

# デジタルゲームを用いた学習効果の検証

神奈川県立厚木高等学校  
2年 A組 α1班

## 1. 背景

学生の学習意欲の向上というのは、昨今の教育現場における大きな課題となっている。そこで、中高生が熱中するスマホゲームのようなデジタルゲームを用いた学習に着目し、学習効果・意欲の向上をねらった。また、英語や数学などほかの教科においては、既に関が進められ、リリースされている事例もある。しかし、古典を題材とした学習ゲームはカードゲームなどアナログ媒体を用いるものは確認された<sup>2</sup>ものの、デジタルゲームの形式を取ったものは確認されなかったので、新規性や独自性という視点から古典における品詞を題材としたデジタルゲームを制作することにした。

## 2. 目的

古典文法の学習を目的としたデジタルゲームを制作し、それを用いた学習をした際に、従来の紙媒体を用いた学習と比較して、学習効果と学習意欲の向上が見られるかを検証する。  
ゲームを用いた古典の学習に焦点を当てた研究において、デジタルゲームの形を取った研究は見受けられないため、本研究はデジタルゲームを用いることによるさらなる効果を検討する。

## 3. 仮説

なし

## 4. 方法

### 実験1(デジタルゲームの作成)

古典を題材としたデジタルゲームをプログラミング言語「Scratch」を用いて制作する。

### 実験2(学習効果の検証)

- 被験者の集団をグループA・Bに分ける。  
グループA: デジタルゲームを用いて古典文法を学習する  
グループB: 教材を用いて古典文法を学習する  
両グループとも同じ時間勉強させた後、古典文法の知識を問うテストを解かせる。
- 点数と回答時間を集計し、Wilcoxon-Mann-Whitney検定で有意差を検証する。

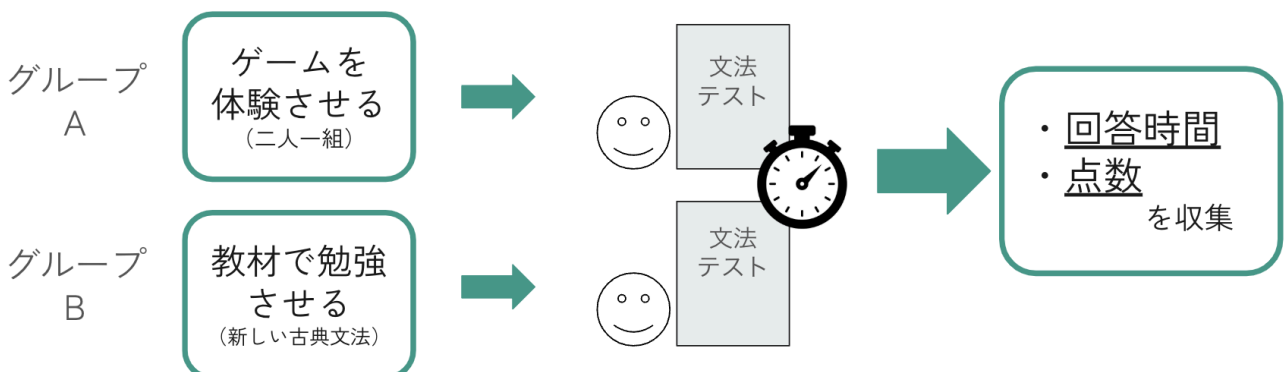


図1 学習効果の検証ステップ

### 実験3(学習意欲の検証)

- 1) 作成したゲームを数名に体験させた後に、3を基準とした5段階評価の学習意欲に関するアンケート(「このゲームをもう一度遊びたいですか?」等の質問)を取る。
- 2) アンケートの結果を集計して考察を行う。

(アンケートの質問の内容)

学習意欲の変化や、ゲームを学習に取り入れることに対する意見などに関する質問を7つ設けた。

- ①このゲームをもう一度遊びたいですか?
  - ②ゲームのルールや遊び方は分かりやすかったですか?
  - ③デジタルゲームを活用した学習に対する意欲は湧きましたか?
  - ④デジタルゲームを利用した学習は、従来の方法に比べて勉強に対するやる気は上がりましたか?
  - ⑤このような学習方法を教育現場に取り入れることは、生徒の学習に対する意欲の改善に効果があると思いますか?
  - ⑥これからの学習にこのようなゲームを取り入れてみたいと思いますか?
  - ⑦他の教科にも学習を目的としたゲームがあればプレイしてみたいと思いますか?
- 自由記述欄(任意)

## 5. 結果

### 実験1

当初はゲーム制作ソフト「Unity」を用いて制作を行う予定だったが、使用感の難易度から、制作に使用するツールをビジュアルプログラミング言語及び開発環境の「Scratch」に変更した。

池尻<sup>3)</sup>によると評価結果より、カードゲームは歴史の因果関係を応用する力を育成する学習方法として有効であることを示している。したがって、教科は異なるが古典品詞の持つ共通性に着目したカードゲームを制作した。

**ルール:**色・数字など共通性を持つカードを場に出していくカードゲーム「ウノ」のように、古典を題材としたこのゲームにおいては自動詞の持つ活用形・型などの特徴が一致するものを場に出し、多くのカードを出した側が勝利する。

**デザイン:**プレイヤーが古典の学習により興味を持てるよう、和風な雰囲気視覚的に表現した。カードは百人一首の札を参考にし、毛筆風のフォントを用いたことで中世日本を想起させた。

**プログラム:**「Scratch」を使用し、一からゲームを制作した。完成したゲームはScratchのウェブサイト上で共有を行い、サイトを通じて世界中のパソコンやスマートフォンでプレイできるようになった。



図2 ゲームプレイ画面と注釈 ①手札 ②品詞カードの情報 ③場 ④山札 ⑤制限時間

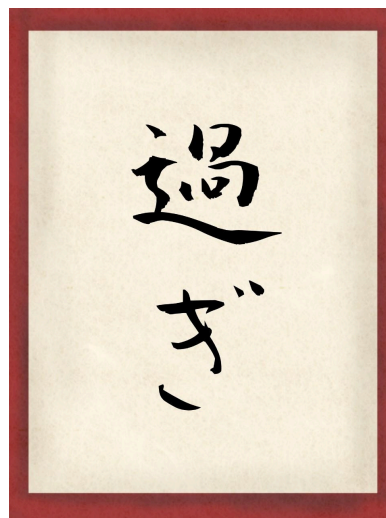


図3 動詞カード「過ぎ」のデザイン

作成したゲームは以下のリンクから遊ぶことができる。

<https://scratch.mit.edu/projects/1063504858/>

## 実験2

収集したテストの点数、解答時間のデータをWilcoxon-Mann-Whitney検定により有意差の検証を行った結果、どちらのデータにもグループA(22名)、グループB(12名)の間に有意差は見られなかった。

A・点数	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10	11
	11	11	11	12	12	12	12	13	14	15		
B・点数	3	5	6	8	9	11	11	11	11	12	13	13

表1 実験①における点数

A・時間	0:39	2:25	2:27	2:28	2:39	2:45	2:48	2:49	2:55	2:58	3:02	3:03
	3:09	3:19	3:20	3:26	3:33	3:53	3:58	4:03	4:11	4:52		
B・時間	0:06	0:34	2:27	2:35	2:39	2:53	2:53	2:55	3:29	3:42	4:20	4:57

表2 実験②における回答時間(分:秒)

## 実験3

実施したアンケートから以下の回答が得られた。

	思う	少し思う	どちらでもない	あまり 思わない	思わない
質問①	6	6	1	1	0
質問②	3	9	2	0	0
質問③	6	4	3	1	0
質問④	5	5	2	2	0
質問⑤	4	7	2	1	0
質問⑥	4	3	4	3	0
質問⑦	4	7	2	1	0

表3 アンケートの質問ごとの人数の分布(人)

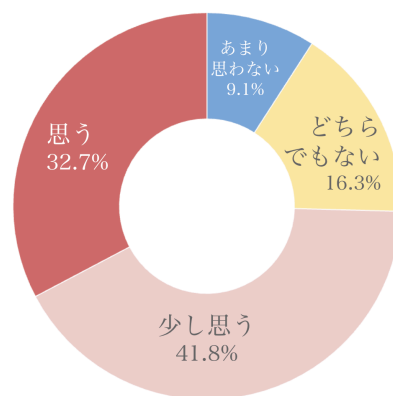


図4 全体の回答の割合(%)

表3、図4より、実施したアンケートの回答は、肯定的な回答が全体の4分の3程度に上った。また、自由記述欄にも、「楽しかった」や、「今後の学習に活用していきたい」などの感想も得られた。

## 6. 考察

### 実験1について

デジタルゲームという形をとったことにより、場所や環境に依存せず手軽に学べるようになり、勉強へのハードルは低くなったと言えるだろう。また、ゲーム終了後、間違えて出した動詞カードの一覧を提示する機能を実装して復習を促した。このようなデジタル媒体ならではの利点を多く取り入れることによる、新たな学習方法の提案ができたのではないだろうか。

## 実験2について

WMW検定の結果から、ゲームの形式やシステムが、古典文法の学習という目的に対して効果を発揮するには不十分であったと考えられる。具体的には、山札から手札に配布されるカードが完全にランダムであることから、カードの出現頻度が一定でなく、それに伴って各語句によって記憶の定着に差が生じてしまう点や、画面上に活用形、活用の種類を表示するシステム上、目で見て分類を確認することが可能になってしまい、暗記という目的にはそぐわない点が原因になっていると考えられる。

## 実験3について

アンケートの回答から、デジタルゲームを、学習に取り入れることは、生徒の学習意欲の向上に効果を発揮すると考えられる。任意の自由記述欄によると2人での対戦や、カードゲーム形式を取り入れたことにより、従来の方法と比較して勉強の楽しさや達成感が得られるようになった。

## 7. 今後の展望

- ・テストの点数、回答時間に改善がみられるように、作成したゲームのルール、システムを再検討する。
- ・アンケートで得られた結果や被験者の意見から、フォントを見直す等、ゲームをよりプレイヤーの希望に沿ったものに改善する。
- ・HTML化や、オンライン対戦の実装などを通して、より多くの人にこのゲームをプレイしてもらえるような環境を整える。

