巻　頭　言

本校は、平成 23 年度にスーパーサイエンスハイスクール（ＳＳＨ）の指定を受けて以来、科学技術人材の育成をめざした取組を継続しており、今年度が指定第Ⅲ期２年めとなります。課題研究の論文集については、第Ⅱ期の指定に先行して始め、今年度が８年めとなりますが、今年度もこうして３年生が取り組んだ課題研究の成果を「課題研究論文集」として発刊できますことをとても嬉しく思っています。

ＳＳＨ事業の大きな柱の一つである生徒による課題研究については、生徒の自主性、探究心・課題解決能力の育成をめざし、３年間（１年次１単位、２年次２単位、３年次１単位）を通して取り組んでいます。

１年次の学校設定科目「セレンディピティ（ＳＤ）」では、課題研究を行うための基礎（課題研究の意義、研究倫理、引用の仕方、情報収集の方法、課題設定の仕方など）を学んだ上で、生徒が興味・関心や進路希望等に応じて、数学・物理・化学・生物・地学・情報・国際教養・社会科学・人間文化・家庭・社会のゼミに分かれ、専門的な研究手法を学びながら、２年次に行う課題研究のテーマを設定していきます。

２年次の学校設定科目「文理課題研究」では各ゼミにおいて、卒業生や企業、地域のＮＰＯの方などからの協力や助言を得ながら研究活動をすすめていきます。また、９月最初に中間発表会を行い、そこで得た指導・助言を基に追加の実験・検証などを行いながら、研究内容の質的向上を図り、１月下旬に行う最終発表会において、より深化した研究の成果発表を行います。

３年次の学校設定科目「キャリアスタートゼミ（ＣＳ）」では、生徒一人ひとりが２年次に行った課題研究の内容を振り返り、精査しながら、論文としてまとめていきます。

この「課題研究論文集」は生徒が作成した論文の中から、より優れたものを選んで構成しています。特に今回、生物ゼミの「薬草ドクダミによる魚病予防・治療への可能性」は、大阪府学生科学賞における大阪府知事賞に加え、日本学生科学賞においては文部科学大臣賞を受賞しました。３年生になってからも粘り強く研究を継続してきた成果が認められたことはとても光栄です。また、社会科学ゼミの「泉佐野市に塾の助成金を出してもらおう！」は、第８回高校生国際シンポジウムのポスター部門「教育」の分野において「優良賞」を獲得するとともに、高校生が行う課題研究により、泉佐野市では塾代を助成する事業が立ち上がることになったと新聞にも大きく取り上げられました。この２本以外にも優れた研究を数多く掲載しています。

この論文集がこれから課題研究を行う後輩たちにとって、取組の指針となることを期待しています。また、ご高覧いただいた方からのご指導・ご助言をいただければ幸いです。

最後になりましたが、ＳＳＨ運営指導委員の皆様、課題研究にご支援、ご協力いただいた大学・研究機関・企業の皆様、地域の皆様、その他多くの先生方のご尽力のおかげで、本校がＳＳＨ事業を円滑にすすめられていることに感謝申し上げます。今後とも、生徒たちがより一層持てる力を発揮し、成果を上げることができますよう、引き続き、よろしくお願いします。

令和６年１月

大阪府立岸和田高等学校
校長　植木　信博

目次

1. 【物理ゼミ】風車の羽の形状と回転数の関係の関係性の研究 1

2. 【化学ゼミ】霜の生成過程..... 4

3. 【生物ゼミ】モンシロチョウの食性を利用した農作物の被害減少を図る方法..... 8

4. 【生物ゼミ】薬草ドクダミによる魚病予防・治療への可能性 15

5. 【生物ゼミ】組織培養を用いた物質生産　― 組織培養によるアントシアニンの生産 ―..... 25

6. 【地学ゼミ】日本のお城と海外の石造建築の比較から石垣の特徴及び耐震性を知る..... 30

7. 【数学ゼミ】写真の構図における黄金比等の利用と印象の関係 34

8. 【情報ゼミ】Web ページにおける画像の複製を防止した表示方法..... 36

9. 【情報ゼミ】無料ダウンロードゲームがサービス終了しないためのゲームデザインの追求..... 38

10. 【情報ゼミ】岸高時間割アプリの開発..... 47

11. 【国際教養ゼミ】予備知識無しで読める発音記号の考案 53

12. 【国際教養ゼミ】デンマークに学ぶ日本の税金の無駄遣いの減少方法

〜社会保障制度の充実に向けて〜..... 57

13. 【人間文化ゼミ】ジェンダー問題と少女漫画 62

14. 【社会科学ゼミ】律令体制における国の等級について 68

15. 【社会科学ゼミ】泉佐野市に塾の助成金を出してもらおう！ 73

16. 【家庭ゼミ】フェアトレード商品の購入につなげる有効な販売方法と消費者の意識改善..... 78

17. 【体育ゼミ】走幅跳の踏切局面での意識づけの違いによる記録や動作の比較..... 91

風車の羽の形状と回転数の関係の関係性の研究

所属ゼミ　物理ゼミ
名前　植山　誠士

要旨

近頃の日本では再生可能エネルギーへの注目が集まっているが、ヨーロッパなどの世界の先進国と比較すると、風力発電の発電量が非常に少ない。そこで本研究では、現在の日本の風力発電の発電量を大きくするために、風車の発電量をより大きくするのに適した羽の形状について調べることを目的とする。

先行研究より、回転数が大きくなるほど発電量は大きくなることがわかっている。回転数がより大きくなる羽の形状について考察するために、風車のモデルを作成し、そのモデルの羽の面積や羽の形状を変えて回転数を計測する。実験の結果、面積が大きくなるほど回転数は大きくなり、以下の研究方法で示されている楕円(細)の形状が最もよく回ることがわかった。また、長方形において短辺に対する長辺の比をさらに大きくする実験を行ったところ、羽の長さと回転数の関係について分かった。

1.　研究背景

日本の風力発電の発電量はヨーロッパなどの先進国と比べて、非常に少ないということを知り、また、私達が想像するようなものとは異なる変わった羽の形をした風力発電機をテレビでみた。そのことにより、羽の形状による発電量や回転数の違いに興味を持ち、実際に様々な形状の羽を作り比較してみることにした。

2.　目的・意義

近年の問題として地球温暖化が挙げられる。現在の日本は、二酸化炭素を多く排出してしまう火力発電に依存してしまっている。火力発電は発電量は多いが、燃料の石炭は有限であり、地球温暖化を助長してしまう。そこで、再生可能エネルギーの風を動力とする風力発電に目をつけた。風力発電は環境に優しいが、発電量が少ないという問題点がある。それを解決するために、風力発電の発電量を大きくするには、どのような羽の形状が良いのかについて研究した。

また、先行研究により回転数が増加するにつれ発電量も増加することがわかっている。したがって、ここでは羽の回転数を大きくするのは、どのような羽の形状であるかについて研究した。

3.　実験１

3.1 研究方法

風車の羽のモデルを作成する。

形状は、直角三角形(図１)・円(図２)・長方形(図３)・楕円(細)（図４)・楕円(太)（図５）の５種類、面積は、10c ㎡・15c ㎡・20c ㎡・25c ㎡の４種類用意し、全てで 20 種類のモデルを作成する。羽は、ポリエチレンテレフタレート共重合体を使用し、風速は 2.0m/ｓとする。また、先行研究により、羽の角度が 20 度のとき、最も羽は回転するので、羽の角度は 20°とする。(図６参照) 楕円(細)は図７（短半径：長半径＝1:5)、楕円(太)は図８（短半径:長半径＝3:5)、長方形の辺の比は図９（2：5）のように設定する。

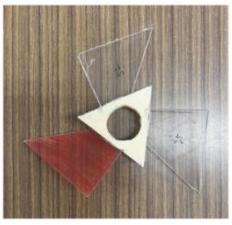


図１　直角三角形

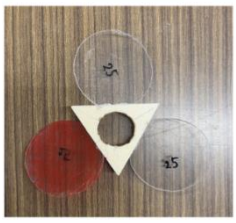


図2　円



図3　長方形



図4　楕円(細)

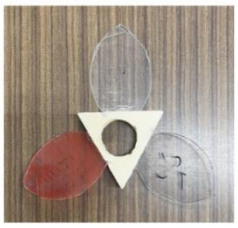


図5　楕円（太）

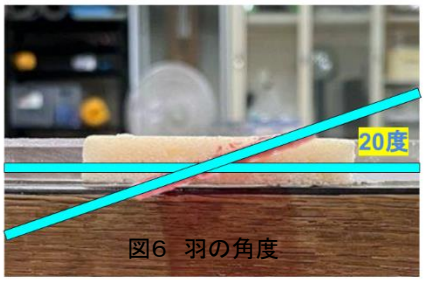


図6　羽の角度

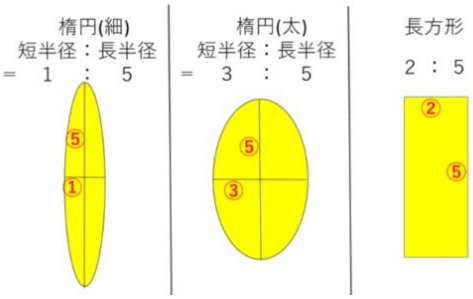


図7　図8　図9

3.2　仮説

羽の面積が大きいほど、回転するのに必要なエネルギーをより多く得られるため、面積が大きくなるほど回転数は増加すると考える。また、現在の日本の風力発電機の羽の形に最も近いのは、楕円(細)である。したがって、楕円(細)が回転数が大きくなると予想される。

3.3 結果

結果のグラフは図 10 のようになった。縦軸は回転数、横軸は面積を示している。また、グラフの色の違いは羽の形の違いを示している。仮説通り、羽の面積が大きくなるほど回転数も大きくなり、楕円(細)が最もよく回った。また、楕円(細)の次に長方形がよく回転した。

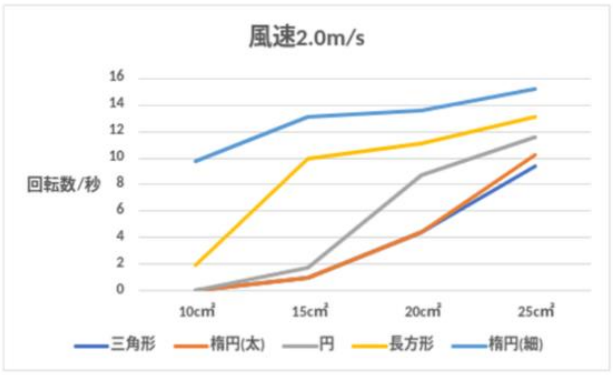


図 10　形状、面積と回転数の関係

3.2　考察

羽の面積が大きくなるほど回転数が増加したのは、羽の面積が大きくなるほど回転に必要なエネルギーがより多く得られたのではないかと考えられる。また、楕円(細)の次に長方形が回転したのは、どちらの羽も細長いという共通点があり、そのため力のモーメントが大きくなったからであると考えられる。

実験 1 から、楕円(細)は最もよく回転したが、加工が容易ではない。そこで、次に回転数が多く、加工が簡単な長方形を細長くしていき、どのような辺の比の羽がよく回転するのかを調べることにした。

4.　実験 2

4.1 研究方法

形状は、長方形の辺の比 10：1(図 11)、10：2(図 12)、10：3(図 13)の 3 種類、面積は実験 1 と同様に 10c ㎡　15c ㎡　20c ㎡　25c ㎡の 4 種類用意し、全てで 12 種類のモデルを作成した。風速は 2.0m/s とし、ストロボスコープを用いて回転数を計測した。



図 11　比 10:1

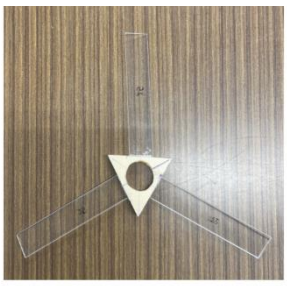


図 12　比 10:2

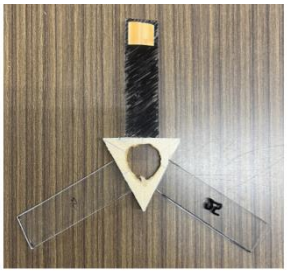


図 13　比 10:3

4.2　仮説

羽根の形状が長細いほど、力のモーメントが大きくなる。したがって、羽が最も長細い 10：1 の長方形が最も回転すると考えた。

4.3　結果

結果のグラフは図 14 のようになった。縦軸は回転数、横軸は面積を示している。また、グラフの色の違いは、羽の形の違いを示している。最も長細い 10：1 の長方形は、仮説通りにはならず、回転数は大きくならなかった。力のモーメントは大きくなるが、楕円(細)の回転数を上回らなかった。どの羽の形状が最もよく回転するのかは判断できない結果となった。

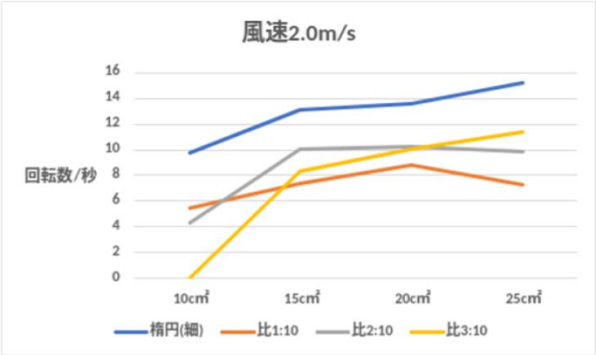


図 14　形状、面積と回転数の関係

4.3　考察

10：1 の長方形の回転数が大きくならなかったのは、羽が細すぎたので風の力をうまく受けることができなく、回転するのに必要なエネルギーを多く得ることができなかったためだと考えられる。あるいは、風車のモデルの正確性や強度に問題があったためとも考えられる。

5.　結論

面積を大きくするほど回転数は大きくなり、羽の形状においては、楕円(細)が最も回った。また、羽が細すぎてしまうと、風の力をうまく受けることができないので、回転数は増加しにくい。このことから、現在の風力発電の羽の形を、この実験で使用した楕円(細)の形にすると、日本の風力発電の発電量の増加に貢献できると考えられる。しかし、羽の形を楕円(細)にすると、その分得られる風の力が大きくなるので、実際の風車においては、強度などに問題が発生してしまうおそれがある。そのため、実寸に近い風車のモデルを用いて、強度に着目する実験を行うことが必要である。

6.　今後の展望

今回の研究では、どのような長方形の辺の比の羽が最もよく回転するのかを知ることができなかった。最もよく回転する羽の辺の比が分かれば、その比の楕円の形をした羽が最も回転数が大きくなると考えられる。その羽が実際の風車に取り入れられれば、日本の風力発電の発電量は大きくなるだろう。

7.　参考文献

関西電力（2017）　「風力発電の仕組み」
https://www.kepco.co.jp/brand/for_kids/teach/2017_06/detail1.html%E2%80%8B
2022 年 9 月 1 日.

塩川愛奈（2012）.　「風力発電用風車とブレードの研究」
https://gakusyu.shizuoka-c.ed.jp/science/sonota/ronnbunshu/h24/122017.pdf
2022 年 9 月 1 日.

霜の生成過程

化学ゼミ
角谷　愛菜

Ａｂｓｔｒａｃｔ

We are attracted to the shape of snowflakes and frost crystals. Concerning that of snowflakes, it is known that the temperature and the humidity govern the shape as famous “Nakaya diagram”. Our interest is “How about that of frost crystals?”, so, we observe the shape of frost crystals generated in several temperature and humidity. Our final goal is to make a chart like “Nakaya diagram”.

1. 仮説

雪の結晶ははるか上空で形成されるものなので、雪の結晶の生成過程を、条件を変えながら観察することは困難である。一方、地上で形成される霜も水が結晶化したものなので、生成過程や条件も雪のそれと類似するのではないか。また雪には”中谷ダイヤグラム”（図１）がある為、霜の場合も同様にパターンの分類ができるのではないかと考えた。

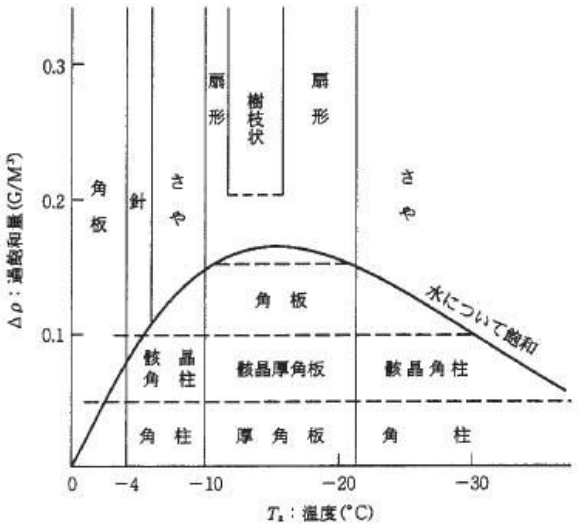


図１　中谷ダイヤグラム

この中谷ダイヤグラムは雪の結晶生成時の温度と湿度から、生成する結晶の形状を分類したものである。私たちは霜の生成時の条件を変化させ、形状にどのような変化がみられるかを観察し、最終的には中谷ダイヤグラムのような形でまとめることを目標とした。

2. 研究方法

＜準備物＞

発泡スチロール製容器・加湿器・氷・食塩・かき氷機・温度計・真鍮製ブロック・半透明のプラスチック製衣装ケース・スマートフォン・マクロレンズ・チョーク粉・松脂・小麦粉・洗濯のり

＜実験手順＞（装置の概略図は図２）

1. 氷をかき氷機で削り、発泡スチロール製の容器に入れて食塩と混ぜ合わせ、温度が−15℃〜−20℃の範囲で安定するまで待つ。
2. 霜を表面に発生させるための真鍮製ブロックを 1. の氷の中に入れる。
3. 室内の湿度で生成する場合はそのまま霜を成長させる。高湿度で生成する場合は加湿器を中に入れてあらかじめ中の湿度を調整しておいたプラスチック製衣装ケース内に 2. を入れる。
4. 氷水の温度や容器付近の湿度に大きな差が出ないよう確認しながら 1〜2 時間霜を成長させる。
5. 成長した霜をマクロレンズで観察し記録する。

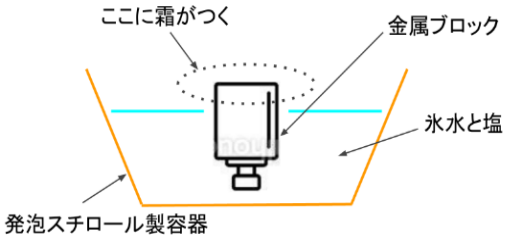


図 2　装置の概略図

＜生成条件の変化＞

中谷ダイヤグラムでは、湿度と温度を変化させて結晶の形状を観察しているが、温度に関しては冷却する手段が限られていて変化させるのが困難であった。そこで、霜は地上で固体表面に付着することを踏まえ、本実験では湿度を変化させることに加え、金属ブロック表面に他の物質を付着させて影響を見ることとした。付着させる物質として、イオン結晶であるチョークの粉、極性分子の小麦粉・洗濯のり、無極性分子である松脂を用いた。また、金属表面に傷をつけて、平らな面と凹凸がある部分の違いも観察した。

3. 実験結果

観測された結晶と生成条件（湿度、成長時間、金属ブロックの状態や生成位置）について表 1 に示す。

表1　観測結果と生成条件の一覧

	湿度	時間	ブロックの状態
六角柱状	90%	2 h	通常
角板状	50%	1.5 h	チョーク粉
	60%	1 h	小麦粉
	50%	1.3 h	小麦粉
	60%	1 h	松脂
	50%	1.3 h	通常
針状	50%	50min	傷の周辺
	50%	1.3 h	通常
	60%	1 h	小麦粉
杯状	50%	1.3 h	洗濯のり
不定状	50%	―	指定なし
	90%	―	チョーク

観測された結晶の特徴について示す。

(a) 六角柱状結晶　（図３）

六角柱状の立体構造を持つ。図３では横から見ているためただの柱状に見えるが、断面の向きから見ると六角形になっている。

(b) 角板状結晶（図４）

平面的な六角形の構造を持つ。空気中では六角形全体が現れるが、霜の場合には一部だけが現れることが多い。

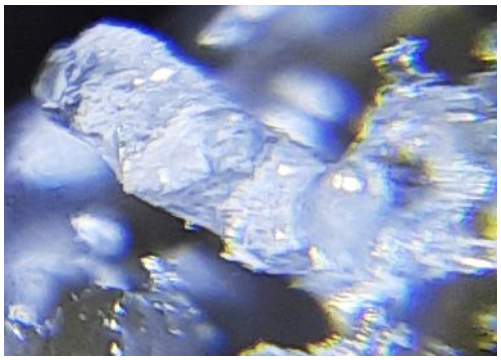


図3　六角柱状結晶

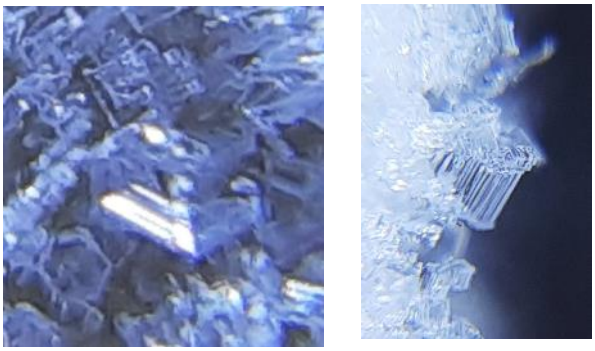


図4　角板状結晶

(c) 針状結晶　(図５)

針のように細くとがった立体構造を持ち、放射状に現れることもある。

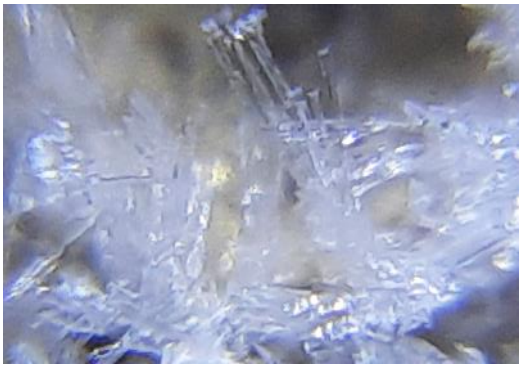


図5　針状結晶

(d) 杯状結晶　(図６)

トロフィーのような形状で、基部は細く杯の部分は六角形になっている。

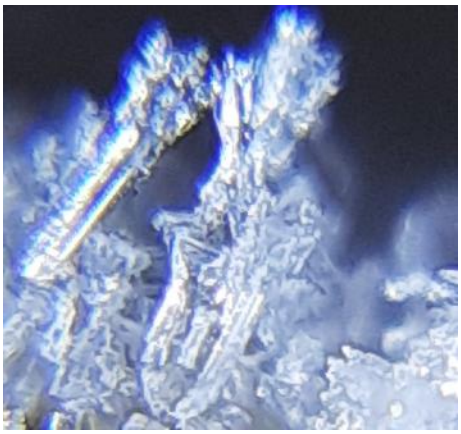


図6　杯状結晶

(e) 不定状結晶　(図７)

一番見られる頻度が高く、上記のような特徴的な構造に分類できないものは基本的にすべてこれに分類される。

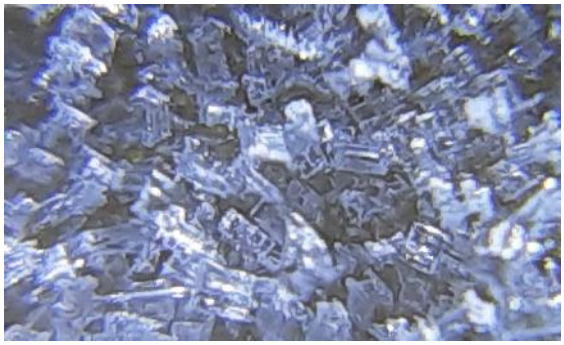


図7　不定状結晶

以上、六角柱状結晶、角板状結晶、針状結晶、不定状結晶、杯状結晶の５種類の結晶が観察できた。

4. 考察

4.1 付着させた物質と凝結核の関係

雪の結晶は空気中で塵のような微粒子を凝結核として成長する。そこで空気中を舞いやすいチョークの粉で塵の代用としたところ、霜の形状が複雑に発達し、また使用以前よりも比較的短時間で発生した。このことから、チョーク粒子は霜の凝結核の代わりとして作用したと考えられる。

これがチョークの粉に特有の結果なのか調べるために、小麦粉、松脂も用いた。その結果、チョークと同様、複雑な結晶が短時間で出現したためにこれらも凝結核として機能していたと思われる。これらの物質の親水性、疎水性といった性質の違いについては明確な差は見られなかった。

一方、洗濯のりでは表面に発生した結晶はごく僅かだった。洗濯のりは極めて親水性が高く、水分がのりと一緒に金属表面を覆うように凍ってしまい、氷の結晶が成長しなかったと考えられる。

4.2 特徴的な結晶の観測しやすい条件について

チョークの粉を付着させ、高湿度にした場合、不定状結晶しか見られなかった。凝結核の存在や高い湿度によって霜の生成速度が大きくなると、結晶が急成長する結果、不定状結晶になってしまうと考えられる。特徴的な形状の結晶を規則的に成長させるには、生成速度は大きすぎないことが重要であり、50%程度の低い湿度で生成することが適すると考えられる。

4.3 金属表面の形状による影響

私たちは金属ブロックの縁の方が面の部分より霜が発生しやすいことに気付き、縁部分を増やせばどうなるのか疑問に思った。そのため金属ブロック面に傷を付け、それを使って実験を行った。

すると、穴状の傷の縁から中心に向かって生成される針状結晶が観察できた（図８)。これは線状の傷で

も同様であった。

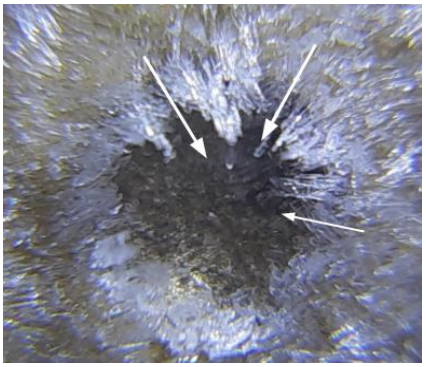


図8　金属ブロックにあけた穴の中心に向かって伸びた針状結晶

霜の材料となる水蒸気は、元は空気中に存在している。したがって、十分な水蒸気が供給される向きに結晶が成長すると考えると、霜は物質の表面に対して垂直方向に伸び、その結果穴の淵から中心に向かって生成されるのではないかと考えた。

また、縁の部分に霜が発生しやすい理由は、金属配列が乱れて凝結核の代わりの役割をしたり、形状の変化によって気流の乱れが生じて水蒸気が供給されやすくなったりしているのではないかと考えられる。

5. 今後の展望

私たちははじめ、気温や湿度を変えることで霜の結晶の形に違いが出るか実験して確かめ、また分類を行おうと考えていた。しかし温度や湿度を自由に設定するのは困難であったため、金属ブロックの状態を変化させることで今回の実験を行なった。

行った全ての実験について記録・考察を行い、それを用いて私達の最終目標であった中谷ダイヤグラムのようなグラフを霜の場合でも作成したいと思っているが、その際には金属ブロックに加えた変化をパラメータとして数値化し、グラフの軸に設定する必要がある。様々な条件を試し、それらについて考察することで、表面に加えた変化の何が結晶の形状に影響を与える要因なのかも見えてくるのではないかと期待される。

6. 参考文献

身近な気象写真図鑑(霜の仲間)++あおぞら めいと
http://wapichan.sakura.ne.jp › weather_frost

モンシロチョウの食性を利用した農作物の被害減少を図る方法

生物ゼミ
吉岡 均

要旨

モンシロチョウは害虫として知られているため、農薬やレタスなどの忌避物質で食害の軽減を図る。つまり「モンシロチョウが嫌いなもの」で対策を取るのが従来であり、その忌避物質について今まで沢山調べられていた。しかし将来的に農薬や忌避物質にも抵抗性を持つモンシロチョウが発生する可能性がある。ここで「モンシロチョウが好きなもの」で対策を取ると上記のような心配はなくなると考え、「モンシロチョウが好きなもの」とは何かを模索した。その結果野生種のセイヨウカラシナが最もモンシロチョウが好きな食草であると推測された。このことから、キャベツ畑の周囲にセイヨウカラシナをいわばキャベツの「おとり」として植えることでモンシロチョウはそちらに多く産卵してキャベツの食害を軽減できる可能性があるという結果になった。

8. 研究背景

シロチョウ科モンシロチョウはキャベツ・ハクサイ・ブロッコリーなどアブラナ科を食草にする。（食草：チョウやガが幼虫の時に餌とする植物）そのためそれらの栽培種の食害が深刻であり、モンシロチョウは害虫としても広く知られている。そこで農家の間では農薬やネットの使用や、モンシロチョウが嫌う匂いを放つキク科の野菜を近くで栽培したりする。つまり「モンシロチョウが嫌いなもの」で対策を講じるのが主流であり、「モンシロチョウが嫌うもの」について沢山の研究がなされている。先行研究によるとレタスをモンシロチョウは忌避する傾向があるとなっていた。しかし、実際キャベツとキク科のレタスを畝ごとに交互に植えていた畑にも無数のモンシロチョウが飛び回っており、キャベツにたくさんの幼虫による食痕があった。このような経験から私はモンシロチョウ自身がレタスをあまり忌避しないような個体群が発生していると考えた。また、モンシロチョウに限ったことではないが農薬を用いたとしても農薬への抵抗性を持つ個体群が発生する。つまり農薬やレタスなどの「モンシロチョウの嫌いなもの」で対策を講じると、モンシロチョウも子孫を残すために農薬や忌避物質に強くなるなど対抗をする。その結果、将来的に食害への対策が難化することが予想される。

またアブラナ科の中でも被害の大小が様々であることを耳にした。このことからモンシロチョウの成虫は産卵する食草に優先順位があるのではないかと推測した。

ここで本研究では、従来の「モンシロチョウの嫌いなもの」を用いた対策とは反対の「モンシロチョウの好きなもの」で対策をとればよいのではないかと考えた。産卵する食草に優先順位があるのならば、優先的に産卵する食草（＝好きな食草）をいわば「おとり」とすれば、本来の栽培種の食害を減らすことができる。さらにモンシロチョウがおとりの食草で殖えることにより天敵の寄生蜂を多くおびき寄せ、モンシロチョウの数を抑えることができる。この手法は生態系を利用しているため、今後も変化しづらく、対策の難化の心配もないと考えた。

また私は被害減少を図る対象の栽培種をキャベツに絞った。キャベツはアブラナ科の中でもモンシロチョウによる被害が深刻であると聞いたため、研究によ

り結果がでると有用であると考えた。

9. 研究目的・意義

従来の「モンシロチョウ嫌いなもの」で食害の軽減を図るのに対して、「モンシロチョウの好きなもの」で対策をとることにより、農薬や忌避物質への抵抗性への心配がなくなり今後末永く用いることができる対処法と考えられる。モンシロチョウの嫌いなもので対策を取るのが一般であるため、先行研究でもモンシロチョウが忌避する成分やその仕組みについて深く調べられていた。しかし、「モンシロチョウの好きなもの」で対策をとる旨の研究はあまりなされていなかった。このことから私は「モンシロチョウの好きなもの」を用いた新たな対策が確立されると、家庭菜園から農業へ幅広く活用でき、さらに今後長期に渡り用いることができる対策法となると考えた。

このことから、本研究では「モンシロチョウの好きな食草」を明らかにすることを目標とした。

10. 研究方法・結果

モンシロチョウの食草を調べるに当たって、「成虫が食草に産卵する過程」と「幼虫が食草を食べて成虫になる過程」の２つの過程に分けて調べた。ここで本研究内の「モンシロチョウが好きな食草」について定義する。1.おとりに用いるため、成虫が多く着地して優先的に産卵する食草 2.幼虫が多く食べる食草
とした。

また、私は成虫が産卵する食草の優先順位は蝶の食性の遺伝によるものと考えた。例えば、キャベツを食べて育ったチョウはキャベツに多く産卵する傾向があるなどである。この場合、キャベツ畑周辺の個体群とセイヨウカラシナ畑の河川敷個体群とでは「好きな食草」が異なる。つまり地域によって対策が変わり、「好きな食草」を探す研究手法も変わる。そのため、モンシロチョウの好きな食草を調べる前に母蝶（特に産卵する成虫のことを本研究では母蝶と示す）の食性の遺伝の有無を先にこのことを調べた。

3.1 節 母蝶の食性は遺伝するかどうか

［実験手法］

・セイヨウカラシナ、キャベツ、ハクサイ、コマツナでそれぞれモンシロチョウを育てた。

・幼虫が 1cm ほどになるまでに食べた食草は考慮せず、1cm ほどに成長するまでにセイヨウカラシナからそれぞれの食草を入れたケースに移動させる。

・羽化したら、ポカリスエットを餌として与え、それぞれの食草で育った雌雄のペアを分けて円柱状の網の中（以降、吹き流しと表記する）に入れる。吹き流し（直径約 38cm 高さ約 50cm の円柱形の網）をベランダ（直射日光が当たる南南西向き）で高さ１.2mのあたりに吊り下げる。そしてその中で交尾させる。

・今回実験した交尾のペア：

セイヨウカラシナ♂×セイヨウカラシナ♀

（セイヨウカラシナで育った♂とセイヨウカラシナで育った♀の交配という意味）

キャベツ♂×キャベツ♀

ハクサイ♂×ハクサイ♀

の組で交尾させる。

その後、メスのみを同じ吹き流しに入れる。同時に面積を同じにしたセイヨウカラシナ、ハクサイ、キャベツ、コマツナをシャーレの上に置き、四隅に配置した。常に設置する野菜はみずみずしくあるように心がける。

・一定期間の産卵個数を合計して食草ごとに集計する。天候にも左右されるため、毎日同じ時間に産卵されているかを確認し、24 時間ごとの産卵個数を記録する。産卵個数を比較するため、24 時間あたり（雨天や気温が極端に低く動きが鈍い日は除外する）の平均産卵個数を算出し、その数値で比較を行う。

［結果・考察］

	セイヨウカラシナ	キャベツ	白菜	小松菜
セイヨウカラシナ × セイヨウカラシナ（1）	12	2	0	
セイヨウカラシナ♂ × キャベツ♀	交尾には成功したが産卵しなかった。			
キャベツ♂ × セイヨウカラシナ♀	死亡			
キャベツ × キャベツ（1）		9	4	0

表 1 母蝶の食性と食草別産卵個数の関係

	セイヨウカラシナ	キャベツ	白菜	小松菜
セイヨウカラシナ♂ × 白菜♀（1）		○	◎	×
セイヨウカラシナ × セイヨウカラシナ（2）		△	◎	○

◎ ○ △ ×

沢山食べられていた　　全く食べられていなかった

表 2 母蝶の食性と食草別幼虫が食べた面積

※斜線は設置しなかったことを意味する。括弧の中の数字はデータ数である。同じ実験を二回繰り返し、1回目の実験を表 1, 2 回目の実験を表 2 に示した。2 回目の実験では産卵個数を数えることができなかったため、食痕を用いて最も多く産卵された食草を探そうとした。食痕が最も大きい食草が最も多く産卵された食草と推測した。

