛ばすには？

青木由羽 竹渕乃ノ加 中島橙子 平形彩乃

## 要旨

私達は、よく飛ぶ紙飛行機とは長時間飛ぶことと定義した。仮実験ではコピー用紙1枚のときより2枚のときの方が長時間飛んだ。この結果から長時間飛ぶ紙飛行機を作るには、質量を変化させる、かつ先端を重くする必要があると考えた。そこでそれぞれ実験を行った。実験を行った結果、コピー用紙2枚が平均して最も長時間飛んだ。また、3枚、4枚と枚数を重ねるに連れて平均して飛ぶ時間は短くなったため、長時間飛ばすには2枚が最も適しているという結果が得られた。それに加えてコピー用紙2枚の紙飛行機の先端のおもりの質量を変化させる実験を行ったが、差はあまり見られなかった。故に仮説1は肯定され、仮説2は肯定も否定もできないという結果であった。

## 序論

紙飛行機は質量が大きければ機体の安定性が高まると考えられるが、重すぎると機体にかかる重力が揚力より大きくなり落下しやすくなるとも考えられる。一方、質量が小さければ機体にかかる重力が小さくなるが、安定性に欠ける。そのため、紙飛行機には最適の質量があると考えた。

また、先行研究で紙飛行機の重心が前方の方にあるほうがよく飛ぶことがわかっている。[1]の実験で機体が真上を向いて落下してしまうことがあった。よって、紙飛行機は先端の質量が大きいほど長時間飛ぶと考えた。

### (2)仮説

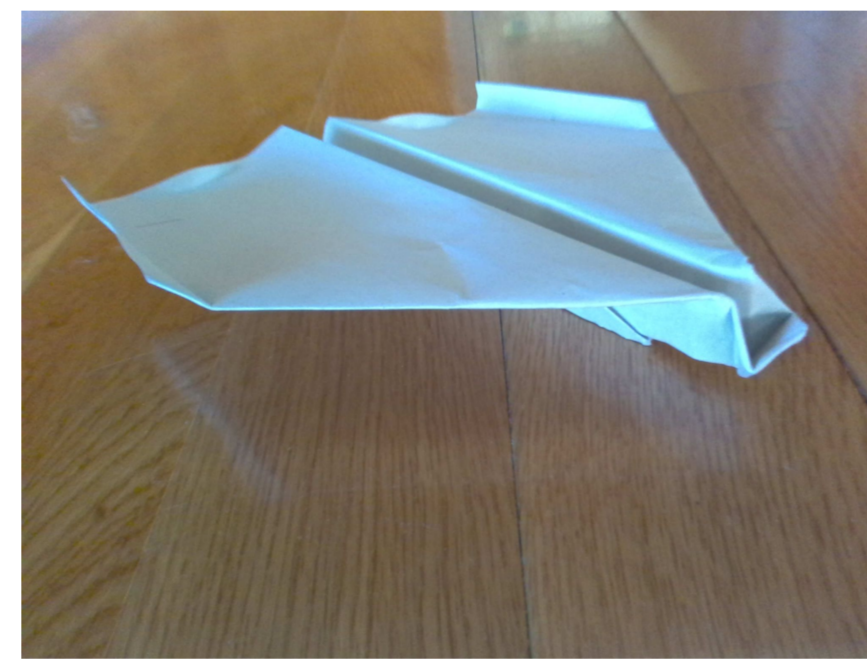
- [1]長時間飛ぶ紙飛行機を作るには最適の質量がある
- [2]紙飛行機は先端が重いほど長時間飛ぶ

## 実験方法

[1]紙飛行機の質量を変える。

コピー用紙1枚で折った紙飛行機(3.2g)、2枚(6.4g)、3枚(9.6g)、4枚(12.8g)でそれぞれ重ねて折った紙飛行機を飛ばし、滞空時間を測定する。(発射台と手で投げたときでは紙飛行機の飛び方が異なり、飛距離が変わってしまったため手で投げることにした。)

- ・投げる力をなるべく一定にする
- ・手で投げたことによる誤差を実験回数を増やすことで補う



[2]紙飛行機の先端の重さを変える。  
([1]で最もよく飛んだ2枚重ねの紙飛行機を用いて実験する)

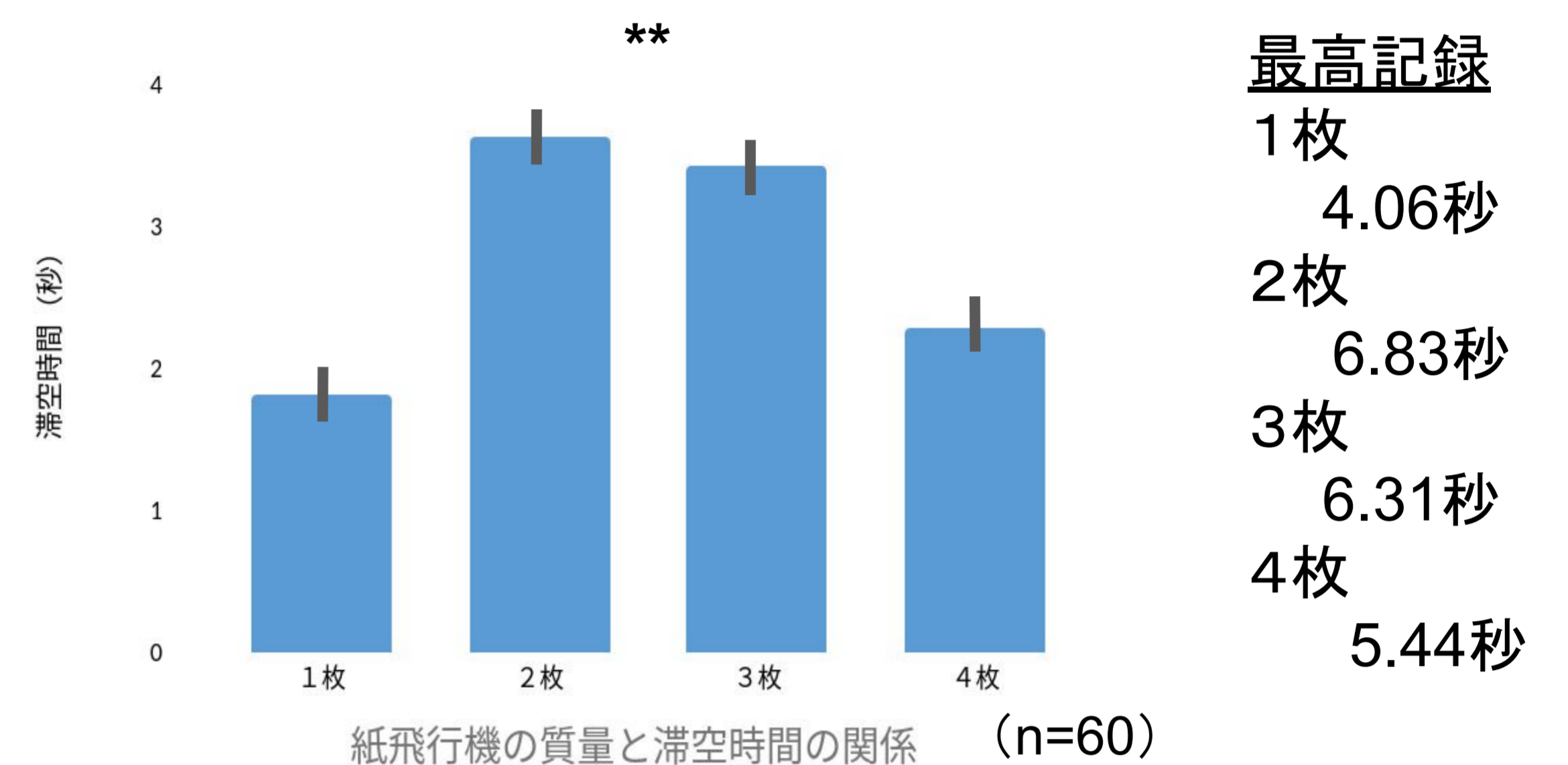
コピー用紙2枚の先端に何もつけない紙飛行機、先端にクリップを1個(0.4g)、2個(0.8g)、3個(1.2g)付けた紙飛行機を飛ばし、滞空時間を測定する。

[1]と同様に、投げる力をなるべく一定にする



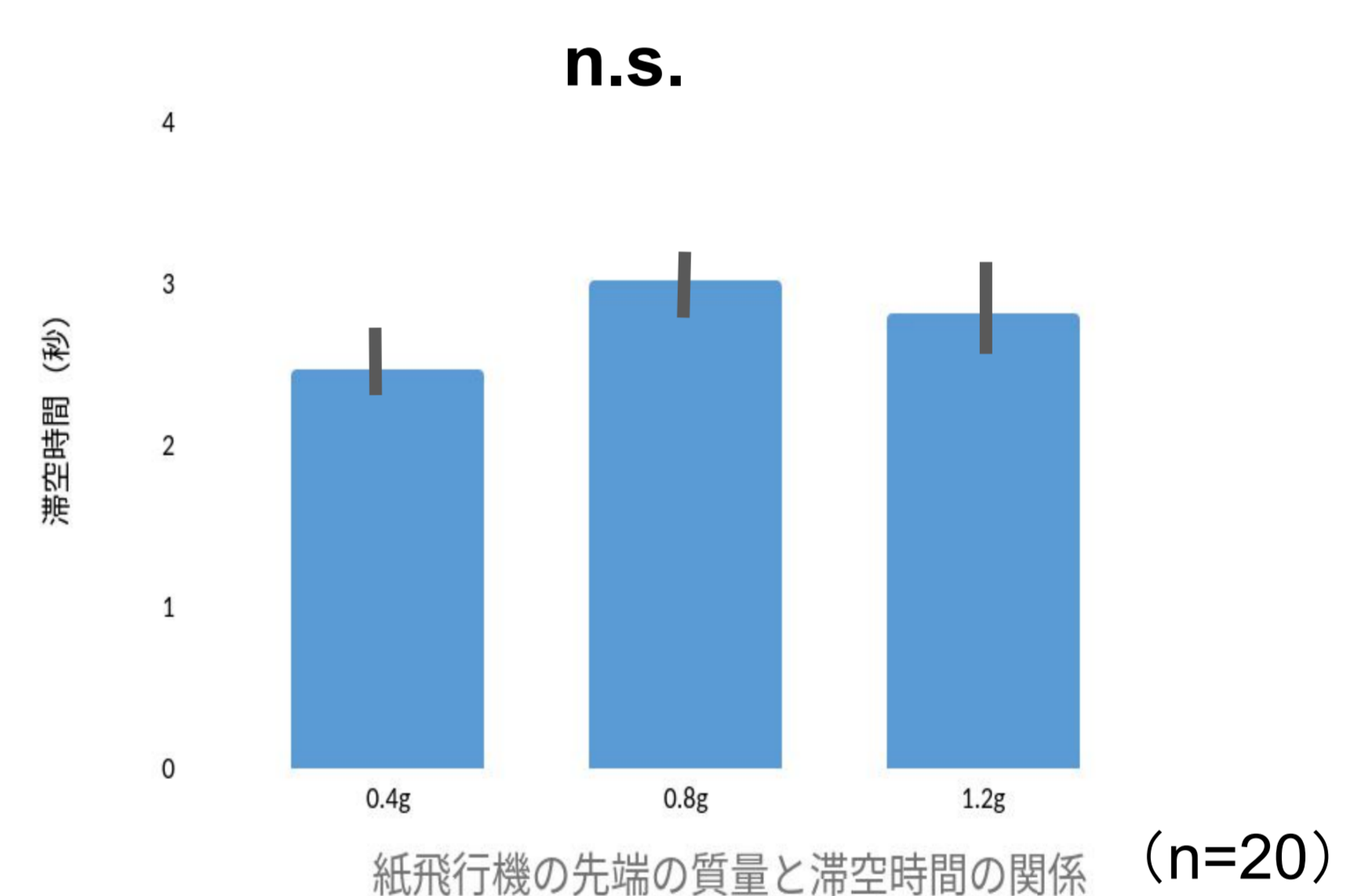
## 実験結果

[1]



- ・2枚、3枚の紙飛行機が最も滞空時間が長かった(2枚、3枚はほとんど差が見られなかった)
- ・1枚、4枚は滞空時間が短かった

[2]



- ・先端の質量を変えてもほとんど差が見られなかった

## 考察

[1]

紙飛行機の質量と滞空時間は関係していて、適切な質量がある。コピー用紙2枚のとき一番滞空時間が長かった理由としては、機体の安定性が高まったこと、運動エネルギーが大きくなったこと、重力と揚力の均衡が取れたことが考えられる。

[2]

先端の質量を変えても差が見られなかったため、先端の質量は滞空時間に影響しないと考えられる。また今回使用した紙飛行機は先端の質量がもともと大きいため、既に適切な質量を超えていた可能性もあると考えられる。

## 参考文献

紙飛行機の折り方

<https://youtu.be/A6g5cKAwSRA>

紙飛行機が飛ぶわけ

<https://www.flight.t.u-tokyo.ac.jp/~suzuki/MSNsuzuki3.pdf>

# Webサイトからどのようにパスワードが奪われてしまうのか

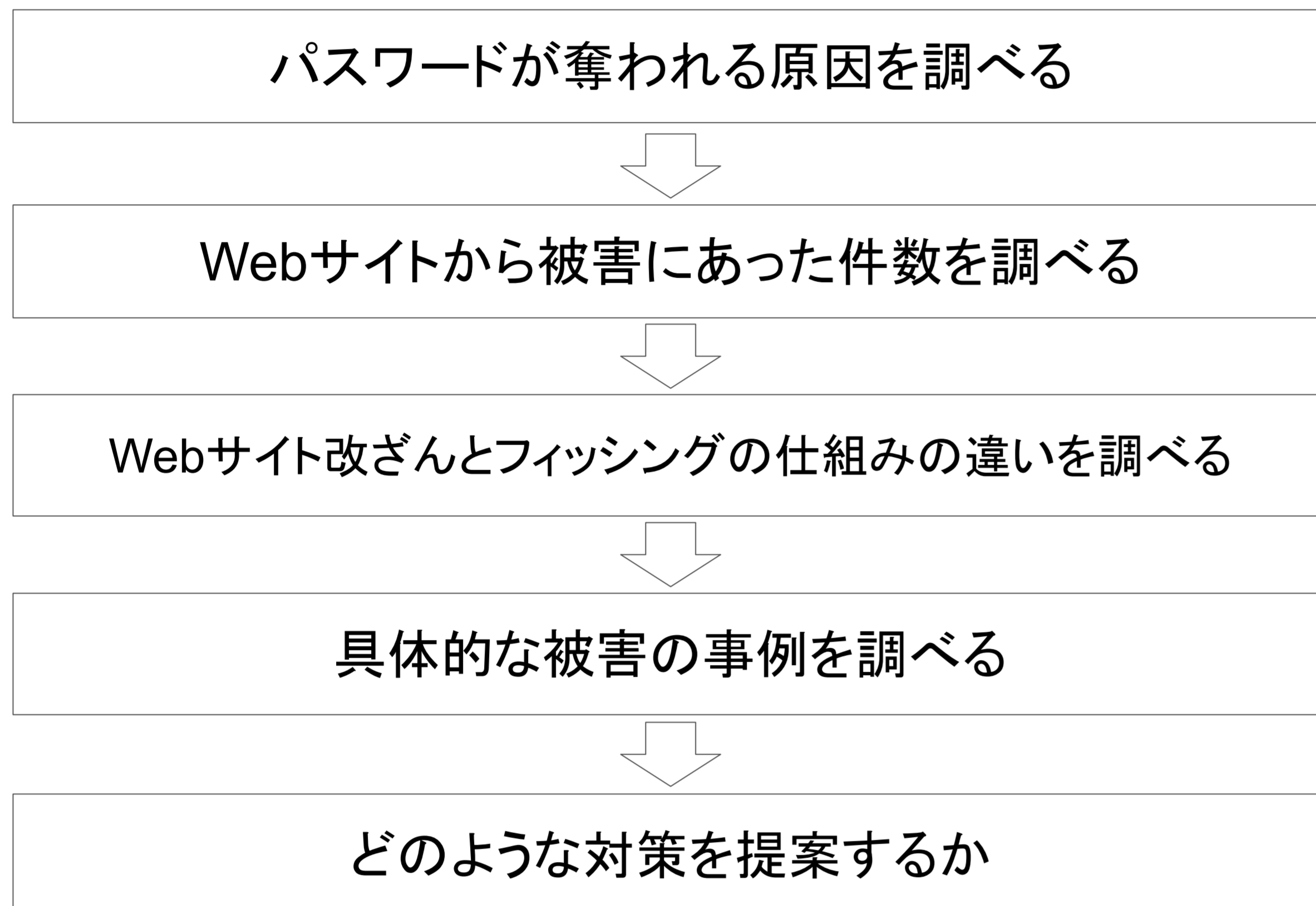
1年・1組・1班 今井・木暮・後藤・小林

## 研究の目的と意義

Webサイトに着目した、パスワードを奪われるまでの過程とその対策がわかるだろう

## 研究の概略・調査方法

インターネット上で多くの被害を及ぼしているものは...?



