



スーパーサイエンスハイスクール

令和4年度

課題研究論文集



令和5年3月

北海道滝川高等学校

はじめに

本校理数科第3学年の課題研究における成果をまとめた、令和4年度「スーパーサイエンスハイスクール課題研究論文集」が完成しました。発刊に当たり、ご指導・ご助言等、携わっていただいた多くの皆様に心よりお礼申し上げます。

本校は、平成25年度から文部科学省よりSSH（スーパーサイエンスハイスクール）事業の指定を受け、第1期5年、経過措置1年の後第2期と続き、今年度は第2期4年目となります。第2期では、研究開発課題を「持続可能な社会を築く資質と能力を備えた科学技術系人材を育成する『協働・共創カリキュラム』の研究開発」とし、SSH事業の取組を理数科・普通科の全校生徒対象に広げ、持続可能な社会を築く資質・能力を備えた科学技術系人材を育てることを目的としています。そのために求められる力を、「考え抜く力」、「協働する力」「生き抜く力」と定め、本校をとりまく地域環境、教育資源を有効かつ有機的に結びつけながら活用し、生徒の資質・能力の向上につなげる「協働・共創カリキュラム」の研究開発を行うこととしています。

本校理数科における課題研究テーマは、理数を中心とする自然科学分野に限定せず社会科学分野など広い範囲から設定されますが、そのぶん様々な視点・角度からの科学的思考、科学的手法、科学的判断などを模索でき、成果を上げています。

また、課題研究はSSH事業の大きな柱の一つでもあることから、これを軸として研究開発を進めてきたことで、今年度から始まった新学習指導要領において重視されている「探究型学習」の先行実施を円滑に行っていくことができました。普通科SSHでは、「総合探究」の時間において課題研究を始めて今年度4年目、昨年度からは全教員による全校体制での実施を展開しています。

新型コロナウイルス感染拡大による事業の延期、中止、変更など、影響は小さくありませんでしたが、一人一台端末によるICTの活用が始まるなど今後の活動や探究の幅を広げる成果も大きく、今後の発展が期待されます。

今年度の理数科3年生は、11の班が、それぞれに個性あるテーマに基づき探究心を持ち取り組み、このような一冊に仕上げられました。各班、各生徒の努力や苦労はもちろん、労を惜しまず指導・助言にあたられた先生方はじめ、ご協力いただいた皆様には感謝と敬意の念でいっぱいです。

結びに、本校のSSH事業の全般に渡りご指導・ご支援を賜りました国立研究開発法人科学技術振興機構、北海道教育委員会、本校のSSH運営指導委員会をはじめご協力や連携、講演等をいただいた全ての皆様に心より感謝申し上げますとともに、今後よりいっそうのご指導ご助言を賜りますようお願い申し上げます、発刊によせてのご挨拶とさせていただきます。

北海道滝川高等学校長

古 川 栄 一

目 次

1 班 「 君は遅れてやってくる。時計反応 」

井口 優夢 ・ 松村 美憂 ・ 佐藤 陽乃 ・ 坪井 心咲葵 p. 1 ～ 3

2 班 「 記憶力を向上させめるために 」

松岡 奈津希 ・ 宮永 桃花 ・ 宮本 京吾 ・ 横山 斗一葵 p. 4 ～ 6

3 班 「 ヨーグルトのおいしさと乳酸菌の発酵温度の関係 」 ～ホルモール法によるアミノ酸の定量実験～

大久保 来郁 ・ 林 汰知 ・ 堀下 夢叶 p. 7 ～11

4 班 「 食品の抗菌効果 」

久保 星来 ・ 七尾 桃夢 ・ 福田 美聖 ・ 山田 野乃果 p. 12～13

5 班 「 キリンのまつげになろう！！ ～まつ毛美容液の効果～ 」

木下 萌結 ・ 小柳 麻衣 ・ 新山 莉萌 p. 14～15

6 班 「 虫！林！トラップ！ ～河畔林における昆虫の生態系への関与～ 」

仲俣 亮佑 p. 16～21

7 班 「 球体よ 戻ってきなさい！！ 」

上島 一斗 ・ 久保田 海斗 ・ 中村 幸大郎 ・ 野澤 瑠 p. 22～24

8 班 「 タイム更新とシューズの関係 」

遠藤 太陽 ・ 佐伯 成 ・ 須藤 祥太 ・ 高橋 優空 p. 25～26

9 班 「 風で携帯電話を充電する 」

清水 文太 ・ 古川 俊輔 ・ 矢内 聡 p. 27～29

10 班 「 音の規則をみつけ！ 」

金子 さくら ・ 金子 侑里香 ・ 畠野 希灯花 ・ 松嶋 ひな織 p. 30～32

11 班 「 音声符号化方式を活用してオレオレ詐欺を防ぐ 」

坂下 心優 ・ 佐藤 太生 ・ 廣澤 達 p. 33～35

君は遅れてやってくる。

(時計反応)

北海道滝川高等学校 理数科1班

井口 優夢 ・ 松村 美憂 ・ 佐藤 陽乃 ・ 坪井 心咲葵

1. 序論

私たちは化学に興味を持ち、藤井先生に助言をいただき、時計反応について調べました。

2. 仮説

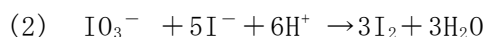
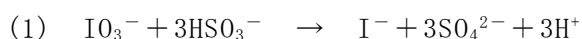
- ・ ヨウ素酸カリウムと亜硫酸水素ナトリウムの濃度を濃くすると変色までの時間が早くなる。逆に薄くすると遅くなる。
- ・ 気温が高いと時間が早くなる。逆に低いと遅くなる。

3. 時計反応が起こる原因

時計反応とは化合物が混合して、化合物の濃度が周期的に変化したり、一定の誘導時間が経過した後に突然物質の性質が変化したりする化学反応である。

4. 実験

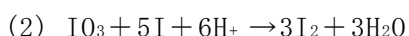
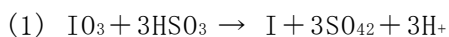
反応式



実験方法

1. ヨウ素酸カリウム水溶液と亜硫酸水素ナトリウム水溶液を混合させる。
2. ヨウ素カリウムや亜硫酸水素ナトリウムの濃度を変えるなど、条件を変えて変色する時間の変化を調べる。

反応式



発色までの待ち時間は、(2)の反応が進行するまでの待ち時間。



図1：0秒

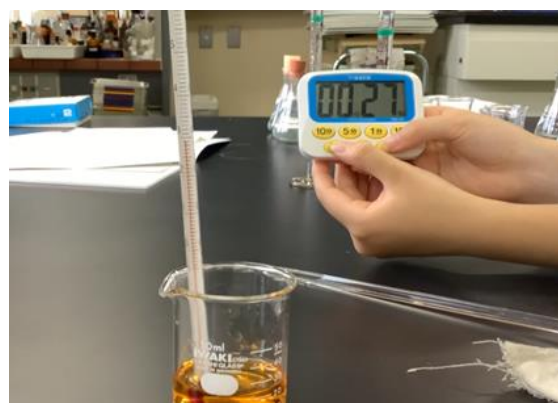


図2：27秒後…

5. 結果

濃度を変えた時の反応時間の変化

→表1, 2

濃度を変えた時の反応速度定数の変化→

表3, 4

温度を変えた時の反応速度定数の変化

→表5, 6

反応速度定数の求め方

$$(k = 1 / [\text{A}] \times T)$$

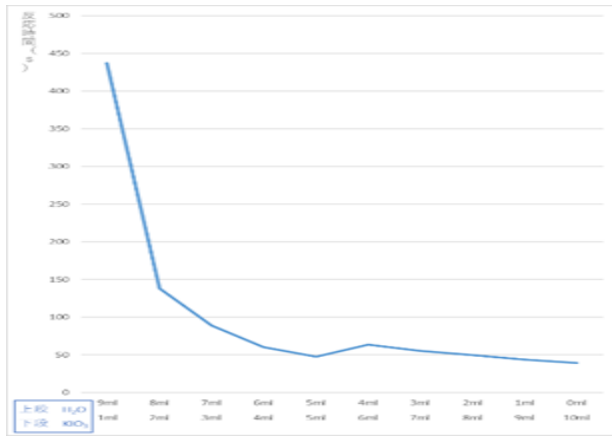


図 3
濃度を変えた時の反応速度 KI03ver

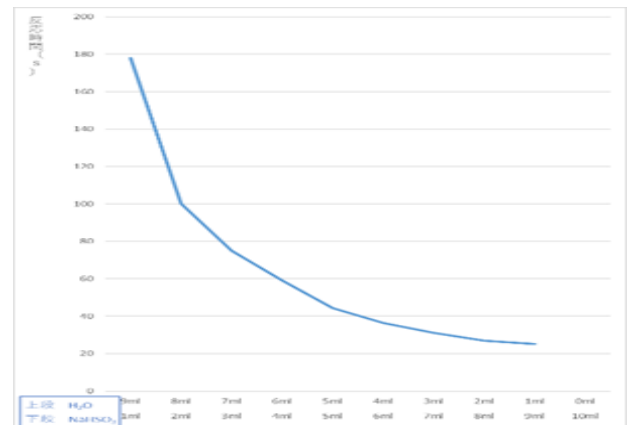


図 4
濃度を変えた時の反応速度の変わり方 NaHSO3ver



図 5
濃度を変えた時の反応速度定数の変わり方 KI03ver

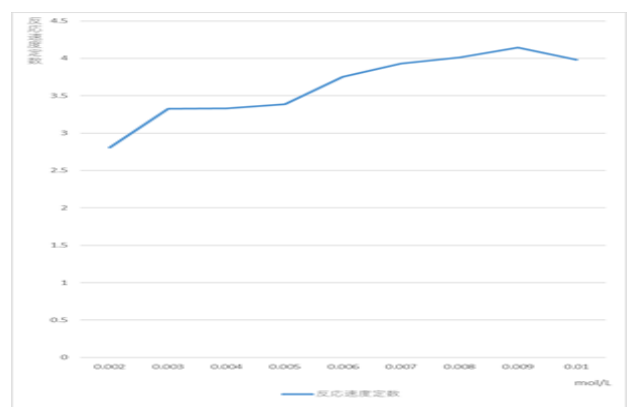


図 6
濃度を変えた時の反応速度定数の変わり方 NaHSO3ver

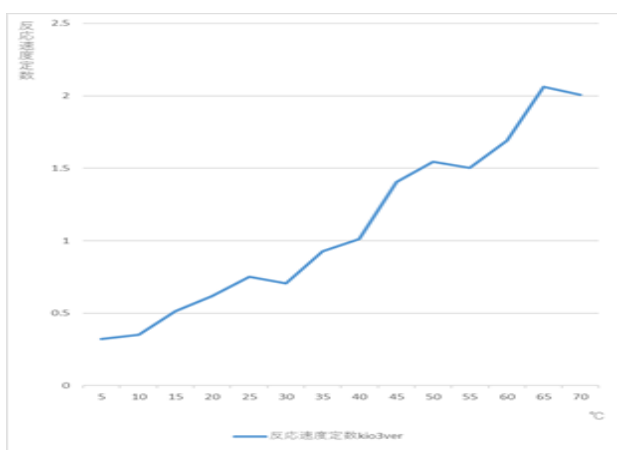


図 7
温度を変えた時の反応速度定数の変わり方 KI03ver

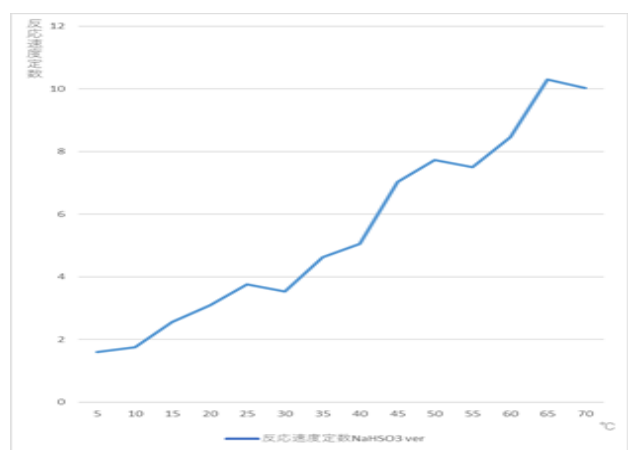


図 8
温度を変えた時の反応速度定数の変わり方 NaHSO3ver

6. 展望

- ・濃度をさらに変化させて実験する。
- ・溶液を変化させて実験する。
- ・変化が見られなかったところをもう一度実験する。

7. 考察

- ・溶液の温度を高くすると、反応時間が短くなる。
- ・いずれも溶液の濃度を薄くすると反応時間が長くなる（逆も同じ）。反応速度定数は温度によって変化する。

8. 参考文献

ヨウ素を用いた時計反応

<https://school.gifu-net.ed.jp/ena-hs/ssh/R02ssh/sc2/22033.pdf>

「記憶力を向上させめるために」

北海道滝川高等学校 理数科2班

松岡 奈津希 ・ 宮永 桃花 ・ 宮本 京吾 ・ 横山 斗一

1. はじめに

私たちは、高校二年生として受験を来年に控えている為、より効率的に単語などを記憶することができれば勉強もはかどるのではないかと考えた。そこで、私たちは記憶力を向上させるために何が必要なのかについて調べた。ここで私たちは特に、視覚と記憶の関係を調べるため文字の色が記憶力に与える影響について調べた。

2. 実験方法

①文字色と記憶の関係を調べる実験

2年F組40名(欠席を除く)を対象に、先行研究に用いられていた黒色、赤色、青色に緑色とオレンジを加えて実験を行った。

実験の内容は下記の通りである。

(1)上記の色で書かれている難易度をそろえた英単語と、その意味が書かれた紙を配布した。

(2)1分間でスペルを覚えてもらい、その後、十点満点の確認テストを行った。

また、もともと知っていた単語はチェックしてもらい、得点には換算しなかった。

②記憶に関するアンケート

2年F組40名(欠席を除く)を対象に研究1の結果をもとにさらにアンケートを行った。

調査した内容は図1の通りである。

また、それぞれ一つずつ選択してもらい、①のみ複数選択可能にした。

①普段単語を覚える時の方法

- ・書いて覚える
- ・見て覚える
- ・音読する
- ・その他

②その際に使用している色

- ・黒
- ・青
- ・赤
- ・緑
- ・その他

③英単語を覚える事は得意か

- ・とても得意
- ・まあ得意
- ・少し苦手
- ・とても苦手

図1 実験方法②アンケート内容

3. 実験結果

①文字色と記憶の関係を調べる実験結果

各色の平均点は点数の高い順に黒色2.97点、青色2.89点、オレンジ2.86点、赤色2.66点、緑色2.42点となっている。(図2)

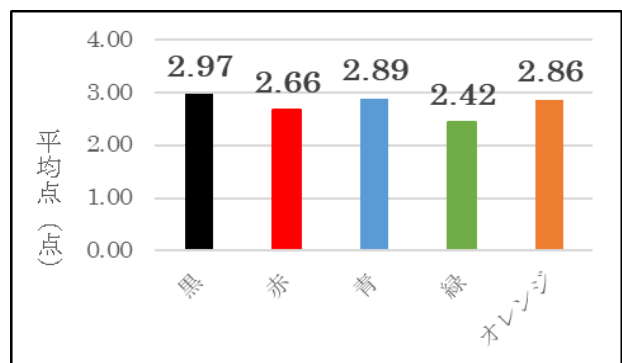


図2 実験方法①テストの色別平均点

② 記憶に関するアンケートの結果

設問①「普段単語を覚える時の方法」について89%の人が見ると回答している。(図3)

設問②「英単語を記憶する際に使用している色」について黒色が過半数とはいかないものの48.7%とほぼ半分を占めている。(図4)

設問③「英単語を覚えるのは得意か」について得意側と苦手側はほぼ同値だが、とても得意、とても苦手と答えている数を比べると、とても苦手と答えた人のほうが多いことがわかる。(図5)