表 1 のセイヨウカラシナ×セイヨウカラシナはセイヨウカラシナに最も多く産卵しており、キャベツ×キャベツはキャベツに最も多く産卵しているように見えるが、セイヨウカラシナを配置できなかったので最もキャベツに多く産卵するかは不明だった。また表 1 のセイヨウカラシナ×セイヨウカラシナの結果と、表 2 のセイヨウカラシナ×セイヨウカラシナの結果を比べた際、ハクサイの産卵数や食痕の度合いが一致しない。この結果からではモンシロチョウにおいて母蝶の食性は遺伝すると断言できない。母蝶の食性の遺伝の有無ははっきりとわからなかった。

私は母蝶の食性は遺伝しないと仮定して実験を進めた。

3.2 節 幼虫が食草を食べて成虫になる過程で好きな食草を探す

今回、「好きな食草＝優先的に産卵する食草」と仮定した。本研究では「優先的に産卵する食草＝モンシロチョウにとって栄養価が高い・競争相手が少ない」など考え、それらの条件下ではモンシロチョウは翅も体も大きく成長する食草を好むだろうと考えた。このことから、モンシロチョウの好きな食草を調べる際、成虫が最も大きくなった食草＝最もモンシロチョウが好きな食草ではないかと考えた。

［実験手法］

モンシロチョウの成虫の大きさは前翅長（前翅の付け根から先端までの長さ）を用いて比較した。

・自宅の室内でセイヨウカラシナ（近所の河川敷で採取してきたもの）、キャベツ、コマツナ、ハクサイ（いずれも市販のもの）それぞれ約 10 頭ずつに分けて育て、羽化したら雌雄を確認して前翅長を計測する。

・前翅長の測り方：羽化したての綺麗な状態の成虫を捕虫網に成虫を入れ、成虫が翅を閉じた状態で押さえ、その上からノギスを当てて測る。小数点 2 桁まで測る。

[結果・考察]

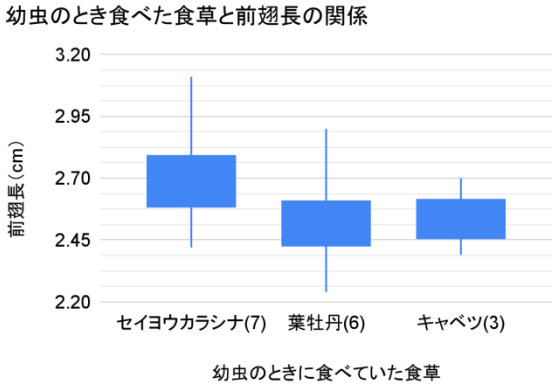


図 3 幼虫のとき食べた食草と前翅長の関係

※病気や寄生の被害などでコマツナとハクサイの幼虫がすべて死んでしまいデータ数が減った。括弧の中の数はデータ数（最終的に羽化した個体数）である。

セイヨウカラシナで育った成虫の前翅長が葉牡丹とキャベツの前翅長と比べて長くなっていることがわかる。このことから、モンシロチョウはセイヨウカラシナで最も成長する＝好きと推測した。また、キャベツと葉牡丹はいずれもヤセイカンラン種であるため種類が近く、キャベツと葉牡丹の二種では前翅長がほぼ一致している。このことからモンシロチョウの前翅長は食草の種類によって変化するということがわかった。しかしハクサイ・コマツナのデータがなくなり、平均の前翅長が正確に出なかった。そのため、セイヨウカラシナがモンシロチョウの最も好きな食草とは断言できない。

3.3 節 成虫が食草に産卵する過程で好きな食草を探す

[研究方法]

・モンシロチョウの着地回数を調べるために空の水槽に食草を配置し、モンシロチョウを放す。それを一定時間（本研究では１時間１５分間）撮影する。録画を見て着地回数、着地時間を計測する。

・録画の映像から、メス一頭ごとの行動を追ってセイヨウカラシナ側かキャベツ側かどちらでどれくらいの時間静止しているか計測し、食草別の着地時間の割合を計算する。

・「3.2 節 幼虫が食草を食べて成虫になる過程において好きな食草を探す」の結果よりモンシロチョウの好きな食草はセイヨウカラシナという仮説が立てられたため、被害を減らす目的のキャベツとの二種類、セイヨウカラシナとキャベツを用いて実験を行った。

・撮影は行わずに、食草とチョウを水槽に入れて産卵個数を毎日同じ時間に数える。このようにしてモンシロチョウが最も着地し、産卵する食草を調べる。

・この実験を二回行ったが、季節の違いにより細かな実験手法が異なったため、以下に示す。

●１回目の実験

[実験手法]

冬であったため、学校の恒温室内で上記の実験を行った。

・恒温室（午前５時～午後７時の１２時間蛍光灯による日照、気温約２２℃前後で一定）でモンシロチョウを育てた。

・蛍光灯直下に水槽の底の両端に面積をおおよそ同じにしたセイヨウカラシナとキャベツを置く。恒温室は学校にあり、毎日確認することが難しかったため２日置きの産卵個数で比較する。母蝶の食性が遺伝するかどうかの研究方法と同じように、設置するセイヨウカラシナとキャベツはみずみずしい状態を保つように心がける。

・成虫にポカリを与えて一時間ほどしたら、オス３頭・メス（既に交尾済み）３頭を一つの水槽に入れる。

・水槽を横から定点撮影し、その録画でどちらの食草に何回メスが着地したか数える。

[結果・考察]

一回目の実験で、手違いでセイヨウカラシナを摘む際間違えてギシギシの葉を摘んで実験を継続してしまっていたため結果は出ていない。以降ギシギシと表内で表記しているのは本来セイヨウカラシナで実験しようとしたところである。

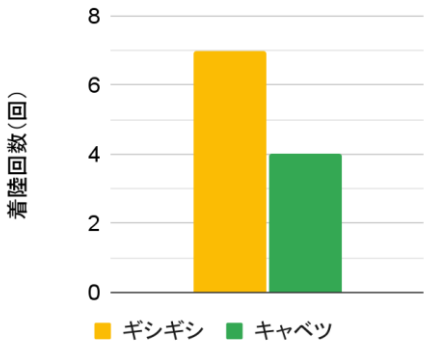


図４ 食草ごとの産卵個数

（一回のみの実験のため平均はとることができていない）

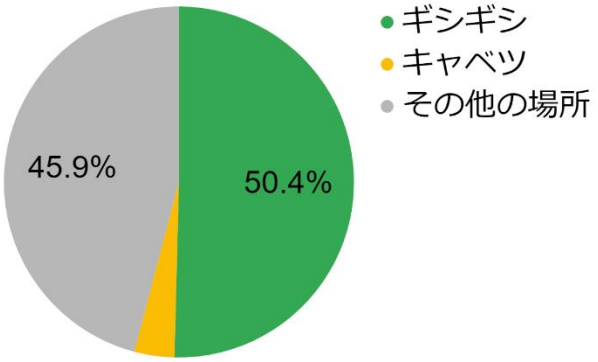


図 5 食草ごとの着地時間の割合

	ギシギシ	キャベツ	その他の場所
メス 1	40. 1%	7. 40%	52. 5%
メス 2	100%	0%	0%
メス 3	11. 1%	3. 70%	85. 2%
平均	**50. 4%**	**3. 70%**	**45. 9%**

	ギシギシ	キャベツ
12/3 着地回数計測		
12/3～12/5	3	46
12/5～12/7	0	52
合計	3	98
メス一頭死亡		
＜以降メス２頭による参考値＞		
12/7～12/8	0	74
12/8～12/9	0	配置せず
12/9～1211	0	79
12/11 メス２頭死亡		
12/3～12/11 合計	**3**	**251**

表 6 食草ごとの産卵個数（個）

キャベツよりも食草でもないギシギシに多く着地している。差は３回と誤差程度なものだが、少なくとも食草でない植物にも着地はするということがわかった。

また図４・表４より、個体によって着地している時間の割合が大きく違い、好みの傾向は分からなかった。

さらに、モンシロチョウが着地する際には食草の匂いをあまり重視せず視覚情報を頼りに着地すると考察される。そうであるが表５によるとギシギシにはほとんど産卵せず、キャベツに多く産卵していた。つまり着地してから食草かを判断して産卵するということである。先行研究によると「チョウは嗅覚と視覚を用いて産卵を行うが、種類によって嗅覚と視覚を使う割合が異なる」となっていた。このことからモンシロチョウは嗅覚をあまり重視しない種類であると推測した。

●２回目の実験

［実験手法］

基本は一回目の実験と同じ要領で行う。

・大和川で捕まえてきた成虫を生物実験室内（約２６℃）で実験した。

・窓際に一回目の実験と同じ水槽を置き、同様に実験した。

・窓際であったため、モンシロチョウが集まるところに偏りがあった。効率的に着地回数を測るため日の差す水槽の面にセイヨウカラシナとキャベツを貼り付けた。

［結果・考察］

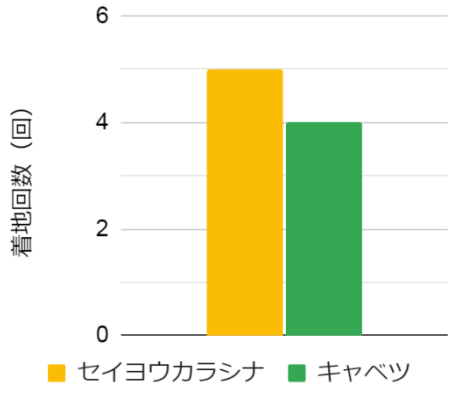
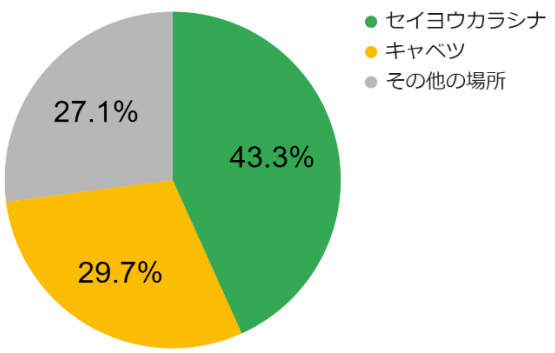


図 7 食草ごとの産卵個数



	セイヨウカラシナ	キャベツ	その他の場所
メス1	62.9%	7.4%	29.7%
メス2	23.7%	51.9%	24.4%
平均	**43.3%**	**29.7%**	**27.1%**

図 8 食草ごとの着地時間の割合

着地の計測の結果として、着地回数と着地時間のいずれにおいてもセイヨウカラシナとキャベツの間には大差が見られなかった。一回しか計測できなかったため明確な結果は得られなかった。

	セイヨウカラシナ	キャベツ
5/22 着地回数計測		
5/22 オス1匹死亡		
5/22～5/23	36	26
オス2匹死亡		
5/23～5/24	0	34
5/24～5/25	1	6
メス2匹死亡		
5/22～5/25 合計	**37**	**76**

表 9 食草ごとの産卵個数(個)

産卵個数はキャベツのほうが多かった。

一回目の実験・二回目の実験の結果からは「最も産卵する食草は何か」についての二回の実験の結果からは、モンシロチョウの好きな食草を推測することは難しい。

この二回の実験は夜間までモンシロチョウの行動を撮影することはできなかった。そのため、最終の食草別の産卵個数のデータは得ることができたが、この産卵個数では好きな食草を明確に判明させることは難しいと考えた。 今回いずれもキャベツに多く産卵した。しかし、例えば「一度セイヨウカラシナに着地したが産卵はせずにすぐに飛び上がった」や「キャベツに着地して、すぐに産卵行動を始めた」などのモンシロチョウの産卵時の行動によっては考察が大きく変化すると考えられる。この実験を更に深めるためには、結果的な産卵個数を数えるだけでなく、産卵時の行動も長時間撮影・記録して総合的に好きな食草を考えることが必要と考えた。

これらから、「3.3 節 成虫が食草に産卵する過程で好きな食草を探す」ではモンシロチョウの好きな食草を見つけることはできなかった。

11. 総合の結果・考察

「3.2 節 幼虫が食草を食べて成虫になる過程で好きな食草を探す」ではキャベツと比べてモンシロチョウが好む食草らしきものを発見することができた。「3.3 節 成虫が食草に産卵する過程で好きな食草を探す」においてはモンシロチョウの好きな食草を見つけることができなかった。 モンシロチョウはセイヨウカラシナを好んで食べることから、キャベツと比較した際、モンシロチョウの好きな食草はセイヨウカラシナと推測される。このことから、キャベツ畑の周辺にセイヨウカラシナを植えることによって無対策と比較してキャベツのモンシロチョウによる食害が軽減されると推定される。

12. 展望

生物が相手なためデータ数が求められたが、想定よりデータ数が少なくなってしまい明確な結果が出なかった。実際に合計 400 頭ほどを飼

育したが、寄生や病気で沢山の幼虫が死んでしまい成虫になれたのは 35 頭ほどだった。今後このような実験を行う際は、もっと羽化する確率を上げるために幼虫を密集で飼育しないこと、寄生蜂の侵入や乾燥を防ぐためにしっかり飼育ケースの蓋をするなどしてデータ数を確保したい。また「キャベツ畑の周辺にセイヨウカラシナを植えることによってモンシロチョウによるキャベツの食害が軽減されると推定される」と結論付けたが、実際にどのくらい軽減できるのか、どれほどの範囲に効果が発揮されるのかなどを調べる余地があると感じた。本研究で私はたくさんのモンシロチョウと接して様々な疑問を持つことができた。研究中に感じた疑問をこれからも探求していきたい。

13. 参考文献

・加藤義臣（2010).「蝶の季節型研究あれこれ」.『やどりが』,225(0),58-66.

・大村尚（2019).「交尾によって変化するモンシロチョウの寄主探索行動と嗅受容機構の解明」.『科学研究費助成事業　研究成果報告書』

・大村尚（2000).「蝶類成虫の採餌行動を制御する遠隔化学刺激に関する 化学的・行動生理学的研究」.『広島大学総合科学部紀要Ⅳ理系編』,26,153-155.

・やまむファーム「コンパニオンプランツの組み合わせと効果」
https://ymmfarm.com/cultivation/basis/companion-plants. 2022 年 12 月 18 日

・生命誌研究館 昆虫食性進化研究室.
https://www.brh.co.jp/research/lab01/.2022 年 12 月 22 日

・千葉雄二（2013).「確実に蝶の卵を手に入れる方法（強制産卵法)」.
https://land.toss-online.com/lesson/aafuvtw72bqdxw4l. 2022 年 12 月 22 日

・近畿大学農学部（2019).「植物が発する「におい」で、天敵をおびき寄せる驚異の防御技術」.http://www.nara.kindai.ac.jp/labo/research/004.php.2023 年 2 月 15 日

・JCPA(2017).「殺虫剤の作用機構分類（IRAC による)」
https://www.jcpa.or.jp/labo/pdf/2017/mechanism_irac.pdf.2023 年 2 月 15 日

・フマキラー(2019).「アオムシが発生する原因とは？アオムシの退治方法と予防方法」
https://fumakilla.jp/foryourlife/279. 2023 年 2 月 15 日

薬草ドクダミによる魚病予防・治療への可能性

Medical herb, *Dokudami* potential for treatment of fish diseases

生物ゼミ
山田美桜

研究要旨

近年、水産業界では養殖漁業が盛んになっている。様々な魚における養殖法が確立されていく一方で、課題となっているのが魚病である。養殖漁業は自然界に比べ閉鎖的かつ高密度という環境であるため、魚病が蔓延しやすく被害が甚大である。そこで、強い抗菌作用を持ち、昔から薬草として用いられているドクダミ(*Houttuynia cordata*)に注目した。魚病 *Streptococcus iniae* と *Flavobacteriumpsychrophilum* に対し、ドクダミの持つ抗菌・殺菌効果を検証した。その結果、ドクダミは魚病に対し、抗菌効果を有することがわかった。さらに採取時期による違いを測定したところ、水溶性成分は採取時期に関わらず効果は一定だが、揮発性成分は採取時期によって効果が異なることが明らかになった。

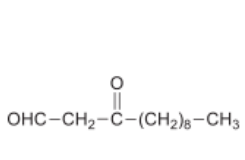
Fish diseases have been causing serious damage in aquaculture. Therefore, we conducted an experiment to see if we could apply the medicinal herb, Dokudami. The results showed that Dokudami had antibacterial activity against fish diseases, a pathogenic bacteria of fish. Especially, the water-soluble ingredients were effective, while the effect of the volatile ingredients varied depending on the season.

研究背景

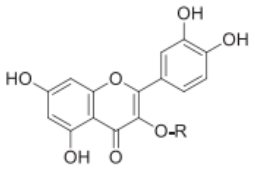
ドクダミについて

Houttuynia cordata

ドクダミ *Houttuynia cordata Thunb* とはドクダミ科ドクダミ属の多年生草本である。[1][5]全草に独特の匂いを持ち、匂い物質は、ラウリルアルデヒド[6][8]やデカノイルアセトアルデヒド[6][1][4][9]などのアルデヒド誘導体で、黄色ブドウ球菌に対する抗菌活性や抗カビ活性があり、菌の増殖を抑える。 アルデヒド誘導体は科学的に不安定なため、 乾燥させたり、熱を加えることで分解される。[6]乾燥させたものはジュウヤクといわれ昔から民間薬として用いられている。[4][6] ドクダミにはアルデヒド類以外に、クエルシトリンなどのフラボノイドも含まれている。[1][6]葉にはフラボノール配糖体 の クエルシトリン *quercitrin*、花にはイソクエルシトリン *isoquercitrin* を含む。[9]



decanoylacetaldehyde



quercitrin : R=rhamnose
isoquercitrin : R=glucose

成分の構造式[9]


ドクダミ

レンサ球菌症について

Streptococcus iniae

β 溶血性レンサ球菌症は、日本をはじめ世界各地で種々の海産魚および淡水魚で発生が報告されている。感受性のある養殖対象魚種は淡水魚から海水魚まで多様である。[14]淡水魚ではニジマスなどのサケ科魚類、ティラピア、アユなどで、海水魚ではヒラメ、マダイ、ブリ、カワハギなどで報告がある。特に養殖ヒラメにおいては重要疾病とされている。感染したヒラメは摂餌活動が著しく低下するために薬剤の経口投与効果が低い場合が多く、加えて薬剤耐性菌が出現するためである。[15][17]

［19］



レンサ球菌症(細菌)

細菌性冷水病について

Flavobacteriumpsychrophilum

細菌性冷水病は、1987 年に徳島県の養殖場のアユ稚魚で確認されて以来 、全国各地で発生が見られるようになった。この疾病は養殖場のみならず河川にも蔓 延し，河川漁業に深刻な影響を与えている。グラム陰性長桿菌の細菌感染症である。主な症状は鰓や内臓の貧血で、体側や尾部に潰瘍症状を示すものも多い。[10]病気が発生した時の死亡率は状況によって大きく異なり、高ければ 90%に達する。[11]また、北海道のどの河川でも 100%に近い率で本菌が検出された。[13]培養方法については、15℃で 5 日間培養する。また、嫌気的条件では発育しない。治療薬スルフィソゾールナトリウムは治療のために使用が認められており、予防投薬は認められていない。[11]また、加温療法の効果も検証されているが、水温を上げたことによる温度ストレス、酸欠、 水質悪化、他の疾病によりアユが死亡する可能性もある。[12]

［21］



研究目的・意義

魚病の予防や治療にワクチンや抗菌剤が用いられているが、抗菌剤に対する耐性化や栽培漁業などでの環境への影響などが危惧されている。加えて、ワクチンや薬剤の実用化までの期間の長さが課題である。冷水病については世界各国で深刻な被害を及ぼしている魚病であるが、まだワクチンは実用に至っていない。そこで、薬草を利用できないかと考えた。ドクダミは強い抗菌作用を持っており、昔から民間薬として用いられている。その作用を魚病へと応用することができると仮定した。ドクダミは人工的に作られた薬ではなく自然由来のものであるので、環境への影響も少ないと考えられる。加えてドクダミは増える速度が速く、低コストで利用することができる。身近な薬草であるドクダミを活用することができれば、日本の養殖漁業の活性化にも繋がるだろう。ドクダミの魚病に対する抗菌効果・殺菌効果を揮発性・水溶性成分別で検証した。しかし、植物は日照時間や温度に大きな影響を受けるため、季節によってドクダミに含まれる成分量に違いがある可能性がある。そこで、加えてドクダミの採取月ごとに分けて検証した。また、納豆菌と乳酸菌を用いて予備実験を行った。

Ⅰ.ドクダミの納豆菌・乳酸菌に対する効果（予備実験）

Ⅰの研究手法

菌を培養し、それに対するドクダミの効果（阻止円の大きさ）を調べる

ドクダミの地上部がある時期は葉を、ない時期は地下茎を月ごとに同じ場所（奈良県五條市）で採取し、洗わずに冷凍保存しておく。実験する直前に冷却しながら乳鉢ですりつぶす。これは冷却することにより、ドクダミの成分の揮発を防ぐためである。

ドクダミの水溶性物質と揮発性物質の効果を検証するため、すりつぶしたドクダミを培地の中央に置いたもの（水溶性物質の効果）と、培地を逆さまにし、フタの中央に置いたもの（揮発性物質の効果）を用意した。さらに抗菌効果と殺菌効果を検証するため、菌の播種と同時にドクダミを置くもの（抗菌効果）と、菌のコロニーが確認されてからドクダミを置くもの（殺菌効果）を用意した。また、納豆２粒を 50ml の精製水で希釈したものを納豆菌液、ヨーグルト小さじ 100μl を 50ml の精製水で希釈したものを乳酸菌液とし、1つの普通寒天培地（肉エキス:5.0g, ペプトン:10.0g, 塩化ナトリウム:5.0g, 寒天:15.0g）あたり 100μl を撒いた。23℃で 2 日培養した。

Ⅰの結果

抗菌および殺菌効果の評価については、阻止円の直径の計測またはコロニーの密度の比較により行った。実験１の納豆菌と乳酸菌に対する結果を表１，２に示した。阻止円がはっきりわかるものは阻止円の直径、それ以外は＋－で表に示した。ドクダミの水溶性物質は納豆菌に対して、抗菌効果を調べる実験で直径 25mm の阻止円を確認することができた。殺菌効果を調べる実験では直径 18mm の円内の菌の溶解を確認することができた。しかし、ドクダミの水溶性物質は乳酸菌に対して、抗菌・殺菌効果のいずれも確認することができなかった。（表１）ドクダミの揮発性物質は納豆菌に対して、抗菌効果を調べる実験では弱い抗菌効果（表では＋１つと表記している）を確認することができた。殺菌効果を調べる実験では効果は確認することができなかった。ドクダミの揮発性物質は乳酸菌に対して、抗菌・殺菌効果のいずれも確認することはできなかった。（表２）したがって、ドクダミは細菌種特異性があるが、抗菌・殺菌効果を持つことが確認できた。

表１　納豆菌・乳酸菌に対するドクダミの水溶性物質の効果

	納豆菌	乳酸菌	水
抗菌効果	25 mm	0 mm	0 mm
殺菌効果	18 mm	0 mm	0 mm

表２　納豆菌・乳酸菌に対するドクダミの揮発性物質の効果

	納豆菌	乳酸菌	水
抗菌効果	＋	－	－
殺菌効果	－	－	－

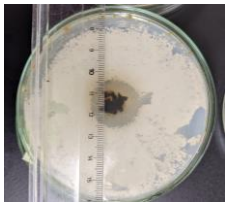


図1　納豆菌に対する水溶性物質の抗菌効果

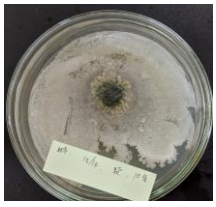


図2　納豆菌に対する水溶性物質の殺菌効果

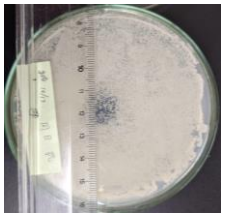


図3　納豆菌に対する揮発性物質の抗菌効果

Ⅰの考察

この実験により、ドクダミは一部の菌に対して抗菌・殺菌効果を持つことが確認できた。これより、魚病に応用できる可能性が高まったため、実験Ⅱ・Ⅲを行うことにした。ドクダミの効果の評価を行う上で納豆菌に対するドクダミの水溶性物質の評価を行う際は、はっきりとした阻止円が確認できたため客観的な計測が可能であったが、ドクダミの揮発性物質を用いた実験では阻止円の境目が曖昧で+-での評価となり、客観性に欠ける点が課題である。

Ⅱ. レンサ球菌症に対する効果

Ⅱの研究手法

Ⅰと同様の手順に月(季節)ごとでの検証を加えた。また、*S. iniae* のグリセロールストック 100μl を精製水 1600μl で希釈したものを菌液とし、培地は MCY 培地（トリプトン:2.0g,Yeast Extract:0.5g,肉エキス:0.2g
,酢酸ナトリウム:0.2g,塩化カルシウム:0.2g,硫酸マグネシウム：0.2g,DW:1L,BactoAgar:9g）とした。

Ⅱの結果

抗菌および殺菌の効果の評価については、阻止円の直径の計測、またはコロニーの密度の比較により行った。実験２の *S. iniae* に対する結果を表３，４に示した。阻止円がはっきりわかるものは阻止円の直径、それ以外は＋－で表した。

水溶性・揮発性物質ともに *S. iniae* に対する抗菌効果が確認でき、特に水溶性物質で大きな効果が得られた。利用したドクダミの部分（根・葉）による結果の違いはほとんど見られなかった。また、揮発性物質においては、4・5・6 月に採集したものの効果が他の月に比べて小さくなった。

表３　*S. iniae* に対するドクダミの水溶性物質の効果

月	2（根）	3（根）	4（葉）	5（葉）
抗菌効果	＋＋＋	＋＋＋	＋＋＋	＋＋＋
殺菌効果	－	－	－	－

6（葉）	8（葉）	9（葉）	10（葉）	水
＋＋＋	＋＋＋	＋＋＋	＋＋＋	－
－	－	－	－	－

表４　*S. iniae* に対するドクダミの揮発性物質の効果

月	2（根）	3（根）	4（葉）	5（葉）
抗菌効果	＋＋	＋＋	－	＋
殺菌効果	－	－	－	－

6（葉）	8（葉）	9（葉）	10（葉）	水
－	＋＋	＋＋	＋＋	－
－	－	－	－	－

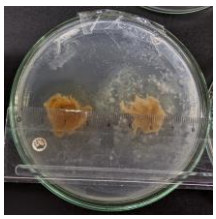


図4　*S. iniae* に対する水曜性物質の抗菌効果
2･3 月＋＋＋

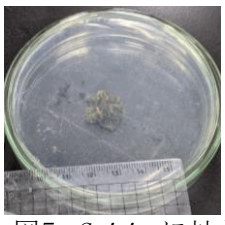


図5　*S. iniae* に対する揮発性物質の抗菌効果
8月＋＋

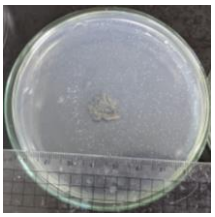


図6 *S. iniae* に対する
揮発性物質の抗菌効果
5月＋

Ⅱの考察

ドクダミの水溶性物質のほうが効果が大きかったことから、実際に魚のレンサ球菌症の予防・治療する際にはドクダミの水溶性成分を溶かした溶液を用いることが有用であると考えられる。ドクダミの揮発性物質において、4・5・6月に採集したものの効果が他の月に比べて小さくなったのはドクダミの花の開花時期が5・6月で、含まれる成分量・種類が変化していることによる可能性が高い。

Ⅲ.細菌性冷水病に対する効果

Ⅲの研究手法

Ⅰと同様の手順に月(季節)ごとでの検証を加えた。*Flavobacteriumpsychrophilum* のコロニーをすくい取り、希釈せずにそのまま用いた。培地は MCY 培地（トリプトン:2.0g,Yeast Extract:0.5g,肉エキス:0.2g
,酢酸ナトリウム:0.2g,塩化カルシウム:0.2g,硫酸マグネシウム 0.2g,DW:1L,BactoAgar:20g）とした。

Ⅲの結果

抗菌および殺菌の効果の評価については、阻止円の直径の計測、またはコロニーの密度の比較により行った。実験２の *S. iniae* に対する結果を表３，４に示した。阻止円がはっきりわかるものは阻止円の直径、それ以外は＋－で表した。ドクダミの水溶性物質においては、1・6･7･8･9月で特に抗菌効果が確認できた。また、相対的には僅かであるが、水溶性物質の2・3・4月に抗菌効果、1月に殺菌効果が確認できた。ドクダミの揮発性物質においては、1･2･3月にわずかに効果が確認できた。

表５ *Flavobacteriumpsychrophilum* に対するドクダミの水溶性物質の効果

月	1(根)	2（根）	3（根）	4（葉）
抗菌効果	20mm	縁 1.5mm	縁 1mm	縁 1mm
殺菌効果	縁 0.5mm	－	－	－

5(葉)	6(葉)	8(葉)	9(葉)
縁 2mm	15mm	16mm	15mm
－	－	－	－

10(葉)	11(葉)	12(葉)	水
縁 1.5mm	縁 1.5mm	縁 1mm	－
－	－	－	－

表６　*Flavobacteriumpsychrophilum* に対するドクダミの揮発性物質の効果

月	1(根)	2（根）	3（根）	4（葉）
抗菌効果	+	+	+	−
殺菌効果	−	−	−	−

5(葉)	6(葉)	8(葉)	9(葉)
−	−	−	−
−	−	−	−

10(葉)	11(葉)	12(葉)	水
−	−	−	−
−	−	−	−

Ⅲの考察

水溶性物質の結果にはドクダミの保存期間が関係しているのではないかと考えた。ドクダミの採取時期は、古い順に２・３・４・５・６・７・８・９・10・11・12・１月となっており、実験までの保存期間の長さが関係している可能性がある。揮発性物質の効果が 1･2･3 月の地下茎を用いて実験したもののみであることから、時期によってドクダミに含まれる成分に違いがある可能性が考えられる他、地下茎のみに含まれる成分の影響であったことも考えられる。

Ⅳ.段階希釈法での再検証

ここまでの研究を学会等で発表したところ、ペーパーディスク法ではないため、ドクダミの葉に付着している物質などの影響の可能性がある。どの程度の濃度で効果があるのか。現存の薬との対比はといった点を指摘していただいた。また、より客観的に数字で評価できる方法を考えた。そこで、遠心分離にかける・フィルター滅菌することと、液体培地での段階希釈法で 10～10240 倍での段階試験、他の抗菌薬との比較を行った。しかし高校でできる範囲を超えていたため、東京海洋大学内の実験室を借りて実験を行った。

Ⅳの研究方法

冷却しながら、乳鉢･乳棒でドクダミをすりつぶし、3 月（地下茎）･6 月（葉）採取のドクダミと重量の 4 倍量の精製水を加えてよく混ぜる。2ml チューブに移し、15,000 rpm で 10 分間遠心分離する。上澄みをシリンジで静かに取り、0.45μl のフィルターに通し、フィルター滅菌する。フィルター滅菌した上澄みは 1.5ml チューブに回収する。ドクダミ抽出液 100μl を細菌用培地（MCY または TSB）900μl 中に加えて混合する。ドクダミ抽出液を培地で 2 倍に段階希釈し、12 段階（10-10240 倍希釈まで）の濃度勾配を作製する。同様に、400μg/ml のフロルフェニコールおよびオキシテトサイクリンを用いて上記 6 と 7 同様の希釈系列を調製する。

プレート上から菌をかきとり、細菌用培地に懸濁する。OD600 が 0.5 となるように調製する。96 well plate にドクダミ抽出液添加培地を 100μl 加える。そこへ、菌液を 5μl 加える。

培養し、歯の生育がみられるかどうか確認する。今回はドクダミの効果を調べる実験をそれぞれについて３回ずつ同様に実験した。抗菌剤を使ったものはそれぞれ２回ずつ実験した。

Ⅳの結果

結果をグラフに示した。３回ずつ、または２回ずつの実験結果を箱ひげ図で示した。縦軸は菌量（OD600）横軸はドクダミ抽出液または抗菌薬の段階希釈倍率である（10～10240 倍の 12 段階）

S. iniae に対しては、この方法では効果が見られなかった。*Flavobacteriumpsychrophilum* に対しては、10 倍希釈のドクダミのみ効果を示した。t 検定においてもその効果は確認できた。抗菌薬フロルフェニコール

との比較ではドクダミの効果が少し劣っていた。

表７　３月（地下茎）のドクダミの *S. iniae* に対する効果

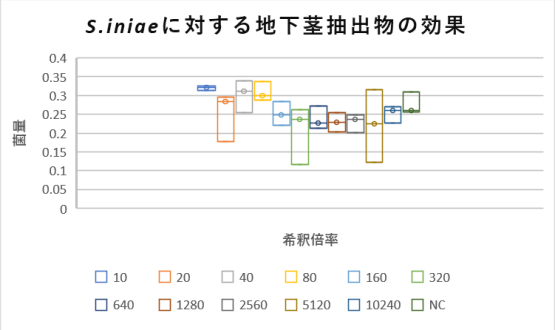


表８　６月（葉）のドクダミの *S. iniae* に対する効果

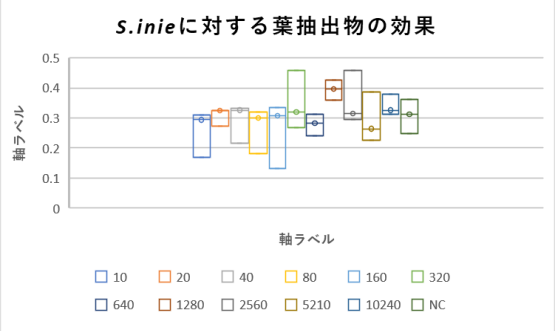


表９　オキシテトラサイクリン（抗菌剤）の *S. iniae* に対する効果

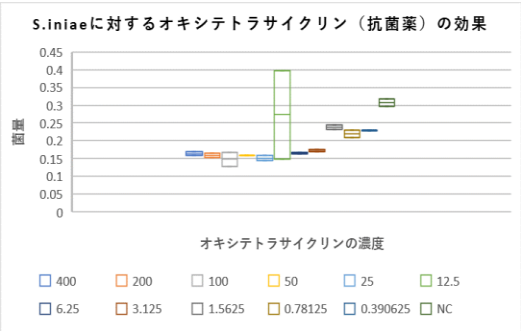


表　10　３月（地下茎）のドクダミの *Flavobacteriumpsychrophilum* に対する効果

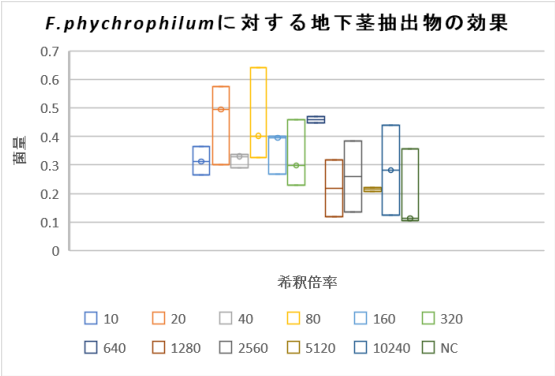


表　11　６月（葉）のドクダミの *Flavobacteriumpsychrophilum* に対する効果

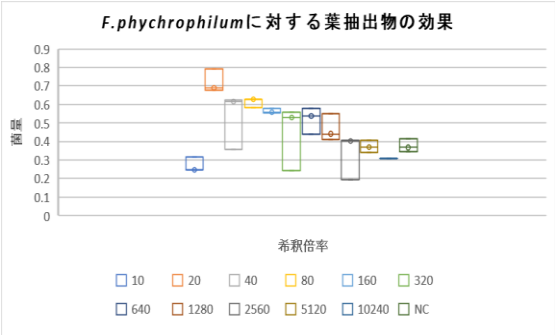
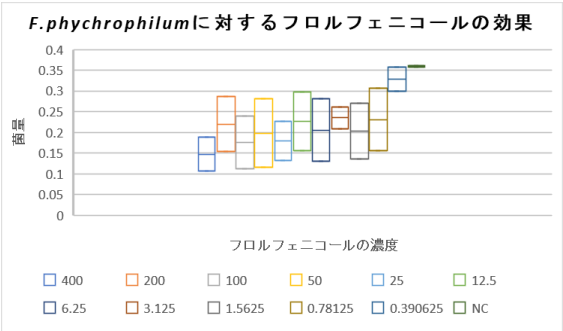


