

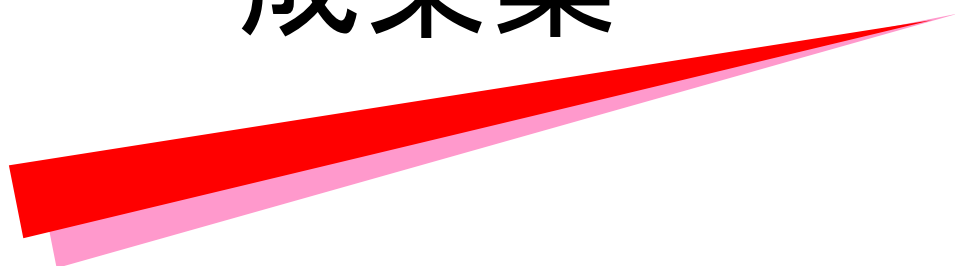
令和2年度

スーパーサイエンスハイスクール

京都府立桃山高等学校

自然科学科「GS課題研究」

成果集



目 次

1. 概要	．．．	1
SSH研究開発実施報告書	．．．	2
ループリック	．．．	10
2. 要旨	．．．	11
3. スライド	．．．	29
4. 研究論文	．．．	73
5. 英語ポスター	．．．	139

1 . 概要

SSH研究開発実施報告書

1 本科目の概要（シラバス）

教科名	科目名	履修学年	類・類型等	履修区分	単位数
グローバルサイエンス（GS）	GS 課題研究	2	自然科学科	必修	2

学習の目標	GS ベーシックでの学習を踏まえ、各自で設定したテーマに対してより深いレベルで探究を進めることで、研究遂行能力を身につける。												
使用教科書	独自作成教材集												
補助教材													
授業の進め方	・テーマに応じて、指導教員のもと研究を進める。 ・定期的に研究の成果をまとめたり発表する機会を設定し、研究の進捗を促す。												
授業計画	内容	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
	研究テーマ決定												
	探究活動												
	経過報告会												
	京都サイエンスフェスタ発表会												
	S S H課題研究発表会												
	研究論文作成												
	英語ポスター作成												
評価について	下記2種類のルーブリックに基づいて総合評価を決定する。 (1)「平常時活動」ルーブリック 評価対象： 研究ノート、取組の様子 (2)「成果物」ルーブリック ・「口頭発表評価用」ルーブリック 評価対象： 課題研究発表会プレゼンテーション ・「研究論文評価用」ルーブリック 評価対象： 研究論文												
考査について	実施しない。												
その他	・受け身の姿勢ではなく、自ら考えて研究を進める努力をすること。 ・校内発表だけではなく、校外発表等も目指して研究を進めること。												

（補足） 対象： 自然科学科2年生 2クラス 16チーム
 担当教員： 数学科教員2名、理科教員12名、英語科教員2名、（実習助手2名）

2 実施内容

1 年生自然科学科 G S ベーシック (4 単位)

	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月
指導 内容	情報リテラシー サイエンス英語 探究の基礎			サイエンス イングリッシュ キャンプ	統計基礎 探究の基礎		情報リテラシー ミニ課題研究			英語 発表 準備	英語口頭発表会 課題研究テーマ 検討	

本
科
目

2 年生自然科学科 G S 課題研究 (2 単位)

	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月
指導 内容	テーマ 設定	探究 活動		経過 報告会	探究 活動			中間 発表会	探究 活動	SSH 課 題研 究 表 会	研究論文作成 英語ポスター作成	

3 年生自然科学科

	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月
指導 内容	英語 ポスター 準備	英語 ポスター 発表会	探究 実践	報告会 助言		探究 実践	探究 実践					

1 年生の G S ベーシックで課題検討した内容を引き継ぎ、4 月に課題設定とグループ分けをおこなった。7 月には校内でポスター発表形式の経過報告会を実施した。11 月の京都サイエンスフェスタでは京都サイエンスネットワーク校の高校生と共にポスター発表をおこなった。1 月末には自然科学科 S S H 課題研究発表を実施した。その後、研究論文と英語ポスター作成を行い、3 年生の 5 月に英語ポスター発表会を実施する。

3 成果と課題

(成果)

① G S ベーシックとの連携

1 年 3 学期の G S ベーシックで G S 課題研究のテーマ検討を行った。その結果、G S 課題研究の開始時に班分けや課題設定が円滑に進み、課題研究の満足度にもつながったと考えられる。

② 自然科学科 S S H 課題研究発表会

自然科学科 S S H 課題研究発表会を昨年度と同様に 1 月末に実施した。従来の年末実施と比較して研究期間に余裕があり、研究の完成度と発表の質の両方が向上した。

③ 3 年間を通した探究活動

従来 2 年生で実施していた G S 課題研究の英語ポスター発表を、G S サイエンス英語Ⅱの取組として 3 年生 5 月に実施した。英語ポスターは英語科教員からの指導を受け、これまで以上に質の高い英語ポスターを作成することができた。また、英語発表当日は準備した原稿を読むことを禁止し、自分の英語で話すことに集中させた。生徒は当初戸惑いを見せたが、持ち前の適応力を発揮し、自分の英語で説明や質疑を楽しんだ。結果的に充実した英語ポスター発表会となった。

この結果、1 年生の G S ベーシックを含めて 3 年間の探究活動が実現した。

(課題)

① 科目目標・達成基準の共通認識

G S 課題研究の授業目標や進め方が教員間で十分共有されているとは言えず、指導内容や方法、評価基準に個人差が見られた。本科目の目標と達成基準をルーブリック表で明示し、担当教員で十分に共有する必要がある。今後も継続してルーブリック表とその運用方法の改善を行いたい。

② 評価方法のさらなる検討

ルーブリック表の内容を見直す必要があると考えている。また、生徒による自己評価の実施や、教員評価の生徒へのフィードバック等、評価を取組と捉えて年間スケジュールに組み込むことで G S 課題研究の質を高めたい。

4 学校ホームページ掲載記事

自然科学科2年生 令和元年度 自然科学科SSH課題研究発表会



1月25日（土）に自然科学科2年生がG S課題研究の授業で取り組んだ成果を発表する「令和元年度自然科学科SSH課題研究発表会」を京都府総合教育センター講堂棟で実施しました。

G S課題研究は桃山高校のスーパーサイエンスハイスクール事業において中核となる探究型授業です。生徒は自分達で研究テーマを設定し、先生方と共に1年かけて探究活動を行いました。

昨年度はこのSSH課題研究発表会で奨励賞を受賞した研究が、夏のSSH生徒研究発表会で全国ベスト6に贈られる審査委員長賞を受賞しました。今年度も本発表会から大きく飛躍する研究が表れることを期待しています。

今回の発表会では、本校の16班と、招待発表の高知県立高知小津高校の計17班がパワーポイントによる口頭発表をおこないました。いずれの発表も生徒達の一生懸命さが伝わる素晴らしい発表でした。大学の先生方や聴衆の生徒からも多くの質問があり、活発な質疑応答も行われました。また、発表会には自然科学科の1年生も参加し、先輩達の発表を目の当たりにすることで来年度のG S課題研究に向けた気持ちを高めていました。

次回のG S課題研究の授業では奨励賞の表彰と発表のふりかえりを実施します。その後、生徒達は課題研究の内容を研究論文にまとめ、3年生では英語でポスター発表を実施する予定です。

今年度の発表タイトルと奨励賞は下記の通りです。

- 1 温度変化と変形菌の関係
- 2 レゴブロックを使用した宇宙エレベーターロボットの開発
- 3 アニメキャラクターの可愛さと売り上げの相関関係に関する研究
- 4 二重振子に潜む規則性とカオス性 ～振子の初期角度と回転回数の関係性について～
- 5 タンパク質と酵素
- 6 ザリガニの感覚 ～ザリガニを条件づける～
- 7 断層面を特定せよ!! ～ラドン測定を用いて～
- 8 カビの生育条件門
- 9 酵母とアルコール発酵
- 10 Project Genzi 【奨励賞】
- 11 巻雲のお腹の中まで見よう!! 【奨励賞】
- 12 窒素固定の可視化 【奨励賞】
- 13 圧電素子を用いた振動発電
- 14 射出物体の飛跡の分析
- 15 溶液の磁性を利用したイオン濃度測定法 【奨励賞】
- 16 公平なあみだくじ 【奨励賞】
- 17 甘味について ～NAAの毒性検査～ 【招待発表】

G S 課題研究 生徒の変容について

G S 課題研究では年 3 回のアンケート調査を実施し、生徒の変容を追跡している。自然科学科と普通科の変容を比較分析することで、学科や系に応じた G S 課題研究のカリキュラムを開発することを目的としている。今年度のアンケート結果を示すとともに、分析した結果について述べる。

1 アンケート対象

生徒： 2 年生 自然科学科 (2 クラス 80 人)
普通科理系 (5 クラス 187 人)
普通科文系 (2 クラス 89 人)
年度： 平成 29 年度，平成 30 年度，令和元年度

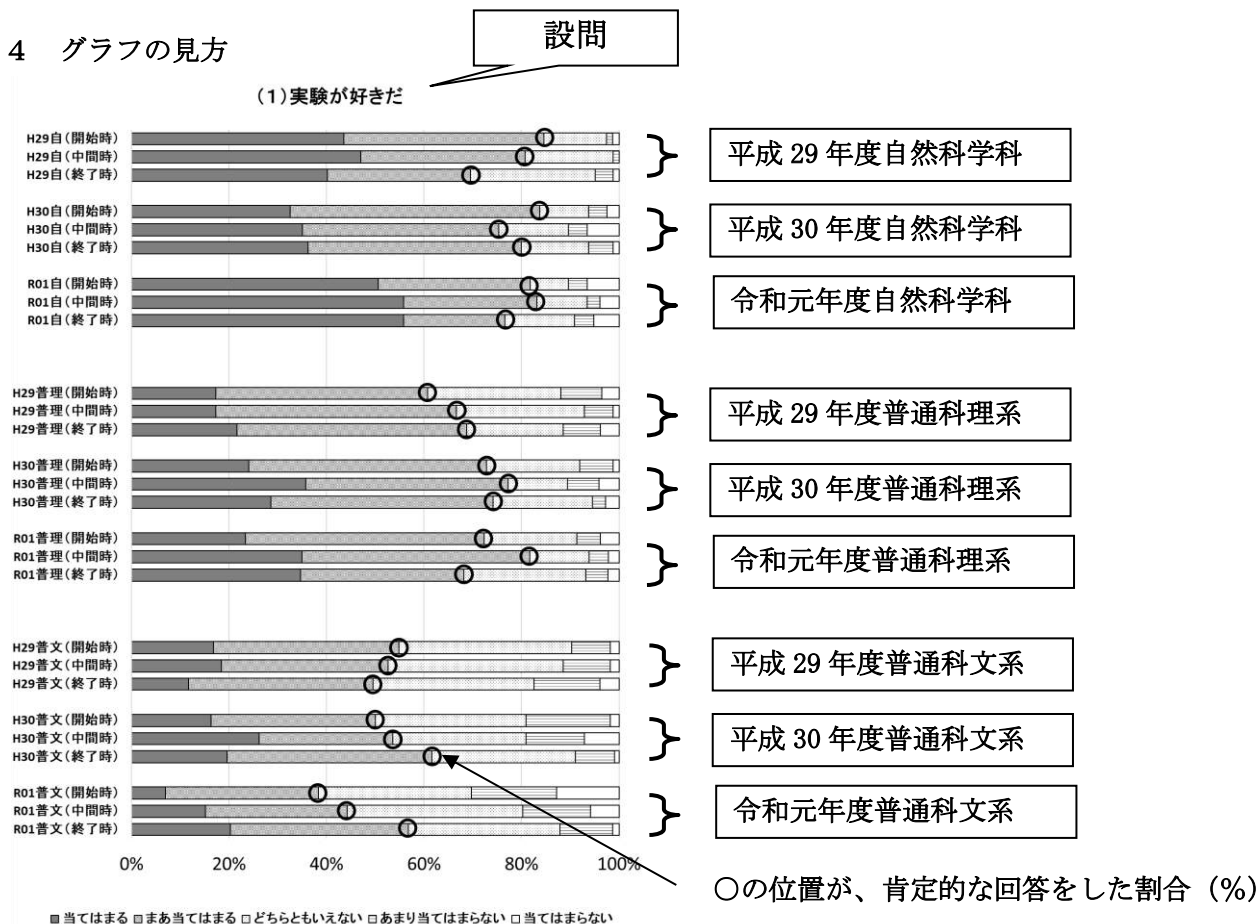
2 アンケート時期

自然科学科 ①授業開始時 (4 月) 初回授業 (オリエンテーション) 後に実施
②中間時 (7 月) 経過報告会後に実施
③授業終了時 (2 月) S S H 課題研究発表会後に実施
普通科 ①授業開始時 (4 月) 初回授業 (オリエンテーション) 後に実施
②中間時 (9 月) 2nd ステージ経過報告会後に実施
③授業終了時 (2 月) 代表班発表会後に実施

3 アンケートの内容

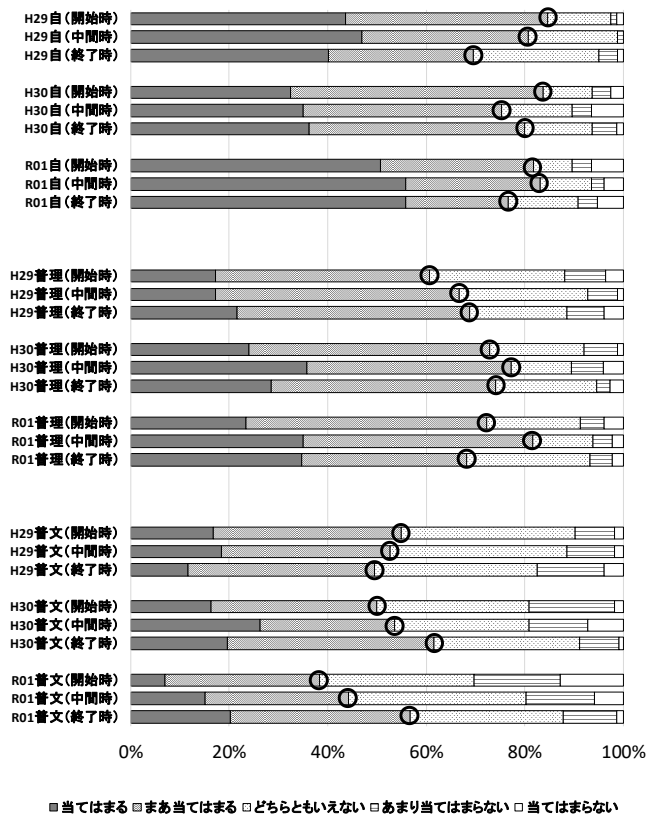
共通の項目に加え、時期や学科に応じた項目を設けた。本項では、共通の内容 (11 項目) について記載する。

4 グラフの見方

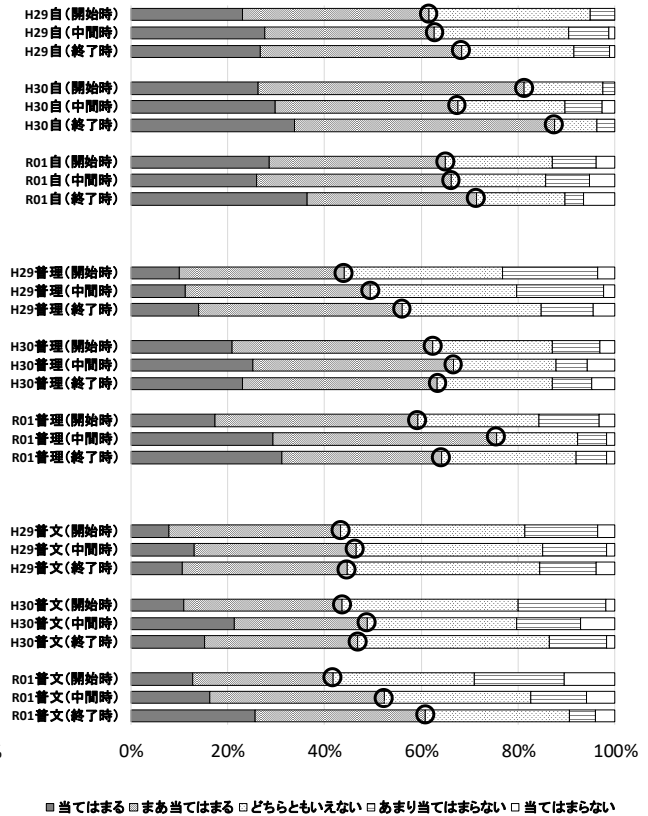


5 結果

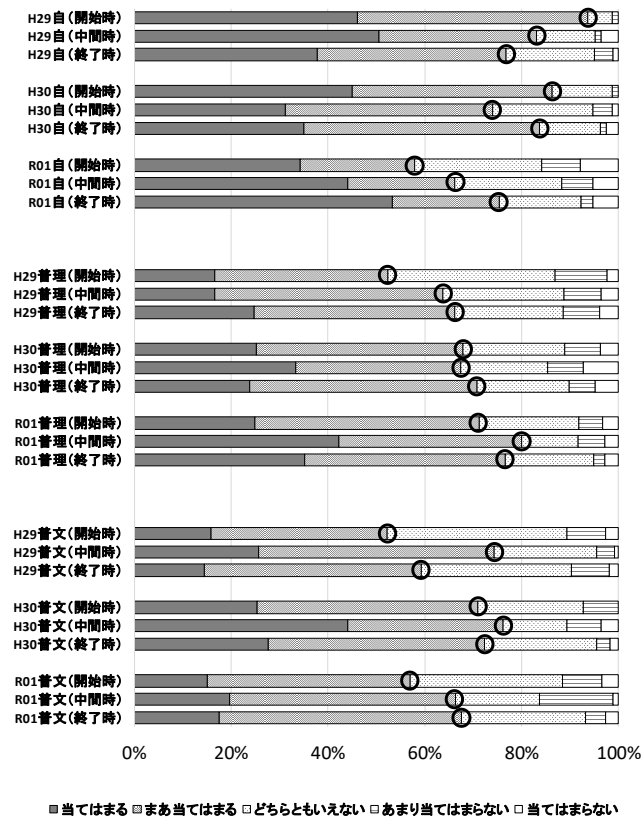
(1) 実験が好きだ



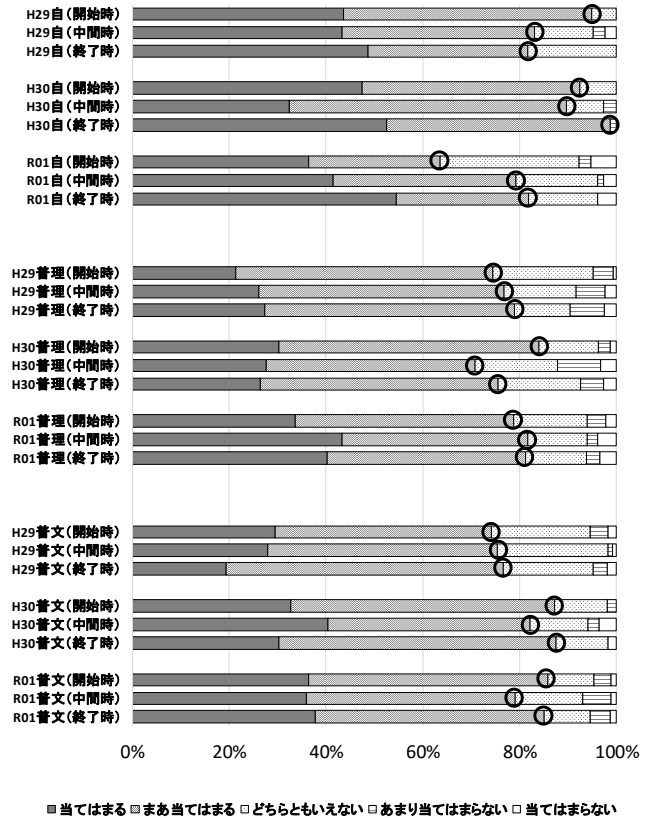
(2) じっくり考えることが好きだ



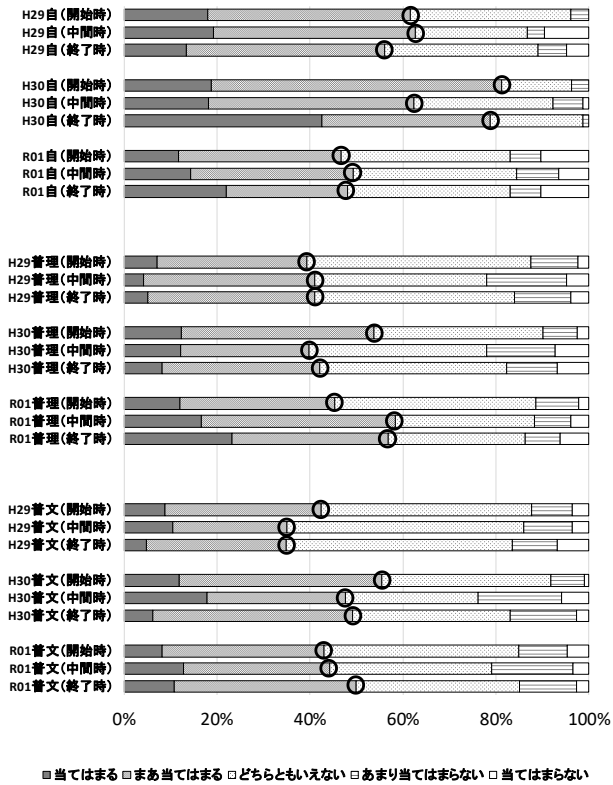
(3) 課題研究は面白い



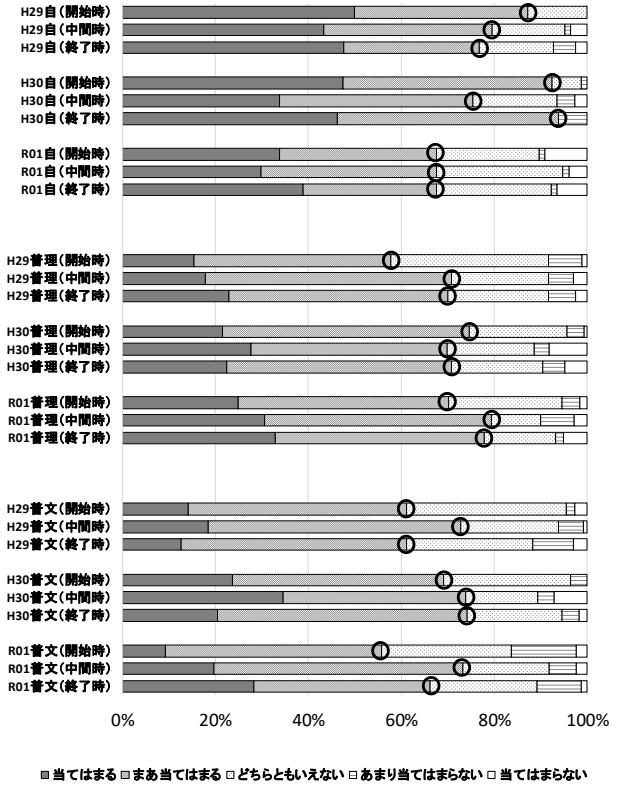
(4) 課題研究で考える力がつく



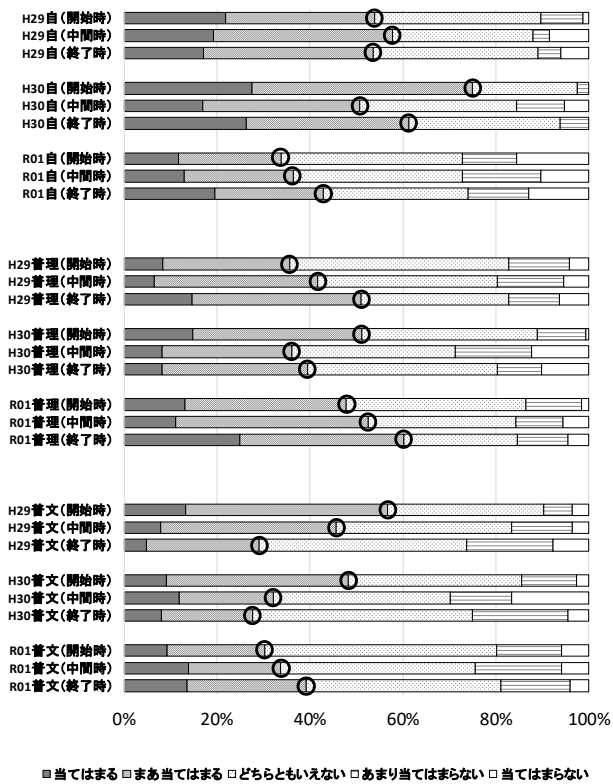
(5) 課題研究で学力がつく



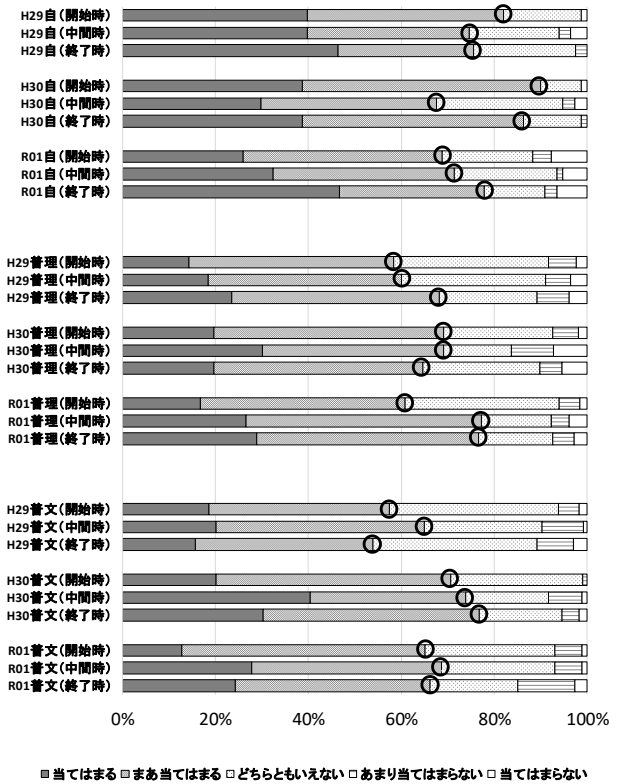
(6) 理数系への興味が増す



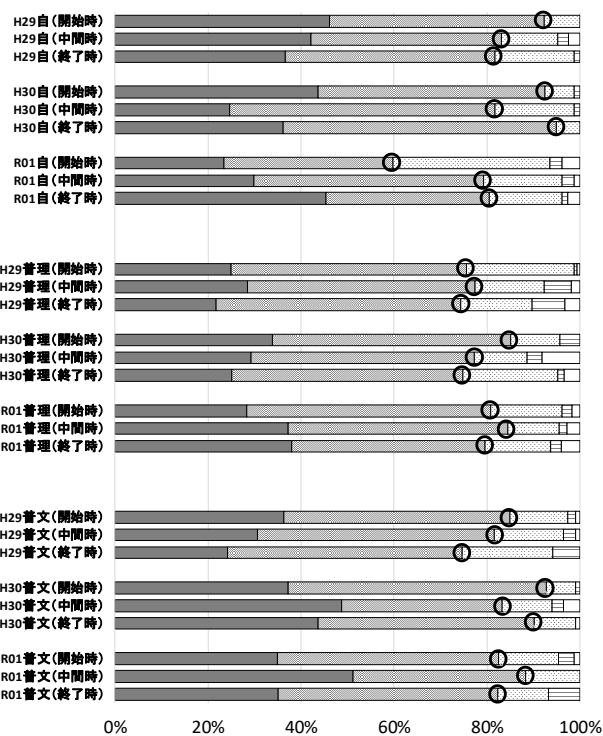
(7) 進路選択の参考になる



(8) 課題研究は有意義だ



(10) 課題研究でまとめる力がつく



■ 当てはまる ■ まあ当てはまる ■ どちらともいえない ■ あまり当てはまらない ■ 当てはまらない

6 特徴と考察

(1) 全体

G S 課題研究終了時アンケート結果は全体的に肯定的な回答の割合が高く、授業内容の完成度が伺える。しかし、学科や系毎に新たな傾向が見られた。以下、詳細に述べる。

(2) 自然科学科の変容

令和元年度のアンケート結果を平成 30 年度と比較すると、自然科学科の終了時において肯定的な回答の割合が全体的に低下している。例えば設問「(5) 課題研究で学力がつく」では昨年度と比較して肯定的な回答の割合が約 80% から約 50% へ、設問「(6) 理数系への興味が増す」では肯定的な回答の割合が約 95% から約 70% へと大幅に低下した。また、課題研究全体の評価を示す設問「(3) 課題研究はおもしろい」では肯定的な回答の割合が約 85% から約 75% へ、設問「(8) 課題研究は有意義だ」では肯定的な回答の割合が約 85% から約 80% へと低下しているが、大幅な低下ではない。一方で、多くの設問において開始時から中間時、終了時へと肯定的回答の割合が増えている傾向が見られる。以上の結果から、今年度の生徒の自己評価は開始の時点で低いが、課題研究の授業を通して自己評価は高くなっている。また、設問間で比較した場合、肯定的な回答の割合が高い設問と低い設問の傾向は例年と同じである。これらの結果から、今年度の生徒アンケートの結果は例年と同様の傾向を示しており、課題研究の効果が表れていると言える。アンケート結果は 1 年間だけで判断するのではなく、ある程度の長期間に渡って多面的な視点で検証し、取組内容の改善に繋げていくことが重要である。

(3) 普通科の変容

①理系の変容

課題研究に対する資質を問う設問「(1) 実験が好きだ」、設問「(2)じっくり考えることが好きだ」において、開始時の肯定的回答の割合は昨年度と同程度であったが、課題研究の成果を問う他の設問全てにおいて、終了時の肯定的回答の割合は昨年度よりも向上した。資質が同程度の生徒層に対して最終的な成果を問う設問で肯定的回答の割合が増えたことは、課題研究の授業が質的に向上したことを示している。

特に課題研究全体の評価を示す設問「(3) 課題研究はおもしろい」では肯定的な回答の割合が約 70% から約 75%、設問「(8) 課題研究は有意義だ」では肯定的な回答の割合が約 65% から約 80% に向上し、高い満足度を示している。これらの理由として適切なテーマ提供と課題設定が挙げられる。普通科の課題研究における全教科教員の指導体制は今年で 4 年目であり、多くの教員がノウハウを蓄積し、教員間で情報を共有している。さらに経験を積むことで教員自体が課題研究を楽しみ、生徒と共に熱心に取り組んでいる様子が増えてきた。これらの成果がアンケート結果に表れてきたと言える。特に課題研究発表会では発表の質が明らかに例年を上回っており、課題研究の充実が伺える。

②文系の変容

令和元年度の文系生徒数は 89 名であり、例年と比較して人数が少なく、担当教員数も例年の 12 名から 9 名に減少している。従って、教員が提供する研究テーマの数も減少しており、生徒の多様な興味関心に応えられるのかという心配があった。結果的にはアンケートにおける肯定的回答の割合は昨年度と同程度か若干下回る程度であり、高い満足率を保つことができた。これらの成果も理系と同様であり、多くの教員が課題研究を楽しみ、生徒と共に熱心に取り組んできたためだと考えられる。

ルーブリック

R01_「GS課題研究」の観点別評価のためのルーブリック

		関心・意欲・態度		思考・判断・表現			実験・観察の技能			知識・理解		
		役割を果たす	積極性	目的や方向性の把握	結果の解釈	実験の記録と表現	実験の操作技能	実験計画の立案	安全や倫理の配慮	研究全体の知識理解	各実験に必要な知識理解	専門用語の知識理解
評価基準	5	・研究(実験)に対するアイデアを提案したり、研究(実験)活動にリーダーシップを発揮したりできている。	・研究(実験)に積極的に取り組み、効率的に時間を活用できている。	・実験の目的を理解し、結果を十分に予測できている。	・実験結果を的確に判断し、合理的に考察している。	・実験の様子を正確に記録し、実験内容を正しく説明できる。	・正しく実験器具を扱って、実験の準備や後片付けが的確にできている。	・公表することを意識して、データの収集や写真撮影等をしている。	・実験器具や試薬の安全性、生命倫理への配慮を十分に意識している。	・研究全体の目的を明確に理解し、的確に説明できる。	・個々の実験の目的を明確に理解し、的確に説明できる。	・研究に必要な専門用語の意味を明確に理解し、的確に説明できる。
	4	・他人のアイデアにコメントをしたり、協力して実験に取り組んだりしている。	・研究(実験)に積極的に取り組んでいる。	・実験の目的を理解し、結果を想定できる。	・実験結果を理由付けて判断し、その意味を考察している。	・実験の様子をしっかりと記録し、実験内容を説明できる。	・正しく実験器具を扱うことができ、実験の準備や後片付けを主体的に担っている。	・必要なデータの収集や写真撮影等をしている。	・実験器具や試薬の安全性、生命倫理への配慮を意識している。	・研究全体の目的を理解し自分の言葉で説明できる。	・個々の実験の目的を理解し、自分の言葉で説明できる。	・研究に必要な専門用語の意味を理解し、自分の言葉で説明できる。
	3	・班員と協力して実験に取り組んでいる。	・研究(実験)に積極的に取り組んでいるように、指導教員から判断される。	・実験の目的を自分なりの言葉で表現でき、方向性がある程度見えている。	・実験結果に自分なりの判断ができ、その意味を考察しようとしている。	・実験の様子を記録し、実験の概略を説明できる。	・実験器具の操作が過大なくでき、実験器具の操作や準備や後片付けを担っている。	・データの収集や実験の記録をおこなっている。	・実験器具や試薬の安全性、生命倫理への配慮が感じられる。	・研究全体の目的を概ね理解し、資料を参考に概ね説明できる。	・個々の実験の目的を概ね理解し、資料を参考に概ね説明できる。	・研究に必要な専門用語の意味を概ね理解し、資料を参考に概ね説明できる。
	2	・何らかの役割を担当している。	・課題研究に取り組む態度について、教員から注意を必要とするようなことがある。	・実験の目的に曖昧な点が多く、方向性が見えていない。	・実験結果に自分なりの判断を示すことができるが、その意味を述べることができない。	・実験の様子を記録が不十分で、実験の概略を説明できない。	・実験器具の操作に問題があったり、準備・後片付けを自主的に行わなかったり、教員等から指示や注意を受けることがある。	・教員からの指示がなければデータの収集や実験の記録ができない。	・実験器具や試薬の安全性、生命倫理への配慮が不十分である。	・研究全体の目的の理解が不十分で、説明があいまいである。	・個々の実験の目的の理解が不十分で、説明があいまいである。	・研究に必要な専門用語の意味の目的の理解が不十分で、説明があいまいである。
	1	・何の役割も果たさず、研究と無関係なことをしたりしている。	・積極的に課題研究に取り組んでいるとはいえない状況である。	・実験の目的が曖昧で、方向性が意図できていない。	・実験結果に自分なりの判断を示すことができず、その意味を述べることができない。	・実験の様子を記録がほとんどなく、実験の概略を説明できない。	・実験操作、実験記録などをほとんど行っていない。	・教員から指示してもデータの収集や実験の記録ができない。	・実験器具や試薬の安全性、生命倫理への配慮に問題がある。	・研究全体の目的を理解できておらず、ほとんど説明できない。	・個々の実験の目的を理解できておらず、ほとんど説明できない。	・研究に必要な専門用語の意味を理解できておらず、ほとんど説明できない。

2. 要旨

泉宙杜 今津壮太 岸田怜也 佐原伊織 寺本有輝 向井陽平

1. 研究の背景と目的

我々はアニメが好きで興味があった。アニメキャラクターのイラストを幾何学的に分析した研究を発見し、それを踏まえ、キャラに対して人が感じる可愛さの傾向を見つけられるのではと考えた。

2. 方法・仮説

(1) アニメ度の測定

キャラの顔を幾何学的に分析し、あるキャラに対しどの程度アニメ独特の描画がなされているかの度合いを示す指標を「アニメ度」と定義し、いろいろなキャラのアニメ度を数値化する。ここでの「アニメ度」を表す数式は、以下の通りである。

顔下半分の輪郭

$$F1 = L1/L2 \times AVE/SD$$

$F1 \rightarrow$ 顔の輪郭特徴の評価値

$L1 \rightarrow$ 顔の最大横幅(目の下の接線と仮定)

$L2 \rightarrow L1$ から顎に引いた垂直二等分線

$AVE \rightarrow L1$ から何本か引いた垂線の平均

$SD \rightarrow AVE$ で引いた垂線の平均

目の形・目の大きさの比率

$$E1 = L3/L4$$

$$E2 = L3 \times L4 / L1 \times L2$$

$E1 \rightarrow$ 目の形の評価値

$E2 \rightarrow$ 目の大きさの評価値

$L3 \rightarrow$ 目の縦幅

$L4 \rightarrow$ 目の横幅



図1 アンケートの画面

(2) アンケート

高校生を対象に性別、アニメの視聴頻度・視聴数などの傾向から高校生が可愛いと思うキャラとアニメ度との関係を調べる。

(3) アニメ度と可愛さのデータ化

(1)(2)で調べたデータや有名なアニメ作品のDVDの売り上げ枚数のデータを比較し、それぞれの大まかな相関関係を調べる。

仮説は

- ・経済効果の高いアニメに出てくるキャラはアニメキャラのアニメ度の平均に近い値をとる。

3. 結果

アニメ度と年代の関係では、すべての分野で70年代を境にアニメ度の変化が訪れており、90年代からは、アニメ度の変化が小さくなっている。

※代表的なデータである年代とアニメ度に関するもののみを使用している。

4. 考察

90年代からは、アニメ度の変化が小さくなっているため、視聴者のアニメキャラに対するかわいさを感じる要素が固まりつつあるのではないかと予想した。

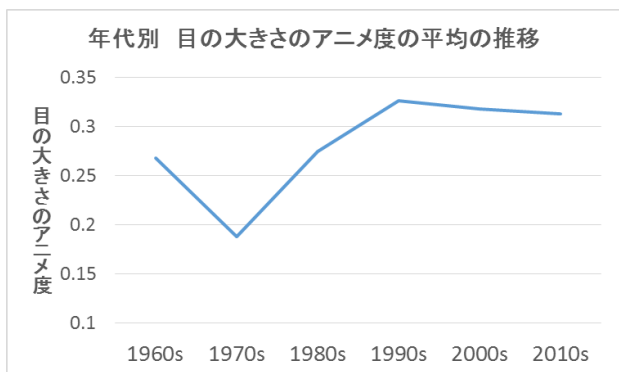


図2 年代とアニメ度との関係

5. 結論

アニメ度と年代のデータからかわいさと思うアニメ度に傾向がある可能性があるといえる。

6. 参考文献

- [1] 河谷大和・柏崎礼生・高井昌彰・高井那美 (2008)
「アニメキャラクターの特徴抽出に基づくアニメ度評価とその応用」
『第7回情報科学技術フォーラム』279~280.

7. キーワード

アニメ度 可愛い キャラクター

杉本幸大 藤野響太郎 藤本大輔 山本悠稀

1. 目的・動機

日常的に使うあみだくじは本当に公平なのか疑問を持ち、先行研究より平面のあみだくじは

[I] 当たりの真上を選ぶと当たりやすい.

[II] 当たりから遠い線を選ぶほど当たりにくい.

ということが分かった. そこで、公平なあみだくじを作れるのかということに興味を持ち、研究するに至った.

2. 定義

本研究におけるあみだくじと公平性の定義について.

あみだくじ…縦線の端に当たりはずれを書いて隠し、各自が引き当てるくじのこと.

ただし当たりの場所が分かっているものとする.

公平である…それぞれのスタートから当たりへ行きつく確率がすべて等しい.

3. 仮説

立体のあみだくじを作れば、当たりから遠い線でも対角線を用いることで当たりの線につなげることができるので公平になる.

4. 研究内容

縦線が $m(\geq 3)$ 本の時の立体のあみだくじに対してスタート地点に $S_1, S_2, \dots, S_m$, ゴール地点に $G_1, G_2, \dots, G_m$ と記号を与える. このとき S_k の真下は G_k である. ここで $X \in \{S_1, S_2, \dots, S_m\}$, $Y \in \{G_1, G_2, \dots, G_m\}$ に対して $P_n(X \rightarrow Y)$ を横線が $n(\geq 1)$ 本の時に, X から Y へ行く確率と定義する. 今回は G_1 が当たりとして, 式①は S_1 からスタートしたときの式, 式②は S_k [$k \neq 1$] からスタートしたときの式を表している.

$$P_n(S_1 \rightarrow G_1) = \frac{m-3}{m} \left(\frac{m-3}{m-1} \right)^{n-1} + \frac{1}{m} \cdots \text{①}$$

$$P_n(S_k \rightarrow G_1) = \frac{3-m}{m(m-1)} \left(\frac{m-3}{m-1} \right)^{n-1} + \frac{1}{m} \quad [k \neq 1] \cdots \text{②}$$

例 縦線 4 本, 横線 3 本の場合 (図 1 参照)

S_4 から G_1 へ行く確率は

$$P_n(S_4 \rightarrow G_1) = \frac{3-4}{4(4-1)} \left(\frac{4-3}{4-1} \right)^{3-1} + \frac{1}{4} = \frac{13}{54}$$

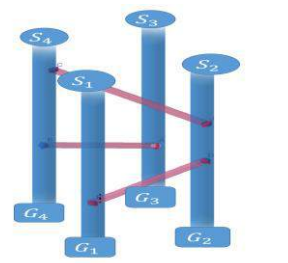


図 1 縦線 4 本、横線 3 本の場合の
あみだくじの一例

5. 考察

縦線の数・横線の数・当たりの数・当たりの配置, を変えて計算したが, 縦線の数 が 3 本 のとき以外 は完全に公平になることはなかった. したがって立体のあみだくじは公平でないと考えられる. その原因として $[S_k \rightarrow G_1]$ の横線の引き方よりも $[S_k \rightarrow G_k]$ の横線の引き方のほうが多くなることがあげられる. ただし平面のあみだくじと違い全ての $[S_k \rightarrow G_1]$ の確率は等しくなった.

