

# 理数探究基礎 実践記録

78回生（令和5年度入学生）

A SUGGESTION FOR  
INQUIRY-BASED STUDY OF  
SCIENCE AND MATHEMATICS

兵庫県立長田高等学校



## 「理数探究基礎」実践記録の発刊に寄せて

本校は令和2年に創立100周年を迎え、創立以来の神撫教育（智徳体のいずれにも偏らない、一芸一才の個性を重んじる、自己教育力を養う）の理念を不易の部分とし、探究活動による学びを流行の部分として教育活動を実践しています。

そのような中、令和4年、文部科学省より、「スーパーサイエンスハイスクール(SSH)」の指定を受けました。『VUCA時代において主体的に自らを進化させられる人材育成』をテーマに掲げ、現状を正しく把握し主体的に課題を「みつける」力、変化に柔軟に対応しながら粘り強く課題解決を「すすめる」力、そして、課題解決の情報を正しく伝え、理解と共感を得ながら成果を社会に正しく「ひろげる」力を身につけることを目的として探究活動に取り組んでいます。

これらの取組をより効果的に実践するため、令和5年度入学生より、探究活動を中核に据えた教育課程を新たに編成し、第1学年は「理数探究基礎」を全員履修としています。教科横断型の7つの講座や外部講師による講演会などにより、自然科学的な探究手法を身につけさせることに加え、「公共」の時間では、フィールドワークや行政への提案書づくりなどを通して、社会科学的な探究手法を学ばせます。

生徒の事後評価アンケートでは、ブレインストーミングの実践で、「何を言ってもいい、自由に笑顔の空間の中で、普段の自分なら思いつかないことや、思いついても言えないことがポンポンと言えた」「来年度(2年生)からの『総合的な探究の時間』では、相手の意見を積極的に肯定するということを使って、班の中で互いの意見を共有し、よりクリエイティブなアイデアを出すということに生かしたい」など、テーマや課題を設定する際のイメージもついたようです。

1年生において「理数探究基礎」を全員履修することにより、2年生での「総合的な探究の時間」において、よりレベルの高い、充実した探究活動ができるのではないかという大きな期待があります。しかしながら、この取組はまだ始まったばかりで、課題も散見されます。皆様がお気づきの点がありましたらご教示いただくことをお願いしまして、ご挨拶と致します。

兵庫県立長田高等学校  
校長 山根 尚

## 目次

はじめに .....	1
理数探究基礎について .....	2
本校スーパーサイエンスハイスクール事業の概要 .....	3
理数探究基礎とカリキュラムマネジメント .....	5
本校における理数探究基礎の実施形態 .....	9
理数探究基礎を導入したメリット .....	12
各講座の実施内容 .....	13
オリエンテーション .....	13
探究テーマの設定について(講座1) .....	16
理科の見方・考え方について(講座2・3・4) .....	28
数学的な見方・考え方について(講座5・6) .....	53
情報機器を活用した成果発表について(講座7) .....	57
卒業生による講演会 .....	64
理数探究基礎における評価の方法とその振り返り .....	67
生徒の振り返り .....	70
次年度に向けた課題 .....	76
あとがき .....	81

## はじめに

本校は「VUCA 時代において主体的に自らを進化させられる人材育成プログラムの開発」と題して、令和4年度よりスーパーサイエンスハイスクール採択校となった。

本校ではこれまで、教科を横断した探究的な取り組みとして、人文数理探究類型の教育課程の中で、学校設定科目「探究」(2年)および「人文数理探究」(3年)を設定してきた。昨年度で特色類型を設置してから10年を迎えた。探究活動の指導を経験した教員も増え、取り組みを学校全体にひろげる環境が整ったといえる。それにもなあって、探究活動に軸足を置いた教育課程を再編成し、第1学年全員に「理数探究基礎」1単位を履修させることとなった。

理数探究基礎は、スーパーサイエンスハイスクール事業における取り組みを踏まえて、平成30年に告示された新学習指導要領で新設された科目である。新学習指導要領の中では、幼稚園から高校、特別支援学校まで全ての総則において、「カリキュラムマネジメント」という言葉が記載されている。また、言語・情報活用・問題発見・問題解決の能力を高め、社会のさまざまな問題に対応できる資質を育てることが求められている。これらの資質向上のためには、教科を横断した学習が不可欠である。理数探究基礎においても、「数学的な見方・考え方や理科の見方・考え方を組み合わせるなどして働かせ、探究の過程を通して、課題を解決する力」を身につけることの必要性が明示されている。

本科目は新設されてからまだ間もなく、全員履修となると全国的にも未だ例が少ない。本校としても手探り状態の中にある。その模索の記録が、「理数探究基礎」導入を検討されている学校、カリキュラムマネジメントについて本校と同じように試行錯誤されている学校のご参考となれば幸甚である。



## 理数探究基礎について

前述のとおり「理数探究基礎」は、平成30年に告示された新学習指導要領で新設された、各学科に共通する教科「理数」における科目である。

平成 28 年 12 月の中央教育審議会答申において、

「予測困難な社会の変化に主体的に関わり、感性を豊かに働かせながら、どのような未来を創っていくのか、どのように社会や人生をよりよいものにしていくのかという目的を自ら考え、自らの可能性を発揮し、よりよい社会と幸福な人生の創り手となる力を身に付けられるようにすることが重要であること」が示された。

またこれを受けて、

「知の創出をもたらすことができる人材の育成を目指すには、そのための基礎的な資質・能力を身に付けるとともに、数学や理科に関する横断的なテーマに徹底的に向き合い考え抜く力を身に付ける必要がある」とされ、数学と理科にわたる探究的科目が新設された。

理数における目標は以下のとおりである。

様々な事象に関わり、数学的な見方・考え方や理科の見方・考え方を組み合わせるなどして働かせ、探究の過程を通して、課題を解決するために必要な資質・能力を次のとおり育成することを目指す。

- (1) 対象とする事象について探究するために必要な知識及び技能を身に付けるようにする。
- (2) 多角的、複合的に事象を捉え、数学や理科などに関する課題を設定して探究し、課題を解決する力を養うとともに創造的な力を高める。
- (3) 様々な事象や課題に向き合い、粘り強く考え行動し、課題の解決や新たな価値の創造に向けて積極的に挑戦しようとする態度、探究の過程を振り返って評価・改善しようとする態度及び倫理的な態度を養う。

高等学校学習指導要領(平成 30 年告示)解説「理数編」より

生徒は本科目履修を通じて、「数学的な見方・考え方や理科の見方・考え方を組み合わせるなどして働かせ、探究の過程を通して、課題を解決する力」を身につけることが求められる。

# 本校スーパーサイエンスハイスクール事業の概要

(令和5年度実施報告書より抜粋)

