

生徒研究成果集

令和6年度指定 スーパーサイエンスハイスクール 第Ⅱ期 第1年次



令和7年3月

国立お茶の水女子大学附属高等学校

は じ め に

お茶の水女子大学附属高等学校校長 浅田 徹

今年もこの成果集をまとめる時期がやって参りました。生徒たちの研究の成果を、多くの方々に御覧頂く大事な機会です。

「課題研究」というものをよくご存じの方もおいででしょうし、「今の高校生はこんな〈研究〉をしているのか!」と驚かれる方もあるかと思います。私は今年度校長として着任したばかりですが、最初にこの成果集を拝見したときは、驚いた側の人間でした。生徒たちの研究は本当に多様で、こんなことができるのか?とびっくりしたのです。

校長となって、「課題研究」というものを知るために、SSH生徒研究発表会にも参加してみましたが、2日目の代表校発表に選ばれた研究は、いずれも「この対象がとにかくやってみたくて仕方がなかったのだらうな」とわかるものでした。そのエネルギーが桁外れな高校生が受賞していたという印象でした。

この時の大会の様子は、NHK・Eテレの「サイエンスZERO」でも取り上げられていましたが(「はばたけ未来の科学者たち! “スーパーサイエンス高校生”SP」2025年1月12日初回放送)、そこでは彼らのことを、「うまく行かなくてもあきらめず探究し続ける」能力を持った人たちだと分析していました。その通りですが、よく考えてみますと、スポーツの世界などでは、そういう能力の持ち主はよく紹介されているのではないのでしょうか。サッカーがうまくなりたくて、いつまでもボールを蹴り続けている高校生や、何度落下しても体操の技を習得しようとする高校生です。彼らは決して誰かにやらされているのではなくて、自分が面白くて止められないのです。

「課題研究」とは、高校生が持っているそうしたエネルギーを、勉強の領域でも認めようというものだと考えればよいのだと思います。自分の身近なことに関する疑問を徹底的に探究しようとする、「課題研究」の活動は、特に社会に役立つものではないかもしれませんが。プロの研究者から見れば、あまり本質的な研究ではないと評価されるものもあるかもしれません。でも、ずっとサッカーボールを蹴っている生徒を見て、それが役に立つかどうかを議論する大人は少ないのではないのでしょうか。そんなに好きなことがあるのなら、思い切りやらせてやりたい、と思うのが普通の感情であろうと思います。そういう授業科目があるのは、素晴らしいことではないのでしょうか。

ただ、この科目の「評価」は大変です。ひとりひとりやっていることも違いますし、その内容のディープさも違います。ディープ過ぎて高校教員では理解できないことだって有り得ます。それにどう対応するかは教員側の課題になると思います。

ぜひ、この成果集を御覧頂き、生徒たちそれぞれの「面白さ」の追究を楽しんで頂ければと存じます。

SSH 生徒研究成果集

< 目 次 >

はじめに

研究テーマ一覧

I. 3年選択「課題研究Ⅱ」研究成果

あなたの声，再現します ～子音と母音から声を分析，再現する～	1
三具 渚彩，山野 菜穂	(指導教諭 十九浦 美里，山上 通恵)
< JSEC2024 優秀賞 >	
火力発電のタービン音を用いた音力発電 ～ pyroomacoustics によるシミュレーション～	2
大澤 奈央	(指導教諭 十九浦 美里，山上 通恵)
< 第15回坊ちゃん科学賞 入賞 >	
数値を用いたロゴの色彩の分析	4
武田 和子	(指導教諭 十九浦 美里・山上 通恵)
水分による張り付きを抑えたハードカプセルの開発	6
野田 美桜	(指導教諭 山本 夏菜子)
< JSEC2024 協力社賞 住友ベークライト賞 > 他	
卵を植物性食品で代替する方法	8
高田 怜実	(指導教諭 山本 夏菜子)
< 第13回 WPI サイエンスシンポジウム 最優秀発表賞 > 他	
微細藻類の酸性溶液アルカリ化現象～クンショウモの溶液関与～	9
大西 杜有子	(指導教諭 丸山 実花・塩瀬 美穂子)
アルギン酸ナトリウムと寒天を用いたプラスチック代替品の開発	10
川西 悠希，尾本 絢子	(指導教諭 丸山 実花・塩瀬 美穂子)
< 高校生科学教育大賞 奨励賞 > 他	
1.5℃目標からバックキャストして導く，各国の地球温暖化政策の分析と評価	12
石川 万智，石井 遥	(指導教諭 飯島 裕希・増田 かやの)
< JSEC2024 優秀賞 >	
微生物を組み込んだ閉鎖生態系生命維持システムの炭素循環シミュレーション	14
津崎 彰子	(指導教諭 朝倉 彬)
< 第15回坊ちゃん科学賞 入賞 >	
数学で作る新しい音律とその応用	16
長砂 琴音	(指導教諭 原 大介)
< 令和6年度 SSH 生徒研究発表会 生徒投票賞 >	
平和をもっと身近に！ ～平和の多様性を広げるゲーム型教材の開発～	18
石井 夏帆，友田 りさ	(指導教諭 飯島 裕希・増田 かやの)
家屋内浸水における家具の転倒による人的被害を想定した水流中の物体の転倒条件と確率の解析	20
横山 咲	(指導教諭 朝倉 彬)
< JSEC2024 佳作 > 他	

II. 2年必修「課題研究Ⅰ」研究成果

指導教諭 朝倉 彬，飯島 裕希，今成 智美，河西 静香，金子 麻子，小泉 勇樹，
塩瀬 美穂子，十九浦 美里，沼畑 早苗，原 大介，増田 かやの，
三浦 高之，山上 通恵，山本 夏菜子，葭内 ありさ（50音順）

研究テーマ	＜キーワード＞	… 頁数
高層ビルにおける風穴の有用性の検証	＜風穴＞＜風洞実験＞＜風＞	… 21
猫の歩き方による個体の判別	＜認識技術＞＜機械学習＞＜画像認識＞	……22
二等分線で構成される入れ子多角形	＜多角形＞＜収束＞＜角の二等分線＞	……23
偽情報の自動判定と評価の自動表示	＜偽情報＞＜ファクトチェック＞＜SNS＞	……24
黒板の不快感をなくしたい	＜指向性スピーカー＞＜逆位相＞＜波＞	……25
健康を考慮したコンビニ食の組み合わせ	＜栄養不足＞＜コンビニ＞＜食生活＞	……26
産後うつにおける一人称体験 VR の効果の検証	＜産後うつ＞＜マタニティーブルー＞＜VR＞	……27
数列の自然数 n を整数にして $n \geq 2$ の条件をなくしたい	＜数列＞＜整数への拡張＞＜シグマ＞	……28
場面に応じた日本語変換精度の向上	＜変換＞＜辞書＞＜日本語＞	……29
初見の画像に対する特定の人物の反応の予測	＜プログラミング＞＜画像＞＜AI＞	……30
3DCG による英語の発音学習支援	＜3DCG＞＜発音＞＜英語学習＞	……31
家庭において大豆ミートを味と食感の点から肉に近づける	＜大豆ミート＞＜弾力＞＜鶏もも肉＞	……32
細菌類で微生物燃料電池の電圧を上げる	＜微生物燃料電池＞＜乳酸菌＞＜納豆菌＞	……33
ゲル化でシン・知育お菓子をつくる！	＜知育菓子＞＜メチルセルロース＞＜ゲル化＞	……34
反応速度から見るカラメル化	＜カラメル化＞＜糖＞＜反応速度＞	……35
オオカナダモの紅葉要因とその仕組み	＜紅葉＞＜オオカナダモ＞＜アントシアニン＞	……36
避難生活の長期化に対応した災害食をミニマムな備蓄品でつくる！！	＜災害食＞＜栄養素＞＜アレルギー＞	……37
化合物処理によるカイワレダイコンの耐塩性向上	＜耐塩性向上＞＜浸透圧調整＞＜ケミカルプライミング＞	……38
家庭排水でソダテル藻ッ！	＜水質調査＞＜リン酸＞＜SDGs＞	……39
植物プランクトンを家庭で培養しよう！	＜海洋微細藻類＞＜野菜ゴミ＞＜吸光度＞	……40
豆苗をおいしく再生させるには	＜炭酸水＞＜草丈＞＜SDGs＞	……41
納豆をおいしく食べたい！	＜発酵＞＜うまみ＞＜賞味期限＞	……42
米麴でつくる新・補食	＜栄養補助食品＞＜食物繊維＞＜塩分ゼロ＞	……43
納豆菌によるカビの抑制	＜菌の競争＞＜寒天培養＞	……44
イソチオシアネートの抗菌作用を活かした防カビ剤の開発	＜すりおろし大根＞＜麦茶のカビ＞＜SDGs＞	……45
知られざる！ハシビロガモの板菌構造	＜板菌＞＜水流実験＞	……46
丹田の鍛錬と動きの変化	＜体の中心を鍛える＞＜空手＞＜動作分析＞	……47
指筋トレでピアノ上達！	＜ピアノトレーニングボード＞＜外転筋＞	……48
匂いで集中力を高めよう！！	＜脳波測定＞＜アロマテラピー＞＜タイピング＞	……49
接着剤を利用したスペースデブリ除去装置の開発	＜スペースデブリ＞＜クッション＞＜モデル実験＞	……50
濡れにくい靴を作るには～靴底のパターンと排水性能の関係～	＜アウトソール＞＜溝パターン＞＜排水性＞	……51
ツキノワグマによる人身被害防止のためのゾーニング案～秋田県鷹巣盆地を事例に～	＜ツキノワグマ＞＜ゾーニング＞＜GIS＞	……52
樹木を活用した防災対策	＜防火効果＞＜常緑広葉樹＞＜植栽案＞	……53
海藻類のブルーカーボンにおける効果の検証	＜ブルーカーボン＞＜コンブ＞＜生息面積＞	……54
潮流発電におけるディンプルと発電効率の関係	＜潮流発電＞＜ディンプル＞＜水槽実験＞	……55
小型の文化財を守るスライムを利用した免震装置の開発	＜小型免震装置＞＜ミルフィーユ構造＞＜スライム＞	……56

デンプンの立体構造の違いによるセルロースナノファイバーでの耐水性向上についての研究 ＜セルロースナノファイバー (CNF)＞＜プラスチック代替品＞＜引っ張り強度実験＞	……57
居心地の良い空間を作る ＜色彩＞＜インテリアデザイン＞＜建築＞	……58
酵素を用いた豚肉のテクスチャー向上の検討ー果実廃棄部に着目してー ＜酵素＞＜豚肉＞＜廃棄部＞	……59
香りの種類による空間への拡散力の違いについて ＜香り＞＜空間デザイン＞＜拡散速度＞	……60
空気遠近法を数値で表す方法の検討 ＜表色系＞＜数値化＞＜RGB＞	……61
敷地を有効活用したライフスタイルに合った家づくり ＜ライフスタイル＞＜間取り＞＜建築＞	……62
年収から買うことができる地震に強い家の価格を知る ＜費用＞＜年収＞＜建築＞	……63
太陽光発電を促進する「色」の研究 ＜色素増感太陽電池＞＜染料＞＜顔料＞	……64
被写体が映えるスマホ写真の構図とは ＜主題＞＜遠近感＞＜アングル＞	……65
学習環境における素材が集中力に与える影響 ～d2-R テストを用いた素材の評価方法の提案～ ＜集中力＞＜素材＞＜バイオフィリア＞	……66
ハンガリー舞曲第5番をハンガリー民謡に近づける～速度変化の観点から～ ＜ハンガリー舞曲＞＜ロマ音楽＞＜ハンガリー民族舞踊＞	……67
ソニック・シーズニングで孤食を改善する ＜クロスモーダル＞＜ソニックシーズニング＞＜環境音＞	……68
音波で肉を柔らかくする ＜音波＞＜筋繊維＞＜振動＞	……69
扇風機のファン騒音と学習効率について ＜カラードノイズ＞＜ファン騒音＞＜短期記憶＞	……70
地声の響きとフォルマントの関係性について ＜フォルマント＞＜スペクトル＞＜デシベル＞	……71
一人称代名詞「僕」表記の使い分け ＜一人称代名詞＞＜表記＞＜昭和・平成書き言葉コーパス＞	……72
仏語の諺と日本語の諺では「水」の扱い方に違いがみられるのか ＜諺＞＜水＞＜日仏＞	……73
村上春樹「風の歌を聴け」における会話文の特徴～語尾について～ ＜語尾＞＜話し言葉＞＜村上春樹＞	……74
『枕草子』および『紫式部日記』における「御前」と「君」の使い分け ＜平安文学＞＜名詞＞＜敬意＞	……75
『本陣殺人事件』における欧米推理小説の影響の分析 ＜推理小説＞＜伏線＞＜比較＞	……76
「笑い」の持つ役割の地域性 ＜方言＞＜笑い＞＜地域差＞	……77
アマチュア女性芸人になった経緯についての仮説生成 ＜お笑い芸人＞＜大学サークル＞＜仮説生成＞	……78
生き残る女性アイドルの魅力解明!～女性ファンが女性アイドルを推す心理～ ＜女性アイドル＞＜外見的魅力＞＜生き残る＞	……79
ニュージーランドにおけるアーダーン元首相の評価 ～ Whanganui City College の生徒と教師のインタビューより～ ＜アーダーン元首相＞＜女性リーダー＞＜国際評価＞	……80
LGBTQ+ の人々の社会への受容促進案 ～当事者たちへのインタビューによる実態調査～ ＜LGBTQ +＞＜カミングアウト＞＜インタビュー調査＞	……81
早期進路選択に対するフランスの高校生の意識調査 ～現地普通科高校におけるインタビューを通じて～ ＜進路選択＞＜教育システム＞＜学歴社会＞	……82
中小企業における長期インターンを導入するメリットの調査 ＜労働力としてのインターン生＞＜中小企業＞＜長期インターンシップ＞	……83
建物のみで治安を測る基準の考案 ＜治安＞＜マップ＞＜建物の内容＞	……84
日本における水道事業の改善に資する提案 ～複数指標を用いて見る水道の経営～ ＜官民連携＞＜広域化＞＜人口＞	……85
ネットニュースのコメントにおける極性分析の手法の考案と検証 ～誹謗中傷コメントを減らすルールの提案に向けて～ ＜極性評価＞＜誹謗中傷＞＜ネットニュース＞	……86

あなたの声、再現します～母音と子音から音を分析、再現する～

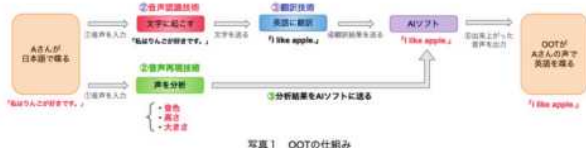
お茶の水女子大学附属高等学校

2024年度課題研究Ⅱ 3年 三具渚彩 山野菜穂

導入

目的

日本語で話しかけるとその場で本人の声のまま英語で出力する翻訳機「OnlyOneTranslator (略: OOT)」の開発。



背景

- 他言語圏の人と話すために、英語をはじめとする他言語を全て、かつ短期間で習得することは難しい。
- 話せる言語が日本語だけでも他言語を話す人とコミュニケーションを取れる機械を作りたい。
- 自分の声のまま言語を変換できたら個性が出て面白いのではないかと。
- 膨大なデータを必要とせずに瞬時にその人の声を分析し再現する機械を作れることをゴールとする。

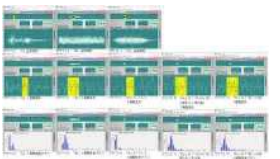
研究内容

音の三要素

音色(波形)、高さ(周波数[Hz])、大きさ(振幅、音圧レベル[dB])の3つの要素を用いて音声再現を試みる。

50音の構成

- ＜実験1＞
方法：音の分析・合成用実験アプリ「音知」
内容：
① あ行(母音)、か行、子音[k]を発音。
② それぞれの全体の波形、1周期の波形、1周期の倍音グラフを記録。
③ か行の音については「[k]の音」だと思われる波、「[k]の音」から「母音」に変化していると思われる波、母音だとと思われる波の1周期の波形と1周期の倍音グラフを記録。
結果：



＜実験1を音声再現に活かす＞
日本語、英語間における子音・母音の音の3要素の関係を明らかにし、日本語の子音・母音の音の3要素の分析結果を英語の子音・母音に適用することで音声再現技術が完成するのではないかと。

音色

- ＜有声音、無声音の周期性＞
（東京大学大学院の森田氏の「音声の音響分析の1つは」p.62-9）
有声音の波形→周期的
無声音の波形→非周期的
＞周期性を用いて音色を分析する「音知」を使った記録方法では無声音が記録できない。無声音の音色の記録には別の方法が必要。

＜実験2.1 有声音の音色＞

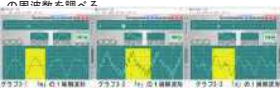
方法：「音知」
内容：有声音「[n],[m],[l],[r],[z],[w],[b],[d],[g]」の波形を調べ、それぞれの全体の波形、1周期の波形、1周期の倍音グラフを記録。



＜実験2.2 無声音の音色＞
無声音の波形は周期的でないため、有声音とは違った方法で音色を分析する方法を考える必要がある。

高さ

＜実験3.1 有声音の高さ＞
方法：「音知」
内容：有声音「[m],[n],[d]」の波形を取り、それぞれの部分から高さを出す。



＜考察＞
女性、男性の音の基本周波数はそれぞれ225Hz、120Hz程度(5)。今回の記録ではすべて周波数が200Hz台だったため、読者を女性と判断するに十分。D>有声音を分析した際で、基本振動数によって出力する時にAIソフトの性別を決められる

大きさ

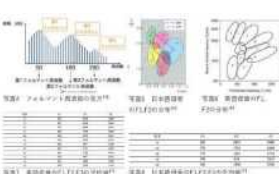
音とは空気の振動により観測点での空気の圧力が変化する現象であり、この時の圧力の強さを「音圧 [Pa]」で表す。

人の音圧可聴領域が広く、表現・取り扱いが大変であるため音圧は「音圧レベル[dB(デシベル)]」という音圧の大きさと基準値との比の常用対数によって表現される。

大きさ：機械から出力する際に出す音の大きさ
音色：高さを再現した音声をOOTから出力した後、OOTの音量調整機能进行操作することで相手が聞きやすい音の大きさにできると考える。

企業からのアドバイス

1. 子音について(NTT)
声質の再現では、子音は人によらず同じである。
2. 母音(有声音)の合成について(日立ソリューションズ・テクノロジー)
音声スペクトルで一番高い部分を結んだときにできる曲線の頂点、フォルマントは母音の特徴を表し、その値は日本語、英語で決まっているため、日本語の第一、第二フォルマントを英語へ移動することで、類似的に母音を作り出せるかもしれない。



3. 無声音の分析について(日立ソリューションズ・テクノロジー)
分析音声合成で無声音を再合成する際に非周期性指標というパラメータを用いて、無声音の音色、高さを調べられる可能性がある。

4. 大きさについて(日立ソリューションズ・テクノロジー)
声を再現するという観点ではその人の声色が重要になってくるため、大きさ(強さ)は音色、高さと比べ重要度が低い。

5. AIについて(日立ソリューションズ・テクノロジー)
音声分析合成システムWORLDのPython実装であるPyWorldが音声の出力、合成に有効である。

6. 音の減衰について(日立ソリューションズ・テクノロジー)
ホワイトノイズのような定量的な波形やマスクによる音の減衰は減衰の仕方を予測して音の周波数成分を調節することが可能だが突発的なものへの対応は今の技術では難しい。また清音に関してはAIが本人の特徴として捉えられるかは難しい。

＜2024年の研究の流れ、目標＞

- ・無声音音は人によらず同じ
- ・疑似的に音を作り出す方法
- ・入力された音のうちの子音には触れず、母音の第一、第二フォルマントを移動し、類似的に母音を作るといった音声再現方法を考えた。
- ・フォルマントの移動にはPyWorldを利用
- ・音の減衰の影響を受けにくい静かな環境でマスクをつけずに録音

母音の合成(2024年度)

＜実験4 母音の合成(似た音同士)＞

方法：PyWorld

内容：

- ① 日本語の母音「あ」と英語の母音「æ」の音を録音し、それぞれの波形、スペクトログラム、ケプストラム、スペクトル包絡を表示。
- ② 録音した日本語「あ」の第一、第二フォルマントを英語「æ」の第一、第二フォルマントの値に移動させ、「æ」を合成し、同じように記録後、「æ」との画像上の誤差を見る。

予想：②と③が似た音に聞こえる

結果：

- ・①と③のグラフを比較するとほとんどのグラフの形は変化しているが、グラフ4-7,8と4-11,12がとても似ている。
- ・①②③の音声を聞いてみると、①③がほとんど同じに聞こえた。

考察：結果より完全なフォルマント移動ができなかったと考えられる。

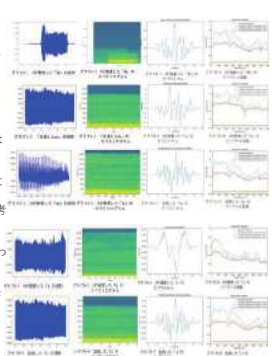
＞プログラミング上の欠陥。
フォルマントの移動の際、無くなった部分について行われる補間による関数の変化。

＜実験5 母音の合成(似ていない音同士)＞

内容：実験4と同じ流れで日本語の母音「あ」から英語の母音「i」を合成する。

結果：グラフ5-1-5-8。全体的にグラフは変化しているが音声聞いてみると③と⑤がほとんど同じに聞こえた。

考察：実験4と同様。



結論

OOTの仕組み



入力された音声をローマ字に起こす。

母音→1つの母音からPyWorldを使い、英語の母音12個を合成する。(※実験4,5)

子音→AIが生成する子音を用いる。(※人によらず同じ音であると仮定)

課題・展望

課題

- ・実験4.5：一つの日本語の母音から全ての英語の母音を合成する方法
- ・有声音の合成
- ・日本語の母音の中でどれが英語の母音の忠実に再現に向いているか
- ・日本語の音の性質である母音や母音、文章中で母音が消える・変化する場合について。
- ・同じ人が日本語、英語を話すとときで音の大きさ、高さの変化について。
- ・音声を忠実に再現する際のイントネーション、アクセントの扱い方。
- 音の3要素の中では大きさと関連しているのではないかと。
- ・音の3要素と別に四要素目としての長さ
- ・バリエーション
- ・実験的なOOTの機械化
- ・日本語→英語だけでなく多言語間への応用。
- ・「音響音学」以外に「調音(構音)音声学」「聴覚音声学」からの視点。

展望

＜OOTの可能性＞

- ・世界中の人が言語学習などに多言語圏の人との会話を自分の声で行うことが可能になる。(+)
- ・私用だけでなく各国の生徒の言語学習態度に悪影響をもたらす可能性がある。(－)

＜音声再現技術の可能性＞

- ・医療→ALSや喉頭癌など声を使った人が、声を使った後も自分の声でコミュニケーションを取ることができる。(+)
- ・エンターテインメント→声優さんが亡くなった後でも、声が変わることなくアニメの収録を続けられる。(＋)
- ・その他→再現の忠実性の調節により、状況に応じた音声案内を作成。(工事現場や道案内、相談所など)
- ・なりすましによる詐欺や不正行為。またそれによる現在の音声の価値を低下。(－)

OOTや音声再現技術により便利社会の実現を可能にする一方で今までにはない問題を起こす可能性がある。よって新たな規則や法の整備により、新しい技術との正しい関わり方を見つけ、Society 5.0やSDGs17番目の目標「パートナーシップで目標を達成しよう」などのグローバルな活動の促進につなげていきたい。

参考文献

- 1) 森田 隆雄, 音声の音響分析の「1つは」, <https://www.gao1-u-tokyo.ac.jp/~mine/japanese/acoustics/lecture-02.pdf>, (2023/12/22)
- 2) 久野 和子, 音声の音響分析の「1つは」, <https://www.gao1-u-tokyo.ac.jp/~mine/japanese/acoustics/lecture-02.pdf>, (2023/12/22)
- 3) 久野 和子, 音声の音響分析の「1つは」, <https://www.gao1-u-tokyo.ac.jp/~mine/japanese/acoustics/lecture-02.pdf>, (2023/12/22)
- 4) 久野 和子, 音声の音響分析の「1つは」, <https://www.gao1-u-tokyo.ac.jp/~mine/japanese/acoustics/lecture-02.pdf>, (2023/12/22)
- 5) 久野 和子, 音声の音響分析の「1つは」, <https://www.gao1-u-tokyo.ac.jp/~mine/japanese/acoustics/lecture-02.pdf>, (2023/12/22)
- 6) 久野 和子, 音声の音響分析の「1つは」, <https://www.gao1-u-tokyo.ac.jp/~mine/japanese/acoustics/lecture-02.pdf>, (2023/12/22)
- 7) 久野 和子, 音声の音響分析の「1つは」, <https://www.gao1-u-tokyo.ac.jp/~mine/japanese/acoustics/lecture-02.pdf>, (2023/12/22)
- 8) 久野 和子, 音声の音響分析の「1つは」, <https://www.gao1-u-tokyo.ac.jp/~mine/japanese/acoustics/lecture-02.pdf>, (2023/12/22)
- 9) 久野 和子, 音声の音響分析の「1つは」, <https://www.gao1-u-tokyo.ac.jp/~mine/japanese/acoustics/lecture-02.pdf>, (2023/12/22)
- 10) 久野 和子, 音声の音響分析の「1つは」, <https://www.gao1-u-tokyo.ac.jp/~mine/japanese/acoustics/lecture-02.pdf>, (2023/12/22)
- 11) 久野 和子, 音声の音響分析の「1つは」, <https://www.gao1-u-tokyo.ac.jp/~mine/japanese/acoustics/lecture-02.pdf>, (2023/12/22)
- 12) 久野 和子, 音声の音響分析の「1つは」, <https://www.gao1-u-tokyo.ac.jp/~mine/japanese/acoustics/lecture-02.pdf>, (2023/12/22)
- 13) 久野 和子, 音声の音響分析の「1つは」, <https://www.gao1-u-tokyo.ac.jp/~mine/japanese/acoustics/lecture-02.pdf>, (2023/12/22)
- 14) 久野 和子, 音声の音響分析の「1つは」, <https://www.gao1-u-tokyo.ac.jp/~mine/japanese/acoustics/lecture-02.pdf>, (2023/12/22)
- 15) 久野 和子, 音声の音響分析の「1つは」, <https://www.gao1-u-tokyo.ac.jp/~mine/japanese/acoustics/lecture-02.pdf>, (2023/12/22)
- 16) 久野 和子, 音声の音響分析の「1つは」, <https://www.gao1-u-tokyo.ac.jp/~mine/japanese/acoustics/lecture-02.pdf>, (2023/12/22)
- 17) 久野 和子, 音声の音響分析の「1つは」, <https://www.gao1-u-tokyo.ac.jp/~mine/japanese/acoustics/lecture-02.pdf>, (2023/12/22)
- 18) 久野 和子, 音声の音響分析の「1つは」, <https://www.gao1-u-tokyo.ac.jp/~mine/japanese/acoustics/lecture-02.pdf>, (2023/12/22)
- 19) 久野 和子, 音声の音響分析の「1つは」, <https://www.gao1-u-tokyo.ac.jp/~mine/japanese/acoustics/lecture-02.pdf>, (2023/12/22)
- 20) 久野 和子, 音声の音響分析の「1つは」, <https://www.gao1-u-tokyo.ac.jp/~mine/japanese/acoustics/lecture-02.pdf>, (2023/12/22)

謝辞

本研究を進めるにあたり、多くの方々にご指導を賜りました。
多大なご助言を賜った、日立ソリューションズ・テクノロジー 菜玉大智氏に感謝申し上げます。
的確なご助言を賜った、NTT人間情報研究所 井島勇祐氏、長野雄生氏に感謝いたします。
終始熱心なご指導を頂いた、お茶の水女子大学附属高等学校 山上道憲先生、十九浦美里先生、朝倉樹先生に心から感謝いたします。

火力発電のタービン音を用いた音力発電 ～ pyroomacoustics によるシミュレーション ～

2024 年度 課題研究Ⅱ お茶の水女子大学附属高等学校3年 大澤 奈央

1. 動機

エネルギーは相互変換が可能なることから、音を電気に変えることもできるのではないかと考えた。そして、火力発電所を見学した際にタービン音がとても大きく、不快であったこと、火力発電所の発電効率は世界最高水準の機種、MACCIIで61%であることから、タービンの音エネルギーを電気に変えて、火力発電の発電効率を上げたいと考えた。

2. 先行研究 音力発電について

音力発電は、振動を電気に変える圧電素子(図1:指で押した振動によりLEDが点灯)と膜から成り、音の振動を、膜を通して圧電素子に伝えることで発電する。周波数が高いほど、音量が高いほど発電量が大きくなり、膜が音と共振していれば、発電量は周波数に比例する。現在のところ、発電量は数百 μ W、発電効率1%程度であり、実用例はない。



図1 圧電素子

3. 仮説

音力発電の開発が進めば、火力発電のタービン音は発電効率を上げる力があり、資源として利用価値がある。

4. 研究方法

タービン音もつエネルギー量に注目し、研究を行う。

① タービン音の測定

JERA 川崎火力発電所において、PC Mehanik社のサウンドスペクトルアナライザを使用しタービン音を測定した。

② タービン音のシミュレーション

pyroomacoustics (pythonのモジュール)を用いてシミュレーションを行う。

(1) 一点でのシミュレーション

①の結果をもとにタービン音を再現し、シミュレーションに用いる。

シミュレーションでは、火力発電所のガスタービン(半径1.75m、長さ12m)が収まる大きさの直方体の発電形状(長さ

(x)14m、幅(y)5m、高さ(z)5m)を作成(図2)し、タービン音がどのように集音されるか調べる。音源(●)はガスタービン(半径1.75m、長さ12m)の形に、中心が底面から2m、側面から2.5mになるよう(図3)、x軸方向に1m間隔で13個、yz平面方向に20個ずつ配置した。マイク(×)を(x,y,z)=(14,5,5)に設置して集音し、フーリエ変換によって波形を正弦波に分解し、周波数と音圧のデータを得てエネルギー密度を算出する。

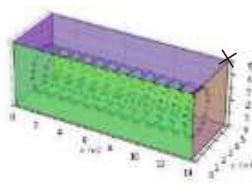


図2 発電形状

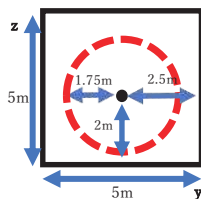


図3 音源配置の概略図

(2) 集音に最適な点の模索

[仮説A]

タービンに最も近い、(x,y,z)=(7,2.5,0)の点で最も多くのエネルギーを集めることができる。

発電形状のどの点で最も多くのエネルギーを集められるかを調べるため、(1)で作成した図1の発電形状の表面において1m間隔でシミュレーションを行った。その結果をもとに発電形状でのエネルギー分布図を作成した。タービンの形に配置した音源の中心を、底面から2.5mに変更した発電形状でも同様にシミュレーションを行った。

(3) 音源配置の密度変更

[仮説B]

密度を高めれば高めるほど得られるエネルギーは大きくなる。

よりタービン全面から音が出ていることを再現するために約15cm間隔(x軸方向に81個、yz平面方向に72個ずつ)、

約20cm間隔(x軸方向に61個、yz平面方向に56個ずつ)、約30cm間隔(x軸方向に41個、yz平面方向に36個ずつ)で音源を配置し、(1)と同様の点、(x,y,z)=(14,5,5)においてシミュレーションを行った。タービンの形状に沿って円形状に配置する音源については、y=4.25, z=2.5となる点には必ず音源が配置されている。

(4) 理想的な発電形状の模索

[仮説C]

1つの焦点から発生した波はすべてもう一つの焦点へ向かうという楕円の特徴を利用した回転楕円体が理想的である。

pyroomacousticsが球面状の部屋に対応しておらず、コンピュータでのシミュレーションは断念した。よって、図形的特徴から数学的に考察する。

5. 研究内容

① タービン音の測定

タービン音は周波数が広域におよび、音圧レベルは102.4dBであった(図6)。102dBは17mW/m²に相当する。

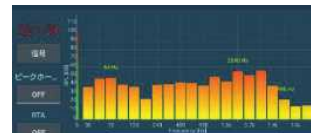


図4 タービン音のスペクトル

② タービン音のシミュレーション

(1) 一点でのシミュレーション

タービン音の再現には、図4の結果から、10の周波数に対する音圧レベル[dB]を音圧に変換し、その結果を用いた。各周波数で正弦波を作成し、その組み合わせによって再現する。そして、図2の発電形状において、壁面吸音率0.2、反射回数8と仮定し集音した。集音結果の周波数スペクトルを図5に示す。この結果をもとに計算したところ、エネルギー密度は0.12mW/m²であった。

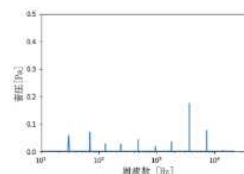


図5 周波数に対する音圧

(2) 集音に最適な点の模索

図2の発電形状内で、1m 間隔でシミュレーションを行った結果は図6の通りである。右に示した凡例をもとにエネルギー密度によって色分けした。

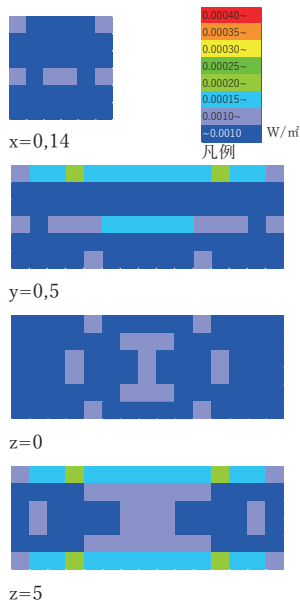


図6 音源配置が底面から2mのエネルギー密度の分布

最も高いエネルギー密度が得られた点は $(x,y,z)=(3,0,5)$ に代表される、音源との位置関係から図形的に対称な位置にある4点であり、そのエネルギー密度は 0.21mW/m^2 であった。また相対的に見ると、音源に近い底面($z=0$)よりも上面($z=5$)の方が効率よく音を集めることができる。よって仮説Aで示した音源からの距離との因果関係は見られなかった。また、得られたエネルギーの合計は 39mW であった。さらに、音源の配置を発電形状内の中心にして色分けすると、結果は図7のようになった。凡例は前述のものをを用いた。

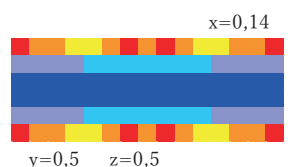


図7 音源配置が底面から2.5mのエネルギー密度の分布

最も高いエネルギー密度が得られた点は、 $(x,y,z)=(6,0,0)$ に代表される、図形的に対称な位置にある8点であり、そのエネルギー密度は 0.51mW/m^2 であった。相対的には、直方体の長辺で高いエネルギー密度が得られることが分かった。また、

発電形状全体として得られたエネルギーは 47mW であり、音源を中心からずらして配置した場合よりも高いエネルギー量が得られることが分かった。

(3) 音源配置密度の変更

表1 音源間隔とエネルギー密度

音源間隔[cm]	研究(1)	15	20	30
エネルギー密度[mW/m²]	0.12	15	3.7	3.5

表1にそれぞれの音源間隔でのエネルギー密度の結果を示した。仮説Bで示したように、音源間隔を小さくするにつれ、音源密度が高くなるにつれ、エネルギー密度の増加が確認された。音源間隔を15cmにすると、20cmの場合と比べてエネルギー密度が約4倍になり、発電所で実際に測定した 17mW/m^2 に近づいた。音源間隔を30cmから20cmに変更した場合と比べて、20cmから15cmに変更した場合にエネルギー密度が大きく変化した原因は現在のところ分かっていない。どの音源間隔でのシミュレーションが適切かは今後検討する必要がある。

(4) 最適な発電形状の模索

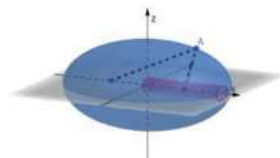


図8 回転楕円体

図8のようにタービン(赤)が x 軸の正の方向で収まるように座標を設定し、回転楕円体(青)を描く。この時、一方の焦点 F に音圧 S の音源、他方の焦点 F' にマイクを置き、音圧が距離の二乗に反比例して減衰し、点 A での反射で0.8倍になるとし、楕円の長軸 a 、短軸 b について、

$$a = 12.5, b = 11, c = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a} = 0.5 \text{ とすると、}$$

マイクで得られる音圧 P について次の式が得られた。

$$P = 2b\pi \times 0.8S \times \left[\frac{x}{2a^2(a^2 - c^2x^2)} + \frac{1}{4a^2c} \log \left| \frac{a+cx}{a-cx} \right| \right]_a^0$$

上記の式を計算すると、 $P \approx 0.08606$ が得られ、エネルギー密度は 0.018mW/m^2 であることが分かった。

6. 考察・結論

火力発電の発電は一基で10万～70万kWであり、タービン音には、火力発電所の発電効率を上げるほどの力はない。しかし、(2)の結果の 47mW を1年間集め続けると 412Wh となる。これは7WのLED電球を58時間点灯できるほどで

ある。そのため、蓄電によって利用することができると考えるが、コストとのトレードオフである。また、発電所で実際に測定した結果は一点で得られるエネルギー密度が 17mW/m^2 であり、音源密度を増やしてシミュレーションを行うと、これに近い値が得られたため、実際には 47mW よりさらに多くのエネルギーが得られると期待できる。

最適な発電形状について、回転楕円体での計算の結果、(2)(3)での結果より低いエネルギー密度しか得られないことが分かった。これは、音源からマイクまでの距離が遠いことが原因だと考えられる。

7. 参考文献 (最終閲覧日)

- ・速水浩平『「振動力発電」のすべて』日本実業出版社 2008年12月
- ・久野和宏,野呂雄一,井研治,堀康郎,成瀬治興,吉久光一,大石弥幸,岡田恭明,佐野泰之『音響学ABC』技報堂出版株式会社 2009/2/20
- ・Md Osman Goni Nayeem, et al. High power density nanomesh acoustic energy harvester for self-powered systems 2023.08.25
- ・【Python/PyRoomAcoustics】Pythonで室内音響シミュレーション | Qiita 2023.02.10
<https://qiita.com/oozzZZZZ/items/8dd90f17aad100b8ec43> (2024.08.19)
- ・Pyroomacousticsの紹介 | hiromasa.info
<https://www.hiromasa.info/posts/13/> (2024.07.22)
- ・NumPyを使った高速フーリエ変換による周波数解析 | Helve Tech Blog
<https://helve-blog.com/posts/python/numpy-fast-fourier-transform/> (2024.08.15)
- ・空間図形 | GeoGebra
<https://www.geogebra.org/3d> (2024.08.19)
- ・世界最高水準の発電システム！川崎火力発電所のエネルギー施策に迫る | EMIRA 2019.07.29
<https://emira-t.jp/special/11244/> (2024.08.19)
- ・LED照明の消費電力と電気代は？蛍光灯・白熱電球と徹底比較！ | ESCO
<https://www.esco-co.jp/useful/ledelectricbill/> (2024.08.24)
- ・Chat GPTシミュレーションにおけるエラー対応の補助に用いた。

謝辞

研究を行うにあたり、音力発電についてのインタビューにご協力くださった株式会社グローバルエナジーハーベットの速水浩平様、タービン音の測定にご協力くださった株式会社 JERA の皆様、情報収集にご協力くださったお茶の水女子大学理系女性育成啓発研究所の伊藤瑛海様、質問にご対応くださったお茶の水女子大学名誉教授の河村哲也先生、同共創工学部文化情報工学科・理学部情報科学科教授の伊藤貴之先生に厚く御礼申し上げます。

数値を用いたロゴの色彩の分析

2024年度 課題研究II お茶の水女子大学附属高等学校3年 武田和子

背景

身の回りの色の使われ方に興味を持ち、色に関連する研究を行った。1年次の課題研究基礎で取り組んだブレ課題研究では、特定の業種のロゴに使用されている色の統計をとることで色の持つイメージについて考察した。ロゴを色ごとに分類して統計を取った結果、**ファストフード業界で使われやすい、好まれるロゴの色は暖色と結論付けた。**

この研究を生かして課題研究Ⅱでは、2色で作られているロゴに注目し、それぞれの使用色を数値化して分析することで使われやすい**配色**を数値化し、視覚化することを試みた。

研究方法

複数の色を用いて作られているロゴについて、どのような組み合わせで作られている物が多いのか調べるため、ロゴの使用色を数値化することで統計を取る。その統計の結果をグラフにすることで、データの共通点を見つける。

仮説

2色で作られているロゴについて、調査対象とした特定の色が含まれているロゴを集める。その色に対し、使われているもう1色の色を数値化し、3次元のグラフに点を取ることで点が集まりやすい場所が見つかるのではないかと考えた。

研究の流れ

- (1) ロゴのデータの取り方にルールを定める。
- (2) (1)のルールに従ってデータを収集する。
- (3) 収集したデータを数値化する。
- (4) HSV と RGB を使い分ける。
- (5) 3次元にデータをプロットし、仮説を検証する。



(1) ロゴのデータの取り方にルールを定める。

ルール①

ロゴの中の2色の組み合わせは、「a色に対し、+b色が使われている」というルールにする。ベースとなるa色を下の「RGB色相環」図の0°から360°のHSV値のHの角度で決定し、グループ分けする。

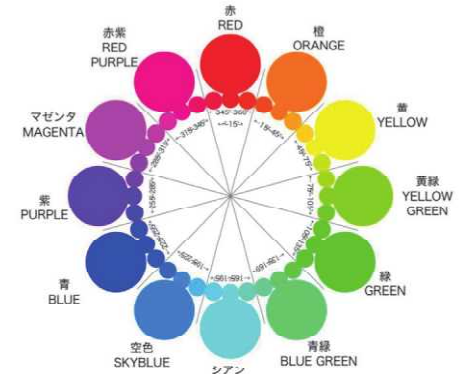


図1 RGB色相環

ルール②

背景の白+有彩色2色で構成されている

例



図2 ルール②の説明

ルール③

背景の白+有彩色2色+黒などの無彩色で構成されている

例



図3 ルール③の説明

(2) (1)のルールに従ってデータを収集する。

12業種、152社のロゴの色のデータを集め、各色ごとにグループ分けをした。



図4 赤にグループ分けされたロゴ



図5 収集したデータの概要

(3) 収集したデータを数値化する

①～③のルールに従って調査すると、色のグループの割合が下のグラフになった。SKYBLUEに分類されるロゴが66%以上を占めたため、この色に注目し研究を進めた。今回はSKYBLUEの標本を50個採取し、調査した。※ここではルール①で設定したH=195°～225°の色をSKYBLUEと表記する。

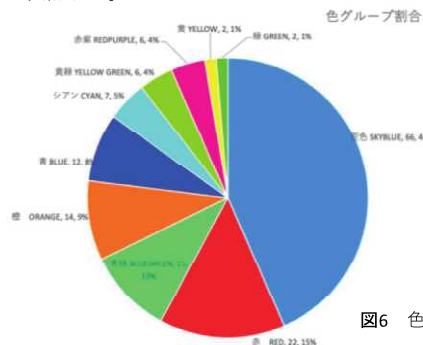


図6 色のグループの割合

(4) HSV と RGB を使い分ける。

RGB 色相環に該当カラーを HSV 値で配置し、色の相関関係を検証する。H(色相)S(彩度)の数値は、平面で取れるが、Vの明度はz軸の立体になるので2次元のカラーホイールを使っての色の見える化、比較や分析は難しい→三次元のグラフを用いて視覚化する。

(5) 3次元にデータをプロットし、仮説を検証する。

調査した空色 SKYBLUE の HSV 値を三次元関数にプロットする。(Google Colab を使用)

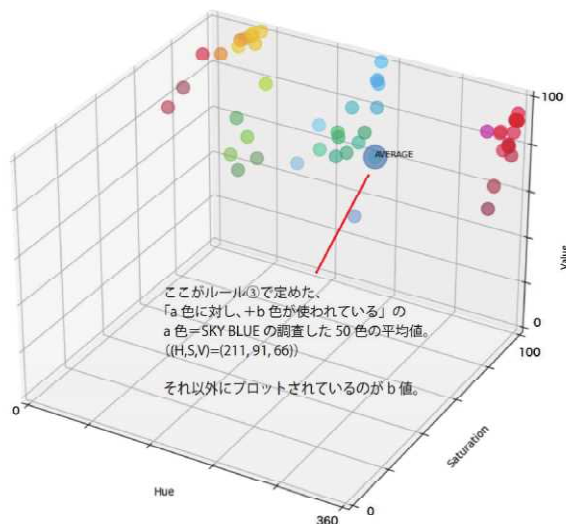
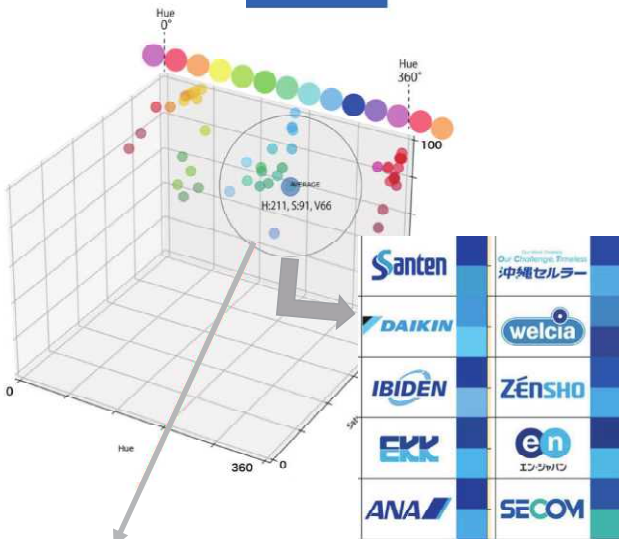


図7 SKY BLUEのHSV値をプロットした三次元関数

(H,S,V)=(211, 91, 66)→



このSKY BLUEの平均値の周りにプロットされているのは「a 色に対し、+b 色が使われている」の b 色もSKY BLUEのパターンで、調査数 50 のうち、10 点該当があった。

a 色が SKY BLUE で b 色も SKY BLUE (HSV の H が 195~205 度) が使われている場合と、a 色が SKYBLUE で b 色として 0 以前の RED (HSV の H が 345~360 度) が使われている場合が多かった のでその二つにわけてそれぞれの a 色 b 色間の距離を求めた。基準となる a 色の SKY BLUE の値は今回とったデータの中の SKY BLUE の平均値 (H,S,V)=(211, 91, 66) とした。

	(a色のHSV値)			(b色のHSV値)			(2点間の距離)
3							
4	211	91	66	220	100	60	14.07125
5	211	91	66	197	65	94	40.69398
6	211	91	66	205	49	89	48.25971
7	211	91	66	195	100	92	31.82766
8	211	91	66	198	98	93	30.77337
9	211	91	66	199	100	100	37.16181
10	211	91	66	223	73	53	25.23886
11	211	91	66	198	99	91	29.29164
12	211	91	66	195	85	89	28.6531
13	211	91	66	181	100	68	31.38471
14							317.3561
15							31.73561

表1 a 色 b 色共に SKYBLUE の時の 2 色間のHSV値の距離

a 色 b 色共に SKYBLUE の組み合わせの時は、2 色の距離が約 32 のところで色を使うのがよい組み合わせだとわかった。

そこで今回撮ったデータの中の SKYBLUE の平均値である (H,S,V)=(211, 91, 66) の点 (a 色) と距離が 32 離れていて、b 色となる SKYBLUE の範囲の中心である H=205 を通る H,S,V 座標を求めた。しかし、H だけの指定では球のなかで円形状に無限に点が取れてしまい、特定の数値が出ない。そこでさらに S を SKYBLUE の基準値と同じ 91 と設定すると、(H,S,V)=(205, 91, 97) (小数点以下は四捨五入) という座標が出た。これを a 色 b 色共に SKYBLUE の時の相性の良い組み合わせとした。

同じ作業を a 色が SKYBLUE で b 色が (H の値が 0 以前の) RED の時でも行った。すると距離は約 145 のところで使うのが良い組み合わせだとわかった。SKYBLUE の基準とした (H,S,V)=(211, 91, 66) の点と距離が 145 離れていて、(H の値が 345~360 の) RED の範囲の中心である H=353 を通る H,S,V 座標を求め、上と同様に S を 91 と設定すると、(H,S,V)=(353,91,95) (小数点以下は四捨五入) という座標が出た。これを a 色 SKYBLUE、b 色 (H の値が 0 以前の) RED の時の相性の良い組み合わせとした。

結論

SKYBLUE の H,S,V

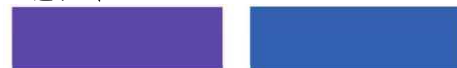
= (211,91,66) に合う色は (205,91,97) (353,91,95)



と定めた。

今後の展望

今回結論として出した 2 色は現状多く使われている組み合わせであり、斬新なものではないため、意外性があり、相性のよい組み合わせも見つけない。3 次元関数で、SKYBLUE と相性がよい色の間の距離は出ているため、その数値を利用したい。集めたデータの中で SKYBLUE と一緒に使われている色で一番少なかったのは、紫だった。そこで紫の H の範囲の中心である H=270 と SKYBLUE の組み合わせを p10 同様に出してみると、SKYBLUE と合う紫の値は、(H,S,V)=(270,91,199) (V の値は 100 までしかないため、100 とした) であった。この紫と SKYBLUE の組み合わせは、下の通りで、



個人的には合わない組み合わせと思った。そこで、なぜこの 2 色が合わないと感じたのかをテーマにさらに研究を進めたい。

参考文献

東証33業種 <https://www.buffett-code.com/industries> (閲覧日2025.1.29)

井上のさあ 色の大辞典・基礎知識と配色 NDNコーポレーション 2021.9.17

水分による張り付きを抑えたハードカプセルの開発

2024 年度 課題研究Ⅱ お茶の水女子大学附属高等学校 3 年 野田美桜

1. 動機・目的

従来の薬のカプセルは主成分はゼラチンで、水分を含むと粘着質になる。よって本研究では目標とするカプセルの条件を以下の様に設定した。

条件Ⅰ 粘膜に張り付きにくい

条件Ⅱ-1 口腔内で内容物が従来品より早く溶け出さない

条件Ⅱ-2 胃で内容物が従来品と同程度早く溶け出す

2. 実験

2-1. カプセルの加工方法

従来品を粉末でカバーして目標とするカプセルの作成を試みた。カプセルを純水にくぐらせ表面を粘着質にし、粉末を貼り付けた。図1は食紅で充填し、加工したものである。



図1. 加工済カプセル

カバーに用いた粉末は、粉末状態のまま微量を飲み込んでも害がないことを条件に5種類(片栗粉、白玉粉、上新粉、セルロース、ハイドロキシアパタイト)を選出した。尚、白玉粉は研究を始める際にすりつぶしたものを継続して使用した。ハイドロキシアパタイトは以下アパタイトと呼ぶ。

2-2. 実験Ⅰ 停留確率の測定

セルロースで充填し、各粉末でカバーしたカプセルをシリコン素材のレール上に置き、純水1mLと共に一気に流した(図2)。

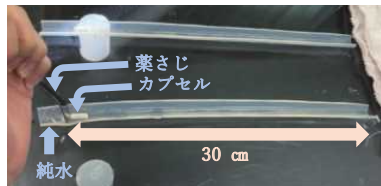


図2. 実験Ⅰの様子

各24回実験を行い、カプセルが流れ切らずにレール上で停留する確率を測定することで条件Ⅰについて検証した。

2-3. 実験Ⅱ 溶解時間の測定

食紅で充填し、各粉末でカバーしたカプセルを純水又は塩酸に入れ、食紅が流

出し始める時間を測定した(図3)。実験は各9回行い、pH7の純水(38℃)と胃酸を模したpH3の塩酸(38℃)を用いてそれぞれ条件Ⅱ-1、Ⅱ-2を満たしているか検証した。



図3. 実験②の様子

2-4. 粉末の特性

まず、乾燥状態の粉末、カプセルに貼り付けた粉末(カバー)、水に溶いた粉末の3種類を光学顕微鏡で観察した。

次に、各粉末の吸水量を、松木(2016)を参考に、以下の方法で測定した。

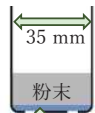


図4. 容器の断面

円筒容器の底に6箇所2mmの穴を開けて図4の様にガラス繊維ろ紙、粉末を入れた。粉末を均し、ここで一度容器全体の質量を計測した。パッドに純水を1cm入れ、容器の底を浸した。1分おきに質量を測定し、変化が見られなくなるまで続けた。

また、平たく均した粉末に水滴を垂らして水滴が吸収されるまでの時間を測定した。

3. 結果

実験Ⅰ「停留確率の測定」の結果は図5の通りである。いずれの粉末においても従来品より停留確率は低くなり、特に片栗粉が最も低くなった。

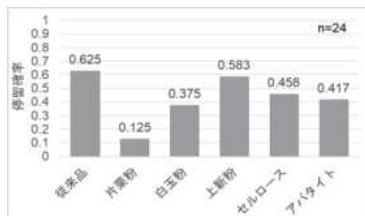


図5. 停留確率

実験Ⅱ「溶解時間の測定」の結果は図6、7の通りである。図6は純水中で内容物流出までにかかった時間を示したものである。第一四分位数、平均値が従来品より大きかったのは片栗粉、白玉粉、アパタイト

であった。図7は塩酸中で内容物流出までにかかった時間を示したものである。平均値、第一四分位数、第三四分位数が従来品と近かったのは片栗粉、白玉粉、上新粉であった。

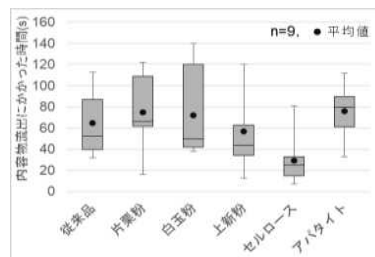


図6. 純水中で内容物流出にかかった時間

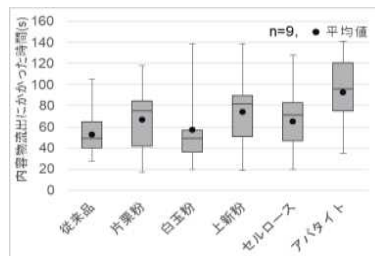


図7. 塩酸中で内容物流出にかかった時間

粉末粒子の観察結果は表1の通りである。

表1. 各粉末粒子の観察結果(各10粒)

粉末	粒子の形	粒径分布(μm)		
		乾燥	カバー	水中
片栗粉	楕円形	7.3 - 53.8	7.0 - 53.3	9.8 - 106.3
白玉粉	多角形	3.5 - 23.5	2.8 - 7.0	5.0 - 24.5
上新粉	多角形	3.3 - 15.8	4.5 - 16.5	4.3 - 10.0
セルロース	細長	18.0 - 119.8	測定不能	9.8 - 106.3
アパタイト	観測不可	極小	極小	極小

粉末の吸水量の測定結果は表2、水滴の吸水時間は表3の通りである。表2は各2回、表3は各1回の測定結果である。

表2. 最大吸水量

片栗粉	4.571
白玉粉	5.468
上新粉	8.213
セルロース	12.501
アパタイト	8.615

表3. 水滴の吸収秒数

片栗粉	3.72
白玉粉	3.59
上新粉	9.35
セルロース	1.75
アパタイト	6.10

4. 考察

粉末の吸水量の測定実験について、半吸水時間を目安に吸水速度を比較する(表4)²⁾。半吸水時間とは、最大吸水量の半分の水分を吸収するのににかかった時間のことを指す。

表4. 最大吸水量と半吸水時間		
粉末	最大吸水量(g)	半吸水時間(s)
片栗粉	4.571	57
白玉粉	5.468	119
上新粉	8.213	287
セルロース	12.501	172
アバタイト	8.615	391

ここから、調べた粉末の特性を用いて実験Ⅰ、Ⅱの結果について考察する。

実験Ⅰより、「条件Ⅰ 粘膜に張り付きにくい」はいずれの粉末のカバーにおいても満たすことができた。よって、粉末のカバーは粘膜への張り付きを抑える方法として有効であると言える。特に停留確率が低くなった片栗粉の粒子の特徴は以下2点である。

- ・粒子に角が無く楕円形
- ・粒径が大きくばらつきがある

まず、粒子に角が無いことでレールに粉末が引っ掛かりにくくなったと考えられる。次に、粒径のばらつきが大きいためレールと接触するカバーの粒子が少なくなり、摩擦力の影響を受けにくくなったと考えられる（図8）。

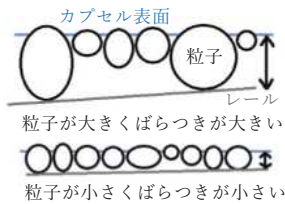


図8.カプセル表面の様子

一方で、白玉粉、上新粉は粒子が丸に近いが多角形で角を持つため、片栗粉よりもレールに引っ掛かりやすかったと考えられる。また、片栗粉と比べて粒径が小さいためカプセル表面とレールの距離は短くなり、カバーの隙間から溶解したゼラチンがレールに接触しやすと考えられる。粒径のばらつきも小さいため、レールの接触面積が広くなったと考えられる（図8）。

セルロースは粒子が細長く角を持つため、レールに引っ掛かりやすいこと、アバタイトは粒子が極小でレールとの接触面積が広くなることが原因で停留確率が高くなったと考えられる。

また、水滴の吸収時間(表3)、吸水速度(表4)と合わせて片栗粉、白玉粉、上新粉の成分構成質量比(図9)を見る。ここからは片栗粉、白玉粉、上新粉について粒子の形状以外の視点から考察する。

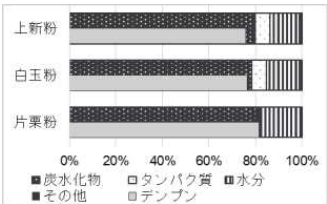


図9.粉末の成分構成質量比^{3), 4)}

表3より、最も水を弾きやすい粉末は上新粉であった。表4より、片栗粉が最も吸水速度が速く、その次に白玉粉が速かった。図9より片栗粉は水分の割合が白玉粉、上新粉と比べて高い。このことから、片栗粉は粉末自体が含む水分が多い上に吸水速度も速いため、水と素早く馴染みやすい、即ち、水を弾きにくいと考えられる。よって、片栗粉のカプセルは水と一体となってレールを流れ、停留確率が低くなったと考察される。一方、上新粉は含まれる水分が片栗粉より少なく、吸水速度も遅い。そのため、水を弾きやすく停留しやすかったと考えられる。

実験Ⅱより、「条件Ⅱ-1 口腔内で内容物が従来品より早く溶け出さない」を満たしていたのは片栗粉、白玉粉、アバタイト、「条件Ⅱ-2 胃で内容物が従来品と同程度早く溶け出す」を満たしていたのは片栗粉、白玉粉、上新粉であった。片栗粉は粒径が大きき丸くカバーに隙間ができやす

かったことから、隙間からカプセルが溶解し、内容物流出を妨げにくかったと考えられる。上新粉、セルロースについては純水中の実験で従来品よりも早い時間で内容物が流出し始めた。これは吸水量の多さが原因と考えられる。カバーが吸収した水分がカプセルを溶解させて内容物の流出が引き起こされたと推測される。アバタイトは5種類の粉末の中で粒径が圧倒的に小さく、カプセルに隙間なくカバーが張り付く。するとカバーの隙間からのカプセルの溶解が妨げられ、内容物流出にかかる時間が長くなったと考えられる。

実験Ⅰ、Ⅱの考察より、カバーに適している粉末の特徴は、以下のようになる。

- ・粒子が大きき丸みを帯びている
- ・吸水量が少ない
- ・水を弾きにくい
- ・吸水速度が速い

最後に、粉末のカバー、特に片栗粉はカプセルの張り付きを抑えるのに有効であると言える。

5. 参考文献

- 1) 長谷川峻. ゼラチンの粘着力の再湿性を利用した吸着入切可能なロボットフィングの開発. 計測と制御. 2022, 第61巻, 第7号, p.535.
- 2) 松本順子. 穀粉の吸水性の評価. 日本調理科学会誌. 2016, Vol. 49, No. 5, pp.324-327.
- 3) 食品成分データベース. 文部科学省. <https://fooddb.mext.go.jp/> (最終閲覧日:2024年8月8日)
- 4) 日本食品標準成分表2020年版(八訂)炭水化物成分表編 第2章本表(データ). 文部科学省.

卵を植物性食品で代替する方法

2024年度 課題研究Ⅱ お茶の水女子大学附属高等学校 3年 高田 怜実

動機・目的

卵の代替品の需要は増加傾向にある中で、パンやケーキなどの一般的に卵が用いられる料理において、卵を使用しないレシピは開発されているもののその数は少ない。卵を用いるレシピの卵の部分のみを植物性タンパク質で置き換える方法を見つけることを目的とした。既存のマフィンのレシピを用い、卵の代替品はひよこ豆の煮汁と大豆の煮汁を検討した。

マフィンの評価方法

気泡の割合の違いは食感を変化させ、おいしさに影響する^{1, 2)}。
→おいしさの評価方法として用いることができる。
気泡の割合は画像解析ソフトImageJを用いて以下の通りに算出した。

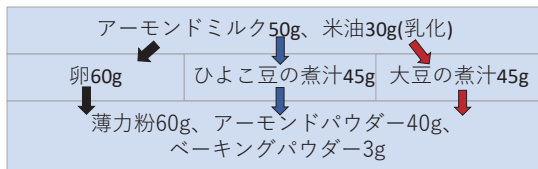
$$\text{気泡の割合} = \frac{\text{気泡部分の断面積の合計}}{\text{マフィン全体の断面積}} \times 100 (\%)$$

実験1

卵と卵の代替品を用いたマフィンの焼き比べ

方法

- ひよこ豆の煮汁、大豆の煮汁
- 1. ひよこ豆、または大豆480gを1500gの水に一晩浸水させる。
- 2. 圧力鍋を使用し高压で10分加熱する。
- 3. 煮汁を300gになるまで煮詰める。
- マフィン³⁾



以上のように生地を3種類作り、160℃で16分焼いた。
ひよこ豆の煮汁と大豆の煮汁は卵の水分量に相当する45gを加えた。

結果



図1: マフィンの断面(左から卵、ひよこ豆の煮汁、大豆の煮汁)

表1: 気泡の割合の平均値 (n=7)

卵	ひよこ豆の煮汁	大豆の煮汁
21.7%	8.2%	16.5%

考察

- 焼成前の生地の粘性に差があるように感じられた。卵、ひよこ豆の煮汁、大豆の煮汁での自由水と結合水の割合が異なることが原因ではないか⁴⁾。また、自由水の量の違いは加熱時に生地中のデンプンの糊化度に影響を与え、焼成後の気泡の割合の違いに影響するのではないかと考えた。
- 焼成前の生地の粘性を測定することにした。

結論

- 卵の代替品にはひよこ豆の煮汁よりも大豆の煮汁の方が適していることが分かった。
- 気泡の割合と粘性に相関があるが、加熱中の気泡形成には脂肪球の親油性とデンプンがもたらす作用も関わる⁶⁾。しかし、大豆の煮汁には脂肪球が含まれておらず⁷⁾、この作用がもたらされていないと考えられる。したがって、大豆の煮汁に親油基を有する大豆レシチンを添加することで気泡を保持することができるようにすると考えられる。

実験2

生地の粘性の測定

方法

粘性測定板⁵⁾を自作し、30秒間での生地の広がり具合を測定する。同じ操作を3回繰り返した。



図2: 自作した粘性測定板



図3: 実験の様子

結果

表2: 焼成前の生地の粘性の平均値 (n=3)

卵	ひよこ豆の煮汁	大豆の煮汁
2.9	5.5	3.9

考察

- 生地の粘性は卵>大豆の煮汁>ひよこ豆の煮汁であり、気泡の割合の多い順とも一致。
- 大豆の煮汁の方がひよこ豆の煮汁よりも卵の代替品として適切。
- 生地の粘性と気泡の割合は相関がある。大豆の煮汁の添加量を減らして、焼成前の生地の粘性を卵を用いた生地の粘性と揃えることで、気泡の割合も揃うのではないだろうか。

実験3

大豆の煮汁の添加量の調節

方法

生地の粘性を卵を用いた生地と揃えるために大豆の煮汁の添加量を30gに変更しマフィンの気泡の割合を測定した。

結果

大豆の煮汁を30g添加したマフィンの気泡の割合は8.4%(平均値 n=5)となった。



図4: マフィンの断面

考察

- 実験1の結果と比べて気泡の割合は8.1%減少
- 気泡の割合は生地の粘性のみに依存するのではない。
- 大豆の煮汁は起泡性があるためその添加量を減らすことは生地形成時に生地中に取り込む気泡の量を減少させると考えられる。
- 加熱時に膨張する空気の体積が減少し、気泡の割合が減ったのではないかと考えた。

参考文献

- 1) 長尾 精一(1989), 小麦粉の知識(2)ーデンプンが糊になるー, 調理科学, 22(4), p.260-263
- 2) 井上 裕文(2016), パンの食感と気泡構造の関係, 日本調理科学会誌, 49(4), p.280-284
- 3) Cook Kanamaru, パター無しでもふんわり♡アーモンドミルクのオイルマフィン | Almond Milk Oil Muffins, <https://www.youtube.com/watch?v=GexrNOyGGLI> (参照日: 2023年5月3日)
- 4) 藤原 葉子(2017), 食物学概論第2版, 株式会社光生館, p.45
- 5) 簡 卑とらみ測定板スターキット, サラヤ株式会社, 商品コード: S8023
- 6) 梅瀬 千香, 藤井 淑子(2006), スポンジケーキ組織のレオロジー特性ー澱粉粒と気泡の相互作用ー, 日本バイオレオロジー学会誌, 20(2), p.20-31
- 7) 松田 茂樹, 上田 誠之助(1995), 大豆煮汁の乳酸菌による有効利用と大豆成分の変化, 日本醸造協会誌, 90(8), p.592-596

微細藻類の酸性溶液アルカリ化現象

～クンショウモの溶液関与～

2024年度 課題研究Ⅱ お茶の水女子大学附属高等学校3年 大西杜有子

研究背景



図1. 降水中のpH分布図（環境省 平成28年度調査）

強酸性の酸性雨が日本中で降り続けているが、池や湖はアルカリ性になっていた。その中でも、pH値が高い「お茶大附属小学校の池」通称ライオン池（以下ライオン池と表記する）に着目した。

表1. 池や湖のpH測定結果

測定場所	pH
多摩川 流れが速い	7.6
多摩川 流れが遅い	7.9
多摩川の近くの池	8.5
芦ノ湖湖畔	8.4
ライオン池	9.6

これまでの実験

- ライオン池で採水した微生物の多くが藻類であり、微生物の多様性に富んだ池だった。
 - 明所、暗所、冷蔵庫で亜硝酸、 NH_4^+ 、COD、pH、塩化物イオン含有量を測定した。明所では、アンモニアイオンと亜硝酸が生成されていたことから、これらの生成には太陽光が必要であると考えられた。
- これらの反応には、水中の微生物により同化的硝酸還元（亜硝酸イオンが六電子還元されることによってアンモニアを生じる化学反応）が関与していることが示唆された。

- 酸性雨の主な原因は、排気ガスや工場などから排出される二酸化硫黄や窒素酸化物であり、これらが水に溶けて硫酸や硝酸となることである。
- 前述の実験で、硝酸が微生物の光合成の活動によってアルカリ性化する可能性は考えられたが、表1のように全ての水や池をアルカリ性化するためには、硫酸もアルカリ性化しているはずである。

本研究では、水中の微生物は硫酸をアルカリ性化できるのかを明らかにすることを目的とした

実験方法

- ライオン池で採取した水（微生物含む）に硫酸を加え、pHを4.0, 5.0, 6.0, 7.0に調整した。それぞれのピーカーを明所と暗所に置いた。アオミドロを取り除いた池の原液のみも実験に加えた。
- pHをpHメーターで、 NO_2^- 、 NH_4^+ 、CODをバックテストで測定し、6日間観察した。
- 1日目と6日目に光学顕微鏡でピーカー内の微生物の観察を行った。

観察結果

2023年10月の観察と今回の実験初日の観察

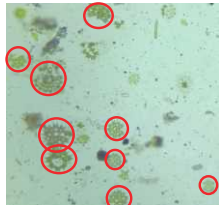


図2. 2023年10月

- 2023年10月はクンショウモが大量に生息しており、ほかにも珪藻類やバクテリアが多く観察できた。（図2の赤丸はクンショウモ、図3はワムシ）



図3. 2024年5月実験初日

- クンショウモが激減し、ワムシが激増
- 水の色が茶色になっていた。
- 池の外観からも水が黒くなっているのが分かった。
- 池の底にはヘドロがたまっており、悪臭がした。

実験最終日の観察（元のpH左から4.0, 5.0）

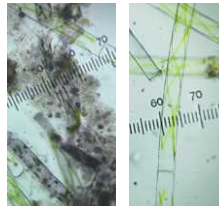


図4. 2024年5月実験最終日

- 節が凝縮して不規則な状態になっている。中央に通っている正常なものと比較すると明らかに節が細かく分裂しているのがわかる。
- 完全にアオミドロの原型が失われ、細胞壁が破壊されていた。葉緑体も少なくなっている。
- 実験1日目に観察したアオミドロには、ピレノイドがはっきりと観察できたが、6日目にはピレノイドがほぼ判別できなくなり、らせん状に変形している。

実験結果

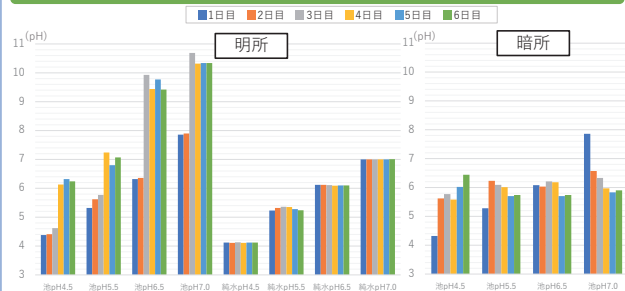


図5. 2023年11月の池の水及び純水のpH推移

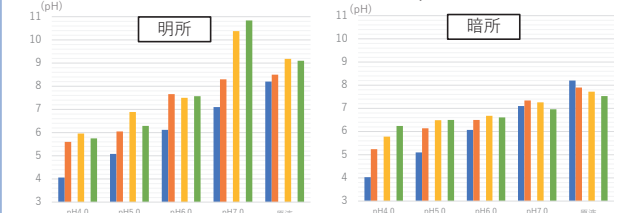


図6. 2024年5月の池の水のpH推移

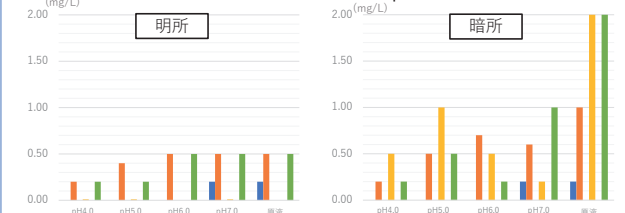


図7. 2024年5月の池の水のNH4+推移

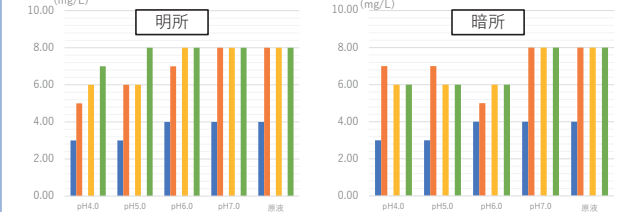


図8. 2024年5月の池の水のCOD推移

実験結果

- 2023年11月の実験と比べると明所と暗所のpHの差が小さかったものの、アルカリ化が認められた。
- NH_4^+ は、アオミドロを取り除いた池の原液を暗所に置いたピーカーだけ増加したが、ほかのものはほとんど変化しなかった。
- CODは全体的に増加傾向にあった。
- 今回、ライオン池の水を観察したところ2023年11月よりもクンショウモが大幅に減少し、動物プランクトンが増加していたため、光合成による日向でのアルカリ化が観察されなかったと考えられる。
- クンショウモの減少の原因は、池の水の流れが悪くなっていたので、水中の酸素含有量が減ったからと推察される。
- アオミドロを入れない方が、動物プランクトンの活動が強調され、アンモニアが増加した可能性がある。
- CODは、水溶液中の有機物の量を表す指標なので、動物プランクトンの活動により、明所暗所共に増加したと考えられる。

まとめと今後の展望

- 2023年11月の実験と比べると明所と暗所のpHの変化の差が小さかった。クンショウモ単体を使用して、硫酸をアルカリ化するかクンショウモが生息できる適切な水（生理食塩水など）を利用して再度実験を行いたい。
- 今後の展望としては、硫酸をアルカリ化する微生物の特定、もしくは仕組みを解明し、酸性雨問題を解決することに貢献したい。

主な参考文献

- 山村紳一郎. 顕微鏡で見るミクロの世界 仕組み・使い方・撮影テクニックがわかる. 誠文堂新光社. 2018年3月15日出版
- 小俣達男. 硝酸イオン/亜硝酸イオンの能動輸送とその制御. 化学と生物. 2000. Vol.38. No.3. p.196-203
- お茶の水女子大学 高田研究室 <http://www.p.sci.ocha.ac.jp/bio-shimada-lab/member.html> (2023年8月20日最終閲覧)
- 国立環境研究所 生物・生態系環境研究センター. 藻類コレクション2014年度活動報告. 日本微生物資源学会第22回 大会予稿集. 2015. p.36-37
- 浦屋陽一, 竹本成行. 藻類増殖特性に関する一実験. 開発土木研究所月報. 1990. No.441. p.27-33.

