



スーパーサイエンスハイスクール

令和3年度

課題研究論文集



令和4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3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全て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3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あると理解し、これを軸として研究開発を進めてきたことで、本年度から始まっている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うことができました。普通科SSHでは、「総合的な探究の時間」において課題研究を始めて今年度3年目、今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、ICTの活用、とりわけオンラインでの発表や会議など、今後の活動や探究の幅を広げる成果も小さくはありませんでした。

そのような中、今年度の理数科3年生は、10の班が、それぞれに個性あるテーマに基づき、調査・観察、整理・分析、考察・議論、発表・まとめ、などに探究心、探究手法を駆使して取り組み、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、講演をいただいた全ての皆様に心より感謝申し上げ、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 「 物体をらせん軌道で滑空降下させる 」

川田 悟史 ・ 汲川 昇聖 ・ 高橋 賢新 ・ 山内 陸叶 p. 1 ～ 4

2 班 「 快適な学校生活のために 」

小塚 省吾 ・ 上杉 遥士 ・ 高尾 勇喜也 ・ 寺澤 拓海 p. 5 ～ 6

3 班 「 飛行機職人を目指そう！ 」

奥村 匠 ・ 竹内 道 ・ 日景 悠太 p. 7 ～ 9

4 班 「 エステルの合成 」

小川 恵璃 ・ 林 滲志 ・ 南 碧 ・ 宮脇 衣李 p. 10～12

5 班 「 宮島沼の水質改善のために 」

小黒 さくら ・ 田上 慧華 p. 13～15

6 班 「 空知周辺のコナラ分布 」

仲俣 亮佑 p. 16～17

7 班 「 イルムケップ火山噴出物について 」

岩田 旅人 ・ 鎌田 幹太 ・ 齋藤 大輔 p. 18～20

8 班 「 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 ～ 」

川田 啓介 ・ 高橋 奈瑠 ・ 渡邊 光 p. 21～24

9 班 「 BEST OF MASK 」

秋場 葵 ・ 木村 諒子 ・ 小松 詩音 ・ 田村 妃菜 p. 25～28

10 班 「 記憶力を高める条件 」

五十嵐 冴英 ・ 宇山 響 ・ 大平 菜央 ・ 村椿 彩華 p. 29～31

物体をらせん軌道で滑空降下させる

北海道滝川高等学校 理数科1班

川田 悟史 ・ 汲川 昇聖 ・ 高橋 賢新 ・ 山内 陸叶

I. 序論

私たちは日常で感じた疑問を列挙しその中で特に一人では解決しにくい疑問に焦点を当てることにした。飛行機は直線的に滑空し着陸するが、直線ではない軌道で滑空した方が良い場合もあるのではないかと、という疑問である。そこで、私たちはほかの軌道のうち一番実現しやすいと感じたらせん軌道と比較することにした。

II. 比較実験に使う機体の研究

1 目的

らせん軌道、直進軌道双方の利点を探するために、まずそれぞれの軌道を描く機体を実際に作ることにした。加えて、それぞれの軌道の特徴をつかむことも目的である。

2 パラシュートの製作と改良

私たちは数ある飛行物体の中で、特に滑空というイメージが強いということから、「パラシュート」に着手した。そしてパラシュートをモデルに、長方形のビニール（横 20cm 縦 10cm）に、それより小さな長方形（横 8cm 縦 10cm）を上部にゆとりを持たせ 5cm の幅で 4 枚張り付けた機体を作った（図 1）。



図 1 パラシュート①

直進しているものを傾かせて、らせん軌道を描こうとしたため、まずは作った機体を直

進させることを考えた。

まずは作った機体の四隅に紐をつけ紐の末端を一つにまとめて重りを括り付け密閉された室内で、上空から落下させた。機体は直進せず真下に着地した。

直進させるためには前後で翼の形を変える必要があると考え機体の上部に張り付ける。ビニールの形を前後で長さの違う台形とし、張り付けた時の空気が入る穴の大きさを変えた。台形の長さの比が違うものを 4 つ作り、おもりをつけ同じように、上空から落とす。機体は直進せず落下した。

落下中に期待が傾く必要があると考え、前に取り付ける 2 つのひもを短くした。紐の長さの比が異なるものを 4 つ用意した。この時機体の空気が入り込む穴の前後比を 8 : 1 1 で揃えた。

機体を落下させた。前方に直進することがいくつかあったが毎回安定して滑空する機体はなかった。

3 簡易パラシュートの製作と改良

機体の構造が複雑であるため、同条件であっても差が生じてしまう。したがってさらにシンプルなものを開発した。

まず、材料に紙を用いた。紙を長方形(縦 10 cm 横 20 cm)に切り、端と端をつなぎ合わせ重りをつけた。これを基本機体とした。そして紙の面積を変えずに上辺下辺の比を変え、丸めたときに前後で穴の大きさに差ができるようにした。また重りに針金を用いてそのつける位置を変えることで重心位置を変更できるようにした（図 2）。



図2 簡易パラシュート

重心位置と穴の前後比を変更し様々な機体を作り密閉された室内で、同じ高さから力を与えずに前方にどこまで進むのかを調べた。

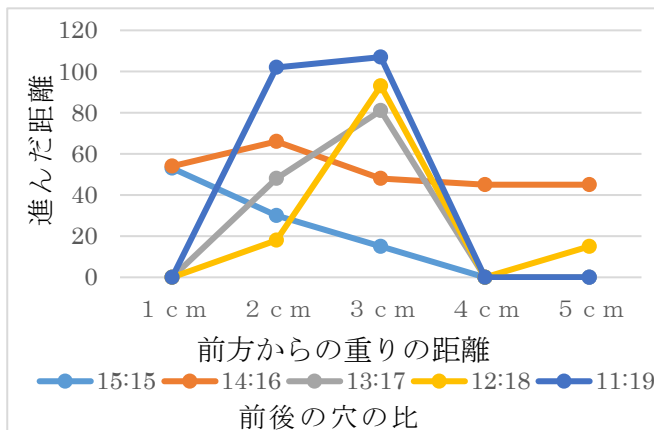


図3 機体前方からの重りの位置と前後の穴の比の変化による、機体の進んだ距離のグラフ

実験結果（図3）より、まず進む距離に穴の前後比と重心位置は関係があるということが分かった。

加えて重心位置が3つの機体がそれぞれ最高距離を出していることから、機体の前端より3cmがベストではないかと考えた。続いてすべてのデータから一番進んでいたのは穴の前後の大きさの差が一番大きい機体であったため、前後の穴の大きさに差があるほど前にかかる力は強いのではないかと考えた。しかし、14:16で作った機体は重心位置にあまり影響されず、ある程度の距離を進んでいるため、穴の前後差が大きいと良いとは一概に言えない。

なお、10:20以降の比で作った機体や作った機体を前後逆にした機体は、滑空せず

データは取れなかった。

続いて、作った機体をらせん軌道で飛ばす。機体の何らかの左右比を変えればよいと考え、おもりである針金を曲げる、筒の形をいろいろな形（筒の入り口の片方だけに余白部を取り付け、左右で前方から受ける空気抵抗に差をつけるなど）に変え前述したとおりに飛ばした（図4）。



図4 形状を左右非対称にした機体のひとつ

しかし、どの機体もらせんを描くことはなかった。

4 紙飛行機の製作と改良

再びより多くのパターンを試すとともに、らせん軌道をこの機体で実現するのは難易度が高いと感じ、並行して紙飛行機で直線軌道とらせん軌道を描く機体を作ることにした。

まず最も前に進む紙飛行機の形を調べる同じ紙を用いて紙飛行機を折るが、それぞれの機体の重心の位置を変えて調べた。

飛ばすときは人の力を使ってしまうと、結果が飛ばし方に左右されてしまうため、高い位置から力を与えずに手を離して滑空させ、最も前に進むものを探した。

次にその紙飛行機を大量に複製し、折り目をつけたり重りを加えたりして滑空させた。一番よく、らせん軌道を描いたのは、片方の後翼を山折り、もう片方を谷折りにしたものだった（図5）。



図5 左右を非対称にした紙飛行機

曲がった理由として、谷折りをしたほうは、前方からの空気抵抗を受けもう片方は、山折りをして抵抗を受けていないため左右で速度に差が生じ、らせん軌道を描いたと予想する。

比較実験はこの二つの機体を用いて行うことにした。

直線軌道を描いて滑空するものを α 、らせん軌道を描いて滑空するものを β とする。

Ⅲ. 比較実験

ここではこれまでのデータをもとにらせん軌道と直線軌道を、衝撃、安定性、滑空範囲の3点から比較する実験を考える。

1 外部からの衝撃

○疑問

直線軌道とらせん軌道では、重力方向にかかる力に違いが生じ、着陸時の機体の衝撃に差が生じるのではないかと考えた。

○実験方法

同質量の機体 α 、 β を同高度から落下させ、落下に要する時間を計測する。

○考察

落下に要する時間を計測することで重力方向にかかる力の強さを測定することができ、2つの機体を比較することができると考えた。

2 内部の衝撃

○疑問

中に何かを積んだ時、そのものが受ける力に違いは生じるのか。

○考察

α 、 β を同じ速さで地面と平行に飛ばしたとすると、 β のほうのみ遠心力が働く。

対策： β を降下させるとき、遠心力と重力の合力が機体に垂直な向きに働くように機体を傾けると中の荷が受ける力はその機体の地面と鉛直方向にのみ受けるので見かけの重力が増えたと考えられる。

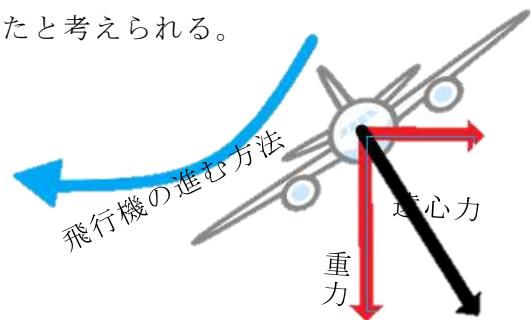


図6 飛行機を斜めに飛ばした時の力の図示

3 安定性

○疑問

機体の降下中において安定性は不可欠である。そこで、直線軌道とらせん軌道では、安定性に直結すると考えられる、降下中に受ける外的影響（主に風の影響）に差が生じるのではないかと考えた。

