

令和5年度 SSH研究成果報告会（3期目第1年次）研究テーマ一覧

STREAM探究基礎

対象生徒：理数科・普通科1年（146名）

班番号	担当教員	研究タイトル	ページ
1	窪地	防災の観点から見た耕作放棄地の活用～経済的価値の創造～	2
2	都築	広告による経済の活性化～STという名の青春を～	3
3	井上	デザイン効果を利用したポスター制作	4
4	堀内	サイクリングで宇和島の経済発展を	5
5	長尾	宇和島城を盛り上げる	6
6	都築	空き店舗を利用した地域活性化	7
7	井上	商駅プロジェクト	8
8	山崎	宇和島市の地域のつながり維持へ向けて	9
9	山崎	はだか麦を使った介護食の研究	10
10	堀内	教育現場を通じてスポーツ離れを解決	11
11	横田	最終的に健康寿命延長に!!～高血圧者を減少・予防する運動づくり～	12
12	合田	外国人が住みやすい豊かな町づくりに向けて	13
13	長尾	宇和島市における若者の選挙の投票率の向上	14
14	窪地	The Impossible Quest Save the ball at gym	15
15	松岡	地震被害の地盤の固さによる影響	16
16	二宮	Balloon to the stratosphere ～気球で成層圏へ～	17
17	中村	メガホンの形状や材質による音の届き方	18
18	林	環境浄化微生物「えひめAI-2」の水質改善能力	19
19	藤岡	竹炭だけにスミにおけないね!!	20
20	蒲池	リモネンの洗浄効果についての実験	21
21	林	はだか麦の栽培～南予ではだか麦を育てる～	22
22	中尾	追跡！宇和島湾の海洋ごみ	23
23	中尾	心を守る「パーソナルスペース」～ペア活動の改善・向上を目指して～	24
24	吉良	宇和島湾の発泡スチロールゴミを減らしたい!!	25
25	藤岡	コオロギの肉体改造	26
26	蒲池	アコヤガイで重金属吸着～廃液ゼロを目指して～	27
27	横田	摘果ミカン果汁による植物の生長抑制効果と促成効果	28
28	合田	温州みかんの外見と糖度の関係	29

防災の観点から見た耕作放棄地の活用 ～経済的価値の創造～

ベジタブル 津島

指導者 窪地育哉

尾地賢介

栗田蓮音

増田智仁

田中一成

土居陽人

森竹一景



1. 背景と研究の目的

愛媛県の耕作放棄地：1,354ha (H27/耕作放棄地率全国4位)

→ 今後も増加する可能性が高く、早急な対策が必要

南海トラフ巨大地震による食料の不足

→ 耕作放棄地で栽培した野菜を避難所へ輸送
被災生活で陥りやすい野菜不足を予防

↳ NPO法人任意団体 “BISAI (備菜)-FARM “ が
耕作放棄地を整備し、野菜作りをスタート!!

- 目的 1 ☆耕作放棄地での野菜栽培の収益を算出
目的 2 ☆野菜栽培の安全性の確認（農薬，放射線量等）
目的 3 ☆野菜の加工、調理、利用方法などの検討

耕作放棄地に経済的価値を見出したい

2. 今年度取り組んだこと

取組① BISAI-FARMでの野菜収穫



野菜を収穫する
メンバー(左)と
収穫物(下)

- ・ダイコン、キャベツ、ニンジンなどを収穫
- ・愛媛新聞の記者によるインタビューも実施
→ 後日、同紙に掲載(昨年12/26号)
- ・BISAI-FARMの職員のみならず、地元の小学生も参加
→ 地元住民との協力の観点から参考に

取組② サツマイモの有効活用についての検討



サツマイモ粉砕の様子



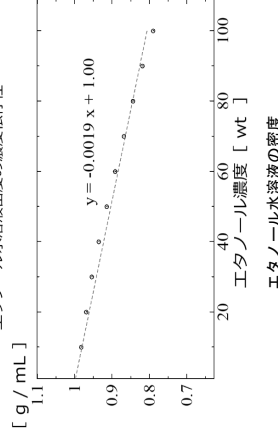
酵母菌を加えて1週間静置



蒸留の様子

【実験ⅰ】 かんしょでん粉の制作

- (1) サツマイモ280gを粉砕して水に溶かした。
 - (2) 木綿布で濾す。煮沸をし、デンプンを抽出した。
 - (3) 煮沸をし、水分を蒸発させた。
- 206.22 g のかんしょでん粉(水分含)を得た



【実験ⅱ】 バイオエタノールの生成

- (1) 余剰分のサツマイモ497gを細かく切つて水に浸した。
 - (2) 酵母菌を加え、1週間ほど冷蔵した。
 - (3) 濾過した液体を蒸留した。
 - (4) 密度を計測し、アルコール量を算出した。
- 10.5%のエタノール112 mLを得た

3. 今後の展望

- 4~5月頃から作物の植え付け、栽培(サツマイモ、ハツカダイコン、ナス、ジャガイモ)
- 栽培時の細かなデータ収集(放射線量、天候、気温等)
- 野菜の加工技術等の検討

耕作放棄地という地域課題に解決の糸口を!

広告による経済の活性化～STという名の青春を～

兵頭慧泰 島津太貴 谷本万侑 村上裕菜
 指導者 都築 果林

研究の背景

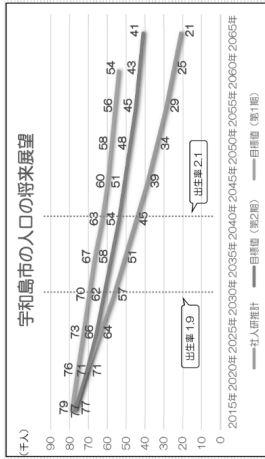
・全国チェーン店の出店があっても短期間で撤退。空き店舗が目立つ。
 (私たちの憩いの場が...)

・イベントの集客率が低い。(観光客数？認知度？)

日常化する地域課題

宇和島市の現状

人口減少 一人・金の流出ー



- ・人口168,430人(R6.2)
- ・全国の人口7万人規模都市の中でも宇和島市は減少率が高い。
- ・南アルプス市は増減率が+→どのような戦略が？

宇和島市と同規模都市	法定人口	推定人口	増減率(%)
宇和島市	70,809	66,111	-6.63
阿南市	69,470	66,532	-4.23
武蔵村山市	71,229	69,838	-1.95
鶴ヶ島市	70,117	70,282	0.24
南アルプス市	69,459	69,690	0.33

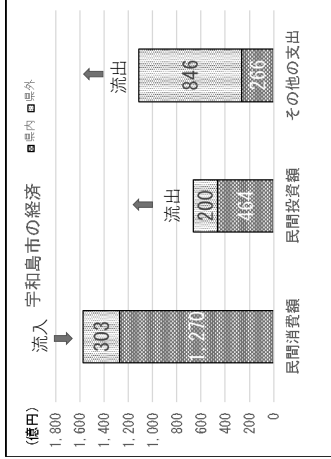
日本の地域別推定人口(国立社会保障人口問題研究所H30)

＜南アルプス市＞

自然と文化が調和した幸せ創造都市

新しい人の流れを作るシティープロモーション
 →移住の促進・市民をサポーターに設定

【宇和島市の地域経済循環率】
 75.6%
 (愛媛県全体は91.1%)



先行研究

○米国での調査の結果

- ・商品のPOPをつける...18%UP
- ・商品の情報の表示を載せると...33%UP
- ・特別価格の表示を載せると...124%UP
- ・チラシ商品の表示+特別価格表示...194%UP

広告が売上に影響

情報の見せ方

仮説と目標

社会移動数(転入数-転出数)
 △494人→△250人以上
 移住者マッチング件数30人以上

出典：宇和島市総合戦略(第2期)

＜宇和島市＞ キャッチコピー、ロゴ



研究方法

- ・市民アンケート、表現面での検証(テキストマーケティング等)をもとに自分たちで広告を作り、市役所の協力を得て地域の方々や市役所の職員に評価していただく。
- ・改善点や気づいたことをまとめ、市役所などと連携してイベント広告を作成し発信する。HPの閲覧数、SNSの登録者数、メディアでの取り上げられ方などで認知度の高まりを検証する。

市役所の取材で得た情報

宇和島市は広告の製作は専門業者に委託。
 広告の専門家に研修をしてもらい職員の広告技術向上のための人材育成を実施中。

「宇和島本」でふるさとパンプレット大賞を受賞！！

宇和島市商工観光課の皆様に取り材協力いただきました！

今後の研究

- ・市役所のイベントの広告を作成
- ・過去のデータの分析
- ・来年度開催予定の市のイベントの参加
- ・PR動画を作成(SNS・WEBサイトの開設)



～ デザイン効果を利用したポスター制作 ～

井関 彩帆
菊野 百音

渡邊 家藤
京平 克成
指導者

亀井 一登
尾崎さゆり
井上 淳一

1 研究の背景

色やレイアウトなどのデザインによる効果はどのようなものか

課題

SSH成果報告会のチラシを制作し、デザインの効果を調査する。

文字担当班と連携してポスターをデザインする

2 カラーユニバーサルデザイン

カラーユニバーサルデザイン…多様な色覚に配慮して、情報がなるべくすべての人に正確に伝わるように、利用者の視点に立つてデザインすること

すべての人が見やすいポスターを
作りたい！

3 ポスターについて

SSH成果報告会のチラシを制作する

- ＜チラシのデザインを担当する＞
- ・ 独自性のあるデザインに工夫する
 - ・ すべての人にとって見やすい色を選択する
- ＜文字担当班と連携し、レイアウトを決める＞
- ・ サイズ、配置を設定する
 - ・ 文字担当班の考案したキャッチコピーを配置
 - ・ 日付、時間等の詳細を添付する

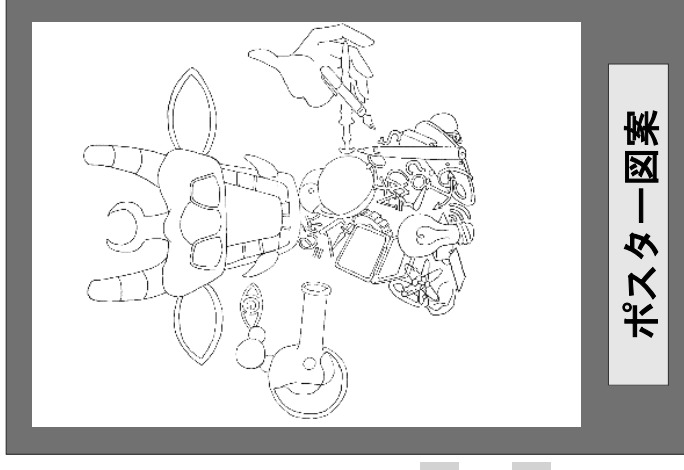
4 実験の方法

- 1 依頼されたSSH報告会のチラシを作成しformsでアンケートを実施
- 2 SSH報告会のチラシと一緒にアンケートボックスを設置し、その場でアンケートをとる

アンケートの内容

- ・ デザインで良かった点
(色、文字、レイアウト、配置 等)
- ・ さらに工夫が必要な点
(上記の項目についてのアドバイス)

このアンケート結果を、自分たちの今後の宇和島経済活性化の研究に活用する。



ポスター図案

5 考察

- ・ 新しく作成したキャラクターに注目がいき、カラーユニバーサルデザインを使用しているため、すべての人に見やすくなっていると思われる。
- ・ 広告の見た目や伝えたいことなどの受け取り方は、その人によって違うので、今回の実験を基にどのような形態が人の意識を引くのかという点に焦点を当てていく必要があると考える。

サイクリングで宇和島の経済発展を

清水奏太
酒井 幹

川崎颯也
山本大晴

清松哲平

指導者：堀内秀嗣

1. 課題設定の理由

宇和島の経済を循環させるためにサイクリングによって人を呼び込むのはどうかと考えたから。そして、市のサイクリングコースを定めたい。

2. 先行研究

しまなみ海道で行われた国際自転車大会「サイクリングしまなみ」では、大会に約6,400人、関連イベントには約45,000人が参加し、およそ9億円の経済効果を得ることができたという結果が出ている。

出典：日本経済新聞



3. 仮説

サイクリングイベントを行えば、宇和島に観光客を呼び込めるのではないか

4. 研究方法

コースの検討・設定を行い、実際にそのコースを走ってみて、走り心地、時間、体力面、そのコースを走るメリットは何か検討する。

5. 今後について

宇和島市と共同で開催できるように交渉する。検討に基づいて採用コースを確定し、SNSを使ってイベントを宣伝する。そしてイベントの開催のために資金やボランティアの募集についても検討していく

参加人数（目標）

500人程度

経済効果（目標）

100万円程度

宇和島城を盛り上げる



小笠原昭奈
善家 真菜
指導者

沖 柳川 長尾
慶人 遼太 起条

1. なぜ研究しようとしたか

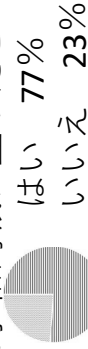
まず、宇和島城には価値の高い建造物が多くもつと有名になるべきであると感じたから。さらに、宇和島をより盛り上げる観光資源として宇和島城が現存十二天守であること、その歴史の重みがPRに生かせるのではないかと思うたから。以上の二点が宇和島城を研究しようとするきっかけとなる。

2. 宇和島市商工観光課への取材

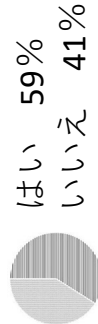
現状として、イベントを行うときは人が多く来るが、普段の観光として訪れる方が少ない。しかし今お城ブームが来ており、年間を通しての来場者は増えている。そこで、私たちはそのブームに乗り、長期間・かつ定期的ににお城に来てもらえるようなイベントを企画したいと考えている。

また、宇和島城が現存十二天守に数えられていること自体を知らない人が多いことも挙げられる。その認知を向上し「知る人ぞ知る」、というようなキャッチフレーズを設定し、より多くの人に愛されるお城にしたいと考えている。

Q. 宇和島城に登ったことはありますか？



Q. 宇和島城が国の重要文化財で、現存十二天守に数えられていることを知っていますか？



天字 宇和島市営 南	12,453	9,949	125.2
伊字 宇和島市営 西	47,449	24,611	192.8
宇字 宇和島市営 東	7,747	6,184	125.3
南字 宇和島市営 南	6,229	1,480	420.9
北字 宇和島市営 北	1,172,797	543,947	215.6
東字 宇和島市営 東	52,698	43,489	121.2

校内アンケート27人

3. 研究の方法

- ・パンフレット作り
宇和島市役所が作成したパンフレットを参考に、宇和島城をメインテーマとしたパンフレットを作る
- ・長期間のイベントを開催する
市役所によると、宇和島お城祭り開催時に宇和島城に登る人が通常時より1000人程度増えるが、それ以外のイベントではあまり増えないため、もっと観光客が増える長期間のイベントを開催する
- ・目標人数：お城まつり三日間で延べ6千人なので延べ1万人を目指す

4. 今後の課題

他県の城をメインテーマとしているイベントを参考に、宇和島だからこそできる宇和島ならではの、イベントを提案する。イベントの集計・分析をして観光客の増加を図る。また、ポスター、パンフレットの作成である。既存のものに手を加えるのではなく、宇和島城だけをPick upした自分たちだけのオリジナルのものを作成したい。イベントのない通常日の観光客を増やす。イベントの内容としては、〇〇周年記念イベントなどを考えている(例：90年前の1934年に国宝に指定された)。市と共同してアンケートを分析し、専門家から助言を得ながら、幅広い年代の方に楽しんでもらうように企画する。

空き店舗を利用した地域活性化

白井香帆 小島侑芭 河野華音 河野真奈 濱田梨音

指導者 都築 果林



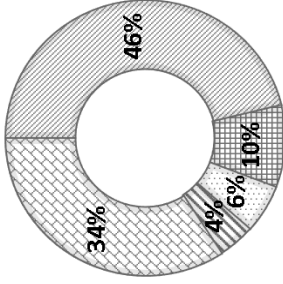
＜宇和島市の現状＞

- ・今の宇和島市は少子高齢化や人口減少により、観光客が少なくなっている。
- ・高齢化、人口減少に連れて空き店舗が増加している。
- ・廃業が多く、駐車できるところが少ない。(2キロ以内)
↳ 気軽に来にくい。立ち寄りにくい。

＜課題＞

東日本大震災

- 建物倒壊
- 地震火災
- 屋外落下物(ブロック塀等)
- 交通被害
- その他



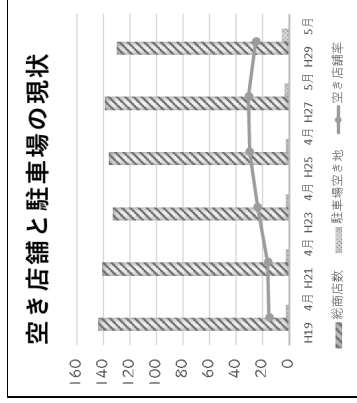
- ・気軽に来にくい。
- ・立ち寄りにくい。
- ・災害時の被害
倒壊による避難の妨げ
崩落によるけが
管理者不在による火災
衛生環境の悪化

＜仮説＞

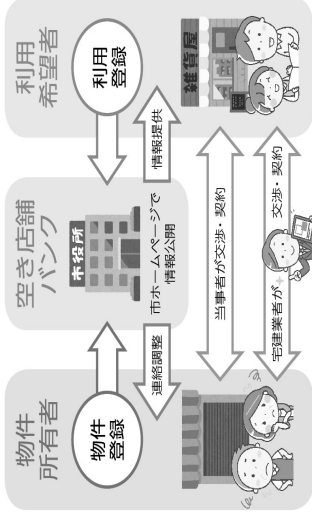
- ・たくさんある空き店舗を活用することによって観光客を集めることができるのではないかと。
- ・空き店舗を使用し、創業支援を行い、市民の憩いの場を増やす。

＜解決方法＞

『空き店舗マッチング支援事業』
『空き店舗の利活用や創業を予定している方を支援するための事業。』
『説明会』→『貸物件ツアー』
→『お試し出店』を実施。



出典:宇和島商工会議所
宇和島市中心3商店街空き店舗実態調査表より



出典:福島県白河市HP



出典:SEKAI HOTEL (大阪府東大阪市布施駅)

＜プラン案＞

- ① 宇和島市内を観光
- ② 食事 (かどやで鯛めしなど)
- ③ お風呂 つるの湯 (商店街から徒歩1, 2分)
- ④ 商店街の宿に泊まる (空き店舗を宿泊施設として活用)

商店街の活性化に!

＜今後の研究と目標＞

- 利活用プランの損益分岐点の算出
- 宇和島市の人の流れを数値化
- 南海トラフ地震を意識した建物構造やツアープラン
→ 具体的なプランを市に提案する。
→ 宇和島の空き店舗利活用プランとして、実際に検討している方に提案することを目指す!

1 創出

地域特性を活かした産業・経済の活性化と雇用の場の創出

数値目標

- 宇和島市が関与した企業マッチング件数 500件以上
- 農林水産業の支援策を通じた新規就業者数 135人以上
- 商工業の支援策を通じた新規就業者数 100人以上

出典:宇和島市総合戦略【第2期】

商駅プロジェクト

篠原 洋助
新城 陽向
水野 真衣
指導者

杉山 美葵
田中 真菜
形山 太一
井上 淳一

1 研究の背景

商店街も予土線も活気がない
→商店街と予土線を私たちが活性化し、
宇和島市を活気のある素敵な街にしたい！

2 宇和島駅でインタビューR5.12.20

年々乗客数は減っており、イベントを行っても顕著な乗客数の変化はない。

	2019	2020	2021
1日の延べ乗車人数(人)	436	422	420

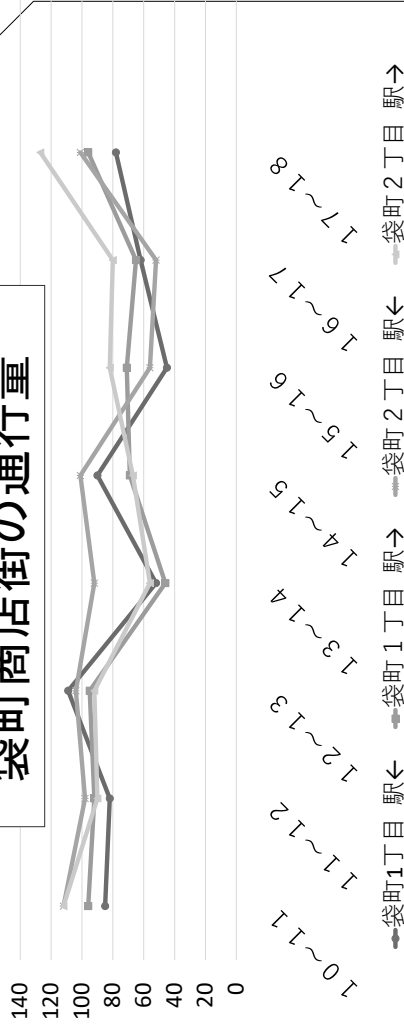
3 宇和島市役所で(商工観光課)でインタビュー

宇和島駅と商店街を結び付けたイベントを行ったことはない。イベントに来た人に継続的に来てもらえるようにするには、イベントに来た人向けの割引券を配布するのがいいだろう。



4 商工会議所でインタビュー

袋町商店街の通行量



令和4年5月18日(水曜日)調査 令和4年度通行報告書(宇和島商工会議所)より

5 提案

- ラックポイントの活用方法のPR
- 商店街のお店にポイントをつける
- 予土線と商店街の合同スタンプラリー
- 商店街のクーポンとパンフレットのPR
- 予土線内に、商店街の情報を発信する
- 商店街の入り口を新しくする
- 商店街のアナウンスを使ったPR

6 今後の取り組み

商店街2800→3000人、予土線420→450人
実行可能な提案の実現
商店街との話し合い・交渉

宇和島市の地域をつながり維持へ向けて

保岡優奈 赤松古都
芝 美羽 水谷綾華 指導者：山崎薫
二神直希

1. 研究の背景

【出典】
宇和島市住民アンケート
調査結果報告

住民アンケート：これからのまちづくりで重視
すべき項目

第1位 「地域特性を活かした産業が発展するまち」

第2位 「すこやか、安心、思いやりのあるまち」

宇和島市でも少子高齢化が進む中、地域のつながりが失われないうために現在のサロンの調査した。

2. 仮説

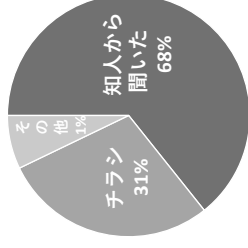
- (1) 現在のサロンにも、何らかの課題が残っているのではないか。
- (2) 高齢者の生活について、不満を抱えている人がいるのではないか。

3. アンケートの実施

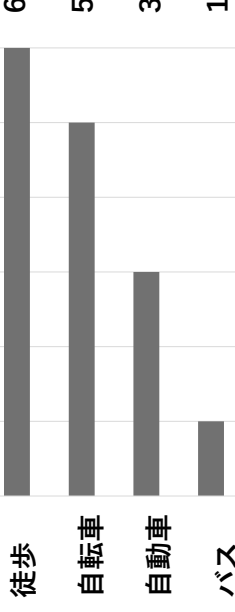
宇和島市のサロン「まちかどカフェ」に通う高齢者13名にアンケートを実施した。



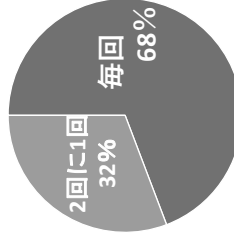
4. 結果



1 まちかどカフェを知ったきっかけ



3 参加者の交通手段



2 利用頻度

- ① インターネットでもちかどカフェを知った人がいない
→ インターネットでの広告は現状効果的でない
全員が毎回または2回に1回参加してる
→ 参加者が固定化している

- ③ 徒歩で参加している人が一番多い
→ 近所に住んでいる参加者が多い

5. 今後の課題

今回は一つのサロンのみでのアンケートになってしまった。社会福祉協議会の方の協力を得て、より多くのサロンにアンケートを設置させていただき、回答数を増やすことを今後の目標にする。そして、より具体的な解決策を考案し、仮説検証ができるまで研究を進めたい。

はだか麦を使った介護食の研究

坂本茉璃 宮崎桃羽
帽子心結 司馬帆湊
指導者：山崎薫

1 研究の背景

はだか麦生産量日本一の愛媛県
・・・介護食にしてさらに有名に!!

地域課題

南予では、はだか麦があま
り浸透していない
介護食の種類をより豊かに

2 現状

はだか麦を使った料理のレシピは様々な
のが紹介されている。だが、介護食になる
と種類は麦ごはんのみになっている。

3 仮説

- ①はだか麦は栄養価が高く、加工がしやすい
➡介護食に向いている
- ②介護食にはだか麦が使われる
➡介護という観点からもはだか麦を南予、
全国へと広げることが可能

市立病院へ病院食
のインタビュ

4 インタビュー

宇和島市立病院の食養科、科長の山崎さんにインタ
ビューを行い、病院食についての話を伺った。

5 病院食について

厚生労働省の食事摂取基準
をもとに献立作成

週に2回
麦ごはんを提供

嚥下障害がある人には麦ごはん❌

水分をとばす



アルコール飲料❌

今後の予定

コストパ
フォーマンスの
調整

はだか麦
と嚥下の
関係

どう介護食
に利用す
るか

愛大の
荒木先
生にイン
タビュ

6 明らかにしたいこと

- ①はだか麦は加工がしやすいが、ペースト状にした
介護食などにするには適しているかどうか。
- ②主食以外にもはだか麦は利用できるのか。

教育現場を通してスポーツ離れを解決

伊藤妃花 赤松遼音 金澤勇仁 板尾拳太
平田桜子 劉柔柔 指導者：堀内秀嗣

研究の背景

H29と比べてR4では『スポーツをするのも見るのも嫌い』という愛媛県の児童・生徒が12.5%増加している。(県民のスポーツに関する意識調査より) そのような人たちを「する」だけでなく、「見る」、「支える」という立場でもスポーツに関わる人を増やし、スポーツ離れを解決したい。

研究の仮説

- ・スポーツが好きな理由は得意、嫌いな理由は苦手ではないか。《好き＝得意》《嫌い＝苦手》
- ・教育現場を活用して3つの間(仲間、時間、空間)を充実させ「見る」「支える」ことからスポーツに関わるようにすることで、関心を少しずつ高め、スポーツ離れを解決できるのではないか。

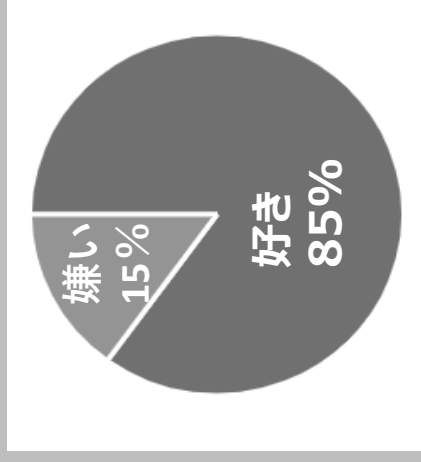
研究方法

- ・近隣の小学校や、幅広い年齢層の方にスポーツに関するアンケート、話を聞く
- ・外国と日本のスポーツに関する違いなどを比較する
↓
現状を分析し、特に人生でスポーツに関わる機会がどうなるかを左右される時期であると考えられる現在の小学生の情報を比較しデータ化する

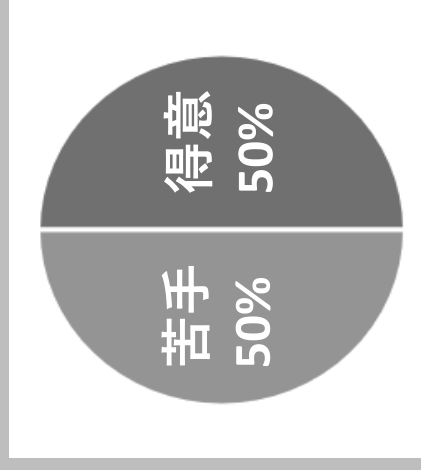
宇東生へのアンケート結果 (対象者：全校生徒 回答者100人)

結果

Q1.スポーツが好きか、嫌いか



Q2.スポーツが得意か、苦手か



まとめ

宇東生にアンケートを取った。スポーツの好き嫌いについて好きが85%、嫌いが15%となった。しかし、得意苦手については50%ずつとなった。先生(回答数4人)もアンケートを取った結果、好きが75%、嫌いが25%となった。しかし、全員が苦手と答えた。このアンケート結果によりスポーツの好き嫌いと得意苦手は異なることが分かった。

実施時期：令和5年12月



今後の課題

- ・親世代や小学生への調査を実施し、全国調査や県・市のデータと比較・検証する。
- ・スポーツ離れを解決するための方法を模索し、地域の教育現場へ提案する。

『最終的に健康寿命延長に!!』

～高血圧者を減少・予防する運動づくり』

愛媛県の現状

健康寿命 男子ワースト2位 女子ワースト4位
 死亡原因は循環器病 1位26%
 心疾患の死亡率全国ワースト2位
 心疾患と脳血管疾患を合わせた死亡原因の割合は26%でありガンの25%を超えている
 (愛媛県において南予は高血圧者が多い)
 【参考文献】愛媛県庁「第2次県民健康づくり計画」

循環器病の原因の一つである、愛媛県の高血圧者を予防減少することが健康寿命延長の第一歩になるのでは？

*クリスマス会での実験結果

・保育園児をターゲットにキャッチーで振りの大きいダンスを（1分）を作成

血中酸素濃度

	園児A	園児B	園児C	園児D
ダンス前	93	98	97	98
ダンス後	99	98	9	97
変化	+6	±0	+2	-1

脈拍数

	園児A	園児B	園児C	園児D
ダンス前	89	60	101	92
ダンス後	133	104	103	116
変化	+44	+44	+2	+24

今後していきたいこと

長期期間での調査
 反省をもとにダンスづくり
 (年齢別でダンス、音楽を分けて作る)
 年齢別の必要な運動について

現在わかっていること

- ・身体活動量が多い人や運動をよく行っている人は、高血圧になる可能性が減少し、罹患率や死亡率が低いことまた身体活動や運動がメンタルヘルスや生活の質の改善に効果をもたらすこと。
- ・身体活動量増加によって見込める高血圧症予防効果週2,000kcal未満対2,000kcal以上 相対危険度1.30 減少率1.7%
 【参考文献】厚生労働省「健康日本21」

本当に愛媛県のためになるのか...

- ・メタボリックシンドロームの人は高血圧などを重複的に発生させる傾向がみられ、原因の一つとして運動不足が含まれており、減少させることを目標としている
- ・運動習慣者を10%増加させることを目標としている
 【参考文献】愛媛県庁「第2次県民健康づくり計画」

みんなが楽しく、老化による負傷を予防したり、発育発達を促す運動を作ることが出来れば一石二鳥なのは!?

- ・踊る前後で血中酸素濃度と心拍数が上がっていることがわかる

血中酸素濃度

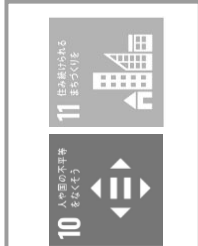
	生徒A	生徒B	生徒C	生徒D
ダンス前	92	99	99	100
ダンス後	99	99	98	100
変化	+7	±0	-1	±0

脈拍数

	生徒A	生徒B	生徒C	生徒D
ダンス前	51	60	66	82
ダンス後	76	62	116	94
変化	+25	+2	+50	+12

研究の動機

宇和島市は総人口における外国人労働者の割合が松山市よりも高く、外国人が多数暮らしている。SDGsの⑩や⑪の達成のために、宇和島市で働く外国人の暮らしの「バリア」を解消したいと考えた。外国人が住みやすい豊かな町づくりに少しでも貢献したい。

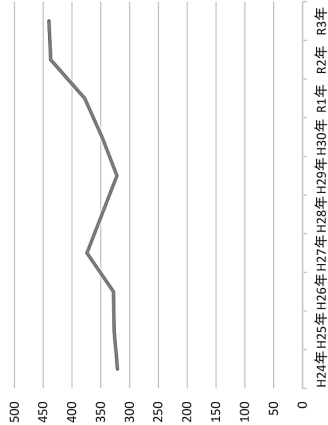


宇和島市の現状

○宇和島市の外国人労働者人口と外国人人口（松山市と比較）令和2年

	宇和島市	松山市
人口	約70000人	約510000人
外国人労働者人口	515人	2573人
外国人労働者比率	0.007%	0.005%

【参考：愛媛労働局ホームページ・GraphToChart】



○宇和島市の外国人労働者について

- ①松山市に比べて宇和島市の外国人労働者比率が大きい
- ②ベトナム、フィリピンなど東南アジア圏の方が多い
- ③年々在住外国人数が増えている

【参考：令和3年 宇和島市 多文化共生のまちづくり】

○宇和島市での活動

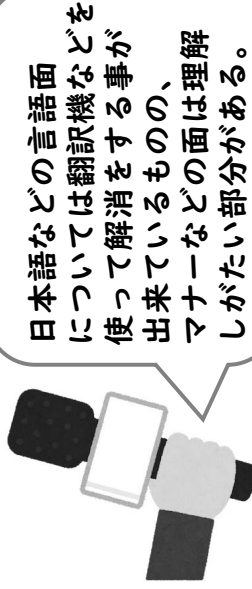
- 日本語教室
- 宇和島で生活するための日本語の取得が目的。
- 在日外国人相談窓口
- 外国人の生活支援が目的。
- 国際交流事業の活用
- 地域住民との交流の機会を創出が目的。
- 情報発信・意識啓発
- 在住外国人に対する 理解と啓発を促進することが目的。



【参考：令和3年 宇和島市 多文化共生のまちづくり】

情報収集

宇和島東高校に勤務しているALTのカラム先生に、宇和島に住んでいて不便なことについてインタビュー



例 店で店員さんを手を挙げて呼ぶという文化



日本語などの言語面については翻訳機などを使得って解消する事が出来ているものの、マナーなどの面は理解しづらい部分がある。

仮説

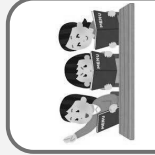
宇和島に住む外国人はマナーについて不安を持っているのではないか…

作成するポスターの案

Let's Study Japanese Manners



電車・バス等では基本的に会話を控える
Generally speaking refrain from talking on the phone on trains, buses, etc.



料理屋で手を挙げて店員さんと呼ぶ。
At a restaurant, raise your hand and call for the number of customers.



食べるときには食器を持つ
Hold utensils when eating.



今後について

○マナーを伝えるポスターの作成

オリジナルポスターを作成し、日本語教室に掲示してもらったり、配布したりする事によって、宇和島市に住む外国人の人たちに分かりやすく伝えることを目的としている。

QRコードと一緒に添付して、自分たちがマナーを実践した動画をインターネットで見られるようなシステムを考えている。

宇和島市における若者の選挙の投票率の向上

佐子七星 五百木楓良 吉田果穂 鳥居悠希 指導者 長尾起条

研究の背景

- ・ 高校生のうちに選挙権を持つようになる。
- ・ 愛媛県の投票率は全国でもかなり低い。
- ・ 2022年参議院比例代表投票率全国33位

仮説

- ・ 若者の投票率が上がることで、全体の投票率が上がるのではないか。
 - ・ 投票率の低さは心理的な事が関わっており、それを改善することで投票行動が変わるのではないか。
- 例) 選挙に行くのが面倒くさい。
 自分の一票で結果に影響するわけではない。
 選挙が身近に感じづらい。
 選挙によって変わった実感がかわかない。 など

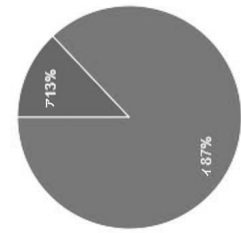
研究の方法

- ・ 宇和島東高校の二年生に選挙に関するアンケートを取り、現状を調査し、問題点を明らかにする。
- ・ 投票率の全国一位である山形県の高校生のアンケート結果と比較し、差の原因を追究・改善する。

結果

あなたは18歳になったら選挙にいくか

① いいえ
② はい



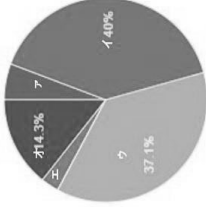
何を参考に投票者を決めるか (選択)

① 政策
② 町で耳がける
③ ポスター
④ 演説
⑤ テレビ
⑥ ネット
⑦ その他



なぜ選挙に行かないと考えたの (選択)

① 自分一人が得票しなくても選挙の結果に影響がないうつから
② 誰に投票すればいいかわからないから
③ 政治に関心がないから
④ 投票所の雰囲気が悪くから
⑤ なんともなく



宇和島東高生アンケート

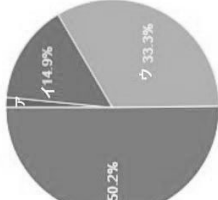
選挙に行きたいと考えた理由 (選択)

① 世の中を変えたいから
② 国の方向性を決める大事な選挙だから
③ せっかくなので行ってみたいから
④ 投票するのには重宝の票だから
⑤ なんともなく
⑥ 候補者を知りたいから



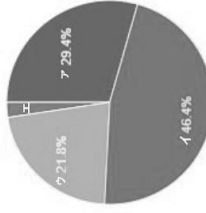
不在者投票についてどれくらい知ってるか

① 人に説明できず知らない
② 人に説明できている
③ 聞いたことがある
④ 聞いたことはない
⑤ 全く知らない



期日前投票についてどれくらい知っているか

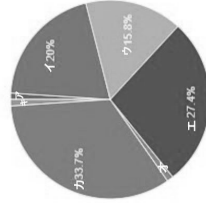
① 人に説明できず知らない
② 人に説明できている
③ 聞いたことがある
④ 聞いたことはない
⑤ 全く知らない



山形県の高校生アンケート

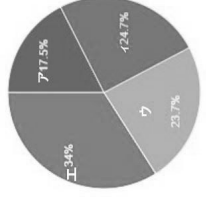
衆院選で投票にいった理由はなんですか

① 当選させたい候補者がある
② 政治をよくするために投票することから
③ 投票するのは重宝の票だから
④ 選挙に書かれた候補者に投票してみたいから
⑤ 投票日に学校に予定があったから
⑥ せっかくなので行ってみたいから
⑦ その他



あなたは、不在者投票制度を知っていますか。

① 制度の内容を知っている
② 詳しくは知らない
③ 聞いたことがあるが内容は知らない
④ 聞いたことはない
⑤ 聞いたことある



山形県選挙管理委員会・山形県明るい選挙推進協議会調べ

考察

- ・ 選挙に行く人であっても「せっかくなので与えられた権利だから」や、「義務だから」、「なんとなく」を選んだ人が多く、自発的に行く人が少ない。
- 無党派層が大半を占めているからではないか。
- 解決策として、立候補者の情報をリスト化し、分かりやすくする。
- ・ 山形県の高校生と比べ、不在者投票制度の認知率が低い。
- 期日前投票制度以外の選挙制度についても知ってもらう、選挙にいつでもいいやすすくする。

The impossible Quest

Save the ball at gym

(日本中の)体育館における大きな問題＝天井のボール
どうにかして回収できないかという課題をエストへのチャレンジ

宇和島東高校体育館にて



ここだけで
¥6,980 × 5 ≒ ¥35,000!!
の損失 + α

ボールをとるためのアイデア



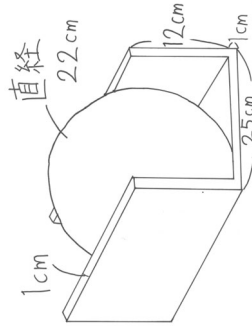
宇和島東高校の体育館のボールは



H鋼の溝に落ちている (載っている) だけと判明

H鋼の幅と高さ

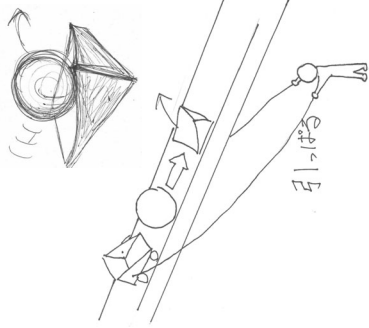
とバレーボールの大きさ



ボールレスキュー装置すくいあげタイプの開発

Ball Rescue Device Scoop up Type

通称 **BReDS**



BReDSの動作確認

BReDSの試作品を作り自作のH鋼を作り動かした結果ボールを少ない力でも動かすことが出来た。



今後の展望

* H鋼にBReDSを運ぶ方法を考える

ドローンでの輸送? ロープで投げ入れ?

* 高所で使用可能なラジコン式の開発

ボールを落とすためのパワー? すくいあげの機能向上の必要

* 天井に“挟まり”タイプのボール救出技術開発

革新的技術向上が望まれる

地震被害の地盤の固さによる影響

島津 凜 井上直央 大宿向陽
木口倅寧 水谷心実 指導者 松岡拓哉

1 研究の背景

近い将来、南海トラフ地震の発生が予測されている。東日本大震災の際、震源からの距離が等しくても、地盤の違いが原因で、記録された地震の加速度に違いがあることが分かった。そこで、**地盤の固さの違いと建物の倒壊リスクの関係**を調べる。

2 先行研究・参考文献

①延岡高等学校

「地下階層数と耐震性の相関」
メトロノームを用い、建築物の模型が乗った台を一定のリズムで揺らした。

【地下階層数と耐震性の関係】

0～2階：地下階層が増すと耐震性が高まる。
3～8階：地下階層が増すと耐震性は低下する。（地面との接触面積増加による）

②「神村真の宅地防災講座」

地震が起きた時、**固い地盤だと地表面での加速度が大きく、振幅は小さくなる**。対して、**地盤が軟弱だと加速度は減少するが、振幅は大きくなる**。

3 仮説

地盤の固さによって、地震の被害を抑えるための最適な地下階層数や耐震構造に違いが現れるのではないかと。

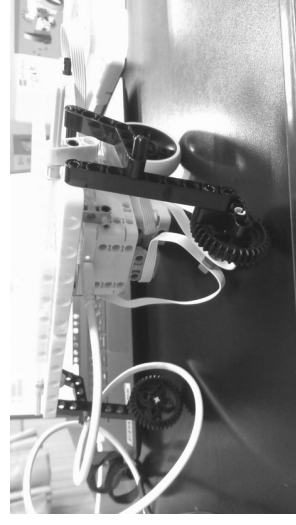
4 実験の流れ

①**地盤の固さによる最適な地下階層数の検討**

- (1)先行研究①の実験を参考に、プログラミングロボットを用いて振動を与え、地下階層数と耐震性の関係を確かめる。
- (2)(1)に軟弱な地盤と固い地盤の条件を加えて、地下階層数と地盤の関係を調べる。

②**地盤の固さによる最適な耐震構造の検討**

強度抵抗型、靱性抵抗型の二つの耐震構造の地盤の固さの違いにおける適正について調べる。



←LEGOで作成したプログラミングロボット

指導者：二宮政人

1. 研究の背景

千葉工業大学との連携で気球を作成し紫外線による種子、植物への影響を調べる。

2. 仮説

- ・ 紫外線による影響
- ① 粘菌は子実体か菌核という状態になる。
- ② カイワレとキウイ、花の種子はUV-Cによって発芽率が低下する。

3. 実験方法

- ・ 気球甲子園のペイロード規定に合うように、発泡スチロールを加工し、実験するものに乗せる。
- ・ 種子（カイワレ、キウイ、花）を成層圏まで飛ばして、種子の状態の変化を観察する。
- ・ 成層圏まで飛ばした後の種子を植え、発芽するのかどうか、発芽した場合は植物の状態や性質を観察する。
- ・ 成層圏に到達した後の粘菌と地上で培養した粘菌の変化を観察する。

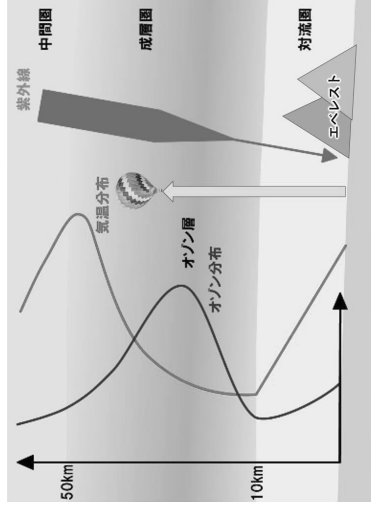


図1：大気構造

(出典：気象庁ホームページ
一部加筆)

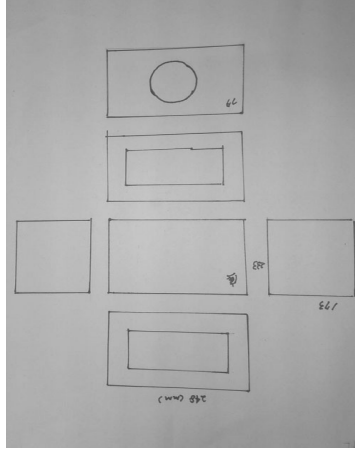


図2：ペイロード設計図



図3：研究用気球

(出典：

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20221226-2547058/>)

5. 今後の課題

- ・ 穴を開けすぎると、気圧により発泡スチロールが膨張し、破裂する恐れがある。
- ・ 種子が散乱しないように固定する必要がある。

メガホンの形状や材質による音の届き方

山下佳剛 酒井 壘 南里 漣 白石海斗
指導者 中村俊貴

1 研究の動機

災害時には突然出来事で人々が混乱に陥る中で私たち指示を通さなければならぬ。電子機器を使用せず大声を伝えられるメガホンを使うという結果に至った。なので私たちは音の伝わり方の変化を求めた。

2 仮説

先行研究より、口の大きさ
が統一しているならばメガ
ホンの長さは長ければ長い
ほどいいわけではない。

材料や形状を変化させること
によって音の大きさを広がり
方が変化するのではないか。

3 実験方法

- 1 スピーカーから一定の音を鳴らす。
 - ・ YouTubeを用いて振動数100Hzの音を再生
 - ・ YouTubeの音量は最大、PCの音量は30
- 2 メガホンなしの場合と、メガホンありの場合の音圧を測定器で測る。
- 3 5回繰り返し正確な数値を出す。

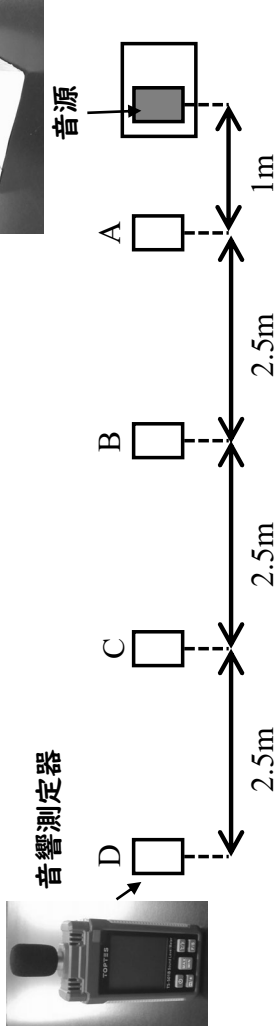


図1 実験装置

4 結果

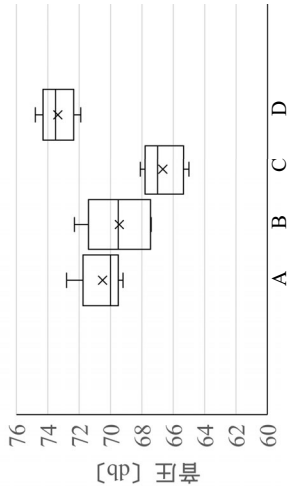


図2 メガホンなしの場合の音圧

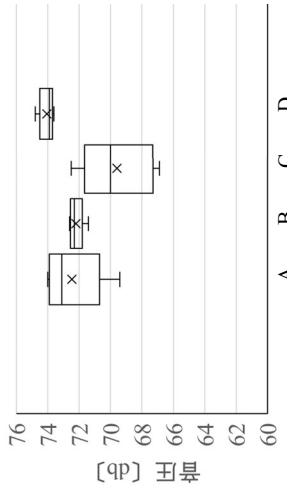


図3 メガホンありの場合の音圧

A, B, C, Dのすべてにおいて箱ひげ図がメガホンなしよりメガホンありのほうが音圧がより響いたといえる。

5 考察

距離の離れている測定器の数値がほかの測定器と比較して大きかったのは音が壁に反射しているからだと考えた。また、数値のバラつきが大きいのでは測定したい音以外の雑音などが入っていると考えると考えられる。

6 今後の課題

メガホンの有無での音の大きさの違いは分かった。これからはメインの研究であるメガホンの形状での音の違いを調べていきたい。今回データの母数があまり多くなかったのもっと多くしたい。

参考文献

藤原克樹 永治弦樹 吉村健 「音を大きく伝えるメガホンの条件」
岐阜県立恵那高等学校 令和3年度SSH課題研究論文
<https://school.gifu-net.ed.jp/ena-hs/ssh/R03ssh/sc2/22121.pdf>

環境浄化微生物「えひめAI-2」の水質改善能力

小西立桜 粉川実姫 上甲麻由 水谷歩 宮田彩花 指導者 林 広樹

1 先行研究と課題設定

えひめAI-2とは、配管洗浄、堆肥、消臭、汚泥削減など良い影響を与える複合微生物。

えひめAI-2には水質浄化効果がある。

(新潟県立長岡高校先行研究より)

えひめAI-2の水質改善能力を利用して水質浄化に取り組みたい！

えひめAI-2とは？

→家庭用に作り替えてできたもの

2 仮説

イモリの汚れた水槽にえひめAI-2をいれると…

・亜硝酸イオン 減少!
・硝酸イオン

→ 河川でも同じようにできるのではないかな。

3 研究方法

(1) ため池、貯水槽、メダカの水槽からそれぞれ試料を採集し、パックテストを行う。(表1、2)

(2) それぞれの試料に水道水、えひめAI-2を加える。
1週間後、2週間後にパックテストを行い、比較する。(表3)

*えひめAI-2と試料は1:100の割合で攪拌し、えひめAI-2は原液を使用する。



図2 パックテストの結果

4 実験結果

表1 試料の採集場所 ↓

採集場所	水温(°C)
① ため池	15
② 貯水槽	12
③ メダカの水槽	17.6

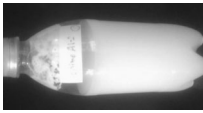
表2 試料の事前確認の結果 ↓

12月14日	①	②	③
COD	8.0	8.0	8.0
NO ₂	0.02	0.02	0.02
NO ₃	1.0	1.0	45.0
PO ₄ ³⁻	0.05	0.1	2.0

表3 えひめAI2と水道水の比較 ↓

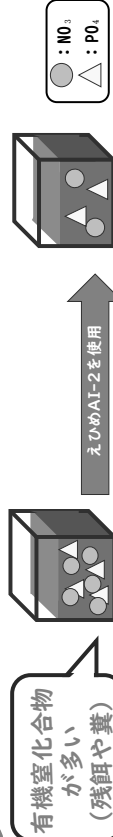
12月21日	①ため池		②貯水槽		③メダカを飼育した水	
	水道水	えひめAI-2	水道水	えひめAI-2	水道水	えひめAI-2
COD	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
NO ₂	0.02	0.02	0.02	0.02	0.05	0.02
NO ₃	1.0	1.0	1.0	1.0	45.0	1.0
PO ₄ ³⁻	0.05	0.05	0.1	0.05	2.0	2.0
12月28日	①ため池		②貯水槽		③メダカを飼育した水	
COD	8.0	8.0	8.0	8.0	7.0	8.0
NO ₂	0.005	0.005	0.01	0.005	0.02	0.005
NO ₃	1.0	1.0	1.0	1.0	45.0	1.0
PO ₄ ³⁻	0.05	0.05	0.1	0.05	2.0	0.2

図1 えひめAI-2



5 考察

(1) 表2③水槽の水について、NO₃とPO₄³⁻が多い。



(2) 表3③水槽の水について、水道水で処理した試料のCODの値が低くなっている。

水道水はCl₂を含んでいる。

⇒Cl₂が酸化剤となりCODの値の減少につながると考えられる。

(3) 表3のすべての試料について、NO₂の値が低くなっている。NO₂よりNO₃の値が大きいため、NO₂⁻は酸化されてNO₃⁻になっていると考えられる。

6 今後の展望

- 比較対象とえひめAI-2作成時に使用する液体を、水道から純水に変える。
- えひめAI-2作成における条件を変える。
- 実行回数を増やし、より多くのデータを集める。

7 参考文献

新潟県立長岡高校先行研究
「えひめAI-2」の作り方と使い方 - 愛媛県庁公式ホームページ

竹炭だけにスミにおけないね！！

西田雅希 吉岡諒我 徳島心菜 松本彩那 堀尾詩音

指導者 藤岡哲



1 研究の背景

里山の放置竹林の増加が問題



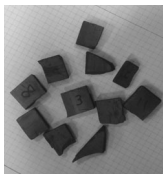
竹炭を有効利用することで、放置竹林の問題と地球温暖化問題の両方を解決できないかと考えた。

2 仮説

植物が光合成によって固定した二酸化炭素を、炭にして閉じ込めておくことで温室効果ガスを減らすことができる。

3 実験の方法

- 〈準備物〉
- ・竹
 - ・竹炭
 - ・ぬか床
 - ・記録用紙
 - ・乾燥器
 - ・計量器



(1) 乾燥器内で何日間竹は乾燥するかを調べる



(2) 番号を付けた竹と竹炭の重さを量り、ぬか床に漬ける



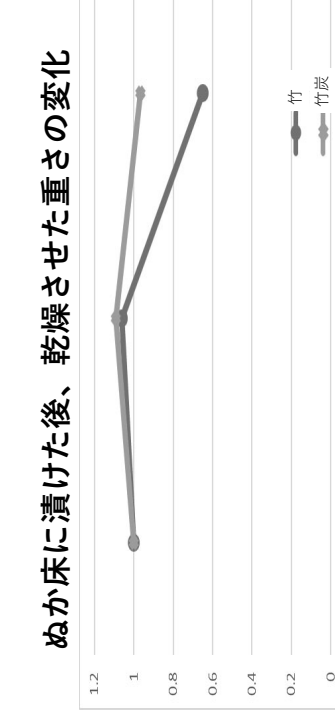
(3) 定期的にぬか床から取り出し、乾燥器内で乾燥させた後、重さを量り、微生物によって分解されたか調べる

4 結果

0日目とした時の乾燥による重さの変化

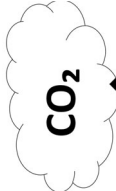


ぬか床に漬けた後、乾燥させた重さの変化



0日 ← ぬか床 → 15日 ← 乾燥器 → 35日

理想



微生物

微生物

5 今後の課題

今回の実験で「竹を竹炭にすることで微生物の分解作用を受けにくくなり、炭素を長期間固定できるようになること」を実証したかったのだが、竹を2週間ぬか床に漬けても、重量は減少しなかった。理由は『実験期間が2週間程と短かった』ことなのか『ぬか床では竹をうまく分解できない』ことなのかかわからないため、今後も実験期間や実験材料を変えて本研究を進めたい。仮説通りに、竹炭が微生物の影響を受けにくく、長期間炭素を固定できれば、大変有用であると考えている。

リモネンの洗淨効果についての実験

後藤彩花

桑原希枝

小西柑綺 鷹見涼華
指導者 蒲池 健人

1 研究の背景

みかんの皮が大量に廃棄されていることから有効活用できないかと考えた。先行研究⁽¹⁾からリモネンには洗淨効果があることを知り、詳しく調べようと思った。

2 研究方法

【抽出】

- ・写真1のような装置を組み、みかんの皮20gと純粋100mlを三角フラスコに入れ、加熱する
- ・抽出された液体を試験官に採る

【洗淨効果の実験】

2種類の布(綿100%、綿30%ポリエステル70%)に汚れ(墨汁、絵の具)と抽出した液体をかけ、5分間放置した後、水で洗う

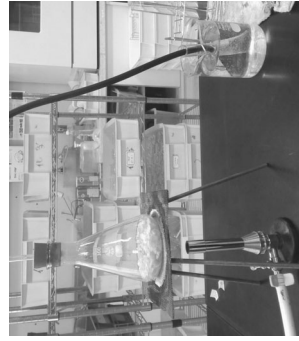


写真1 実験の様子

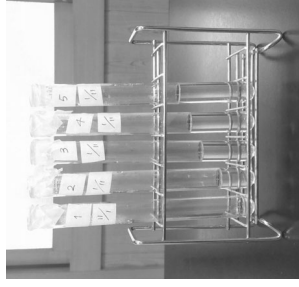


写真2 抽出した液

3 結果

墨汁	綿100	綿30 PET70
原液	5%	5%
抽出液	5%	0%
水	10%	0%

絵の具	綿100	綿30 PET70
原液	35%	30%
抽出液	60%	50%
水	40%	30%

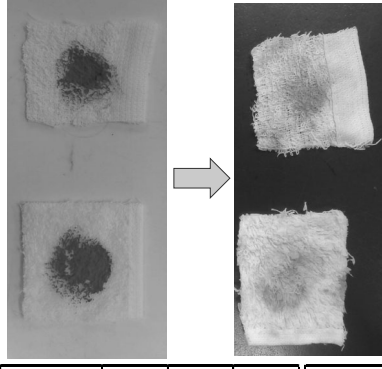


写真3 絵の具

右: 綿30 PET70

左: 綿100

4 まとめ

墨汁はほとんど落ちなかったが、絵の具では効果が見られた。よって、リモネンには油汚れを落とす効果があることが予想される。原液にも洗淨効果があったことから、リモネンが残っているとも予想される。より洗淨効果を高めるにはどうすればよいか調べたい。