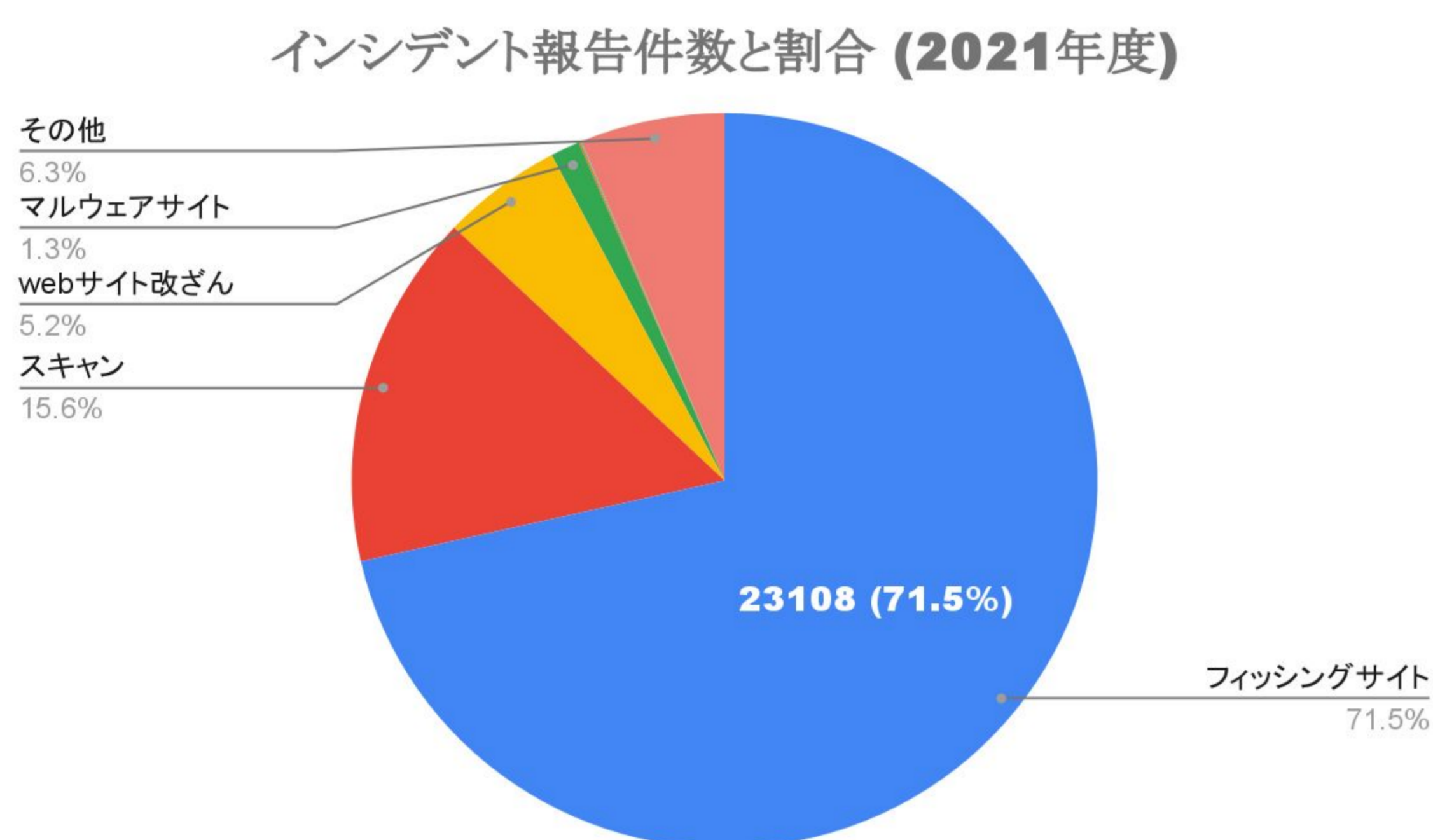
## 調査・研究

A1 Webサイト改ざんとフィッシングの違いを考える

フィッシング	Webサイト改ざん
パスワード変更や、購入完了のメールを送る	Webサイトの脆弱性を突いたり、サイト管理者のアカウントを乗っ取る
正規の金融機関サイトや通販サイトに偽装したサイトに誘導する	サイト管理者の意図しない変更をする
IDやパスワードなどの個人情報を入力させ、搾取する	マルウェアを仕込んで、サイトの訪問者を感染させ、個人情報を搾取する
被害に遭うと... ・アカウントを乗っ取られる ・金銭を搾取される ・個人情報を売買される	被害に遭うと... ・個人情報などが漏洩する ・データを破壊される ・金銭を勝手に利用される

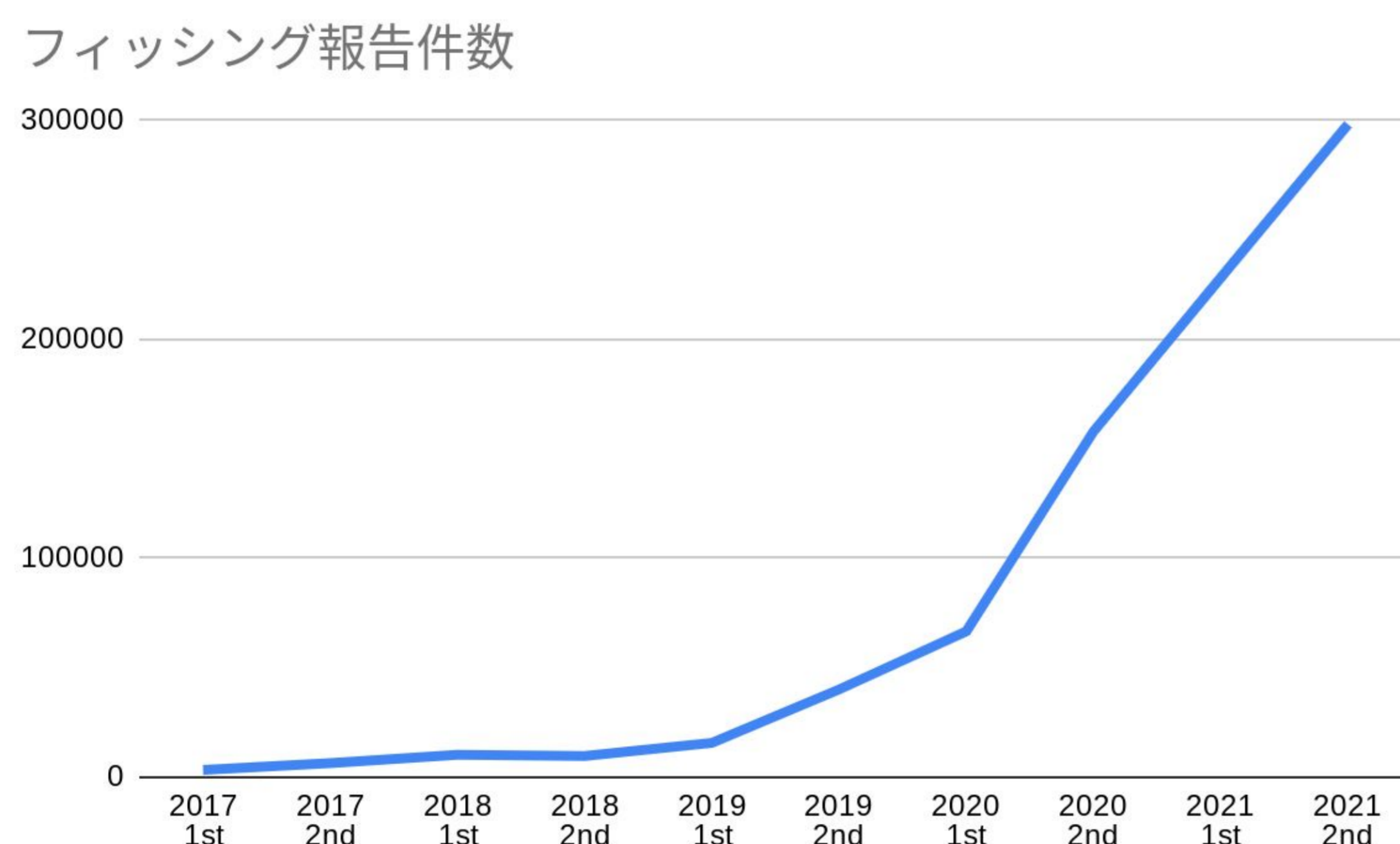
## 研究・調査

表1



主な参考文献①

表2



主な参考文献②

- ・インターネット上で報告されているセキュリティ問題のうち最も多いのはフィッシングサイトによるもの
- ・ここ2年間、フィッシング件数は急激に増加している

Q1 他の手段と比べて、フィッシングサイトによる被害は どのような違いがあるのか

Q2 フィッシングへの対策はあるのか

フィッシングサイトとWebサイト改ざんの大きな違いは

- ・被害者の行動によってパスワードを奪われるかどうか左右されることである

A2 私達が考えるフィッシングへの対策

A1をふまえて私達ができる対策は主にフィッシングメールへの対策である。

I メールに心当たりがない場合

- ・メール内のリンクを開かない
- ⇒ 色々な被害(フィッシング以外も)を防ぐことができる

II メールに心当たりがある場合

- ・公式サイトから入り直す
- ⇒ 安心してパスワードの入力ができる

参考文献

『JPCERT/CC-インシデント報告対応レポート-』①

『フィッシング対策協議会』②



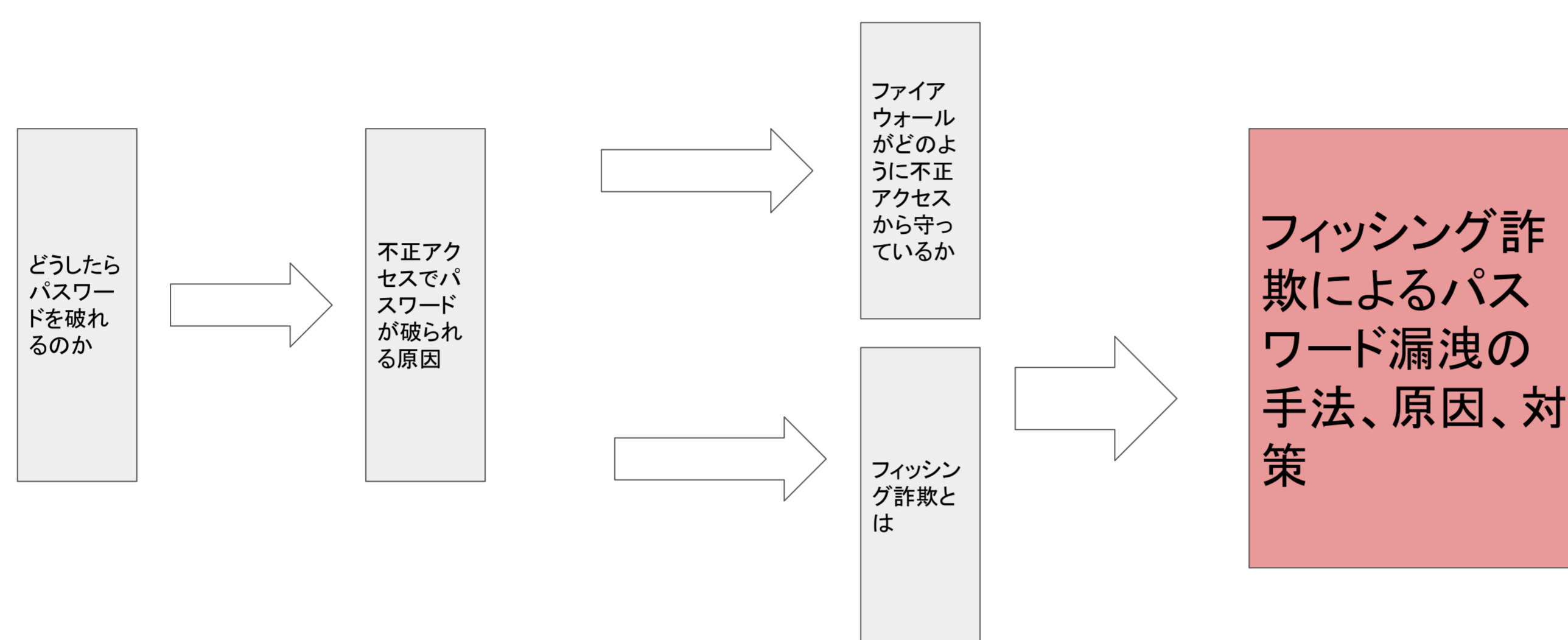
# フィッシング詐欺によるパスワード漏洩の原因と対策

1年・1組・2班 名前 寺島結奈 野村璃子 吉井真琴

この研究を進めることでフィッシング詐欺の手法と対策が分かるだろう

## 研究の概略・調査方法

### (1) 研究の概略



### (2) 研究方法

上記のことを調べるためにサイトか引用・分析。また、グラフなどを用いてわかりやすいように示した。

## 調査・研究

フィッシング詐欺自体は一般的に行われており、その危険性は以前より知られている。しかし、フィッシング詐欺は減るどころかその被害は拡大している。フィッシング対策協議会の「2021/08 フィッシング報告状況」によると、スマホの利用者数が増えると共に2021年12月のフィッシング報告件数は6万件を超えており、前年同期比で2倍以上となっている。