## 8. 参考文献

- 1) 文部科学省 (2020)『生徒の学習意欲を喚起し能力を最大限伸ばすための学科の在り方等に関する具体的論点』文部科学省

[https://www.mext.go.jp/content/20200213-mxt\\_koukou02-000005177\\_22.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20200213-mxt_koukou02-000005177_22.pdf)

2024年6月26日閲覧

- 2) 野上颯斗 山口響史 (2022)『STEAM Lab 紀要 2号「ゲーミフィケーション要素を取り入れた古典教材の作成・検討」』大坂大谷大学

[https://www.osaka-ohtani.ac.jp/static/facilities/steam\\_lab/files/kiyou\\_2022\\_10.pdf](https://www.osaka-ohtani.ac.jp/static/facilities/steam_lab/files/kiyou_2022_10.pdf)

2024年6月27日閲覧

- 3) 池尻良平(2011)『歴史の因果関係を現代に応用する力を育成するカードゲーム教材のデザインと評価』日本教育工学会論文誌

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjet/34/4/34\\_KJ00007142886/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjet/34/4/34_KJ00007142886/_pdf)

2024年9月29日閲覧

- 4) 中原治(2022)『基礎から学ぶ統計学』羊土社

- 5) 深井良祐 役に立つ薬の情報～専門薬学 Mann-Whitney (マン・ホイットニイ)検定

<https://kusuri-jouhou.com/statistics/mann.html>

2024年12月9日閲覧



# アボカド抽出液から示唆されるペルシンの昆虫に対する忌避・殺虫 効果

神奈川県立厚木高等学校

2年 A組 α 2班

## 1. 背景

アボカド(*Persea americana*)に含まれるペルシンは犬、猫、鳥類などの動物に対して有毒な成分である。また、近年多くの野菜の主要害虫であるヨトウムシ(*Mamestra brassicae*)の1種がアボカドを避けることが発見され<sup>(1)</sup>、ペルシンに昆虫に対する忌避効果と殺虫効果があるのではないかと考えた。このことから、本研究はアボカド抽出液を用いて昆虫への忌避性と殺虫性の有無を明らかにする。

## 2. 目的

今回使用するペルシンは、近年発見された成分のため、明確に分かっていることが少ない。そこでこの研究を通し、ペルシンに対する昆虫の反応を明らかにすることが出来れば、ペルシンに関する新しい情報の獲得への貢献が期待出来る。また、もし実際に昆虫に対して害のある成分であった場合、さらに研究を進めることによって、農業において課題である害虫問題に有効な農薬の新成分に利用できる可能性がある。

## 3. 仮説

アボカド抽出液中の成分に虫への忌避効果と殺虫効果があれば、実験をした際に忌避効果と殺虫効果を確認できる。

## 4. 方法

### 実験1-1(試料作成①)

#### ・材料と器具

材料;アボカド、エタノール(*ethanol*)、純水

器具;包丁、スプーン、ビーカー、ミキサー、ペットボトル、ガーゼ、ろ紙、ろうと、ろうと台、アスピレーター、エバポレーター

#### ・方法

【1】.包丁で小さく切ったアボカドと50%質量エタノールを1:1でミキサーで混ぜたものを、ペットボトルに入れ、夏休み期間常温で放置。

【2】.【1】で放置した溶液を、ガーゼで2回、吸引濾過に1回かけて濾過。

【3】.エバポレーターにかけ、エタノールを飛ばす。

### 実験1-2(試料作成②)

#### ・材料と器具

材料;アボカド、エタノール(*ethanol*)、純水

器具;包丁、スプーン、ビーカー、ミキサー、ペットボトル、ガーゼ、ろ紙、ろうと、ろうと台、アスピレーター

・方法

【1】.包丁で小さく切ったアボカドと50%質量エタノールを1:1でミキサーで混ぜたものを、ペットボトルに入れ、1週間常温で放置。

【2】.【1】で放置した溶液を、ガーゼで2回、吸引濾過に1回かけて濾過。

【3】.ここでできた液体を、以後抽出液①とする。

### 実験1-3(試料作成③)

・材料と器具

材料;抽出液①

器具;マイクロチューブ、駒込ピペット、遠心分離機、電子計量器

・方法

【1】.抽出液①を10分間遠心分離機にかける。

【2】.【1】の溶液の上澄みの油分を駒込ピペットでマイクロチューブに集める。  
ここでできた液体を、以後抽出液②とする。

### 実験1-4(試料作成④)

・材料と器具

材料;抽出液①、ヘキサン(*Cissa chinensis*)、酢酸エチル(*Ethyl Acetate*)、クロロホルム(*Chloroform*)、メタノール(*Methyl Alchoho*)

器具;TLCプラスチックシート、蓋付きの透明なガラス瓶、毛细管

・方法

【1】.抽出液①にヘキサン/酢酸エチル=75/25を加え、攪拌する。

【2】.展開液(クロロホルム/メタノール=20/1)を作る。

【3】.薄層クロマトグラフィーにかける。

### 実験2(アブラムシ(*aphidoidea*)に対する防虫実験)

・材料と器具

材料;抽出液①、アブラムシ(*aphidoidea*)、エタノール、純水

器具;シャーレ、ろ紙、ドライヤー

・方法

【1】.抽出液①と、50%質量エタノールをシャーレの大きさに切ったろ紙に吸収させる。その後ドライヤーで乾燥させる。

【2】.シャーレに半分づつ【1】のろ紙を敷き、アブラムシを入れ、蓋をする。

【3】.20分間動画を撮影し、1分毎に各区画にいるアブラムシの数を集計する。

### **実験3(ツヤアオカメムシ(*Glaucias subpunctatus*))に対する防虫実験①<sup>(2)</sup>**

#### ・材料と器具

材料;抽出液①、ツヤアオカメムシ、エタノール、純水

器具;プラスチック製のシーラケース、ろ紙、ドライヤー、ラップ

#### ・方法

【1】.抽出液①と、50%質量エタノールをシーラケースの大きさに切ったろ紙に吸収させる。その後ドライヤーで乾燥させる。

【2】.予備実験として、50%質量エタノールを吸収させたろ紙のみをシーラケースに敷き、カメムシがケース内を自由に動き回ることを確認する。

【3】.シーラケースに半分づつ【1】のろ紙を引き、24時間絶食状態のツヤアオカメムシを入れラップで蓋をする。

【4】.30分間動画を撮影し、1分毎にどちらの区画にカメムシが居るかを記録する。

### **実験4(ツヤアオカメムシに対する防虫実験②)**

#### ・材料と器具

材料;抽出液①、ツヤアオカメムシ、エタノール、純水、タルク

器具;シャーレ、ろ紙、ドライヤー、筆、ピンセット、バット

#### ・方法

【1】.抽出液①と、50%質量エタノールをシャーレの大きさに切ったろ紙に吸収させる。その後ドライヤーで乾燥させる。

【2】.シャーレの縁と蓋に筆でタルクを付ける。

【3】.予備実験として、50%質量エタノールを吸収させ、ドライヤーで乾燥させたろ紙のみをシャーレに敷き、カメムシがシャーレ内を自由に動き回ることを確認する。

【4】.シャーレに半分づつ【1】のろ紙を引き、24時間絶食状態のツヤアオカメムシを入れ蓋をする。

【5】.30分間動画を撮影し、1分毎にどちらの区画にカメムシが居るかを記録する。

### **実験5(ツヤアオカメムシに対する防虫実験③)**

#### ・材料と器具

材料;抽出液①、ツヤアオカメムシ、エタノール、純水、タルク

器具;シャーレ、ろ紙、筆、ピンセット、バット

#### ・方法

- 【1】.抽出液①と、50%質量エタノールをシャーレの大きさに切ったろ紙に吸収させる。
- 【2】.シャーレの縁と蓋に筆でタルクを付ける。
- 【3】.予備実験として、50%質量エタノールを吸収させたろ紙のみをシャーレ敷き、カメムシがケース内を自由に動き回ることを確認する。
- 【4】.シャーレに半分づつ【1】のろ紙を引き、24時間絶食状態のツヤアオカメムシを入れ蓋をする。
- 【5】.30分間動画を撮影し、1分毎にどちらの区画にカメムシが居るかを記録する。

#### **実験6(ツヤアオカメムシに対する防虫実験④)**

##### ・材料と器具

材料;抽出液②、ツヤアオカメムシ、エタノール、純水、タルク、ウンシュウミカン(*Citrus unshiu*) (以下ミカンを略称とする)

器具;シャーレ、ろ紙、筆、ピンセット、バット、マグネチックスターラー、攪拌機、ミキサー

##### ・方法

- 【1】.細かく切ったミカンをミキサーにかけて、ミカン汁にする。
- 【2】.ミカン汁と抽出液②をマグネチックスターラーで混合する。
- 【3】.【2】の溶液とミカン汁をシャーレの大きさに切ったろ紙に吸収させる。
- 【4】.シャーレの縁と蓋にタルクを付ける。
- 【5】.予備実験として、ミカン汁を吸収させたろ紙のみをシャーレ敷き、カメムシがケース内を自由に動き回ることを確認する。
- 【6】.シャーレに半分づつ【3】のろ紙を引き、24時間絶食状態のツヤアオカメムシを入れ蓋をする。
- 【5】.30分間動画を撮影し、1分毎にどちらの区画にカメムシが居るかを記録する。

#### **実験7-1(試料作成⑤)**

##### ・材料と器具

材料;抽出液②、ジエチルエーテル(*diethyl ether*)

器具;ビーカー、ホールピペット、遠心分離機、電子計量器、マイクロチューブ

##### ・方法

- 【1】.抽出液②をビーカーに入れ、適量のジエチルエーテルと混合する。
- 【2】.ホールピペットでビーカー上部に浮いた混合液を取り出し、マイクロチューブに入れる。
- 【3】.遠心分離機を用いてマイクロチューブ内の不純物と下部の液体を油分と分離する。

【4】.【3】の操作をしたマイクロチューブから不純物と下部の液体を取り除き、油分のみにする。

【5】.【2】～【4】の操作をビーカー内の上部に浮いた混合液を取りきるまで行う。

#### 実験7-2(試料作成⑥)

##### ・材料と器具

材料;アボカドの油分・ジエチルエーテル混合物(1.9g)

