

平成 30 年度

スーパーサイエンスハイスクール

京都府立桃山高等学校

自然科学科「GS 課題研究」

成果集

抜粋版



目 次

抜粋版のためページ数に対応していません

1. 概要	・・・	1
SSH研究開発実施報告書	・・・	2
初回授業（ガイダンス）スライド	・・・	8
ルーブリック	・・・	10
2. 要旨	・・・	11
3. スライド	・・・	31
4. 研究論文	・・・	81
5. 英語ポスター	・・・	155

1. 概要

SSH研究開発実施報告書

1 本科目の概要（シラバス）

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

学習の目標	GS ベーシックでの学習を踏まえ、各自で設定したテーマに対してより深いレベルで探究を進めることで、研究遂行能力を身につける。												
使用教科書	独自作成教材集												
補助教材													
授業の進め方	<ul style="list-style-type: none"> ・テーマに応じて、指導教員のもと研究を進める。 ・定期的に研究の成果をまとめたり発表する機会を設定し、研究の進捗を促す。 												
授業計画	内容	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
	研究テーマ決定	■											
	探究活動		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	経過報告会				■								
	京都サイエンスフェスタ発表会								■				
	SSH 課題研究発表会									■			
	研究論文作成										■	■	■
	英語ポスター作製、発表会											■	■
評価について	<p>下記2種類のルーブリックに基づいて総合評価を決定する。</p> <p>(1)「平常時活動」ルーブリック 評価対象： 研究ノート、取組の様子</p> <p>(2)「成果物」ルーブリック ・「口頭発表評価用」ルーブリック 評価対象： 課題研究発表会プレゼンテーション ・「研究論文評価用」ルーブリック 評価対象： 研究論文</p>												
考査について	実施しない。												
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・受け身の姿勢ではなく、自ら考えて研究を進める努力をすること。 ・校内発表だけではなく、校外発表等も目指して研究を進めること。 												

(補足) 指導体制 2年生 自然科学科 2クラス 84名対象 19チーム
 担当教員： 数学科教員1名、理科教員12名、英語科教員2名、
 情報科教員1名、実習助手2名

2 実施内容

1 年生自然科学科 GS ベーシック (4 単位)

	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月
指導内容	プレゼン作成基礎 プレゼン英語基礎			サイエンス インク・リッショ キャンブ	統計基礎 サイエンス英語		課題 研究 基礎	ブレ課題研究		英語 発表 準備	英語口頭発表会 課題研究テーマ 検討	

2 年生自然科学科 GS 課題研究 (2 単位)

本
科
目

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

3 年生自然科学科

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

活動内容について週 1 回、担当者会議にて議論し、改善を図った。具体的な改善内容については下記の成果と課題に記述する。また、経過報告会（7 月実施）に 3 年自然科学科全員が、英語ポスター発表会（2 月実施）に 3 年自然科学科進路確定者がアドバイザーとして参加した。

3 成果と課題

(成果)

① 評価方法の決定

担当者会議を行い、「平常時活動ルーブリック」と「成果物ルーブリック」の 2 本柱で評価することを決定した。昨年度まで試行段階だったルーブリックを使用し、評価することができた。

② 生徒の繁雑さを改善する工夫

活動内容を 4 月段階で提示する、活動手順を具体化するなどの工夫によって、昨年度課題であった生徒の繁雑さの改善を図った。

③ 3 年間を通した課題研究の実施

3 年生は、経過報告会や英語ポスター発表会に参加したことで、1 年次 GS ベーシック・2 年次 GS 課題研究で培った研究遂行能力を使って後輩に指導する機会を得た。

(課題)

① 評価用ルーブリックの複雑さ

本年度使用したルーブリックは、「平常時活動」「経過報告会ポスター・要旨」「課題研究発表会プレゼンテーション」「研究論文」それぞれで別形式となっている。また、普通科の課題研究で使用しているものと形式が異なる。評価する教員にとって非常に使いにくく、混乱が生じた。作成物のルーブリックの一元化、普通科との共通化が必要である。

② 科目目標・活動目的の共通認識

教員間での科目目標（注 1）・活動目的の共通認識が甘く、指導内容や方法、評価基準に個人差が見られた。本科目目標は「研究遂行能力を身に付ける」ことであり、具体的にはルーブリックで示した各能力の水準を高めることである。初回授業開始前に担当者会議を設定し、確認する必要がある。

（注 1）GS ベーシックでの学習を踏まえ、各自で設定したテーマに対してより深いレベルで探究を進めることで、研究遂行能力を身につける。

GS 課題研究 生徒の変容について

GS 課題研究では年3回のアンケート調査を実施し、生徒の変容を追跡している。自然科学科と普通科の変容を追跡するとともに、学科や系に応じた特徴があるのかどうかについても追跡している。それらアンケート結果を示すとともに、現時点での大まかな傾向を記載する。

1 アンケート分析対象

生徒： 2年生 自然科学科(2クラス), 普通科理系(4クラス), 普通科文系(3クラス)
 年度： 平成29年度, 平成30年度

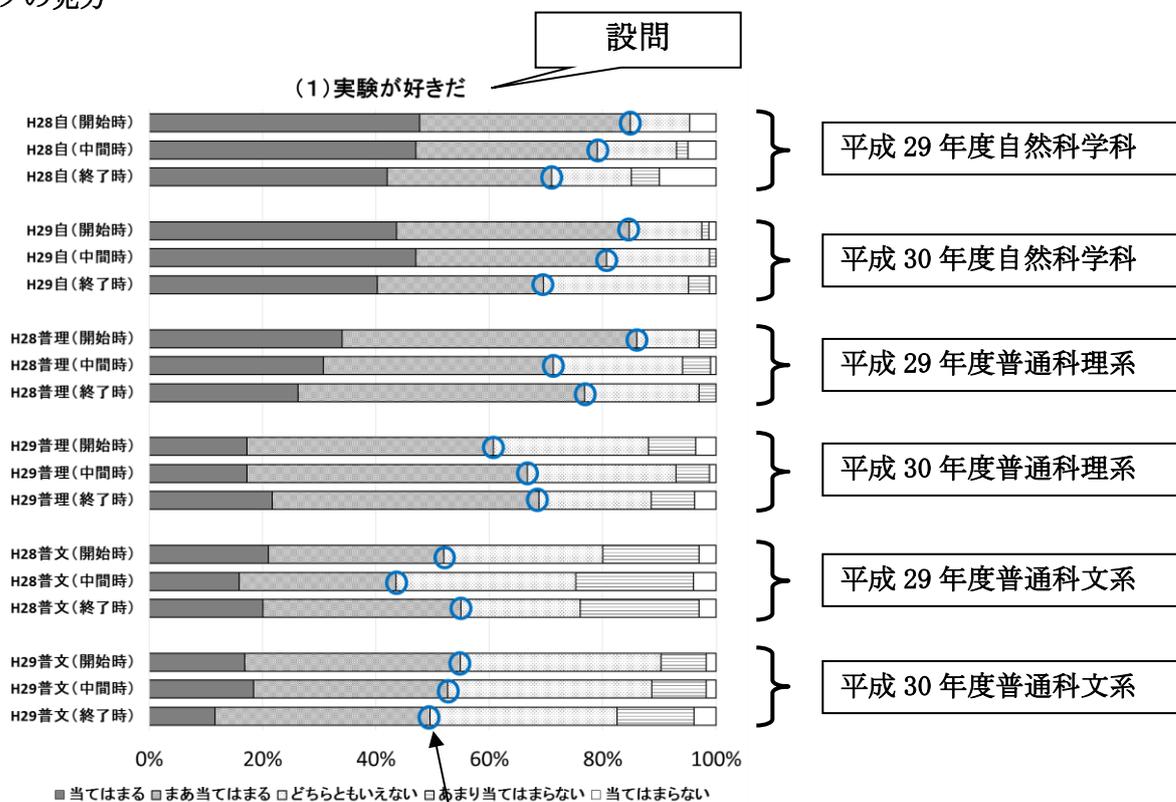
2 アンケート時期

自然科学科	①授業開始時(4月)	初回授業(オリエンテーション)後に実施
	②中間時(7月)	経過報告会后に実施
	③授業終了時(2月)	英語ポスター発表会后に実施
普通科	①授業開始時(4月)	初回授業(オリエンテーション)後に実施
	②中間時(9月)	2ndステージ経過報告会后に実施
	③授業終了時(2月)	代表班発表会后に実施

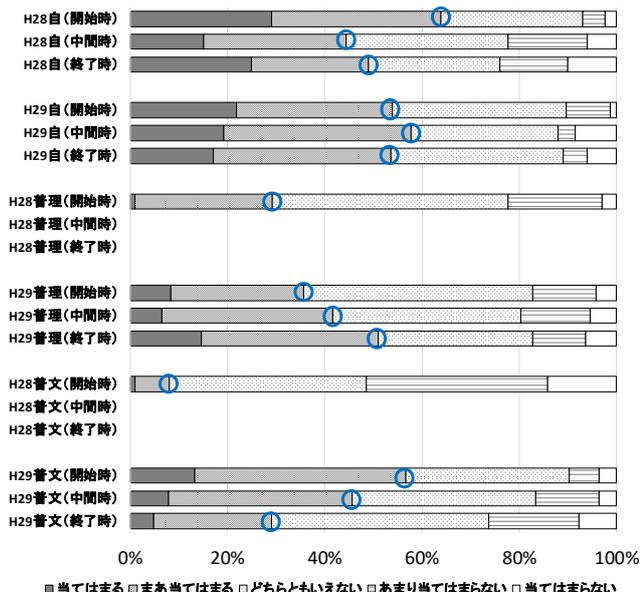
3 アンケートの内容

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

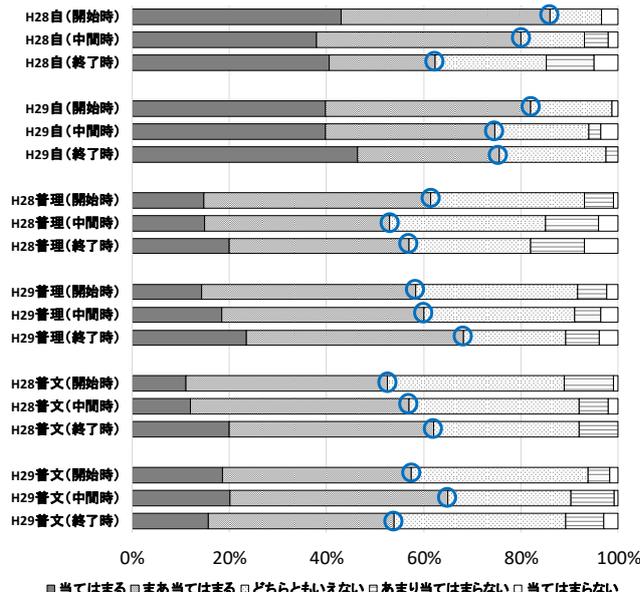
4 グラフの見方



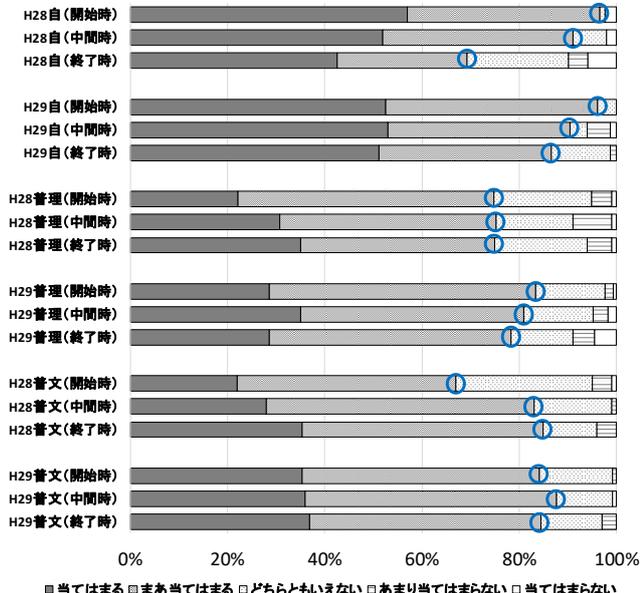
(7) 進路選択の参考になる



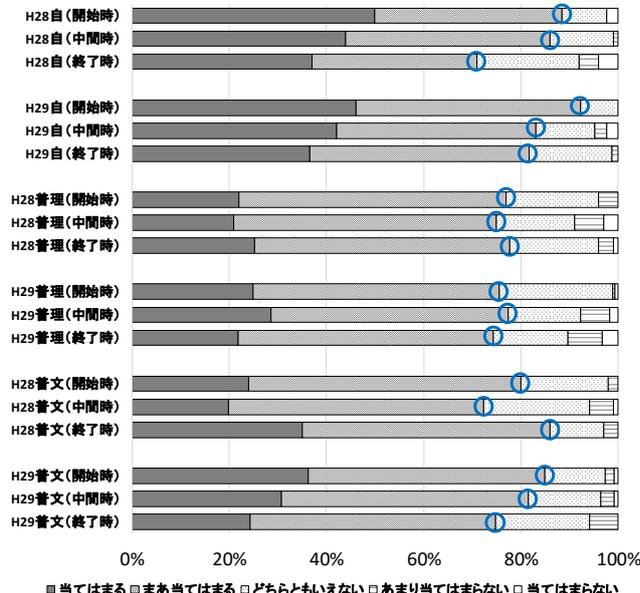
(8) 課題研究は有意義だ



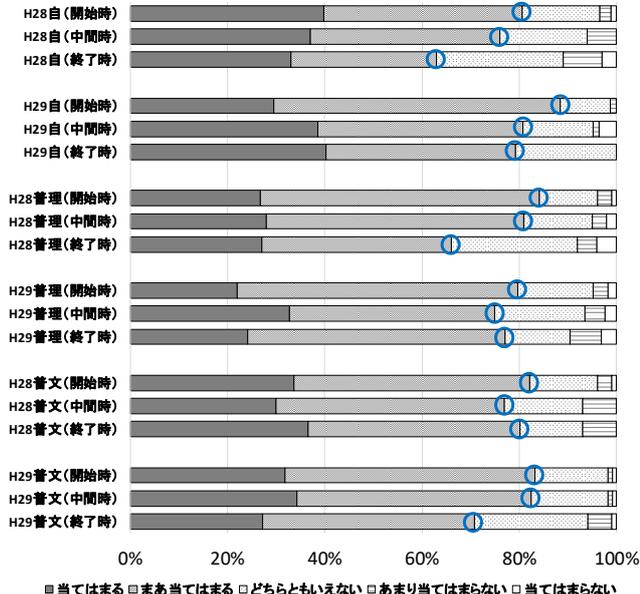
(9) 課題研究で発表能力がつく



(10) 課題研究でまとめる力がつく



(11) 課題研究でコミュニケーション力がつく



6 特徴と考察

(1) 全体

全体的にみると肯定的な回答の割合は、平成 28 年度と平成 29 年度とで学科や系の方に大きな変化は無かった。しかし、学科や系をそれぞれ詳細に見ると新たな傾向が見られた。以下、詳細に述べる。