先行研究

(1) 都築ら、布に対するリモネンの洗淨効果。
令和3年度愛媛県立宇和島東高等学校SSH生徒課題研究論文集, 2022, p.56-57

はだか麦の栽培～南予ではだか麦を育てる～

赤松叶唯 善家慎一 濱名尚 薬師寺悠太 山本亜里沙 指導者 林 広樹

1 研究の背景

愛媛のはだか麦は生産量日本一！
しかし、南予ではほとんど栽培されていない。
だが、第3の主食となるポテンシヤルを
秘めている。

南予でも育てたい！

2 仮説（先行研究より）

- ①南予は湿度が多く育てにくい
- ②カビや病気が発生しやすい

3 実験方法

プラスチックポットに
バーミキュライトを入れる

はだか麦の種を1つのポットに一つ植える

メネデール与える 水を与える

はだか麦の成長を観察する

- ・照明に当てる
- ・平日に毎日水やり

4 結果

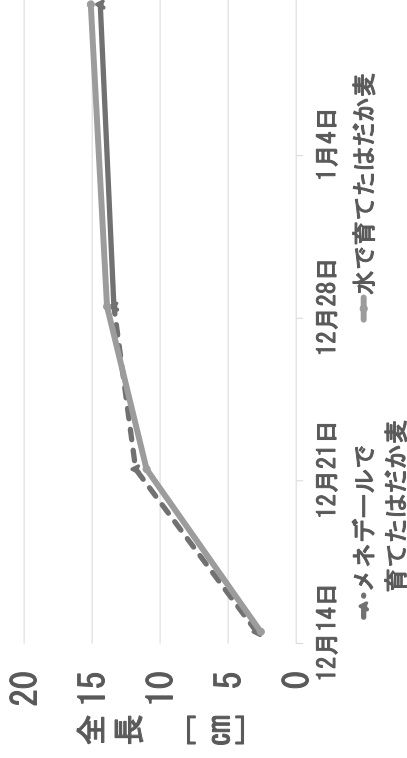


図1 メネデール添加による成長の違い

表1 メネデール添加による成長の違い (cm)

	12月14日	12月21日	12月28日	1月10日
メネデールで育てただか麦	2.9	11.8	13.4	14.4
水で育てただか麦	2.6	11	13.9	15.1

メネデールによって有意差はなかった。
→成長促進効果はなし

10cmをこえたものは倒れたものが多かった

メネデール
効果現れず

5 今後の予定

- ・大きいプランターに移し替え
- ・リン・窒素・カリウムの肥料を入れる
- ・湿度などの条件を変えて育てる

より生育に適した
条件を見つける！

☆6月頃 収穫予定

図2 実験の様子



追跡！宇和島湾の海洋ごみ

鈴木久遠 村上晃駿 岡崎珊瑚 白瀧智彩 増本乃心
指導者 中尾力広

1 課題設定の理由

海洋ごみが生物の生命・成長などの生態系に影響を出しているという現状を踏まえ、ごみとの向き合い方を意識的に変え、SDGs(11番・14番)やエゴにつなげたいと考え、課題を設定した。

2 仮説

- ① 地形や気候との関係や季節の変化からごみの集まる場所を特定できる。
- ② ごみを効率よく回収できる。

3 研究方法

- ① 様々な地形や気象条件下でのデータを集める(毎日、風向きや天候等記録)。
- ② 先行研究や研究方法①の結果から、どのような日にとどのような場所に集まりやすいのか予測を立てる。
- ③ 予測をもとに実際の海の様子と比較する。

4 結果 ○調査期間(令和5年10月から12月の3か月)

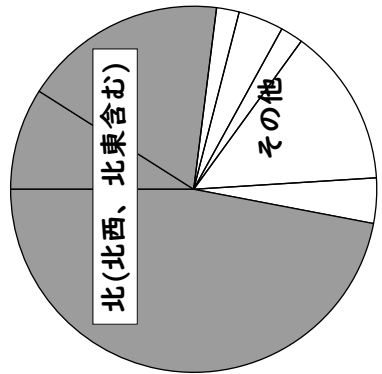
先行研究の検証

九島大橋付近の海流及び風向きと海洋ごみの関係性
【風向きごとのごみの集まり方】

- ・北(北西、北東)の風→九島大橋下(南)に集まる
- ・南(南東、南西)の風→赤松海岸(北)に集まる

九島大橋付近では先行研究通りに、ごみは南側の湾内に集まった。

風向	割合
北	9
北東	18
東	2
南東	4
南	2
南西	14
西	4
北西	47



10月～12月にかけては、坂下津にゴミが集まりやすい。

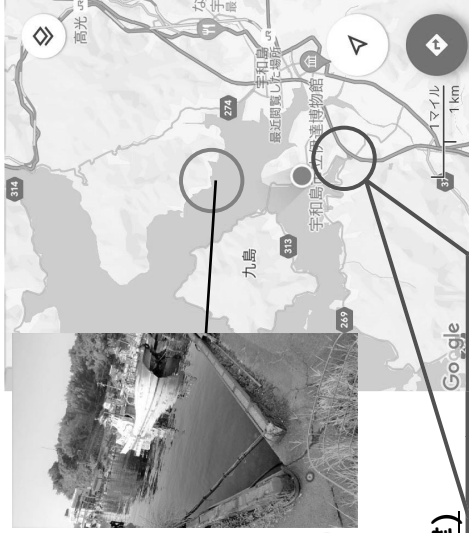
宇和島湾内では、北、北東、北西からの風の合計が、全体の74% (左のグラフ内の網掛け)を占めている。

現地調査

調査地点①

宇和島湾北側(大浦)

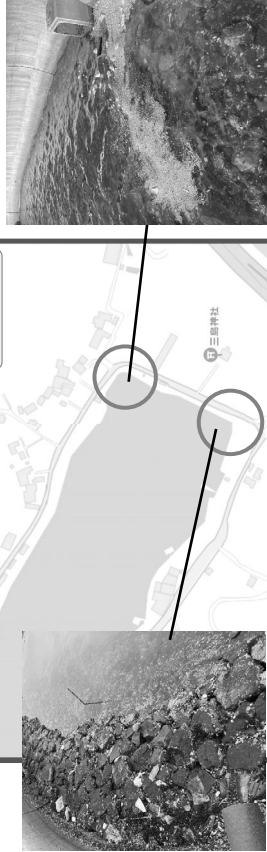
本年度の調査期間中、宇和島湾の北側に位置する大浦湾には、ごみが集まることほとんどなかった。



調査場所②

宇和島湾南側(坂下津)

拡大図



海岸線の入りくんだポイントにごみが集まっていた。また、干潮時は浅瀬にごみが打ち上げられていた。

図2 各地点と調査結果の写真

※ [集まっていたごみ] 漁協のかご、細かいプラスチックごみ 発泡スチロール、ペットボトル など

5 考察と今後の課題

- 調査結果より冬は北(北西、北東)の風の日が多く、南側の入りくんだ海岸にごみが集まりやすい。また、干潮の時間帯であれば、海岸に降りてごみを回収できる。(図1・2)
- 冬以外の季節の集まる場所も特定するために、引き続き調査を必要がある。

図1 調査期間における風向きの割合

参考文献：R2愛媛県立宇和島東高等学校SSH生と課題研究論文集「九島大橋付近の海流及び風向きと海洋ごみの関係性」

心を守る「パーソナルスペース」～ペア活動の改善・向上を目指して～

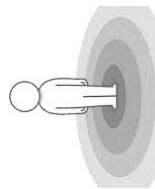
瀧水望花 中村颯汰 西野眞斗 三瀬由菜 山本愛音 脇坂真心愛 指導者 中尾力広

<課題設定の理由>

学校生活の中でのペアワークやグループワークでの距離に違和感を感じたため、パーソナルスペース(図1に示すように、他人に侵入されると不快に感じる空間)を利用することによってより良い距離で話し合いができてきたから。

<仮説>

- ① 親しくなるほどパーソナルスペースが狭い。
- ② 男女間のパーソナルスペースが最も広い。
- ③ パーソナルスペースによって、人と関わることの距離感をより良いものにしていく。



- ・公衆距離 (360cm以上)
- ・社会距離 (120～360cm)
- ・個人距離 (45～120cm)
- ・密接距離 (45cm以下)

<実験方法>

- ① 対面のみで実験する。(男×男、女×女、男×女、女×女、対象は東校生)
※将来的には、検証をもとに東校生と社会を比較する
- ② 実験開始前に対象者に性別、関係性(他人、知人、友人、親友)を聞く。
- ③ マスクを外した状態で、向かい合い、2m離れてから接近する。(図2)
- ④ お互いのつま先の距離に20cm足した数を結果とする。

<考察>

- ① 親密度が高くなるほど距離感が縮まる(図3)。
仮説①は正しい。
- ② 男女間のパーソナルスペースが最も広い(図3)。
仮説②は正しい。
- ③ 友人より親友の方が距離が遠い。親友では、程よい距離感を理解している(図3, 4)。



図2 実験の様子

<結果>

関係性による距離感の違い

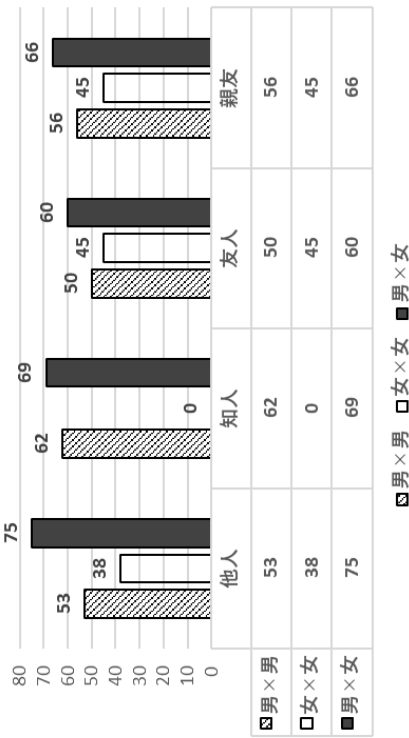


図3 関係性による距離感の違い

男女の距離感の違い

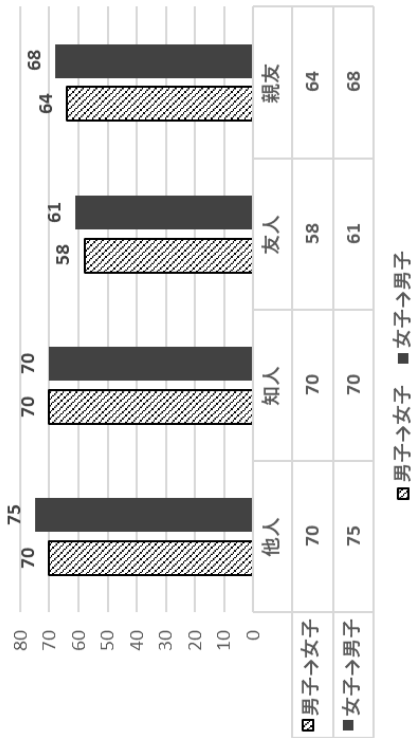


図4 男女の距離感の違い

<参考文献>

明日のチーム <https://www.ashtite-team.com/jinj-online/business/13384>
Izumi データ7 <https://izul.co.jp/media/business-skill/personal-space/>
いらすとや 屋 (フリー素材)

<今後の課題>

- ① 仮説③の検証に向け、どんな行動をとれば縮まる(遠ざかる)のか等の実験を行う。
- ② 友人や親友の定義があいまい⇒条件をそろえる。
- ③ データ収集を継続し母数を増やす。

宇和島湾の発泡スチロールゴミを減らしたい！！

奥本海翔 奥谷龍雅 清水咲 山口利樹 山下くるみ 岡崎莉子 指導者 吉良春英

Introduction

海岸に打ち上げられた発泡スチロール…

地域課題

自然に帰らない発泡スチロールは溜まっていく一方である

💡 ミルワームを使おう！

先行研究

ミルワーム・ゴキムシダマシ科の昆虫の幼虫、発泡スチロールを安全に消化し、生分解することができる



Hypothesis

ミルワームは海水で濡れた発泡スチロールも分解できる。

Experiment method

ミルワーム20匹が入ったケースに発泡スチロールと人参を入れ、3日間ごとに発泡スチロールの質量を計測した。

Consideration

左図から分かるようにミルワームは海水で濡らした発泡スチロールでも分解できることが分かった。
15日間で減少した発泡スチロールは $8.5 \times 10^{-2} \text{g}$ と少量なので、今後はより効率的に分解できる条件を探したい。

Result

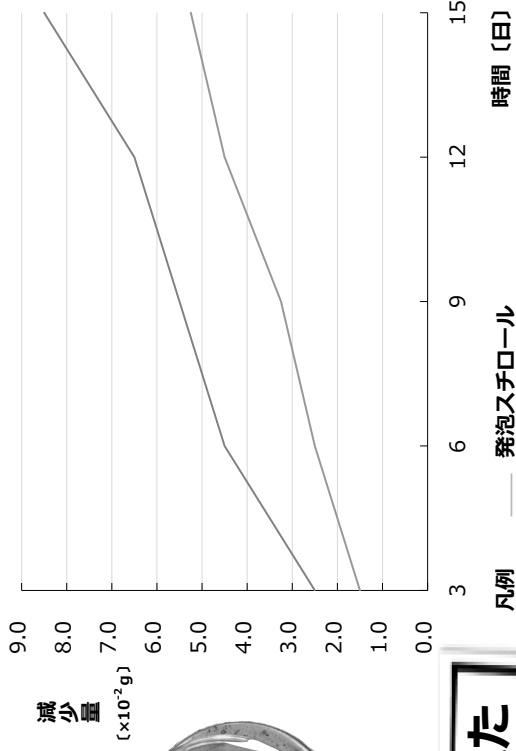


図 発泡スチロールの減少量(累積)

Reference

- (1) fabcross for エンジニア「ミルワームが発泡スチロールを分解し、有害な添加物を排泄するという研究」
https://engineer.fabcross.jp/archeive/200107_fate-of-hexabromocyclododecane.html
- (2) youtube/「ミルワームをプラスチックだけ食べさせて200日以上育ててみた (最終回)」
<https://youtu.be/smpUCLovGxc?si=Aa9eSTj1l8D59Ku>
- (3) 石川青, 梶橋秀, 星川真秀, 2020, 『ミルワームによるプラスチック分解』 埼玉県立松山高等学校
- (4) 千石正一, 1991, 『爬虫両生類飼育図鑑: カメ・トカゲ・イモリ・カエルの飼いやり』

研究の背景

将来的に気候変動や政情不安などで食糧危機が発生した場合、効率よく栄養価の高い昆虫を育て、食用にする方法が求められる

先行研究

先行研究では、コオロギにみかんに給餌すると、生存率が高くなる傾向があることが分かっている。また、みかんの給餌により、市販のエサを与える場合以上のビタミンをコオロギに蓄積させることができている

予備実験

コオロギにエサを十分に与え、一日の摂食量を計測した結果、一日に一匹あたり0.08g摂食していたため、本実験では一日のエサ量を0.10gとした

仮説

エサの種類を代えて飼育することで筋肉量や脱皮の時期、成長スピード、体形、体重、タンパク質含有量などが変化する
→ 低脂質、高タンパク質なコオロギとして利用できる可能性

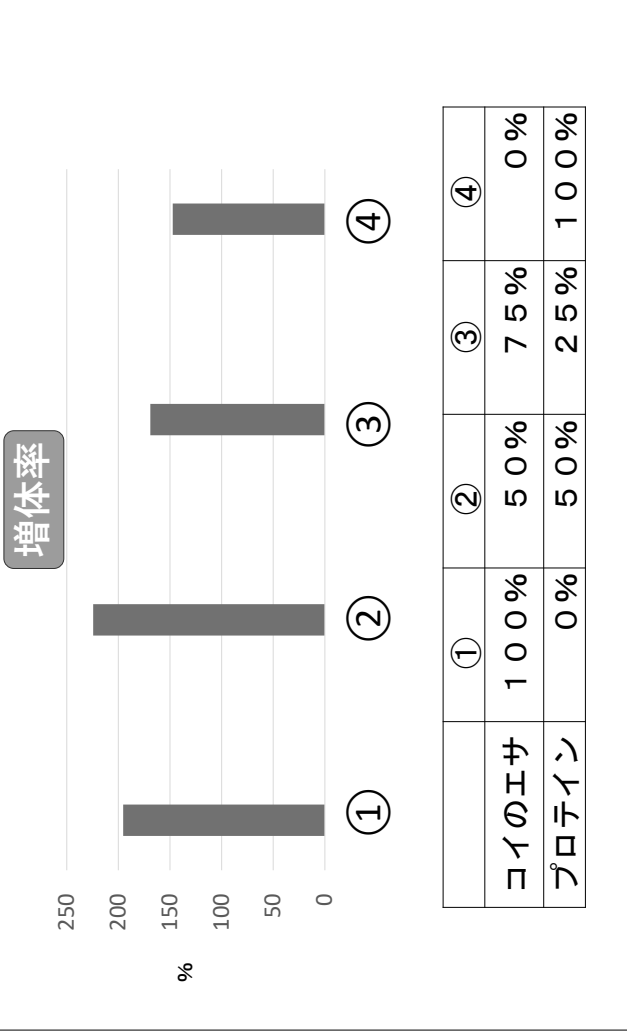
実験方法

- フタホシコオロギ(幼虫・サイズ様々)を3匹ずつ4グループに分け、プラケースで飼育
- コイのエサとプロテインを割合を変えて混ぜ、4種類のエサをつくる
- グループあたり1.0gのエサを3日に一度与える
- 10日後、3匹まとめて体重を量る
- コオロギの脚をすりつぶし、タンパク質量をケルダール法で計算

参考文献

尾崎ら:栄養価の高いコオロギ餌の検討. 令和3年度宇和島東高等学校SSH生徒課題研究論文集

結果



考察

長期休業中に実験を行ったため、体重データを取った後の水やりを忘れるなどして、コオロギの生命を維持することができなかった。そのため、脚からタンパク質を量る実験などが実施できなかった。エサについては ② コイのエサ：プロテイン=1：1が最も成績が良く、タンパク質以外の栄養素のバランスがコオロギの体重を増量させる上で重要であることが示唆された。



飼育中のコオロギ

アコヤガイで重金属吸着～廃液ゼ口を目指して～

松本篤哉 木下綴 山下尊嗣

寺川祐生 浅井陽貴 河野明日香

指導者 蒲池 健人

研究の背景および目的

1. 研究の背景

愛媛県宇和島市の真珠養殖生産量は全国1位

アコヤガイの貝殻の廃棄は地域課題の1つ

2. 研究の目的

養殖業の廃棄物であるアコヤガイの貝殻やカキ殻の有効活用

重金属の吸着を目指す

先行研究の基礎調査

- ① 電気炉で900℃、2時間加熱したカキ殻の内側の粉末は高濃度のCu²⁺、低濃度のNH₄⁺、PO₄³⁻を吸着できる(1)
- ② 5%のNaOHaqに5日間浸漬したアコヤガイの貝殻は重金属イオンを吸着できる(2)
- ③ 0μm～150μmに粉砕したアサリの貝殻は短時間でCu²⁺を吸着できる(3)

実験方法

1.00mol/L Cu(NO₃)₂aq200mLにアコヤガイの貝殻粉末4.0gを加え10分攪拌する。1分ごとに分取し吸光度計を用いて紫外可視吸収スペクトルを測定する。

条件

- 実験① 上記の実験方法通り
 実験② 分取後の溶液をろ過
 実験③ 1.0mol/LNaOHaq中で10分間攪拌した貝殻を加える

結果

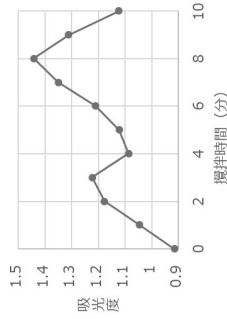


図2 実験①の吸収スペクトル

吸光度が増加した

貝殻粉末をろ過しなかったため光が透過しやすくなった

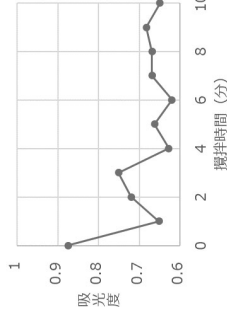


図3 実験②の吸収スペクトル

吸光度が減少した

アコヤガイ粉末のCu²⁺吸着効果が確認できた

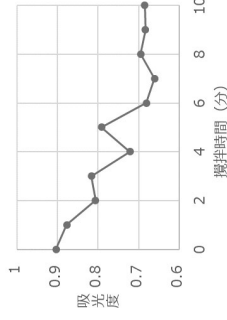


図4 実験③の吸収スペクトル

吸光度が減少した

実験②のときよりも吸着効果に安定性がみられるが、吸着効果は増加しなかった

まとめと結論

- ・アコヤガイの粉末によるCu²⁺吸着効果は確認できた。
- ・攪拌時間を延ばすことで吸着効果が増加することが示唆された。
- ・NaOHaqによって吸着効果の安定化が示唆された。

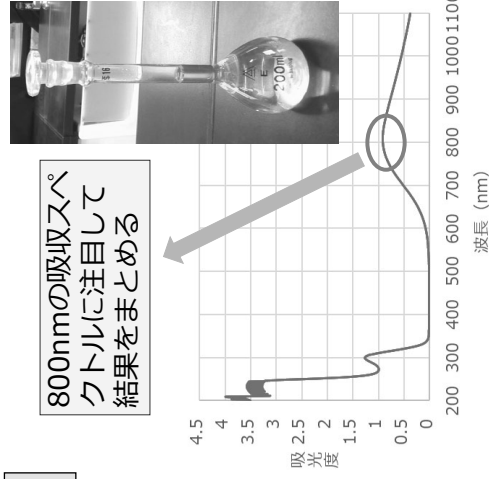
今後の展望

- ・NaOHaqの濃度と攪拌時間を変えて適切な条件を探る。
- ・貝殻の種類を変えて吸着効果の変化を調査する。
- ・他の重金属イオンに対する吸着効果の実験を行う。

例) 鉛、コバルト、クロムetc...

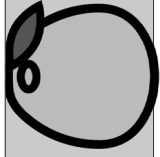
参考文献

- (1) 石山ら, カキ殻粉末を用いた水質浄化- 赤潮の未然防止に向けて-平成28年度愛媛県立宇和島高等学校SSH生徒課題研究論文集, 2017, p.83-86
- (2) 蒲井ら, アコヤガイによる海の水質浄化の防止, 平成29年度愛媛県立宇和島高等学校SSH生徒課題研究論文集, 2018, p.39-40
- (3) 近藤ら, 廃棄物による重金属の吸着, 令和元年度愛媛県立松山高等学校理科課題研究論文集, 2020



800nmの吸収スペクトルに注目して結果をまとめる

図1 Cu(NO₃)₂aq1.00mol/Lの吸収スペクトル



摘果ミカン果汁による植物の成長抑制効果と促成効果

酒井吟 兵頭二稀 山田海斗 明賀智裕
長橋美花 井関奏志 (指導者) 横田幸治

豆苗の実験による結果 (統計)

果汁%	0	0.1	0.5	1.0	1.5	2.0
成長率	1.0	0.86	1.02	1.08	1.38	1.40

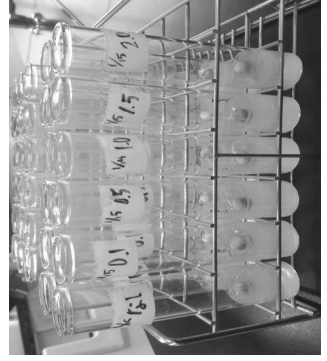
ミカンを作る過程で捨てられてしまいう摘果ミカンが植物の育成に影響を与えることが分かっている。

先行研究

廃棄されるみかんの再利用案として、農薬のような成分を含まない除草剤の開発を考え、みかんの果汁による除草効果を調べた。

摘果ミカンの実験方法

寒天培地に濃度を調節した摘果ミカンの果汁を入れ、その後の成長抑制効果について調べる。



この実験の考察

水溶液に入っている摘果ミカンの果汁の量が多いほど植物の成長の抑制が期待できるのではないかと

まとめと結論

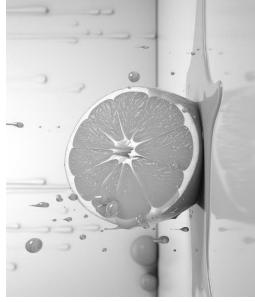
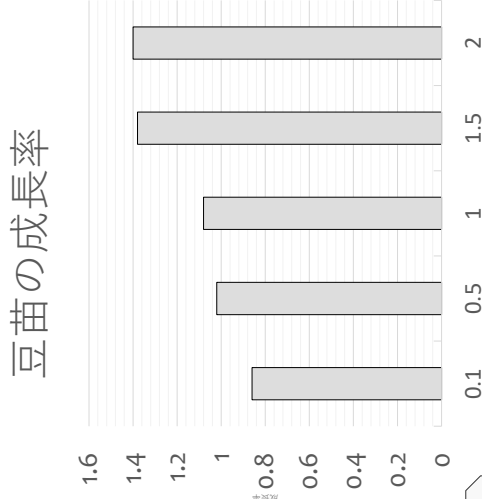
今回の実験の結果から0.1%の時には成長抑制効果があり、それ以上は成長の促進が見られた。このことから低濃度では成長が抑制される可能性があると考えられる。

今後の課題

- ・%推移による効果の変動を細かく把握し植物に対する成長抑制効果と促成効果それぞれ最適値を出す。
- ・抗菌処理をしなかったために、カビが発生したことがある
- ・定温器の使用で対照実験の精度上昇

参考文献

- ・大西奏音ら (2017) 「食酢が植物に与える影響」『平成28年度スーパーサイエンスハイスクール課題研究論文集』
- ・浅川航輝ら (2018) 「みかん果汁が植物の成長に与える影響」『平成29年度スーパーサイエンスハイスクール課題研究論文集』愛媛県立宇和島東高等学校課題研究論文集



動機

「甘いみかん」を見た目で判断するために、様々な方法が言われている。調べてみると、以下の方法が紹介されていた。

- ① ヘタの直径が大きいほど甘い
- ② 楕円率（みかんの横の長さ÷みかんの縦の長さ）が大きいほど甘い
- ③ 油胞（みかんの皮にある色の濃い点々）の数が多いほど甘い

【https://www.ja-arida.or.jp/products/aridamikan/aridamikan_topics/】
しかし、どの判断方法が、甘さの推定により適切であるかについては明らかでない。各要素と糖度との相関の強さを求めることで、外見によるみかんの糖度推定に役立てたいと考えた。

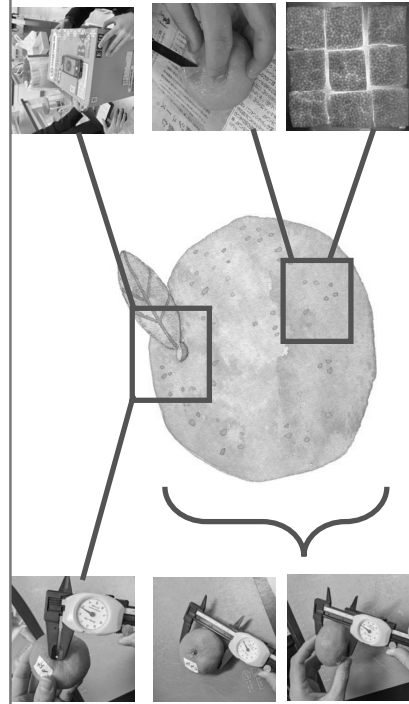
実験方法

【測定したみかん】

班員A	班員B	班員C	合計
6 個	10 個	16 個	32 個

【測定した要素】

変量①	変量②	変量②の測定方法
糖度計で測定)	ヘタの直径(mm)	ノギスを用いて測定
	楕円率	ノギスを用いてみかんの横の長さ×縦の長さを測定
油胞の個数(個)	①	みかんの皮を2cm×2cmで切り取る
	②	クリアファイルの上に皮を置き、下から光を当てて撮影
	③	写真の色を白黒変換し、各正方形中の油胞の個数を数える



実験結果と考察

結果① [糖度]と[ヘタの直径]

相関係数	
班員A	-0.63
班員B	-0.20
班員C	-0.34
全体	-0.83

全体ではかなり強い負の相関がみられた。一方集団ごとでは大きな相関は見られなかった。

結果② [糖度]と[楕円率]

相関係数	
班員A	-0.60
班員B	-0.002
班員C	-0.26
全体	-0.74

全体では負の相関がみられた。集団ごとでは大きな相関が見られなかった。

結果③ [糖度]と[油胞の個数]

相関係数	
班員A	-0.08
班員B	-0.10
班員C	0.24
全体	0.60

全体では正の相関が見られた。ヘタ、楕円率の時に同様に集団ごとでは大きな相関が見られなかった。

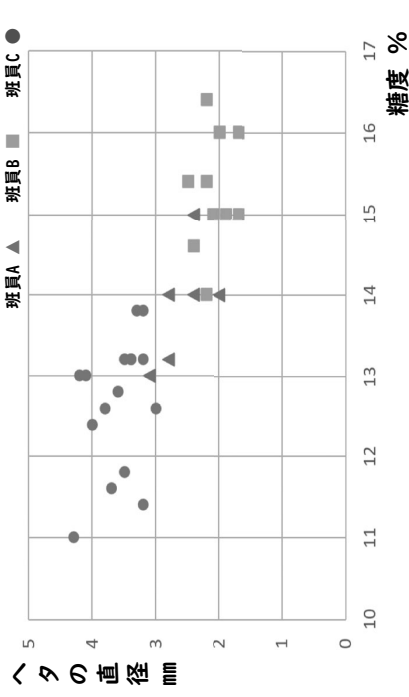
今後の課題

今回の実験ではヘタが小さく、扁平でなく、油胞の数が多いみかんを付ける木のみかんはより甘い傾向にあることがわかった。

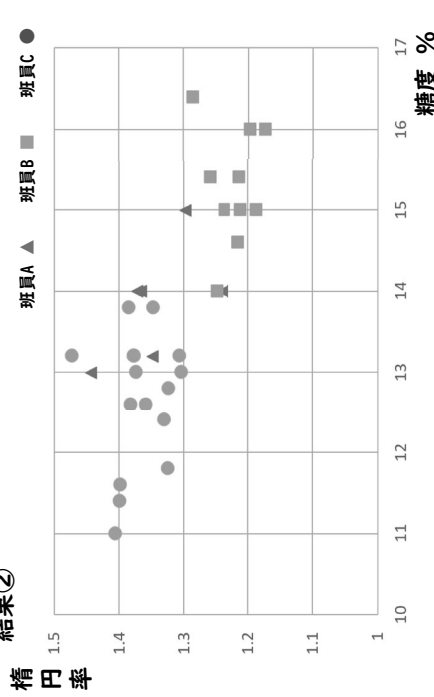
一方同じ木の集団のみかんの中でその変量が糖度に対してどれほどの影響力を持っているかは今回の実験で明らかにすることができなかった。

よって標本数を増やし、信頼性の高いデータを得る必要がある。また皮の厚さや色、ヘタの色など糖度と関係するとされている要素はいくつか知られている。今後それらの要素やみかんの成長段階から得られる情報を含めた調査を行う予定である。

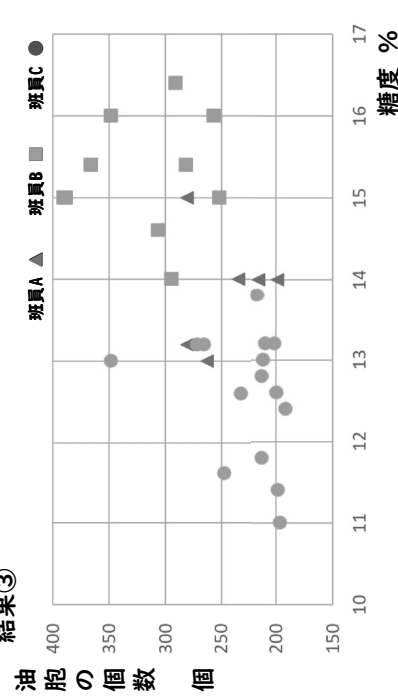
結果①



結果②



結果③



令和5年度 SSH研究成果報告会（3期目第1年次）研究テーマ一覧

リージョナルサイエンスII（RSII）

対象生徒：理数科・普通科2年（76名）

講座	班番号	担当教員	研究タイトル	ページ
A 基礎理工講座	1	二宮	桜の開花日の予測と気象条件	31
	2	松岡	段ボールの形状の違いによる避難所での防音効果	35
	3	長瀧	牛鬼に金棒！！ ～腕を振るだけで悔いは残らないのか～	39
	4	中村	パンタレイ風車の効率化 ～風の有効活用～	43
	5	二宮	画像解析による気象予測	47
	6	中村	扇風機の羽の形状による音の変化	51
B 生命環境講座	7	吉良	Renewal Fiber from Thinning Mandarin ～摘果みかん由来再生繊維の強度アップを目指して～	55
	8	窪地	ブラッドオレンジに含まれるアントシアニンの機能性評価	59
	9	蒲池	試験管に付着したゴム状硫黄の除去 ～コストダウンと完全除去率100%への道～	63
	10	藤岡	牡蠣殻コンクリートで人類を救おう！	67
	11	吉良	四万十川における農業排水による濁水化の改善 ～より効果的な凝析効果の研究～	71
	12	蒲池	電気分解における陽極銅の形状変化とその条件	75
C 総合科学講座	13	中尾	目指せ！貝類による辰野川の水質改善	79
	14	谷田	粘着力測定器の作成	83
	15	岩村	イシマキガイが導く水質の可視化	87
	16	林	挿し木による固有種トキワバイカツツジの保全	91
	17	中尾	肥料と宇宙食への道 ～アコヤガイパウダーの可能性は無限大～	95
	18	松岡	愛媛県の石（エクロジャイト）を用いたサウナの熱効率	99

桜の開花日の予測と気象条件

2年4組 児玉 滢 2年3組 戸田 周利
 2年3組 西田 弘道 2年3組 林 勇吹
 指導者 二宮 政人

1 課題設定の理由

桜(ソメイヨシノ)の開花日を予測するにあたり、600℃の法則と400℃の法則というものがある。¹⁾これは2月1日からの日々の最高気温を足して600℃になった日に桜が開花するという説と、同じく2月1日からの日々の平均気温を合計して400℃になった日に開花するという説である。これが宇和島市をはじめ、全国の各地点で成り立つのか疑問に思いこの研究を行うことにした。また、梅と桜はどちらもバラ科サクラ属であり、よく似た花であることから、私たちは梅と桜の何らかを関連付けて、600℃説や400℃説のように分かりやすく、より正確に桜の開花日を予測できるのではないかと考えた。

2 仮説

- (1) 600度説は東京で発表されたものなので全国では成り立たないと言えるのではないかと。
- (2) 400度説も同様に全国で成り立つとは言えないのではないかと。
- (3) 桜よりも先に開花する梅の花と関連付けて桜の開花日を予測できるのではないかと。

3 研究方法

(1) 気象庁のホームページの過去の気象データ²⁾を用いて、2月1日から桜の開花日までの最高気温、平均気温、最低気温を調べ、エクセルにコピーし、それぞれ合計する。この過程を室蘭、青森、長野、東京、京都、鳥取、宇和島、長崎の8都市で行い、1995年から2022年までの28年間分を繰り返して合計気温をグラフに表し、その地点で600℃説が成り立つかどうかを調べる。宇和島市の桜の開花日のデータが28年間分しかなかったため、それに合わせてすべての地域で統一した。

日	平均		最大		最低		湿度		風向・風速		日照時間	降雪				
	平均	合計	1時間	10分間	平均	最小	平均	最小	最大瞬間風速	最大瞬間風速						
1	1021.1	1022.9	---	---	6.1	12.9	0.2	60	42	8.5	11.4	西北西	15.6	西北西	2.5	
2	1022.6	1024.5	---	---	6.1	10.5	0.4	58	45	2.8	7.3	北北西	12.0	北北西	5.3	
3	1020.0	1021.8	0.5	0.5	6.6	9.8	4.1	64	41	2.9	9.3	西北西	13.7	西北西	2.5	
4	1017.9	1019.7	---	---	6.1	10.1	2.2	58	40	5.4	11.9	西北西	16.4	西北西	7.7	
5	1018.8	1020.6	1.0	1.0	6.2	7.4	1.3	65	44	9.4	16.8	西北西	22.9	西北西	1.8	
6	1022.3	1024.2	0.5	0.5	6.1	5.7	1.8	59	43	7.4	12.1	西北西	19.6	北北西	2.7	
7	1023.3	1025.1	---	---	4.3	8.9	-0.9	68	49	1.8	4.7	北北西	6.7	北北西	0.9	
8	1021.4	1023.2	1.0	1.0	6.5	4.7	2.0	78	48	1.7	4.5	西北西	5.6	北北西	0.5	
9	1020.3	1022.1	0.0	0.0	6.7	12.2	0.1	77	45	1.8	4.2	西	5.4	西	5.8	
10	1018.9	1018.7	3.0	1.0	7.9	12.0	4.3	81	56	2.3	7.1	北西	10.7	北西	2.0	
11	1020.4	1022.2	---	---	7.9	14.0	2.2	72	37	3.9	10.7	北北西	12.7	北北西	9.4	
12	1020.9	1022.7	0.0	0.0	8.2	13.5	3.3	72	51	1.6	4.7	西北西	5.8	西	2.0	
13	1015.3	1017.1	3.0	1.0	6.5	8.8	10.8	77	88	7.6	1.9	北北東	8.5	北東	0.0	
14	1014.7	1016.5	---	---	5.5	14.6	4.3	77	54	1.9	4.9	西北西	6.2	西	6.2	
15	1015.4	1017.3	---	---	7.4	13.8	1.9	68	42	4.2	11.9	西北西	20.8	西北西	6.6	
16	1018.4	1018.2	0.0	0.0	6.0	5.5	7.4	2.8	56	44	9.9	16.6	西北西	22.8	西北西	2.6
17	1020.3	1022.1	0.0	0.0	2.2	8.2	-0.6	58	37	8.2	16.0	西北西	22.9	西北西	5.7	
18	1028.1	1028.0	---	---	4.1	10.7	-1.4	63	36	2.3	5.6	西	7.2	西	8.5	
19	1018.8	1018.6	8.0	2.0	6.5	6.9	9.4	30	82	6.0	2.1	4.2	北北東	7.0	北東	0.0
20	1019.0	1021.9	0.5	0.5	6.6	7.3	2.9	64	42	6.8	13.7	北北西	19.6	北北西	2.1	
21	1024.3	1026.2	---	---	4.8	7.8	2.4	48	36	6.2	12.1	西北西	18.0	北北西	5.6	
22	1025.6	1027.4	---	---	5.2	9.2	0.8	50	30	6.9	14.1	北北西	21.5	北北西	7.3	
23	1025.6	1027.5	---	---	4.0	8.2	-0.1	60	50	2.6	8.5	西北西	12.1	北北西	0.0	
24	1024.9	1026.7	---	---	4.0	8.7	0.0	58	38	3.8	10.3	西北西	13.8	西北西	9.8	
25	1024.4	1026.2	---	---	4.5	11.0	1.5	64	35	2.6	8.3	西北西	10.3	西北西	8.4	
26	1020.9	1022.7	---	---	6.0	13.5	-0.7	64	29	2.3	6.6	北西	7.7	北西	10.3	
27	1018.3	1020.1	---	---	8.0	13.7	2.1	59	26	3.8	10.3	西北西	13.4	西北西	7.9	
28	1020.9	1022.7	---	---	7.7	14.8	0.0	61	40	2.3	6.3	北西	7.7	北西	8.1	

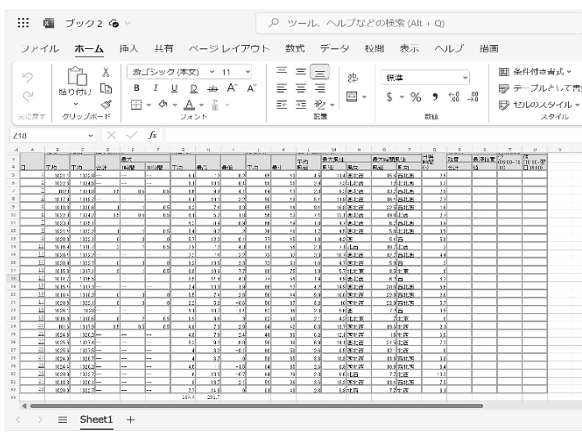


図1 気象庁ホームページ

- (2) (1)と同様に、気象庁のホームページの過去の気象データ²⁾を用いて、各地点の2月1日から桜の開花日までの平均気温を調べその地点で400℃説が成り立つかどうかを調べる。
- (3) 各地点の梅の開花日を気象庁ホームページ²⁾から調べ、エクセルにコピーし、データを集計して桜の開花日との規則性の有無を調べる。

4 結果と考察

(1) 600°C説

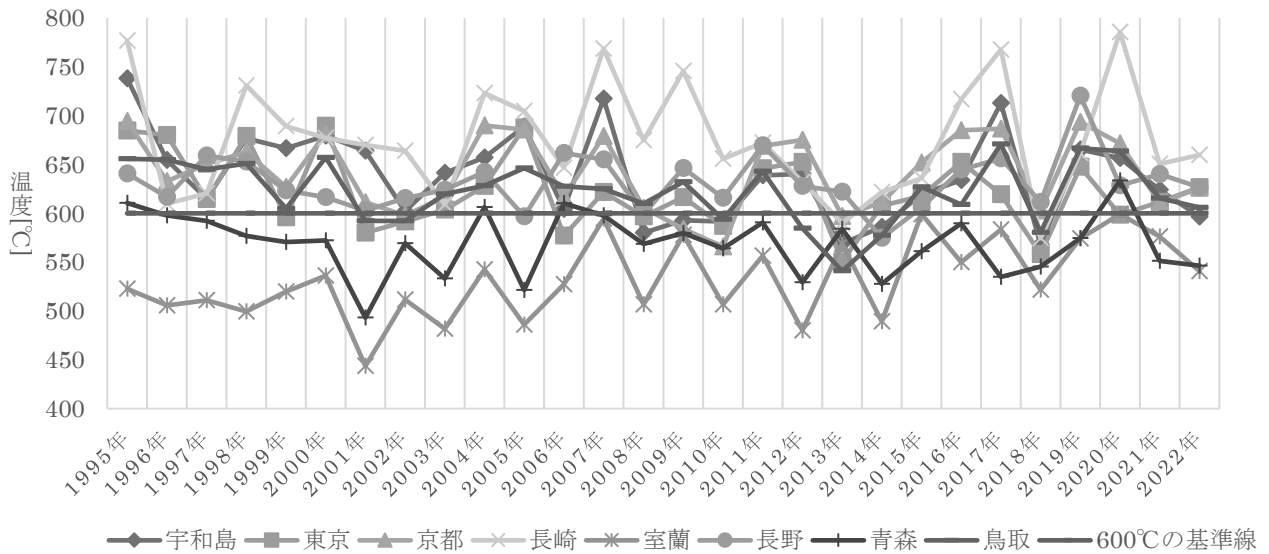


図2 2月1日から桜の開花日までの最高気温の合計（28年分）

全国各地の桜の開花日と日々の最高気温の合計との関係調べた結果、600度説は成り立つとは言えなかった。東京に近い場所ほど600度からの差が小さかった。意外なことに、宇和島市では、東京都から離れているにも関わらず、東京都と非常に似た結果が得られた。この理由をはっきりとはわかっていないが、宇和島市の温暖な気候が関係しているのではないかと考えている。グラフを読み取ると、数年に一度、合計気温が一か所に固まる年がある。これはエルニーニョ・ラニーニャ現象が関係していると考えられる。

(2) 400度説

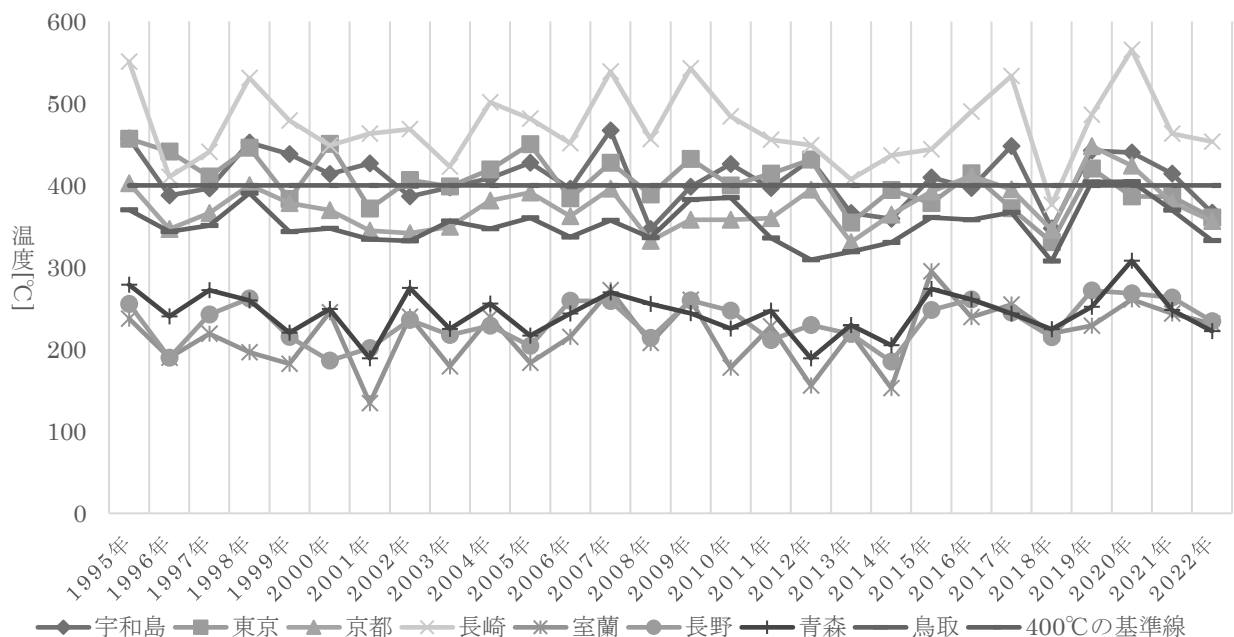


図3 2月1日から桜の開花日までの平均気温の合計（28年分）

図3を見ると、各県の折れ線の形はどの県も似ており、平均気温の上下するタイミングはどの県も同じだということがわかる。600℃説と同様に、東京都から離れるほど400℃からの差が大きくなっている。東京都では毎年400℃からの差は小さく、これらの気温の平均を取ると約400℃となるため、400℃説は概ね成り立つと言える。また図3から、それぞれの県の気候によって、基準となる気温も変わるのではないかと予想した。青森、長野、室蘭はほかの5地点から大きく外れており、これらの場所では基準は低くなると考えられる。

(3) 梅の開花日との比較

梅の開花日から桜の開花日までの差を箱ひげ図(図4)と表1にまとめる。宇和島市の梅の開花日のデータは得られなかったことから、梅の開花日との比較はそれ以外の地点で行った。図4を見ると、室蘭と青森の2地点で、梅の開花日から桜の開花日の差の最小値が負の値になることがあるとわかる。このことから、気温の低く、北のほうに位置する地域では梅よりも桜が早く咲くことがあると言える。青森以外はどのデータも梅の開花日から桜の開花日までの差の最小値と最大値の差が大きく、梅の開花日と桜の開花日の関係性は見られなかった。

ここで青森県の結果に注目すると、青森県では、梅の開花日から桜の開花日までの差は桜の開花日が梅の開花日を追い越した年を除き、最短で同日、最長で7日という結果になった。このことから、青森の桜は梅の開花から一週間以内に開花するといえるのではないかと考えた。また、最大値と最小値の中央値からの差は、ほかの県と比較すると最も小さく、どちらもほぼ同じくらいの数値となった。そのため、青森県では梅の開花日を用いた桜の開花日の予想が可能ではないかと考察した。

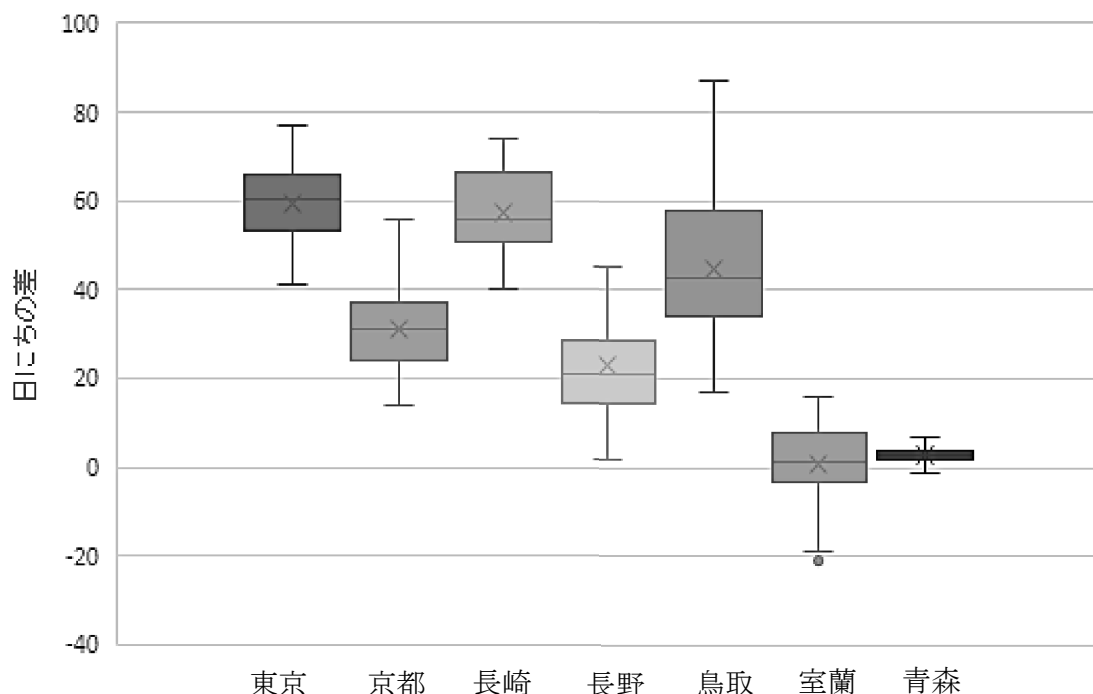


図4 梅の開花日から桜の開花日までの差 (箱ひげ図)

表 1 梅の開花日から桜の開花日までの差

	平均（日数）	最大値（日数）	最小値（日数）
室蘭	1.0	16	-21
青森	2.9	7	-1
長野	22.8	45	2
東京	59.3	77	41
京都	31.0	56	14
鳥取	44.7	69	17
長崎	57.5	74	42

5 まとめと今後の課題

この研究によって、桜の開花日の予測方法である 400℃の法則と 600℃の法則は、東京都では概ね成り立つことが明らかになったが、他の地域では東京都から離れていくにつれ、誤差が大きくなっていくことがわかった。また、今回は青森県での法則性を見つけることはできたが、日本のどの地点においても共通して言える規則性を見つけることはできなかった。しかし、考察と分析をさらに重ねれば規則性を見つけることができるかもしれないため、今後も粘り強く検証を行っていきたい。本研究では、休眠打破(花の芽が春先に咲くために成長するには冬の寒さが必要で、この寒さが植物の眠りを覚ますこと)があることを考慮出来ていなかったため結果が思うようにいかなかったのではと考えている。また、狂い咲き(風害や虫害などで異常落葉が起こり、休眠誘導物質の分泌がなくなって、さらに高気温が続くことで芽が休眠状態にならないで成長を開始して開花するといわれている)などの特殊な条件は複雑になるので考慮しなかった。桜の休眠打破の条件は 3~8℃³⁾と厳しいことからどの都市の桜もほとんど差がないグラフが作られるのに対して、梅の開花の条件は 0~12℃とかなり優しい⁴⁾ので休眠打破の時期がずれることも結果に大きな差ができてしまった要因だと思う。今後、梅の休眠打破を詳しく取り入れたグラフを作り、今回よりも精度の高いデータを集めたい。

参考文献

- 1) ウェザーニュース 2018/2/20 (<https://weathernews.jp/s/topics/201802/150105/>)
- 2) 気象庁ホームページ <https://www.jma.go.jp/jma/index.html>
- 3) 青野靖之. 温度変換日数法によるソメイヨシノの開花に関する気候学的研究. 大阪府立大学 学術情報リポジトリ. 1993
- 4) 青野靖之 佐藤和美. 休眠解除過程を考慮した西日本におけるウメの開花日の推定. https://www.jstage.jst.go.jp/article/agrmet1943/52/2/52_2_125/_pdf/-char/ja

段ボールの形状の違いによる避難所での防音効果

2年4組 高田 剣志 2年3組 中西 玲雄
2年3組 吉岡 大我 2年4組 大加田元輝
指導者 松岡 拓哉

1 課題設定の理由

近年、地震や大雨などの自然災害が多くなっており、被害が深刻な場合は避難所生活が余儀なくされる。この際、パーソナルスペースの確保のために、段ボールなどで作成したパーテーションが使われているが、隣の区画の赤ちゃんの泣き声や人の話し声が聞こえてくるなどの騒音問題が発生している。防音が十分にできない原因は、段ボールを透過してくる音の影響と同時に、パーテーションには屋根がないため、上部を回折して伝わってくる音の影響も大きいと考えられる。そこで我々は、段ボール上部の形状に変化をつけることで、音の回折を低減し、防音性を高められるのではないかと考えた。

2 仮説

濱田ら(2022)^[1]の研究では、段ボール内部の構造を変えることで防音性を高めようと試みていた。結果として、中周波域・高周波域の音に対しては防音効果がみられたものの、低周波域の音に対する成果はあげることができなかった。我々はこの原因が段ボールの上から回り込んでくる回折音の影響が大きいために、内部構造の変化だけでは低周波域の音を軽減できなかったのだと考えた。そこで、高速道路の防音壁の形状(図1)を参考に、段ボールの上部の形を変えることで、回折音を防ぎ、防音性を高めることができるのではないかと考える。



図1 高速道路の防音壁

3 研究内容

回折音の低減に適した段ボールの形状を効率的に見つけるため、まずは、シミュレーションソフトを用いて回折を防ぐことができるとともに、簡易性にも優れたパーテーションの形状について検討する。その結果をもとに、実際に段ボールでパーテーションを再現し、測定実験を行う。

4 シミュレーション実験

(1) シミュレーションの概要

従来の段ボールのまっすぐな形状(ストレート)と、段ボール上部の形状を高速道路の防音壁のように曲げたかもめ型、ストレートの上部に小さな屋根をつけたT字型について、それぞれ3分の1のスケールでモデル化したものを作成し、壁の上部を回折して伝わる音の音圧をそれぞれ測定・比較する。今回は、愛媛大学の中畑教授にご協力いただき、「SWAN21」というシミュレーションソフトを用いて、男性の話し声と女性の話し声の2つの周波数に分けてシミュレーションを行う。

(2) シミュレーション条件

避難所を宇和島東高校体育館と想定し、宇和島市のホームページ^[2]の情報をもとに以下の条件を設定した。ただし、後に3分の1スケールで実験を行うため、全ての条件を3分の1でシミュレーションを行う。用いる周波数は、男性の話し声が約500Hz、女性の話し声が約1000Hzであるが、波長も3分の1にする必要があるため、周波数を3倍にし、男性の話し声を500Hzか

ら 1500Hz に、女性の話し声を 1000Hz から 3000Hz に変更した。一世帯に与えられる床面積は、宇和島東高校体育館の収容面積と収容人数から算出したところ、8 m²であった。よって、声を発する人と声を受け取る人の双方が一边 2.8mの正方形の中心にいて、壁からの距離は 2.8m/2=1.4m とした (図 2)。

また、避難所のパーテーションの高さは 1.4m~ 2.0m とばらつきがあるようだが、3分の1スケールで実験を行うことから、3で割り切れる 1.8m に設定した。発音点、測音点の高さは、国土交通省^[3]が発表している男子、女子の平均座高のデータより、男子の平均座高と女子の平均座高を平均して 87cm とし、壁の材質は、段ボールと似た素材であるセルロースと設定した (図 3)。

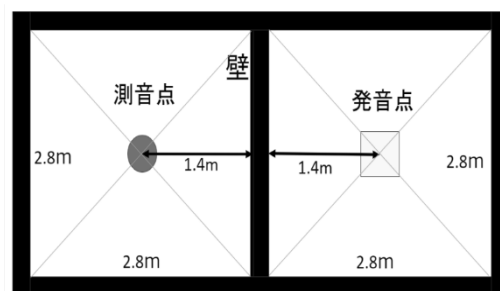


図 2 条件を上から見た図

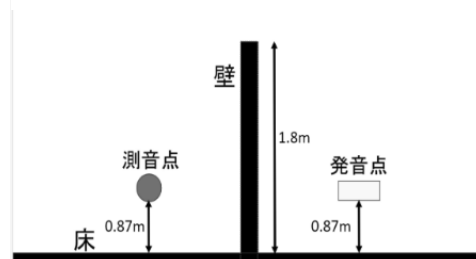


図 3 条件を横から見た図

(3) シミュレーション結果と考察

シミュレーションの様子を以下に画像で示す。画像を見ると、回折音を低減する効果は T 字型 (図 6)、かもめ型 (図 5)、ストレート (図 4) の順に高いことが分かる。

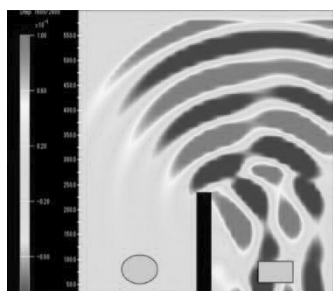


図 4 ストレート

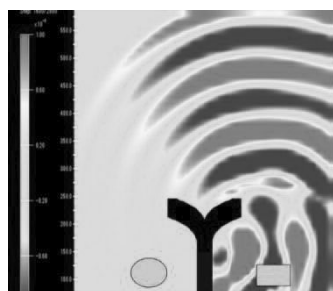


図 5 かもめ

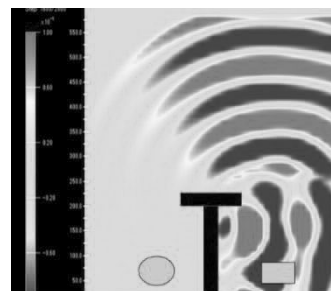


図 6 T字

また、シミュレーション結果をグラフにまとめたものを以下に示す。1500Hz (図 7)、3000Hz (図 8) とともに上部に変化を施したかもめ型・T字型がストレートに比べ、回折音を防ぐ効果が高いことが分かり、音が回り込みにくい構造だと言える。また、グラフの最大音圧に着目してみると、特に T 字型が最も効果が高いことが分かった。ストレートに比べ 1500Hz では 2 倍程度、3000Hz で 3 倍程度回折音を軽減する効果が期待できることが分かった。

