

物理  
びゅんびゅんごまにおけるねじれの力に関する研究

群馬県立前橋女子高等学校 科学部  
3年有馬瑠那 3年遠藤七海

1. 背景と研究の目的

本校科学部では、文化祭や各種発表会においてびゅんびゅんごまを用いて、小学生との交流を図っていた。そこで、びゅんびゅんごま(以下、こまとする)の回転原理について調べてみようと思った。

2. 実験 I

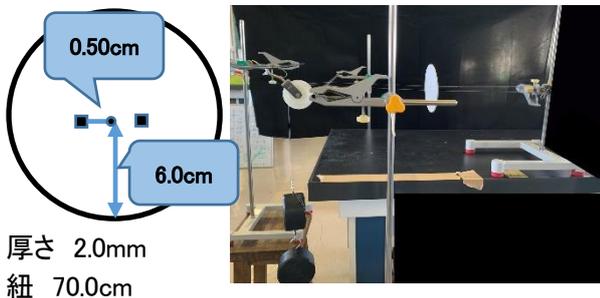
①仮説

紐が回転方向に加える力によって、こまが回ると仮説を立てた。本数が増えても、一本の力は弱まるため、回転数は変わらないと考えた。

②方法

紐の本数を2本、4本、8本と変える。中心から紐を通す穴への距離を0.50cmにし、こまを作成する。12回ねじったこまに1kgの重りで力を加える。その回転数を算出する。

図1[こま] 写真1[実験装置]



・おもり 1kg、紐 テグス  
こまの片側を柱に固定し、もう片側に1kgのおもりをつける。このとき、ねじれの幅を固定するために滑車の手前に棒を入れておく。  
こまを12回転させ、回転数を算出する。

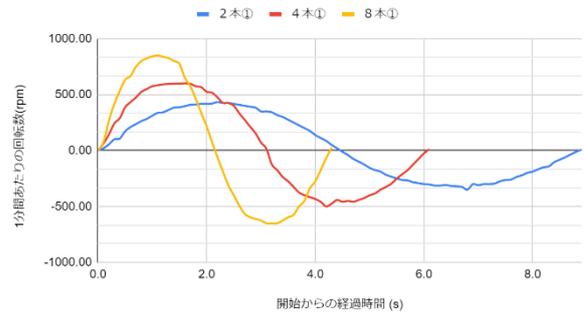
③結果

図2 回転数の最大値の平均値 (n=4)



回転数の最大値の平均値は、図2のようになった。また、一元配置分散分析によって、それぞれの回転数の最大値には、有意差が認められた。回転数の変化は図3のようになった。

図3 【実験 I】1周期における回転数の変化



④考察

回転数の最大値の平均値は、紐の本数が多いほど大きくなった。よって、張力の大きさではなく、ねじれが解けようとする力(以下、ねじれの力とする)で、回転していると考えられる。

また、誤差が小さくなったのは、人為的要因を可能な限り排除した装置であったためだと考えられる。起こった誤差については、手の離し方だと考えられる。

3. 実験 II

①仮説

実験 I の結果は紐のねじれの力によるものだとことを示すため、厚紙は外し、変える条件は実験 I と同様、紐の本数とする。

②準備するもの

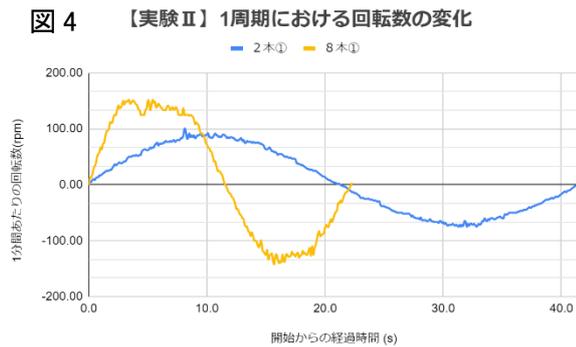
[実験装置] 写真2 →

- ・おもり 1kg
  - ・柱 ・棒
  - ・スタンド ・こま
- 紐の状態を再現するために、スタンドの上部にこまを固定し、垂らした糸におもりをつける。前回の実験と同様に測定し、回転数を算出する。



### ③結果

回転数の変化は図4のようになった。



### ④考察

図3と図4を比較すると、グラフの形状が非常に近くなった。このことから、回転数の変化は紐のねじれの力に依存しているとわかる。

周期に注目すると、2本の周期は8本の周期の2倍になった。

## 4. 実験Ⅲ

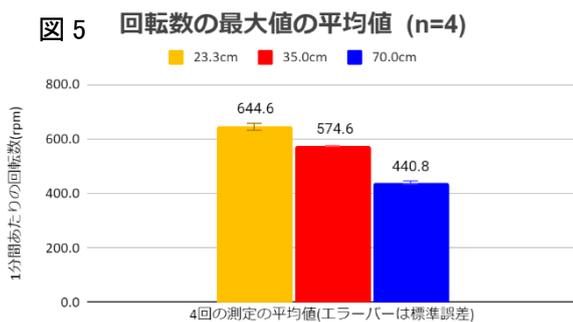
### ①仮説

ねじれの力を変化させる要因を調べるために紐の長さに着目して実験を行った。紐の長さが短くなるほど、回転数が大きくなると仮説を立てた。

### ②方法

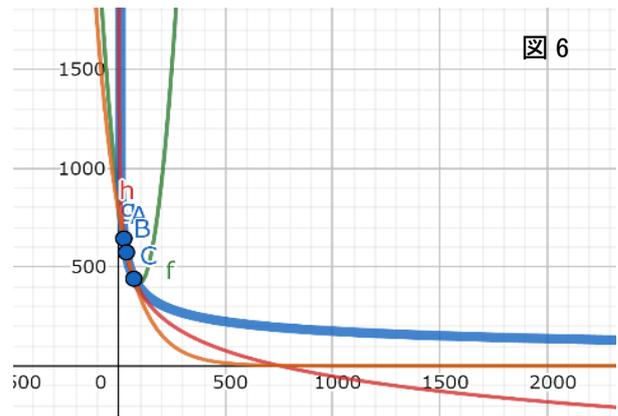
紐の長さを23.3cm、35.0cm、70.0cmと変え、こまを作成する。実験Ⅰと同様の実験装置を用いる。

### ③結果



回転数の最大値の平均値は図5のようになった。一元配置分散分析によって、それぞれの回転数の最大値には、有意差が認められた。

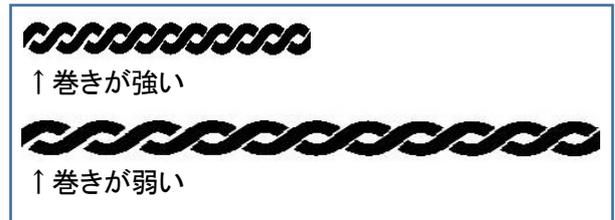
得られたデータに二次曲線を当てはめると図6のようないくつかの曲線が考えられる。



x軸は紐の長さ(cm)、y軸は回転数の最大値の平均値(rpm)

### ④考察

紐の長さを短くすると、回転数は大きくなった。これは、ねじれの巻きが強くなったことで、ねじれの力が大きくなったからだと考えられる。



結果のうち、紐の長さや回転数はどちらも常に0以上なので、太線の曲線になると考えた。

紐の長さや回転数の最大値は数式化できる可能性があるが、実験が不十分である。

## 5. まとめと今後の展望

こまを回転させているのは、ねじれの力だということが分かった。今後はねじれの力についての詳しい研究を行ってみたい。

## 6. 参考文献

・M. Saad Bhamla “Paperfuge: An ultra-low cost, hand-powered centrifuge inspired by the mechanics of a whirlingig toy” 2016

# 3種類の十二角柱における座屈による強度の比較

群馬県立前橋女子高校

## 要旨

紙で作成した3種類の十二角柱(正十二角柱、六角星柱、十字柱)を圧縮したとき、十字柱の強度が最も大きいとわかった。これは角柱によって座屈による変形の仕方が異なるからであり、十字柱は座屈荷重が大きい、つまり断面二次モーメントの値が大きいとわかった。さらに3Dプリンターで作成したポリ乳酸製の角柱でも同様の実験を行い、同じ結果が示された。

## 1. 序論

角柱の強度は角の数が多いほど強くなる

ex) 正三角柱 < 正四角柱 < 正六角柱 < 円柱

角の数と同じ角柱において、底面の形状を変えた時に『強度』に差があるのか？

『強度』=『角柱が破壊されたときの質量』と定義

### <仮説>

角の数と周囲の長さが同じ中空の角柱を用いれば、強度は底面の形状によって変わらない

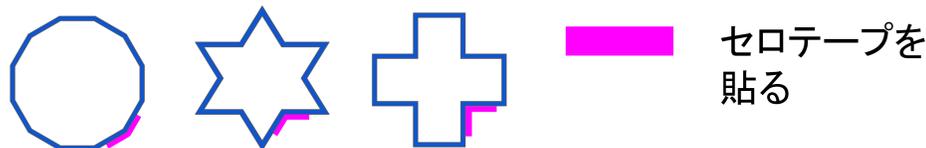
角柱の耐力は『応力度 × 力が加わる面積 = 耐力』で表され、耐力を強度とみなした

## 2. 実験

### 【実験Ⅰ】

#### <試料>

すべての角柱を厚紙で周囲180.0mm×高さ82.5mm×厚さ0.2mmに作成

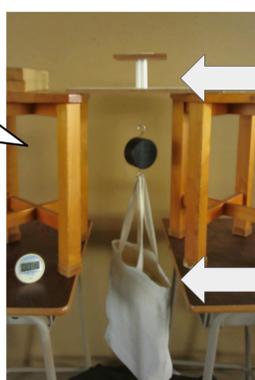


3種類の十二角柱の底面形状

#### <測定装置>

- 2枚の板を用意し、その間に角柱を挟む
- 角柱と板の中心に糸を通しその下におもりを吊るす

角柱の重心を圧縮



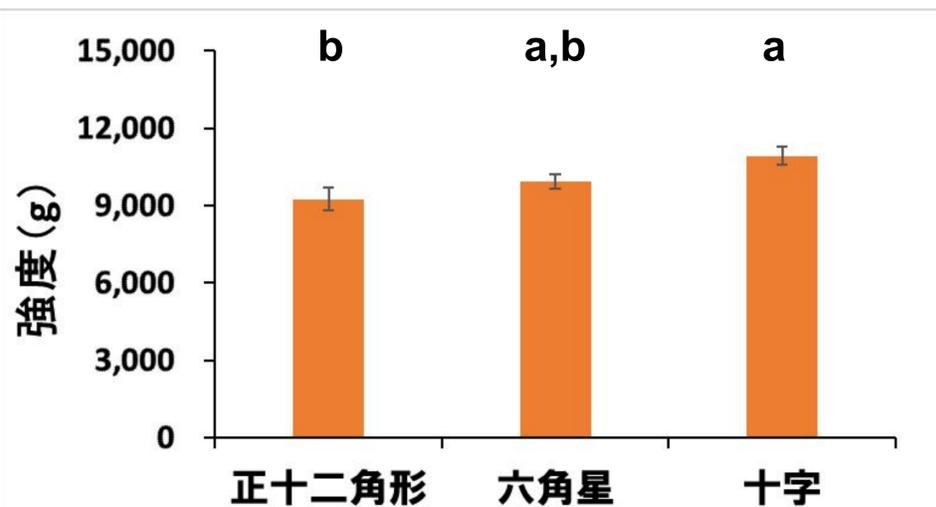
角柱

バッグ  
(中におもり)

### <測定方法>

- 測定装置に7500gのおもりを吊るす
- 約30秒ごとに500gずつおもりを追加していく
- 角柱が破壊されたときのおもりの質量を測定する

### <結果>



※同じ英文字間ではTukey(5%)で有意差がない (n=6)

### <考察>

- 仮説は否定され、十字柱が最も強くなり、これは前述した仮説で用いた式に矛盾する。
- その要因として①紙の素材 ②セロテープの貼付位置 ③実験装置 ④潰れ方の視点で考察した。そこで実験Ⅰのすべての角柱で破壊される際に、側面が急激に折れる現象(座屈)が見られたことから、④潰れ方に着目し、新たな仮説を立てた。

## 3. 新たな仮説

オイラーの座屈荷重の公式

$$P_{cr} = C \frac{\pi^2 E I_{\min}}{l^2} = \frac{4\pi^2 E I_{\min}}{l^2}$$

$P_{cr}$  : 座屈荷重  
 $C$  : 端末係数  
 $E$  : ヤング率  
 $l$  : 高さ  
 $I_{\min}$  : 最小断面二次モーメント