6. 参考文献

[1] 数学のかんどころ 5 あみだくじの数学 <小林雅人 共立出版>

[2] 科学研究実践活動のまとめ <https://www.jst.go.jp/cpse/jissen/pdf/houkoku/SG150147A-16015.pdf>

[3] あみだくじの確率を計算してみた | 高校数学の美しい物語 <https://mathtrain.jp/amida>

7. キーワード

立体あみだくじ 確率 漸化式 公平性

野間颯生 宮本彩音 青谷玲乃 杉原百花 田岡哲平 西垣勇太

1 動機と目的

高校の物理の教科書では球体の大きさを無視した空気抵抗のない運動を扱っているが、実際には球体の大きさによって運動の様子が異なると考え、球体の大きさと軌道の関係について研究を行いたいと思った。そこで、空気抵抗があり、大きさや形状を持った球体の水平投射後の運動の様子を調べようと考えた。

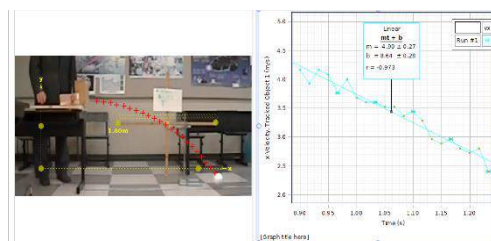
3 仮説

水平方向から空気抵抗を受けるとき、球体の断面積が大きいほど空気の抵抗を受ける面積が大きくなり空気抵抗も大きくなるので、飛距離が小さくなると考えた。

4 方法

直径 10 cm、15 cm、20 cm の発泡スチロール球、直径 3.8 cm のゴムボールを制作した右図の発射装置で飛ばし、飛距離を測定した。

- ・それぞれの球体を 5 回ずつ飛ばし、データの正確性を高めた。
- ・断面積の影響を調べるため、対照実験として、質量が 50g 程度の直径 20cm の発泡スチロール球とゴムボールを使用した。
- ・高速度カメラを使用し、PASCO Capstone というソフトで運動を解析した。



5 結果

	発泡スチロール 10cm(直径)	発泡スチロール 15cm(直径)	発泡スチロール 20cm(直径)	ゴム球 3.8cm(直径)
飛距離	133.2cm	135.3 cm	123.8 cm	102.4 cm

6 考察

表のように、断面積が一番小さいゴムボールが、一番は飛距離が小さかった。このことは、大きく仮説と異なる。原因としては、水平投射で球体は鉛直方向では自由落下の運動をしており、鉛直下向きの重力と逆向きに空気抵抗を受けることが考えられる。断面積が大きいものの方が鉛直方向に空気抵抗を大きく受け、落下する加速度が小さいため、落下するまでの時間が長くなる。よって、水平方向に運動する時間が長くなり断面積が大きい球体の方が飛距離が大きくなったのだと考えられる。また、ソフトで加速度を解析したところ、対照実験した 2 物体について、断面積の小さいゴムボールのほうが水平方向の負の加速度が小さかった。

したがって、断面積が小さい球体ほど鉛直方向の加速度が大きく、水平方向の速さがあまり変化しない運動になると考えられる。

7 キーワード 飛跡 空気抵抗 水平投射

高橋 佑馬 奥西 洸太 北川 涼太 高山 宗一郎 長尾 晴寛

抄録

日常生活で無駄に消費されているエネルギーを、圧電素子を用いて電流に変換させる実験を行った。

1 研究の背景と目的

歩行などの際に発生する無駄なエネルギーを活用したいと考えた。なので、そのエネルギーを電流に変換して、発生させた電力量でスマートフォンを充電することを目指した。

2 方法

圧電素子とは、踏んだりして振動を加えることで、そのエネルギーを電気に変えることができる優れた装置である。

◎調べる要素

(1) 圧電素子の性能

<1> 圧電素子二個直列の電力

<2> 圧電素子二個並列の電力

(2) 加える圧力の強さによる発電量の変化

◎調べ方

①足で踏んだ。

②テニスボールを落とした。

③質量の異なる二種類(0.5kg, 1.0kg)のおもりを落とした。

3 結果

①試行ごとに値にばらつきが生じた。→正確な値を測れない。

②試行ごとに値にばらつきが生じた。→正確な値を測れない。

③試行ごとの値のばらつきが生じたが、重いほうが値は大きくなった。

→正確な値は測れないが、質量による値の変化は見られた。

なお、今回の実験からは、直列と並列による変化を見つけることはできなかった。

4 考察

①について、試行ごとに加わる力が異なるうえ、試行者が変わると条件が変わる。

②について、試行ごとにテニスボールの当たる点が異なり、加わる力が一定にならない。

③について、試行ごとにおもりの当たり方が変わり、加わる力が一定にならない。

↳圧電素子そのものの性能を可視化することができないと考えられる。

実験を通して、圧電素子の形的に、銅線やはんだ付けされた部分で凹凸が生じること、圧電素子を木材ではさむことにより力を加える前から形状変化が生じることにより、正確な値が求められなかったと考えられる。圧電素子自体が大きいものであれば、加わる力がより一定になり、正確な値が求められると思われる。

5 結論

実験結果から、圧電素子では、スマートフォンを充電できる電圧は発生するが、実用的な電流が発生しないということが分かった。加える力を大きくすることで、発生電流が大きくなることも分かったが、歩行程度の力で実用的な電流を生み出すことは不可能であると考えられる。

6 参考文献 Gakuen-hachioji.jp

7 キーワード 振動発電 圧電素子 発電量

大山 温 惟住 柊馬 藤井 直樹 三井 悟士 藤田 康介

抄録

ネオジム磁石、フェライト磁石、鉄磁石について温度と減磁の関係を調べた。ネオジム磁石は80度から急激に減磁し、フェライト磁石は一定の程度で減磁し、鉄は急激に減磁することがわかった。

1. 研究の背景と目的

以前より電磁石について研究したいと思っていたが電磁石は高校生の先行研究が多くせっかくなら皆やっていないことをやりたいと思い磁石そのものを研究することにした。磁石は別名永久磁石とも呼ばれており磁力は変化しないと習ったが調べていくうちに熱や衝撃によって減磁という「磁力が減少する現象」があることが分かった。今回の課題研究では実際に減磁が起こるのか、またどのようにこのような現象が起こるのか、さらに磁石の種類によってどのような違いがあるのかについて研究した。

2. 方法

(1) 磁力の測定

測定対象の周りにコイルを巻き電磁石を作る。その電磁石から発生する磁力と、測定対象の持つ磁力が反発しあい、その反発力を下にある電子天秤で数値化し測定する。この反発力は測定対象が電磁石に反発する力、つまり測定対象の持つ磁力そのものである。ここで電磁石に流す電流は、1 A一定とする。

(2) 測定対象の加熱

測定対象と電磁石の間にニクロム線を巻く。このニクロム線に電圧をかけることで抵抗熱を生み出す。かける電圧の大きさを変えることにより抵抗熱を増大させ、測定対象の温度を変化させた。200秒くらいから温度を100度程度に保ち実験を続けた。また、その温度の変化は赤外線温度計によって測定した。

(3) 磁石の種類による減磁の違い

(1)(2)の過程を、ネオジム磁石、フェライト磁石、鉄の三種類で繰り返し行い、30秒ごとに測定した温度、磁力を記録し、磁石の種類による減磁の違いを調べた。

3. 結果

ネオジム磁石は80度付近まではほとんど減磁しないがそこから急激に減磁しその後も減磁しつづける。フェライト磁石はある程度一定で減磁し続ける。鉄は急激にほぼ減磁しきる。

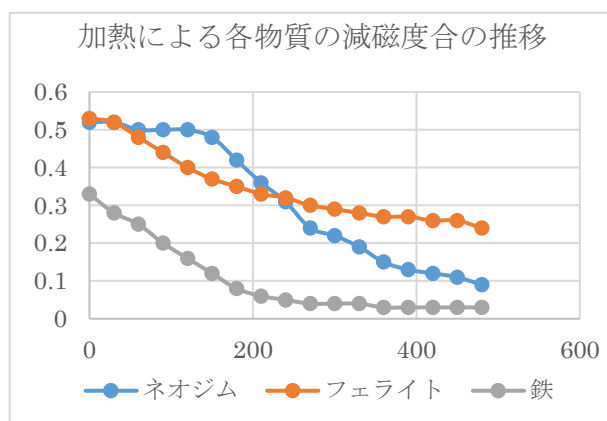
4. 考察

フェライト磁石の主成分は酸化鉄でイオン結合しているため硬く脆い。それにより熱によっておこる原子の揺れは比較的小さいと思われる。鉄は言うまでもなく鉄なので金属結合で柔くしなやか。それより熱によっておこる原子の揺れは比較的高いと思われる。ネオジム磁石は鉄とネオジムの混合物なので80度付近まではネオジムが鉄の方向がばらばらになるのを抑えてくれる。

5. 結論

これらの実験から、熱による一般的な三種類の磁石の減磁が確認された。しかし、我々は熱の影響による減磁の実験のみしかまだ調べられていない。減磁というものは、あらゆる外的干渉によって発生するので、今後は熱だけでなく、圧力、衝撃、湿度などの影響による減磁についても調べていきたい。

6. キーワード 減磁 ネオジム磁石 フェライト磁石



二重振り子に潜む規則性とカオス性 ～振り子の初期角度と回転回数との関係性について～ 畑皓一郎 清水温大 中村優月 服部昇磨 古川成雪 森大騎

1. 動機

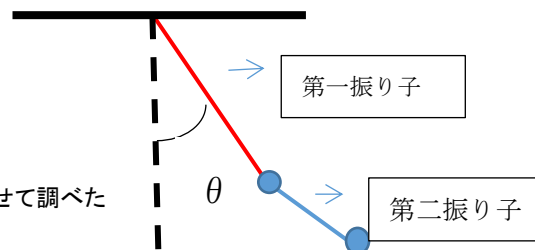
二重振り子にカオス性があることを知っていたが、その中に何かの関係性を見つけようと思ったから。

*カオス性とは、少しでも条件を変えると結果が大きく異なるという性質である。

2. 方法

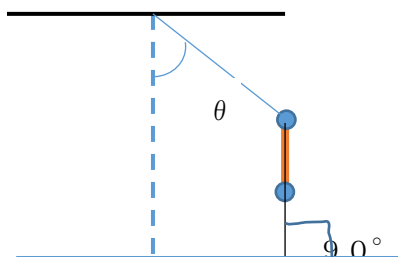
シミュレーション班はコンピュータ上のシミュレーションを使用し鉛直下向きの角を、 0° として角度を少しずつ大きくしていく二重振り子の動きの中で「20往復」する間に振り子が「何回転」するのかを調べた

実験1 まず、第一振り子と第二振り子を一直線にして 0° ずつ 90° まで変化させて調べた



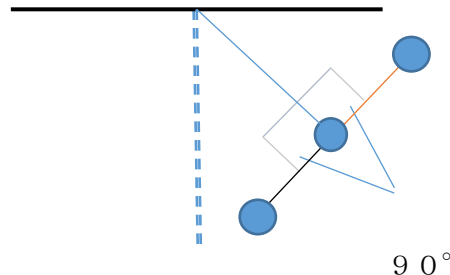
実験2

次に、第二振り子を鉛直下向きにして 0° ずつ 90° まで変化させて調べた



実験3

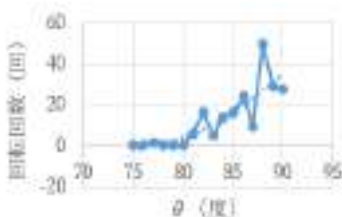
また、第一振り子と第二振り子の角度を 90° にして 0° ずつ 90° まで 15° ずつ変化させた



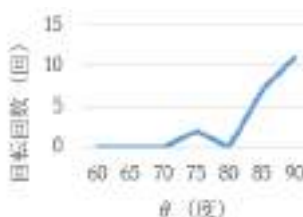
制作班は製作した二重振り子を使用し、シミュレーション班と同様に「20往復」する間の回転回数を調べた。

以上から、シミュレーションと製作振り子での回転回数を比べた。

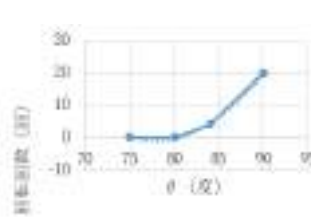
3. 結果 シミュレーションでの実験、製作振り子の実験結果をグラフにまとめた。



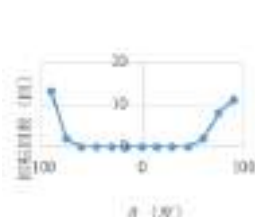
実験1



実験1



実験2



実験3

4. 考察

実験1, 2, 3を通して、シミュレーションと製作振り子で同じ角度で実験を試行した時に明らかに異なる結果がみられた。空気抵抗や、ベアリングの抵抗を考慮してもこれほど異なる結果は出ないと考え、これによって私たちは二重振り子のカオス性を確認した。また、実験1からグラフ①の近似曲線①'を調べると、①には①'上から大きく外れる実験結果（以降「特異点」）を発見した。実験1では、 82° 、 83° 、 86° 、 87° が特異点に相当すると考えている。特異点が近似曲線から大きく外れる値であることを考えると、それぞれの特異点では、近似曲線で予測されているよりも回転数が大きく増加する、または、減少する、いずれかの現象が起きる。シミュレーション上の特異点が、そのまま製作振り子のあてはまるかどうかは不明だが、製作振り子においても特異点は存在するはずである。今後の展望として、シミュレーション上の特異点と同じ条件で製作振り子で実験を試行して、実際に結果の値が近似曲線から外れるのかを確かめたい。

5. 参考資料

使用したシミュレーションサイト http://www.natural-science.or.jp/WebGL/DoublePendulum_ver1.0.html

6. キーワード 二重振り子 カオス性 初期角度 特異点

大島悠人 隅垣太地 安達昌平 今川美穂 太田有希

1. 研究目標

課題研究のテーマを決めるにあたって、宇宙エレベーターロボット競技会が開催されていることを知り、工夫を凝らしてロボットを作ることに関心があった。より多くのピンポン玉を乗せ、できるだけ速く安全に昇るロボットを作ること为目标に研究をし、この大会に出場することにした。

2. 宇宙エレベーター、宇宙エレベーターロボットとは

宇宙エレベーターとは宇宙と地球を結び、物や人を運ぶことができる輸送機関。ロケットより、安全、安価で、宇宙飛行士のように特別な訓練をせずに宇宙に行ける。宇宙太陽光発電、宇宙資源の探査や活用、宇宙観光旅行など、さまざまな分野での用途がある。

ここでいう宇宙エレベーターロボットは、レゴブロックを用いて作られた、ピンポン玉を運ぶロボットのことを指す。宇宙ステーションの模型までテザーというひもを昇らせ、ピンポン玉を運搬する。

3. 先行研究（2017年度での先輩の課題研究）

先輩方の課題研究では、私たちと同じく競技会出場に挑戦したものの、以下の課題が残った。

- ア. 昇降に時間がかかりすぎる
- イ. 積載量が少ない
- ウ. ボールをステーションに入れられない

4. 仮説

テザーをロボットの2個のタイヤで挟み込めば、スムーズに昇れるのではないかな。また、モーターの数が多いほど、運べる重量が増えるのではないかな。

5. 実験

モーターの数を1個から4個に変え、昇る距離を測定する。質量の異なるおもりをつけ、より重いおもりに耐えうるものを調べる。

なお、昇る距離は、6秒間でテザーを昇った距離を物差しで測定した。モーターは一個 80.9g、本体重量は 755g である。

6. 結果

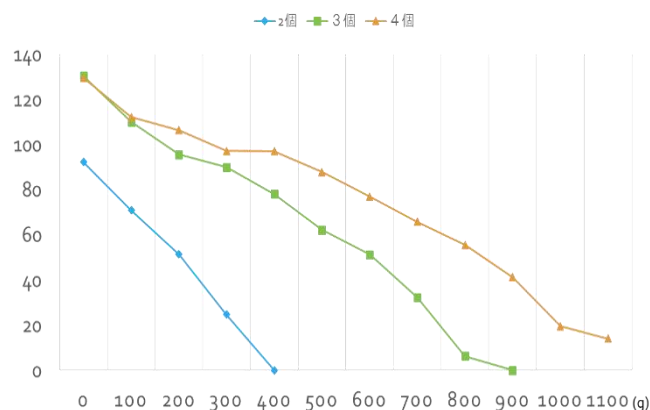
モーターの数を増やすと、おもりを重くしても、一定時間で昇る距離が伸びた。つまり、より速く動くことができた。

7. 考察

モーターの数を増やすと、モーターの重さも同時に増えるが、それ以上にマシンのパワーがあがった。6秒間に 60cm (10cm/s) 以上のスピードでの上昇が必要なので、モーターを4個使うことにした。

グラフよりピンポン玉を運ぶ装置（かご）は 700g 以内で作らなければならないことがわかった。

cm



8. まとめ

今回はこれらの結果をもとに、比較的安定してピンポン玉を運べるロボットを作ることができた。そして、宇宙エレベーターロボット競技会中高生リージョナル部門に出場し、第二位という結果を残すことができた。

しかし、大会の練習の過程で、モーターやテザーのはさみ方以外にも、かごの丈夫さなど、ほかにもいろいろな考慮すべき事柄が見つかった。大会は終わったが、これからもロボットを改善していきたい。

9. キーワード 宇宙エレベーター（ロボット競技会）、レゴブロック、テザー

池田愛 新井向日葵 大町天生 谷口雅明 千歳希実 平田悠馬

- 1 動機 先行研究より断層周辺にはラドンの線量が多いことが分かり、さらに詳しく調査したいと思った。
- 2 目的 断層周辺の放射線量について調査し、ラドン量との関係性を考察する。
- 3 先行研究 花崗岩質の断層面周辺ではグリット測定法で測定したラドン量の値から断層面を推定できる。
- 4 実験 測定方法 グリット測定法で推定した断層面周辺で、①上下比較測定法(Inspector) ②密閉測定法(Mr. Gamma) ③ γ 線測定法(Mr. Gamma) を用いて測定を行う。

測定機器 Inspector Mr. Gamma DOSEman
調査場所 宇治川断層 花折断層 桃山高校中庭



Inspector



Mr. Gamma



DOSEman



5 結果

宇治川断層

花折断層

桃山高校中庭

① 乾	上下の α 線量の値の差は 4.9Bq/m ³ (上:22.0, 下:26.9)	上下の α 線量の値の差は 4.4Bq/m ³ (上:20.1, 下:24.5)	上下の α 線量の値の差は 3.1Bq/m ³ (上:18.4, 下:21.5)
湿	上下の α 線量の値の差は 6.4Bq/m ³ (上:21.09, 下:27.5)	上下の α 線量の値の差は 2.7Bq/m ³ (上:20.35, 下:23.01)	
② 乾	右上がりのグラフではなかった。	最初右上がりになり、 そのあと横ばいのグラフになっ た。	右上がりのグラフになった。
湿	記録なし	右上がりのグラフではなかった。	
③ 乾	ラドンの娘核である 鉛 214, ビスマス 214 が見られた。	ラドンの娘核である 鉛 214, ビスマス 214 が見られた。	ラドンの娘核である 鉛 214, ビスマス 214 が見られた。
湿	ラドンの娘核である 鉛 214, ビスマス 214 が見られた。	ラドンの娘核である 鉛 214, ビスマス 214 が見られた。	

- 6 考察・まとめ 実験から花崗岩質の断層面からラドンが湧き出ていることは明らかである。また、このよ
うな方法を用いることで、花崗岩質の断層の断層面を特定することが出来るといえる。
- 7 反省と課題 宇治川断層 の α 線量が仮説と違っていた。➡ 測りなおす。
花崗岩質の断層面が最も測定しやすいのではないかと。➡他の地質の断層面で確認する。
- 8 参考文献 吉村辰朗(1992)「活断層のための γ 線測定方法」, 九州大学
吉村辰朗(2012)「岩石の磁性を考慮した放射能探査法の活断層・斜面崩壊調査への活用」九
州大学
遠山忠昭・檀原毅・里村幹夫(1983)「活断層調査のための γ 線測定方法の再検討」
静岡大学理学部地球科学教室・静岡大学教養部地学教室
- 9 キーワード 断層面 ラドン 自然放射線量 花崗岩

村上陸 林悠聖 友成洸碧 別所拓海 元稲海斗

抄録

金属イオンの中には常磁性や強磁性といった磁石に引き付けられる性質を持つものがある。私たちは今回その性質を利用した濃度の測定方法を考案した。

1 動機と目的

現在、濃度測定の際には溶液を希釈して測定を行うのが一般的である。参考文献より磁性を持つ液体である「磁性イオン液体」というものを知り、その性質を利用することで希釈せずに濃度測定ができるのではないかと考え、磁性を利用した容易な濃度測定法の開発を目的とし研究を行った。

2 発案

今回の研究にあたりいくつか案を出したが、最も目的に沿ったものを記載する。

- (1) 細長い容器に溶液を入れ、そこに親水性を持たない液体を入れる（以下油滴）。
- (2) 下から磁石を当て、図 1 のように油滴を浮上させて安定した位置を見る。

この方法を用いて以下の実験を行った。

3 実験方法

- (1) 容器を 2 つ（以下 A, B）を用意した。それぞれの容器に以下の液体を入れた。

A : 質量パーセント濃度 21% の FeCl_3 + ニトロベンゼン

B : 質量パーセント濃度 15% の FeCl_3 + ニトロベンゼン

- (2) A, B の下から磁石を当て、液体の位置が等しくなるまで A に水を入れた。

- (3) 作業後の A の濃度を計算した。 (4) 実際の濃度と比較した。

4 結果

結果は表 1 のようになった。5 回の平均値を見ると非常に良い精度だが、個々の値にばらつきがあるため精度が十分とは言えない。

5 考察

以下の方法により精度を上げることが可能であると思われる

- ・油滴（ニトロベンゼン）の位置を正確にそろえる
- ・油滴（ニトロベンゼン）大きさをそろえる・より大きく、より強い磁石を用いる

6 まとめ

- ・溶液の磁性を利用した新たな濃度測定法を発案することができた
- ・現在精度が十分とは言えないが、工夫により精度を上げることが可能であると思われる

7 参考文献

- ・数研出版 サイエンスネット 第 27 号 P14-15 「磁性イオン液体：磁石にくっつく不思議な液体」

8 キーワード 金属イオン 磁性 イオン濃度



図 1

表 1

	A の濃度 (%)
1 回目	15.65
2 回目	15.24
3 回目	14.75
4 回目	14.87
5 回目	14.53
平均値	15.01

荒木 愛理 池田 桜子 來栖 愛理

抄録

肉を軟らかくするにはいろいろな方法がある。その中でも酵素を含んでいる食材を使用し、酵素とタンパク質の軟化の関係について調べた。

1. 研究の背景と目的

家庭でも簡単に肉を軟らかくする食材を調べる。

2. 仮説

果汁に浸した肉が一番軟らかくなる。中でも、パイナップルの果汁に浸した肉が一番軟らかくなる。

3. 方法

(1) タンパク質分解酵素の有無の確認

様々な食材をゼラチン溶液に混合し、ゼラチンのゲル化を阻害する食材を調べた。

(2) タンパク質分解能の比較

ささみに①パイナップルの果汁に浸す、②キウイの果汁に浸す、③パイナップルの実にはさむ、の3種類の処理を施したものと④処理していないものを用意した。

フライパンで加熱し、実際に試食してもらい、アンケート調査を実施した。

4. 結果

(1) パイナップルの実および果汁、キウイの果汁がゼラチンのゲル化を阻害した。

(2) 「一番軟らかかった肉はどれですか？」というアンケートを実施した結果、①を選んだ人が48.5%、②を選んだ人が39.4%、③を選んだ人が9.1%、④を選んだ人が3.0%となった。

5. 考察

ささみをパイナップルの果汁に浸すものが一番軟らかかったと選んだ人が多かったことより、パイナップルの果汁が最もタンパク質分解酵素を持っていると考えられる。



図 実際に試食している様子

6. 結論

一番肉を軟らかくする食材は、パイナップルの果汁である。

7. 参考文献

森内安子(2012) 果実によるたんぱく質分解酵素の活性検査, 神戸女子短期大学論攷, 57 巻, 27-33

8. キーワード

タンパク質分解酵素

嶋 泰智 澤本 音々加 橋本 慶太 横田 鈴花 城 拓巳 西村 宗真

1. 研究の背景と目的

私たちは、糖の溶液にパン酵母を加えるとアルコールと CO_2 が発生することに興味を持ち、アルコール発酵における最適な糖の選別と最適な酵母の量の測定、酵母が持つ酵素の種類とその量の関係を調べることを目的に研究を行った。

先行研究から、酵素反応では 45°C 付近で反応速度が最も速くなることが分かった。

また、極度に高温の状況下 (70°C 付近) では、酵素をつくる蛋白質が、熱による変性によって触媒としての働きを失ってしまうことも知った。

2. 方法

メスフラスコを用いて任意のモル濃度となるように調製した糖の水溶液にパン酵母を加えて試液をつくり、それをシリンジ 8 本に 10mL ずつ分割してゴム栓で密閉する。それらがゆれないように自作の固定器を用いて 40°C で温浴させ、2 分ごとに目盛りを読み気体発生量を記録した。

3. 結果

I : グルコースの方がフルクトースよりも反応速度が速いことがわかった。

II : スクロース > マルトース > ラクトースの順で反応速度が速いことがわかった。

III : スクロース水溶液の濃度をあげても反応速度が変わらなくなる上限の濃度がある事が分かった。

IV : 酵母の濃度を元の 5 倍まで上げ続けると反応速度も上がり続けたので、酵母の濃度を高くすればするほど速く発酵が進むことがわかった。

4. 考察

I : グルコースのほうがフルクトースよりも分解されやすい構造をしている。

II : 今回使用したパン酵母には (インベルターゼ + スクララーゼ) > マルターゼ > ラクターゼの順で多く含まれている。

III : 基質の濃度が酵母の濃度に比べて十分に高いとき、反応速度は酵母の分解速度に依存し、基質の濃度によらず一定となる。

IV : 複数の酵母で一つの基質の分解をすることができ、酵母の濃度が上がるのに伴って分解効率上がるので反応速度が速くなる。

5. 結論

実験より、パン酵母が持っている酵素の量はインベルターゼとスクラーゼの合計のほうがラクターゼより多く含まれていた。また、発酵の反応速度はスクロース > グルコース > フルクトース > マルトース > ラクトースとなったので、パン酵母でのアルコール発酵にはスクロースを用いるのが最適である。さらに、パン酵母は入れられるだけ入れた方がよいが、パン酵母を 3.3g 用いた時のスクロースの濃度は 0.117mol/L が適しているといえる。

6. 参考文献

大阪府立大手前高校 2011 年度サイエンス探究

<https://otemae-hs.ed.jp/ssh/dat/2011S.pdf>

第 2 回科学の甲子園 全国大会 実技競技①「灘の酒」

https://koushien.jst.go.jp/koushien/tournament/2012/2013/jitsugi01_kaisetu.pdf

慶応義塾大学 アルコール発酵の最適温度の測定

7. キーワード

酵母 酵素 CO_2 アルコール発酵 濃度 温度 反応速度

法貴優真 岩田英己 岩井杏奈 向井琴莉

1 はじめに

私たちはとある文献でミツバチは色を識別し、記憶することができることを知った。そこで他の生物でも色などを記憶し、識別することができるのではないかと思い、私たちに身近で比較的飼育が簡単なザリガニの視覚、味覚、触覚にフォーカスを当て実験を行おうと思った。

2 先行研究

フリッシュのミツバチの研究ではミツバチは色を識別し、記憶することができることが分かっている。

3 仮説

ザリガニもミツバチと同じように様々な事象を識別し記憶することができる。

4 実験の方法

- 1) 視覚の実験では写真①のように水槽を赤と青のフィルムで区切った。そこで赤のほうへ餌を与え続け、一週間ごとに水槽を掃除し、ザリガニを再び水槽に入れたときどちらに移動するのかを観察した。
- 2) 味覚の実験では、アカムシを餌として与え続け、アカムシに色、大きさ、形を似せてカットした、トウガラシを与えるとトウガラシを食べるのかどうかを調べた。
- 3) 触覚の実験では写真②のように水槽に重りをつけて、餌を与えるごとに壁に重りを打ち付ける。そして、餌を与えずに重りを打ち付けるとどのような反応を示すのかを観察した。

①



②



5 実験の結果

視覚					味覚					触覚				
	1週目	2週目	3週目	4週目		1週目	2週目	3週目	4週目		1週目	2週目	3週目	4週目
個体A	青	青	青	青	個体A	×	×	×	○	個体A	なし	なし	なし	なし
個体B	青	青	青	青	個体B	○	○	○	○	個体B	あり	なし	なし	なし
個体C	青	青	青	青	個体C	×	×	×	×	個体C	あり	なし	なし	なし
個体D	青	青	青	青	個体D	×	×	×	×	個体D	あり	なし	なし	なし

6 考察

視覚の実験ではザリガニが色ではなく光の強さを判別していると考えた。水槽の置く向きなどを考えずに飼育していたので、ザリガニが餌を与えられた場所の光度を記憶して、同じ光度の場所に移ったのではと考えた。

味覚の実験では、アカムシは食べたが表のようにトウガラシは食わず、アカムシの匂いをつけたトウガラシを与えると近づいたが食べなかった。嗅覚だけが判断材料ではないと考えた。

触覚の実験では、振動に徐々に慣れたと考えられる。餌場に近づかなかったのは、ザリガニの触覚は震源の位置がわかるほど高性能ではないからと考えた。

7 まとめ

ザリガニは、ミツバチのように色を識別できるかは分からなかった。味覚は餌の味は分かるがそれ以外のものも感じているようだ。触覚ではミツバチの学習ほどではないが慣れという簡単な学習はできると考えた。

今回の実験では個体数が少なくまた、諸事情により毎日実験を行うことができなかった。それらの課題を克服できれば実験結果がより確実なものになると考えた。

8 キーワード ザリガニ 感覚 色の識別

門下 愛 中村 玲伊子 藤富 咲妃

抄録

私たちは、カビ取り剤が人体に害を与えることを知り、安全なカビ取り剤を作りたいと思った。そこで、カビの生育条件を知り、カビを取る方法を発見しようと考えた。

1 研究の背景と目的

からしやわさびをまいた培地には多くのカビが生え、糖の中ではグルコースをまいた培地が一番多く生える。また、酸、塩基の条件はカビの生育には適さない。私たちは、カビの生えるメカニズムを知り、より安全なカビ取り剤を作ることを目的に研究を進めてきた。

2 方法

ジャガイモ寒天培地をつくり、表面に料理酒などの調味料、カビ取り剤や塩化鉄などの水溶液をまき、コウジカビの胞子を散布して一週間培養した。まいたものは合計 24 種で、水溶液はモル濃度(0.1mol/L)をそろえた。また、ジャガイモ寒天培地にグルコースなどの全 6 種の糖を混ぜ、培地を放置しカビの胞子を採集し培養した。

3 結果

カビキラーやカビ防止剤にはあまり生えなかったが、ほかの調味料ではすべてほぼ同量のカビが生えた。金属イオンでは、硝酸銀と塩化鉄 (Fe^{3+}) は全くカビが生えなかった。培地に水分が残っていてもカビが生えなかった。グルコースと他の糖の培地に生えるカビのコロニーの数に大きな差は見られなかったが、生えるカビの種類には多少の違いが見られた。

4 考察

工業的に作られた製品でのカビの防止効果はやはり高い。先行研究から、酸ではカビが生えないと考え扱った梅干しなどもあまり効果が見られなかった。コウジカビはカビキラーなどをまいていなければ基本的に生えてしまう。金属イオンでは Ag^+ 、 Fe^{3+} に効果があると考えられるが、再度行った実験では Fe^{3+} の培地にはカビが生えたので、その効果は不確かである。糖の種類によるカビの生えにくさには違いはあまりない。しかし、生えるカビの種類には違いがあるので、カビによって生育しやすい糖があるのだと考えられる。

5 結論

工業製品のカビ防止効果は高い。調味料などをまいた培地でもカビは生え、特定のもの以外は金属イオンでもカビは生えてしまうことが分かった。ほかにカビを防止するのに効果的な方法はないか、さらに研究していく必要がある。

糖の中でのカビの生えにくさの違いは見られないが、カビの種類は変わってくるので、今後は具体的にどのような種なのか調べていきたい。

6 参考文献

「カビに関する研究」 takajo-hs. gsn. ed. jp、「カビのふしぎ」 細矢剛／伊沢尚子
www.drrk.net/carbohy_03.html、<https://kimika.net/t3tantou.html>

7 キーワード

コウジカビ



梅干し培地



塩化鉄₃ + 培地



グルコース培地

伊崎 敬太 中島 光音 西村 悠希 野上 了 村岡 千鶴 山本 晃帆

抄録

根粒菌は、マメ科植物の根に根粒を作って共生し、マメ科植物から有機化合物を受け取る代わりに、窒素固定により得たアンモニウムイオンを提供する。昨年度、本校の先輩から窒素固定のはたらきを可視化する実験の提案がなされたが、高校生が容易に再現可能かつ、窒素固定について理解を促す実験とするため、いくつかの実験方法の改良を試みた。

1 研究の背景と目的

昨年度、窒素固定の可視化を目的とした実験として、透明な寒天培地を用いて根粒形成と地上部の関係を可視化した実験が提案された。しかし、i. 窒素ありの条件において7～8週間経過後に葉の脱色が見られたこと、ii. 寒天培地のコンタミネーション率（カビ率）が根粒菌感染個体の50%と比較的高かったことから、高校生が窒素固定を簡易的に理解可能な実験へ改善しようと考えた。

2 方法

上記 i の原因は、窒素肥料濃度が十分でないことが原因と考え、先行研究の追実験から更に肥料濃度を3倍にして、窒素成分有と窒素成分無の生育差をよりわかりやすくなるよう試みた。栽培は、条件①窒素を含む肥料、条件②窒素を含まない肥料、条件③窒素を含む肥料に根粒菌を感染させたもの、の3条件各20本ずつ計60本、寒天培地上で行った。各条件でクローバーの生育の違いを、本葉数に加え、より正確に生育差を調べるため、乾燥重量も比較した。

また上記 ii の原因は、野生根粒表面のアルコール処理が不十分なためと考え、コンタミ率の低下を図るために根粒表面のアルコール処理を先行研究の20秒から40秒にして感染を試みた。

3 結果および考察

①～③の3条件の肥料濃度を3倍にした結果、以下の結果が得られた。また、条件①においても葉の変色は見られず（図2）、3条件の生育差が明確に確認できたことから、先行研究よりも適した肥料濃度が見つかったと考える。この結果は、自然界においてマメ科植物は窒素分が十分な環境であれば土壌から窒素分を直接、不十分な環境においては形成根粒中の根粒菌を通して窒素分を利用することを示している。また、乾燥重量による比較の結果、条件①は約0.1mg、その他の条件は0.1mg以下となったため、高校の備品での計測は難しいと考える。一方で、アルコール処理によるコンタミ率の低下は見られなかった。今後、根粒表面のアルコール処理の最適な時間の検討を続ける必要があるが、内部の根粒菌が死滅させる恐れもあり、高校の設備においてはある程度のコンタミが起こってしまうとも思われる。

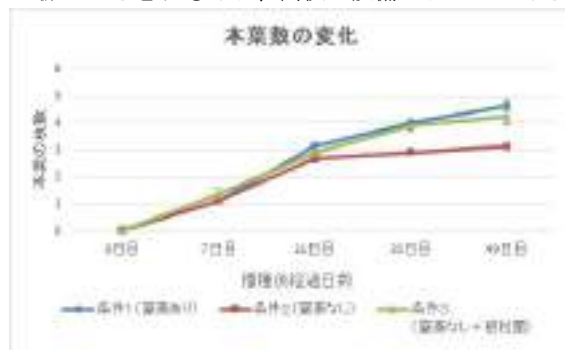


図1. 本葉数の変化

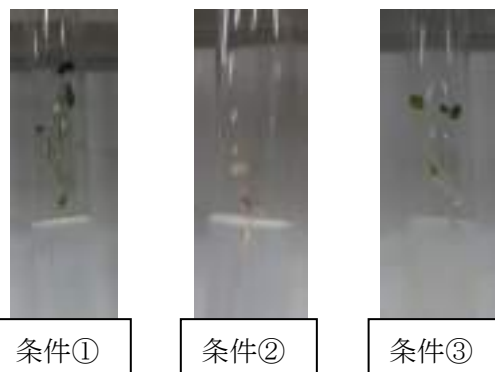


図2. 条件による生育の違い

4 今後の展望

今回の実験では個体数が少なかったため、個体数を増やしてより平均的な結果を得る必要がある。内部の根粒菌が死滅するアルコール処理時間を発見し、根粒菌が死滅せず最も十分なアルコール処理時間を確立する。

5 参考文献

「根粒菌による窒素固定のはたらきを理解するための実験」昨年度の先輩の研究を引き継いでいます。

6 キーワード 根粒菌 窒素固定 マメ科植物

高橋 悠馬 田淵 壮良 福平 祐太 吉田 駿

抄録

変形菌はアメーボゾアに属する生物である。培養が可能であり、有用性のある色素を含むなど生物資源として非常に期待のできる生物である。迷路においては、最短経路を導き出すことができる性質ももつ。

1 研究の背景と目的

変形菌の観察に出かけた際、台風が通過した後に多種多様な変形菌が発生するという現象に出くわした。台風通過時の温度に注目し、台風通過後になぜ様々な変形菌が観察されたのか調べることにした。

2 方法

アカマツ、イヌマキ、フウ属の一種、トウカエデの4種から樹皮を採取し、台風通過時の温度を再現するために、以下のA～Dの温度条件で温室培養した。

A: 18℃一定で培養する。

B: 基本的には18℃で培養し、一週間の内、木曜日の朝から金曜日の放課後までは28℃で培養する。

C: 28℃一定で培養する。

D: 基本的には28℃で培養し、一週間の内、火曜日の放課後から木曜日の朝までは18℃で培養する。

3 結果

樹種 温度条件	アカマツ	イヌマキ	フウ属の一種	トウカエデ
A	変形菌は発生しなかった。	Paradiacheopsis cf. solitaria Licea atricapilla Licea sp.1 Licea sp.2 計4種	Licea cf. biforis 計1種	Licea cf. biforis 計1種 ※他に変形体を1種確認できた。
B	変形菌は発生しなかった。	樹皮が足りなかったため、培養実験をしなかった。	Licea cf. biforis 計2種 Calomyxa cf. metallica	計1種(種の同定はできなかった。)※他に変形体も1種確認できた。
C	変形菌は発生しなかった。	Perichaena sp. Cribraria violacea 計2種	Cribraria violacea Arcyria sp. 計2種	計1種(種の同定はできなかった。)※他に変形体も1種確認できた。
D	変形菌は発生しなかった。	樹皮が足りなかったため、培養実験をしなかった。	Calomyxa cf. metallica 計1種 ※他に変形体を2種確認できた。	計3種(種の同定はできなかった。)※他に変形体も1種確認できた。

4 考察

いずれの温度条件においてもアカマツからは変形菌が発生しなかった。これは多量のコケが原因と考えられる。これまでに行った別の培養実験では、倒木した針葉樹から *Colloderma oculatum* が発生した。また、倒木の針葉樹を野外のまま観察した際にも *C. oculatum* や *Lamproderma sp.* などの変形菌の発生を観察できた。そのため、針葉樹の一つであるアカマツの培養からでも変形菌が発生することは想定できた。ただし、本実験で観察したアカマツではいずれの温度条件下でもコケが大量発生しており、コケが立体的障害物とはたらくことで、変形菌が発生しなかったものと思われる。今後の実験として、表面のコケを取り除いたアカマツ樹皮を用いて、温室培養を行いたい。

アカマツ以外の樹皮では、変形体を含め計13種類確認できた。イヌマキとフウ属のCでのみ、*Cribraria violacea* を確認出来たことから、この種は比較的気温の高い環境で発生しやすいと考えられる。また、低温下(A、B)ではコホコリ属の Genus *Licea*、高温下(C、D)ではケホコリ属の *Arcyria*、*Perichaena*、*Calomyxa* と大型の変形体が発生しやすい傾向にあると考えられる。

5 結論

本実験では、いずれのサンプルにおいても発生した種の数が少なかったため、温度変化が多種多様な変形菌を生み出すかどうかは判断できなかった。しかし、温度条件が発生する変形菌の種類に影響を与えることは確認できた。

6 参考文献

<http://henkeikin.org/> 変形菌研究会 変形菌の生態概要

図説 日本の変形菌 山本幸憲 東洋書林

7 キーワード

変形菌 温室培養

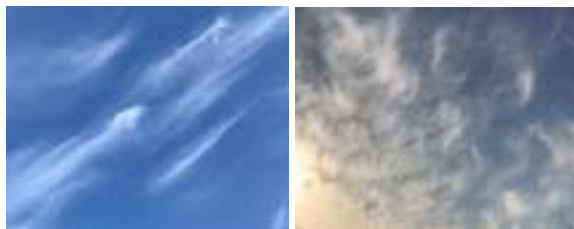
相原 花歩

井上 凜子

今北 美穂

1 巻雲とは

低気圧に伴う温暖前線の一番高い所にできる雲だと言われている。教科書には高さ 5000m 付近の氷晶が風に流され、蒸発しながら落ちるので、まっすぐ筋状の形になると書かれている。また昨年度の研究より巻雲には 2 種類あることが分かっている。1 つは一般に線状巻雲と呼ばれている巻雲で、これが出た後には天気は晴れることが多い。もう 1 つは私たちが暴れ巻雲と呼んでいる巻雲である。暴れ巻雲は線状巻雲とは違い、くるくると暴れているように見える雲である。この巻雲が出た後は雨が降ることが多い。



線状巻雲

暴れ巻雲

2 目的

今回の目的は形状の異なる巻雲がどうしてできるのかを探り、巻雲の成因について教科書に載っていることが正しいのか考察することである。

3 測定方法

- ①巻雲がでたら写真を取り、天気図で発生原因について考察する。
- ②パイバル気球を用いて、空の状態を観察する。

4 観測結果

2019 年 5 月 16 日と 2019 年 9 月 12 日にパイバル気球の測定を行うことができた。

① 2019 年 5 月 16 日

この巻雲は積雲よりも低い所に発生しており、パイバル気球の結果も 3500m となっている。これは温暖前線の前線面を上昇する際に線状巻雲が発生したと考えられる。

② 2019 年 9 月 12 日

この時の巻雲は巻層雲よりも高くパイバル気球の結果ではおおよそ 9000m となっている。7000m を超えたあたりから風向は北西寄りの風に変わり風速も強くなった。これはジェット気流の影響であると考えられる。



2019. 5. 16 (左)

2019. 9. 12 (右)

5 結論

線状巻雲には 2 種類あることがわかった。高度の低い巻雲は今回の観測結果以外でも複数回出現している。これは教科書に載っている事実と異なる。それに比べ、高度の高い巻雲は高気圧に覆われ、ジェット気流が日本上空を吹くことで発生する。

6 今後の展望

高度の低い巻雲は一般的に言われている巻雲の発生方法とは違うと考えおり、パイバル気球の観測などを用いて解明したい。

7 参考文献

- ・「雲から山の天気を学ぼう」猪熊隆之・「明日の天気がわかる本」塚原治弘・気象庁・tenki.jp

8 キーワード 巻雲 線状巻雲 暴れ巻雲

3. スライド

アニメキャラの可愛さに関する研究

1班 原田 比 / 寺澤 比 / 藤岡 比 /
池田 伊織 / 中本 有輝 / 海井 陽平

我々は
アニメが好きだ!

可愛さは売り上げに関係する?



自分たちで基準を調べよう!

...ということだ

研究方法

- ▶ アニメ度を出し、年代ごとの描写のされ方を調べる。 ← **Kowaid**
- ▶ 可愛さとアニメ度の相関を出す。 ← **Kowachou**
- ▶ アニメ度と経済効果の相関を出す。 ← **keigo**

アニメ度とは?

キャラクターの顔を幾何学的に分析し、あるアニメキャラクターに対しどの程度アニメ独特の描画がなされているかの度合いを示す指標

算式の例:

顔下半分幅割

$$\frac{(\text{eye_size} \times \text{eye_dist})}{\text{face_width}}$$
 トーキー顔の傾向は、
 1. 下半分幅割が大きい
 2. 瞳の中心が近い
 3. 瞳の中心が近い
 4. 瞳の中心が近い
 5. 瞳の中心が近い
 6. 瞳の中心が近い
 7. 瞳の中心が近い
 8. 瞳の中心が近い
 9. 瞳の中心が近い
 10. 瞳の中心が近い
 11. 瞳の中心が近い
 12. 瞳の中心が近い
 13. 瞳の中心が近い
 14. 瞳の中心が近い
 15. 瞳の中心が近い
 16. 瞳の中心が近い
 17. 瞳の中心が近い
 18. 瞳の中心が近い
 19. 瞳の中心が近い
 20. 瞳の中心が近い
 21. 瞳の中心が近い
 22. 瞳の中心が近い
 23. 瞳の中心が近い
 24. 瞳の中心が近い
 25. 瞳の中心が近い
 26. 瞳の中心が近い
 27. 瞳の中心が近い
 28. 瞳の中心が近い
 29. 瞳の中心が近い
 30. 瞳の中心が近い
 31. 瞳の中心が近い
 32. 瞳の中心が近い
 33. 瞳の中心が近い
 34. 瞳の中心が近い
 35. 瞳の中心が近い
 36. 瞳の中心が近い
 37. 瞳の中心が近い
 38. 瞳の中心が近い
 39. 瞳の中心が近い
 40. 瞳の中心が近い
 41. 瞳の中心が近い
 42. 瞳の中心が近い
 43. 瞳の中心が近い
 44. 瞳の中心が近い
 45. 瞳の中心が近い
 46. 瞳の中心が近い
 47. 瞳の中心が近い
 48. 瞳の中心が近い
 49. 瞳の中心が近い
 50. 瞳の中心が近い
 51. 瞳の中心が近い
 52. 瞳の中心が近い
 53. 瞳の中心が近い
 54. 瞳の中心が近い
 55. 瞳の中心が近い
 56. 瞳の中心が近い
 57. 瞳の中心が近い
 58. 瞳の中心が近い
 59. 瞳の中心が近い
 60. 瞳の中心が近い
 61. 瞳の中心が近い
 62. 瞳の中心が近い
 63. 瞳の中心が近い
 64. 瞳の中心が近い
 65. 瞳の中心が近い
 66. 瞳の中心が近い
 67. 瞳の中心が近い
 68. 瞳の中心が近い
 69. 瞳の中心が近い
 70. 瞳の中心が近い
 71. 瞳の中心が近い
 72. 瞳の中心が近い
 73. 瞳の中心が近い
 74. 瞳の中心が近い
 75. 瞳の中心が近い
 76. 瞳の中心が近い
 77. 瞳の中心が近い
 78. 瞳の中心が近い
 79. 瞳の中心が近い
 80. 瞳の中心が近い
 81. 瞳の中心が近い
 82. 瞳の中心が近い
 83. 瞳の中心が近い
 84. 瞳の中心が近い
 85. 瞳の中心が近い
 86. 瞳の中心が近い
 87. 瞳の中心が近い
 88. 瞳の中心が近い
 89. 瞳の中心が近い
 90. 瞳の中心が近い
 91. 瞳の中心が近い
 92. 瞳の中心が近い
 93. 瞳の中心が近い
 94. 瞳の中心が近い
 95. 瞳の中心が近い
 96. 瞳の中心が近い
 97. 瞳の中心が近い
 98. 瞳の中心が近い
 99. 瞳の中心が近い
 100. 瞳の中心が近い

仮説

▶ 可愛いキャラクターはアニメ度が平均に近く、経済効果が悪いのではないかな?



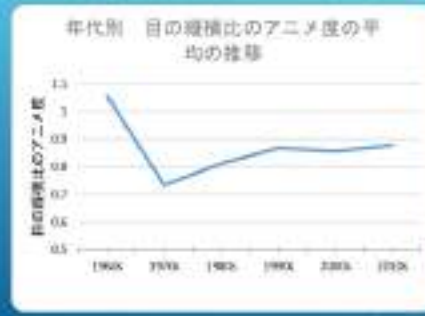
調査方法

- ▶ アンケートの実施
 - アニメの視聴頻度・視聴ジャンルなどの傾向を調査する。
- ▶ アニメ度と可愛さのデータ化
 - アンケート結果と算出したアニメ度をともに可愛さとアニメ度の関係調べる。

結果(1-1)



結果(1-2)



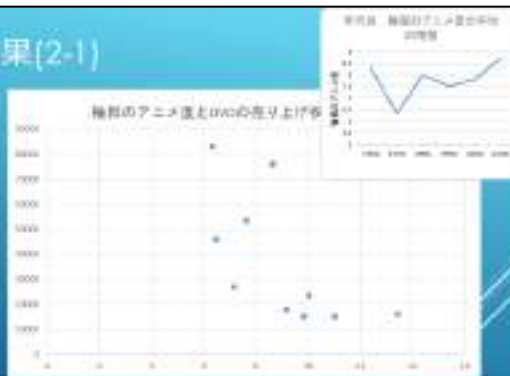
結果(1-3)



考察(1)

- 70年代において大きな変化がみられる。
 - ↳ そこを契機として今の状態に近づいた可能性。
- 90年代からは、アニメ度の変化が小さくなっている。
 - ↳ 時代によってキャラクターの可愛さの基準は変化する？
 - ↳ その時代の人が最も経済効果がある可能性。

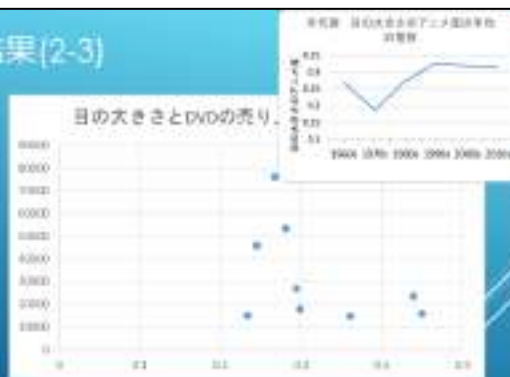
結果(2-1)



結果(2-2)



結果(2-3)



考察

- 経済効果の高いアニメに出てくるキャラはアニメ度の平均に近い値をとる傾向が見られた。
- ただし、例外があり、それはアニメ度のみでなく何らかの別の要因によって経済効果が生まれていると考えられる。

まとめ

- 可愛いキャラクターはアニメ度が平均に近く、経済効果が高い傾向が見られた。
 - ↳ 仮説が正しかったと言える。
- 見た目だけの検証では経済効果との関係を計りきれなかった。
 - ↳ キャラクターの容姿以外の点から新たに探る必要性

今後の展望

- データの母数を増やす。
- アニメ度をより詳細にする。
- 経済効果に影響を及ぼすアニメ度以外の要因を探る。

参考文献

- 山田大祐、山崎礼子、2015年8月、山崎礼子、2016年「アニメイト・ソフウェアの経済効果」第2回「アニメ・ゲームの経済効果」(目次参照、第2回「経済効果」14頁) 179-186

公平なあみだくじについて

横山高校2年 2班 杉本 藤野 藤本 山本

目的・動機

先行研究より、

あみだくじは公平
ではない！

公平なあみだくじはどのような形になるのか？

目的：公平なあみだくじを作る

あみだくじの定義

あみだくじ とは

縦線の下端に当たり・はずれを書き、各自が引き当てるくじ。ただし、当たりの場所はわかっているものとする。

公平である とは

それぞれのスタートから当たりへ行く確率が等しいこと。

先行研究

縦線の本数を固定し、横線の本数を変える。



あたりの真上に近いほど当たりやすい

平面上のあみだくじは
縦線が3本以上の時、公平とならない

仮説

- 平面** 当たりの真上 → 当たる確率が高い
縦線が2本超 → 公平でない
- 立体** 平面では不可能な線を描くことができる
→ 公平なあみだくじを作ることができる。

あみだくじの紹介



定義

m ・・・縦線の本数
 n ・・・横線の本数

スタート: $(s_1, s_2, \dots, s_m)$

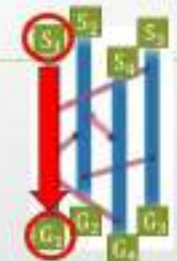
ゴール: $(g_1, g_2, \dots, g_m)$ s_k の真下は g_k である

$x \in (s_1, s_2, \dots, s_m)$ $y \in (g_1, g_2, \dots, g_m)$ とする

このとき、 $P_n(x \rightarrow y)$ を横線 n 本無作為に引いたときのスタート x からゴール y へ行く確率と定義する

例 $m=4, n=5$ のとき

$\{s_1, s_2, s_3, s_4\}$
 $P_5(s_4 \rightarrow g_1)$
 $\{g_2, g_1, g_3, g_4\}$



研究内容～縦線3本の場合～

$$P_{n+1}(S_1 \rightarrow S_1) = \frac{2C_2}{3C_2} P_n(S_1 \rightarrow S_1) + \frac{1}{3C_2} (1 - P_n(S_1 \rightarrow S_1))$$

$$= \frac{1}{3} P_n(S_1 \rightarrow S_1) + \frac{1}{3} (1 - P_n(S_1 \rightarrow S_1)) = \frac{1}{3}$$

縦線に $P_n(S_1 \rightarrow G_1)$ $P_n(S_1 \rightarrow S_1)$ $P_n(S_1 \rightarrow S_2)$ は $\frac{1}{3}$ になる。

研究内容～4本以上～

あたりの真上からあたりへ行く確率 $\Rightarrow P_n(S_1 \rightarrow G_1) = \frac{n-3}{n} \left[\frac{n-3}{n-1} \right]^{n-1} + \frac{1}{n}$

あたりの真上以外からあたりへ行く確率 $\Rightarrow P_n(S_1 \rightarrow G_1) = \frac{1}{n} - \frac{1}{n} \left[\frac{n-3}{n-1} \right]^{n-1}$

$$P_n(S_1 \rightarrow G_1) = \frac{n-3}{n} \left[\frac{n-3}{n-1} \right]^{n-1} + \frac{1}{n} + \frac{1}{n} = \frac{1}{n} + \frac{1}{n} \left[\frac{n-3}{n-1} \right]^{n-1} + \frac{1}{n}$$

$P_n(S_1 \rightarrow G_1) > P_n(S_1 \rightarrow G_1)$ となり、公平にはならない！！

研究内容～あたりの数について～

H ←→ H (あたり)
L ←→ L (はずれ)

あたりの上からあたりへ行く確率 $\Rightarrow P_n(S_1 \rightarrow G_1) = \frac{n-3}{n} \left[\frac{n-3}{n-1} \right]^{n-1} + \frac{1}{n}$

はずれの上からあたりへ行く確率 $\Rightarrow P_n(S_1 \rightarrow G_1) = \frac{1}{n} - \frac{1}{n} \left[\frac{n-3}{n-1} \right]^{n-1}$

あたりの上からあたり $>$ 外れの上からあたり $\Rightarrow$ 公平にはならない

研究内容～ミセル型～



縦線は必ず中心の縦線を通りとする

中心から中心以外への移動と中心以外にとどまることが多くなる

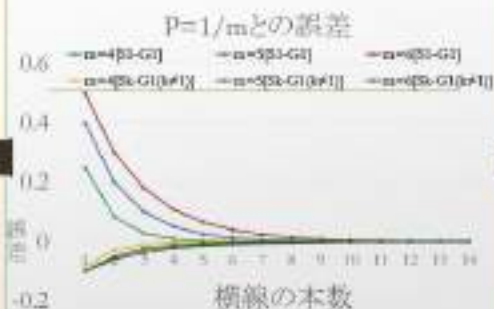
確率の偏りが生じやすい

研究内容～ピラミッド型～

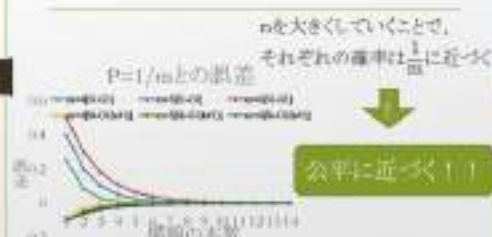


縦線を1本引いただけでは移動できない縦線がある

多角柱のあみだくじから対角線を減らした平面に近い構造となっている



考察・まとめ 公平に近づけることはできる！！



nを大きくしていくことで、それぞれの確率は $\frac{1}{n}$ に近づく

公平に近づく！！

考察・まとめ

縦線が3本するとき、公平である

縦線が4本以上するとき、公平にはならない！！

あたりの上からあたり $>$ 外れの上からあたり

考察・まとめ

当たりの真上を選ばなければ公平

$$P_n(S_2 \rightarrow G_1) = \frac{1}{m} - \frac{1}{m} \left(\frac{m-1}{m-1} \right)^n \quad (n \geq 1)$$

いずれ→当たりの確率は等しい

両方に利用するには
当たりの真上が当たりでないことを確認する必要がある

参考文献



数学のふんどしより あみだくじの数学<<小林善人 著 岩波書店>>
 岩波書店は、1950年代から、数学の発展に貢献してきました。その功績を、
 本書に集約して、後世に伝えることにしました。本書は、数学の発展に
 貢献した人々の功績を、後世に伝えることにしました。本書は、数学の発展に
 貢献した人々の功績を、後世に伝えることにしました。本書は、数学の発展に

数式が大好きな人々の集まりです

$$\sum_{k=1}^n \frac{1}{k^2} = \frac{\pi^2}{6}$$

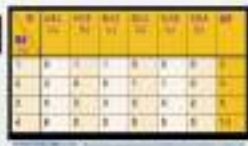
$$e^m - 1 = 0$$

ご清聴ありがとうございました



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 - 2020

先行研究について



スタートからゴールへの道順にばらつきがある

先行研究について



スタート: {A, B, C}
 ゴール: {B, A, C}

各スタートからどこへどの道へ進むか、スタートの直前で対応付ける

考察・まとめ

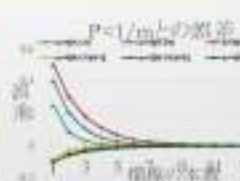
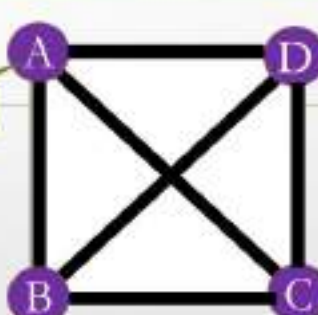
縦線が4本以上では立体のあみだくじも公平にはならない

問題
 はずれからあたりへ行く横線の引き方よりはずれの縦線へ行く横線の引き方のほうが大きくなる

まとめ②

公平に近づけることはできる!