(2) 自然科学科の変容

平成 28, 29 年度共に、多くの設問で肯定的な回答の割合が大きく高止まりしている。これは自然科学科のカリキュラムや授業内容がほぼ完成段階に達しているためだと考えられる。さらにアンケートを詳細に分析した結果から見えた 2 つの特徴について述べる。

① 年度内における生徒の変容

平成 28, 29 年度共に多くの設問で肯定的な回答の割合が最終アンケートで低下する傾向が見られた。この理由として昨年度の報告書では「英語ポスター発表の影響」という仮説を立てた。平成 28 年度は英語ポスター発表の実施を年度途中で決定したため、生徒は十分な準備や心構えができずに中途半端な印象で課題研究を終えたことが理由として挙げられる。このため、平成 29 年度度は年度当初から生徒に英語ポスター発表までの授業計画を明示した。その結果、アンケート結果の低下率は大きく改善した。だが、課題研究が進むにつれて肯定的意見が減少する傾向は同じであった。この理由として、課題研究の開始時は研究に対する期待や生徒の自信も大きい、研究が進むにつれて研究の困難さや実力不足を自覚し、壁にぶつかるためだと考えられる。しかし、この壁にぶつかる経験こそが課題研究で得られる大きな成果であり、生徒の成長において大きな意義があると考えられる。

② 学力と進路選択に対する肯定的な回答の割合が小さい

自然科学科では全体的に肯定的な回答の割合が高いが、設問「(5) 課題研究で学力がつく」、設問「(7) 進路選択の参考になる」の 2 問では 60% 以下である。課題研究が進路実現と結びついていないと実感している生徒が少なくないことを示しており、課題研究の大きな課題である。

(3) 普通科の変容

平成 28 年度と平成 29 年度を比較すると、課題研究全体について質問した設問「(3) 課題研究はおもしろい」、設問「(8) 課題研究は有意義だ」において、理系では課題研究終了時に肯定的な回答をした割合がやや増え、文系ではやや減少した。普通科の対象生徒は 7 クラス 280 人と大規模であり、普通科 G S 課題研究の初年度である平成 28 年度は 1 グループあたりの人数が多かったため、全体的に統一した指導ができなかった。その結果、比較的自由的なテーマで取り組むグループが多かった。一方、平成 29 年度はこれらの課題を改善し、普通科の生徒に対して自然科学科に近い授業計画で取り組んだ。その結果、科学的研究の傾向が強くなり、この傾向を好む理系で肯定的意見が増え、文系では減少したのではないかと考えられる。

同様の傾向は「設問(5) 課題研究で学力がつく」「設問(6) 理数系への興味が増す」で平成 29 年度が文系・理系共に大きく増加していることから伺える。特に「設問(7) 進路選択の参考になる」では授業が進むにつれて理系では肯定的回答が増え、文系では減少している。文系に対する取組の改善が今後の課題だと言える。

また、課題研究の目的そのものを問う「設問(4) 課題研究で考える力がつく」「設問(9) 課題研究で発表能力がつく」「設問(10) 課題研究でまとめる力がつく」「設問(11) 課題研究でコミュニケーション力がつく」では、課題研究終了時の肯定的回答の割合は自然科学科と同レベルの高い割合であった。この結果から、普通科での課題研究実施は大きな意義があると言える。

7. 次年度以降に向けて

本年度と同様の調査を継続し、生徒の変容を引き続き追跡する。また、アンケートの設問内容を G S 課題研究の目的と関連付けて見直し、より授業改善につながる調査としたい。

初回授業 (ガイダンス) スライド

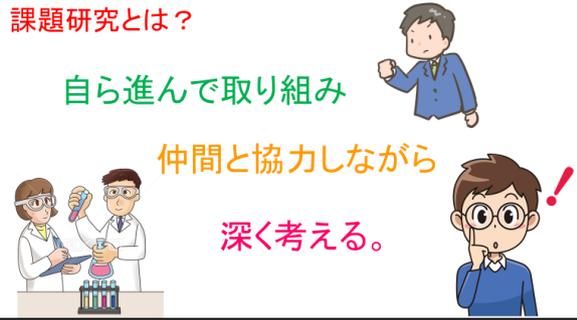
自然科学科「GS課題研究」 オリエンテーション

課題研究とは？

自ら進んで取り組み

仲間と協力しながら

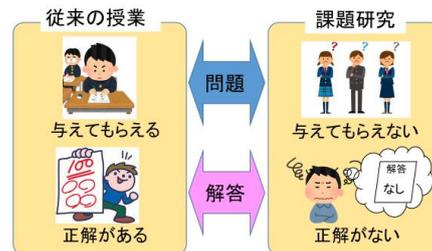
深く考える。



GS課題研究で伸ばしたい力

- (1) 先行例をふまえた課題を設定する能力
しっかりと事前調査を
- (2) 客観的なデータを基に課題を解決する能力
何を調べて何が分かるのかを明確に
- (3) わかりやすく伝える発表能力
初めての人にも分かってもらえるように

(1) 先行研究を踏まえた課題を設定する能力



「自分で課題を発見する能力」が重要

(1) 先行研究を踏まえた課題を設定する能力

Standing on the shoulders of giants
「巨人の肩の上に乗る」



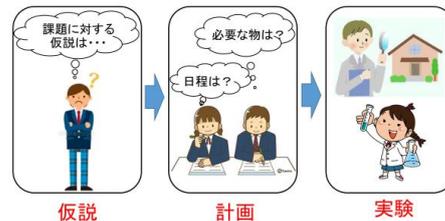
アイザック・ニュートン

私がほかの誰よりも遠くのほうを見ることができたとするならば、それは背の高い巨人の肩に乗っていたからです。



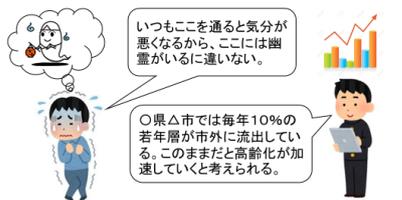
まずは先人の成果(先行研究)を調査すること

(2) 客観的なデータを基に課題を解決する能力



課題を解決するための方法を試行錯誤して考えよう！

(2) 客観的なデータを基に課題解決する能力



A君 主観的

B君 客観的

自分の意見が主観的になっていないか常に省みて、客観的に考察することが重要

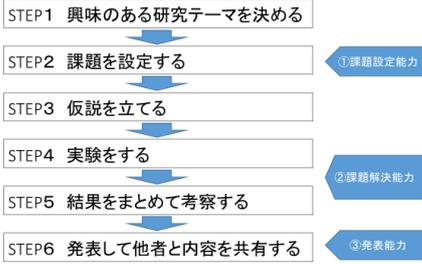
(3) わかりやすく伝える発表能力



① ポスター発表 ② プレゼンテーション ③ 論文

発表をすることで内容を他者と共有する

課題研究のステップ

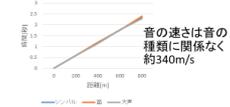


課題研究の例(自然科学)

- STEP1 テーマ: 音
- STEP2 課題: 音の速さは何によって変化するか?
- STEP3 仮説: 音の種類に関係なく音速は一定であり、気温が高くなると速くなる。
- STEP4 検証: 音が聞こえたら旗を挙げることで音速を可視化し、ストップウォッチで速さを測る。



実験の様子



STEP5 考察:
 仮説の通り音の種類や大きさを変えても音速は一定であった。これは波の速さは振幅や波長に関係しないことを示す。音速に対する気温の影響が測定できなかったことが今後の課題。

課題研究行事

- ・経過報告会(9月)
- ・サイエンスフェスタ(11月)
- ・要旨集作成(1月)
- ・口頭発表会(2月)
- ・個人論文作成(2月)
- ・英語ポスター作成(2月)
- ・英語ポスター発表会(4月?)

まずはこれにむけて。自分たちの研究内容を確立し、発表できるようにしよう。

各授業について

- ・3~6人の班に分かれて、各実験室(情報処理室も含む)で研究を進めます。
- ・活動内容は基本的には自由。話し合う、調べる、実験する、まとめる...
- ・ただし、何をするにしても必ず「**実験ノート**」に記入をしていきましょう。実験内容・結果だけでなく、話し合った内容や実験計画、考察など全てです。

- ・実験器具などは、先生の許可があれば使用できます。
- ・各班1万円の予算があります。実験材料の購入などに使えます。ただし、納品まで1ヶ月程度かかります。食品は基本NG。
- ・校外の活動は(授業時間内では)基本的になし。どうしても必要がある場合は、担当の先生に事前に相談すること。
- ・校内の移動や調査は可能ですが、必ず先生についてきてもらい、私語は慎むこと。他のクラスが授業中です。

- ・パソコンは1班につき1台、iPadが2台使用できます。(担当の先生から説明を受けてください。)
- ・2学期から発表があります。直前までまとめを放っておかず、役割分担をしっかりとって、効率よく活動しよう。
- ・授業の最後10分は、班員全員でその日のまとめと次回の計画をし、実験ノートに記入後担当の先生に提出すること。

評価について(ルーブリック)

評価規準	関心・意欲・態度		思考・判断・表現		実験・観察の技能			知識・理解		
	発問・発議に対する積極性	目的の志向性	仮説の構築	実験の記録	実験計画の立案	安全や危険の回避	結果の整理	発表に必要な可視化	有用な知識の活用	
A	「研究・実験」に対する意欲が旺盛で、自ら積極的に発言し、質問や助言を求めたり、積極的に発言している。	「研究・実験」の目的を明確に理解し、その達成に向けて積極的に取り組んでいる。								
B	「研究・実験」に対する意欲が旺盛で、自ら積極的に発言し、質問や助言を求めたり、積極的に発言している。	「研究・実験」の目的を明確に理解し、その達成に向けて積極的に取り組んでいる。								
C	「研究・実験」に対する意欲が旺盛で、自ら積極的に発言し、質問や助言を求めたり、積極的に発言している。	「研究・実験」の目的を明確に理解し、その達成に向けて積極的に取り組んでいる。								
D	「研究・実験」に対する意欲が旺盛で、自ら積極的に発言し、質問や助言を求めたり、積極的に発言している。	「研究・実験」の目的を明確に理解し、その達成に向けて積極的に取り組んでいる。								
E	「研究・実験」に対する意欲が旺盛で、自ら積極的に発言し、質問や助言を求めたり、積極的に発言している。	「研究・実験」の目的を明確に理解し、その達成に向けて積極的に取り組んでいる。								

ルーブリック

平常活動評価用ルーブリック

	生きて働く「知識・技能」の習得		思考力・判断力・表現力等		学びに向かう力・人間性等	
	規準	具体的な活動の例	規準	具体的な活動の例	規準	具体的な活動の例
評価規準	A	研究全体の目的を理解し、主体的かつ安全に観察・実験に取り組む。 ・研究を進める上で必要な知識を自ら進んで収集し、内容を理解している。 ・実験器具に精通し、適切に安全な操作を心がけている。	観察・実験の目的を理解し、結果を想定しながら取り組み、内容を適切に説明できる。	観察・実験の結果を的確に判断し、合理的に考察している。 ・観察・実験の様子を正確に記録し、その内容を適切に説明できる。	研究(実験)に主体的に取り組み、自ら進んで観察・実験を計画している。	研究(実験)に対するアイデアを提案したり、班の中の自分の立ち位置を意識した行動ができています。
	B	AとCの中間的状況	AとCの中間的状況	観察・実験の結果について理由を付けて判断し、その意味を考察している。 ・観察・実験の様子を記録し、その内容を説明できる。	AとCの中間的状況	他人のアイデアに建設的なコメントをしたり、協力して実験に取り組んでいる。
	C	研究全体の目的を概ね理解し、実験器具を安全に操作できる。 ・研究を進める上で必要な知識について収集し、内容を理解しようとして努力している。 ・自分の役割について責任を持ち、班員と協力しながら実験を進めている。 ・実験器具の操作を学習し、正しく扱おうとしている。	観察・実験の目的を概ね理解し、自分なりの言葉で表現できる。	観察・実験の結果に基づいて、その意味を考察しようとしている。 ・観察・実験の記録に基づいて、その概要を説明しようとしている。	研究(実験)に取り組み、時間を有意義に活用している。	班員と協力し、自分の役割を持って研究(実験)に取り組んでいる。
	D	CとDの中間的状況	CとDの中間的状況	観察・実験の結果を理解できず、その意味を述べることができない。 ・観察・実験の記録が不十分で、実験の概要を説明できない。	CとDの中間的状況	・何らかの役割を担当しているだけで、指示待ち状態である。
	E	研究全体の目的を理解できず、実験操作にも参加しない。 ・研究を進める上で必要な知識について、収集しようとしません。内容を理解しようとしません。 ・班の活動に参加せず、実験操作に加わっていない。	観察・実験の目的が曖昧で、方向性が意識できていない。	観察・実験結果を理解しようとせず、その意味を述べることができない。 ・観察・実験の記録を取らんとせず、実験の概要を説明できない。	研究(実験)を進めようという意識が低い。	・何の役割も果たしていない。 ・研究と無関係なことをしている。

成果物評価用ルーブリック

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

2. 要旨

運及び幸福感の定量的な測定について

藤村菜月 山田加奈子

抄録

運と幸福感の定量的な測定を複数の観点から試みた結果、測定は困難であった。

1. 研究の背景と目的

心理学者リチャード・ワイズマン氏の提唱する「幸運スコア」と「前向きな人ほど運がいい」という主張に興味を持ち、運と幸福感を定量的に測定しようとした。

2. 方法

①幸運スコアを測るために、4尺度、12項目の6件法によるアンケート調査を行う。アンケートは一部日本版にアレンジする。また、まったく別の観点として眼鏡の有無と好きな色についても同時に調査する。

