

令和5年3月17日

屋代高校 多目的教室 13:00~

発表中の
ポスターを
廊下に展示中

令和4年度 理数科課題研究発表会 次第

司 会 (1年理数科担任 中條 秀志)

1. 学校長挨拶 学校長 馬場 正一
2. 来賓紹介
3. 研究発表 (進行は生徒による)

1. パスタから学ぶ丈夫な橋

~ 「パスタ指数」を用いた橋の製作 ~

2. 次世代バイオエタノールの生成

~ 効率よく糖を生成する方法を探る ~

3. 石鹼を作ろう!

~ SDGsから石鹼を考える ~

休 憩 (10分) ポスター展示

4. 食虫植物

~ 消化液を消毒液に! ~

5. 長野県の過疎地域についての考察

~ 農業に着目して ~

6. ミドリムシの培養

~ 温度・pHとミドリムシの関係 ~

休 憩 (10分) ポスター展示

7. 墓石地震学

~ 地質で変わる墓石転倒率 ~

8. N進法変換の一般化

~ 新たな方法の発見 ~

9. ブルームとワックス、どちらが優れているか

AIを用いた教室管理自動化計画 (ポスターのみ掲示)

~ より正確な識別 ~

4. 講 評

パスタから学ぶ丈夫な橋

-「パスタ指数」を用いた橋の製作-

研究者:中澤琉 石黒友香 鈴木晴太郎 塚田真帆 半田悠人 宮坂莉央
指導教諭:志真秀行

1.研究目的

我々は課題研究のテーマを決めていく上で、「パスタブリッジ」というものを見つけた。パスタブリッジは実際の橋の構造をパスタを用いて簡易的に再現したもので、様々な大学の研究室で「パスタブリッジコンテスト」というものが催されているほど広がりを見せている。そのコンテストではパスタブリッジの強度を示す「パスタ指数『(パスタブリッジが耐えた最大の質量)/(パスタブリッジの質量)』で求められる』を用いて評価を行っていた。我々はその「パスタ指数」に着目し、「パスタ指数」の成立条件について研究を進めていき、研究で得られたことに基づき実際に自らの手で人が乗れることを想定した橋を製作する。

2.研究内容

- 1)パスタブリッジを用いてパスタ指数の成立条件を調べる
- 2)実際に人が乗れる簡易的な橋を作る

我々は今後の全ての実験において以下のことを統一することにした。

【パスタブリッジの材料】

乾燥パスタ(1.7mm)・グルースティック

【用いる道具】

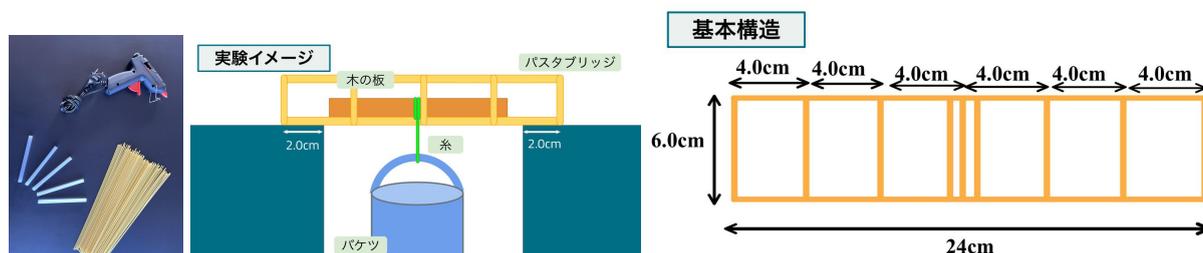
グルーガン・バケツ・糸・木の板・はかり

【パスタ指数の求め方】

(パスタ指数) = (耐えたおもりの最大質量) / (橋の質量)

【実験の注意点】

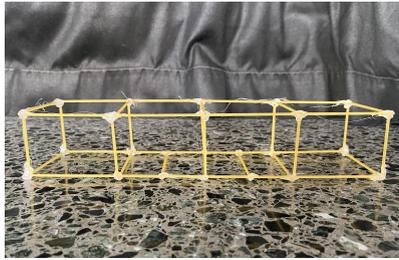
- ・パスタの質量、耐えた錘の質量をともに小数点第2位を四捨五入し小数点 第1位までとする。
- ・パスタブリッジと机の設置面積は12cm²(2.0cm×6cm)
- ・錘となる水をバケツに加え、耐えることができた時の水の質量を耐えた錘の質量とする。
- ・糸の質量は考えないものとする。
- ・バケツの質量253.8[g]、木の板の質量104.4[g] : 合計358.2[g]
- ・全てのパスタブリッジの桁(おもりを乗せるところ、道路)部分には基本構造を用いる。



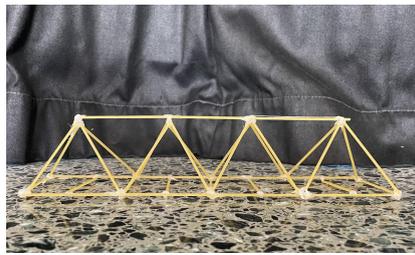
【写真1・図2・図3】(左から)パスタブリッジ材料・実験イメージ・基本構造

3.準備研究

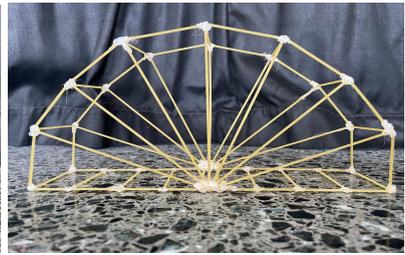
我々は準備研究として実際に多く用いられている桁橋、トラス橋、アーチ橋、ラーメン橋、吊り橋、斜張橋の6種類のパスタブリッジを製作した。また橋の質量、耐えたおもりの最大質量、パスタ指数を求める。以下の写真は実際に製作した6種類のパスタブリッジ、また実験結果を示す。



【写真1】桁橋



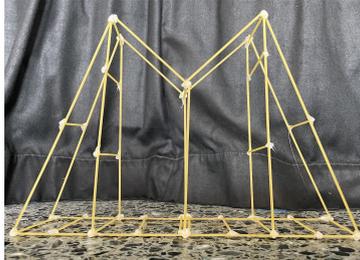
【写真2】トラス橋



【写真3】アーチ橋



【写真4】ラーメン橋



【写真5】吊り橋



【写真6】斜張橋

【表1】橋の質量・耐えたおもりの最大質量・パスタ指数(準備研究)

	橋の質量[g]	おもりの最大質量[g]	パスタ指数
トラス橋	8	656	82.00
アーチ橋	16	1250	78.13
斜張橋	21	1350	64.29
吊り橋	15	850	56.67
桁橋	9	220	24.44
ラーメン橋	17	110	6.47

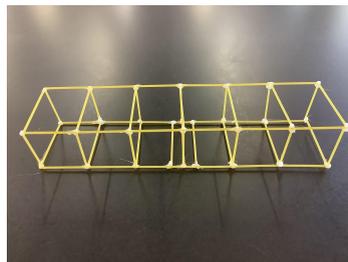
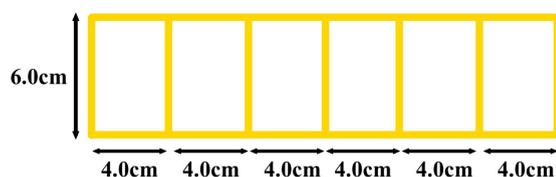
結果よりパスタ指数が最も高かったのはトラス橋だと分かった。トラス構造は実際の建築物でも強度であるため多く用いられている。トラス(三角形)は3点で構成されるため、崩れにくい構造になっているためだと考えられる。また最もパスタ指数の低かったラーメン橋はパスタで再現するには制約があるため数値が他より劣ってしまったと考えられる。そして橋の質量・耐えたおもりの最大質量・パスタ指数について比較するとパスタ指数は構造に由来することがわかった。

4.実験

1)パスタブリッジを用いてパスタ指数の成立条件を調べる

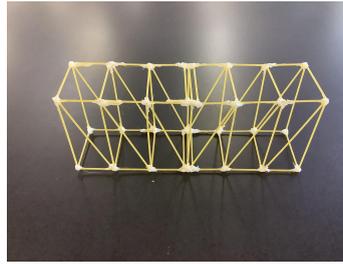
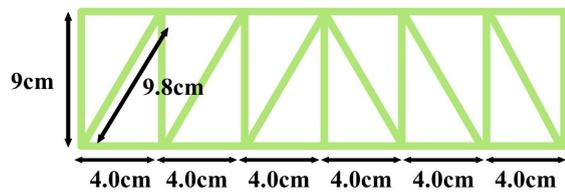
準備研究よりパスタ指数は構造に依存することがわかったので続いて質量との関係について調べることにした。パスタ1本分の質量とパスタ2本分の質量(パスタを2本束ねたものを用いる。)のパスタ指数を調べる。今回は構造が簡易的なこと、側面が四角形のもの(桁橋)と三角形のもの(トラス橋)ということで桁橋、トラス橋の1種であるハウトラスとワーレントラスのパスタ指数を調査することにした。以下の写真はそれぞれ桁橋、ハウトラス、ワーレントラスの写真と設計図、実験結果を示す。

桁橋



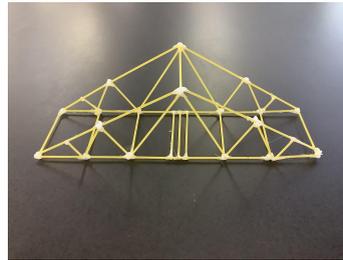
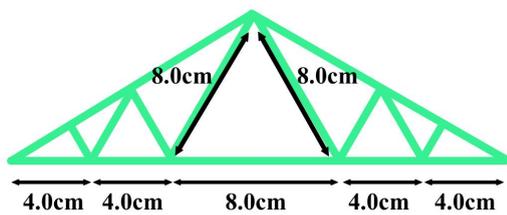
【図4・写真7】(左から)桁橋の設計図・桁橋

ハウトラス



【図5・写真8】(左から)ハウトラスの設計図・ハウトラス

ワーレントラス



【図6・写真9】(左から)ワーレントラスの設計図・ワーレントラス

【表2】パスタ1本分の桁橋の橋の質量・耐えたおもりの最大質量・パスタ指数

	橋の質量[g]	おもりの最大質量[g]	パスタ指数
桁①	10.5	608.2	57.9
桁②	9.7	658.2	67.9
桁③	10.0	708.2	70.8
桁④	9.8	508.2	51.9
平均	10.0	620.7	62.1
最大値	10.5	708.2	70.8
最小値	9.8	508.2	51.9

【表3】パスタ1本分のハウトラスの橋の質量・耐えたおもりの最大質量・パスタ指数

	橋の質量[g]	おもりの最大質量[g]	パスタ指数
ハウ①	19.9	1808.2	90.9
ハウ②	19.6	1758.2	89.7
ハウ③	19.7	828.2	42.0

ハウ④	19.9	858.2	43.1
平均	19.8	1188.2	60.0
最大値	19.9	1808.2	90.9
最小値	19.7	828.2	42.0

【表4】パスタ1本分のワーレントラスの橋の質量・耐えたおもりの最大質量・パスタ指数

	橋の質量[g]	おもりの最大質量[g]	パスタ指数
ワーレン①	9.5	1358.2	142.9
ワーレン②	9.3	1338.2	143.9
ワーレン③	9.2	978.2	106.3
ワーレン④	9.5	1358.2	143.0
平均	9.4	1258.2	133.9
最大値	9.5	1358.2	143.9
最小値	9.2	978.2	106.3

【考察】

- ・パスタ指数は構造に由来するとわかった。また、同じ種類でも橋の質量が大きいほどパスタ指数が大きくなると考えられる。
- ・ハウトラスで個体によってパスタ指数が変わってしまった理由として考えられることは、製作者によって多少の接着方法が異なっていたためだと考えられる。

※パスタ2本分の桁橋、ハウトラス、ワーレントラスの実験は未実験

2)実際に人が乗れる簡易的な橋を作る

※実験2は未実験

5.課題

- ・実験1のパスタ2本分の質量のパスタ指数の関係、実験2が未実験のため、今後実験を重ねていく必要がある。
- ・構造によるパスタ指数について実験してきたが、パスタ指数の成立条件を調べるためには同じ構造でもパスタの質量が変わる時のパスタ指数を調べることが必要だと感じた。
- ・人によってパスタブリッジの製作に差が生じてしまった。同じ種類の中でもグルーガンの量や接着方法を統一させる必要があると感じた。

6.展望

- ・桁橋、ハウトラス、ワーレントラスでパスタの質量が変化したときのパスタ指数について調べていく。
- ・実験2で実際に人が乗れる簡易的な橋を作ることができていないため、研究を進めていく。
- ・3つのうちどうしてワーレントラスのパスタ指数が最も大きかったかを、橋の力の分散の仕方などを調べて解明する。

7.引用・参考文献

- ・建築学生が学ぶ「構造力学」 <http://kentiku-kouzou.jp/>
- ・パスタブリッジコンテスト 東京大学 東京大学工学部機械工学科 泉聡志

https://www.fml.t.u-tokyo.ac.jp/pasta/img/PastaBridge_SPP2010.pdf

・作る技術 www.kajima.co.jp.

