

# ババ抜きにおける勝率の上げ方の検討



## 1 背景・目的、仮説

負けた際の罰ゲームを回避するため、修学旅行でおこなわれるババ抜きには必ず勝たなくてはならない。

対戦相手の個性と性格の情報を利用して、**相手がババを引く確率が高い持ち札の並べ方**を検討する。



## 2 仮説

①カードの重ね方を変えることによってそれぞれのカードのひかれやすさが変化する。

②利き手、性格、性別によっても引かれやすさが変化する、カードの引かれやすさとこれらのカテゴリーは相関がある。

## 3 実験方法

3回に分けて1年生のクラスを訪ね、Googleフォームを使ってアンケートをおこなう。

①**予備実験**→ トランプをなにも重ねなかったときのアンケートと利き手や性格、性別のカテゴリー別のアンケートをおこなう。

②**本実験1回目**→ 重ね方計16通りのうちの8通りのアンケートをおこなう。

③**本実験2回目**→ 重ね方計16通りのうち残りの8通りのアンケートをおこなう。

## 4 結果

以下、5枚のトランプを左から順にa,b,c,d,eとする。

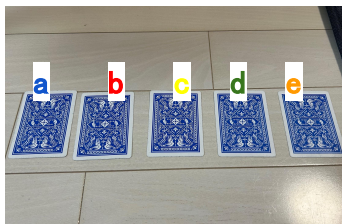


図1 予備実験トランプの並べ方

### ①予備実験

トランプをなにも重ねなかったときのそれぞれのカードのひかれた割合は図2の通りになった。

また、利き手、性格、性別のカテゴリー別でそれぞれのカードがひかれた割合は図3～図8の通りになった。

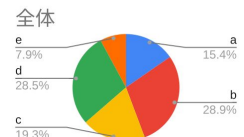


図2 全体が何も重ねなかったときのそれぞれのカードを引いた割合

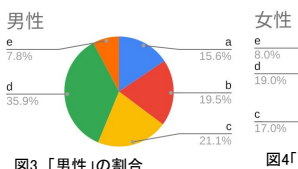


図3 「男性」の割合

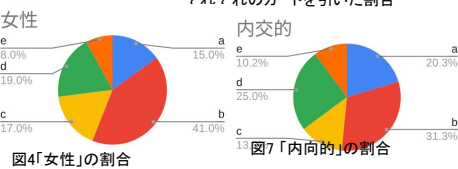


図4 「女性」の割合

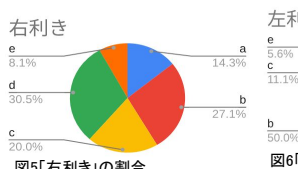


図5 「右利き」の割合

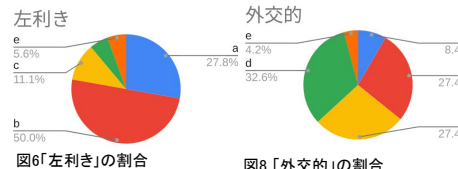


図6 「左利き」の割合

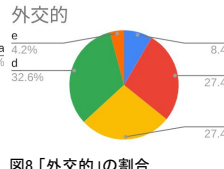


図7 「内向的」の割合

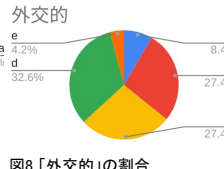


図8 「外交的」の割合

## ②本実験

有意水準を5%として階二乗検定を行い、有意差があるかどうかを調べた。ここで、有意差が認められた重ね方と予備実験で示したグラフの割合を調べたところ、10通りの並べ方で各カードの引かれる割合9.2%以上の増減が見られた。しかし、a,b,c,d,eのカードにそれぞれ共通する並べ方や重なり方は見られなかった。

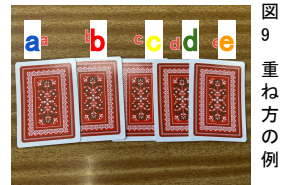


図9 重ね方の例

## 5 考察

①性格や利き手、性別では違いがでなかった。

→「**それぞれのカテゴリーによる違いでの引かれ方の差はない**」

②より上段に並べられたほうが引かれる可能性が高くなる。とくに1段目、2段目。

→「**人に見えてる表面積が大きいほど引かれやすい傾向にある**」

## 6 結論

有意差5%水準では、カードの重ね方による、性別、利き手、性格のカードの引かれやすさの違いはない。

5枚のカードを重ねず独立させて置いた場合に見られる傾向

|       | 男性 | 女性 | 左利き | 内向的 | 外向的 |
|-------|----|----|-----|-----|-----|
| 選びやすい | d  | b  | a,b | a   | c,d |
| 選びにくい | b  | d  | d   | c,d | a   |

図10 予備実験の傾向

## 7 展望

### ①再現性の高さ

いつものババ抜きと違い、カードをおいて実験した。

⇒より本番に近い環境でやると信用性の高い結果が得られたのではないか。

### ②表面積について

新たな仮説「**見える表面積が大きいほうが引かれやすい**」

## 8 参考文献

・寺田智哉、渋谷雄、梶村昇吾「対戦型カードゲームにおける視線情報の分析と活用方法の検討」2025.6.18閲覧  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jje/59/2/59\\_73/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jje/59/2/59_73/_pdf/-char/ja)  
 ・gmo-research.ai「カイ二乗検定とは？検定手法を解説」2025.6.18閲覧  
<https://gmo-research.ai/research-column/chi-square-tes>



## 背景・目的

厚木高校のホームページにある先輩の研究が見にくい

先輩の研究を検索できる機能を作ろうと考えた

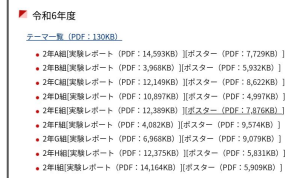


図1 ホームページの様子

## 方法

- ①完成図をつくる
- ②作業を細かく分析していく  
→プログラミング、データのアップロード
- ③改良

### プログラミングについて

生成AIと対話し、自分たちの要求を伝えそれに対応した返答をしてもらう。このことをバイブコーディングという。新しいソフトウェア開発手法として期待されていて今回のヴェリタスではこれを用いることにする。

図2 プログラミングの様子



### データのアップロード

厚木ホームページ上の過去のヴェリタス研究のPDFをPDF分割サイトを利用し分割する。その分割したPDFにその班の研究タイトルを名前としてつけドライブに保存することで検索した単語に関連する研究を検索結果として表示することができる。



図3 PDF分割の様子

## 結果

検索エンジンの作成に成功し、先輩方のヴェリタス研究が単語から検索することが可能になった。

## 考察・展望

今回の研究では本文検索、タイトル検索が可能な検索エンジンを作ることができたが、調べやすさという点では課題が残った。より良いサイトにするためにこれらを加えたい

・閲覧数ランキング  
・物理、生物などの分野別における検索  
今挙げたものも大事だがまず私達がしなければならないことはこの研究を引き継いでくれる人たちの募集だ。77期以前のヴェリタス研究はデータに加えることができたが引き継いでくれないとそれ以降の研究は私達が作った検索エンジンには加えることができない。  
ぜひともこのポスターに興味を持ってくれた方にこの研究を引き継いでほしい。

## 参考文献

1. これんじ 検索エンジンを自作する  
<https://note.com/korange/n/n320c8dfc8035>  
2025年 6月 7日 閲覧

QRコード

# 爆音を電気に

～軽音楽演奏における音エネルギーの発電利用について～



## 01.背景・目的・先行研究

軽音楽部の演奏は校内に響くほどの大音量であり、その音エネルギーには活用の可能性があると考えた。そこで、軽音楽部の演奏で生じる音エネルギーを電力に変換し、発電量や効率を調べてその可能性と限界を明らかにする。