器具;ハンドクランプ、柄付き金属ざる、シャーレ、バスキングライト、バスキングライトスタンド、踏み台

##### ・方法

【1】.踏み台の側面にバスキングライトを取り付け、電球が上に向くようにする。

【2】.踏み台にハンドクランプを用いて柄付き金属ざるを電球の上部に固定する。

【3】.金属ざるの上にアボカドの油分・ジエチルエーテル混合物をシャーレに加えてからシャーレに乗せる。

【4】.バスキングライトの電源を入れ、アボカド油・ジエチルエーテル混合物が沸騰しなくなるまで加熱する。(下図参照)



実験7-2:図1



### **実験7-3(試料作成⑦)**

#### ・材料と器具

材料;ミカン、アボカドの油分(0.9g)

器具;シリンジ、ミキサー、ガラス容器、ガーゼ

#### ・方法

【1】.ミキサーにミカン(皮のついた状態)を入れ、粉碎する。

【2】.ペースト状になったミカンをガーゼで漉す。

【3】.ガーゼで漉したミカン汁(20ml)とアボカドの油分をガラス容器に入れ、シリンジで混ぜる。混ぜたものを、アボカドの油分・ミカン汁混合物とする。

### **実験7-4(ツヤアオカメムシの飼育装置作成と経口摂取実験)**

#### ・材料と器具

材料;アボカドの油分・ミカン汁混合物

器具;アルミホイル、キッチンペーパー、ペットボトルキャップ(飼育装置;虫かご、クリアファイル、ガムテープ、ラップ)

【1】.虫かごの蓋を取り、適切な大きさに切ったクリアファイルで虫かごの中心を仕切り、ガムテープで固定する。これを飼育装置とする。

【2】.キッチンペーパーをおおよそ虫かごの底の寸法と合うように敷く。

【3】.虫かごの上部をラップで覆い、ガムテープで固定する。

【4】.ラップに空気穴を開ける

【5】.アルミホイルを液体が漏れない小皿に成形して、これを2つ作成する

【6】.アルミホイル小皿にミカン汁、アボカドの油分・ミカン汁混合物をそれぞれ適量シリンジで注入する。

【7】.ペットボトルキャップに水を入れたものを2つ用意する。

【8】.飼育装置の2つに分けた区画に6の操作を行ったアルミホイル小皿、7の操作を行ったペットボトルキャップをそれぞれ配置する。

【9】.アボカドの油分・ミカン汁混合物を配置した区画を区画A、区画Bとして、区画A、Bにそれぞれツヤアオカメムシを9匹ずつ配置する。(下図参照)

【10】.区画A、Bそれぞれの生存個体数と日付を記録する。また、キッチンペーパーは数日おきに交換し、水とミカン汁、アボカドの油分・ミカン汁混合物は日ごとに交換する。

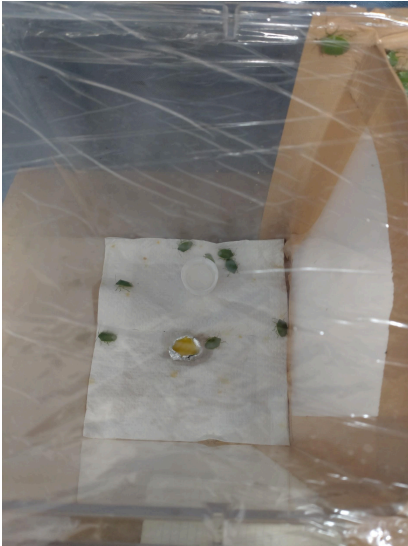


図2: 区画A



図3: 区画B

## 5. 結果

### 結果に用いる有意差の検定方法

#### ○カイ二項検定

##### ・実験4-6

帰無仮説;アボカド抽出液側と純水またはミカン汁側でカメムシの個体数に差が見られない  
有意水準; $0.05 >$

#### 実験1-1

エバポレーターにかけた後ペースト状になる予定だったが、液体のままペースト状にならなかった。また、先行研究<sup>(1)</sup>では常温で1週間放置のところ約3週間放置してしまったことから、正確な実験をするためには適さないと考え今後の実験には使用しないものとした。

#### **実験1-4**

薄層クロマトグラフィーの結果、先行研究<sup>(1)</sup>からペルシンのRf値は0.72であるとわかっている。  
今回の結果も、0.72の位置にペルシンの色素が見られたため、抽出液①にはペルシンが含まれていると言える。

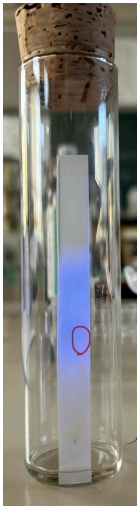


図4 薄層クロマトグラフィーの結果

#### **実験2**

アブラムシがシャーレの縁や蓋に上り、正確な数を集計することができなかった。

#### **実験3**

カメムシがシャーケースの壁に登り正確な数を集計することができなかった。

#### **実験4**

表1 実験4の結果

	A	B	C	D
抽出液①側	9	11	0	11
純水側	18	2	27	16
間	0	14	0	0

有意差	有り	無し	×	無し
-----	----	----	---	----

## 実験5

表2 実験5の  
結果

	E	F	G	H
抽出液①側	6	11	1	12
純水側	21	16	1	15
間	0	0	25	0
有意差	有り	無し	×	無し

## 実験6

表3 実験5の  
結果

	I	J	K	L
抽出液②側	8	6	13	4
ミカン汁側	20	20	15	25
間	2	4	2	1
有意差	有り	有り	無し	有り
	M	N	O	P
抽出液②側	13	19	4	29
ミカン汁側	9	9	24	1
間	8	2	2	0
有意差	無し	無し	有り	無し

#### 実験7-1(試料作成⑤)

1.9gのアボカドの油分・ジエチルエーテル混合物を得た。

#### 実験7-2(試料作成⑥)

1.0gのアボカド油(アボカドの油分・ジエチルエーテル混合物からジエチルエーテルを揮発させた油分)を得た。

#### 実験7-3(試料作成⑦)

【3】の操作でミカン汁とアボカドの油分の混合物は黄色から薄黄色の乳白色の液体に変わり、油分の分離は見られなかった。

#### 実験7-4

表4 実験7の結果

	10/27	10/28	10/29	10/30	10/31
区画A	9	9	9	9	9
区画B	9	9	9	9	9
	11/1	11/2	11/3	11/4	11/5
区画A	9	9	9	9	9
区画B	9	9	9	9	9

## 6. 考察

実験4、5、6の結果から、アボカド抽出液に昆虫に対する忌避効果はないと言える。よって抽出液中に含まれているペルシンにも忌避効果はないと言える。

実験7の結果から、アボカド抽出液に昆虫に対する殺虫効果はないと言える。よって抽出液中に含まれているペルシンにも殺虫効果はないと言える。

## 7. 今後の展望



実験を通して、サンプルサイズが小さく検出力が不十分だったため実験の試行回数を増やし、より精密な結果を得られるようにする。また、ペルシンがどの部位に多く含まれているか、などさらなるペルシンの特性を明らかにする実験を行う。

## 8. 参考文献

1カルメン エルナンデス＝ブレネス、イサベル ガルシア＝クルス マリア、アレハンドラ グティエレス＝ウリーベ ハネ、ホルヘ アレハンドロ ベナヴィデス＝ロサーノ、グラシエラ ロドリゲス＝サンチェス、ダリアナ 2013 生物活性化合物が濃縮されたアボカド抽出物由来の抗菌、抗細菌、または芽胞発芽阻止活性

<https://patents.google.com/patent/IP2013535499A/ja> 2024年6月24日閲覧

2神奈川県立厚木高等学校 2年 G組 9班(β) 2023/3/9 アボカドの種を利用した新規農薬の開発

<https://www.pen-kanagawa.ed.jp/atsugi-h/tokushoku/documents/2g.pdf> 2024年6月24日閲覧

3神奈川県立厚木高等学校 2年 F組 9班 2023 アボカド抽出物とカビについての研究

<https://www.pen-kanagawa.ed.jp/atsugi-h/tokushoku/documents/2f.pdf> 2024年6月24日閲覧

4花王株式会社 特開2018-39752 知財ポータル「IP Force」<https://ipforce.jp/patent-ja-A-2018-39752> 2024年6月24日閲覧

# インゲンマメ(*Phaseolus vulgaris* L.)を用いた天然由来農薬開発の検討

神奈川県立厚木高等学校  
2年A組 α 3班

## 1. 背景

本校生徒の過去の研究から野菜に含まれる毒素に着目した。現在、農薬の問題点として環境汚染や残留による人体への影響などが挙げられている。その中でインゲンマメの持つ毒素が防虫効果を持つということが分かった場合、自然由来であり環境への負荷が少ない可能性や毒素がタンパク質であることから残留していても加熱により人体への影響が小さい可能性を考えられるため社会的意義があると考えた。

## 2. 目的

インゲンマメ抽出液の防虫効果と環境への負荷が少ないことを確かめ、農薬としての効果を明らかにする。

## 3. 仮説

インゲンマメに防虫効果があれば、それを害虫に散布した際、害虫の数が抑制される。また自然由来であるため散布による水環境への影響が小さい。

## 4. 方法

### 1:実験準備 抽出液作成

〈材料〉インゲンマメ(*Phaseolus vulgaris* L.)【図1.2】、純水、ミキサー、ガーゼ、ろうと、ザル、ボウル  
〈作成方法〉

- ①乾燥インゲンマメ200gと純水600gを10分間ミキサーにかける。【図3】
- ②ボウルの上にザルとガーゼ2枚を重ね、①を絞る。【図4】
- ③ペットボトルにろうとをのせ、ガーゼ1枚を被せてろ過する。



【図1】白花生      【図2】白花生      【図3】①の様子      【図4】②の様子

### 2:実験方法 植物に対する影響を調べる実験

〈材料〉インゲンマメ成分抽出液(1で作成)、オレングカリフラワー(*Brassica oleracea* var. *botrytis*)の苗、刷毛

〈実験方法〉

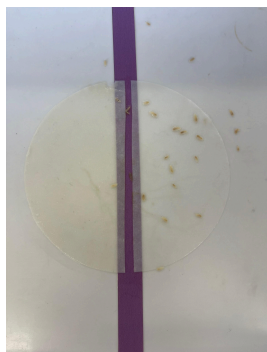
- ①オレングカリフラワーの苗の全ての葉に刷毛で抽出液を塗る
- ②数日後に変化を観察する