アルギン酸ナトリウムと寒天を用いたプラスチック代替品の開発

2024年度 課題研究Ⅱ お茶の水女子大学附属高等学校 3年 尾本絢子 川西悠希

【研究目的】

プラスチックは安価で丈夫で便利ではあるが、プラスチックごみは深刻な問題となっている。そのため、従来の石油を用いたプラスチックの代替品を開発することを目指した。しかしプラスチック代替品の定義は様々なため、本研究では①ある程度丈夫、②石油を使わない、③食べても害のない素材を使う、という3つの条件を満たす代替品を目指した。

【背景】

アルギン酸ナトリウムは海藻に含まれる多糖類の一種で、食物繊維の一種であり、食べられる水や人工いくららの材料として用いられている。アルギン酸ナトリウムは、長い鎖のような物質であり、水に溶かした時アルギン酸とナトリウムイオンに電離する。先行研究より、アルギン酸ナトリウムを水に溶かした状態で、乳酸カルシウム水溶液の中に入れると、カルシウムイオンがアルギン酸と結合して、網のような構造になり、ゼリーのような膜を張るゲル化が起こることが分かっている。寒天はアガロースとアガロペクチンという分子からつくられている。この分子は網目状の形をしていて、寒天を煮溶かすと網目がほどけ、ひも状に広がる。冷えてくると分子が再び集まって、網目状に戻るが、そのときに近くにある水分を網目の中に一緒に閉じ込めてしまうため、冷えるとゼリー状に固まる。

【実験】

昨年度①～④の実験を行い写真1、2のようなプラスチック代替品の素材を製作することができた。

実験①（アルギン酸ナトリウムの膜の強化）、実験②（アルギン酸ナトリウム+寒天と寒天のみの対照実験）、実験③（アルギン酸ナトリウムと寒天の比率に関する対照実験）、実験④（アルギン酸ナトリウムと寒天を用いたプラスチック代替品の利用）



写真1（アポロチョコを包んでいる様子） 写真2（醤油を包んでいる様子）

本年度の研究ではアルギン酸ナトリウムと寒天を用いたプラスチック代替品を使って苗ポッドの代替品を製作し、その苗ポッドに実際に植物を植えて既存の商品と対照実験を行い、経過を観察する。（写真3、4）



写真3（製作した苗ポッド） 写真4（対照実験中の苗ポッド（左））

【得られた結果】

実験⑤では、寒天＋アルギン酸ナトリウムの膜で苗ポットを制作し、実際に植えた。製作した苗ポットは何か所か穴が空いている状態であったが苗ポットとして使用するのに問題をきたすことはなかった。ただし製作するのに時間が掛かったり成形が上手いかなかったりと問題は多く残ってしまっているのが現状である。また今回は時間が十分に無かったため対照実験は継続中である。

【結論】

本研究を通して、アルギン酸ナトリウムの耐熱性と粘性、寒天の凝固力の強さを生かしたプラスチック代替品を作ることができた。実験⑤では、寒天＋アルギン酸ナトリウムの膜の、水に浸すとふやけて形が解けやすくなるという性質を生かし、土にそのまま植えられる苗ポットを作った。苗ポットはプラスチックでできたものが主流であり、植えるときにポットを外さないといけずそのゴミが農業廃棄物として深刻な問題となっている。しかしその苗ポットを寒天＋アルギン酸ナトリウムの膜でできたものに変えれば環境にも良く、手間も省けると考えた。今は観察中であるが、今後苗ポットの生分解性を確認するとともに、植物の生長や土壌環境などにとって害にならないかを調べていきたい。また商品化することが可能かどうかとも様々な人々に実際に使ってもらい感想や意見などを聴き改善に努めていきたい。

【参考文献】

- ・ 上岡由美.保護されたウミガメが1カ月以上ブラごみ排出 海遊館.産経新聞.2021/7/15
<https://www.sankei.com/article/20210715-4CJCCJLA6FNJTDGQGNNLIOBL6EI/>
(最終閲覧日 2024/9/29)
- ・ 宮島千尋.アルギン酸類の概要と応用.SEN'I GAKKAISHI(繊維と工業)Vol.65,No.12(2009)p.444-p.448
- ・ 株式会社キミカ.商品情報アルギン酸ナトリウム.株式会社キミカ
<https://www.kimica.jp/products/NaAlgin/> (最終閲覧日 2023/09/01)
- ・ ファミリーマート個人情報保護方針 ”レジ袋の値段を教えてください。【レジ袋有料化】
FamilyMart.2022.10.25 (最終閲覧日 2023/09/01)
https://www.inq.family.co.jp/familymart/QA_Customer/web/knowledge11219.html
(最終閲覧日 2023/09/01)

1.5℃目標からバックキャストして導く、 各国の地球温暖化政策の分析と評価

2024年度 課題研究Ⅱ お茶の水女子大学附属高等学校 3年 石井遥 石川万智

A: 研究目的

<課題>

「1.5℃目標」について

- ◆各国のGHG（温室効果ガス）排出量は十分に減少していない
- ◆各国が提出するNDC（国別決定貢献）の水準が低く、すべての国がNDCを達成しても1.5℃目標は達成できない(1)

<原因>

- ◆フォアキャストによって目標達成を図っていること
- ◆NDCの設定については21世紀半ばごろにネットゼロを達成すること以外は各国の裁量に委ねられているため、世界全体として1.5℃目標の達成に十分な量のGHGを削減するのが難しい
- ◆削減量や取り組みへの評価には明確な基準がなく、どの国の取り組みがどれほど十分であるのかの不確実

<目的>

1.5℃目標の達成から逆算したCO2許容量、および、ロス&ダメージ基金へ資金拠出すべき割合を各国に公平に定め、分配した排出量枠をもとに各国の取り組みの現状を分析・評価する。

B: 研究方法

(1)バックキャストの導入

今研究では「1.5℃目標の達成」を将来の目標に設定し、そこから逆算して以下①～③を行う

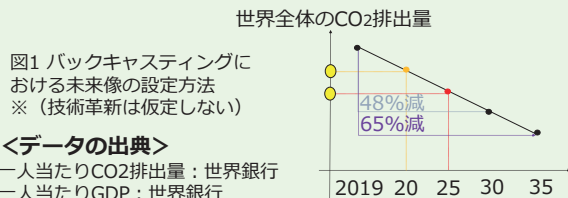
①バックキャストして導く、2025年のCO2排出量枠の算出
→NDCとの比較による目標の努力評価

②バックキャストして導く、2020年のCO2排出量枠の算出
→実際の排出量との比較による現状評価

③ロス&ダメージ基金へ資金拠出すべき割合の設定
→過去の責任の補償への反映

(2)バックキャストにおける未来像の設定

2025年、および2020年の1.5℃目標を達成できるような世界全体のCO2排出量を未来像として設定し、各国に分配することとなる。



<データの出典>

一人当たりCO2排出量：世界銀行
一人当たりGDP：世界銀行
2019年世界全体のCO2排出量：世界銀行
各国のNDC：UNFCCC NDC Registry

(3)どうバックキャストするか

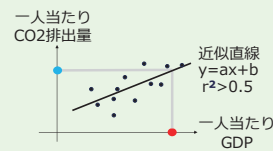
- ・ **共通だが差異ある責任（CBDR原則）**
…「CBDRは、歴史的責任と支払い能力の双方を併記し、先進国が先導する責務を定める」（高村[2016](8)）
- ・ **UNFCCCにおける公平の原則**

原則A)同等性： 原則B)歴史的責任： 原則C)支払い能力：
Höhne[2013](9)・ 亀山[2011](10)に従い具体化すると…

データA)一人当たりCO2排出量 データB)一人当たり累積CO2排出量 データC)一人当たりGDP

- ①2025年のCO2排出量枠の算出
→NDCとの比較による目標の努力評価
→原則A・Cを使用
- ②2020年のCO2排出量枠の算出
→実際の排出量との比較による現状評価
→原則A・Cを使用
- ③ロス&ダメージ基金へ資金拠出すべき割合の設定
→過去の責任の補償への反映
→原則Bを使用

①-1.2025年の排出量枠の設定-目標の妥当性の評価



1.A・Cの原則から、一人当たりGDPをx軸、一人当たりCO2排出量をy軸にとった散布図（両対数グラフ）を作成し近似直線（回帰式）の当てはまり具合を表す決定係数($0 \leq r^2 \leq 1$)を利用し、0.5以上である場合、「説明できている」とした(12)。0.5以上とならなかった場合は、UNFCCCの附属書に基づいて国を分類し、それぞれのグループについて近似直線（回帰式）の当てはまり具合を表す決定係数($0 \leq r^2 \leq 1$)を利用し、0.5以上である場合、「説明できている」とした(12)。0.5以上とならなかった場合は、UNFCCCの附属書に基づいて国を分類し、それぞれのグループについて近似直線（回帰式）の当てはまり具合を表す決定係数($0 \leq r^2 \leq 1$)を利用し、0.5以上である場合、「説明できている」とした(12)。

2.各国の2016～20年の一人当たりGDPの平均をx座標として近似直線の方程式に代入。得られたy座標に2020年の人口をかけることで、各国の許容されるCO2排出量の最大値が求められる。

3.2で求めた各国のCO2排出量の合計を求め、それぞれが占める割合を導く。1.5℃目標の達成からバックキャストした、2025年の1.5℃目標を達成できるような世界全体のCO2排出量にかけると、各国の1.5℃目標を達成できるような2025年のCO2排出量枠を決定できる。

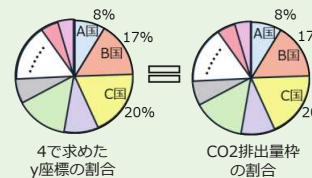


図2 CO2排出量枠の分配における考え方

①-2.NDCとの比較

下記の国に対しては①-1で求めた2025年排出量枠を利用して2030年の排出量枠を算出し、各国が提出したNDCと比較した。

2020年時点の排出量が多い国：
アメリカ・日本・中国・ブラジル・インド・ロシア
産油国：UAE

1.①-1で算出した2025年排出量枠、ネットゼロが約束される2050年の2点を通る直線を引き、x座標に2030を代入して2030年時点で1.5℃目標を達成できるようなCO2排出量を求める。

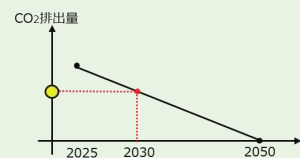


図3 2025年の排出量枠から2030年の排出量枠を算出する方法

②2020年の排出量枠の設定-現状評価

①と同じ方法で代入するデータを変えて算出。得られた結果を各国の2020年CO2排出量と比較し、各国の取り組みの現状を評価する。

③ロス&ダメージ基金への資金拠出すべき割合-過去の責任の補償への反映

高村[2016](8)によれば、ここで資金拠出の対象となるのは、UNFCCCで途上国への資金提供が義務となるOECD附属書Ⅱ国である。

☆ **(GDPの割合) × (一人当たり累積排出量の割合) = 資金拠出すべき割合**

1.2019年のGDPが附属書Ⅱ国に占める割合を求める

2.原則Bから累積一人当たりCO2排出量が附属書Ⅱ国に占める割合を求める

⇒ ◆CO2は約100年間大気中に残存する(13)ので各国の100年間（1919～2020年）の累積排出量とする

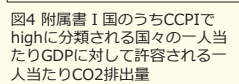
◆1919～2020年の間に植民地支配を受けていた国の排出分に関しては、植民地の国の独立年を調べ、独立するまでの分の排出量は宗主国の排出量に加算

3.2つの割合を掛け合わせた値が占める割合を算出し、それを資金拠出すべき割合とする

C:結果

①-1.一人当たりGDPに対して許容される一人当たりCO2排出量

- a. 非附属書 I 国
- b. 附属書 I 国のうち、CCPIでhighに分類される国
- c. 附属書 I 国のうち、CCPIでmediumに分類される国
- d. 附属書 I 国のうち、CCPIでlowに分類される国
- e. 附属書 I 国のうち、CCPIでvery lowに分類される国



①-2.2030年の排出量枠の算出

表1 各国の2030年の排出量枠とNDCの比較

country	NDC[kt]	2030_frame[kt]	achievement	gap/2030_frame
Brazil	1.36×10^6	9.11×10^5	未達成	0.330147059
China	2.3738539×10^7	5.81×10^6	未達成	0.755250313
EU	1.4271604×10^6	2.285×10^6	達成	-0.60108142
India	3.196800×10^6	1.978×10^6	未達成	0.381256256
Japan	$6.4768 \times 10^6 \sim$ 1.04192×10^6	4.718×10^5	未達成	0.271553854
Russia	9.561×10^5	4.232×10^5	未達成	0.557368476
UAE	1.82×10^5	1.319×10^5	未達成	0.275274725
UK	2.39841984×10^5	6.25×10^5	達成	-1.60588238
US	$4.876482 \times 10^6 \sim$ 5.011939×10^6	1.917×10^6	未達成	0.606888737

②2020年の排出量枠の算出

表2 2020年の実際の排出量が排出量枠を超えた国

Kuwait	Bosnia and Herzegovina	Czechia
Russian Federation	Uzbekistan	Malaysia
Turkmenistan	Kazakhstan	Saudi Arabia
Mongolia	Poland	Moldova
Canada	United States	Bulgaria
Australia	Serbia	Japan
Viet Nam	Belarus	Palau
China	South Africa	Libya
Bahrain	Oman	Iraq
Iran, Islamic Rep.	Turkiye	

※実際の排出量と排出量枠の差が排出量枠に占める割合が大きい順

表3 2030年の排出量枠とNDCの比較をした国々の、2020年の実際の排出量と排出量枠の

※gapは2020年の実際の排出量-2020年の排出量枠を指す

	2020_emissions	2020_frame	達成	gap/2020_frame
Australia	3.789968×10^8	2.214577674×10^8	✗	0.711372802
Brazil	4.141388×10^8	1.530728024×10^8	○	-0.729449782
China	1.09446862×10^9	6.655164254×10^8	○	0.644540357
France	2.671547×10^8	1.073616306×10^9	○	-0.751163709
India	2.2008363×10^9	2.447627868×10^9	○	-0.100828876
Japan	1.0140647×10^9	9.16384906×10^8	✗	0.106592539
Russia	1.618271×10^9	6.336098065×10^9	✗	1.554049801
Samoa	2.065×10^5	6.491005107×10^5	○	-0.681867451
South Africa	3.932416×10^8	2.874718797×10^8	✗	0.367930666
UAE	1.880887×10^8	2.248362417×10^9	○	-0.163441363
UK	3.086503×10^8	1.088765539×10^9	○	-0.716513529
US	4.3205325×10^9	2.979689739×10^9	✗	0.449994086

③ロス&ダメージ基金へ
資金拠出すべき割合

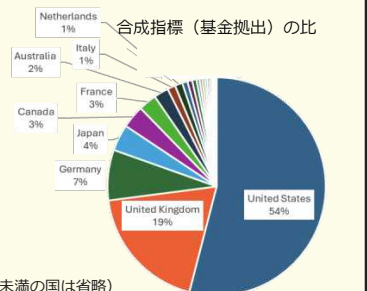


図5 合成指標（基金拠出）の比（1%未満の国は省略）

D:考察

①2030年の目標の妥当性の評価

- ・ヨーロッパ圏は目標が野心的
 - ・NDCが十分な水準に達していない国の中では、GDPの高い国の方が目標がより不十分である傾向
- 元の排出量が多く、ネットゼロを達成するには削減量の勾配が急になるためか

②2020年の現状評価

- ・現状の取り組みが十分と評価された国の方が多かった
- 削減の基準となる2019年から1年しか経っていないからか
- ◆現状の取り組みが十分と評価された国々の傾向
 - ・新興国
 - ・ある年のCO2排出量＜前年の排出量となる傾向＋
 - ・世界全体の排出許容量が減るため新興国の排出許容量も減る
 - ・石油産出国
 - ・自国のエネルギーを石油でまかなっている国が多いためか
- ☆新興国や産油国がCOPにおいて石炭のフェードアウトに反発したという国際社会での事例を裏付ける結果となった

①②2020年の取組と2030年の目標の比較

- ◆2020年、2030年共に十分とされた国：EU、イギリス
- ◆実際の排出量とNDCと排出量枠の差が拡大
 - ヨーロッパ圏は取り組みが十分かつ目標が野心的
- ◆2020年において十分と評価され、2030年において不十分とされた国：
 - ・ブラジル、インド、アラブ首長国連邦
 - ・新興国や産油国
- ◆2020年から2030年にかけての取り組みの見通しが十分でない
- ◆2020年、2030年ともに不十分と評価された国：中国、日本、ロシア、アメリカ
 - ・ヨーロッパ以外の有力国
 - ・どの国も実際の排出量とNDCと排出量枠の差が拡大
- より野心的な目標が求められる

③ロス&ダメージ基金への資金拠出の評価

- ◆累積CO2排出量
 - ・ルクセンブルクが2位となった→人口が少ないことに起因
 - ・植民地を多く持っていたフランスが占める割合が3%、先進工業国である日本が2%と少なかった
 - 日本については植民地が少なかった、欧米に比べ産業革命の到来が遅かったことに起因か
- ◆合成指標
 - ・アメリカはGDP、イギリスは一人当たり累積排出量が影響
 - ・10位以下の国の占める割合は、全て1%未満であった
 - 2つの指標とも上位に来る国が似ていたため、合成指標では上位と下位の差が開いた
- ☆一人当たりCO2累積排出量より国ごとのギャップが顕著であったGDPの差異が大きく反映された

E:結論

- (1) 成果・分かったこと
 - ◆ 数式を用いて衡平原則を反映させた排出量枠の算出を行い評価することができた。
 - ◆ 過去の責任：
 - ・ 国家間で差異の大きいGDPがよく反映された
 - ・ GDP、累積排出量ともに上位のアメリカの負担が大きくなった
 - ◆ 現状の取り組みの評価
 - ・ 取り組みが十分とされた国の方が圧倒的に多かった
 - ・ 十分でないと評価される国には新興国、産油国が多かった
 - ◆ NDCの努力評価：
 - ・ EUやイギリスといったヨーロッパ諸国は目標が十分、他の国々は不十分であった
- (2) 課題
 - ◆ 累積排出量に欠損値があった
 - 推測して補うなど、より正確なものにしたい
 - ◆ 特定の国の負担が大きくなってしまった場合があった
 - 自国の責任を超えて国家間で協力し合うことが重要
- (3) 展望・提起
 - ◆ 国々の達成に向けた努力を促すために
 - ・ 目標を達成できなかった場合にペナルティを課すといった政策
 - ・ 人々が環境問題に対して高い意識を持つことが不可欠
 - 今研究中で明らかにした責任の可視化によるCOPに合わせたデータ公表などによる関心の喚起

F:謝辞・参考文献

お茶の水女子大学共創工学部・文化情報工学科 兼 理学部・情報科学科の吉田裕亮先生に情報の分野において貴重なアドバイスをいただきました。また、元 早稲田大学 国際学術院 国際教養学部 の太田宏教授に取材を行うとともに、研究の進め方についてご助言をいただきました。心より感謝申し上げます。

- [illegible]

微生物を組み込んだ閉鎖生態系生命維持システムの炭素循環シミュレーション

2024 年度 課題研究Ⅱ お茶の水女子大学附属高等学校 3 年 津崎 彰子

1. はじめに

宇宙開発にあたって、コストがかかる地球からの物資輸送に頼らず、自給自足生活を送るためのシステム（閉鎖生態系生命維持システム、CELSS）を構築することが必要である。

これまでの閉鎖環境実験のうち多くで、人間の食料として植物栽培が想定されているが、植物残滓の分解機構として微生物が想定されているものは少ない。しかし、植物と微生物は共存しているため、実際に植物を栽培する際は、微生物を排除することはできない。また、中長期的に CELSS を運用するにあたり、主要な機構の一つである有機物の分解機構を機械だけに担わせるのではなく、自然のプロセスによって行うことで、将来的に安定性が高まると考えられる。

そこで本研究では、有機物の分解を担う微生物を含めたシンプルモデルを構築し、系内の二酸化炭素量の増加/減少の様子をシミュレーションして、微生物の存在量、活動量により比較する。

2. モデル概要

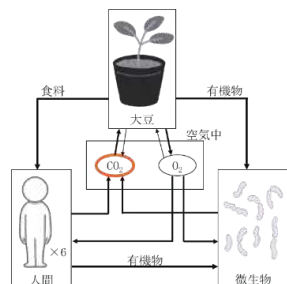


図1 閉鎖生態系を構築する生物間の物質のやりとり

図1のように、系内に存在する生態系を構築する生物を人間、人間の食料として大豆、微生物のみとし、系内全体の二酸化炭素量の変化に着目する。

外部との物質のやり取りを絶った閉鎖空間内に、ISS と同数の 6 人の人間（呼吸による二酸化炭素排出量 136 mol/day ^{*1}、必要カロリー 3150 kcal/day ^{*2}）が居住すると仮定する。

必要カロリーを賄う大豆の栽培に必

要な耕地面積^{*3}より、大豆の最大葉面積^{*4}を算出する。大豆の光合成量は葉面積に比例し^{*5}、呼吸量と光合成量の比は一定であると仮定して^{*6}、大豆の二酸化炭素吸収量を図2のように算出できる。

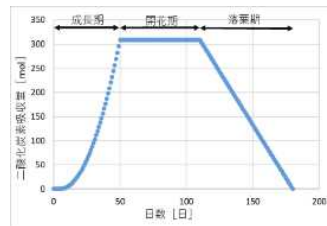


図2 大豆による二酸化炭素吸収量（≒光合成量）の変化

1 日あたりの土壌中の微生物からの二酸化炭素排出量^{*7}、土の密度^{*8}、呼吸を行う微生物の存在範囲^{*9}、耕地面積より、微生物の二酸化炭素排出量は 72.2 mol/day と算出した。これを基準値とし、土壌中の微生物の二酸化炭素排出量について以下の2つを仮定する。

（1）二酸化炭素排出量が一定の場合

微生物による二酸化炭素排出量が（i） 52.2 mol/day 、（ii） 72.2 mol/day 、（iii） 92.2 mol/day と、比較対象として、微生物が存在しない場合（微生物の二酸化炭素排出量が 0 である場合）を検討する。

（2）二酸化炭素排出量が周期的に変化する場合

微生物の呼吸量が周期変化する主要因として、呼吸量が存在する有機物の量に比例することが考えられる。そこで、大豆の枯死の直後は大量の残滓が供給されるために二酸化炭素排出も活発になり（活動期）、残滓が少なくなると二酸化炭素排出量が減少する（静穏期）と仮定し、図3のように微生物の二酸化炭素排出量の変化の周期を設定する。1-180 日については、大豆の収穫がないため残滓が供給されることがないため、静穏期とする。（2）についても、微生物が存在しない場合との比較を行う。



図3 微生物の二酸化炭素排出量の時間変化

なお、本研究では地球で行われたデータを利用しているため、基本的に重力、

光量などの条件は地球と等しいと仮定したうえでのシミュレーションである。

3. 結果

（1）二酸化炭素排出量が一定の場合

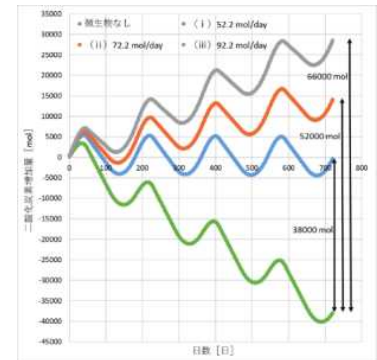


図4 微生物の二酸化炭素排出量が一定である場合の閉鎖空間内の二酸化炭素増加量

図4より、（i）（ii）（iii）「微生物なし」のすべての場合において周期的な二酸化炭素量の変化がみられる。これは、大豆による二酸化炭素吸収量が図2のように変化するためである。（i）（ii）（iii）と「微生物なし」はおおむね同じ周期で二酸化炭素量の変動を繰り返す。

（ii）（iii）は 720 日目まで二酸化炭素が増加し続ける一方、（i）は -4000 mol から 5000 mol の間にとどまっている。「微生物なし」では二酸化炭素量は減少し続けている。

720 日目における（i）（ii）（iii）と「微生物なし」の差は、それぞれの 720 日間の微生物の累計二酸化炭素排出量と等しい。したがって、微生物による二酸化炭素排出は、他の要素によって相殺されることなく、系内全体の二酸化炭素量の変化に影響を及ぼすことが分かる。

（2）二酸化炭素排出量が周期的に変化する場合

図6より、180 日目までは（ア）と「微生物なし」に大きな違いはないが、その後は（ア）において微生物の活動が活発になる時期が周期的に訪れるため、二酸化炭素量に違いが現れることが分かる。

（ア）は大豆の二酸化炭素吸収量の他、

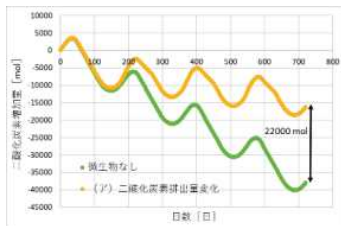


図6 微生物の二酸化炭素排出量が変化する場合と一定である場合の閉鎖空間内の二酸化炭素増加量

微生物の二酸化炭素排出量も周期変化している。しかし、(ア)と「微生物なし」はほとんど同じ周期で極大値や極小値をとっている。これは、微生物の二酸化炭素排出量が系内全体の二酸化炭素量の変化の周期に影響を及ぼさないことを示している。

微生物の活動量が変化する場合でも、系内全体の二酸化炭素量が、微生物が存在しない場合と比較して大きくなるのが分かる。

4. 考察

微生物の存在量の変化

(1) 二酸化炭素排出量が一定の場合では、土の密度、量、単位体積当たりの微生物の量の条件を仮定して、微生物の二酸化炭素排出量の基準値を 72.2 mol/day とおいた。これらの条件が変化すると、微生物の存在量が変化し、二酸化炭素排出量も変化すると考えられる。

土の密度は、重力の大きさによって変化すると考えられる。火星や月などの陸上で栽培する場合は、重力が地球より小さくなるため、土の密度が地上で考えられる値より小さくなる可能性がある。土の密度が 400 g/L のとき、二酸化炭素排出量はおおよそ 57.8 mol/day と、(i) と近い値になる。

土壌の状態は、土中の微生物の量に影響すると考えられる。本研究では連作という仮定で検討したが、輪作の状態だと仮定すると、微生物の活動量が増加する^{※7}。連作の状態が続くと、土壌の栄養分が偏るなどして状態が悪化する「連作障害」が起き、微生物の活動量が減少すると考えられるが、輪作では土壌の状態が良好に保たれるため、連作障害が起きず、微生物の活動量が比較的增加すると考えられる。このとき微生物の二酸化炭素排出量はおおよそ 90.2 mol/day と、(iii) と近い値になる^{※7}。

現在 CELSS の研究において主流であ

る植物の栽培方法は、水耕栽培である。水耕栽培には、化学液肥を使用する方法と有機液肥を使用する方法がある。化学液肥を使用する方法では、植物は病原菌への体制が弱くなるため、微生物は排除する必要がある^{※10}。よって、化学液肥を利用して水耕栽培を行う際は、微生物は全く存在しない。一方、有機液肥を使用する方法では、水中に生息する微生物を利用して栽培に使用する養液をつくる^{※11}ため、養液中に微生物が存在し、呼吸をする。この場合には、微生物による二酸化炭素排出の影響がある。しかし、有機液肥中の微生物の存在量や呼吸による二酸化炭素排出量について検討している研究は、現時点ではみられなかった。有機液肥を使用する方法は、化学液肥を使用する方法と比較して、人間や植物が排出する有機物を利用することができるほか、排水の化学物質による汚染の防止など、閉鎖空間内で活用する際の利点が多い^{※10}。有機液肥中の微生物の二酸化炭素排出について、今後検証していく必要があるだろう。

微生物の活動量の変化

(2) 二酸化炭素排出量が変化する場合では、有機物量の変化を微生物の活動量の変化の原因として扱ったが、微生物の活動量が変化する要因としては、他に温度の変化なども考えられる^{※12}。本研究では、温度と微生物の活動量の相関については考慮していないが、実際の閉鎖空間内では、温度設定により微生物の呼吸量が大幅に変化する可能性がある。

活動期と静穏期の二酸化炭素排出量の平均値は系内全体の二酸化炭素量に影響を及ぼすと考えられるため、活動期と静穏期それぞれの二酸化炭素排出量を求めることは重要である。一方、活動期と静穏期が入れ替わる周期については、系内全体の二酸化炭素量の変化の周期に関係しないと考えられる。

5. 結論と展望

本研究から、微生物の存在量が大きくなると系内全体の二酸化炭素量も大きくなるという関係があることが分かった。また、微生物の活動量の周期変化は二酸化炭素量の周期変化には影響を及ぼさないが、微生物の活動による二酸化炭素排出は系内全体の二酸化炭素量を

増加させた。微生物の存在は閉鎖空間内の二酸化炭素量に影響を及ぼすため、CELSSにおいて二酸化炭素量を検討する際は、微生物の存在を考慮することは必要であると考えられる。

大豆の残滓や人間の糞尿中の炭素量を設定することで、活動期、静穏期それぞれの微生物の二酸化炭素排出量を計算でき、より正確に二酸化炭素排出量の平均値が求められると考えられる。平均値が 52 mol/day 付近になった場合、人間と植物の二酸化炭素排出量の合計と大豆の二酸化炭素吸収量が釣り合うために、系内全体の二酸化炭素量は安定すると考えられる。

また、温度や光量、重力などの条件は、本研究では地球上の条件と等しいと仮定して検討したが、実際に CELSS を構築する月や火星等ではそれらの値は異なる。地球と異なる環境条件では、二酸化炭素量の変化は異なる様相を見せるであろう。様々な環境条件で検討を行うことで、CELSS を構築するのに適した条件が導ける可能性がある。

参考文献

- ※1 下田隆信. 宇宙ステーションの空気環境を創る環境制御・生命維持システム. シンポジウム「特殊環境での医療ガス」. 2014, 16(1), 7-12
- ※2 日本人の食事摂取基準 (2020 年版). 厚生労働省. p84.
- ※3 令和 4 年作物統計調査. 農林水産省.
- ※4 山本晴彦, 本條均. 分光反射特性を利用した暖地ダイズの葉面積指数およびバイオマスの推定. 農業気象. 1990, 46(1), 19-22
- ※5 いろいろな植物の光合成速度を教えてください. 光合成の森.
<http://www.photosynthesis.jp/fq/fq1-11.html>
- ※6 光合成により吸収する CO₂ の量と呼吸により吐き出す CO₂ の量について. 一般社団法人日本植物生理学会.
https://jspp.org/hiroba/q_and_a/detail.html?id=5337
- ※7 木村真人. 土壌中の微生物とその働き (その 8) 一畑の微生物一. 農土誌. 1991, 59(11), 65-73
- ※8 培養土選びの目安は?. タイキ種苗株式会社. <https://www.takii.co.jp/material/howto/manure/index12.html>
- ※9 中島春繁. トコトンやさしい微生物の本. 日刊工業. 2018.
- ※10 研究概要 有機水耕栽培用硝化微生物剤の開発「土壌を創る」. 京都大学大学院農学研究科応用生命科学専攻 発酵及び醸造学研究室. <https://hikko.kais.kyoto-u.ac.jp/project/projectc-1.html>
- ※11 有機質肥料活用型養液栽培マニュアル (第 1 版). 農研機構.
- ※12 寺本宗正, 梁乃申, 曾繼業, 高木正博, John Grace. 地球温暖化によって土から排出される二酸化炭素の量は増えるのか? -6 年間の検証実験から-. 地球環境研センターニュース. 2017, 27(10)

WEB ページの最終閲覧は全て 2024 年 8 月 28 日

数学で作る新しい音律とその応用

2024年度 課題研究Ⅱ お茶の水女子大学附属高等学校3年 長砂琴音

1. はじめに

音律の歴史は、ギリシャではピタゴラス音律、中国では三分損益法から始まり、様々な旋法や調が定められたほか、ピタゴラスのコンマの解消、各音階の協和や実用性の向上などのためにいくつかの音律の考案がなされた。その中でも平均律は現代で広く用いられており、様々な調や旋法を用いた曲が作曲されてきた。また、近年の研究では、ピタゴラス音律の変形について長田（2014）により検討がなされている。

本研究では、新しい音楽性の創造のための音律の創作を目的とし、これまでは異なる変形手法による平均律の変形を行い、独自の音律を作成し、その性質を分析する。

2. 音律の歴史

ピタゴラス音律

- 1オクターブを超えると「ピタゴラスのコンマ」というずれが生じる
- 転調が出来る調性が限られる

**純正律
中全音律
ウェル・テンペラメント**

- 周波数比が工夫され、和音が協和的に
- 転調が出来る調性が限られる

平均律

- 転調してもオクターブにずれが生じない
- 協和度が低い
- 微分音
...1オクターブの音程数を12から増減

(小方 [1])

近年の音律また、音律作成を目的とした研究

・ピタゴラス音律を変形させる (長田 [2])

3. 音律の算出

表1において底である $a=2$ は平均律に対応する。本研究では様々な a の値を用いて、新たな音律を算出した。算出結果は表1の通り。

$$f_{[Hz]} = 440 \times a^{\frac{n}{12} \dots ①}$$

表1 各音律の周波数

$\frac{a}{n}$	1.618 (ϕ)	1.8	1.9	2	2.718 (e)	3	3.14 (π)	5
0	440	440	440	440	440	440	440	440
1	457.91	462.09	464.18	466.16	478.23	482.18	484.02	503.15
2	476.54	485.29	489.68	493.88	519.79	528.41	532.44	575.37
3	495.94	509.65	516.58	523.25	564.96	579.07	585.71	657.95
4	516.12	535.23	544.97	554.37	614.05	634.59	644.31	752.39
5	537.13	562.10	574.91	587.33	667.41	695.43	708.77	860.38
6	558.99	590.32	606.50	622.25	725.40	762.10	779.68	983.87
7	581.74	619.96	639.82	659.25	788.43	835.17	857.69	1125.09
8	605.42	651.08	674.98	698.46	856.94	915.24	943.49	1286.57
9	630.06	683.77	712.06	739.99	931.41	1002.98	1037.89	1471.23
10	655.70	718.09	751.19	783.99	1012.34	1099.14	1141.72	1682.39
11	682.39	754.14	792.46	830.61	1100.31	1204.52	1255.95	1923.87
12	710.16	792	836	880	1195.92	1320	1381.60	2200

(算出した値は小数第三位で四捨五入)

4. 可聴化

- 算出した周波数をもとに、Pythonを用い、ロボ太氏の「Pythonで音を鳴らす」に公開されていたコードを参考にし、任意の周波数で正弦波を生成
- GarageBandを用いて、先のプログラムで出した正弦波の音を収録 (iPadを2台使用)
- 収録した音源をApple社GarageBand上で編集し、以下の音源を n の値が対応するようにして作成した。
 - 「きらきら星」のメロディー (曲1)
 - 現代のJ-POPのヒット曲で多く用いられる Just the Two of us 進行 (以下「J進行」と表記する) と呼ばれるコード進行 (曲2)
 - 最も普遍的なド ($n=3$) を根音とする長三和音の音源 (曲3)

5. AIによる感情評価

5.1 AIによる音律の評価

AIは音声の周波数、大きさ、ピッチ (速さ) を分析することによって発話者の感情を認識するが、正確性は保障されていない。 (BizTech株式会社, 2022)

5.2 仮説

- AIの出した結果を人間の感情として置き換えることは出来ないが、性質にある一定の傾向を見いだせる。
 - 同じ音名の和音やメロディに対して、平均律と他の音律との間に感情の相関関係が見られる。
- 感情の分析結果は表2。

表2 User Local社 音声感情認識AIによる判定結果

音律 サンプル	1.618 (ϕ)	1.8	1.9	2	2.1	2.718 (e)	3	3.141(π)	5
曲1	P	P	S	S	S	S	S	S	H
曲2	S	S	P	F/S	A	A	P	A	A
曲3	F/S	P	P	P	F/S	F/S	F/S	F/S	F/S

サンプル曲

曲1: きらきら星 曲2: J進行 曲3: 長三和音

判定された感情

- P: 平穏 S: 驚き F/S: 恐怖/悲しみ A: 怒り H: 幸福
- オレンジ: ポジティブ 青: ネガティブ
(1と2はAIによって別々に判定されている)

5.3 考察

表2にて、きらきら星と長三和音では、算出式に代入した a の値と、サンプルからAIが判定した感情との間に連続的な推移が示唆された。既存の曲の音律を変えることによって、曲の原形を保ちながら雰囲気を変えるアレンジが可能である。

6. 実用化に向けて

作成した音律を実際の楽器で演奏可能にするため、コスト及び調律の容易さの観点から二つの楽器を選定し、音律を実装した。

- アイリッシュハープ
- ギター

7. 実用例① アイリッシュハープ

7.1 概要

一つの弦から一つの音高を出す。
オーケストラで用いるグランドハープ
よりも小型なハープであり、ペダルが
無いため一時的な半音が出せない。



7.2 調律

設計上問題のない弦と音高の組み合わせ
を、指数の中心の値をnに代入して求める
(例) 周波数 f が以下の範囲にあるとき、
周波数 f の音を出すのに適した弦はB4である。

$$440 \times a^{\frac{0.5}{12}} \leq f < 440 \times a^{\frac{1.5}{12}}$$

7.3 作曲

アイリッシュハープを作成した音律で調弦し、サンプル音
源を作成した。表3はネイピア数の音律を調弦する際の例であ
る。

表3 eの調弦

音名	周波数	調弦対象	音名	周波数	調弦対象
F#3	191.24	F3	A4	440	A4
G3	207.86	G3	A#4	478.2336	B4
G#3	225.92		C5	519.7896	C5
A#3	245.55	A3	C#5	564.9565	D5
B3	266.89	B3	D#5	614.0482	
C#4	290.08	C4	E5	667.4058	E5
D4	315.28	D4	F#5	725.3998	F5
E4	342.68	E4	G5	788.4331	G5
F4	372.46	F4	A5	856.9437	A5
G4	404.82	G4	A#5	931.4076	
A4	440.00	A4	B5	1012.342	B5

8. 実用例② ギター

8.1 概要

一つの弦をフレット（金属棒）を用いて
押さえることで、平均律の様々な音高を
出すことができる。
(例) 開放弦の半分の長さで押さえると、
波長が1/2になり、周波数が2倍になる
→1オクターブ上の音が出る

表4 ギターの開放弦

開放弦	周波数 [Hz]
1弦 E2	84.822
2弦 A2	113.223
3弦 D3	151.135
4弦 G3	201.741
5弦 B3	254.178
6弦 E4	359.461



8.2 調律

ギターの弦の長さ ($\frac{1}{2}\lambda$) を測定したのち、任意の周波数 f を式
②に代入し、ブリッジからのフレットの距離 (l) を定める。
開放弦の周波数を f_0 とする。

$$l = \frac{f_0}{f} \times \frac{1}{2} \lambda \cdots \textcircled{2}$$

本研究では、 φ の音律にのみギターを調律した。(表5)

表5 φ の調律 (単位はcm)

1弦	2弦	3弦	4弦	5弦	6弦
47.6	48.0	48.4	46.8	48.3	46.9
45.7	46.1	46.4	45.0	46.4	45.0
43.9	44.2	44.6	43.2	44.6	43.3
42.2	42.5	42.9	41.5	42.9	41.6
40.5	40.8	41.2	39.9	41.2	39.9
38.9	39.2	39.6	38.3	39.6	38.4
37.4	37.7	38.0	36.8	38.0	36.9
35.9	36.2	36.5	35.4	36.5	35.4
34.5	34.8	35.1	34.0	35.1	34.1
33.2	33.4	33.7		33.7	

(小数第2位で四捨五入)

9. 人による感情評価

9.1 目的

- 作成した音律で作られた曲が、音楽として受け入れられる
かを確認する。
- 5.においてAIが判定した感情と、人が判定した感情を比較
し整合性を確認する。
- 作曲者が表現したい感情と、評価者に伝わった感情の整合
性を確認する。

9.2 調査方法

9.2.1 調査内容 (案)

- Q1. この音源は音楽として聞こえますか。
(はい・いいえ)
- Q2. この音源はポジティブ、ネガティブのどちらの印象を持
ちますか。
(ポジティブ/ネガティブ)
- Q3. (例) この音源を聴いて穏やかさをどの程度感じますか。
AIが判定する5つの感情を、評価者がどれくらい感じ
取ったかを5段階 (1.全く感じない~5.とても感じる) で回
答する。

9.2.2 回答方式

インターネット上で音源を送信し、評価者にアンケートを取る。

9.2.3 分析方法

Q1. 単純集計を行い、「はい」の割合が50%を超えた場合、そ
の音源は音楽であると判定する。

Q2. 単純集計を行い、50%を超えた回答がその曲にあると判定
する。判定された感情がAIのものと一致した場合、AIの結果に
は整合性があるものとする。

Q3. 単純集計によって最も感じられた感情を判定し、AIの回答
と一致した場合、AIの判定結果には整合性があるものとする。
また、回答結果によって数値化などの分析手法を適用する。

10. 今後の展望

■ 感情評価試験の実施

- 調査対象者の特徴と回答の傾向に関連性があるか
- 他の作曲者の作品を用いた官能試験

■ 作曲手法の確立

- 音楽として受け入れられる音源の作成を目標とする

11. 謝辞

本研究の遂行にあたり、都立飛鳥高校芸術科の岡村繁先生には多くの音
楽的知見を教えてくださいましたことに感謝の意を表します。
また、課題研究支援プログラムでご指導賜った、お茶の水女子大学共創
工学部/理学部の吉田裕亮先生に深謝申し上げます。
そして、お茶の水女子大学附属高校数学科の十九浦美里先生、理科の朝
倉彬先生には様々なご助言をいただき、英語科の金子麻子先生、数学科の
阿部真由美先生には研究発表資料に関するご指導をいただきました。そし
て、沼畑早苗先生には私の研究活動に様々なサポートをしていただきまし
た。ありがとうございます。

12. 参考文献

- [1] 小方厚. 音律と音階の科学新装版ドレミ…はどのように生まれたか. 講
談社, 2018, 270, ブルーバックス
- [2] 長田将弥・横山真男. 自然法則を用いて算出した音律の創造の試み. 情
報処理学会研究報告, Vol.2014-MUS-102, No.23, p.1-7

平和をもっと身近に！～平和の多様性を広めるゲーム型教材の開発～

2024年度 課題研究II 社会科学 お茶の水女子大学附属高等学校3年 石井夏帆、友田りさ

〈1.研究の意義〉

平和実現には、「平和とは何か」、「どうしたら平和になるのか」について一人一人が考えることが必要だろう。しかし、私たちがこれまで受けてきた学校教育では、それらを考える機会が少なかった。また、内容も第二次世界大戦中の出来事を基に戦争の悲惨さを訴えることが中心で、「戦争がない＝平和」なのか、様々な課題を抱える社会を生きていく中で私たちは問題意識を持ってきた。

そこで、日本の平和教育の現状から課題を明らかにし、課題を解決する要素を備えたゲーム型教材の開発を通じて日本でのより良い平和教育を探究した。

〈2.研究方法〉

①ゲームの改良

2年時に制作した平和学習のためのゲーム型教材GAP MAPPING GAMEを改良する。

②効果検証

愛知教育大学附属高等学校の2年生および3年生に体験してもらった。

事後アンケートに回答していただき、その結果からGAP MAPPING GAMEの効果検証を行う。

〈3.平和とは〉

第二次世界大戦以降、紛争の発生を防ぐ目的で平和研究は世界各地で行われるようになった。

しかし、時代が進むと、「紛争状態でないこと＝平和」とは限らない との主張が現れ、現在ではその論が学術的に用いられている。特に重んじられているのがノルウェーの平和学者ヨハン・ガルトゥングによる、「平和とはあらゆる種類の暴力の不在または低減である。」(※1)という定義である。

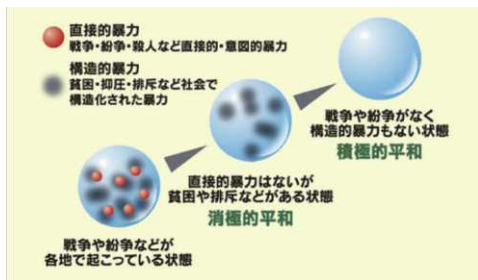


図1. 平和学における消極的平和と積極的平和

出典：「格差や貧困のない社会に向けた真の『平和』のための教育とは？」、Child Saving, 2015年9月、2023年10月13日閲覧。
https://thinking-tokyo.co.jp/childsaving/article/article_23.html
原著：「Peace by Peaceful Means: Peace and Conflicts, Develop and Civilization」, Galtung Johan, SAGE Publications Ltd, 1996. 4.16

〈4. GAP MAPPING GAME 開発の試み〉

課題研究 I での探究から見出した日本の平和教育の課題は以下の通りである。

□平和のイメージ(※2)

⇒曖昧な平和について、**平和を阻害している事物や社会的課題** との関連から「**平和とは何か**」を**一人一人が考える機会** が不足している。

□平和教育の回数とその内容(※3)

⇒回数や内容の違いから平和に関する知識や考え方に差が生まれる。

□日本の平和教育の変遷(※4)

⇒平和教育に構造的暴力の内容のうち何を含めるべきか意見が分かれている。

以上から、平和学習のためのゲーム型教材GAP MAPPING GAMEを開発した。

□目的

1. 平和を**身近**に感じてもらう

2. 平和に対する**暴力**の考え方(ガルトゥングの平和の定義)を知ってもらう

3. 平和について、**対話**してもらう

□新規性・価値

・「ゲームにおける『学び』を考える」(吉川肇子, 2008)(※5)より、ゲームはプレイヤーに、**特定の知識・現実存在している問題の構造・自ら考えることを学ぶ**という効果をもたらす。アナログゲームで「楽しく学ぶ」ことには「ゲームそのものの楽しさ」以外に、他のプレイヤーとの「コミュニケーションによる楽しさ」が含まれるとわかった。

・平和をテーマにしたゲームは少なく、具体的な状況から**平和が多義的で身近な存在である**ことを体感できる。また、プレイヤーの**対話**によってゲームが進行するため、**主体的に学びを得ることが**できる。

□概要：1グループ4～5人 制限時間：20分

①積極的平和を達成するために解消すべき様々な**格差(GAP)**に注目し、日本国内の格差について、**状況カード**から問題点を読み取る。

②**ヒントカード**を基に発見した問題点の**解決策**を考える。

③解決策の実行順やその作用、**格差の解消＝平和実現までの軌跡**を紙にマップのような形で表す。

〈5.効果検証〉

1.体験会

□方法 愛知教育大学附属高校の2年生117人、3年生46人にゲームの体験と事後アンケートへの回答をしていただいた。その結果をゲーム開発の目的1～3と照らし合わせてゲームの評価を行った。



□結果

○目的1について、体験前後の平和への関心の変化は図2のようであった。また、表1は事前知識の有無とゲーム前後で状況カードの内容を平和に関わると感じたかどうかを示している。

表1 事前知識の有無と状況カードの内容を平和に関わると感じたかどうか(%) n=131人

	体験前後に、自身が使った状況カードの内容は平和に関連すると感じたか (体験前→体験後)	はい→はい				はい→いいえ				いいえ→はい				いいえ→いいえ			
		はい				いいえ				はい				いいえ			
体験前にガルトゥングの平和の定義を知っていたか	知っていた	1.53				0				0.8				0			
	知らなかった	40.5				5.3				37.4				14.5			

このゲームによって平和に関わる事象について視野が広がったり、自分にとっての平和とは何かを改めて考えたりしたのではないだろうか。

○目的2について、「ゲームの学びに繋がった点」を問う質問には、以下のようなガルトゥングの平和の定義に理解を示す回答があった。

- ・平和の種類が知れた点
- ・平和を表すことは暴力がただいだけでなく、人への無関心等も関わっていることを知った。
- ・ゲームが終わってから他の状況カードを見て、いろんな平和があると知った
- ・平和にも2種類あって日本は消極的平和ということがわかった。積極的平和にするためにもっと日本は戦争以外にも目を向けていくべきだと思いました。
- ・平和は戦争や紛争などをなくすることしかし知らなかったけれど他にも暴力になっているものはたくさんあると知りました。
- ・平和って戦争のことだけではないとわかった。

○目的3について、「ゲームの学びに繋がった点」を問う質問への回答から、議論の作法と視野の多様性の大きく二つの観点から対話に関する学びを示す以下のような回答があった。

- 議論の作法
- ・議論を円滑に進める方法
- 視野の多様性
- ・様々な立場から意見を挙げていくことが、難しいけど大事なことだと思った。
- ・普段話さないことを話さすきっかけになった。
- ・間い非正規雇用者の賃金差だったので、普段調べたことない非正規雇用の現状について知る機会になったし、グループで対策などを話し合う中でより考え深めることができた。
- ・話し合いによって意見を聞くことや現行の制度の問題点が見つかったことで有意義な時間となりました。

○ゲーム全体を通じて明らかになった改善点と改善方法は以下の通りである。

	明らかになった改善点	改善方法
内容	・ゲーム的な面白みに欠ける →ゲームを通じて目指すべき方向性がわかりにくい。 ・状況カードの内容を議論に発展させるのが難しい →状況カードによって言及している内容に偏りがある。	・プレイヤーに役を与え、成り切って参加させる →「政府」「学校」「報道機関」「企業」のように互いに利害関係のある立場を与える方法と、「日本をもっと平和にしよう」と働かせる組織の一員」のようにゲームの方向性と結びついた立場を与える方法が考えられる。 ・状況カードの情報を整理する →5W1Hに沿って記載する内容を統一し、簡潔書きにするなどレイアウトを工夫する。また、取り組み状況カードを複数枚にする。
進行方法	・時間が短い →議論とマップ作りの両立が難しい。	・時間を伸ばす →全体のプレイ時間を40分にし、状況カードは2枚に取り組んでもらい、より視野が広がるようにする。また、初めの5～10分間を各自で状況カードの内容を読み、理解を深めるために調べ物をして良い時間とする。

2. 交流会

愛知教育大学附属高校2年生の有志7人と沖縄修学旅行での学びの共有、ゲームについての感想や意見、平和教育についての意見交換を行った。

〈6.展望〉

ガルトゥングの平和の定義に基づいたこのゲームは、平和とは何かを改めて考え、平和の多義性を理解できるという価値があると分かった。学校教育の場ではもちろん、家庭など様々な人を取り組んでもらうことで、多くの人に平和について考える機会となしてほしい。

〈謝辞〉

効果検証にご協力下さった愛知教育大学附属高等学校の生徒の皆さま、小田原健一先生に心よりの感謝を申し上げます。

〈参考文献〉

- ※1 法律文化社、ヨハン・ガルトゥング『ガルトゥング平和学入門』, p.8, 2003年
- ※2 広島大学「中学生の平和意識についての比較」, https://www.hiroshima-u.ac.jp/JN2/31/murakami31.pdf, 2023年8月31日最終閲覧
- ※3 長崎ユース代表団第9期生「日本の小学校における平和教育の地域差について」, https://www.gai.co.jp/wp-content/uploads/2021/08/PeaceEducation_20210822.pdf, 2023年8月31日最終閲覧
- ※4 日本教育学会第69回大会、年内久願「平和教育研究の到達点と課題「平和教育学」の構築に向けて」, https://www.jstage.jst.go.jp/article/taikap/69/0/69_KJ00068337931.pdf-charja, 2024年1月23日最終閲覧
- ※5 吉川肇子「ゲームにおける『学び』を考える」, 『三田商学研究vol.50 no.6』, (19-31)(2020), https://www.its-hiroshima.ac.jp/contents/modules/xoonips/download.php?ID=00234698-20080200-0019.pdf?file_id=16041, 2024年1月8日最終閲覧
- アンケートの作成にあたって参照した文献
- ・菊池駿一 藤田晴司「施設内における避難行動学習のためのシリアスゲームの開発と学習効果の検証」, 土木学会論文集F3 Vol.7 No.2, https://www.jstage.jst.go.jp/article/jscece/7/1/271_1_641.pdf-charja, 2024年6月21日最終閲覧
- ・大竹庫一 広瀬幸雄「高等学校における環境教育としての産業廃棄物ゲームとその教育評価」, ジャーナル15巻(2015)1号, https://www.jstage.jst.go.jp/article/jscece/15/1/15_1_151.pdf-charja, 2024年6月21日最終閲覧
- ・「平和に関する意識実態調査」, 広島市教育委員会, 平成28年3月, https://www.city.hiroshima.lg.jp/uploaded/attachment/5324.pdf, 2024年6月21日最終閲覧
- ・教育アンケート調査年鑑編集委員会「教育アンケート調査年鑑2012年版上」, 2012年6月1日

制作したゲーム型教材: GAP MAPPING GAME
(A4用紙に400%拡大コピーすると、ほぼ実物大で使用できます)

GAP MAPPING GAME 説明書

- プレイヤー数: 4～5人
- プレイ時間: 20分
- 使用するもの: 状況カード、ヒントカード、紙、付箋またはメモ用紙、筆記用具

○ゲームの進行

1. 大きめの紙を机の中心におき、筆記用具（ペンなど）を用意する。
2. 状況カードを裏向きにしてよく混ぜ、1枚めく。ヒントカードは表向きにして横に並べておく。
3. めくった状況カードの内容を確認する。
4. 状況カードから、状況が生じている背景や状況から更に生じる問題を指摘し、紙に書き出す。（目安時間: 5分）
5. 見つけた問題の解決方法をヒントカードを参考に考え、問題解決までの道のり＝マップを描く。
6. 実行順や生まれる効果を手印や吹き出しを用いて表せると良い。
6. ゲーム終了後、「プレイ後に読むもの」を読む。

○ポイント

- ・「より平和な社会をつくるために…」という意識で問題発見、解決策の考案、話し合いに取り組む。
- ・2枚の状況カードの関連性を探ったり、複数のヒントカードを用いて多方面からの改善策を考えたりする。
- ・マップ作りよりも、話し合いを優先する。
- ・考えの過程や想定できる効果なども共有する。
- ・他のプレイヤーの意見から視野を広げたり、連想から自分の経験などに話題を繋げたりする。
- ・積極的に考えを発言し、他のプレイヤーの意見も聞いてみる。

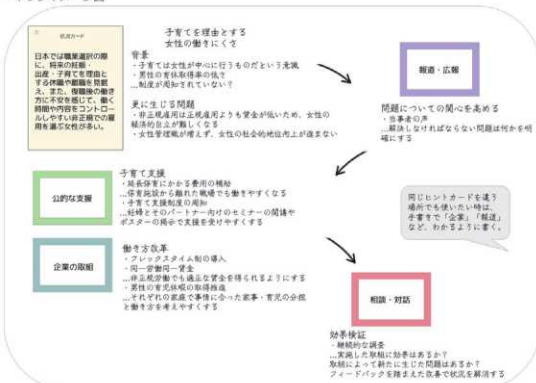
例) 「私は～と思うけれど、〇〇さんはどう思う？」

・反論はOK、否定はNG。

○「その方法は～という理由で実現が難しいよ」、「その効果は～という方法でも生まれると思う」

×「そんなことできるわけじゃないじゃん」

○マップイメージ図



プレイ後に読むもの

GAP MAPPING GAME の原点

⇒このゲームは、社会学者ヨハン・ガルトゥングによる平和の定義に基づいて制作しました。ガルトゥングの定義は、平和を暴力のない状態と捉えるものです。

ここの「暴力」とは、戦争や紛争などの直接的暴力、貧困や差別などの構造的暴力、これらの暴力

を肯定・無視する意識などの文化的暴力という三種類に分かれます。

そして、社会において存在する暴力の種類によって積極的平和と消極的平和という二つの概念が定義

づけられています。



消極的平和: 直接的暴力がない状態
積極的平和: 3つの暴力がない状態

この定義を踏まえて・・・

私たちは、日本国内の現状を内紛や戦争状態にないことから消極的平和の状態であると判断し、積極的平和の実現のためにはまず、構造的暴力や文化的暴力の存在を多くの人が知ることが大切だと考えました。

そして、多様な意味を持つ平和への個々人の考えを深め、平和実現を妨げる問題の解決を目指した取組に繋げるために、他者との対話や協力をすることが効果的であるという仮説を立て、GAP MAPPING GAME を制作しました。

GAP、すなわち格差に注目したのは、身近な事例から発見したり、解決策を考えたりしやすいため、「自分と平和の関わり」と感じてもらえと考えたからです。

ただし、状況カードやヒントカードで描写した内容はあくまでも例であり、日常生活の様々な場面に「暴力」やその解消のヒントはたくさん存在しています。また、平和は多義的な概念で、定義が一つに定まるものではありませんので、これからも自分なりの平和を考えてみてください。

相談・対話

研修・教育

報道・広報

法の整備

公的な支援

企業の取組

① 状況カード

日本では職業選択の際に、将来の妊娠・出産・子育てを理由とする休職や離職を見据え、また、復職後の働き方に不安を感じて、働く時間や内容をコントロールしやすい非正規での雇用を選ぶ女性が多い。

② 状況カード

日本では仕事内容や勤務時間が同じでも従業員区分（正規雇用か非正規雇用か）によって給料に差がある。また、労働人口における非正規雇用者の割合は増加傾向にある。

③ 状況カード

外国籍の人が日本で働くためには、厳しい条件の下、複雑な手続きを経て就労ビザを取得する必要がある。また、言語の壁により周囲との関係構築が難しくなったり、公的なサービスを十分に受けにくくなったりする。

④ 状況カード

日本では自然災害や、原子力発電所事故の被害への知識不足から、被災者に対する偏見や差別がある。

⑤ 状況カード

日本では家族構成や家計状況を理由とした相対的貧困状態にある子どもがいる。相対的貧困とは、貧困線（世帯の所得がその国の等価可処分所得の中央値の半分）に満たない人を指す。

⑥ 状況カード

日本では失業や人間関係、自然災害を理由に家を失い帰れなくなるなどしてホームレス状態になった人々は、住所を持たないことから生活保護の受給や再就職による自立が困難である。

⑦ 状況カード

日本では、政府やスポンサー企業とのトラブルを避けるため、自己検閲や報道関係社同士での申し合わせが行われ、報道の自由が損なわれている。

⑧ 状況カード

インターネットの普及に伴い、膨大な量の情報の取捨選択が個人に求められる機会が増えている。日本では、インターネットやSNSの発達により匿名での誹謗中傷を受けた引きこもりや自殺が増えている。

家屋内浸水における家具の転倒による人的被害を想定した物体の転倒条件と確率の解析

2024年度 課題研究Ⅱ お茶の水女子大学附属高等学校3年 横山咲

1. 背景

- 平成30年西日本豪雨において真備町の死者51名中41名が家屋の一階、22名が2階建ての家屋の一階で亡くなった^[1]
→家屋で亡くなった方の多くが垂直避難も不可能な状況にあった
- 家屋内浸水時、家具の転倒は避難路を塞ぎ避難を妨げたり怪我のリスクを高めたりする^[2]

2. 動機

家具が転倒する条件や確率とその要因の関係を解明することで水害における人的被害を減らせないか？

3. 目的

モデル実験により、静かに水かさが増える層流下における物体の転倒条件および確率とその要因の関係を解明する

4. 方法

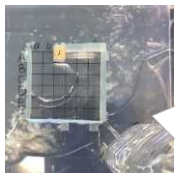


図1：実験1の様子



図2：実験2の様子

(1) 実験の内容

- 水を入れたペットボトルと木片を水槽内に設置する
- 水を流入させ始めた時点を実験開始とする
- ペットボトル内と水槽内の水面が同じ高さになった時点を実験終了とする

表1：実験器具

	体積 [cm ³]	底面積 [cm ²]	質量 [g]	密度 [g/cm ³]
水槽	24.6×24.6×4.8	605	-	-
水槽中心部分	9.0×9.0×4.5	81	-	-
木片	1.5×1.5×3.0	2.3	1.7	0.25

※ 木片の質量は10個の平均値

(2) 実験の記録事項

- 転倒時間→流入速度から転倒深さに換算する
- 木片の転倒個数→転倒確率を求める
- 転倒の向き
- 水流の様子（インクを垂らす実験のみ）
- その他の挙動

※ 転倒時間…実験開始から木片が転倒するまでの時間
※ 転倒深さ…木片が転倒した時点での水の深さ
※ 転倒確率…全実験回数に対する木片が転倒した実験回数の割合

5. 仮説

- 木片が転倒するタイミングは浮力による
- 流入速度が速いほど水の勢いが強くなり転倒確率は大きくなる
- 木片が側面と接していると転倒確率は小さい

6. 結果および考察

(1) 転倒深さを決める要因：設置位置

	a	b	c	d	e	f
A	流入口				②	
B				③		
C	①			④		⑧
D				⑤		
E				⑥		
F				⑦		

図3：木片の設置位置の区分分け

- 木片が側面に接する場合、接していない場合よりも深い
→側面に寄りかかることで浮いてから転倒するまでに時間差が生じ、転倒深さの違いとなる
- 流入速度に関わらず殆ど一定
→浮くタイミングは浮力の大きさによって決まる
- 浮力と重力がつりあう深さの理論値は7.6mmだが、得られた結果はこれよりも小さい
→木片の底面と水槽との間に水が入り込むため

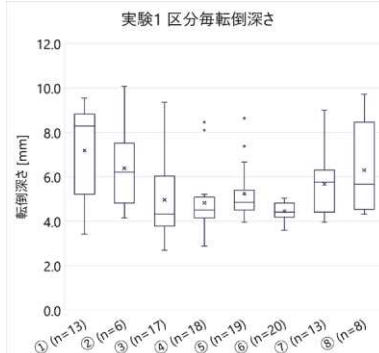


図4：実験1における区分毎の転倒深さ

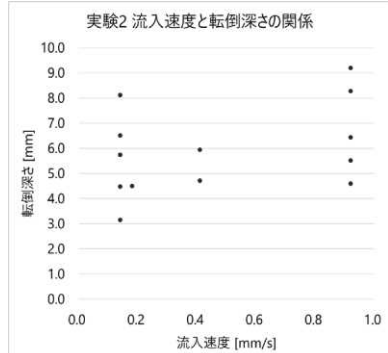


図5：実験2における流入速度と転倒深さの関係

(2) 転倒確率を決める要因：流入速度、個数、設置位置

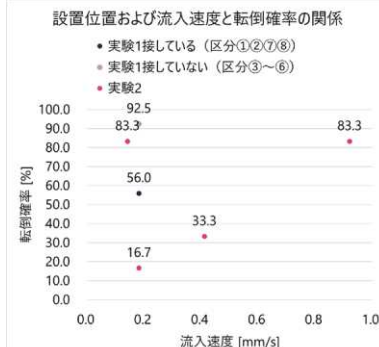


図6：設置位置および流入速度と転倒確率の関係

(3) 実験2で観察された水流

- 流入速度に関わらず、流入口から反時計回りを描く水流が観察されるが、木片が転倒すると乱れ層流ではなくなる
→木片の挙動が予測できなくなる

(4) 家具の転倒と人的被害の関係

- 西日本豪雨での真備町における家屋の1階で発生した死者の流入速度と死者率の関係の調査^[1]より、流入速度が比較的遅い場合でも被害が生じている→転倒時間の短さと転倒確率の高さのため
- 家具を壁沿いに設置することで、転倒時間が長く、転倒確率が低くなり被害を軽減できる
- 家具の転倒が始まると後の挙動は予測不可→早期避難が重要

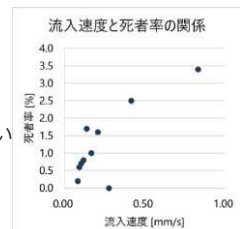


図7：流入速度と死者率の関係

7. 展望

- 家具が転倒するタイミングを予測する手法の確立、転倒確率を低くする要因の解明、流入速度と転倒確率の厳密な調査により人的被害の軽減に繋げる
- 層流下の物体の挙動が関わる他分野への応用

8. 謝辞

ご助言いただいた東京理科大学二瓶泰雄先生と研究室の皆様、昨年度共同で研究を行った赤間さん、望月さんにお礼申し上げます。

9. 参考文献

- 塚田文也, 池内幸司, 平成30年7月豪雨災害による食器店真備町での死者の発生場所における浸水状況の分析と人的被害推定手法の改善案の検討, 河川技術論文集, 2020, 26, p. 77-82.
- 佐藤佑太, 太田夏帆, 鈴木利佳子, 後藤麻太郎, 小野村史郎, 川端陽平, 吉川悠貴, 二瓶泰雄, 家屋内浸水時の滞在リスクに関する実験的検討～H30年西日本豪雨における食器店真備町の人的被害要因の解明に向けて～, 土木学会論文集B1(水工学), 2019, 75(2), p. 1, 1375-1, 1380.

II. 2年必修「課題研究Ⅰ」研究成果

高層ビルにおける風穴の有用性の検証

2024年度 課題研究Ⅰ お茶の水女子大学附属高等学校2年 新村巴菜・関根英莉奈

【要旨】

高層ビルの周辺で発生するビル風は、都市の風害の原因となっている。そのビル風を抑制する一つの方法として、風穴がある。しかし、風穴がビルに取り入れられているケースは少なく、有用性に関しての先行研究も少数である。そのため、本研究では、風の可視化及び風洞実験を通して、風穴の有用性を検証した。その結果、風穴はビル風を軽減する効果があることを確認した。その上で、効果的な風穴の位置についても考察した。

【研究背景】

高層ビルが立ち並ぶ都市において、ビル風は生活に影響を与えることで知られている。ビル風の対策の一環として、日本電気本社ビルに設置されているのが「風穴」である。このビルの風穴に関する先行研究では、同一容積の8案で形状検討を行い、風穴を複数開けるより1つだけ開けると効果が高いことが分かっている。しかし、風穴の効果についての風洞実験・数値流体解析を行っている先行研究は少なく、建設コスト面からも活用事例が乏しい。本研究では、風穴の位置による効果の検証も行う。

【研究目的・意義】

地上を吹くビル風を軽減できることに加え、風穴を通り抜ける風を活用してエネルギーを生み出すことができる効果的な風穴の開発・提案を目的とする。第一段階で風穴におけるビル風軽減の効果の検証、第二段階で風穴を通る風を活用する構造を開発する。都市部において、風害の改善と再生可能エネルギーの活用を同時に達成することができるため、研究の意義は大きい。

【研究方法】

日本電気本社ビルをモデルに300分の1の縮尺(27cm×27cm×60cm)で模型を作成し、風洞実験を行う。(扇風機、模型、風速測定器、旗を使用)

<実験Ⅰ> 作成した模型でビル風を再現できているかの検証
ビル風の特徴：(a)ビルの脇を吹く風が強くなる(b)下降流が発生する
上記2点を検証内容とし、それぞれの観点で実験を行う。

(a)風速測定実験(図1参照)

この実験では模型と扇風機の距離を1.5mに設定した。

模型の側面から20cm地点の風速を1分間、1秒間隔で計60個のデータ取得を1セットとし、模型があるときとないときのそれぞれ5セット行う。

(b)可視化実験(図2参照)

赤印をつけた旗を模型正面に設置し、1分間風を流して旗の様子を撮影する。

<実験Ⅱ> 風穴の位置による効果の違いの検証

模型に5つの風穴(横:15cm 縦:5cm)を設置し、実験Ⅰ(a)と同様の計測を風穴の位置を変えて5セット行う。8セット目以降は再現性向上のため、模型を置く場所の高さ60cmと30cmにおける風速を1分間測定し、高さ60cmにおける風速の方が速いことを確認した(※)。

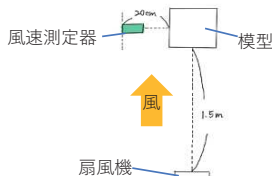


図1 上からみた図

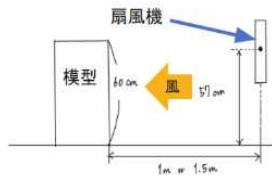


図2 横からみた図

【結果】

<実験Ⅰ>

(a)風速測定実験(表1参照)

表は1セットごとの平均風速である。

模型があることにより、ビル脇の風速が強くなっていること、風速は約28倍になることが分かった。

(b)可視化実験(図3参照)

写真は実際の旗の様子である。

<実験Ⅱ>

現在、10セット分のデータを取得している。

図4は*1平均風速差を示しており、値が小さいほど風穴による効果が高いといえる。表2は各風穴の風の*2軽減率の平均を示している。

表2 風の軽減率(%)

一番上	上から2番目	真ん中	下から2番目	一番下
-6.37	-0.181	4.84	10.3	3.57

*1平均風速差=(風穴があるときのビル脇の風速)-(風穴がない時のビル脇の風速)

*2風の軽減率=1-{(風穴があるときのビル脇の風速)÷(風穴がない時のビル脇の風速)}

表1 風速		
	ビルあり時(m/s)	ビルなし時(m/s)
1セット目	0.870	0.0200
2セット目	0.885	0.0720
3セット目	0.866	0.0430
4セット目	0.785	0.0000
5セット目	0.850	0.0160
平均	0.851	0.0302

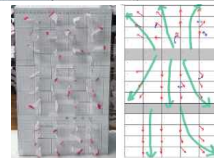


図3 実際の様子と分析結果

軽減率 ≥ 0 であった、真ん中・下から2番目・一番下の風穴(以下、下3つの風穴)だけを見ても、平均値及び中央値の結果から、下から2番目の風穴が最も効果があるといえる。

また、今回作成した模型のモデルとなっている日本電気本社ビルの風穴は地上50~60mに位置しており、これは作成した模型の下から2番目の風穴の位置に相当する。

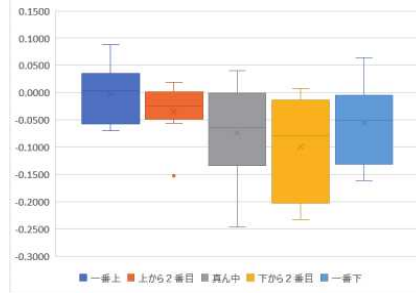


図4 平均風速差

【考察】

<実験Ⅰ>

(b)について、結果から、図の緑矢印のような風の流れが考えられる。分析結果から、模型正面に当たった風は下から3分の2の位置で上下に分かれたことが推定される。先行研究より、ビル風の特徴として、ビル正面に当たった風はビルの下から3分の2の位置で上下に分かれる傾向があることがわかっているため、この結果は信頼性が高いといえる。

(a)(b)の結果より模型でビル風を再現できているといえる。

<実験Ⅱ>

○上部の風穴について

効果が見られなかった。実験Ⅰ(b)の結果から3分の2より上の位置に吹いてくる風はビル脇に流れていかないため、一番上・上から2番目に風穴を設置しても効果は少ないからと考えられる。特に一番上の風穴を開けた際に、風穴がない時よりもビル脇を吹く風が強くなることから、一番上の風穴によって下降流がより強くなる効果が生じていると考えられる。

○下3つの風穴について

どの風穴でもビル脇の風を軽減できたことから、下降流が風穴に通っていると考えられる。しかし、10セットのうち2セットで、ビル脇の風を軽減できていない実験回もあった。これらは、1回の実験は同じ実験環境で行っている一方、扇風機の位置や角度などが実験ごとに変わってしまうことによるためだと考えられる。それらを改善するために(※)の手順を実験に加えたが、データのばらつき具合に変化は見られなかった。また、下3つの風穴の効果のばらつきが一番上・上から2番目の風穴に比べて大きい。これは、ビル脇の風軽減に貢献する下3つの風穴を開けた場合、上記の要因の誤差による、風穴を通る風量の違いがビル脇の風速に直接影響するからだと考えられる。今後、可視化実験により模型周辺の風の流れを分析したい。

【結論】

風穴があることにより、地上の人に影響を与えるビル風を軽減することができると考えられる。しかし、風の吹き方の小さな誤差で、風穴の効果に差がでる。

【展望】

防風効果を維持しつつ、集風効果を高めて風穴を通る風を活用できる風穴の構造を検討する。最終的に、風穴による防風や活用によるメリットと構造・設置上のデメリット(費用がかかる、風穴の体積分、日本電機本社ビルの場合約48,000m³の建物内の空間が使えない等)を比較し、コストパフォーマンスの面から実用性を考察したい。

【参考文献】

- 風工学研究所『ビル風の基礎知識』鹿島出版会2005,p184
- 超高層ビル情報。「NEC本社ビル-FC2」.http://toolbirtu.web.fc2.com/cj4n/d-data-n15.htm,(2024/12/03)
- HEXAGON.「建築デザイナー必見!ビル風コラム 第6回:「ビル風1」:強風現象と乱流現象」.https://www.cradle.co.jp/media/column/a90,(2024/12/03)
- 日本電気本社ビル/日本の超高層ビル https://skyskysky.net/building-japan/13tokyo/03/066.html ,(2024/12/03)
- 吉田正昭.実務面より見たビル風問題.日本風工学会誌.1990,44,p.43-52

猫の歩き方による個体の判別

2024年度課題研究Ⅰ お茶の水女子大学附属高等学校 2年 池畠さくら・小川心実

【要旨】

猫の歩き方から同一個体かどうかを数値的に判断する認証技術を、人間における歩容認証を基に作る。本研究では、Pythonを用いたディープラーニング技術を活用し、コードベースからChatGPTを用いて独自に開発を進め、歩行認証アルゴリズムの設計と実装を行った。2つの猫の動画から歩き方を7つの項目で数値化し、一致率を算出することで同一個体であるかを判断するモデル構築を実現を目指している。今後はさらなる精度向上および実用化に向けた取り組みを予定している。本研究の成果は、野生動物の保護や家畜管理、動物福祉の向上に寄与する可能性を持つ。

【研究背景・意義】

歩容認証技術は、人において個人識別の手段として開発が進んでいるが、四足歩行動物に関する研究はほとんど行われていない。こうした背景から本研究では迷い猫と同じ柄の猫を発見した場合を想定し、猫の歩容認証技術により、同一個体であるかをより正確に検証することを目的としている。この研究により、四足歩行動物における生態行動を理解する一助としたい。

【仮説】

人における歩容認証を猫にも転用し、猫にあわせた項目にすることで猫の歩容認証を開発することができるのではないかと仮定する。

【研究方法】

本研究では、自分たちで実行したい内容を考え、それを実現するプログラムをChatGPTを用いて生成し、修正を加えつつ実行する。

＜用いたもの＞

Python3・Visual Studio Code・DeepLabCut・ChatGPT

・準備

Visual Studio Code・Python・DeepLabCutをダウンロードし動作環境を整える。

・データ収集・加工

猫が歩いている動画を用いてDeepLabCutでフレームごとに画像にし、骨格点をラベリングする。

①モデル構築と学習・コードの作成

ラベリングしたデータを学習させ、骨格を予測するモデルをDeepLabCutで作成する。このモデルを用いて任意の動画においても骨格点の検出を可能にする。以上の学習段階で損失関数を用いて損失率を出す。次に、検出した骨格点のデータから以下の特徴量をそれぞれ計算する(図1)。

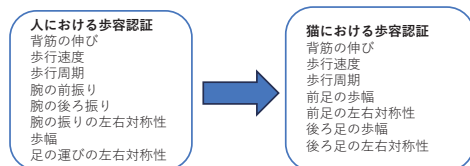


図1 日本科学未来館特別展「アルクダケ 一歩で進歩」大阪大学産業科学研究所所長八木康史（2015年～2016年）で用いられていた人における歩き方の特徴量(左)を参考に、猫における歩き方の特徴量(右)を定めた。（人における腕、足を猫における前足、後足にそれぞれ対応させている。）

また、上記の特徴量を基にファストフォワードニューラルネットワークを用い、隠れ層を複数含む設計を採用する。これらを用いて猫の歩き方を比較し、一致率を算出するコードを作成する。

②実行する

実際に、作成したコードを実行し、一致率を算出する。また、算出した数値、損失率のグラフを評価し、識別モデルの性能を検証する。精度向上を目指してコードを改善し試行を重ね、より高精度な個体識別モデルを構築する。

【結果】

①モデル構築と学習

5つの動画をそれぞれ20枚ほどのフレームに分けて手動でラベリングを行った。その際、どの点を何と名付けて、どこに打つのかを決め、このラベリングを基に学習させた。

DeepLabcutでは量込みニューラルネットワークという学習モデルを使用しており、このモデルをトレーニングすることでモデルを正確なものへと改善することができ、正確な骨格点を予測することができる。今回は1000回トレーニングを繰り返した。

【参考文献】

- 1 "歩容認証" サービス「SANKEN」 大阪大学産業科学研究所総合知能メディア研究分野 <http://www.am.sanken.osaka-u.ac.jp/jp/gait/> 最終閲覧日 2025.1.28
- 2 "Welcome! 🐱 DeepLabCut" <https://deeplabcut.github.io/DeepLabCut/README.html> 最終閲覧日 2025.1.28
- 3 "今時のエンジニアが知っておくべきディープラーニングの基礎知識" codexa <https://www.codexa.net/what-is-deep-learning/> 最終閲覧日 2025.1.28
- 4 "【ディープラーニング】損失関数とパラメータ探索アルゴリズム | 勾配降下法・学習率・局所最適解と大域最適解問題も徹底解説" DXCEL WAVE <https://di-acc2.com/analytics/ai/6296/> 最終閲覧日 2025.1.28
- 5 "【分かれ方】機械学習で登場する損失関数について解説 1" <https://www.youtube.com/watch?v=vgmZij4iaVw> 最終閲覧日 2025.1.28
- 6 "ChatGPT" OpenAI. <https://chatgpt.com/g/g-PGpNMa4Ph-i-ben-yu-rokuin> 最終閲覧日 2025.1.28
- 7 "顔認証より高精度! 「歩き方」で個人を特定できる「歩容認証」とは" MONOIST 更新日時2015.7.17 <https://monoist.itmedia.co.jp/mn/articles/1507/17/news037.html> 最終閲覧日 2025.1.28

隠れ層を組み込むことで各項目同士の関係性を見出し、新たな項目とすることにより、7つの項目単体のみの比較よりも精度を高めることが期待された。しかし、隠れ層において見出した関係性を学習する設計にできなかったこと、そもそも各項目単体が物理的に意味のある特徴量であったため、隠れ層を期待通りに活用することはできていなかった。

②実行結果

DeepLabcutで骨格点を検出できているのが確認したところ、一部検出できていたがほとんど正しくなかった(図2)。しかし、損失率(図3)は減少している。また、このグラフにはスパイク(突出値)が認められた。このモデルを使用した一致率を算出するコードでは違う猫の比較をしたにもかかわらず一致率100%という結果になった。

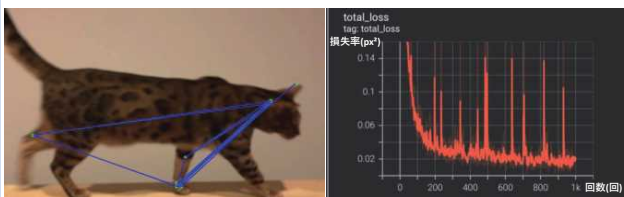


図2 骨格検出モデルの現状

図3 学習全体の損失率

【考察】

①モデルの学習の不十分さ

モデルで使った量込みニューラルネットワークでは画像中のキーポイント（耳、鼻など）を検出するための特徴を学習する。そのため様々な種類の大量のデータを学習させることでモデルの精度が上がると考えられる。しかし、動画が5種類のみであり、なおかつその動画を分けたフレーム数が少なかったため、ラベリングできたデータの種類の量が多くなかったと考えられる。また、本来試行回数は一万回が理想であったが千回しか行うことができなかったため、トレーニング不足も考えられる。これらの原因から、モデルの精度が低くなり、そのモデルを使ったコードでは一致に誤りが生じたのではないかと推察される。

②損失率

グラフのスパイクの原因として、他の画像とは異なるノイズ等の入った難しいデータを学習したことや、学習率といったトレーニングの設定が適切でなかったことなどが考えられる。いずれの場合でも時間の経過とともに考えなければならぬが、試行回数が少ないため原因を特定することは難しい。今後十分な試行回数でモデルを作ってからもう一度原因を考えるべきであると考えられる。

【結論】

モデルのトレーニング不足により今回は正確な一致率を求めることはできなかった。一致率を求めるためのコードは完成したため、今後の改善によって歩容認証の精度向上を期待できる。また、仮説について、今回の結果から人の歩容認証の項目を猫に合わせたものにするすることで、猫の歩容認証は開発できると言える。

【展望】

今回は試行回数が不十分だったために一致率を正確に求めることはできなかった。今後、試行回数を1万回に増やしたり、動画の種類を増やしたりすることで一致率の向上につながるのか検証をしていきたい。四足歩行動物の歩容認証技術は、野生動物の個体識別や行動モニタリング、さらには家畜の健康状態の管理や異常検知といった分野での実用化が期待される。本研究はこれらの課題に対する新たなアプローチを提供し、動物福祉や生態系保護の分野への貢献を目指していく。

二等分線で構成される入れ子多角形

2024年度 課題研究Ⅰ お茶の水女子大学附属高等学校2年 濱門雪菜

【要旨】

この研究では多角形に特定の変換を繰り返すことでどのような形状に収束するかをテーマとした。その結果、二等分線を用いたある変換によって、ランダムな多角形の形状が正多角形に収束する可能性を見出すことができた。

【研究背景】

類似の研究として次の二つがある。

(1) From Random Polygon to Ellipse: An Eigenanalysis (参考文献[1]より)

