

ゲーム感覚の学習と成績

情報

An experiment conducted in the past proved that learning with a portable game machine is effective in improving academic ability. But this experiment is old, done in 2008. We plan to create a game for the students of Toyonaka High School and conduct an experiment in which students who played the learning game and those who did not take the same test and compare the results. The results of the experiment showed that students who played learning games scored better on tests than those who did not.

キーワード：学習、ゲーム、クイズ

はじめに

携帯型ゲーム機を用いての学習¹⁾とオンライン対戦クイズゲームによる学習²⁾で、ゲームを用いた学習は従来の紙媒体の学習に比べて高い効果を得られ、意欲的に知識の習得が可能であると示されている。

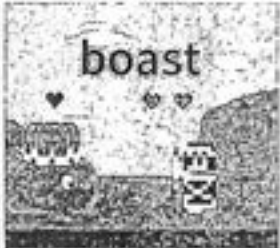
1)2)からは、ゲームによる学力の向上が見られたという結果が読み取れたが、文献が書かれたのは2008年と古く、使われているゲーム機も今では使う人も限られるようなものであったので、私たちはその点を改善し、多くの人が利用しているスマホで同じような効果を期待できるゲームを作成することにした。また学習をはかるスマホゲームは既にあるが、私達が調べる限りは雑学のみを取り扱っていたり脳の活性化に重きを置いており高校生が普段行う学習の手助けをするものではない、ゲーム性がなく紙媒体との違いが見られなかったりした。そこで私達は高校生の学習を直接的に手伝い、なおかつゲーム性を組み込んだアプリを作成する。更に豊中高校で使われている教材をもとに作成することで、より豊中高校生に特化したアプリにするなどして、多くの改善点を取り入れた上で制作にとりかかる。

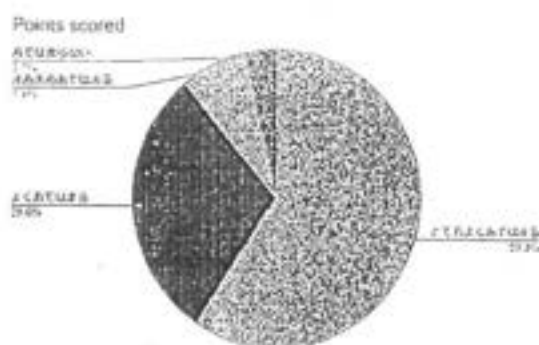
調査手法

「はじめに」で記したゲームを作成し、豊中高校生数名に協力していただきアプリを使用してもらう。その後アンケートを受けてもらい、このアプリを使った結果どのような効果があったか、紙媒体や既存のアプリと比べた時より良い効果が得られたのかなどを記入してもらう。

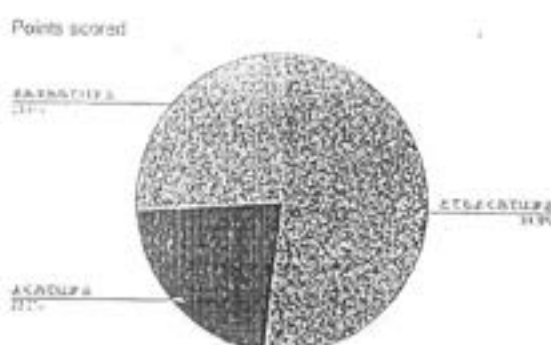
結果

・実際に作成したゲーム

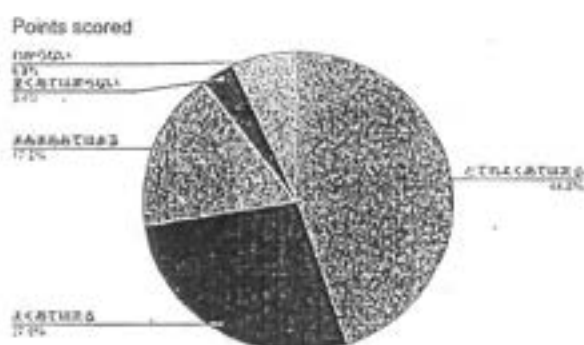
			
不正解	泥沼	いのしし	発射する
尊厳	正義	自慢する	焼く



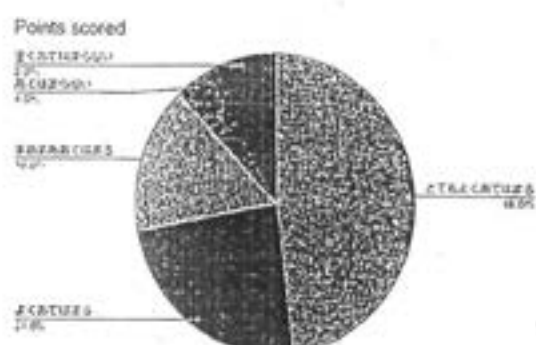
図① アプリが学習につながった



図② アプリを使用することで、紙媒体の教材のみより学習に取り組みやすくなる



図③ アプリを使用することで、紙媒体の教材のみを使うより集中力が長く持続する



図④ 既存アプリと比べて楽しんで学習に取り組み

考察

この実験のアンケートの結果から、ゲーム感覚での学習は従来の根を詰めるような学習とは違い、比較的楽しく継続し易いものであり、学習が継続されれば成績も上昇すると考えられる。

アンケートに記入されたフレンド機能やレベルアップ、装備、オンライン対戦、スキル、ヒントなどの機能を導入できればより楽しく、継続しやすい学習につながると考えられる。

参考文献

1) 中野健秀 (大阪国際大学現代社会学部)

https://www.istage.ist.go.jp/article/konovutarivoukyouiku/24/0/24_44/_pdf/-char/ja

(2008.4.1)

2) 渥美峻 砂山渡 (広島市立大学大学院情報科学研究科)

ja.ist.go.jp (2012.06.26)

研究計画書

基本情報

年組番 (4桁)	氏名
2年次 文理選択	理系
希望分野	情報

研究の概略

研究テーマのタイトル	対戦システムを用いた英単語学習アプリの作成
研究テーマのキーワード (3つ)	対戦、英単語、学習意欲
研究によって解明したい問い (調査課題)	対戦システムを用いて英単語を勉強することができるスマホアプリを作成して、利用すれば、成績の向上かつ学習意欲の向上につながるのだろうか。また、使用者が継続して英単語を学習したくなるようなアプリにするにはどうすればよいだろうか。
その問いの答えを導くための研究手法	成績の向上かつ学習意欲の向上につながる対戦システムを用いたスマホアプリを作成する。まずアプリを使用する前にシステム英単語の小テストの点数を数回分記録し、アプリを使用して勉強を行う人と本のシステム英単語を用いて勉強を行う人に分けて、約一カ月後に同じように小テストの点数を数回分記録して、その結果を調査する。また、アプリを使用した人が継続してアプリを利用したいかや、学習意欲が上がったかをアンケートでとる。 必要な物品：スッキリわかるJava入門第3版 (Java言語を学習する本)、Monaca (スマホアプリ開発ツール)

調査課題に至るまでの背景

最初の文献のサマリー	英単語の効果的な学習を可能にするためのスマートフォン用アプリ(Lantern)を使用して勉強したクラスAとアプリを使わず単語帳のみで勉強したクラスBの小テストのテスト (全6回) 点数の推移を比較したところ、第1回のテストではクラスの平均点はBクラスが大きく上回っていたが、第5、6回のテストではAクラスが上回った。
文献の出典	桑原市郎、中村亮太、高橋秀夫 スマートフォン用英語語彙学習アプリ Lantern の開発および高校英語中級学習者への指導 千葉大学国際教養学研究= Chiba University journal of liberal arts and sciences 1 (2017): 79-90.
そこから考えた三つの問い	①対戦形式の英単語学習アプリはどのようにして作成できるのか。 ②英単語や漢字、古文単語を1つのアプリで学習できるアプリを作れるのか。 ③AIを用いて学習者のレベルにあった英単語学習アプリは作成できるのか。
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	①WebアプリケーションREXでは表示された英単語の日本語訳として適切なものを学習者が4つの選択肢から1つ選択するゲームである。問題の正誤情報をもとに、学習者と対戦相手 (CPUまたは他の学習者) 間の勝敗をつける。こうして学習者に英単語ゲームでの対戦意欲を芽生えさせる。
文献の出典	宮岸祐成 ゲームフィクションを活用した語学学習の学習継続効果ならびにパーソナライゼーション 第77回全国大会講演論文集 (2015): 847-848.
そこから考えた三つの問い	①ゲームの要素を含んだ学習アプリを用いて学習者の勉強意欲を向上させる方法。 ②学習者が継続して利用したいと考えるようなアプリはどのようなアプリか。 ③英単語勉強におけるクイズで回答方式は選択式かタイピング式のどちらがよいのか。
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	①ゲーム要素を組み込んだ学習システム(ignite)を開発した。ここでは、授業資料を閲覧しながら、他ユーザーとリアルタイムでコミュニケーションをとることができ、練習問題を解くことができる。これに学習意欲を向上させる要素として「バッジ」、「競争」を補うためバッジ機能、スコア機能、ランキング機能を追加した。この機能によって、学習に苦手意識を持つ学生の学習意欲向上が期待できる。
文献の出典	加藤鴻介 ゲームフィクションを用いた学習アプリの効果に関する研究 経営情報学会 全国研究発表大会要旨集 2014 年秋季全国研究発表大会 一般社団法人経営情報学会 (2014): 201-204.

そこから考えた三つの 問い	①対戦システムは勉強意欲の向上に効果があるのか。
	②誰でも分かる操作が簡単な勉強アプリを作る方法。
	③アプリ使用者に合わせた英単語のみを学習できるシステムはどうやって作るのか。

研究計画書

基本情報

年組番 (4桁)	氏名
2年次 文理選択 理科	希望分野 情報

研究の概略

研究テーマのタイトル	fpsゲームにおける、生物学的制約の導入による影響
研究テーマのキーワード (3つ)	ニューラルネットワーク 生物学的制約 人間らしさ
研究によって解明したい問い (調査課題)	先行実験において、様々なゲームで生物学的制約を用いることで、人間らしさをAIに持たすことを目標として行われてきた。しかし、そのうえで、今までfpsゲームでの検証は行われてこなかった。よって、本研究では、生物学的制約を導入することで、「人間らしい」NPCを自律的に構成することは、可能であるのかを調査する。
その問いの答えを導くための研究手法	手順①先行実験にあった手法のようにfpsゲーム(APEXなど)にニューラルネットワークを用いて、生物学的制約を導入する。その際には主に反応速度や、キー操作の疲れや訓練度などを情報として取り入れる。 手順②実際のプレイ映像を生物学的制約を導入したほうと導入していないほうを比較し、場面ごとに違いを露見させ、どういった特徴があったのかをまとめる。また、可能であれば、人間がプレイしたプレイ映像も比較対象に入れる。 手順③それぞれ比較を見比べ、導入ありと導入なしとの差異を見つけ、人間らしいプレイまたは、振る舞いが見られたことを確認する。

調査課題に至るまでの背景

最初の文献のサマリー	アクションゲーム「スーパーマリオブラザーズ」を用いて、生物学的制約を導入することでの影響について、研究した。この研究では、キー操作の「疲れ」や「訓練と挑戦のバランス」などの4つの生物学的制約を導入して、実験は行われた。結果として、人間らしいNPCの構成は可能であることがわかった。
文献の出典	ゲームプログラミングワークショップ2013論文集 73 - 80 2013-11-01
そこから考えた三つの問い	①ほかの種類のゲームでは、どうなるのか。 ②集団で動くゲームでは、どうなるのか。 ③ニューラルネットワークの他の活用法とは何か。
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	③家庭用ゲーム機であるWiiのリモコンを用いて、階層型ニューラルネットワークによるジェスチャー認識について研究した。そこでこの研究では何パターンかのジェスチャーを用意し、それを認識できたかを算出し、先行研究と比較する。結果としては、家庭用ゲーム機であっても、ジェスチャーを認識できるという結果が得られた。
文献の出典	情報処理学会論文誌 51 1 199 - 203 2010-01-15
そこから考えた三つの問い	①ニューラルネットワークを用いて、人間の思考を学習させることはできるのか。 ②ニューラルネットワークの他の活用方法はあるのか。 ③ニューラルネットワークの種類はあるのか。
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	①ニューラルネットワークを用いた 人狼推定における投票先情報の有効性評価について、研究した。なぜ人狼ゲームを選んだかという、珍しい不完全情報ゲームであったからである。そこで、本研究ではニューラルネットワークを用いて、先行の実験で用いられたものから加えて、「各プレイヤーへの得票先」を導入し、推定精度が上がるのかについて研究した。結果としては、先行実験よりも、人狼推定精度が上がったという結果が得られた。
文献の出典	GAT2018論文集 2018 1 - 4 2018-02-25

そこから考えた三つの 問い	①fpsゲームでは人間らしさは導入できるのか。
	②空間があるゲームではどうなのか。
	③他のニューラルネットワークの活用方法はあるのか。

研究計画書

基本情報

年組番 (4桁)		氏名	
2年次 文理選択	理系	希望分野	情報

研究の概略

研究テーマのタイトル	セキュリティ意識向上のためのゲーム開発
研究テーマのキーワード (3つ)	ゲーム、セキュリティ、教育
研究によって解明したい問い (調査課題)	セキュリティ意識を向上させるような内容のゲームはリテラシーの普及に有効的であるか
その問いの答を導くための研究手法	セキュリティ意識を向上させるような内容のゲームの開発に努め、ゲーム感覚でセキュリティに関する知識や危険な状況に適切に対応するスキルを磨く。この研究により、セキュリティ教育でこのようなゲームの活用が有効的であることを示すことを目的とする。 手順①セキュリティに関する知識やプログラミング能力を身につけ、アプリ開発の見立てをつける 手順②それらの知識を元にゲームの開発をする。 手順③被験者を設けて実験をおこなう →被験者には2つのグループに分かれてもらい、ゲームをしたグループとそうでないグループのリテラシーの差を調査する。 必要なもの ・パソコン →スペックは私物のもの、学校のもの (サイエンス部員なので部のパソコン) で十分であると考えられる。 ・ゲーム開発ソフト →unityやunreal engineなど見立てはあるが先輩のレクチャーを参考に決定する

調査課題に至るまでの背景

最初の文献のサマリー	ネットワークセキュリティの代表的な脅威と基本的な対策を、攻撃プレイヤーと防御プレイヤーに分かれて対戦可能なシステムを実現した。このシステムは、リアルタイムでゲームを進行し、ゲームプレイの記録ができる。上記の機能を満たしたシステムを、IT分野の学生15名、IT企業に勤める新入社員5名に使用した結果、ネットワークセキュリティ意識向上の効果が得られた。
文献の出典	3DCGを用いたネットワークセキュリティの教育支援ゲーム https://chuo-u.repo.nii.ac.jp/?action=repository_uri&item_id=4083&file_id=22&file_no=1
そこから考えた三つの問い	①どのようなゲームがセキュリティ意識向上に最も効果的か ②ゲームの形式はどのようなものが良いか ③被験者による結果の差はあるのか
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	②対話が生まれる対戦形式や協力型のものが良いと考えられる
文献の出典	エンターテインメントを活用したセキュリティの強化：パスワード強化要素を組み込んだゲームの実装とその有効性 https://ipsj.ixsq.nii.ac.jp/ej/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=176434&item_no=1&page_id=13&block_id=8
そこから考えた三つの問い	①パスワード以外のセキュリティ強化の方法 ②ゲームへの組み込み方 ③オリジナリティをだす方法
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	③色々なゲームを参考にして、それらの要素を多く使う
文献の出典	セキュリティを認識させる情報リテラシー教育のためのハッキング競技 CTF と融合させる余興ゲームの事例と要件
そこから考えた三つの問い	① 2Dなアナログゲームを3Dなものに置き換える方法

問い	②ゲームの視聴者に対する意識への最も良い働きかけ
	③初心者以外も楽しめる方法

研究計画書

基本情報

年組番 (4桁)		氏名	
2年次 文理選択	理系	希望分野	情報

研究の概略

研究テーマのタイトル	空間認識能力をゲーム感覚で高めることができるアプリを作る。
研究テーマのキーワード (3つ)	プログラミング ゲーム 開発
研究によって解明したい問い (調査課題)	空間認識能力をゲームを通して楽しく鍛えることができるようにする。
その問いの答を導くための研究手法	空間認識能力をテストする 空間認識能力を高めることができるアプリを開発し実践する 再び空間認識能力をテストし、向上したか比較する。

調査課題に至るまでの背景

最初の文献のサマリー	空間認識能力が低い人は、障害物をくぐり抜ける際にものに触れる回数が多いことがわかった。
文献の出典	くぐり動作における身体接触の実証的研究
そこから考えた三つの問い	①なぜ空間認識能力が低くなるのか。 ②そもそも課題研究でプログラミングをすることは可能なのか ③現在はどんな空間認識能力を鍛える方法があるのか
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	高校生でもjavaなどのプログラミング言語を用いて、簡単なゲームを作れることがわかった。
文献の出典	ゲーム・パズルを題材に高校生の創造的態度の育成を図る プログラミング教育の試み
そこから考えた三つの問い	①一つのアプリを開発するのにどのくらい時間がかかるのか ②アプリを作るうえでどのような配色がみやすいのか ③ほかにどんな空間認識能力を高め方法があるのか
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	現在では、積み木を使った方法やARと呼ばれる、現実拡張機能を使ったやり方が提案されている
文献の出典	空間認識能力を育むためのデジタル教材の研究
そこから考えた三つの問い	①空間認識能力が低いと起こる問題とはなにか。 ②空間認識能力はなぜ鍛える必要があるのか ③空間認識能力はどのくらいの時間で鍛えられるのか

研究計画書

基本情報

年組番 (4桁)		氏名	
2年次 文理選択	理系	希望分野	情報

研究の概略

研究テーマのタイトル	フィルターバブルを防ぐ方法
研究テーマのキーワード (3つ)	フィルターバブル おすすめ フェイクニュース
研究によって解明したい問い (調査課題)	フィルターバブルが行き過ぎないようなサイトを作る。
その問いの答を導くための研究手法	まず自分たちでTikTok等で出てくるおすすめ欄の仕組みを理解し、フィルターバブルにならないようなサイトを作成する。

調査課題に至るまでの背景

最初の文献のサマリー	エコチェンバーやフィルターバブルによって自分の好みに合致した情報が来やすく自分とは異なる観点による情報が来にくくなっているためフェイクニュースの温床となる危険性がある。そのため自分に届くニュースがフェイクニュースであるという注意喚起の内容が届きにくくなるため自分が誤っている内容の情報を得ているということに気づくことができない。
文献の出典	ウェブの功罪 (佐々原和俊)
そこから考えた三つの問い	①どのくらいの人々がフェイクニュースに騙されているのか。 ②実際にあるネット上の情報で研究所や政府の機関以外の信憑性が失われてしまった背景。 ③一般的にみんなはどこから情報を収集しているのか。
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	①インターネット上の情報には正しくないことが乗っているということを理解しつつも一番身近にスマートフォンやインターネットがあるためそれらを用いて情報を収集してしまう。またもし1分間暇な時間があったら何をしますか？という問いに対して「何もしないでぼーっとする」という意見と同じ割合で「SNSをみる」や「スマートフォンゲームをする」などは存在している。 ③全体の訳87%がスマートフォンまたはインターネットを利用し、10%がTVで、2%が本を読んで、1%が新聞を読んで情報を得ている。
文献の出典	若者たちの情報入手行動～とりあえずスマホな若者～
そこから考えた三つの問い	①わかちのってどのような本を読むのか(私は漫画とか物語文に走りがちだが論説文を読む人も一定数存在するのか) ②アプリの入手の際の年齢制限の基準。 ③ウィキペディアの信憑性。
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	③ウィキペディアはある程度の内容を特定の何人かでやっていると言昔「マツコの知らない世界」で見たことがあるけどその内容を誰でも編集して内容を変更できる。これは多くの人が内容をいじれることで多くの目が通りより正しい内容の記事(多方面からの視点の入った記事)になるが逆に間違った内容を偶然または恣意的に入力することもできるため、現在論文等を書くうえでは使用することを学校から禁止されている。よって信憑性はないといえる。
文献の出典	ウィキペディア：その信頼性と社会的役割
そこから考えた三つの問い	①ウィキペディアをつくる人ってどんな人？ ②ウィキペディアの引用がどうしてたくさんあるのか(字の色が異なっている部分)。また仕組みはどうなっているのか。 ③多言語のウィキペディアはどのようになっているのか。

研究計画書

基本情報

年組番 (4桁)		氏名	
2年次 文理選択	理系	希望分野	情報

研究の概略

研究テーマのタイトル	デジタルハザードマップの開発
研究テーマのキーワード (3つ)	震災 スマホアプリ ブラウザ
研究によって解明したい問い (調査課題)	GPSを使用して避難情報や状況を提供する豊中市のハザードマップを制作する。避難場所、混雑度、危険な道の情報、を知れるようにして、被災者同士、情報交換をできるような場所も作成する。逃げ遅れた人も、その周りの人がスマホさえ持っていれば自分の場所を共有できるようになる。
その問いの答えを導くための研究手法	手順1;HTML、CSS、JavaScriptでアプリの画面の開発をする。ハザードマップの地図、情報交換の掲示板などを作成する。 手順2;位置情報API-Web API MDNをZavaScriptで実装し、現在地の地図を表示する処理を作成する。 手順3;データベースと連携させる。

調査課題に至るまでの背景

最初の文献のサマリー	
文献の出典	スマホ・アプリで津波避難の促進対策を考える:「逃げトレ」の開発と実装の試み 情報処理学会論文誌 Vol.58 No.1 205-214(Jan, 2017)
そこから考えた三つの問い	①避難のスピード、被災者の体力などは人それぞれである。それぞれの人に適切な道を示すことができるか ②「逃げトレ」を開発したグループがそうであったように、このようなアプリを開発するにあたって、地域の方たちの協力を仰ぐことが必須であるがそれは可能か、どの程度まで可能なのか。 ③「逃げトレ」は避難訓練であるが、開発を目指すものは訓練時にはもちろん災害時にも活用できるアプリである。「逃げトレ」との相違点はなにか、どのようなシステムを入れることができればいいのか。
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	③推奨機能一覧より 津波情報の受信、アプリ機能の促し、現在地と現在地の危険性の表示、現在地と避難先の位置関係の表示、避難先の情報の表示、提供する情報の表示 ・地域特性を考慮した開発 地方公共団体等が所有する高精度な地図等を用いて算出した詳細な標高表示、市町村が作成した津波ハザードマップによる危険性表示、適切な避難先の案内表示、動的に変化する防災情報のリアルタイム表示 ・留意点 操作の簡便化・視認性の向上、地図リテラシー面での配慮、通信障害時の対応、外国人利用者への配慮
文献の出典	総務省消防庁 避難支援アプリの作成等に関する ガイドライン (初版)
そこから考えた三つの問い	①これらの情報を読んでも意味はあるが、目的とする災害時に避難のために活用できるリアルタイムの地図は作成できない。他のサイトや、論文を見ても災害時の避難を直接助けるというアプリは見当たらないことから、こういったアプリは実際求められていないのではないのか ②アプリを作成したとしても通信障害で使えなければ意味がない。このアプリではGPSを使用する考えであるが、災害時、通信障害時でもGPSは使用することができるのか。またブラウザでの運用は可能か。 ③このガイドラインには「適切な避難先までの方向や経路の案内表示」、「動的に変化する地域的な防災情報のリアルタイム表示」は困難であると記されている。これを豊中市という狭い範囲のみでなら、チャット機能や写真機能を使用することでできるようになるのではないのか
そのうちのいずれかの問い	②GPSは使える。大規模な停電などが発生して携帯電話が見えない状況でもGPS

問いに対応する答え	は使える。GPSは人工衛星との通信であるため、空が見えている場所であれば地上の状況に関わりなく使用が可能。 ネットは繋がりにくくなる。基地局の破損からネット圏外になることもある。しかし災害時専用の00000JAPANというWiFiが無料開放されるらしく、使えるかもしれない
文献の出典	Voicyそなえるらじお#303 災害時もOK!Googleマップの事前保存とGPS活用 災害時には携帯電話が使用不可!普段からの備えを
そこから考えた三つの問い	①無料WiFiが開放されるという話があったが、豊中市に限定したとき、震災後すぐに利用できるのかは結局わからなかった。 ②チャットや写真の共有を行えるような設定にしたいが、ラグはどれくらい発生するか。 ③アクセスが集中しすぎるとアクセスできなくなる。どれくらいの人数でなるのか、なった場合どうすればいいか、ならない方法はあるか。

研究計画書

基本情報

年組番 (4桁)	氏名
2年次 文理選択	理系
希望分野	情報

研究の概略

研究テーマのタイトル	生物飼育におけるデジタルデータ化
研究テーマのキーワード (3つ)	デジタルデータ化 情報の活用 暗号鍵
研究によって解明したい問い (調査課題)	現在、医療現場や動物園で情報のデータ化が進んでいるが、学校または個人などの小さな機関で育てる場合にも情報をデジタル化し、飼育や引き継ぎの効率化を進めることができるのではないか
その問いの答を導くための研究手法	生物飼育用のアプリを作り、生物ごとに日付、食事量、様子などを記録できるようにする。そこに多数の人で共有できる機能を実装する。そこで情報の活用や、効率において利便性があるかをアンケートを取って調査する。

調査課題に至るまでの背景

最初の文献のサマリー	介護の現場で用いる記録用紙を自動で電子化するシステムを構築している。携帯端末が小さいためデータの見にくさが懸念されている。また、電子入力より紙媒体の記入のほうが手軽な反面、デジタルデータは自由な時間と場所で閲覧できるという利点がある。
文献の出典	加藤雄大、大枝真一、(2010). 福祉施設で用いる紙媒体記録用紙の電子データ化および携帯閲覧システムの開発. 全国大会講演論文集、(コンピュータと人間社会)、751-752.
そこから考えた三つの問い	①生物の飼育においても同様にすれば管理が効率化できるのではないか ②生物の場合情報を簡易化することで小さい端末でも見やすくなるのではないか ③生物飼育においてはどのように記録をすればよいのか
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	動物園ではセンサーを用いた行動記録や出生情報などの個体情報、温湿度、照度、餌の量を記録している。より効率的な飼育・診療の実現することが期待されるが、特定の場所のみでの記録などの課題がある。
文献の出典	吉田信明、田中正之、& 和田靖太郎、(2014). 動物園におけるセンサーデータ活用に向けた飼育管理システムの開発. 研究報告情報システムと社会環境 (IS), 2014(8)、1-8.
そこから考えた三つの問い	①携帯端末で管理する場合、どのような機能が必要であるか。 ②記録データを共有するにはどうしたらよいか ③記録の紛失等の心配はないのか
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	一般ユーザはサービスを利用して、ファイルをクライアント側で暗号化し「ファイル保管サーバ」へアップロードする。同じグループに所属するユーザはファイルをダウンロードし復号できる。グループメンバーを管理するユーザが「グループ管理者」であり、全てのグループとユーザを管理するのが「管理者」である。管理者は一般ユーザの中からグループ管理者を任命し、グループ管理者は特定のグループに対する一般ユーザの追加と離脱を管理する。共有には暗号鍵を用いて共有する。
文献の出典	佐々木啓、長澤悠直、脇田知彦、毛利公美、白石善明、& 野口亮司、(2011). 単一の鍵で多重暗号化できるグループファイル共有システム. マルチメディア、分散協調とモバイルシンポジウム 2011論文集、2011、1672-1681.
そこから考えた三つの問い	①情報を安全に管理管理するにはどうすべきか ②情報の管理はスムーズになるか ③情報の活用のしやすさはどうか

斜方投射における空気抵抗と飛距離の関係

キーワード: 斜方投射・空気抵抗

The value obtained using the oblique projection method differs from the value obtained when actually projecting at an angle due to the effects of air resistance and wind. After conducting an experiment and getting the results, we check how much the values differ from the theoretical values and find out which angle is closest to the theoretical values. In this experiment, 44° was the closest to the theoretical value on average. However, when looking at one value, there were some values that made it impossible to say that 44° was the fastest.

はじめに

茨城大学知能システム工学科、日本大学電気工学科(2015年)「角度に依存する初速度を持つ投射の最角」という論文では、空気抵抗を考慮しない場合、 45° という値が広く知られているが、実際にはこのような大きい角度が使われるのは稀である。最適投射角を決める主な要因のひとつとして流体力がある。空中を飛翔する放物体には進行方向に対して逆向きに働く空気抵抗が作用する、と書かれている。また、千葉県立船橋高等学校の課題研究では、ボールの速さに比例する空気抵抗、風、地面の起伏などを考慮する斜方投射でもボールが最も遠くに飛ぶとき、投射角+着地角 $=90^\circ$ という法則が成立する、と書かれている。つまりは、理論上球が一番飛ぶ角度は 45° と言われているが、実際球が一番飛ぶのはどの角度なのだろうか。

本研究では、モンキーハンティングの装置を用いて、斜方投射を行い、発射角度などの条件を変えながら実験での値を求めることを計画している。この実験を行った際、球が一番飛ぶ最適角を見つけることが可能になり、新しい実験方法の提案につながるものと考えられる。

調査手法

公式より、空気抵抗を考慮しない斜方投射では、角度 45° 、初速 4.30m/s 、重力加速度 9.81m/s^2 とした場合、飛距離を求めると、約 1.89m となる。この公式から飛距離を求める方法では、空気抵抗が考慮されていないため、実際の値とは異なると考えられる。これを踏まえて、以下のような方法で実験を行った。まず、モンキーハンティングの装置を用いて、理論値を求める際と同じ条件で実験を行い、持ち手を最大限まで引き、斜方投射を行った。その際、ビースピを用いて、初速を計測する。次に、角度を変え、同じように実験を行い、 45° のときの飛距離と比較する。

結果

角度を $40^\circ \sim 45^\circ$ にして行った。その結果を下の表1に示す。 45° と比べると 44° が一番飛距離が出た。

表1 角度、初速と飛距離の関係

初速 角度	3.67 m/s	3.77 m/s	3.88 m/s	3.96 m/s	4.08 m/s	4.17 m/s	飛距離の 平均 cm
45°	137.0	144.9	153.5	159.9	169.7	177.3	157.1
44°	137.0	150.0	155.8	162.8	171.6	174.5	158.6
43°	139.0	149.5	154.3	159.4	167.8	173.0	157.2
42°	140.2	138.8	153.5	157.8	173.4	173.3	156.2
41°	136.9	146.3	149.9	160.5	—	—	148.4

考察

本研究では、それぞれの角度で飛距離を比べたとき、平均で44°が最も飛ぶことが示唆された。用いた球の断面積は $20.42 \times 10^{-3} \text{m}^2$ 、空気の密度を 1.293kg/m^3 とすると、空気抵抗係数 k は $1/2 \times 0.5 \times 20.42 \times 10^{-3} \times 1.293 = 6.601 \times 10^{-3}$ より、 6.601×10^{-3} といえる。よって、空気抵抗があったときの飛距離の数式は $\{v \cos(\alpha\pi/180) \times (1 - e^{-kt})\} / k$ と表すことができ、この数式に角度、空気抵抗係数を代入すると、43°では1.012m、44°では1.014mとなった。また、「物体が速度 v 、角度 θ でビースピを通過するとき、ビースピは $v \cos \theta$ を計測して表示する。」ということから、空気抵抗や発射装置の摩擦、ビースピの測り方が関係することによって、飛距離が変わってきたのだと考える。今回の実験を行うに当たり、外れ値が多く出てきてしまったので、今後は、外れ値が出るので、その原因を究明していきたい。

まとめ

空気抵抗がある場合の斜方投射の実験方法の提案を目的として、今回は様々な角度で斜方投射を行った。44°で基準に最も近い値が出た。今後は、基準より大きな値が出ることの理由と、速度によって44°以外の角度が最も飛ぶ角度になってしまった理由の究明をめざす。また、風を当てて実験を行ったときどのようなになるか研究を深めていきたい。

参考文献

- 坪井一洋 星野貴弘 浜松芳夫 (2015) 日本応用数学会論文誌 25 (4) 255-266 「角度に依存する初速度を持つ投射の最適角」
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsiamt/25/4/25_KJ00010135300/_pdf (2023/09/04)
- 橋爪智紀 「ボールが最も遠くに飛ぶときの法則の一般化」
https://www.chiba-c.ed.jp/funako/ftp-kousin/ssh/reserch/2019/2019_29m4.pdf
 (2023/09/04)
- 寺島幸生・George Mogambi Ongwae・Suthampang Suparat 「速度測定玩具「ビースピ」を用いた定量的な力学実験教材の開発」
https://www.naruto-u.ac.jp/course/sci/sci/class/kvouiku_kadai_tankyuu/2007/1/beespi.pdf

研究計画書

②

基本情報

年組番 (4桁)		氏名	
2年次 文理選択	理系	希望分野	物理

研究の概略

研究テーマのタイトル	耐久性の高い構造
研究テーマのキーワード (3つ)	伝統技術、東京スカイツリー、三角形
研究によって解明したい問い (調査課題)	耐久性の高いと言われている構造を組み合わせて、地震や力に強い構造を作る
その問いの答えを導くための研究手法	強いと言われている構造をたくさん調べてそれぞれの短所を補い合うように組み合わせ構造を作り、調べる。

調査課題に至るまでの背景

最初の文献のサマリー	東京スカイツリーは開放的な外観を造りやすく、軽量化が比較的簡単な鉄骨造で、中央に心柱と言われる直径8mの鉄筋コンクリート造円筒を配置した制振システムを採用している。この制振システムを心柱制振と名付けているが、心柱という名称は日本の伝統建築である五重塔から取っている。この心柱制振により大地震時に最大で40%程度の応答せん断力を低減することができる。
文献の出典	東京スカイツリーの構造計画 小西 厚夫、慶伊 道夫、加賀美 安男、中西 規夫
そこから考えた三つの問い	①正三角形の構造から円の構造に変えたのはなぜか ②五重塔の耐震性はどのようなものか ③揺れを分散させる構造は民家でも再現できるのか
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	②地震動は基礎から礎石を介して入力されるが、塔身の土台や柱は礎石に緊結されていないために一種の免震層となり地震入力を軽減することができる。塔に入力された地震動は下層から上層に伝播していくが、各層間は剛接合されず「斗拱」などの組物によって緩く接合されているために地震エネルギーを吸収し、接合部が一種の制振装置となっている。塔身の揺れは、心柱との相互作用によって一定の制御がなされ、心柱が塔身に対して制震作用を及ぼしている。
文献の出典	五重塔の耐震性 大場 新太郎
そこから考えた三つの問い	①地震以外の災害にも耐えることができるのか ②この技術を現代で再現することはできるのか ③どのような作りなのか
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	①五重塔は伝統木造建築における高層建築物であり、現代のと同様に地震や台風の影響を受けやすい建築物である。しかし、五重塔に作用する風力は、正方形角柱に作用するものと比べ、風方向風力成分では平均風力係数及び風向成分10度以上の変動風力係数が大きく、風直角方向風力成分では風向0度の場合、渦成分の割合が小さいことが明らかとなった。つまり五重塔の構造は風の力をうまく逃すことができるため強風にも耐性があるといえる。
文献の出典	強風時における五重塔の風応答性状に関する研究 大熊 武司、片桐 純治、丸川 比佐夫、安井 八紀
そこから考えた三つの問い	①風を逃がす技術を活かして現代の竜巻や台風にも強い住宅は作れるのか ②スカイツリーも同じくらい耐震性と耐風性に優れているのか ③このような伝統技術と現代の技術を組み合わせると、より安全な建築物になるのか