【書籍】

・ヴィジュアル版建築入門3 建築の構造 彰国社

ヴィジュアル建築入門編集委員会 担当編集委員 神田 順

・建物とストレスの話 井上書院 田口武一

・図解雑学 構造力学 ナツメ社 羽根義一監修

次世代バイオエタノールの生成

～効率よく糖を生成する方法を探る～

研究者 西村悠希 勝山理彩 武井愛奈
指導教諭 松本久先生 西村明巳先生

1. 研究概要および目的

環境に優しい再生可能エネルギーであり安定的に供給できるため、バイオエタノールは今とても注目されている燃料である。バイオエタノールは、とうもろこしやさとうきびを原料として作られるのが一般的だが、その場合、食料との競合などの問題が発生する。そこで、私たちは普段捨てられてしまうような素材から作れないかと考え、先行研究から、木くずやコーヒーのかすなどで作ることができることを知った。今回は木くずを使い、硫酸でセルロースを加水分解して、バイオエタノールの素となる糖を生成する実験をする。

<セルロースを硫酸で加水分解する仕組み>

セルロースは多くのβ-グルコース分子が直鎖上につながった高分子であり、非常に安定な分子である(図1)。

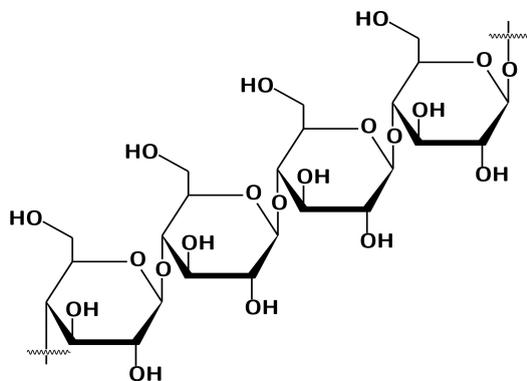


図1 セルロースの構造

セルロースは水に溶かすだけでは加水分解できないが、硫酸を用いることによってその結合を切ることができる。

この時の化学反応式は次のようになる。



糖の生成の有無に関しては、フェーリング反応を用いて行った。

フェーリング反応とは、フェーリング液の銅(II)イオン(Cu²⁺)が、アルデヒドや還元糖によって還元されて酸化銅(I)(Cu₂O)になり(銅の酸化数が+2→+1)、赤色の沈澱を生じる反応のことである。

フェーリング反応を用いると、還元糖を検出することが出来る。

2. 研究内容・研究方法

まず、私たちは先行研究で使われていた条件で実験を行った。
手順は以下の通りである。

- ①硫酸 (12mol/L) 30mLに木くず2gを入れ、ウォーターバスで40°Cに保ち1時間湯煎する。
- ②15分間スターラーにかけ、その後、水120mLを加えて濃度を1/5倍にする。
- ③25分間スターラーにかける。
- ④木くずをろ過で取り除き、水酸化バリウムで中和する。
- ⑤沈殿した硫酸バリウムをろ過し、フェーリング液で糖ができていないか確認する。

結果、糖の生成は見られなかった。

先行研究の結果をもとに、糖の生成量には「硫酸の濃度」「湯煎の温度」「木くずの量」が関係すると考え、これらの条件を変化させて追加実験を行った。

また、始めは先行研究より、水酸化バリウムを使って中和を行っていたが、生成される沈澱を取り除く際に、できた糖も取り除かれてしまう可能性があると考え、沈澱のできない、水酸化ナトリウムでも実験を行った。

3. 実験結果

実験の結果をまとめると次の表のようになる。
(最上列が先行研究の追試、以下が追加実験、太字は先行研究から変更した条件)

	硫酸の濃度 (mol/L)	硫酸の体積 (mL)	木くずの量 (g)	湯煎温度 (°C)	分解時間	途中希釈	中和に用いた物質	結果
先行研究	12	30	2	40	100分	5倍	Ba(OH) ₂	✖
①	6	30	2	40	100分	5倍	Ba(OH) ₂	△
②	3	30	2	40	100分	5倍	Ba(OH) ₂	△
③	6	30	2	40	100分	なし	Ba(OH) ₂	✖

④	3	30	2	40	100分	なし	Ba(OH) ₂	✖
⑤	6	30	2	50	100分	5倍	Ba(OH) ₂	○
⑥	6	30	2	60	100分	5倍	Ba(OH) ₂	○
⑦	6	30	2	60	100分	5倍	NaOH	○
⑧	6	15	2	40	100分	5倍	Ba(OH) ₂	✖
⑨	6	60	6	60	100分	5倍	NaOH	○
⑩	6	60	8	60	100分	5倍	NaOH	◎

✖...全く沈殿が見られなかった △...僅かに沈殿が見られた
○...明らかに沈殿が見られた ◎...大量の沈殿が見られた

4. 考察

結果より、硫酸に対する木くずの量を増やすと、強いフェーリング反応がみられることがわかった。しかし、木くずの量を変化させており、生成できる糖の量も変わっているため、フェーリング反応の強さで糖の生成の効率について言及することは出来ない。

よって、硫酸に対する木くずの量を変えた⑦⑨⑩の実験について、木くずの量に対する糖の生成率を求めた。

まず、木くずの構成成分についてインターネットを用いて調べた。(わかったことは以下の通り)

セルロース(C₆H₁₀O₅)_n 約50%
ヘミセルロース(セルロースを除く多糖類)20%~30%
リグニン(木材の繊維を強く結びつける)30~20%

ここでは、以下の2点を仮定することとする。

- ①木くずに含まれるセルロースのみが分解される
- ②木くずに含まれるセルロースは50%である

糖の生成率＝フェーリング反応から求めた糖(mol/L)・・・①/計算で求めた全てのセルロースが分解されたときにできるグルコース(mol/L)・・・②

①は次のように求めた

グルコースを用いて、0.01mol/L、0.02mol/L、0.03mol/L、0.05mol/L、0.1mol/Lの標準液をつくる。
それぞれの標準液を実験と同じ条件でフェーリング反応をさせる。
実験結果と見比べ、おおよその糖の生成量を求める。…①

②は次のように求めた(セルロース:162n、グルコース:180)

加えた木くず(g)×0.5=セルロース(g)
セルロース(g)×180/162n=グルコース(g)
グルコース(g)/180=グルコース(mol)
グルコース(mol)/加えた硫酸、水(L)=②

上記にしたがって、糖の生成率を求めると

⑦の実験…25%～50%

⑨の実験…33%～50%

⑩の実験…38%～50% である。

この結果から、硫酸(ml)と木くず(g)の比が、15:1～15:2の範囲では木くずの量によって分解率は変化していないことがわかる。

よって、この実験で、硫酸はまだ実験で加えた木くずの量よりも多くの木くずを分解する余裕があったと予想される。

したがって、一定量の硫酸が分解することが可能な木くずの量について、研究を進めていく必要がある。
その他、実験結果より、以下のことがわかった。

- ・硫酸の濃度が高すぎると強力な脱水作用により木くずが炭化してしまい、糖の生成が行われない。
- ・湯煎の温度が高いほど糖の生成の反応が促進される。
- ・水酸化バリウムと水酸化ナトリウムどちらを用いても中和することができるが、水酸化バリウムを用いて中和した場合、硫酸バリウムの沈澱を取り除く必要があるのに加え、沈澱と同時に生成された糖も取り除いてしまう可能性があるため、水酸化ナトリウムを使った中和の方が適している。

5.反省・今後の展望

- ・今回の研究では、糖の定量が不十分だったため、結果が抽象的なものになってしまった。
- ・正確な定量をすることができず、求めた値に誤差が生じてしまっている可能性が高い。
- ・一定量の硫酸で分解することができる木くずの最大量を求めてみたい。
- ・作った糖を用いて、本来の主題であるバイオエタノールの生成にも挑戦したい。
- ・今回はクヌギの木くずのみを用いて実験したが、他のセルロースを含む物質でも実験してみたい。

6. 引用・参考文献

・先行研究 バイオエタノールの生成

<https://www.google.co.jp/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiJxMjKkt38AhVC-mEKHXpzCdQQFnoECA8QAQ&url=https%3A%2F%2Fschool.gifu-net.ed.jp%2Fena-hs%2Fssh%2FH29ssh%2Fsc2%2F21735.pdf&usg=AOvVaw3MjPkoFhRvgKT5OvQWHsnV>

・効率的な糖の生成

<https://school.gifu-net.ed.jp/ena-hs/ssh/H22ssh/sc2/21032.pdf>

・木とながくつきあう③

<https://www.google.co.jp/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiX7JPQwcT9AhUOO3AKHdFIBqYQFnoECBAQAQ&url=http%3A%2F%2Fwww.ija-tokai.org%2Farchive%2Fsibu%2Farchitect%2F2013%2F09%2Fki.html&usg=AOvVaw1je-XabZn37YbANgYiK1L>

・木材中における成分分布

<https://www.istage.ist.go.jp/article/isms1963/12/121/121121727.pdf>

・セルロース | 構造生物薬学

<https://gaia-sb.iwate-med.ac.jp/pharm/blog/tag/%E3%82%BB%E3%83%AB%E3%83%AD%E3%83%BC%E3%82%B9/>

石鹼を作ろう！ -SDGsから石鹼を考える-

生徒名：木下太陽、飯島陽花、石井凜、北村優斗
指導教官：宮原喜美男先生、藤森俊彦先生

1. 研究の目的、概要

先輩方の先行研究で洗浄剤についての研究があり、私たちも様々な用途に適したオリジナルの石鹼をつくり、生活の中で活かしたいと思った。
また、食用油から石鹼を作れることを知り、廃棄する油を利用し、そしてSDGsから、7番の『エネルギーをみんなにそしてクリーンに』を目指して環境に配慮した使いやすい石鹼づくりを試してみたいと考えた。



使用した廃油
キャノーラ(菜種)油

なたねの種子を搾った時に出てくる油。原産地は主にカナダやオーストラリアだが、今回使用した油は国産の種を使用して作られている。
顧問の先生方にご協力いただき、使用済みのこの油を利用した。

2. 研究内容・研究方法

食用油から石鹼を作るにはどうすれば良いのか？何が必要で、どうすればいいのかを調べた。



画像より、食用油(オレイン酸)の場合、NaOH(水酸化ナトリウム)1:3の割合で混ぜると石鹼ができると予想される。そこで、この割合で実験をし、実際に石鹼ができるのかどうか調査した。

実験方法

①NaOH水溶液を作る

NaOHは6mol/L、40g/molであることから、必要な分量を計算する。

②油を調整する

用いる油の種類や数によって割合を変える。

③混ぜる

- エタノールを加えることで、油とNaOHの反応をより進める。これをけん化処理という。
- また、食塩水を加えることで、未反応の物質を取り除く。これを塩析処理という。

④石鹼を取り出す

ガーゼでこし、固体と液体に分ける。

3. 実験結果・考察

実験①

実験①については、実際に石鹼ができるのかどうかを調査するために、

- NaOH水溶液を100mlつくる。
- 油:NaOH=1:3であること、物質質量比を考え、約200ml用意する。

といった2つの条件を踏まえて、実験をした。

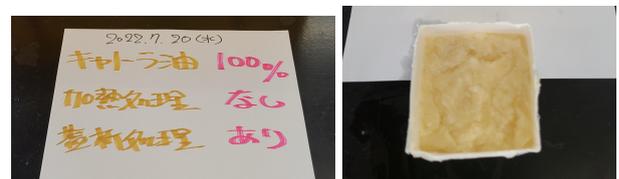
[左画像]NaOH水溶液を作っている様子。発熱反応を起こし熱いので、手袋を装着してかき混ぜる。



[右画像]油とNaOH水溶液をまぜ、何度か繰り返してガーゼに流している様子。上に浮いた部分が石鹼。

実験①結果

実験より、下の画像のような結果になった。固体になりきらず、液体状になってしまった。何故か？



実験①考察

- NaOHが反応しきっていなかったと考えられる。
→油とNaOHの割合を変える。
- 加熱していなかった影響は？
- 油の種類が足りない？
←油の種類によって石鹼の状態が変わる。(文献より)

実験②

実験①の考察より、実験②では

- 油:NaOH=1:6(前回の2倍)
- 加熱処理を行う。
- 「パーム油」(文献より、加えることで石鹼がより固まりやすくなる。)を加えた場合も実験する。

(その他は実験①と同じ条件で実験する。)という条件で実験を行った。



使用した油
パーム油

油やしの実から搾り取られて作られる。石鹼やマーガリンの原料ともなり、バイオ燃料としても使われる。原産地はフィリピン。



上の画像は、加熱処理を行なっている様子とその加熱処理に使用したもの。常に60度を保ち、廃油などを合わせた油とNaOHを混ぜている。

実験②結果

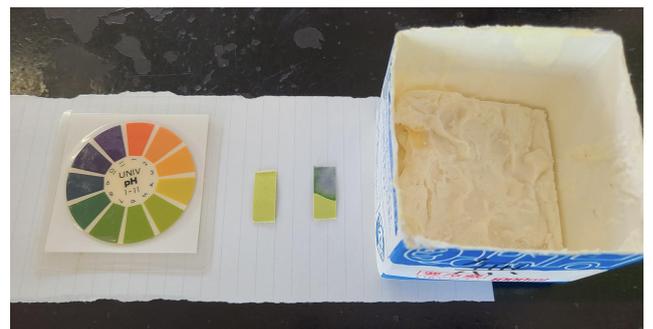
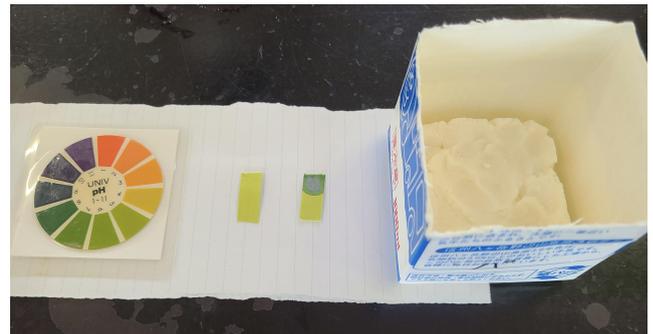
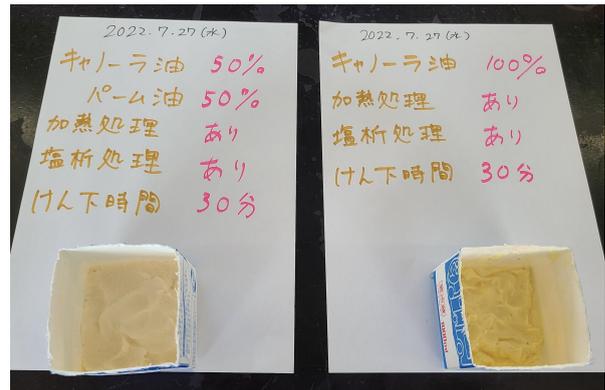
下画像の右が食用油のみの場合で、左がパーム油を加えた場合。

- どちらも実験①とは違い、液体状ではなく固体になっていた。

- 油とNaOHの関係は、化学式から考える割合よりも、NaOHの割合を大きくした方が石鹼ができやすいことが分かった。
- パーム油を入れると、より固まりやすい石鹼ができた。
- どちらも泡立ちがあまり良くなかった。
- pHの値を調べると、どちらもpH8を示した。

実験②考察

- NaOHを多くすることで、けん化がスムーズに進んでいたと思われる。
- パーム油を加えたように、泡立ちをより良くするため、他に別の種類の油を加えると改善できると思われる。



上の画像はパーム油を加え実験した石鹼。下の画像は廃油のみの石鹼。

実験③

これまでの実験を経て、石鹼の作り方について理解を深めることができたため、実験③以降、研究の目的でもある、「様々な用途に適したオリジナルの石鹼」をつくる実験をする。また、「オリジナルの石鹼」をつくる上で、どのような石鹼を理想とするかをグループ内で考え、石鹼について次のような評価の観点から5つ定めた。