この論文では「多角形の各辺の中点をとって新たな多角形を構成すること」を繰り返すこととある楕円上に多角形の頂点が収束することが示されている。すなわち、自己交叉可能なランダムな多角形において、次の変換を繰り返す。

(i) 多角形の各辺の中点をとる。(n角形ならばn個の中点をとることになる。)

(ii) (i) でとったn個の中点を結ぶ。

(iii) n角形ができるのでそれを次の多角形とする。

(1回の変換が終わった際に次の多角形を正規化※1することもある。)



図1: 6角形に2回変換を施した例

そうすると、連続した変換で構成した多角形は入れ子状、すなわちより後の変換で構成された多角形がもう一方に内接するようになる(図1)。そして、形状に注目すると、多角形は頂点が楕円上に並ぶように収束する。

※1 n角形を表すn次元ベクトル $\vec{x}, \vec{y}$ について、n角形の幾何重心が原点になるように平行移動し、さらに単位ベクトルにする。これによって一点に収束することを防ぎ、形状に注目できる。

(2) On Sequences of Nested Triangles (参考文献[2]より)

この論文では「三角形の内角の二等分線と各辺の交点を結んで新たな三角形を構成することを繰り返すと、正三角形に収束する」ことが示されている。

【仮説】

先行研究を踏まえ、(2)を(1)のようにランダムな多角形に拡張する、すなわち二等分線を用いた変換によって多角形を正多角形に収束させることが可能なのではないかと仮定する。

【研究方法】

①GeoGebraを用いて多角形に拡張するための変換の定義を考える。

②Pythonを用いてプログラムを作り、どのような変換であれば正多角形に収束しそうか検証する。

【結果】

①まず、「多角形の内角の二等分線と辺の交点を結んで新たな多角形を構成する」という変換を考えた。その結果、

・同一直線上に3頂点が並ぶことがある

などの問題が生じたため、変換方法を見直した。

参考文献[1]では一つの辺上に次の多角形の一頂点が存在する変換であることに注意して、変換を次のように変えた。

(i) 頂点 $A_0, A_1, \dots, A_{n-1}$ をもつn角形において、 $m = 1, \dots, n-2$ としてmを定める。ここで頂点 $A_i (i = 0, \dots, n-1)$ におけるm番目対辺を、辺 $A_{i+m}A_{i+m+1}$ として定義する(図2)。mは一連の変換の前に定め、途中で変えない。

(ii) n角形の各頂点 $A_i (i = 0, \dots, n-1)$ について、頂点 A_i とm番目対辺の2端点による角の二等分線がm番目対辺と交点を持つように $(\angle A_{i+m}A_iA_{i+m+1})$ の二等分線を引き、交点を A'_i とする。交点 $A'_0, A'_1, \dots, A'_{n-1}$ を順に結んで新たなn角形を構成する(図3)。

(ii)を繰り返す。この定義の下でGeoGebraで7角形に10回変換を与えたところ図4を得た。この結果から、与えられた多角形は変換によって正多角形に収束すると予想できる。

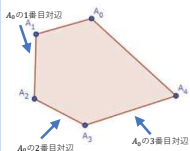


図2: m番目対辺のとり方

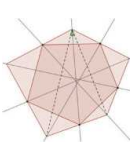


図3: 変換の例 (m=2)

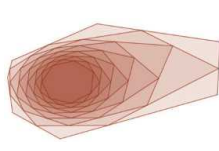


図4: 7角形に10回変換を与えた例

【参考文献】

- [1] Adam N. Elmechhoud, Charles F. Van Loan (2010). From Random Polygon to Ellipse: An Eigenanalysis. SIAM, Rev. 52(1), 151-170
[2] Dan Ismailescu, Jacqueline Jacobs. On Sequences of Nested Triangles. Periodica Mathematica Hungarica, Vol. 53 (1-2), 2006, pp. 169-184

②Pythonを用いて、 n, m, k を変数として、ランダムに生成したn角形に対してm番目対辺に関する変換をk回行ってその図形を表示するプログラムを作成した。プログラム処理のため、各変換ごとに参考文献[1]を参考に正規化※2した。

※2 幾何重心が原点になるように平行移動し、頂点 $(x_i, y_i) (i = 0, \dots, n-1)$ について $\max(|x_i|, |y_i|)$ が10になるように相似拡大する。

(1) $n = 10, m = 4, k = 500$ における実験

自己交叉している状態から徐々に凸多角形へ変化しながら正10角形のような形状になる様子がわかった(図5)。

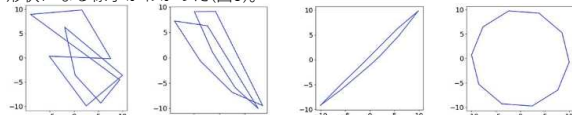


図5: 左から順に初期状態、10回目、100回目、500回目

(2) 正多角形への近さの評価と収束の速さ

正多角形に実際に収束していくかどうかを考えるために、次のようなスコアを算出して正多角形への近さを評価する。

多角形Pに対する理想の正多角形Rを、中心がPの幾何重心Oであり、半径rがOから各頂点までの距離の平均である円を外接円にもつ正多角形とする。このときrに対する点Oと各頂点間の距離のばらつきと、 $\frac{2\pi}{n}$ に対する中心角の大きさのばらつきを示すスコアをそれぞれa, bと定めた。a, bがともに100のときPは正多角形であり、100に近づくにつれ正多角形に近づく。

(1)と同様の条件で変換回数とa, bの変化を示すグラフを作成した(図6)。これから、実際に正10角形に収束しているであろうことがわかった。(aは黄、bは青)

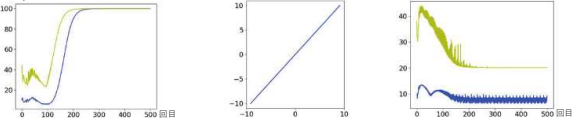


図6: (1)の条件でのa, bの変化。図7: $n = 10, m = 2$ での500回目の形状。図8: $n = 10, m = 2$ でのa, bの変化。ここで、収束の速さについて検討する。参考文献[1]では収束の遅さがおよそnの二乗に比例することを予想しており、(1)の状況では図6より、300回目付近までa, bがともに100に収束しているとみられるため、この変換においてはおよそ $3n^2$ 回で形状が十分に収束すると考えられる。

(3) n, mの値による正多角形への収束の可否

$n = 10, m = 2$ とすると図7, 8の結果を得る。これより、mの値によっては正多角形へ収束しないことがあると予想できる。実際にn, mの値を変えて下記のような実験を行った。

・(2)で推定した収束速度を参考に各n, mに対して「ランダムな多角形を生成し、 $3n^2$ 回の変換をする。」を100回を行う。

・各変換後のa, bについて99をともに超えているとき正多角形に収束しているとみなし、100回のうち収束した回数(※)を数える。

$n = 4, \dots, 20$ についてこれを行うと以下の表1を得た。

		表1 収束した回数																※
n	m	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	※が90~100のとき濃赤、70~89のとき薄赤で色付けた。収束しやすいmはnに依存し、nの変化につれ徐々にそのようなmの範囲は移り変わっていると予想できる。また、そのようなmの範囲は $\frac{n-1}{2}$ 付近に偏っており、m番目対辺が頂点から遠い方が収束しやすいと考えられる。
5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
18	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
19	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

【結論・展望】

実験によってnに対しmが適当な値であれば正多角形に収束する可能性が見出された。一方で、正多角形に収束しそうなmの値の規則は、実験の限りでは特定が難しい。これは収束する条件として重要だと考えられるため、より多くの実験や、数学的考察によって特定していきたい。また、この研究で生まれた予想に対して証明を与えることも目標である。参考文献[1]では中点の線形性から証明しているが、二等分線を用いた変換は複雑であり、別のアプローチが必要になるだろう。二等分線特有の性質を利用したアプローチを考えていきたい。

偽情報の自動判定と評価の自動表示

2024年度 課題研究Ⅰ お茶の水女子大学附属高等学校2年 中平野恵・吉原はな子

【要旨】

本研究では、膨大な情報量の中で生活する私たちが受動的に情報の信頼性を把握し、偽情報に気づきやすくするシステムの開発を目指した。生成AIの活用により、判断の自動化と信頼性を表示するまでの効率化、多様な情報に対応できる汎用性の高さが示唆された。本研究の成果は、偽情報への対策と生成AIの応用可能性に貢献するものである。

【研究背景・意義】

SNSの普及により、偽情報に触れる機会が増えた。現時点では主体的に調べなければ、情報の真偽判定は難しい。そこで、SNSの利用者が受動的であっても、偽情報に気づくことができるシステムの開発を行いたいと考えた。このシステムの開発により、偽情報に騙されにくい社会の形成を図る。

【先行研究】

・富士通と産学組織9者による偽情報対策プラットフォーム（図1）

富士通および多数の教育機関は、偽情報への対策を総合的に行うプラットフォームの構築を目指して研究開発を進めている。特に慶応大学SFC研究所は、情報の根拠の関係性を示すエンドースメントグラフの作成により、真偽判定を行うことを狙っている。



図1 偽情報対策プラットフォームの概要

【仮説】

SNSで閲覧中の情報の信頼性を表示するシステムにより、偽情報をもとに不正確な判断をする可能性を低くすることができる。

【研究方法】

①判断基準・方法の設定

すべての情報に対して、同様の状況下で信頼性を判断するための基準を設定する。設定した基準をもとに生成AIを利用して、情報の信頼性を判断する。

②表示方法の設定

設定した基準に基づいた生成AIの判断により、投稿が偽情報である可能性をパーセンテージで算出し、提示する。閲覧中の投稿自体に、直接パーセンテージを表示し、閲覧者が瞬時に情報の信頼性を知ることができるようにする。

③プログラム開発

ツールはGoogle Colaboratory、言語はPythonを使用する。設定した基準ごとにプログラムを開発する。

④実際の投稿でシミュレーション

他の事象と比較して、事実関係が明確である「災害」に関する情報に絞ってシミュレーションを行う。2024年1月1日に発生した、能登半島地震に関連するX上の投稿を利用する。

【結果】

- ①第一に、SNS上には根拠がない、または、不確かである投稿が多く存在しているため、**情報の根拠の信頼性**。第二に、インプゾンビをはじめとする継続的に偽情報を投稿するアカウントに対応するため、**アカウントの過去の投稿**。第三に、対象の事象が発生した場所と離れた場所からの投稿は比較的信頼性が低いと考えられるため、**位置情報**。第四に、インターネット上から引用したり、投稿文と無関係であったりしても、画像により信頼性が高いと感じてしまうことを防ぐため、**画像と文章の関連性**の4点を判断基準とすることとした。
- ②表示方法の開発には至っていないためイメージ図を提示する。（図2）
- ③生成AIを利用しながら、プログラミングを行った。画像にキャプションを生成し、入力した文章と内容の一致度を出力するプログラム（図3）と、投稿にOriginator Profile技術組合に参画している企業の発信する情報が含まれているか判断するプログラムを開発した。他の2つの基準のシステム開発に関してはまだ始めている。
- ④システム開発が完了していないためシミュレーションは行っていない。



図2 評価表示のイメージ図

図3 作成したプログラム

【考察】

情報の信頼性をパーセンテージで表示することを想定しているため、1つの情報に対して、各基準で判断した後に、どのようにして信頼性を数値として割り出すのか、方法を考える必要があるだろう。同時に、各基準の重みを考えなければならないため、基準が信頼性に与える影響を考えたい。図2のような表示を行った場合、表示内容に不快感を抱く利用者もいる可能性がある。そのため、利用者それぞれが表示方法や文字の色などの設定を変更できるようにしたほうが良いのではないかと考える。位置情報は、高校生である個人が詳細な情報を取得することが難しかった。アカウントの過去の投稿に関して、Xではアカウントの過去の投稿を一覧で見ることが有料であったため、他の方法を考えなければならない。今後、基準を増やし、利用者が判断の基準としたいものを選択することができるようにしたら、利用者自身の使用を補助するシステムとしてより効果的になるのではないかと考える。

【結論】

インターネット及びSNS上に存在する情報に対して総合的にその真偽を判定するシステムは、対応すべき情報の多さ、真偽の基準の曖昧さ、プログラミング等における技術力や知識不足により、実現には至らなかった。そのため、仮説を検証することはできていない。

【展望】

本研究を通して、発見された課題の解決策を模索するなど、プログラムの開発を継続し、当初の目的としていたシステムの構築を完了させたい。

【謝辞】

本研究の遂行にあたり、多大なるご助言をいただきました、慶応大学大学院政策・メディア研究科の鈴木茂哉特任教授、阿部涼介助教授に心より感謝申し上げます。

【参考文献】

- 1 富士通、富士通と産学組織9者で共創し、世界初の偽情報対策プラットフォームの構築を開始：富士通、富士通、2024年10月16日、<https://or.fujitsu.com/jp/news/2024/10/16.html> 最終閲覧日：2025.1.28
- 2 Google Colaboratory、"課題研究"、https://colab.research.google.com/drive/1RH8juZdFeDHkkuC5jo4_w2d2Y_DlIXz.. 最終閲覧日：2025.1.28
- 3 Originator Profile、<https://originator-profile.org/ja-JP/> 最終閲覧日：2025.1.28

黒板の不快音をなくしたい

2024年度 課題研究Ⅰ お茶の水女子大学附属高等学校 2年 伊藤怜和・井上ちさ

【要旨】

ノイズキャンセリングイヤホンは装着することでイヤホンについているスピーカーが周りの環境音を拾い、その逆位相の音を流すことで騒音を相殺している。その仕組みと、一方方向にのみ音が流れる指向性スピーカーを用いて、授業の邪魔にならないよう黒板の「ギー」という不快音を失くす。

【研究背景・意義】

爪が黒板に引っかかることで生じる不快音を打ち消す為には逆位相の音を流す必要があるが、音がなり続けることは授業の妨げになってしまう。そこで指向性スピーカーを不快音の源である黒板に向けてすることで生徒の耳には届かないようになる。逆位相の音は生徒側に届かずに不快音を打ち消すことを目的とする。

【仮説】

指向性スピーカーが向いていない方向からは流れている不快音の逆位相の音は聞こえず、不快音は逆位相の音に打ち消されて聞こえなくなる。

【研究方法】

① 予備実験

1.ヘッドホンのスピーカーを利用し、指向性スピーカーを作成する。特定の方向のみから音を出すために、ペットボトルを音を流す方向に取り付け、その周りは音が漏れないよう、スポンジで覆う。

※実験途中で、ペットボトルの先に、内側にアルミを付けた筒を追加(理由は結果にて説明)

2.ミセスグリーンアップルの『青と夏』のmusic videoのサビを利用して、音量を計測し(アプリ「騒音計」を使用)、精度を確かめる。

② 本実験

1.黒板を爪で引っかくことで、不快音を作成し、波形を測定する(アプリ「Audacity」を使用)。

2.測定した波形のノイズを除去し、逆位相の波を作成する。その後、作成した波は音に変換する。(変換した音と元の不快音はiPadに転送)

3.不快音はそのまま、作成した音は指向性スピーカーを用いて流すことで、音を相殺させる。

4.書道室の一番前の席で、不快音や逆位相の音が聞こえるのか、もしくは、相殺されて聞こえなくなるのかを確かめる。

【結果】

① 予備実験の結果

下図のように指向性スピーカーを作成した。



図1 (改良前のスピーカー)

図2 (完成したスピーカー)

※実験過程において、ペットボトルの先から音が出ているのか、もしくは、ヘッドホンの裏側から音が出ているのかが分かりづらかった。そのため、ペットボトルの先に筒をつけることで(図1から図2に改良)、互いに及ぼしあう影響をなくそうとした。

以下、音量測定の結果である。(数値は音量の最大値と最小値の平均)

表1 (単位:db)

	図1	図2
環境音	55.5	55.5
段ボールの表	58	61
段ボールの裏	64	55

② 本実験の結果



図3 不快音の波形 (縦軸:振幅 横軸:時間)



図4 不快音の逆位相の波形 (縦軸:振幅 横軸:時間)

初めの状態では、指向性スピーカーから音を流しても何も聞こえてこなかったため、ゲインを最大にしてから測定しなおした。

その結果、高校書道室前列のすべてにおいて、不快音の逆位相のものは聞こえなかったが、不快音は聞こえた。

なお、PC上でこれらの音を同時に流した際は、何も音がしなかった。

※一般的に球面波を逆位相で打ち消すことは難しいが、十分音源から遠方であったため平面波に近似した。

【考察】

①音を流している状態で、作成したスピーカーの周りの音の大きさを音の大きさを計測したときヘッドホンの裏の音量は環境音と変わらず、筒の先のみ環境音より大きい音がしたため、作成したスピーカーは指向性を持っているといえる。(表)

②不快音と逆位相を、手でタブレットの再生ボタンを押して流していたためタイミングがずれて同時に流すことができていなかったため波を打ち消すことができなかったと考えられる。

【結論】

①指向性スピーカーを使用すると、指向性スピーカーが向いていない方向から、不快音の逆位相の音は聞こえなかった。

②逆位相の波がその元の音の波にちょうど対応しているタイミングでないと波同士が打ち消しあうことはできないため、スピーカーからの逆位相と不快音を同時に流すことができない限り、不快音が消えてなくなることはないとわかった。

【展望】

逆位相を流すことで全ての音を消して、生徒側からは環境音のみ聞こえることを目標としていたが、逆位相を一寸の狂いなく不快音と同時に流すことは難しく、完全に音を打ち消すことはできない。そこで、工事現場の建設車両のエンジン音に複数存在する、音圧が大きく周囲への影響が懸念される音域のみの逆位相を作成し流すという奥村組のアクティブ消音システムを参考に、「ギー」という音の中でも特に不快に感じる音域のみの逆位相を流しつづけることで、完全に打ち消すことは出来ずとも不快感を軽減することはできると考えた。黒板の不快音のなかでも特に不快に感じる音域を特定し、不快音を最小限にすることを今後の展望としたい。

【参考文献】

1. 株式会社奥村組. 「アクティブ消音システム」を改良し、適用範囲を拡大 ～周辺民家の生活環境に配慮し、走行建設車両による騒音を低減～ 平成30年11月26日. (2025, 1:10) <40DE963726F736F6674205767264202D203138313132365F81758341834E8365834283758FC189898356835883658380817682F089FC97C7828581419348977094CD88CD2F08A6791E52E646F6378>

健康を考慮したコンビニ食の組み合わせ

2024年度 課題研究Ⅰ お茶の水女子大学附属高等学校2年 福田心美・三浦心春

【要旨】

コンビニ食は便利さの反面、栄養バランスが偏ってしまうリスクが高い。そこで私たちは1つの商品を選んだ際に、それと一緒に食べると栄養バランスが整う商品を提案するシステムを開発する。

【研究背景・意義】

お茶高生は手軽にお昼を済ませる人が多く、必要な栄養素が十分に摂取できていない人が多いと感じた。栄養計算のシステムは既に多く存在するが、1つの商品に他の商品を合わせた組み合わせを提案するものはなかったため、それを作成することを目的とした。

【仮説】

コンビニで健康を考慮した食事の組み合わせの提案をすることで、購買者の食事の栄養バランスを改善できる。

【研究方法】

1. Excelでの作業（表2）

- ファミリーマートの商品を主食・主菜・副菜それぞれ10個ずつ選択
- 栄養成分表を調べ、カロリー・たんぱく質・脂質・炭水化物・塩分と基準値との差を入力（表1）
- ※食事摂取基準から昼食で多く摂ることを考慮して基準値を設定
- ③ 主食・主菜・副菜を1つずつ選んだ際の1000組の栄養素を計算
- ④ 5つの栄養素ごとに基準値との差が小さい順に並べ、100位ごとに1~10まで点数をつける

表1 直巻焼きしゃけの栄養成分表

主食	基準	商品	差
カロリー(kcal)	715	201	514
タンパク質(g)	34	4.7	29.3
脂質(g)	20	1.6	18.4
炭水化物(g)	105	42.3	62.7
塩分(g)	2.1	0.5	1.6

- ⑤ 点数合計を算出し高い順に並べる

- ⑥ 商品ごとに100位までのランキングを出す

- ⑦ 栄養素を基準値で割りグラフ用の値を出す

2. ExcelVBAでのグラフ作成プログラミング

商品ごとに上位5位のをレーダーチャートにする

表2 使用した関数

関数名	作業番号	使用方法
ABS関数	②③	絶対値を求める
SORT関数	④	範囲内のデータを並び替える
SUM関数	②④	指定したセルを足し算する
RANK関数	④⑤⑥	指定した数値が何番目に大きい、小さいかを表示する
AVERAGE関数	④	選択した範囲にかかれた数字の平均を求める

【結果】

1. 30個の商品に対してそれに合わせた商品を5組提案（表3）

表3 直巻焼きしゃけに合わせた組み合わせ上位5位の商品名

No.	点数	主食	主菜	副菜
8	42	直巻 焼しゃけ	ヤンニョムチキン	たんぱく質が摂れる！ローストチキンのパスタサラダ
58	42	直巻 焼しゃけ	ファミチキ	たんぱく質が摂れる！ローストチキンのパスタサラダ
98	42	直巻 焼しゃけ	さばの味噌煮	たんぱく質が摂れる！ローストチキンのパスタサラダ
21	39	直巻 焼しゃけ	おかず盛り合わせ	サラダチキンのサラダ
78	39	直巻 焼しゃけ	牛カルビ焼き	たんぱく質が摂れる！ローストチキンのパスタサラダ

3品ではカロリーやたんぱく質を補えないものが多く、それらの値が高い副菜の「たんぱく質が摂れる！ローストチキンのパスタサラダ」がほとんどの組み合わせで選ばれる結果となった。

【参考文献】

新井映子 清水水貴子 小串美恵恵子 佐々木麻紀 古屋知子 霞内ありさ (2023/2/1) 『Super Live View』 東京書籍株式会社
AERA. “管理栄養士が選ぶ「理想のコンビニ昼食・朝食セット」10種類 PFCバランス整い健康に”. 2023/07/01. <https://dot.asahi.com/articles/-/194766?page=1.2024/6/4>
株式会社SAMURAI. “【ExcelVBA入門】グラフを作成する方法について徹底解説！”. Excel VBA. 2024/11/8. <https://www.sejuku.net/blog/69474.2024/11/19>
大体でITーちょっと使えるネタを紹介ー”【VBA】グラフのタイトルや凡例を設定【HasTitleとHasLegendを使う】. EXCEL VBA. 2021/6/11. <https://daitaideit.com/vba-graph-title-legend/> 2024/11/19
Extendoffice. “Excelで可能なすべての組み合わせを一覧表示または生成するにはどうすればよいですか?”. Excelのヒントとコツ. 2024/12/2
<https://ja.extendoffice.com/documents/excel/3097-excel-list-all-possible-combinations.html>. 2025/1/21
Officeのチカラ. “SORT関数 ● データを指定した順序で並べ替える”. Excel. 2023/5/17. <https://officek.net/excel/e-function/eu-kensaku/euk-sort/#1.2024/10/18>
Office Hack. “ExcelのVLOOKUP関数で複数列を抽出する方法”. Excel. 2023/07/24. https://office-hack.com/excel/excel-vlookup-extract-multiple-columns/#google_vignette.2024/10/18
できるネット. “Excelで特定の文字を書き換える（置換する）方法”. Excel. 2015/1/26. <https://dekiru.net/article/12053/>. 2024/7/12

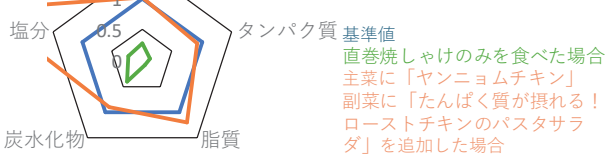
2. グラフを表示するプログラミングを作成（ソースコード1）

「選択した商品だけの栄養素」「提案した2つの商品を加えた場合の栄養素」を商品ごとに算出し、レーダーチャートを作成した。

ソースコード1 レーダーチャート表示

```
Sub test1()  
Dim x As Integer  
Dim ws As Worksheet  
Dim chartObj As ChartObject  
Dim rngSource As Range  
Dim leftPos As Double, topPos As Double, width As Double, height As Double  
  
Set ws = ActiveSheet '作業シートの指定  
  
For x = 0 To 20 Step 5  
Set rngSource = ws.Range(ws.Cells(2, 1 + x), ws.Cells(5, 5 + x)) 'データ範囲の設定  
  
leftPos = ws.Cells(7, 1 + x).Left 'グラフの配置とサイズ  
topPos = ws.Cells(7, 1 + x).Top  
width = ws.Range(ws.Cells(7, 1 + x), ws.Cells(100, 5 + x)).width  
height = ws.Range(ws.Cells(7, 1 + x), ws.Cells(16, 5 + x)).height  
  
Set chartObj = ws.ChartObjects.Add(leftPos, topPos, width, height) 'グラフオブジェクトを作成  
  
With chartObj.Chart 'レーダーチャートを作成  
.ChartType = xlRadar  
.SetSourceData Source:=rngSource  
.Axes(xlValue).MaximumScale = 15 '最大値の指定  
.Axes(xlValue).MinimumScale = 0 '最小値の指定  
.HasLegend = False '凡例を非表示  
End With  
Next x  
End Sub
```

直巻焼きしゃけを購入するときに提案前後の栄養バランスを比べることができるグラフを表示（グラフ1）



グラフ1 提案前後の栄養バランスの変化

栄養不足だったものからカロリー・たんぱく質・脂質・炭水化物が基準値に近づいたことが分かる。しかし、塩分は上位5位の組み合わせ全てで基準値を超えた。

【結論】

コンビニの商品に対し、栄養バランスを改善できる健康を考慮した食事の組み合わせを表示するシステムを開発することができた。一方でコンビニ食では塩分が高くなってしまいう課題が挙げられた。

また、このシステムを使用してもらった段階には至らず、効果は検証できなかった。

【考察】

このシステムにより、コンビニで食事を買う際に栄養バランスが整う商品を追加で購入するようになると考える。これにより、購買者の食生活が改善し、生活習慣病などの予防にもつながることが期待される。

【展望】

データを変換したことで値が近くなり、グラフの違いが分かりづらくなってしまったため、変化が反映されるような値の扱い方やグラフを探す。また、商品の登録数を増やしたり、商品にQRコードをつけそれを読み取ることでグラフが表示されるようしたりして、利便性を高めたい。

産後うつにおける一人称体験VRの効果の検証

2024年度 課題研究Ⅰ お茶の水女子大学附属高等学校2年 程詩帆・中川玲菜

【要旨】

本研究では、産後うつである母親たちの世界を一人称体験するVRを作成することが、産後うつに罹患する患者や患者を取り巻く人々、社会にどのような影響や効果を与えるかを、産後うつの医学的観点とVRの技術的観点の知見の二重のアプローチにより検証した。

【研究背景・意義】

産後うつは、出産後に発症するうつ病であり、日本では約11人に一人の女性が経験する一般的な病気であるが、その包括的理解のレベルは低い。この包括的理解の不足が当事者に対する偏見や不十分なサポートに繋がることがあると考え、本研究では、産後うつに罹患している感覚を人々に没入的に伝えることを可能とする一人称体験VRが与える効果や影響に焦点を当てている。

【仮説】

先行研究より、認知症体験VRを通して、認知症の理解の構成要素となる認知症者の心理状態を推測・共感する自信（＝共感的自己効力感）の有意な上昇が確認されたことより、産後うつにおける一人称体験VRも同様の効果が期待できると考えられる。

【研究方法】

研究手法は、産後うつの医学的観点とVRの技術的観点の知見の両方を組み合わせた二重のアプローチを取っている。

1. 産後うつの医学的観点

- ①産後うつが医学的にどのような病気であり、症状、心理的／社会的影響現状などを有するのかを文献調査する。
- ②妊娠うつ、ボンディング障害など妊娠に関連する病気や問題と産後うつの関係を文献調査する。

2. VRの技術的観点

産後うつの一人称体験VR動画に類似した認知症体験VRの文献を疑似的に検証する。

- ①ネットワーク分析で、産後うつと認知症を結びつける因子やその構造を解析する。
 - ②認知症VRの既存事例（認知症体験VRが引き起こす感情的・認知的な変化）を用いて、産後うつにおける類似した変化を期待できるか検証する。
- ネットワーク分析の手法
- ・ノードとして産後うつ、認知症とその関連因子を設定する。
 - ・ノードごとの相関係数を求める。
 - ・媒介中心性による評価：重要なノード（因子）を特定する。

【結果】

1. 産後うつの医学的観点

①産後うつに関する文献調査結果

- ・症状：うつ状態、無気力、不安、睡眠障害など
- ・原因：心理・社会的・環境リスクと内分泌的要素
- e.g. 社会的な支援の不足、プレッシャー、生活環境の変化、経済的な課題、妊娠中に分泌されていたエストロゲン・プロゲステロンの急激な変化

②関連する病気や問題と産後うつの関係

（凡例 ①…リスク因子、②…要因）

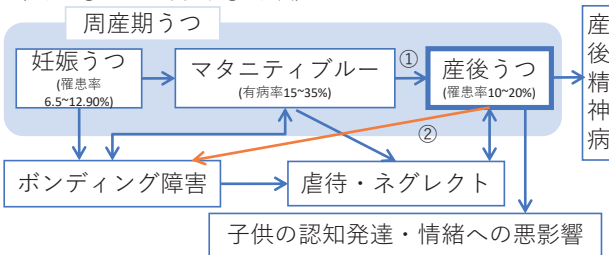


図1 関連する病気や問題と産後うつの関係（※1をもとに作成）

- ・出産後の産褥期は、妊娠期の約4倍こころの病気にかかりやすくなる。
- ・産褥期になりやすいこころの病気
- マタニティブルーズ(軽度)<産後うつ病(重度)<産後精神病(最重度)

2. VRの技術的観点

①ネットワーク分析

ノードとして産後うつ、認知症、その関連因子（関連遺伝子、リスク因子など）を設定した。しかし、ノードごとの相関係数を求めるためには、臨床データが必要であり、ノード間の関係を相関係数で定めることができず、ネットワーク分析は行うことができなかった。

②認知症VRの既存事例

- 以下は認知症VRの既存事例においてみられた変化をまとめたものである。
- (1)バーチャル・リアリティ（VR）認知症体験による看護学生の認知症イメージの変化（三好陽子）※2
 - ・VR体験した学生のエイジズムの減少
 - ・認知症特有の症状をリアルに一人称体験したことにより認知症のイメージが当事者目線のものになった。

- (2) VR 技術を用いたシミュレーション体験による認知機能障害の理解度向上効果に関する研究（角友起）※3
- ・認知症者との関わりにおける共感的自己効力感の有意な上昇
- ・認知症VRシミュレーションは認知症の学びの経験の有無にかかわらず理解の促進に有効である。

【考察】

- ・1. ②の結果より、マタニティブルーズは産後うつのリスク因子であり、産後うつはボンディング障害の要因であること、また、産後精神病・産褥期のこころの病気・子供への影響と関連があることから、産後うつは周産期における心理的变化のリスクの大きさ決定づける病気であると考えられる。
- ・産後うつと認知症において共通する因子が見られたことや、認知症体験VRが体験者の認知症への理解を深めると考えられること（2. ②）より、産後うつの一人称体験VRも同様に体験者の産後うつに対する包括的な理解を深めるのではないかと予想できる。ただし、産後うつと認知症の病気としての類似度合いを裏付ける根拠となるネットワーク分析などを行うことができなかったため、正確な検証とは言えない部分があると考えられる。

【結論】

結果・考察より、産後うつは周産期における心理的变化を決定づける病気であると考えられ、一人称体験VRが産後うつへの包括的理解を深めることが予想できる。よって、仮説は正しかったといえる。

【展望】

これまでの研究では、認知症と産後うつの共通因子や構造についてネットワーク分析を用いて調べるという方針で進めていたが、ネットワーク分析に必要な臨床データなどを得ることができず、具体的な分析を行うことができなかった。代替できるようなデータがあればそれを用いて調べたいと考えている。また、VR制作の難易度は克服が難しいため、制作するVRのイメージ絵(図2)を用いて、シミュレーションを行い、絵を見た前後での感情や認識の変化を実験し、その結果を利用した今回の研究とは異なった視点における検証も行いたい。また、今回の研究では産後うつの患者を「女性」に絞ったが、近年は「男性」の産後うつの罹患も上昇傾向にあるため、性別の差異なく検討していきたい。この研究を通して、産後うつに理解する方が増えればという願いをこめてこれからも研究を続けたい。



図2 制作するVRのイメージ絵

【参考文献】

1. シルバーウッド、"【公式】VR認知症", シルバーウッド、<https://angleshift.jp/dementia/> (2025/01/10)
2. (※1) 宗田 聡、これからはじめる周産期メンタルヘルス、改定2版、南山堂、2024。
3. (※2) 三好陽子、バーチャル・リアリティ（VR）認知症体験による看護学生の認知症イメージの変化、VR医学、2024, Vol.20, No.2, 11-22
4. SOMPO実顔倶楽部、"【MMSE(ミニメンタルステート検査)について】評価項目や採点基準、カットオフ値は？", 認知症サポートSOMPO実顔倶楽部、<https://www.sompo-egaoclub.com/articles/topic/1279> (2025/01/10)
5. 脳英彰、"令和四年度 第二回認知行動療法サポーター養成講座"、睡眠に対して認知行動療法でできること、<http://cbtnet-npo.com/pdf/202212-3.pdf> (2025/01/10)
6. 北村メンタルヘルス研究所 北村 俊則 南谷 真理子 大橋 優紀子、産後うつ病・児童虐待・育児不安に関する意見、8-11
7. 石狩振興局、"石狩振興局保健環境部保健行政室"、産後になりやすいこころの病気、<https://www.ishikari.pref.hokkaido.lg.jp/hk/hkg/health/matanitey-utu.html>
8. (※3) 医科大学センター 准教授 角友起、VR 技術を用いたシミュレーション体験による認知機能障害の理解度向上効果に関する研究、2

数列の自然数 n を整数にして $n \geq 2$ の条件をなくしたい

2024年度 課題研究Ⅰ お茶の水女子大学附属高等学校2年 荻野友沙

【要旨】

数列 $\{a_n\}$ の階差数列を数列 $\{b_n\}$ とする。 $n \geq 2$ のとき $a_n = a_1 + \sum_{k=1}^{n-1} b_k$ が成立し数列 $\{a_n\}$ の一般項を求めることができるが、それに $n=1$ を代入して a_1 を得られるかどうかを確認する必要がある。そこで、 $n \geq 2$ のときの一般項 a_n が $n=1$ のときも成立する条件を考察した。さらに、 m が自然数のとき、 $S_m = \sum_{k=1}^m b_k$ と定義される m の式 S_m について、 m を整数に拡張できないか考えた。

【研究背景】

数列 $\{a_n\}$ の階差数列を数列 $\{b_n\}$ とすると、 $n \geq 2$ のとき(式1)が成立する。数学の問題集の解説で、階差数列 $\{b_n\}$ の階差数列を数列 $\{c_n\}$ としたとき、(式2)が成立する条件が $n \geq 2$ と書かれていた。数列 $\{a_n\}$ の末項が a_n であるとき、数列 $\{c_n\}$ の末項は c_{n-2} であるので、(式2)が成立する条件は $n \geq 3$ ではないか、と疑問を感じた。それをきっかけに、まずは階差数列を利用して一般項を求める解法の中の疑問(【問題1】)について研究を始めた。
(式1) $a_n = a_1 + \sum_{k=1}^{n-1} b_k$ (式2) $b_{n-1} = b_1 + \sum_{k=1}^{n-2} c_k$

【問題1】

数列 $\{a_n\}$ の階差数列を数列 $\{b_n\}$ とする。 $n \geq 2$ のときに成立する(式1)から求まる一般項 a_n が、 $n=1$ のときにも成立する条件は何か。

【結果】

①(式1)から得られる $n \geq 2$ における一般項 a_n が、 $n=1$ のときにも成立する条件

$S_m = \sum_{k=1}^m b_k$ ($m \geq 1$)とおく。このとき S_m は m の式である。

(式1)は $a_n = a_1 + S_{n-1}$ ($n \geq 2$)と表せる。

$a_1 + S_{n-1} = p(n)$ とおく。これに $n=1$ を代入すると、 $p(1) = a_1$ となる。

$p(1) = a_1 + S_{1-1}$ より、 $a_1 + S_{1-1} = a_1$ 、ゆえに $S_{1-1} = S_0 = 0$

よって、この条件は $S_0 = 0$

②-1 階差数列 $\{b_n\}$ が等差数列のとき

数列 $\{b_n\}$ の初項を b 、公差を d とおくと

$m \geq 1$ のとき $\sum_{k=1}^m b_k = \frac{1}{2}m\{2b + d(m-1)\}$ より、

$S_m = \frac{1}{2}m(2b + dm - d)$ 、よって $S_{m-1} = \frac{1}{2}(m-1)(2b + dm - 2d)$

これに $m=1$ を代入すると、 $S_0 = \frac{1}{2} \cdot 0 \cdot (2b - d) = 0$

したがって、このとき $n \geq 2$ における一般項 a_n は $n=1$ でも成立する。

②-2 階差数列 $\{b_n\}$ が等比数列のとき

数列 $\{b_n\}$ の初項を b 、公比を r とおくと

$m \geq 1$ のとき $\sum_{k=1}^m b_k = \frac{b(r^m - 1)}{r - 1}$ より、

$S_m = \frac{b(r^m - 1)}{r - 1}$ 、よって $S_{m-1} = \frac{b(r^{m-1} - 1)}{r - 1}$

これに $m=1$ を代入すると $S_0 = \frac{b(r^0 - 1)}{r - 1} = \frac{b(1 - 1)}{r - 1} = 0$

したがって、このとき $n \geq 2$ における一般項 a_n は $n=1$ でも成立する。

【考察】

(i) 結果①より、(式1)から得られる $n \geq 2$ における一般項 a_n が、 $n=1$ のときにも成立する条件は、数列 $\{b_n\}$ について $S_m = \sum_{k=1}^m b_k$ ($m \geq 1$)とすると $S_0 = 0$ となること、この条件である。
これを利用すると、結果②より階差数列 $\{b_n\}$ が等差数列と等比数列のとき、 $S_0 = 0$ が得られるため、 $n \geq 2$ における一般項 a_n は $n=1$ でも成立する。
しかし、階差数列は数列 $\{a_n\}$ の項数が2以上でなければ存在しないため、 $n \geq 2$ における一般項 a_n を求め、 $n=1$ でそれが成立することを示すことは必要である。

(ii) $S_n - S_{n-1} = a_n$ ($n \geq 2$) (式3)が、 $n=1$ のときにも、成立する条件は、 $n=1$ での成立の確認を必要とするもう一つの公式として、(式3)がある。
(式3)に $n=1$ を代入すると、 $S_1 - S_{1-1} = a_1$ つまり $S_1 - S_0 = a_1$ となる。
これと、 $S_1 = a_1$ より、 $a_1 - S_0 = a_1$ すなわち $S_0 = 0$ である。
したがって、 $S_0 = 0$ となること、(式3)が $n=1$ でも成立する条件である。
(式3)は数列 $\{a_n\}$ の項数が2以上でなければ作れないが、これを用いると $n=1$ で(式3)から得られる $n \geq 2$ における一般項 a_n が成立するかを判断することができる。

【実験】 4STEP p.130 58より

(1) $S_n = n^2 - 3n$ となる一般項 a_n を求めよ。(解答) $a_n = -2n - 4$

②を用いて考えて、 S_n に $n=0$ を代入すると、 $S_0 = 0$ より、 S_n から求められる $n \geq 2$ における a_n は $n=1$ でも成立する。(解答と一致)

(2) $S_n = n^3 + 2$ となる一般項 a_n を求めよ。(解答) $a_n = \begin{cases} 3n^3 - 3n + 1 & (n \geq 2) \\ 3 & (n = 1) \end{cases}$

②を用いて考えて、 S_n に $n=0$ を代入すると、 $S_0 = 3 \neq 0$ より、 S_n から求められる $n \geq 2$ における a_n は $n=1$ では成立しない。(解答と一致)

【問題2】

数列 $\{b_n\}$ について、 m が自然数のとき $\sum_{k=1}^m b_k = S_m$ とおく。 S_m の m を全ての整数に拡張したときの S_m を考える。 $m \leq 0$ のとき、 S_m はどのように考えることができるのか。

【結果】

l を正の整数とする。 S_m に $m=-l$ を代入して、 S_{-l} を b_n で表す。

①-1 数列 $\{b_n\}$ が等差数列のとき

数列 $\{b_n\}$ の初項を b_1 、公差を d とおくと $S_m = \frac{1}{2}m(2b_1 + dm - d)$

m に $-l$ を代入して $S_{-l} = \frac{1}{2}(-l)\{2b_1 + (-l)d + d\}$

表1 $m \leq 1$ における b_m と S_m の値

m	b_m	S_m
-3	$b_1 - 4d$	$-3b_1 + 6d$
-2	$b_1 - 3d$	$-2b_1 + 3d$
-1	$b_1 - 2d$	$-b_1 + d$
0	$b_1 - d$	0
1	b_1	b_1

表1より $S_1 - S_0 = b_1$

$S_0 - S_{-1} = b_0$

⋮

$S_{-l+2} - S_{-l+1} = b_{-l+2}$

+) $S_{-l+1} - S_{-l} = b_{-l+1}$

$S_1 - S_{-l} = b_{-l+1} + b_{-l+2} + \cdots + b_0 + b_1$

$S_1 = b_1$ より $S_{-l} = -\sum_{k=-l+1}^0 b_k$

①-2 数列 $\{b_n\}$ が等比数列のとき

数列 $\{b_n\}$ の初項を b_1 、公比を r とおくと

よって $S_m = \frac{b_1(r^m - 1)}{r - 1}$ m に $-l$ を代入して $S_{-l} = \frac{b_1(r^{-l} - 1)}{r - 1}$

表2 $m \leq 1$ における b_m と S_m の値

m	b_m	S_m
-3	$b_1 r^{-4}$	$\frac{b_1 r^{-3} - b_1}{r - 1}$
-2	$b_1 r^{-3}$	$\frac{b_1 r^{-2} - b_1}{r - 1}$
-1	$b_1 r^{-2}$	$\frac{b_1 r^{-1} - b_1}{r - 1}$
0	$b_1 r^{-1}$	0
1	b_1	b_1

表2より、①と同様に

$S_1 - S_0 = b_1$

$S_0 - S_{-1} = b_0$

⋮

$S_{-l+2} - S_{-l+1} = b_{-l+2}$

+) $S_{-l+1} - S_{-l} = b_{-l+1}$

$S_1 - S_{-l} = b_{-l+1} + b_{-l+2} + \cdots + b_0 + b_1$

$S_1 = b_1$ より $S_{-l} = -\sum_{k=-l+1}^0 b_k$

【考察】

(i) 数列 $\{b_n\}$ が等差数列または等比数列のとき

結果①より、 l を正の整数とすると、 $S_{-l} = -\sum_{k=-l+1}^0 b_k$ と定義することによって $m \geq 1$ のとき $\sum_{k=1}^m b_k = S_m$ によって得られる S_m を m が負の整数のときにも満たすことが分かった。

つまり m がすべての整数をとるとき $S_m = \begin{cases} \sum_{k=1}^m b_k & (m \geq 1) \\ 0 & (m = 0) \\ -\sum_{k=m+1}^0 b_k & (m \leq -1) \end{cases}$

(ii) 数列 $\{b_n\}$ が一般の数列のとき

①の結果をもとに下の式のように積分を用いて表現することで、数列 $\{b_n\}$ の一般項の条件に限らずに S_m を定義できるのではないかと考えている。

$S_m = \int_1^{m+1} f(x) dx - \sum_{k=1}^m \left\{ \int_k^{k+1} (f(x) - f(k)) dx \right\}$
 $S_{-l} = - \left[\int_{-l+1}^1 f(x) dx - \sum_{k=1}^l \left\{ \int_{-k}^{-k+1} (f(x) - f(k)) dx \right\} \right]$

【結論】

数列 $\{a_n\}$ の階差数列を数列 $\{b_n\}$ とする。 $a_n = a_1 + \sum_{k=1}^{n-1} b_k$ によって求められる $n \geq 2$ における一般項 a_n が $n=1$ のときも成立するとき、 $S_m = 0$ (ただし $S_m = \sum_{k=1}^m b_k$)となる。また S_m の m を整数に拡張すると、数列 $\{b_n\}$ が等差数列または等比数列の場合、 $m=0$ のとき $S_m = 0$ 、 $m \leq -1$ のとき $S_m = -\sum_{k=m+1}^0 b_k$ と考えることができる。

【展望】

S_m を積分を用いて表すなど、数列を図形的に捉えたり、数列における自然数を負の数に置き換えてみたりすることによって、離散的である数列を連続的に考察することで数列の持つ新たな性質を調べていきたい。

【参考文献】

- 数研出版 数学Ⅲ 第7章 積分法
- 数研出版 数学B 第1章 数列
- 数研出版 4STEP 数学Ⅱ+B 数学B 第1章 数列

場面に応じた日本語変換精度の向上

2024年度 課題研究Ⅰ お茶の水女子大学附属高等学校2年 友寄美尋

【要旨】

本研究では、日本語変換システムの使用方法に着目して研究を行なった。従来の変換システムでは変換学習は一括りとなっているが、場面で変換学習を分けることでより場面に相応しい変換をすることが出来るのではないかという仮説を立てた。仮説の検証のために複数の例文を用意し、例文で変換学習を分ける場合と分けない場合で例文を変換する実験を行い、誤変換単語数及び重複語数・誤変換回数を比較した。その結果、まだ検証が必要であるが、仮説の有効性が示唆された。

【研究背景・意義】

スマートフォンやPCで文章を入力していると、頻繁に誤変換が発生する。しかし、変換システムの開発・研究は進んでいるのに対して変換システムの使用方法に関する研究は未だない。使用方法はほぼ全ての変換システムで共通させることができ、他言語にも応用しやすいのではないかと考え、効率の良い使用方法の研究を行なった。

【仮説】

現在の変換システムではすべての変換学習を1つに纏めているが、アプリや相手などの場面で分けて変換学習を行うことで(図1)、よりその場面に相応しい変換をすることが出来るのではないかと。

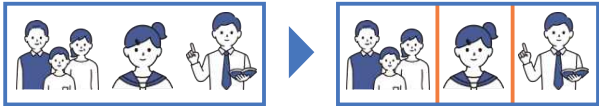


図1 場面で変換学習を分ける

【研究方法】

①研究対象

Microsoft IME

②実験手順

1. 例文を研究対象で変換する
2. 最初の変換が正しくなかった際に、正しい変換と誤変換を記録し、それを正しい変換候補が出てくるまで繰り返す
3. 1.2.を①1文毎に例文を切り替えながら、全ての例文を一纏めで変換する場合(リセットなし)と、②例文毎に変換学習をリセットして変換する場合(リセットあり)の2通りで行い、記録した結果を比較する

③使用例文

- 1 第71回 文章入力スピード検定 日本語 (146行)
- 2 第73回 文章入力スピード検定 日本語 (141行)
- 3 第75回 文章入力スピード検定 日本語 (157行)
- 4 ビジネスメール文例集 (119行)
- 5 大阪大学優秀卒業論文 (347行)

【結果】

①誤変換単語数（重複含む）及びその重複語数

表1 誤変換単語数（語）

	例文1	例文2	例文3	例文4	例文5	計
リセットなし	22	35	43	12	70	182
リセットあり	24	35	48	12	67	186

表2 誤変換単語のうち重複語数（語）

	例文1	例文2	例文3	例文4	例文5	計
リセットなし	6	4	17	2	22	51
リセットあり	5	5	27	0	25	62

②誤変換回数

表3 誤変換回数（回）

	例文1	例文2	例文3	例文4	例文5	計
リセットなし	27	52	62	15	127	283
リセットあり	31	53	68	18	107	277

【考察】

①概ねリセットありの方が値が大きい（表1, 2, 3）

全ての単語が例文別に異なる漢字を使用する訳ではなく、特に例文1, 2, 3では共通する変換が多くなってしまったため、リセットあり・なし間の変換学習回数の違いで差が出たのではないかと。

②例文5の誤変換単語数・回数はリセットありの方が少ない（表1, 3）

例文5は他の例文と比べて極端に行数が多いため、①で理由として挙げた変換学習回数の違いによる差が出づらかったのではないかと。

③誤変換回数のみ、例文1-5の合計がリセットありの方が小さい（表3）

リセットなしの場合、変換候補に他の例文で用いた同音異義語が出てきやすくなったため誤変換回数が増え、差が出たのではないかと。

【結論】

①仮説はまだ検証が必要である

リセットありの場合となしの場合では、変換学習回数に大きな差が生じてしまう。この差は必ず生じるものであるが、今回の実験では変換学習回数が少なかったために、この差による影響が顕著に出てしまったのではないかと(考察①)。そのため、仮説の検証をするにはより多くの例文で、より沢山の变換学習を行う必要があると考える。

②仮説の有効性が示唆された

先に述べたように、今回の実験結果のみを見て判断することはできない。しかし、変換学習回数に大きな差があるにも関わらず、結果で見られた差はほとんどが1桁台の微量であった。また、総誤変換回数と、文量の多い例文5における誤変換単語数及び誤変換回数では、リセットありの方が値が小さくなっていった(考察②, ③)。これらのことから、仮説である「場面毎に変換学習を分離する」方法は、効率がより良い可能性が示唆された。

【展望】

今回の研究では、実験を1つの実験対象・5つの例文で行った。また、今回は「リセットあり」と「リセットなし」で比較実験を行ったが、その結果変換回数に大きな差が生じてしまった。加えて、同じ検定から例文を3つ選んだのもあり、5つの例文に出てくる変換で共通しているものが多かったため、より変換回数の差が実験結果に顕著にでてしまった可能性がある。そのため、仮説をより正確に検証するために、1.実験対象・例文を増やす 2.例文の種類・シチュエーションを増やす 3.例文毎だけでなく類似した例文をまとめて同様の実験を行い、リセットありでも充分な変換回数を確保できるようにするなどの改善が必要である。

【参考文献】

- 1 日本情報処理検定協会「第71回（令和4年12月）文章入力スピード認定試験（日本語）問題」文章入力スピード認定試験 日本語 最終閲覧2025/01/10. <https://www.goukoku.ne.jp/image/sample/0412ag25ym4/71-BS1-Q.pdf>
- 2 日本情報処理検定協会「第73回（令和5年7月）文章入力スピード認定試験（日本語）問題」文章入力スピード認定試験 日本語 最終閲覧2025/01/10. <https://www.goukoku.ne.jp/image/sample/0507a6avuc5/73-BS1-Q.pdf>
- 3 日本情報処理検定協会「第75回（令和5年12月）文章入力スピード認定試験（日本語）問題」文章入力スピード認定試験 日本語 最終閲覧2025/01/10. <https://www.goukoku.ne.jp/image/sample/0512agvuc5/75-BS1-Q.pdf>
- 4 ビジネスメールの教科書「ビジネスメール文例集」最終閲覧2025/01/10. <https://business-mail.jp/example>
- 5 大阪府立大学 森淳也「ブランド認知から購買行動に移る感情の変化」優秀卒業論文－経済学研究科、2023年度経済学優秀卒業論文最終閲覧2025/01/10. http://www.eco.osaka-fu-u.ac.jp/omuc-content/uploads/sites/1181/mori_2023_3%E4%BF%A2%E6%AD%9A%E7%89%B8_20240219.pdf

初見の画像に対する特定の人物の反応の予測

2024年度 課題研究Ⅰ お茶の水女子大学附属高等学校2年 高橋伸子

【要旨】

他人の意見を知ることで自分の知見を広め人生をよりよく生きるという目的のもと、他人の意見を手軽に取り入れられるツールの研究を始めた。特定の人物の考え方や着眼点をトレースしたAIを作成し、入力された画像への特定の人物の反応を予測して表示するシステムを考案したが、実現が難しいことが判明した。前述のシステムを提案するために、対象とする人物の考えがよくあらわれた資料を収集し、入力された画像の内容との関連度が高い部分を抜き出して表示するシステムを新たに考案し作成した。実際に使用してみると画像の処理・出力方法に課題があり、改善が必要であることが分かった。

【研究背景・意義】

他人の意見を知ることで自分の知見を広め人生をよりよく生きるという目的を達成するために、自分とは全く違った価値観を持つ人間の考えを手軽に知ることができる新たなツールを開発したいと思い研究を始めた。そこで、収集した特定の人物に関する資料に基づき、入力された画像への特定の人物の反応を予測して表示するシステム（以下、システム原案）を利用すれば、故人等直接会話できない人物の意見を手軽に知ることができるという仮説を立て、以下の様にシステム原案と検証方法を考案した。

1. システム原案の考案

A. 前処理（資料の収集・AIの作成）

対象とする人物（以下、対象人物）に関する資料を可能な限り多く収集する。収集した資料を用いて機械学習を行い、対象人物がどのような着眼点を持ちどのような考え方をしているかをトレースしたAIを作成する。

B. システム原案

上記のAIを活用して、対象人物が入力された画像のどの部分に着目し、どのようなことを考えるのかを予測して文字データで出力する。資料に根拠となる部分があれば出典も同時に出力する。なお、入力された情報に対して、対象とする人物（以下、対象人物）の考えだけでなくそもその着眼点を知るために情報の入力方法は画像とする。

2. システム原案の作成と評価

システム原案を実際に作成し、複数人に使用してもらいアンケート調査を行うことでシステム原案を評価する。

しかし収集可能な資料の量・技術・設備等を鑑みるとシステム原案は実現が困難であるため、本研究ではシステム原案を提案するためにプロトタイプとなるシステム（以下、プロトタイプシステム）を考案し作成することにした。

【仮説】

対象とする人物の考えがよくあらわれた資料を収集し、入力された画像の内容との関連度が高い部分を抜き出して表示すれば、関連した内容に対する対象の人物の考えを推測するための手がかりが得られる。

【研究方法】

① プロトタイプシステムの考案

A. 前処理（資料の収集）

対象人物の考え方や着眼点がよくうかがえる資料を収集する。

B. プロトタイプシステム

収集した資料のうち、入力された画像と最も内容が関連する部分を抜き出して表示する。

② プロトタイプシステムの作成（図1）

対象人物を清少納言、資料を随筆『枕草子』の日記的章段・類聚的章段の一部としてプロトタイプシステムを作成した。また、すべてプログラムはGoogle Colab上で構築した。以下、上記の前提に即してシステムの内容を記述する。

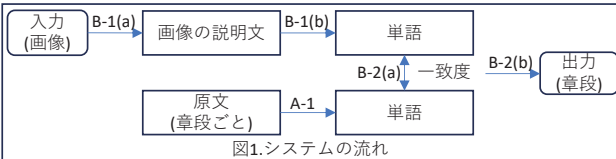


図1. システムの流れ

A-1. 前処理（資料の処理）

形態素解析エンジンMeCabと中古和文UniDicを用いて、資料の本文から動詞・形容詞・形容動詞・名詞を抽出する。中古に使用された単語は現代にはない、または違う意味を持つ場合があるため、Weblio古語辞典を参照し文脈に沿った現代語に変換してから重複を削除し抽出した単語を章段ごとにExcelにまとめる。

B-1. プロトタイプシステム（入力された画像の処理）

Open_Clipに含まれるCoCaを用いて入力された画像の説明文を英語で生成し、Google Translation APIを用いて日本語に翻訳する(a)。その後、形態素解析エンジンMeCabを用いて動詞・形容詞・形容動詞・名詞を抜き出して形態素に変換し重複した語を削除する(b)。

B-2. プロトタイプシステム（一致度の算出、出力）

B-1で得られた単語と原文で抽出した単語を参照し、一致した単語の数を一致度とする。最も一致度が高かった章段が入力された内容に最も関連しているとみなし、その章段の原文を出力する。

【結果】



写真1. 入力写真

```
[30] from googletrans import Translator
    translator = Translator()
    translated_sen = translator.translate(caption, src='en', dest='ja')
    print(translated_sen, text)

[31] 建物の影から見た木。
[32] import MeCab
    tagger = MeCab.Tagger()
    text = translated_sen, text
    category = ['動詞', '形容詞', '形容動詞', '名詞']
    def textParser(class(text)):
        node = tagger.parseNode(text)
        terms = []
        terms.clear()
        while node:
            pos = node.surface
            pos = node.feature.split(',')[-1]
            if pos in category:
                terms.append(node.feature.split(',')[-1])
            node = node.next
        text_result = ','.join(terms)
        return text_result
    print(textParser.class(text))

[33] 木、窓、建物、見る
```

ソースコード1. 実際の出力

前処理A-1において古語を現代語に変換する作業が終了せず、システムは完成に至らなかった。完成している部分のみで実際に写真1を入力してみると、「木、窓、建物、見る」の単語が得られた。（写真1, ソースコード1）

【考察】

②のプロトタイプシステムについて考察を行った。

A-1. 前処理について

枕草子は章段ごとの文章量にばらつきがあり、同時に章段によって言及されているコンテンツの量にも大幅な違いがある。そのため資料の前処理において章段ごとに結果をまとめることは一致度の精度を下げると考えた。

B-1. 入力された画像の処理について

結果から、CoCaでは木そのものを認識できていても、木に花が咲いているということを認識できていないことが分かる。加えて、入力された画像をCoCaで処理して文字データに変換することは、入力が画像であることの利点を消してしまっている。そのため、CoCaでの画像処理は本研究にはそぐわないと考えた。

B-2. 出力について

実際に出力はできていないが、最も一致度が高かった章段を原文で表示しても原文は古語で書かれているため、現代の人には意味が伝わらない。そのため、出力方法に関しても改善が必要だと考えた。

【結論】

対象とする人物の考えがよくあらわれた資料を収集し、入力された画像の内容との関連度が高い部分を抜き出して表示すれば、関連した内容に対する対象の人物の考えを推測するための手がかりが得られるという仮説を立て、プロトタイプシステムを考案し実際に作成した。システムのうち作成が完了している部分を実際に使用してみると、画像の情報をうまく処理できていないことが分かった。システム原案を提案するためには、前処理や出力の方法などそのほかの部分にも課題があり、さらに改良していく必要があることが分かった。

【展望】

古文を現代語に変換する作業を進めるとともに、考察に基づきシステムを改良していきたい。また本研究では対象人物を清少納言、資料を随筆『枕草子』としたが、資料の範囲を本人の著書だけでなく、対象人物に対する第三者からの分析を記した資料などを含めたり、対象人物を増やしたりすることで研究を発展させていきたい。

【参考文献】

1. 若田直也, 田中一考, 小川園, 大規模言語モデルを活用した西洋古典研究と教育人工知能学会全国大会論文集, 2024年度, 第38回
2. 三由裕也, 取得済文感情推定を利用した感情的な画像説明生成システム, 日本感性工学会論文誌, 2019年, Vol. 18, No. 2, pp. 151-158
3. "CoCaとBLIP2を使ってみた: ImageNet, キャプション生成", <https://blog.shikao.com/co-ca-blip2/>, (2025/01/10)
4. "MeCab: Yet Another Part-of-Speech and Morphological Analyzer", <https://rakui910.github.io/mecab/parse/>, (2025/01/10)
5. "UniDicをPythonで使おうとして詰まった話", <https://qiita.com/Daizoo/items/dcb242b144e62f8d5aa>, (2025/01/10)
6. 国立国語研究所言語資源開発センター, "UniDic", 国語研研単位自動解析用辞書 | 最新版ダウンロード (ALL), https://cird.ninjal.ac.jp/unidic/download_all.html, (2025/01/10)
7. "pythonとMeCabで特定の品詞の単語だけ取り出す", <https://qiita.com/ganyariya/items/68f4cfed953d06ad4b7>, (2025/01/10)
8. "[Python] Google Colab で Google ドライブ の Excel を操作しよう！ (OpenPyXL)", https://www.tejitsaiya.com/python-openpyxl/mindex_id18, (2025/01/10)
9. "Google Translation API を利用してみよう！", <https://qiita.com/Machio000/items/86350978addefe109d20>, (2025/01/10)
10. Google, "Google Translation API", Google Cloud, <https://cloud.google.com/translate/docs/7n1ja>, (2025/01/10)
11. 校注/訳/松尾聰, 永井和子, 清少納言書, 新編 日本古典文学全集 18・枕草子, 546 pp., pp. 76
12. weblio 古語辞典, <https://kobun.weblio.jp/>, (2025/01/12)

3DCGによる英語の発音学習支援

2024年度 課題研究Ⅰ お茶の水女子大学附属高等学校2年 藤田花・眞下涼

【要旨】

MetaHuman、Unreal Engine等の3DCGソフトを使い、英語の発音をする際の口腔内の動作モデルを作成する。3DCGモデル完成後、実際にモデルを見て学習してもらい、効果を検証する。

【研究背景・意義】

これまで中学校や高校で行われてきた、口の形の説明を聞いたり教師の発音を手本にしたりする発音学習に限界を感じ、この研究を始めた。私たちは、英語を学んできて、音を聞いただけでは再現が難しい発音に出会ってきた。例えば、sとthの違いを3DCGを用いて示すことができれば、英語の発音学習がもっと分かりやすくなるのではないかな。

【仮説】

3DCGを用いた英語の発音学習は、紙や教師の発音を手本にした従来型の学習よりも効果がある。

【研究方法】

①文献調査

同様の研究やサービスがあるかどうか、インターネットを用いて調べる。さらに、3DCGと発音を組み合わせた研究をしている論文を探し、参考にする。また、専門に研究している方にメールで進捗状況や研究手法などを相談し、研究をより深める。

▶先行研究の調査

まず最初に、私たちの研究内容と同様のサービスが存在するかどうか調べ、発音する際の口の形を紹介するアプリ・有料サービス等を見つけた。しかし、動画の形で載っているために自由に操作して見ることができない等、課題点は多いと感じた。そのため、私たちは3DCGを用いた英語の発音学習支援を研究することに決めた。

▶参考にする研究

久留米工業大学の小田まり子教授の論文を見つけた。小田は、情報ネットワーク工学科に所属し、主に障害を持つ子どもを対象として、日本語の発音学習支援を研究している。そこで、メールで私たちの研究に関して相談したところ、同大学の工藤達郎准教授を紹介してくださった。工藤は、3DCGで日本語の発音モデルを制作している。

②3DCG作成

3DCGソフトを用いて口の形を再現し、英語の発音の様子のアニメーションを制作する。3DCGは平面で学ぶよりもイメージがしやすいという利点があるため、この研究では3DCGに焦点を当てている。実際、平面よりも立体で学ぶ方が理解しやすいのは以下の図からも明らかである。

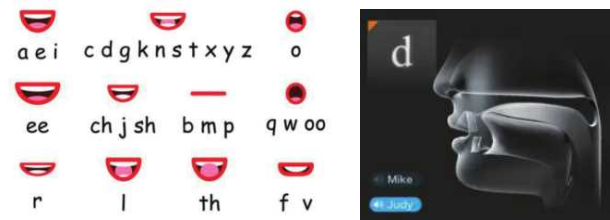


図1 平面で表した口の形



図2 立体で表した口の形

3DCGソフトは、細かい操作が可能で無料体験版のあるものを使用する。

▶Blender

最初に、3DCGソフトのBlenderを用いて口腔内のモデル制作を試みた(図3)。まずは、口の概形から作り始めた。しかし、既存のオブジェクトの形を変えていく作業が初心者的我们たちにとっては困難だった。Blenderはプロ向けのソフトであるのに加え、公式の操作方法のガイドがなかったため、個人のブログサイト等を参考にして取り組んだが、制作が進まず完成の見通しが立たなかった。

▶MetaHuman

MetaHumanを用いた3DCGの作成に取り組んだ(図4)。MetaHumanは、

Epic games社が提供しているソフトで、Unreal Engineと一緒に用いることによって操作を拡張することができる。

MetaHumanは、Blenderと異なり、公式サイトに操作方法が載っており、同サイト上で使用者同士で相談しあえるforumというサービスが存在することでも私たちの研究の助けになっている。



図3 Blenderを用いた制作画面

図4 MetaHumanの制作画面

MetaHumanでモデルを作る際、実際の活用時に親しみを持てるよう、外見を若い日本人女性に近づけた。具体的には、ほりの深さ、髪型などを工夫した。

③中学生を対象とした学習効果の検証

中学生は、英語を学び始めた段階にあり、独自の発音のくせが高校生に比べてついていないと考える。そのため、対象は中学生とする。

【結果】

MetaHumanで3DCGモデルを作ることができた。しかし、Unreal Engineの操作が思うように進まず、口腔内の3DCGを制作することはできなかった。

【考察】

Unreal EngineにMetaHumanのデータを落とし込む作業がうまくいかなかった。原因として、以下の3点があげられる。

- ・学校のWi-Fiを使って作業したため、通信制限に引っかかりデータを入れることができなかった。
- ・膨大なデータ量を処理したため、PCに何かしらの不具合が起きた。PCのスペックが不足していた。
- ・使用したMetaHumanのバージョンと、Unreal Engineのバージョンとの相性があまり良くなかった。

【展望】

引き続き、MetaHumanとUnreal Engineを用いて3DCGの制作を続ける。まず、MetaHumanで作成したモデルをUnreal Engineに取り込む。MetaHumanのデータが落とせたら、sink /sɪŋk/ とthink /θɪŋk/の発音をする際の口の動きをALTの先生をモデルにして撮影させて頂き、Unreal Engineで再現する。発音の3DCGモデルが完成したら、学習効果の検証まで行いたいと考えている。

【謝辞】

本研究を進めるにあたり、多くの方にご支援いただいた。小田まり子教授には、研究の初期段階に、学習効果の評価実験に関してアドバイスをいただいた。工藤達郎准教授には、MetaHumanやUnreal Engineを紹介していただき、操作方法も詳しく教えていただいた。高校のPCではスペックが不足しており、Unreal Engineを使用することができなかったため、お茶の水女子大学共創工学部の吉田祐亮先生に高性能なPCをいただいで使用した。以上の皆様に、心より御礼申し上げます。

【参考文献】

- 小田まり子,コンピュータグラフィックスを利用した聴覚障害児用見真似発音練習システムの開発.2010年
小田まり子,知的障害児のための3Dを用いた文字発音学習支援システムの開発.2016年
"英語の発音記号まとめ！読み方を知って発音を良くしよう".ENGLISH TIMES.<https://toraiz.jp/english-times/book/7325/>,最終閲覧日2025.1.24
"発音図鑑 - 英語発音のメカニズムが3D映像でわかる！".App Store. <https://apps.apple.com/jp/app>,最終閲覧日2025.1.24
"MetaHuman".MetaHuman. <https://www.unrealengine.com/ja/metahuman>,最終閲覧日2025.1.24
"Unreal Engine Forum".UNREAL ENGINE.2025/1/10. <https://forums.unrealengine.com/categories?tag=unreal-engine>,最終閲覧日2025.1.10

家庭において大豆ミートを味と食感の点から肉に近づける

2024年度課題研究Ⅰ お茶の水女子大学附属高校2年上北美羽 川上京香

背景

近年、代替肉として大豆ミートへの注目が高まっている。大豆ミートには環境にやさしい、高たんぱく・低カロリーといった利点がある一方、大豆臭や肉っぽくないといった欠点がある。⁽¹⁾

目的

大豆ミートの欠点をなくすことで、大豆ミートを大衆化して受け入れてもらう。

実験1 食感の面から

<実験方法>

①大豆、大豆+片栗粉、大豆+小麦粉、大豆+米粉の4種類の大豆ミートを作製した。⁽²⁾

1.水煮大豆を袋のまま指でつぶした。

2.つぶした水煮大豆(75g)と片栗粉、小麦粉、米粉(各15g)をそれぞれこねた。大豆のみはそのまま混ぜた。(水煮大豆：各粉の質量比=1:0.24)

②4つの大豆ミートと鶏もも肉(皮なし)を焼いた前後での質量変化、弾力(※)、密度の観点から比較した。

※同じおもりを鶏肉と大豆ミートに置いたときに高さが元の何%になるのか(弾力①)とおもりを取り除いたときに高さが元の何%になるのか(弾力②)を計測した。



図1弾力①計測

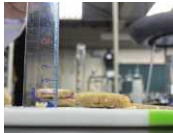


図2弾力②計測

<実験結果>

表1大豆ミートと鶏もも肉の比較

	鶏もも肉	大豆	片栗粉	小麦粉	米粉
弾力①(%)	87.2	71.3	90.5	95.2	85.4
弾力②(%)	95.2	71.7	103.6	97.8	90.8
②-①(%)	8.0	0.4	13.1	2.6	5.4
質量変化割合(%)	70.2	82.9	91.9	91.9	92.6
密度(g/cm ³)	0.916	0.883	0.723	0.852	0.779

<考察>

表1から大豆ミートでは質量変化割合に大きな違いが見られなかったの、質量変化割合は比較の要素から取り除いた。また、密度を求める際に使用した鶏もも肉と大豆ミートの質量が小さく、測定値に大きな違いが見られなかったの、測定値に正確さが欠けていると考え、密度も比較の要素から取り除いた。そのため、弾力のみを比較の要素として考え、鶏もも肉の②-①の値を1点として大豆、大豆+片栗粉、大豆+小麦粉、大豆+米粉の相対値を計算した。

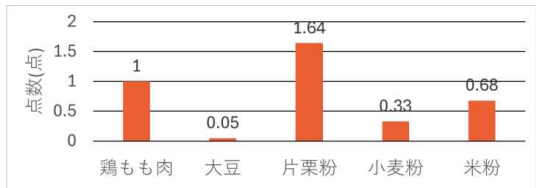


図3大豆ミートと鶏もも肉の弾力の比較

図3から弾力において大豆+米粉が最も鶏もも肉に近いと考えることができる。値に差が出た理由としては以下の2つが考えられる。

①グルテンによる違い⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾

小麦タンパク質グルテンは、加熱すると加熱ゲルが形成される。ゲルの状態では強い結合でつながれた構造に変化するため、硬い物質になる。そのため、グルテンを含む小麦粉を加えたものは②-①の値が小さくなった。

②アミロース、アミロペクチンの含有量の違い⁽⁶⁾

米粉のアミロース含有量は19%、ジャガイモ(片栗粉)のアミロース含有量は25%であり、ジャガイモデンプンの方がアミロース含有量が多い。アミロースが多いほど老化するのが速くなり、老化すると硬くなるので、片栗粉を加えたものの方が米粉を加えたものより②-①の値が小さくなった。

実験2 食感の面から

<実験方法>

①大豆(37.5g)と米粉の量を変化させて(6g、9g、12g、15g)、大豆+米粉の大豆ミートを作製した。

(大豆：米粉をA→1:0.16 B→1:0.24 C→1:0.32 D→1:0.40とした。)

②弾力①②、密度の3つの観点で計測。

③鶏もも肉と数値を比較。

<実験結果>

表2大豆ミート(米粉)と鶏もも肉の比較

	鶏肉	A	B	C	D
弾力①(%)	87.2	95.1	88.7	88.9	84.9
弾力②(%)	95.2	90.5	92.4	93.4	95.8
②-①(%)	8	-4.6	3.7	4.5	10.9

大豆：米粉 A→1:0.16 B→1:0.24 C→1:0.32 D→1:0.40

<考察>

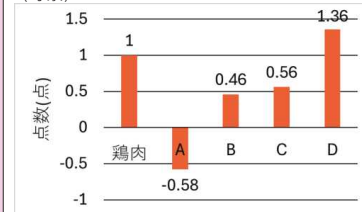


図4大豆ミート(米粉)と鶏もも肉の比較

表2から実験1と同様に鶏もも肉を1点として弾力②-弾力①を点数化した。図4から大豆と米粉の質量比がDのときに最も鶏もも肉に近いと考えることができる。また、米粉の質量が増えるほど弾力の値が高くなることが分かった。しかし、大豆と米粉の質量比がBの際の弾力の大きさが実験1では5.4%であるのに対し、実験2では3.7%である。これは大豆と米粉の合計質量が実験1と実験2で異なっていたことが原因の一つとして考えられる。

結論

弾力では大豆+米粉の大豆ミートが鶏もも肉に最も近いと考えられる。また、質量比が大豆：米粉=1:0.40の時に鶏もも肉に最も近いと考えられる。今後は大豆+米粉の大豆ミートを弾力と味の面から、鶏もも肉に近づけていく必要がある。実験2では計測対象の設定数値の差が大きかったため、より鶏もも肉に近づけていくには、設定数値の量を増やし、差を縮める必要がある。今回は弾力として上からおもりをのせたときの变化を計測した。これは、本来食事をするとき肉を噛んだり、ちぎったりするときの弾力は異なっている。そのため、より正確に肉に近づけていくには評価方法の改善が必要がある。

今後の展望

実験3 味の面から

<研究方法>

①作製した大豆ミートに他の材料(調味料、出汁など)を加える。

②加える材料の種類や量を変える。

③インタビューにより味の評価をする。

参考文献

- (1) vegewel/『大豆ミートは環境に優しい? デメリットを知って適切に取り入れよう』
<https://vegewel.com/ja/style/soymeat-demerits/2024年1月21日>
 - (2) ユウ/『超カンタン! 無添加大豆ミートの作り方4選を食品研究歴9年が徹底解説』/大豆ミートラボ/2024年11月14日閲覧
<https://soymeat-lab.com/how-to-make/>
 - (3) 高橋明弘/『小麦と小麦粉の科学』/2024年12月3日閲覧
http://www.azon.co.jp/_src/4532902/foodtopics_22_5.pdf
 - (4) 阿武尚彦/『グルテンの加熱ゲル化性について』/栄養と食糧34巻2号p.127-132/1981年
 - (5) グリコ栄養食品株式会社/『ゲル化ってなに?』/2024年12月3日閲覧
<https://www.glico.com/nutrition/tabemomo/material/01/03/index.html>
 - (6) 農畜産業振興機構/『植物が割り出すさまざまな「でん粉」の性質』
https://www.alic.go.jp/joho-d/joho07_000047.html2025年1月24日閲覧
- ・ 菊田千景、高橋真由/『大豆ミートを用いたハンバーグの品質評価』/大阪樟蔭大学研究紀要第13巻p.245-251/2023年

細菌類で微生物燃料電池の電圧を上げる

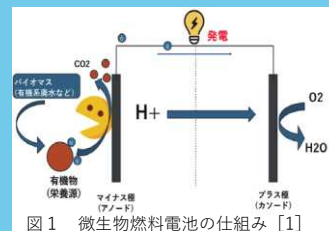
2024年度 課題研究I お茶の水女子大学附属高等学校2年 阿部希乃花 小林由奈 酒井優月

<研究背景>

微生物燃料電池とは、微生物が有機物を分解するときに発生する電子を利用して発電する方法である。発電と同時に排水の処理が可能で、従来のやり方と比べて省エネだが電圧が小さいことが課題である。そして、細菌類の中には有機物分解作用があるものも多く、その作用により微生物の分解を促進し電圧を上げる効果が期待される。

<目的>

微生物燃料電池の課題である電圧の小ささを、細菌類を用いて解決する。



<仮説>

先行研究[2]より

納豆菌、乳酸菌ともに単体でも発電するが、二つを混ぜた時の方が発電量が増加した。

→【仮説】二つの相乗効果や菌の種類によらず、その総量と相関がある

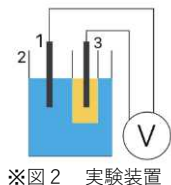
そこで、ヨーグルトと納豆のそれぞれを使って燃料電池を作り、電圧を測る。このとき、どの濃度が一番電圧が高いのかを測るために、細菌類の濃度を変えて実験する。

<実験器具(ヨーグルト)>

セルロースチューブ、500mlビーカー、シャープペンシルの芯、電圧計(テスター)、恒温槽

<実験方法(ヨーグルト)>

- ①恒温槽で、蒸留水とヨーグルト(30g) + グルコース(3g)をそれぞれ40℃になるまで温めた
 - ②40℃になった蒸留水とヨーグルト+グルコースを使って装置を組み立てた
 - ③ビーカーごと恒温槽に入れた
 - ④2分ごとで20分間電圧を測定した
- ヨーグルトを蒸留水で薄めた
ヨーグルトの質量比を100%、90%、80%にして実験した
※黄色：ヨーグルト、納豆
青色：蒸留水
1:炭素棒、2:ビーカー、3:セルロースチューブ



<実験結果>

ヨーグルト100%の時は、4分から電圧が上がり始め、0.1Vを超えたまま20分まで発電している。80%と90%の時は電圧がほとんど0Vのままであり、発電がみられない。

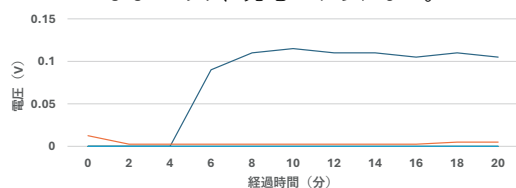


図3 ヨーグルトと蒸留水の質量比を変えたときの電圧の変化

<考察>

ヨーグルト100%と80%での電圧の結果を比べると、100%の方が電圧が高かった。よって、同じ質量あたりの乳酸菌の量が多い方が電圧は高くなると考えられる。

また、90%、80%の実験では発電しなかったのではなく、発電量が極端に少なく、使用した実験器具では測りきれなかっただけではないか。

【納豆の実験での変更点】

- ・セルロースチューブ→素焼きコップ(細菌類の総量を増やす)
- ・小数第1位まで測れるテスターから、小数第2位まで測れるプチメーターに変更
- ・1分ごとに10分間電圧を測る