○実験方法

同質量の機体 α 、 β を同高度から落下させ、無風時と風のある状態での着地地点の差を測定する（図

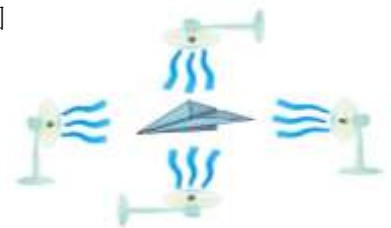


図7 安定性を比較するための実験図

○考察

機体を落下させた時、無風時と風のある状態での着地地点のずれ大きさを、機体が風から受けた影響の大きさとみなし、これらを計測することで安定性を比較することができる考えた。ここでは、無風時の着地地点と風のある状態の着地地点を比較し、着地地点のずれが少ないものを風の影響を受けにくい機体であると考え、安定性の優れた機体であるとする。

うに作っても違う結果が出ることもあり安定して一定の形を作り一定の力、角度で飛ばすことの難しさを知った。

基本機体に変化を加えるのは簡単だったが、直線の時と比べた時の機体や軌道の共通点・相違点を調べることがあまりできなかった。

4 移動範囲

○疑問

機体の降下に要する空間の削減によって、土地の有効利用等の様々な面で利点が生まれると考えられる。そして直線軌道とらせん軌道では、この空間に差が生じるのではないかと考えた。

○実験方法

同質量の機体 α 、 β を同高度から落下させ、機体の姿を水平面上に映し出す時、その平面上を通過した面積を算出する。

○考察

水平面上を通過した面積と降下させる高さの積を降下に要する空間とみなすことで、2つの機体を比較することができる考えた(図9)。

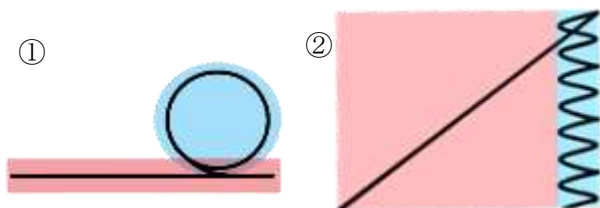


図8 飛行に利用する空域の予想の比較

①：鉛直方向から見た図

②：水平方向から見た図

赤：直線軌道で滑空したとき

青：らせん軌道で滑空したとき

IV. まとめ

比較実験をするまでは出来なかった。

基本機体を作る過程において安定して飛ぶことを実験するのに人の手を使っていて同じよ

「快適な学校生活のために」

北海道滝川高等学校 理数科 2 班

小塚 省吾 ・ 上杉 遥士 ・ 高尾 勇喜也 ・ 寺澤 拓海

2020 年から蔓延し始めているコロナウイルスについて、感染防止のため換気が重要であることがわかった。そこで、私たちが学校で生活していくうえでの感染対策を研究することにした。

1. 仮説

精密な模型をもとに最善の換気の様子を調べることで、コロナウイルス感染予防にもなるのではないか。そして、研究で正確なデータをとるためには、どのような実験においても、模型を精密に作る必要がある。校舎の写真を撮影し、撮影した写真に遠近感や長さが合うように補正をかけ、それをもとに模型を作成することで、より実験データの正確性を高められるのではないか。

2. 実験内容

① 模型製作

- I 初めに、模型を製作する一線四階部分の壁を、ドローンを用いて撮影する。
- II その後、画像補正アプリを使用し、撮影した写真の遠近感を調整する。
- III メジャーを用いて校舎の一部分の長さを計測し、校舎の底面図の該当箇所と比較することで、底面図の縮尺を割り出す。
- IV 底面図の縮尺から校舎全体の大きさを計算した結果、校舎の最長部分の長さが約 56m であることが判明した。そこから模型を作成する際の縮尺は 50 分の 1 がふさわしいと判断した。
- V 遠近感を調整した画像を決定した縮尺に合わせて印刷し、同じサイズに切り分けておいた厚紙に貼り付け外壁を作成する。また、教室間の壁などの長さを計測し、同じ縮尺に合わせて切り分けた厚紙で校舎内部を作

成する。

- VI 作成した部品の窓と扉にあたる部分をくり抜き、組み合わせ模型を完成させる。
- VII 取り外しできるように透明なクリアファイルを取り付け、天井を再現する。また、透明なセロハンテープを用いて、閉じた窓を再現する。

② 換気実験 A

1 で作った模型に実際と同じように風を当てることで風の動きを確認し、模型の条件を変えて同じ実験を繰り返すことで効率のいい換気方法を見つける。

- 手順 I 模型の教室部分に線香の煙（空気の流れを視認できるようにするため）を充填させ、風を送って煙の流れを確認し、十分に風が通らない場所を見つける。
- II 窓の開け方を変更し①と同じ操作を繰り返す行き、最適な窓の開け方を見つける。

③ 換気実験 B

模型の教室に小型の送風機を置き、実際の教室に扇風機を置いた場合、どの程度の空気を入れ替える効果があるかと、どこに置くと効率が良くなるかということを検証する

- 手順 I 模型の教室部分に線香の煙（空気の流れを視認できるようにするため）を充填させ、扇風機を置き、風の流れを確認する。

- II 扇風機の置き方を変更し①と同じ操作を繰り返し行い、窓の開け方と合わせて最適な組み合わせを見つける。

④ 冷房実験

模型の教室に冷房機を模したものを設置しどのくらいの冷却効果があるのかを実験する。

手順教室の何箇所かに温度計を設置し実際の冷房と同等の温度の風を送りどの程度室温が減少するのかを調べる。

3. 結 果

- ① 現在、コロナウイルス感染問題の対策として、上記のように効率的な換気の様子を調べ改善するための実験を行う。
- ② 火災時の煙の流れや、震災時での崩壊の恐れがあるところの状況を模型により再現し、避難方法の検証や事前対策などを行う。
- ③ 学校祭や集会、学校紹介などのイベントで、プロジェクションマッピングなど、映像作品の制作に使用する。
- ④ 滝川高校の外面、内面での修復すべきところを模型から測り取ることにより時間を削減する。

4. まとめ

この論文で述べたことはコロナ対策の一つである。いくら対策の方法を探したところで一般市民一人一人が意識しなければ何の意味もないだろう。しかしコロナがもたらしたのは悪い面だけではない。人々の活動が止まったことによりオゾン層の破壊が抑制されているなど、環境問題を改善する兆しとなるような面もある。このコロナ騒動を私たち一人一人が見つめなおす必要がある。

5. 参考文献

- ・「必携ドローン活用ガイド～安全かつ効果的な活用を目指して～」
(著) 内山 庄一郎 出版社 東京法令出版
- ・「サクッとわかる建築模型のつくり方」
(著) 建築知識 出版社エクスナレッジ

「飛行機職人を目指そう!」

北海道滝川高等学校 理数科3班

奥村 匠 ・ 竹内 道 ・ 日景 悠太

1. はじめに

幼少時代の遊びといえば様々なものがあるが、その中でも誰もが経験したことがある紙飛行機についての研究をすることにした。今回の実験では「紙飛行機」を用い、その「紙飛行機」がどのような条件のもとでより長時間飛行するかという問題に疑問を呈し、自ら風洞を作成し、それを用いて風洞実験を行い、どのような条件であれば、より「紙飛行機」を飛行させることができるか調べた。

2. 研究目的

紙飛行機がより長時間飛行する条件を、風洞を用いた実験によって調べる。また、紙飛行機を求めている速さ、角度で飛ばすために理論値、実測値の関係を調べる。

3. 仮説

紙飛行機がより長時間安定して飛行するためには、風が紙飛行機の機体に沿っている必要がある。

4. 実験

I. 実験器具

◆ 風洞

不均一な空気の流れを一時的にせき止め、その分布をできるだけ均一にする効果がある整流器を内側に入れてあるトンネル状のもの。

◆ カタパルト

飛行機の速さを正確に、なるべく一定の条件で測るためのもの。

II. 実験方法

イ) 風洞および整流器の効果を確かめる。

- ロ) カタパルト上での運動方程式を立て、紙飛行機の初速度の理論値を出す。
- ハ) カタパルトでの紙飛行機の助走時間を測り、紙飛行機の速さの実測値の平均値を求める。
- ニ) ロ)ハ)から、理論値と実測値の比を調べ、関係を考察する。
- ホ) 紙飛行機をカタパルトの角度を変えながら飛ばし、最も安定して長時間飛行する角度を見つける。
- ヘ) ロ) で調べた、一番安定する角度で飛ばした時の紙飛行機の滑空速度を求める。
- ト) ハ) で求めた速度で風洞実験を行い、スモークマシンで風洞の中に煙を流し込み、紙飛行機周辺を流れる風を可視化して、紙飛行機の構造がどのような風の流れを起こしているのか観察する。
- チ) 以上の角度、速度を比較、検証する。

5. 実験結果

◆ 整流器の効果

図1、図2から整流器をつけることによって風洞内全体の風速のばらつきが少なくなる。また、各部分の風速の数値のばらつきも小さくなる。

◆ 理論値と実測値の関係

表2、3、[グラフ] から、理論値と実測値には、比例関係が成立しない。

◆ 滑空速度

カタパルトの角度 $\theta = 20^\circ$ で、紙飛行機の姿勢が約 13° 、その時滑空速度は 2.06m/s であった。(この数値は飛行機が下降している際のものだったため、実際には 13° より大きい角度だと思われる。

◆ 風洞実験の結果

[表 1]

風速 角度	風力 1 2.1m/s	風力 4 3.8m/s
10	×	×
13	○	×
15	○	×
17	○	×
20	×	×

※ “×” は肉眼で空気の乱れが確認できたことを示す。

“○” の時、空気は紙飛行機の翼に沿って流れており、その流れも比較的きれいであった。

[表 2] 理論値

θ	a	v (m/s)
5	7.24	4.85
10	7.13	4.81
15	7.01	4.77
20	6.89	4.73
25	6.51	4.60

[表 3] 実測値（カタパルト場を移動する時間）

θ	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	平均値
5	0.61	0.62	0.66	0.63	0.61	0.63
10	0.67	0.70	0.68	0.65	0.64	0.67
15	0.81	0.78	0.77	0.68	0.74	0.76
20	0.83	0.75	0.81	0.77	0.79	0.79
25	0.78	0.82	0.81	0.82	0.81	0.81