評価の観点

- ①泡立ちのよさ
- ②pHの値が弱塩基性であること
- ③においの有無
- ④色合いの様子
- ⑤油っぽさの有無

また実験③では、

- ココナッツオイル(文献より、加えることで石鹼が泡立ちやすくなる。)を加えて実験をする。
- 油の配分を、廃油:パーム油:ココナッツオイル=1:1:1で合計75mlものと、廃油:ココナッツオイル=1:1で合計100mlのもの2通りに分けて実験をする。



使用した油
ココナッツオイル

ココヤシの果肉を乾燥させて作る。石鹼や化粧品、マーガリンに使われる。原産地は主にフィリピンやインドネシア。

- 油っぽさがあったり、pHの値が非常に高かったため油とNaOH量の比率を変えてみる。
- パーム油を加えると固まりやすかったため、廃油とパーム油とココナッツオイルの比率を変えてみる。

実験④

実験④では、

- 石鹼が固まりやすくするためにパーム油を利用する。
- 泡立ちやすくするためにココナッツオイルを利用する。
- 油の割合で、パーム油:ココナッツオイル:廃油=2:1:2とし、20ml, 10ml, 20mlとする。
- けん化用にエタノールを25ml用意する。
- 塩析用の食塩水を200ml用意する。
- 水酸化ナトリウム水溶液は50ml用意する。
- 色をつけるために、緑色の食紅を使う。

これらを条件に実験を行った。

実験④結果

- 泡立ちがよく、固まるのも早かった。(約30分)
- 万能試験紙のpHは8を示した。
- 油っぽい匂いは残ったままだった。
- 緑色の食紅を使ったが、赤紫色になった。
- 手を洗った際の油っぽさもなかった。
- 今まで行った実験で最も観点を満たしていた。



左:食紅なし 右:食紅あり

実験③結果

実験の結果より、下の左の画像のようになり、仕切りで分けている左が廃油とココナッツオイルの2種類の油でつくったもので、右が廃油とパーム油とココナッツオイルの3種類の油でつくったものになった。

- 2種類の油でつくった石鹼はあまり固まらず、3種類の油で作ったものは多少固まった。
- どちらもあまり泡立たなかった。
- pHの値は非常に高い値を示した。
- 油っぽさがあった。
- 下の右の画像は石鹼をガーゼにこす前であり、石鹼の部分が少なく、あまりこせなかった。



実験③考察

- うまく泡立たなかったため、ココナッツオイルの量を変える必要があると思われる。

実験⑤

実験⑤は実験④と同様の条件と、

- 使用済みのコーヒー豆の粉を加える。

という条件を加えて実験をした。

実験⑤結果

下の画像のようになり、コーヒーの匂いはせず油っぽい匂いが残ってしまった。



4. まとめ

最適な石鹼を作る場合、

- 油とNaOHの割合は1:6で作る。(物質量比)
- 加熱処理が必要になる。
- パーム油やココナッツオイルを使うと固まりやすく、泡立ちやすい石鹼ができる。
- 5つの観点での評価を考えた上で最も条件を満たしていた各油の配合はパーム油:ココナッツオイル:廃油 = 2:1:2 となった。
- 色が変わった原因は、食用色素に含まれている食用赤色105号(ローズベンガル)が水に溶け、赤紫色を呈したからだと思われる。
- どの実験でできた石鹼も、油の匂いがし、コーヒー豆の粉をまぶしただけでは匂いはつかない。

ということがわかった。

この結果を活かした、今後の研究の展開に期待したい。

5. 引用・参考文献

数研出版 教科書 化学 (p327)

生活情報センター タジマ・ソワ 「Soapers soap 世界に一つだけの石けんを作ろう」

食虫植物

～消化液を消毒液に！～

生徒名: 並木優弥、上條颯太、門崎海斗、小山康花
指導教官: 塩原啓佑 先生

1 研究概要および目的

私たちは食虫植物について研究をおこなった。食虫植物についてその独特な形や消化機構、生態について興味を持った為、食虫植物について研究しようと考えた。先行研究について調べていくうちに、食虫植物が医療目的など、さまざまな目的で使用されていることを知り、ウツボカズラの消化液を、消毒液の様に使うことができるのではないかと考えた。そこで、食虫植物(ウツボカズラ)の消化液を消毒液として利用することを目的として研究を進めている。まずは消毒液として利用するために、殺菌作用についての検証を行った。検証の結果より、大腸菌に対する殺菌効果が低いと分かった。私たちは、真菌類に効果があると考えたため、真菌類に対する殺菌効果の検証を行う。

2 研究内容・研究方法

・ウツボカズラ

科名: ウツボカズラ科

学名: *Nepenthes*

原産地: 東南アジアを中心とした熱帯地域

開花期: 6月～7月

捕獲方法: 捕虫袋のフタにある蜜腺から物質を分泌し虫を誘う。

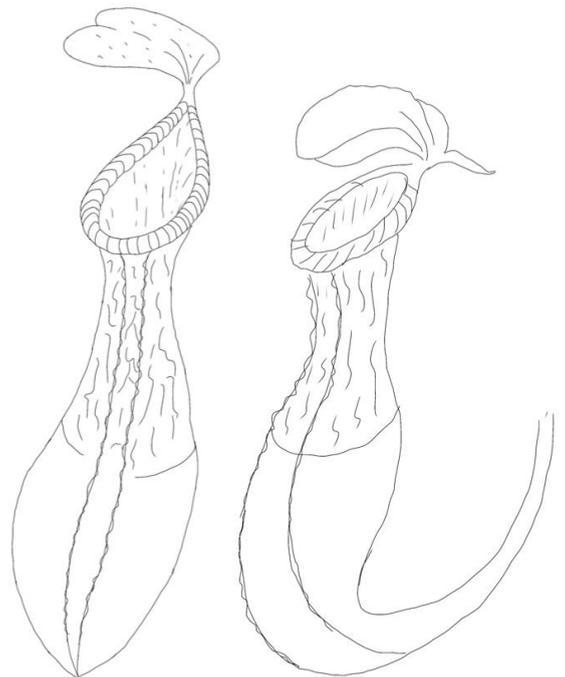
捕虫袋の口部分と内側は滑りやすく、えりがねずみ返しの様になっているため、虫を捕獲しやすく逃がさない。

また、消化液は、とろみがあり、

虫にまとわりつくことによって、

外へ逃げられない様になっている。

溺れて沈んだところを酸性の消化液でタンパク質を消化して、養分を吸収する。



・実験I

目的: ウツボカズラの消化機能について知ることによって、今後の自分たちの研究に深みを持たせる。

内容: ウツボカズラ内部に消化の対象物(スズメバチ)を投入し、日毎にpHメーターを用いて消化液内部の水素イオン濃度の計測をおこなった。また、その際の水位の増減を計測した。

温度などの条件は統一せず、水位については目測でおこなった。

・実験II

目的: ウツボカズラの消化液が大腸菌に対する殺菌効果があるのかの検証。

内容: LB寒天培地*で1日生育させた大腸菌を滅菌水に懸濁し、大腸菌溶液①を作成した。その後、大腸菌溶液①をウツボカズラ消化液もしくは滅菌水(コントロール)で1/2の濃度になるように希釈し、大腸菌溶液②、③を作成した。各大腸菌溶液はLB寒天培地に50 μ lずつ塗り広げ、37°Cの条件で培養し、増殖の具合を毎日観察した(サンプルごとに2反復)。

*LB培地組成(g/1000 ml) LB Broth(Miller) 25g, Agar 15g

3 実験結果・考察

・実験I

結果: 実験結果を表1にまとめた。

計測開始時はpHが8.0であったが、日を追うごとに減少していき、4日後には3.3減少し4.7となった。

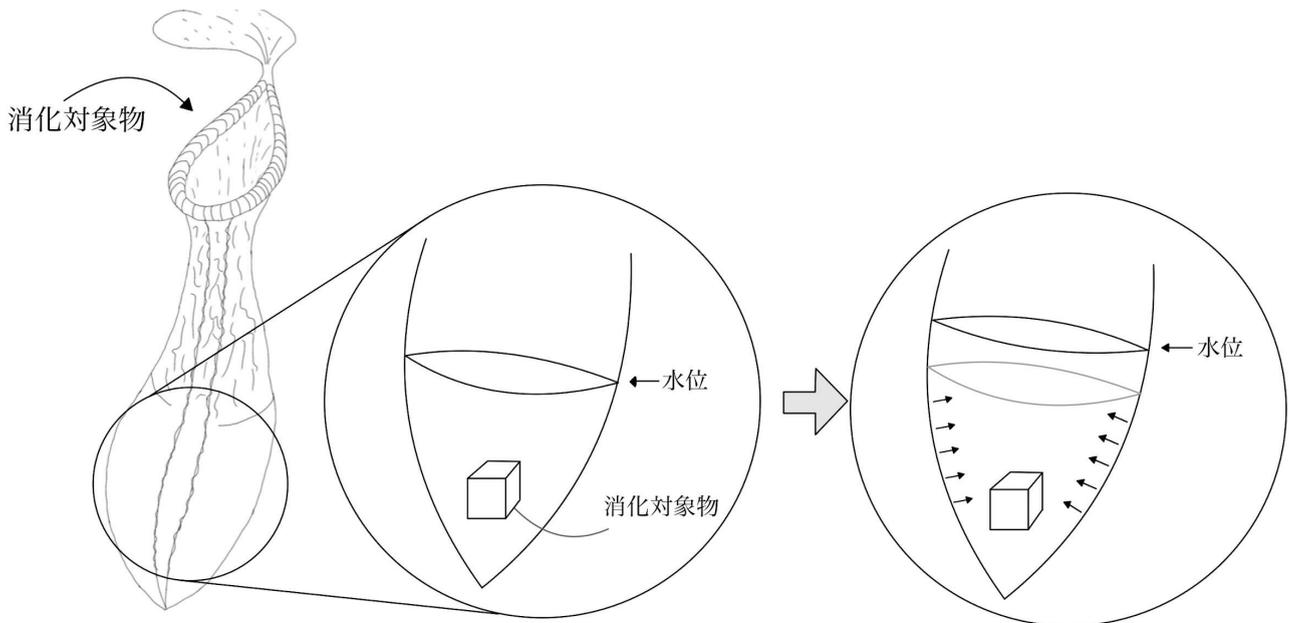
また、水位についても上昇が確認された。しかし、水位の上昇については、蒸発量などを考慮していなかったため、2日後以降は計測を中止した。

考察: pHが減少し、水位の上昇が確認されたことより、ウツボカズラ内部になにかしらの液体が分泌されたと考えられる。pHの減少が、細菌によるものであると考えることもできるが、細菌が原因であった場合、水位の上昇との因果関係を説明することができないため、液体の分泌によるものと考えても良いだろう。消化液中でも生存できる菌体であるとすれば、消化液の分泌に影響を与えている可能性も考えられる。再現性の確認と合わせ、この菌体の正体についても研究を進めたい。

今回の結果からわかった消化の機能を下に表2としてまとめる。

日時	pH	水位
9/6 7:28	8.0	up
9/7 7:28	6.4	
9/8 7:31	5.5	No
9/9 7:27	4.7	Record

表1



酸性の液体の分泌により水位が上昇する

表2

・実験II

結果: 滅菌水、ウツボカズラともに大量のコロニーの形成が確認された(表3)。また、消化液を塗布した培地においては、滅菌水とは違うコロニーの形成が確認された(表2の○)。

滅菌水	ウツボカズラ
	

考察: 滅菌水で希釈した培地と比較して、あまり変化がないことより、消化液には大腸菌に対する殺菌効果はないことがわかった。

これは、消化液に含まれる酵素*が、大腸菌の細胞壁を分解することができなかったと考えられる。

また、ウツボカズラの消化液に対してのみ形の違うコロニーが形成されたことに対して、消化液ないに別の菌が繁殖していた可能性が考えられる。

この場合、実験Iの消化の機能において、細菌による消化の可能性についても考えることができるようになる。実験IIにおいて、水位が上昇したという結果が得られたので、細菌が主体的に消化に作用しているとは考えにくい。消化になんらかの影響を与えていると考えることはできる。

*ネペンテシンI,II、 β -1,3グルカナーゼ、タウマチン、キチナーゼなど

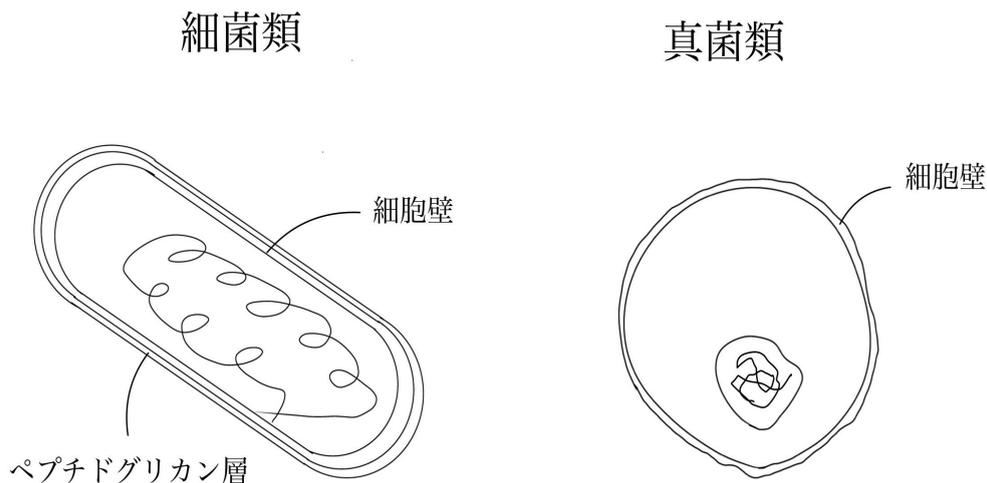
4 まとめ

二つの実験より、ウツボカズラは消化対象物とその内部に投入された時、酸性の液体を分泌し、その酸性の液体、もしくは元々存在した消化液内の細菌によって消化を進めているということがわかった。

また、大腸菌に対する殺菌効果の検証から、大腸菌には殺菌効果がないことが考えられる。

大腸菌(細菌類)の構造と、ウツボカズラ内の消化酵素を考えると、大腸菌などの細菌類は表面にペプチドグリカン層を持つ、このペプチドグリカン層を分解することがウツボカズラ内部の消化酵素ではできなかったのではないかと考えられる。