<実験器具(納豆)>

素焼きコップ、500mlビーカー、シャープペンシルの芯、電圧計(プチメーター)、恒温槽

<実験方法(納豆)>

- ①納豆1パック(45g)を80℃の水(300g)に入れ、軽くかき混ぜた後白く濁った部分(100g)を取り出した
- ②恒温槽で蒸留水を40℃になるまで温めた
- ③100gの納豆水を40℃になるまで常温保存し、グルコース(3g)を溶かして素焼きコップに入れた
- ④40℃の蒸留水と納豆水を使って図2の装置を組み立てた
- ⑤1分ごとに10分間電圧を測定した

<実験結果>

全体的に0.05V以下と弱い電圧ではあるが発電がみられた。

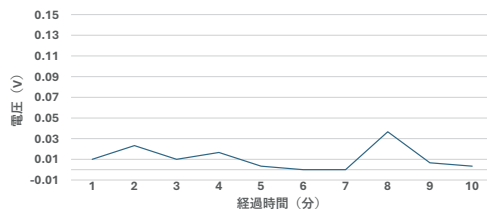


図4 納豆の電圧の変化

<考察>

納豆菌単体でも、電圧は小さいが発電している。納豆は質量比を変えずに100%のみを実験したが、電圧がとても小さかったため、質量比を変えて実験を行うのは難しいと考えられる。

<結論>

ヨーグルトの実験より、同じ質量あたりの乳酸菌の量が多いほど電圧は高くなる。細菌の相乗効果については実験途中。

<今後の展望>

納豆とヨーグルトを混ぜて実験を行い、二種類の比率を揃えたまま、細菌の総量を変え比較する。

<参考文献>

- [1]東京薬科大学「微生物燃料電池」(2024年9月10日9:13閲覧)
<https://www.toyaku.ac.jp/lifescience/departments/applife/keyword/word-039.html>
- [2]微生物燃料電池 ～納豆菌と乳酸菌による発電～
<http://www.yuri-hakita-pref.ed.jp/yuri-h-cms/assets/uploads/2022/03/1a898edb38ec71dd1cec60b1484d2b59.pdf>
- Sonomono「納豆菌と乳酸菌は相性がいい!」3つのポイントまとめ」(2024年9月10日9:16閲覧)
<https://sonomono.jp/natto-hakase/natto-hakase-4/>
- 「ヨーグルトによる発電の機構」(2024年9月10日9:19閲覧)
http://sec-db.cf.ocha.ac.jp/pdf/55_seikagaku_HC12.pdf
- 米山洋平、神奈川県立弥栄高等学校サイエンス部パン酵母を用いたバイオ燃料電池の製作。化学と教育。2018, vol.66, no.6, p.290-291。(2024年9月19日閲覧)
- タカノフーズ 自分で納豆を作ってみよう! (2024年11月19日閲覧)
https://www.takanofoods.co.jp/fun/study/secret_03.html

ゲル化でシン・知育お菓子をつくる！

2024年度課題研究Ⅰ お茶の水女子大学附属高等学校2年 稲留梨夏子 山下湊子

〈研究背景〉

知育菓子とは、工作のように遊び感覚で作れるお菓子のことで、子供の手の訓練や創造力を育てる効果があるクラシエの商標登録商品である。(そのため、研究で制作するものは以下「知育お菓子」と表記する。)現在販売されている知育菓子(ねるねるねるね、つかめる不思議玉、すくって金魚、香りラボ、ふるふるふるっば)を実際にやってみると、①重曹と酸味料を混ぜ合わせて膨らませる②アルギン酸ナトリウムとカルシウムイオンの化学反応によってゼリー状になるという二つの化学反応が主に使われていることがわかった。オリジナルの知育お菓子を作るためには、上記二つ以外の化学反応を用いる必要がある。食用で使えそうかつ、また子供の好奇心をくすぐるような化学反応を探した結果、温めると固まるという意外性をもつメチルセルロースのゲル化を採用し、知育お菓子をつくることにした。

〈研究目的〉

市販の知育菓子では使われていない化学反応であるゲル化を使ったオリジナルの知育お菓子を作り、子供でも簡単に美味しく食べられる知育お菓子づくりを目標とする。

メチルセルロースのゲル化の原理

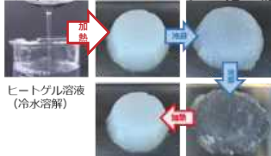


図1.メチルセルロースのゲル化の様子
<https://www.unitecfoods.co.jp/product/gel/methylcellulose.html>

メチルセルロースは食物繊維を原料とする粉で、水に混ぜて温めるとゲル化(ゼリー状)する、冷やすとともに戻る性質を持つ

〈基本の実験方法〉

- 1 常温の水と材料を5分間混ぜる
- 2 電子レンジで1分30秒温める

〈予備実験〉

お菓子としておいしく安全に食べられる配合を調べた。
※メチルセルロースの最大使用基準は食品の2.0%

●実験方法

- ①水98ml+メチルセルロース2g
 - ②ぶどうジュース98ml+メチルセルロース2g
 - ③水93ml+砂糖5g+メチルセルロース2g
 - ④水93ml+砂糖5g+クエン酸1g+メチルセルロース2g
- これらを基本の実験方法に即して実験した。

●実験結果

- ①しっかり固まるが、味がなためお菓子として成り立たない
- ②うまく固まらなかった。
- ③しっかり固まるも、砂糖の甘さだけではお菓子としての味だと物足りない。
- ④しっかり固まり、甘酸っぱい味が白いゼリー状の見た目に合う。
→④水93ml+砂糖5g+クエン酸1g+メチルセルロース2gを本実験に(以下〈材料〉として)使用する

〈本実験〉

〈材料〉は、しっかり固まりはするが、同時に液体も多く出てきてしまい、あまりお菓子としておいしそうに見えないのが課題である→なるべく出てくる液体の量を減らし、全体が固まる方法を比較実験で調べる

●実験方法

- ①砂糖の量を変える
0g 3g 5g 7g 10g
 - ②混ぜる時間を変える
2分 3分 4分 5分
 - ③温める時間を変える
50秒 1分 1分30秒 1分50秒
- それぞれ基本の実験方法に即して実験をし、固体と液体を分け出てきた液体の量を比較し、最善の方法、配合を調べた。



図2 材料と水を混ぜ合わせている様子

〈実験結果〉

①砂糖の量を変える

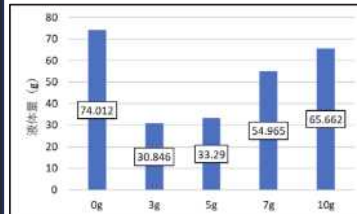


図4. ①の実験の様子

図3.砂糖の量を変えたときの液体量

②混ぜる時間を変える

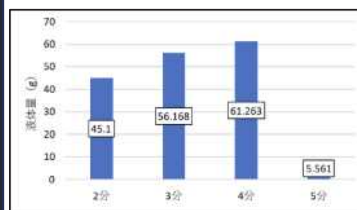


図6. ②の実験の様子

図5.混ぜる時間を変えたときの液体量

③温める時間を変える

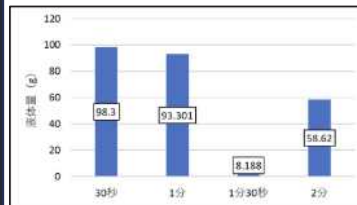


図8. ③の実験の様子

図7. 温める時間を変えたときの液体量

※30分、1分は固まらなかったためそのままの質量としている

〈考察〉

実際に出てきた液体ごと食したとき、液体は酸味や甘さは感じられなかったため、出てくる液体は他の材料と混ざり切れなかったり疎水結合できなかったメチルセルロースが含まれる水が出てきているのではないかと考えた。よって、本実験①の結果からメチルセルロース2gと一番結合する砂糖の量は3gである。また、混ぜる時間によって出てくる液体量は大きく変わっていることから、メチルセルロース2gとその他の材料の結合具合は混ぜる時間によって変化することが分かる。結果から、適切な混ぜる時間は5分である。本実験③から、温める時間でも出てくる液体量は変化しているので、温める時間によって結合具合が変わるとも考えられる。温める時間は、1分30秒が適切である。

〈結論〉

今回メチルセルロースと砂糖の関係性についてを実験したが、メチルセルロースの結合において砂糖だけでなくほかに加えたクエン酸や水との相関性もあることが分かったため今後そこも実験していきたい。加えて1年を通して実験を行ったため室温に違いが生まれるたが、その配慮ができていなかった。また、今回①と③の実験において当初出てきた水の量を計り忘れており2度目の実験の結果となってしまった。あらかじめ立てる実験計画があいまいでありはっきりとした見通しが立っていなかったためであると考えられる。また今後の実験の計画、対照実験における条件の設定において必ずしっかりと組んでから実験をはじめたことを心がけようと思った。

〈参考文献〉

ユニテックフーズ メチルセルロース・hpmc <https://www.unitecfoods.co.jp/product/gel/methylcellulose.html> 2025/1/14

反応速度から見るカラメル化

2024年度課題研究Ⅰ お茶の水女子大学附属高等学校 2年 内藤優南 谷崎日菜 山本真愛

1. 研究動機

カラメル化（…糖が加熱され、水分を失っていく過程で、糖の構造が変化して起こる様々な反応）は、お菓子作りなどで用いる身近な反応でありながら、未解明の部分が多く残っている。そのため、糖の種類による反応速度の違いや加熱による質量変化などから、**反応機構を解明**したい。
また、単糖と二糖の**分子の大きさや構造の違い**によって反応速度に差が生じれば反応機構の解明に近づけるのではないかと考えた。

2. 実験①

目的

カラメル化にかかる時間の目安を計る。
カラメル化の過程は図1のように進む。

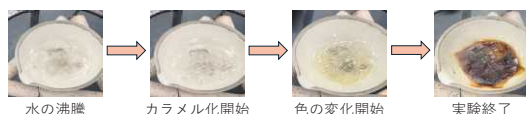


図1 カラメル化の様子

方法

(1) 使用した糖類

単糖…**フルクトース** $C_6H_{12}O_6$
二糖…**スクロース** $C_{12}H_{22}O_{11}$ ・**マルトース** $C_{12}H_{22}O_{11}$ ・**ラクトース** $C_{12}H_{22}O_{11}$

(2) 実験方法

蒸発皿に糖の水溶液（スクロース・フルクトース・マルトースは33%、ラクトースは27%）を3mL入れ、全体の質量を測り、加熱した。

結果

- 糖の種類によって生成物の性質や加熱中の様子が異なった。（表1）
- 主観的な判断に依存するため、**カラメル化の終点は判断が難しい**。

表1 加熱後の質量の減少量

糖	反応速度（目安）	加熱中の様子
単糖		
フルクトース	約183秒	二糖より時間がかかった。
スクロース	約119秒	素早く反応した。
二糖		
マルトース	約141秒	反応が激しかった。
ラクトース	約178秒	変色までの時間が長かった。

3. 実験②

目的

- 固体の糖を加熱した場合でも、カラメル化が起こるのかどうかを調べる。
- 固体の糖を加熱した場合の、カラメル化による質量の減少量を調べる。

方法

スクロース3gを水に溶かさず、固体のまま加熱した。

結果

カラメル化は起こったが、炎上したため（図2）実験には不適。
今後の実験では、水溶液を用いることにした。



図2 炎上の様子

4. 実験③

仮説

糖の構造や糖の分子の大きさが**反応速度の違い**に関わっているのではないかと考えた。

方法

(1) 使用した糖類

単糖…**グルコース** $C_6H_{12}O_6$ ・**フルクトース** $C_6H_{12}O_6$
二糖…**マルトース** $C_{12}H_{22}O_{11}$ ・**スクロース** $C_{12}H_{22}O_{11}$

(2) 実験方法

- 質量パーセント濃度27%の糖の水溶液を3mL入れ、全体の質量を測った。
- 2分間加熱した。
- 冷まして蒸発皿の中の様子の写真を撮り、全体の質量を測った。

結果

- 単糖であるフルクトース・グルコースよりも二糖であるマルトース・スクロースの方が**質量の減少量が大きかった**。（図3）
- カラメル化の**RGB値**（赤・緑・青の各色の数値で色を指定する値）を比べると、加熱前の水溶液が淡褐色だったマルトース以外は**大きな差が見られなかった**。（表2）

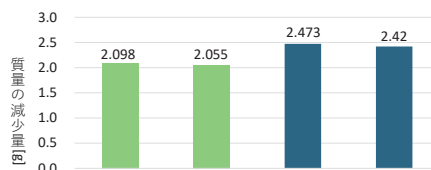


図3 加熱後の質量の減少量

表2 加熱後の様子

糖		RGB値
フルクトース		(225, 180, 53)
グルコース		(219, 202, 150)
マルトース		(126, 81, 52)
スクロース		(227, 169, 44)

5. 考察

- 二糖の方が単糖より早くカラメル化が進んだため、カラメル化は糖が結合することで、高分子化が進む反応だと考えられる。（図3）
- 糖の分子の大きい方が反応が速く進む傾向がみられた。（図4）
- 加水分解の逆反応である脱水縮合が起こっていると考えられる。
- マルトースのみ水溶液に色がついていたため、その色がRGB値や反応速度に影響を与えた可能性がある。

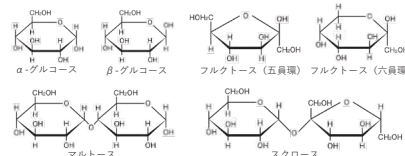


図4 糖の構造

6. 補足実験

仮説

多糖を用いた場合、二糖を用いたときよりも反応速度が速まるのではないかと考えた。

方法

(1) 使用した糖類

デキストリン $(C_6H_{10}O_5)_n$ 、**でんぷん** $(C_6H_{10}O_5)_n$

(2) 実験方法

実験①と同様。ただし、水溶液の濃度は2.0%。でんぷんには沈殿があった。

結果

- でんぷんは色が変化したけど、他の糖より生成物に匂いや粘りがなかった。
- デキストリンはカラメル化は起こらず、糊化のような反応が見られた。

7. 結論

以上の実験を通して、カラメル化の反応は、加水分解の逆反応である脱水縮合による反応ではないかと考える。実際に糖の加熱を行ったところ、単糖よりも二糖のほうが反応速度が速かったため、カラメル化の反応は、糖が高分子である方がより早く反応が進むと考えられる。

8. 課題・展望

- RGB値について、マルトース以外の糖は数値の差異が見られなかったが、グルコースのB値だけ数値が突出していたのはなぜか調べたい。（表2）
- 実験回数や使用した糖の種類が少なかったため、実験に用いたもの以外の多糖でも同じようにカラメル化が成り立つのか実験したい。
- 官能基について、今回はヒドロキシ基についての考察しかできなかったため、より詳しく考えたい。
- 実験をする中で、反応の特徴（粘度、色、匂い）にも差が見られたので、それらを含めた考察もしてみたい。
- でんぷんのような多糖に対してもカラメル化が起こるのか、さらなる検証が必要である。

9. 参考文献

- HAROLD MCGEE "Caramelization: new science, new possibilities" <https://www.curiouscook.com/site/2012/09/caramelization-new-science-new-possibilities.html>
- Caramelization Processes in Sugar Glasses and Sugar Polycrystals <https://www.npsm-kps.org/journal/view.html?volume=62&number=7&spage=761&year=2012>
- 特売ニュース「『モラセス』って何？高い栄養価とその効果とは」<https://tokubai.co.jp/news/articles/4868>

すべて最終閲覧日：2025/1/29

オオカナダモの紅葉要因とその仕組み

2024年度 課題研究I お茶の水女子大学附属高等学校2年
田邊美悠 藤原和奏 根津暦実

目的・背景

紅葉のメカニズムに関してはいまだ不明な点が多い。オオカナダモは適切な培養条件で培養することにより紅葉し、条件によってその度合いに違いが出ることが知られている (Momose and Ozeki 2013)。そこで本実験では、オオカナダモについてその紅葉条件を明らかにするとともに、紅葉のメカニズムを考察することを目的とする。

先行研究

- (1)植物は、紅葉する際にアントシアニンという色素を合成する。合成されたアントシアニンによって、植物の葉は赤色に変化する。
また、**オオカナダモの葉（茎から千切った状態）をフルクトースで培養すると紅葉する。**
- (2)紅葉には中肋という、葉の中央を通る太い葉脈が関係しており、糖が葉内に流入して逃げ場をなくし、糖度が高くなることで紅葉が起こると考えられている。
- (3)糖類の蓄積はクロロフィルの分解やアントシアニンの合成に先立って起きる。
- (4)糖のうちフルクトース（ショ糖）、スクロースが紅葉させやすい物質であり、25℃前後の温度で培養することで紅葉が起きやすくなる。

実験

〈実験方法〉

- ①12穴プレートを用意し、一穴につき2mLのフルクトース溶液と8枚のオオカナダモの葉を入れる。
 - ②23℃に保たれた育成室にて一週間培養した。
(3日目に一度溶液入れ替え)
 - ③その後葉を冷凍庫にて一晩保存し、濃度0.5%メタノール塩酸で色素を抽出した。
 - ④抽出した上澄み液（3倍希釈）を波長530nmに設定した分光光度計にかけ、オオカナダモの葉1.00gあたりの吸光度を計測した。
- 以上の①～④の手順を固定のもと、仮説に沿って培養条件を変え、3つの実験を行った。

【仮説1】

フルクトース溶液の濃度が高いほど紅葉しやすい

【実験1】

・フルクトースの濃度とアントシアニンの合成量の相関を調べるために、濃度が0.060mol/L, 0.080mol/L, 0.10mol/L, 0.12mol/Lのフルクトース溶液で培養した。



図1 実験1の12穴プレート

【仮説2】

オオカナダモの葉の紅葉には茎が影響しているのではないかと

【実験2】

・茎がついたままの状態、茎を擦り潰して入れた状態、1cmに切った茎切片を入れた状態、の3つの条件で、0.10mol/Lのフルクトース溶液で培養した。



図2 実験2の12穴プレート

【仮説3】

中肋を切ると、切った部分から葉先にかけては紅葉しないのではないかと

【実験3】

・葉の中肋に、上から2mm（葉先）、中央（葉中）、下から2mm（葉末）の位置それぞれに切れ込みを入れた3種類の葉を用意し、0.10mol/Lのフルクトース溶液で培養した。

結果

実験1

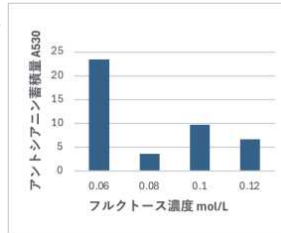


図3 フルクトース濃度とアントシアニン濃度

濃度とアントシアニンの相関は見られなかった。

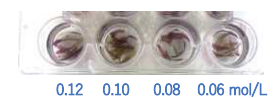


図4 実験1の結果

実験2

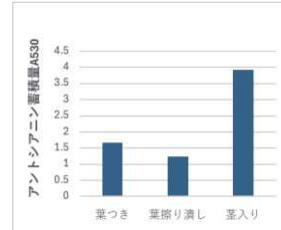


図5 加工条件とアントシアニン濃度

茎をすりつぶした場合、実験1の0.10mol/Lの結果と比べて、アントシアニン蓄積量が少なかった。



図6 実験の結果

実験3

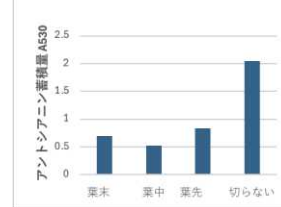


図7 切り込みの位置とアントシアニン濃度

葉に切れ込みを入れたものは、通常の切り込みを入れていない葉よりもアントシアニン蓄積量が少ない。



図8 実験3の結果

考察

実験1の結果より、葉が吸収できるフルクトースの量には限界があるのではないかと考えられる。しかし、今回の実験ではその限界量については明らかにならなかった。次に実験2の結果より、**茎から何らかの紅葉を抑制する物質が放出されるのではないかと**考察した。また、茎をすり潰したものは、茎入りよりもアントシアニン蓄積量が少なくなっている。このことから、何らかの物質は、茎をすり潰すことによって水に溶け出し、それを葉が吸収したのではないかと考えられる。さらに実験3の結果より、中肋が全体に糖をいきたらせるための役割を担っていると考えられる。

参考文献

- (1) 百瀬忠征, "オオカナダモ紅葉において誘導されるクロロフィル分解産物の構造", 天然有機化合物討論会講演要旨集, 2014, p. 351-354.
- (2) オオカナダモの紅葉現象 日本植物生理学会年会およびシンポジウム 講演要旨集 2010(0), 0238-0238, 2010 日本植物生理学会
- (3) Momose T, Ozeki Y (2013) Regulatory effect of stems on sucrose-induced chlorophyll degradation and anthocyanin synthesis in *Egeria densa* leaves. *J Plant Res* 126:859-867.

・一般社団法人 植物生理学会 名古屋大学大学院情報科学研究科生命情報論講座
吉田久美「アントシアニンの定量方法について」
https://ispp.org/hiroba/q_and_a/detail.html?id=257 閲覧日2024/11/14

展望

今回の実験では濃度と温度を検討したが、光の条件も交えて実験していきたい。また、オオカナダモはアブシジン酸という植物ホルモンで紅葉することが知られているので、アブシジン酸での紅葉の誘発や茎からでているシグナルとの関連を明らかにしていきたい。

謝辞

本研究を遂行するにたり、様々なご指導、ご鞭撻を賜りました、お茶の水女子大学 作田正明様に深く感謝申し上げます。

避難生活の長期化に対応した災害食をミニマムな備蓄品でつくる！！

2024年度 課題研究Ⅰ お茶の水女子大学附属高等学校2年 藤田桜子

【背景】

《災害食の定義》[1]

・被災地で生活、活動するすべての人々に必要な食事 ・日常でも災害時にも役立つことができる(日常食の延長線上にある)

《災害食の現状》

・災害食の備蓄について「備蓄しているが十分ではない」が過半数(55.2%) [2]

・災害食を自宅に備えていない最も大きな理由として「お金がかかる」「保管スペースがない」がそれぞれ27% [3]

【目的】

避難生活の長期化に対応した最小限な備蓄で出来るレシピを提示し、いつ起きるかわからない大震災に備える。

【条件設定】

東日本大震災での復旧状況や必要な栄養素をフェーズ(発災から復興が終わるまでの期間を区切ったもの)ごとに表にした。(図1) 条件が多いフェーズ2(下図参照)を想定し、調理を行った。

フェーズ	発災後経過時間	電気・水道・ガスの復旧状況	摂るべき栄養素
0-1	72時間以内	電気	水分・炭水化物
2	4日～1カ月以内	電気・水道	水分・タンパク質・ミネラル・ビタミン中心
3	1カ月以降	電気・水道・ガス	バランスの良い食事

「図1 災害時のフェーズ」[4]

《対象》: お茶の水女子大学附属高等学校生徒

《目標》: 発災から4日目(災害から3日間は学校で生活)～1カ月間生存(1日3食)

《条件》

条件1: フェーズ2の復旧状況や栄養素に沿っていること(図1) (備蓄品にも焦点を当てたいため水道は使用せず水は備蓄品の中でも面積を取るペットボトルを使用する。)

条件2: アレルギー食品が使われていないこと

条件3: 主食とともに食べるおかずであること

条件4: 最小限の備蓄品が使われていること

条件5: 災害食の定義に沿っていること

【実験方法】

①「鯖味噌ポテトサラダ」

材料: 鯖缶(味噌煮) 1/2個、じゃがいも1個

①玉ねぎは粗みじん切り、じゃがいもは2cm角程度にし、耐熱容器に入れ水大さじ1を加えてラップをし600Wで6分加熱する。

②熱いうちにフォークでじゃがいもを潰したら、鯖の味噌煮缶を汁ごと加えて全体を混ぜ合わせる。

②「ピーマンの鯖詰め」

材料: ピーマン3個、鯖缶(味噌煮) 1/2個

①ピーマンを横半分に切り、タネを外す。

②さばを6つに分け、ピーマンに詰める。

③(耐熱用器に)ラップをふんわりかけ、レンジで2分～加熱し、ピーマンがほどよくやわらかくなれば完成。

③「じゃがいもとピーマンのサラダ」

材料: ピーマン2個、じゃがいも3個、塩コショウ

①ピーマンはヘタと種を取っておく。

②じゃがいもとピーマンは細切りにします。

③耐熱ボウルに②、塩コショウを入れ混ぜ合わせラップをし、600Wの電子レンジで5分加熱し、一度取り出す。

④よく混ぜ合わせ、再び上下をあけてラップをし、600Wの電子レンジで3分加熱。

【実験結果&考察】

《1品評価(図2)》

観点1: 加熱時間(500W換算)

観点2: 工程数(少ないほど良い)

観点3: とれる栄養素(タンパク質(55g)、カリウム(2000mg)、ビタミンC(100mg))<>は女性の1日基準摂取量

調理したもの	加熱時間(分)	工程数	タンパク質(g)	カリウム(mg)	ビタミンC(mg)
①	5	8	17.9	660	35
②	3.5	5	18.9	440	75
③	8	7	31.4	1080	105

使用した材料の可食部質量を測りその材料の100gあたりの栄養価と比較し算出

「図2 1品評価」

《3品全体評価》

観点1: ゴミ331g(一人暮らしの一日生ごみ排出量) [5]と調理した3品で出たゴミの合計質量を(%)比較

○ゴミ44g→13.3%

観点2: 水40L(一人暮らしの一日食事を使う水の量) [6]と調理した3品で使用した水の量を(%)比較

○水3.86L→9.65%

観点3: 冷蔵庫150L(一人暮らし平均サイズのうち何%占めるのか(水含め)) [7]と調理した3品で使用した材料を(%)比較

→使う材料を最小の箱に入れることを考え体積を計算

○材料1.75L+水4L→3.83%

【考察】

1品評価ではビタミンCの過剰摂取が目立ったがビタミンCは体外に排出されるため問題はなさそうだ。

3品全体評価を見ると特に気になる点はないがあくまでおかずとして作ったもののみを計測した値なので主食となるアルファ米などの非常食も考慮すると実験結果よりも値は大きくなるだろう。

材料面では芋の過剰摂取が目立った。芋の過剰摂取は体重増加を引き起こす可能性がある。じゃがいもの摂取量を減らしたり、ほかの食材で代用したりと対策していきたい。

電子レンジで調理したピーマンは苦みが残り子供が食べづらいものとなってしまったため、味付けに改善が必要だと感じた。

【結論・今後の展望】

調理で使用した材料は同じ食材が多く最低限の備蓄品という面では目的に沿っていたが、同じ食材が長く続くことを考えると長期化には適していなかった。今回は3品のみ作ったが、少し材料を増やしレシピのレパートリーを増やせば長期化にも適したものができらう。

【参考文献】

[1]別府茂(2019)「災害多発時代への新しい備え方、災害食」日本調理科学会誌(J. Cookery Sci. Jpn.) Vol. 52, No. 3, 204～209(参照2025.01.28)

[2]農林中央金庫(2024)「災害への備えと食に関する調査」https://www.nochubank.or.jp/efforts/pdf/research_2024.01.pdf(参照2024.09.19)

[3]ミドリ安全.com「家庭での在宅避難」<https://ec.midori-anzen.com/shop/e/ea217.012/>(参照2025.01.27)

[4]災害医療ラボ「災害サイクルとは？5つのフェーズの特徴を解説！」<https://bigfbook.com/gai-4/>(参照2025.01.27)

[5]町田市「生ごみ処理機Q&A」<https://www.city.machida.tokyo.jp/kurashi/kankyo/gomi/event/namagomi/hojyoseido/syorikiqa.html>(参照2025.01.27)

[6]一般社団法人地球温暖化防止全国ネット「日本では一日一人 約230Lの水を使います。このうち「炊事」には どれくらい使うでしょう？」<https://www.zenkoku-net.org/cpjtf/pdf/S18-21.pdf>(参照2025.01.27)

[7]IRISOHYAMA「冷蔵庫の適切な大きさは？」<https://www.irisohyama.co.jp/plusoneday/electronics/193>(参照2025.01.29)

化合物処理によるカイワレダイコンの耐塩性向上

2024年度課題研究 I お茶の水女子大学附属高等学校 2 年

加藤笑奈 那津源 福居咲來 渡邊みなみ

【背景・先行研究】

現在、塩害で作物が育たない土地が多くある。塩害の原因の1つとして浸透圧ストレスが挙げられ、細胞外の塩分濃度が上昇すると植物の細胞膜を介した浸透圧差が減少して水の吸収を阻害してしまう^[1]。他にも植物にエタノール(以下 C_2H_5OH)を吸収させる処理によって、塩ストレスに起因する活性酸素の蓄積が抑制されることで植物の細胞死を防げ、耐塩性が高められることが発見された^[2]、^[3]。

【目的・仮説】

○目的

カイワレダイコン（以下カイワレ）種子に溶液を吸収させ、浸透圧調整及び活性酸素の蓄積の抑制をすることで、NaCl水溶液でも生長するようにし、塩類土壌の有効活用を目指す。

○仮説①

溶解度が高く植物の必須多量元素であるリン(P)を含んだリン酸二水素カリウム(以下 KH_2PO_4 とする)をカイワレに吸収させることで、リン(P)が内部に蓄積し、物質濃度をNaCl水溶液よりも高濃度にする事が出来、浸透圧による物質移動からカイワレが水を取り込めるのではないかと。

○仮説②

植物に C_2H_5OH 水溶液を投与して耐塩性向上させる化合物処理において、カイワレに吸収させる C_2H_5OH の濃度や日数を変化させることでNaCl水溶液に含まれる水分の取り込まれる量が変わるのではないかと。

【実験方法①】

実験①(仮説①の検証)

操作1:カイワレが育つ KH_2PO_4 水溶液の濃度

0.150・0.180・0.220・0.250・0.275・0.300・0.350mol/Lの7種類の KH_2PO_4 水溶液で浸した脱脂綿の上に、カイワレの種子を20個を置いて育てた。

操作2:カイワレが育つNaCl水溶液の濃度

0.100・0.125・0.150・0.175・0.200・0.225・0.250mol/Lの7種類のNaCl水溶液で浸した脱脂綿の上にカイワレの種子を20個置いて育てた。

操作3: KH_2PO_4 の水溶液吸収によってカイワレが育つNaCl水溶液の濃度は上昇するのか

手順1: 0.175・0.200・0.225・0.250mol/Lの4種類の KH_2PO_4 水溶液で浸した水切りネットの上にカイワレの種子を20個置いて育てた。

手順2: 発芽後、0.225、0.250mol/Lの2種類のNaCl水溶液で浸した水切りネットの上に育てた。

※根を張らせる為に水切りネットを使用。



写真1 操作3の様子

【実験結果①】

※発芽の定義: 子葉が完全に種子の外に出た状況

限界値の定義: 植物の生長を阻害しない溶液の濃度

○: 発芽したものがあった ×: 発芽したものなかった

実験①ー操作1

表1:カイワレが発芽する KH_2PO_4 水溶液のモル濃度

KH_2PO_4 水溶液のモル濃度(mol/L)	0.150	0.180	0.220	0.250	0.275	0.300	0.350
発芽したか(発芽した個数)	○ (18)	○ (13)	○ (3)	○ (7)	×	×	×
NaCl水溶液のモル濃(mol/L)	0.100	0.125	0.150	0.175	0.200	0.225	0.250
発芽したか	○	○	○	○	×	○	×

→NaCl水溶液の濃度が高くなるにつれて発芽する個数は減少傾向にあった。

実験①ー操作3

- ・ KH_2PO_4 水溶液0.175~0.225mol/Lで発芽していた。
- ・0.200mol/Lの KH_2PO_4 水溶液→0.225mol/LのNaCl水溶液のカイワレは、新たに発芽・生長が見られたものもあった。
- ・NaCl水溶液0.250mol/Lでは生長しなかった。

【実験方法②】

実験②(仮説②の検証)

操作1:カイワレが育つことができる C_2H_5OH の濃度

0.0500・1.00・2.00・3.00・10.0・20.0・30.0・40.0%の8種類の C_2H_5OH 水溶液で浸した脱脂綿の上にカイワレの種子を10個置いて育てた。

※根を張らせるスペースの確保の為に個数を10個に変更。

操作2: C_2H_5OH 水溶液の濃度や浸す日数を変化させたカイワレのNaCl水溶液での成長の様子の変化

手順1: 水で水切りネット(カビの発生、移行後の根の成長の妨げを防ぐため)の上にカイワレの種子を10個置いて1日育てた。

手順2: 水切りネットの上にカイワレの種子を10個置いて、水と0.0500・0.100・0.500%の3種類の C_2H_5OH 水溶液濃度でそれぞれ3日・5日間浸した。

手順3: 手順2が終了した後、0.225・0.250mol/Lの2種類のNaCl水溶液で浸した水切りネットの上にカイワレを10個置いて育てた。

【実験結果②】

実験②ー操作1

- ・0.0500%の C_2H_5OH 水溶液のみ発芽した。

実験②ー操作2

- ・ C_2H_5OH 水溶液に浸した日数に関係なく、全ての濃度で発芽した。
- ・ C_2H_5OH 水溶液で生長が見られたのは、浸した日数に関係なく、0.0500・0.100%のみであった。
- ・NaCl水溶液に移行後、0.100%の C_2H_5OH 水溶液に3日間浸したカイワレのみ生長が見られた。
- ・0.500%・1.00%の C_2H_5OH 水溶液と水に5日間浸したカイワレは、NaCl水溶液へ移行前に十分に育ったため、生長が見られなかった。
- ・水で3日間育てたものは発芽したが、NaCl水溶液に移行した後成長が見られなかった。

【考察】

実験①

実験①ー操作1・2より、カイワレの発芽する KH_2PO_4 水溶液の濃度の限界値が0.250mol/L付近であることから、種子の状態のときのカイワレ内の物質濃度もその付近である。

実験①ー操作3より、NaCl水溶液に移行した後に生長したカイワレもあったが、リン(P)がカイワレ内に蓄積したことを検証できる手段がないため、仮説が正しいかどうかは不明である。

実験②

実験②ー操作1の結果より、カイワレが生長する C_2H_5OH 水溶液の限界値は0.0500%~1.00%の間にあると考えられる。実験②ー操作2より、0.100%の C_2H_5OH 水溶液の化合物処理によって、生長可能なNaCl水溶液の濃度が上がったので、 C_2H_5OH 水溶液はカイワレの耐塩性を向上させる効果はあるといえる。0.0500%の C_2H_5OH 水溶液で育てたカイワレは発芽したが、NaCl水溶液に移行後に育たなかったのは、与えた C_2H_5OH の量が少なかったために、十分に活性酸素の蓄積を抑制する効果がなかったと考えられる。また、0.500%の C_2H_5OH 水溶液で生長しなかった原因は、塩害と同じ要因である浸透圧ストレスが、 C_2H_5OH の過剰投与によって引き起こされ、生長が阻害されたと考えられる。

【結論・課題】

実験①②の結果、考察より、吸収させる水溶液の濃度が上がるほど、発芽率が下がることから、NaCl水溶液との濃度の差を作ること厳しく、この方法には限界があると考えた。

実験①において、今回の研究で植物が吸収したと仮定したリン(P)の植物内での動きと浸透圧調整に関わっている具体的な部分を検証することが出来なかった。カイワレにリンを吸収させた場合、植物内に蓄積され、その物質濃度を上げることができるとい仮説は検証できていなかったため、それについて解明したい。 C_2H_5OH 水溶液による活性酸素の蓄積を抑制する効果を十分に発揮させて、かつカイワレの生長を阻害しない C_2H_5OH 水溶液濃度を調べたい。

【参考文献】

全て最終閲覧2025.1.23

[1]前田良之(2012)「植物の耐塩性機構と植物を利用した土壌塩類の除去」、『日本海水学会誌』、第66巻第2号、pp.92-98

[2]Kaori Sako, Huong Mai Nguyen, Motoaki Seki(2020),"Chemical Priming to Enhance Abiotic Stress Tolerance in Plants", *Plant and Cell Physiology*, Volume 61, Issue 12, pp.1995-2003

[3]佐古香織(2022)「ケミカルプライミングによる植物の環境ストレス耐性強化」、『化学と生物』、vol.60,no.3、pp.110-112

家庭排水でソダテル藻ッ！

2024年度 課題研究 I お茶の水女子大学附属高等学校 2 年 井筒晴佳 ゴッツィル凜 田博文

1.背景

藻は二酸化炭素の吸収や、医療や生分解性プラスチックへの応用の可能性から近年注目されている。
一方で、藻の大量発生による公害など藻の繁殖による課題があるのも事実である。
そこで、藻の栽培方法について研究することで、藻の繁殖条件を考察したいと考えた。また、家庭で栽培することができれば藻の活用方法が広がるのではないかと考え本テーマを設定した。

2.目的・仮説

○目的

家庭排水で藻を育てる

ウィローモス(以下藻)の栽培方法を検証することで、藻が育つかどうかを調べる。

○仮説

家庭内で発生する排水に含まれる養分で藻を育てることは可能であり、特に、ポリフェノールを含むコーヒーかすの溶液や、リン酸を含むソーセージの茹で汁は、藻の成長に必要な養分となって成長を助けることができる考えた。

3.実験方法

○実験場所：生物室

○実験方法：50mlの各溶液が入ったビーカーに切り取った藻を入れる。

- ①川の水調査キットを使い、溶液の水質を調べる。
- ②それぞれのビーカーに入っている藻の幹(1番太い部分)の長さを図り、成長率を調べる。毎回の実験で藻の写真をとり、色などの様子を記録として残す。
- ③溶液の腐敗を防ぐため、溶液は一週間に一度交換する。

○溶液

米のとぎ汁	天然水200mlで胚芽米20ccをといだ液
コーヒーかす入り	天然水50mlにコーヒーかす0.50g
ソーセージの煮汁	900mlの沸騰した水で5cm程のソーセージ5本を煮た液50ml
リボピタン入り	天然水50mlにリボピタンD20μl
炭酸水、炭酸水	50ml

○使用した商品

サントリー天然水(サントリーホールディングス株式会社)、リボピタンD(大正製薬株式会社)、皮なしウイニー(日本ハム株式会社)、徳用 川の水調査セット(共立理化学研究所)、アーミーグリーン レギュラーコーヒー(株式会社ドン・キホーテ)

4.結果

①長さ

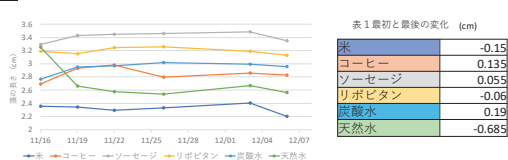


図1 藻の長さの変化

②色

(1)藻全体の画像から藻の色を抽出し表にまとめた。

画像ソフトで藻の幹の色と最も近似する色を採用した。

どの溶液で育てた藻も緑色系の色から実験を開始した。
最終的な色は緑が薄く、黄土色に近づいたものが多かった。
コーヒー：黒い変色が見られた
ソーセージ：緑が濃くなった
米：黄土色に変化した
リボピタン：黄土色に変化した
炭酸水：黄土色に変化した
天然水：黄土色に変化した

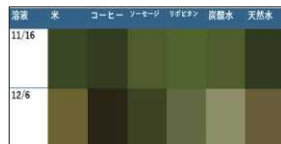


図2 藻の色

黄土色に変化した藻の色の濃淡
炭酸水 < リボピタン < 米 = 天然水

(2)顕微鏡で観察した様子を表にまとめた。



図3 藻の写真

③水質調査キット

水質調査キットを用いてNH₄⁺、NO₃⁻、NO₂⁻、PO₄³⁻、CODの濃度を測定した。
一定の期間藻を入れた溶液の水質を調べた

表2 水質調査の結果

NH ₄ ⁺ (mg/L)	11/19	11/26	12/6	NO ₃ ⁻ (mg/L)	11/19	11/26	12/6
米	0.2	0.5	0.2	米	0.005	0.2	0.01
コーヒー	0.2	0.2	0.2	コーヒー	0.005	0.2	0.01
ソーセージ	5	5	0.2	ソーセージ	0.1	5	0.2
リボピタン	0.2	0.2	0.2	リボピタン	0.02	0.2	0.005
炭酸水	0.2	0.2	0.2	炭酸水	0.005	0.2	0.01
天然水	0.2	0.2	0.2	天然水	0.005	0.2	0.01

PO ₄ ³⁻ (mg/L)	11/19	11/26	12/6	NO ₂ ⁻ (mg/L)	11/19	11/26	12/6
米	1	0.5	1	米	0.2	0.2	0.2
コーヒー	0.05	1	1	コーヒー	0.2	0.2	0.2
ソーセージ	1	1	1	ソーセージ	1	5	0.2
リボピタン	0.02	0.02	0.02	リボピタン	0.5	0.5	0
炭酸水	0.2	0.02	0.02	炭酸水	0.2	0.2	0.2
天然水	0.05	0.02	0.02	天然水	0.5	0.2	0.2

5.考察

○幹の長さ

どの溶液でも変化があまり見られなかった。

これに対して考えられる理由は育成の期間が短かった点である。今回の栽培期間は三週間足らずと短かったが、藻は時間をかけて成長するものなので、もう少し期間を伸ばしていれば変化が見られたのではないだろうか。

○藻の色

米	白く変化した
コーヒー	黒く変化した ⇒コーヒー豆の色素が移った。
ソーセージ	濃い緑へと変化した ⇒水質調査の、ソーセージのPO ₄ ³⁻ の値も踏まえて、栄養分が十分だったと考えられる。
リボピタン	緑色が薄くなった、やや白くなった ⇒白化現象(日光不足や栄養不足・過多によって起こる)が起こった。
炭酸水	白く変化した
天然水	茶色く変化した

※一部の藻が枯れてしまった理由

①日光不足だった。

実験を行った生物室は藻が成長するには日光量が足りなかった可能性がある。

②栄養が足りなかった。

本来、藻は他の生物と同じ環境にいるが、今回は藻単独で育てたため、魚の糞などから栄養分を確保できなかった可能性がある。

○溶液の状態

NH₄⁺(アンモニア):毒性がある。ソーセージは値が高いのにも関わらず状態が良かったのは同時にPO₄³⁻の値が高かったからではないか。またアンモニアは本来肉類に多く発生しやすいため、ソーセージの値が高いのは自然である。

NO₂⁻(亜硝酸塩)/NO₃⁻(硝酸塩):ソーセージとリボピタンは他の溶液に比べて含まれる量が多かった。よって、**有害なアンモニアが硝化され藻が生息する環境に整えられた**と考えられる。

※硝化:細菌の働きにより水槽内にでたアンモニアから亜硝酸、硝酸塩の順に分解されること。

PO₄³⁻(リン酸塩):コーヒー、米、ソーセージで値が高い。リン酸塩は植物の生長に必要な成分であり、値が高いものと顕微鏡写真や色抽出で緑が薄れていないもの(米、ソーセージ)に一致が見られることから**リン酸塩が含まれる溶液では養分として働いた**ことが分かる。

6.課題・展望

今回は「成長」を長さとして実験した。しかし、今回の方法だと、長さあまり差が出なかった。もし、藻がどれほど活発に光合成をしているかなどの観点も調査できていたら考察が深まっただろう。さらに、今回の水質調査はすでにセットとして売っているものを購入したため、調査できる項目に限られてしまった。植物にとって有害な物質を詳しく調査し、絞り込んだ上で、その物質の値を調査できたのもよかったのではないかと考えた。
また、今後の展望としては、藻の活用方法をもっと検討して今のテーマと繋げたいと考えている。

7.参考文献

- ・ MediPress「ゆでこぼし」でリン酸はどれだけ減る?」
<https://dialysis.medipress.jp/reports/133>(最終閲覧2024/12/3)
- ・ WikiHow「藻を育てる方法」
<https://www.wikihow.jp/%E8%97%BB%E3%82%92%E8%82%B2%E3%81%A6%E3%82%BB>
(最終閲覧2024/9/20)
- ・ ルース・カッシーガー「藻類」築地図書館,2020/9/1発売
- ・ コーヒー豆研究所「【最新】コーヒーに含まれる栄養素とは?詳しく成分から効果まで解説」
<https://coffee-labo.co.jp/beans-include?srsltid=AfmB0OrYcFJV2yX9IZIOc5TxETwK9l2foAbePgKdXfTBtL856BIEo> (最終閲覧2024/11/30)
- ・ 東京アクアガーデン「ウィローモスの種類」
https://t-aquagarden.com/column/willowmoss_growsup (最終閲覧2024/12/3)

植物プランクトンを家庭で培養しよう！

2024年度 課題研究I お茶の水女子大学附属高等学校 2年 杉山莉緒 福田あかり

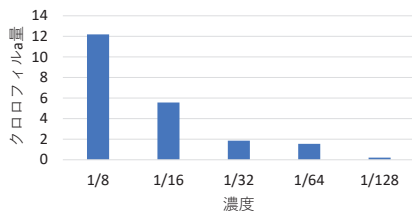
【研究の意義】

植物プランクトンの一種であるナンノクロロプシスは地球温暖化防止に役立ち、かつ、食品、化粧品、家畜飼料、肥料、魚の養殖など様々な分野で活用されている。そのため、家庭で簡単に培養する方法が分かれば便利だと考えた。

【ナンノクロロプシスについて】

- ・不等毛植物門 真正眼点藻綱
 - ・主に海洋で生息している
 - ・微量栄養物質(Feなど)が成長に影響する
 - ・クロロフィルaを用いて光合成する
 - ・濃度によってクロロフィルa量は変化する
 - 吸光度によってクロロフィルa量を求めることができる
- クロロフィルa量 $[\mu\text{g/L}] = (11.64E_{663} - 2.16E_{645} + 0.10E_{630}) \times a \div V$
E₆₆₃:波長663nmの吸光度から波長750nmの吸光度を差し引いたもの
E₆₄₅:波長645nmの吸光度から波長750nmの吸光度を差し引いたもの
E₆₃₀:波長630nmの吸光度から波長750nmの吸光度を差し引いたもの
a:アセトン抽出液の量 [ml]
V:試水の濾過量 [L]

ナンノクロロプシス濃度とクロロフィルa量の関係



【実験方法】

①家庭で出た野菜ゴミを集める。
今回は、パインナップルの皮、タマネギの皮、サトイモの皮、ニンジンの皮、カキの皮、シイタケの軸、カボチャの種を使用した。

②野菜ゴミから培養液を作った。(今回は2種類作成した)

1. 野菜ゴミ各15gを45gの腐葉土に入れ3週間分解させてから、水を150g入れた。(植物を微生物が分解することでフルボ酸鉄という植物プランクトンが吸収できる栄養が生成されるといわれているため)これを培養液1とする。

2. 野菜ゴミ15gと水50gを入れた。これを培養液2とする。
(下の写真1は培養液1、2を作成している様子である)



【写真1】

③出来上がったそれぞれの培養液20mlと塩水80mlを合わせ、ナンノクロロプシスを全体の1/64の割合になるようにペットボトルに入れた。
このとき、塩水は塩分濃度が海水と同程度の3.5%になるようにした。

④ペットボトル内で1週間培養した。

- ・日当たりが平等になるように、日ごとに位置を変更した。
- ・ペットボトルの蓋を開けることでナンノクロロプシスが呼吸できるようにした。(写真2)

⑤培養前と後でそれぞれ吸光度を測定し、ナンノクロロプシスがどの程度増えているのか計算する。(写真3は吸光度計での測定の様子である)



【写真2】



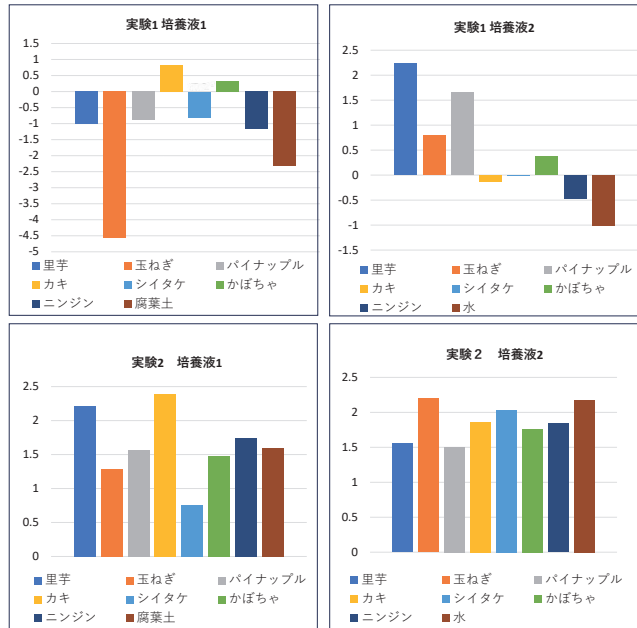
【写真3】

【結果】

実験は計2回行った。

実験日 実験1 12月20日～12月27日
実験2 1月14日～1月21日

波長663nm、645nm、630nm、750nmで吸光度を測定した。
以下のグラフは測定した吸光度の値から実験によって増えたクロロフィルa量を求めたものである。



【考察】

- ・実験1ではクロロフィルa量が減少しているが実験2では増加している。
- ナンノクロロプシスは下に沈殿する物質のため、実験1では上手く測定できていなかったのだと考えられる。他にも、日照時間や気温の差も影響していると考えられる。また、培養液1においては、実験1と実験2では異なる腐葉土を使用してしまったためこのような差が出たと考えられる。
- ・どの野菜を使用するとよい培養液になるのかは分からないが、2回とも培養液2の方が培養液1よりも全体的に増殖率が大きかった。
- 野菜は腐葉土で分解されたものよりもそのままの方が培養液として適していると考えられる。

【課題・展望】

- ・実験1と2で使った腐葉土が異なったため、腐葉土の違いによるナンノクロロプシスの増減を調べたい。
- ・データが多くとれなかったため、実験回数を増やして精度を上げていきたい。
- ・今回の実験は2回とも冬に行ったため、気温や湿度などが考えられていない。年中通して培養することができるのかについても模索していきたい。
- ・培養液1では、腐葉土によるフルボ酸鉄の生成を図ったが、実際にフルボ酸鉄が生成されたのか、また、ナンノクロロプシスの増殖に使用されたのかを調べたい。
- ・匂いがあまりよくないため実際に家庭で培養するのは難しい。
→内容物の匂いを広めない容器を使用するなど、今後、実用化するには培養液以外の面からも考えていく必要がある。
- ・家庭で培養された植物プランクトンが魚の飼料や植物の肥料等の人々にとって役立つものになるのかを研究したい。

【参考文献】

- ・共立出版 銀味麻衣子「植物プランクトン研究法」(2021年)
- ・日本生物工学会 宮下英明 「クロロフィル多様化の秘密」
(最終閲覧日 2025年1月27日)
https://www.sbj.or.jp/wp-content/uploads/file/sbj/9105/9105_biomedica_7.pdf
- ・ナンノクロロプシスNannochloropsis oculataの大規模培養および小規模培養に適した培養液の作製
(最終閲覧日 2025年1月27日)
https://www.jstage.jst.go.jp/article/aquaculturesci/56/2/56_147/_pdf

【謝辞】

本研究に多大なるご協力をいただきました、お茶の水女子大学相川京子先生に厚く感謝申し上げます。

豆苗をおいしく再生させるには

2024年度 課題研究Ⅰ お茶の水女子大学附属高等学校2年 大槻里奈 成田彩桜 吉野里咲

【豆苗の再生】

豆苗は、廃棄する野菜のヘタや切れ端などの一部分から、可食部分を再生させ、二度三度食べることができる再生野菜の一種である。育てるのに必要なものが容器と水と日光だけでよいので、家庭で手軽にできるものとして、近年注目されている。

【目的】

現代は台風やゲリラ豪雨などの異常気象が発生しやすく、野菜の収穫量が安定しにくい。そのため、野菜の価格が高騰しがちである。そこで私たちは再生野菜に注目し、廃棄部分を再利用することで、家計の負担を軽減することができる考えた。そのため、再生野菜の成長を促進させる方法を探ることとした。

【仮説】

植物の成長に必要な要素は、光・水分・空気・温度・養分である。その中から水分と養分に着目すると、再生野菜の成長は与える液体に含まれる成分に左右されるのではないかと考えた。一般的に、窒素、リン、カリウムなどのミネラルが植物の成長を促進することが知られているため、その他の要素を探したい。

予備実験：様々な液体

用いたもの：豆苗、製氷器、各液体

- ① 豆苗1パックを12株に分け、製氷器に入れる。
- ② 与える液体を準備する。塩、砂糖、重曹などの固体は水に溶かし濃度が10%の溶液にする。牛乳、炭酸水、紅茶、酢、液肥、コーヒーマシなどの液体は水で5倍希釈して溶液をつくる。
- ③ 製氷器の窪みから溢れない量の液体を加える。
- ④ 1～2週間を目安に育てる。

結果

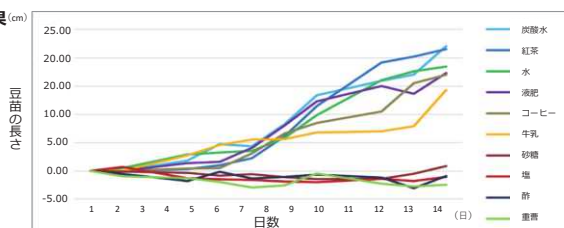


図1. 様々な液体による豆苗の伸び

考察

結果から、炭酸水や紅茶、コーヒーマシで豆苗を育てるとよく育つことが分かった。よって、二酸化炭素（以下CO₂）の有無やカフェインの有無が豆苗の成長に影響を与えていると考えた。今後は、炭酸水やカフェインに注目して実験を行う。

実験1：カフェイン

用いたもの：豆苗、製氷器、茶葉、水道水、純水

- ① 豆苗1パックを12株に分け、製氷器に分ける。
- ② 紅茶からカフェインを抽出する。
- ③ カフェイン10%、15%の溶液を作る。
- ④ 予備実験の③④を繰り返す。

カフェイン抽出法

- ① 濃いお茶を作り、カフェインを抽出
- ② 茶葉を吸着する過で除く
- ③ Ca(OH)₂を入れて3分間煮沸し、沈殿物を吸着する過で取り除く
- ④ ろ過してカフェイン溶液を取り出す

結果

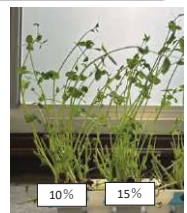
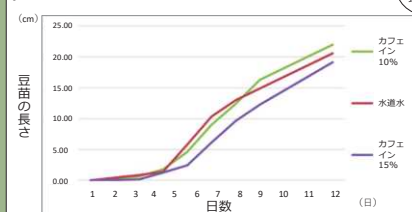


図2. カフェインの濃度による豆苗の伸び

考察

カフェインの濃度の高さと豆苗の成長には相関関係が見られない。カフェインが植物に吸収されるかはわからなかったが、カフェインに殺菌効果があるため、雑菌の増殖などが抑えられ、豆苗が育ちやすい環境が整えられたと考えられる。

実験2：炭酸水

用いたもの：豆苗、製氷器、炭酸水2本

- ① 豆苗1パックを12株に分け、製氷器に入れる。
- ② 与える液体を準備する。1本の炭酸水はCO₂を抜く。
- ③ 製氷器の窪みから溢れない量の液体を加える。
- ④ 1～2週間を目安に育てる。
- ⑤ 官能検査

・割りばしでかき混ぜる
・振る

結果

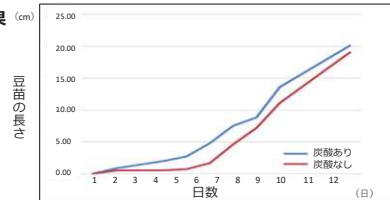
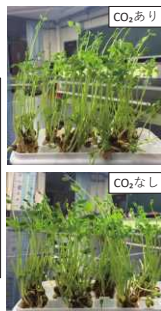


図3. CO₂の有無による豆苗の伸び



考察

CO₂ありの方がCO₂なしよりも全日通してよく伸びた。CO₂濃度が高いと光合成速度は一定の値まで速くなり、光合成速度が速いほど植物の成長を促進する。ゆえに、炭酸水で育てた豆苗が予備実験で良く伸びたのは、炭酸水に含まれるCO₂が光合成速度を速める一因となったためと考えた。ここで、炭酸水に含まれるミネラルが豆苗の成長にどれほど影響を与えるのかを調べるため、3種類の硬度の水で実験をすることにした。

実験3：硬度

用いたもの：豆苗、製氷器、軟水、硬水、水道水

- ① 豆苗1パックを12株に分け、製氷器に入れる。
- ② 与える液体を準備する。
- ③ 製氷器の窪みから溢れない量の液体を加える。
- ④ 1～2週間を目安に育てる。



結果

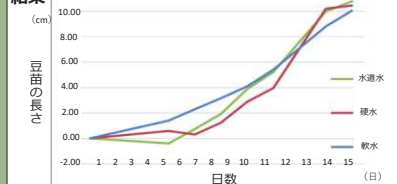


図4. 硬度による豆苗の伸び



考察

硬度による成長の違いはあまり見られなかった。ゆえにミネラル（カルシウムイオンやマグネシウムイオンなど）の量は成長には大きな影響を与えないと考えられる。

【まとめ・展望】

炭酸水は成長を促進させると分かった。それは炭酸水に含まれるミネラルではなくCO₂が起因すると考えられる。また、CO₂の有無によって味が大きく落ちることはないと分かった。

しかし、根から吸収された炭酸水のCO₂と、気孔から取り込まれたCO₂のどちらがより成長に影響を与えたかは不明である。日本植物生理学会によると、植物は葉だけでなく根からもCO₂を吸収し、光合成の場である葉緑体に運ぶが、葉で吸収されて光合成に利用されるCO₂量に比べて桁違いに少ないという。

今後は、根から吸収されたCO₂による光合成量がどれほどのものか詳しく調べたい。

【参考文献】

- ・ 建築工業 株式会社「リボベジってなに？食品ロスを減らしてSDGsに貢献！」KENSOマガジン <https://www.kenso.co.jp/magazine/article/20230227a.html> （最終閲覧日2025/1/14）
- ・ 電気通信大学 情報理工学部 共通教育部「お茶からカフェインを抽出しよう」おもしろ科学実験室（工学のふしぎな世界）国立大学56工学系学部HP <https://www.mirai-kougaku.jp/laboratory/pages/150206.php> （最終閲覧日2025/1/14）
- ・ 東京農業大学 国際食糧情報学部 国際農業開発科 小堀海平「作物の収穫高を上げる『光合成』の秘密とは？」教員コラム <https://www.nodai.ac.jp/research/teacher-column/0155/> （最終閲覧日2025/1/17）
- ・ 東北大学 理学部 生物学科「二酸化炭素と光合成」光合成の生理生化学講座 http://www.biology.tohoku.ac.jp/lab-www/hikosaka_lab/hikosaka/CO2-short.html （最終閲覧日2025/1/17）
- ・ 徳島県立城南高校 後藤広樹、勝谷進「再生栽培における液肥の代用～あなたの冷蔵庫に野菜を育てられる飲み物はあると思いますか～」 <https://jonan-hs.tokushima-ed.jp/wysiwyg/file/download/16/5849> （最終閲覧日2025/1/21）
- ・ 一般社団法人 日本植物生理学会 みんなのひろば「植物の二酸化炭素の吸収」 https://jspp.org/hiroba/q_and_a/detail.html?id=5575 （最終閲覧日2025/1/24）

納豆をおいしく食べたい！

2024年度 課題研究Ⅰ お茶の水女子大学附属高等学校2年 浅井美咲 中島葉月

【背景】

栄養価が高いことで有名な納豆だが、納豆を好まない人は多く、もったいないと思ったから。

納豆を食べる日が購入日から遠ければ遠いほどおいしいと感じたので、科学的にそういえるのか知りたかったから。

【先行研究】

- ・納豆は商品化した後も発酵し続けている
- ・納豆の主なうまみ成分はグルタミン酸
- ・納豆は発酵することでグルタミン酸ができる
- ・タカノフーズの納豆の賞味期限は、官能検査による糸のねばり・ほぐれ・香り・硬さと、微生物検査による味・ねばり・外観をもとに、安全とおいしさを重視して定めている
- ・賞味期限の過ぎた納豆を食べても健康に害を与えるとは考えにくい

【目的・仮説】

○目的

食べる納豆の賞味期限がいつかによって味、硬さに変化があるかを調べる

○仮説

賞味期限が古いほどうまみは増える

賞味期限が古いほど柔らかくなっていく

【実験方法】

本研究において、うま味＝グルタミン酸であると仮定する。

〈11/19の実験〉

食物のグルタミン酸量を数値化できる実験キットである「うまみエール」を用いて、賞味期限が11/12,15,21,24の納豆のグルタミン酸を比較する。
—主な実験方法—（本研究ではタカノフーズのおかめ納豆を使用）

- ①納豆をたれを入れずに100回混ぜる
- ②豆3粒と粘質物の合計が1.0gになるように測る
- ③すり鉢で潰す
- ④潰した納豆0.5gをピーカーに入れ、そこに蒸留水を加えて合計50gにする
- ⑤お茶パックを用いてろ過する(これを試液と呼ぶ)
- ⑥比色計でA～Dの値の測定



うまみエール

うまみエールの操作方法
1)6個のディスポセルをA～Fとし、A～Dに11/12～11/24の試料、Eに標準液(キットに付随するもの)、Fに蒸留水、A～Dに入れる
2)試料AをA～Fに0.5ml入れて10分放置する
3)試料BをA～Fに0.5ml入れて10分放置する
4)比色計でA～Dの値の測定



11/26の実験の様子

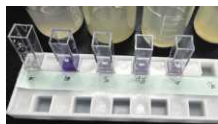
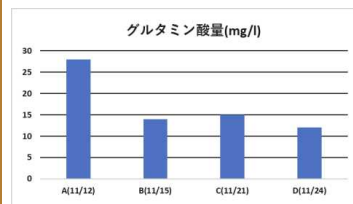
〈11/26の実験〉

- ①納豆にたれをかけて100回混ぜる
- ②注射器に20gの納豆を入れる
- ③注射器の先端にガーゼを4重にし輪ゴムで固定
- ④はかりの上に注射器を、先端が上向きになるように乗せてはかりの目盛りを0にする
- ⑤注射器を下向きに押し下ろし、力をgから、硬さを注射器の目盛りから測定する

【結果】

〈11/19の実験〉

うまみエールを使用した結果の様子
左から蒸留水、標準液、D、C、B、A
Aは写真に納め忘れまし



試液	グルタミン酸量 (mg/l)
A(11/12)	28
B(11/15)	14
C(11/21)	15
D(11/24)	12

—実際に食べてみて—

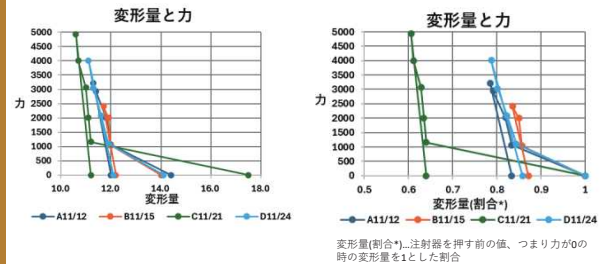
中島

- ・古い納豆より新しい納豆の方が豆の主張が強くて苦手だった
- ・新しい納豆ほど、豆が歯にくっつくように感じる

浅井

- ・A,B,Cの納豆はいつも食べている納豆と比べて特に変化がなかったのに対し、Dの納豆は他の納豆と比べて臭いが強く納豆の後味にはフルーティーな風味が口に広がった
- ・古い納豆は好みには合わなかった

〈11/26の実験〉



【考察】

〈11/19の実験について〉

- ・一番賞味期限が古いAの納豆だけグルタミン酸の量が著しく多い
- ・納豆のうまみは保存期間に比例して増えるのではなく、どこかの期間を境に急激に増えると考えられる
- ・①の工程で、古い納豆であればあるほど、納豆の粘質物の量が増加した→納豆の粘質物はグルタミン酸でできているため、粘質物が多かったAとBの納豆は視覚的情報からもグルタミン酸が多かったといえる



10/9の納豆



10/15の納豆

※納豆のうまみ成分の量を測定する実験は11月以外に何回かやっており、うまみ成分の測定に関しては11月を除いて成功しなかったが、この実験でも共通して古い納豆の方が粘質物の量は多かった。左の二つの納豆の実験日は10/22である。

〈11/26の実験について〉

- ・大きく外れている数値があるのは、納豆をかき混ぜてから測定するまでの時間を考慮してなかったためである可能性がある。
- ・AとBの納豆は注射器の先端から少し漏れてしまった→傾きが垂直に近い部分がAとBにのみ見られたので、これらの事実が関係しているのではないかと
- 保存期間の長いAとBは粘質物の量が多いため漏れてしまったのではないかと
- ・特に保存期間と硬さの関係は読み取ることができなかった
- 様々な問題が生じたため読み取られなかったのが、本当に両者に関係が無いのか判断できないため、方法を変えて再挑戦する必要がある

【課題・展望】

- ・実験にかかる時間の都合上、購入後すぐの納豆や、賞味期限内の納豆について詳しく調べることができなかった。賞味期限別にさらに細分化し、滑らかなグラフに表すことができれば、より多くの消費者にとって良い指標となるのではないかと。
- ・複数回実験を行うことで外れ値を防げたのではないかと。
- ・納豆は賞味期限の前後どのくらいの期間かによって味や触感が変わることが分かった。人が感じるおいしいの基準はそれぞれだが、各々の好みに合った日数の納豆を探ることで、今まで納豆が苦手だった方は魅力に気づく可能性が、すでに納豆を好んでいた人はさらに納豆を好きになる可能性が出てくるのではないだろうか。

【参考文献】

- ・株式会社エンザイム・センサ「L-グルタミン酸簡易測定セット うまみエール」
https://enzyme-sensor.net/products/uma_mieru.html(最終閲覧日2024.7/2)
- ・二宮くみ子「だしとうま味の食品化学」(発表年2016.4/22)
https://www.jstage.jst.go.jp/article/yakushi/136/10/136_16-00057-1/_pdf/-char/ja
- ・タカノフーズ お客様相談室
<https://www.takanofoods.co.jp/contact/>(最終閲覧日2024.7/2)
- ・江崎秀男「納豆の科学」
<https://core.ac.uk/download/479100272.pdf>(最終閲覧日2025.1/7)

【謝辞】

本研究を進めるにあたり、タカノフーズ株式会社様には、賞味期限に関して貴重な情報をご提供いただきました。この場を借りて厚く御礼申し上げます。

米麴で作る新・補食

2024年度 課題研究I

お茶の水女子大学附属高等学校 2年 川上真由子 神岡優夏 木村まどか

【背景】

日本の伝統食と深い関わりのある麴菌を用いた、新しい食品の開発に興味があった。当初は麴菌そのものを培養・増殖させ、菌糸を固めて麴肉を作ること为目标としていたが、麴菌を培養する段階で他の菌の混入リスクを排除できなかったため、米を培地として既に安全に培養された米麴を研究対象にし、**白米よりも栄養価が高い補食**の開発に移行した。

【目的・仮説】

○目的

米麴をもとに、**不足している栄養素を補う**ことができる食品を作る。一方で日本人の食塩の平均摂取量(9.8g/日)が摂取目標量(5g/日未満)を大幅に超えていることから、食塩を含まない食材を使う。既存の栄養補助のための食品よりも味や食感が独特でなく、**おにぎりのように手軽**に食べられるようなものにする。

○仮説

米麴に豆腐を加えて主原料とし、きな粉を調味料として加えることで、米に含まれる炭水化物だけでなく、ビタミンB群、植物性タンパク質、食物繊維も摂ることができる。さらに、米麴と豆腐の比率を調整することで水分量を調節し、だんご状にしてラップで包むことで、おにぎりのように食べやすい食品になる。

【調査方法】

食感と味の観点に着目し、各材料の適切な分量を調査した。

○工程

米麴に豆腐と水を入れ、混ぜながら米麴をほぐす。全体が均一になったら、あらかじめ混ぜておいたきな粉と砂糖を追加して味を整える。

○実験①食感

水と豆腐の質量を6gと29gで固定し、米麴の質量を変化させて異なる比率のものを複数作り、食感を比較する。

○実験②味

米麴を30g、水を6g、きな粉と砂糖の質量比を1:1とし、きな粉・砂糖の量を変化させて味を比較する。味の感じ方は人によって違うため、きな粉・砂糖の量を変えたもの二種類を20人に5段階で評価してもらう。

【結果】

実験① 食感

米麴を30gとしたとき、水が多すぎず少なすぎず、最もおにぎり状にして食べやすかったことから、米麴と水と豆腐の比率を30:6:29、あるいは近似値である5:1:5とすべきであると分かった。

米麴[g] 食感

- | | |
|----|-----------------------------|
| 6 | 非常に柔らかく、多量の水を含んでいる。 |
| 12 | 非常に柔らかく、ゆるい固体。 |
| 18 | 柔らかめのヨーグルトのよう、まとまりはある。 |
| 24 | 固さが増したが、米そのものよりはかなり水気がある。 |
| 30 | 少し水気があり、柔らかめのおにぎりのように食べやすい。 |
| 36 | ポロポロと崩れやすい、粒のあつまり。 |

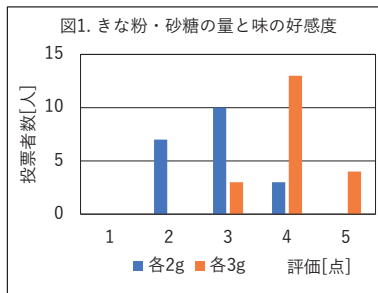
表1. 米麴の量と食感

実験② 味

初めにきな粉と砂糖をそれぞれ1.5gずつとしたところ、あまり味を感じなかったため、2gと3gでの比較をした。

きな粉[g]	砂糖[g]	味
1.5	1.5	味が薄く、物足りなさを感じた。
2	2	味が薄め。
3	3	味がしっかりある。

表2. 砂糖・きな粉の量と味



上記の結果より、きな粉と砂糖が各3gの方がより好感度が高いことが分かった。

【考察】

下記のレシピが最適であると考えられる。

用意するもの

- 米麴30g ○水6g ○豆腐30g
●砂糖3g (小さじ1) ●きな粉3g (小さじ1強)

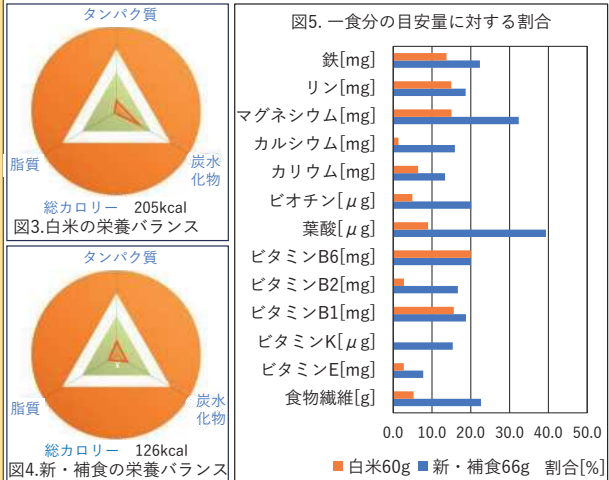
手順

- ① 砂糖ときな粉を混ぜる (目安時間: 1分)
- ② 米麴に水と豆腐を加え、均一になるまで混ぜる (目安時間: 3分)
- ③ ②に加えて混ぜる (目安時間: 1分)



図2. 新・補食完成図

また、この新・補食に含まれる栄養は次の通りであった。



総質量を近づけて、白米60gと新・補食66gとを比較すると、米だけでは炭水化物だけに偏っていたところ、新・補食では炭水化物が減少、タンパク質が増加したことで、**炭水化物・タンパク質・脂質のバランス**が整ったことが分かる。実験より導かれた各材料の質量は米麴の30gに対して豆腐は29gであり、白米と比べた栄養バランスの向上には豆腐が重要な役割を果たしていると考えられる。豆腐には持ち運んで食べるイメージがあまりなく、またおかずや汁物に入れる具としての印象が強い。しかし、米麴に混ぜることで水気が抑えられ、まとまりが良く持ち運びやすい食品になり、手軽な栄養補助に役立つことが分かる。

新・補食に含まれる各栄養素を比較すると、日本人が不足していることの多い**タンパク質、カルシウム、カリウム、食物繊維**、特に女性に必要な**鉄**、妊娠中の女性の必要量が多い**葉酸**の含有量が増えており、栄養補助に効果的であると考えられる。

また、結論とするレシピでは、より量を調整しやすくするため、豆腐の基準量を29gから30gとした。家庭で気軽に作れるような食品のレシピ作成の際は、比を簡単にすることの重要性が分かる。

【課題・展望】

今回は、きな粉及び砂糖を用いた種類の味付けに限定して研究を行った。しかし、米麴そのものの味は控えめであり、豆腐の風味を隠すための味付けには多くの可能性があるため、あんこやさつまいも、ココアパウダーなど別の食材による味付けについても食感や味の濃さを検討し、よりアレンジの幅が広い食品を目指したい。また、食感や味に影響が出ない範囲内で、栄養源となる具材を追加できるかについても検討したい。

【参考文献】

- 「カロリー・Slism」株式会社 amaze <https://calorie.slism.jp> 最終閲覧日:2025.1.27
- 「東大、日本人の28種類の栄養素の習慣的摂取量について摂取量が不足や過剰である者の割合を明らかに」日本経済新聞 (2023年12月19日) https://www.nikkei.com/article/DGXZRSP666077_Z11C23A2000000 最終閲覧日:2025.1.27
- 「令和5年 国民健康・栄養調査結果の概要」厚生労働省 https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_45540.html 最終閲覧日:2025.1.31

【謝辞】

本課題研究におきまして多大なご助言を賜りました筑波大学生命環境系萩原大祐准教授に深謝いたします。

納豆菌によるカビの抑制

～化学薬品を使わずに安全にカビを除去する～

2024年度 課題研究Ⅰ お茶の水女子大学附属高等学校2年 因藤真緒・梅津美羽

1, 研究背景

ガウゼの競争排除則とは、「生態学的地位(ニッチ)が等しい二つ以上の種は共存できない」という法則。

先行研究より、以下のことがわかった。

- ・納豆菌はシクラメン灰色かび病に対して安全に防除効果を発揮する^[1]

- ・納豆菌が灰色かび病の発病、および感染源であるカビを抑制する効果を発揮する^[2]

しかし、上記の研究では、特定のカビ病に対してのみの研究であり、環境変化の影響については言及されていない。

2, 仮説・目的

仮説：身近な菌の中でもより強く安全性が高い納豆菌と、カビを競争させたとき、**納豆菌に有利な環境ならば、一般的なカビに対してもカビ繁殖を抑えることができるのではないか。**

現代の日本において、一般家庭用に販売されているカビ除去用の化学薬品の中には、誤った使い方をすると有毒ガスが発生する危険があるものがある。この危険を取り除くために、**化学薬品を使うことなく安全にカビを排除する方法を研究することにした。**

3, 研究方法

実験目的：

納豆菌がカビの繁殖を抑える環境を見つける

(なお、繁殖力強化のため、タンパク質であるきな粉を培地に入れた)

実験方法

1・きな粉(大豆100%)入りの寒天培地を作成する
・納豆菌をきな粉入り培地に培養する(納豆菌はおかめ納豆を使用)

・カビを別のきな粉入り培地で培養する
2培養した納豆菌を滅菌水に入れ納豆水を作成する

3カビのみを散布したきな粉入り培地

納豆水のみを散布したきな粉入り培地

納豆水を散布した後に培養したカビを移植したきな粉入り培地
この3つを1セットとし、2セット作りそれぞれA,Bとする

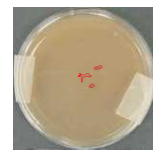


図1 留置前
カビのみ

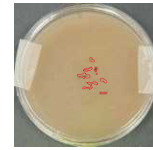


図2 留置前
カビ+納豆菌

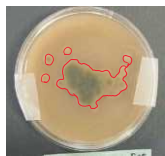
A 室温(28℃)で留置
教室で1週間放置
比較対象

B 40℃で留置
インキュベーター内で1週間経過観察
納豆菌が活発になる温度

4, 結果



カビ+納豆菌・28℃①
図3



カビのみ28℃②
図4

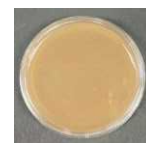


カビ+納豆菌・40℃①
図5



カビのみ40℃①
図6

納豆菌を散布した後にカビを移植した培地を28℃で留置したもの(図3)では、多少のカビの増殖が見られた。反対に、**カビのみを散布した培地を28℃で留置したもの(図4)では、カビが培地に広く繁殖していた。**また40℃で留置したもの(図5、図6)では、きな粉入り培地が縮んでしまい、納豆菌とカビを観察することができなかった。



左図7
納豆菌のみ28℃



左図8
納豆菌のみ40℃

5, 考察

図3・図4の培地に比べ、図1・図2の培地に生えたカビの量は目に見えて少ないことから、**28℃の条件下では納豆菌がカビの繁殖を抑制することができているのではないか。**納豆菌に有利とはいえない環境でも抑制することができたのは、**カビを移植する前に納豆菌が培地全体に繁殖していたことも要因にあると考えられる。**また40℃では、どの培地も縮み観察ができなくなってしまった。これは、高温により培地が乾燥し、水分が抜けてしまったことが原因だったのではないかと推察される。

6, 課題・展望

今回の実験では、納豆菌を先に繁殖させてからカビを移植し観察した。日常生活では、カビがすでに生えている状態から抑制する必要もあると考えられるため、今回の実験とは異なる条件での実験も重ねていきたい。
また日常生活へ応用するために、**異なる培地(タンパク質がはいっていない寒天培地)で納豆菌の繁殖力を持つことができるのかどうか、研究を重ねたい。**