横線を10本程度引けばよい

当たり

研究内容①～調べた結果～

立体
縦線3本

面 縦線の本数	SBC	NCB	BAU	TR4	CMR	CDR	合計
1	0	1	1	0	0	1	3
2	3	0	0	3	3	0	9
3	0	9	9	0	0	9	27

先行研究について

$$a_1 = \frac{1}{2}$$

$$a_{n+1} = \frac{1}{2} a_n + \frac{1}{2} b_n$$

$$b_1 = \frac{1}{2}$$

$$b_{n+1} = \frac{1}{2} a_n + \frac{1}{2} b_n$$

$$c_1 = 0$$

$$c_{n+1} = \frac{1}{2} b_n + \frac{1}{2} c_n$$

式の導出

$$P_n(A \rightarrow \bar{A}) = \frac{1}{m} - \frac{1}{m} \left(\frac{m-1}{m-1} \right)^n$$

ミセル型の確率 $L = \{l_2, l_3, l_4, \dots, l_m\}$

$$P_n(l_1 \rightarrow l_i) = -\frac{1}{m} \left(-\frac{1}{m-1} \right)^{n-1} + \frac{1}{m}$$

$$P_n(l_1 \rightarrow l_j) = \frac{1}{m} \left(-\frac{1}{m-1} \right)^{n-1} + \frac{m-1}{m}$$

l_1 (中心) ステート のとき、中心以外の確率は等しいため

$$P_n(l_1 \rightarrow l_i) = -\frac{1}{m(m-1)} \left(-\frac{1}{m-1} \right)^{n-1} + \frac{1}{m}$$

3 班

射出物体の飛跡の分析

自然現象・物理現象・身の回り・理科教室
 教師・学生・記録装置

動機

高校の物理の教科書では、球体の大きさを無視した空気抵抗のない運動を扱っているが、実際には球体の大きさによって運動の様子が異なると考え、球体の大きさと軌道の関係について研究を行いたいと思った

目的

空気抵抗があり、大きさや形状を持った球体の水平投射後の運動の様子を調べる

仮説

水平方向から空気抵抗を受けるとき、球体の断面積が大きいほど空気抵抗の影響を受ける面積が大きくなり、空気抵抗も大きくなる
 ⇒ 飛距離が小さくなる

実験器具

- ・発泡スチロール球 (10cm・15cm・20cm) (3.8cm)
- ・ゴムボール
- ・メジャー
- ・発射装置
- ・高速度カメラ (PASCO Capstone)

	断面積 (cm ²)	質量 (g)
発泡スチロール10cm(直径)	79.2	10.3
発泡スチロール15cm(直径)	177	22.4
発泡スチロール20cm(直径)	344	46.5
ゴムボール3.8cm(直径)	11.3	46.2

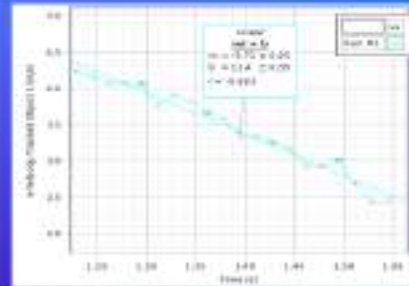
実験

それぞれの球体を下図の発射装置で5回ずつ飛ばしデータの正確性を高めた



- ・対照実験として質量が50g程度の直径20cmの発泡スチロール球とゴムボールを使用

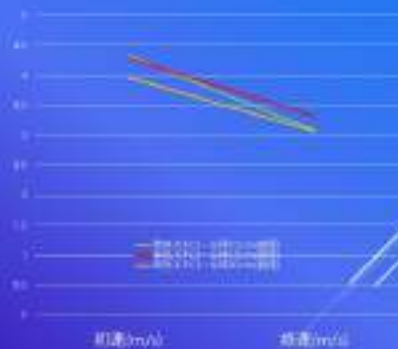




実験1 結果

	質量 (g)	飛距離 (m)	加速度 (m/s ²)	初速 (m/s)
発泡スチロール球 10cm(直径)	10.5	133.2	-4.99	4.33
発泡スチロール球 15cm(直径)	22.4	135.3	-4.11	4.28
発泡スチロール球 20cm(直径)	48.5	123.8	-4.02	3.97
ゴムボール 3.8cm(直径)	48.2	102.4	-0.767	2.99

考察



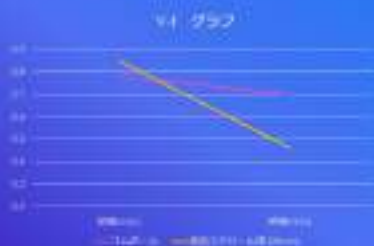
運動の第二法則

$$\vec{a} = k \frac{\vec{F}}{m}$$

発泡スチロール10cm(直径) 10.5g
 発泡スチロール15cm(直径) 22.4g
 発泡スチロール20cm(直径) 48.5g

実験2 結果

	質量 (g)	飛距離 (m)	加速度 (m/s ²)	初速 (m/s)
発泡スチロール球 20cm(直径)	48.5	91.8	-2.11	2.85
ゴムボール 3.8cm(直径)	48.2	90.4	-0.25	2.78



課題と今後の展望

質量が等しく断面積が異なる球体の数が
 少なく、断面積と加速度の具体的な関係
 が得られなかった
 ⇨実験対象となる球体の数を増やしたい

圧電素子を用いた振動発電

4 班 豊田英太 北川啓太 高橋悠馬

岡山第一校 岡田誠真

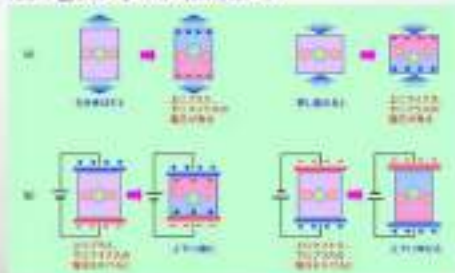
動機と目標

* 去年先輩方が振動発電の研究をされていて、自分たちも無駄なエネルギーを活用したいと考えた



* 社会で稼働になっている、歩行の際のエネルギーで身の回りのものを数秒まで充電することを目標とする

圧電素子の仕組み



圧電素子とは、圧力がかかると電圧が上がり、電圧がかかると圧力が上がる材料のことです。

仮説

* 圧電素子が多いほど発電量が大きくなる

→ 加えた圧力が電気に変換されやすくなると考えた

* 圧電素子を直列につなぐほど発電量が大きくなる

→ 材料によらずと電圧が分かれないと考えた

* 圧電素子に加える力が大きいほど発電量が大きくなる

→ 加える力が大きければ大きいほど圧電素子の種類がみえなくなり発電量が大きいと考えた

実験方法

実験 1

(1) 圧電素子が 1 個の回路

(2) 2 個直列の回路

(3) 2 個並列の回路を組む

(2) その回路を用いて、テニスボールを落とした時の電圧、電流を測定する

(3) その結果を比較する



結果

* 10 回平均

* 20cm

	電圧 (V)	電流 (× 10 ⁻³ A)
1 個	46.2	3.59
2 個 直列	62.2	11.2
2 個 並列	64.3	8.10

結果

* 10 回平均

* 50cm

	電圧 (V)	電流 (× 10 ⁻³ A)
1 個	51.0	6.02
2 個 直列	81.2	12.7
2 個 並列	74.9	14.7

電圧

1 個 20cm < 1 個 50cm < 2 個 直列 20cm

< 2 個 並列 20cm < 2 個 並列 50cm

< 2 個 直列 50cm

電流

1個20cm < 1個50cm

< 2個並列20cm < 2個直列20cm

< 2個直列50cm < 2個並列50cm

正確に測定するには
どうすればよいの
だろうか...



圧電素子にかかる圧力が均一で
ないのではないかと...



形状が変化するおもりを使用
(テニスボール、おもり0.5KG、おもり1.0KG)

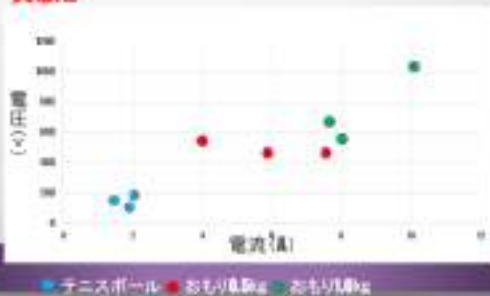
実験2

- (1) テニスボール、おもり0.5kg、おもり1.0kgを
用意する
以下の条件で上記のものを10回ずつ落とす
① 落下させる高さが20cmのとき
② 落下させる高さが50cmのとき
③ 落とすものの重さ、落とす高さによって
電圧、電流がどのように変化するか
調べる



結果

実験2



考察

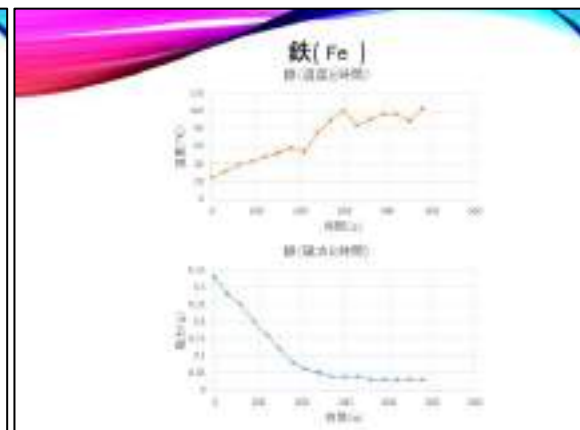
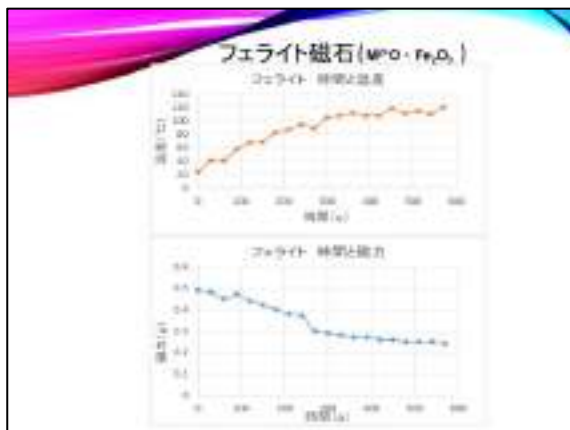
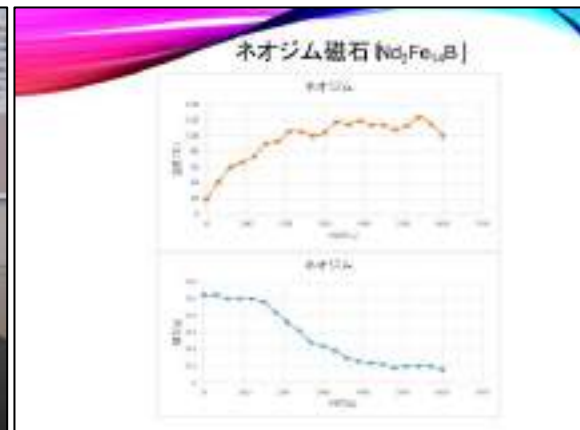
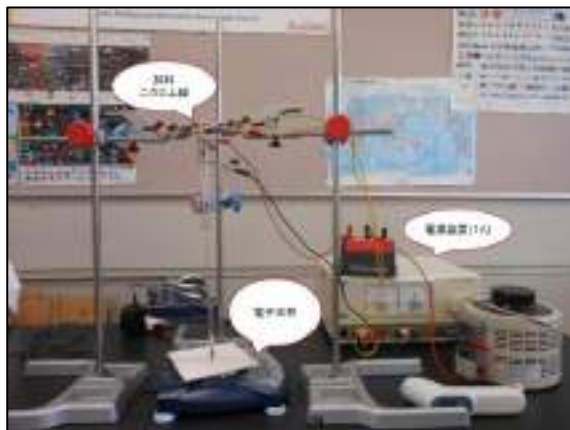
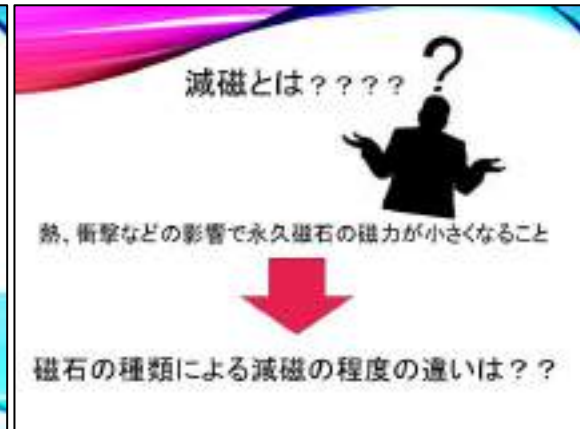
実験を通して...

- ・圧電素子自体にも凹凸があり、テニスボールや重りが加える力が一定にならない。
- ・木の板ではさむことで加圧前から変形が生じた。
- ・圧電素子自体を大きくすれば、正確な値が期待できる。

ご清聴ありがとうございました

参考文献

・GAKUEN-HACHIOJI.JP



結果

- ・ネオジム磁石とフェライト磁石は、120度付近まで温度が一定で上昇し、その後はほぼ変化がないが、鉄は100度付近まで温度が上昇し、その後はほぼ変化がない。
- ・ネオジム磁石は80度付近まではほぼ減磁しなかったが、その後急激に減磁し元の磁力の20%まで下がった。
- ・フェライト磁石はほぼ一定で減磁し続け、120度付近で減磁が止まり元の磁力の50%になった。
- ・鉄は低い温度から急激に減磁し100度付近で減磁が止まりもとの磁力の10%になった。

考察

- ・フェライト磁石の主成分は酸化鉄でイオン結合しているので硬く脆い。なので熱によっておこる原子の揺れは比較的小さいと思われる。
- ・鉄は言うまでもなく鉄なので金属結合で柔くなやか。それにより熱によっておこる原子の揺れは比較的高いと思われる。
- ・ネオジム磁石は鉄とネオジムの混合物なので80度付近まではネオジムが鉄の方向がばらばらになるのを抑えてくれる。

今後の課題

- 時間とのかかわり、温度の影響も変える
- ほかの磁石も実験していきたい
- 温度の測り方、電磁力の与え方も改善する

ご清聴
ありがとうございました



二重振り子に潜む『規則性』と『カオス性』

～振り子の初期角度と回転回数との関係性について～

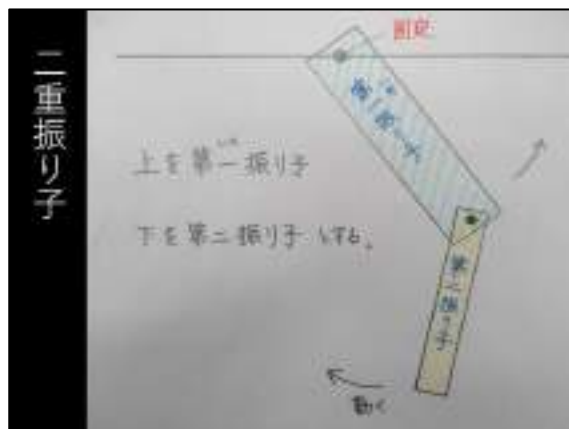
畑皓一朗 清水温大 中村優月
服部昇庵 古川成雪 森大騎

動機

二重振り子の**カオス性**に興味を沸き、その中の関係性について自分たちで調べたいと思ったから。

目的

シミュレーションと**現実**での二重振り子の動きの乖離度を調べる。運動についての何らかの規則性を、二重振り子を用いて調べる。



実験とその方法①

～シミュレーション～

- ・コンピュータ上のシミュレーションを使用し、第一振り子の角度 θ をとる。
- ・ θ を少しずつ大きくしていき、二重振り子の動きの中で「第一振り子が**20往復**」する間に、第二振り子が**何回転**するのかを調べた。
- ・第一振り子と第二振り子の角度をそれぞれ別に変えていき、**初期位置と回転回数との関係性**を調べた。

～製作～

材 料：アクリル板・ベアリング・細い鉄の棒
分度器・木材

作り方：アクリル板に、特定の位置に穴をあけ、ベアリングをはめ込む。
ベアリングに鉄の棒を差し込み、もう一つのアクリル板と繋ぐ。

製作振り子



実験とその方法②

- 実験① 第一振り子と第二振り子を**一直線**にして、 θ を 1° ずつ 90° まで変化させて調べた。
- 実験② 次に、第二振り子を**鉛直下向き**にして、 θ を 1.5° ずつ 90° まで変化させて調べた。
- 実験③ また、**第一振り子と第二振り子の角度を直角**にして、 θ を -90° から 90° まで 1.5° ずつ変化させて調べた。



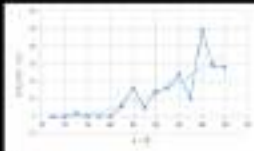
実験風景



結果①

- ・シミュレーションでの実験。
製作振り子の実験結果をグラフにまとめた。

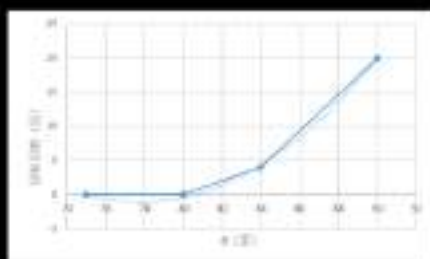
A



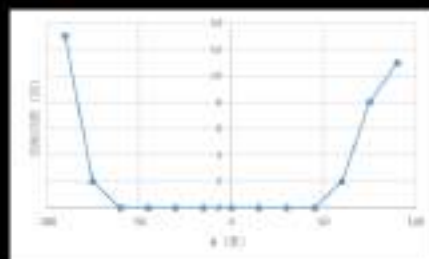
B



結果②



結果③



考察 1

- ・実験 1, 2, 3 を通して、シミュレーションと製作振り子で同じ角度で実験を試行した時に、明らかに異なる結果がみられた。
- ・空気抵抗や、ベアリングの抵抗を考慮してもこれほど異なる結果は出ないと考え、これによって私たちは二重振り子のカオス性を確認した。
- ・また、実験 1 からグラフ①の近似曲線①を調べると、①には①'上から大きく外れる実験結果（以降“特異点”）を発見した。

考察 1

- ・実験 1, 2, 3 を通して、シミュレーションと製作振り子で同じ角度で実験を試行した時に、明らかに異なる結果がみられた。
- ・空気抵抗や、ベアリングの抵抗を考慮してもこれほど異なる結果は出ないと考え、これによって私たちは二重振り子のカオス性を確認した。
- ・また、実験 1 からグラフ①の近似曲線①を調べると、①には①'上から大きく外れる実験結果（以降“特異点”）を発見した。

今後の展望

シミュレーション上の特異点と同じ条件で製作振り子で実験を試行して、実際に結果の値が近似曲線から外れるのかを確かめたい。

使用したシミュレーションサイト

http://www.vissim.jp/physics/physics_simulation.html

ご清聴
ありがとうございました

レッゴー！ 宇宙エレベーター！

7 班 大島悠人 岡垣太地 安達昌平
今川美穂 太田有希

1. 動機

先輩方の先行研究から宇宙エレベーターロボット競技会の存在を知り、今年は是非大会に出場してみたいと思った。また、宇宙エレベーターや、より多くピンポン玉を上げるための工夫に興味があった。

2. 宇宙エレベーターについて

- * 宇宙と地球を繋ぐ輸送機関
- * ロケットより、安全。安価で、宇宙飛行士のように特別な訓練をせずに宇宙に行ける
- * 宇宙太陽光発電、宇宙資源の採掘や活用、宇宙観光旅行など、さまざまな分野での用途がある

宇宙エレベーターの仕組み



3. 宇宙エレベーター ロボット競技会とは

- * ロボットを使い、マザーを昇り、宇宙ステーション（構型）に75個用意してあるピンポン玉を運ぶ競技
- * 得点は、

$$(\text{運搬した球の数} - \text{落下した球の数}) \times 2.5 + (120 - \text{ロボットの重量[g]})$$
 で決まる。
- * 制限時間は5分



4. 先行研究

- ①昇降に時間がかかりすぎる。
- ②機体重が重い。
- ③ボールをステーションに入れられない。



5. 実験

1. 機体作製
2. モーターの数を変えると、どれぐらいの重さを運ぶことが出来るようになるか。

5-1. 機体作製

一号機の作成

- 作成日誌
1. 宇宙ステーションに入れるようにサイズを調整する。
 2. ボールを5分間で0.0秒で運搬する。
 3. 本番を想定にする。

結果

1. ボールを入れた後で宇宙ステーションに引っ掛かって戻りにくいことが多かった。
2. ボールを7.0秒で運んだところまで戻らなくなった。
3. ボールを入れた後で重かった。
4. 時間が足りず途中で安定していなかった。



二号機の作成

改良点

1. 安定する形に改良した。
2. モーターの数を2個にした。
3. かごのデザインを改良した。

結果

1. 機体が重くなり昇らなかった。
2. ボールの積載量は倍以上になった。



二号機ver.2の作成

改良点

モーターの数を2個から4個に増やした。

結果

機体が上昇しただけではなく、スピードも上がった。



宇宙エレベーターロボット競技会

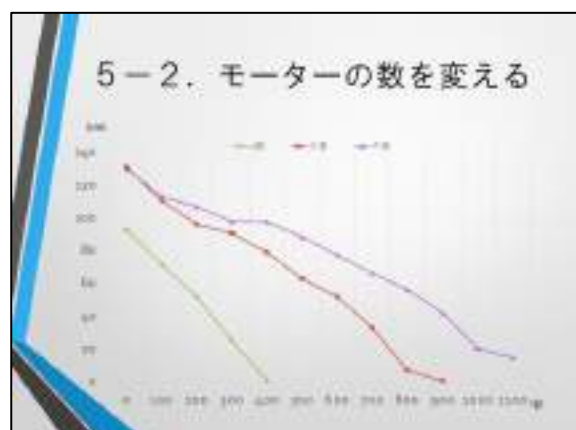
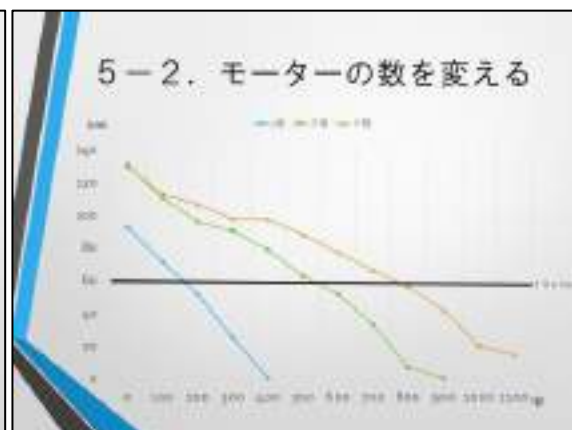


5-2. モーターの数を考える

おもりの重さ	2つ	3つ	4つ
0	82.26	130.46	129.60
100	70.82	110.00	112.36
200	61.40	95.70	106.40
300	54.70	80.00	97.26
400		78.10	87.07
500		62.30	87.86
600		61.30	76.80
700		52.30	65.86
800		6.30	55.86
900			41.30
1000			19.60
1100			1.6.10

5-2. モーターの数を考える

- モーターの数を1個から4個に変え、昇る距離を測定する。質量の異なるおもりをつけ、より重いおもりに耐えうるものを調べる。
- なお、昇る距離は、6秒間でリゼーを昇った距離を物差しで測定した。
- モーターは一個80.9g、本体重量は755gである。



6. 結果

- 今回は1回の昇降に約40秒、積載量16~20個のピンポン玉を運べるロボットを作ることができた。
- モーターの数を増やすと、おもりを重くしても、一定時間で昇る距離が伸びた。つまり、より遠く動くことができた。

7. 考察

- ・実際にロボットが動き始めるまでに5.0秒。
- ・積載量は1.6〜2.0個なので、5回は昇降する必要がある。
(300-50) ÷ 5回 = 50 ÷ 5
5mを5.0秒(1.0 cm/s)で移動する必要がある。
- ・1.0 cm/s以上のスピードでのぼることが必要なので、モーターを4個使うことにした。

7. 考察

- ・グラフより、ピンポン玉を運ぶかごは700g以内で作らなければならないことがわかった。
- ・モーターの数を増やすと、モーターの重さも同時に増えるが、それ以上にマシンのパワーがあがった。

8. まとめ

- ・今回はこれらの結果をもとに、比較的安定してピンポン玉を運べるロボットを作ることができた。
- ・宇宙エレベーターロボット競技会中高生リージョナル部門に出場し、第二位という結果を残すことができた。
- ・しかし、大会の練習の過程で、モーターやテザーのはさみ方以外にも、かごの丈夫さなど、ほかにもいろいろな考慮すべき事項が見つかった。大会は終わったが、これからもロボットを改善していきたい。

8. まとめ

- ・今回作成した機体は、本体重量795g、かご395g、総重量1190gだった。
- ・大会では5回の昇降で6.7個のピンポン玉を運搬できた。
- ・大会の練習の過程で、モーターやテザーのはさみ方以外にも、かごの丈夫さなど、ほかにもいろいろな考慮すべき事項が見つかった。

9. 大会実績

宇宙エレベーターロボット競技会関西オープン
中高生リージョナル部門
第2位

10. 参考文献

- ・2017年自然科学科課題研究2期
- ・宇宙エレベーター建設構想を動画で紹介
https://www.doejoshi.co.jp/news/detail/00030734_1.html

ご清聴ありがとうございました

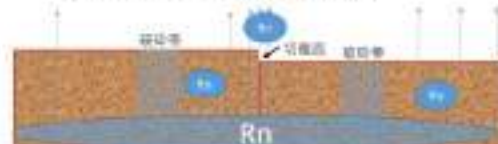


断層面を特定せよ!! ～ラドン測定を用いて～

発表者 池田愛 新井向日葵 大町天生
谷口雅明 千歳希実 平田悠馬

先行研究から考えられること

1. 花崗岩質の上では線量が高く他は低い
2. 断層切離面では ^{222}Rn が浮上するのでγ線量が多くなる
3. 断層の横の破砕帯がラドンの上昇を抑える
4. 断層切離面では線量が高く、破砕帯は低く、破砕帯を抜けると再び高くなる



測定器の分類

ガイガー型
指向性あり



シンチレーション型
指向性なし



使用した測定器

Inspector



指向性のある測定器
指定した種類の線量
を測ることが出来る

Mr.Gamma



γ線量測定装置

センサーに近づけてま
だγ線を検出し、γ線
レベル値を測定する。

DOSEman



ラドン検出装置

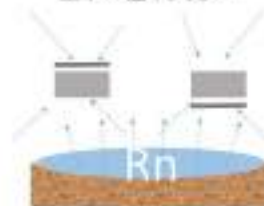
ラドンが検出されてから検出
が出すα線やβ線の量を測定す
ることによって、空気中のラドン
を測定する。
Bq/m³の単位で表示。

上下比較測定法

測定機器を上向きと下向きで同時に測定する。



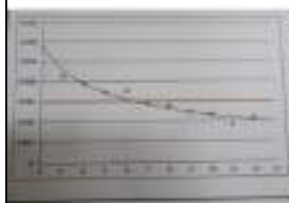
ラドンが多いとき
上下の差が大きい



ラドンが少ないとき
上下の差が小さい



測定方法



単位体積放射能(Bq/m³)
時間(h:min)

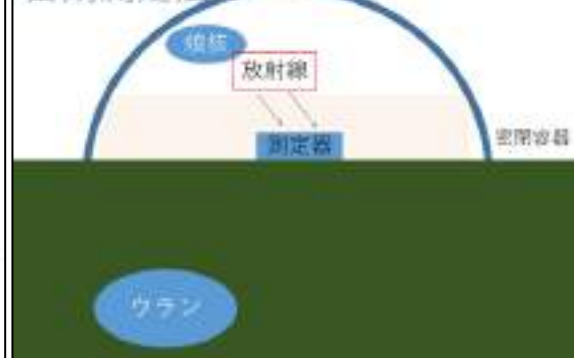
8分間測定

効率性 正確性の
バランスを取った測定法

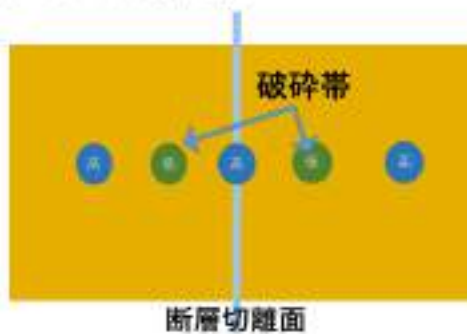
誤差は±5%

68%の確率でその範囲内に
真の値がある

密閉測定法



グリッド測定法



実験場所

宇治川断層



京都市伏見区桃山町から三川合流付近に連続する断層であると推定。
断層の長さは10kmで地震の規模はM6.5と想定。

実験場所

花折断層



若狭湾から京都盆地南東部に至る活断層。
断層の長さは約58kmで地震の規模はM7.5と想定。

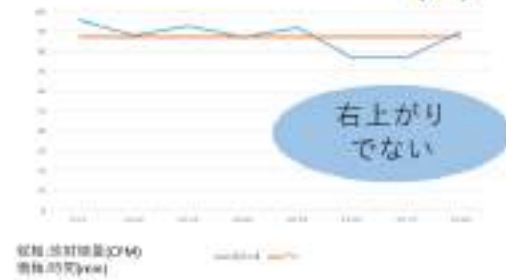
宇治川断層 上下比較測定法(乾)



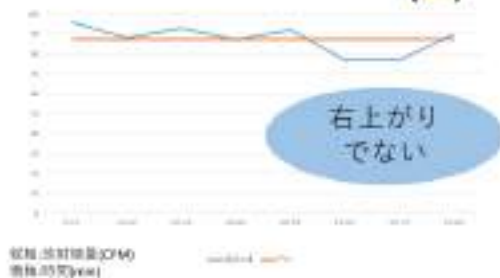
宇治川断層 上下比較測定法(湿)



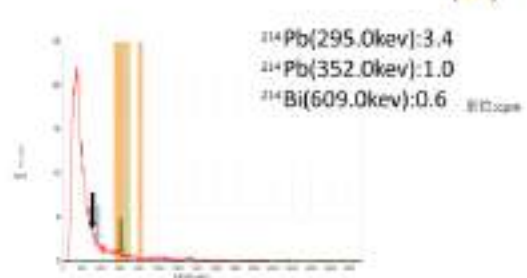
宇治川断層 密閉測定法 <Inspector> (乾)



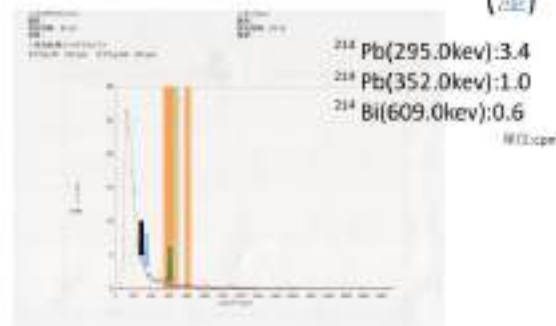
宇治川断層 密閉測定法 <Inspector> (乾)



宇治川断層 スペクトル分析<Mr.Gamma> (乾)



宇治川断層 スペクトル分析<Mr.Gamma>
(湿)



花折断層 上下比較測定法(乾)



花折断層 上下比較測定法(湿)



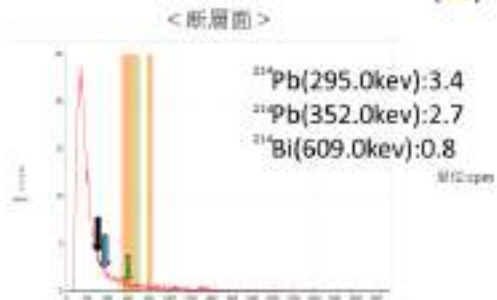
花折断層 密閉測定法 <Inspector>
(乾)



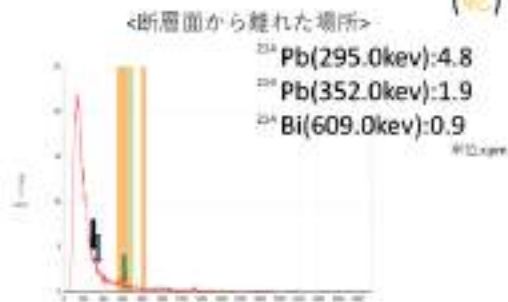
花折断層 密閉測定法 <Inspector>
(湿)



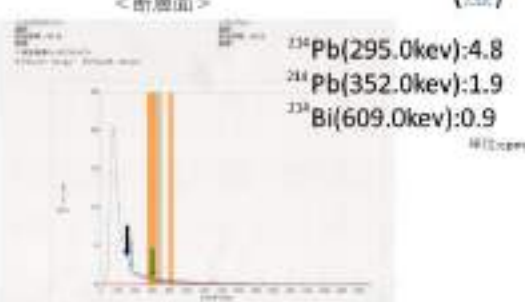
花折断層 スペクトル分析<Mr.Gamma>
(乾)



花折断層 スペクトル分析<Mr.Gamma>
(乾)



花折断層 スペクトル分析<Mr.Gamma>
(湿)



DOSEmanの結果(📊)

花折断層



桃山高校中庭



考察 桃山高校中庭



考察 <密閉測定法 Inspector>

宇治川断層で右上がりのグラフが得られなかった



平らな場所で測定を行えなかった

考察 <密閉測定法 Inspector>

乾燥した日の花折断層の断層面では徐々に線量が増えているのに対して、断層面から離れたところでは線量はほぼ横ばい



断層面からラドンが湧き出ている

考察 <スペクトル分析 Mr.Gamma>

スペクトル分析の結果ラドンの娘核が見られた



断層面からラドンが湧き出ている

考察

地面が乾燥している時はラドンの確認ができた

湿っている時はラドンの確認ができなかった



ラドンが水滴などの水に溶け、空気中には存在していなかったから湿った地面ではラドンの確認ができなかった

課題と今後の展望

- ・基準としていた地点で花崗岩が見つかった
→適切な場所で基準値を測りなおす
- ・宇治川断層のα線量が仮説と違っていた
→宇治川断層のα線量を測りなおす
- ・花崗岩質の断層面が最も測定しやすい
→他の地質の断層面で確認する

参考文献

- ・吉村辰朗 (1992) 「活断層のためのγ線測定方法」
- ・吉村辰朗 (2012) 「岩石の磁性を考慮した放射能調査法の活断層・斜断層調査への活用」 九州大学
- ・遠山忠昭・梶原毅・星村幹夫(1983)「活断層調査のためのγ線測定方法の再検討」 静岡大学理学部地球科学教室・静岡大学教養部地学教室
- ・京都市情報館 検索日6月10日
https://www.city.kyoto.lg.jp/main/site_policy/0000000005.html
- ・京都の花折断層地震による想定被害が半減！ 住宅耐震化進む 検索日6月10日
<https://openmatome.net/matome/view.php?q=14616964418398>

溶液の磁性を利用した イオン濃度測定法

9 班 村上 陸 林 悠聖 友成 洸穂
柴所 拓海 元朝 海斗

吸光光度法について

溶液に光を当て、反射した光から溶液の吸光度を測定し、濃度を測定する。

高濃度の場合、溶液中の粒子の数が多いため光が多方向に散乱してしまい、正確な測定が難しい。

↓
溶液の希釈を余儀なくされている。

動機

参考文献より、磁石にくっつく「磁性イオン液体」というものの存在を知り、その性質を利用することで濃度の大きい溶液の濃度を薄めることなく測定できるのではないかと考えた。

目的

溶液の磁性を利用した容易な濃度測定法の開発

試案①

シャーレに溶液を薄く張り、下から磁石を当て隆起させる。溶液の表面で反射した蛍光灯の光の歪みを観察する。



試案①の考察

利点

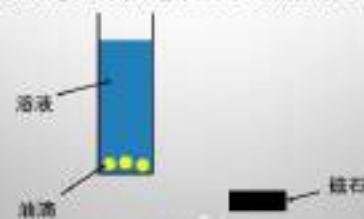
- 準備物が少ない
- おおまかな濃度の違いは目視で判別可能

欠点

- 液量、光源の位置、視点を固定する必要がある
- 数値化が難しい

試案②

細長い容器に溶液を入れ、そこに疎水性の液体を入れる（以下油滴）。下から磁石を当て、油滴を浮上させて安定した位置を見る。



試案②の考察

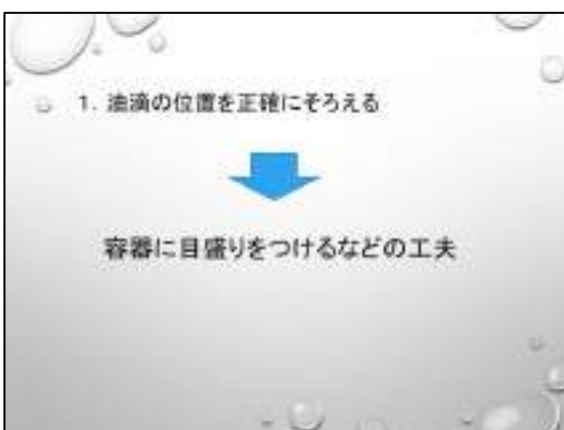
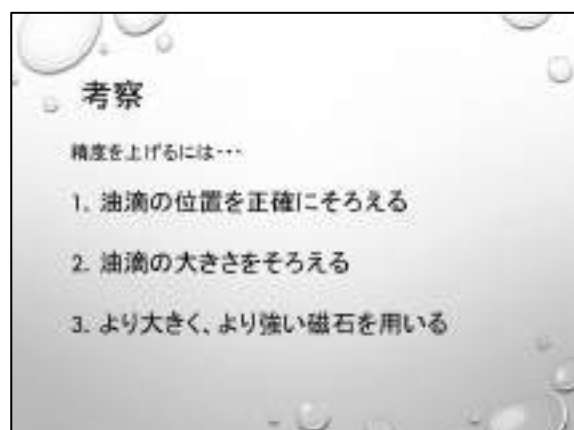
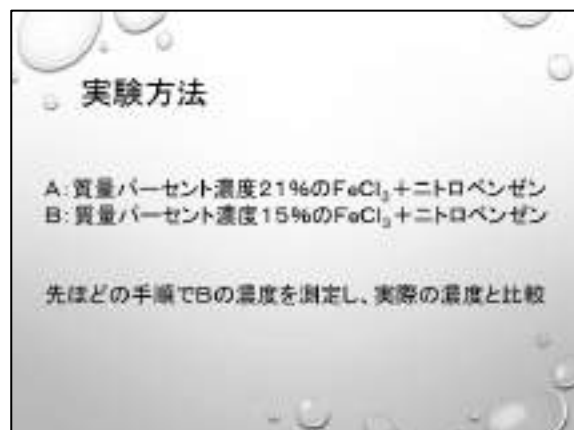
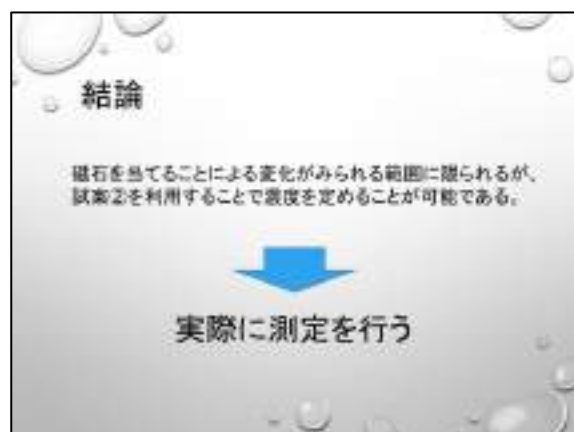
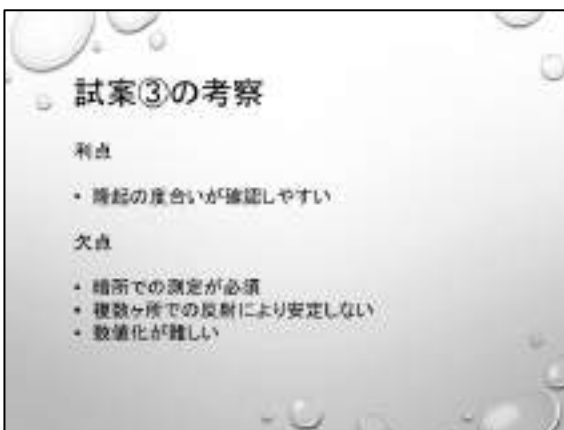
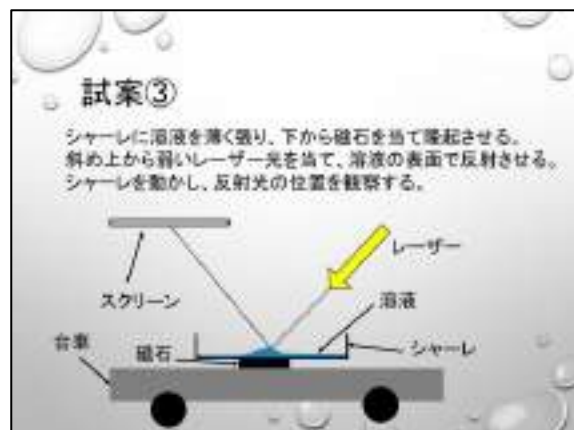
利点

- 定める条件が少ない
- 結果がわかりやすい

欠点

- 密度差が大きすぎると測定できない
- 有機溶媒を用いることがある





② 2. 油滴の大きさをそろえる



大きさが異なると質量も異なり、動きやすさに少し影響を与えてしまう。

③ 3. より大きく、より強い磁石を用いる



より大きく、より強い磁石を用いることで油滴が動くことのできる高さの上限が大きくなり、より広い範囲で油滴が動くことができる。

④ まとめ

- 溶液の磁性を利用した新たな濃度測定法を考案することができた
- 現在は精度が良いとは言えないが、工夫により精度を上げることができると考えられる

⑤ 今後の展望

- 精度の向上
- 溶液中に存在する磁性を持たないイオンの影響を調べる
- 他の金属イオンでの実験

⑥ 参考文献

数研出版 サイエンスネット 第27号 P14-15
「磁性イオン液体：磁石にくっつく不思議な液体」

ご清聴ありがとうございました

タンパク質と酵素

荒木 愛理 池田 桜子 來栖 愛理

動機・目的

家庭でも簡単に
肉を軟らかくする方法を調べる

実験方法1

①ゼラチン4gを純水100mlに溶かした

②試薬の準備

- ・パイナップルおよびキウイの果肉
- ・パイナップルおよびキウイの果汁
- ・マイタケのかさ
- ・マイタケの軸

処理なし・失活させたものを
10gずつ50mlビーカーに入れた



実験方法1

③ ②に①を15mlずつ入れて、かくはんした

④ ③のビーカーを氷水につけてゲル化するまでの
時間を測定した



結果1 (生)



試薬	1回目 【秒】	2回目 【秒】	3回目 【秒】	平均 【秒】
パ 汁	x	x	x	x
パ 実	x	420	420	420
キ 汁	x	x	x	x
キ 実	390	210	210	270
マ 軸	450	210	210	290
マ かさ	480	210	210	300

* xは20分以内にゼラチンがゲル化していないとき

結果1 (失活)



試薬	1回目 【秒】	2回目 【秒】	3回目 【秒】	平均 【秒】
パ 汁	x	330	330	330
パ 実	210	210	210	210
キ 汁	x	390	390	390
キ 実	210	150	150	170
マ 軸	240	210	210	220
マ かさ	270	210	210	230

* xは30分以内にゼラチンがゲル化していないとき

考察1 (生)

果肉に比べ果汁の方が
酵素とゼラチンの接触面が大きくなる



より効率的に酵素が働いた

考察1 (失活)