②くじ引きによってアフメーションの効果を確かめる実験を行った。二度のくじ引きのあと○か×を自分の好きな組み合わせで3つ並べて用紙に書き（○××、×××など）事前に決めておいた当たりの並び（××○）との正答率を調べる。

3. 結果

次の図1、2、3を得た。



図1 ①の結果

図2 ①の結果

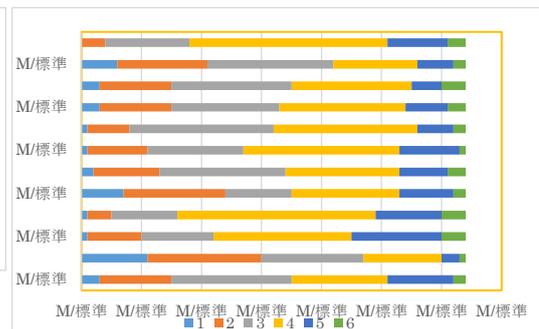


図3 ②の結果

4. 考察

①日本版にアレンジした質問の回答者を幸運な群とそうでない群に分けた時に1つ目の項目に優位な差がみられなかった。

②おおむね期待値通りになった。

5. 結論

実験内容に若干の不備があったこともあり、定量的な運と幸福感の測定は困難であるとわかった。運と気持ちの関係性についても明確な答えはえられなかった。

6. 参考文献

<https://president.jp/articles/-/16999>

7. キーワード

運 幸福度 幸運スコア 統計的分析

方べきの定理の拡張に関する研究

木村優希 田村亮太 吉野友陽 和田剛徳

抄録

- ① 方べきの定理が n 次元で成り立つことを証明した。
- ② 楕円において方べきの定理が成り立つ点の軌跡を計算ソフト Mathematica を用いて算出した。軌跡は双曲線と直線を表した。

1. 研究の背景と目的

数Bでベクトルを学び、成分を増やすことで次元を上げることが可能なことを学習し、平面で成り立つ図形の定理も拡張できると考え、中学3年生で学習した方べきの定理を題材に研究を行った。また、楕円などの円以外の図形でも成り立つかを疑問に抱いた。

2. 方法

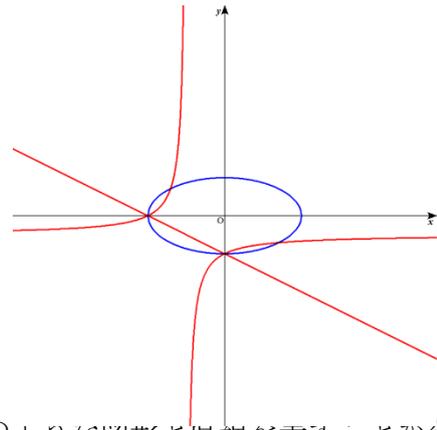
- ①方べきの定理の拡張はベクトルによって証明する。
- ②楕円において方べきの定理が成り立つ点の軌跡を Mathematica により算出する。

3. 結果

- ①ベクトルを用いると n 次元でも方べきの定理が成り立つことを証明できた。
- ②軌跡は右図の赤線部分。

4. 考察

- ①ベクトルの成分を増やすことによって n 次元で方べきの定理が成り立つ。
- ②方べきの定理において積が 0 になる部分が図の直線部分である。



5. 結論

- ①方べきの定理を n 次元に拡張することができた。
- ②楕円で方べきの定理が成り立つときの交点が、双曲線のよりの図形と直線を表すことが分かった。

6. 参考文献

GeoGebra/Mathmatica

7. キーワード

方べきの定理 次元拡張 楕円 ベクトル

Chomp における Grundy 数に関する必勝法の研究

田中敦也 津村開 中谷航 福嶋結人 瀧上智貴

抄録

二人零和有限確定完全情報ゲームを調べていく中で Chomp を見つけ興味を持った Chomp は先手必勝ということが既知ゆえ、本研究では形を変えた Chomp の亜種の必勝法について考察を行った。形を変えた Chomp の亜種であっても先手必勝が成り立つこと及び、形の変化と初手の形の規則性を見つけた。

1. 研究の背景と目的

Chomp が先手必勝ということが分かっているが、具体的な必勝形について調べるとともに、Chomp の亜種についての必勝形も考える。

●				

2. 方法

- ・ Grundy 数を用いて必勝形が成り立つことを裏付ける。
- ・ 本来の形（縦 3 × 横 5，右上図）から横のマスを一マスずつ増やして初手必勝形がどのように変化していくのか調べる。

3. 結果

- ・ 25 段までの初手必勝形を見つけた。



- ・ 必勝形の規則のようなものを見つけ、「規則性のズレ」と名付けた。

4. 考察

規則性のズレの周期が一定でないことが分かったので、規則性のズレをもとに特定することは難しい。

5. 結論

- ・ 手作業では時間がかかり過ぎるため、規則を見つけるのは至難の技であった。
- ・ 今後は、コンピューターを利用して効率よく研究していきたい。

6. 参考文献

[Grundy 数の説明](#)

chocolategame.jp/our_research/tomatoes/GrundyNumber.pdf

[Chomp - Wikipedia](#)

<https://en.wikipedia.org/wiki/Chomp>

[2 行 + \$\alpha\$ チョンプに関する考察](#)

www.alg.cei.uec.ac.jp/itohiro/Games/090303/090303-11.ppt

7. キーワード

Grundy 数 規則性のズレ 二人零和有限確定完全情報ゲーム

光の屈折を探る ～レーザーポインターを使って～

山崎亮 中田高暉 福田右京 櫻井隆之介 尾崎永 植田大貴

抄録

逃げ水や陽炎などの光の屈折による現象について調べようと思いレーザー光線を使って実験を行い、熱した空気を通る光の軌跡を解明した。

1. はじめに

暑い日に運動場やアスファルトが熱せられてその上の空気が揺らんでいるのを見て、熱と光の屈折の関係についてしりたくなった。

逃げ水や陽炎を追っていく中で光の屈折に興味を持った。

(先行研究) 「でんじろう先生のはぴエネ! 逃げ水の秘密」

<http://www.ctv.co.jp/hapiene/program/20170826/index.html>

2. 実験方法

使用したもの

- ・金属板・電熱線・レーザー光線・放射温度計
- ・水平器・定規

電熱器の上に金属板を置き、熱した。50センチごとに金属板からレーザー光線までの高さを測ることによって光の軌跡を調べた。これを5分ごとに繰り返し測った。

3. 結果

- ・横軸 光源からの距離 [m]、縦軸 板からの高さ [cm]
- ・縦に二つ並べたレーザー光線の上側の光の曲がり方に変化はなかった (グラフが重なっているので3本に見える)
- ・レーザーが板に近い方が大きく曲がった



光源からの距離 [m]	0	0.5	1.0	1.5	2.0
1回目の表面温度 [°C]	24.4	79	48.8	32.8	40.0
5回目の表面温度 [°C]	50.6	167.4	147.9	93.8	91.2

4. 考察

- ・温度が高くなればなるほど、光の屈折が激しくなったことから光は温度が高いほど屈折すると考えた
- ・レーザーが遠くにいけばいく程ほど、光は曲がると考えた
- ・光が曲がるにはある程度の距離がある

5. まとめ

- ・温度が高くなればなるほど、光の屈折が激しくなった
- ・距離が長ければ長いほど、また、表面温度と気温の差が大きければ大きいほど屈折の度合いは大きくなる

6. 参考文献

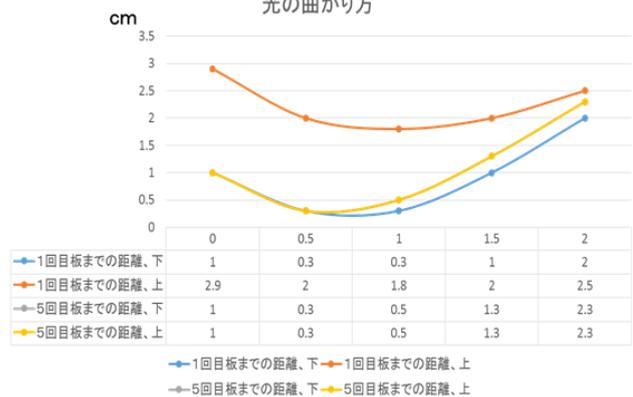
「でんじろう先生のはぴエネ! 逃げ水の秘密」

<http://www.ctv.co.jp/hapiene/program/20170826/index.html>

7. 展望

- ・レーザー受信機を使ってもう少し正確に計測できるようにしたい。

光の曲がり方



熱音響を利用したゼロエミッションの演奏装置の開発

川口陽子 岩崎朝香 岩井菜津乃 川寄紗矢佳

1. 研究の背景と目的

熱音響は熱が音のエネルギーに変換される現象である。この現象を引き起こすレイケ管を用いて廃熱から人に心地よい音を生み出すゼロエミッションの演奏装置の開発を目標に研究を行った。

2. 方法

(1) 管の長さの決定

$V=f\lambda$ を用いて各音階に対応する管の長さを計算し、試作を行った。その管を用いて開口端補正幅を計算した。そして、計算された開口端補正を考慮した。新たに用いる管の長さを計算した。

(2) 実験 1 内径 4.2 cm、厚さ 4.0 mm、長さ 60 cm のアクリル管 A と内径 4.0 cm、厚さ 1.0 mm 長さ 60 cm の真鍮管 B の音を鳴らし、比較する。

実験 2 47.9 cm の真鍮管 C と 44.8 cm の真鍮管にベルを取り付け、前者と同じ高さにした管 D の音を鳴らし、比較する。

(3) 上面と下面の間の温度差を利用して電圧を発生させるペルチェ素子を利用して円盤を回す。

鍋に水を入れ、水の中に台を置いて、その上にペルチェ素子を置く。ペルチェ素子の上面にアルミのカップに入れた氷を置き、常に 0°C に保つ。

鍋をガスバーナーで熱し、ペルチェ素子の上面と下面の温度差を発生させる。上面と下面の温度差と発生する電圧の大きさの関係を調べる。また、円盤の回転に利用するモーターは、どのくらいの電圧で回転するか調べる。

木を使って円盤とモーターを固定する装置を作り安定して円盤が回転する温度差を見つける。

3. 結果

(1) 管の長さの決定最終結果は右図のようになった。

(ただし、装着する 3.5 cm のベル分は含まない。)

(2) 実験 1 B の方が少し音程は高くなり、また A はこもっており、B の方がクリアな音になった。実験 2 D の方が音は高くなった。C は直線的な音であったが、D は C よりも音がまるやかだった。また、明るくなっていた。

(3) 上面と下面の温度差が大きいほど、発生する電圧は大きくなり、温度差 70°C でモーターは安定して回り、その時の電圧は 2.0V であった。また、この時円盤が 1 回転するのにかかる時間は 5.6 秒であった。

音階	周波数 (Hz)
ド	0.617
レ	0.573
ミ	0.498
ファ	0.479
ソ	0.423
ラ	0.377

4. 考察

(1) 正しい音階が鳴る管の長さを決定するには開口端補正を考慮する必要があることが分かった。

(2) より心地よい音色を鳴らすには、真鍮管を用い、ベルを取り付けるといい。

(3) 実用化するにあたり、氷の供給は難しい。よって、円盤を回転させるためには上に 8.0°C 程度、下に常温の水を利用すれば良いのではないかと考えた。

5. 参考文献

小塚・小木曾・安井、レイケ管の自励振動における発振条件の検討、非線形音響研究会資料 (15-02)

振動発電

小口遼大 石川翔哉 井上幹太 林昂輝 清水侃 野田流雅

抄録

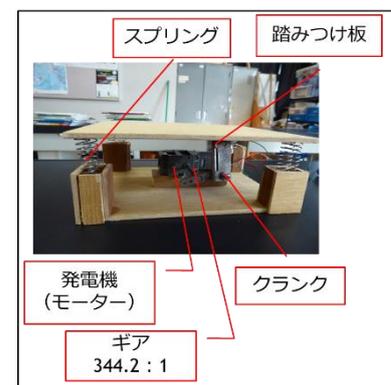
日常生活で無駄に消費している振動エネルギーを利用した発電機を試作した。小型化に注目し、単位面積あたりの発電量で太陽光発電を超えることを目指した。

1. 研究の背景と目的

日常生活で無駄に消費しているエネルギーを利用してスマートフォンの充電をしたいと考えた。そのエネルギー源として人間が地面を踏むときの振動エネルギーを選んだ。発電機の小型化に注目し、単位面積あたりの発電量で太陽光発電を超える振動発電を目指す。

2. 方法

振動発電の方法には圧電素子や電磁誘導を用いる方法がある[1]。今回は電磁誘導を利用する。直流モーターを発電機として利用し、ばねとクランクを用いて右図の装置を作り、上から圧力をかけることで、発電する。



3. 結果

実験の結果、一往復で0.47Fのコンデンサーに約0.30V蓄電した。性能を計算した結果は下記のとおり[2]。

蓄えられた電気エネルギー：0.021[J]

実際に加えたエネルギー：0.196[J]、発電効率： $0.021/0.196 \times 100 = 10.7\%$

単位面積当たりの電力：2.1[W/m²]（太陽光発電は89[W/m²]）

試作した発電機は太陽光発電の性能を超えられなかった。また、壊れやすく、実験に継続的に運用することができなかった

4. 考察

目標の太陽光発電と比べて性能が悪くなったのは、直流モーター、ギアとクランク、支柱と板、ばねなどがこすれることで摩擦が生じ、エネルギーを消費したためと考えられる。振動の直線運動を回転運動に変える際に大きな摩擦が発生するので、直線運動のまま電磁誘導する構造にすれば性能が良くなるかもしれない。

5. 結論

バネとモーターを使用した振動発電では太陽光発電の性能を越えられなかったが、無駄になっているエネルギーの利用するという点では意味がある。

6. 参考文献

[1] 金沢大学 振動発電研究室 <http://vibpower.w3.kanazawa-u.ac.jp/about.html>

[2] 教科書 物理（数研出版）

7. キーワード

振動発電 電磁誘導 モーター ばね 回転運動 直線運動

Catch The Radon

～断層での放射線の原因を突き止めよ～

井貝章人 二宮凜太郎 長谷日出斗 藤岡昇太郎

抄録

今回の研究では断層付近における放射線量の分布の原因がラドンに由来するものなのか、もしくは別のものなのかを、エネルギースペクトルの観点からラドンを検出する装置を使用して調べた。