- ①大音量の音 ヘルムホルツ共振器 > 550 Hz、120 dBで最大0.807mW
- ②低周波の音 音響マテリアル構造 > 155Hz、100dBで最大0.21mW
- ③一定ではない音 スタジアムの環境音から発電 > 70~100dBで発電量は不明。

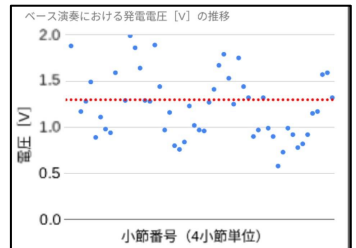
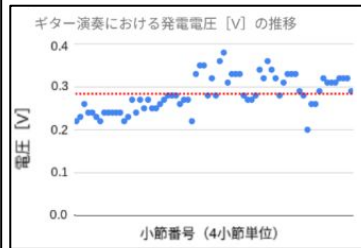


図9(左側) ギター演奏における発電電圧 [V]の推移 ※赤破線は平均値を表す  
図10(右側) ベース演奏における発電電圧 [V]の推移

| 【実験2-3】       | 1    | 2    | 3    | 条件           | ◎    | △    |
|---------------|------|------|------|--------------|------|------|
| n [回目]        |      |      |      |              |      |      |
| 電圧 [V] スネアドラム | 0.79 | 1.22 | 1.29 | 電圧 [V] バスドラム | 0.48 | 3.82 |

表2 ドラム演奏における最大発電量 [V]  
※固定◎は十分に固定したこと、固定△は軽めに固定し圧電素子が歪み余地を残したことを示す

## 02.圧電素子について

圧電素子は、力を加えると電圧が発生する「圧電効果」を利用した電子部品である。圧力によって内部の結晶構造が歪むと、正と負の電荷に偏りが生じ、その結果として電圧が発生する。

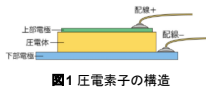


図1 圧電素子の構造

## 03.実験1 最適条件の検証

目的  
実演奏測定の前にも、発電効率が高い条件を明らかにする。

### 実験方法

- 圧電素子をアンプに貼り付ける。
- 同じ曲の同じサビを一定音量で再生。(使用曲:嵐「A・RA・SHI」)
- 電圧の最大値を5回測定し平均を算出。
- 3つの条件で実験・比較し最適条件を検証。

### 条件

- 【実験1-1】アルミホイルの有無で電圧を比較。
- 【実験1-2】圧電素子の個数を増やして電圧を比較。  
※結果より【実験1-2】からはアルミホイルありで実施した。
- 【実験1-3】整流回路の有無で電圧を比較。  
※電圧の低下が予想されたため素子13個で実施。整流回路は、将来的な蓄電を見据え交流を直流に変換するため使用した。

### 実験結果

- 【実験1-1】アルミホイルを介し素子を貼り付けると、直接貼り付けた場合よりも大きな電圧が得られた。
- 【実験1-2】圧電素子の数を2.6倍に増やしたが、得られる電圧は素子の数に比例して増加しなかった。
- 【実験1-3】整流回路を接続した場合、接続しない場合と比べて約0.30V電圧が低下した。

| 【実験1-1】      | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 平均   |
|--------------|------|------|------|------|------|------|
| n [回目]       |      |      |      |      |      |      |
| 電圧 [V] アルミなし | 0.22 | 0.24 | 0.2  | 0.24 | 0.21 | 0.22 |
| 電圧 [V] アルミあり | 0.43 | 0.43 | 0.47 | 0.39 | 0.39 | 0.42 |

| 【実験1-2】      | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 平均   |
|--------------|------|------|------|------|------|------|
| n [回目]       |      |      |      |      |      |      |
| 電圧 [V] 素子5個  | 0.43 | 0.43 | 0.47 | 0.39 | 0.39 | 0.42 |
| 電圧 [V] 素子13個 | 0.5  | 0.55 | 0.49 | 0.5  | 0.45 | 0.5  |

| 【実験1-3】       | 1   | 2    | 3    | 4    | 5    | 平均   |
|---------------|-----|------|------|------|------|------|
| n [回目]        |     |      |      |      |      |      |
| 電圧 [V] 整流回路なし | 0.5 | 0.55 | 0.49 | 0.5  | 0.45 | 0.5  |
| 電圧 [V] 整流回路あり | 0.2 | 0.2  | 0.19 | 0.19 | 0.18 | 0.19 |

表1【実験1】の結果

## 04.実験2 軽音楽部での演奏

目的  
実際の軽音楽部の演奏でどの程度発電できるかを楽器ごとに調べる。

### 実験方法

- 圧電素子4個を貼り付け、整流回路を用いて楽器ごとそれぞれの方法で測定する。
- 小節ごとに区切った電圧の平均値や最大値を求める。
- ギター・ベース・ドラムの3種類の楽器で実験を行う。

### 楽器別測定方法

- ギター【実験2-1】アルミホイルに圧電素子を貼り付け、アンプに固定する。
- ベース【実験2-2】実験2-1と同様の方法で、アンプに固定する。
- ドラム【実験2-3】スネアドラムとバスドラムに圧電素子を直接貼り付ける。

### 実験結果

- 【実験2-1】平均電圧は0.28V、各回で比較して最大値0.33Vであった。
- 【実験2-2】平均電圧は1.30V、各回で比較して最大値1.85Vであった。
- 【実験2-3】どちらのドラムも1.0Vを超える発電が確認された。バスドラムでは素子を強く固定した場合より、軽く固定した場合の方が大きな電圧が得られた。しかし、軽く固定した場合は素子が破損しやすいことが確認された。

## 05.考察

### 【実験1】圧電素子とアルミホイルの特性

- アルミホイルの有効性: 振動板として機能し、大きな振動を生むことで電圧向上に寄与した。
- 素子数の影響: 各素子の振動の位相がズレて交流電流が相殺されたため、個数を増やしても電圧に大きな変化は見られなかった。
- 蓄電の可能性: 整流回路による発電を確認でき、実用化への道筋が示された。

### 【実験2】音の種類と発電量の関係

- 低音域の優位性: ベースのような低音はエネルギーが大きく、高い発電量が得られた。
- 振動の継続性: アルミホイルの使用により、音が途切れたあとも微細な振動が続き継続的な発電が可能となった。
- 設置条件: 振動が大きく、発音体に近いほど発電効率が高まる。
- 変動要因: グラフの変動は、音量の調整や素子の劣化によるものと考えられる。

## 06.結論

- 軽音楽部の演奏は、特に低周波のベースアンプの振動と、高エネルギー密度のドラムの衝撃という二つの主要な発電ポテンシャルを持つことが明らかになった。
- 発電効率の観点からは、振動の振幅や物理的ひずみを最大限に利用する(アルミホイル、軽めの固定)ことが鍵となるが、素子の耐久性の限界という課題が生じた。

## 07.今後の展望

- 電流または抵抗を計測することにより、電力や発電量を見積もり、軽音楽部で発電した電気の実用的な使用方法を検討する。
- 集音方法や素子周辺の構造、整流回路に用いる電子部品を変えることにより、発電量がさらに大きくなる条件について調べる。
- 実用的な電力として活用するために、耐久性の課題克服と得られた交流電力から低ロスで直流に変換し蓄電する技術を確立する。