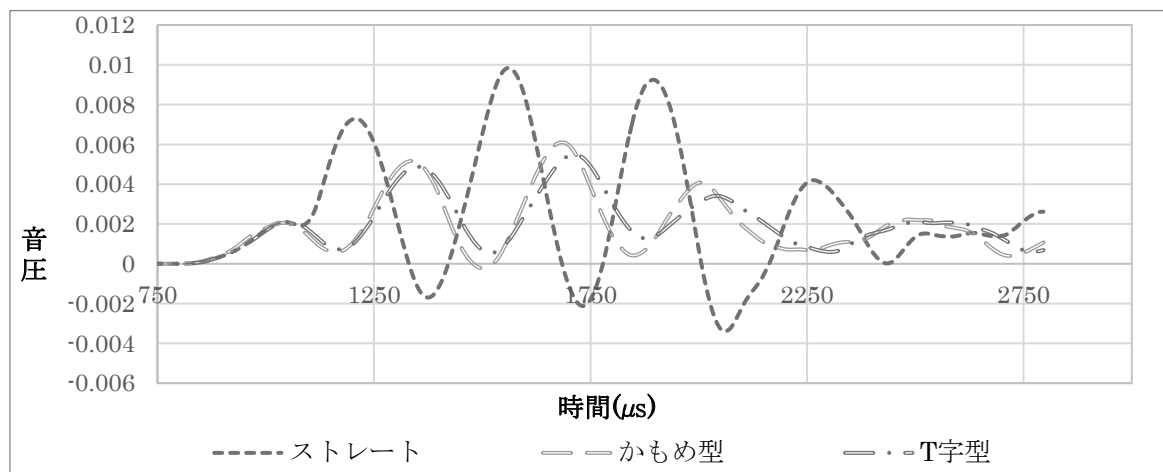


図 7 1500Hz

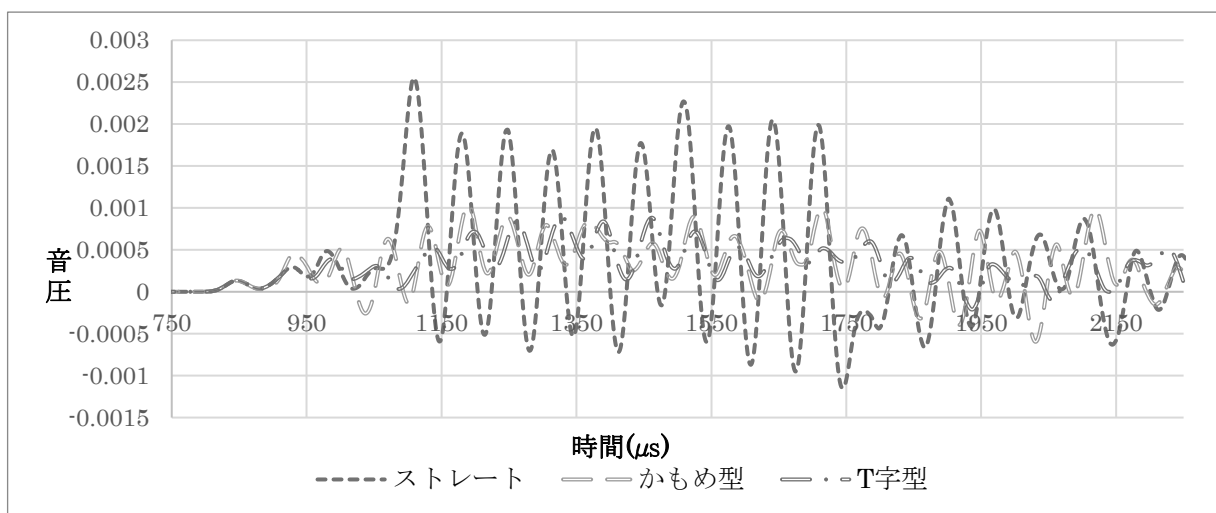


図 8 3000Hz

5 測定実験

(1) 測定実験の概要

シミュレーションを行った結果から、回折音の低減効果および簡易性に優れた T 字型に焦点を当て、実験を行う。T 字型の壁と屋根との接合にはアルミ線を用いる。なお、屋根の長さの違いによる回折音の低減効果についても調べるため、上部の板の長さを 0 cm (ストレート)、20cm (片側 10cm)、30cm (片側 15cm)、40cm (片側 20cm) と変化させる。周波数をそれぞれ 1500Hz、3000Hz とし、実際の音圧レベル [dB] についてそれぞれ 3 回ずつ測定を行い、比較する。



図 9 測定実験の様子

(2) 測定実験の条件

シミュレーション条件で示した設定の 3 分の 1 のスケールで測定実験を行う。発音点と測音点の高さを 29cm、壁の高さを 60cm、壁と発音点・測音点の距離を 47cm とする。実験は、宇和島東高校放送室で行い、発音器には PC 用音波発生ソフト「発音」、測定器にはスマートフォン用アプリケーション「sonic tools」を使用する (図 9)。

(3) 測定実験の結果と考察

測定値を平均した結果を表 1 に示す。結果から、1500Hz では 60dB 台から 50dB 台まで音圧レベルが下がり、これは普通の会話程度から静かな事務所程度まで騒音レベルを軽減することができたと言える。また、3000Hz では 50dB 台から 40dB 台まで音圧レベルが下がり、これは静かな事務所程度から図書館程度まで騒音レベルを軽減することができたと言える。

表 1 音圧レベルの測定結果

屋根の長さ	1500Hz	3000Hz
0cm	65.1dB	58.8dB
20cm	64.9dB	55.8dB
30cm	60.1dB	48.1dB
40cm	57.2dB	48.2dB

次に、より正確な考察を行うため、音圧レベルを音圧に変換する。音圧レベルと音圧の間には次の関係式が成り立つ。

$$D=20 \log_{10} \frac{P_1}{P_0} \quad (\text{音圧レベル } D \text{ [dB], 音圧 } P_1 \text{ [Pa], 基準音圧 } P_0 \text{ [Pa]})$$

屋根の長さと言圧の関係を表したグラフを以下に示す。

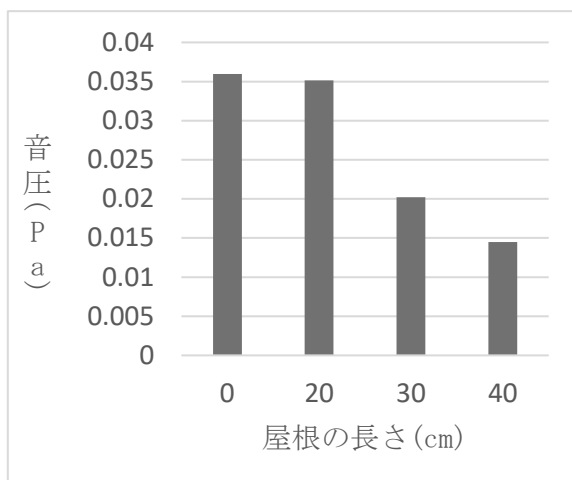


図 10 1500Hz

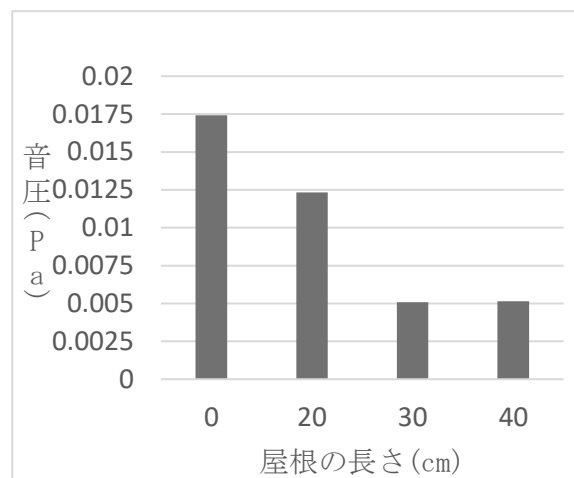


図 11 3000Hz

1500Hz (図 10)、3000Hz (図 11) とともに、屋根の長さが 30cm を超えると回折音を低減する効果が顕著に表れるといえる。一方、1500Hz については、屋根の長さ 20cm~40cm で大きな差が出たのに対し、3000Hz については、0 cm~30cm で差が見られた。この結果から、低周波域の音は波長が長いため、回折を防ぐために長い屋根が必要であるが、高周波域の音は波長が短いため、短い屋根でも回折を防ぐ効果を発揮できるのではないかと考えられる。防音効果について、1500Hz では最大で約 2.5 倍、3000Hz では最大で約 3.3 倍程度向上させられることが分かり、T 字型パーテーションの有用性が実証できた。また、屋根の長さ 0 cm (ストレート) において、3000Hz の方が音圧が小さいのは、そもそも高周波域の音は回折しにくい性質をもつためだと考えられる。

6 まとめと今後の課題

本研究から、避難所で発生する騒音問題を解決するために最適なパーテーションの形状は T 字型だと分かった。また、騒音の周波数に応じて、適切な屋根の長さが増えるため、実際に避難所への導入を考える際には、こういった騒音軽減を目的としたパーテーションなのかを事前に吟味する必要がある。今後は、T 字型のパーテーションを簡易的に組み立てられる方法を検討し、製品化を目指していきたい。

謝辞

本研究を進めるにあたりご協力いただいた愛媛大学の中畑和之教授にこの場を借りて感謝申し上げます。

参考文献

- [1] 濱田妃夏ら「段ボールによる防音効果」 令和 3 年度 SSH 生徒課題研究論文集
- [2] 宇和島市 HP
https://www.city.uwajima.ehime.jp/uploaded/life/64223_172823_misc.pdf
- [3] 国土交通省 <https://www.mlit.go.jp/common/001225746.pdf>

牛鬼に金棒！！～腕を振るだけで悔いは残らないのか～

2年4組 宇都宮正悟 2年4組 西田 泰輝
2年4組 濱田 雷士 2年4組 水野 一馬
指導者 長瀧 剛

1 課題設定の理由

本校野球部は昭和63年春の選抜高等学校野球大会で初出場初優勝の偉業を成し遂げている。また、平成に入っても春夏4期連続甲子園出場や3大会連続夏の甲子園出場など輝かしい成績を残している。しかし、近年では令和元年夏の甲子園出場を最後に甲子園から遠のいている。全国でも名が知られている牛鬼打線に優れた投手力を加えることでかつてのような成績を残すことができるのではないかと考えた。そこで我々は投球時におけるリリースの瞬間の手首の角度と球速の関係について本校野球部の協力のもと研究し、速球を投げる最適な手首の角度を導き出すことで野球部復活の手助けができると考え本研究を行うことにした。

2 仮説

投手がボールをリリースする際の手首の角度とボールへの力の伝達率（球速／腕の振りの速さ）には関係がある。

3 研究の方法

- (1) アームマシンでアーム（腕）の振りを一定にして爪（手首）の角度を変えて球速を測し、各角度における力の伝達率を求める。
- (2) 野球部員（20人）の投球から次のものを測定する。
 - a MA-Qを用いて投球の球速、回転数を測定する。
 - b 動画を撮影し、動画解析アプリ（スプライズーション）（**図1**）を用いてリリース時の腕の振り、手首の角度を計測する。
- (3) (2)により腕の振りを最もボールに伝えられる角度を決定する。

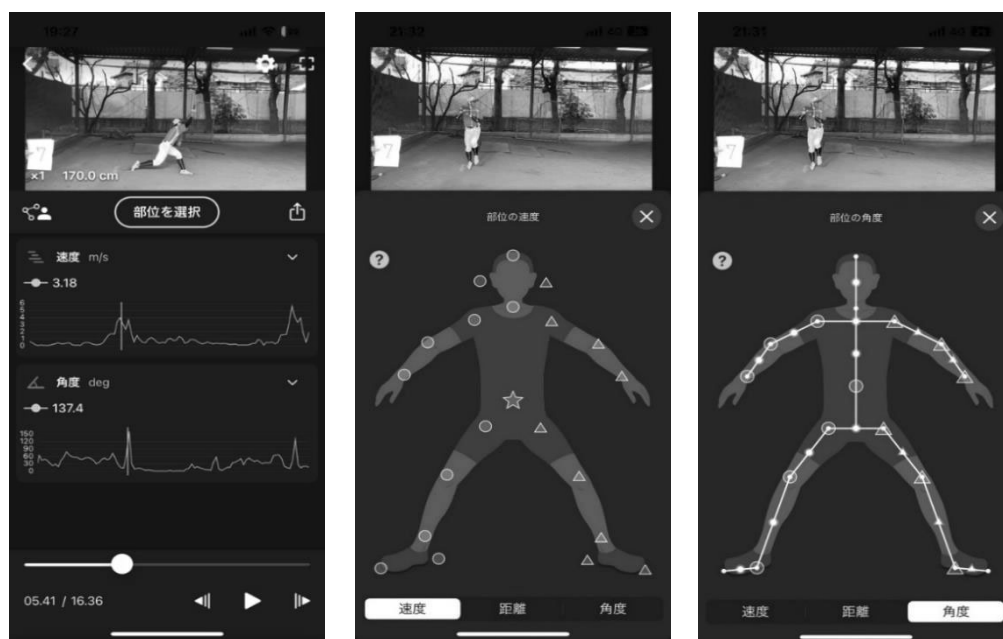


図1 スプライズーション

（体の各部位の角度/角速度、速度/加速度/特定の位置からの距離が測定可能）

4 結果と考察

(1) アームマシンを用いた場合

アームマシンのアーム部分に対して爪部分の前傾角度を変化させて（**図2**）伝達率を算出する。マシンでは爪の角度と球速のみに着目すると、角度が大きくなるにつれて球速は上がっているが、伝達率を比較すると大きな差はみられなかった。球速が上がった理由としては、角度を大きくすることによりリリースポイントが遅れるため、より腕の振りが速くなったからだと考えられる。



左のような角度の見方で記録を取る
例：写真では、10度

図2 アームマシン

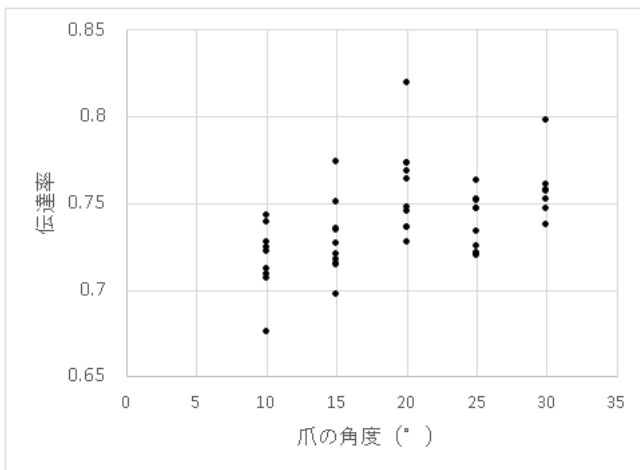


図3 爪の角度と伝達率

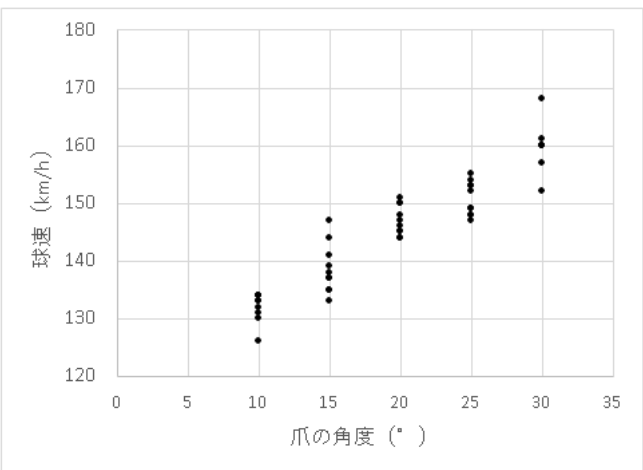


図4 爪の角度と球速

(2) 野球部員の投球を用いた場合

野球部員の投球全 200 球のうち、すべての項目を測定できた 158 球の測定結果をまとめものが**表1**である。また、手首の角度と伝達率の関係を**図5**、手首の角度と球速との関係を**図6**に示した。

表1 角度と伝達率・球速

角度 (°)	平均伝達率	最高伝達率	平均球速 (km/h)	最高球速 (km/h)
0 以上 10 未満	4.5622	16.2037	117.0	135.5
10 ~ 20	4.6979	15.4909	116.0	134.9
20 ~ 30	3.4456	10.9359	121.0	132.2
30 ~ 40	4.2464	8.6860	120.0	127.7
40 ~ 50	4.1023	6.9864	125.2	133.8
50 ~ 60	4.5849	7.7678	120.9	135.5
60 以上	4.7676	9.7928	119.8	131.7

表1は角度10°ごとの伝達率と球速の平均値と最大値をまとめたものである。伝達率においては平均値に着目すると各角度における差はないが、最大値に着目すると角度が小さいほうが伝達率は高くなっている。また、球速においては、平均値は20°から50°で高くなっているが、最大値に着目すると30°から40°で最も小さい値をとっている。これらのことは図3、図4からも読み取れる。

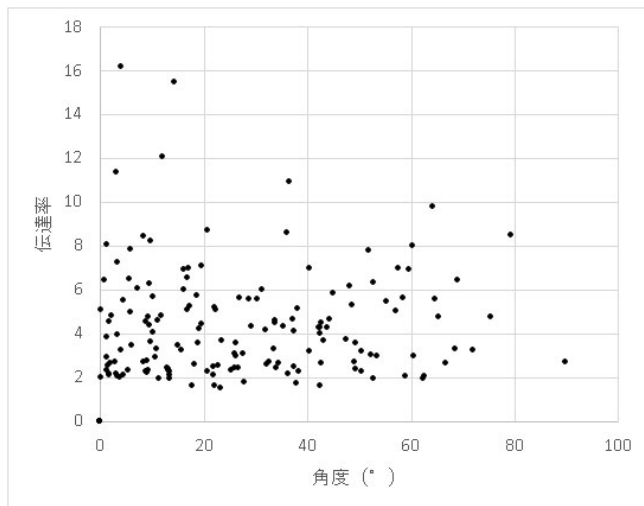


図5 手首の角度と伝達率

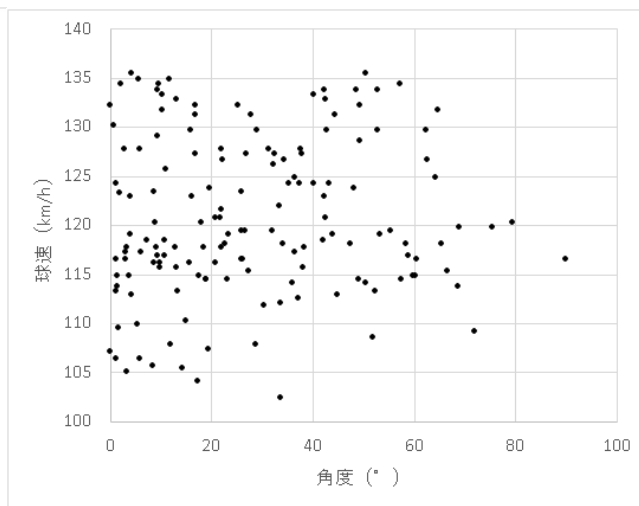


図6 手首の角度と球速

また、図7は伝達率と球速の関係の散布図であるが、この2項目の相関係数は0.07であるしたがって、伝達率と球速にはないということが言え、力を伝えることが球速を上げることに繋がるということが分かる。

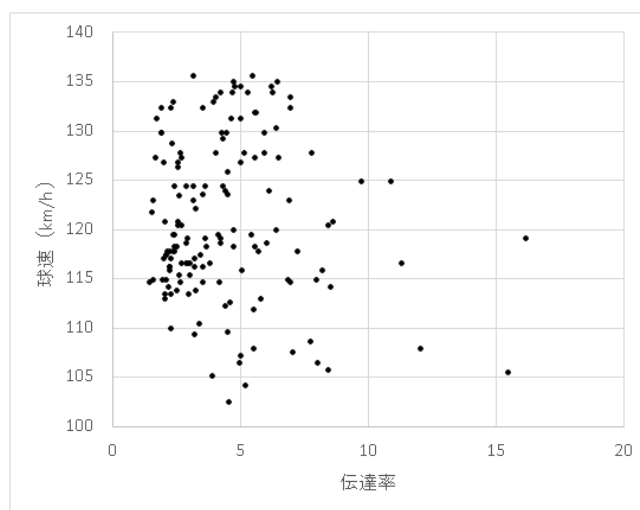


図7 伝達率と球速

表2は手首の移動速度に対する球速の平均値と最大値である。ここからも分かるようにこれらの項目の相関関係は0.04であり、手首の速度（腕を振ること）が球速を上げる要因になるとは言えない。

表2 手首の速度と球速

手首の速度 (km/h)	平均球速 (km/h)	最高球速 (km/h)
10未満	110.7	119.0
10～20	117.3	133.3
20～30	123.4	135.5
30～40	115.5	133.8
40～50	117.4	135.5
50～60	119.0	132.8
60～70	129.6	132.2
70～80	122.0	131.2

5 まとめと今後の課題

本研究の結果から手首の角度と球速、伝達率と球速には関係がないということが言え、仮説に反する結果となった。これは、投球のリリースポイントの手首の角度にのみ焦点を当てて研究を行ったからであり、他の体の部位の動きが結果に関与している可能性があることが考えられる。ステップ幅やステップ速度、重心移動速度やリリース時の手首の動きなど、瞬間の手首の角度のみでは導きづらいということが言える。今後の課題としては、スプライザモーションを用いて投球フォームを解析する際に、手首のみでなく、肩や腰の回転速度など、選択する部位を増やすことで球速を上げるポイントをより明らかにすることが挙げられる。

謝辞

本研究を行うにあたりご協力いただいた株式会社 SPLYZA 様、本校の野球部の皆様はこの場をお借りして感謝申し上げます。

パンタレイ風車の効率化

～風の有効活用～

2年3組 鼻野 翔 2年4組 加藤 景士 2年4組 竹本翔乃介
2年4組 濱田 闘志 2年4組 毛利 優進
指導者 中村 俊貴

1 課題設定の理由

現在の風車では、騒音問題や風が強すぎると過回転し破損するなどの問題がある。そこで、風が強すぎても過回転しないパンタレイ風車でこれらの問題を解決しようと考えた。

また、パンタレイ風車は向かってくる風を約90%以上無駄にしてしまうので、その問題を解決し、パンタレイ風車の効率化を行おうと考えこの課題を決定した。

2 パンタレイ風車について

パンタレイ風車はリングと円柱翼によって構成されている。円柱翼後方にリングを付けて距離を調節すると回転する。円柱翼は従来の風車に用いられるブレードとは異なり、ペットボトルや金属製の円柱など様々なもので応用でき、低コストである。回転するメカニズムは、リングと円柱翼の間に縦渦が生じることで流速に差が生じ、円柱に揚力がはた

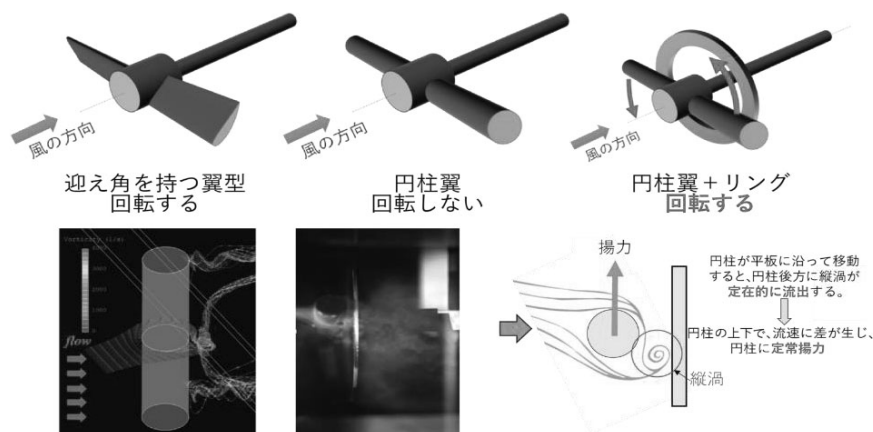


図1 パンタレイ風車の原理

出典：株式会社パンタレイ 風車事業ホームページ

<https://www.pantarhei-nagaoka.com> > windmill

らくことで回転する（図1）。低回転でありながら高いトルクを持っており、安全性が高く住環境適応性が高い。また、円柱翼とリングとの距離を調整することで縦渦の発生を減少させ、回転速度の調整ができる点などがメリットとしてあげられる。しかし、前述にもあるように風を全て縦渦の発生に使うことが出来ず約90%を無駄にしてしまい従来の風車より効率が悪い点がデメリットとしてあげられる。

3 仮説

- (1) 円柱翼を長くし、太くすることによって発電できる電気量が増えるのではないのか。
- (2) リング部分を大きくすることによって、発電量が増えるのではないのか。
- (3) リングの大きさと円柱翼の長さには関係性があり、それらの改善により、回転効率が従来より上昇するのではないのか。

4 研究の方法

(1) 小型のパンタレイ風車の作成

ペットボトルの蓋と全長 5cm 程のストローを用いて擬似的に従来のパンタレイ風車と似た形状の小型のパンタレイ風車を作成した(図 2)。風を真っ直ぐ当てるためにサーキュレーターを用いて角度を調整しながら実験を行った。この時、パンタレイ風車とサーキュレーターの距離は 140 cm とする。

従来のものと同じようにリングと円柱翼であるストローの距離を一定にした場合に激しく回転を行い、リングとストローの距離を限りなく近くした時に回転が停止した。また、リングとストローとの距離を限りなく遠くした場合にも円柱翼の回転は停止した。

今回の実験ではサーキュレーターの風が回転を帯びながら発生している(図 3)ことを考慮していなかったため、ストロー自体の回転が円柱翼とリングとの間に生じる縦渦によるものなのか、サーキュレーターによって生じる風によるものなのか判断出来ない。また、リングとストローの距離を限りなく近くした時に停止したのは単に距離を近づけすぎた結果、摩擦が生じたことより、一時的に停止しただけであると考察した。さらに、風車自体の大きさを小さくしすぎた結果、パンタレイ風車を固定することが出来ず、班員が手で持った状態での実験だったこともあり、これらの実験の正確性は立証することが出来ないと判断した。このことを考慮し、更に大きなパンタレイ風車を擬似的に作り、できる限り従来のものと似たような構造になるように改善をしながら進めていく。

(2) 大型のパンタレイ風車の作成

小型のパンタレイ風車の時と比べて大きく改善しなければならない点はリングと円柱翼のサイズとパンタレイ風車自体の固定、サーキュレーターの風に生じる渦を出来る限り減少させた状態での回転の 3 つであると判断した。この事からリングも円柱翼もさらに大きいものを使用することにより、縦渦の発生をより簡易的にすることができるよう、それぞれ発泡スチロールとペットボトルを使用することにした。パンタレイ風車の固定については、実験用スタンドを用いてリングと円柱翼をそれぞれ固定し、円柱翼の部分のみを前後に動かせるようにした。これによって、風を真っ直ぐ受けながらリングと円柱翼の隙間を調整出来るようにした。サーキュレーターに生じる風はダンボールを網目状に組み合わせた箱を風洞としてサーキュレーターとパンタレイ風車の間に設置することによって発生する渦を纏った風がひとつひとつの隙間に入り、渦をできるだけ消失した形でパンタレイ風車の元

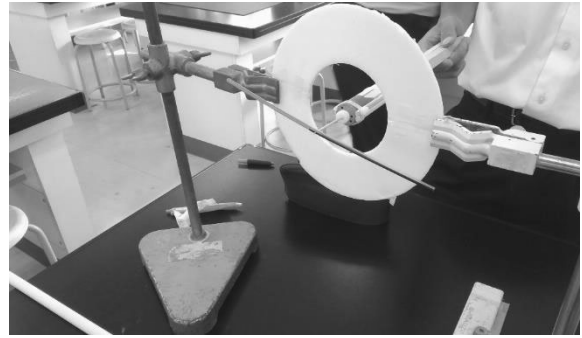


図 2 円柱翼が細い小型のパンタレイ風車

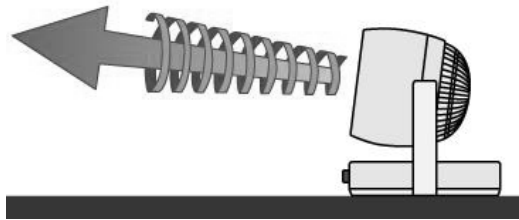


図 3 サーキュレーターの風の動き
出典：株式会社ライフテックスホームページ
<https://life-techs.jp> > air-circulator

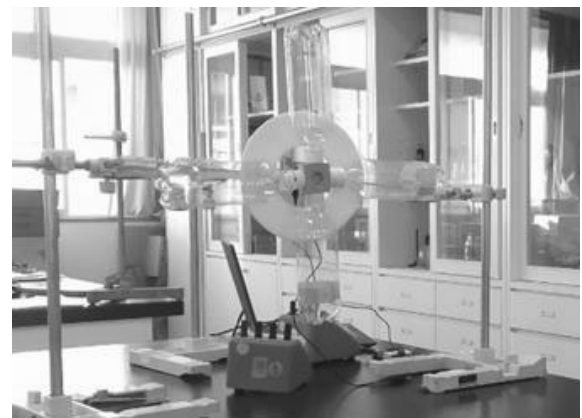


図 4 円柱翼が太い大型のパンタレイ風車

に届くと想定し作成を行った（図4）。

(1)のパンタレイ風車と比べて装置の全体を変えたことにより、測定の安定性は確保出来たと考える。風洞を設置したことにより、同じような向きで回転することも無くなったため、ある程度はサーキュレーターによる渦を消失させることが出来たと考える。また、円柱翼の材質をペットボトルに変えたことにより、回転の速さが上昇し、ストローの時よりも多くの回転による電力を生み出すことができ、リングの材質を発泡スチロールに変えたことにより、大きさの柔軟な変更や縦渦のできる面積が拡大したため、小型のパンタレイ風車よりも発電効率が上昇するのではないかと思う。しかし、材質をペットボトルに変更したことにより、重心が安定していなかったため、重心の安定の確保を第1に考える必要があり、より強固な円柱翼を作っていく必要がある。重心が安定していないので回転を始めて数秒経つとブレードが落下したため、安定性に不備が見られた。ブレード自体が斜めになっていたのが原因と考えたので、もっと安定したブレードを作っていくかなければならない。

5 実験

4の(2)で作った装置を利用してパンタレイ風車を回転させ、電圧を測定する。測定にあたり円柱翼であるペットボトルの大きさやリングの大きさも変更しながら行っていく（図5）。電圧の測定はPCに接続したデータロガー（Dr.DAQ）を用いて信号を取り込み、高精度デジタル波形解析が行えるオシロスコープアプリ（Pico Scope）を用いてPCの画面上に測定する電圧を表示することによって行う。これらの波形を解析し、円柱翼とリングを変えて出てきた波形に生じる変化を読み取り、記録する。また、測定する電圧の平均値は、より安定性のある記録にするため、100秒のうち、40秒から60秒の間の値を抽出し、算出したものとする。

パンタレイ風車は、1つの角材に4本のペットボトルの固定を行い、ベアリングと軸部分の隙間をなくすために、グルーガンを用いた固定を行った。

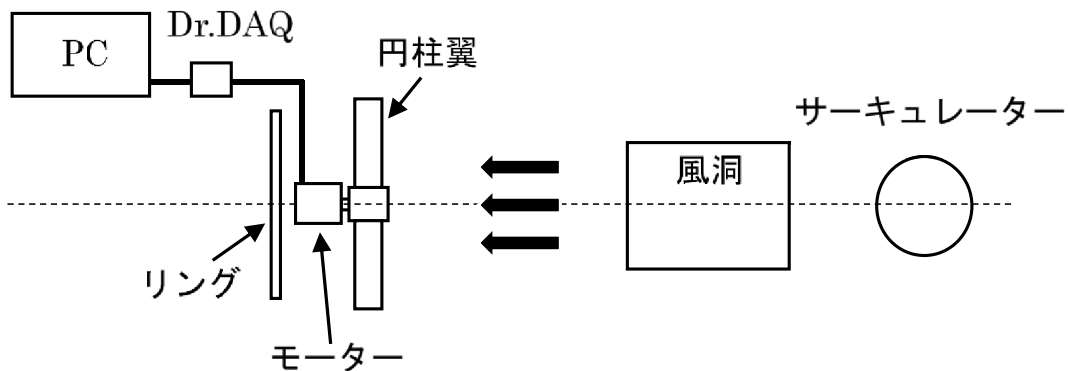


図5 実験装置

6 結果

今回計測したグラフは、波形がほぼ一定の形状になっていたため、計測の正確性はあると考えた。この結果より、大リングのパンタレイ風車の電圧の平均値は約0.23V、小リングのパンタレイ風車の電圧の平均値は約0.06Vという結果になったので、大リングは小リングよりも約4倍発電することができると分かった。

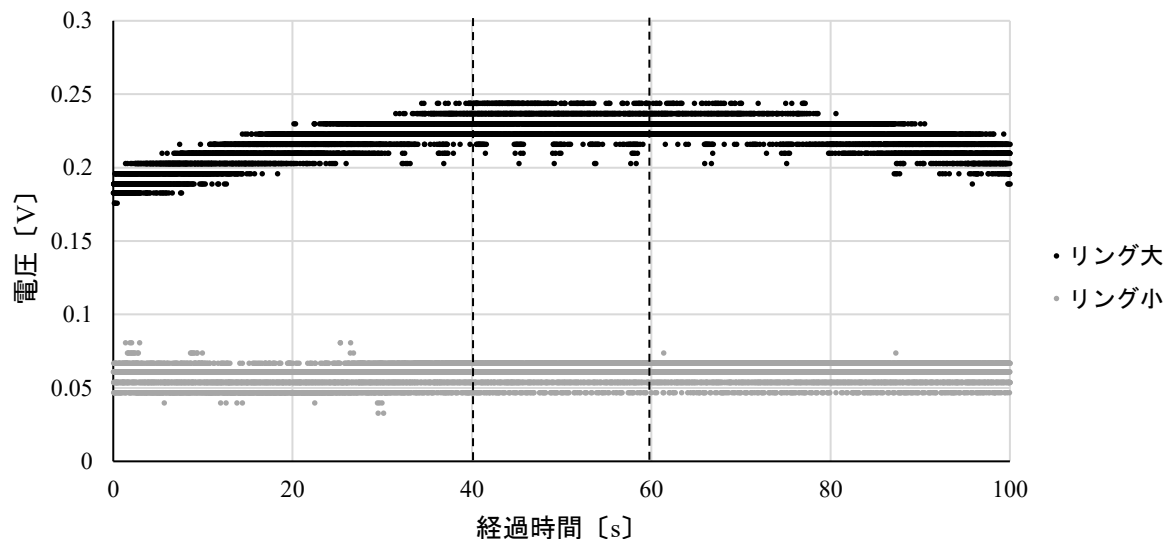


図6 リングの大きさの違いによる電圧の変化

表1 リングの大きさと電圧の関係

	小リング	大リング	ブレード
外径 [cm]	10.25	19.75	28.25
内径 [cm]	5	6.5	—
面積 [cm ²]	80.26	347.81	632.02
電圧 [V]	0.061	0.231	—

※電圧は40～60秒の電圧の値の平均値

7 考察と今後の課題

パンタレイ風車のリングと円柱翼の大きさを大きくすればするほど、リングと円柱翼の間に生じる縦渦の量が多くなることから、リングがたくさん回転し電圧が高くなったと考察する。また、電圧の平均値に約4倍ほどの差があったが、発電量が微量なことから、直接的な効率化に成功したとは言いきくは難しいと考える。だが、今回用いたリングや、円柱翼はどれも単位がcmだったので、大きくした際に今回の実験と同様の結果を得られることができればかなりの効率化といえる。図4のブレードを用いた際に、小リングでの実験時には、発電効率が減少したことから、ブレードとリングの大きさには、関係性があると考えた。今後はリングやブレードの大きさを変更しつつ、最適な関係を探していきたい。

謝辞

本研究を進めるにあたって、協力いただいた先生方や、パンタレイ風車の制作を行った株式会社パンタレイにこの場を借りて、謝辞を申し上げます。

参考文献

- ・株式会社パンタレイ 風車事業 新動力技術「縦渦リニアドライブ」
<https://www.pantarhei-nagaoka.com> > windmill
- ・ライフテックス サーキュレータの効率的な使い方とは？
<https://life-techs.jp> > air-circulator

画像解析による気象予測

2年3組 坂本 颯平 2年4組 高田 悠生 2年4組 田村 優芽
2年4組 近平まるこ 2年4組 福溜 瑛太
指導者 二宮 政人

1 研究の背景

既存の天気予報は、市町村より限定的な範囲での情報がなく、局地的な天気の変化を予測しづらい。積乱雲による局地的な大雨などの急な気象変化に対応するためには、自分がいる場所の少し先の天気を「誰もが」、「どこにいても」、予測できることが必要である。したがって私たちは、撮影した空の画像を取り込むだけで、1時間後の天気の確率を算出するプログラムの開発により、「誰もが」、「どこにいても」、1時間後の天気をより限定的な範囲で予測できるようにしたいと考え、本研究を行った。ここで、本研究では、まずは宇和島東高校において天気を予測することを目標にした。

2 研究の方法

以下の①～③の方法で研究を行った。

- ① 撮影した空の写真から、パソコンにインストールした Python を用いて RGB を算出し、同ソフト内で RGB から色相値を計算した。なお、天気の状態は晴れ・くもり・雨で分類するものとする。
- ② 先行研究より、一年を通して最も色相と天気の関係が強いのは、仰角は 45 度、時刻は撮影から 1 時間後、方位は南南西であることがわかっている。^{1),2)} よって本研究では、先行研究では観測していなかった南東や、気象庁が観測している地域別の上空の風向きも考慮し、「南東」、「南南西」、「上空の風向き」の三方位（上空の風向きは 11 月から観測し始めた）を撮影した。（以降、それぞれ南東、南南西、風向き、と記す。）なお、「上空の風向き」は気象庁のホームページ³⁾から確認することとする。撮影方法は、宇和島東高校の屋上から肉眼に近づくようにシャッタースピードを調整し、行った。
- ③ 撮影した写真を PC に取り込み、Python で作成したプログラムに入力して RGB の値や色相値、確率などを算出した。プログラムによって予測した天気の正確性の検証方法として、1 月のデータを用いた。

観測器具と観測条件は以下の通りとし、加えて観測時の湿度と気温を記録する。

(1) 観測器具

- ・カメラ (Canon PowerShot SX720 HS)
- ・気温計 (LM-8000)

(2) 観測条件

- ・場所 宇和島東高等学校 理科教棟屋上 (33.22°N,132.56°E)
- ・期間 9月～1月 (結果としてまとめるのは11月～12月とする)
- ・時刻 8:00 / 13:00 / 17:00
- ・仰角 45度
- ・方位 南東/南南西/観測時の上空の風向き
- ・シャッタースピード 適正



図1 撮影時の様子

3 結果と考察

(1) プログラム

今回作成したプログラムは下の写真の通りである。以下の1~4の流れで行った。

1. 写真を取り込む
2. 色相を算出する (64か所の平均)
3. 事前に算出した標準偏差と平均値をもとに確率分布を求める
4. 確率を算出する

```

1 from PIL import Image
2 import numpy as np
3 #5184*3888
4 i=1
5 j=1
6
7 c=0
8 e=0
9 l=0
10 Ps=0
11 Pc=0
12 Pr=0
13
14 picture='20240123 17時 x.JPG'
15 def RGB():
16
17     im = np.array(Image.open(picture))
18
19     i=1
20     j=1
21     k=0
22     S=0
23
24     for j in range(8):
25
26         for i in range(8):
27             c=0
28             R, G, B, = im[500*i+1,500*j+1]
29             #計算回数
30             # V=max(R,G,B)/256
31             #Vの範囲を指定
32             if R==G and G==B and R==B:
33                 print('-----')
34
35             else:
36                 if 2*R>(G+B):
37                     if G<B:
38                         a=(G-B)-256
39                         c=(np.arctan((3**0.5)*a/(2*R-G-B)))*180/np.pi
40
41             else:
42                 c=(np.arctan((3**0.5)*(G-B)/(2*R-G-B)))*180/np.pi
43
44             else:
45                 b=(2*R-G-B)-256
46                 if G<B:
47                     a=(G-B)-256
48                     c=(np.arctan((3**0.5)*a/(b)))*180/np.pi
49
50             else:
51                 c=(np.arctan((3**0.5)*(G-B)/(b)))*180/np.pi
52
53         if 20<c<35 :
54             if c<0:
55                 print('  曇 ')
56             elif c>0:
57                 S=S+c
58
59             k=k+1
60             print(k)
61             #色相(度)は25~35とする
62
63     e=S/k
64     d=round(e,2)
65     print('-----')
66     print('色相値の平均は '+str(d))
67     print('-----')
68     print(picture)
69     print('-----')
70
71     o1=1.59
72     mu1=28.68
73     o2=1.13
74     mu2=27.59
75     o3=1.43
76     mu3=28.37
77     f1=1/((2*np.pi*(o1**2))**(1/2))
78     g1=(d**2+mu1**2-((2*d)*mu1)/(2*(o1**2)))
79     f2=1/((2*np.pi*(o2**2))**(1/2))
80     g2=((d-mu2)**2)/(2*(o2**2))
81
82     f3=1/((2*np.pi*(o3**2))**(1/2))
83     g3=((d-mu3)**2)/(2*(o3**2))
84     print(d)
85     print(mu1)
86     print(g1)
87     x=f1*(np.e**((-1)*(g1)))
88     y=f2*(np.e**((-1)*(g2)))
89     z=f3*(np.e**((-1)*(g3)))
90     Ps=(x/(x+y+z))*100
91     Pc=(y/(x+y+z))*100
92     Pr=(z/(x+y+z))*100
93     print(x)
94     print(y)
95     print(z)
96     print('晴れの確率は'+str(Ps)+'%です')
97     print('曇りの確率は'+str(Pc)+'%です')
98     print('雨の確率は'+str(Pr)+'%です')
99
100 RGB()

```

図2 今回作成したプログラムの画像

ここで、先行研究で用いられていたガウス関数と天気の関係²⁾をプログラムに用いた。図3にそれを示す。(σ：色相の標準偏差、μ：色相の平均値を表す。)

各天気の分布 $f(x)$ について次式を使用

$$f_{\text{晴れ}}(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{\text{晴れ}}} \exp\left\{-\frac{(x-\mu_{\text{晴れ}})^2}{2\sigma_{\text{晴れ}}^2}\right\}, f_{\text{曇り}}(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{\text{曇り}}} \exp\left\{-\frac{(x-\mu_{\text{曇り}})^2}{2\sigma_{\text{曇り}}^2}\right\}, f_{\text{雨}}(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{\text{雨}}} \exp\left\{-\frac{(x-\mu_{\text{雨}})^2}{2\sigma_{\text{雨}}^2}\right\}$$

各天気の確率 $P(x)$ について次式を使用

$$P_{\text{晴れ}}(x) = \frac{f_{\text{晴れ}}(x)}{f_{\text{晴れ}}(x)+f_{\text{曇り}}(x)+f_{\text{雨}}(x)} \times 100, P_{\text{曇り}}(x) = \frac{f_{\text{曇り}}(x)}{f_{\text{晴れ}}(x)+f_{\text{曇り}}(x)+f_{\text{雨}}(x)} \times 100, P_{\text{雨}}(x) = \frac{f_{\text{雨}}(x)}{f_{\text{晴れ}}(x)+f_{\text{曇り}}(x)+f_{\text{雨}}(x)} \times 100$$

図3 プログラムで使用するガウス関数と天気の確率の求め方

(2) 方位と確率に関する検証

11月～12月のデータから作成した気象予測のプログラムにより、1月の気象予測の検証を行う。方位別に気象予測の正確性について点数評価を行った。点数の内訳として、予測した天気と実際の天気が合致しない場合を0pt、予測が的中した場合、予測した確率が高い方から順に3pt、2pt、1ptとする。また、予測した天気と実際の天気が合致しなかった回数を調べる。

例) 実際の1時間後の天気が晴れ

プログラミングによる1時間後の天気予測(晴れ、くもり、雨)の中で1番高い確率
 …南東:晴れ60%、南南西:晴れ50%、風向き:くもり50%の場合
 →南東:3pt、南南西2pt、風向き:0pt

表1 方位と確率の検証の結果

方位	観測時の天気	1時間後の天気	3pt(回)	2pt(回)	1pt(回)	0pt(回)	合計(回)	合計(pt)
南東	晴れ	晴れ	1	4	0	10	15	11
		くもり	1	0	0	2	3	3
		雨	0	0	0	0	0	0
	くもり	晴れ	0	0	0	0	0	0
		くもり	2	2	1	1	6	11
		雨	0	0	0	0	0	0
	雨	晴れ	0	0	0	0	0	0
		くもり	1	0	0	1	2	3
		雨	0	0	0	2	2	0
合計			5	6	1	16	28	28
南南西	晴れ	晴れ	3	2	0	10	15	13
		くもり	0	1	0	2	3	2
		雨	0	0	0	0	0	0
	くもり	晴れ	0	0	0	0	0	0
		くもり	3	1	0	2	6	11
		雨	0	0	0	0	0	0
	雨	晴れ	0	0	0	0	0	0
		くもり	0	1	0	1	2	2
		雨	0	0	0	2	2	0
合計			6	5	0	17	28	28
風向き	晴れ	晴れ	6	3	0	6	15	24
		くもり	0	0	1	2	3	1
		雨	0	0	0	0	0	0
	くもり	晴れ	0	0	0	0	0	0
		くもり	0	1	1	4	6	3
		雨	0	0	0	0	0	0
	雨	晴れ	0	0	0	0	0	0
		くもり	0	0	0	2	2	0
		雨	0	0	0	2	2	0
合計			6	4	2	16	28	28

表1 より正確性について

- 観測時の天気が晴れ、1時間後の天気が晴れの場合、他2方位と比べて風向きのポイントが高い。
- 観測時の天気がくもり、1時間後の天気がくもりの場合、他2方位と比べて風向きのポイントが低い。
- どの天気の変化においても南東と南南西のポイントは同程度である。
- 3方位において、それぞれの合計ポイントの差はない。また、的中していない回数も大きな差はない。

以上のことから、どの方位においても明確な差はなく、より信頼できる方位を断定することは難しい。また、プログラムについても正確性の高いものは作成できなかったと言える。その理由としては、本研究で作成したプログラムで用いた平均値や標準偏差は方位で区別しておらず、すべての方位によるデータから算出した値を使用していることが関係していると考えられる。

(3) 1時間後の天気と RGB の合計に対する赤・青・緑の割合の関係 (12月 風向き)

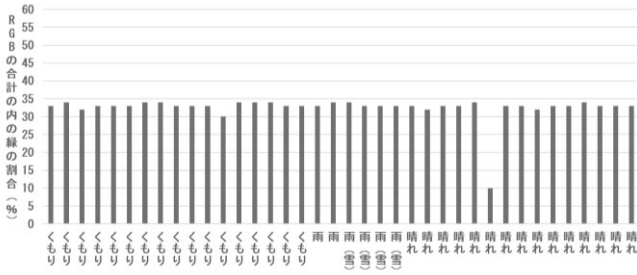


図4 1時間後の天気と緑の割合の関係

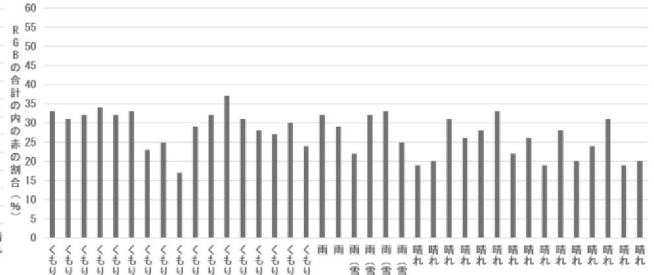


図5 1時間後の天気と赤の割合の関係

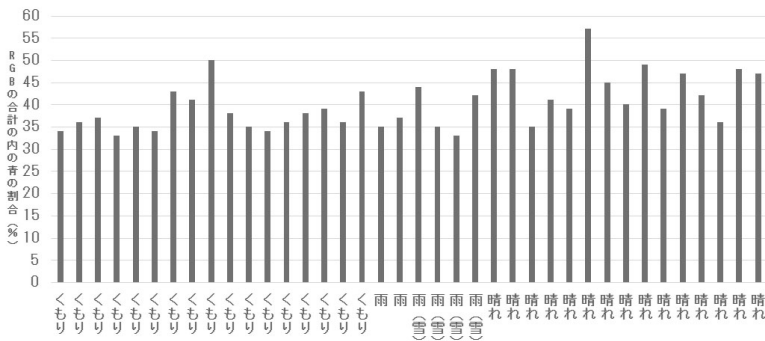


図6 1時間後の天気と青の割合の関係

- 1時間後の天気にかかわらず緑の割合はほぼ一定の値(すべての値の平均値: 32.5)をとる。
- 1時間後に晴れになるときは青の割合が高く(晴れの平均: 44.1、曇りの平均: 37.8、雨の平均: 37.7)、1時間後にくもりまたは雨になるときは赤の割合のほうが高くなる傾向にある。(晴れの平均: 25.1、曇りの平均: 29.3、雨の平均: 28.8)

以上のことから、天気の変化に関係している色はRGBのうち、赤と青であり、RGBの合計内の赤の割合が概ね30以上であるとくもりか雨になるのではないかと考えられる。ただし、今回用いたデータは12月分だけであることから、さらにデータを増やし吟味する必要がある。

4 今後の課題

- より多くのデータから平均値や標準偏差を求めることで、プログラムを使用した気象予測の正確性を高める。
- 方位別に算出した平均値や標準偏差を用いたプログラムを作成することで、どの方位の空が最も信頼できる気象予測に関係するのかを明らかにする。
- 本研究では、観測時に天気、気温、湿度を記録しているが、1時間後は天気しか記録していないため、1時間後も気温と湿度を記録し、その変化が気象変化とどのように関係しているのかを考察する。
- 季節風や偏西風の影響で季節によって風向きは大きく変わるが、同じように空の色相値についても季節による変化はあるのかを明らかにする。

参考文献

- 1) 有馬ら「宇和島市における空の色の解析による気象予測」『平成30年度愛媛県立宇和島東高等学校SSH生徒課題研究論文集』p.51-52
- 2) 内升ら「画像解析を用いた空の色と天気の関係の考察」『令和元年度愛媛県立宇和島東高等学校SSH生徒課題研究論文集』p139-142
- 3) 気象庁 宇和島市の防災情報

https://www.jma.go.jp/bosai/#pattern=forecast&area_type=class20s&area_code=3820300

扇風機の羽の形状による音の変化

2年3組 江崎龍ノ介 2年3組 岡崎 煌生
2年3組 薬師神直人 2年4組 森田 泰聡
指導者 中村 俊貴

1 課題設定の理由

扇風機に向かって声をだすと声が震えたように聞こえる。また扇風機の風量を変えると、発している声の高さと大きさを変えていなくても声が変わったように聞こえる現象があるが、その原理を明らかにしてみたいと思った。そこで、私たちは、扇風機を使うことで音にどんな影響を与えているのか、どのように音が変化して聞こえているのかについて研究することを決めた。具体的には、扇風機の羽の回転速度や羽の形状、羽の幅、表面の凹凸などが声の変化に影響しているのではないかと考え、いろいろな要素を変えて研究を始めた。

2 仮説

- (1) 回転数が増えることで、羽にあたる音が多かったり少なかったりすることで跳ね返ってくる音の大きさが変化するのでないかと考えた。
- (2) 音が扇風機の羽に反射して帰ってくる音と音源から出る音が重なって聞こえるため羽の形状や羽の幅が変わることによって羽に当たる音が小さくなり音の大きさが元の音の値から変化すると考えた。
 - ① 扇風機に向かって音を発すると、振幅は周期的に大きくなったり小さくなったりした波形が得られる。
 - ② ①の原因は、単に扇風機の羽が音を遮断しているからではなく、回転する羽で反射する際にドップラー効果が起こり、反射音の振動数がわずかに変化し、うなりが生じる。

3 実験・研究の方法

(1) 測定方法

図1のように扇風機の羽根の位置から一定の距離に音源と測定器を設置し、20秒間測定し音の大きさの変化をPCに保存する。

(2) 実験機材

【音源】タブレットPC（振動数 500Hz）

【測定器】Dr. DAQ（音センサー）【扇風機】

(3) 実験条件

気温 17℃、音源と扇風機の距離を 15cm、音源と測定機器の距離を 15cm、音源と測定機器との距離を 3cm 離れた。また、予備実験として、扇風機の回転周期と回転の速さを測定した（表1）



図1 扇風機・マイク・音源の配置

表1 扇風機の回転周期と速さ

	周期 [s]	速さ [m/s]
弱	0.10	8.9
強	0.065	15

4 結果と考察

(1) 【実験1】

① 実験方法

図2の羽根①を用いて扇風機の回転も速さについて着目し、速さを弱と強の二段階に分けて測定し、音の大きさと振動数の分布を調べる。振動数の分布はExcelでフーリエ変換を用いた。



図2 羽根①

② 実験結果

5秒間における音圧の変化は図3のようになった。音圧の変化をみると強、弱、音源のみの順に音圧が大きくなっていることが分かる。平均値として基準となる音源のみ音圧が72.5db、弱が78.9db、強が86.4dbとなった。そのことから、扇風機の速さが増すほど大きくなった。

音源のみの振動数分布は図4、風だけの振動数分布は図5、図6、音源と風を合わせた振動数分布は、図7、図8のようになった。30Hz付近に図5、図7と同じような波形が見られたことから、その付近の波形は扇風機による雑音によるものだと考える。図7と図8を比べると、500Hzにおける振幅に、少し変化が見られた。

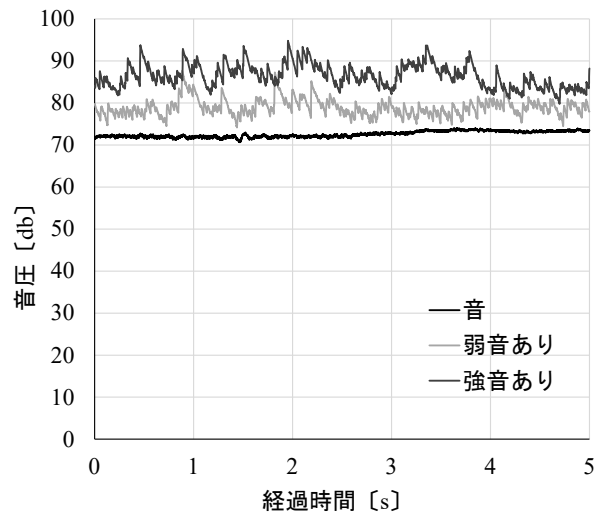


図3 羽根①5秒間における音圧の変化

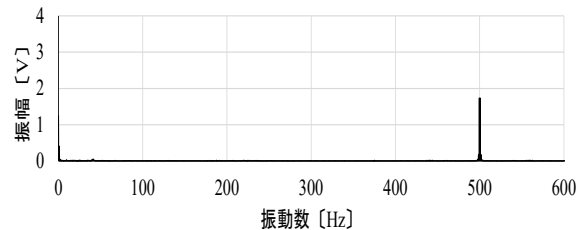


図4 音源のみのフーリエ変換値

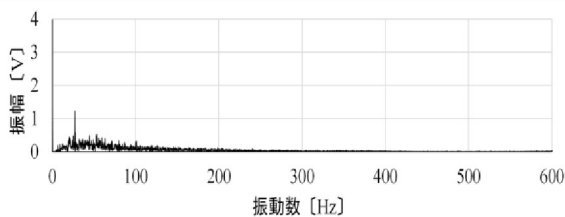


図5 羽根①弱風だけのフーリエ変換値

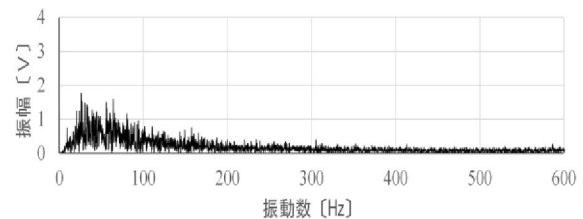


図6 羽根①強風だけのフーリエ変換値

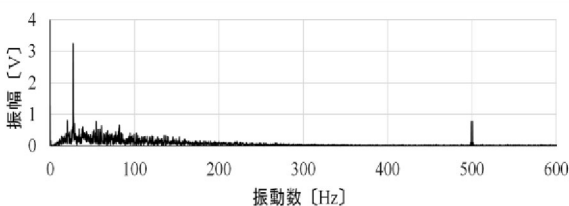


図7 音源+羽根①弱風のフーリエ変換値

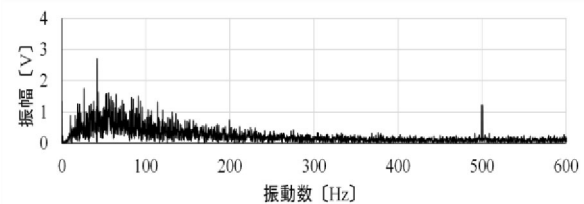


図8 音源+羽根①強風のフーリエ変換値

③ 考察

実験①では扇風機の雑音も入っており少しわかりづらい結果となってしまった。図7、図8を見ると500Hz付近を比べると図7では振幅が0.7Vのところ、図8では1.2Vとし変化したと考える。その理由として速さを変えると弱と強では同じ時間で羽に当たる音が強の方が多いため羽根にあたってかえってくる音も多くなり振幅が大きくなったと考えた。極端に速さを変えることで大きく変化がみられるのではないかと考える。

(2) 【実験2】

① 実験方法

羽根での変化を調べるために幅の長さを等しくて、形状の異なる羽根①と羽根②のような羽根を扇風機につけ、それぞれの測定を行った。また扇風機の速さは弱で行った。羽根①は実験1の結果を利用する。



図9 羽根②

② 実験結果

5秒間における音圧の変化は図10のようになった。

図12において、30Hz付近に図5、図7と同じような波形が見られたことから、その付近の波形は扇風機による雑音によるものだと考える。図7と図13を比較すると、羽の形を変化させても違いはあまり見られなかった。