表　12　フロルフェニコール（抗菌剤）の *Flavobacteriumpsychrophilum* に対する効果



Ⅳの考察

S. iniae に対して、この方法では効果が見られなかったことについて、2 つの可能性が考えられる。1 つ目は、寒天培地での実験（実験Ⅱ）では希釈などをせず、すりつぶしたドクダミを用いていたため効果があったが、今回は 10 倍希釈をしたことによって、ドクダ

ミの成分が薄まってしまい効果が出なかった。２つ目は、ドクダミの葉の表面についていた物質が実験Ⅱで効果を示していた可能性があるということである。*Flavobacteriumpsychrophilum* については、今後ニジマスを用いて実際に感染実験を行うにあたって、ドクダミ 10 倍希釈での利用を行う。

Ⅴ. ドクダミの減圧蒸留

今後、実際にドクダミを利用するにあたり、ドクダミから得た抽出液を魚病予防･治療に利用できれば使い勝手が良い。そこで、どれほどの量が取れるのか実験した。また、ドクダミは熱に弱い成分が含まれているため、減圧した後、温度を変えて段階的に抽出した。

Ⅴの研究方法

6 月に採取したドクダミ 80g と精製水 80ml を減圧蒸留機にセットし、毎分 30 回転で、40℃で 4 時間半、60℃で 3 時間、80° C で 3 時間、95℃で 3 時間減圧蒸留した。



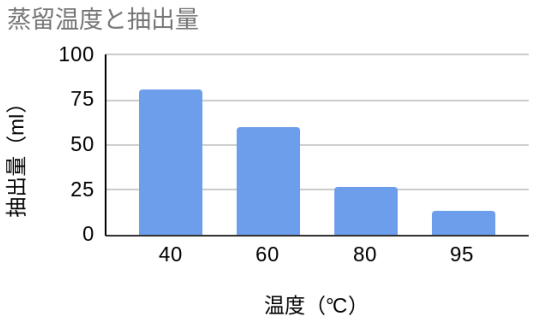


エバポレーター．ケニス株式会社

Ⅴの結果

結果を表 7 に表した。40℃で 81ml、60℃で 60ml、80℃で 27ml、95℃で 13ml で、精製水 80ml を差し引いてドクダミ抽出液合計 101ml を抽出することができた。

表７　ドクダミの蒸留温度と抽出量



この蒸留水を今後餌に混ぜたり、水槽の水に混ぜたりすることで結果を観察し、効率の良い利用方法を確立する。

Ⅵ*Flavobacteriumpsychrophilum* のニジマスでの感染実験

Ⅵの研究手法

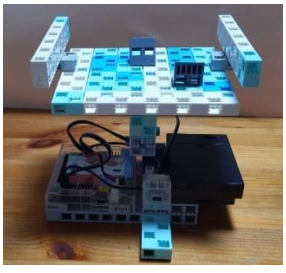
１）液体培地で、*Flavobacteriumpsychrophilum* を 24 時間振とう培養する。学校に振盪培養器がなかったため、studino を用いて自作した。

２）１を希釈（2.0×10⁷CFU/ml 程度）これを菌液とする。

３）デンタルクリーム（万協製薬）米粒大を 100ｍｌの水に溶かし、ニジマスを 20 分間浸して全身麻酔をかける。

４）ニジマスの背びれと脂鰭の間に注射器で菌液を 0.01ｍｌ打つ。

５）水を入れ替え、麻酔から覚まし、菌液にニジマスを 30 分浸漬する。



自作の振盪培養器

条件

一つの水槽あたり、15 匹ずつ飼育

①感染１日後から抽出液を水槽に加え(十倍希釈)、餌には希釈していない抽出液を混ぜる(餌がまとまる程度の量)。

②何も加えない（対照区)。

６）感染から 10 日目まで 17℃で飼育観察。

結果測定（培養法）

感染１日目３匹、３日目３匹、１０日目３匹、２１日目３匹のニジマスと途中で死亡した個体を用いる。

脾臓を５mg 摘出し、リン酸緩衝生理食塩水 300μl でホモジナイズ 血液 20μl をリン酸緩衝生理食塩水 280μl で希釈

コロニーの識別ができなかった場合、段階希釈法を用いる

MCY 培地で、100μl の脾臓、血液を 15℃・５日間培養し、コロニー数を計測する。



VIの結果

注射の際に、薬局等で購入できる人間用の表皮麻酔薬（デンタルクリーム.万協製薬）を使えるか試したところ、水 100 mℓに米粒大のクリームを溶かすことで、平均 20 分で全身麻酔がかかり、1 時間で回復した。これ以降の結果は現在実験中である。

結論及び今後の展望

本研究でドクダミは納豆菌に対して、揮発性物質は抗菌効果、水溶性物質は抗菌・殺菌効果があることが示された。また、*Flavobacteriumpsychrophilum* に対しては月ごとに差はあるものの揮発性物質・水溶性物質ともに抗菌効果があることが示された。このことから、ドクダミは魚病に対して効果を示す可能性があり、予防や治療への実用に期待が持てる。月ごとに差が出たことについては、ドクダミの開花時期が関係しているのではないかと考えた。また、水溶性物質が溶けた溶液を用いれば、より高い効果が得られるだろう。今後、健康な魚や感染魚のいる水槽にドクダミを入れ、効果を調べていく。予防薬になるか治療薬になるか、抽出液は利用できるか、ドクダミは魚にとって安全であるか、風味の変化などを調べ、ドクダミを実際に魚病の予防・治療に活用できるようにさらに深く研究していく。

謝辞

本研究の遂行にあたり、多大なご助言、ご協力頂き、*S. iniae* 菌株・細菌性冷水病菌株を分与していただいた東京海洋大学　加藤豪司先生東京海洋大学の学生の皆様、丁寧に指導して下さった岸和田高等学校の先生方に深く感謝いたします。

参考文献

[1]“ドクダミとは？ドクダミの花や効能の魅力、活用方法から駆除方法まで.” https://lovegreen.net/flower/p269986/.

[2]新井二郎. *植物手帳*. 2006

[3]馬場 篤. 薬草 500 種. 誠文堂新光社. 1996

[4]多田 多恵子. したたかな植物たち: あの手この手のマル秘大作戦. エスシーシー. 2002.

[5]橋本 郁三. 食べられる野生植物大事典: 草本・木本・シダ. 柏書房. 2007

[6]黒柳 正典. 人の暮らしを変えた植物の化学戦略: 香り・味・色・薬効. 築地書館. 2020

[7]村上 光太郎. 食べる薬草事典: 春夏秋冬・身近な草木 75 種. 農山漁村文化協会. 2010

[8]石附 京子. 多田 敦子. 杉本 直樹. 松本 清. 受田 浩之. 松藤 寛. 山崎 壮. 河村 葉子. 既存添加物ドクダミ抽出物の品質評価. 日本食品化学学会誌. 17. 192-197. 2010

[9]白瀧 義明. 野山の花 － 身近な山野草の食効・薬

効.NewFoodIndustry.2016
[10]アユ冷水病対策協議会.農林水産省アユ冷水病防疫に関する指針.2004
[11]若林久嗣.細菌性冷水病　魚介類の感　　染症・寄生虫症 .p177-183.2004
[12]アユ冷水病対策協議会取りまとめ.アユ冷水病対策協議会.2008
[13]大迫典久.サケ科魚類を守る取り組み　　ー冷水病原因菌の保有状況調査ー .SALMON 情報 No.3.2009
[14]吉田照豊.レンサ球菌感染症およびラクトコッカス感染症.　2016 年
[15] 松岡学.橋爪貴也.神崎博幸.岩本恵美.Se Chang Park.吉田照豊.中井敏博.ヒラメの b 溶血性レンサ球菌症に対するファージ治療試験.2007 年
[16]三吉泰之.河原栄二郎.福田穣.ヒラメの非特異的生体防御能に及ぼす甘草抽出物経口投与の影響.2009
[17]松岡学.和田有二.1986 年から 1995 年にヒラメ病魚から分離された Edwardsiella tardy および Streptococcus iniae 剤感受性.1996
[18]芋川 浩. 山井 ゆり.ドクダミの殺菌・抗菌効果の解析 ― 揮発性成分の有効性 ― .2022
[19]柳 宗悦.ヒラメの簡易魚病診断法と魚病発生カレンダー
[20] 群馬県ホームページ .2011. https://www.pref.gunma.jp/page/9356.html
[21]菅原 和宏.加温処理によるアユ冷水病の防除に関する研究__第 4 章.2011

組織培養を用いた物質生産

―― 組織培養によるアントシアニンの生産 ――

生物ゼミ
石田隼大

要旨

アントシアニン生産の効率化を図り、サザンハイブッシュ系ブルーベリー2 種(ミスティー及びガルフコースト)の組織培養を応用したアントシアニンの生産法を検討した。6-BA、4-CPA を添加した Hyponex 培地でブルーベリー葉の切片を培養し、培養細胞からなる白色または淡黄色の細胞塊を得た。細胞塊中の赤色細胞を選抜して継代すると赤色細胞の密度が上昇した。この培養細胞に白色蛍光灯、赤色 LED(660nm)および青色 LED(430nm)を照射すると、いずれの波長でもアントシアニン量が増加し、特に青色光で顕著であった。

1. 目的

ブルーベリーは北アメリカ大陸原産のツツジ科スノキ属の落葉性、あるいは半常緑性の低木果樹である。北アメリカでは古くから食用とされ、20 世紀以降に交配が盛んに行われて多くの品種が作出された。日本では 1980 年代から栽培が始まり、現在では全国で広く栽培されている。果実は生食のほか、ジャム、ジュース、果実酒、製菓材料として利用されている。果肉にはビタミン類、食物繊維、ミネラル等の栄養素を多く含有する。これに加えて果実の表皮には紫色色素のアントシアニンを含有し、抗酸化作用、視機能改善作用などが見出されて、医薬品や健康食品の原料として利用されている。また、ナチュラル志向の流行や環境への配慮などから合成色素に代わる天然色素として需要が年々増加している。このようにアントシアニンは多くの用途に用いられる有用物質である。

現在、アントシアニンは植物を経由した方法で生産されている。この方法には植物の栽培が伴うため、環境条件等に生産量を左右されるのが欠点である。親植物のアントシアニン産生能を持つ細胞を培養した場合、培養細胞もアントシアニンを生産することがある。この性質を活かし、以前よりブドウ、リンゴ、カンショなどの植物では組織培養によるアントシアニンの生産が試みられてきた。組織培養による生産の利点は、屋内での生産が可能となり、収量が環境条件に左右されにくくなることである。本研究では、ブルーベリー培養細胞はアントシアニンを産生するという仮説を検証し、組織培養をアントシアニンの生産に応用することを目指した。

2. 研究方法

2.1　サンプリング

大阪府高石市で栽培しているサザンハイブッシュ系ブルーベリー2 品種（*Vaccinium corymbosum ‘Misty’*(以下‘ミスティー’)および *Vaccinium corymbosum ‘Gulf Coast’*(以下‘ガルフコースト’)）の樹齢 6 年の成木から 2022 年 9 月及び 10 月に採取した葉をサンプルとした。

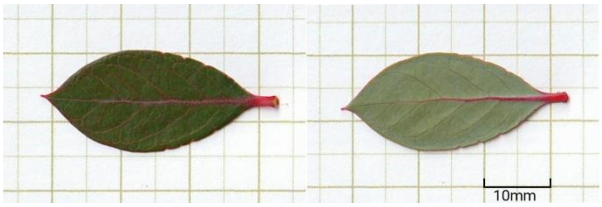


写真 1. サンプルとしたブルーベリーの葉

2.2　サンプルの切り出し・滅菌

ブルーベリーの葉を葉脈を含むよう 10mm×10mm に切り出し、サンプルとした。滅菌のためにサンプルを 70%エタノールで 30 秒間洗浄し、滅菌水でゆすいだ。その後、サンプルと 1%次亜塩素酸ナトリウム水溶液を入れた容器を減圧しながら 5 分間振盪し、再び滅菌水で洗浄した。

2.3　培地組成・培養条件

細胞塊の誘導にはオーキシンとサイトカイニンと呼ばれる 2 種類の植物ホルモンが用いられる。これらの植物ホルモンを一定割合で添加した培地上に組織片を置床すると、切断面から細胞塊が形成される。

培地は Hyponex 培地(Kyoto 処方 Tsukamoto,Y., K.Kano and T.Katsuura. 1963)に 6-ベンジルアミノプリン(6-BA)、4-クロロフェエノキシ酢酸(4-CPA)をともに 1ppm の濃度で添加したものを用い、サンプル管に 15ml ずつ分注して、サンプルを置床した。Hyponex 培地は既製品の園芸用肥料を使用するため、試薬の入手や培地の作製が容易であり、加えて安価であることから植物組織培養の分野で広く使用されている。

培養は室温 21℃、白色蛍光灯 24 時間連日照明下で行った。

2.4　赤色細胞の選抜・継代

ガルフコーストの葉より得た培養細胞の一部に赤色着色が見られた。希塩酸を加えるとより鮮やかな赤色を呈したため、培養細胞中のアントシアニンの存在が明らかになった。この反応はアントシアニン類の検出反応である。

赤色の細胞(以下‘赤色細胞’)のうち、増殖の盛んなものを選抜し、30 日間隔で 2 度継代した。継代は組織培養時と同様の培養条件(室温 21℃、白色蛍光灯 24 時間連日照明下)、同様の培地で実施した。

2.5　光照射

培養細胞を 7 日間暗黒下で保管して光の影響を除いた。その後、赤色細胞を含む培養細胞の一部を採取し、光照射前のアントシアニン量を測定した。同細胞に対し、白色蛍光灯、赤色 LED(660nm)及び青色 LED(430nm)をいずれも 150 μ mol/m^2・s の強度で 3 日間照射した。各条件に対してそれぞれに 5 つのサンプルを用意した。光照射後の培養細胞はアントシアニン含量の変化を防ぐために直ちに凍結し、測定の直前に解凍・乾燥を行った。乾燥は熱乾燥で行い、アントシアニンの分解を抑えるために低温、短時間で行った。

2.6　培養細胞中のアントシアニン量の測定

pH differential 法(AOAC 2005.02)に従いアントシアニン総量を測定した。pH differential 法は複数種類含有すると考えられるアントシアニン類の総量をシアニジン-3-グルコシド(以下‘Cy3Glc’)相当量に換算して算出する測定法である。そのため、以下の測定方法では、pH4.5 で十分に退色しないアシル化アントシアニンが含まれていた場合にはアントシアニン総量を低く見積もる可能性があり、留意が必要であるが、ブルーベリー類に含まれるアントシアニン類の殆どは非アシル化アントシアニンであることから、差し支えないと判断した。

通常、アントシアニンの抽出溶媒には塩化水素メタノール溶液を用いるが、作製が困難なためメタノールに濃塩酸を混合し、塩酸濃度を 1.0%にしたもので代用した。乾燥させた試料 0.1g に抽出溶媒 2.00ml を加え、湯浴で 35℃に保温しながら適宜撹拌し、20 分間の抽出を行った。試料抽出液の上清を 14000rpm で 15 分間遠心分離し、不純物を取り除いた。これに pH1.0 の緩衝液(0.2M KClaq-HCl)を加えて 25 倍に希釈した。同試料と pH4.5 の緩衝液(0.4M CH_3COONa-CH_3COOH)でも同様の操作を行なった。次に得られた 2 液について、520nm 及び 700nm における吸光度を測定し、下に示す式に

従い、Cy3Glc 相当量としてアントシアニン総量を算出した。

$$C = \frac{A \times 449.2 \times 25 \times 2.00}{26900 \times W}$$

C：乾燥試料中のアントシアニン含量(mg/g)

A：下式に従い吸光度より算出した値

$(A_{520nm} - A_{700nm})_{pH\ 1.0} - (A_{520nm} - A_{700nm})_{pH\ 4.5}$

449.2：Cy3Glc の分子量(g/mol)

26900：Cy3Glc のモル吸光係数(L/mol・cm)

25：試料希釈倍率

2.00：試料抽出液量(ml)

W：試料の乾燥重量(g)

3. 結果

3.1　組織培養の成果

ガルフコーストおよびミスティーの展開葉から採取したサンプルの両方で、培養開始約 1 週間後から、培養組織の周縁部に淡黄色の細胞塊が形成された(写真 2)。特にガルフコーストから得た培養細胞は分裂が盛んで、細胞塊の形成から 1 週間で、目測で数倍の増殖が確認された。一方、ミスティーから誘導した培養細胞の増殖はガルフコーストに比べ緩やかであった。また、いずれの種の細胞塊もある一定の大きさになった後、成長が抑制される性質を示した。細胞塊の表面が酸化されて褐変した。



写真 2. 淡黄色の細胞塊

3.2　アントシアニンの産生

ガルフコーストから得た培養細胞は淡黄色であったが、培養を継続すると局所的に赤色着色が見られた(写真 3)。時間の経過に伴い、着色は周囲へ拡大した。赤色細胞の破砕物に希塩酸を加えたところ赤色を呈したことから、赤色細胞に含まれる色素がアントシアニンであると判断した。このことから、ブルーベリー培養細胞がアントシアニンを産生するという仮説が正しいことを実験的に確かめた。

赤色細胞の選抜を 2 度行い、赤色細胞がより高密度で存在する細胞塊を得た。また、継代直後には、一時的に白色細胞が急激に増加したが、その多くが時間の経過に伴い赤色細胞へ変化した。



写真 3. 赤色細胞を多く含む細胞塊

3.3　光照射によるアントシアニン量の変化

白色蛍光灯、赤色 LED(単色,660nm)及び青色 LED(単色,430nm)のいずれにおいても光照射によりアントシアニン含量が増加した。特に青色光の照射においては、他の波長に比べ増加量が大きかった。

光照射前後のアントシアニン含量及びその増加率を下図表に示す。

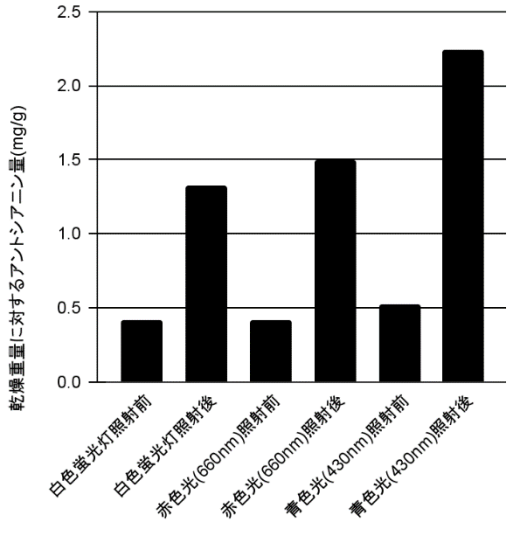


図 1. 21℃, 150μmol/m²・s 光照射時のアントシアニン総量の波長依存性 (n=5)

表 1.光照射前後のアントシアニン量増加率

波長	増加率
白色蛍光灯	213.2%
赤色光(660nm)	255.0%
青色光(430nm)	331.2%

4.考察・展望

4.1　アントシアニン生合成経路について

植物体においてアントシアニンは UV-A(400～315nm)付近の光による代謝反応の阻害や、DNA の損傷を防ぐ働きをしている。青色光(430nm)の照射により含量が顕著に増加したことから、UV-A に対する防御と同一の防御機構が働いたことが考えられる。今後は照射光の波長を UV-A に近づけ、含量の変化を検討する。

4.2　大規模生産への導入

今回の実験で判明した、細胞塊が一定の大きさに達した後に成長が抑制される現象は生産の妨げになることが予想される。この現象の原因を老廃物の蓄積や培地に接触する細胞の割合が低下することであると考察し、今後はすべての細胞が培地に接触するような培養方式(回転培養,浮遊培養)などを検討する。

5.参考文献

浅野聡,『ホルモンフリーで増殖する植物培養細胞による色素生産に関する研究』,2011 年 3 月

荒井滋　浅尾浩史,『イチゴ葉組織からのカルス誘導と植物体再生』,「奈良県農業試験場研究報告」,奈良県農業試験場,1993 年 3 月,19-23 頁

岩瀬哲　池内桃子　杉本慶子『カルス形成の分子メカニズム～アクセル因子とブレーキ因子～』,「植物科学の最前線 6 (A)」,日本植物学会,2015 年,2-22 頁

沖智之　澤井裕典　古川麻紀　須田郁夫『紫黒米・黒大豆中の総アントシアニンの pH differential 法による定量とその試験所間比較による妥当性確認』,「分析化学 vol.60」,日本分析化学会,2011 年,819-824 頁

河合仁　野末雅之,『サツマイモ培養細胞におけるアントシアニン高生産性カルスの選抜』,「日本植物生理学会年会とシンポジウム講演要旨集 23」,日本植物生理学会,1983 年 4 月,278 頁-

国武久登『落葉樹の紅葉現象の解明』,「科学研究費助成事業研究成果報告書」,2013 年 5 月

児玉徹　山川隆,『ブドウ培養細胞によるアントシアニン生産』,「化学と生物 22 (8)」,公益社団法人 日本農芸化学会 ,1984 年,536-540 頁

庄野邦彦,『組織培養と物質生産』,「油化学 22 (10)」,公益社団法人 日本油化学会 ,1973 年,638-645 頁

中島哲夫,『植物組織培養の方法』,「化学と生物 6 (3)」,公益社団法人 日本農芸化学会 ,1968 年, 178-184 頁

吉永優 中谷誠 Konczak-Islam,I.,『アントシアニン色素合成能を有する培養細胞系の開発』,「九州農業研究 60 号」,九州農業試験研究機関協議会,1998 年 5 月,39 頁

6. 謝辞

この研究を実施するにあたり、多くの方々からのご指導、ご支援を賜りました。指導教員の大阪府立岸和田高等学校生物科 福山先生、正田先生、船引先生、その他ご指導いただいた生物科、化学科の諸先生方に心から感謝するとともに、深くお礼申し上げます。また、実験を手伝っていただき、たくさんの助言をいただいた生物ゼミの皆さんには心から感謝します。

日本のお城と海外の石造建築の比較から石垣の特徴及び耐震性を知る

大阪府立岸和田高等学校 地学ゼミ 坂本朱加
(共同研究者)阪口仁胡 大和琥太郎 山野紘和

【研究要旨】

2016 年の熊本地震による熊本城の石垣の崩壊のニュースに衝撃を受けた。世界の地震が発生する地域と比べて日本の建築技術がどれほど対応しているかを調べるために日本の姫路城とペルーのマチュピチュの模型を作り縦揺れと横揺れを地震発生装置を用いて与え耐震性を調べた。

姫路城の石垣の模型よりもマチュピチュの石垣の模型のほうが地震に耐えるという実験結果が得られた。

【研究背景】

2016 年の熊本地震により熊本城の石垣が大きな被害を受けた。しかし、隅の石垣がわずかに残り、天守閣の崩壊は免れた。日本には城が多く点在し、地震も多く発生する。文化財だが耐震補強がされ、当時権力の象徴であった城には特別な工夫がされているのではないか。また、岸和田高校の前には岸和田城があり、城が身近にあることから石垣に焦点をあてた。

【目的・意義】

日本と地震が発生する世界の地域において建物の耐震性にどのような違いがあるのか。また、日本は地震にどれほど対応しており、さらに活かせる方法はあるのか。

【研究手法】

兵庫県の姫路城の石垣とペルーのマチュピチュ(特権階級)の石垣を比較対象として実験する。先行研究を参考にそれぞれの石垣の模型を作り、地震発生装置を用いて実験する。ここで姫路城とマチュピチュを比較対象としたのはどちらも同程度の地震を経験し、同時期に建てられているからだ。

↓マチュピチュ　↓姫路城



写真 1

姫路城の特徴

●15 世紀前後(江戸時代)に建設
●平山城(丘の上に建てられた城)
●阪神淡路大震災(1995 年 震度４ M7.3)を経験
→被害なし
●今回の実験では隅角の石垣を比較対象とする
→算木積み(直方体の石材の長辺と短辺を交互に組み合わせて積む技術)



写真 2　姫路城の側面の構造

形や大きさが様々で、少し加工された石をきれいに乱積みしている。



写真 3　姫路城の隅角の構造

算木積みで積み上げられた角部分が扇の勾配と呼ばれる美しい曲線を描いている。

マチュピチュの特徴

●15 世紀のインカ帝国の遺跡

●山城(山の斜面に沿って建てられた城)

●ペルー地震(2007 M8.0)を経験

→被害なし

●今回の実験では特権階級の石垣を比較対象とする。

→多角形の切石が隙間なく積まれている

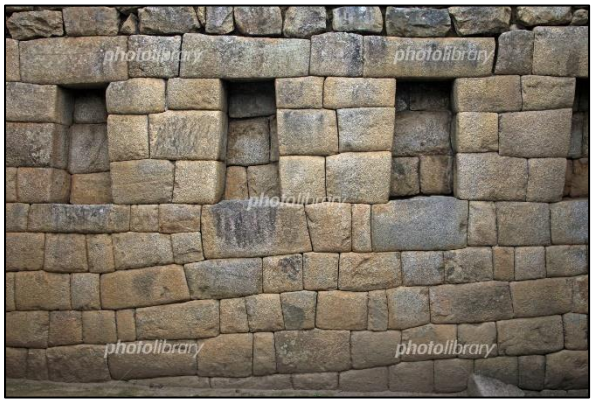


写真 4　マチュピチュの特徴

多角形の切石が隙間なく積まれている。石を加工して形をぴったりにするために石で石を根気よく叩いて割って加工している。

【実験方法】

実験道具：六角ナット、木片、ダンボール、地震発生装置

実験方法：石垣の外側の石を木片で、中の砂利を六角ナットで代用する。ダンボールで山の斜面を表現した。



写真 5　姫路城模型

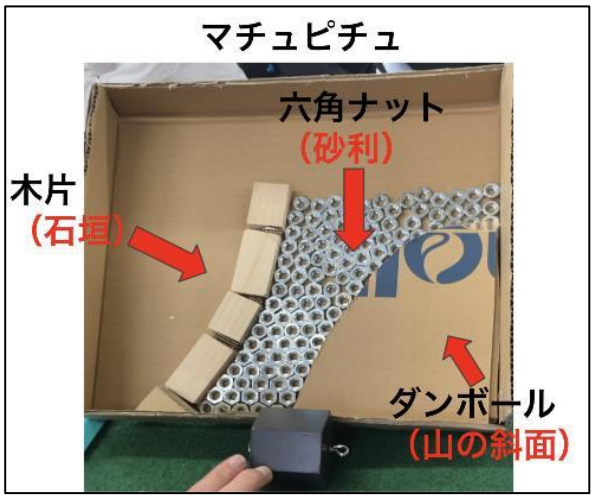


写真 6　マチュピチュ模型

【研究結果】

〈姫路城〉

揺れ始めのうちは耐えていたが徐々に崩れ始め最終的には石に見立てた木片が崩れてしまった。



写真 7　揺らし始め（姫路城）



写真 8　途中（姫路城）



写真 9　揺らし終わり（姫路城）

〈マチュピチュ〉

ナット間の多少のずれはあったものの大きく崩れることはなかった。



写真 10　揺らし始め（マチュピチュ）



写真 11　途中（マチュピチュ）



写真 12　揺らし終わり（マチュピチュ）

実験結果より
姫路城の模型は10秒ほど耐えていたが揺れが強くなるにつれてナットが崩れ始め木片は倒れてしまった。一方、マチュピチュの模型は一環として大きな崩れはなかった。

【考察】
マチュピチュを模して作った模型のように山の斜面に沿って作られた山城の石垣のほうが平地に作られた平山城の石垣よりも長時間耐えることができるのではないか。

【結論・展望】
　この実験のみで耐震性の優劣はつけられないが、マチュピチュの耐震性も強いことがわかった。しかし、マチュピチュは階級によって石垣の積み方や建て方が異なるため、特権階級以外の階級の構造も比較して調べる必要があった。日本の城やマチュピチュ以外の石造建築も比較して考察を広げたい。

【参考文献】
「姫路城の石垣」
http://himejijo-jpn.info/guide11g.html
・NATIONAL　GEOGRAPHIC(2018)「古代インカ都市マチュピチュ、知られざる10の秘密」
https://natgeo.nikkeibp.co.jp/atcl/news/18/110800485
・藤井 俊逸(2017)「石垣の強さ実験」
http://www.jsce-kansai.net/wp-content/uploads/2018/01/2017_ishigaki.pdf

写真の構図における黄金比等の利用と印象の関係

所属ゼミ　数学ゼミ
名前　竜田　誉久

要旨
黄金比、白銀比、1:1の比の安定して美しいと感じる比を、ある画像に適用させたときの最も美しいと感じる条件を研究する。

1. 先行研究と本実験との関係

図形や建築を、黄金比を用いて研究した論文を読んで、簡単な写真を用いて研究したいと思った。

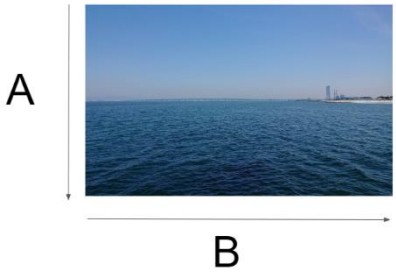
2. 仮説

黄金比、白銀比、1:1の比 この3つの比の中ではおそらく黄金比が最も有名であり、それならばより多くの人の印象に残りやすい黄金比が多く存在するときが最も美しく感じられると予想される。

3. 実験手順

ある画像に黄金比などを適用させたときに、印象がどう変わるのかを追求したい。実際に黄金比、白銀比、1:1の比を2項目に適用させた画像を用意し、本高生にアンケートを取り、結果を集計した。また、意図せず比が表れるものとして、漫画のコマについて、比を調べた。

例 「写真そのものの大きさ」について



例 「内容」について



4．結果

縦長の写真において、大きさ、内容ともに黄金比が表れているものが上位に入っていた。横長の写真において、大きさは白銀比が、内容は黄金比が表れているものが上位に入っていた。縦長の写真、横長の写真ともに内容の比において空が大きい方の比であるもののほうが上位に入っていた。仮説で述べたことについて、縦長の写真、横長の写真両方とも黄金比が2回見られ、海が大きい写真が最下位となっていた。

以下は縦長、横長で各一位の写真。





大きさ;黄金比　内容;1:1　大きさ;白銀比　内容:黄金比

５．結果２

漫画のコマについて、およそ360コマの比を調べた。そのうち、黄金比のコマは2コマ、白銀比のコマは1コマ、1:1の比コマは7コマあった。以下、それぞれのコマの一例を載せる。





6. 今後の展望

人物や動物などの写真の主役となるものを含む写真や、絵画、彫刻について黄金比などの比を探し、データ化する。

7. 参考文献

牟田 淳(2008)『アートのための数学』オーム社

牟田 淳(2010)『デザインのための数学』オーム社

富島 佑允(2019)『日常にひそむうつくしい数学』朝日新聞出版

中島 さち子(2012)『人生を変える「数学」そして「音楽」』講談社

藤本 タツキ(2016)『ファイアパンチ』集英社

和久井 健(2017)『東京リベンジャーズ』講談社

井本 仁(2017)『D の十字架』LINE マンガ

Web ページにおける画像の複製を防止した表示方法

情報ゼミ
林 諒太

要旨

web ページ上で容易にコピーされないような画像表示システムを構築することをめざし、その方法について検討する。

14. 背景

現在、インターネット上にある画像や映像作品の無断転載は著作権法上は違法である。しかし、現にインターネット上には数多くの海賊版（無断転載）のサイトが有り、また自分の作品として他人の作品を投稿サイトに投稿している事例がある。

15. 目的・意義

背景にあるような問題を解決すべく、画像を表示しながらも、画像をコピーや転載することが容易でないようなインターネット上での画像の表示の仕方を検討するために、表示上はただの画像を表示しているように見えるが、実際には複数の画像を組み合わせて表示しているという仕組みを制作する。これによってインターネット上にある様々な作品の著作権を守り、より健全で積極的なインターネット文化の向上に貢献する事を目的とする。

16. 手法

初めに画像をコピーされずに画像を表示するシステムを構想する。ここで留意すべきは、通信を暗号化することは ssh に任せればよいが、ssh によってデコードされた画像はクライアントのブラウザのキャッシュに一時的に保存されるので、そのページを丸ごとダウンロードすると画像もダウンロードされてしまう点だ。次に構想したシステムについての検証を行う。この検証では論理的にシステムの堅牢性を考えることと、使用者が簡単に使用できる点の両方について検討を行う必要がある。

17. 結果

構想の結果、今回は二つのシステムを構想した。一つ目は、画像のピクセルに連番をフリ、それをモッドで集めて複数の画像に分割する手法である。これ以降、この手法はピクセルモッド法と呼ぶ。二つ目のシステムは各ピクセルのカラーコードを書き出して、HTML 形式で小さなピクセルを組み合わせる形で画像を再現する手法である。この手法は HTML デコード法と呼ぶことにする。

I. 論理的堅牢性

ピクセルモッド法の堅牢性に関する評価としては、元の画像を透過付き画像に変換する際にミスが起きやすい点が一つ目の問題点だ。これは、画像の色コードの規格が複数存在している点に由来している。二つ目の問題点は、表示する際に画像の数が増えてしまい、リソースを多く消費してしまう点だ。これらに対して、HTML デコード法の一つ目の問題点は、やはり元の画像を HTML に変換する際に変換ミスが起きやすい点だ。二つ目の問題点は、ファイルサイズがやや大きくなる点も挙げられる。ピクセルモッド法にして画像を 2 分割したときと同じくらいのファイルサイズになることを確認した。元の画像データよりもファイルサイズが大きくなる原因は、カラーコードに、各ピクセルを並べるためのコードが追加されるため、冗長になるからだ。