### 3:実験方法 クサビノミバエの幼虫に対する防虫実験

〈材料〉インゲンマメ成分抽出液(1で作成)、クサビノミバエ(*Megaselia scalaris*)の幼虫、純水、バット、ろ紙、ピンセット、マスキングテープ

〈実験方法〉

- ①ろ紙を半分に切り、片方には抽出液をもう片方には純水を全体が浸るまでかける。
- ②バットの真ん中をマスキングテープで区切り、それに合わせて①のろ紙を置く。
- ③マスキングテープ上にクサビノミバエの幼虫を放す。
- ④5分後にそれぞれに何匹いるかを数える。
- ⑤①から④を5回繰り返す。



【図5】実験の様子

#### 4:実験方法 オカダンゴムシに対する防虫実験

〈材料〉インゲンマメ抽出液(1で作成)、オカダンゴムシ(*Armadillidium vulgare*)、純水、シャーレ、ろ紙、ピンセット、マスキングテープ

〈実験方法〉

- ①ろ紙を半分に切り、片方には抽出液をもう片方には純水を全体が浸るまでかける。
- ②シャーレの真ん中をマスキングテープで区切り、それに合わせて①のろ紙を置く。
- ③マスキングテープ上にオカダンゴムシを放す。
- ④5分後にそれぞれに何匹いるかを数える。
- ⑤①から④を5回繰り返す。



【図6】実験の様子

#### 5:実験方法 ミジンコを用いた水環境への影響を調べる実験

〈材料〉インゲンマメ抽出液(1で作成)、市販の農薬、オカメミジンコ(*Simocephalus vetulus*)、プレパラート、顕微鏡、ろ紙、ピンセット

〈実験方法〉

- ①オカメミジンコを滴下したプレパラートを2つ用意する。
- ②片方のプレパラートには抽出液、もう片方には市販の農薬【図7】を一滴ずつ供す。
- ③顕微鏡で速度を計測する。
- ④①から③を異なる個体で3回繰り返す。



【図7】使用した農薬

## 6. 結果と考察

1:実験結果 植物に対する影響を調べる実験

数日後、苗の様子に変化はなかった。

〈考察〉インゲンマメ抽出液は植物に悪影響を与えない可能性が高い。

2:実験結果 クサビノミバエの幼虫に対する防虫実験

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
純水(匹)	8	11	13	10	12
抽出液(匹)	1	2	2	3	2
純水(%)	88.9	84.6	86.7	76.9	85.7
抽出液(%)	11.1	15.4	13.3	23.1	14.3

【表1】実験結果

表の通り全ての回で抽出液側より純水側にクサビノミバエの幼虫が集まった。

〈検定結果〉

帰無仮説は純水と抽出液でクサビノミバエに与える影響に差はない

対立仮説はクサビノミバエは純水より抽出液を忌避する

棄却域は $p < 0.05$ として表1の結果を用いてt検定を行った。

結果 $p = 0.0000057444 \dots$ であり、有意差が見られた。

〈考察〉インゲンマメ抽出液は虫に対する忌避作用を持つ可能性が高い。

3:実験結果 オカダンゴムシに対する防虫実験

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
純水(匹)	5	4	4	3	5
抽出液(匹)	0	1	1	2	0
純水(%)	100	80	80	60	100
抽出液(%)	0	20	20	40	0

【表2】実験結果

表の通り全ての回で抽出液側より純水側にオカダンゴムシが集まった。

〈検定結果〉

帰無仮説は純水と抽出液でオカダンゴムシに与える影響に差はない  
対立仮説はオカダンゴムシは純水より抽出液を忌避する  
棄却域は $p < 0.05$ として表2の結果を用いてt検定を行った。  
結果 $p = 0.00010177835 \dots$ であり、有意差が見られた。  
〈考察〉インゲンマメ抽出液は虫に対する忌避作用を持つ可能性が高い。

4:実験結果 オカメジシロを用いた水環境への影響を調べる実験  
観察の結果、オカメジシロが抽出液内で移動できておらず速度が計測できなかった。  
〈考察〉実験が上手くいかなかった原因として抽出液にインゲンマメの粒が残されていたことや粘度があつたことが考えられる。

## 7. 今後の展望

- ①今回の実験で使った虫は実際に農業害虫として被害の大きなものではなかったため、今後は実際に農業に利用しながら実践的な実験を行う。
- ②今回は実験4で結果が出なくて水環境への影響が分からなかったため使用する微生物の特徴を詳しく調べるなどして微生物が動けるようにして速度を計測する。

## 8. 参考文献

- 1.公益財団法人日本豆類協会 更新日記載なし いんげんまめ(総論)  
[https://www.mame.or.jp/syurui/feature/syurui\\_04.html](https://www.mame.or.jp/syurui/feature/syurui_04.html) 2024年5月13日閲覧
- 2.林原亜樹・衛藤真理子・肥前昌一郎 2006  
白インゲン豆による食中毒に伴うレクチン活性の分析事例  
<https://www.city.fukuoka.lg.jp/data/open/cnt/3/25270/1/32-p101.pdf> 2024年5月13日閲覧
- 3.香港食物環境衛生署食物安全センター 2023/11/15 フイトヘマグルチニン中毒に関する報告  
<https://www.fsc.go.jp/fsciis/foodSafetyMaterial/print/syu06180870482> 2024年5月13日閲覧
- 4.ウィキペディア 2023/12/20 ヘマグルチニン  
[ヘマグルチニン - Wikipedia](#) 2024年5月14日閲覧
- 5.朝日新聞DIGITAL 2020/10/25 昆虫の血はなぜ赤くない？  
<https://www.asahi.com/sp/articles/ASNBP3SYLNBPUBQU001.htm> 2024年5月14日閲覧
- 6.戸板女子短期大学 2011/4/20 インゲン豆と血液のふしぎな関係  
[https://www.toita.ac.jp/toitapicks/kawaraban\\_category/5320/](https://www.toita.ac.jp/toitapicks/kawaraban_category/5320/) 2024年6月6日閲覧
- 7.石本政男 1962 アズキゾウムシはなぜインゲンマメで育たないか？  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/kagakutoseibutsu1962/32/3/32\\_3\\_169/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/kagakutoseibutsu1962/32/3/32_3_169/_pdf/-char/ja)  
2024年6月6日閲覧
- 8.石本政男 2000-2002年度 α-アミラーゼインヒビター遺伝子の導入による耐虫性作物の開発  
<https://www.naro.go.jp/project/results/laboratory/warc/2002/wenarc02-01.html>  
2024年6月6日閲覧
- 9.長弘美智子 1981 豆類におけるα-アミラーゼインヒビターの分布  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsnfs1949/34/4/34\\_4\\_341/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsnfs1949/34/4/34_4_341/_pdf/-char/ja) 2024年6月6日閲覧
- 10.橋本和幸 1996 クサビノミバエの幼虫および成虫の数種殺虫剤に対する感受性  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/pestologygakkaishi/11/1/11\\_KJ00005621604/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/pestologygakkaishi/11/1/11_KJ00005621604/_pdf/-char/ja)  
2024年10月12日閲覧
- 11:日高敏隆 監修/石井実・大谷剛・常喜豊 編 平凡社 1997  
「日本動物大百科第9巻 昆虫2」 2024年7月10日閲覧



# タイトル 厚木市の投票率向上に向けて

神奈川県立厚木高等学校

2年A組 β 4班

## 1. 背景

令和5年の厚木市議会議員選挙の投票率が36.47%で過去最低を記録したことなど、投票率の低下、また全国的に見ても低いことが問題となっている。(令和5年統一地方選挙 市区町村議員選挙の投票率の全国平均は43.29%)

また令和元年に厚木市が行った、満20歳以上の有権者に対するアンケートでは、投票率が低いことを問題に感じると回答した人は全体の60%以上にのぼった。

これらのことから我々の班は日本各地のデータを集め、厚木市と比較し、厚木市の特色を踏まえた投票率向上のための政策を考案することを目指すに至った

## 2. 目的

全国の市町村の政策と様々なデータを調査し、それらを参考にし厚木市の特性に合った政策を提言する。

## 3. 仮説(なくてもよい)

## 4. 方法

各市町村の人口密度、面積、候補者倍率、公民館などのデータを調査し、それぞれに対して投票率が相関関係にあるかを調べる。t検定を用いる

## 5. 結果

明確な有意差は見られなかった。

(項目:人口、人口密度、投票所あたりの人口、面積、コンビニの数、公民館の数、税収、小中学校の数、駅の数、公式Youtube登録者数、議員報酬、市長年齢、人口増減率、議員平均年齢 において。)

## 6. 考察

〈明確な有意差が出なかった理由〉

- ・項目が少なかった
- ・市の地理的条件に左右されるもので はなかった可能性がある  
(民間施設との協力政策など)
- ・データの取り方に問題

## 7. 今後の展望

- ・項目を増やしたり、全国を網羅的に調べるのではなく、投票率の高い自治体の取り組みにフォーカスすることによって個々の政策単位で厚木市に取り入れられるかどうかを考えることが有効と考えられる
- ・数値には現れない心理的な要因をアンケートなどを取って調べる
- ・市の中での投票率が低い所(特に依知北など)、高い所(特に森の里、小野周辺)の原因を調べる。(相対的に投票率の高い投票所、低い投票所はある程度同じ地域にある。)

## 8. 参考文献

日本学術会議 政治学委員会 政治学委員会政治過程分科会(2014)『各種選挙における投票率低下への対応策』(案)

厚木市まちづくり計画部長 馬場徹(2023)「厚木市の地域特性について～コンパクト・プラス・ネットワークに向けたまちづくり～」

# ダンゴムシにおける交替性転向反応と距離の関係の調査

神奈川県立厚木高等学校  
2年 A組 β 10班

## 1. 背景

複数の節足動物に確認されている交替性転向反応とは、T字路が連続するような迷路において、生物が左右交互に転向を繰り返すという反応である。近年、昆虫の生物学的な性質を産業に応用するような技術(ミツバチを用いた爆発物判別など)の開発が進んでいることから、今回、ダンゴムシの交替性転向反応の研究に関するデータの解像度を上げることが将来の新技術の開発に繋がる可能性があると考えた。