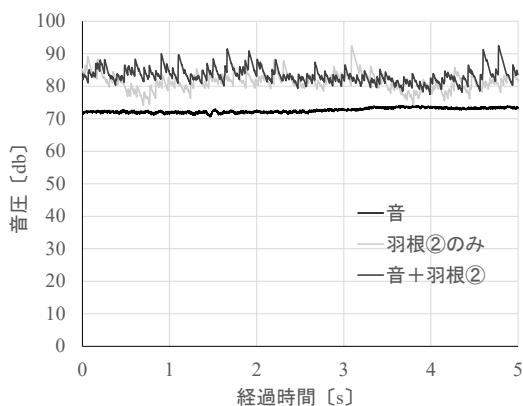


図10 羽根②5秒間における音圧の変化

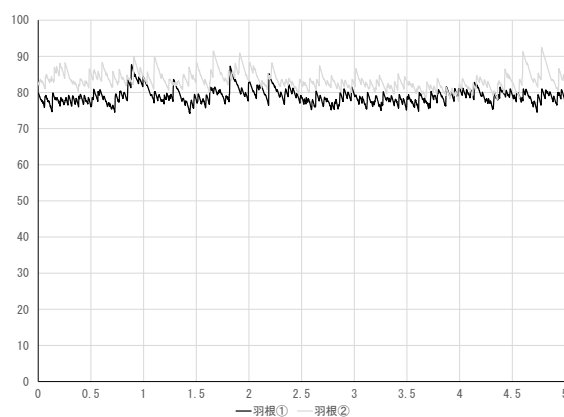


図11 羽根②5秒間における音圧の変化

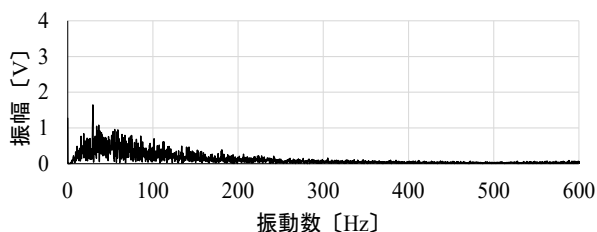


図12 羽②弱風のためのフーリエ変換値

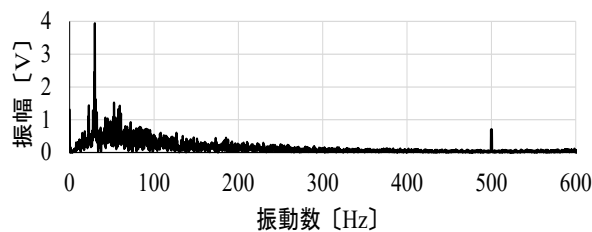


図13 音源+羽根②弱風のフーリエ変換値

③ 考察

図7と図13の間で大きな変化が見られなかった原因は、羽根①と羽根②では、羽根の面積がほぼ等しかったことであると考えた。また羽根の形状に変化が少なく、羽根に当たる音の量があまり変わらなかったことにより変化が小さかったと考えられる。もっと違いがはっきり分かるような形状を作成し2枚だけではなく3枚から4枚の羽根を用いて実験するとさらに変化が見られるのではないかと考える。

5 まとめと今後の課題

実験1では二つの速さの違いが小さかったと考えられるので、今後もっと速さに変化をつけてさらに正確なデータをとっていききたい。そしてスピードコントローラーなどの器具を使って速さを細かく調整できるようにして実験を行いたい。また実験2において、羽根の面積の差が小さかったという原因を改善するため、他の羽根を考えていろいろな羽根で確かめていきたい。今後、面積の観点から同じ羽根で横幅を短くして羽根の面積が小さくなるほど帰ってくる音も小さくなることを仮説として立てて実験を行う。また羽根に段ボールや発泡スチロールなどの何か素材を張り付けて素材によっても音の変化があるのかを確かめたい。そして、今回の実験では、扇風機に測定器具を近づけすぎて扇風機が回る音も測定器具が拾ってしまい正確なデータをとることができなかつたのでドップラー効果などの影響ついて調べることができなかつた。次回は、実験の方法から見直して実験をやり直し、同じ条件で正確なデータをとっていききたい。

6 謝辞

本実験を行うにあたって、アドバイスやご指摘を頂いた愛媛大学の小林教授をはじめとしたたくさんの方々にこの場を借りて、感謝申し上げます。

7 参考文献

- ・上田朝陽 大原千尋 廣川直哉 和気史佳 (2018)「扇風機による音の変化」愛媛県立松山南高校 <https://matsuyamaminami-h-ssh.esnet.ed.jp/file/2859>
- ・数研出版 物理
- ・中村健太郎 (2010) 『図解雑学 音の仕組み』 ナツメ社

Renewal Fiber from Thinning Mandarin

～摘果みかん由来再生繊維の強度アップを目指して～

2年4組 山本 祐希 2年3組 大森 野々花
2年4組 上甲 実咲 2年4組 藤本 明香里
指導教諭 吉良春英

1 研究の概要

廃棄処分されている摘果みかんの果皮を再利用する研究として、石村ら(2019)は、摘果みかんから取り出すセルロースの純度により、成型される繊維の強度が変わることを報告しており^[1]、私たちはセルロースを取り出す際の操作方法を工夫することでセルロースの純度を高め、強度の高い再生繊維を成型できると考え、本研究を行った。その結果、セルロースを取り出した後の乾燥を十分に行うことやシュバイツァー試薬に溶かした後に濾すことにより再生繊維の強度が上がるのが分かった。

2 課題設定の理由

愛媛県南予地方の特産品として知られているみかんは、栽培の途中で未成熟なみかんを摘果することでより品質の高いものが作られている。このように摘み取られたみかんを摘果みかんと呼び、それらの多くは基本的に廃棄処分されている。宇和島東高校では榎ら(2016)の研究を皮切りに摘果みかんを有効利用する方法を模索し、摘果みかんから再生繊維を合成する方法を研究してきた^[3]。石村ら(2019)によって摘果みかん果皮からセルロースを単離し、銅アンモニアレーヨンの合成に成功したが、強度や成型法に課題を残していた^[1]。私たちは、セルロースを取り出す際の操作方法を工夫したり、市販のセルロースと摘果みかんから取り出したセルロースを混合したりすることで、繊維の強度が上がるのではないかと考え、本研究を行った。



図1 摘果みかん(冷凍)

3 仮説

セルロースを取り出す際の操作を以下のように工夫することで摘果みかん由来のセルロースの純度を上げることができると考える。

ア セルロースを取り出した後の乾燥時間を長くする。

イ 粉砕機を使用して、セルロースをより細かい粉末にする。

また、市販のセルロースと摘果みかん由来のセルロースを混合することで、再生繊維の強度を上げることができると考える。ここでは、摘果みかん由来セルロースのみで合成した再生繊維を「摘果 100」、市販セルロースのみで合成した再生繊維を「市販 100」、質量比で摘果みかん由来セルロース：市販セルロース＝2：1の割合で混合した再生繊維を「摘果 2：1」と称する。

表1 摘果みかん由来セルロースと市販セルロースの割合

	名称	摘果100	市販100	摘果2：1
摘果みかん由来セルロースと市販セルロースの割合(質量)	摘果みかん由来セルロース	100	0	100
	市販セルロース	0	100	50

4 方法

(1) 再生繊維の成型

ア みかん果皮からのセルロースの取り出し

水溶性の不純物を除去するために、80°Cの蒸留水で6時間果皮を処理し、2%の水酸化ナトリウム水溶液を加えてさらに80°Cで6時間処理する。得られた固形成分をろ過して図2のように乾燥させ、乳鉢ですり潰した。さらに粉砕機でより細かい粉末とした。このときの乾燥時間を十分に取った。

イ ホロセルロース処理

操作アで得られた粉末1gに対して、酢酸0.5mL、蒸留水10mL、亜塩素酸ナトリウム1gを丸底フラスコに加えて、図3のようにマントルヒータを用いて、70°C~80°Cで12時間加熱する。得られた固体を乾燥させ、粉末化させる^[4]。

ウ 銅アンモニアレーヨンの合成

0.75gの水酸化銅(II)と6mLのアンモニア水からシュバイツァー試薬を準備する。操作イで得られた粉末をシュバイツァー試薬に加えて混合する。このとき、摘果みかんから得られたセルロース粉末と市販のセルロースを表1で示す割合で混合した。得られた粘性のある液体をザルで濾した後、袋に入れ、ピンセットで引き出すことで繊維型に成型する(図4, 図5)。

(2) 強度測定

図6のように合成繊維を紙コップとつなぎ、吊るした状態で繊維が切れるまで紙コップに水を入れ、切れたときの重さで評価する。^[2] 今回の研究では、「摘果100」、「市販100」、「摘果2:1」それぞれのサンプル20本ずつ測定し、その平均値を測定値として用いた。



図2 乾燥処理後の摘果みかん

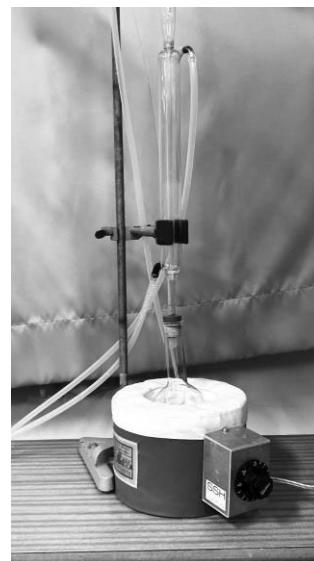


図3 ホロセルロース処理の様子

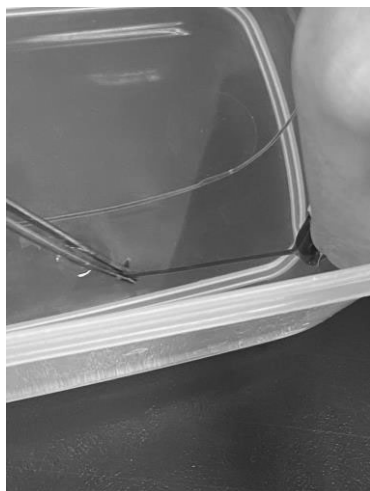


図4 再生繊維の成型

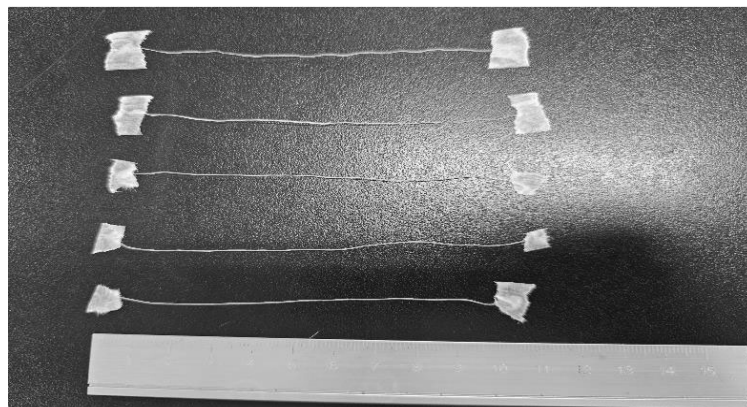


図5 得られた再生繊維

5 結果

図7は各再生繊維を合成 24 時間後に強度測定した結果である。「摘果 100」が「市販 100」より強度の高い再生繊維となっていることが確認された。また、摘果みかん由来セルロースと市販セルロースを混合した「摘果 2 : 1」、は「摘果 100」よりも強度が落ちることも分かった。

図8は各再生繊維を合成した日から数えて1、2、3日後に強度測定した結果である。1日後については「摘果 100」の強度が最も高く、「市販 100」と比べて2.6倍の強度が計測された。また、「摘果 2 : 1」に対しても対「市販 100」比 2.2 倍の強度が計測された。一方、摘果みかん由来セルロースを含む再生繊維の時間経過に伴う強度劣化は激しく、2日後には「摘果 100」は 79.4%、「摘果 2 : 1」は 60.0%の強度ダウンとなった。

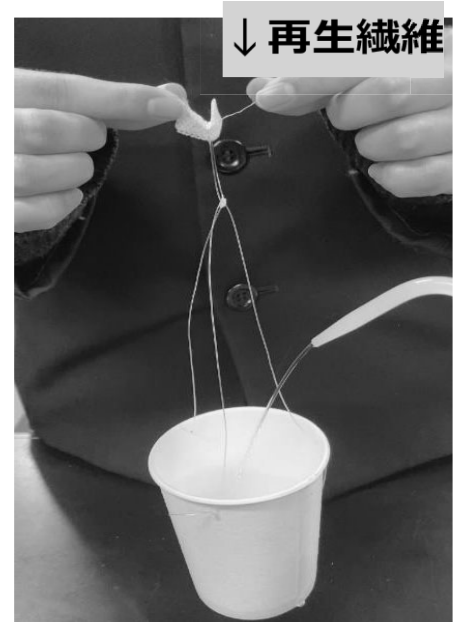


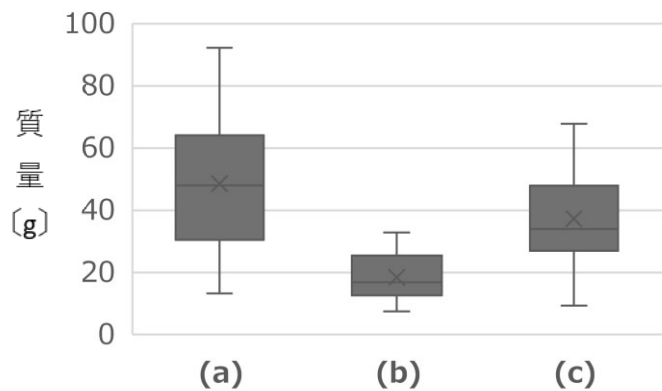
図6 強度測定

6 考察

竹田ら(2023)の報告では摘果みかん由来セルロースから合成した再生繊維は市販セルロースから合成した再生繊維より強度が低かったが、今回、私たちは操作方法の改善をしたことが強度アップにつながったと考えている。

操作(1)アでセルロースを取り出す際、乾燥時間を長くし、粉碎機でより細かい粉末とした(図9)。また、操作(1)ウでセルロース粉末をシュバイツァー試薬に加えた後にザルで濾した(図10)。この操作方法の改善によりセルロースの純度があがり、また、再生繊維を成型するときに生じていた「だま」を失くすことに成功したことが強度アップの理由として考えられる。しかし、時間経過に伴う強度劣化が大きかった。生分解性を持つ再生セルロース繊維の特徴であると考えているが、やや強度が弱くなりすぎているように感じている。

また、摘果みかん由来セルロースと市販セルロースを混合することで飛躍的に強度が上がるという私たちの仮説に沿う結果は得られなかった。「摘果 2 : 1」に関して、合成1日後の強度は「市販 100」より大きかったが「摘果 100」には及ばなかった。互いにうまく混ざっていないことが原因ではないか



(a) : 摘果 100 (b) : 市販 100 (c) : 摘果 2 : 1

図7 再生繊維の強度測定結果

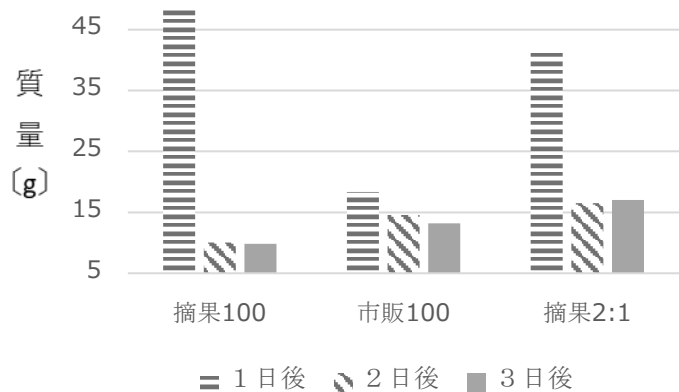


図8 再生繊維の強度測定結果

と考えている。

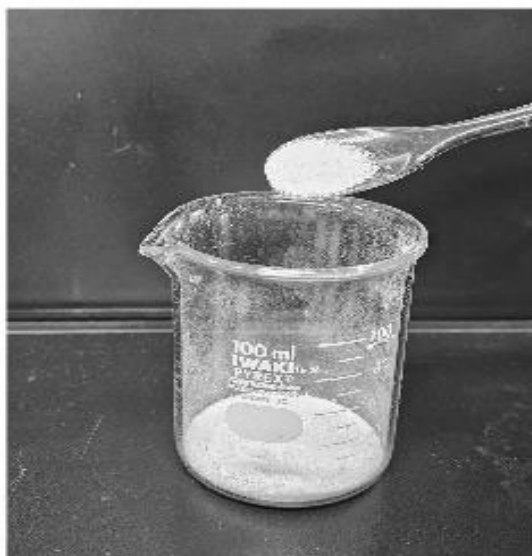


図9 粉砕機を使用して砕いた摘果みかん由来セルロース



図10 成型前にザルで濾す様子

7 今後の課題

合成した繊維の太さに差があり同じ条件での強度測定ができていない。操作（1）ウにおいて太さが均一となる成形手法を確立したい。また、時間経過に伴う強度劣化を抑えるために市販セルロースと混合することで強度アップを試みたが均一に混ざりあっていないため、思うように強度が上がっていないと考えている。操作（1）ウにおいて摘果みかん由来セルロースと市販セルロースが十分に混ざるように工夫していきたい。

私たちが目指す実用化にむけて上記2点に取り組んでいきたい。

8 参考文献

- [1] 石村知規、小川翼、菊池耕史、河野太輔、松浦永和, 2019, 「摘果みかん果皮を原料とする繊維合成」, 『SSH 生徒課題研究論文集』, 愛媛県宇和島東高等学校
- [2] 竹田りえる, 山口涼, 2023, 「摘果みかんから合成した再生繊維の評価方法」, 『SSH 生徒課題研究論文集』愛媛県立宇和島東高等学校
- [3] 榎竜盛, 岡森积至, 川上夢叶, 山本雅隆, 2016, 「摘果みかんを生分解性プラスチックへ ～セルロースを ATTACK!～」, 『SSH 生徒課題研究論文集』愛媛県立宇和島東高等学校
- [4] 福渡七郎、谷口清, 1958, 「塩素による脱リグニンの際の抽出について」, 島根農科大学研究報告

ブラッドオレンジに含まれるアントシアニンの機能性評価

2年3組 三好 可眞 2年4組 佐々木美緒
2年4組 宅見 遥 2年4組 藤岡 希羽
指導者 窪地 育哉

1 課題設定の理由

宇和島市は、みかんの産地で有名である。その中でも私たちは生産量が日本一となっているブラッドオレンジに焦点を当てた。ブラッドオレンジは赤黒い果肉を持つことで知られている。その正体はアントシアニンである。アントシアニンとは、果実や花に見られる、植物界において広く存在する色素であり、**図1**に示す基本骨格を持ち、 $R_1 \sim R_7$ に水素や水酸基が入り、その種類は数百にのぼる。津田(2003)は、アントシアニンは、強酸性では、フラビリウム型といわれる構造をとり、赤色を呈し、比較的安定ではあるが、弱酸性、中性領域では、水分子と反応して無色のプソイド塩基に変換し、不安定であることを報告している(**図2**)。吉田(2012)によると、アントシアニンは、金属イオンと錯体を形成して安定化されていることが報告されている。伊藤ら(2013)は、ブラッドオレンジのアントシアニンは、**図1**における

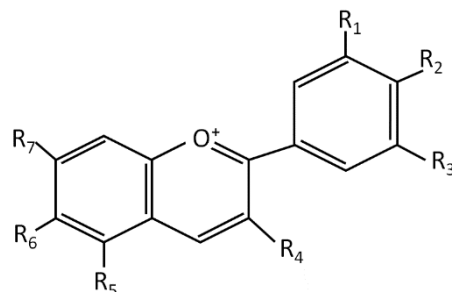


図1 アントシアニンの基本骨格

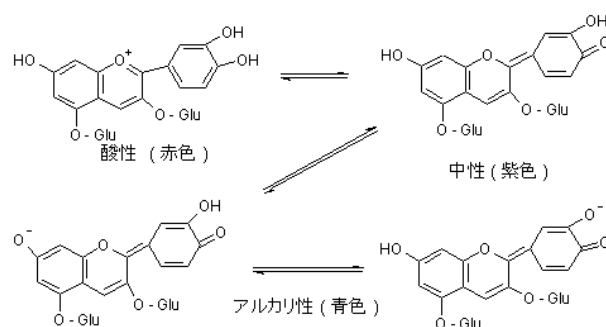


図2 pHによる構造変化

R_4 にグルコースが置換されたシアニジン3グルコシドが多く含まれること、またシアニジン3グルコシドに抗酸化活性があることを報告している。一方、一條ほか(2005)は、活性酸素が病原体感染によって起こる炎症やアレルギー反応を促進する作用を持つことを突き止めた。消費者庁によると、平成17年は3人に1人がアレルギー疾患に罹患していたのに対し、平成23年には2人に1人となっており、アレルギー疾患により医療機関を受診する患者数は、増加傾向であると報告されている。私たちは、ブラッドオレンジのアントシアニンの抗酸化活性に注目し、アレルギー抑制効果があるのではないかと考え、本研究を行った。また、アントシアニンを安定化させるためにpHと金属イオンとの関係にも注目した。

2 仮説

- (1) ブラッドオレンジに含まれるアントシアニンにはアレルギー抑制効果がある。
- (2) ブラッドオレンジに含まれるシアニジン3グルコシドは金属イオンの種類によって、安定の仕方が異なる。

3 研究の方法

- (1) 仮説(1)の検証《IgE産生抑制効果の実験》

【試薬】

コーティング緩衝液：50mmol/L炭酸緩衝液 (pH9.6)、ブロッッキング剤：5%スキムミルク-リン酸緩衝生理食塩水、洗浄剤：0.05%Tween20-PBS (T-PBS)、発色基質：2,2'-アジノビス(3-エチルベンゾチアゾリン-6-スルホン酸)、(ABTS)、 H_2O_2 、酸素反応緩衝液：50mmol/Lクエ

ン酸緩衝液 (pH4.0), 酸素反応停止液: 1.5% シュウ酸水溶液, 抗ヒト IgE 抗体, ヒト IgE: 検量線用標準液 100ng/mL, ビオチン標準抗ヒト IgE 抗体, HRP 標識ストレプトアビジン複合体溶液

【実験操作】

- ① ブラッドオレンジの色素液とメタノールを 1:1 で抽出した溶液を作る。
- ② ヒト脊髄種細胞株の U266 細胞株を増殖し, この細胞に①で抽出した溶液を滴定する。
- ③ 酵素抗体法を用いる。
 コーティング - IgE だけに結合する 1 次抗体を植え, 4°C で 24 時間以上静置する。
 ブロッキング - タンパク質が結合しやすいようにスキムミルクで満たし, 4°C で 12 時間静置する。
 培養上清の反応 - ヒト IgE 標準液を含むサンプルを一次抗体に結合させ, 37°C で 1 時間静置する。
 二次抗体 - ビオチンが付着している二次抗体と一次抗体でサンプルをはさみ, 37°C で 1 時間静置する。
 アビジン処理 - ビオチンに強く反応するタンパク質が含まれる HRP 標識ストレプトアビジン複合体を加える。37°C で 1 時間静置する。
 ABTS 添加-発色基質の ABTS を添加する。室温で 30 分置く。
 酵素反応の停止 - 37°C で 1 時間置く。
 吸光度測定 - 産出された IgE 量を定量する。

(2) 仮説(2)の検証《吸収スペクトルの測定》

- ① pH3、5、7、9、11 の溶液を塩酸とアンモニア水を用いて調整する。
- ② ブラッドオレンジの色素液と①で作成した溶液と目的の金属イオンの硝酸溶液を、1 : 1 : 1 で混ぜる。
- ③ ベースラインを (メタノール : 蒸留水) = (3 : 1) で引く。
- ④ 金属イオンを含まない基準線を (メタノール : 色素液) = (1 : 1) で引く。
- ⑤ 測定する混合液を石英セルに入れ、設置する。
- ⑥ 吸光度計を使って②で作成した溶液の吸光度を測る。

4 結果と考察

(1) 《IgE 産生抑制効果の実験》

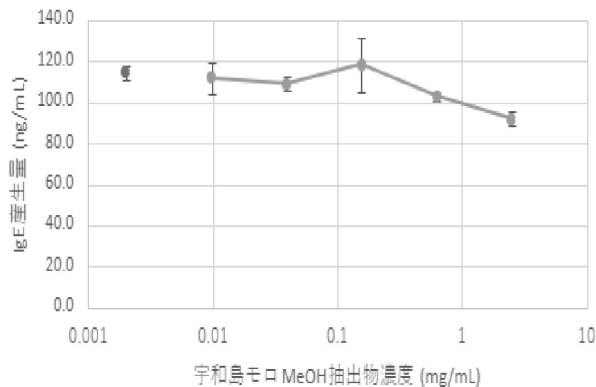


図3 IgE 産生抑制効果

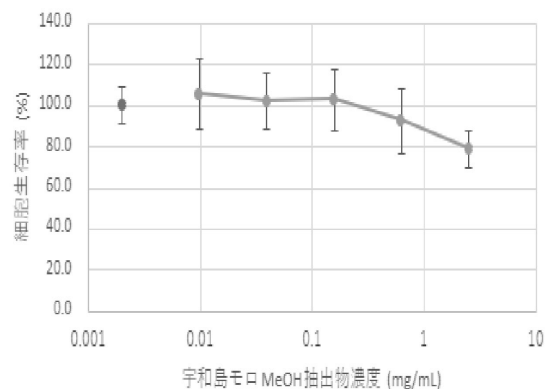


図4 細胞毒性

酵素抗体法の結果を図3および図4に示す。図3より、わずかにIgE産生量の減少がみられるものの、図4より、U266細胞の生存率も減少しており、IgE産生効果が下がっているのは、ブラッドオレンジのアントシアニンが働いたのではなく、IgEを産生する細胞の数が死滅していたためと推察した。アレルギー抑制効果は認められないという結果となった。

(2) 《吸収スペクトルの測定》

pH3のブラッドオレンジ果汁抽出液に各イオンを添加した際の吸収スペクトルを図5に、pH3, 5, 7, 9, 11のブラッドオレンジ果汁に各イオンを添加した溶液についての515nmにおける吸光度を図6に示す。

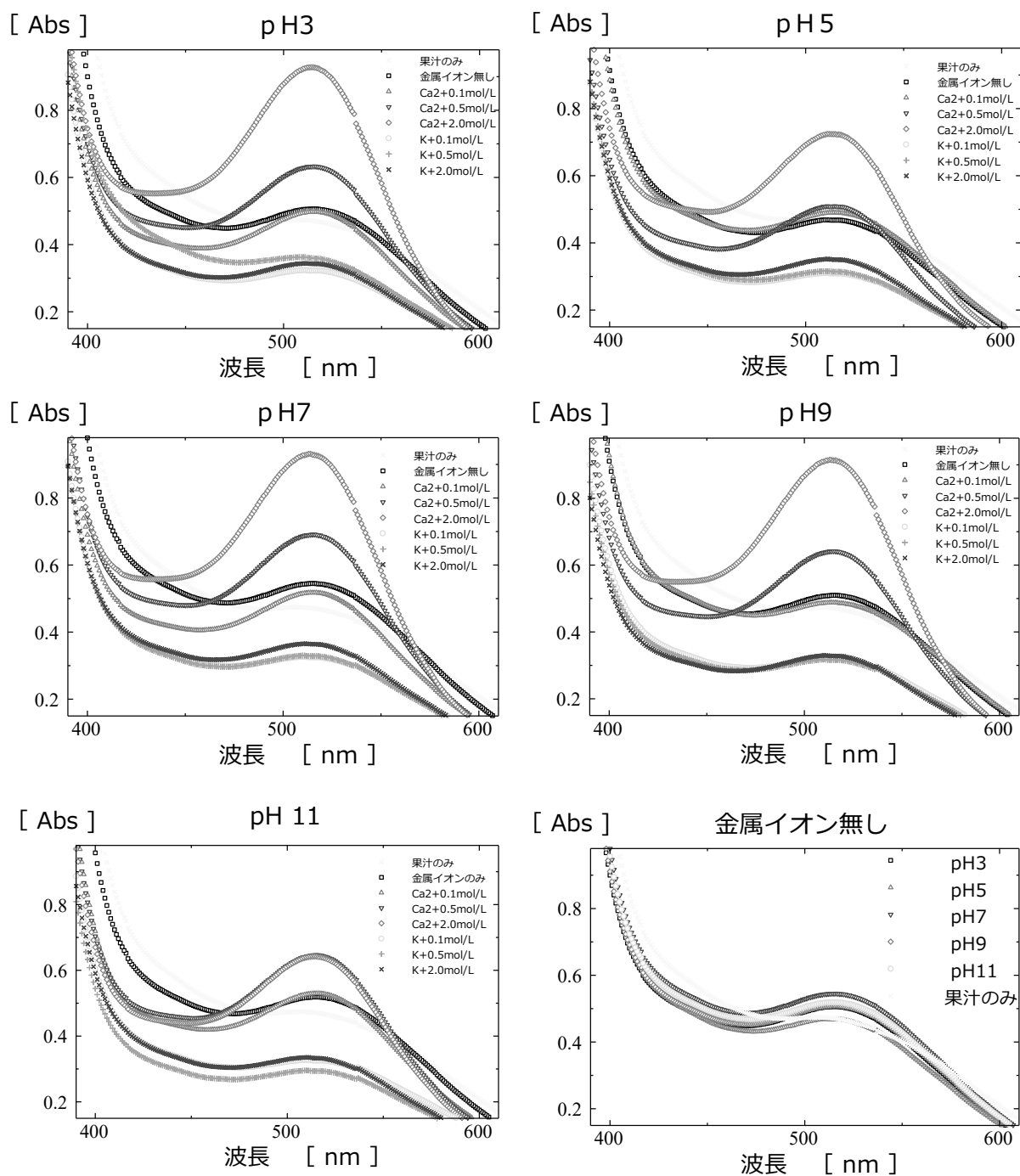


図5 抽出液の吸収スペクトル

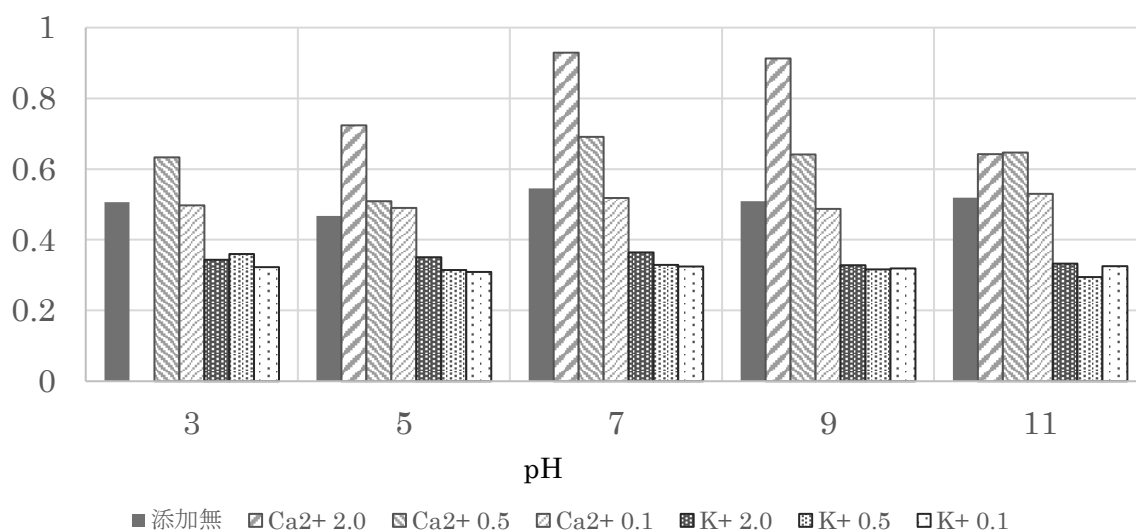


図6 515nmにおける吸光度

515nmにおける吸光度についてまとめた図6によると、イオンを添加しない場合の吸光度は、pHによらずほぼ0.5近くの値を示す。0.1 mol/L, 0.5 mol/L, 2.0 mol/L カリウムイオン添加により吸光度が低下した。また、カリウムイオン濃度による吸光度低下の差は見られないという結果となった。カルシウムイオンの場合は濃度0.1mol/Lのものを加えた場合は吸光度の変化がなかったものの、0.5 mol/L, 2.0 mol/Lのカルシウムイオン添加により吸光度が大きくなるという結果が得られた。イオンとアントシアンとの相互作用が確認できた。

4 まとめと今後の課題

ブラッドオレンジの色素液にはIgE抑制効果がないということが明らかになった。また、カリウムイオンおよびカルシウムイオン添加により、わずかながら色調の変化が見られ、515nmにおける吸光度の変化としても明らかさにされた。今後温度により色調がどう変化するかなどを調べて、アントシアンの安定性について詳細を明らかにしていきたい。

5 謝辞

本研究に御指導・御助言をいただきました愛媛大学大学院農学研究科生命機能学専攻助教の石田萌子先生、近畿中国四国農業研究協議会の石田史朗様に厚く御礼を申し上げます。

参考文献

- ・伊藤史朗、石川英樹、清水篤、菊池毅洋、毛利幸喜、森重陽子、石川祐子. ブラッドオレンジ'タロッコ'果肉中のアントシアニンおよびフラボノイド含量が水溶性酸素ラジカル吸収能(H-ORAC)に及ぼす影響. 近畿中国四国農業研究=Kinki Chugoku Shikoku agricultural research. 2013, vol. 22, p. 43-49.
- ・津田孝範. 高機能性食品因子, アントシアニン類の新しい生理的意義に関する基盤研究. 日本栄養・食糧学懐紙. 2003, vol. 53, no. 1, p35-43
- ・愛媛県立松山南高等学校色素班. 糖によるアントシアニンの安定化とアレルギー抑制効果の研究
- ・厚生労働省健康局がん・疾病対策課.” アレルギー疾患の現状等”. 厚生労働省. 2016. , (参照 2024-01-24).
- ・日本分析化学専門学校.” すぐできる！なるほど★ザ★化学実験室”. 日本分析化学実験室. 2021. , (参照 2024-01-24).
- ・一條秀憲、佐藤雅裕,” 活性酸素が炎症・アレルギー反応を活性化する新たな仕組みの発見— 感染防御（自然免疫システム）における新たな細胞内分子機構—”. 科学技術振興機構. 2005. (参照 2024-01-24).

試験管に付着したゴム状硫黄の除去

～コストダウンと完全除去率 100%への道～

2年4組 薬師寺創太 2年4組 松崎 陽向
2年4組 浅田 美晴 2年3組 清水 公将
指導者 蒲池 健人

1 課題設定の理由

硫黄の同素体の生成実験において使用した試験管はゴム状硫黄が内部に付着する。付着したゴム状硫黄は単純な洗浄によってはがすことが難しいため、実験で使用した試験管は破棄されてしまうことが多い。先行研究より、ゴム状硫黄作成後、横置きで100日静置した試験管を液体窒素に浸し、6.0mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液を入れて擦ることで完全に除去できることが分かっている⁽¹⁾。しかし、ゴム状硫黄を除去するまでに静置期間が100日必要であること、除去するために液体窒素を使用するコストがかかることが課題である。そこで本研究では、静置期間の短縮と液体窒素を使わずにゴム状硫黄を完全に除去することを目指した。

2 仮説

先行研究より、ゴム状硫黄作成後、横置きで25日静置した試験管についても除去率が50%程度あることが報告されている。また、ゴム状硫黄を完全に除去するためには液体窒素との接触が必要であると報告されている。試験管からゴム状硫黄がはがれる要因として、液体窒素が無極性分子であること、常温で気化し爆発的に体積が大きくなることという2つの性質が関わっていることが示唆されている⁽¹⁾。そこで本研究では、次の3つの仮説を立てて検証を行った。

- (1) ゴム状硫黄作成後、横置きの試験管の静置期間が100日より短い期間でも完全にゴム状硫黄を除去できる。
- (2) 水は凝固の際、体積が膨張する性質⁽²⁾があることに着目して、液体窒素の代替手段として水を用いてもゴム状硫黄を除去できる。
- (3) 試験管からはがれるゴム状硫黄の構造には共通する構造が見られる。

3 研究の方法

仮説の検証のため、ゴム状硫黄が付着した試験管について実験①～③を行う。ゴム状硫黄が付着した試験管は、硫黄を試験管の中に3分の1入れて加熱し、生成されたものを外部に放出して作成した。また、比較検討のため、作成した試験管はいずれも横置きで指定の日数、静置した。その後、実験①～②を行った後、6.0mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液に1日接触させ、最後に試験管洗浄機で洗浄することとする。

実験① 日数による比較

試験管を30日、50日、70日静置した後、液体窒素を試験管内部に接触させて比較。

実験②-A 水の除去効果の検証

試験管を0日～100日静置した後、試験管に水を入れたまま、横置きで1日凍らせて比較。

実験②-B 水の除去効果の検証

試験管を0日～100日静置した後、試験管に水を入れ、内部のゴム状硫黄を湿らせて、水を出した後1日凍らせて比較。

実験③ ゴム状硫黄の構造変化の確認

試験管内のゴム状硫黄の静置日数による構造変化を顕微鏡で確認する。

4 結果と考察

図1に実験①の結果を示す。

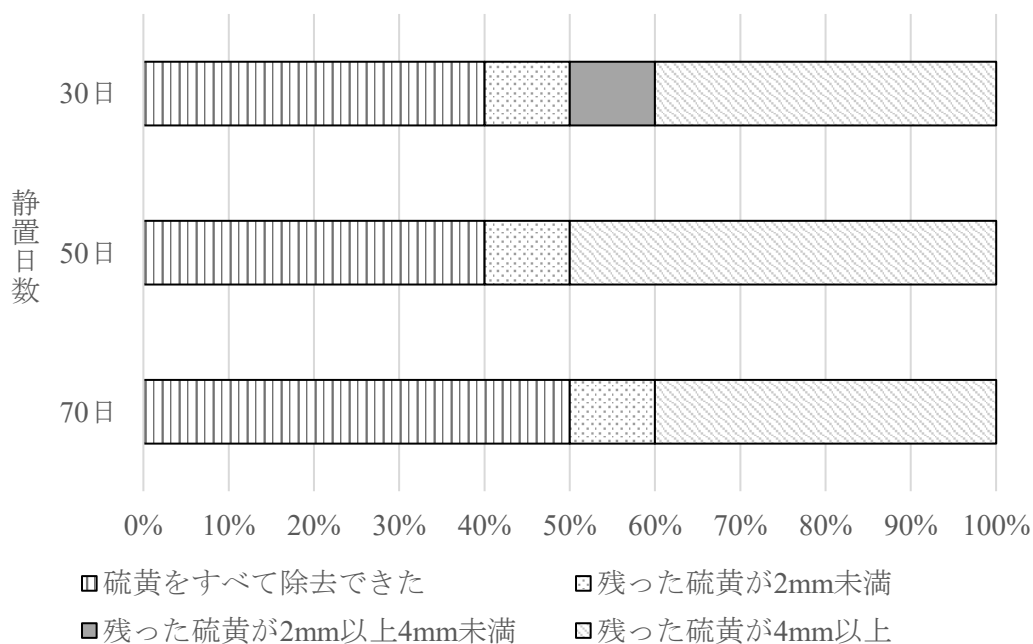


図1 静置日数を変化させたときのゴム状硫黄の除去状況

図1より、70日の静置期間ではすべての試験管内のゴム状硫黄を完全に除去することはできなかった。今回の結果から、静置後、液体窒素に浸し、6.0mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液と接触させる今回の除去方法では、静置日数を70日～100日にすることがゴム状硫黄の完全除去には必要であることが分かった。

図2に実験②-Aの結果を示す。

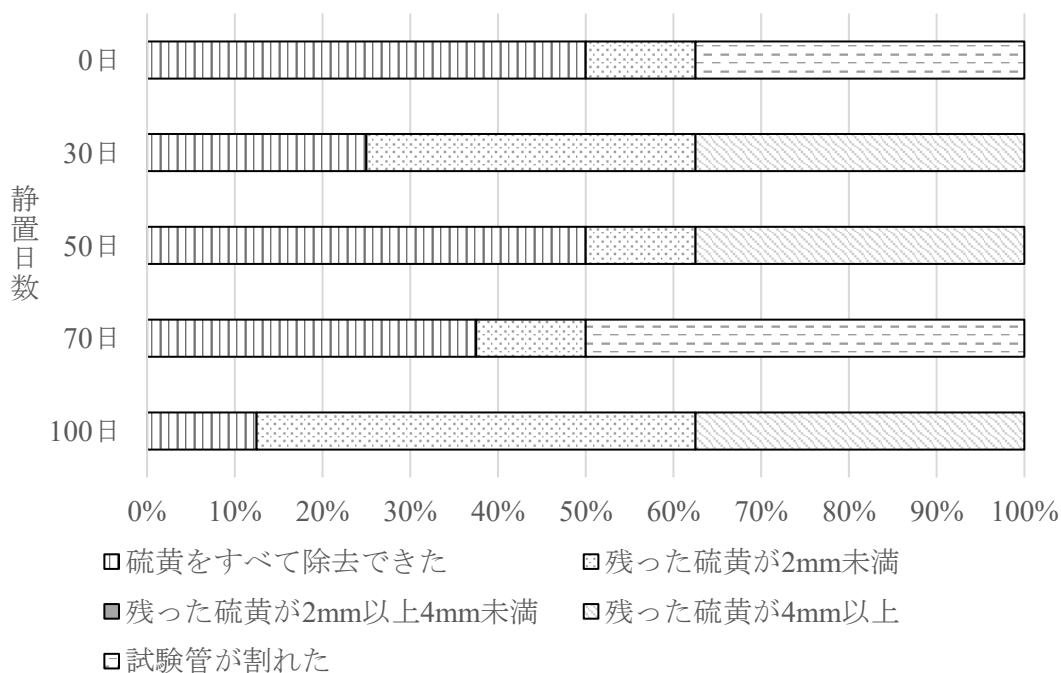


図2 試験管内を水で満たしたまま凝固させた場合のゴム状硫黄の除去状況

図2より、いずれの静置日数でも、水によるゴム状硫黄の完全除去が可能であることが分かった。この結果より、ゴム状硫黄の除去には体積膨張が可能な溶媒との接触が必要であることが考えられる。静置期間中に、ゴム状硫黄の相転移により構造に変化が生まれることで隙間ができたと考えられる。そこに液体窒素や水が入り込み、気化もしくは凝固による体積膨張が起こることで硫黄の隙間が広がり、はがれやすくなったと考えられる。今回の結果より、試験管からゴム状硫黄を除去するために必要であった液体窒素の代替として水の凝固を使うことが可能であると言える。よって、液体窒素を購入・保管するためのコストに関する課題は解決できたと言える。しかし、静置期間0日、70日の結果から、水を試験管に満たしたまま凝固させた場合、体積膨張の影響で試験管が割れてしまう可能性があることが分かった。液体窒素の気化による体積膨張とは異なり、凝固による体積膨張であるため、直接試験管にも体積膨張の影響を及ぼしたと考えられる。

図3に実験②-Bの結果を示す。

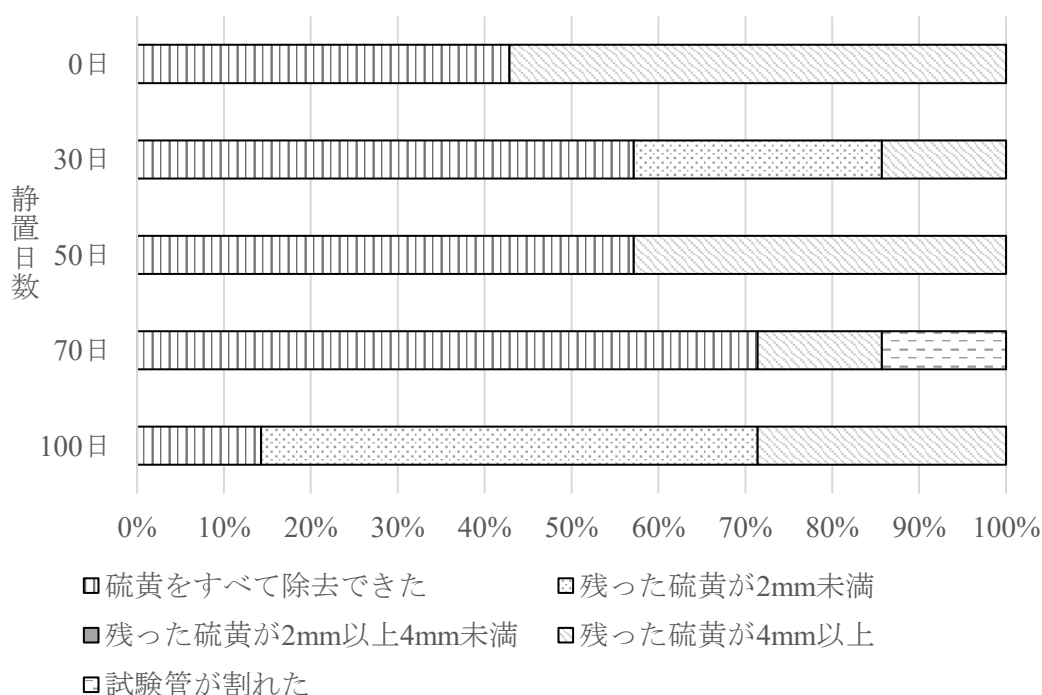


図3 水で湿らせて凝固させたゴム状硫黄の除去状況

図3より、いずれの静置日数でも、水によるゴム状硫黄の完全除去が可能であることが分かった。さらに、実験②-Aの結果と比べると、高精度でゴム状硫黄を完全に除去できることが分かった。また、実験②-Aでは、静置期間0日で38%、70日で50%の割れた試験管が確認されたが、実験②-Bでは静置期間70日で14%しか割れた試験管が確認できなかった。以上の2つの結果から、水の凝固を用いてゴム状硫黄の除去を目指す場合、試験管に水を満たしたまま凍らせるのではなく、ゴム状硫黄を湿らせる程度の水は残したまま凍らせる方が除去方法として適していると分かった。このことから、試験管に水を満たしたまま凝固をさせると、ゴム状硫黄の構造の内部に入り込んだ水の体積膨張とゴム状硫黄の外側の水の体積膨張が押し合い、ゴム状硫黄をはがすことができなかつたと考えられる。ゴム状硫黄が湿る程度の水を入れて凝固させた場合は、ゴム状硫黄の構造の内側に水が入り込むことは変わらないが、試験管内が水で満たされていないため、ゴム状硫黄の外側に水が存在しない。結果として、凝固が起こったときに、内側からの体積膨張しか起こらずゴム状硫黄の構造の隙間が広がり、はがれやすくなったと考えられる。

図4, 5に実験③の結果を示す。

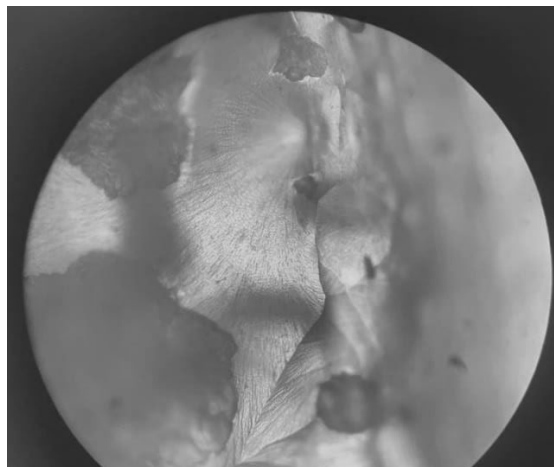


図4 静置期間0日

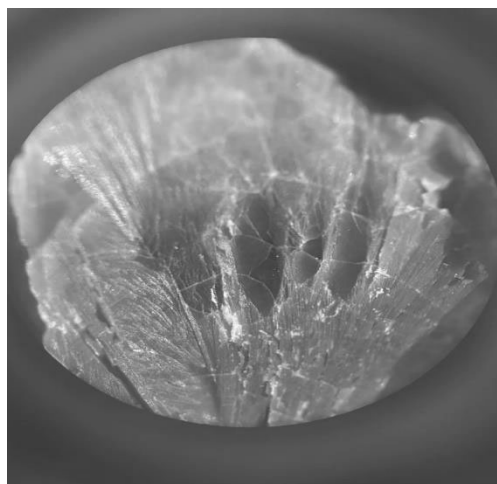


図5 静置期間60日

図4の静置期間0日では見られなかったひびが、図5の静置期間60日の段階で確認できた。このひびは、ゴム状硫黄が相転移によって斜方硫黄に構造変化したことにより隙間が生じたことと乾燥によりその隙間が広がったことにより生じたと考えられる。実験①～②の結果と合わせると、このひびに液体窒素や水のような体積膨張が可能な溶媒が入り、隙間を大きくしてはがれやすくなった後、水酸化ナトリウム水溶液を入れ試験管とゴム状硫黄の接着面を溶かすことによって、ゴム状硫黄の完全除去が可能になると考えられる。今回の観察結果から静置期間が長くなれば長くなるほどゴム状硫黄の構造変化が進むことで、ひびの数が多くなり隙間が広がると考えられる。隙間が大きくなれば本来、溶媒の体積膨張の影響が働きやすく、はがれやすくなると考えられるが、実験②では100日静置したものが最もはがれにくい結果となった。これは、溶媒の体積膨張が気化によるものか凝固によるものかの違いであると考えられる。気化による体積膨張は常温で瞬間的に発生するため隙間に対して効果的に作用する。しかし、凝固による体積膨張では固まるまでの時間がかかるため、隙間が大きくなりすぎると水が保持されず体積膨張が効果的に作用されなかったと考えられる。

5 まとめと今後の課題

今回の実験から、ゴム状硫黄の完全除去に液体窒素を用いる場合70日～100日の静置期間が必要であると分かった。水を用いる場合は70日の静置期間をとった上で試験管に水を入れ、ゴム状硫黄が湿る程度の水を残し凝固させることがゴム状硫黄の完全除去の可能性を高めることができること示唆された。また、ゴム状硫黄を湿らす程度の水であれば試験管が割れることも抑えることができると考えられる。ゴム状硫黄の静置期間ごとに状態の観察から、はがれやすくなる要因が構造変化によるひびの発生と増加によるものであると見出した。

今後の課題としては、水を用いたゴム状硫黄の完全除去率を100%にする方法の検討を行っていく必要がある。また、ゴム状硫黄の静置期間による構造変化についてデータの数を増やし、どの構造において除去が最もしやすくなるか調べる必要がある。

参考文献

- (1) 吉見 心優, 田中 風吹, 浅田 美晴, 井上 日和.
試験管に付着したゴム状硫黄の除去方法の確立.
令和4年度愛媛県宇和島東高等学校 SSH 生徒課題研究論文集, 2023, p.12-13
- (2) 卜部 吉庸. 化学の新研究 第3版. 三省堂, 2023, p.77

牡蠣殻コンクリートで人類を救おう！

2年3組 山下 さくら 2年3組 和賀山 翔 2年4組 四宮 向陽
2年4組 下元 心遙 2年4組 徳田 晶
指導者 藤岡 哲

1 課題設定の理由

近年、地球温暖化が世界的な問題となっており、洪水や台風の巨大化、猛暑や寒波など気象現象の激化との関連が取り沙汰されている⁽¹⁾。そのため温室効果ガスである二酸化炭素の排出量を削減することが地球規模での人類の課題となっている。また本研究のメンバーは今夏、東日本大震災の被害と復興の様子現地視察に行く機会を得、大きな災害後の復興の際に建材が不足した⁽²⁾ことを知り、地産地消の新たな資材が必要になると考えた。これらのことから、私たちにできることはないかと考え、ここ愛媛県南予地域の名産品である牡蠣の貝殻の主成分が炭酸カルシウムであることに着目した。牡蠣殻をコンクリートの骨材に置き換えることで、新しい資材の獲得とコンクリート内に二酸化炭素を長期的に固定し海中や空気中に放出される二酸化炭素量の削減ができるのではないかと考え、本研究を行った。

2 目的

- 貝殻をコンクリートの骨材に置き換えることで本来空気中に放出されるであろう二酸化炭素をコンクリート内に固定し温室効果ガスの排出抑制を図る。
- 事前復興の観点から建築資材の地産地消を目指す。

3 研究の方法

実験1 逆滴定を用いたCO₂含有量の導出

- (1) 破碎した牡蠣殻を、乳鉢で粉末状に加工した。
 - (2) (1)の牡蠣殻粉末を0.500g、1.000g、1.500g秤量し、3つのビーカーに分け、そこに希塩酸を10ml加え、パラフィルムでビーカーを密閉し、1週間静置した。
 - (3) 牡蠣殻と反応せずに残った希塩酸を調べるために(2)の溶液を10倍希釈した後、水酸化ナトリウム水溶液を用いて逆滴定を行い、牡蠣殻1.000gに含まれているCO₂量を計算した。(ただし、貝殻に含まれる弱酸塩を全てCaCO₃だと仮定した。)
- ※ アコヤ貝殻でも同様の実験を行った。



図1 塩酸で処理中の牡蠣殻

実験2 コンクリート作製・強度測定I

- (4) 砂利、砂、セメントを6:3:1⁽⁴⁾で混ぜたコントロールコンクリートを牛乳パックに流し込んで静置した。
- (5) コントロールコンクリートの砂利の部分牡蠣殻に置き換え、(4)と同様に6:3:1で混ぜ牡蠣殻コンクリートとし、牛乳パックに流し込んで静置した。コントロールより骨材が水を吸収したため、同様の粘度に調整するために水を100mL余分に加えた(表1)。
- (6) 28日間静置した後にコンクリートテストハンマー(図2・3)を用いて9点の反発度を測定⁽⁵⁾し、その平均値を各コンクリートの反発度とした。

表1 実験条件 単位はmL

	粗骨材	細骨材	セメント	水
コントロール	600	300	100	400
牡蠣殻	600	300	100	500

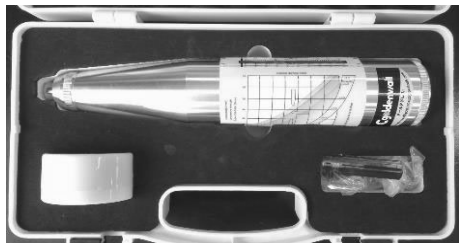


図2 コンクリートテストハンマー



図3 反発度測定の様子

実験3 校舎コンクリート強度測定

学校内校舎のコンクリート強度をコンクリートテストハンマーで測定し、自分たちが作ったコンクリート強度の参考とした。

実験4 コンクリート作製・強度測定II

(7) 砂利、砂、セメントを4:2:1⁽⁴⁾で混ぜたものをコントロールコンクリートとし、牛乳パックに流し込んで静置した。

(8) コントロールコンクリートの砂利を牡蠣殻に置き換えたものを牡蠣殻コンクリートとし、牛乳パックに流し込んで静置した。

(9) (8)と同様に、砂利をアコヤ貝殻に置き換えたものをアコヤ貝コンクリートとし、牛乳パックに流し込んで静置した。実験2からの改善点として、コンクリートの側面が膨らまないようにガラス板で牛乳パックの間を仕切った(図4)。



図4 コンクリート作成方法

(10) 28日間静置した後、コンクリートテストハンマーを用いて9点の反発度を測定し⁽⁵⁾、その平均値を各コンクリートの反発度とした。

4 結果と考察

実験1

牡蠣殻およびアコヤ貝殻と塩酸を反応させた溶液を逆滴定して導いた値からCO₂含有量とその平均値を求めた結果を示す(表2)。得られた値は、理想値に近い値となった。

表2 貝殻1.000gあたりのCO₂含有量

牡蠣殻	0.429g
アコヤ貝殻	0.433g
CaCO ₃ (理想値)	0.44g

実験2

表3 各コンクリートの強度測定結果

測定点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	平均値	圧縮強度
コントロール	11.6	12.3	9.20	14.0	13.0	12.1	13.2	14.3	12.9	12.51	-2.11
牡蠣殻	11.8	11.9	10.4	10.0	11.7	14.4	11.8	14.2	15.9	12.46	-2.18

実験2の結果で得た、コントロールコンクリートと牡蠣殻コンクリートの反発度の測定値を示した(表3)。

両コンクリートの反発度の平均値はほとんど等しい値であった。しかし骨材に対するセメントの比率が小さいことやコンクリートに多数の気泡が生じていたため、両コンクリートともに強度が弱くなってしまったことや、コンクリートの側面が湾曲しており反発度を測定する際に

測定値に誤差が生じたことが考えられる。

また、我々は以下の換算式をもとに反発度だけでなく圧縮強度による強度数値も出した。

$$F = (-18.0 + 1.27 \times R_o) \times \alpha \quad (\text{日本材料学会標準式})^{(6)}$$

※Fは圧縮強度(N/mm²)、R_oは反発度の平均値、αは材齢補正係数を表す。

推定した圧縮強度から、今回作ったコンクリートの強度はかなり弱いことが分かった。

実験 3

表 4 学校内のコンクリートの強度測定結果

測定点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	平均値	圧縮強度
渡り廊下	42.2	48.1	41.9	40.1	41.3	47.7	46.0	48.5	43.0	44.3	22.96
体育館横	43.8	41.7	40.0	43.8	44.5	44.7	42.4	43.9	42.3	43.0	21.97
特別教棟横	45.0	39.7	37.9	43.7	41.9	40.0	48.0	43.5	35.9	41.7	20.98
中庭の柱	37.8	39.6	41.5	42.3	37.5	36.2	37.9	40.1	39.8	39.2	19.07

実験で作製したコンクリートと比較するために校舎のコンクリート強度測定を行った結果を示す(表4)。

実験 4

表 5 各コンクリートの強度測定結果

測定点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	平均値	圧縮強度
コントロール	15.9	16.0	12.6	13.7	11.2	8.0	12.5	11.9	11.7	12.6	-1.99
牡蠣殻	17.7	17.0	13.9	13.9	12.0	18.0	22.0	20.2	16.0	16.7	3.26
アコヤ貝	11.0	9.9	9.9	9.2	9.0	9.5	8.0	10.0	7.0	9.28	-6.21

実験2で作成したコンクリートの強度があまりにも低かったため、比率を変えて実験4を行った結果、得られたコンクリートの反発度の測定値を上にした(表5)。反発度の平均値は高い順に牡蠣殻コンクリート、コントロールコンクリート、アコヤ貝コンクリートとなった。アコヤ貝殻に比べて牡蠣殻は殻が厚く構造が複雑なため、牡蠣殻コンクリートの反発度の値が大きくなったと考えられる。アコヤ貝コンクリートは他のコンクリートと比べて明らかに乾燥が不十分で湿っており、測定時にひび割れが生じた。コンクリート自体も海産物のような臭気があり、タンパク質など何らかの有機物が被膜を作ることによって乾燥を妨げた可能性を示唆している。