7, 参考文献

- [1]石川祥子. 納豆菌(*Bacillus subtilis* var. *natto*)を用いた シクラメン灰色かび病のバイオコントロール. 茨城県病害虫研究会報. 2012
[2]橋本俊祐. 納豆菌(*Bacillus subtilis* var. *natto*)によるイチゴの灰色かび病に対する抑制効果. 日植病報. 2012
守田智. 環境変動と居住地移動のある2種競争系における共存. 静岡大学数理解析研究所講義録. 2016
米島香織. 間欠的時間変動を伴う種間競争関係下にある2種系の絶滅と存続. 奈良女子大学. 1999

イソチオシアネートの抗菌作用を活かした防カビ剤の開発

2024年度課題研究I お茶の水女子大学附属高等学校 2年 目時百菜 大島千明 尹俊

【背景】

ダイコンやワサビなどアブラナ科の植物にはその辛味成分で知られるイソチオシアネート（以下ITC）が含まれ、現在までの研究で、ITCには抗癌作用や抗菌作用があることが知られている。しかし、それらの作用は十分に身近に活かされていない。更に先行研究も少なく、ITCにどれだけの抗菌作用があるのか知らなかったため、まずは本当に抗菌作用があるのかを自分の目で確かめる必要があると感じた。そこで私たちは、ITCの抗菌作用の強さを調べた後に、野菜などに含まれるITCを利用して、防カビ剤として活用することを考えた。

【目的・仮説】

○目的

ITCの抗菌作用について、どれだけ強い作用を持つのか明確化し、現在の化学合成物質を材料とする抗菌・防カビ剤を、天然由来でより人体にも環境にも良い製品にできるようにする。

○仮説

ITCの存在下ではある一定の条件（温度や湿度）を満たした場合、菌ができないためITCは既存の菌・カビの繁殖を防ぐ効果があると言えるのではないかと。

【調査場所】

生物室（日陰） 約15.4℃（2024/12/03）
4階倉庫前（日陰） 約9.0℃（2024/12/03）

【調査方法】

〈実験①〉

目的：ITCの抗菌作用の強さの検証

(1)8分目まで麦茶を入れたシャーレを8個用意し、屋上に2個、生物室にインキュベータを用いて6個カビを培養した。
(2)ワサビの辛み成分のITCを主成分とする防カビ剤「ワサエース」と、他の成分はほぼ「ワサエース」と等しくITCが含まれていない防カビ剤「らくハピお部屋の防カビ剤カチッと押すだけ無香料」（以下らくハピ）をそれぞれ上記の場所に(1)で培養したカビとともに水槽で密閉された空間に保管し、防カビ剤、ITCの効果を比較した。



〈実験②〉

目的：食物（ダイコン）を用いた防カビ剤の作成

(1)大根をすりつぶし、ろ過して取り出したダイコンのすりおろし液を小さいピーカーに10mlと40mlに分けて入れたものを実験①と同じように保管し、それを3セット用意した。
→生物室に1セットと屋上に2セット設置（実験①で屋上に設置したシャーレに違いがみられたため）
(2)2週間ほど放置し、すりおろし液の多さによって出るカビの量の違いを比較し、ITCの効果を調べた。

【結果】

〈実験①について〉

11/12～12/3までの3週間、カビを「ワサエース」、「らくハピ」と共に生物室と4階階段に置いたところ、いずれも大きな変化は見られなかった。

【生物室】



左図:11/12
左:「らくハピ」
右:「ワサエース」

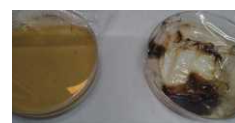


右図:12/3
左:「らくハピ」
右:「ワサエース」

【屋上】



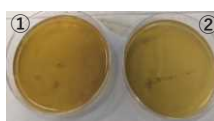
左図:11/12
左:「らくハピ」
右:「ワサエース」



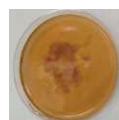
右図:12/3
左:「らくハピ」
右:「ワサエース」

〈実験②について〉

12/23～1/10までの2週間、カビとダイコンの液を実験①と同様に生物室と屋上に置いたところ、液が少ない10mlの方がカビが多く発生した、40mlの方はあまりカビが増殖していなかった。



←いずれも生物室
左①:実験前(40ml)
左②:実験前(10ml)
右:実験後(10ml)



←いずれも屋上
左①:実験前(40ml)
左②:実験前(10ml)
右:実験後(10ml)

※すりおろし液が40mlの方はほとんどカビの発生に変化が見られなかったため、上記の写真は10mlで行った実験の結果のみの記載



←左から
10mL,40mLのすりおろし液
いずれも二週間後までに
4.0mLほど減少していた。

【考察】

実験①よりITC自体には防カビ作用があるが、他の防カビ剤と比べ差が顕著に現れたわけではないと考えられる。これと実験②の、ダイコンを用いた防カビ剤の方が「ワサエース」を用いた際よりもカビが発生したという結果を合わせて、**ITCはカビの発生の抑制に作用しているが、その効力はカビの繁殖を完全に防ぐほどではないと考えられる。**また、ダイコンを用いた防カビ剤ではすりおろし液が40mLの方がカビの発生は少なかったものの、いずれにおいても少量のカビが生じていたことと、ダイコンのすりおろし液が4.0mLほど減少していたことから、防カビ剤として置いておいた間にITCが蒸発して少量になり、あまり長い間防カビ剤として効果を発しなかったのではないかと考えた。また生物室と屋上でカビの発生具合に違いが見られたのは、屋上の方が暖房をつけた生物室よりも湿度が高く、また直射日光がより当たらない場所だったからと考える。

【課題・展望】

- ・ダイコンの臭いがかなり臭く、空气中に蔓延するので、防カビ剤として置くために、臭いを漏らさない容器等に入れる必要がある。
- ・私たちの技術では一度すりおろして液体になったダイコン汁を防カビ剤として長時間保存できる固体状にできなかったが、実用性を考えると固体状にできると良い。専門機関と協力して製品製作できるとよかった。

【参考文献】

- ・味の素トレーディング株式会社『防カビ剤「ワサエース®」のご紹介』
<https://www.ajittrade.com/business/wasaace/>
- ・アース製薬誠意品情報「らくハピお部屋の防カビ剤カチッと押すだけ無香料」
<https://www.earth.jp/products/rakuhapi-furo-nonsmoke-ff/index.html>
- ・カカクナキッチン『わさびの成分「アリルイソチオシアネート」の科学』
<https://kagakucook.com/allyl-isothiocyanate/>（2018/9/14）
- ・レンゴー『天然系抗菌・防カビ剤』
<https://www.rengo.co.jp/products/functional/wasav.html>
（最終閲覧日：2024/12/24）

知られざる！ハシビロガモの嘴の構造

2024年度課題研究I お茶の水女子大学附属高等学校 2年 鈴木紗衣子 丹羽晴 渡邊彩乃



【背景・目的】

・背景
生物に備わっている特徴的な構造を調べ、その利点を研究することを目標とした。対象とする生物を調べていく中で、「ハシビロガモ」の嘴に、「板歯」というプラントンを濾しとり、水だけを排出する役割をもった構造が存在することが分かった（写真1）。この構造について分析し、その良さを考察することとした。

・目的
ハシビロガモの板歯の構造を観察し、関連した実験を行うことで、その構造のもつ役割について研究する。



写真1 板歯

【観察】

板歯構造の特徴を細かく分析するため、嘴の上顎と下顎それぞれの板歯構造を7倍に拡大した3Dモデルを我孫子市鳥の博物館協力の元作成した。（右写真手前：下顎のモデル、右写真奥：上顎のモデル）
また、実際の板歯を触ると、上顎の板歯は硬く、顎は上顎に比べると柔らかくしなやかさがあつた。



→観察の結果、上顎と下顎の両方において、嘴の内側（口内側）では板歯が太く、外側にいくにつれ細くなる傾向が見られた。また、嘴の付け根から先端にかけて、部位ごとに板歯同士の間隔に差があることもわかった。

実際に数値により3Dモデルの観察結果を検証するため、双眼実体顕微鏡を用いて、嘴の上側にある板歯の太さと板歯同士の間隔を、内側と外側の両方から測定した。下図に各平均と嘴の部位別の間隔の平均を記録した。

	全体平均	前半部（顎〜）	中間部	後半部（〜先）
間隔（mm）	0.22	0.16	0.14	0.29

	内側	外側
太さ（mm）	0.25	0.18



また実際にハシビロガモが餌とする生物の形状について観察した。ハシビロガモが生息するとされる河川と同等の水質の池の水を汲み、微生物の有無やその形状を観察した。結果、細長く棒状の微生物が多く見られた。

【仮説】

板歯の場所によって間隔が異なることは、それぞれの部位が持つ役割が異なることを意味していると考えられる。板歯の間隔が広いところは、水の排出がしやすく、板歯の間隔が狭いところはプラントンを取るのに適しているのではないかと。
そのため、以下のような実験を計画した。実験では、間隔が狭いほど流れずに留まる量が多くなると考えられる。また輪ゴムは形状の変異性が高い為、全体の残留率は大きくなる。また、ハシビロガモが実際に摂取しているプラントンの形状が類似しているため、正確な結果が得られると考えられる。

【実験】

<方法>

- ①ハシビロガモ（実物）の板歯の大きさを測定した。
- ②計測した値を100倍したものを発泡スチロールで再現した。（図1）
- ③対照実験として、板歯の幅が一定のものを用意した。（図2）
- ④②と③をプラスチックダンボールに設置し実験装置とした。（図3）
- ⑤3cm、2cm、1.5cmに切った輪ゴムをそれぞれ5本ずつ水300mlに混ぜ、④に流した。
- ⑥⑤を板歯の間隔を変えて、それぞれ5回ずつ行い、その平均をとった。



図1
板歯型



図2
直方体



図3

<結果>

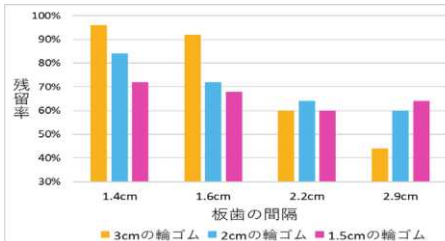


図4 輪ゴムの種類別残留率

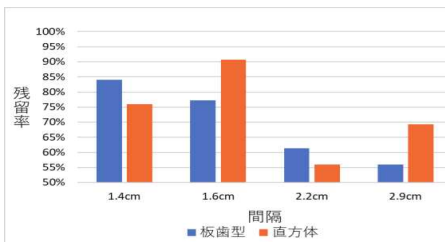


図5 輪ゴムの合計残留率

【考察】

- ・実験では間隔が狭まるにつれ残留率が高まった。輪ゴムが柔らかく水流に沿って流れやすいという特性も影響していたと思う。
- ・板歯の間隔が狭いほど輪ゴムの残留率が高く、広いほど残留率が低かったことから、ハシビロガモは板歯の間隔が比較的小さい口の真ん中で一番多くのプラントンを取り、間隔の広いくちばし前方や後方で水を排出する構造になっていると考えられる。
- ・板歯型と直方体のものを比べたときに、板歯型の方が残留率が高かった場合と、直方体の方が残留率が高かった場合が同程度あった。このことから、板歯型と直方体では流れやすさにあまり差はないと考えられる。
- ・微妙な水の流し方やピーカーの中の輪ゴムの偏り方によって、条件を全て同じにすることができず、誤差が生じてしまったと考えられる。
- ・板歯に引っ掛かったとみなす基準が明確に定まっていなかったことにより、判断に差が生じ、誤差が生まれてしまったと考えられる。

【課題・展望】

- ・より正確なデータを得るために、実験回数を増やすべきであると考えた。
- ・ハシビロガモが、どのようにプラントンを濾しとり水を排出しているのかのメカニズムが明らかになっていないため、口の中で起きていることを研究することで、より発展させることができると考えた。
- ・今回は実験で輪ゴムを用いたが、よりハシビロガモの食性である動物プラントンに近い形状、材質で実験できれば再現性が高まると思う。
- ・実験結果からは板歯の間隔が狭いほど効率が良く分かったが、狭すぎると排水能力が低下すると予想できる。板歯の間隔の妥協点を探りたい。
- ・板歯の形状について、今回の実験では直方体のものと差はなかったが、板歯から流れ出た水の流速を比較するなど他の視点でも比較できると良いと思った。
- ・また、今回は板歯を5本取り出して実験したが、本数を増やしたり、並べ方も真っ直ぐではなく、曲線にするなど再現性を高めたい。

【参考文献】

- ・ Filter-feeding dabbling ducks (Anas spp.) can actively select particles by size <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0944200605000747>
- ・ An Experimental Investigation of filter-Feeding on Zooplankton by Some Specialized Waterfowl <https://www.researchgate.net/publication/240509950>
- ・ Comparative mechanics of filter feeding in Anas platyrhynchos, Anas clypeata and Aythya fuligula (Aves, Anseriformes) <https://www.researchgate.net/publication/225916606>
- ・ Integration of pecking, filter feeding and drinking mechanisms in waterfowl <https://www.researchgate.net/publication/21229151>
- ・ ハシビロガモ Anas clypeata の嘴の形態と生息地及び産生との関係 <http://id.ndl.go.jp/bib/000000281382>
- ・ 手賀沼におけるハシビロガモ (Anas clypeata) の消化管内内容物 <http://id.ndl.go.jp/bib/3803132> (全て最終閲覧日 2025年1月26日)

【謝辞】

研究に快くご協力頂いた、我孫子市鳥の博物館 脇水徳之様、信州大学 笠原里恵先生、公益財団法人宮城県伊豆沼・内沼環境保全財団 嶋田哲郎様に厚く御礼申し上げます。

丹田の鍛錬と動きの変化

2024年度 課題研究Ⅰ お茶の水女子大学附属高等学校2年 中澤美桜

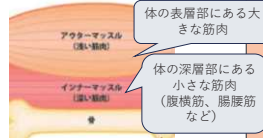
【丹田、丹田呼吸とは】

丹田：仙骨の前の部分で、腰と肋骨の間の骨がない部分に手を当て、下腹の力が入るところ。丹田という部位は存在していないが、近年人間の質量の中心が丹田の場所であることが明らかになっている。

丹田呼吸：自然に吐くのではなく、意識的に吐くことが重要。吸ったときに下腹部が前後左右同じタイミングで同じ量膨らむようにする。（空気が肺に入る⇒横隔膜が下がる⇒内圧が上がるという工程で丹田呼吸を行う。）

【丹田呼吸の効果～脱力～】

- ・血液循環が良くなる
- ・免疫力の向上
- ・精神を落ち着ける
- ・姿勢を保持するための抗重力筋（インナーマッスル）の強化などがある。インナーマッスルが強化されることでアウターマッスルを使う必要がなくなり、脱力することができる。



【結果】挙動①

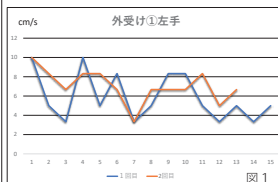


写真1

写真2

外受け①左手
動き始めた直後の速さは丹田呼吸前後で変化がなく、どちらも10cm/sだが、その後は、**1 2 回のうち7回分が速くなっている。**

また、全体で動作が終わるまでにかかった時間は丹田呼吸後のほうが**0.06秒分速くなっている。**（図1）また、左の実際の写真からもわかるように、丹田呼吸後の右側の写真のほうが手の軌道がきれいになり、顔の前を受けられている。（写真1，2）

挙動③

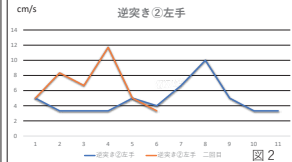


写真3

写真4

逆突き②左手
開始すぐの速度は変わらないが、二回目以降の速度は速く、最後の二回を除いて丹田呼吸後のほうが速くなった。全体でかかった時間も、**1 1 回分から6回分に減り、0.15秒速くなった。**（図2）

また、フォームも丹田呼吸前は前に出すだけの動きのすがすがしく上下にも動きながら手が前に出ている。一方、丹田呼吸後は上下の動きが減り、最短距離に近くなっている。（写真3，4）

【目的・仮説】

○目的

丹田呼吸をしインナーマッスルを強化することで、空手の動きにも変化があるのかを科学的かつ客観的に自分の動きを考察する。

○仮説

上記のような効果があるとされているので、空手の動きにも良い変化が望めるのではないかと考えた。具体的には、体幹が強くなり、バランスを崩しにくくなることによって、スピードやキレが出るようになり、動作の軌道なども美しくなると予想する。また、アウターマッスルを使わずに、インナーマッスルを使うことによって、体の表面に近い筋肉で止める必要がなくなるので、スピードも出るようになると思った。

【調査方法】

通学時の電車の中で一日5分の丹田呼吸を行う。空手の道場で動画撮影をし、動画解析を行う。

身体感覚の変化、動きの速さ、安定感のポイントで効果を測定。測定方法は、体の感覚と、動画の解析にした。これらの測定項目は、試合での審判方法である、流れるような動きで緩急があるか、動作の一致、正確な呼吸法、正確な技のコントロール、正確さ、力強さ、スピード、バランスが崩れていないかという項目を参考に決定した。対照実験として、丹田呼吸を始める前の3か月間の動画も比較する。

挙動②

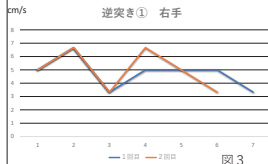


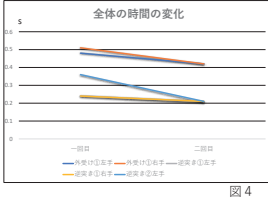
写真5

写真6

逆突き①右手

動き始めから3回目までは同じ速さで変化がないが、4回目で丹田呼吸前よりも早くなっている。全体のかかった時間でも、丹田呼吸後のほうが**0.03秒速くなっている。**また、丹田呼吸後のほうが上下に動きながら突くのではなく、ぶれずに最短距離に近い軌跡で突くことができています。

全体のかかった時間



全体のかかった時間

今回速さの計測を行った3挙動で、すべて速くなった。特に逆突き②の左手の変化が著しく表れた。

【考察】

対照実験の結果は、紙面の都合上掲載していないがスピードの変化は見られなかった。

上記のグラフからもわかるように、丹田呼吸をする前と後では、スピードや動きの軌跡の観点でよい結果が出たので、アウターマッスルではなくインナーマッスルを鍛えることによる空手の動きの効果が出たのだと考える。また、どの動きでも速さが速くなっているにも関わらず、ぐらつくことはなかったので安定感も丹田呼吸前に比べて丹田呼吸後では増したのだと考える。

【課題・展望】

最初は動きの分析アプリを用いて速さやフォームなどを分析しようと思っていたが、予算の都合でアプリを使えなかったため、自分で動画を0.03秒ごとにスクリーンショットをとりその画像を合成して動きの軌跡を書き込み速さを求める方法をとった。このことにより、スライド上で手の位置を書き込んだことによる誤差や、動きははじめ動き終わりのタイミングがあいまいになってしまったことなどによる誤差が生まれてしまっていると思う。また、前からだけでなく、横からの動画も組み合わせて分析することで正確性が増すと考えたが、足を怪我してしまったので、動画をとることができず、実験後の二回目の動画をとることもできなかった。今後は、丹田呼吸も続けながら動きの軌道などの観点でも、さらに多くの動きで分析を行いたい。また、今回は分析をする時間がなく、自分の動きしかできなかったが他の人でも分析をすることで客観性を増したい。

【参考文献】

- 『センター 体軸 正中線』高岡英夫 ベースボールマガジン社 2005年9月30日発行
- 『「脱力」はなぜ体にいいのか』鈴木亮司 青春出版社 2023年8月25日発行
- 『脳を活性化させる 武道とセロトニン』有田秀穂 日本武道館 平成26年3月31日発行
- 浅見高明（1977）「膝下丹田に関する実験的研究」『Research Journal of Budo』9(3),1-5,1977 Japanese Academy of Budo
- 「丹田を作る呼吸法オンラインワークショップ」舟橋立二（zoom講義）
- 横浜市空手道連盟 「形競技 形競技判定基準」（2024年6月25日参照）https://yokohama.wkf.jp/modules/pico/index.php?content_id=3

【謝辞】 日々空手の指導をしてくださった瀧川師範に感謝いたします。

指筋トレでピアノ上達！

2024年度 課題研究 I お茶の水女子大学附属高等学校 2 年 鈴木千尋

【背景】

幼少期からピアノを続けていたが、オクターブなどの手指を広げて弾くときに、小指が他の指と比べて小さく鍵盤に届かないので、手が届くように無理をして変形した状態で弾く癖がついてしまい、手が痛くなってうまく弾けないことがあった。それをピアノの先生に指摘され、『トレーニングボード』を使った練習法を薦められた。小指の大きさを要するは大変だけど手なら頑張れば広げられるのではないかと、まずは小指が変形しなくても届くように手を解剖学の知識を基に広げ、そこで手の筋肉の構造を知ることによって解剖学的に手が広がりそうな練習方法はないか自分で仮説してみようと思い、『従来の練習法（ピアノの先生に言われた方法・本に載っている方法でピアノの経験則に近い方法）』と『自分で考えた解剖学という医学に近い方法』でどちらの方がより手が広がるか検証実験した。ただ、両方が完全に分離しているわけではないが今回は分離しているとみなした。

【目的・仮説】

○目的：ピアノを弾くときに、手を広げられた方が演奏のパリエーションが増えてより豊かな奏法が手に入るので、トレーニングボードを使用して、どのような手を広げる訓練をするか小指が届きやすくなりピアノが弾きやすくなるのかを検証する。そこで、トレーニングボードを使用しつつ、従来の方法より手が広がる方法を探索し、実践する。

○仮説：ピアノの先生やトレーニングボード開発者の御木本先生が示したやり方をまとめ、一部改編した方法（以下、練習方法①、右手で行う。）を踏まえたうえで、解剖学を踏まえた発展させた練習方法（以下、練習方法②、左手で行う。）で練習したほうが手が広がるのではないかと考えた。

【調査方法】

練習方法①と練習方法②を、それぞれ右手と左手に分けて継続して実行し、課題研究の時間に毎回伸び具合を測る。右手は練習方法①で、左手は練習方法②で練習をそれぞれ行う。これらは自宅で毎日時間を決めて行う。また、最初からどちらかの指がより広がっている可能性もあるため、利き手による違いが出ないように、最初と最後の伸び具合によってより広がっている方を決定する。課題研究の時間に定規で何cm広がっているかをそれぞれの手の長さを手の形に気を付けて測って確認した後、ピアノで何度（度数）広がっているかを確認し、弾く様子を撮影して項目ごとの結果をグラフに表す。感覚で弾きやすくなっているかも記録しておく。練習期間は91日間。なお、曲はオクターブなどの広がる技法をよく使う曲である『月光第三楽章』のワンパッセージを使用した。※ここでも「度数」とは、何度まで指が開いたか、を示す。通常は8度までしか存在しないが、今回は便宜上、8度以上の数字の存在も認めたうえで記録する。また、「短・長」や「増・減・重増・重減・完全」などは考えないものとした。

【練習方法】 どちらの方法もトレーニングボードを使用して行う。

・練習方法①：右手
〈やり方〉トレーニングボードで全ての二指の間を広げる。（図5）
一間につき30秒を三セット行う。

・練習方法②：左手
〈コンセプト〉

解剖学を踏まえて発案した。

「外転」の動きが大事だと仮説し、長母指外転筋・短母指外転筋と小指外転筋の三つの筋肉を発達させる方法を考えたが、トレーニングボードでトレーニングできそうなのは短母指外転筋と小指外転筋だと考えたので、今回はこの二つの筋肉に注目して、この二つの筋肉を鍛える方法を考えた。図1・2は左から短母指外転筋と小指外転筋。

〈やり方〉図3の面で行う。

I 最初に親指を鍛える。

- i：小指と親指を両端にかけて30秒伸ばす。
- ii：薬指と親指を両端にかけて30秒伸ばす。
- iii：中指、人差し指も同様に行い、これを三セット行う。

II 小指を鍛える。

- i：小指と親指を両端にかけて30秒伸ばす。
- ii：人差し指と小指を両端にかけて30秒伸ばす。
- iii：中指、薬指も同様に行い、これを三セット行う。このとき、できる限り指を水平に動かし、形を変形しないように気を付ける。

III 長さは図6のようにして測る。（定規の目盛りが0の部分に手の端をあてて、まっすぐ伸ばした状態でもう一端が当たっている部分の目盛りを読む。このとき、手が水平になって手や指が曲がらないように気を付けて測る。）

・予備実験・調査：トレーニング前の左手と右手の開き具合

左手：長さ [cm]・・・19.5→20 (9/10)

度数 [度]・・・9

右手：長さ [cm]・・・19→19.7 (9/10)

度数 [度]・・・9

注：度数は終始左右両方の値が変化しなかったため今回はグラフにはしていない。

図1

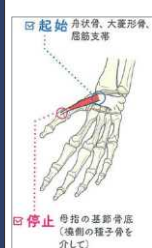


図2



図3

トレーニングボード表 トレーニングボード裏



図5



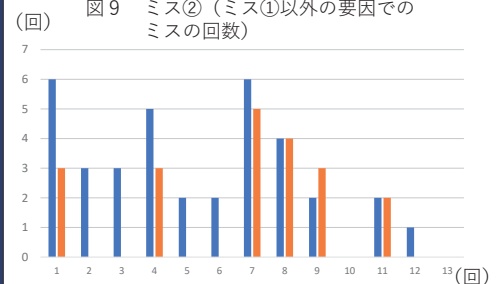
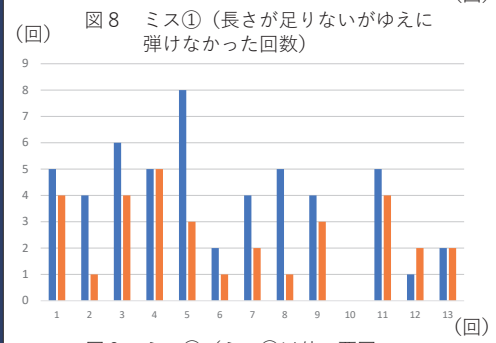
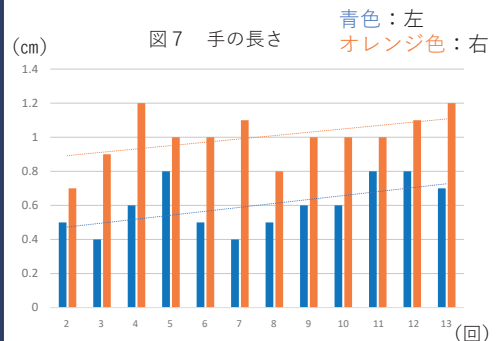
図4



図6



【結果】



【考察】

どちらの方法も手の長さが劇的に変わることはなかったが、右手の方が伸びた長さが長いので、従来の方法の方が若干伸びたことが分かる。ただ、両方長さが20cmを超えたのでどちらも伸ばせる方法だとも考えられる。弾けた度数は終始変化がなかったため度数の数値を伸ばすほどは伸ばせなかったと言える。長さが足りないがゆえに弾けなかった回数・それ以外の要因でのミスの回数は多少左のほうが伸び率は大きいものの、どちらも同じくらい回数が減ったので、どちらでも回数を減らすことが出来ると分かった。パッセージを弾くときも前よりも弾きやすくなっていたので、どちらの方法も同じくらい効果はあると結論付けられる。

【課題・展望】

今後は長母指外転筋を鍛える方法も考えてみたい。

【参考文献】

先行研究・出典
・坂井建雄（2018年）「筋肉のしくみ・はたらきゆると事典」
・御木本澄子（2004年）「正しいピアノ奏法」

【謝辞】

本研究において東京科学大学の杉村美帆先生に方針などのご指導をいただいた。ここに感謝の意を表す。

匂いで集中力を高めよう！！

2024年度 課題研究Ⅰ お茶の水女子大学附属高等学校 2年 藤井菜緒 増田俐香子 松村璃子

【背景】

元々集中力について興味があり、そこで嗅覚に着目し、アロマを用いて研究を進めた。神戸高等学校で脳波測定器を用いて集中力を測っていた研究を参考にし、企業の方に貸出していただいた脳波測定器を利用して実験を行った。

【目的・仮説】

○目的

特定の匂いを嗅いでいる時の脳波を測り、集中力を高めるのに効果的な匂いがあるかを調べる。

○仮説

先行研究から、柑橘系やハーブ系の香りは、含まれているリモネンの覚醒効果による集中力向上が期待できることがわかった。また、仮実験でゼラニウムが一番集中度が高かったため、柑橘系またはゼラニウム、特に**ゼラニウムが一番効果的**ではないかと考えた。

【調査方法】

校内にて仮実験では3人、本実験では22人を対象とした実験を行った。まず初めに脳波測定器を着用し、何も嗅がない状態で1分間パソコンでタイピングを行い、その間のベータ波を計測する。次にアロマを5分間(トップノートが体に馴染むまでの時間が5分程度のため)嗅ぎ、その後同様にしてベータ波を計測する。計測時に自動的にグラフ化された結果から値を取り、平均値を出した。そこからそれぞれの平均値をグラフ化し、考察した。

写真1 実験の様子



図1 グラフ化されたものの一例



【仮実験】

脳波には右図のように種類がある。今回私たちは脳波測定器で**ベータ波**を測定した。ベータ波は集中状態と緊張状態を示すため、今回の私たちの求めたい結果が求められると考えた。

写真2 実験に使用したアロマ



図2 脳波の種類

脳波	波形	精神状態
デルタ波 (1~3Hz)		睡眠状態
シータ波 (4~7Hz)		ウトウト状態 注意散漫状態
アルファ波 (8~12Hz)		ローアルファ波 (8~10Hz) : リラックス状態 ハイアルファ波 (10~12Hz) : リラックスにやや集中
ベータ波 (13~36Hz)		ローベータ波 (15~18Hz) : 集中状態 ハイベータ波 (23~36Hz) : 緊張状態

《実験で使用した匂い》

- ・**レモン**: 柑橘系 (リモネンの覚醒効果による効果神経を活性化)
- ・**ラベンダー**: フローラル系 (リラックス効果)
- ・**ペパーミント**: ハーブ系 (リフレッシュ効果、集中力の向上)
- ・**ユーカリ**: 樹木系 (爽快感を与えクリアな思考を促す)
- ・**ゼラニウム**: フローラル系 (ホルモンバランス、自律神経の調整)
- ・**スイートオレンジ**: 柑橘系 (リモネンの覚醒効果による集中力向上)

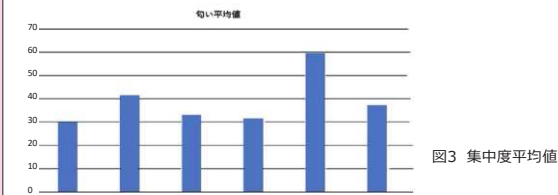


図3 集中度平均値

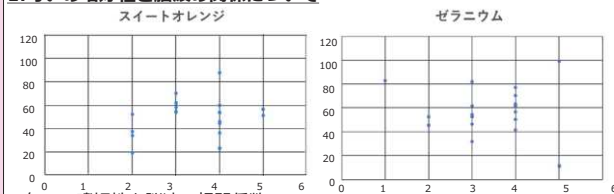
自動的に表されたグラフを10秒ごとに区切りその値から平均値を求め、上図のようにグラフ化した。グラフは上記の6つの匂いを上から順に左から並べたものである。

仮実験の結果、**フローラル系のゼラニウムとラベンダー**がどちらも高く、次に**柑橘系のレモンとスイートオレンジ**が高かった。この結果から、フローラル系と柑橘系のどちらが特に効果があるのかを調べるため、本実験では**ゼラニウムとスイートオレンジ**を使用した。

【本実験】

1. 匂いの嗜好性と脳波の相関係数について

図4.5 嗜好性と脳波の関係

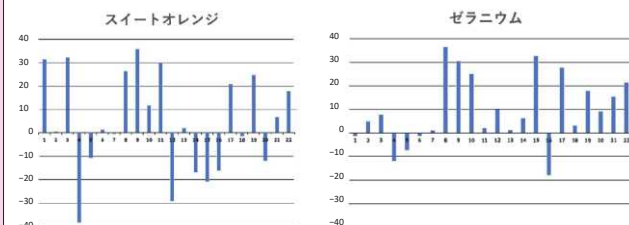


・匂いの嗜好性と脳波の相関係数
スイートオレンジ→0.26567 ゼラニウム→0.25077
この数値からほぼ相関関係はないことがわかる。よって**匂いの嗜好性は集中に影響しない**と考えられる。

2. どちらが集中に効果的か

匂いを嗅ぐ前の脳波と匂いを嗅いだ後の脳波の差を表したのが以下のグラフである。どちらも匂いを嗅いだ後の脳波の方が高い人が多いが、特にゼラニウムの方がこの傾向が顕著に現れていることが分かる。

図6.7 集中力上昇率



次に下記の式を用いて一人一人の上昇率を求め、それぞれの匂いにおける平均をとった。なお、外れ値は平均を求める際、除外した。

$$\text{上昇率} = \frac{(\text{匂いを嗅いだ後の脳波}) - (\text{匂いを嗅ぐ前の脳波})}{(\text{匂いを嗅ぐ前の脳波})}$$

・上昇率の平均値

スイートオレンジ→0.180861 ゼラニウム→0.3330955

どちらも正の数であることから、匂いを嗅いだ後の脳波のほうが匂いを嗅ぐ前の脳波よりも上昇しており、**匂いをかぐことで集中力が高まった**と考えられる。また、2つの値を比較するとゼラニウムのほうが上昇率が高いため、スイートオレンジとゼラニウムを比較した際、**集中に効果的な匂いはゼラニウム**だといえる。

【考察】

先行研究によるとゼラニウムは検証前の測定で副交感神経の指標となるCVIおよびCVR-Rの値が低かった被験者では吸引後にその値が増加し、高かった被験者では減少した。また、交感神経の指標においても同様の変化があったという。このことから、ゼラニウムにはその人の状況に合わせた自律神経の調整を行う効果があるため、実験の結果のように嗜好性に関係なく多くの人に効果が出たと考えられる。ここから、**ゼラニウムは集中するのに効果的な匂いである**と言える。

【課題・展望】

共通して多くの人が集中力を高められる匂いを求めるために、実験を行う人数を増やすと、より信憑性のある結果を求められたのではないかと考える。多くの人が共通して集中力を高められる匂いを利用することで学習環境の改善に役立てられると考える。

【参考文献】

- ・ <https://seika.ssh.kobe-hs.org/media/common/KadaiKenkyuu/suugakuEtc/2018/脳波論文.pdf> 「集中力」を科学する！神戸高等学校 (20250114)
- ・ <https://diamond.jp/articles/-/156502> diamond online 自分の脳のタイプを知るだけでもメンタルを強くできる (20250114)
- ・ <https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000148.000055758.html> タカラベルモント、日本生理人類学会第82回大会にて、自律神経系に対する8種類の精油の影響に関する研究成果を発表 (20250114)
- ・ <https://wonder-education.co.jp/media/shuchuryoku-kaori> 脳の学校 集中力を引き出す匂い6選 (20250114)
- ・ https://www.karumoa.co.jp/suvaliteair/about_us/productivity/ suvarite air 香りで集中力アップ！？ (20250114)

【謝辞】

本研究を遂行するにあたり、株式会社ニューロスカイ大室氏、株式会社ハコスコ青澤氏、高倉氏には脳波測定器を貸与して頂きました。厚く御礼申し上げます。また本研究の実験に快く参加頂いた皆様に、感謝致します。

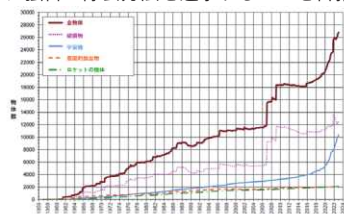
接着剤を利用したスペースデブリ除去装置の開発

2024年度課題研究Ⅰ お茶の水女子大学附属高等学校 2年 井上優月

1. 背景・動機

宇宙環境に関する問題の一つであるスペースデブリとは、軌道上にある不要な人工物体のことであり、低軌道で平均速度秒速7～8km、デブリが衝突する場合には相対速度秒速10km～15kmで地球を周回しているため、運用中の人工衛星にぶつかり、これらを損傷、破壊したり、国際宇宙ステーションに滞在している宇宙飛行士の生命を脅かす要因となったりしている。

現在、除去方法の案は様々な国や企業で提案されているが運用できる除去装置はなく、デブリが放置され続けている状況である。図1のように、その数は地上から観測できるものだけでもここ50年で約10倍になっていることがわかる。これによって、人間が宇宙に行けなくなったり、GPSの衛星を使った位置情報の把握ができなくなるなど、将来的には人類の宇宙活動や宇宙利用の妨げになることが予想されている。この研究を通して、現状の除去方法の案の利点や欠点をもとに独自の除去方法を追求することを目指す。



引用: <https://track.sfo.jaxa.jp/project/ssa.html>

図1. 地上から確認できる軌道上デブリの数量変化

2. 仮説

除去装置にクッション性があることで装置のデブリと衝突する部分に変形してデブリを捕獲しやすくなるのではないかと考えた。

デブリとの相対速度を限りなく0に近づけた状態での捕獲を考えるとき、

- ・ 除去装置がデブリを捉えるための微調整などに必要な高度な技術力
- ・ デブリを破壊してその数を増やしたり破損したりする危険性
- ・ 除去装置一機あたりのコスト

以上の三観点から、くっつける技法が最も有効的だと考えた。

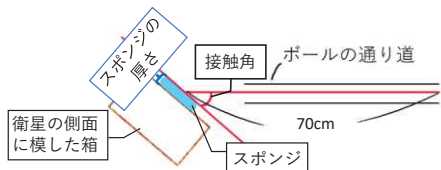
3. 実験方法

目的: 装置に対してどのくらいの角度からデブリが衝突したときに装置がデブリをとらえやすいかを調べる。

実験:

- ① クッション性を変えるために接着剤の裏に厚さの違うスポンジ (0.0cm, 1.0cm, 2.0cm, 3.0cm) を用意する
- ② ①に対して70cm離れたところから坂を利用してデブリの1/10000の速さである、0.76m/sでデブリに模したテニスボール (大きさ6.7cm、質量 57.7g) を転がす
- ③ ②の作業を角度5種類分 (15°、30°、45°、60°、90°) 行う
- ④ 接着剤には粘着布テープを使用する

《装置を上から見た図》



4. 結果

下の表のように、ボールの捕獲度を5段階で評価し、一つの角度に対して出した平均値をグラフで表す値をして用いた。

《数値の判断基準》

- 1.00: ボールがしっかりとくっついた
0.75: ボールの一部でギリギリくっついた
→ テニスボールの周りの毛羽だっている部分
0.50: テープに沿って少し転がってからくっついた
→ 装置に衝突した後、装置に対して平行に転がり続け、やがてテープにくっついた
0.25: テープに沿って転がったが、静止しなかった
→ 装置に衝突した後、装置に対して平行に転がり続け、テープにくっつかなかった
0.00: 跳ね返された

表1. 各厚さでの角度別の平均値

粘着布テープ	15°	30°	45°	60°	90°
0.0cm	0.00	0.00	0.25	1.00	1.00
1.0cm	0.00	0.54	0.92	1.00	1.00
2.0cm	0.00	0.79	0.96	1.00	1.00
3.0cm	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00

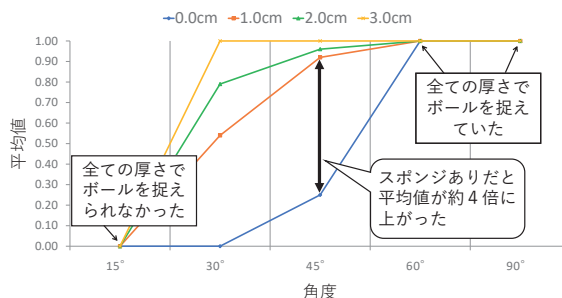


図2. 各厚さでの角度別の平均値の推移

5. 考察・展望

<メリット>

- ・ スポンジの厚さが厚いほどボールをより捉えられていた
- ・ 1cm, 2cmでも、「なし」と比べたら捕獲率は高くなっている

<デメリット>

- ・ 厚さを厚くするとコストは高くなる
- ・ 厚さが厚くなるほど接着面でない横の面の大きさが大きくなるため、デブリが跳ね返されやすくなる

→ 除去装置にクッション性を足し衝撃を吸収するほうが、そのまま捉えようとするより捕獲を正面で合わせなくても十分捉えられる可能性が高くなるのでデブリ除去がしやすくなると考えられる。しかしその厚さは厚すぎず、薄すぎない値を検討する必要がある。

この実験では相対速度が0に近いことを前提とし、デブリ捕獲時の衝撃のみを考えた。今後の展望としては、相対速度が大きくなる時の結果の出方の違いを調べてみたいと考えている。

6. 参考文献

- ・ 河本聡美「スペースデブリ除去のための統合的システムの提案とそのフィジビリティに関する研究」博士論文、2019-03-07発行
- ・ JAXA, 「宇宙状況把握」(最終閲覧日: 2024/9/10)
<https://track.sfo.jaxa.jp/project/ssa.html>
- ・ 第17回全国中学校Webコンテスト応募作品「Space Debris 秒速8kmの先へ」
<https://contest.japias.jp/tqj17/170368/index.html> (最終閲覧日: 2024/9/10)

濡れにくい靴を作るには ～靴底のパターンと排水性能の関係～

2024年度 課題研究 I お茶の水女子大学附属高等学校 2年 加藤日詠 佐藤美歌 岡本彩弥子

概要

濡れた地面を歩くだけで靴の上面が濡れる現象があり、ケント州立大学の先行研究では靴底について水が歩く時の足のスイングで上に飛ばされ、その水滴が靴の先端に落下していることがわかった。さらに、同先行研究では靴の先端が濡れないためには、靴底をタイヤのような形状にすればよいのではないかという考察がされていた。また、タイヤの排水は縦溝が重要だということに着目して実験を行った。溝ごとの水滴の動きに注目して、どの溝ならば水滴が靴の上に来ないかを調べた。実験結果を踏まえ、溝の太さと位置が関係していることが明らかになった。

動機・仮説

雨も降っていないのに、濡れた地面を歩くだけでなぜか靴の上面が濡れてしまい、それが嫌だったからなぜ濡れるのか、調べた。すると、観察と先行研究より、歩いた時に靴底について水が足のスイングによって上に飛ばされていることがわかった。その水滴の動きは大きく2つのグループに分けられる（「真っ直ぐ飛ぶ」と「真上に飛ぶ」）（図1）。このうち、真上に飛ぶ水滴が靴の濡らす原因だとわかった。また、先行研究では靴底にタイヤのような溝をつければ濡れなくなるのではないかという考察がされていたため、タイヤの排水には縦溝が重要であることに着目した。これらを踏まえて、どのような縦溝のパターンなら、真上に飛ぶ水滴の割合が少なくなるのか調べたいと思った。

仮説として、縦溝の数が多いパターンの方が真上に飛ぶ水滴が少なく、真っ直ぐ飛ぶ水滴が多いと考えた。なぜなら、靴底において水は縦溝に沿って動くと考えたからである。



図1 水滴の動き方

実験方法

縦溝のパターンが水のとびかたにどのように影響するかを知るために、歩く動作の装置を作った。

- ・歩行動作（地面に足をつけてから、振り上げるまで）をふりこ（図2）で再現した。緑の点を支点としたふりこで、水をつけた足の模型を高さ30cm地点に持ち上げてそのまま手を放し赤点で棒と衝突させることで、慣性の法則によって水が飛ぶ。
- ・ふりこの高さや長さは実際の歩行を参考にして決定した。
- ・水面と触れる底面が水をはじかないように、小さな凹凸をつけた（図3）。
- ・縦溝のパターンは10本の棒の張替えによって表現した（図4）。

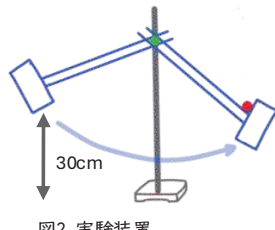


図2 実験装置

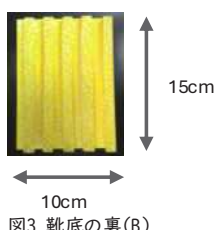


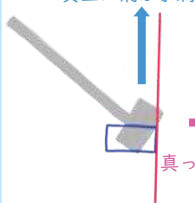
図3 靴底の裏(B)

溝のパターン	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	溝数	凸数	接地面積	太さ
A(溝なし)											0	0	10	-
B(1つおきに溝あり)											5	5	5	1
C(2つおきに溝あり)											2	3	6	2
D(両端に溝あり)											2	1	4	3
E(2つおきに溝あり)											3	2	4	2
F(真ん中に溝あり)											1	2	6	4

図4 溝のパターン分析(灰色部は棒、白色部は溝を表す。)

測定方法

図5 真上に飛ぶ水滴



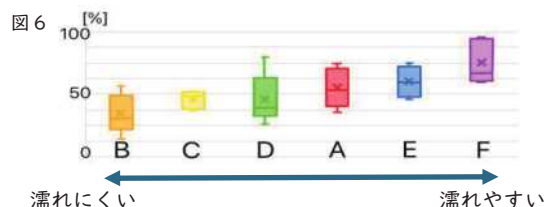
ふりこをとめる支点の支柱に対して、足を平行になるように回転し右端に赤線を引く。（図5）
水滴が最高地点までとんだときの静止画において、この赤線より左側にある水滴は「真上に飛ぶ」で、右側にある水滴は「真っ直ぐ飛ぶ」とした。

(参考文献)

Live Science 「Sidewalk Science: How Water Splashes Atop Your Shoes」 <https://www.livescience.com/3438-sidewalk-science-water-splashes-atop-shoes.html>（最終閲覧日：2024/7/1）

結果

図6は全体の水滴の数において真上に飛んだ水滴の占める割合をそれぞれのパターン5回分の結果をまとめたものである。



考察

結果から、靴裏を動く水滴に

- (1)縦溝にぶつかって沿うように動きでていくもの（図7）
- (2)縦溝にぶつからずにでていくもの（図8）

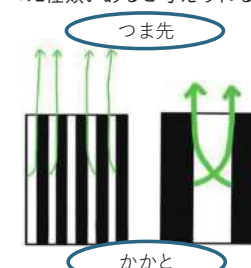


図7 (1)の水滴の動き

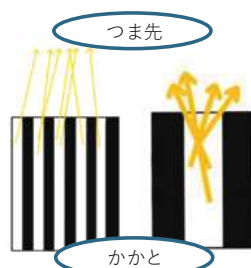


図8 (2)の水滴の動き

(1)について

溝の本数が多くかつ細いB(図7(左))では、溝の本数が少なくかつ太いF(図7(右))と比べて、一本の溝に集まる水が少ない。このときb, fにおける水滴にかかる力が一定とすると**加速度はf<b**になる。すなわち**B上の水滴はF上の水滴よりも大きい力を受け、より速くへ飛ぶ**。したがって**溝にぶつかり、沿って飛び出す水滴は溝の数が多い方が速くへ飛ぶ**。

さらに実験で用いた靴底[消しゴム版]には、予めモデルとした靴底を模倣し、消しゴムの中央へ向くように楕円形の凹凸を掘っていた。（図9）実験における目的は水が弾かれることを防ぐためだが、この凹凸によって**中央に向かって水が動きやすくなった可能性が高い**。



図9 靴底の裏土台

(2)について

図8より、ある角度で水滴が発射されたとすると、同じ角度でもBの方が水滴が溝にぶつからずに進める最低位置がつま先側にあると考えた。これによって、初速度が同じだとすると**Bの方がより前方へ進むことができたのではないかと考えられる**。

2024年度課題研究I お茶の水女子大学附属高等学校2年 小齊平華子 友廣ゆいの 江川怜来

クマによる人身被害が増加している。都道府県別にみると、2023年において秋田県の人身被害件数が最も多く前年比で増加率が高い。1) クマ研究の専門家から話を聞いたり、文献調査をしたりしていく中で、人身被害対策として、ゾーニングという考えがあることを知った。全国の一部の県ではゾーニングは既に実施されており、石川県ではクマの生息状況や生息環境、被害状況を基に実施されている。2) しかし、秋田県では、ゾーニングにおける区分けの定義（奥山ゾーン・市街地周辺ゾーン・市街地ゾーン）は定めているものの、実際にどのように区分けをするかは決まっておらず、実施までには至っていない。そこで、私たちがゾーニングの基準となりうるものを示すことで実施を促進し、クマによる人身被害を減らしたいと考えた。なお、秋田県東奥鹿角市をフィールドに選んだのは、メンバーの祖母が居住しており、秋田県の中でも私たちの身近な地域であると同時に、クマ出没・人身被害件数が多いからである。

樹木を活用した防災対策

2024年度課題研究Ⅰ お茶の水女子大学附属高等学校2年 阪本舞桜

概要

樹木は、1923年関東大震災、1995年阪神淡路大震災などで建物密集地域の火災延焼を防いだことが報告されている。災害では避難場所や避難経路の安全性を高めるため樹木の活用が防火対策として重要視されている。樹木は、樹冠（樹木の上部で枝葉の集まった部分）の広がりや形状、空隙率、健全度などが多様で、防火効果は樹木の種類でも左右される。これらから、防火効果が高い樹木を選定し、建物密集地域や避難場所での火災に強い植栽案を考える。

背景・先行研究

・東京都の防災都市づくり推進計画の基本方針（2021年3月）では、木造住宅密集地域の不燃化対策として延焼遮断帯（火災延焼を阻止する道路・河川・鉄道・公園などと、近接する耐火建築物などで構成される帯状の不燃空間）の整備などを推進している。
・品川区のまちづくりマスタープラン（2023年3月）では、みどりの防災・減災機能の活用、生活道路の拡幅、避難所周辺道路の整備などを推進している。
・先行研究では、『火災から人々を守る緑の避難場所』（2019年お茶の水女子大学附属高等学校2年生）において、樹木が火災を防ぐ働き（効果）として関東大震災時の避難場所での火災を防いだ樹木の働き、熱気流を防ぐ樹木の効果、防災公園で火に強い樹木のサンゴジュ、イチチョウを二重に植栽する植栽案が研究されている。

仮説・課題解決方法

仮説・課題①：「樹木の防火効果」には、遮蔽物の効果、空間の効果、水の供給源の効果がある。防火効果を高める解決方法は、高木、密な樹冠、樹葉の長い発火時間、高い樹葉含水率などの樹木を選定し、火災に強い植栽案を考える。

表1 樹木の防火効果を高める解決方法

樹木の防火効果	効果の要因	解決方法
延焼抑制	炎の遮断・ばね上げ、輻射熱の遮断、火の粉の抑制	高木、密な樹冠、樹葉の長い発火時間・高い燃焼温度
遮蔽物	炎の接触抑制、火の粉の抑制	高木、密な樹冠
水の供給源	消火活動の際、避難行動の際の消火	高木、密な樹冠
空間	距離減衰による輻射熱・熱気流の抑制、接触延焼の危険抑制	火源から長い距離
温度抑制	樹木からの水分放出による温度低下	高い樹葉含水率
燃焼抑制	樹木に含まれる水分の働きで燃焼を抑制	高い樹葉含水率

※ 参考文献 3) より引用作成

仮説・課題②：「火災延焼拡大の要因」には、接炎、輻射熱、熱気流、火の粉などの要因が相互作用し延焼拡大していく。火災延焼拡大の要因を抑制する樹木を選定し、火災に強い植栽案を考える。

表2 火災延焼拡大の要因

延焼拡大の要因	作用状況
接炎	・炎が直接接触して可燃物が火が移る。 ・接炎危険域は1棟火災で接する距離、火源から約5m
輻射熱	・炎や燃焼に熱が伝わらずとも高温になった物体から電磁波によって熱が伝えられる。 ・輻射熱危険域は1棟火災で樹葉が輻射熱のみで発火する距離、火源から最大約10m
熱気流	火災時に強い空気の流れて炎の勢いが増したりする。
火の粉	熱気流により高く舞い上がり燃焼によって遠くまで飛ばされたりする。

※ 参考文献 3)、4) より引用作成

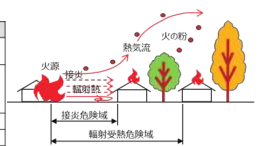


図1 火災延焼拡大のイメージ

調査

遮蔽物効果としては樹高や樹冠の遮蔽率・空隙率、水の供給源効果としては樹葉含水率、課題②の火災延焼拡大の要因抑制としては接炎や輻射熱による樹葉の発火時間を課題①の先行研究より調べた。

常緑広葉樹は、表4より樹葉の上位含水率は高く、表3の樹冠の遮蔽率・空隙率より遮蔽率78.37%、空隙率3.48%、1年を通して遮蔽物効果が高い。また、常緑広葉樹のうち、接炎による延焼拡大の抑制効果は表5よりサゴジュ、アザミ、エンコク、ヤマモ、輻射熱による延焼拡大の抑制効果は表6よりサゴジュ、ツバキ、アザミ、カンザシ、アザミ、熱気流・火の粉による遮蔽物効果は表7より高木で輻射熱の発火時間や樹葉含水率からツバキ、アザミ、アザミが高かった。

これらの調査結果から、防火効果が高い樹木として常緑広葉樹で低木のアザミ、小高木のサゴジュ、高木のツバキ・アザミを選定した。

表3 樹冠の遮蔽率・空隙率

生活形態	遮蔽率(%)
常緑広葉樹	78.37
落葉広葉樹	72.50
針葉樹	56.98
生活形態	空隙率(%)
常緑広葉樹	3.48
落葉広葉樹	6.14
針葉樹(6種)	平均遮蔽率(%)
着葉期(夏季)	79.72
落葉期(冬季)	21.05

※ 参考文献 6) より引用作成

表4 樹葉上位含水率

樹種	デ-1含水率	平均含水率(%)
アザミ	9	70.4
サゴジュ	12	69.5
ツバキ	8	68.4
落葉樹		
アザミ	6	84.4
ツバキ	6	74.2
イチョウ	11	73.7
針葉樹		
ツバキ	6	62.5
アザミ	6	62.1
アザミ	6	59.4

※ 参考文献 5) より引用作成

表5 接炎による発火時間

樹種	種類	発火時間(秒)	平均含水率(%)	
1	サゴジュ	常緑広	45-50	69.5
2	アザミ	落葉広	45-50	84.4
3	イチョウ	針葉樹	40-45	63.0
4	ツバキ	落葉広	35-40	74.2
5	アザミ	常緑広	35-40	70.4
6	ツバキ	常緑広	35-40	63.1
7	アザミ	常緑広	30-35	58.8
8	イチョウ	針葉樹	30-35	73.7
9	ツバキ	落葉広	25-30	66.7
10	イチョウ	針葉樹	25-30	61.7
11	ツバキ	常緑広	25-30	61.5
12	アザミ	常緑広	25-30	68.4
13	アザミ	常緑広	15-20	57.7

※ 参考文献 7)、8) より引用作成

表6 輻射熱による発火時間

樹種	種類	発火時間(秒)	平均含水率(%)
1 オリーブ	針葉樹	25-30	60.9
2 シロ	針葉樹	25-30	-
3 紅葉	針葉樹	25-30	59.4
4 ヒメ	針葉樹	25-30	62.1
5 ササ	常緑広	15-20	69.5
6 アザミ	落葉広	15-20	84.4
7 アザミ	針葉樹	15-20	62.5
8 アザミ	常緑広	10-15	61.5
9 アザミ	常緑広	10-15	70.4
10 アザミ	針葉樹	10-15	73.7
11 アザミ	常緑広	10-15	48.8
12 アザミ	針葉樹	10-15	-
13 アザミ	常緑広	5-10	57.7

※ 参考文献 7)、9) より引用作成

表7 常緑広葉樹の樹高

常緑広葉樹				
樹種	輻射熱の 発火時間 (秒)	平均 含水率 (%)	樹形	
サゴジュ	15-20	69.5	小高木、樹高4-10m	
ツバキ	10-15	61.5	高木、樹高6-10m	
アザミ	10-15	70.4	低木、樹高2-3m	
イチョウ	10-15	48.8	低木、樹高2-4m	
アザミ	5-10	57.7	高木、樹高15-20m	
ツバキ	5-10	48.8	高木、樹高15-20m	
アザミ	5-10	54.2	高木、樹高15-20m	

※ 参考文献 10) より引用作成

考察（植栽案）

調査結果より選定した樹木から、1棟火災の場合や、建物密集地域、避難場所での火災に強い植栽案を考えたい。

①【1棟火災の植栽案】

常緑広葉樹のうち接炎、輻射熱、熱気流・火の粉の延焼防止効果が高い各樹種を植栽する。

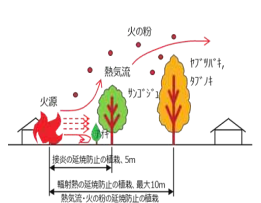


図2 1棟火災の植栽案

②【建物密集地域の街路樹の植栽案】

1棟火災の植栽案を参考に、古い街路樹の間に防火樹を可能な限り密に列状に植栽する。建物密集地域を囲むよう防火樹を密に植列することで遮蔽物などとして防火効果を高める。

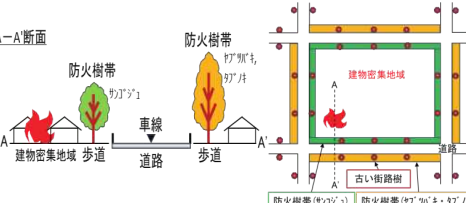


図3 建物密集地域の街路樹の植栽案

③【避難場所の植栽案】

避難場所（小学校、中学校）では、校舎（耐火建築物）以外の避難場所外端を、可能な限り、交互2列の隙間なし（1列目サゴジュ、2列目ツバキ・アザミ）で防火樹を配植し防火効果を高める。

表8 配植と遮熱率の関係

隙間なし	1列	2列	3列
正列	73.0%	89.2%	94.6%
交互(千鳥)	48.7%	67.6%	78.4%
隙間1/2本	正列	86.5%	94.6%
正列	24.3%	40.6%	48.7%
交互(千鳥)	56.9%	91.9%	

植栽は、交互2列、並列3列、交互3列の遮熱率が同じで交互2列で十分と考えられる。

※ 参考文献 11) より引用作成



図4 避難場所の植栽案

今後の展望

今回は、先行研究の実験データをもとに考察を行った。接炎・輻射熱実験データでは炎や電気炉内の温度データが少なかった。日照条件などの生育環境によっては、樹葉の生育の健全度合いにより、防火効果に差が生じる可能性がある。今後は、これらの関連データを増やし、樹木選定の信頼性を向上できるように模索したい。

参考文献

1) 東京都消防庁・消防局・防災都市づくり推進計画の基本方針(東京都消防局) https://www.funeka.metro.tokyo.lg.jp/2024/03/bosaik_all_v2.pdf (閲覧日 2024年10月16日)
2) 品川区まちづくりマスタープラン(品川区都市計画課) <https://www.city.shinagawa.tokyo.lg.jp/PC/kuseizyoho/kuseizyoho-siryo/kuseizyoho-siryo-zaisei/kuseizyoho-siryo-zaisei-plan/masterplan.html> (閲覧日 2024年10月16日)
3) 日本造園学会・研究 1996.60巻2号・樹木の防火機能(閲覧日 2024年9月22日)
4) 国際生態学センター・調査研究レポート・2021.12No.7,都市火災時の樹木の防火機能(閲覧日 2024年9月22日)
5) 国際生態学センター・調査研究レポート・2021.12No.7,都市火災時の樹木の防火機能(閲覧日 2024年9月22日)
6) 日本緑化工学会・日本緑化工業会誌・2017年43巻1号・樹葉含水率に関する統計資料(閲覧日 2024年9月22日)
7) 品川区まちづくりマスタープラン(品川区都市計画課) https://www.funeka.metro.tokyo.lg.jp/2024/03/bosaik_all_v2.pdf (閲覧日 2024年10月16日)
8) 国際生態学センター・調査研究レポート・2021.12No.7,都市火災時の樹木の防火機能(閲覧日 2024年9月22日)
9) 国際生態学センター・調査研究レポート・2021.12No.7,都市火災時の樹木の防火機能(閲覧日 2024年9月22日)
10) 品川区まちづくりマスタープラン(品川区都市計画課) <https://www.city.shinagawa.tokyo.lg.jp/PC/kuseizyoho/kuseizyoho-siryo/kuseizyoho-siryo-zaisei/kuseizyoho-siryo-zaisei-plan/masterplan.html> (閲覧日 2024年10月16日)
11) 日本造園学会・造園雑誌・48巻1号・p26-31,都市における樹木の防火機能に関する研究 <https://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2010293187.pdf> (閲覧日 2024年11月10日)

7) 国際生態学センター・Newsletter 2022-6Vol.91,樹木の耐火性・火熱に対する反応 https://ise.jp/wp-content/uploads/2022/06/Newsletter_A4_Vol_web.pdf (閲覧日 2024年9月22日)
8) 国際生態学センター・調査研究レポート・2021.12No.9,環境保全の生長と防火効果について https://ise.jp/wp-content/uploads/2023/01/ISReport_vol9.pdf (閲覧日 2024年9月22日)
9) 国際生態学センター・調査研究レポート・2021.12No.6,樹葉の防火機能に関する基礎実験・樹葉の厚さ・樹葉含水率・脱水時間の関係 <https://ise.jp/wp-content/uploads/2022/08/ISReport-Vol.6.pdf> (閲覧日 2024年9月22日)
10) 品川区まちづくりマスタープラン(品川区都市計画課) <https://www.city.shinagawa.tokyo.lg.jp/PC/kuseizyoho/kuseizyoho-siryo/kuseizyoho-siryo-zaisei/kuseizyoho-siryo-zaisei-plan/masterplan.html> (閲覧日 2024年10月16日)
11) 日本造園学会・造園雑誌・48巻1号・p26-31,都市における樹木の防火機能に関する研究 <https://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2010293187.pdf> (閲覧日 2024年11月10日)

海藻類のブルーカーボンにおける効果の検証

2024年度課題研究 I お茶の水女子大学附属高等学校 2年 石原茉夏

1. 動機

二酸化炭素を固定することで、地球温暖化の原因となるCO₂を空気中から減らすことができる。これまでCO₂固定能力を持つものとしては、樹木が注目されることが多かったが、海藻や海草などの、沿岸・海洋生態系もCO₂を固定していることがわかってきている。沿岸・海洋生態系がCO₂を取り込み、蓄積された炭素のことを、ブルーカーボンと呼ぶ。ブルーカーボン中でも、コンブなどの海藻の吸収能力や吸収量は明らかにされていないことが多い。海藻は、岩に生息するため、海底で生息する海草よりも炭素固定までに時間がかかるためである。しかし日本近海は海藻が多く生息する。その能力を明らかにすることで、日本の特徴を生かしたカーボンニュートラルへの取り組み方を提案できると考えた。本研究では、日本近海のコンブ（天然コンブ及び養殖コンブ）が一年間でどのくらいのCO₂を吸収しているのかを計算で求め、その吸収能力を明らかにすることを試みる。

2-1. 天然コンブのCO₂吸収量調査

- はじめに、コンブのうち天然コンブのCO₂吸収量を求めた。
- ①農林水産省資料¹⁾より、海区别コンブ生産量（2022年）を調査
 - ②環境省資料²⁾より、マコンブとナガコンブの全国藻場面積（2022年推定）を調査
 - ③①と②の結果を用いて、海区别の藻場面積を算出
 - ④③で求めた藻場面積と、「吸収係数」³⁾から、吸収量を算出

計算式

$$\text{CO}_2\text{吸収量}(\text{g CO}_2/\text{年}) = \text{吸収係数}(\text{g CO}_2/\text{m}^2/\text{年}) \times \text{藻場面積}(\text{m}^2)$$

$$\text{吸収係数} = \frac{\text{吸収ポテンシャル}}{\text{乾燥重量}} \times \frac{\text{生態系変換指数}}{\text{乾燥重量で求めた海藻・海藻の現存量1g当たりのCO}_2\text{貯留量}}$$

×乾燥重量
×生態系変換指数
海藻以外の一次生産者の考慮

2-2. 結果①

	吸収係数 (g CO ₂ /m ² /年)	面積 (ha)	吸収量 (t/年)
北海道近海	137.44	8,294.33	11,399.73
太平洋・日本海北区	468.66	364.67	1,709.06

⇒合計 **$1.31 \times 10^4 \text{t/年}$** と算出された

3-1. 養殖コンブのCO₂吸収量調査

先行研究⁴⁾より、養殖コンブは天然コンブとは異なり、養殖ロープを使って育てるため、吸収係数に面積を乗じるのではなく、ロープの長さに乗ずる方が適切であることがわかった。また吸収係数も、先行研究の値を使用した。

- ①農林水産省資料¹⁾より、各県のコンブの生産量を調査
- ②先行研究⁵⁾より、①の乾重量を湿重量に直す
- ③湿重量からロープの長さを求める
- ④③で求めた面積と、「吸収係数」⁴⁾から、吸収量を算出

計算式

$$\text{CO}_2\text{吸収量}(\text{gCO}_2/\text{年}) = \text{吸収係数}(\text{gCO}_2/\text{m}/\text{年}) \times \text{ロープ延長}(\text{m})$$

3-2. 結果②

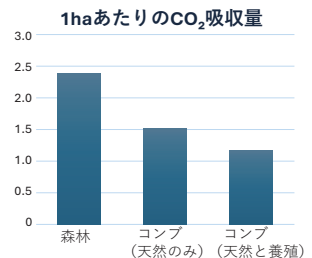
	吸収係数 (g CO ₂ /m/年)	ロープの長さ (m)	吸収量 (t/年)
北海道	228	1.39×10^7	3,179.43
岩手	228	5.03×10^6	1,147.03
宮城	228	4.99×10^5	113.70
神奈川	228	3.10×10^5	7.06
新潟	228	1.64×10^4	3.74
大阪	228	6.56×10^2	0.15
徳島	228	8.53×10^3	1.94
香川	228	6.56×10^2	0.15
長崎	228	5.25×10^3	1.20

⇒合計 **$4.52 \times 10^3 \text{t/年}$** と算出された。

これより天然と養殖のコンブを合計したCO₂吸収量は **$1.76 \times 10^4 \text{t/年}$** と算出された。

4. 結果の分析

天然コンブと養殖コンブの合計CO₂吸収量と、日本の森林のCO₂吸収量（2022）⁵⁾の1haあたりの吸収量を比較した。天然コンブは、森林の約3/4であった。養殖コンブも含めた値は、森林の1/2程度であった。なお、養殖コンブは生産量から面積を求めて計算している。



5. 考察

今回の結果より、コンブのCO₂吸収能力は低いとは言えないと考える。今後、吸収量を増やしていくためには、**藻場面積を拡大させる**ことが考えられる。しかし現在、食生活の多様化に伴う昆布離れや、海水温上昇に伴う「磯焼け」によって藻場面積は減少傾向にある。またコンブは冷たい海を好むため、その生息域は限られる。そのため、ブルーカーボンによるカーボンニュートラルを目指していくうえでは、コンブ以外の海藻の藻場面積を拡大させることが考えられるのではないかと。同じ海藻類では、ワカメの方が広く日本に分布している。また海草類の方が多様な環境下でも生息できる生態系が多く、吸収係数に関しても海藻類よりも比較的值が大きいく。そのため数値から考えると、海藻類よりも海草類の生息面積を拡大させる方が効果的である。しかし、コンブも一定量の炭素を吸収していることは事実であり、ブルーカーボンによるカーボンニュートラルを行っていくためには、1種類の生態系のみではなく、**多様な生態系**を生かしながら取り組んでいく必要があると言えるだろう。

6. 今後の展望

今回はコンブのCO₂吸収量についての研究を行ったが、同じ海藻類であり、より広い生息域を持つワカメはどのくらいCO₂を吸収しているのかを調べていきたい。また海藻類より効果的にCO₂を吸収すると考えられる海草類では、吸収量にどのくらいの差が生まれるのか調べていきたい。今回コンブの炭素吸収量を算出する中では、推計値の藻場面積しかわからなかった。今後コンブの藻場面積について、最新の調査が行われることを期待したい。また吸収係数に関しても、計算値がどの程度実際の値を示しているのか疑問に思うことがあった。成果発表会などで、専門家の方と話す機会を得られたら良いと思う。

〈参考文献〉

- 1) 農林水産省, 「海面漁業生産統計調査」
<https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&toukei=00500216> (参照日: 2025/1/28)
- 2) 環境省, 「我が国インベントリにおける藻場(海草・海藻)の算定方法について」
<https://www.env.go.jp/content/000203001.pdf> (参照日: 2025/1/28)
- 3) 国立研究開発法人 水産研究・教育機構, 「海草・海藻藻場のCO₂貯留量算定ガイドブック」
https://www.fra.go.jp/home/kenkyushokai/press/pr2023/files/1101bluecarbon_guidebook.pdf (参照日: 2025/1/28)
- 4) 佐々木綾我他, 「リシリコンブ養殖によるCO₂吸収量の推計とブルーカーボン生態系の活用方策」, 第67回北海道開発技術研究発表会論文 2023年度
- 5) 環境省, 「森林吸収源について」
<https://www.env.go.jp/content/000148802.pdf> (参照日: 2025/1/28)
- 6) 地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 「コンブの機械乾燥における注意点」
<https://www.hro.or.jp/fisheries/h3mfcd00000000gsj/07u1kr0000006sk0/07u1kr00000072y.html> (参照日: 2025/1/28)

潮流発電におけるディンプルと発電効率の関係

2024年度課題研究I お茶の水女子大学附属高等学校2年 上田和果 千葉真

1. 動機と背景

○地球温暖化による異常気象や海面上昇などの様々な被害
→発電を再生可能エネルギー中心で行うことが重要

【2022年の日本】

- ・再生可能エネルギーは約20%
- ・化石燃料に約80%も依存

潮の流れを利用する
仕組みが似た風力発電と比べ、
・予測しやすい
・水の密度は空気と比較すると約850倍
↓
発電効率がよく安定した供給が見込める

再生可能エネルギーの
普及を推進したい！

潮流発電を普及させたい

【現状】

- ・2014年より「潮流発電技術実用化推進事業」が実施中
- ⇒実用化を目指し、長崎県五島市久賀島沖で発電実験などを行なっている。
- しかし、日本ではまだ潮流発電を用いた発電は行われていない。

2. 仮説

普及させるには？ → 価値を高めるには？ → 発電効率を高めるには？

⇒ディンプルをつけたプロペラで発電を行えば、発電効率が向上するのではないか。

ディンプルとは、表面についている小さな凹みでゴルフボールの凹凸もその一つである。ゴルフボールにおいては、ディンプルはボールの飛行距離を大きく伸ばす効果を発揮している。

【仕組み】(図1)

・滑面：層流境界層という整った流れのまま流線のはく離が始まり、ボールのすぐ後方に渦が発生して大きくなる。この渦部分は圧力が低くなってボールを後ろに引っ張るため、出典：宇治橋貞幸「スポーツ工学講義資料」(東京工業大学) (一部編集)

・ディンプル面：層流境界層は乱流境界層に遷移し、ボールの後方に発生するうずがやや速く、小さくなる。したがって、後ろに引っ張る抗力も小さくなる。

3. 実験手法

【発電効率の指標の設定】

長崎大学海洋未来イノベーション機構の経塚雄策教授に相談
⇒揚抗比^①が大きい方がよい⇒抗力が小さい方がよい

⇒抗力を発電効率の指標とする

①流れから物体が受ける力のうち、流れの方向の成分を抗力、流れに垂直な方向の成分を揚力という。揚抗比は、揚力/抗力のことである。

【抗力の算出方法】

・生物付着による発電効率の変化を調査した先行研究^②を参考に、プロペラに見立てた立体を水中で引っ張る(=曳航する)

○水中を曳航した場合

⇒抗力=抗力+重力-浮力

○水中に静止させた場合

⇒張力=重力-浮力

⇒抗力=(曳航した際の張力)-(静止させた際の張力)

【詳細】

①曳航の仕方

- ・高さ0.55mの水槽の中で物体を底から水面まで垂直に曳航
- ・速度が安定しにくい底面および水面近くを除いた中間区間のばねばかりの値を測定
- ・曳航速度は0.03m/sで各モデルにつき10回ずつ
- ⇒メトロノームを鳴らしながら、3cm間隔で貼った目印を頼りに手で引っ張った

右:図2
実験方法の模式図

ばねばかり

測定する区間

浮力

張力

抗力

②使用したモデル

- ・3Dプリンターで作製したディンプル付きの円柱(表1参照)
- ・ディンプルの個数によって3種類を用意(0個、28個、96個)
- ・円柱：高さ20cm、直径3.3cm、材質はプラスチック
- ・水に沈むよう、400gの錘をケースに入れ、円柱に取り付けた

モデルの写真			
ディンプルの個数	0個	28個	96個
モデルの質量 (モデル+錘等)	$5.70 \times 10^{-2} \text{kg}$ ($5.19 \times 10^{-1} \text{kg}$)	$5.70 \times 10^{-2} \text{kg}$ ($5.19 \times 10^{-1} \text{kg}$)	$6.45 \times 10^{-2} \text{kg}$ ($5.26 \times 10^{-1} \text{kg}$)
モデルの体積 (モデル+錘等)	$5.544 \times 10^{-5} \text{m}^3$ ($1.754 \times 10^{-4} \text{m}^3$)	$5.169 \times 10^{-5} \text{m}^3$ ($1.717 \times 10^{-4} \text{m}^3$)	$4.258 \times 10^{-5} \text{m}^3$ ($1.626 \times 10^{-5} \text{m}^3$)

(表1) 各モデルの概要

4. 結果・考察

【分析方法】

①曳航時の張力：

各試行でデジタルのばねばかりで測定し作成されたグラフにおいて、等速で曳航できたと考えられる区間における0.02秒ごとの測定値を抽出

⇒その区間の平均値と標準偏差を算出し、平均値±標準偏差の範囲外にある測定値は外れ値として除去した

(手動で曳航しているため誤差による影響が大きいと考えられるため)

⇒残った測定値の平均値を算出した

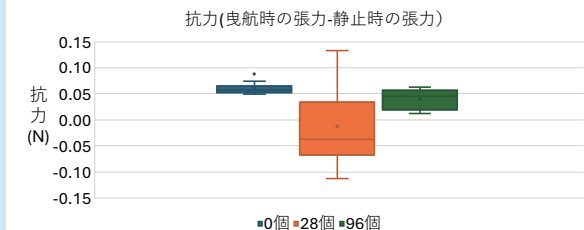
②静止時の張力：

各モデル、各試行につき水中で静止させた約7秒間の測定値を3回の試行分合わせて平均値を算出した。

③抗力：

①-②を各モデルの各試行ごとに求めた。

下の図は得られた各モデルにおける抗力の値を箱ひげ図で表したものである。



(図3)各モデルにおける抗力の箱ひげ図

○0個と28個の場合の比較

・四分位範囲が広い^①ため、抗力を絶対的に判断することは難しい

相対的に抗力が大きい試行	⇒	ディンプルの効果なし
相対的に抗力が小さい試行	⇒	ディンプルの効果あり
抗力が負の値をとった試行	⇒	条件制御がうまくいかなかった

【28個で範囲が非常に大きいのはなぜか】

そもそも28個のモデルではディンプルが働く/働かないの境界線だから？

⇒ディンプルの間隔、配列方法や深さなどによるものなのか

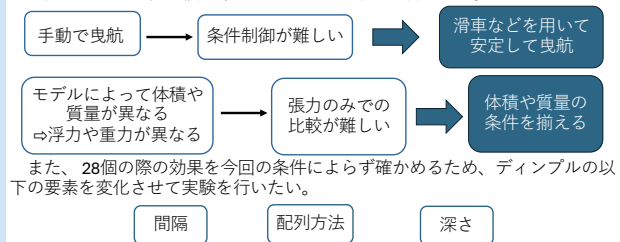
○0個と96個の場合の比較

・差が大きくないため効果があったとは言えない

⇒最適な個数の条件から離れているのではないのか

5. 展望

今回の実験では、ディンプルによって抗力が小さくなる、すなわち発電効率が上がる可能性があることを示すことができた。ただ、今回の実験方法では測定値が安定せず、比較が難しかったため以下を改善したい。



6. 謝辞

相談に乗ってくださった長崎大学海洋未来イノベーション機構の経塚雄策氏、顧問の朝倉先生、沼畑先生には大変お世話になりました。感謝申し上げます。

7. 参考文献

- (1) “潮流発電について”. 環境省. https://www.env.go.jp/earth/ondanka/tidalcurrent_pg/idx.html, (2025年1月7日) .
- (2) 大西 晃廣, 川床 翔平, 経塚 雄策. 潮流発電用タービンブレードへの付着生物影響に関する研究. 日本船舶海洋工学会講演会論文集 第 22 号, 2016, 論文番号 2016S-GS6-10, p592
- (3) “パッと知りたい！人と差がつく乱流と乱流モデル講座第16回 16.1 ゴルフボールの流れ 解析概要、16.2 ゴルフボールの流れ 解析結果”. HEXAGON. 2019年5月2日. <https://www.cradle.co.jp/media/column/a351>, (2025年1月7日) .
- (4) 北岡 哲子. “飛距離を伸ばすゴルフボールのディンプル”. 日経XTECH. 2015年8月24日. <http://xtech.nikkei.com/dm/article/COLUMN/20150803/430560/?P=4>, (2025年1月7日) .
- (5) “日本のエネルギー”. 資源エネルギー庁. https://www.enecho.meti.go.jp/about/pamphlet/pdf/energy_in_japan2023.pdf, (2025年1月7日) .
- (6) “もっと知りたい！熱流体解析学の基礎 第3章流れ：3.5.5抗力と揚力”. HEXAGON. 2019年4月23日. <https://www.cradle.co.jp/media/column/a185>, (2025年1月7日)