## 08.参考文献

- 1:山浦 真一 南 武志 中嶋 宇史 2023  
市販の圧電素子とヘルムホルツ型共振器を用いた音響発電の基礎的研究  
[https://www.istage.ist.go.jp/article/isaem/31/2/31\\_350/pdf](https://www.istage.ist.go.jp/article/isaem/31/2/31_350/pdf) 2025年5月14日閲覧
- 2:Ming Yuan, Ziping Cao, Jun Luo , Roger Ohayo 2018  
Acoustic metastructure for effective low-frequency acoustic energy harvesting  
[https://www.researchgate.net/publication/327117002\\_Acoustic\\_metastructure\\_for\\_effective\\_low-frequency\\_acoustic\\_energy\\_harvesting](https://www.researchgate.net/publication/327117002_Acoustic_metastructure_for_effective_low-frequency_acoustic_energy_harvesting) 2025年6月17日閲覧
- 3:Ramsha Waseem 2024  
Can the Noise in Sports Arenas Be Turned Into Electricity?  
<https://www.smithsonianmag.com/innovation/can-the-noise-in-sports-arenas-be-turned-into-electricity-180984692/> 2025年5月20日閲覧
- 4:杉本 陸 梶原 美紀 隅田 智也 千葉 信明 東口 修樹 2020  
集音器の材質の違いによる音力発電の効率の変動  
<https://kozu-osaka.jp/cms/wp-content/uploads/2020/11/3743b86591ab8525ba3981ca94608d02.pdf> 2025年6月4日閲覧



## 1 背景

・近年深刻化している水質汚染や食品ロスに着目。調べると廃棄食品量のうち8割%が不可食部。また普段使用する洗剤が水質汚染の原因の一つになっている。  
⇒洗剤ではなく**食品の不可食部**を使用して私達が普段から使い、汚れやすい上履きの汚れを落とすことができるのか。

・上履きの汚れは弱アルカリ性で落ちる。更におからは弱アルカリ性であることがわかり洗浄効果が期待できる。  
⇒豆腐や豆乳の製造時に発生する副産物**おから**を用いて上履きの汚れを落とすことができるのではないのか。

## 2 目的

上履きの汚れを不可食部によって落とす事ができるか検証する。

## 3 仮説

おからで上履きの汚れを落とすことができるのではないのか。

## 4 方法

### ○実験準備

- ・おから…生のおからを水に溶かしたもの
- ・汚れ…ホホバオイル+泥(厚木高校で採取した土を加熱し、ザルで濾したあと石を取り除き水道水と1:1の質量比で混ぜたもの)
- ・上履き…白色の綿100%キャンバス生地  
ホホバオイル0.3mlをキャンバス生地に塗り完全に乾いた後、右図のように泥を塗る。

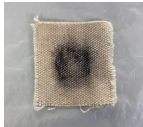


図1 布に汚れを付けた様子

### ○実験方法

1. おから水溶液と重曹水を3L用意する。このとき、それぞれの濃度が0.1%、0.5%、1.0%、3.0%、5.0%になるように調整を行う。
2. 実験準備の際に準備した布を小型洗濯機で中間洗濯を行い、十分に乾燥させる。
3. 分光測色計を用いて、汚れの明度を数値化して比較。このときcolor muse2※という分光測色計を使う。  
※color muse2とは、物体表面に光を照射し、その反射光の波長分布を測定する機器。アプリと連携させることでデータを読み取り色を数値化する。



図2 color muse2

## 5 結果

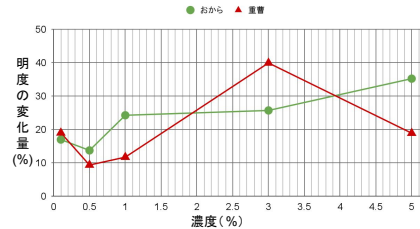
|             | 0.1% | 0.5% | 1% | 3% | 5% |
|-------------|------|------|----|----|----|
| おから<br>洗う前  |      |      |    |    |    |
| おから<br>洗った後 |      |      |    |    |    |
| 重曹<br>洗う前   |      |      |    |    |    |
| 重曹<br>洗った後  |      |      |    |    |    |

表1 よごれた布を洗ったときの汚れの変化

| 溶質の種類と濃度   | おから0.1%           | おから0.5%           | おから1.0%           | おから3.0%           | おから5.0%           | 重曹0.1%            | 重曹0.5%           | 重曹1.0%            | 重曹3.0%            | 重曹5.0%            |
|------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 洗う前の明度(%)  | 30.53             | 36.36             | 24.20             | 25.64             | 35.16             | 18.94             | 40.74            | 48.74             | 33.24             | 39.55             |
| 洗った後の明度(%) | 47.45<br>(+16.92) | 50.04<br>(+13.68) | 52.50<br>(+28.30) | 53.93<br>(+28.29) | 58.39<br>(+23.23) | 55.30<br>(+36.36) | 50.04<br>(+9.30) | 60.40<br>(+11.66) | 73.10<br>(+39.86) | 58.39<br>(+18.84) |

表2 洗う前と後の溶質、濃度ごとの明度

図3 おからと重曹の明度の変化量



- ・おからと重曹は共に濃度が上がるにつれて明度**増加傾向**が見られた。
- ・グラフはきれいに右上がりにはならず、外れ値**重曹濃度3.0%**が出てしまった。
- ・おからと重曹は共に濃度**0.5%**のときに明度の上昇が少なくなっている。

## 6 考察

- ・検定からおからも重曹も有意差があった。  
⇒おからには**洗浄効果**があり重曹には劣るが上履きの汚れを落とすことができると考えられる。
- ・重曹3.0%で明度が異常に上昇した。  
⇒重曹の濃度が1.0%を超えると布自体に重曹がのこりやすくなる可能性が高くなるからだと考えられる。
- ・明度上昇のグラフがきれいに右上がりにならなかった。  
⇒もともとの汚れの明度が揃えられておらず、明度の上昇のしやすさに影響が出てしまったからだと考えられる。それによっておからと重曹の濃度が3%のときに明度の上昇が少なくなってしまうグラフの傾きが負になってしまったと考えられる。

## 7 結論

おからを用いて上履きの汚れを**落とす**ことができる。

## 8 展望

- ・今回用いたキャンバス地が同じキャンバス地でも実際の上履きの生地よりも厚く、撥水性が高い素材だったためより近い素材を探して再現性を高めたい。
- ・実験では重曹を用いたが洗剤や石鹸を使って洗う家庭がおおいのでより実用的になるように実験方法を再検討したい。
- ・おからの繊維を取り除けば直接洗浄に関与した弱アルカリ性の大豆イソフラボンなどの成分を取り出せ、おからの水溶性が高められより条件が揃えやすくなる。

## 9 参考文献

- ①ダイズのカドミウム吸収低減における土壌洗浄の効果(22.環境保全.2008年度愛知大会)[https://www.istage.ist.go.jp/article/dohikouen/54/0/54\\_167\\_2/article/-char/ja/](https://www.istage.ist.go.jp/article/dohikouen/54/0/54_167_2/article/-char/ja/)
- ②市販弱アルカリ性洗剤評価 <https://iissen.repo.nii.ac.jp/records/1040>
- ③粉末おからの作り方 <https://www.kurashiru.com/recipes/d9eebe7e-9877-4ccd-9405-79b06602aa43>
- ④弱アルカリ性食品 <https://mi-mollet.com/articles/-/37806?page=2>
- ⑤おからの廃棄問題 <https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000008.000106025.html>