実験2では立方体のコンクリートを作製したが、一つ一つの面の面積が小さく測定点を多く取ることが難しかったため、実験4では一本の牛乳パックに実験2の約2倍量のコンクリートを流し込み、直方体状のコンクリート塊を作製した。その結果、測定点を増やすことには成功したが、コンクリートが乾燥しにくくなったこと、気泡が抜けにくくなり、コンクリート表面に気泡による凹凸ができてしまったことなどが生じ、測定値に誤差が生じた可能性が考えられる。

測定値より圧縮強度を求めると、牡蠣殻コンクリートは正の値を取ったが、他のコンクリートでは負の値を取る結果となった。

作製したコンクリートを秤量し、密度を求めた（表6）。

牡蠣殻コンクリートはコントロールコンクリートよりも密度が小さく軽量であることがわかった。

表6 各コンクリートの密度

	密度 (g/cm ³)
コントロールコンクリート	2.46
牡蠣殻コンクリート	1.90
アコヤ貝コンクリート	1.96

5 まとめと今後の課題

逆滴定を用いた牡蠣殻のCO₂含有量を求める実験では、成分のほとんどがCaCO₃であると仮定して実施し、牡蠣殻 1.000 g に中の CO₂含有量は理論値に近い値が得られた。しかし牡蠣殻内に塩酸と反応した弱酸塩が含まれている可能性も考えられるため、今後、焼成実験⁷⁾を行い、より正確な値を導きたい。

コンクリート作製の際、気泡を抜く目的で小型のマッサージ器を約1分間牛乳パックの側面に当てる工程を加えたが、完成したコンクリートには空隙が見られた。また牛乳パック同士の仕切りにガラス板を差し込むなどの実験装置の改善を行ったが、コンクリートの側面を完全に平面にすることは難しく、強度測定を行う際にぐらつきが生じることもあり、正確な数値を測る難しさを感じた。本研究では費用や手軽さの面からコンクリートテストハンマーを用いた強度試験を採用して圧縮強度を推定したが、この方法は測定値のばらつきが大きく本来の圧縮強度との推定誤差が大きいため、より正確な圧縮強度試験を行いたい。また、コンクリートの強度には様々な種類があり、圧縮強度以外の強度も測定したい。

本研究結果を用いて東日本大震災の復興に使われたコンクリートの量からこれから起こるかもしれない自然災害の復興に必要な牡蠣殻の量を試算したいと考えている。震災復興においては必ずしもJISで定めるような高品質のコンクリートを必要とせず、例えば盛土材や埋戻材で圧縮強度0.5~1.5N/mm²程度でよいとされる⁸⁾ので、私たちが製作した牡蠣殻コンクリートの圧縮強度でも十分である可能性が高い。また、牡蠣殻コンクリートは軽量であることから、建築材としての可能性も残していると考えており、さらに本研究を発展させていきたいと考えている。

参考文献

- (1) 土屋敏之. “地球温暖化と激化する気象災害”.NHK 解説委員室.<https://www.nhk.or.jp/kaisetsu-blog/100/302856.html>,(2024-01-26)
- (2) 橋本真一. 復興2年間の建築資材・工事費単価の推移と今後の動向. 建設物価調査会, 2013.
- (3) 井上晋. コンクリートなんでも小辞典. 講談社, 2008. [313]
- (4) DCM 株式会社. “コンクリートとモルタル”.快適生活ガイド.<https://www.dcm-hc.co.jp>
- (5) 日本産業規格. “コンクリートの反発度の測定方法”.日本産業規格の簡易閲覧.2012.<https://kikakurui.com/a1/A1155-2012-01.html>,(2024-01-26)
- (6) 埼玉県. “シュミットハンマーによる試験要領”.埼玉県.平成15年10月1日.
<https://www.pref.saitama.lg.jp/documents/147086/312syumitto.pdf>,(2024-01-26)
- (7) 大野ら.アコヤ貝を用いた制酸薬の合成.令和4年度宇和島東高等学校SSH 生徒課題研究論文集
- (8) 堀口ら.東日本大震災で発生したコンクリートがれきの有効利用技術の開発.大成建設技術センター報第45号 (2012)

四万十川における農業排水による濁水化の改善 ～より効果的な凝析効果の研究～

2年4組 薬師寺晃久 2年4組 江里 文花
2年3組 村田 萌桃 2年3組 中井 千聖
指導者 吉良 春英

1 課題設定の理由

宇和島市三間町は「寒暖差が激しい気候と粘土質の多い土壌に恵まれている」⁽¹⁾ことから、米どころとして有名である。しかし、地域のブランド米である「三間米」を作る水田では、代かきなどにより粒の細かい泥（粘土鉱物）が巻き上がり、濁った状態となる。その濁水が、農業排水として三間川を通じて本流である清流四万十川まで流れ、景観を損ねてしまうことが近年問題視されている



図1 三間川と広見川の合流地点

(図1)⁽²⁾。愛媛県や宇和島市などの周辺自治体や四万十川財団は、その対策として滋賀県の事例⁽³⁾を参考にしながら、浅水代掻きの実施や硫酸カルシウムを主成分とするセッコウ資材を水田に散布する⁽⁴⁾ことで、濁水を低減するための実証実験を進めている。

また宇和島東高校では、水産業で有名な宇和島市ならではの廃棄物であるさまざまな種類の貝殻の活用に向けた研究を行ってきた⁽⁵⁾。濁水対策として散布されるセッコウ資材の成分は硫酸カルシウム (CaSO_4) であり、カルシウムイオンを多く含むという点で貝殻と類似点がある。先行研究ではアコヤ貝の貝殻から生成した酢酸カルシウムはセッコウ資材と同程度の凝析効果を示すことを明らかにしている。⁽⁶⁾また、大西ら (2016) は有機酸である酢酸が植物の成長を促進することを報告している。⁽⁷⁾そこで私たちは酢酸カルシウムの濃度差による凝析効果・植物への生育効果を明らかにする、酢酸カルシウムの濃度によって凝析効果に差が出ることを明らかにするための研究を行った。また将来的には廃棄物である貝殻を有効利用し、地域の課題である農業排水による四万十川濁水を解決したいと考えこの課題を設定した。

2 仮説

- (1) 酢酸カルシウム水溶液の濃度を高くすることによって凝析効果を高くすることができる。
- (2) 塩基性である酢酸カルシウムによって水の性質が塩基性に偏り、動植物にとって害となる。
- (3) 有機酸の塩である酢酸カルシウムは植物の成長を促進する。

3 研究の方法

(1) 酢酸カルシウム水溶液の濃度差による沈殿効果の比較

この凝析効果の比較実験には三間町迫目の土を用いた。この土は実証実験が行われている地区と同じ場所の水田の物を用意した。水は純水を用いた。この実験で使う酢酸カルシウムは純粋な酢酸カルシウム水溶液を用いて実験した。土 20g をそれぞれペットボトルに入れ、 $1.0 \times 10^{-3} \text{mol/L}$ 、 $5.0 \times 10^{-3} \text{mol/L}$ 、 $1.0 \times 10^{-2} \text{mol/L}$ に濃度を設定した酢酸カルシウム水溶液をそれぞれ入れ、1 分間振とうしたのち静置して観察をした。

振とう後、10、30、50、70 分後の吸光度を島津 UV-mini1240 を用いて測定した。この吸光度は純水の透過率を 1 としたときの透過率の割合である。装置の都合上、吸光度は赤(700nm)の物を計測した。また、比較資料として既存資料として三間町の水田で使われている硫酸カルシウムの吸光度を計測した。サンプルの採取は水面下 1cm を駒込ピペットを用いて採取した。

(2) 酢酸カルシウム水溶液が与える環境への影響

- a (1)で使用した 70 分後の模擬濁水の pH を pH メーター(APERA 社 PH-60Z) を用いて計測した。
- b (1)で使用した 70 分後の模擬濁水の COD 値をパックテスト(TZ-RW-3、低濃度用)を用いて計測した。
- c $1.0 \times 10^{-3} \text{mol/L}$ 、 $5.0 \times 10^{-3} \text{mol/L}$ 、 $1.0 \times 10^{-2} \text{mol/L}$ の酢酸カルシウム水溶液について COD 値を測定した。

(3) 酢酸カルシウム水溶液の濃度差による豆苗の成長効果の比較

異なる濃度の酢酸カルシウム水溶液 30mL と豆苗の種子 5 粒をプラスチック製コップの中に入れ、定温機の中で暗所、 20°C で栽培した。1 日おきに成長した芽の長さを計測した。この長さは種子から伸びた芽の先端までの長さである。また、このとき、コップの底に酢酸カルシウム水溶液をしみこませ、種子が水没して呼吸ができなくなることを防ぐためにキッチンペーパーを敷いた。計測は 14 日間行った。図 2 は実験 6 日目の様子である。 $1.0 \times 10^{-3} \text{mol/L}$ の間隔で① $1.0 \times 10^{-3} \text{mol/L}$ ~ ⑩ $1.0 \times 10^{-2} \text{mol/L}$ の 10 段階の濃度を設定して実験を行った。



純水 ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩

No.	①	②	③	④	⑤
濃度 ($\times 10^{-3} \text{mol/L}$)	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
No.	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
濃度 ($\times 10^{-3} \text{mol/L}$)	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0

図 2 豆苗の成長の様子 (実験 6 日目)

4 結果

(1) 酢酸カルシウム水溶液の濃度差による沈殿効果の比較

図3は純水の透過した光の量に対する赤色における各サンプルの透過率を100%から引くことで得られた吸光度 [%] である。

吸光度実験(1)の吸光度をグラフにしたもので、値が高いほど濁度が高いことを表す。この図より酢酸カルシウムの濃度が高いほど凝析効果が高まることが分かる。

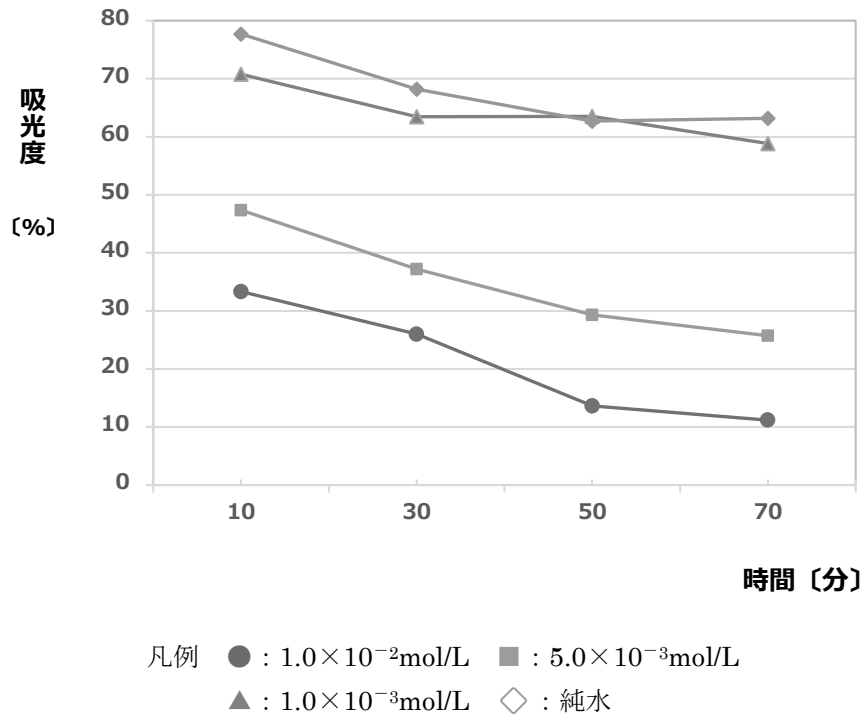


図3 酢酸カルシウム水溶液の濃度と吸光度の関係

(2) 酢酸カルシウム水溶液が与える環境への影響

a 酢酸カルシウム水溶液の濃度変化による pH の値に大きな差はないことも確認できた。(表1)

表1 酢酸カルシウムの濃度差による pH の変化

濃度 (×10 ⁻³ mol/L)	1.0	5.0	10.0
pH	6.93	7.14	7.21

b COD 値はパックテストの測定限界である 8 に達した。そのため正確な結果は測定できなかった。

c 各濃度の酢酸カルシウム水溶液の COD 値は 1~2 の範囲となった。

b、c の結果より、COD 値を上げた原因は酢酸カルシウムでなく土にあるということが分かる。また、コロイドを沈殿させた水にも有機物が多く含まれていることが分かった。

(3) 酢酸カルシウム水溶液の濃度差による豆苗の成長効果の比較

図4は14日目の純水のみで育てた豆苗の長さを 1.00 としたときの各サンプルの長さの相対値を表している。発芽し成長した芽の長さの平均値をその濃度で成長した芽の長さとした。2.0×10⁻³mol/L、3.0×10⁻³mol/L の濃度で豆苗が一番大きく成長した。これを境に濃度が高くなると発芽率が減少していった。図4から分かる通り、濃度が高くなるにつれて、成長した芽の長さの相対値は減少した。また種子やキッチンペーパーに発生したカビの量が増加した。5.0×10⁻³mol/L、6.0×10⁻³mol/L ではそれぞれ 2 個、1 個の種子からしか発芽していなかった。

5 考察

実験(1)において図3より、5.0×10⁻³mol/L の濃度では 140 分後には吸光度の割合が 10%以下になることが予想される。しかしそれ以上に時間がかかるという予想もある。濁水の中に酢酸カルシウムを添加すると沈殿が起きやすくなるのは負に帯電したコロイド(疎水コロイド)が反発

しているのを酢酸カルシウムが電離することにより生じたカルシウムイオンが電荷を打ち消し、反発を失くすためである。そのため水溶液中のカルシウムイオンがコロイドとの凝析にすべて使われると凝析効果がなくなり、沈殿する速度が遅くなるはずである。一方、同条件で開始した実験(1)であるが10分後には大きな差が現れている。そのため実験開始10分で最も凝析が起き、コロイドが沈殿していることが予想される。

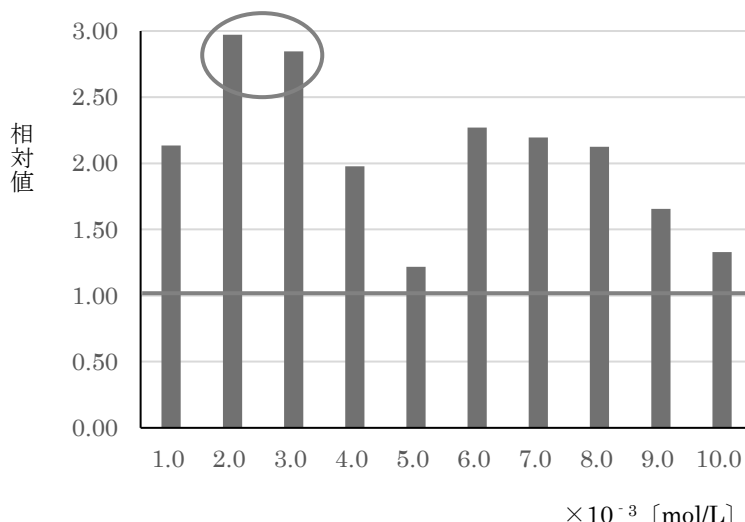


図4 酢酸カルシウム水溶液の濃度と豆苗の成長の関係

実験(2)aの結果より酢酸カルシウムの濃度を高めても、液性が塩基性に偏らないことが分かる。そのため田畑に酢酸カルシウムを過剰に投入した場合でも環境に与える影響は少ないだろう。また、実験(2)b、cの結果からCOD値が高かった原因は酢酸カルシウムでなく土にあると考えられる。土中には有機物が多く含まれているためだと考えられる。

実験(3)において、 4.0×10^{-3} mol/L、 5.0×10^{-3} mol/Lの濃度の酢酸カルシウム水溶液の値は外れ値の可能性がある。同条件で繰り返し実験を行いたい。

6 今後の課題

今回は育てやすく栽培期間が短い豆苗を実験に用いたが、今後は稲の生育に酢酸カルシウム水溶液がどのような影響を与えるか実際に稲を用いて検証していきたい。そして、今回得られた結果より 2.0×10^{-3} mol/Lと 3.0×10^{-3} mol/Lの酢酸カルシウム水溶液を用いた沈殿実験を行いたい。また、現状では貝殻から酢酸カルシウムを合成するためにとっても手間がかかるため貝殻から酢酸カルシウムを効率的に合成する方法を確立することによって四万十川濁水と貝殻の大量廃棄という2つの地域課題の解決につなげていきたい。

7 参考文献

- [1] 宇和島市, 2020, 『ふるさとうわじま newsletter★vol.24』
- [2] 公益財団法人四万十川財団, 2020, 『清流通信四万十川物語 Vol. 285』
- [3] 横田仁子, 大森誉紀, 2011, 「土壌診断に基づいた土壌改良材の施用による田面水の清水化と水稻の収量性」
- [4] 赤江剛夫, 1994, 「セッコウによる代かき濁水浄化」, *Inorganic Materials*, Vol.1 No.252
- [5] 石山春菜, 二宮紗弥, 東野乃, 2016, 「カキ殻粉末を用いた水質浄化」
『平成28年度SSH課題研究論文集』, 愛媛県立宇和島東高等学校
- [6] 小松凌大, 薬師寺晃久, 中井千聖, 薬師神杏美, 村田萌桃, 水野陽向, 2023,
「貝殻を用いた農業排水による四万十川濁水の改善」, 『令和4年度SSH課題研究論文集』,
愛媛県立宇和島東高等学校
- [7] 大西奏音, 香取之美, 2016, 「食酢が植物に与える影響」,
『平成28年度SSH課題研究論文集』, 愛媛県立宇和島東高等学校

電気分解における陽極銅の形状変化とその条件

2年3組 上戸 滯音 2年3組 松浦 梨緒
2年3組 水谷 太軌 2年3組 渡邊 蓮二
指導者 蒲池 健人

1 課題設定の理由

化学の授業で電気分解の実験を行った際、班によって銅の溶け方に違いがあることに気づきその溶け方の違いに興味を沸いた。電極の種類や、電極の距離、電解質の濃度、電流の大きさ、実験時間などを変えることによってどのような違いが見られるか気になったため、今回の研究を行うことにした。

2 仮説

先行研究より、陽極の銅板の溶け方には溶液の濃度が関係しているという報告がされている。また、陽極板の上部にビニールテープを張って電気分解を行った場合には、ビニールテープの下部が溶けることが報告されている⁽¹⁾。そこで本研究では、次の2つの仮説を立てて検証を行った。

- (1) ビニールテープの張り方を変えることで、銅板の溶ける量が変化する。
- (2) 電解質として使用する硫酸銅水溶液の濃度を高くすると、銅板が溶けやすくなる。

3 研究の方法

仮説検証のため、銅の電気分解について実験①、②を行った。電気分解は電極に銅板を用い、電極間の距離は1.0cmにして行った。また、電解質には硫酸銅水溶液を用いた。

実験① ビニールテープの張り方による比較

1.0mol/Lの硫酸銅水溶液を50mL用いて、2.0Aで20分間の電気分解を行った。ビニールテープの張り方は以下の(a)～(d)の4種類で、各3回ずつ実験を行った。

- (a) ビニールテープを横向きに片面貼る (図2)
- (b) ビニールテープを横向きに両面貼る (図3)
- (c) ビニールテープを縦向きに片面貼る (図4)
- (d) ビニールテープを縦向きに両面貼る (図5)

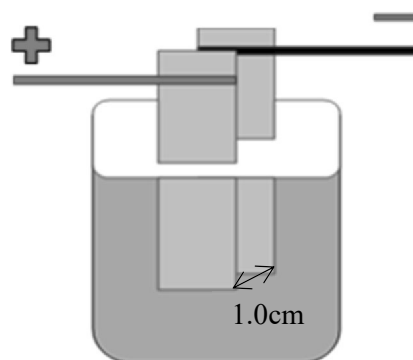


図1 実験装置の模式図

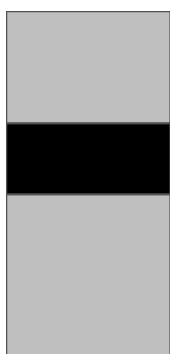


図2 実験①-(a)の模式図



図3 実験①-(b)の模式図

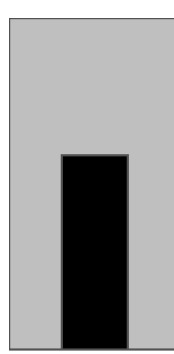


図4 実験①-(c)の模式図

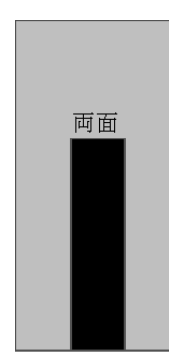


図5 実験①-(d)の模式図

実験② 硫酸銅水溶液の濃度変化による比較

硫酸銅水溶液 50mL に電極が 2.5cm 浸かるようにし、硫酸銅水溶液に浸かる電極の面積が 3.75cm²になるようにした。電極間は 1.0cm とし、1.0A で 40 分間電気分解を行った。硫酸銅水溶液の濃度は(a) 1.0mol/L、(b) 2.0mol/L、(c) 0.50mol/L の 3 種類用意し、各 2 回ずつ実験を行った。

4 結果と考察

表 1 に実験①の結果を示す。

表 1 実験①の結果とビニールテープの種類別の平均

		実験前の陽極の質量(g)	実験後の陽極の質量(g)	溶けた陽極の質量(g)
(a)	1	5.25	4.52	0.73
	2	4.85	4.03	0.82
	3	4.93	3.95	0.98
	平均	5.01	4.17	0.84
(b)	1	4.96	4.03	0.93
	2	5.14	4.34	0.80
	3	5.30	4.51	0.79
	平均	5.13	4.29	0.84
(c)	1	5.10	4.25	0.85
	2	5.07	4.24	0.83
	3	5.28	4.69	0.59
	平均	5.15	4.39	0.76
(d)	1	5.03	4.18	0.85
	2	4.99	4.11	0.88
	3	5.39	4.58	0.81
	平均	5.14	4.29	0.85

表 1 の結果を図 6 に散布図としてまとめる。

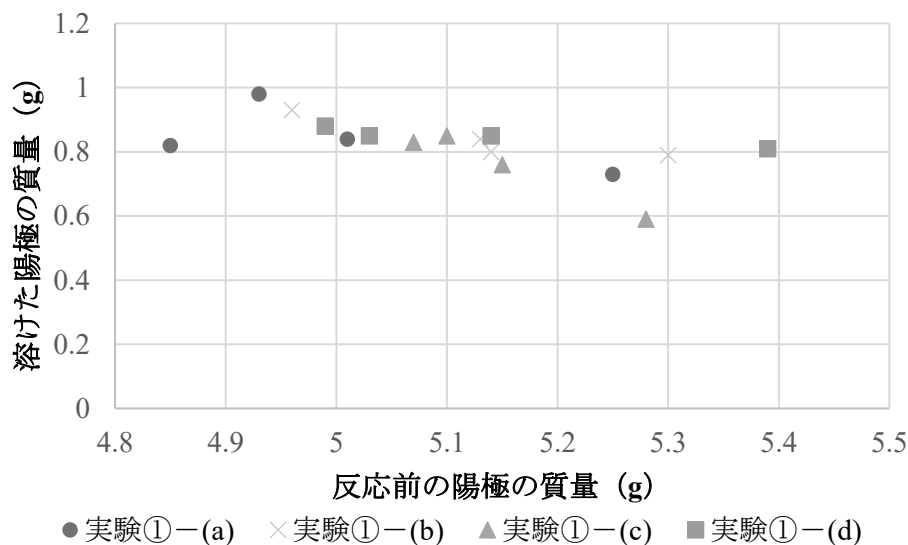


図 6 実験①の結果の散布図

表1、図6より、平均値だけで見ると実験①-(c)があまり溶けなかった結果となっている。しかし、散布図で全体を比較すると溶ける量に大きな差異がないと言える。この結果から、ビニールテープを張ることによって、溶けない部分が生まれ銅電極の溶けた後の形は変わるものの、溶ける量には影響がないことが分かった。

図7、図8、表2に実験②-(a)の結果を示す。

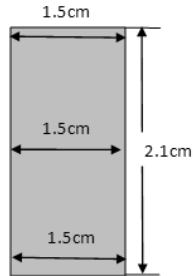


図7 実験②-(a) 1回目
電気分解後の銅極の状態の模式図

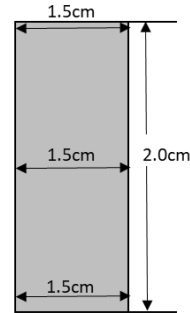


図8 実験②-(a) 2回目
電気分解後の銅極の状態の模式図

表2 実験②-(a)の実験結果

	実験前の陽極の面積(cm ²)	実験後の陽極の面積(cm ²)	溶けた陽極の面積(cm ²)	溶けた割合(%)
1回目	3.75	3.25	0.60	16
2回目	3.75	3.0	0.75	20
平均値	3.75	3.08	0.68	18

図9、図10、表3に実験②-(b)の結果を示す。

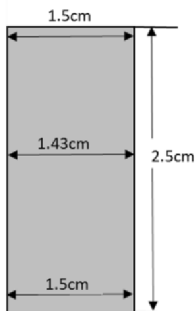


図9 実験②-(b) 1回目
電気分解後の銅極の状態の模式図

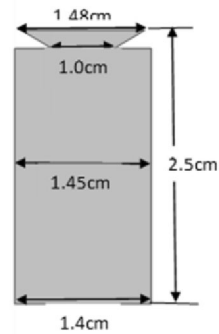


図10 実験②-(b) 2回目
電気分解後の銅極の状態の模式図

表3 実験②-(b)の実験結果

	実験前の陽極の面積(cm ²)	実験後の陽極の面積(cm ²)	溶けた陽極の面積(cm ²)	溶けた割合(%)
1回目	3.75	3.59	0.16	4.3
2回目	3.75	3.61	0.14	3.7
平均値	3.75	3.60	0.15	4.0

図 11、図 12、表 4 に実験②-(c)の結果を示す。

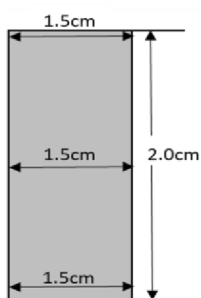


図 11 実験②-(c) 1 回目
電気分解後の銅極の状態の模式図

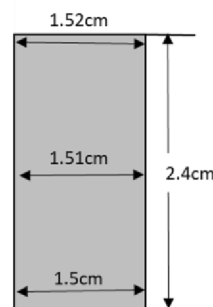


図 12 実験②-(c) 2 回目
電気分解後の銅極の状態の模式図

表 4 実験②-(c)の実験結果

	実験前の陽極の面積(cm ²)	実験後の陽極の面積(cm ²)	溶けた陽極の面積(cm ²)	溶けた割合(%)
1 回目	3.75	3.60	0.15	4.0
2 回目	3.75	3.55	0.20	5.3
平均値	3.75	3.58	0.18	4.7

実験②-(a)~(c)の結果より、硫酸銅水溶液の濃度が 1.0mol/L のときに陽極の銅の電極がもつとも溶けやすくなり、1.0mol/L を基準として薄くても濃くても溶けにくくなるということが分かった。この結果から、電極周りの溶液の濃度勾配が陽極の溶け方に影響していると考えられる。電気分解の際、陽極には硫酸イオンが、陰極には銅イオンが引き寄せられる。濃度が薄い場合は引き寄せられるイオンの数が少ないため電極周りの濃度変化も少ない。また、濃度が濃い場合は引き寄せられるイオンは多いが、溶液のイオン濃度の総量が多いため電極周りの濃度変化は少ないと考えられる。よって、金属イオンの種類によって電極周りの溶けやすい適切な濃度が存在しており、銅イオンの場合には 1.0mol/L であったと考えられる。

5 まとめと今後の課題

実験①より、テープの貼り方によって溶ける量は変わらないことが分かった。また、実験②では濃度を 1.0mol/L より薄くしたとしても、濃くしたとしても溶ける量が減少していくことが明らかになった。今後の課題として、銅板を固定する際に用いたものが発泡スチロールであったことから、反応最中に銅板の距離が動くことがあったためしっかりと固定できるようにし、より正確な実験ができるようにしていきたい。今回は濃度変化を 3 種類で行ったが、もう少し細かく濃度や時間を変えて測定することで、陽極の形状変化の条件を検証していきたい。また、銅以外の電極を使った場合の変化についても興味があるため、ステンレスや亜鉛版を使ったときにどのような変化を起こすのか検証していきたい。

参考文献

- (1) 児玉 亜門、岡崎 耀太郎、越智 雅文、高野 諒二、田中 文也。
電気分解における陽極金属の形状の変化に関する研究。
令和 5 年度宇和島東高等学校 SSH 生徒課題研究論文集, 2023, p.83-86

目指せ！貝類による辰野川の水質改善

2年4組 宇都宮 功 2年4組 入田 純友
2年4組 久能 大河 2年4組 小川 健太
指導者 中尾 力広

1 課題設定の理由

- (1) 辰野川では、カキの生息域がその水質によって左右される可能性が、廣瀬(2021)らの先行研究で示されている。また宇和島湾はくすんだ緑色をしており、時折赤潮も発生している。カキやアコヤガイなどの貝類と水質(BOD, COD 値等)の関連性を調べ、宇和島湾の水質改善に貢献したいと考え、この課題を設定した。
- (2) カキ殻によって水質が改善されることはわかっているが具体的にどのような物質がどのように作用して水質改善につながっているのかを調査したいと考えた。
- (3) 水質改善能力を確認することができれば、宇和島湾だけでなく周辺の水域で行われている水産業をさらに活性化していけると思い設定した。

2 先行研究

石山(2016)らの研究では、焼いたカキ殻によってリン酸イオンを除去し、海水の富栄養化を防げることが示されている。このカキ殻粉末を用いた水質浄化の研究報告により、赤潮の発生原因となる植物プランクトンの増殖を抑える効果があることが分かっている。

また、大阪の道頓堀では、イケチョウ貝を用いて濾過摂食により、道頓堀川の水質浄化と真珠養殖の両立に成功した事例もある。このイケチョウ貝が行う濾過摂食の過程では、1匹で1日に200Lの水を取り込んでいることも分かっている。

貝類の餌は植物プランクトンであり、**図1**に示すように、窒素イオンやリン酸イオン取り込んだ植物プランクトンを摂取する。これにより貝類は、間接的な水質改善に寄与している可能性がある。



図1 カキの間接的水質浄化

3 仮説

- (1) 辰野川では、カキが密集している場所があり、その近くに土管がある(土管側)。一方その対岸(市役所側)ではカキの数が少ない。これは場所により水質が異なることが原因である。
- (2) 大阪の道頓堀で水質浄化に用いられたイケチョウガイ(二枚貝)と同様に、カキやアコヤガイには水質浄化能力がある。(大阪市より報告)
- (3) アコヤ貝にも水質浄化能力がある。
- (4) リン酸値の減少には、植物プランクトンが影響している。廣瀬らの先行研究により、リン酸地の低い土管側では、それを取り込んでいる植物プランクトンが多い。

4 実験・研究の方法

(1-1) 学校近くの辰野川河口付近に生息するカキを対象に調査を実施した。調査地点二か所を選定し、図のように地点 A～地点 D を設定した。(図 2)

(1-2) パックテストによる各地点の水質について、記録・記録する。なお、調査項目は、以下の通りである。

*COD(化学的酸素供給量)、リン酸態窒素、

アンモニア態窒素、硝酸態窒素、亜硝酸態窒素

(1-3) 上記の調査項目のデータを集めて、分析を行った。

(1-4) 水温、調査前日と当日の天候、当日の満潮・干潮時刻も調査した。

(1-5) 地点 A～D でパックテストの他、天気、水温など等も同時に調査した。



図 2 調査地点

(2-1) 実験室内でアコヤ貝の飼育実験を行う。

(2-2) アコヤ貝に水質浄化能力があるのかを調査するためにビーカーを 4 つ用意した。ビーカー内は以下のようにになっている(図 3)。

① 海水 1000mL

② 海水 1000mL + アコヤガイ 2 個体

③ 人工海水 1000mL

④ 人工海水 1000mL + アコヤガイ 2 個体

(2-3) 用意したビーカー内にアコヤガイを 2 個体入れ、一定時間ごとにパックテストを用いてビーカー内の各物質の物質量を観察した。(観察は、8:00、13:00、17:00 の三回実施)

① 高校でも実現可能な実験として、ビーカーの中に循環器を用いて酸素を循環させることで、短時間であれば教室内で貝類を飼育できる環境を作った。

② 人工海水の素を使用して普通の海水と人工海水で、結果にどう影響が出るのか、対照実験を行った。

③ アコヤガイは水温が 15～25℃、塩分が 25.3～33.7%、溶存酸素濃度が 6.5～8.6 mg/L にそれぞれの至適を持つ(カキの生育環境における問題改善と環境改善技術—水産省より)。この情報をもとに、空調や温度調節器などを用いて水槽内の温度を適正温度付近に保って実験を行った。



図 3 カキの室内飼育の様子

(3) プランクトンネットを用いてプランクトンを採取して、顕微鏡で観察する。

5 結果と考察

(1) 河川の水質調査結果と考察(図4～図7)

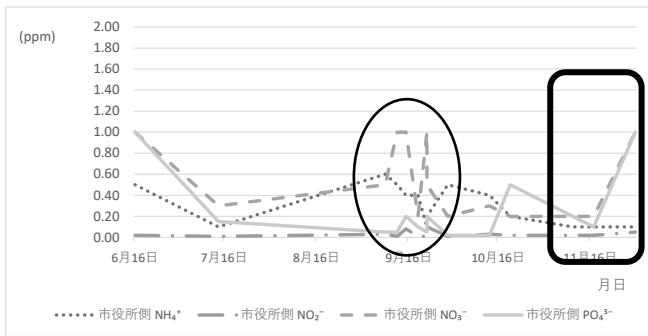


図4 地点A 辰野川(市役所側)

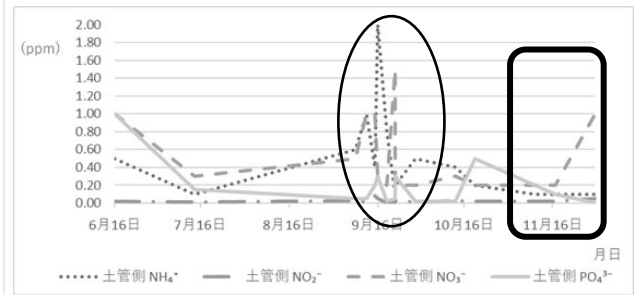


図5 地点B 辰野川(土管側)

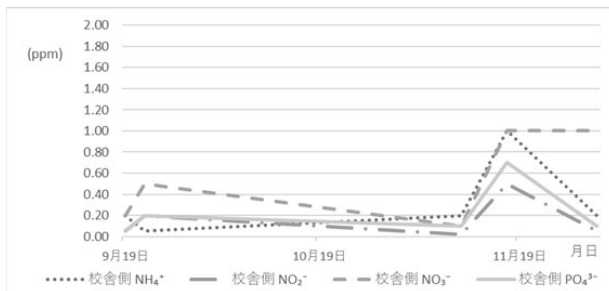


図6 地点C 神田川(校舎側)

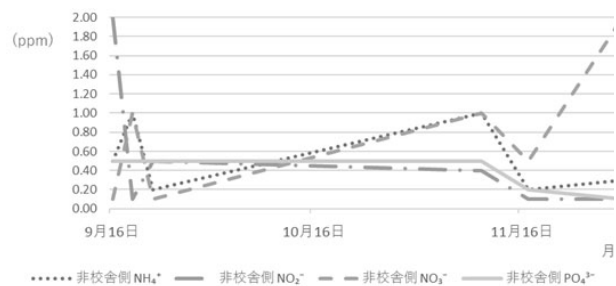


図7 地点D 神田川(非校舎側)

① 辰野川についての考察(図4、図5)

ア 図4、5の○で囲んだ9月16日(火)には、地点A(市役所側)、地点B(土管側)とも値の上昇、中でも特に NH_4^+ が大きい。

→ 前日に降った大雨の影響を受けている。

→ 河川は天候の影響を受けやすい。天候の良い日に調査を継続するなど、水質が安定する機関とそれ以外の機関の調査を行い比較するなどの検証が必要である。

イ 土管側と市役所側では、特に市役所側でリン酸(PO_4^{3-})値の差が冬場にかけて大きくなる傾向がある。(□で囲った実線部分)

→ リン酸値が低い土管側にいたカキがリン酸(PO_4^{3-})値を下げている、あるいは、リン酸(PO_4^{3-})値の低い場所を下記は好む可能性がある。これは、先行研究の結果と一致する。また、市役所側と土管側で物質が異なっていることが分かる。よって仮説(1)は正しいと考えられる。

② 神田川についての考察(図6、図7)

ア 11月21日の校舎側では、すべての調査項目の値が高かった。

→ 天候や潮の満ち引きなどが関係あるのかの検証が必要である。

イ NH_4^+ と NO_3^- の値が校舎側、非校舎側ともに高かった。

→ 生息する魚やプランクトンなどの捕食等に関係があるのではないかと考えられる。

辰野川において、カキが多くついていた土管側では、数値の変動が大きくなっていったことから、カキは水質が変動する場所、また、リン酸(PO_4^{3-})値の比較的低い場所に多く生息する可能性が考えられる。神田川との比較では、同じ日の同じ時刻に実施で来た日が、11月16日のみであり、河川での水質の差を見るためには、異なる場所でおかつ同時刻で実験を重ねていく必要がある。

(2) アコヤガイ飼育実験の結果と考察(表1)

① 人工海水では海水に比べて値の変化が緩やかになっていた。

→ 人工海水に含まれる物質の初期量が海水の1/2~1/4であるのが関係していると予想できる。

② 先行研究で、カキの生息域と関係があることが示唆されたCOD、 PO_4^{3-} の変動について図8に示した。海水ではCODの値が時間経過とともに低下していることが分かった(図8)。

→ しかし、貝類を入れていないビーカーの値も下がっているため、貝類の浄化能力による値の低下とは言い切れない。

表1 実験結果(ppm)

時間	条件	COD	NH_4^+	NO_2^-	NO_3^-	PO_4^{3-}	BOD	pH
朝	海水・無	8	0.5	0.3	1.5	0.05	30	6
昼	海水・無	6	0.3	0.3	2	0.15	30	7
夕方	海水・無	2	0.3	0.15	2	0.15	40	7
朝	海水・有	8	0.5	0.3	1.5	0.05	30	6
昼	海水・有	3	0.4	0.15	2	0.2	30	7
夕方	海水・有	4	1	0.15	1.5	0.1	40	7
朝	人工・無	4	0.3	0.01	0.3	0.05	40	7
昼	人工・無	5	0.4	0.03	0.5	0.05	30	7
夕方	人工・無	4	0.4	0.02	0.5	0.1	40	7
朝	人工・有	4	0.3	0.01	0.3	0.05	40	7
昼	人工・有	4	0.6	0.03	0.5	0.05	30	6
夕方	人工・有	4	0.5	0.05	1	0.05	30	6

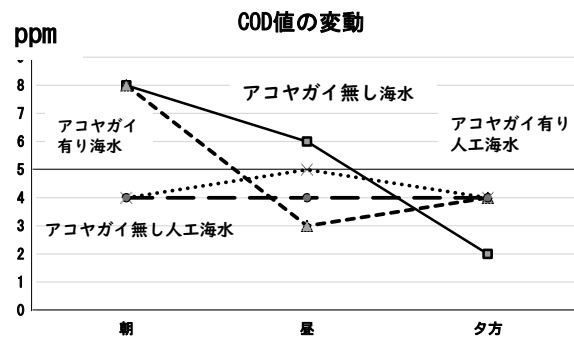
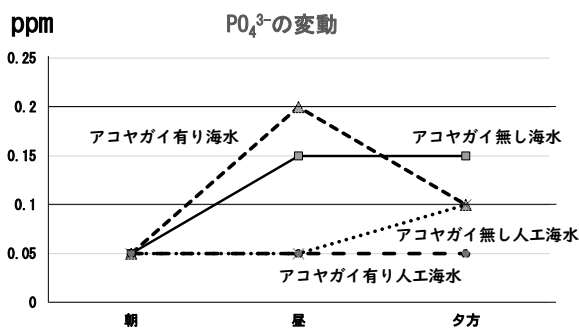


図8 室内飼育における物質変動 (PO_4^{3-} 、COD)

COD 値の変動において、一応の水質改善は見られており、アコヤガイには水質改善の応力を持つ可能性があるとも言えるが、高校の実験室での小規模の実験装置で、なおかつ短期間での実験であり、今後さらに条件を統一して、実験を継続する必要がある。

7 まとめと今後の課題

- (1) リン酸値の減少と植物プランクトンとの関係性の調査のため、辰野川での植物プランクトンの採取を試みたが採取が不十分であったため、採取方法を変えて採取する。
- (2) 今回調査を行った河川はいずれも汽水域であり、降水による水質の変化が起こりやすく、パックテストの数値に影響してしまった。そのため、調査を行う際には調査前日から一週間前の天気以外にも降水量についても調べたうえで調査を行うようにする。また、より正確な検証に向け、パックテストでの測定以外の測定方法についても検討する。
- (3) 植物プランクトンをビーカーの中で育て、の値の変化を測定するなど、プランクトンによってどの程度水質が改善されるのかの研究も必要である。

8 謝辞

本研究にあたり、愛媛県水産研究センターをはじめ、多くの方々よりご助言をいただきました。この場をお借りしてお礼を申し上げます。本当にありがとうございました。

9 参考文献

- ・カキ殻粉末を用いた水質浄化(2016 愛媛県立宇和島東高等学校課題研究論文集)、・カキの生息条件 (R3 宇和島東高校生徒課題研究) ・神田川の水質と生物 (R2 宇和島東高校生徒課題研究)、・カキの生息条件 I (R4 宇和島東高校生徒課題研究)
- ・神田川の水質と生物 II (R3 宇和島東高校生徒課題研究) ・道頓堀川で真珠「開貝式」/水質浄化目指し養殖(四国新聞社記事)

粘着力測定器の作製

2年4組 山本 帆湊 2年4組 清水 遥
2年4組 松本 智香 2年4組 宮崎わかな
指導者 谷田美穂子

1 課題設定の理由

高齢者は嚥下機能の低下により、誤嚥を起こしやすい。割高である市販の嚥下食を毎食利用すると、経済的に大きな負担が強いられる。病院における嚥下食は専門家によって作られているため、一人一人に適切な嚥下食レベルのものが提供されるが、現段階では自宅で容易に嚥下食レベルを計測するのは難しい。適切な嚥下食レベルのものを病院外でも容易に利用できるようにするため、粘着力の測定基準が統一された測定器を作ることを目的とした。

2 仮説

各素材における嚥下食及び常食の滑りやすさを調査し、粘着力測定に最適な素材を選定することにより、既存のとりみ測定板の有する機能に加え、粘度も測定可能な新たな測定器を作製できるのではないかと仮説を立てた。

3 実験・研究の方法

嚥下食ピラミッドに基づき、黄桃、卵焼き、ゆで卵、じゃがいも、おかゆ、肉じゃがを実験する食品として取り上げた。そして、それらをステンレス、アルミ、アクリル、銅の板に、一般に嚥下する時間とされる7秒間、定めた位置に食品を置いて角度の大きさを変えながら流した。

(1) 黄桃 嚥下食ピラミッド：レベル2

- ア 市販の黄桃缶 350 g をミキサーにかけペースト状にする。
- イ 125 g の水と 3.5 g のソフティアGを入れ、さらにミキサーで混ぜる。
- ウ 鍋に移し、焦げないように混ぜながら 80℃以上に加熱する。
- エ 冷蔵庫で約 1 時間冷やし固める。



図1 黄桃を測定する様子

(2) 卵焼き 嚥下食ピラミッド：レベル3

- ア 卵 50 g を調味料（塩 0.2 g 砂糖 1 g 薄口醤油 1 g）で味付けし、炒める。
- イ 分量の半量となるだし汁と、分量の 1.0%となるソフティアGを用意する。
- ウ 卵とだし汁をフードプロセッサーに入れ、滑らかになるまで攪拌する。
- エ 3 をミキサーに移し、ソフティアGを加え、全体が均一になるように攪拌する。
- オ 4 を鍋に移し、かき混ぜながら 80℃以上に加熱する。
- カ 型に流し込み、粗熱をとって冷蔵庫で冷やし固める。

(3) ゆで卵 嚥下食ピラミッド：レベル5

- ア 卵を水から茹で、沸騰後 8 分茹でる。
- イ 黄身をくりぬいて形を整える。

(4) じゃがいも 嚥下食ピラミッド：レベル5

- ア じゃがいも 1 個を 1 cm 角に切り、水小さじ 1 を加える。

イ ラップをして 500W で 5 分加熱する。

- ① 何も処理を施さない。
- ② じゃがいも 40 g に対し、市販のとりみエールを 10 g をまとうせる。
- ③ じゃがいも 40 g に対し、マヨネーズ 10 g をまとうせる。

※この実験では、食品に潤滑剤を付けた条件下での比較を目的としたため、他の実験と条件を統一していない。医療従事者へのインタビューを踏まえ、潤滑剤として市販のとりみ剤とマヨネーズを使用した。

(5) おかゆ 嚥下食ピラミッド：レベル 4

- ア 耐熱ボウルにご飯と水を入れ、ご飯粒をほぐしておく。
- イ ふんわりとラップをかけ、両端をあけ電子レンジに入れ 600W で 5 分加熱する。
- ウ 電子レンジから取り出し、ラップをぴったりとし 10 分程度蒸らす。

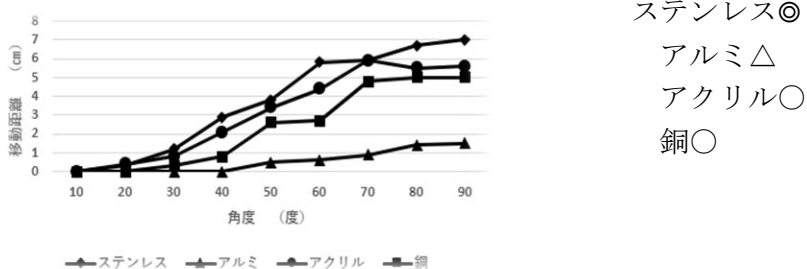
(6) 肉じゃが 嚥下食ピラミッド：レベル 4

- ア 市販のレトルト食品「キューピー やさしい献立 やわらかおかず 肉じゃが 80g」を表記時間通りに加熱する。

4 結果とまとめ

グラフより、4 種類のうち顕著に滑りやすさが表れている素材を最高評価の◎とし、それを基準として×△○◎の 4 段階で評価を行った。

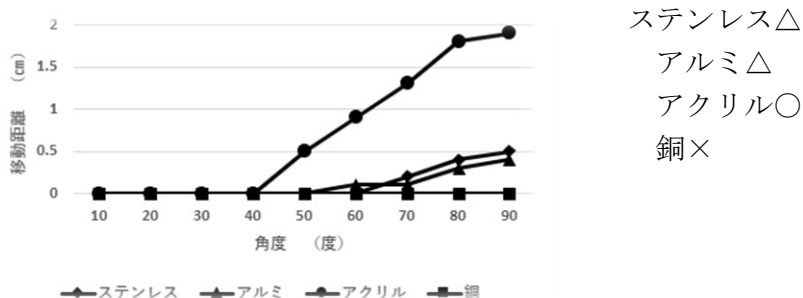
(1) 黄桃



- ステンレス◎
- アルミ△
- アクリル○
- 銅○

図 2 板の種類と角度の違いによる黄桃の移動距離

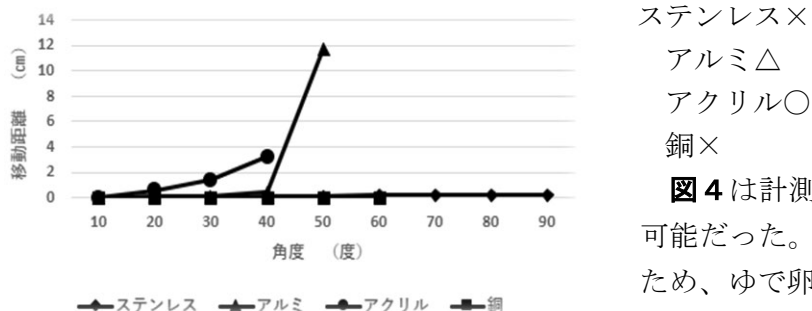
(2) 卵焼き



- ステンレス△
- アルミ△
- アクリル○
- 銅×

図 3 板の種類と角度の違いによる卵焼きの移動距離

(3) ゆで卵



- ステンレス×
- アルミ△
- アクリル○
- 銅×

図 4 は計測途中で落下。計測不可能だった。なめらかに滑らないため、ゆで卵は嚥下しにくい。

図 4 板の種類と角度の違いによるゆで卵の移動距離

(4) じゃがいも

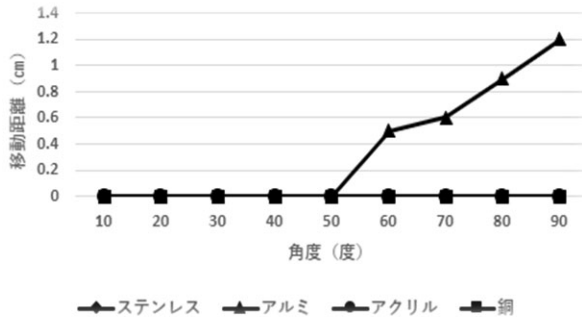


図5 板の種類と角度の違いによるじゃがいも①の移動距離

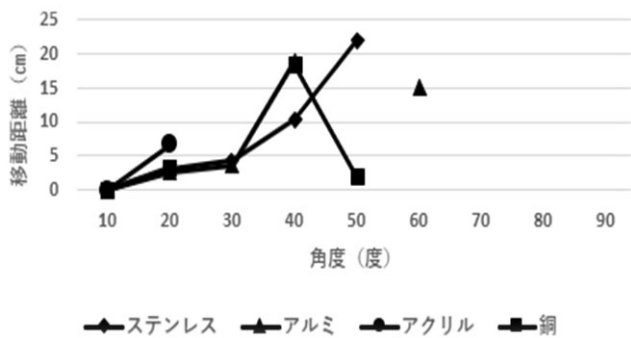


図6 板の種類と角度の違いによるじゃがいも②の移動距離

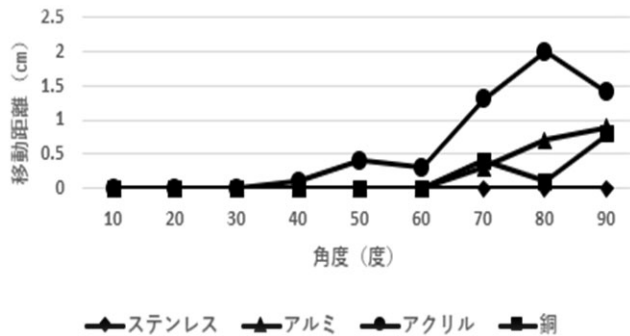


図7 板の種類と角度の違いによるじゃがいも③の移動距離

(5) おかゆ

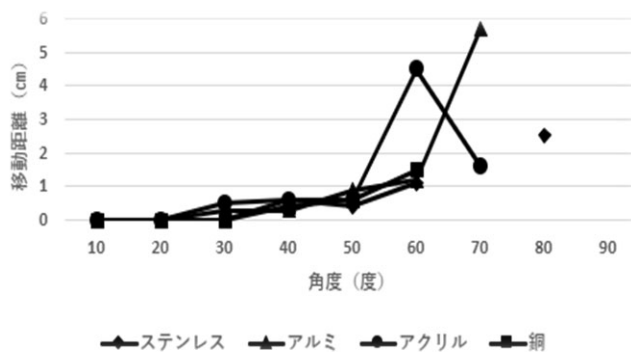


図8 板の種類と角度の違いによるおかゆの移動距離

ステンレス×

アルミ○

アクリル×

銅×

図5はでんぷんが溶出したため、じゃがいもが板に貼りつき滑らなかったと考えられる。じゃがいもはとろみやマヨネーズなどの潤滑剤をまとわせなければ、粘着力が強く、嚙下しにくいことがわかる。

ステンレス◎

アルミ△

アクリル△

銅△

図6は全体にとろみ剤をまとわせたため、じゃがいも①より滑りやすい。滑りやすく、設定時間内に滑り落下してしまった。

ステンレス×

アルミ△

アクリル○

銅△

図7はマヨネーズをまとわせたもので、じゃがいも①に比べると滑りやすく、じゃがいも②に比べると滑りやすすぎない。

ステンレス△

アルミ○

アクリル○

銅△

図8は時間がたつにつれて、でんぷんが溶出し、粘性が増していた。実験結果に誤差が生じたことが考えられる。また、おかゆは早めに食べなければ誤嚥しやすいことが分かった。

(6) 肉じゃが

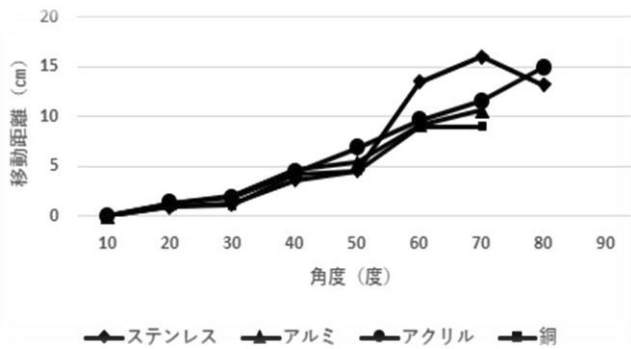


図9 板の種類と角度の違いによる肉じゃがの移動距離

ステンレス○
アルミ○
アクリル◎
銅○

図9は市販の嚥下食であるため、滑りやすかった。しかし、角度を大きくすると設定時間内に落下したため、嚥下食を食べるときの角度も考えなければ、誤嚥しやすいことが分かった。

ステンレス	◎△××◎×△○	アルミ	△△△○△△○○
アクリル	○○○×△○○◎	銅	○×××△△△○

◎3点、◎2点、△1点、×0点として計算すると、
ステンレス 10点 アルミ 11点 アクリル 14点 銅 7点

以上の結果から、「アクリル」が嚥下食レベル測定器の素材として最も適していることが分かる。よって、「アクリル」を使って嚥下食レベル測定器を作ろうと考えた。

5 展望

本研究での実験結果を踏まえ、実際に粘着力測定器を作製したい。スプーンの柄の部分に嚥下食を流し、その際にかかった秒数の測定により嚥下食レベルの検討を行うことを想定している。測定器を立てかけて置くことで柄の部分が一定の角度に固定されるため、時間内に流れた距離を見ることで、嚥下食レベルが判定できる (図10)。その測定結果を基準として、病院内外における嚥下食レベルの統一を最終目標としている。



図10 嚥下食レベル測定器のイメージ

6 謝辞

本論文の作成にあたり、たくさんの人にご協力いただきました。ありがとうございました。

7 参考文献

- ・市立宇和島病院 嚥下食情報誌「まんさいくん」
- ・公益社団法人 日本栄養士会 医療事業部 「嚥下対応食に関するアンケート調査」
- ・【図解】おいしい介護食おかゆと分粥の作り方・作る時の5つのポイント
(<https://healthscienceshop.nestle.jp/blogs/isocal/knowledge-carefood-008-index>)

イシマキガイが導く水質の可視化

2年4組 中村 亮太 2年3組 末光 弘武
2年3組 金本 凌汰 2年3組 中山 大耀
指導者 岩村 崇

1 課題設定の理由

宇和島市に流れる神田川には多くの種類の生物が生息しており、付近の住民にとっては親しみのある河川である。本校の課題研究では、毎年その水質を継続的に調査しており、生物の多様性や水質の保全に役立てようとしている。そこで、今年是指標生物としてイシマキガイを用いることとした。イシマキガイはアマオブネガイ目アマオブネガイ科に分類される巻貝の一種であり、西太平洋沿岸の汽水域から淡水域に分布している雌雄異体の巻貝である。イシマキガイは観賞魚水槽の美観を損ねる藻類除去用の水槽同居動物として盛んに利用されている。住宅地沿いにある神田川にはイシマキガイが生息している。そして、ある地点を境とし、上流と下流において分布と個体数に違いが見られた。そこで、上流と下流の個体数の違いはどのような要因によって変化しているのかを水質と生物の二面から調査し、明らかにしたいと考えた。また、イシマキガイは、流速の緩やかな地点の壁や石の側面などに生息しているため、指標生物の中でも目視が容易である。そのためイシマキガイを用いることで神田川の水質をイシマキガイの発見によって簡略的に確認することができるのではないかと考えた。また、それによって、イシマキガイの好む水質



図1 神田川

(COD 値) を解明し、保全や水生生物を飼育する際の水質管理などに大きく貢献することが出来ると考えたためこの課題を設定した。

2 先行研究

河野ら(令和4年)の先行研究では「COD 以外の物質 (BOD) もカワムツの生息に影響する。」という仮説のもと課題研究を行っていた。実験の結果よりカワムツの生息域の境界値は 8~20ppm の間にあるという予想をたて、それ以前の研究結果を基に、生息域に影響を与える境界値が、COD 値が 8ppm ~15ppm の間であると結論付けた。また、COD 値以外に調査した物質については、その増減や変化のパターンに一貫性がなかった。原因としては、生活域での水質変化は、そこに住む人々の日々の生活の影響を受けているといった側面があり、これら様々な物質とカワムツとの関連性は見いだせなかったことが挙げられた。また、先行研究ではより詳細な COD 値を求めることが今後の課題となった。

3 仮説

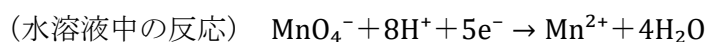
- (1) イシマキガイの餌となる藻や苔が水のリン酸値の有無などで生息数が変化する(リン酸値が高いほど生息数が多くなる)。よって、イシマキガイも水質が良好でなく、河川の水の中の何らかの値が偏っている場所に多く生息している。
- (2) イシマキガイは水質を一定に保つ能力を持っており、好みの水質の状況に変化させる。これらの仮説をもとに、神田川の水を COD 滴定し、正確な COD 値を求める。また、標識再捕法を用いて神田川のイシマキガイの個体数を把握する。この二つの実験方法をから、イシマキガ