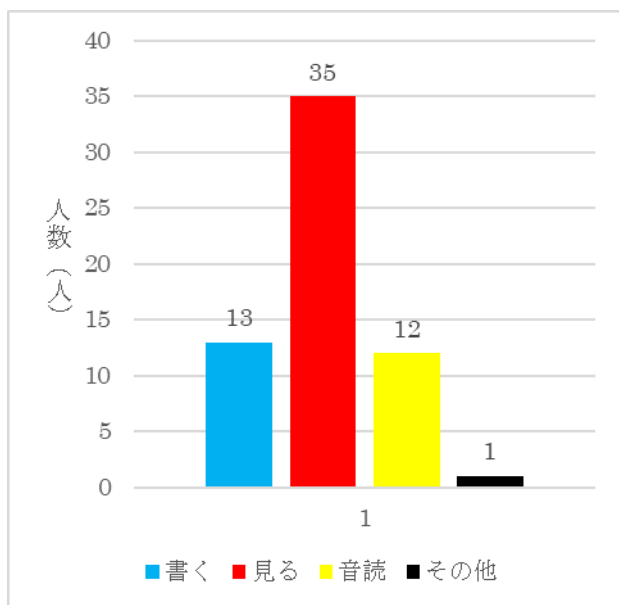


図3 アンケート設問①結果

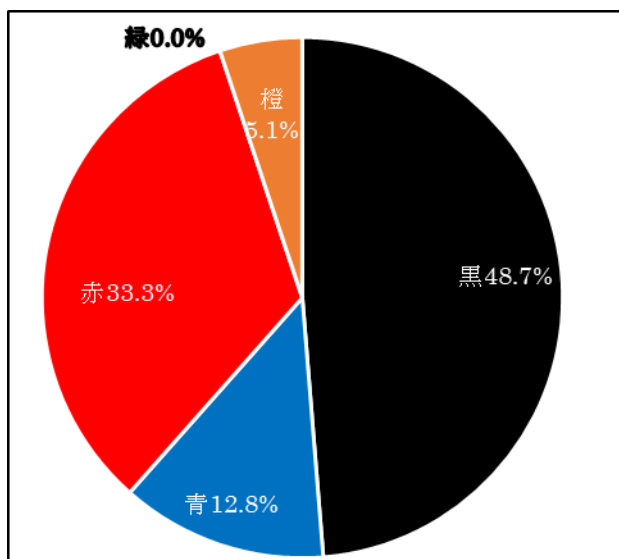


図4 アンケート設問②結果

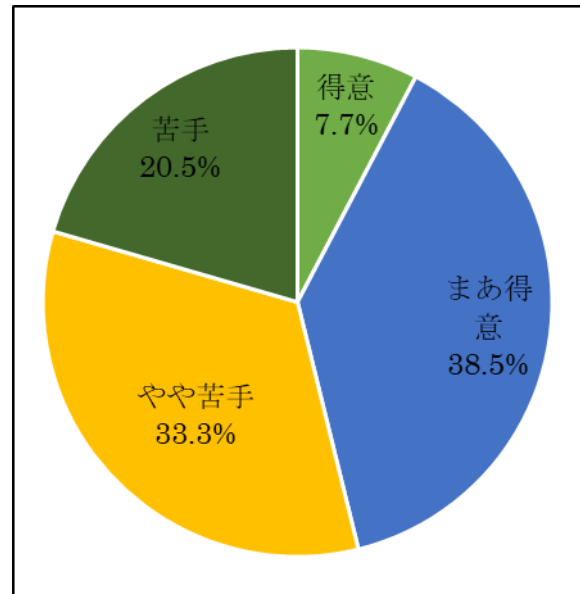


図5 アンケート設問③結果

4. 考察

研究方法1の結果は先行研究と同様に、平均点で比べると黒色と青色の点数が高く、緑色は著しく低かった。私たちの仮説では、赤色の点数が一番高くなると予想したが、実際には黒色や青色の点数が高かった。それは黒色や青色がほかの色に比べて、認識しやすいからだと考えられる。

また、研究方法2の①の結果は2年F組のほぼ全員が「見て覚える」を選択しており、②の使用している色は黒が多いことから、F組の生徒は英単語を記憶するときは黒字で書かれた英単語を見て記憶していることが分かった。

5. まとめ

このように、私たちは視覚と記憶の関係を調べてきた。結果的に最初の問いである記憶力を向上させるためには黒色や青色など落ち着いた色がよいと考えられる。

また、研究方法1で行った暗記の方法と普段2年F組の生徒の多くが記憶する際に、両方とも「見て覚える」という方法を用いているため、結果がこうなったと考えられる。別の方法や色、暗記する時間によって結

果が異なることが予想される。

加えて、研究方法2の結果より2年F組の生徒の半分近くが英単語を記憶する際に黒色を使用しているため、このような結果になったとも考えられる。

さらに、研究方法2で行ったアンケート「英単語を覚えることは得意か」の結果より、2年F組の過半数が英単語を覚えるのが苦手と答えている。しかし、研究1の結果の緑色と青色の差が開いていることから視覚による記憶力への影響は大きいと考えられる。

私たちの研究では実験の試行回数が少なくデータの正確性には欠けているが、記憶に対する変数を視覚のみに絞ったことでデータに有意差を持たせることができた。今回の研究では性別やその日の睡眠時間など記憶に影響を与えると予想される要素については考えずに実験を行ったので、もし研究を続けるならこのような要素にも目を向けていきたい。

6. 参考文献

「日本語フォントタイプ変更による学習効果の促進」根岸一平、小玉美咲

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsee/66/4/66_4_8/_pdf/-char/ja

「英単語の記憶と色の関係：英単語を効果的に暗記するために」藤原采音

https://twcu.repo.nii.ac.jp/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=26620&item_no=1&page_id=13&block_id=29

ヨーグルトのおいしさと乳酸菌の発酵温度の関係

～ホルモール法によるアミノ酸の定量実験～

北海道滝川高等学校 理数科3班

大久保 来郁 ・ 林 汰知 ・ 堀下 夢叶

はじめに

私たちは、昨年度先輩方の研究「ホルモール法によるアミノ酸の定量実験～『明日のカレー神話』の検証～」を見て、おいしさの科学的定量に興味を持ちました。このカレーの研究では、おいしさの要因となる物質が多すぎて、考察が複雑化してしまったことを考慮し、実験の条件を変えやすいヨーグルトを材料に、1番おいしい発酵条件を調べる研究を行いました。また昨年の研究と同様に、おいしさを定量するためにアミノ酸量に注目する「ホルモール法」を用いて定量分析を行い、高校生でもホルモール法について分かるように解析しました。

1. 目的

科学的なうま味成分にはアミノ酸のグルタミン酸、核酸のイノシン酸・グアニル酸があるが、人間が感じるおいしさとは、うま味成分だけでなく、酸味などの五味や、視覚・嗅覚からの情報もあるため定義することは難しい。そこで、今回は市販のR1ヨーグルトにpH・糖度・とろみ度・アミノ酸量が近いものを一番おいしいヨーグルトと定義した。

2. 仮説

一般的なヨーグルトの発酵温度は40℃～45℃、発酵時間が8～10時間とされているため、この条件の時に一番おいしくなると考えた。

3-1. 実験①

調理条件を変えて作ったヨーグルトのpH・糖度・とろみ度・アミノ酸量を調べ、1番おいしいヨーグルトを調べる。また、試料のヨーグルトは雪印メグミルク牛乳100mlにR1ヨーグルト20mlを入れ、発酵時間が6時間・7時間・8時間・9時間・10時間・11時間、発酵温度25℃・30℃・40℃・50℃・60℃の条件で調理した。

Oph・糖度・とろみ度の測定

- ①ヨーグルト中のpHをpH計、糖度を糖度計を用いて調べる。(図1)
- ②ヨーグルト20mlを円を描いた紙の上に投し、1分後に一番中心に近い半径の値と、一番遠い半径の値を記録する。(図2)



図1 pH・糖度の測定

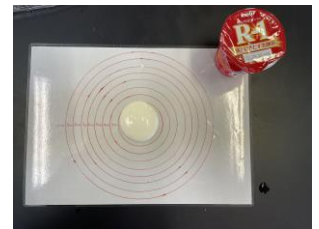


図2 とろみ度の測定

※今回の研究ではヨーグルトの量を計りやすくするために「明治プロビオヨーグルト R-1ドリンクタイプ」を使用した。

Oアミノ酸の定量実験

アミノ酸は水溶液中では塩基性を示すアミノ基(NH₂)と、酸性を示すカルボキシ基(COOH)が存在しているため(図3)、中和滴定による滴定が困難である。そのため、塩基性を示すアミノ基を封鎖し、アミノ酸を酸性物質として扱うホルモール法を用いた。

○試薬

- ・NaOH 水溶液 (0.100mol/L)
- ・ $(\text{COOH})_2$ 水溶液 (0.500mol/L)
- ・ホルムアルデヒド水溶液 (37% HCHO)

○実験器具

100ml ビーカー、100ml メスフラスコ、100ml コニカルビーカー、50ml ビュレット、10ml ホールピペット、ガラス棒、電子天秤、マグネチックスターラー、糖度計 (アタゴ ポケット糖度計 PLA-1)、pH メーター (堀場製作所 コンパクト pH メーター LAQUA ツイン R-711)、ヨーグルトメーカー (Hismile ヨーグルトメーカー HS-YG1A)、10ml スポイト、1 cm ごとに同心円を描いた紙

○ホルモール法 実験手順

①NaOH をシュウ酸 $(\text{COOH})_2$ で滴定する。

*1 (図 4)

②ホルマリンに NaOH を加え、中性ホルマリンを作る。*2 (図 5)

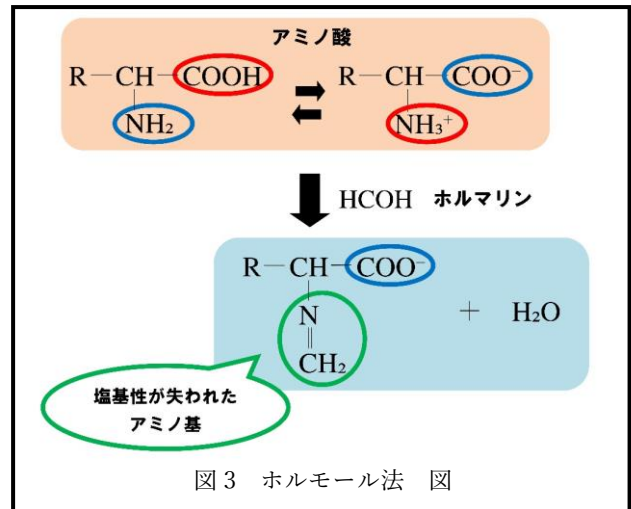
※ホルムアルデヒドの 37% 水溶液をホルマリンとする

③ヨーグルト 10ml を NaOH で中性にする。*3

④中性にしたヨーグルトに中性ホルマリン 15ml を加える。*4

⑤NaOH でヨーグルト滴定する。(図 6)

⑥滴定量よりアミノ酸量を計算する



*1: NaOH は潮解性があるため、濃度に変化しやすく、正確な濃度の NaOH が作成されにくい。そのため、実験直前に正確な濃度を滴定するため。

*2: ホルムアルデヒドは酸化すると、酸性物質のギ酸 (HCOOH) を生成してしまうため。

*3: ヨーグルト中のアミノ酸以外の酸性物質 (脂肪酸、核酸、クエン酸など) を滴定しないようにするため。

*4: アミノ酸のアミノ基をホルマリンで封鎖することで、アミノ酸を相対的に酸性にし、酸性物質として NaOH で滴定できるようにするため。

*5: ヨーグルト 10ml に含まれるアミノ酸量を計算する。(アミノ酸平均分子量を 136.7g/mol とする)

実験写真



図 4 NaOH の測定



図 5 ホルマリンの中和



図 6 ヨーグルトの滴定

3-2. 実験②

調理条件を発酵時間 8 時間・発酵温度 40℃に固定し、調理後の保存条件の違いによる、うま味の違いを調べる

試料のヨーグルトは発酵時間 8 時間・発酵温度 40℃で調理した後、8 時間冷蔵・16 時間冷蔵・24 時間冷蔵・8 時間常温の条件のもと保存する。その後、実験①と同じように、pH・糖度・とろみ度・アミノ酸量を調べる。(冷蔵は 5℃の冷蔵庫内で保存するものとする)

4-1. 実験結果①

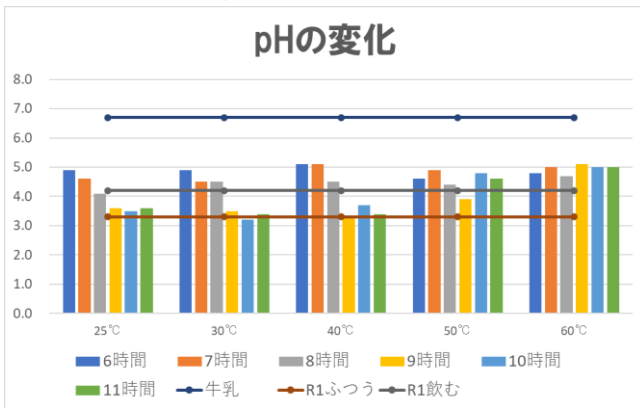


図 7 pH の変化

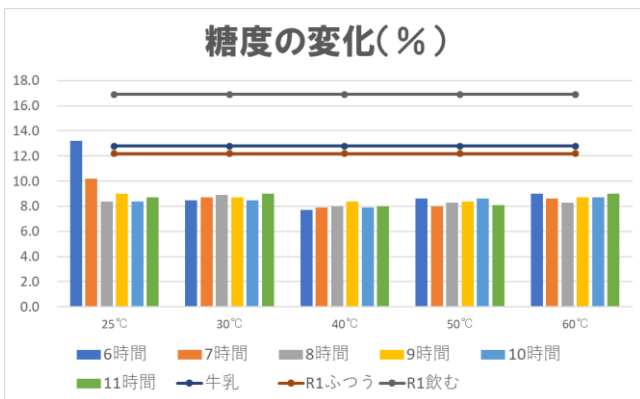


図 8 糖度の変化

※グラフの縦軸はそれぞれの調べた値、横軸はヨーグルトの発酵温度、色付きの棒はヨーグルトの発酵時間を表す。

※「R1 ふつう」とは、「明治プロビオヨーグルト R-1」を表す。

※「R1 飲む」とは、「明治プロビオヨーグルト R-1 ドリンクタイプ」を表す。

※「牛乳」とは、「雪印メグミルク牛乳」を表す。

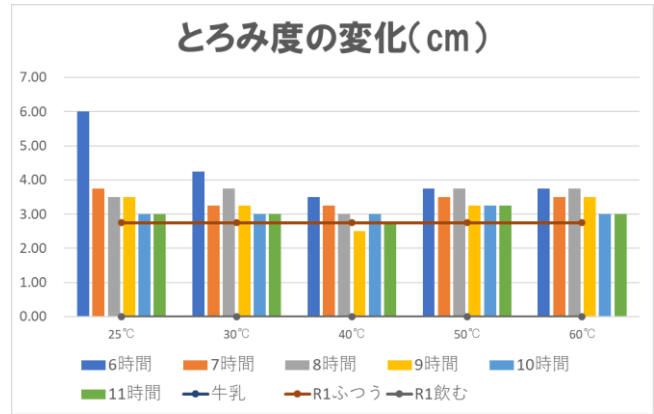


図 9 とろみ度の変化

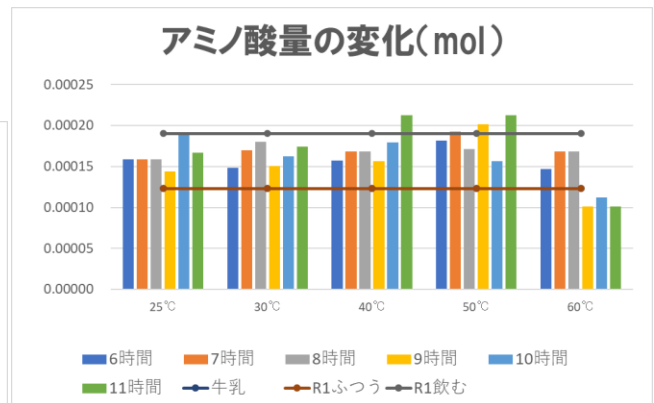


図 10 アミノ酸量の変化

結果は、pH の変化(図 7)は、発酵温度が 25℃・30℃・40℃の時に発酵時間が長いほど pH が低下した。

糖度*の変化(図 8)は、発酵温度 20℃の時は発酵時間別で差があったが。発酵温度 30℃以上は一定の値になった。

とろみ度の変化(図 9)は、発酵温度 25℃・発酵時間 6 時間の時は発酵があまり進んでおらず、とろみ度の値は大きい、すなはち、柔らかいヨーグルトができた。反対に、発酵温度 40℃と 60℃・発酵時間 10 時間以上の時は発酵が進んでいるため、とろみ度の値は小さい、すなはち、硬いヨーグルトができた。