II. 利用のしやすさ

ピクセルモッド法の利用のしやすさの評価としては、画像を分割するアプリケーションを開発することによって、ある程度の利便性は確保できるが、それがない場合は技術的に難しい行為が発生する。複数の画像を投稿し、それを適切にコードに埋め込みしなければならないため、投稿のしやすさは低い。また、デコードに要する技術が、画像を重ねているだけで実現してしまうため、大抵の画像処理アプリケーションを使うことによって、容易に複製されてしまう事が想定される。ただし、画像の分解の性能をコントロールできるので、使いやすさとの兼ね合いを考えながら使用できる。対して、HTML デコード法は画像のカラーコードを検出して、それを並び替えるため、ピクセルモッド法以上に技術的難易度が高い。よって、利用する際には画像の HTML 変換をするアプリケーションの開発が必須であり、使用難度は高いものである。投稿する際に、画像を変換した HTML のコードを埋め込む必要がある点も、ピクセルモッド法ほどではないが、評価が低い。

5. 考察

ピクセルモッド法と HTML デコード法の双方に、類似した弱点や利点が存在するので、その部分は比較することができないが、一方で異なる特性を持っている部分では、得意不得意が発生している。具体的には、ピクセルモッド法のほうが、データの消費が激しい傾向にあるといえる。HTML デコード法はこれに対して、画像をすべてのピクセルに分解したような堅牢性を持つので、リソースを圧迫せずにセキュリティーを高めることができる。技術的難易度は HTML デコード法のほうが高いが、ピクセルモッド法にしても、アプリケーションの開発は利用に際しては必須なので、利用者目線では難易度は変わらないように考えられる。軽度なセキュリティーで十分な場合はピクセルモッド法でも良いように考えられるが、実用上は HTML を埋め込む作業に対しての手間が非常に掛かるため、HTML デコード法のほうが利用される可能性は高いと考えられる。

6. 展望

今回の研究では HTML デコード法のほうが利用価値が高いことがわかったので、これからは HTML デコード法を利用できるアプリケーションを開発するための、システムを構築する研究をすることが一番近い目標である。並びに、そのシステムを使用して、実際にアプリケーションを使用することによって、実際の利便性を比較したり、セキュリティーのレベルを検証したりすることで、よりこの技術を確立していくことが最終的な目標である。

無料ダウンロードゲームが
サービス終了しないためのゲームデザインの追求

情報ゼミ
吉田拓洋

1. 要旨

無料ダウンロードゲームはいずれサービス終了してしまうものである[1]。サービス終了には大きく２つあり、①「早期終了」②「長期運用後に終了」がある[2]。本研究では①「早期終了」に注目し、プレイヤーが悲惨な思いをしてしまうことを問題視した。そこで、早期終了しないためのゲームデザインを提案することを目的とした。考察の結果、早期終了しないためには「敷居の低さ」「モチベーションの維持」「ガチャの導入」が必要であることが分かった。最終的には３つのゲームデザインを提案する。

2.1 研究背景

［個人的な背景］

筆者が以前遊んでいたゲーム「ドクターマリオワールド」がサービス終了し、課金システムのあり方について考えるきっかけとなった。自分が遊んでいたゲームが二度と遊べなくなることは悲しい。サービス終了によって悲しむ人を減らしたい。

［先行研究の背景］

先行研究[３]により、面白いと感じる要素として「フロー状態*(1)」「対等な立場*(2)」「リスクとリターン*(3)」が大切であると分かった。プレイヤー目線の課金行動について研究しているものはあったが、”運営目線で”『いかにして課金させるか』について研究しているものは見つからなかった。それに加え、ゲーム依存防止に言及した先行研究[４]が多く、サービス終了に言及した先行研究は非常に少なかった。

そこで本研究では、課金システムをはじめとして運営を回すためのゲームシステムについて掘り下げていく。また、”サービス終了”というトピックは新規性があり、今後も検討する価値があると考えている。

2.2 目的・意義

現在、多くの人がゲームをプレイしている。もしそのゲームがサービス終了したら二度と遊べなくなってしまう。場合によっては時間の浪費だった、で終わってしまう。ゲームプレイを「時間の浪費だった」で終わらせてほしくない。このことを課題とみなし、学術的な意義を見出した。

本研究では、無料ダウンロードゲームがなぜサービス終了するのか、またどうすればサービス終了しないのかについて考察し、サービス終了しないためにどう課金させていくのか、どういうゲームデザインであればいいのかという理想像を追求していく。最終的には早期終了しないためのゲームデザインを提案することを目的とした。また、本研究によって読者が生き生きとしたゲームライフを送るきっかけとなれば幸いである。

3. 研究手法

筆者が以前遊んだことのあるゲームから、「サービス終了しにくいゲーム」についての仮説を３つ立てた。「AppStore 月間アプリセールス予測（セルラ

ン分析）［５］」を調査する。「サービス終了したゲーム」、「ヒットしたゲーム」の２種類に分類し、主に以下の４つのゲーム（ドクターマリオワールド、ファンタジーライフオンライン、モンスターストライク、プロ野球スピリッツ A）について分析を行う。「サービス終了したゲーム」はその原因であると推測したマイナスの要素を抽出し、「ヒットしたゲーム」はその原因であると推測したプラスの要素を抽出した。また、年齢層のデータやウィキペディアなど文献調査も行った。分析を行う上で、個人の感想になってはいけない。そこで、分析の指標とするために先行研究[３]を参考とした。また、ゲームデザインを提案する上で参考とするためにアンケート調査も行った。しかし、アンケート調査は本研究の主旨と大きくズレてしまったため、ここでは割愛する。

[仮説]
仮説１
非対人戦ゲームはサービス終了しにくいのではないか。
仮説２
スキン課金のゲームはサービス終了しにくいのではないか。
仮説３
課金が強さに影響しない実力主義ゲームはサービス終了しにくいのではないか。

4.1 調査および分析

▼[サービス終了したゲーム]
◉「ドクターマリオワールド」
・パズルゲームでステージ攻略型のためか、ステージが進むにつれて高難易度化していった。
・課金のさせ方に問題があった。
（考察）パイディアン*(4)が多い日本人に対してルドゥサー*(5)向けの課金のさせ方であった。（例）「ブーメラン(アイテム)：ダイヤモンド(課金アイテム)×１２個」［６］
また、高難易度化に伴ってフロー状態になれなくなっていったことがサービス終了の原因の一つであったと考えられる。

◉「ファンタジーライフオンライン」
・プレイヤー人口が少なかった。（周知性の低さ）
・探索 RPG のため、「気軽な１プレイ」の境界がなかった。
また、LEVEL5 の公式サイト[７]では、「今後、満足いただけるサービスの提供が困難であると言う結論に至ったためサービス終了を決定した」と語っている。（一部抜粋）
このことから、ネタ切れになった可能性がうかがえる。
・リリース延期が度々重なった。

［リリース延期の影響］
開発期間や開発人数にもよるので、あくまでも例の話であるが、20 人チームで 2 年をめどに予算 4 億 8000 万円での開発を予定していたとき、半年のリリースの延期で 6 億円まで開発費用が膨れ上がってしまう［２］。つまり半年で 1 億 2000 万円の損失が生じたことになる。
そこで、ファンタジーライフオンラインは”３年も”リリース延期を繰り返した［８］。
このことから、サービス終了の要因の一つに「開発費用が膨大になりすぎた」ことも含まれると考えられる。

▲[ヒットしたゲーム]
◉「モンスターストライク」
・月間セルラン売上７１億で１位（2022/11）［５］。
・周知性があり、自身の周りの人がプレイしている可能性が高い。手を出しやすい（始めやすい）
これを「敷居の低さ」と定義する。
・10 連ガチャシステム
・協力プレイシステムによる他者とのコミュニティの形成。

・引っ張って放すという直感的な操作。
自己主体感を生み、良いゲーム体験に繋がる[３]。
・課金アイテム「オーブ」１つあたりの価値は、プロ野球スピリッツＡの課金アイテム「エナジー」よりも高い。
・コラボの実施
プレイヤーにゲーム体験を提供し続ける。
新規層を取り込む、離脱層を防ぐといった作用をする。

◉「プロ野球スピリッツ A」
・月間セルラン売上７０億で２位（2022/11）[５]。
・課金アイテム「エナジー」は、あらゆる場面で容易に手に入る。そのため、課金アイテム１つあたりの価値は低いといえる。
ゆえに、ガチャを回せる機会が多い分、レアリティの高い選手（キャラ）の排出率が低めに設定されているのではないかと分析した。
・本格的な操作
バットの角度を少し変えただけで、ボールが飛ぶ方向が大きく変わるため、繊細なプレイングが必要である。しかしその分直感的に操作でき、打ったボールの軌道にも妥当性があり、自己主体感が高く「ゲーム性」が良いという評価に繋がる[３]。
・幅広い年齢層
App Ape[９]（現在は閲覧できない）によると、2019年３月～2020年３月のデータでは、４０代の男性プレイヤーが全体で最も多い２６％を占めており、１０代から４０代にわたって幅広い層から支持されていることがうかがえた。
また、４０代の人は１０代２０代と比べてお金に余裕がある。そのため４０代のプレイヤー人口が多いことも相まって課金額が増え、運営の利益に大きく貢献していたのではないかと分析した。

▸スキン課金のゲーム（ブロスタ・クラロワ）について、
ブロスタやクラロワはｅスポーツが開催されるほど規模が大きく、”ガチャ課金システムではない”ため、運営に自信が感じられた。そのため月間セルラン売上は高いと予想していたが、
ブロスタ 1.4億（１９２位）
クラロワ 1.2億（２１５位）　※１位モンスターストライクは７１億。
と、１００位以内にも入っていなかった。
このことから、ガチャシステムを採用していないと（”ガチャを回すための課金アイテム”が存在しないため）売上が伸びにくいことが分かった。ゆえに、売上を伸ばすためにはガチャシステムが必要である。

[分析結果]
＋の要素
・年齢層が広がると売上が伸びる。
・周知性が高いと敷居が低くなる。（より多くのプレイヤーを獲得しやすい）
・課金アイテム１つあたりの価値は様々。
・海外でも人気があるタイトルは強い。
ー の要素
・リリース告知からのズルズルと長引く延期は危険。（今後サービス終了する可能性が高まると考えられる）
・ガチャで高レアリティのものが簡単に入手できてしまうのは良くない。（インフレに繋がると考えられる）
・モチベーションの維持は欠かせない。運営の対応が悪いと下がってしまう。
（その他）スキン課金のゲームは売上が伸びにくい。

[仮説の結果]
すべての仮説において、「何がサービス終了しやすいのか」を断定することはできなかった。
そもそも仮説の立て方が適切ではなかったと考える。３つの仮説ともに、「傾向」を予想したものであり、実際にサービス終了したものは調査が困難であ

った。また、「非対人戦ゲーム」「スキン課金のゲーム」「実力主義のゲーム」と、それぞれ定義が曖昧で、どこで線引きすれば良いのか、自ら分からなくしてしまった。
仮説２「スキン課金のゲームはサービス終了しにくいのではないか」については、ガチャ課金ではない分売上が低くなるという見解が得られた。

4.2 .1 考察

サービス終了しないためにはまずは「売上を伸ばす」必要がある。どれだけポテンシャルがあっても、お金にならなければサービス終了してしまうからだ。「売上を伸ばすためには」”ガチャ”が必要である。と定義した。

先行研究[３]から言葉を借りると、サービス終了しないために必要なことは「離脱層を減らすこと」それに加え「新規層を取り込むこと」である。と定義した。「離脱層を減らす」ためには”モチベーションの維持”が必要であると定義し、「新規層を取り込む」ためには”敷居を低くする”事が必要だと定義する。

・売上を伸ばす例
→ガチャ, 多言語対応, 年齢層の広さ
・離脱層を減らす例
→モチベーションの維持, ログインボーナス, 追加コンテンツ
・新規層を取り込む例
→敷居の低さ, コラボ, 周知性
以上のことをまとめると、サービス終了しないために必要なことは
１.「売上を伸ばす」ために”ガチャ”が必要である。
２.「離脱層を減らす」ために”モチベーションの維持”が必要である。
３.「新規層を取り込む」ために”敷居の低さ”が必要である。
この、「売上を伸ばす要素」「離脱層を減らす要素」「新規層を取り込む要素」の３つの要素を”ゲームシステム”の３大要素と定義する。

4.2.2 マーベルスナップ

調査を進める上で、「マーベルスナップ」というゲームを発見した。
良いゲーム体験に繋がる要素として、「面白さ」「ゲーム性」「駆け引き」が挙げられる[３]。
この３つの要素を”ゲーム内容”の３大要素と定義する。このゲームは、「ゲーム内容の３大要素」を満たしていると考えた。以下に、先行研究[３]を指標にして分析をする。
・適度な難易度調整かつプレイヤーのスキル上昇に伴う難易度設定
→良い「ゲーム性」を形成し、”コレクションレベル”が該当する。
・番狂わせな運要素
→自分でも勝てるかもしれないという期待感を生み、「駆け引き」を生む。これには”ロケーション”が該当する。
・操作や選択に対して意味ある報酬が与えられる
→良い「ゲーム性」を形成し、「駆け引き」を生む。これには”スナップシステム”が該当する。
・シンプルさ、遊びやすさ
→「面白さ」を形成し、これは”１試合が３分”であることが該当する。
従って、マーベルスナップはポテンシャルが高く、サービス終了しないための「ゲーム内容」が理想的である。

5.1. ３つの提案

１”新規層を取り込む”ために「コラボを充実」させるべきだ。

自分の知っているアニメなどとコラボしていれば、多少どのようなジャンルのゲームであっても手を出しやすいと思われる。全くコラボを行わないゲームもあるので今こそコラボを行い、新規層を取り込んでいく必要があるのではないかと考える。

２”離脱層を減らす”ために「ログインボーナスの強化」を行うべきだ。

初心者,中級者,上級者それぞれで、適切なログインボーナスは変わってくるはずだ。特に、ログインボーナスは常に一定であるというゲームが多い。これでは、上級者になった後も、初心者の頃と同じ量のログインボーナスを受け取ることになり、ログインボーナスの恩恵は段々と少なくなってしまう。このことが離脱理由に繋がると考えた。

ゆえに、ログインするほどログインボーナスを豪華にしていく仕組みを作るべきである。

３”売上を伸ばす”ために「課金疑似体験制度」を導入するべきだ。

「売上を伸ばす」については、ガチャの形態は様々であり一概に述べることが困難なため、ガチャをさせるための「課金行動」にフォーカスする。
先行研究により、一度課金すると「無課金」という肩書きがなくなり、「課金ユーザー」に転換され、二度目以降の課金のハードルが下がるということが分かった。つまり、いかに一度目の課金をさせるかが課題になる。では、一度目の課金のハードルとなっているものは何か。それは「課金の手続き」であると考える。一度も課金をしたことがないという人は、課金の仕方が分からなかったり、Google Play カードを買うという手続きが面倒だという人も多いと思われる。

ゆえに、「課金疑似体験制度」を導入するべきだと考える。これは、一定の金額の架空の残高が最初から入っており、運営への売上とはならないが初回課金を擬似的に体験させるというものである。この提案が果たして実現可能なものかどうかについては分からない。しかし、今後検討する価値があると考えている。

5.2　結論

マーベルスナップは、「ゲーム内容」が理想的だと考える。そのため「ゲームシステム」について改良すれば、サービス終了（早期終了）しない理想のゲームとなる。サービス終了（早期終了）しないためのゲームデザインを、マーベルスナップをベースとして以下のことを実施する。

１.新規層を取り込むために「コラボを充実」させる。
２.離脱層を減らすために「ログインボーナスの強化」を行う。
３.売上を伸ばすためにガチャを導入する。
これらのことを行えば、サービス終了（早期終了）を防ぐことができ、プレイヤーの悲しみを減らすことに繋がると考えた。

5.3 本研究の限界

無料ダウンロードゲームのサービス終了の要因には、以下のものも挙げられる。
１.サービスを続けてもリクープ（費用回収）が見込めないとき
２.他の自社ゲームタイトルの売上に焦点を当てたいとき
３.致命的なバグを直せないとき
４.制作陣の人間関係のトラブル など、
これらの要因は調査することができなかった。
また、
[運営側の問題]
①他社企業とのコラボの実現可能性など、利権が絡む問題
②システムデザインではなく、ゲーム内のキャラクターデザイン等が売上に及ぼす影響
③広告、サーバー維持費など開発ににかけられた費用
[プレイヤー側の問題]
1.日常のライフスタイルの変化
2.ゲームに対する価値観の変化
3.新しいゲームタイトルに乗り移る
これらの運営側、プレイヤー側の問題についても足を踏み入れることができなかった。

他にも、すでにサービス終了したゲームは詳しく調査することができず、筆者が以前遊んだことのあるゲームによる調査しかできなかった。

6. 展望

本研究を通して、無料ダウンロードゲームの抱える課題について知り、運営側が直視すべきことについて、問題提起することができた。しかし、研究の対象を絞ることができず、提案したことがすべてのゲームに当てはまるとは限らない。
また、サービス終了において「長期運用後」とは何年続いた場合を指すのか。「早期終了」とは何年以内の場合を指すのかを定義しておらず、「ガチャの導入」が売上に対してどのような相関関係をもたらすのかについても詳しくは分からない。すなわち「数値化」していくことが課題である。
そこで以下に、新たに発見した今後の展望について述べる。

6.1 展望①

今回調査した「ファンタジーライフオンライン」は、３DS の有料ダウンロードソフト「ファンタジーライフ LINK！」をモバイル版としてリメイクし、基本プレイ無料で配信されたものだった。
つまり、内容がほとんど同じでも、有料版を無料版にしたら廃れてしまったことになる。基本プレイ無料で配信するのは一つのビジネスモデルに過ぎない。では、世界で最も売れたコンシューマーゲーム「マインクラフト」を基本プレイ無料で配信したらどうなるのか。あのマインクラフトであっても早期終了する可能性があると考えられる。

ここで注目すべきことは、「サービス終了＝二度と遊べなくなる」ということである。コンシューマーゲームであれば、サービス終了など関係なく、ゲーム機とゲームソフトさえ物理的に使うことができたら半永久的に遊ぶことができる。しかしどれだけポテンシャルのあるゲームでも、サービス終了したら今までのデータも消えてしまう。データが消えることこそ、プレイヤーの悲しみを助長するものになると考える。このことを課題と捉えると、サービス終了後の運営の対応について考察する価値があるといえよう。

6.2 展望②

展望①にもあるように、サービス終了は「二度と遊べなくなること」が課題である。では、オセロのようなボードゲームや、トランプのようなカードゲームはどうだろうか。いずれも”実体のあるもの”である。コンシューマーゲームは電気がなければ遊べないのと比較して、これらは電気を必要とせず、サービス終了することもなく半永久的に遊ぶことができる。

コンシューマーゲームやボードゲームなどは「実体があり、買い切り型」のもの。スマホゲームアプリは「実体がなく、お金をつぎ込む」もの。と分類できるとすれば、ここで、ゲームセンターのアーケードゲームに注目したい。アーケードゲームは、「実体（筐体）はあるが、お金をつぎ込む」ものである。これは「１プレイ１００円を支払って遊ぶ」というビジネスモデルであり、お金をつぎ込んだからといって実体のあるゲーム機やゲームソフトが買えるわけではない。「クレーンゲーム」のように遊んだ後景品が手に入ることもあるが、「太鼓の達人」のように、遊び終わった後には物理的には何も残らない。”経験”だけが残る。これは、スマホゲームにも当てはまる。しかし、アーケードゲームには実体（筐体）があるため、お金をつぎ込むことに躊躇する人は比較的少なかろう。

従って、スマホゲームとアーケードゲームの両者には大きな違いがある。アーケードゲームにお金をつぎ込むことに躊躇する人は比較的少ないのではないかと考えるが、スマホゲームへの課金には躊躇することが比較的多いと思われる。ではなぜスマホゲームへの課金に躊躇するのか。それはサービス終了（早期終了）の可能性が常に頭をよぎるからである。サービス終了（早期終了）の可能性はプレイヤーを不安にさせ、課金に後ろめたさを抱かせること

に繋がる。このようになると、収益が減るだけではなく、同じゲーム会社の他のタイトルへの信頼を損ないかねない。そのため、安心して課金してもらえるように運営とプレイヤーとの信頼関係が必要になる。

以上のようなスマホゲームとアーケードゲームのそれぞれのビジネスモデルについても考察する余地があり、やはり対策を講じ、サービス終了（早期終了）に目を向けることは必須であるといえよう。

6.3 展望③

そもそも研究当初は、無料ダウンロードゲームをプレイする我々が、サービス終了によって悲しむことを減らすために行ったものであった。しかし、サービス終了（早期終了）さえ防げれば悲しみをなくすことができる、とは限らないと気づいた。早期終了をさせないためにプレイヤーに苦を強いるようなことがあると、早期終了は免れるかもしれないが、果たしてプレイヤーは幸福なのだろうか。つまり本研究の最終目的は単に「サービス終了（早期終了）しないためにはどうすべきか」というトピックにとどまらず、運営側もプレイヤー側も win win になることを目的としている。

本研究の結論では、「ガチャは必要である」と述べたが、”プレイヤーの幸福”を考えると、
『ガチャはなくすべきだ』というアンチテーゼが存在する。
確かに収益を上げるためにはガチャは必要であろう。しかしガチャは人を依存させる。ガチャを回すための課金アイテムを入手するために「損失回避」の心理が働く。実は、我々は気づかないうちに日常生活の一部を、単に「楽しむため」ではなく、「損失を少なくするため」にゲームに時間を費やしている。これはまるで、ガチャに生活を支配されているようなものだ。

そのため、運営側もプレイヤー側も win win になるためには、ガチャ以外の方法でサービス終了（早期終了）しないための収益を得る仕組みを作り、運営とプレイヤーの信頼関係を築いていくことが必要なのである。

7. 参考文献

[引用文献]

[１]”スマホゲームアプリがサービス終了になる本当の理由”. ゲームギョウカイニュース. 2022
（参照 2023-05-31）
http://gamegyoukainews.com/game_app_end/

[２]”ソシャゲのサービス終了！運営が続けられない理由とクリエイターにできる対策とは”
GC Career. 2022
（参照 2023-05-31）https://gc-career.com/social-game-cost/

[３]遠藤雅伸. “ゲーム道に通じるユーザーの振る舞いとゲームデザインへの応用”. 東京工科大学. 2019
（参照 2023-05-31）
https://www.teu.ac.jp/ap_page/koukai/2019_03_3endo.pdf

[６]”ドクターマリオ ワールド”. Wikipedia. 2022
（参照 2023-05-31）
https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%89%E3%82%AF%E3%82%BF%E3%83%BC%E3%83%9E%E3%83%AA%E3%82%AA_%E3%83%AF%E3%83%BC%E3%83%AB%E3%83%89

[７]”【重要】『ファンタジーライフオンライン』払い戻し受付終了のお知らせ”. ファンタジーライフ. 2021
（参照 2023-05-31）
https://www.fantasylife.jp/flo/topics/211115/

[８]”ファンタジーライフ”. Wikipedia. 2022
（参照 2023-05-31）
https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%95%E3%82%A1%E3%83%B3%E3%82%BF%E3%82%B8%E3%83%BC%E3%83%A9%E3%82%A4%E3%83%95

[９]”アプリ分析メディア「App Ape Lab」フラーのデジタルノート”
※（本研究で使用したデータは現在閲覧不可）

（参照 2023-1-21）
https://lab.appa.pe/2020-04/202003-apps-sales-ranking.html

［参考文献］

［４］”なぜ止まらない？子どものソーシャルゲーム高課金問題”. CNET Japan. 2016
（参照 2023-05-31）
https://japan.cnet.com/article/35078404/
［５］”App Store 月間アプリセールス予測”. Game-i. 2022
（参照 2023-05-31）https://game-i.daa.jp/?AppStore%E6%9C%88%E9%96%93%E3%82%A2%E3%83%97%E3%83%AA%E3%82%BB%E3%83%BC%E3%83%AB%E3%82%B9%E4%BA%88%E6%B8%AC
・川田諒.”ソーシャルゲームに対する行動経済学的アプローチ-人はなぜソーシャルゲームに課金するのか-”. 金沢大学. 2015
（参照 2023-05-31）
https://kanazawa-u.repo.nii.ac.jp/?action=repository_action_common_download&item_id=3799&item_no=1&attribute_id=26&file_no=1
・加藤宏暉, 朝日弓未.” ７. ソーシャルゲームのユーザー層の分析”. 東海大学. 2018
（参照 2023-05-31）
https://www.nii.ac.jp/dsc/idr/userforum/startup/IDR-UF2018_S07.pdf
・新井範子.”ソーシャルゲームにおけるユーザーの心理特性と課金行動の関連性について”. 上智大学. 2013
（参照 2023-05-31）
https://dept.sophia.ac.jp/econ/data/58-21.pdf
・小野聡, 篠田咲, 西道光平, 降幡剣士.”「競争心がアプリゲームへの課金行動に与える影響」”. 慶應義塾大学. 2015
（参照 2023-05-31）
http://www.abef.jp/archive/event/2015/pdf_abst/PR0030.pdf
・”ソーシャルゲームとは？スマホゲームとの違いや仕組みを分かりやすく解説！”. Geekly. 2023
（参照 2023-05-31）
https://www.geekly.co.jp/column/cat-webgame/1903_037/
・”コンシューマーゲームって結局なに？ソーシャルゲームやスマホゲームとの違いも含めてわかりやすく解説します！”. Geekly. 2023
（参照 2023-05-31）
https://www.geekly.co.jp/column/cat-webgame/1903_023/
・”アイテム課金”. Wikipedia. 2023
（参照 2023-05-31）
https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%A2%E3%82%A4%E3%83%86%E3%83%A0%E8%AA%B2%E9%87%91
・”e スポーツで強くなるには「課金」が必要！？【岡安学の「e スポーツってなんだろう？」第 5 回】”. eSports World. 2021
（参照 2023-05-31）https://esports-world.jp/column/16440
・”「面白さ」とは何か？ゲームの神様が語る｜2017 年 3 月号”. 月刊「事業構想」オンライン. 2017
（参照 2023-05-31）
https://www.projectdesign.jp/201703/explosion-of-entertainment/003455.php
・”フロー理論を活用してゲームの難易度を調整する-mah365”. mah365. 2020
（参照 2023-05-31）https://blog.mah-lab.com/2020/12/18/flow-theory/
・吉田雄真.”参考文献の書き方”. 新潟大学附属図書館. 2021
（参照 2023-05-31）https://www.lib.niigata-u.ac.jp/learning_support/doc/20210709-3.pdf

［注釈］

＊（１）フロー状態：自己の能力に釣り合っている挑戦である。対象に没頭しており、自己コントロール

感があること。これを実感できることが良いゲーム体験に繋がる[３]。
*（２）対等な立場：フェアな状態。たとえ勝利したとしても、フェアでなければ価値を感じないプレイヤーが存在する[３]。
*（３）リスクとリターン：プレイモチベーションに繋がる要素。”リスク”は「難易度」と言い換えることができ、難易度と報酬が妥当であれば良い評価に繋がる[３]。
*（４）パイディアン：与えられたルールに縛られず自由にルールを創発し、勝利や課題達成より楽しさや自己目標の達成を重視して、遊戯的にゲームを捉えるプレイヤーのこと。「遊戯指向」
*（５）ルドゥサー：ゲームによって与えられたルールに従った勝利や課題達成を重視し、競技的にゲームを捉えるプレイヤーのこと。「競技指向」

岸高時間割アプリの開発

情報ゼミ
西村　柚毅

1. 研究要旨

岸和田高校では時間割変更が多く、生徒が時間割を把握しづらいことが問題になっている。本研究では、この問題を解消するために、「時間割変更反映済みの各クラスの時間割表」を表示する Web アプリを開発した。開発したアプリを１クラスの生徒に使ってもらったところ、概ね好評であった一方で、アプリ自体の細かい問題点や、運用管理上の課題も明らかになった。

2.1 研究背景

岸和田高校での生活を通して、時間割変更が多く、時間割の確認に手間がかかっていると分かった。

岸和田高校の時間割変更には、曜日変更と臨時変更の２種類がある。曜日変更とは、本来とは異なる曜日時限の時間割が割り振られる変更である。例えば、水曜日の 1 限に月曜日の 4 限の授業が割り当てられることだ。この変更は基本的に学年ごとに行われる。臨時変更とは、本来の曜日時限とは異なる授業が行われる変更である。例えば、水曜日の１限が古典の授業であるクラスで、ある日だけ水曜日の 1 限に現代文の授業が行われるという変更だ。この変更は、担当教員の出張などに伴ってクラスごとに行われる。この２種類の変更は、教室掲示のプリントで告知されている。



図 1.1 曜日変更の通知

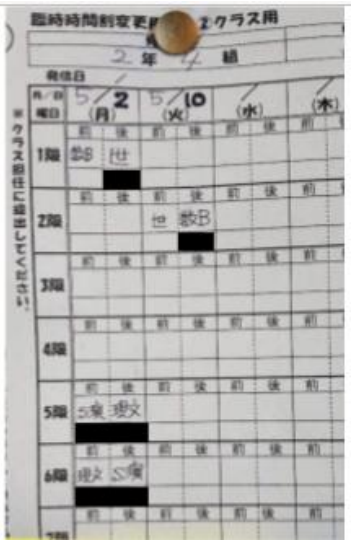


図 1.2 臨時変更の通知

このため、生徒が時間割を確認する手順も必然的に煩雑になっている。具体的には、まず曜日変更の有無を確認し、それに応じて自クラスの時間割表を参照する。さらに、臨時変更の有無についても確認する必要がある。 つまり、生徒は自クラスの時間割表・曜日変更・臨時変更という３種類に分散した時間割情報を参照し、それらを用いて「実際に授業が行われる時間割」を導き出していると言える。

ここで、筆者が所属する２年４組で 2022 年度の１学期に行われた時間割変更を集計した。文化祭、考査などを除いた通常授業日は 55 日あり、324 コマの授業があった。このうち曜日変更は 17 日間に計 33 コマあり、臨時変更は８日間に計 12 コマあった。重

複を除いて合計すると 24 日間に 45 コマとなる。割合に直すと、日数ベースで 44%、コマ数ベースでは 14%が変更の影響を受けた（いずれも小数点以下四捨五入）。

以上から、岸和田高校では時間割変更が頻繁に行われているものの、時間割の情報が分散しているため、生徒は時間割の確認に手間取っていることが分かった。

時間割に関するアプリケーションについても触れておきたい。大学生向けの時間割アプリは急速に普及している。時間割機能に加えて、履修管理機能や出欠・スケジュール管理機能、SNS 機能を統合した「Penmark」は、その多様な機能と独自性から人気を博している。一方で、ユーザーが入力した時間割表を表示する機能のみを持つ、シンプルなスマートフォン向けアプリケーションが多数存在することがわかった。しかし、それらは曜日時限に対応する授業名を表示する機能は持つものの、前述の時間割変更にまでは対応していなかった。そこで、こういったアプリケーションに対して独自性を発揮する、「時間割変更に対応した時間割アプリ」が、急速に普及した「Penmark」と同様に、潜在的な需要を秘めているのではないかと考えた。

2.2 目的・意義

前節において、「岸和田高校において生徒が時間割を確認しづらい」という課題を明らかにした。これに対するアプローチとして、「『時間割変更の情報を集約し、実際の科目名になおした状態のクラス別時間割表』を表示するアプリケーションを開発すること」をこの研究の目的とした。開発するアプリケーションによって、時間割の確認にかかる生徒の負担を軽減し、時間割変更の見落としなどを防ぐことができると期待される。

3. 研究手法

この節では、「時間割変更に対応したクラス別時間割表」を表示するアプリケーションを開発した流れを述べる。

3.1 要件定義

まず、開発するアプリケーションが満たすべき要件を検討した。

このアプリのユーザーを岸和田高校の生徒と定め、アプリの目的から考えて、次の必須要件を定めた。

- ユーザーに、時間割変更反映済みのクラス別時間割表を表示する。

また、アプリに時間割データを入力する負担を軽減するために、以下を要件として定めた。

- アプリは、次の 3 種類のデータを受け取る。
  a. クラス別の標準時間割表
  b. 学年別の曜日時限時間割表
  c. クラス別の臨時変更
- アプリは、受け取った 3 種類のデータから時間割変更反映済みのクラス別時間割表のデータを生成する変換処理を内部的に行う。

なお、「学年別の曜日時限時間割表」とは、「学年別の曜日変更」において変更が無い部分に、その日付の曜日の本来の時間割通りの曜日時限を補完した時間割表である。

3.2 技術選定

前節で定義した要件を満たす機能を実装するために必要な技術を検討した。

まず、アプリのプラットフォーム（動作環境）として、ネイティブアプリよりも自由度が高く、オペレーションシステム（OS） に関わらずアクセスできる、Web アプリを選んだ。Web アプリは、ブラウザで URL にアクセスするだけで利用することができる。

以下は、実装に使用した主要な技術の一覧である。

- TypeScript - プログラミング言語。ブラウザ上で実行できる言語である JavaScript にトランスパイル（翻訳）することができる。
- React - プログラムによって表示内容を制御可能な UI を構築するための TypeScript ライブラリ。
- MUI - Google の Material Design に準拠した

汎用 UI を提供する React のライブラリ。分かりやすい UI を短時間で実装するために利用した。

- Next.js - React で Web アプリを構築するためのフレームワーク。React を拡張し、ページを各 URL にルーティングしたり、クライアント(ユーザー側の端末)と通信して情報をやり取りする機能である API を提供したりするなどの、サーバー側の機能を有効化する。
- Prisma - TypeScript のプログラムを用いて、データベースに対してデータを入出力するためのライブラリ。データベース構造を定義し、データベースに反映する機能も備える。
- PostgreSQL - データベース。

これらは、以前から知っている技術を中心に選んだものであるが、いずれも日本語や英語での情報収集が容易なメジャーな技術であることも考慮した。また、これら以外にも実装を簡略化し、開発を効率的に行うために多数のライブラリを使用した。新たなライブラリを採用する際にも、同様に可能な限りメジャーで、情報収集が容易な技術を選択することとした。

3.3 設計・コーデイング

前節で定義した要件を図に落とし込むと、アプリの構成は図 2 のようになる。

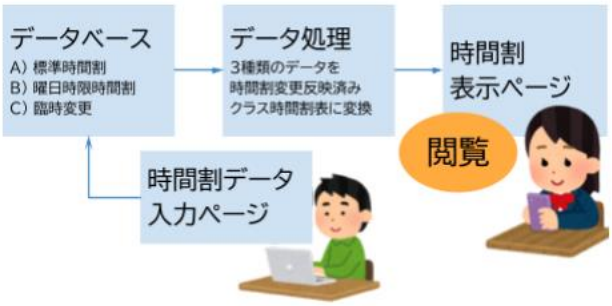


図2 抽象化したアプリの全体構成

まず、時間割データをプログラムで扱うために抽象化した。「クラス別の標準時間割表」については、各クラスの各曜日時限単位で「クラス・曜日時限→科目名」という構造で表現できる。「学年別の曜日時限時間割表」についても「学年・日付・時限→曜日時限」というふうに細分化した。「クラス別の臨時変更」も「クラス・日付・時限→科目名」という構造で表現できる。