図1 ダンゴムシ



図2 ワラジムシ



## 2. 目的

強制転向点から選択点間の距離の増加がダンゴムシの交替性転向反応に与える影響を調べる

## 3. 方法

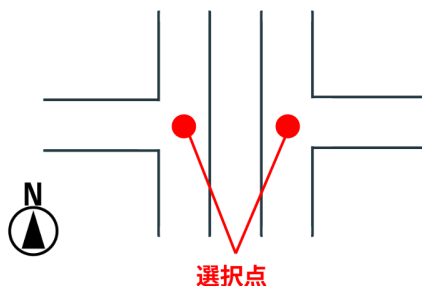
### 【実験①】

#### ○方法

図3のように上方向を北として、T字路を置き、東西から百匹ずつ歩かせる

\*左右対称にT字路を置くことで、実験に正確性を持たせる

図3 南北方向と実験①で用いる器具



## 【実験②】

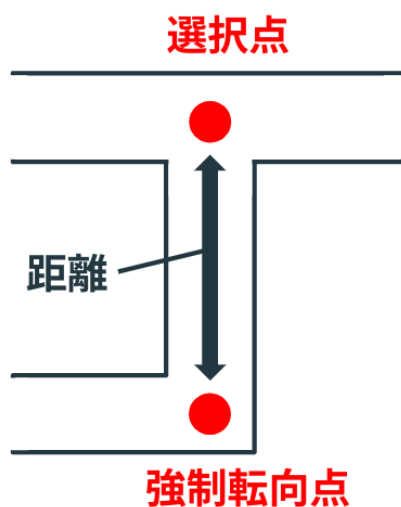
### ○方法

距離を4cm、8cm、16cm、32cmのように変えながら、それぞれの距離でいくつの個体に交替性転向反応が見られるかを測定する。

\*上記のように距離を設定したのは、先行研究との条件を揃えるためであり、また、先行研究においてその理由は説明されていない<sup>4</sup>。

\*距離32cmは先行研究<sup>4</sup>では実施されていない。

図4 実験器具の簡易図



## 4. 結果

### 【実験①】

表1 実験①の結果

種類	左を北とした場合	右を北とした場合	合計
北に転向した個体数	52	45	97
南に転向した個体数	45	49	94

カイ二乗検定を行った結果、p値は0.517となった。この値は有意水準0.05よりも大きいため、北と南への転向数に有意な差はないという結果になった。

### ○カイ二乗検定とは

独立性の検証をするための検定。

我々の実験結果を検定する場合、北と南への転向が左を北、右を北にするという条件に依存するかを数値化することができ、任意に定めた有意水準との比較で判別する。

## 【実験②】

表2 実験②の結果

距離(cm)	個体数		反応が見られた個体の割合(%)
	反応あり	反応なし	
4	96	4	96
8	90	10	90
16	74	26	74
32	53	47	53

## 5. 考察

### ○実験①より

・ダンゴムシの交替性転向反応に方角は影響しないと考えられる。

### ○実験②より

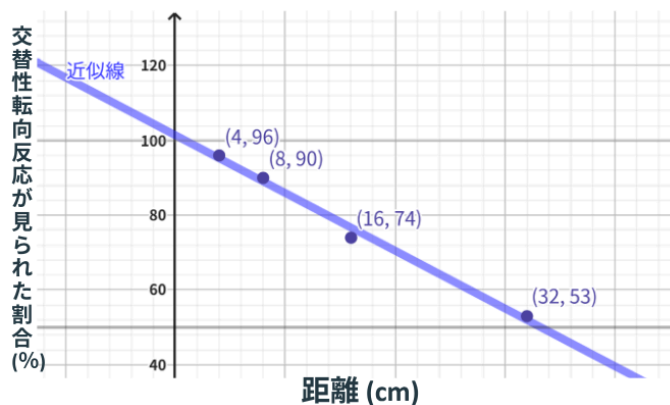
傾向を可視化するために座標平面を用いると、4つの点は

直線  $y = -1.545652173913x + 101.4347826086957$

を、決定係数\*が0.99を超える近似線として位置していることがわかった。

\*決定係数とは近似線の当てはまりの良さのこと。0から1の値を取り、1に近づくほど当てはまりが良い。

図5 距離と交替制転向反応がみられた割合のグラフ



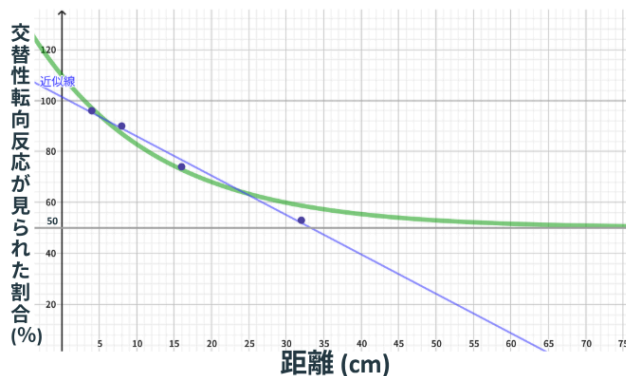
・距離に依存した急激な反応がみられる割合の減少は見られない。

- ・割合は曲線的には減少せず、直線に近い減少をする。

## 6. 今後の展望

実際は、割合 $y$ の最大値は100であり、距離 $x$ が大きくなるにつれ $y=50$ に限りなく近づくと予想されるので、グラフの見た目は図6中において緑で表した曲線に近くなると考えられる。

図6 図5と理論上の曲線



### ○精度の向上

今回の実験では、それぞれの実験で100個体を用いて実験を行ったが、より正確な値を追究するには不十分な可能性がある。また、1cmや2cmなど、より短い距離で区切って実験をすることは効果的だろう。

### ○異なる方向性

強制転向点を増やすとグラフの傾きが変化するという記録もある<sup>4</sup>。その点も深める余地がある。

## 7. 参考文献

1、川合隆嗣(2010)「オカダンゴムシの交替性転向反応 —— 通路長・転向方向・ 転向回数の効果」

<https://kwansei.repo.nii.ac.jp/record/16178/files/60-3-7.PDF>

2025年1月8日閲覧

2、川合隆嗣(2011)「無脊椎動物における交替性転向反応研究の展開と問題点に ついて」

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/janip/61/1/61\\_61.1.12/\\_pdf/20/21](https://www.jstage.jst.go.jp/article/janip/61/1/61_61.1.12/_pdf/20/21)

2025年1月8日閲覧

3、となりのカインズさん(2021)「誰でもできるダンゴムシの飼い方！ 必要なものや意外と知らない注意点とは」

<https://magazine.cainz.com/article/76300>

2025年1月8日閲覧

4、渡辺宗孝・岩田清二(1956)「ダンゴムシにおける交替性転向反応」

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/janip1944/6/0/6\\_0\\_75/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/janip1944/6/0/6_0_75/_pdf)

2025年1月8日閲覧



# シャボン玉の吹き口と気温、湿度における耐久力の関係

神奈川県立厚木高等学校  
2年 A組 β 6班

## 1. 背景

幼稚園に通っていた頃、毎日のようにシャボン玉をつくって遊んでおり、割れにくいシャボン玉をつくろうと試行錯誤していた。誰でも一度は遊んだことがある身近な遊び道具のシャボン玉でどのような条件にすれば割れにくいシャボン玉をつくるのかを考えようと思った。

### 先行研究

- 1.シャボン玉は風が吹いて割れてしまう。膜がだんだん薄くなることや、膜にごみやほこりが付着することで状態が保てなくなる。<sup>1</sup>
- 2.シャボン玉が割れるのは、膜の水分が蒸発して乾くから。膜の厚さが1ミリメートルの1万分の1ぐらいまで薄くなると、シャボン玉は形を保つことができなくなって、割れてしまう。<sup>2</sup>
- 3.シャボン玉の液は「3パーセント以下の界面活性剤」と、「微量の増粘剤」のほかは「96.9パーセント以上が水」で出来ている。<sup>3</sup>

## 2. 目的

割れにくいシャボン玉を作ることができる環境条件の検討

## 3. 仮説

シャボン玉の吹き口が小さく、気温が低くかつ湿度が高い方がシャボン玉の耐久時間が長くなるのではないか

## 4. 方法

### 4-1実験計画

直径が異なる大小2種類の吹き口(図1)を用いてシャボン玉を作り、それが割れるまでの時間を計測する。

2024年7月から10月までの間に週に1回以上実験を行った。

### 4-2使用器具

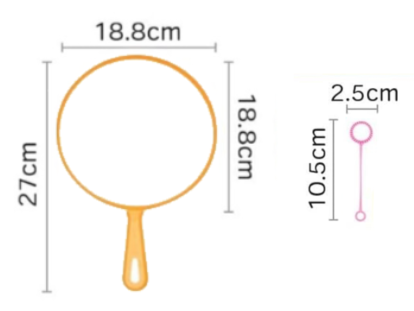
純水、洗濯のり、食器用洗剤(界面活性剤を含むもの)、10ml駒込ピペット、1ml駒込ピペット、10mlメスシリンダー、100mlビーカー、ガラス棒、シャーレ、温度計、湿度計、スマートフォン、ストップウォッチ、2種類の吹き口(大:直径18.8cm、小:直径2.5cm)

※洗濯のりは株式会社大阪糊本舗のハイ・クリーチ、食器用洗剤は除菌ジョイコンパクトバレンシアオレンジの香りを使用

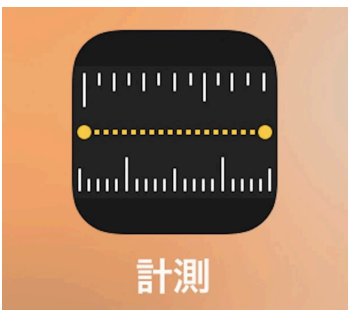
### 4-3実験方法

- ①実験場所の気温・湿度を測定する。
- ②純水10ml、食器用洗剤1mlを駒込ピペットで、洗濯のり5mlをメスシリンダーで量り取りビーカーに入れてガラス棒で混ぜる。(以下、②で作成した混合液をシャボン液と呼ぶ。)
- ③シャボン液を吹き口に浸し裏返したシャーレの上にシャボン玉を作る。(図2)