アミノ酸の変化(図 10)は、グラフに規則性がなかった。

4-2. 実験結果②

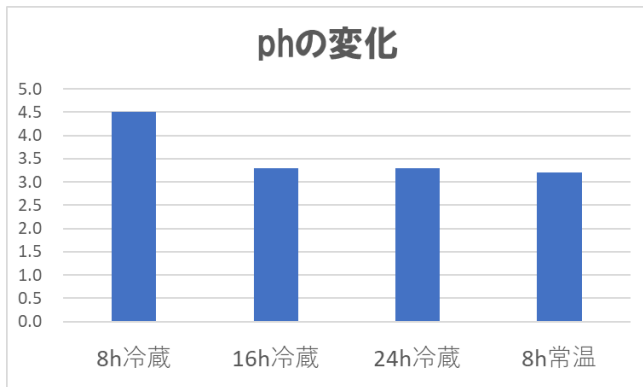


図 11 pH の変化

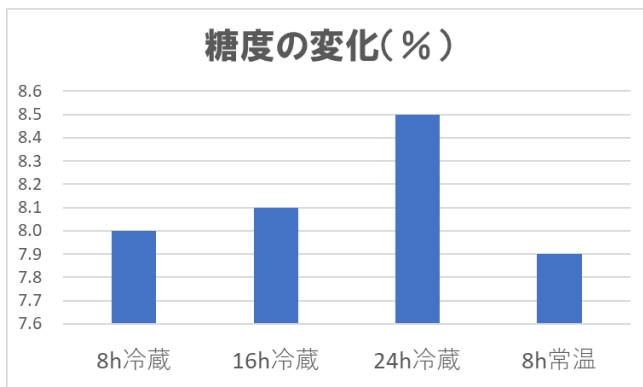


図 12 糖度の変化

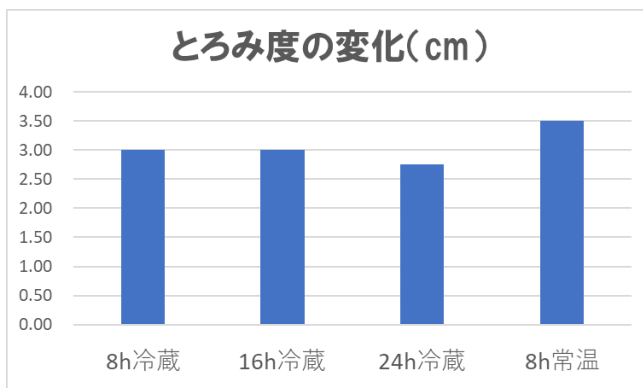


図 13 とろみ度の変化

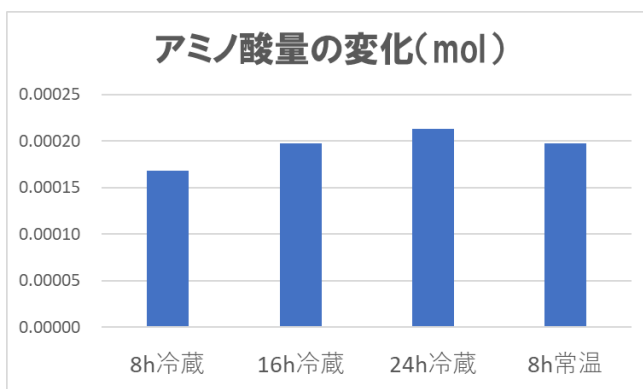


図 14 アミノ酸量の変化

結果は、pH の変化(図 11)は、保存時間 8 時間冷蔵から 16 時間冷蔵にかけて減少した。他の 16 時間冷蔵・24 時間冷蔵・8 時間常温の値の変化はほとんどなかった。

糖度の変化(図 12)は、どの保存条件においてもほとんど変化がなかった。

とろみ度の変化(図 13)は、8 時間常温が一番柔らかく、冷蔵で保存した条件では、保存時間が長いほど、とろみ度の値が緩やかに減少していることがわかる。

アミノ酸量の変化(図 14)は、常温保存よりも冷蔵保存のほうが値が大きく、冷蔵で保存した条件では、保存時間が長いほど、アミノ酸量の値が増加していることがわかる。

5-1. 実験① 考察

pH・糖度については結果より、糖を作る菌の働きが、発酵時間が長くなると、ともに活発になることがわかった。また、温度によってとろみ度が変化するので発酵時間を調節することで、任意のとろみ度のヨーグルトを作ることができる。

アミノ酸については、ヨーグルトに含まれるアミノ酸の量は微量のため、ヨーグルトのおいしさとの関係は薄いと考えた。他にも、発酵温度 50℃以上では乳酸菌の活動が弱くなっていたので、値に変化が表れにくいと考えた。

5-2. 実験② 考察

とろみ度・アミノ酸量・糖度の変化より、冷蔵庫で保存したヨーグルトにおいて、糖度の変化がないことから、冷蔵庫内では菌が糖を消費する量よりも、菌が糖を作る量のほうが多いと考えた。また、とろみ度の変化より、冷蔵庫で保存すると発酵が弱く、ヨーグルトがホエーと分離するため、とろみ度が低くなると考えた。

6. 展望

- a) 今回の実験で、アミノ酸の変化に規則性が見られなかったことから、アミノ酸量とヨーグルトのおいしさの関係は薄いかもしれないが、アミノ酸の変化によって発酵の進み度合いを示せることがわかった。
- b) 乳酸菌のエネルギーとなる糖を加えて、発酵がどのように進むのかを調べたいと思う。さらに、糖以外にもおいしいヨーグルトを作るために、どのようなものを添加したらいいのかを調べたい。
- c) おいしさについては明確に定義されてなく、その指標は今回用いたpH・糖度・とろみ度・アミノ酸量意外にも多くある。なので、これ以外の指標も用いて実験を行うことで、今回の結果よりも正確な結果を得られると考えた。
- d) 今回の研究では乳酸菌の種類がR1ヨーグルト一種類しかいないため、他の乳酸菌ではどのような結果になるのか調べたい。また、今回のヨーグルトの発酵方法では一度に発酵できるヨーグルトの量が限られており、多く作るとなると同じ条件での発酵が難しかった。そのため、一度に発酵できるヨーグルトの量を増やす改善をする必要がある。

7. 参考文献

1. 「高校化学における実資料を用いたアミノ酸量の定量実験の開発」
(日本大学理工学部学術講演会予稿集/井上みどり)
2. 「ホルモール法によるアミノ酸の定量実験～明日のカレー神話」の検証～」
(2020/北海道滝川高等学校/川田啓介
高橋奈留 渡邊光)

3. 「市販のヨーグルトを種菌にヨーグルト発酵させる条件を探る」
(国立研究開発法人 科学技術振興機構
科学研究実践活動まとめ)
4. 「乳酸菌の研究～乳酸菌の入っている身近な食べ物からヨーグルトを作ろう～」
(千藤麻由 佐伯理乃 各務愛永)

8. 付録

- ・糖度計 (アタゴ ポケット糖度計 PLA-1)
(図 15)
- ・pH メーター (堀場製作所 コンパクト pH メーター LAQUA ツイン R-711) (図 16)
- ・ヨーグルトメーカー (Hismile ヨーグルトメーカー HS-YG1A) (図 17)
- ・明治プロビオヨーグルト R-1 (図 18)
- ・明治プロビオヨーグルト R-1 ドリンクタイプ (図 19)



図 15



図 16



図 17



図 18



図 19

食品の抗菌効果

北海道滝川高等学校 理数科4班

久保 星来 ・ 七尾 桃夢 ・ 福田 美聖 ・ 山田 野乃果

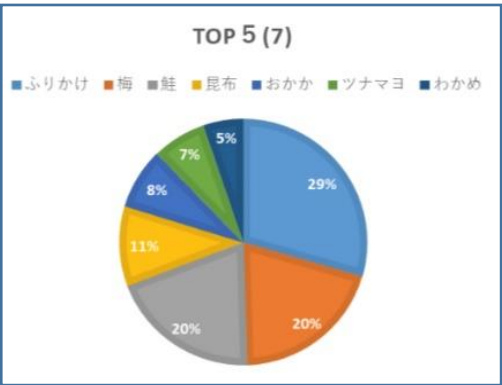
1. 目的

私たちの身近にあるお弁当において抗菌効果のある食材を調べ、さらにその効果のある成分は何かを知るため。

2. 方法

(A) アンケート調査

実験の対象となる食材を決めるために2学年203名に「普段お弁当のご飯またはおにぎりに入っている食材は？」という内容のアンケート調査を行った。



図Ⅰ 滝川高校2学年203名による「普段お弁当のご飯またはおにぎりに入っている食材は？」のアンケート結果

(B) 実験Ⅰ

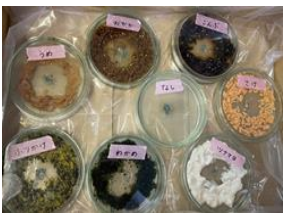
上位の食材＋具なしでカビの繁殖実験

○実験方法

1. 食パンにカビを繁殖させる
2. 寒天培地を作成する
3. カビを採取して寒天培地に移植する
4. 7つの食材をカビの周りにドーナツ状にのせる
5. 段ボールに入れ4日間経過観察する



図Ⅱ 方法1の過程



図Ⅲ 方法4の過程

(C) 実験Ⅱ

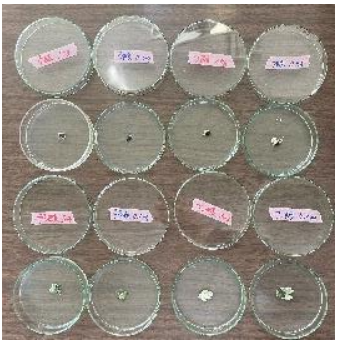
梅に含まれている成分の中で、抗菌効果のあるものを調べ、その成分でカビの繁殖実験をする。

○実験方法

1. クエン酸 0.3g、1.5g 安息香酸 0.2mg、1mg を含ませた寒天培地をそれぞれ2つ作成する。
2. 実験Ⅰと同じ食パンのカビを寒天培地の上にのせるものと中に埋め込むものの2種類に分け、各4つずつ作成する。
3. 段ボールに入れ経過観察をする。

表Ⅰ 梅一つに含まれる抗菌効果のある成分

	1個あたりの含有量
クエン酸	0.3g
安息香酸	0.2mg



図Ⅳ 寒天培地

上段：クエン酸 赤→1.5g 青→0.3g

下段：安息香酸 赤→1mg 青→0.2mg

左2つはカビを埋め込み、右2つは上にのせた

3. 実験結果

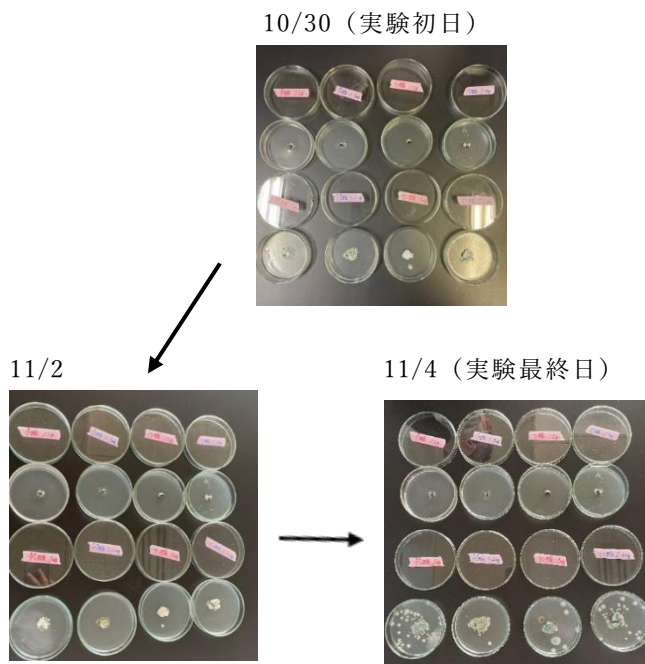


図 V 実験Ⅱの経過

- ・安息香酸よりクエン酸の方がカビの繁殖が少なかった。
- ・カビを埋め込んだものと上に置いたものでは大きな変化がなかった。

4. 考察

実験Ⅰの結果から、梅干しが一番カビの増殖が少なかったため、梅干しには抗菌効果のある成分が含まれていると考察した。

その結果を踏まえて実験Ⅱを行い、安息香酸よりクエン酸のほうがカビの増殖が圧倒的に少ないとわかった。このことから、梅に含まれる抗菌効果のある成分のうちカビの増殖の抑制に大きく影響している成分はクエン酸であると分かった。よって、クエン酸が含まれている食品には抗菌効果があると考察した。

5. 参考文献

- ・梅干しの“制菌力”とは？
<https://weathernews.jp/s/topics/201905/110085/>
- ・梅研究会 梅と健康
<https://www.umekenkyuukai.org/health/>
- ・梅干しの効能を解説！
<https://kumaheinoume.co.jp/ume-efficacy>
- ・尿中馬尿酸：果実等〔ベンズアルデヒド〕の摂取
<https://www.kes-eco.co.jp/safety-report/82>

キリンのまつげになろう!!