## 【研究開発課題】

「VUCA 時代において主体的に自らを進化させられる人材育成プログラムの開発」

## 【研究開発の目的・目標】

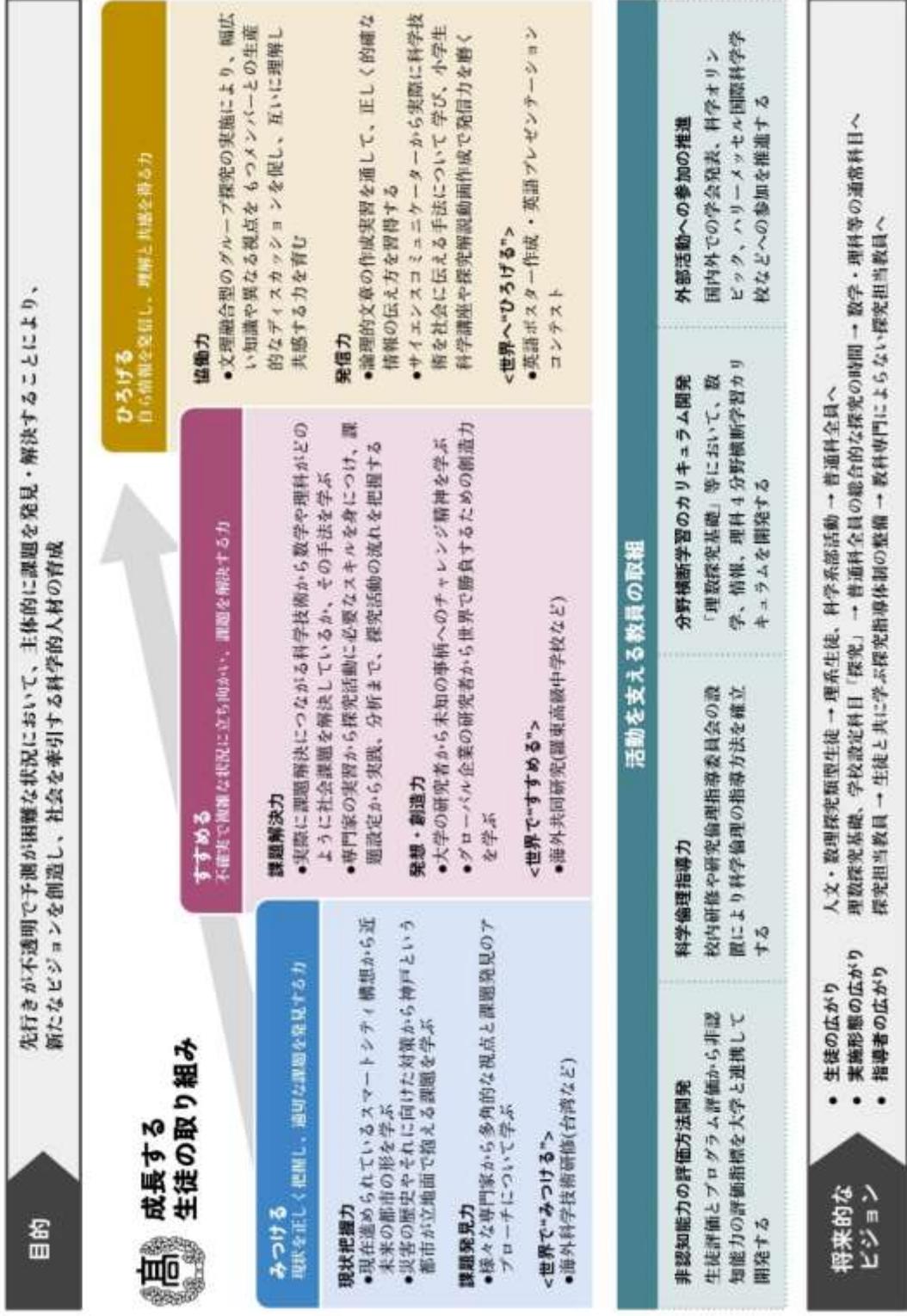
現代は VUCA (Volatility: 変動性, Uncertainty: 不確実性, Complexity: 複雑性, Ambiguity: 曖昧性) と呼ばれ, 先行きの予測が困難な時代である。そのような時代において, 主体的に課題を発見・解決することにより, 新たなビジョンを創造し, 社会を牽引する科学技術系人材を育成するための教育モデルを開発することを目的とする。この目的達成のため,

- ①現状を正しく把握した上で適切な課題を「みつける」力
- ②不確実で複雑な状況に立ち向かって探究活動を「すすめる」力
- ③周囲へ正しく情報を伝えることで, 理解と共感とともに得られた成果を社会に「ひろげる」力の 3 つを育てるプログラムの開発を行う。それに向けて, 3 つの力につながる非認知能力を伸長するプログラム構成とその妥当性を検証する評価指標を開発することを目標とする。

## 【令和 5 年度実施規模】

課程(全日制)									
学科	第 1 学年		第 2 学年		第 3 学年		計		実施規模
	生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	
普通科	320	8	321	8	319	8	960	24	1 年次の生徒全員と, 2, 3 年次の理系。特に人文・数理探究類型の生徒を中心に実施。
理系 (類型以外)	-	-	189	4.5	178	4.5	367	9	
人文・数理 探究類型	40	1	40	1	40	1	120	3	
理系 (類型)	-	-	32	0.5	30	0.5	62	1.5	
(内理系)	-	-	221	5.5	208	5	429	10.5	
課程ごとの 計	320	8	321	8	319	8	960	24	

VUCA時代において主体的に自らを進化させられる人材育成プログラムの開発



# 理数探究基礎とカリキュラムマネジメント

資料 《本校の教育課程》

単位数		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33					
第1学年	普通クラス	現代の国語 (2)	言語文化 (2)	公 共 (2)	数 学 I (3)	数 学 II (1)	数 学 A (2)	物 理 基 礎 (2)	生 物 基 礎 (2)	化 学 基 礎 (1)	体 育 (3)	保 健 (1)	芸 術 I (2)	ケ ー シ ョ ン I (3)	英 語 コ ミ ュ ニ テ ィ ー シ ョ ン I (2)	論 理 ・ 表 現 I (2)	家 庭 基 礎 (2)	理 数 探 究 基 礎 (1)	L H R	(1)																			
	探究人文数理 類型	現代の国語 (2)	言語文化 (2)	公 共 (2)	数 学 I (3)	数 学 II (1)	数 学 A (2)	物 理 基 礎 (2)	生 物 基 礎 (2)	化 学 基 礎 (1)	体 育 (3)	保 健 (1)	芸 術 I (2)	ケ ー シ ョ ン I (3)	英 語 コ ミ ュ ニ テ ィ ー シ ョ ン I (2)	論 理 ・ 表 現 I (2)	家 庭 基 礎 (2)	(理数探究基礎) 探究入門 (2)	L H R	(1)																			
第2学年	文科系	論理国語 (2)	古典探究 (3)	地理総合 (2)	歴史総合 (4)	数 学 II (2)	数 学 B (2)	数 学 C (1)	化 学 基 礎 (2)	物 理 (2)	体 育 (2)	保 健 (1)	ケ ー シ ョ ン II (4)	英 語 コ ミ ュ ニ テ ィ ー シ ョ ン II (2)	論 理 ・ 表 現 II (2)	情 報 I (2)	綜 合 探 究 (2)	L H R	(1)																				
	理科系	論理国語 (2)	古典探究 (2)	地理総合 (2)	歴史総合 (2)	数 学 II (2)	数 学 B (1)	数 学 C (1)	化 学 基 礎 (2)	物 理 (2)	体 育 (2)	保 健 (1)	ケ ー シ ョ ン II (3)	英 語 コ ミ ュ ニ テ ィ ー シ ョ ン II (2)	論 理 ・ 表 現 II (2)	情 報 I (2)	綜 合 探 究 (2)	L H R	(1)																				
	人文数理探究 類型	文科系	論理国語 (2)	古典探究 (3)	地理総合 (2)	歴史総合 (4)	数 学 II (2)	数 学 B (2)	数 学 C (1)	化 学 基 礎 (2)	物 理 (2)	体 育 (2)	保 健 (1)	ケ ー シ ョ ン II (4)	英 語 コ ミ ュ ニ テ ィ ー シ ョ ン II (2)	論 理 ・ 表 現 II (2)	情 報 I (2)	「探究」 (3)	L H R	(1)																			
		理科系	論理国語 (2)	古典探究 (2)	地理総合 (2)	歴史総合 (2)	数 学 II (2)	数 学 III (1)	数 学 B (2)	数 学 C (1)	化 学 基 礎 (2)	物 理 (2)	体 育 (2)	保 健 (1)	ケ ー シ ョ ン II (3)	英 語 コ ミ ュ ニ テ ィ ー シ ョ ン II (2)	論 理 ・ 表 現 II (2)	情 報 I (2)	「探究」 (3)	L H R	(1)																		
第3学年	文科系	論理国語 (3)	古典探究 (3)	地理総合 (4)	倫理/政経 世界史探究 日本史探究 (4)	数 学 II (4)	数 学 C (3)	数 学 II (3)	化 学 基 礎 (1)	物 理 (2)	体 育 (2)	保 健 (1)	ケ ー シ ョ ン III (4)	英 語 コ ミ ュ ニ テ ィ ー シ ョ ン III (2)	論 理 ・ 表 現 III (2)	選 択 (2)	選 択 探 究 (1)	L H R	(1)																				
	理科系	論理国語 (2)	古典探究 (2)	地理総合 (4)	倫理/政経 世界史探究 日本史探究 (4)	数 学 III (2)	数 学 C (1)	発展数学X 発展数学Y 学校設定科目 (4)	化 学 基 礎 (4)	物 理 (4)	体 育 (4)	保 健 (1)	ケ ー シ ョ ン III (2)	英 語 コ ミ ュ ニ テ ィ ー シ ョ ン III (4)	論 理 ・ 表 現 III (2)	選 択 (2)	選 択 探 究 (1)	L H R	(1)																				
	人文数理探究 類型	文科系	論理国語 (3)	古典探究 (3)	地理総合 (4)	倫理/政経 世界史探究 日本史探究 (4)	数 学 II (4)	数 学 C (3)	数 学 II (3)	化 学 基 礎 (1)	物 理 (2)	体 育 (2)	保 健 (1)	ケ ー シ ョ ン III (4)	英 語 コ ミ ュ ニ テ ィ ー シ ョ ン III (2)	論 理 ・ 表 現 III (2)	選 択 (2)	人文数理探究 (1)	L H R	(1)																			
		理科系	論理国語 (2)	古典探究 (2)	地理総合 (4)	倫理/政経 世界史探究 日本史探究 (4)	数 学 III (2)	数 学 C (1)	発展数学X 発展数学Y 学校設定科目 (4)	化 学 基 礎 (4)	物 理 (4)	体 育 (4)	保 健 (1)	ケ ー シ ョ ン III (2)	英 語 コ ミ ュ ニ テ ィ ー シ ョ ン III (4)	論 理 ・ 表 現 III (2)	選 択 (2)	人文数理探究 (1)	L H R	(1)																			