小型の文化財を守るスライムを利用した免震装置の開発

2024年度課題研究Ⅰ お茶の水女子大学附属高等学校 2年 板垣春奈 大倉遥 柳澤結菜

1. 動機・研究内容

日本は豊かな文化財を誇る一方で、地震大国でもある。過去に起きた地震では多くの貴重な文化財が被害を受け、その後の地域経済にも大きな影響をあたえた。従来の高価なゴムやバネ製の免震装置（以下、装置）に代わる、安価で工事不要なスライムを利用した装置を開発する。

2. 仮説

【仮説】

免震装置はもともとゴムでできているが、より安価で小型化するためにはスライムを利用できるのではないかと考える。

【仮実験】

装置をスライムで作り、物体が倒れるまでの時間と振幅の関係を調べる。

【仮実験からの仮説】

スライムによる装置としての動きはなかった。

→物体の重さによりスライムが沈んでいたため、揺れを長周期なものに変化させる動きが十分に発揮されなかったのではないかと考える。そのため硬さも必要なのではないかと考える。

⇒ミルフィーユ構造を導入する。

【ミルフィーユ構造とは】

柔らかい素材と固い素材の層を組み合わせで作った構造のこと。上にある物の重さで柔らかい素材が潰れることを最小にし地震の揺れを長周期なものに変化させる動きが十分にできるよう固い素材を柔らかい素材の間に挟んでいる。

[1]の先行研究より図1は、ニュージーランドのウェリントンにあるウィリアム・クレイトン・ビルに使用された免震装置である。真ん中に支柱があり、柔らかいゴムの層と硬い鋼鉄の層が交互にミルフィーユ状になっている。



図1 ミルフィーユ構造

3. 実験方法

使用したもの

スライム（水：200g、洗濯糊：200g、ホウ砂水：33mL）
下敷き
台車（39×26×7.6cm）
トレイ（21×16×3cm）
ペットボトル（500mL）
水

方法

- ①水を入れたペットボトルをトレイに乗せ、ペットボトルの片側をトレイに固定する。
- ②2秒で1往復するように左右に台車を引っ張り、30秒間またはペットボトルが倒れるまで揺らした。
- ③①・②をペットボトルに入れる水の量（50mL～400mLの8段階）と振幅（20cm～100cm）、装置の有無を変化させて実験を行った。

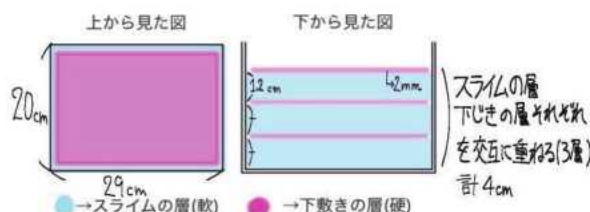


図2 免震装置の様子

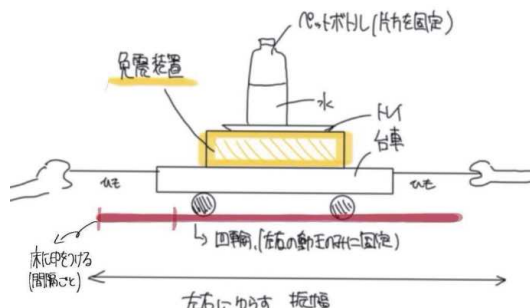


図3 実験の様子

4. 実験結果

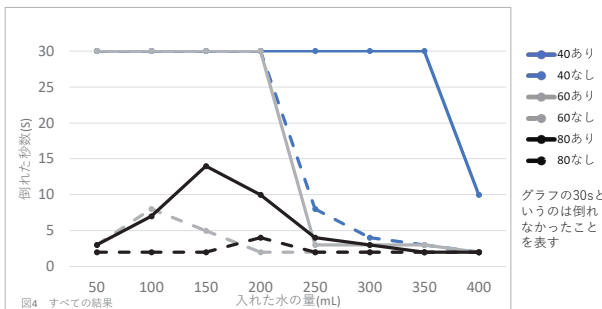
表1 装置なし

振幅(加速度)	40cm (4.0m/s ²)	60cm (6.3m/s ²)	80cm (7.2m/s ²)
水の量			
50mL	○	× 3s	× 5s
100mL	○	× 8s	× 4s
150mL	○	× 5s	× 4s
200mL	○	× 2s	× 3s
250mL	× 8s	× 2s	× 3s
300mL	× 4s	× 2s	× 2s
350mL	× 3s	× 2s	× 2s
400mL	× 2s	× 2s	× 2s

表2 装置あり

振幅(cm)	40	60	80
水の量(mL)			
50	○	○	× 3s
100	○	○	× 7s
150	○	○	× 14s
200	○	○	× 10s
250	○	× 3s	× 4s
300	○	× 3s	× 3s
350	○	× 3s	× 2s
400	× 10s	× 2s	× 2s

○→倒れなかった ×→倒れた s→倒れた時間



振幅40cm、振幅60cmの免震装置ありでは似たようなグラフの形状の結果が出た。質量が軽いほど倒れていないことがわかる。振幅40cmでの免震装置なしと振幅60cmでの振幅装置ありでの結果がほぼ同じであることから、免震装置が振幅20cm分の揺れを軽減していることが読み取れる。振幅60cmの免震装置なしと振幅80cmではグラフの形状が山なりになった。質量が少ない状態でもすぐに倒れてしまったがその後揺れに耐え、一定の質量を過ぎると倒れる時間が短くなっている。

5. 考察と検証

[2]の先行研究より、従来のゴム製免震装置の効果は装置が緩衝材として働き揺れの周期を長周期なものにすらし揺れを穏やかなものに変化させることだとわかっている。スライムを用いたミルフィーユ構造の免震装置でもこのことが再現できたと考えられる。山なりの形状になってしまった原因として、揺れだけではなく水の量を変えたことによる重心の変化だと考えた。一番倒れなかった質量が揺れに対して安定する重心だと考えた。そこで変化が現れた水の量50mL～250mLの重心を求めその後モーメントを算出した。

水の量(mL)	50	100	150	200	250
質量(kg)	0.067	0.117	0.167	0.217	0.267
重心の高さ(m)	0.055	0.044	0.042	0.045	0.005
40cmモーメント(N)	0.0147	0.0206	0.0281	0.0391	0.0534
60cmモーメント(N)	0.0240	0.0335	0.0456	0.0635	0.0868
80cmモーメント(N)	0.0265	0.0371	0.0505	0.0703	0.0961

検証した結果、重心の高さが一番低いものが150mLで0.042mとなった。結果より80cmの免震装置ありで150mLでの倒れる時間が長いと、重心が低い方が倒れにくいことがわかる。よって重心位置と倒れにくさには相関関係があると考えられる。特に振幅が小さい場合、重心位置が低い（質量が少ない）ときに効果があるということが実験結果に表れている。しかし、水は流体であるため重心も大きく変化する。振幅が増加することによってペットボトル内の水が揺れる激しさが増し、高い重心にきたポイントで倒れてしまった場合もあると考えられる。

実験では、免震装置が効果が出る範囲も分かった。

6. 展望

今回の実験では、柔らかい層と硬い層それぞれ3層を用いた。今後、層の数の変化による装置の効果の変化の有無を調べたいと思った。また、今回の実験では装置の上に載せたものが水を入れたペットボトルであった。そのため、左右に揺らす際、中の水も揺れており重心がずれていた。中の水がどの程度揺れたら倒れているのかも検証したい。また、流体だと様々なパターンがあるため大きさが同じで質量が異なる個体のもので調べたい。

7. 参考文献

- [1]Makris,Nicos. Seismic isolation : Early history. Earthquake engineering & structural dynamics,2019,48,269-283
- [2]深堀美英. 免震構造の効果と免震ゴムの耐久安全設計.日本ゴム協会誌,1987,60,7,397-408
- [3]気象庁."震度と加速度". 強震観測について.
<https://www.data.jma.go.jp/eqev/data/kyoshin/kaisetsu/comp.html>
(2025.1.31閲覧)

デンプンの立体構造の違いによるセルロースナノファイバーの耐水性向上についての研究

2024年度課題研究I お茶の水女子大学附属高等学校 2 年高橋怜乃・高宮城悠乃香



1. 研究動機・背景

セルロースナノファイバー (CNF) とは、植物の細胞壁に含まれるセルロース繊維をナノレベルまで微細化したものである。セルロースをTEMPO触媒酸化によってナノ分散化させたものをTEMPO触媒酸化CNF (TCNF) という。

CNFの性質には主に以下のものがある。

- ・高強度
- ・軽量
- ・生分解性がある
- ・低熱膨張
- ・親水性



CNFは環境に優しく、軽量かつ強度の高い(鋼鉄の約5分の1の軽さで約5倍の強度)素材なので、プラスチックの代替品としての可能性を秘めている。しかし、耐水性が極めて低いため、水がある環境で使われることも多いプラスチックを代替するのは、現時点では厳しい。そこで、CNFの耐水性の低さを克服すれば、プラスチック代替素材に近づくと考えた。先行研究(Soni Raghav, 2021)より、TCNFとデンプンの間にヘミアセタール構造が形成され、複合膜において耐水性が向上すること、複合させるデンプンの種類によって耐水性の向上に差が生じることがわかっている。私たちは、効率的にCNFの耐水性向上の研究が進むべく、耐水性の向上に寄与するデンプンの特徴を研究したいと考えた。

2. 仮説

デンプンの立体構造によってTCNFとデンプン間でのヘミアセタール構造の作りやすさに差が生じ、耐水性の向上率が異なるのではないかと

TCNFにアルデヒド基(-CHO)が含まれているので、ヘミアセタール構造を形成するために、反応相手の糖にはヒドロキシ基(-OH)が必要である。より多くのヘミアセタール構造を形成するために、ヒドロキシ基の数が多き多糖類が適していると考えた。また、糖の構造(直鎖状・側鎖状・分枝状)によって反応の起こりやすさが変化すると考えた。



図1に示すように、直鎖状・側鎖状・分枝状の中では、直鎖状の立体構造が最も単純で、均一にグルコースが配置しているため、反応が起こりやすく、ヘミアセタール構造を形成しやすいと考えた。

直鎖状の多糖類がTCNFとヘミアセタール構造を作りやすいのではないかと

3. 実験方法

3.1. 作製方法

本実験では直鎖状の糖として、片栗粉(アミロース約30%、アミロペクチン約70%)を、側鎖状の糖として、もち粉(アミロペクチン100%)を用いた。CNFに対し重量比0%、20%、60%、100%の粉末状の糖を、1%TCNF水分散液に入れ、片栗粉との混合液それぞれをK-0、K-0.4、K-0.6、K-1、もち粉との混合液それぞれをM-0、M-0.2、M-0.6、M-1と名付けた。その後マグネティックスターラーで攪拌及び脱泡したものをシャーレに流し込み、100℃のオーブンでフィルムになるまで加熱した。フィルムの乾燥前重量は20.0gに揃えた。

3.2. 評価方法

作製したフィルム(以下、複合膜)を3.0cm×1.0cmに切り出し、約15分間精製水に浸した。軽く水分を拭き取ってクリップに挟み、クリップに引っ掛けた力センサを、複合膜がちぎれるまで引っ張り続けた。測定開始からちぎれるまでの間で最も大きい値を結果の値とした。評価実験は二度行い、その平均値を結果とした。

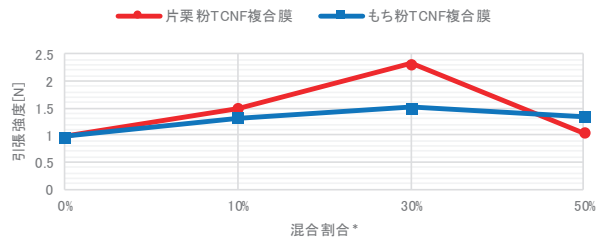
4. 結果

表1 TCNF片栗粉複合膜各群の湿潤引張強度

	CNF:片栗粉重量比	湿潤引張強度[N]
K-0	1:0	0.975
K-0.2	1:0.2	1.495
K-0.6	1:0.6	2.330
K-1	1:1	1.045

表2 TCNFもち粉複合膜各群の湿潤引張強度

	CNF:もち粉重量比	湿潤引張強度[N]
M-0	1:0	0.975
M-0.2	1:0.2	1.315
M-0.6	1:0.6	1.515
M-1	1:1	1.355



* 溶液(TCNF水分散液+デンプン)に対するデンプンの割合

図2 複合割合別湿潤引張強度

デンプンと複合してフィルム化することでの耐水性の向上

表1、表2から、TCNFフィルムは片栗粉、もち粉のどちらでも複合膜の湿潤引張強度が高かった。

片栗粉との複合膜が最も高い強度を示した

片栗粉及びもち粉いずれにおいても、CNF重量に対して60%で粉末を入れたフィルムが最も湿潤引張強度が高かった。さらに、もち粉60%複合膜よりも片栗粉60%複合膜の方が、湿潤引張強度が約1.5倍高かった。

5. 考察

CNFのみ含んだフィルムは耐水性が低く、デンプンも一般に耐水性を有しないことが知られている。したがって、複合膜においてCNFの割合が高い場合には、CNFの耐水性の低さに起因して湿潤引張強度が低下し、デンプンの割合が高い場合には、デンプンの耐水性の低さにより湿潤引張強度が低下すると考えられる。



図3(A) アミロースの立体構造

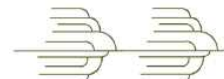


図3(B) アミロペクチンの立体構造

●: グルコース

さらに、片栗粉ともち粉の強度に差が生じた理由に、以下の3つが考えられる。

①図3(A)に示すように、片栗粉に含まれているアミロースは直鎖状の部分が多いので、TCNFとグルコースが均一に結合できる箇所が多いと考えられる。一方、アミロペクチンは枝分かれが多く、直鎖状の部分が少ないので立体的にかさばり、TCNFとのヘミアセタール構造が不均一に形成されたと考えられる。

②①に加えて、アミロース(概算分子量 $10^4 \sim 10^6$)は直鎖状であるのに対し、アミロペクチン(概算分子量 $10^4 \sim 10^6$)は側鎖状であるため、アミロースに比べて分子サイズが大きく、枝分かれが多いため分子同士が絡まりやすく、アミロペクチンが複雑に絡み合った状態では均一にヘミアセタール構造を形成しにくいと考えられる。

③アミロースの直鎖では分子内水素結合により、らせん状となる(図3(A))。アミロペクチンはクラスターと呼ばれる単位がタンデム状(直列)に連結したタンデムクラスター構造をとる(図3(B)) (鈴木龍一郎、鈴木英治、2021)。アミロースおよびアミロペクチンは水を加えると、水分子を吸着し膨潤する(山田博、1987)。

規則的な構造のアミロースは、加熱時に水分子を手放ししやすいのに対して、アミロペクチンは多数ある枝分かれの隙間に水分子が入り込み、加熱しても水分子を手放しにくい。そのため、強度の低い複合膜になったと考えられる。

直鎖が長いデンプンの方が均一に結合でき、直鎖状のデンプンとの複合膜の方がより耐水性が高くなると考えられる

6. 今後の展望

・アミロースを含むデンプンとして片栗粉を用いたが、アミロースとアミロペクチンの割合がおおよそ3:7と、アミロースが少ない。更なる実験ではアミロースのみを含む粉末を用いたい。

・CNFとデンプンの重量比について、本実験よりもデンプンの比率を高くしたり、比率の間隔をさらに細かくしたりすることで、複合膜の湿潤引張強度が最大となる最適比率を模索したい。

7. 参考文献

- ・Raghav Soni(2021) "Studies on Cellulose Nanofiber Reinforced Starch Films with Water Durability and Marine Degradability", Doctoral Dissertation, Osaka University.
- ・山田博「デンプンの老化と変性」1987, 41巻, 2号, p.133-141.
- ・鈴木龍一郎、鈴木英治「多糖の分岐を考える～澱粉構造と枝作り酵素の研究から～」Glycoforum 2021/6/1. <https://www.glycoforum.jp/article/24A7J.html> 2021/2/10(閲覧).
- ・aico 独立行政法人 農畜産業振興機構「でん粉を基盤とした高強度・耐生分解・徐干性・平山性・デンプンとセルロースからなる高強度・高耐水性の海洋生分解性複合シート」TECHNO NET, 2020/7, No.580, p.6-9.
- ・星野泰也、改訂版フタサイエンス生物図鑑、朝研出版株式会社, 2024/2/1, 32p.

8. 謝辞

東京大学大学院農学生命科学研究科 生物材料科学専攻 磯貝明教授には、フィールドワークに同った2024年5月から幾度となく大変貴重なご助言を賜りました。また、日本製紙株式会社にはTEMPO触媒酸化CNF1%水分散液1kgをご提供いただきました。磯貝明教授、並びに日本製紙株式会社により御礼申し上げます。

居心地の良い空間を作る

2024年度課題研究I お茶の水女子大学附属高等学校2年 石井伶

テーマ設定の理由

色は人間の感情に直接影響し、それは心理や行動に現れる。私たちは多くの時間を室内で過ごすため、空間デザインによる影響を多く受けていると思い、興味を抱いたため。

仮説

色彩心理と居心地の良い空間には関係性があるのではないかと。刺激の少ない、明度が高い色・彩度が低い色のほうが良いのではないかと。リラックスできる緑系や温かみを感じられる黄色系や木が良いのではないだろうか。

研究方法

先行研究や色彩心理学等の文献調査。
過去5年分のJID AWARDの受賞作品を用いたインテリアデザインの考察。

JID AWARD：公益社団法人日本インテリアデザイナー協会（JID）が開催する、インテリアデザインに関する優れた作品や業績を表彰するもの。この研究では、インテリアスペース部門の受賞作品を用いる。

文献調査

色彩の概要

- ・色相(hue)：赤、青、緑といった色味の違い
主に、マンセル色相環（図2）を用いて表す。
赤(R)、黄(Y)、緑(G)、青(B)、紫(P)の基本5色相と中間色相のYR、GY、BG、PB、RPを合わせた10色をそれぞれ10段階で表す。
- ・明度(value)：色の明るさ
高い(上)ほど白に近く、低い(下)ほど黒に近い
- ・彩度(saturation)：色の鮮やかさ
高い(中心)ほど鮮やかで、低い(外側)ほどくすんでいる

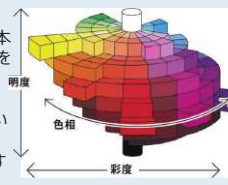


図1

色彩心理について

- ・色彩心理学とは
色を通して人間の心理を研究する学問。
色彩は神経や感情、感覚などに影響を与える。

色の効果（例）

- 赤：強さ、情熱、興奮
- 橙：暖かさ、明るさ
- 黄：元気、明るさ
- 青：誠実、冷静
- 緑：落ち着き、調和、安らぎ
- 紫：高貴、神秘的
- 茶：自然、温もり、安心
- 白：純粋、清潔
- 黒：力強さ、高級感
- 灰色：落ち着き、中立

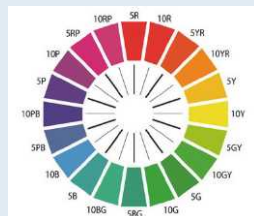


図2

- 木材：温かみ、目に優しい
主にY系、YR系に分類される。

壁紙として多く用いられているベース色（壁紙カタログより）

- ・色相（図2参照）
Y系 34% YR系 26% N系（無彩色）19%
- ・明度
9以上 35% 8～8.5 21%
- ・彩度
1～2 58% 3～4 15%

参考書籍・論文・レポート

- ・色の基礎知識 ロックペイント株式会社 <https://www.rockpaint.co.jp/architecture/colors/knowledge.html> 参照日2025年1月31日
- ・【色の表示】マンセル表色系とは！？ 東日印刷株式会社 <https://tonichi-printing.co.jp/tonichi-ch/technology/munsell-color-system.html> 参照日2025年1月31日
- ・武蔵野美術大学 造形ファイル 武蔵野美術大学による、美術とデザインの「素材・道具・技法」に関する情報提供サイト <https://zokeifile.musabi.ac.jp/> 参照日2025年1月31日
- ・色彩心理学で人生を豊かに！人にさまざまな影響を与える色の意味と効果 N-Academy <https://www.n-academy.jp/pre/2025/01/09/> 参照日2025年1月31日
- ・庄 怡、阿部 楓子、山本 早里 「室内空間の雰囲気に適した壁紙 - 壁紙の色と模様による心理効果の実験 -」『日本色彩学会誌 第43巻 第3号』 参照日2025年1月31日
- ・Color Picker online Image Color Picker <https://imagecolorpicker.com/> 参照日2025年1月31日
- ・The Color Search Engine easy RGB <https://www.easyrgb.com/en/match.php> 参照日2025年1月31日
- ・公益社団法人日本インテリアデザイナー協会 | JID 公益社団法人日本インテリアデザイナー協会 <https://jid.or.jp/> 参照日2025年1月31日

JID AWARD受賞作品

2020年から2024年の5年間のJID AWARD インテリアスペース部門受賞作品のうち、居住スペースやオフィスなど、34作品を用いて、床や壁等の部屋の大部分を占めている色に着目した。画像から色を抽出してsRGB値で表し、その数値を用いてマンセル表記に直し、その色相にのみ焦点を当てた。なお、画像を用いているため、照明の色や陰影によって実際と見え方が異なっている場合が考えられる。また、メインの色調が2色あるものについては、2色とも色相を調べた。

34作品のうち、53%にあたる18作品にN系、50%にあたる17作品にYR系、24%にあたる8作品にY系の色が使われていた。このY系、YR系の色はすべて木材であり、25作品に木材が使用されていた。ほかにも、PB系、B系、GY系、BG系の色が1作品ずつ使われていた。N系のうち、灰色・白色が多く使われており、黒色は比較的少なかった。また、ワンポイントなどでは、G系やB系等の寒色系が使われている傾向にあった。



sRGB値からマンセル表記への変換

考察

- ・高い評価を得ているインテリアスペースにおける色彩の色相は、実際によく壁紙として使われている色彩の色相と似た傾向が見られた。
- ・多く用いられたN系（無彩色）は視覚的な刺激が小さく、また中立的や清潔感といった役割を持つため、他の色を引き立てたり、空間的な落ち着きを生む効果があると考えられる。
- ・N系と同様に多く用いられたY系、YR系は温かみや安心感を与える色であり、またJID AWARD受賞作品に多く用いられていた木材は、目に優しく、温もりを与える。そのため、空間全体の温かみなどをもたしていると考えられる。
- ・GY系やBG系といった寒色の使用も見られた。それらの色は部分的に使われていることが多く、主に冷静、調和、安らぎ等の役割を持つため、空間のバランスをとる効果があるのではないかと考える。
- ・N系や木材の色といった彩度の低い色や、N系のうち白や灰色といった明度の高い色が多く使われており、それらの色は視覚的な刺激が少なく、空間に広がりを感じさせる。

結論

以上のことから、快適で居心地の良い空間を作るためには、視覚的な刺激の小さい明度が高い色や彩度が低い色といった色相を基調とすることが有効であると考えられる。また、N系の色や木材を用いることも有効であると考えられる。そして、GY系やBG系といった寒色を適度に用いることで、より快適な環境を作ることができると考えられる。

今後の展望・感想

- ・この研究において、居心地の良い空間について基調の色彩に焦点を当てて考えた。しかし、空間には様々な色が使われている。そのため、複数の色の組み合わせに着目して、今後考えていきたい。
- ・木材が多くの建築に用いられていたが、木材が私たちに居心地の良さを与える要素として、色、におい、自然素材としての存在などの要素が、特に影響を与えているのかを考えていきたい。
- ・居心地の良さはそれぞれの人の感覚によるものであるため、アンケートを取ることでより人々の感じ方に寄り添ったものにしていきたいと思う。

酵素を用いた豚肉のテクスチャー向上の検討 ー果実廃棄部に着目してー

2024年度課題研究Ⅰ お茶の水女子大学附属高等学校2年 大川紗希 長尾明音

動機

近年、大量の食品廃棄による食品ロスが問題となっており果物は規格外という理由だけで処分されている。私たちは果物の酵素に注目し、廃棄部から得られる酵素を何かに活用したいと考えた。そこで、パイナップルの酵素が豚肉をやわらかくするという事を知り、廃棄部も同じように活用できないかと思い、研究を進めた。

目的

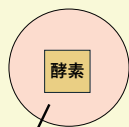
パイナップルの部位による酵素活性の強さの違いが豚肉のやわらかさの違いに与える影響を明らかにし、廃棄部の活用への示唆を得ること。

仮説

パイナップルの皮や芯にも実と同程度の酵素活性があり、その酵素は豚肉をやわらかくする作用がある。パイナップルの廃棄部は実の代用として活用できるのではないか。

実験①

パイナップルを実、芯、皮に分けそれぞれの酵素活性を比較する実験を行った。
固めたゼラチン（タンパク質）を基質とし、その上にこした果物の部位ごとの溶液をのせてゼラチンが溶け出す量を比べた。



酵素：こした果物の溶液
基質：染色したゼラチン（タンパク質）

ゼラチン（基質）

実験方法

- 1.食紅を入れたゼラチンを作った。
- 2.カップに10mlずつとりわけた。
- 3.冷蔵庫で70分冷やし、これを基質とした。
- 4.パイナップルの実、皮、芯、をすりおろした。
- 5.茶こしでこした。
- 6.ろ紙を2cm×2mに3枚ずつ重ねた。
- 7.6を溶液に浸し、ゼラチンの上に30分置いた。



図1

結果

	溶けた ゼラチン量 (g)
実	0.26
芯	0.26
皮	0.20
水 (対照)	0.00

表1

酵素活性 実=芯>皮

考察

パイナップルの廃棄部である芯には実と同程度の酵素活性がある。また、皮には実、芯ほどではないが酵素活性がある。

実験②

パイナップルの実、芯、皮における酵素がそれぞれ食肉のやわらかさにどう影響するのかを物性測定器を用いて計測する実験を行った。

実験方法

- 1.パイナップルを実、芯、皮に分け、すりおろした。
 - 2.厚さ10mmの豚肉を縦20mm、横30mmに切った。
 - 3.2を30分間冷蔵庫で1に漬けた。
 - 4.肉を取り出し、片栗粉をまぶした。
 - 5.一面90秒ずつフライパン表面温度170度で焼いた。
 - 6.物性測定器を用いてやわらかさを測定した。
- ※破断応力と破断エネルギーの結果に着目した。
破断応力：強度の度合い、破断前に必要な力
破断エネルギー：破断するまでに加えられる総エネルギー



図2

卓上型物性測定器 TPU-2D/2DL
ロードセル：200N
プランジャー：ディスク形
W13×30° (圧力面積30mm²)
圧縮速度：1.0mm/秒
圧縮ひずみ率：～99%



図3

結果

	破断応力の 平均値 ($\times 10^5 \text{ N/m}^2$)	破断エネルギーの 平均値 ($\times 10^5 \text{ J/m}^3$)
実	7.71	1.71
芯	7.20	2.22
皮	8.50	2.80
なし	13.93	3.68

表2

破断応力 芯<実<皮<なし

破断エネルギー 実<芯<皮<なし

考察

破断応力は実、芯、皮の順に大きく、破断エネルギーは実、芯、皮の順に大きくなっている。破断応力、破断エネルギー共に酵素なしの値が低くなっている。

実験③

実験②と同じ条件で用意した試料を無作為に選んだ生徒5人に食べてもらい官能評価を行った。また、官能評価をもとにそれぞれの観点について実、芯、皮、なしを4点満点で点数化した。

官能評価の方法

以下4つの観点で
官能評価を行った。

- ・やわらかさ
- ・線維感
- ・多汁性
- ・舌触り



図4

結果

パイナップル酵素	やわらかさの平均点
実	2.6
芯	2.4
皮	2.8
なし	2.2

※点数が高いほどやわらかく、好ましい

表3

パイナップル酵素	線維感の平均点
実	2.2
芯	2.6
皮	2.2
なし	3.0

※点数が高いほど線維感を感じ、好ましくない

表4

パイナップル酵素	多汁性の平均点
実	2.6
芯	3.0
皮	3.2
なし	1.2

※点数が高いほど多汁性があり、好ましい

表5

考察

酵素なしの肉について、やわらかさと多汁性の点数が低く線維感の点数が高いことから、酵素なしの肉はパイナップル酵素に漬けた豚肉に比べて硬さがある。

総合考察

- パイナップルの廃棄部である芯と皮にはタンパク質分解酵素が含まれており豚肉をやわらかくする作用があるため、調理の際にパイナップルの実の代用として、捨ててしまう芯や皮が活用できる。
- 実験①と実験②の結果から、パイナップルの部位に関わらず、酵素に漬けた豚肉は漬けなかった豚肉よりやわらかくなる。
- 実験①と実験②の結果から、実や芯より酵素活性が弱い皮は、実や芯より豚肉のやわらかさに及ぼす影響が小さい。
- 実験②と実験③の結果から、数値的なやわらかさの評価と主観的なやわらかさの評価は関連付けられなかった。実際の感覚と数値に多少の差異がある。
- 実験①と実験③の結果から、実、芯、皮それぞれの酵素活性のちがいと、主観的なやわらかさの評価の間には関連がみられなかった。これは官能評価での観点の曖昧さや、人の感覚の個人差、実験状況の差異によるものだと考えられる。
- 実験③は実験①や②の結果をもとに考えられる結果が得られなかった。

展望

実験③において、官能評価で使用した観点は「柔らかさ、繊維感、多汁性、舌触り」の4つであり、味は重視していなかった。食べた肉の中で酸味を感じたという意見があり、味も考慮した研究を進めたい。
また、パイナップルは芯のみで売られている場合があり、従来廃棄部になる部分の活用方法も見られる。今後、食品ロス削減のために廃棄にならないような様々な活用方法を検討したい。

謝辞

東京学芸大学の星野亜由美先生にご協力いただきました。深く御礼申し上げます。

参考文献

- ・山本明友美.「和牛肉の脂肪の触感を反映する摩擦測定法の検討」.p.113-124.2021年
- ・中濱信子・大越ひろ・森高初恵.「おいしさのレオロジー」.アイ・ケイコーポレーション.2011年

香りの種類による空間への拡散力の違いについて

2024年度 課題研究Ⅰ お茶の水女子大学附属高等学校 2年 武田ひなた

【背景・先行研究】

香りは空間デザインに広く用いられ、その空間を心地よく、長く滞在したいと思わせる効果を発揮するといわれている。本研究では香りの種類によって拡散力の違いを調査し、それぞれがどのような広さの空間に適しているのかを検証する。

香りの研究では機械ではなく、人間の鼻を用いて香気を測定する嗅覚測定法が広く用いられている。本研究では香りの拡散に着目し、被験者が香りを感じた時間を記録した。

【目的・仮説】

○目的

ローズマリー、ユーカリラジアータ、ラベンダー、オレンジの4種類の香りを対象に、空間内での拡散速度や広がり方を数値化・比較する。

○仮説

分子量が小さいほど空気の流れによって拡散しやすいのではないかと。それぞれの香りの主成分となる物質の分子量を以下の表1にまとめた。

【表1】

香り	香りの主成分	分子量
ローズマリー	ロスマリン酸	360.31
ユーカリラジアータ	1,8-シネオール	154.25
ラベンダー	リナロール	154.25
オレンジ	リモネン	136.24

よって拡散力が低い順に並べると

ローズマリー<ラベンダー・ユーカリラジアータ<オレンジとなると考えられる。

【調査方法】

○使用材料

- ・アロマスティック(各15cm×3本)
- ・エッセンシャルオイル各10滴
(ローズマリー、ユーカリラジアータ、ラベンダー、オレンジ)
- ・ストップウォッチ

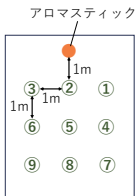
○室内環境

温度22.7℃～24.0℃
湿度41%～47%

○手順

1. 空調機器や換気扇を止め、空気の流れを最小限に抑える
2. エッセンシャルオイルを染み込ませたアロマスティックを部屋前方中央に置き(蓋をしておく)、被験者に右図のように着席してもらう
3. 蓋を外した瞬間から計測をはじめ、被験者が香りを感じ取った時間を記録
4. 換気を十分に行った後次の香りを計測する

1～4の手順を各香りで2回ずつ、計8回実験を行った。



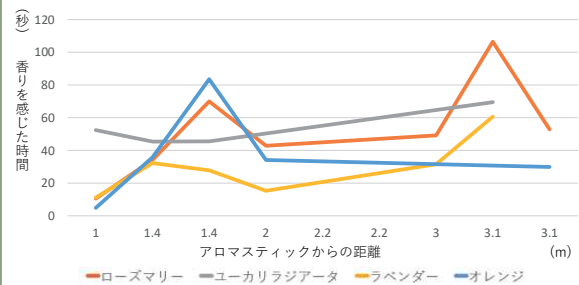
【結果】

測定データの平均値を以下の表2とグラフに表した。なお、測定開始から2分以内で感じ取らなかった場合、測定不能として処理した。測定不能のデータはグラフに反映していない。

【表2】

位置	距離[m]	ローズマリー	ユーカリラジアータ	ラベンダー	オレンジ
②	1	10.54	52.43	11.16	4.845
①	1.4	34.1	45.38	32.24	35.755
③	1.4	70.01	45.5	27.785	83.53
⑤	2	42.8	測定不能	15.32	34.16
④	2.2	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能
⑥	2.2	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能
⑧	3	49.15	測定不能	31.515	測定不能
⑦	3.1	106.44	69.485	60.625	測定不能
⑨	3.1	52.85	測定不能	測定不能	29.865

【グラフ】



【考察】

○香りごとの考察

香りごとの特徴と考察を以下の表3にまとめた。

【表3】

香り	特徴	考察
ローズマリー	・最初から拡散速度が遅く、特に3.1mで106.44秒と大きく遅れている ・急激に反応時間が増加する傾向がみられる	拡散速度は遅く、不安定な拡散の仕方
ユーカリラジアータ	・近距離(1m, 1.4m)での拡散が見られるものの、2m以降ではほとんど感知されていない ・近距離でも他の香りより時間がかかっている	拡散速度は遅く、一定の距離までしか拡散しない
ラベンダー	・1mで11.16秒、1.4mで32.24秒、3mで31.52秒と、距離が増加しても反応時間が大きく変化しない ・グラフの線が滑らかで極端な変動が少ない	一定の速度で均一に拡散する
オレンジ	・1mでは4.85秒、1.4mでも35.76秒で感知され、最も早い時間で感知されている ・2m以降では測定不能が多い	拡散速度は速いが、近距離までしか拡散しない

○嗅覚測定法について

本実験では嗅覚測定法を採用し、被験者が香りを感じたタイミングで手を挙げる方法を設定した。この方法は簡便で実施しやすい一方、次のような弱点があり、結果に誤差を生じさせた可能性がある。
まず被験者ごとの嗅覚感度には個人差があり、感知するタイミングが異なるため、データのばらつきにつながったと考えられる。また、香りを「弱い段階で感じた」と判断するか、「明確に感じた」と判断するかは被験者の主観に依存しており、測定基準が統一されていなかった点も課題である。加えて、被験者は繰り返し嗅覚を使うことで慣れ(嗅覚疲労)を起こし、後半の香りの感知が遅れた可能性もある。

○環境要因と実験条件

本実験では部屋の環境要因(温度、湿度、空気の流れ)を完全に制御できず、一定の条件下で実験を行うことができなかった。これらが拡散速度に影響を与えた可能性がある。
特に空気の流れが香り分子の移動を左右し、測定不能や局所的な拡散による結果のばらつきを生んだと考えられる。

以上から、拡散の仕方は香りによって様々であり、アロマスティックからの距離と香りを感じた秒数だけでは拡散力の優劣はつけられなかった。香りの拡散力は単純に分子量だけで決まるのではなく、香り分子の化学的特性や部屋の空気の流れ、湿度といった環境要因が大きく影響していることが示唆された。

【課題・展望】

○課題

1. 実験室内の温度や湿度をできるだけ統一して行う
2. 空気の流れの測定を取り入れ、環境要因を詳細に記録する

○展望

1. 香りごとの分子量だけでなく、分子構造など化学的特性をより詳しく分析する
2. ガスセンサーを用いて香りを正確に感知し記録することで、より詳細な拡散パターンを明らかにする

【参考文献】

- 1) エステー株式会社「大同大学との共同研究により、空間におけるニオイ・香りの拡がり方を検証」
https://www.stc.co.jp/news/newsrelease/2023/20230929_001974.html(参照日:2025年1月18日)
- 2) 光田恵、磯田憲生、久保博子、梁瀬度子「室内における生ごみ臭の許容レベルに関する研究」日本建築学会計画系論文集、第475号、1995年9月、35-40
- 3) 長谷川登志夫「香りと分子構造」化学と教育、71巻3号、2023年

【謝辞】

本研究を進めるにあたり丁寧な助言をしてくださった大同大学光田恵教授に深く感謝いたします。

空気遠近法を数値で表す方法の検討

2024年度課題研究Ⅰ お茶の水女子大学附属高等学校2年 谷瑞穂

1. テーマ設定の理由

錯視について先行研究を調査していた際、「遠景に向かうほど対象物が青みがかって見え、また輪郭線が不明瞭になる」という空気遠近法について知った。これを数値で表すことができれば、デジタル上での絵画やイラストなどへの汎用性が高まると思い、テーマを設定した。

2. 仮説①

色を数値で表す方法としてHSV表色系、RGB表色系が多く用いられているため、これらを組み合わせることによって遠近感の数値化が図れると思う。

* HSV表色系: 色相(Hue) 彩度(Saturation) 明度(Value)の三つの成分で色を表現する方法

* RGB表色系: 赤、緑、青の三色を用いて色を表現する方法

3. 研究方法①

表色系、空気遠近法についての先行研究の調査後、空気遠近法を数値化するのに適した表色系を検討した。

4. 研究結果①

RGB	xyz	NCS	PCCS
混色系 赤、緑、青の三色を原色とする 三色の量の違いで色の違いが出る	混色系 座標上に表された色度図からXやY、Zの値を組み合わせて表す	顕色系 白み量+黒み量+色み量=100%となる	顕色系 色相とトーン(明度と彩度を融合)により色を表す



混色系・・・複数の色を混ぜて表現 顕色系・・・彩度、明度、色相の色の三要素を用いて表現
画像左・・・RGBとCMYKってなに？意味や変換方法など基本を徹底解説！ <https://www.profuture.co.jp/nk/column/41926>
画像右から3点・・・DICカラーデザイン研究所 HP <https://www.dic-color.com/>

5. 考察①

空気遠近法が青み、輪郭に着目した技法であるので、「青み」が検出できる表色系を用いるべき。するとRGBとxyzに絞られるが、より単純に「青み」だけを検出しそこについて検証できることを重視するとRGB表色系が適していると考えた。RGB表色系を用いると、RやGの値にかかわらずBの値の差によって数値化が検討できる。RGB値は、三色の比ではなく量で色を表すので、Bの値の比ではなく差が重要になると考えた。

6. 研究方法②

* ピクセル数は、検討するうえで画素数が多すぎず、少なすぎない使いやすいものにするために、ピクセルサイズが10、20、25、30のものを用了。

* 空気遠近法が使われている絵画においてその効果を検証したいのではなく、実際の風景でも空気遠近法のような法則が成立しているのか調べたので、絵画やイラストではなく写真を用いた。写真1 写真2

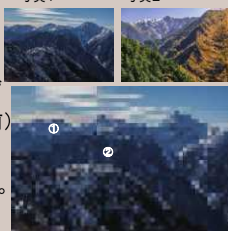
1. 写真をピクセル化

2. 右図のように遠く/近くで写真を分ける

3. ①、②それぞれの箇所から10マス分ずつ選び、RGB値を抽出(①が奥、②が手前)

4. 平均を求め、値を比較

写真1と2で、以上の工程を同様に行った。



7. 研究結果②

【写真1】

ピクセルサイズ	①奥			②手前		
	R	G	B	R	G	B
10	41	81	118	0	41	72
20	49	84	121	0	39	70
25	53	86	126	0	38	70
30	49	84	121	0	38	70
平均	48	84	122	0	39	70

【写真2】

ピクセルサイズ	①奥			②手前		
	R	G	B	R	G	B
10	102	108	150	80	89	90
20	96	96	112	62	75	87
25	97	97	111	80	94	103
30	98	101	144	78	92	86
平均	98	101	129	75	88	92

* 平均は四捨五入して整数で求めた。

8. 考察②

* 【写真1】と【写真2】を比較する。前提として、研究内容①より、RGB表色系は三色の色の割合ではなく色量によって色を表すので、数値の割合の比較ではなく差を比較した。

上の結果より、写真1、2の①と②のいずれも、R、G、Bの値の大小関係が、概ねR<G<Bとなったことがわかる。さらに、①と②を比較すると、写真1と2のいずれも①のほうがBの値が大きくなっていることが分かる。よって、空気遠近法の定義にある通り、RGB値で表したとき、遠くのものほど青の量が多くなっていることが示された。したがって、今回用いた写真では、実際の風景においても空気遠近法が成立すると考えられる。

さらに、赤と緑の大小関係について考える。色相環(右図)を見ると、赤はおおよそ青の反対色、緑は赤よりも青に近い色であることがわかる。(色相環では、円の反対側にある色どうしが反対色とされている。)

したがって、より青に近い色である緑の値のほうが、赤の値よりも大きい傾向にあると考えられる。



DICカラーデザイン研究所 HP <https://www.dic-color.com/>

9. 結論

RGB表色系を用い、画像の色について分析することで、実際の風景において空気遠近法が成立するかどうかを数値を用いて検討することができる。

10. 今後の展望

・「ピクセル化、色の抽出、平均計算」までを組み込めるプログラムなどで効率化、データ数を増やしたうえでの数値化の検討を行う

・可能なすべての表色系で空気遠近法の数値化の検討をすることでより精度の高い数値化を図る

・表色系以外(波長など)の別の手段で数値化する方法の模索

・空気遠近法が用いられている場面での空気遠近法の効果の検証

11. 参考文献

- ・DICカラーデザイン研究所 HP <https://www.dic-color.com/> (最終閲覧日 2024/10/18)
- ・Tetsuya Ito Photography- Go Photo Trekking! - <https://tetsuyaito.jimdofree.com/> (最終閲覧日 2024/10/25)
- ・オンラインで画像ファイルをピクセル化する<https://www.luxa.org/ja/image/pixelate> (最終閲覧日 2025/1/4)
- ・画像から色を取得するツールhttps://www.peko-step.com/tool/getcolor.html#google_vignette (最終閲覧日 2025/1/4)
- ・MAU造形ファイル 空気遠近法 <https://zokeifile.musabi.ac.jp/%e7%a9%ba%e6%b0%97%e9%81%a0%e8%bf%91%e6%b3%95/> (最終閲覧日 2024/5/28)

敷地を有効活用したライフスタイルに合った家づくり

2024年度課題研究I お茶の水女子大学附属高等学校2年 豊田瑠璃

テーマ設定の理由

元々建築デザインに興味があり、「暮らしやすい家」とはどのような家なのかを調べたいと思ったから。また将来建築デザイン系の仕事をしたいと考えているため、研究を通して基礎知識などを身に付けたいと思ったから。

仮説

採光や通風とユニバーサルデザインが住む人のライフスタイルに合うことが暮らしやすい家の条件なのではないか。

研究方法

- ①人が暮らしやすいと感じる家の要因について文献調査を行い、限られた敷地でどう実現させるか検討する。
- ②通風・採光・ユニバーサルデザインの3つの観点で「暮らしやすい家」の条件を検討する。
- ③研究①及び②をまとめ、「暮らしやすい家」の間取りを提案する。

文献調査

【研究①】暮らしやすいと感じる要因

- ・生活動線と間取り
 - ・快適な室内環境
 - ・ライフスタイルに合った設計
 - ・ユニバーサルデザインを適用した設備
- ⇒限られた敷地の中で「2階建て」「光と風を感じる吹き抜けのある空間」「暮らしにフィットしたデザイン」を実現させる。

【研究②】通風・採光・ユニバーサルデザイン

採光・通風

- ・リビングやダイニングに大きな窓を配置
- ⇒昼間の自然光を取り入れやすくする。
- ・採光窓の設置
- ⇒吹き抜け空間の実現。

ユニバーサルデザイン

- ・階段に手すりを設置し、昇降が楽にできるようにする。
- ・玄関は段差をなくし、広めのドアでベビーカーでも出入りをしやすくする。
- ・風呂やトイレは空間を広くし、手すりを配置する。

【家の条件】

- ・2階建て
- ・家族構成：父・母・子供2人（2歳・8歳）
- ・敷地面積：100m²（約30坪）
- ・間取り：6LDK

リビング：8畳(27.87 m²)（内キッチン4.5畳(6.98 m²)）
ダイニング：5.5畳(8.53 m²)
寝室：8畳(12.4 m²)
子供部屋：6畳(9.29 m²)×2
バスルーム：2畳(3.11 m²)
トイレ：1畳(1.55 m²)×2
ロフト収納：10畳(15.47 m²)
玄関：3畳(4.63 m²)

【研究③】実際に間取りを提案する

これらの条件を踏まえ、間取りを作成するために「間取りTouch+」というアプリを使用した。アプリの機能に限界があるため、面積や詳細な寸法が十分に反映されていないが、配置については理想的な形で実現することができた。しかし、平面図である以上、窓や天井のデザインについては図に反映することができていないため、これらの部分に関しては実際の設計で調整が必要になる。また、アプリの制約により、立体的な構想や外観のデザインについても表現が難しかったが、基本的な間取りとしては納得のいくものが作成できた。



【1階】

- ・**玄関**
段差をなくし、スロープを設置。広めのドアで出入りがしやすい。
- ・**子供部屋**
1階に2部屋の子供部屋。間仕切りを使って、将来の柔軟な活用を可能に。
- ・**風呂・洗面所・トイレ**
広さや手すりにも配慮。

【2階】

- ・**寝室**：広い寝室。動線を広く取る。
- ・**リビング**：階段を上ったすぐに広い吹き抜けのリビング。左右に大きな窓を配置し、自然光をたっぷり取り入れる。リビングからベランダへの出入口も設置。
- ・**ダイニング**：リビングの隣に広めのダイニング。家族が集まりやすい空間。
- ・**キッチン**：オープンキッチンでリビング・ダイニングと繋がり、コミュニケーションが取りやすい配置。
- ・**トイレ**：2階にもトイレを配置。広さや手すりにも配慮。

考察

今回は主に通風・採光・ユニバーサルデザインの観点から「暮らしやすい家」の設計を行った。今後は、スマートホーム技術や環境に優しい素材を取り入れた住宅設計が進み、さらに快適で持続可能な住まいが求められてくると考える。また、子供の成長や家主の高齢化に対応できる柔軟な家づくりが重要であり、将来的には、部屋の使い方を変えやすい間取りや、ライフステージに応じて調整可能な設備が求められると考える。

今後の展望・感想

今後の展望として、研究をさらに広げて内装だけでなく外装にもこだわりたいと思っている。特に、環境に配慮した素材やエネルギー効率の良い外壁デザインを取り入れ、持続可能な住宅設計を実現したい。例えば、断熱性の高い外装や、自然光を最大限に取り入れる窓の配置を工夫することで、省エネルギー性を高めることができる。また、外装デザインは地域性や住人のライフスタイルに合わせて調和させ、スマートホーム技術を活用して温度調整や照明の自動化を進め、快適でエネルギー効率の良い家作りを目指していきたい。

参考書籍・論文・レポート

採光や風通しが良い家のメリットやデメリットは | イエロビ(2025/1/30)

「間取りTouch+」(2025/1/30) 間取りTouch+
小さな家の間取り解剖図巻 本間至著 (2025/1/30)

年収から買うことができる地震に強い家の価格を知る

2024年度課題研究I お茶の水女子大学附属高等学校2年 榎井すみれ

テーマ設定の理由

もともと災害について興味があり、最近頻繁に起こっている地震に強い家について研究したいと思った。また、想像するだけでなく、現実的に数値を出して自身の対策をしたいと思ったため、このようなテーマを設定した。

仮説

年収が高い人は人口密度が高い場所の家から低い場所の家まで、その土地の大きい家を買う。年収が低い人は人口密度が高い場所の家は買えず、人口密度が低い場所の家を買うことができる。

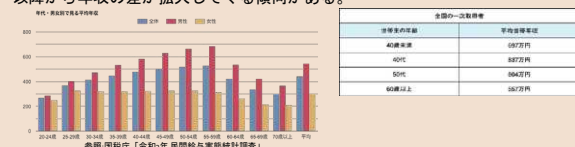
研究方法

新築、一戸建て、構造：鉄骨造(地震に強いがコストが高く光熱費を抑えにくい)、3LDK以上、を条件に不動産サイト at home と LIFULL HOME'S を使ってそれぞれの住宅の価格のおおよその相場を調べる。地域は人口密度が高い東京23区、普通の静岡、低い宮崎の3つにする。その価格をもとに $\text{平均年収} \times 25\% = \text{年間返済額(住宅ローン)}$ 、 $\text{年間返済額(住宅ローン)} \times 26\text{年} = \text{家の価格} + \text{制震に当てる費用}$ の2つの式を使って、どの年収帯の人がどの地域で住宅ローン26年+制震リフォームでどれくらいの土地面積、建物面積の家を買えるかを調べる。

文献調査

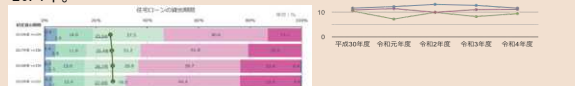
年代・男女別で見る平均年収

年齢が若いほど年収は低い値だが、次第に歳を重ねるごとに仕事の幅や責任も増え成果が認められることから、年収が増える傾向にある。また、20代は男女で大きな年収の差はないが、30代以降から年収の差が拡大してくる傾向がある。



住宅ローン貸出期間

住宅金融支援機構の2020年度住宅ローン貸出動向調査によると、住宅ローンの貸出期間(2016～2019)の平均は約26.4年。



費用相場(標準的な一戸建ての場合)

・制震(揺れを吸収する)…50～150万円

制震装置は柱の間に施工していくというシンプルなものなため、免震と比較すると簡単かつ安めに施工が可能。

導入のしやすさから各ハウスメーカーが競って新商品の開発を進めているので、性能や種類が様々。

新築時なら一棟50万円程度の追加料金で取り入れられる。

性能や設置する材料の種類などにより価格は大きく変わってくる傾向にある。

また、リフォーム工事として導入可能。ダンパーの設置費用や壁のリフォーム費用などをみとめる必要あり。

1. 内壁を剥がして制震装置を設置する場合。約70万円
2. 外壁を解体して制震設備を設置する場合。約150万円

・耐震(建物を強くする)…100～200万円

建築基準法で定められているため、どのハウスメーカーで建てる際にも、これから建てる家はすべて耐震住宅(耐震等級1)である。

耐震等級2(学校や病院などの公共施設がこのレベル)以上にしたいときには、壁の量などを増やす追加費用が発生。およそ100～200万円ほどの費用がかかる。リフォームで後から補強可能。

計算・調査

・40歳未満

$697\text{万円} \times 0.25 = 174\text{万}2500\text{円}$ $174\text{万}2500\text{円} \times 26 = 50\text{万円} = 4480\text{万}5000\text{円}$

・40代

$837\text{万円} \times 0.25 = 209\text{万}2500\text{円}$ $209\text{万}2500\text{円} \times 26 = 50\text{万円} = 5390\text{万}5000\text{円}$

・50代

$804\text{万円} \times 0.25 = 201\text{万円}$ $201\text{万円} \times 26 = 50\text{万円} = 5176\text{万円}$

・60歳以上

$557\text{万円} \times 0.25 = 139\text{万円}$ $139\text{万円} \times 26 = 50\text{万円} = 3570\text{万}5000\text{円}$

これらを参考にして、それぞれの不動産サイトにある家の土地面積、建物面積のおおよその平均を調べる。(参考件数)

参考文献

・at home. <https://www.athome.co.jp/> . (閲覧日：2025/01/31)

・LIFULL HOME'S. <https://www.homes.co.jp/> . (閲覧日：2025/01/31)

・耐震・免震・制震構造の費用を比較！メリット・デメリットは？<https://www.kenzai-naavi.com/column/column0086.php> (閲覧日：2025/01/31)

・【2024年】日本人の平均年収は？年齢・性別・職業別の平均値や年収アップの方法も解説！<https://pickcareer.xsrv.jp/income-avg/> . (閲覧日：2025/01/31)

・その年収ならどんな家に住める？(1)これが「年収別適正家賃」https://www.homes.co.jp/cont/rent/rent_00002/ . (閲覧日：2025/01/31)

・2020年度住宅ローン貸出動向調査<https://www.jhf.go.jp/files/400354669.pdf>. (閲覧日：2025/01/31)

・住宅ローンの適切な借入額と年収の目安は？失敗しない考え方を徹底解説！https://www.smbc.co.jp/kojin/money-viva/housing_loan/loan-rate/ . (閲覧日：2025/01/31)

at home

東京23区

・40歳未満 (0件)

土地面積 なし

建物面積 なし

・40代 (0件)

土地面積 なし

建物面積 なし

・50代 (0件)

土地面積 なし

建物面積 なし

・60歳以上 (0件)

土地面積 なし

建物面積 なし

静岡

・40歳未満 (5件)

土地面積 158.236m²

建物面積 96.200m²

・40代 (5件)

土地面積 120.143m²

建物面積 97.305m²

・50代 (4件)

土地面積 172.490m²

建物面積 105.380m²

・60歳以上 (1件)

土地面積 165.520m²

建物面積 89.860m²

宮崎

・40歳未満 (5件)

土地面積 189.850m²

建物面積 99.782m²

・40代 (0件)

土地面積 なし

建物面積 なし

・50代 (2件)

土地面積 162.125m²

建物面積 107.19m²

・60歳以上 (1件)

土地面積 209.435m²

建物面積 94.975m²

LIFULL HOME'S

東京23区

・40歳未満 (0件)

土地面積 なし

建物面積 なし

・40代 (0件)

土地面積 なし

建物面積 なし

・50代 (0件)

土地面積 なし

建物面積 なし

・60歳以上 (0件)

土地面積 なし

建物面積 なし

静岡

・40歳未満 (5件)

土地面積 167.774m²

建物面積 98.937m²

・40代 (4件)

土地面積 114.458m²

建物面積 97.565m²

・50代 (5件)

土地面積 180.508m²

建物面積 99.033m²

・60歳以上 (0件)

土地面積 なし

建物面積 なし

宮崎

・40歳未満 (3件)

土地面積 206.822m²

建物面積 92.478m²

・40代 (5件)

土地面積 169.170m²

建物面積 101.528m²

・50代 (3件)

土地面積 168.338m²

建物面積 106.885m²

・60歳以上 (3件)

土地面積 204.825m²

建物面積 101.428m²

考察

at home と LIFULL HOME'S で価格調査を行なったが、東京23区の家を今回の条件では全国の平均年収で買えないことがわかった。また、静岡でも60歳以上の平均年収ではローンを立てて買うのは難しいため、60歳以上で今回の条件のような家を買うならば、よほど人口密度が低いところに行かなければならない。だが、40代の人が宮崎の家を買うのを調べたとき0件になったのは、高い値段で売っている家がもうその地域にはなかったということだ。土地面積と建物面積を調べると、買える値段は40代の方が年収があるのに50代の方が土地面積や建物面積が大きいときが分かったため、土地面積、建物面積に関してはあまり影響してないのかと思った。その理由は面積よりも、駅から近いかなどの交通面など暮らしやすいかどうかのポイントになったのだと考える。良い条件の家を買うときの年齢は大体40、50代のときが良い。

今後の展望・感想

災害と研究を繋げたテーマを作りたいと思った後のテーマ設定までの時間が長くなりすぎたため、研究の時間配分があまりできなかったことが反省点だ。また、数値化しにくく、どうやって数値化するのかわかるのが大変だった。今回のテーマで東京23区が全国の平均年収では買えないことがわかったため、どうしたら、地震対策をしつつ東京23区の家を買えるのか、その研究を今後したい。

2024年度 課題研究I お茶の水女子大学附属高等学校2年 赤澤凜

シリコン系の太陽電池が普及する中、有機系の観点から「色素増感太陽電池 (Dye Sensitized Solar Cell: 以下、DSSCと略す)」の開発が進んでいる。

しかし、発電効率や長期安定性に課題が見られる。DSSCは英名の通り「染料」を利用した電池だが「染料」より耐候性の強い「顔料」を利用しないのかと疑問に感じた。以上のごときより、DSSCの「染料」を「顔料」で代替できないかを考えた。

(左) シリコン系太陽電池

(右) 色素増感太陽電池

被写体が映えるスマホ写真の構図とは

2024年度 課題研究Ⅰ お茶の水女子大学附属高等学校2年 荒川実和子

1. 【研究の動機】

現代では、スマートフォンで写真を撮ることが多い。被写体が映えるような写真を撮ることで、自分の感じたことが強く伝えられるようになり、見た人を惹きつける写真が撮れるようになるのではないかと考えた。本研究では、構図に着目して考察する。

2. 【仮説】映えるの定義

映える写真にするには、以下の2点を満たす構図を作ればよいのではないかと考えた。
①被写体を強調する。
②写真全体に遠近感を出す。

3. 【研究方法】

- ・先行研究で写真についての基礎知識を習得。
- ・対物、料理写真、風景写真、ポートレートを例に写真を撮影し、具体的な構図を比較。
- ・構図の有効性と被写体から構図を決める手順を考察。
- ・構図を組合わせて新しい構図を提案。

4. 【結果・考察】

<先行研究結果>

対物の場合なら、基本構図として日の丸構図にすると強調したい被写体（＝主題）がわかりやすくなる。
日の丸構図：被写体を日の丸のように真ん中に置く構図。
【比較】三分割構図：被写体を三分割線（＝グリッド）上に乗せる構図。

【図1】日の丸構図



【図2】三分割構図



<実験1> 対物

- ・強調したい部分の面積を増やし、主題の割合を大きくすると主題を強調できる。



<実験2> 料理写真

- ・C字構図を使うとより料理を強調できる。
C字構図：わざと図形の端を切る構図。



<実験3> 風景写真

- ・グリッド線機能で地平線を合わせて、横の三分割構図を作ると広がりを感じられる。

【図5】二分割構図(比較)



【図6】三分割構図



<実験4> ポートレート

- ・グリッド線機能で人物を右のグリッドに合わせて縦の三分割構図を作ると人物とグラウンドの広さが強調できる。

【図7】構図の組み合わせ



<考察1> 日の丸構図

- ・主題である赤枠のピクセル数（画像の最小単位）の割合が大きいと主題が強調できる。



【図8】ピクセル数：56%



【図9】ピクセル数：12%(比較)

<考察2> C字構図

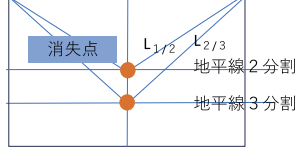
- ・器の端をわざと切り、アンシメトリーになると、器が強調され、間接的に料理を強調できる。
- ・器の端を切ることによって自然と主題の割合が増えて強調できる。
⇒主題の抹茶が切れている【図10】より主題のサンドイッチが切れていない【図11】の方が効果がある。



<考察3> 三分割構図の有効性

- ・消失点（遠近法により目線が集まる点）の考え方
⇒三分割の方が消失点から伸びる線が長く、遠近感が大きく出る。
⇒三分割のグリッド線にすることで対象物との広がりを強調する。

【図12】



- ・認知心理学「奥行き知覚」の考え方
①無限に奥行きがあると分かっている空の面積を2/3にする。
②主体の街の奥行きも大きくしと推測できる。
⇒空の奥行きを強調することで相対的に街の奥行きを大きくイメージできる。

<考察4> 応用

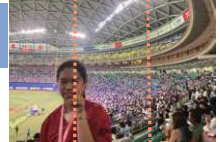
- ・日の丸構図で主題を大きくするだけでは球場との遠近感が出ない。

【図13】日の丸構図(比較)



- ・同じ三分割でも、
①グラウンドを2/3、観客を1/3にする。
②グラウンドを逆C字にする。
⇒人物の強調+グラウンドの奥行き

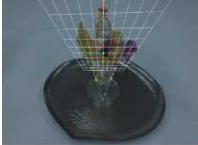
【図14】観客が2/3(比較)



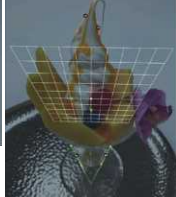
<考察5> アングルによる構図の有効性

画像処理ソフトfSpyで写真の中の格子線からアングルを3次元で可視化できる。格子線の歪みが遠近度（距離感）を表す。歪みが大きいほど遠近感が出る。

【図15】



【図16】



対物では、【図16】は主題の割合が大きいのに格子の歪みが小さい
⇒遠近度が小さく、映えない。

ポートレートでは、グラウンドの割合が大きい【図18】の方が格子の歪みが大きい
⇒遠近度が大きく、グラウンドの奥行きがあり映える。

【図17】左の三分割構図



【図18】右の三分割構図



<総合考察> 構図を決める手順

- ①主題を決める。
- ②まず日の丸構図を原則として主題の割合を大きくする。
- ③背景を使って主題を強調させたい場合は三分割構図で主題の配置を決める。
- ④3分の2の面積を占める方に遠近感を持たせる。

主題の強調と三分割構図を使った遠近感（歪み）を組み合わせた構図にする手順が「映える」ことの決め手。

5. 【結論】

- 映える写真にするには、以下の2点を満たす構図を作ればよい。
- ①日の丸構図やC字構図で主題の割合を大きくし、主題を強調する。
- ②三分割構図と奥行き知覚を利用して、写真全体に遠近感を持たせて、臨場感を出す。

6. 【課題・展望】

以下の3点で映える構図について研究を深めていく。

- ・三分割構図において、なぜ二分割よりも三分割が最適なのか。
- ・特に対物の場合、主題の強調と遠近感の最適バランスはどこか。
- ・映えるためにピクセル数やfSpy以外の可視化の基準があるか。

7. 【参考文献】

- ・吉住志穂(2023年)『ほんのひと手間ですべて変わるスマホ写真の撮り方 (iPhone Android対応)』技術評論社
- ・河野鉄平(2023年)『上手い写真は構図が9割』玄光社MOOK
- ・東京メトロ/環状線(2022年)『名画から学ぶ写真の撮り方・撮り方』翔泳社
- ・山崎理佳(2020年)『まるごとわかる！撮り方ブックiPhone&スマホ編～写真編集者が教える“スマホ写真”の撮り方ガイド～』日東書院
- ・河野鉄平(2020年)『デジタル一眼カメラ知ってみたい！撮影の基礎知識200』玄光社MOOK
- ・神崎洋治(2012年)『史上最強カラー図解 プロが教えるデジタル一眼カメラのすべてがわかる本』ナツメ社
- ・永峰英太郎(2019年)『カメラと素人がプロのカメラマンに撮影のテクニックを教わってきました』術評論社
- ・中村陽子、ミナトユキ、吉住志穂(2012年)『今日から始めるテーブルフォト』誠文堂新光社
- ・STUDIO DUNK(2011年)『人気がプロの秘密がわかる「プロのフォト」センスアップの法則』メイツ出版
- ・坂宮 吉宏、御手洗 紘子、吉高 淳夫『構図と奥行きに基づく写真撮影支援手法に関する研究』
https://www.jstage.jst.go.jp/article/itetr/37.12/0/37.12_43/_pdf/-char/ja 2024.1.23最終閲覧
- ・柳森隆生、岡部誠、尾内理紀夫『おいしそうな料理写真撮影を支援するシステムの検討』
https://ipsj.ixsq.nii.ac.jp/ej/?action=repository_uri&item_id=146693&file_id=1&file_no=12024.1.23最終閲覧
- ・fSpy『fSpy』<https://fspy.io/> 2024.1.23最終閲覧
- ・科学事典『奥行き知覚』<https://www.kagaku-jiten.com/cognitive-psychology/perception/depth.html> 2024.1.23最終閲覧



学習環境における素材が集中力に与える影響

～d2-Rテストを用いた素材の評価方法の提案～

2024年度課題研究Ⅰ 建築 お茶の水女子大学附属高等学校2年 佐伯凜 野村礼文 平賀咲希



〈テーマ設定の理由〉

文献調査においてバイオフィリア仮説に出会い、自然由来の素材が人に与える影響に興味を持った。そこで、素材が人の精神にどのような影響を与えるのかを調べる方法を、集中力に注目して、探すことにした。

※バイオフィリア仮説：人間は、『生命および、生命に似た過程に対して、関心を抱く生得的傾向』を持つという仮説(Wilson, 1984)。

〈本研究での定義及び仮説〉

近年、この仮説に基づき、リラックス効果を求めて生活空間に植物を取り入れる取り組みがある。本研究では、リラックス＝ストレスが取り除かれていると考え、集中力はストレスの減少に伴って向上するものであると定義した。

その上で、「軸が木材(=植物)である筆記用具(=鉛筆)を使ったとき、使用者の集中力が上がるのではないか。」という仮説を立てた。

〈研究の方法〉

高度な器具を用いずに集中力について調べるために、d2-Rテストというペーパーテストを用いることにした。

d2-Rテストとは、視覚的注意の測定を目的としたもので、印刷されたd, pの中からダッシュ()が2つ付いたdのみをチェックさせる。

先行研究から、テストを行う際の周辺環境を変化させることによって、集中力の変化を観測できるのではないかと考えた。

そのため、テストを行う際に使用する鉛筆の素材を変化させようと考え、入手しやすい3種類の素材を用いてd2-Rテストを実施し、テストの結果から、素材ごとの成績の特徴や、集中力に与える影響を考察する。

素材には、リラックス効果があるとされている自然物として「木」、対照となる人工物として「プラスチック」、「金属」を選んだ。

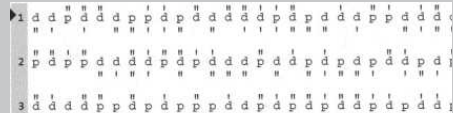


写真1：d2-Rテスト用紙の一部。14行/57列のものを使用。

〈実験の流れ〉

- ① 参加者に対して、研究の趣旨を説明し、d2-Rテストの実施方法を伝える。(この時、先観による誤差の発生を防ぐため、鉛筆の素材に違いがあることは伝えない。)
- ② テストに使用する鉛筆の素材を、木、プラスチック、金属の3群に分けて、テストを実施する。この時、鉛筆の芯の鋭さ、濃さをそろえた。

※1回目の実験では、素材による変化がほとんど見られなかったため、2回目以降では、木の素材も変化させて実験を行うこととした。木の素材に注目したのは、触覚的にも視覚的にも、被験者により大きな影響を与えることができるのではないかと考えたためである。



写真2：実験に使用した鉛筆。上から、木、金属、プラスチック。



写真3：d2-Rテストの様子

〈結果〉

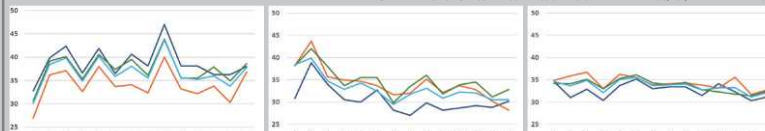
高校内で協力者を募り、放課後に3回実験を行った。収集したテスト用紙から達成数・ミス率を集計して平均値を求め、行ごとの成績の推移をグラフ化した。

表1：実験の条件

	実験①	実験②	実験③
日付	7/5(金)	7/17(水)	11/8(金)
場所	演習室	演習室	美術室
人数	30名	18名	30名
変化させるもの	鉛筆	鉛筆と机	鉛筆と机



写真4：実験3時の様子（机・鉛筆の素材は左から金属、木、プラスチック）



グラフ1：実験①達成度の推移

グラフ2：実験②達成度の推移

グラフ3：実験③達成度の推移



グラフ4：実験①ミス率の推移

グラフ5：実験②ミス率の推移

グラフ6：実験③ミス率の推移

※実験①で操作ミスがあり、実験①の9行目の値は信頼できない。

〈考察〉

実験の結果、実験①では、素材ごとのグラフの山と谷がほぼ一致しており、鉛筆の違いだけでは、集中力にほとんど影響がなかったと考えられる。一方、実験②、③では、達成数のバラつきが比較的小さいものの、ミス率のバラつきが大きくなった。そのため、使用する素材は、接触する面積が大きくなったり、視覚に占める割合が増えたりすればするほど、集中力に影響を与えるのではないかと考えた。しかし、テストの中での推移はあったものの、最も成績が良いと言える素材はなかったため、学習に良い素材の特定には至らなかった。

素材による違いを明らかにすることはできなかったが、グラフをもとに、素材に依らず見られる傾向を分析した。10行目で、達成数が下がり、ミス率が上がることから、人間の集中力の限界が、作業開始150秒後にあるのではないかと考えた。また、13行目で成績が下がるものの、14行目では上がることから、終わりが見えることで集中力が回復する可能性がある。

○実験設定方法の適切さについての検証

リラックスが本当に集中力につながるのか、という部分の検証が甘く、研究全体が不確かなものになってしまった。

○分析方法の適切さについての検証

d2-Rテストの結果は個人差が大きく、単純に平均を出すことは不適切だった可能性がある。限られたデータ数では外れ値を除くことでデータの大きさが大きく変化してしまうため、データ数を大きくすることが望ましい。

○実験方法について、改善すべき点

- ・環境の違いを生まないようにできるだけ同じ場所と時間で実験をすべきだった。
- ・実験参加回数が被験者により異なり、誤差が生まれた可能性がある。あらかじめ、参加回数の確認を行うべきであった。
- ・実験日時の間隔を、ある程度揃える必要があった。

〈今後の展望〉

今回は、高校内でしかデータが収集できず、母集団の偏りが大きくなった。小中学校などでも実験を行い、性別、年齢、体調、精神状態などによる傾向の違いも考察したい。

〈引用/参考資料〉※()内は最終閲覧日

1. E. O. ウィルソン著、狩野秀之訳 (1994) 『バイオフィリア：人間と生物の絆』 筑摩書房 2008.9
2. 株式会社やまとわHP “新しい生活様式 集中力 無垢材と集中力 一部屋に木を使って集中力を高める” 2020/07/31 <https://www.mokuzai.com/contents/column/concentration/?category=18> (2024/10/29)
3. 矢藤 優子 廣瀬 翔平 Philippe Wallon “d2-Rテストを用いた日本人小学生の視覚的注意の測定—心理学的臨床検査としての日本への導入を目指して” 2024年 パーソナリティ研究23 巻 2 号 p91-95 2014/12/20 https://www.jstage.jst.go.jp/article/personality/23/2/23_91/_pdf/-char/ja (2025/1/24)
4. 池井 晴美 “木材への接触が人にもたらす 生理的リラックス効果” 2019年森林科学86巻 p36-39 2019/06/01 https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjsk/86/0/86_36/_pdf/-char/ja (2024/12/24)
5. 木下 夢菜 古本 奈奈代 “色彩環境が学習活動にもたらす影響—学習空間と用紙の色彩について—” 木下 夢菜, 古本 奈奈代 徳島文理大学研究紀要 105 巻 p1-6 2023/03/30 https://www.jstage.jst.go.jp/article/tokushimaunru/105/0/105_1/_pdf/-char/ja (2025/1/24)

〈謝辞〉 実験に協力してくださった方々に、篤くお礼を申し上げます。

ハンガリー舞曲第5番をハンガリー民謡に近づける ～速度変化の観点から～

2024年度 課題研究I
お茶の水女子大学附属高等学校 2年菊組37番 林 悠佳

① 仮説

ハンガリー舞曲第5番は、舞曲であるため、だんだん加速はせずにインテンポである。
この仮説のもと、速度変化の観点からハンガリー舞曲第5番をハンガリー民謡に近づける。

② 研究動機

ハンガリー舞曲第5番はオーケストラによって演奏速度がかなり違うことに疑問を持ち、定義するべきだと感じた。また、この曲はドイツの作曲家であるヨハネス・ブラームスが当時のハンガリー風という流行りに則って作曲されたため、ハンガリー民謡は考慮されていないのではないかと考えこの考察を立てた。

③ 研究方法

ハンガリー舞曲という題名であることから、ハンガリー民族舞踊から速度変化をBPMカウンターで計測し、ハンガリー民謡の速度変化の特徴を定義する。また、それらをハンガリー民謡第5番に反映させていく。

④ 結果（ハンガリー舞曲の分析とハンガリー民謡の特色）

1. ハンガリー舞曲第5番の構成分析

大きく分けると、1, Allegro 2, Vivace 3, Allegroの3部構成である。それぞれこのような動機構成となっている。
※数字は小節数である。同じアルファベットは似ている動機を表し、ダッシュで細かい違いを表している。
(全く同じ表記でも若干違う場合もある。)

1. Allegro (♩ = 120~152)
A4 → A'4 → A''4 → B4 → A4 → A'4 → A''4 → B4 →
C4 → C'4 → C''4 → D4
2. Vivace (♩ = 152~176) と Largo (♩ = 40~50)
E3 → E'3 → E''3 → F4 → G4 → F4 → G4
3. Allegro (♩ = 120~152)
A4 → A'4 → A''4 → B4 → C4 → C'4 → C''4 → D4 →
H2



2. ハンガリー民族舞踊

ハンガリー舞曲第5番は歌曲ではなく舞曲であるため、舞曲と同じテンポの移り変わりである。ハンガリー民謡舞踊にはいくつかの種類があるが、テンポに関する特徴やパターンは以下の通りである。

■ 繰り返す動機があるとき

◎テンポがそこまで変わらないとき

- 同じようなリズム構成で、違うメロディが同じテンポで流れる。(盛り上がりに向けての多少の加速や、終わりに向けて減速はある。)

◎テンポが変わるとき

- 同じような動機が現れると速くなる。
→ つまり動機ごとに段階的に早くなり、だんだん速くにはならない。(参考：下の表)

	1	2	3	4	5	6	7	8
ウグ ロス	111.5	109.5	113.7	115.1	116.0	115.7	154.8	156.6

(表) ウグロス (ハンガリー民族舞踊の1種) の1フレーズのBPM
補足：全て同じ動機の速さを音源で流し、3回の平均をとった結果 (6と7の間には間奏のようなものがあった)

- 同じ音が連続すると真ん中が速くなるが、全体的にはそこまで変わらない。

■ 繰り返す動機が連続していないとき

- 1度きりの動機はその前のテンポを受け継ぐことが多い。

⑥ 結論

これらの結果から、ハンガリー民族舞踊には以下のような特色があると言える。

1. 動機内での加速はない。
2. 大楽節ごとにテンポが新しくなる。

この時、テンポ表記の最遅から最速まで変化しテンポ変化は一定だと仮定すると、ハンガリー舞曲第5番は以下の通りになる。
※動機名は結果1と対応し、数字はテンポである。

*Eのみ同じ音の繰り返しであるため、NからMはテンポがNからMに加速することを表している。

A120 → A'131 → A''142 → B142 → A130 → A141' → A''152 → B152 → C141 → C'152 → C''130(rit.有) → D141 →

*E152から157 → E'158から163 → E''165から170 → E'3171から176 → F43 → G160 → F47 → G168 →

A120 → A'131 → A''142 → B142 → A130 → A141' → A''152 → B152 → C141 → C'152 → C''130(rit.有) → D141 → H141

⑥ 参考文献

- ・「DAILY NEWS HUNGARY」 <https://dailynewshungary.com/ja/traditional-hungarian-folk-dance-types-videos/> (2025.1.26)
- ・「Folkdance Footnotes」 <https://folkdancefootnotes.org/dance/dance-information/hungarian-dance/> (2025.1.26)
- ・ [https://imslp.org/wiki/21_Hungarian_Dances_\(Piano\)%2C_WoO_1_\(Brahms%2C_Johannes\)](https://imslp.org/wiki/21_Hungarian_Dances_(Piano)%2C_WoO_1_(Brahms%2C_Johannes)) (2025.1.26)

ソニック・シーズニングで孤食を改善する

2024年度 課題研究Ⅰ お茶の水女子大学附属高等学校 2年 飯泉絢音

はじめに

ソニック・シーズニング

クロスモーダル的一种で、食事の際に聴覚で得た情報が味覚に影響を与える現象のこと。「音による味付け」などと訳される。

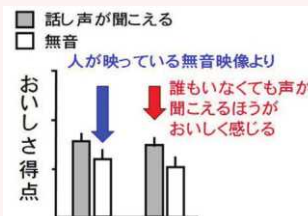
クロスモーダル

視覚と触覚、聴覚と嗅覚、味覚と嗅覚など人間の感覚に五感が相互に作用し合う現象のこと。(NIKKEI COMPASS)

研究動機

ソニック・シーズニングについて調べていく中で、以前家庭科の授業で学んだ「こ食」において特に孤食は青年期のランチメイト症候群など、私自身にも身近な問題を引き起こす可能性があり、それが人の話し声で改善されるという研究を見つけたため、どのような声音がより高い効果を発揮するかを知りたいと思ったため。

先行研究



映像を見せた時、人が映っているかどうかにかかわらず、音声提示されているときによりおいしく感じ、摂食量も増えた。映っている人数を増やしても同じ結果になり、ヒトの音声は合成音声に変化させると、どの映像条件でも、おいしさや摂食量に違いがなかったことから、人間の「音声」が聞こえることが、一人の食事をおいしくすることに重要であることが示された。(河合、郭、中田、2021)