実測値（カタパルト上を移動する秒）[表 2]

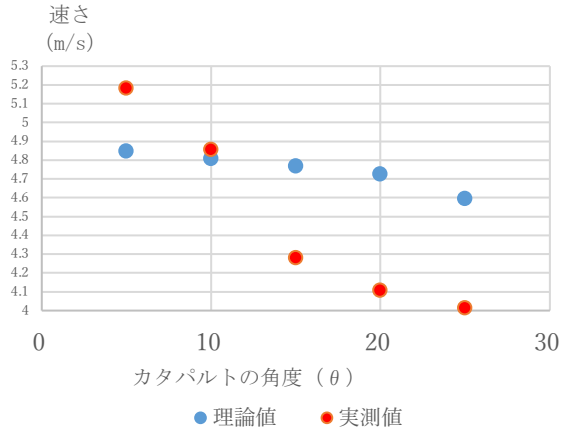
この時間を $t = \frac{1}{2}at^2$ に代入し、

求められた a を $v = at$ に代入。

その結果、

[表 4] 実測値（加速度と速さ）

θ	a	v (m/s)
5	8.28	5.18
10	7.27	4.86
15	5.65	4.28
20	5.12	4.11
25	4.97	4.02



[グラフ] 実測値と理論値の関係

6. 考察

本来は、理論値と実測値の一定の値を示すと考えられるが、表 1、3、グラフより、理論値と実測値の差は一定の値を示さないことがわかる。これが何の影響によるものかは確認できていない。しかし、この検証から傾斜角を変えなければほぼ一定の初速が得られることが分かった。また、カタパルトの傾斜角が大きくなると、速さは実測値も理論値も小さくなることが分かった。

滑空速度の結果と風洞実験の結果を比較すると、風洞実験では紙飛行機の角度が $13^\circ \sim 17^\circ$ で安定し、速さが 2.1m/s で安定していると示されている。また、滑空速度の結果から、紙飛行機の角度が約 13° 、速さが 2.06m/s で最も飛行した。これらの結果は一致しているため、風が紙飛行機に沿っていればより長時間飛行すると考えられる。

7. 結論

以上から我々の紙飛行機は角度が約 13° で速さが 2.06m/s の時に最も安定して長時間飛行する。また、風が紙飛行機に沿っていればより長時間飛行する。よって、我々の仮説は立証された。

8. 補足

2.7～ 3.0	3.3～ 3.7	3.2～ 3.5
3.5～ 3.8	3.9～ 4.2	3.5～ 3.8
3.2～ 3.4	3.6～ 3.8	3.3～ 3.6

図 1 (整流器なし)

2.5～ 2.7	2.5～ 2.6	2.9～ 3.0
2.7～ 2.8	2.8～ 2.9	2.7～ 2.8
2.8～ 2.9	2.7～ 2.8	3.0～ 3.1

図 2 (整流器あり)

以上の図は風洞の整流器に風を通した時のものである。整流器ありの時のほうが風の流れが整っているのがわかる。

9. 参考文献

1. JAXA ホームページ『風洞について』
(<http://www.aero.jaxa.jp/spsite/wind-tunnel/001.html>)
2. 神戸高等学校ホームページ『平成 24 年度課題研究「風洞実験」』
(<http://seika.ssh.kobe-hs.org/media/common/KadaiKenkyuu/buturi/2013/>)
3. 飛行機はなぜ飛ぶのか
(http://www.tossnet.or.jp/portals/0/resouce/staticContents/public_html/mtou_tokyoweb/gallery/2004/05_ana.pdf)

エステルの合成

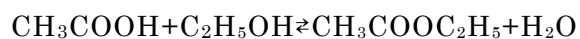
北海道滝川高等学校 理数科 4 班

小川 恵璃 ・ 林 滯志 ・ 南 碧 ・ 宮脇 衣李

私たちは低級アルコールとカルボン酸を合成して得られるエステルは様々な果実の香りを発することを知り、藤井先生の助言を受け、エステルやその他の知識について学んだ。そして先行研究を閲覧したところ、においに関する研究はあったが、エステルの収集量を増やすための研究はなかったため、エステルの一種である酢酸エチルがどのような条件においてより多く得ることができるのか調べることにした。

1. 序論

私たちが研究した化学反応は以下の化学反応式で表される。



エステルはアルコールとカルボン酸を合成することで得られる。今回は、アルコールとしてエタノールを、カルボン酸として酢酸を用いた。

2. 仮説

私たちは温度、酢酸とエタノールの比率、触媒の量という 3 つの観点から酢酸エチルをより多く得るための仮説を考えた。

① 適切な温度がある。

↑ 有機物が分解されずに反応速度が最大となる温度があると考えたため。

② エタノールを増やすと多くエステルを得られる。

↑ エタノールは揮発性物質なので、余分に入れるため。また、上記の反応式の平衡を右に移動させ、反応を促進させるため。

③ 触媒の量はエステルの生成量に影響しない。

↑ 触媒は平衡を移動させないため。

3. 実験器具・薬品

(1) 実験器具

還流冷却器、湯浴器、ホールピペット、

駒込ピペット、試験管、丸底フラスコ、ビーカー、ガスバーナー、温度計、薬さじ、スタンド

(2) 薬品

炭酸水素ナトリウム、酢酸 (17.1mol/L)、エタノール (16.8mol/L)、濃硫酸 (17.5mol/L)

※ 私たちは当初、酢酸とエタノールを体積比で実験していたが、指摘により 5ml 中に含まれる物質量を計算した。その結果、酢酸が 0.0855mol、エタノールが 0.084mol となり、その比は $\div 1.017$ となった。そのため私たちは比が 1.0 だとして実験を続行した。

4. 実験方法

① 丸底フラスコに各薬品をホールピペットで量り入れる。

② 図 1 のように装置を組み立て、下から水を流す。

③ 還流冷却器と丸底フラスコをつなぎ 550mL の水の中で 10 分間湯煎する (冷却する)

④ 試験管に移し替える

⑤ 炭酸水素ナトリウムを入れる

⑥ エステルが入った試験管の長さを測り体積を調べる。

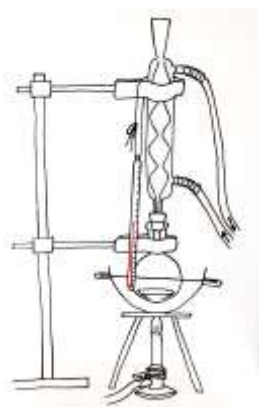


図 1 装置の図



図 2 反応後の様子

5. 結果

硫酸が 1 mL と 3 mL のグラフの形がおおよそ同じになり、同じ実験を二回繰り返した、硫酸が 1 mL で 0℃ の時体積がおおよそ 3.5 cm³ になり、三回繰り返した際には、硫酸 2 mL で似た結果になった。

硫酸が 1 mL, 2 mL, 3 mL の順にエステルが多く出る傾向があった。

エステルは 20～60℃ でエステルが多く出る傾向があったが、エタノールが 10 mL の時では 5 mL の時よりも反応できる量が多いので全体的に多く得られた。

※酢酸 5 mL とエタノール 5 mL の時の一回目と二回目では硫酸 0 mL を計測したが、ほとんど得られないことが分かったので記載を省略した。

6. 考察

- ・ 高温度、硫酸の量が多い {3mL} のときは、強酸である硫酸が逆反応を進行させるためエステルの収集量が減ったと考えられる。
- ・ ルシャトリエの原理からエタノールの増加により平衡が右に移動してエステルの収集量が増えたと考えられる。
- ・ 液温 80℃ の場合、フラスコを取り出す際の溶液の蒸発によって体積が減少したと考えられる。