○令和4年度以降入学生の教育課程の特徴

第1学年「理数探究基礎(1単位)」にて、テーマ設定の手法・実験器具の使い方・誤差の処理・統計学・成果発表に必要な情報スキルなど、自然科学的な探究手法を身につけるプログラムを実施した(人文数理探究類型は2単位で実施)。詳細については後述する。

それに加えて、「公共(2単位)」の中で、憲法判例研究やディベート、ABD(Active Book Dialogue)など、社会科学的な探究の手法を学んだ。

### 長田高校の探究活動(1学年)

単位数		1	2	3	4	5	6	7	30	31	32	33
1学年	一般	現代の国語(2)	言語文化(2)			公共(2)				理数探究基礎(1)	LHR(1)	
	特色	現代の国語(2)	言語文化(2)			公共(2)				理数探究基礎(探究入門)		LHR(1)

次年度は理数探究基礎・公共の双方で学んだスキルを活かし、第2学年「総合的な探究の時間(2単位)」(特色類型の生徒は学校設定科目「探究(3単位)」にて文理融合のグループ課題研究を実施する。その際、時間割内に2時間連続で探究活動に取り組む時間を設ける。まとまった時間を確保することにより、生徒が十分に探究活動に取り組める環境を整える。

### 長田高校の探究活動(2学年)

単位数		29	30	31	32	33
2学年	一般		総合探究(2)		LHR(1)	
	理系		総合探究(2)		LHR(1)	
特色	文系		探究(3)		LHR(1)	
	理系		探究(3)		LHR(1)	

	月	火	水	木	金
1					
2					
3					
4					
5		総合探究		探究	
6		総合探究		探究	探究
7					LHR

さらに研究を進めたい生徒・進路実現に活用したい生徒は、次年度第3学年で開講予定の学校設定科目「選択探究」を履修し、自身の探究を深化させる。なお、特色類型の生徒は第3学年「人文・数理探究(1単位)」を必修する。

### 長田高校の探究活動(3学年)

単位数		31	32	33
3学年	一般		LHR(1)	
	理系		LHR(1)	
特色	文系	人文数理探究	LHR(1)	
	理系		LHR(1)	

資料 《令和5年度理数探究基礎(1単位)シラバス》

教科	理数	科目	理数探究基礎	学年・類型	1年全員	履修形態	全員履修	授業時数	1単位
使用教科書	数研出版「理数探究基礎」								
副教材等	なし								
学習目標	2学年で取り組む探究活動にむけて、理科・数学・情報分野から7つのテーマを設定し、3時間ごとの講義および実習をおこなう。								
授業の進め方・学習方法	2学年で取り組む探究活動にむけて、理科・数学・情報分野から7つのテーマを設定し、3時間ごとの講義および実習をおこなう。それぞれのテーマがミニ探究活動となっており、実践を通じて探究活動の要諦をつかむ。								

学 習 計 画			
学 期	単 元	学 習 内 容	評価規準
1学期	I. テーマの設定 仮説を立てる	①ブレインストーミングの取り組み方 ・ブレインストーミングの手法と環境について ・マインドマップをもちいた課題設定と解決方法の模索 ・成果発表	別添のルーブリックによる
	II. 実験・観察・調査に関する 基本操作	②密度の測定 ・単位とは何か、接頭語と指数表示 ・誤差と有効数字、誤差を減らす測定方法の考察 ・各種実験器具の使用法、金属・木材の密度測定  ③温度の測定	
	III. 科学の芽と実験計画	④観察から始まる実験計画 ・共通性と多様性に着目した植物観察 ～花とは何か？～ ・生物試料の違いによる酵素活性の定量比較の実験計画作成 ・実験計画に沿った実験実施、および実験内容の考察	
2学期	IV. 統計学	⑤データの代表値・分散と標準偏差 ・データの整理(度数分布・ヒストグラム) ・データの代表値(平均値・中央値・最頻値) ・分散と標準偏差・データの相関  ⑥「データ整理」実習 ・データから必要なものを取り出す ・PCをもちいたデータ処理	
		⑦口頭発表スライドの作り方 ・パワーポイントの使い方 ・見やすいスライドとはなにか ・実践発表	
3学期	V. 成果を発表する		
成績評価方法	各テーマにおける取り組み状況、およびパフォーマンス課題を別添のルーブリックに照らし、観点別に評価をおこなう。通知表による評価のフィードバックは学年末におこなう。		

## 1 年生「公共」による探究的アプローチ

### 1 内容

理数探究基礎では補えない「文系的探究思考」を養うために、公共で学習する倫理・政治経済の内容を踏まえつつ、公共 A の授業にて様々な活動を行う。

**目標** 2年生で実施する「総合的な探究の時間」において、グループでの調べ学習・論文執筆などが円滑に進むように、公共にてグループ学習の基礎、論文執筆のための技術、本を読む力を養う

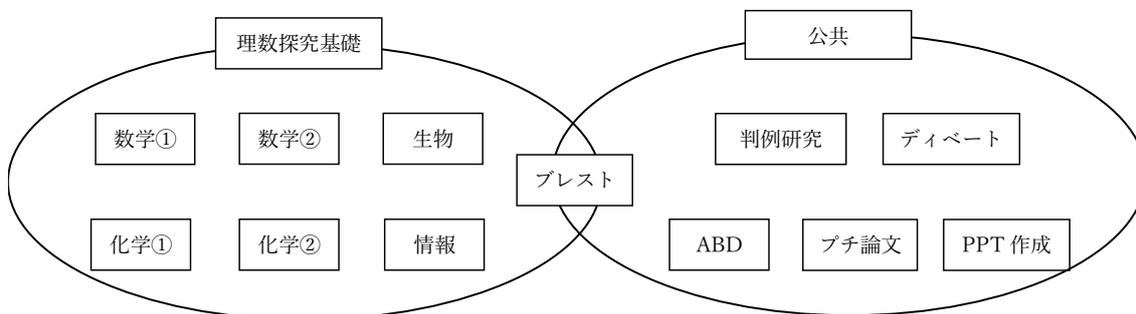
- 1学期** 1. 憲法について学習する過程で「判例研究」を行う  
 → 難しく書かれていることを読み解き、まとめる力 / 語彙力を身につける  
 2. 憲法について学んだうえで、憲法に関する内容で「ディベート」を行う  
 → 1で身につけたまとめる力を使いつつ、議論するために必要な情報収集力を身につける

**夏休み** ABD (Active Book Dialogue) の準備 (※ ABD については別紙参照)  
 → 1学期に身につけたまとめる力を使いつつ、文章を読み込む力 / それを発表する力を身につける

- 2学期** 1. ABD の実践 (リレー・プレゼン)  
 夏休みで作成した掲示物を使って「世界から貧しさをなくす 30 の方法」を協力して読み込む  
 → 本を読むことで得られる知識 / 発表する力を身につける  
 2. プチ論文の作成  
 「世界から貧しさをなくす 30 の方法」を読んで、疑問に思ったことをグループでまとめ  
 それに対する意見等をまとめていく  
 → 探究で必要になってくる、問いの立て方を学び、文章を作成する力を身につける

- 3学期** SDGs をテーマに、世界へ主張しよう  
 公共で学習したことを踏まえて、SDGs を大テーマとして、グループで問いを立て  
 それに対する意見を企業等へ出せるように PowerPoint を作成する  
 → 問いを立てる力 / まとめる力 / 発表する力の集大成とする

### 2 イメージ図(※ 2023 年度)



## 本校における理数探究基礎の実施形態

中央教育審議会での新しい学習指導要領が審議された際、文部科学省はカリキュラムマネジメントの確立について、次の3つのポイント(三つの側面)を示している。

- ①各教科等の教育内容を相互の関係で捉え、学校の教育目標を踏まえた教科横断的な視点で、その目標の達成に必要な教育の内容を組織的に配列していくこと。
- ②教育内容の質の向上に向けて、子供たちの姿や地域の現状等に関する調査や各種データ等に基づき、教育課程を編成し、実施し、評価して改善を図る一連のPDCAサイクルを確立すること。
- ③教育内容と、教育活動に必要な人的・物的資源等を、地域等の外部の資源も含めて活用しながら効果的に組み合わせること。

(「教育課程企画特別部会 論点整理」より抜粋)

3つのポイントに対応するために、本校では年間25回の理数探究基礎の授業を

- ①外部講師による講演会 と
  - ②授業担当者によるミニ探究中心のリレー講座
- の組み合わせで構成することとした(年間計画をご参照)。

①の外部講師による講演会では、神戸大学アドミッションセンター特命准教授の進藤明彦先生による講義「科学倫理と探究の進め方」と、本校卒業生2名による講演「次年度の探究活動に向けて」を受講した。生徒は其中で、探究活動で科学倫理を遵守し、事象を数理モデルで理解することの重要性を学んだ。