～まつ毛美容液の効果～

北海道滝川高等学校 理数科5班

木下 萌結 ・ 小柳 麻衣 ・ 新山 莉萌

1. はじめに

今日、さまざまな種類のまつげ美容液がドラッグストア等で販売されている。そこで私たちは、どのまつげ美容液が効果的であるか、成分による違いはあるのか知りたいと思った。また、多くの人に役立つ研究となりえるのではないかと考え、この研究テーマを設定した。

2. 実験に使用するまつ毛美容液の種類

- ・エマーキット ¥6050 (税込)
- ・まつ毛美容液 EX (セザンヌ) ¥550 (税込)
- ・スカルプD ボーテピュアフリーアイラッシュセラム ¥1762 (税込)



図1 各社ごとのまつ毛美容液
左から ・エマーキット
・セザンヌ、
・スカルプD

3. 仮説・実験内容

○仮説

よく伸びるといわれていて、値段が高いまつ毛美容液ほどまつげがよく伸びるのではないか。

○実験内容

- ①まつ毛美容液を説明書の使い方を使用する。(1か月ごとに3人で交代して使用)
- ②半月に1度まつ毛の長さを専用の定規で計測し、写真を撮影。

4. 結果

○エマーキット

- ・色素沈着 2人
- ・まつげが増えた 3人
- ・まつげが伸びた 3人

○セザンヌ

- ・色素沈着 2人
- ・まつげが増えた 3人
- ・まつげが伸びた 3人

○スカルプD

- ・色素沈着 0人
- ・まつげが増えた 2人
- ・まつげが伸びた 0人

表1 実験者3人の1か月毎のまつ毛の伸びの変化

	エマーキット	セザンヌ	スカルプD
木下	0.20 cm	0.05 cm	0.00 cm
小柳	0.05 cm	0.10 cm	0.00 cm
新山	0.10 cm	0.10 cm	0.00 cm

- ・それぞれの製作会社に成分と色素沈着の原因として考えられるものについて問い合わせを試みたが、企業秘密のため回答は得られなかった。
- ・計測していたのは上のまつげのみで、0cmと下記の表に記載されているものでも下まつげは伸びていた。

※色素沈着…外部からの長期間の強い刺激により、メラニン色素が皮膚に沈着すること。
今回の実験においては、まつ毛美容液を塗布したことが刺激になったと考えられる。

表2 アンケート結果

商品名	使用人数	効果を得た人	色素沈着した人
セザンヌ	10	8	1
スカルプD	1	1	1
エマーキット	1	1	0
マジョリカマジョルカ	3	3	0
DHC	7	5	0
キャンメイク	2	0	0
合計	24	18	2

- ・まつげ美容液を使用している人…全体の約 12%
- ・効果を得た人…使用者の約 75%
- ・色素沈着した人…使用者の約 8%

5. 考察

まつ毛美容液を使用していない人のまつ毛の長さを計測したところ長さは変わっていなかったため、まつ毛の変化は美容液によるものだと考えられる。また、3種類のまつげ美容液に共通して配合されている成分は僅か3つと少ないことから、類似した効果を持つ成分がそれぞれのまつげ美容液に代用されているのではないかと考えられる。

6. まとめ

実験結果から、平均的にエマーキットが一番よく伸びるが、個人差が大きかった。セザンヌは個人差が少なく多くの人が効果を感じた。そのため、効果に個人差があるエマーキットが一番良いまつげ美容液だとは言えない。まつげ美容液を使うことによってまつげが抜けにくくなることもあり、また、まつげが伸びることはアンケート結果からもわかる。高いまつげ美容液を使用することによって、全ての人のまつげがよく伸びるわけではないため、色素沈着などのリスクを考えながら自分に合うまつげ美容液を使うことが大切だ。

7. 参考文献

①「スカルプD ホームページ」
<https://scalpd-eye.angfa-store.jp/>

②「水橋保寿堂製薬」
<https://mizu-ho.com/>

③「セザンヌ ホームページ」
<https://www.cezanne.co.jp/>

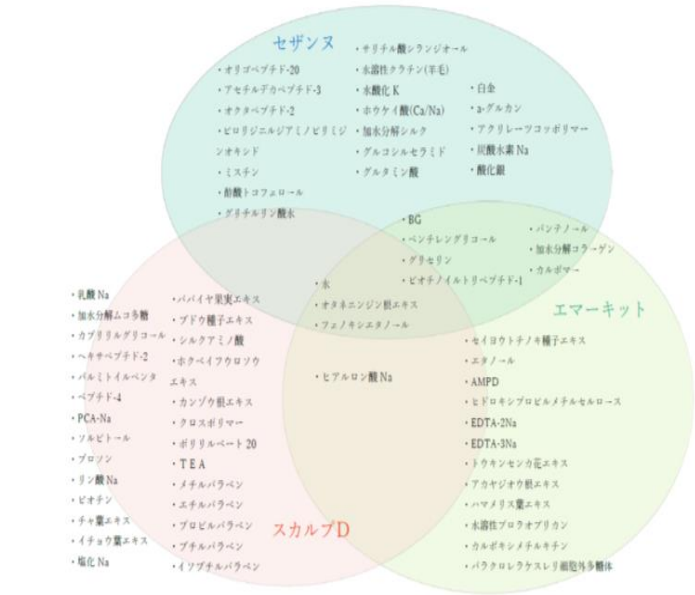


図2 成分図
○3種類のまつ毛美容液に共通して配合されている成分

- ・水
- ・オタネニンジン根エキス
- ・フェノキシエタノール

虫！林！トラップ！

～河畔林における昆虫の生態系への関与～

北海道滝川高等学校 理数科6班

佐藤 愛 ・ 西村 颯太 ・ 吉岡 哲平 ・ 和田 有令

1. はじめに

私たちは生態系を支える一環である「河畔林」に興味をもち、そこに住まう生物の一部を抽出することで環境の状態が見えてくるのではないかと考えた。今回の調査では、捕獲が比較的容易であり標本が多く用意できる昆虫を主として扱うことにした。

2. 仮説

捕獲した標本の種が多いほど環境は多様性に富むと考えた。

3. 調査方法・場所

・調査場所

北海道赤平市に流れる滝の川

・調査方法

①パントラップと呼ばれる捕集罟を設置し虫を捕獲する（以下調査①とする）

②滝の川に住まう魚を獲り、その胃の内容物を調べる（以下調査②とする）

＊パントラップについて

平らな容器（パン）に水をはりそこに洗剤を加えることで、水中へ落ちた虫が溺死するようにしたトラップ。

今回使用した容器の概要は以下の通り。

- ・サイズ… $37 \times 25 \times 11.7$ (cm)
- ・色…茶色（図1参照）
- ・個数…9個



図1 設置したパントラップ

パントラップを設置した日にちは以下の通り

- ・7月23日～26日
- ・7月26日～8月1日
- ・8月1日～8日
- ・9月18日～25日
- ・9月25日～29日

川の上流側からNo.1～7とし、灌漑の水路から流れる側溝の傍に設置したものをNo.8, 9とした。

No.1～4は特に川との距離が近い。

No.5, 6, 7は特に草木の密集度が高い場所に設置した。（図16参照のこと）

昆虫以外の生物でも、トラップに入っていた生物は調査の対象とした。

＊魚について

滝の川に住まうサクラマス28匹を対象とした。それぞれ無作為にNo.1～28まで番号分けした。

4. 結果

調査①の結果は図2～10の通り

調査②の結果は図11～15の通り

また、パントラップのNo.1は9月18日からの調査の際に降雨のよって流されたためデータが存在しない。

5. 考察

調査①、②ともに絶対的、普遍的な相関といったものは見られない。

・調査①について

ハエ目はほとんどのトラップで最大の数値を示しているが、こうなった原因としてこの虫には走光性があることと飛行性なため場所による影響を受けづらいことが考えられる。

ハチ目に分類されている標本のほとんどは蟻であり、川との距離が遠い位置にあるトラップが相対的に多く入っていると見受けられる。

7月から8月にかけては比較して種類が多く、9月からの調査では生物種が少ない。天候が大きく異なっていること、気温の差があることなどいくつか要因が考えられる。

クモ、甲虫、カメムシといった歩行型の生物は比較してNo.4～7のトラップに多いと見受けられる。歩行型の生物は樹上から落ちてもしなければトラップに入ることが難しいことが関係していると考えられる。

・調査②について

調査①と比較するとどの分類の生物もバランスよく入っていたように思われる。水生生物も食べられており、川の内部に住む生物と陸上の生物はともに魚の餌となって生態系として密接に関わっているのだろうと予測できる。

未消化の足や羽なども多く入っており、不正確な部分も多い。甲虫の外骨格は特に消化されず残りやすいことも影響を与えているだろうと推測できる。

6. まとめ

今回の調査から絶対的に言えることはない。今回の調査ではトラップの設置場所の条件や設置期間がまちまちであり、区域や調査期間が限られたものであったため、今後は滝の川にとどまらず、より広範囲を対象に数年単位で継続的に調査を行っていきデータを累積してゆく必要があると考えられる。