## 1. 背景・目的

地震や台風などの自然災害が多い日本では、近年、避難所の利用件数が増加しており、それに伴って避難所生活におけるさまざまな問題が指摘されている。中でも騒音問題は避難者のストレスに直結する重要な課題と考え、身近な素材である段ボールに着目し、その構造を工夫することで、避難所の快適性を高めることができるのではないかと考えた。本研究では、段ボール内部の構造に着目し、隙間の数や隙間の間隔が防音・吸音性能に与える影響を実験によって明らかにすることを目的とする。そして、防音性の高い多層構造段ボールの検討・提案を目指す。

## 2. 仮説

先行研究<sup>1,2</sup>では、空気を含む空間が吸音効果に関係していることが示されている。そこで私たちは、段ボールの構造を工夫すれば、吸音効果をさらに高められるのではないかと考えた。特に、波形が外側に露出し、空気層が貫通している構造にすることで、通常の段ボールよりも高い吸音効果が得られるのではないかと予想した。

## 3. 方法

## 〈実験方法の概要〉

段ボールの内部構造をそれぞれ変えて板を作成し、その作成した板の防音性能を検証する。

## 〈段ボールの作成〉

厚さ・大きさが等しく(図4)、内部構造が異なる合計6種類の段ボール(図1)を作成する。

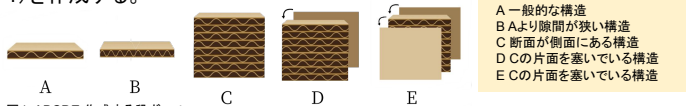


図1 ABCDE 作成する段ボール

## 〈防音ボックスの作成〉

図3のように吸音材で立方体を隙間ができないように作成する。



図2 防音ボックスと実験時の配置について

図3 実際の様子

## 〈測定〉

- ①図3のように、防音ボックスに段ボールを設置する。
- ②防音ボックスに発音器、騒音計を設置する。
- ③騒音計で測定を開始させ、発音器で普通の会話程度の60dBを流す。周波数は、400Hz、800Hz、1200Hzの3種類を計測する。
- ④それから、防音ボックスを密閉し、外部の音ができるだけボックス内に入らないようにする。その状態で20秒間の測定を2度行い、その平均を実験の値とする。

図5 実際の計測のグラフ

## 4. 結果

(dB) 表1 実験の結果 赤:10dB以上 オレンジ:5dB以上

| 調べる段ボール   | 400Hz | 800Hz | 1200Hz |
|-----------|-------|-------|--------|
| なし        | 0     | 0     | 0      |
| A(基準)     | 3.65  | 7.98  | 11.6   |
| B(幅広)     | 3.45  | 1.48  | 12.5   |
| C(隙間多)    | 0.55  | 1.98  | 6.35   |
| D1(断面音源)  | 3.9   | 8.95  | 11.8   |
| D2(断面騒音計) | 5.15  | 6.6   | 9.55   |
| E(両面)     | 5.15  | 8.15  | 6.85   |

- ⇒ 振動数大きい音ほど、段ボールの防音効果が発揮されやすい。  
 ⇒ 同じ段ボールでも振動数によって吸音効果に大きな違い(最大9.05dB、平均6.35dB)がある。  
 ⇒ 同じ振動数でも段ボールによって吸音効果に大きな違い(最大7.47dB、平均6.07dB)がある。

## 5. 考察

## 〈400Hzの場合〉 ○AとBを比較

波の幅が広いBの段ボールの方が吸音効果が低い。

## ○AとCを比較

Cは隙間の数が多いことで吸音効果はほぼなかった。

## ○CとD1/D2/Eを比較

| 調べる段ボール   | 400Hz |
|-----------|-------|
| なし        | 0     |
| A(基準)     | 3.65  |
| B(幅広)     | 3.45  |
| C(隙間多)    | 0.55  |
| D1(断面音源)  | 3.9   |
| D2(断面騒音計) | 5.15  |
| E(両面)     | 5.15  |

D1/D2/Eの段ボールは手を加えることで大幅に吸音効果が向上している。また、騒音計側が紙で覆われている方が、より効果がみられる。

全体では隙間の数が多く、そして貫通していない D2/Eの段ボールの構造が最も適していた。

## 〈800Hzの場合〉 ○AとBを比較

Bと比べてAの段ボールの方が大幅に変化がみられた。

## ○AとCを比較

Cの段ボールでは吸音効果はほとんど見られず、Aの構造が適していると考えられる。

## ○CとD1/D2/Eを比較

| 調べる段ボール   | 800Hz |
|-----------|-------|
| なし        | 0     |
| A(基準)     | 7.98  |
| B(幅広)     | 1.48  |
| C(隙間多)    | 1.98  |
| D1(断面音源)  | 8.95  |
| D2(断面騒音計) | 6.6   |
| E(両面)     | 8.15  |

4D1/D2/Eの段ボールは大幅に吸音効果が向上している。また、D1の段ボールで一番効果がみられた。

全体では隙間の数が多く、そして音源側に断面がむき出しになるようにしたD1の段ボールの構造が最も適していた。

## 〈1200Hzの場合〉 ○AとBを比較

1200Hzの場合のみB方が吸音効果がみられた。

## ○AとCを比較

Cの段ボールで5dB以上の結果が得られたが、どの周波数でも一貫してAの段ボールの方が効果が高い。

## ○CとD1/D2/Eを比較

| 調べる段ボール   | 1200Hz |
|-----------|--------|
| なし        | 0      |
| A(基準)     | 11.6   |
| B(幅広)     | 12.5   |
| C(隙間多)    | 6.35   |
| D1(断面音源)  | 11.8   |
| D2(断面騒音計) | 9.55   |
| E(両面)     | 6.85   |

D1が一番効果がみられた。C/D1/D2は周波数が高くなるにつれて吸音効果も高くなっているが、Eのみ800Hzから吸音効果が下がっている。

全体では波の幅が広い Bの段ボールの構造が最も適していた。

## ○すべての比較

すべての実験結果を比較すると、D1が一番効果あった。

**低周波(400Hz):** 波長が長く、空洞部分が大きくて音が反射・吸収されずにそのまま透過してしまいやすいため、全体的に吸音されにくい。

**高周波(1200Hz):** 波長が短く段ボールの内部でたくさん反射が起こるため、吸音されやすい。

段ボールD1は、隙間の数が多く、また断面が音源側であるため、図12のように音が多く反射し、吸音効果が大きくなったのではないかと。

## 6. 結論

新たに考えたD1の段ボールは、高い周波数を中心に一定の効果がみられたため、最も吸音に適している構造であるという結論に至ったが、400Hzと1200Hzではより高い防音効果を示したのもあったため、防音したい周波数によって、使い分けことが効果的だと思われる。

## 7. 展望

市販の段ボールを使用すると、段ボールによって素材や内部構造などの条件が変わってしまうため手作りしたが、製造の過程で段ボールに差異が生まれてしまった。そこで、市販の段ボールの実験も行い、この差異がどれほど実験結果に影響を与えたかを調べる必要があった。また、人の手で作れる大きさまで市販段ボールの寸法を4倍に拡大して作成した結果、段ボール内の空洞部分が大きくなり、音がそのまま透過されやすく、段ボール本来の防音効果を発揮しきれなかった。そのため、段ボールの密度を高めた実験も視野に入れていきたい。

## 8. 参考文献

1. 愛媛県立宇和島高等学校 段ボールの構造による防音効果  
<https://uwaibahigashi-h.esnet.ed.jp/uploads/r32nep01.pdf> 2026年2月26日閲覧

2. ダンボール防音壁の構造による違い 神奈川県立厚木高等学校 2年F組β4班  
[https://www.pcn.kanagawa.ed.jp/atsuei-h/tokushoku/documents/78f\\_report.pdf](https://www.pcn.kanagawa.ed.jp/atsuei-h/tokushoku/documents/78f_report.pdf)