イと COD 値との関係を調査する。

4 実験方法

(1) COD 滴定

イシマキガイの個体数が多い下流と少ない上流で試料水を採取し、試料水をろ過し、試料水中の不純物を取り除く。濾過水 100ml に対し、硫酸 1 に対して水を 2 の体積で希釈したもの 10ml を加え、硫酸酸性とする。5.0mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液 10ml を加え、30 分間加熱を行った後に 12.5mol/L のシュウ酸を加え、過マンガン酸カリウム水溶液を用いて、下記の反応を起こし逆滴定を行う。



また、蒸留水でも同様の実験を行い、滴定によって出てきた値を上記の半反応式から得た式を用いて COD 値を求める。

$$\text{COD} = \frac{(a - b) \cdot F \cdot 1000 \cdot 0.2}{x}$$

a: 試料水での滴定値 b: 上流水での滴定値

F: 過マンガン酸カリウムのファクター x: 資料水の量(L)

また、パックテストも同時に行い滴定によって出た COD 値と比較し、おおむね同じであることを確かめ実験結果が正確であるか確認する。

(2) 標識再捕法

神田川からイシマキガイを 10 匹採取し、1 匹ずつペンキで印をつける。そして印をつけたイシマキガイを川へ放流し 1 週間後 10 匹採取しその中に何匹の印のついたイシマキガイがいるか調べ、神田川全体のイシマキガイの個体数を求める。イシマキガイの殻にペンキをつけるためには、イシマキガイの殻が濡れたままだとペンキは付きづらく、乾きにくいので写真Ⅱのように、水を薄く張った容器にイシマキガイを入れ、イシマキガイの殻のみを乾かすことでイシマキガイが弱らないように配慮し実験を行った。



図 2 COD 滴定

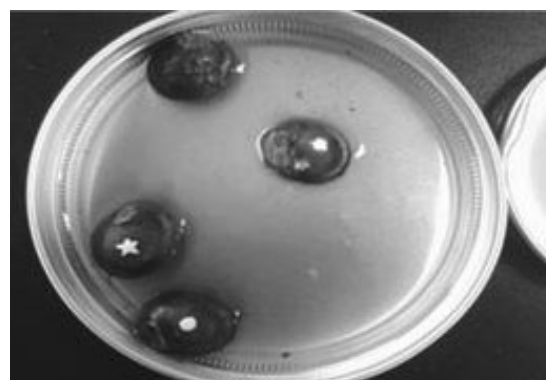


図 3 印をつけたイシマキガイ

5 実験結果

(1) COD 滴定

実験により得られた COD 値は多少の差はあるもののすべて上流が低く、下流で高いという結果になった。また、下流と上流に違いが生じたのは上流から下流に行くに従い生活排水などの有機物などが流れ込むことによって生じたと考えられる。以下に実験結果を示した。

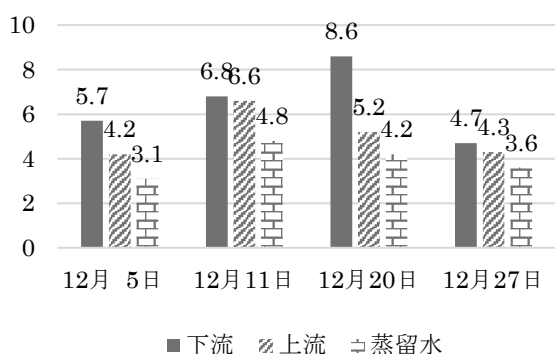


図4 実験で得た滴定値

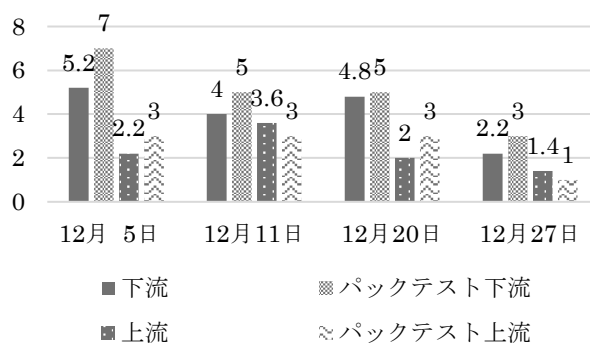


図5 COD 値の比較

上記の結果から、上流域と下流域で COD 値を比較すると全体的に下流域の方が COD 値は高く水質が良好でないといわれる。また、パケットテストを同時に行ったことで COD 滴定がある程度正確な値ということがわかる。

(2) 標識再捕法

標識再捕法では3回にわたり神田川に放流した。結果は表1のようになった。

表1 標識再捕法の結果

	印の色	印を付けた 個体数	発見した 個体数	上流 (1m ² あたり)	下流 (1m ² あたり)
1回目	白色	10匹	0匹	37匹程度	106匹程度
2回目	金色	10匹	0匹		
3回目	金色	15匹	0匹		

白の印、金色の印のどちらでも指定した区域から発見することはできなかった。

6 考察

(1) COD 滴定

滴定結果とパケットテストの結果を比較したところ、パケットテストの目分量で測定した COD 値の範囲と COD 滴定の値は重なった。そのことから、実験結果は正確であると判断できる。また、日によって COD 値が変動しているのは、雨などの気候的要因や、近場の工事などにより、川の有機物の量が増加したなどが要因として挙げられる。私たちが立てた仮説より、イシマキガイは水質が良好でないところに多く生息するという観点から、実験結果が導いたように、COD 値が高い下流域にイシマキガイが多く生息していると予測ができる。しかし、今回の研究では標識再捕法による神田川全体のイシマキガイの個体数を計測できていないため、実際のイシマキガイの上流域と下流域の個体数と比較できなかった。

(2) 標識再捕法

上流と下流の二地点の 1m²あたりに生息しているイシマキガイの調査をした。その結果下流の個体数は上流の約3倍になっていることが分かった。そのことから、イシマキガイは下流に

多く生息していると考えられる。また、下流と上流に共通して、イシマキガイは個体群で生息しており、上流よりも下流に個体群が多かった。結果として標識再捕法は失敗に終わった。原因としては、イシマキガイの寿命が約1年であるため、印をつけたイシマキガイが寿命を迎えたことによって確認できなかったことや、塗布したペンキが完全に乾いていない状態でイシマキガイを再び放流してしまったことによってイシマキガイに塗布したペンキが剥がれたことや、川を確認するとイシマキガイは川石の裏に多く生息しており、移動する際に、川石とペンキの塗布部分がこすれ剥げてしまったこと、また、再放流したイシマキガイを探す際にすべての川石の裏を確認することが出来なかったことなどが挙げられる。

7 今後の課題

(1) COD 滴定

上流の水質が下流より良好であることが判明したが、悪天候や工事などの環境的要因による水質の変化や、実験当初の滴定の失敗などによって、十分な量のデータが取れなかった。そのため、さらに正確性を保つため滴定結果を増やしたい。また、COD 滴定を行う地点の範囲を絞って、上流と下流の分岐地を探ることによってイシマキガイと水質の関係をより正確なものにする。

(2) 標識再捕法

失敗に終わってしまった原因としては、印の色と付け方、資料個体の少なさ、放流期間の3つにあると思われる。

(a) 印について

小さく白色だと、川の光の反射や、殻の傷に似ているため目視が困難となるため、金色などの自然界には少ない色で印付けをし、発見を簡易化する。

(b) 放流期間について

都合が合わず、期間を開けすぎ極端になっていたので、正確に1週間と定め継続的に調査のできるよう時間の都合を合わせること。

以上の3つを改善して今後の課題研究に役立てたい。

8 参考文献

- ・ 新たな指標生物を探せ！～神田川の水質と生物Ⅲ～（令和4年度愛媛県立宇和島東高等学校課題研究論文集 河野紗良、兵頭縞、宮本陽菜、渡部ひとみ）
- ・ 神田川の水質と生物Ⅱ（令和3年度愛媛県立宇和島東高等学校課題研究論文集）
- ・ 標識再捕法によるイシマキガイの移動方向の研究（1991年 西脇三郎、平田徹、植田一二三、土屋泰孝、佐藤壽彦）
- ・ https://www.cbr.mlit.go.jp/tenjyo/jimusyo/publication/pbl_fish/pdf/018_041.pdf 瀬と淵 - 国土交通省中部地方整備局
- ・ 化学的酸素要求量（COD）と全有機炭素 [https://www.e-jemai.jp/purchase/back_number/back_number/...](https://www.e-jemai.jp/purchase/back_number/back_number/)

挿し木による固有種トキワバイカツツジの保全

2年3組 畔地 将志 2年3組 清家 竣平 2年3組 サシキーズ
高平こころ
2年3組 和家 椿 2年4組 高橋 里玖
指導者 林 広樹

1 課題設定の理由

トキワバイカツツジ (*Rhododendron uwaense* H.Hara et T.Yamanaka) (図1)は愛媛県宇和島市に自生する固有種で、生息地が局所的で限定されているために環境省カテゴリーでは絶滅危惧 1B 類(EN)、愛媛県カテゴリーでは絶滅危惧 1A 類(CR)に指定されている(環境省2020, 愛媛県2022)。本種は、絶滅危惧種に指定されているのにもかかわらず認知度が低く、まだまだ情報不足であるため、保全に向けて次世代の稚樹の確保が必要であり、稚樹がしっかりと生息できる環境を把握し、保全する必要があると考えた。



図1 トキワバイカツツジ

現地調査を重ね、トキワバイカツツジの個体は日が当たる場所に多いが、稚樹は日が当たらない急斜面の岩肌に多く見られた。このことから、稚樹の時期は陰樹の性質を持ち、ある程度生育すると、陽樹の性質になるのではないかと考え、トキワバイカツツジが生育する最適な光条件を明らかにすることをこの研究の目的とした。本研究では、挿し木を行いその挿し木の個体がよく育ち、発根する光条件を明らかにすることを試みた。

2 仮説

トキワバイカツツジは発芽してすぐには陰樹の性質をもち、ある程度成長していく中で陽樹の性質を獲得していくのではないかと考え、その仮説を明らかにするために、トキワバイカツツジの挿し木が生育し、発根するために必要な照度を明らかにする。



図2 トキワバイカツツジの採取の様子

3 研究の方法

本研究では、トキワバイカツツジが絶滅危惧種であるため、事前にトキワバイカツツジと同じツツジ科の植物であるサツキツツジを用いて、予備実験を行った。そして、予備実験の結果を踏まえ、光条件を設定し本実験を行うことにした。

<予備実験>

- (1) ツツジ 70 個体に、植物活力素と発根促進剤を与える。
- (2) 挿し木用にツツジを 4 cm に切って挿し穂を作る。
- (3) 鹿沼土を入れたセルトレイに挿しこむ。
- (4) 日光を遮断しないトレイと日光を遮断して日照時間を制限するトレイに分ける。

※日照時間は、午前 8 時から午後 5 時の間とする。

- (5) 1 週間おきに、ノギスを用いて葉幅(mm)、茎の直径(mm)を計測する。



図3 挿し木の様子

＜本実験＞

- (1) 図4のように、照度に違いを持たせるために、何も覆わないトレイ（対照実験）、透明のビニールをかぶせたトレイ、半透明のビニールをかぶせたトレイ、新聞紙をかぶせたトレイに分け、それぞれのトレイに30個体ずつ挿し木を行う。
- (2) 挿し木方法は予備実験と同様である。
- (3) それぞれのトレイの照度を測定し、相対照度を求める。
- (4) 1週間ごとにノギスを用いて葉幅(mm)、茎の直径(mm)を計測し、成長率・生存率を求める。
成長率は「(計測最終日の葉幅の平均－計測開始日の葉幅の平均)/計測開始日の葉幅の平均×100」で求めた。生存率は「計測最終日の個体数/計測開始日の個体数×100」で求めた。



対照実験 透明ビニール 半透明ビニール 新聞紙

図4 照度に違いをつけた実験トレイ

4 結果と考察

＜予備実験の結果と考察＞

図5を見ると、日光を遮断しなかったトレイのツツジの個体数は、32個体から1個体減少し、31個体になり、生存率は96.9%であった。また、発根率は、93.8%であった。図6に発根の様子を示す。



図6 ツツジの発根

日光を一定時間遮断したトレイのツツジは個体数が30個体から4個体に減少し、生存率は13.3%であった。また、発根率は0%であった。

図7より、計測開始日から2か月後の葉幅を比較すると日光を遮断しなかったトレイのツツジの葉幅は6.8%大きくなり、日光を一定時間遮断したトレイのツツジの葉幅は4.9%小さくなっていった。

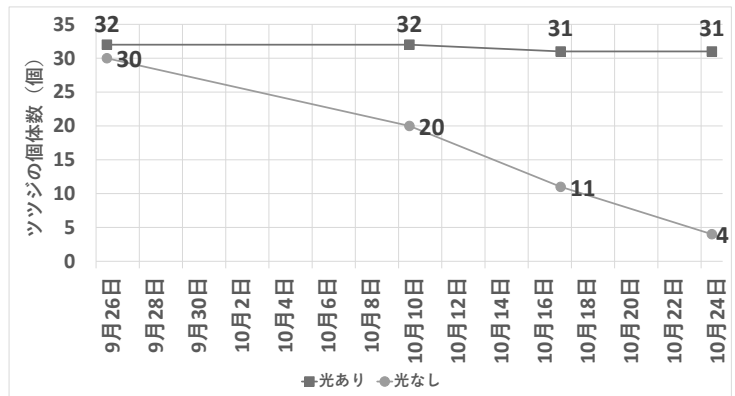


図5 ツツジの個体数の変化

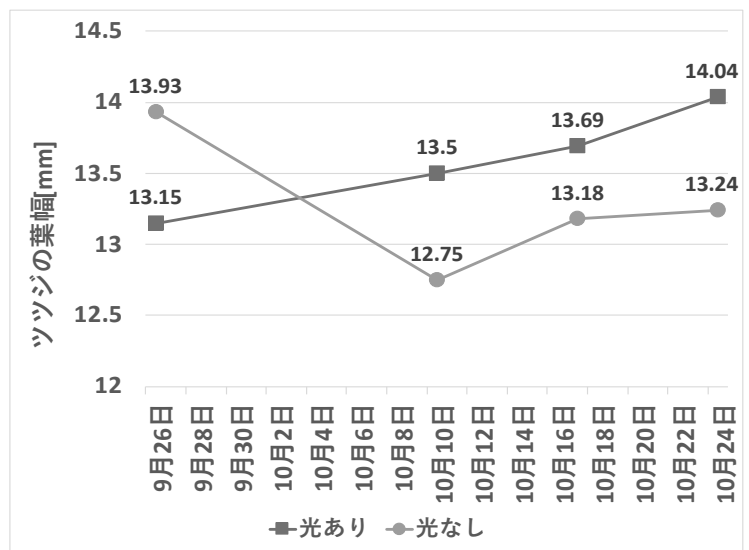


図7 葉幅の変化

これらのことから、日光を遮断すると個体数が減少し、葉幅も枯れて縮小し小さくなった。よって、サツキツツジの生育には、一定時間以上の日光が必要である。

＜本実験の結果と考察＞

表 1 照度 (Lux), 相対照度 (%), 生存率 (%)

	なし	透明	白	新聞紙
照度 (Lux)	900	700	900	230
相対照度 (%)	98.8	92.5	86.7	17.1
生存率 (%)	93.3	96.7	93.3	96.7

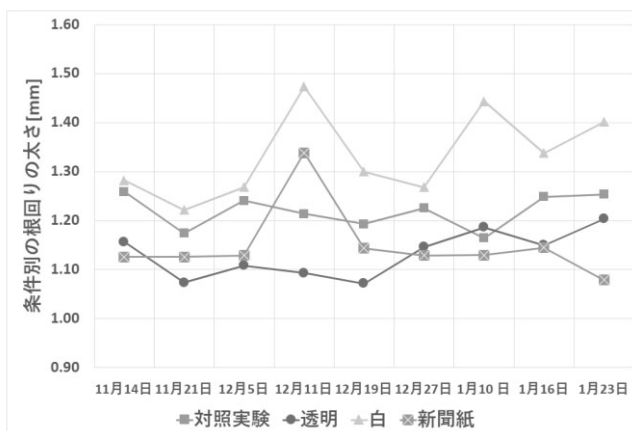


図 8 条件別の根回りの太さ (mm)

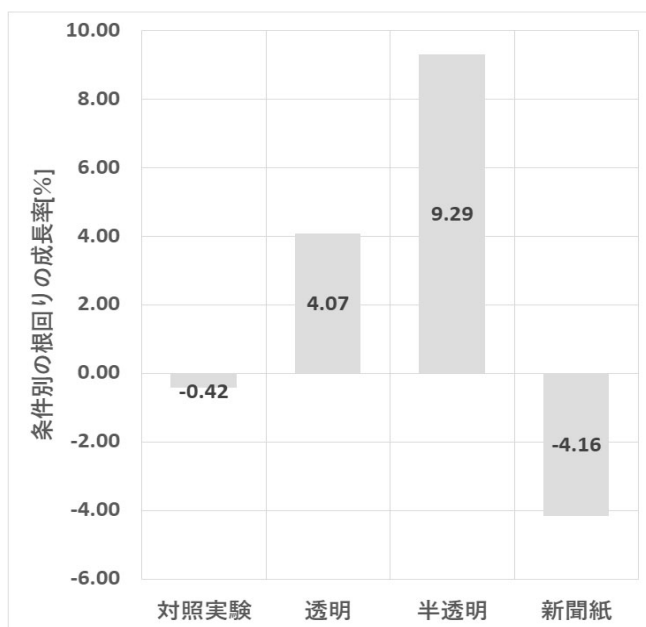


図 9 条件別の根回りの成長率 (%)

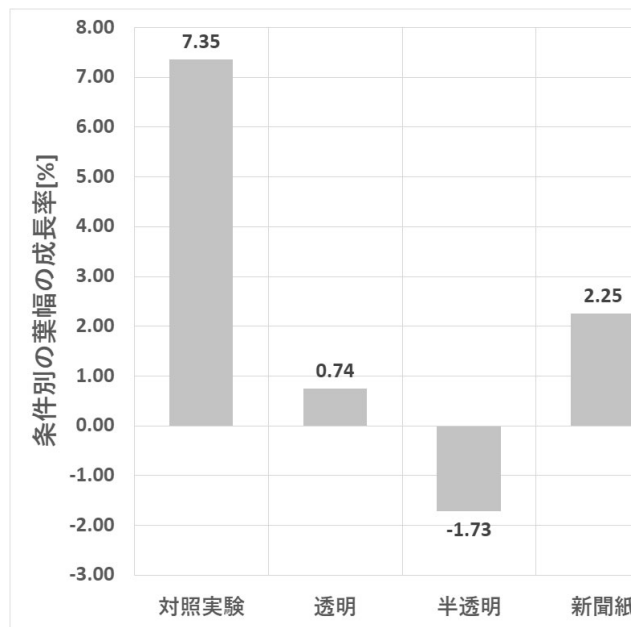


図 10 条件別の葉幅の成長率 (%)

(1) 相対照度について

表 1 より、透明や半透明のビニールで遮光すると、相対照度は約 6 %及び約 11%低下した。また、新聞紙で遮光すると、約 81%低下した。

(2) 生存率について

表 1 より、生存率はどの光の条件においても、93.3%から 96.7%の割合となり、光の強さに関係なく、約 2 か月間ではほとんどの個体が枯れずに生育している。

(3) 根回りの太さについて

図 7、図 8 より、透明のビニールで遮光した場合、成長率は 4.07%、半透明のビニールで遮光した場合は 9.29%となった。一方で、遮光しなかった場合は成長率は-0.42%、新聞紙で遮光した場合は -4.16%となった。遮光しなかった場合は 0.01mm、新聞紙で遮光した場合は 0.05mm

のマイナス成長であった。成長率がマイナスになった要因は成長の変化量が少なく、測定する場所は決めていたが、測定する人を固定していなかったため、人のメモリの読み方の癖などにより誤差が生じてしまったと考えられる。

(4) 葉幅について

対照実験では7.35%の成長が見られたが、透明のビニールで遮光した場合は0.74%、半透明の場合は-1.73%、新聞紙の場合は2.25%の成長が見られた。対照実験に比べ、遮光することで葉幅の成長率が小さくなっている。葉は光合成器官であり、光によって光合成が促され葉幅が大きくなったのではないかと考えられる。

5 結論

- (1) 相対照度が81%低下しても2か月間生育できたことから、トキワバイカツツジの挿し穂は、陰樹の性質を持つのではないかと。
- (2) トキワバイカツツジの根回りについては、2か月で顕著な成長は見られなかった。
- (3) 葉幅については、相対照度が高い条件の方が、光合成が活発になり、その分有機物が蓄積され、大きく成長したのではないかと。

6 今後の課題

- (1) トキワバイカツツジの発根率を求め、挿し木によって個体を増やすことが可能か検証する。
- (2) 約2か月の実験期間では葉幅および根回りの成長はマイナス成長となる光条件もあったが、1年、2年と実験期間を長くすることで、成長を確認できることが予想される。
しかし、0.01mm単位での変化を測定することは、少しのミスで大きな誤差が生じてしまうため、測定の工夫を行う。
- (3) 今回は挿し木を用いてトキワバイカツツジの光環境における生育条件を明らかにしようとした。私たちは稚樹のときは陰樹の性質を持ち、成木になると陽樹の性質を持つのではないかと仮説を立てているので、トキワバイカツツジの種子を播種し、稚樹の光環境における生育条件を明らかにすること、および、成木の光環境における生育条件を明らかにすることが今後の課題である。

謝辞

本研究を行うにあたり、愛媛県自然保護課、生物多様性センターの方々に、トキワバイカツツジの自生地への入林許可、トキワバイカツツジの挿し穂の採集許可を頂き、研究のご指導を頂いたことに感謝申し上げます。

参考文献

- ・原寛・山中二男(1984)：四国産ツツジの一新種. 植物研究雑誌, 59(10), 289-292.
- ・橋越清一・徳岡良則(2020)：トキワバイカツツジの保全のための基礎的研究Ⅰ トキワバイカツツジの生育地(愛媛県宇和島市)における植物相, エヒメアヤメ, (49), 55-63.
- ・橋越清一・徳岡良則・藤林弘恭・久松定智(2020)：トキワバイカツツジの保全のための基礎研究Ⅲ トキワバイカツツジの生育する林分の構造, エヒメアヤメ, (49), 80-91.
- ・田村優芽・高平こころ・高田悠生・稲田美優・粉川実姫・二神直希・小西立桜・林広樹(2023)：地図を用いた固有種トキワバイカツツジの調査と保全(2023)
- ・愛媛県レッドデータブック 2014



肥料と宇宙食への道



～アコヤガイパウダーの可能性は無限大～

2年3組 片岡 澄夏 2年3組 桑原 美羽
 2年3組 田中 小晴 2年3組 横山 りる
 指導者 中尾 力広

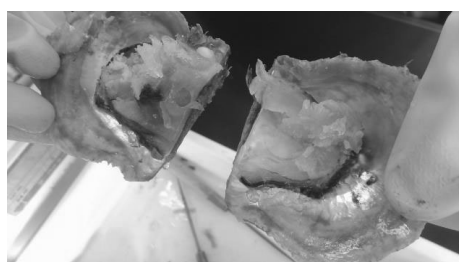
1 課題設定の理由

- (1) 宇和島市では、アコヤガイからとれる真珠が有名な特産品となっている。しかし、その裏でアコヤガイの身（実際には小さいアコヤガイ）が大量に廃棄されていることを知り、どうにかして活用できるのではないかと考えた（図1）。
- (2) カルペインパウダー（秀長水産）のように実際に成功している例がある。カルペインパウダーとは、タイの身や骨を使用したパウダーのことである。このカルペインパウダーを参考に、アコヤガイの身も粉末化できるのではないかと考えた。

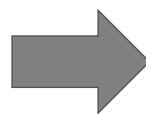
2 仮説

アコヤガイを粉末化することで、保存が容易になり、様々な場面で活用ができる。活用方法として次の(1)～(4)を想定する。

- (1) 農作物の肥料にできる。
- (2) メダカや観賞魚等の餌として活用できる。
- (3) 宇宙食や非常食として活用できないか。味は良くないが、加工方法によって活用できる可能性がある。
- (4) 成分を単離し、美容や健康、アレルギーの研究に用いる。



廃棄されるアコヤガイの身



肥料に用いる

魚の未利用部位での検証有
三重県のパールコンポスト

宇宙食に用いる
例：宇宙せんべい

愛媛県産宇宙食
「まるとっと」に続け

成分を単離し、美容や健康、
アレルギーの研究に用いる

愛媛大学農学部と連携の予定

観賞魚の餌

図1 アコヤガイパウダーの可能性

3 実験・研究の方法

私たちは、宇和島市の企業である秀長水産を訪問し、アコヤガイの身の活用についてアドバイスをいただいた。指摘されたのは以下の3点である。

1つ目は、アコヤガイの成分を調べることである。参考文献より、アコヤガイには主にタウリンとグリコーゲンの2つの成分が含まれていることが分かっている。

2つ目は、アコヤガイの成分を安定化させることである。成分を安定化することができなければ、もちろん、自分たちが目指しているような、アコヤガイパウダーを食品に活用することはできないであろうし、長期保存もできなくなる。そのためにも、成分の安定化は必須となってくるのである。安定化とは、どのような状況であっても同じ状態を維持させることができている状態を示しており、アコヤガイパウダーを何かに活用するためには重要なこととなっている。

3つ目は、アコヤガイを活用しやすくするために粉末化させることである。アコヤガイを粉末化させることで、生の状態よりも長持ちさせることができ、持ち運びも楽になる。このことから、まずはアコヤガイを粉末化させることにした。

粉末化の方法を以下に示す。

(1) アコヤガイの粉末化 (図4)

アコヤガイを粉末化させるための方法として以下の3つの方法を用いた。

① 真空状態にする (図2)

手動式真空ポンプを使って、ビンの中を真空にし、水分を飛ばす。

※真空乾燥の原理

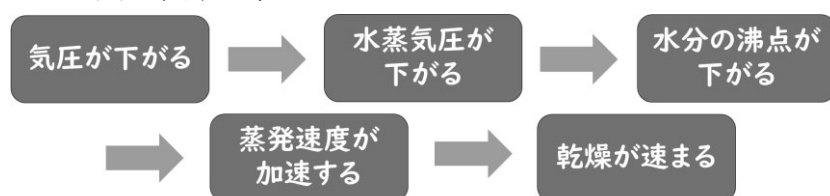


図2 真空ポンプの活用

② 天日干し (図3左)

バットにアコヤガイの身を入れ、その上から金あみをして、虫や鳥の対策をしながら日光で水分を飛ばす。

③ 冷蔵庫内に保存する (図3右)

冷蔵庫は温度が低く、水蒸気が空気中に溶け込みにくいため、乾燥することや、気圧が大きいと押しえつけられて水分が出にくいのが、冷蔵庫内は気圧が小さいため、水分が出やすく乾燥するというしくみを利用し、水分を飛ばす。



図3 天日干し



図3 冷蔵庫内で乾燥



図4 アコヤガイパウダー

(2) アコヤガイパウダーの肥料としての活用

① アコヤガイパウダーを4.0g作成し、0g、0.1g、0.2g、0.3g、0.4gをそれぞれ土(観察しやすいよう、試験管半分位置までの7.5g)に混ぜ、豆苗を植える(図5)。

② 比較しやすいように長さを切りそろえる(図6左・中)。

③ 光屈性(ひかりくっせい)の影響を取り除くためにカーテンは閉めて観察する(図6右)。

④ 成長の過程を記録する。



図5 土の量をそろえる

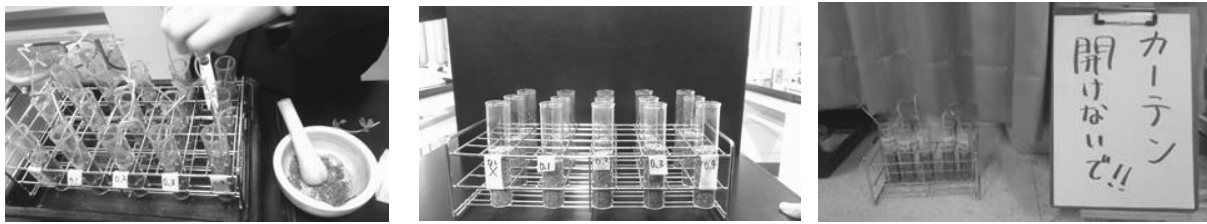


図6 試験管最上部の高さに切りそろえる(写真左・中)
カーテンは閉めておく(光屈性の影響を取り除く・写真右)

【追加実験】①と同じようにアコヤガイパウダーを作成し、それぞれ水に混ぜ、豆苗を入れる。
2列のうち、手前は種の近くを切りそろえ、奥は枝分かれの部分からの長さを記録した。

4 結果と考察

(1) パウダー化に向けた実験結果と考察

① 「真空状態にする」の結果と考察

今回この原理を用いて実験を行ってみたが、十分に乾燥させることができなかった。真空にする際に、空気がビン内に侵入していたことが原因だと考えられるため、どうすれば空気が入らず真空にできるのかを探る必要がある。

② 「天日干し」の結果と考察

この方法は、身が薄すぎて粉末化させる際に折れてしまい、上手く粉末化させることができなかった。しかし、乾燥は十分にできていたため、どうしたらこれを粉末化させることができるかこれから考えていく必要がある。また、天候に左右されるのも問題である。

③ 「冷蔵庫内に保存する」の結果と考察

この方法は乾燥も十分にでき、厚さもちょうどよく、今までで一番の成果が得られたため今後の実験では冷蔵庫内で保存・乾燥に適していることが分かった。

以上の結果より、③の冷蔵庫内保存で乾燥させたものをパウダー化し、実験を継続することとした。

(2) 肥料としての利用(鯛の未利用部位で実証済み)

土を用いた場合、十分に成長が認められなかった。また、先端を切った部分が乾燥してしまい、豆苗の伸びが見られなかった。豆苗は水につけた方がよく成長するのではないかという可能性と、水の方がアコヤガイパウダーの成分が均一に広がりやすいという点も考慮し、土を使った実験方法を水栽培を用いてその成長を記録する実験に改善した(図7・表1)。

図8のグラフから分かるように、アコヤガイパウダーを0.1g与えたものが最も成長した。0.4gのものは、水に対するアコヤガイパウダーの量が多かったと考えられる。アコヤガイパウダーは濃いほどよいというわけではなく、水に対するアコヤガイパウダーの適正量を見つけていく必要がある。今回の実験では、成分以外にもその濃度の影響もあると考えられるため、その点を考慮した実験方法の改善が必要である。

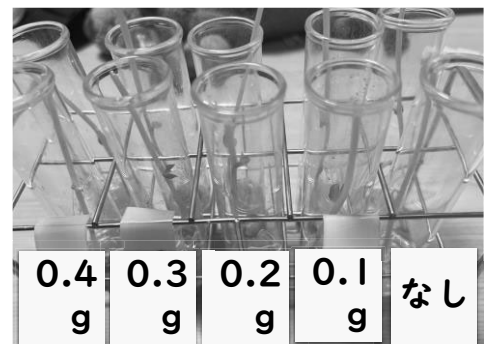


図7 水栽培の写真

表1 豆苗の成長記録 (cm)

	なし	0.1g	0.2g	0.3g	0.4g
1月18日	0	0	0	0	0
1月19日	0.03	0.16	0.08	0.08	0.02
1月20日	0.06	0.26	0.14	0.08	0.02
1月21日	0.08	0.27	0.19	0.1	0.02
1月22日	0.09	0.3	0.24	0.13	0.02

6 まとめと今後の課題（図8）

- (1) アコヤガイパウダーを肥料として活用するのは、有効である可能性が高い。
- (2) 成分を単離して活用する方法の研究が不十分であるため、抽出方法を研究する。
- (3) 匂いを消す方法を調査・研究する。食品として利用できるようにするには、貝の身を乾燥させる前に醤油や塩などでゆがき、匂いを消し味付けをする。
- (4) 研究が進めば、きちんとした乾燥施設が必要である。宇宙食としての活用に向け昨年度、本校でご講演いただいた縁で、宇宙食「骨まで食べられるまるとと（干物）」の製造で有名な株式会社キシモト（東温市）を訪問させていただいた。私たちが考える宇宙食への活用に関する学習と、乾燥の方法やその原理等を学ばせていただいた（図9・10）。

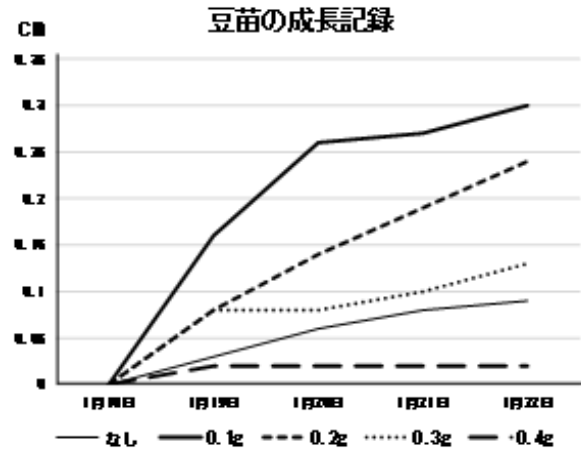


図8 豆苗の成長記録



図9 宇宙食「まるとと」

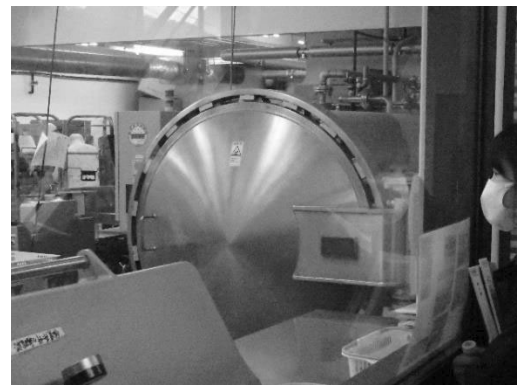


図10 高温高圧殺菌装置

宇宙食の条件 ↑↓	どこで食べるのか	→ 宇宙という過酷な環境条件下
	だれが食べるのか	→ 宇宙飛行士(人類代表の優秀で大切な人材) ※飛行中の食中毒・病気は、絶対に不可。
アコヤガイパウダーの長所 <ul style="list-style-type: none"> ・乾燥していて腐りにくく長持ちする（ただし、十分な乾燥が必要）。 ・真空滅菌すれば、食中毒や感染症にも対応できる。 ・貝を丸ごと活用するため、栄養面でも良好なものができる。 		

7 謝辞

本研究にあたり、秀長水産、株式会社キシモト、愛媛県水産研究センター、愛媛大学をはじめ、多くの方々よりご助言をいただきました。この場をお借りしてお礼を申し上げます。本当にありがとうございました。

8 参考文献

- ・パールコンポスト(R4 三重県真珠振興協議会)、
- ・アコヤガイ内臓の有効利用に関する研究(2004 三重県科学技術振興センター水産研究部)
- ・農林水産バイオリサイクル研究事業 (2006 農林水産技術会)、
- ・アコヤ貝等二枚貝廃棄物からのセラミドアミノエチルスルホン酸の効率的抽出(2006、三重県科学技術振興センター水産研究部)、
- ・平成30年度愛媛県立宇和島東高等学校課題研究論文集「魚の未利用部位を使って商品開発」、
- ・令和2年度愛媛県立宇和島東高等学校課題研究論文集「魚粉を用いた芝の緑化」

愛媛県の石（エクロジャイト）を用いたサウナの熱効率

2年3組 松本 惟吹 2年3組 高田 柊
2年3組 大西 敦也 2年3組 坂本 孝太
指導者 松岡 拓哉

1 課題設定の理由

現在、若者を中心にサウナ利用者数が増加傾向にあり、2022年のサウナ愛好家人口は約1700万人にもなると言われている。これに伴い、大手航空会社のJALではサウナを目的とした旅行プランである「サ旅」というサービスの展開を開始しており、地域にあるサウナを魅力化することで観光客の増加につながるのではないかと考えられる。こういったサウナブームに伴い、愛媛県宇和島市でも2027年に男女計5つのサウナ室を設けた温浴施設「やすらぎの里」をリニューアルオープンすることになっている^[1]。そこで、私たちは、やすらぎの里と連携して、現在人気の高いフィンランド式のロウリュサウナ（図1）の要である、サウナストーンについて研究し、地域の特徴の強いサウナ製作の一助になることはできないかと考えた。実験対象は、日本では愛媛県四国中央市の東赤石山でしか産出しないエクロジャイトとする。今回は、実際に四国中央市関川（図2）に流れてきたエクロジャイトを採取し、実験で使用する。

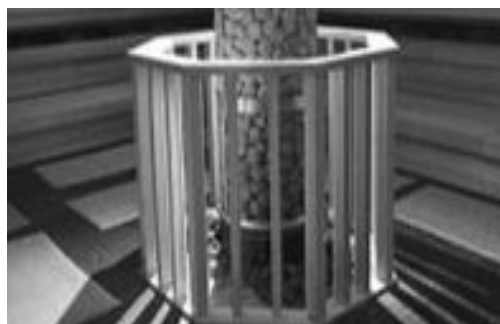


図1 フィンランド式サウナのストーブ



図2 四国中央市関川の所在地

2 仮説

サウナストーンに使われている岩石は主に火成岩であるのに対し、エクロジャイトの原岩も玄武岩質岩であるため、サウナストーンとして利用できるのではないかと考える。また、エクロジャイトは海底プレートが沈み込む際に、高い圧力を受けて変成した低温高压変成岩であるため、密度や比熱が大きいのではないかと考える。以上2つの理由から、エクロジャイトは市販されているものと比べ、優れたサウナストーンになるのではないかと考えた。

また、サウナストーンに必要な条件を以下に挙げる。

- ・ロウリュなどで急冷しても石が破損しないために高密度であること。
- ・蓄熱性が高くあるために比熱が大きいこと。
- ・温度管理が容易であるために熱伝導率が高いこと。
- ・石の表面に水が付着しやすいよう、表面がざらざらであること。

3 実験の方法

エクロジャイト（図3左）のサウナストーンとしての適性を評価するために、一般的にサウナストーンとして使用されている花崗岩（図3中）、蛇紋岩（図3右）を用いて対照実験を行う。測定する項目は、上に示した（1）密度、（2）比熱、（3）熱伝導率とする。花崗岩は、宇和島市の神田

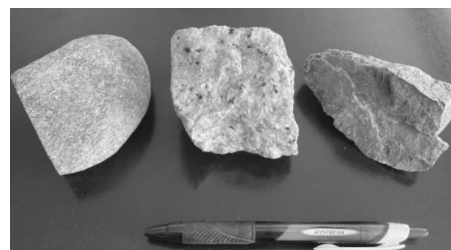


図3 実験に使用する岩石

川で採取したものを使用し、蛇紋岩はサウナストーンとして市販されていたものを使用する。これらのデータを比較し、エクロジャイトの適性を判断する。

4 実験

(1) 密度の測定

まず、アルキメデスの原理（水中にある物体は、物体と同じ体積の水の重さに等しい浮力を受ける法則）を用いて密度を測定する。水中に岩石を沈めた際のはかりが示す質量の変化を読み取る（**図4**）ことで、岩石の体積が求まる。次に、密度 $[g/cm^3] = 質量 [g] / 体積 [cm^3]$ を用いて求めた。それぞれの岩石の密度の値を以下の**表1**に示す。

表1 密度の測定結果

	密度 (g/c m ³)
エクロジャイト	3.12
花崗岩	2.63
蛇紋岩	3.01



図4 密度の測定の様子

表1より、測定したエクロジャイトの密度が文献^[2]に記載されている数値(3.4g/cm³)と異なっていることが分かる。そこで、今回関川で採取してきた岩石を構成している鉱物について詳しく調べる必要があると考え、薄片を作成し、偏光顕微鏡で観察することにした。

[薄片の作成]

愛媛大学の佐野教授にご協力いただき、愛媛大学で保有しているエクロジャイト（**図5**）をお借りすることができたため、2つの岩石について、薄片を作成した。作成の手順を以下に示す。

- ①岩石をスライドガラスに収まる大きさに切断する。
- ②4種類の研磨剤（150番、300番、1000番、2000番）を使用し、岩石の片面を十分に研磨する（**図6**）。
- ③研磨した面をスライドガラスに貼り付け、厚さ2mm程度に切断する。
- ④2と同様に切断した面を、透明鉱物がはっきりわかるようになるまで研磨する。
- ⑤カバーガラスを貼り付けプレパラートを作成する。

愛媛大学からお借りした岩石の薄片を「薄片1」、我々が採取してきた岩石の薄片を「薄片2」とする。**図7**のように、薄片1においては、ざくろ石(A)と透輝石(B)を観察することができ、この岩石はエクロジャイトであると同定できた。しかし、薄片2については、ざくろ石は確認することができたが、透輝石の代わりに角閃石(C)が観察できた（**図8**）。これは、鉱物が地表に上がってくる際に後退変成作用を受け、透輝石が水を含むことによって角閃石に変質したものと考えられる。また、愛媛大学でお借りしたものは、密度についても、3.56g/cm³という測定結果が得られ、文献で示されているデータとおおよそ一致した。他の岩石に比べ、エクロジャイトの密度は大きな値となっていることから、ロウリュなどの急冷にも耐えることや、比熱が大きいことが期待できる



図5 愛媛大学のエクロジャイト



図6 薄片の作成の様子

結果となった。以降の実験は、より正確なデータを得るため、愛媛大学からお借りしたエクロジャイトを使用する。

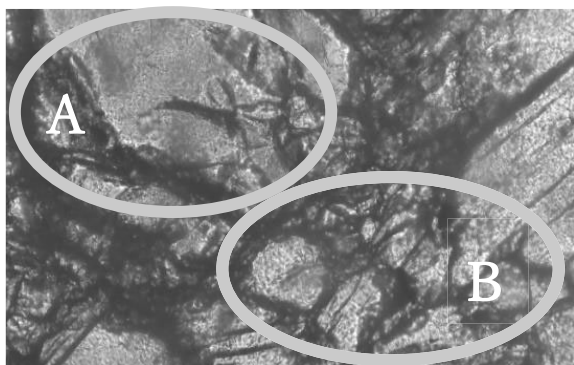


図7 偏光顕微鏡で観察した薄片1

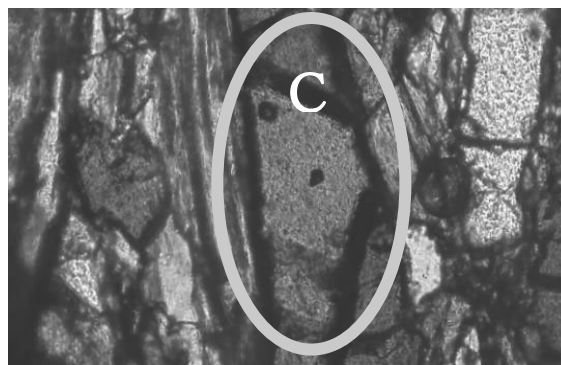


図8 偏光顕微鏡で観察した薄片2

(2) 比熱の測定

熱量計を用いて、以下の手順でそれぞれの岩石の比熱を測定する(図9)。

- ①それぞれの石の重さを測る。
- ②熱容量計の中に水を入れ、温度、質量を測る。
- ③3つの石を、水を張った鍋の中に入れ、水が80℃に達するまで熱する。
- ④石を取り出し、熱容量計にいれ、静かにかき混ぜる。
- ⑤熱平衡に達したときの温度を読み取る。
- ⑥熱量保存の法則を用いて比熱を求める。

[熱量保存の法則から導かれる公式]

$$m_{石} \cdot c_{石} \cdot \Delta t_1 = (m_{水} \cdot c_{水} + m_{銅} \cdot c_{銅}) \Delta t_2$$

(Δt_1 : 3の温度と5の温度の差 Δt_2 : 5の温度と2の温度の差)



図9 比熱の測定の様子

(3) 熱伝導率の測定

フィンランド式サウナのタワー型ストーブに石を積んだ状態(図1)を再現するため、熱源としてホットプレートを用い、その上にバーベキュー用の網を丸めたタワーを設置し、岩石を隙間なく積んだ。それぞれの岩石について、時間経過による温度上昇を測定する。計測は熱電対を用いて行い、温度の測定点は、ホットプレートの表面から10cmの高さに設定した(図10)。それぞれの岩石をサウナストーンとして用いた際の熱伝導率について評価する。



図10 熱伝導率の測定の様子

5 結果と考察

(1) 比熱の測定

表2 比熱の測定結果

比熱 c [J/(g·K)]	1回目	2回目	3回目	平均
エクロジャイト	0.94	0.93	0.98	0.95
花崗岩	0.80	0.81	0.79	0.80
蛇紋岩	0.82	0.83	0.86	0.83

表2より、実験対象の中でエクロジャイトの比熱が最も高いことが分かる。よって、エク

ロジャイトは蓄熱性に優れており、サウナ室の開閉やロウリュなどによる温度の低下を防ぐ効果が高いのではないかと考える。近年は、オートロウリュ機能により5分に1回などの高頻度でロウリュを行う施設も増えているため、そういった大規模な施設において、エクロジャイトは特に適していると言える。一方、比熱が大きいとサウナ室が温まるまでに時間がかかることが想定されるため、小規模な施設や、家庭用サウナなどのストーブの出力が小さい状況には適さないと言える。

(2) 熱伝導率の測定

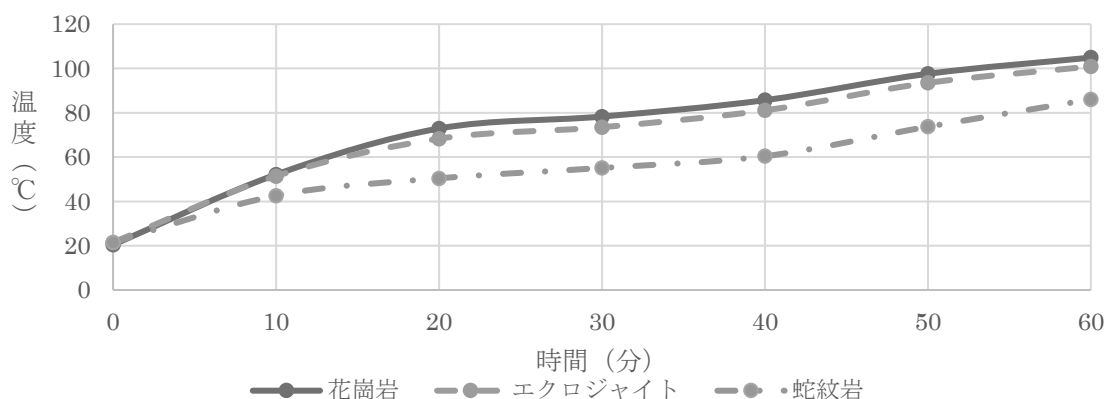


図 11 熱伝導率の結果

図 11 より、花崗岩とエクロジャイトは蛇紋岩よりも熱伝導率が高いことが分かる。また、花崗岩の方が加熱開始直後の温度上昇がやや速いことが分かり、これはエクロジャイトに比べ花崗岩の比熱が小さく、温度変化が容易に起こるためだと考える。熱伝導率に優れているエクロジャイトを使用することで、サウナ室の温度管理を容易に行うことができると想定される。しかし、熱伝導については、岩石同士のわずかな接触具合によって変化することが考えられるため、積み方を変えながら実験を繰り返していく必要があるだろう。

6 まとめと今後の課題

以上より、エクロジャイトは、密度・比熱・熱伝導の3観点において、一般的にサウナストーンに適していると知られている花崗岩や、市販のサウナストーンとして購入した蛇紋岩よりも優れているといえる。今回の研究結果を宇和島市役所に提出することで、やすらぎの里の魅力化の一助になることを願う。また、良質なサウナ室の設計には、温度のほかに湿度の管理も大きく関与するため、今後は、ロウリュに対する適性について詳しく調べていきたい。

謝辞

本研究を進めるにあたりご協力いただいた愛媛大学の佐野栄教授に、この場を借りて心より感謝申し上げます。

参考文献

- [1] 道の駅津島やすらぎの里再整備基本計画
https://www.city.uwajima.ehime.jp/uploaded/life/69757_208275_misc.pdf
- [2] 新収資料紹介 斜長石とエクロジャイト
https://nh.kanagawa-museum.jp/www/pdf/tobira10_7hirata.pdf
- [3] サウナイキタイ <https://sauna-ikitai.com/>

令和5年度 SSH研究成果報告会（3期目第1年次）研究テーマ一覧

リージョナルリサーチ（RR）

対象生徒：普通科2年（79名）

班番号	担当教員	研究タイトル	ページ
1	尾崎真	理想的なコワーキングスペースの形成	104
2	尾崎真	全国に届け！宇和島みかん	106
3	林	高齢者に寄り添う地域作り	108
4	林	空き家を活用した宇和島の宿泊業活性化	110
5	二宮	地域の米の消費量upを目指して	112
6	石坂	宇和島市袋町商店街の活性化	114
7	石坂	きさいや広場に活気をプラス	116
8	尾崎慎	廃校を有効活用した地域活性化	118
9	木戸	効率的な集客方法と付加価値のもたらす影響	120
10	木戸	予土線を未来に残す方法	122
11	谷田	みんなで繋がる子ども食堂	124
12	大岩	高校生の活字離れ改善に向けて	126
13	大岩	生徒の授業の集中力向上計画	128
14	谷田	宇和島の魅力をDEVELOP！宇和島プロジェクト	130
15	山下	運動の好き嫌いの二極化への対策	132
16	山下	ながら運動DE生活改善	134
17	中田	外国人に向けた観光マップ	136
18	中田	道の駅を使った地域活性化	138
19	尾崎慎	外国人向け防災アプリの普及に向けて	140

理想的なコワーキングスペースの形成

2年1組 岡本 愛菜 2年1組 鶴井 咲希
2年1組 森本 千尋 2年2組 野田明日香
指導者 尾崎 真紀

1 課題設定の理由

私たちが住んでいる宇和島圏域では、中高生が集まれる場所が少ないことが課題として挙げられる。昨年度のRSIでは「コワーキングスペースによって町に賑わいが生まれる」という仮説をもとに、宇和島のコワーキングスペース「ホリバタ」を活用した研究を行った。その継続研究として、中高生が集まれる場所の充実を図りたいと考えた。

〈「コワーキングスペース」とは〉

異なる年齢や所属の利用者が同じ場所で勉強したり仕事をしたりする場所。

〈「ホリバタ」とは〉

青少年市民協働センター(中央公民館1、2階)の通称。個人・団体・企業等と行政が協働して、ふるさと宇和島を未来につなげる、持続可能な地域社会の作り手を育成する事業。

2 活動報告

(1) アンケート①の実施

宇和島東高校の全生徒約750人とホリバタに訪れた中高生約50人を対象にアンケート①を実施した。その結果、「ホリバタにあったらいいもの、欲しいものは何か」という問いに対してウォーターサーバーや休憩スペースを望んでいる人が多いことがわかった(図1)。また、ポイントカードを取り入れてほしいという意見もみられた。そこで、これらの中からポイントカードの意見を採用し、より利用しやすいホリバタの実現を目指すことにした。

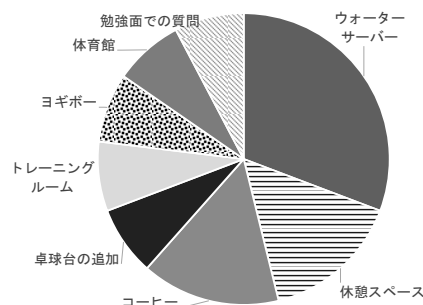


図1 ホリバタに欲しいもの

(2) ポイントカードの発行・実施

ホリバタスタッフの方々にも協力していただき、ポイントカードを作成した(図2)。

【内容】表面 名前・学校/学年・好きなものや趣味
裏面 ポイントシール欄・公式Instagram
と公式LINEのQRコード

【期間】11月29日～12月28日

【景品】お菓子や文房具(15ポイント達成者に対し)

- 【利点】
- 好きなものや趣味を記入することで、従業員の方との会話が生まれる。
 - 訪れた回数をカウントすることで、もっと来たいと思ってもらえる。
 - 受付の際に氏名や住所などを記入する必要がなくなり、時間を短縮できる。



図2 ポイントカード

(3) 公式SNSの活用

ホリバタの公式Instagramにて広報活動を行った(図3)。アンケート①より、ホリバタを知っているが訪れたことがない人が多いことがわかった。そこで、ポイントカードの発行を周知させるため、多くの中高生が利用するInstagramを活用し、私た



図3 公式SNS

ち学生の視点でホリバタについての情報を発信することにした。また、ホリバタの普段の様子も投稿し、誰もが気軽に来やすい環境づくりに努めた。

(4) アンケート②の実施

ポイントカード利用者 85 人を対象にアンケートを実施した。

設問 1 名簿記入に比べて受付の方法は良くなったか (図 4)。

設問 2 ポイントカードがあることで、ホリバタを訪れなくなったか (図 5)。

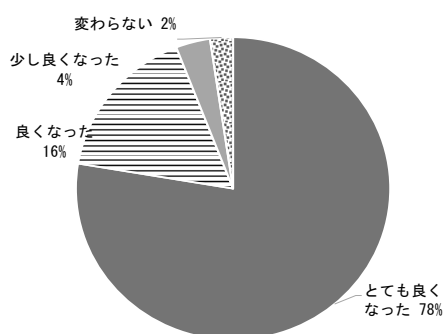


図 4 受付の方法は良くなったか

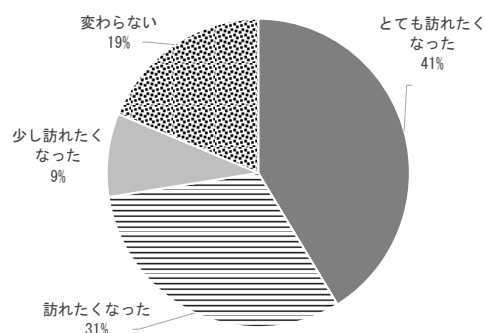


図 5 ホリバタを訪れなくなったか

【実施結果】

実際にポイントカードを作成した人数は 403 人。そのうち、15 ポイントを達成した人数は 49 人だった。

アンケート②の設問 1 では 78% の人が「とても良くなった」と回答しており、受付の効率アップを実現できた。アンケート②の設問 2 では 41% の人が「とても訪れなくなった」と回答しており、リピーターの増加に効果があることがわかった。

景品については、お菓子やジュース、図書カード、自習室予約権などを景品にしてほしいという意見がみられた。今後は、市役所の予算で可能なものを検討していきたい。

その他、「カードを紙ではなくハードタイプにしてほしい」「アップグレードシステムにしてほしい」「訪れた回数のカウントは、シールではなくスタンプを用いてほしい」というような意見がみられた。これらについては、今後も協議を重ねて改善していきたい。

職員の方々からは、「受付の業務がすごく簡単になった」「会話が減ることもなく、今までどおりのコミュニケーションが取れた」「提案を続けると継続可能性もある」というご意見をいただいた。

3 まとめと今後の課題

アンケートを実施することで、ホリバタのリニューアルに向けた中高生からの意見を明確に聞くことができた。これらの意見を取り入れて実現することで、新規の利用者の獲得にもつながるだろう。ポイントカードの実施は 8 割の人が受付方法がより良くなったと回答したことから、リピーターの人にとっても効果があったことが分かった。今後は市役所の方たちと連携して予算を組んでいただくなど、本格的にホリバタのリニューアルに向けて協議していきたい。

謝辞

ホリバタの職員の方をはじめ、ポイントカードの作成やアンケートに協力して下さった生徒の皆さんありがとうございました。

参考文献

- ・野田ら 令和 4 年度 宇和島東高等学校 SSH 研究報告「高校生が考える理想的なコワーキングスペースの形成」

全国に届け！宇和島みかん

2年1組 滝澤 一華 2年2組 濱田 愛心
2年2組 水野 樹莉 2年2組 安岡慶二郎
指導者 尾崎 真紀

1 課題設定の理由

全国的な第一次産業の担い手の減少に伴い、宇和島の柑橘産業に携わる労働者も減少している。そのため宇和島の特産物であるみかんの生産量、消費量が減少し、柑橘産業は衰退している現状がある。なぜこのような事態が起こっているかの理由を明らかにし、南予地域の経済的活性化や宇和島の柑橘産業の発展を促すためにこの課題を設定した。

右のグラフ(図1)は、愛媛県の産業別構成比の推移のグラフである。このグラフを見てわかるように、柑橘産業が含まれている第一次産業の労働者は減少しており、今後も減少していくことが予想できる。それに加え、高齢化も進んでいることから、若者の労働力への需要が高まっている。

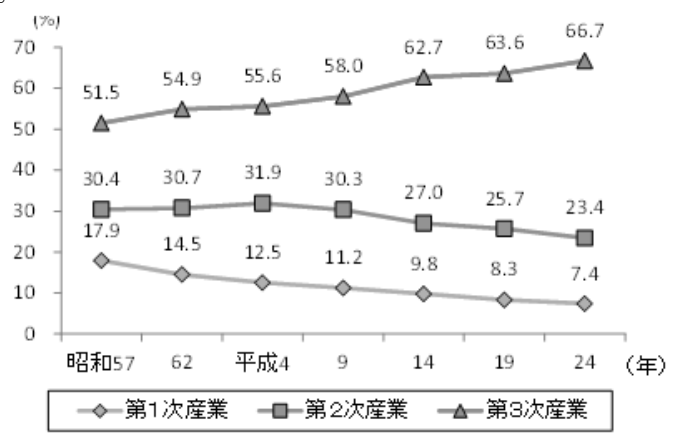


図1 愛媛県の産業別構成比の推移

2 現状と問題点

愛媛県の柑橘生産者人口が101万人(1985年)から78万人(2015年)まで減少している。そのため、柑橘のみならず第一次産業の生産量、消費量が減少し、収入が確保できないことから地域経済の柑橘産業の担い手の減少に繋がっている。

玉津柑橘倶楽部の原田亮司さんによると、慢性的に労働力が足りておらず、八幡浜と比べると宇和島は受け入れ体制が整っていないという。

これらのことから、宇和島の人口減少や後継者不足、柑橘への興味関心の低下によって労働力が減少、相対的に生産量が少なくなることから、十分な収入を得られず担い手も減少するという負の循環に陥っていることが分かった。