大雨によりパントラップが一つ流されるという不慮の事態がおこったのでこの対応についてもよくよく考慮せねばならない。

分類についてもおおまかなものとなっているため、高精度な分類をできるように調査方法を改善していくことが求められる。

7. 参考文献・資料

昆虫採集学 馬場金太郎 著 平嶋義宏 編 九州大学出版会 1991 年出版

日本動物大百科 第9巻 昆虫Ⅱ 監修 日高敏隆 編集 石井実/大谷剛/常喜豊

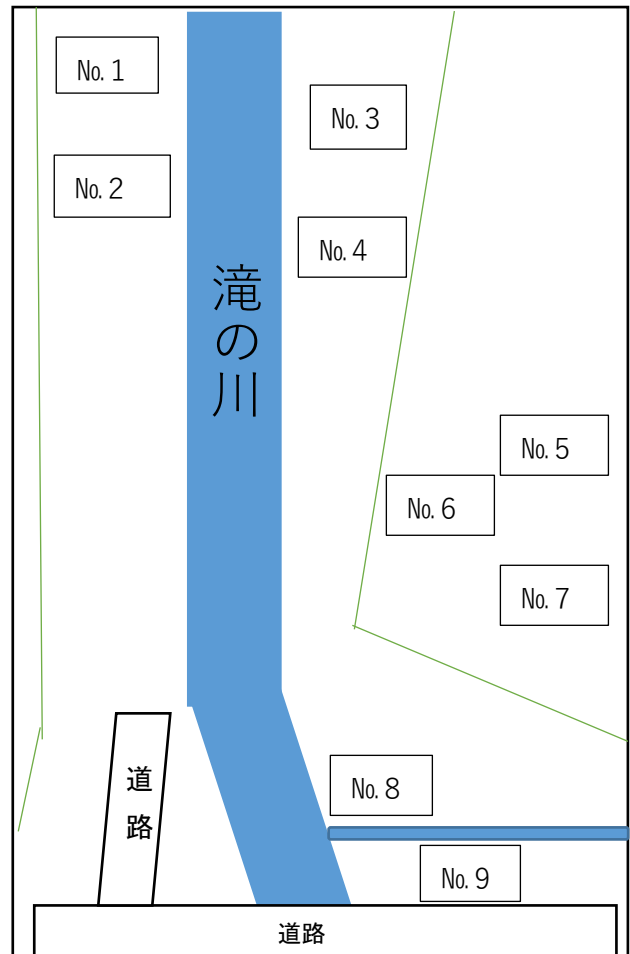


図2 簡易的な滝の川周辺図

緑の線で囲った部分は林となっているところ。

ニセアカシア、オニグルミ、ヤナギ、イタヤカエデ、キタコブシ、ケヤマハンノキ、ハルニレ、ドロノキ、シラカバ等といった樹種が確認できた。

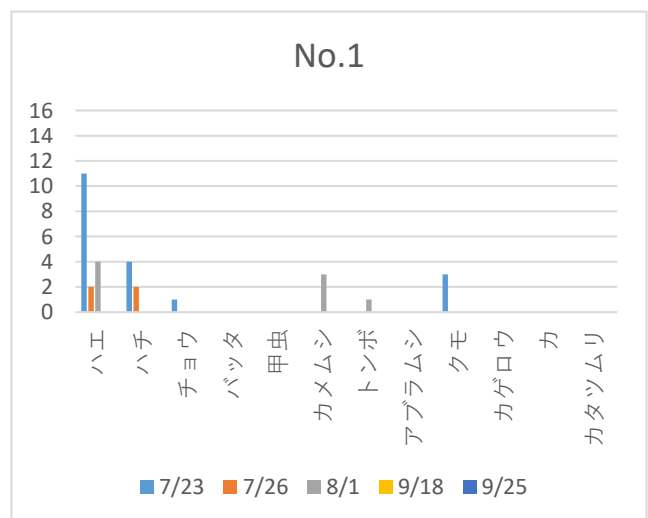


図3 採取した標本

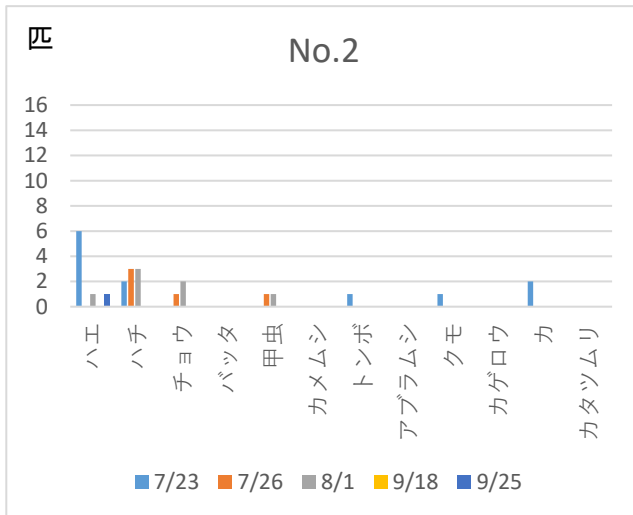


図4 採取した標本

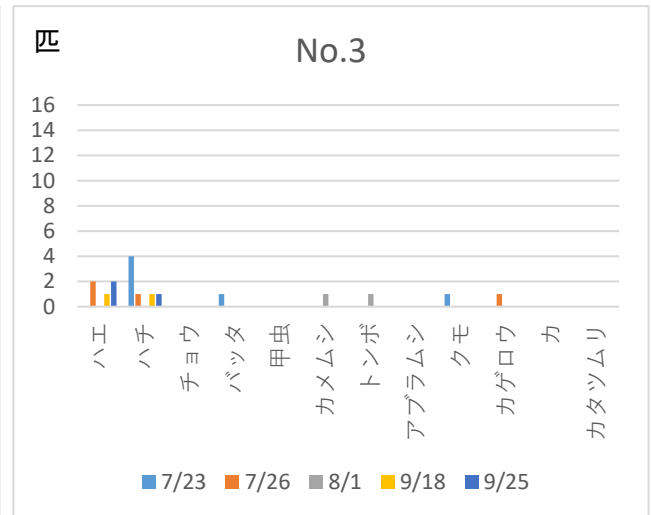


図5 採取した標本

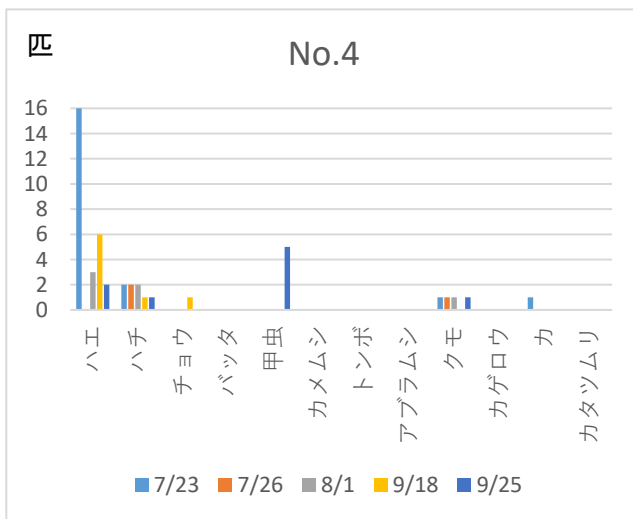


図6 採取した標本

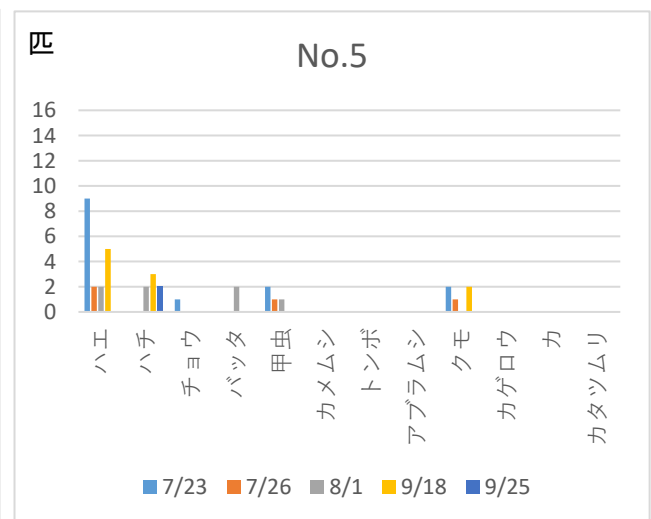


図7 採取した標本

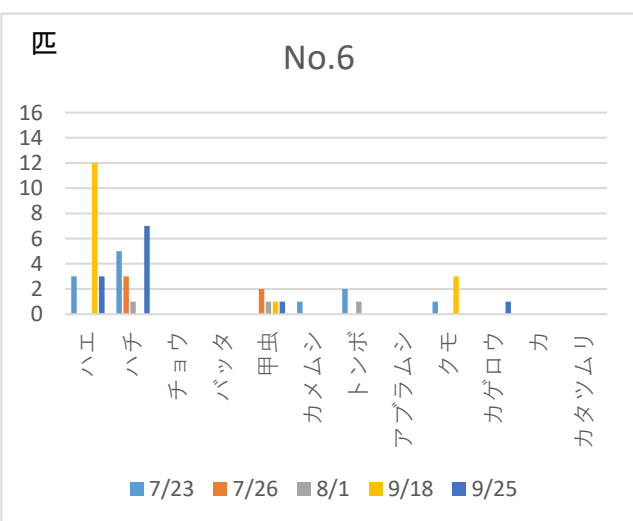


図8 採取した標本

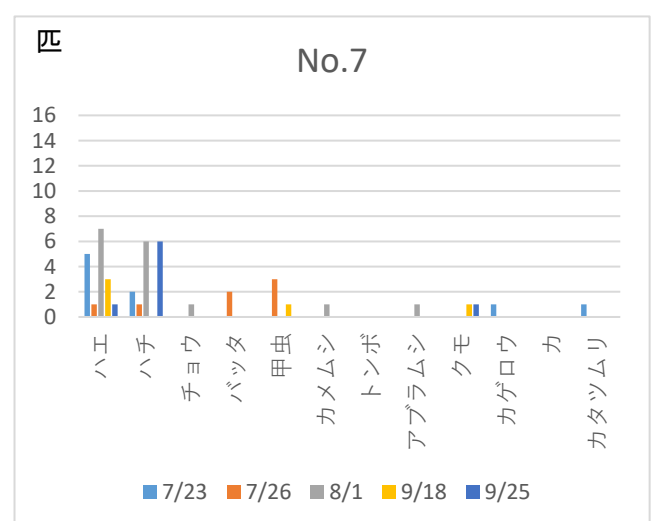


図9 採取した標本

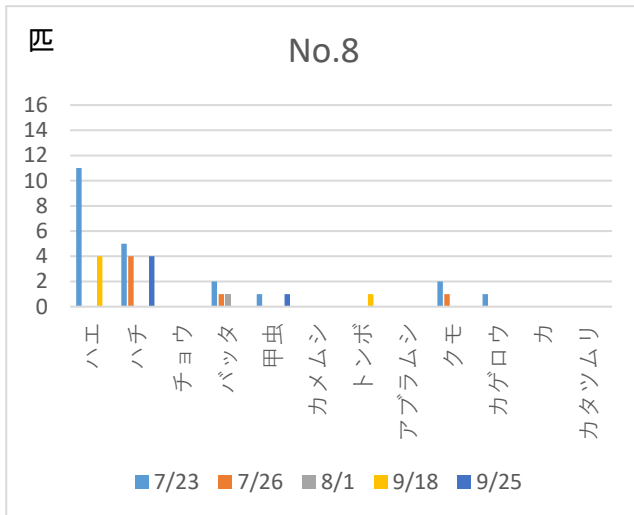


図 10 採取した標本

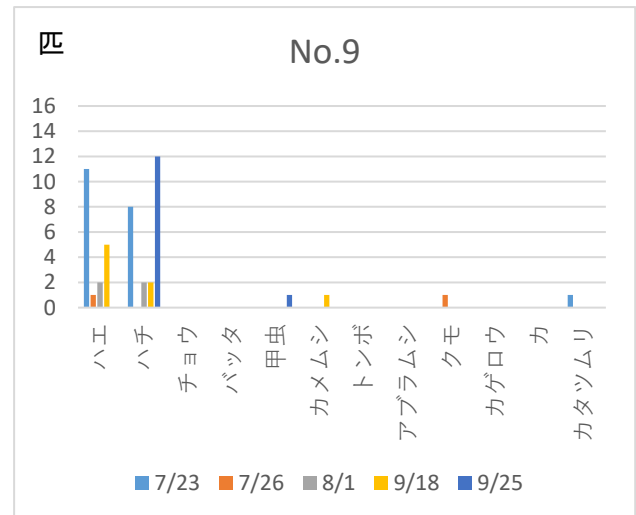


図 11 採取した標本

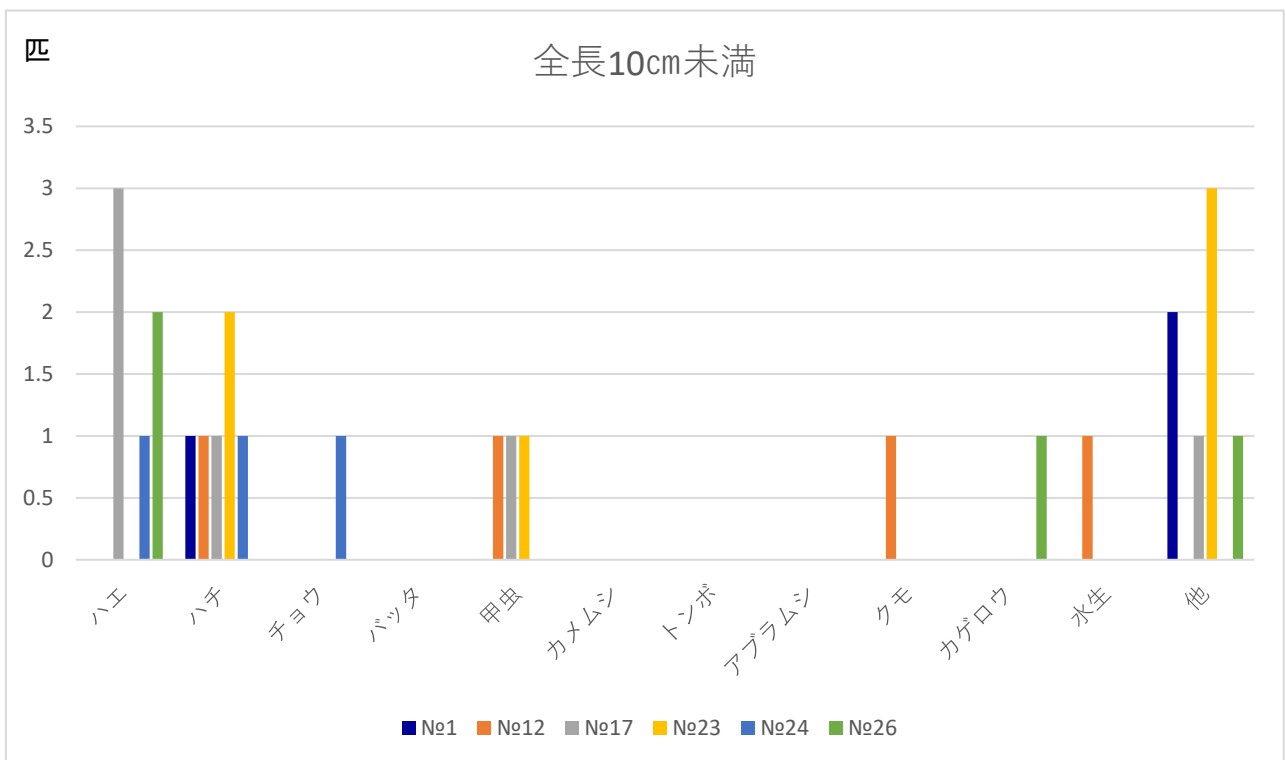


図 12 サクラマスの胃の内容物

図13～16について

- ・水生として分類したものには、ヤゴ、サクラマス以外の魚類などが挙げられる。
- ・他として分類したものは「消化されかけていて形をとどめていなかった」、「足だけが残っていた」、などの要因で分類が難しかったものやミミズ、ヒルなどが挙げられる。