1. 研究の背景と目的

先行研究では、地殻中に放射性物質を含む断層付近における放射線量の分布を調査した。滋賀県の田上山にある断層では、断層から離れた場所に比べて放射線量が高いことがわかった。そして同じ断層でも、破砕帯付近では線量は多く、粘土層付近では少ないという違いがあることがわかった。このことから、地下深くにある断層の割れ目を通してラドンが地表に湧き出しているのではないかと考えた。

2. 方法

田上山の断層へ行き、4つの実験器具（Gamma Scout Mr. Gamma Rad Eye DOSE man）を用いて放射線量を調べ、ラドンの存在を確認した。



3. 結果

破砕帯付近では線量が多く、距離をおくと少なくなることがわかった。

破砕帯付近 平均 $324 \text{ Bq/m}^3 \pm 44\%$

田上公園 平均 $176 \text{ Bq/m}^3 \pm 44\%$

このことから、破砕帯からラドンが出ていることがわかる。

4. 考察

DOSE man で得られたデータによると確実に多くラドンがあるため、田上山での放射線の原因はラドンによるものだと考えられる。スペクトル分析でのエネルギーピークはおよそ 140 keV あたりであると予想されるが、ラドンは γ 線を放出してないため、ラドンの崩壊によって生じる原子核が放出する γ 線についても調べてみた。その結果、鉛 214 で近いエネルギーがみられたが、その放出率は低かった。

5. 結論

放射線源となる物質を含む地層の断層境界面では、断層の割れ目から地層に含まれていたラドンが湧きあがってくることで、その他の場所よりも放射線量が高くなる。

6. 参考文献

ラドン（自然環境中の放射線源）

三省堂 大辞林

緊急時におけるゲルマニウム半導体検出器による γ 線スペクトル解析法

7. キーワード

ラドン 壊変 半減期 γ 線 スペクトル分析 破砕帯

硝酸の濃度と鉄板の反応

萩原真哲 中西一真 山口龍馬 横井柔

抄録

様々な濃度の硝酸と鉄板を反応させて、反応の内容が変化する硝酸の濃度の境界を調べた。
10mol/L から 11mol/L の濃度の間にその境界があることが分かった。

1. 研究の背景と目的

教科書に記載してある内容（濃硝酸と希硝酸で鉄との化学反応が異なる）について、
どの濃度から反応が変わるのか興味をもち、調べたいと思った。

仮説

硝酸の濃度を変化させていく中で、鉄との反応の内容が変化する境界があると考えた。

2. 方法

- ①表面の酸化被膜を取るためにやすりで削った鉄板を、4mol/L と 16mol/L の硝酸が入った試験管に入れる。
- ②硝酸の濃度の範囲を狭めていき、それぞれの硝酸に①と同様の手順を繰り返し、反応が変化する濃度の境界を特定した。

3. 結果

硝酸の濃度	反応	
①16mol/L	なし	最初だけ反応がわずかにみられた。
②12mol/L	なし	気泡発生、試験管を振ると気泡発生は停止、振るのをやめても気泡発生無し。
③11mol/L	なし	気泡発生、試験管を振ると気泡発生は停止、振るのをやめても気泡発生無し。
④10mol/L	あり	振り続けても、反応は止まらなかった。
⑤8mol/L	あり	振り続けても、反応は止まらなかった。
⑥4mol/L	あり	8mol/L に比べて緩やかに反応した。

4. 考察

結果により、11mol/L と 10mol/L の硝酸の濃度の間に反応が変化する境目があると分かった。

どの実験でも赤褐色の気体の発生がみられたが、11～16mol/L では、濃硝酸と鉄の反応により二酸化窒素（赤褐色）が発生したと考えられる。また 4～10mol/L では、希硝酸と鉄の反応により発生した一酸化窒素（無色）が空気中の酸素と反応して二酸化窒素ができたと考えられる。

5. 結論

10mol/L から 11mol/L の硝酸の濃度の間で反応が変わることが分かった。

6. 参考文献

数研出版 改訂版 化学

7. キーワード

硝酸、鉄板

河川の汚染度どうかせんと

塚田雄大 遠藤純音 曾和拓角 佐々木奏太 金森亮太

抄録

河川の汚染度を調査し、1998 年のデータと比較した。調査した範囲では、環境汚染と呼べるほどの汚染はなかったが、植物が河川の溶存リン酸イオンの値に及ぼす影響について先行研究とは異なる結果が得られた。

1. 研究の背景と目的

1900 年代には水質汚染の公害があったが、現在の河川の汚染度はどのようなものなのか気になった。そこで京都の河川で COD、溶存リン酸イオン、残留塩素などを調べるを行い、場所による汚染度の変化を調べた。

2. 方法

小さい範囲で調べる実験と大きい範囲で調べる実験をおこなった(大きい範囲を調べる実験では琵琶湖、桂川、高野川、鴨川、木津川、淀川、宇治川にわたる範囲で調査し、1998 年のデータと比較した)。調査では対象の河川の中央部から水を汲みとり、現地で「パケットテスト(共立理化学研究室)」を使用した。さらに COD については採った水を持ち帰り、 KMnO_4 滴定や吸光光度計でも測定し、正確性を高めた。

3. 結果

- ・現在の調査範囲は部分的には汚染が確認できた
- ・COD の測定により上流は汚染度が低いと判断できた
- ・地点 D では溶存リン酸イオンの値が際立って高かった
- ・地点 B では溶存リン酸イオンの値が少し高かった



4. 考察

地点 D では周りに植物が多く、泥が堆積しており流れが非常に遅いため、リン酸の値が際立って高く見られたと考えられる。地点 B では周りに植物が多かったが石の地面であり流れが速く、溶存リン酸イオンが流れてしまったと考えられることから、地点 D ほど高くはならなかったと考えられる。

5. 結論

調査した範囲では、部分的に目立った値は見られたが、環境問題と呼べるほどの汚染はみられなかった。また、参考文献では琵琶湖付近に生息する葦という植物がリンを栄養分として吸収し溶存リン酸イオンの値を下げているという結論があったが、この実験からわかるように、必要以上に植物が多すぎても死骸となって溶存リン酸イオンの値を大きくする原因となってしまうと推測できた。

6. 参考文献

- ・化学の新研究(三省堂) ・京都の水は大丈夫か(本校地学部による調査資料、1997)
- ・水で 0. K? (同上、1998) ・Iida. yupapa. net (2018. 9. 13 閲覧)
- ・<https://www.justage.jst.go.jp/article/jwei/28/1/28-jwe1280107/-pdf> (2018. 10. 4 閲覧)

水和物と無水物における溶解熱の違いに関する研究

東睦良 片岡昌也 澤田瑞穂 高柳史奈

抄録

水和物と無水物の溶解熱を実験によって調べて水和水を切り離すのに必要な熱量を測定する。その結果物質によって 1mol の水和水を切り離すのに必要な熱量は異なった。

1. 研究の背景と目的

溶解熱を測定する実験をしたときに BaCl_2 の無水物と水和物で溶解熱に大きな差が出たため興味を持った。そこで予備実験で BaCl_2 , $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の溶解熱を測定した。その結果水和水 1mol を切り離すのに 14.7KJ が必要と考えられた。したがって水和水 1mol を切り離すのに必要な熱量は物質に関わらず一定 (14.7KJ) ではないかという仮説を立てた。この仮説が正しいか検証するために学校にあった $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ を用いて実験した。

2. 方法

- 1 200ml ビーカーに水溶液の水の質量が 100g になるように水を入れた
- 2 ビーカーを保存剤で包んだ。
- 3 十分に溶ける量の物質を溶解度をもとに求め、 CuCl_2 を 0.10mol、 $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ を 0.10mol、 CuSO_4 を 0.059mol と 0.063mol、 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ を 0.060mol、 Na_2CO_3 を 0.10mol、 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ を 0.070mol と 0.050mol、 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ を 0.050mol と 0.020mol 溶かした。
- 4 溶解熱による温度変化を測定した。

3. 結果

無水物と水和物の溶解熱には差があった。

4. 考察

水温の変化量 \times 水量 [g] \times 4.2J \div 溶質の物質質量 [mol] = 溶解熱 [J/mol]

この式からそれぞれの物質 1mol あたりの溶解熱を求めた。

溶解熱 [J/mol] \div 物質 1mol あたりの水和水の物質質量 [mol]

の式から 1mol の水和水を切り離すのに必要な熱量を求めた。

すると、物質によって 1mol の水和水を切り離すのに必要な熱量は異なることがわかった。

これは私たちの仮説と異なるものだ。原子の大きさや結合の形によって水和水が結合しやすいか結合しにくいかが決まるため、仮説は間違っていたと考えられる。

5. 結論

水和物 1mol から 1mol の水和水を切り離すのに必要な熱量は一定ではない。水和水と結合している原子の大きさや結合の形によって、熱量は大きく異なる。

6. 参考文献

<http://www.chem.ous.ac.jp/~gsakane/cuso4.html>

[https://ja.wikipedia.org/wiki/%E5%A1%A9%E5%8C%96%E9%8A%85\(II\)](https://ja.wikipedia.org/wiki/%E5%A1%A9%E5%8C%96%E9%8A%85(II))

7. キーワード

水和物 無水物 溶解熱

バイオ炭の作成とその浄化力を探る

大隈浩平 小仲比奈 小森瑞月 杉浦健介

抄録

廃棄物からバイオ炭を作ることによって廃棄物を有効活用することができる。バイオ炭とは生物資源を材料とした、生物の活性化および環境の改善に効果のある炭化物である。本研究では材質の違いによるバイオ炭の水質浄化力の違いについて探る。炭の吸着は表面の多孔質部分で行われる。そのため、水分量が多く、加熱したときに多孔質になりやすい材料から得られたバイオ炭の浄化力が高いと考えた。実験を行った結果、材質に含まれる水分量はバイオ炭の浄化力の大きさとは関係していないことが分かった。

1. 研究の背景と目的

浄化能力を持つバイオ炭は、原材料や作り方が多種多様な為、その効果が異なることを知り、私たちは材質の違いによる効果の違いについて調べた。本研究では、廃棄物から作ったバイオ炭で水を浄化し、より高い浄化力を持つ炭の材料を調べてその実用化を図る。

2. 方法

含まれる水分量が異なる野菜や果物の皮を用意する。それらをそれぞれ空き缶に入れて小さな穴をあけたアルミホイルで蓋をして、不完全燃焼させた。

実験1 バイオ炭を池の水 (COD: 18) に入れ COD の過マンガン酸カリウムによる酸化還元滴定をした。

実験2 メチレンブルー (MB) 水溶液にバイオ炭を入れて、MB を吸収させ、吸光度計を用いて、各バイオ炭の MB の色の吸着を見た。

3. 結果

	吸光度 (ABS)	波長 (nm)	COD (ppm)	質量変化 (g)
メチレンブルー	1.622	664.0	—	—
活性炭	—	—	6	—
とうもろこしの皮	0.304	664.0	13	40.8
とうもろこしの芯	1.304	664.0	14	88.4
キャベツの芯	0.697	664.0	16	93.2
栗の皮	1.485	664.0	16	74.6
ブロッコリーの芯	0.772	664.0	26	98.2
みかんの皮	1.057	664.0	34	91.4

質量変化 (100 g あたり) とはバイオ炭にする前の材質の質量とバイオ炭にした後の材質の質量の差であり、この値を各材質が含有する水分量であるとした。

ブロッコリーの芯とみかんの皮の吸光度の値が低いですが、それは、それらのバイオ炭を入れることで MB 水溶液が着色された為であり MB の吸着により出た値ではない。

4. 考察

とうもろこしの皮はその表面積が大きいので、より効果が高い。また、とうもろこしの皮は薄いので炭化されやすい。水分量と浄化能力の関係は見られなかった。

5. 結論

今回の実験において、一番浄化力があつた材質はとうもろこしの皮だった。表面積がより大きい材質のほうが、バイオ炭にするのに適している。

6. 参考文献

バイオ炭は地球をと人類救えるか
国立大学 5 6 工学系学部ホームページ

www.huffingtonpost.jp

www.mirai-kougaku.jp

7. キーワード

バイオ炭 水の浄化 COD

髪の毛とニキビ

藤原麻衣 山本優奈

抄録

髪の毛先にニキビの原因菌(アクネ菌)がいると考え、髪の毛を培地に入れアクネ菌の培養を試みた。そもそもニキビとは、皮膚の炎症で、主な原因菌はアクネ菌、マラセチア菌である。ニキビができる仕組みは毛穴の出入り口が角栓で塞がれ、その中に皮脂が溜まることによる。

1. 研究の背景と目的

ニキビについていろいろ調べていくうちに、ニキビができる原因のひとつに外的要因があると知った。私たちの経験から髪の毛先が当たるところ(おでこなど)によくニキビができるため、髪の毛とニキビの発生には関係があるのではないかと考え、研究をはじめた。

2. 方法

1. 培養

ニキビが発生しやすい2人から前髪を約5cm採取(A,Bとする)。その髪の毛をGAM寒天培地に入れ、細菌を酸素ありとなしで培養した。

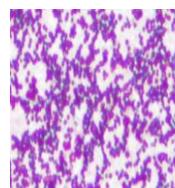
2. 見分け方

GAM寒天培地上で形成された様々な細菌コロニーの形状・色を記録した。GAM寒天培地で形成されたコロニーを釣菌し、分離培養。再びコロニーを釣菌し、無菌の生理食塩水に懸濁した後スライドガラス上に少量移し火炎固定、グラム染色をした後、双眼実体顕微鏡を用いて400倍で観察した。

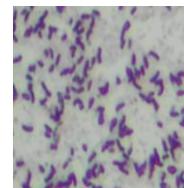
3. 結果

Bでは酸素のありなしに関わらず、毛先と根元で同じ、紫色で丸い菌を確認することができた。Aでは酸素なしの時、根元で紫色で細長い菌を確認することができた。その他、毛先・根元ともすべてBと同じ結果であった。