1回目でキウイとパイナップルの果汁を
入れたゼラチンがゲル化しなかった



果汁に含まれていた水分により、
ゼラチンの濃度が小さくなったからだと
考えられる

考察1

1回目と2、3回目で氷水の温度が最大3℃異なった

→ ゲル化の時間が1回目のほうが長かった

仮説2

ゼラチン：キウイ果汁とパイン果汁がゲル化を阻害



パイン果汁が最も肉を軟化するのは？

方法2

タンパク質分解能の比較

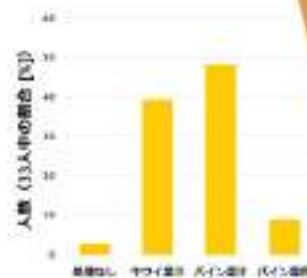
ささみに以下の処理を行った（6時間）

- ①処理なし
- ②絞ったキウイの汁に浸した
- ③絞ったパインの汁に浸した
- ④パインの果肉に挟んだ



どの処理を加えた肉が一番軟らかい？アンケート調査

結果2



パインの果汁が最も肉を軟らかくする

考察2

パイン果汁で浸した肉が一番軟らかいと答えた人が多かった



【パイン果汁について】

- ・肉にしみ込みやすい
- ・酵素を多く持っている
- ・酵素の分解力が強い
- ・酵素のタンパク質分解速度が速い

今後の展望

- ・ データをもう少しとる
- ・ 他の種類の肉を使う
- ・ 肉を使ってマイタケでも同様の実験をする

参考文献

森内 安子（2012）『果実によるたんぱく質分解酵素の活性検査』『神戸女子短期大学論叢』, 57, 27-33.
朝倉 陽輝『タンパク質分解酵素の研究～1番肉を柔らかくできる酵素は何か？～』
千葉市立貝塚中学校

酵母と アルコール発酵

11班

嶋 奈智 澤本 音々加 橋本 慶太
横田 鈴花 城 拓巳 西村 宗真

動機と目的

生活の様々な場面で利用されている「発酵」のうち
私たちはパンやお酒などに代表されるアルコール発酵に
興味を持った



アルコール発酵における最適な糖の選別と
最適な酵母の濃度の測定、酵母が持つ酵素の種類と
その量の関係を調べることを目的に研究を行った

実験方法

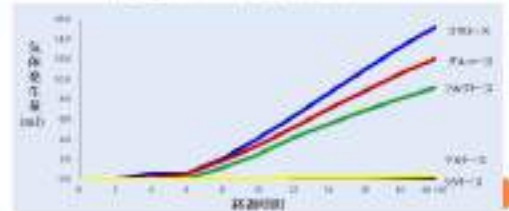
- (I) プラスチックを用いて、任意のモル濃度の糖の水溶液を調製した
- (II) 調製した水溶液に市販のパン酵母を加えガラス栓でよく混ぜた
- (III) 作成した試液をシリンジ8本に10mlずつ分割し、口をゴム栓で密閉した
- (IV) 試液の入った8本のシリンジがゆれないように自作の固定器にセットし、ウォーターバスを用いてそれらを40℃で温浴させ、2分ごとに目盛りを読みその数値を記録した



実験 I ～糖の種類による気体発生量の違い～

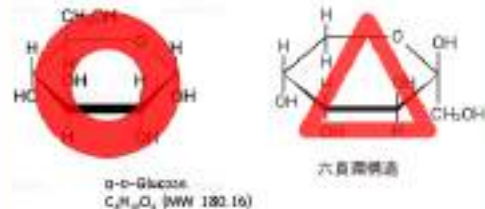
$5.85 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ のグルコース、フルクトース、スクロース水溶液に
3.8gのパン酵母を加え、それぞれの気体発生量を調べた

結果：反応速度はスクロース>グルコース>フルクトース>マルトースの
順で速く、ラクトースは反応が見られなかった

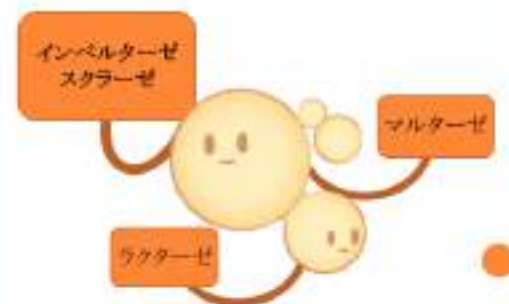


考察

単糖を比較したとき、グルコースの方がフルクトースよりも
パン酵母に分解されやすい構造をしている



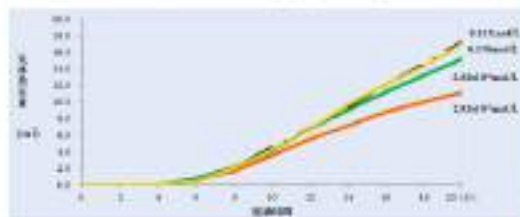
二糖を比較したときの結果から、酵素の量は
(インペルターゼ+スクラーゼ)>マルターゼ>ラクターゼの順に
なっている



実験 II ～スクロース水溶液の濃度による気体発生量の違い～

2.93×10^{-2} , 5.85×10^{-2} , 0.117 , 0.176 mol/L のスクロース水溶液に
3.8gのパン酵母を加え、それぞれの気体発生量を調べた

結果： $2.93 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ から 0.117 mol/L までは反応速度が上がり続けたが、
 0.117 mol/L と 0.176 mol/L の反応速度はほぼ変わらなかった



考察

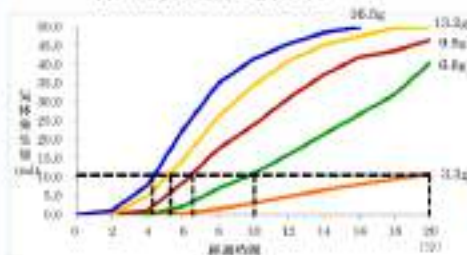
基質の濃度が酵母の濃度に比べて十分に高いとき、反応速度は
酵母の分解速度によって決まり、基質の濃度によらず一定となる



実験Ⅲ ～酵母の量による気体発生量の違い～

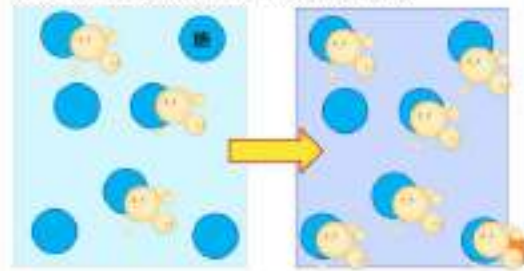
5.65x10⁻²mol/Lのスクロース水溶液に3.3,6.6,9.9,13.2,16.5gのパン酵母を加え、それぞれの気体発生量を調べた

結果：基質の濃度が一定のとき、パン酵母の濃度が高ければ高いほど反応速度は速くなった



考察

酵母の濃度が上がれば上がるほど分解されていない基質を減らすことができ、それによって反応速度が速くなる



結論

- ◇パン酵母には含まれている酵素の量は
(インベルターゼ+スクラーゼ)＞マルターゼ＞ラクターゼの順が多い
- ◇パン酵母でのアルコール発酵にはスクロースを用いるのが最適である
- ◇パン酵母8.3gを用いた時のスクロースの濃度は0.117mol/Lが適している
- ◇最適なパン酵母の濃度は測定することが出来なかった

今後の展望

- 最適なパン酵母の濃度の測定
- パン酵母の濃度が一定な時の最適な糖の濃度の測定
- いろいろな種類の糖や酵母を用いた実験を行い、アルコール発酵に最適な条件を発見したい

参考文献

- 大阪府立大牟田高校 2011年度サイエンス探究
<https://otomon-hs.ed.jp/seb/dat/2011S.pdf>
- 第2回科学の甲子園 全国大会 実技競技①「酒の酒」
https://koushien.jst.go.jp/koushien/tournament/2012/2012/jitsug01_haisetu.pdf
- 慶応義塾大学 アルコール発酵の最適温度の測定

ご清聴ありがとうございました！

ザリガニの感覚

～ザリガニを条件づける～

課題研究12班
法倉 優真 岩田 英己
岩井 杏奈 内井 琴莉

研究の動機

文献でミツバチは色を記憶できることを知り生物の五感について興味を持った



飼育が簡単で、身近な川などに生息しているアメリカザリガニで実験を行おうと思った

先行研究

フリッシュの研究では、ミツバチに色を記憶させて、認識させることができた。



仮説

ザリガニはミツバチのように色を識別し、条件付けすることができる

また、色以外にも匂いや振動によって、条件付けすることができる

実験の方法（視覚）

1. 水槽を赤と青のフィルムで区切った
2. 赤のほうにエサを与え続けた
3. 一週間後水槽を掃除しザリガニを水槽に戻した後、ザリガニが移動した色を調べた
(掃除は水槽内の匂いを消すため)



実験の方法（味覚）

アカムシをエサとして1週間与えた



トウガラシを与え食べるかを調べた
(トウガラシはアカムシに色が似ているため形をトウガラシに似せて使用)



実験の方法（触覚）

水槽に重りを付けてエサを与える前に
一週間経過後エサを与えずに
壁に重りを打ち付けた 重りを打ち付けた



実験の結果（視覚）

週ごとに移動する色が違っていきまばらだった。

	1週目	2週目	3週目	4週目
個体A	赤	赤	赤	赤
個体B	青	赤	青	青
個体C	青	赤	青	赤
個体D	青	青	赤	赤

実験の結果（味覚）



食べた個体もいたがほとんど食べなかった。

○:食べた ×:食べなかった

また実験を行った個体にアカムシの匂いをつけたトウガラシを与えると、トウガラシに近づいたが食べなかった

	1週目	2週目	3週目	4週目
個体A	×	×	×	
個体B	○	○	×	
個体C	×	×	×	×
個体D	×	×	×	×

実験の結果（触覚）



一週目では個体差があったが、実験を続けることで、重りの振動の下のエサ場に常にいるようになった。

	1週目	2週目	3週目	4週目
個体A	逃げなかった	エサ場に近づいた	エサ場に近づいた	逃げなかった
個体B	逃げた	逃げなかった	逃げなかった	エサ場に近づいた

考察



視覚の実験

⇒色ではなく、**光の強さ**でエサの場所を認識していたと考えた。

味覚の実験

⇒匂いが強いほど食べる可能性が高いと考えた。

⇒最初は**味覚**でエサを識別しその後別の感覚によってトウガラシであることを判断したのではないかと考えた。

触覚の実験

⇒時間をかけることで振動に慣れていき**音**が出るとエサがもらえることを記憶したと考えた。

まとめ



- 視覚はザリガニが色を識別できるかは分らなかった。
- 味覚はエサの味は記憶しているようだがそれだけで判断しているわけではないようだ。
- 触覚はミツバチの学習ほどではないが慣れという簡単な学習を行うことはできると考えた。



カビの生育条件

13班 門下 師富 中村

動機

- 安全にカビを防いだり
取ったりすることができないか
- カビの基本的な生態が知りたい

先行研究

- 糖の種類とカビの生育
- pHとカビの生育
- 調味料とカビの生育

目的

- カビの生育条件を知る
- 安全なカビ取り剤を作る



仮説

- 1 カビの生育しにくい環境
酸性
アルコール
特定の金属イオン
- 2 糖の種類
生育のしかたが異なる

実験方法 1

- ① 寒天培地をつくる
(ジャガイモ寒天培地)
- ② 調味料 カビ取り剤 金属イオン
+
コウジカビの胞子
(一週間培養)

【まいたもの：24種類】

ウイスキー 料理酒 米酢 梅干し
レモン汁 ショウガ 練りがらし カビ防止剤
わさびシート カビハイター 蒸留水

金属イオン

塩化銅イオン CuCl_2 $\text{FeCl}_3(3+)$ MgCl_2 AlCl_3
 BaCl_2 CaCl_2 KCl
硝酸イオン AgNO_3 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$
硫酸イオン $\text{FeSO}_4(2+)$ MgSO_4 Na_2SO_4

※金属イオンはモル濃度 (0.1mol/L) をそろえてある

実験方法 2

- ① 寒天培地に糖を混ぜる
- ② 浮遊胞子を採取
- ③ 一週間培養し観察

【使用した糖：6種類】

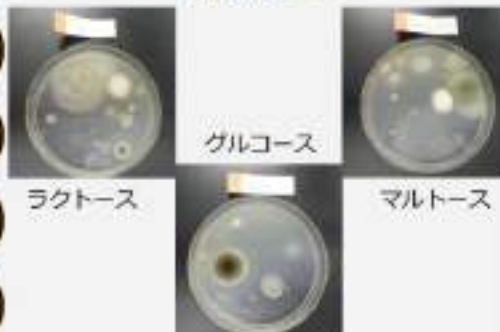
グルコース フルクトース
マルトース ラクトース
ガラクトース スクロース

結果 1

生える	米酢 レモン汁 蒸留水 料理酒 ウィスキー $\text{FeCl}_3(3+)$ MgCl_2 KCl AlCl_3 BaCl_2 CaCl_2 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$
生えない	カビハイター カビ防止剤 ショウガ 練りがらし AgNO_3
どちらともいえない	$\text{FeSO}_4(2+)$ MgSO_4 Na_2SO_4 梅干し CuCl_2



結果 2



考察1

- 市販のカビ取り剤でのカビの防止効果は**高い**。
- コウジカビの生育を妨げるのは**困難**である。
- 銀イオン**にはカビの生育を妨げる効果がある。

考察 2

- 糖によってカビの生えやすさに違いは見られなかった。
- 糖の種類によって生育しやすいカビがある。

反省・今後の展望

- 具体的な種を調べる
- 金属イオンとの関連を調べる
- pHとカビの生育の関係
- コウジカビを定量でまく方法
- ジャガイモ培地の濃度の統一

参考文献

- 『カビに関する研究』takajo-hs.gsn.ed.jp
- 『カビのふしぎ』細矢剛／伊沢尚子
- www.drrk.net/carbohydr_03.html
- <https://kinika.net/c3cantou.html>

ご清聴ありがとう
ございました！

窒素固定の可視化

伊崎敬太 中島友吉 西村悠希 野上了 村岡千鶴 山本晃帆

研究の背景

窒素固定: 大気中の窒素(N_2)をアンモニウムイオン(NH_4^+)に変換する反応。根粒菌などにより行われる

↓

窒素(N_2)を生態系に取り入れる極めて重要な反応であり、深い理解が求められる

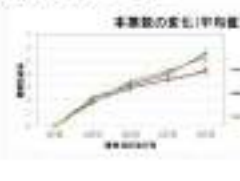




教科書等の記載例

教科書や図説は根粒や根粒菌の写真の掲載のみで、深く理解できる実験なし

先行研究のまとめ

葉の色が悪い!

成果

- ① 透明な寒天培地を用いることで、根の生育と地上部の生育を同時に経過観察可能な実験を開発!
- ② 窒素あり、窒素なしかつ根粒形成→生育良
- ③ 窒素なし→生育悪

課題

- ① コンタミネーション率(カビ率)が50%と高かった
- ② 4月ありの条件において葉の脱色が見られた

本研究の目的

- ・ 高校生が窒素固定を理解するのに有効な、寒天培地を用いた実験方法を確立

(具体的には・・・)

寒天培地におけるコンタミ率の低下および窒素肥料濃度の検討を行う。

実験内容と方法

～寒天培地におけるクローバーへの根粒形成～

実験方法

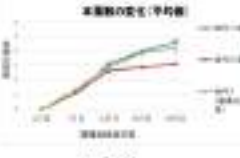
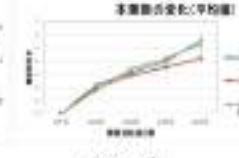
- 条件① 窒素成分あり
- 条件② 窒素成分なし
- 条件③ 窒素成分なし+根粒菌

各10本ずつ上記の条件で栽培し、地上部の生育と根粒形成の関係を観察

前年度からの変更点

- ① コンタミ率を低下させるため・・・
根粒表面のアルコール処理 → 前年度の20秒から40秒に変更
- ② 窒素肥料および根粒菌の窒素固定の影響を明確にするため・・・
肥料濃度を前年度の3倍および100倍に変更

結果

本実験 先行研究

- ① 本実験
肥料濃度の変化により、前年度との本実験値に大きな違いは更れず
- ② コンタミ率(カビ率)
アルコール処理時間の増加により前年度の50%から42.5%へと減少

結果2





(窒素あり) (窒素なし) (窒素なし+根粒形成)

条件①と③において、クローバーの生育が良い。
条件①では、クローバーは肥料中の窒素分を利用
条件③では、クローバーは根粒菌の窒素固定産物を利用

考察

・ 肥料濃度について
本実験および葉の状況から3条件の生育差を確認

↓

つまり、先行研究よりも適した肥料濃度が見つかった。

マメ科植物が環境に応じて窒素成分の獲得方法を使い分けることが理解可能な実験を確立!

・ アルコール処理について
コンタミ率の低下は見られなかったため、高校の設備ではある程度のコンタミが起ってしまうと考えられる

成果と今後の展望	参考文献
成果 高校生が窒素固定を理解するのに有効な実験方法を確立 (コンタミ率42.5% → 半分以上順調に生育) 今後の展望 ①条件4としてNあり根粒菌ありを追加し根粒 形成が抑制される肥料濃度を調べる ②コンタミ率を下げる方法を継続して調べる	• 「根粒菌による窒素固定のはたらきを理解するための実験」(平成30年度桃山高校GS課題研究)

温度変化と変形菌の 関係

～台風が生態系にもたらす影響～

変形菌とは

- ・アメーバゾアに属する生物である

迷路では最短経路を導く
培養が可能である
有用性のある色素を含む

など、非常に期待できる生物資源である。



温度変化と変形菌の関係を調べる

台風通過後、多種多様な変形菌が見られた
↓

温度変化と変形菌の関係を調べる

台風通過後、多種多様な変形菌が見られた
↓

温度変化が原因の一つと考えられる
↓

温度変化と変形菌の関係を調べる

台風通過後、多種多様な変形菌が見られた
↓

温度変化が原因の一つと考えられる
↓

その環境を再現する
↓

温度変化と変形菌の関係を調べる

台風通過後、多種多様な変形菌が見られた
↓

温度変化が原因の一つと考えられる
↓

その環境を再現する
↓

変形菌の生態の一片を解明

実験概要：アカマツの朽木を温室培養した

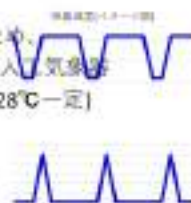
- ・台風時の気温変化を再現するため、
ワインセラー又は恒温槽 と 人工気象器
(18℃以下) (28℃一定)
を利用して、樹皮を培養した。

- A 18℃以下一定
B 18℃以下を基本 週一に一定時間28℃
C 28℃一定
D 28℃を基本 週一に一定時間18℃

実験概要：アカマツの朽木を温室培養した

- ・台風時の気温変化を再現するため、
ワインセラー又は恒温槽 と 人工気象器
(18℃以下) (28℃一定)
を利用して、樹皮を培養した。

- A 18℃以下一定
B 18℃以下を基本 週一に一定時間28℃
C 28℃一定
D 28℃を基本 週一に一定時間18℃



実験結果

アカマツの樹皮からは
変形菌が発生しなかつた...

ふじゃける
なああああああああああああああ
ああ



予備実験:

フウ属やマツの一種の樹皮をワインセラー
で温室培養した。



実験結果(フウ属18℃以下)

- *Echinostelium arboris*
- *Calomyxa* cf. *metallica*
- *Licea* cf. *biforis*
- *Paradiacheopsis* sp.

他に変形体を一種確認

計4種(変形体を除く)



実験結果(針葉樹18℃以下)

- *Colloderma oculatum*
- 種不明

計2種

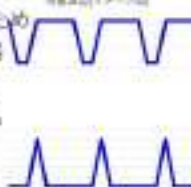


実験概要：イヌマキ、フウ属の一
種、

トウカエデの朽木を湿
室培養した

・古樹幹の気温変化を再現するため
ワインセラーと人工気象器
(18℃以下) (28℃一定)
を利用して、樹皮を

- A 18℃以下一定
- B 18℃以下を基本
- C 28℃一定
- D 28℃を基本



トウカエ
デ



イヌマキ



フウ属

実験結果

試料	イヌマキ	イヌマキ	フウ属の一種	フウ属の一種
試料の採取	試料の採取	試料の採取	試料の採取	試料の採取
試料の培養	試料の培養	試料の培養	試料の培養	試料の培養
試料の観察	試料の観察	試料の観察	試料の観察	試料の観察
試料の処理	試料の処理	試料の処理	試料の処理	試料の処理



考察

1. アカマツで全く変形菌が発生しなかったのは
多量のコケが原因と考えられる
2. *Cribaria violacea*は比較的気温の高い環境を好
むと考えられる。
3. コホコリ属(*Licea*)は低温を好むと考えられる。
4. ケホコリ目(*Arcyria*, *Perichaena*, etc.)やモジホコ
リ属(*Physarium*)は高温を好むと考えられる。

結論

1. 一時的な温度変化が多様な変形菌を生み出すかどうかは判断できない。
2. 培養温度の違いが変形菌の種類に影響を与えることは確認できた。
3. 考察4は、野外での調査記録(高橋)と一致した。

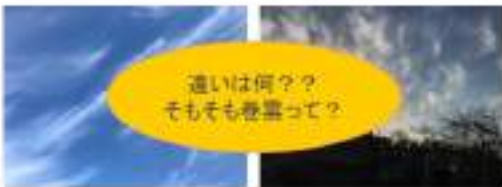
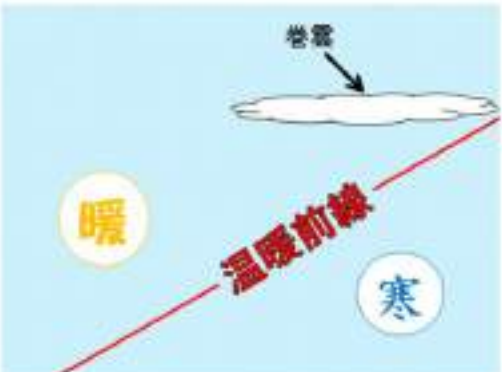
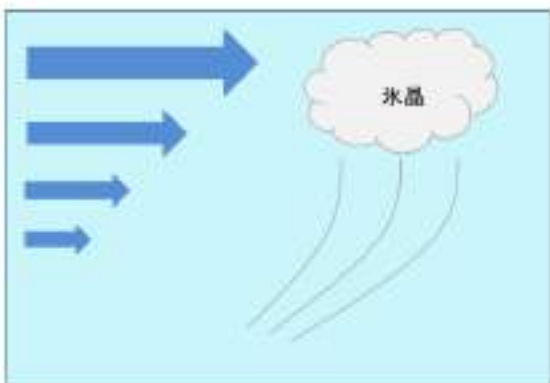
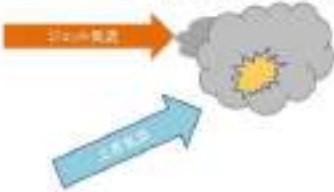
ある程度は環境を再現できたと考えられる。

今後の展望

1. 表面のコケを取り除いたアカマツ樹皮を用いて温室培養を行う。
2. 台風通過後の現象の原因を突き止める。

参考文献

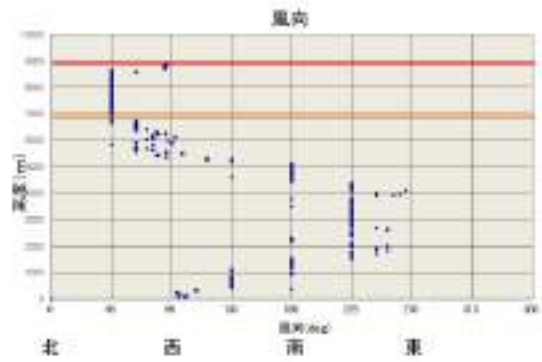
- <http://henkeikin.org/> 変形菌研究会 変形菌の生態概要
- 図説 日本の変形菌 山本幸恵 東洋館林

巻雲のお腹の中まで見よう！！ 16班: 相原花歩 井上凜子 今北美穂	なぜ巻雲・・・？   線状巻雲 暴れ巻雲
目的  線状巻雲 暴れ巻雲	 巻雲 暖 寒 温暖前線
 氷晶	仮説 ・線状巻雲 → ジェット気流 ・暴れ巻雲 → 線状巻雲が上昇気流とぶつかる 
研究方法 ・巻雲の写真撮る ・巻雲がでた日の天気図を見る ・パイバル気球をあげる  地上 パイバル気球	結果 線状巻雲・・・高さが違うものがある 暴れ巻雲・・・線状巻雲が変化したもの  低い 高い

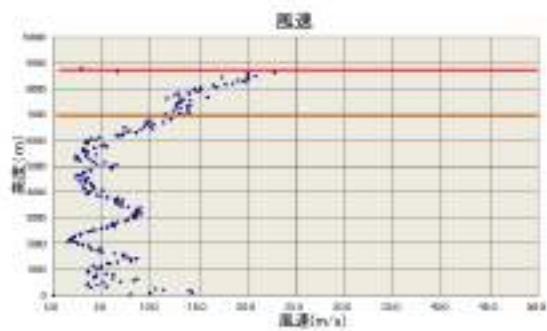
線状巻雲(2019. 9. 12)のデータ



2019.9.12



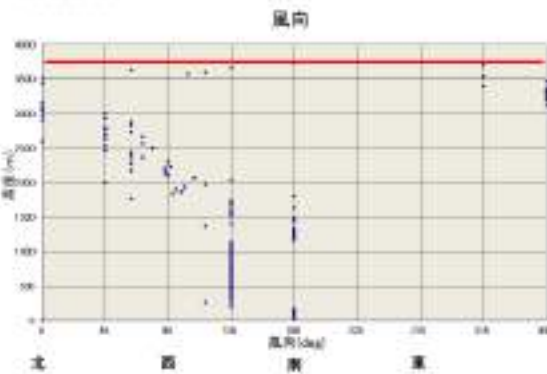
2019.9.12



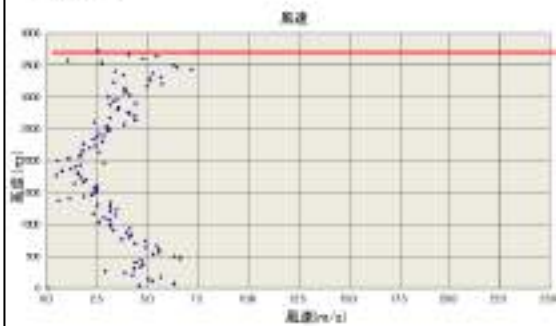
線状巻雲(2019. 5. 16)



2019.5.16



2019.5.16



2019. 11. 7



実験

・ドライアイスを用いて巻雲を再現する



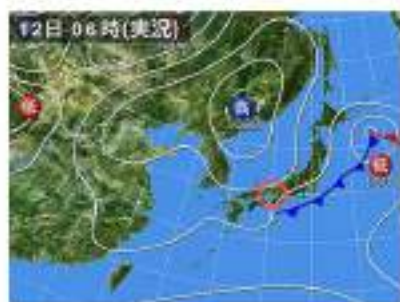
線状巻雲



暴れ巻雲



線状巻雲2019.9.12(天気図)

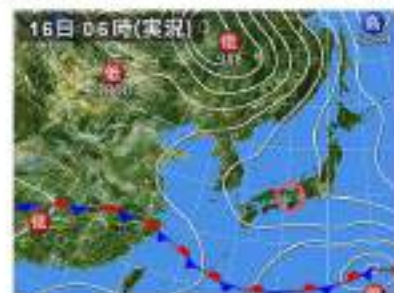


考察

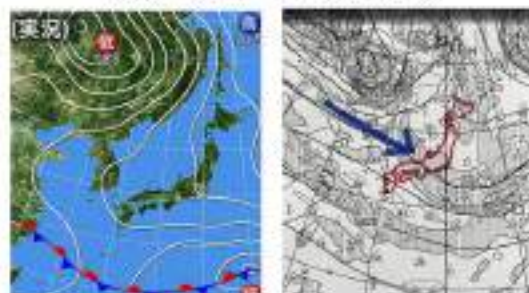
300hPa天気図(2019.9.12 高い巻雲)



考察 線状巻雲 2019.5.16(天気図)



地上天気図 500hpa天気図 (2019. 5. 16 低い巻雲)



暴れ巻雲2019.11.7(地上天気図)



結論

線状巻雲

- ・高い線状巻雲
ジェット気流によって発生
- ・低い線状巻雲
ジェット気流、温暖前線、寒気と暖気などで発生

暴れ巻雲

低い線状巻雲が乱れることで発生

4 . 研究論文

アニメキャラの“かわいさ”と売上の相関関係の研究

○泉宙杜 今津壮大 岸田怜也 佐原伊織 寺本有輝 向井陽平

1 はじめに

我々はアニメが好きだ。そしてアニメを見る中で、話題性の高いアニメは内容もさることながら、なんといってもキャラが可愛い、と常々思っていた。可愛いキャラの出るアニメは知名度が高い、と考えた私たちは数値化しにくい「アニメの知名度」を「そのアニメの DVD の売上」と換算して、それとキャラの可愛さに何か相関がないか調べることにした。

2 先行研究

河谷他(2008)の研究では、アニメキャラクターの顔を数値化したアニメ度というものが次のように定義されていた。

- あるアニメキャラクターに対し、どの程度アニメ独特の描画がなされているかの度合いを示す指標である。
- 実際の人物に近い写実的な描画がなされているほど評価値が小さくなる。
- 段階的な評価結果を付与するものとする。

このアニメキャラクターの描画に特徴的な部分としては、顔の輪郭形状、目の形と大きさ、瞳の描画調、髪の色や前髪のきめ細かさ、アホ毛といった特殊な部位の有無、鼻や口などの描かれ方、装飾品などが考えられる。本研究では、このうち、先行研究で使われていた顔輪郭のアニメ度の式と独自に作り出した目の形と大きさの式を使用している。

顔輪郭のアニメ度の式は以下のように定義されている。

$$F_1 = (L_1/L_2) \times (AVE/SD)$$

ここで、 F_1 は顔の輪郭特徴の評価値、 L_1 は顔の最大横幅の推定線の長さ（目の下の接線と仮定）、 L_2 は特徴線の長さの最大値（顎の先端への線）、 AVE は特徴線の長さの平均、 SD は特徴線の長さの標準偏差である。また、特徴線とは、顔の下半分の輪郭線まで引いた L_1 の垂線である。

次に、目の形と大きさの式を本研究では次のように定義した。

$$E_1 = L_3/L_4$$

$$E_2 = (L_3 \times L_4) / (L_1 \times L_2)$$

ここで、 E_1 は目の形の評価値、 E_2 は目の大きさの評価値、 L_3 は目の縦幅、 L_4 は目の横幅である。

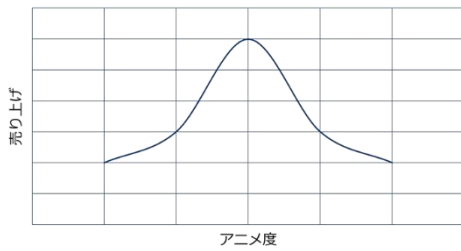
3 仮説

仮説は以下の二つが考えられた。

1. アニメ度の中央値に近いキャラクターが可愛いと思われやすい。
2. 経済効果の高いアニメに出てくるキャラはアニメ度の中央値に近い値をとる。

仮説の根拠

今日に至るまで様々なアニメ作品が制作されてきた。そのため、近年になればなるほど描画がある程度固定化され、アニメ度の分散が小さくなっていて、視聴者に可愛いと思われやすくなっていると考えた。またそのキャラがアニメ度の平均に近いのではないかと考えた。そしてその平均のキャラからアニメ度が高くなったキャラであればあるほど、人間離れした顔になるため、また、アニメ度が低くなったキャラであればあるほど、人間に近い顔になり、人間に似せられた絵画や像に観察者が好感とは正反対の感情を抱くという不気味の谷現象がおこるため、それぞれかわいいと感じにくくなるのではないかと考えた。

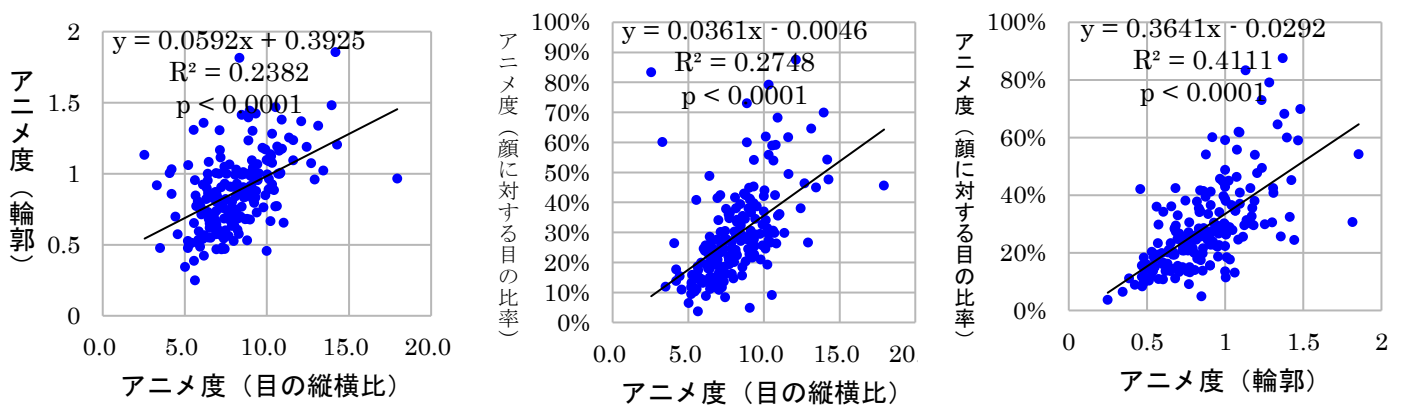


また、仮説1からアニメ度の中央に近いキャラクターを可愛いと思うため、そのキャラの参加するアニメ作品への購入意欲が高まり、左のようなグラフになるのではないかと考えた。

4 検証と結果

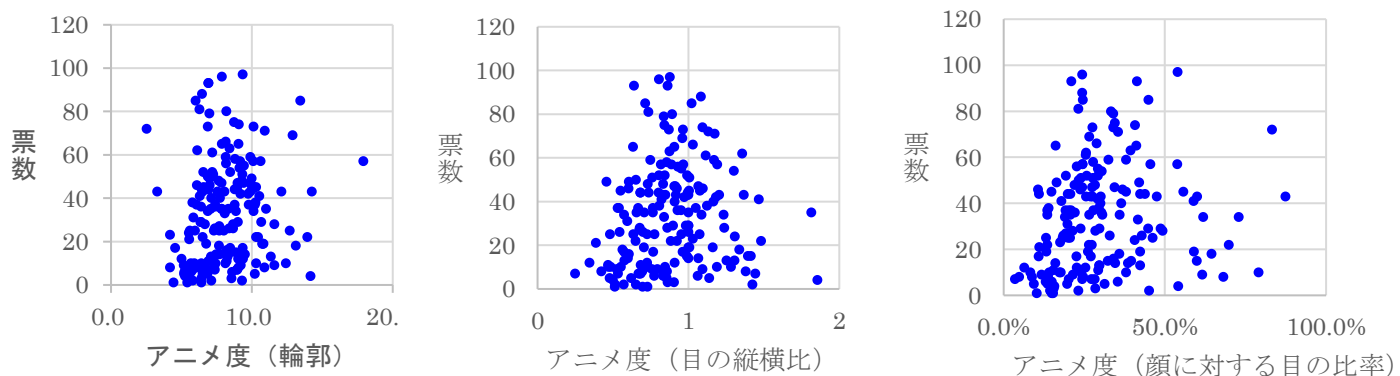
我々は第一に約200のアニメキャラを選出し、それぞれのアニメ度を算出した。これと、同時にとったアンケートによって得られた結果からそれぞれの相関を求めた。以下がその結果である。

A：アニメ度同士の相関



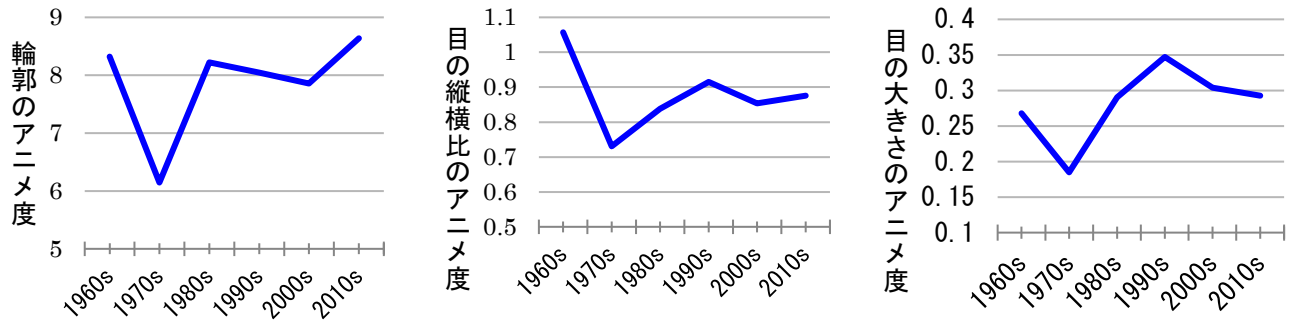
このように、アニメ度同士にはある程度の相関が得られた。

B：アニメ度とアンケート得票数の相関

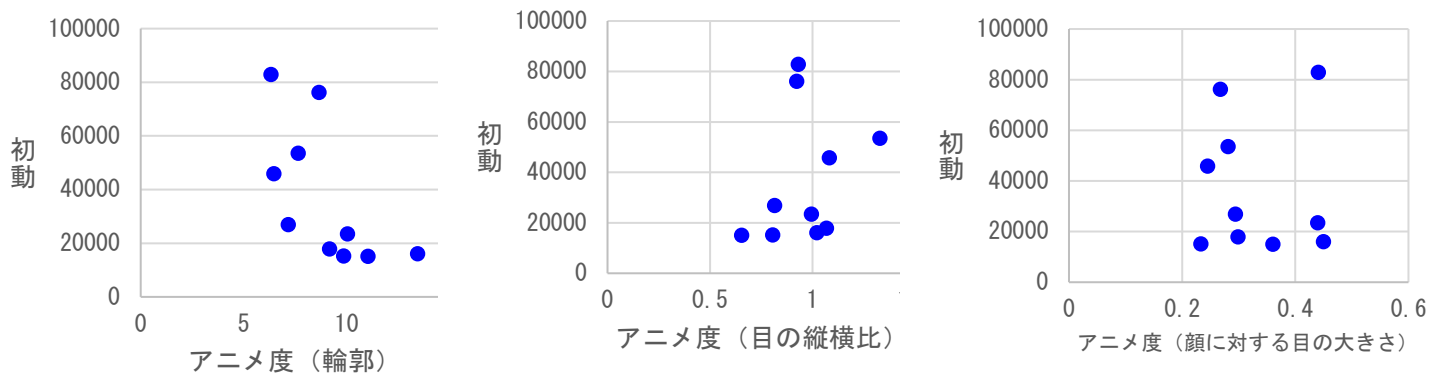


相関は得られなかったが、得票数の高いキャラはある一定の値に集中していた。
また、各キャラの登場作品の年代を10年ごとに分類し、そのアニメ度の平均を求め、その推移を求めた。

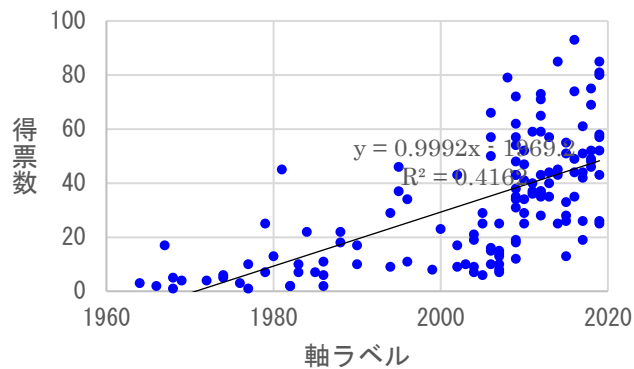
C：アニメ度と年代の関係のグラフ



D：アニメ度と DVD の売上枚数（初動）の関係のグラフ



アニメ度の平均に近いキャラクターに売り上げが高い傾向が見られたが、例外も見られる。
最後に、各キャラクターの登場作品の年代とアンケートの得票数の相関は以下である。



最近のキャラクターほど得票数が多くなる傾向が見られた。

5 考察

□ アニメ度同士にある程度の相関が認められたことから、「目の大きいキャラクターほど顔が丸い」というように、アニメキャラクターの顔を構成する要素のひとつだけが突出するのではなく、それに合わせて他の要素もある程度変化する傾向があると言える（下図）



□ 得票数、売り上げの高いアニメキャラクターそれぞれのアニメ度が一定の値の周辺に集中する傾向が見られることから、仮説どおり、大勢に好まれるキャラクターの顔の傾向というものが存在すると考えられる。

□ キャラクターを年代別に分類、その平均値の変遷をグラフ化したとき、70年代にアニメ度の大きな谷が見られる（=アニメ独特の描画が弱くなり、現実近づく）。目の縦横比、目の大きさに関しては00年代以降その値に大きな変化が見られなくなる。これらから、キャラクターデザインの分野において90年代までは試行錯誤の期間であり、その後00年付近で（主に収益、効率の面における）最適な描画が確立されたものと考えられる。また一方で輪郭のアニメ度に関しては00年代→10年代の間で大きな変化が見られたことから、キャラクターの輪郭に関してはまだ試行錯誤の段階にあると考えられる。

□ 最近のアニメキャラクターほど得票数が見られたことから、大勢に好まれるキャラクターの描画はアニメーションの歴史とともに確立されていっていると考えられる。ただし、今回のアンケートでは対象者が高校生世代に偏っていたために、この結果は正確とは言い難い。

6 まとめ・今後の展望

今回の調査で多くのアニメキャラクターの顔や、その中でも特に大衆に好まれるアニメキャラクターの傾向を知ることができた。しかし一方で、抽出したサンプルキャラクターやアンケートの対象者に偏りがあったため、より多くのキャラクターを抽出し、より幅広い世代の、より多くの人を対象としたアンケートをとることでより精度の高い結果が得られると考えられる。また、今回の研究ではアニメキャラクターの顔の描画のみに着目したが、キャラクターを構成するその他さまざまな要素（声、性格、体格、髪型、髪の色、目の色、肌の色、アクセサリ、作中での言動等）にも注目することで、大勢に好まれる「より可愛い」キャラクターの条件を発見できるのではないかと考えられる。さらに、可愛らしさが求められるキャラクターにとどまらず、カッコよさ等が求められるキャラクターに関しても今回の研究と同様のアプローチでその傾向を求めることが出来ると考えられる。

7 参考資料

[1]河谷大和・柏崎礼生・高井昌彰・高井那美（2008）「アニメキャラクターの特徴抽出に基づくアニメ度評価とその応用」『第7回情報科学技術フォーラム』279~280。

https://www.ieice.org/publications/conference-FIT-DVDs/FIT2008/pdf/I/I_040.pdf

あみだくじの公平性 —立体あみだくじの可能性—

○藤野響太郎 杉本幸大 藤本大輔 山本悠稀

0. はじめに

日常的に使うあみだくじは本当に公平なのか疑問を持った．調べてみたところ，先行研究より，あみだくじは公平ではないということがわかった．そこで，どのような条件なら公平になるのか知りたいと思い，公平なあみだくじを模索することにした．

1. 仮説

平面でのあみだくじでは当たりのある縦線から遠くなるほどあたりにくくなるという性質があるが，立体にすることで，あたりから遠い縦線でも対角線を用いることにより，あたりのある縦線の横にすることができるため，立体のあみだくじならその問題を解決できるのではないかと考えた．

2. 定義

2.1 縦線が m 本の時の立体のあみだくじに対してスタート地点に $S_1, S_2, \dots, S_m$ ，ゴール地点に $G_1, G_2, \dots, G_m$ と記号を与える．このとき S_k の真下は G_k である．ここで $X \in \{S_1, S_2, \dots, S_m\}, Y \in \{G_1, G_2, \dots, G_m\}$ に対して $P_n(X \rightarrow Y)$ を横線が n 本の時に， X から Y へ行く確率と定義する．また $B_m = \{\sigma | \sigma: S \rightarrow G: \text{全単射}\}$ とおく．

2.2 本研究におけるあみだくじと公平性の定義について．

あみだくじ…縦線の端に当たりはずれを書いて隠し，各自が引き当てるくじのこと．

ただし当たりの場所が分かっているものとする．

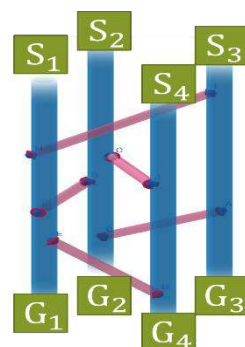
公平である…それぞれのスタートから当たりへ行きつく確率がすべて等しい．

例 2.3 ($m=4, n=5$ の立体あみだくじ)

右の図は， $m=4, n=5$ の立体あみだくじの一例である．スタートからゴールへ

の対応は次のようになる． $\begin{pmatrix} S_1 & S_2 & S_3 & S_4 \\ G_2 & G_1 & G_3 & G_4 \end{pmatrix} \in B_4$

また， S_4 から G_1 へ行く確率は， $P_n(S_4 \rightarrow G_1) = \frac{13}{54}$ となる．



3. 研究内容

研究 3.1

縦線 3 本の立体あみだくじにおいて，各々のスタートから当たりへ行きつく確率を漸化式を用いて求めた．

研究 3.2

研究 3.1 と同様に，縦線 m 本の立体あみだくじについても漸化式をたて，確率を求めた．

研究 3.3

研究 3.2 で求めた確率について， m, n に具体的な値を代入しグラフにまとめた．

研究 3.4

縦線の並べ方を変え, あたりへ行きつく確率について調べた.

4. 研究結果

4.1 立体あみだくじ ($m=3$)

G_1 があたりであるとする. まず, $m=3$ の場合の漸化式について説明する.

[i] S_1 をスタートし, n 本の縦線を引いたときに G_1 に行き着いた場合.

横線の引き方の総数は, ${}_3C_2 = 3$ 通りであり, 縦線を $n+1$ 本引いたときに G_1 に行き着くのは, S_2 の縦線と S_3 の縦線の間に横線を引いた時だから, 1 通りである. したがって, この場合 G_1 に行き着く確率は, $\frac{{}_2C_2}{{}_3C_2} P_n(S_1 \rightarrow G_1)$ となる.

[ii] S_1 をスタートし, n 本の縦線を引いたときに G_2 または G_3 に行き着いた場合.

横線の引き方の総数は, ${}_3C_2 = 3$ 通りである. 縦線を $n+1$ 本引いたときに G_1 に行き着くのは, S_1 の縦線と S_2 の縦線の間または, S_1 の縦線と S_3 の縦線の間に横線を引いた時だから, それぞれ 1 通りで, 計 2 通りである. また, n 本の縦線を引いたときに G_2 または G_3 のどちらかにいる確率は等しく, $\frac{1}{2}$ である. したがって, この場合 S_1 に行き着く確率は, $\frac{1}{2} \times \frac{2}{{}_3C_2} \{1 - P_n(S_1 \rightarrow G_1)\}$ となる.

$$\begin{aligned} \text{以上より } P_{n+1}(S_1 \rightarrow G_1) &= \frac{{}_2C_2}{{}_3C_2} P_n(S_1 \rightarrow G_1) + \frac{1}{2} \times \frac{2}{{}_3C_2} \{1 - P_n(S_1 \rightarrow G_1)\} \\ &= \frac{1}{3} P_n(S_1 \rightarrow G_1) + \frac{1}{3} \{1 - P_n(S_1 \rightarrow G_1)\} = \frac{1}{3} \end{aligned}$$

同様に, $P_n(S_2 \rightarrow G_1) = P_n(S_3 \rightarrow G_1) = \frac{1}{3}$ である. つまり $m=3$ のとき, 立体あみだくじは公平となる.

4.2 立体あみだくじ ($m \geq 4$)

G_1 があたりとする. また, $2 \leq i \leq m$ を満たす自然数とする.