2018～2020年12月のフィッシング詐欺件数

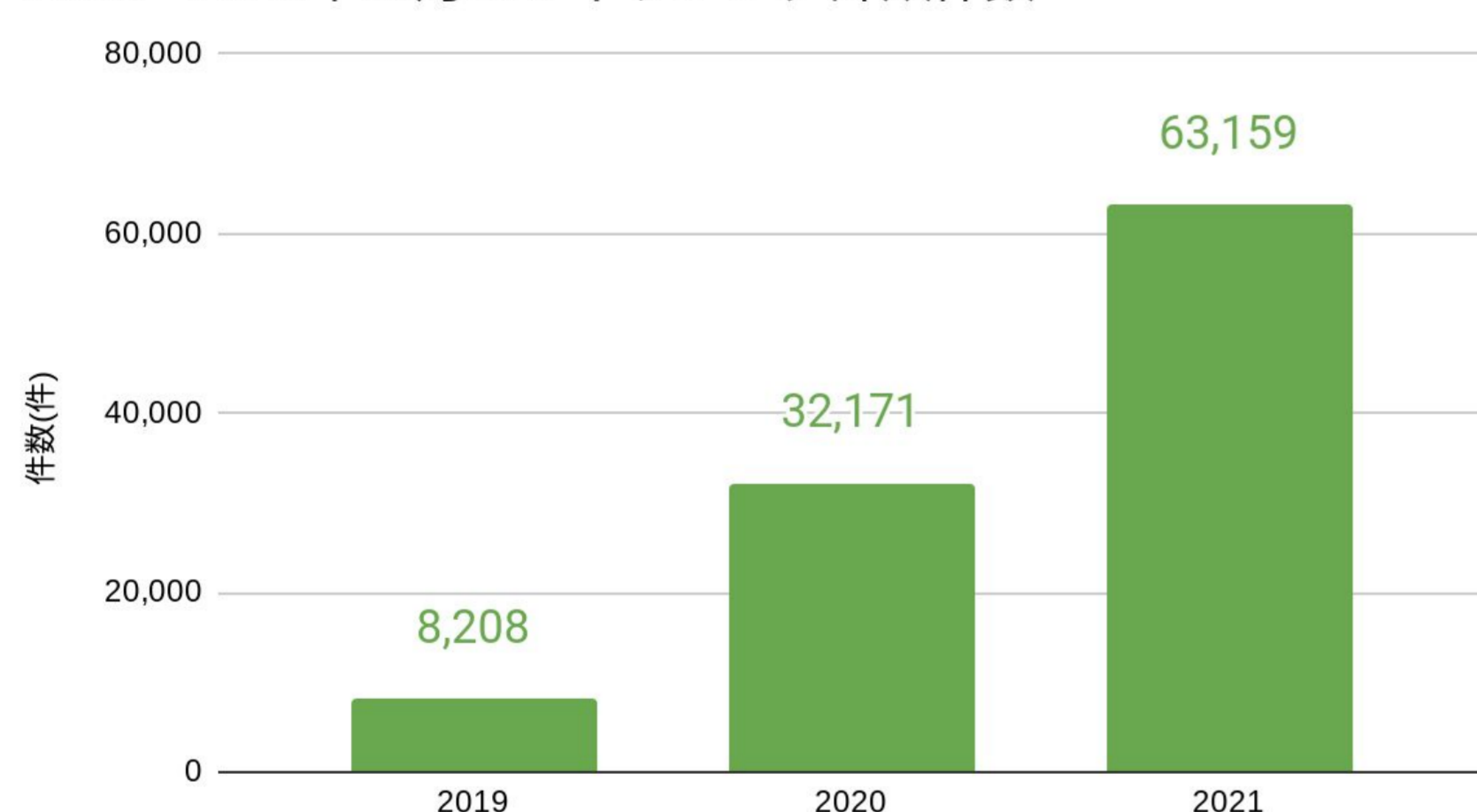


図1 フィッシング詐欺報告件数 (フィッシング対策協議会・2019～2021)

2018～2020年のスマホ利用者数

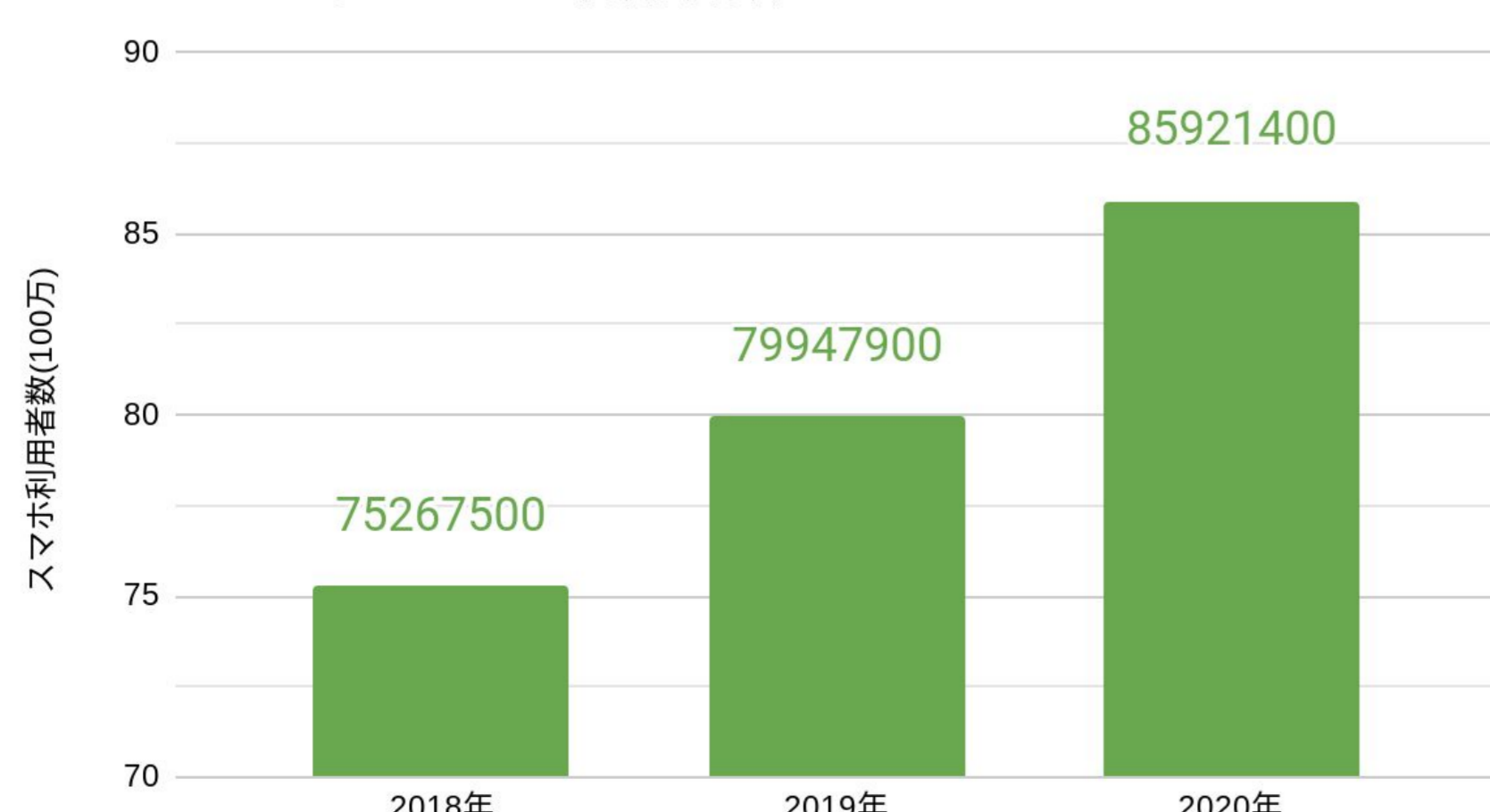


図2 スマホ利用者数 (総務省、Data commons・2019～2021)

## フィッシング詐欺の手法

- ①クレジットカード会社等を名乗るものから届いた電子メールを開くと、記載のURLにアクセスするよう求められる
- ②アクセスしたURLから、偽物のWebサイトに誘導され、アカウント情報(ユーザID、パスワード等)、クレジットカード番号、暗証番号等の情報を入力してしまう
- ③偽物のWebサイトに入力した情報が騙し取られてしまう
- ④騙し取られた情報等により本人になりすまされ、不正利用されてしまう

## フィッシング詐欺の被害に遭わないための対策

1. 個人情報やクレジットカード番号等の入力を促す電子メールには注意する
2. 届いた電子メールのアドレスや本文に記載されているURLが正しいものか確認する
3. IDやパスワード、クレジットカード番号等の管理をする

似ている文字・数字	I (大文字のi)	Z (大文字のz)	S (大文字のs)
	l (小文字のL)	z (小文字のZ)	s (小文字のS)
	1 (数字の1)	2 (数字の2)	5 (数字の5)
	7 (数字の7)	4 (数字の4)	
	q (小文字のQ)	O (大文字のO)	b (小文字のB)
	g (小文字のG)	o (小文字のO)	6 (数字の6)
	9 (数字の9)	0 (数字の0)	

図3 似ている文字、数字 (OKWAVE)

## 主な参考文献・調査等

フィッシング詐欺報告件数(フィッシング対策協議会・2019～2021)  
・スマホ利用者数(総務省、Data commons・2019～2021)・似ている文字、数字(OKWAVE)

# ショルダーハッキングとその対策



1年2組3班 金谷那央 根立麻里 劉思遙 和田彩花

## 研究の目的と意義／先行研究の成果

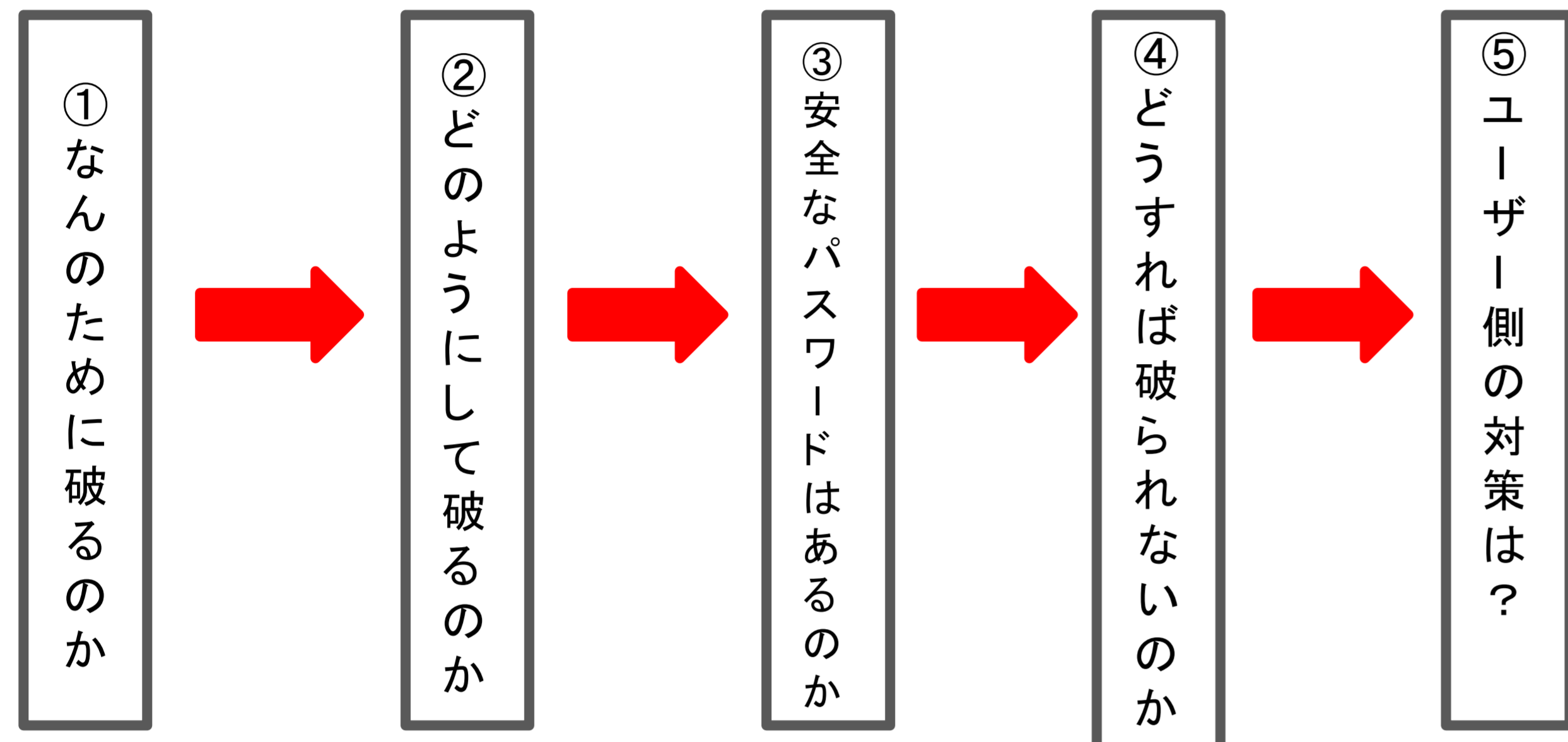
目的…スマートフォンのロック画面のパスワード盗難において、最も単純な手口であるショルダーハッキング(覗き見)について知る。  
意義…ショルダーハッキングの対策を考え、その被害に遭わないように努めることができる。

先行研究…なし



## 研究の概略・調査方法

### (1)研究の概略



### (2)研究方法

①②③④⑤すべて文献、公式のWebサイトからデータを入手

※④のみ実験あり

## 実験の結果

電車内で想定されるショルダーハッキングについて詳しく調査するため、以下の手順で実験を行った。

①被害者に対し、8つの方向から各0.3m、0.5m、2.0mの距離で、実際にスマホの画面を覗き見した(図1)

②その際のスマホの画面の見やすさを指標に表した(表1)

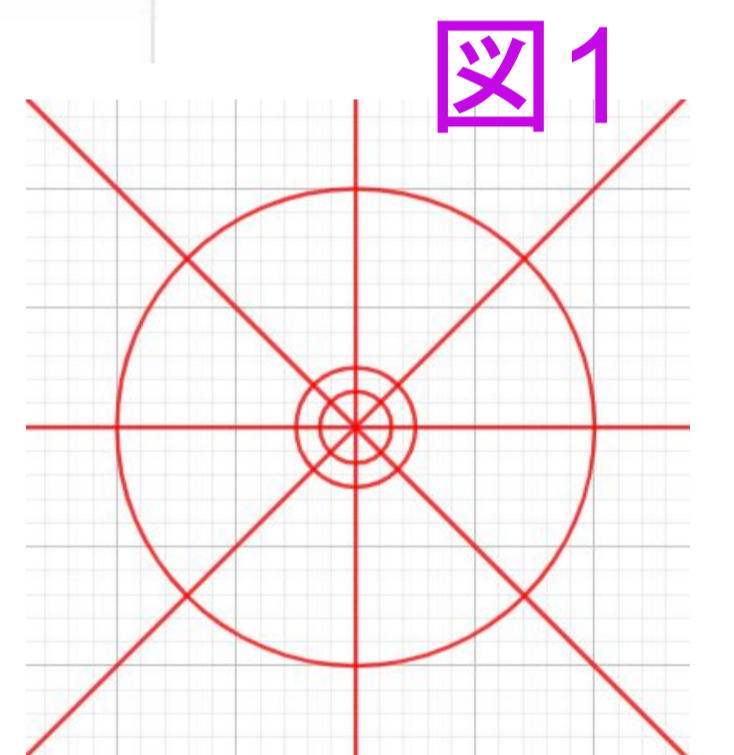
表1

	I 条件:被害者が立っているとき			II 条件:被害者が座っているとき			
	a	b	c	a	d	c	
①	1	1	1	+			
②	5	5	3	+			
③	5	5	2	③(座る)	5	5	3
④	5	5	1	④	5	5	1
⑤	5	5	1	⑤	5	5	1
⑥	5	5	1	⑥	5	5	1
⑦	5	5	4	⑦(座る)	5	5	3
⑧	5	5	3	+			

a 満員電車時 (0.3m) 画面の見やすさの度合い  
b 対象者との距離 (0.5m) 1-----5  
c 対象者との距離 (2.0m) 全く見えない 全面見える

被害者は一律163cm・右利き/加害者は一律165cm

※電車の中で被害者のスマホを後ろから覗き込むのは不可能なため、実験の条件IIにおける加害者の立ち位置①②⑧は考慮しないものとする  
※スマホの画面による光の反射具合は状況によって大きく異なるため、今回の実験では考慮しないものとする



### 実験から分かったこと

- 被害者の想像以上に死角が少ない
- 画面を覗き見されていることに気付にくい
- 被害者の利き手側から覗くほうが、反対側から覗くよりも画面が見えにくい(被害者の手によって死角が生まれるため)

### 電車内におけるショルダーハッキングの対策の主な例

- 人がいない方向に画面を向けてパスワードを入力する
- 手で画面を隠しながらパスワードを入力する
- パスワードを入力する前に周囲をよく確認し、他人に画面を覗き見される危険性が高いと判断した場合はスマホを見ない

## 調査・研究

### ①犯人がパスワードを破る目的は何か

- 不正に経済的利益を得るため
  - 顧客データの収集等情報を不正に入手するため
  - 嫌がらせや仕返しのため
  - 料金の請求を免れるため
  - 好奇心を満たすため
  - オンラインゲームやコミュニティサイトで不正操作を行うため
- 『不正アクセス行為の発生』  
(総務省・2019)