シャボン玉を作ると同時にストップウォッチを開始し、シャボン玉が割れるまでの時間を計測する。その際、iPhone純正の計測アプリ(図3)を使用しシャボン玉の直径を計測する。



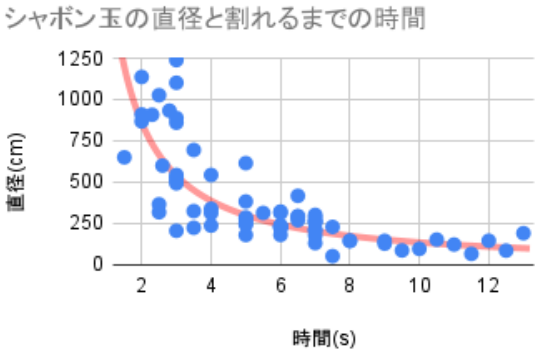
(図1)2種類の吹き口  
左:吹き口大 右:吹き口小



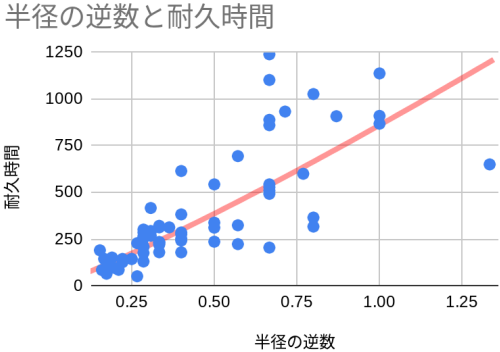
(図2)シャボン玉作成の様子 (図3)iPhone純正計測アプリ

## 5. 結果

シャボン玉の直径と耐久時間の関係の実験結果については以下のグラフが得られた。



(図4)シャボン玉の直径と割れるまでの時間



(図5)半径の逆数と耐久時間

客観的な有意差の検証(t検定)

実験結果を観測時の気温、湿度、シャボン玉の直径、吹き口の大きさで以下のようにそれぞれAからHの8つに分けた。

気温25℃※<sup>1</sup>以上をA、25度未満をB

湿度73%※<sup>2</sup>以上をC、73%未満をD

直径が5.5cm※<sup>3</sup>以上をE、5.5cm未満をF

吹き口大をG、吹き口小をH

※1 夏の基準である気温25度<sup>4</sup>

※2 7月から10月の年平均湿度の平均値<sup>5</sup>

※3 実験結果すべてのシャボン玉直径の平均値

グループ	平均値 (秒)	グループ	平均値 (秒)
A	200.78	B	295.23
C	158.35	D	349.75
E	208.95	F	567.52
G	281.77	H	306.82

(図5)AからHまでのシャボン玉が割れるまでの時間の平均値

そのグループから以下の3つの帰無仮説を立て、有意水準を0.05としてt検定を行った。

①吹き口が大きい(G)ほうが、小さいとき(H)よりも耐久時間が長い。

②気温が高い(A)ほうが、低いとき(B)よりも耐久時間が長い。

③湿度が低い(D)ほうが、高いとき(C)よりも耐久時間が長い。

t検定の結果、②は有意水準0.05より小さく、有意差が見られた。一方、①と③は有意水準よりも大きかったため有意差が見られなかった。

## 6. 考察

t検定②に有意差があったことから、気温が低いときのほうが高いときよりもシャボン玉が割れにくくなる。一方で、t検定①と③は湿度とシャボン玉が割れるまでの時間、吹き口の大きさとシャボン玉が割れるまでの時間についてはどちらも有意差は得られず、双方に関係はない。

また、シャボン玉の直径と割れるまでの時間には(図4)のグラフから何らかの関係があると考えられる。直径との関連性については、シャボン玉液を作る際に使用する石鹼に含まれている界面活性剤が影響しているのではないかと考えた。界面活性剤は水が小さくろうとする性質を弱め、広げる効果があり、それによりシャボン玉が球体になる。このことから球の一定表面積あたりの界面活性剤の量が多いほうが耐久時間が長く、少ないほうが耐久時間が短いと考えた。それにより、球の表面積と耐久時間に関係性があるのではないかと考察する。だが、図4の数値から半径の2乗と耐久時間の関係をグラフにしたところ、直線上のグラフにはならなかったため、他に原因があるのではないかと推測される。

## 7. 今後の展望

今回の実験結果から気温が低いとシャボン玉が割れにくくなること、一方シャボン玉の割れにくさに湿度と吹き口の大きさは関係はないことがわかった。上記の考察を踏まえ、気温と割れるまでの時間の関係の要因、直径と割れるまでの時間の関係の要因、並びに湿度及び吹き口の大きさと割れるまでの時間の関係のなさの要因について調べていく必要がある。

また図4から、球の直径と耐久時間については何らかの関係があることが考えられるため、その関係性について研究を進める必要がある。

## 8. 参考文献

1.大阪教育大学附属天王寺中学校 割れにくいシャボン玉

<https://f.osaka-kyoiku.ac.jp/tennoji-j/wp-content/uploads/sites/4/2020/09/38-05.pdf> 2024年6月18日閲覧

2.松村敬治、塩野正明 分光測定的高速化によるシャボン玉の 膜厚の測定法の確立

<http://repository.seinan-gu.ac.jp/bitstream/handle/123456789/511/hs-n8v1-p27-43-mat.pdf?sequence=1&isAllowed=y> 2024年6月20日閲覧

3.全国シャボン玉安全協会 シャボン玉遊びでのご注意 <https://soap.main.jp/tyuui.html>

2024年

6月18日閲覧

4.気象庁 気温に関する用語[https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/yougo\\_hp/kion.htm](https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/yougo_hp/kion.htm)

2024

年6月21日閲覧

5.気象庁 横浜(神奈川)相対湿度の月平均値

[https://www.data.jma.go.jp/stats/etrn/view/monthly\\_s3.php?prec\\_no=46&block\\_no=47670&year=&month=&day=&view=a7](https://www.data.jma.go.jp/stats/etrn/view/monthly_s3.php?prec_no=46&block_no=47670&year=&month=&day=&view=a7) 2024年6月21日閲覧