次に、こうしたデータを保存して読み書きするデータベースの構造を、Prisma を利用して定義し、マイグレーションを実行することで、Prisma で定義した構造を PostgreSQL データベースに適用した。データベースの構造については図 3 を参照されたい。なお、「学年・日付・時限→曜日時限 (DateAndSchoolTimeToWeekdayAndSchoolTimeByGrade)」と「クラス・曜日時限→科目名 (WeekdayAndSchoolTimeToSubjectsByClass)」はデータベース上では直接連携していないが、weekdayAndSchoolTime の値を用いてプログラム上で連携処理を行うことにしている。

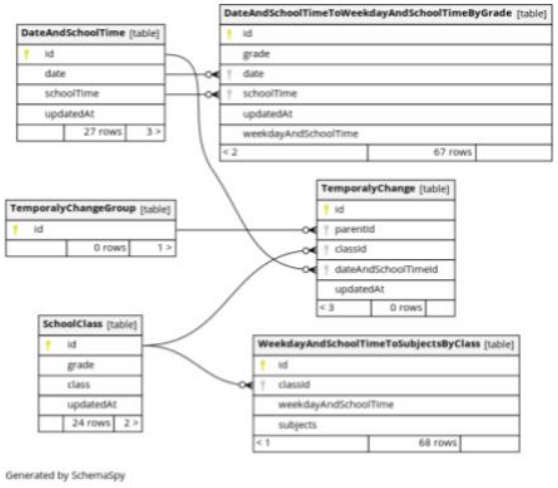


図3 データベースの構造

クラス別標準時間割表と、学年別曜日時限時間割表のデータをデータベースに登録するための API と Web ページを実装した (図 4)。臨時変更データの登録ページは実装することができなかった。このページにアクセスすると、その時点ですでに登録されているデータを API 通信によってサーバーから取得し、画面に表示する。新しいデータを入力し「保存」ボタンをクリックすると、API 通信でサーバーにデータが送信され、サーバー上ではデータベースにデータを登録する処理が行われる。なお、この登録ページや API もインターネット上に公開されることになるため、イタ

ズラによってデータ改ざんが行われるなどのセキュリティ問題への対策として、ユーザー名とパスワードによる認証を行う Basic 認証を導入した。

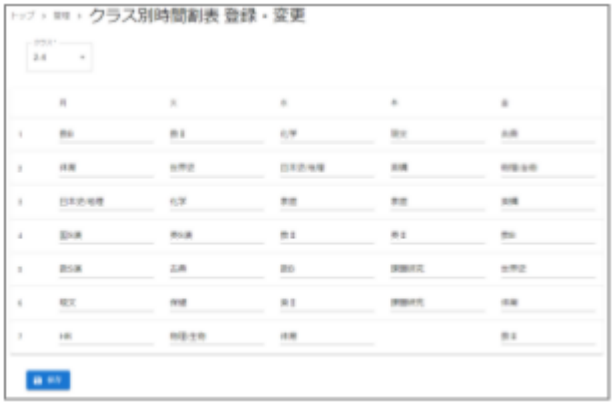


図 4.1 クラス標準時間割表登録画面



図 4.2 曜日時限時間割表登録画面

次に、データベースに登録された 3 種類の時間割データから、時間割変更が反映されたクラス別時間割表への変換を行う必要がある。次に示す時間割表示ページがクラスによって分かれていて、日付別で表示しているため、この処理はクラスごと、日付ごとに行っている。まず、プログラムはデータベースから該当するクラスの「標準時間割表」と、該当する学年と日付の「曜日時限時間割表」と、該当するクラスと日付の「臨時変更」を取得する。ここで、「標準時間割表」は「曜日時限→科目名」、「曜日時限時間割表」は「日付・時限→曜日時限」の対応関係があるため、後者の「曜日時限」に前者の「科目名」を代入していくことで、そのクラスにおける「日付・時限→科目名」のデータが得られる。さらに、「臨時変更」がある場合は、その科目名を上書きする。この一連の処理により、「時間割変更に対応したクラス別時間割表」、すなわち実際に授業が行われる時間割のデータを生成している。なお、実際のプログラムにおいてはこの処理を日付ごとに行い、さらにクラスごとに行っている。

最後に、メインの機能である「時間割変更に対応したクラス別時間割表」を表示するページについて説明する。これは、前述のように生成した、クラスごとに実際に授業が行われる時間割を表示し、アプリのユーザーである生徒がアクセスするページである。ユーザーは当日または翌日の時間割を知りたいことが多いと予想し、実装の難易度も考慮した結果、日付別で時間割を表示する UI として実装した。画面表示の一例は下図 5 を参照されたい。また、以下の工夫を行った。

- スマホで操作しやすいように、左右にフリックすることで日付を切り替えられるようにした。
- アプリを開いた際には、16 時までなら当日、16 時以降なら翌日の時間割を表示するようにし、最も知りたい情報にすぐにアクセスできるようにした。
- 日付ごとに時間割を表示する UI のデメリットである、過去や未来の日付の時間割にすぐにアクセスできないという問題に対処するため、画面上部の日付を表示している部分からカレンダーを開いて日付を選択することで、その日の時間割をすぐに表示できるようにした。



図5 時間割表示ページ

3.4 フィードバック

開発したアプリについて客観的な評価や改善点を得るため、クラスメイトに実際にアプリを使ってもらい、アンケート調査を行った。具体的には、開発したアプリに自クラスの標準時間割表と当面の曜日時限時間割表のデータを入力し、アプリの URL をクラスの LINE グループで共有した。アンケートの主な質問項目は、「アプリ全体の評価（1〜5)」「感想（自由記述)」「時間割の確認はどれぐらい便利になったか（選択肢から選択、表 1a 参照)」「操作方法は直感的か（1〜5)」「デザインは直感的で見やすいか（1〜5)」「改善点（自由記述)」「追加してほしい機能（選択肢から複数選択、表 1b 参照)」「アプリをどのようにして開いているか」など。

表1a
「時間割の確認はどれぐらい便利になったか」
の選択肢

とても便利になった
まぁまぁ便利になった
ちょっとだけ便利になった
まったく便利にならなかった
むしろ不便になった

表1b
「追加してほしい機能」の選択肢

週別の時間割表を見れる
小テストや提出物の予定を入力して共有できる
時間割変更を強調して表示する
授業場所が分かる
翌日の時間割を通知する
時間割変更がある前日に通知する

4.1 結果

アプリ開発の進捗としては、3.1 で示した要件を満たすアプリをほぼ完成させることができた（臨時変更の入力ページは未完成)。また、完成したアプリを試験的に運用して少数のユーザー（クラスメイト）に対して提供し、アンケートをとってアプリの評価や改善点を探った。

アンケート調査では、20 件の回答が得られた。「アプリ全体の評価（1〜5)」の平均は 4.5 点であった。「感想（自由記述)」の項目では、「便利」や「時間割の確認が楽になった」などの回答があった。また、「見やすい」「分かりやすい」といった感想や、「前日の夜に、次の日の時間割が最初に表示されるのがいいと思った」など、開発において工夫した点に着目した意見も見られた。「時間割の確認はどれぐらい便利になったか」という質問に対しては、「とても便利になった」が 50%、「まぁまぁ便利になった」が 45%、「ちょっとだけ便利になった」が 5%で、「まったく便利にならなかった」「むしろ不便になった」の回答はなかった。「操作方法は直感的か（1〜5)」と「デザインは直感的で見やすいか（1〜5)」については、いずれも平均 4.45 点であった。一方、「改善点（自由記述)」には「時間割変更がどこまで反映されているか（一週間前・前日など急に変更になったとか）がわからないので更新日が分かると良い」という回答があった。また、「追加してほしい機能」への回答として多かったのは、「小テストや提出物の予定を入力して共有できる」（95%)、「翌日の時間割を通知する」「時間割変更がある前日に通知する」（いずれも 35%)。「アプリをどのようにして開いているか」という質問に対しては、「LINE のメッセージから」が 70%であった。

試験運用の前から明らかになっていた問題点もある。誰が時間割データをアプリに入力するのか、という運用管理上の問題だ。特に臨時変更は不定期に行われるため対応が難しい。各クラスの生徒が入力するとなると、入力ミスなどの際に責任が集中してしまう。時間割変更を管轄している教務部の手間が増えてしまう方法も望ましくない。この問題は、結局試験運用を行うまでに解決することはできなかった。

4.2 考察

アンケートの結果から、アプリ自体に対する評価は

概して非常に好評であった。よって、開発したアプリには十分な需要があり、時間割が確認しづらいという問題を解決するのに大いに役立つと考えられる。また、開発において工夫した点に着目した意見が見られたり、「操作方法は直感的か」「デザインは直感的で見やすいか」の点数が高かったことから、アプリの利用体験は良いと言える。

「データの更新日が分からない」という旨の問題点については、時間割情報が変更される可能性があるという性質上、情報の新しさ（古さ）も同時に示す必要があると考えられる。なお、アプリの URL を LINE で共有したため、当然アプリを LINE から開く人が多かった。しかし、この操作は手間が多いと考えられるため、利用者がアプリを開くまでのフローを改善する必要がありそうだ。

5.1 結論

本研究では、時間割変更が反映された時間割表を閲覧できる Web アプリを開発することで、時間割変更が多く時間割を確認しづらいという問題の解消につなげることができた。身近な課題を情報通信技術によって解決した一例といえる。しかし、時間割データの更新情報が分からないことや、アプリを開くまでのフローが手間であるなどの問題がある。加えて、アプリを運用する際に必要な臨時変更への対応方法を検討する必要がある。

5.2 展望

まず、アプリ自体の今後の展望を示す。

- 時間割データの更新情報を示したい。
- スマホのブラウザアプリに備わっている「ホーム画面にアイコンを追加」機能の利用を促進する。そのための方法を考える。
- 要望の多い「小テストや提出物の予定を入力して共有できる」や「時間割をプッシュ通知する」などの機能を実装する。
- データ入力を手作業で行っているため、入力ミスが起こらない(起こりづらい)ように対策する。

視点を変えてマクロ的に見ると、生徒が時間割を簡単に確認できるこのシステムは需要が高い。より高機能にし、汎用性を上げることで、他の学校でも導入できるシステムとしてより有用なアプリケーションにできるだろう。

なお、開発したアプリはまだ発展途上であり、本校 IT 部において引き続き維持・開発を行っていく予定である。

5.3 参考文献

玉置 亮太 「慶大生の 8 割が利用、知られざる大学生限定 SNS アプリが人気の理由」日経クロステック／日経コンピュータ、2022 年 11 月 9 日
https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/00001/07343/

予備知識無しで読める発音記号の考案

国際教養ゼミ
花野一華　(共同研究者　山口航生)

研究要旨

英語学習者にとって発音記号を用いる場面は多いが、発音記号を使いこなしている学習者は少ない。そのため私たちは、発音記号を予備知識なしで読めるように記号の形を変えようと研究した。この研究ではまず、岸和田高校の生徒が発音記号(IPA)について感じていることを調査、その結果と先行研究を用いて新しく記号を作成した。そして新しく作成した生徒考案の発音記号と IPA とを比較したアンケートを実施した。結果から、発音記号を変える際には、IPA の元々ある発音記号との区別を可能にしつつ見慣れた形を用いることが重要であるとわかった。今後はまだ作成できていない記号の作成や日本人だけでなく海外でも使えるように改良していこうと思う。

18. 研究背景・目的

1.1 研究背景

英語の学習において発音記号は必ず用いられるものである。しかし、発音記号は直感的にわからないものが数多く存在する。また、多くの科目を学習する必要のある私達にとって発音記号単体の学習に時間を割く時間はない。そのため私達は、新たに発音記号を作成することに意義があると思い研究テーマを設定した。

1.1 研究目的

発音記号についてのアンケートや先行研究を用いて発音記号を作成し、発音記号のための勉強を行うことなく英語の学習に活用できるようにする。また今後の記号作成に役立てるために発　音記号を作成するにあたって注意すべき事柄を明らかにする。

19. 研究手法

2.1 発音記号についてのアンケート①の実施

この研究に社会的意義があるのかを確かめるために、岸和田高校の二年生の生徒 282 人に以下の 3 項目についてアンケートで調査した。

問 1：日頃の学習に発音記号を活用しているか

問 2：IPA の発音記号は分かりやすいか

問 3：IPA が分かりにくいと回答した生徒へ分かりにくいと感じるのはなぜか

2.2 発音記号の作成

これまでに用いられてきた発音記号から発音記号作成の手がかりを得るため先行例として視話法※を調査した。

※視話法…19 世紀にイギリスのアレクサンダー・メルヴィル・ベルによって考案された、聴覚障害者の会話教育の際に用いられた記号である。視話法は発音する際、発音に使用される口や舌などの特徴を捉えている。

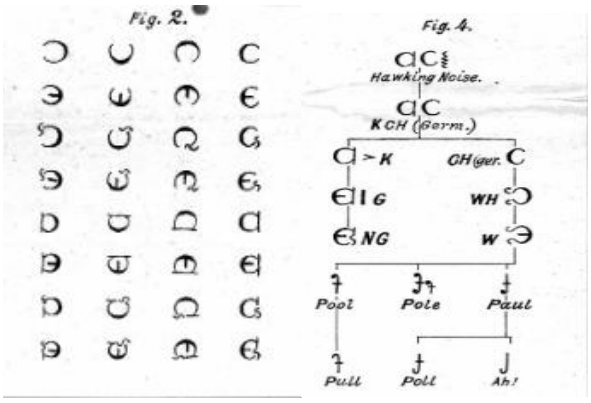


図 1　視話法の発音記号

2.3　新しく作成した発音記号(生徒考案)と IPA の発音記号を比較したアンケート③の実施

岸和田高校の生徒に以下の３つの項目をアンケートで調査した。

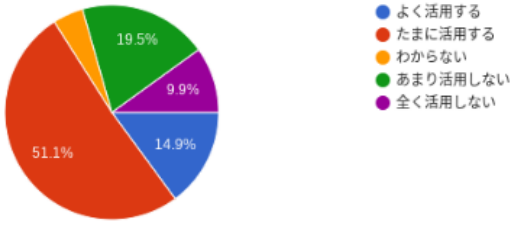
問 1 : 同じ単語で新たに作成した発音記号を用いた方と IPA の発音記号を用いた方の双方を見せ、どちらのほうが直感的に分かりやすいか

問 2 : 生徒考案の発音記号のほうが分かりやすいと回答した方へは、生徒考案の発音記号の良　かった点 IPA の発音記号のほうが分かりやすいと回答した方へは、IPA の発音記号の方が優れていた点と生徒考案の発音記号の改善点

20. 結果・考察

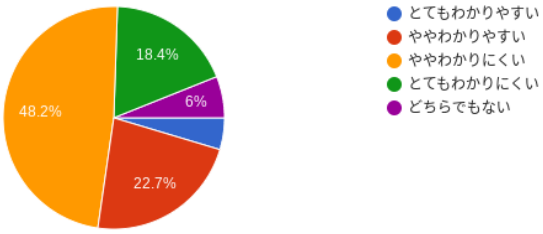
3.1 アンケート①の結果

問 1 : 日頃の学習に発音記号を活用しているか



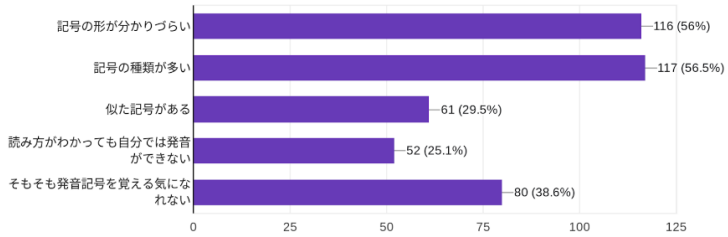
発音記号を活用する人は全体の 56%だった。

問 2 : IPA の発音記号は分かりやすいか



発音記号が分かりづらいと回答した人は全体の 64.6%だった。

問 3 : IPA が分かりにくいと回答した生徒へ分かりにくいと感じるのはなぜか



半数以上が発音記号の形に対して不満があった。また中には読み方は理解できるが発音できないと回答している人も全体の 1/4 ほどいた

3.2 考察

発音記号をうまく活用しようと思ってはいるが使いこなせていないという意見が多くあったので、この研究には社会的な意義があると言える。さらに図３から発音記号を難解なものにしている原因は発音記号そのものの形にあり、記号の形を変えることでこの現状が改善されるのではないかと考えた。また、発音記号を理解していても読み方がわからないと回答している方もかなりの数がいた。そこで、発音記号の形から発音の仕方を連想できるようにすれば良いのではと考えた。

3.3 発音記号を作成するにあったって

考察 1.2 から発音記号を以下の 2 つの方法を考えた。

1：発音する際の口や構造を取り入れる。

2：普段から見慣れているローマ字や日本語の記号を取り入れる。

結果 1.2 であった理解をしていても読むことができないという意見から、私達はまず発音記号の形に発音する際の口や舌などの構造を取り入れたらいいのではないかと思い過去にそれに類似する発音記号はないのかを調べた。そこで視話法(図１参照)を発見した。一見視話法は発音する際の口の構造を用いているため発音の仕方を理解しやすいのではないかと思ったのだが、発音する際の口の構造は複雑でパタ

ーンもかなりあるため IPA の発音記号よりも遥かに理解することが難解で現在ではもう使用されていない。よって手法 2 を用いて記号を作成していった。

3.4 発音記号の作成

私達が今回新しく作成する発音記号は θ ð ʃ ʒ j の 5 種類である。この 5 種類の記号の説明は以下の通りである。

記号	発音の仕方
θ	軽く舌を噛みスと発音する
ð	θ を発音する要領で音を濁らせて発音する
ʃ	口先を軽く丸めて舌を上顎に近づけてシと発音する
ʒ	ʃ を発音する要領で音尾濁らせて発音する
j	舌を上顎に近づけてィと発音する

表1　改良を検討した発音記号一覧

図 2 から θ と ð、ʃ と ʒ には濁す濁さないの関係が成り立っている。ローマ字では th で日本語の ス に近い発音をし、sh でシに近い発音をする。更にローマ字の j で日本語の ジ に近い発音をする。また日本語では音を濁らせる際には濁点を用いて表す。

このことから、θ→th　ð→th”、ʃ→sh　ʒ→j　と表すことにした。
次に発音記号の j はローマ字の y と近い発音、日本語ではィと発音をするのでそのまま
j→y と表すことにした。

No.	IPA	生徒考案
①	θ	th
②	ð	th”
③	ʃ	sh
④	ʒ	j
⑤	j	y

表2　考案した発音記号一覧

3.5 アンケート③の結果

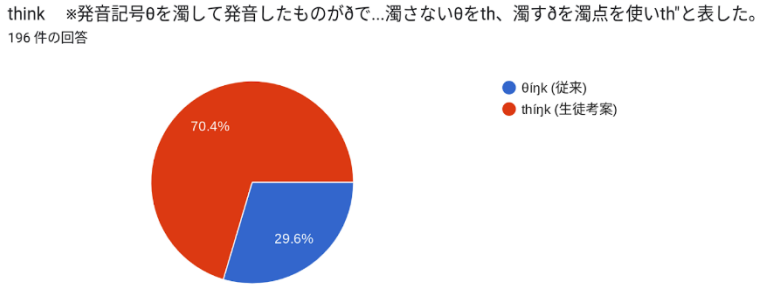


図2　問1①(θ/ th)の結果

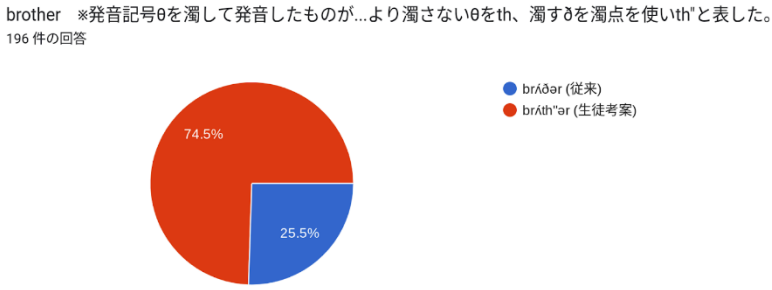


図3　問1②(ð/ th”)の結果

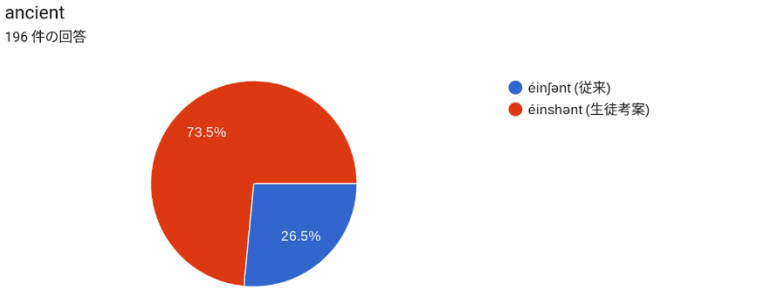


図4　問1③(ʃ / sh)の結果

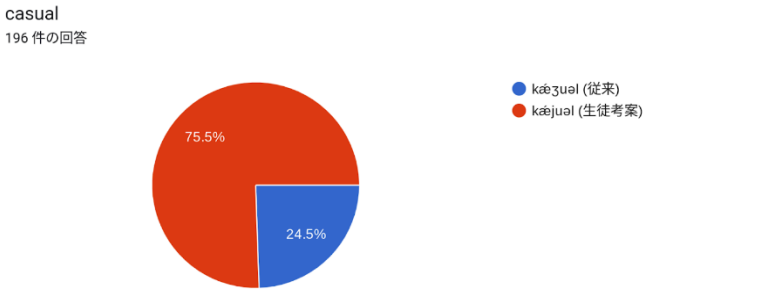


図5　問1④(ʒ / j)の結果

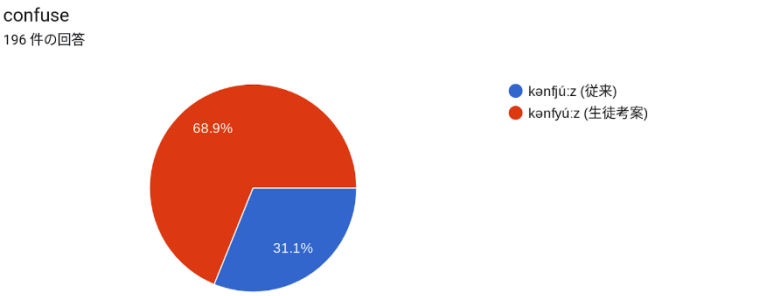


図6　問1⑤(j/y)の結果

図２～６について IPA よりも生徒考案の発音記号の方が分かりやすいと答えたのは全体の１/4 ほどを占めていた。

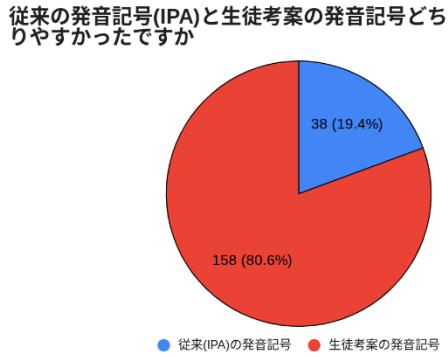


図7　問１総合

8 割ほどの人が５種類の発音記号において生徒考案の発音記号の方が分かりやすいと答えた。

生徒考案の悪かった点
・音節の判断が難しくなる ・既に IPA に慣れているから変更されたら分かりにくい
生徒考案の良かった点
・新しく覚える必要がない ・見慣れた形が使用されている ・シンプルな形である ・直感的に分かりやすい

表3　問2の結果

3.6 考察

表３よりシンプルで見慣れた形を用いることで発音記号を理解しやすい形に変更することができた。しかし IPA の発音記号の方が分かりやすいという人も一定数いた。その原因は th や th” は IPA の発音記号から文字数が増えておりそれに伴って発音記号の表記が長くなってしまい、音節の判断を難化させてしまっていることにある。また生徒考案の発音記号は IPA に元来ある発音記号と似ているものもあり他の記号との区別を難しくしている。

21. 結論・展望

アンケート③の結果から見慣れた形を用いて記号を作成することは、発音記号を予備知識無しに読むことを可能にした。しかし既に作成された生徒考案の発音記号には音節の判断と、元々の IPA の発音記号との区別を難しくしているという問題点もある。この先の発音記号作成に気をつけるべき点は以下の３点である。

1：見慣れた形を用いる

2：IPA の発音記号との区別を可能にする。

3：既に IPA の発音記号を使いこなしていても違和感のないようにする。

今後は既に作成した発音記号を改善しつつ、まだ作成できていない発音記号も作成していこうと思う。また今回の変更では日本語特有の濁点を用いていることから使用可能な地域が日本に限られてしまっているため、世界共通で使用できるような発音記号の開発に努めたい。

22. 参考文献

橋本雄太(2019)**「日本における吃音観の歴史と伊沢修**
https://www.r-gscefs.jp/wp-content/uploads/2019/04/%E3%82%B3%E3%82%A2%E3%83%BB%E3%82%A8%E3%82%B7%E3%83%83%E3%82%AF%E3%82%B915%E5%8F%B7_12_%E6%A9%8B%E6%9C%AC%EF%BC%88%E8%AB%96%E6%96%87%EF%BC%89.pdf　2022 年 4 月 21 日

清水敦子(2011)**「国際語としての英語と発音教育」**

https://www.jstage.jst.go.jp/article/onseikenkyu/15/1/15_KJ00007408668/_pdf　2022 年 4 月 21 日

南　精一　作成日不明「発音記号の日本への移入史」

https://www.jstage.jst.go.jp/article/hisetjournal1986/2/0/2_1/_pdf/-char/ja　2022 年 4 月 21 日

デンマークに学ぶ日本の税金の無駄遣いの減少方法

～社会保障制度の充実に向けて～

国際教養ゼミ
鈴木　陽花
共同研究者　畑中　千海

研究要旨

本研究の目的は社会保障先進国デンマークから学び日本の社会保障制度を充実させることである。インターネット上の各国政府提供のデータ、関する論文から日本に必要なことを考察した。結果、デンマーク同様の制度を導入し行使するには税収や国の背景が大きく異なることが判明し、高負担は難しいため、現状改善のために歳出の無駄遣いを減らすことで予算を増やす方法を考察した。結果、デンマークの制度を参考に発案した、個人端末で予算使用結果を確認できる政府提供のアプリを開発することで税金の無駄遣いを減らそうという結論となった。今後の展望はそのアプリの開発・実用化である。

23. 研究背景

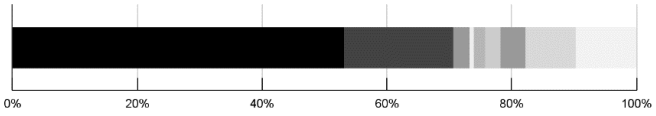
2019 年に行われた厚生労働省意識調査によると、将来に最も不安を感じていることはとの設問に、公的年金が老後生活に十分であるかという回答が 53.1%で最も多く、自分や自分の親の医療や介護の負担に対してという回答が 17.5%で次に多くあげられ、他にも、リストラ等による解雇、給与減額、子育てや養育費の負担などに対する不安など社会保障に関するものが合計で 82.2%となった（表 1）。以上より、日本の 8 割以上の人が社会保障制度*1 に関する不安を抱えていることがわかる。

*1　社会保障制度

人間の基本的な生活を支える国の制度のこと。具体的には「年金制度、介護保険、医療保険、母子保健や保険事業、医療サービス、障害者福祉、生活保護制度、公衆衛生や社会福祉からなり、人々の生活を生涯にわたって支えるものである」とされている（厚生労働省）。

この先行調査から、日本の社会保障制度は国民にとってまだ不十分であるとわかる。

「1970 年頃からデジタル化が進んでいる」（安岡，2021） とされており、教育・医療費は無料（表 2）などの手厚い社会福祉制度が整っている国家として大変有名であるデンマークから学ぶことで日本もデンマークのように社会保障制度を充実させることができるのではないかと考えた。デンマークを選んだ理由は、多くの論文で社会保障制度が成功していると言われており、世界幸福度ランキングで第 2 位（国連の国際機関、持続可能開発ソリューションネットワーク〈SDSN〉より　2022）であるため国民にも支持された制度が多くあるのではないかと考えた。また、このランキングで日本は 62 位であり、1 位のフィンランドは研究が進んでおらず情報不足と判断した。



公的年金が老後生活に十分であるか
医療や介護の負担の増大　高齢者向けの就労場所確保
リストラ等による解雇　給与や諸手当の減額
養育費による生活の困窮　その他　特に不安なし

表 1　将来どのようなことを最も不安に感じているか

2019年 社会保障に関する意識調査報告

https://www.mhlw.go.jp/content/12605000/R1hou.pdf

より作成

社会保障制度	デンマーク	日本
出産費用	無料	20万円～
大学までの教育費	無料	1080万円～
介護・医療費の負担	なし	平均498万円～

表 2　デンマークと日本の社会保障制度における費用の違い

一般法人全国銀行協会

https://www.zenginkyo.or.jp/article/life/educational/4381/

のデータより作成

24. 研究目的・意義

目的

先行研究より、国民は現状に不安を抱えているため、本研究により日本の社会保障制度を国民が求めるレベルまで充実させ、国民の幸福度を上昇させることを目的とする。

リサーチクエスチョン

社会保障制度の充実に向けて、現在の日本の税金活用の効果を高めるにはどのような制度を作ればよいか。

仮説

a. デンマークの社会保障制度を日本に導入することで国民の不安を解消できる

b. 日本の税金活用の効果を高める制度を作ることで社会保障制度に充てられる金額が増え、社会保障制度が充実する

25. 研究手法

以下の手順で本研究を進めた。

手順 1.　インターネット上でデンマークまたは日本における様々な論文、各国が提示しているデータを収集し、社会保障制度の背景と国の背景とを比較する

手順 2.　論文上で紹介されているデンマークの制度を日本に合うようアレンジし、取り入れる方法を考察する

4. 結果・考察

4.　1(a) デンマークと日本の税金の用途の比較

税金の用途の観点から見るとデンマークは税収の約 6 割を社会保障に充てている(表 3)のに対し、日本は約 3 割程度のみ社会保障に充てている(表 4)ことがわかる。

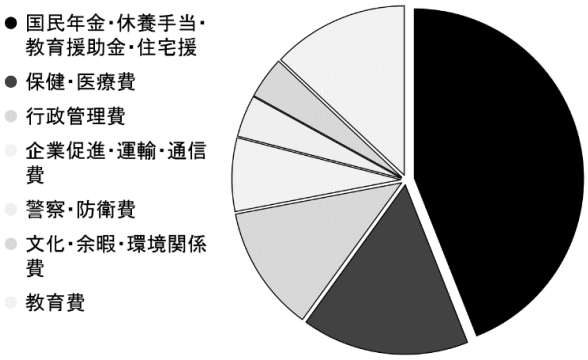


表3　デンマークの税金の用途

2017 年デンマーク統計年鑑デンマーク統計量

(Statististisk_Arbog 2016.Danmarks Statestik)

https://www.dst.dk/en/より作成

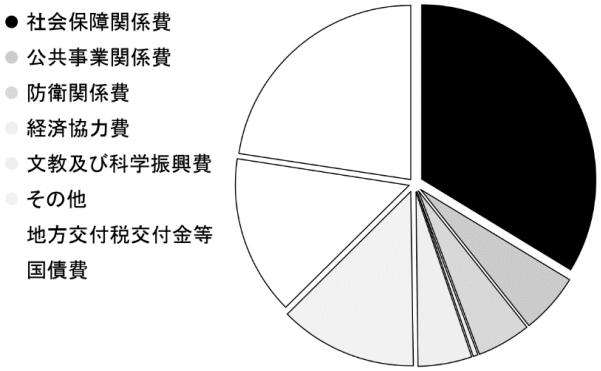


表4　日本の税金の用途

国の財政歳出～社会保障関係費～

https://www.nta.go.jp/taxes/kids/hatten/page04.htm より作成

4. 2(a)国の基礎データ・背景の比較

人口や国土面積など、日本とデンマークとは異なる点が多くある（表５）。例えば消費税においては日本とデンマークとでは 15%もの差がある。また、投票率において、日本は約５割であるのに対し、デンマークは約 8 割にものぼっており国民の政治への意識の差がわかる。歴史的背景から見ると、デンマークは 19 世紀に敗戦し土地を奪われ、もともと天然資源も少なかったため国を復興させるために国民全体に社会進出を促した。このような背景からノーマライゼーションという「障害者を特別視するのではなく、障害のない人と同じように社会で暮らしていけるようにしよう」という考え方や、デンマーク特有の一人ひとりの個性を伸ばす教育制度が生まれた。

それに対し、「現在の日本の社会保障制度は戦後の復興機を経て高度成長期であった 1960～70 年代に骨格が築かれた」とされている（厚生労働省）。

このように、国の歴史や教育によって形成された価値観や税収から配分される社会保障費が大きく異なることから、デンマークと全く同じ制度を日本に導入するのは現実的ではないと分かる。

よって仮説 a. デンマークの社会保障制度を日本に導入することで国民の不安を解消できる、というのは外れてしまった。

	Japan	Denmark
人口	1億2,680 万人	578 万人
国土面積	37万7,944 km²	4万3,098 km² グリーンランド 217万 km²
人口密度	336 人/km²	131 人/km²
GDP	4兆4,126億 US$	3,018億 US$
1人当たり GDP	32,486 US$	52,114 US$
投票率	52.66 %	約80 %
消費税率	10 %	25 %

表5　日本とデンマークの基礎データ

https://logmi.jp/business/articles/264806

/https://logmi.jp/business/articles/264806/・

“Folketingsvalgene 1953–2019”（Folketinget）、および公共放送「DR」の集計（2022 年）のデータより作成

4. 3(b)考察

日本の税金活用の効果を高める制度を作ることで社会保障制度に充てられる金額が増え、社会保障制度が充実する、という仮説 b. を立て研究を続けた。

会計検査院*2 の検査報告によると、2021 年度においても 1700 億円を超える税の無駄遣いに関する指摘があった（表６）。

デンマークには日本のマイナンバー制度のようなデジタル上で国家に個人情報がわかる制度があり、そのセキュリティの一環として個人情報の閲覧記録を本人が確認できるシステムや、Sikker Digital という政府が市民・企業・公共機関に対して日常におけるセキュリティに関する情報を提供するサイトがある。

これらの個人情報の閲覧記録を本人が確認できるという点と政府が提供するという点を参考にし、政府が提供するシステムで税金の用途を国民が簡

単に確認できるアプリを考案した。具体的には、デジタル庁を主軸に運営し、内閣府・財務省・総務省・会計検査院*4 が連携する、国民が個人の端末で税金の用途を簡単にわかりやすく確認することができる家計簿アプリのようなものである（図１）。

会計検査院のように政府の資金の無駄遣いを監視する機関は既に存在しているが、さらに国民が直接的に監視できるものがあれば良いと考えた。

マスメディアを通さずに国民に直接情報を届けるのは、印象操作等によって適切に情報が伝わらない可能性があると判断したためである。

その年の予算案、現時点での支出額とその用途を掲載する分析タブと、各省庁の細かい使用用途や会計検査院からの摘発をリアルタイムで確認できる最新タブを想定しており、この図にはないが、各省庁の公式 HP にも飛べるようメニュー欄にリンクを貼りたいとも考えている。

*2　会計検査院について

会計検査院は日本の税金の無駄遣いを摘発する機関。司法・立法・行政の三権から独立しており、国のお金が国のすべての会計、国が出資している法人、地方自治体、各種団体などに、適切に使われているかどうかをチェックし、検査報告を作成している。検査報告には１年間にわたって行った会計検査の成果が示されており、検査を終えた決算とともに内閣に送られ国会に提出される。国会で決算審査を行う時の重要な資料となるほか、財政当局などの業務に活用される。また、この報告は国民が予算の使用結果について知ることができる重要な報告文書であり、マスコミによって広く報道されている（会計検査院ホームページ）。

会計検査院の主な指摘事項	
内容	指摘金額
使う見込みのない記念貨幣用の金地金保有（財務省）	1600億円
空港事務所の非常用電源が耐震性不十分（国土交通省）	8億6000万円
リース契約のノートパソコン約1300台が未使用（日本年金機構）	1億1000万円
「全国農地ナビ」のデータ未更新（農林水産省）	137億円
布マスク約8200万枚が在庫（厚生労働省、文部科学省）	—

(注) 布マスクは会計検査院法に基づく意見表示などをせず、指摘金額を未算定

表６　会計検査院の主な指摘事項

日本経済新聞

「税の無駄遣い 2108 億円、検査院が指摘　コロナ対策も点検(2021/11/6)」

https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUE02D1N0S1A101C2000000/



図1　税金の用途を簡単に確認できるアプリのイメージ図

https://time-space.kddi.com/mobile/20200316/2861

より家計簿 Zaim から作成

5. 結論・展望

政府自らが税金の用途を手軽に見ることができるアプリを提供することで、国民のみならず政府もまた政治への意識が向上しひいては税金の無駄遣いが減ることでデンマークのように社会保障制度にもお金が回る。それによって最終目標とする日本の社会保障制度を国民が求めるレベルまで充実させ、国民の幸福度を上昇させる可能性があると考える。この最終案を発案した時点で最終発表が迫っていたため、アプリの制作や実際に効果があるかどうかは検証できていない。仮説 b. については今後検証していく必要がある。

展望はアプリの開発と実用化。課題は興味のない人にも使ってもらえるメリットづくり（案としては１日１回ログインし好きな予算案に投票でき、投票数の比によって来年度の予算比が変わるなど実際の意見を政治に直接反映することができる機能があれば効果的だと考える）や、アプリの運営費・人材費などがあると考える。

6. 参考文献

・デンマーク大使館.「デンマークについて」
https://japan.um.dk/ja/info-about-denmark.
2022 年 6 月 23 日.