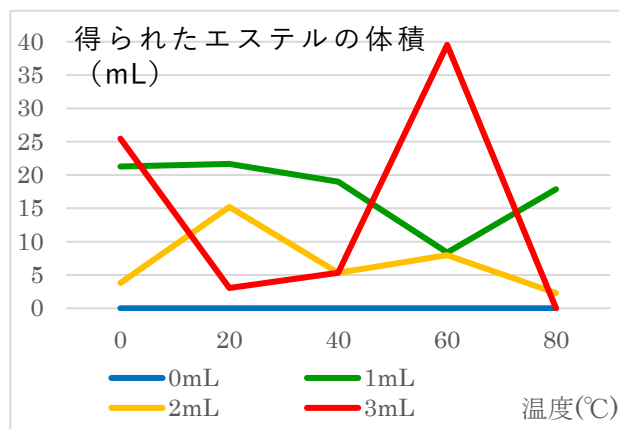


図 3 エタノール 10 mL、酢酸 5 mL
硫酸の量を変えた実験結果

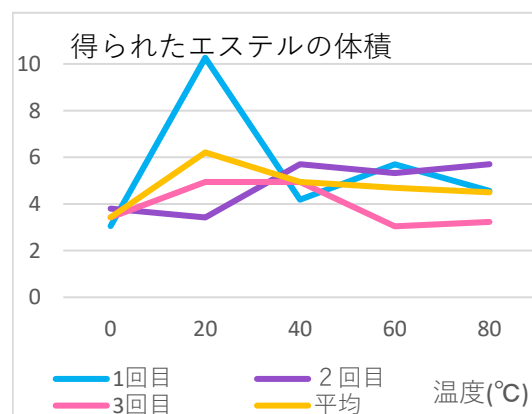


図 4 エタノール 5 mL、酢酸 5 mL、
硫酸 1 mL の実験結果

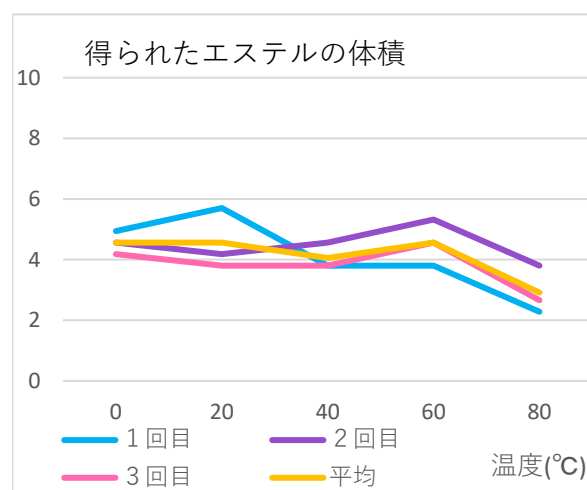


図 5 エタノール 5 mL、酢酸 5 mL、
硫酸 2 mL の実験結果

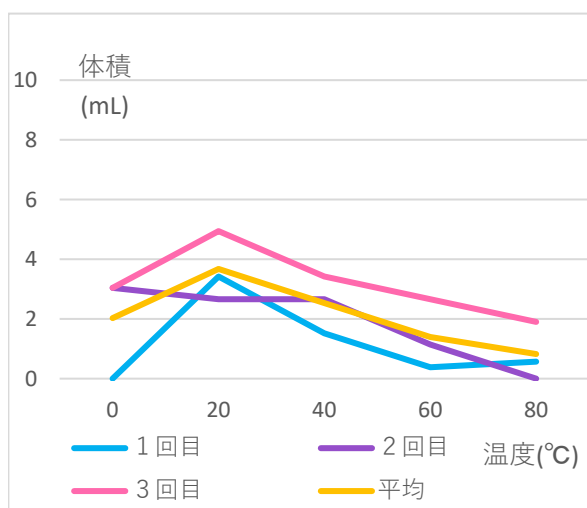


図 6 エタノール 5 mL、酢酸 5 mL、硫酸 3 mL の実験結果

私たちは酢酸エチル以外のエステルではどのような結果になるか興味を持ち、エステル的一种である酢酸ブチルについて同様の実験を行った。酢酸ブチルが合成される反応は次のとおりである。

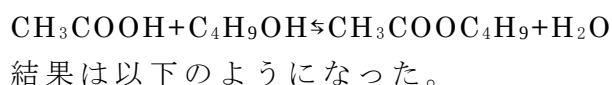


表 1 酢酸ブチル 5mL エタノール 5mL

	1 mL	2 mL	3 mL
20°C	0	7.6	6.08
40°C			6.46
60°C			6.84
80°C			0

縦軸：温度 横軸：硫酸の体積

- ・ 表から全体的に酢酸エチルよりも多くの体積を得ることができた。
- ・ おおよそ酢酸エチルと同じような条件で得られる量が多くなった。
- ・ 60°Cではオレンジ、80°Cではピンクオレンジというように有色となる温度が存在する。
- ・ 酢酸ブチル自体は、酢酸エチルと比べ粘性が強い液体であった。



図 7 酢酸ブチルの様子

7. 結論

以上のことからより多くのエステルを得るには、次の 3 点のことを考えた。

- ・ エタノールの比を大きくする。
- ・ 硫酸が多すぎると収量が減ってしまうため、硫酸の比を小さくする。
- ・ フラスコ内の温度を 20~60°Cにする。
- ・ 実験中、気体ができるだけ逃げないように工夫する。

8. 参考文献

1. 改訂版化学 辰巳 敬
2. スクウェア最新図説化学 松本 洋介

宮島沼の水質改善のために

北海道滝川高等学校 理数科5班

小黑 さくら ・ 田上 慧華

1. 序論

宮島沼に行った際に沼の浅底化の深刻さを知った。その原因の一つとして、富栄養化が問題ではないかと推測したため、水質に注目し改善を目的とし、調査を行った。

2. 仮説

(1)宮島沼の流入側にアオコが発生し、植物プランクトンが増え、動物プランクトンなどの死骸が増えた結果、富栄養化が促進する。

(※1)

※アオコなどの藍藻は栄養塩を栄養として増える。(※2)

(2) COD 値と BOD 値との差が大きければ微生物が分解できない有機物が含まれ、富栄養化が促進する。

3. 実験方法

(1) 採取した水に生息する微生物を光学顕微鏡で観察。

(2) COD と BOD の値を測定し、化学物質でしか分解できない有機物の量を調べる。



図1 調査場所 (※3)

・COD…水中の有機性汚濁物質を酸化剤で酸化させた際に、要求される酸素の量。(※4)

(排水許容限度 160 mg/L) (※5)

・BOD…水中に溶解している有機性汚濁物質が、水中の微生物の分解活動によって酸化分解される際に、消費される酸素の量のこと。(※4)

(排水許容限度 160 mg/L) (※5)

4. 結果

・死骸は見られなかった。

・流入水路ではアオコは見られなかった。

表1 観察することができた微生物

突堤	<u>ホネツギケイソウ</u>	<u>イカダモ</u>
	<u>アフエノカブサ</u>	ゾウリムシ
	<u>ミクロキスティス</u>	(ヤゴ)
流出水路	<u>スジタルケイソウ</u>	<u>イカダモ</u>
	<u>ミクロキスティス</u>	ミジンコ
	<u>クンショウモ</u>	ゾウリムシ
流入水路	<u>コバンケイソウ</u>	<u>イカダモ</u>

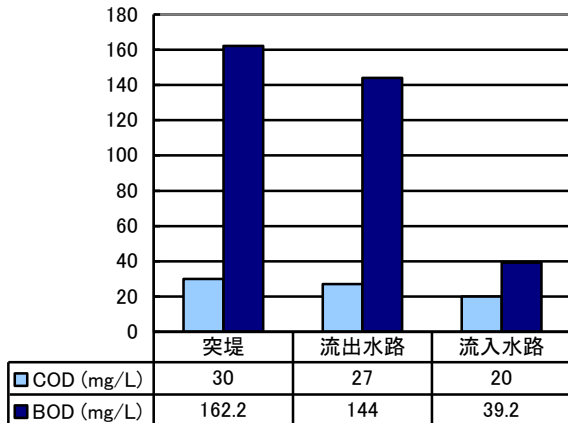
太字:植物プランクトン (※6)

細字:動物プランクトン

- ・ケイソウ類はどの場所でも見られた。
- ・突堤…特にケイソウ類が多く見られた。
- ・流出水路…ミクロキスティス属が多く見られ、ゾウリムシなどの動物プランクトンも複数見られた。水の緑色が一番濃い。
- ・流入水路…ほかに比べて微生物が少なく、動物プランクトンはあまり見られなかった。水の緑色が一番薄い。

ケイソウ:浮遊性や底生性のものがある。
地球上の光合成の 1/4 を担っているといわれている。
ミクロキスティス属:浮遊性で、富栄養湖沼で初夏に大繁殖し、アオコを形成することがある。(※6)

表2 各場所での COD 値と BOD 値



- ・予想に反し、BOD 値が COD 値より高くなった。
- ・各場所での COD 値はあまり違いがみられなかった。
- ・流入水路と突堤・流出水路では、大きな差がみられた。
- ・突堤の BOD 値は排水許容限度である 160 mg/L を超えている。

5. 考察

(1) 流入側でアオコがみられなかった。

- ・ 水が随時沼に流れ込み、常に循環して、栄養塩類などがとどまらないからでは？

【ケイソウ類はどの場所でも確認されたので、富栄養化とはあまり関係がないと考える。

(2) 突堤の BOD 値が高い。

- ・ 大量発生したアオコが死んだりすることによって、有機物が発生し、それを分解するために好気性細菌などの

バクテリアが酸素を消費するから？

(3) BOD 値が COD 値よりも高くなった。

- ・ 無機物である栄養塩の値が検出されなかった。
- ・ 微生物の分解による酸素消費に加え、硝化作用、還元性無機物(アンモニア、亜硝酸、硫化水素)による化学変化の酸素消費量が上乗せさせられた。

(※7)



硝化による作用や、還元性無機物による作用について、別で調べる必要がある。

(4) 微生物が分解できない有機物が含まれているか。

- ・ 微生物の量が有機物に対して不足しているのか、微生物が有機物に対して分解能力が無いのかに関してはわからなかった。
- ・ 「分解できない」のではなく、「分解が難しい(難分解性)」有機物が含まれているのではないか。

(※8・9)

- ・ 主な難分解性物質…フミン物質(天然有機成分で腐食物質とも呼ばれる。天然水中の溶存有機物の 30~80% を占めている。)(※10)

6. 今後の展望

- ・ 流入側での栄養塩類の状況がどうなっているかを調べる。
- ・ 硝化による作用や還元性無機物による影響がないか調べる。

- ・検査の回数をさらに重ねて、BOD 値と COD 値の関係や、そこに生息する微生物との関係を調べる。

- ・微生物と有機物との関係について詳しく調べる。（微生物の量、または有機物の性質によるものなのか）

- ・酸素を消費しているのにもかかわらず、湖底の DO 値（溶存酸素量）が高くなっている、その原因は何か調べる。
(※11)

7. 参考文献

- ※1 第3回吉野川講座テキスト 1-1
水質汚濁の種類と代表的指標
(2001)<http://www.skr.mlit.go.jp/tokushima/river/event/yoshikouza/no03/text03-1-1.pdf>
- ※2 アオコって何？ーラン藻の大発生についてもっと知るためにー
(2012)<https://www.env.go.jp/policy>
- ※3 自然生態系と生物多様性
流入流出水路・沼での栄養塩の観測 (2019)
酪農学園大学 農食環境群
環境形成学類環境地球化学研究所
- ※4 ルーラル電子図書館農業技術辞典
(2020)<http://lib.ruralnet.or.jp/nrpd>

水環境研究所 COD 試験 (2020)

<https://kc-center.co.jp/archives/120>

水環境研究所 BOD 試験 (2020)

<https://kc-center.co.jp/archives/107>

- ※5 環境省
水環境の保全 一般排水基準
<https://www.env.go.jp/water/impure/haisui.html>
- ※6 プランクトンハンドブック淡水編
(中山 剛 山口 晴代 著)
- ※7 COD 値に影響を与える亜硝酸体窒素について
<http://www.knights.jp/knightsreport/reports/KR18001.pdf>
- ※8 難分解性有機物の指標について
http://www.toraytechno.co.jp/technical_information/pdf/0603.pdf
- ※9 国立開発法人 国立開発研究所
湖沼において増大する難分解性有機物の発生源と影響評価に関する研究 (1997～1999)
https://www.nies.go.jp/subjects/2004/9028_fy2004.html
- ※10 国立開発法人 国立開発研究所
天然水系中における溶存フミン物質に関する研究 (2004)
https://www.nies.go.jp/subjects/2004/9028_fy2004.html
- ※11 宮島沼自然環境の概要 (2002)
http://www.city.bibai.hokkaido.jp/miyajimanuma/10_hozen/10_siryohen1/h15_siryouimg/3_5.pdf