②の授業担当者によるリレー講座では、複数教科(理科4名・数学4名・国語1名・外国語1名)の教員が、以下のテーマで全3回からなるミニ探究形式中心の講座をおこなった。1年生の一般類型全クラスにおいて「理数探究基礎」を木曜の6限目に設定することにより、計7名の担当者が全クラスをローテーションしながら講座を展開できるよう調整した。

講座番号	テーマ	略称	担当
講座1	「効果的なアイデアの出し方」	課題解決	空野(理)/石川(外)
講座2	「はかる」	化学①	東田(理)
講座3	「反応における温度の測定」	化学②	楠本(理)
講座4	「観察から始まる実験計画」	生物	千脇(理)
講座5	「データの分析」	統計①	益田(数)/後藤(数)
講座6	「データ整理」実習	統計②	/久保田(数)/安藤(数)
講座7	「口頭発表スライドの作り方」	口頭発表	河邑(国)

資料 ≪「理数探究基礎」における講座の持ち方イメージ≫

時間割：木曜6限（ローテーション方式）

担当者：理科4名・数学4名・情報1名・国語1名 計10名

講座別担当者数：講座1・6（2名） 講座2・3・4・5・7（1名）

	1組	2組	3組	4組	5組	6組	7組
I期	講座5	講座2	講座1	講座7	講座5	講座3	講座4
II期	講座4	講座5	講座2	講座1	講座7	講座5	講座3
III期	講座3	講座4	講座5	講座2	講座1	講座7	講座5
IV期	講座6	講座3	講座4	講座5	講座2	講座1	講座7
V期	講座7	講座6	講座3	講座4	講座6	講座2	講座1
VI期	講座1	講座7	講座6	講座3	講座4	講座6	講座2
VII期	講座2	講座1	講座7	講座6	講座3	講座4	講座6

※8組（特色類型クラス）は木曜5・6限において2単位で独自実施

→必要に応じて、全クラス合同で講義を受講

赤字の講座はチームティーチングで実施

参考として、令和5年度に実施した理数探究基礎の年間計画を添付する。昨年度と比較して、担当者数を増やし、チームティーチングで実施する講座を拡張させた。また今年度から理系の教員だけでなく、国語や外国語の教員を加え、探究活動を学校全体の取り組みへと広げられるよう工夫した。

さらに、講座同士のつながりを意識した講座編成をした。具体的には、講座7で口頭スライドの作成方法を学んだあとに、講座1を配置することで、講座1の実践発表にスムーズに取り組むことができるようにした。

また、統計を学ぶ講座5と講座6については、数学教諭が担当した。年度前半に講座5で座学を学び、年度後半に講座6で実践をおこなった。後半の講座6については、よりきめ細かい指導をおこなうため、2人体制のチームティーチングで実施した。時間割上で同時展開することにより、このような自由度を確保することができた。

特色類型クラスの理数探究基礎（校内名称「探究入門」・2単位）は、木曜6・7限に実施であったため、外部講師による講義「科学倫理と探究の進め方」は特色類型クラスと一般クラスの生徒が同時に受講した。

講座はクラス別におこなわれているため、担当者が出張等で不在のときには、別の時間に時間割変更をすることもでき、3回分の講座を確実に実施するための授業時間を確保できた。

資料 ≪実際の「理数探究基礎」年間スケジュール≫

## 令和5年度 理数探究基礎年間計画

学期	期	回	日程	担当者						
				1組	2組	3組	4組	5組	6組	7組
1 学 期	I 期	1	4月13日	オリエンテーション						
		2	4月20日	<特別講義>進藤先生「科学倫理と探究の進め方」						
		3	4月27日	統計① 後藤	化学① 楠本	課題解決 石川/空野	口頭発表 河邑	統計① 益田	化学② 東田	生物 千脇
		4	6月1日							
		5	6月8日							
	II 期	6	6月15日	生物 千脇	統計① 後藤	化学① 楠本	課題解決 石川/空野	口頭発表 河邑	統計① 益田	化学② 東田
		7	6月22日							
		8	6月29日							
夏季休業										
2 学 期	III 期	9	9月7日	化学② 東田	生物 千脇	統計① 後藤	化学① 楠本	課題解決 石川/空野	口頭発表 河邑	統計① 益田
		10	9月14日							
		11	9月21日							
	IV 期	12	10月5日	統計② 益田/安藤	化学② 東田	生物 千脇	統計① 後藤	化学① 楠本	課題解決 石川/空野	口頭発表 河邑
		13	10月19日							
		14	10月26日							
	V 期	15	11月2日	口頭発表 河邑	統計② 益田/安藤	化学② 東田	生物 千脇	統計① 久保田	化学① 楠本	課題解決 石川/空野
		16	11月9日							
		17	11月30日							
	VI 期	18	12月14日	講座3 楠本	口頭発表 河邑	統計② 益田/安藤	化学② 東田	生物 千脇	統計① 久保田	化学① 楠本
		冬季休業								
3 学 期	VII 期	19	1月11日	課題解決 石川/空野	口頭発表 河邑	統計② 益田/安藤	化学② 東田	生物 千脇	統計① 久保田	化学① 楠本
		20	1月18日							
	VII 期	21	1月25日	化学① 楠本	課題解決 石川/空野	口頭発表 河邑	統計② 益田/安藤	化学② 東田	生物 千脇	統計① 久保田
		22	2月1日							
		23	2月8日							
24	2月9日	<特別講義>卒業生2名「次年度の探究活動に向けて」								

## 理数探究基礎を導入したメリット

本校が、全学年で取り組む理数探究基礎を導入して、今年で2年目を迎える。同じように探究活動の計画に試行錯誤をされている学校に向けて、本科目を上述の形式で実施することで実感できたメリットを紹介したい。

### メリット1 教科書を活用できる

総合的な探究の時間とは異なり、理数探究基礎には授業で使用できる教科書が発行されている。探究活動においてありがちな悩みとして、「方法論が定まらず自信をもって指導しにくい」という点があげられる。生徒の設定した探究テーマの内容に応じて、担当者に求められる支援は多岐にわたる。その多様性が探究活動の魅力である半面、毎年生徒に合わせてゼロから手探りの指導を続けていくことに不安を感じている先生方も多いのではないだろうか。

事前教育として理数探究基礎を設定することで、教科書を活用して学びの一部を標準化することができる。探究の指導においては、個々の活動内容は異なれども、最終的に生徒に身につけてほしい資質・能力は、ある程度共通している部分も多い。その共通部分を漏れなく効率的に指導できるのは大きな利点である。また指導する分野を、担当を決めて絞りこむことで、教師側も少ない負担感で自信をもって指導に望むことができた。

### メリット2 5段階による評価ができる

理数探究基礎は、「各学科に共通する教科(共通教科)」に位置づけられ、他教科と同じように観点別評価と5段階評定による評価ができる。

総合的な探究の時間は、指導要録上では文章によって評価することになっている。生徒の人数分の評価を準備するのはそれなりの困難が伴う。また文章による評価は、学びの実態を定量的に把握することには適しない。それに比べて理数探究基礎では、観点別評価や5段階評定を導入できるため、生徒の学習改善・教師の指導改善に活かしやすい。この点については、昨年度の評価を分析した結果を後ほど紹介したい。

### メリット3 活きた知識・技能を経験から学ぶことができる

探究活動では、生徒が自発的かつ能動的に知識・技能を獲得していくことが望まれる。本校では、その支援のために、座学ではなくミニ探究形式の講座を設定することにした。高校生の探究活動においては、実験の条件づけは甘くなり、仮説や主張の根拠が弱くなりがちである。これらは経験不足によるところも大きいと考えられる。そこで準備段階にあたる本科目では、ミニ探究を通じた経験からの学びを中心にすすめることにした。事後アンケートによると、生徒にとっても「本格的な探究活動に入る前に、必要な知識を身につけられた」と感じられる内容であったことがうかがわれる。(後述:「生徒の振り返り」ご参照)。

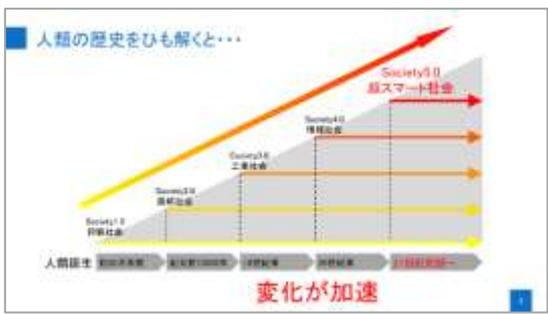
## 各講座の実施内容

講座は、<探究テーマの設定について>、<理科の見方・考え方について>、<数学的な見方・考え方について>、<情報機器を活用した成果発表について>に大別される。実施期間中、担当者打ち合わせを重ねて、お互いの講座内容を共有しながら年間のプログラムを作り上げた。  
以下では、それぞれの講座における実施内容を詳述する。