仮説

五味の中でも嫌われない甘味に着目すると、甘味を増す効果があるという高い(高周波数の)音 (Charles Spence, 2016) を含む子供の声か女性の声により食事への満足度を高めるのではないかと。

研究目的

先行研究から人の声が一人の食事をおいしくすることに重要であると分かったので、どんな人の声がより高い効果を示すのかを確かめる。今回は音の高さつまり周波数に着目し、用意した複数の音声のうち、どのような周波数の音声により効果的だったのか分析する。人の音声による主観的かつ直感的な「食事全体の満足感」の向上度を量る。

研究方法

研究対象：高校生4名(女4名)、成人女性1名

子ども・大人(男)・大人(女)・高齢者の声(有意音・無為音の2種類)を用意し、食事開始とともに順に1分間ずつ流した。音圧は60dBにそろえた。有意音：ラジオなど
無意音：環境音など

事前に作成したアンケートフォームに随時入力してもらいながら、直感的回答を求めた。また、アンケートの冒頭で普段の食事が「孤食」に該当することが多いか尋ねたところ、パネリスト5名全員が該当すると回答した。

各観点につき1~5の尺度を用いる試験方法(採点法)で評価・集計した。

観点は以下の4点

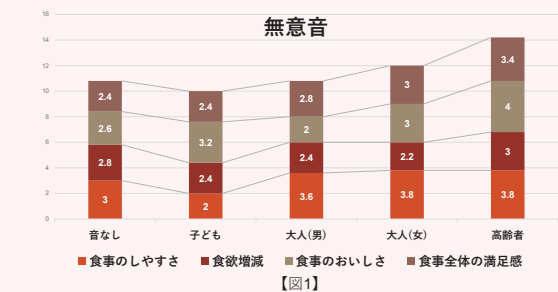
- 食事のしやすさ
- 食欲増進
- 食事のおいしさ
- 食事全体の満足感

結果を集計した後、無意・有意音の音声ごとの総評点や各観点における評点数の大小や傾向を、それぞれのHz値との相関に注目しながら分析する。観点にも「食事全体の満足感」を入れているが、評価はあくまで全4観点で得た総評点の比較で決定する。

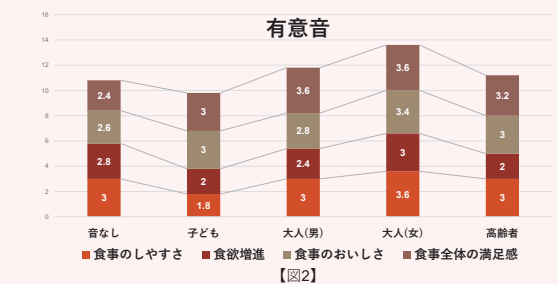
官能評価の実施にあたって、パネリストに与える心理的影響を軽減する工夫が必要である。そのため以下のバイアス要因に着目して対策をとった。

- 環境：パネリストには音声指定のイヤホンで聞いてもらい、無地の壁に向かって食事をしてもらった。人間の五感による知覚の割合は視覚が8割以上を占めているため、均質化に努めた。
- 順序効果：相乗効果などにより過大評価などを招いてしまうのを防ぐため、音声を流す順番をパネリストごとにランダムに変えた。
- 期待効果：パネリストが先入観をもって評価することのないよう、事前に伝える情報は最小限にした。

結果



【図1】



【図2】

「食事のしやすさ」において、無意音でも有意音でも「大人(女)」が最も評価が高かった。「食欲増進」については特に目立った傾向は見られなかった。「食事のおいしさ」において、無意・有意音ともに「大人(女)」、「高齢者」が上位の評価を得ていた。「食事全体の満足感」において、総じて「音なし」よりも何らかの声を聞きながらの食事に満足したという評価を得た。

総評点は無意音においては「高齢者」、有意音においては「大人(女)」が最も高く、無意・有意音ともに「子ども」が最も低かった。

考察

「食欲増進」は目立った傾向はなかったが、無意音においていずれの声も「音なし」より低い評価となっているため、人の声が持続的に聞かれる環境下では食事にうまく集中できなくなるなど、周波数以外の要素が関係している可能性が考えられる。

「食事のおいしさ」において、無意・有意音ともに上位の評価を得た二者がどちらも4音声の中で中高音域であることから、高い周波数の音が「食事のおいしさ」に影響しているところがあると分かる。

一方で、「子ども」の声はいずれも不評だったことから、食事の満足感向上に寄与する音声の周波数には上限があると考えられる。また、「子ども」の音声の不評だったのは、他の音声と比べて音量や音の高さが不規則かつ突発的に上下していたことから、「落ち着いて食事をする」こと自体が難しくなってしまったことが影響したのではないかと。

総合的には内容に左右されない無意音で180Hz、「話し声」に近い有意音で260Hzが最適だった。

結論

一人の食事(孤食)をおいしく、満足感が得られるものにするために最も適した音声は「大人(女)」の声であり、無意音の場合は「高齢者」の声がより高い効果を発揮する。加えて「落ち着いて食事ができる」環境を維持できる音声というのが必要条件だったと考えられる。

今後の課題・展望

今回はまず実験における被験者が少なかったため、客観性・信憑性に足るデータが取れたとは言えなかった。これからデータをより増やしていきたい。また、用いた有意音の音声は内容がそれぞれ異なっていたので揃えた場合の実験も必要である。周波数以外の音の要素にも着目したい。

参考文献

- NIKKEI COMPASS - 日本経済新聞「クロスモーダルとは 関連企業や最新ニュースも」
<https://www.nikkei.com/compass/theme/98944> (2024/07/15)
- 川合伸幸、郭五郎、中田健三郎 (2021) 『人が見えることでなく、人の声によっておいしく感じ、食べる量も増える：デジタルメディアにおける食の「社会的」促進』
- Charles Spence (2016) 『f5-Sound: The Forgotten Flavor Sense』 Pages 81-105
- 日本食品分析センター (2012) 『官能評価について』
<https://www.fri.or.jp/storage/file/news_vol4_no9.pdf> (2025/01/10)

音波で肉を柔らかくする

お茶の水女子大学附属高等学校 2 年 押 陽菜

【背景】

中学校の時は肉のpHに着目して肉を柔らかくするソース作りについて研究してきた。高校では肉そのものを柔らかくしたいと思い、音波を使った新たな調理方法を編み出すことにした。

【目的・仮説】

○目的

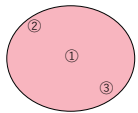
安く固い外国産のお肉（ステーキ）を柔らかく調理することで美味しく食べられるようにする

○仮説

音波を加え振動を与えることで筋組織が破壊されて筋がなくなり、柔らかくて美味しいステーキになる

【調査方法】

- 【A】 1×1×1 (cm) のサイコロ状にカットしたステーキ 2 つ
【B】 2×3×1 (cm) の直方体にカットしたステーキ 2 つ



上記の肉を用意する
(オーストラリア産サーロイン、仕入れ先が一定の近くの大型スーパーで購入)

左図のように肉三箇所均等な場所に点をつける

上記の肉をサイズによってそれぞれ、音波が出ているメガネ洗浄機 (45000Hz) に3分間つけたもの1つ、つけていない何もしていないもの1つに分ける

4つの肉を焼き色がつくまで中火全面しっかりと焼く
焼いた後時間を置かず最初に点をつけた三箇所の固さを測定する。

【固さの測定法】

端から0.5cmのところ印をつけた爪楊枝を用意
ひじ部固定した上で爪楊枝の印をつけていない方を上に人差し指のみ添える。
肉の表面が爪楊枝の印の位置まで沈むように力を加える。
表面まで沈んだ時点での重さを計測し平均をとる。

左図より、洗浄機（音波）につけたものは漬けていないものよりも一定の深さ沈めるのに必要な圧力の大きさが大きい、つまり固い。

また、洗浄機に漬けた方が
・表面がベタベタ
・弾力がある
という結果になった。



←洗浄機に入れていない
A



洗浄機に入れたB→

【考察】

振動が加わることで筋組織が固まった（人間で言うと筋トレで筋肉がついたイメージ）状態になり、肉の外側が固くなったと考えられる。

肉が固くなる原因は、主に2つあり、
・筋組織がしっかりしていること
・タンパク質が結合していること

今回は筋組織を音波によって柔らかくし、肉を柔らかくしようと試みた。しかし、その反対に筋肉が運動状態になり、固まってしまっていた。

プロテアーゼという酵素の一種は肉の筋組織を破壊する性質を持っているため、その性質を生かし調理するのが一番の近道であると考ええる。

プロテアーゼが含まれている食材として、

玉ねぎ、キノコ類、はちみつ、フルーツ類 があげられる。
ステーキを焼く際に玉ねぎソースをかけたりパインナップルを乗せたりするにはその目的があると考えられる。

また、筋繊維を柔らかくするために、焼く前に包丁で筋を断ち切ったり、肉たたきなどで叩くことが効果的であると考えられる。

【結果】

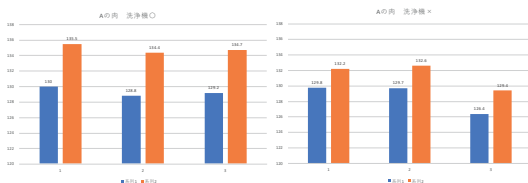


図1

図2

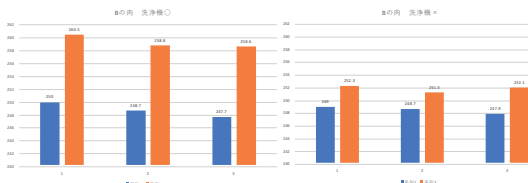


図3

図4

【課題・展望】

今回はステーキということでよく使われるサーロインの部位に着目して実験をしたが、サーロイン自体比較的に柔らかい部位であるために結果に大きな差が見られないので違う部位を用いて同じ実験をしてみたいと思った。

今回は単純に焼き目がつくまで中火で焼くという条件で実験を行ったが、弱火・強火では結果が変わるのか条件を変えた上で実験をするべきだったと思う。

今回は外国産の肉を柔らかく食べるのが目標だった故にオーストラリア産に絞って実験をしたが、外国産より柔らかいとされている国産のものと比較したり、また実際国産の方が元が柔らかいという断定ができるのであれば、なぜ外国産より柔らかい肉になるのか育て方について調べてみたいと思った。

今回良い結果が得られなかったので、どのような方法なら目的が達成できるの試行錯誤し研究をしたい。

【参考文献】

三菱電機住環境研究センター「調理家電機器における本質機能の高度化」2024.07.25閲覧
<https://www.giho.mitsubishielectric.co.jp/giho/pdf/2002/0211110.pdf>

Hielscher Ultrasonics GmbH「超音波ミートテンダライジング」2024.07.25閲覧
<https://www.hielscher.com/ja/ultrasonic-meat-tenderization.htm>

扇風機のファン騒音と学習効率について

2024年度 課題研究Ⅰ お茶の水女子大学附属高等学校 2年 長部美優

はじめに

図書館で自習をした際、近くにサーキュレーターがある席のほうがない席よりも勉強が捗ったと感じることが複数回あった。

そこで、私の「捗った」という体感に根拠はあるのか、そして一般化できるのか明らかにすることを目的に、サーキュレーター等のファンから発する音と学習効率の関係を研究を行った。

仮説

カラードノイズと学習効率の関係について、先行研究から以下のことが分かった。

・短期記憶課題において、女性はホワイトノイズ>静音>ピンクノイズの順で良い成績を示す。

しかし、私が聞いたサーキュレーターの音はホワイトノイズよりも高周波数帯が小さく、カラードノイズのうち、ブラウンノイズに近い音であった。

そこで次のような仮説を立てた。

・ファン騒音はブラウンノイズであり、ブラウンノイズは学習効率を高めるため、ファン騒音は学習効率を高める。

定義

この実験における学習効率について、以下のように定義した。

学習効率: 短期記憶のリハーサルによる学習の効率。

短期記憶: 数十秒間保持される記憶。

リハーサル: 記憶するべき項目を何度も唱えること。

実験1

(1)目的

前提として、スマホのマイクがどの周波数まで拾うことができるか把握する。

(2)方法

①PCソフト「SoundEngine」で単音(44100Hz, 1ch, 16bit)を作成した。周波数は20~70Hz(10Hz刻みで作成)、15000~20000(1000Hz刻みで作成)とした。

②PCからスピーカーにつなげて、一定の音量で音を流した。(図1)

③スマホのマイクとスピーカーの距離を5cmにしてアプリ「GarageBand」で録音した。(図1)

④「GarageBand」内の「VISUAL EQ」でパワースペクトルに流した単音が記録されているか見た。(図2)

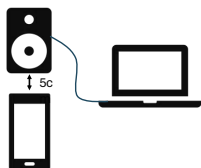


図1 実験方法



図2 例: 70Hzのパワースペクトル

(3)結果

20~40Hzの音は記録せず、50~70Hz、15000~20000Hzの音は記録した。

(4)考察

スマホのマイクは50~20000Hzまでの周波数の音を記録できると考えられる。

実験2

(1)目的

ファン騒音はどのカラードノイズに当てはまるのか調査する。

(2)方法

①「GarageBand」でホワイトノイズ、ピンクノイズ、ブラウンノイズを録音した。

②「GarageBand」で合併室の扇風機、合併室の換気扇、ヘアドライヤー、ハンディファン(弱・強)、図書館と同じ機種のサーキュレーター(中・強)の計7種類のファンの音を録音した。

③「VISUAL EQ」でカラードノイズとファン騒音のパワースペクトルを比較した。

(3)結果



図3 ホワイトノイズ



図4 ピンクノイズ



図5 ブラウンノイズ



図6 合併室扇風機



図7 合併室換気扇



図8 ヘアドライヤー

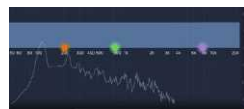


図9 ハンディファン弱



図10 ハンディファン強

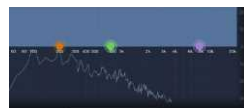


図11 サーキュレーター中

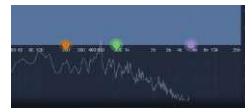


図12 サーキュレーター強

(4)考察

図5~図12より、ブラウンノイズの高周波数帯のデシベルが小さく右肩下がりという特徴が、ファン騒音のパワースペクトルの特徴にも当てはまるため、ホワイトノイズ・ピンクノイズ・ブラウンノイズの中でファン騒音はブラウンノイズに該当すると考えられる。

結論

ファン騒音はカラードノイズのうち、ブラウンノイズに当てはまる。

展望

今回の研究では、ブラウンノイズは学習効率を高めるのか分らなかった。今後、ブラウンノイズを用いた短期記憶課題の実験を行い、私が図書館で捗った根拠を明らかにし、さらには仮説を一般化させることを目指して研究を続けたい。

参考文献

・為末隆弘, 佐伯徹郎(2017)「有意味・無意味雑音が精神作業課題に対する選択的注意に及ぼす影響」『システム制御情報学会論文誌』システム情報学会pp293-295

・將積彩芽「雑音環境が記憶作業時の脳血流変化と心理状態に及ぼす影響」同志社大学

Web閲覧

・kikakurui.com「JISZ8 106:2000 音響用語」<<https://kikakurui.com/z8/Z8106-2000-01.html>>(最終閲覧日2024/7/11)

・三京房「記憶の概要-心理学事典」<<https://www.sankyobo.co.jp/dickio.html>>(最終閲覧日2024/10/27)

地声の響きとフォルマントの関係性について

音楽 お茶の水女子大学附属高校2年 福丸真央

研究動機

- ・普段の生活している中で、騒音の中でも聞こえやすい声と聞こえにくい声があると感じていた。
- ・通る声にdBの大きさは関係ないと感じたことがあった。

フォルマントとは

声道の共鳴によって周囲よりも強度が大きく現れる周波数帯域。母音において複数現れる。なお、母音によってフォルマントは異なる周波数帯域に現れる。

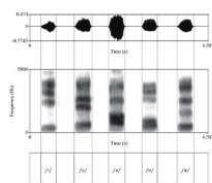


図1 フォルマント

定義

地声の響き…声の通りやすさ
通る声…主観に基づく聞こえやすいと感じる声
地声…自然な楽な状態で出す声

仮説

- ・地声の響きやすさと各個人に含まれるフォルマントには関係性があるのではないか。
- ・等ラウドネス曲線（図1）より、響く人の地声には3000～4000Hzのフォルマントが含まれているのではないか。

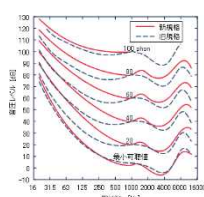


図2 等ラウドネス曲線

研究方法

- ・周囲の人（主に先生、または生徒）の音声を採取し、以下の2点の面から解析した。
 - (1) 声の大きさ（デシベル）
 - (2) フォルマント（周波数）
- ・(1)の測定には「騒音測定器：dBメーター、ノイズメーター、SPLメーター（KTW Apps）」を使用した。
- ・(2)の測定には「phyphox（Physical Phone Experiments）」を使用した。
- ・被験者には「あ」の母音を話してもらった。
- ・被験者の数は計16名

結果Ⅰ 大きさ（デシベルについて）

最大値…74dB
最小値…62dB

参考文献

- ・産業技術総合研究所 「聴覚の等感曲線の国際基格ISO226が全面的に改訂に」
https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2003/pr20031022/pr20031022.html（最終閲覧日2025/1/26）
- ・utsugi-phonetics.com 「共鳴と母音のフォルマント」 発音と音声学の資料室
https://utsugi-phonetics.com/phonetics_introduction/acoustic_phonetics/formant/（最終閲覧日2025/1/26）

結果Ⅱ フォルマント（周波数について）

- ◎人によってフォルマントが現れる周波数帯域に違いがみられた。
- ◎声全体の周波数の示され方にも違いがみられた。
〈声が響く人〉（図2、3、4）
 - ・響かない人に比べてフォルマントが強く現れていた。
 - ・フォルマント以外の周波数帯域でも比較的強く出ていた。

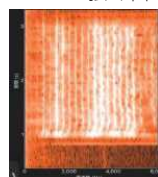


図3

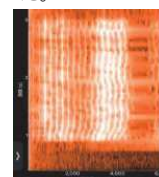


図4

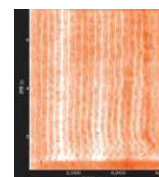


図5

〈声が響かない人〉（図5、6、7）

- ・響く人に比べてフォルマントは比較的弱く現れていた。
- ・フォルマント以外の周波数帯域はほとんど現れなかった。

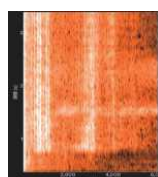


図6



図7

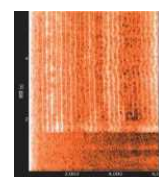


図8

考察

- ・デシベルには最大でも12dBほどの差しか見られなかったため、地声の響きにはデシベルは関係ないと考えられる。
- ・フォルマントが現れる周波数帯域は個人差が見られたものの、3000～4000Hzの範囲にフォルマントがより強く現れるかということが響く声に関係していると考えられる。

今後の課題

本校が女子校であるということもあり、今回は被験者の多くが女性であった。また、被験者数も少なく十分な調査ではなかった。より、正確な研究のため、被験者の母数を増やすとともに性別や年齢の幅を増やした調査を行いたい。

一人称代名詞「僕」表記の使い分け

2024年度課題研究Ⅰ お茶の水女子大学附属高等学校2年 青木今日子

1.研究の背景・研究目的

一人称代名詞は様々な表記で書かれることがある。本来、表記が変わっても意味は変わらないはずであるのにも関わらず、なぜ表記を変えているのかを調べたいと思い、その中でも特に一人称代名詞の『僕』に注目してどのような理由で使い分けられているのかを、時代やその一人称を用いている人物の特徴などに注目して調べようと思った。

2.仮説

一般的にひらがな、カタカナ、漢字の表記はそれぞれ異なる印象を与えることが言われている。そのため、それぞれのその一人称代名詞を使用している人物の特徴に表記によって使い分け、与える印象を変化させているのではないかと。

3.研究方法

最初に国立国語研究所の『昭和・平成書き言葉コーパス』を用いて、その時代の作品において大まかにどのような変遷がみられるか調べた。
その後、細かな用例について、複数の表記が一つの作品内でなされているものを優先的に調べ、また漢字ひらがなカタカナの中でもっとも用例数の少なかったものを中心に細かな用例を見て調べていった。

4.結果

Ⅰ.先行研究より

中谷・向江(2022)より
・同音の人称代名詞でも表記の違いがキャラクターの属性や性格に影響を与えることが示されている。
・「ぼく」は論理的思考と関連づけられる一方で、「ボク」は感情的思考と結びつく傾向がある。
・関係性や年齢差が人称代名詞の選択に強く影響を与えることがわかる。

Ⅱ.僕の定義

日本国語大辞典より

男子の自称。
(補足)

漢文の中では、古代から男子の、非常にへり下った表現としてみられるが、訓読されるのが一般的であった。奈良時代の訓は不明だが、平安時代以後は「やつがれ」がふつう。江戸時代の漢文から「ぼく」の形で、対等もしくは目下のものに対する自称の代名詞として青年・書生などが使った。以後多用されるようになり、現代では、年齢にかかわらず用いられるが、特に少年男子の自称詞として広く用いられる。

Ⅲ.昭和・平成書き言葉コーパス内の「僕」を分類した表

すべての資料のうちの変遷

個数 / キー	列ラベル	1933	1941	1949	1957	1965	1973	1981	1989	1997	2005	2013	総計
行ラベル													
しもべ						1							1
ゴカマ							3						3
ぼくア						2							2
ボク		2	2	95	489	43	84	26	63	73	280	35	1192
ぼく		45	40	204	989	664	1266	1065	1122	231	265	322	6213
ぼくア						4							4
ボクウ						1							1
やつがれ		1			2				3				6
僕		3723	1015	555	1728	530	544	293	2501	1266	865	1630	14650
僕ア					3		1						4
総計		3771	1057	854	3212	1244	1898	1384	3689	1570	1410	1987	22076

ベストセラー書籍内での変遷

個数 / キー	列ラベル	1933	1941	1949	1957	1965	1973	1981	1989	1997	2005	2013	総計
行ラベル													
ボク							1		8	5	249	4	267
ぼく			1	1	234	116	432	377	43	21	8	13	1246
やつがれ					1				1				2
僕		112	139	197	219	244	51	39	693	19	46	149	1908
総計		112	140	198	454	360	484	416	745	45	303	166	3423

実際の用例数をもとにした使用率



Ⅳ. 具体的な用例

リリー・フランキー(2005)『東京タワー～オカンとボクと、時々、オトン～』扶桑社
全用例数：248回

漢字	カタカナ
9回	239回
主人公	その他
245回	3回
地の文	会話文
245回	3回

村上龍(1989)『ラッフルズホテル』集英社
全用例数：8回

カタカナ
8回
結城岳夫
8回
会話文
8回

5.考察

1.一般的な表記と変遷について

- 最も一般的な表記といえるのは漢字で書かれた「僕」という表記。
- 漢字で書かれた表記に比べれば使用数は減るがひらがなで書かれた「ぼく」も比較的使用数が多い。
- カタカナで書かれた「ボク」は使用数が少なく珍しい表記といえる。
- 漢字で書かれた「僕」は昭和・平成書き言葉コーパスの最初の時期から使われており、使用数に差はあれどこのコーパス内のすべての期間で使われている。
- カタカナで書かれた「ボク」はこのコーパス内での出現時期が遅く後のほうに使われ始めた表記である。
- ひらがなで書かれた「ぼく」は最初の用例数は少ないがこのコーパスの中間の時期では最も使用されている表記となっている。

2.具体的な用例から

- リリー・フランキー(2005)『東京タワー～オカンとボクと、時々、オトン～』扶桑社
 - 主人公が現在の時点で自身のことを地の文で指す際にはカタカナの「ボク」という表記がなされている。
 - 主人公が過去の自身を回想している場面においては漢字での「僕」という表記が用いられている。
 - 主人公以外の登場人物の会話文においては漢字での「僕」という表記が用いられている。
- この一人称代名詞の表記を用いている話者のイメージが飄々とした雰囲気的人物であるため、カタカナ本来のイメージとして岩原・八田(2004)よりカタカナは気取っている、冷たいというイメージがあるといわれているため、カタカナの表記が選ばれているのではないかと。

村上龍(1989)『ラッフルズホテル』集英社

- この作品内で用いられているのはカタカナの「ボク」という表記のみである。
 - 作品内で『僕』という一人称代名詞を用いているのは結城岳夫という男のみである。
 - すべて会話文中での出現である。
- この一人称代名詞の表記を用いている話者のイメージが飄々とした雰囲気的人物であるため、カタカナ本来のイメージとして岩原・八田(2004)よりカタカナは気取っている、冷たいというイメージがあるといわれているため、カタカナの表記が選ばれているのではないかと。

6.まとめ

用例数より、最も一般的な表記は漢字であると言え、それに次いでひらがなが多く、カタカナで表記される場合は少ないということが言える。また、出現時期にも差があり、すべての期間を通して使用数が多いのが漢字での表記、その一方で次に多いひらがなでの表記は中間の期間にのみ使用例が集中している。カタカナによる表記はそもそも出現時期が遅く、使われる傾向が特段高い時期を明言するのは難しいと思われる。

具体的な用例からは、登場人物の書き分けや、人物同士の関係性を表すときに表記が工夫されているのではないかと考えられる。また、文字自体が持つ雰囲気を利用した、人物像や関係性を浮かび上がらせる役割もまた持っているのではないかと考えられる。

7.今後の展望

今回調べられた用例数はとても少ないのでさらにほかの資料も調査して、この時代における変遷やその表記が選択された理由をさらに一般的な結論として導きたい。

8.参考文献・調査資料

参考文献

- ・岩原昭彦・八田武志(2004)「文字言語における感情的意味情報の伝達メカニズムについて」認知科学11巻3号 pp.271～281
- ・中谷秋桜・向江駿佑(2022)「乙女ゲームの男性キャラクターの属性と人称代名詞の使用パターンの関係の考察 - コレスポンデンス分析と女性向け小説との比較をうけて -」日本デジタルゲーム学会年次大会予稿集 pp.59～62
- 調査資料
- ・国立国語研究所(2024)『昭和・平成書き言葉コーパス』(バージョン2023.5, 中納言バージョン 2.7.2) <https://chunagon.ninjal.ac.jp/shc/search> (最終閲覧日2025.1.24)
- ・日本国語大辞典 第二版 編集委員会・小学館国語辞典編集部(2001)『日本国語大辞典 第二版』第12巻、小学館
- ・リリー・フランキー(2005)『東京タワー～オカンとボクと、時々、オトン～』扶桑社
- ・村上龍(1989)『ラッフルズホテル』集英社

仏語の諺と日本語の諺では「水」の扱い方に違いがみられるのか

2024年度課題研究Ⅰ お茶の水女子大学附属高等学校2年 中尾美咲

1. 研究の背景・研究目的

仏語と日本語の諺では表現方法や用いられる単語がそれぞれ異なっており、そこに各国の文化の違いが反映されていることが面白かった。
本研究では「水」に関連する語に注目して仏語と日本語の諺を比較し、言語という観点からそれぞれの国での「水」への考え方や自然環境の違いを明らかにすることを研究目的とした。

2. 仮説

両国の文化の違いから諺における「水」の扱い方にも違いがみられ、特にフランスの方が「水」をより貴重なものと捉える傾向にあるのではないかと。

3. 研究方法

比較言語学の方法に沿って研究を進めることとした。
仏語の諺は計6冊（調査資料参照）の辞典から、日本語の諺は1冊の辞典（調査資料参照）から、「水」に関連する語を含む諺を集め、以下の2つの観点から分析を行う。
(1)文法的特徴：一緒に用いられる語や文の中での役割（主語、目的語）など
(2)意味的傾向：諺の中でどのような意味で用いられているか
これらの分析を踏まえ、2言語の諺の調査結果を比較し考察する。
「水」に関連する語は以下の11語と定義する：
水、氷、川(河)、海、湖、雨、潮、泉、水源、水たまり、洪水
※日本語の諺の分析(結果②、③)は「水」という語のみを対象に行った

4. 結果

①個数と割合

集めた諺のうち、みられた水に関連する語を含む諺の数と割合はそれぞれ以下の表1、2のようになった。定義した11語以外にも、日本語の諺では日本語特有の「霧」「霙」「沼」などの水に関連する語を含むものもみられた。

表1 仏語の水に関連する語を含む諺の数と割合

水に関連する語	個数(個)	割合(%)
水(eau)	36	0.94
雨(pluie)	8	0.23
川(rivière, ruisseaux)	8	0.22
海(mer)	4	0.09
湖(lac)	2	0.07
潮(marée)、洪水(déluge)、泉(fontaine)、氷(glacé)	1	0.04
水源(source)、水たまり(mare)	1	0.02

表2 日本語の水に関連する語を含む諺の数と割合

水に関連する語	個数(個)	割合(%)
水	363	0.84
川、河	126、39	0.38
海	141	0.33
雨	139	0.32
氷	43	0.1
潮	12	0.03
泉	12	0.03
湖	8	0.02
水たまり(水溜まり、水溜)	4	0.01
洪水	2	0.0047
水源	1	0.0023

※1つの諺に複数個の水に関連する語が含まれている場合、別々に数える。
※割合は、用いた辞典に載っている全ての諺の数を分母として算出したものの、(割合を求める際には同じ諺が複数の辞典に載っている場合、別々に数えて計算している)

②-1文法的特徴～文の中の役割～

表3より、水に関連する語の文中の役割として、大きな差はないものの仏語では主語、日本語では目的語として用いられることがより多いことが分かった。また、日本語では修飾語としての役割をもつことも多いことが分かった。

表3 水に関連する語の文の中の役割

	仏語	日本語
主語	18(31.6%)	78(21.5%)
目的語	15(26.3%)	107(29.5%)
修飾語	0	66(18.2%)
その他	24	112

②-2文法的特徴～形容詞を伴うもの～

仏語では水に関連する語に形容詞を伴うものが57個のうち9個の諺(15.8%)でみられた。

例) Les **petits ruisseaux** font les **grandes rivières**.
(**小さな流れも大河になる**) (『フランス故事ことわざ辞典』)

これに対し、日本語では363個のうち22個(6.1%)の諺でみられた。また、日本語の諺の特徴として「○○(水に関連する語)が△△(形容詞)ならば～」というように仮定を表現する言い回しをするものがいくつかみられた。

例) 水**清**ければ魚棲まず 水**広**ければ魚大なり

②-3文法的特徴～冠詞(仏語)～

仏語には名詞の前に日本語にはない「冠詞」をおくという言語的特徴がある。仏語の諺では同じ水に関連する語でも諺によって付属している冠詞の種類が異なっていた。

- ・Chat échaudé craint l'**eau** froide. (l' = 特定のものを示す定冠詞)
- ・Porter de l'**eau** à la rivière. (de l' = 不可算名詞の前におかれる部分冠詞)
- ・Il fait bon pêcher **en eau** trouble. (“前置詞+名詞”の形をとり、冠詞がない)

②-4文法的特徴～一緒に用いられる語(日本語)～

仏語の諺では、水に関連する語と同じ諺の中で一緒に用いられやすい語にあまり傾向がなかったが、日本語の諺では「水」を含む363個の諺のうち30個の諺(8.3%)が「魚」という語も含むことが分かった。

例) 水を得た**魚**のよう

③-1意味的傾向

「水」に関連する語が文中でどのような意味で用いられているか考察すると、両言語とも「水」以外にも共通して以下のような意味で用いられる場合があることが分かった。

「利益」「お金」「欲望」「困難」「苦境」「人」

③-2意味的傾向～仏語特有の意味～

仏語の諺では「水」という語に「川」という意味を持たせている傾向がみられ、「水」と「川」がセットで扱われていた。

例) Il passera [bien] de l' **eau** sous les ponts [jusque-là].

([そこに至るまでには] **水**はまだまだ橋下を流れてやまぬ)

→それが成るに至るまでには、まだ様々な紆余曲折があるだろうという意味(『フランス語ことわざ集』)

③-3意味的傾向～日本語特有の意味～

日本語の諺は「水」の表す意味が多様に存在し、「学問」や人・ものの「美しさ」の意味を持たせているものなどがみられ、特に「浪費、無駄なこと」という意味をもたせているものが363個のうち60個(16.5%)と最も多く見られた。

例) 水到りて渠成る→**学問**が深くなると、自然に徳が完成することのたとえ
川に**水**を運ぶ→**無用な苦勞**や**無益な行動**

5. 考察

・①より、両言語ともに「**水**」が最も多く見られ、それぞれの語を含む諺が全体に占める割合も比較的近い値が得られた。また、「**海**」を含む諺の割合は日本語の方が高い。

→日本が海に囲まれた島国であり、**海**がより身近なものであった。

・②-1、2、3より、仏語は水に関連する語(無生物)を動作を行う主体として、日本語では人間(主体)が飲んだり運んだりする動作の対象物として扱う傾向にある。また、日本語では「水」という語自体が「水の○○」のように**修飾語**となることが多いが、仏語は水に関連する語に**形容詞**を伴うものが多い。

→日本語では1単語で表す「湯」を仏語では形容詞を伴って「熱い水」と表すように、日本語では水が昔から生活に馴染んだものであったからこそ、形容詞などを付けて様々な状態の水を言い分けるのではなく、それぞれが1つの単語として独立して用いられやすい。一方で、仏語では水がそこまで生活に根付いたものではなかったため、1語ではなく異なる形容詞や冠詞を伴わせて句として扱うことで、様々な状態、形状の水を指すことが多いのではないかと。
＝「**水**」の**身近さ**と**言葉の構造**に関係性がある。

・②-4より日本語の諺では「水」と一緒に「**魚**」を用いやすい傾向がある。→そこでの「**水**」は魚が息をする**海**を表している場合が多く、①での考察と同様に日本の**自然環境との結びつきがある**のではないかと。

・③-1、3より、両言語の水に関連する語が持つ意味は比較的近似しているが、日本語のほうが「水」により多様な意味をもたせていた。

→多様な意味を持たせられるほど**水**がより**身近なものであった**のではないかと。「湯水のように使う」という諺があることから、水は粗末に使えるほど身近にあり、逆にそのことが浪費などを教訓として戒める諺が多くみられることにも関係しているのではないかと。

・③-2より、仏語の諺では「水」が「川」という意味で用いられている。

→①の割合からも、フランスでは海よりも**川の方が身近なものであった**。

6. まとめ

・両国の「水」の扱い方には共通する部分がある。

・仏語は「水」を形容詞で修飾することが多い。
・仏語で「水」を貴重なものとして捉えている傾向はみられなかった。日本語の諺には島国で水が身近であるという自然環境の特徴が反映されている。

7. 今後の展望

- ・意味的傾向の分析に関しては自分の主観が入ってしまった。
- ・水に関連する11語を研究の対象としたが、日本語の諺では「水」という語についての分析のみで終わってしまった。
- 他の語についても同様の分析を行うと結果が変わってくる可能性がある。
- ・日本語と仏語での研究対象とした諺の数に大きな差がある。
- 結果①の母数に対する割合は、信憑性が高い値といえるのか？

8. 参考文献・調査資料

【参考文献】

- ・安藤邦男(2018)『ことわざから探る英米人の知恵と考え方』開拓社
- ・小倉博史(2013)『ロマン諸語における語の有縁性と比喩表現について(4-1) ロマン諸語(フランス語、イタリア語、ルーマニア語、スペイン語、ポルトガル語)と日本語の故事、諺、成句にみられる四大(地・水・火・空)による比喩表現を中心として』『京都外国語大学国際言語学平和研究所』80、pp. 49-63
- ・高津幸憲(1992)『比較言語学入門』岩波書店
- ・久野誠(2004)『日英仏語の諺における対照分析』『岐阜聖徳学園大学』43、pp. 97-110
- ・フィ・ティ・ホン・ズオン(2022)『慣用語・諺における「水」から見た日本人の思考の特徴：ベトナム語の慣用語と対比しながら』『大分大学国際教育推進センター』3、pp. 30-44

【調査資料】

- ・伊藤高雄、北村孝一、佐竹秀雄、武田勝昭(2012)『故事俗信ことわざ大辞典第二版』小学館
- ・柴田武、谷川俊太郎、矢川澄子(1995)『世界ことわざ大事典』株式会社大修館
- ・田辺良之助(1997)『フランス故事ことわざ辞典』株式会社白水社
- ・調佳智雄、ジャン・マリ・ル・ルム(1995)『フランス語ことわざ用法辞典』株式会社大学書林
- ・張福武(2015)『六カ国語共通のことわざ集』株式会社慈文社
- ・吉岡正敏(1978)『フランス語ことわざ集』駿河台出版社
- ・渡辺高明、田中貞夫(1995)『フランス語諺名語辞典』株式会社白水社
- ・ジョルジュ・ビドー・ド・リール(1996)『フランス文化誌事典』株式会社原書房

村上春樹「風の歌を聴け」における会話文の特徴 ～語尾について～

2024年度課題研究Ⅰ お茶の水女子大学附属高等学校2年 大槻倫子

1.研究の背景・研究目的

村上春樹作品を読んだ時に主人公である僕の話し方に違和感を覚え、比喩の多さや語尾から違和感を感じたのだと考えた。先行研究から僕は語りにおいて比喩が多く、比喩が多いというのは話し方の特徴ではないと分かった。そのため話し方に特徴が出る一因の語尾について研究することにした。

2.仮説

- ・特徴的な語尾の割合が相手やその相手との関係性によって決まる。
- ・僕が使う語尾の種類にも相手により偏りが見られる。

3.研究方法

調査対象は村上春樹の風の歌を聴けの3～5章（僕の友人である鼠との会話）9章（ヒロインと初対面）18、20章（ヒロインと親しくなった後）31章（鼠とすれ違いが起きる）とし、これら4場面における会話文の語尾における特徴的な語尾の割合を調べる。読点のあるところを文末とし、一場面における文の量に対する特徴的な語尾の割合を調べる。

ここでは特徴的な語尾とは、なくとも成立するがについている語尾のことと定義する。

例）「大丈夫？」で済むところを「大丈夫かい？」としているとき、「かい」が特徴的な語尾となる。

4.結果

表1 鼠から僕への発話

	3～5章	31章
さ	20	16
ね・だね	20	33
よ	5	9
だ・だな	5	
かい	6	6
か	4	2
ぜ	1	
だい	1	
んだ	0	15
だろう	0	2
な	0	1
ちまう	0	1

発話回数：101回→111回
特徴的語尾：61回→85回
割合 60.40%→76.58%

表2 僕から鼠への発話

	3～5章	31章
ね	4	6
と	3	
かな	3	
だな	2	
んだ	2	4
さ	2	5
かい	2	
か	1	
かな	1	
くれ	1	
んだな	1	
んだろ	1	
よ		2
だろう		1
だろ		1

発話回数：33回→35回
特徴的語尾：23回→19回
割合：69.70%→54.29%

表3 ヒロインから僕への発話

	9章	18～20章
わ	13	21
よ	12	19
の	9	8
でしょ	2	
ね	2	11
かしら	2	1
のよ		4
もの		1
わね		1
のね		1

発話回数：46回→79回
特徴的語尾：40回→58回
割合：86.96%→73.42%

表4 僕からヒロインへの発話

	9章	18～20章
よ	13	5
さ	12	4
んだ	9	7
んだね	2	
かい	2	
ね	2	4
だね	1	2
な	1	1
し	1	
ね	1	
ぜ	1	
の		2
んだろ		1
のさ		1
ってね		1

発話回数：94回→60回
特徴的語尾：44回→28回
割合：46.81%→46.67%

5.考察

①割合はヒロイン＜鼠

僕の特徴的な語尾の割合はヒロインとの会話よりも鼠との会話の方が一貫して高いことが赤い文字で示した割合からわかる。しかし、なぜそうになっているのかわからない。18～20章も3～5章もお酒を飲んで話している場面であるため場面や会話の内容に大きい差はない。なのでそこ以外に原因があると思われる。

②僕の語尾は概ね中性的

鼠の使う語尾では「かい」「さ」の割合が高く、僕には見られないような「ちまう」などの語尾も顕れているため、明らかに男性的な語尾を使用していると言える。ヒロインは「わ」「ね」「のよ」など明らかに女性的と言える語尾を使用している。明らかに2人に対して男性的にも女性的にも偏らない語尾を使う印象の僕だったが、表4を見ると鼠との会話では一度も使わなかった「ぜ」という語尾をヒロインとの会話では使っており、「さ」「んだ」のようなやや男性的な語尾がヒロインとの会話では頻りに現れるなど相手によって使う語尾を変えていることが見て取れる。

③語尾が変わるのは会話の内容

相手との関係によって語尾が変わり、出現割合にも変化があると予想したが、そう簡単なことではなくどちらかというと会話の内容で出てくる語尾に差が生まれているように見えた。例えば、先行研究川本（1985）において僕が大事なことについては積極的に人とは語りあいたがらないというような内容のことを言われていた。それは語尾にも現れており、僕は31章の鼠と仲違いしたタイミングで鼠に何があったかを聞くことはなく終わってしまった。そのため31章での僕から鼠への発話における質問の時につける特徴的語尾は一度も現れない。しかし、会話の内容によって僕の語尾の種類は大きな変化が見られるのに対して、ヒロインや鼠にはその傾向が少ないことがひかかった。その証拠として表1と表3を見ると、2人とも共通して多く使われている語尾があることが挙げられる。これは逆に僕にこの傾向が強いと言い換えることができるかもしれない。ここから僕は話すべきことがある場面だと単純に発話が減ったり、疑問文において使われる語尾を使用しなくなるなどといった僕の会話の傾向を探れるかもしれないと感じた。（あくまでここで挙げた例は仮説に過ぎないが）

④僕の発話が少なすぎる

これは語尾にはあまり関係のないことだが僕の発話があまりにも少ないことが目立って見られたため触れておく。9章はよって記憶をなくしているヒロインに僕が状況を説明する場面であるから多くなっているが、それ以外の場面では発話が目立って少ない。③で述べた先行研究の話に繋がっていると考察できる。これはまた、③で考察した僕の会話の傾向についてとの関連がありそうとも言える。

6.まとめ

考察をまとめると語尾の種類が変わるのは会話の内容によるものであり、僕の話し方に違和感を感じたのは女性的とも男性的ともつかない語尾をしているからであるからだという結論が導けた。また、僕の語尾は概ね中性的であるが相手によってやや男性的に変化することも分かった。

7.今後の展望

村上春樹作品には他にも僕という主人公が出てくるものが多い。そしてその僕はこの「風の歌を聴け」に出てくる僕と同一人物なのではないかと考察されているものもある。今回は時間がなかったため他の作品まで手が回らなかったが、他の作品でも今回良ような結果になるのかが気になる。そして今回反省すべき点として、語尾の分類を明確にしなかったことが挙げられる。男性的、女性的のみでなくそれぞれの語尾がどんな印象を与えるかを調べたいと思っている。

8.参考文献・調査資料

参考文献

- ・張偉莉,杜雄（2018）「村上春樹『風の歌を聴け』における言葉遣いの特色について」、「日本学論壇」:新日本文化研究会会誌/『日本学論壇へ』編 pp.91～101
- ・川本三郎(1985)「disの距離感(中村健次と村上春樹—都市と反都市<特集>;村上春樹論)」、「國文學：解釈と教材の研究/學燈社[編]30(3)」pp.112～117
- ・李愛琴,鄭李文（2020）「テキストマイニングに基づく村上春樹小説の言語的特徴研究:『風の歌を聴け』と『多崎つくる』の比較を中心に」、「日本語文化研(23)」pp.43～59
- 調査資料
- ・村上春樹（2004）『風の歌を聴け』講談社

『枕草子』および『紫式部日記』における「御前」と「君」の使い分け

2024年度課題研究Ⅰ お茶の水女子大学附属高等学校2年 鈴木桜子

1. 研究の背景・研究目的

「枕草子」を読んでいると、作者が周囲の登場人物に対してよく使っている「御前」と「君」はどちらも敬意をもって目上の人を使う名詞、代名詞であるが、身分によって使い分けられているように感じたため、何を基準に使い分けられているのか分析をしようと考えた。

2. 仮説

- 『日本国語大辞典』を見ると、どちらも貴人を敬って使われるのに変わりはないが、「君」の方が指す範囲が広いように思われる。
- 「枕草子」内では、中宮や天皇などの皇族、神や仏などには「御前」を、貴族や女房名には「君」を使っているように感じられたため、「御前」の方が身分の高い人に向けて使われていたのではないだろうか。

〈使い分けられた理由〉

作者は中宮に伺候する身であったため、会う人のほとんどが自分より身分の高い人であったろう。これが「枕草子」内での特徴であることを考えると、作者は身分の高い人々の中でも呼び方を使い分けることによって、さらに階級の差別化をしようとしたのではないかと考えられる。

3. 研究方法

日本国語大辞典で示されている意味をもとに、章段の種類、意味、品詞(名詞か代名詞か)、使用者、使用者の身分、対象者、対象者の身分の観点から、「枕草子」に出てくるすべての「御前」と「君」を以下の分類方法でExcelで表にまとめ、それぞれの傾向を分析する。

- 章段の種類
①類聚的章段②随筆的章段③日記的章段
- 意味
下の「4.日本国語大辞典での定義」による
- 使用者、対象者の身分
①皇族(入内した姫も含む)②貴族(貴族の姫や貴族の妻も含む)③女房、女官④僧⑤神仏⑥その他

また、分析結果が清少納言独自の使い分けなのか、それともその時代に共通する使い分けであったのかを調べるため、同時代かつ同じような立場(中級貴族の娘で、中宮に伺候している)の紫式部の日記文学「紫式部日記」も同様に分析する。

4. 『日本国語大辞典』での定義

君

名詞

- 一国の君主。天皇。天子。
- 自分の仕える人。主人。主君。主。
- 貴人を敬っていう。
- 目上の人に対し、敬称として添える語。
「～の君」「～が君」の形で用いる。男に対して女に対しても用いた。
- 敬愛する人をさすという。女から見て男をいうことが普通。
- 中世・近世語。遊女。遊男。

代名詞
対称。敬愛の意をもって相手をさす。上代では、女性が男性に対して用いる場合が多い。中古以後は男女ともを用いた。現代語では、同等または目下の相手を指す男性語。

御前

名詞

- 神仏や貴人の前を敬っていう。ごぜん。みまえ。
- 貴人の所に伺候すること。また、その人。すなわち宮仕えの女房。
- 貴人に対し、その人を直接ささないで、尊敬の意を込める言い方。
- 座敷。また特に、居間または客間。

代名詞

- 目上の人に対し、敬意をもって用いる。近世前期までは、男にも女にも用い、また、男女とも使用した。
- 対等もしくは下位者に対して用いる。親愛の意を込めて用いる場合もある。江戸後半期に至って生じた言い方。

5. 結果

表1.枕草子「君」の対象者の身分の分布				表2.枕草子「君」の使用者の身分と対象者の身分の関係(%)				表3.枕草子「君」の意味と対象者の身分の関係(%)			
意味	回数(個)	比率(%)	計	身分	回数(個)	比率(%)	計	意味	回数(個)	比率(%)	計
1	0	0	0	1	10	11.8	1	1	0	0	0
2	6	7.1	6	2	51	60	2	6	1.2	0	0
3	33	39.3	33	3	20	23.5	3	2.4	36.9	0	0
4	36	42.9	36	4	1	1.2	4	2.4	20.2	17.9	1.2
5	0	0	0	5	0	0	5	0	0	0	0
6	0	0	0	6	0	0	6	0	0	0	0
代	7	8.3	7	代	3	3.5	代	1.2	1.2	6	0
その他	2	2.4	2	その他	0	0	その他	0	0	0	0
計	84	100	84	計	85	100	計	12	59.5	23.9	1.2

表4.枕草子「君」の意味と章段の関係(%)				表5.枕草子「御前」の使用者の身分と対象者の身分の関係(%)				表6.枕草子「御前」の意味と対象者の身分の関係(%)			
意味\章段	1	2	3	計	使用者\対象者	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	1	3.6	0	1.2	0	0	4.8
2	0	3.6	3.6	7.2	2	1.2	1.2	2.4	0	0	2.4
3	11.9	11.9	15.5	39.3	3	7.1	58.3	20.2	1.2	0	1.2
4	6	3.6	33.3	42.9	4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0
代	0	0	8.3	8.3	代	0	0	0	0	0	0
その他	0	0	2.4	2.4	その他	0	0	0	0	0	0
計	17.9	19.1	63.1	100	計	11.9	59.5	23.8	1.2	0	3.6

表7.枕草子「御前」の意味と章段の分布				表8.枕草子「御前」の使用者の身分と対象者の身分の関係(%)				表9.枕草子「御前」の意味と章段の分布(%)			
意味	回数(個)	比率(%)	計	身分	回数(個)	比率(%)	計	意味\章段	1	2	3
1	61	55.5	61	1	39.8	5	0	15.7	0	0	0
2	1	0.9	1	2	0.9	0	0	2	0	8.3	32.4
3	40	37	40	3	37	0.9	0	3	0	0	0
4	2	1.9	2	4	0	0	0	4	2.8	3.7	30.6
代1	2	1.9	2	5	0.9	0	0	代1	0	0	1.9
代2	2	1.9	2	6	0	0	0	代2	0	0	1.9
その他	2	1.9	2	代	0	0	0	その他	0.9	0	0
計	108	100	108	計	78.6	5.9	0.9	計	19.4	12	68.5

表10.枕草子「御前」の使用者の身分と対象者の身分の関係(%)				表11.紫式部日記「君」の使用者の身分と対象者の身分の関係(%)				表12.紫式部日記「君」の意味と対象者の身分の関係(%)			
使用者\対象者	1	2	3	計	使用者\対象者	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
2	0	2.8	0.9	0	2	0	0	0	0	0	0
3	75.9	4.6	0	2.8	3	13.6	0	0	0	0	16.6
4	0	0	0	0	4	0	12.1	69.7	1.5	0	83.3
5	0	0	0	0	代	0	0	0	0	0	0
6	0	0.9	0	0	その他	0	0	0	0	0	0
計	78.7	5.5	0.9	2.8	計	3	25.7	69.7	1.5	0	99.9

表13.紫式部日記「君」の意味と対象者の身分の関係(%)				表14.紫式部日記「君」の使用者の身分と対象者の身分の関係(%)				表15.紫式部日記「御前」の意味と対象者の身分の関係(%)			
意味\対象者	1	2	3	4	5	6	計	意味	回数(個)	比率(%)	計
1	0	0	0	0	0	0	0	1	27	73	36
2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
3	3	13.6	0	0	0	0	16.6	3	8	21.6	0
4	0	12.1	69.7	1.5	0	0	83.3	4	2	5.4	0
代	0	0	0	0	0	0	0	代	0	0	0
その他	0	0	0	0	0	0	0	その他	0	0	1
計	3	25.7	69.7	1.5	0	0	99.9	計	37	100	37

表16.紫式部日記「御前」の使用者の身分と対象者の身分の関係(%)				表17.紫式部日記「御前」の意味と対象者の身分の関係(%)				表18.紫式部日記「御前」の使用者の身分と対象者の身分の関係(%)			
使用者\対象者	1	2	3	4	5	6	計	意味	回数(個)	比率(%)	計
1	0	0	0	0	0	0	0	1	27	73	36
2	1.5	0	0	0	0	0	1.5	2	0	0	0
3	1.5	25.8	69.7	1.5	0	0	98.5	3	8	21.6	0
4	0	0	0	0	0	0	0	4	2	5.4	0
5	0	0	0	0	0	0	0	代	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	その他	0	0	1
計	3	25.8	69.7	1.5	0	0	100	計	37	100	37

表19.紫式部日記「御前」の使用者の身分と対象者の身分の関係(%)				表20.紫式部日記「御前」の意味と対象者の身分の関係(%)				表21.紫式部日記「御前」の使用者の身分と対象者の身分の関係(%)			
使用者\対象者	1	2	3	4	5	6	計	意味	回数(個)	比率(%)	計
1	73	0	0	0	0	0	73	1	27	73	36
2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
3	21.6	0	0	0	0	0	21.6	3	8	21.6	0
4	2.7	0	0	0	0	0	2.7	4	2	5.4	0
代	0	0	0	0	0	0	0	代	0	0	0
その他	0	0	0	0	0	0	0	その他	0	0	1
計	97.3	0	0	0	0	0	100	計	37	100	37

6. 考察

対象者の身分

- 「枕草子」中の「君」は対象者の60%が②貴族(表2参照)。「御前」は対象者の78.7%が①皇族(表7参照)であり、「紫式部日記」中の「君」は対象者の69.7%が③女房や女官(表12参照)。「御前」は対象者の97.3%が①皇族(表16参照)である
→「御前」の方が身分の高い相手に使われる

- 「枕草子」中で、「君」は③女房や女官に対して23.5%の割合で使われている(表2参照)。これは、彼女らも貴族であることに他、そのうちのほとんどが(4)の意味で使われている(表3参照)ことから、女房名は「～の君」という形になることが多いからだと考えられる。

- 「紫式部日記」では、「君」は②貴族にも25.8%の割合で使われているものの、主に③女房や女官に向けて使われている(表12参照)。これは、「紫式部日記」ではほとんどの登場人物が同僚の女房であり、「枕草子」と違ってあまり貴族の名前が出てこないからだと考えられる。

使用者の身分

- 「枕草子」、「紫式部日記」の両作品とも「君」と「御前」の使用者の身分においては③女房が圧倒的に多いが、これは会話文より地の文が多いため、作者である清少納言や紫式部が使用者のほとんどであることを示しているのは明らかだ。

意味、章段の種類

- 「君」は、「枕草子」中では基本(3),(4)の意味で(表1参照)。「紫式部日記」中では基本(4)の意味で使われる(表11参照)が、両方とも(3)の意味で使われる場合は①皇族や②貴族を対象にする(表13参照)。これは、(3)の意味は「貴人を敬って」使われるものだからだと考えられる(定義より)。

- 「御前」は、「枕草子」中では基本(1),(3)の意味で(表6参照)。「紫式部日記」中では基本(1)の意味で使われる(表15参照)。(1)の意味で「貴人の前」を指すことが多かったのは、(3)の意味で中宮や天皇の動作や様子を直接表すよりも、彼らの前にもあるものの様子を書き表すことが多いからだと考えられる(あまり直接的に高貴な人の動作を書くのは無礼だという意識があったのかも知れない)。

- 「枕草子」中で、「君」は類聚的章段、随筆的章段では(3)の意味で、日記的章段では(4)の意味で使われることが多い(表4参照)。これは、日記的章段には具体的な登場人物が多く、「～の君」と表す女房や貴族が多く出てくるが、その他の章段では個人名を書くことがほとんどなく、一般的にどんな人か(ex.高貴な人)を描写することが多いためだと考えられる。

- 「枕草子」中で、「御前」は類聚的章段、随筆的章段では(1)の意味で、日記的章段では(1)の他に(3)の意味で使われることが多い(表9参照)。これは、上に挙げた「君」の場合と同様に、日記的章段では具体的に中宮定子や天皇などのエピソードを著していることが多く、「宮の御前(=定子)」「上の御前(=天皇)」などの形がよく使われるためであると考えられる。

品詞

- 「枕草子」、「紫式部日記」の両作品とも「君」と「御前」が代名詞として使われている例が少ない
→現代とは違い代名詞としてより名詞として使われるのがメインだった

7. まとめ

- 仮説で予想した通り、「御前」は皇族を対象に、「君」は貴族を対象に使われる傾向にある。
- 「御前」と「君」は、現在では二人称代名詞として使われるが、当時は主に名詞として使われていた。

8. 課題、今後の展望

- 意味や章段の分類の客観性の欠如
- 調査対象が不足しており、一概にその時代に共通する使い分け方とは言えない。
- 今回の結果から、「御前」は「君」よりも敬意の高い相手に対して使われていたとわかるが、現在使われる「御前」と「君」では、どちらも上から目線と捉えられるものの、まだ「君」の方が丁寧なイメージがある。いつ敬意の高低が入れ替わったのか(敬意減の速さの比較)についても考察したい。

9. 参考文献・調査資料

- れいのず・秋葉かつさ(2021)「日本語二人称「君」の歴史言語学的研究」、『現代日本語研究』第42巻、pp.54-71
- 柳原 邦彦(1980)「中古仮名作品に於ける「御前」」、『国語学論集2』、笠間書院、
- 滝浦貞人(2022)「敬意漸減—すり減って止まない敬意が引き起こすこと—」『させていたく大研究』くろしお出版、pp.95~115
- 松尾聰、永井和子(1997)『新編 日本古典文学全集18 枕草子』、小学館、藤岡忠美、中野幸一、犬養藤、石井文夫(1994)『新編 日本古典文学全集26 和泉式部日記/紫式部日記/更級日記/讃岐典侍日記』、小学館
- 日本国語大辞典第二版編集委員会・小学館国語辞典編集部編(2001)『日本国語大辞典第二版』、小学館

『本陣殺人事件』における欧米推理小説の影響の分析

2024年度課題研究Ⅰ お茶の水女子大学附属高等学校2年 鶴岡小百合

1. 研究の背景・研究目的

横溝正史作『本陣殺人事件』は日本初の本格長編推理小説であり、多数の欧米推理小説を参考にしている。そこで、欧米推理小説から具体的にどのような影響を受けたのかを、登場人物および推理に関する伏線を分析することで明らかにする。また、江戸川乱歩に指摘された「犯人（三郎）の動機の不可解さ」の原因を、伏線の張り方という点で分析する。

2. 仮説

『本陣殺人事件』は登場人物および推理に関する伏線の張り方という点で欧米推理小説から何らかの影響を受けたのではないかと仮定する。

3. 研究方法

『本陣殺人事件』作中で言及されているガストン・ルルー作『黄色い部屋の謎』、カーター・ディクスン作『黒死荘の殺人』を比較対象とする。

(1) 登場人物に関する伏線の分析

三作品の登場人物に関する伏線を数える。伏線の種類ごとに伏線の数値を整理し、三作品それぞれで χ^2 乗検定をする。『黄色い部屋の謎』は『本陣殺人事件』と登場人物構成が似ていたため、登場人物ごとの分析もする。

(2) 推理に関する伏線

『黒死荘の殺人』は特に『本陣殺人事件』と事件構成が似ていたため、トリック・犯人推定という2観点で推理に関する伏線を分類し、種類ごとに伏線を数えて分析する。

4.1. 結果・考察 登場人物に関する伏線について

表1 登場人物に対する伏線の種類ごとの伏線数

	探偵による登場人物への疑惑	犯人推定できる状況証拠	探偵以外による登場人物への疑惑	不審さを強調する描写
『本陣殺人事件』	1	3	15	15
『黒死荘の殺人』	6	2	19	25
『黄色い部屋の謎』	7	9	17	23

『本陣殺人事件』 $\chi^2(3)=20.118, p<.01$ で有意差あり
ライアン法による多重比較(有意水準0.05)の結果、「探偵による登場人物への疑惑」と「犯人推定できる状況証拠」の間、「探偵以外による登場人物への疑惑」と「不審さを強調する描写」の間を除いた全ての項目間で有意差あり

『黒死荘の殺人』 $\chi^2(3)=26.923, p<.01$ で有意差あり

『本陣殺人事件』と同様の項目間で有意差あり

『黄色い部屋の謎』 $\chi^2(3)=11.714, p<.01$ で有意差あり

「探偵による登場人物への疑惑」と「不審さを強調する描写」間で有意差あり

考察（表1 登場人物に対する伏線の種類ごとの伏線数より）

類似点：

三作品とも「探偵による登場人物への疑惑」より「不審さを強調する描写」の方が多い

⇒不審さを強調する地の文の描写は比較的挿入しやすい

相違点：

『本陣殺人事件』は「探偵による登場人物への疑惑」より「探偵以外による登場人物への疑惑」の方が多い。

⇒乱歩に批評された「犯人（三郎）の動機の不可解さ」の一つの要因として、「探偵による登場人物への疑惑」の伏線が少なく唐突に犯人が推理の的となっており、読者は突拍子もない展開に感じられてしまうのでは

表2 登場人物ごとの伏線数

	犯人		その他の人物				
	賢蔵	三郎	主に濡れ衣を着せられた人物 三本指の男	良介	隆二	T	
『本陣殺人事件』	4	9	8	6	3	3	
『黄色い部屋の謎』	フレデリック・ラルサン	ロバート・ダルザック	ジャック・爺さん	ベルニエ夫婦	緑服の男	マチュー	アーサー・ランス
	2	27	6	4	6	3	4

『本陣殺人事件』 $\chi^2(5)=6.091$ で有意差無し

『黄色い部屋の謎』 $\chi^2(6)=61.885, p<.01$ で有意差あり

ライアン法による多重比較(有意水準0.05)の結果、「主に濡れ衣を着せられた人物」（ロバート・ダルザック）とそれ以外の人物間で有意差あり

考察（表2 登場人物ごとの伏線数より）

「犯人」と「その他の人物」で伏線回数の有意差が無い

⇒犯人の伏線回数とその他の人物とで差をつけないことで、犯人の伏線が多いために読者がすぐ犯人に気づくことを防いだり、逆に伏線が少ないことによる読者へのアンフェアをなくしたりするため

4.2. 結果・考察 推理に関する伏線について

表3 推理に関する伏線数（左：『本陣殺人事件』、右：『黒死荘の殺人』）

	推理の鍵となる小道具・状況など	犯人の動機に関する記述	犯人の犯行に関する言動		推理の鍵となる小道具・状況など	犯人の動機に関する記述	犯人の犯行に関する言動
事件発生前	2	2	5	事件発生前	4	1	2
事件発生時	2	0	0	事件発生時	3	0	2
刑事の捜査	6	2	1	刑事の捜査	2	3	5
探偵の捜査	9	2	3	探偵の捜査	5	2	3

考察（表3 推理に関する伏線数より）

類似点：

両作品とも「事件発生前」「事件発生時」「刑事の捜査」「探偵の捜査」の4つのパートで「推理の鍵となる小道具・状況など」の伏線が存在する⇒トリックの推理に対する読者の納得

伏線が極端に多いパートが無い

⇒各パートでの極端な情報過多を防ぐ。特に、「事件発生前」にも伏線を入れておくことで犯人の行動・意図を後から読者が納得しやすくなる

表4 犯人推定に関する伏線数

	犯人の動機に関する記述(主犯)	犯行に関わる言動(主犯)	犯人の動機に関する記述(共犯)	犯行に関する言動(共犯)
『本陣殺人事件』	賢蔵		三郎	
	2	4	4	5
『黒死荘の殺人』	グレンダ/ジョゼフ		マクドネル	
	6	4	0	10

表4は犯人推定の伏線（「犯人の動機に関わる記述」「犯人の犯行に関わる言動」）を、犯人ごとに分けて整理したもの
※賢蔵は事件発生時に死亡、ジョゼフはグレンダの変装時の名前・姿

考察（表4 犯人推定に関する伏線数より）

相違点：

『本陣殺人事件』共犯三郎の「犯行の動機に関する記述」の伏線はある程度存在するが、『黒死荘の殺人』共犯マクドネルは無い
⇒乱歩に批評された「犯人（三郎）の動機の不可解さ」について、動機の伏線は十分（三郎の動機が感情論として納得できるかは別）

⇒マクドネルの「犯行に関する言動」の伏線数と比べ、三郎の伏線数が不十分。事件発生時に死亡した賢蔵と「犯行に関わる言動」の伏線数がほぼ同数になってしまっている

⇒「犯人（三郎）の動機の不可解さ」の一つの要因か

5. まとめ

『本陣殺人事件』が欧米推理小説から受けた影響

・犯人とその他の人物で差をつけない（＝犯人に関する伏線のあり方）
・各パートごとにトリックに関する伏線を入れる。また、パートごとの推理に関する伏線数をほぼ均等に

「犯人（三郎）の動機の不可解さ」

欧米推理小説と比較して、探偵による登場人物への疑惑の伏線と、「犯行に関する言動」の伏線が少ない

⇒読者の納得を得づらい原因

6. 今後の展望

・比較対象とする欧米推理小説を増やす

・今回は伏線数から推理小説を科学的・客観的に研究することを目指したが、伏線数以外の異なる観点からも推理小説を科学的に研究できないだろうか

7. 参考文献・調査資料

参考文献

- 青山美月 村井源（2022）「物語自動生成のための推理小説中の伏線分類」『じんこんもん2022論文集』pp.145-150
青山美月 村井源（2023）「推理小説における作家固有の伏線とオチ、シーンとの関係についての傾向の分析」『じんこんもん2023論文集』pp.297-304
石川慎一郎 前田忠彦 山崎誠（2010）『言語研究のための統計入門』くろしお出版
井上貴翔（2023）「『論理』と『科学』の分離：横溝正史『本陣殺人事件』と江戸川乱歩」『層：映像と表現vol.15』pp.227-243
笠井深（1998）『探偵小説論Ⅰ 氾濫の形式』東京創元社
栗田卓（2014）「『論理』を構築する論理：横溝正史『本陣殺人事件』論」『立教大学日本文学』pp.77-89
小泉政利（2016）『ここから始める言語学プラス統計分析』共立出版
調査資料
横溝正史（1995）『日本推理作家協会賞受賞作全集—1 本陣殺人事件』双葉社
ガストン・ルルー作、宮崎嶺雄訳（2008）『黄色い部屋の謎』東京創元社
カーター・ディクスン（2012）『黒死荘の殺人』東京創元社

「笑い」の持つ役割の地域性

2024年度課題研究Ⅰ

お茶の水女子大学附属高等学校2年 田儀絆生

1.研究の背景・研究目的

愛想笑い、談笑、爆笑という言葉があるように、「笑い」は会話の中で重要な役割の一つを担っていると思われる。また印象として関西人はよく笑うと感じる人は多いのではないだろうか。この研究では地域によって会話中に見られる笑いに違いがあるのかどうかを明らかにしたい。

2.仮説

関西では雰囲気をよくして談話を促進するための相槌としての要素が強い「笑い」が多いのではないかと。反対に首都圏では直接的な表現を避け、内容をごまかす目的の「笑い」がみられるのではないかと。

3.研究方法

国立国語研究所が公開している「方言ロールプレイ会話データベース」を用いて、①笑いを含む会話の割合 ②会話数の平均 ③笑いを含む会話数の平均 ④先に笑った人 ⑤会話中に笑った回数の割合 ⑥笑いの数の合計 を首都圏女性、首都圏男性、関西女性、関西男性の四つのグループに分け、集計する。

談話の展開の仕方と地域差についての先行研究である井上（2013）で定義された談話構成要素を用いて、どの談話構成要素とともに「笑い」が発生しているのかを集計する。井上（2013）で定義された談話構成要素は以下の表の通りである。また、この研究からは「対人的配慮に関わる機能的要素」のうち「意向確認」は関西でのみ見られた特徴があり、これにより関西では双方の主體的な会話を促すという談話展開の仕方をとることがわかっている。

表1 井上（2013）で定義された談話構成要素

要素の構成	名称	実際の会話例
用件に関わる機能的要素	理由説明	今起きた/めっちゃ寝坊してましてさー
	状況説明	今まだ家
	待ちじかん説明	めっちゃ遅れる/30分で着く
対人的配慮に関わる機能的要素	誠意表明	すっごい急いでいくから/ごめん
	状況確認	もう駅ついてる？
	負担要求	もうちょっと待っててください/お願いします
	意向確認	どうしたら良い？/待っててもらえる？
	待ちじかん確認	どんくらいで着くかな？
	対価表明	飯おごるわ
	連絡表明	またつく頃連絡するし

実際に集計を行ってみると、誠意表明を受けた後に見られる「笑い」と、「笑い」だけで一つの会話のターンが終わっているものが多く見られたので、独自で要素を追加した。（表4）

4.結果と考察

「方言ロールプレイ会話データベース」に収録されているスクリプトに表示されている【笑】の数を1としてカウントした。このロールプレイ会話はAとBの二人による談話を展開しており、それぞれに出した指示は以下の通りである。

4-1-1 結果

場面1 遅刻の連絡

【Aへの指示内容】あなたは、Bさんと駅で待ち合わせをし、一緒に遊びに行くことになっています。ところが寝坊をしてしまい、待ち合わせの時間をかなり過ぎてしまいました。Bさんに電話をかけてください。
【Bへの指示内容】あなたは、Aさんと駅で待ち合わせをし、一緒に遊びに行くことになっています。ところが、待ち合わせの時間をかなり過ぎてAさんがやってきました。そこにAさんから電話がかかってきます。普段通りに対応してください。
※この場面ではAが遅刻した側となっている。考察の便宜上、以降A：謝る側、B：許す側と表記する

表2 遅刻の連絡 ①～⑤までの集計結果

遅刻の連絡	首都圏		関西	
Aが謝る側	女性	男性	女性	男性
会話が笑いを含まれた割合	0.6	0.4	0.875	0.6
会話数の平均	22.6	18.4	25.375	23
笑いを含む会話数の平均	25.667	20.5	26.143	24.5
先に笑った人	A	0.667	0	0.259
	B	0.333	1	0.714
笑いの回数の割合	A	0.467	0	0.397
	B	0.533	1	0.603
A、Bの笑いの数の合計	15	2	68	13

4-1-1 考察

・首都圏、関西ともに男性よりも女性のほうが平均して会話数が多く、また会話中に「笑い」がみられる割合が高かった。
・すべてのグループにおいて「笑い」を含む会話とそうでない会話では、「笑い」を含む会話のほうが長くなる傾向にあることがわかる。このことからどの地域でも共通して「笑い」は談話を促進させる効果があるのではないかと。
・この場面ではAが遅刻をした側であるが、首都圏では謝る側から笑うことが多く、その一方で関西圏では許す側からの笑いが男女ともに多かった。このことから首都圏では謝る側が、関西圏では許す側から積極的に場の空気を変えようとしていると考えられる。

4-1-2 結果

場面2 文句を言う

【Aへの指示内容】ゼミ（サークル・親睦グループ等）の集まりがあり、メンバーが集まる場所に集まっています。ところが、集合時間を30分過ぎててもBさんが来ません。Bさんに電話をかけて文句を言うてください。Bさんの言い分を聞いた上で、来るように促してください。
【Bへの指示内容】ゼミ（サークル・親睦グループ等）の集まりに出席する予定だったので、すでに集合場所にいるAさんから電話がかかってくるので、言い訳をしてください。Aさんに来るように促されたら了解してください。
※この場面ではAが文句を言う側となっている。以降、A：許す側、B：謝る側と表記する

表3 文句を言う ①～⑥までの集計結果 4-1-2 考察

文句を言う	首都圏		関西	
Aが許す側	女性	男性	女性	男性
①	0.8	0.6	0.625	0.6
②	21.8	23.4	27.183	31.5
③	25	27	30.6	32.667
④	A	1	0.8	0.833
	B	0	0.2	0.167
⑤	A	0.563	0.625	0.802
	B	0.438	0.375	0.108
⑥	16	8	75	11

4-2 結果

表4 「笑い」がみられた要素の内容

要素の構成	名称	首都圏		関西	
		女性	男性	女性	男性
用件に関わる機能的要素	理由説明	0	0	0.023	0
	状況説明	0.143	0	0.056	0
	待ちじかん説明	0	0	0.023	0
	誠意表明	0.071	0	0.139	0.167
対人的配慮に関わる機能的要素	状況確認	0.071	0.5	0.222	0.083
	負担要求	0.071	0	0.056	0
	意向確認	0	0	0	0
	待ちじかん確認	0	0.5	0.023	0.083
	対価表明	0	0	0.083	0
	連絡表明	0	0	0	0
	誠意表明から	0.214	0	0.167	0.25
独自で追加した要素	一文完結	0.143	0	0.139	0.083
	その他	0.143	0	0.056	0.333

4-2 考察

・首都圏・男性グループを除いて、誠意費用名を受けた後に「大丈夫だよ」等の言葉とともに使われる「笑い」がみられた。
・首都圏・男性グループはそもそも「笑い」がみられた会話そのものが少なく、結果が偏ってしまった可能性が高い。
・項目ごとの大きな数値の変化はあまり見られなかったため、どのような談話構成要素を共に「笑い」がみられるか、という点で地域性は関連が少ないのではないかと。

5.まとめ

・男女ともに関西圏のほうが圧倒的に会話に笑いを含む割合が多かった。（一部では笑いのない会話もあったがとても怖いという印象を受けた。）
・首都圏と関西両方に言えることとして、①男性より女性のほうが会話に笑いを含む割合、笑いの回数ともに多かった。②男性より女性のほうの会話数が多くなる傾向があることが分かった。
・誠意表明や、誠意表明を受けてからの笑いがどの地域でも見られたことから、首都圏でも関西でも笑いが緊張感を和らげる働きを持っているようだった。
・首都圏では謝る側からの会話に「笑い」が多くみられ、関西圏では反対に許す側から積極的に笑っているようだった。

6.今後の展望

考察の最後で述べた違いは、異なる地域出身の人との会話で誤解を招く原因になりうると感じた。地域性による話し方の差によって生じる誤解はほかにもありそうなので、調べてみたい。

7.参考文献・調査資料

参考文献

井上文子（2014）「方言談話の地域差と世代差に関する研究成果報告書（国立国語研究所共同研究報告）」13-4 pp.24-41
浦光博（2017）「笑いの心理学：関西人はなぜ笑う？」追手門学院大学笑学研究所年報 2 pp.5-16
早川治子（2000）「相互行為としての「笑い」：自・他の領域に注目して」文学部紀要 14 (1) pp.23-43
同部敬史、山出高士（2023）『目で見る方言』東京書籍
小林隆、沢村美幸（2014）『もの言ひのかた西東』岩波書店
鹿功雄、日高水穂、前田眞子、山田敏弘、大和シゲミ（2021）『やさしい日本語の仕組みー日本語学の基本ー』くろしよ出版
田中ゆかり（2016）『方言萌え!?ヴァーチャル方言を読み解く』岩波書店
早川治子（2000）「相互行為としての「笑い」：自・他の領域に注目して」文学部紀要 14 (1) pp.23-43
日比谷潤子（2012）『はじめて学ぶ社会言語学ーことばのパリエーションを感じる14章ー』ミネルヴァ書房
松本功（2021）『自由研究 ようこそ！ことばの実験室（コトラボ）へ』株式会社ひつじ書房
李雪（2011）「日本語の自然会話における「笑い」のジェンダー対照研究」比較社会文化研究 30 pp.117-124
李瑞、渋谷昌三（2011）「社会的笑いに関する心理学研究の動向」目白大学心理学研究 (7) pp. 81-93

調査資料

「方言ロールプレイ会話データベース」https://hougen-db.sakuraweb.com/index.html(最終閲覧日 2025/1/28)

アマチュア女性芸人になった経緯についての仮説生成

2024年度 課題研究I お茶の水女子大学附属高等学校2年 山田日和

1.課題設定・研究の意義

近年、社会では女性の在り方について様々な視点で議論されている。メディアにおけるお笑い芸人に関しても「体を張る」などといった典型的な芸人像はもはや過去のもので、女性がバラエティ番組以外の媒体を活躍の場としている例は枚挙にいとまがない。

そこで、女性芸人について研究することで、芸人についてだけでなく、現代社会について発見があるのではないかと感じた。今回、私は特にインターネットで目にした漫才大会の予選において女性の比率がテレビで見るより多いと感じ、女性芸人が増えているのではないかと予想のもと、このテーマを設定した。

この研究を通して、女性が芸人になった経緯について明らかにする。

2.先行研究

・芸人のプロ、アマチュアの区別は「事務所所属か、事務所に所属していないか」※厳密な定義なし(田辺,2024)*1

・この研究テーマの直接的な先行研究は存在しない。明らかになっていない点はアマチュア女性芸人が演者になった経緯と、賞レース参加者の男女の推移である。

・女性芸人の立ち位置(瀬沼,2023)*2

【元来】男性同士のホモソーシャル的な笑いが主流(男性がいじる側、女性がいじられる側)

【2000年代以降】女性芸人のこうした状況に変化

【2010年代以降】社会でルッキズムに対する問題意識が持たれ始めたことで「容姿いじり」が笑いを生み出さなくなった

3.研究の方法

本研究の目標はアマチュア女性芸人が芸人になった経緯についての仮説生成である。アマチュア芸人の中でも今回は大学生お笑い芸人(＝お笑いサークル員)に焦点を当てた。

本研究ではアマチュア芸人に焦点を当てている。また、あくまで「芸人になる」という行為にフォーカスしている研究テーマであり、その後、芸人業を継続しているか否かという点は重要ではないためである。ただし時代別の考察を行う際はプロ芸人の取材記事を引用する場合もある。

2024年の7月下旬に大学生(表1)のA,B,C,D氏にインタビューを行った。核となる質問は、「**演者になろうと思ったきっかけを教えてください。**」また、お笑いサークルに所属する大学生に取材を行っているブログから彼らがお笑いサークルに加入した経緯について語りが豊かな記述を選択し、これらをM-GTAの手法(今福,2021を参考)*3を用いて分析した。まず実際にインタビューを行なった男女計4名のインタビューを分析焦点者として設定し、彼らの語りで最初に着目した文脈を検討し、雑誌記事を含む他者の発言から類似例を検討した。次に該当すると思われるヴァリエーションを抽出、定義、概念名を決めて分析ワークシートを記述した。各概念を関連づけ、カテゴリと結果図を生成した。