「空知周辺のコナラ分布」

北海道滝川高等学校 理数科6班

仲俣 亮佑

1. 目的

私は生物の授業で樹木の広がり方に興味を持った。また、私は西暦2000年にコナラの北限が滝川市周辺だったというデータを見つけた(図1)。そこで現在はコナラの北限が変化しているのか、もし変化していたらどのような変化が見られたかを実際に調査する。

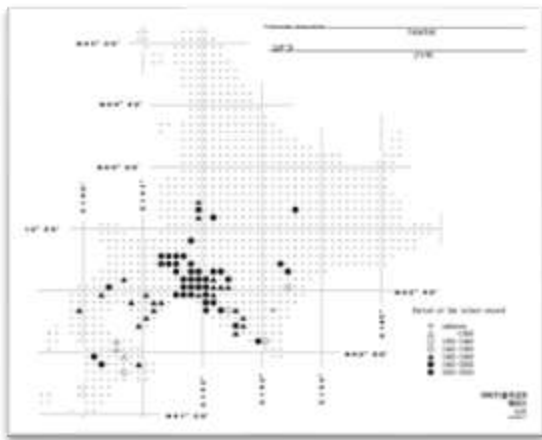


図1 北海道のコナラ分布

2. コナラについて

A コナラの分類

コナラの分類は、植物界・被子植物門・双子葉植物綱・ブナ目・ブナ科・コナラ属・コナラ、となる樹木である。

B コナラ属の仲間

北海道に分布するブナ科・コナラ属にはコナラ、ミズナラ、カシワの3種類が分布する。特にコナラの類似種であるミズナラとの見分け方は、コナラは葉柄が長さ1~1.2cmあるが、ミズナラには殆ど葉柄がない(写真1)。また、どんぐりの殻斗(帽子)がコナラは皿形ですぐに帽子がとれそうなほど浅い。ミズナラの殻斗(帽子)はおわん形で短い突起が数多くついている(写真2)。



図2 コナラとミズナラの葉柄の違い

※葉柄…葉を支える柄の部分



図3 ミズナラとコナラのどんぐり

C コナラの特徴

コナラは北海道(一部を除く)、本州、四国、九州と日本に広く分布している広葉樹である。平地、高地、丘陵地、山地など、色々な場所で生育する。コナラは落葉広葉樹であり、雌雄同株。樹高は一般的に20~25mほど。樹皮は灰黒色で縦に不規則な裂け目ができる。葉は互生。葉身は長さ5~15cm、幅4~6cmの楕円形。先端は鋭くとがり、基部はくさび形。ふちは鋸歯と呼ばれるギザギザがある。表面は緑色、裏面は星状毛と絹毛が生えて灰白色。コナラの葉は黄色や褐色、または真っ赤に紅葉して落葉する。コナラの堅果(どんぐり)は一般的には細長い楕円形をしてお

り、いわゆるどんぐりの代名詞的存在。鱗片状の短い殻斗（帽子）が堅果を覆っている。

D コナラの利用

コナラは、成長が速いため昔から薪や炭として、エネルギー利用がされてきた。他にも、シイタケなどのきのこ栽培のための原木（ほだ木）がある。また、樹皮、葉ともに駆瘀血（体の血の滞りを消す）、止瀉（下痢止め）、解毒作用があり、腫瘍、痔、下血、打ち身、下痢などに用いられ、漢方処方では、樹皮が十味敗毒湯（写真3）、治打撲一方などに配合される。



図4 ツムラ漢方

3. 調査

滝川、江部乙町周辺の雑木林に行き観察。そこでコナラが確認出来た場合、そのコナラの樹径や全長を調べる。コナラの全長の計測方法は観測地点からのコナラとの距離と頂点を見た時の角度から三角比を用いて求める。

4. 調査結果

調査に行った、滝川市、江部乙町周辺の雑木林の内、三か所でコナラの木を見つけたことができた。

※雑木林の場所の住所は、分かった範囲

の住所を記入する。

・一か所目

場所 北海道赤平市共和町

樹径 1 1 0 cm

全長 約 1 3 m

・二か所目

場所 北海道滝川市江部乙町 656 - 3

樹径 7 8 cm、7 1 cm

全長 約 1 6 m

・三か所目

場所 北海道滝川市江部乙町東 13 丁目

樹径 1 0 9 cm

全長 約 4 0 m

5. 考察/展望

私はコナラについての調査をしていく過程で様々なことが分かった。滝川にはコナラ林が自然な形で残っていること、2000 年時のデータになかった滝川市江部乙町にコナラ林が確認できたことから、コナラの北限が北上していること。また、コナラの分布について調べていると、ある研究員の話から、雨竜・恵岱別川沿いにコナラ林が確認された事、北竜ではまだ見つかっていないこと、また石狩川の西側にもコナラ林が発見されたことを聞いた。時間と人手が足らず、北海道の全域を調査し雑木林を観察することはできなかった。

また、調査のベースとなったデータではコナラの分布はまばらであり、どのような条件で分布しているかがわかっていないため、そこについても調べてみたいと思った。北海道と本州のコナラでは遺伝子から違っているという論文があると聞いたので、その情報についても検証方法を考え、事実かどうかを実際に調べてみる必要がある。

イルムケップ火山噴出物について

北海道滝川高等学校 理数科7班
岩田 旅人 ・ 鎌田 幹太 ・ 齋藤 大輔

石狩川と空知川に挟まれた標高 800～860mの山頂を持つ山群からなる成層火山イルムケップ。基底の直径は、約 15 kmである。山体は安山岩あるいは、デイサイトからなり、形成時期は、約 260 万年前とされている。

私たちは、この火山から噴出された岩石などを調査し、どれくらいの規模の噴火を起こしたのかを研究を通して明らかにしていった。

1. はじめに

滝川市から北東に位置する休火山イルムケップの火山噴出物を採取、観察してどのような噴火を起こしたのか知りたいと思い、私たちはこのような研究テーマを設定した。



図1 イルムケップ場所地図

中央部に位置するのが、イルムケップである。

2. 仮説

イルムケップ火山は約 260 万年前に大規模噴火を起こし、大量の噴出物を噴出したといわれている。私たちが、それらの噴出物を採取、観察を行えばイルムケップがどれほどの規模で噴火を起こしたのかを現代の自分たちの手で明確にすることが、可能なのではないか。

3. 調査内容

・フィールド調査(2 地点)

① 6 月 14 日 日曜日 晴れ 26℃

芦別市黄金町での露頭調査

露頭部分の土の色の違いで 1 層～3 層を定義し、その層ごとで火山噴出物を採取した。



図2 芦別市黄金町露頭

地層部分が露出している部分。

② 9 月 21 日 月曜日 雨 18℃

滝川市丸加高原での噴出物調査

丸加高原展望台駐車場地表部分、地中部分、丸加高原展望台付近の森林の 3 地点で火山噴出物を採取した。

③ 採取した噴出物の洗浄

(超音波洗浄機を使用。)

- ④ 採取した岩石の洗浄。
(岩石切断機の使用。)

- ⑤ 採取した噴出物の顕微鏡観察。
(実体顕微鏡を使用。)

噴出物の洗浄、岩石の切断、顕微鏡観察はすべて FSⅡの授業時間内で行ったものである。

4. 調査結果

採取した噴出物の観察を行った。

◎ 芦別市黄金町で採取した噴出物

- ・ 1 層 (左右で 2 地点)
左地点…火山ガラス
右地点…火山ガラス、石英、黒雲母、水晶、輝石
(火山ガラスはバブル型、軽石型の 2 種類のものを採取した。)

- ・ 2 層 (5 つに区分)
0 ～ 20 cm 地点
火山ガラス、石英、磁鉄鉱。

20 ～ 30 cm 地点
火山ガラス、水晶、輝石、磁鉄鉱。

30 ～ 40 cm 地点
火山ガラス、石英、磁鉄鉱。

40 ～ 60 cm 地点
火山ガラス、石英、磁鉄鉱。

60 ～ 100 cm 地点
火山ガラス、水晶、磁鉄鉱。

- ・ 3 層 (軽石調査)
石英、角閃石、黒雲母、磁鉄鉱。

火山噴出物の様子は、以下の図の通り。



図 3 石英

二酸化ケイ素が結晶してできた鉱物。



図 4 黒雲母

金雲母と鉄雲母の間組成の固溶体。

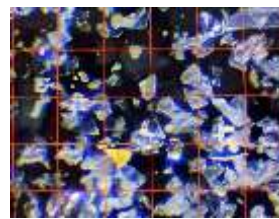


図 5 火山ガラス

急速に冷却されたマグマの非晶質生成物。



図 6 磁鉄鉱

火成岩中に含まれる造岩鉱物の一種。



図 7 軽石

火山碎屑物の一種で、塊状で多孔質のものうち淡色であるもの。



図 8 現地調査 (芦別市黄金町露頭)

◎ 滝川市丸加高原で採取した噴出物

丸加高原では、3 地点で採取した。

- ・ 丸加高原展望台駐車場地表部分
石英のみしか見られなかった。
- ・ 丸加高原駐車場地中部分
火山ガラス、石英、黒雲母、
赤岩片、黒岩片※。
※岩片…完全に単結晶にまで分離し
きれていない複合粒子。
- ・ 丸加高原展望台付近の森林
石英、磁鉄鉱。

5. まとめ

- ・ 今回の研究により、イルムケップは大噴火を起こしたことを明確に確認することができた。
- ・ 今回調査した噴出物以外の分布を調査することで、近隣の地方でまだ明確になっていない火山噴火の歴史を明らかにしていきたい。

6. 参考文献

- ・ 青木正博
「鉱物分類図鑑」誠文堂新光社
- ・ 野尻湖火山灰グループ
「火山灰分析の手引き」
- ・ イルムケップ火山について
<http://mishi.weblike.jp/irumukeppu.html>
- ・ 国立研究開発法人海洋研究開発機構
岩石の種類について
<https://www.jamstec.go.jp/cdex/j/educators/sand/textbook/text04.html>