### <オリエンテーション>

オリエンテーションとして、全体講義の形式で「これからの時代において探究活動を経験していることが重要になる理由を生徒に説明した。

資料 <<オリエンテーションにおける説明資料>>

	<p>探究活動の意味</p> <h1>なぜ探究活動が必要なのか？</h1>
<p>人類の歴史をひも解くと...</p>  <p>変化が加速</p>	<p>わたしたちがくらす現代社会</p> <h1>VUCA(ブーカ)</h1> <p>Volatility : 変動性 Uncertainty : 不確実性 Complexity : 複雑性 Ambiguity : 曖昧性</p>
<p>社会変化の潮流</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>世界の成長一休化 ○大きくなる世界経済の規模 ○つながり合い一つになる世界</li> <li>経済構造の変容 ○富の集中と格差の拡大 ○州ファミリーを増す経済市場</li> <li>価値観と行動の変化 ○持続可能性重視 ○新有から利用へ ○画一から多様へ</li> </ul>	<p>社会変化の潮流</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>人口減少・超高齢化 ○減る人口 ○大都市への人口集中 ○高齢化・伸びる寿命</li> <li>地球からの警鐘 ○気候変動 ○感染する伝染 ○資源の枯渇 ○感染症の流行</li> <li>テクノロジーの進化 ○時間・空間の制約を超えるICT ○生命の概念を変える技術</li> </ul>

社会文化の潮流

# 次の社会で 求められる人

社会文化の潮流

# 「新しいコンセプト」を 示すことができる人

21世紀もっとも勢いのある企業のコンセプト(例)

Google	世界中の情報を整理し、世界中の人々がアクセスして使えるようにする
Amazon	Biggest selection in the earth (世界最大のセレクション)
Facebook	bring the world closer together (世界のつながりをより密にする)

学校での学びがどう変わっていくか？

## 知識中心の学び

+

## 試行錯誤の中から得られる自律的な学び

たとえば、こんなときどこがオカシイか指摘できるかな？

問1

こんにやくをよく食べる人のなんと92%は、一生大腸がんにはかからなかったそうですよ。  
こんにやくは大腸がんの予防に効果があります。  
今晚のおかずはいかがですか？

戸田山和久「思考の教室」29

たとえば、こんなときどこがオカシイか指摘できるかな？

表1

		大腸がんにかかると	
		かかる	かからない
こんにやくを	よく食べる	8%	92%
	食べない	8%	92%

表2

		大腸がんにかかると	
		かかる	かからない
こんにやくを	よく食べる	8%	92%
	食べない	20%	80%

戸田山和久「思考の教室」29

たとえば、こんなときどこがオカシイか指摘できるかな？

問2

わたしの課のよしこ先輩はさくらんぼが大好きで、90%の確率でさくらんぼの産地を正しく判定できる特殊な能力の持ち主である。

戸田山和久「思考の教室」29

たとえば、こんなときどこがオカシイか指摘できるかな？

問2

わたしたちの課に、P県の支社からつとむさん出張してきたので、P県がある東北地方の郷土料理を出すお店に連れていった。

戸田山和久「思考の教室」29

たとえば、こんなときどこがオカシイか指摘できるかな？

問2

つとむさんはたいへんに強い郷土愛の持ち主なので、「ほかあP県のもの以外は食べませんよ」と言ってふんぞりかえっている。

戸田山和久「思考の教室」29

たとえば、こんなときどこがオカシイか指摘できるかな？

問2

それでも会食は無事に進み、最後にデザートとしてさくらんぼが出てきた。店員さんに産地をきくと、うちではP県産かQ県産のさくらんぼしか使っていません、とのことだった。

戸田山和久「思考の教室」29

たとえば、こんなときどこがおかしかが指摘できるかな？

問2

つとむさんは「Q県のものなんか食べるもんか」と言うので、よし先輩がまず味見をすることになった。

戸田山和夫「思考の教室」より

たとえば、こんなときどこがおかしかが指摘できるかな？

問2

よし先輩が「これはまちがいないP県産よ」というので、わたしたちは安心してデザートを食べた。

戸田山和夫「思考の教室」より

たとえば、こんなときどこがおかしかが指摘できるかな？

こんなケースを考えてみましょう。

P県産のさくらんぼはたいへん貴重で、あまり市場に出まわらない。このお店でも100日のうちP県産のさくらんぼを出せる日は、わずか5日だ。残り95日は大産地のQ県産のものを使っている。

戸田山和夫「思考の教室」より

たとえば、こんなときどこがおかしかが指摘できるかな？

その場合・・・

出てきたさくらんぼは	よし先輩の判断は	よし先輩の発言	確率
Q県産	当たってた	「Q県産よ」	$0.95 \times 0.9 = 0.855$
Q県産	はずれてた	「P県産よ」	$0.95 \times 0.1 = 0.095$
P県産	当たってた	「P県産よ」	$0.05 \times 0.9 = 0.045$
P県産	はずれてた	「Q県産よ」	$0.05 \times 0.1 = 0.005$

よしこ、まちがってる可能性の方が高い

戸田山和夫「思考の教室」より

たとえば、こんなときどこがおかしかが指摘できるかな？

「明確なこたえの与えられていないものごと」を考えるときには、**統計の基礎知識**や、それを**実験・観察で確認する方法**を知ることが大切。

4

長田高校の教育課程は？

進級授業進度 1学年・数学Ⅰ＋Ⅱ 2学年・数学Ⅲ＋Ⅳ 3学年・数学Ⅴ(選択)

日数科目 ほとんどの生徒が国立大学進学を希望

伝統的な授業 体育における「劇団走」 男子2400m 女子2000m

探究活動に重点 令和4年度入学分から実施

4

長田高校の探究活動(1学年)

単位数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1学年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
文系	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
理系	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

「公共」のうちの1単位数分を用いて、文系的探究の方法を学びます。  
(社会課題へのアプローチ・研究倫理など)

総合的な探究の時間に替えて、「専攻探究基礎」を設定。  
理系的探究の方法を学びます。  
(統計・実験器具の使用法・ICT活用など)

4

長田高校の探究活動(2学年)

時間割(2学年)イメージ

単位数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2学年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
文系	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
理系	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

時間割の中に2時間続きの「総合的な探究の時間」を設定。

文系・理系に縛られないグループ分けをして、文理融合型の探究活動に取り組みます。

4

長田高校の探究活動(3学年)

単位数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3学年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
文系	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
理系	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

一般クラスにおいても、2年次での探究活動をさらに深めたい人のために、**選択探究**を課外に設定(選択者のみ)。

4

## <探究テーマの設定について>

### 講座1:「効果的なアイデアの出し方」

○ねらい

・課題解決型のミニ探究活動を通じて、探究のテーマ設定の具体的な方法や、問題の解決に創造性が果たす役割を学ぶ。

○内容

#### 第1回「ブレインストーミングで可能性を探れ」

ブレインストーミングにおけるグループ内コミュニケーションの在り方、マインドマップの作成方法を学ぶ。基礎的な手法を学んだ後に、実際にグループに分かれて決められたテーマでブレインストーミングとマインドマップ作成を経験する。

#### 第2回「筆箱をめぐる冒険」

新しい筆箱を開発するというテーマで、①パートナーへの「共感」、②問題点の「定義」、③問題解決法の「考察」、④プロトタイプ「試作」、⑤解決法の「検証」という課題解決型探究の一連のプロセスを経験する。

#### 第3回「発表」

「新しい文化祭企画をデザインする」というテーマに基づいて、実際に作成した試作品とパワーポイントを用いたグループ発表をおこなう。スライド作成においては、1人1台端末を利用してOffice365の共有機能を用いて、共同作業で作成する。第1回および第2回において学んだ知識・技能を応用できているかどうかを相互評価し、本講座における学びを振り返る。



講座1に取り組む生徒の様子

理数探究基礎 学習指導案

兵庫県立長田高等学校

指導者 空野 智裕

石川 千瑛

学年・教科 第1学年(1組~7組)・理数探究基礎

テーマ 「効果的なアイデアの出し方-創造性を高めるブレインストーミングについて-

単元構成 第1講時:ブレインストーミングで可能性を探れ **HOP**

第2講時:「ふでばこ」をめぐる冒険 **STEP**

第3講時:発表「新しい文化祭企画をデザインしよう」**JUMP**

指導の計画(全3時間)