丸い菌



細長い菌



4. 考察

Aの酸素なしで培養し、根元に発生した菌だけは、紫色で細長い菌だったので他とは違う菌であり、アクネ菌である可能性が高い。

しかし、私たちが仮説を立てた毛先には紫色で丸い菌しか見られず、この他にコロニーは発生しなかったため、アクネ菌はいない可能性が高い。また紫色で丸い菌なのでブドウ球菌であると考えられる。

5. 結論

今回、髪の毛先にはアクネ菌がない可能性が高いと考えたが、二人分しか培養しておらず、培養人数を増やさなければ髪の毛先のアクネ菌の有無は断定できない。参考文献より、おでこにニキビができやすいのは、おでこに髪の毛が当たり物理的に刺激されるからだと考えられる。

6. 参考文献

<https://www.aizawa-hifuka.jp>

<https://www.proactiv.jp>

<https://www.ci-labo.jp/bihada/wp-content/uploads/2014/03/e5adb2916c6b5b3008eccf8ecb37ac0c.jpg>

<https://www.hospital.med.saga-u.ac.jp/clinic/kensabu/gramu.html>

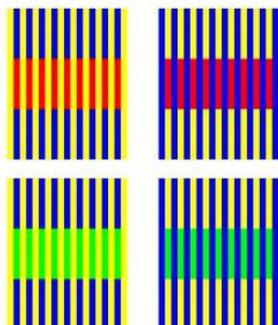
<https://www.thcu.ac.jp/research/column/detail.html?id=110>

ムンカー錯視

川島果穂莉 中山美依 打田千乃

1. 研究の背景と目的

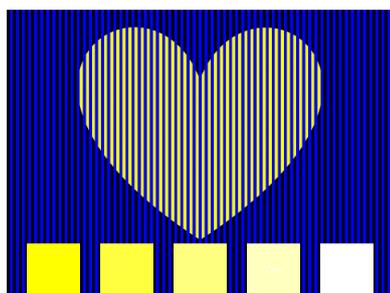
ムンカー錯視とは



左上は帯がオレンジ色に、その隣の帯は赤紫に見えるが、実際はどちらも赤色の帯。下も同様に黄緑と青緑の帯に見えるが、両方とも緑色の帯。これは、周りの色から同じ色あいの色に誘導される「色の同化」と、反対の色あいに誘導される「色の対比」によって、「違って見える」と考えられている。

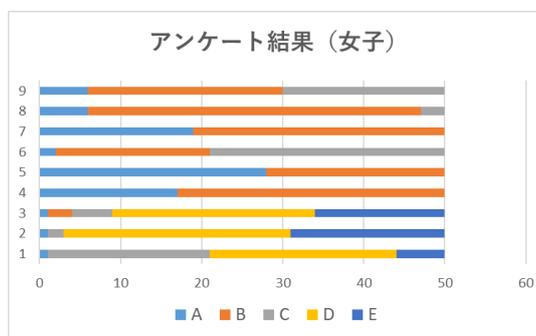
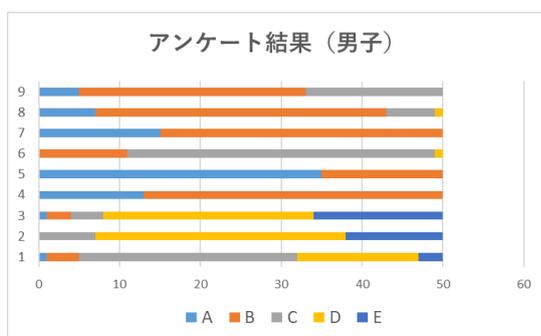
(参考:脳がだまされる! ? 「錯視」の不思議を探ってみよう 立命館大学文学部 教授 北岡明佳)

目的 どのような色の組み合わせがより元の色と変わって見えるのか関連性を見つける。



縦軸：組み合わせのパターン

格子の幅・背景の色(黒)・ハートマークの大きさを固定し、そのハートマークと格子の色を変え(9種類)、元の色とどの程度違って見えるかアンケートを取り傾向をみる。また、実際の色の違いの程度は(R, G, B)の数値を比べて決定し、元の色から異なる5段階の色のサンプル(A~E)を用意して、錯覚によってどの程度違って見えるのかを調べる。(左図の場合 ハート:黄色 格子:青)(サンプルは左からA~E)



番号(1~9) 横軸：色のサンプル(選択肢) A~E：ハートのグラデーション

4. 考察&結論

男女間に大きな差は見られなかった。色相環において近い色同士の組み合わせの時と比べて、反対色にあたる色同士の組み合わせのときの方が、より多くの方が設定した色と異なる色を選んだ。

これより、色相環において色同士が遠ければ遠いほど脳が騙されやすく、近ければ近いほど設定した色が正しく見ると考えられる。

5. 参考文献

<http://s-park.wao.ne.jp/archives/1259>

6. キーワード

ムンカー錯視 色相環 錯覚

ダンゴムシの交替性転向反応について

今井菜摘 高橋ミチル 渡邊芹菜

1. 研究の背景と目的

交替性転向反応がどのような条件でどのくらい正確に起こるかを調べる。

2. 方法

まず先行研究が正しいかどうかを調べ、①ダンゴムシの大きさ②曲がり角の間の距離、によって交替性転向反応を示す確率が変化するかを迷路を用いて調べる。

3. 結果と考察

- ①では小さいダンゴムシに比べて大きいダンゴムシのほうが交替性転向反応を示す確率が高い。
- ②では曲がり角の間の距離を変えても、交替性転向反応を示す確率はあまり変わらない

4. 結論

同じ大きさの迷路においては、大きなダンゴムシは高い確率で交替性転向反応を示し、小さなダンゴムシでは、正確示す確率は50%以下であったため、交替性転向反応が示される確率は、迷路の大きさとダンゴムシの体長に関係があると考えられる。

曲がり角の間の距離を変えても、交替性転向反応を示す確率があまり変わらなかったのは、試す距離が短かったのが原因の一つだと考えた。

5. 参考文献

<http://tousan.hatenablog.com/entry/2016/0606>

6. キーワード

ダンゴムシ 交替性転向反応 迷路

イモリによる天気予報

岡田小代子 上田絢香 小林萌音 西龍一郎 北岡誠太 小池晃秀

抄録

イモリが水中、陸上を移動するときの環境的要因とイモリの行動と天気の関係性を調べた。

1. 研究の背景と目的

イモリは両生類の一種で有尾目イモリ科イモリ属の生物である。成体でも水中と陸上の両方で生活しているものが多い。

先行研究でイモリが天気を予想できることを知り、そのことに興味を持ち、どのような要因がイモリの行動に影響を及ぼしているのかを調べようと思ったから。

2. 方法

砂利で斜面を作った水槽でアカハライモリを数匹飼育する。

実験1 毎日、朝・昼・放課後に気温、湿度、気圧、天気、アカハライモリの位置（水上、半分、水中）を記録する。

実験2 カメラでタイムラプス撮影をし、アカハライモリの位置を記録する。百葉箱で記録している気温、湿度、気圧と比較する。



3. 結果・考察

実験1では気温、湿度が高いと水上にいることが多いことが分かった。実験2では湿度に関しては同じような傾向が見られたが、気温に関しては見られなかった。

実験より気温が15℃以上の時、湿度が約70%を超えると半数以上が水上に上がってくることが考えられた。しかし、気温がそれよりも低いときは湿度が高くても水中にいることが格段に多くなることが分かった。

5. 結論

夏限定でイモリによる天気予報ができる。

6. 参考文献

イモリの天気予報 6年間の観察記録

福島県福島大学教育学部附属小学校6年生 橋本 尚樹

気象庁ホームページ

7. キーワード

イモリ 天気予報

アリジゴクの味覚について

細川宙暉 原田柊弥 藤田智彦 小仲由惟 小島まり

アリジゴクとは、ウスバカゲロウ科という種類の昆虫の幼虫で、砂地に掘った、円錐状の穴の下に潜んで、穴に落ちてきたアリなどの他の虫の体液を吸う。しかし、穴の中に餌でないものが落ちる可能性もある。そのアリジゴクは餌を成分で識別しているのか、味で識別しているのかを確かめる。

1. 動機と目的

アリジゴクの味覚についての先行研究では、甘味、辛味、酸味、塩味の付いた液をそれぞれパンに染み込ませ、巣に落とした際のアリジゴクの行動を観察している。その結果として、甘味を最も好み、辛味を苦手とすると言われていた。しかし、実験の試行回数やアリジゴクがパンを離すまでの時間等の表記は見られず、結果として断定するには曖昧な部分が多過ぎるように感じた。またパンについても、糖類を多量に含んでいるため、味覚実験には適切でないと思った。私たちは以上の問題点を可能な範囲で改善した味覚実験を行い、先行研究との一致・相違を調べた。

2. 実験と結果

(先行研究ではウスバカゲロウを用いていたが、本実験ではクロコウスバカゲロウを用いた。)

① 写真のように小さく切ったつる性植物の茎にたこ糸を結んだものを用い、甘味、酸味、塩味、辛味、苦味、旨味のそれぞれを代表するものを染み込ませてアリジゴクに与えた。毎回の施行でアリジゴクが茎を保持していた時間を計測した。



甘味—砂糖水(スクロース)、酸味—レモン水、苦味—コーヒー
塩味：食塩水、辛味—トウガラシ、旨味—鰹節
を溶かした水を染み込ませた。

結果—砂糖水が圧倒的に長い時間保持した。

②次に、最も保持時間の長かった砂糖水について、濃度を変えてアリジゴクに与え、反応を調べた。結果—濃度が高くなるほど長い時間保持した。

しかし、これでは砂糖の甘味に反応したのか糖分に反応したのかわからなかった。

だから次の実験を行った。

③アスパルテーム(合成甘味料で、甘味はあるが、糖ではない) (*味の素 パルスweetを用いた。)

寒天水溶液、デンプン水溶液(糖であるが、スクロースほどの甘さはない)を用いて同様に実験した。結果—アスパルテームは、長い時間保持し、寒天はほとんど保持せず、デンプンは少々保持した。寒天については十分熱湯に溶かしたが、温度が下がるとともに冷えて固まり、実験がうまくいかなかったと考えられる。

3. 結論

アスパルテームにとっても長い時間食いつき、デンプンに少々食いついたことから、アリジゴクは成分としての糖よりも甘味に食いつくことが分かった。しかし実際の餌となるアリの体液は甘いわけではなく、しかも甘いという味覚は人間の感覚なので、アリジゴクの餌の識別方法を結論付けたとは言えない。(結果の細かい数値、データは発表内スライド参照)

根粒菌による窒素固定がクローバーへ与える影響

佐野玉緒 林ころろ 入江美帆 中川葉 中野恵大

0 はじめに

皆さんは、マメ科植物が根粒菌という菌と共生関係を築いていることを知っていますか？

マメ科植物は根粒菌に生息するための住処を与える一方、根粒菌が作るアンモニウムイオンを養分として吸収しています。私達は根粒菌の窒素固定のはたらきに注目し実験を行い、データ化しました。教科書では明らかにされていない根粒菌のパワーをとくにご覧あれ！

1 研究の背景と目的

窒素は植物の主に葉や茎などの植物の体を大きくするのに不可欠な元素である。マメ科植物は、窒素固定を行う根粒菌を根に共生させ、アンモニウムイオンとして窒素分を吸収する。窒素固定の仕組みについては教科書等に記されているが、窒素固定により本当に植物の生育が良くなることを確認できる実験等は教科書等に見られない。そこで、窒素固定が植物の成長に有益であることを証明するために本研究を行った。

*窒素固定：空気中の窒素をアンモニウムイオンに変換し植物が窒素を扱えるようにする反応。いくつかの窒素固定生物が知られているが、根粒菌はマメ科植物の根に根粒を形成しその中で窒素固定を行う代表的な窒素固定生物。

2 方法

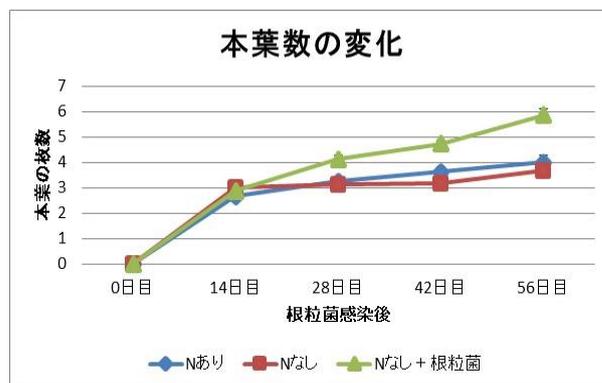
透明な寒天培地上でクローバーを栽培し、クローバーの根と地上部の成長を観察した。根粒形成には根粒菌の感染が必要であり、校庭に生えているクローバーの根に付いている根粒を用いて懸濁液を作り、懸濁液を寒天培地上に垂らし根粒形成を試みた。その上で、窒素を含む液体肥料と窒素を含まない液体肥料を用い、根粒形成による植物の成長の違いを調べた。

また、窒素固定により根粒中にアンモニウムイオンが作られているかどうか確認するため、パックテストを用いて根粒中のアンモニウムイオン濃度を測定した。

3 結果

根粒菌を感染させた個体で根粒が形成された。形成された根粒を顕微鏡で観察することにより、根粒菌の生息を確認した。また、本葉数の違いから、根粒が形成されたクローバーの生育が未形成個体の生育より良いことを確認した。

パックテストによるアンモニウムイオン濃度の測定から、根粒中のアンモニウムイオン濃度が根粒を含まない根部の濃度より高いことが分かった。



4 考察

本葉数の違いから、根粒中で根粒菌が窒素固定を行い、アンモニウムイオンを植物に提供したと考えられる。また、パックテストによるアンモニウムイオン濃度の測定により、根粒中でアンモニウムイオンが合成されていることを明らかにすることができた。

5 参考文献

平成 27 年度 福井県立高志高等学校 SSH「理数科課題研究報告書」

多摩大学附属聖ヶ丘中学高等学校 ミヤコグサの根粒形成と肥料成分の関係

熊本県立八代清流高等学校 根粒菌の培養とその応用

6 キーワード

根粒菌 マメ科植物 クローバー 窒素固定 アンモニウムイオン 寒天培地

雲の天気予報～暴れ巻雲とは？～

井上萌 岩合麻耶 白木早紀 西山歩花

1. 研究の背景と目的

私たちは雲で天気予報ができれば素敵だな、と思い雲について研究を行うことにした。雲を十種雲形よりも細かく分類すれば、同じ雲の種類でも天気に違いが現れると考えた。

2. 方法

毎日 6:30 と 19:00 に 4 人それぞれが同じ場所で同じ方向の空の写真を撮り、十種雲形に分類する。また、きれいな雲があれば写真を撮る。雨量を調べたり、気象衛星画像を使ったりして、雲と天気の関係を調べる。