### ②犯人はどのようにしてパスワードを破るのか

ハッキングで用いられる主な手口について調べた。  
→ゼロデイ攻撃、辞書攻撃、総当たり攻撃、ショルダーハッキングなどがあることがわかった。  
『ハッキングの方法、手口を知ることが安全な対策につながる』  
(Canon サイバーセキュリティ情報局・2020)

### ③安全なパスワードはあるのか

絶対に破られないパスワードがあるのかどうか調査した。  
→今のところはないということがわかった。  
ただ、破られにくいパスワードとしては、  
・大・小文字、数字、記号を組み合わせた15文字以上のもの  
・日本語の単語を使用したもの(例 cat→neko)  
・文の単語の頭文字を繋げたもの(例 I have a pen→lhap)  
などがあることがわかった。  
『安全なパスワードのつくりかた』  
(日本コンピューターサイエンス・2020)

### ④ユーザー側は何か対策できるのか

右記

以上のことを踏まえた上で、我々高校生にとって最も身近であると考えられる、電車の中でのショルダーハッキングについて詳しく調べため、次の実験を行った。

## 結論

- ショルダーハッキングは身近なところでも起こりうるということを実感する。
- 死角は被害者の想像以上に少ないことを知る。
- 背後が壁やガラス、鏡の場合は画面の反射に気をつける。
- 覗き見防止フィルターは角度によっては効果がないということに注意する。
- 人混みの中でスマホを操作する場合には、周囲に気を配り、できるだけ人に見られないようにロックを解除する。
- パスワードの長さ、複雑さに安心して後ろから見られても大丈夫だと過信しない。
- 安全なパスワードはないので、文字や数字を工夫して組み合わせ、破られにくいパスワードを作ることが大切。
- 自分もショルダーハッキングの被害に遭う可能性があることを日頃から意識する

## 主な参考文献・調査等

- 総務省 国民のための情報セキュリティサイト
- Canon サイバーセキュリティ情報局
- SONY セキュリティ通信
- 日本コンピューターサイエンス 「安全なパスワードの作り方」
- 日経XTECH「背後に人がいなくても怖い『ショルダーハッキング』、社外での仕事が危険な理由」

等

# 破られにくいパスワードのすすめ

3組 4班 高橋愛永 竹内桜 成田和織 服部和葉 横山由奈

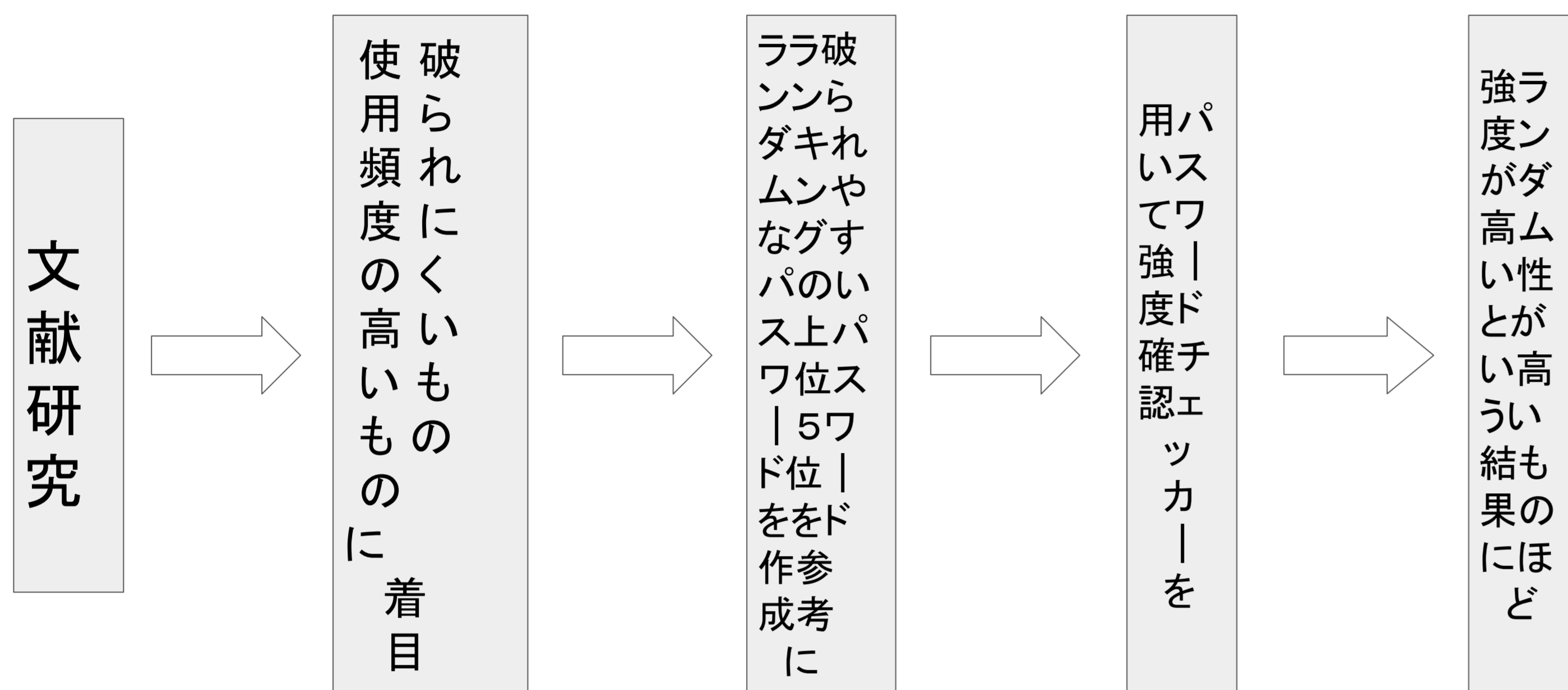
## 研究の目的と意義

昨今、スマートフォン等電子機器の普及に伴い、自分たちのように若い世代でもパスワードがより身近に感じられるようになった。アカウント作成時や、ネットワーク暗証番号、画面ロックの設定などパスワードの使用方法も様々である。

この研究を進めることで、破られやすいパスワードのデメリットや破られにくいパスワードのメリットを理解することができ、個人利用の面から破られにくいパスワードの特徴がわかるだろう。

## 研究の概略・調査方法

(1)研究の概略



(2)研究方法

各自でパスワードに関する本や論文を読む  
インターネットで破られやすいパスワードランキングの上位5位までを調べ、その条件を読み取り、パスワードを作成  
パスワード強度チェックサイトの使用

## 調査・研究

各自でパスワードに関する本や論文を読んだ結果、パスワードの強度には文字列のランダム性が大きく関わっていることがわかった。そのため、今回の研究はランダム性に着目し、文字数、文字の種類は変えずに、検証を行った。

### 破られやすいパスワードの特徴

- ・個人情報が入っている
- ・固有名詞や辞書に載っているような単語
- ・数字or英語のみ(単純な配列)
- ・数字や記号、大文字が文頭・文尾に来る
- ・キーボードの配列(qwerty[2011年4位 etc.]など)

### パスワードチェッカーを用いて強度確認

	元	並び替え	重複ありランダム	重複なしランダム
数字6字	123456	316254	718986	410956
サイト1	0秒	50秒	50秒	42.52秒
サイト2	Instantly	25マイクロ秒	25マイクロ秒	25マイクロ秒
サイト3	4%	16%	15%	16%
英字8字	password	wasoprds	hdtkgvs	srbtwzxo
サイト1	0秒	1時間	4ヶ月	4ヶ月
サイト2	Instantly	5秒	5秒	5秒
サイト3	8%	9%	9%	10%
数字8字	12345678	24637815	66866673	21748359
サイト1	0秒	46.59秒	1時間	1時間
サイト2	Instantly	2ミリ秒	2ミリ秒	2ミリ秒
サイト3	4%	22%	14%	22%
英字6字	qwerty	qwtyre	oorpde	ulmbpj
サイト1	0秒	5.35秒	35.03分	4時間
サイト2	Instantly	7ミリ秒	7ミリ秒	7ミリ秒
サイト3	8%	8%	6%	8%
数字5字	12345	15432	95499	82914
サイト1	0秒	0.02秒	5秒	5秒
サイト2	Instantly	2マイクロ秒	2マイクロ秒	2マイクロ秒
サイト3	4%	7%	8%	13%
数字9字	123456789	741532968	302911936	832970614
サイト1	0秒	2時間	15.73分	13時間
サイト2	Instantly	25マイクロ秒	25マイクロ秒	25マイクロ秒
サイト3	4%	25%	23%	25%
数字3字+英字3字	abc123	13c2ba	k1xi13	v201as
サイト1	0秒	6時間	8.76分	3.67分
サイト2	Instantly	54ミリ秒	54ミリ秒	54ミリ秒
サイト3	32%	42%	41%	42%
数字7字	1234567	3257614	9816869	3529041
サイト1	0秒	8.33分	8.33分	3.5分
サイト2	Instantly	200マイクロ秒	200マイクロ秒	200マイクロ秒
サイト3	4%	19%	14%	19%

※サイト3における%表示は強度を示しており、例えば、7B#a9w@Y2# [大文字・小文字・数字・記号を全て使用し10文字かつ連続・重複なし]の場合、100%となる。

※サイト1、サイト2は解読されるまでの時間を示す。

※「football」は、2016年に5位に入っているが、英字8字であり「password」と同じであるため、今回は検証を行っていない。

サイト1、サイト3では、文字の使われ方による違い現れた。結果より強度は、

### 規則性ありく並び替えてランダム

となることがわかった。しかし、ランダムにおいて、重複の有無による明確な差はなかった。

また、サイト2では、文字の使われ方による違いが見られなかったことから、サイト2は文字数のみで判断していることがわかる。同時に、サイト1、サイト3でも文字数が長いほど解読には時間がかかる。すなわち、今回は着目していなかったが、パスワードの強度において、文字数も重要であるということである。

### 覚えやすいパスワードの特徴

- ・自分に関係するものや単純なもの  
(破られやすいパスワードの特徴に同じ)

### 破られにくいパスワードの特徴

- ・長い
  - ・複雑
- 具体的には・・・  
英大文字+英小文字+数字+記号 10文字以上

### 私達が勧める破られにくいパスワードの作り方

- ・文章 (ただしiloveyouなど安易なものでは✗)
- ・故意に誤字を入れる
- ・記号、大文字、数字をランダムに組み合わせる
- ・忘れてしまう場合はメモする ⚠️ 書いたメモは、誰かに見られたり、なくしたりしないように管理

## 結論

### ランダムであり、文字の種類を複雑に

(1~6を並び変える✗)

指定がない限り、長いパスワードを使用する。

## 意見

パスワードを作成する際には、安易に簡単なパスワードを設定するのではなく、強度の高いパスワードを考えることが求められる。

覚えづらさや使いにくさを伴うが、安全性から破られにくいパスワードの特徴をもつパスワードの使用を推奨する。

## 参考文献

### パスワードランキング

<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/00676/061200081/>

このページは米SplashData(スプラッシュデータ)によるパスワードランキング9年分を日経XTECHがまとめたものである。SplashDataの過去のページが見つからなかったため、このページを使用。

### パスワード強度チェックサイト

サイト1<https://www.passwordmonster.com/>

サイト2<https://www.security.org/how-secure-is-my-password/>

サイト3[https://www.benricho.org/password\\_meter/](https://www.benricho.org/password_meter/)

# 画像認証CAPTCHA機能はこれからどのように活用されていくべきか

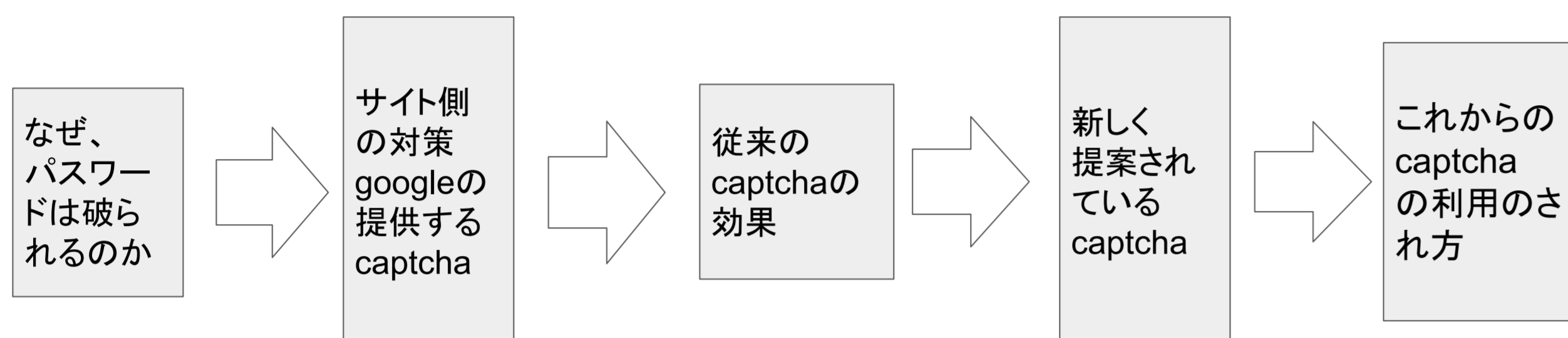
1年 4組 パスワード5班 池田美乃莉 岡崎未菜 唐澤知佳

## 研究の目的と意義

私たちがこの研究を進めることによって、より機械に判別困難、人間に正解容易な精度の高い新しいCAPTCHAの活用方法が分かるだろう。

## 研究の概略・調査方法

### (1)研究の概略



### (2)研究方法

ネット上の文献から研究をすすめた。

特徴:◎年齢、性別など属性によってオノマトペの理解度は、関係がない。  
◎人間に易しい問題でありストレスなく解ける。  
△言語により理解度に差がある。  
△機械にも易しい→安全性を高める必要がある。

## 2.アモーダルCAPTCHA

概要:人が欠損部分が覆われている文字のような不完全の図形を見る時に、瞬間的に内容が理解できる現象のことをアモーダル補完という。  
アモーダル補完の例(下図)→線は書いてないが三角形に見えるこの人間の能力を利用し、文字の色をランダムにして表示したり回転させたり、縦回転と横回転を用意し、問題文で指定された方向に回転させたりして文字を答えさせる。

特徴:◎機械に正解困難。  
△読みにくいものを判断することは人間に負担がかかる。また、年齢や環境によって文字の認識速度が変わってしまう。

## 3.3D立体構造CAPTCHA

概要:2体の3Dモデルをめり込み合わせることで、人間が今まで「見たことがないであろう形状の」非現実モデルを生成し、複数の通常の3Dモデルの中に、1体の非現実モデルを配置した一枚の画像にCAPTCHA画像として出題する。  
特徴:◎人間に正解容易、機械に正確困難。  
◎世界共通で解くことができる。  
◎問題の生成が容易。

## 調査・研究

**CAPTCHA:** 画像の中に書いてある文字や数字を入力させたりすることで、ウェブサイトアクセスしているユーザーが人間なのかbotなのか識別する仕組み。

### 既存のCAPTCHA

過去に破られたCAPTCHAとそれに要した時間

		言語の正確性	文字の正確性
recaptchaで使用		66.6%	94.3%
Botdetectで使用		64.4%	91.6%
Yahooで使用		57.4%	92.5%
PayPalで使用		57.1%	89.3%

<https://www.itmedia.co.jp/news/articles/1710/27/news112.html>

米国のAI企業の研究者により、少数の例から学習して定着が可能な人間の脳を例に神経科学の知見を組み込んだプログラムを導入することで、1文字あたり5つの訓練サンプルを用意するだけで高確率でcaptchaを破ることができることが分かっている。そのため新しい機能を取り入れる必要がある。これからいくつかの例を提示する。