[i] S_1 をスタートし, n 本の縦線を引いたときに G_1 に行き着いた場合.

横線の引き方の総数は, ${}_mC_2$ 通りであり, 縦線を $n+1$ 本引いたときに G_1 に行き着くのは, G_1 の縦線と G_3 の縦線の間以外に横線を引いた時だから, ${}_{m-1}C_2$ 通りである. したがって, この場合 G_1 に行き着く確率は $\frac{{}_{m-1}C_2}{{}_mC_2} P_n(S_1 \rightarrow G_1) = \frac{m-1}{m} P_n(S_1 \rightarrow G_1)$ となる.

[ii] S_1 をスタートし, n 本の縦線を引いたときに G_i に行き着いた場合.

横線の引き方の総数は, ${}_mC_2$ 通りである. 縦線を $n+1$ 本引いたときに G_1 に行き着くのは, G_1 の縦線と G_i の縦線の間に横線を引いた時だから, それぞれ 1 通りで, S_i の縦線以外に行き着くから, 計 $m-2$ 通りである. また, n 本の縦線を引いたときに G_i のいずれに行き着く確率も等しく, $\frac{1}{m-2}$ である. したがって, この場合 G_1 に行き着く確率は, $\frac{1}{m-2} \times \frac{m-2}{{}_mC_2} \{1 - P_n(S_1 \rightarrow G_1)\} = \frac{1}{{}_mC_2} \{1 - P_n(S_1 \rightarrow G_1)\}$ となる.

[i], [ii] より, 漸化式は, $P_{n+1}(S_1 \rightarrow G_1) = \frac{m-1}{m} P_n(S_1 \rightarrow G_1) + \frac{1}{{}_mC_2} \{1 - P_n(S_1 \rightarrow G_1)\}$ となる.

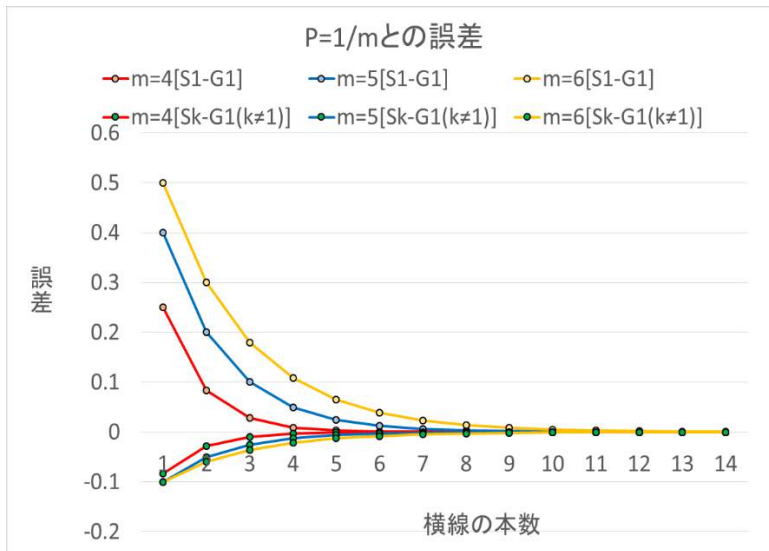
これを解いて、求める確率は、 $P_n(S_1 \rightarrow G_1) = \frac{m-3}{m} \left(\frac{m-3}{m-1} \right)^{n-1} + \frac{1}{m}$ となる。

同様に、 G_1 があたり、 S_i をスタートとする。

漸化式は $P_{n+1}(S_i \rightarrow G_1) = \frac{m-1}{m} P_n(S_i \rightarrow G_1) + \frac{1}{m} \{1 - P_n(S_i \rightarrow G_1)\}$ であり、求める確率は、

$$P_n(S_i \rightarrow G_1) = \frac{1}{m} - \frac{1}{m} \left(\frac{m-3}{m-1} \right)^n \text{ である。}$$

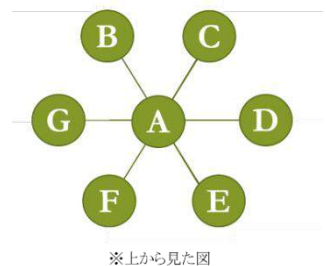
4.3 グラフ



4.4 縦線の並べ方を変えた場合

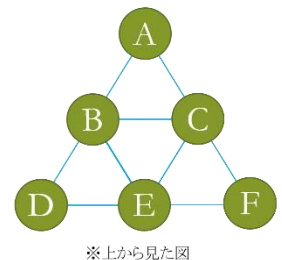
[i] ミセル型あみだくじ

ミセル型あみだくじとは、右の図のように多角形状に並べた縦線の内部に 1 本の縦線を入れ、外部の縦線から内部の縦線にのみ横線を引いたあみだくじである。このあみだくじは横線の端点の一つを必ず中心の縦線にしなければならぬので、中心から中心以外への移動と中心以外にとどまることが多くなる。したがって、確率に偏りが生じやすく、公平にはならないことがわかる。



[ii] ピラミッド型あみだくじ

ピラミッド型あみだくじとは、右の図のように、正四面体の展開図の各頂点に縦線を配置したあみだくじである。右の図において、縦線 A, D, F にはそれぞれ横線を 1 本引いただけでは移動できない縦線がある。多角柱のあみだくじから対角線を減らした平面に近い構造となっている。



5. 考察

5.1

結果 4.1 より, 縦線が 3 本の場合では, S_1, S_2, S_3 のどのスタートからでも当たりへ行きつく確率は等しく $1/3$ となり, 公平であると考えられる.

5.2

結果 4.2 より, $P_n(S_1 \rightarrow G_1) = \frac{m-3}{m} \left(\frac{m-3}{m-1}\right)^{n-1} + \frac{1}{m} \dots\dots (1)$

$$P_n(S_i \rightarrow G_1) = \frac{1}{m} - \frac{1}{m} \left(\frac{m-3}{m-1}\right)^n \dots\dots (2) \quad \text{が導き出された.}$$

$m=3$ のとき, (1), (2) のいずれの確率も $1/m=1/3$ となり 4.1 と一致する.

5.3

結果 4.3 より, n が増加するにつれ誤差が小さくなり, それぞれのスタートから当たりへ行きつく確率が $1/m$ に近づくことがわかる. ここで, $n \rightarrow \infty$ のとき $\left(\frac{m-3}{m-1}\right)^{n-1}$, $\left(\frac{m-3}{m-1}\right)^{n-1} \rightarrow 0$ となるため, このとき (1) は $1/m$ に収束する. 同様に (2) も $1/m$ に収束するため, n を増やしていくと公平に近づくと考えられる.

5.4

結果 4.4 より, ミセル型, ピラミッド型では公平にはならないと考えられる.

先行研究

- [1] 数学のかんどころ 5 あみだくじの数学 <小林雅人 共立出版>
- [2] 科学研究実践活動のまとめ <https://www.jst.go.jp/cpse/jissen/pdf/houkoku/SG150147-A-16015.pdf>
- [3] あみだくじの確率を計算してみた | 高校数学の美しい物語 <https://mathtrain.jp/amida>

射出物体の飛跡の分析

○田岡哲平 青谷玲乃 杉原百香 西垣勇太 野間颯生 宮本彩音

1. 動機と目的

高校の物理の教科書では球体の大きさを無視した空気抵抗のない運動を扱っているが、実際には球体の大きさによって運動の様子が異なると考え、球体の大きさと軌道の関係について研究を行いたいと思った。そこで、空気抵抗があり、大きさや形状を持った球体の水平投射後の運動の様子を調べようと考えた。

2. 仮説

質量は等しいが大きさが異なる球体をいくつか飛ばした時に、飛距離がそれぞれ異なると考え、断面積と飛距離には何か関係性があるのではないかと考えた。水平方向から空気抵抗を受けるとき、球体の断面積が大きいほど空気の抵抗を受ける面積が大きく受ける空気抵抗も大きくなるので、飛距離が小さくなると思った。

3. 方法

実験器具

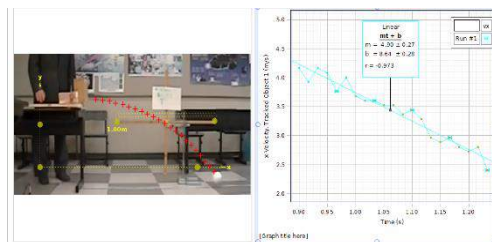
- ・発泡スチロール球（直径 10 cm, 直径 15 cm, 直径 20 cm）
- ・ゴムボール（3.8 cm）
- ・メジャー
- ・発射装置
- ・高速度カメラ（PASCO Capstone）



実験方法

直径 10 cm、15 cm、20 cm の発泡スチロール球、直径 3.8 cm のゴムボールを制作した右図の発射装置で飛ばし、飛距離を測定した。

- ・それぞれの球体を 5 回ずつ飛ばし、データの正確性を高めた。
- ・断面積の影響を調べるため、対照実験として、質量が 50 g 程度の直径 20 cm の発泡スチロール球とゴムボールを使用した。
- ・高速度カメラを使用し、パスコキャプストーンというソフトで運動を解析した。



	断面積 (cm ²)	質量 (g)
発泡スチロール球 10cm(直径)	79.0	10.5
発泡スチロール球 15cm(直径)	177	22.4
発泡スチロール球 20cm(直径)	344	48.5
ゴムボール 3.8cm(直径)	11.3	48.2

〈発射装置について〉

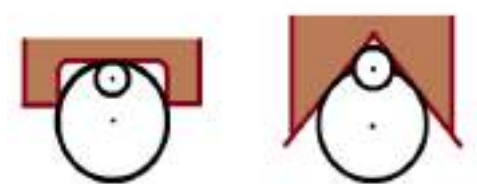
発射装置は 3 回ほど改良を重ねた。最初に作ったものは弓をモチーフにしたのだが、球体を飛ばすには

不向きだった。具体的な問題点としては、水平にまっすぐ射出する装置を作るはずがこの装置は射出した球体が上下左右に大きくずれ、趣旨から大きく外れてしまったことが挙げられる。

この問題点を解決するために2つ目の装置では以下の点を改良した。

- ・装置のサイズを大きくすることで発射を担当する人間のヒューマンエラーを少なくする効果を期待した。
(具体的には、以前の発射装置ではゴムを直に指を使って引いていた為ゴムを引く人の負担が大きかったが、2回目の装置では発泡スチロールの部分を持つため操作性が高まりミスが減った。) また、直径の大きい球体を飛ばせるようになったことで実験の幅が広がった。

しかし、2つ目の装置は物体が触れる部分に一部まっすぐな部分があるため直径の小さい球体は転がってしまい、左右のずれが大きかった。そのためノコギリを用いて以下の図のように加工した。



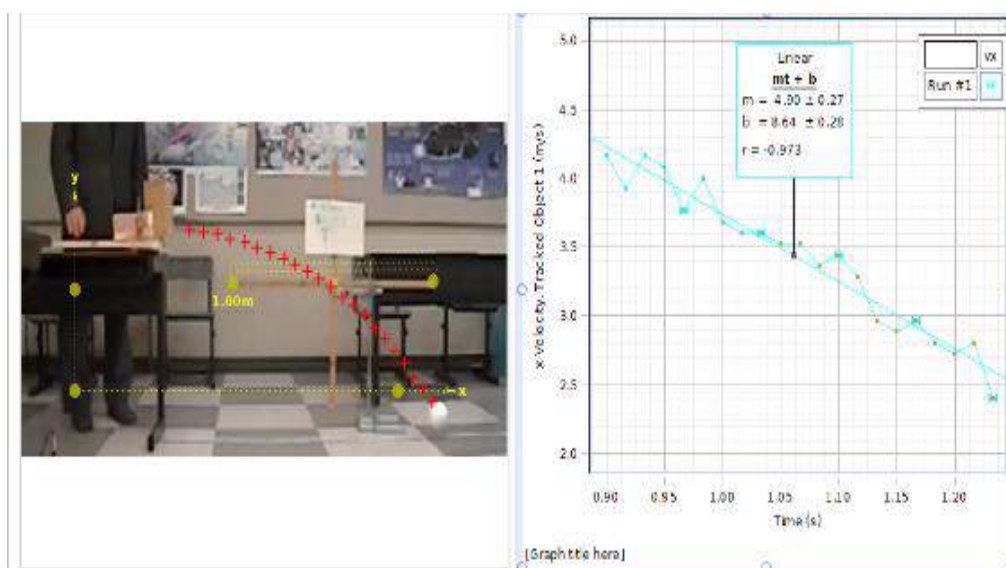
加工のおかげで小さい球体の左右ずれはなくなった。

＜解析の方法＞

PASCO Capstone で動画を撮り、0.1 秒ごとにボールの動きを記録して作ったデータから $v-t$ グラフを作成した。グラフの点を近似した直線の傾きから加速度を求め、グラフが始まった所の点と近似直線を結んだ値を初速とした。

4. 実験1の結果

	質量(g)	飛距離(cm)	加速度(m/s^2)	初速(m/s)	終速(m/s)
発泡スチロール 球 10cm(直径)	10.5	133.2	-4.99	4.33	3.08
発泡スチロール 球 15cm(直径)	22.4	135.3	-4.11	4.28	3.32
発泡スチロール 球 20cm(直径)	48.5	123.8	-4.02	3.97	3.07
ゴムボール 3.8cm(直径)	48.2	102.4	-0.767	2.99	2.70



考察

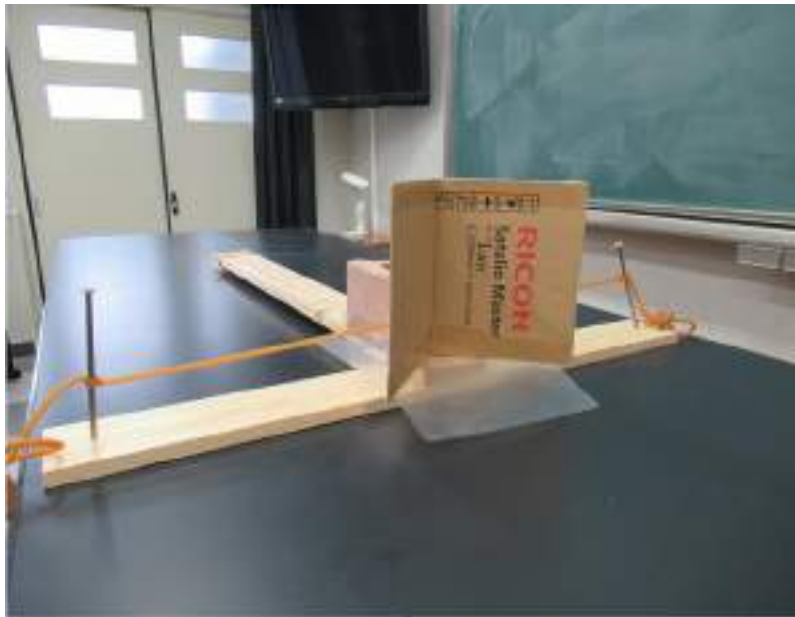
仮説より、球体の断面積が大きいほど空気抵抗の影響を大きく受けるので飛距離が小さくなると考えていたが、結果の表からわかるように、一番直径の短い 10cm の発砲スチロール球よりも 15cm のほうが飛距離が長くなった。これは、発射する物体の質量が大きいほど初速は小さいが受ける空気抵抗の影響は小さくなることにより加速度の絶対値が小さくなったためであると考えられる。また、発射する球体の断面積が大きいほど下から受ける空気抵抗が大きくなり地面に着地するまでにかかる時間が長くなったからであると考えられる。

ちなみに直径 20cm の発砲スチロール球とゴムボールは、質量が等しいので初速も等しくなるはずである。このことから対照実験が出来ると予想していた。しかし 2 つの球体の初速はおよそ 1 m/s も違う。理由のひとつとして球体が直接実験装置の木の板に引きずられるため木の板と実験対象の球体の間に摩擦が生じることが考えられる。そこで、摩擦の影響を少なくしてもう一度実験を行うことにした。

実験(2)

方法

今まで使っていた装置の下にプラスチックの板を取り付けた。この改良によって球体と装置の木の板との間に生じる摩擦はすべてプラスチックと木の板によるものになり、材質による摩擦はすべてプラスチックと木の板によるものになり、材質による摩擦の違いを気にせずによくなった。



結果

	質量 (g)	飛距離 (cm)	加速度 (m/s^2)	初速 (m/s)
発砲スチロール球 直径 20cm	48.5	91.8	-2.11	2.85
ゴムボール 直径 3.8cm	48.2	90.4	-0.25	2.78

考察

結果の表から、二つの球体の飛距離、初速がほとんど等しくなったことが分かる。これは装置を改良した成果であるといえる。また、二つの球体の加速度には大きな差があるのに飛距離がほとんど等しくなったのは空気抵抗を受ける向きが前からと下からがあり、直径 20cm の発砲スチロール球は前から受ける空気抵抗が大きく進むスピードが遅い分、下から受ける空気抵抗も大きいので落下にかかる時間が長くなることにより飛距離が伸びたと考えられる。

今後の展望

まず、実験対象となる球体を増やしたい。具体的には発砲スチロール球の実験対象を増やすことで発砲スチロール球において最も飛距離が伸びる直径を導き出したいと思う。また、材質の違う物体でもさまざまな直径のもので実験を行うことで将来的には一番飛距離が伸びる質量と直径(空気抵抗)の割合をみつきたい。

また今回は状況を単純化するために断面積が常に等しくなる球体を使用した但、今後は棒状の物体や空気抵抗を受ける位置を変えることで飛距離にどのような違いが生まれてくるかも調べてみたい。

—圧電素子を用いた振動発電—

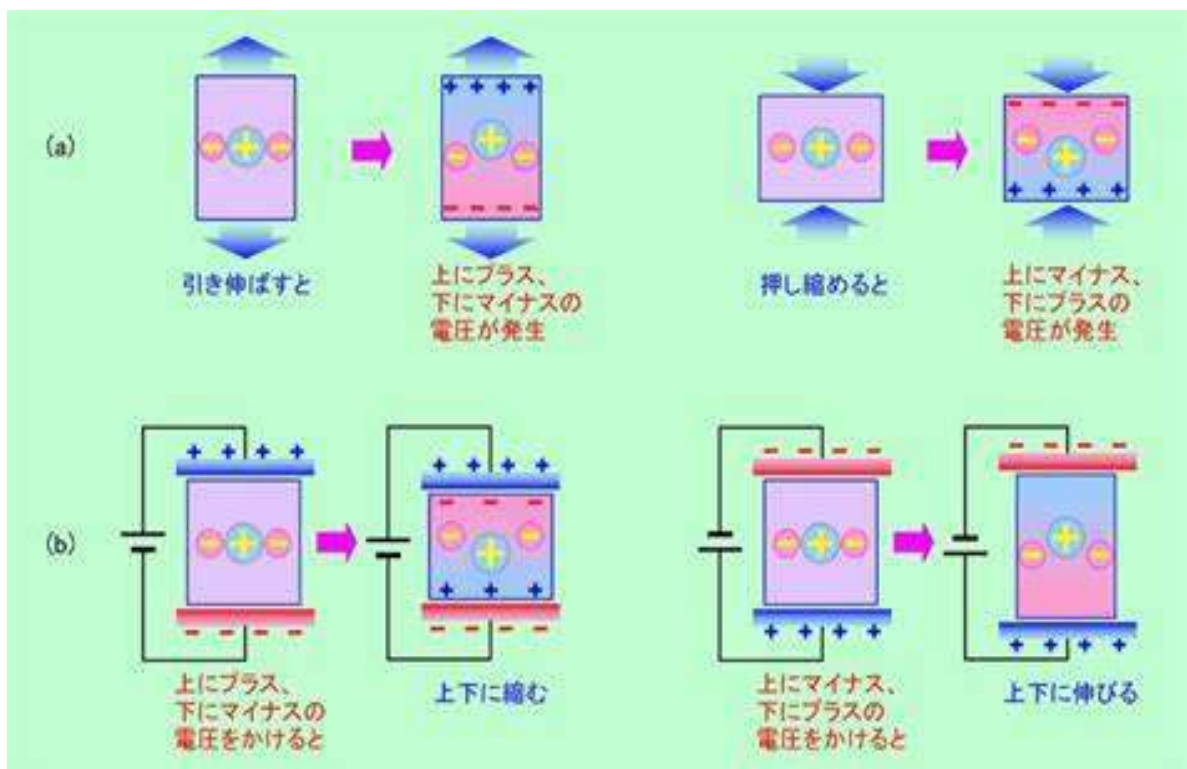
○奥西洸太 高橋佑馬 高山宗一郎 北川涼太 長尾晴寛

1 はじめに

歩行の際にエネルギーが生じていることを知った私たちは、このエネルギーが再生可能エネルギーとして活用できるのではないかと考えた。実用性を求めるための一つの指標として、スマートフォンを充電できるだけの電力を取り出すことを目標とし、今回の研究に取り組んだ。

2 仮説

- ① 数が多いほど加えた圧力が電気に変換されやすいと考えたため、圧電素子を多く並べたときに発電量が多くなる
- ② 並列につなぐと電流が分かれるので、圧電素子を直列につないだときに発電量が多くなる
- ③ 加える力が大きければ大きいほど圧電素子の変化が大きくなるので、圧力を強くするほど発電量が増える



圧電素子の仕組み

<https://hr-inoue.net/zscience/topics/dielectric2/dielectric2.html> より引用

3 実験1の方法

圧電素子、抵抗（10kΩ）、検流計、電圧計を用いて、以下の三種類の回路を組んだ。

なお、圧電素子は二枚の木材で挟んだものを使用した。

- ① 圧電素子が一個の回路
- ② 圧電素子が二個で、並列の回路
- ③ 圧電素子が二個で、直列の回路



これらの回路の圧電素子上にテニスボールを落とし、その際に発生する電圧、電流を求めた。
これらの結果から、回路の形による変化を比較した。

4 実験1の結果

実験の結果、圧電素子の数が多いほど発電する量が多くなることがわかった。
ただし、下図の通り直列回路、並列回路による発電量の変化、また、どちらのほうが優れているのか突き止めることは出来なかった。（10回施行したものを平均して得た値）

	電圧(V)	電流($\times 10^{-7}$)
1個	46.2	3.59
2個 直列	62.2	11.2
2個 並列	64.3	8.10

(↑ 20cm から落とした値)

	電圧(V)	電流($\times 10^{-7}$)
1個	51.0	6.02
2個 直列	81.2	12.7
2個 並列	74.9	14.7

(↑ 50 cmから落とした値)

発電量 1個 20 cm < 1個 50 cm < 直列 2個 20 cm < 並列 2個 20 cm < 並列 2個 50 cm < 直列 2個 50 cm

5 実験1の考察

直列と並列において、20cm と 50cm における大小関係にねじれが見られた。このような結果になった原因として、テニスボールによって力が加えられる点が小さすぎるために、試行ごとに力の加わり方が異なったことが考えられる。また、圧電素子を木の板で挟んだ時点で、圧電素子に変形が生じ、正確な値を得られていない可能性も存在する。実験1から、圧電素子の個数、加える力を大きくすることで得られる電力量が増えるという結果が得られたが、実験方法自体に複数の不備が見られたので、正確な値を得られる実験方法を確立し、再試行する必要がある。

6 実験2の方法

実験1で圧電素子にかかる圧力が一定にならなかったため、試行ごとに値にばらつきがあり、正確な値を測ることができなかった。

そこで、形状が変化するおもりを使用すれば、圧電素子に加わる力がより一定になり、正確な値を求められるのではないかと考えた。また、圧電素子単体に対しておもりを落とした場合、実験自体の安定性に欠けたため、木の板で挟むことは改善できなかった。

これをふまえ、おもりを改善し、加わる力による発生電力の変化を調べた。

(1) テニスボール、おもり 0.5 k g、1.0 k g を用意した。

(中に砂が詰まっており、落下時に形が変形するもの)

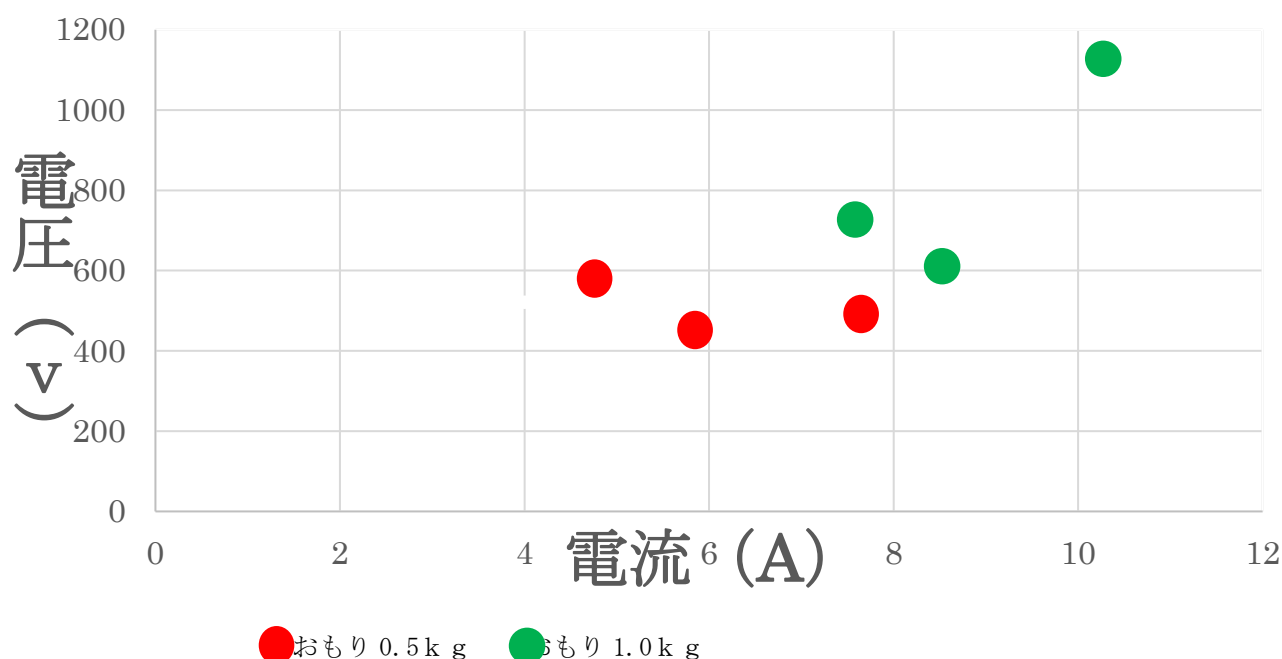
圧電素子1つを木の板で挟んだものに対して、50 c mの高さからそれぞれのおもりを3回ずつ落とした。

(2) 落とすものの重さによって、電圧、電流がどのように変化するかを調べた。



7 実験2の結果

おもり 0.5 k g を落としたときにくらべておもり 1.0 k g を落としたときは電流と電圧の値が大きくなった。



8 実験2の考察

加える力を大きくすることで、発生電力も大きくすることができた。しかし、電流と電圧の関係を見た時に、相関性を見ることができなかった。また、試行によって、極端に値がずれているものが存在することから、実験2における方法も、正確な値を求めるに十分ではなかった。これについては、結果的に加わる圧力が一定にならなかったことや、圧電素子本体の溶接部分に凹凸が見られたことが原因であると考えられる。圧電素子の大きさをおもり以上にすることで、正確な値を得られると思われる。

9 まとめ

実験全体を通して、目標としていたスマートフォンを充電できる程度の電圧を得ることができた。しかし、電流については、実用可能には程遠いような結果しか求められていない。今後、工夫次第では十分に実現できることであると思われるので、まずは性能について正確に測定できる実験方法を見つけ、実用化に近づけるよう努力していきたい。

10 参考文献

- ・ 圧電素子を用いた発電床の発電量評価

gakuen-hachioji.jp

- ・ 第89回 力で電気を生み出す仕掛け -身の回りにある圧電効果-

www.jp.tdk.com

ProjectG enji

—減磁物語—

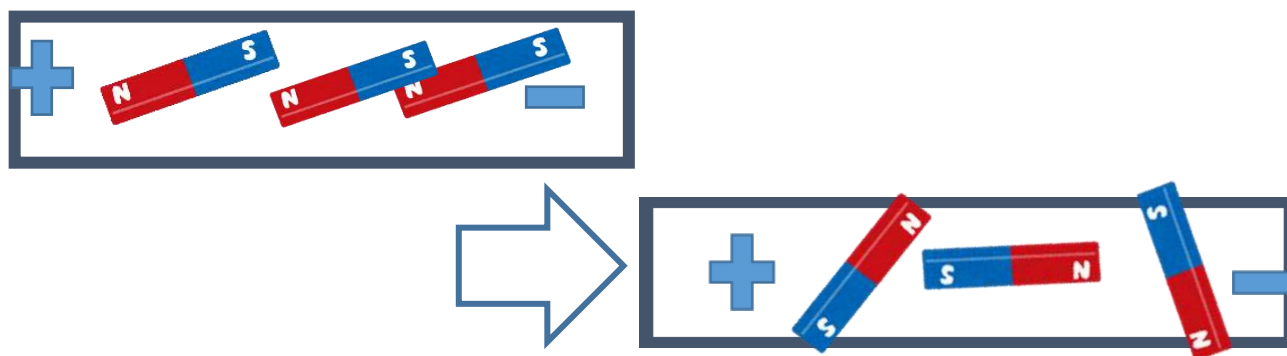
○三井悟士 藤井直紀 藤田康介 大山温 惟住柊馬

1 はじめに

元々私たちは電磁石について研究しようとしていた。しかし、電磁石について研究している高校生は多く、皆がしていることをしても面白くないと思ったので、高校生であり研究している人がいない磁石そのものについて私たちは研究することにした。磁石は別名永久磁石とも呼ばれており磁力は変化しないと聞いていたが、磁石について調べていくうちに熱や衝撃によって減磁という「磁力が減少する現象」が見られることが分かった。

今回の課題研究では実際に減磁が起こるのか、またどのようにこのような現象が起こるのか、さらに磁石の種類によってどのような違いがあるのかについて研究した。

ここで、減磁についてもう少し詳しく説明していきたいと思う。実は電子一つ一つに小さなS極とN極、つまり磁石の元がある。しかし、木や石などという普通の物質は磁石としての働くことはない。それは、普通の物質ではこの磁石の元がばらばらの方向を向き磁力が相殺されることにより、全体として磁石としての働きを示さなくなる。ここで鉄などの物質、専門用語で強磁性という物質はこの磁石の元が全体としておなじ方向を向くことによって磁石としての働きをする。つまりこの磁石の元が揃えば揃う程磁石としての力が強くなる。今回我々はこの磁石の元つまり電子の方向を熱によってばらばらにしていくことによって減磁をしていこうと思う。



2 実験方法

1) 磁力の測定

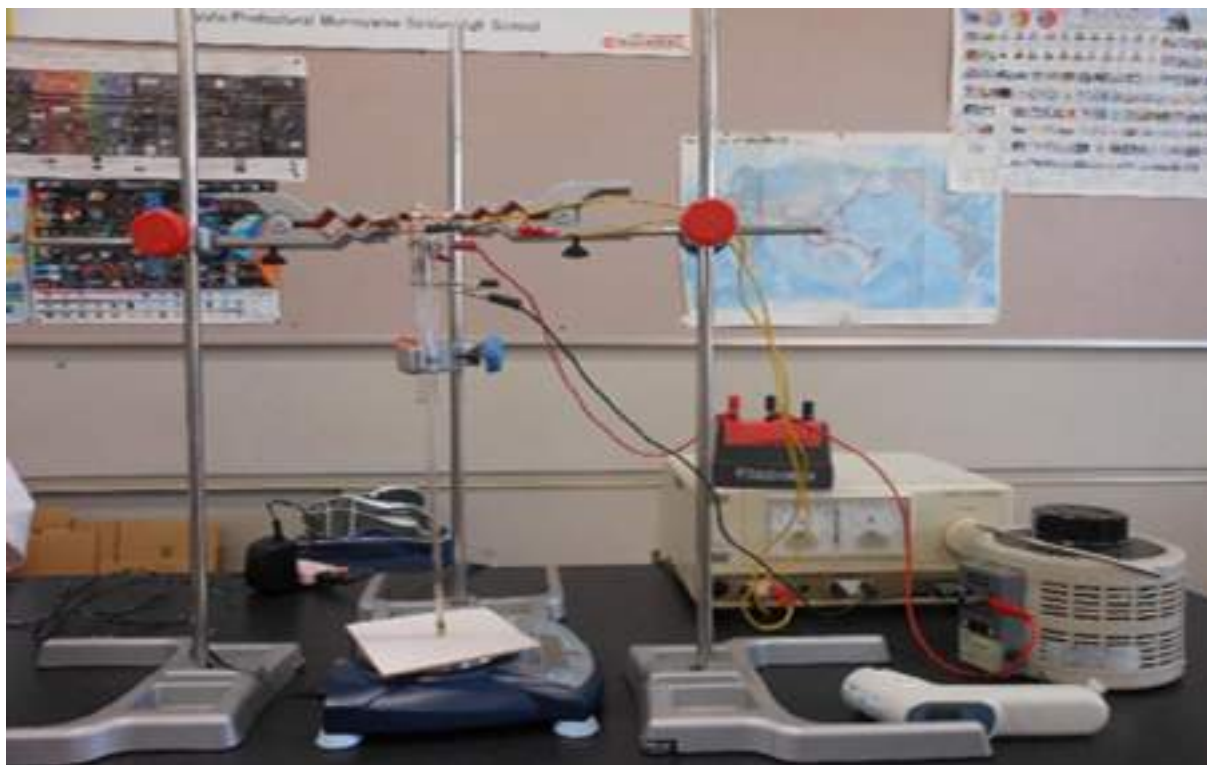
測定対象の周りにコイルを巻き電磁石を作る。その電磁石から発生する磁力と、測定対象の持つ磁力が反発しあい、その反発力を下にある電子天秤で数値化し測定する。この反発力は測定対象が電磁石に反発する力、つまり測定対象の持つ磁力そのものである。ここで電磁石に流す電流は、1 A一定とする。

(2)測定対象の加熱

測定対象と電磁石の間にニクロム線を巻く。このニクロム線に電圧をかけることで抵抗熱を生み出す。かける電圧の大きさを変えることにより抵抗熱を増大させ、測定対象の温度を変化させた。200秒くらいから温度を100度程度に保ち実験を続けた。また、その温度の変化は赤外線温度計によって測定した。

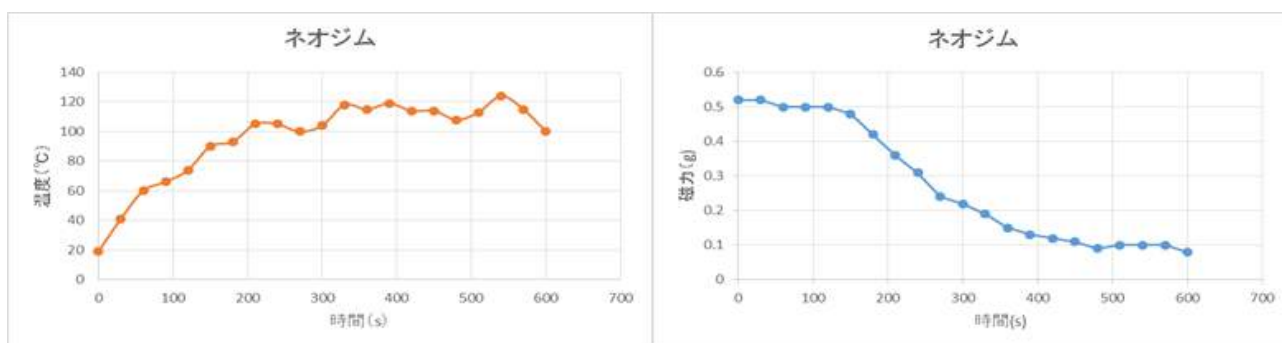
(3)磁石の種類による減磁の違い

(1)(2)の過程を、ネオジム磁石、フェライト磁石、鉄の三種類で繰り返し行い、30秒ごとに測定した温度、磁力を記録し、磁石の種類による減磁の違いを調べた。

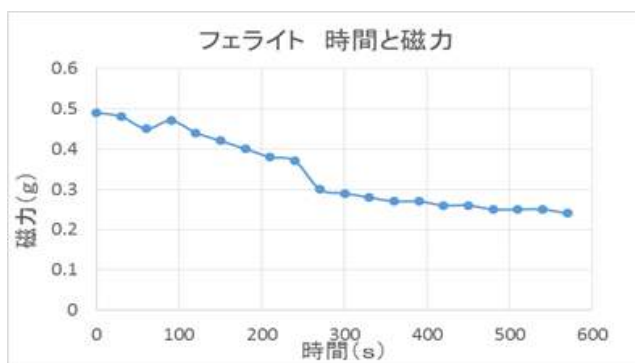
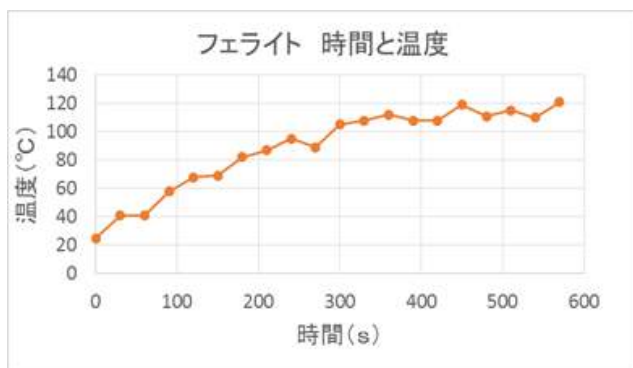


3 結果

ネオジム磁石は120度付近まではほぼ一定で温度が上昇しそれ以上の上昇は見られなかった。また、80度ぐらいまではほとんど減磁しなかった。だが、そこから急激に減磁しある程度減磁が収まってからも減磁し続け、最終的に元の磁力の20%ほどまで下がった。

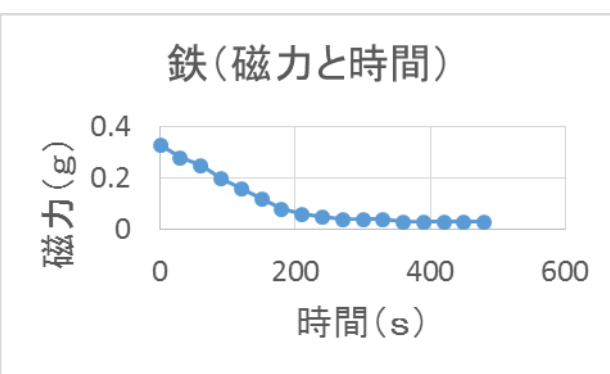
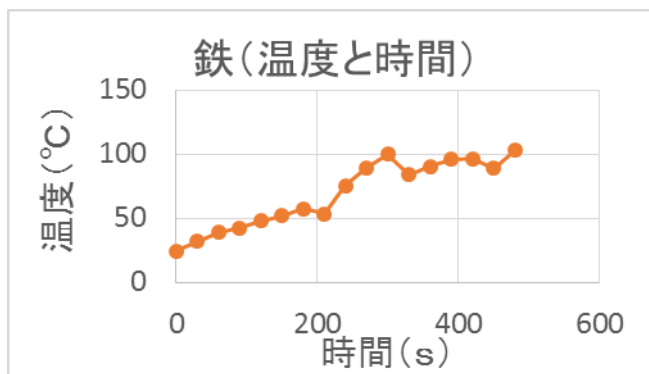


フェライト磁石も120度付近まではほぼ一定で温度が上昇しそれ以上の上昇は見られなかった。また、急激に減磁することではなく緩やかに減磁し続け、最終的に元の磁力の50%程までさがった。

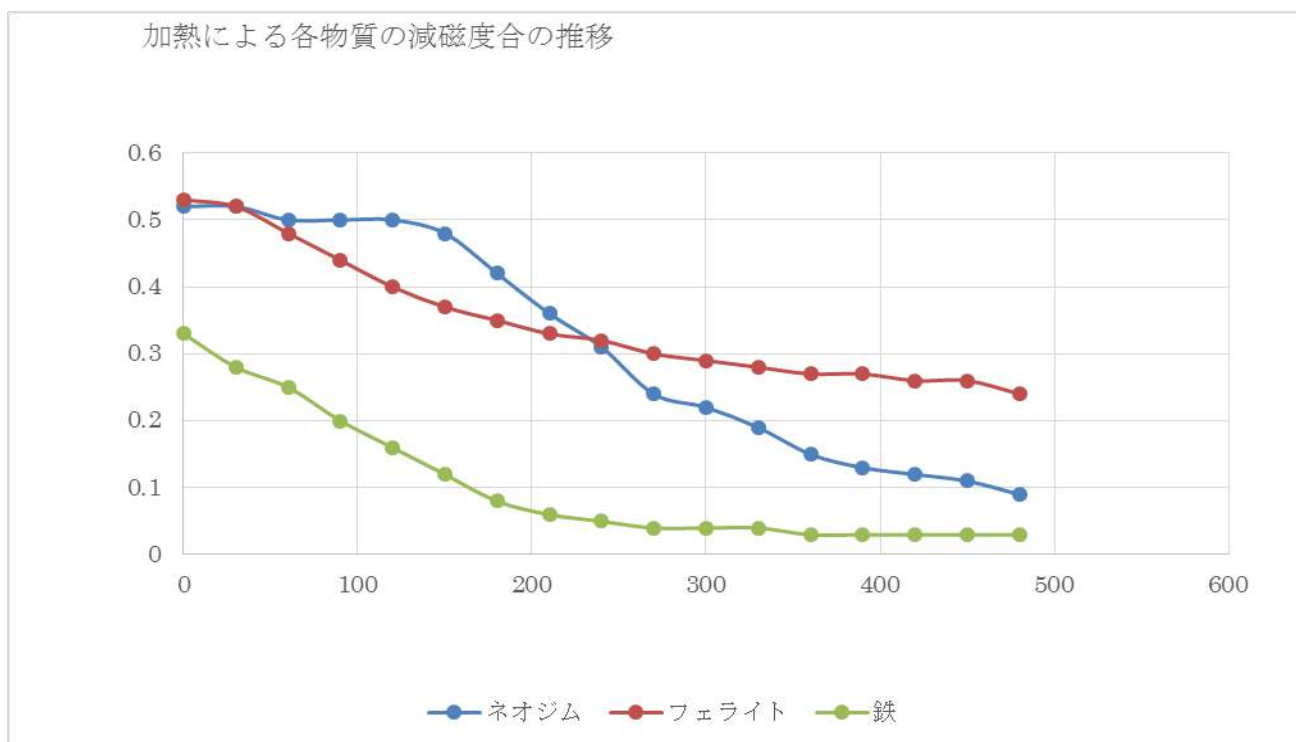


鉄は100度付近まではほぼ一定で温度が上昇しそれ以上の上昇は見られなかった。

また、初めから急激に減磁しそのまま磁力はなくなった。



まとめのグラフ



4 考察

結論から言うと私はより硬い磁石ほど熱に強いと考察した。

まず熱に対する強さはフェライト、ネオジム、鉄の順である。

この3種類の磁石の違いは結合の仕方である。

まず、一番熱に強いフェライト磁石の主成分は酸化鉄なのでイオン結合をしており硬い。

そして一番熱に弱い鉄の主成分は言うまでもなく鉄なので金属結合をしており軟らかい。

最後に、真ん中のネオジム磁石の主成分は鉄だがその中に鉄の原子よりも大きいネオジム原子が混合物として入っているので鉄よりも硬い。

このことより、より硬い、例えばイオン結合していたり、混合物であったりすると熱による、磁石の元である電子の向きのばらつき具合が抑えられ熱に強い磁石となると考察した。

また、イオン結合していたフェライト磁石はほぼ一定のペースで減磁していたのに対し、ネオジム磁石は急激に減磁し、その後も継続して減磁し続けたのは、フェライト磁石は減磁し始めても主成分が減磁しにくい成分なため急激に減磁することではなく、ネオジム磁石は主成分の減磁しやすい鉄のばらつき具合を混合物であるネオジムが押しとどめているような現象が起きているために減磁し始めるとまるで決壊が崩壊したように急激に減磁しその後も緩やかではあるが減磁し続けたのではないかと考察した。

5 今後の展望

今回我々が、実験した磁石はネオジム磁石、フェライト磁石、鉄の3種類であるので、これ以外の磁石についても実験していきたいと思う。

また今回の実験では、各磁石につき2、3回ほどしか実験できていないのでさらに実験を重ね結果の信頼性を高めていきたいと思う。

さらに今回の実験では磁石を熱した温度が最高でも120度ほどなのでさらに高い温度についても実験していきたいと思う。

最後に今回の実験では熱による外的要因の実験しかしていないため熱以外の外的要因による実験もしていきたいと思う。

6 参考文献

<http://www.simotec.co.jp/products/tecinfo/other/1083.html>

http://daido-electronics.co.jp/qa/magnet_qa/documents/magnet_qa04.pdf

二重振り子に潜む規則性とカオス性 ～振り子の初期角度と回転回数との関係性について～

○中村優月 畑皓一郎 服部昇磨 清水温大 古川成雪 森大騎

1 動機

二重振り子の運動にはカオス性があることを知り、運動を予測することが非常に難しいといわれているカオス運動にも、なんらかの規則性または関係性が存在するのではないかと考えた。特に下記に定義する二重振り子の初期角度と回転回数との間に何らかの関係性があると予想した。その関係性を解明すべく私達は研究を開始した。

*カオス chaos;ギリシャ語由来。混沌、無秩序を意味する。力学系におけるカオスとは初期値のわずかな違いが運動の結果に大きな違いをもたらすことを指す。例えば、二重振り子では初期角度の違いが結果の回転数に大きく左右する。また、カオス性を有する運動の結果を予測することは初期値敏感性ゆえ難しい。

2 目的

本実験の目的は、二重振り子の初期角度と回転回数との間に何らかの関係性を発見することである。そこで私達はその関係性について二つの仮説を立てた。

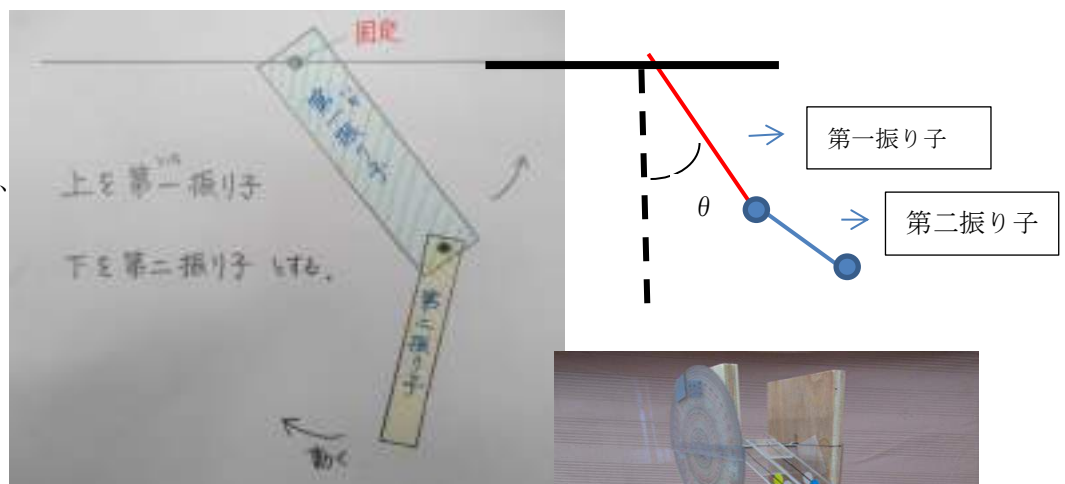
- ① 二重振り子の初期角度の絶対値が増加するほど、二重振り子の回転回数は増加する。
- ② 初期角度を横軸、回転回数を縦軸にグラフをとるとそのグラフは単調増加の曲線を表す。

私達はこの二つの仮説が真か偽か検証するため、3つの実験を「実際に制作した振り子」で行った。実験結果を比較するため、実験1のみシミュレーションサイトを用いて「シミュレーション振り子」でも実験をおこなった。シミュレーションサイトで行った実験では、空気抵抗や回転軸の摩擦が0であり、振り子は二つの質量のあるおもりと質量のない軽い糸（理想の状態）で構成されている。