6.櫻井優真、岸川航成、熊谷颯真、六鹿瑞 シャボン玉の強度に関する研究

<https://school.gifu-net.ed.jp/ena-hs/ssh/R04ssh/sc2/22235.pdf> 2024年6月18日閲覧

# 水引交差点の現状を把握する

神奈川県立厚木高等学校  
2年 A 組 β 7 班

## 1. 背景

水幹の交差点では渋滞が問題になっている

## 2. 目的

渋滞を解決する

## 3. 仮説(なくてもよい)

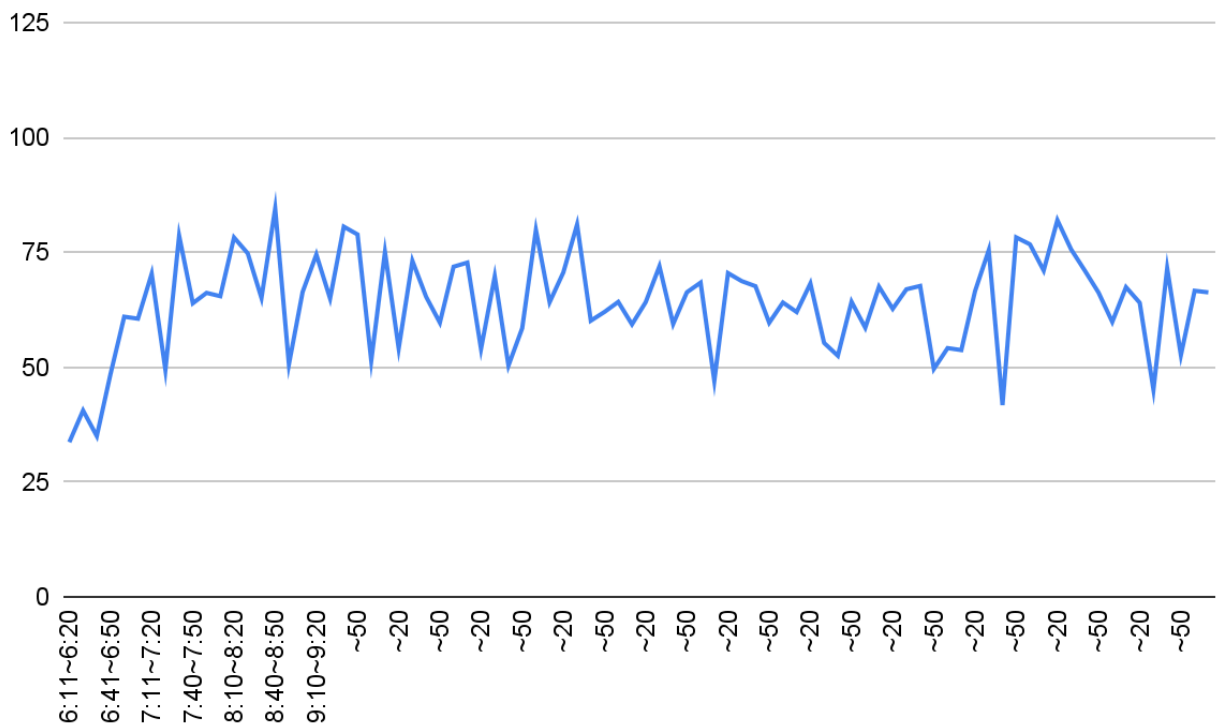
## 4. 方法

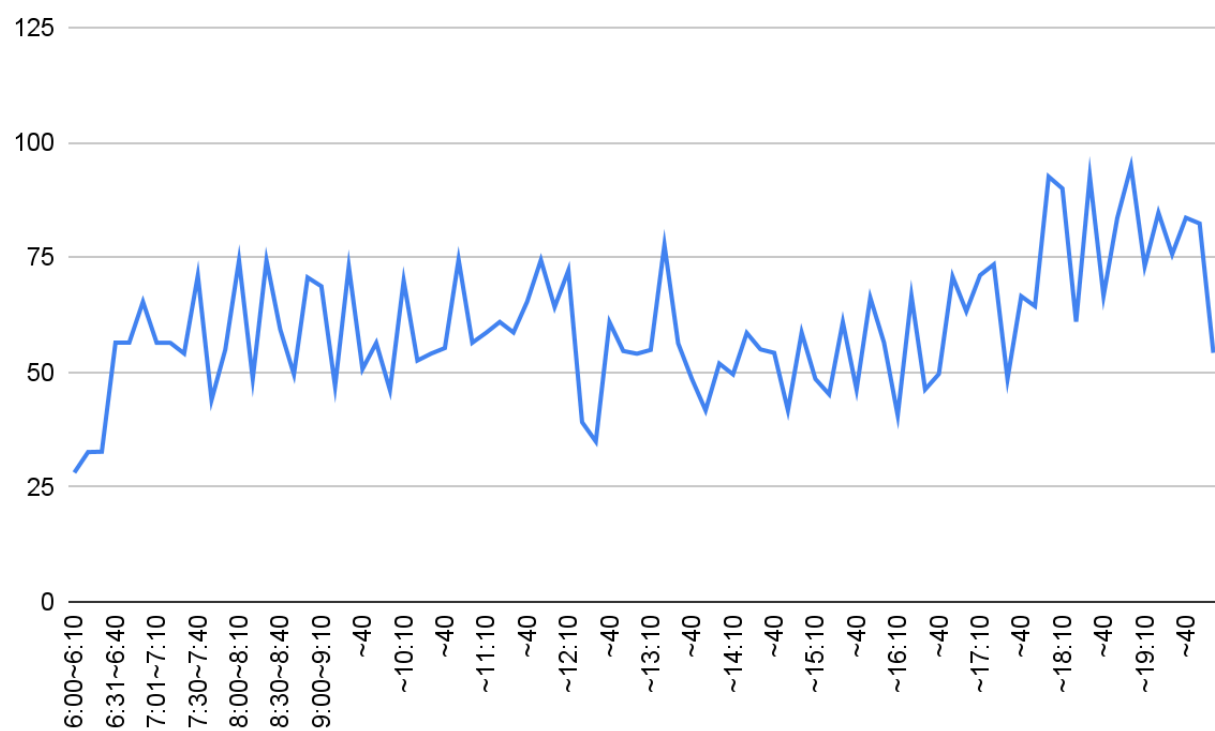
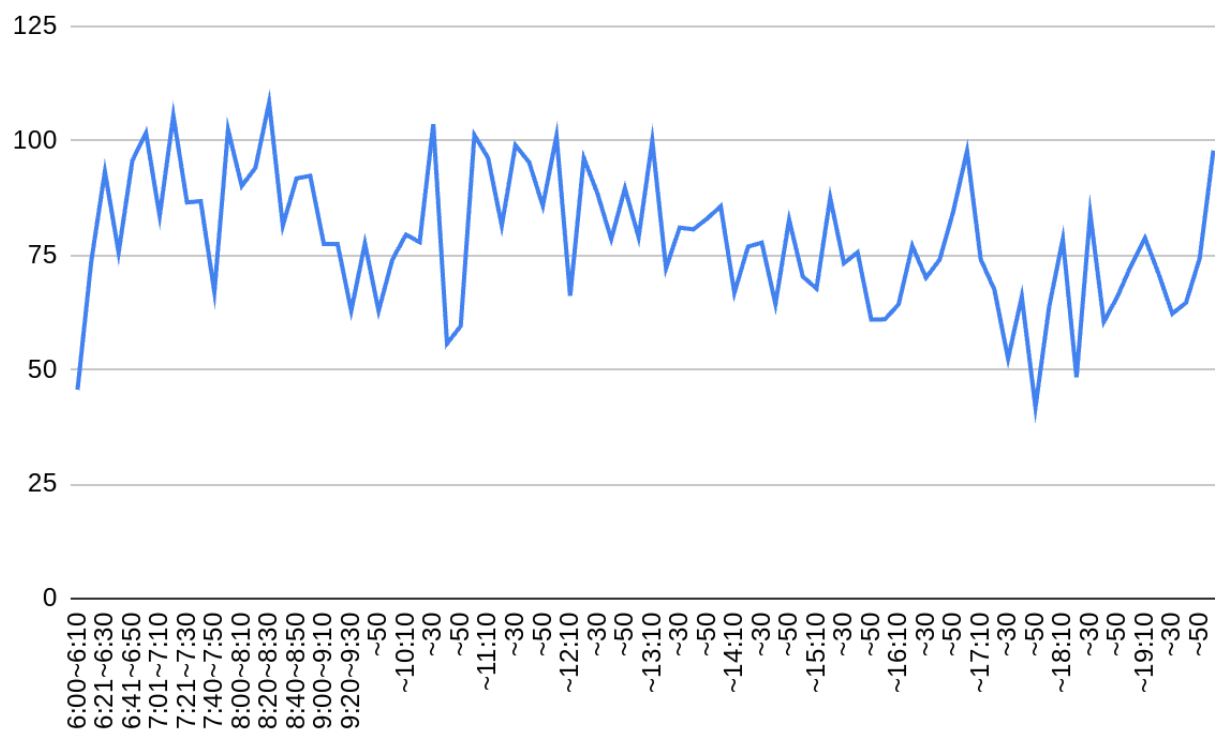
先行研究の式を使って各地点、時間を代入して比例定数を比較する。  
損失金額を求めるために機会費用を計算する。

損失時間 =  $\sum t \sum m \{ ( \text{区間の距離} / t \text{時間帯の旅行速度} ) - ( \text{区間の距離} / \text{基準旅行速度} ) \}^* \text{車種別交通量} * \text{車種別平均乗車人数}$

損失金額 =  $\sum t \sum m \{ ( \text{区間の距離} / t \text{時間帯の旅行速度} ) - ( \text{区間の距離} / \text{基準旅行速度} ) \}^* \text{区間車種別交通量} * \text{車種別時間価値}$

## 5. 結果





## 6. 考察

地点5〜7が大きくなった理由は車通りが単純に多いか、一般車ではない車両が多かったのではないかと考えられる

## 7. 今後の展望

地点5〜7の損害が大きいため優先して解決していく

## 8. 参考文献

プローブデータを用いた渋滞損失量の数値化に関する基礎的研究 土木計画学研究・論文の書き方に関する研究 (参照:2025.1.6)

[http://library.jsce.or.jp/jsce/open/00039/200306\\_no27/pdf/254.pdf](http://library.jsce.or.jp/jsce/open/00039/200306_no27/pdf/254.pdf)

毎月勤労統計調査令和3年度分結果確報 厚生労働省(参照:2025.1.6)

<https://www.mhlw.go.jp/toukei/itiran/roudou/monthly/r03/21fr/dl/pdf21fr.pdf>

毎月勤労統計調査令和3年度分結果確報の解説 厚生労働省 (参照:2025.1.6)

<https://www.mhlw.go.jp/toukei/itiran/roudou/monthly/r03/21cr/dl/sankou21cr.pdf>

2021 年度版トラック運送事業の賃金・労働時間等の実態 全日本トラック協会 (参照:2025.1.8)[https://jta.or.jp/wp-content/themes/jta\\_theme/pdf/chingin2021bassui.pdf](https://jta.or.jp/wp-content/themes/jta_theme/pdf/chingin2021bassui.pdf)

運送業トラックの残業時間の計算方法 ベリーベスト法律事務所 福岡オフィス(参照:2025.1.8)

[https://fukuoka.vbest.jp/columns/work/g\\_overtime/6472/#:~:text=%E5%9B%BD%E5%9C%9F%E4%BA%A4%E9%80%9A%E7%9C%81%E3%81%AE%E5%85%AC%E8%A1%A8.%E3%81%AF2484%E6%99%82%E9%96%93%E3%81%A7%E3%81%97%E3%81%9F%E3%80%82](https://fukuoka.vbest.jp/columns/work/g_overtime/6472/#:~:text=%E5%9B%BD%E5%9C%9F%E4%BA%A4%E9%80%9A%E7%9C%81%E3%81%AE%E5%85%AC%E8%A1%A8.%E3%81%AF2484%E6%99%82%E9%96%93%E3%81%A7%E3%81%97%E3%81%9F%E3%80%82)

社会保険労務士合格研究室 (参照:2025.1.8)<http://www.syarogo-itonao.jp/16593596256765>

バス運転手の仕事の年収・時給・給料 求人ボックス (参照:

2025.1.8)<https://xn--pckua2a7gp15o89zb.com/%E3%83%90%E3%82%B9%E9%81%8B%E8%BB%A2%E6%89%8B%E3%81%AE%E5%B9%B4%E5%8F%8E%E3%83%BB%E6%99%82%E7%B5%A6>

神奈中観光 (参照:2025.1.8) <https://www.kanachu-kanko.co.jp/recruit/>

労働時間やメンタルヘルス対策等の状況 厚生労働省(参照:

2025.1.8)<https://www.mhlw.go.jp/content/11200000/001154313.pdf>

令和3年分民間給与実態統計調査 国税庁 (参照:

2025.1.8)<https://www.nta.go.jp/publication/statistics/kokuzeicho/minkan/gaiyou/2021.htm#:~:text=%E7%94%B7%E5%A5%B3%E5%88%A5%E3%81%AB%E3%81%BF%E3%82%8B%E3%81%A8%E3%80%81%E7%B5%A6%E4%B8%8E.%E5%A2%97%E5%8A%A0%EF%BC%89%E3%81%A8%E3%81%AA%E3%81%A3%E3%81%A6%E3%81%84%E3%82%8B%E3%80%82>

時間価値原単位および走行経費原単位の算出方法 国土交通省 (参照:

2025.1.8)<https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/hyouka-syuhou/4pdf/s1.pdf>

# 古典文学における形態素解析による品詞の傾向と文章に与える印象

神奈川県立厚木高等学校  
2年A組 β 8班

## 1. 背景

77期生のヴェリタス、「形態素解析による品詞の傾向が与える印象との関連性についての研究」から、

---

- ・品詞の傾向は文章の印象を左右する
  - ・名詞を多用すると柔らかい文章になる、また接続詞を多用すると硬い文章になる
- 

という結果を踏まえた上で、幅広いジャンルの古典文学の文章における品詞の傾向を調べることによって、より具体的な結論を導き出せるのではないかと考えたから。

## 2. 目的

古典文学における重要ジャンル、・作り物語・歌物語・歴史物語の3つを形態素解析することによって品詞という視点から分析する。

## 3. 仮説(なくてもよい)

古典文学においても文章の印象を左右するのは品詞ではないだろうか。

## 4. 方法

「Web茶まめ」という形態素解析エンジンの中でも、特に古文単語に特化した「中文和文UniDic」という言語データベースを使用して、テキストを各品詞ごとに分解し、その使用頻度をジャンルごとに二乗検定を使用し、傾向をまとめてグラフや表などにまとめる。