3. 結果と考察

(1) 巻雲について

巻雲というのは、温暖前線の 1 番高いところにある雲である。

巻雲には線状巻雲(図 1)と私達が暴れ巻雲と呼んでいる雲がある。(図 2)



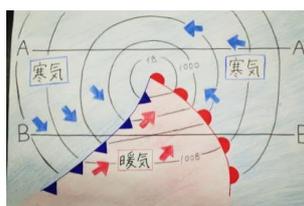
(図 2)

(2) データ解析

線状巻雲だけが出ると晴れや曇りになることが多く、暴れ巻雲が出るとその後雨が降ることが多い。

(3) 考察

私たちは巻雲に違いが現れる仕組みと暴れ巻雲のできる仕組みについて以下のように考えた。



(図 3)



(図 4)



(図 5)

(図 3) は温暖前線の模式図である。A-A' 断面と B-B' 断面は (図 4) (図 5) のようになっている。

(図 4) は低気圧の中央よりも北側に位置している。そのため、前線面での上昇気流がないためその風の影響を受けずに線状巻雲になると考えられる。また、前線面で発達した雲などから離れているために晴れることが多いと考えられる。

(図 5) は低気圧の中央よりも南に位置した、温暖前線、寒冷前線の断面図である。そのため、巻雲は、温暖前線での上昇気流の影響を受け、暴れると考えられる。またその後ろには前線面で発達した雲があり、それが移動してくるために雨が降ることが多いと考えられる。

この考察結果を、(図 1 (6/17)) (図 2 (9/19)) の日の気象衛星画像と天気図にあてはめ、比較してみた。紙面の関係上ここには記せないなので詳しい説明は、口頭発表にて説明する。

4. 結論

巻雲は低気圧のどの場所で発生するかによって形状が変わると考えられる。暴れ巻雲が出ているときは、温暖前線の前線面で発生した雲(乱層雲)がその後移動してくるため、雨が降りやすくなる。

5. 参考文献

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

線状降水帯

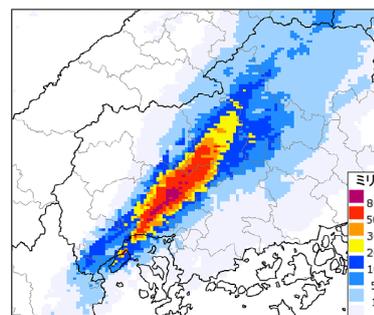
池田敬介 川西大地 村上凜太郎 松本卓也

抄録

発達した積乱雲が次々と発生し、列をなした組織的な積乱雲群を線状降水帯という。平成 30 年 7 月豪雨では、西日本を中心に多くの被害をもたらした。私たちは、京田辺市北部において積乱雲が発生しやすい場所を特定し、その発生要因について研究を行った。

1. 研究の背景と目的

線状降水帯は、私たちの住む近畿地方においても度々発生する。特に、淀川から京都盆地へ向かう風によって積乱雲が生じ、市から京都市内にかけて豪雨をもたらすことが多い。私たちは特定の場所で積乱雲が発生するのか、京田辺市北部の丘陵地帯目し、実験を通して積乱雲の発生する地形的要因について考察した。



てい
宇治
なぜ
に注
を行

2. 先行研究

紀伊水道と瀬戸内海からの暖湿流が大阪湾で収束し、淀川に沿って北上するとき、京都盆地内の冷氣と衝突して積乱雲が発生する「淀川チャネル型降水」モデルが知られている。

3. 仮説

淀川を北上する南西風が京田辺市北部の丘陵地帯によって吹き上げられ、上昇気流となって積乱雲が発生するのではないかと。

4. 実験

京田辺市北部周辺の山々の模型を、地質図とに作製した。内陸部に冷氣を再現するたドライアイスを敷き詰めた。そこへ南西方向ドライヤーの熱風を吹き付け、空気の流れやの有無を観察した。



をも
め、
から
対流

5. 実験の結果

丘陵地帯の風上側（大阪平野側）ではなく、風下側（京都盆地側）に対流が発生することが確認できた。また、昨年 9 月に積乱雲が発生した日時における京田辺アメダスの風速データを調べると、風は丘陵地域を超えるのではなく、北側の低地を回り込んで盆地内に流入していることが確認できた。

6. 考察

淀川に流入した暖湿流は、京田辺北部の丘陵地帯を北側から回り込むように京都・奈良盆地へ流入し、内陸の冷氣との間に収束を生じ、上昇気流を発生させている可能性がある。

7. 参考文献

- ・石原正仁 2018 年：2012 年 8 月 13, 14 日に宇治市周辺に発生した大雨
- ・平成 27 年度大阪府水防協議会大阪管区气象台資料

8. キーワード 線状降水帯 積乱雲 豪雨 淀川チャネル型降水

3. スライド

水和物と無水物における溶解熱の違いに関する研究

東 睦良 片岡 昌也
澤田 瑞穂 高柳 史奈

背景

$\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の溶解熱を測定する実験をした時、 $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ と BaCl_2 で溶解熱に大きな差が出たため興味を持った。

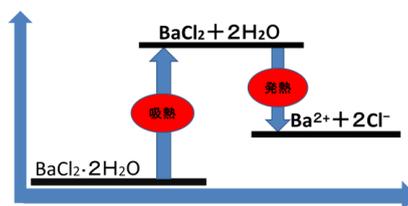
回数	一回目		二回目	
	水和物	無水物	水和物	無水物
前	24.3℃	24.3℃	24.7℃	24.7℃
後	20.6℃	27.4℃	20.6℃	27.8℃
差	-3.7℃	3.1℃	-4.1℃	3.1℃

課題

- 水和物と無水物の溶解熱を実験によって求める。
- 水和物と無水物の溶解熱に差が出る原因について仮説を立て、実験によってその正否を調べる。

仮説

水和を切るのにエネルギーが必要なので無水物に比べて発熱量が下がる。

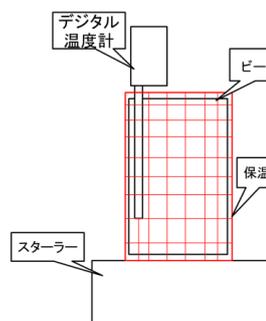


水和水1.0molを切り離すのに必要な熱量は $1.4 \times 10^4 \text{J}$

実験準備

• 準備物

200mlビーカー、スターラー、温度計、水、保温材
 CuSO_4 、 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 、 CuCl_2 、 $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、 Na_2CO_3 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$



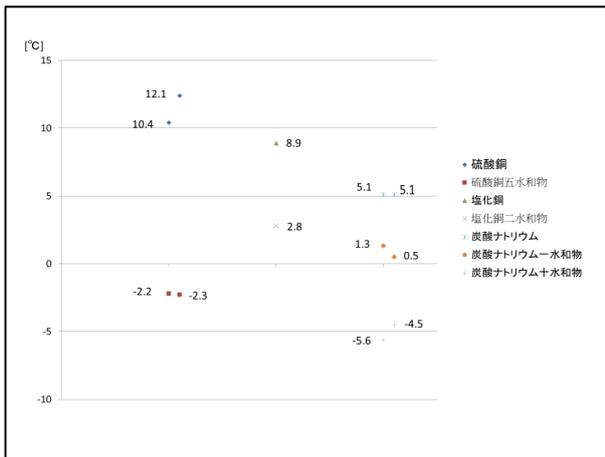
物質名	溶解した物質質量 X[mol]		水の量 Y[g]	
	一回目	二回目	一回目	二回目
CuSO_4	0.059	0.063	80.00	80.00
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.06	0.06	54.61	54.61
CuCl_2	0.10	-	100.0	-
$\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.10	-	96.42	-
Na_2CO_3	0.10	0.10	100.0	100.0
$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	0.07	0.05	98.19	98.71
$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	0.05	0.02	98.20	99.74

実験方法

1. 特定の水和物X[mol]を水Y[g]に溶解させて水温の変化を調べた。
2. 水温の変化量から溶解熱の量を調べた。
3. 無水物の溶解熱との差を求めた。
4. 水和水1.0molあたりを切り離すのに必要な熱量を計算した。

実験結果

物質名	反応前の水温[℃]		反応後の水温[℃]		水温の変化量[℃]	
	一回目	二回目	一回目	二回目	一回目	二回目
CuSO_4	24.6	20.8	35.0	32.9	10.4	12.1
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	23.8	19.8	21.6	17.5	-2.2	-2.3
CuCl_2	20.7	-	29.6	-	8.9	-
$\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	19.4	-	22.2	-	2.8	-
Na_2CO_3	19.9	20.2	25.0	25.3	5.1	5.1
$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	20.3	19.5	14.7	15.0	-5.6	-4.5
$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	17.7	17.6	19.0	18.1	1.3	0.5



考察

$$\text{水温の変化量} \times \text{水量} Y[\text{g}] \times 4.2 \text{J} \div \text{物質質量} X[\text{mol}] = \text{溶解熱}[\text{J/mol}]$$

物質名	溶解熱 [$\times 10^4 \text{J/mol}$]			水和物と無水物の溶解熱の差 [$\times 10^4 \text{J/mol}$]
	一回目	二回目	平均	
CuSO_4	5.8	6.8	6.3	7.2
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	-0.92	-0.97	-0.95	
CuCl_2	3.7	-	3.7	2.6
$\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	1.2	-	1.2	
Na_2CO_3	2.1	2.1	2.1	-
$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	-3.7	-4.1	-3.9	6.0
$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	1.1	1.1	1.1	1.1

- 生じた溶解熱の差は水和水を切り離すのに使われたと考えられる。
- ここから水和水 1.0molあたりを切り離すのに必要な熱量を計算する。

$$\frac{\text{水和物と無水物の溶解熱の差}[\text{J/mol}] \div \text{水和物} 1.0\text{molあたりに含まれる水和水の量}[\text{mol}]}{\text{水和水} 1.0\text{molあたりを切り離すのに必要な熱量}[\text{J/mol}]}$$

物質名	水和物と無水物の溶解熱の差 [$\times 10^4 \text{J/mol}$]	水和水 1molあたりに含まれる水和水の量 [mol]	水和水 1molあたりを切り離すのに必要な熱量 [$\times 10^4 \text{J/mol}$]
CuSO_4	7.2	5.0	1.4
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$			
CuCl_2	2.6	2.0	1.3
$\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$			
Na_2CO_3	-	-	-
$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	6.0	10	0.6
$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	1.1	1.0	1.1

水和水 1.0molあたりを切り離すのに必要な熱量は物質によって異なった。

- 結合の形による違い
- 結合しているイオンの大きさが原因ではないか？

今後の展望

- 水和水と結合している原子が同じ原子である水和物どうして溶解熱を比較し、原子ごとでの水和水 1.0molあたりを切り離すのに必要な熱量の法則性を調べる。
- 水和水と結合している分子の大きさが同じ水和物どうして溶解熱を比較し、分子の大きさごとでの水和水 1.0molあたりを切り離すのに必要な熱量の法則性を調べる。

参考文献

- <http://www.chem.ous.ac.jp/~gsakane/cuso4.html>
- [https://ja.wikipedia.org/wiki/%E5%A1%A9%E5%8C%96%E9%8A%85\(II\)](https://ja.wikipedia.org/wiki/%E5%A1%A9%E5%8C%96%E9%8A%85(II))

御清聴ありがとうございました！

ご清聴ありがとうございました



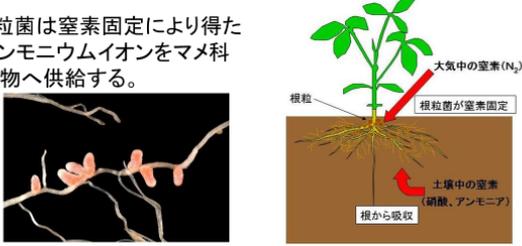
根粒菌による窒素固定がクローバーへ与える影響

京都府立桃山高等学校
入江美帆 佐野玉緒
中川 葉 中野恵大
林 ころ

動機

窒素固定: 空気中の窒素をアンモニウムイオンに変換する反応

※根粒菌は窒素固定により得たアンモニウムイオンをマメ科植物へ供給する。



動機: 根粒菌は本当に窒素固定を行っているのだろうか。目で見ても、根粒菌とマメ科植物の成長の関係を確かめることはできないだろうか。

仮説と目的

仮説
寒天培地でクローバーの栽培を行い、根粒形成に伴いクローバーの成長が促進されたら、窒素固定のはたらきを可視的に確認できたといえるのではないかな？

目的
根の状態を常時観察できるよう、透明な寒天培地上でクローバーの栽培を行い、根粒形成の違いによる植物の生育を調べる。

根粒あり→生育良
 根粒なし→生育悪 となるはず！



実験内容

- ①寒天培地におけるクローバーへの根粒形成
- ②根粒中に生息する根粒菌の確認
- ③パケットを用いた根粒中のアンモニウムイオンの確認

実験① 方法

～寒天培地におけるクローバーへの根粒形成～
以下の条件に分け、寒天培地でクローバーの栽培を行った。

- 1～20 液体肥料(窒素分を含むもの)
- 21～40 液体肥料(窒素分を含まないもの)
- 41～80 液体肥料(窒素分を含まないもの)
- +根粒菌(※野生クローバー根粒の破砕液)