時	主な活動内容	指導上の留意点
1 <b>HOP</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ブレインストーミングの基本について学ぶ</li> <li>・班でブレインストーミングを行う (テーマ:長田高校での経験)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ブレインストーミングを行う際のルールについて確認する。ブレインストーミング時には、生徒に心理的な安全性を確保することの大切さについて理解させる</li> <li>・生徒がブレインストーミングを行う際には、立って行っているか、全員がペンを持っているかなどを確認する</li> </ul>
2 <b>STEP</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・新しい「ふでばこ」をデザインする</li> <li>既存の筆箱に対する問題点を挙げたうえで、それを解決できるような新たな筆箱を考える</li> <li>・ブレインストーミングによって出たアイデアに基づいて、筆箱の試作品を作る</li> <li>・それぞれの試作品に対して、検証を行う</li> <li>・課題解決型探究のプロセスについて学ぶ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・時間配分に気を付ける(筆箱のデザインについてのブレインストーミングの時間を長めにとる。それに対して試作品を作る時間は短めに設定する)</li> <li>・課題解決型探究と基礎研究型探究のプロセスの共通点と相違点について理解させる</li> </ul>
3 <b>JUMP</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・「新しい文化祭企画をデザインしよう」のテーマに沿った班ごとの企画の提案を行う</li> <li>・相互評価・自己評価を行う</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生徒に前向きなフィードバックを与える</li> </ul>

各時間の展開

第1講時：ブレインストーミングで可能性を探れ **HOP**

時(分)	学習活動	教師の指導・支援
5	心理的ウォームアップ 全3回の講義の内容についての確認	・全3回の講義のそれぞれの目標と活動内容について確認させる
10	ブレインストーミングについて学ぶ	・ブレインストーミングのルール(テーマ設定・実施時間・人数・ペース)について確認する ・以下は特に強調するべきルール 1. ブレインストーミングは立って行うべし 2. 全員がペンを持つべし 3. 心理的な安全性を確保する
5	アイデア出しの練習 1回目:相手のアイデアを「ええやん、でも (yes, but)」でつなぐ 2回目:相手のアイデアを「ええやん、ほんで (yes, and)」でつなぐ	・異なる方法で、アイデア出しをした時の、それぞれの感じ方や、アイデアの出方について生徒に比較させる ・アイデア出しの際には「ええやん、ほんで (yes, and)」で繋ぎ、相手の考えに自分の考えを足すことで、飛躍したアイデアが生まれることを認識させる
10	マインドマップについて学ぶ	・ブレインストーミングで使うツールであるマインドマップの紹介 ・黒板に「SF小説」をテーマにしたマインドマップを作製する ・生徒を指名して、SF小説を作る際に必要となる要素についてマインドマップを作りながら一緒に確認する
10	班ごとにマインドマップを作ってブレインストーミングを行う テーマ:長田高校での経験	・「長田高校での経験」をテーマに班ごとにマインドマップを作らせる ・ブレインストーミングをする際のルールを生徒に確認させてから行わせる
5	ブレインストーミングで出たアイデアを見直して整理する	・生徒に写真を撮らせたり、ほかの班と比較させたりして、出たアイデアを見直させる

5	本時の振り返りと次時の確認をする	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本時で学んだことを振り返らせ、次回の授業のテーマを発表する</li> <li>・次回は「新しいふでばこをデザインする」をテーマに筆箱の試作品を作成するため、準備物の確認を丁寧に行う</li> </ul>
---	------------------	---

## 第2講時：「ふでばこ」をめぐる冒険 **STEP**

時(分)	学習活動	教師の指導・支援
2	本時のテーマ・目標の確認 「新しいふでばこについて考える」	
5	<b>共感</b> 班で現在の筆箱の課題を出し合う	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1班を2つのグループに分けて、相手のグループの現在の筆箱に対して抱いている不満を聞き出させる</li> </ul>
5	<b>定義</b> 筆箱の目的を考える	<ul style="list-style-type: none"> <li>・筆箱を「記録を残すための道具を運ぶための新しいデバイス」と再定義して、既存のものとは異なる筆箱の可能性について言及する</li> <li>・<b>共感</b>の際に聞き出した相手グループの不満の中から1つ選ばせて、「筆箱の抱える問題」を明確な言葉にして定義させる</li> </ul>
13	<b>考察</b> 定義した課題を解決する方法についてそれぞれのグループでブレインストーミングをして新たな筆箱のデザインを考える	<ul style="list-style-type: none"> <li>・パートナーのニーズを満たすような新たな筆箱を考案させる</li> <li>・ブレインストーミングをする際のルールを生徒に再確認させてから行わせる</li> <li>・ブレインストーミングの終盤には絵を描かくように促すと、生徒はスムーズに試作品作りに取り掛かることができる</li> </ul>
10	<b>試作</b> ブレインストーミングで出たアイデアをもとに実際に試作品を作る	<ul style="list-style-type: none"> <li>・短い時間で試作品を作ることの大切さを伝える</li> <li>・「全体的なコンセプト」を示すものを作るように伝える(試作品段階のため実際に使えるものでなくて良い)</li> </ul>

5	検証 班内でそれぞれの試作品を見せて、フィードバックを得る	・試作のプロセスはできるだけ早く回すことの大切さについて伝える
5	課題解決型探究と基礎研究型探究のプロセスについて学ぶ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・課題解決型探究のプロセス 共感→定義→考察 →試作→検証→共感</li> <li>・基礎研究型探究のプロセス 先行研究の深堀り→定義→考察 →予備実験→検証→先行研究の深堀り</li> <li>・両者の共通点と相違点について確認する</li> </ul>
5	本時の振り返りと最終回に向けた課題の確認を行う	<ul style="list-style-type: none"> <li>・次回の授業での発表内容について知らせる</li> <li>テーマ 「新しい文化祭企画をデザインしよう」</li> <li>・評価の観点について説明する</li> </ul>

### 第3講時:発表 (新しい文化祭企画をデザインしよう) JUMP

時(分)	学習活動	教師の指導・支援
35	班ごとの発表を行う	・各班の発表に対して前向きなフィードバックを与える
10	相互評価と自己評価を行わせる	・事前にクラスルームに送信しておいた評価フォームを使って生徒に評価させる
5	本時の振り返りを行う	

資料 <<授業で使用したスライド(第1回)>>

<h2>効果的なアイデアの出し方</h2> <p>創造性を高めるブレインストーミングについて</p>	<h3>心理的ウォームアップ</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>・グループで、円になりましょう。</li> <li>・1人目の人から順に、文意程度の短い言葉を言います。</li> <li>・となりの人に続いて、思いついで言葉を言います。あまり深く考えない。</li> <li>・文節をつないで、情景のようなものができたとと思ったら「Yes, Yes, Yes…」とつづきましょう。</li> </ul>
<h3>コンテンツ</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 第1回HOP: ブレインストーミングで可能性を探れ 問題の解決に創造性が果たす役割を学ぶ</li> <li>・ 第2回STEP: みでばこをめぐる冒険 問題点からチャンスをとがすことの大切さを学ぶ</li> <li>・ 第3回JUMP: 発表</li> </ul>	<h3>ブレインストーミングについて</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ みんなでアイデアを出しをするときにやります</li> <li>・ 結構むずかしい</li> <li>・ 「日常の会話」とは反対のことを数回繰り返します</li> </ul> <p><b>→ルールを決めて行います</b></p>
<h3>1 テーマ設定</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 「何について」ブレインストーミングしますか</li> <li>テーマ1: 世界平和?</li> <li>テーマ2: ブレインストーミングで使うペン?</li> </ul> <p><b>→適切なサイズのテーマを選ぶ</b></p>	<h3>2 参加者</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ たとえば「次世代の自動車」についてアイデアを出しをするとき、「誰に」参加してもらうと良いですか?</li> <li>開発者・経理・営業担当など...</li> <li>お客さん? →もっと詳しく</li> <li>「次世代の自動車」を運転する若者</li> <li>運転に困難を感じている高齢者/障がい者/子育て世代</li> </ul> <p><b>→視点の異なる参加者を選ぶ</b></p>
<h3>3 実施時間</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 時間はどれくらいが良いですか?</li> <li>10分くらい? 1時間?</li> <li>その場の雰囲気?</li> </ul> <p><b>→元気が残っている間に終わらせる</b></p>	<h3>4 人数</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 人数は何人ですか?</li> <li>25~30人?</li> <li>1人?</li> </ul> <p><b>→1チームはピザ2枚分くらい</b></p>
<h3>5 目標</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 「絶対に無理だ」と思えるような目標を立てましょう</li> <li>例: 30分間で500種類のアイスクリームを考える</li> <li>不可能に思えても、250種類を思い浮かべたらもう半分だ」と思えます</li> </ul> <p><b>→アイデアの連鎖が起こる</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>①最初にアイデアを出し切る</li> <li>②それを越えようと2番目のアイデアが出てくる</li> <li>③突出した3番目のアイデアが出てくる</li> </ol>	<h3>6 ベース</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ブレインストーミングはどんなベースで進みますか</li> <li>ハイテンション?</li> </ul> <p><b>→ブレインストーミングは立って行うべし</b></p> <p><b>→全員がペンを持つべし</b></p>

## 7 一番大切なこと

- 心理的安全性を確保する  
アイデアを批評しない（自分のアイデアも）  
「Yes, And…」（ええやん、ほんで…）でつなぐ

→アイデアは、「足して 足して 足して 飛躍」する

## 練習してみましょう

例えば、「今年で20周年の祭りに、グループのアイデアを競い合います。このアイデアを批評しないでください。代わりに、ほんでつなぐをお願いします。例えば、「ええやん、ほんでつなぐをお願いします。例えば、「ええやん、ほんでつなぐをお願いします。」などあえて今は気にしないで。