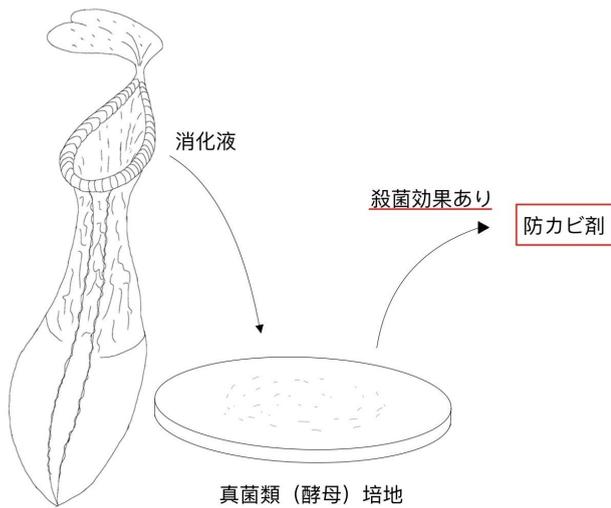
しかし、ペプチドグリカン層を持たない真菌類(カビ、酵母など)に対する殺菌作用は確認できると思われる。



そこで、今後の展望として、真菌類に対する殺菌作用についての検証を考えている。

研究方法として、大腸菌と同様にPDA寒天培地で数日間生育させた酵母菌(ドライースト)を滅菌水に懸濁し、酵母菌溶液作成し、その後、酵母菌溶液をウツボカズラ消化液もしくは滅菌水(コントロール)で1/2の濃度になるように希釈し、各酵母菌溶液をPDA寒天培地に50 μ lずつ塗り広げ、37°Cの条件で培養し、増殖の具合を毎日観察する(サンプルごとに2反復)ことを考えている。

ウツボカズラの消化液について、真菌類(キノコ、カビ、酵母)に対する殺菌効果が確認することができれば、ウツボカズラの消化液をカビなどを対象とした防カビ剤などとして利用できるようになると考えている。ウツボカズラの消化液が、自然由来の防カビ剤として利用できるのであれば、自宅で作ることもできる、自然に優しく、SDGsも考慮されたものとなるだろう。



5 参考文献

A study of genome size changing in higher plants

Cinii

Santhita, Tungkajiwangkoon

https://opac.time.u-tokai.ac.jp/webopac/naiyo_k_santhita_tungkajiwangkoon_201609._?key=XZWRCQ

キチナーゼの性質からみた食虫植物の消化機構

J-STAGE

本多 裕司, 石崎 佳奈, 濱田 達朗

<https://doi.org/10.1271/kagakutoseibutsu.53.217>

ウツボカズラとは

ヤサシイエンゲイ

http://www.yasashi.info/ne_00002g.htm

ペプチドグリカンとは？

日本大百科全書

<https://kotobank.jp/word/%E3%83%9A%E3%83%97%E3%83%81%E3%83%89%E3%82%B0%E3%83%AA%E3%82%AB%E3%83%B3-130061>

多糖—ペプチドグリカン複合体

ヤクルト中央研究所

https://institute.yakult.co.jp/dictionary/word_3971.php

長野県の過疎地域についての考察

～農業に着目して～

研究者 久保田心琉 小林颯汰 宮澤菜月
指導教員 宮沢悠太

1.研究動機・目的

我々の住む長野県では過疎化、またそれに伴う少子高齢化が深刻化しており、自治体の維持が困難になることが予測される。過疎化解消の一つの手段としては市町村合併が考えられるが、長野県では地理的な問題から合併しづらいことがあり、過疎化解消のためには合併以外の方法が必要と考えた。そこで我々はこの状況を改善するため、長野県内の過疎地域の活性化を目指し、データ分析から過疎化を解決できるような提案を行うことを目的とした。

2.研究方法・先行情報

2.1 研究方法

農家の割合と財政力指数についての相関をとり、なぜその結果になるのかという仮説を立てる。また、仮説を検証するために、さらに適切なデータ分析を行う。それらから得られた結果について検討し、過疎地域が行うべきことを考察する。

2.2 先行情報

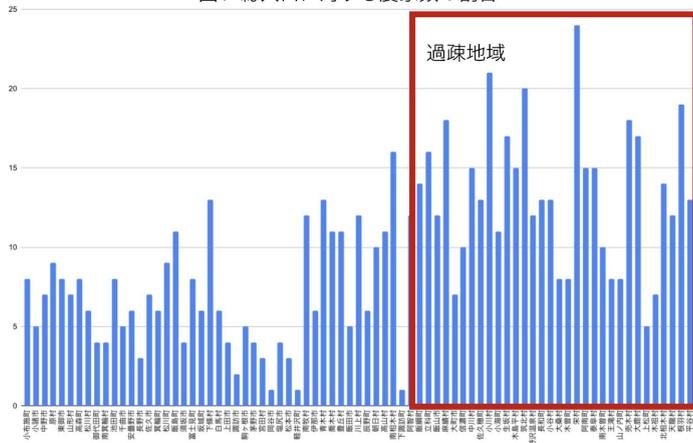
表1は長野県過疎地域持続的発展方針にて示された過疎地域の要件であり、人口要件のいずれか、かつ財政力要件を満たす地域が過疎地域(全部過疎)に指定される。現在、長野県では9市、11 町、20 村の計 40 市町村が過疎地域に指定されている。

表1 過疎地域(全部過疎)の要件

種類	指標	基本的な要件 (第2条)		基準年の見直しに伴う 激変緩和措置 (第41条)※	
		期間	基準値	期間	基準値
人口要件 (長期①)	人口減少率 (長期: 40年間)	S50→H27	28%以上	S35→H27 (55年間)	40%以上
		S55→R2	30%以上		
人口要件 (長期②)	高齢者比率	H27	35%以上	H27	35%以上
		R2	38%以上		
	若年者比率	H27	11%以下	H27	11%以下
		R2	11%以下		
人口減少率 (長期: 40年間)	S50→H27	23%以上	S35→H27 (55年間)	30%以上	
	S55→R2	25%以上			
人口要件 (中期)	人口減少率 (中期: 25年間)	H2→H27	21%以上		
		H7→R2	23%以上		
財政力要件	財政力指数	H29～R元	0.51以下	H29～R元	0.51以下
		H30～R2	0.51以下		

また、今までの研究で分かったこととして、過疎地域は総人口に対する農家の割合が比較的高いことが挙げられる。(図1)

図1 総人口に対する農家数の割合

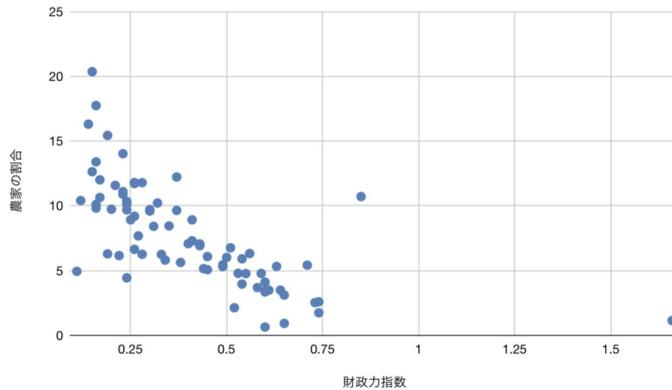


3. データ分析の結果と解釈

3.1 農家の割合と財政力指数の相関関係

先行情報から、農家の割合と財政力指数には関連があるのではないかと考え、この2つについて相関を取った。(図2)

図2 農家の割合と財政力指数



相関係数は -0.67 という値が算出され、農家の割合と財政力指数の間には負の相関関係があることが分かった。

また外れ値を外したところ、値は -0.77 となりさらに強い負の相関関係がみられた。

3.2.1 相関関係の要因

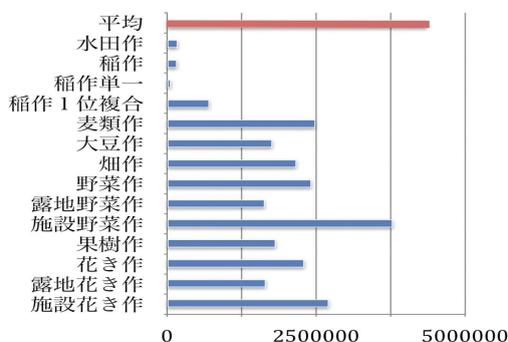
3.1から分かった、農家の割合と財政力指数の間の負の相関関係についてその要因を以下の二つであると仮定した。

- ①所得が少ないからではないか
- ②労働時間が長いからではないか

3.2.2 ①所得が少ないからではないか

仮説①を検証するため、農業所得と平均所得を比較した。(図3)

図3 農業所得と所得平均

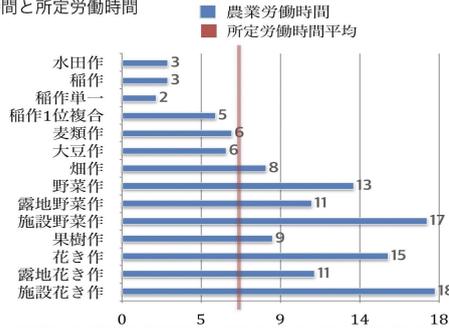


図から、全ての農作物における農業所得が日本人の平均所得を下回っていることが分かる。特に長野県では施設農業に比べて露地農業が盛んなため、長野県内における農家の所得はさらに低くなると考えられる。

3.2.3 ②労働時間が長いからではないか

仮説②を検証するため、農業における労働時間と所定労働時間を比較した。(図4)

図4 農業労働時間と所定労働時間

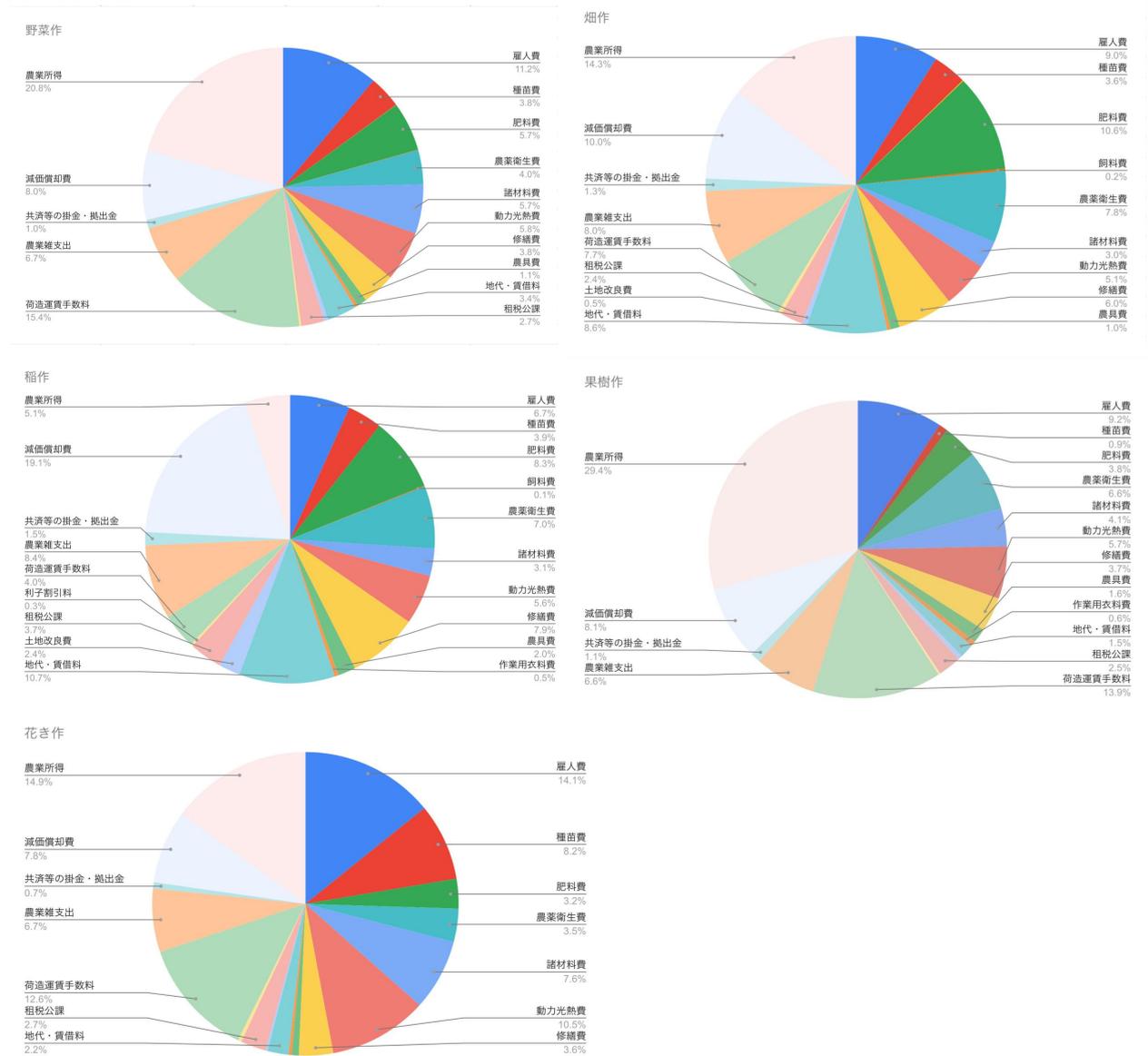


図から、野菜作や果樹作、花き作の労働時間が所定労働時間平均を超えていることが分かる。また長野県ではこれらの農業が盛んであることも含めて考えると、農業の労働時間は平均と比べ長いことが考えられる。

3.3 収入の内訳

3.2から相関関係の要因としては所得の少なさと労働時間の長さがあることが推測できる。このことから、農家のコストパフォーマンス向上が重要ではないかと考えた。そこで収入に着目し、その内訳についてさらにデータ分析を行うと以下のような結果が得られた。(図5)

図5 収入内訳



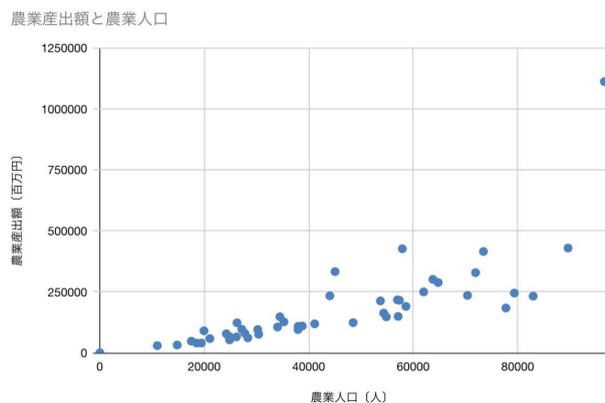
これらの円グラフを見ると、農業収入の内訳は種苗費や肥料費などの必要経費の割合が大きく、農業所得よりも大きな割合を占めていることがわかる。このことから我々は、もし県が必要経費を支援するようになるならば、より農業も活性化すると予測した。