研究計画書

2

基本情報

年組番 (4桁)		氏名	
2年次 文理選択	理系	希望分野	物理

研究の概略

研究テーマのタイトル	木造建築の耐震性
研究テーマのキーワード (3つ)	地震、耐震性、維持管理
研究によって解明したい問い (調査課題)	どのような構造が最も耐震性が高いのか。建築物の状態によって耐震性はどれくらい変わるのか。最も耐震性のある素材はなにか。
その問いの答を導くための研究手法	手順① いくつかの種類の種類をした建物の模型を作り、一つずつ机などにのせ、揺らす。その後、構造の異なる建物をのせたり、揺らす強さをかえたり、建物の高さを変えたり、縦揺れと横揺れをして、建物の揺れの違いを観察する。 手順② 水で濡らしてカビができた建物の模型やヒビが入った建物の模型を作り、手順①と同じように揺らし、揺れの違いを観察する。 手順③ 木材でつくった建物の模型、金属で手順①と同じように揺らし、揺れの違いをかんさつ 必要な物品：スチレンボード、紙類、木材、アルミ板など

調査課題に至るまでの背景

最初の文献のサマリー	耐震診断や構法や維持管理状況などに起因する耐久性評価結果、被害や腐敗による耐震性能の低下状況を反映する地震損傷度予測手法を用いて、耐震性を調べた。維持管理によって耐久性の向上と劣化防止による損失低減の効果があり、経年劣化による建物の耐震性能の低下を考慮することが重要。
文献の出典	https://repository.kulib.kyoto-u.ac.jp/dspace/bitstream/2433/142168/1/ykogk03354.pdf
そこから考えた三つの問い	①地震診断とはなにか ②劣化年数でどれくらい耐震性能が変化するか ③腐敗を防ぐ構造
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	耐震診断とは既存の建築物で旧耐震基準で設計され耐震性能を保有していない建物を、現行の構造基準（新耐震基準）で耐震性の有無を確認すること。築10年以内であればあまり耐震性能に影響はない。
文献の出典	https://www.jstage.jst.go.jp/article/ajls/75/655/75_655_1609/pdf-char/ja
そこから考えた三つの問い	①最も耐震性が高い建物の構造 ②木造建築と金属物質を使った建築どちらが実用的か ③建物の強度を上げると耐震性は上がるのか
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	建物の水平力に対する強度のみならず水平方向の変形能力（じん性）も建物の終局的な耐震性能を大きく左右する。
文献の出典	https://www.jstage.jst.go.jp/article/coi1975/33/2/33_5/pdf-char/j
そこから考えた三つの問い	①最も耐震性の高い建築素材とは ②縦揺れと横揺れ、それぞれに対する耐震性が高い構造はどのようなものなのか ③高い建物と低い建物どちらがより揺れるのか

研究計画書

3

基本情報

年組番 (4桁)	氏名
2年次 文理選択 理系	希望分野 物理

研究の概略

研究テーマのタイトル	滑りやすさ
研究テーマのキーワード (3つ)	摩擦係数、接触面の状態、押し付ける力
研究によって解明したい問い (調査課題)	摩擦係数を少なくする方法
その問いの答を導くための研究手法	様々なものの表面とまたそれを作っている成分を調べ、その調べた物質の摩擦係数を比較する。

調査課題に至るまでの背景

最初の文献のサマリー	摩擦は物と物が相対的に滑ったり転がったりするときに起こり、消費されたエネルギーはほとんどは熱となり逃げる
文献の出典	摩擦と表面 内山 吉隆
そこから考えた三つの問い	①滑る際と転がる際どちらが大きな摩擦力を受けるか ②どのような物質が摩擦係数が低いものか ③熱以外にはどのようなエネルギーになるか
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	②鉄との摩擦では、純物質のうち炭素がとても低い
文献の出典	https://d-engineer.com/Mechanics/masatu.html
そこから考えた三つの問い	①なぜ炭素だと摩擦係数が低いのか ②炭素の以外ではないのか ③逆に摩擦係数が高い物質は何か
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	③鉄との摩擦では、純物質のうちバリウムが非常に高い
文献の出典	https://d-engineer.com/Mechanics/masatu.html
そこから考えた三つの問い	①なぜバリウムの摩擦係数が高いのか ②バリウム以外ではないのか ③鉄以外の物質でも基本的に摩擦係数の大きさの順位は変わらないのか

研究計画書

4

基本情報

年組番 (4桁)		氏名	
2年次 文理選択	理	希望分野	物理

研究の概略

研究テーマのタイトル	ダイラタント流体の強度を増加させる方法と緩衝材としての利用
研究テーマのキーワード (3つ)	ダイラタンシー現象 緩衝材 比率
研究によって解明したい問い (調査課題)	ダイラタント流体の強度が最も増すのは液体と粉体をどのように組み合わせたときか。また、その時の比率は何か。ダイラタント流体を緩衝材として利用するにはどうしたらよいか。ダイラタント流体を緩衝材として利用することは環境によいのか。
その問いの答を導くための研究手法	①流体として、水、ジュース、お茶、酒などを、粉体として片栗粉、小麦粉、砂、強力粉、薄力粉などを利用し、ダイラタンシー現象がおこるか検証する。このとき、流体と粉体の比率は変えないようにする。加える力も変えないようにする。→どうすればよいか。 ②最も強度が高かった組み合わせは何か、また、それはなぜか検証する。 ①ダイラタント流体が緩衝材として働くか検証する。 お皿や卵を現在使われている緩衝材とダイラタンシーを利用した緩衝材で包み、衝撃を加える。 どのような形でダイラタンシーを利用した緩衝材を作れば強度が高くなるか、試行する。 ②環境によい使い方かどうか検証する。また、なぜ利用されていないのか検証する。

調査課題に至るまでの背景

最初の文献のサマリー	ダイラタンシー現象とは、粉末固体粒子と液体からなる混合物が示す、異常な粘性。急激な外力に対しては固体のようにふるまい、ゆっくりとした外力に対しては液体のようにふるまう性質を指す。この性質をもつ流体をダイラタンシー流体 (ダイラタント流体) という。水と粉末との比率では1:1.5が最適であると考察した。また、実験より、グルテンのような粉末と水を合成してしまうような物質が発生しない限り、ダイラタンシー現象は粉末と水の混合物内で発生するのではないかと考える。小麦粉が流体を作成できなかった原因としては、3種類の粉末のうち小麦粉内だけに含まれるたんぱく質 (グリアジン、グルテニン) が原因であると考えられる。このたんぱく質が水と結合しグルテンへと変化し、結合して発生したグルテンによって混合物内に粘りが発生し、粉末が固まってしまったと考察できる。
文献の出典	可知朋之 熊崎隆斗 森悠太郎 異常粘性現象(ダイラタンシー)の強度測定とその応用 https://school.gifu-net.ed.jp/ena-hs/ssh/H30ssh/sc2/21824.pdf 2024.2.7 アクセス
そこから考えた三つの問い	①純粋な水以外での液体との混合物ではダイラタンシー現象は発生するののか。 ②ダイラタント流体に加える力の強弱によって、ダイラタンシー現象の発生に違いはあるのか。 ③ダイラタンシー現象はどのようなことに利用されているのか。
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	③高能率・高品位加工の実現を目的に、開発したダイラタンシー・パッドを用いた高速圧条件でのSiC基板の加工特性に関する研究結果。ダイラタンシー・パッドと高速圧加工装置の併用によって、難加工性材料基板の加工

	③なぜ現在ダイラタント流体は緩衝材として使われていないのか。
--	--------------------------------

研究計画書

5

基本情報

年組番 (4桁)		氏名	
2年次 文理選択	理系	希望分野	物理

研究の概略

研究テーマのタイトル	スーパーボールの跳ね方
研究テーマのキーワード (3つ)	適当に投げた時の跳ね方 入射角や、重心速度、角速度を変えた時の跳ね方 スーパーボールの温度を変えた時の跳ね方
研究によって解明したい問い (調査課題)	スーパーボールを最もはねさせるためにはどうしたらよいのか
その問いの答を導くための研究手法	地面 (木やガラスやプラスチックなど) を変えたり、自分でスーパーボールをいろいろな種類集めて、研究する。

調査課題に至るまでの背景

最初の文献のサマリー	スーパーボールを壁に向けて斜めに投げる。壁直前10cmの床に一回バウンドさせてから跳ねるようにする。摩擦をほとんど考慮しないと手元に戻ってくるという考え方になるが、実際は行ったり来たりしながら減衰していく。この原因はスーパーボールの摩擦が大きすぎてほとんど滑らず接触面にしわが寄って離れる時そのしわが元に戻って逆回転がかかるから。
文献の出典	スーパーボールの不思議なバウンド(ワンポイント) 八木一正
そこから考えた三つの問い	①床の素材を変えた時の跳ね方の違い ②ボールを投げる角度を変えたときとときの跳ね方 ③スーパーボールの素材による跳ね方の違い
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	スーパーボールの入射角や、重心速度、角速度を変化させ、ガラス板で反発させる実験を行い、衝突前後の接触点の速度と角速度を測定した。観察の結果、入射角や入射時の角速度に依存して接触点で滑りや転がりが起こることを見出した。接触中の挙動は入射角のみには依存しないことが分かった。
文献の出典	スーパーボールのガラス表面での反発：衝突中の滑り挙動 岐阜大学大学院自然科学技術研究科・奥村飛隆、新田高洋
そこから考えた三つの問い	①床の素材を変えた時の跳ね方の違い ②スーパーボールの素材による跳ね方の違い ③スーパーボールの温度を変えた時の跳ねる高さの違い
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	沸騰するお湯で温めたゴムボールは温度が高くなり分子の運動が活発になるために反発弾性を発現する。一方で液体窒素と呼ばれる非常に温度の低い液体で冷やしたゴムボールが床に衝突する瞬間力チンと硬い音がする。
文献の出典	特集 世界化学年ゴムの性質を利用した遊び 編集委員会
そこから考えた三つの問い	①床の素材を変えた時の跳ね方の違い ②スーパーボールの素材による跳ね方の違い ③投げる高さを変えた時の跳ね方の違い

研究計画書

6

基本情報

年組番 (4桁)		氏名	
2年次 文理選択	理系	希望分野	物理

研究の概略

研究テーマのタイトル	タケコプター型個人移動用ドローン実現可能性の検討
研究テーマのキーワード (3つ)	回転翼、揚力係数、小型化
研究によって解明したい問い (調査課題)	人類の夢とも言えるタケコプターでの空中移動は、実現可能なかを明らかにする。
その問いの答を導くための研究手法	① 揚力の計算式を用いて、数値計算によって回転翼が得る揚力を求める。 - 代表面積は、プロペラのサイズとしてタケコプターからヘリコプターを想定し数パターンを決定する - 相対速度は、一般的なプロペラの回転速度を参考に数パターンを決定する - 揚力係数は、文献等で値を調査して決定する ② シミュレーションを用いて揚力係数や揚力を求めることを検討する。 - 流体解析が出来るシミュレーション環境を無料で利用出来ないかを調査する。 - 上記シミュレーション環境利用で、揚力係数や回転翼の揚力を計算する - プロペラの仰角や形状を変えて、揚力係数が変化するかを検討する ③ タケコプターでの空中移動の可能性について結論を出す。 - 原作のサイズでの検討結果 - もっと大きなサイズでの検討結果

調査課題に至るまでの背景

最初の文献のサマリー	日本でも自動車保有率は現在584.3台/千人まで上昇しているが、アメリカと比較すると低く、大都市圏と地方で大きな差がある。大都市圏においては、駐車場の問題をはじめ、完全に自動車に対応した都市を実現することは現実的でない。自動車社会の進展は、都市の外縁部への拡大をもたらす、同時に交通弱者の不便と都市財政の悪化に繋がっている。これらの状況を打開するため、集約型都市構造への転換が議論されている。集約型都市の公共共通について、大都市圏では地下鉄をはじめとする鉄道網の維持が、地方都市では公共バスを活かした街づくりが求められる。
文献の出典	都市交通・市街地整備の課題と展望 国際交通安全学会誌 Vol.33, No.1
そこから考えた三つの問い	①集約型都市が実現したときに、人々の移動を公共交通機関のみで充足させることが出来るか ②自動車に変わる、大きな駐車スペースを必要としない個人の移動手段を実現することが出来ないか ③ドローンを個人の移動手段として応用することが出来ないか
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	代表的なドローンとして、固定翼型、回転翼型、飛行船型が存在するが、これらは浮上のための揚力の発生原理が異なる。飛行船型はヘリウム等を気球に充填することで揚力を得るが、機体が大きくなることから個人の移動には不向きである。固定翼型は100km/h以上の高速移動と長い航続距離を実現できることが利点だが、狭小地での離着陸が困難である。一方で、回転翼型は狭小地での運用が可能で、移動速度も60km/h程度まで実現可能であることから、比較的近距離の個人の移動手段に適した方式と考えられる。
文献の出典	VTOL型ドローンの研究開発 システム/制御/情報 Vol.60 No.10 437-442, 2016
そこから考えた三つの問い	①回転翼型のドローンは、どのような原理で揚力を得ているか ②回転翼型のドローンが得る揚力の大きさは、どのように求められるか ③揚力の大きさを求めるのに必要な情報を得ることが出来るか
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	回転翼が揚力を生む原理は、飛行機等の固定翼と同様である。物体が流体（空気等）の中を移動することにより、物体は流体から揚力と抗力を受ける。また、揚力の大きさLは、次のように表すことが出来る。 $L = \frac{1}{2} \rho V^2 S C_L$ (ρ :流体の密度、 V :物体と主流の相対速度、 S :物体の代表面積、 C_L :揚力係数) この内、流体の密度は既知であり、相対速度と代表面積はプロペラ形状と回転速度

レゴブロックを用いたドミノ倒しの分析

7

We will make a research presentation on how the acceleration of dominoes by continuous movement and the acceleration of dominoes by lining up on the circumference of dominoes change in a straight line using a device that collapses infinitely. In response to this question, we found from experiments that dominoes are doing acceleration motion and that the curve has greater acceleration.

はじめに

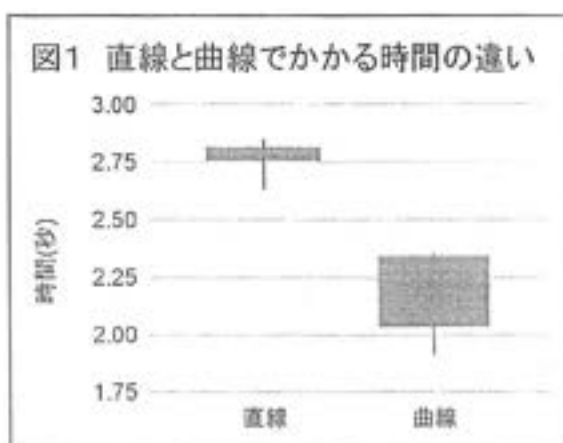
ドミノ伝播の実験によると、ドミノのピースを側面の長方形の対角線が鉛直になるまで傾け、ドミノのピースの間隔を3cmから8cmの間で変更すると、50個のピースからなるドミノでは25個目のピースと26個目のピースが衝突する直前のドミノピースの転倒の速さが、5cmのときに最大化される。⁽¹⁾またドミノ倒しの研究によると、一定の間隔に直線で並べたドミノは倒してからある時間が経つと倒れる速さが等速になることが示されていた。⁽²⁾これらの研究から一定の間隔で直線的に並べたドミノは倒してからある時間が経つと等速になることが分かる。これはドミノを円形に並べたときも同じなのだろうか。本研究では、ドミノを直線と円形に60個並べ、その転倒時間をストップウォッチで測り比較することを計画している。転倒時間が判ることにより、それぞれの傾向を分析することが可能となり、ドミノの転倒の分析が進む。これらの実験でドミノを円形に並べたときの倒れ方を明らかにする。

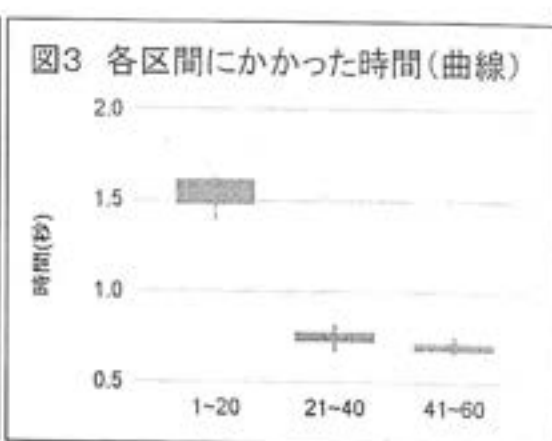
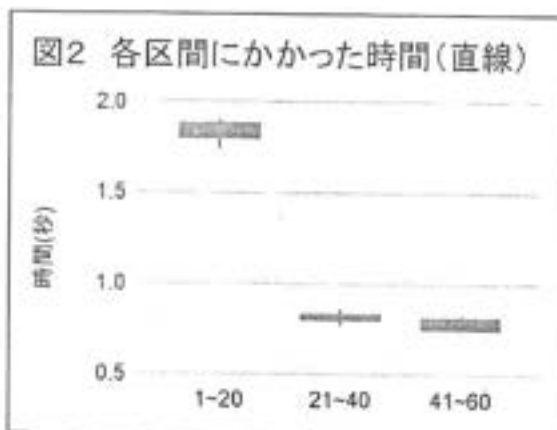
調査手法

本研究では、ドミノを直線に並べたときと、円形に並べたときで違いはあるのかを調べる。実験には、自動でドミノを起き上がらせる装置と、レゴで作られたドミノを用いる。装置を用いることでドミノを並べる手間が省け、効率的に実験を行い多くの実験データが得られる。また、レゴで作られたドミノは、大きさを簡単に変えることができる。

まず初めに、60個のドミノを2.5cm間隔で並べ、全体が倒れるのにかかる時間と20個ずつに3つの区間に分けたときの各区間にかかる時間をストップウォッチで測った。これを直線に並べたときと、円形に並べたときで実験を行う。ドミノ倒しを開始するときは2個のピースを1番目のピースに立てかけ、2個のピースから手を離して自然に倒れるようにして、開始時にかかる力を一定にする。

結果





考察

各区间にかかった時間を比べると、直線のときは、21番目から40番目と41番目から60番目でかかる時間がほとんど同じなのに対し、円形のときは徐々に加速している。そのため、ドミノ全体が倒れるのにかかる時間が円形のほうが短くなったと考えられる。一方で、なぜ直線に並べたときは途中から倒れる速さが等速になり、円形に並べたときは加速するのが分からなかったのも、今後調べていきたい。また、ドミノが倒れることでストップウォッチが自動で作動する仕組みを作り、より正確に時間を測定できるようにしていきたい。

まとめ

ドミノを円形に並べたときと、直線に並べたときの違いを見つけることを目的として、今回はドミノが倒れるのにかかる時間を3つの区間に分けて調べた。直線に並べたときは途中から倒れる速さが等速になり、円形のときは加速することがわかった。今後は、円形に並べると加速する理由を明らかにすることと、より正確に時間を測定できるように実験装置を改良することを目指す。

参考文献

ドミノ倒しの研究 3602 市川翔太 3608 内田康 3624 鈴木沙絵

<https://school.gifu-net.ed.jp/ena-hs/ssh/H24ssh/sc3/31211.pdf#:~:text=%E3%83%89%E3%83%9F%E3%83%8E%20%E3%82%92%E3%81%95%E3%81%BE%E3%81%96%E3%81%BE%E3%81%AA%E9%96%93%E9%9A%94%E3%81%A7%201m%20%E4%B8%A6%E3%81%B9%E3%82%8B%E5%AE%9F%E9%A8%93%E3%81%AF%2C%20%E9%AB%98%E3%81%95,4.60%20cm%20%E3%81%AE%E3%83%89%E3%83%9F%E3%83%8E%E3%81%A7%E3%81%AF%2C1.60%20cm%20%E9%96%93%E9%9A%94%E3%81%A7%E4%B8%A6%E3%81%B9%E3%82%8B%E3%81%AE%E3%81%8C%E4%B8%80%E7%95%AA%E9%80%9F%E3%81%8F%E5%80%92%E3%82%8C%E3%82%8B%E3%81%A8%E3%82%8F%E3%81%8B%E3%81%A3%E3%81%9F%E3%80%82>

研究計画書

8

基本情報

年組番 (4桁)		氏名	
2年次 文理選択	理系	希望分野	物理

研究の概略

研究テーマのタイトル	身の回りの慣性の法則
研究テーマのキーワード (3つ)	慣性の法則、電車、エレベーター
研究によって解明したい問い (調査課題)	電車やバスの中で倒れにくくするにはどうしたらいいのか。エレベーターで下っている最中にジャンプをしたら、天井に頭をぶつけてしまうのか。
その問いの答を導くための研究手法	手順① 参考文献にあった実験と同様に、鉄道模型 (車輪のついた箱とレールに見立てた板) と乗客に見立てた人形を使って実験する。電車が加速するための坂を作り、障害物を坂の終わりの部分の上に置く。障害物に電車がぶつかったとき、人形がどの方向に放り出されるのかを観察し、そこから、私たちが電車に乗ったときに私たちの体のどこに体重をかけていけば倒れにくくなるのかを考える。(人形におもりを付ける) 手順② ダンボールや発泡スチロールなどで作った箱の中にボールを入れて、上から下に箱を落とす。エレベーターと同じ速度で落とせるようにする (紐で繋いでスルスルと落としていく)。中のボールを上へ飛ばして天井とぶつかるのかどうかを見る (中のボールを飛ばす方法は未定)。その時のボールの様子を観察する。 必要な物品: レゴブロック (なければ木などの板)、段ボール、スーパーボール、紐、滑車 (なければ自作)、人型の人形

調査課題に至るまでの背景

最初の文献のサマリー	慣性の法則の理解度を調べるために京都教育大学生を対象に「Aくんが右手にボールを握って水平に保ったまま、地面の一定の速さで歩いています。1の位置で握っていたボールを手を上げ、離しました。ボールが地面についたとき、Aくんは2の位置まで進んでいます。さて、ボールはa,b,c,dの位置に落ちたでしょうか。なお、風の影響はないものとします。」という問題を問うたところ、半数以上が手を離したところに落ちると答えた。また、正解したものの中にも、動き続けるための力をイメージしているものもいた。この調査を踏まえて、「力が働かない限り、動いているものが動き続けることが理解しやすいものとする」「生徒自身が実験、実感できるものとする」「身近にあるものとする」という視点で、教材開発した。お手玉や、ホッピンアイを使って実験した。この実験から、慣性の法則とは、動いていたものは力を加えない限り動き続けることで、これをよく理解できたと思われる。
文献の出典	慣性の法則を実感する理科学習 - 京都教育大学
そこから考えた三つの問い	①電車の中で倒れにくくするにはどうしたらいいか ②縦の動きにも慣性の法則は関係するのか ③遠心力と慣性は同じなのか
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	遠心力とは、慣性によって感じる見かけの力である。これをわかりやすくするために、鉄道模型と乗客にみたてた人形を使って実験した。電車模型が加速するための坂と円運動を行うカーブを作り、電車模型の上に人形を置くとどうなるか実験した。すると、円運動で乗客が放り出された。また、曲線レールを直線レールに変え、障害物を置いた。電車模型が障害物

研究計画書

①

基本情報

年組番 (4桁)		氏名	
2年次 文理選択	理	希望分野	保健体育

研究の概略

研究テーマのタイトル	心理状態とスポーツの関係
研究テーマのキーワード (3つ)	心理的競技能力 (競技場面で必要な精神力) スポーツ 心理状態
研究によって解明したい問い (調査課題)	心理状態がどのようにスポーツに影響を与えるのか 心理状態を制御するにはどうしたらよいか
その問いの答えを導くための研究手法	①文献調査 ・心理状態とスポーツの関係についての論文を調べる ②実証実験 ・部活の仲間に協力してもらい、試合前と普段の練習時と普段の練習内の試合練習時での心理状態の違いを調べる。また、その差をうめるためのさまざまなトレーニングを行う。(イメージ・トレーニング、リラクゼーション、部活仲間との会話、先生との会話、プラス発言、マイナス発言、ストレッチ、アップトレーニングなど) その中で最も効果的なトレーニングを調べる。また試合時に試合前後での心理状態の変化、体温の変化、表情の変化を調べる。 ③アンケート調査 ・SNSなどを使い多くの人にスポーツ時の心理状態についてのアンケートをとる

調査課題に至るまでの背景

最初の文献のサマリー	国体での成績の上位者や実力発揮度の評価が高い選手ほど心理的競技能力が優れている。プレッシャーを感じた選手は競技意欲が高く、精神の安定・集中がしにくい。恥意識を感じる選手は精神の安定・集中がしにくい、自信を持ちにくい、作戦能力が少ない。
文献の出典	スポーツ選手の心理的競技能力のトレーニングに関する研究 (4)
そこから考えた三つの問い	①アスリートはどのように精神状態を保っているのか ②精神状態を保つトレーニング方法はどのようなものか ③心理状態の検査方法はなにか
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	リラクゼーション・トレーニング中に皮膚温と筋電を測定した結果、皮膚温が上昇し筋電が下降した。イメージ・トレーニング中に皮膚温の低下傾向がみられた。イメージ・トレーニング中に皮膚温と筋電を測定した結果、皮膚温が低下した時、筋電は向上した。
文献の出典	スポーツ選手の心理的競技能力のトレーニングに関する研究(3)
そこから考えた三つの問い	①スポーツの種類による心理的競技能力の違いはなにか ②リラクゼーションはどのくらいの時間行うのが最も効果的か ③皮膚温と筋電以外を測定しても同じ結果が得られるのか
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	競技意欲 (忍耐力、闘争心、自己実現意欲、勝利意欲)、精神の安定・集中 (自己コントロール能力、リラックス能力、集中力)、自信 (自信、決断力)、作戦能力 (予測力、判断力)、協調性 (協調性) のすべての心理的競技能力および、自己実現意欲を除いたすべての心理的競技能力で団体種目の方が平均値が高かった。バランスは、個人種目、団体種目ともに自己コントロール能力、リラックス能力、自信、決断力、予測力、判断力が他に比べて落ち込んでいた。
文献の出典	個人種目選手とチーム種目選手の心理的競技能力
そこから考えた三つの問い	①なぜ団体種目のほうが心理的競技能力が高いのか ②男女による心理的競技能力の違い ③生活習慣による心理的競技能力の違い

研究計画書

基本情報

年組番 (4桁)		氏名	
2年次 文理選択	理科	希望分野	保健体育

研究の概略

研究テーマのタイトル	豊高生の健康—食事と運動と睡眠の関係—
研究テーマのキーワード (3つ)	睡眠 栄養 運動
研究によって解明したい問い (調査課題)	豊中高校生の健康状態は良いものとは言えない。部活で疲れ果てたあとに勉強に追われ寝たくても小テストの勉強をしないとイケないことに気づき睡眠時間が減る。そんな豊高生を元気にすべく、食事・運動・睡眠によってどのバランスが一番健康になれるのかを調査していく。
その問いの答を導くための研究手法	運動部・文化部・帰宅部の運動状況がおなじになるようにグループ分けをする。運動部は家に帰って寝る前のストレッチを行ってもらい、文化部は家に帰って30分ほど筋トレをしてもらい、寝る前にストレッチを行ってもらい、帰宅部は家に帰って40分ほど筋トレをしてもらい、寝る前にストレッチを行ってもらい、食事についてだが、お母さんに毎回こちらが指示したものを用意してもらうのは非常に困難なので間食について見ていく。こちらは全部活統一でポテトチップス、フルーツ、チョコというふうにする。睡眠は6時間半、7時間、7時間半、8時間のそれぞれで検証する。このそれぞれを組み合わせ、体調がいい(元氣と感ずる)と思ったものに点数をつけていき一番点数が高かったものを答えとする。

調査課題に至るまでの背景

最初の文献のサマリー	健康に影響を及ぼす項目は何なのか。この研究では健康度・生活習慣行動・運動条件・食生活状況・休養状況・睡眠状況の6つの尺度に分類される58の質問項目で解明していく。結果としてはどれも同じくらい健康に影響を及ぼしていたが、著しく影響を及ぼしていたのは運動条件だった。
文献の出典	健康科学 学生の健康度・生活習慣に関する診断検査の開発
そこから考えた三つの問い	①この研究結果を踏まえてどのようにして健康を世の中の人に推進していくのか。 ②具体的にはどのような運動をしたら良いのか。 ③タバコやお酒などが健康に及ぼす影響はやはりこの中だと一番大きいのだろうか。
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	①すべての食品がより健康的になること、制作のパッケージ化の推進、民間企業を含む他領域・他分野との協働 ②息が弾み、汗をかく程度の運動を週合計60分を毎週続けることが推奨されている。 ③とても害である
文献の出典	健康行動を促す環境整備をどう進めるか—栄養・食生活、身体活動 タバコ分野について—
そこから考えた三つの問い	①政府が国民の健康のために改革をしてくれる可能性はあるのだろうか。 ②自分たちでできる健康促進法で簡単なものはなにか ③こっそり減塩とあるが実現可能なのか
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	①かなり低い ②家族での意識改革という面白い答えもあった
文献の出典	地域住民の健康教育「健康増進のための運動療法」の実践とその効果
そこから考えた三つの問い	①この研究でも自主的に参加した人の結果なのでやはりすべての人に健康を促進するのは難しいのか。 ②なぜ速歩きを無意識にしまうのか ③地域の人々に推奨する健康法として一番良いものはなにか

研究計画書

基本情報

年組番 (4桁)		氏名	
2年次 文理選択	理系	希望分野	保健体育

研究の概略

研究テーマのタイトル	使いやすい階段 - アプリを用いた動作解析 -
研究テーマのキーワード (3つ)	形状 (段の高さや幅) 動作 種類
研究によって解明したい問い (調査課題)	どのような状態の階段が昇降しやすいのか (どのような幅、段の高さ、種類の階段が最も昇降しやすいのか。)
その問いの答えを導くための研究手法	動作を解析できるアプリなどを用いて、幅や高さ、種類などがことなる階段で実際に昇降し身体の動きを観察して、考察する。

調査課題に至るまでの背景

最初の文献のサマリー	明視要素、段形状及び昇降者の属性が昇降のしやすさに及ぼす影響について把握することを目的として、実際に段昇降をすると、昇りと降りでは、降りのほうが動作がしにくく、怖く感じるということ、明視要素の昇降のしやすさの影響は少ないということ、段境界の見やすさや段の見やすさ、空間の把握のしやすさなどの階段の形状が良ければ良いほど、昇降がしやすいということがわかった。
文献の出典	段の明視要素と段形状の相互作用を考慮した段昇降のしやすさの評価法に関する研究 P23-25
そこから考えた三つの問い	①なぜ昇りより降りのほうが怖く感じるのか ②なぜ昇りより降りのほうが動作がしにくいのか ③段形状がよい階段とはなんなのか
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	①階段を昇るときに比べて、足元が見えにくいから ②降りるときは昇るときに比べて、蹴上が高くなることと路面が狭くなることの両方の影響によって腰部の動作が大きくなるから。また腰部の動作が大きくなることから体幹前屈角度が大きくなり、重心の移動距離が大きくなり、制動力が大きくなるから ③廻り階段においては、身体を回旋させなければならない部分の踏面面積を広げると、足底部全体支持により個人に応じた方向転換の動作を行うことができるうえ、個人の小休止をする場ともなる。(バリアフリータイプ) ・1だと脚の膝関節屈伸角の可動域が小さくなる。
文献の出典	・廻り階段の移動軌跡に着目して ・階段の形状と手すりの使用が階段昇降時の腰部モーメントに及ぼす影響
そこから考えた三つの問い	①階段を使用するときの具体的な動作はどんなものか ②階段にはどんな種類があるのか ③関節や筋肉との関係はどのようなものか
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	①③階段を昇るときは、身体は前屈する。また足関節と膝関節の屈伸運動により身体を上方に動かす。体幹を前屈することにより、股関節と腰部の運動が大きくなる。高い段差の場合、より体幹が前屈する。階段を降りるときは、体幹をほぼ垂直に保ち重心を後ろに残した状態になる。また、幅が狭い階段はつま先がつかず少し前傾姿勢になる。段差が高い階段も同じようになる。
文献の出典	階段およびスロープ昇降時の関節モーメントの分析
そこから考えた三つの問い	①年齢の違いでどのような動作の違いがあるのか ②性別の違いでどのような動作の違いがあるのか ③階段の種類によって動作の違いがあるのか

研究計画書

④

基本情報

年組番 (4桁)		氏名	
2年次 文理選択	理系	希望分野	保健

研究の概略

研究テーマのタイトル	心肺蘇生による救命率の向上
研究テーマのキーワード (3つ)	心肺蘇生 人工呼吸 救命率
研究によって解明したい問い (調査課題)	一般人による心肺蘇生での救命率の向上のためには何を行うべきなのか。
その問いの答えを導くための研究手法	生徒にアンケートを実施して心肺蘇生に関する現状を把握する。そのアンケート結果に基づいて改善策を考案、実施して効果を調べる。生徒だけではなく一般市民も対象となる課題なので規模を大きめに研究できるとより現実的な結果が得られると考える。また、実際に消防署などに出向いて救急・消防の方々からお話を聞いたり知られざる現状などを聞く機会があると研究を深められるだろう。

調査課題に至るまでの背景

最初の文献のサマリー	ある原因により救急手当が必要になった状況において一般市民がそれを施すことは極めて稀であり、心停止等最初の5分の対応が生死の境目となる重大なケースで救急手当が速やかに施されれば救えたケースもかなりあると思われる。救急手当の普及は救命率の向上を図るうえで極めて重要な課題になると考えられる。救急手当を実施する場合の法律関係を明確にして一般市民が法的に責任に問われる不安から開放し、知識と勇気があれば積極的に取り組める環境整備を図ることを検討した。
文献の出典	https://doi.org/10.11414/jreanimatology1983.14.147
そこから考えた三つの問い	①現在の日本の救命率はどうのくらいなのか。 ②一般市民は救急手当によって法的責任に問われるのか。 ③一般の救急手当によって助かった事例はあるのか。
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	市民が心肺蘇生法知っていてもなかなか実施できない背景には、心肺蘇生を実施したことにより、かえって患者の容体を悪化させた場合、民事上、刑事上の責任を問われるのではないかと心配がある。このことについては、1994年(平成6年)3月の総務庁長官官房交通安全対策室の「交通事故現場における市民による応急手当促進方策委員会報告書のなかに、民事責任においては、民法698条の緊急事務管理に該当し、これによって悪意または重過失がなければ救命手当の実施者が責任を問われることはない。また、刑事責任においては仮に過失が認められる場合には救命手当で実施者に要求される注意義務が尽くされていれば、過失犯は成立しない、と記載されている。しかし、この事実を知っている市民は少ないので、講習会等で市民に免責の周知徹底を図っていくことも必要である。
文献の出典	https://doi.org/10.2199/jjsca.20.149
そこから考えた三つの問い	①救急手当等の講習会の効果はあるのか。 ②法的責任に問われた事例は実際にあるのか。 ③一般市民の救急手当の認知率はどうのくらいなのか。
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	一般市民を対象に行われた救命講習において、受講後の意識調査を行った。調査結果は大半が大学の学生で若年者の意見が中心である。74%は心肺蘇生の経験を持っており、経験時期は高等学校が多かった。受講動機については必然的に受講したものが殆どで、認定証所持については、自信と知識を高めるという意識付けに効果的と思われる。講習会の受講が安全意識や危機対応能力の向上、命の尊重になると考えられ、自然災害を始め医療安全の観点からも命の尊重教育に有効と考えられる。また、普及の必要性やステップアップした講習への参加意欲も高く、普通救命講習の意義があることが確認された。しかし、いざという時の実施については43%が

	わからないと答えており、実施できない原因についても探る必要があると考える。
文献の出典	https://doi.org/10.14900/cjpt.2010.0.GbPI1456.0
そこから考えた三つの問い	①救命講習を行ったことによって実際に助かった事例はあるのか。
	②日本での認定証所持率はどのくらいなのか。
	③講習会はいつどこでどのくらい行われているのか。

研究計画書

⑤
多量的な反復練習回数の
検討

基本情報

年組番 (4桁)		氏名	
2年次 文理選択	理科	希望分野	保健体育

研究の概略

研究テーマのタイトル	神経系と筋肉の関係性
研究テーマのキーワード (3つ)	速筋線維、反復練習、誤差
研究によって解明したい問い (調査課題)	反復練習をすることで神経系にどのような作用を及ぼし、行動に移せるかどうか
その問いの答を導くための研究手法	反復練習にあたる練習としてバウンディングを取り入れる。バウンディングは初見ではきれいにすることは難しいと思われるので取り入れた。バウンディングの練習をグラウンド運動部員に週1で5回ずつ練習してもらいその様子を撮影し、接地位置、空中での姿勢、支持脚の曲がり具合や流れ具合、スピードを調べてどれだけ理想的な形、記録になるのかどうかを研究する。

調査課題に至るまでの背景

最初の文献のサマリー	要約 短い時間で大きな力を生み出す鍵を握るのは速筋線維である。アスリートの筋肉には司令塔にあたる神経が多く、より多くの速筋線維に電気信号を送り、同時に働かせることができるという。火事場の馬鹿力と同じように多くの速筋線維に電気信号が送られた結果だという。
文献の出典	ニュートン別冊 筋肉とスポーツの科学 筋肉を効率良く鍛えるには？一流アスリートの凄さとは？
そこから考えた三つの問い	①速筋線維とは具体的に何にか ②神経からの電気信号の増やし方 ③神経と筋肉にはどのような相互関係があるのか
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	信号が伝わりにくくなる理由は小脳のプルキンエ細胞が多くのシナプスで信号を受け取っていたが、運動が上達すると信号を通しにくいシナプスが増え、つまり、シナプスが厳選されて、スムーズな運動が実現することである。よって、電気信号を増やすのではなく余分な受容体を減らすことが鍵になってくると分かる。
文献の出典	ニュートン別冊 筋肉とスポーツの科学 筋肉を効率良く鍛えるには？一流アスリートの凄さとは？
そこから考えた三つの問い	①プルキンエ細胞とは ②具体的なシナプスの減らし方 ③他に何にか信号を受け取るのを阻害しているものはあるのか
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	シナプスが厳選されるには狙った結果と実際起こった事象との誤差が大事になる。誤差が生じた際にプルキンエ細胞へ信号を伝える経路は、使われないと衰える可能性がある。結果的に、反復練習は科学的にも意味があるとされている。
文献の出典	ニュートン別冊 筋肉とスポーツの科学 筋肉を効率良く鍛えるには？一流アスリートの凄さとは？
そこから考えた三つの問い	①反復練習の1回に行う回数と結果の関係性はどうか ②反復練習を行う間の休みの時間は最長でどれだけ取れるか ③反復練習の強度

Abstract

This study examined the comparison of record and motion by difference of consciousness about long jump. We compared how changing consciousness changes recordings and movements when taking a step.