## 背景・目的

アニメや漫画で「バナナの皮で滑って転ぶシーン」を見ることがあるが、実際に日常生活でバナナの皮を踏み踏む機会はほとんどなく、この現象がどのような条件で起こるのかは明確ではない。そこで、我々はこのシーンが成立するのか、成立するならどのような条件で滑り始めるのか疑問に持った。

## 仮説

バナナの皮にかかる圧力や力を加える角度を変えていき、静止摩擦係数との相関関係を調べることができる。

## 実験方法

### 【予備実験】実験に適した環境作り

- 1) 薄い木の板に何も塗布せずに用いる場合
  - 2) 薄い木の板に油を塗布して用いる場合
  - 3) 薄い木の板に洗剤を塗布する場合
  - 4) アクリル板を用いる場合
- 以上4つにわけて本実験①を行う

最も差異が見られたものを  
本実験①②で使用

### 【本実験①】圧力と静止摩擦係数

- 1) バナナの皮がついたおもりを水平なアクリル板に乗せる
- 2) 点Aを支点として板を傾ける
- 3) バナナの皮がついたおもりが滑り始めた瞬間の高さをhとおいて記録する

計測される値：高さh、バナナの皮の面積S  
 $\mu N = (m+m')g \sin \theta$   
 $N = (m+m')g \cos \theta \Rightarrow \mu = \tan \theta$   
 ・圧力(Pa)  
 = 加えられた力(N) ÷ バナナの皮の面積(m<sup>2</sup>)

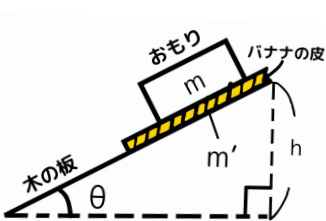


図1 本実験①の様子を表した図

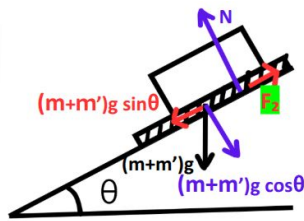


図2 本実験①での力の関係を表した図

### 【本実験②】角度と静止摩擦係数

- 1) バナナの皮とおもりを一つの物体と見なし、皮の内側を下にしてアクリル板に乗せる
- 2) デジタルばねばかりを事前にきめた角度で物体にあてる
- 3) デジタルばねばかりに力を加え、真上・真横からの画角でそれぞれ動画を撮る
- 4) 物体が滑り出した瞬間の角度を角度アプリ (Angle Meter)、力を動画速度変更アプリ (スローモ)で0.1倍速に変えて計測し、スプレッドシートを用いて記録する
- 5) 1~4を角度を変えて繰り返し行う
- 6) 静止摩擦係数が変わらない段ボールでも同様に実験を行い、バナナと比較する

計測される値：固定した角度θ、滑った瞬間の力F  
 $N = mg + F \sin \theta$ ,  $F \cos \theta = \mu N$ より  
 $F \cos \theta = \mu (mg + F \sin \theta)$   
 $\mu = F \cos \theta / (mg + F \sin \theta)$ で静止摩擦係数μが求まる

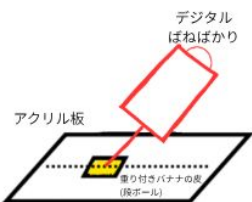


図3 本実験②の様子を表した図

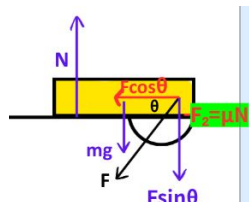


図4 本実験②での力の関係を表した図

## 結果

### 【予備実験】

- ・油と洗剤均一に塗布することができなかった
- ・薄い木の板では皮が板を滑り始める前にばねばかりの先端が皮の上を滑ってしまった

▶ 本実験①②で使用するのに適しているのはアクリル板とする

### 【実験①】

- ・バナナにかかる圧力による滑り具合に有意差を出すために必要な重さのおもりを用いると、モーメントなどの別の力がかかってしまう
- ・先行研究<sup>3)</sup>よりθの値から圧力を求めると、圧力と静止摩擦係数の関係を表すことができる

▶ 実験は行わず、先行研究から値を求めた (図5)

| おもりの質量 (kg) | 1     | 2    | 3     | 4     | 6     | 8     | 10    |
|-------------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| tanθの値      | 0.416 | 0.39 | 0.247 | 0.205 | 0.172 | 0.197 | 0.165 |

表1 おもりの質量に対する tanθの値<sup>3)</sup>

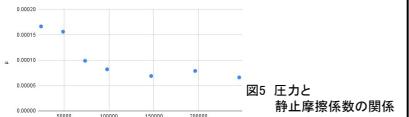


図5 圧力と静止摩擦係数の関係

### 【実験②】

#### [1]段ボール (二つの異なるダンボールで実験)

- ・図6図7より後半にかけて段ボールがすり減り滑りやすくなって静止摩擦係数が小さくなったと考えられる

▶ 段ボールでの角度と静止摩擦係数にはほとんど相関がないと見える

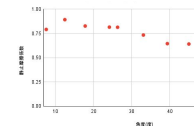


図6 段ボールにおける角度と静止摩擦係数の関係 (10° から計測)

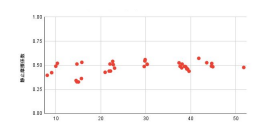


図7 段ボールにおける角度と静止摩擦係数の関係 (60° から計測)

#### [2]バナナの皮

- ・角度と静止摩擦係数に正の相関関係が見られた
- ・段ボールに比べてμにばらつきがあった

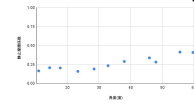


図8 バナナの角度と静止摩擦係数の関係 (10° から計測)

## 考察

### 【実験①】

- ・圧力の増加によってバナナの皮の小胞が潰れ粘液が潤滑剤となり滑りやすくなったと考えられる
- ・先行研究のデータを用いたものであり、そのデータの整合性は取れていないため、この結果は参考とする

### 【実験②】

#### [1]段ボール

- ・静止摩擦係数が一定のはずの段ボールで一定にならなかった理由
- ▶ 段ボール表面が実験中にすり減り、表面状態が変化したことが原因

#### [2]バナナの皮

- ・角度を大きくしていくと、静止摩擦係数は大きくなった
- ・角度を大きくしていくと、皮に加わる力の向きが変化する
- ▶ 小胞の潰れ方が変わったため静止摩擦係数が変化したと考えられる

## 結論と今後の展望

力を加える角度が摩擦係数に影響することが示され、バナナの静止摩擦係数は変数であると結論づけられる。今後は①データ数を増やす②より精密な実験③多様な環境での実験の3つの観点で実験を繰り返していきたい。

## 参考文献

- 1) 馬淵清資「潤滑油はなぜ潤滑するのか-バナナの皮が語る滑りの極意-」  
[http://dsc.rcast.u-tokyo.ac.jp/~uchida/imgs/2021\\_Vol.026\\_No.12\\_0707.pdf](http://dsc.rcast.u-tokyo.ac.jp/~uchida/imgs/2021_Vol.026_No.12_0707.pdf) (閲覧日2025/12/30)
- 2) 馬淵清資「バナナの皮の科学」  
<https://www.iikkyo.co.jp/contents/download/9992657204> (閲覧日2025/1/26)
- 3) 鳩野郁介, 森田倫太郎, 四柳いずみ(2020)「バナナの皮の静止摩擦係数と、バナナの皮にかかる垂直抗力の関係」徳島県立城南高等学校課題研究集録