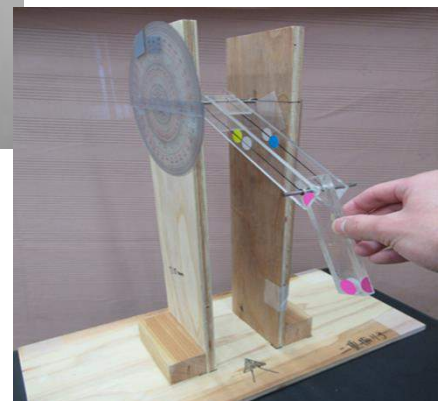
3 実験の前に

図のように
それぞれの振り子の名前を、

また、
第一振り子のなす角 θ を
定義する。



シミュレーション班と製作班に分かれ、それぞれで実験を行った。
製作班が製作した二重振り子は右の写真である。
摩擦を限りなく無くすため、何度も試行錯誤を行い、完成させた。



4 方法

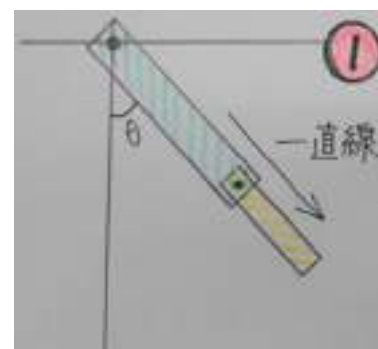
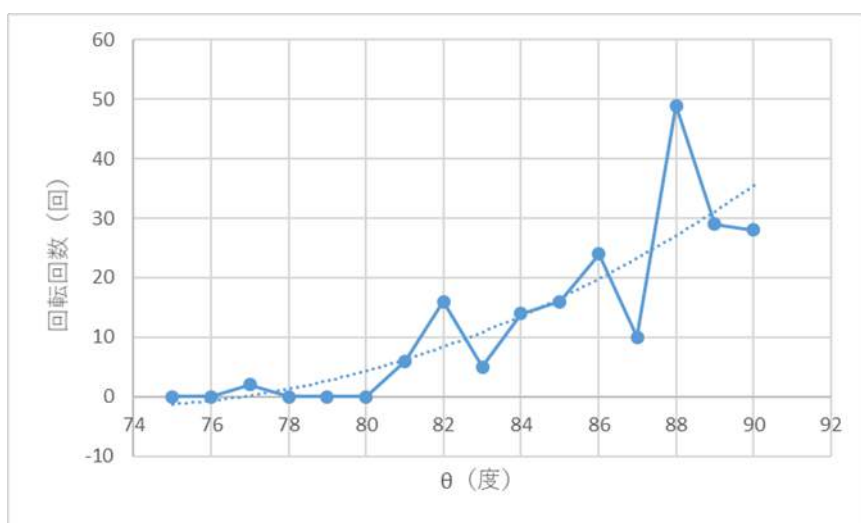
- ・第一振り子のなす角 θ を変化させる。
- ・第二振り子の、「運動開始前」の状態を変化させる。
- ・上記二つの状態を決定したとき、それを「初期位置」とする。
- ・運動のうち、開始直後から「第一振り子が 20 往復」する間に、「第二振り子が何回転」するのか数える。
- ・第二振り子の回転は、どちらに回ったとしてもカウントは +1 とする。

5 実験

実験① 第一振り子と第二振り子を「一直線」にして

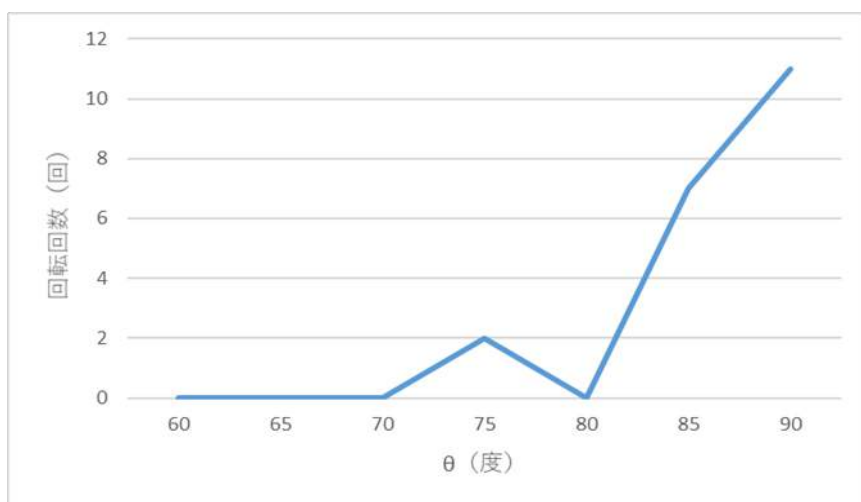
角度 θ を 15 度ずつ 0~90 度まで初期位置を変化させ、運動させた。

結果①



実験①でのシミュレーション結果はグラフのとおりである。

角度が大きくなると、回転回数がおおよそ増加する、という傾向が見られた。

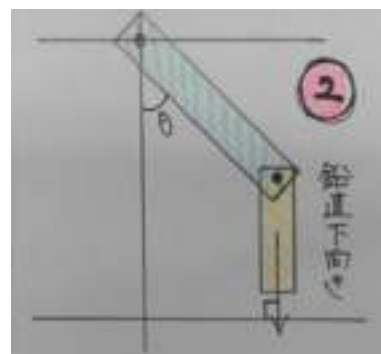
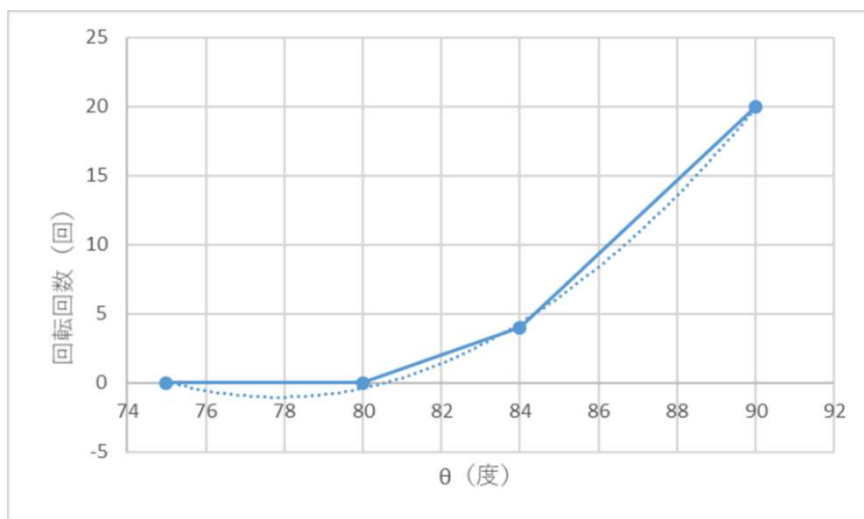


製作振り子でも、同じく、角度が大きくなると、回転回数がおおよそ増加する、という傾向が見られた。

実験② 第二振り子を「鉛直下向き」にした状態で

角度 θ を 15 度ずつ 0～90 度 まで初期位置を変化させ、運動させた。

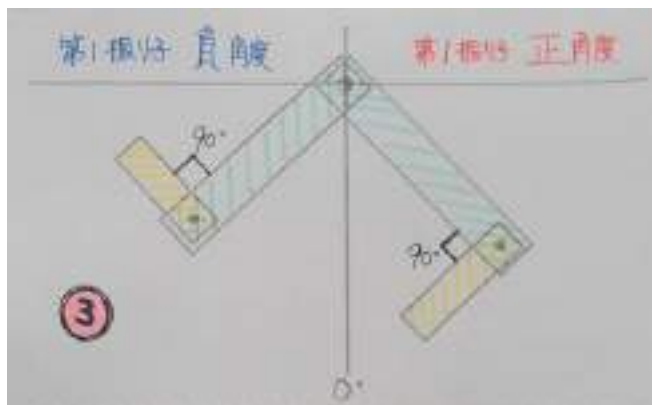
結果②



グラフから読み取れるように、角度が大きくなると回転回数がおおよそ増加する、という傾向が見られた。

実験③ 第一振り子と第二振り子を「直角」に保ち、

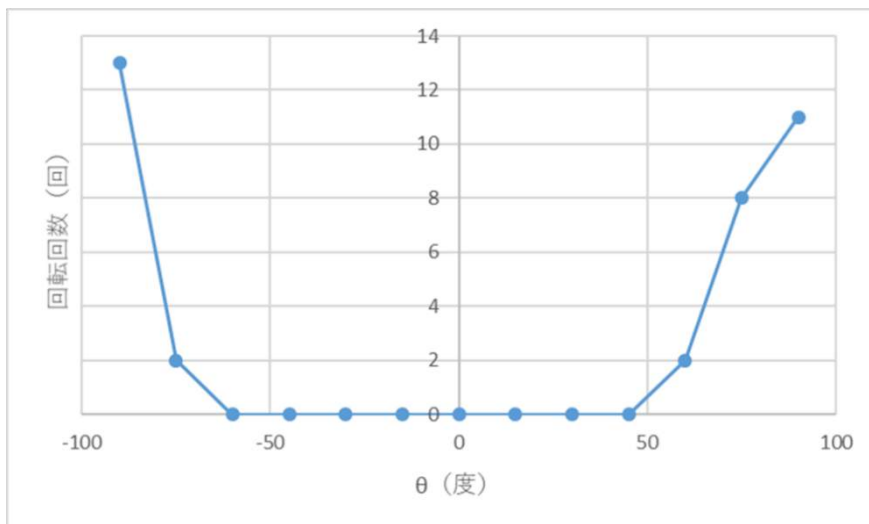
角度 θ を 15 度ずつ -90～90 度 まで初期位置を変化させ、運動させた。



- ・第一振り子のなす角 θ が図のように、
 -90～0 度 (負の角度) のときは第二振り子が上向き
 0～90 度 (正の角度) のときは第二振り子が下向き
 になるように
 初期位置の設定をおこなった。

結果③

① ②とは異なるように見えるが、
 回転回数は、角度の絶対値が大きくなるとともに増加した。
 つまり、角度が大きくなると、
 回転回数がおおよそ増加する
 という傾向が見られた。



6 考察

実験①②③を通して、シミュレーション振り子と製作振り子で、「振り子の角度と回転回数」には同じような関係がみられる。また、第二振り子の初期状態を変えたとしても、その関係はおおよそ保たれている。

しかし、製作振り子では、同じ角度で実験を試行した時に、明らかに異なる結果がみられた。この要因はおそらく、肉眼での角度確認のための誤差や、空気抵抗、振動、音、ベアリングの抵抗などの、シミュレーションでは考慮されないエネルギーの様々な分散が現実で起こってしまった結果であると考え。少しの変化で全く運動が異なるという二重振り子の特性により、大きく結果が外れるという事象が起こったのだろう。

ここで、実験①のグラフの近似曲線を調べると、大きく外れる実験結果があることがわかる。この結果(点)を、「特異点」とする。実験①では、82度、83度、86度、87度が特異点となる。これはシミュレーションでの結果による特異点であるが、実際の製作振り子でも特異点は発見された。

つまり、角度増加によって回転回数が増加すると一概には言えない結果や、様々な要因が省かれているシミュレーションでの特異点の発見により、「二重振り子のカオス性」が発見できた。

7 まとめ

仮説について、結果のグラフは、単調増加を示さなかった。

角度が大きくなっても、必ずしも回転回数が増加するとは限らない。

同じ角度でも全く異なる結果が得られ、「カオス性」の発見ができた。

8 使用したシミュレーションサイト

http://www.natural-science.or.jp/WebGL/DoublePendulum_ver1.0.html

ロボットの開発

ーレッグー！宇宙エレベーター！～レゴブロックを使用した宇宙エレベーターロボットの開発～

○ 今川美穂 大島悠人 隅垣太地 安達昌平 太田有希

1 はじめに

私達は先輩方の先行研究から宇宙エレベーターロボット競技会の存在を知り、大会に出場することに決めた。

また、工夫を凝らした宇宙エレベーターロボットの作成や、より多くピンポン玉を上げるための工夫に興味をわき、課題研究の題材とすることにした。

宇宙エレベーターとは、地球と宇宙をつなぎ、人々が簡単に宇宙へ行くことを可能にする輸送機関だ。ロケットのように環境に影響を与える燃料を使わず、安全かつ安価に宇宙へ行くことができる。搭乗者は特別な訓練を積む必要もない。宇宙での太陽光発電や宇宙資源の調査・活用など宇宙旅行以外の様々な分野での使用が期待されている。宇宙エレベーターは地球の上空約 36000m にある静止衛星から地球側と宇宙側にバランスを取りながらテザーと呼ばれるケーブルを伸ばして造られ、クライマーと呼ばれる昇降機を往復させて使われる。テザーはカーボンナノチューブという軽くて丈夫な素材で作られる。

宇宙エレベーターロボット競技会とは、テザーに取り付けられたレゴブロックのみを使用したロボットで、地面から 2.5m 上の宇宙ステーションに見立てた模型に 5 分間でピンポン玉をいくつ運べるかを競う競技会だ。ロボットをスタートさせた後に、センサー以外に触ることは出来ない。得点は、 $1200 - (\text{ロボットの重量}[\text{g}]) + (\text{運んだ球の数} - \text{落ちた球の数}) \times 25$ で計算される。また、ピンポン玉は 75 個用意してある。



宇宙エレベーターロボット
競技会の様子

2 先行研究

2017 年の先輩の課題研究には以下の課題があり、競技会に参加するに至らなかった。

- ① 昇降に時間がかかりすぎる
 - ・動力にモーターを 2 つしか使用していないため、機体が速く昇れない。
- ② 積載量が少ない。
 - ・ピンポン玉を運ぶ装置(以下装置)の幅が細いことと、装置が 2 つしかついていないので 6 個しか運べない。
- ③ 装置がうまく作動しない
 - ・機体上がり、ステーション内で装置が動くが、構造上の問題かボールが装置に残ったままだった。



④ ステーションに入らない

- ・②の課題解決のため装置の幅を大きくしたところ、ステーションの入り口に入らなかった

以上の課題を踏まえ、

先輩の制作した機体

- ① 昇降を速くするため、動力を強くする。
- ② 一回で20個運べるようにする。(4回でピンポン玉をすべて運べるため。)
- ③ 装置が確実に作動するように形やギミックを工夫する。
- ④ 機体の幅を小さくする。

以上の4つを目標に機体を作成した。

3 実験1の方法

設計図や講習会などをもとに、大元の機体を作成した。また装置は、様々な機構を試し、積載量が多く、自動で元の状態に戻るものを目指した。その後、実験を繰り返し、調整を行った。

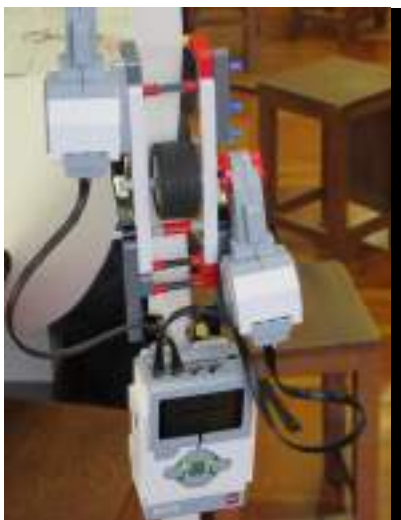
タイヤを2つ使って挟むという方法も考えたが、あまり効果が変わらないことと、パーツ数を減らせる(機体を軽くできる)ので、今回はテザーをタイヤに押し付け、タイヤが動くときの摩擦力で昇るという方法を採用した。

4 実験1の結果

作成した一号機を動かしてみたところ、うまく昇らなかった。かごが宇宙ステーションに引っかかり、上まで昇らない、動いている途中でテザーからずれるなどの問題が生じたのだ。原因として、テザーを昇るためだけでなく、装置にもモーターを使用していたため、全体が重くなったことが考えられる。それに加えて、かごに片側しかモーターをつけていなかったのもその方に重心が偏ってしまったことも、本体が傾くことにつながった。

そこで、二号機は、かごからボールを出す装置を、モーターを使わずに動くように変え、テザーを挟むタイヤに両側からモーターを二個つけることで、左右のバランスをとった。一号機とは違い、モーターがついていないことでかごが軽くなり、中心のモーターの位置に重心をもってくることができ、テザーからのずれが小さくなった。

しかし、かごの構造も同時に変えたことで、ボールの積載量は倍にすることができたが、その分持ち上げる重量も増えてしまった。その問題には、モーターの数を二個から四個に増やして対処した。



1号機



2号機



2号機 ver. 2

5 実験1の考察

テザーのずれを解消し、スムーズに昇らせるには、左右のバランスを保つ必要がある。そのため、かごの構造もできるだけ軽量化されたものにするべきだ。また、モーターの役割は昇降に集中させるのがよい。

6 実験2の方法

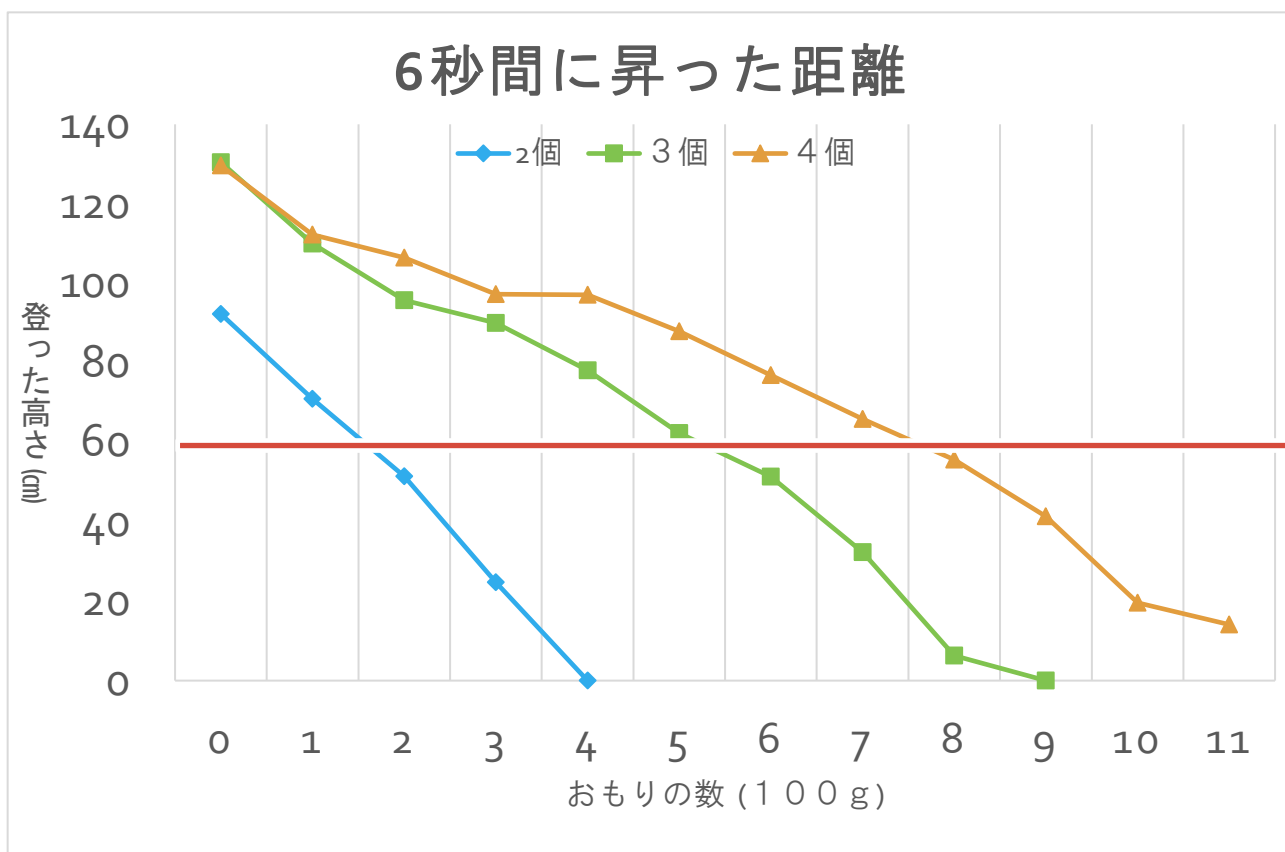
実験2では、モーターの数による上昇距離の違いを調べた。

モーターの数は1個から4個へ順に変えてそれぞれ昇れなくなるまで100gの重りを追加していき、その上昇距離を記録した。

モーターは1個で81g、モーターを抜いた本体の質量は755gである。

7 実験2の結果

モーターが1個のときロボットは全く昇らなかった。また、モーターが3個と4個の時を比較すると、おもりが少ない時の上昇距離の差は小さいが、おもりを400gつけたあたりからその差は大きくなった。モーターが4個の時は、おもりを1100gつけても昇ることができた。モーターの数を増やすと重くはなるが、力強く上昇するようになった。最終的に完成したロボットは一回の昇降で20個のピンポン玉を40秒で運ぶことができた。



8 実験2の考察

モーターを二個使用した時よりモーターを三個以上使用したほうがより重いものを持ち上げることができたのは、モーター自体の重量が追加された分機体を昇らせるのに必要な出力以上を出すことができたからである。また、三個の時と四個の時を比較すると、二つのグラフは平行でなく、最初はほぼ同程度昇ることができたにもかかわらず、三個使用した時の上昇距離の減少の速さが四個の時より著しい。これは、モーター

一個分のパワーの違いはあるが、三個にする際、片方に二個、もう片方に一個というバランスが少し不安定な状態で設置しなければならず、その影響が出ているとも考えられる。よって、私たちが作成した機体において、モーターは左右のバランスがとれるように偶数個つけるのが望ましい。スピードについては、おもりの数にかかわらず、四個の時の六秒あたりの上昇距離が一番長いので、一番速い。これらのことから、持ち上げる重さが少なくとも 1100 g までの場合、モーターの個数を四個まで増やすと、一番効率が良いことがわかる。よって私たちは、今回モーターの数を四個にすることを決断した。

現在の機体は、ピンポン玉を二十個運ぶことができるが、かごの積載量を増やした場合、またはピンポン玉以外の重いものを載せる場合を考えると、機体の上昇速度は遅くなっていくと考えられる。速度を維持するためには、より出力を上げる、つまりモーターを増やすことが重要だと実験の結果から導いたが、上記の場合だと、モーターの重量分の負担もかかり出力が負けてしまうこともあるだろう。モーターを増やし続けても上昇距離や速さは伸び続けるのか、伸びなかった場合、その時のモーターの個数と持ち上げられなかった重量には一定の割合や関係性があるのか、という疑問が残った。しかし今回は、モーターは四個以内という大会の規約に則って製作をしたため、五個以上モーターを使用しておらず、これまで調べることはできなかった。今後、モーターを増やすことになれば、この課題はもちろん、奇数個（ $2n-1$ 個）で増やし続けると、上昇距離の変化や、偶数個

（ $2n$ 個）とのずれはどうなるのか、これについても検証したい。

9 まとめ

今回は、本体 795 g、かご 395g、総重量 1190 g のロボットを作ることができた。また、大会では 5 回の昇降で 67 個のピンポン玉を運ぶことができた。しかし、練習の過程の中でテザーをうまくはさめていなかったり、ピンポン玉がかごに残ってしまっていたりなど改善点がいくつかあった。また、総重量が重すぎたという課題点を考慮しつつ、より安定して速く運べるロボットの制作に取り組んでいきたい。

10 今後の課題

全国大会では、今までの機体にボールを宇宙ステーションから回収する装置を付けなければならない。今までのように、動力にモーターを 4 つ使うことができないだけでなく、その装置を取り付ける場所やバランスなど考えなければならないので、設計を見直す必要がある。

モーターの数を減らさなければならないので、今までと変わらないスピードで運用するにはボールを回収する装置とかご、センサーの総重量は 500g で作らなければならない。

それでは、回収装置やかごが十分に作れないので、機体を軽量化する必要がある。

11 参考資料

(1) 2017 年自然科学科課題研究 5 班

(2) 宇宙エレベーター建設構想を動画で紹介

https://www.obayashi.co.jp/news/detail/news_20130730_1.html

(3) 宇宙エレベーターロボット競技会ホームページ <http://space-elevator.tokyo/>

12 大会結果

宇宙エレベーターロボット競技会関西オープン中高生リージョナル部門 第 2 位

断層面を特定せよ！！ ～ラドン測定法を用いて～

○池田愛 新井向日葵 大町天生 谷口雅明 千歳希実 平田悠馬

1 動機および目的

本校先輩方は、滋賀県田上山断層周辺で土の放射線量が平均的な値の 6 倍程度になることを発見した。しかし、その土を持ち帰るとその場で測った放射線量より低い平均的な値になっていた。私たちはこの放射線量の変化に疑問を持ち、断層周辺の放射線量について詳しく調査しようと思った。本研究は断層周辺の放射線量について調査し、ラドン量との関係性を考察することを目的とする。

2 仮説

本校先行研究によると、田上山周辺は花崗岩由来の真砂を主成分とする地層でできており、ウランやトリウムの含有量が高い。これらは崩壊過程で気体のラドンとなる。したがって地中でウランやトリウムが崩壊することによってラドンが発生した後に浮上し、断層切離面付近に多く溜まることが原因ではないかと考えた。

3 先行研究

- ・花崗岩質の上では線量が高く他は低い
- ・断層切離面ではラドンが浮上するので γ 線量が多くなる
- ・断層の横の破碎帯がラドンの上昇を抑える
- ・断層切離面では線量が高く、破碎帯は低く、破碎帯を抜けると再び高くなる

4 測定

(1) 器具

今回測定に用いた器具は、Inspector、Mr. Gamma、DOSEman の三種類である。また、測定器は指向性のあるガイガー型、指向性のないシンチレーション型に分けられる。

- ・Inspector：ガイガー型の測定器。指定した放射線量を測定することができる。ただし、ラドン測定の機能がないため、今回はラドンの寄与度が高いと思われる α 線量を測定するのに使用した。
- ・Mr. Gamma：シンチレーション型の測定器。センサに飛び込んできた γ 線を検知し、 γ 線量を測定する。ラドンは γ 線を放出しないため、娘核が放出する γ 線を分析するのに使用した。
- ・DOSEman：シンチレーション型のラドン量測定器。空気中のラドン量を測定するのに使用した。

(2) 場所

宇治川断層、花折断層、桃山高校中庭(基準値)

(3) 気候

線量が本当にラドンによるものかを検証するため、ラドンの水溶性を利用して地面が乾いた日と湿った日で測定を行った。

測定は、断層切離面では放射線量が高く、破碎帯では低く、破碎帯を抜けると再び高くなるということを利用し、断層面付近の線量の差から断層切離面を推定するグリット測定法を用いて断層面を推定したのちに行った。

① 上下比較測定法—1 方法

Inspector を用いて、地面から約 60 cm の位置で上向き下向きで測定を行い、値の差を比較する測定法。

上下の値の差が大きければ大きいほど地面にラドンが溜まっているということがわかる。先行研究から効率性、正確性のバランスが最もとれた 8 分間測定で測定を行った。

①—2 結果

a) 宇治川断層

地面が乾燥した日は上向きの測定値の平均が 22.0Bq/m^3 、下向きの測定値の平均が 26.9Bq/m^3 、上下の差は 4.9Bq/m^3 だった。地面が湿った日は上向きの測定値の平均が 18.8Bq/m^3 、下向きの測定値の平均が 22.2Bq/m^3 、上下の差は 3.3Bq/m^3 だった。

宇治川断層 上下比較測定法(乾)



宇治川断層 上下比較測定法(湿)



b) 花折断層

地面が乾燥した日は上向きの測定値の平均が 20.1Bq/m^3 、下向きの測定値の平均が 24.5Bq/m^3 、上下の差は 4.4Bq/m^3 だった。地面が湿った日は上向きの測定値の平均が 20.6Bq/m^3 、下向きの測定値の平均が 23.1Bq/m^3 、上下の差は 2.5Bq/m^3 だった。

花折断層 上下比較測定法(乾)



花折断層 上下比較測定法(湿)



①—3 考察

これらの全ての測定で上向きの値より下向きの値の方が高くなった。これは地面にα線を放出する物質であるラドンによるものと言える。ラドンに水溶性があるため地面が湿っている日より乾燥している日の方がα線量の上下の値の差が大きかったという結果はこの考察を裏付ける。

②密閉測定法—1 方法

地面を容器で密閉し、その中に Inspector を入れて測定を行い、時間経過に伴う線量の変化を比較する。地面にふたをすることでラドンを閉じ込め、風等の外的影響を受けにくくした。断層面からラドンが湧き出していれば右上がりのグラフが得られる。

②—2 結果

a) 宇治川断層

地面が乾燥した日では予想していた結果が得られなかった。地面が湿った日の測定は行っていない。

b1) 花折断層 断層面の真上

地面が乾燥した日では右上がりのグラフ、地面が湿った日では横ばいのグラフが得られた。

b2) 花折断層 断層面から離れた場所

地面が乾燥した日、地面が湿った日ともに横ばいのグラフが得られた。

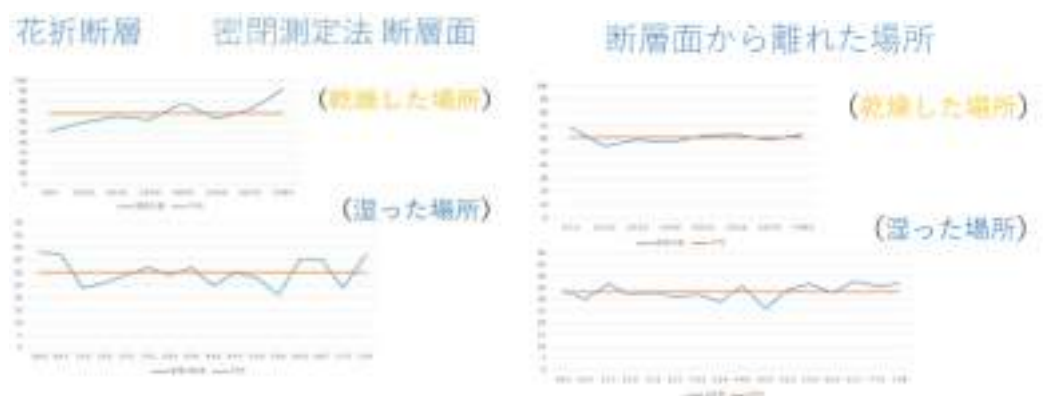


②—3 考察

宇治川断層での測定で予想していた右上がりのグラフが得られなかったのは、平らな場所で測定を行わず、地面と容器との間の隙間からラド

ンが出てしまったことが原因であると考えられる。

乾燥した日の花折断層の断層切離面では徐々に線量が増えているのに対し、断層切離面から離れたところでは線量はほぼ一定だった。このことから断層切離面からラドンが湧き出ていると言える。地面が湿っている日の断層切離面と切離面から離れた場所がともに一定の線量であるのはラドンの水溶性が影響しているためであると考えられる。



③スペクトル分析—1 方法

Mr. Gamma を用いて、 γ 線のスペクトル分析を行い、ラドンの娘核(鉛 214、ビスマス 214)が存在するかを間接的に調べる。

③—2 結果

a) 宇治川断層

地面が乾燥した日、地面が湿った日ともに値が変わらず、鉛 214 (295.0kev) が 3.4cpm、鉛 214 (352.0kev) が 1.0cpm、ビスマス 214 (609.0kev) が 0.6cpm だった。

b1) 花折断層 断層面の真上

地面が乾燥した日は、鉛 214 (295.0kev) が 3.4cpm、鉛 214 (352.0kev) が 2.7cpm、ビスマス 214 (609.0kev) が 0.8cpm だった。地面が湿った日は鉛 214 (295.0kev) が 4.8cpm、鉛 214 (352.0kev) が 1.9cpm、ビスマス 214 (609.0kev) が 0.9cpm だった。

b2) 花折断層 断層面から離れた場所

地面が乾燥した日、地面が湿った日ともに、鉛 214 (295.0kev) が 4.8cpm、鉛 214 (352.0kev) が 1.9cpm、ビスマス 214 (609.0kev) が 0.9cpm だった。

③—3 考察

いずれの場所でもラドンの娘核が見られたことから断層面にラドンが存在しているといえる。

断層切離面から離れた場所でもラドンが見られたのは風で運ばれたためだと考えられる。

④ラドン量測定—1 方法

DOSEman を用いて直接的にラドン量を測定する。1 時間測定を行い、1 分間の平均を求める。

④—2 結果

b1) 花折断層 断層面の真上

9.4 Bq/m³ (誤差：±45%)

c) 桃山高校中庭

12 B q /m³ (誤差：±71%)

④—3 考察

当初は桃山高校中庭を基準値としていたが、花折断層の値と比べてもラドン量に差がないことを疑問に思い調査したところ、地中から花崗岩が見つかったため、基準値として適さないと判断した。

5 考察

宇治川断層では①③からラドンの存在は確認できたが、②からラドンが地面から湧き出ているという証拠は得られなかった。これは観測されたラドンが必ずしも断層によるものであるとは限らないということである。

一方、花折断層では①③④からラドンの存在を確認することができ、②からラドンが地面から湧き出ているという証拠が得られた。これはラドンが断層切離面を伝って湧き出ているということ意味する。

どちらの場所でも乾燥した日にラドンが多く観測されたのは花崗岩にラドンの崩壊元であるウランやトリウムが多く含まれるためである。

6 課題と今後の展望

基準値として測定を行った桃山高校中庭で花崗岩が見つかったため、断層から離れており花崗岩がない場所で基準値を測りなおしたい。

宇治川断層の密閉測定法の結果が仮説通りではなかったため、平らな場所で測定し直したい。

成分上、花崗岩質の断層面が最も測定しやすいと考えられるため、他の地質の断層面でも測定を行い比較したい。

7 参考資料

- ・吉村辰朗 (1992)「活断層のためのγ線測定方法」
- ・吉村辰朗 (2012)「岩石の磁性を考慮した放射能探査法の活断層・斜面崩壊調査への活用」九州大学
- ・遠山忠昭・檀原毅・里村幹夫(1983)「活断層調査のためのγ線測定方法の再検討」静岡大学理学部地球科学教室・静岡大学教養部地学教室
- ・京都市情報館 検索日 6 月 10 日 https://www.city.kyoto.lg.jp/main/site_policy/00000000005.html
- ・京都の花折断層地震による想定被害が半減！ 住宅耐震化進む 検索日 6 月 10 日
<https://openmatome.net/matome/view.php?q=14616964418398>

8 重要用語

ウラン…原子番号 92 番の放射性元素。(ここでは質量数 238) 崩壊していく過程で質量数 222 のラドンになる。このラドンの半減期は約 3.8 日。

ラドン…放射性物質の中で唯一の気体の物質。気体の中で最も重く、水に溶けやすい。

崩壊過程でα線のみを放出し、α線量によってラドン量が特定できるため Inspector ではα線量、γ線を測定する Mr. Gamma では娘核が放出するγ線を測定した。

溶液の磁性を利用したイオン濃度測定法

○村上陸 林悠聖 友成洸碧 別所拓海 元稻海斗

1. はじめに

現在、溶液の濃度を求める方法は、溶液に光を当てその吸光率を測定してそこから濃度を算出するという吸光光度法と呼ばれる方法が一般的である。しかし、高濃度の測定の際、光が多方向に散乱してしまうため正確な測定が難しいという欠点があり、希釈を余儀なくされている。また、金属イオンの中には常磁性や強磁性といった磁石に引き付けられる性質をもつものがあり、それらを含む溶液は「磁性イオン液体」と呼ばれている。今回、私たちは磁性イオン液体の性質を用いた高濃度での容易な濃度測定方法の開発を試みた。

2. 動機・目的

参考文献より磁石に引き付けられる性質を持つ「磁性イオン液体」を知り、その性質を利用することで高濃度の溶液を希釈なしで測定することが可能なのではないかと考え、溶液の磁性を利用した容易な濃度測定方法の開発を目的として以下の研究を行った。

3. 試案 1

- (1) 図 1 のようにシャーレに金属イオンを含む溶液(以下磁性イオン液体)を薄く張り、下から磁石を当て溶液を隆起させる
- (2) 溶液の表面で反射した蛍光灯の光の歪みを観察し、測定をする

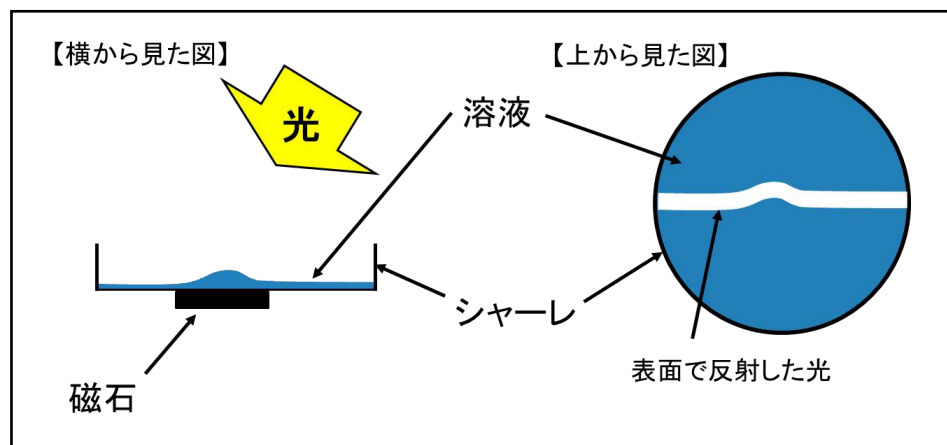


図 1 試案 1 の簡略図

この試案の利点は、準備物が少ないこと、大まかな濃度の違いは目視で判別できることが挙げられる。また欠点は、液量や光源・視点の位置を固定する必要があること、測定結果の数値化が難しいことが挙げられる。

4. 試案 2

- (1) 細長い容器に磁性イオン液体を入れ、そこに疎水性の液体を入れる (以下油滴)
- (2) 下から磁石を当て、図 2 のように油滴を上昇させて安定した位置を見る

油滴が上昇した理由としてはまず、当てた磁石に磁性イオン液体の中の金属イオンが引き付けられる。すると、磁性イオン液体内で密度差ができるため密度が近い位置まで油滴が浮上したと考えられる。

この試案の利点は、まず磁力の大きさ以外に定める条件がないこと、次に結果を数値化することが可能であり、結果が分かりやすいことが挙げられる。また、欠点は磁性イオン液体と油滴との密度差が大きすぎると測定できないことや有機溶媒を用いる必要があることが挙げられる。



図 2 上昇する油

5. 試案 3

- (1) シャーレに磁性イオン液体を薄く張る
- (2) 力学台車に磁石置き、その上にシャーレを置き固定する
- (3) スタンドにレーザーポインターを固定し、角度をつけて液面に照射する (図 3 参照)
- (4) 液面を揺らさないように、静かに台車を動かす
- (5) 反射光をスクリーンに映し、スポットの動きを観測する

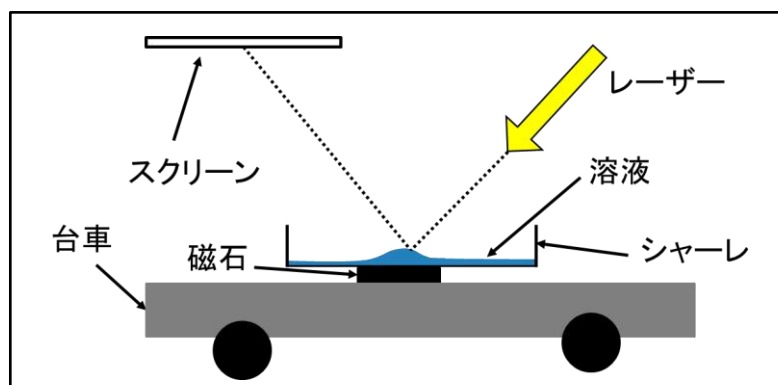


図 3 試案 3 の簡略図

この試案の利点は、他の試案よりも溶液の隆起具合が確認しやすいことが挙げられる。また、欠点は弱いレーザー光線の反射光を見るため暗所での測定が必要であること、複数の箇所でも光が反射してしまいスポットが安定しないことが挙げられる。

6. 選考

この 3 つの試案の中で今回の目的に最も沿ったものを選考した。

- ・ 数値化が可能である
- ・ 結果の判断が容易である
- ・ 周囲の自然環境に依存しない

以上の3点から試案2を用いることで磁石による油滴の動きがみられる範囲に限られるが、濃度測定が可能であると考え、実際に測定を行った。

7. 実験方法

試案2を用いた濃度測定の方法として、同じ濃度の磁性イオン液体に同じ油滴を入れ、同じ磁石を当てた時、油滴は同じ高さまで上昇するという性質を利用し以下の手順を提案した。

- (1) 透明なガラス容器を2つ(以下A、Bとする)用意する
- (2) Aに、濃度の分かっていない磁性イオン液体を入れる
- (3) Bに、濃度の分かっているAよりも濃度の高い磁性イオン液体を入れる
- (4) A・B両方に油滴を数滴加える
- (5) A、Bの底面に同じネオジム磁石をあて、油滴の上昇具合を観察する
- (6) Bの油滴がAの油滴と同じ位置まで上昇するようにBに純水を少しずつ加える
- (7) 加えた水の量からBの溶液の濃度を以下の式により計算する

$$Bの濃度 = \frac{\text{溶質の質量}}{\text{溶液の質量} + \text{加えた水の質量}}$$

このとき、AとBは同じ濃度であるためBの濃度を計算することでAの濃度を特定できる。

今回は金属イオン溶液に強磁性を示す塩化鉄(Ⅲ)水溶液を、油滴にニトロベンゼンを使用した。

Aに質量パーセント濃度 15.00%の塩化鉄(Ⅲ)水溶液と油滴

Bに質量パーセント濃度 21.00%の塩化鉄(Ⅲ)水溶液と油滴をそれぞれ入れた。

上記の手順でBの濃度を計算し、実際の濃度と比較した。

表1 実験結果

	Bの濃度(%)
1回目	15.65
2回目	15.24
3回目	14.75
4回目	14.87
5回目	14.53
平均値	15.01

8. 結果

今回、測定は5回行い、結果は右の表1のようになった。

5回の平均値を見ると 15.01%と、実際のAの濃度である 15.00%と比べ非常に良い精度に見えるが、個々の値を見るとばらつきが大きいため十分な精度とは言えない。

9. 考察

今回は考察として測定結果にばらつきが出てしまった原因とその解決策及び精度を向上させる方法を思案した。まず、ばらつきが出てしまった原因として以下の2点が挙げられる。

- ① 油滴の位置を目視で揃えたこと
- ② 油滴を作る際、駒込ピペットを用いたこと

そしてこれらの解決策として以下の方法が挙げられる。(番号に対応)

- ① 容器に目盛りをつける
- ② ビュレットやホールピペット、マイクロピペットを用いて油滴の大きさを揃える

次に、今回考案した測定法の精度を上げる方法として以下の2点があげられる。

- ・より大きく、より強い磁石を用いる

油滴が上昇する仕組みは前述のとおりであるため、その上昇具合は当てた磁石の磁力がおよぶ領域、つまり磁界の大きさに影響を受ける。より大きい磁石を用いることで磁界を広げ、油滴が上昇できる高さの上限を大きくすることができる。また、磁力を大きくすることでより多くの金属イオンが磁石に引き付けられるため、密度差が大きすぎて変化が見られなかった濃度についても変化を起こすことが可能となり、測定の幅を広げることができる。

- ・磁性を持たないイオンの量と上昇具合との関係性を調べる

今回考案した方法では磁性イオン液体の濃度しか調べることができない。そこで、磁性を持たないイオンの量によって上昇具合が変化すると仮定したとき、磁性イオン液体以外の溶液に一定量の磁性イオン液体を入れ、おなじ要領で上昇具合を比較することによりその濃度を求めることが可能になる。

10. まとめ

私たちは今回の研究により、溶液の磁性を利用した新たな濃度測定法を開発することができた。現在は十分な精度とは言えないが、工夫により精度を上げることが可能である。また、今後の実験結果次第で測定法の実用性をさらに広げることができる。

11. 今後の展望

今後の展望として以下の点が挙げられる。

- ・測定法の精度の向上
- ・磁性イオン液体内の磁性を持たないイオンと上昇具合との関係性を調べる
- ・塩化鉄(III)水溶液以外の磁性イオン液体での濃度測定を行う

12. 参考文献

数研出版 サイエンスネット 第27号P14-15「磁性イオン液体：磁石にくっつく不思議な液体」

たんぱく質と酵素

○池田桜子 荒木愛理 来栖愛理

1、はじめに

肉を軟らかくする方法があると知り、家庭でも簡単に肉を軟らかくする方法を調べたいと思い実験した。そこで、酵素を含んでいる試薬を使用し、酵素とたんぱく質の軟化の関係について調べた。

実験を行うにあたって、ゼラチンは肉より賞味期限が長く保存しやすいので、まず、肉と同じく動物性たんぱく質を含んでいるゼラチンを使ってたんぱく質分解酵素の有無を調べ、次に、たんぱく質分解酵素を含んでいる試薬と肉を使ってたんぱく質分解酵素の働きの程度を比較した。

2、仮説 1

パイナップル、キウイ、マイタケにはたんぱく質分解酵素が含まれており、ゼラチンが固まることを妨げる。

3、方法 1

- 1、純水 100ml に 4g の割合でゼラチンを溶かしたゼラチン溶液を作った。
- 2、パイナップルの果汁と果肉、キウイの果汁と果肉、マイタケのかさと軸を用意した。また、それらの試薬を熱湯つけ、試薬に含まれている酵素を失活させたものも用意した。
- 3、2 で用意した試薬 10 g ずつをビーカーに入れ、1 で作ったゼラチン溶液 15ml ずつを加え、かくはんした。
- 4、ビーカーを氷水につけ、ゼラチンが固まるまでの時間を測定した。

4、結果 1

これらの表は 20 分間の測定で、ゼラチンが何秒で固まったかを表した図である。×はゼラチンが固まらなかったことを表している。

① 処理なし

パイナップル及びキウイの果汁は 3 回とも固まらなかった。その他はキウイの果肉、マイタケのかさ、マイタケの軸、パイナップルの果肉の順にゼラチンが早く固まった。

試薬	1 回目 【秒】	2 回目 【秒】	3 回目 【秒】	平均 【秒】
パ 汁	×	×	×	×
パ 実	×	420	420	420
キ 汁	×	×	×	×
キ 実	390	210	210	270
マ 軸	450	210	210	290
マ かさ	480	210	210	300

表 1

② 失活

キウイの果肉、パイナップルの果肉、マイタケの軸、マイタケのかさ、パイナップルの果汁、キウイの果汁の順にゼラチンが早く固まったが、パイナップル及びキウイの果汁は1回目だけ固まらなかった。

試薬	1回目 【秒】	2回目 【秒】	3回目 【秒】	平均 【秒】
パ 汁	×	330	330	330
パ 実	210	210	210	210
キ 汁	×	390	390	390
キ 実	210	150	150	170
マ 軸	240	210	210	220
マ かさ	270	210	210	230

表 2

5、考察 1

果汁がゲル化を防いだ理由は、果汁のほうが果肉よりゼラチンとの接触面積が広く、酵素が働きやすくなったことだと考えられる。

パイナップルとキウイの果肉でゼラチンが固まるまでに時間差があった理由は、パイナップルはキウイより多く水分を含んでおり、ゼラチンの濃度が薄くなったことだと考えられる。マイタケについては他の試薬と違って含まれている水分量が少なく酵素が働かなかったということが考えられるため、ゲル化しなかったが、マイタケがたんぱく質分解酵素を持っていなかったとは言い切れない。

1回目と2.3回目の結果を比べると、1回目の方がゲル化にかかった時間が長かった。このことの原因は1回目の氷水の温度が2.3回目より最大3度高かったことだと考えられる。ゼラチンのゲル化と温度の関係については分かっていないので、今後の実験の改善点となる。