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～

北海道滝川高等学校 理数科 8 班

川田 啓介 ・ 高橋 奈瑠 ・ 渡邊 光

はじめに

私たちは、生活の知恵である「**カレーは寝かせるとおいしくなる**」という情報に興味を持ち、その真偽や理由は、あまり知られていないのではないかと考えた。そこで、カレーの味が変化する根拠や原理を調べ、料理のおいしさが増す仕組みを科学的に解明したいと思い、この研究を始めた。実験では、カレーに遊離する**アミノ酸量**に着目し、「ホルモール法」とよばれる定量分析を行なった。

1. 仮説

私たちはまず、「**カレーがおいしくなる原因**」として発酵や熟成が関係するのではないかと考えた。しかし、カレーを作った時の最高温度は酵素の失活温度であること、カレーの場合発酵に関わる微生物も考えられないことから、カレーのおいしさが増すことには別の理由があると考えた。そこで呈味性を示すものが多く、調味料などの味の評価の指標として用いられている「**アミノ酸**」に注目し、「**カレーは、ルーに遊離するアミノ酸量の増加により、おいしさが増すのではないかと仮説を立てた**。また、具材の有無とアミノ酸量増加量の関係性を知るために、実験は「**具有り**」と「**具無し**」に分けて対照実験をした。

2. 実験方法

○アミノ酸の定量実験

アミノ酸は水溶液中では塩基を示すアミノ基 (NH_2) と酸性を示すカルボキシ基 (COOH) が存在している (図 1)。しかし、アミノ基は、ホルムアルデヒド水溶液 (HCHO) と反応すると、塩基性を失うという性質がある。したがって、その原理を応用し、酸性物質となったアミノ酸を中和滴定する「**ホルモール法**」を用いて、カレーのルー内のアミノ酸の物質

量を滴定した (参考文献 3)。

また、カレーは ①作りたて②具ありで寝かせたカレー③具なしで寝かせたカレー の三種類を試料として滴定する。また、二日目の食事時の条件と合わせるため、寝かせたカレーは再加熱して用いる。今回は、カレーの『寝かす』を「 0°C 以上 10°C 未満で 12 時間冷蔵させること」とする。また、「アミノ酸量の変化を食べ物のおいしさの変化」と定義する。

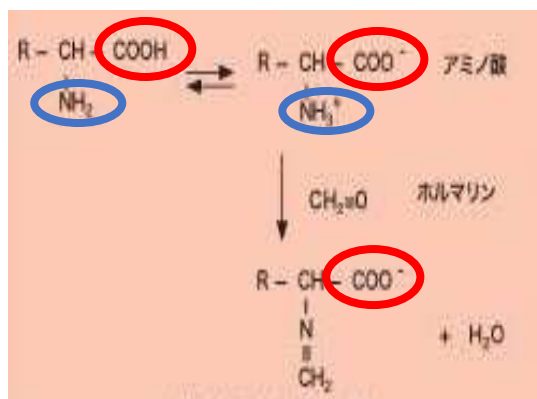


図 1 アミノ酸の構造式

○試薬

- ・ NaOH 水溶液 (0.100mol/L)
- ・ $(\text{COOH})_2$ 水溶液 (0.0500mol/L)
- ・ ホルムアルデヒド水溶液 ($37\%\text{HCHO}$)

○実験器具

100ml ビーカー ガラス棒 電子天秤
 250ml メスフラスコ 100ml メスフラスコ
 薬さじ ろ紙 小さじ 大さじ
 200ml 三角フラスコ 100ml 三角フラスコ
 吸引ろ過装置 10ml ビュレット コニカル
 ビーカー ホールピペット

○実験手順

1. NaOH を酸の標準溶液である (COOH)₂ を用いて滴定し、正確な濃度を調べる。
2. HCHO を NaOH で中性にする※ 1。
3. カレーを NaOH で中性にし※ 2、ホルムアルデヒド 10ml を投入する。
4. NaOH でカレーのろ液※ 3 を滴定する。
5. 滴定量よりアミノ酸量を計算する(式 1)。

$$\text{NaOH}[\text{mol/L}] \cdot \frac{\text{NaOH 滴下量}[\text{mL}]}{1000} = \frac{x[\text{mol}]}{2}$$

図 2 アミノ酸量の計算式※ 4

※ 1. ホルムアルデヒド (HCHO) は酸化により酸性物質のギ酸 (HCOOH) を生成してしまうため。

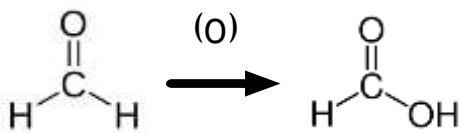


図 3 HCHO の酸化過程

※ 2. 食品中の脂肪酸など他の酸性物質を滴定することを避け、アミノ酸の酸性のみを滴定するため。

※ 3. フェノールフタレイン溶液の染色を見やすくするため、またカレーを液体として扱いやすくするため、二倍に希釈したカレーを吸引ろ過装置でろ過して用いる。

※ 4. カレーのろ液 10ml に含まれるアミノ酸量 $x[\text{mol}]$ を計算する。

○実験写真



図 4 試料のカレー



図 5 カレーの再加熱



図 6 カレーの吸引ろ過



図 7 ホルマリンの中和



図 8 カレーの中和滴定

3. 実験結果

結果は、一回目の実験では私たちの仮定に反し、カレーのアミノ酸量は減少した(図 9)。さらに、具有りは 48.5%、具無しは 42.0%の減少がみられたため、具有りのほうがアミノ酸量の減少量が多いという結果になった。しかし、アミノ酸量は再加熱によって減少したと考察した(4. 考察を参照)ため、二回目の実験では再加熱時間を改良し、アミノ酸の過熱による減少量を減らしたところ、アミノ酸の変化量は減少し、具有りでは 2.0%、具無しでは 10.0%の減少がみられた。

4. 考察

アミノ酸は性質として、熱により分解される性質を持つものがあることや、加熱によって糖と反応し化合するメイラード反応※5が起ることが知られている。そこで、一回目の実験でのアミノ酸量の減少を踏まえて、二回目の実験では再加熱時間を減少させたところ、アミノ酸量の極端な減少は見られなくなった。この結果から、アミノ酸の量は加熱によって変化してしまうが、その過程で生成された物質も多くが呈味成分を有するため、一概にアミノ酸の量の変化量だけをおいしさの指標にはできない。したがって、私たちは「加熱された食品のおいしさを測る方法として、ホルモール法は適さないのではないか」と考えた。

※5メイラード反応とは糖とアミノ化合物が加熱により反応し、褐色色素であるメラノイジンを生成する反応である。メラノイジンは、甘味や芳香といったような成分を含むものも多く、調理などによく利用されている化学反応である。

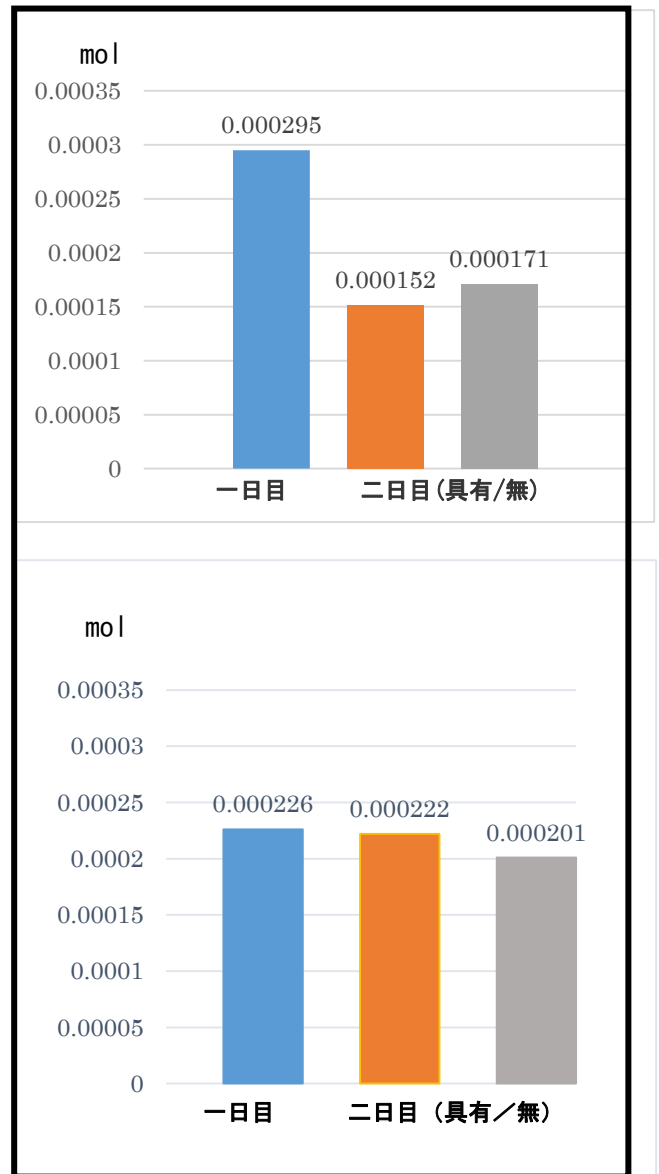


図 9 アミノ酸量の測定値 (上 1 回目/下 2 回目)

5. 課題

a) カレーの味の変化の客観的な検証

今回の研究はアミノ酸量の変化をおいしさの変化と仮定したが、本当にカレーのおいしさが、人間の味覚を感じる程度で変化しているかは調べられなかった。したがって、これからは物質の成分値のみだけでなく、大規模な試食会を行うなど、感覚を介した実験を行いたい。

b)ホルモール法の改良と再実験

今回の実験は扱われる物質量がとても微量だったので、定量実験における誤差が多いと考えられる。したがって、もっと試薬の濃度を低くし、精度を上げたいと考えた。また。実験回数自体も少ないため、もっと実験を繰り返して、メイラード反応の影響を検証するための対象実験をしたいと思う。

c)アミノ酸に代わる呈味成分の研究

「4. 考察」で考えられたように、アミノ酸は加熱による影響を受けるため、他の呈味性を持つ成分の研究や、人間の感じる「おいしさ」を客観的に測ることができる、成分の定量実験以外の研究方法を見つけたい。

d)「寝かせるとおいしくなる」条件の探求

カレーが「なぜ寝かせるとおいしくなるのか」を研究することによって、「寝かせるとおいしくなる食べ物の条件」が見つかると考えた。そしてその原理をまとめることで、他の料理に「寝かす」技術が応用できると考えた。