しかし、果樹作では農業所得が大部分を占めていたため、果樹作については支援の必要はないと考えられ、また、各農業形態によって必要な支援は異なることもわかる。したがって各農業形態に合わせた支援が必要なのではないかと考える。

3.4 必要経費の支援により起こりうる可能性の考察

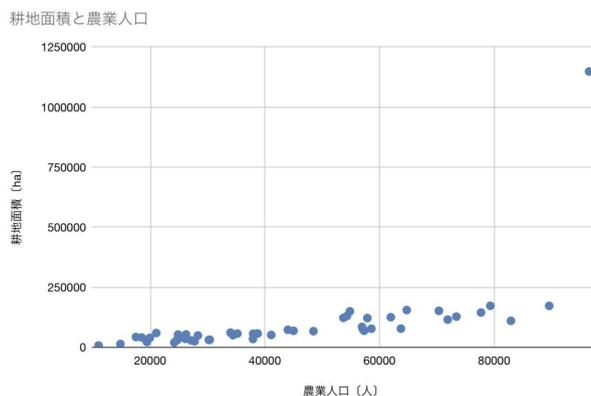
ここで、農業産出額と農業人口の相関関係を見ると、**0.75**という値になり正の相関関係にあることが分かった。(図6)また外れ値を外すと値は**0.83**となりさらに強い正の相関が見られる。故に、もし県が必要経費を支援することで所得が上昇し、農業産出額も向上すれば農業従事人口も増加する可能性がある。

図6 農業従事人口と農業産出額の相関関係



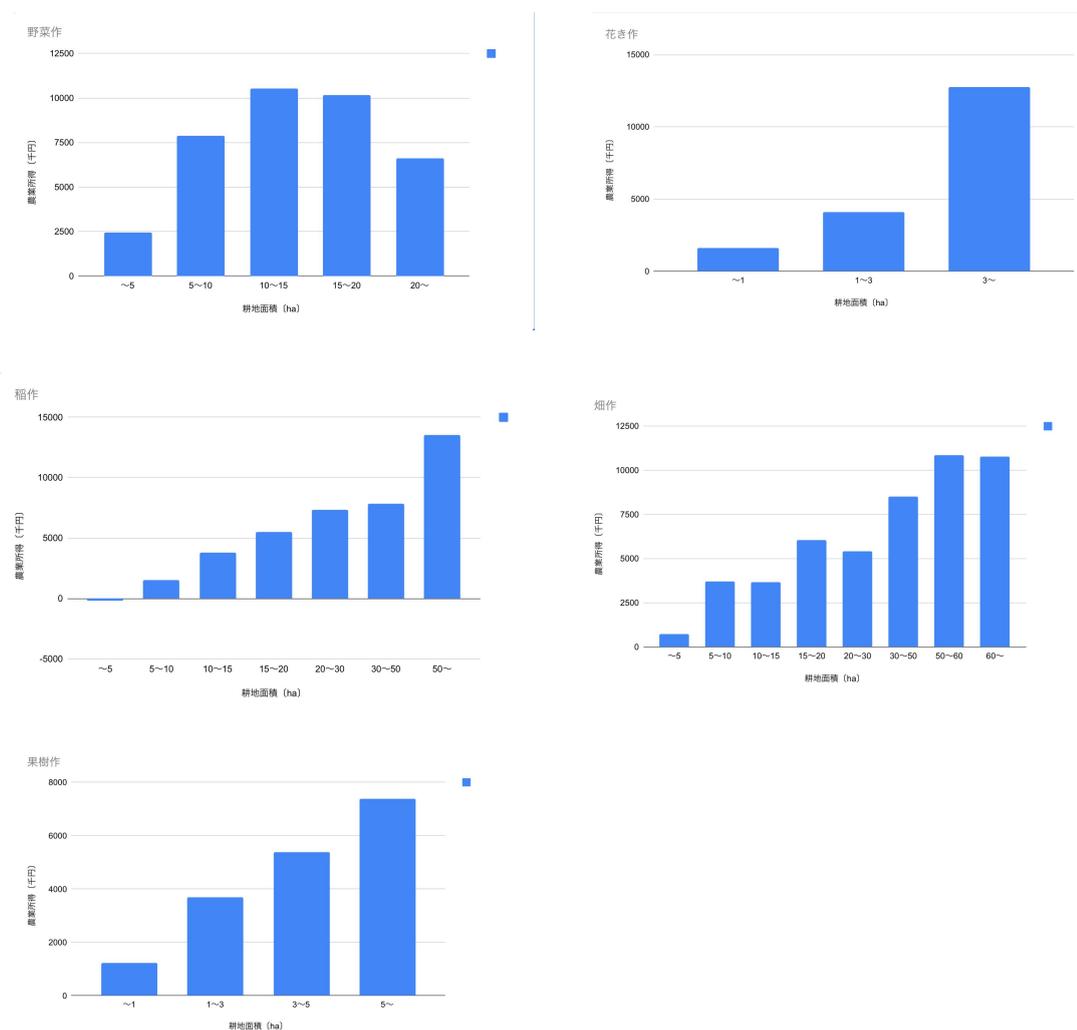
また、農業従事人口と耕地面積の相関を見ると、**0.57**という値になり正の相関関係にあることが分かった。(図7)また外れ値を外すと値は**0.83**となりさらに強い正の相関が見られる。必要経費の支援により農業従事人口が増加したと仮定すると、その影響を受け耕地面積も増加する可能性がある。

図7 耕地面積と農業従事人口の相関関係



さらに、耕地面積と農業所得はグラフ1のような関係にあることが分かった。(グラフ1)

グラフ1 耕地面積と形態別農業所得



ここで、上記の現象が全て起こると仮定すると、農業への経済支援は結果的に農業所得の上昇をもたらす。農業所得が大きくなれば税収入額も上昇することが予測できる。財政力指数は基準財政収入額を基準財政需要額で除して得た数値の過去3年間の平均値であり、基準財政収入額は標準的な状態において徴収が見込まれる税収入を一定の割合によって算定された額であるから、基準財政需要額が一定である状況下で、基準財政収入額が大きくなると財政力指数も大きくなる。農業への経済支援は財政力指数の向上をもたらすのではないかと考えられる。

4. 提案・まとめ

以上のことから我々は、農家の割合と財政力指数の相関関係を正の相関にするためには農業における必要経費を県が支援することが重要なのではないかと考える。

ここで、県が発表している「長野県過疎地域持続的発展方針」の「実施すべき施策に関する事項」にて示されている「施策の展開」(文章1)によると、農業の振興のために行うこととして以下がある。

文章1 長野県過疎地域持続的発展方針_実施すべき施策に関する事項_施策の展開

- 集落営農組織等の中核的経営体*の育成や、地域の実情に即した農作業の補完体制の整備による営農の継続、都市住民の受入れなどによる新たな農業の担い手の確保・育成を進めるとともに、ICT*等を活用したスマート農業*の導入による省力化・生産性の向上を図ります。
- 地域の農業者の知恵・経験・技術を活かし、伝統野菜など特色ある農畜産物の生産販売、地域資源を活用した伝統食や農産加工品、産直など農業の6次産業化*や直売などによる地域資源の高付加価値化への取組を推進します。
- 都市住民に対し農業・農村の魅力を発信し、ライフスタイルに応じた農ある暮らしを提案するとともに、農家民宿や農家レストラン等の経営の多角化、体験学習や修学旅行などの受入体制の整備、滞在型市民農園*や体験交流施設等の整備を進めることにより、都市住民とのつながりを深め、多様な人材を農業・農村に呼び込み、農村コミュニティの維持・活性化を図ります。
- 農業・農村が有している多面的機能*を将来にわたって十分に発揮するため、農地・農業用水路・農道等の農村資源の適切な保全管理や整備、荒廃農地の解消、野生鳥獣被害の防止等の取組を地域ぐるみで実施する体制づくりを進めます。
- 農業水利施設等の長寿命化対策などを着実に進めるとともに、担い手への農地集積につながる農地の条件整備等を推進します。

文章1を見ると、我々が必要であると考えた必要経費の支援については言及されていないことがわかる。したがって我々は過疎地域発展のための農業振興において、必要経費の支援を推進することを提案する。今回の研究では仮定の上でのみ財政力指数の上昇に繋がることが分かったため正確性についてはさらなる検討が必要ではあるが、過疎地域発展のための施策として行う価値はあるのではないかと考える。また、この際全ての農業形態に対して同種の支援を行うのではなく、各農業形態の収入内訳からそれぞれに適切な支援を行うとより効果的であると予測できる。

5.引用・参考文献

- ・SSDSE(教育用標準データセット)
<https://www.nstac.go.jp/>
- ・e-Stat 政府統計の総合窓口
<https://www.e-stat.go.jp/>
- ・長野県ホームページ
https://www.pref.nagano.lg.jp/shinko/kasotaisaku/r3houshin_kaitei.html
- ・厚生労働省ホームページ
<https://www.mhlw.go.jp/toukei/list/30-1a.html>

ミドリムシの培養

～温度・pHとミドリムシの関係～

研究者:宮下 莉駆 小林 稜悟 塚田 亮太 峯村 瑠衣
指導教諭:轟 和久

1、研究目的

過去の先輩方の課題研究より、ユーグレナ(以下「ミドリムシ」とする)からワックスエステルという石油等の燃料の代わりになるような物質が採れることを知った。
ミドリムシの数が多ければ、より多くのワックスエステルを抽出することができると考え、ミドリムシの数をより効率的に増やすことができる培養条件を探すことを目的とした。

2、研究内容・研究方法

ミドリムシ培養液を、先行研究等を参考にいくつかの条件で培養する。

～先行研究より～

- ・ミドリムシはpH3.0～5.0程度の酸性条件下で成育が可能。
- ・温度によって動きや増え方が変わる。
- ・緩衝液など溶液によって形や体内生産物質の効率が変わる。

pHや温度の条件を変えて培養し、顕微鏡を用いてミドリムシの数や大きさを観察することで適していると考えられる条件を探す。

<使う物>

- | | | |
|-----------|-----------|------------|
| ・ミドリムシ培養液 | ・pHメーター | ・顕微鏡 |
| ・氷酢酸 | ・インキュベーター | ・プランクトン計算盤 |
| ・マイクロメーター | | |

まず、先行研究から分かったpHの条件が実際に適しているのかを調べるために、実験①、②を行った。

実験①

～方法～

ミドリムシ液を40mL入れたビーカーを3個用意し、氷酢酸を用いてpHを3.8(4.0)、4.8(5.0)に調整する。それから、ミドリムシ液のpHの変化、全体の色の変化、顕微鏡でミドリムシの様子を観察する。

実験②

～方法～

ミドリムシ液を40mL入れたビーカーを4個用意し、氷酢酸を用いてpH3.5、4.0、4.5、5.0に調整する。これら4つの条件下で、①と同じようにpHの変化、全体の色の変化、ミドリムシの様子を観察する。

実験③

～方法～

ミドリムシ液を40mL入れたビーカーを3個用意し、氷酢酸でpH5.0、6.0、7.0に調節する。それらの培養液のpHを3日おきに測定する。

実験④

～方法～

実験③のようにミドリムシ液を用意し、氷酢酸でpHを4.5～5.0付近に調整し、インキュベーター内で赤色LED電球を用いて、温度を変えて(15°C、20°C) pHの変化及びミドリムシの数を測定する。

数の測定は、プランクトン計算盤にスポイトで培養液を入れ、顕微鏡100倍で測定。計算盤の大枠の中の4箇所(4隅)の4枠にいるミドリムシの数を数え、その平均値を10,000倍したものを1mLあたりのミドリムシの数とする。

実験⑤

～方法～

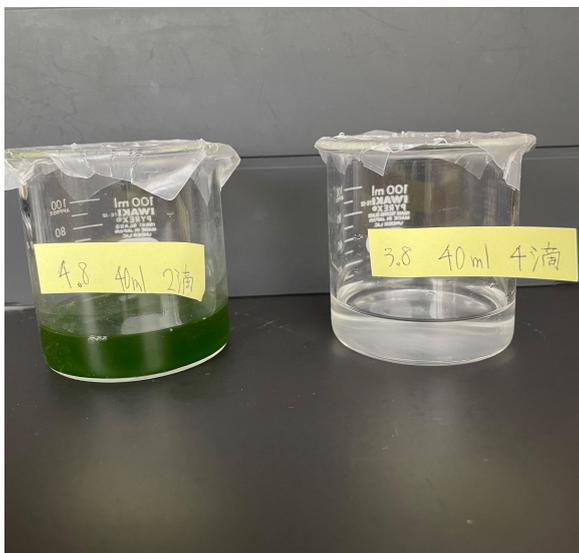
ミドリムシ液のpHを氷酢酸で調整したビーカーを3個用意し、インキュベーター内で、赤色LED電球、温度20°Cの条件で培養する。(60ml、pH4.4) それらのpH、数、大きさの変化を測定する。