小麦のふすまを用いた  
新たな生分解性素材の発展と利用

## 01 背景・目的

近年プラスチックの製造・使用による資源枯渇、環境汚染の問題が顕在化している。  
そこで、用途が少なくあり余る小麦のふすまに着目し、ふすまを用いた環境に優しい素材を作成。完成した新素材をより実用的な形にしたいと考えた。

## 02 実験方法

## 【実験1】ふすま素材の作成

準備:ミキサー・紙漉きセット・目の細かい網・ふすま 10g・補強材に用いる紙素材 5g・水200ml  
①紙素材を細かくちぎり、水 200mlと同時にミキサーに入れ紙素材を湿らせる。  
②ミキサーを起動し、1分30秒の間、紙素材を粉碎する。  
③ふすまを10g入れ、ふすまを湿らせる。同時にミキサーを 2分間休ませる。  
④ミキサーを起動し、ふすまと紙素材を混ぜる。  
⑤紙漉きセットに網を敷き、その上にふすま素材を流す。  
⑥ふすま素材を押すようにして水分を絞り、風通しが良い場所で数日乾かす。

## 【実験2-1】耐久性の検証

準備:ふすま素材、スタンド、タコ糸、コットン、2.0mlにまごめピペット、はかり  
①試作品を10cm×1cmに切り取ったものを各素材3枚用意する。  
ピペットの底を切り取り、紐に通す。  
②切り取った試作品の両サイドをスタンドで固定する。(根元で折れ曲がらないように間にコットンを挟む。)  
③容器の中に水を入れていき、ふすま素材が破れて容器が落ちたときの重さを各種3回記録し、それらの平均値を求める。

## 【実験2-2】耐熱性の検証

準備:ふすま素材、スタンド、タコ糸、コットン、2.0mlにまごめピペット、はかり、電子レンジ  
①ふすま素材を約1cm幅に切り、各3本用意する。  
②①のふすま素材を電子レンジに入れて 10分加熱する。  
③加熱後、耐久性の実験と同様にふすま素材が水の重さに耐えられなくなったときの水の重さを各種3回記録し、それらの平均値を求める。

## 【実験2-3】

## 〈生分解性の検証 1〉

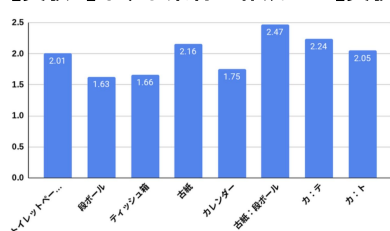
準備:1.0cm×1.0cmに切り取った紙素材とふすま素材、試験管 12本、200mlピーカー 3個、2mlにまごめピペット、セルラーゼオゾンカ(粉末)、はかり、ガスバーナー、フェーリング溶液、沸騰石  
①X:1.0×9.0×10<sup>-2</sup>に希釈したセルラーゼ溶液 4.0ml+水4.0ml Y:水8.0mlのみを加えた試験管を各素材で用意する。  
②試験管を恒温室に入れて 40℃で9日間放置する。  
③試験管にフェーリング液 2.0mlと沸騰石を入れ、ガスバーナーで加熱して反応を見る。

## 〈生分解性の検証 2〉

検証1の方法③の恒温室の温度を 55度に変更。その他は同様に実験。

## 03 結果

## 【実験1】ふすま素材の作成



## 【実験2-1】耐久性

ふすまと紙素材を2:1で混合した場合の平均値

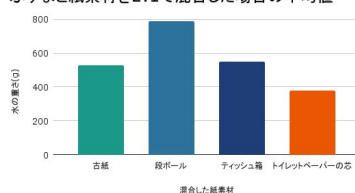


図1各ふすま素材の厚さの平均値の比較  
・ダンボールから作られたふすま素材が乾燥後最も薄くなった。  
・2種紙素材を用いると厚くなる。

図2各ふすま素材の耐久性(水重量)の平均値の比較  
・段ボールから作られたふすま素材が最も耐久力大きい  
・トイレtpペーパーの芯から作られたふすま素材が最も耐久力が小さい

## 【実験2-2】耐熱性の検証

紙素材の種類によって耐熱性に大きな差が見られ、未加熱の同素材の平均値と比較すると加熱後は約8割の耐久性にとどまった。約800g程度の水に耐えられる素材や、約300g程度で水の重さに耐えられなくなった素材などばらつきがあった。また、同じ素材であっても測定値にばらつきが見られた。

## 【実験2-3】生分解性の検証

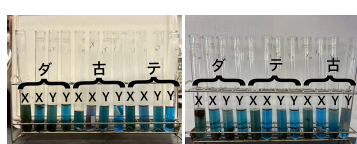


図3(左):〈検証1〉での加熱後の試験管の様子  
図4(右):〈検証2〉での加熱後の試験管の様子

## 04 考察

## 【実験1】ふすま素材の作成

4つのふすま素材の間で最大 0.5mmの厚さの違いが生じた。  
・繊維が長いもの(ダンボール、ティッシュ箱)→薄い傾向  
・繊維が短いもの(古紙、トイレtpペーパーの芯、カレンダー)→厚い傾向  
▶長い繊維は繊維同士がよく絡まり合い一つの面を形成することで、乾燥による収縮が全体で均一になり薄くなったと考えられる。  
また、薄いものは密度が高いとも言え換えることができる。

## 【実験2-1】耐久性の検証

・繊維が長いもの→下向きの張力に対して強い、すなわち耐久性が高い。  
・繊維が短いもの→下向きの張力に対して弱い、すなわち耐久性が低い。  
▶繊維が長いほど繊維同士がよく絡まり合い、繊維同士、またふすま素材と紐の間にはたらく摩擦力が大きくなったと考察できる。

## 【実験2-2】耐熱性の検証

ほぼ全てのふすま素材において加熱後は耐久性が低下した。  
▶加熱で細いふすま素材内の水分が一気に蒸発し乾燥したことで脆くなったと考えられる。

## 【実験2-3】生分解性の検証

想定していたフェーリング溶液の反応が観察できなかった。  
(原因)対照実験の酵素不足もしくはフェーリング溶液調製中の誤差

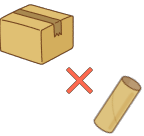
## ◎別観点からの考察

・インクやコーティング剤が多く使用されているもの(古紙、ティッシュ箱)→繊維が分離しやすく再生に多くの水と薬品を必要とする。  
・それらの使用量が少ないもの(ダンボール、トイレtpペーパーの芯)→再生に必要な資源や手間が少なく再生を繰り返しても品質の維持が可能。  
▶後者の純度の高い紙製品の方が環境やコストに優しく再生利用が可能であるとえられる。

## 05 結論

本実験の中での最適解は  
”トイレtpペーパーの芯と段ボールを用いた紙皿”  
と結論づけた。

〈理由〉・どちらもインクやコーティングが少ない紙製品である。  
・段ボールの紙繊維が長く、密度や耐久性の向上が期待される。  
・トイレtpペーパーの芯は加熱後に耐久力が低下しなかった。



## 06 今後の展望

## ◎紙皿の作成方法について

## 【実験α 紙皿の作成】

①実験1の①~④までの手順を進める。  
②水流式アスピレーターで吸い取るとにろ紙をひきアルコールで湿らせる。  
→乾燥後剥がれやすくなるため。  
③少しずつパルプ液を乗せ吸引させる。  
④数日乾燥させたのち取り外す。