上記の式から  $l$ :角柱の高さと  $I_{\min}$ : 底面の形状によって定める値である最小断面二次モーメントに着目して【実験Ⅱ】【実験Ⅲ】を行った

## 【実験Ⅱ】

座屈荷重の公式の角柱の**高さ**に着目して実験を行う  
実験Ⅰのデータに加えて高さが低い角柱で実験を行う

### ＜仮説＞

高さが低くなるほど座屈が起こりにくくなり、高さが低いほど強度が強くなる

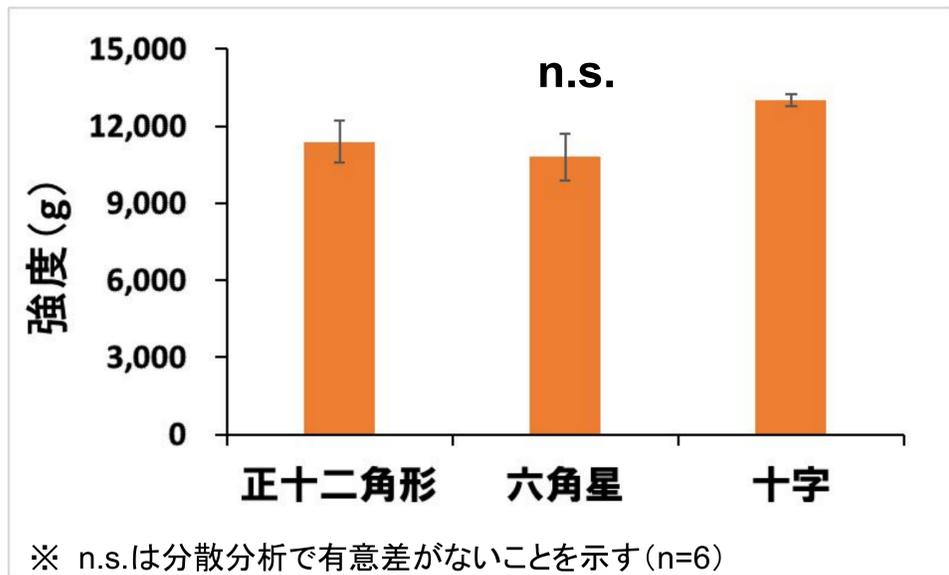
### ＜試料＞

角柱は**厚紙**で周囲180.0mm×**高さ10.0mm**×厚さ0.2mmに作成

### ＜測定方法＞

1. 測定装置に7500gのおもりを吊るす
2. 約30秒ごとに500gずつおもりを追加していく
3. 角柱が破壊されたときのおもりの質量を測定する

### ＜結果＞



### ＜考察＞

- ・実験ⅠとⅡの結果より**高さが低くなると座屈がはたらくにくくなり強度が強くなった。**
- ・実験ⅠとⅡのデータ数は同じであるが、データ数が少ないため実験Ⅱの結果は正確なものとは言えない。

## 【実験Ⅲ】

座屈荷重の公式の角柱の**最小断面二次モーメント**に着目して実験を行う

より正確な底面の形状を作るために3Dプリンターで角柱を作成した

### ＜仮説＞

底面の形状によって座屈により強度が変わる

### ＜試料＞

全ての角柱は3Dプリンターを用いて**ポリ乳酸**で周囲120.0mm×高さ82.5mm×厚さ0.5mmに作成

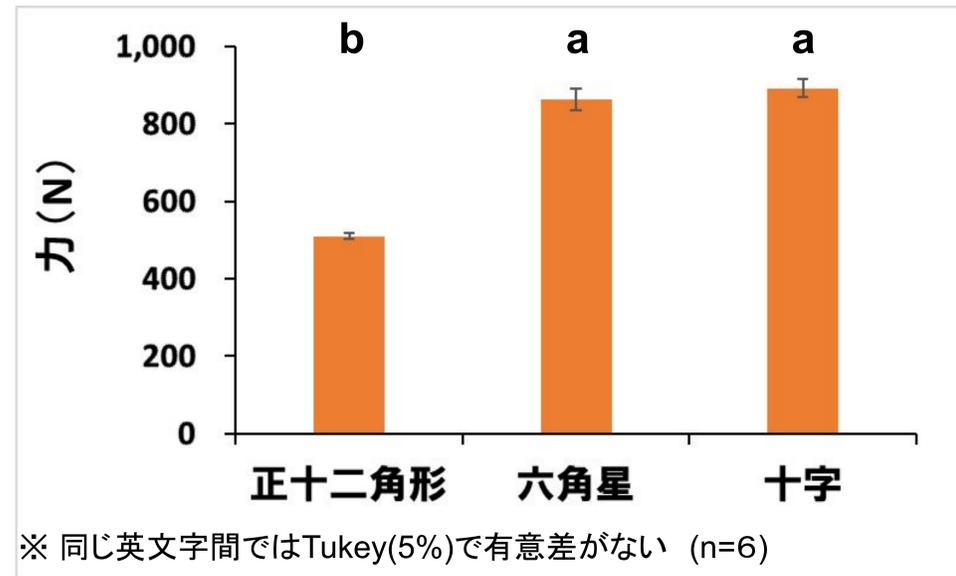
### ＜測定方法＞

1. 右図の測定装置に角柱を置く
2. 0.015~0.018mm/秒で圧縮する
3. 角柱が破壊されたときの力を測定する

『株式会社島津製作所  
万能圧縮試験機』



### ＜結果＞



### ＜考察＞

- ・すべての角柱には圧縮方向と垂直に**亀裂**が生じ、角柱は潰れた。この亀裂は座屈によるたわみによって生み出されたものと考えられる。
- よって、ポリ乳酸でも底面の形状によって座屈により**強度は変わり、十字柱が最も強くなった。**

## 4. 結論

十二角柱において、

**底面の形状を変えた時に強度は変わる！！**

⇒ **座屈による変形の違い** の可能性が高い

### ＜展望＞

- ・角柱の側面を抑えて実験を行うことで、座屈の起こる方向を調べたい

### ＜实用想定例＞

- ・十字型の建物や、お菓子の仕切りを十字にする
- ・災害時の簡易ベッド・椅子の足に十字柱を使用する

**強度が強い柱** **災害に強い柱**

## 5. 参考文献

山口梅太郎, 西松裕一: 岩石力学入門[第3版], 東京大学出版会(1991).

### 3 種類の 12 角柱の強度比較

群馬県立前橋女子高校 3 年

押本 和佳子

#### 1. 要旨

厚紙（マークシート）で作成した 3 種類の 12 角柱（正十二角柱，六角星柱，十字柱）を圧縮してその強度を測定した。用いた角柱はすべて中空であり，底面の周囲の長さは同じである。角柱を圧縮した結果，十字柱の強度が最も大きくなった。これは角柱による座屈による変形の仕方が異なるからであり，十字柱は座屈荷重が大きい，つまり断面二次モーメントが大きいと分かった。さらに 3D プリンターで作成したポリ乳酸製の角柱でも同様の実験を行い，同様の結果が示された。

#### 2. 研究目的

一般に力が加わる面積が同じ角柱において圧縮強度を測定すると，角の数が少なくなるほど，強度は小さくなることが知られている<sup>1)</sup>。山口らが石材で底面積の等しい正三角柱，正四角柱，正六角柱，円柱の圧縮強度を測定したところ，圧縮強度が小さい方から順に正三角柱，正四角柱，正六角柱，円柱となった。

最近災害時などで段ボールを組み合わせて土台にした簡易ベッドを見かけるようになった。このように木材や石材ではなく中空の角柱でも十分な耐荷重をもっている例がある。しかし，中空の角柱の圧縮強度についての研究は見当たらなかった。そこで，周囲の長さを同じにすることで力の加わる面積を同じにし，かつ角の数が同じ中空の角柱ならば，圧縮強度は変わらないと予測し本研究で調べることにした。具体的には 12 角形で異なる底面形状をもつ 3 種類の角柱，正十二角柱，六角星柱，十字柱の強度を測定した。中空の角柱における圧縮強度を調べることは，先述した簡易ベッドなどの家具にお

いて軽くて丈夫な物作りなどの分野に活かされると思われる。

### 3. 実験 I

#### (1) 目的

マークシートで作成した底面形状が異なる 3 種類の角柱，正十二角柱，六角星柱，十字柱において強度を測定し比較する。

#### (2) 試料

図 1 に使用した試料を示す。学校で使用しているマークシート（株式会社データビジネスサプライ，厚さ 0.2mm）を使用した。使用した理由は，コピー用紙より丈夫で安価，また手に入りやすい素材であったからである。マークシートを 180.0mm×82.5mm の長方形に切り取った。それを高さ 82.5mm の正十二角柱，六角星柱，十字柱になるように折り，マークシートの端をセロテープで留めた。セロテープの貼付位置は角の谷側とした。

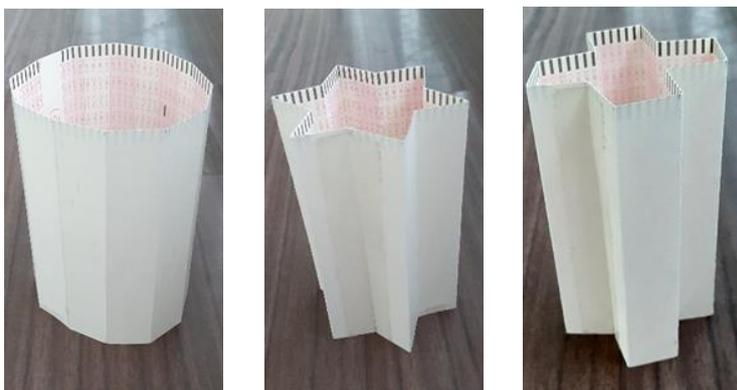


図 1.  
左より正十二角柱，六角星柱，十字柱（周囲 180.0mm, 高さ 82.5mm）

#### (3) 測定方法

##### (i) 測定装置

図 2 に示すように 2 枚の同じ材質のベニヤ板の間に角柱をはさみ，釣り糸を角柱と板の重心を通るように上から垂らし，その下におもりを吊るし荷重をかけることで強度を測定した。おもりに水を入れたペットボトル，ゴム製のおもり，分銅，ダンベルを用いた。板を用いて下へ引っ張って荷重をかけた理由は，角柱の重心に荷重をかけること，および糸やバッグを用いることでおもりを追加するときの揺れを少なくしたかったからである。



図 2.  
測定装置  
図の上部中央で角柱がベニヤ板に挟まれている

### (ii) 測定方法

測定装置を用意し、おもりを 30 秒ごとに 300g ずつ追加していき、角柱が破壊されたときのおもりの質量を測定した。そして、そのおもりの質量を強度とみなした。データの処理については Tukey を用いた。

### (4) 結果

実験 I の結果を図 3 に示す。十字柱の強度が正十二角柱のそれよりも大きいことが分かる。また角柱が破壊される過程に注目すると、全ての角柱は、徐々に側面が少し歪み、急に側面の上部から中部が折れることで潰れた（図 4 参照）。

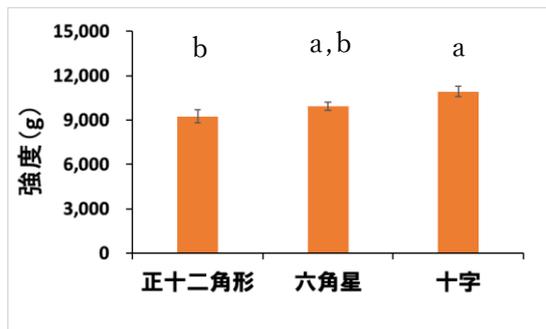


図 3.  
3 種類の底面形状の異なる角柱の強度（周囲 180.0mm 高さ 82.5mm）  
（n=6）

※同じ英文字間では Tukey(5%)で有意差がないことを示す。



図 4.  
破壊された正十二角柱  
(周囲 180.0mm, 高さ 82.5mm)