・国税庁「歳出～社会保障関連費～」.
https://www.nta.go.jp/taxes/kids/hatten/page04.htm.
2022 年 7 月 14 日.

・logmiBiz（2018）.「なぜデンマークは世界一幸福な国になったのか」.
https://logmi.jp/business/articles/264806
2022 年 7 月 14 日.

・厚生労働省「２０１９年 社会保障に関する意識調査報告書」.
https://www.mhlw.go.jp/content/12605000/R1hou.pdf.
2022 年 6 月 23 日.

・賀戸一郎(2011).「生活・福祉(ウェルビーイング)大国 デンマークの形成要因に関する研究~N・F・S・グルントヴィの教育理念と実践を中心にして~」.『西南学院大学人間科学論集』,6(2),99-143.

・倉知真太郎(2017).「デンマーク国民党による排外主義的福祉・税制 －2004 年税制改革をめぐって」.『北ヨーロッパ研究』,14,1-11

・安岡美佳（2021）「デンマークにおける個人情報の捉え方・考え方」.『サービソロジー』,7(3),97-101

・会計検査院「会計検査とは？」.
https://www.jbaudit.go.jp/general/task/index.html.
2022 年 12 月 24 日.

・会計検査院キッズページ
「かいけいけんさいんってどんなところ？」
https://www.jbaudit.go.jp/kids/.
2022 年 12 月 24 日.

・野崎浩成（2021 年 11 月 6 日）.「税の無駄遣い 2108 億円、検査院が指摘　コロナ対策も点検」.日本経済新聞.

ジェンダー問題と少女漫画

所属ゼミ　人間文化ゼミ
名前　辻尾　千夏

Ａｂｓｔｒａｃｔ ／ 要旨

テレビ番組から日本のジェンダーギャップ指数が１４６カ国中１１６位だということを知ってから、日本のジェンダー問題に興味を持ち、本当にジェンダーレスが改善されていないのか少女漫画と絡めて研究してみようと思った。まず、先行研究をもとにアンケートをとり、女性語を定義した。次に１９７０年代～２０２０年代までに出版された漫画を対象に、漫画内のセリフから女性語が使われた回数を数えた。結果、回数が減少していることからジェンダーレスが進んでいることが分かった。また、漫画の内容、登場人物の外見についても調べたところ、同じくジェンダーレスが進んでいた。

26. 研究背景

テレビ番組から日本のジェンダーギャップ指数が１４６カ国中１１６位だということを知り、改善されていないジェンダーレスが日本の大きな課題であると感じた。しかし、少女漫画を読んでいると昔と現代では登場人物の言葉遣いや顔の描き方が変わってきている。本当にジェンダーレスは改善されていないのか、疑問に思った私は、漫画内でジェンダーレスは進んでいるのかどうかを調べることにした。

日本語の女性語について研究している張夢園（2016）によると、漫画などのフィクションの世界では昔から女性語が重要な表現手段として多く使われ、キャラクターの人物像の形成に大きく関わってきたが、ジェンダーレスが課題となっている近年日常会話で女性語が殆ど使われなくなっているとのことだ。そこで先行研究では漫画内でも同じ変化が見られるのかを調べるため、１９６０年代から２０１０年代までに発行された別冊マーガレットを約１０年に１冊ずつ取り上げ、登場人物のセリフから文末表現の変化を読み取っていた。その結果、漫画内での女性語が減少していると結論付けられていた。

27. 研究目的・意義

本研究では、先行研究では不十分だった２０２０年代も含めて別冊マーガレットに限らず複数の漫画から女性的表現の個数を調べ、また文法的表現だけでなく漫画の内容や登場人物の外見からも変化を読み取り、ジェンダーレスが進んでいることを明らかにする。

28. 研究手法

以下の手順で年代によって漫画内の女性的表現の使用頻度や表し方が変化していることを明らかにする。

①張夢園（2016）が因京子（2003）による「マンガに見るジェンダー表現の機能」、小川早百合（2006）による「話しことばの終助詞の男女差の実際と意識ー日本語教育での活用に向けてー」を参考にして研究対象としていた計３７個の文末表現を対象とし、岸和田高等学校の生徒（人間文化ゼミ）４３人に文末表現の男女差についてのアンケートをとり、本研究で対象とする女性語の定義を決める。

アンケート内容は以下の通り。

Q1「日本語において男女の言葉遣いに違いがあると感じたことはあるか。」

□　ある　□　ない

Q2「以下の文末表現で最も当てはまるものを選んでください」

⑴女性だけが使う　⑵女性がよく使う　⑶女性も男性も使う　⑷男性がよく使う　⑸男性だけが使う

（例）って　「今日は休みなんだって」

アンケート結果の平均点数が２.５以下の数値になったものを女性語と定義する。

②①の結果をふまえて登場人物のセリフの文末の女性的表現の個数を数え、年代ごとにまとめて考察する。研究対象とした漫画は以下の通り。

１９７０年代：ベルサイユのばら、ガラスの仮面、生徒諸君！

１９８０年代：B♪G♪M♪はいらない、ときめきトゥナイト、星の瞳のシルエット

１９９０年代：クローバー、花より男子、姫ちゃんのリボン

２０００年代：NANA、愛してるぜベイベ★★、君に届け

２０１０年代：ダメな私に恋してください、アオハライド、俺物語！！

２０２０年代：山田くんと Lv９９９の恋をする、正反対な君と僕、うるわしの宵の月

③登場人物のセリフから男女差別ととれる発言を調べる。登場人物の設定から男女差を感じさせるものを調べる。（女性しか家事をする描写がない、男性の保育士が描かれていない、など）登場人物の外見から男女差を感じさせるものを調べる。（女性の服装にしか花柄やリボンなどが使われない、など）

29. 研究結果・考察

①生徒へのアンケートの結果を表１に示す。女性語の基準とした２．５を下回るものは、から、のよ、かしら、わね、わよ、ね（体言/ナ形容詞基本形＋ね）、ですって、も　の、のね、こと、よ（体言/ナ形容詞基本形＋よ）、の（断定）、わ、の、でそれら計１３個の文末表現を本研究では女性語とした。

②①のアンケート結果で決めた対象とする女性語を数え、各年代でまとめたものを表２、図１に示す。

調査した結果、女性語の数は、１９７０年代は２０２個、１９８０年代は１０６個、１９９０年代は９９個、２０００年代は２１個、２０１０年代は１４個、２０２０年代は５個となった。

さらに、アンケート結果が１．４０とかなり女性的に捉えられている「のよ」は前半では女性的表現の中でも多く使われていたが、後半では割合が減っており、逆に、後半に割合が増えている「よね」はアンケートによると中性的だと捉えられている。加えてすべての年代で使用頻度が高い「の」はアンケートで２．０５となっており、中性的に近い女性的表現である。これらの結果から、文末表現ではジェンダーレスが進んでいると言える。

また、１９９０年から２０００年の間に男女雇用機会均等法が改正、男女共同参画社会基本法が施行されたこと、２０１５年に SDGs の目標５として「ジェンダー平等を実現しよう」と掲げられたことが数値に影響している可能性も考えられる。

	ジェンダー特異性）					
文末表現	1　女性だけが使う	2　女性がよく使う	3　女性も男性も使う	4　男性がよく使う	5　男性だけが使う	得点
のよ	28	13	2	0	0	1.40
かしら	26	13	2	0	1	1.50
わね	23	15	3	0	1	1.60
わよ	21	18	2	0	1	1.62
ね（体言/ナ形容詞基本形＋ね））	18	23	1	1	0	1.65
ですって	17	21	4	1	0	1.74
もの	16	20	5	2	0	1.84
のね	14	23	5	0	0	1.79
こと	16	17	7	1	1	1.90
よ（体言/ナ形容詞基本形＋よ）	12	17	7	1	0	1.93
の（断定）	7	23	34	1	0	2.05
わ	12	7	18	4	1	2.40

表1　アンケート結果

	１９７０年代			１９８０年代		
	ベルサイユのばら	生徒諸君	ガラスの仮面	BGMはいらない	ときめきトゥナイト	星の瞳のシルエット
かしら	8	5	7	2	9	0
こと	0	0	0	0	0	0
ですって	2	1	2	0	0	0
ね（体現／ナ形容詞基本形＋ね）	20	21	31	16	15	17
の（断定）	24	4	25	20	19	20
のね	2	8	10	2	6	6
のよ	17	31	37	7	19	4
もの	0	4	8	2	1	3
よ（体現／ナ形容詞基本形＋よ）	19	46	43	15	26	16
よね	1	2	1	2	5	5
わ	52	61	68	3	36	6
わね	3	13	10	4	14	2
わよ	2	9	9	7	8	1
合計使用回数	150	205	251	80	158	80

	１９９０年代			２０００年代		
	クローバー	花より男子	姫ちゃんのリボン	NANA	君に届け	愛してるぜベイベ
かしら	3	0	0	1	0	1
こと	0	0	0	0	0	0
ですって	0	0	2	0	0	0
ね（体現／ナ形容詞基本形＋ね）	15	8	14	7	12	0
の（断定）	17	20	29	9	3	0
のね	8	1	0	0	0	0
のよ	22	24	3	2	0	0
もの	1	3	0	0	0	0
よ（体現／ナ形容詞基本形＋よ）	16	26	7	1	11	3
よね	2	16	8	5	2	1
わ	7	8	2	1	0	2
わね	6	3	0	0	0	1
わよ	12	14	1	1	0	2
合計使用回数	109	123	66	27	28	10

	２０１０年代			２０２０年代		
	ダメな私に恋してください	アオハライド	俺物語	山田くんとLv999の恋をする	正反対な君と僕	うるわし宵の月
かしら	0	5	0	0	0	0
こと	0	0	0	0	0	0
ですって	0	4	0	0	0	0
ね（体現／ナ形容詞基本形＋ね）	0	1	10	2	7	0
の（断定）	5	0	6	0	0	0
のね	0	0	0	0	0	0
のよ	0	0	0	1	0	0
もの	0	0	0	0	0	0
よ（体現／ナ形容詞基本形＋よ）	6	0	3	0	1	0
よね	2	0	1	2	1	0
わ	0	0	0	0	0	1
わね	0	0	0	0	0	0
わよ	0	0	0	1	0	0
合計使用回数	13	10	20	6	9	1

表2　各年代の漫画の女性語の個数

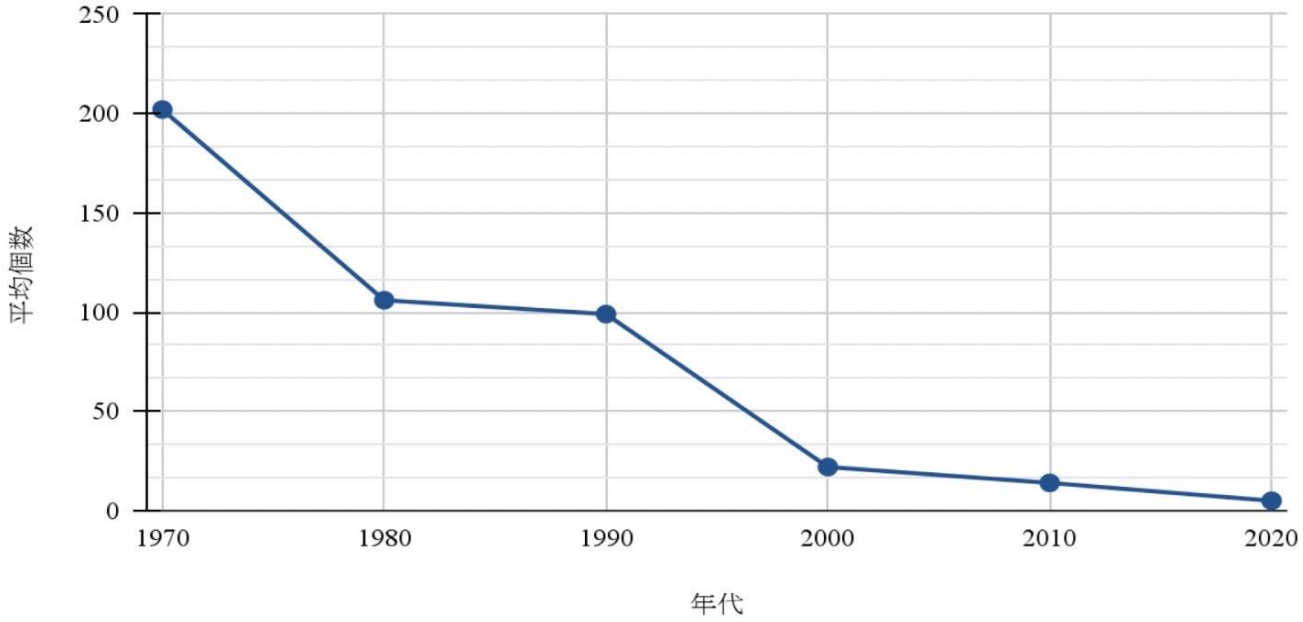


図1　表2の合計使用回数から年代ごとにとった平均

③研究対象の漫画から、特にジェンダー問題と関係しそうな設定、外見が描かれている場面を年代別にまとめた。ここで分析する内容は、現在の時点から分析することでわかる男女差別の現れである。

あくまで当時の差別を批判したいわけではなく、当時の男女意識に関する社会的状況を把握するために分析を行う。

「ベルサイユのばら」（１９７０）

女性のキャラクターは男性のキャラクターに比べて目が大きくまつげも長く、華やかな顔に描かれている。

「ガラスの仮面」（１９７０）

女性はスカート、男性はズボンと決められている。

「星の瞳のシルエット」（１９８０）

女子生徒に料理クラブを作りたいと言われた教師が返事をしている場面。「日本の良き賢母になるために」「日本女子の鏡」というセリフから、料理をしない母は良い母ではない、料理をするのは女性の役割だ、という男女差別だと言える。また、この頃になると１９７０年代のような男女の外見の描き分けはなく、ほとんど同じ顔になっている。

「姫ちゃんのリボン」（１９９０）

昼休みに野球をして泥だらけになった女性の主人公

に対し、「カンペキに男だね」と主人公の友人が発言する場面。野球をしたりボールを追いかけて制服を汚したりするのは女性のやることではなく、男性のやることであり、女性はもっと上品であるべきだという決めつけがあるととれる。また、１９７０年代の漫画とは違い、女性が必ずスカートを履いているとは限らず、男性的な性格を持つとされている女性のキャラクターがズボンを履かされている。

「NANA」（２０００）

ショートカットでズボン姿の女性の主人公に対し、「ど一見てもその髪型じゃ男にモテそうにない」と主人公の友人が発言する場面。女性の容姿について男性に好かれるためにはこうあるべきだというきめ決めつけがあるととれる。

「アオハライド」（２０１０）

「星の瞳のシルエット」では家庭的な女性が善として描かれていたが、「アオハライド」では、女はおとなしい方がいいなど、女性を見下した発言をする男性のキャラクターがマイナスのイメージとして描かれている。

他にも「生徒諸君！」（１９７０）では男子生徒が調理実習に参加していなかったり、「ときめきトゥナイト」（１９８０）では「亭主の仕事を理解できんで何が妻だ」というセリフがあったり、ジェンダーに関する様々な場面を発見した。

また、２０２０年代の漫画からはジェンダーに関する場面を見つけられなかった。

１９７０～１９９０年代の漫画では、女性はこうあるべきだというセリフが多く見られたが、１９８０～２０１０年代の比較的新しい漫画では男性に好かれるためにはこうあるべきだという考えに変わっており、男女間での差別は減ってきていると言える。

30. 結論・展望

女性的文末表現が年々減っていること、漫画の内容や登場人物の外見から調べた性別表現の変化から、ジェンダーレスが進んでいることが分かった。今回の研究では男女雇用機会均等法、男女共同参画社会基本法などのジェンダーに関する法律と明確に関連付けることができなかったため、法律が施行される前後で違いを見つけたい。また、集英社の直接窓口に、少女漫画家の楠本まきさんに少女漫画のジェンダーバイアスについてお話を伺おうと連絡したが、実現することはできなかった。他の漫画家さんや出版社にも伺ってみたい。

現実世界の生活、流行、価値観などは漫画に反映され、同時に漫画も読者に様々な面で影響を与える。「女性らしさ」を表す女性語の減少は日本のジェンダーギャップを埋める手助けになるのではないかと考える。

31. 参考文献

・押山美知子（2007）.『少女マンガジェンダー表象論<男装の少女>の造形とアイデンティティ』.アルファベータブックス.

・張夢園（2016）.「日本語の女性語について：少女漫画に見る女性語の推移」.『日本文学研究』,51(0),15-29.

・むらやまあき（2020 年）.「少女マンガの『歴史』を研究家に学ぶ[ベルばら～ハチクロ]」.https://www.e-aidem.com/ch/jimocoro/entry/galaxy013.2022 年 8 月 20 日.

・Suzumi Sakakibara (2019 年). 「『ジェンダーバイアスのかかった漫画は滅びればいい』。漫画家・楠本まきはなぜ登場人物にこう語らせたのか」 .https://www.huffingtonpost.jp/entry/story_jp_5cab1d5be4b047edf95d101e 2023 年 7 月 21 日.

・池田理代子　『ベルサイユのばら』　集英社

・美内すずえ　『ガラスの仮面』　白泉社

・庄司陽子　『生徒諸君！』　講談社

・前原滋子　『B♪G♪M♪はいらない』　講談社

・池野恋　『ときめきトゥナイト』　集英社

・柊あおい　『星の瞳のシルエット』　集英社

・椎野鳥子　『クローバー』　集英社

・神尾葉子　『花より男子』　集英社

・水沢めぐみ　『姫ちゃんのリボン』　集英社

・矢沢あい　『NANA』　集英社

・慎ようこ　『愛してるぜベイベ★★★』　集英社
・椎名軽穂　『君に届け』　集英社
・中原アヤ　『ダメな私に恋してください』　集英社
・咲坂伊緒　『アオハライド』　集英社
・河原和音・アルコ　『俺物語！！』　集英社
・ましろ　『山田くんと Lv９９９の恋をする』
KADOKAWA
・阿賀沢紅茶　『正反対な君と僕』　集英社
・やまもり三香　『うるわしの宵と月』　講談社

律令体制における国の等級について

社会科学ゼミ
川野　睦喜

要旨

令制国は四等級に分類されているが、延喜式を参照すると単に分類が記載されているのみであり、基準について記載がなく、先行研究においても基準は判明していない。そこで、分類の基準と考えられる要素を用いて等級別の数値を比較し、どの要素に等級区分との相関関係がみられるのかを分析する。

1. 研究背景

律令体制における四等級の分類に関して、「大宝の制では、国を大上中下の四等に分けてある。それは何によって区別したのか詳細はわからない。」とある（和田,1983）。四等級の分類は何を基準としているのか、現在では判明していない。

2. 目的・意義

本研究では、延喜式に記載された令制国の等級区分に基づき、その分類の基準を明らかにする。そうすることで、前近代における旧国の意味や捉え方について、新たな視点を与えることができる。

3. 研究手法

『類聚三代格』巻五では、加賀国を上国とする官符に「件の国、諸々の上国に准ず。課丁田疇その差益。」とみえ、『三代実録』元慶三（879）年二月条には「讃岐の課丁一万三千、管内一万八千町、貢賦の数、諸国を逾ゆ。国司これによりて申請し、大国の例を求む。」とある（和田,1983）。そこで、「課丁田疇その差益」「課丁一万三千」「管内一万八千町」「貢賦の数」という記述から要素を推測した。

※課丁－課役（調・庸・雑徭）を負担する者

※田疇－田畑・耕作地

※貢賦－貢物や税金

※ 町 －面積の単位で 1 町＝約 1.2ha

以上より、《人口》《面積》《税収》《田積》の 4 つの要素には、分類の基準との関係があると考えられ、同時代の資料に記載されている数値（実測値または推測値）をもとに分析を行った。

以下、4 つの要素と等級区分とにおける相関関係の有無を調べるために用いる、具体的な数値について説明する。

《人口》には、「郷数」を用いた。郷数の出典である『和名抄』の成立年代は 931～938 年頃であり、記載されている郷数も 9 世紀前半の民部省に由来する資料を基礎に編まれたものと考えられており、延喜式の成立年と近い。ただし、「陸奥国などは郷数は多いのだが、密度に直すとまさに「地広人稀」であった。」（高島正憲,2012）とあるように、人口が過疎な地域などでは必ずしも郷数の多さは人口の多さを反映していない点には注意がいる。

《面積》には、明治 15 年（1882）年作成『日本帝国統計年鑑 第一回』（太政官統計院編）に示された旧国の面積を使用することを検討したが、明治初期の資料であるため、律令体制下の版図とは多少異なる。そこで今回は、律令体制下の面積に修正した今津勝紀（2022）による値を使用した。

《税収》には、租のみを税の比較対象とすることを前提に、出挙の稲数を租の代替として用いた。ここでの「出挙本稲」の出典は、延喜式の主税式によるものである。

《田積》は、今津勝紀（2022）に示された推測値を用いた。当研究では『拾芥抄』・『和名抄』の 2 つの資料から推測値を求めているが、『拾芥抄』は成立年代が鎌倉時代中期であり、『延喜式』と比べて年代的に差がある。一方、『和名抄』は先述の通り年代的に近いため、本研究では『和名抄』に基づく推測値

を使用する。ただし、他の 3 つの要素と比べるとやや信頼性に劣る点には留意すべきである。

表「郷数」「出挙本稲」「田積(和名抄)」「田積(拾芥抄)」「旧国面積」

国名	郷	本稲	和名抄田積	拾芥抄田積	旧国面積
山城	72	422,070	8,961.70	8,961.00	73
大和	89	554,600	17,905.90	17,005.70	201.4
河内	79	400,954	11,338.40	10,977.00	43.9
和泉	24	227,500	4,569.60	4,126.00	22.4
摂津	67	480,000	12,525.00	11,314.00	93.6
伊賀	18	317,000	4,051.10	4,055.00	47.3
伊勢	81	726,000	18,130.60	19,024.00	231.1
志摩	10	1,700	124	4,917.00	19.7
尾張	62	472,000	6,820.70	11,930.00	104.1
参河	67	477,000	6,820.70	7,054.00	208.6
遠江	89	772,260	13,611.30	12,967.00	196.4
駿河	49	642,534	9,063.20	9,797.00	219.7
伊豆	21	179,000	2,110.40	2,814.00	106.1
甲斐	27	584,800	12,249.90	10,043.00	289.8
相模	61	868,120	11,236.10	11,468.00	128.8
武蔵	98	1,110,754	35,574.70	51,540.00	291.6
安房	28	342,000	4,335.80	4,362.00	34.8
上総	67	1,071,000	22,846.90	22,366.00	140.6
下総	86	1,027,000	26,432.60	32,000.00	206.5
常陸	148	1,846,000	40,092.60	42,038.00	334.8
近江	87	1,207,376	33,402.50	33,450.00	257.1
美濃	119	880,000	14,823.10	45,304.00	402.8
飛騨	12	106,000	6,615.70	1,356.00	268.5
信濃	62	895,000	30,908.80	30,929.00	853.7
上野	88	886,935	30,937.00	28,534.00	407.2
下野	62	874,000	30,155.80	27,460.00	411.7
陸奥	154	1,582,715	51,440.30	45,077.00	2282
出羽	58	973,392	26,109.20	38,628.00	1289.3
若狭	13	241,000	3,077.40	3,139.00	54.7
越前	51	1,028,000	12,066.00	23,576.00	217.6
加賀	28	686,000	13,766.70	12,536.00	147.8
能登	23	386,000	8,205.80	8,479.00	122.7
越中	41	840,433	17,909.50	21,396.00	266.4
越後	33	833,455	14,997.50	23,738.00	767.2
佐渡	17	171,500	3,960.40	4,870.00	56.3
丹波	66	664,000	10,666.00	10,855.00	206.6
丹後	31	431,800	4,756.00	5,537.00	77.1
但馬	58	740,000	7,555.80	7,743.00	165.9
因幡	44	710,878	7,914.80	8,016.00	98.5
伯耆	54	655,000	8,161.60	8,842.00	125.5
出雲	78	695,000	9,435.80	9,968.00	181.6
石見	35	391,000	4,884.90	4,872.00	232.3
隠岐	12	70,000	585.2	624	22
播磨	88	1,221,000	21,414.30	21,236.00	238.5
美作	62	764,000	11,021.30	11,616.00	170.5
備前	48	956,640	13,185.70	13,206.00	94.2
備中	64	743,000	10,227.80	10,883.00	156.5
備後	62	625,000	9,301.20	9,298.00	234
安芸	60	632,000	7,357.80	7,484.00	286.7
周防	36	560,000	7,834.30	7,657.00	189.2
長門	28	361,000	4,603.40	4,769.00	201.5
紀伊	41	470,816	7,198.50	7,119.00	36.7
淡路	14	161,800	2,650.90	2,870.00	381.1
阿波	44	506,500	3,414.50	5,245.00	271.1
讃岐	78	884,500	18,647.50	17,943.00	113.7
伊予	61	810,000	13,501.40	14,825.00	341.5
土佐	41	528,688	6,451.80	6,173.00	454.9
筑前	103	790,063	18,500.00	19,765.00	158.6
筑後	54	623,581	12,800.00	11,377.00	80.8
豊前	43	609,828	13,200.00	13,221.00	136.6
豊後	47	743,842	7,500.00	7,570.00	344.1
肥前	44	692,589	13,900.00	13,462.00	319.8
肥後	98	1,579,117	23,500.00	23,462.00	489.2
日向	28	373,101	4,800.00	8,298.00	511.4
大隅	36	242,040	4,800.00	4,770.00	247.3
薩摩	32	242,500	4,800.00	5,521.00	332.6
壱岐	13	90,000	620	620	8.8
対馬	9	3,920	428	620	44.3
計	3703	43687301	862795.4	952697.7	17752.3
単位		束	町段	町段	方理

4. 結果・考察

4.1 要素《人口》

まず《人口》をみると、表 1 より、旧国を等級別にして郷数を比較すると、等級が上がるに伴って、郷数も増加傾向にある。また、図 1 より、等級別の平均をみることで同様の傾向をみることができる。したがって、「郷数」と等級区分には相関関係を見出すことができる。

表 1 等級別の郷数

下国	郷数	中国	郷数	上国	郷数	大国	郷数
和泉	24	土佐	41	美濃	119	陸奥	154
伊豆	21	大隅	36	筑前	103	常陸	148
伊賀	18	石見	35	遠江	89	武蔵	98
淡路	14	薩摩	32	出雲	78	肥後	98
壱岐	13	安房	28	讃岐	78	大和	89
飛騨	12	長門	28	山城	72	上野	88
隠岐	12	日向	28	摂津	67	播磨	88
志摩	10	能登	23	参河	67	近江	87
対馬	9	佐渡	17	丹波	66	下総	86
		若狭	13	備中	64	伊勢	81
				尾張	62	河内	79
				信濃	62	上総	67
				下野	62	越前	51
				美作	62		
				備後	62		
				相模	61		
				伊予	61		
				安芸	60		
				出羽	58		
				但馬	58		
				伯耆	54		
				筑後	54		
				駿河	49		
				備前	48		
				豊後	47		
				因幡	44		
				阿波	44		
				肥前	44		
				豊前	43		
				越中	41		
				紀伊	41		
				周防	36		
				越後	33		
				丹後	31		
				加賀	28		
				甲斐	27		

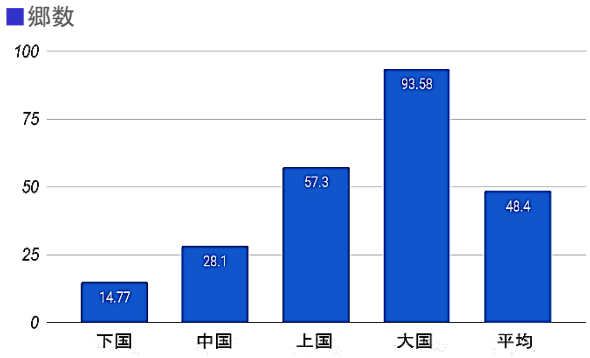


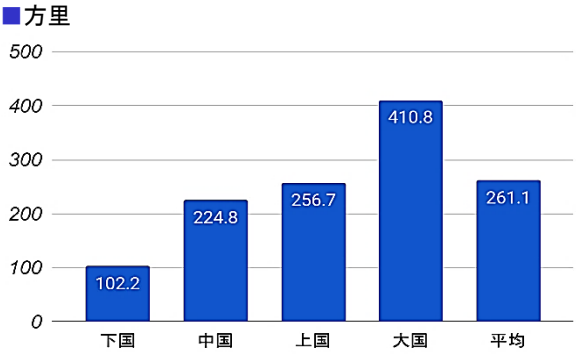
図 1 等級別の郷数の平均

4.2 要素《面積》

《面積》に関して、表 2 より、同じ等級内においても大国の河内国や上国の出羽国のように突出した面積がみられる場合があることが分かる。さらに、図 2 より等級別の平均では、等級が上がると面積も上昇している一方で、中国と上国の差は小さい。以上より、「旧国面積」と等級区分には相関関係を見出すことができない。

表 2 等級別の旧国面積(方里)

下国	面積	中国	面積	上国	面積	大国	面積
淡路	381.1	日向	511.4	出羽	1289.3	陸奥	2282.0
飛騨	268.5	土佐	454.9	信濃	853.7	肥後	489.2
伊豆	106.1	薩摩	332.6	越後	767.2	上野	407.2
伊賀	47.3	大隅	247.3	下野	411.7	常陸	334.8
対馬	44.3	石見	232.3	美濃	402.8	武蔵	291.6
和泉	22.4	長門	201.5	豊後	344.1	近江	257.1
隠岐	22.0	能登	122.7	伊予	341.5	播磨	238.5
志摩	19.7	佐渡	56.3	肥前	319.8	伊勢	231.1
壱岐	8.8	若狭	54.7	甲斐	289.8	越前	217.6
		安房	34.8	安芸	286.7	下総	206.5
				阿波	271.1	大和	201.4
				越中	266.4	上総	140.6
				備後	234.0	河内	43.9
				駿河	219.7		
				参河	208.6		
				丹波	206.6		
				遠江	196.4		
				周防	189.2		
				出雲	181.6		
				美作	170.5		
				但馬	165.9		
				筑前	158.6		
				備中	156.5		
				加賀	147.8		
				豊前	136.6		
				相模	128.8		
				伯耆	125.5		
				讃岐	113.7		
				尾張	104.1		
				因幡	98.5		
				備前	94.2		
				摂津	93.6		
				筑後	80.8		
				丹後	77.1		
				山城	73.0		
				紀伊	36.7		



※1 方里＝約 1.2ha

図 2 等級別の旧国面積の平均

4.3 要素《税収》

《税収》では、表 3 および図 3 より、等級が上がるに伴い、出挙本稲の稲数も増加傾向にある。「出挙本稲」と等級区分には、相関関係を見出すことができる。

表 3 等級別の出挙本稲(束)

下国	稲数	中国	稲数	上国	稲数	大国	稲数
伊賀	317,000	土佐	528,688	出羽	973,392	常陸	1,846,000
和泉	227,500	石見	391,000	備前	956,640	陸奥	1,582,715
伊豆	179,000	能登	386,000	信濃	895,000	肥後	1,579,117
淡路	161,800	日向	373,101	讃岐	884,500	播磨	1,221,000
飛騨	106,000	長門	361,000	美濃	880,000	近江	1,207,376
壱岐	90,000	安房	342,000	下野	874,000	武蔵	1,110,754
隠岐	70,000	薩摩	242,500	相模	868,120	上総	1,071,000
対馬	3,920	大隅	242,040	越中	840,433	越前	1,028,000
志摩	1,700	若狭	241,000	越後	833,455	下総	1,027,000
		佐渡	171,500	伊予	810,000	上野	886,935
				筑前	790,063	伊勢	726,000

				遠江	772,260	大和	554,600
				美作	764,000	河内	400,954
				豊後	743,842		
				備中	743,000		
				但馬	740,000		
				因幡	710,878		
				出雲	695,000		
				肥前	692,589		
				加賀	686,000		
				丹波	664,000		
				伯耆	655,000		
				駿河	642,534		
				安芸	632,000		
				備後	625,000		
				筑後	623,581		
				豊前	609,828		
				甲斐	584,800		
				周防	560,000		
				阿波	506,500		
				摂津	480,000		
				参河	477,000		
				尾張	472,000		
				紀伊	470,816		
				丹後	431,800		
				山城	422,070		