1. 研究の背景と目的

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

2. 研究方法

研究対象者は、陸上競技未経験の運動部に所属する男子高校生8名とした。

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

「上の意識」の時は、設定なしの記録の中間位置にフレキシブルハードルを設置した設定(図1)であり、上方向の踏切を意識させるものとした。なお、ハードルはフレキシブルなのでバーに当たっても痛くない。「前の意識」の時は、設定なしの記録と同じ位置に目標物(ゴム)を設置した設定(図2)であり、前方向の踏切を意識させるものとした。上の意識と前の意識の時の助走スピードはほぼ同じと考え

た。

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

(図1)



(図2)



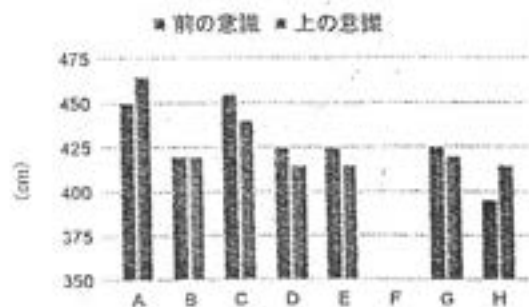
3. 結果

3.1 設定毎の記録の比較

それぞれの設定時の被験者の平均記録は、設定なし 429 ± 17.7 cm、前の意識 443 ± 25.8 cm、上の意識 428 ± 17.5 cmであった。設定なしと設定ありの記録の差を個別で見ると、その最大差は前の意識の設定で被験者B,C,Dが-10cm、上の意識の設定で被験者Hが-25cmであった。このことから設定ありにすることで本来の力が発揮されにくかったことはなかったと考える。実験日別に「前の意識」の状態で跳んだ時の記録と、「上の意識」の設定で跳んだ時の記録(表1.2)を被験者毎に示した。空白になっているのは、怪我等の理由で跳べなかった被験者である。

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

2日目:7人中5人が前の意識で記録がよく、2人がどちらも同じ記録であった。



＜表1. 1日目の記録＞

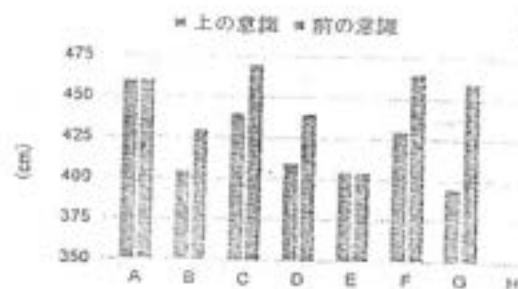


表2. 2日目の記録

3.2 踏切速度の比較

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

	上の意識	前の意識	記録の良い方	設定なし
A	7.64m/s	8.23m/s	前の意識	7.59m/s
B	7.05m/s	9.21m/s	前の意識	8.14m/s
C	8.44m/s	7.24m/s	上の意識	7.51m/s
D	7.27m/s	8.52m/s	前の意識	7.49m/s
E	6.72m/s	7.09m/s	前の意識	6.73m/s
F	9.04m/s	7.90m/s	上の意識	7.25m/s
G	7.42m/s	7.11m/s	上の意識	7.48m/s
H	6.79m/s	7.26m/s	前の意識	8.93m/s
平均	7.54m/s	7.82m/s	前の意識	7.64m/s

表3

3.3 動作の比較

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

3.4 設定毎の被験者の意識の違い

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

4. 考察

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

〈上の意識〉空中での腰の位置が高く、前の意識より目線が上を向き、滞空時間の長い跳躍となった。踏切速度は設定なしの時より、やや低い数値であった。踏切時の減速が比較的大きく、高さのある跳躍になっている。このことから、空中動作の局面を練習するためには、上の意識の設定は効果的であると考えた。〈前の意識〉前方のゴムに向かって目線は遠く前へ、腰の位置はハードル設定より低い跳躍となった。設定なしの時より踏切速度の平均値は高く、8人中5人が設定なしの時より、踏切速度が高まった。この設定の跳躍距離が最も良かったことから、高さのある跳躍を目指すよりも、踏切時の減速を抑えることの方が、跳躍距離を上げていると考えられる。これらのことから、競技会のように跳躍距離を出すための踏切動作の練習では、前の意識の設定で跳ぶと良いと考えた。

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

5. 結論

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

6. 参考文献

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

連携テーマについて

2023 年度から「企業等との連携テーマ」を設定しています。主題はデザイン思考という使い手の視点に立った「ものづくり」や「仕組みづくり」です。

連携テーマが他の分野と異なる点は主に二つです。

- ・ 一年間の要所要所で専門家の助言、または実践の機会などをいただきながら、「ものづくり」や「仕組みづくり」について学べる。
- ・ 上手く行けば本当に社会に形となって残る。

連携テーマを選ぶにあたっては次のことをお願いしたいと思います。

- ・ ゴールは企業などへのアイデアの提出。その他、パテントコンテストなどへの出展も考えています。
- ・ 研究中に頑張ることは「デザイン思考」に則った「ニーズをとらえた積極的なアイデア出し」と「その試作品の製作と改善」、「意見聴取からのブラッシュアップ」
- ・ 5 月～7 月に実施されるイノベーションセミナーへの参加（すべてでなくてもよい。後輩など新規参加者の支援を行う。）

注意点

- ・ 連携しているとはいえ、ほとんどの授業は自分たちで研究を進めます。毎時間、外部講師がつくわけではありませんし、企業の方から勝手にヒントが出てくるわけではないので注意してください。
- ・ 毎年 5 月～7 月に実施されている「イノベーションセミナー」をレギュラー化したものですが、イノベーションセミナーに参加していなかった人も連携テーマを選ぶことができます。また、イノベーションセミナーよりも機関が長くなる分、プロトタイプのブラッシュ回数が増やせますし、イノベーションセミナーでは実施していない「先方の企業への相談」なども検討しており、イノベーションセミナー参加者が新たに掘り下げることできます。
- ・ 大阪工業大学 松井 謙二 先生のご協力を得ています。
 - 授業で大阪工業大学梅田キャンパス（阪急線「大阪梅田」駅徒歩 1 分）へ行くことがあります（授業時間の訪問は豊中からの交通費は全額支援）。
 - 必要に応じて先方と日程を調整し、長期休暇中に集中して訪ねて、プロダクトを仕上げる班がほとんどになります。
 - もちろん、自分たちから先生に訪問について相談を持ち掛けることもできます。
- ・ テーマはすべて暫定です。また、内容の詳細については、タイトル以上の情報がないので、ご了解ください。また、検討中のテーマが決まりましたら、クラスルーム上で告知します。

炭を用いたアンモニアの吸着（原料の違いに着目）

キーワード 炭 吸着 脱臭

In this research, we focused on deodorization, which is a familiar part of daily life. Our goal is to clarify the differences in ammonia adsorption rates due to differences in raw materials, and to reduce food waste. As a result of the research, pineapple charcoal absorbed the most ammonia.

はじめに

現在、炭は脱臭、脱色、精製、浄水などに用いられている。「炭の吸着力の違いについて」という昨年度の本校の先行研究の結果⁽¹⁾によると、炭にする原料の細孔（多孔質を構成する表面が開口し固体内部に入り込んでいる毛管部）⁽²⁾の数によってメチレンブルーの吸着率が異なることがわかっている。一方で、炭にする原料の細孔の数だけではなく、炭の細孔の大きさや、原料のpHも対象物質の吸着量に影響があると考えられる。したがって、本研究では生活に身近である脱臭に着目し、刺激臭を発するアンモニアを用いて、⁽³⁾原料の違いによるアンモニアの吸着率の差異を解析することを目的としている。現在販売されている脱臭製品の原料に、食品廃棄物⁽⁴⁾（廃棄される食品の中で、まだ食べられる食べ物と、もともと食べられない部分の両方）を用いることで、食品廃棄物の削減に貢献することにつながるものと考えられる。

調査手法

先述の通り、本研究ではアンモニアが炭に吸着すること⁽⁵⁾を通して、植物炭の吸着作用の差異の解析を目的としている。実験に用いる原料として、先行研究で用いられていた、活性炭、パイナップルの芯、ピスタチオの殻、グレープフルーツの皮に加え、オレンジと同じ柑橘類である甘夏の皮をとり上げた。また、これらは廃棄されやすい食用植物の一部である。

初めに、原料をるつぽに入る大きさに切った後、るつぽに原料を敷き詰めた。バーベキューコンロに炭を格子状に組み着火した。炭に火が移ったのを確認したらるつぽをコンロに置き、原料を2時間半程度焼いて、炭にした。るつぽをコンロから取り出し、十分冷ました後、るつぽから炭を取り出して砕き、茶こしを用いて炭の大きさを揃えた。得られた炭を洗浄後の水が透明になるまで洗浄し、キッチンペーパーで水気を拭き取った後、乾燥させるためにオーブントースターで20分間加熱した。次に、塩化アンモニウム 1.5 g、水酸化カルシウム 1.5 gをはかりとり薬包紙の上で混ぜた後、試験管に入れて加熱した。ここで発生したアンモニアは上方置換法により 300 mLの丸底フラスコに充填するまで捕集した。一度の加熱で計2つの丸底フラスコにアンモニアを集めた。最後に、加熱乾燥した炭0.3 gをアンモニアが充填したフラスコの中に入れアンモニアを吸着させた。このとき、フラスコ内の曇りが薄くなったこと、アンモニアの匂いが薄くなったことから、炭はアンモニアを吸着していると見なした。30分後にフラスコ内の炭をコニカルピーカーに取り出し、質量を測った。その後、ホールピペットで蒸留水を50 mL加えた。活性炭とアンモニアは物理吸着をしているので可逆的である。指示薬としてメチルオレンジを一滴加えた後、0.1 mol/Lの塩酸で中和滴定して、アンモニアが吸着した物質量を求めた。

結果

炭 0.3 gあたりに吸着したアンモニアの質量を右表1に示す。最もアンモニアを最も吸着する物質は「パイナップル」であることがわかった。また、突き刺し型のpH検測機で測定されたpHも同じ表に示した。

材料 (pH)	活性炭	パイナップル (3.3)	ビスタチオ	グレープフルーツ (3.2)	甘夏 (3.4)
1回目	3.1 mg	3.5 mg	2.0 mg	2.6 mg	2.8 mg
2回目	3.0 mg	4.4 mg	1.4 mg	2.8 mg	3.7 mg
3回目	3.5 mg	3.5 mg	2.6 mg	1.5 mg	3.0 mg
平均	3.2 mg	3.8 mg	2.0 mg	2.3 mg	3.2 mg

表1. 炭0.3 gあたりに吸着したアンモニアの質量

考察

アンモニアの吸着量は原料のpHの影響を受けるという仮説を立てたが、表1より、パイナップル、グレープフルーツ、甘夏はpHの値の差が誤差程度であるにもかかわらず、アンモニアの吸着の違いに大きな差が見られた。このことから原料のpHは吸着量と無関係であることが推測できる。炭は、⁽⁶⁾対象物質と細孔の大きさが近くなるほど相互作用が強まり吸着しやすくなる。x細孔について、一般的に小さな細孔の粒子は、細孔の大きさがおよそ6~15 nm で、大多数は8~12nmである⁽⁷⁾と言われているが、原料を変えた炭の細孔の大きさは解析されていない。先行研究では吸着量が最も多かったビスタチオが、本研究では最も小さい値であったことや本研究で炭の種類によって吸着量に違いが出たことは、炭が対象物質と細孔の大きさが近くなるほど相互作用が強まり吸着しやすくなるために起こったのではないかと考えられた。

まとめ

本校の顕微鏡では、細孔の大きさを確認することができなかったため、細孔の大きさを確認したうえで改めて考える必要がある。臭いの原因物質と植物炭の相互作用が強まる組み合わせを解明出来れば、吸着の効果がより高い消臭剤を作ることが期待できる。

参考文献

- 1) 「炭の吸着力の違いについて」
https://drive.google.com/file/d/11ez65zOu3WknoxHx9mhAfy6ciUWts8/view?usp=drive_web&authuser=
- 2) 道総研「炭の吸着のひみつ」
<https://www.hro.or.jp/list/forest/research/fpri/rsdayo/19434002001.pdf>(2023.5/1)
- 3) 薬と健康の情報局by第一三共ヘルスケア「体臭の症状・原因、対策、予防」
https://www.daiichisankyo-hc.co.jp/health/symptom/24_taisyuu/(2023.4/24)
- 4) 小林高雄(2022)『食品ロスなぜ減らないの?』岩波書店
- 5) 株式会社キョーリン「活性炭はアンモニアを吸着しない!」
<https://www.kyorin-net.co.jp/topics/to03.html>(2023.4/17)
- 6) 細孔の大きさと対象物 <https://www.unilika.co.jp/acf/about/adsorption/#:::text=>
- 7) 細孔の大きさと粒の大きさ <https://blog.sepscience.com/japan/>

炎色反応を利用したカリウムイオンの濃度測定

キーワード 炎色反応 分光器 発光強度

Conventionally, to determine the concentration of sodium and potassium ions is too expensive. But, our search is going to do such a thing cheaply and simply by taking advantage of flame reaction. And, we found that luminescence intensity is in proportion to the concentration of potassium ions.

はじめに

金属イオンの定量については分光光度計を用いた比色法が一般的である。しかし、ナトリウムイオンやカリウムイオンについては適当な発色試薬がないため比色法による分析は困難である。これらのイオンを定量するためにはICP発光分光分析装置などを利用するが、それらはとても高価である。大阪府立千里高校の松岡らの研究¹⁾によると、自作の炎光度計を利用してナトリウムイオンの濃度測定ができると報告されており、ナトリウムイオンの濃度と発光強度の間には相関関係が見られた。このことから、カリウムイオンの濃度についても同様に発光強度との間に相関関係が見られると考える。これをカリウムイオンの濃度測定にも活かさないだろうか。本実験では種々のモル濃度の塩化カリウムと硫酸カリウムの水溶液を用意し、それぞれの炎色反応における発光強度の違いを比較して濃度と発光強度の間に相関関係が見られるかを確認する。相関関係が見られると、炎色反応を用いてカリウムイオンの濃度測定が簡単かつ安価に行えると考える。

調査手法

先述の通り、本研究では炎色反応を用いて水溶液中のカリウムイオン濃度を測定することを目的とする。実験は入手しやすい塩化カリウム・硫酸カリウムで行った。塩化カリウムは0.1 mol/L、0.5 mol/L、0.75 mol/L、1.0 mol/L、1.5 mol/L、2.0 mol/L、2.5 mol/L、3.0 mol/L、硫酸カリウムは0.1 mol/L、0.5 mol/L、1.0 mol/Lの濃度の水溶液を準備し、霧吹きを用いてガスバーナーに吹きかけた際に分光器でスペクトルを計測し、濃度による差・相関関係を比較した。また、その実験結果を用いて作成したカリウムイオンの濃度と炎色反応時の発光強度の関係式が正しく利用できるものか確認するため、濃度不明の塩化カリウム水溶液を、塩化物イオンを1.0 mol/Lの硝酸銀水溶液を滴定することで塩化銀の白色沈殿を生じさせて濃度を測定するモール法²⁾を用いて測定し、作成したグラフに当てはめて比較した。今回の実験において使用する分光器が測定する発光強度は相対値であるため、光源を1つに定めて同条件下で対照実験を行った。図1のように分光器からの距離をガスバーナーの炎は20 cmに設定し、懐中電灯の光は炎に重ならないよう分光器から40 cmはなれた位置に配置した。濃度が大きくなるにつれて発光強度が大きくなり、カリウムの炎色反応の波長である770 nm付近のスペクトルの値が大きくなっていくと考えられる。

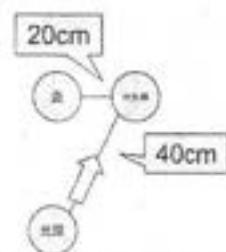


図1) 実験時の位置関係

結果

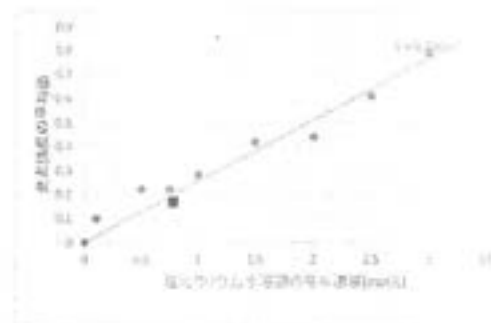


図2)

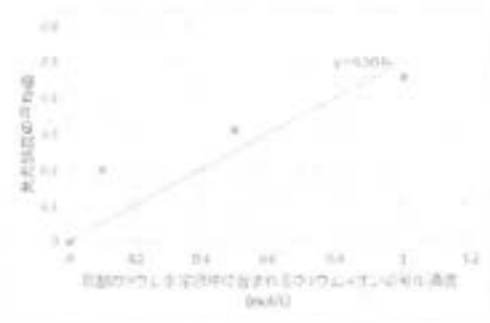


図3)

図2、3は横軸に塩化カリウム、硫酸カリウムのモル濃度、縦軸に発光強度の平均値をとり、その関係を示したものである。このグラフから、濃度が上昇すると発光強度も大きくなるという相関関係が読み取れる。また、図2の■は、濃度不明の塩化カリウム水溶液をガスバーナーに吹きかけた際の発光強度とモール法で測定した結果の濃度を今回の実験で算出したグラフ上にプロットしたものである。そのため、今回の実験結果で導出した塩化カリウムの検量線は、カリウムイオンと発光強度との間の相関関係を概ね正しく示していることがわかる。

考察

今回の実験で算出したグラフは、モール法で行った実験結果より正しい相関関係を表していることがわかるため、カリウムイオンの濃度を高価な機器を使わずとも定量できると考えられる。炎色反応とは特定の金属や塩を炎の中に入れると各金属元素特有の色を示す反応のことであり、金属原子中の電子により起こる反応のことである³⁾ため、異なる陰イオンと結合している塩においてモル濃度が等しければ炎色反応時の発光強度は変化しないと考えていたが、今回の実験ではカリウムイオンのモル濃度が等しい場合でも発光強度の値が異なっている結果が見られたため、結合している陰イオンにより影響を受けると考えられる。また、検量線からずれている点が存在していることから、発光強度を正確に測定できていないと考えられる。

まとめ

適当な試薬がないカリウムイオンを炎色反応を示すという性質を利用して簡単かつ安価に測定できるようになることを目的として、今回は塩化カリウム・硫酸カリウムの2種類の水溶液の濃度と発光強度の間の関係を調査した。カリウムイオンの濃度と発光強度の間には相関関係が見られることがわかった。今後は炎の発光強度を正確に測定できる方法を模索して検量線の正確性を向上させ、炎色反応を利用したカリウムイオンの濃度測定の実用化を目指す。また今後は、結び付いている陰イオンによる発光強度への影響も調査を進めたい。

参考文献

1. 水中のナトリウムイオンをどのようにして定量するか 松浦 紀之(9/1)
2. へんな金属すごい金属 ―ふしぎな能力をもった金属たち 斎藤 勝裕 (11/27)
3. スクエア最新図説化学 第一学習社 (12/17)

教育の場におけるスライム電池の改良について

キーワード:スライム、ダニエル電池、起電力

The purpose of this study was to improve the conventional slime battery and to study a safer and more authentic Daniel battery. In the method, the concentration of the electrolyte solution was kept constant, the mass of borax and PVA in the slime was varied, and their respective electromotive force was measured.

はじめに

石原顕光(2015)はダニエル電池とは、亜鉛Zn板を浸した硫酸亜鉛 $ZnSO_4$ 水溶液と銅Cu板を浸した硫酸銅(Ⅱ) $CuSO_4$ 水溶液をセロハンなどで仕切った電池のことであり、中学校においてもダニエル電池の実験が行われていると述べている。⁽²⁾硫酸銅(Ⅱ)と硫酸亜鉛は劇物であり、水溶液がこぼれて人体に触れると危険である。この危険性を回避するために、電解質水溶液をスライムに混合することで流動性をなくしたダニエル電池(以下、スライム電池という。)の研究が本校で行われてきた。⁽³⁾通常、ダニエル電池の起電力は一般に1.1 Vであるが、昨年度の研究ではスライム電池の起電力が通常のダニエル電池の68%程度であった。そのため、通常のダニエル電池を用いると電子オルゴールは作動するが、スライム電池を用いると作動せず、十分な電力を発揮しているとは言い難い。したがって、スライム電池の起電力を可能な限り通常のものに近づける必要があると考えた。井手本康、板垣昌幸、湯浅真(2019)は通常のダニエル電池の起電力は電解質水溶液の濃度に差をつけることで上がると述べている。⁽⁴⁾しかし、昨年度の研究では濃度に差をつけたが起電力の変化があまり見られなかった。そこで、本研究ではスライム電池の起電力はスライムを作る際のホウ砂の質量に左右されると考えた。スライムはポリビニルアルコールがホウ砂に含まれる四ホウ酸イオンに架橋されることにより生じる。つまり、ホウ砂の量を少なくすると、架橋する四ホウ酸イオンの数も少なくなると考えられる。架橋されていない分スライムに取り込まれる水の量が増え、銅(Ⅱ)イオンや亜鉛イオンがより移動しやすくなり、起電力が大きくなるのではないか。スライム電池においても通常のダニエル電池と同程度の起電力を得て、今後教育の場でスライムを利用した、安全かつ通常に近いダニエル電池の実験を行うことができるようになると考えられる。

調査手法

はじめに、水10 mLと洗濯のり10 gを混合した溶液を作った。80°Cの水10 mLにホウ砂を溶かしてホウ砂水溶液を作った。この際、溶かすホウ砂の質量を0.20 g、0.30 g、0.40 g、0.50 g、0.60 gと変化させた。水と洗濯のりの混合溶液にホウ砂水溶液を加えてスライムを作った。次に、硫酸銅(Ⅱ)五水和物を0.075 gはかりとり、80°Cの水10 mLに溶かして0.03 mol/Lの硫酸銅(Ⅱ)水溶液を作った。その後、ホウ砂0.40 gを加えて混合水溶液を作った。この混合水溶液10 mLをスライムに加えて硫酸銅(Ⅱ)スライムにした。また、同様に硫酸亜鉛七水和物0.086 gをはかりとり、0.03 mol/Lの硫酸亜鉛水溶液を混ぜたスライムを作製した。最後に、銅板(Ⅱ)を硫酸銅(Ⅱ)スライム、亜鉛板を硫酸亜鉛スライムではさみ、セロハンで仕切って、シャーレに重ねて置き、起電力を測定した。以上の実験を各種類のスライムにお

いて3回ずつ行った。また、起電力にホウ砂以外の材料の質量が関与していることを確かめるためにホウ砂の質量を0.40 gに固定し、洗濯のりの質量を10 g、12.5 g、15 gと変えたスライム電池も作製した。上記と同様の操作で実験をそれぞれ3回ずつ行った。

結果

ホウ砂の質量[g]の変化による起電力[V]の値を表1に、洗濯のりの質量[g]の変化による起電力[V]の値を表2に示す。

ホウ砂\回数	1回目	2回目	3回目	平均
0.20g	0.28V	0.20V	0.40V	0.29V
0.30g	0.50V	0.40V	0.45V	0.45V
0.40g	0.55V	0.52V	0.69V	0.59V
0.50g	0.80V	0.51V	0.52V	0.61V
0.60g	0.69V	0.50V	0.63V	0.61V

表1 ホウ砂の質量と起電力の関係

洗濯のり\回数	1回目	2回目	3回目	平均
10g	0.55V	0.52V	0.69V	0.59V
12.5g	0.6V	0.61V	0.69V	0.63V
15g	0.7V	0.6V	0.71V	0.69V

表2 洗濯のりの質量と起電力の関係

表1より起電力はホウ砂の量を増加させると増加し、表2より洗濯のりを増加させると微増していることがわかる。

考察

スライム電池では四ホウ酸イオンがポリビニルアルコールを架橋することによってスライムを形成し、架橋構造中に含まれる水に電解質が溶解していると考えられる。そのため、ホウ砂の質量が少ないほど架橋構造中に含まれる水が多く、銅(II)イオンや亜鉛イオンがより移動しやすくなるため起電力が大きくなると考えたが、結果はホウ砂の量が多いほど起電力が大きくなった。この理由として、架橋構造の形成に関与している四ホウ酸イオンなどが電流の増加に起因している可能性が考えられる。また、洗濯のりの質量を増加させると起電力は微増している。しかし、各スライムの最高起電力を見るとほとんど差がないため、洗濯のりの質量は起電力にあまり関与していないと考えられる。データにばらつきがあり、また起電力は最高で73 %と通常のダニエル電池の起電力に届かなかったのは、気温や湿度によってスライムの状態が変化したことが原因だと考えられる。

まとめ

スライム電池の起電力を上げるために、スライムの材料であるホウ砂の質量を変化させた。ホウ砂の質量を増加させると起電力は上がった。今後は、より大きい起電力を得るために最適なスライムの材料の割合、実験環境を検討していきたい。

参考文献

- (1) 東京農工大学 工学部「高分子の性質を調べる～スライムを作って、高分子の性質を知ろう！～」
(https://www.mirai-kougaku.jp/laboratory/pages/191108_02.php) (2023年10月2日)
- (2) 石原顕光(2015)『トコトンやさしい電気化学の本新版』日刊工業新聞社
- (3) 杉本亮ほか、教育の場におけるスライム電池の使用、豊中高等学校課題研究発表内容(2022)
- (4) 井手本康、板垣昌幸、湯浅真(2019)『化学系学生にわかりやすい電気化学』コロナ社

④

錯イオンの金属樹生成への影響について

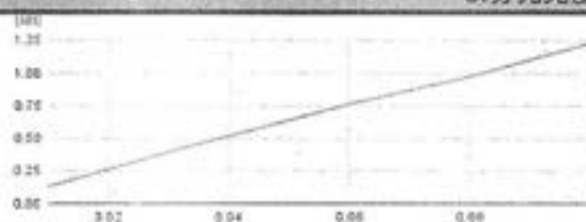
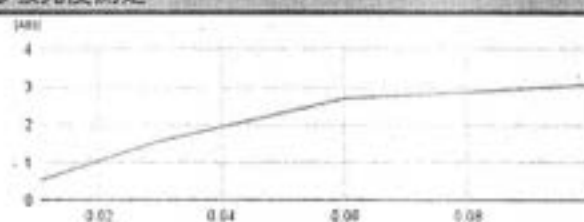
1.研究目的

錯体形成が金属樹生成に与える影響を定量的に測定する。

2.仮説

アクア錯体よりもアンミン錯体のほうが析出する銅の量が少なくなるのではないかと。

3.分光光度計による吸光度測定

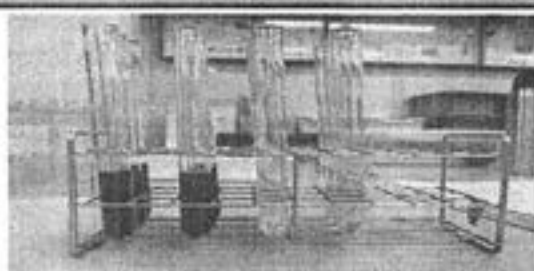
CuSO₄aqの検量線(808nm)[Cu(NH₃)₄]²⁺aqの検量線(609nm)

4.実験方法

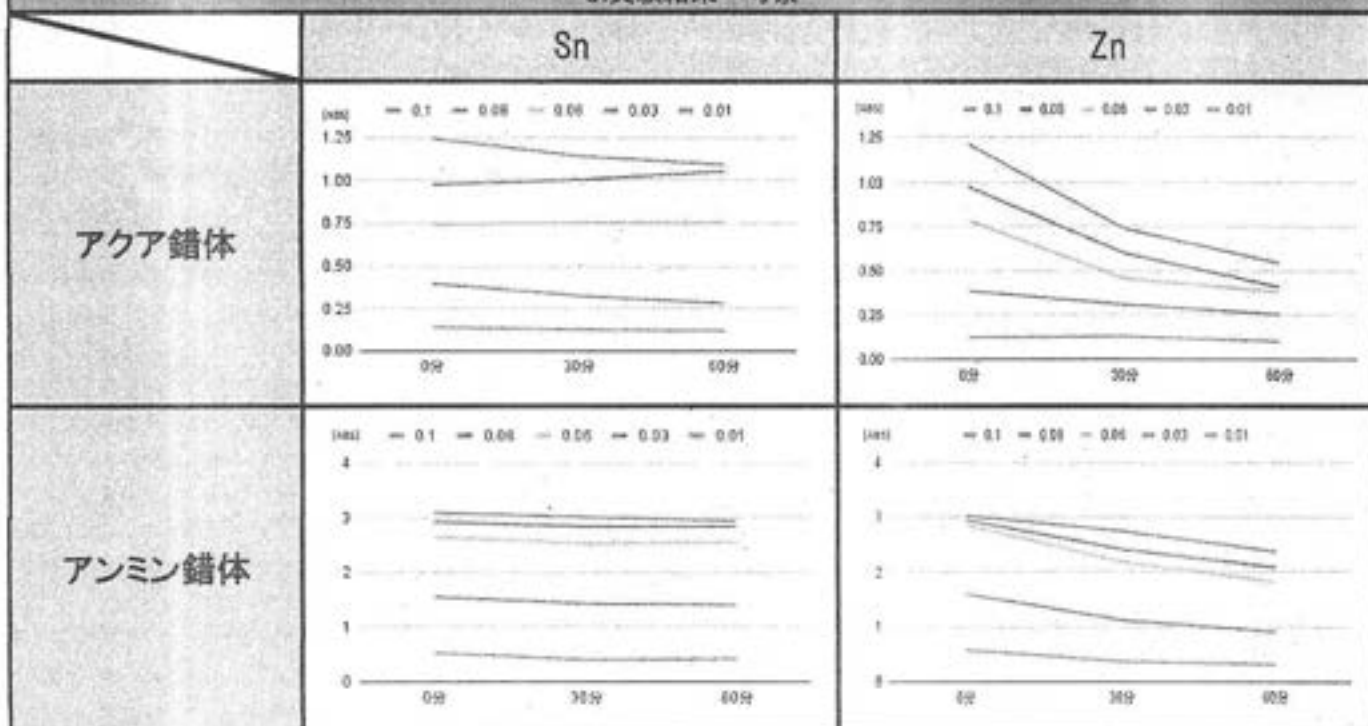
CuSO₄aq, [Cu(NH₃)₄]²⁺aqをそれぞれ

0.1, 0.08, 0.06, 0.03, 0.01 mol/Lずつ調整し、それらを10mLずつ2本の試験管に分けた。

Sn線を2.5g巻いて入れ、それぞれの試験管を30分後と60分後に分けて分光光度計を使って測定を行い、また同じ長さのZn線を同じ長さ取り、同様の実験を行った。



5.実験結果・考察



・Snではアクア錯体とアンミン錯体の両方に少量のCuと見られる物質が析出したが、アクア錯体の方では吸光度が増加した原因として、沈殿が生成したことが考えられる。また、Snの二つのグラフを比較するだけでは正しいとは言えなかった。