図5:アスピレーターを用いた吸引の様子

今回の研究では紙素材の耐久性や耐熱性、生分解性について調べたが、今後は評価項目を増やしてより多角的な検討を行う必要があると考えた。耐熱性については、加熱時の条件や温度条件を変えた実験を行いたい。生分解性については、土壌や水中など異なる環境での分解の速度を比較することで、環境条件による違いを調べたい。

## 07 参考文献

- ・神奈川県立 厚木高等学校 78期生2年I組1班 α ”小麦のふすまを用いた新たな生分解性素材の開発” 実験スライド・レポート  
[https://www.pen-kanagawa.ed.jp/atsugi-h/tokushoku/documents/78i1\\_slide.pdf](https://www.pen-kanagawa.ed.jp/atsugi-h/tokushoku/documents/78i1_slide.pdf)  
[https://www.pen-kanagawa.ed.jp/atsugi-h/tokushoku/documents/78i\\_report.pdf](https://www.pen-kanagawa.ed.jp/atsugi-h/tokushoku/documents/78i_report.pdf) (2026年1月31日最終閲覧)
- ・日本製紙連合会 ”日本製紙連合会 | サステナビリティ | 紙のリサイクルに対する考え方 | 繊維の再利用”  
<https://www.jpap.gr.jp/sustainability/recycle/reuse/index.html> (2026年1月31日最終閲覧)



## 背景・目的

近年農薬の使用が主流となっているが、その反面人間や環境に与える影響にも注目が集まっている。そこに目をつけ、76期生の研究で実証されなかったトマチンの防虫効果のほか水環境への影響、トマチンが抽出できているかの検証を目的に実験を行った。

## 仮説

トマチンは以前の研究で効果が認められたソラニンに似た構造を持つことから防虫効果があり、環境への負荷は小さい。

## 実験方法

実験1 トマチン抽出(メタノール抽出)

- 1 トマトのヘタをすり潰しメタノールを加えろ過する
- 2 100mlの純水を加えメタノールを蒸発させる。  
以降これを自作トマチン水溶液とする。

実験2 数値計測(水環境の影響を見る)

CODパックテストを用いて、対照実験を行った。

対象溶液:①純水②自作トマチン水溶液③トマチン水溶液④市販農薬  
②③④については、濃度を変えた溶液(各原液、100倍希釈、1000倍希釈)のものも用意し、全10種の溶液で比較した。

- 1 各溶液でCODパックテストを行う。
- 2 色彩判定アプリ「色彩判定カメラ」を用いて各溶液の画像をとりこみ RGB比を導き出す。

実験3 防虫効果の検証

- 1 抽出液に浸したキャベツを用意する
- 2 真ん中に線を引き、①②をどちらかに1つつ置き
- 3 そこにフタホシコオロギを入れて、どちらのキャベツによっていくかを見る。真ん中に引いた線を基準にして考える。

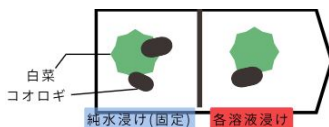


図1実験3の図

実験4 水環境への影響の検証

- 1 以下の溶液にそれぞれカルキ抜きした水 10%ずつ入れ水槽にうつし、それぞれにヒメタニシを入れる。

- ①淡水(カルキ抜きした水)
- ②自作トマチン溶液
- ③トマチン溶液
- ④市販農薬

- 2 水槽内のヒメタニシの2時間動きを観察し、特定の2分間で動いた距離を測定した。また2時間継続した個体数も計測した。

## 実験結果

### 実験2 | CODパックテスト

※CODパックテスト=有機物の含有量を調べる  
※RGB比=赤紫色から、汚れが多いと変化する



|          | Gの割合(%) | R/B比 |
|----------|---------|------|
| 水        | 26.4    | 1.21 |
| 自作トマチン溶液 | 26.2    | 1.36 |
| トマチン溶液   | 23.8    | 1.21 |
| 農薬       | 24.3    | 1.16 |

| 試料名         | RGB比        | 最も近い標準色 |
|-------------|-------------|---------|
| 水           | 148:97:122  | 0mg/L   |
| トマチン原液      | 153:158:122 | 50mg/L  |
| トマチン×100    | 169:132:142 | 10mg/L  |
| トマチン×1000   | 156:87:129  | 0mg/L   |
| 自作トマチン原液    | 192:166:109 | 100mg/L |
| 自作トマチン×100  | 134:113:132 | 5mg/L   |
| 自作トマチン×1000 | 12:108:142  | 0mg/L   |
| 農薬原液        | 131:89:122  | 10mg/L  |
| 農薬×100      | 141:112:133 | 5mg/L   |
| 農薬×1000     | 149:89:129  | 0mg/L   |

図2 CODの結果(1000倍希釈時) 表1各溶液の RGB比とGの比率

・トマチン溶液2種は農薬よりも水に色が近く有機物の含有量が少ないとわかるため、水質への影響は農薬より少ないといえる。

## 実験結果

### 実験3 | 防虫効果

|          | 純水 | 各溶液 |
|----------|----|-----|
| 純水       | 18 | 12  |
| トマチン溶液   | 20 | 10  |
| 自作トマチン溶液 | 17 | 13  |
| 農薬       | 21 | 9   |

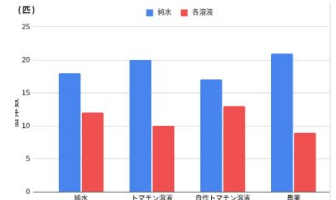


表2 各溶液によった個体数

図3 表2をまとめたグラフ

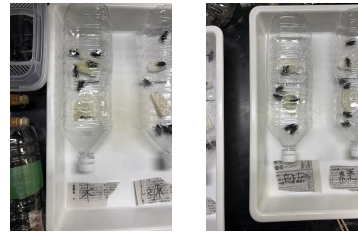


図4.5実験の様子

忌避率計算の結果、農薬(40.0%)とトマチン溶液(33.3%)差は6.7%  
カイニ乗検定の結果、農薬とトマチン溶液  $p=0.78 > 0.05$  極めて近い  
農薬と自作トマチン溶液  $p=0.28 > 0.05$  有意差はない  
農薬とトマチン溶液で大きな差は見受けられず、農薬同等の効果を得られると考えられる。

### 実験4 | 水生生物への影響

|                       | 特によく動いていた時間帯で5匹を抽出 |      |        |
|-----------------------|--------------------|------|--------|
|                       | 水                  | 農薬   | トマチン溶液 |
| タニシの動き<br>(cm / 2min) | 3.78               | 4.34 | 4.20   |
|                       | 3.50               | 2.10 | 4.48   |
|                       | 2.80               | 2.52 | 1.40   |
|                       | 4.20               | 5.25 | 2.94   |
|                       | 3.78               | 1.96 | 5.88   |
| 2時間継続して動きがあった個体       | 4/10               | 1/10 | 2/10   |

表3

- ・純水で浸けられていたタニシが全体的に活発な動きを見せ、農薬とトマチン溶液の間では大きな差は見受けられなかった。
- ・しかし環境に差があることからその信憑性は低い。また、適切な温度管理や同じ環境を維持することができなかったため、この結果は参考程度に留まる。

## 考察

- ・水環境への影響の検証から、トマチン溶液の水環境へ与える影響は農薬と同等、またはそれ以下と考えられる。
- ・防虫効果の検証を行った結果、トマチン溶液は市販農薬に近い効果を発揮していて、農薬としての機能も十分に期待できる。しかし、自作トマチン溶液に関しては純水を下回っているため、仮定とは異なる結果となった。