### 新しいCAPTCHA

- ①オノマトペCAPTCHA
- ②アモーダルCAPTCHA
- ③3D立体構造CAPTCHA

#### 1.オノマトペCAPTCHA

概要:オノマトペとは物事の状態や動きなどを音として言葉に表した感覚的表現。そのため、オノマトペを使用することでどのような状態かが聞き手側もイメージしやすい。

## 結論

インターネットがあらゆる目的で使用され、大量の個人情報が保管される世の中になった今、個人情報はより高度な技術で守られなければならない。この研究で用いた3つの先行研究の他にも、様々な種類のCAPTCHAの提案がある。その中で共通して求められることの大前提として、人間にしか判別できないということが必要である。その上で、世界共通で、人間の経験を生かしたものや、一部のだけでなく全体として文化的に根付いているものを材料とした、新しいCAPTCHAを考えていくことが求められる。

## 主な参考文献・調査等

- 【1】滋野莉子,山田道洋,菊池浩明,坂本真樹,オノマトペCAPTCHAの開発と評価,情報処理学会誌,Vol.59,No.9,1666-1667(sep.2018){,12}
- 【2】藤田真浩,視覚的形式知を利用した3DCGCAPTCHAの研究,静岡大学,2017-12
- 【3】藤竜生,星野理彦,山場久昭,油田健太郎,岡崎直宜,人間の視覚補完能力を用いた文字列CAPTCHAの提案,宮崎大学工学部紀要,48 251-255,2019-07

# パスワード管理アプリとスマホのメモアプリを使う リスクの比較について

1年4組 6班 山田結菜 渡部佑海 黒澤梓紗

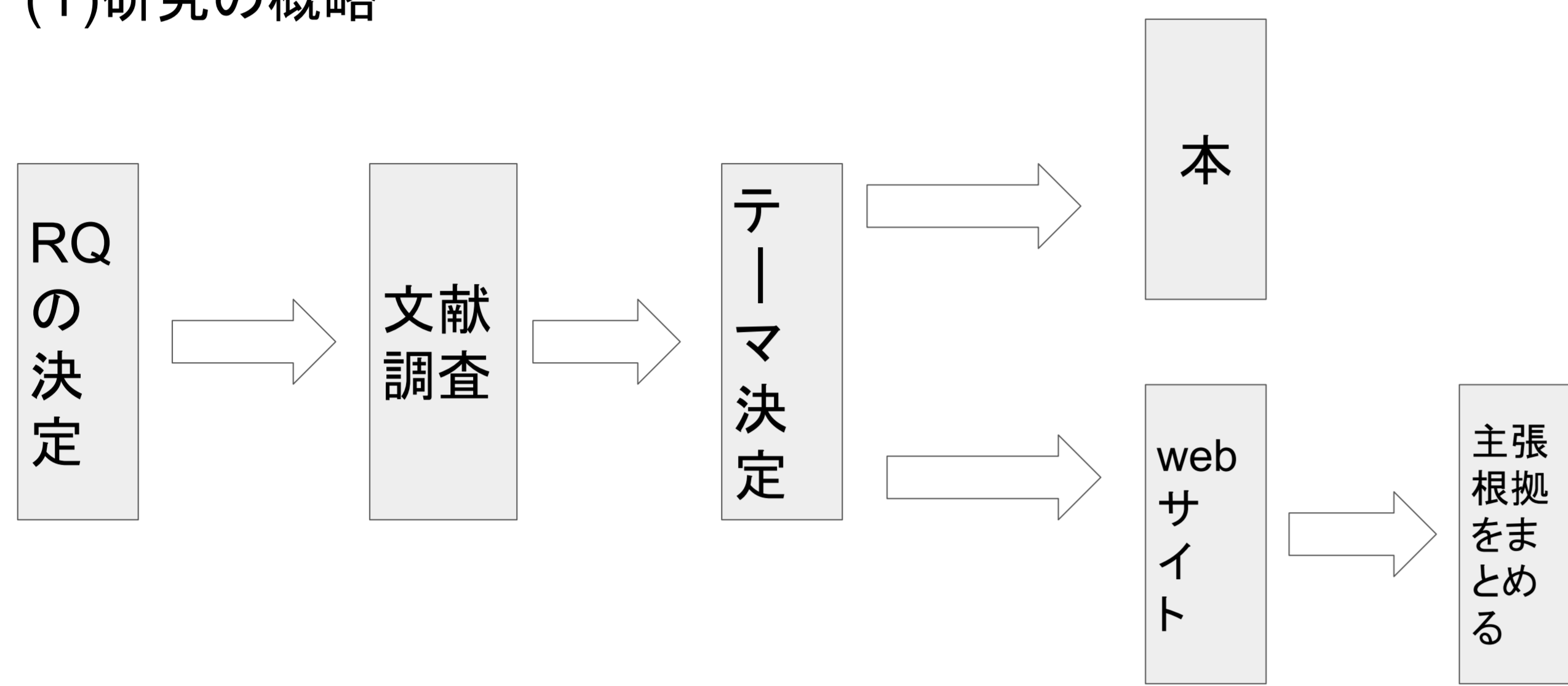
## 研究の目的と意義

「目的」 自分の管理方法によって生じる、パスワードが破られるリスクについて知る。

「意義」 よりリスクの低いパスワードの管理方法を自分の生活に活かす。

## 研究の概略・調査方法

### (1)研究の概略



### (2)研究方法

「RQの決定」では、使いまわしやセキュリティなどのキーワードを挙げ、「文献調査」でそれらのキーワードについて調べた。これを通してテーマを決定した。テーマについては主に本、webサイトを使い、テーマに関する主張、根拠をできるだけ多く探し、それらをまとめた。

ここで、割合の高いスマホのメモ機能と低いパスワード管理アプリに絞ってそれぞれのリスクについて考える。

それぞれのメリットとデメリットについて

#### 【メモ機能】

- 【メリット】 ・誰でも利用できる  
・簡単に利用できる  
・手間がかからず、保存できる
- 【デメリット】 ・スマホが開けばパスワードが漏れてしまう  
・ファイルの見出しとして出てしまう  
・スマホを紛失すると使えなくなる

#### 【パスワード管理アプリ】

- 【メリット】 ・アプリ自体にパスワードがある  
・破られにくいパスワードを作ってくれる  
・暗号化して保存される
- 【デメリット】 ・大量のデータが漏れてしまう可能性がある  
・お金がかかるアプリが多い  
・企業で管理者が一括管理できない

メモ機能で保存する人は、自分でパスワードを作成するため、他人が予想しやすい単語や数字を含めてしまう事が多い。パスワード管理アプリを使う人は、アプリ側が破られにくいパスワードを作ってくれるため、他人から予想されにくいパスワードを作れる。この点は、総当たり攻撃やパスワードスプレー攻撃などのハッキングを受けにくくなる。よって、パスワード管理アプリのほうが破られるリスクが低くなる。

※総当たり攻撃とは、様々な組み合わせでログインを試み、パスワードをあてる手法で、パスワードスプレー攻撃とは、一般的に利用される一つのパスワードを全てのユーザー名に試していく手法である。

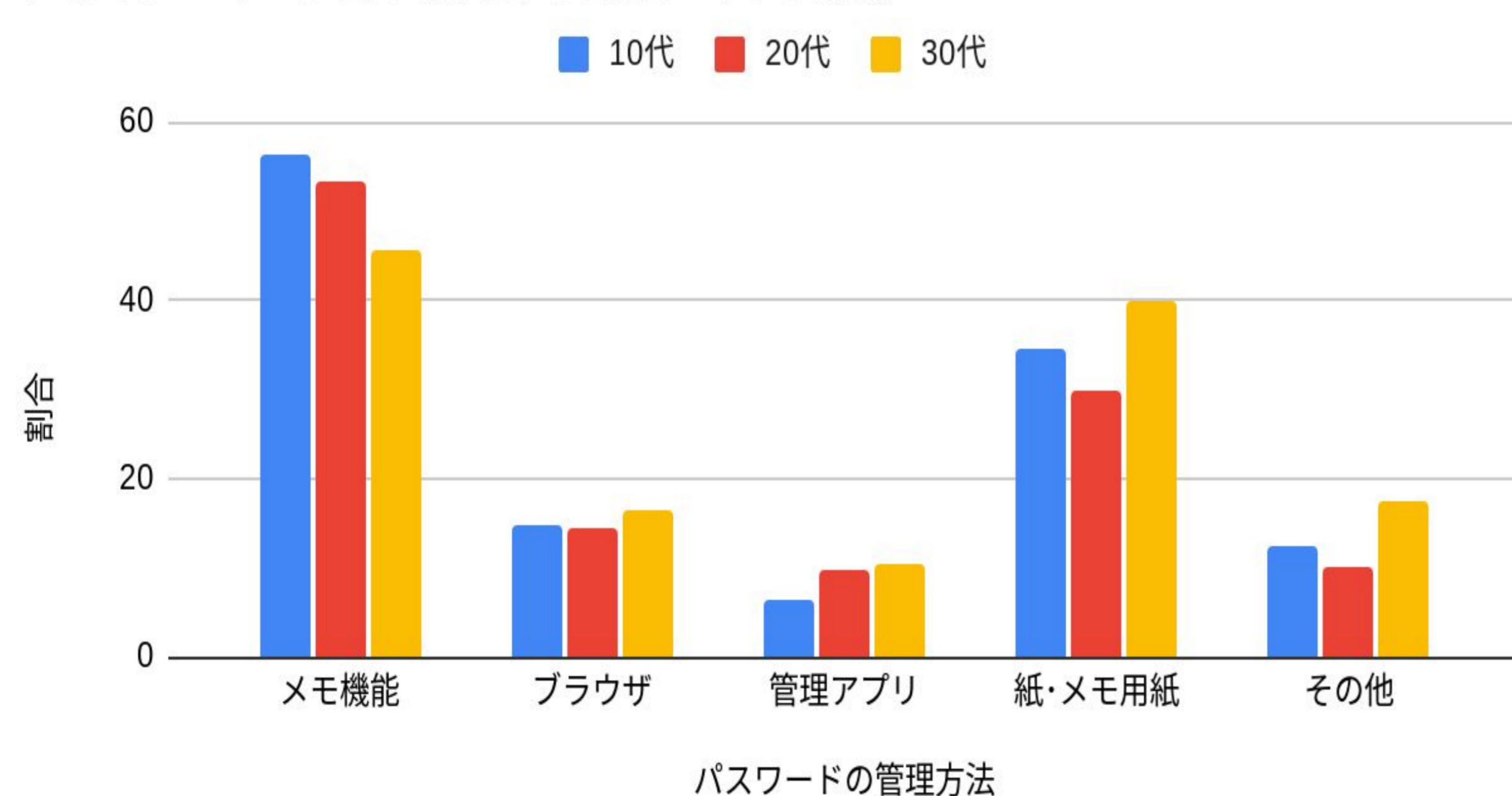
## 調査・研究

パスワードの管理方法は大きく分けて5つある。

- ・スマホ内のメモ機能に保存
- ・スマホのブラウザに保存
- ・パスワード管理アプリを使用
- ・紙・メモ用紙に書いて保管
- ・その他

下の表は年代別でのそれぞれの管理方法の割合である。

パスワードの管理方法の割合（年代別）



この表からわかるように、どの年代もスマホのメモ機能に保存する人が多いことがわかる。次いで、紙・メモ用紙に書いて管理している人が多い。管理アプリを使用する人はどの年代も少ないことがわかる。また、その他の中には、写真やスクリーンショットをする、自分で覚えられるパスワード設定にしている、スマホやパソコン上に暗号化して保存するなどがあつた。ブラウザとは、グーグルなどの個人のアカウントと同期させてパスワードを保存できる機能である。

## 結論

パスワード管理アプリは費用などがかかる反面、パスワードが破られにくい状態で保存できる。メモ機能はセキュリティが低いためパスワードが簡単に漏れてしまう可能性がある。よって、パスワード管理アプリは破られるリスクが低く、メモ機能はリスクが高くなる。パスワードを管理するときはパスワード管理アプリを使うことが有効であると考えられる。しかし、パスワード管理アプリの安全面などを詳しく調べてから使用することも大切である。

## 主な参考文献・調査等

「若者のパスワード管理方法はスマホメモが最多」

<https://japan.cnet.com/article/35140800/>

「攻撃者がメールアカウントをハックする5つの方法」

<https://products.nvc.co.jp>

# 愚かなあなたは今日も情報を漏洩している

1年5組 7班 荻野茜 関口さら 高橋茉奈実 溝口春花

## 研究の目的と意義／先行研究の成果

クラッカー(悪意のあるハッキングをする人)の攻撃手段を調べていた際に「ソーシャルエンジニアリング」という情報通信技術を使わずに、人間の心理的な隙に付け込んで情報を入手するという手法を見つけた。情報通信技術を使わずにパスワードを入手できるこの方法では、攻撃の対象となる人間(=被害者)の心理状態が大きく関係しているのではないかと疑問を抱いた。

## 研究の概略・調査方法

「パスワードが破られることと人間の心理にはどのような関係があるのか」というテーマを設けて研究を進めていく。

人間の心理についての文献を集めて比較し、そこから熟考を繰り返すことで、人間の心理についての考えを深める。

それをパスワード設定後に置き換え、その場合にも適応するのかを検証する。

\* 検証するのはパスワード設定後のみとし、パスワード設定中の心理については考えないこととする。

\* パスワード...個人にてアルファベット・数字等を用いて設定したもののみをここでは「パスワード」とする。指紋認証・顔認証やコンピューターによって意思とは関係なく設定されたものは含まない。

\* 心理...パスワード設定した側(ここでは被害者と呼ぶ)の心の働き及び意識の状態のこと。クラッカー側のものは含まない。

## 調査・研究

アメリカの社会心理学者であるロバート・チャルディーニの著書『影響力と武器』によると、人間には6つの脆弱性があるという。

①返報性 : 人から何かをもらってその人にお返しをせすにはいられない特性

②コミットメントと一貫性 : 自分の意思でとった行動がその後一貫性の行動に一定の拘束をもたらす特性

③社会的証明 : 他人の考えにより自分が正しかどうかを判断する特性

④好意 : 好意を持っている人から頼まれると承諾してしまう特性

⑤権威 : 企業・組織の上司など権威を持っている人から頼まれると承諾してしまう特性

⑥希少性 : 入手し難いものであるほど貴重なものに思え、手に入れたくなくなってしまいう特性

これらは全て、人と人が関わることで生まれるものである。ここでは、この6つの脆弱性のうち、以下の2つについて取り上げる。

### ☆返報性

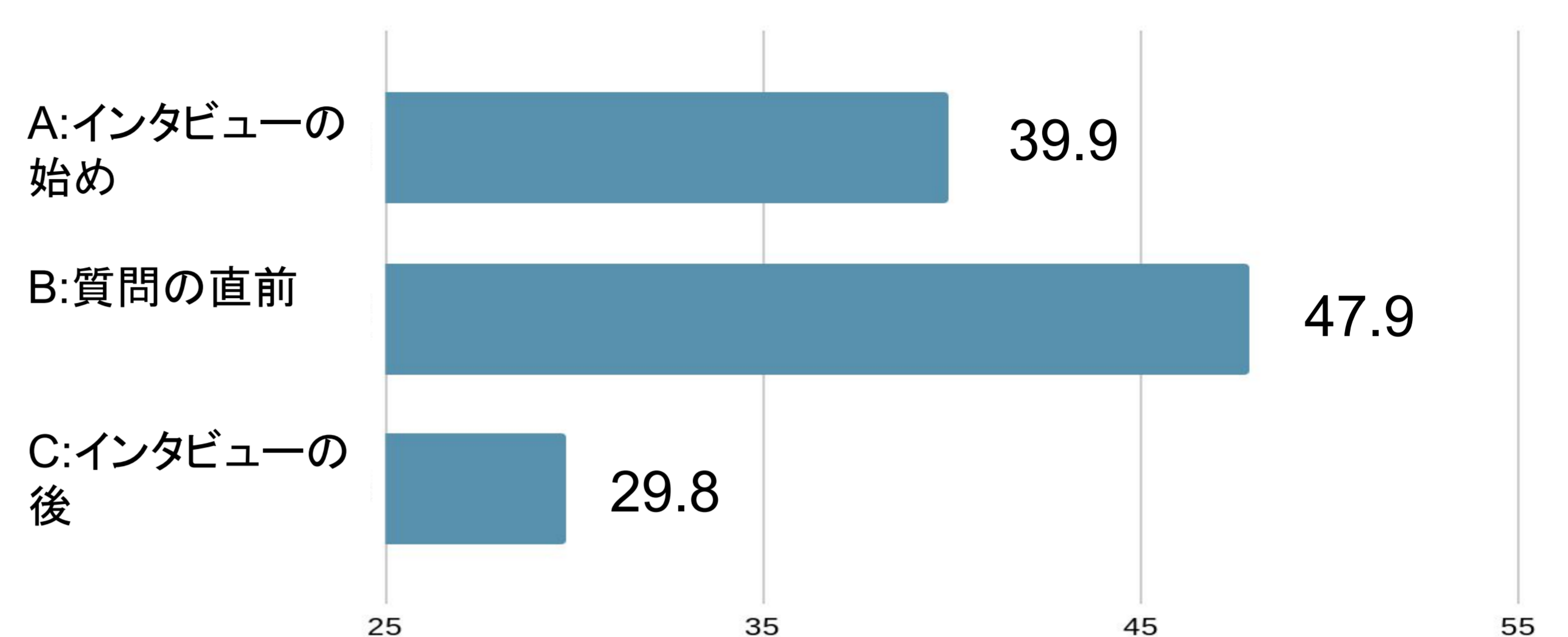
2016年にルクセンブルク大学のアンドレ・メルツァー氏らが行った調査を紹介する。この調査は、対象者を3つのグループに分け、情報セキュリティなどに関するインタビュー(パスワードを尋ねる質問を含む)を行うとともに、以下のようなタイミングで「チョコレートなどの“インセンティブ”を渡す」ことで、グループごとの回答結果にどのような違いが生じるのを見るものであった。結果は以下の通り。