・Znではアクア錯体とアンミン錯体のどちらにも吸光度の減少が見られ、アンミン錯体のほうがグラフの傾きが小さいことから、Znについての仮説は正しかったと言える。

・SnとZnのすべてにおいて、Cuの析出が見られた。アクア錯体ではSnで沈殿が生成したため、アクア錯体同士での比較はできなかったが、アンミン錯体同士を比較することで、ZnのほうがCuの析出量が多いことが考えられる。また、吸光度の減少量だけでは析出したCuの質量を求めることはできなかった。

スポットライト

～第4回「高校生・高専学生ポスター発表」優秀賞～

卵殻膜を用いた銅(Ⅱ)イオンの吸着

私たちは、卵殻膜を用いた銅(Ⅱ)イオンの吸着について研究しています。この研究は一学年上の先輩から引き継いだものです。先輩方は、50 mLの硫酸銅(Ⅱ)水溶液(濃度は0.010, 0.025, 0.050, 0.100, 0.150 mol/Lの5種類)に0.50 gの卵殻膜を加え、恒温振盪器で24時間振盪させて、卵殻膜に銅(Ⅱ)イオンを吸着させました。吸着前後の溶液を試料とし、分光光度計で800 nmの吸光度を測定しました。事前に作製しておいた検量線から水溶液中の銅(Ⅱ)イオンの濃度を求め、吸着前後の濃度の減少量から卵殻膜1 gあたりの銅(Ⅱ)イオンの吸着量(mol)を計算しましたその結果、水溶液中の銅(Ⅱ)イオンの初期濃度が高くなると吸着量が増加すること、水溶液の温度が高くなると吸着量が増加することがわかりました(図1)。これらのことから先輩方は、卵殻膜に対する銅(Ⅱ)イオンの吸着は吸熱反応ではないかと考えました。

先輩方の研究を引き継いだ私たちは、銅(Ⅱ)イオンがどのような仕組みで卵殻膜に吸着しているのかということに興味を持ち、研究を始めることにしました。

私たちは、「銅(Ⅱ)イオンが静電気力によって吸着しているのではないか」という仮説を立てました。この仮説を証明するために、銅(Ⅱ)イオンの代わりにニッケル(Ⅱ)イオンを用いて実験をすることにしました。ニッケル(Ⅱ)イオンは銅(Ⅱ)イオンよりもイオン半径が小さいので、銅(Ⅱ)イオンよりも吸着量が多くなると予想しました。実験方法は、前年度と同じ方法で行いました。ただし、ニッケル(Ⅱ)イオンの吸光度は最大吸収波長である400 nmで測定しました。その結果、実験結果は予想とは異なり、ニッケル(Ⅱ)イオンはほとんど吸着されないことがわかりました(図2)。

そこで、私たちは卵殻膜を構成しているアミノ酸の組成を調べました。すると、卵殻膜には硫黄をもつシステインが多く

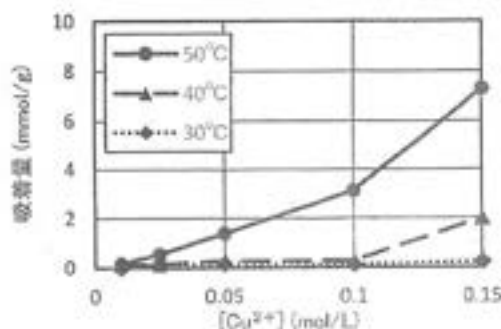


図1 pH 2.0における Cu^{2+} の吸着等温線(卵殻膜)。

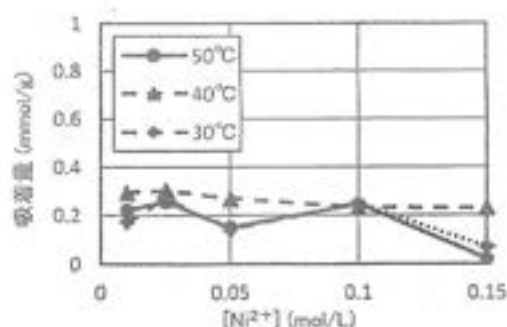


図2 pH 2.0における Ni^{2+} の吸着等温線(卵殻膜)。

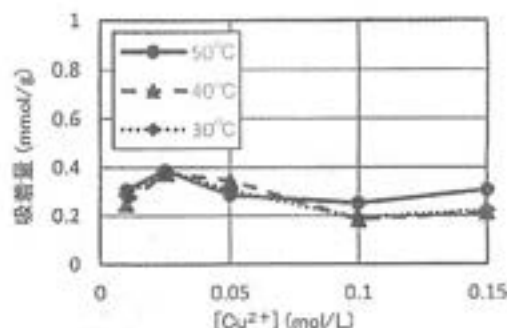


図3 pH 2.0における Cu^{2+} の吸着等温線(高野豆腐)。

含まれていることがわかりました。さらに、各金属硫化物の溶解度積を調べると、硫化銅(Ⅱ)は $6.5 \times 10^{-36} (\text{mol/L})^2$ 、硫化ニッケル(Ⅱ)は $1.6 \times 10^{-12} (\text{mol/L})^2$ であり、銅(Ⅱ)イオンの方がニッケル(Ⅱ)イオンよりも硫化物イオンと結合しやすいことがわかりました。そこで、「銅(Ⅱ)イオンが硫黄と結合して吸着しているのではないか」という新たな仮説を立てました。新たな仮説を確かめるため、卵殻膜の代わりにシステインをほとんど含まないタンパク質である高野豆腐を用いて、銅(Ⅱ)イオンが吸着するのを確かめることにしました。その結果、高野豆腐には銅(Ⅱ)イオンがほとんど吸着されないことがわかりました(図3)。このことから、銅(Ⅱ)イオンの吸着には硫黄の関与が強く疑われると結論づけました。

今年度は新型コロナウイルス感染拡大のため、多くの研究発表会が中止に、あるいはオンライン開催になりました。今回のポスター発表は初めて参加したオンライン発表で、どのようになるのかとても不安がありましたが、多くの先生方に発表を聴いていただくことができました。始めは、PCの操作に不慣れだったために、うまく説明することができませんでした。徐々に慣れて後半はうまく説明することができました。説明はメンバーが交代で担当しましたが、質問に答えるときには、全員で協力して答えることができました。先生方から、「なぜ、この研究を始めたのか」、「この研究は社会でどのようなことに役立つのか」といった質問を多くいただきました。研究の目的や動機、社会的意義の大切さを改めて考えることができました。また、「これからも研究を継続するように」といった励ましをいただき、研究を続けてきて良かったと感じることができました。

(2020年12月21日受理) [doi:10.2320/materia.60.188]

(連絡先: 〒023-0864 岩手県水沢市馬場 5-1)

銅(II)イオンの吸着効果をも高めるポリグルタミン酸の架橋構造について

抄録

本研究では、p-フェニレンジアミンとPGAとの縮合反応による架橋構造をつくることで、さらに銅(II)イオンの吸着効果をも高めることができると考え、研究を行った。合成した吸着剤の銅(II)イオンの吸着能力を検証したところ、10ppmの低濃度においても90%以上の銅(II)イオンを吸着することができる実用性が高いものであることがわかった。

1. 序論

納豆の成分であるポリグルタミン酸にエタレンジオールなどの添加物を加えて架橋構造をつくると吸着効果をも高めることがわかっている。本研究では、新たな添加物について検証し、PGAの吸着効果をも高めることを目的とする。

銅(II)イオンは窒素の非共有電子対と配位結合しやすいことから、窒素が含まれるアミド結合で架橋構造をつくると銅(II)イオンの吸着効果が高まるのではないかと考えた。また銅(II)イオンが誘導されやすい空間をつくるために、p-フェニレンジアミン(以降PPDとする)が添加剤として有効だと考えた。

2. 方法

PPDと脱水縮合剤としてDMT-MMを用いて、PGAと反応させた。反応させた物質を半透膜の袋に入れて透析を行い、未反応の物質や不純物などを除去した。銅(II)イオンを含む液にこの半透膜の袋を静置したのち、銅(II)イオンの変化量を測定した。

3. 結果

低濃度における銅(II)イオンの吸着効果は、PGAのみよりも、PPDで架橋したPGAの方が高い。

表.1 低濃度における銅(II)イオン濃度変化

	①純水	②PGA	③PPD+PGA
吸着前(ppm)	20	20	20
吸着後(ppm)	10程度	5程度	0.5程度

4. 考察

吸着効果は10ppmのような低濃度でも90%以上の吸着を示した。今後は、どれだけのアミド結合が形成されたか、試料の配合比と吸着量との関係について検証したい。

5. 結論

吸着効果は10ppmのような低濃度でも90%以上の吸着を示した。水質汚濁法の排出基準3ppm、水道法水質基準の1ppmを下回るまで銅(II)イオンを吸着したことから、高い実用性を持つと考えられる。

6. 参考文献

松本幸三、徳都、藤井政三、七戸誠、遠藤剛、水溶性二官能性エポキシ化合物を用いたポリ(γ-グルタミン酸)の水中での架橋反応、J-Stage, 30巻3号, 2009, p. 136-141

7. キーワード

ポリグルタミン酸 架橋構造 縮合反応 銅イオンの吸着



かにプラの改善と強度試験による性能の評価

⑥～⑧

背景

- 石油資源の大量消費やマイクロプラスチックによる海洋汚染
- かにの殻の大量廃棄



かにの殻の主成分であるキトサンからプラスチックを作成すれば、2つの問題が解決される！

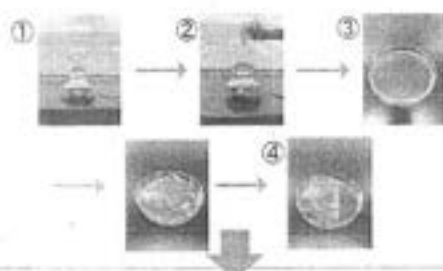
目的

- ① 昨年度までの研究でフィルム状のかにプラを作成できることが判明した。しかし、作成に用いるトリフルオロ酢酸無水物の毒性が高い。→作成方法の改善
- ② 引張り強度試験によるかにプラの性能評価

実験1

かにプラの作成方法の改善

- ① カルボン酸を定量(モノカルボン酸10mmol/ジカルボン酸5mmol)を100mLの水に投入し、攪拌する。
- ② キトサン1.61g(10mmol)を投入し、30分攪拌する。
- ③ シャーレに広げ、乾燥させることでフィルム状にする。
- ④ フィルムをシャーレからはがし、5%炭酸ナトリウム水溶液に浸す。
- ⑤ 水で洗浄し、乾燥させることで、キトサン膜を作成する。



実験2

かにプラを吸着させたろ紙を用いた引張り強度実験

- ① カルボン酸を定量(モノカルボン酸10mmol/ジカルボン酸5mmol)を200mLの水に投入し、攪拌する。
 - ② キトサン1.61g(10mmol)を投入し、30分攪拌する。
 - ③ シャーレに広げ、ろ紙に吸着させる。
 - ④ 吸着させたろ紙を水で洗浄し、ドラフト内で乾燥させる。
 - ⑤ 乾燥させたろ紙をダンベル状8号形試験片(JIS規格・最小幅4mm)に切り取る。
 - ⑥ 自作の装置で強度試験を行った。
- 以上の手順で試験片を作成し、強度実験を行った。
また、比較対象として、未処理のろ紙とかにプラと同様の濃度に調整したアラビックヤマトのりを吸着させたろ紙でも強度試験を行った。



結果1

	かにプラ	キトサン膜
作成可能	アジピン酸・クエン酸・コハク酸 酢酸・マロン酸	アジピン酸・コハク酸 酢酸
失敗	安息香酸・DL-酒石酸・シュウ酸	クエン酸

- i. かにプラを作成する段階で結晶化してしまうことがあった。

安息香酸・クエン酸・コハク酸・シュウ酸・DL-酒石酸・マロン酸
→膜全体が結晶化した

アジピン酸・クエン酸
→一部が結晶化した

- ii. 実験手順①で水を200mLにすると、膜が薄くなりすぎてしまい、はがすことができなかった。

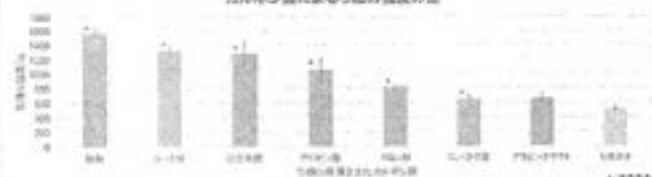
- iii. かにプラは水に可溶であるが、かにプラを炭酸ナトリウムで処理したキトサン膜は水に不溶である。

- iv. キトサン膜は膜が薄すぎた場合、形状が維持できなかった。

結果2

- i. かにプラを吸着させたろ紙の引張り強度は、未処理のろ紙に比べ約1.2～3.1倍、強化された。また、かにプラ作成に使用したカルボン酸の種類によっても有意な差がみられた。

カルボン酸によるろ紙の強度の差



- ii. 吸着率が高いほど、引張り強度が向上する傾向を確認することができた。

引張り強度試験と吸着率の相関



今後の展望1

来作成のかにプラとキトサン膜の作成を再度試み、カルボン酸ごとの性質の違い、かにプラとキトサン膜の性質の違いを生分解性及び薬品耐性を数値化し、明確にする。また、性質に応じてそれぞれの活用方法を模索する。

今後の展望2

以前、DL-酒石酸を用いてかにプラを作成した際に、常温で攪拌するよりも、攪拌時に熱を加えた場合の方がかにプラの粘度が高くなることが分かった。そこで、攪拌時の温度がろ紙の強度にどのような変化を及ぼすのかについて調べる。

参考文献

Pouria Falemarzpour, Tayebbeh Behzad and Akram Zamani (2017) Preparation of Nanocellulose Reinforced Chitosan Films, Cross-Linked by Adipic Acid

Gan et al. (2017) "Synthesis, Properties and Molecular Conformation of Peramylon Ester Derivatives". Polymer Degradation and Stability, 145, 142-149

でんぷらの作成 ～地球にやさしいプラスチックを目指して～

背景と目的

近年、生分解されずに残り続ける海洋プラスチックが大きな問題となっている。そして昨年度の研究ではキトサンとカルボン酸を用いて生物由来の樹脂を作成した。そこでキトサンと構造の似たデンプンでも同様に作成できるのではないかと、悪い、製造・処理過程で有害物質を発生させないプラスチックの作成を目標に、デンプンを用いた生物由来樹脂の作成を試みた。

研究の概要

先行研究の中で、「デンプンとキトサンとクエン酸を用いた膜(図1)」や「デンプンとセルロースを用いた膜(図2)」が作成できたというものがあつた。そこで今回の研究では一つ目の「デンプンとキトサンとクエン酸を用いた膜」の作成についてを参考にし、「デンプンとカルボン酸のみ」で膜を作成できないかを考える。

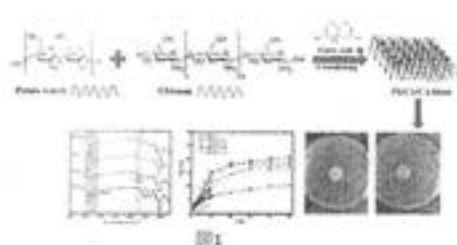


図1



図2



写真1

実験方法

- ①デンプン(片栗粉)1.62gと水162ml(どちらも10mmol)を加熱しながら70℃で30分攪拌。
- ②1にカルボン酸10mmolを加え、さらに30分攪拌。(写真1)
- ③ガラスシャーレとプラスチックに広げ、乾燥させる。

	使用したカルボン酸	使用した個体	備考
(i)	クエン酸	デンプン、キトサン	
(ii)	クエン酸	デンプン	
(iii)	酢酸	デンプン	
(iv)	酢酸	デンプン	乾燥機あり



写真2



写真3



写真4



写真5

結果

- (i)
 - ・文房通り膜ができ、剥がすことができたが、伸縮性があり、しわができてしまった。(写真2)
 - ・溶液を広げ、乾燥させた後に炭酸ナトリウムを入れ再び乾燥させるとしわのない綺麗な膜を作ることができた。
- (ii)
 - ・膜ができしたが、粘着性があり、シャーレに張り付いて膜状で剥がすことはできなかった。
 - 剥がすために1%炭酸ナトリウム水溶液を入れると剥がすことができたがしばらく置くとバリバリになった。(写真3)
- (iii)
 - ・膜ができしたが、シャーレに張り付いて膜状で剥がすことはできなかった。
 - 剥がすために1%炭酸ナトリウム水溶液を入れて乾燥させたが、粉が残っただけだった。(写真4)
- (iv)
 - ・早く乾燥させるため、乾燥機を80℃に設定して2時間乾燥。剥がすことができた。(写真5)

酢酸で作成したものは、クエン酸のものよりも薄く、表面がサラサラとしていた。

今後の展望

- ・シャーレについた膜を綺麗に剥がすことを目指す。さらに剥がすことができれば、強度実験や耐水性の実験などを行う。
- ・あらゆるパターンについて乾燥機の有無で性質の違いを調べる。

参考文献

- ・ Effect of citric acid induced crosslinking on the structure and properties of potato starch/chitosan composite films
- ・ デンプンとセルロースからなる高強度・高耐水性の海洋生分解性複合シート 宇山 浩

カゼインプラスチックの形状について

1 動機

カゼインプラスチックとは、牛乳に最も多く含まれるたんぱく質であるカゼインを主成分としたプラスチックで、自然環境下で H_2O と CO_2 に分解されるという「生分解性」を持つ、生分解性プラスチックの一種である。この性質のため、生分解性プラスチックというのは環境に優しく、環境問題が叫ばれる現代において、これから更に需要が高まると考えられている。

しかし、牛乳という身近なものから作られるプラスチックであるにも関わらず、このカゼインプラスチックは未だ使用用途が狭いという問題を抱えている。現在使われているカゼインプラスチックの製品はボタンや印鑑などであって、プラスチックの特性を考慮すると、使用例はかなり少ないように思われる。そのため広く普及しているプラスチック製品である、ビニール袋やストロー、更にはボトルなどといった形への加工が出来ないか、詳しく調べることにした。

2 研究の目的

今回の研究では、カゼインプラスチックの特性である、「生分解性を生かした製品への加工を目標とし、具体的には「ボイ捨てしても自然環境下で分解される薄膜」と「海洋中に残らず分解されるカゼイン糸」の作成を目指して、実験を行った。

3 研究の方法

(1)『従来のカゼインプラスチック』

カゼインとはリン酸化タンパク質の一種である。また、牛乳中では負の電荷を帯びたカルシウム-カゼイン-リン酸複合体としてゾルの形で存在し、中でも κ -カゼインの働きにより、カゼインミセルを形成している。

カゼインプラスチックを作成するには、酸を加えることで負の電荷が打ち消され(電荷が0に打ち消されるpHを等電点という)、溶液中でカゼイン同士の反発が無くなることで、カゼインが沈殿する。

この沈殿物を乾燥させることで水分子が抜け、強く結びつき(縮合)、軽量で高い強度と生分解性を持つカゼインプラスチックを作成することが出来る。

(2)『カゼインにおける糸への加工』

本研究で目指す「糸」とは、釣り糸のように細長く、ある程度の耐久力がある状態を指す。

A 実験①「カゼイン糸の試作」

目的 カゼインから糸を作る方法を探る。カゼイン製品の一つである「カゼイン糊(カゼインを塩基に溶かして作る天然系接着剤)」を参考にして、カゼインを塩基性水溶液中に溶かし、その後中和することで発生する溶液の粘性を利用して、カゼイン糸を形成することを考えた。

方法 1.0mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液にカゼイン(乳製、ここからは特に断りがなくとも乳製である)5.0gを溶かす。このカゼイン水溶液を加熱しつつガラス棒で攪拌し、そして10倍希釈

した酢酸を徐々に入れ溶液を中和しながらカゼインを沈殿させた。その沈殿物に含まれている水を蒸発させることで、カゼイン糸を作れるような粘り気を出させた。

結果) 加熱する中でカゼインに多少の粘り気は出たが、糸を形成できるほどの粘り気は得られなかった。沈殿物は指で触ると脆く崩れてしまった。

考察) 単純に水溶液にただのカゼインでは、糸に成形することは難しいということが分かった。

イ 追加考察1「糸の工業的製法からカゼイン糸の作り方を調べる」

ここで、糸の工業的な製法を調べ、そこからカゼイン糸の作成のヒントを得ることにした。

まず糸の工業的製法として、以下の5つが挙げられる。

(ア) 溶解紡糸: 原料を熱で溶かし、口金から押し出して繊維状にした後、冷やして固める。

(イ) 乾式紡糸: 原料を熱で気化する溶剤に溶かした状態で、金口から押し出し、溶剤を蒸発させる。

(ウ) 湿式紡糸: 原料を溶剤に溶かした状態で、凝固浴と呼ばれる溶液中で口金から押し出して化学反応させた後、溶剤を除去する。

(エ) ゲル紡糸: 柔軟な高分子を、分子が引き伸ばしやすい中間段階を経て、非常に高倍率に延伸する。

(オ) 液晶紡糸: 高分子材料の液晶状態(液体のような流動性を持ちながら分子がある規則性を持った配列している状態)を利用し、高度に分子鎖を結合させながら紡糸をする。

このうち、iiの製法は実験①に近い手法であった。それを含めて本研究では、下線を引いた3つの方法について、カゼイン糸の作成を試みた。

また、下線を引いていないiとvに関しては、カゼインの融解が難しいこと、カゼインが液晶状態をとるのかを、ネットや文献などで調べても分からなかったことから、実験を行わなかった。

ウ 実験②「糸の作成I(湿式紡糸)」

目的) 湿式紡糸による繊維の一つであり、教科書にも載っていたビスコースレーヨンの製法を参考にして、カゼイン糸を作成する。ビスコースレーヨンを選んだのは、比べたときに生分解性に優れていたり、加工に必要なヒドロキシ基を持っていたりなど、共通点があるためである。

方法) カゼインを濃水酸化ナトリウム溶液と反応させ、酸として働くヒドロキシ基を中和する。次に二硫化炭素と反応させた後、希水酸化ナトリウム溶液に溶かし、粘性の強いコロイド溶液を作成する。その後、注射器で希硫酸中に溶液を析出させ、カゼインを繊維状に再生する。

結果) ある程度強度のある糸を作ることが出来たものの、すぐに切れてしまう脆い糸であった。

考察) この方法で作成した糸では、強度が不十分であった。



(写真1) 作成したコロイド



(写真2) 湿式紡糸による糸

エ 追加考察2「糸の紡績におけるドラフト工程」

湿式紡糸が失敗した原因を探るべく紡糸工程に着目したところ、紡糸工場では糸を作る際に、ドラフト(延伸、引き伸ばし)工程を行っていることが分かった。この工程には、固まっていない太い

状態の糸を細く引き伸ばし、繊維を構成する分子の配列を整えて、糸としての強度を上げる働きがある。今回の湿式紡糸では、希硫酸中でドラフト工程が行えず、十分な強度を確保できないため、カゼイン糸を作る上では不向きな製法であると考えた。

オ 実験③「カゼインの溶解と pH の関係を調べる実験」

目的) ゲル紡糸を行うために、カゼインがもっともよく溶ける pH を調べ、“分子を引き伸ばしやすい中間段階”を探る。

方法) 1.0mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 20ml にカゼイン 10g を入れる。この溶液をガスバーナーで加熱した後、0.10mol/L 酢酸水溶液を 5.0ml ずつ入れ、目視で濁度が最も低くなる量を探す。

結果) 酢酸水溶液を 20ml 入れたとき、もっとも濁度が低かった。そしてこの溶液を冷ましたところ粘性が増し、再び過熱すると液状に戻った。この反応は加熱、冷却、を繰り返しても続いた。

考察) ゲル紡糸を行う上での最適な比率として、1.0mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 20ml あたりにカゼイン 10g と、加熱の後に 0.10mol/L 酢酸水溶液を 20ml 注げばよいことが分かった。またこの溶液は、加熱すると粘度が減少し、冷却することで段々と粘度が上昇するという性質を持つため、熱可塑性を持ったゲル状のカゼインに変化したのではないかと考えた。

カ 実験④「糸の作成Ⅱ(ゲル紡糸)」

目的) 糸の工業的製法の中でも、ゲル紡糸法を参考にしながらカゼイン糸を作成する。

方法) 実験③で調べた比率のカゼイン溶液を作成して、ガスバーナーある程度加熱し、粘り気が出たところでカゼイン溶液を細く引き伸ばした。そして、出来上がった細長いカゼインを乾燥させ、糸を作った。

結果) 実験②の湿式紡糸よりはボロボロとはせず、目標に近い、細長い糸状のカゼインにすることは出来た。しかしまだ糸としての強度は足りず、力を加えるとすぐに折れてしまった。

(写真3) 実験④作成したカゼイン糸

考察) 含まれていた水分が蒸発したことによって空間が生まれ、カゼイン同士が隙間なく結合することが出来ずに、柔軟性に乏しい糸となってしまったと考えた。

キ 追加考察3「生分解性プラスチックと可塑剤」

作成したカゼイン糸の柔軟性が足りないという問題を解決すべく、今までに開発されている様々な生分解性プラスチックについて調べた。すると、多くの企業の中で開発される生分解性プラスチックには、可塑剤を添加することで、用途に合わせた柔軟性を与えたり、加工しやすくしたりすることがあると分かった。

そこで、私たちが作成した糸にも適度に可塑剤を添加し、耐久性に優れた糸を作れると考えた。

ク 実験⑤「糸の作成Ⅲ(ゲル紡糸+可塑剤)」

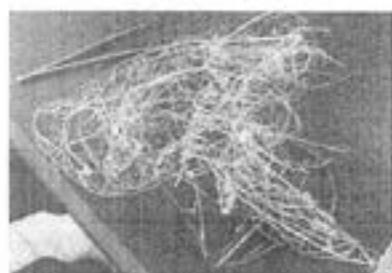
目的) 実験④の結果と、追加考察3を踏まえ、より柔軟性のある糸を作る。

方法) 実験④と同様に溶液を作り、加熱を止めた後に可塑剤のグリセリンを加え、糸を作成した。

※可塑剤であるグリセリンの少量の添加では、生分解性に影響はない。

結果) 多少の力を加えても折れにくく、千切れにくい糸となった。また、糸を完全に折り曲げても折れることはなく、元に戻るほどの柔軟性があった。

考察) 可塑剤であるグリセリンを添加し、カゼインと複合化することで、カゼイン中のポリマー鎖が隙間なく繋ぎ合わされ、強度と柔軟性を得ることが出来たと考えた。



(写真4) 実験⑤で作成したカゼイン糸

ケ 追加考察4「カゼインの熱硬化性と熱可塑性」

この研究をクラスで発表した際に、「カゼインプラスチックは熱硬化性のプラスチックであるため、糸や薄膜といった加工は不適切なのではないか」というご指摘を頂いた。ここで言う“熱硬化性”とは、「物質が加熱されることで硬化し、その後分子間に形成される『架橋結合』によって液状に戻らなくなるという性質」のことを指す。またよく対比される性質として“熱可塑性”があり、「物質が加熱されることで可塑性(固体に力を加えて変形させたとき、その力を除いても元に戻らない性質)を獲得する性質」を指している。分かりやすい例として、熱硬化性は「柔らかいビスケット生地に通す火を通すと硬いビスケットになる」こと、熱可塑性は「チョコレートを加熱すると溶ける」ことが挙げられる。研究の動機で述べたボタンや印鑑は、カゼインの熱硬化性を利用した製品であり、私たちが目指す糸や薄膜といった製品は、熱可塑性を生かしたものである。

それではカゼインは熱可塑性を示さないのかというと、そうではなく、文献(論文)によれば中性では熱硬化性のプラスチックを形成し、酸性条件下ではカゼインが加熱によりゲル化し、熱可塑性を持つプラスチックとなることが分かった。しかし実験③、④、⑤では、酸と塩基の量的関係からも、溶液は塩基性になっていることが分かる。これは実験①で参考にしたカゼイン糊と同じ状態である。そしてこの、カゼイン糊というのは、詳しく調べてみると架橋型接着剤と呼ばれる、分子間に架橋結合を形成する状態であり、熱硬化性を示すことが分かった。そのため、実験③の「熱可塑性を持ったゲル状のカゼイン」という考察は、間違っていると考えられる。実験③のカゼイン溶液が結果のような性質を示したのは、溶液中のすべての分子が架橋結合を形成していなかったためであろう。

しかし実験⑤では、糸に近い状態のカゼインの作成が可能であったことが分かり、その点も含め、カゼインへの熱可塑性の付与についての考察は今後の課題とした。

(3)『カゼインにおける薄膜状への加工』

本研究で目指す「薄膜状」とは、薄く伸縮性を持ちながら、耐久性にも優れる状態を指す。

ア 実験⑥「薄膜状のカゼインプラスチックの試作」

目的) カゼインを薄く伸縮性、耐久力を持つ薄膜状に加工を行い、考察を行う。

方法) 1.0mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液 100ml にカゼイン 5.0g を溶解した後、10 倍希釈した酢酸を徐々に入れて、pH を 4.2~4.6(等電点)に調整し、カゼインを沈殿させる。そして沈殿物を取り出して水を絞り、電子レンジ 500W で 2 分加熱をすることで、カゼインが膨張するため、それを利用して膜を作る。



結果) 3回の実験を行った結果、1, 2回目は少し焦げていて隙 (写真5) 実験⑥の2回目の実験

間の多い、脆い膜が出来た。またとても乾燥していた。
3回目では焦げがなく、多少の柔軟性を持つ膜を作ることが出来た。しかし数日放置すると乾燥したためか、触ると脆く崩れてしまった。

考察) ここでのカゼインの膜の柔軟性は、どれだけ水分が含まれているかに依存しているため、時間が経つと強度が下がってしまう。またこの実験方法では、実験ごとにある程度の調整が生じてしまうことが分かった。



(写真6) 実験⑥の3回目の実験

イ 実験⑦「薄膜状のカゼインプラスチックの作成Ⅰ」

目的) 実験③の溶液を使用し、再度薄膜状のカゼインプラスチックの作成を試みる。

方法) 1.0mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 20ml にカゼイン 10g を溶解する。十分に溶解したら、加熱を続けながら 0.10mol/L 酢酸を 20ml 加え、溶液をゾル状にする。加熱を終えた後、ホイルシートに液体を垂らしてヘラで薄く伸ばし、乾燥させた。

結果) いくつか作成した中で、1つだけ薄膜状に加工することに成功した。しかし、その他の殆どは乾燥しているために耐

久力や柔軟性に乏しく、力を加えると割れてしまった。(写真7) 実験⑦で作成した薄膜

考察) 出来上がったカゼインの厚さが、1mm ほどと薄膜にしては厚過ぎたと考えられる。ホイルシート上に薄く、均等に広げる作業が必要であり、また、場所によって濃度勾配があったため、綺麗な薄膜状に加工出来なかったと考えられる。



ウ 実験⑧「薄膜状のカゼインプラスチックの作成Ⅱ」

目的) 実験⑦の考察のような、均等に広げることや濃度勾配といった課題は、大がかりな設備がないと難しいことが分かったため、柔軟性を与える手段として、糸と同様に可塑剤を添加し、考察を行う。

方法) 実験⑦と同様の方法でカゼイン溶液を作成し、中に可塑剤としてグリセリンを添加する。

結果) かなり綺麗で大きな膜を作ることが出来た。実験⑦で出来たものと比べ、引っ張っても破れにくく、折っても割れることがない。

考察) 可塑剤を添加することで、糸と同様に柔軟性を確保した薄膜を作成することが出来た。なので、薄膜状のカゼインの作成にも可塑剤は有効であると考えた。



(写真8) 実験⑧で作成した薄膜

4 まとめ

カゼインプラスチックの加工を工夫することで、今までとは異なった形で利用することが出来た。この加工にはカゼイン粉末を塩基性の水溶液に十分溶解した溶液として利用することが不可欠であった。またこの溶液のみでは、すぐに乾燥してしまい脆く崩れやすくなるため、可塑剤を添加する必要があることも分かった。以上の方法で、カゼインを糸状と薄膜状にすることが可能となる。

5 今後の展望

(1) カゼインへの熱可塑性の付与

酸性条件下でのカゼイン系の作成方法を探り、熱可塑性を持つ系の作成をしていきたい。

(2) カゼイン系の耐久性の向上と、強度の測定

この研究である程度の強度は確保できたものの、一般的な糸に比べれば劣ってしまう。工場で行われるような「燃り」をかける工程など、糸の強度を上げる手段は多くあるため、カゼインに合った加工方法を採用したい。また、強度が具体的な数値で表せていないため、比較の上で必要だと考えた。

(3) 海洋中での分解における厳密な調査

本研究でカゼイン糸は、海に取り残されてしまうことの多い、釣り糸としての利用を想定している。そのため、海洋中でのカゼイン糸の分解を調べる必要があった。海水を採取し、目視で分解は確認したもの、実用化においては不十分である。したがってより厳密に、「日本バイオプラスチック協会」の生分解性プラスチックの基準ののち、調査を行ってきたい。

(4) 様々な可塑剤の使用

耐熱性や耐候性を付与するもの、また可塑剤自体が低揮発性のものなど様々あるため、使う可塑剤を変えることによって、幅広い用途にカゼインプラスチックを応用していきたい。

6 参考文献

(1) 創成化学工学実験 (2021年/2月/3日)

<https://www.ichinoseki.ac.jp/che-site/sosei/hei27/hei27-01.html>

(2) 牛乳からできたボタンってご存じですか? - クロップオザキの社長ブログ (2021年/2月/3日)

<http://ceo.cropozaki.com/accessories/about-button/casein-button20180712/#i-5>

(3) α -カゼイン(90-95)/83471-50-5 (2021年/2月/3日)

https://www.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty_IP_CB3189234.html

(4) 熱可塑性樹脂と熱硬化性樹脂とは? 湯本電機株式会社 (2021年/3月/13日)

<https://www.yumoto.jp/material-onepoint/thermoplastic-thermosetting>

(5) (論文) 「酸性条件下におけるカゼインの熱挙動特性-J-Stage」 著者: 中野智木 (2021年/3月/13日)

https://www.jstage.jst.go.jp/article/milk/67/3/67_186/_article/-char/ja

(6) 紡糸 日本化学繊維協会(化繊協会) (2021年/3月/13日)

https://www.jcfa.gr.jp/about_kasen/knowledge/word/04.html

(7) でん粉由来のバイオプラスチック 農畜産業振興機構 (2021年/3月/13日)

https://www.alic.go.jp/joho-d/joho08_000076.html

(8) プラスチックのお話 (2021年/3月/13日)

http://www.orientblack.com/jushi/jushi_1.html

コロイド凝集現象を利用したマイクロプラスチックの分離

アブストラクト

水中に分散したプラスチック微粒子を取り除く方法を開発することを目的として、コロイド凝集現象を利用した除去実験を行った。得られた水にレーザー光を当て、処理前の水と光路の目視比較を行ったところ、処理後の水質が改善されていることが確認された。