## 結論

トマチン溶液には害虫に対する防虫効果が認められ、農薬と比較するとその効果が僅かに劣る程度であるといえる。

## 展望

- ・専門機械を用いて、トマチンの含有量の測定を行う。
- ・実験IVでは温度管理や計測方法の精度を上げる必要がある。

## 参考文献

- ①厚木高校令和四年度 2年A組 実験ポスター  
<https://www.pcn-kanagawa.ed.jp/atsugi-h/tokushoku/documents/2aposter.pdf>
- ②厚木高校令和五年度 2年A組 実験ポスター  
[https://www.pcn-kanagawa.ed.jp/atsugi-h/tokushoku/documents/20240412\\_a.pdf](https://www.pcn-kanagawa.ed.jp/atsugi-h/tokushoku/documents/20240412_a.pdf)
- ③厚木高校令和五年度 2年A組  
ジャガイモ由来天然毒素成分ソラニンをを用いた環境負荷低減農薬開発の検討  
[https://www.pcn-kanagawa.ed.jp/atsugi-h/tokushoku/documents/20240502\\_s\\_01.pdf](https://www.pcn-kanagawa.ed.jp/atsugi-h/tokushoku/documents/20240502_s_01.pdf)
- ④尾北環境分析株式会社 化学的酸素要求量(COD)について  
<https://www.bkb.co.jp/topics/cod-test-flo>
- ⑤ソラニンの組成 <https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%BD%E3%83%A9%E3%83%8B%E3%83%B3>
- ⑥トマチンの組成 <https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%88%E3%83%9F%E3%83%81%E3%83%B3>
- ⑦LC-MS/MSを定量手段とした食品中の残留化学物質等の分析法開発および公定法への適用に関する研究  
<https://tust.repo.nii.ac.jp/record/915/files/%E5%B8%9D%E4%BA%AC%E7%A7%91%E8%AB%96%E5%8D%9A%E7%AC%AC1%E5%8F%B7.pdf>
- ⑧ジャガイモの毒 α-ソラニンはトマトの苦味成分から分岐進化した  
[https://www.kobe-u.ac.jp/ia/news/article/2021\\_02\\_26\\_01/](https://www.kobe-u.ac.jp/ia/news/article/2021_02_26_01/)



## ○【背景・目的】



アイスクリームは気温が高い環境では短時間で溶けてしまうという課題がある。食品分野では溶けにくいアイスの研究も行われているが、身近な材料でどの程度溶解を遅らせることができるのかを確かめたいと考えた。ゼラチンや寒天などのゲル状物質は水分を多く含み、構造的に熱の伝わり方に影響を与える可能性がある。そこで本研究では、氷の表面をゲル状物質でコーティングすることで、溶解を遅らせることができるかを明らかにすることを目的とした。

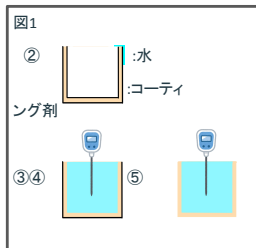
## ○【仮説】

氷の表面をゲル状物質で覆うことで外部からの熱の伝導が抑えられ、無処理の氷よりも溶けにくくなると考えた。また、構造がしっかりしている寒天はゼラチンよりも高い保冷効果を示すのではないかと予想した。さらに、ゼラチンと寒天を混合すれば、それぞれの性質が組み合わさり、より効果が高まる可能性があると仮定した。

## ○【方法】

## 氷をコーティングする方法

1. プラスチックの板を切って  
大きい容器と小さい容器を作る
2. 小さい容器を大きい容器の中心に  
セットしコーティング剤を流し入れて  
冷蔵庫で固める
3. 小さい容器を抜き取る
4. 小さい容器があったところに水を入れて  
温度計をさしてから冷凍庫で凍らせる
5. 容器を剥がす



## 実験方法

コーティング剤はゼラチン、寒天、アガー、ゼラチンと寒天の混合物を使う。  
氷をスタンドで吊るし、氷が落下するまでの時間の計測と、温度変化を記録する。  
混合物をゼラチンと寒天しかやっていない理由としては、アガー単体の実験がうまくいかなかったこと、容器をあまりうまく作ることができず、コーティング剤が漏れてしまったりして使える容器が少なかったからである。

## ○【展望】

今後はコーティングの厚さを一定に保つ方法を工夫し、より正確な比較を行いたい。また、実際のアイスクリームでも同様の効果が得られるかを検証することで、より実用的な応用について検討したい。

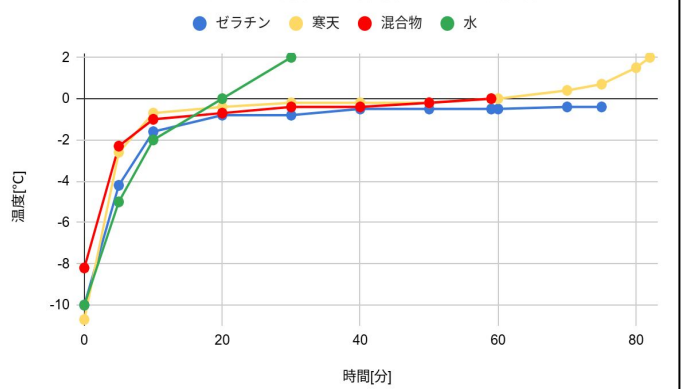
## ○【参考文献】

- 1, Google Patents 冷菓用コーティング組成物及びコーティング方法  
<https://patents.google.com/patent/JP3417716B2/en> 2025年5月7日閲覧
- 2, 昭和女子大学 大学院生活機構研究科 寒天-ゼラチン混合ゲル膜下特性と力学特性の関係  
[https://www.istage.ist.go.jp/article/jisse/15/2-2/15\\_107/pdf/-char/ja](https://www.istage.ist.go.jp/article/jisse/15/2-2/15_107/pdf/-char/ja) 2025年5月7日閲覧
- 3, arxiv Crosslinks increase the elastic modulus and fracture toughness of gelatin hydrogels  
<https://patents.google.com/patent/JP5304732B2/en> 2025年5月14日閲覧
- 4, Google Patents ゼラチン架橋ゲル系冷熱媒体および保冷熱材  
<https://arxiv.org/abs/2203.08693> 2025年5月14日閲覧
- 5, 石川県産業創出支援機構SICO イチゴの成分生かした「溶けない!」アイスが人気  
<https://www.isico.or.jp/j-maga/journal/11112313>

## ○【結果】

無処理の氷は最も早く溶解したのに対し、すべてのコーティング氷は溶解までの時間が長くなった。特に寒天を用いたものが最も長い溶解時間を示し、次いでゼラチン、混合物の順となった。温度変化のグラフからも、コーティングを施した氷は0°C付近の状態をより長く保っていることが確認できた。一方で、ゼラチンと寒天の差は大きくはなく、混合物は単体よりもやや短い結果となった。

図2 ゼラチン、寒天、混合物の時間経過と温度変化



## ○【考察】

コーティングを施した氷の溶解時間が伸びたことから、ゲル状物質が断熱材のような働きをしたと考えられる。ゼラチンと寒天で大きな差が見られなかったのは、どちらも水を多く含むゲル構造を持ち、熱の伝わり方が似ていたためではないかと推測される。混合物で効果が低下した理由としては、異なる性質のゲルが混ざることによって内部構造が不均一になり、断熱効果が弱まった可能性がある。また、溶けた水が周囲にたまることによる影響や、コーティングの厚さのばらつきも結果に影響したと考えられる。

## ○【結論】

氷の表面をゼラチンや寒天などのゲル状物質で覆うことで無処理の氷よりも溶解を遅らせることができた。しかし、材料を混合すれば必ずしも効果が高まるわけではないことが分かった。