## 5. 結果

### 歌物語

- ・歴史物語、作り物語に対して相対的に形容詞、形容動詞が少なく、助詞、助動詞が多い。

### 歴史物語

- ・歌物語、歴史物語に対して相対的に接頭辞、接尾辞が多い。
- ・固有名詞が多い

### 作り物語

- ・歌物語、歴史物語に対して相対的に固有名詞が少ない。

## 6. 考察

- ・**歌物語** ……形容詞・形容動詞が少ない、助詞・助動詞が多い  
⇒和歌の部分では直接的な表現を避ける傾向。
- ・**歴史物語** ……接頭辞・接尾辞が多い  
⇒源氏物語で多く使われている。

固有名詞が多い

⇒史実に基づいているので、地名や人名などが多く使われる為。

・作り物語…固有名詞が少ない

⇒現実にある地名などが使われることが無いため。

## 7. 今後の展望

サンプル数や分析する文章の量を増やし、分析の精度を高める。

時代ごとに作品を分け、その時代における文章の書き方の特徴を調べる。

## 8. 参考文献

[1]神奈川県立厚木高校77期生E組4班 α

形態素解析による品詞の傾向と文が与える印象との関連性についての研究

[20240502\\_s\\_04.pdf \(pen-kanagawa.ed.jp\)](#) 6/29 閲覧

[2]日野 愛朗 科学研究費助成事業 研究成果報告書

<https://kaken.nii.ac.jp/ja/file/KAKENHI-PROJECT-25780104/25780104seika.pdf> 6/29閲覧

[3]Web茶まめ

<https://chamame.ninjal.ac.jp/> 6/29閲覧

[4]原文対訳～古典の改め～

<https://classicstudies.iimdofree.com/%E5%8F%A4%E4%BA%8B%E8%A8%98/> 6/29閲覧

[5]js-STAR\_XR

<https://www.kisnet.or.jp/nappa/software/star10/index.htm> 6/29閲覧



# 植物の自己修復能力の検証

神奈川県立厚木高等学校

2年A組 β 10班

## 1. 背景

動物とは異なり自ら移動をすることができない植物は、その自己治癒能力を進化させてきたわけだが、インターネットで調べてみると、そのメカニズムなどの解明はまだ歴史が浅く、不鮮明な部分もあることが分かった。農業技術の接ぎ木では、植物の自己治癒の能力を利用していることから、この原理を解明することは、今後の農業技術の発展に貢献するかもしれない。

## 2. 目的

植物の傷に対する自己治癒の段階的な観察を行う。

一部の先行研究では不鮮明な部分があり、観察の余地がある。なので今研究では実験の方法を変更した。それにより、細胞間で起こっていることを観察しデータを収集し考察する。

## 3. 仮説

植物の茎に傷がついた際に維管束に対して垂直に切れ込みを入れた場合に平行に切れ込みを入れた場合よりも、修復速度が遅くなるのではないかと考えた。

## 4. 方法

### 4-1(材料)

*Asparagus officinalis*(アスパラガス)、油性ペン、カミソリ、パラフィンワックス、時計皿、カッター、アルミホイル、アセトン、キシレン、加熱器、光学顕微鏡、ピンセット、カバーガラス、スライドガラス、EUKITT

### 4-2(方法)

**【1】***Asparagus officinalis*(アスパラガス)の茎に対し縦にカミソリで傷をつけ傷の両端に油性ペンで印をつけ、毎日観察する。

**【2】****【1】**を薄く輪切りにしたものをキシレンに浸し、液を数日ごとに替え水分と置きかえる。

**【3】**キシレンと溶けたパラフィンワックスの混合液体に**【2】**を数日間浸す。

**【4】****【3】**を溶かしたパラフィンワックスに浸し、キシレンが植物から出終わるまで加熱する。

**【5】****【4】**を溶かしたパラフィンワックスに入れ固める

**【6】****【5】**をカミソリを用いて薄く切断する。それらをアセトンに浸しワックスを溶かす。

**【7】**EUKITTを用いてプレパラートを作る

**【8】**顕微鏡を用いてそれらを観察し考察をする。

## 5. 結果

【1】維管束に対して垂直に切り込みを入れた際、そこから先が生育不良に陥り腐るため修復したとはいえない。浅い切れ込みの場合は傷の部分が乾燥する。垂直に切り込みを入れることは植物にとってダメージが大きいため実験に適していないと判断した。そのため以降の実験では維管束に対して水平に切り込みを入れた場合のみを考えた。

【2】走査型電子顕微鏡(SEM)では立体的に見ることができた。しかし、傷の部分をはっきり見ることができず分からなかった。

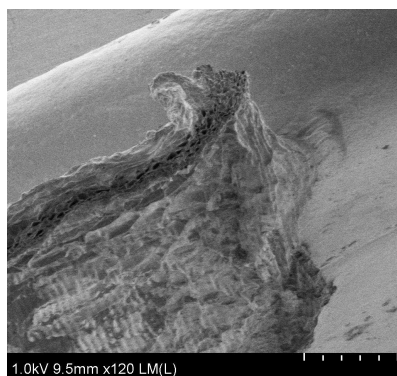


図1

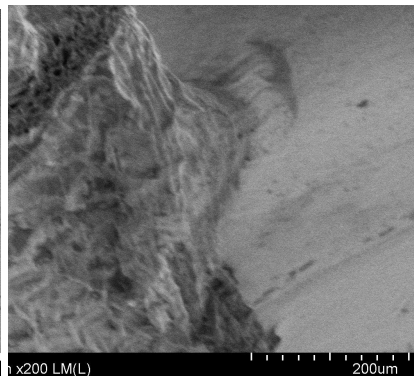


図2

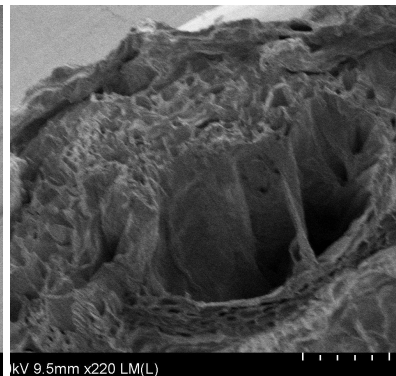


図3

【3】【図4】から切り口の外側の色が濃くなっていることがわかる。また、完全に塞がっているわけではないが切り口は狭くなっている。

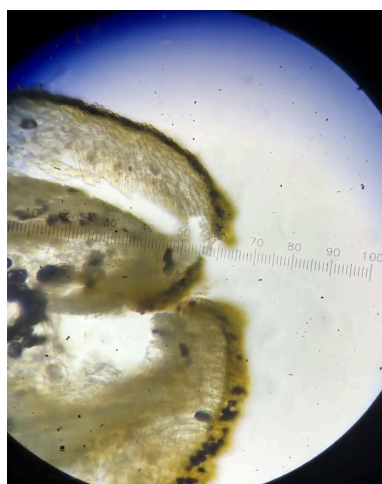


図4



図5



図6

## 6. 考察

【1】より、維管束に対して垂直に切り込みを入れた場合、切り込みが塞がらなかったことから、垂直に切断された維管束を短期間で修復することは難しいのではないかと考えた。

さらに、【1】 【3】より、傷口がくっつくというよりは切断面にそのまま表皮と同じような細胞が作られたことから、維管束の修復というよりも表皮化することで外部から細菌などの物質の侵入を防ぐことが優先されているのではないかと考えた。

また【3】より傷口は外側から治り、傷口の色が濃くなっている断面から小さい細胞が新たに生まれ、重なり合ったと考えられる。

## 7. 今後の展望

今回は傷の深さを統一したが、茎の太さの違いによる差を考慮するために茎の太さに対する傷の深さの比を統一することでより実験結果に差が生じないのではないかと考えた。また、縦と横に切り込みを入れる際の維管束への傷の規模に関しての検証が不十分であった。さらに多くの本数で実験を重ね、個体差による結果のずれを含まないようにしたい。

ミクロトームを準備する事ができなかったため、カミソリで試料を薄く切断した。薄さは個人の裁量・力量に依存するため個体差があり、極めて薄く切断ができた物もあった。しかし、極めて薄い物はパラフィンを除去する際に切れ込みを入れた所から裂けてしまい、試料として使用できなかったため植物選びも重要だと感じた。

また、今回は傷口が乾燥してしまう環境にあったため、実際の接ぎ木の手段を参考にして水分が保たれる環境にある場合の実験の余地があると考えた。

## 8. 参考文献

[1] 神戸大学 植物が持つ高い自己治癒力の仕組みを解明

[https://www.kobe-u.ac.jp/ja/news/article/2021\\_03\\_22\\_01/](https://www.kobe-u.ac.jp/ja/news/article/2021_03_22_01/) 2024年6月25日閲覧

[2] abcam パラフィン包埋組織の薄切

<https://www.abcam.co.jp/protocols/sectioning-of-paraffin-embedded-tissue-video-protocol> 2024年6月18日閲覧

[3] 日本植物生理学会 植物の再生力について

[https://jspp.org/hiroba/q\\_and\\_a/detail.html?id=1694](https://jspp.org/hiroba/q_and_a/detail.html?id=1694) 2024年5月13日閲覧

[4] 羊土社 パラフィン切片の作製と保存

<https://bio.nikkeibp.co.jp/atcl/column/16/052700070/050800029/> 2024年6月18日閲覧

[5] 厚木高校2年I組11班 $\beta$  植物の自己治癒の段階的な観察

[https://www.pen-kanagawa.ed.jp/atsugi-h/tokushoku/documents/20240502\\_r\\_i.pdf](https://www.pen-kanagawa.ed.jp/atsugi-h/tokushoku/documents/20240502_r_i.pdf) 2024年5月13日閲覧

[6] サカタのタネ アスパラガスの育て方・栽培方法

[https://sakata-tsushin.com/oyakudachi/lesson/vegetable/post\\_15.html](https://sakata-tsushin.com/oyakudachi/lesson/vegetable/post_15.html) 2024年6月26日閲覧