1. 研究目的

近年、海洋プラスチックが環境問題として取り上げられている。プラスチックは残留性があることから海洋生態系への影響が懸念される。例えば、魚がそのプラスチック微粒子を取り込むことにより、生物濃縮等により最終的に私たちの食生活に直接悪影響を与えるリスクがある。

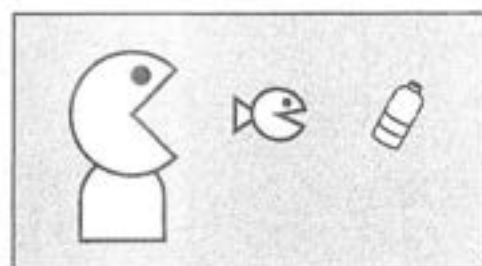


図1 海洋プラスチックごみの影響

私たちが住む周南市は、工業、漁業ともに海の資源を活用し、海とともに発展している国内有数の都市である。周南市が面している瀬戸内海は、周囲を陸に囲まれた閉鎖性海域のため、他の海域よりもゴミがたまりやすい特徴がある。私たちは、その周南市にある徳山高校の生徒として、SDGsの14番目である「海の豊かさを守ろう」を実践し、地域に貢献したいと考え、この研究に取り組むこととした。

以上の背景を踏まえ、水中に分散したマイクロプラスチック微粒子を取り除く手法を開発することを目的とする。なお、マイクロプラスチックの定義は、「直径5mm以下のプラスチック」であるが、今

回の研究では、ろ過等で取り除けない、目に見えない大きさのプラスチックを取り除くことを目的とする。なお、本研究では、開発手法の実用展開を考慮した部分についても一部触れる。

2. 研究方針

この研究では、界面活性剤が油性の物質を中心としたコロイドを形成するという性質を利用する。

まず、水中に分散しているマイクロプラスチックに対し、界面活性剤を添加することで、マイクロプラスチックを中心とする親水コロイドを形成させる。親水コロイドは表面に電気二重層を作り、電荷の反発により凝集することなく安定な分散状態を保つ。

その後、そのコロイド分散液に電解質である塩化ナトリウムを添加することにより、塩析作用を利用し、親水コロイドを凝集させ、マイクロプラスチックを水中から凝集物として分離する。

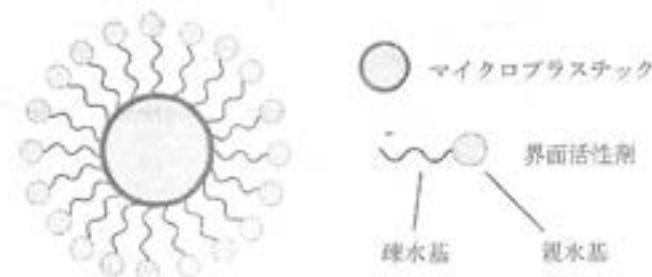


図2 コロイドイメージ

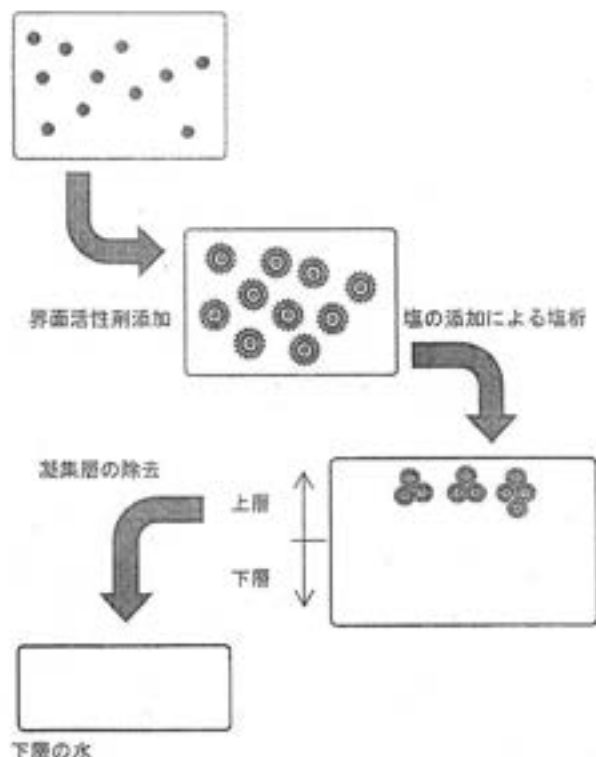


図3 分離の考え方

本研究では、マイクロプラスチックの原料として、一般的な樹脂である塩化ビニルを使用した。微粒子化の方法は、塩化ビニルの棒を紙やすりで削り、マイクロサイズとする。界面活性剤としては、石鹸もしくは液体洗剤の水溶液を用いて、マイクロプラスチックを中心とした親水コロイドを形成させる。本報告では、コロイドの形成状況、および石鹸と液体洗剤を用いた凝集状態作製の可否、およびその凝集状況の違いについて確認する。

また、凝集層の除去の方法として、半透膜を用いた分離の基礎検討を行い、実用化に向けた方向性について確認する。

3. 実験

(1) マイクロプラスチックの可視化(石鹸)

- ①塩化ビニルを目に見えないほどのマイクロサイズにするため、白色の塩化ビニルの棒を1000メッシュの紙やすりで削った。
- ②①で削って作製した白色粉末を水に分散させた。

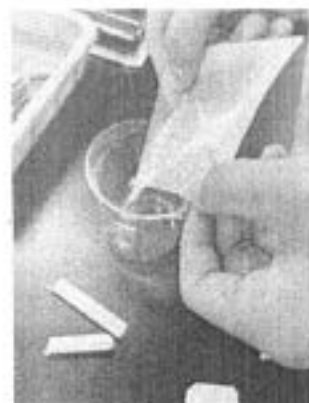


図4 PVCを入れる様子

- ③分散液の中で目に見える粗大な粒子を吸引ろ過して除去した。



図5 吸引ろ過の様子

- ④石鹸を③の分散液に添加、かくはんし、溶液中に溶かした。マイクロプラスチックを内包する石鹸コロイドを形成した。

- ⑤④の分散液に塩化ナトリウム35gを添加した。電解質による凝集現象を利用して、石鹸コロイドを液中で上層下層に分離した。

(2) マイクロプラスチックの可視化(液体洗剤)

- ①(1)③の後、洗剤を③に添加し、マイクロプラスチックを内包する液体洗剤コロイドを形成した。
- ②(1)同様、塩化ナトリウムによる凝集現象を利用して、液体洗剤コロイドを液中で上層下層に分離した。

(3) マイクロプラスチックの分離

- (1)、(2)で集めた親水コロイドを、半透膜を用いて分離し、下層の澄んだ水を得る。

(4) 分析方法

得られた分散液と凝集させた後の透明水層部の液で、目視によるレーザー光路鮮明度の確認を行い、マイクロプラスチックの除去状況を確認した。

4. 結果

(1) コロイドの調整

吸引ろ過した塩化ビニル樹脂コロイド水分散液は、吸引ろ過によって、粗大粒子がない状態を作ることができた。その後、レーザー光を当てた際に光路が明確に確認できたことから、コロイド水分散液を形成できていることがわかった。

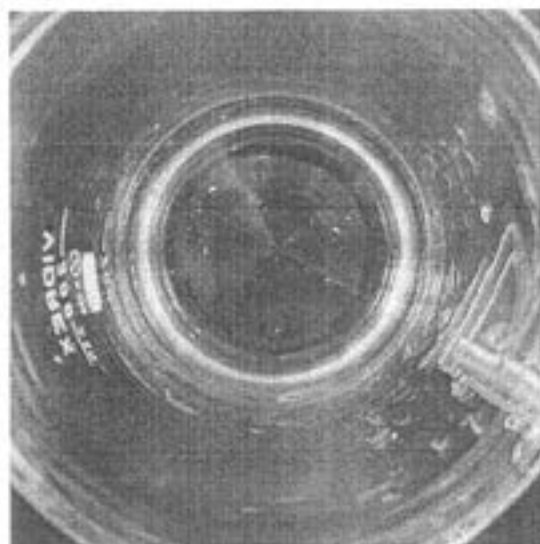


図6 レーザー光の鮮明度

(2) コロイド粒子の分離

① 石鹼を用いた場合

界面活性剤として石鹼を用いた場合、石鹼溶解後、白色の懸濁液が形成された。この懸濁液に塩化ナトリウムを添加したところ、コロイド粒子が上層に凝集し、下層の水層は透明となった。塩化ナトリウムの添加による塩析が行われたため、分離ができたと考える。



図7 塩析、凝集の様子

その後、下層の透明水層で、レーザー光による光路の鮮明度を確認した。未処理のコロイド水分散液と光路の鮮明度の比較を行ったところ、分離後の水層の方が光路の鮮明度が低下していた。この差が見られたことから、マイクロプラスチック粒子を含む親水コロイドが水層から除去されたと考える。



図8 コロイド溶液のチンダル現象の様子

以上より、目視比較確認の結果、光路がほとんど見えなかったのは、マイクロプラスチックの親水コロイドが、塩析により上層に凝集したためと考える。

② 液体洗剤を用いた場合

次に、界面活性剤として液体洗剤を用いた場合、理論上は、液体洗剤添加後、白色の懸濁液が形成されるはずだが、液体洗剤 5.0g を入れても、塩析は、見られなかった。

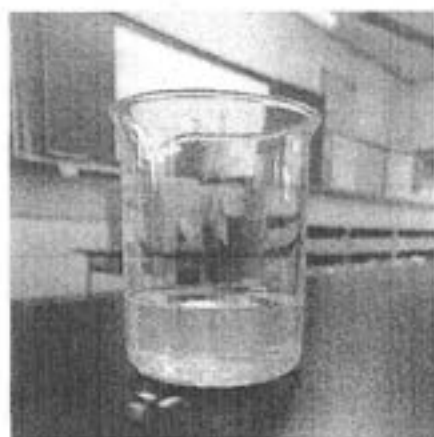


図9 PVCを含む洗剤溶液

(3) マイクロプラスチックの分離

半透膜を用いて、分離を試みたが、数日間で、一滴程度しか水が集まらず、その他の容器に移し替えて、他の分析をすることは、時間の都合上できなかった。



図10 溶液を半透膜に通したときの様子

5. 考察

本研究では、界面活性剤として、石鹸と液体洗剤を用いてマイクロプラスチックの水分散液からのマイクロプラスチック分離検討を行った。(実験として、)ともに界面活性剤である石鹸と液体洗剤を用い、凝集可否、および凝集状況の違いについて確認した結果、石鹸が、水100gに対して、1gで凝集反応が起こったのに対し、液体洗剤は、5gを加えても、反応が起こらなかった。液体洗剤については、今後も、加える量を増加させ、経過を観察するとともに、なぜ、石鹸と同じようにできないのかを成分の面からも研究していきたい。分離後の水層のレー

ザー光路目視比較、上記凝集操作により、コロイド粒子を含む上層と清浄化された下層の水に分離されることがわかった。

今後の展望であるが、液体洗剤でも反応がでると、石鹸との比較で、凝集に関係する物質、関係しない物質が分かり、半透膜で、十分な量の水が集まると、吸光光度計などで、より精密なデータが取れると考える。

また、今回、添加量の最適化等は、まだ検討不十分のため、本報告での精度に留まるが、今後、実験量を増やして、より効率的に分離ができる条件などを探索したいと考える。

6. まとめ

今回、水中に分散したプラスチック微粒子を取り除く方法として、コロイド凝集現象を利用した除去実験について検討を行った。得られた水にレーザー光を当て、処理前の水と光路の目視比較を行ったところ、処理後の水質が改善されていることが確認できた。

8. 参考文献

- ・マイクロプラスチックによる水環境汚染の生態・健康影響研究の必要性とプラスチックのガバナンス
<https://www.sci.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-24-t288-1.pdf>
- ・マイクロプラスチック汚染研究の現状と課題
https://www.istage.ist.go.jp/article/jswe/44/2/44_35/pdf

尿素の質量 [g]					
尿素水溶液の質量モル濃度 m_1 [mol/kg]					
尿素水溶液の凝固点 T_m [°C]					
尿素水溶液の凝固点降下度 ΔT_m [K]					
グルコースの質量 [g]					
グルコース水溶液の質量モル濃度 m_2 [mol/kg]					
グルコース水溶液の凝固点 T_m [°C]					
グルコース水溶液の凝固点降下度 ΔT_m [K]					

③ 凝固点降下度を求め、各班の結果を上表にまとめる。

④ 表の結果から、質量モル濃度と凝固点降下度の関係を右のグラフに描く。



5 考察 ① 凝固点降下度と質量モル濃度には、どのような関係があるといえるか。

② 凝固点降下度と溶質の種類には、どのような関係があるといえるか。

ケミカル | 探究問題 1 凝固点降下度と水溶液の質量モル濃度の関係 実験の結果・考察編

10 上の実験から、次表の結果が得られた。下表を完成させて、それぞれの水溶液の凝固点降下度と質量モル濃度との関係をグラフで表せ。水の凝固点 = 0.0°C

尿素の質量 [g]	0.30	0.45	0.55	0.72	0.90
尿素水溶液の質量モル濃度 m_1 [mol/kg]					
尿素水溶液の凝固点 T_m [°C]	-0.9	-1.4	-1.7	-2.2	-2.8
尿素水溶液の凝固点降下度 ΔT_m [K]					
グルコースの質量 [g]	0.90	1.20	1.80	2.40	2.70
グルコース水溶液の質量モル濃度 m_2 [mol/kg]					
グルコース水溶液の凝固点 T_m [°C]	-0.9	-1.2	-1.8	-2.4	-2.7
グルコース水溶液の凝固点降下度 ΔT_m [K]					

考察 ① 凝固点降下度と質量モル濃度には、どのような関係があるだろうか。

② それぞれの水溶液で、凝固点降下度/質量モル濃度の比を求めよ。また、この比の値は何を表しているか。この値は溶質の種類と関係があるだろうか。

東大五目並べと東大抜か並べ

はじめに

昨年、豊中高校課題研究数学のチームは新しいゲームである東大五目並べを作った。これは東大後期入試問題にヒントを得て作られたゲームなので、「東大五目並べ」という名である。1998年のこの問題はその難しさから「伝説の難問」と言われている。去年作られたこのゲームについて必勝法を見つけやすいようにルールを多少変更し、まず簡易なルールにしたものを「東大抜か並べ」と名付けた。「この東大抜か並べ」の必勝法を調べてきた。

調査手法

簡易的にしたルールは以下の通りである。

ゲームは二人で行う対戦型であり、白と黒の正方形のコマをオセロと同じ配置で置き、始める。

おいてあるコマに隣接するように交互にコマを置き、おいたコマに隣接したコマ（斜めは含まれない）をすべて反転させ、色を変える。自分の色を縦、横、斜め揃えると勝利となる。

対戦を数多く行い、そのことによって勝ちパターン＜負けパターンを発見するつもりで対戦を重ねたが、明解なパターン発見には至らなかった。ゲーム数を増やすために数学2班にプログラム作成を依頼し、完成してもらった。

結果

先手後手どちらが有利なのかは126回の実践により示すことができた。後手が有利だとわかった。しかし必勝法の存在は理論上証明されているが具体的な内容はわからなかった。四目並べならば後手必勝だとわかったが、五目並べにすると急に複雑性が増すことがわかった。

考察

このゲームは完全情報ゲームに分類される。したがって、理論上は完全な先読みが可能であり、双方のプレイヤーが最善手をプレイし続ければ、必ず先手必勝か後手必勝かが決まるということは調べてわかったが、本ゲーム程度の複雑さであっても結論を出すことは困難だった。さらに今後、このゲームの必勝法の内容、そのアルゴリズム、必勝法の運用方法を解明するチームが現れることを望む。

東大五目並べのプログラミング

キーワード 五目並べ ChatGPT シミュレーション

Last year, the Toyonaka High School Problem Research Mathematics Team created a new game, Todai Gomoku Narabe. The rules of this game, which was made last year, have been slightly changed to make it easier to find the winning strategy, and the simplified version is named "Todai Nuka Narabe". We implemented it on a PC and tried to find the winning strategy using AI and computers.

はじめに

昨年、豊中高校課題研究数学のチームは新しいゲームである¹⁾ 東大五目並べを作った。²⁾ これは東大の入試問題にヒントを得て作られたゲームなので、「東大五目並べ」という名である。1998年のこの問題は、その難しさから「伝説の難問」と言われている。去年作られたこのゲームについて必勝法を見つけやすいようにルールを多少変更し、まず簡易なルールにしたものを「東大抜か並べ」と名付けた。「この東大抜か並べ」の必勝法を探す。

僕たちの班は、このゲームの数理（必勝法）を調べる準備としてゲームをPC上に実装することにした。

調査手法

簡易的にしたルールの説明は以下の通りである。

このゲームは二人で行う対戦型であり、白と黒の正方形のコマをオセロと同じ配置で置き、始める。おいてあるコマに隣接するように交互にコマを置き、おいたコマに隣接したコマ（斜めは含まれない）をすべて反転させ、色を変える。自分の色を縦、横、斜め揃えると勝利となる。

詰みが起こったら戻してお互いの完璧な手を模索していき、見つからなければ先手必勝、後手必勝が存在するのかを確かめる。この班は、詰みの形を記録したり、ai同士で対戦させたり、多くの人にやってもらうためにプログラミングによってシミュレーションゲームを作り、理論班の手助けになるような研究をした。

プログラミングは、ChatGPTを活用し、プログラミング言語はhtml,css,javascriptを使用した。東大五目並べはオセロや五目並べと似ているゲームなので、その作り方を参考にして作った。まず基盤となるマスを作成し、そこから「縦、横、斜め揃えると勝利」や「隣り合った色を反転させる」や「縦横斜めが揃ったら勝利」などルールを一つ一つChatGPTに命令した。また、一手戻るボタンなどの機能もつけて、記録を取りやすくした。

完成したゲームは、課題研究のクラスルームにあげているので、誰でもプレイすることができる。

結果

ChatGPTは無料のものを使用したので、一つのルールを変えるとバグを起こしたりしてかなり苦戦した。プログラミングを作ったことにより、多くの人にプレイしてもらい、詰みの手などたくさん記録することができ、理論班の研究に役立てることができた。

考察

最善手だけを考え局面数を減らした上でコンピューターを用いることによって弱解決(プレイヤーが対戦を行う形式で、かつ取れる選択肢が限られているゲームにおいて、双方が最初から最後まで最善手を打ち続けた場合における勝敗が解明すること)するのではないかな。

参考文献

- ・1)1998年東京大学後期数学第3問
- ・2)「東大五目並べ 入試問題から生まれた新しいゲーム」(豊高76期研究)
- ・3)向井滉吾「予備校の一番長い日」(小学館文庫2022)

研究計画書

数2

基本情報

年組番 (4桁)		氏名	
2年次 文理選択	理系	希望分野	数学

研究の概略

研究テーマのタイトル	将棋の最適化
研究テーマのキーワード (3つ)	ボードゲーム 確率 最低
研究によって解明したい問い (調査課題)	将棋はどこまで駒と盤を削ってできるのか。駒の組み合わせを変えた時ゲームは成立するのか。盤の形は勝敗にどう影響するのか。
その問いの答を導くための研究手法	手順①通常の配列のまま将棋盤を一回りずつ小さくしていく。(8×8,7×7,6×6...)駒は玉を最優先として構成する。 手順②手順①と同じく盤を小さくしていくが、同時に駒の組み合わせ、数も変化させる。 手順③盤を左右対称で別の形にする。駒の組み合わせ、数は正常時と同じ。 ゲーム不成立の条件は先手か後手かで勝敗が確定する、必勝法ができた時とする。どの駒を無くしたらゲームが不成立になりやすいのかの数字を出す。 必要なもの:将棋の駒

調査課題に至るまでの背景

最初の文献のサマリー	オセロを三人でも遊べるようにするには、マスの形を正六角形にし、石を点対称におく必要がある。小さい盤では一人に必勝法があるため成立しないが、大きい盤においては勝率の差が小さいため必勝法はないと考えられる。しかし、二人が協力すると早い段階でもう一人が石を置けなくなる。
文献の出典	chrome-extension://efaidnbmnnnnibpcajpgoclefindmkaj/https://meiwa-h.aichi-c.ed.jp/ssh/R1_kadaitankyuu10sen.pdf
そこから考えた三つの問い	①通常のオセロに必勝法はあるのか。 ②ほかのボードゲームのプレイ人数も変えられるのか。 ③通常のオセロで盤の大きさを変えたらどうなるのか。
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	②四人将棋では四人が向かい合ってプレイする。ゲームの目的は相手の玉を詰ませることで、最初に手を出す人を基準に時計回りに順番に指していく。誰かに王手がかかった場合は、その王手がかかった人まで手番が飛ぶ。二人の玉が詰められたところでゲームを終了し各プレイヤーの順位を決定する。評価値は各プレイヤーの持っている駒の数、種類によって決定する。(玉:500,歩:5,銀:25,金:50,飛車:100,と金:60,なり銀:55,腕:150)4試合中一回だけ一人が詰んだ後すぐにもう一人が詰められたが、それ以外の試合は問題なく最後まで行われた。
文献の出典	https://ipsj.ixsq.nii.ac.jp/ej/?action=repository_action_common_download&item_id=58602&item_no=1&attribute_id=1&file_no=1
そこから考えた三つの問い	①枝刈りの応用法 ②試合数を増やすと結果はかわるのか ③
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	局面をノード、そこから候補手により遷移可能な局面を子ノードとしてゲーム木を作成し、ゲームの将来の展開を木構造で表現することで、もっとも有望な局面を生成する候補手を最良手として選択する一般的なゲーム木探索という方法を、デジタルカーリングに応用する。結果、探索の深さがあるほど全体の勝率が高く、探索時間の削減と適切な候補手の探索が両立できていることがわかった。
文献の出典	https://ipsj.ixsq.nii.ac.jp/ej/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=145307&item_no=1&page_id=13&block_id=8
そこから考えた三つの問い	① ②

研究計画書

数3

基本情報

年組番 (4桁)		氏名	
2年次 文理選択	理系	希望分野	数学

研究の概略

研究テーマのタイトル	魔方陣の性質
研究テーマのキーワード (3つ)	完全魔方陣、〇次魔方陣、シフト変換、魔方陣
研究によって解明したい問い (調査課題)	4次完全魔方陣以外でも同様の性質が成り立つのか、また、どの魔方陣 (完全魔方陣以外) にも当てはまる普遍的な定理は存在するのか。 このような性質や条件を持つ魔方陣を正方形だけではなく、何か別の図形に置き換えることは可能であるのか
その問いの答えを導くための研究手法	参考文献で調べきれない魔方陣の性質や条件を書き出して整理する。はじめのうちは5次完全魔方陣の配置例を眺め、直感的に感じた性質を書き出し、しらみつぶしでその仮説が正しいかを調べる。正しそうであれば、数を文字に置き換えるなどして、本格的に証明を始める。加えて5次で出てきた性質と4次の性質を比較して、全ての次数に当てはまるだろう性質を仮説し、さらに証明を進める。

調査課題に至るまでの背景

最初の文献のサマリー	N×Nの正方形のマスに1からN ² までの数字を過不足なく用いられていて各行、各列、対角線の数字の和が定和に等しくなるものを魔方陣という。N次魔方陣とは一辺がNマスある正方形の魔方陣を表しており、魔方陣の条件を満たす型の総数は、3次魔方陣が1種類、4次魔方陣が880種類、5次魔方陣が275,305,224種類あると知られており、6次以上の魔方陣では正確な数が算出できないほど膨大な種類の数が存在する
文献の出典	https://www.daido-it.ac.jp/~oishi/TH5/ms.html
そこから考えた三つの問い	①4次魔方陣以降、膨大な種類が確認されているが、その中でもさらに希少な魔方陣は存在するのか ②魔方陣のマスに当てはまる数字に規則性はあるのか ③正方形以外の形で魔方陣を作ることができるのか
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	①縦・横・斜めだけでなく「対角線に平行な斜めの数の和もすべて一致する」完全魔方陣 (または汎魔方陣) と呼ばれる魔方陣が存在する。左右の辺を重ねて筒状にしたときに現れる対角線上にある数の和がすべて等しくなると考えるとわかりやすい。4次の完全魔方陣は880個中48個、5次の完全魔方陣は275,305,224個中3600個存在する。ただし、6次の完全魔方陣は存在しない。
文献の出典	http://www.rimath.saitama-u.ac.jp/lab.jp/Isakurai/MagicSquare/PanMagic.pdf
そこから考えた三つの問い	①完全魔方陣の個数を算出する方法はあるのか ②完全魔方陣に特殊な性質は存在するのか ③より高い次数の魔方陣にも完全魔方陣は存在するのか、また完全魔方陣が存在しない次数に規則性はあるのか
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	②N次完全魔方陣においては、「最下行を最上行の上側に移動させても」、「最右列を最左列の左側に移動させても」、常にN次完全魔方陣が得られる。(シフト変換) これをもとに考えると、四次魔方陣内にあるどの3×3の正方形の四隅の数の和は34となることや、その四隅の対角の2数の和はいずれも17になることが証明される。
文献の出典	https://nwuss.nara-wu.ac.jp/media/sites/11/ssh2017.pdf (p1~6引用)
そこから考えた三つの問い	①5次や6次といった高い次数の完全魔方陣についても同様の性質がいえるか ②今回出てきた性質以外にも特別な性質があるのか ③どの魔方陣にも当てはまる普遍的な定理は存在するのか (定義とは元々定められた条件で、定理とは定義から導き出される性質である)

研究計画書

数4

基本情報

年組番 (4桁)		氏名	
2年次 文理選択	理系	希望分野	数学

研究の概略

研究テーマのタイトル	3人制のゲームでの順位パターンを効率的に調べる方法。
研究テーマのキーワード (3つ)	効率化 枝刈り トランスポジション
研究によって解明したい問い (調査課題)	どのような方法で順位を確定するパターンを効率的に調べることができるのか
その問いの答を導くための研究手法	石取りゲームの条件を変えたものを用いて順位パターンを割り出す

調査課題に至るまでの背景

最初の文献のサマリー	石取りゲームの数理と数学教育
文献の出典	https://doi.org/10.14949/konpyutariyoukyouiku.31.22
そこから考えた三つの問い	①勝形と負形の導き出し方とは ②石取りゲーム以外ではどのようなことが重要になってくるのか ③他のゲームでもフィボナッチ数列は関係しているのか
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	有限完全情報ゲームでは勝敗の一手前計算が重要視されていた
文献の出典	http://kitir.kanazawa-it.ac.jp/infolib/cont/01/G00000002repository/000/000/0000000245.pdf
そこから考えた三つの問い	①3人制のゲームでは必勝法はあるのか ②規模が大きくなったときにどのように必勝法を導き出すのか ③未解決問題ではこのような考え方は使えないのか、使えないのならなぜなのか。
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	3人制の大富豪を簡略化したゲームでは必勝法は見つけれないが順位のパターンを調べることができる
文献の出典	https://ipsj.ixsq.nii.ac.jp/ej/?action=repository_uri&item_id=97521&file_id=1&file_no=1
そこから考えた三つの問い	①他のゲームでは必勝法が導き出せるのか ②全てのパターンを調べる方法出ないと順位のパターンを調べることはできないのか ③より効率的に調べる方法はないのか

生物分野のテーマを選択する際の注意事項

①選択条件について

生物分野を選択する場合、実験生物（動物・植物・菌類・原生生物・原核生物）を継続的に世話・管理することを履修条件とします。チームのメンバーと相談し、毎日世話ができるように予定を調整してください。飼育生物は世話をしないと死ぬので、自分の都合より生物を優先する覚悟を持つこと。

長期休暇には当番を決めて誰かが持って帰る、長期休暇までに収穫や測定を終えるなど、飼育計画をしっかりと立ててください。

②活動時期について

多くの生物は春から夏に活発になり、秋の終わり以降はみられなくなります。そのため、4月に実験計画を立て、早急に実験生物を確保し、秋までにはデータを測定し終える必要があります。冬は追加実験ができないため、データの分析や議論に時間をかけられます。これらの点が、他分野との大きな違いです。以上を踏まえて、生物のテーマを選択してください。

③補足

(1) 現在飼育している実験生物（すぐに実験を始められます）

動物：プラナリア、ミドリムシ

植物：ベンケイソウ

(2) 入手が容易な生物

ハツカダイコン：安定して種を入手可能。成長が早く、場所も取らない。

ダイズ、アズキ：安定して種を入手可能。

発芽直後から茎が太いため、芽生えの成長実験に向く。

酵母菌：ドライイーストとして安定して入手可能。

生物①

プラナリアの学習，環境など

プラナリアの再生と記憶

キーワード：プラナリア 再生 記憶

Planaria are known to be organisms that regenerate a new body from the severed surface of a mutilated body. The purpose of this study is to investigate the effect of the amputation of the body of a planarian. The purpose of this study is to investigate the retention of memory in planaria depending on the location of amputation. The experiments suggest that memory is retained in the caged nervous system of planaria.

はじめに

Tal Shomrat、Michael levin (2013) らは、プラナリアは脳以外に記憶を持つ組織があるため、その個体を切っても元の個体の習性を保持したまま分裂するということを述べている¹⁾。高津高校 (2021) によると、負の光走性にしがたって暗い方へ移動すると電流が流れるということを学習させたプラナリアの、切断後の頭部、尾部ともに切断前の記憶を継承することがわかった²⁾。しかし、富士高校によると、玉ねぎの匂い、電気刺激に対する学習および記憶は上半身で行われている³⁾。これらの研究から、切断後のプラナリアの記憶の継承は、切断場所に関係があると考えられる。プラナリアの切断場所によって記憶の保持率を調べることはできないだろうか。

本研究では、再生後のプラナリアで記憶を保持している個体の数を調べた。切断場所によって記憶をより保持できる要因の予測が可能となり、記憶の仕組みの解明に役立てることにつながるものと考えられる。

調査手法

先述の通り、本研究では、プラナリアの切断場所による記憶の保持率を調べることを目的としている。実験対象として、ナミウズムシ *Dugesia japonica* (以下、プラナリア) をとり上げた。ウズムシ綱ウズムシ目プラナリア科に属する体長20~35mm程の扁形動物であり、水のきれいな水域の河川や池沼の底石に付着して時期に限らず一年中生活している。生物の中でも再生能力が極めて高い。また、比較的安価で入手しやすく、適切な温度を保てば飼育が容易い。

プラナリアを学習させるグループと学習させないグループ(それぞれ21匹ずつ)の2グループに分け、どちらも2週間餌を与えた。学習させるグループには、シャーレの半分に赤い光を当て、そこに餌をおいた。これは、プラナリアには負の走行性(光を嫌う習性)があるため、その習性を克服させ、赤い光のところに餌があると学習させるためである。また、どちらのグループも1週間後に頭部、腹部、尾部に分けて切断し、切断後に学習の記憶が残っているのかを確認するため、どちらのグループも3分間と5分間に分けてシャーレ半分に赤い光を当て、光の方に21匹中何匹が集まるのかデータを取った。その後、部位ごとやグループごとに記憶の保持率が変化するのかを検証した。

結果

上記の実験を3回実施して得られた結果を表1に示す。

表1-a 照射時間3分の実験

	学習させたグループ			学習させないグループ		
切断部位	1回目	2回目	3回目	1回目	2回目	3回目
頭部	4	9	5	5	4	2
腹部	12	14	15	2	3	7
尾部	13	13	11	3	6	4

表1-b 照射時間5分の実験

	学習させたグループ			学習させないグループ		
切断部位	1回目	2回目	3回目	1回目	2回目	3回目
頭部	7	10	4	2	4	3
腹部	13	14	16	3	3	9
尾部	13	14	12	1	5	5

前ページの表1から、3分後、5分後ともに頭部は腹部・尾部に比べて、個体数が少なかったことが分かった。

また、得られたデータから学習有りの個体の平均値を時間別で求めた。小数点第3位を四捨五入し小数点第2位まで求めた。

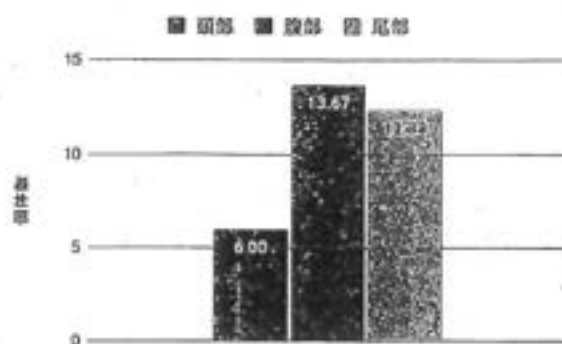


図2-a 学習有り(3分)の平均値

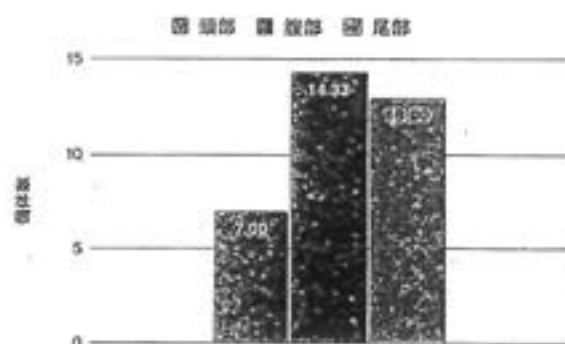


図2-b 学習有り(5分)の平均値

図2から、頭部は、腹部・尾部に比べて、3分後、5分後ともに平均値は小さくなったことが分かった。

考察

今回、再生後のプラナリアの記憶の保持は、腹部と尾部でよく確認でき、頭部では他2部位ほど確認できなかった。ここで、頭部には未分化な幹細胞が少ないこと⁴⁾から未分化な幹細胞が記憶の保持に関わっている可能性が高いと考えられる。今後は、プラナリアの未分化な幹細胞と記憶の関係性について実験を進める必要がある。

まとめ

プラナリアにおける記憶をより保持できる要因をプラナリアの持つ負の走行性を学習により克服させ、その学習が記憶として保持されているか調べた。記憶の仕組みの解明に役立てることを目的として、プラナリアの切断場所における記憶の保持を調べる実験を行った。プラナリアの未分化な幹細胞が記憶の保持に関わっている可能性が高いと考えられる。今後は、プラナリアの未分化な幹細胞と記憶の関係性についての調査が必要である。

参考文献

1) Tal Shomrat, Michael levin 「An automated training paradigm reveals long-term memory in planarians and its persistence through head regeneration」

<<https://journals.biologists.com/jeb/article/216/20/3799/11714/An-automated-training-paradigm-reveals-long-term>> (2023/5/27アクセス)

2) 大阪府立高津高校「プラナリアの記憶の行方」

<<https://kozu-osaka.jp/cms/wp-content/uploads/2021/11/7680877d2414d24c0da17f35e99b8f4b.pdf>> (2023/5/27アクセス)

3) 静岡県立富士高校「プラナリアの学習と記憶の持続性」

<<https://gakusyu.shizuoka-c.ed.jp/science/sonota/ronbunshu/h25/133162.pdf>> (2023/5/27アクセス)

4) 佐藤勇輝「プラナリアから解き明かす幹細胞の性質」

<<https://www.brh.co.jp/salon/blog/diary/detail/438>>

鈴木範男 (2009) 「身近な動物を使った実験 2」 三共出版

プラナリアの再生と水の環境

生①

キーワード：#プラナリア #幹細胞 #水の状態

はじめに

全身に幹細胞を持ち、驚異的な再生能力を誇るプラナリアは現代の再生医療界で注目され始めている。そこで、プラナリアの再生について調査・研究するために外界である水の状態が大きく関係していると考えた。プラナリアの再生は外界である水の状態によってどのような変化や関係性があるのだろうか。この問いの答えは、水の状態でも特に水分量・温度・pH濃度によって再生時間は通常のときよりも早くなると考えた。

研究計画

研究方法：切断したプラナリアを温度、pH濃度の異なる3つの水槽に入れ、通常時のプラナリアとそれぞれの水槽内のものとの再生時間を比べる。此の時、温度はそれぞれ20℃、15℃、10℃とし、pH濃度は9,7,5とする。

妥当性：3つの水槽内で同時に実験を行うことで、効率よく実験を進められるため。

想定される考察：再生時間が水の状態によって変化し、最も再生が早いpH濃度と温度を組み合わせたものが通常時より早く再生すれば、仮説が真であると証明できる。

参考文献

https://saiseiiryō.jp/skip_archive/knowledge/basic/planaria/ "全身に幹細胞を持つプラナリア"/再生医療ポータル

https://ti-blg-02.com/puranaria_saisei/ "プラナリアの再生時間は？なぜ再生するの？"/ナチュラルスマイル/2021.06.19

自然由来成分による保湿と抗菌

植物由来成分の保湿効果と抗菌作用

Today, products using plant-derived ingredients attract people's attention. In this study, we conducted experiments to determine the moisturizing and antibacterial effects of plant-derived ingredients. The results show that the plant-derived ingredients certainly have moisturizing and antibacterial effects.