### (5) 考察

底面形状の違いによって強度に差がみられた理由を考察するために、圧縮強度と面積の関係を示す『応力度×面積＝耐力』の式<sup>2)3)</sup>を実験Ⅰの結果に当てはめてみる。式中の「応力度」は、本実験では加える力が非常に小さいため定数とみなせる。「面積」とは力が加わっている面積のことなので、底面積の同じ試料を用いれば理論的には耐力は一定となる。ここで、耐力とは強度とみなすことができるので、理論的には面積が同じなら強度に差が生じないはずである。しかし、実験Ⅰの結果では面積が同じであるにも関わらず底面形状の違いによって強度に差が生じた。この要因として、試料の精密さや測定装置の妥当性、測定方法の画一性などにおいて不適なものがある可能性が考えられた。また、すべての角柱が破壊される過程において、徐々に側面が少し歪み急に側面の上部から中部が折れるように潰れる座屈が観察された。そこで、本研究ではこの座屈という現象に着目し、実験Ⅰの結果で強度に差が生じたのは角柱の底面形状によって座屈の起こり方が異なったからであると考えた。

オイラーの座屈荷重の公式<sup>2)3)</sup>

$$P_{cr} = \frac{EI_{min}}{l^2} \quad (イ)$$

( $P_{cr}$ : 座屈荷重,  $E$ : ヤング率,  $I_{min}$ : 最小断面二次モーメント,  $l$ : 部材の高さ)

式(イ)を実験Ⅰの結果に当てはめてみる。式(イ)のヤング率は素材によって決まる定数より、高さ $l$ と最小断面二次モーメント $I_{min}$ が座屈荷重すなわち強度に影響することがわかる。最小断面二次モーメントは底面形状に相当する

値であることより、底面形状が同じ角柱で高さを変える、すなわち高さを小さくすると強度が大きくなると考えられる。そこで実験Ⅱでは同じ底面形状の角柱について、角柱の高さを変えて強度を測定した。

#### 4. 実験Ⅱ

##### (1) 目的

異なる底面形状の角柱における強度の差の要因が座屈の起こり方の違いによることを確かめるために、同じ底面形状の角柱について角柱の高さを変えて強度を測定し比較する。

##### (2) 試料

図 5 に使用した試料を示す。実験Ⅰと同様のマークシートを 180.0mm×10.0mm の長方形に切り取った。それを高さ 10.0mm の正十二角柱，六角星柱，十字柱になるように折った。但し，六角星柱と十字柱についてはセロテープの貼付位置をすべて角の谷側にした。



図 5.  
左より正十二角柱，六角星柱，十字柱（周囲 180.0mm, 高さ 10.0mm）

##### (3) 測定方法

実験Ⅰと同様の方法で各角柱が破壊されたときの重りの質量を測定した。そして、そのおもりの質量を強度とみなした。データの処理については T 検定を用いた。

##### (4) 結果

実験Ⅰと実験Ⅱの結果を比べる。同じ底面形状で高さの異なる(82.5mm(左側), 10.0mm(右側))角柱 3 種類の強度を比較した結果を図 6 に示す。同図より同じ底面形状の角柱では 3 種類の形状すべてで高さが低い方(10.0mm)の

角柱の強度が大きかった。また、破壊される過程に着目するとすべての角柱は、徐々に側面が少し歪み、急に側面の上部から中部が折れることで角柱が潰れた。

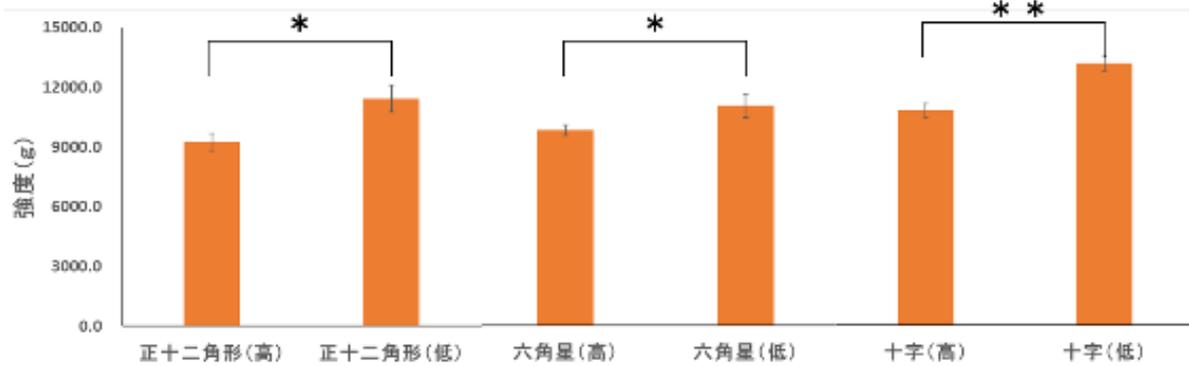


図 6.

同じ底面形状の高さ 82.5mm と 10.0mm の強度 (周囲 180.0mm) (n=6)

※ \* :  $p < 0.05$    \* \* :  $p < 0.01$

## (5) 考察

図 6 より 3 種類の形状すべてで低い方の角柱の強度が大きくなった。この結果は式 (イ), すなわち  $l$  が小さくなると  $P_{cr}$  が大きくなる, に当てはまり本研究において角柱の強度は座屈の影響が大きいと考えられる。したがって, 実験 I における形状の違いによる強度の差は, 角柱による座屈の起こり方の違いが要因と考えられ, 式 (イ) より強度は  $I_{min}$ , すなわち底面形状の違いによって差が生じたものと考えられる。

## 5. 実験 III

### (1) 目的

式 (イ) より  $I_{min}$  に着目し, マークシートを使用した手作業による角柱の底面形状と比べ, より正確な底面形状を 3D プリンターで作製し, 底面形状が異なる 3 種類の角柱において強度を測定し比較する。

### (2) 試料

図 7 に使用した試料を示す。3D プリンター (XYZ プリンティングジャパ

ン株式会社『da Vinci 1.0 Pro』でポリ乳酸（PLA）製の高さ 82.5mm，周囲は 120.0mm，厚さ 0.5mm の正十二角柱，六角星柱，十字柱を作製した。

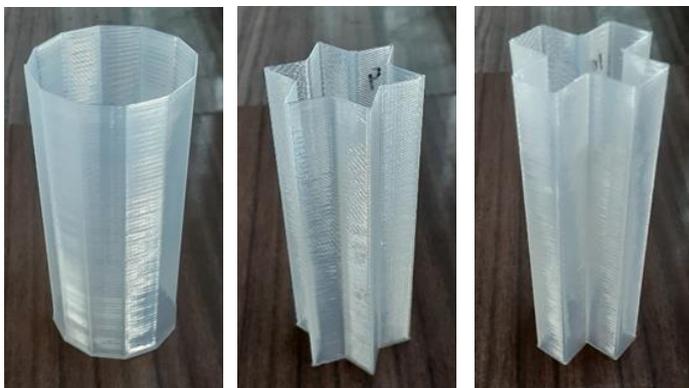


図 7.  
左より正十二角柱，六角星柱，十字柱(周囲 120.0mm，高さ 82.5mm)

### (3) 測定方法

PLA 製の正十二角柱，六角星柱，十字柱を油式万能圧縮機（株式会社島津）で 0.015~0.018mm/秒で圧縮した。実験 I，II と測定装置が異なるのは角柱の素材を変えたことにより大きな力が必要になったからである。加圧値の最高値を強度として測定した。データの処理については Tukey を用いた。

### (4) 結果

図 8 より，六角星柱と十字柱の強度が正十二角柱のそれより大きくなった。六角星柱と十字柱の強度については，有意差がなく同程度だった。

また，角柱が破壊される過程に注目すると，破壊後のすべて角柱には図 9 に示すように圧縮方向に対して垂直方向に亀裂が生じていた。

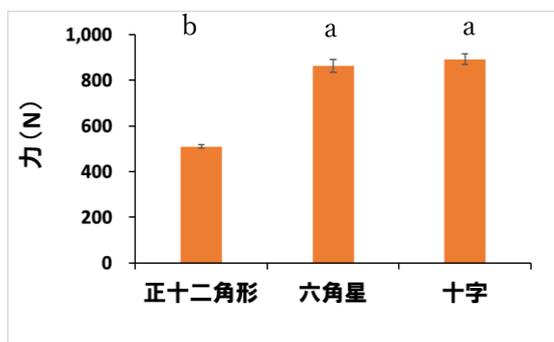


図 8.  
3 種類の底面形状の異なる角柱の強度(周囲 120.0mm 高さ 82.5mm) (n=6)  
※同じ英文字間では Tukey(5%)で有意差がないことを示す。



図 9.  
破壊された正十二角柱，十字柱（周囲  
120.0mm，高さ 82.5mm）

### （5）考察

正確な底面形状を作成できる PLA 製の角柱においてもマークシート製の場合と同様に底面形状の違いによる強度の差がみられた。よって力の加わる面積は同じで底面形状が異なる角柱においてその強度は紙や PLA という素材によらず，底面形状によって異なると考えられる。

また図 9 より，破壊されたすべての角柱に圧縮方向に対して垂直方向に生じた亀裂の原因として，3D プリンターでの角柱の作成は細かい糸状に押し出された PLA が一段ずつ底面の形に積み上げられていくため，一段一段に若干の隙間が生まれているからと考えることができる。そのため，座屈の定義である試料中部でのたわみが起こったときに試料が外にはみ出る力に耐えきれずに亀裂が生じたと考えられる。

## 6. 結論

力の加わる面積および角の数が同じで底面形状が異なる 12 角柱では，その強度に差が生じた。その要因として式（イ）より， $I_{min}$ の値が形によって異なることより，底面形状の違いにより  $P_{cr}$ の値に差が生じたと考えられた。

試料のたわみは圧縮方向に対して垂直方向に起こったことから座屈の起こる方向が強度に影響している可能性も考えられる。

## 7.参考文献

- 1) 山口梅太郎，西松裕一郎．岩石力学入門 [第 3 版]．東京大学出版会．1991.
- 2) 寺本隆幸，長江拓也．建築構造の力学 I 第 2 版 静定力学編．森北出版．

2021.

3) 島津孝之編集. 鋼構造[第2版]. 森北出版. 2003.

## 8. 謝辞

本研究を行うにあたり，前橋工科大学の北野敦則教授，群馬県立高崎工業高校の福島正樹先生には実験に際して丁寧なご指導とご協力をいただきました。また，指導教員の大島先生，岩佐先生には，実験計画から論文作成の長きに渡って丁寧かつ熱心なご指導を賜りました。土屋先生には，論文作成において数々のご助言を賜りました。この場をお借りし，心より感謝申し上げます。

# 糸の癖は弾くことによって直るのか

群馬県立前橋女子高校 2年 阿部妃葉

## 要旨

「糸の癖を直すためには糸を指で弾くと良い」という通説を糸を弾く場合と引張る場合で実験を行い検証した。糸を引張る方が糸の癖が直りやすいと考えられたが、糸が伸びてしまうことがあるので、引張る方が良いとは言い切れない。

## 序論

### (1)目的

「糸の癖を直すためには糸を引張り指で弾くと良い」という通説がある。糸に関する研究は数多あるが、糸の癖に焦点を当てた研究は少ない。より簡単に糸の癖を直すことができれば、服にアイロンをかける時間や電気の節約につながると考えた。そこで、糸の癖は弾くことによって直るのかというテーマを設定し、弾く場合と引張る場合で糸の癖の直りについて研究することにした。

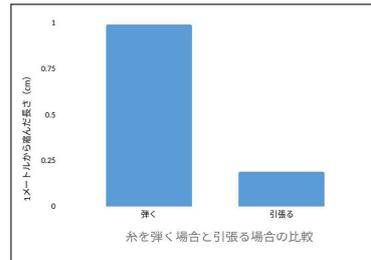
### (2)定義

「糸の癖の直りやすさ」に関しては、糸の端から端までの直線距離を測り、元の糸の長さにより近い値を「癖が直っている」と定義した。

### (3)仮説

糸についての癖は、ただ引張るよりも引張って弾くことで直りやすくなる。

## 実験結果



値	弾く	引張る
最大値	1.8	0.8
第3四分位数	1.2	0.7
中央値	0.9	0.3
第1四分位数	0.8	-0.5
最小値	0.6	-1.0
平均値	0.99	0.19
四分位範囲	0.4	1.2

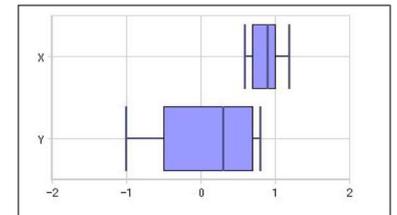
↑詳しいデータ

棒グラフ(標準誤差含む)

→引張る方が糸の癖を直しやすくと読み取れるが、標準誤差が大きい

箱ひげ図

→引張る場合(Y)のデータのばらつきが大きい



※X→弾く場合  
Y→引張る場合

## 実験方法

用意したもの

- ・綿100%の糸1メートル
- ・ペン
- ・300グラムのおもり
- ・鉄製スタンド
- ・40×55×4[mm]の板
- ・テープ



[図1]