6. 参考文献

1. 発酵のことが一冊でまるごとわかる
(ベレ出版/齋藤勝裕)
2. 圧力釜での加圧過熱によるアミノ酸の分解について (第1報)
(家政学雑誌 21 巻 7 号/後藤康子、柴田ときは)
3. 高校化学における実試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)
4. アミノ酸の味(味の素株式会社中央研究所 基盤研究所 シリーズ“アミノ酸” N0. 9/木村毅)
5. 味を決めるアミノ酸(日本生物工学会 工学会誌 89 /河合美佐子)|

BEST OF MASK

北海道滝川高等学校 理数科9班

秋場 葵 ・ 木村 諒子 ・ 小松 詩音 ・ 田村 妃菜

この研究は、新型コロナウイルスの影響でマスク生活を強いられた私たちの学校生活をより改善したいと考え始めた。私たちが日常的に使用しているマスクを調査し、機能性、快適さのある「BEST なマスク」を特定していく。

1. 序論

様々な種類のマスクから、最も優秀で快適なマスクを特定する。

2. 実験に使用するマスクの種類

- ・ プリーツ型不織布マスク
- ・ ガーゼマスク（政府から配布されたもの）
- ・ 立体型不織布マスク（ユニ・チャーム社）
- ・ ウレタンマスク（通販サイト）

3. 仮説

多数の会社で生産、研究されていること、使い捨てで衛生的なことから不織布マスクが最も優秀であると考えます。

4. 定義

実験によって期待値が大きいと判断されたマスクから順にそれぞれ上から点数をつけ、すべての実験結果の合計点で最も高得点のマスクが優秀とみなす。

なお、立体型マスクは不織布製なので、一部の実験（①④⑤）はプリーツ型マスクと同等の結果とみなす。また、実験③のみ快適さで、他は性能で点数をつける。

5. 実験手順

- ① 各マスクの性質確認
- ② 校内アンケート
- ③ 運動時、マスク別の様々な変化調査
- ④ フィルターの性質実験
- ⑤ 飛沫対策調査

6. 実験結果

① 各マスクの性質確認

（飛沫量はハフポストより引用）

- ・ 不織布マスク

一枚あたりの相場は12～15円

織らずに繊維が不規則に絡み合っているため、隙間は小さい。

吸入飛沫→30% 排出飛沫→20%

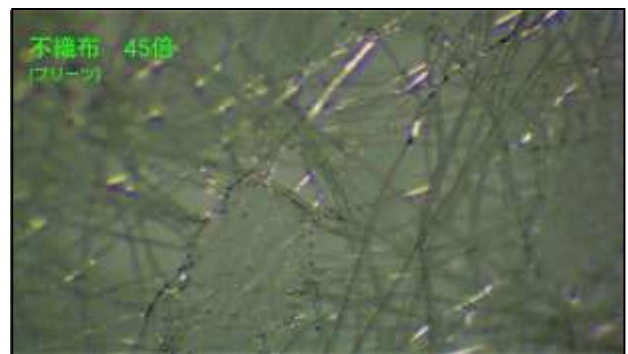


図1 不織布マスクの繊維

- ・ ガーゼマスク

一枚あたりの相場は200円

織り目の隙間が大きく、規則的な構造。

吸入飛沫→55～65% 排出飛沫→18～34%

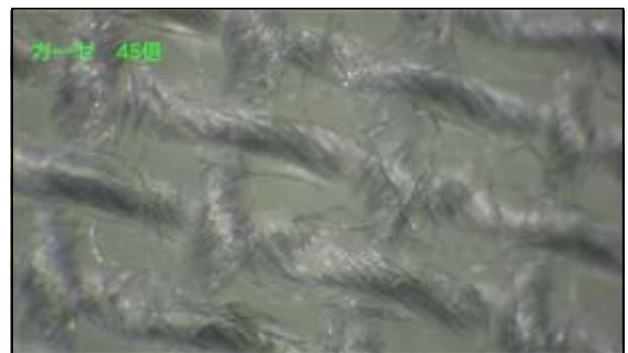


図2 ガーゼマスクの繊維

・ウレタンマスク

一枚あたりの相場は250～300円
不規則な繊維構造はだが、隙間が大きい。
吸入飛沫→60～70% 排出飛沫→50%

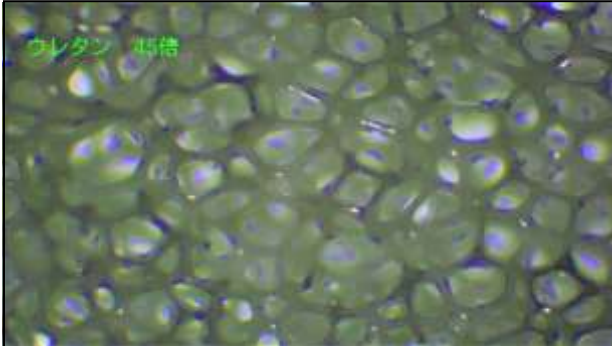


図3 ウレタンマスクの繊維

② 校内アンケート

- ・普段使用しているマスクは？
- ・普段使用しているマスクの形は？
- ・高性能マスクはどれだと思う？

以上3つの質問に回答してもらった結果、全体としては不織布マスクが最も多い。また、学年で見比べると一年生のみ、ウレタンマスクの割合が少し高かった。

③ 運動時、マスク別の様々な変化調査

長袖長ズボンの指定ジャージを着用
平均回転数、サイクリング時間、負荷を条件として合わせたうえで、漕ぐ前後の心拍数やマスク内温度の変化を計測。

実験対象者が4人のみで体力などの個人差が大きく、実験回数も少なかったため、誤差が目立つ結果となってしまった。
心拍数で特に大きな差はなかった。
マスク内温度も、ガーゼマスクが少し高かったものの、大きな差はみられなかった。

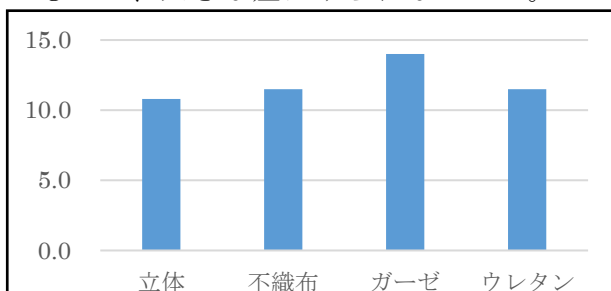


図4 マスク内上昇温度の平均値 (°C)

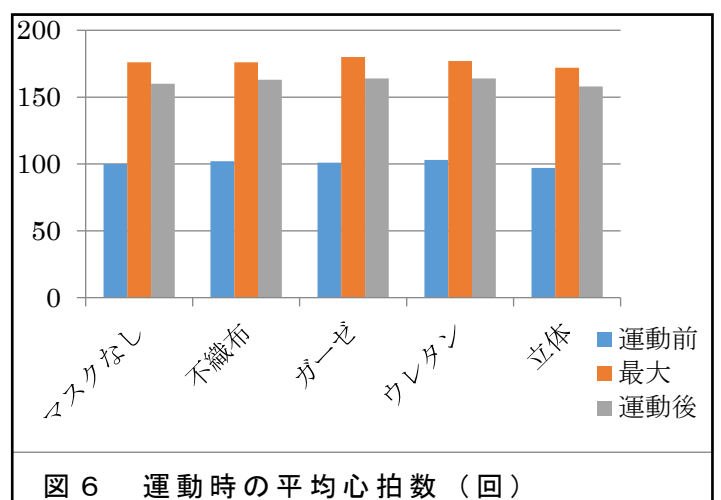
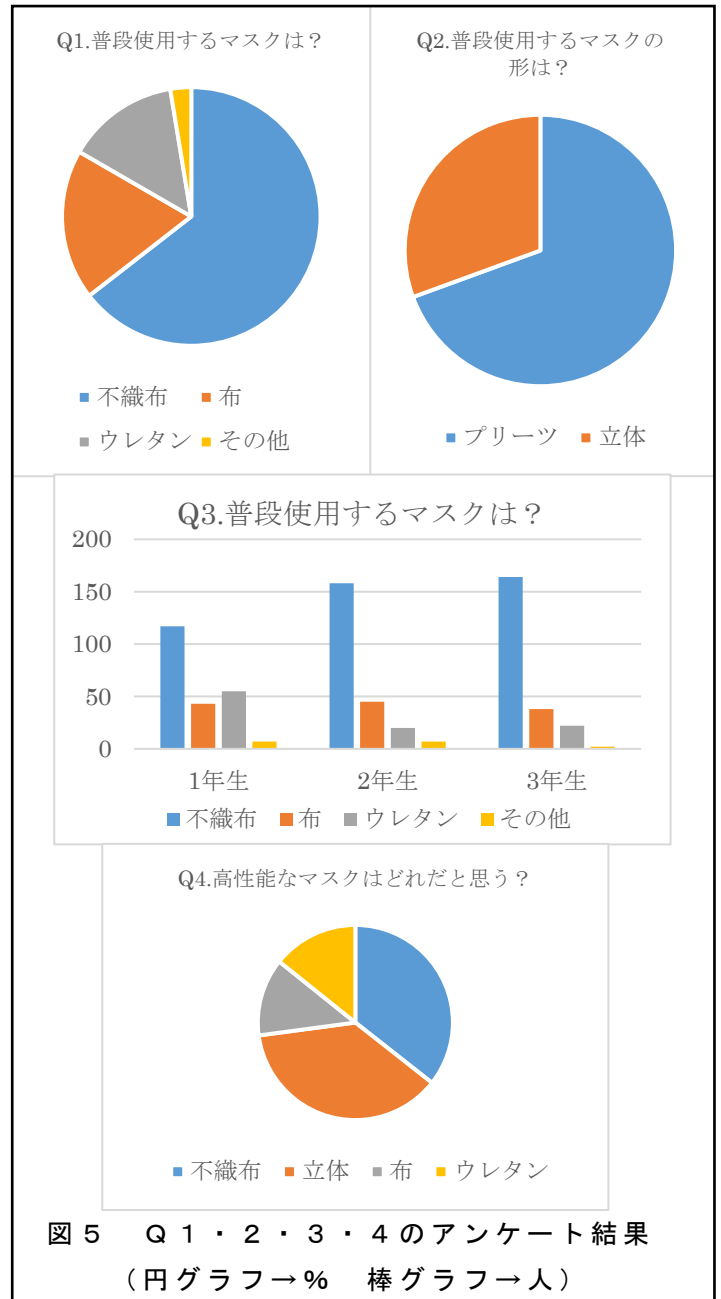