## 8 マインドマップ

- ブレインストーミングで用いるツール  
話の中で考えていることをイメージに描き出すことで、記憶の整理や発想を助ける

グループのアイデアを視覚化できる

## 8 マインドマップ

# 実演

## 9 ブレインストーミングが終わったあと

- 記録する（写真を撮る）
- アイデアを仕分けして見直す（実現可能性・効果・意義）
- 参加者に投票してもらう（複数投票にして選択肢に幅をもたせる）
- 試作する（アイデアをかたちしてみる）

アイデアを整理するときは、ブレインストーミングしていたときと同じテンションである必要はありません。

## 最終回での発表テーマ

- 最終回では実際につくってみましょう

テーマ

新しい文化祭企画をデザインしよう

資料 《授業で使用したスライド(第2回)》

## 効果的なアイデアの出し方

創造性を高めるブレインストーミングについて

### コンテンツ

- 第1回 ブレインストーミングで可能性を探れ  
問題の解決に創造性が果たす役割を学ぶ
- 第2回 「ふでばこ」をめぐる課題  
問題点からチャンスを見つける大切さを学ぶ
- 第3回 発表

### 今日おこなうこと

## 新しい「ふでばこ」について考える

### 共感

- 期を2名ずつ2つのグループに分けましょう。
- 「ふでばこ」について、不満を感じている点を、相手グループの人たちから聞き出しましょう（3分で10発ずつやり取り）
- メモをとっておくと、あとで役に立ちますよ。

### 定義

- 担当に立ち直って考えてみましょう。
- 「ふでばこ」の目的は何ですか？
- なぜ私たちは「ふでばこ」を使おうのですか？

ただ単に、ふでばこをデザインを変えるのではなく、「記録を残すための道具を運ぶための新しいデバイス」を考案するとしたら、それはどんなものになりますか？

→考え方を定えると、それまでと全く違った解決策の可能性が開けてきます。

### 定義

- 2人でメモを1分間ながめてみましょう。
- グループで相談して、相手グループの感じている課題の中から、ひとつを選びましょう。
- 「ふでばこ」の抱える問題を明確な言葉にして定義しましょう。

### 考察

- 定義した課題を解決する方法について「ブレインストーミング」をしてみましょう。

#### 大切なこと

- ありきたりの解決案で満足しない。
- 妥当だと思われることを超えて先に進む。
- アイデアが大胆すぎるかな、など心配しない。
- 現在のテクノロジーの世界に縛られすぎない。
- 自分ではなく、「パートナー」の考えを満ちます。

### 試作

- 今までに出てきたアイデアの中から、いくつかを選んで、試作品をつくってみましょう（10分間）

- アイデアを具現化します。
- 短い時間で試作品をつくって、フィードバックを求めます。
- または試作品ながら、実際に使えるものでなくてOKです。
- ただし、「全体的なコンセプト」を示すものにしてください。

### 検証

- 試作品ができれば、相手に見せてフィードバックをもらいましょう（5分）
- 「聞かれた事は、さらなる向上のために「あえて課題があるとしたら・・・」というラズレスに続けて、相手に課題を伝えましょう。
- どうですか？ 相手は気に入ってほしいですか？
- 試作品が気に入られないということは、よくあることです。
- 試作品をつくるときに、時間をかけた方がいいということが重要なポイントです。

ババッと作って、ダメならババッと作り直すようにしましょう。

### 設計のプロセス

- 共感 (Empathize)**: 相手の気持ちや立場を理解するで、共感し、その気持ちに寄り添うことが大事。
- 定義 (Define)**: 相手に抱えている課題を明らかにし、課題をひとつが特定し、誰が当事者なのかを定める。
- 考察 (Explore)**: 課題の根本を探るには、質問をするだけでなく、想像や観察し、考察する。
- 試作 (Prototype)**: 考察によって生まれたアイデアの中から、手始めに試作品を短期間で作り出す。
- 検証 (Test)**: 試作品を相手に見てフィードバックを求め、相手からの理解を深めることが大事。



### 最終回での発表テーマ

・最終回では実際に試してみよう

テーマ

## 新しい文化祭企画をデザインしよう

### 最終回に向けた課題

**発表内容**

- 定義：文化祭企画の定義、設定した（定義した）課題点（ポイント）
- 問題点に対する考察の内容（ポイント）
- 企画のコンセプト（ポイント）+ 実現性も可
- シミュレーションした上で発表すると、実現可能性がUPの3点をまとめて各5分ずつ発表してください。

次回は発表のための準備を始めるようにしてください。

### 最終回に向けた課題

**評価観点**

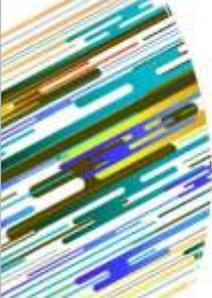
- ・第1回、第2回で学んだ知識や技能が定着しているか。
- ・課題の定義が明確で、独自性のある工夫がなされているか。
- ・発表時の態度は適切であるか。



第2回の授業に取り組む生徒の様子



資料 《生徒が作成した発表スライド》



**人のつながりを重視した文化祭！！**

1年2組3班

### 文化祭企画の定義

- 1  
・みんなが平等に取り組むことができるものである
- 2  
・実際に実行できるものである(費用面、効率面)
- 3  
・企画者、お客さんなど全員で楽しめるものであること

### 問題点

- 他学年とのつながりが薄い(縦のつながり)
- 入学したばかりの一年生はまだクラスメイトとの間わりが薄い
- 地域との間わりがない

### 問題点に対する考察

- ・縦のつながりを増やすには？  
→全学年が含まれるグループに分け、そのグループで何かを作れば良いのでは？
- ・横のつながりを増やすには？  
→自分が所属する部活以外の人と一緒に1つのものを作ることで仲が深まるのでは？
- ・地域とのつながり  
→地域の人も参加できるようなコーナーを作るといいのでは？

### 企画のコンセプト

**～長田パレード～**  
**縦割り班対抗おみこし祭り！**

### どうやって行うか

**準備**  
クラスの三学年縦割り班 (1-2, 2-2, 3-2などで1班)

**場所について**  
パレード: 神楽台グラウンド  
準備・教室など  
保管場所: アストラホールの横のスペース、屋上、グラウンドなど

総勢120人で  
大きいおみこしを作る！！

<b>1組</b> 40人	<b>2組</b> 40人	<b>3組</b> 40人	<b>4組</b> 40人
40人	40人	40人	40人
40人	40人	40人	40人
<b>5組</b> 40人	<b>6組</b> 40人	<b>7組</b> 40人	<b>8組</b> 40人
40人	40人	40人	40人
40人	40人	40人	40人

### おみこしのイメージ



土台となる素材  
→段ボール、発砲スチロールなど

分けて作り、前日に合体



資料 《講座Iにおける生徒の事後評価アンケート》

○質問項目:3回の講義を通じてあなたにとって学びになったことを教えてください。

ディスカッションの方法。実際に、この講義を受けたあとに文化祭スタッフの会議があったので試してみたら、普段行う会議よりも議論が活発でより魅力的なアイデアがたくさん出た。私は、このほかにも体育祭スタッフや生徒会にも所属しており、部長でもあるため今後いろいろな話し合いの場が増えると思う。そのときに、この講義で学んだ方法を使用して効果的かつ効率的に回していけるようになりたい。

課題の決め方がよく分からなかったので、ブレインストーミングを有効に使ってアイデアを出す方法を学べたのが良かったです。1週間で班のアイデアをまとめてプレゼンを作るのは大変だったけど、色々話し合い、協力して1つのものを作れたのも学びになりました。

今まで、グループの中で意見を出し合ったり考えたりするのが苦手で、自分の意見が「どう思われるだろう」と考えたりしてしまっていて意見を出すことがあまりできませんでした。講義を通じてとりあえず自分の考えを言語化して相手に伝えることが大切だと分かりました。また、企画案を班で考えるときに一人が出したアイデアがどんどん木の枝のように広がっていき、企画が形になってきたときにはとても達成感がありました。

自由な発想というのは言われれば言われるほど難しく、考えが凝り固まってしまうがちな私ですが、今回の講義の中でその難しさを楽しさに変えることができた瞬間がたくさんありました。特にそれを感じられたのが、相手の発言に対して肯定し、話をふくらませるというアクティビティのときです。何を言ってもいい、自由で笑顔の空間の中で、普段の自分なら思いつかないことや思いついても言えないことをポンポンと言えました。言っていることは支離滅裂で内容も整理されていませんが、自由な発想という面で自分にとって大きな成長ができたと思います。今回知れた自分の新たな範囲を探究活動、または日常生活にも応用できればと思っています。少しありえないような発言でもその一端から話が広がり、新しいアイデアを思いついたりもします。自分が友達の意見を聞く時の態度についても、今回の学びをしっかりと取り入れていきたいと思っています。