表1 インタビュー実施者詳細

実際に取材					インタビュー記事(「アマチュア芸人インタビューwatch」/note)				
	A	B	C	D		E	F	G	H
性別	男性	男性	女性	女性	性別	女性	女性	男性	男性
出身	大阪	関東	関東	関東	出身	関東	関東	関東	関西
生年	2002年	2004年	2003年	2003年	生年	2002年	2002年	2001年	2000年
取材日時	2024/7/24取材				取材日時	2024/7/23取材			
取材場所	一橋大学(東京都国立市)				取材場所	慶應義塾大学(東京都港区)			

4.結果

(1)女性の結果図とストーリーライン

太線は重複したルート、赤は関西の大学生の傾向

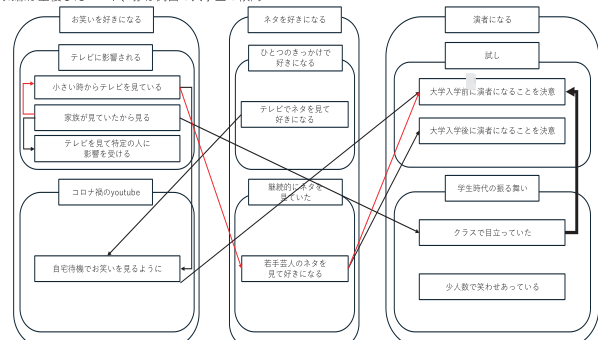


図1 インタビュー内容の分析(女性)(カテゴリは表から生成された)

ストーリーライン(＝生成された仮説)

女性が演者になる理由は大学入学前に【お笑いを好きになって】、お笑いに対する興味が湧いたのちに【ネタを好きになる】。それによって【大学入学前に演者になることを決意】している。また、【お笑いを好きになって】、学校で目立った行動をするようになった。

(2)男性の結果図とストーリーライン

太線は重複したルート、赤は関西の大学生の傾向

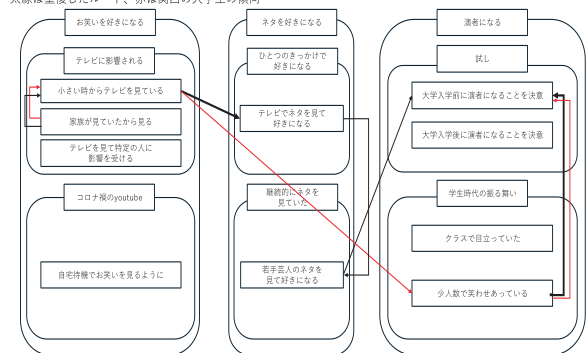


図2 インタビュー内容の分析(男性)

ストーリーライン(＝生成された仮説)

男性が演者になる理由は大学入学前に【お笑いを好きになって】、お笑いに対する興味が湧いたのちに【テレビでネタを見て好きになる】。それによって【学生時代に少数で笑わせ合う】振る舞いをするようになり、その延長で演者になる。

5.考察

①結果図を男女で比較すると、矢印の方向性から男性は類似した経路が多い一方で、女性は多様な経路を辿っていることが読み取れる。

②課題設定の起点となる「女性芸人が増えているのではないか」という疑問に対して明確なデータは得られなかった。しかし実際にインタビューさせていただいた全員が女性演者の比率が上がっていることを体感していた。

③今回、男女共通でテレビに影響されたという結果が得られた。特に家族が見ていたから、という理由が多い。特に影響を受けたテレビ番組は「エンタの神様(日本テレビ系)」「レッドカーペット(フジテレビ系)」「M-1(朝日テレビ系)」「THE MANZAI(フジテレビ系)」が挙げられた。これに関して2000年代にはネタ番組が各局のゴールデン・プライム帯で始まり、若手芸人のネタブームといえる状況ができたことが指摘されている。*4

6.課題と展望

結果図における女性特有の点については、クラスで目立っていた人が多いという点だ。しかしながらDさんの「元々お笑い好きだから、裏方になろうと加入した」という経験に着目したい。あくまでも予想にはなるが、高比良くるまの指摘する*5「お笑い第7世代華頭後の推し活ブーム」がお笑いが好きな女性を増やし、それによってネタをする気はないがお笑いサークルに入る女性が増え、Dさんの例のように試しでやってそのまま演者を継続する女性が増えたのではないかと推察する。すなわち、女性のアマチュア芸人が増えたというよりその外側の「女性お笑いファン自体が増えた」という可能性を探ってみたい。

5.③より現在大学生くらいの世代は、幼少期にお笑い自体が身近だったことから、女性も学校でそのような振る舞いをするに抵抗感がないと考察できる。この例と、③の例が重なり、今後女性芸人の立ち位置などが変化していく可能性がある。

7.参考文献

- *1[「R-1」で話題の「アマチュア芸人」とはどのような立場なのか、「フリー」とはなにが違うのか]田辺ユウキ-Yahoo!JAPANニュース(2024/2/12)
<https://news.yahoo.co.jp/expert/articles/5b5d7ccba3cf5ee7a3c4e4c89bca6f8d6432d692>
*2「2000年代のお笑い文化のパラダイムシフト—松本人志のお笑いのゆくえ—」瀬沼文彰(2023/8)
https://www.jstage.jst.go.jp/article/warai/30/0/30_3/_pdf/-char/ja
*3「質的研究を実施するうえで知っておきたい基本理念」今福輪太郎-JSPHe 薬学教育第5巻(2020/1/20)
*4「バラエティの30年史から、2020年代の「テレビの笑い」を考える【前編】」てれびのスクリーン・ウィックジャパンウェブ(2020/2/28)
<https://qjweb.jp/special/8414/>
*5「令和ロマンくるま」芸人総アイドル化時代を分析 芸人はブームに対して上手く乗りつつも内心冷静」高比良くるま-東洋経済オンライン(2025/1/2)
<https://toyokeizai.net/articles/-/848101?display=b>
全て最終閲覧日2025-1-26

8.謝辞

お忙しい中インタビューにご協力いただいた一橋大学お笑いサークルIOKの京田氏、河野氏、須本氏、慶應義塾大学お笑い道場O-keisの藤原氏、上智大学お笑いサークルSCS梶田氏の感謝申し上げます。

生き残るアイドルの魅力解明！～女性ファンが女性アイドルを推す心理～

2024年度 課題研究I お茶の水女子大学附属高等学校2年 古波蔵沙姫

1. 課題設定・研究の意義

女性アイドルを推す女性たちはどのような心理を持ってアイドルを推すのか？
それを踏まえた上で社会的にどんなアイドルが生き残るのか？

この問いにした理由

自分が女性アイドルに魅力を感じていて、同じく推し活をする人々を対象に、好意的な感情やその結果どういった行動を取るのかについて心理と行動に着目して解明したい。
それを解明した結果、社会的に生き残るアイドルとは何かを見つめたいと考えた。

「推す」の定義について

先行研究で参考にした『ファン心理の構造 ファン心理とファン行動の分類』(1)～(3)(小城 英子)を参考に、「情報収集、熱狂行動、作品の収集や鑑賞、模倣行動、宣伝行動」を行っていることと定義とする。
コンサートなどのイベントに行っているという行動は目に見えて分かりやすい
→今研究は『年に数回以上イベントに通っている』ことを調査対象を選ぶ条件として調査をする。

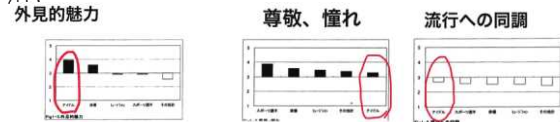
2. 先行研究

小城(2004)によると心理的な要素とファン行動には相関が見られる。
ポイントが高ければ高いほどその要素を大切に据えてイベントに行く、などの行動を起こしているといえる。

女性ファンが抱く感情は主に「尊敬、憧れ」に加え「流行への同調」という感情などに区別することができる。

★職業別

小城によると、女性アイドルは俳優、歌手、スポーツ選手など他の職業と比べてときに実力と外見的魅力の相関が一番大きい。外見的魅力が圧倒的に重視される職業であることが述べられている。小城(2004)
「外見的魅力」以外に、「尊敬、憧れ」「流行への同調」「同一性(親近感)」という感情に分類することはできるが、どれもあまり他の職業(スポーツ選手、ミュージシャン等)との違いを見せず、はっきりといえる結果は見つからない。

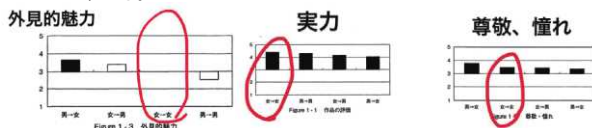


小城 英子『ファン心理の構造ファン心理とファン行動の分類』引用。図の強調は筆者。

★男女別

小城によると、単に女性→女性で調査した結果、外見的魅力は異性間に比べて大きくポイントが減る。小城(2004)

女性→女性の場合、「作品の評価(実力)」や「尊敬、憧れ」のポイントが大きいことがわかる。



小城 英子『ファン心理の構造ファン心理とファン行動の分類』引用。図の強調は筆者。

女性が女性アイドルを推す理由としてルッキズムの効果が大きい。
しかしそれだけでなく、アイドルの人間性にフォーカスして、その人のアイドルとしての姿に尊敬や憧れを抱くことで「推す」理由につながる。

3. 研究の方法

作品としての要素とファンが抱く感情の尺度、相関について読み取り、考察をもとに、女性アイドルを応援している女性ファンにインタビューをする質的調査を行う。

【対象】

女性アイドルのグループのライブやイベントに年に数回以上通っている女性ファン(10代～20代)4人。

推しているグループの規模感や推し活の内容に偏りがないようにする。

【方法】

電話やzoomを利用して質的調査をする。

まず選択式の質問に答えてもらって、そこから対話式で質問をしていく。

選択式の質問として以下のものを用意した。

あなたが「推し」を推すにあたって、持ち点を10点として自分の大切だと思う要素に点を振分ける。そして、具体的なエピソードや回答者の持つ考えを教えてください。

- ①実力、②外見の魅力、③親近感、④流行、⑤憧れや尊敬
⑥恋愛感情、⑦推しに関連するコミュニティ、⑧グループの規模

4. 結果

	外見的魅力	親近感	実力	憧れ、尊敬	その他
Aさん(20)	3	1	1	3	2
Bさん(18)	2	2	2	2	2
Cさん(22)	3	3	1	2	2
Dさん(26)	3	0	3	1	3

表1
インタビュー結果のまとめ

持ち点を10点とした時の数値の結果だが、4人中4人が外見的魅力を選んでいること、4人の合計のポイントで要素を比べた時に外見的魅力が1番大切だとされていることが分かる。(表1)

●外見的魅力は推す理由に繋がると思うかどうかについて

「自分もこうなりたい、少しでもかわいくなりたいと、努力するきっかけになるため、繋がると思う。」

「顔がかわければ内面も知りたいと思うし、顔がかわいい子は人気も比例しているような気がする。」

「見た目がタイプじゃないと興味を持たないから関係すると思う。」

「外見的魅力がないと知らずと思わないから関係する。」

●先程答えた数値のアンケートに対する事例、見解について

「配信や握手会でのたあいもないやり取りやしんどい時に温かくて優しい言葉をかけてくれるところにたくさん救われた。」

「アイドル＝かわいいだけ」というイメージがあったが、その上で歌が上手、ダンスが上手ということに感銘を受けた。特に、努力することでそれを実力にしているという面に尊敬を覚えた。」

「アイドルは見た目が良くないとまず好きになろうと思わない。」

「頑張っている姿をみて頑張ろうって思ったり、尊敬できる姿を見ることができると、何気ない毎日に光が増えたような感覚が嬉しい。」

●推しの内面について良いと思う点や、推す理由に繋がるとについて

「個人的に推しの性格はあまり気にせず、努力していることが大切だと思う。」

「人間味を感じて、少し身近に感じられて友達のように接することができたり、本当の友達には言えないような会話もできる点が推す理由に繋がる。推し始めてから前向きになった。」

「一生懸命で応援したくなる性格が推す理由に繋がる。」

「すごく謙虚で素直なところ。人間的に好きになれないと推せないと思う。」

5. 考察

●女性が女性アイドルに惹かれる理由として、ルッキズムの効果が大きいとされている。→数値的にも、インタビューの結果を通して、今回の対象に関してはそうだと考える。

その中でも知りたいという入口の外見的魅力と、自分もアイドルのように見た目に気を遣いたいという憧れに繋がる外見的魅力がある事が分かった。

●アイドルの人間性にフォーカスして、その人のアイドルとしての姿に尊敬や憧れを抱くことで「推す」理由につながる。

→インタビューで「人間性」を大切に思うファンは多く、その中でも具体的に「実力のために努力している姿」や「握手会などでの交流」によって感じる親近感を大切に思う傾向にある。また、外見に対する憧れや尊敬など、複数の要素を含んだ感情を持つこともあるということがわかった。

●つまり、一般的な女性ファンを獲得している女性アイドルというのは、外見的魅力がきっかけとして必要とされる。そして、そこから消費行動へと進むにあたって、ファンとの直接的または間接的なコミュニケーションが求められる。そのような条件を満たした女性アイドルが社会的に生き残るだろうと言える。

6. 課題と展望

研究結果を踏まえて、ルッキズムを主な理由とした、女性アイドルを推す心理にある程度の共通点は見られたため、個人的に気になっていた点に関しては解決できたと言える。しかし、外見的魅力、とおおまかにまとめてしまっているのではどのようなものなのか。顔、というのが挙がったが衣装や髪型なども相関があるのではないか、ということへ繋げることが出来るだろう。また、現代でSNSが普及し、配信やオンラインでの握手会などが増えている中で今までの時代と違ったアイドルとのコミュニケーションの取り方が考えられるため、時代によっても変化があるのではないかと。という今後の課題が見られる。そして、自分がアイドルをプロデュースするなら、どういった戦略で他と差をつけるか？という視点で見ることでも可能なので、マネジメントや経営といった社会的な視点と結びつけて見てみたいと考えた。

7. 参考文献

- 小城 英子(2004年)『ファン心理の構造(1) ファン心理とファン行動の分類』関西大学大学院人間科学：社会学・心理学研究 61
小城 英子(2005年)『ファン心理の構造(2) ファン心理とファン行動の分類』関西大学大学院人間科学：社会学・心理学研究 62
小城 英子(2006年)『ファン心理の構造(3) ファン心理とファン行動の分類』関西大学大学院人間科学：社会学・心理学研究 63
植田康幸(2019年)『アイドル・エンタテインメント概説(1)』江戸川大学紀要 - Bulletin of Edogawa University (29):2019.3
武蔵野市(2018年)『尊敬と感情の正統性と社会的機能の検討』学位論文 / Thesis or Dissertation (1)
王恩南(2023年)『ガールクラッシュなK-POP女性アイドルが女性ファンに与える影響』ガールクラッシュなK-POP女性アイドルが女性ファンに与える影響

8. 謝辞

インタビュー協力いただいた4名の女性の方々へ感謝の意を表します。

ニュージーランドにおけるアーダーン元首相の評価 ～Whanganui City College の生徒と教師のインタビューより～

2024年度 課題研究I お茶の水女子大学附属高等学校2年 河野芽衣奈

〈研究の背景及び目的〉

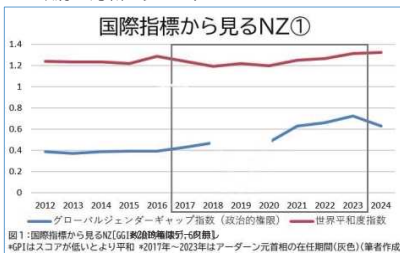
「出産と仕事のどちらかを断念せざるを得ない状況では、結果として仕事と家庭の両立を求める女性団体は登場しにくく、大規模な女性団体の構成メンバーはほとんどが専業主婦である。」¹⁾

これは、政治学者であるレオナード・ショツパが述べた言葉である。しかし、ニュージーランド(以下NZ)には出産と仕事を両立させた首相がいた。

NZのグローバルジェンダーギャップ指数(以下GGI)は4位。一方、日本は118位。NZは世界で一番早く女性参政権を取得した国であり、日本と政治や歴史的背景は全く違う。このジェンダー平等の促進に、より貢献したと考えられるのはNZで2017年～2023年に在任していた元首相ジャシнда・アーダーンだ。私は高校でNZに留学し、彼女に対する現地の声を聞いた。彼女は世界で賞賛されているように本当に理想のリーダーなのか、NZ国民はどのような評価をするのかを明らかにしたい。

〈先行研究〉

- ・アーダーン元首相は「変革型リーダーシップ」を持つ人物。²⁾
- 人々の内発的動機付けを引き出し、人々の内面にある価値観を変革する。
- ・COVID-19による死亡者数の人口割合は世界最も低い水準である。
- NZ政府による積極的でわかりやすく、インクルーシブな情報発信とNZ社会における信頼感の醸成。³⁾
- ・国際指標からみるNZ(比較のため日本も記載) 4)
- 世界平和度指数(以下GPI) 第4位 日本:第9位 (2024年時点)
- 汚職腐敗認識指数(以下CPI) 第2位 日本:第18位 (2022年時点)
- (順位が高いほど政府の汚職が少ない)



- ・上記のグラフから読み取れること
- GGI政治的権限: 在任期間中、特に2020年は最もスコアの伸び率が高い。(2020年はアーダーン元首相の2度目の選挙があった。)
- GPI: 在任期間中はスコアが最も低く、数値が安定している。
- CPI: 在任期間前後よりはスコアが低くなっている。
- アーダーン元首相は上記の指標よりNZの社会に影響を与えたとと言える。

〈研究の方法〉

- ◎NZにおける評価を明らかにする方法
- アーダーン元首相に関する論文や記事を読む。
- NZの学校で7名に半構造化インタビューを行い、逐語録を作成。
- コード化し、アーダーン元首相の評価の傾向を調べる。
- インタビュー内容:
- ①アーダーン元首相に対する意見
- ②彼女が与えたNZのイメージの影響
- ③彼女を支持しなかった層
- ④彼女の政策から最も恩恵を受けた層
- ⑤彼女はマオリ族の価値観を表しているか
- ⑥彼女は未来の政治を変えたか
- ⑦現地で起きていたデモに対する意見
- インタビューイ: 校長、副校長、教師(地理)、生徒会長(year13)、下級生3人(Year9&10)
- 場所: Whanganui City College 実施日: 2024/11/25

〈結果〉

英語	日本語
She cared for people, and I could tell you about when she came to school, she was interested in people. (彼女は人々のことを気にかけていた。彼女は学校に来たとき、人々に関心を持っていました。)	care(気にかけら)
And I was impressed by, wanting to know about our school and wanting to know about our staff. (そして、私たちの学校のことを知りたがっていたのが印象的だった。学校のスタッフのことを知りたがり、私たちのことを知りたがった。)	wanted to know(知りたがる)
Then the next election happened, and that was when COVID-19 happened, and I was so impressed with her stance around the safety of everybody. (そして次の選挙が行われ、COVID-19が起きたが、私は彼女の安全に関する姿勢にとても感銘を受けた。)	COVID-19(コロナ)

図3: コード化の表の一部 ●Mr. Kaua (Whanganui City College 校長)
●Ms. Rooderkook (Whanganui City College 副校長)
●Mr. Cornor (Whanganui City College 地理の教師)

インタビュー結果→careやlook after peopleなどアーダーン元首相が常に国民を想っていたり、他の文化に敬意を払っていたりしたとインタビューが受け止めていたことがわかった。また、下級生は給食の無料提供のような身近な政策が心に残っていると語っていた。一方、ゼロコロナ政策にうんざりしていた等の批判的な意見も見られた。更に彼女を支持しなかった層として男性・年配女性・政治に保守的な人等が挙げられた。

〈分析〉

先行研究→ゼロコロナ政策や女性首相(リーダー)、首相在任中の出産・育児経験に注目し、高く評価していることが多い。論文にはゼロコロナ対策やモスク襲撃事件のスピーチに対し、賛否両論があったことが記されていた。

NZ→モスク襲撃事件の対応やマオリ族への政策を国民は賞賛しており、彼女の政治や国民に対する姿勢を高く評価していた。それと同時にコロナ禍では厳格なゼロコロナ政策を彼女は行っていたため、厳しい意見も見受けられた。

〈結論と考察〉

先行研究からは国際指標や政策を基に、彼女の外面的な部分を評価している印象を受けた。ただ、論文には政策の課題も記してあったことから、彼女の良い面だけが世の中に知られているわけではないことが読み取れた。一方、NZでは彼女の政策は勿論、彼女の日々の活動を間近で見てきたことから彼女の内面も高く評価していた。また、彼女の支持者の割合の方が多いが、支持していない層もゼロコロナ政策やNZの歴史的背景から一定数いることがわかった。NZにおけるアーダーン元首相の評価は先行研究とは違った政策や活動の姿勢の面から大きく影響を与え、評価されたとと言える。

〈課題と展望〉

今回の研究の課題はNZのインタビューが学校関係者に限られ、客観的なNZの意見として十分には言えないことや先行研究の論文を比較する際の指標が曖昧であったこと、日本の論文を多く参考にし、偏った研究となったことが挙げられる。今後の展望は、今回の研究で明らかにしたNZにおけるアーダーン元首相の評価を更に多くの資料を用いて研究すること。また、ヨーロッパ・アジア・アメリカなど視野を広くし、政治体制が全く違う国をジェンダー平等やリーダーという観点で日本との比較を行いたい。

〈参考文献〉

- 1) LEONARD J. SCHOPPA 『Race for the Exits: The Unraveling of Japan's System of Social Protection.』 Cornell University Press(2006)
- 2)矢口明子「ニュージーランドに学ぶ共生社会」『日本ニュージーランド学会誌』第30巻 34-37 (2023)
- 3)武田真理子「ニュージーランドのCOVID-19の対策から学ぶこと」『日本ニュージーランド学会誌』第27巻 1-3 (2020)
- 4)石見祐、『世界のニュージーランド: 国際指標に基づく再評価』『日本ニュージーランド学会誌』第31巻 35-39 (2024)
- 5)WORLD ECONOMIC FORUM 『Global Gender Gap Report』
<https://www.weforum.org/publications/global-gender-gap-report-2024/digest/> (2024) 最終閲覧日: 2025/1/8
- 6)Reliefweb 『Global Peace Index』
<https://reliefweb.int/report/world/global-peace-index-2024> (2024) 最終閲覧日: 2025/1/8
- 7)TRANSPARENCY INTERNATIONAL 『CORRUPTION PERCEPTIONS INDEX』
<https://www.transparency.org/en/cpi/2023> (2024) 最終閲覧日: 2025/1/8

〈謝辞〉

I would like to thank all those who contributed to this study. In particular, Mr.Kaua provided me with stories of his actual meeting with former Prime Minister, Jacinda Ardern. I would like to thank everyone for their support.

LGBTQ+の人々の社会への受容促進案 ～当事者たちへのインタビューによる実態調査～

2024年度 課題研究I お茶の水女子大学附属高等学校2年 松井 陽那

1.課題設定・研究の意義

最近よくジェンダー問題を含めた多様性に関する話題を耳にするようになったが身近なものとして考えるのが少し難しい話題なのではないかと思った。そこで、色々な知識をつけようと世界各国の法律や意識調査のアンケートを調べたところ、LGBTQ+に対する受け入れの度合いが日本と外国では違うことが分かった。そのため、日本社会での受け入れの促進をするためにはどのような社会を作るべきかを考えたい。

2.先行研究

この研究を始めるにあたり、まず現状を知るためにLGBTQ+の人々とそうでない人々の意識や考えについて調べた。



図1 電通「LGBTQ+調査2020」

<https://www.dentsu.co.jp/news/release/2021/0408-010364.html>

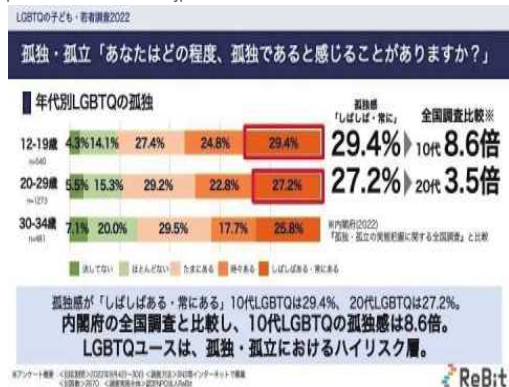


図2 ReBit LGBTQユース意識調査アンケート <https://rebitlgbt.org>

図1からは、LGBTQ+の知識はある程度持ち合わせていたり、聞いたことはあるが、自分に関係のあるものと思っていない人が多いのがわかる。これからの社会にはこういった層の理解と協力が必要不可欠である。また、自分がLGBTQ+に当てはまることを周囲に言えず、悩んでいるという割合が10～30代の間では約3割もいる。そこで図1、2から当事者意識のない人々に当事者からのカミングアウトは難しいものなのではないかという予想を立てた。この問題を解決するため、**カミングアウトをする、しないという選択がしやすい社会がLGBTQ+の人々の受容促進につながるという仮説を立てた。**

カミングアウト：自分がセクシュアルマイノリティであることを周囲に打ち明けること

3.研究の方法

LGBTQ+の人々の現状を知り、私たちの認識と当事者の意識の齟齬がないか確認するために、LGBTQ+イベントの参加者9名にオンラインでインタビューを行った。

なお、実施期間は2024年11月24日～2024年12月8日である。アンケート内容は下表の通り

Q1.A	カミングアウトをしたことがあるか ある
Q1.B	カミングアウトをしたことがあるか ない
Q2	今までLGBTQ+に属することでどのような不便、不満を感じたか
Q3	これから先どのような社会になってほしいか

4.結果

Q1.A. カミングアウトをしたことがあるか ある の回答
・テレビでLGBTQ+がテーマの話題を家族と見てその中で家族が偏見を持っていないという確信が持てたから
・自分という個人をきちんと知ってもらいたかったから
・言わない、隠したいと思うことが自分を否定しているようでつらかったから

Q1.B. カミングアウトをしたことがあるか ない の回答

・否定されるのが怖い、相手にどう思われるかわからないから
・言わないことで相手との関係がそのまま維持しやすいと思うから
・相手に気を使った反応をしてほしくないから

Q2. 今までLGBTQ+に属することでどのような不便、不満を感じたかの回答

・身分証明やアンケートに答えるときに性別を回答する欄があったときに答えにくかった
・トイレが男性用、女性用しかなくて自認している性別と違うように入らなければならなかった
・友人と恋愛の話をすると体が女性だから男性が好きに決まっているという前提で話をされもどかしかった
・やりたいスポーツが男性しかできず性自認は男性だが体の性が女性という理由でできなかった

Q3. これから先どのような社会になってほしいか の回答

・社会人より学生の時のほうが性別でいろいろ区別されていたと思う。(男女別出席番号など) そういうちょっとした区別がない社会
・私たちのようなLGBTQ+はマイノリティと呼ばれるが、そのような区別のない、数など関係なくすべての人々が否定され区別されることのない社会

5.考察

多様性の尊重という点で、相手が自分の個性を尊重してくれるかということが気になってしまい、言えないという人が多かった。また、かつてはLGBTQ+という概念がなかったため日本社会はまだLGBTQ+を含む多様性の尊重を制度などの目に見える形で行っていない部分があり、その部分に不満を感じているという意見もあった。**カミングアウトをする、しないという選択がしやすい社会がLGBTQ+の人々の受容促進につながるという仮説とインタビューで得られた意見に基づいて考えると、私たちがまずすべきなのは意識の改善である。**同じ社会に属する以上これは他人事ではなく自分のことでもある。LGBTQ+だけではなくすべての人々の個性や尊厳について**知り、考え、尊重していくことが重要**である。そうすることで自分の個性について悩む人々も減り、受容が進んでいくと考える。また、人々の意識が多様性や個性の尊重を重要視する方向に変われば社会のシステムも自然とそれに合う形になっていき、様々な人々が生きやすい社会に変わっていくのではないかと。

6.課題と展望

今回の研究の主軸となっているインタビューは少人数にしか行えなかったため、情報が限定されてしまっている。そのため、当事者たちの声をもっと聞けると良い。また、社会への受容促進のためには社会だけでなく、私たち自身が変わる必要もある。そのために先行研究で確認された他人事と考えている多くの人々の意識調査を行い、どのような社会を作っていくべきかをより明確にしていきたい。

7.参考文献

電通「LGBTQ+調査2020」

<https://www.dentsu.co.jp/news/release/2021/0408-010364.html> (最終閲覧日2024年11月24日)

ReBit「LGBTQユース意識調査アンケート」 <https://rebitlgbt.org> (最終閲覧日2024年10月14日)

「LGBT関連の法整備の比較」 <https://database.ilga.org/areas> (最終閲覧日2024年12月27日)

アマルギオアイレ・ディオナ・エレナ「日本社会におけるLGBTに対する認識と透明化のプロセス」 [https://www.akita-u.ac.jp/honbu/global/ja/abroad/inbound/pdf/report 2018 01.pdf](https://www.akita-u.ac.jp/honbu/global/ja/abroad/inbound/pdf/report%2018%2001.pdf) (最終閲覧日2024年10月16日)

MUFG「既存調査報告書」

<https://www8.cao.go.jp/rikaizoshin/research/pdf/r05-> (最終閲覧日2024年10月16日)

8.謝辞

インタビューを受けて下さった皆さま、誠にありがとうございました。

早期進路選択に対するフランスの高校生の意識調査 ～現地普通科高校におけるインタビューを通じて～

2024年度 課題研究I お茶の水女子大学附属高等学校2年 日野愛子

1. 課題設定・研究の意義

私は1年間のフランス留学をし、進路選択のタイミングが早いと嘆く友人の話から、フランスの教育システムに興味を持った。日本の高校生は、自らの将来像を定めずとも高校に入学できるが、フランスには一般教養の学習を行い、普通/技術バカロレア取得を目指す普通/技術リセと、職業訓練を行い職業バカロレア取得を目指す職業リセの2つが存在するため、入学する高校を選ばず段階で将来への道筋の選択が始まる。2022年度では、全体で80%のバカロレア合格者のうち、普通・技術バカロレア合格者が85%に対し、職業バカロレア合格者が15%となっており。（日本は2023年度で普通科74%、専門学科20%、総合学科5%）また、高校2年生で選択する授業の科目から、入学できる大学の学部も決まる。つまり、自分の夢を決定するタイミングや、将来像を考えるタイミングが日本より早いと言える。

この調査の重要性は、高校時代から自分の将来の目標を明確にし、それに基づいて学習に取り組み、生徒が抱える漠然とした将来への不安を解消し、学習意欲と努力の向上につながることを考えたため。この研究を通して明らかにしたいことは主に4つあり、①早期進路選択は高校での学習に良い影響をもたらした、本人が就きたい職業に就くことにつながるのか。②フランスの高校生が進路選択をするプロセスとは。③将来像の考え方やタイミングは国民性や関係があるのか。そして、④フランスの学校システムや進路指導プログラムは果たして日本よりも効果的なのか。この4点について、フランスの教育の特色とそれによる生徒への影響を制度面と国民性の面から探究していきたい。

2. 先行研究

・ フランスでは、高校卒業資格および大学入学資格と連動して、高校卒業時にバカロレアを取得する必要がある。フランスでは普通バカロレア取得率を上げるため、中学校の教師は生徒に普通・技術系そを奨励する傾向にある。[1] 圓山, 2018]→大学進学のために必要な**普通バカロレア**を取得したが、将来安定した良し職に就けるという暗黙のルールがあるのではないかと。実際に、長期的な高等教育を受けた者は管理職・知的職業に最も多く従事しており、短期の高等教育を受けた者は中間職に就くことが多い。[2] 藤本, 2017]

・フランスでは中学校の段階で「職業発見科」という科目があり、職業や教育訓練に特化した知識の理解と、コンピテンシー（能力、技能を発揮する力）を育成している。[1] 園山, 2018] → **このような特殊な進路指導が早期進路選択を助けている？**

・日本のキャリア教育は、社会的・職業的自立に向けた生徒の全人的発達を掲げており、その射程は広範かつ曖昧である。一方で、フランスのキャリア教育の射程はどの年代においてもそれより狭く、ライフキャリアよりも職業キャリアを重視し、学業と職業の選択に焦点化されている。〔1〕園山,2018〕→フランスの高校での進路指導では、将来設計よりも**パコラレ取得と職業選択が重視**されており、フランス社会で即戦力が求められていることがわかる。

・日本の社会は学歴社会であるという考えを肯定する日本人の回答は約9割、卒業した大学名が重要視される学校歴社会であるという考えについては肯定的な回答が約8割みられた。[3] JILT P, 2017]

→フランスは果たして学歴社会と言えるのか？言えるならどのような形態か？

3. 研究の方法

① フランス現地高校(普通・技術リセ)の進路指導について理解を深めるために、フランス現地高校の進路指導部の教師にZoomで1時間ほどインタビューを行った。Zoomで1時間ほど行った。質問内容は、高校での進路指導について、具体的に何を行っているのか、心がけていることはあるかなど、10項目ほど。

② 高校生が進路選択に至るまでのプロセスを知るために、フランスの普通・技術リセに通う高校生4人（男2・女2）にテレビ電話で40分・1時間ほどインタビューを行った。質問内容はこれまでの学生生活やのように過ごしてきたのか、いつ将来の夢を決めたのか、高校での進路指導を認識しているか、早期進路選択をどう考えているのかなど、幅広く20個項目ほど。（それぞれの将来の夢は、弁護士・国会議員・パイロット・エンジニア）

データの分析方法：
高校生へのインタビュー中の全ての発言を文字に起こした上で文に区切り、ラベリングして分類した。ラベルごとに検索もできるので、他の発言者との思考

の共通点や相違点、全体としての傾向が捉えやすくなる。

③インタビュー結果を受けて、追加の文献調査を行った。

[illegible]

4.結果

① 現地高校の教師へのインタビュー

・高校での進路教育について：「生徒たちには積極的に進路指導を行なっている」と回答した。その例として、毎年1月に生徒と生の面接や講義、職業選択についての授業を行うSemaine de L'arc en ciel（虹の週間）を開催したり、Salon de L'etudiant（キャリア説明会）を高校を会場に半日開催したり等、進路選択に役立つイベントを行なっていた。また、每学期最低1回生徒と面談を行っていた。

・生徒の進路選択において重要な3つの柱：1.本人の好きなことや趣味

2.何の勉強をして、どんな職業に就きたいか 3.学校の成績（通知表）
→生徒の興味、願望、実力に合わせた選択を重視していることがわかった。

② 高校生へのインタビュー（コード化で似た意見だったものを抜粋）

科目選択の面では、過去の選択を後悔している人はいなかったが、進路決定の早さについては賛否両論で、やりたかったことが決まっておらず、焦って間違った判断をしてしまった人にはプレッシャーがかかるという意見があった。また全体的な傾向として、フランスの学校制度への満足度が低いうえ、生徒が高校の進路指導を理解しておらず、教師と生徒で認識がずれていたが、教師が考える重要な3つの柱に沿って生徒も進路選択を行っていた。そして成績はフランスの教育制度上非常に重要だと生徒が認識していた。高校選択の時点で、職業リセへの入学を全く考えていなかった。等

5.考察

①早期進路選択が高校生にもたらす影響：専攻科目選択の面からは、好きな分野なりたい職業に向けてすぐに行動できることや、興味があることについて深く学べるなど、全科目受講していた昨年より授業が楽しいというプラスの意見が挙がった。だが、早期決定により、特定の職業への扉を閉ざす重要な選択を高校生のうちにする必要があることや、プレッシャーを受けるとなどのマイナスの意見もあり、賛否両論であった。しかし、「仕事の興味深さは大変重要である」[2] 藤本, 2017)と回答した人々はフランスは68%と、調査を受けた6カ国中で最も高いことから、興味のある学習や仕事を求めるフランス人の国民性と、進路選択の早さは相性が良いのではと考えた。

②フランス高校生は進路選択のプロセス：高校に入ってから進路を決める人も多く、学校の授業で興味を持ったり、親から影響を受けたり、理由も様々であった。しかし皆誰かに指示されたのではなく、自らの意思で好きなことを理解し、やりたいことを見つけた傾向にある。また、進路選択の早さが影響しか、やりたい職業に関する情報収集や勉強に積極的に取り組んでいることがわかった。これには、やりたきことを好きなだけやらせてもらえる親の経済力や環境も関係している可能性がある。

③将来像の考え方や国民性の関係性：フランス人は自分の興味のある仕事に就きたいが他国よりも多いことが分かった。[2] 藤本,2017] また、インタビューをした友人全員が私立高校に通っていることを誇りに思っていた。そして、弁護士やエンジニアなど社会的地位の高い職業を目指していること等から、より良い環境にいたい、良い職に就きたいといういわゆる「エリート思考」を持っていると考察した。

④フランスの学校システムについて：中学3年、高校1年で必修のインターンでは、全員が好感触を残し「さらに今目指している職業をやりたいくなった」と回答したため、実際の現場で職務経験を積むことで、自分に合った職業選択の手助けがされていると考えられた。

まとめ：将来の夢を決めるプロセスやタイミングなど全ての根本にあるのは、フランスのパカロリア主義の進学システムであると考察した。パカロリアを取得したか、またその種類によって将来の給料や昇進の全てが変わる。2005年にフランス高校生のパカロリア合格率が63%だったのに比べ、2024年現在では85.5%と数値が急増し、パカロリアがいかに重視されるようになったかが読み取れる。そして全員が発言した「良い成績がないと受け入れてくれる大学が少なくなる」より、良好な進学のためには成績の重要度が高く、進路選択の早さも含めてフランスは日本とは違う形態の超学歴社会、「パカロリア主義社会」であることが分かった。

6. 課題と展望

今回の調査を通してより考察ができそうであった「早期進路選択が高校生にとって良い影響を及ぼすのか否か、またどの面で影響を与えるのか」や「家庭の豊かさは子の進路選択に影響を及ぼすのか」などの新たな問いを深めるために、質問内容やインタビュー進行などを改善する必要がある。また、フランスと日本間の教育システムや国民性について比較し考察がもたらせたことがなかったため、今回の研究目的のためにも比較調査を試み、両者の教育システムの改善に向けて実路可能なことはあるか、考察を試みたい。

7.参考文献

- ① 岡山大学「フランスの社会階層と進路指導：学校制度からの特権と自己選別のメカニズム」2018年
② 藤本昌弘「フランスの職業養成と大学進学率のキャリア・学習インフラと関係」2017年
③ 立花立花 久美子「研究」特稿「特稿」高等教育の進路指導とキャリアガイダンスの方法に関する調査報告2017年
<https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
④ 立花立花 久美子「研究」特稿「特稿」高等教育の進路指導とキャリアガイダンスの方法に関する調査報告2017年
<https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
⑤ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
⑥ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
⑦ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
⑧ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
⑨ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
⑩ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
⑪ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
⑫ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
⑬ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
⑭ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
⑮ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
⑯ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
⑰ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
⑱ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
⑲ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
⑳ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㉑ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㉒ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㉓ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㉔ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㉕ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㉖ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㉗ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㉘ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㉙ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㉚ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㉛ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㉜ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㉝ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㉞ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㉟ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㊱ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㊲ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㊳ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㊴ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㊵ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㊶ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㊷ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㊸ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㊹ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㊺ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㊻ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㊼ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㊽ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㊾ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㊿ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㋀ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㋁ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㋂ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㋃ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㋄ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㋅ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㋆ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㋇ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㋈ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㋉ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㋊ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㋋ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㋌ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㋍ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㋎ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㋏ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㋐ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㋑ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㋒ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㋓ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㋔ <https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf>
㋕ [https://www.jst.go](https://www.jst.go.jp/institute/research/2017/documents/167.pdf)

3. 謝辭

Une fois de plus, je vous remercie tous d'avoir été interviewés. Vous m'avez tous beaucoup aidé en me racontant tant de choses. Je vous souhaite sincèrement à tous un avenir merveilleux !!!

中小企業における長期インターンを導入するメリットの調査

1. 課題設定・研究の意義

インターンシップは、学生のキャリア形成において重要な役割を果たしている。特に、長期インターンシップは、学生にとって実務経験や職業意識の向上、さらには就職活動における競争力強化といった多くのメリットがあることが先行研究で明らかにされている。その一方で、中小企業がインターンシップの受け入れを積極的に行っているケースは少なく、また、その効果を最大限に引き出せていない場合が多い。これは、企業側のリソース不足やインターンシッププログラムの設計に対する理解不足など、さまざまな要因に起因している。本研究では、これらの課題を分析し、企業と学生双方にとって有益な長期インターンシップを行うための方策を模索する。

2. 先行研究

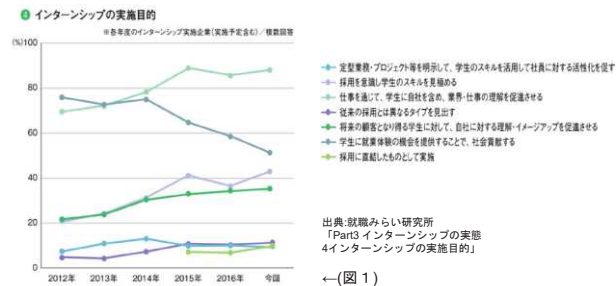
インターンシップは、学生にとって貴重な実務経験を積む機会だ。研究によると、さまざまな効果があることが明らかになっている。まず、インターンシップに参加することで、学生は職業意識を高め、将来のキャリアに対する理解を深めることができる [高澤,西條2007,真鍋2010,二郷2021]。特に、実際の業務を経験することにより、業界の実態を知り、自分に合った職業選択を行うための参考になる。また、就職活動にも良い効果があることが分かっており、インターンシップの経験は、履歴書や面接でのアピールポイントとなるため、就職活動を有利に進めることができる[今永,松林2023,芦塚2021]。さらに、インターンシップを通じて、学生は実務的なスキルが向上することもあるだろう。

また、企業にとってもインターンシップは有益である。インターンシップを実施することにより、将来の人材を発掘することができ、自社の文化や働き方を学生に理解してもらうことができる[高木2022,芦塚2016,柴田2019]。また先行研究では、企業側のインターンシップ受け入れ目的として

- 1、企業理解
- 2、学生の就業意識向上といった社会貢献
- 3、採用
- 4、若手社員の成長 等が挙げられている。(図1)

その一方で、中小企業は、インターンを実施したとしても、大手と比べて採用に繋がりにくかったり、人手不足で実施できなかったりと、実施にあたって、多くの課題を抱えている[岩井2023]。

以上より、インターンシップは、企業と学生の双方にとって非常に重要なプログラムであり、キャリア形成や就職活動に大きな影響を与えることが確認されている。効果を最大限に引き出すためには、インターンシップの現状及び課題点を探った上で、実施に向けて動いていく必要があるだろう。よって本研究では、一部の中小企業がインターン生を積極的に雇っている理由を質的調査で明らかにする。



3. 研究の方法

・半構造化インタビュー

インタビューに関しては、事前に質問を用意した上で担当者の方と話し合いながら、内容に応じて追加の質問を行った。また、結果は、インタビューの際に複数回収ってきたワードや内容を中心にまとめた。

対象

- 一株式会社Upsider 人事担当 1名
- 一株式会社Legaseed 人事担当 2名
- (長期インターン募集サイト「Infraインターン」の運営元)
- 一長期インターンを1年以上継続している大学院生 1名

以下、主な質問内容

- ・長期インターンを実施することの企業側のメリットとは。
- ・インターン募集の何割が中小企業なのか。
- ・多くの企業から長期インターンが求められる理由。
- ・多くの学生インターンを集めることのできた理由とは。
- ・インターン生を育てるには、時間とコストがかかかと思うが、インターン生が成長できる環境をどのように創り出しているのだろうか。
- ・インターン生の何割が自社の就職に繋がっているのか。
- ・セールの全体戦略や予算の使い方の意思決定権を、現場のマネージャーだけでなく、メンバークラスにまで委ねることができた要因とは何か。

2024年度 課題研究I お茶の水女子大学附属高等学校2年 水野亜紀

4. 結果

一業務内容一

・Infraインターンで募集されている業務内容は、BtoC(※1)が主流であり、記事の執筆や広告運用、営業といった正社員に任せられるほどではないが、労力などの問題でアルバイトには任せられない仕事が多かった。

一採用一

・初めから正社員として迎え入れるためにインターン募集を行う会社は少なく、採用に繋げる場合は短期インターンや説明会を通して行う場合が一般的。

・インターンの採用でもミスマッチは起こるが、正社員の採用とは異なり、企業に合わない場合は、3ヶ月以内に辞めるケースが多いため、両者にとってストレスが少ない構造になっていた。

・募集を行うのは、中小企業の中でも創業10年以内のベンチャーやスタートアップが多い。

・長期のインターンシップに応募する学生は、仕事に対しての意欲が高く、採用にコストがかかったとしてもそれを上回る働きをしてくれる場合が多く、企業側がインターン生をコストとして捉えていない。特別に大きな資金を投入しているわけではない。

・インターン生に対しての研修制度を用意している企業は少ない。それはインターン生に対して、正社員ほどの仕事を任せたり、社外秘の情報を教えたりすることがないためだ。(一部例外を除く)

5. 考察

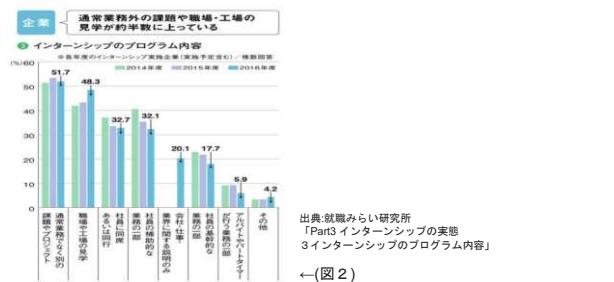
・先行研究では、企業側のインターンシップ受け入れ目的として採用や社会貢献などが挙げられていたが、インタビューした限りでは、長期インターンは上記の5つではなく、アルバイト以上正社員未満の成果を出してくれる働き手として受け入れているという傾向が見られた。(図1)

・BtoB(※1)を中心に行う企業や、社外秘の情報が多い会社では、インターン生を受け入れづらいということが想定される。

・結果より、今回の調査で調べることのできたインターンシップの内容は、先行調査と異なる結果となった。(図2)

・インターンの業務内容によっては、企業のコストを上回る利益を生み出してくれる可能性があるのではないだろうか。

・インタビューより、長期インターンでは、仕事に対して積極的に取り組む学生が多く見受けられることが判明した。



6. 課題と展望

本研究では、長期インターンの企業側のメリットを探るだけでなく、インターン生の業務内容が、予想と異なるという興味深い結果が出たので、さらに追求していきたい。

- (※1) BtoC=企業(business)が一般消費者 (Consumer) を対象に行うビジネス形態のこと。
- BtoB=企業(business)が企業(business)を対象に行うビジネス形態のこと。

7. 参考文献

- ・高澤陽二郎,西條秀俊「長期インターンシップの教育的効果」『京都大学高等教育研究』(2016)
- ・真鍋和博「インターンシップタイプによる基礎力向上効果と就職活動への影響」(高良記念研究助成論文)研究論文の部(2010)
- ・二郷玲二「インターンシップに対する学生の感情の満足度分析」(2021)
- ・今永真秀, 松林環博「[研究ノート]長期インターンシップの推進に向けた専門職大学の可能性-名古屋産業大学経営専門職学科の事例より」(2023)
- ・芦塚裕「長期実践型インターンシップが生み出す中小企業と学生の学び合い」『日本労働研究雑誌』(2021)
- ・高木結子「インターンシップが中小企業の新卒採用に与える影響-情報経済学の視点から-」『ビジネス実務論』(2022)
- ・芦塚裕「長期実践型インターンシップが中小企業経営に与える効果にみる探索的検討」(2016)
- ・柴田久夫「インターンシップが中小企業の従業員に与える効果: 社会人基礎力をベースとした従業員の成長: 横浜型地域貢献企業の場合」(2019)
- ・岩井真美「新規学生者育成としてのインターンシップの活用プロセス-中小企業インターンシップ担当者へのインタビュー調査の分析-」『商経学』第70巻第1号(2023)
- ・今永真秀「中小企業にとっての長期実践型インターンシップの活用意義」『中小企業研究』p65-72 (2024)
- ・野村尚克, 今永真秀『企業のためのインターンシップマニュアル』日本能率協会マネジメントセンター (2021)
- ・厚生労働省「令和5年度から大学生等のインターンシップの取り扱いが変わります」https://jsite.mhlw.go.jp/shizuoka-roudoukyoku/content/contents/001265743.pdf (2022) (最終閲覧日:2025/1/13)
- ・文部科学省, 厚生労働省, 経済産業省「インターンシップ推進に当たっての基本的考え方」https://www.mext.go.jp/content/20210125_mxt_senmon02-000012347_11.pdf (2015) (最終閲覧日:2025/1/13)
- ・経団連「何が変わるの?これからのインターンシップ」https://www.keidanren.or.jp/policy/2022/039_leaflet2.pdf (2023) (最終閲覧日:2025/1/13)
- ・就職みらい研究所「Part3 インターンシップの実態 4 インターンシップの実施目的」https://shushokumirai.recruit.co.jp/wp-content/uploads/2017/03/hakusyo2017_24-33_up.pdf (最終閲覧日:2025/1/13)
- ・中小企業庁「中小企業・小規模企業者の定義」https://www.chusho.met.go.jp/soshiki/teigi.html (最終閲覧日:2025/1/13)
- ・東洋経済新報社「就職四手帳 企業研究・インターンシップ版」
- ・InfraインターンHP https://www.in-fra.jp/long-internship/?gad_source=1&gclid=CjwKCAIA7Y28BhAnEiwAAdQJUGQAdAqGBZbc1trEPBhmoDS-UqNjFjmkCPK1z2bEjpp5eZDhRCoVnWQAvD_BwE (最終閲覧日:2025/1/13)
- ・アプ! Wantedly Intern

8. 謝辞

取材に応じていただいた株式会社Legaseed恩田様、周様、株式会社Upsider水倉様、お茶の水女子大学荒島様に深く御礼申し上げます。

建物のみで治安を測る基準の考案

2024年度 課題研究I お茶の水女子大学附属高等学校2年 岸本京子 三部香実 弓木玲奈

1.課題設定・研究の意義

治安に関するマップとして、「警察庁治安情報マップ」があるが、丁ごとにしか表示がされておらず、メッシュが粗くなっている。治安に関する詳細なマップがあれば、夜遅い時間や知らない道でも安心して歩けることができる。また子供が夜道を歩くときの保護者の安心などにもつながる。そこで私たちは、**治安に関する詳細なマップ**を作成することを課題に設定した。本研究では建物のみに着目し、店や住宅など、建物の内容のみで治安を測ることを試みた。理由としては、治安指標として街灯や人の数などが用いられることがあるが、建物のみで治安を測定すれば、汎用性が高くなると考えたからである。本研究では、私たちの身近な繁華街である東池袋を対象に地図を作成することにした。

【建物の内容で測る治安の定義】

建物の内容（店舗、住宅、施設等）を使用して、基準を作成し点数化によって測る独自の治安を考えた。→以下「**建物治安**」と呼ぶ。

【指数治安の定義】

定量的に統計上の客観的な数字で表される治安。-文献(1)

指数治安の指標の一つとして**前兆事案**をあげる。前兆事案とは、凶悪犯罪に発展する危険性を未然に除去するために、子供や女性に対する「声掛け」や「つきまとい」などの行為を指す。犯罪に至らない事案も含む。-文献(2)

【仮説】

建物治安と指数治安は一致している。

2.先行研究

建物治安の基準を作成するために先行研究を参考にした。

住民の体感治安に影響を与える要因に基づいた防犯政策の立案-文献(1)
コンビニエンスストアは、防犯機能を果たしており、住民の体感治安に対して正の役割を担っている。日本フランチャイズチェーン協会は、コンビニエンスストアを「まちの安全・安心の拠点」とするために、セーフティステーション活動というものを行っており、警察や自治体もこの活動を支援している。

犯罪多発地点の集中パトロールにおける犯罪抑止効果の評価実験-文献(3)
犯罪多発地点で集中パトロールを行った結果、犯罪抑止効果があったということが明らかとなった。

3.研究の方法

【対象】18歳未満

【方法】

- ①建物の安全度によって点数をつける。1つの建物に複数の種類の店、住宅が含まれている場合は、その**平均点**の点数をつける。
※加算方式のため、最大3点、最小0点になる。平均点の点数は、小数第二位で四捨五入し、0.5点間隔になるようにする。
- ②建物に与える点数の基準を設定し、それをもとに地図の作成をする。
基準は以下の通りである。

～基準～

以下の条件に当てはまれば建物に点数を**1点ずつ**与える。

点数が高ければ安全度が高く、点数が低ければ安全度は低い。

1. 18歳未満であっても利用可能な店（建物）

→**風営法**-文献(4)に基づいて、抽出した。

2. パトロールの起点となる建物

警察署、交番、役所、公立の学校

→先行研究「**犯罪多発地点の集中パトロールにおける犯罪抑止効果の評価実験**」-文献(3)に基づいて、決定した。

3. 治安維持のために正式な宣言をしている店（建物）

研究に利用した宣言の種類は以下の通りである。

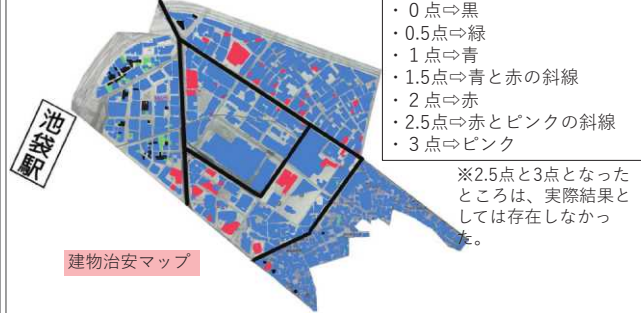
- ・子ども110番
- ・客引きしない宣言店（豊島区）
- ・セーフティステーション活動

→「**住民の体感治安に影響を与える要因に基づいた防犯政策の立案1**」-文献(1)に基づいて、決定した。

③比較、検証をする。

比較には、警察が発表している犯罪情報マップ、前兆事案マップを使用する。これにより、実際の指数治安と私たちの考えた建物治安の指標での差を明らかにする。

4.結果



建物治安マップを犯罪情報マップ等と比較するために丁ごとにまとめた。

	1丁目	2丁目	3丁目	4丁目	5丁目
建物（2点以上）	5位	1位	3位	2位	4位
建物（1点未満）	1位	3位	4位	4位	2位
犯罪情報	49件～	37件～	49件～	37件～	13件～
前兆事案	11件	1件	1件	2件	1件

※地図は面積に対して、1点未満及び2点以上の建物が占める範囲が多い順に1～5という順位をつけている。
1丁目は2点の建物が最も少なく、前兆事案マップ、犯罪情報マップ共に最も危険な数値を出しているため、仮説と一致していると考えられる。一方で、2～5丁目では、犯罪情報マップとの比較では、一致が見られなかった。また、前兆事案マップの前兆事案の件数には差が小さく、検証不可と言える。

5.考察

上記の1丁目の建物治安の順位と前兆事案マップ、犯罪情報マップの安全度の順位が一致したという結果より、建物治安と指数治安では、一致していた地域もあったが、2～5丁目と一致していない地域もあったため、仮説は完全に正しいとは言えない。検証を重ねる必要があると思われる。1丁目については、前兆事案マップの前兆事案と0点または0.5点の建物が集まっているところに一致が見られた。
このことから、私たちは今回独自の基準を設けて作成した地図は、0点または0.5点の建物が多く集まっている場所では治安の基準として機能しているが、2点以上の建物の集まっている場所などでは機能していないといえる。また、設定した基準にはそれぞれ1点ずつ与えていたが、これはつまりそれぞれの基準を同等の価値として扱ってしまっていることになるため、それ自体が正しいのか不透明だと考えた。危険であることは犯罪情報マップなどで比較し検証することができたが、安全であるかを検証することは難しかったため、基準が機能しているか判断しづらかったと考える。

6.課題と展望

今回の研究では、手作業で点数をつけていったため、間違いなどが生じやすくなってしまった。より自動的に正確に処理を行うために、建物に点数をつけるプログラムを作成することを考えたい。
また、今回の研究では対象地域を「東池袋」に絞ったため、他の繁華街でも同じように点数化することで、繁華街の治安を測る手段として一般化できるようにしたい。

7.参考文献

- (1)上智大学釜賀浩平研究会防災分科会 齊藤康夫他「住民の体感治安に影響を与える要因に基づいた防犯政策の立案1」(2023年)
- (2)「前兆事案の認知情報」(2025年) <https://x.gd/VJgLo> (最終閲覧日2025/1/16)
- (3)地域安全学会 野貴泰他「犯罪多発地点の集中パトロールにおける犯罪抑止効果の評価実験」(2020年)
- (4)「風俗営業等の規制及び業務の適正化等に関する法律」(2023年) <https://laws.egov.go.jp/law/323AC0000000122> (最終閲覧日2025/1/12)
- (5)「環境浄化推進店舗一覧表(豊島区池袋駅周辺)」(2018年) <https://www.city.toshima.lg.jp/048/chian/documents/ikebukuro.pdf> (最終閲覧日2025/1/12)
- (6)「豊島区地図情報システム」(2024年) <https://www2.wagmap.jp/toshima-sp/> (最終閲覧日2025/1/12)

日本における水道事業の改善に資する提案

～複数指標を用いて見る水道の経営～

2024年度 課題研究I お茶の水女子大学附属高等学校2年 柴原 凜香

1.課題設定・研究の意義

〈日本の水道事業の課題〉

2023年時点では日本の総人口は13年連続で減少している。しかし、人口は減少しているものの、世帯数自体はそれほど変化していないため、水道水の供給に必要な管路や施設の数減らせない状況である。原則として独立採算制を採り、その経営を自治体の税金ではなく、利用者が払う水道料金に頼る日本の水道事業の経営は圧迫されている。各事業(各自治体)も広域化や官民連携などの施策を実施するなど、経営状況の改善を図っているものの、事態を好転させるまでには至っておらず、多くの事業体(自治体)が水道料金の値上げを行わざるを得ない状況である。

〈研究のきっかけと重要性〉

元々は国同士の対立に関心があり、それについて調べていくと、対立の原因は「水資源」であることが多いと感じた。そして、国同士の対立に関する研究を通して水資源の管理体系を考えたいと思った。しかし、時間の関係上、国同士の対立の研究をすることは難しいため、日本国内の水資源である「水道」に着目した。日本国内には川や湖などの水資源が多く存在するが、なかでも「水道」は民営化の問題や水質管理の問題など論争の種になりやすい。従って、日本における「水資源の管理」とは「水道事業の経営」であると解釈し、このテーマに至る。

人が生きていく上で欠かせない「水資源」は国同士の争いの種になるほど重要なものである。従って、「水資源」の管理方法、すなわち「水道事業の経営」を研究することはこれからの人々がよりよい暮らしを営む上で重要であると考えた。

〈この研究で明らかにしたいこと〉

経営状況が悪い自治体に足りないものは何かを分析を通して求め、それを踏まえて日本の水道事業全体の経営改善のために何が求められるのかを明らかにしたい。

2.先行研究

〈既存の研究で明らかになっていること〉

以下の事項はすべて参考文献(1)から分かったことである。

- ・広域化・官民連携の取り組みは平成28年時点では目立った改善はみられていない。しかし広域化を実施した事業体は営業収支比率や料金回収率の減少幅を比較的抑えられているため今後改善に至る可能性もある。
- ・給水人口規模別にみると、大規模事業体では比較的経営が安定しているが、小規模事業体では赤字の事業体が多い。
- ・事業体の経営状況の根幹を担っていると考えられる営業収支比率を改善するためには、水道料金の収益性を向上させる必要がある。
- ・小規模事業体の経営改善のために必要な要素としては料金回収率以外に発見されなかった。しかし、水道料金の引き上げは直接的な利用者の負担となるため値上げを繰り返すことは現実的ではない。

〈既存の研究では明らかになっていないこと〉

- ・水道料金の引き上げ以外に料金回収率を向上させる方法
- ・料金回収率以外の小規模事業体の経営改善のために必要な要素
- ・人口規模以外の要素にも配慮した場合の経営状況の分析

〈先行研究を踏まえて、自分の研究で明らかにしたい仮説〉

第一には「現時点でも人口規模が大きいほど水道事業の経営は安定(定義は3にて述べる)」している、第二には「官民連携や広域化をした事業体においても人口規模が経営状況に影響(定義は3にて述べる)している」という仮説を立てた。(先行研究によると)平成28年時点では広域化や官民連携による経営状況の目立った改善は見られなかったが、比較的新しい取り組みであったため、効果が現れるのはまだ先である可能性があると考えていた。しかし、水道事業の経営についての研究を進めるにあたって実際に指標を計算してみたところ未だ大規模事業体の方が経営が安定している傾向にあるように感じられたため、上のような仮説を設定した。

3.研究の方法

〈使用したデータ〉

本研究では日本水道協会が公開している「広域化及び公民連携情報プラットフォーム」(参考文献(2))、厚生労働省が作成した「官民連携事例集」(参考文献(3))から抽出した広域化または官民連携を実施している自治体の水道決算のデータを用いた。こちらのデータは自治体間だけでなく事業形態や事業期間など様々な情報が一覧になっており、調査を進めやすいと判断したため使用した。データをもとに指標の数値を算出し、人口以外の要素を揃えた事業体の指標の算出結果と比較した。以下の4つの指標は総務省が公開している水道事業経営指標から選んだものである。

〈使用した指標〉

$$(1) \text{営業収支比率}(\%) = \frac{\text{営業収益}-\text{受託工事収益}}{\text{営業費用}-\text{受託工事費用}} \times 100 \dots \textcircled{1}$$

$$(2) \text{料金回収率}(\%) = \frac{\text{供給単価} \left(\frac{\text{円}}{\text{m}^3} \right)}{\text{給水原価} \left(\frac{\text{円}}{\text{m}^3} \right)} \times 100 \dots \textcircled{2}$$

$$(3) \text{固定資産回転率}(\%) = \frac{\text{営業収益}-\text{受託工事収益}}{\text{固定資産}} \times 100 \dots \textcircled{3}$$

$$(4) \text{固定資産使用効率}(\text{m}^3/\text{万円}) = \frac{\text{年間総配水量}}{\text{有形固定資産}} \times 10000 \dots \textcircled{4}$$

①は収益性を見るための指標の一つであり、この数値が高いほど営業利益率が高いことを示し、これが100%未満であることは営業損失があることを意味する。②は供給単価と給水原価の関係を見るものであり、この数値が100%を下回っている場合、給水の費用が水道料金以外の収入で賄われていることを示す。③は期間中に固定資産の何倍の営業収益があったかを示し、回転率が高い場合は施設が有効に稼働していることを示し、低い場合は過大投資になっていると考えられる。④は施設の効率性を見るための指標の一つであり、この数値が高いほど施設が効率的であることを示す。また、経営が「安定」しているとはこれら4つの数値が高いこととする。人口規模が経営に「影響」するとは人口規模がそれぞれの指標の値に影響していることとする。

〈仮説をどのように明らかにするか〉

先述したフォームから官民連携や広域化を行っている事業体を抽出し、抽出した事業体と人口以外の要素(「地勢」・可住地面積)を揃えた事業体を用意する。そして、それぞれの事業体において指標を算出し、指標同士を比較する。(この作業は官民連携と広域化それぞれで行う)

このように揃えることで人口の差異が指標に与える影響を検証できる。

・「地勢」...ここにおいては自治体の位置(海沿い、内陸、盆地、平地など)を指すこととする。

・可住地面積...総面積から林野面積(森林や、森林以外の草生地の面積)や人造湖を除く湖沼面積を差し引いた面積

4.結果

【官民連携】(①～④は3での4つの指標と対応する)

	①	②	③	④	人口	
小諸市	107.94	110.98	0.2244	8.1793	42642	←管路DB方式(施設整備)
朝来市	88.17	104.50	0.1360	5.6310	27725(0.65倍)	
南陽市	111.96	108.61	0.3216	8.1980	29465(0.69倍)	
鴻巣市	89.48	91.71	0.2585	9.1376	116828(2.73倍)	
所沢市	96.60	92.61	0.2141	7.0988	342464(8.31倍)	

これらの自治体は、内陸に位置・丘陵地や山地があることを基準に選んだ。可住地面積は約65km²である。①、③、④は人口の規模に関わらず、自治体によってまちまちであった(※¹)。②は人口規模が小さいほど大きい値である傾向があった。

【広域化】(①～④は3での4つの指標と対応する)

	①	②	③	④	人口
釧路市	99.39	90.00	0.1541	4.0626	174030
稚内市	86.61	89.10	0.1387	3.9088	31814(0.18倍)
村上市	88.86	90	0.1270	5.2395	57418(0.33倍)
新発田市	99.57	107.04	0.1873	5.9866	94927(0.55倍)
酒田市	112.73	100.68	0.2748	6.1001	100273(0.58倍)
津市	104.18	111.49	0.2684	8.1401	270094(1.55倍)
宮崎市	106.14	102.72	0.1986	6.8594	395564(2.27倍)
熊本市	118.76	119.15	0.1902	6.6879	707255(4.63倍)
北九州市	93.62	88.09	0.1515	5.4863	952152(5.47倍)

これらの自治体は、海沿いに位置する・河川沿いに発展していることを基準に選んだ。可住地面積は約288km²である。①、②は人口規模が大きいほど大きい値である傾向があったが、北九州市がその傾向から外れている。③、④は人口の規模に関わらず、自治体によってまちまちであった(※²)。

5.考察

【官民連携】

※¹より第一の仮説、第二の仮説通りの結果にはならなかった。

原因としては施設の老朽化によるコストの増大と非効率化により①が小さくなっていることが考えられる。実際に朝来市や所沢市では管路の老朽化が進んでいるという記述があり、老朽化した管路を改良するための準備段階にある。加えて、施設が人口ピーク時に合わせて設計されており、過剰な施設規模になっていて③が小さくなっている可能性がある。というのも所沢市では人口規模はそれほど変わらないものの、水道料金の徴収対象になる有収水量が減少、すなわち水需要が減少しており、水道施設の更新を行う際に規模を再検討する必要があることが伺える。※¹より、③を改善することが経営状況の改善につながると考える。④が低下する原因としては過剰な設備投資や老朽化した水道施設が必要以上に稼働していることが考えられ、水道の経営が圧迫されている自治体においては水道施設の計画的な更新と水需要に合わせた施設の稼働の検討が求められる。

【広域化】

※²より第一の仮説、第二の仮説通りの結果にはならなかった。

北九州市が人口規模に対して①と②が小さいという結果になった。これは料金設定の低さからくるものでないかと考える。対照的に酒田市は人口規模が釧路市よりも小さい他の自治体と比較すると経営状況が安定している。要因としては、設備の更新や効率化、適度な料金設定などが考えられる。※²より、官民連携と同様、広域化においても水道施設という点に着目することが水道の経営状況の改善において重要なのではないかと考える。

6.課題と展望

今回の研究では収益性(営業収支比率・料金回収率)と施設(固定資産回転率・固定資産使用効率)という点から水道事業の経営について検討した。結果を受けて、考察では水道施設に注目した。これらのことから、水道施設の効率性の改善について述べるには人口の変動だけでなくこれからの水需要の変動についても考慮していく必要があると感じた。今回の研究においては不十分だった各自治体の水道施設の状況の検討と研究結果を踏まえ、人口以外の要素である水需要の変動に考慮した水道施設の改良についても論じていきたいと思う。

7.参考文献

- (1)佃成機、酒井宏治「水道事業体の経営状況に関する評価指標の検討及び分析」、土木会論文集G(環境) Vol.78, No.7, Ⅲ_165-Ⅲ_176、10、(2022)
- (2)「広域化及び公民連携情報プラットフォーム」、日本水道協会、<https://www.wide-ppp.jwwa.or.jp/>、(最終閲覧日:2025/1/28)
- (3)「官民連携事例集」、厚生労働省、<https://www.mlit.go.jp/common/830005120.pdf>、(2021)、(最終閲覧日:2025/1/28)
- (4)株式会社ウェブダッシュ、「生活ガイド.com」、<https://www.seikatsu-guide.com/>、(2005)、(最終閲覧日:2025/1/28)

ネットニュースのコメントにおける極性分析の手法の考案と検証 ～誹謗中傷コメントを減らすルールへの提案に向けて～

2024年度 課題研究I お茶の水女子大学附属高等学校2年 三吉優菜

1.課題設定・研究の意義

インターネットの発展に伴い、現在誹謗中傷が大きな問題となっている。2010年度から比較すると、総務省が運営委託する違法・有害情報相談センターへの相談件数は2010年度から2021年度では6倍以上に増加している1)。誹謗中傷では、被害者は匿名で不特定多数から悪質なコメントやメッセージが届く被害に遭うことが多いが、被害を訴えるには時間面、金銭面で大きな負担がかかるという問題がある。法律は被害が発生した後の対応となり、誹謗中傷を減らすことができていないとも言えない。自分の研究を通して、誹謗中傷をデータでとらえ、誹謗中傷が発生する過程や増大する特徴を知ること、誹謗中傷を減らす効果のある新たなルールの提案に貢献をしたいと思い、この研究を開始した。

2.先行研究

既存の研究では、誹謗中傷にあたるような言葉を言語学のアプローチから探すものなどはあったが、誹謗中傷の発生や増大を数値で研究しているものはまだない。誹謗中傷は事実の有無なども含めて判断されるため、現状ではAIの使用や既存の基準で判定することは難しいという結論に至った。そこで、誹謗中傷と断言することはできないものの、誹謗中傷にあたる可能性があるネガティブなコメントに対してその発生過程を研究することにした。ネガティブなコメントを指標化できる先行研究として、東京科学大学の高村大也教授が作成された、単語ごとにその単語のポジティブ・ネガティブの度合を数値化したものである単語感情極性対応表2)と、発話行為に関してポジティブポライトネスとネガティブポライトネスに会話内容から分類した発話行為の分布表3)がある。

今回の研究では、

パリオリンピックの日本代表選手が敗北したネットニュースのコメントにおいて、誹謗中傷にあたる可能性のあるコメントはネガティブの強いコメントを境に増加し、徐々に中傷性の高いコメントが発生していくという仮説を立てた。一つの話題についてのコメントを件数順に分析する上で最も対象を絞りやすいということでネットニュースのコメントを分析することにした。また、パリオリンピック選手に対する誹謗中傷は世界中で大きな話題となったため、それを題材に扱った。

3.研究の方法

研究1 コメントのポジティブ・ネガティブのスコア化を試みる

①Yahoo!ニュースにおけるパリオリンピックで日本代表選手が敗北したことを最初に知らせたニュースを選ぶ4)5)。
②単語感情極性対応表2)や発話行為の分布表3)を用い、コメントの内容や表現を適切にスコア化できる方法を研究する。

研究2 コメントの特徴をグラフでとらえる

研究1で得られた手法でニュースについてのコメントをスコア化する。

①のスコアがどのように推移するか件数順にグラフ化して分析する。

4.結果

研究1

方法A：コメントの中で単語のネガティブなスコアの最大値を用いる

方法B：コメントの全ての単語の平均値をスコアとする

→コメントの読み手の立場になれば、ネガティブの強い単語が一つでもあればその単語だけで深く傷つく可能性があり、Aの方法を考案した。しかしAでは「負ける」のような単語感情極性対応表でネガティブの高い単語の影響が大きくなり、一つの単語しかスコアに反映できないという問題が生じた。Bでは全ての単語をスコアに反映することはできたが、単語のみでの評価になってしまい、内容はスコアに反映できなかった。そこで発話行為の分布表3)を用いた方法Cにより、内容の反映を試みた。

方法C:手順①ポライトネスの発話行為分布表を用いてネガティブ

ポライトネスのコメントを絞り込む3)。

手順②①でコメントの内容がポジティブポライトネスに該当するコードに当てはまるものは仮説の対象外であるため、一律100とする。

手順③①で絞り込んだネガティブなコメントを単語で区切り、単語ごとに単語感情極性対応表2)の数値から点数をつけ、コメントごとに平均点を出しスコア化する。スコアはネガティブの最も高いものが100、コメントの対象が選手ではないものは0となるようにつける。

結果1

方法Cが内容と単語ごとのネガティブスコアを最も反映できたため、方法Cをもとに研究2で検証を進める。

例)「感動して泣いた。負けただけ次は頑張れ」という応援のコメント

方法Aの場合 スコア-31.85543

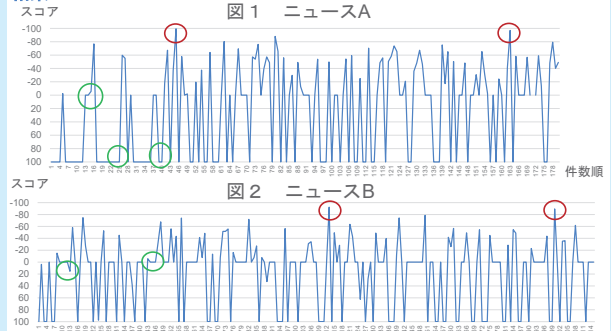
方法Cの場合 スコア100

(コメントの内容が「聞き手に悪いことがあったとき聞き手の状況を話し手が悔やむ」+Gのポジティブポライトネスに分類されるため)

研究2

分析に十分である100件以上のコメント数が付いた、柔道阿部詩選手の記事(ニュースA)とフェンシング江村美咲選手の記事(ニュースB)5)についてのコメントを取得し、研究1で考案した手法を用いスコア化した。それらをニュースが配信されてから投稿された順に並び替え、上部のスコアが-100となるようにしたグラフが以下の図である。ネガティブなコメントが発生するときと発生直前のコメントの特徴がわかれば誹謗中傷の抑制ができると考えたため、赤色で示した悪化ポイント(-90以上のスコアが出たコメント)と緑色で示した発生ポイント(ネガティブなコメントの起点)に着目する。

結果2



どちらにも共通して言えることは、悪化ポイントにおいて上にあげた4つのポイントすべてで100のスコアの直後に-90以上のスコアのコメントが投稿されているということだ。発生ポイントにおいては、ニュースAとBで差異が大きく、共通点は見られなかった。

5.考察

結果において、ネガティブの強いコメントが現れるのはポジティブなコメントの後であることが発見できた。仮説とは異なり、一つのネガティブの強いコメントを境に発展していくような形ではなく、ネガティブの強いコメントも連続しないことが分かった。誹謗中傷は単純にネガティブが連続して強くなっていくのではなく、ポジティブな意見と交互に発生し、議論のようにネガティブな意見が強さを増していくことが推察できる。これは、自分と同じ意見の人よりも異なる意見の人に対して、強く否定してしまう心理が影響しているのかもしれない。そこで誹謗中傷を減らす新たなルールとして、記事に対して議論のようにコメントの攻撃性が高まらないように、ポジティブネガティブに関わらず強い反論を生じさせる可能性のある、極端な意見を規制し、公平な視点からのコメントを促すようなルールを提案したい。

6.課題と展望

ニュースのコメントという限られたジャンルにしか今回の結果は言えないため、ジャンルを広げ、誹謗中傷が発生し悪化するメカニズムを捉えたいと考えている。さらに、調査を進める間に、ニュース記事の本文や見出しの言葉が誹謗中傷の発生を煽ってしまうのではないかと、コメントとコメントの時間の間隔が広いほどネガティブなコメントは発生しにくいのではないかといった新たな問いも生まれたため、それらの問いと考察で出したルールを検証していきたい。また、今回は根本から誹謗中傷を減らすために何ができるのかを探究したが、数多くの中傷のコメントを目にし、被害者の心を守るための仕組みを早急に確立させなければならないと感じた。インターネットを使用する全員が、誹謗中傷を他人事と捉えず、誰でも加害者にも被害者にもなりうることを再認識しなければならない。

7.参考文献

- 1)日本経済新聞、『ネット上の誹謗中傷とは 相談件数8年連続で5000件超』<https://www.nikkei.com/article/DGXZQ0UAD823P0Y4A100C2000000/>、2024年1月9日、(2025年1月14日閲覧)
- 2)Hiroya Takamura, Takashi Inui, Manabu Okumura, "Extracting Semantic Orientations of Words using S pin Model", In Proceedings of the 43rd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (ACL2005), pages 133–140, 2005.
- 3)森内昭男『ポライトネスとフェイス研究の諸相-大きな物語を求めて-』リール出版 (2015年)
- 4)Yahoo!ニュース『阿部詩が衝撃の敗戦 運動神経 世界ランク1位のケルティヨロフに一本負けで2回戦敗退 痛恨谷落とし浴び果然 泣き叫ぶ声響く 会場「ウタ」コールで鼓舞も立ち上られず 5年ぶり敗戦(ディリースポーツ)』<https://news.yahoo.co.jp/articles/b3e46ab7b6e7bf9bdc31f592f6ee13c106a0d7>、2024年7月28日(2024年10月22日閲覧)
- 5)Yahoo!ニュース『「えっ!! 嘘でしょ」旗手を務めた“金髪”の金候補・フェンシング江村美咲がまさかの3回戦敗退! 世界女王のうたれる姿に落胆の声「旗手はダメのジンス」【バリ五輪】(THE DIG EST)』<https://news.yahoo.co.jp/articles/7b5d7178b35e8be5953c944914e0045ca5>、2024年7月29日 (2024年11月22日閲覧)

8.謝辞 今回の研究には東京科学大学の高村大也先生の単語感情極性対応表を使用させていただきました。感謝申し上げます。

令和6年度指定 スーパーサイエンスハイスクール 第Ⅱ期 第1年次
生徒研究成果集

令和7年3月14日

発行 国立お茶の水女子大学
附 属 高 等 学 校

〒112-8610 東京都文京区大塚2丁目1番1号
電 話 03(5978)5856～7
F A X 03(5978)5858

印刷所 株式会社 甲 文 堂
〒112-0012 東京都文京区大塚1-4-15
アトラスタワー茗荷谷105
電 話 03(3947)0844