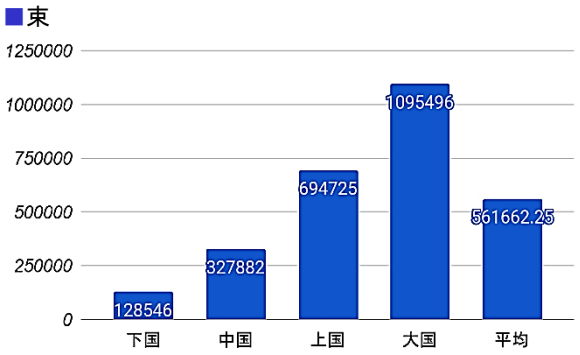


図 3 等級別の出挙本稲の平均

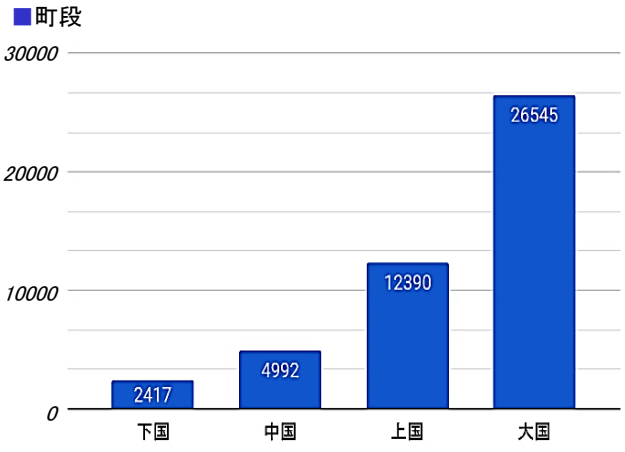
和泉	4,570	土佐	6,452	下野	30,156	常陸	40,093
伊賀	4,051	石見	4,885	出羽	26,109	武蔵	35,575
淡路	2,651	日向	4,800	讃岐	18,648	近江	33,403
伊豆	2,110	大隅	4,800	筑前	18,500	上野	30,937
壱岐	620	薩摩	4,800	越中	17,910	下総	26,433
隠岐	585	長門	4,603	越後	14,998	肥後	23,500
対馬	428	安房	4,336	美濃	14,823	上総	22,847
志摩	124	佐渡	3,960	肥前	13,900	播磨	21,414
		若狭	3,077	加賀	13,767	伊勢	18,131
				遠江	13,611	大和	17,906
				伊予	13,501	越前	12,066
				豊前	13,200	河内	11,338
				備前	13,186		
				筑後	12,800		
				摂津	12,525		
				甲斐	12,250		
				相模	11,236		
				美作	11,021		
				丹波	10,666		
				備中	10,228		
				出雲	9,436		
				備後	9,301		
				駿河	9,063		
				山城	8,962		
				伯耆	8,162		
				因幡	7,915		
				周防	7,834		
				但馬	7,556		
				豊後	7,500		
				安芸	7,358		
				紀伊	7,199		
				参河	6,821		
				尾張	6,821		
				丹後	4,756		
				阿波	3,415		

4.4 要素《田積》

最後に《田積》に関して、表 4 および図 4 より、等級が上がるに伴って田積も増加している。「田積」と等級区分にも相関関係を見出すことができる。

表 4 等級別の田積(町段)

下国	田積	中国	田積	上国	田積	大国	田積
飛騨	6,616	能登	8,206	信濃	30,909	陸奥	51,440



※1 町段＝約 1ha

図 4 等級別の田積の平均

5. 結論・展望

「郷数」「旧国面積」「出挙本稲」「田積」のうち、等級区分との相関関係が見出だせるのは、「郷数」「出挙本稲」「田積」の 3 つである。「旧国面積」では、相関関係を見出すことはできなかった。

相関関係が見出だせる 3 要素について、人口が多ければ税収も増加する、田地が多ければ税収も増加する、というように相互に関連して考えることができる。したがって、最終的には税収に関係している要素に相関関係を見出すことができたため、延喜式の四等級における分類の基準には、税収が大いに関係している可能性が高いと考えられる。

実際に、「摂関期の地方支配関係史料には、『熟国』『亡国』なる語が散見される。一般的に熟国は「大国」「要国」などとも表記され税収が豊かで国家にとって重要な国のことであり一方亡国は「亡弊国」難国」「難治之国」とも記され、税収が不安定でありかつ統治がけについては困難な国という国の評価を示す言葉である。」（神戸航介,2016）とあるため、旧国を評価する際に税収を重視していた点とも、本研究の結論は合致する。

今回の研究では、税収に関する要素には出挙のみを用いた。税には他にも様々な種類があるため、税の種類を増やして、今後も同様に分析を行っていきたい。

6. 引用文献・参考文献

・和田英松（1983,所功校訂）『新訂 官職要解』講談社
・高島正憲（2012）「日本古代における農業生産と経済成長：耕地面積、土地生産性、農業生産量の数量的分析」一橋大学経済研究所, https://hdl.handle.net/10086/22178（2023 年 2 月 15 日）
・今津勝紀（2022）「人口動態よりみた日本の古代」文明動態学, 1(0), 3-20
・神戸航介（2016）「熟国・亡国概念と摂関期の地方支配」日本研究, 52(0), 7-31
・坂本信太郎（1979）「「延喜式」から見た諸国の産物表」早稲田商学, 0(281), 79-130
・海野聡（2009）「古代地方官衙政庁域の空間構成」日本建築学会計画系論文集, 74(645), 2495-2500
・齊藤忠光（2014）『日本の国郡区域と新しい広域行政区画の展望』地図(ジャーナル), 52(2), 1-16
・公的統計テキストデータベース『日本統計年鑑・帝国統計年鑑』日本学術振興会 人文学・社会科学データインフラストラクチャー構築推進事業 一橋大学経済研究所, https://d-infra.ier.hit-u.ac.jp/Japanese/govstat-database/statistical-yb/1882/（2023 年 2 月 15 日）

泉佐野市に塾の助成金を出してもらおう！

所属ゼミ　社会科学ゼミ
名前　神藤　彩耶

要旨

近年、中学生の通塾率は年々上昇している。一方、塾に通っていない、通塾開始時期が遅かった生徒は受験で不利な状態にある。また、親の経済力、学力が子どもの学力に影響を与えることが分かっている。私はこの不平等な状況に疑問を持った。この状況を改善するために、本プロジェクトでは泉佐野市在住の中学生の通塾データの収集、分析、先行事例の調査、市議会での質問を通して、大阪府泉佐野市に教育バウチャー制度導入を目指している。令和５年６月９日泉佐野市議会令和５年６月定例会で泉佐野市長が教育バウチャー制度導入を表明し、検討が始められている。

Ａｂｓｔｒａｃｔ

These days, more and more junior high school students are going to cram school. On the other hand, students who do not go to cram school or go there later than others are at a disadvantage. In addition, children's academic abilities are influenced by their parents' ones and their parents' incomes.

In order to get out of this situation, the purpose of this project is to suggest a system of education vouchers to Izumisano-city by collecting the data on going to cram school, analyzing it, studying earlier cases and proposing it. In the city assembly, on 9 th June 2023, the mayor of Izumisano-city stated that Izumisano-city is to introduce a system of education vouchers.

1．はじめに

本プロジェクトは筆者の出身地である大阪府泉佐野市において、泉佐野市議会を通じ、塾代助成の教育バウチャー制度（以下、教育バウチャー制度）導入を目指すプロジェクトである。

２．研究背景

近年、公立中学校に通う生徒の通塾率は 70.4％（文部科学省, 2022a）であり、年間の学習塾費の平均値は図 1 の通り、平成 14 年の 21.5 万円（文部科学省, 2003）から令和 3 年の 35.6 万円（文部科学省, 2022a）と約 10 年間でおよそ 10 万円増加し、家計への負担が年々増している。また、世帯の年間収入が増加するにつれておおむね支出が増加する傾向がみられると示されている（文部科学省, 2022a）。所得と学力の関連性についての調査によれば、両親の最終学歴が高いほど子はより多くの教育投資を受ける傾向にあり、小学 6 年生、中学 3 年生時の国語、算数、数学のテストが高くなっており、世帯所得と子どもの学力の間にある正の相関は、親の学校外教育支出や学歴等を通じて影響している可能性を指摘している（野崎・樋口・中室・妹尾, 2018）。

佐藤（2006）も、上層ホワイトカラー階級ほど世代間継承の傾向が強まり、高学歴者ほど大企業や官公庁に入職する可能性が高いことから、教育階層による格差が生じていることを指摘している。なお、大阪府の中学生の通塾率は、全国学力学習状況の生徒質問の回答によると、71.2％となっており、全国の中学生の通塾率 63.4％（文部科学省, 2022b）に比べると通塾率が高い。

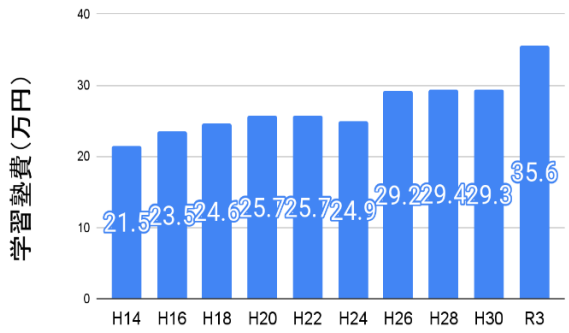


図1　日本の中学生年間学習塾費　（文部科学省より作成）

3. 研究目的･意義

先行研究によって、世帯収入が増加するほど学校外教育支出が増加し、子が高い学力を保持しやすく、子の高学歴化につながること（野崎･樋口･中室･妹尾, 2018）、高学歴者ほど収入の高い職に付き、その人達が世代間で階級を継承していることが分かった（佐藤, 2006）。つまり、世代間にわたる階層の固定化が明らかとなった。また、大阪府は通塾している中学生が多いため、他の通塾率の低い地域と比較すると、塾に通っていない子は受験で不利な状況に陥りやすいと考えられる。これらのことから、日本、大阪府内での教育格差拡大を食い止め、貧困サイクルからの脱却、年々増加する学習塾費による各家庭の経済的負担の軽減を目的としたバウチャー制度を泉佐野市に導入することを目的とした活動を行う。また、バウチャー制度によって期待される事柄をまとめたものが図2である。

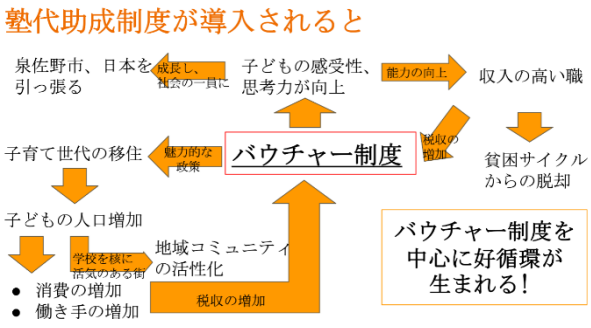


図2　バウチャー制度導入による社会への期待事項

図２の通り、塾代助成事業を中心に好循環が生まれ、本プロジェクトの当初の目的である教育格差拡大の食い止め、貧困サイクルからの脱却の他に泉佐野市、大阪府、日本の発展への寄与が期待される。つまり、バウチャー制度は子どもたちの未来への投資のみならず、泉佐野市やその周辺地域、日本の未来への投資に繋がるだろうと考える。

４．研究手法

本プロジェクト達成のため以下のＡからＣの方法をとった。

A)　中学生の通塾の現状、通塾率と学力の相関関係を調査しバウチャー制度導入の妥当性を示すため、泉佐野市内の公立中学校に通う生徒（以下、中学生）（1906 名）、現在、南大阪地域で大学進学率の高い岸和田高校に通う泉佐野市民（以下、岸高生）（82 名）を対象に図３のようなアンケートを実施し、得られた各データ、泉佐野市ホームページに掲載されている令和 3 年度の全国学力学習状況調査（泉佐野市、2021 年）（以下、学力調査）の結果を比較する。

B)　先行実施している大阪市塾代助成事業に対する知見を深め、泉佐野市にバウチャー制度を導入した場合の制度設計の参考とするため、大阪市こども青少年局職員の方に事業についてインタビューを行い、泉佐野市においての制度案の参考にする。

C)　A)で得られたデータを用い、発表スライド、原稿を作成し、市議会議員の代弁という形で、泉佐野市議会定例会にて制度導入の必要性を訴える。

中学生向け：過去、現在の習い事、通塾経験、通い始めた時期、今後の通塾の予定 岸高生向け：出身中学、中学時代の通塾、通い始めた時期

図3　A のアンケート内容

５．結果・考察

A)のアンケート結果から、中学生の通塾率は61.0%だったのに対し、岸高生の中学時代の通塾率は86.6%であった。学校によって全校生徒数も違い、回答者の学年の違いもあり、完璧に正確な数字とは言えないが、進学校である岸和田高校に通う生徒の通塾率は高かったことがわかる。また、文部科学省（2022a）によれば、大阪府全体の中学生の通塾率が71.2%で、泉佐野市の生徒は通塾率が高い大阪にある他市の中学生に比べて受験で不利になっている可能性が高いと考えられる。図４より、中学生の52.4%は中学１年生までの段階で通塾していることが分かった。このことから中学２年生以降から通塾する生徒と通塾経験のない生徒の合計は48.1%で、それ以前から通塾している生徒に比べて受験で不利であると考える。また、習い事経験のない中学生（429人）のみを抽出した通塾率は44.3%と、通塾していない中学生は通塾以外の習い事経験者も少ない傾向が見られた。

次に、学力調査のスコアが高い順からA、B、C、D、E学校とする。最もスコアが高かったA学校の通塾率は63.9%、最もスコアが低かったE学校の通塾率は54.3%（図６）だった。各学校の学力調査のスコアと通塾率の相関関係を求めたところ、相関係数は0.81であり、2つのデータ間に強い相関関係が確認された。このことから通塾率と学力の間に相関関係があると考えられる。

B)の大阪市役所インタビューによると、大阪市は小学５年生から中学３年生を対象に学校外教育費に対して毎月１万円給付していることが分かった。大阪市は子どもの成績向上より、子どもの幸福を目的とし、2012年９月から助成事業を導入した。当初は所得制限を設け、西成区民のみを対象とし、段階的に対象を拡大していった（表１）。 令和４年度大阪市塾代助成事業の実施状況（大阪市,2022）によると、利用者の77.3%の定期テスト等の点数が上昇し、保護者の90.1%が経済的余裕ができたと回答した。

C)令和４年９月28日、泉佐野市議会令和４年９月定例会（https://youtu.be/PqG2Drn06hE 7:20～14:19）にて作成したスライド、原稿により、議員による代弁という形で、公式にバウチャー制度導入を訴えた。市内在住の全中学生に対して大阪市モデルの毎月１万円の支援を行うとし、運営事業費を年間２億円と仮定すると、泉佐野市の令和３年度の教育費決算額である43.5億円の約5%を占めると推定された。この際、泉佐野市長の千代松氏はバウチャー制度のニーズを認める答弁があったが、他の教育活動に対する支援を重要視する考えを示した。

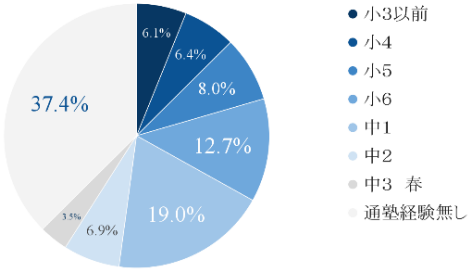


図4 通塾開始時期

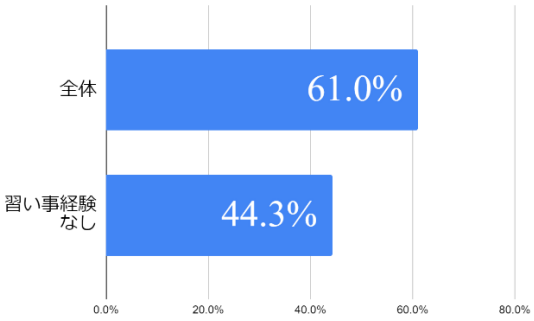


図5 通塾率

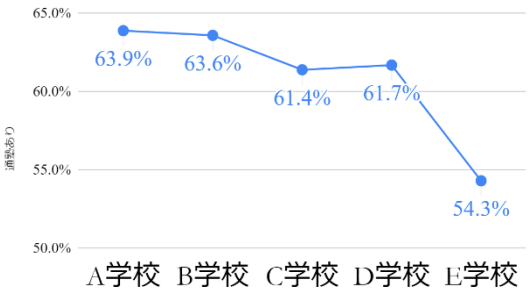


図6 中学校別泉佐野市在住中学生通塾率

表1　大阪府塾代助成事業対象者

	西成区		大阪市全域
期間	H24 年 9 月～H25 年 11 月	H25 年 12 月～H27 年 9 月	H27 年 10 月～
対象	就学援助制度又は生活保護受給者		所得制限額未満の者
要件	約 1,000 人	約 19,000 人	約 30,000 人 （中学生の約 5 割）

６．結論・展望

結果より、教育格差の拡大は公立中学に通う生徒間でも見られ、同じ泉佐野市内でも地域ごとの通塾率にも差が見られた。また、通塾率が高いほど学力が高いこと、先行して実施されている大阪市塾代助成事業が児童、生徒の学力を上昇させ、家計の経済的負担を軽減させていること、千代松氏がバウチャー制度の需要に理解を示していることから、泉佐野市にバウチャー制度を導入することは妥当であると考えられる。2023 年 6 月 9 日、泉佐野市議会令和 5 年 6 月定例会にて、千代松氏は泉佐野市でも塾代助成事業を始める考えを述べた。現在検討されている泉佐野市版塾代助成事業では、対象者が生活保護基準の 1.5 倍以下の所得世帯の小学 5 年生から中学 3 年生で、支給額が毎月 5000 円、塾以外の習い事でも利用可能である。ただし、泉佐野市の習い事事業者のみが対象となる見込みである。

以上、本プロジェクトによって一定の成果が得られたが、大阪市に比べると対象者、助成金額、対象事業者が不十分であることは課題として残る、かつて大阪市が対象範囲を広げていったように、泉佐野市でもより多くの子どもたちが恩恵を受けられるようにしていくための活動をすることを今後の課題としたい。また、この研究によって初めて泉佐野市在住中学生の通塾状況が判明したため、この結果を用いて、学校外教育の充実だけでなく、現在の学校内教育の改善、新たな学校内教育活動の創造に繋がると期待される。

７．謝辞

本プロジェクトの遂行にあたり、泉佐野市議会議員大和屋貴彦氏、大阪府立岸和田高等学校俣野文孝教諭、米田あい教諭から多大な助言、ご協力頂きました。ここに感謝の意を表します。また、アンケートに協力してくださった泉佐野市立中学 5 校の教職員、生徒の皆様に感謝申し上げます。

８．引用文献、参考文献

大阪市(2022).「大阪市塾代助成事業の実施状況（令和 4 年 1 月末現在）」.
https://www.city.osaka.lg.jp/kodomo/cmsfiles/contents/0000212/212697/teisei0401.pdf. 2022 年 8 月 8 日.
大阪市「塾代助成事業」.
https://www.city.osaka.lg.jp/kodomo/page/0000212697.html. 2022 年 5 月 26 日.
佐藤 嘉倫 (2009).「現代日本の階層構造の流動性と格差」.『社会学評論』.59 (4) 632-647.
泉佐野市 (2021).「令和 3 年度 全国学力・学習状況調査分析結果」.
https://www.city.izumisano.lg.jp/kakuka/kyoiku/gakkokyoiku/menu/gakuryoku/8144.html. 2022 年 5 月 16 日.
東京都福祉保健局「受験生チャレンジ支援貸付事業」.
https://www.fukushihoken.metro.tokyo.lg.jp/seikatsu/teisyotokusyataisaku/jukenseichallenge.html. 2022 年 5 月 26 日.

野崎華世 樋口美雄 中室牧子 妹尾渉 (2018).「親の所得・家庭環境と子どもの学力の関係：国際比較を考慮に入れて」.『NIER Discussion Paper Series No.008』.
文部科学省(2003).「平成 14 年度 子どもの学習費調査」.
http://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/chousa03/gakushuuhi/1268091.htm.2022 年 12 月 22 日.
文部科学省 (2019).「平成 30 年度子供の学習費調査」.
https://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/chousa03/gakushuuhi/kekka/k_detail/mext_00102.html. 2022 年 5 月 16 日.
文部科学省 (2022a).「令和 3 年度子供の学習費調査」.
https://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/chousa03/gakushuuhi/kekka/k_detail/mext_00001.html.2022 年 12 月 22 日
文部科学省(2022b).「令和 3 年度　全国学力・学習状況調査　調査結果資料」.
https://www.nier.go.jp/21chousakekkahoukoku/factsheet/27_osaka/27m_21ag.pdf. 2023 年 4 月 21 日.

フェアトレード商品の購入につなげる有効な販売方法と消費者の意識改善

所属ゼミ　家庭ゼミ
名前　南 紗希

要旨

今日、世界では貧困やそれに伴う児童労働が問題になっている。この深刻な問題の改善につながる取り組みの一つとしてフェアトレードというものがある。フェアトレードは発展途上国の生産者やその家族の生活をより良いものにすることができる。しかし、日本ではこの取り組みがあまり広まっていない。そこで、一人でも多くの人にフェアトレードを知ってもらい、フェアトレード商品の購入につなげたいと思い、この研究を行った。また、先行研究からフェアトレードにはアピールが足りていないのではないかと考えた。そこで、フェアトレード商品をアピールすることによる売上の変化を調べること、フェアトレードの認知度を高めてフェアトレード商品の購入者を増やすこと、を目的とし、研究を行った。この研究では主に４つの研究を行った。１つ目はフェアトレード産品・商品を扱うお店の経営者へのインタビューである。インタビューの結果、フェアトレード産品・商品を扱うメリットは「安心安全なものを提供できること」、デメリットは「認証にお金がかかること」という意見をいただいた。2 つ目はフェアトレード商品の購入経験に関するアンケートである。アンケートでフェアトレード商品を買ったことがあるかを質問したところ、6 割以上の人が「買ったことがない」と回答した。また、買ったことがないと回答した人にその理由を聞くと、「フェアトレードのことをよく知らないから」「どれがフェアトレード産品/製品なのか区別がつかないから」「どこでフェアトレード産品/製品を売っているのか分からないから」などの回答が多かった。3 つ目は店舗での売上検証である。この研究では、フェアトレード商品をアピールすることによる売上の変化を調べた。結果はアピールする前の週よりも売上数が 5 倍以上増加した。よって、フェアトレード商品をアピールすることは商品の売上数の増加につながることが分かった。4 つ目は、出張授業である。主に子どもと高齢者を対象にして、フェアトレードに関する授業を行った。授業を通して、ほとんどの人がフェアトレードについて理解することができた。また、子どもを対象にするより、大人を対象に授業を行うほうがより効果的だと分かった。また、研究全体を通して、僅かではあるが、貧困や児童労働で苦しんでいる発展途上国の生産者やその家族などの生活の向上につなげることができた。

1. 研究背景

今日、世界では貧困やそれに伴う児童労働が問題になっている。世界において、1 日 1.9 ドル（＝約 200 円）で生活している極度の貧困層にあたる人口は約 7 億 2900 万人に達すると発表されている（世界銀行、2020）。また、児童労働者は約 1 億 6000 万人と推定されていて（国際労働機関、2021）、これは世界の子供の約 10 人に 1 人が労働していることになる。このような問題を招く原因の１つとして挙げられるのが、発展途上国で生産された原料や製品がその価値に見合わない価格で取引されることがあるという問題だ。これにより、この問題に直面している多くの生産者は十分な利益を受け取ることができず、貧困に陥っている。これは、児童労働を招き、子どもたちの教育の場

を奪うことにもつながる。さらに、貧困に耐えられなくなった生産者の中には、これまで栽培していたものより儲かることを理由に違法薬物を栽培している人もいる。また、生産している原料や商品の相場価格を知らない生産者は、この問題に気づくことすらできない場合も多い。このような生産者やその家族など、多くの人々の生活を支える活動の一つにフェアトレードがある。フェアトレードとは、発展途上国の原料や製品を公正な価格で継続的に購入することにより、立場の弱い発展途上国の生産者や労働者の生活改善と自立を目指す貿易の仕組みのことである。また、このような公正な取引のもとで販売されている商品をフェアトレード商品という。フェアトレード商品には、コーヒーやカカオをはじめ、バナナやコットン製品など様々なものがある。フェアトレードは一般的な貿易よりも生産から販売に至るまでに関わる人や企業の数が少ない。一般的な貿易は、生産者と消費者との間に、仲介人や輸出業者、輸入業者など様々な人や企業が関わるのに対し、フェアトレードは、それらの役割をフェアトレード団体などの団体がまとめて行う。そのため、それぞれが受け取れる利益がより多くなるのである。つまり、フェアトレードを行うことは、発展途上国の人々の生活を向上させることにつながるのだ。しかし、良い取り組みにも関わらず、日本ではあまり広まっていないのが現状だ。特に、日本では普及が遅れていて、フェアトレードの認知度は３割ほどである。そこで、研究を通して、フェアトレードを一人でも多くの人に認知してもらうと同時に、フェアトレード商品の購入につなげるための有効な方法を明らかにしたいと考えた。

2. 研究目的・意義

まず、研究を進めるにあたって、フェアトレード商品の購入の現状について調べた。2015 年に渡辺龍也氏が全国の 15～69 歳 1076 人を対象に行った先行研究(表 1)によると、「フェアトレード商品を買ったことがない」と回答した人は全体（フェアトレード認知者 315 人）の 57.8%にも及んでいる。また、「フェアトレード商品を買ったことがない」と回答した人(281人)にその理由を聞くと（複数回答可）(表 2)、「どれがフェアトレード製品/産品なのか区別がつかないから」(34.1%)、「どこでフェアトレード製品/産品を売っているか分からないから」(34.1%)、「フェアトレード製品/産品を売っている店が近くにないから」(30.2%)という回答が多かった。しかし、フェアトレード商品はスーパーやコンビニエンスストアでも販売されていることが多くなってきている。そのため、フェアトレードにはアピールが足りていないのではないかと仮説を立てた。また、この研究では、フェアトレード商品をアピールすることによる売上の変化を明らかにすること、フェアトレードを広める活動や店舗での売上検証を通してフェアトレードの認知度を高め商品購入者を増やすことを目的としている。そして、この研究を行うことは、貧困や児童労働で苦しんでいる発展途上国の生産者やその家族などの生活の向上につながる。

表 1 フェアトレード商品の購入経験(2015)

フェアトレード製品の購入経験（%は購入経験者に占める割合）		全体			男			女		
		今回		前回	今回		前回	今回		前回
		人数	%	%	人数	%	%	人数	%	%
買ったことがない	見たことも、買ったこともない	100	31.7	33.3	60	41.7	41.0	40	23.4	27.3
	見たことはあるが、買ったことはない	70	22.2	26.4	33	22.9	27.0	37	21.6	26.0
	買ったことはないが、もらったことはある	12	3.8	4.7	3	2.1	6.6	9	5.3	3.2
	計	182	57.8	64.5	96	66.7	74.6	86	50.3	56.5
買ったことがある	1回だけ試しに買ったことがある	51	**16.2**	15.6	18	12.5	10.7	33	19.3	19.5
	年に1回の割合で買っている	27	**8.6**	4.3	9	6.3	2.5	18	10.5	5.8
	半年に1回の割合で買っている	17	**5.4**	4.7	6	4.2	4.1	11	6.4	5.2
	3か月に1回の割合で買っている	18	**5.7**	4.3	8	5.6	4.1	10	5.8	4.5
	月に1回の割合で買っている	10	**3.2**	1.4	3	2.1	0.0	7	4.1	2.6
	月に2~3回の割合で買っている	3	**1.0**	0.0	2	1.4	0.0	1	0.6	0.0
	毎週買っている	2	**0.6**	1.1	0	0.0	0.8	2	1.2	1.3
	その他	5	**1.6**	4.0	2	1.4	3.3	3	1.8	4.5
	計	133	**42.2**	35.5	48	33.3	25.4	85	49.7	43.5

フェアトレード製品を買ったことがない理由	2015年					
	全体	%	男	%	女	%
フェアトレードのことをよく知らないから	35	19.2	20	20.8	15	17.4
どれがフェアトレード製品／産品なのか区別がつかないから	62	34.1	40	41.7	22	25.6
どこでフェアトレード製品／産品を売っているのか分からないから	62	34.1	24	25.0	38	44.2
フェアトレード製品／産品を売っている店が近くにないから	55	30.2	23	24.0	32	37.2
フェアトレード製品／産品が魅力的でないから	20	11.0	9	9.4	11	12.8
値段が高いから	22	12.1	7	7.3	15	17.4
品質に不安があるから	3	1.6	1	1.0	2	2.3
本当に国際貢献になるのかどうか分からないから	15	8.2	8	8.3	7	8.1
フェアトレードそのものに賛同できないから						
その他	7	3.8	4	4.2	3	3.5

表 2 フェアトレード製品を買ったことがない理由(2015)

3. 研究手法

3.1 インタビュー

フェアトレード産品や商品を扱うお店の経営者にインタビューを行った。今回は、大阪府岸和田市にあり、フェアトレードのコーヒー豆を扱っている「Ma'am Tama」というカフェの経営者にインタビューを行った。実際にフェアトレード産品や商品を扱っている立場から考える、フェアトレード産品・商品を扱うことのメリットとデメリットを聞いた。

3.2 アンケート

岸和田高校の生徒(233 人)と kcp(一般社団法人岸和田シティプロモーション推進協議会)(96 人)を対象にアンケートを実施した。先行研究でのアンケートは 2015 年に実施されたもので最新とは言い難いことと、身近な人の現状も知りたいという思いからこのアンケートを実施した。まず、質問 1 として、「どのパッケージの商品を買いたいですか？買いたいと思う商品を下の画像から 1 つ選んでください。ただし、値段、中身は同じものとします。」という質問をした。選択肢は、図 1～5 の 5 つとし、それぞれ 1 ～5 と番号をつけた。また、選んだ理由も記述できるようにした。質問 2、3 は先行研究のアンケートと内容を揃え、フェアトレード商品の購入に関する質問をした。まず、フェアトレード商品の定義を示した上で、質問 2 として、「フェアトレード商品の購入経験について教えて下さい」という質問をした。この際、「見たことも、買ったこともない」「見たことはあるが、買ったことはない」「買ったことはないが、もらったことはある」「1 回だけ試しに買ったことがある」「年に 1 回の割合で買っている」「半年に 1 回の割合で買っている」「3 ヶ月に 1 回の割合で買っている」「月に 1 回の割合で買っている」「月に 2～3 回の割合で買っている」「毎週買っている」「その他」という選択肢を設けた。また、「その他」を選択した場合は、その内容を記述できるようにした。次に、質問 2 でフェアトレード商品を購入したことがないと回答した人(「見たことも、買ったこともない」「見たことはあるが、買ったことはない」「買ったことはないが、もらったことはある」のどれかを選択した人) を対象に質問 3 を行った。質問 3 の内容は「フェアトレード商品を買ったことがない理由を教えて下さい」というものである。この際、「フェアトレードのことをよく知らないから」「どれがフェアトレード商品なのか区別がつかないから」「どこでフェアトレード商品を売っているのか分からないから」「フェアトレード商品を売っている店が近くにないから」「フェアトレード商品が魅力的でないから」「値段が高いから」「品質に不安があるから」「本当に国際貢献になるかどうか分からないから」「フェアトレードそのものに賛同できないから」「その他」という選択肢を設けた。また、「その他」を選択した場合は、その内容を記述できるようにした。最後に、質問 4 として、「フェアトレード商品ではない商品とフェアトレード商品があるとします。フェアトレードではない商品が「100 円」のとき、フェアトレード商品に何円までなら払えますか？最も当てはまるものを選んでください。」という質問をした。この際、「100 円」「110 円」「120 円」のように、100～290 円を 10 円ずつ区切って選択肢とした。また、「300 円以上」「値段は気にしない」という選択肢も設けた。



図 1　パッケージ1



図 2　パッケージ2



図 3　パッケージ3



図 4　パッケージ4



図 5　パッケージ5

3.3 売上検証

フェアトレード商品の売上が、商品やフェアトレードをアピールすることでどのように変化するのかを検証した。検証はセブン-イレブン岸和田宮本町店にご協力していただいた。期間は 3 週間で、1 週間ごとの売上数と検証前の売上数を比較した。検証に用いた商品は、「食べやすい高カカオチョコレートカカオ 77%」である。通常時は他のチョコレート商品と同様に並べてあるこの商品を、レジ前やレジに繋がる通路などの目に付きやすい場所に配置し、商品やフェアトレードを説明するポップを装飾することでアピールした。使用したポップは図 6～13 である。



図 6　ポップ



図 7　ポップ



図 8　ポップ

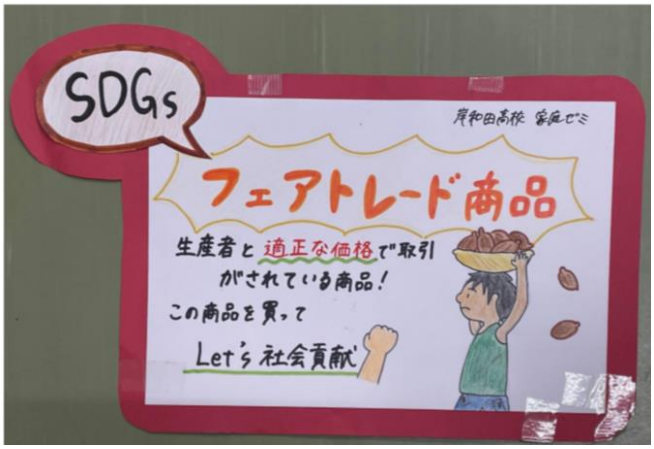


図 9　ポップ

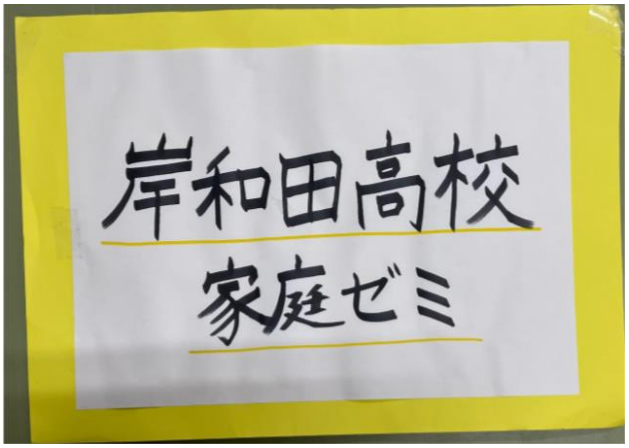


図 10　ポップ

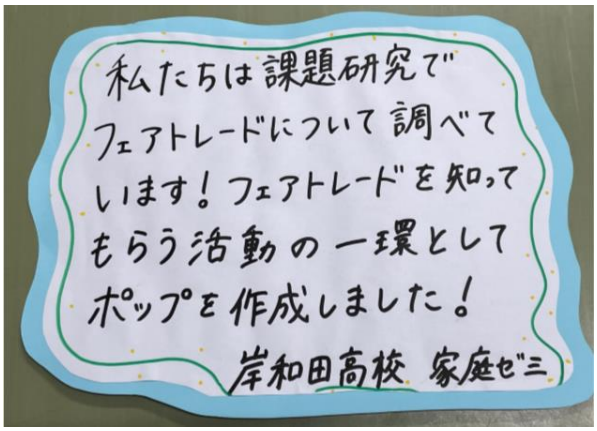


図 11　ポップ

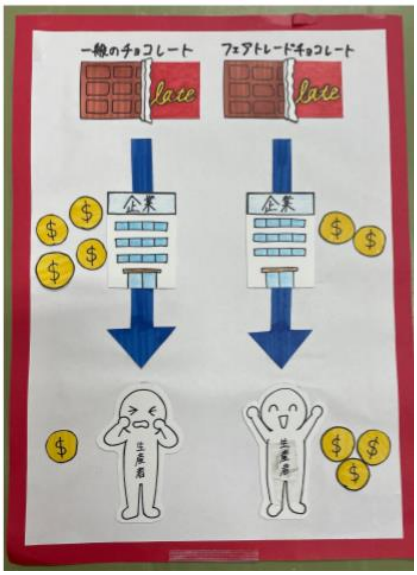


図 12　ポップ

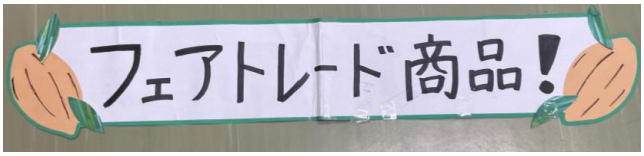


図 13 ポップ

4-4. 出張授業

フェアトレードを広める活動として出張授業を行った。大阪府岸和田市にある「光明地区公民館」と「街かどディハウス希望」の 2 箇所で行った。光明地区公民館では主に小学生（大人 4 人, 子ども 6 人）を対象に行い、街かどディハウス希望では高齢者（8 人）を対象に行った。授業は、フェアトレードのことをわかりやすく説明した紙芝居や図（図 14, 図 15）を用いて、表 3 のような内容で行い、最後に感想を書いてもらった。また、街かどディハウス希望では配布資料（図 16）も用いた。