①用意した糸の一端をテープで板に固定し、もう一端を手で軽く持ちながら板を回し、板に糸を巻いて、糸に均一に癖がつくようにする。⇒図1

②①を40分放置し、糸に癖をつける。

③板から糸をとり、鉄製スタンドに吊るす。(計測1) ⇒図2



[図2]

④-1

糸の両端をそれぞれ鉄製スタンドにつけ、糸の真上からペンを落とし、糸に振動を与える。

⑤-1片方の糸を外し、③と同じ状態にする。(計測2)

④-2

糸の片方の端を固定し、もう片方におもりをつけ、秒間手を離す。⇒図3

⑤-2

おもりを外し、③と同じ状態にする。



[図3]

## 考察1

実験結果より引張る方が糸の癖が直りやすい。

しかし、引張る場合では、四分位範囲が大きくデータにばらつきがあることから、安定して糸の癖を直すのは難しいと考えられる。

一方で、引張る場合では、データにばらつきが少なく、安定して癖をとることが可能であると思われる。つまり、弾く回数を増やせば、元の糸の長さにより近づけることができると思う。

## 先行研究について

「糸の衝撃引張りに関する理論」より

糸の伸びには部分的差異がある。

糸の長さが大きくなるほど、その差異は小さくなる。

## 考察2

・糸を引張れば、すぐに元の長さに戻りやすいが、元の糸の長さより長くなることもある。

⇒引張るよりも弾くほうがより正確に元の長さに戻りやすい。

・今回の実験では、1mの糸を使用した。日常生活においてはもっと長い糸が使われている。

＝糸の伸びの差異はとても小さくなる。

⇒糸のどの位置で弾くかは糸の癖の直りに関係ないとしてよく、ただ弾くことによって癖を直すことができる。

## 結論

糸を一番良好な状態にするという観点から、「糸の癖を直すためには糸を引張り指で弾くといい」という通説が正しいということがわかった。

## 参考資料

・「運動機能レポート」 <http://www.cis.kit.ac.jp/~kida/2010/16.pdf>

・「糸の衝撃引張りに関する理論」藤野清久 1932年

[https://www.istage.ist.go.jp/article/transitmsi1948/5/9/5\\_9\\_493/pdf-charja](https://www.istage.ist.go.jp/article/transitmsi1948/5/9/5_9_493/pdf-charja)

# マスクと音圧レベルの変化

SS探求 2年 五安城 琴未 中島 瑞葵

## (1)課題と目的

コロナ禍でマスクを常に付けるようになり、声が聞き取りにくくなることが増えた。そこで、特に声が聞き取りにくくなる場合とはどんなときかを調べたいと思い、研究を開始した。なお音の聞き取りやすさは音圧レベルを基準にした。

## (2)実験・結果・考察

### ①「マスクを付けることで音圧は小さくなる」

#### 〈実験方法〉

騒音計を用いて計5回音圧を計測した。スマホ(iphone12)を用いてyoutubeで時報の音を流した(<https://youtu.be/lcbMZkCYRdM>)。

#### 〈結果〉

差異はみられなかった。

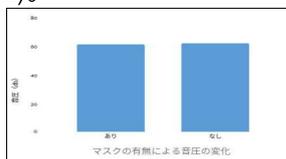
(n=5、n.s.)

〈標準誤差:

あり 0.75 なし 0.18)

#### 〈考察〉

マスク着用の有無において声の大きさには大きな差は見られないということが考えられる。



### ②「周波数を変えるとマスクの着用によって音圧レベルは小さくなる」

#### 〈実験方法〉

主に実験①と同様の方法で、(a)500Hz(b)1000Hz(c)5000Hz の3パターンに分けて実験を行った。

ただし流す音は波数を変えた音

で実験を行うためにスマートフ

ォンアプリ「トーンジェネレー

ター」を用いた。

〈結果〉(いずれもn=5)

5000Hzにおいてのみ有意な差がみられた。

#### 〈考察〉

特定の周波数において、マスクによって音圧はより大きく遮られると考えられる。

→歯擦音(男性は3000~6000Hz、女性は5000~8000Hz)これは実験①の結果に矛盾しない(時報の音の周波数は440~880Hz)。



### ③「歯擦音にあたる高周波域において、マスクの着用によって音圧レベルが小さくなる」

#### 〈実験方法〉

主に前述のものと同様の方法で、

(a)3000hz(b)4000hz(c)5000hz(d)6000hz(e)7000hz

(f)8000hzの6パターンに分けて実験を行った。

#### 〈結果〉

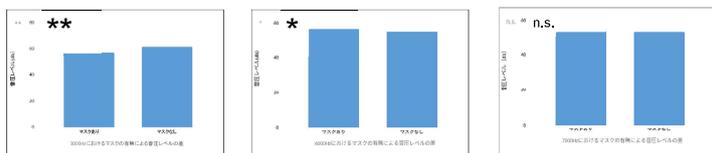


図1

図2

図3

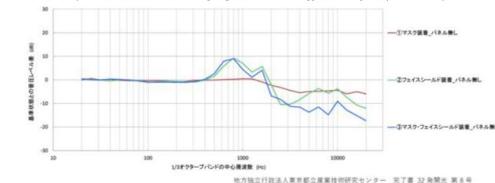
(a)(b)(c)(f)においては、図1のようにマスクの有無で音圧レベルに差が見られた。しかし(d)(e)においては、マスクによる影響が確認されなかった。

→6000、7000Hzで追加実験

→値が安定しなかった

〈考察〉

3000~5000、8000Hzでは概ね予想通りの結果が得られたが、6000、7000Hzに関しては値が安定しなかった。



下記ページより抜粋

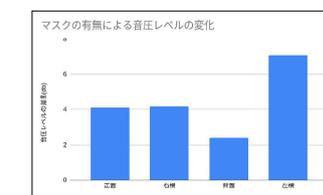
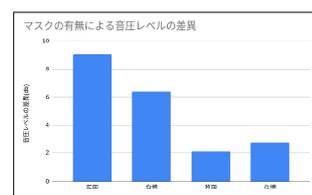
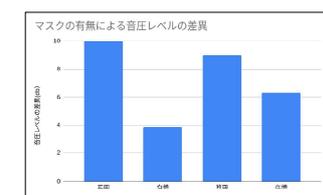
(<https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000008.000048892.html>)

グラフのように、歯擦音を含む高周波域において、マスク着用によって音圧レベルが小さくなっている。そのため、声の聞き取りにくさは子音が聞き取りにくくなっていることが原因であると考えられる。

### ④「位置関係を変えると、マスク着用による影響が変わる」

〈実験方法〉騒音計とスピーカークの位置関係を(a)正面(b)背面(c)右横(d)左横の4パターンに分けて、実験を行った。今回の実験から、音源をスピーカーに変えた。それに伴い、高周波で一定の音を流すことにした。

#### 〈結果〉



#### 〈考察〉

すべての実験結果が異なったことから、実験の再現性がないと言える。

## (3)今後の展望

実験方法を改善し、再現性を高める。

## 参考文献

ヤマハサウンドシステム株式会社

<https://www.yamaha-ss.co.jp/tips/tips-05.html>

# チョークを用いた除湿剤の作成

群馬県立前橋女子高校  
柴崎 あかり 平形 彩乃

## 序論

### 【研究動機・目的】

学校で廃棄されるチョークの粉を再利用できないか...

チョークの主成分

除湿作用がある



チョークから除湿剤を作れるのでは？

### 【仮説】

チョークから除湿剤を作ることができる

※除湿剤はチョークに塩酸を加えて作成する。  
今回はこれをチョーク除湿剤とする。

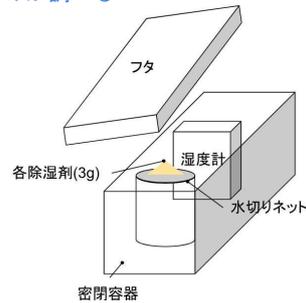


## 実験1

チョーク除湿剤は湿度を下げるのか調べる  
※塩化カルシウム試薬、市販品と比較

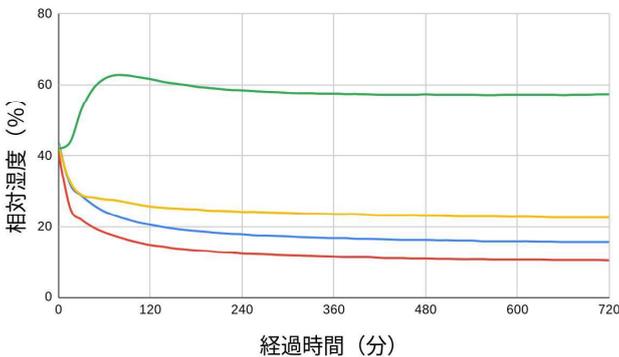
### 【実験方法】

- 1.各除湿剤を130℃で30分乾燥
- 2.各除湿剤を密閉容器に入れる  
除湿剤を入れない容器も用意する
- 3.20℃に保ち、15分ごとの湿度を12時間記録する



### 【結果・考察】

— チョーク除湿剤 — 塩化カルシウム試薬 — 市販品 — なし



- ・チョーク除湿剤を入れた容器の湿度が下がった  
⇒ チョーク除湿剤は湿度を下げるができる

## 実験2

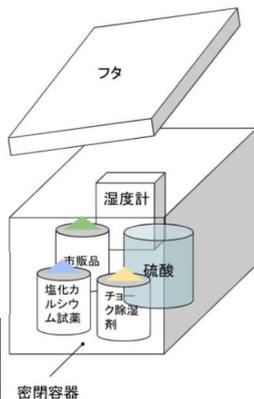
チョーク除湿剤の除湿能力を湿度20%、50%、75%の時の各除湿剤の吸湿率を調べる

$$\text{吸湿率 (\%)} = \frac{(W + W_1) - (W + W_0)}{(W + W_0) - W} \times 100 = \frac{W_1 - W_0}{W_0} \times 100$$

W: 容器の質量 (g) W0: 試料の乾燥質量 (g) W1: 吸湿した試料の質量 (g)

### 【実験方法】

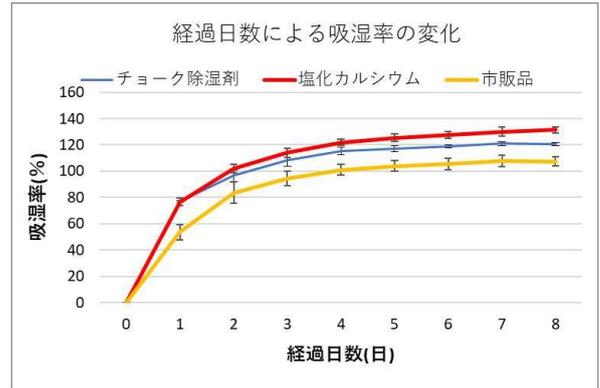
- 1.各除湿剤を130℃で30分乾燥
- 2.硫酸が入った各密閉容器に除湿剤を入れる
- 3.25℃に保ち、  
①湿度50%時の経過日数による各除湿剤の吸湿率の変化  
②湿度20%、50%、75%時の各除湿剤の吸湿率を求め



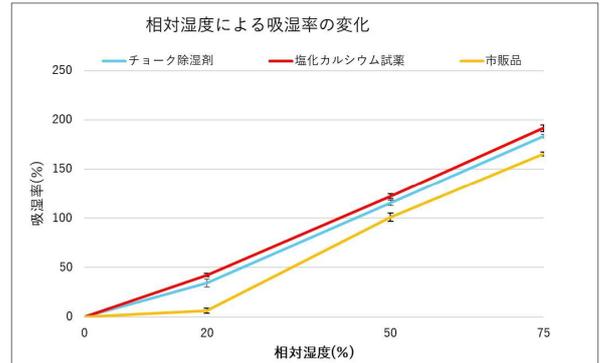
※硫酸は空間の湿度を一定に保つ働きがあり、濃度を変えると保ちたい空間の湿度を変えることができる

相対湿度 (%)	硫酸濃度 (mol/L)
20	3.7
50	6.0
75	9.0

### 【結果・考察】



- ・日数が経過しても  
塩化カルシウム試薬 > チョーク除湿剤 > 市販品の順になった



- ・どの湿度でも吸湿率は  
塩化カルシウム試薬 > チョーク除湿剤 > 市販品の順になった  
⇒ 各除湿剤に含まれる塩化カルシウム含有量の違い？
- ・低湿度の時市販品の吸湿率が低い  
⇒ 低湿度のときに湿度を下げすぎない工夫がされている？