3、実験結果・考察

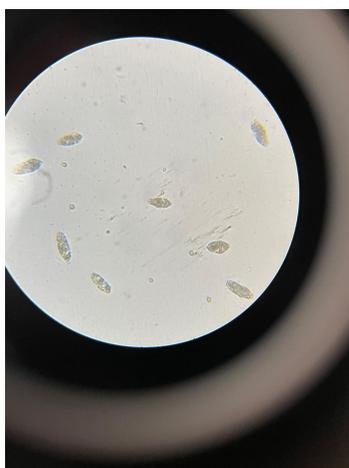
実験①

ph3.8はミドリムシが死んでしまい、元々の薄い緑色がなくなり透明になってしまった。

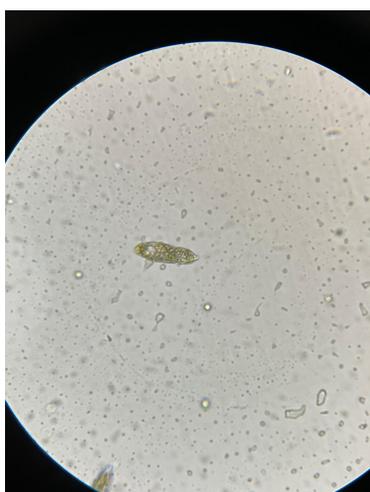
ph4.8は水泥虫の数は増え、色も濃い緑色になった。



-pH3.8-



-pH4.8-



実験②

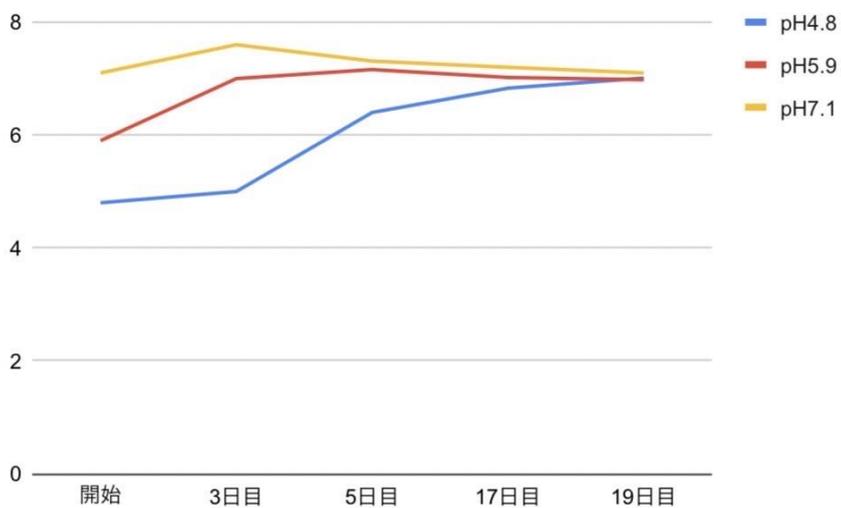
ph3.5、4.0は、ミドリムシが動かなくなってしまった。また、カビのようなものが出てきた。

ph4.5は、数が増え元の色よりも濃くなった。

ph5.0はさらに数が増え色が濃くなった。

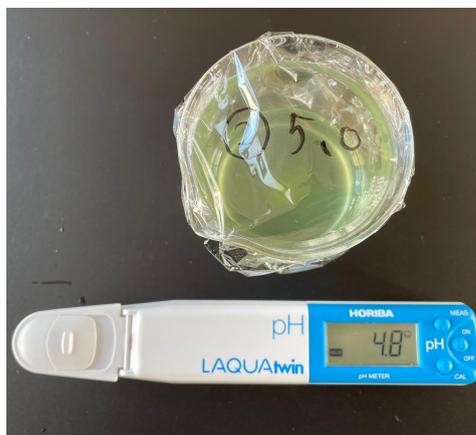
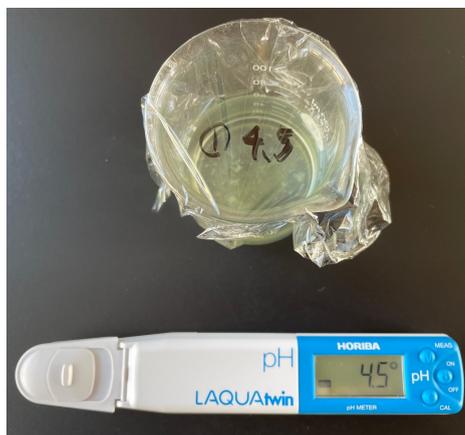
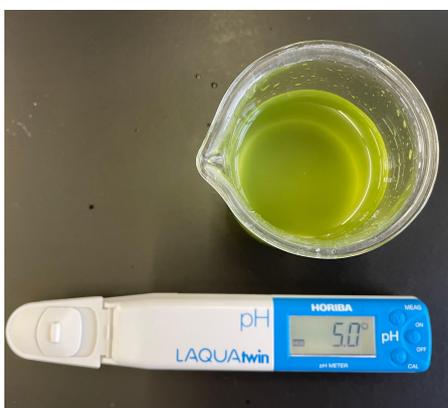
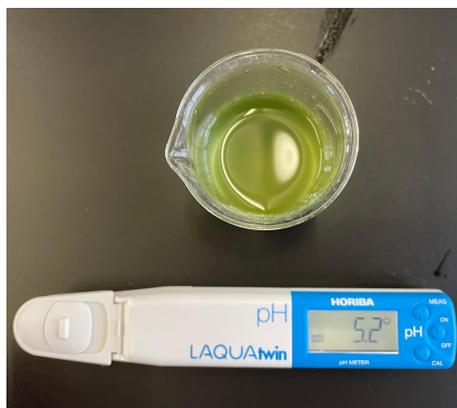
実験③

pHの変化

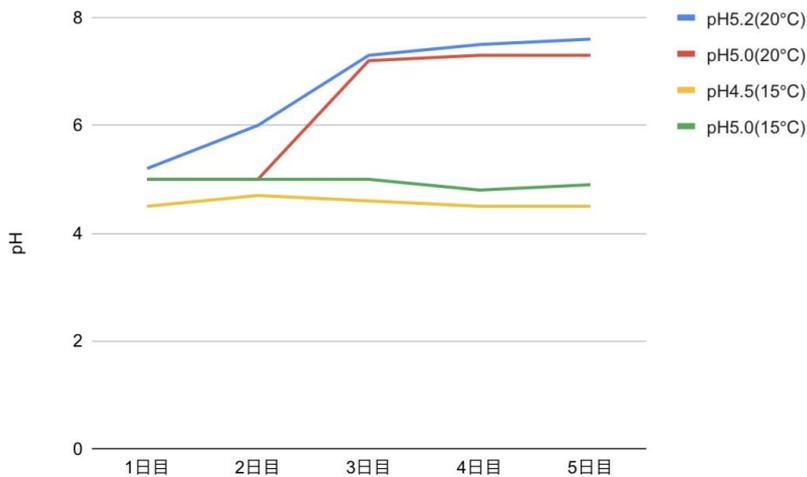


3個のミドリムシ液は日にちが経つにつれ、pH7に近づいていった。
また、蒸留水をpH5にした後、数日置いてもpHは一定のままだった。

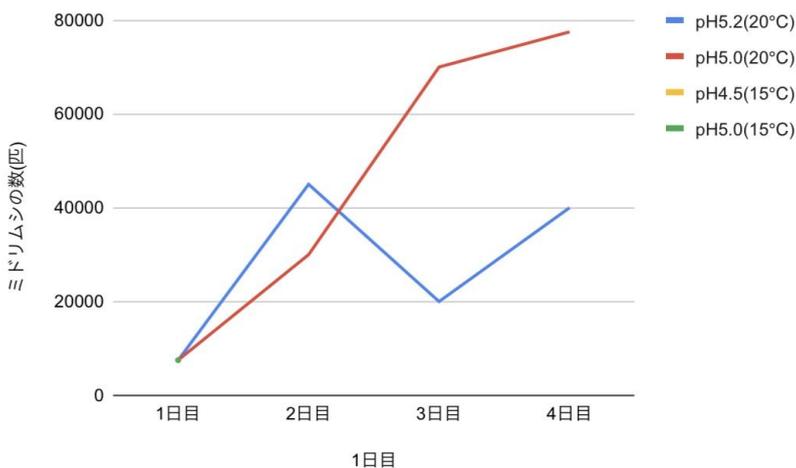
実験④



グラフ1 -pHの変化-



グラフ2 -ミドリムシの数の変化-



20°Cの方では、少しずつpHが上がっていき(グラフ1)、ほとんど日毎にミドリムシの数が増えているのを確認できた。(グラフ2)

15°Cの方は、pHがほとんど上がらず(グラフ1)、2日目からほとんどミドリムシの色が抜け顕微鏡で見ても観測できなくなってしまった。また3日目にはビーカー内にカビのようなものが発生してしまった。

実験⑤

まだ観察途中だが形はphが上がるにつれて細長くなりミドリムシの数は増えているように見える。

4、考察

以上の実験から考えられる条件は、

pHは、

- ・pH3.5以上で培養を始めるとミドリムシが死んでしまうこと。

- ・pH4.8などpH5.0付近では、ミドリムシの数が増えたこと。

このことから、ミドリムシの培養に適したpHは4.5～5.0であると考えられる。

温度は、

- ・15℃ではミドリムシが活動しなくなってしまう。培養液にカビのようなものが生えてしまう。

- ・20℃では数も増えやすく、ミドリムシの動きが活発であるように見えた。

このことから、20℃が適温だと考えられる。

5、まとめ

ミドリムシを数える際に、場所によるばらつきがでてしまい、正確に数を数えられなかった。そのため、プランクトン計算盤で測る以外の方法でミドリムシが増えていることが確認できる方法も考えていきたい。

pH5以下にするとミドリムシ液にカビが生えてしまった。先行研究にはpH3～5でも生育可能と書いてあったのでカビが生えないように育てる検証もしていきたい。

pHを酸性にしてしばらく経つと中性付近に戻る理由などをデータを元に論理的に説明出来るようにしたい。そのため、氷酢酸以外でpHを調節する実験も行いたい。

また、現在実験⑤行っておりこの実験からpHによるサイズの違いや形の変化を観察している。

6、参考文献

株式会社ユーグレナ <https://www.euglena.jp/>

ムシできないムシの世界「ミドリムシ燃料」<https://contest.japias.jp/tqj23/230342A/3-2-1.html>

ユーグレナの光合成生育に与える光質とCO2濃度の影響 <https://onl.bz/ktNYYJe>

血球計算盤を用いた細胞数のカウント法

<https://www.abcam.co.jp/protocols/counting-cells-using-a-haemocytometer-2>

墓石地震学

一 地質で変わる墓石転倒率

研究者: 飯森陽菜 小林篤季 田子綾乃 柳澤亜采美 吉田ひとみ

指導教諭: 大石超

1. 研究動機

平成30年度屋代高校理数科の先輩方の課題研究において、気象庁が計測した震度と、墓石転倒率が一致しない地点が存在することを知った。その理由を明らかにするとともに、墓石地震学の切り口で、震度をより詳細に把握することで、地下の応力場の推定や被災した方々の復興の助けになると考えた。

2. 研究目的

気象庁の計測した震度と墓石転倒率が一致しなかった地点の理由を明らかにし、墓石地震学から求められる震度の正確性を高める。

3. 事前学習

I. 墓石地震学とは

全国的に墓石は同じ規格であり、各所に点在している墓石の倒れ方を計測して、地震の様々な要素を調査しようとするもの。墓地は震度計よりも細かく分布しているため、その地点ごとの正確な震度を計測することができるほか、揺れの向きを調べることもできる。

II. 震度と墓石転倒率の関係

震度7→転倒率100%に近い
震度6強→転倒率50%以上
震度6弱→転倒率50%以下
震度5強→一部の墓石が転倒
震度5弱以下→転倒しない

III. 地盤と固有周期の関係

建物には建物自身が最も倒れやすい固有周期があり、それと地震の周期が一致したときに倒壊率が最も高くなる。また、地盤によって固有周期が異なり、洪積層と沖積層の一部の固有周期が、墓石が最も倒れやすい周期と言われている0.2~0.5秒と一致している。固有周期が一致していると物体は共振が起こり倒れやすくなる。

地盤	固有周期	
岩盤	0.1秒	硬
洪積層	0.2~0.3秒	
沖積層	0.4~1.0秒	柔
埋立地・沼地	1.0秒以上	

(地層が軟らかく、またそれが厚くなるにつれ固有周期は長くなるため、正確にこの数値というわけではないが今回は上の図に当てはまると仮定する。)

・沖積層と洪積層の違い

沖積層は主に1万年前から後にできた地盤で、洪積層は1万年前から200万年前にできた地盤を指す。沖積層の方が新しい年代に堆積したため地盤が軟らかい。

4. 研究方法

地盤と固有周期が墓石の転倒に関わっていると考えた。そこで、内陸型地震における地盤と転倒率の関係を調べ、転倒率が高いところはどうな地盤か、また転倒率が低いところはどうな地盤かを調査する。

我々は最大震度7が観測された熊本地震、兵庫南部地震のデータをそれぞれまとめた。調査の対象となる墓石は高さ約75cm、幅・奥行き約30cmの、縦が横よりも長い形状のものとする。

5.結果

I.熊本地震

①地震の概要

- ・平成28年4月16日午前1時25分頃に発生
- ・M7.3
- ・震源の深さは12.45km

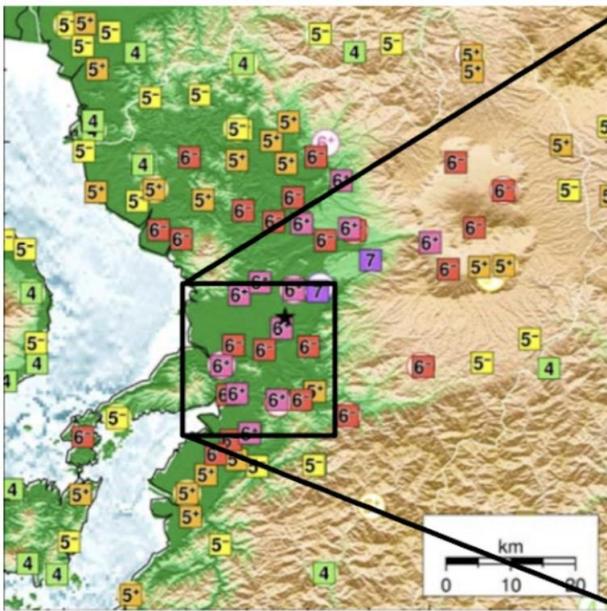


図1 計測震度分布



図2 墓石転倒率の分布

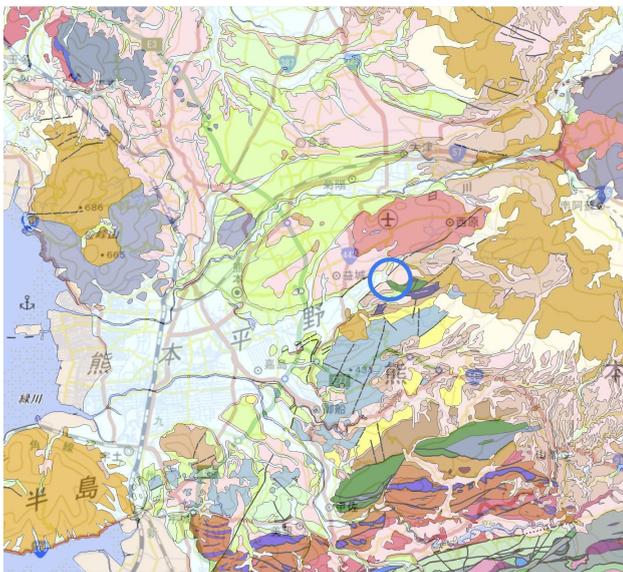


図3 地質図

図1は熊本地震の計測震度分布図。図2は震度7が計測された益城町を中心にした墓石転倒率の分布図。図2内の右下の換算震度とは、これまで行われた研究からの墓石転倒率と震度との関係。(しかし、この換算震度と計測震度には差がある)また、図3は図2の地域の地質図である。