3 改善点

各農家の皆さんがアルバイトを宿泊込みで受け入れることは難しいが、日帰りでのアルバイトの受け入れは可能であり、少しでも労働力を必要としている現場には、このような方法を用いる必要がある。近隣からの日帰りのアルバイトなどであれば、各個人の農家でも対応は可能である。

4 対象世代への提案

- A 大学生やフリーターなどの比較的長期間の滞在が可能な人
- ・長期滞在が可能→11月から12月の繁忙期に長期間は働くことができる。
 - ・作業やそれ以外の時に宇和島に関わることができる
→宇和島の良さに気付き、移住が期待される。また、宿泊施設や飲食店などの利用により宇和島への経済効果が見込まれる。

- ・経営者が作業内容を丁寧に指導でき深い知識が得られる
→効率的な作業が可能になる。柑橘栽培に深く関わるができる上、長期間の作業により個人の能力向上が見込まれる。

B 都市部で働く社会人など短期間の滞在が可能な人

- ・少しでも労働力を必要とする柑橘産業
→一日単位でも働くことで、作業効率の向上を図ることができる。
- ・都市部で働く人々
→宇和島の豊かな自然の良さを都市部に住んでいる人に直接味わってもらえる。
また、宿泊施設や飲食店などの利用により宇和島への経済効果を期待できる。
- ・日本は有給休暇の取得率が低い
→有給休暇を取得して、作業に参加することで企業にとっても、受け入れ側にとってもメリットを生み出せる。

5 その他

JA全国農業協同組合連合会によって開催される農作業体験ツアーや柑橘産業イベントなどを活性化させるために、SNSでの広告やポスターの作成による呼びかけなどを行う。そうすることによりイベントの存在を多くの人に周知してもらい、イベントを通して労働者と農家の、県外の方と県内の方のつながりを強め、より柑橘産業全体の活性化が見込めるのではないかと考える。

6 まとめと今後の課題

宇和島は柑橘産業が発展していると考えていたが、県外からの労働移住者への受け入れ態勢が確保されていない事や後継者や労働者が非常に不足していることを初めて知り、そこから受け入れ側にも、労働者側にもメリットのある提案を考える必要があることを改めて知ることができた。たくさんの方に取材していく中で、今の宇和島市の柑橘産業に最も必要とされていることを見つけ出し、解決に向けての提案を考えることができた。考えるだけでは何も始まらない、行動に移していくことこそが私たちの今一番しなければならないことだと分かった。

原田さんのお話の中で「これからの柑橘産業は若い世代の皆さんに期待している」という言葉が心に残った。私たち宇和島の高校生がもっと柑橘に関心を向けていくべきであり、柑橘のすばらしさとともに今の厳しい柑橘産業の状態を多くの人に伝えて、支援をしていただく必要がある。

謝辞

お忙しい中、私たちの研究質問に協力していただいた玉津柑橘倶楽部の皆様、そして原田亮司さん、この場を借りて厚くお礼申し上げます。

参考文献

- ・玉津柑橘倶楽部ホームページ
<https://kankitu-club.com/>
- ・愛媛県 Society5.0 社会を見据えた未来技術活用推進事業
https://www.chisou.go.jp/tiiki/tiikisaisei/portal/pdf/dai13/13_2ehimeken.pdf
- ・愛媛県庁ホームページ分野別データ
- ・平成 24 年就業構造基本調査 >15 歳以上人口の就業状態（その 2）

高齢者に寄り添う地域作り

2年1組 芝 千夏 2年1組 山口 知華
 2年1組 尾崎 翔 2年2組 松本 直樹
 指導者 林 広樹

1 課題設定の理由

図1より、2000～2015年の国勢調査と2018年3月の国立社会保障・人口問題研究所の日本の地域将来推計人口によると2000年では約95,600人、高齢化率が25.3%だったのに対して2045年には人口が約39,200人、高齢化率が51.5%と予測されている。このことより、宇和島市では高齢化が著しく進んでいるということが分かる。そこで健康で介護予防となるガイヤ体操を広めることで健康寿命を延ばすことに繋がるのではないかと考えた。

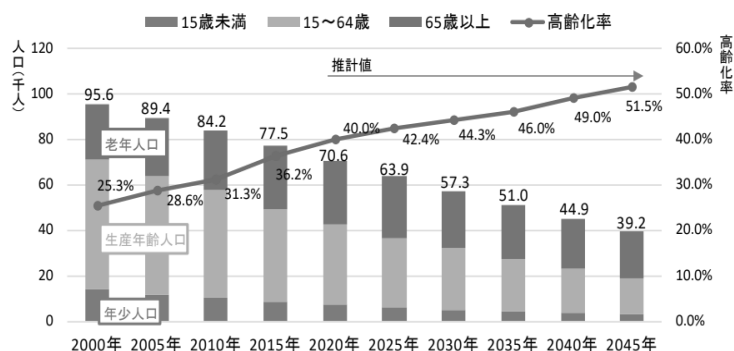


図1 宇和島市の人口・高齢化率の推移

資料：国勢調査（2000年～2015年）、日本の地域将来推計人口（2018年3月国立社会保障・人口問題研究所）

2 高齢者自身の取り組み

高齢化に伴い、健康寿命を考える人も増えてくると予想し、高齢者自身がどのような取り組みをしているのか調べた。

図2を見ると、「閉じこもらず外出を心掛ける」が43.0%と最も多く、続いて「運動をする」が35.6%となっており高齢者は健康寿命を延ばすために外に出ることや体を動かすことを心がけているということが分かる。このことより高齢者が集まれるような道の駅や取り組みを行うことで外出する高齢者が増え認知症の予防になるのではないかと考える。



図2 宇和島市内の高齢者の認知予防の取り組み「第二章宇和島市の現状と課題」

3 仮説

ガイヤ体操を行うことによって健康寿命を延ばし、健康に過ごすことが出来るようになることはもちろんガイヤ体操を行う場所として「きさいや広場」を設けることによってきさいや広場の来場者数が増え新たな高齢者のコミュニティーの場が生まれ高齢者に寄り添った地域づくりの第一歩になるのではないだろうか。

4 ガイヤ体操

宇和島市が高齢者の皆さんの元気づくりのために作成した健康体操で、複雑な手足の動きを同時に行うことで健康寿命を延ばすことが期待できる。「GAIYA ON THE ROAD」の曲に合わせて、立っていても座っていても行うことができる。地域を超えた健康づくりの輪をつくることを目的とした日本健康応援サイトで運営されている、「ご当地健康体操 100 選」に登録されている。また、ガイヤマイレージ制度というものがあり、参加するごとにポイントが貯まっていき、貯まったポイントで商品券等と交換することができるため、よりたくさんの人に認知症予防を含め健康寿命を延ばすことに繋げられるものと考えられる。これまでに、約 8 万 3 千人の人が参加している。

5 調査方法

うわじまガイヤ健康体操の認知度を調べるため、まず宇和島東高校の 1～3 年生を対象に次のアンケートを行った。(1)「ガイヤ体操を知っているか」(2)「どこで知ったか」(3)「実践したいと思うか」(4)「実際にやってみた感想」についてのアンケートを Forms で行った。

6 調査結果

(1) 「ガイヤ体操を知っているか」

図 3 より、宇和島東高校の 1～3 年生でガイヤ体操を知っている人は 59 人中 12 人 (19.7%) で、知らないと答えた人は 59 人中 47 人 (80.3%) と知らないと答えた人が多かった。

(2) 「どこで知ったか」

「親や祖父母から聞いた」という意見が最も多く、「学校」「中学の体育祭」などもあった。

(3) 「実践したいと思うか」

図 3 より、やってみたいという人が 59 人中 31 人 (52.5%) で、やってみたくないと答えた人は 59 人中 28 人 (47.5%) とやってみたいと思う人が半数近くはいるということが分かった。やってみたくないと答えた人を対象に「なぜやってみたくないのか」、「どうしたらやってみたいか」の 2 つのことを調査した。「なぜやってみたくないか」については、どのようなものか知らない、何(どこ)に効果があるのかが分からない、ラジオ体操で十分という意見が多かった。「どのようにしたらやってみたいか」については特典などがもらえたら、授業の体操の代わりに取り入れたら、実践する機会があればという意見があった。

(4) 「実際にやってみた感想」

「どの年代の人でもできると思う」、「ガイヤの音楽で身近な感じがして楽しかった」という意見や、「全て行うのは長くてできない、覚えるのが大変」という意見もあった。

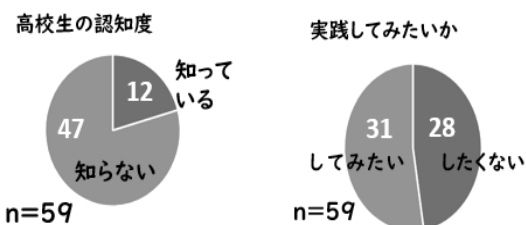


図 3 ガイヤ体操についてのアンケート結果

7 まとめと今後の課題

うわじまガイヤ体操を知っている人は半数しかおらず、いろいろな対策がされていると思うが、宇和島市民に行き届いていないと思う。他の地域の健康体操・伝統的な体操を参考に宇和島独自の対策を考えうわじまガイヤ健康体操を広めていきたい。また、交流の場をきさいや広場としたが市役所などにも取り組んでいることがあると考えるのでインタビューをしてその取り組みの中で実施していきたい。

参考文献

・宇和島市ホームページ 宇和島市の現状 <https://www.city.uwajima.ehime.jp/>

空き家を活用した宇和島の宿泊業活性化

2年1組 伊井 琴音 2年1組 上谷 陽夏
2年1組 宮本 莉緒 2年1組 宮脇 風奏
指導者 林 広樹

1 課題設定の理由

宇和島市の課題として、空き家率が高いことが問題となっている。総務省統計局「平成30年住宅・土地統計調査 特別集計」の結果によると、空き家率の全国平均13.6%なのに対し、愛媛県は18.2%である。愛媛県全体を見ても空き家率は高いが、宇和島市の空き家率は21.6%とさらに高く、宇和島市にとって大きな問題となっている。

この問題を解決するために、私たちは空き家を活用した宿泊施設を作り、空き家の再利用することを考えた。

また、**図1**のグラフから、宇和島市の観光客数のうちの宿泊施設の利用数は、全体の約0.06%と1割にも満たない結果となっている。それに加え、南予は海や川などの夏の観光スポットは素晴らしい場所がたくさんあるが、冬の観光スポットはあまりない。

そこで、空き家を利用した新たな宿泊施設を作り、それに順じた宇和島市の魅力を詰め込んだ観光プランをすることによって、宇和島市の空き家率の減少と宿泊施設を利用した観光客増加を図ることができるのではないかと考え、この課題を設定した。

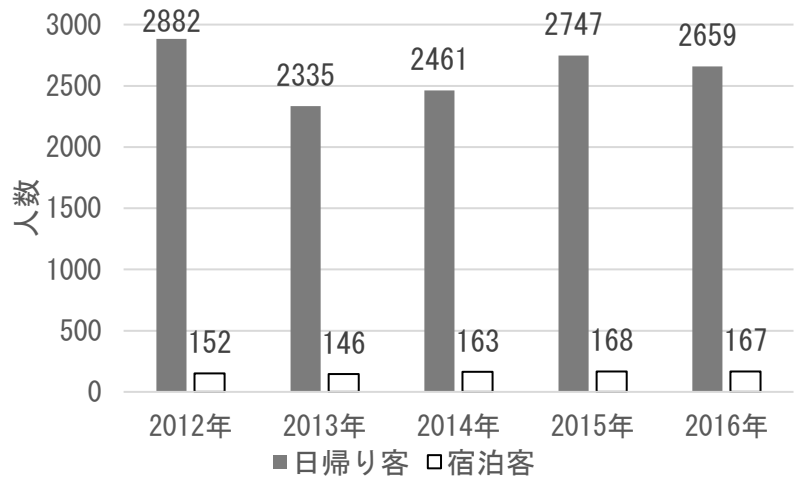


図1 宇和島市の観光客および、日帰り客と宿泊客の人数
(資料：愛媛県庁/2016年観光客数とその消費額)

2 仮説

- (1) 空き家を活用した宿泊施設を作ることで空き家率を低下させることができる。
- (2) (1) と合わせて新たな宇和島市を含めた南予の観光プランを提案することにより、宿泊業観光業の活性化を促すことができる。

3 研究の方法

- (1) 宿泊施設に対するアンケートの実施
 - ① ホテルと空き家を改装した施設のどちらに宿泊したいか
 - ② 空き家を改装した施設に求めるもの
- (2) 空き家を改装した宿泊施設の提案
- (3) 南予の魅力を詰め込んだ観光プランの提案

4 結果と考察

- (1) 宿泊施設に関するアンケートの結果

アンケート①の結果を**図2**に示す。**図2**のグラフよりホテルを選ぶ人の方が多いことが分かった。

アンケート②の結果を**図3**に示す。**図3**のグラフより「庭園を整える」、「和の雰囲気や古民家風の施設に宿泊したい」、「古風なものもいいが水回りは清潔感があり、アメニティも充実させてほしい」という意見があった。そこで、私たちはこれらの意見を取り入れてホテルとは異なる良さを持つ宿泊施設を考案しようと考えた。

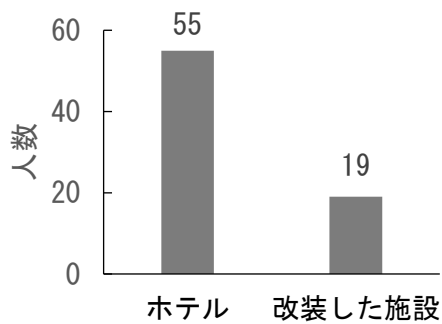


図2 ホテルと空き家を改装した施設のどちらに宿泊したいか

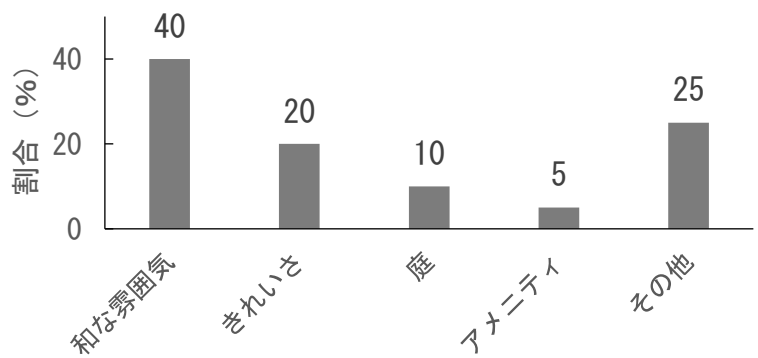


図3 空き家を改装した施設に求めるもの

(2) 空き家を改装した宿泊施設の提案

私たちは空き家バンクというサイトを使って参考にする物件を探した。空き家バンクとは空き家物件情報を地方公共団体のホームページ上などで提供する仕組みのことであり、空き家を売りたい人と買いたい、または借りたい人を自治体がつないでくれるサービスである。そのサービスの中から私たちは6DKで土地面積約200平方メートル、建物面積が約112平方メートルの物件を見つけ、その間取りからアンケートの要望にあったことを取り入れて空き家を改装した宿泊施設を提案した(図4)。

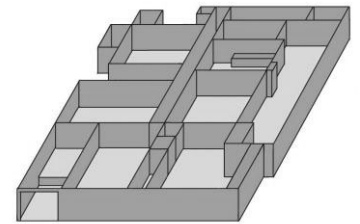


図4 宿泊施設の間取り図

私たちが提案した宿泊施設について

- ・広い庭があること→庭園を整え和が感じられる造りにする。
- ・古風な造りで趣がある。
- ・トイレやお風呂、その他水回りの施設を最新のものにする。

風呂場や台所、トイレなどの水回りのリフォームについて改装費は約400万円だったが、宇和島市は空き家バンクで購入した物件の改装費を補助対象経費の最大3分の2の額を補償してくれる制度があるので、より安く事業を進めることができる。

(3) 南予の魅力を詰め込んだ観光プランの提案

南予には松野町の滑床溪谷のキャニオリングや愛南町の須ノ川海岸でのシュノーケリングなどレジャーが楽しめる場所が数多くある。しかし、これらは冬にも楽しめるわけではない。そこで、私たちは冬に宇和島市を中心に南予全体で一週間ほど複数のイベントを同時開催することを提案する。

- ① 宇和島城のライトアップにイルミネーションを取り入れる
- ② 地域の小学校と連携し、小学生が作ったキャンドルを施設で展示する
地域のつながりを深めることも期待できる。
- ③ 小さなイベントでも複数同時開催することで冬の観光客数は確保できる
- ④ 宇和島市固有種であるトキワバイカツツジをモチーフにした観光施設や街づくりを行う
トキワバイカツツジの保全の啓蒙にも繋がる。

5 まとめと今後の課題

宇和島市の空き家問題と宿泊観光客数の減少の解決のため、空き家を宿泊施設にする提案をした。これにより上記の二つの問題の解決が期待できると考えられる。今後の課題としては、施設の管理をする人や維持する費用、宿泊施設の運営の詳細についてを明確にしていく必要があることが挙げられる。

参考文献

- ・総務省統計局「平成30年住宅・土地統計調査 特別集計」
- ・宇和島市ホームページ資料：愛媛県庁/2016年観光客数とその消費額
- ・LIXILホームページ：リフォーム事例と費用の相場
- ・宇和島市移住特設サイトうわじま住まい

地域の米の消費量 up を目指して

2年1組 小松 凌大 2年1組 薬師神杏美
2年2組 水野 陽向
指導者 二宮 政人

1 課題設定の理由

日本では、米の一人当たりの消費量が昭和 37 年度をピークに減少傾向にある¹⁾。その中でも愛媛県は最大 35 位（2012～2021 年）と低い。食料自給率の低い日本が、将来にわたって持続的に発展していくためには、中長期的な米・麦・大豆をめぐる情勢の変化を見通しつつ、需要に応じた生産を推進し、収益力を強化することにより、足腰の強い産業にしていく必要がある²⁾。したがって私たちは、まずは地域の米の消費量を増加させたいと考え、本研究を行うことにした。

2 研究方法

まず、宇和島東高校の生徒・教職員に対して、日常生活における米に関するアンケートを作成し、実施した。また、愛媛県内にあるフジ・フジグラン各店の米（玄米等も含む）の購入者に関するデータ³⁾から、年代別に買上実積率（期間中何かしらの商品を購入した全会員数に対する米カテゴリーの購入者の割合）と時間帯の関係や期間併売（部門）と買上実積率の関係を分析し、比較した。※期間併売：2023 年 9-10 月に米の購入者の他商品

3 研究結果

①宇和島東高校の生徒・教職員に対するアンケート結果 (n=198)

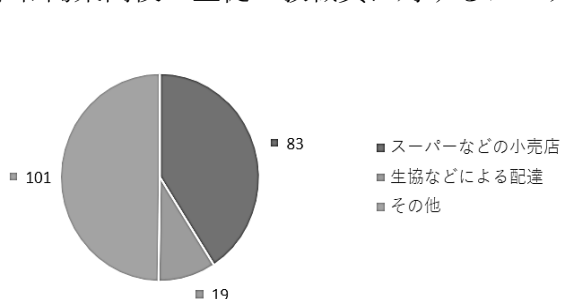


図1 普段米を購入している場所

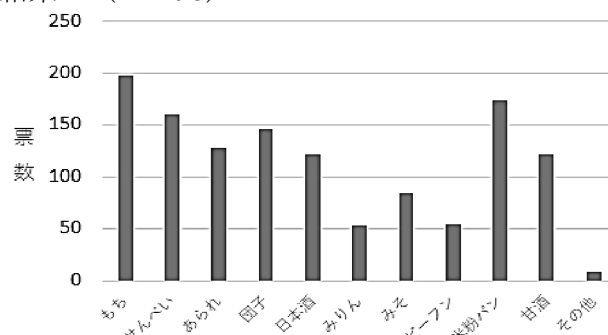


図2 米からできているもので知っている製品 (※1人複数回、回答可能にしている。)

図1より、普段米を購入している場所はその他が約半分という結果になり、内容は「家族が育てている。」「祖父母からもらう。」「知り合いの農家さんからもらう。」など、米作りをしている身近な人からもらうという記述が多かった。また、図2より、米からできている商品としてみりん・ビーフンがあまり知られていなかった。さらに、ご飯の魅力とパンの魅力をそれぞれ質問したところ、ご飯の魅力は腹持ちがいい、何にでも合う、おいしいという意見が多く、パンの魅力はおいしい、種類が豊富、手軽に食べられる、おかずやおやつとしても食べられるという意見が多かった。

②愛媛県内にあるフジ・フジグラン各店の米（玄米等も含む）の購入者に関するデータの分析

図3、図4の縦軸は、フジの米の年代別買上実積率（2023年9-10月の米購入者）を表す。また、対象者はフジ会員のみであり、愛媛県の全店舗（54店舗）の9月から10月のものとする。

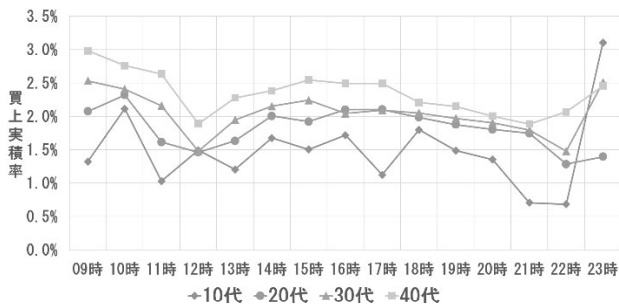


図3 フジの10代から40代の米の買上実積率と時間帯の関係

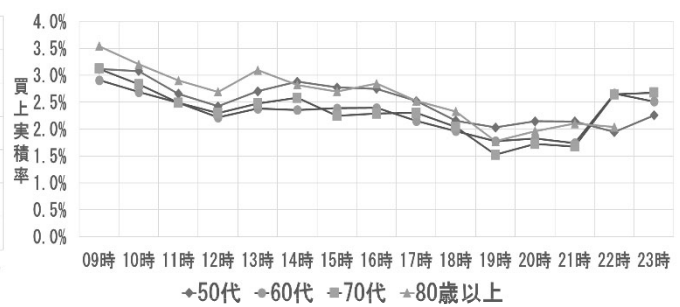


図4 フジの50代から80代以上の米の買上実積率と時間帯の関係

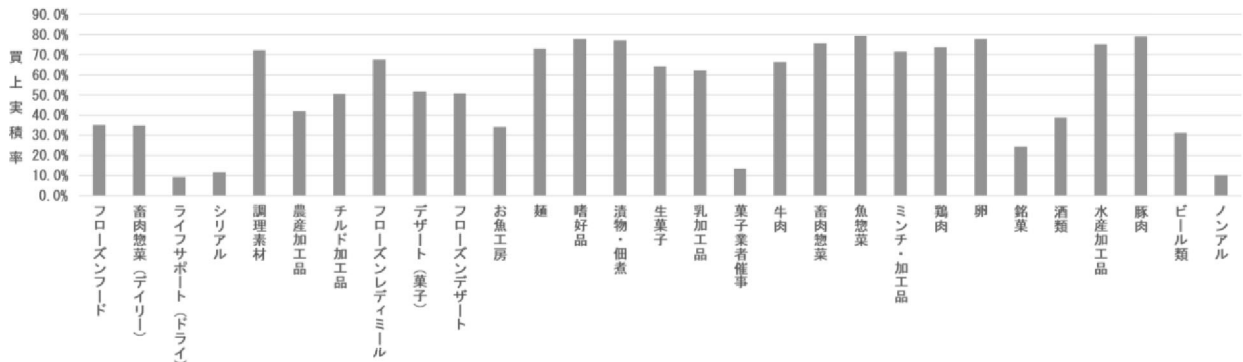


図5 期間併売（部門）と買上実積率の関係

4 考察

まず、宇和島東高校の生徒・教職員に対するアンケート結果の図1より、お米は、米作りをしている身近な人からもらうという記述が多かった。したがって宇和島市においては、「地産地消」が進んでいると考えられる。この傾向をこれからも保っていくことが重要である。

次に、フジの買上実積率のグラフ（図3、図4）から全体的にみると50代から80代以上の人の米の買上実積率が多いことがわかる。また、9時から10時の買上実積率がどのグラフも多く、21時から23時にもすべてのグラフの買上実積率が一度上がっていた。このことから、お店で買い物をする人は50代～80代が多く、それ以外の世代は仕事帰りの遅い時間帯にお米を購入している可能性が高いと考えた。よって、お米とともに、図5において買上実積率が70%を超える部門の食材を使ったお弁当を販売すれば、よりお米が売れ、消費量が増加すると考えた。さらに、宇和島東高校の生徒・教職員に対するアンケート結果より、パンの魅力は「手軽に食べられる」という意見があることから、全世代で買上実積率の高い午前9時から10時の間に、米粉パンなどお米でつくられた、手軽に食べられるものを販売するとお米の消費量が増加すると思われる。

謝辞

本研究を進めるにあたりご指導・ご助言していただいた、株式会社フジ・リテイリング企画・マーケティング部販売促進・マーケティング課 矢野恭子様はこの場をお借りして感謝申し上げます。

参考文献

- 1) ジャパンクロップス <https://japancrops.com/prefectures/ehime/rice/rice/>
- 2) 愛媛県農産園芸課 <https://www.pref.ehime.jp/h35500/beibaku/documents/shinkoubijyon.pdf>
- 3) 愛媛県内にあるフジ・フジグラン各店のデータ

集計期間：2022年11月～2023年10月末及び2023年9～10月

対象カテゴリー：米（玄米等も含む） 対象者：米購入金額年間7000円（年平均）以上の購入者

- 4) 農林水産省 <https://www.maff.go.jp/>

宇和島市袋町商店街の活性化

2年1組 野本 駆 2年2組 岩村進二郎
 2年2組 橋本 健生 2年2組 吉川 颯太
 指導者 石坂 美貴

1 課題設定の理由

現在、宇和島市の人口は減少傾向にある(図1)。それに加え、新型コロナウイルスの流行により、多くのイベントが中止になり、商店街を訪れる人が減少傾向にあると考えられる(図2)。そのため、新型コロナウイルスの流行が収まってきた今こそ、商店街の活性化が必要だと思い、この研究に決めた。

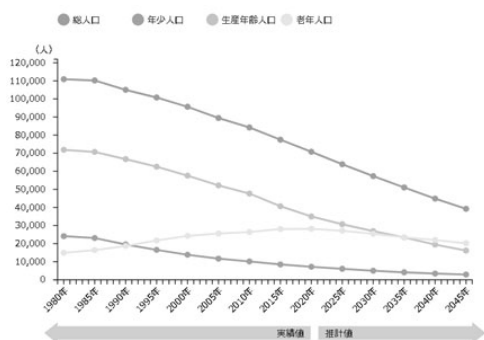


図1 宇和島市の人口推移¹⁾

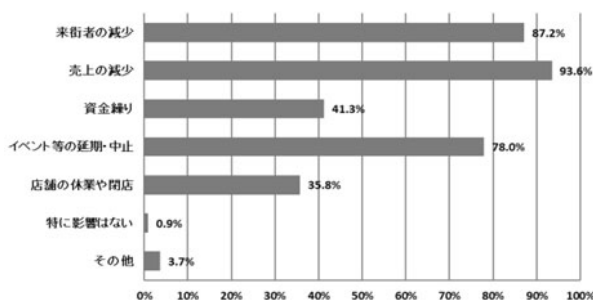


図2 新型コロナウイルス感染症の影響 (n=109)²⁾

2 調査方法

- (1) 過去の課題研究から分かることの調査、本校生徒を対象としたアンケート調査、実際に袋町商店街を訪れての現地調査
- (2) (1)の調査より、現在商店街が抱える問題点・課題点を考察
- (3) 商店街を活性化させるための具体的な取り組みを提案

3 調査結果

(ア) 過去の課題研究³⁾

中高年者の利用が多く、学生の利用が少ないことが分かった。そこで、高校生の視点からの商店街の活性化を目的とし、ターゲットを学生に絞って研究を進めることにした。

(イ) 本校生徒 75名へのアンケート

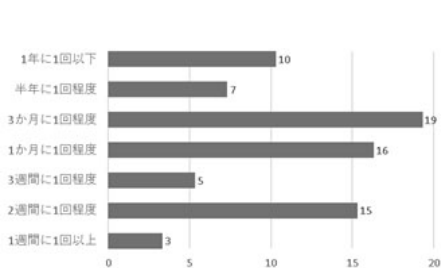


図3 商店街を訪れる頻度

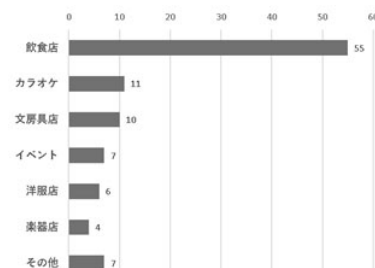


図4 商店街で利用する施設

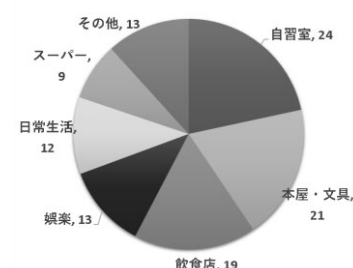


図5 商店街にあったらよいもの

図3から、1番多かったのは「3か月に1回程度」で、その次に多かったのが「1か月に1回程度」であることが分かる。図4から、商店街を利用している人の多くが、飲食店を利用していると分かる。図5より、自習室や本屋・文具店のニーズが多いことがわかる。

(ウ) 現地調査 (2023年7月5日実施)

表1 商店街の店舗状況の変化⁴⁾

	開	閉
H29年	96	32
R5年	70	65

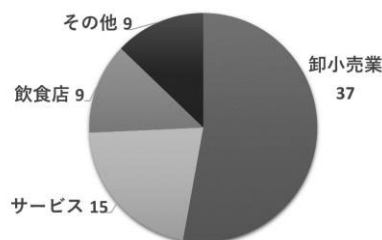


図6 商店街の店舗の職種 (R5年) (n=70)

表1より、平成29年度と比較して、現在では、空き店舗の数、割合共に増えていることが分かる。図6より、商店街の店舗の職種は1番に卸小売業、次いでサービス業や飲食店が多い。

4 商店街の活性化に向けての取り組み案

・学生イベント+マルシェ

2023年11月5日に行われた「第2回袋町音楽祭」、同時開催の「HUKUROMACHI マママルシェ」を訪れた。当日はどちらのイベントにも老若男女問わず多くの人が集まっており、普段の商店街と違い、たいへん賑わっていた。このことから、2つのイベントは、同時に開催することで集客力が相乗的に高まると考えられるため、どちらかのみではなく、同日の開催を提案する。また、学生イベントは吹奏楽だけでなく、書道パフォーマンスや絵画作品の展示など、文化部の発表の場にしてもよいと考える。

・カフェ+自習室

本校生徒へのアンケートより、現在需要のある飲食店と今後求められる自習室を掛け合わせ、カフェのようなおしゃれな自習室を提案する。商店街に近い「パフィオうわじま」、「ホリバタ」と差別化を図るため、『駅からの近さ』と『飲食自由』の両方を持ち味に、『下校時にフラッと立ち寄れる』をコンセプトとし、また、商店街の空き店舗を利用することで、新たな客層を呼び込みつつ、空き店舗の増加を抑える先駆けになるのではないかと考える。

5 まとめと今後の課題

今回、アンケートや過去の課題研究の結果から、袋町商店街を活性化させる案を高校生の視点から考えることができた。しかし、考えた案について、利益を生み出せるかどうかを、具体的なデータを用いて考察することができなかつたので、この先これらを実施するためにも、マルシェの出店にかかる費用や、商店街の一部を通行禁止にすることによる、その他の店の損益への影響を十分に考察する必要があると思う。また、自習室の案では、利益が出にくいのではないかと考えられ、商店街の活性化とは商店街全体の繁盛店を増やすことで達成されるため、近隣にテイクアウト方式のカフェを併設するなど利益の出る方法も併せて考えていきたい。

参考文献

- 1) RESAS 地域経済分析システム
- 2) 愛媛県経営支援課「令和3年度愛媛県商店街実態調査結果報告書」
- 3) 山本ら(2017)「宇和島商店街の活性化へ向けて」
平成29年度SSH生徒課題研究論文集
- 4) 宇和島商工会議所(平成29年度)「宇和島市中心3商店街空き店舗実態調査表」

きさいや広場に活気をプラス

2年1組 松井 美穂 2年1組 松浦 乙葉
 2年2組 西田 奈央 2年2組 濱遊 玲音
 指導者 石坂 美貴

1 課題設定の理由

近年宇和島市では少子高齢化が問題となっている。さらに図1⁽¹⁾より、20歳前で宇和島市から転出する人が多く、その後の転入は転出した人数よりも少ないことがわかる。このことから進学や就職をきっかけに宇和島を離れ、その後戻ってくる若者が少ないことが推測できる。また図2⁽²⁾より、これからの経済を担う生産年齢人口が減ってきていることがわかる。

この2つの課題を解決するために、きさいや広場を中心とした宇和島の魅力づくりをしたいと考えた。道の駅はアクセスがしやすくゆったり過ごすことができることに加え、帰り際に買い物ができるメリットがある。そのため、きさいや広場を通してこれからの経済を担う若者が宇和島市に帰りたいと感じてほしいと考え、この課題を設定した。

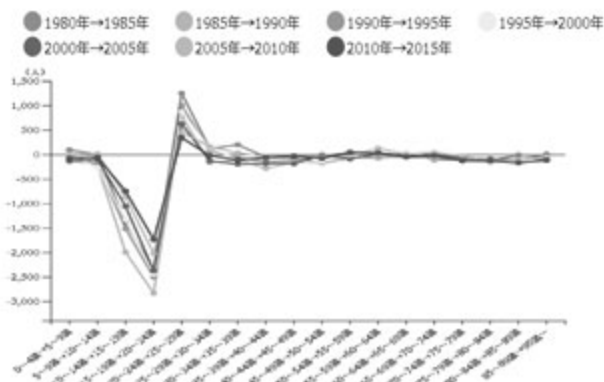


図1 宇和島市の人口移動

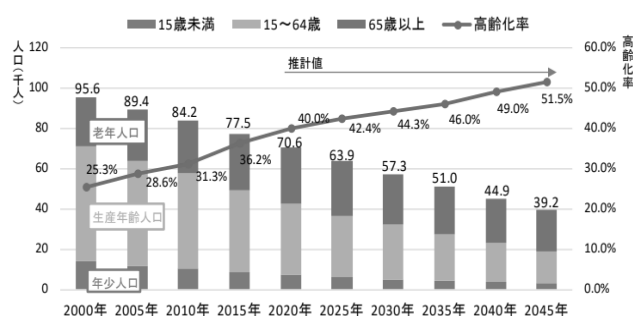


図2 宇和島市の人口割合

2 調査方法

- (1) きさいや広場の現状を調査
- (2) 他の道の駅と比較

3 調査結果

- (1) きさいや広場の現状

現在のきさいや広場では、旬の食材や地域団体の出店、真珠のアクセサリーのガチャガチャなど様々な年代の人が楽しめるものが販売されており、ライブなどのイベントも開催されている。その一方で、小さな子どもが楽しめるものは少なく、子どもの遊び場がない。

- (2) 他の道の駅と比較

道の駅国見あつかしの郷（福島県国見市）

「子どもの木育広場つながる〜む」という木を使用したすべり台、ジャングルジム、ボールプール（図3⁽³⁾、図4⁽⁴⁾）がある子どもの遊び場を設置している道の駅で、子どもが遊んでいる間に親が買い物をすることができる。ロコミ⁽⁵⁾では「大工さんが手作りしたものがあって新鮮」「買い物しやすい」「子どものお気に入りですまた来たい」など、親子で人気があることがわかるコメントが多かった。きさいや広場にはない遊び場で人気を集めている。

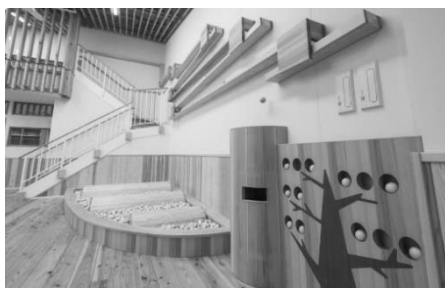


図3 木のボールプール



図4 木のアスレチック

4 提案

私たちはきさいや広場をより活気のある場所にするために2つの提案をする。

1つ目は、木を使用したおもちゃが置いてある子どもの遊び場を作ることである。子どもの遊び場を作ることによって宇和島での楽しい思い出をつくり、宇和島の魅力を感じながら成長できると考える。それが将来、宇和島市の良さに気づくきっかけとなり、若者がまた帰ってきたいと思う宇和島市をつくることにつながるのではないかと考えた。また、若い世代が親になったときに子どもをきさいや広場に連れていくことができ、いいサイクルになることが期待できると推察した。

さらに、木のおもちゃを使用することで安心感やぬくもりがあり、親も子どもも安心して遊ぶことができると考えた。そうすることで、親もまた連れていきたいと感じ、利用回数が増えることによってきさいや広場に経済効果をもたらすこともできると推測した。

2つ目は、子ども向けのガチャガチャを設置することである。調査結果より、きさいや広場には真珠のアクセサリーが入ったガチャガチャがあることが分かった。しかし、真珠は大人向けであるため、みかんの帽子をかぶったマスコットや木で作られたおもちゃなどを景品としたガチャガチャも設置することを提案する。木を使用することによって、宇和島市の林業を応援することにもつながると考える。

5 まとめと今後の課題

少子化が進む宇和島市では、18歳ごろから宇和島市を離れ、帰ってこない若者多いことが問題となっている。それを解決するために私たちはターゲットを小学生以下にすることで、楽しい思い出を作ってもらい、将来宇和島の魅力に気づくきっかけにしてほしいと思う。また、親が遊び場に子供を連れてくるだけでなく、「来たついでに買い物をしていこう」という気持ちになることで経済効果があることを期待している。

今後の課題としては、木のおもちゃやガチャガチャの景品を用意するために企業に交渉する必要があること、遊び場を作るスペースを確保する必要があることなどがある。また、実現させるために必要な予算の計算することを今後の研究で行っていききたい。

参考文献

- (1) 総務省「国勢調査」、厚生労働省「人口動態調査」、国立社会保障・人口問題研究所「日本の地域別将来推計人口」
- (2) 総務省「国勢調査」、国立社会保障・人口問題研究所「日本の地域別将来推計人口」
- (3) https://treetogreen.com/wp-content/uploads/2022/10/W1024Q75_5527-1-1024x498-1.jpg
- (4) <https://i.pinimg.com/originals/cd/fc/df/cdfcd4cef81ddcd5a17d66515b56c6.png>

廃校を有効活用した地域活性化

2年1組 坂嶋 心優 2年2組 永樂陽奈子
 2年2組 高田 涼 2年2組 遠山 彩結
 指導者 尾崎慎太郎

1 研究のテーマと目的

(1) 研究の動機

全国・愛媛県の廃校の活用状況を調べたところ、全国に比べて愛媛県は廃校の利活用率が極めて低いことが分かった。全国的に増加している廃校の利活用について調査し、現状や過去の実践例を踏まえ、廃校の有効活用に向けた解決策を考えたいと思い、本研究を行った。

(2) 愛媛県宇和島市が抱える現状

図1より、宇和島市の人口は過去20年間で約2万5000人減少している。図2より、宇和島市を訪れる観光客の約半数が50代以上となっており、若者や家族連れが少なくなっている。このことから、私たちは若者やファミリー層をターゲットとして研究をすることにした。

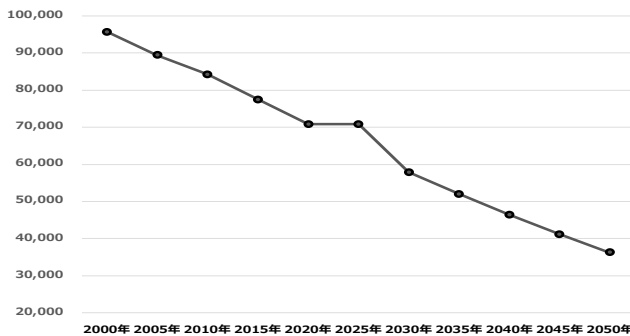


図1 宇和島市の総人口推移

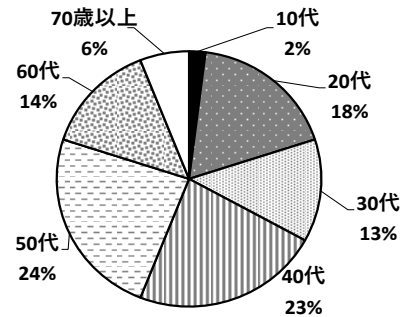


図2 宇和島市の観光客の年代別割合

図3と図4を比較してみると、宇和島市の地域経済循環率は75.5%であるのに対し、松山市は89.7%となっていることが分かる。その要因は、支出において地域外への流出が、宇和島市は極めて大きくなっていることだと考えられる。

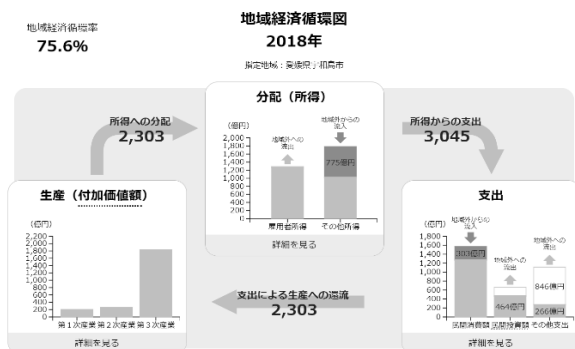


図3 宇和島市の地域経済循環図

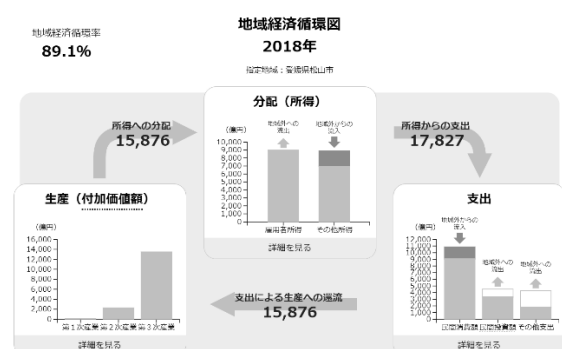


図4 松山市の地域経済循環図

2 研究の対象

上記の研究目的を達成するために、まず宇和島市の現状を調べて、分析を行った。それらのデータを用いて、宇和島市から廃校を利用した地域活性化ができるのではないかと考察し、沿岸に位置し、自然豊かで魅力的な宇和島市立宇和海中学校の利活用について考えた。

3 データ分析の結果

全国の廃校利活用率を調べたところ、廃校の活用用途が決まっていない割合は、全国が約19%なのに対して（図5）、愛媛県は約30%である（図6）。この結果から、全国に比べて、愛媛県が廃校の利活用率が極めて低いことが分かった。また、宇和島市の廃校数は、令和5年度現在で10校ある。宇和島市は、ホームページにて、廃校跡地施設の利活用申請を公募中であることから、廃校を活用した地域活性化ができないかと考えた。

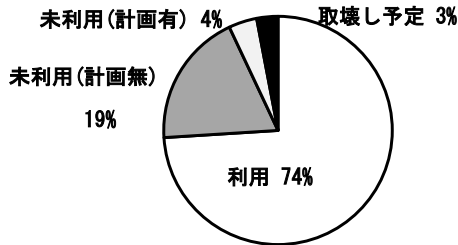


図5 全国の廃校活用状況

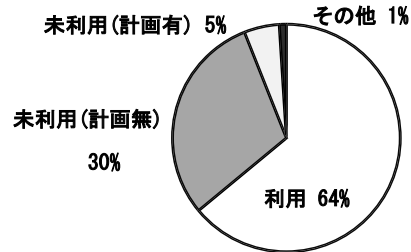


図6 愛媛県の廃校活用状況

4 活用方法の検討

(1) キャンプ場の設置

図7の観光庁のデータによると、キャンプ場利用率はこの10年間で約3倍になっている。このことから、宇和海中学校を「ゆめうみ」というキャンプ場として利活用できないかを検討した。Instagramに「#みんなでゆめうみ」をつけて投稿すると、次回の宿泊料10%割引という特典や、ピザ窯でのピザ作り体験・作物の収穫体験なども検討している。

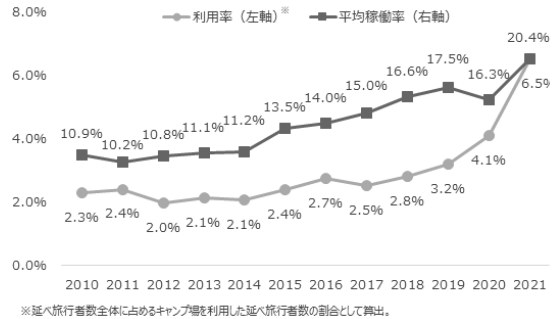


図7 キャンプ場利用率と平均稼働率

(2) 損益分岐点

収入計算書(図8)と損益分岐点(図9)を計算してみた。キャンプ場入場料、宿泊料、収穫体験料、ピザ作り体験料を収入とする。また、クラウドファンディングに出資していただいた方へのリターン料も支出に入れている。図9からより、34人が損益分岐点になる。

		単価	数量	合計
収入	売上			
	入場料	¥1,000	100	¥100,000
	宿泊料	¥3,000	100	¥300,000
	作物収穫体験料	¥500	50	¥25,000
	ピザ作り体験料	¥1,000	50	¥50,000
	小計			¥475,000
費用	人件費	¥10,000	20	¥200,000
	作物材料費	¥300	50	¥15,000
	ピザ材料費	¥700	50	¥35,000
	リターン料			¥30,000
	リース料			¥10,000
	小計			¥290,000
収支				¥185,000

図8 収支計算書

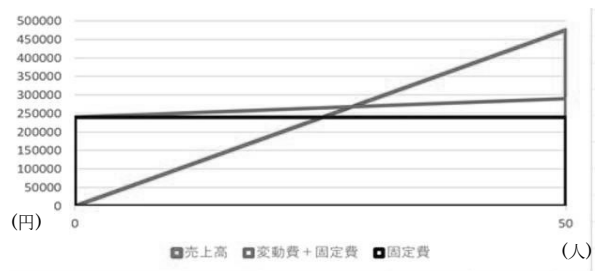


図9 損益分岐点

5 考察

以上の分析結果から、このプロジェクトを実施することで、SDGsの問題解決だけでなく、宇和島市の歴史ある第一次産業の活性化と宇和島市の経済発展や観光業の発展が期待できる。地域と本プロジェクトを共有して、実現に向けて歩みを進めていくことが今後の展望となる。

6 参考文献

- ・宇和島市観光物産協会アンケート結果. 2022, RESAS 地域経済分析システム. 2018, 文部科学省「廃校施設等活用実態調査」. 2021, 公益財団法人えひめ地域活力創造センター「舞たうん」. 2017, 観光庁「旅行・観光消費動向調査」. 2021

効率的な集客方法と付加価値のもたらす影響

2年1組 荒井 清音 2年2組 井関しずく
2年2組 西川ほのか
指導者 木戸 雅俊

1 課題設定の理由

近年、少子高齢化や過疎化、さらにコロナ渦の影響を受けて各地域の祭りが存亡の危機に陥ってしまっている。それは愛媛県の伝統的な祭りの1つである和霊大祭やうわじま牛鬼祭りも例外ではない。そこで、祭りの継承のため減少している参加者を増やすために集客方法を見直すことで伝統的な祭りの継承につながっていくのではないかと考え、本研究を行った。

2 仮説

私たちは以下の2つの仮説を立て、検証した。

- (1) 宣伝方法が現代にそぐわないのではないか。
- (2) 開催地ならではの体験や希少性のあるものに人々が興味をもつのではないか。

3 研究の方法

- (1) 和霊大祭で知られる和霊神社のご協力を得て、宣伝方法などについて質問する。
- (2) Teamsの「宇東 R5_全生徒・全職員◆調査・アンケート」というチャンネルでメンションなし、メンションあり、メンションあり+特典付きでアンケートを取り、アンケートの回答数を比較する。

4 結果と考察

仮説(1)を検証するため研究の方法(1)に記載した通り、和霊神社の宮司の方に以下の質問をし回答を得た。

- ①どのような宣伝を行っているのか。
→伝統的な祭りで毎年ある程度の賑わいがあるので特に行っていない。
- ②宣伝の際に気を付けていることは何か。
→政教分離を守ること。
- ③和霊大祭にはどのくらいの人に関わっているのか。
→具体的な数はわからないが多くの団体に関わっている。
→神輿1台に80人以上は関わっている。
→若手がないのと協力者を得るのが大変。

①～③までの結果から、少しでも宣伝をしていけば祭りに参加する人は増加すると考えられる。仮説(2)を検証するためのアンケートでは研究の方法(2)の方法でアンケートを実施し、3パターンの条件下を仮定して集計を行った(図1)。

1. メンションなし→祭りの存在を知っている地元の人が祭りに参加
2. メンションあり→宣伝や広告で祭りの存在を知った宇和島出身でない人が祭りに参加
3. 特典付き→ほかの祭りでは味わえない体験ができる祭りへの参加(宣伝で知った人)

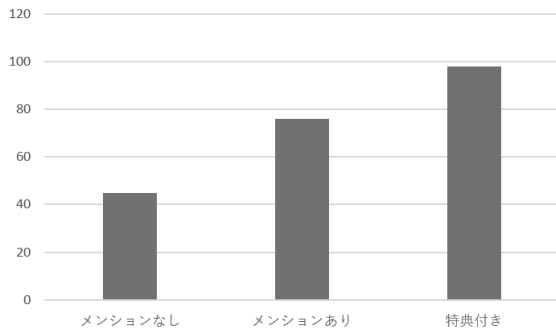


図1 アンケートの収集方法の違いによる回答数の違い

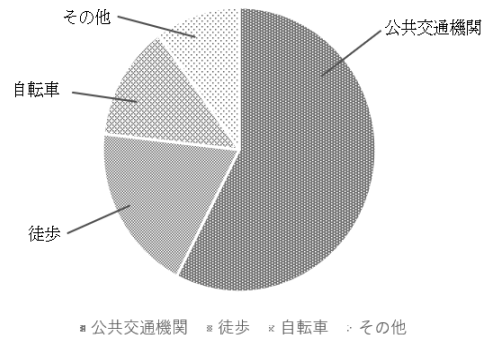


図2 祭りに行くときの交通手段

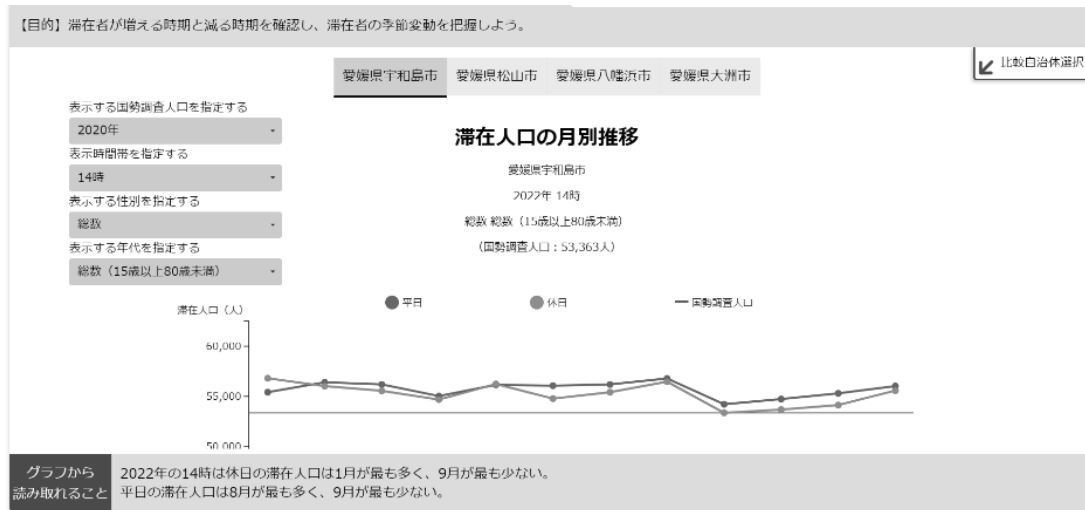


図3 宇和島市滞在人口の月別推移 (RESAS より)

実験結果によると、特典付きのアンケートが最も回答率が高かったことから、付加価値を付けた集客方法を試すことで祭りの客が増えるのではないかと考えられる。また、宇和島市に滞在する人が最も多いのは8月であり(図3)、祭りが盛り上がることで宇和島市を盛り上げることに繋がると考えた。

今回はアンケートに置き換えた実験であったため、祭りの集客になるとどんな付加価値があればよいのかについて調べなければならない。

5 まとめと今後の課題

和霊大祭により多くの人立ち寄ってくれるためには、多くの人々の興味を引くことのできるような新しいものを取り入れることがよいのではないかと考えた。しかし、本研究はアンケートに置き換えることで実施しているため、付加価値が曖昧な点、条件の仮定の仕方が不正確な点、世代によって興味をもつものが違う点などが今後の課題である。実際にやってみてどのような集客方法や宣伝をしていくべきなのか、私たち学生にできることは限られているため、協力団体市を探し、検討する必要がある。

参考文献

- ・ 明治学院大学 内野裕子『地域住民が開催するイベントとその集客効果』
http://www1.meijigakuin.ac.jp/~hatsemi/hattori%20seminar%202005/_notes/obog%20&%20soturon/utino.pdf
- ・ 井口暁 過疎地域における祭りの終了と再生のメカニズム
--三重県神川町の「桜祭り」から「桜覧」への転換に注目して--
https://repository.kulib.kyoto-u.ac.jp/dspace/bitstream/2433/246416/1/kjs_027_019.pdf

予土線を未来に残す方法

2年1組 池田 虎太郎 2年1組 松本 成央 2年2組 井上弘一朗
 2年2組 西川 蓮人 2年2組 大宿 貴弘
 指導者 木戸 雅俊

1 研究のテーマと目的

“予土線”は今年で開通 50 周年の年で、旧国鉄時代から数えると 110 周年を迎える、愛媛と高知を直接つなぐ唯一の路線（図 1）である。そんな予土線は、沿線住民の減少により利用者数の減少が問題視され、現在、廃線寸前の危機を迎えている。一方、通学手段として予土線を必要とする学生の予土線利用は多く、生活において欠かせないものになっている。また鉄道自体は、輸送人員 1 人あたりの CO₂ 排出量（図 2）は自動車の約 1/8 となっており、環境にやさしい交通手段だということが分かる。この現状を踏まえ、予土線の存続に向けた取り組みと沿線の活性化ができる方法を研究・考察していこうと思う。



図 1 予土線の位置



図 2 交通手段別 CO₂ 比較

2 仮説

100 年以上の歴史がある、予土線沿線を“ホテル”化し、インバウンドの観光客の招致で予土線沿線の地域活性化と、予土線の増収が見込めるのではないかと。また、収益の活用先として、学生の通学定期料金の低減が期待できるのではないかと。本研究では、予土線沿線を限定し、JR 松丸駅～JR 江川崎駅間とする。

3 研究の方法

東京都奥多摩市で展開されている、JR 東日本・さとゆめ 沿線活性化共同事業「沿線まるごとホテル」を参考にした“予土線ホテル化事業”の展開方法を以下の通りに研究・考察する。

4 予土線の現状と解決策

(1) 現状

図 3 の営業収益と営業費を比較すると、赤字の状態になっていることがわかる。ここで、*営業係数計算を用い、赤字の程度を可視化してみることにした。営業係数とは、100 円の収入を得るために要する費用（単位:円）のことを指し、以下の計算で求めることができる。

$$*営業係数 = 営業費 \div 営業収益 \times 100$$

営業キロ (km)	平均通過人員 (人/日)	営業収益 (百万円)	営業費 (百万円)	営業係数
76.3	301	84	953	1,137

営業キロ (km)	平均通過人員 (人/日)	営業収益 (百万円)	営業費 (百万円)	営業係数
76.3	220	63	1,022	1,718

図 3 JR 四国予土線収支
 上 (2019 年度) 下 (2022 年度)
 JR 四国 線区別収支より

2019 年度と 2022 年度の営業係数の比較をみると、2019 年度 1,137、2022 年度 1,718 となっており、この結果から 3 年間で著しく営業係数が上がっていることで、赤字の程度は悪化していることがわかる。この状況を打開するべく、沿線住民と協働し、予土線の増収を目指す「予土線ホテル」事業を次に提案する。

(2) 解決策

(i) 活動形態

図4は、「沿線まるごとホテル」を参考に筆者が作成した、「予土線ホテル」活動形態図である。ホテルの各組織を地域に当てはめて活動していくことで地域全体を巻き込み、予土線を応援できる仕組みになると考える。また、今まで以上に経済の地域内循環が起きると考えられる。

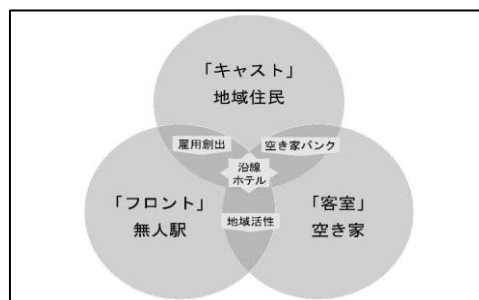


図4 活動形態図

(ii) 「予土線ホテル」事業計画

表1 1泊2日のツアー日程と内容

旅程	時間	支出 (円)	収入 (円)
① チェックイン (JR松丸駅)	13:00	既存の駅舎内の観光案内所をフロントとして使用 @ 人件費 10,000/人・月	
② 集落ホッピング (旧松丸街道)	~	@ 人件費 10,000/人・月	
③ 客室ステイ (空き家活用)	13:30	@ リース料 20,000/月 @ 管理費 100,000/月	@ 宿泊費 (1泊2日) 8,000/人
④ 四万十川カヌー (JR江川崎駅)	14:00		@ サービス手数料 3,400×20%=680/人
⑤ 客室ステイ (空き家活用)	17:00		
⑥ チェックアウト (JR松丸駅)	10:00	@ 人件費 10,000/人・月	