キーワード：植物由来成分、保湿効果、抗菌作用、持続可能な原材料、サステナブル

はじめに

私達の身の回りには自然に存在する天然成分と化学的な方法で合成された合成成分が存在する。近年、合成成分の一つである石油系成分を利用する化粧品が多く普及しているが、石油の枯渇や廃棄処理における環境汚染などを引き起こす原因の一つとして問題視されている¹⁾。また、高井・長井ら(2022)は、現代は持続可能な原材料や方法を用いて製造されるサステナブルな化粧品が求められていると述べている²⁾。本研究では、植物由来成分に保湿効果や抗菌作用があることを明らかにし、それらの成分を組み合わせることで地球環境に配慮した保湿と抗菌の両方の作用を期待できる化粧品への活用を目的とする。

調査手法

先述の通り、本研究では、植物成分のもつ保湿効果と抗菌作用について調べることを目的とする。

保湿効果の予備実験1-①では、保湿効果の高い成分を特定するために油の種類による成分の違いに着目し、オレイン酸を多く含むオリーブオイルと菜種油、リノレン酸を多く含むホホバオイル、リノール酸を多く含む大豆油を調べる対象として用いた。

抗菌作用の予備実験2-①では、抗菌作用をもつとされているメントールとタンニンに注目した。メントールを含むハッカ水とタンニンを含む緑茶葉の抽出液に、比較するための市販のジェル消毒液と液体消毒液を加えた4種類を対象にして実験を行った。緑茶抽出液は100ml、80℃の水に1gの市販の緑茶葉を入れ、攪拌しながら30分以上抽出したものである。実験に用いたジェル消毒液のエタノール濃度は約58%、液体消毒液のエタノール濃度は約80%だった。また、緑茶葉の抽出液は、緑茶葉に熱湯を注いで80℃以上で30分間攪拌して得た。ハッカ水はメントールを含んだ市販の薬用化粧品を使用した。

また、実験1-②、2-②では、各油とハッカ水を1:1の割合で組み合わせた液(以下液体aと呼ぶ)の保湿効果と抗菌作用について調べることを目的に実験を行った。

実験1-①：水を入れたビーカーにキムワイプを被せ、輪ゴムでとめた。キムワイプの上に菜種油、大豆油、ホホバオイル、オリーブオイルをそれぞれ0.2ml滴下し、コンラージ棒で塗り広げた。また、対照実験のため、キムワイプに何も塗らないものも用意した。これら5種類のビーカーを2セット準備して37℃設定の恒温器で3日間静置し、ビーカー全体の重さを測ることで水の減少量を測定した。また、それぞれの油を2種類ずつ1:1の割合で混ぜたものでも同様の実験を行った。

実験1-②：液体aを、実験1-①と同様にしてキムワイプに0.2ml滴下し、コンラージ棒で塗り広げた。

実験2-①：寒天培地5つに手指から採取した菌を水に溶かして作った菌液を塗り、それらにそれぞれハッカ水、緑茶葉抽出液、ジェル消毒液、液体消毒液、水を2滴ずつ滴下した。これら5種類の培地を4セット準備して37℃設定の恒温器で4日間培養し、出現したコロニーを数えて記録した。

実験2-②：液体aと、ハッカ水と緑茶葉抽出液を1:1の割合で組み合わせた液を実験2-①と同様にして培地に2滴ずつ滴下して培養し、コロニー数を記録した。

結果

実験1-①における種類ごとの水の減少量の平均値を図1、実験1-②を図2に示す。油のみの場合では菜種油、大豆油、オリーブオイル、ホホバオイルの順で、ハッカ水と混ぜた場合では菜種油、大豆油、ホホバオイル、オリーブオイルの順で水の減少量が少なかった。油2種類を混ぜた場合は図1の通りである。

実験2-①を5回、実験2-②を2回行って得られた生菌数の平均を水の生菌数の平均で割ることで得た、種類ごとの菌の減少率を表1に示す。ハッカ水、緑茶葉の抽出液はジェル消毒液の菌の減少率よりもやや低い値を示した。また、ハッカ水とオリーブオイル、ホホバオイル、大豆油を混ぜたものはどれもハッカ水の水のみの場合の約3倍の菌の減少率を示した。

表1 実験2（実験2における水の生菌数を100%とする、ハッカ水2は4,5回目の実験結果のみから算出）

調下した成分	緑茶抽出液	ハッカ水	ジェル消毒液	液体a抽出液	ハッカ水2	+緑茶抽出液	+菜種油	+オリーブ油	+ホホバ油	+大豆油
減少率 [%]	18.48	20.17	24.53	45.11	16.38	24.29	19.03	47.21	47.95	52.84

考察

実験1-①において、オレイン酸は菜種油とオリーブオイルに多く含まれているが、菜種油は水の減少量が少なく、オリーブオイルは多い。また、リノール酸、 α -リノレン酸に関しても、2種類の油を混合した場合でも保有量と保湿力に傾向は見られなかった。実験1-②から、ハッカ水と混ぜた場合では、すべて油のみの場合と比べて保湿力は低下しているが、菜種油は比較的低下していないため、ハッカ水には菜種油の保湿力を低下させない成分が含まれており、また、大豆油はすべての条件で安定した保湿力をもつことから、高い保湿効果のある成分が含まれている可能性がある。今後、今回着目した3つの成分以外の成分や、ハッカ水に含まれており、菜種油の保湿力に影響する成分を調べることが必要である。

実験2-①の結果から、ハッカ水、緑茶葉の抽出液には抗菌作用があるとわかる。また、実験2-②の結果について、リノール酸とオレイン酸に黄色ブドウ球菌の増殖抑制作用があるという新井武利らの主張³⁾を踏まえ、これらの油には手指の菌に対する抗菌作用があると考えられる。本研究では、メントールやタンニンの含有量を調べることが出来なかった。今後、これらの成分の化粧品への活用性を評価するためには、必要量の成分を入手するためのコストとその抗菌作用が釣り合っているかを検討する必要がある。

参考文献

- 1) 今本翔也 香西博明 (2015) 「植物由来のクルクミンを原料としたエポキシ樹脂の合成」
- 2) 高井愛子 長井美有紀 (2022) 「サステナブル化粧品に関連する認証と生物多様性の関わり」 福井大学教育・人文社会系部門紀要、7、113
- 3) 新井武利 (1996) 日本科学療法学会雑誌、44 (10)、786-791 「脂肪酸、精製ツバキ油およびオリーブ油の黄色ブドウ球菌に対する増殖抑制作用について」

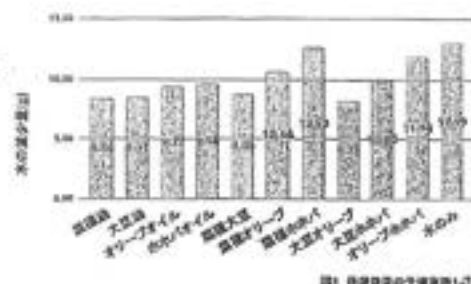


図1 保湿効果の平均値(実験1-①)

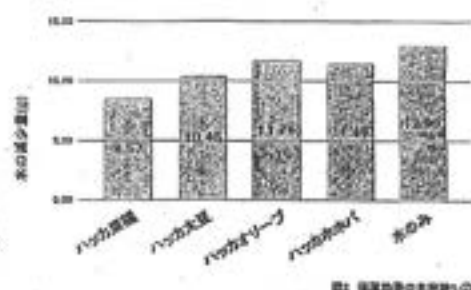


図2 保湿効果の平均値(実験1-②)

植物由来成分の保湿効果と抗菌作用

背景・目的

人工的な合成物質は人体への影響が懸念される事が多いのに対し、植物由来成分は作用が穏やかで比較的安全性の高いものが多い。そこで、植物由来成分を用いて乾燥対策や感染症対策として使うことのできるものを作れないかと考えた。本研究では植物由来成分の保湿効果と抗菌作用について調査を行う。

手法

実験1（保湿効果）：ピーカーに水を入れ、そこに点皿瓶でオリーブオイルを30滴垂らす。同様に、ゴマ油と菜種油を垂らしたものを用意し、対照実験のため水のみをのピーカーも用意する。この4つのピーカーを1セットとし3セットで1回の実験を行う。これを恒温器Aと恒温器B（ともに37度設定）に入れて1週間放置し、水の減少量を測定する。各恒温器で3回実験を行う。

実験2（抗菌作用）：肉がらスープの素、ブドウ糖、お湯から培養液を作る。実験室の机の上で20分程放置して恒温器（37度設定）に入れて2日間培養し、バイオチェッカーを用いて菌数を測定する。培養液を4つに分け、3つにミント、シソ、ローズマリーの抽出液をそれぞれ加える。1つは対照実験のためそのまましておく。これをさらに培養してから、バイオチェッカーで菌数を測定する。

結果・考察

実験結果は以下の表の通りである。

表1 水の

	オリーブ油	ゴマ油	菜種油	水のみ
恒温器A	0.37	0.93	2.14	2.53
恒温器B	3.7	11.25	14.07	17.38

表2 菌数（個/ml）の平均値

	シソ	シソ	ローズマリー	試料なし
菌数	10^4	10^4	10^4	測定不可

※測定可能な範囲を超えて菌が増殖した。

実験1：水の減少量が少ない程保湿効果が高いと考えられる。この結果はオリーブオイルがこの3種類の中で保湿効果が高いとされているオレイン酸を最も多く含んでいるからではないかと考えた。

実験2：抽出液を加えてからの菌の増加量が少ない程抗菌作用が高いと考えられる。この結果はミントに含まれるメントールやタンニンの抗菌作用によるのではないかと考えた。

今後の課題

実験1と実験2で使った試料に含まれる成分どうしによる効果への影響があるのかについて調査する。また実験1と実験2を組み合わせたときの効果について検証する必要がある。

参考文献

<https://www.vetiver.co.jp/contents/deodorizers/natural-plant-extract/> ベチベルライフコラム
2020/12/24 <https://cosmetic-ingredients.org/> 化粧品成分オンライン 2021/1/18

音楽とヒトの作業効率, 学習

音楽が人の作業効率に与える影響

キーワード：BPM, 作業, 音楽

The purpose of this study was to determine what type of music BPM has a positive effect on a person's work efficiency. Simple tasks were performed while listening to music of three different BPMs. The results showed that music with a BPM of 140 increased work efficiency the most, and that simple tasks were performed more efficiently when performed while listening to music without any kind of lyrics.

はじめに

日本経営工学会論文誌の東海大学によると、単純な繰り返し作業において、作業前に音楽聴取をしない時とする時を比べたときに、作業前に音楽を聴取した方が、作業者のポジティブな感情状態が高くなり、パフォーマンスが向上することが示された。¹⁾また、本研究は昨年度までに、J-POP（ここでは、ビルボードやオリコンの音楽チャートで上位に入る音楽を指す）の聴取時よりもクラシック音楽聴取時のほうが作業効率が高くなるということを明らかにしてきた。²⁾つまり、音楽の何らかの条件が揃ったときに、音楽は人の作業に良い影響を与えることがわかる。そこで、具体的に音楽のどのような要素が作業効率に影響を及ぼしているのだろうか。

本研究では、音楽の様々な要素の中の一つであるBPM（Beats Per Minute、一分間の拍数を表す。）に着目し、本校生徒2年生60人を対象にして、異なるBPMの音楽を聴きながら単純作業を行う実験を実施した。その結果を元にBPMが及ぼす作業効率への影響を知り、また最も作業効率の良い音楽のBPMは何かを検証した。実験の結果により作業効率を上げる最適な音楽の選択の予測が可能となり、より作業に集中できる環境を作り出すことができると考えられる。

調査手法

実験1として、豊中高校生徒2年生45人を対象に、独自で作成したランダムに配置された黒塗りのマスのあるプリントを見ながら、その黒塗りマスの位置を正確に記していくという簡単な作業³⁾を使用して実験を行った。実験では、被験者には1回目の実験で全員に作業を何も聞かずに行ってもらい、その後すぐに2回目の実験を1回目と同じ内容で、BPM140の音楽を聴きながら行うもの、BPM70の音楽を聴きながら行うもの、また比較対象として何も聞かずに行うものの3つのグループに15人ずつを分けて実施した。その作業にかかった時間を測定し、1回目と2回目の作業時間の差の大きさを比べることにより、音楽を聴いた際にどれだけ作業が速くなるかを実験した。実験で用いる音楽は、歌詞のないBPM140のもの（Sean Aaron - Hold me (VetLove remix)）を使用し、BPM70の実験ではその曲のBPMを70に加工して流すことにより、より対照性を保てるようにした。これらで得られたデータを元に、最も作業効率の高まるBPMはなにかを考察した。

また、実験2として実験1の結果を踏まえ、豊中高校生徒2年生15人を対象に、同じ実験方法を、歌詞のある曲（嵐 - Love so sweet, BPM140、男性ボーカル）で実験した。実験1と実験2をもとに、歌詞の有無での作業効率の違いを考察した。

結果

	無音	BPM70	BPM140	Love so sweet
1回目	154.5	140.4	180.2	139.8
2回目	138.8	111.8	135.8	124.3
2回目-1回目	-24.1	-28.6	-44.3	-15.5

表1

上の表は、1回目の何も聞かずに行った作業時間の平均、2回目の作業時間の平均、「2回目-1回目」の値を示している。この「2回目-1回目」の値が小さいほど音楽聴取時に作業時間がより短縮されたとみなせるので、作業効率が良いといえる。すべてのグループが1回目よりも2回目の方が作業にかかる時間が減少した。グラフから、BPM140のグループが最も1回目と2回目の差が大きく、無音、BPM70、歌詞ありと「2回目-1回目」の差を比べると20秒、16秒、29秒であった。また、1回目と2回目で最も差が小さかったものは歌詞ありのグループであった。

考察

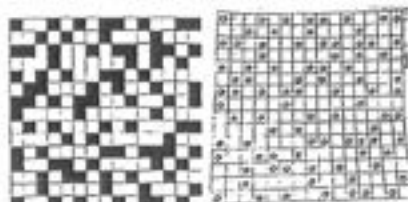
BPM140のグループが最も「2回目-1回目」が大きいこと、また歌詞のある曲を聞いたグループが最もこの値が小さかったことから、作業効率の上がる音楽はBPMが140の歌詞のないものであると考えられる。加えて、同じBPMでも歌詞の有無で作業効率に大きな影響を及ぼし、歌詞がない曲の方が作業効率を上げることが推測される。

まとめ

作業効率を上げる最適な音楽の選択の予測を可能とし、より作業に集中できる環境を作り出すことを目的として、今回はBPMと歌詞の有無について条件を変えながら実験を行った。単純作業において、歌詞のないBPM140の音楽を聴きながら行うことで、作業効率が上がった。今回はBPMと歌詞の有無という条件に絞って実験を行ったが、今後は今回実験できなかった他のBPMや音楽の音量など異なる条件でも実験し、より作業効率を高める音楽を探っていきたい。

参考文献

- 1) 辛島 光彦, 西口 宏美 (2012年 63巻 2号 p.29-40)「単純繰り返し作業における作業前音楽聴取の有効性に関する研究：転記作業と心的回転作業を例に(理論・技術)」日本経営工学会論文誌
- 2) 先行研究 (2022)「音楽が人の作業効率に与える影響」
- 3) 実験に使用したテスト



音楽が人の作業効率に与える影響について

In previous research, the score of the understanding test after reading was worse than the group where the group which played music during reading did not tell¹⁹. In addition, in Abe and others (2010), the effect of BGM, which was hardly seen in tasks such as calculation problems, was remarkable in walking tasks.²¹ Does the difference of the tempo change work efficiency? It is to know what kind of music influences work efficiency in this study how. By this investigation, the song that we know was the best score. So the highest recognition song influences work efficiency.

キーワード

作業効率、音楽、テンポ、J-pop、洋楽、言語、認知度

はじめに

Fendric (1937) は読書中に音楽を聞かせた群が聞かせなかった群と比べて読書後の理解テストの得点が悪かったと示している¹⁹。また、阿部ら (2010) は計算問題などの課題では BGM のテンポの影響はほとんど見られないが、歩行課題という体を動かすことを主体とした活動では BGM のテンポの効果が顕著に現れたと述べている²¹。音楽の有無や種類、テンポの違いによって人の作業効率は変化するのだろうか。本研究の目的はどのような曲が作業効率にどのように影響するのかを知ることである。この調査により、作業効率の向上や低下する音楽が予測可能になり、音楽を聞きながら作業をしている人々の作業効率の向上をはかることができ、また、低下を防ぐことも可能になると考えられる。

調査手法

本研究の目的は様々な音楽を聞きその作業効率の違いを見ることである。本校の理系2年生40人を被験者とし音楽を聞きながら指定した単語を文章中から1分間で抜き出す実験を行った。また読曲を既に知っているかどうかを調査した。「曲、文章」とするとそれぞれJ-popのハイテンポは「残響賛歌、ボッコちゃん」、ローテンポは「虹、吾輩は猫である」、洋楽のハイテンポは「girlfriend、蜘蛛の糸」、ローテンポは「ボヘミアン・ラブソディ、人間失格」、クラシックは「革命、羅生門」を用い、その結果をもとに言語認知度の違いを見る実験でのJ-popのハイテンポは「happiness、羅生門」「pikapika、人間失格」、ローテンポは「one love、舞姫」と「complete、蜘蛛の糸」、洋楽のハイテンポは「stay、銀河鉄道の夜」と「baby、斜陽」、ローテンポは「you are not alone、注文の多い料理店」と「heal the world、夢十夜」である。また環境音では「吾輩は猫である」を使用した。曲はChromebookから流しヘッドホンで聞かせた。

結果



図1 実験1の曲の認知度

表1 各実験の正答率の平均

曲名	ジャンル	テンポ	認知度	正答率
虹	ポップ	176	75.47%	81.75
Girlfriend	ポップ	72	49.62%	73.67
多岐見アキラ	ポップ	161	55.56%	75.47
多岐見アキラ	ポップ	75	57.58%	69.05

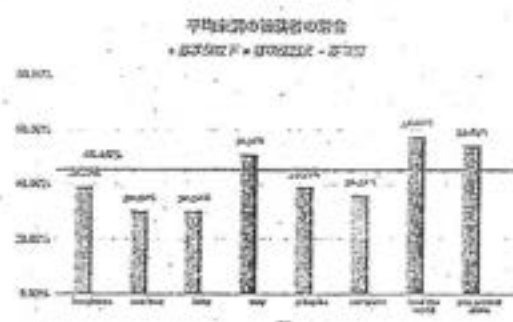


図2 実験2の平均未満の被験者の割合

認知度と曲の認知度

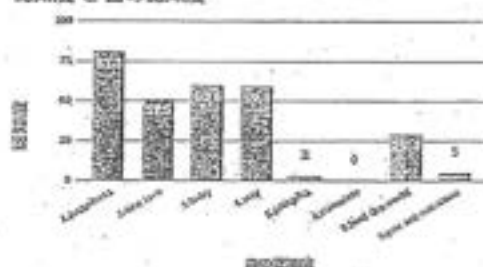


図3 実験2の各曲の認知度

図2と図3より認知度が高いと平均未満の被験者の割合が低く、認知度が低いと平均未満の被験者の割合が多いことが分かった。

考察

J-popのハイテンポの曲はどちらも平均未満の被験者の割合が低いことがわかる。作業効率を上げる要因は言語によるものか認知度によるものか分析すると、図3より言語の違いではなく認知度によるものだと考えられる。認知度の低いものは作業効率が低く、認知度が高いものは作業効率が高いことがわかった。これは脳が好きな音楽を聞くと快の状態になり、大脳辺縁系が刺激され快感ホルモンといわれる多幸感をもたらすβエンドルフィンが分泌される。また作業や思考をすると飛躍的に効率が上がり、アイデアが生まれやすくなるドーパミンも分泌されるため作業効率が高くなったのではないかと考えられる。また曲のテンポは作業効率には関係がないと考えられる。今後は曲のジャンルが及ぼす影響について考えていきたい。

まとめ

本研究では音楽の種類や有無の違いによって人の作業効率に影響があるかを調査して結果、認知度が際ほど作業効率が向上することがわかった。今後は勉強や様々な作業効率の向上や低下を防ぐことに役立てたい。

参考文献

- 1) Paul Fendric (1937) 「The Influence of Music Distraction upon Reading Efficiency」
- 2) 阿部麻美, 新垣紀子 - 日本認知科学会大会発表論文集 (27), 2010 - jcass.gr.jp

植物の香りとヒトの作業効率, 学習

ハーブと集中力の関係

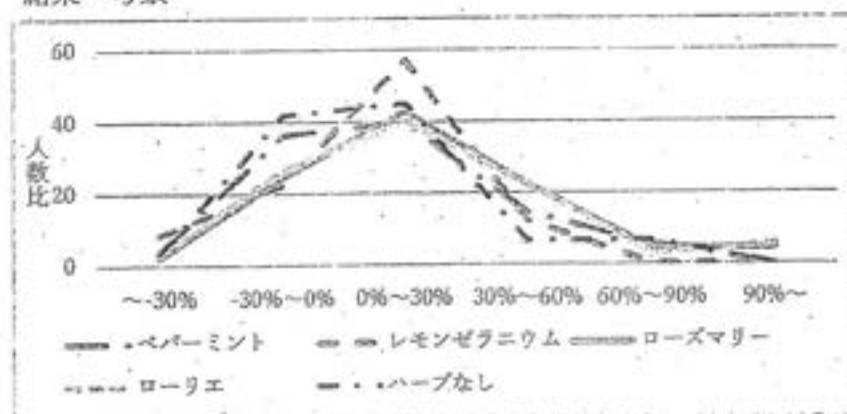
背景

ハーブには集中力を高める効果がある。1) それを利用や学習塾などの教育機関にハーブを置くことで、より良い集中力の向上を目指すために今回の実験を行った。

手法

豊中高校の2年生 259 名を対象とし、5 分に制限し何も嗅がない状態で升目の中にランダムに並んだ数字を探すトレーニング 2) を行った。その後、ペパーミント、レモンゼラニウム、ローズマリー、ローリエの4種類のハーブを 55 名、49 名、49 名、75 名に嗅いでもらい同様に2回目を行った。ハーブなしの被験者にはハーブを嗅ぐのにかかっていると予想される2分間の休憩を挟んで行った。そこから、1回目から2回目への探せた数字の個数の向上率を調べた。

結果・考察



1回目と比べて2回目を探せた数字の個数の向上率を比べたときに30%以上の範囲でローリエとローズマリーが同程度大幅に向上している。また、ほかのハーブにおいては見られない90%以上の範囲にも分布しているためこの2種類が効果が高いと考えられる。

図1 〈ハーブの種類と結果〉 (データの値は小数第1位を四捨五入)

今後の課題・展望

今回の実験では、周囲の音という集中力に関係する環境の条件を一定にできなかったため、これが影響している可能性が考えられる。今後は、集中力を高めると判断したローリエとローズマリーの2種類について成分を調べるなどして、集中力に関わっている成分を特定していきたい。

参考文献

- 1) ジャパンハーブソサイエティ (2018) 「ハーブのすべてがわかる事典」 株式会社ナツメ社
- 2) 田中ウルヴェ京 (2020) 「効率的に仕事が進む、集中力コントロール術」
<<http://www.hitachi-solutions.co.jp/column/mental/vol6/training.html>> (参照 2020/12/12)

環境要因とアントシアニン

研究計画書

基本情報

年組番 (4桁)	氏名
2年次 文理選択 理系	希望分野 生物

研究の概略

研究テーマのタイトル	花色をより鮮やかにするには
研究テーマのキーワード (3つ)	花 色素 環境
研究によって解明したい問い (調査課題)	植物におけるアントシアニンの形成量が最も多くなるようにするにはどのような環境を整えれば良いか。
その問いの答を導くための研究手法	花にアントシアニンを多く含む植物を色々な条件下で開花させ、開花後のアントシアニンの含有量を調べる。現在解明されている条件は、温度、光量、土壌中のpH値、土壌成分であるから、それ以外の、例えば土壌の水分量や光の種類、また花弁の大きさや品種による色素量の変化の違いなども調べたい。

調査課題に至るまでの背景

最初の文献のサマリー	夏秋ギク科、秋ギク科の複数の品種のスプレーギクを開花させる。 すると、高温期のものが秋ギク科においては到花日数が最も増加し、いずれの品種においても花序径は小さくなり舌状花数は増加した。また、花色について、白色、黄色花系品種における作期ごとの発色の変化はないが、ピンク花系品種では高温期のもので発色不良が見られた。ピンク系の発色に関わるアントシアニンの花弁における含有量を調べると、低温期のもので最大、高温期のもので最小となった。ほとんどのピンク花系品種で同様の結果が得られるが、中には高温期における発色不良が見られない品種が存在することもわかった。
文献の出典	野崎 香樹, 深井 誠一, 高村 武二郎, ピンク花系スプレーギクの花色および開花に及ぼす栽培時期の影響, 園芸学研究 4 (2), 197-201, 2005
そこから考えた三つの問い	①花弁の色が変化する要素は他にあるのか。 ②他の植物も温度で発色が変わることがあるのか。 ③発色が変わるものとしらないものでは何が違うのか。
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	①光量によっても変化する。
文献の出典	志佐誠, 高野泰吉 園芸学会雑誌 33 (2), 48-54, 1964
そこから考えた三つの問い	アントシアニン以外の色素は、どのような条件で変化するのか。 アントシアニンの形成条件は温度、光量以外で解明されているものはあるのか。 色素含有量の温度、光量による変化は、何が原因で起こるのか。
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	紫外線量、土壌のpH値や肥料の成分によっても変化する
文献の出典	鶴島久男, ハイドランジアの花色および生育開花におよぼす土壌酸度と肥料 3 成分の影響について, 東京都農業試験場研究報告, 7, 15-26, 1973
そこから考えた三つの問い	①まだ解明されていない、花色を変化させる条件はあるのか。 ②これらの条件で、最も影響を与える組み合わせは何か。

研究計画書

基本情報

年組番(4桁)		氏名	
2年次 文理選択	理系	希望分野	生物

研究の概略

研究テーマのタイトル	紅葉(色づく葉)において照度の変更による色づきの調整についての考察
研究テーマのキーワード(3つ)	アントシアニン、光合成、照度
研究によって解明したい問い(調査課題)	アントシアニンは照度が高いときに合成されやすくその色素である赤色、逆に照度の低いときはされにくく、残っているカロチノイドの色素である黄色に色づくことが予想されているが、それを調整することで樹木全体における葉の色はすべて同じ色にすることは可能なのか。また光の照度の変更のみで完璧に色をコントロールできるのか。また秋でなくても照度を調整すれば葉は色づくのか。
その問いの答えを導くための研究手法	参考文献と同様に(3つ目のもの)対照実験になるように光の照度以外の要因(水の量や光の当てる時間など)は同じようにする。常緑樹と落葉樹(実際に何をを用いるかは検討中)を用意し、寒冷紗を用い、その枚数によって光の照度を変える。具体的に0枚(100%日照)、1枚(50%日照)3枚(12.5%日照)として考える。また季節ごとに変わるかも実験したいので3月~5月を春、6月~8月を夏、9月~11月を秋、12月~2月を冬と定義し、その各季節ごとの違いも用意する(このときその時期に育たないものは記録しないものとする)。そして光の照度を変えて育てたものの違いを観察と分析をし、結果考察をまとめる。 必要な物品: 常緑樹と落葉樹(まだ未定)、寒冷紗、照度計、温度計

調査課題に至るまでの背景

最初の文献のサマリー	紅葉は葉が秋になるとクロロフィルを分解し、カロテンが残っている一方でアントシアニンを大量に合成し葉を赤くする。紅葉の意味として 1、太陽の有害な紫外線から芽を守るため 2、老化に関わっている現象3、生命の維持と種族の保持のために、より積極的な意味を持つ現象だと考えられている。
文献の出典	北原晴男 物質合成から見た紅葉 弘前大学教育学部教科教育研究紀要、1997, vol25, p.35-42
そこから考えた三つの問い	①紅葉する意味は本当は何なのか ②なぜどうせ葉は落ちるのにわざわざアントシアニンを合成するのか ③アントシアニンの合成になぜ労力をかけるのか
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	黄葉はクロロフィルが分解されることで色づくが、紅葉はクロロフィルが分解されたのちに、アントシアニンが生成されることで起こる。アントシアニンには青色光や紫外光を吸収し、その結果光合成の効果を低下させる効果があると推論される。
文献の出典	鈴木宏典、藤原雅也、三澤亮介 アントシアニン生成に影響を及ぼす要因と紅葉の仕組みの解明 岡山県立岡山一宮高等学校、2010, vol48, No5, p.358-360
そこから考えた三つの問い	①光合成の効果を低下させる意味はなんなのか ②アントシアニンの合成の効果は分かったが目的はなんなのか ③黄葉の場合のカロチノイドもアントシアニンと同じようなものなのか
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	葉や器官において赤色色素であるアントシアニンが一時的もしくは永続的に沈着することがあるが、これは光による光合成機能のダメージを防ぐためだと考えられる。紅葉時はクロロフィルの分解に際して光エネルギーにより、分解産物が毒性の物質を作りダメージを与えることがあるが、それをアントシアニンは防いでいる。だから照度が低ければダメージが元々少ないからアントシアニンの合成が少なくなる。
文献の出典	木博陵 石崎寛 異なる光条件下における樹木の葉色とクロロフィル蛍光の関係 日緑工誌、2002, vol28, No1, p.290-293
そこから考えた三つの問い	①アントシアニンの代用をできるものはあるのか ②照度を調整すれば紅葉の色を自分で決められるのか ③なぜ全部がアントシアニンを合成しないのか

研究計画書

基本情報

年組番 (4桁)		氏名	
2年次 文理選択	理系	希望分野	生物

研究の概略

研究テーマのタイトル	アカダイコン色素による染色
研究テーマのキーワード (3つ)	アントシアニン フラボノイド 回収率
研究によって解明したい問い (調査課題)	アカダイコン色素は他のアントシアニン色素と比べて実用性はあるのか？ また発色具合は他のアントシアニンと比べてどうなのか？
その問いの答を導くための研究手法	アカダイコンや紫キャベツやしそなどの絞り汁を用いて、色の変化がわかりやすい寒天やアントシアニン色素が染色にあまり用いられない布を染色して対照実験を行う。

調査課題に至るまでの背景

最初の文献のサマリー	赤大根の色素の特定はm/z271及び510nmにおけるクロマトグラムのパターン及び主なピークの保持時間を比較することによって可能であった。 飲料、ゼリー及びキャンディーに赤大根の色素を0.072%添加し、HPLC用試料調製法及びLC/MS並びにphotodiodearray-HPLC測定法に従い赤大根の色素の回収率を調べた結果、赤大根色素の回収率はLC/MSで71%~100%でphotodiodearray-HPLCで69%~97%であった。 アントシアニン色素を含む市販食品10種を分析したところ、1種アカダイコン色素が検出された。
文献の出典	食品中からアカダイコン色素の分析法
そこから考えた三つの問い	①アントシアニン色素は食品以外に利用することが可能なのか？ ②アントシアニンとは？ ③アントシアニン色素の一般的な回収率はどれほどなのか？
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	アントシアニンフラボノイドの一種で、花や果実などに広く分布する色素成分である。図のようなアントシアニン（アグリコン）に、糖や有機酸などが結合しており、pH、温度、酸素、金属イオンなどさまざまな条件によって、橙黄色から赤、紫、青まで幅広く色調が変化する。安全性や安定性にすぐれているため、食品用の天然色素として使用されている。またバイオテクノロジーの分野では、新しい花色（青いバラ）の創出にも応用されている。 近年では健康に寄与する機能性物質として注目されており、抗酸化作用、がん予防効果、視機能改善作用、血小板凝集阻害作用などが明らかにされている。ブドウやベリー類のアントシアニンが比較的に知られているが、最近では、すぐれた安定性や美しい色調に加えて、肝機能改善効果などを有することから、紫サツマイモ（アヤマラサキ）のアントシアニンも注目されている。
文献の出典	ヤクルト中央研究所 https://insiaute.yakult.co.jp/dictionary/word_2928.php 2023年2月6日閲覧
そこから考えた三つの問い	①どのような植物にアントシアニンが含まれるのか？ ②アントシアニンを身近なところで使うことができるのか？ ③アントシアニン色素の一般的な回収率はどれほどなのか？
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	アントシアニンはフラボノイド系の植物色素で、ブドウやリンゴ、イチゴ、ブルーベリー等の果実、ナス、シソ、マメ種子の美しい赤色や紫色の色素成分の多くはアントシアニンで構成されている。また花の色も、その多くはアントシアニンによる

光などの環境要因と植物

ハツカダイコンのLED栽培についての考察

キーワード：LED栽培 赤色LED 青色LED ハツカダイコン

In LED cultivation of plants, it has been found that the optimal ratio of red and blue LED light promotes healthy growth and growth of leafy plants. Therefore, in this study in order to investigate the most effective ratio of red and blue LEDs for the growth of radishes, we cultivated radishes using LEDs with a red-to-blue ratio, observed the growth of radishes at each ratio, and measured the weight of the edible part. Measure and compare each. As a result, it was found that the red-to-blue ratio of 5:10 was the most effective in the growing stage.