以上のことからパイナップルの果汁とキウイの果汁がゼラチンのゲル化をより妨げたので、パイナップルの果汁とキウイの果汁が最も肉の軟化に適していると考えられる。

6、仮説 2

実験1で処理なしのパイナップル及びキウイの果汁が他の試薬に比べゼラチンが固まることをより阻害した。よって、その二種類の試薬が肉の軟化に最も適していると仮説した。また、処理なしの試薬を使った実験でパイナップルの果肉が試薬であるゼラチンが1回目のみ固まらなかったことより、パイナップルの果肉も果汁以外の試薬と比べたとき肉の軟化に適していると仮説した。この仮説をもとに次のささみを使って実験を行った。

7、方法 2

実際に肉を使ってたんぱく質分解能の比較を行った。肉は脂や筋が少ないささみを使った。

1. 実験1より肉に処理を施すものを選んだ。選んだものはパイナップルの果汁、キウイの果汁、パイナップルの果肉である。
2. ささみに以下の処理を行った。
 - ① 処理なし
 - ② キウイの果汁に浸した
 - ③ パイナップルの果汁に浸した

④ パイナップルの果肉に挟んだ

それぞれの処理を 6 時間ずつ行った。

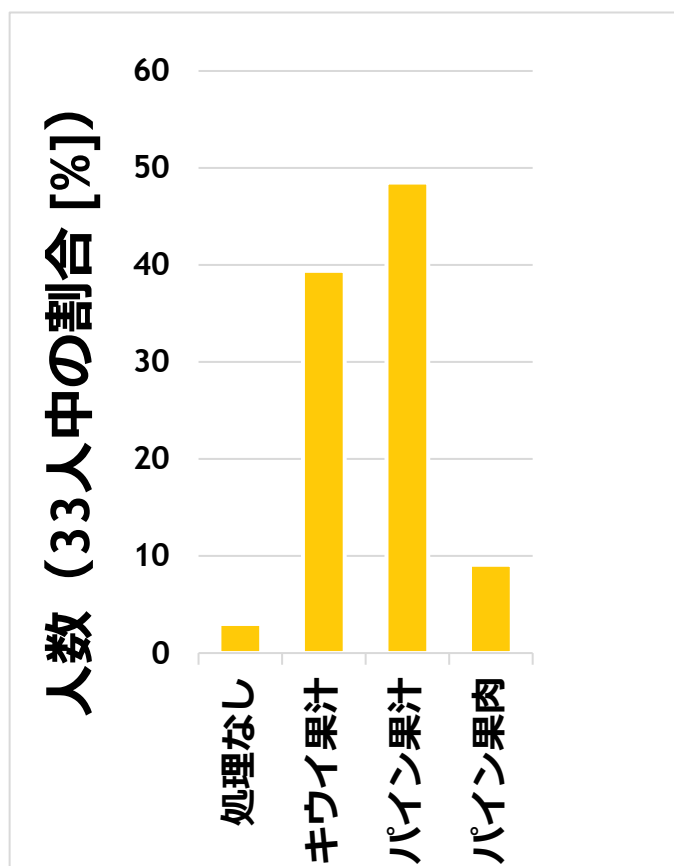
3. 自然科学科の生徒と先生の 33 人にアンケートを取った。



8、結果 2

結果は右のグラフのようになった。

実験 2 の結果、パイナップルの果汁で処理した肉が一番軟らかいと答えた人が一番多かった。また、実験 1 の結果で、パイナップルと同じ結果が出たキウイの果汁で処理した肉が軟らかいと答えた人が 2 番目に多かった。



グラフ

9. 考察 2

パイナップルの果汁に浸したささみが一番やわらかいと答えた人が一番多かった。このことからパイナップルの果汁について、粘性の関係で他のものと比べて酵素がささみにしみ込みやすい、他のものより酵素を多く持っている、他のものより酵素の分解力が強い、酵素のたんぱく質を分解する速度が大きいということのいずれかが考えられる。パイナップルの果汁が 6 時間という制限の中でより多くのたんぱく質を分解し

た。また試薬によって含まれているたんぱく質分解酵素が違い、パイナップルにはブロメライン、キウイにはアクチニジン、マイタケにはプロテアーゼという酵素が含まれている。

10、まとめ

まず、どの試薬がたんぱく質分解を含んでいるかゼラチンを使って調べた。(実験 1)

次に、たんぱく質分解酵素を含んでいると分かった試薬と肉を使った実験で試食をしてもらい、肉の軟らかさについてアンケートをとることでたんぱく質分解酵素の働きの程度を比較した。(実験 2)

最終的にパイナップルの果汁がたんぱく質分解酵素を最も多く含んでいるとわかった。

11. 展望

実験 1.2 ともにデータの量が少なく、これらの実験だけでは言い切れない部分が多々あるのでデータをもう少しとりたい。

ささみを一番軟らかくする試薬はパイナップルの果汁だとわかったが、他の種類の肉でも同様の結果が出るとは限らないので、ささみ以外の肉を使って同様の実験をしたい。

実験 1 でマイタケにはたんぱく質分解酵素が含まれていないと分かったため実験 2 ではマイタケを用いなかった。しかし、酵素が水溶性であり、マイタケはパイナップルやキウイの果汁、果肉と比べて含まれる水分量が少ないので、実験 1 でマイタケにはたんぱく質分解酵素が含まれていないという結果が出たという可能性が考えられる。そのため、マイタケを水で濡らし同様の実験を行いたい。

12、参考資料

- (1) 森内 安子 (2012) 『果実によるたんぱく質分解酵素の活性検査』「神戸女子短期大学論攷」, 57, 27-33
- (2) 朝倉 陽暉『たんぱく質分解酵素の研究～1 番肉を柔らかくできる酵素は何か?～』
千葉市立貝塚中学校

酵母とアルコール発酵

○澤本音々加 城拓巳 橋本慶太 横田鈴花 嶋泰智 西村宗真

1 はじめに

私たちは、味噌や醤油、ヨーグルトなど生活の様々な場面で利用されている「発酵」のうち、パンやお酒などに代表されるアルコール発酵に興味を持った。そこでアルコール発酵における最適な糖の選別と最適な酵母の濃度の測定、酵母が持つ酵素の種類とその量の関係を調べることを目的に研究を行った。ここでいう「アルコール発酵」とは、酵母が酵素を用いて糖を分解し、二酸化炭素とアルコールを生成する反応のことである。また「最適」とは、単位時間当たりの二酸化炭素の発生量(=反応速度)が最も多い事を示す。

2 仮説

実験に用いた酵母は市販のパン酵母であり、家庭での使用を想定してつくられていると考えたので、家庭で最もよく用いられるスクロースが最適な糖であると仮説を立てた。また、酵母と糖はどちらも濃度が高ければ高いほど反応速度が速いと仮説を立てた。

3 先行研究から分かったこと・基礎知識

- ・パン酵母は一連の反応において触媒として働く。
- ・パン酵母を用いたアルコール発酵をする場合、温度は 45℃前後が最もよく反応する温度である。
- ・極度の高温下(およそ 60℃以上)では酵素を構成するたんぱく質が熱によって変性してしまい、働きが失われる(失活という)。
- ・単糖はそのままアルコール発酵が進む構造をしている。
- ・二糖は、酵母がそれぞれの糖に対応する酵素を用いて単糖に加水分解したのち、アルコール発酵を進めることができる構造をしている。
- ・インベルターゼはスクロースをフルクトース側から分解する酵素、スクラーゼはグルコース側から分解する酵素である。

4 実験方法

- (Ⅰ) メスフラスコを用いて、任意のモル濃度の糖の水溶液を調製した。
- (Ⅱ) 調製した水溶液に市販のパン酵母を加えガラス棒でよく混ぜた。
- (Ⅲ) 作成した試液をシリンジ 8 本に 10mL ずつ分割し、口をゴム栓で密閉した。



- (Ⅳ) 試液の入った 8 本のシリンジがゆれないように自作の固定器(図 1)にセットし、ウォーターバスを用いてそれらを 40℃で温浴させ、2 分ごとに目盛りを読みその数値を記録した。

実験 1 ～糖の種類による気体発生量の違い～

5.85×10⁻²mol/L のグルコース、フルクトース、スクロース、マルトース、ラクトース水溶液に 3.3g のパン酵母を加え、それぞれの気体発生量を調べた。

実験2 ～スクロース水溶液の濃度による気体発生量の違い～

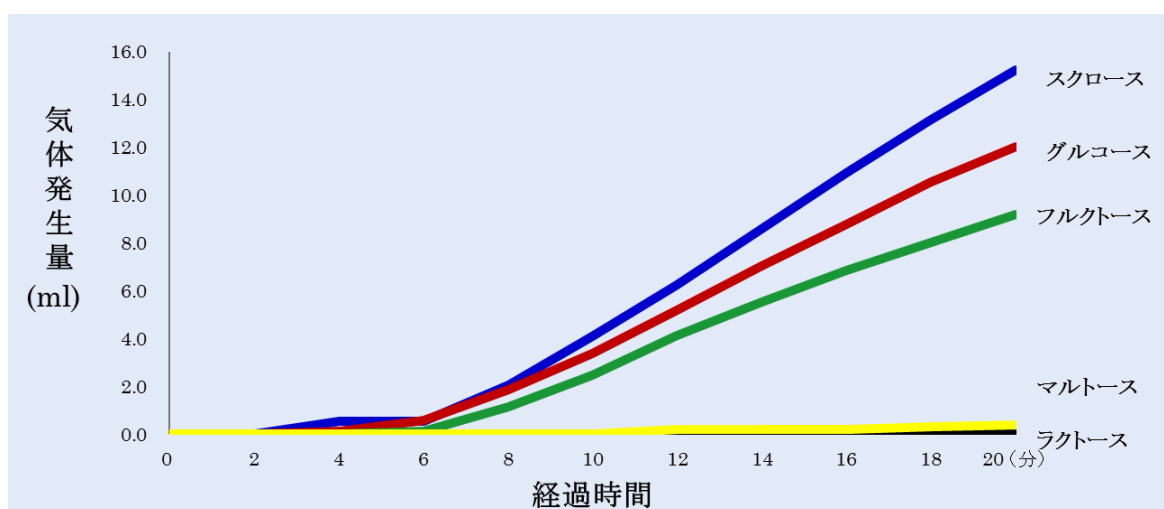
2.93×10^{-2} 、 5.85×10^{-2} 、 0.117 、 0.176 mol/L のスクロース水溶液に 3.3 g のパン酵母を加え、それぞれの気体発生量を調べた。

実験3 ～酵母の量による気体発生量の違い～

$5.65 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ のスクロース水溶液に 3.3 、 6.6 、 9.9 、 13.2 、 16.5 g のパン酵母を加え、それぞれの気体発生量を調べた。

5 結果

実験1 結果のグラフは図2のようになった。反応速度はスクロース、グルコース、フルクトース、マルトースの順で速かった。また、ラクトースに関しては、今回のパン酵母の濃度では反応がみられなかったが、濃度を二倍にしてみると、少量ではあるが二酸化炭素の発生が確認できた。



実験2 結果のグラフは図3のようになった。 2.93×10^{-2} 、 5.85×10^{-2} 、 0.117 mol/L までは濃度が上がるにつれ反応速度が上がり続けたが、 0.117 と 0.176 mol/L はおおよそ同じ速度で反応した。

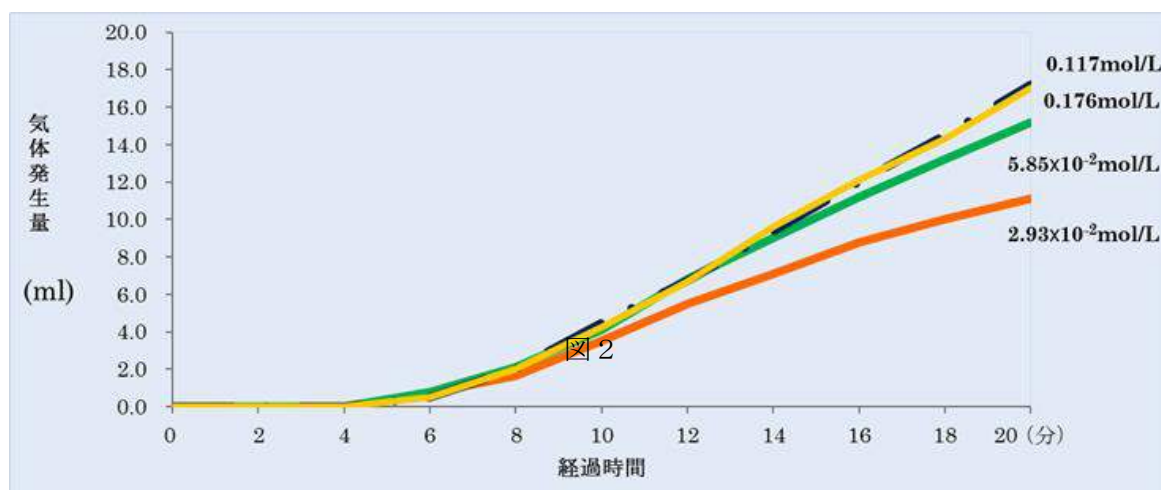


図3

実験 3 結果のグラフは図 4 のようになった。パン酵母の濃度が高い時ほど反応速度が速くなった。また、気体が 10ml 発生するのに要した時間に着目したとき、パン酵母の量に反比例して減っていくことが分かった。

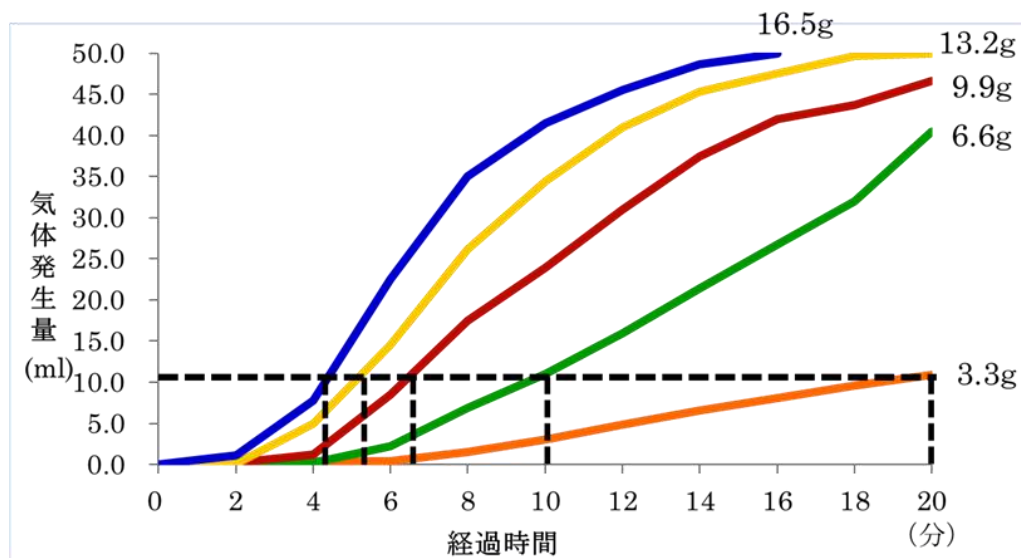


図 4

6 考察

実験 1 結果から二糖より単糖の反応速度のほうの方が速いことが分かった。そこで単糖のグルコースとフルクトースを比較すると、グルコースの反応速度のほうの方が速く、その要因として2つのことが考えられる。1つ目は単糖のアルコール発酵に用いられる酵素がどの糖においても同じ場合は、発酵の速度は糖の構造（図 5）に依存し、グルコースのほうが反応しやすい構造だということが考えられる。2つ目に、使用したパン酵母には、フルクトースに関与する酵素よりグルコースに関与する酵素のほうが多く含まれていることが考えられる。

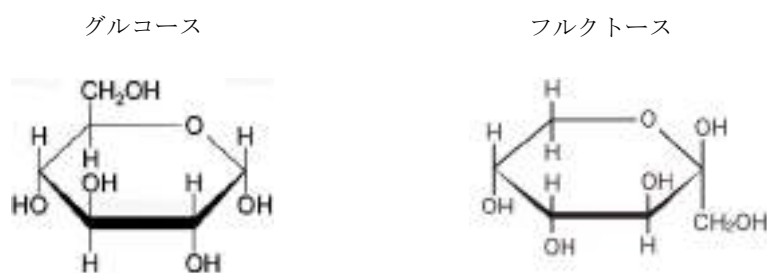


図 5

次に、二糖についてはアルコール発酵の前に加水分解をする必要があるため、加水分解が速いほど発酵が速く進む。よって、反応速度は酵母が持っているそれぞれの酵素の量に依存するといえる。これよりパン酵母に含まれる酵素の量は次のような関係になっていると考えられる。

(インベルターゼ+スクラーゼ) > マルターゼ > ラクターゼ

実験 2 基質の濃度が酵母の濃度に比べて十分に高いとき、酵母は基質の分解が追いつかなくなるため反応速度は基質の濃度によらないと考えられる。したがって、このような場合、反応速度は酵母の分解速度によって決まり、基質の濃度によらないと考えられる。

実験 3 パン酵母の濃度が高くなるほど反応速度が上がったのは、酵母の濃度が上がるほど基質に対する酵素の割合が増え、分解されていない基質を減らすことができるからだと考えられる。

7 結論

今回用いたパン酵母に含まれている酵素の量は(インベルターゼ+スクラーゼ) > マルターゼ > ラクターゼの順で多いことが分かった。このパン酵母にとっては、フルクトースよりもグルコースのほうがより分解しやすい構造をしていることが分かった。また、糖に含まれるアルコール発酵に関与する酵素の量が多いことと、糖が分解されやすい構造をしていることがよい条件であると分かった。よって、このパン酵母を用いてアルコール発酵を行うときにはスクロースを用いるのが最適であることが分かった。

最後に、厳密には求めることができなかったが、パン酵母 3.3g を用いたときのスクロースの濃度は 0.117mol/L が少なくとも適している濃度であるということが分かった。

8 今後の展望

実験 2 と 3 の結果から、酵母と糖のうち一方を固定したとき、反応速度が一定になる他方の上限の濃度があることが分かったが、その厳密な濃度は測定することができなかったのも、これから調べてみたいと思う。また、今回の研究活動では、5 種類の糖と 1 種類の酵母しか用いなかったが、ほかの種類の糖や酵母を用いて同様の実験を行ってみたいと思う。

9 参考文献

大阪府立大手前高校 2011 年度サイエンス探究 <https://otemae-hs.ed.jp/ssh/dat/2011S.pdf>

第 2 回科学の甲子園 全国大会 実技競技①「灘の酒」

https://koushien.jst.go.jp/koushien/tournament/2012/2013/jitsugi01_kaisetu.pdf

慶応義塾大学 アルコール発酵の最適温度の測定

ザリガニの感覚 —ザリガニを条件づける—

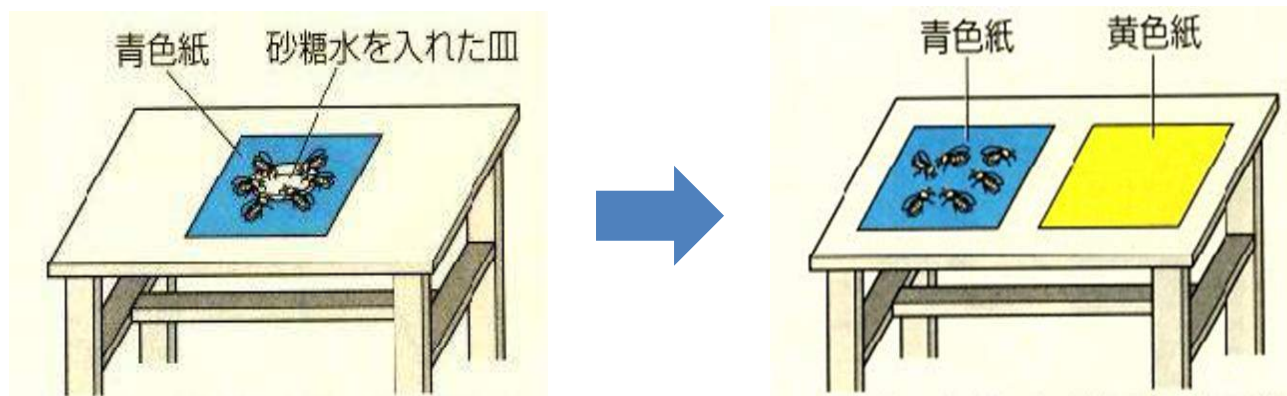
○法貴優真 岩田英己 岩井杏奈 向井琴莉

1 はじめに

フリッシュの実験ではミツバチに色を学習させ、記憶することができることを知った。そこで他の生物でも色などを学習し、識別することができるのではないかと思い、私たちの身近に生育し、比較的飼育が簡単なアメリカザリガニの視覚、味覚、触覚にフォーカスを当て実験を行おうと思った。

2 先行研究

先行研究のフリッシュの実験では、写真のように青色紙の上に砂糖水を入れた皿を置き、ミツバチに青色紙の上にはエサがあるという条件を学習させる。その後、青色紙と黄色紙を置いたとき、ミツバチは青色紙のほうに集まる。この実験からミツバチに色を学習させることができるということが分かっている。



3 仮説

ザリガニは、フリッシュの実験におけるミツバチのように色を識別し、条件付けする事ができるのではないか。また、色以外にも、匂いによって、エサかどうかを識別したり、振動によって、エサの位置を識別させることができるのではないか。

4 実験の方法

視覚の実験

ザリガニが視覚を用いて学習できるかを調べるために次の実験を行った。



- ① 水槽を写真のように赤と青のセロハン膜で区切った。
- ② 赤側に一週間エサを与え続けた
- ③ 水槽内を掃除しザリガニを水槽に戻した後、ザリガニがどちらの色へ移動するかを調べた。
(掃除は水槽内のにおいを消しザリガニが視覚を頼りに学習を行っているかを調べるため。
以降実験開始から一週間ごとに水槽を掃除する)

味覚の実験



ザリガニが味覚を用いて学習できるかを調べるために次の実験を行った。

- ① アカムシをエサとして一週間与えた。(写真左)
- ② 掃除後、トウガラシをアカムシの形に似せて与え、食べるかを調べた。

触覚の実験

ザリガニが触覚を用いて学習できるかを調べるために次の実験を行った。



- ① 水槽に重りを設置し、エサを与える前に壁に重りを打ち付けることを一週間行なった。
- ② 掃除後、エサを与えずに重りを打ち付けた場合にザリガニがどのように行動するかを調べた。

5 結果

視覚の実験

移動した方の色

	1 週目	2 週目	3 週目	4 週目
個体 A	赤	赤	赤	赤
個体 B	青	赤	青	青
個体 C	青	赤	青	赤
個体 D	青	青	赤	赤

視覚の実験では、表のように個体Aは1週目から4週目までずっと赤のところにいたが、個体B、C、Dは赤のところにいたり、青のところにいたり結果がまばらになった。

ザリガニが学習をしているならば、ほとんどの個体がずっと赤のところにいると考えていたが、実際はまばらだった。

味覚の実験

○：トウガラシを食べた ×：トウガラシを食べなかった

	1 週目	2 週目	3 週目	4 週目
個体 A	×	×	×	
個体 B	○	○	×	
個体 C	×	×	×	×
個体 D	×	×	×	×

視覚の実験では、個体Bが1週目と2週目に唐辛子を食べたが、ほかの個体はいっさい食べなかった。また、この実験を行った個体にアカムシのにおいを付けた唐辛子を与えると、唐辛子に近づいたが、食べなかった。

触覚の実験

移動させた様子

	1 週目	2 週目	3 週目	4 週目
個体 A	逃げなかった	エサ場に近づいた	エサ場に近づいた	逃げなかった
個体 B	逃げた	逃げなかった	逃げなかった	エサ場に近づいた

触覚の実験では、個体Aは、1週目から4週目までずっと逃げなかった。個体Bは、1週目は逃げたが、2週目以降は逃げなかった。

6 考察

視覚の実験

先生からのご指摘によりザリガニは赤色のものとそれ以外のものとで色を判別していることを知った。なので、赤と青のセロハン膜の色の組み合わせではザリガニは色を判別しているはずであるが常に赤側にいるわけではなかった。これは野生のザリガニは普段物陰に生息しているので水槽内では暗い青色膜の方へ移動することがあるからだと考えた。

味覚の実験

普通のトウガラシを与えたときに食べようとしなかったこと、匂いを付けたとうがらしには近づいたが食べなかったことから、ザリガニは嗅覚に敏感であるが、嗅覚だけでエサを判別しているわけではないと考えた。

触覚の実験

最初は音を出すと逃げたり、動かなかったりしていたが、時間がたつにつれてエサ場に近づくことが多くなった。これは、ザリガニが音のすることに「慣れ」たからだと考えた。

7 今後の展望

全体として実験を行った回数が少なくデータが足りていないので、はっきりとしたことが分からなかった。なので、実験の個体数と週数を増やして観察を行いたい。

視覚の実験では、ザリガニが本当に赤とそれ以外とで色を判別しているのかを調べるために様々な色の組み合わせを用意して調べたい。また、考察で述べた物陰に生息しているために青に移動しているのだとすれば、エサを置く場所を赤側から青側に変更することでザリガニが青に移動するのではないかと考えた。

味覚の実験では、ザリガニがアカムシとトウガラシを匂い以外で判別していることを確かめるために、アカムシとトウガラシを団子状に丸めて与える実験を行いたい。アカムシとトウガラシを嗅覚以外の手段で区別できているのならトウガラシを残してアカムシを食べているはずである。そのため、これを実際に行い確かめたい。

触覚の実験では、ザリガニの「慣れ」の状態がどれほど持続するかを調べるために、触覚の実験を行い「慣れ」の状態になった個体に毎日重りを打ち付け、何日まで重りに反応するかを調べたい。

8 参考文献

身近な動物を使った実験 3 鈴木範男 編

後藤太一郎 洲崎敏伸 春本晃江 又多政博 共著

<https://ja.wikipedia.org/wiki/アメリカザリガニ>

カビの生育条件

○中村玲伊子 門下愛 藤富咲妃

0 はじめに

市販されているカビ取り用洗剤が人体にも悪影響を与えるということに目を付けた私たちは、カビの生育条件について知ることでより安全にカビの生育を防ぐ方法を探そうと考えた。

1 仮説

カビは酸性の環境下で生育しにくいということから、身近な調味料によって酸性の環境を作り出すことができれば人体に害を与えることなくカビの生育を防ぐことができる。また、アルコールや特定の金属イオンにはカビの生育を妨げる効果がある。

カビは栄養源として糖分を利用するため、糖の種類によってカビの生育のしかたが異なる。

2 先行研究

群馬県立高崎女子高等学校「カビに関する研究」から、以下のことが分かった。

- ① 糖の種類によって生育するカビの種類が異なる。また、ショ糖、乳糖、マルトース、フルクトース、ガラクトースを比較するとグルコースがカビの栄養源として最も適した糖である。
- ② 中性条件下の環境がカビの生育に最も適しており、酸性や塩基性条件下はカビの生育に適さない。
- ③ からしやわさびにはカビの生育を防ぐ効果はない。
- ④ 酢によってカビの生育を防ぐことができる。

3 実験1の方法

ジャガイモ寒天培地をつくり、表面に料理酒などの調味料、カビ取り剤や塩化鉄などの水溶液をまき、コウジカビの胞子を散布して一週間培養した。

【まいたもの：24種類】

ウイスキー 料理酒 米酢 梅干し

レモン汁 ショウガ 練りがらし カビ防止剤

わさびシート カビハイター 蒸留水

金属イオン(Cu^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 、 Ba^{2+} 、 Ca^{2+} 、 K^{+} 、 Ag^{+} 、 Fe^{2+} 、 Na^{+})

塩化物イオン	CuCl_2 $\text{FeCl}_3(3+)$ MgCl_2 AlCl_3 BaCl_2 CaCl_2 KCl
硝酸イオン	AgNO_3 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$
硫酸イオン	$\text{FeSO}_4(2+)$ MgSO_4 Na_2SO_4

※金属イオンはモル濃度 (0.1mol/L) をそろえてある

4 実験1の結果

カビキラーやカビ防止剤にはあまり生えなかったが、ほかの調味料ではすべてほぼ同量のカビが生えた。金属イオンでは、硝酸銀と塩化鉄 (Fe^{3+}) は全くカビが生えなかった。培地に水分が残っていてもカビが生えなかった。 CuCl_2 はカビが生える時と生えない時があった。

生える	米酢 レモン汁 蒸留水 料理酒 ウィスキー $\text{FeCl}_3(3+)$ MgCl_2 KCl AlCl_3 BaCl_2 CaCl_2 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$
生えない	カビハイター カビ防止剤 ショウガ 練りがらし AgNO_3
どちらともいえない	$\text{FeSO}_4(2+)$ MgSO_4 Na_2SO_4 梅干し CuCl_2



塩化銅にカビが生える時と生えない時があったのは、カビキラーを撒くときは、培地の端にかからないようにした。端には少量のカビが生えたが、中央には全く生えなかったので、カビキラー（カビ防止剤）の防カビ効果は極めて高いと思われる。



AgNO_3



$\text{Ca(NO}_3)_2$



$\text{Al(NO}_3)_3$

硝酸銀を撒いた培地には全くカビが生えなかったが、他の金属イオンを含む硝酸イオンの水溶液を撒いた培地にはカビが生えたことから、銀イオンにはカビの生育を防ぐ効果があると考えられる。

5 実験1の考察

銀イオンの防カビ効果の高さは、汗の臭いや菌の繁殖を抑える制汗剤に、銀イオンが含まれているものがあることから裏付けることができると思われる。

6 実験2の方法

まず、グルコース等の糖を混ぜたジャガイモ寒天培地を作成する。混ぜた糖はグルコース、フルクトース、マルトース、ラクトース、スクロース、ガラクトースの6種類である。これらの糖の濃度はすべて 0.027mol/L で揃えてある。

次に、これらの寒天培地を、ふたをせずに一晩ほど置いておき、空气中に浮遊しているカビの胞子を採取する。そして、寒天培地を 36°C に設定した恒温器の中で一週間培養する。

7 実験2の結果

結果は下の写真のようになった。複数回実験を行い、2回目以降からガラクトースも加えて実験したが、他の5種類の糖と殆ど同様の結果となった。下の写真は1回目の実験のときのものなので、ガラクトースの写真は無い。

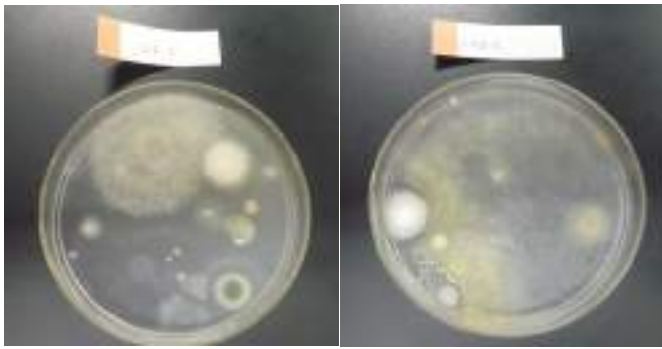
糖の種類により生えるカビの種類が少しずつ違った。だが、生えるカビの量についてはあまり大きな差異は見られなかった。



グルコース

フルクトース

マルトース



ラクトース

スクロース

8 実験2の考察

糖の種類によってカビの生えやすさに違いは見られなかったが、生えるカビの種類には違いが見られたため、糖によって生えやすいカビと生えにくいカビがあると思われる。

9 まとめ

コウジカビの生育を妨げることは困難である。だが、市販のカビ取り剤のほか、からしやショウガにはコウジカビを生育しにくくする効果がある。現在追実験でからしやワサビを用いた実験を行っているので、引き続き研究をしていきたい。このほか特定の金属イオンにも効果があると考えられるので、こちらについても実験していこうと思う。

糖の種類によるカビの生えやすさに大きな違いはない。しかし、生えるカビの種類には違いが見られるので、今後はカビの種を調べていきたい。

今回使用した寒天培地にはジャガイモの煮汁を使用したけど、濃度が一定でなかった。また、コウジカビの胞子をまく量も一定でなかったため、これらについても改良していくつもりである。

10 参考資料

- ・ 「カビに関する研究」 takajo-hs.gsn.ed.jp
- ・ www.drrk.net/carbohy_03.html
- ・ 「カビのふしぎ」 細矢剛／伊沢尚子
- ・ <https://kimika.net/t3tantou.html>

窒素固定の可視化

○中島光音 山本晃帆 村岡千鶴 野上了 西村悠希 伊崎敬太

はじめに

窒素固定とは、大気中の窒素をアンモニウムイオンに変換する反応であり、窒素を生態系に取り入れるためのきわめて重要な反応である。しかし教科書などには図1のような写真の掲載のみで、窒素固定の仕組みを深く理解できる実験の説明がないことが現状である。そこで簡単な実験を確立させるため昨年度先行研究が行われた。

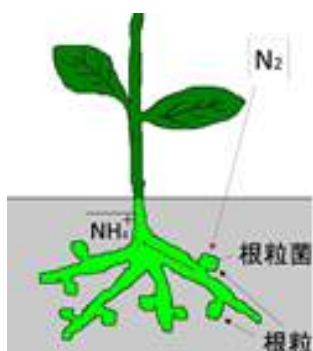


図1 教科書掲載の図の例

1. 研究の背景と目的

昨年度、窒素固定の可視化を目的とした実験として、透明な寒天培地を用いて根粒形成と地上部の関係を可視化した実験が提案された。(図2) しかし、

- i. 窒素ありの条件において7～8週間経過後に葉の脱色が見られたこと(図3)、
- ii. 寒天培地のコンタミネーション率(カビ率)が根粒菌感染個体の50%

と比較的高かったことから高校生が窒素固定を簡易的により深く理解可能な実験を確立させようと考えた。



図2 形成根粒



図3 窒素あり培地のクローバーの葉

2. 方法

私たちは先行研究と同じ、窒素成分を含んだ寒天培地（条件①）、窒素成分を含まない寒天培地（条件②）、窒素成分を含まない寒天培地＋クローバーに根粒菌を感染（条件③）の3つの条件に分けて実験を行った。

まず、それぞれの条件ごとに、純水 200ml に寒天粉末 2.0g、肥料 2ml を溶かし、15ml/1 本ずつ計 10 本の試験管に分注して寒天培地を作った。窒素成分を含む肥料はハイポネックス、窒素成分を含まない肥料はハイポネックスハイグレードを使用した。その後、オートクレーブを用いて試験管を滅菌した。（オートクレーブは圧力鍋などでも代用可能）。滅菌完了後に各試験管にクローバーの種子を 1 個ずつ入れて、人工気象機（16 時間明期、8 時間暗期、25℃）で栽培し、地上部の生育と根粒形成の関係を観察した。条件①においては、種子を入れた 1 週間後に野生根粒の抽出液を入れ、クローバーに根粒菌を感染させた。



図 4 寒天培地への播種の様子

寒天培地にクローバーの種子や根粒を入れる際に雑菌が入らないようにするため、ガスバーナーで上昇気流を発生させてガスバーナー付近で作業を行った。（図 4）

昨年度からの実験内容の変更点について

- ・ 上記 i の原因は、窒素肥料濃度が十分でないことが原因と考え、先行研究の追実験から更に肥料濃度を 3 倍にして、条件による生育差をよりわかりやすくなるよう試みた。
- ・ 上記 ii の原因は、野生根粒表面のアルコール処理が不十分なためと考え、コンタミネーション率の低下を図るために根粒表面のアルコール処理を先行研究の 20 秒から 40 秒にして感染を試みた。
- ・ より細かく生育差を調べるため、本葉数の比較に加えて乾燥重量による比較も行った。

3. 仮説

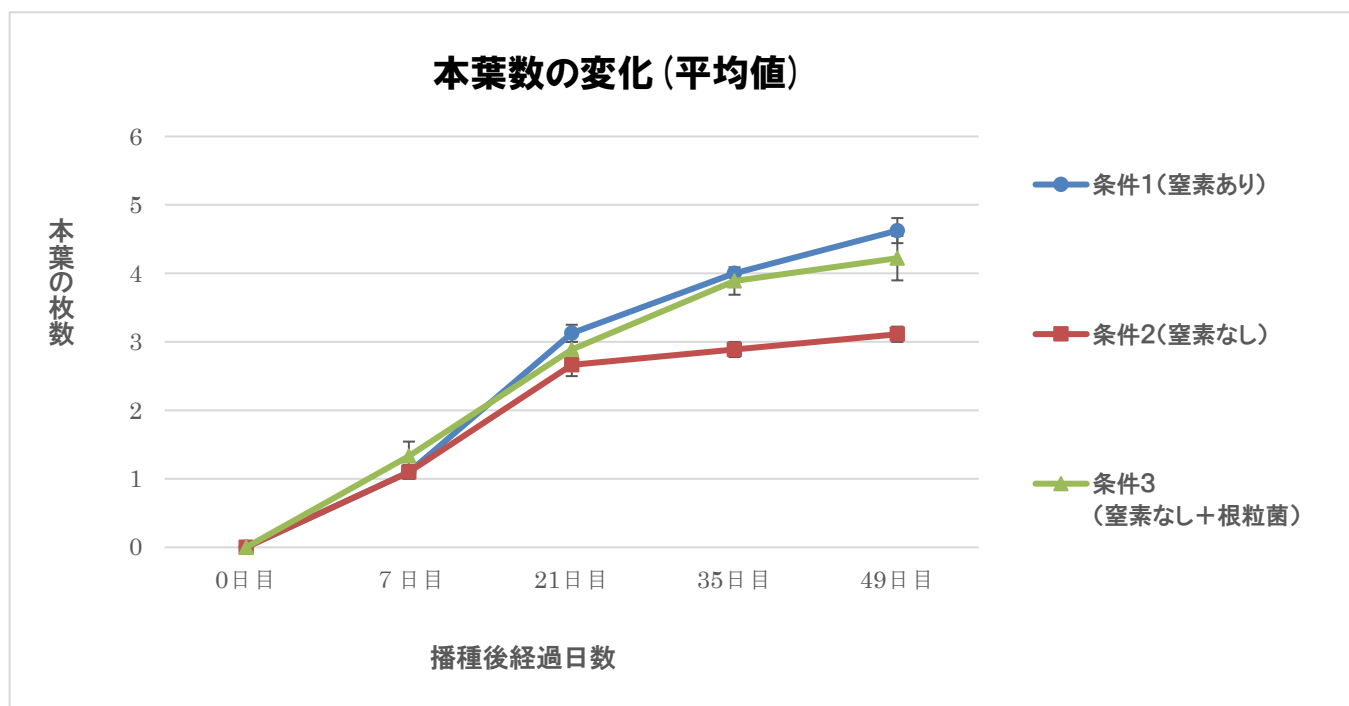
窒素肥料濃度を 3 倍にすることにより条件①の生育が良くなり、窒素成分有と窒素成分無の生育差がよりわかりやすくなる。また、乾燥重量は、固体の生育が良くなるにつれて、大きくなる。さらに、根粒表面のアルコール処理を先行研究の 20 秒から 40 秒に長くすることにより、コンタミ率が下がる。

4. 結果

結果①

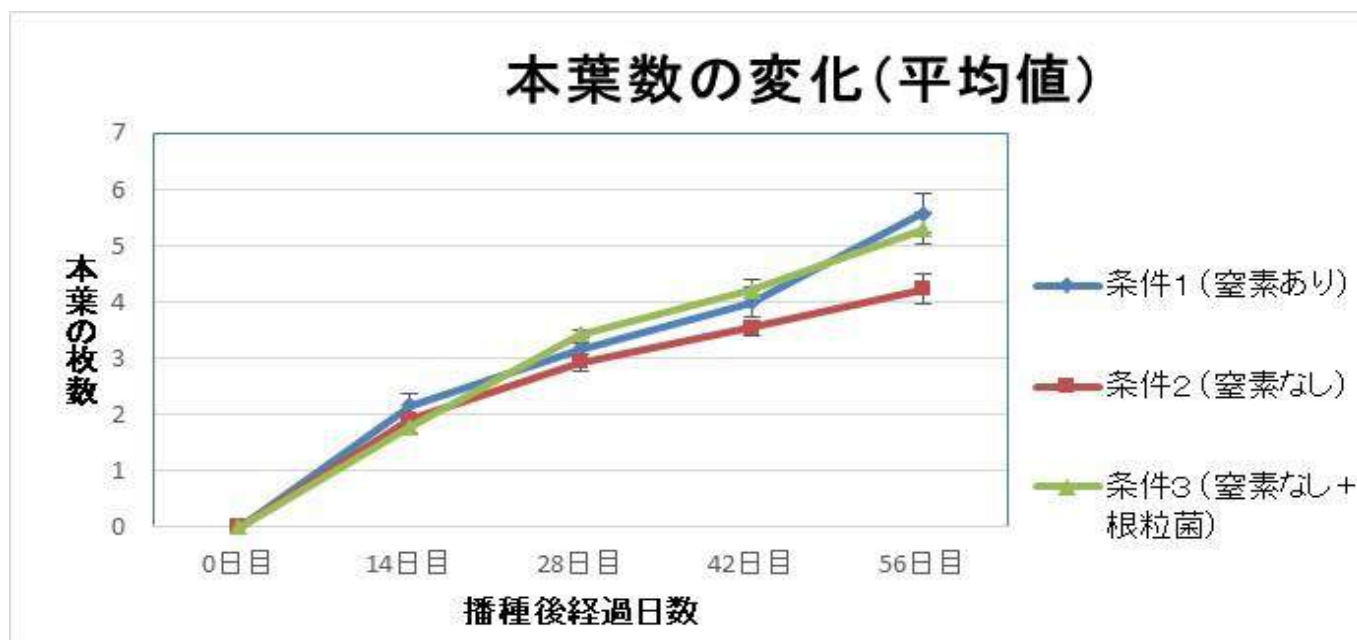
グラフより、肥料濃度の変化による前年度との本葉数の変化に大きな違いは見られなかった。またコンタミ率について、昨年度の 50% に対して%とこちらも大きな変化は見られなかった。

本実験



(図 5)

先行研究



(図 6)

結果②

下の写真より、条件①と条件③において葉の色がよく生育が良いことが確認できた。

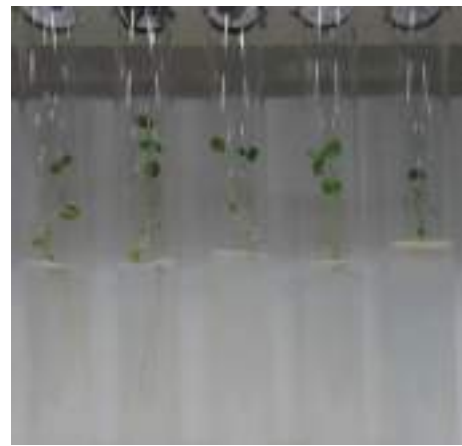
一方で、条件②において葉の脱色がみられることから、生育が良くないことが確認された。



条件 1 の生育 7 週間後(図7)



条件 2 の生育 7 週間後(図8)



条件 3 の生育 7 週間後(図9)

結果③

乾燥重量については、個体の平均重量が約 1～10mg と軽すぎたことから、学校の機材では生育差は確認できなかった。

5. 考察

これより自然界においてマメ科植物は窒素分が十分な環境であれば土壌から窒素分を直接、不十分な環境においては形成根粒中の根粒菌を通して窒素分を利用することが分かった。またこの結果から先行研究よりも適した肥料濃度が見つかり、マメ科植物が環境に応じて窒素 成分の獲得方法を使い分けることが理解可能な実験を確立することができたと考えられる。そしてコンタミ率低下のために根粒表面のアルコール処理の検討を続ける必要があるが、内部の根粒菌を死滅させる恐れがあり、高校の設備においてはある程度のコンタミが起こってしまうと思われる。

6. 今後の展望

今回の実験では個体数が少なかったので、個体数を増やしてより平均的な結果を得る必要がある。また、内部の根粒菌が死滅するアルコール処理時間を発見し、根粒菌が死滅せず最も十分なアルコール処理時間を確立したいと思う。そして条件 4 として N あり根粒菌ありを追加し根粒形成が抑制される肥料濃度を調べ、またコンタミ率を下げる方法も継続して調べたいと思う。

参考文献

「根粒菌による窒素固定のはたらきを理解するための実験」 (平成 30 年度桃山高校 G S 課題研究)

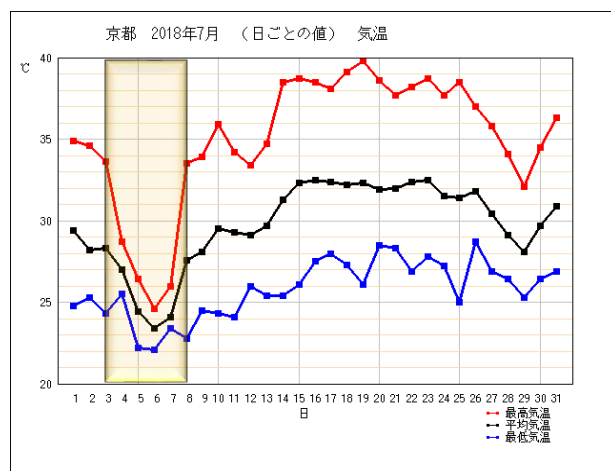
温度変化と変形菌の関係 —台風が生態系にもたらす影響—

○高橋悠馬 田淵壮良 福平祐太 吉田駿

1 はじめに

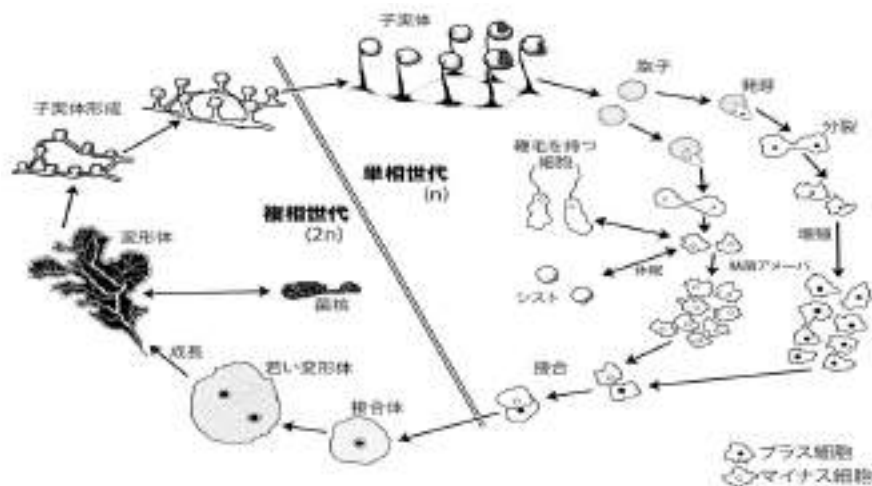
2018年6月28日から7月8日にかけて、台風第7号及び前線の影響により、日本付近に暖かく非常に湿った空気が供給され続け、西日本を中心に全国的に広い範囲で記録的な大雨となった。そして、京都御苑から、例年よりはるかに大量の変形菌を確認した。

図は京都市内の降水量のデーターである。黄帯は台風によって気温が低下した期間である。



2 変形菌とは変形菌は名前に菌と付いているが菌類

の仲間ではなくアメーボゾアに属する生物である。変形菌は孢子から発芽し、その後変形体と呼ばれるアメーバ状の姿になる。変形菌は生物資源としての価値が非常に期待される生物である。変形菌は有用な色素を含んでいる、迷路で最短経路を結ぶ所謂粘菌コンピューターとしての働きをするなど多方面での活躍が期待される。しかし変形菌はその生態についてはわかっていないことが多く、生物資源としては活かしていないと言える。



変形菌のライフサイクル

3 仮説

2018年8月7日に台風7号が通過した際にもたらされた豪雨により、通常の数倍の量の多種多様な変形菌が発見された。さらに発生量も多かった。そこで、台風通過に伴う温度変化がそれらの変形菌を発生させた原因の一つと考えた。

4 予備実験

台風通過時の温度変化を再現するため、ワインセラー又は恒温槽（18 度以下一定）と人工気象機（28 度以下一定）を利用して、アカマツの樹皮を湿室培養した。

A:18 度以下一定

B:18 度以下を基本 週に 1 回一定時間 28 度

C:28 度一定

D:28 度を基本 週に 1 回一定時間 18 度

とする。

参考文献よりアカマツの樹皮には、変形菌が発生しやすいと考えられているため使用した。

5 実験 2 の方法

変形菌が発生し易いと言われているイヌマキ、フウ、トウカエデの樹皮を用いて湿室培養を行った。培養には人工気象期（28℃一定）と恒温槽（18℃一定）を利用した。培養の温度変化の条件は予備実験と同じである。

6 予備実験と実験の結果(表)

温度条件	アカマツ	イヌマキ	フウ属の一種	トウカエデ
	A	変形菌は発生しなかった。 <i>Paradiacheopsis cf. solitaria</i> <i>Licea atricapilla</i> <i>Licea sp. 1</i> <i>Licea sp. 2</i> 計 4 種	<i>Cribraria violacea</i> <i>Licea cf. biforis</i> <i>Calomyxa cf. metallica</i> 計 3 種	<i>Licea cf. biforis</i> <i>Comatricha cf. kowalskii</i> 計 2 種 ※他に変形体を 1 種確認できた。
	B	変形菌は発生しなかった。 樹皮が足りなかったため、培養実験をしなかった。	<i>Licea cf. biforis</i> <i>Arcyria sp.</i> <i>Calomyxa cf. metallica</i> <i>Didymiaceae spp.</i> 計 4 種	<i>Didymium sp.</i> <i>Didymiaceae spp.</i> 他 1 種(種の同定はできなかった。) 計 3 種 ※他に変形体も 1 種確認できた。
	C	変形菌は発生しなかった。 <i>Cribraria violacea</i> <i>Perichaena sp.</i> 計 2 種	<i>Cribraria violacea</i> <i>Arcyria sp.</i> 他 1 種(種の同定はできなかった。) 計 3 種 他に変形体を 1 種確認できた。	<i>Physarum sp.</i> 計 1 種 ※他に変形体も 1 種確認できた。
	D	変形菌は発生しなかった。 樹皮が足りなかったため、培養実験をしなかった。	<i>Arcyria sp.</i> <i>Calomyxa cf. metallica</i> <i>Clastoderma sp.</i> <i>Tricheales</i> <i>Stemonitaceae</i> 計 5 種 ※他に変形体を 2 種確認できた。	<i>Didymium sp.</i> <i>Physarum sp.</i> 他 2 種(種の同定はできなかった。) 計 4 種 ※他に変形体も 1 種確認できた。

7 実験の考察

いずれの温度条件においてもアカマツからは変形菌が発生しなかった。これはアカマツ朽木の表面に発生していた多量の蘚苔類が原因と考えられる。予備実験で行った湿室培養では、マツの一種の朽木から *Colloderma oculatum* が発生した。また、その朽木を採取した場所（同じようなマツの一種の朽木が大量にある）での野外調査では *C. oculatum* や *Lamproderma columbinum* などの変形菌の発生を頻繁に確認できた。そのため、針葉樹の一つであるアカマツの培養からでも変形菌が発生することは想定できた。ただし、本実験

で観察したアカマツではいずれの温度条件下でも蘚苔類が大量発生していた。予備実験で用いた朽木の大部分は蘚苔類が少なく、また発生していても微小なものであった。そして、*C. oculatum*が多く発生していたのはそのような部分からであった。

一方、アカマツの朽木は大型の蘚苔類に殆ど覆われていて、それが立体的障害物としてはたらくことで、*C. oculatum*が発生しなかったと思われる。*Lamproderma* については、予備実験でも発生しておらず、野外では蘚苔類で覆われた部分から発生していたため今回は考慮しなかった。

アカマツ以外の樹皮では、変形体を除き約 20 種類の変形菌を確認できた。

まず、樹木によって発生した変形菌に大きな違いがみられた。湿室培養で使用した樹皮の特徴をまとめる。イヌマキは柔らかいものの強靱な繊維質。表面はささくれ状。また、着生植物や地衣類は少なく平面的。フウの一種の樹皮は固くて脆く、表面は滑らかだが凹凸が激しい。着生植物や地衣類が局在している。トウカエデの樹皮は薄い固くて脆い。表面は滑らかで凹凸もないが、分割して樹木本体から剥離しやすい。着生植物や地衣類はほとんどない。

これらと培養結果を比較考察すると、*Licea cf. biforis* はフウやトウカエデのような固く表面がなめらかな樹皮から発生しやすいと考えられる。

温度条件 B と D では、A、C と比べて発生量が多かった。特に *Physarum sp.* は C では 4 個体なのに対し、D では数十個体発生していた。これは、台風通過後の発生状況と非常に酷似している。当時は種数の増加だけではなく、*Diderma chondrioderma* などの普通種も例年より多く確認された。

また、種数も B, D のほうが多く、温度変化が変形菌の増加に関与している可能性が高いと考えられる。

低温下 (A、B) ではコホコリ属の Genus *Licea*、高温下 (C、D) ではケホコリ属の、*Perichaena*、*Calomyxa* や、*Physaraceae* が発生しやすい傾向にあると考えられる。また、A のように低温を維持し続けると、*Paradiacheopsis* や *Comatricha* などの小型の *Stemonitaceae* が発生しやすくなると考えられる。

トウカエデ B では *Didymium sp.* が多く発生していたが、C では確認できなかったことから、この種は *Physarum sp.* より子実体が発生する温度が低いと考えられる。しかし、トウカエデ A ではどちらも発生しなかったことから、極端な低温化では、*Physaraceae* は発生しにくいと考えられる。

8 結論

仮説のとおり、温度変化によって発生する変形菌の種数及び発生量が増加することを確認できた。また、樹皮の形状や温度差によって発生する変形菌が大きく異なることもわかった。

9 今後の展望

表面のコケを取り除いたアカマツ樹皮を用いて、湿室培養を行い、変形菌が発生するか確かめる。温度変化以外の要因があるかどうか確かめる。

10 参考文献

<http://henkeikin.org/> 変形菌研究会 変形菌の生態概要
図説 日本の変形菌 山本幸憲 東洋書林

変形体



Physarum sp.