## 実験3

各除湿剤の塩化カルシウム含有率を調べる

### 【実験方法】

チョーク除湿剤、塩化カルシウム試薬、市販品をそれぞれキレート滴定して、塩化カルシウムの含有率を計算する。  
キレート剤: EDTA  $1.0 \times 10^{-2}$  mol/L 滴定指示薬: NN指示薬

### 【結果・考察】

塩化カルシウムの含有率  
チョーク除湿剤 81.85%  
塩化カルシウム試薬 90.10%  
市販品 74.65%

- ・塩化カルシウムの含有率は  
塩化カルシウム試薬 > チョーク除湿剤 > 市販品の順になった  
⇒ 塩化カルシウム含有量が多いほど吸湿率は高くなる

## 結論

- ・チョーク除湿剤は湿度を下げるができる
- ・チョーク除湿剤の吸湿率はどの湿度でも市販品より高い  
⇒ チョーク除湿剤の塩化カルシウム含有量が市販品よりも多いから

### 【展望】

- ・空間の湿度を下げるために必要なチョーク除湿剤の量を調べる
- ・作成コストを下げる
- ・低湿度の時市販品の吸湿率が低くなる仕組みを調べる

## 参考文献

- ・食品開発分析センター-SUNATEC(2020年11月発行)カルシウム塩 のキレート滴定について
- ・愛媛県立松山中央高校/2019さが総文-「みらいぶ」高校生サイト
- ・三共出版 6キレート滴定法
- ・山仁薬品株式会社 シリカゲル分包の吸湿特性
- ・オゾ化学技研 吸湿比較防湿・乾燥剤
- ・宮部宏 「乾燥剤について」

# 廃棄物を利用した字消し

群馬県立前橋女子高等学校 SS探求 2年5組 石川 真衣

## 要旨

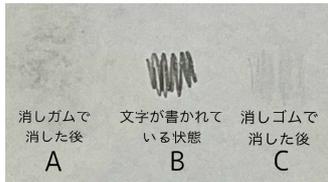
環境や身体に悪影響を及ぼす咀嚼後のチューインガムやチョーク粉末といった廃棄物を利用して字消しを作成した。また、ガムとチョーク粉末の質量比を変えることで消えやすさも変わると考え、消しゴムの代替となるような消しガムに最適な材料の質量比について検討した。

## 目的

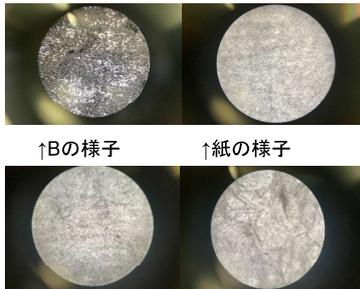
環境や身体に悪影響を及ぼす咀嚼後のチューインガムやチョーク粉末といった廃棄物を利用して消しゴムの代替となるものを作成する。

### ◎これまでの研究について

プラスチック消しゴム: 樹脂+充填剤(炭酸カルシウム)+可塑剤  
→ガムのポリ酢酸ビニル+チョークの炭酸カルシウム+合成洗剤を利用  
→字消しを作成することが可能



右写真→顕微鏡にて観察した様子  
左から Cの様子、Aの様子



## 仮説

ガムとチョーク粉末の質量比によって消えやすさが変化するのはないか

全量の約4割の炭酸カルシウムが必要  
→樹脂5.0gに対して約6.1gの炭酸カルシウムが必要  
→ガムの質量:チョーク粉末の質量=5:6が字消しに最適なのではないか

## 実験

### ・消しガムの作り方について

- ①ガムを10分間お湯に入れて1分ごとに10回ずつ片手でこねる(写真①)
  - ②ガムを事前に決めた方法で乾燥させる(①②=咀嚼後のガムの状態をつくる)
  - ③②のガム5g+事前に決めた質量のチョーク粉末※2+チョーク粉末の1/10の質量の洗剤を乳鉢に入れて混ぜ合わせる(写真②、③)
  - ④型に入れて、3~5日乾燥させる
- ※2 今後はガムの質量:チョーク粉末の質量=5:Xとする



写真①

写真②

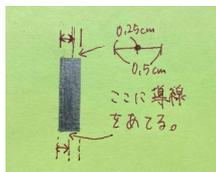
写真③

### ・消えやすさの比べ方について

- ①はかりの上に定規を固定しておく(写真④)
  - ②2Nで2cm×0.5cmの長方形を10回なぞって作る(写真⑤)
  - ③回路を組み、両端の中心に導線をあてて電気を流す
  - ④電流の大きさを測定する
  - ⑤2Nで5回消す
  - ⑥電流の大きさを再測定する
  - ⑦消す前後での電流の大きさを比べる
- 消えやすさの比較



写真④

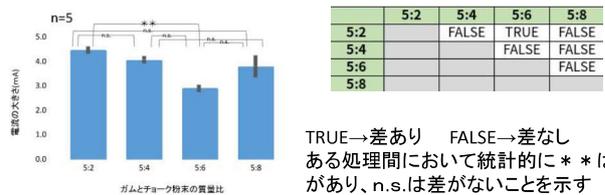


写真⑤

### ・測定範囲について

下限: 電流が測定できる場所→5:2  
上限: 混ざり合う限界付近→5:8  
→5:2、5:4、5:6、5:8について比較する

## 結果



### グラフと表より

- a 5:4と5:6に関しては5:6の方が消えやすい
  - b その他の処理間に有意差は見られない
  - c 5:8の標準誤差が大きい
- 本実験だけでは仮説の立証はできない

## 考察

- a・b ガムだけでは消字できない  
→ガムの質量よりもチョーク粉末の質量が少ないと消字性をもたず、多いことは消字性に影響しないのではないかと
- c 5:8は材料が混ざり切る限界付近のため混ざり具合が実験ごとに異なったのではないかと  
・消えやすさを比べる実験での画線・消字作業における人的要因

### ◎解決策/問題点

- ・実験 消しガムの作り方 手順③において混ぜ方を一定にする  
例) 混ぜ合わせる回数や時間を設定する  
→ガムとチョークの質量比が違うため、異なる質量比間で回数や時間を一定にするのは難しい
- ・ドラム式画線機・消字試験機・写真測定用濃度計の使用  
→一定の濃度の着色紙の作成

消去荷重、消去速度の条件を定め、着色部分摩擦

着色紙の着色部および摩擦部の濃度を測定し消字率を求めることが可能になる

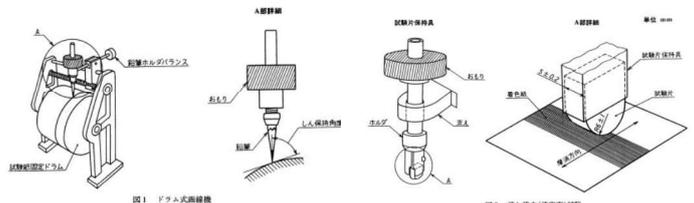


図1 ドラム式画線機 図2 消し能力(消字率)試験、新谷全利, 日本ゴム協会誌 第68巻第10号 身近なゴム製品 連載第11回消しゴム(1995), [図1][図2]より引用

## 参考文献

- ・日本工業規格 消しゴム JIS S 6004-1994
- ・「炭酸カルシウムの含有率」/令和4年 探究Ⅱ論文集 大阪府立生野高等学校 化学5班
- ・日本ゴム協会誌 第68巻第10号 身近なゴム製品 連載第11回消しゴム(1995)/新谷全利
- ・消しやす消しゴム/63期生  
[https://fosaka-kyoiku.ac.jp/tennoji/wp-content/uploads/sites/4/2020/08/2011\\_36\\_60-65\\_keshiyasuikeshigomu.pdf](https://fosaka-kyoiku.ac.jp/tennoji/wp-content/uploads/sites/4/2020/08/2011_36_60-65_keshiyasuikeshigomu.pdf)
- ・字消しJP2008062654A /高橋安宏  
<https://patents.google.com/patent/JP2008062654A/ja>
- ・「消しゴム及びその製造方法」/べんてる株式会社  
<https://ipforce.jp/patent-ip-A-2015-91649>

# 大和芋を用いたマイクロプラスチックの回収方法

群馬県立前橋女子高等学校 科学部 2年 尾崎文郁 三上結衣

## 研究の動機

### 〈大和芋〉

大和芋は群馬県太田市で多く生産されており、全国でも有数の大和芋生産地となっている。病害芋や腐りなどで商品価値がなくなった芋は、その多くが捨てられている。そこで、廃棄される大和芋を利用できないかと考えた。



### 〈マイクロプラスチック問題への対策〉

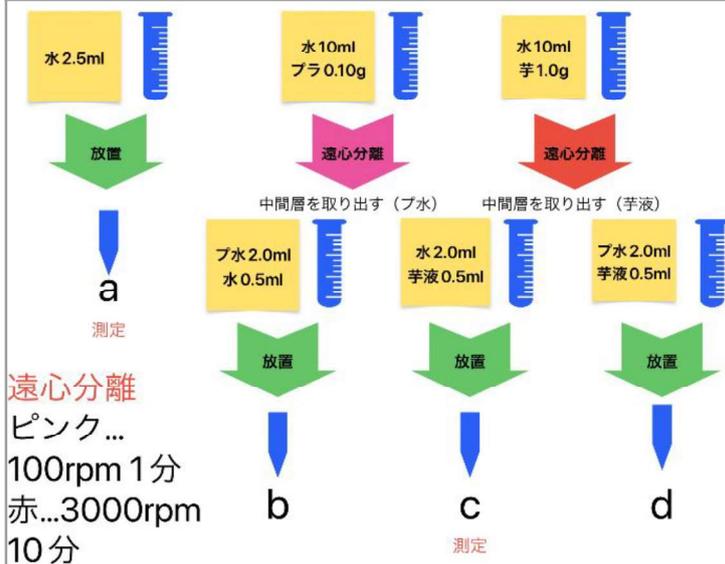
- ・海藻の表面のネバネバ成分を用いたカーテン  
→コストや技術などの面から課題は多い
- ・納豆のネバネバ成分であるポリグルタミン酸を用いたPGα21Ca(マイクロプラスチックの回収が可能であるのかは未検証)

粘質物の働きを利用している

## 仮説

大和芋の粘質物は、マイクロプラスチックを凝集する。

## 実験方法

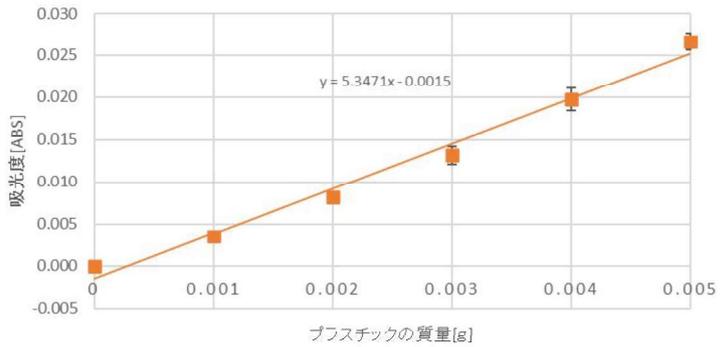


吸光度を利用した上図実験①の結果を結果①とする。実験後、b,dについては浮遊するプラスチックの数を数える。この実験②の結果を結果②とする。

## 参考文献(一部抜粋)

- ・世界中の人々が安全な水を飲めるように (日本ポリグル株式会社) 小田兼利  
<https://www.pref.shimane.lg.jp/infra/river/kasen/contest/H25sakubunnyyushou.data/sekaijuunohitogaannzenennamizuganomeruyouni.pdf>
- ・新品種やまのいも「きたねばり」の粘性特性 中澤洋三 平井剛 田縁勝洋 鳥越昌隆 山崎雅夫 佐藤広頭  
<https://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2030920651.pdf>
- ・ゴム抽出溶液の濁度 高橋明 島田孝行  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/gomu1944/43/2/43\\_2\\_93/\\_pd](https://www.jstage.jst.go.jp/article/gomu1944/43/2/43_2_93/_pd)