A: インタビューの初めにチョコレートを渡す(39.9%)

B: パスワードの質問の直前にチョコレートを渡す(47.9%)

C: インタビューの後にチョコレートを渡す(29.8%)

チョコレートを渡すタイミングとインタビューの回答率



これらの結果から、チョコを渡してからパスワードを聞く方が、それもパスワードを尋ねる直前にチョコを渡すほど、パスワードの回答率が高くなることがわかった。

### ☆コミットメントと一貫性

AさんとBさんはご近所同士である。

A「明日、予定空いてる？」

B「空いてますけど、、」

A「公園で草むしりがあるから来てほしいのよね」

ここで、Bさんはすぐに断ることができるだろうか？

Bさんはすでに予定がないと言ってしまうため、草むしりをしてほしいという要求を断りづらい状況にいる。つまり、自分の発言が拘束要件となったのだ。

これら2つの例から、人は、誰かと関わる時、知らぬ間に隙をつくって自ら情報を漏洩していることがわかるだろう。また、これはその他の脆弱性にも当てはまると言える。

## 結論

人間同士が関わる→心理が変化する→隙ができる

この過程全てを脆弱性という。これをブロックで例えてみよう。組み立てられて、ある一定の形をしたブロックがある。人間同士が関わって何らかの気持ちの変化が起こったとき、そのブロックの形も変化する。組み立て直す途中隙間ができる、ということだ。

なぜパスワードは破られるのか。それは、人間に脆弱性が備わっているからである。

現代社会において他者との関わりを断つことはできない。それゆえ、誰でも心理は変化するし隙は生まれる。つまり、誰もがパスワードを破られてしまう可能性があるのだ。

## 主な参考文献・調査等

・『影響力の武器』(ロバート・B・チャルディーニ著 社会行動研究会訳 2014 誠信書房)

# 指紋認証を破り隊

~ひとりでパスワードやぶれるモン~

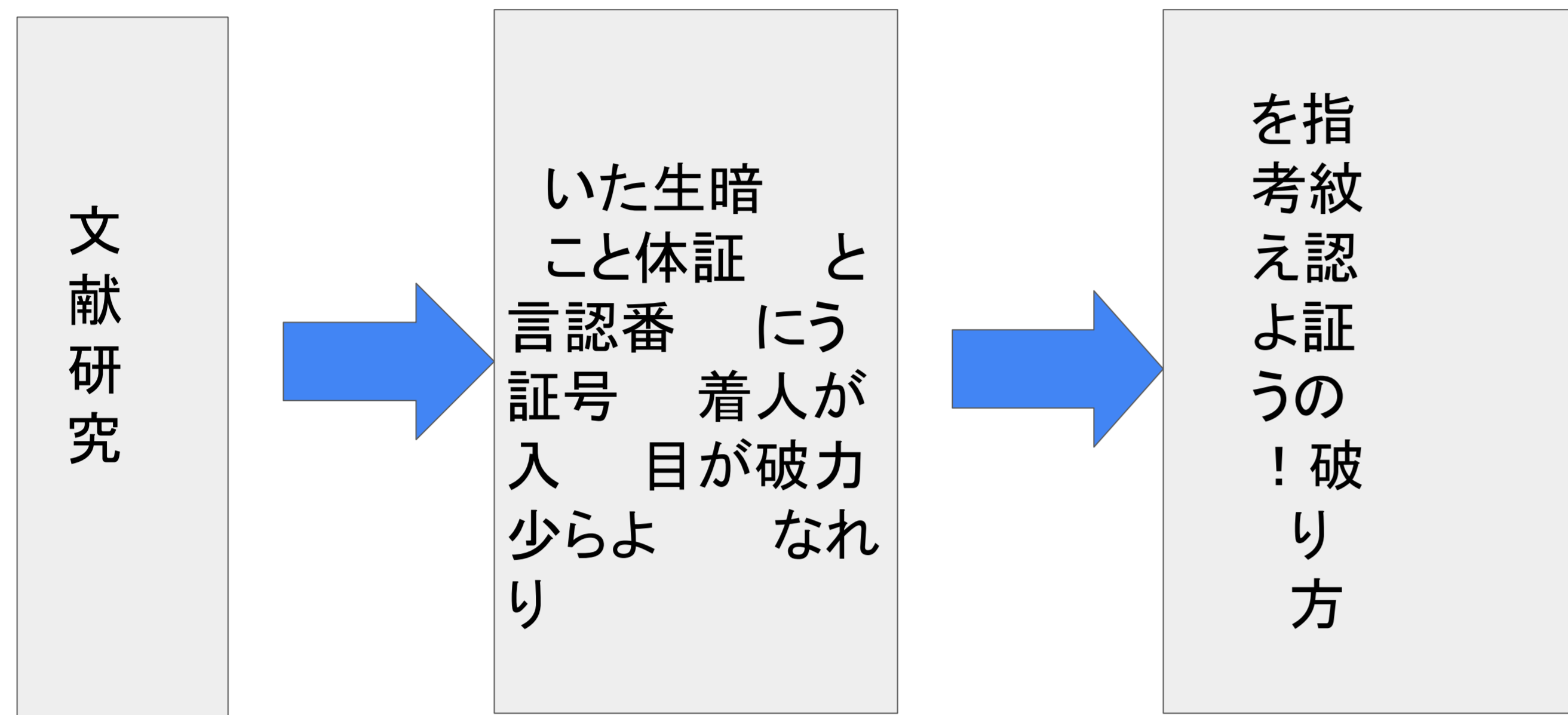
1年 パスワード⑤-8 村山鈴風 岡美海  
柳澤凜 渡邊愛雛

## 研究の目的と意義

生体認証はセキュリティ性が高いと言われ、多くの人が使用しているが本当に安全なのかこの実験を通して考えたいと思った。

## 研究の概略・調査方法

### (1)研究の概略



### (2)研究方法

指紋認証が安全ではないことを示す実験をする

指紋の型をとって指紋認証を破る実験をする

## 実験の結果

⇒実験をする前に

⇨ゼラチン指は指紋として認証されるのか



↑このようにゼラチン指で新しく指紋登録できたり、指紋が間違っていると反応されたりした

指紋として認証された！！

### 結果

どのiphoneでも誰の指紋でも携帯を開くことはできなかった。

(考えられること)

- ①指紋をとって指紋認証することはできない
- ②指紋がよくとれていなかった
- ③指で直接触ったのでゼラチンが溶けた
- ④やり方が違っていた

## 調査・研究

### 実験

#### (1)テーマ

指紋の型をとることによって、他の人が指紋認証の突破ができるのか

#### (2)道具

- ・携帯  
→iphone8 iphone6
- ・粘土  
→紙 油
- ・ゼラチン
- ・お湯

#### (3)方法

- ①粘土に指紋の型をとる
- ②型の中にゼラチンを流し込む
- ③冷蔵庫に入れて冷やす
- ④固まったゼラチンを取り出し携帯が開くか確かめる

#### (4)予想

iphone6はあくが、iphone8はあかない  
⇒セキュリティ性が高くなっている



## 結論

指紋の型をとって他人の指紋認証を破ることはできるかもしれない

今回自分達が予想していた結果がでなかったのにはさまざまな理由がある。次実験する機会があったら、これら「実験の結果の(考えられること)」を改善して行ってみたいと思った。

また、結論をかもしれないと表現したのはゼラチン指が指紋として認証されたからである。

このように100%安全なものなどない。様々なパスワード機能を兼用して使っていくべきだと思う。

## 参考文献

サイバーセキュリティ読本  
パスワード認証の嘘

# パスワードの安全性と対策

1年6組⑨ 市川花怜、金井千秋、神澤彩乃

## 研究の目的と意義

先行研究の「パスワードの脆弱性と対策—認知心理学の知見を生かして」では、結論として画像をパスワードとして使う方法は未だ広く普及していないとあったため、その方法が広く普及するまではやはり、強いパスワードを作る必要があると感じた。そのため、研究の目的は、パスワードの強度を調べることであり、これにより安全なパスワードを作れるようになるという意義がある。

## 研究の概略・調査方法

### ○研究の概略

1. 文献探し
2. 研究方法の検討
3. 実験用パスワードを制作
4. パスワードチェッカーを使って3の強度をチェック
5. 考察

### ○研究方法

下記の条件のもとでパスワードチェッカーを用いて強度を確かめた。その後、結果や文献から考察をした。

#### ●使用したパスワードチェッカー

- ①パスワード強度チェッカー
- ②web制作便利ツール
- ③kaspersky

#### ●条件

##### i) 文字数8

- (ii ~ v の条件以外) ⇒ nrT2au6!
- ii) I + 意味のある言葉 ⇒ naruTo2!
- iii) I + 同じ文字2個 ⇒ nrT2aao!
- iv) I + 記号なし ⇒ nrT2auo7
- v) I + 一番初めに大文字 ⇒ Nrt2auo!

##### i) 文字数12

- (ii ~ v の条件以外) ⇒ nrT2au6!hgyd
- ii) i + 意味のある言葉 ⇒ naruTo2!hgyd
- iii) i + 同じ文字2個 ⇒ nrT2aao!hgyd
- iv) i + 記号なし ⇒ nrT2auo7hgyd
- v) i + 一番初めに大文字 ⇒ Nrt2auo!hgyd

さらに、総当たり攻撃(可能な組み合わせをすべて試す試行)では、パスワードを工夫しても破られてしまう可能性がある。破るのにより時間がかかる文字数で ii ~ v を踏まえた複雑なパスワードを作ることにより、そのリスクを抑えることができると考えられる。このことに基づき、ii ~ v の条件のもとで12文字のパスワードを5つ作成し、パスワードチェッカーで強度を調べた。その結果が図4である。

この検証結果から、8文字より12文字のほうが強度が高いことが分かる。加えて、同じ文字を2つ以上使用することや文字の種類が少ないこともパスワードの強度が低下する原因となるようだ。

また、ハッカーが利用するパスワードの特定法として、辞書式攻撃がある。

(辞書式攻撃…辞書や人名録など、人間にとって意味のある単語のリストを候補として用いる方式のこと)

よって、この検証の i と ii の結果の差からは得られなかったが、意味のある言葉の使用は危険であると考えられる。

図3

図4

		パスワードチェッカー		
		①	②	③
条件	i	98%	75点	いいパスワード
	ii	88%	75点	変更すべき
	iii	86%	75点	変更すべき
	iv	84%	75点	いいパスワード
	v	88%	75点	変更すべき

## 調査・研究

図1は、「大学生の用いるパスワードの強度と管理状況」から引用した表である。平均

文字数に注目すると、パスワードを8文字に設定している人が多いことがわかる。これに基づき、8文字のパスワードをサンプルとして5つ作成した。これらの強度をパスワードチェッカーで調べた結果が図2である。

この結果から、文字数が同じ場合、使用する文字の種類が多ほどパスワードの強度が増すことがわかった。しかし、8文字のパスワードを変えても、あまり安全とは言えない。よって、8文字では文字数が少なすぎる可能性があると考えられる。

図1

利用サービス数	~5	6~10	11~15	16~20	21~
小文字	68	64	71	68	70
大文字	15	9	11	15	17
数字	66	63	72	65	63
記号	4	3	3	2	12
有意味語	35	28	36	47	14
個人情報	26	31	36	8	16
平均文字数	8.32	8.24	8.56	9.32	8.29

図2

		パスワードチェッカー		
		①	②	③
条件	i	68%	59点	変更すべき
	ii	68%	59点	変更すべき
	iii	66%	59点	変更すべき
	iv	64%	59点	変更すべき
	v	68%	59点	変更すべき

## 結論

同じ字を繰り返し使ったり、記号を使わなかったりするとパスワードの強度が落ちる。そのため、より安全なパスワードを作るためには、次の5つのことに気をつけるべきだ。

1. アルファベットの大文字と小文字、記号、数字をすべて用いる。
2. 意味のある言葉を用いない。
3. 同じ字を繰り返し使わない。
4. 大文字の場所を一番初めだけに限定しない。
5. 12文字以上使う。

## 主な参考文献・調査等

### 【パスワードチェッカー】

- ・Password Check - Kaspersky
- ・Password Checker - みんなの知識 ちょっと便利帳
- ・パスワード強度チェッカー | WEB制作便利ツール

### 【参考文献】

- ・柘野隆平: パスワードの脆弱性と対策 —認知心理学の知見を生かして
- ・愛乃野子、金岡晃: 日本人が付けるパスワードの特性調査と他国データとの比較
- ・dailynewsagency.com/2020/09/02/how-long-it-would-take-nbc/
- ・高橋優、上田卓司: 大学生の用いるパスワードの強度と管理状況