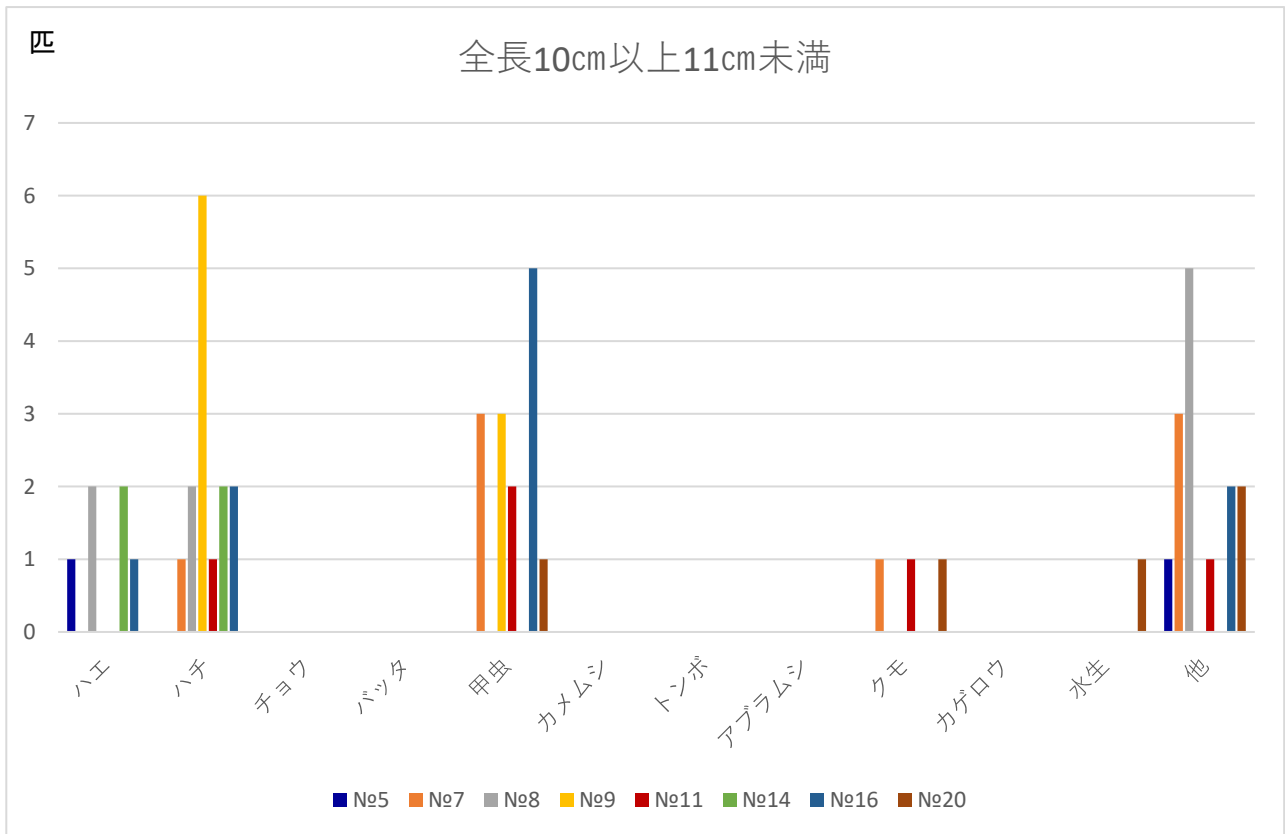


図 13 サクラマスの胃の内容物

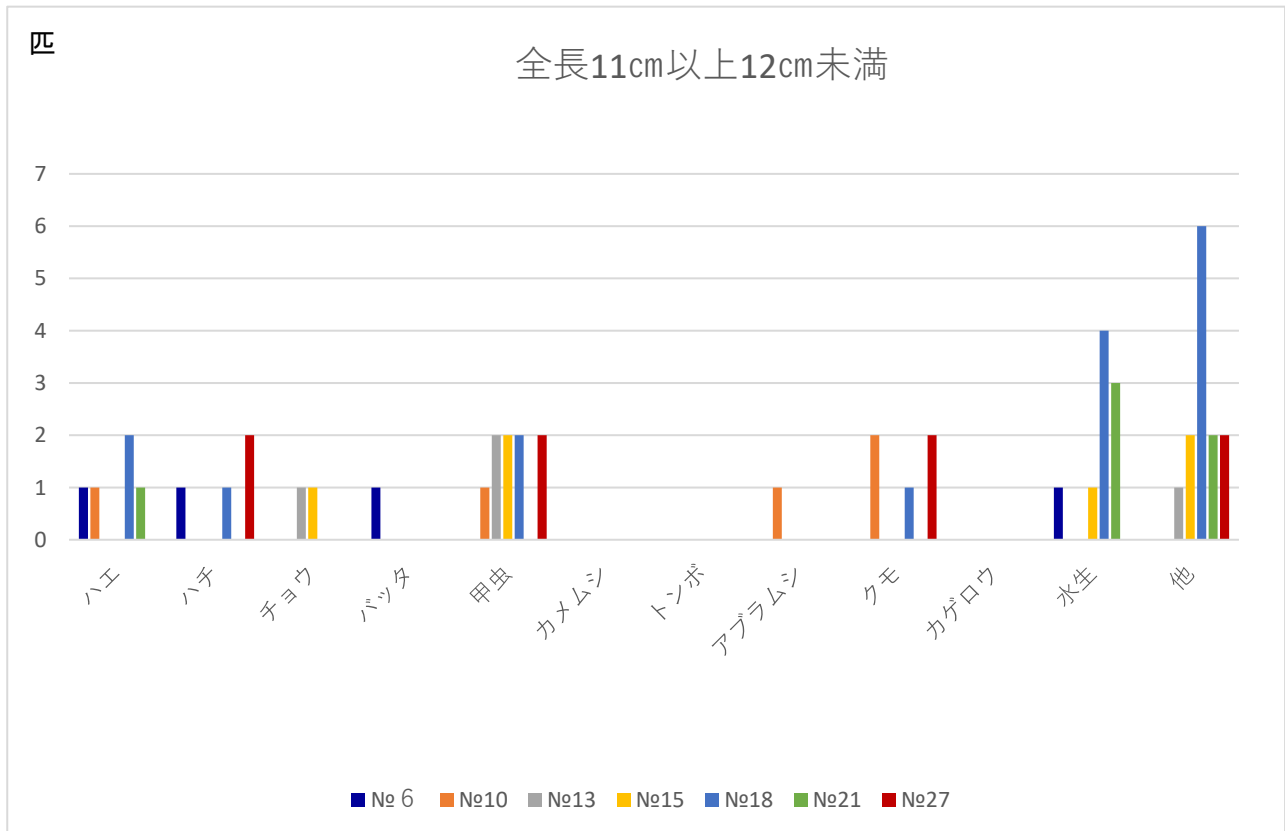


図 14 サクラマスの胃の内容物

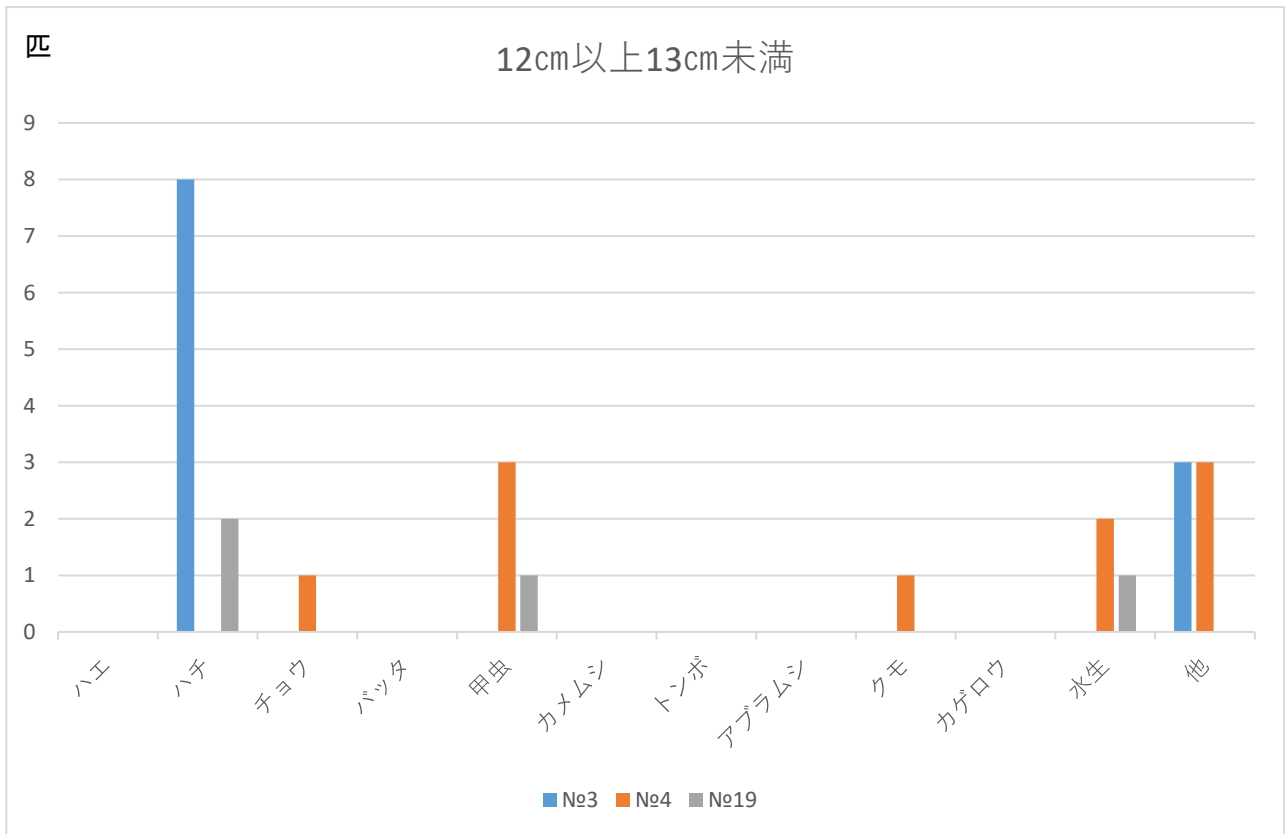


図 15 サクラマスの胃の内容物

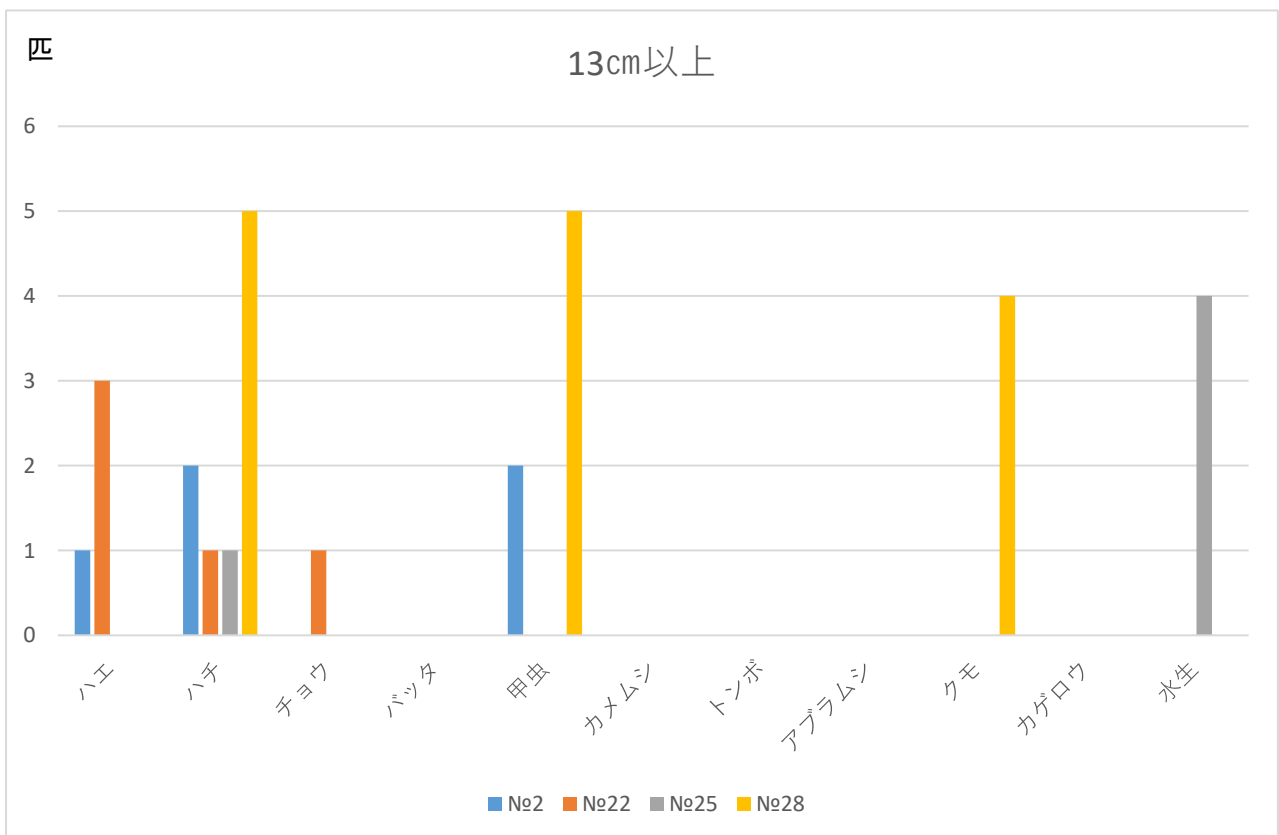


図 16 サクラマスの胃の内容物 統計中のミスによりその他の分類が不明

球体よ 戻ってきなさい!!

北海道滝川高等学校 理数科7班

上島 一斗 ・ 久保田 海斗 ・ 中村 幸太郎 ・ 野澤 瑠

1 研究の背景と目的

物理の教科書や問題集には、前方に減速しながら進み、やがて後方に加速しながら進む運動をする負の加速度を持つ運動が掲載されている。しかし、実際に水平方向に負の加速度を持ち問題集のように逆方向へ動き出すものを見たことはない。そこで、今回はバックスピンをかけることで負の加速度を持つ運動をし、比較的扱いやすいピンポン球を用いて問題集にある等加速度運動と実際の運動の差について研究する。また、実験で使用した装置を物理の授業で資料として役立てたい。

※負の加速度を持つ運動とは初速度とそれと逆向きの加速度を持つ運動のことである。

2 仮説

問題集のものに近い動きをするが加速度は不安定である。

床とピンポン玉の間の摩擦係数が大きくなるほど加速度は大きくかつ不安定になる。

3 実験器具

ミニ四駆×2 ピンポン球×1 台×1

4 実験方法

- ① 実験器具を配置する
- ② 上下のモーターを時計回りに回転させる(上のモーターにより負の加速度が生じる)
- ③ ピンポン球を上下のモーターの間にに入れて机に射出し運動の様子を観察する
- ④ 床に紙を敷き摩擦係数を大きくして射出する
- ⑤ 下のモーターの回転数を増やし④を行う
- ⑥ ⑤の回転数で③を行う

5 実験結果

※ 表の項目は上から時間、変位、①,③は0.2、②,④0.1は秒間の平均速度である。

※ 表は上から③、④、⑤、⑥の結果である。

表1 ③の結果

s	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
cm	0	12	18	27	32	37	39	42	39
cm/s	0		90		70		35		0
s		0.9	1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6
cm		37	35	31	22	17	9	5	-2
cm/s			-20		-65		-65		-55

表2 ④の結果

s	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
cm	0	11	15	18	18	12	6	-6
cm/s	0	110	40	30	0	-60	-60	-120

表3 ⑤の結果

s	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
cm	0	8	18	20	20	12	9	-4	-11
cm/s	0		90		10		-55		-95

表4 ⑥の結果

S	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
cm	0	23	38	49	60	68	78	80
cm/s		230	150	110	110	80	100	20
s		0.8	0.9	1	1.1	1.2	1.3	1.4
cm		81	80	77	74	71	67	65
cm/s		10	-10	-30	-30	-30	-40	-20

6 考察

③、④、⑤、⑥の時刻と変位を a,b,c,e とする。これらが方程式、 pt^2+qt (p,q は定数) で表されると仮定すると

$$a = 120t - 85t^2 = 120t - 170/2t^2$$

$$da/dt = 120 - 170t$$

$$b = 105t - 150t^2 = 105t - 300/2t^2$$

$$db/dt = 105 - 300t$$

$$c = 117t - 166t^2 = 117t - 332/2t^2$$

$$dc/dt = 117 - 332t$$

$$e = 203t - 127t^2 = 203t - 254t^2$$

$$de/dt = 203 - 254t$$

であり、平均の加速度は 170cm/s^2

$300\text{cm/s}^2, 332\text{cm/s}^2, 254\text{cm/s}^2$ と見ることができる。これらはおよそグラフの概形に合っているが、実際の加速度は一定ではなく抵抗力などによりその時々によって異なった値になっていると考えられる。

a と b 比較すると床とピンポン玉の間の動摩擦係数が大きくなると加速度は大きく初速度は小さくなることがわかる。

b と c を比較すると初速度を大きくする

と加速度も大きくなることがわかる。それは加速度が摩擦力によって増えているためだと考える。

また、グラフを見ると da/dt や de/dt ではある点から著しく加速度が低下していることがわかる。 db/dt では起こっておらず dc/dt では小さくしか変化していない。 da/dt では 1.2 秒、 db/dt では 0.8 秒、 de/dt では 1.0 秒にその点が来ていることから初速度や動摩擦係数が大きくなるほど、早くその点が来ると考える。

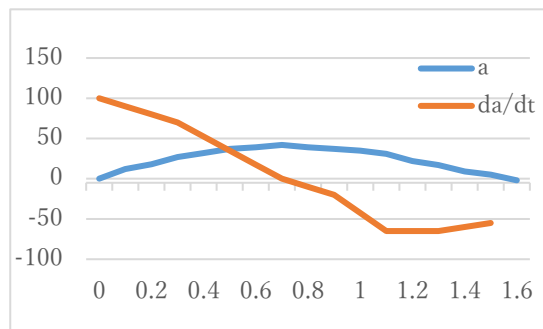


図1 ③のグラフの概形

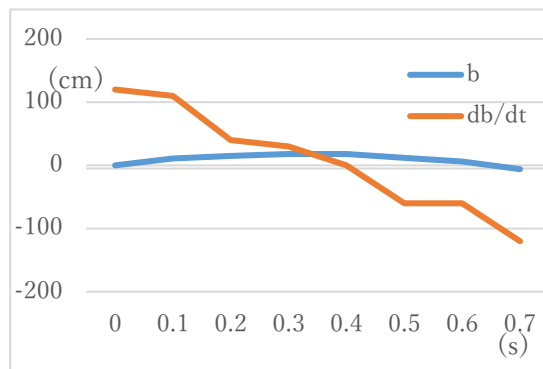


図2 ④のグラフの概形

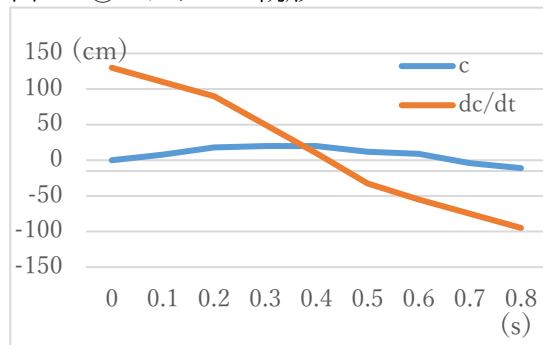


図3 ⑤のグラフの概形

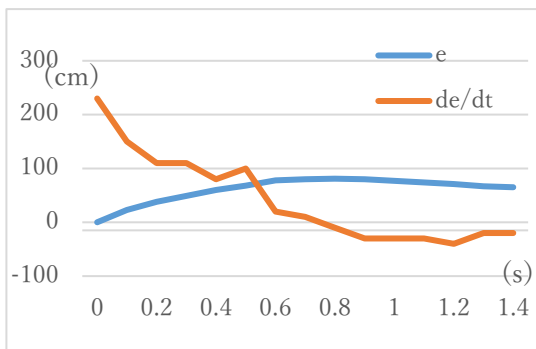


図4 ⑥のグラフの概形

7 参考文献

四訂版リードα物理基礎・物理

(発行所 数研出版株式会社)

Try it 速度が減った時の加速度 a

<https://www.try-it.jp/chapters-8001/sections-8002/lessons-8018/point-2/>

タイム更新とシューズの関係

北海道滝川高校 理数科 8 班

遠藤 太陽 ・ 佐伯 成 ・ 須藤 祥太 ・ 高橋 優空

1. はじめに

近年、駅伝やマラソンでのタイムの更新が著しい。それと同時に、選手の使用しているシューズがメディアで取り上げられる事も増えてきているように思える。タイムの更新とシューズの間には何らかの関係があるのではないかと考えた。そこで、どのようなシューズが開発されているのかを調べることにした。

2. 目的

タイムの更新にシューズがどのように関わっているのかを調べる。短距離と長距離のシューズの違いについて知る。また、シューズについての知識を増やす。

3. 実験

① シューズへの力の働き

I 実験方法

陸上で使ったシューズのどこに力が加えられているのかシューズのアウトソールから調べる。

II 実験の予想

短距離のシューズは後足部があまりすり減っておらずに前足部がすり減っていて、長距離は後足部もすり減っていると予想。短距離、長距離ともに母指球あたりが大きく削れていると予想。

III 実験結果

短距離、長距離のシューズのアウトソールは写真のようになっている。



↑ 図 1 短距離シューズ



↑ 図 2 長距離シューズ

② クッション性

I 実験方法

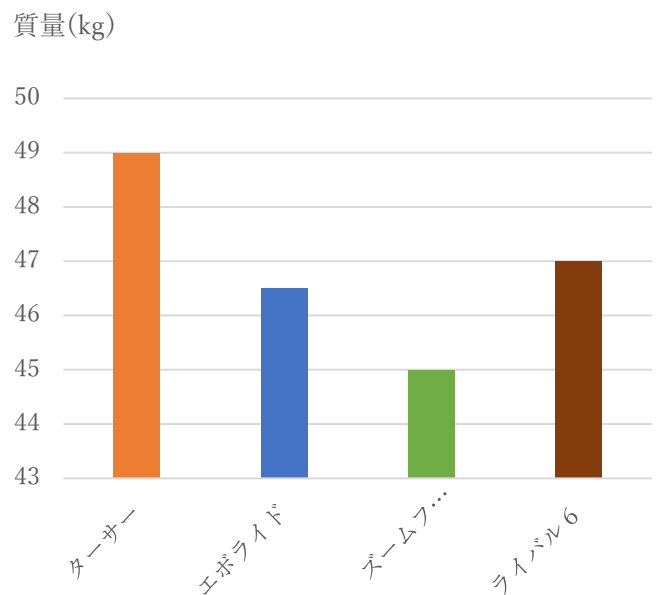
Wii バランスボードの上にシューズを置き、地面から 1 m の高さから 2 kg の大きなボールを落とす。シューズにかかった力を WBBSS を使って計測して、シューズのクッション性を比較する。数値が小さいほどシューズが衝撃を吸収しているため、クッション性が高いことになる。

II 実験の予想

長距離のシューズは短距離のシューズと比較して数値が低くなると予想した。

III 実験の結果

実験結果はグラフ 1 のようになった。



↑ 図 3 鉄球を落とした時の重さ(kg)