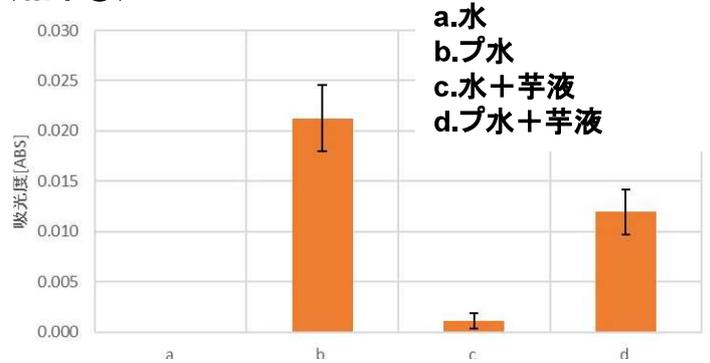
## 実験の根拠



n=20 エラーバーは標準誤差

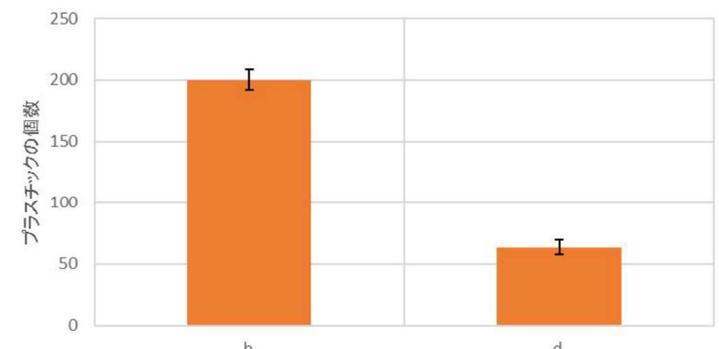
## 実験結果

### 〈結果①〉



n=32 \*\* (実施した処理間に1%水準の差あり)  
エラーバーは標準誤差 a,c間のみ有意差なし

### 〈結果②〉



n=32 \*\* (実施した処理間に1%水準の差あり)  
エラーバーは標準誤差

## 考察

結果①と②より、大和芋はプラスチックを凝集することが分かる。更に、結果①において a,c間に有意差が認められなかったことから、芋液の環境への負荷が小さいことが分かる。以上より仮説は検証された。

# 身近なスプレーでアリを倒す

群馬県立前橋女子高校 2年 猿谷 円

## 要旨

以前行った実験で、一般の虫除けスプレーはアリに忌避効果があるのではないかと結果を得た。その結果から、虫除けとアリに関する忌避効果について調べたが、仮説を否定も肯定もできない結果となった。また、忌避検証と並行して行った殺蟻効果の検証では、虫除けに殺蟻効果があるという結果になり、仮説が肯定された。

## 序論

### (1)目的

アリは不快害虫と言われている。  
アリの駆除が目的の場合、一般的な虫除けや殺虫剤は用いず、アリ専用のスプレー等を用いる。わざわざ買うほどでもないが駆除をしたいときに、身近な虫除けスプレーですばやく対処できないかと考え、研究を行っている。

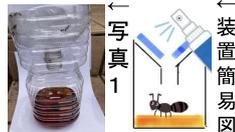
### (2)仮説

忌避)効果がある 理由:前実験の結果から  
殺蟻)効果がある 理由:実験1の結果から

## 前実験)別の研究の忌避の実験にて

### ○実験方法

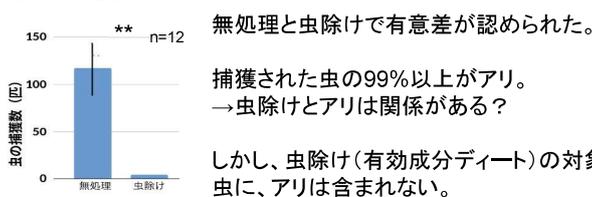
①写真1のような装置を用意する



②装置簡易図の青部分に虫除けを噴射、無処理の2通りの処理をする

③屋外に24時間放置し、装置内部に入った虫の数を数える  
→青部分に噴射した物質の忌避効果に分かる？

### ○結果・考察



＝実はアリと虫除け(ディート)に忌避の関係がある？  
→研究スタート

前実験を踏まえ、忌避効果をもつと考えたので、忌避実験を色々行うも、仮説に対し、断定できる結果なし。

虫除けは殺蟻効果を持つのではないかと考えに至った忌避実験だけを以下載せ、これを**実験1**とする。

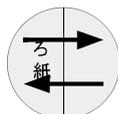
## 実験1)クロヤマアリ(以下アリ)に虫除けの効果があるか検証する

### 実験方法

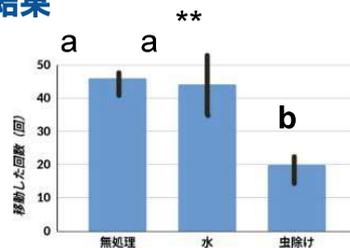
①写真2の装置に蟻をいれる  
ろ紙の入っていない方にアリを入れる。  
※無処理と、水、虫除けの液で比較



②5分間観察し、シャーレ内の移動回数を数える



## 結果



虫除けの液処理だけ移動回数が減り、虫除け処理とそれ以外で有意差が認められた。

## 考察

虫除けはアリに対して忌避効果がある？  
しかし、原因が虫除けの成分による忌避とは限らない  
ex.密封空間

実験1の方法の後、アリを放置していると、虫除け液処理シャーレ内にだけ死ぬアリがいた。忌避検証と並行して、殺蟻検証も行うことにした。

## 実験2)殺蟻効果を確認する

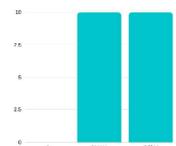
①アリに対して、水、ディート(虫除けの有効成分)、殺蟻剤の液をそれぞれ5s噴射する



②死んだ(動かなくなった)アリの数を数える

## 結果

虫除け、殺蟻剤ではアリが全滅した。



## 考察

ディートは殺蟻効果がある。

## 実験を終えて

有効成分ディートはアルコールに溶かすので、アルコールが原因の可能性も調べたところ、アルコールがアリ駆除に用いられるという記事を見つけた。  
しかし、結局のところ一般的な虫除けにはアルコールもディートも含まれるので、実用の面から捉えると虫除けはアリ退治に使える。(実用的かどうかは別として)  
また、原因がアルコールだと考えると、身近なスプレーには大体アルコールが含まれているので、スプレー剤なら大体はアリ退治に使えるかもしれない。

## 主な参考文献

- 「忌避剤利用とその現状2016森川瞬  
[https://www.istage.ist.go.jp/article/jao/47/2/47\\_104/\\_pdf](https://www.istage.ist.go.jp/article/jao/47/2/47_104/_pdf)
- 「殺虫剤効力試験法解説」厚生労働省医薬・生活衛生局医薬品審査管理課  
[https://www.pref.hiroshima.lg.jp/uploaded/attachment/272971.\\_pdf](https://www.pref.hiroshima.lg.jp/uploaded/attachment/272971._pdf)

# あみだくじを分散させるには

群馬県立前橋女子高等学校 2年 6組 4番 今泉美佳

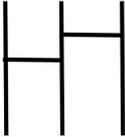
**要旨** あみだくじの縦棒、横棒の数を換え、どのあみだくじの作り方が数を分散できるのかを模索する実験を行っている。均等のあみだくじと偏在のあみだくじの2パターンであみだくじの傾向を調べた後、pythonを使って、縦棒の数を固定して、横棒の数を増やしていく実験を行った。

**●目的**  
あみだくじとは日本発祥の数字の置き換えを行う方法である。室町時代が起源とされ、あみだくじの「あみだ」は阿弥陀如来から来ているという。あみだくじは席決めなどに使われる方法だが、果たして数は完全に分散されているのか。

## ●研究で使う用語の定義

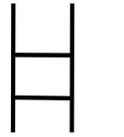
### 均等のあみだくじ(タイプ①)

縦棒の間の横棒の数が均等



### 偏在のあみだくじ(タイプ②)

縦棒の間の横棒の数が均等とは限らない(横棒の重複を許可する)



・結果的に横棒を引かないあみだくじと同じようになるあみだくじを[e]と名付ける

・分散するとは一つの出発点から各終着点に行く数が均等になることである。「よく分散している」とは各終着点に行く数が揃ってきている段階を指す。

・横棒をワードで表す。例えばタイプ①を表す図では左から1本目と、2本目の縦棒の間の横棒を[s1]、左から2本目と3本目の縦棒の間の横棒を[s2]と表す。

・分散具合の基準となる数は、試行回数÷縦の本数とする。

## ●実験

あみだくじの規則性を再度調べる実験を行った  
実験①→縦4横3本のタイプ①、タイプ②を調べる  
実験②→縦5本、横4本のタイプ①、タイプ②を調べる  
実験③→縦4本、横6本のタイプ①、タイプ②を調べる

## ●仮説

実験①→端の方に行きやすいのでタイプ①のほうが均等に近づく  
実験②→タイプ①は真下の終着点に着く数が極端に少なくなる  
タイプ②は端にある出発点からその真下の終着点に着く数が少なくなり、近くの終着点に着く数が増えるタイプ①はeとなるあみだくじの数が増える  
実験③→タイプ①は真下の終着点に行く場合が多くなる  
タイプ②は均等に近づく

## ●実験方法

### 実験①

・出発点をABCD, 終着点をabcdと置く  
・[s1]を1, [s2]を2, [s3]を3, と置く

### ●タイプ①

(1) 乱数メーカーで123の数字の組み合わせを重複無しで100回生成し、それが表すあみだくじを作成する  
(2) (1)の結果を表にまとめて規則性を調べる

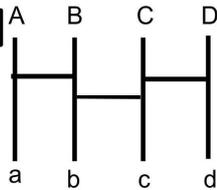
### ●タイプ②

(1) 乱数メーカーで123を含む数字の組み合わせを重複有りで100回生成し、それが表すあみだくじを作成する  
(2) (1)の結果を表にまとめて規則性を調べる

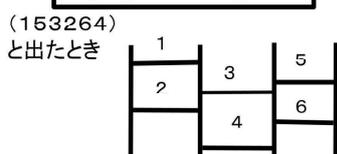
### 実験③

・出発点をABCD, 終着点をabcdと置く(表し方①)

### 表し方①



### 実験① タイプ①



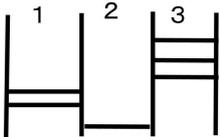
### ●タイプ①

(1) [s1]を表す横棒を1, 2[s2]を表す横棒を3, 4[s3]を表す横棒を5, 6と置く (実験① タイプ①)  
(2) 乱数メーカーで123456の数字のペアを重複無しで100ペア生み出し、それぞれの表すあみだくじを書く  
(3) (2)を集計し、表にまとめ、その規則性を調べる

### ●タイプ②

(1) [s1]を1, [s2]を2, [s3]を3と名付ける  
(2) 乱数メーカーで1, 2, 3を含む6つの数のペアを重複有り100ペア生み出し、それぞれの表すあみだくじを書く  
(3) (2)を集計し、表にまとめ、その規則性を調べる

実験① タイプ② (3, 3, 3, 1, 1, 2)と出た場合



## 実験の結果

縦棒+1 横棒+1

横棒×2

実験①縦4横3 タイプ① 実験②縦5縦4 タイプ② 実験③縦4縦6 タイプ①

縦棒	A	B	C	D	E
a	0	51	32	11	6
b	49	0	14	24	13
c	37	17	0	10	36
d	11	25	19	0	45
e	3	7	35	55	0

縦棒	A	B	C	D	E
a	58	28	13	1	0
b	24	36	25	15	0
c	14	26	33	14	13
d	3	7	18	34	38
e	1	3	11	36	49

・縦棒に対して横棒を増やすと分散すると考えられる  
・実験③のタイプ①は均等の基準となる25との最大の差が39なのに対し、タイプ②は9と差が小さいので、タイプ②のほうがよく分散していると考えられる  
・これらを踏まえて、タイプ②にしぼった実験をすることにした

## 実験④

pythonを使って、縦の本数を5本に固定し、横の本数を増やしていくことで、どの値から、終着点に行く数が分散するかを調べる  
今回は横棒0本から40までを計測した。

## 仮説

縦棒の4倍の20本あたりから分散する

## 実験④結果 (分散の基準 20)

5×1	A	B	C	D	E	5×20	A	B	C	D	E
a	84	16	0	0	0	a	24	25	24	17	10
b	16	50	34	0	0	b	24	23	17	21	15
c	0	34	41	25	0	c	24	13	19	22	22
d	0	0	25	50	25	d	14	17	21	21	27
e	0	0	0	25	75	e	14	22	19	19	26

仮説である横棒20本の場合でも、よく分散してはいるが、完全とは行かず、40本にした場合でも、20の数は多くはなっているが、すべて20に統一はされなかった。  
規則性を調べるには、分散となる場合の指標が必要になると思われる