※根粒表面を数秒間アルコール消毒してから用いた。



無菌状態で、各試験管に一粒ずつ種を入れ、一週間経過ごとに本葉数と根粒数を記録した。

実験① 結果その1

～寒天培地におけるクローバーへの根粒形成～

- 根粒菌を入れなかった個体(左) →根粒は形成されなかった
- 根粒菌を入れた個体(右) →順調に成長した個体すべてに根粒が形成された

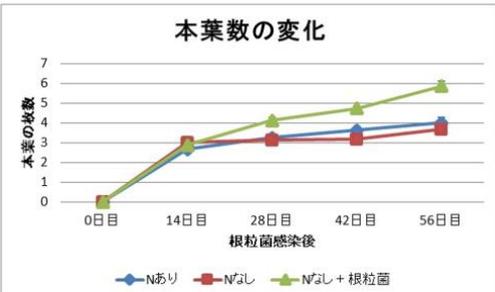


寒天培地中で根粒をつけることに成功！

実験① 結果その2

～寒天培地におけるクローバーへの根粒形成～

本葉数の変化



日	あり	なし	なし+根粒菌
0日目	0	0	0
14日目	3	3	3
28日目	3.5	3	4
42日目	3.5	3	4.5
56日目	4	3.5	5.5

●根粒がついたクローバーは成長が良い

実験① 結果その3

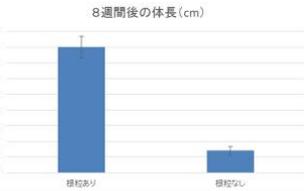
～寒天培地におけるクローバーへの根粒形成～



根粒あり(8週間後)



根粒なし(8週間後)



8週間後の体長(cm)

根粒がついた個体の成長は良く、状態もよい

実験②方法と結果

～根粒中に生息する根粒菌の確認～

方法

寒天培地中に形成された根粒を破碎してから染色液で染色し、光学顕微鏡で観察した。

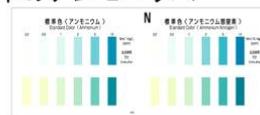
結果



根粒中に根粒菌が多数生育していることを確認できた
↓
形成されたのは確かに根粒であると確認できた。

実験③方法

～パックテストを用いた根粒中のアンモニウムイオンの確認～



1. 形成された根粒10粒を破碎した
2. 破碎した根粒を純水100mLで希釈した
3. 溶液に含まれるアンモニウムイオンの量をしらべた (対照実験として同量の根も使いパックテストを行った。)



根 根粒

実験③結果

～パックテストを用いた根粒中のアンモニウムイオンの確認～

根粒→アンモニウムイオン濃度約0.75mg/L

根 →アンモニウムイオン濃度0.2mg/L以下

根粒中と根粒以外の部位において、アンモニウムイオン濃度の違いを確認できた



根 根粒

成果

- 根粒菌が行う窒素固定によりクローバーが窒素分を補っていることを、寒天培地の利用により、可視的に確認できた。
- 根粒中に根粒菌が生息していることが確認できた。
- 根粒菌がアンモニウムイオンを作っていることが確認できた。

考察



窒素あり肥料の生育と窒素なし肥料の生育が同じ…？

考察その2

- 育て始めた初期段階で、寒天培地内の窒素が枯渇した。
- クローバーは根粒菌の力をかりて窒素固定を行うことを前提としているため、根粒菌がない環境では窒素を体内に取り込むことが得意ではない。→今後検討の必要あり

ご清聴ありがとうございました。

4. 研究論文

方べきの定理の拡張に関する研究

～次元と二次曲線への拡張～

京都府立桃山高等学校 2年 ○○○○ △△△ □□□□

1 研究動機

学校でベクトルを学び始め、成分を増やすことで次元を上げることが可能であることを知り、平面図形における定理を拡張できると考え、中学3年生の時に学習した方べきの定理を題材に研究した。また、方べきの定理は楕円などの円以外の図形でも成り立つのではないかと疑問を持った。

2 研究の方法

方べきの定理とは、図形1のように円と二直線を設定したとき、 $PA \times PB = PC \times PD$ が成り立つ図形における定理のことである。

〈次元の拡張〉

まず二次元・三次元において方べきの定理を証明し、二次元における方べきの定理と比較して次元を上げる手続きを見つけ、「 n 次元において方べきの定理が成り立つ」ことを証明する。

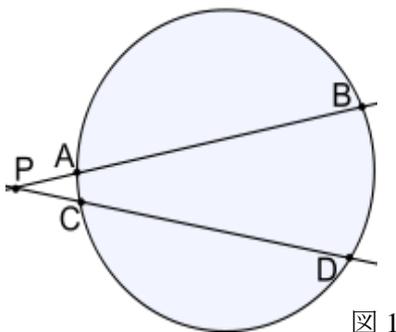


図 1

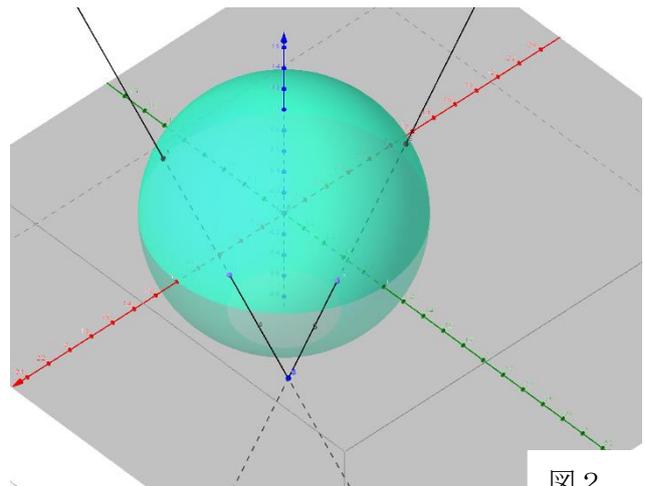


図 2

〈二次曲線への拡張〉

円以外の図形において方べきの定理が成り立つのか、また成り立つ条件が何なのかを、GeoGebra、Mathematica、Grapes を用いて調べる。本研究では、円と同様に二次曲線に分類される楕円と双曲線の二つについて考えた。

3 研究の結果

〈次元の拡張〉

〈ベクトルを用いた平面における方べきの定理の証明〉

$\vec{OC}=\vec{c}$, $\vec{OQ}=\vec{q}$, $\vec{OP}=\vec{p}$ とし 直線 l 上の単位ベクトルを \vec{e} とすると、 $\vec{p}=t\vec{e}$ (t は実数) と表せる

点Cを中心とし、半径を r とする円のベクトル方程式は $(\vec{p}-\vec{c}) \cdot (\vec{p}-\vec{c})=r^2$

点Pはその円上にあるので $(t\vec{e}-\vec{c}) \cdot (t\vec{e}-\vec{c})=r^2$

$$\Leftrightarrow t^2 - 2t(\vec{e} \cdot \vec{c}) + |\vec{c}|^2 = r^2$$

$$\Leftrightarrow t^2 - 2t(\vec{e} \cdot \vec{c}) + |\vec{c}|^2 - r^2 = 0 \quad \dots \textcircled{1}$$

ここで、 $\textcircled{1}$ を t についての2次方程式とみて、解を t_1 , t_2 ($t_1 < t_2$) とすると

解と係数の関係より $t_1 \cdot t_2 = |\vec{c}|^2 - r^2$
 $\vec{p} = t_1 \vec{e}$, $\vec{q} = t_2 \vec{e}$ と表せるので、成り立つ。

〈三次元、 n 次元における方べきの定理の証明〉

円や球、またさらに高次元における球でも、「中心からの距離が半径に等しい点の集合」ということは共通しているので、ベクトル方程式はすべて円のベクトル方程式と同様の形で表される。つまりすべての次元においても方べきの定理の証明は二次元における方べきの定理と同様の手順を踏むことで証明されるといえる。よって、「 n 次元において方べきの定理が成り立つ」ことが証明された。

〈二次曲線の拡張〉

GeoGebra で具体的な楕円と楕円上の定点を通る二直線を設定し、方べきの定理が成り立つかどうかを考えると、二直線の交点が特徴的な図形を示すことが予測できた。(図3)

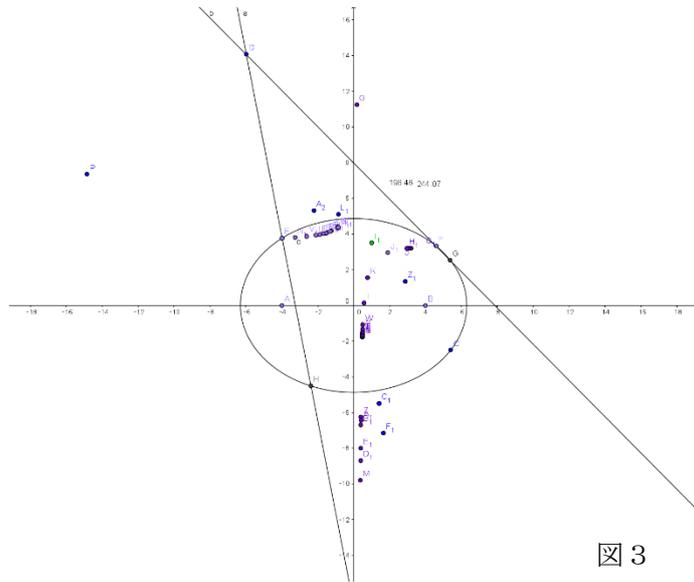


図3

Mathematica を用いて

同様に設定し、(図6)方べきの定理が成り立つときの二直線の交点の軌跡をグラフで示した。(図4) 青線が方べきの定理を計算した値が0になるときの軌跡、赤線が方べきの定理が成り立つときの二直線の交点の軌跡である。青色の曲線と赤色の直線、曲線が交わっている二点は、設定した二定点である。図4を見ると、赤線は二定点を通る元の楕円、直線と双曲線のような図形に見える。しかし、軌跡の式からその線が、双曲線であることは示すことができなかった。

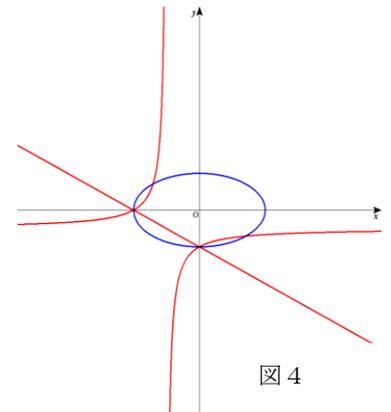


図4

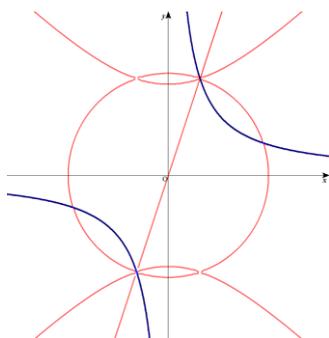


図5

同様に双曲線について Mathematica を用いて考えた。具体的な双曲線と双曲線上の定点を通る二つの直線を設定し、方べきの定理が成り立つときの二直線の交点の軌跡をグラフで示した。(図5) 青線が方べきの定理を計算した値が0になるときの軌跡、赤線が方べきの定理が成り立つときの二直線の交点の軌跡である。図5を見ると、赤線は二定点を通る元の双曲線とまた別の双曲線、直線、円のような図形に見える。しかし、軌跡の式からそれらの線が、双曲線や円であることは示すことができなかった。

```

In[ ]:= Solve[y == 3/x && y == (-3+t) (x-1) / (s-1) + 3, {x, y}]
Out[ ]:= {{x -> 1, y -> 3}, {x -> - $\frac{3(-1+s)}{-3+t}$ , y ->  $\frac{3-t}{-1+s}$ }}

In[ ]:= Solve[y == 3/x && y == (3+t) (x+1) / (s+1) - 3, {x, y}]
Out[ ]:= {{x -> -1, y -> -3}, {x ->  $\frac{3(1+s)}{3+t}$ , y ->  $\frac{3+t}{1+s}$ }}

In[ ]:= a = {1, 3};
b = {-1, -3};
c = { $-\frac{3(-1+s)}{-3+t}$ ,  $\frac{3-t}{-1+s}$ };
d = { $\frac{3(1+s)}{3+t}$ ,  $\frac{3+t}{1+s}$ };

In[ ]:= p = {s, t}
Out[ ]:= {s, t}

In[ ]:= (p-c).(p-c) (p-a).(p-a) - (p-d).(p-d) (p-b).(p-b)
Out[ ]:=  $((-1+s)^2 + (-3+t)^2) \left( \left( s + \frac{3(-1+s)}{-3+t} \right)^2 + \left( -\frac{3-t}{-1+s} + t \right)^2 \right) - ((1+s)^2 + (3+t)^2) \left( \left( s - \frac{3(1+s)}{3+t} \right)^2 + \left( t - \frac{3+t}{1+s} \right)^2 \right)$ 

```

直線と双曲線との交点の座標を計

設定した定点と動点を定

方べきの定理が成り立つ軌跡の計

図 6
(双曲線について Mathematica に計算させた入力)

4 考察

この研究を通して、方べきの定理はすべての次元において成り立つ、また楕円、双曲線について方べきの定理が成り立つときの二直線の交点の軌跡が曲線や直線を示すことが分かった。しかし、軌跡の曲線が双曲線や円であることを、軌跡の式から示すことはできなかった。また、この研究で設定した楕円や双曲線の式、定点の座標と異なる式、座標を設定したときに、二直線の交点の軌跡がどのような曲線や直線を示すか、ということはわからなかった。

5 まとめ

n 次元において方べきの定理が成り立つことを示す研究において、「三次元における球のベクトル方程式は、二次元における円のベクトル方程式と同様の式で表される」ということは、「三次元ベクトルの成分は、二次元ベクトルの成分を一つ増やすだけである」ということから発見したのだが、それらの考え方は方べきの定理だけでなく、平面図形における他の定理の次元的拡張の証明にも有効だと考えた。なぜなら、この研究においてとりあげた方べきの定理の次元的拡張が、その考え方をを用いることで容易になったからである。研究の初期段階では、まだベクトルを学んでいなかったこともあり、直交座標に円や二直線を設定し二次元における方べきの定理の証明と三次元における方べきの定理の証明とを比較して、次元を上げる手続きを探していたが、見つからなかった。しかし、ベクトルを用いて証明することで、ベクトルの成分を一つ上げることで次元拡張が可能になり、すべての次元において方べきの証明をすることができた。円周角の定理について次元的拡張を試みた時があったが、直交座標で次元を上げる手続きを見つけることは困難であった。

また別の平面図形における定理について次元的拡張を試みる時は、ベクトルの証明を通して、証明をしたい。

6 参考資料

GeoGebra "C:\Program Files (x86)\GeoGebra 5.0\GeoGebra.exe"