③ 反発係数

実際に使われているシューズにはどの部分に良く反発する素材が使われているのかを調べる。

I 実験方法

地面にシューズに使われている素材を置き、地面から 70 cm の高さからゴム玉、鉄球を落とし、上がった高さをもとに反発係数を求める。

※反発係数は e で表され、単位はなく、計算式は次の通り。

計算式 $\sqrt{h'}/h$

h' : 跳ね上がった高さ h : 初めに落下する高さ

さらに素材の硬度も測った。

Ⅱ 実験の予想

短距離は反発係数が高くなると予想。長距離は長く走るの、足への負担を軽減するため反発係数があまり高くなり、前足部はかかとよりも反発係数が高いと予想。

Ⅲ 実験結果

実験結果はグラフ 2,3 のようになった。

※硬度は JIS K6253 の規格準拠

	前足部	後足部
ターサー	88	48
エボライド	72	45
ズームフライ 3	73	42

↑ 硬度

4. 考察

① シューズへの力の働きについて

この実験は概ね予想通りだった。このことから、前足部に反発する素材があったほうが良いと考える。短距離と長距離で違いがあったのは着地の違いが原因だろう。

② クッション性について

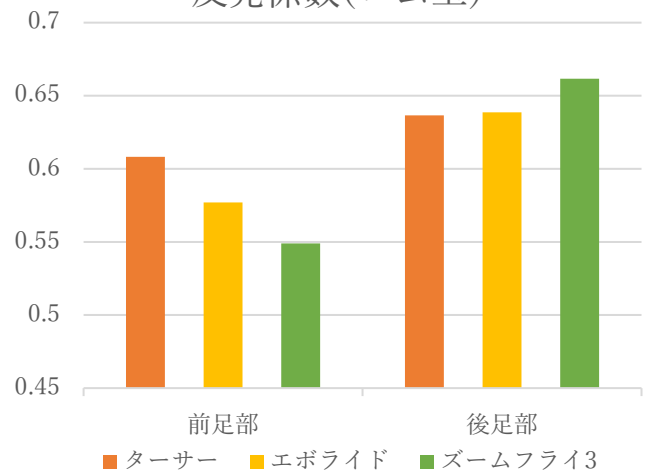
短距離のシューズより長距離のシューズの方が値が低くなった。これから長距離のシューズはクッション性が優れていると言えるだろう。また、ナイキのシューズを比べると反発性の高いシューズが作られていることがわかる。

③ 反発係数について

ズームフライ 3 が最も反発係数が高くなった。前足部よりも後足部の方が反発係数が高くなっていた。これは、後足部での着地が多いので、その着地のエネルギーから反発を大きく得るためになっているのだと考えた。

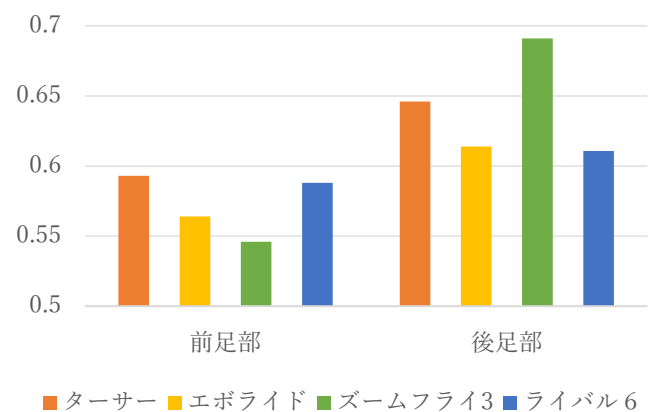
硬度は後足部より前足部が大きい値となっていた。

反発係数(ゴム玉)



↑ 図4 ゴム玉の反発係数(単位はなし)

反発係数 (鉄球)



↑ 図5 鉄球の反発係数(単位はなし)

5. 使用したソフトウェア、参考文献

• Wii Balance Board Stabilometry System

(Wii バランスボードを使った重心動揺計)

• WBBSS の開発者の HP

<https://www.eonet.ne.jp/~rpt/>

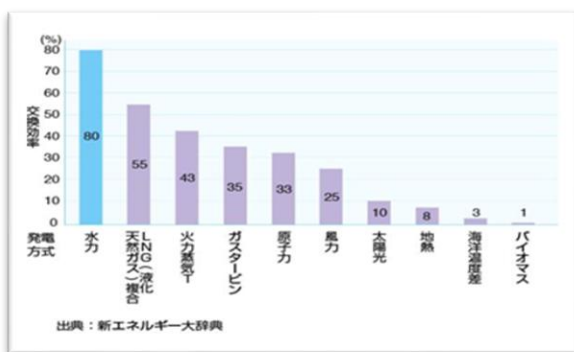
風で携帯電話を充電する

北海道滝川高等学校 理数科9班

清水 文太 ・ 古川 俊輔 ・ 矢内 聡

1. 背景

以下のグラフから見て取れるように、再生可能エネルギーの中で風力発電は水力に次いでエネルギー変換効率が良い。また、日本は災害が多く災害時家庭にあるもので簡易的な発電機を作り滝川市の風を利用し私たちの生活に身近なスマホの充電に、生かせないかと考えた。



↑図1 各種発電方法別にみたエネルギー変換効率

2. 仮説

- (1)自然の風で発電することは可能だが風向・風速が一定ではないため時間がかかる。
- (2)フットポンプを用いた場合、風向・風速が安定するので、スマホの充電を効率よく行える。

3. 前提条件

◎今回実験に用いる道具

- ・ブロワー（送風機）
- ・手回し発電機（以下をゼネコンとする）
- ・厚紙（プロペラ）→装置①
- ・電力電圧計
- ・デジタル風速計

◎屋上に吹く風向・風速を調べる

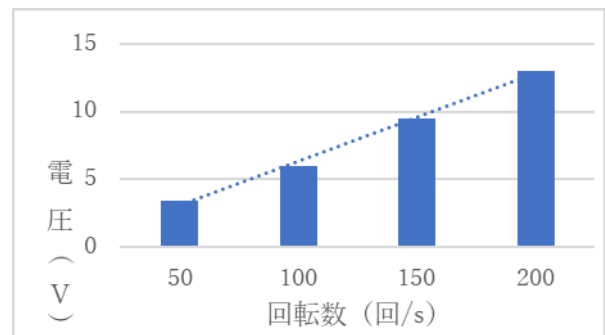
風で携帯電話を充電するためにまず滝川高校の屋上に吹く風を計測し、その結果から滝川高校に吹く風の量は「3.5m/sec」と定義する。

◎ブロワーの風速を調べる。

次に行ったのは、今回実験で用いるブロワーに。ここで、ブロワーの風を「28m/sec」に固定する

◎手回し発電機について

手回し発電機は、モーターとギアを組み合わせた構造になっており、それぞれの歯車のギアの数から、手回し発電機のハンドル1回転につき、モーターは、「50回転」していることが分かった。また、手回し発電機を1秒にどのくらい回せばどれだけの電圧が出るのかを調べた。以下のグラフはその実験のデータである。



↑図2 一秒当たりのモーターの回転数及びその時の電圧

4. 実験①

前提条件の下、図2、図3のような実験を行ったところ、平均で「0.65V」の電圧が観測できた。



↑図3 風洞にブロワーの風を送り込む



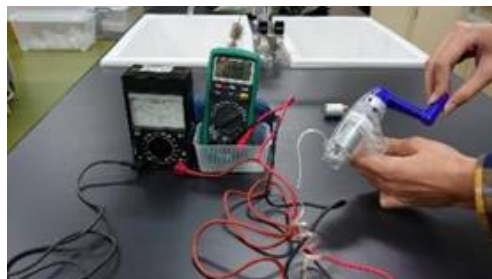
←図4
風洞内でモーターに
プロペラをつけ電圧
を測定

その時に用いたプロペラが図の 5 である。



←図 5

実験に用いたプロペラ



↑図 6 手回し発電機の電流を測定

また、携帯の充電に必要な電圧（5V）にあわせてゼネコンを回し図 5 のような実験を行うと、電流が「0.33A」流れた。

5. 実験結果①

前提条件および実験より

風速と電圧、電圧と充電量は比例し、電力と充電時間が反比例しており、10 月 11 日午後 4 時 15 分の風速 3.5m/sec の風が、吹き続けていると仮定し、今回実験に用いたモーターと羽を組み合わせた簡易的な装置を滝川高校の屋上に吹く風で携帯電話を充電するには、最低でも 230 日かかり、2.2%しか充電出来ないことが分かった。

6. 実験②

次に実験①では、充電時間が長すぎたため、プロペラを変更し、二つの実験を行った

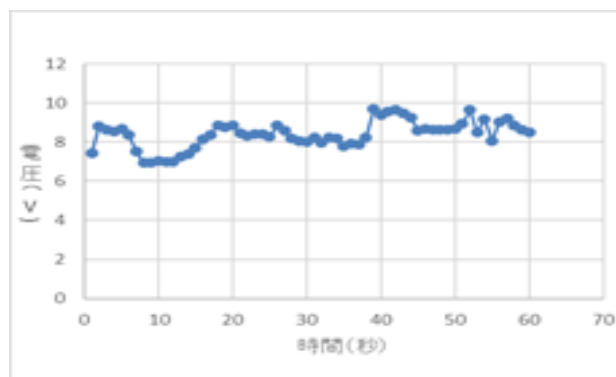
◎実験②（1）に用いる道具①+市販の手持ち扇風機のプロペラ→装置②

図 6 の実験より図 7 のデータが得られた。



←図 7 実験②（1）

ブロワーから出る風を直接計測



↑図 8 実験②（2）

また、実験②（2）として、フットポンプを用い、心臓マッサージでどのくらいの風が起き、計算上はどのくらいの時間でどのくらい充電できるのかを調べた。



↑図 9 実験②（2）

←個人差はあるが
平均 1.6m/sec

7. 実験結果②

前提条件および実験①、②より、

ブロワーの風 2.8m/sec の時 8.2V の電圧が観測できたことより、ブロワーの風：屋上の風速
 $= 28\text{m/sec} : 3.5\text{m/sec} = 8.2\text{V} : x\text{V}$
 $\therefore x = 1.025\text{V}$ —①ここで①、②で使用したモーターは同じものより、

$$5\text{V} : 1.025\text{V} = 0.33\text{A} : y\text{A}$$

$$\therefore y = 0.06765\text{A}$$
—②

5V で 100%、①より、

$$5\text{V} : 1.025\text{V} = 100\% : z\%$$

$$\therefore z = 20.5\%$$
—③ ①、②より

$$1.025\text{V} \times 0.06765\text{A} = 0.06934\text{W}$$

電力と充電時間は反比例するので、

$$0.06934\text{W} \times t\text{sec} = 20\text{W} \times 1800\text{sec}$$

$$\therefore t = 519180\text{sec}$$
 ③より、 $\frac{20.5}{50} = 0.41$

以上のことより、10 月 11 日の午後 4 時 15 分の風が吹き続けたと仮定し、装置②を用いると、最低でも 59 時間かかり、20%充電できることが分かった。また、心臓マッサージで充電した場合も同様に計算すると、5.3 日かかり、93.8%まで充電できることが分かった。

8. 考察

① と比べて、②のほうが電圧が大きくなったのは、使用しているプロペラの羽を、手作りのものから既製品に取り換えたためエネルギー変換効率が上がったからだと考える。

フットポンプの時にブロワーより電圧が大きくなり充電できる容量が増えたのは、送ることのできる風が瞬間的なものであるため実際には平均より大きなエネルギーを作れるためだと考えられる。

9. 参考文献

- ・「新エネルギー大辞典」
(2002/東京大学名誉教授/茅 陽一)
- ・iPhone の充電時間 (apple)
(閲覧日 10 月 12 日)
<https://www.apple.com/jp/iphone-12/specs/>



「音の規則をみつけ!」

北海道滝川高等学校 理数科 10 班

金子 さくら ・ 金子 侑里香 ・ 畠野 希灯花 ・ 松嶋 ひな織

1. 序論

声が出ない人の声を表現することや、歌唱力に自信のない人が自分の声で歌うことができるような音声編集アプリを作るために、アプリ制作の土台作りをするべく母音それぞれの特徴を分析し、人の声は何によって差がつくのか調べた。

2. 実験方法

録音用マイクを使い、Audacity で班員の発声した母音を録音する。

録音した音声データの一部分を波形に表し、目視でわかる母音の特徴を調査①

母音ごとのフォルマントを調べるため、スペクトル表示・スペクトログラムを用いて表示し、データを数値化する②

※フォルマント

…スペクトル分析においてある音声を特徴づける特定の周波数領域。ここでは F1 と F2 を扱う。

※スペクトル表示・スペクトログラム

…時間と周波数を軸に表した図

3. 仮定

母音の波形には母音ごとにそれぞれ似た形が観測できる。

母音ごとのフォルマントには母音ごとにそれぞれの傾向が存在する。違う人の音声のフォルマントを母音ごとに照らし合わせると近い数値になる。

4. 実験結果

班員が発声した母音「あ」と「い」を波形表示して比較すると、大きい波と小さい波が繰り返し現れる似たデータが得られた。「あ」のデータでは大きい波と小さい波の周期が 1:2 ほどで表れ、「い」のデータでは大きい波と小さい波の違いが少

ない形であった①。

「あ」のスペクトログラムでは、全員 1000Hz 周辺の色が濃くなっており、1000Hz の周波を多く持っているという共通点が見つかった。

また、人声と機械音声の母音のスペクトル表示した図を比較すると、似たような形がみられた②。

5. 考察

母音「あ」「い」の波形は、波の大きさの共通点と違いを確認できたが、あくまで目視による主観的認識なのでデータとしてわかるように②の実験をする。

各フォルマントを比較してみると、仮定通り母音ごとに違う傾向がみられた。違う人からとった母音のデータでも、同じ母音データは数値が近くなることがわかる。

人間と機械とを比べると、機械が文字を構成するのに必要な周波と不必要な周波の差が顕著であるが、人間は比較的様々な周波が入り組んでいる。

母音ごとに周波数の分布に傾向があるに見えるので、音声編集に周波数のデータを利用できるのではないかと考えた。

6. 今後に向けて

軸とすべき母音の特徴をつかめたので、次に音声を編集する処理方法を探りたい。

母音のみの実験しか行えていないので、子音も取り込んだデータを取り変化を分析したい。

7. 参考文献

- ・『プログラム 1 0 1 付き 音声信号処理』
CQ 出版社 川村新
- ・Audacity (オーディオ編集ソフト)
- ・WavePad FFT (周波数解析ソフト)
- ・重音テト (音声合成ソフトウェア)
- ・『国語音声学』
<http://français.la.coocan.jp/kokugakuin1206.htm>
- ・『日本語の母音の音色とフォルマントについての一研究』
http://repository.tufts.ac.jp/bitstream/10108/65714/2/acs082006_ful.pdf

〔実験結果グラフ〕

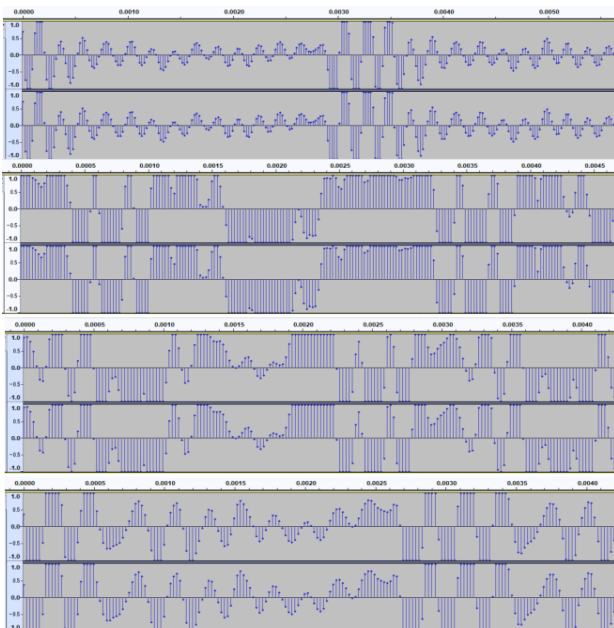


図 1 実験①の結果

班員 4 人の「あ」を録音し、データを保存。
そのデータに Audacity を使って波形表示化
したものを並べた図

横軸：時間 (s) 縦軸：振幅 (A)