# セキュリティが高い認証方法とパスワード認証の比較とパスワードの脆弱性

1学年6組10班 名前 杉山久実 小林咲弥  
下境璃々花 高津成美

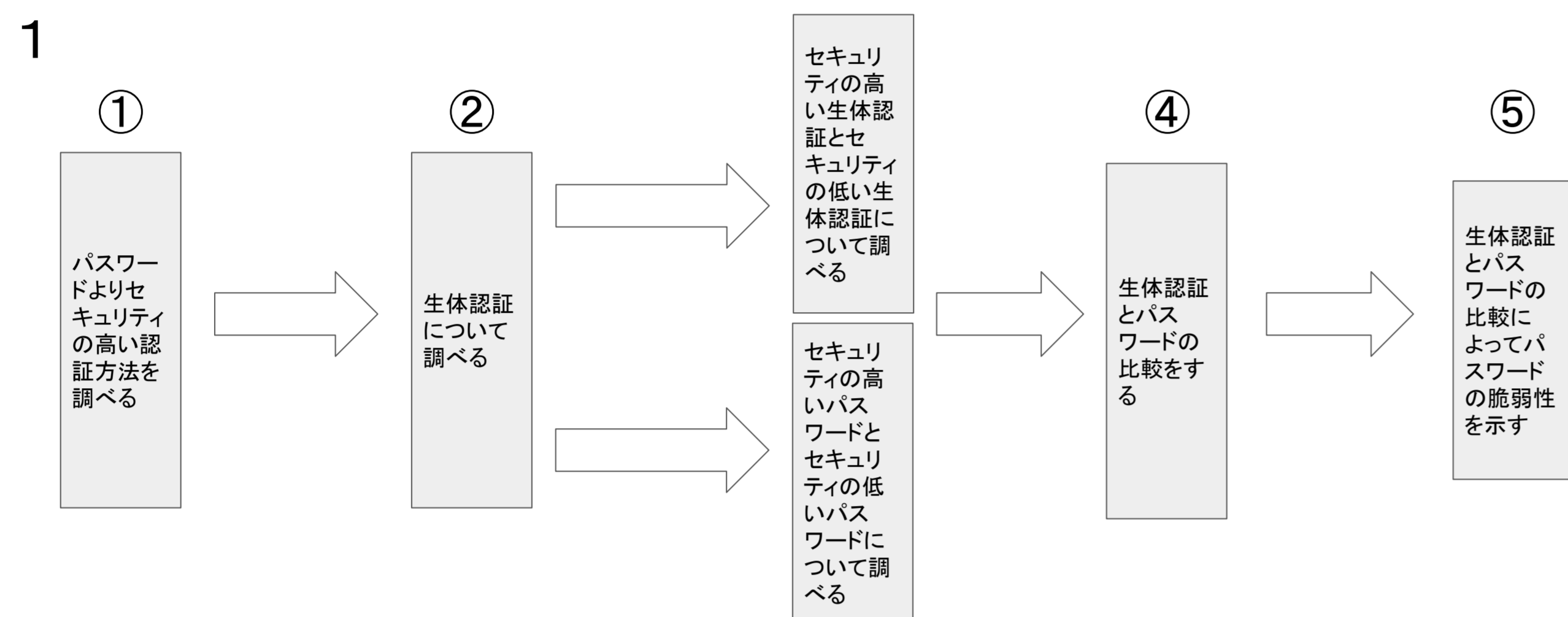
## 研究の目的と意義／先行研究の成果

研究の目的は、セキュリティが高い認証方法とパスワード認証の比較を行うことでパスワードの脆弱性を見つけること。そして比較をし、脆弱性を見つけることでよりセキュリティの高い認証方法を利用して情報漏洩を防ぐことができる。

《先行研究》・英プリマス大学による「パスワードメーター」の効果の比較と評価

## 研究の概略・調査方法

### (1)研究の概略



### (2)研究方法

①、②、③についてはインターネットを利用し、様々なサイトにアクセスして信頼性の高い情報を得た。それらの情報を元に④で班員と共に客観的に比較を行い、その結果から⑤の結論を導き出した。

## 調査・研究

### (1)パスワード認証以外の認証方法

認証方法には「知識認証」「所有物認証」「生体認証」がある。パスワードやIDを使用する知識認証は、パスワードなどの知識があれば誰でもなりすまし可能なためセキュリティは低い。本人しか持っていないものを認証に使用する所有物認証は所有物を盗まれた場合なりすまされる可能性があるため知識認証よりはセキュリティが高いが精度は低い。それに比べてユーザーの体の一部を使用する生体認証は、身体を使用するため複製が困難でなりすましができない。よって生体認証が最もセキュリティレベルが高いと言える。

### (2)パスワード認証

弱いパスワード	強いパスワード
<b>123456789</b> 数字キーをほぼ全部使った羅列のため破られやすい。	<b>twabc@1234</b> パスワードの頭にアプリの頭文字をいれる方法。使い回しを防ぐことができる。 例twitter→tw
<b>password</b> 推測しやすく、簡単な単語のため破られやすい。	<b>PasS@123456</b> アルファベットに加えて数字や記号を複数使うことでパスワードになり得るパターンを増やす
<b>qwerty</b> キーボードのQキーからYキーまで右に順にタイピングした羅列のため破られやすい。	<b>arigato</b> 日本語の単語をローマ字表記にする方法。数が多い上に英語ではないので海外からのサイバー攻撃に強い。
<b>1qaz2wsx</b> キーボードの左のキーから、順に立て打ちした羅列のため破られやすい。	<b>lhap</b> 例:I have a pen などの英文の頭文字をとる方法。一見何も意味のないように見えるので推測されにくい。

## 調査・研究(続き)

### (3)生体認証

生体認証には、パスワードやカードが不要になり利便性が高くなる、本人唯一の情報なためセキュリティを高めることができるなどのメリットがある一方で、認証情報を変えられない、認証精度が低いなどのデメリットもある。

\* FRR 他人を本人と認識してしまう確率 低いほうが望ましい

\* FAR 本人を本人ではないと認識してしまう確率 低いほうが望ましい

強い生体認証	弱い生体認証
<b>静脈認証</b> FRR0.01% FAR100万分の1	<b>指紋認証</b> FRR~0.1% FAR~0.1%
人の手のひらにある静脈を使用した認証方法。皮膚表面の状態に関係なく静脈を認証可能。	人の指紋を用いる方法。汚れが指についていると読み取れない場合がある。
<b>虹彩認証</b> FRR0.1% FAR120万分の1	<b>顔認証</b> FRR0.1%~ FAR0.01%~
虹彩のシワが人によって異なることを用いた方法。偽装やなりすましが困難。	顔のパーツから認証する方法。化粧や加齢によって顔が異なると読み取れない場合がある。

### (4)パスワード認証と生体認証の比較

	パスワード認証	生体認証
セキュリティ	△低い	○高い
なりすまし	△可能	○不可能
認証精度	○高い	△低い

### (5)パスワードの脆弱性

パスワードは短く、単純であったり、キーボードの羅列や単語を利用したりするとセキュリティが弱くなり、破られやすくなる。また、パスワード認証の場合なりすましが可能なため、悪用の危険性が高い。

## 結論

今回、パスワード認証と他のセキュリティの高い認証方法(生体認証)との比較を行ったことでパスワード認証は、認証制度と万が一漏洩した時の対応の面で生体認証より勝っていて、セキュリティの強さとスピードの面では劣っているということがわかった。

そして、パスワード認証は、それぞれの認証方法の特にキーボードの羅列を利用するものや、単語を利用するものは脆弱性があることがわかった。

今回の研究からSNSといった情報漏洩する可能性が高い場合は個人での対処がしやすいパスワード認証が利用されている。また、金融機関のATMといった漏洩した時の影響が大きいものはセキュリティ重視の生体認証が使われている。このようにパスワード認証と生体認証は使い分けられている。

## 主な参考文献・調査等

Nord Pass【Top 200 most common passwords】

英プリマス大学による「パスワードメーター」の効果の比較と評価

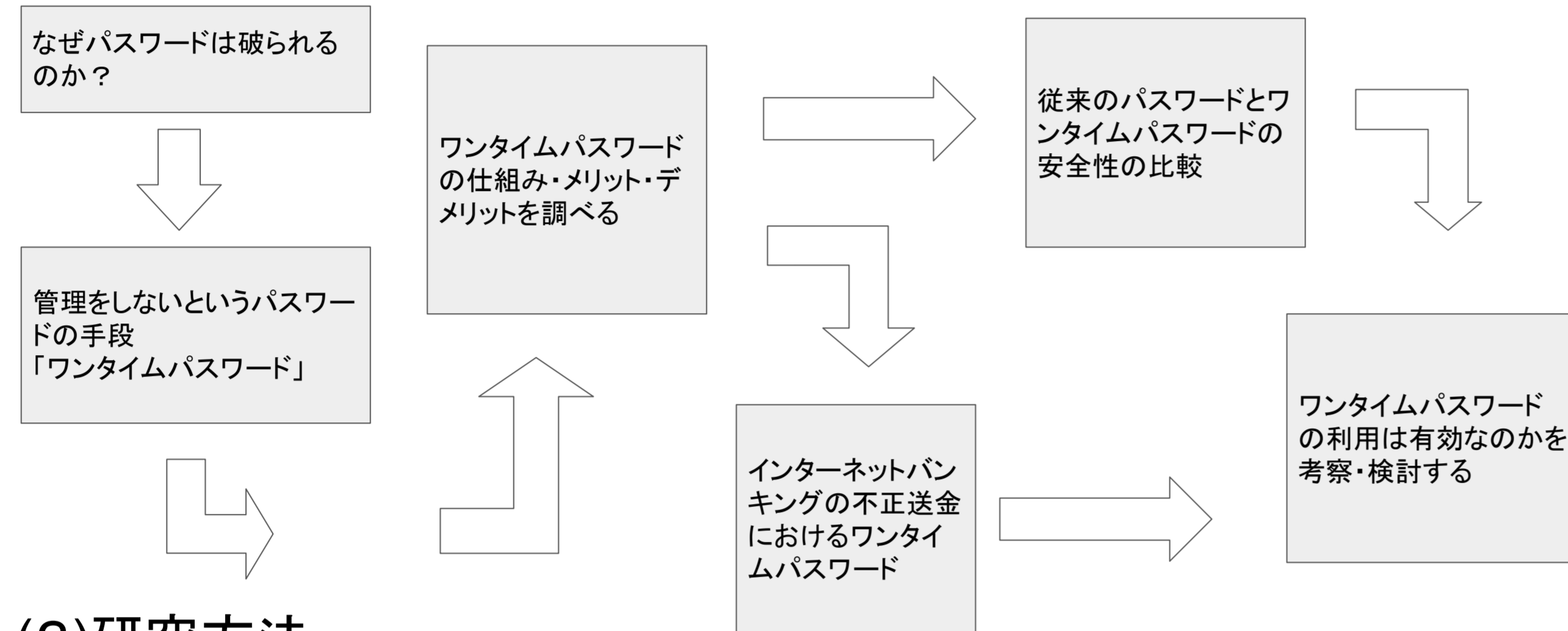
# ワンタイムパスワードの利用は有効なのか？

1年6組11班 名前 山口 富澤 永井 福田

過去の研究から、ワンタイムパスワードは従来のものより安全性が高いことが示されている。しかし、現在ではネットセキュリティの情勢も変化しているため、この研究を進めることで、ワンタイムパスワードの安全性の程度を理解し、今後の利用に活用できると考える。

## 研究の概略・調査方法

### (1) 研究の概略



### (2) 研究方法

なぜパスワードは破られるのかという元となるRQから、パスワードの管理方法のいらないワンタイムパスワードに注目した。ワンタイムパスワードの基礎的な特徴を調べた上で、従来のパスワードとワンタイムパスワード、の安全性の比較、インターネットバンキングにおける不正送金の事案とワンタイムパスワードの関係を調べ、ワンタイムパスワードのセキュリティとしての有効性を検討した。

## 調査・研究

**ワンタイムパスワード:** 一度きりのパスワード。その都度発行され、一定の期間のみで使える。金融機関、オンラインゲーム等で利用されている。

### 従来のパスワードとワンタイムパスワードの安全性の比較

先行研究「タイムパスワードを用いた安全なログインシステムの開発メール送信」(梅田 知宏, 平野 学)

	固定パスワード	ワンタイムパスワード
$E(k)$	$\frac{n}{2}$	$n$
$P_{1k}$	$\frac{k}{n}$	$\frac{n^k - (n-1)^k}{n^k}$
$P_{1i}$	$\frac{i-j+1}{n}$	$\frac{n^i - j + 1 - (n-1)^{i-j+1}}{n^i}$

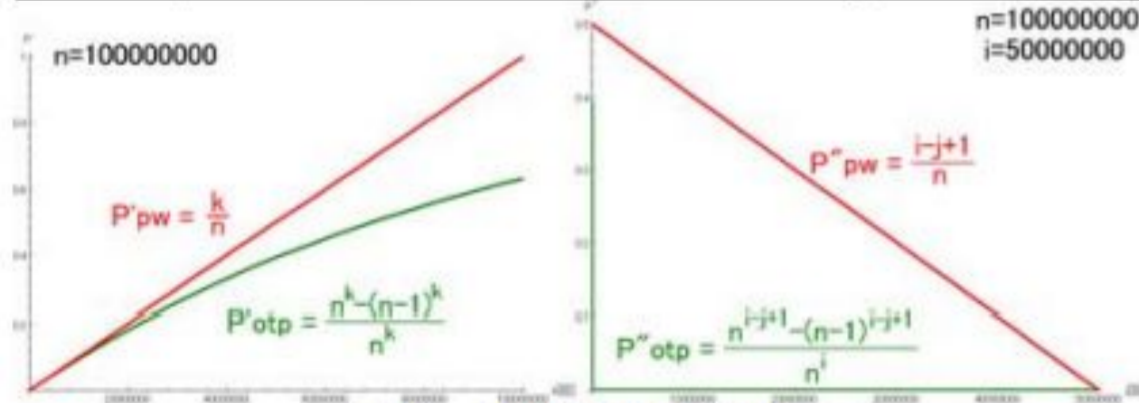


図2. P^k及びP^iのグラフ

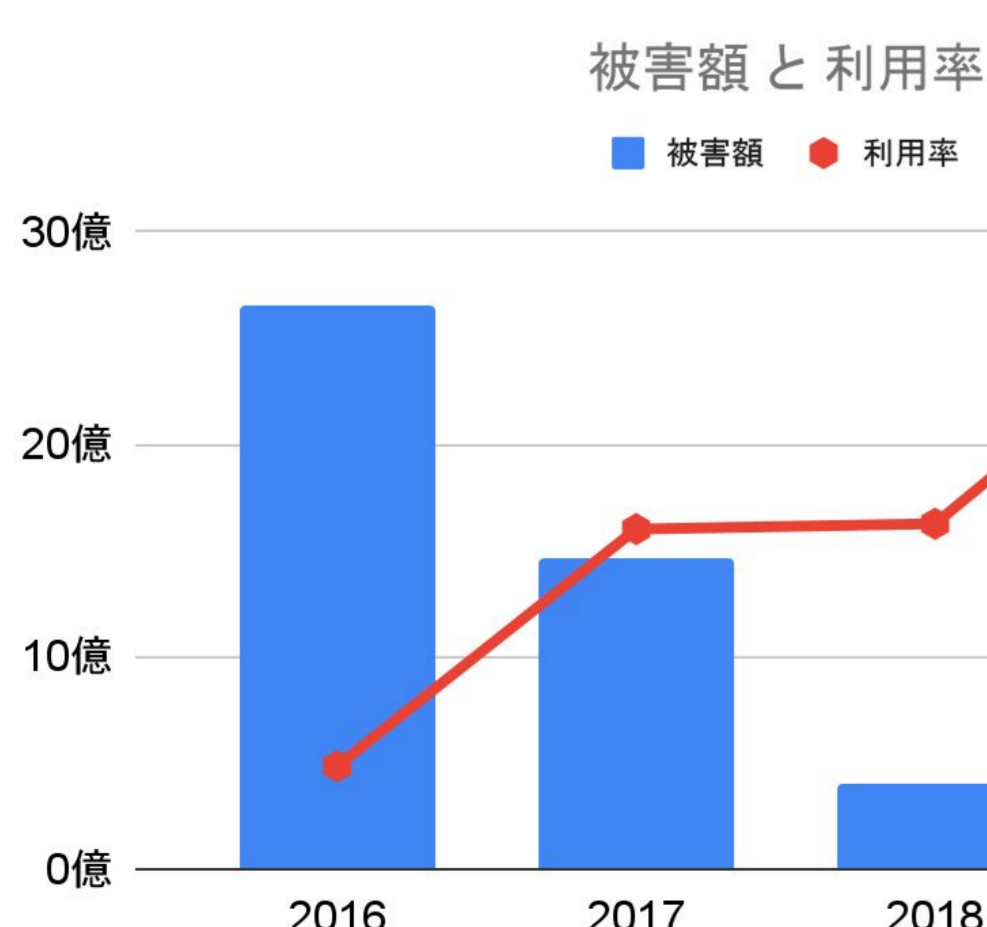
- ・パスワードを破るのに必要な試行回数の期待値  $E(k)$
- ・  $k$  回試行を行うことでパスワードが破られる確率  $P^k$
- ・  $i$  回の試行によって  $j$  回連続で認証が成功する確率  $P^i$