Mathematica <https://www.wolfram.com/mathematica/index.ja.html?footer=lang>

雲の天気予報

—暴れ巻雲とは?—

京都府立桃山高等学校 2年 ○○○○ △△△ □□□□

1 はじめに

私たちは雲を撮影、観察することを通じて、日々変わる雲の形や様子から天気を予報することができたら、かっこいい、素敵だなと思ったため、研究を始めた。

この研究を通して、私たちは雲を十種雲形よりもさらに細かく分類することで、同じ種類の雲でも違いが現れると考えた。

誰でも簡単に、かつ正確に天気を予報できるようになることを目的とした。

2 先行研究

猪熊隆之さんの「雲から天気を学ぼう(第6回)」では、巻雲には天気が崩れていくときによく現れる「雨巻雲」と、天気の崩れに関係のない「晴れ巻雲」とが存在しているということが書かれている。

ここでは、巻雲が観測された時期や、観測から雨が降るまでの正確なデータが示されておらず、明確ではない。

3 実験の方法

毎日、午前6時半と午後7時に班員それぞれが同じ場所で京都駅方面の空の写真を撮る。

また、それ以外の時間でも、はっきりと十種雲形に分類できるものや珍しい形の雲の写真を撮る。

撮影した雲を十種雲形に分類し、天気や降水量を記録する。

加えて、暴れ巻雲や普通の巻雲が発生した日には、その何日後に、天気はどのようにになっているかを細かく記録する。

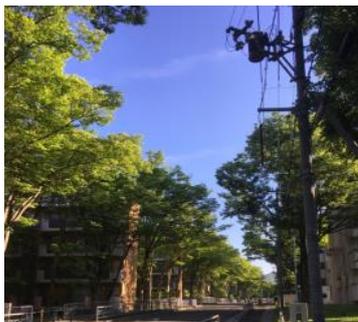
パイバル気球を使いその日に出ている雲の高さを調べる。

4 実験の結果

雲はおおまかに10種類に分類することができる。

その中でも巻雲というのは、温暖前線の一番高いところにできる雲のことである。

巻雲には、線状巻雲と私たちが暴れ巻雲と呼んでいる二種類の雲が存在している。



線状巻雲(6/17)



暴れ巻雲(9/19)

暴れ巻雲は、普通の巻雲と違い、まっすぐではなくてくるくと渦巻き、波のような形をしている。



5/11→5/12 晴れ



7/11→7/12 曇り

これらは、線状巻雲の例である。一日後は、晴れや曇りとなっている。



5/12

→



5/13 63 mm

これは、暴れ巻雲の例である。線状巻雲の例は 5/11 だったので次の日に暴れ巻雲が出ているということになる。次の日の 5/13 には大量の雨が降った。

この時は、二日連続で暴れ巻雲が出ており、その後二日連続で雨が降った。

このように、線状巻雲だけが出ると、晴れや曇りになることが多く、暴れ巻雲が出る 1-2 日後、またはその日に雨が降ることが多い。また、線状巻雲と暴れ巻雲が同時に出る、線状巻雲が出た次の日に暴れ巻雲が出るなどしている日もあった。

更に、線状巻雲の状態に近いほど暴れ度は低いとし、暴れ度が高いほど雨が降ることが分かった。つまりどのくらい暴れているかによって、雨量が変わってくるということが分かった。

5 考察

日々の観察と統計から、巻雲に違いが表れる仕組みと暴れ巻雲が発生する仕組みは、低気圧に対して京都がどこに位置するかということに関係していると考えた。A-A' 面と B-B' 面に分けて説明する。

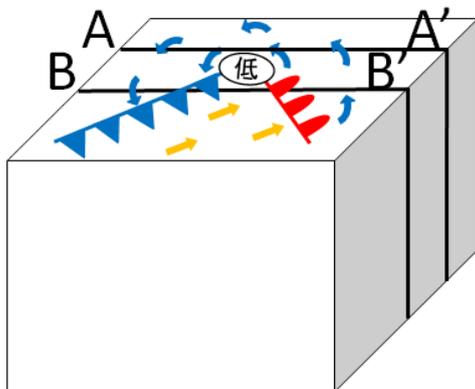


図1 低気圧の立体模型

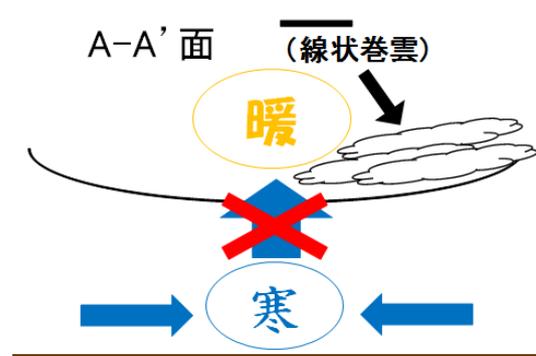


図2 A-A' 面

まずは A-A' 面について。京都の南側に低気圧が位置しているときには線状巻雲が発生する。低気圧の北側では、前線面での上昇気流が発生しにくいいため、巻雲は風の影響をあまり受けない。また、この位置で発

生じた巻雲は前線面で発生した雨雲などとは離れているため、晴れることが多く雨が降りにくいと考えられる。

次にB-B'面について。京都が低気圧の中央よりも南側に位置する場合、暴れ巻雲が発生する。京都上空では、低気圧の中心が通過する形となるので、巻雲は温暖前線での上昇気流の影響を受ける。そのため、巻雲は暴れ、その後ろでは温暖前線面で発生した乱層雲が移動し、京都付近で雨を降らせると考えられる。

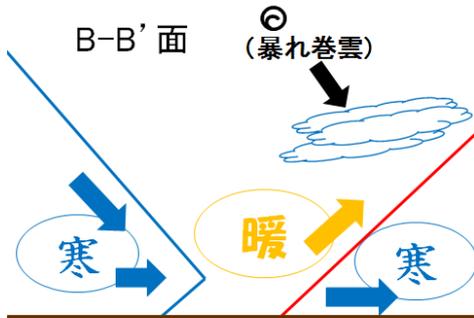


図3 B-B'面 暴れ巻雲発生時

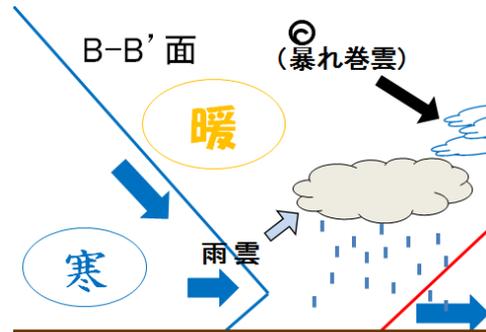


図3 B-B'面 雨雲到来時

巻雲による天気予報について、一年を通して考えられる傾向としては主に二つ考えた。

まず一つ目として、春と秋は巻雲が出やすく、雨の予報も高確率で当たった。これは、ジェット気流や偏西風によって、低気圧が西から東に移動してくるため、前線面でできた巻雲とその後ろの雲が同じ方向に動くからだと考えている。

二つ目は夏と冬についての考察である。夏と冬は巻雲が出にくく、巻雲が出たとしても天気との関係が希薄だと考えられる。夏は気温が高く、湿度も高いため、積乱雲が発生しやすい。積乱雲は狭い範囲で発達するので、私たちが研究対象としている大きな前線面で発生した巻雲とは関係がないと考えられる。また、冬型の気圧配置のときはそもそも多量の雨を降らせる雲が通過せず、北西からの積雲列が大陸側からやってきて北から南に移動するので、西から東へと移動する低気圧とは全くの別物といえる。

これらの結論から巻雲による天気予報は春と秋にするのがよいと言える。

6 まとめ

私たちが最初に立てた、「雲を十種雲形よりも細かく分類することで天気に違いが表れるのではないか」という仮説を巻雲だけではあるが立証することができた。

巻雲には2種類あり、低気圧が京都のどこを通るかにより形状が変わった。また、巻雲のでやすい、春・秋に巻雲による天気予報をするのがいいという結論に至った。

約一年間、雲の観察をしたことで、雲について詳しくなった。そして意識しなくてもよく空を見るようになり、何雲か区別できるようになった。

暴れ巻雲がでると雨になるという予想を立ててから、暴れ巻雲がでて、雨が降っているととても嬉しくなった。

まだまだほど遠いが、雲を見ることだけで天気予報をすることは可能だと思った。

今回の課題研究を通して、京都総合文化祭に出場し、来年の夏に全国総合文化祭に出場が決定するなど多くの体験ができた。

発表の仕方やパワポの作り方などあまりやることがないことを自力で一から行うなど今後も役立つことを経験できたことはとてもよかった。

もう課題研究が終わってしまうと思うと少し寂しいけれど、とても楽しく一年間出来たのでよかった。一年間ありがとうございました。

7 参考資料

「雲から天気を学ぼう」 <https://blog.goo.ne.jp/yamatenwcn/e/047f57fe1b62d34335c45c35a0661f1f>

「明日の天気がわかる本」

気象庁

Google

5. 英語ポスター

4group

Investigating light refraction - using laser beam -

Momoyama High School Themed Research 4th group Yamazaki Ozaki Sakurai Ueda Fukuda Nakata

Hypothesis

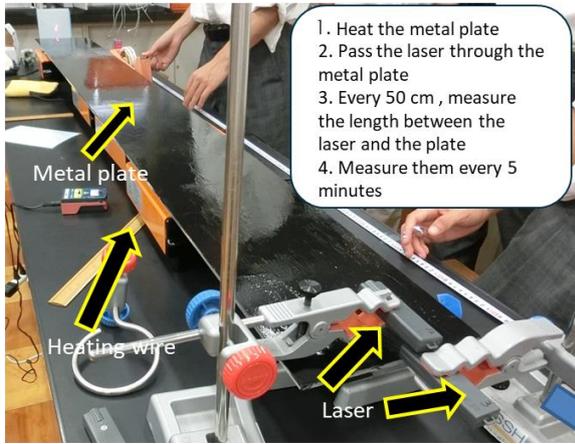
Temperature difference → light curve

Purpose

Search the relationship between heat and the refraction of light

Methods

Metal plate, Heating wire, Laser, Radiation thermometer, Horizontal instrument, Ruler



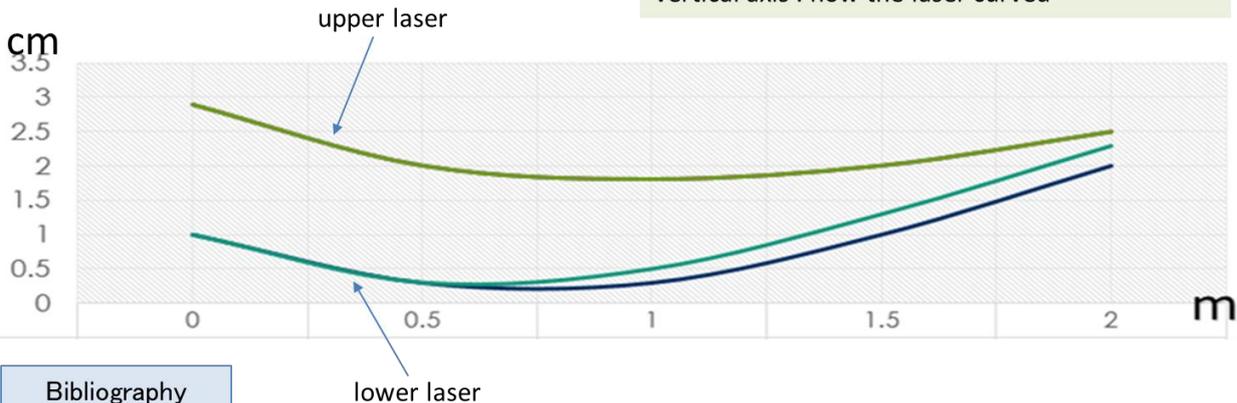
Result

The curve of the upper laser did not change . So , the graph below has three curves. Also, the closer the laser was from the plate, the more the laser curved.

Horizontal axis : distance
Vertical axis : how the laser curved

Conclusion

The farther the laser went , the more the laser curved.
The higher the temperature becomes , the more the laser curved.



Bibliography

<https://www.ctv.co.jp/hapiene/program/20170826/index.html>
"Mr.Denjiro's Hapiene! The secrets of road mirage"

Group 15

Weather Forecast by Newts

Sayoko Okada Ayaka Ueda Mone Kobayashi Akihide Koike Seita Kitaoka Ryuichiro Nishi

Purpose

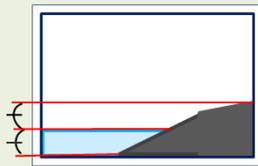
1. Research what the movement of newts is affected by.
2. Forecast the weather by newts.

Hypothesis

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

Method

1. Made a slope and put water in the tank.



[Experiment 1] (5/28~7/4)

2. Recorded some elements; temperature, humidity, pressure, weather, and *their position.

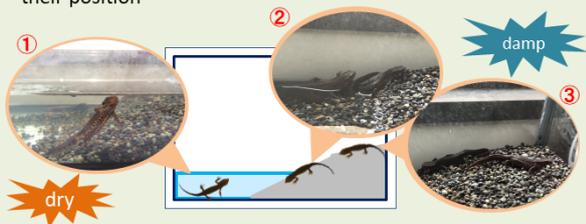


[Experiment 2] (9/14~11/15)



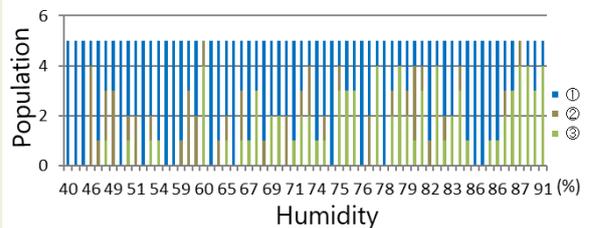
2. Took pictures every 10 minutes.

*their position



Results

[Experiment 1]



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

[Experiment 2]

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

Discussion

(A)&(B) → affected by humidity.

(C) → air temperature ↓

⇒ their body temperature ↓

(D) → there might be other reasons.

Conclusion

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

Reference

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

平成 30 年度スーパーサイエンスハイスクール
京都府立桃山高等学校
自然科学科「GS 課題研究」
成果集

令和元年 7 月発行

〒612-0063 京都市伏見区桃山毛利長門東町 8
TEL : 075-601-8387 / FAX : 075-601-8388
URL : <http://www.kyoto-be.ne.jp/momoyama-hs>