はじめに

植物のLED栽培の現状について、高辻(1995)は青色と赤色の高輝度LEDを用いてサラダナの栽培を行った結果、赤青比(赤色LEDと青色LEDの個数の比率)が10:1(青/赤=0.1)の場合に量的及び質的に判断して優れた生育が得られた。よって2種類の準単色光によって植物が健全に生育することが確認されたと述べている¹⁾。また、柳(1996)は赤色LEDの下で育てられた植物は、赤青LEDの下で育てられたものより葉が少なかったと述べている²⁾。更に古山(2017)は照明電力を抑え、赤系リーフレタスの成長を最大にするには、赤青比50:9(青/赤=0.18)で生育するのが良いと述べている³⁾。これらの文献から、最適な比率の赤青LED光が葉菜類の健全な成長を促進することが分かる。葉菜類のLED栽培による成長促進技術を、今後他の植物にも応用することが望まれる。根菜類であるハツカダイコンでも最適な赤青比をみつけ、LED栽培によって成長を促進できないだろうか。

本研究では、異なる赤青比でハツカダイコンのLED栽培を行い、各比率でのハツカダイコンの成長の観察、可食部の重量を測定し、それぞれを比較する。この結果から、ハツカダイコンの成長に最適な赤青比の推定が可能となり、今後のLED栽培技術の発展に役立つと考えられる。

調査手法

先述の通り、本研究ではハツカダイコンの成長に最も効果的な赤色LEDと青色LEDの比率を調査することを目的としている。調査する対象として、ハツカダイコン *Raphanus sativus* var. *sativus* をとりあげた。収穫までの時期が短く、それほど環境を選ばないため育てやすい。

栽培には、2Lのペットボトルをプランターとして使用し、温度27℃の恒温室内で行った。実験第1回では、液体肥料とスポンジを利用した水耕栽培を行ったが、ハツカダイコンの健全な生育が見られなかった。そこで、実験第2回からは土耕栽培に切り替えた。赤色と青色のLEDテープライトを用いて、赤青比10:1, 10:2, 10:3の異なる3つの比率の光源を作成した。ただし、LEDの総数は全ての比率で等しくなるように揃えた。さらに実験第2回からは、白色LEDのみの光源を追加した。さらに実験第3,4回を通して、赤青比10:5, 10:8, 10:10, 8:10, 5:10, 3:10の光源下で調査した。周囲をダンボールで囲い、光源以外の光を遮断した。2Lペットボトルに野菜栽培用の土を入れ、ハツカダイコンの種(赤丸はつか)を各比率で1本あたり5粒の種を4cm間隔でまいた。5個中2個を間引き、27日後に収穫した。収穫したハツカダイコンの1個あたりの全体の質量、根の質量、根の直径、葉の面積(縦×横÷2)を計測し、各比率1個あたりの平均値を求めた。

結果

第1回（7月19日開始）の水耕栽培、第2回（8月30日開始）の土耕栽培について、各比率の茎の長さの平均値を表1に示した。また第2回の白色光源下、第3回（9月26日開始）、第4回（12月9日開始）で収穫したハツカダイコンについて、1個あたりの質量、根の質量、根の直径、葉の面積の平均値を表1に示した。青色光の割合が低いほど、茎が細長く伸びた（表1）。全体・根の質量・根の直径は、赤青比5:10と白の光源下で大きくなった（表2）。葉の面積は、赤青比10:5の光源下で大きくなった（表2）。

表1 実験1、実験2の結果

赤:青	10:1	10:2	10:3	白
茎の長さ (cm)	7.9	7.6	6.8	3.25

表2 実験3、実験4の結果

赤:青	10:3	10:5	10:8	10:10	8:10	5:10	3:10	白
全体の質量(g)	0.8	5.3	5.8	3.7	2.8	7.2	6.3	7.2
根部分の質量(g)	0	0.7	0.1	0.8	0.3	4.8	1.5	4.5
根の直径(cm)	0	0.5	0.2	0.5	0.3	1.6	0.8	1.8
葉の面積(cm ²)	2.7	22.4	7.4	15.1	10.7	15.6	19	10.4

考察

実験1,2より青色光の割合が低いほど茎が細長く伸びた。青色光は青色光受容体のクリプトクロムで受容され、茎の伸長を抑制すると知られている。青色光の割合が低いため徒長が起こったと考えられる。また実験3,4より赤青比が5:10のとき、根の質量が他の比率に比べて大きく成長した。可食部である根の質量が大きく育った比率を、生育に最も適した比率であるとする、本研究においては赤青比5:10がハツカダイコンの生育に適していると考えられる。葉の成長と赤青比の関係や、赤青比5:10から3:10の間でのダイコンの成長の変化に関して検討の余地が残る。今後、赤青比5:10から3:10の間の比率での実験を実施し、よりハツカダイコンの生育に適した比率を見つけることを目指す。

まとめ

主に葉菜類で行われるLED栽培を根菜類でも行い、ハツカダイコンの成長を促進する赤青比を見つけることを目標に実験を行った。本研究においては赤青比5:10のとき最もよく成長した。今後は、実験の回数を重ね、より正確なデータを得ることをめざす。

参考文献

- 1) 高辻正基・辻貴之・関善範・星岳彦（1995）「可視発光ダイオードによる植物栽培実験」植物工場学会誌7
- 2) Yanagi T, Okamoto K, Takita S (1996) 「Effect of blue, red, and blue/red lights of two different PPF levels on growth and morphogenesis of lettuce plants.」 Acta Hortic. 440 117-122
- 3) 古山真一・石神峰弘・彦坂晶子・後藤英司（2017）「植物工場における異なる赤青光比および高強度下で育成した赤系リーフレタスの株生産に必要な照明電力量の推定」植物環境工学29（2）60-67

研究計画書

基本情報

年組番 (4桁)		氏名	
2年次 文理選択	理系	希望分野	生物

研究の概略

研究テーマのタイトル	植物に照射する光の波長の違いによる成長の変化
研究テーマのキーワード (3つ)	光の波長、豆苗、成長の変化
研究によって解明したい問い (調査課題)	光の波長は成長にどのような変化を及ぼすのか
その問いの答えを導くための研究手法	生育が早く成長に変化がしやすい植物を調べその植物に植物の生育に変化があると思われるさまざまな長さの波長の光を照射させそれぞれの変化についてまとめる。その後通常環境で育てた同じ種類の植物と葉の色の違いや背丈の違いを調べる。味の違いも可能な限り調べていきたい。 必要なもの 違う波長のLED、生育が早い植物、育てるための容器

調査課題に至るまでの背景

最初の文献のサマリー	クロロフィルの生合成は赤色光の強光下では阻害される。 黄色フィルムは促成栽培の品質向上が期待される。 赤色フィルムは中苗育苗には生育がすぐれている。
文献の出典	着色フィルムを用いる新しい農業技術 https://doi.org/10.1295/kobunshi.28.111
そこから考えた三つの問い	①ライトでの生育の変化 ②不可視光線による生育の変化 ③同時に違う色の光を当てた時の生育の変化
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	紫外線を照射させ続けるとエネルギー伝達機構等が壊死し葉が枯れた。紫外線照射は即効性のストレスである。
文献の出典	レーザー誘起時間分解蛍光法を用いたin-vivo植物生葉のUV-B障害過程の検出 https://doi.org/10.2184/sj.30.666
そこから考えた三つの問い	①紫外線は植物をどのように枯らしていくのか。 ②植物はストレスによって何が起こるのか。 ③赤外線は植物の生育を変化させるのか。
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	赤外線には植物の成長を促進させることもあるが阻害することもある。
文献の出典	倍率データによるカイワレ大根の成長の評価と栽培条件の最適化 https://doi.org/10.18890/qes.7.3_42
そこから考えた三つの問い	①どのような条件下で赤外線が植物の成長を阻害するのか。 ②近赤外線と遠赤外線によって植物の生育の違いは出るのか。 ③植物の生育の阻害とは主にどのような事象があるのか。

研究計画書

基本情報

年組番 (4桁)		氏名	
2年次 文理選択	理	希望分野	生物

研究の概略

研究テーマのタイトル	雨の降り方による植物の成長への影響
研究テーマのキーワード (3つ)	雨 成長 植物
研究によって解明したい問い (調査課題)	雨の影響をいかした植物の栽培
その問いの答を導くための研究手法	ラディッシュを使用し、降雨処理を行う。このときに、浄水または酸性の水を使用した時の生長速度の違いや、降雨時間、光の量などを変えて対照実験を行い、雨がどのように降れば植物の生長に良い影響を与えるかを検証する。

調査課題に至るまでの背景

最初の文献のサマリー	雨が降っている降雨区と降っていない降雨遮断区で3つの作物の乾物生産速度(植生の光合成作用によって日射エネルギーから化学エネルギーに変換された有機物の正味の生産)を比較する。その結果、降雨区のほうが降雨遮断区よりも1割程度明るかったのにもかかわらず、乾物生産速度は、降雨区では降雨遮断区と比較して30~50%低い値を示した。したがって、植物の葉における乾物生産速度が降雨によって低下することがわかった。
文献の出典	農業気象(J. Agr. Met.) 34 (1): 23-30, 1978 木村和義 「雨と植物 リーチングを中心として」
そこから考えた三つの問い	雨の長さによる成長の違い 雨の量による成長の違い 植物の種類による雨の影響
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	インゲンマメに6日間連続降雨処理を行い、インゲンマメ初生葉(子葉の展開後、本葉に先んじて出る葉)の伸長反応に及ぼす影響を検討した。葉長は降雨処理を始めたあと、1日目では無処理区よりも大きい値を示したが、2日目ではほとんど同値になり、3日目以降は降雨処理区の伸長量が低下し無処理区のほうが大きい値を示した。葉幅にも同じ傾向が見られた。また、6日間の初生葉の伸長量は無処理区の2/3程度にとどまった。よって、長時間の降雨で葉の伸長阻害がされる。
文献の出典	農業気象(J. Agr. Met.) 36(3): 189-195, 19 189-195, 1980 木村和義・田中丸重美 「雨と植物反応に関する研究 乾物生産に対する降雨の影響」
そこから考えた三つの問い	雨の量によって伸長量は変化するのか 気候変動による植物の成長への影響 土壌の水はけの良し悪しによる変化
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	アルファルファ葉への酸性雨処理を行うと、pH3.0までの酸性雨では光合成速度や呼吸速度に大きな変化はなかったが、pH2.0の酸性雨では光合成および呼吸速度が大きく低下した。このように、一般には非常に酸性の低いpH2.0のような場合を除いては、光合成や呼吸速度の変化を検出することはできていない。しかし、酸性雨によってできた葉の斑点などの修復にエネルギーを使用し、莖葉や果実の成長に使うエネルギーが減ってしまうことで植物の生長へ悪い影響を与えている。
文献の出典	農業気象(J. Agr. Met.) 47 (3): 165-175, 1991 野内勇 「酸性雨と植物被害」
そこから考えた三つの問い	酸性雨の影響を受けやすい植物の共通点

研究計画書

基本情報

年組番 (4桁)		氏名	
2年次 文理選択	理系	希望分野	生物

研究の概略

研究テーマのタイトル	太陽光とLEDが植物に与える影響
研究テーマのキーワード (3つ)	LED 植物 太陽光
研究によって解明したい問い (調査課題)	太陽光とLEDで育てたさまざまな種類の植物に成長の違いは見られるのか 太陽光とLEDを当てる比率を変えると成長に違いが発生するのか。
その問いの答を導くための研究手法	数種類の植物をLEDの光と太陽光を当てる比率を変えて、生育を観察する。 太陽光のみで育てた場合、LEDのみで育てた場合、半々で育てた場合の様々な植物の成長を観察する。

調査課題に至るまでの背景

最初の文献のサマリー	排水対策などを徹底することで大豆の収穫量が上がる。
文献の出典	ダイズ収量向上のための農家栽培技術の解析 松田豊治 農林総合事務所 北陸作物学会報 (The Hokuriku Crop Science) 39 ; 85~87 (2004)
そこから考えた三つの問い	①大豆以外の湿害を受ける植物でも同じ効果が得られるのか ②この方法のほかに植物の成長を促す生育方法はあるのか ③湿害によってどれくらいの損害が出ているのか
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	SHIGYO法 (赤のライトと青のライトを十二時間ずつ照射して生育速度を早める方法) によって通常の1.3~2倍植物の成長を早める効果がある
文献の出典	人工光型植物工場における赤青LEDと蛍光灯使用時の植物成長および消費電力の評価 大竹 範子, 米田 正, 鈴木 廣志 J-STAGEトップ/植物環境工学/27 巻 (2015) 4号
そこから考えた三つの問い	①レタスのほかにLED栽培に適している植物はあるのか ②なぜLEDの色は赤と青が適しているのか ③家庭栽培などの小規模の栽培でも効果はあるのか
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	可視光の中で植物が利用する光の波長は限られており、光合成反応に用いられる赤色光(640~700nm)、屈光性や形態形成に用いられる青色光(400~470nm)、赤色光と遠赤色光の可逆的な光反応で 発芽や花芽形成に関わるフィトクロム反応系(650~740nm)の3種類の光反応系が存在すると考えられている。 LEDを用いることによって植物に必要な波長の光を集中的かつバランス良く照射することが可能である。
文献の出典	LEDで育てる野菜 渡辺 博之 照明学会誌 第85巻 第3号
そこから考えた三つの問い	①太陽光とLEDではどちらが植物の成長を促すのか ②植物の種類によってLED栽培に向き不向きがあるのか ③植物に一定の箇所に光を当てると成長に影響があるのか

研究計画書

基本情報

年組番 (4桁)	氏名
2年次 文理選択	理系
希望分野	生物

研究の概略

研究テーマのタイトル	ハツカダイコンを20日で育てるためには
研究テーマのキーワード (3つ)	ハツカダイコン 肥料 水
研究によって解明したい問い (調査課題)	植物において、より良い生育方法
その問いの答を導くための研究手法	実際に色々な条件を設定してどういった環境で育てればより早くせいいくできるのか

調査課題に至るまでの背景

最初の文献のサマリー	ハツカダイコンにおける成長を促成させる方法
文献の出典	間引きのタイミングがハツカダイコンの肥大に及ぼす影響
そこから考えた三つの問い	①なぜ間引きのタイミングで成長の具合が変わるのか ②種の密度で成長に差が出るのはなぜか ③間引きを施さないことで水分が一定に保たれるのか
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	種 (植物) の密度を下げることで日光が当たりやすくなったりするから
文献の出典	キャベツの直播栽培の省力化に適した播種方法と間引きの作業時期の検討
そこから考えた三つの問い	①間引きの作業時期のより良い方法 ②なぜ投影面積が実株面積と相関関係があるのか ③具体的な害虫の被害とは
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	大根の根部に加害しているのはマルガタゴミムシ、キスジノミハムシ、タネバエである
文献の出典	ダイコン根部を加害する主要害虫
そこから考えた三つの問い	①地域によって加害率に差が現れたのはその地域ごとに住んでいる害虫の数の差からなのか ②虫の種類によって加害率に差が生まれたのはその生物ごとの種族数の差なのか ③植物と虫の関係はどんなものなのか

研究計画書

基本情報

年組番 (4桁)		氏名	
2年次 文理選択	理系	希望分野	生物

研究の概略

研究テーマのタイトル	はつか大根におけるマグネシウム過剰土壌の具体的な生育低下、最適量
研究テーマのキーワード (3つ)	マグネシウム、生育低下、はつか大根
研究によって解明したい問い (調査課題)	マグネシウムが過剰な土壌でははつか大根の具体的な生育低下量はどのようなものなのか。 はつか大根の生育に適するマグネシウム量はどのようなものなのか。 大根のマグネシウムによる生育阻害の始まる時間とは。
その問いの答を導くための研究手法	土壌中のマグネシウム濃度を変えたはつか大根を育てる。 一定期間ごとに生育量を測定する。 根の生育度合いのわかる容器で育てる。

調査課題に至るまでの背景

最初の文献のサマリー	土壌のカルシウム濃度が欠乏している区画においては、生育低下を起こし枯死した。 土壌のカルシウム濃度が大量の区画においては、生育低下は引き起こさず、さらに成長促進作用があった。
文献の出典	はつか大根における細胞壁成分としてのカルシウムの役割
そこから考えた三つの問い	①炭素ではどうなるのか ②マグネシウムではどうなるのか ③硫黄ではどうなるのか
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	溶液中のマグネシウム濃度が10～40ppmのときには生体重に影響はなかった。 溶液中のマグネシウム濃度を0にして、一切吸収させなかった場合生育速度が低下し、生体重は低下した。
文献の出典	養液栽培におけるマグネシウムの施用レベルがキクの生育と切り花品質に及ぼす影響
そこから考えた三つの問い	①他の植物ではどうなるのか ②マグネシウム過剰の場合ではどうなるのか ③土壌の場合ではどうなるのか
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	マグネシウムが添加された区画のきゅうりは生育が著しく低下し、特に根部での生育低下が顕著だった。 マグネシウムの添加によるきゅうりの生育低下が起こったきゅうりの根のミトコンドリアが形態異常を起こした。 マグネシウムが根のエネルギーに関する代謝系の成長阻害を起こす。
文献の出典	作物のマグネシウム過剰障害に関する研究
そこから考えた三つの問い	①どのくらいの時間で生育障害が起こるのか ②どの植物がマグネシウムに強いのか ③どのマグネシウム量が適切なのか

コケ植物と環境要因

研究計画書

基本情報

年組番 (4桁)		氏名	
2年次 文理選択	理系	希望分野	生物

研究の概略

研究テーマのタイトル	コケ植物の発育のための最善条件の発見
研究テーマのキーワード (3つ)	コケ植物 土壌環境 水分含有量
研究によって解明したい問い (調査課題)	コケ植物の発育には、土壌環境や降水の量や頻度が複雑に関係しているという。最善の環境を見つけて、栽培を効率化したい。
その問いの答を導くための研究手法	手順①コケ植物を用意して、以下のような条件のもとで一定期間対照実験を行い、発育が最も盛んなものを見つける。 土壌を強酸性、弱酸性、中性、弱塩基性、強塩基性で比べる。 光源の照度を弱、強、光源無しで比べる。 1日に一回10ml、2日に一回20mlなど、水を与える頻度を変え、乾燥した時間の長さに対する発育の影響を調べる。 必要な物品：コケ植物、容器、光源、土壌のpHを調節するための薬品

調査課題に至るまでの背景

最初の文献のサマリー	コケ植物には変水性（水分が十分に得られないときは積極的に水分を手放して休眠状態でやり過ごし、湿気があるときには少量の水でも急速に回復する）を持っている。また、特に東京都や埼玉県では石灰岩地に多くの独特な種類が見られるが、神奈川県ではほとんどみられない。
文献の出典	コケ植物 有川 智己
そこから考えた三つの問い	なぜ変水性があるのか コケ植物の着生に適した地質とはなにか コケ植物はどこから水分を吸収しているのか
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	コケ植物は主に表面からスポンジのように水分を取り入れている。しかし、この論文によると、仮根から水分を吸収しているという。
文献の出典	コケ植物における仮根からの水分吸収を確認する生徒実験の開発 吉田 英史 1)・米澤 義彦 2) 1) 姫路科学館・2) 鳴門教育大学 生物教育 第 62 巻 第 1 号 (2020)
そこから考えた三つの問い	コケ植物の水分吸収の目的は何か。 コケ植物の仮根の固定の仕組みとはどのようなものか。 コケ植物の成長を促進させる方法はあるのか。
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	今回の実験により、ある程度の間隔で降雨があれば、無灌水無遮光でも使用したコケシートは十分に生長することがわかった。むしろ頻度が少なくても、気温、照度の低い雨天の方が毎日灌水するよりも有効である。
文献の出典	コケシートからの3種のコケの生育と栽培条件 小林恭子・勝野武彦・藤崎健 一郎
そこから考えた三つの問い	なぜ灌水が必要になるのか。 必要最低限の降雨の量とは。 コケの栽培に適した土壌の水分含有量はどのくらいか。

睡眠の質がヒトに及ぼす影響

研究計画書

基本情報

年組番 (4桁)		氏名	
2年次 文理選択	理	希望分野	生物

研究の概略

研究テーマのタイトル	睡眠の質が人体に及ぼす影響
研究テーマのキーワード (3つ)	・睡眠の質とはなにか ・睡眠の質は人体にどのような影響をあたえるのか ・睡眠の質を上げる方法
研究によって解明したい問い (調査課題)	睡眠の質が人体に与える影響について究明し、また睡眠の質を上げる方法についても解明したい
その問いの答を導くための研究手法	機材を購入し、どのような状態が一番良い睡眠状態なのかを研究する

調査課題に至るまでの背景

最初の文献のサマリー	どのような状況が誘眠においてよいのかの研究。睡眠率と振動との関係を調べたところ、1~2Hzの周波数成分を多く含み、大きな振幅が表れず、もっとも頻度が高い1~2Hzの周波数を中心に時刻によって最大頻度となる周波数が若干変化する振動が眠りやすいという結果が得られた。
文献の出典	誘眠効果をもたらす機械的環境の研究
そこから考えた三つの問い	①生理学的な観点からみると睡眠はどのように引き起こされるのか ②子供の発育における睡眠の重要性はどうか ③生理学的に睡眠が起こりやすい環境とはどのようなときか
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	②深いノンレム睡眠時に成長ホルモンが盛んに分泌され、脳内の神経ネットワーク形成や細胞の修復・育成、骨・筋肉形成が行われることは、古くからよく知られている。従って、幼児期に夜更かしをして睡眠不足が続くことにより、脳や身体の発育に悪影響を及ぼすと考えられる。
文献の出典	子供の睡眠
そこから考えた三つの問い	①睡眠における成長ホルモンの主な働きはなにか ②睡眠不足を解消するための具体的な解決策はなにか ③良質な睡眠とは何との結びつきがよいのか
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	③睡眠が健康の回復と密接に関連することは一様に経験されていることであるが、病気で発熱がある時はノンレム睡眠量が多くなり、また向時に免疫機能が增強されると考えられており、まさによい睡眠は生命力回復の基礎である事がわかっている。睡眠に与える運動の影響の重要性についての総説の中で健康に関連して睡眠の課題は多く、また、これを改善するための処方として運動が大きな可能性を有しているが、運動と睡眠の問題を検討する運動科学研究者が少ないこと、また、睡眠研究に於いて運動との関連に興味を示す睡眠科学研究者の少ないことが問題点であるとしている。
文献の出典	身体活動と睡眠
そこから考えた三つの問い	①より詳しい睡眠と運動との関係はなにか ②ノンレム睡眠はどのような環境で起こりやすいのか ③睡眠と免疫機能の詳しい関係について

植物と音楽，周波数，振動

研究計画書

基本情報

年組番 (4桁)		氏名	
2年次 文理選択	理系	希望分野	生物

研究の概略

研究テーマのタイトル	植物の成長における音楽の影響
研究テーマのキーワード (3つ)	音楽 周波数 道管
研究によって解明したい問い (調査課題)	植物に音楽を聞かせると成長が促進されるのか。植物は音が聞こえているのか。
その問いの答を導くための研究手法	植物に音楽を聞かせ根や葉などの器官が音楽を聞かせていない植物と比べて、成長の違いはあるのかを研究する。

調査課題に至るまでの背景

最初の文献のサマリー	マカラスムギの種子にクラシック音楽とロック音楽を聞かせ、音楽なしの場合との発芽・発根率の違いについて調べた。クラシック音楽を聞かせた方はどちらも促進されたが、ロック音楽の方はどちらも低下した。周波数による影響について調べた。2000Hzの音を連続して聞かせると発芽率が上昇し、500Hzの音を聞かせると発根率を上昇させるとともに、芽と根の生長を強く促進することが分かった。また、100Hz以下の音には発芽・発根率を低下させ、芽や根の生長を抑制する効果があることがわかった。
文献の出典	https://doi.org/10.1271/kagakutoseibutsu.51.196
そこから考えた三つの問い	①2000Hzと500Hzの間の時はどうなるのか。 ②何ヘルツの音が音楽を聞かせていない植物と同じ成長率なのか。 ③植物は音が聞こえているのか。
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	③トマトでは、音楽を流すことにより道管の流量が変化したことから、植物に振動が当たると道管の水が通りやすくなる。そのため、植物は音楽の音の振動を感じ取っているため、成長しやすくなる。
文献の出典	http://hdl.handle.net/10098/7173
そこから考えた三つの問い	①振動を感じているのだとしたら人間の声でも同じようなことになるのか。 ②最も植物が成長しやすい音楽の種類は何か。 ③植物のほかの器官で音楽の影響を受けるのは何か。
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	③ルッコラの葉に向けてスピーカーから100Hz、1kHz、10kHzの音を聞かせ、植物内部の活動の様子を調べることができるバイオスペックルを測定した。これにより細胞の活動状況は音なしの時と変化していることがわかった。また、10kHzは100Hz、1kHzと比較して、細胞の活動が遅くなっていることがわかった。
文献の出典	https://doi.org/10.11470/jsapmeeting.2019.2.0_913
そこから考えた三つの問い	①もっと大きい植物だとどうなるのか。 ②植物に影響を与える音の大きさの限界は何か。 ③細胞の中で特にどの器官に影響を与えているのか。

植物由来の紫外線カットフィルム

研究計画書

基本情報

年組番 (4桁)		氏名	
2年次 文理選択	理系	希望分野	生物

研究の概略

研究テーマのタイトル	紫外線カットフィルムを用いた紫外線から植物を守る方法
研究テーマのキーワード (3つ)	紫外線、UVカット、植物
研究によって解明したい問い (調査課題)	紫外線カットフィルムを持っている植物があるのであれば、その植物の表皮を採取し、紫外線に弱い植物に使用することで紫外線に対して耐性をつけることができるのではないか。
その問いの答を導くための研究手法	手順① 先行研究と同じ、タカネグンバイ、ツユクサなどの表皮を採取する。 手順② 採取した表皮の性質を調べ、今回の実験に最も適した植物を見つける。 (入手の難易度を考えるとツユクサが適しているのではないか) 手順③ 紫外線の影響を受けやすい植物に対して、紫外線を当てながら、紫外線カットフィルムを用いて生育するものとそうでないものとの対照実験を行う。 手順④ 植物の比較を行い、検討を重ねる。 必要な物品：ツユクサなど先行研究に記載のあった植物、赤色LED、青色LED

調査課題に至るまでの背景

最初の文献のサマリー	強烈な太陽光が降り注ぐ屋外で、植物は何事もないかのように生育しているのは、植物が紫外線から身を守り、それを利用する仕組みを持っているからである。太陽UV-Bが植物に与える影響は以下のようなものがある。 ① 葉の面積成長を阻害する ② 葉を厚くする ③ 植物体の伸長成長を阻害する ④ 光合成を阻害し、乾物生産を低下させる ⑤ 葉面に斑点状のクロロシス (白化、黄化) を生じる ⑥ 葉の表面 (クチクラ) にワックス状物質を蓄積させる 植物は十分な紫外線耐性機構を持っているので必ずしも悪影響を受ける訳ではない。UV-Bが生物にとって極めて有害であり、紫外線耐性機構が十分に働かない環境条件のとき、紫外線増加が極めて強く現れることを忘れてはならない。
文献の出典	紫外線増加が植物に及ぼす影響 帝京科学大学生命環境学部生命化学科 近藤矩郎
そこから考えた三つの問い	① 実験しやすい例としてどのようなものがあるか。 ② 紫外線は他にどのようなものに影響するか ③ 容易な実験方法はないのか。
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	アサガオ、ナス、アオウキクサ、ダイコン、バナナを用いた実験によって、アサガオ、ナスについて310 nmにピークを持つUV-Bを照射した結果、照射線量が20 kJ/m ² 以下では 違いは見られなかった。しかし、30 kJ/m ² の紫外線を照射したものでは、葉が褐色に変色した。本実験では、1本のバナナで、紫外線による影響と光回復の様子を示すことができた。短期間で実験を行えるため、高校生物の実験に最適。
文献の出典	植物に及ぼす紫外線の影響 森本弘一・中道知子・二宮理恵
そこから考えた三つの問い	① 光回復はなぜ起こるのか。 ② 紫外線以外の有害な線はあるのか、また、どのように有害なのか。 ③ 紫外線を抑えるにはどうしたら良いか。

研究計画書

研究の概略

研究テーマのタイトル	“とよなかゼロカーボン 2050” の推進 (日本原子力文化財団課題研究活動支援事業応募予定テーマ)
研究テーマのキーワード	環境、カーボンニュートラル [※] 、再生可能エネルギー、普及啓発・教育 ※温室効果ガスの排出量と吸収量を均衡させること
研究によって解明したい問い(調査課題)	ゼロカーボンとは、温室効果ガス排出量実質ゼロの実現に向けての取り組みのことです。豊中市は、2050年までに二酸化炭素の排出量を実質ゼロにするゼロカーボンシティの実現に向けて取り組んでいます。 この目標を市民に知ってもらうために、どうしたらいいか。また、目標を達成するためにどんなことに取り組んでいけばいいか。個々の取り組み実施後、その取り組みの有効性をどうやって検証できるか。 とよなかゼロカーボン 2050 : https://toyonaka5070.jp/
その問いの答えを導くための研究手法	・政府のゼロカーボンシティの政策について調査する。 ・豊中市の“とよなかゼロカーボン 2050”について調査する。 ・ゼロカーボンやカーボンニュートラルの手法について調査する。 ・豊中市環境部ゼロカーボンシティ推進課に話を聞きに行く。 ・豊中市と調整して、ゼロカーボンの取り組みに参加する。 ・豊中市と調整して、ゼロカーボンの企画を立案し、実施する。 ・アンケートなどを解析し、取り組みの有効性を計測する。 豊中市ゼロカーボンシティ推進課 : https://www.city.toyonaka.osaka.jp/joho/kakubu/kankyo/zerobon.html

備考

この研究テーマで、令和6年度日本原子力文化財団課題研究活動支援事業に応募する予定です。全国から選抜された代表校の生徒たちの前で発表や質疑応答をして競い合うので、課題研究の時間以外にも時間をかけて、しっかりと研究に取り組んで準備し、成果を出す意欲のある生徒を募集します。

日本原子力文化財団課題研究活動支援事業 :

<https://www.ene100.jp/themed-research/activity>

昨年度の募集テーマは「目指すべき日本の2030年、2050年のエネルギーの姿 ～今、同世代へ伝えるべきメッセージとは～」でした。今年度も同じようなテーマで募集されると思われます。

スケジュール :

6月上旬 研究テーマ・活動内容を設定し、応募

6月末 支援校決定の結果通知

8月上旬 交流会・施設見学会(昨年度は浜岡原子力発電所)1泊2日(旅費は財団より支給)

12月上旬 成果発表会(昨年度は東京大学)1泊2日(旅費は財団より支給)

研究計画書

研究の概略

研究テーマのタイトル	未来のエネルギー ～再生可能エネルギーから核融合発電へ～
研究テーマのキーワード	再生可能エネルギー、潮力発電、核融合発電、普及啓発・教育
研究によって解明したい問い（調査課題）	令和5年度に日本原子力文化財団の支援を受けて課題研究地学で実施した「再生可能エネルギーの仕組みを物理学的に分かりやすく小中学生に説明する」の研究成果をもとに、さらに深化した発展的な研究を行う。 令和5年度は、太陽光発電、風力発電、水力発電の実験を伴う授業を企画したが、本年度は他の再生可能エネルギー（潮流発電など）にも研究範囲を広げ、二酸化炭素を出さない発電として、原子力発電や未来の核融合発電の可能性についても調査研究対象としていく。 再生可能エネルギーの利用拡大など未来のエネルギーに係る諸課題を、どうしたら次世代の子どもたちに伝えていくことができるか。原子力発電と核融合発電の違いは何か。核融合発電の実用化への進捗具合は現在どの段階にあるのか。
その問いの答を導くための研究手法	・小中学生にエネルギーの諸課題を周知する普及啓発・教育の手法を開発し、実践する。 ・カーボンニュートラルな未来の発電である核融合発電について調査研究を行う。以下のような施設・企業からの情報収集を検討する。 自然科学研究機構 核融合科学研究所（岐阜県土岐市） 核融合科学分野の国立の研究所。世界最大級のプラズマ閉じ込め装置である「大型ヘリカル装置（LHD）」の施設がある。 核融合科学研究所： https://www.nifs.ac.jp/ 株式会社 EX-Fusion（エクスフュージョン）（大阪府吹田市） レーザー核融合商用炉の開発に取り組む日本初の民間企業（2021年設立）。 EX-Fusion： https://ex-fusion.com/

備考

この研究テーマ「未来のエネルギー ～再生可能エネルギーから核融合発電へ～」は、令和6年度日本原子力文化財団課題研究活動支援事業に応募するテーマ「“とよなかゼロカーボン2050”の推進」を補完するサブテーマです。応募テーマ班といっしょに原子力文化財団の支援を一部受けることも可能です。

参加生徒が希望し、全国レベルの成果が挙げられそうであれば、独立したテーマとして日本原子力文化財団課題研究活動支援事業に応募することも可能です。

日本原子力文化財団課題研究活動支援事業：

<https://www.ene100.jp/themed-research/activity>

再生可能エネルギーの仕組みを物理学的に 分かりやすく小中学生に説明する

地学1班

キーワード： 水力発電、再生可能エネルギー、出前授業

First, Japan's renewable energy usage rate is low compared to other countries. That's why we decided to teach elementary and junior high school students about renewable energy in order to increase the usage rate in the future. We plan to take questionnaires before and after class to investigate changes in knowledge and interest in renewable energy.