表2 ツアー収支計画書

		品目	単価	数量	合計
収入の部	売上高	宿泊料	8,000	200	1,600,000
		カヌー体験手数料	680	100	68,000
		クラウドファンディング	1,000,000		1,000,000
小計					2,668,000
支出の部	経費	人件費	10,000	20	200,000
		空き家リース料	20,000	10	200,000
		空き家管理費	100,000	10	1,000,000
		リターン料	300,000		300,000
		宿泊料20%を予土線へ寄付	1,600	200	320,000
小計					2,020,000
収支					648,000

本事業が持続可能かを検証するために、筆者考案の(i)の活動形態に沿って、ツアー(表1)を作成した。それに伴い、簡易的な収支計画書(表2)を作成した。本事業のJR予土線への効果としては、ツアー内容では予土線を利用し、チェックインからチェックアウト、そして体験場所などへの移動も予土線を利用するため、ツアーによる運賃の増収が見込める。

また、ツアーにおける宿泊料20%をJR予土線に寄付できる仕組みをJR四国に提案し導入できれば予土線の増収が期待できる。

損益分岐点(図5)の計算も行い、1,732,467円で約130人が損益分岐点となった。損益分岐点とは、売上高と費用が±0になる売上のことを指す。よって事業を持続させるためには、約130人以上がこのツアーに参加する必要があることが分かった。

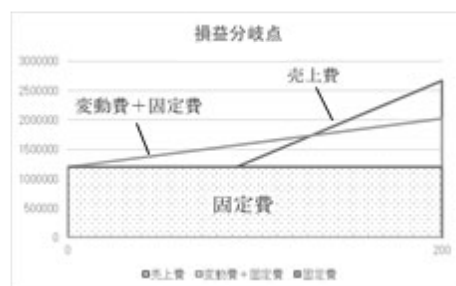


図5 損益分岐点

5 考察

以上の分析結果から、予土線は地球にやさしい乗り物で、このツアープランはエコツーリズムとも結びつき、SDGsの推進につながる。また、ツアー内容において、売り上げの20%を予土線に寄付する仕組みを、学生の定期券などの補助などにも応用し、自治体と協力・実施できれば、学生の通学費用の低減にもつながり、学生利用の増進案も検討できる。本事業を関係機関に提案し、産官学が連携をとって、具体化していくことが今後の展望だ。

参考文献

(<http://yodosen-green.com/about>)、温室効果ガスインベントリオフィス:「日本の温室効果ガス排出量データ」、国土交通省:「自動車輸送統計」、「航空輸送統計」、「鉄道輸送統計」より、国土交通省 環境政策課作成、JR四国 線区別収支 2019,2022

みんなで繋がる子ども食堂

2年1組 赤松 沢朗 2年1組 桑山 朝光 2年1組 寺岡美紗妃
2年2組 谷口 芽生 2年2組 榎本 笑美
指導者 谷田美穂子

1 課題設定の理由

宇和島市は南海トラフ地震によって、甚大な被害を受けると想定されている。宇和島市の子ども食堂と防災について考えていた時、2018年の西日本豪雨災害をきっかけに設立し、精力的に活動している特定非営利活動法人 U.grandma.Japan(以下「うわじまグランマ」と称す)を知った。うわじまグランマは、子ども食堂の開催にも力を入れていることから、宇和島市の子ども食堂と防災を結びつけ、子ども食堂が災害時に果たす役割を明らかにし、子ども食堂の持続的な運営のために解決すべき課題と私たちにできる解決策を考案する。

2 子ども食堂とは

子ども食堂は、子どもが1人でも行ける無料または低額の食堂であり、子どもへの食事提供から孤食の解消や食育、さらには地域交流の場などの役割を果たしている。「子どもの貧困対策」と「地域の交流拠点」という2つが活動の柱となる。これは民間の自発的な取り組みで、2012年の誕生から、8年間で全国3,700カ所を超えた。(厚生労働省ホームページより引用)

3 研究方法

- (1) 宇和島市子ども食堂連絡協議会にインタビュー
- (2) フードドライブの実施
- (3) 子ども食堂に参加。参加した東高生を対象にアンケートの実施
- (4) 子ども食堂の企画提案

4 結果と考察

- (1) 宇和島市子ども食堂連絡協議会にインタビュー

ア 災害時の対応

- ① 地域の人と繋がれる。災害時に全く知らない人たちと避難生活を送るよりも普段から繋がりを持つことで災害時も知っている人となり、状況によっては頼れる人が分かる。
- ② 物資についてはうわじまグランマに集めて、配布できるようにしたい。県外や他の地域で災害が発生したら物資を現場に配送する。
- ③ 他の子ども食堂とのネットワークができており、災害時にも連携が取れる。

イ 災害時の課題

- ① ボランティアであるがゆえに物資を集める場所、運搬する運転手などが決まらない。
- ② 非日常を日常にする「フェーズフリー」の実践

ウ 子ども食堂運営について

- ① 吉田町、三間町など旧宇和島市外は親子三世代、地域住民などの絆が強い、しかし、旧宇和島市内ではそういった繋がりが希薄である。普段からの繋がりを大切にしたい。
- ② 食材は、子ども食堂の広報活動や情報網を作ることで個人農家で規格外の廃棄予定だった食材や企業からの食材を提供していただくことが増えた。

エ 子ども食堂運営の課題

- ① 銀行からの支援金約40万円と宇和島市からの補助金1万円で賄っているため経営が厳しい。(使用している場所の維持費など)

- ② 食品や物資を運ぶ運転手不足が問題である。
- ③ ボランティア募集の広報活動。
- ④ 高齢者主催の子ども食堂は SNS などでの PR が難しい。学生の協力が欲しい。
- ⑤ 高校生である私たちにできることは実際に活動に参加し、繋がりを実感して欲しい。

(2) フードドライブの実施

家庭クラブと連携し11月23日～27日の1週間、フードドライブを実施した。さくら連絡網で啓発活動を行った。総数172個、総重量27,191gの食品を寄付していただき、宇和島市役所に寄付し、活用していただいた。

(3) 子ども食堂に参加

8月～12月にTeamsを利用して全校生徒にボランティア募集の呼びかけを行った。のべ25名の本校生徒が参加した。参加した生徒を対象にアンケートを行った（**図1**、**図2**）。

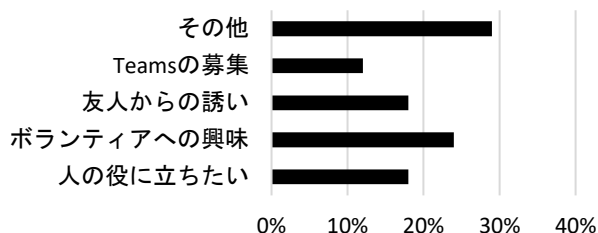


図1 子ども食堂に参加するきっかけ

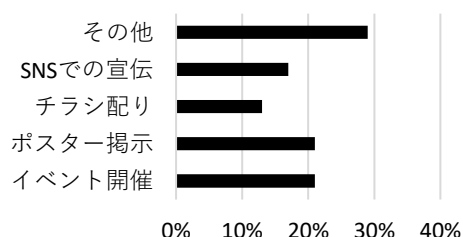


図2 参加者を増やすための工夫

【アンケート結果と考察】

実際に子ども食堂に参加してみて、主催者の思いや地域の方との繋がりを実感することができた。アンケートの結果から、ボランティア活動に参加するきっかけとして、ボランティアへの興味や人の役に立ちたいといった思いなどが挙げられる。参加者を増やすためには、様々な形で広報活動を行い、多くの人に子ども食堂を知ってもらうことが有効であると考えられる。

(4) 子ども食堂の企画提案

子ども食堂には子どもからお年寄りまで幅広い年代の方々の交流がある。そこで子どもとお年寄りが一緒に楽しめる昔遊びや、東校生オリジナルのアクティビティを考案した。

ア 昔遊び かるた、折り紙、けん玉、あやとり、やじろべえ、とんとん相撲、メンコなど

イ 東高生ならではのアクティビティ

校内で宝探しゲーム、陸上部による足を速くするための講座、勉強会、理数科とコラボして科学の実験、オリジナルおもちゃを作ってプレゼント など

ウ みんなで楽しめる遊び クイズ、お絵かき、パラバルーン、フルーツバスケットなど

5 まとめと今後の課題

子ども食堂は、地域の人々の交流の場になっており、子ども食堂での交流が災害時などあらゆる場面で役立つと分かった。また、子ども食堂の運営には私たちの積極的なボランティア活動への参加が必要であり、これからもTeamsなどの啓発活動に力を入れ、多くの人々のボランティア参加に繋げていきたい。

参考文献

- ・厚生労働省(2020), 子ども食堂の役割, 広報誌「厚生労働」2020年10月号 | 厚生労働省 (mhlw.go.jp)
- ・うわじまグランマホームページ U.grandma Japan | 細かい配慮ができる支援を目指す宇和島市のNPO 法人ウワジマグランマ (u-grandma.jp)

高校生の活字離れ改善に向けて

2年1組 田中 風吹 2年2組 稲田 美優
 2年2組 岡山きらり 2年2組 金子 月姫 2年2組 吉見 心優
 指導者 大岩 純菜

1 課題設定の理由

日本の高校生の平均読書冊数は、小中学生に比べて少ないことが分かる(図1)。しかし、子どもの読書活動は、言葉を学び、感性を磨き、表現を高め、想像力を豊かなものにし、人生をより深く生きる力を身に付けていくうえで欠くことのできないものである⁽²⁾。

そこで筆者らは、高校生の読書に関する意欲向上と読書量の増加が必要だと考えた。先行研究や生徒に行ったアンケートの回答をもとに、ポスター掲示による読書の啓発を試みた。

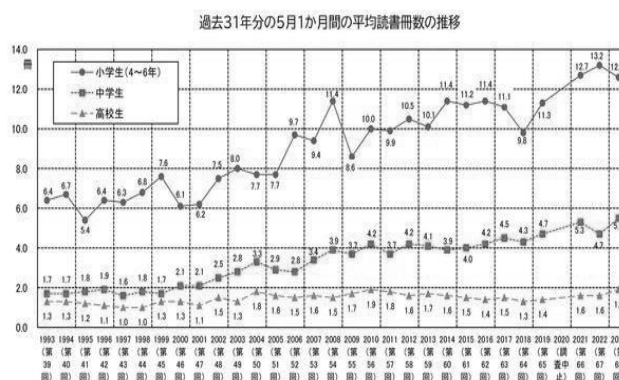


図1 1か月間の平均読書冊数の推移⁽¹⁾

2 仮説

松本(2017)より、階段利用の促進を目的としたポスター掲示によって、階段利用者の割合が高まったことが分かった。本研究においても、読書啓発を行う上でポスター掲示が有効なのではないかと考えた。

3 方法

(1) 本校2年生文系の生徒(73名)を対象に読書に関するアンケートの実施

質問は以下の通りである。

- ・読書は好きですか。
- ・1か月で何冊くらい本を読みますか。
- ・高校生の読書量を増やすにはどうすればいいと思いますか。
- ・ポスターを見ましたか。
- ・ポスターを見て本を借りたいと思いましたか。

(2) ポスターを作成

ポスターの書き方のサイトを参考にし、生徒の興味を引くために、本のジャンルが被らないように選択した⁽⁴⁾。また、キャッチコピーやイラストなどの工夫を多く取り入れた。

(3) ポスターを掲示

掲示場所は、多くの生徒の目につきやすいトイレ前とした。

(4) ポスター掲示後に再びアンケートを行った

ポスター掲示前後の生徒の読書冊数の比較を行った。

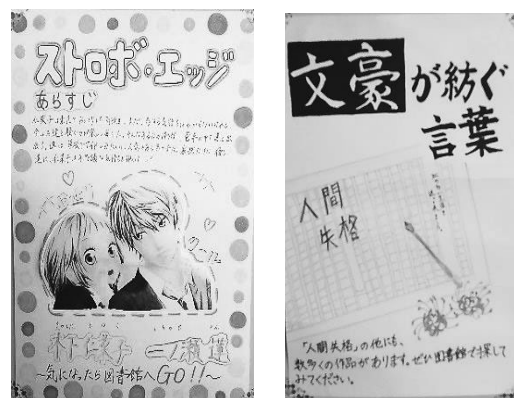


写真1 制作したポスター

4 結果と考察

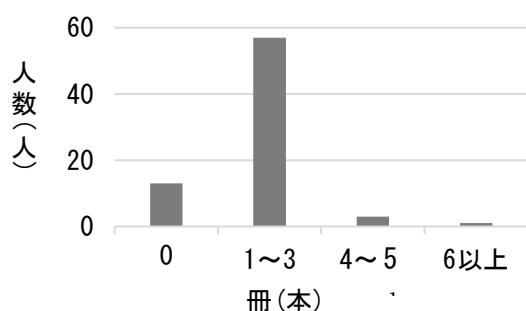


図2 1か月に何冊本を読むか

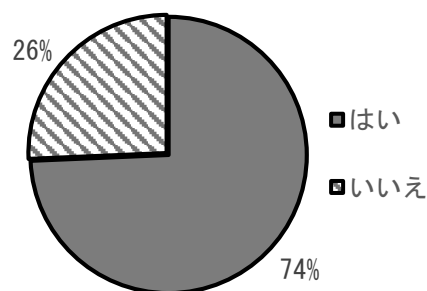


図3 ポスターを見て本が読みたくなったか

2年生文系生徒73人にアンケートを実施したところ、1か月に読む本の冊数は、1～3冊と回答した人が78%と最も多く、次いで0冊の人の割合が多かった(図2)。現在、本校生徒の読書冊数が全国平均程度⁽¹⁾であることも分かった。ポスターを見たと回答した人は99%であり、非常に高い数値であった。そのため、ポスターを掲示する場所としてトイレ前は効果的だったと考えられる。また、ポスターを見て

本が読みたくなったと答えた人は74%と高い数値を表しており、読書に対する意欲向上ができたのではないかと考える(図3)。しかし、ポスター掲示前と掲示後の読書冊数を比較したところ、読書量の増加は見られなかった(表1)。調査を実施した時期が2学期の中頃ということで、行事や部活動等で忙しかったり、読みたいと思っても本を探しに行く時間が取れなかったりしたことが原因として考えられる。この結果から、ポスター掲示の付近に紹介した本を置くなど、生徒がいつでも本を手にとれるような環境づくりが大事になるのではないかと考えた。

表1 掲示物の前後による読書者数

	ポスター 掲示前	ポスター 掲示後
0冊	20人	21人
1～3冊	49人	49人
4～5冊	3人	2人
6冊以上	1人	1人

5 今後の課題

今回の研究より、ポスターによって読書に関する意欲の向上は見られたが、冊数単位での読書量の増加にはつながらなかった。これからは、ポスターでの読書の啓発に加え、実際に本を借りて活字を読む生徒が増えるよう、学校図書館と連携しながらより効果的な方法を考案していきたい。

6 参考文献

- (1) 公益社団法人 全国学校図書館協議会(令和5年)毎日新聞社「学校読書調査」
- (2) 文部科学省生涯学習政策局青少年教育課(平成13年)「子供の読書活動に関する現状と論点」
- (3) 松本裕史(2017)「身体活動の増強を目的とした大学構内における階段利用促進ポスターの効果」『健康運動科学2巻2号』
- (4) 東京カラー印刷株式会社(2021)【初心者用】印象に残るポスターの作り方!ぱっと見で関心を引くコツを解説

生徒の授業の集中力向上計画

2年1組 大塚 麗瑚 2年1組 柚村こころ
2年2組 岡田 茉優 2年2組 志水 大悟 2年2組 山本 仁
指導者 大岩 純菜

1 研究の背景

私たち高校生は週5日、1日7時間の授業を受けている。しかし、中には授業中に寝ているなど、授業に集中できていない人も見受けられる。そこで、私たちは本校生徒の授業態度の現状とその問題点を調査し、生徒の授業の集中力向上のための提案を試みた。

2 仮説

授業に集中できていない原因をアンケートの実施によって明らかにし、その原因に応じた解決方法を先行研究をもとに提案することで、生徒の授業の集中力の向上を図る。

3 活動報告

- (1) 2年生理普科の生徒（143名）に授業態度に関するアンケートを実施。（有効回答141名）
- (2) 2年生理普科を担当している教員16名にアンケートを実施。
- (3) アンケート結果と先行研究をもとに解決方法を考案。

4 結果

- (1) アンケート結果（対象：生徒141名）

「集中して授業を受けられていると思うか」の質問には、78%の人が「そう思う/どちらかと言えばそう思う」と答え、22%の人は「どちらかと言えばそう思わない」と答えた。「そう思わない」と答えた人は見られなかった。（図1）そこで「どちらかと言えばそう思わない」と答えた人に対して「なぜ授業に集中できていないのか」という質問をしたところ、回答者の87%の人が「眠たいから」との理由であった。（図2）また、図2の回答者に対して「そのような行動を引き起こす原因は何か」について尋ねたところ、「宿題が多くて眠れない」「Youtubeなどを夜遅くまで見てしまうから」などが挙げられた。「授業に集中するためにあればいいと思う制度や取り組み」の質問には、「寝る時間を作る」「授業の中間で立つ」「グループワークを多くする」などの回答があった。

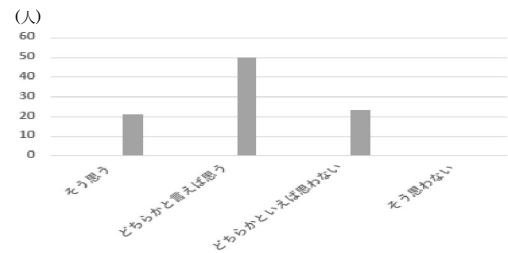


図1 集中して授業を受けられているか

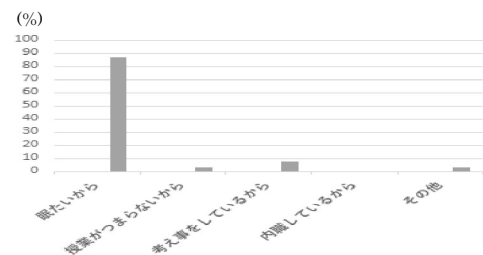


図2 授業に集中できていない理由

(2) アンケート結果（対象：教員 16 名）

「生徒の授業態度についてどう思うか」の質問では、教員の約 7 割が「ほとんどの生徒が集中できている」、約 3 割の教員が「一部の生徒のみ集中できている」と回答した。（図 3）「生徒の集中力が切れていると感じるのはいつか」という質問に対して、約半分の割合で「寝ているとき」との回答であった。(1)・(2)のアンケート結果から、授業に集中できていない生徒が一定数いることや授業中に生じる眠気が生徒の集中力を欠く主な原因だと分かった。

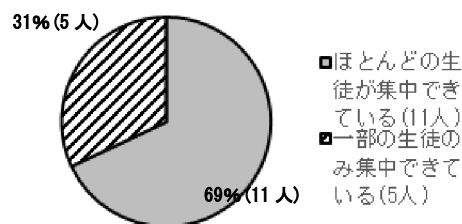


図 3 授業態度について

(3) 解決方法の提案

ヒトは 1 日に 2 回、午前 2 時と午後 2 時に生理的に強い眠気が生じ、特に学生は、授業に影響する午後 2 時の眠気が問題となり、この時刻付近に昼寝をすると、以降の仕事や学業に好影響を与えることが分かっている。(1)このことから、私たちは午後の授業前の仮眠の導入を検討したいと考えた。日中の仮眠による悪影響は、30 分以上の仮眠をとった場合に発生するため、20 分以下の短時間仮眠が望ましい。(2)また、先行研究では 13 時から 13 時 15 分までの 15 分間の午睡により、眠気の改善が認められている。(3)

以上のことから、私たちは仮眠時間を 15 分程度とし、ヒトが強い眠気を感じる午後の授業前に仮眠時間を確保した以下の時程を提案する。

【提案時程】

朝読書	8 時 25 分～8 時 30 分（5 分間）
SHR、授業	8 時 30 分～12 時 40 分
昼休み	12 時 40 分～13 時 15 分（※ 1）
清掃	13 時 15 分～13 時 25 分
午睡	13 時 25 分～13 時 40 分（場所：各教室、体勢：机にうつ伏せ）
午後～	通常通り

（※ 1）気が緩みがちな清掃前の 5 分間を短縮

5 今後の課題

提案時程を実施するためには朝の読書時間や休み時間等の変更が必要であり、学校側との協議が必要となる。また、学校現場に仮眠を取り入れている先行研究が少なく、実際の効果のデータが不足しているため、今後も適宜データを採取しながら本研究の有効性を高めていきたい。

6 参考文献

- (1) 若島恵介・辛島光彦（2011）『うつ伏せ姿勢による昼休みの短時間仮眠の効果について』東海大学紀要 情報通信学部.indd (u-tokai.ac.jp)
- (2) 林光緒・堀忠雄(2007)「午後の眠気対策としての短時間仮眠」『生理心理学と精神生理学』25(1),pp45～59_
- (3) 宮崎伸一（2016）『短時間の昼寝が日中の眠気に与える影響 —大学 1 年生を対象とした調査』— 中央大学学術リポジトリ <https://chuo-u.repo.nii.ac.jp/.../0287-9026~50~001.pdf>

宇和島の魅力を DEVELOP!! 宇和島プロジェクト

2年1組 河野 桃子 2年1組 脇田 胡春
2年2組 武田 莉奈 2年2組 田中 凜 2年2組 都川紗也佳
指導者 谷田 美穂子

1 課題設定の理由

現在、愛媛県の様々な市町村で人口減少に伴う少子高齢化が加速しており、宇和島市も例外ではない。そこで私たちは地産地消の推進を図るとともに宇和島市の活性化に貢献したいと考え、宇和島市の産業の中でも「食」に注目した。班員それぞれが宇和島の特産品である「みかん」を使ったスイーツ開発を行った。現在の愛媛県のかんきつ類の生産量は、約19トン。その中でも全国1位を誇る温州みかんは、約12トンを占めている。それらの約3割（3.6トン）が廃棄みかんとして、私たちの手に渡ることがなく処理される。個数で示せば、約60,000個にも上る。そこで廃棄みかんを有効活用した地域活性化を目指し、本研究を行った。

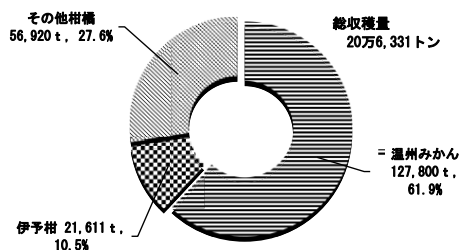


図1 愛媛県におけるかんきつ類収穫量の割合 (令和3年度)



写真1 宇和島商工会議所主催事前学習会

2 特産品を使ったスイーツ

私たちは、課題を解決するために宇和島商工会議所・宇和島袋町商店街振興組合共催の「うわじま食ー1グランプリ～宇和島の魅力発掘!～」というプロジェクトに参加した。宇和島の特産品を使ったスイーツを考案し、パティシエの方にアドバイスをいただいた。宇和島の特産品の中でも温州みかんに注目し、廃棄される温州みかんを使って、アレルギーの方を対象としたグルテンフリーのスイーツを考案した。

3 研究方法

「うわじま食ー1グランプリ」に参加し、宇和島の特産品を使ったスイーツを考案。商品開発をすることで宇和島の人口減少に伴う少子高齢化の低下を図る。

- (1) 宇和島商工会議所の方々が主催する食品開発研究会に参加する。
- (2) 宇和島の特産品を使ったスイーツ案を出す。
- (3) 「うわじま食ー1グランプリ」に自分たちのアイデアを出品。『みかんカヌレ』、『エビパン風みかんパイ』の二作品が敢闘賞を受賞。
- (4) (3)のアイデアをもとに廃棄みかんを有効活用したスイーツを考案し、商品開発をする。

『みかんタルトレシピ』

タルト生地【材料】・卵1個 ・砂糖20g ・植物油30g ・米粉90g
・アーモンドプードル20g ・片栗粉10g

【作り方】準備 ・タルトの型にバターを塗って冷蔵庫に冷やしておく。
・オーブンを160℃に予熱しておく。

- ① ボウルに卵、砂糖、植物油を入れて泡だて器でよく混ぜる。

- ② 米粉、アーモンドプードル、片栗粉を加えてゴムベラで混ぜ、生地をまとめる。
- ③ ラップに生地を取り出して、型よりも大きめに伸ばす。
- ④ 伸ばした生地を、タルトの型にのせて敷きこむ。
タルト型の上から綿棒を転がし余計な生地をのける。
- ⑤ タルトの底にフォークで穴をあける。
- ⑥ 予熱したオーブンで、25～27分焼く。
(焼き加減を見ながら焦げ目をつける)
- ⑦ 焼きあがったら型に入れたまま、粗熱をとる。

トッピングゼリー【材料】・水 200cc ・粉ゼラチン 5g ・グラニュー糖 30g
・レモン汁 10g

- 【作り方】① 沸騰したお湯にゼラチン、グラニュー糖を入れて混ぜる。
② 火を止めてレモン汁を入れる。
③ 粗熱を取ってみかんを入れたタルト生地に流し込む。

みかんジャム (約 350g 分) 【材料】・廃棄みかん 300g (6 個分) ・グラニュー糖 90g

- 【作り方】① みかんを皮ごとカットする。
② みかんとグラニュー糖を鍋に入れて加熱する。
③ 弱火で煮詰める。
④ とろみが出たら火を止めて粗熱を取る。
⑤ 出来上がったみかんタルトにのせたら完成。



写真2 完成したみかんタルト

※今回は、廃棄みかんを入手できなかったため、販売されている温州みかんで代用した。

4 まとめと今後の課題

私たちが考案したみかんタルトを宇和島市にある洋菓子店パティスリージュテームの方に試食していただき、商品開発に向けてのアドバイスをいただいた。「みかんタルト」はジャムにみかん6個分、トッピングにみかん4個を使っているため、廃棄される温州みかん(約60,000個)を仮に完全に消費するには、計算すると6,000個みかんタルトを作れることになる。このみかんタルトを作って、愛媛、全国のみかんの廃棄物を減らす一歩になると考える。

また、図2のような産官学連携が今後のカギとなる。農家で規格外商品となったみかんを使って私たち高校生が製造し、道の駅で販売し、それを農家に還元する。このように宇和島市の地域活性化や地域循環へ、高校生が中心となって街づくりに貢献することこそが私たちの課題解決につながる。愛媛県で廃棄されるみかんが私たち消費者のもとへ届く日が来る社会を目指す必要がある。

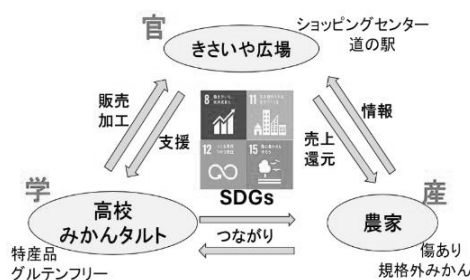


図2 私たちの理想とする産官学連携ロールモデル

5 謝辞

本研究に携わってくださった宇和島商工会議所、パティスリージュテームの関係の方々はこの場を借りて、感謝申し上げます。

参考文献

- ・愛媛県庁/かんきつ類の統計 (<https://www.pref.ehime.jp/h35500/kankitsu/toukei.html>)

運動の好き嫌いの二極化への対策

2年1組 高田 貞治 2年1組 善家 悠太 2年2組 岡村 壮真
2年2組 兵頭 倅 2年2組 兵頭 凜和
指導者 山下 孝文

1 課題設定の理由

ここ数年、コロナウイルスの蔓延により外に出る機会が減って、運動不足になる状況が増えてきた。このような状況が続くと生活習慣病になったり、肥満になったりと生活に悪循環をもたらすことが予想できる。コロナウイルスが第5類になった現在、外出できる状況があるにもかかわらず運動やスポーツをすることが嫌いなどという理由から運動不足になる可能性が高くなっている。そこで私たちは中学生の運動の好き嫌いに着目し、運動が好きだと答える生徒が増えるための具体策を考えることにした。

2 研究の方法

スポーツ庁のデータを活用、地元の中学校である城北中学校の生徒に紙媒体、宇和島東高校の生徒に Forms でアンケートを実施した。

3 結果と考察

【城北中学校3年生（88人）のアンケート結果】

① スポーツをするのは好きですか

はい...62人
いいえ...9人
どちらでもない...17人

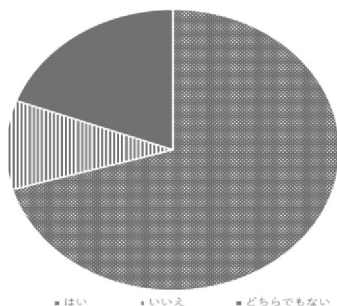


図1 スポーツをするのは好きか

② 1日どのくらいスポーツをしますか

0分～30分...48人
30分～1時間...23人
1時間～2時間...9人
2時間以上...8人

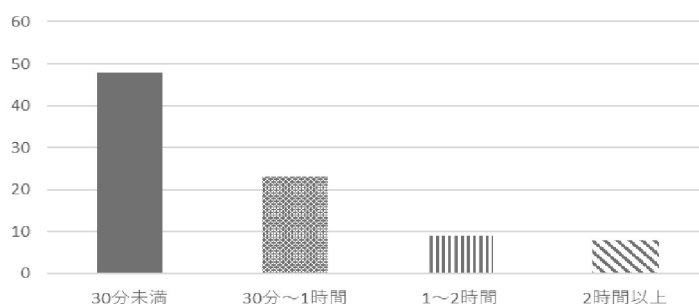


図2 どれくらいスポーツをするか

③ これから先スポーツに関わっていきたいですか

はい...60人
いいえ...27人
無回答...1人

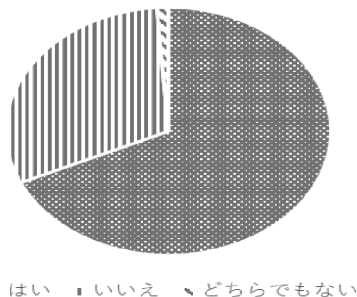


図3 これから先スポーツに関わりたいか

【スポーツ庁 令和4年度「スポーツの実績状況等に関する世論調査」】

①運動やスポーツをすることは好きですか？

男子：	好き...61.7%	やや好き...27.1%	やや嫌い...7.4%	嫌い...3.8%
女子：	好き...44.1%	やや好き...33.1%	やや嫌い...15.2%	嫌い...7.6%

②あなたにとって運動やスポーツは大切ですか？

男子：	大切...65.5%	やや大切...26.3%	あまり大切でない...6.3%	大切でない...1.9%
女子：	大切...50.3%	やや大切...35.9%	あまり大切でない...11.2%	大切でない...2.5%

4 まとめと今後の課題

上記の結果から、運動は好きでも将来スポーツに関わりたいと考える人が少ないことが分かった。また、スポーツ庁は従来よりも多彩なスポーツの楽しみ方を共有する方針を出した。これらのことから、小中高生の内から毎日継続して取り組める自分に合った運動を見つけ、実践していくことが運動の好き嫌いの二極化の対策となるといえる。また、縄跳びやバドミントンなど手軽にできる運動の他にもインターネットが普及した現代だからこそ SNS を活用し運動を習慣化することで肥満防止や運動不足解消につながる。さらに現在では、従来のスポーツをすること・観ること・支えることに加えてスポーツを知ることが重視されてきている。

私たちが提案するスポーツとしては、誰でも簡単に行えるとされている縄跳び、ヨガ、バドミントン、ピラティス等が挙げられる。上記で挙げたスポーツを毎日継続して行うことでスポーツに対する意識を変えていくとともにスポーツ実施率の向上につながると考えられる。提案したスポーツの具体的な実施方法については、YouTube 等の SNS に発信されている情報を活用することで自分に合った方法を知ることができる。

そして私たちの今後の課題としては、提案したスポーツを毎日どのくらいの時間行うのが最適であるか、スポーツを行ってもらうターゲット層をさらに明確にしていく必要があると考えられるので引き続き調査していく必要がある。

謝辞

本研究の遂行にあたり、快くアンケート調査に参加頂いた皆様に、感謝申し上げます。

参考文献

- [1] 令和4年度「スポーツの実績状況等に関する世論調査」（令和4年12月調査）
https://www.mext.go.jp/sports/b_menu/toukei/chousa04/sports/1415963_00008.htm

ながら運動 DE 生活改善

2年1組 上田 桂加 2年1組 横田 唯人
 2年1組 山本 怜 2年2組 岩井 敦
 指導者 山下 孝文

1 課題設定の理由

コロナ禍によって運動する機会が減ってしまい緩和された今でも運動を行うことなく日を過ごす人が愛媛県は全国平均よりも多い(表1)。そこで私たちは愛媛県でスポーツ実施率が低い理由を調べると、テレビを見ている時間が多いことが分かった(表2)。このことから私たちはテレビなどのメディアを見ながらでも運動ができる“ながら運動”を提案する。

表1 愛媛のスポーツ実施率

	愛媛県	全国
過去1年間に全く行っていない	24.42%	26.07%
年1回以上の実施	75.58%	73.92%
週1回以上の実施	55.81%	57.62%
アクティブ・スポーツ人口※	20.93%	18.54%

※アクティブ・スポーツ人口：週2回以上、1回30分以上、主観的運動強度「ややきつい」以上

表2 愛媛のテレビ視聴時間

(時間/分)

行動の種類	平成18年(愛媛県)			平成23年(愛媛県)			平成23年(全国)		
	総数	男	女	総数	男	女	総数	男	女
3次活動	6.49	7.01	6.39	6.43	7.02	6.25	6.27	6.38	6.16
移動(通勤・通学を除く)	0.30	0.28	0.32	0.30	0.30	0.31	0.30	0.29	0.30
テレビ・ラジオ・新聞・雑誌	2.32	2.37	2.28	2.42	2.49	2.36	2.27	2.31	2.24
休養・くつろぎ	1.34	1.33	1.36	1.34	1.34	1.34	1.31	1.31	1.31
学習・研究(学業以外)	0.11	0.11	0.11	0.09	0.10	0.09	0.12	0.13	0.12
趣味・娯楽	0.53	1.01	0.46	0.42	0.52	0.33	0.44	0.53	0.37
スポーツ	0.15	0.19	0.11	0.15	0.18	0.12	0.14	0.18	0.11

2 仮説

スポーツ庁の世論調査によると、運動実施阻害要因として「仕事や家事が忙しいから」という理由が最も多くの割合を占めており、日常生活における時間不足が運動不足に直結していることが分かった。そこで、日常生活に取り入れられる“ながら運動”を実施することで、大幅に運動不足を解消できるのではないかと考えた。社会人のスケジュールなどを参考に一日30分の運動をすることで体力の低下を防ぐことができるのではないかと考えた。

3 研究の方法

ながら運動(例1. 2)を実際に行い、その後どのような変化があったかを記録し、比較する。

例1：膝倒し(図1)

- ①寝転がり足をしっかり閉じる
- ②膝を90度に曲げ左右に倒す

例2：レッグレイズ(図2)

- ①横になり足を延ばす
- ②足を90度上げて下ろす動作を繰り返す。

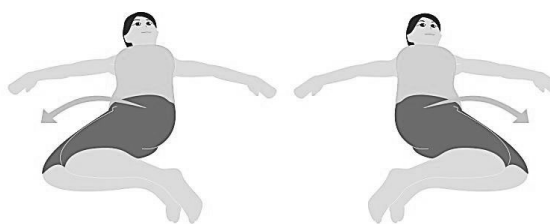


図1 膝倒し

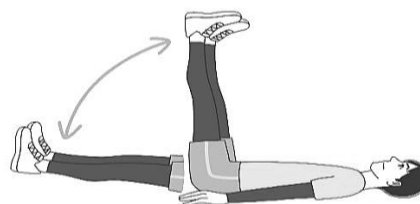


図2 レッグレイズ

4 結果と考察

班員が実践したところ、3日間は続けることができたが時間が経過するにつれてながら運動を維持することができなくなっていった。そこで別のながら運動で運動率の上昇を試みた先行研究をみると50%以上の人は週に1度しか行えていない(図3)。さらに(図4)から、継続の有無には楽しさや高揚感が大きく関わっていることが分かる。これらのことから運動量の低下は時間の有無ではなく運動についての意識によって大きく変化しているのではないかと考えた。

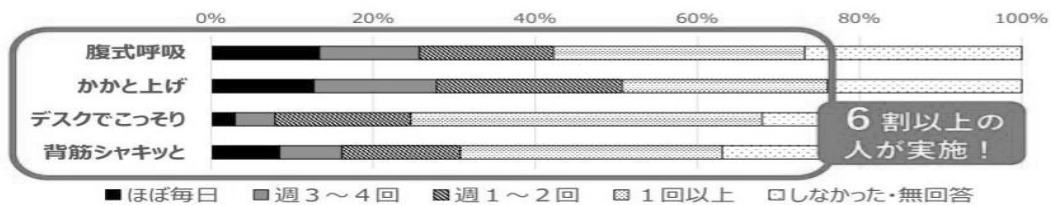


図3 各運動の取組情報

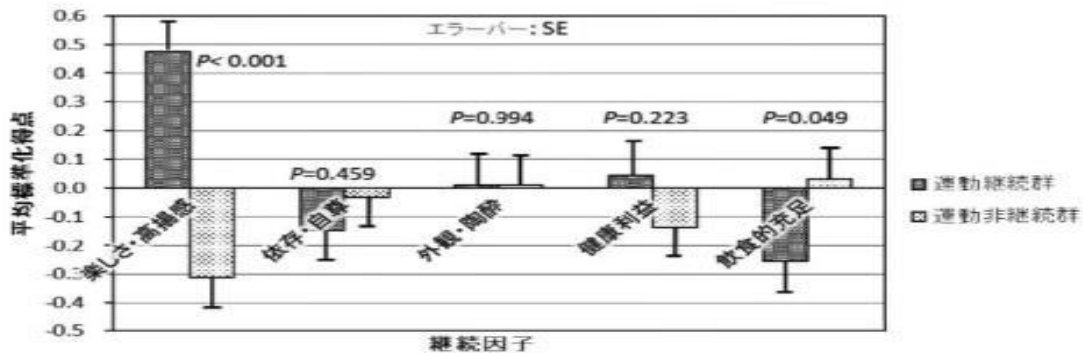


図4 運動継続理由因子別 平均標準化得点 運動継続率と運動非継続率群との違い

5 まとめと今後の課題

愛媛県民は自由に使える時間が多くあるにもかかわらず全国的にみて一日の運動量が少ない傾向にある。県民は自由に使える時間の約4割(約150分)を新聞やラジオ、テレビなどのメディアに費やしているが、スポーツを行う時間は20分にも満たない。そこで、メディアを見ながら行えて、疲れていても手軽に行えるながら運動を用いて運動率の上昇を試みた。しかし実践や先行研究により運動の手軽さより動機が重要だということが分かった。

参考文献

- ・愛媛県庁/生活時間の配分愛媛県庁/生活時間の配分(1日の生活時間) (pref.ehime.jp)
- ・スポーツ庁健康スポーツ課
- ・笹川スポーツ財団都道府県の運動・スポーツ実施率別データ:愛媛県(2010~2016) - 調査・研究 - 笹川スポーツ財団 (ssf.or.jp)
- ・企業でのながら運動、ちょっと運動の実践率UP
<https://www.pref.niigata.lg.jp/uploaded/attachment/291729.pdf>
- ・江口 泰正他 運動継続者に見られる継続理由の特色 - J-Stage
https://www.jstage.jst.go.jp/article/kenkokyoiku/27/3/27_256/_pdf

外国人に向けた観光マップ

2年1組 清水 勇佑 2年1組 山口明日向 2年2組 西口凜太郎
指導者 中田 敬子

1 課題設定の理由

近年の訪日外国人観光客数の増加は著しく、今後、インバウンド需要の増大による経済効果が期待できる。しかし現状として、外国人が宇和島市周辺を検索している回数は同じ四国の松山市や高松市周辺と比べても少ない(図1)。宇和島城をはじめとする固有の歴史ある景観、鯛やみかんなどの特産品があるにも関わらず外国人が旅先として宇和島市を選ばないのは、その魅力が周知されていないためであり、観光客の目に触れる機会が多い「観光マップ」を改善する必要があると考えた。以上より、観光マップによって宇和島市の魅力をより多くの外国人に知ってもらいたいと考え、この課題を設定した。



図1 地域経済分析システム RESAS
(地図上の・が多いほど外国語で目的地としてよく検索されている駅やバス停。
2022 多言語乗換案内データより)

2 研究内容

課題解決に向けて、宇和島を訪れる外国人に向けた観光マップの作成がよい改善策だと考えた。その研究内容は以下の通りである。

(1) 既存の宇和島市の英語の観光マップから改善点を挙げる

- Ex) ・イラストが少ない
・ローマ字表記だけでなく、漢字やひらがな表記も欲しい
・文字の大きさや色にメリハリがない

(2) 取材や外国人との交流

↑・乗客 137 人 ・幅広い年齢層 ・35～45 歳が多い

市役所訪問(7月)やクルーズ船(ナショナルジオグラフィックレゾリューション)の見送りボランティア(9月)で得た知見

- Ex) ・食べ物が印象に残りやすい
・宇和島固有の伊達文化や宇和島城が魅力
・神社仏閣が人気

(3) 挙げた改善点をどうやってより良くするのかを考え実行する

- Ex) ・イラストが少ない
→QRコードを張り、ページに飛べるようにする。
・ローマ字表記も欲しい
→表面をローマ字表記(図2)裏面を日本語表記(図3)のマップにし、漢字を読めない

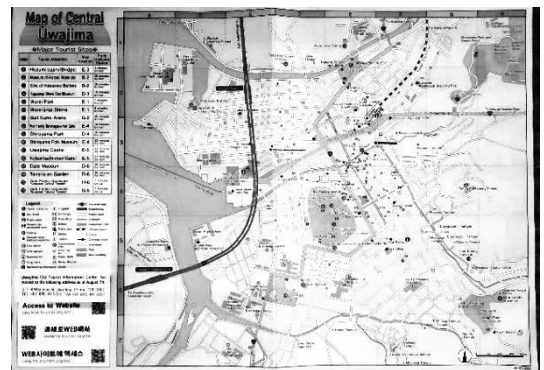


図2 観光マップ(英語)

い外国人が看板等と見比べることができるようにする。

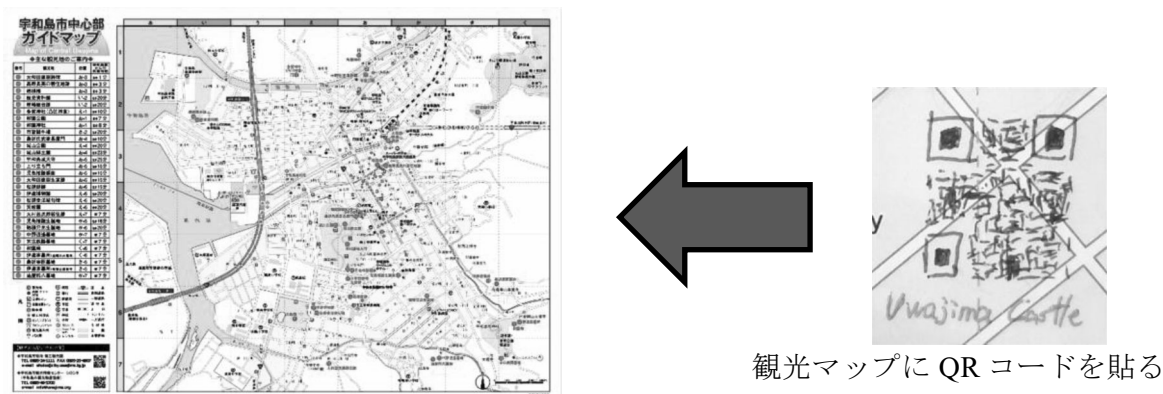


図3 観光マップ（日本語）

3 結果と考察

市役所訪問やクルーズ船の見送りで得た知見を基に考え、現状の宇和島市の観光マップにはイラストが少なかったり、実際に訪れた際に不便であったりするといった様々な課題を見つげられた。

上記の、市役所訪問の際にお聞きした外国人観光客の意見は実際の声であり、グローバル化に伴い、インバウンド需要が拡大する社会にとっては、一目見ただけで理解できる、分かりやすいというのは重要な要素となると考えられる。

課題設定の理由や研究内容で示したように宇和島市には宇和島城を始めとする独自の景観や魅力がある。実際にお会いした外国人観光客にも「食べ物がおいしい」や「素晴らしい街並み」といった言葉を残して満足そうに帰る人もいた。このような魅力を生かすためにはまずは外国人観光客が目に触れる観光マップから改善していく必要があり、宇和島市をより活性化させるために大切なことであると改めて感じた。

4 まとめと今後の課題

クルーズ船の見送りボランティアや市役所訪問、夏休みに観光スポットに実際に赴いた経験から、今の宇和島の観光マップに何が足りないのか、どうすればより分かりやすく多くの人に宇和島の魅力を伝えられるか考えた。本研究で得られた結果を生かし、より分かりやすい観光マップ作りに役立てたい。

5 謝辞

本研究を進めるにあたり取材に協力していただいた宇和島市役所商工観光課梶山様、山口様にこの場をお借りして感謝申し上げます。

参考文献

- ・地域経済分析システム RESAS
<https://resas.go.jp/#/38/38201>
- ・宇和島市ホームページ
<https://www.city.uwajima.ehime.jp/index2.html://resas.go.jp/#/38/38201>

道の駅を使った地域活性化

2年1組 宮田 和弥 2年1組 八十島 駿
2年2組 梅村 和永 2年2組 松田 式虎
指導者 中田 敬子

1 課題設定の理由

愛媛県及び宇和島市への観光客の数は新型コロナウイルスの影響もあり減少傾向にある。そこで、私たちは宇和島市民が一つになることができ、観光客も楽しむことができる場所を起点に地域活性化を進めようと思い、きさいや広場を利用した地域活性化の活動を始めた。そのためきさいや広場をこれまで以上に県外または国外からの観光客向けの施設にするためにできることを調査し、考えるために本研究を行った。

2 研究の方法

(1) アンケート

道の駅「きさいや広場」に関するアンケート調査を学校内で実施した。（令和5年7月実施）

(2) インタビュー

アンケート結果をもとに自分たちが気になることをピックアップし、実際に職員の方と対談をし自分たちでも道の駅に関する地域貢献を考え、道の駅職員や市役所職員の方の協力のもと、考えを深めた。

3 結果と考察、まとめ

(1) アンケート結果から以上のことが分かった。

- ・ほとんどの人が年に1・2回しか訪れない
- ・観光マップの認知度は40%しかない

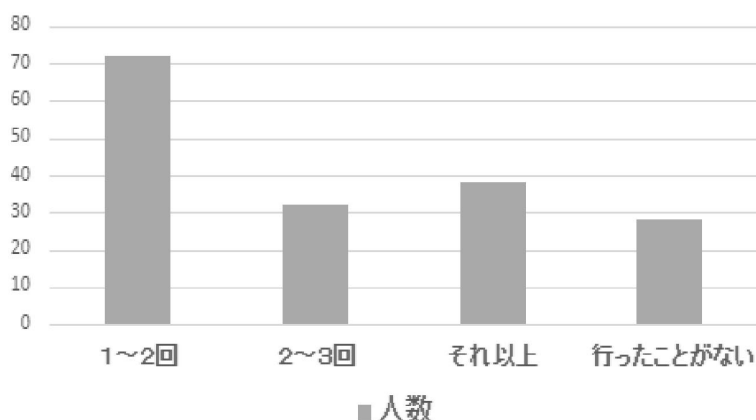


図1 一年に行く回数

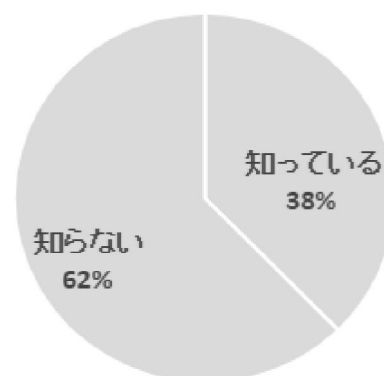


図2 観光マップの認知度

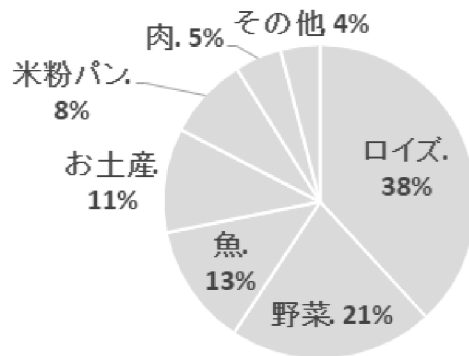


図3 主に買うもの

この結果から、きさいや広場をより良くするためには

- ・一番売れているロイズの製品を積極的に売る
- ・観光マップの認知度を上げる
- ・市民の行く回数を増やす
- ・普段の買い物で行きたい場所にする

以上のことが必要だと考えた。

(2) きさいや広場、並びに市役所の方とのインタビューを通して

きさいや広場における商品・テナントの決め方・イベントのことやその告知方法、どの世代に向けた取り組みをしているのか、外国船（クルーズ）や外国人に対する対応の気を付ける点や工夫していることなどを教えて貰った。また、きさいや広場の方では海外からの客に対してどのような点に力を入れているのか、市役所の方には特に海外からくる旅客船の様子についても詳しく教えて貰った。そして、実際に海外の旅客船の見送りにも参加した。

a きさいや広場での海外の方に向けての取り組み

- ・外国人客が 5,000 円以上購入した場合、税抜きでの支払いになるという観光庁のキャンペーンに対応した店作り（タブレットで情報を一斉管理し、後で観光庁に送信）
- ・キャンペーンの件数はコロナ前 780 件、コロナ禍 0 件、今年は 10 件程度
- ・値札、食券、トイレのウォシュレットの外国語表記や多言語を話せるスタッフを準備（まだまだ不十分であるとも語っていらした）

b 海外からの旅客船の見送りボランティア活動に参加して

- ・アメリカを出発し世界中を回る観光船を 9 月にきさいや広場で見送った。外国人観光客やクルーに宇和島の良かった点や場所について直接聞くことができた。ウエルカムボードを使ったほんの少しのおもてなしでもとても喜んでいただけたのでやっている自分たちも嬉しかった。
- ・宇和島市には年間 10 回程度クルーズ船が来て海外の人が訪れていることが分かり、宇和島市の場所の都合上松山から観光客を集めるよりも、クルーズ船で直接来る観光客に注目した方が良いように感じた。

4 今後の課題

今回の研究から、これからどのように宇和島をPRしていくのか、外国人観光客は何を求めているのか調査・研究していきたい。

参考文献

- ・一般財団法人国土技術研究センター
https://www.jice.or.jp/.../tech/reports/27/jice_rpt27_06.pdf

外国人向け防災アプリの普及に向けて

2年1組 井上 日和 2年1組 大石 侑奈
 2年1組 宮崎あおい 2年2組 中川 茉珀
 指導者 尾崎慎太郎

1 課題設定の理由

日本の総人口に占める外国人の割合は現在約3%だが、50年後には約10%にまで上昇することが予想されている（図1・図2）。それに対して宇和島市では過去40年間で総人口は年々減少しているものの、外国人人口が8倍以上に増加している（図3・図4）。

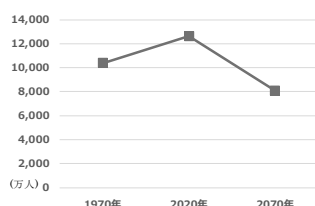


図1 日本総人口の推移

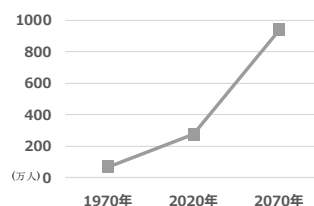


図2 日本在住外国人人口の推移

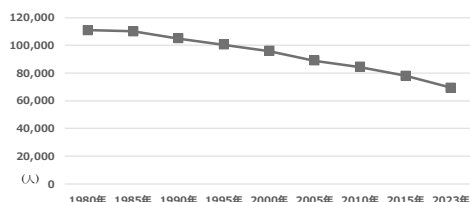


図3 宇和島市総人口の推移

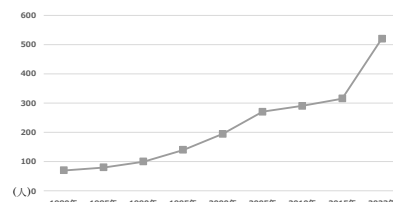


図4 宇和島市外国人人口の推移

また、四国には「自宅近くの避難所を知らない」「地震に備えて日頃からすべきことを知らない」外国人が少なからず存在することが分かる（図5）。

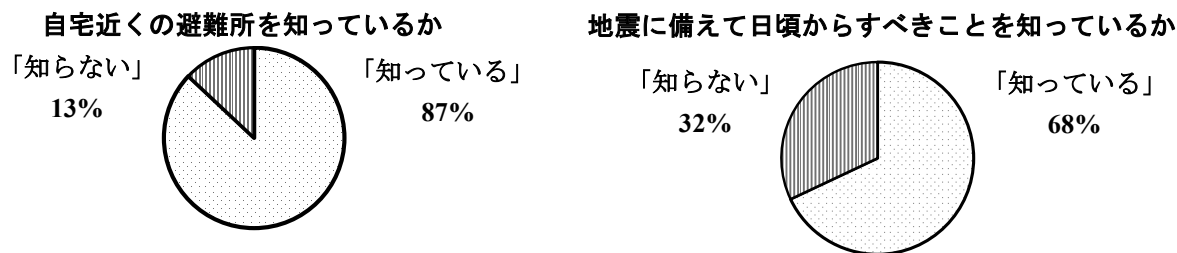


図5 四国に住む外国人 192名の防災に関するアンケート結果

気象庁によると、今後30年以内にマグニチュード8クラスの南海トラフ地震が発生する可能性は、70~80%であると想定されている。また、UNICEFによると、SDGs11-3には「だれも取り残さない持続可能なまちづくり」が目標の一つに設定されている。自然災害は、人の命に関わる重要なことであり、宇和島市在住の外国人に向けて、情報発信のために防災アプリを活用できないか検討することを本研究の主題とした。

2 現状分析

市内には既に「伊達なうわじま安心ナビ」(図6)という宇和島市民や観光客向けに開発されたアプリがある。「観光モード」、「健康モード」、「子育てモード」、「マリッジモード」、「ポイントモード」、そして「防災モード」の計6つの機能があり、日々更新されている。防災モードには、最



図6 伊達なうわじま安心ナビ



図7 アプリで見える最寄りの避難所

寄りの避難所（図7）や浸水危険区域がわかる機能が搭載されている。

本アプリのダウンロード数は年々増加傾向にあるものの、令和5年度現在、総人口の約半数にとどまっている（図8）。また、宇和島市内在住の全ALT7名に調査をしたところ、半数以上の4名が「ダウンロードしていない」と回答し（図9）、外国人に普及しているとは言えない状況であり、この課題解決に向け、本アプリの外国人への普及方法についての解決策を検討した。

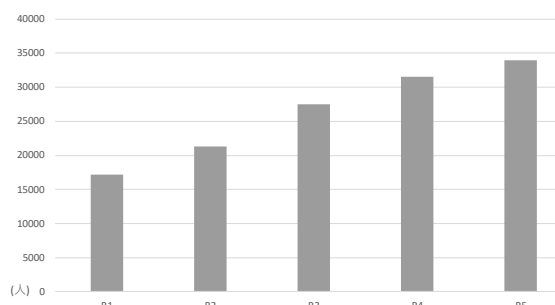


図8 伊達なうわじまあんしんナビ
アプリダウンロード数の推移

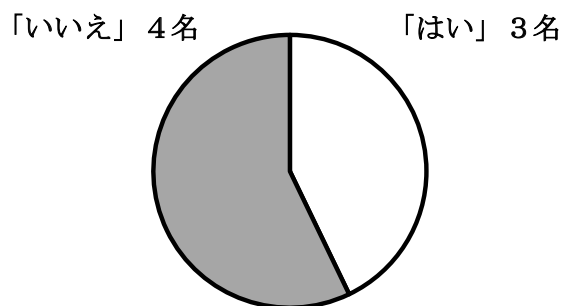


図9 宇和島市の全ALT7名への調査結果
「伊達なうわじまあんしんナビを
ダウンロードしていますか？」

3 解決策

これらを踏まえて提案する解決策は、以下の4つである。

- (1) 新規に宇和島に住む外国人へ向けて、市役所での住民登録時にアプリの登録を推奨
新規宇和島市民全員がアプリを登録するシステムが構築できる。
- (2) すでに宇和島在住の外国人へ向けて、日本語教室や教会でアプリの登録を推奨
外国人が集まる場所でアプリの魅力を発信する。
- (3) 宇和島市で使用できるアプリクーポンの配布
先行事例として、埼玉県では災害情報を届ける「ポケットブックまいたま」というアプリを登録することで、県内クーポンがゲットできるという取組があり、宇和島市での「宇和島市地域とつながる商品券」のような取組を通して、アプリの登録を推奨する。
- (4) 外国語モードも新規機能の追加
日本語モードでは担当部署ごとに新規機能を追加し、バージョンアップごとに市民に周知しているため、アプリダウンロード数が増加している。

4 謝辞

本研究の遂行にあたり、宇和島市役所危機管理課・市民課・商工観光課の皆様には、多大なご助言、ご協力頂きました。ここに感謝の意を表します。

5 参考文献

- 厚生労働省国立社会保障・人口問題研究所. 「日本の将来推計人口」. 2023.
https://www.ipss.go.jp/syoushika/tohkei/Popular/P_Detail2023RE.asp?fname=T01-05.htm
- RESAS. <https://resas.go.jp/data-analysis-support/#/populationcomposition/38/38203/1/>
- 気象庁. 「南海トラフ地震に関連する情報」. 国土交通省. 2024.
<https://www.data.jma.go.jp/svd/eew/data/nteq/index.html>
- SDGs クラブ. 「SDGs17の目標」. 日本ユニセフ協会. 2016.
<https://www.unicef.or.jp/kodomo/sdgs/17goals/11-cities/>
- 轟木靖子・高橋志野・山下直子. 「四国における外国人の防災について」. 香川大学生生涯学習教育研究センター. 2017
- 埼玉県ホームページ. 2022.
<https://www.town.matsubushi.lg.jp/www/contents/1589156753612/files/chirashi.pdf>