フウ属の一種（左）とトウカエデ（右）



巻雲のお腹の中まで見よう！！

○井上凜子 相原花歩 今北美穂

1. 巻雲とは

巻雲とは、温暖前線の最も高いところのできる雲で高度 5000m 以上に発生するため、雲は氷晶からできている。ジェット気流は高度が高いところほど風速が大きいので、雲の水滴は風に流される。しかし、氷晶は成長して重くなるため落下しながら蒸発し、それが巻雲であると一般的には言われている。

2. 先行研究について

昨年度の課題研究から巻雲はその後の天気の違いで 2 種類に分けられることが分かっている。

・線状巻雲（図 1）

名の通りまっすぐに伸びている雲である。これが出現すると晴れや曇りになることが多い。これは低気圧が京都府の南を通ることで発生し、その後温暖前線上にある雨を降らす雲が京都府付近にやってこないからである。

・暴れ巻雲（図 2）

線状巻雲とは違い、くるくると暴れているように見える雲で先輩方が命名された。これが出現すると雨が降ることが多い。これは、低気圧が京都府上を通過するときに発生する。発生した巻雲が温暖前線の上昇気流にぶつかることによって暴れる。その後温暖前線上の乱層雲や高積雲が近づいてくるので雨が降る。

この巻雲による天気予報は 7 4. 5 % の確率で当たっている。



図 1



図 2

3. 目的

今回の研究の目的は線状巻雲と暴れ巻雲の違いは何なのか。巻雲は教科書に書いてある通りに発生しているのか。など巻雲の仕組みを解明することである。

4. 仮説 私たちは一般的な巻雲の発生方法と先輩方の先行研究から線状巻雲

と暴れ巻雲それぞれの発生方法について以下のような仮説を立てた。

- ・線状巻雲は上空のジェット気流に沿って発生する。
- ・暴れ巻雲は線状巻雲が温暖前線による上昇気流にぶつかることで発生する。



図 3 <http://meteo.co.jp/pibal.html>

5. 研究方法

(1) 観察

- ・ 巻雲がでたら写真を取り、天気図で発生原因について考察する。
- ・ パイバル気球を用いて、巻雲の高度と風向を調べる。雲の高度は気球が雲で見えなくなった高さを測定する。

パイバル気球（図3）とは気球を追うことで雲の高さ、風向、風速が分かるものである。雲の高さとは気球が雲に隠れ見えなくなった地点とする。

(2) 実験

ドライアイスを用いて線状巻雲と暴れ巻雲の再現を行う。ドライアイスに水を落とし、煙を発生させ様子を見る。その後、障害物を置きぶつかった際どう変化するかを見る。煙は細かい水滴で出来ており、雲と同じだといえる。

6. 結果

(1) 観察結果

線状巻雲には高度の違いで2種類に分けられること、暴れ巻雲は線状巻雲が変化したものであることが分かった。

① 2019年9月12日 高度の高い巻雲(図4赤丸)

この時の巻雲は巻層雲よりも高く、パイバル気球の結果（図5、6）ではおおよそ9000m（赤線）となっている。7000m（オレンジ線）を超えたあたりから風向は北西寄りの風に変わり風速も強くなった。



た。

図4

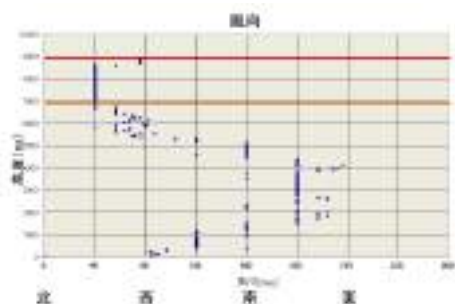


図5

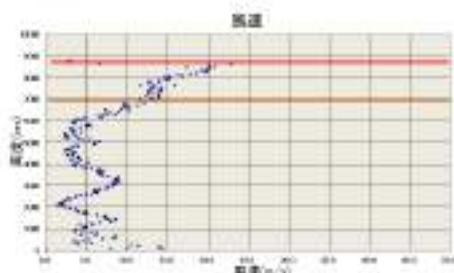


図6

②2019年5月16日 高度の低い巻雲 (図7赤丸)

この巻雲は積雲よりも低い所に発生しており、パイバル気球の結果（図8、9）も3500m（赤線）となっている。風向にはあまり特徴が見られなかったが風速は高度が高くなるにつれて徐々に少しではあるが強くなっている。



図7

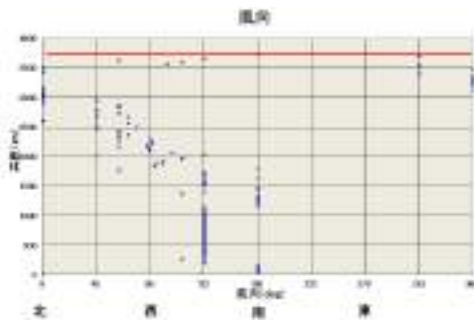


図8

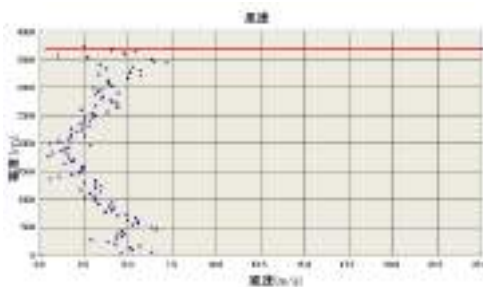


図9

③2019年11月7日 暴れ巻雲（図10）

下に線状巻雲（オレンジ丸）、上に暴れ巻雲（赤丸）が発生している。
つまり、線状巻雲が暴れ巻雲に変化しているといえる。



図 10

（2）実験結果

①線状巻雲（図11）

ドライアイスから一直線に雲が伸び、線状巻雲のようになっている。

②暴れ巻雲（図12）

障害物にぶつかった際に雲が舞い上がり、暴れ巻雲のようになっている。



図 11



図 12

7. 考察

（1）観察結果

①高度の高い線状巻雲（2019. 9. 12）

地上は高気圧に覆われていた。（図13：地上天気図）300hPaの天気図を見ても日本の上空に風が吹いている。（図14：300hPa天気図）高い巻雲はこのジェット気流に沿って発生したものと考えられる。

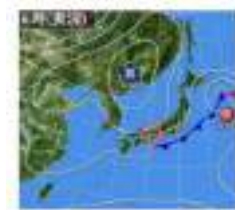


図 13



図 14

②高度の低い線状巻雲（2019. 5. 16）

地上は高気圧に覆われていた。（図15：地上天気図）500hPa天気図を見ても日本の上空に風が吹いている。（図16：500hPa）これは偏西風、この低い線状巻雲は偏西風に沿って発生したものだと考えている。

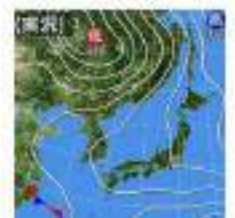


図 15



図 16

③暴れ巻雲（2019. 11. 7）

前日の6日の夜日本は高気圧に覆われており7日の朝に放射冷却が起こった（図17：6日21時地上天気図）。7日の天気図をみると京都府の上空に低気圧が発生している。その影響で南からの暖かい風が吹き込み、暖気が寒気の上に乗上げたために暴れ巻雲が発生したと考えられる。（図18：7日15時地上天気図）



図 17



図 18

（2）実験

何も障害物を置いていないところではまっすぐに伸び、障害物にぶつかるとうすぐに舞い上がったことから、簡単に線状巻雲は暴れ巻雲に変わってしまう。つまり、低気圧の温暖前線面上昇気流だけが暴れる原因とは言い切れない。

8. 結論

①巻雲の種類について

線状巻雲は高度の違いで2種類に分けられる。高度の高い線状巻雲は仮説の通りジェット気流に沿って発生するが、高度の低い線状巻雲は偏西風や低気圧の温暖前線、暖気が寒気に乗り上げることなど様々な理由で発生する。発生する要因が多いため高度の低い線状巻雲のほうが高い線状巻雲よりも高確率で発生している。また暴れ巻雲は線状巻雲が上昇気流やジェット気流、地形による気流、暖気が寒気に乗り上げることなどによって発生する。

②巻雲の発生方法

巻雲は高度がたかいほど風速が強くなり、氷晶になる条件となったときは教科書に乗っているとおり発生する。しかし、どの教科書を見ても巻雲は他の雲よりも高い場所に発生すると書かれており、積雲の発生場所付近に巻雲が発生するとは書かれてないため、低い巻雲がどのようにして高い巻雲と同様に発生しているのかはわかっていない。

9. 今後の展望

気温観測と気球観測の結果から「低い巻雲」は発生地点が氷点下付近に発生であると見積もることができる。5月上旬や10月下旬には3500m付近、11月後半や12月には2000m付近でも発生していることになる。

この気象条件の時に、次のような原因で巻雲が形成されと考えられる。

①水蒸気量が相対的に多い気流が上昇すると、水滴からなる高積雲などになる（過冷却水滴の雲になる）。ところが、水蒸気量が相対的に少ないと氷点下付近で氷晶となり巻雲になる。巻雲が薄いことも水蒸気量が相対的に少ないことを物語っている。

②上昇しながら雲粒（水滴）が蒸発すると気化熱を奪われるために氷晶となり巻雲になることが考えられる。

今回の研究から以上のような成因を考えているが、もっと観察事例を増やして低い巻雲の成因を探りたいと考えている。

10. 参考文献

- ・塚原治弘（1998）「明日の天気わかる本」 株式会社地球丸
- ・気象庁 <http://www.jma.go.jp/jma/index.html>
- ・tenki.jp <https://tenki.jp/>

5. 英語ポスター

※ 新型コロナウイルス感染症拡大防止による休校措置のため、英語ポスターは未完成。今年度は参考資料として、作成途中のポスターを掲載する。

Group 1

Study on “Kawaii” of Anime Characters

Hiroto Izumi Souta Imazu Reiya Kishida Iori Sahara Yuki Teramoto Yohei Mukai

Purpose

1. Define “AS(Animation Score)” as how unique anime characters are drawn and quantify the cuteness of anime characters
2. Examine the relationship between AS and the economic effects of works.

Hypothesis

AS of “kawaii” anime characters is near average of AS

Method

1. Cultivate AS and find out the way to describe by age
2. Cultivate the correlation between the cuteness and AS
3. Cultivate the correlation between the economic effects and AS

Results

[Experiment 1]

- The damper or warmer it was, the more they went to land. ... (A)

[Experiment 2]

- Humidity →  the same as (A)! ... (B)
- Temperature →  ... (C)
- Do not move much after the middle of October ... (C)
- Move about 3 hours before humidity changes. ... (D)

Discussion

- (A)&(B) → affected by humidity.
- (C) → air temperature
⇒ their body temperature
- (D) → there might be other reasons.

Conclusion

- Our hypothesis was right, but it is not a reliable way to forecast the weather.
- Pressure → check again & new experiment
- The water temperature → new experiment
- Compare the data with weather.

Reference

- Weather Forecast by Newts, observation record for 6 years, by Naoki Hashimoto
- The website of Meteorological Agency in Japan
- Weather Forecast by Frogs and Newts, on Toba Aquarium's website
- Website of Environmental laboratory in National Research and Development Agency

※ 新型コロナウイルス感染症拡大防止による休校措置のため、英語ポスターは未完成

Group 2

The fairness of a Three Dimensional Amida lottery

Kota Sugimoto Kyotaro Fujino Daisuke Fujimoto Yuki Yamamoto

Purpose

To make a fair Amida lottery.

Hypothesis

A three dimensional Amida lottery is fair.

Definition

1.1

There are m -th Vertical line and n -th Horizontal line.

We denote Starting points are $S_1, S_2, \dots, S_m$ and Goal points are $G_1, G_2, \dots, G_m$.

※ G_k just below S_k

$X \in \{S_1, S_2, \dots, S_m\}, Y \in \{G_1, G_2, \dots, G_m\}$

$P_n(X \rightarrow Y)$ is probability of X to Y when vertical lines are n -th.

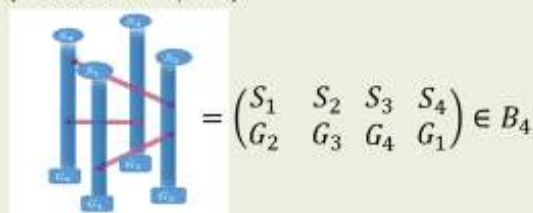
$B_m = \{\sigma | \sigma: S \rightarrow G: \text{bijection}\}$

1.2 Definition of words in this paper

Amida lottery: A lottery that each one can find by writing a hidden hit at the end of the vertical line. However, it is assumed that the location of the hit is known.

Be fair: The probability of reaching the hit from each start is all equal.

Example of three dimensional Amida lottery (In case of $m=4, n=3$)



Calculation

We consider that G_1 is the hit.

When vertical lines are m .

$$P_n(S_1 \rightarrow G_1) = \frac{m-3}{m} \left(\frac{m-3}{m-1} \right)^{n-1} + \frac{1}{m}$$

If $k \neq 1$

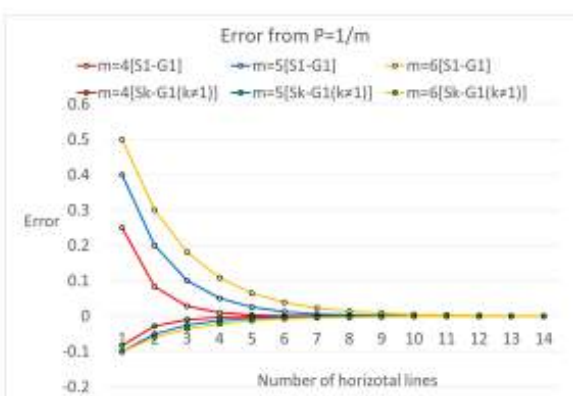
$$P_n(S_k \rightarrow G_1) = \frac{3-m}{m(m-1)} \left(\frac{m-3}{m-1} \right)^{n-1} + \frac{1}{m}$$

When $m \geq 4$

$$P_n(S_1 \rightarrow G_1) = \frac{m-3}{m} \left(\frac{m-3}{m-1} \right)^{n-1} + \frac{1}{m} > \frac{1}{m}$$

If $k \neq 1$

$$P_n(S_k \rightarrow G_1) = \frac{3-m}{m(m-1)} \left(\frac{m-3}{m-1} \right)^{n-1} + \frac{1}{m} < \frac{1}{m}$$



Conclusion

- We could not construct a three dimensional Amida lottery with **being fair**.
- We found that we can make a fair Amida lottery in under certain conditions and we can make Amida lottery condition **nearly equal**.

Reference

- [1] 数学のかんどころB あみたくしの数学 <小林雅人 共立出版>
- [2] 科学研究実践活動のまとめ <https://www.jst.go.jp/cpse/jissen/pdf/houkoku/SG150147A-16015.pdf>
- [3] あみたくしの確率を計算してみた | 高校数学の美しい物語 <https://mathtrain.jp/amida>

※ 新型コロナウイルス感染症拡大防止による休校措置のため、英語ポスターは未完成

Group 3

Analysis on track of infection object

Aotani Reino Sugihara Momoka Taoka Teppei Nishigaki Yuta Noma Satsuki Miyamoto Ayane

Purpose

1. Research the relationship between the size of balls and the orbit.
2. Analyze the motion of balls which have sizes and shapes after horizontal projecting.

Hypothesis

Our hypothesis is that air resistance on objects is different from that on objects which has some mass and different cross section.

Method

[Experiment1]

1. Through balls of tyrofoam whose diameters are 10, 15, 20cm, and rubber ball whose diameter is 3.8cm.
2. Measure the length between drop point from launch point.
3. We did this experiment 5 times(to make the result accurate).
4. We found out the change of the movement by using



We threw various objects with equipment we made to throw objects. But pairs of objects which have the same mass and cross section and rare so we couldn't study the change of motion by difference of cross sections well.

Results

There are a little differences in our results by the influences of equipment ,climate ,temperature ,and so on. But we found out that objects with a big cross section has smaller acceleration ,and slow down compared to objects with small cross sections.

Consideration

Conclusion

From the result ,we think that big cross section objects have more air resistance than small cross section objects.
We also think that there would be a concrete relationship between air resistance and cross section.

※ 新型コロナウイルス感染症拡大防止による休校措置のため、英語ポスターは未完成

Group 4

Yuma Takahashi Kota Okunishi Ryota Kitagawa Soichiro Takayama Haruhiro Nagao

Purpose

1. Utilize wasted energy generated when walking.
2. Aiming to convert that energy into electric current and charge the smartphone.

Hypothesis

When it is damp, they are likely to be above the water, and when it is dry, they are likely to be below the water.

Method

[Experiment 1]

Made three circuits with piezoelectric element(sandwich between wood) resistor (10kΩ) voltmeter galvanometer
 ① circuit of a piezoelectric element
 ② parallel circuit of two piezoelectric elements
 ③ series circuit of two piezoelectric elements
 Dropped a tennis ball on a piezoelectric element

[Experiment 2]

Used tennis ball and weight(0.5kg,1.0kg)
 Dropped them three times from a height of 50cm



Results

[Experiment1]

20cm , qty connection	voltage (V)	Electric current (× 10 ⁻⁷ A)
1	46.2	3.59
2 ,series	62.2	11.2
2, parallel	64.3	8.10

50cm , qty connection	voltage (V)	Electric current (× 10 ⁻⁷ A)
1	51.0	6.02
2,series	81.2	12.7
2,parallel	74.9	14.7

[Experiment2]

Weight (kg)	voltage (V)	Electric current (× 10 ⁻⁷ A)
0.5kg	490	5.87
1.0kg	760	8.6

Discussion

[Experiment 1]

There were twined in size at 20cm and 50cm
 ➡ The force of tennis ball is so small that the way of applying power has changed.
 When we increased the number of Piezo, we could generate more electricity, but there was something wrong with.
 we have to make a new way of experience.

[Experiment 2]

More and more the force of the object larger, the Electric-generating capacity increased.

So Piezo elements are **great!**

Conclusion

Piezoelectric elements can generate voltage which charge a smartphone a little.
 However, they are not practical when we push with the force of walking.
 When we push stronger, we can generate more electricity.

Reference

- Evaluation of the electric generation capacity of power generation floor with piezoelectric element
- 89th The mechanism to create electricity from pressure—Piezoelectric effect around life-

※ 新型コロナウイルス感染症拡大防止による休校措置のため、英語ポスターは未完成

Group 5

ProjectG ~Decreasing Magnetic Power

Atsushi Ooyama

Syuma Korezumi

Satoshi Mitsui

Kosuke Fujita

Naoki Fujii

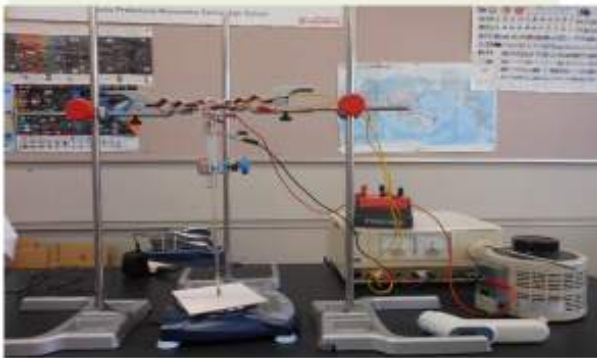
Purpose

- 1, Whether permanent magnets happen decreasing the magnetic power by giving heat
- 2, Difference of decreasing magnetic power in degree, depending on the type of magnets

Hypothesis

As we give more higher heat, the magnets lose the more stronger magnetic power

Method



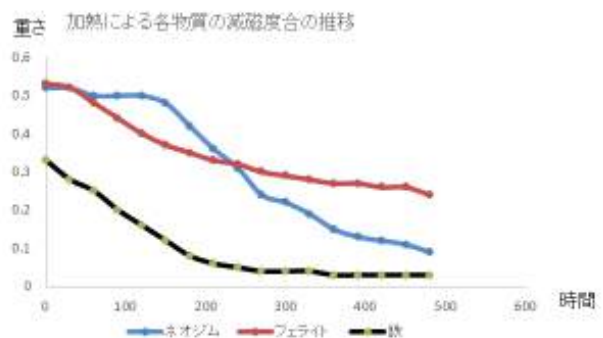
By heating with Nichrome wire and creating a magnetic field for downward by using an electromagnet, if the magnet power is strong, it rebounds and the weight increases, so the weight was measured with an electronic balance.

By reducing the force acting between the electronic magnet and the magnet, we measured weight decreased.

Consideration

Main component ferrite is iron oxide and combines as ionic bond so it is hard and brittle. Needless to say, iron combines as metal bonding so it is soft. It is seemed that decreasing magnetic power depends on atomic shaking

Results



Neodymium magnet power continued to decrease from 150 seconds.

Ferrite magnet strongly withstands heat so its power didn't decrease very much.

Steel magnet power decrease sharply from beginning.

From these, difference of the type of magnets influences changes of degree of decreasing magnet power.

※ 新型コロナウイルス感染症拡大防止による休校措置のため、英語ポスターは未完成

Group 6

The chaoticity and regularity of Double Pendulum

Hata Koichiro Shimizu Haruki Nakamura Yuzuki Hattori Shoma Furukaha Nariyuki Mori Daiki

Purpose

1. Research how different the movement of double pendulum is between real and simulation
2. Find regularity about the movement of double pendulum

Method

- In the next two experiments, we count how many turns the second pendulum makes while the first pendulum makes 20 round trips

[Experiment 1]

- Count it under various conditions by using a computer



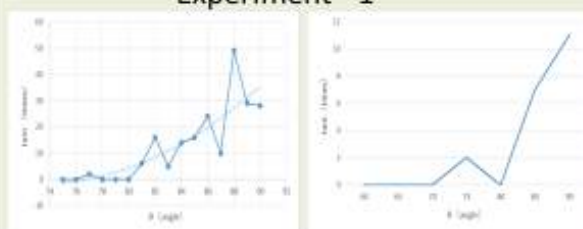
[Experiment 2]

- Make a Double Pendulum by using an acrylic plate or a bearing and count it

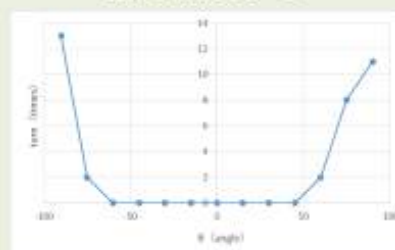


Results

Experiment 1



Experiment 2



Experiment 3



Conclusion

1. The larger the angle formed by the vertical downward is the more the rotation frequency of the second pendulum becomes
2. The proportional relation is not established in "1"

Reference

* http://www.natural-science.or.jp/WebGL/DoublePendulum_ver1.0.html

※ 新型コロナウイルス感染症拡大防止による休校措置のため、英語ポスターは未完成

Group 7

Works of space elevator

Purpose

We made a robot for the space elevator contest. In the contest, our mission is to transport ping pong balls to the space station attached 2.5 meters above us and compete the how many balls we can put on the station within 5 minute.
It is not only important to transport a lot at once, but also to transport quickly, and stably.

※ 新型コロナウイルス感染症拡大防止による休校措置のため、英語ポスターは未完成

Group 8

Identify the fault –by using radon measuring–

Motive

We found the fact that there are a lot of radon around faults from previous studies, and we wanted to study about it more.

Purpose

To take a measurement of the quantity of radioactive rays around faults and consider the relationship between the amount of radioactive rays and radon.

Method and result

Researching point: The faults including granite
(Uji fault zone, Hanaore faults)

- (1) Grid measuring method: Same as previous studies.
- (2) Comparing up and down measuring method: Difference of measured value around faults is bigger than that of far from faults.
- (3) Covered measuring method: The value is constantly increasing.
- (4) Spectrum analysis of gamma rays: we could see spectrums of daughter nuclei of radon.

Discussion

- In our experiment, we found that there was a fault and lots of granites in our school courtyard, and we notice the difference of value of radon between our school and Hanaore faults which showed by DOSEman was not so big.

→ We thought the value of our school courtyard is unworthy of trust as standard value.

- We could not get increasing graph that we expected in covered measuring method at Uji river fault.

→ We thought it is because there were a lot of unevenness on the ground and we could not do the experiment on the flat field.

- In the experiment of covered measuring method at Hanaore fault, we got the increasing graph of value of radioactive rays at around fault and we also got the flat graph at the place has distance from fault.

- We got the graph of spectrum what says there are some daughter nucleus of radon.

→ We can say that radioactive rays are spring up at fault plane.

Conclusion

We can say that radon springs up at fault planes including granite in and we can identify the faults including granite in these method.

Our next task

Measuring the quantity of radioactive rays again because we got the results which were different from our hypothesis.

Measuring other types of faults with same method.

※ 新型コロナウイルス感染症拡大防止による休校措置のため、英語ポスターは未完成

Group 9

Metal Ion Concentration Measurement Using Magnetic Force

Riku Murakami Yuse Hayashi Kosei Tomonari Takumi Bessho Kaito Motoine

Motive

At present, there is a method for measuring the concentration of a solution called an absorption spectrophotometry. However, this method needs to reduce the concentration when measuring the concentration of a highly concentrated solution.
Then we learned "magnetic ionic fluid," which has magnetism and react to magnets, and we thought that we might be able to measure concentration of ion without changing concentration of the fluid by using the fluid's property.

Purpose

Development of solution concentration measurement method using reaction to magnet

Method

1. Add hydrophobic oil droplets to the aqueous solution of FeCl_3 and apply neodymium magnets from under the container.
 2. Observe how the oil droplets rise
 3. Since the degree of rise of oil droplets changes depending on the concentration of the solution, it is possible to measure the concentration of the solution by observing it.
- This time, a 15% by weight solution was used and compared to the concentration measured experimentally.



Results

The results are shown in the table below.
The accuracy is good when only the average value is viewed, but individual values vary.

	Concentration of Solution (%)
1st	15.65
2nd	15.24
3rd	14.75
4th	14.87
5th	14.53
Average	15.01

Discussion

This method has three points to improve accuracy.

- ① Mark the container to accurately align oil droplets.
- ② Adjust the size of the oil droplets using an instrument.
- ③ Make magnets bigger and stronger so that concentration can be measured even when the density difference between oil droplets and solution is large.

Conclusion

We could invent the method that can measure the concentration of metal ion solution.

Future Tasks

Generalization of conditions and measurement methods.

※ 新型コロナウイルス感染症拡大防止による休校措置のため、英語ポスターは未完成

Group 10

Proteins and enzymes

Airi Araki Airi Kurusu Sakurako Ikeda

Purpose

Find out what kind of foods softens meat easily at home.

Hypothesis

Meat soaked in fruit juice is the softest. Above all, pineapple juice makes the softest meat.

Method

- 1, Chicken tender soaked in pineapple fruit, juice and kiwi juice for 6 hours.

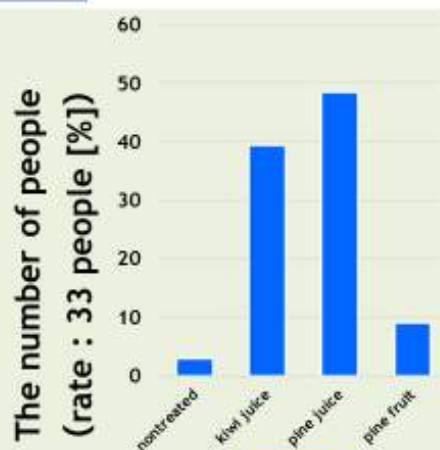


- 2, Soaked meat and unprocessed one were baked in a frying pan.

- 3, 33 test subjects ate and compared, then a questionnaire was taken on the softened meat



Results



Pineapple juice made the meat tender

Discussion

It is thought that pineapple juice has the most proteolytic enzyme.

Conclusion

- Our hypothesis was right, but we should have more experiment.
- Use other kinds of meat.

Reference

Moriuti, Y. (2012) Examination of the Activation of Enzyme Decomposition in Fruits. *The ranko; Bulletin of Kobe Women's Junior College*, 57, 27-33.

※ 新型コロナウイルス感染症拡大防止による休校措置のため、英語ポスターは未完成

Group 11 Yeast Fungus and Alcohol Fermentation

Taichi Shima ,Soma Nishimura ,Neneka Sawamoto ,Keita Hashimoto ,Suzuka Yokota ,Takumi Shiro

Purpose

1. Find the best type of sugar and quantity of yeast fungus for alcohol fermentation.
2. Estimate the type of enzyme and quantity of yeast fungus.

Hypothesis

1. Yeast fungus we used in this experiment are sold in supermarket. So, it can easily decompose the sucrose which we often use.
2. Reaction rate will go up when we use more yeast fungus and sugar.

Method

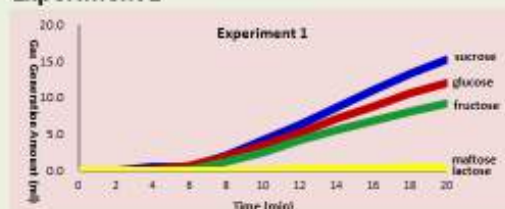
1. Dissolve sugar in water solution and prepare the mole concentration.
2. Dissolve yeast fungus in water solution including the sugar.
3. Distribute this solution into eight cylinder .
4. Put these cylinders in hot water and record the scale on it every two minutes.



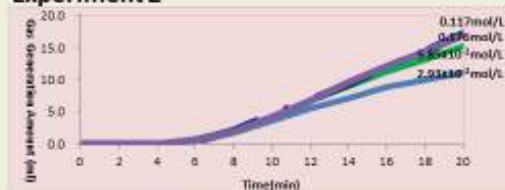
Fix cylinders to this device and heat it up

Experiment

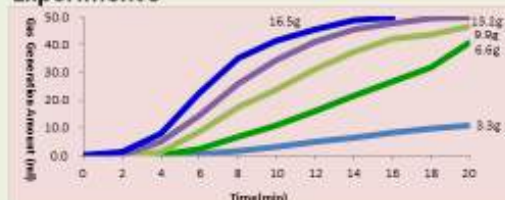
Experiment 1



Experiment 2



Experiment 3



Results

1. In monosaccharides, glucose is more decomposable than fructose.
2. In disaccharides, it is difficult to compare.
3. In sucrose, we found that there is a mole concentration point that reaction rate won't go up any more.

Reference

- ・大阪府立大手前高校 2011年度サイエンス探究 <https://otemae-hs.ed.jp/ssh/dat/2011S.pdf>
- ・第2回科学の甲子園全国大会 実技競技①「酒の酒」 https://koushien.jst.go.jp/koushien/tournament/2012/2013/jitsugi01_kaisetu.pdf
- ・慶応義塾大学 アルコール発酵の最適温度の測定

※ 新型コロナウイルス感染症拡大防止による休校措置のため、英語ポスターは未完成

Group
12

The Sense Of Crayfish

Hoki Yuma Iwata Eiki Iwai Anna Mukai Kotori

Purpose We clarify the sense of Crayfish, and identify which sense the crayfish use to look for feeds.

Experiment

Visual; We covered the aquarium with red and blue cellophane membranes and putting food on the red side every day, and we put the crayfish in another aquarium in the same situation as before and investigated where the crayfish moves.



Taste; After we fed and adjusted bloodworms as food, we fed chili, which is similar to bloodworm in color, and observed. Plus we give crayfish chili giving the smell of bloodworms and check whether they eat or not.

Sound; After give crayfish sounds by using weight, we put food near the weight. And we investigated whether crayfish get closer to the weight when we make sounds and vibrations without putting food.

Result

Visual Not always moved to the red side

Taste Most of them did not eat chili; they did not eat chili giving the smell of bloodworms

Touch Spending weeks, they started to get near the place which we put food when we make a sound

Visual	1week	2week	3week	4week
A	Red	Red	Red	Red
B	Blue	Red	Blue	Blue
C	Blue	Red	Blue	Red
D	Blue	Blue	Red	Red

Consideration

Visual

⇒ They recognized feeding area **by strength of light, not color**

Taste

⇒ They are more likely to eat food if the food smell strongly
⇒ At first, they regarded chili as food, but after that, they noticed that it was a chili **by using sense of the others**

Sound

⇒ They got used to the sound by taking time and remember they can get food if we make sound

Taste	1week	2week	3week	4week
A	Not	Not	Not	
B	Eat	Eat	Not	
C	Not	Not	Not	Not
D	Not	Not	Not	Not

Sound	1week	2week	3week	4week
A	Not escaped	Near feeding area	Near feeding area	Not escaped
B	Escape	Not escaped	Not escaped	Near feeding area

Conclusion・Problem

Visual

2では理想的な結果が得られた(ザリガニを音と振動によって条件付けすることができた)

3では何をもってザリガニがトウガラシをエサとして判断しているか分からなかったのでトウガラシにアカムシの匂いをつけるなどして実験を行いたい

references

身近な動物を使った実験3 鈴木範男 編
後藤太郎 洲崎敏伸 春本晃江 又多政博 共著
<https://ja.wikipedia.org/wiki/アメリカザリガニ>

※ 新型コロナウイルス感染症拡大防止による休校措置のため、英語ポスターは未完成

Group 13

Growth condition of mold

Megumi Kadoshita Reiko Nakamura Saki Fujitomi

Purpose

1. Find the way of removing mold safely.
2. Research growth condition of mold.

Hypothesis

1. Mold cannot grow with **acid, alcohol** and **specific metal ion**.
2. There is a difference of how mold grow because of using **different kind of sugar**.



Method

[Experiment 1]

1. Made agar mediums
2. Put various substances
3. Put mold spores
4. Cultivated and observed

Seasoning	Whisky, Sake, Rice vinegar
Mold remover	Salted plum, Lemon juice Ginger, Mustard Wasabi sheet Distilled water Mold removal detergent

Metal ion	CuCl ₂ FeCl ₃ (3+) MgCl ₂ AlCl ₃ BaCl ₂ CaCl ₂ KCl AgNO ₃ Ca(NO ₃) ₂ Al(NO ₃) ₃ FeSO ₄ (2+) MgSO ₄ Na ₂ SO ₄
-----------	---

[Experiment 2]

1. Made agar mediums with sugar
2. Leave those to correct mold spores
3. Cultivated and observed

<Sugar>

Glucose, Sucrose, Fructose
Maltose Lactose, Galactose

Conclusion

- Gather more data → Search concrete kind of mold
- Relationship between pH and mold
- Measure same quantity of spore
- Concentration of mediums

Reference

「カビに関する研究」 takajo-hs.gsn.ed.jp 「カビのふしぎ」 細矢剛 / 伊沢尚子
www.dmrk.net/carbohy_03.html
<https://kimika.net/t3tantou.html>

Results

[Experiment 1]

Grow	FeCl ₃ (3+) MgCl ₂ AlCl ₃ BaCl ₂ CaCl ₂ KCl Ca(NO ₃) ₂ Al(NO ₃) ₃ Whisky, Sake, Rice vinegar Lemon juice, Distilled water
Not grow	AgNO ₃ , Ginger, Wasabi sheet Mustard, Mold removal detergent
Neither	FeSO ₄ (2+) MgSO ₄ Na ₂ SO ₄ CuCl ₂ Salted plum



[Experiment 2]

- Kind of mold → Different
- Quantity of mold → A little different

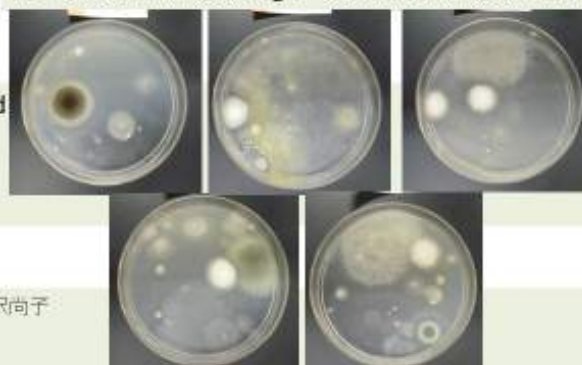
Discussion

[Experiment 1]

1. Disturbing growing mold is difficult
2. Mold cannot grow with silver ion

[Experiment 2]

1. Different kind of sugar → Different kind of mold



※ 新型コロナウイルス感染症拡大防止による休校措置のため、英語ポスターは未完成

Group 14

Improvement of the experiment about visualization of nitrogen fixation

Keita Izaki Haruki Nishimura Akira Nogami Chizuru Muraoka Koto Nakajima Akiho Yamamoto

Purpose

Establish an easy way to observe fixation by proving proper concentration of fertilizer and proper the time of disinfection with alcohol.

Introduction

Nitrogen fixation: The reaction which is performed by nitrogen fixing bacteria on the roots of clover.
Nitrogen in the air is turned into nitrogen component in this reaction.
However, there is no experiment which we can understand nitrogen fixation.

Method

[Experimental condition]

- 1) N ○ B × 2) N × B ×
3) N × B ○

(N = nitrogen fertilizer / B = nitrogen fixing bacteria)

- ① We grow ten clovers in each condition, then we observed how well they grew and how many root nodule.



[Changes since the last time]

- ① Extend the time of disinfection with alcohol
In order to lower the mold-rate.
(20 s → 40 s)
- ② Increase the concentration of fertilizer
by 100 or 3 times in order to investigate
the influence of fertilizer and nitrogen fixation

Conclusion

- We could establish an easy way to observe fixation.
(mold-rate 42.5% → At least, half of subjects grow propitiously.)
- mold-rate → the task for next experiment

Reference

Experiment for understanding nitrogen fixation (GS research in Momoyama high school in 2018)

Results

[concentration of fertilizer]

- (A) the number of true leaves
(B) the condition of true leaves



- (A)&(B) → We could confirmed the difference
in the degree of growth.

[the time of disinfection with alcohol]

- (C) change of mold-rate

Previous studies → our experiment
50% → 55%

Discussion

- (A)&(B) → We could prove proper concentration
of fertilizer.
(C) → We could not lower the mold-rate..

※ 新型コロナウイルス感染症拡大防止による休校措置のため、英語ポスターは未完成

Group 15

Relationship between temperature change and *Myxomycetes*

～ Impact of typhoons on ecosystems ～

Yuma Takahashi Sora Tabuchi Yuta Fukuhira Shun Yoshida

Purpose

Research why *Myxomycetes* were grown after passing typhoon

Hypothesis

Temperature change cause various species of *Myxomycetous*.

Method

1. We did moist chamber culture (MC) in wine cellars and incubators.

[Experiment 1] (12/2～)

2. We did MC with dead Japanese red pine (*Pinus densiflora*) to reproduce temperature change.

A: always 18°C

B: always 18°C

C: always 28°C

D: always 28°C

[Experiment 2]

2. We did MC

Liquidamba

明理 が調査した	アカマツ	イヌマキ	ツウ 画の一種	トウカエズ
A	変形菌は発生しなかった。	<i>Paradiacheopsis cf. solitaria</i> <i>Licea atricapilla</i> <i>Licea</i> sp.1 <i>Licea</i> sp.2 計4種	<i>Licea</i> cf. <i>biforis</i> 計1種	<i>Licea</i> cf. <i>biforis</i> 計1種 ※ 他に変形体も1種確認できた。
B	変形菌は発生しなかった。	樹皮が足りなかったため、培養実験をしなかった。	<i>Licea</i> cf. <i>biforis</i> 計2種 <i>Calomyxa</i> cf. <i>metallica</i>	計1種(未同定) ※ 他に変形体も1種確認できた。
C	変形菌は発生しなかった。	<i>Perichaena</i> sp. <i>Cribraria violacea</i> 計2種	<i>Cribraria violacea</i> <i>Arcyria</i> sp. 計2種	<i>Physarum</i> sp. 計1種 ※ 他に変形体も1種確認できた。
D	変形菌は発生しなかった。	樹皮が足りなかったため、培養実験をしなかった。	<i>Calomyxa</i> cf. <i>metallica</i> 計1種 ※ 他に変形体も2種確認できた。	<i>Physarum</i> sp. 計3種(未同定) 計3種 ※ 他に変形体も1種確認できた。

Results

[Experiment 1]

We cannot find any *Myxomycetes*.

[Experiment 2]

We can find many species of *Myxomycetous* in each condition from A to D.

Here is our graph.

(C) → air temperature ↓
⇒ their body temperature ↓
(D) → there might be other reasons.

Conclusion

• We can judge whether various species of *Myxomycetes* were grown by temperature change.

Reference

<http://henkeikin.org/>

※ 新型コロナウイルス感染症拡大防止による休校措置のため、英語ポスターは未完成

Group 16

Let's see the inside of a cirrus cloud!!

Inoue Rinko Aihara Kaho Imakita Miho

What is cirrus

Cirrus clouds are formed at the highest place (5000m) of a warm front accompanied with low pressure. there are two kinds of cirrus^[1]: a **linear cirrus**. After this appeared, it is often fine or cloudy day. :we called "**Abare-cirrus**". This cloud is different from liner cirrus, and it seems to rage round and round. After this appeared it often rains.

Purpose

We investigate **how the cirrus can form various shapes** and examine the origin of the cirrus and whether what a text book says is right.

Method

1. Observe

- We took photographs of a cirrus and examined origin of them in a weather chart
- We checked altitude and the direction of the wind around the cirrus by using pilot balloon

2. Experiment

- We reproduced a linear cirrus and Abare-cirrus by using dry ice
- We compared two conditions: with/without obstacle



Result& discussion

Fig. 1 High-altitude linear cirrus

Higher than a cirrostratus (about 9,000m)

By jet stream



Fig. 1 (12 Sep, 2019)

Fig. 3 Linear cirrus

Run straight

No effect



Fig. 3

Fig. 2 Low-altitude linear cirrus

Lower than cumulus cloud (about 3,500m)

By westerlies



Fig. 2 (16 May, 2019)

Fig. 4 Abare-cirrus

Roll up

By hitting the obstacle



Fig. 4

Conclusion

1) Linear cirrus

- High-altitude → formed by **jet stream**
- Low-altitude → formed by **westerlies, warm front, cold air and warm air etc.**

2) Abare-cirrus

→ formed by **transformed low-altitude linear cirrus** (ascending air current, jet stream, topography)

Reference

[1]Kadaikenkyu2018

• <https://tenki.jp/>

• <https://www.jma.go.jp/jma/index.html>

※ 新型コロナウイルス感染症拡大防止による休校措置のため、英語ポスターは未完成

令和２年度スーパーサイエンスハイスクール
京都府立桃山高等学校
自然科学科「GS 課題研究」
成果集

令和３年２月発行

〒612-0063 京都市伏見区桃山毛利長門東町 8
TEL : 075-601-8387 / FAX : 075-601-8388
URL : <http://www.kyoto-be.ne.jp/momoyama-hs>