図6 運動時の平均心拍数 (回)

④ フィルターの性質実験

4.4 μ のふるいにかけたチョークの粉5gを、ノズルをマスクで覆った掃除機で吸引し、残留粉の重さを計測。

結果、不織布はかなり高性能なフィルターだった。布マスクは不織布には劣るものの、大きな粒子は防げていた。

問題はウレタンである…。

ウレタンマスクは入れ物の中のチョークを一瞬ですべて吸い上げた。

フィルターは不織布が最も優秀である。

表7 マスク本体の重さと粉の増減値		
	本体	増減値
不織布	3.0g	-0.1g
布	9.7g	-1.4g
ウレタン	2.4g	-4.7g

⑤ 飛沫対策調査

色水をマスクにスプレー噴射し、生物室にある光学顕微鏡でフィルターへの浸透量を観察。

不織布マスクは水をはじくほど繊維の間に水を通さなかった。

ガーゼマスクは水がしみ込んだが、何十にも折り重なっているため、すべてしみこみ切ることはなかった。

ウレタンマスクは縫い目から多少染み出る程度で表面は問題ないため、飛沫を防ぐことができそうだ。



図8 不織布の繊維と色水の様子



図9 ウレタンと色水



図10 ガーゼと色水

7. 考察

点数をつけた結果、BESTなマスクは立体マスクだが、快適さではウレタンマスクだった。しかし、当初の目標であったすべての面において満足のいくマスクは見つからなかった。

私たちは場面によって様々なマスクを使い分けることで、より良い生活を送ることができる考える。職業によっては使用する種類は限られるが、私たち学生は特にルールがないからこそ、多種多様のマスクを活用して少しでも快適に生きることが大切だと考える。

表11 実験による優秀さの合計点						
高性能・快適さ	②	③	④	⑤	⑥	合計
不織布	0	3	2	3	3	11
ガーゼ	0	1	1	1	0	3
ウレタン	0	0	4	0	1	5
立体	0	3	3	3	3	12

8. 参考文献

マスクの選び方は？ウレタンは性能劣る
[素材別の比較結果]

HUFFPOST（ハフポスト日本版編集部）

2020年12月15日

https://www.huffingtonpost.jp/entry/story_jp_5fd6c3bec5b62f31c1fe4eb8

マスクの種類や形、効果

北海道薬剤師会 公式サイト

2009年5月1日

<http://www.doyaku.or.jp/guidance/data/63.pdf>

ヤフオクや楽天など通販サイト

（値段の相場調査の為）

「記憶力を高める条件」

北海道滝川高等学校 理数科 10 班

五十嵐 冴英 ・ 宇山 響 ・ 大平 菜央 ・ 村椿 彩華

1. 序論

①研究背景

私たちは、効率よくテスト勉強をするために、暗記力を高めようと考え、記憶力の向上を目的に条件を変えて記憶力を高める方法を実験した。

ここで私たちは、音楽があると暗記効率が下がる、場所法を使うと暗記効率が上がるという仮説を立てた。

2. 実験方法

①「混合羅列」

(1)背景

暗記力が高まっているかどうかを調べる方法を考察した結果、一定時間内に記憶したものの正解数が暗記力によって変化するのではないかと考えた。

(2)道具

- ・ 1 - 4 講義室の机、椅子 ・ シャーペン
- ・ スマホ、イヤホン
- ・ Excel 乱数表で作った問題用紙

(3)方法

- I. 5桁のアルファベットと数字の混合羅列を2分間で記憶し、1分間で書き出す実験を朝・昼の1日2回行い、正解数をカウントする。1週間ごとに条件を変えて回数をこなす。
- II. 1で出た結果を条件（表1参照）と時間別にグラフ化する。
- III. グラフから、効率の良い暗記方法を考察する。

表1 条件別の記憶方法

条件 (A)

- ・ 見るだけで記憶する
- ・ 書きながら記憶する
- ・ 声に出して記憶する
- ・ 上記の3つを組み合わせて記憶する

条件 (B)

- ・ 音楽を聴きながら記憶する
- ・ 音楽の有無
- ・ 曲を知っているかどうか

②「場所法」

(1)場所法とは

場所法とは、場所（自宅や実際にある場所でも架空の場所でもよく体の部位でもいい）を思い浮かべ、そこに記憶したい対象を置く方法である。

歴史ある記憶法で、現代では記憶力を競う世界記憶力選手権で99%の選手が使うほど効果的でオーソドックスな記憶法である。記憶が長期的に残るといわれている。

(2)背景

記憶力を高める方法をインターネットで調べた結果、長期記憶に効果があると書かれていた場所法が記憶力を向上させるのではないかと考えた。

(3)道具

- ・ 1 - 4 講義室の机、椅子・シャーペン
- ・ メモ用紙
- ・ セロハンテープなどの身近な対象物 10個（図1参照）



図1 身近なものを場所法の対象物にした場合

(4) 方法

- I. 10個の対象物と世界の郷土料理をペアにして並べる。
- II. 5分間全員で読み上げながら覚え、2分間で書き出す。
- III. 場所法の対象実験として、対象物がない場合も行う(図2参照)。
- IV. 1週間後、2か月後に再び書き出す。



図2 対象物なしの場合

3. 結果と考察

① 「混合羅列」

(1) 条件(A) (図3参照)

結果

- ・見るだけ、読むだけで記憶するのが1番正解率が高い。

考察

- ・見ると読むを組み合わせると記憶するのが1番効果がある。
- ・全ての方法を組み合わせるよりは単純に2つの方法を組み合わせたほうが良い。

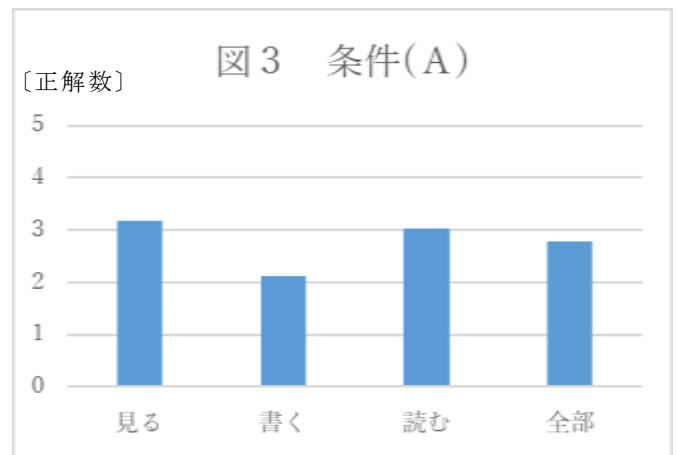


図3 覚え方による記憶力の変化

(2) 条件(B) (図4参照)

結果

- ・音楽が記憶力にあまり影響を与えない。

考察

- ・データ不足の可能性があり、正しい結果なのかが判断できない。
- ・知らない曲より知っている曲のほうが記憶力が良くなる。

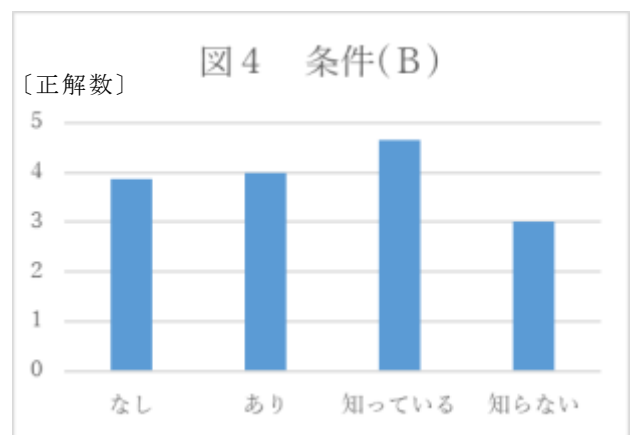


図4 音楽の有無や曲の認識による記憶力の変化

②「場所法」 （図 5 参照）

結果

- ・対象物がある時とない時で当日覚えた個数はあまり変わらない。

考察

- ・読みながら記憶するのが良かったと思われる。
- ・1週間たつと覚えている数は減る。
- ・対象物がないほうが1週間後に覚えている数はより少なくなる。
- ・場所法は対象物がないと有効な手段とはいきれない。
- ・場所法は長期記憶に効果がある。

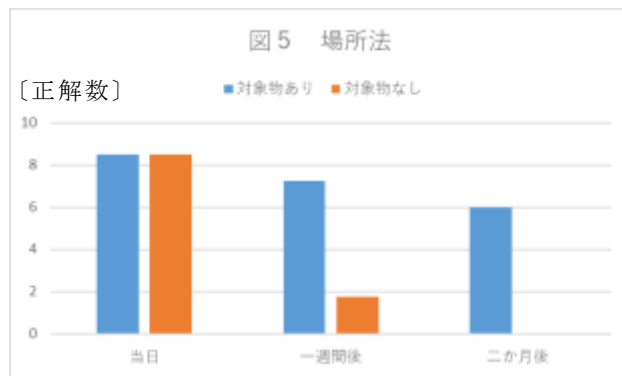


図 5 場所法の使用による記憶力の変化

4. 今後の展望

①「混合羅列」

(1) 条件(A)

- ・実験対象人数を増やしてデータを取る。

(2) 条件(B)

- ・実験対象人数を増やしてデータを取る。
- ・実験期間が短く、データに正確性が欠けているため、実験回数を増やす。

②「場所法」

- ・実験回数が十分とはいきれないので、実験回数を重ねてデータを取る。
- ・覚える対象を変えたり、覚え方を変えたり条件を変えて実験する。