ワードの総数である。例えば、数字 8 桁のパスワードでは  $n=10^8$  となる。

この表とグラフは、ワンタイムパスワードを破るのに要した試行回数は固定パスワードの倍であり、ワンタイムパスワードの方が破られる確率が低いことを示している。

よって、ワンタイムパスワードは、従来の固定パスワードよりは安全性が高いと言える…①

### インターネットバンキングにおける不正送金

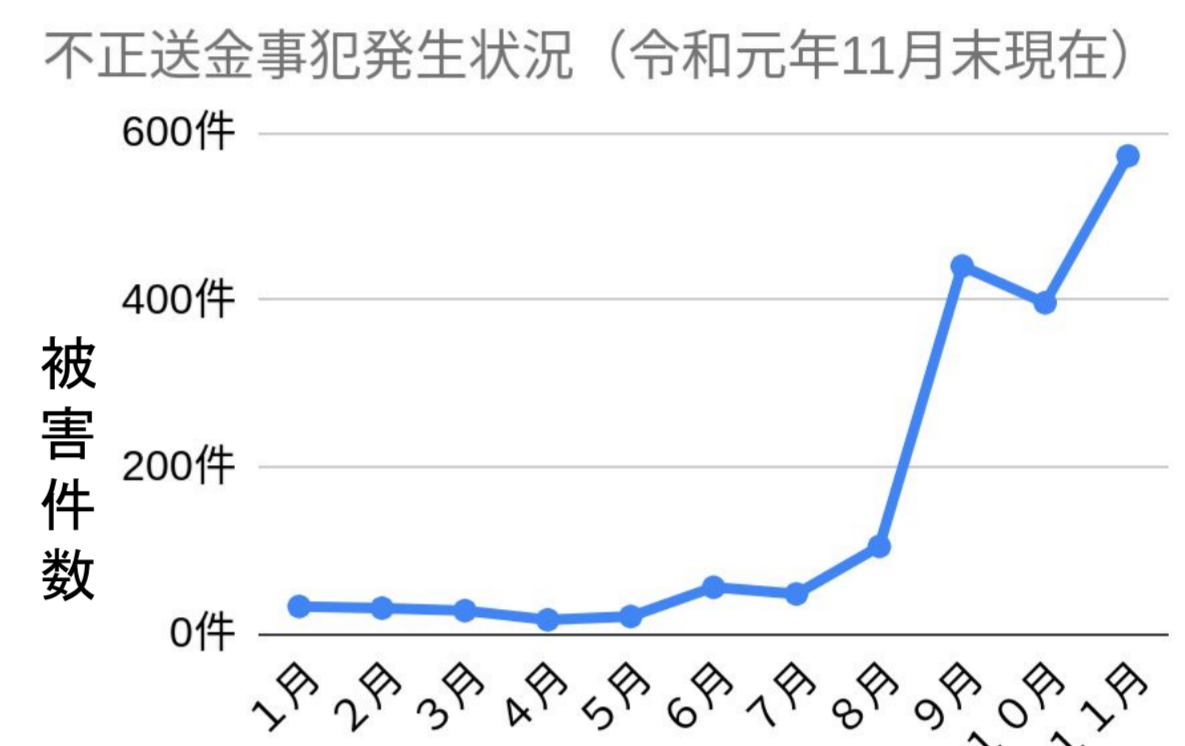
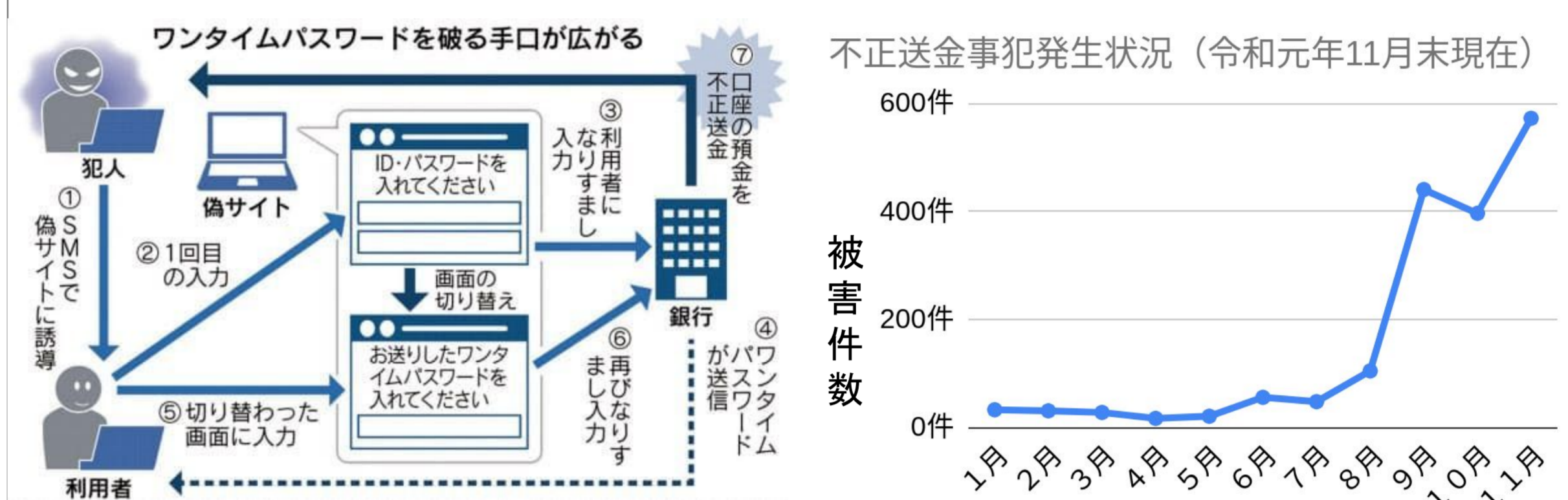


【グラフ1】

グラフより、  
 ・ワンタイムパスワードの利用率は増加している  
 ・被害額は2018年までは減少、2019年には急増している  
 ⇒ワンタイムパスワードの有効性と信頼性は低下している？

## 調査・研究(続き)

### 近年増加している手口『フィッシング詐欺』



【図2(2020/2/6 日本経済新聞)】 【グラフ2】

グラフ2は、2019年の主にフィッシング詐欺によるものと見られる不正送金事件の発生件数をまとめたグラフであり、一年のうちにも件数が急激に増加していることがわかる。

ここで、フィッシング詐欺において原因となるのは『被害者(ワンタイムパスワードを利用していた)が誤って偽サイトにログインしてしまったこと』であり、**ワンタイムパスワードは直接の原因とは言えない**(図2参照)。

①も合わせて考えると、ワンタイムパスワードの『有効性』は確かであると言える。

ただ、

- ・近年起きたインターネットバンキングにおける不正送金において、ワンタイムパスワードの普及とともに被害額も増加している(グラフ1参照)
- ・日本経済新聞というかなりの影響力と信頼性を誇る新聞社が「ワンタイムパスワードが破られた」と公言した

以上の2点より、ワンタイムパスワードに対する『信頼性』が低下していることは**ほぼ確実**である。

## 結論

従来のパスワード利用における問題点(例:パスワードを忘れる、第三者に予測されてしまう等)はワンタイムパスワードの利用で防げるが、その代わりにワンタイムパスワードによってできた心の余裕につけ込む犯罪手口(例:ワンタイムパスワードを盗むフィッシング詐欺)での被害が増加し、結果的にワンタイムパスワードの信頼性が低下してしまっている。

しかし、ワンタイムパスワード自体の安全性は高いため、利用者がネット上で正しい取り扱いをすることでワンタイムパスワードの有効性を最大限発揮することができる。

## 主な参考文献・調査等

- 「タイムパスワードを用いた安全なログインシステムの開発メール送信」(梅田 知宏,平野 学 情報科学技術フォーラム一般講演論文集 2007) [ieice.org/publications/conference-FIT-DVDs/FIT2007/pdf/L/L\\_055.pdf](http://ieice.org/publications/conference-FIT-DVDs/FIT2007/pdf/L/L_055.pdf)
- 「警察庁サイバー犯罪対策プロジェクト 統計」(警察庁) 2016-2019) [npa.go.jp/cyber/statics/index.html](http://npa.go.jp/cyber/statics/index.html)
- 「ネットバンキング被害4倍に ワンタイムパス破る」 <https://www.nikkei.com/article/DGXMZO55313840W0A200C2MM0000/>

# 破られにくい認証の3要素の組み合わせ

1学年・7組・12班 名前 養田沙矢、前嶋香奈、田村彩乃、砂長美希、小澤優

## 研究の目的と意義

目的:破られにくいパスワードを見つけること。

意義:日常的に使うパソコンやスマートフォンなどの電子機器のセキュリティを高めることで、個々のプライバシーを守ることができる。

## 研究の概略・調査方法

①パスワードの種類調査

どのパスワードが最もセキュリティーが強いのか?

②二要素認証についての調査

「認証の三要素」

「認証の三要素」でどの組み合わせが一番破られにくいのか?

③認証の三要素の例をそれぞれ調査

④資料を元に破られにくさを図表化&点数付け

⑤認証の三要素の中で点数が高いものを絞り、その中から破られにくい認証の三要素の組み合わせを導き出す

## 調査・研究

### 【二要素認証】

認証の三要素のうち2つの要素を用いてユーザーを認証する仕組み

### 【認証の三要素】

認証には、知識要素・所有要素・生体要素の3つの種類があり、それらを認証の三要素という。

### 【認証の要素のそれぞれの特性】

①安全性、②認証にかかる時間、③管理のしやすさ

#### ID・パスワード

①コードの桁数や組み合わせによっては長い解析時間がかかる

②打ち込むのに少し時間がかかる

③安全性のために長ければ長いほどいいが、覚えることが難しい

#### PIN番号

①別の端末から盗んだコードを使用できない

②パスワードに比べて桁数が少なく時間がかからない

③桁数が少ないため覚えやすい

#### 秘密の質問

①よくある答えを繰り返し入力することができてしまう

②質問に答えるのに時間がかかる

③自分の好きなものやペットの名前などは忘れる心配がない

#### マトリクス認証

①キー操作を見られるリスクが少なく文字列が毎回変わる

②入力する要素が少ないため認証が早い

③数字を覚える必要がない

#### ICカード

①外部からの不正にアクセス、読み出し、改ざんが非常に困難

②時短で利用できる

③持ち運びしやすいが熱、磁界、直射日光などを避ける必要あり

#### SMS認証

①電話番号で認証を行うので安全性は高い

②SMSを送り合うため、認証までに時間がかかるが長い

③常備することが多い携帯電話が認証機器となるため管理しやすい

#### 暗号表認証

①事前に配布されたランダムな英数字からなる暗号表を入力するため解読は非常に困難で安全性は高い

②認英数字を入力するだけなのであまりかからない

③配布された暗号表を覚えておく必要がある

#### 指紋認証

①写真などから複製し生体認証を不正に解除することは可能

②携帯に当ててすぐに認証するため時間はあまりかからない

③自分が持っているもののため管理に困ることはない

## 顔認証

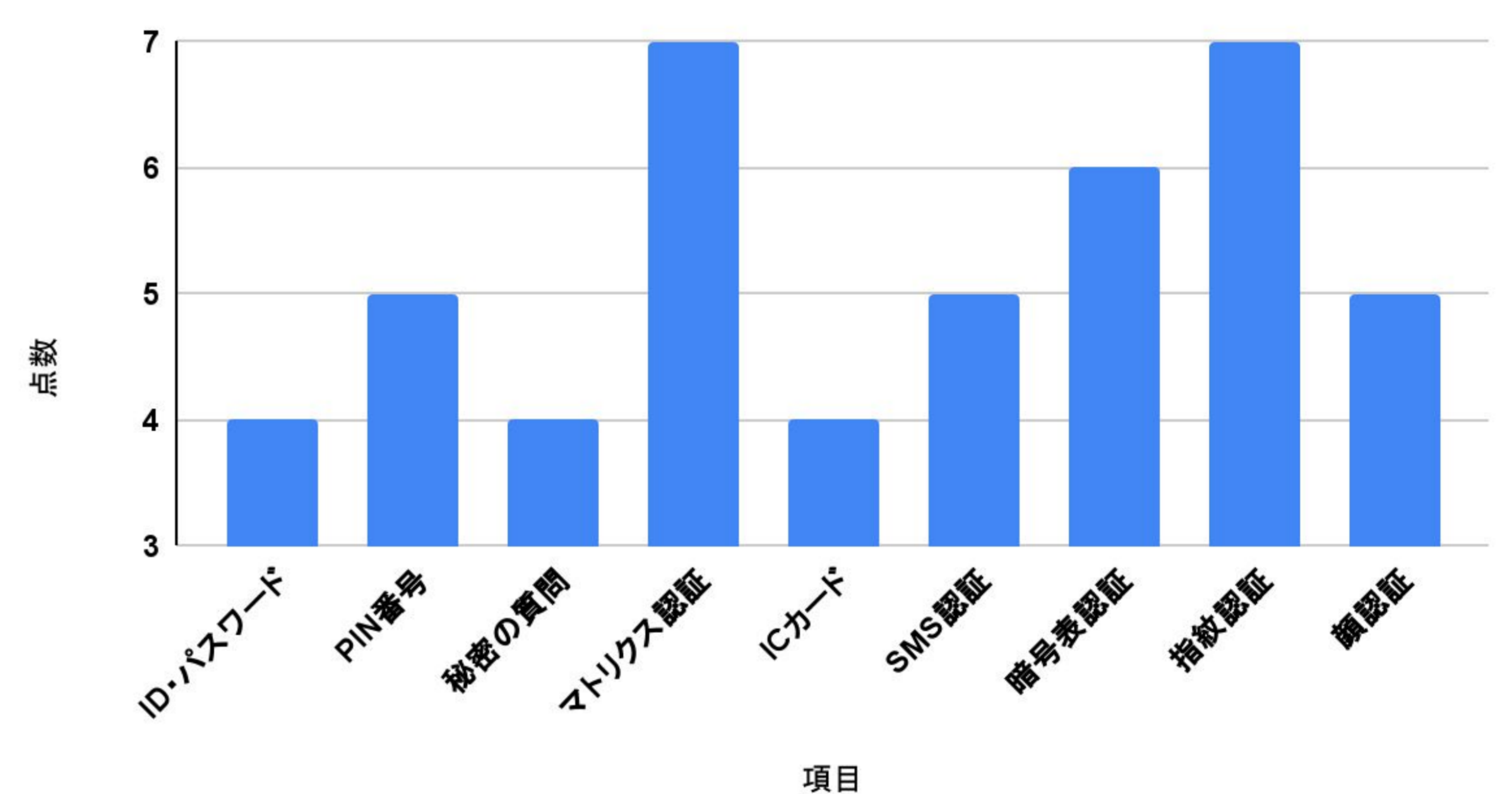
①なりすましが困難である

②すぐに認証するので時間はあまりかからない

③自分が持っているものなので、管理に困ることはない

	安全性	認証にかかる時間	管理のしやすさ	ポイント
ID・パスワード	○	△	×	4
PIN番号	△	○	○	5
秘密の質問	△	△	○	4
マトリクス認証	○	○	○	7
ICカード	△	○	△	4
SMS認証	○	×	○	5
暗号表認証	○	○	△	6
指紋認証	○	○	○	7
顔認証	△	○	○	5

認証の三要素の破られにくさ



## 結論

最も破られにくい認証の要素は...

知識要素:「マトリクス認証」

・文字列を覚える必要がない。

・文字列を忘れて盗まれたりするリスクがない。

所持要素:「SMS認証」

・なりすましや重複が不可能なため安全性が高い

「暗号表認証」

・ランダムな英数字の暗号化により複雑に管理

生体要素:「指紋認証」

・複製が難しい。

・瞬時に認証できる。

→日常生活での使いやすさや効果の良さを考慮すると

「マトリクス認証」と「指紋認証」

が最も破られにくい組み合わせ

## 主な参考文献・調査等

mobile.line.me、nttdata.com、ipa独立行政法人情報処理推進機構、Panasonic、atmarket.itmedia.co.jp、ir-trend.jp、<https://www.cuenote.jp>