上から順に

【班員】畠野、松嶋、金子侑、金子さ

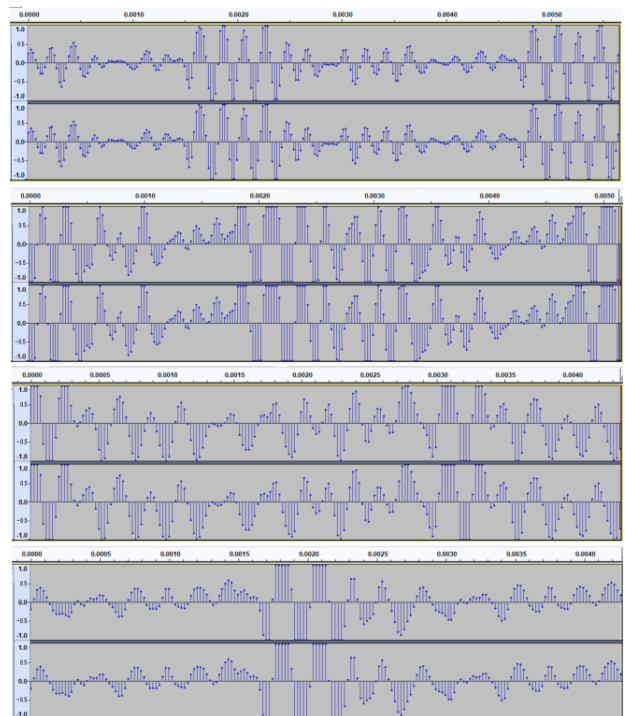


図 2 実験①の結果

班員 4 人の「い」を録音し、データを保存。
そのデータに Audacity を使って波形表示化
したものを並べた図

横軸：時間 (s) 縦軸：振幅 (A)

上から順に

【班員】畠野、松嶋、金子侑、金子さ

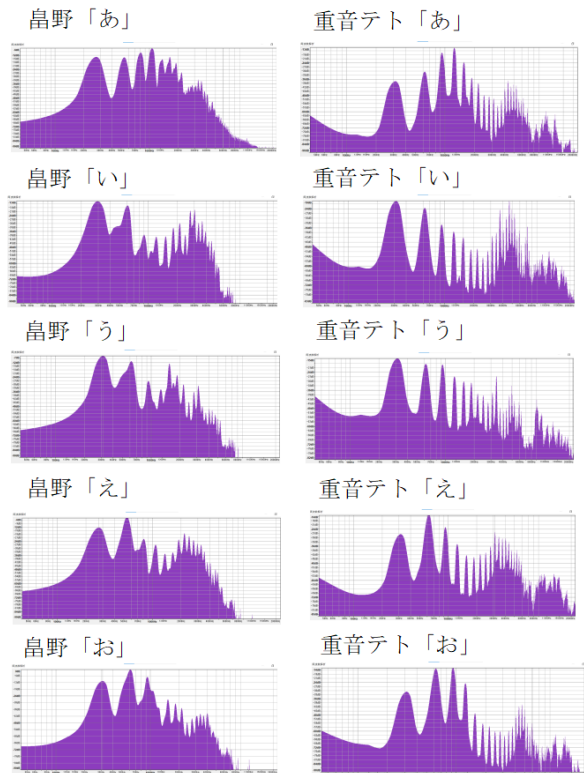


図 3 実験②の結果
人間（島野）と機械（重音テト）との
スペクトル表示の比較

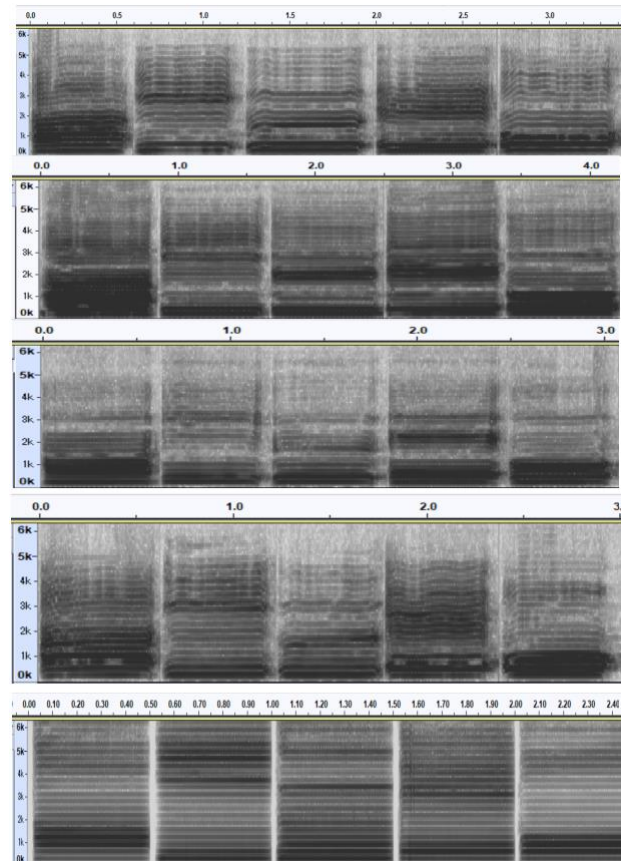


図 4 実験②の結果

班員 4 人の母音を録音し、スペクトログラム
で表示した図（上 4 つ）

機械（重音テト）の母音の録音し、スペクト
ログラムで表示した図（下 1 つ）

〔グレースケール、窓関数 512〕

縦軸；周波数（Hz） 横軸；時間（s）

（5 つのデータを繋げたもの）

「あ」 「い」 「う」 「え」 「お」

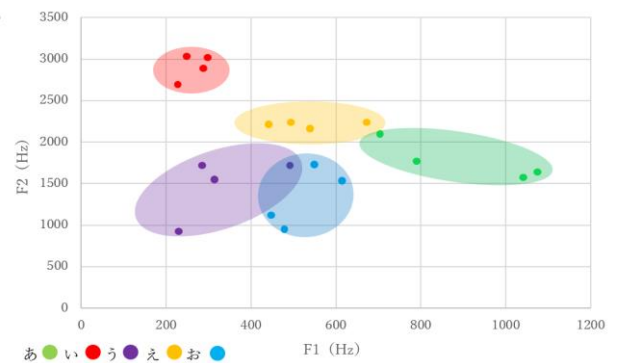


図 5 実験②の結果

班員の母音の第一、第二フォルマント（F1，F2）

音声符号化方式を活用してオレオレ詐欺を防ぐ

北海道滝川高等学校 理数科 11 班

坂下 心優 ・ 佐藤 太生 ・ 廣澤 達

はじめに

私たちは、オレオレ詐欺はどうして無くならないのか疑問に思った。普通に考えれば、本人の声ではないと、すぐに気が付いてオレオレ詐欺だと見破れそうである。しかし、実際は正常性バイアスや確証バイアスなどが働き、聞き手の心理面が大きく影響しているため、本人かどうか判断することは難しい。そこで、電話の声を機械で数値化すれば本人かどうか判断しやすくなると考えた。

1. 仮説

私たちは音声符号化方式に注目した。携帯電話で通話中に聞こえてくる電話の声は相手から発せられた声ではない。声の特徴をそのまま再現して相手へ伝えと、膨大なデータ量となってしまう。そのため「ハイブリッド音声符号化方式」という技術を使い、コードブックから似ている声を選び出して、通話相手へ伝えている。そこで、電話の声を聞き取って、声の特徴を抽出し、あらかじめ電話に登録しておいた本人の声の特徴データと照合することで本人が話しているかどうかを判断することができるのではないかと考えた。また、声の波形やスペクトログラムが生の声と電話越しの声とでは異なっていて、その違いには一定の規則があるのではないかと考えた。

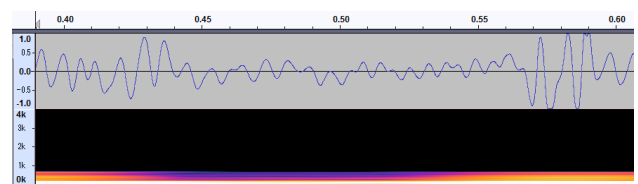
2. 実験方法

音声の解析ができる Audacity というソフトを入れたパソコンを二台用意する。電話をつなげた状態で別々の部屋に入り、片方のパソコンで生の声を録音しもう片方のパソコンで電話からの声を録音する。

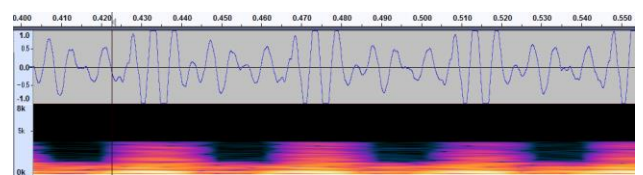
3. 実験結果

まず初めに生の声と電話越しの声では「サンプリング周波数」が異なるため、これを揃えてから波形とスペクトログラムの比較を行った

(電話のサンプリング周波数は 8000Hz のため、これにそろえた) (図 1、図 2)。



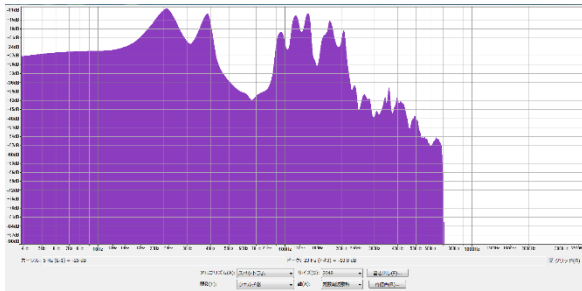
「こんにちは」を直接録音した波形 (図 1)



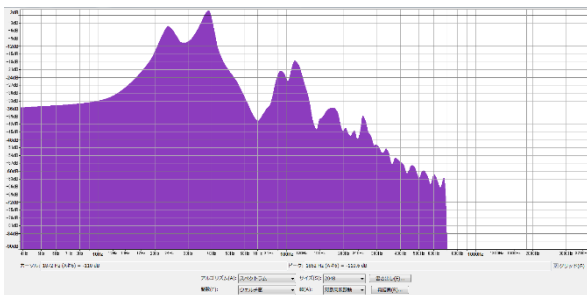
電話越しに「こんにちは」を録音した波形

(図 2)

波形とスペクトログラムでは、生と電話ではかなり差があることが分かったが、目視に頼っているとところがあり、別の方法で、データを数値化して分析する必要がある。そこで音声を次のようにスペクトル表示にした (図 3・図 4)。

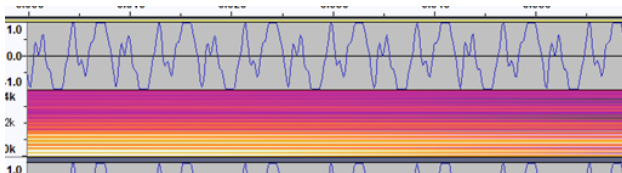


(図 1) をスペクトル表示にしたもの (図 3)

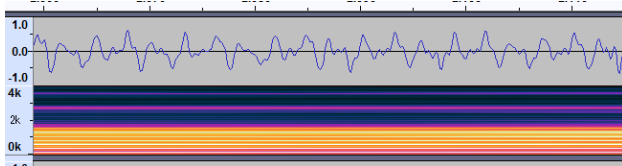


(図 2) をスペクトル表示にしたもの (図 4)

これ以降の実験では計測のしやすさを重視して
音叉の音も録音した (例 650 Hz の時)
(図 5、図 6)。

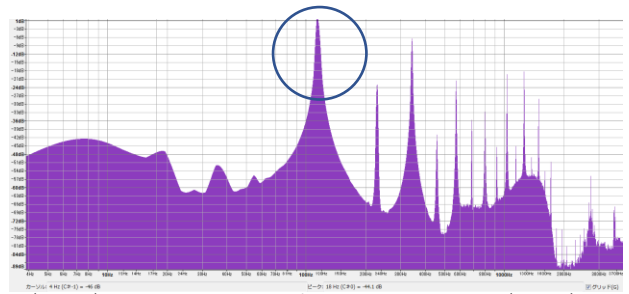


音叉の音を直接録音した波形 (図 5)

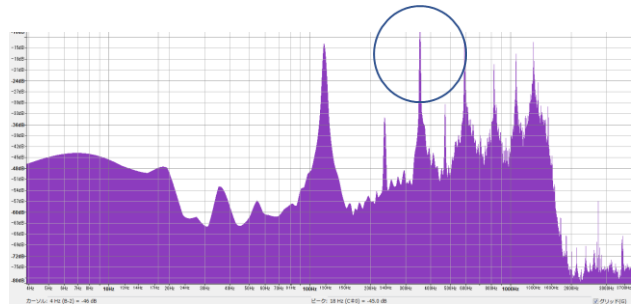


電話越しに音叉の音を録音した波形 (図 6)

音叉の音を録音した結果、もちろんその音叉の
周波数のところにピークが現れた。ただ、電話を
通して録音を行ったところ、違うところにピーク
が現れた (図 7、図 8)。

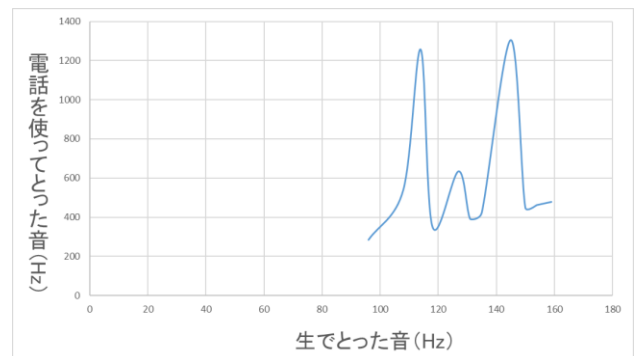


(図 5) をスペクトル表示にしたもの (図 7)



(図 6) をスペクトル表示にしたもの (図 8)

ここで、生の周波数と電話の周波数の間には規則
性があるのではないかと思い、それぞれのピーク
の値をグラフにした (図 9)。



直接の音と電話越しの音の周波数の関係 (図 9)

生の周波数は電話の周波の関数なのではないだろ
うか。

4. 考察

波形とスペクトログラムからはデータの差を上
手く表現することができなかった。これは、波形
とスペクトログラムが音声を目視で確認すること

に長けている一方、データを数値化するには不向きであったためだと考えられる。

人の声だと、スペクトル表示にしたときにピークの値が分かりづらかった。これは「あ」という単純な言葉にも様々な音が複雑に組み合わせられているからだと考えられる。そのため、スペクトル表示にしたときに、人の声よりも単純なグラフになる音叉の音を使ったのは正解だったと思う。

生と電話とで音叉の音のピークがずれたのは音声符号化方式によって電話の音が変わったことが原因であると考えられる。また、生の周波数は電話の周波数の関数になっているように思われた。つまり、生の音の周波数が決まれば、電話越しの音の周波数が決まる。これらのことを人の声に応用すれば電話の声が本人のものかどうかを知ることができるのではないか。例えば、生の声をあらかじめ録音して電話に保存しておき、電話がかかってきたときにピークの値を取り出して関数のグラフに当てはまるかどうか調べればよいと思う。

今後は、音叉を使った実験で分かったことを人の声に応用するための研究をしていく。人の声は音叉に比べて複雑なので、ピークの値を調べる方法などについて検討していきたい。また、関数のグラフの精度を高めていきたい。

5. 参考文献

- ・徹底究明！「携帯電話の声は、本人の声ではない」説は本当？【前編】 ～人の声が届くしくみ～
<https://time-space.kddi.com/feature/tsushin-chikara-sp/20160404/>
- ・受話器から聞こえるのは違う人の声？「電話だと声違うね」現象の謎に迫る/毎日雑学
<https://ddnavi.com/serial/758541/a/>
- ・それでも「振り込め詐欺」に遭う人がいる理由
<https://toyokeizai.net/articles/-/157994>
- ・声真似は本当に似ているのか？
～音声分析による解明～
<https://yokote-h.info/wp-content/uploads/2020/03/73267aa10f4e721c452674e4f355f2c2.pdf>