②換算震度と計測震度の差の解明

図1と図2を照らし合わせると、益城町に転倒率が0%と他の地点よりも転倒率が低い地域があることがわかる(図2の矢印の先の地点であり、図3の円印付近にある)。この場所の計測震度は6強であり、換算震度の5弱と大きく異なる。この原因は現地の地盤の状況にあると仮定し、現地の地盤を地質図で調べた。墓石転倒率が0%であった地点を含めた計26地点の地盤の調査の結果、他の地点では100万年以内の地盤が多く、また火成岩が主であったのに対し、0%の地点は古生代(約3億年前)に形成され、変成岩や苦鉄質片岩などの固い岩盤であった。

Ⅱ.兵庫県南部地震

①地震の概要

- ・平成7年1月17日午前5時46分に発生
- ・M7.3
- ・震源の深さは16km



図4 計測震度分布図

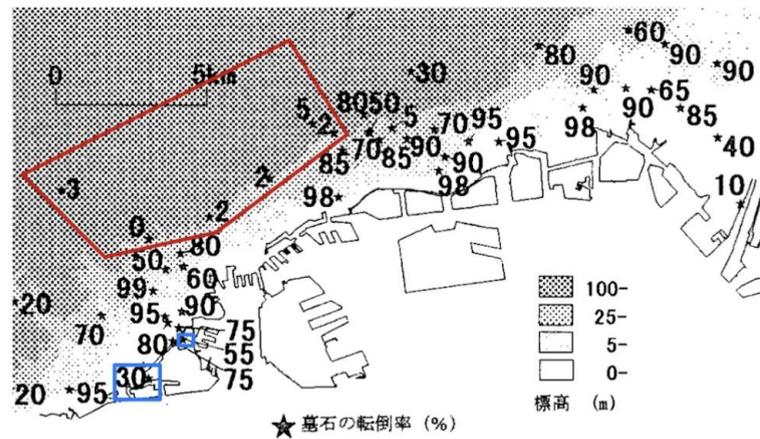


図5 墓石転倒率分布図



図6 地質図

図4は兵庫県南部地震の分布図。図5は図4の四角で囲まれた地域の墓石転倒率分布図。図6は図4と同じ地域の地質図。

②換算震度と計測震度の差の解明

図4と図5から、震度7にもかかわらず山間部と沿岸部に周辺よりも墓石転倒率が低い場所があることがわかる。この2地点の地質を調査すると、山間部の墓石転倒率5%以下の地点6箇所は花崗岩で構成されている岩盤であった。また、沿岸部の墓石転倒率30%と55%の地点2箇所は埋立地であった。

6. 考察

熊本地震において、変成岩や苦鉄質片岩などは事前学習Ⅲの地盤のうち岩盤(固有周期0.1s)にあたり、墓石の固有周期(0.2~0.5s)と異なることが計測震度(6強)と換算震度(5弱以下)の差を生み出したと考えられる。

また、換算震度が大きい他の24地点においては、新生代第四紀に構成された地盤が多く、墓石における固有周期と地盤の固有周期が一致していたため、計測震度と換算震度がほぼ一致したと考えられる。

兵庫県南部地震において、山間部は、岩盤である花崗岩で構成されていたことから、熊本地震と同様の理由で計測震度と換算震度が一致しなかったと考えられる。

埋立地の墓石の転倒率がその他の地域に比べて低いことから、墓石の固有周期と地盤の固有周期が一致しなかったため、倒れにくかったと考えられる。

7. 今後の展望

墓石転倒率は地層の厚みにも関係していると考えられるため、ボーリング資料などで地層の厚みや土質を調べたい。また、墓石の石材についても調べたい。

8. 引用・参考文献

・平成30年度屋代高等学校理数科地学班 墓石地震学

・平成28年(2016年)熊本地震における墓石転倒率と木造家屋被害調査 断層極近傍と益城町宮園

<https://www.jstage.jst.go.jp>

・産総研 20万分の1日本シームレス地質図 <https://gbank.gsj.jp>

・朝日新聞 <https://www.asahi.com/articles>

・墓石の転倒調査から推定した兵庫県南部地震の際の神戸市およびその周辺での震度分布 <https://www.jstage.jst.go.jp>

・国土交通省

・気象庁発表推計震度分布(速報値)<https://www.komazawa-u.ac.jp>

N進数変換の一般化

～新たな方法の発見～

研究者 町田ひかり 宮内嘉大 宮澤祐凧 八木澤敦也
指導教諭 宮沢悠太

1. 研究の目的

私たちは数学Aの時間にN進数について学び、底の異なる進数へ変換をする際に、どんな数でも10進数を經由してから変換するのが確実だと学びました。しかし、この手順を省略してさらに早く変換する方法がないかと疑問に感じたため、新たな方法を研究し、その方法を提案したいと思います。

2. 研究の概要

底の異なる進数へ変換する際に、10進数を經由しない方法を探る。

- 1) 近似値を使用した変換方法
- 2) 商と余りを使用した変換方法
- 3) 方程式の一般化

3. 研究方法

方法 I

①. 10進数で同じ数ではあるが底が異なる進数同士を割って、出た値を用いてグラフを作成し、規則性がないか調べる。

②. 1のグラフの直線の方程式に進数を代入して、求めたい値の近似値が出せるか調べる。

方法 II

①. 進数をおある数で割って、その商とあまりを用いて値を求める。

②. 1で用いた割る数を一般化する。

4. 研究結果

方法 I

図1

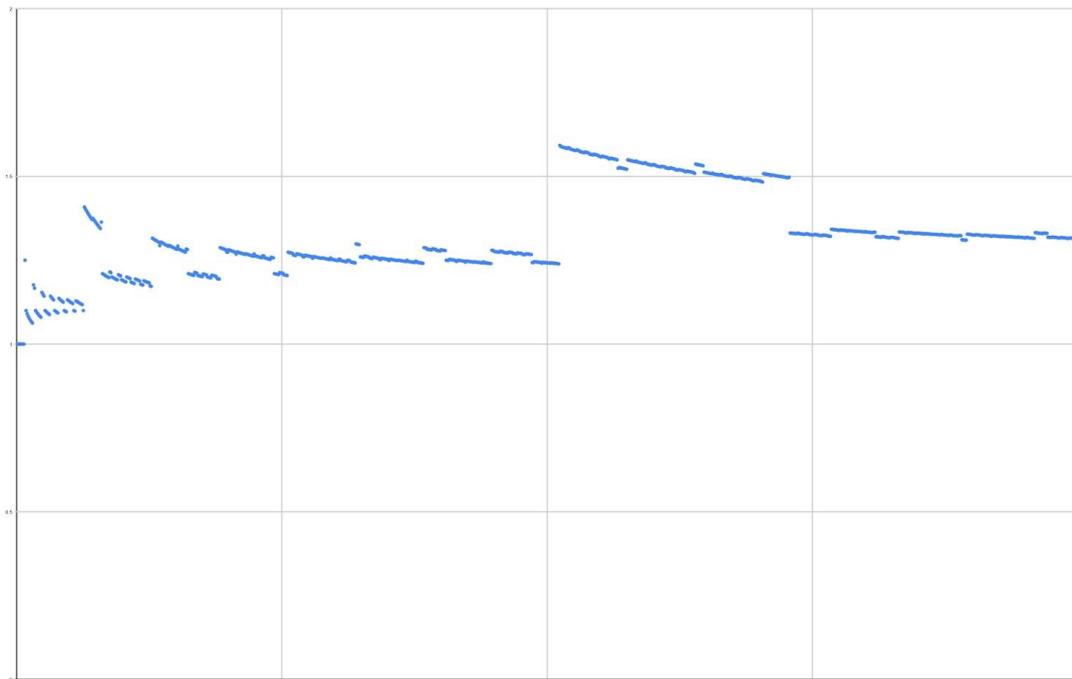


図1は方法の1で求めた値をグラフに表したものだが、到底式に表せるようなものではなかった。しかし、図1を細かく区切っていくと、図2のように近似直線を引くことができた。

この式の傾き(図3)と切片(図4)に法則がないか調べたが、どちらも見つけることはできなかった。

(図1:縦軸-進数同士の商、横軸-n進数)

(図2:縦軸-進数同士の商、横軸-n進数)

(図3:縦軸-直線の傾き、横軸-図2の固まりの順番)

(図4:縦軸-直線の切片、横軸- [図3と同じ])

図 2

図3

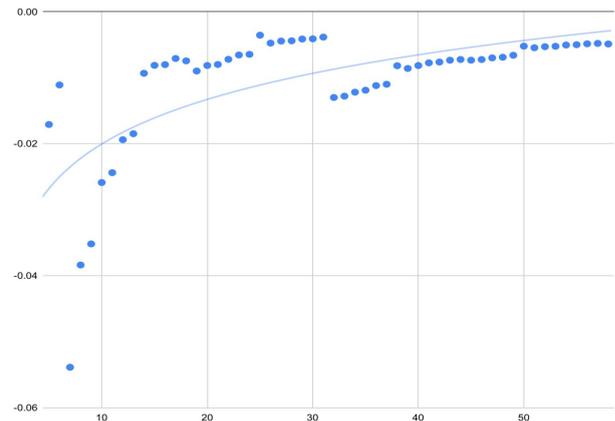
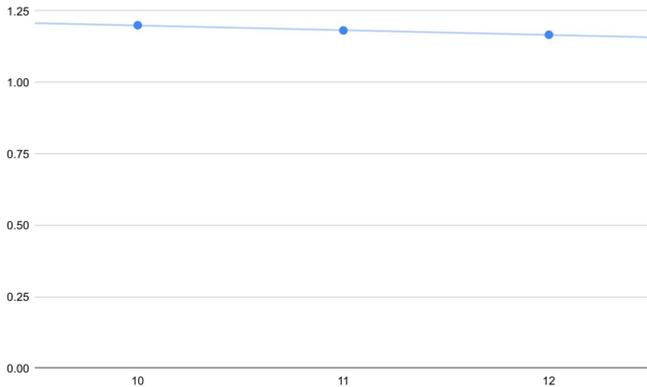


図4

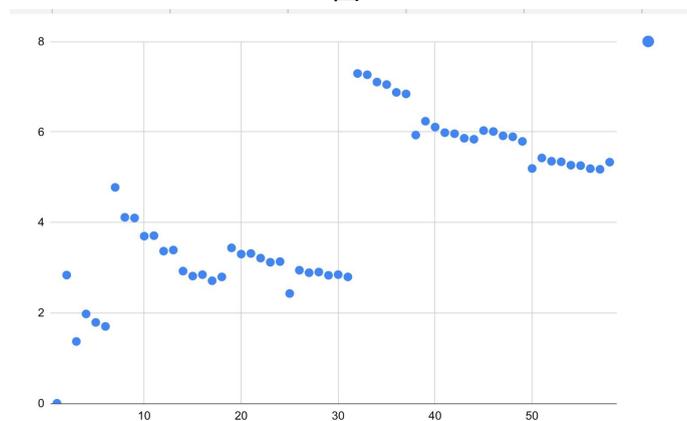


図2で求めた直線の式にその範囲内の数を入れて、倍率を求めた後、もう一度入れた数を掛けることで、その近似値を求めることが出来た。

$$(-0.0336 \cdot 13 + 1.9752) \cdot 13 = 19.9966 \doteq 20$$

$$(-0.0128 \cdot 244 + 7.2625) \cdot 244 = 1009.9892 \doteq 1010$$

$$(-0.00722 \cdot 151 + 3.21) \cdot 151 = 320.08678 \doteq 320$$

実際にできたグラフの直線の式に値を入れて計算すると正しい値になるのだが、代入する値が大きくなるほど誤差が大きくなった。これは四捨五入と図2のグラフが完全な直線ではないからだと考えられる。

また、この方法は進数それぞれに対応する方程式を覚えていないと到底解けるものではないので問題を解く上で実用的ではない。

方法Ⅱ

底が異なる進数へ変換するとき、割ってでた商とあまりを用いて変換したい。例えば、 $30(4) \rightarrow 14(8)$ に変換したいとき、26で割ると、 $30 \div 26 = 1$ 余4となり、商を10の位、余を1の位にすると14となり、求めたい進数が出る。このような数を表に表してみた。(下図)

3進数→6進数

3進数	0~12	20~22	100~102	110~112	120~122	200~202	210~212
割る数	なし	20	97	55	58.5	200/3	207/3

3進数	220~222	1000~1002	1010~1012	1020~1022	1100~1102	1120~1122	1200~1202
割る数	55	997/3	202	1017/5	110	1120/11	1197/11

4進数→8進数

4進数	1~13	20~23	30~33	100~103	110~113	120~123	130~133
割る数	なし	20	26	50	53	40	42

4進数	200~203	210~213	220~223	230~233	300~303	310~313	320~323
割る数	50	206/4	44	226/5	50	51	320/7

進数の底が小さい方から大きい方へ変換する際は問題なくできるが、大きい方から小さい方へ変換する際は割る数が小さく、値が異なってしまう。

4進数から8進数に変換する時

$$122(4) \div 40 = 3 \text{余} 2 \quad 32(8) \text{真} 32(8)$$

$$24(8) \div 24/11 = 11 \text{余} 0 \quad 110(4) \text{真} 110(4)$$

$$22(8) \div 2 = 11 \text{余} 0 \quad 110(4) \text{真} 102(4)$$

しかし底の小さい方から大きい方への変換はすべてできた。

よって、方法2は進数の底が小さい方から大きい方への変換のみ有効であるとわかった。

Ⅱの結果

N進数の1の位を切り捨てた数・・・①

①÷10を10進数に変換した数・・・②

②をM/Nで割った時の商・・・③

②をM/Nで割った時の余・・・④

N進数からM進数の変換において、ある数を求める式は

$(① - N \times ④) / ③$ となることがわかった。

3進数から6進数

20(3)を変換するとき、

$$(20 - 3 \times 0) / 2 \div 2 = 20 \dots \text{ある数}$$

$$20 \div 20 = 1 \text{余} 0 \quad 10(6) \text{真} 10(6)$$

122(3)を変換するとき

$$(120 - 3 \times 1) / 2 = 117/2 \dots \text{ある数}$$

$$122 \div 117/2 = 2 \text{余} 5 \quad 25(6) \text{真} 25(6)$$

4進数から8進数

30(4)を変換するとき

$$(30-4 \times 1) / 1 = 26 \cdots \text{ある数}$$

$$30 \div 26 = 1 \text{ 余 } 4 \quad 14(8) \quad \text{真} 14(8)$$

311(4)を変換するとき

$$(310-4 \times 1) / 6 = 51$$

$$311 \div 51 = 6 \text{ 余 } 5 \quad 65(8) \quad \text{真} 65(8)$$

方法 2は変換される進数が2桁以上であり、変換後の進数が2桁の時にのみ成り立つ式であり、2進数→4進数、3進数→6進数、3進数→9進数、4進数→8進数、5進数→10進数の変換のみでしか使用できない。