5×40	A	B	C	D	E
a	20	27	13	15	25
b	25	15	23	20	17
c	20	18	23	19	20
d	19	18	20	25	18
e	16	22	21	21	20

安定して分散しないため、今回の仮説は肯定されない

## 考察

今回の実験では、  
・偏在のあみだくじを作成するほうがより分散すること、  
・横棒を増やすと、だんだんと分散することの再確認をすることができた。  
pythonでの実験で、数の分散具合を指標するものが necessary に思える。そのために今後することは  
・三次元または、四次元グラフを用いて分散の基準を明確にする  
・分散するを数値化する  
などの方法である。  
数値を明確に表した後は、分散するときの規則性を一般化する式で表すことを視野に入れようと思う。

## 参考文献・使用したサイト

- ・マスオ「あみだくじの確率を計算してみた」, 高校数学の美しい物語, 2021/03/07. <https://mathtrain.jp/amida>
- ・結城 浩『数学ガール/ガール理論』ソフトバンククリエイティブ株式会社, 2012/05/31, 454ページ, 数学ガール
- ・乱数メーカー-ランダムに数字を発生させます .mpnets.net
- ・小林 雅人「数学のかんどころ5 あみだくじのすうがく」 共立出版株式会社, 2011/8/30 参考ページ9~25
- ・結城浩『数学ガール/乱択アルゴリズム』ソフトバンククリエイティブ株式会社, 2011/2/26, 480ページ, 数学ガール
- ・Python 1年生 体験してわかる! 会話でまなべる! プログラミングのしくみ, 翔泳社, 2017/12/5, 192ページ
- ・あみだくじの確率の偏りをPythonで検証した話をわかりやすく解説 <https://qiita.com/talkis/items/fa387944778a427f737>
- ・Google Colaboratoryのお借りしたソースコード <https://github.com/talkis/amidakuji>

# うちわの風速について

群馬県立前橋女子高等学校 1年3組 中野里咲

## 要旨

夏にうちわで扇いでいるときに、腕が疲れることなく強い風を起こすことはできないのか、と思うことがしばしばある。そこで、従来のうちわよりも涼しく感じられるための条件を知ることを目標とした。同じ条件で扇ぐための腕振り装置を作成し、うちわに用いる紙を変えて風速を比べようと考えた。一度実験をしてデータは得られたものの、データ数が少ないためこれから実験を重ねていく必要がある。

## 1 序論

### (1) 目的

先行研究では、うちわを扇いだときに発生する気流を生かしたうちわの作成や、うちわの形状の違いによる風速の違いについての研究などがあった。そこで、私はうちわに用いられる紙によって風速に違いがあるのではないかと考え、今回の研究に至った。

風速と体感温度には次のような関係式がある。

リンケ体感温度 $^{\circ}\text{C}$ ]

$$L = t - 4 \times \sqrt{v} \quad (L: \text{体感温度}, t: \text{温度} [^{\circ}\text{C}], v: \text{風速} [\text{m/s}])$$

よって、風速が大きいほど体感温度が下がることからより風速の大きいうちわがより涼しく感じられるということがいえる。

### (2) 仮説

光沢紙 > 和紙 > 上質紙 > コピー紙 > 再生紙

(風速)

光沢紙や和紙は従来のうちわで利用されているため、風速が大きいと考えた。

他の3種類の紙は上質紙、コピー紙、再生紙の順で強度が大きいため、風速もこの順で大きくなると考えた。

## 2 実験方法

### 1. 実験装置

実験ですべて同じ条件でうちわを扇ぐために装置を準備した。

腕振り装置



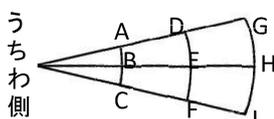
風速計



腕振り装置はサイトを参照して自作し、電源装置と接続した。測定には風速計を利用した。

### 2. 実験方法

腕振り装置、電源装置、風速計を用いた。もともと紙が貼られていないうちわに、和紙、光沢紙、上質紙、コピー紙、再生紙を貼り付け、A-Iの9地点でそれぞれ30秒ずつ(1秒に1回、その30個のデータの平均)測定した。



## 3 結果

以上のような実験を行い、下の表のような結果が得られた。(風速[m/s])

	和紙	光沢紙	上質紙	コピー紙	再生紙
A	0.09	0.08	0.21	0.29	0.10
B	0.08	0.11	0.12	0.40	0.34
C	0.08	0.12	0.22	0.14	0.42
D	0.09	0.06	0.12	0.18	0.10
E	0.09	0.08	0.15	0.25	0.10
F	0.12	0.11	0.15	0.29	0.13
G	0.07	0.07	0.09	0.12	0.28
H	0.09	0.06	0.08	0.20	0.06
I	0.10	0.07	0.10	0.17	0.03
平均	0.09	0.08	0.14	0.22	0.17

## 4 考察

今回の実験の結果からは、コピー紙が一番うちわに適していると言えるが、再生紙をはじめデータにばらつきが見られる部分があったことから、この結果が正確であるとは言い切れない。1回の実験ですべきデータ数が多く、まだ一度しか実験できていないため、これから実験を重ねていく必要がある。

また、先行研究にあるような「うちわの扇ぐ幅の両端がしなりにより風が強い」といった様子は見られなかった。それは腕振り装置が少し傾いていることが原因と考えられるので改善するべきだ。

## 5 展望

今後はより多くのデータを録って明確な差異があるかどうか検証する他、紙の種類も増やして研究していきたいと思う。

## 6 参考文献

- 1) 広島大学附属高等学校『効率よく風を送るうちわ』
- 2) 兵庫県立神戸高等学校『効率の良いうちわの形状』
- 3) 永野 紳一郎『うちわ型気流生成装置の開発と生成された気流の解明』

日本建築学会北陸支部研究報告集 第44号、2001年7月

- 4) 「自動うちわマシンを作りました。」

<http://asomanaotosan.blog3.fc2.com/blog-entry-1245.html>

# 円柱のダイヤモンドについて～角度と強度～

群馬県立前橋女子高等学校1年 小高 智子

## 要旨

チューハイやコーヒーの缶には、強度をつけるためにダイヤモンドの加工が施されているものがある。効率的な強度が発揮されれば、より薄い金属を使用して製造コスト削減につながる。そこで、ダイヤモンドの三角形の頂角と強度の関係について調べることにした。

## 1 序論

### (1) 目的

チューハイやコーヒーの缶にダイヤモンドの加工が施されており、それは強度を付けるため、特に横からの圧力に耐えるためとのこと。そこで、ダイヤモンドの三角形の頂角と底角の大きさによって、円柱の横方向の強度はどのように変化するのか調べることにした。  
※ここでのダイヤモンドとは、平面に同じ大きさのひし形を規則的に並べ、ひし形の辺に沿って折り目をつけ、それを円柱状にすることで、表面に生じる凹凸のことを指す。

### (2) 仮説

力の分解の性質より、横方向に、頂角が鋭角のダイヤモンドが横からの力に対して最も強い強度を発揮すると考えられる。

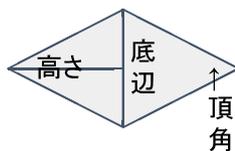
## 2 実験方法

縦12cm、横18cmのケント紙を使用して、円筒を作成する。(この長さに定めたのは、公約数をより多く持つためである。)また、ダイヤモンドは、ケント紙の表面にカッターで切込みを入れて現す。

30秒間隔で500gずつおもりを増やし、円筒が潰れたときのおもりの重さを記録する。

試料... 敷き詰めるひし形の個数を統一する。(96コ)

- ①加工なし
- ②横方向に頂角が直角 (底辺3cm,高さ1.5cm)
- ③横方向に頂角が鈍角 (底辺6cm,高さ0.75cm)
- ④横方向に頂角が鋭角 (底辺2cm,高さ2.25cm)



### <実験装置>

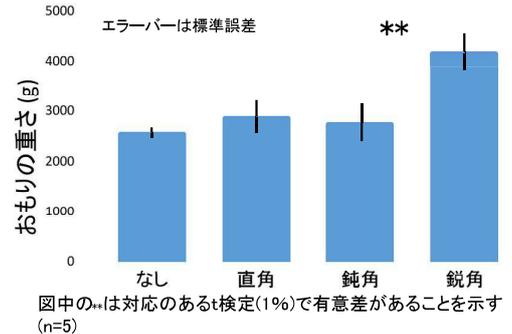
円筒を横向きに置き、上下をアクリル板で挟み、それらの中心に釣り糸を通し、釣り糸の先におもりを吊るす。



←円筒

←おもり

## 3 結果



	なし	直角	鈍角	鋭角
なし		F	F	T
直角			F	T
鈍角				T
鋭角				

T...TRUE  
2つの間に差がある  
F...FALSE  
2つの間に差がない

## 4 考察

結果より、横方向に頂角が鋭角のダイヤモンドを施した円筒が、横からの圧力に対して最も強い強度を発揮したと言える。ただ、先行研究では横方向の力に対して、高さ方向のひし形の数が増えるにつれて強度が強くなるという結論が出ている。そのため、高さ方向のひし形の数に留意して再実験を行う必要がある。

### <今後の展望>

先行研究では、縦方向の力に対して、周方向のひし形の数が増えるにつれて強度が強くなるという結論が出ている。周方向のひし形の数を揃えたとき、縦方向の力に対して、どのような角度の場合、より強度を発揮するのかを調べ、総合的に強い強度を発揮するダイヤモンドの条件を導き出していきたい。

## 5 参考文献

- ・「円筒折り紙構造のパターンと挙動」  
<https://www.str.ce.akita-u.ac.jp/~gotou/tebiki/pdf/sy08kup.pdf>
- ・「ケント紙を用いた円筒折り紙構造の圧縮実験」  
<http://library.jsce.or.jp/jsce/open/00322/2010/47-01-0029.pdf>

# 濡れたグレーチングにおける摩擦係数について

名前 星 ゆきの

## 要旨

雨天時のマンホールやグレーチングでの転倒事故を減らしたいと思い本研究に臨んだ。先行研究でマンホールに関するものは見つかったためグレーチングを対象を絞って行っている。研究時に手でグレーチングを傾けているため、正確性に問題が残っているため、傾げるための機械を作ることも検討している。また、データ数も少ないためさらに試行回数を増やす必要がある。

## 1 序論

### (1) 目的

消費者庁の人口動態統計によると、65歳以上の不慮の事故における死因のうち「転倒・転落・墜落」は「交通事故」の約4倍となっている。その中でも80歳以上の高齢者のスリップ、つまずき及びよろめきによる転倒が顕著に多い。また、介護が必要になった要因として「転倒」は全体の中で位の13%と、大きな割合を占めている。一人暮らしの高齢者が増加していく中で、雨天時にグレーチングが滑りやすくなる現象は早急に解決すべき問題であると考えた。先行研究でグレーチングの滑りやすさに関するものは見つかっていない。

### (2) 仮説

滑りにくさは滑り止め剤を塗布したもの、表面を粗くしたもの、なにも処理を施していないものの順になると考える。(滑りにくさは、どのくらい長持ちするか・摩擦係数をどれくらい高められるかの2つの観点で判断する。)

## 2 実験方法



下に滑り止めのシートを置き、その上に群馬県規格のグレーチングを置いた。マジックテープで水準器アプリを開いたスマートフォンを固定し、その脇に靴を設置した。グレーチングの写真右端の方を持ち徐々に傾け、靴が滑って移動した角度を計測する。グレーチングは手動での傾け、また靴の滑りも目視での確認であるため、計測結果に不安が残る。傾け機構の制作方法を模索中である。角度計測には以下のアプリケー

ションを使用した。  
<https://play.google.com/store/apps/details?id=org.nixgame.bubblelevel>

また、摩擦係数の計算には以下のサイトを使用した。

<https://seihin-sekkei.com/calculation-tool/friction-calculator/angle-to-friction/>

グレーチングに滑り止め剤を塗布するものと、グレーチングに直接加工を施すものの2つの手法を用いて実験を行う。

### (1) 塗布する場合

①薬剤をまんべんなく塗布し、規定の時間乾かす。

②まずはそのまま計測し、その後水100mlを1回～10回かけ、その都度計測する。グレーチングは排水能力が高いため、水は上にほとんどたまらないものとし、かける水の量を設定した。

### (2) 表面を粗くする場合

一度、紙やすりで表面を擦ってみたものの、変化が見られなかった。おそらく、目が細かすぎたためだと思われる。金属用の紙やすりもあるため、それでも試してみたいと考えている。問題点としては、その時によって力加減が異なるため、ムラができてしまうことである。現在解決策を模索している。