はじめに

日本の再生可能エネルギーを使用した発電の割合は2022年時点で22.7%であり、この数値は決して高いものではない。この現状を変え、未来の再生可能エネルギーの可能性を広げていくことはできないだろうか。

この目標達成のため、原子力発電や再生可能エネルギーについて、これからの未来を担う小中学生に出前授業を行う。出前授業を通して、小中学生の再生可能エネルギーについての理解・関心の向上を図り、未来の再生可能エネルギーの可能性を広げていく。

調査手法

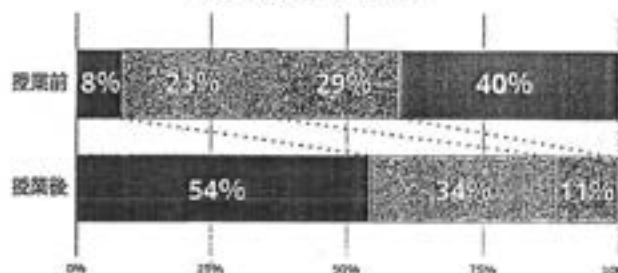
豊中市立上野小学校の4年生35名を対象にアンケートと出前授業を行い、そこで得られたデータを基に小学生の再生可能エネルギーに対する興味・関心や理解の変化を調べる。アンケートは出前授業の前後で同じものを行い、内容は一般財団法人日本原子力文化財団企画部主任の永田夏樹氏に助言をもらい作成し、データが取りやすいようにすべて4択にした。出前授業ではスライドを用いた再生可能エネルギーを用いた発電についての説明に加え、それぞれの発電を模擬した実験、知識の定着を促すための授業の振り返りを行った。出前授業を通して、生徒たちの興味・関心や知識がどのように変化し、どのように日本の未来のエネルギー事情に変化をもたらすのかを考察した。

結果

得られたアンケートの結果を100%積み立てグラフを用いて表す。

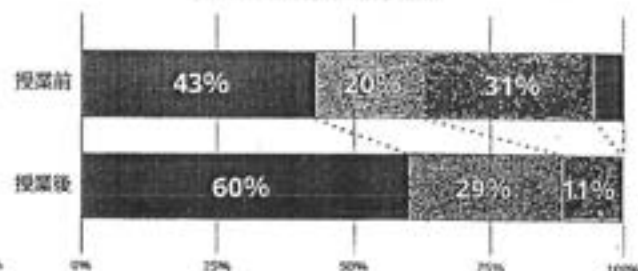
「再生可能エネルギーについて説明できる」

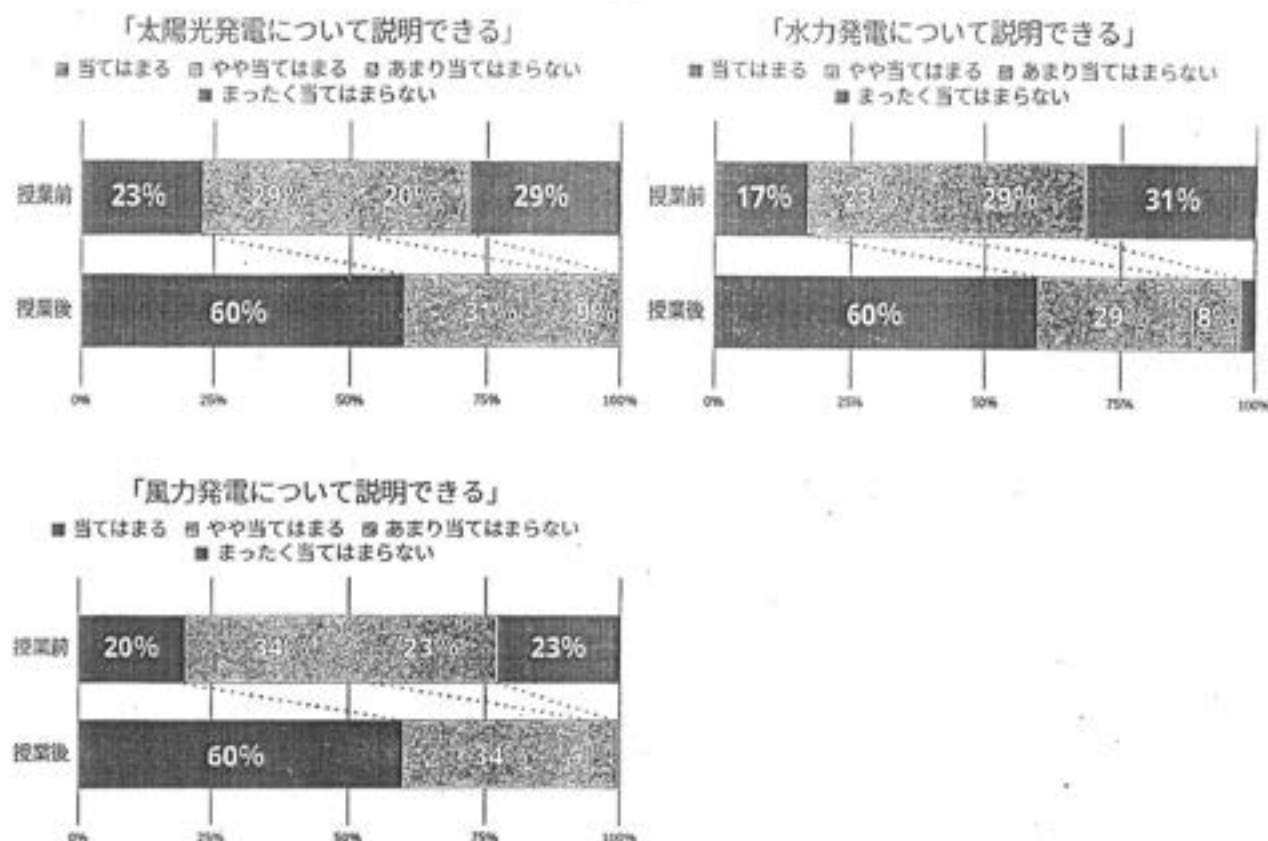
■ 当てはまる ■ やや当てはまる ■ あまり当てはまらない ■ まったく当てはまらない



「再生可能エネルギーに興味や関心がある」

■ 当てはまる ■ やや当てはまる ■ あまり当てはまらない ■ まったく当てはまらない





グラフから、授業後は「よく当てはまる」「やや当てはまる」の割合が増加し、「あまり当てはまらない」「まったく当てはまらない」の割合が減少したことが読み取れる。このことから、出前授業を受けたことにより生徒の再生可能エネルギーへの興味・関心や理解度が高まったことがわかる。

考察

興味・関心や理解度の変化があり、それが高くなったので、小学生の再生可能エネルギーに対する関心と知識の向上が見られた。また授業を行っていない別のクラスの小学生も興味を持ち、話を聞きに来たので予想以上に授業の影響が大きく、授業内容が広まっていることがわかった。1つの出前授業で対象者のみにとどまらず多くの人に興味や知識をつけてもらえるので、今後も幅広い学年を対象にして授業を構成していけると考えられる。授業内容や実験道具は流行に合わせて変えていけば、これからも小中学生に再生可能エネルギーについての出前授業をしていけると考えられる。

参考文献

- 1) 世界の再生可能エネルギー発電割合 国別ランキング・推移
(<https://www.globalnote.jp/post-4908.html>) (2023/6/9アクセス)

研究計画書

基本情報

年組番 (4桁)		氏名	
2年次 文理選択	理系	希望分野	地学

研究の概略

研究テーマのタイトル	潮流・海流を源とした発電
研究テーマのキーワード (3つ)	海流、潮流、発電計画
研究によって解明したい問い (調査課題)	海流発電
その問いの答を導くための研究手法	実態を生で見る、簡易的に実験してみる、文献・これまでに行われてきた実験を参考にする

調査課題に至るまでの背景

最初の文献のサマリー	海流：海面上の風によって発生する流れ。北太平洋 黒潮、北大西洋 メキシコ湾流など 黒潮の流速は速いところでは2 m/s以上に達し、その強い流れは幅100 km以上にも及び、輸送する水の量は毎秒5,000万トンにも達するとされている。この膨大なエネルギーの一部でも利用して発電できれば、安定したエネルギー源となることは想像に難くない。 潮流：天体運動に基づく潮汐力によって発生し、地球の自転に伴い日変化する非定常エネルギー。潮流の変動は規則正しく起こるので長期にわたって予測可能であり、信頼性の高いエネルギー源とみなすことができる。
文献の出典	潮流・海流発電
そこから考えた三つの問い	①海流発電と潮流発電は現実的に実現可能なのか ②我が国においてはどこの海流を利用することが最も効率的で生産性が高いのか ③我が国の研究開発の進捗状況
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	③：我が国の潮流発電の研究開発は、欧米・韓国から約10年は遅れていると言わざるを得ないが、2013年4月に発表された「海洋基本計画」においては主要な取り組みとして「海洋再生可能エネルギーの利用促進」が明記された。つまり、今後は国策として推進することが決定された。
文献の出典	津軽海峡の潮流・海流発電にむけた流況とエネルギー賦存量の四季的変動特性
そこから考えた三つの問い	①潮流や海流の流況特性 ②津軽海峡における潮流・海流発電の可能性について ③潮流・海流発電と四季との関連
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	②：津軽海峡東武海域において最大流量エネルギー密度のみに着目すると最も多くエネルギーが分布する下北半島沿岸部が最も最適である。しかし、当該海域は海流によって潮流流速に加え、その流向に大きな影響が及ぶことを考慮すると、季節的な海流の変動とそれらが潮流流速・流向に与える影響に十分配慮する必要がある。
文献の出典	潮流・海流発電の環境影響評価における現状の総説
そこから考えた三つの問い	①潮流・海流発電の魚類への影響 ②どのような状況下に置かれたとき、海生生物に影響が及ぶか ③海洋を利用した再生可能エネルギーも新たな産業について

研究計画書

基本情報

年組番(4桁)		氏名	
2年次 文理選択	理科	希望分野	地学

研究の概略

研究テーマのタイトル	耐震性に優れた円柱状の家の構造
研究テーマのキーワード(3つ)	耐震性 建築構造 住宅
研究によって解明したい問い(調査課題)	四角形の家が多い中、円柱状の家の構造は耐震性向上につながるのか。地震の揺れが建物の一部のみに集まり、そこからの倒壊を防ぐためにはどのくらいまで角を削り、滑らかにすると良いのか。円柱状の家を作るためにはどのような建築素材を使うべきなのか。
その問いの答を導くための研究手法	手順①文献調査や実際に使用されている建築素材などを理解し、組み合わせることによって円柱状の家に適した柔軟に曲がる素材について検討する。 手順②手順①で検討した建築素材をできれば使用し、可能でない場合は長方形や正方形、複数の形が組み合わさった形と円柱状の家の形を作成し、揺れの大きさやその建築物に乗せる重さなどを変更しながら耐震性を図り、その結果を比較する。また、円柱の中でもどのような高さが最も適しているのかを実験を通して考察を行う。 手順③円柱状の家を作成する際に、文献調査にあった、耐震性に大きく影響するという屋根の重さや形について、条件を変更しながら対照実験を行う。また、耐震性の高い部屋の間取りや、柱の位置に関しても検討を行い、小さい模型などを作成し、実際に実験を行う。 必要な物品：小型模型に適した素材、揺れを起こす機械（どちらも研究を通して検討する）、50gのおもり、

調査課題に至るまでの背景

最初の文献のサマリー	エスカレーターに効率を求める中、安全の範囲内の高速化や勾配の増加がもたらす影響として従来の30度に対して5度(17%)急傾斜になることはあまり使用上の問題はない。また速度に関して基準から15m/分上げることにより、効率は50%ほど上がる。バリアフリー化の対応において、階段の高さが変化する車いす用ステップ付きエスカレーターや一定の操作によって速度が遅くなり、省エネ化にもつながる「気配り運転システム」の技術が発達している。
文献の出典	エスカレーターの安全性・快適技術の進歩. 国際交通安全学会誌, 2002 - iatss.or.jp
そこから考えた三つの問い	①マンションでエスカレーターが使用されないのはなぜか ②エスカレーターの傾斜はどこまで上げることができるのか ③災害時にも動く耐震性のあるエスカレーターを作ることできるのか
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	①エスカレーターは設置費が高く、また3から5トンあるエスカレーターを使用するには電力がかかりすぎてしまう。 ②勾配が8度(歩く歩道など)は分速50m以下、30度なら分速45m以下、35度なら分速分速30m以下と決められており、これ以上上げると危険が伴い、かつ多量の電力を使うこととなる。 ③災害時にもエスカレーターは稼働するが、片側立ちが一般的であるけれど、安全面から左右両側立ちが推奨されている中、災害時などの混雑時にエスカレーターに乗ることにより群衆雪崩のリスクや重量過多による逆走が挙げられている。
文献の出典	エスカレーターの利用と最悪想定.web防災情報
そこから考えた三つの問い	①耐震性のある建物とはどのようなものなのか ②耐震性には何が大きく関係してくるのか ③家の形は耐震性に影響を与えるのか
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	①②建物の構造の種類には木造、鉄骨造、鉄筋コンクリート造、鉄筋鉄筋コンクリート造があり、構造が異なっても耐震性にはあまり影響がない。木造は軽くしなやかであるので同じ大きさの建築物と比べると揺れが小さくなる。鉄骨造は鉄や鋼

	が持つ粘りにより地震のエネルギーを吸収するため、倒壊までの時間が短い。火災の際には倒壊しやすい。鉄筋コンクリート造のコンクリートは圧縮率が高く、揺れは大きいが倒壊は少ない。構造よりも設計が大きく影響してくる。 ③平面形状が長方形であるものは耐震性が高いが、凹凸が多い複雑な形状をしていると、一点に力が偏ってしまいその部分から倒壊してしまう。また、立体形状において長方形に近い形をしているものは耐震性が高いが、二階部分のほうが一階部分よりも大きい場合は建物の一部分に負荷をかけてしまい、そこから倒壊してしまう。
文献の出典	建物の構造と耐震性の関係は？.日本耐震診断協会 「形」でわかる地震に強い家、弱い家の条件.オールアバウト
そこから考えた三つの問い	①耐震性には部屋の間取りが影響してくるのではないかな ②屋根の重さ、形が及ぼす耐震性への影響はどのくらいかな ③円柱状の家を実装することはできるのかな

最も効果的な制振ダンパーの設置方法

地学3班

Many existing wooden houses are vulnerable to earthquakes. In this research, we will conduct an experiment to find out how to install dampers to strengthen the building at the lowest cost.

キーワード： 制振ダンパー 加速度 地震

はじめに

大きな地震が発生したときに既存の木造建築は、他のコンクリートなどを用いた建築物と比べ崩壊しやすい。新しく建てる建物では新しく開発されたより地震に強い構造を採用できるのだが、今ある既存の建物には取り付けるのが難しい。これらの建物を建て直さずに強化する方法はないか。対策工事の方法は限られるのでまず今ある制震補強工事から着想を得た。トキワシステム(株)¹⁾が行っている工事から、制震ダンパーによってなされる補強が家の一部だけを取り壊して工事できるため全体的な改築より簡単にできて良いのではないかと考えた。

本研究では一番コストがかからず、建物を強くできるダンパーの取り付け方を見つけるための実験を行う。地震が多い日本で必要な木造住宅の補強工事をしやすくするのに役立つといえる。

調査手法

本研究では従来の木造建築に付け加えるような形で強化をするために、制震ダンパーをできる限り少ない数で、最大限の効力を発揮できる場所を調べる実験をする。一般に制震ダンパーは、梁と柱からなる枠組みの角やその対角線に取り付けられる。そこで、木造建築物に見立てた簡易的な立方体の模型に、小型の制震ダンパーを建物全体で何本つけるのか、どこにつけるのか、どのようにつけるか、の3観点それぞれを色々なパターンで対照実験を行いデータを得る。

対照内容は付ける場所とし、二本または四本のダンパーのつける箇所を1面の対角、二つの対角(二面、一面)、三つの対角で行う。立方体は一辺22.5cmで角材は2cm×2cmの太さとした。

入手するデータは、何も施していない模型の加速度と先述した観点を施した模型(木造二階建ての一軒家)の加速度の関係の解析。このデータを十分に手にするに至るまで実験を行い、それでもなおデータを入手できなければ、更に試行回数を増やし意義ある実験にする。

*上記のものに加え、高さ48cm 縦横22.5cmの直方体でも対照実験した。

結果

表1 立方体(一階建て)で設置場所を変更した場合の結果

設置場所	対角一組(一面)	対角二組(二面)	対頂角(二組)	対頂角(一組)	何もなし
加速度 [m/s ²]	X : 0.319 Y : 0.292 Z : 0.940	X : 0.295 Y : 0.265 Z : 0.910	X : 0.372 Y : 0.335 Z : 1.085	X : 0.332 Y : 0.313 Z : 0.947	X : 0.365 Y : 0.348 Z : 1.242

表2 直方体(二階建て)で設置場所を変更した場合の結果

設置場所	1階 対角一組 (二面) 2階 何もなし	1階 対角二組 (二面) 2階 何もなし	1階 二組対角 (四面) 2階 二組対角 (二面)	1階 二組対角 (四面) 2階 二組対角 (四面)	1階 対角一組 2階 何もなし	1階 何もなし 2階 対角一組 (二面)	1階 何もなし 2階 対角二組 (四面)	何もなし
加速度 [m/S ²]	X:0.312 Y:0.301 Z:1.142	X:0.318 Y:0.324 Z:1.102	X:0.303 Y:0.298 Z:1.021	X:0.293 Y:0.289 Z:0.984	X:0.213 Y:0.353 Z:1.021	X:0.241 Y:0.332 Z:0.962	X:0.253 Y:0.312 Z:0.843	X:0.391 Y:0.411 Z:1.215

加速度を計算するときには、20秒間の平均をとる。

考察

今回の実験より、ダンパーを取り付ける際には一方に偏らせると加速度はあまり軽減されない(揺れが和らがない)。逆に、平行二面などの規則的な付け方ならば加速度が軽減される(揺れが和らぐ)。

二階部分において加速度が小さくなったのは、ダンパーのみではなく高いほど揺れ幅が大きくなるためその分揺れが分散されるからなのではと考えた。二階部分につけたほうが加速度が小さくなったのは、上のほうが揺れ幅が大きくなる性質があるため、二階部分の強化でより効果がでたと考えられる。

まとめ

今回の結果から、一面やバラバラなどのように不規則な付け方よりも、規則的につけたほうが揺れが和らぐことがわかった。

一階部分のみ二階部分のみにつけた場合の結果を見ると、二階のみのほうが揺れが少ないことから揺れを抑えるという観点からみたら二階のみでよいが、実際は一階部分から総崩れで家が潰れるので一階をいかに強化するかが必須。

参考文献

1)ときわシステム(株)「制震ダンパーについて」

<https://www.tokiwa-system.com/column/column10/>

2)国土交通省「住宅・建築物の耐震化率のフォローアップのあり方に関する研究会」

https://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/build/jutakukentiku_house_tk_000137.html

トラス構造を応用して避難経路を確保する

地学2班

キーワード 耐震構造、トラス構造、避難経路

We focused on the truss structure. Then, we confirmed its response performance. By surrounding the door frame with a truss, the distortion of the door frame is suppressed and the truss is used as a tool to protect the structure.

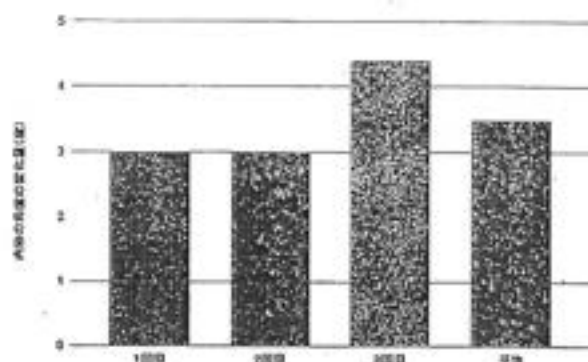
はじめに

国土交通省によると巨大地震を通じて、近年建築業界では、今後予想される巨大地震に耐えうる建物の構造開発が行われている。地震に対しての建物の構造は大きく、耐震構造、制震構造、免震構造の3つに分類される。そこで我々は、耐震構造の中で、トラス構造に目をつけた。この三角形を基本構造とする構造は単純ながらも、四角型の構造よりも耐重性能が高く、多くの建物に転用されている。そこで我々は、トラス構造を他の分野に応用できるのではと考え、地震発生時、ドアが開かなくなることで起こる二次災害に着目した。震度7を観測した熊本地震（2016年）、震度6弱を観測した大阪北部地震（2018年）では、鉄筋コンクリートの建物は倒壊はしない状態でも、壁を伝わってくる地震動によってドア枠が歪む事例が多く報告されている。ドア枠が歪むことで閉じ込められ、避難ができない。この二次被害を防ぐために、ドア枠のまわりにトラス構造を用いる構造を考案した。これを模型を用いて再現し、実験を行う。この手法を通してトラス構造がドア枠を守り、ドア枠の歪みがなくなることで避難経路の確保ができると考えている。この実験を通して従来のトラス構造の利用目的から脱却することを目標とする。

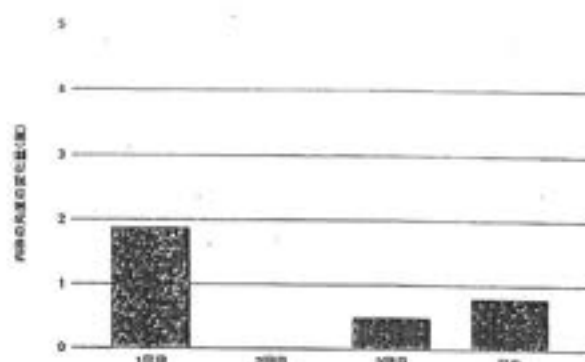
調査手法

先述の通り、本研究では、トラス構造の応答性能を確認し、耐震構造としての転用を目的としている。トラス構造形式は、14世紀に提案され、16世紀にはすでにトラス構造を用いたトラス橋が各地で見られるようになっていた。しかし、古くからこの構造が耐震性に優れてはいないという可能性が示唆されている。これを踏まえ、以下の方法で実験を行う。木材を用いて、ドア枠、外枠、トラス構造を用いた枠を作成する。内側から、ドア枠、外枠という模型と、ドア枠、トラス構造を用いた枠、外枠という模型の2種類を作成する。その枠にシリコンを2.0mmの厚さで流し込み、壁材とする。外枠は横60cm、縦50cmとする。模型の外枠に力を加え、外枠を3.0°、5.0°、10°と歪ませる。その際にドア枠がどれだけ歪んだかをドア枠の角度を測定し、計測する。そして、得られた角度を解析する。この操作をトラスありとトラスなしの場合においてそれぞれ2回ずつ行う。

結果



(図1) トラス構造ありの模型



(図2) トラス構造なしの模型

上のグラフからも分かる通り、トラス構造を有している模型は外部からの力が加わったときドア枠が初期状態と比べて最大で1.9度ずれた。一方、トラス構造を有していない模型は初期状態と比べて初期状態と比べて最大4.4度ずれた。

考察

実験の結果から、トラス構造を有している模型のほうが初期状態からのドア枠のずれが少ないことがわかった。すなわち、トラス構造はドア枠を補強する役割を担うため、トラス構造の、「力を分散する」という性質を利用して地震発生時による避難経路の確保が少なからず可能であると判断できた。しかしながら、外枠の一定角度まで力を加える方法を手動で行ったため、一定角度に達するまでの力の大きさ、速度は、2つの計測で同値ではない可能性がある。したがって、最も正確なデータが示せたとは言えない。今後の展望として、ばねばかりなど加えた力が可視化できる器具を用いて、より正確な実験データを取ることを目標とする。少なからず、本実験を通して、トラス構造は、トラス構造内のドア枠を一定方向の力から守ることが分かったため、トラス構造の特性を利用することで今後の応用が期待できる。従来のトラス構造の利用目的から脱却し、その利用可能性を高めることができると考えた。

参考文献

1) 国土交通省耐震化計画について

<https://www.mlit.go.jp/notice/noticedata/pdf/201703/00006643.pdf> (2023/9/19)

2) トラス構造について

<https://conma.jp/conmaga/article/104377/> (2023/9/19)

3) 日本橋梁建設協会HP

<https://www.jasbc.or.jp/routepress21st/rp21st-08-01.php> (2023/9/19)

研究計画書

基本情報

年組番 (4桁)		氏名	
2年次 文理選択	理系	希望分野	地学

研究の概略

研究テーマのタイトル	土砂災害の発生について
研究テーマのキーワード (3つ)	土砂災害、豪雨、メカニズム
研究によって解明したい問い (調査課題)	土砂災害はどんな状況で発生するのか。山によって土砂災害の発生は変わるのか。土砂災害後はどんな影響が出るのか。
その問いの答を導くための研究手法	過去の土砂災害の実例とその日やその前後周辺の日の降水量、山の状況などを調べて照らし合わせ、土砂災害のパターンを調べる。 実際に山のモデルを作り、雨に見立てた水を量、勢いの条件を変えて流し、土砂災害の起きる様子を確認する。 必要なもの：(山のモデル) 土、バケツ、植物、実際の被害がわかりやすいように家に見立てたミニチュア (雨のモデル) 水、じょうろやピーカーやガラス棒

調査課題に至るまでの背景

最初の文献のサマリー	豪雨のスケールを作り、過去のものに当てはめると相互の位置付けができる。災害発生当日と前日をトリガー雨量、前々日から2週間前の雨量を先行雨量とした豪雨基準を設定し全国比較した。
文献の出典	自然災害科学J.JSND 36-3 307-320 (2017) 土砂災害を発生させた豪雨のファクターとスケールの発生法
そこから考えた三つの問い	①豪雨に焦点を当てているが、土砂災害が起きるのは豪雨だけなのか。 ②土砂災害といってもほかにどんなものがあるのか。 ③土砂災害はほかの豪雨による災害とどうちがうのか。
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	土砂災害にはがけ崩れ、土石流、地すべりがある。 豪雨や地震などの誘因が地質などの要因に作用することによって起きる。
文献の出典	気象災害 特集号 降雨に伴う土砂災害発生メカニズムとその予測手法
そこから考えた三つの問い	①具体的にどういった山で土砂災害が発生しやすいのか。 ②ハザードマップの作り方は。 ③がけ崩れ、土砂災害、地すべりの発生要因
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	山の段階によりどういった災害が起きるかが異なる。 例えば、はげ山形成域が激しい土石流出が起きる。
文献の出典	土砂災害と森林 特集 I章 日本の土砂災害と対策の歴史
そこから考えた三つの問い	①いつ頃から森林の大切さが認識され始めたか ②人為行為が自然に与える影響とは ③洪水と枯渇という対照的なものが起きる仕組み

研究計画書

基本情報

年組番 (4桁)		氏名	
2年次 文理選択	理系	希望分野	地学

研究の概略

研究テーマのタイトル	土砂災害とその地域、その季節における日照時間、全天日射量の関係
研究テーマのキーワード (3つ)	土砂災害・日照時間・全天日射量
研究によって解明したい問い (調査課題)	日照時間、全天日射量によって土砂災害が発生する可能性がどう変わるのかをとらえ、今後の土砂災害対策に役立てる。
その問いの答を導くための研究手法	水槽に簡易的な土砂災害のシミュレーションを行える装置を作り、日照時間、全天日射量を変え、土壌の強さをそれぞれ調べる。 必要な物品：水槽、土壌、ライト、木 (またはその代わりになるもの)、スコップ

調査課題に至るまでの背景

最初の文献のサマリー	土砂災害発生時刻と対応する雨量の指標を求めることを試みた。六甲山系の既往災害については、六甲の小流域の短期流出を近似するタンクモデルの一段目および二段目貯留量が一定値を越えるとき、土砂災害発生時刻の対応が見られた。また、この小流域の流量も災害発生時刻の指標となりうることを示唆された。小豆島、高知の災害例についても、これらの指標が災害発生時刻と対応する結果を得た。
文献の出典	土砂災害発生危険雨量 砂防学会誌 1979, vol.31, no.3, p.1-7
そこから考えた三つの問い	①土砂災害の簡易的なシミュレーション装置はつくれないか。 ②危険だと察知したときにそれをどのように国民に伝えるか。 ③土砂災害に強い森は作れないか。
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	③ ・限界はあるが、間伐などの定期的な整備によって崩壊防止機能を高めることは可能。 ・植える樹種としてはスギ、ヒノキ、ナラ類、ケヤキなどが望ましく、逆にカラマツやアカマツは強さとしては半分程度なので、これらはナラ類などの広葉樹の侵入木や下層木が育成できるように施業するとよい。 ・年輪が増すごとに崩壊防止機能は高まるが、それでもやはり適期の間伐は欠かせない。
文献の出典	森林根系の崩壊防止機能 水利科学 2010, vol.53, no.6, p.11-37
そこから考えた三つの問い	①より水分を貯められる森を作るには。 ②崩壊防止機能と天候の関係は。 ③森林を強くするには草ではなく木でないとならないのはなぜか。
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	②令和3年7月3日熱海市伊豆山地区で発生した土砂災害を引き起こす大きな要因の一つとなった豪雨に関して、それをもたらす気象状況について気象庁ホームページから入手したデータと筆者が行っている学校気象観測データを用いて解析を行った。その結果、土砂災害が発生した7月3日の数日前より梅雨前線が北上し、これに伴い静岡県に暖かくて湿った空気の流入が顕著となり、豪雨をもたらすような積乱雲が発生発達しやすい気象状況が形成されたと推察された。
文献の出典	災害をもたらす豪雨の発生条件に関する解析とその気象学習への活用について：令和3年7月熱海で発生した土砂災害を例として 教育研究実践報告誌 2022, vol.5, no.2, p.67-74
そこから考えた三つの問い	①ほかの気象要素から土砂災害発生の可能性について考えられないか。 ②土砂災害のシミュレーションを簡易的に行えないか。 ③シミュレーションを行うとき森の木をどう再現するか。

研究計画書

基本情報

年組番 (4桁)		氏名	
2年次 文理選択	理系	希望分野	地学

研究の概略

研究テーマのタイトル	火星移住時の住居モデル
研究テーマのキーワード (3つ)	火星 大気 人口爆発
研究によって解明したい問い (調査課題)	地球から火星への移動方法とは。火星表面に建設しても問題ない建築素材や建造物の設計図。火星の大気にはほとんど存在しない酸素の獲得方法。火星上を移動する際の乗り物の設計やその素材。
その問いの答を導くための研究手法	手順①文献調査により火星の厳しい環境に耐えられる素材やその条件を探す。 手順②手順①で見つけた素材を入手し、実際に火星に似た環境を作りその環境下でその素材がどこまで耐えられるかを実験する。具体的には火星の風力や土壌、大気を再現し、石などをぶつけることで耐久性を確かめる。 手順③その素材を使用し、耐久性の強いトラス構造などで火星の住居モデルを作成し、再び手順②のような実験を行ってその住居モデルの耐久性を確かめる。

調査課題に至るまでの背景

最初の文献のサマリー	生命が発現するための条件を火星に適用し、生命発現のための環境について考察する。生命が発現する条件として、①有機物の存在②水の存在③適切な温度④エネルギー源の存在⑤危険な環境因子がない、の5つが挙げられる。現在この5つで条件が揃っているものとして②と④の2つが挙げられる。このように火星に生命の存在を確認したり移住するにはまだまだ課題が挙げられる
文献の出典	Biological Sciences in Space 火星の環境と生命 石川 洋二 1997 年 11 巻 1 号 p. 3-12
そこから考えた三つの問い	①火星に住む生物の可能性 ②火星以外に移住できる星はあるのか ③火星の特徴とは
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	③火星はもともと温暖湿潤気候であった可能性があり、現在の火星表面の成分は風化が進んだ玄武岩と新鮮な玄武岩にはっきり分かれている。また流水地形があり大きな海が存在した可能性も指摘されている。
文献の出典	地質学雑誌 火星における欧米の生命探査計画とMELOS計画での生命探査 山岸 明彦 2012 年 118 巻 10 号 p. 675-682
そこから考えた三つの問い	①火星の大気の特徴とは ②火星でも生存できる生物とは ③火星への移動方法とは
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	③現在の火星の大気は地球より表層の気圧が低く、昼夜や季節によって温度変化が大きい。また火星の大気成分として二酸化炭素が最も多く、95%を占めている。ほかに、窒素が2.7%、アルゴンが1.7%を占めている。
文献の出典	地質学雑誌 風成砂丘から見る火星およびタイタンの大気循環システム 長谷川 精 2012 年 118 巻 10 号 p. 632-649
そこから考えた三つの問い	①火星にはどの程度の酸素が存在するのか ②二酸化炭素を活用し、人類が住める星にできないか ③火星移住の際の住居モデル

研究計画書

基本情報

年組番 (4桁)		氏名	
2年次 文理選択	理系	希望分野	地学

研究の概略

研究テーマのタイトル	宇宙ゴミの除去
研究テーマのキーワード (3つ)	除去衛星、コスト、正確さ
研究によって解明したい問い (調査課題)	宇宙ゴミは通信手段を持たない非協力物体であるため、除去衛星にカメラを搭載し、取得した画像から位置や姿勢の情報を推定して動作する画像誘導制御を採用しているが、このような運用は非常にクリティカルであるため、事前に十分な検証が欠かせない。
その問いの答を導くための研究手法	そこで、衛星搭載計算機とカメラを用いて、宇宙で除去衛星が行う画像誘導制御を模擬できる環境をつくり、宇宙ゴミへの接近までの過程を検証するシステムをつくる。

調査課題に至るまでの背景

最初の文献のサマリー	過去よりデブリ問題の根本的な解決策としてデブリ除去技術について検討されてきた。効率がよいデブリ除去が必要との認識も当初からあり、1980年頃には米航空宇宙局 (NASA) はスペースシャトルで打ち上げる再使用型の複数デブリ除去を検討している他、1990年代よりドイツ Braunschweig 工科大学は導電性デザーによるデブリ除去ミッションを提案している。デブリ除去衛星だけでなく、地上からのレーザー照射によるデブリ除去も古くから検討されている。欧州宇宙機関での網やデザー付き捕獲機構による静止軌道デブリの捕獲、NASA のハッブル宇宙望遠鏡修理ミッション用に開発された接近用センサや捕獲技術を利用したデブリ除去技術の検討、情報通信研究機構 (NICT) の小型衛星による軌道上保全システム等、軌道上サービスの一分野としても様々な提案がなされてきた。しかしいずれも、技術的あるいは費用的に実現困難と考えられ、具体的な実証まで至らなかった。ドイツ航空宇宙センター (DLR) は高コストが課題となり 2014 年 Phase B にて終了した。ESA は Envisat が除去できれば他のデブリも除去できるという難易度の高いフラグシップミッションとして定義していたが、コストに関する要求は明確でなかったため、捕獲機構の冗長構成要求や安全要求も高く、400M ユーロ以上の費用がかかることされ、開発中にさらにコストが膨れ上がると懸念されて計画通りに開発に着手できなかった。
文献の出典	博士論文 スペースデブリ除去のための統合的システムの提案とそのフィージビリティに関する研究 平成 31 年 2 月
そこから考えた三つの問い	①コスト削減のためには ②正確に除去するのは ③宇宙ゴミをなくすには
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	低コスト化に有望と考えられる EDT の実現可能性を検討する。EDT の課題およびその課題解決策を示し、EDT がデブリ除去に適用可能であることを示す。
文献の出典	博士論文 スペースデブリ除去のための統合的システムの提案とそのフィージビリティに関する研究 平成 31 年 2 月
そこから考えた三つの問い	①課題解決策とは ②なぜEDTが低コストに有望なのか ③実現可能性を検討するとは
そのうちのいずれかの問いに対応する答え	宇宙プラズマから電子をデザーで直接収集するベアデザーを用いたEDT システムは、小型軽量かつデブリへの取り付けの難易度も比較的低いと期待され、また複雑な推力ベクトル制御なしで軌道降下させることが可能であるため、宇宙機のミッション終了後デオービットや、デブリ除去の高効率推進系として有望と期待されてきた。

文献の出典	博士論文 スペースデブリ除去のための統合的システムの提案とそのフィージビリティに関する研究 平成 31 年 2 月
そこから考えた三つの問い	①宇宙機のミッション終了後デオービットとは
	②小型軽量かつデブリへの取り付けの難易度も比較的低いのはなぜ
	③EDT システムのしくみ