5. 考察

方法 I では、各桁の数に注目していきたい。

また、7進数から5進数の特定の範囲しか調べられなかったので、他の進数同士でも近似値が出るかどうか、もっと調べたい。逆もまた同じように調べたい。また、小数についても考えた時、グラフに変化があるのかが調べたい。

方法 II は限られた範囲でしか使用できないので3桁、4桁などにも活用できるように式を考えてみたい。また、なぜこの式から値が出るのかわかっていないので証明もしていきたい。進数の底が倍数の時以外の変換にもこの式が活用できないか調べていきたい。そして進数の底が大きい方から小さい方への変換の方法も考えていきたい。

6. 参考文献

数研出版 改訂版高等学校 数学A

ブルームとワックス、どちらが優れているか

研究者 窪田 知紘 長谷川 歩 松永 斉三
指導教諭 長山 耕己

1 研究概要および目的

新鮮な植物がその状態を保つのは非常に難しい事である。自然界においてブルームという物質がそれを保つことができる。人体には無害かつ自然界のものであるブルームが、実際にどれほど鮮度を保てるのか。また輸入されるレモンなどに使われる、ワックス(鮮度保存被膜剤)と比べてどのような点で優れているかを研究する。

2 研究内容・研究方法

- ①ブルームをりんごから取り除く。
(ペーパーで擦るように除去する)
- ②対象の果実の一つずつにブルーム・ワックスをつける。
- ③ブルームを除去した個体、ブルームを残した個体、ワックスをつけた個体の3つを使い、それぞれの腐食の違いを比べる(同室温。同湿度)
- ④ブルームを残した個体と除去した個体、ワックスをつけた個体をそれぞれ腐敗した別個体のりんごと同じ容器に入れ、密閉する。それぞれを比べどちらが最も果実の状態を保っているかを判断する
- ⑤双方が腐敗した様子が確認出来たら、今度はワックスの付着した個体体には同様の条件のワックスの付着した個体を、ブルームの付着している個体にはブルームの付着した個体をそれぞれもう一つ用意して、密閉容器に入れ腐敗の違いを調べる。

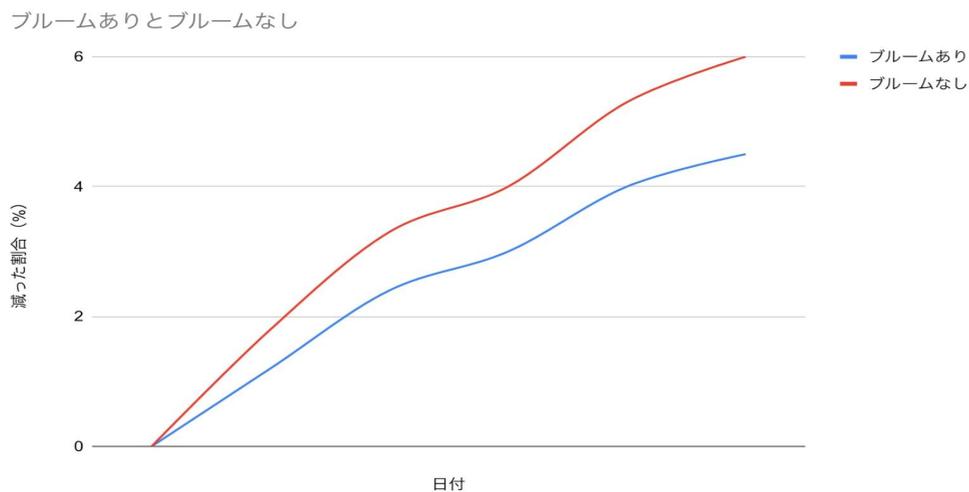


実験に用いた個体(左のツヤのない個体がブルームの付着している方、右はブルームを除去した個体)

左上、右下がブルームの付着した個体(下画像)



3 実験結果・考察



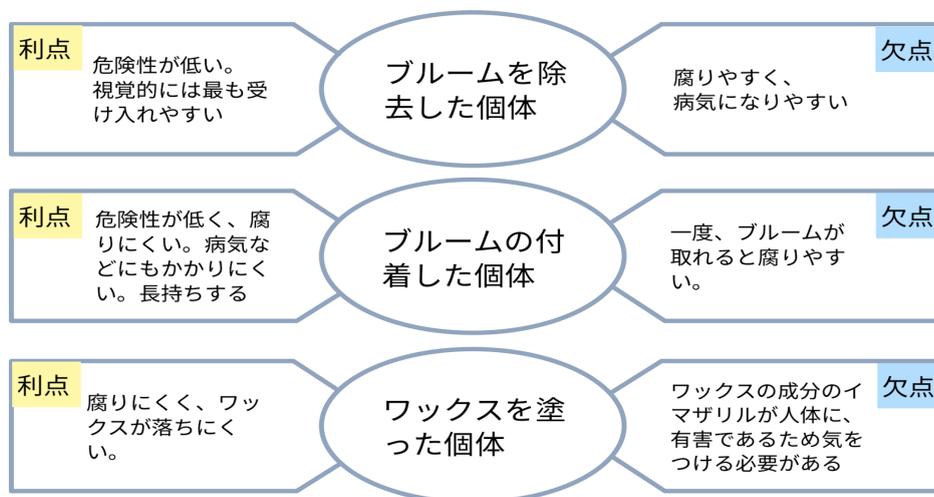
方法③よりまずブルームには、腐敗の速度を低下させる効果があることが確認できる。またワックスにも同様の結果が得られることもわかっている。

また方法⑤ではブルームとワックスがそれぞれ付着した個体を腐った別個体とともに密閉して研究を進めたところ、二つの個体を比べるとブルームの付着したりんごは、カビが生えるだけで全体の質量や形、色などがほとんど崩れていなかった。

4 まとめ

ブルームが対象の果実の表面上にある限り、対象物の表面からの水分蒸発量はブルームがない同じ物と比べ極端に少なくなる。
ブルームは擦れば簡単に取れるものの、ブルームがある限りは対象物の表面にカビが確認できる為、果実内の栄養、水分が一定に保たれていることがわかる。
データにミスがなければ、ブルームは果実内外部をほとんど遮断して果実が腐敗するのを防いでいる。下の表よりブルームの利点はワックスと比べて、安全性が高く日本では一般的ではないワックスを用いた防腐剤に比べるとコスト、安全性の点で優れている

それぞれの個体の利点と欠点



5 参考文献

東京工業大学 <https://www.titech.ac.jp/news/2011/025566>

<https://tmbi-joho.com/2021/08/13/chiko1422/>

—AIを用いた教室管理自動化計画—

～より正確な識別へ～

研究者 2年 小笠原楓真 大栗颯人 三輪輝人
指導教諭 福島哲夫

1. 研究目的・概要

屋代高校では照明の消し忘れや窓の閉め忘れが時折みられる。これは、誰かが忘れていると教えてくれればなくなるはずである。

そこで識別系AIによる通知システムを作り、消し忘れを解消することによって、電気代の節約や管理の負担減を図る。

さらに、照度センサーなどを用いた従来の計測と比べ、識別系AIは”見て”状態を計測することができるため、光量だけでなくストーブや窓の視覚的な状態を捉えられるので、拡張性が高いといえる。

そこで、機能の拡張についても研究していく。

2. 研究方法

- ①照明の状態を識別するシステムを構築した。
- ②試験運用を行い、修正を施した。
- ③ストーブの状態を識別できるようにシステムを拡張した。

3. 研究

2. ①「照明識別システムの構築」について

(ア)AIモデルの構築

GoogleのTeachable Machineを利用した。

教師データとして、教室の照明が(ついている・いない) & 教室に人が(いる・いない)

という2x2パターンの写真を各50枚用意して、

照明の状態と人の状態を識別する2つのAIモデルを構築した。

(イ)結果をLINEに通知するプログラムの構築

プログラムの概要を下の【図1】に示す。

- (i) Raspberry Pi(*1)で写真を撮影する
- (ii) 2つのAIに読み込ませ、それぞれ識別させる
- (iii) 結果を返す

【図1】照明管理システムの概要



2. ②「試験運用、修正」について

(ア)試験運用1回目、課題

教室で試験運用した結果、以下の課題が挙げられた。

課題1 AIの識別精度について

人の識別はほぼ正確で精度は約95%だったのに対し、照明の識別は不安定で精度は約60%と低かった。原因は教師データの不足であると思われる。

課題2 使い勝手、実用性について

結果が返されるまでに40秒程かかってしまう

(イ)修正、試験運用2回目

RaspberryPiで撮影した画像646枚を先述の4パターンに分類し、AIに新たな教師データとして学習させ、識別精度を高めようと試みた。その後の試験運用の結果を【表1】に示す。

【表1】教室の状態と識別の詳細

	人あり点灯	人あり消灯	人なし点灯	人なし消灯	
正(回)	13	0	0	0	13
誤(回)	0	3	0	2	5
正(%)	100	0	0	0	—

識別が成功したときは教室が<人あり,点灯>のときであり、<人なし,消灯>のときの識別精度は低かった。よって、AIの識別精度向上は**失敗**してしまった。

原因として、<人なし,消灯>のときの写真が少なく、AIの学習に偏りが生まれたことが考えられる。改善するには、色々なパターンの写真を均一に学習させる必要がある。

また、新しい識別方法を考えてもよいと考えた。

(ウ)再度修正

学校生活を続けながら<人あり,消灯><人なし,消灯>のデータを多く集めるのは難しいと考え、AIに識別させる方法を改善することにした。詳細を次に示す。

(i)教師データを大幅に増やす

今までは646枚の写真を使っていたが、より正確な識別をするため今度は967枚の写真を使った。

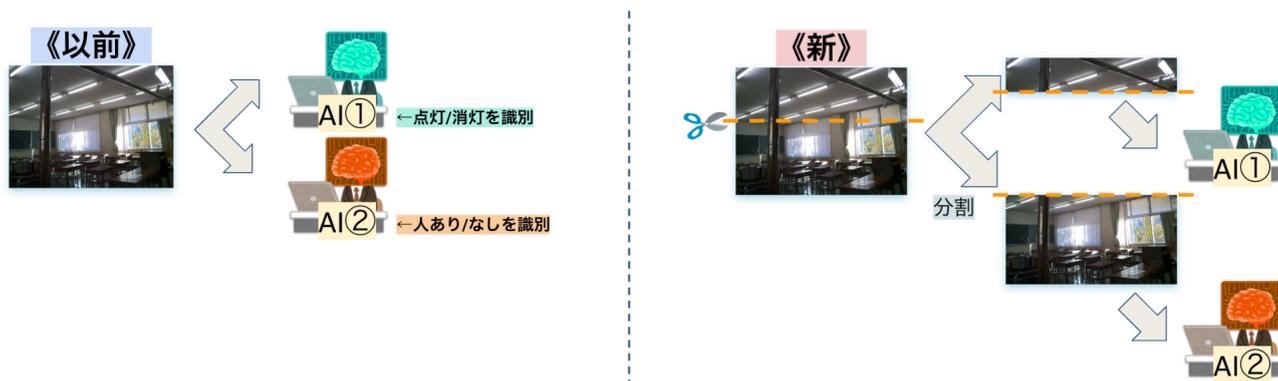
(ii)教師データのパターンをそれぞれにする

<人あり,消灯>のデータが極端に少なかったため、他のデータと同じだけ集めた。

(iii)写真を上下に分割する

“照明の点灯/消灯を識別するAI”と“人の有り/無しを識別するAI”の2つのAIを使っているため、余計な要素を識別で使わせないよう、照明を識別するAIには上側のみを切り抜いた写真データを、人を識別するAIには下側のみを切り抜いた写真データを読み込ませることにした。

【図】写真を上下に分割する様子



(エ)試験運用3回目

(ウ)の新しい方法によって改善したシステムで教室の状態を識別させた。結果を【表2】に示す。

【表2】プログラム改善後の識別精度

	人あり/点灯	人あり/消灯	人なし/点灯	人なし/消灯
正(回)	8	8	7	7
誤(回)	0	0	1	1
正(%)	100	100	87.5	87.5

2. ③「ストーブ識別システム」について

今回利用している識別系AIは視覚情報によってものを見分けるから、各種センサーに比べて機能を拡張しやすいといえる。そこで、「ストーブ識別システム」を構築することにした。

(ア)AIの構築

照明管理プログラムのAIと同様に、GoogleのTeachable Machineを利用してストーブがついているかどうかを識別するAIを構築した。

(イ)プログラムの構築

照明管理システムと同様、
 (i) Raspberry Piに画像を撮影させる
 (ii) AIに画像を識別させる
 (iii) 結果をLINEに返す
 というプログラムを構築した。

(ウ)課題と修正

照明管理システムと同じ画像を用いたところ、ランプがはっきり映らず、識別がうまくいかなかった。そこで、モーターを利用してRaspberry Piを回転させ、ストーブのランプが映りやすい画角から別の写真を撮影し識別させることにした。

4. まとめ

<照明識別システム>

はじめはAIの識別精度が不十分だったが、教師データの増量、識別方法の工夫によってほとんど完璧な識別が行なえるようになった。

<ストーブ識別システム>

1つのプログラムで複数の物事を識別し結果を通知するという、人感センサーなどの各種センサーにはない拡張性を実証することが出来た。

5. 展望

- どのような教室で用いるのが適切か考える
- まだ解消できていない、処理にかかる時間が長いという問題を解消する
- さらなる拡張先を考え、実装する
- 実際に教室に実装して、生徒たち、先生方からフィードバックを受けたい

6. その他

(*1)Raspberry Pi…ワンボードマイコンと呼ばれる小さなハードウェアの一種。

<使用API>

TensorFlow
LINEBot など

<使用機材>

•Raspberry Pi 4 Model B
version:
Debian GNU/Linux 11 (bullseye)
Python 3.9.2

<画像引用>

いらすとや