## 5 参考文献

1) wikipedia グレーチング

<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%B0%E3%83%AC%E3%83%BC%E3%83%81%E3%83%B3%E3%82%B0>

2) 歩道用マンホール蓋の滑り性に影響を及ぼす表面形状

<https://www.pref.mie.lg.jp/common/content/000171943.pdf>

3) 気象庁 予報用語 雨の強さと降り方

[https://www.ima.go.jp/ima/kishou/knownow/yougo\\_hp/amehyo.html](https://www.ima.go.jp/ima/kishou/knownow/yougo_hp/amehyo.html)

4) 路面排水能力を向上させたグレーチングの開発

[https://www.istage.ist.go.jp/article/isceihe/72/4/72\\_1\\_313/pdf/char/ia](https://www.istage.ist.go.jp/article/isceihe/72/4/72_1_313/pdf/char/ia)

5) 消費者庁

[https://www.caa.go.jp/policies/policy/consumer\\_safety/caution/caution\\_055/assets/consumer\\_safety/cms205\\_211005\\_02.pdf](https://www.caa.go.jp/policies/policy/consumer_safety/caution/caution_055/assets/consumer_safety/cms205_211005_02.pdf)

# コケのCO<sub>2</sub>濃度低減効果について

群馬県立前橋女子高校 科学部 1年 三田村咲来

## 要旨

私達の身近な生物であるコケを利用した緑化プラントを開発することで、地球温暖化対策に貢献したいと考え、まずはその第一歩として、本校の中庭で採取したコケを用いて二酸化炭素濃度の変化を計測した。その結果、コケにCO<sub>2</sub>濃度低減効果があることが分かった。

## 1 目的

近年問題視されている地球温暖化対策に貢献するため、私達の身近なところで生育するコケを利用した緑化プラントを開発したいと考えている。コケは小さくかさばらない上、日向、日陰、湿気の多い場所、乾燥した場所等、種類ごとに様々な条件に適応でき、生命力が強く世話がしやすいため、多くの人が扱いやすいと思われる。

実際に、コケが緑化プラントとして研究、活用されている例もあるが、特定の種類のコケにしかな言及されていなかったため、私達のまわりでよく見るコケは、実際にはCO<sub>2</sub>濃度を低下させることができるのかを調べるという目的で実験を行った。

## 2 実験方法

ワイヤレスCO<sub>2</sub>センサPS-3208によって二酸化炭素濃度(ppm)を計測した。コケは、本校の中庭に生育するゼニゴケとハマキゴケを使用し、円形の容器(直径約10cm)に敷き詰めて生育する面積を統一して測定した。(冬期に実験を行ったため、ゼニゴケの半分ほどは枯れてしまっており、実際にはハマキゴケよりもゼニゴケの方が生育面積が小さい。)

〈手順〉

1. 採取したコケを容器に植え、数日間栽培して定着させる。
2. 密閉できるプラスチックケース(33.1cm×横24.1cm×高さ19.0cm)にコケの入った容器2つとCO<sub>2</sub>センサを入れ、初期値が8000±1000ppmになるように息を3回吹き込む。容器に土のみ入れたもの(土)、何も入れていないもの(ブランク)も同様に作る。
3. 2を人工気象器 [20.0°C、PPFD(光合成光量子束密度)50~94μmol/m<sup>2</sup>s<sup>-1</sup>] に入れ、1時間CO<sub>2</sub>濃度の変化を計測する。
4. CO<sub>2</sub>濃度は、3分おきのデータを使用し、初期値が8000ppmになるように個々の値に(8000/初期値)をかけて補正する。



↑プラスチックケースの中の様子



ゼニゴケ ハマキゴケ

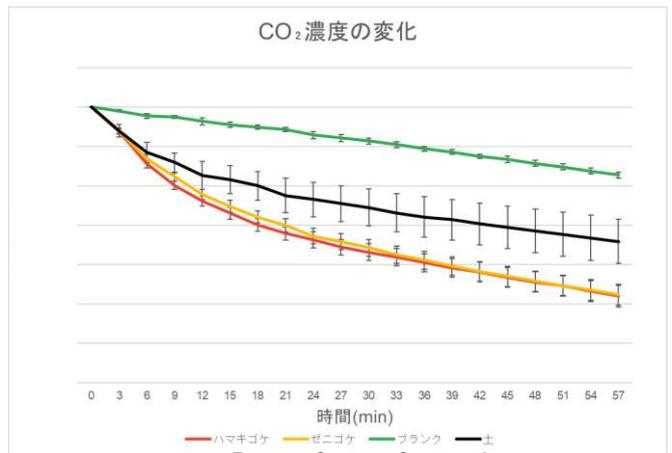


人工気象器内の様子→

## 3 仮説

前女中庭に生育していたコケによってでも、CO<sub>2</sub>濃度を低下させることは可能である。

## 4 結果



- ・ハマキゴケ、ゼニゴケ、ブランク、土のどの場合もCO<sub>2</sub>濃度が低下している。
- ・ハマキゴケ、ゼニゴケのCO<sub>2</sub>濃度の低下の仕方が同じくらいで一番大きく、次に土、ブランクと続く。

## 5 考察

ブランクでもCO<sub>2</sub>濃度が低下したため、プラスチックケースから空気が漏れていたと考えられる。また、土でもCO<sub>2</sub>濃度が低下したことから、土もCO<sub>2</sub>を吸収していると考えられる。しかし、コケ入りの方がブランク、土よりもCO<sub>2</sub>濃度の低下が大きいので、コケによってCO<sub>2</sub>濃度を低下させることができると考えられる。

## 6 展望

スナゴケを入手し、ゼニゴケやハマキゴケはスナゴケに対してどのくらいの効果があったのか比べる。どの環境にどの種類のコケが適しているのか調査する。

## 7 参考文献

- ・廃棄 GFRP を再利用したセラミック基盤材とコケからなる緑化プラントの開発  
jstage.jst.go.jp/article/jsmekyushu/2013.66/0/2013.66\_33/\_pdf
- ・教室内のCO<sub>2</sub>濃度の上昇を抑える方法～植物の光合成作用を活用して～  
群馬県立前橋女子高等学校 理科部
- ・こんな所に消臭効果！？コケの秘密を探る  
群馬県立藤岡中央高等学校 F.C.Lab

# 石鹼の可能性

群馬県立前橋女子 1年2組 深澤 杏理

## 要旨

食中毒の原因となる黄色ブドウ球菌が日常の手洗いでどの程度殺菌されるのか様々な条件で実験する。加えて、誤差の原因になるのかハンカチの吟味を行った。改善して実験を行っていくと今までで最も高い菌の減少率を数値化できた。

## 1序論

### (1)目的

食中毒の原因となる黄色ブドウ球菌はどの程度石鹼で殺菌できているのか調べ、より良い石鹼の条件を見つけるため。

石鹼のアルカリ性や酸が強いほうが殺菌力があることがわかっている。

①普段の手洗いでどの程度黄色ブドウ球菌が殺菌されているか。様々な条件で調べる。

また、ハンカチによって菌が再び付着してしまった可能性があると考え、②ハンカチの汚れ度を調べる。

### (2)仮説

①洗う前より90%以上菌の数が減る。  
phの最も大きいものが菌の数を減らす。

②ハンカチの菌付着率には限界があり、ハンカチが水を含んだ状態の後は汚れ度は変わらない。

## 2実験方法

①黄色ブドウ球菌の寒天培地でコロニーの数を調べる。

寒天:黄色ブドウ球菌用の寒天 55g  
蒸留水 500ml ハンドシャワーレ4個分

条件:寒天に30秒間手をつける。

2日間経ってから観察する。

1.手を洗わなかった場合と市販の石鹼(固形の石鹼)を使った場合

2.自分で作った石鹼の場合

3.市販の石鹼(固形の石鹼) 鹼化価:157.4

\*ハンカチで拭かない

4.市販の石鹼(液体の石鹼)

\*ハンカチの代わりにトイレットペーパー

②ハンカチの汚れ度を調べる。

1.の実験を踏まえて、菌の数が減らない原因はハンカチにあると考えた。

道具:でんぷんのり・イソジン・ガーゼ

1.手にデンプンを塗って手を洗う。

2.一日使ったガーゼで拭き、イソジンを垂らす。

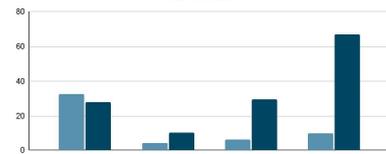
## 3結果

①

n=6

コロニーの数

■ 洗う ■ 洗わない



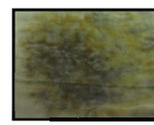
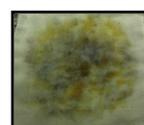
	1.	2.	3.	4.
×	27.6	10.5	29	67
○	33	4	6.5	10.1
差	-5.4	6.5	22.7	56.9
減少率	—	62%	78%	85%



2. の前後



②



そのまま

1回 洗った

2回 洗った

## 4考察

①菌の減少率は最も差の大きかった4. の実験結果から洗う前より90%以上菌の数が減少したとは言えないため否定される。

2. の自作した石鹼と1. の対照実験の結果から仮説は肯定できるが、ハンカチの使用や石鹼の種類が誤差の原因となっていると考える。

②ガーゼはハンカチより薄く、3回洗うと水を吸い込みすぎていたので2回までにしたため、仮説はどちらも言えない。また、同時にハンカチから手に再び菌が付着し直しているのかも見るべきだったと考える。

## 5参考文献

・「ロート製薬」(<https://www.rohto.co.jp>)

・苛性ソーダの計算式と鹼化率《けん化価とアルカリの計算方法...

[sousakuclub.com](https://sousakuclub.com)

<https://sousakuclub.com> › kenkaka-arukarikesan-169

# ワサビの匂いは消せるのか

1年 廣岡 有梨香

## 要旨

ワサビやカラシなどの食品には、抗菌作用があり具体的な物質も判明しているのに、その物質を利用した製品は少ない。あまり利用されない理由は、匂いにあると考え調べてみることにした。

## 1序論

### (1)動機

以前、カビの抗菌作用がある食品を調べた。そのときにワサビやカラシなどのアリルイソチオシアネートを含む食品に抗菌作用があることがわかった。しかし、ワサビやカラシを実際に利用した製品は少なく、広く活用されていない。理由としてアリルイソチオシアネートが持つ独特な匂いにあるのではないかと考えた。

## 2実験方法

〈定義〉匂いが消える

⇒他の物質と混ぜたときにどんなヒドもニオイを感じないものとする

調べること

### 1.市販の消臭剤を使う場合

市販の消臭剤の成分ごとに分けて行う、液体状のものと固体状のものどちらも調べてみる

### 2.植物を使う場合

消臭効果があるとされている観葉植物を使用する

調べる方法

匂いの計測では自分の感じたことも含めるが、主観と個人差があるため専用の機械を用いて、計測を行い数値を出す

実験方法

- 1.ワサビからアリルイソチオシアネートを抽出する
- 2.市販の消臭剤または植物と合わせる
- 3.においの有無を調べる
- 4.ワサビ本来の抗菌作用があるか調べる

## 問題点

○においの感知方法

### ①ニオイセンサーの感度(写真1)

パックのワサビを計測したところセンサーは反応したが、アリルイソチオシアネートに反応したのかはわからないため

### ②分光光度計の利用

アリルイソチオシアネートの値を明確に表記している論文がないため

○ワサビからアリルイソチオシアネートの抽出方法

写真1⇨



## 3参考文献

アリルイソチオシアネートによる食品の健全性確保

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsfm1984/10/1/10\\_1\\_1/article/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsfm1984/10/1/10_1_1/article/-char/ja)

においの測定方法

[https://www.new-](https://www.new-cosmos.co.jp/product/smell/xp3293_mea.html)

[cosmos.co.jp/product/smell/xp3293\\_mea.html](https://www.new-cosmos.co.jp/product/smell/xp3293_mea.html)

アブラナ科植物とその食害昆虫をめぐる化学生態

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/kagakutoseibutsu/54/12/54\\_929/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/kagakutoseibutsu/54/12/54_929/_pdf/-char/ja)

わさびに関する研究

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/nogeikagaku1924/31/6/31\\_6\\_416/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/nogeikagaku1924/31/6/31_6_416/_pdf)

携帯式においセンサーPOLFAを用いる

<https://www.karumoa.co.jp/product/sensor/polfa/>