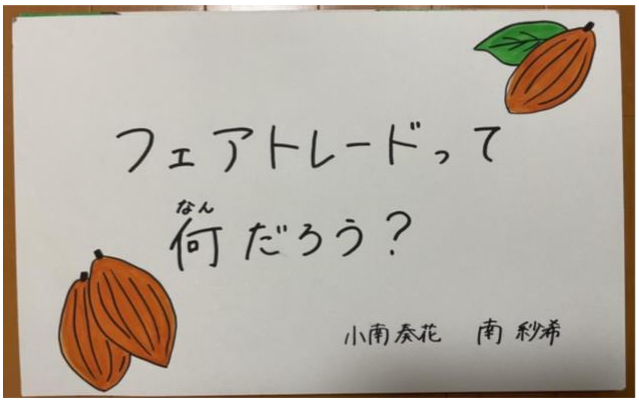


図 14 紙芝居（表紙）

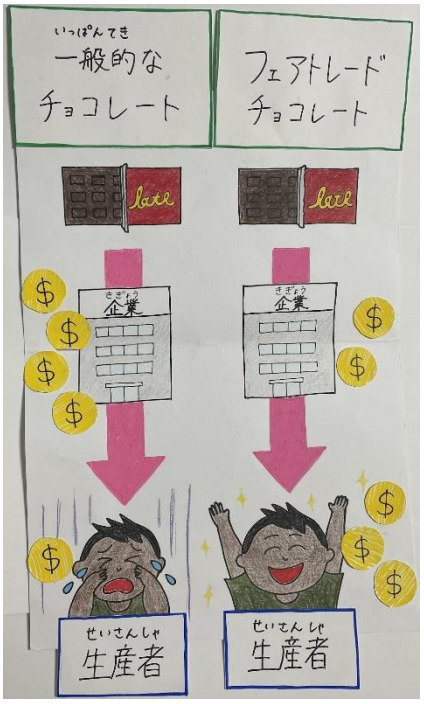


図 15 フェアトレードの仕組みを表す図

表 3　出張授業の指導案

主な学習内容	指導上の留意点	主な資料等
1. 自己紹介		
2. チョコレートについての問いかけ	チョコレートを食べたことある人もない人もイメージできるようにする チョコレートの話からそれないようにする	
3. 2 枚のチョコレートのパッケージの写真を見る	一方にはラベルが入っていることに気づかせる	2 枚のチョコレートの写真
4. フェアトレードラベルをピックアップして何のマークか考える（3 択クイズ）		フェアトレードラベルの写真
5. フェアトレードについて知る ・フェアトレードとは？ ・商品例 ・世界の現状（児童労働等）	研究内容を簡単に伝える 具体的な商品例の写真を見せて理解しやすくする 板書ではなく画用紙に書いたものを使用	具体的な商品の写真
6. 紙芝居		紙芝居
7. まとめ	フェアトレード商品の購入を強制させないような伝え方をする	
8. これからどのような選び方をすると良いのか考える	単純にフェアトレード商品を選べばいいという考え方ではなく、現状を知った上で選ぶ考え方をする（生産者のことも消費者のことも考える）	
9. 感想を書く		感想の紙

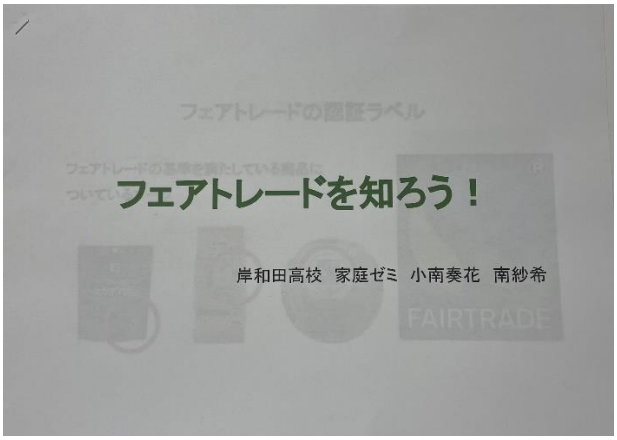


図 16　配布資料（表紙）

５．結果

５－１．インタビュー

メリットは、「自分でその食材がどのように生産や取引されているかをすべて説明できるので安心、安全なものを提供できること」。一方でデメリットは、「認証を受けるためにお金がかかること」と教えていただいた。また、「フェアトレードなら何でも良いわけではなく、商品がどのようにして自分の手に渡っているのかを考えることが大切」とも教えていただいた。

5-2. アンケート

アンケートの結果、質問 1 は図 17、図 18 のような結果となった。岸和田高校生徒と kcp どちらにおいても同じような結果となった。理由としては、「美味しそうだから」「見慣れているから」「おしゃれだから」などが多かった。パッケージ３はフェアトレードラベルや文章によって、購入が発展途上国の支援につながることが示されているものの、それほど多くの回答は得られなかった。しかし、パッケージ３を選択した人の多くは、社会貢献ができるという理由で選んでいた。この質問は曖昧な結果となってしまったため、考察等は行わなかった。質問 2 は表 4、表 5 のような結果が得られた。また、この結果を円グラフにまとめた（図 19、図 20）。岸和田高校生徒と kcp どちらにおいても、「見たことも、買ったこともない」がという回答が最も多い。さらに、フェアトレード商品を買ったことがない人の割合は、岸和田高校生徒においては約 79.0%、kcp においては約 61.5%である。また、kcp は岸和田高校生徒よりもフェアトレード商品を買ったことがある人の割合が多く、購入も一度切りではなく、継続的であることが分かる。しかし、全体的には、先行研究（表 1）と大差がなく、フェアトレード商品を買ったことがない人の割合が多い。また、その他の意見として、「特に意識したことがない」「目に留まれば買う」などがある。質問 2 は表 6、表 7 のような結果が得られた。また、この結果を円グラフにまとめた（図 21、図 22）。「フェアトレードのことをよく知らないから」「どれがフェアトレード産品/製品なのか区別がつかないから」「どこでフェアトレード産品/製品を売っているのか分からないから」の 3 つの回答が、岸和田高校生徒と kcp どちらにおいても多い。これは先行研究（表 2）と比較しても大差がない結果である。しかし、「フェアトレードのことをよく知らないから」という回答において、kcp が、岸和田高校生徒と比較するとかなり多くの割合を占めている。また、その他の意見として、「メリットが感じられないから」「自分で買い物をしないから」などがある。質問 4 は図 23、図 24 のような結果となった。岸和田高校生徒と kcp どちらにおいても、150 円を境に回答が大きく減少した。しかし、この質問も結果が曖昧になってしまったため、考察等は行わなかった。

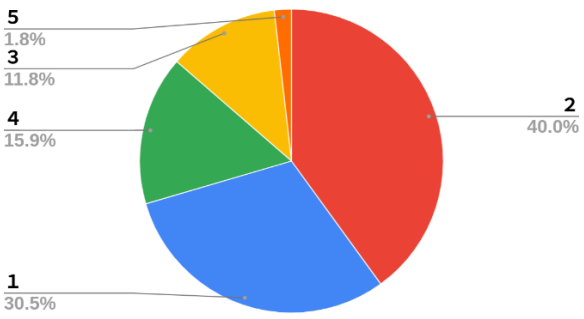


図 17　購入につながるパッケージ
（岸和田高校生徒）

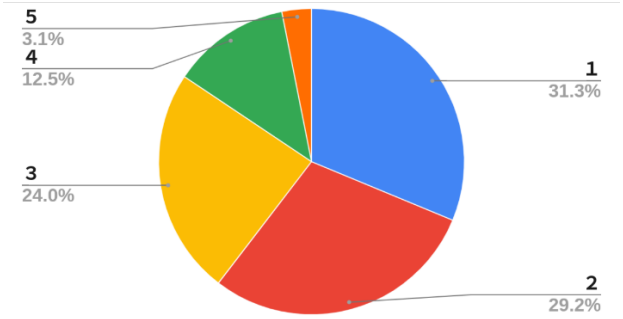


図 7　購入につながるパッケージ

（kcp）

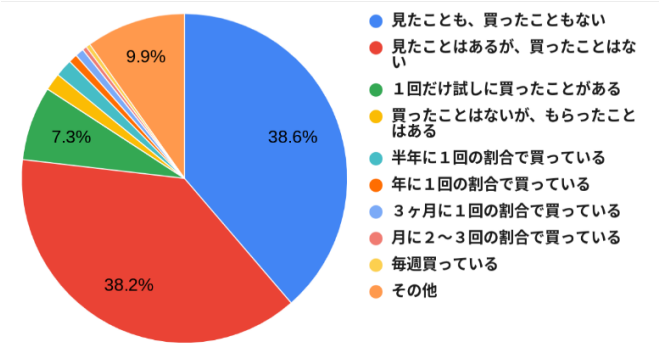


図 19　フェアトレード商品の購入経験

（岸和田高校生徒）

表 4　フェアトレード商品の購入経験

（岸和田高校生徒）

フェアトレード商品の購入経験（%は購入者に占める割合）		人数	%
買ったことがない	見たことも、買ったこともない	90	38.6
	見たことはあるが、買ったことはない	90	38.6
	買ったことはないが、もらったことはある	4	1.7
	計	184	79.0
買ったことがある	1回だけ試しに買ったことがある	17	7.3
	年に1回の割合で買っている	2	0.8
	半年に1回の割合で買っている	4	1.7
	3ヶ月に1回の割合で買っている	2	0.8
	月に1回の割合で買っている	0	0.0
	月に2～3回の割合で買っている	1	0.4
	毎週買っている	1	0.4
	その他	22	0.9
	計	49	21.0

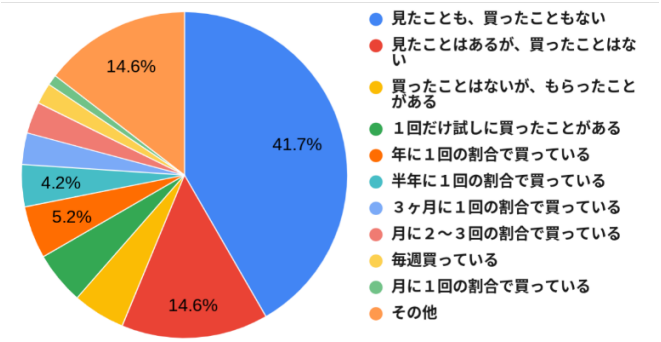


図 20　フェアトレード商品の購入経験

（kcp）

表 5　フェアトレード商品の購入経験

（kcp）

フェアトレード商品の購入経験（%は購入者に占める割合）		人数	%
買ったことがない	見たことも、買ったこともない	40	41.7
	見たことはあるが、買ったことはない	14	14.6
	買ったことはないが、もらったことはある	5	5.2
	計	59	61.5
買ったことがある	1回だけ試しに買ったことがある	5	5.2
	年に1回の割合で買っている	2	2
	半年に1回の割合で買っている	3	3.1
	3ヶ月に1回の割合で買っている	5	5.2.
	月に1回の割合で買っている	3	3.1
	月に2～3回の割合で買っている	4	4.1
	毎週買っている	1	1
	その他	14	14.5
	計	37	38.5

表 6　フェアトレード商品を買ったことがない理由

（岸和田高校生徒）

フェアトレード商品を買ったことがない理由	人数	%
フェアトレードのことをよく知らないから	26	14.1
どれがフェアトレード製品 / 産品なのか区別がつかないから	60	32.6
どこでフェアトレード製品 / 産品を売っているのか分からないから	40	21.7
フェアトレード製品 / 産品を売っている店が近くにないから	19	10.3
フェアトレード製品 / 産品が魅力的でないから	4	2.2
値段が高いから	24	13
品質に不安があるから	0	0
本当に国際貢献になのるかどうか分からないから	3	1.6
フェアトレードそのものに賛同できないから	1	0.5
その他	7	3.8

表 7　フェアトレード商品を買ったことがない理由（kcp）

フェアトレード商品を買ったことがない理由	人数	%
フェアトレードのことをよく知らないから	27	45.8
どれがフェアトレード製品 / 産品なのか区別がつかないから	16	27.1
どこでフェアトレード製品 / 産品を売っているのか分からないから	8	13.6
フェアトレード製品 / 産品を売っている店が近くにないから	3	5.1
フェアトレード製品 / 産品が魅力的でないから	0	0
値段が高いから	1	1.7
品質に不安があるから	0	0
本当に国際貢献になのるかどうか分からないから	1	1.7
フェアトレードそのものに賛同できないから	1	1.7
その他	2	3.4

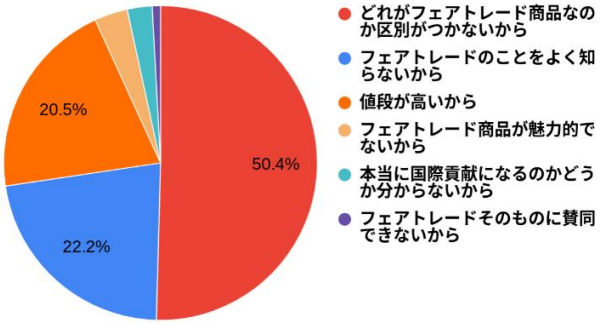


図 21　フェアトレード商品を購入しない理由

（岸和田高校生徒）

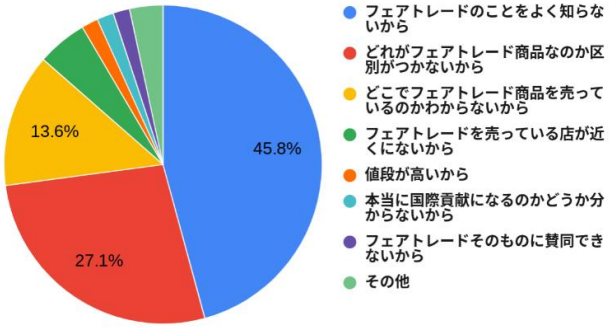


図 22 フェアトレード商品を購入しない理由

（kcp）

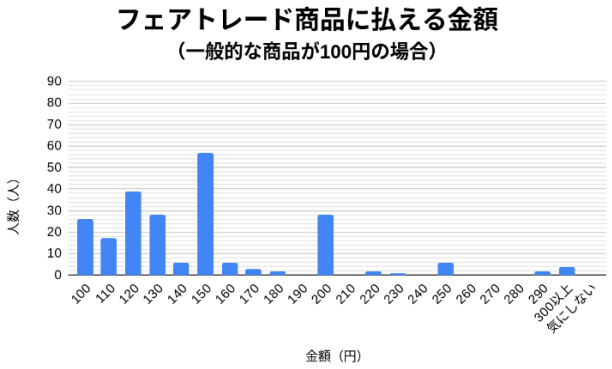


図 23 フェアトレード商品に払える金額

（岸和田高校生徒）

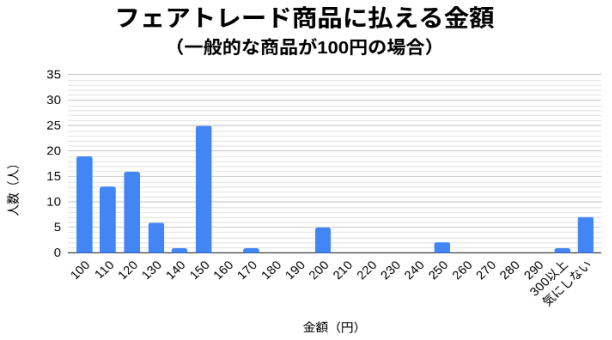


図 24 フェアトレード商品に払える金額

（kcp）

５−３．売上検証

検証の結果は表 8 のようになった。検証前と比較すると、すべての週において売上が 5 倍以上増加した。

表 8　売上検証の結果

期間		検証 ２週間前	検証 １週間前	検証 １週間目	検証 ２週間目	検証 ３週間目
売上数 （個）		3	2	19	17	16

５−４．出張授業

光明地区公民館では、全員の子どもがフェアトレードという言葉を知っていた。さらにフェアトレードの言葉の意味を問うクイズではすべての子どもが正し

く回答を選択できた。感想には、「知らなかったことを知れたので良かった」「商品の表示を意識して見ようと思った」「とてもわかりやすかった」「少しでも多くの人に知ってほしい」というような前向きな意見が多く、授業を受けた人のほとんどがフェアトレードについて正しく理解できた。一方で、

子どもからは「少し難しかった」という意見もあった。また、「子どもより大人のほうが知るべき」という意見や、「配布資料があったほうがいい」というアドバイスもいただいた。このことを踏まえ、街かどディハウス希望では、授業を補助する配布資料(図 24)を制作し、高齢者を対象に授業を行った。街かどディハウス希望では、光明地区公民館のときとは対照的に、フェアトレードという言葉を知っている人が確認できなかった。感想には、「フェアトレードラベルの意味していることがよくわかった」「これから買い物へ行ったときに気をつけて見ようと思った」「これからできるだけラベルがついている商品に手を伸ばそうと思った」などの前向きな意見がほとんどだった。また、配布資料も好評だった。

6．考察

6-1．インタビュー

結果より、フェアトレード産品・商品を扱うことは、メリットもあるが、「お金がかかる」というデメリットもあることが分かった。このことから、経営者にとってお金がかかることは大きなデメリットであり、このデメリットが、フェアトレード商品が店舗に少ない原因の一つなのではないかと考える。

6-2．アンケート

質問 2 より、先行研究と同様に、日本ではフェアトレード商品を購入する人はまだまだ少ないことが分かる。質問 3 の結果より、この原因として、フェアトレードについての知識の少なさや、フェアトレードのアピールが足りていないことが挙げられる。また、質問 3 の結果で「フェアトレードのことをよく知らないから」という回答の割合が岸和田高校生徒より kcp のほうが多いことより、若い世代の方がフェアトレードを知っている人の割合が多いことが読み取れる。このことには、近年学校や大学でフェアトレードに触れる機会が増加していることが関係している。これは、先行研究（渡辺龍也、2021）（表 9）からも分かる。

表 9　フェアトレードを知ったきっかけ

フェアトレードを知ったきっかけ（%）	10 代	20 代	30 代	40 代	50 代	60 代	70 代
新聞やテレビ、ラジオを通して	11.1	25.6	23.7	47.4	53.7	56.2	34.1
本（電子書籍を含む）や雑誌を読んで	5.6	9.3	1.7	7.9	9.0	4.1	6.8
インターネットのサイトや記事を見て	2.8	16.3	25.4	9.2	11.9	15.1	18.2
SNS やブログを通して	5.6	2.3	1.7	1.3	1.5	−	2.3
学校／大学の授業で聞いて	55.6	18.6	6.8	−	1.5	−	2.3
自分の子どもから聞いて	2.8	−	−	−	−	1.4	−
友人／知人／同僚／家族から聞いて	2.8	−	1.7	2.6	−	4.1	2.3
店頭でフェアトレード製品／産品を見て	11.1	25.6	35.6	26.3	16.4	12.3	29.5
通販カタログや広告を見て	−	−	1.7	2.6	3.0	1.4	2.3
イベントやセミナーで見聞きして	−	−	−	1.3	1.5	1.4	2.3
その他（具体的に）	2.8	2.3	1.7	1.3	1.5	4.1	−

6-3．売上検証

結果より、フェアトレード商品と認知した上での購入かは定かではないが、商品やフェアトレードをアピールすることで、フェアトレード商品の売上数が増加することが分かった。また、ポップを通して、店舗を訪れた消費者にフェアトレードを広めることにもつながったのではないかと考える。

6-4　出張授業

大人より子どものほうが、フェアトレードという言葉やその内容を認知していることが分かった。また、いただいた意見より、子どもより大人のほうが、買い物をする頻度や費やす金額が多いため、商品の購入へとつながりやすいのではないかと考えた。よって、大人を対象に教えるほうが、フェアトレード商品の購入につなげるためにより効果的であると考える。

7．結論・展望

インタビューより、フェアトレード産品・商品を扱うことは、安心安定なものを提供できるというメリットがある一方で、認証にお金がかかるというデメリットもあることが分かった。フェアトレード商品の購入経験に関するアンケートは、岸和田高校生徒や社会人を対象にした場合でも、先行研究とほとんど同様の結果が得られ、6割以上の人がフェアトレード商品の購入経験がないということが分かった。また、購入したことがない理由として、「フェアトレードのことをよく知らないから」「どれがフェアトレード産品/製品なのか区別がつかないから」「どこでフェアトレード産品/製品を売っているのか分からないから」などの意見が多かった。このことから、フェアトレードについての知識の不足や、アピールの不足がフェアトレード商品の購入の妨げになっていることが分かる。また、アンケートや出張授業より、若い世代のほうがフェアトレードを認知していることが分かった。これは、近年教育の場においてフェアトレードに触れる機会が増加しているためである。売上検証より、フェアトレード商品をアピールすることは売上数の増加につながることが分かった。出張授業より、子どもにはフェアトレードの仕組みを理解することが難しい場合があることと、実際に買い物する機会や費やす金額が多いのは大人であることより、フェアトレードを教える際の対象は子どもより大人のほうが、フェアトレード商品の売上数を増やすという点でより効果的であることが分かった。さらに、研究全体を通してフェアトレードの認知度を高め、購入につなげることができた。これにより、僅かではあるが、貧困や児童労働で苦しんでいる発展途上国の生産者やその家族などの生活の向上につなげることができた。

8. 引用文献・参考文献

大修館,(2023-02-21)，１日およそ２００円以下で暮らす「極度の貧困層」，
https://www.taishukan.co.jp/kateika/media/nwd/?act=detail_suuji&id=253

児童労働ネットワーク（CL-Net） Child Labour Network, (2023-02-21),児童労働データ,
https://cl-net.org/child-labour/data.html

フェアトレードジャパン,(2023-02-21),フェアトレードとは？,
https://www.fairtrade-jp.org/about_fairtrade/course.php

マーク・フランシス,ニック・フランシス,(2008),おいしいコーヒーの真実

長坂寿久,(2008),日本のフェアトレード

Spaceship Earth, (2023-02-21),フェアトレードとは？メリット・デメリットと日本の問題点・現状、私たちにできること,
https://spaceshipearth.jp/fairtrade/

渡辺龍也,(2015),フェアトレードと倫理的消費に関する全国意識調査 2015,13 14 17 18

GREEN NOTE, (2023-02-21)フェアトレード商品とは？できることや問題点、身近で購入できる商品もご紹介,
https://green-note.life/157/#:~:text=%E3%83%95%E3%82%A7%E3%82%A2%E3%83%88%E3%83%AC%E3%83%BC%E3%83%89%E5%95%86%E5%93%81%E3%81%A8%E3%81%AF%E3%80%81%E5%85%AC%E6%AD%A3%E3%81%AA%E5%8F%96%E5%BC%95%E3%81%AE%E3%82%82,%E5%AE%B6%E6%97%8F%E3%82%92%E3%82%B5%E3%83%9D%E3%83%BC%E3%83%88%E3%81%A7%E3%81%8D%E3%81%BE%E3%81%99%E3%80%82

株式会社 明治,(2021-02-21),ミルクチョコレート商品情報,
https://www.meiji.co.jp/products/brand/mchoco/

PRINT&PROMOTION, (2023-02-21), 【この人に聞きたい！】パッケージにもファン熱狂!?「明治ザ・チョコレート」・後編　明治　山下舞子専任課長,
https://p-prom.com/company/?p=25626

森永製菓, (2023-02-21), フェアトレードチョコレート|1チョコ for 1スマイル,
https://www.morinaga.co.jp/1choco-1smile/fairtrade/
ロッテ, (2023-02-21), 商品情報,
https://www.lotte.co.jp/products/catalogue/choco/01/detail01.html

アドタイ, (2023-02-21), 板チョコに迷路？明治「チョコレート大作戦」で18種の限定パッケージ,
https://www.advertimes.com/20210119

渡辺龍也, (2021), フェアトレードと倫理的消費（Ⅱ）～全国調査が明らかにするその動向～, 現代法学, 40, 106

走幅跳の踏切局面での意識づけの違いによる記録や動作の比較

所属ゼミ　体育
名前　上ノ山仁里　山口薫

要旨

本研究では、走幅跳の踏切時の意識の違いによる記録や動作の特徴を調べた。その結果、踏切時の水平速度の数値が高いほど跳躍距離が伸びた。また、砂場に目標物をおいて跳んだとき最も記録が良かった。考察から、各設定の練習順序が変わることで記録に影響があるのではないかと考えた。

1.　研究背景と研究目的

陸上競技の走幅跳では助走、踏切、空中動作、着地の4つの局面に分かれている。先行研究(1)によると、姿勢や目線を修正していく「主観的な気付き」が動作の習得に影響していると述べられており、踏切時における目線や姿勢が記録に影響するとされている。また、昨年度の本校の研究(2)では、走幅跳の練習環境の違いによって、記録や膝の高さやつま先の向きなど動作に違いがあることを明らかにしている。しかし、動作の数値化がなされないままであった。そこで、本研究では踏切時の目線や姿勢を修正できるような練習環境を 2 種類設定し、簡易動作分析アプリを用いて動作を数値化に分析し、走幅跳の記録の変化や動作の特徴を明らかにすることを目的とする。

2.　研究方法

研究対象者は、陸上競技未経験の運動部に所属する男子高校生 8 名とした。

被験者は 5 分程度、同様の準備運動を行った後に、走力が記録に影響するのを抑えるために 10m 程度の 5 歩助走による走幅跳を実施した。まず、特に何も設定せず自由に 2 回跳んでもらった。これを「設定なし」の記録とした。設定なしの記録を基準として、「上の意識」・「前の意識」の 2 種類の設定をそれぞれ 2 回ずつ跳んでもらった。これら計 6 回の測定は実際に跳んだ距離とした。踏切動作ができていない明らかな失敗はカウントせず、それぞれの設定で記録の良い方を分析対象とした。この実験を同様の気候、時間帯に 2 日間行った。実験の流れは、順番の影響を考慮するため、1 日目は、設定なし→前の意識→上の意識、2 日目は、設定なし→上の意識→前の意識の順で行った。

「上の意識」の時は、設定なしの記録の中間位置にフレキシブルハードルを設置した設定(図 1)であり、上方向の踏切を意識させるものとした。なお、ハードルはフレキシブルなのでバーに当たっても痛くない。

「前の意識」の時は、設定なしの記録と同じ位置に目標物(ゴム) を設置した設定(図 2)であり、前方向の踏切を意識させるものとした。上の意識と前の意識の時の助走スピードはほぼ同じと考えた。

撮影は、助走から着地までの全体が見えるように固定した。分析には簡易動作分析アプリ「SPLYZA Motion」を使用し、各項目の数値化を試みた。各跳躍の記録とともに意識付けの違いによる動作の変化を分析した。

（図1）



（図2）



3. 実験結果

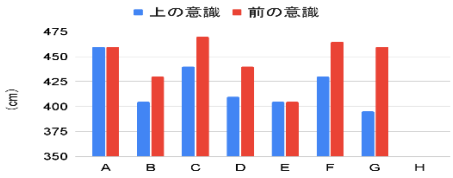
3.1 設定毎の記録の比較

それぞれの設定時の被験者の平均記録は、設定なし 429±17.7cm 、 前 の 意 識 443±25.6cm 、 上 の 意 識 428±17.5cm であった。設定なしと設定ありの記録の差を個別で見ると、その最大差は前の意識の設定で被験者 B,C,D が−10cm、上の意識の設定で被験者 H が −25cm であった。このことから設定ありにすることで本来の力が発揮されにくかったことはなかったと考える。実験日別に「前の意識」の状態で跳んだ時の記録と、「上の意識」の定で跳んだ時の記録(表 1・2)を被験者毎に示した。空白になっているのは、怪我等の理由で跳べなかった被験者である。

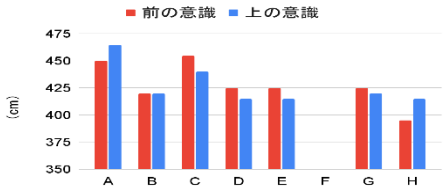
1 日目:7 人中 4 人が前の意識、2 人が上の意識で記録がよく、1 人がどちらも同じ記録であった。

2 日目:7 人中 5 人が前の意識で記録がよく、2 人がどちらも同じ記録であった。

＜表 1 1 日目の記録＞



＜表 2 2 日目の記録＞



3.2 踏切速度の比較

1・2 日目を合わせて、それぞれの設定で最も記録が良かった試技時の踏切速度を表 3 に示した。踏切速度の計測は動作分析アプリを用いて、踏切脚のつま先が地面を離れる瞬間の腰部の水平速度とした。各設定で最も走幅跳の記録が良かった試技時の踏切速度は、設定なし時は平均 7.64±0.65m/s、前の意識の設定時に平均 7.82±0.78m/s、上の意識の設定時に平均 7.54±0.81m/s であった。被験者を個別に見ていくと、8 人中 5 人が上の意識より前の意識のほうが踏切速度が高かった。かつ、設定なしの記録を上回ったのは 8 人中 6 人であり、記録が上回った 6 人中 5 人は前の意識の設定時に記録が向上した。設定によらず、踏切速度が最も高い数値を示したとき、最も跳ぶことができていた。

＜表 3 踏切速度の比較＞

	上の意識	前の意識	どちらが良かったか	設定なし
A	7.64m/s	8.23m/s	前の意識	7.59m/s
B	7.05m/s	9.21m/s	前の意識	8.14m/s
C	8.44m/s	7.24m/s	上の意識	7.51m/s
D	7.27m/s	8.52m/s	前の意識	7.49m/s
E	6.72m/s	7.09m/s	前の意識	6.73m/s
F	9.04m/s	7.90m/s	上の意識	7.25m/s
G	7.42m/s	7.11m/s	上の意識	7.48m/s
H	6.79m/s	7.26m/s	前の意識	8.93m/s
平均	7.54m/s	7.82m/s	前の意識	7.64m/s

3.3 動作の比較

踏切時の姿勢を設定ごとに比較した。特に、振り上げ脚やつま先の位置は上の意識で跳んだ方が高くなっており、これは先行研究の結果と同様であった。



（前の意識）　（上の意識）

3.4 設定ごとの被験者の意識の違い

目標物があることで踏切時の意識がどのように変化したのかを被験者にインタビュー調査した。概ね「前の意識」は目標物（ゴム）を越えようという意識、「上の意識」はハードルに触れないよう跳び越える意識だったという回答が得られた。また、上の意識にお

いてハードルに対して恐怖心を持ったという回答はなかった。

4. 結果と考察

助走が 5 歩の場合、前の意識の方が記録が良いのは、先行研究と同じ結果だった。それぞれの設定において考察する。

〈上の意識〉空中での腰の位置が高く、前の意識より目線が上を向き、滞空時間の長い跳躍となった。踏切速度は設定なしの時より、やや低い数値であった。踏切時の減速が比較的大きく、高さのある跳躍になっている。このことから、空中動作の局面を練習するためには、上の意識の設定は効果的であると考えた。

〈前の意識〉前方のゴムに向かって目線は遠く前へ、腰の位置はハードル設定より低い跳躍となった。設定なしのときより踏切速度の平均値は高く、8 人中 5 人が設定なしの時より、踏切速度が高まった。この設定の跳躍距離が最も良かったことから、高さのある跳躍を目指すよりも、踏切時の減速を抑えることの方が、跳躍距離を上げていると考えられる。これらのことから、競技会のように跳躍距離を出すための踏切動作の練習では、前の意識の設定で跳ぶと良いと考えた。

また、2 日目の実験において、前の意識の設定の記録が他の実験のときより平均で+23.8cm 記録が良かったことから、上の意識の設定の後に前の意識の設定で跳躍したことの影響が考えられる。この順序で練習を進めると、高さのある跳躍の意識を持ちながら、前の意識で引き出される高い踏切速度で跳ぶ
ことができるのではないかと考えた。

5. 結論と今後の展望

設定なしと 2 種類の設定を比較することで、記録や動作の特徴を明らかにすることができた。特に練習環境に変化を加えることで、言語的なアドバイスをすることなく、動作に対して意識付けすることができることがわかった。特に、設定ありの時の、踏切速度や振り上げ脚のつま先の向きなどの動作に違いが見られた。踏切速度と跳躍距離の関係については、踏切速度が高いほど記録が良いという結果が得られた。しかし、まだ被験者と実験回数が少ないため、実施回数を増やして検証を進める必要がある。実験の方法としても、同日に 2 種類の設定に取り組んだが、それらが影響しあわないような方法での研究についても考えていきたい、また、今回は走力が記録に影響するのを防ぐために 5 歩助走としたが、助走距離を伸ばし、より高い速度で踏み切る際には、記録や動作がどのように変化するのかについても研究していきたい。

6. 参考文献

（1）日本体育学会．身体バランスに関する指導が記録に及ぼす影響について:走幅跳の助走・踏み切り運動に着目して（1994）山口 誠、廣橋義敬、田島行夫
（2）岸和田高校体育ゼミ「走幅跳の踏切局面での意識づけの違いによる記録や動作の比較」
（2021）