頭の中でこれは無理やろと勝手に抑制していたアイデアも一旦言ってみるということが大切だと学びました。面白いアイデアを出すには、たくさんの人の意見を聞き、それを組み合わせることによって新しいアイデアが生まれることに気づきました。案外、一度意見を言ってみると、ポンポン出てくるものだなと思いました。

私がこの3回の講義を通じて、アイデアの出し方について学びました。今まではアイデアを出す時どうしても言いにくい雰囲気やこれは違うな…と自分の中で決めつけて誰にも知られないまま死んでしまったアイデアがたくさんありました。でも、とにかくアイデアを出してみる、どんなアイデアでも「肯定する」という方法を取ることで、言いやすい雰囲気ができるし、「こんなアイデア…」と感じにくくなるし、何より「肯定してもらえる」という安心感があり、誰にも知られないまま死んでしまうアイデアが少なくなるのではないかと思います。

また、量の面でアイデアを多く得ることができるようになるので、思わぬアイデアと結びついたり、新たな発想が生まれるきっかけにも繋がるのではないかと感じました。

○質問項目：2年生から始まる探究活動の中で、今回の学びをどのように生かしていきたいですか。

私たち生徒でもここまで内容のある企画を考えられることにすごく自信を持ちました。探究活動のなかで、失敗しても繰り返し繰り返し試行錯誤していき、成功におさめるというサイクルを意識したいと思いました。また、文化祭企画の発表を聞いて、どれだけ明確に問題点を見つけることができるのかがとても重要だと思ったので、探究していくなかで意識しようと思いました。

グループワークをする中で、全員で話し合うことと、役割分担を上手く行うこと、その二つを意識的に行うことが大切だと感じました。初めに、全員で意見を述べ合うことで、それぞれで考えるよりもより良く、より練られたアイデアが生まれ、少ない時間でまとめることができました。その後、グループ内で、発表する班とスライドを製作する班に分かれ、それぞれで作業を行うことで、情報が錯綜することなく有効的に進めることができました。はじめから分かれるのではなく、順序だてて進めていくことで、効率的に作業出来たと思います。今後も、このことを意識して、探究活動に生かしていけたらと思います。

私は今回の学びを生かしてアイデアの結びつけや他の人が思いつかないような視点からの探究をしたいです。班の人たちと協力してたくさんのアイデアを出せばひとつひとつはありふれたものであっても結びつけることで探究することへの価値？を見いだせたり、意外な発想が今までなかった視点から物事をみることに繋がると思います。探究は誰でも思いつくようなこと、調べてわかってしまうものでは、やはり面白く無くなってしまうので、今回学んだアイデアの使い方を活用して、より良い探究、より興味が湧くような探究をしたいです。また、出したけどその時には使わなかったアイデアはメモしておくことで他の探究の時に使えたり、自分の引き出しを増やすことにも繋がるのではないかと感じます。

現在、世界で問題になっていることやよく話題になることからだけではなく、身近に潜んでいる様々なことから問題を見つけ出してもいいことを忘れずに活動したいです。また、授業だからといってかたく面白みのないアイデアばかりにならずに、柔軟で、かつ自分の興味がある分野について探究したいです。今回の色々な班のプレゼンで学んだことも忘れないようにします。

来年度からの「総合的な探究の時間」では、班活動の中で、多岐にわたって話し合いをする場面が多くあると思います。それらの話し合いは、今回の講義の中で体験したようなことよりも、限られた時間の中で、より内容のあるものであることが求められます。その中で、今回学んだ、相手の意見を積極的に肯定するというものを使って、班の中で互いの意見を共有し、よりクリエイティブなアイデアを出すことに生かしたいです。また、個人的な性格として、全てのことにこだわりすぎてしまうことがあるので、今回学んだように、試作品にはこだわりすぎず、より多くの成功と失敗を繰り返し、独創的な発想を生み出したいです。

仲間とグループでアイデアを出す時、自分のアイデアをどれだけ絞り出しても、それはあくまで自分にとってのマストで、必ず他の仲間の意見に耳を傾けると改善点が見つかって、より洗練されていくものだと思っただので、グループワークなどでは、全員がまずは積極的に案を数出すことで、仲間同士で良い影響を与えることが出来ると思うので意識していきたいです。

## <理科の見方・考え方について>

### 講座2:「はかる」

#### ○ねらい

- ・実験・観察における測定値、有効数字のもつ意味を理解させる。
- ・実際に質量および長さを測定させ測定値の処理の仕方及び、結果を求める流れを考えさせる。
- ・目の前で起こっている変化を観察させ、なぜそれが起こるのかを考えさせる。

#### ○内容

##### 第1回「測定値、有効数字、単位を理解する」

実験・観察で使用する装置・器具を紹介するとともに、測定値のもつ意味を理解させる。また、測定値を有効数字の考えを用いて処理する方法を学ばせる。

##### 第2回「金属ワッシャーの密度をもとめる」

密度の定義から何を測定しなければならないかを考え、発表させる。その後、アナログの測定器具(四重ビームスケール計量天びん、ノギス)の使い方を説明する。質量、長さを測定後、有効数字を考慮に入れて密度を求めさせる。そのレポートにまとめさせる。

##### 第3回「ポップコーンができる原理を考えさせると同時に、コーン 1 個から飛び出した水分子の個数を求める」

最初に乾燥コーンと加熱してできたポップコーンの質量変化を予測させる。その後電子天秤を用いてそれぞれの質量を測定させる。次に液体のエーテル入っている空気を抜いた密閉袋お湯をかけた時の様子を演示し、ポップコーンができる原理のヒントとする。

ここまで学習してきた有効数字の処理の方法を使って、飛び出した水分子の数を求めると同時に原理をレポートにまとめさせる。

資料 <<講座2の概要>>

### 実験・観察に関する基本操作 「はかる」

#### 1時間目「測定値、有効数字、単位を理解する」

使用教材:「理数探究基礎(数研出版)」

- ・実験・観察で使用する装置・器具を紹介するとともに、測定値のもつ意味を理解させる。
- ・測定値を有効数字の考えを用いて処理する方法を理解させる。
- ・SI基本単位をもとに国際単位系(SI)とSI接頭語を理解させる。

## 2時間目「金属ワッシャーの密度をもとめる」

### 評価の観点【思考, 判断, 表現】

密度の定義から何を測定しなければならないかを考え、発表させる。質量、長さを測定後、有効数字を考慮に入れて密度を求めさせる。その結果をレポートにまとめさせる。

### [準備]

金属ワッシャー 四重ビームスケール計量天びん、ノギス



ノギス



四重ビームスケール計量天びん

## 第3回「ポップコーンができる原理を考えさせると同時に、コーン 1 個から飛び出した水分子の個数を求める」

### 評価の観点【思考, 判断, 表現】【主体的学び】

乾燥コーンと加熱してできたポップコーンの質量の変化量、ポップコーンが生じたときの様子。液体のエーテル入っている空気を抜いた密閉袋にお湯をかけた時の様子からポップコーンできる原理を考え、ポップコーンになる際に飛び出した水分子数を求めさせる。

### [準備]

ポップコーン用トウモロコシ、300ml ビーカー(2)、軍手、バーナー、三脚、金網、電子天秤

### [操作の手順, 考え方のヒント]

物質量を学習していない時期は、「水 18gの中に  $6.0 \times 10^{23}$  個の水分子が含まれている。」を与える。

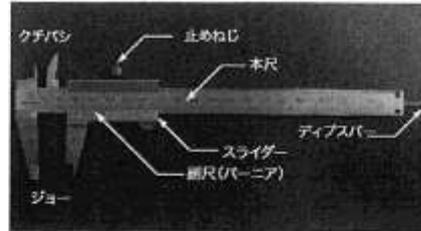
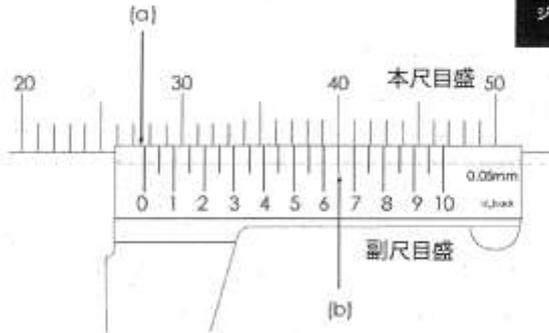
● 生徒レポート

2時間目「金属ワッシャーの密度をもとめる」

理数探究基礎

はかる (計る・測る・量る)

4 長さを測る(ノギスによる測定) 0.05mm まで測定可



測定値 27.65mm

5 質量を量る(オーハウスの天秤) 0.01g まで測定可

使用上の注意

- 1 使わないときは必ず負荷をかけておく (重り 200g を乗せておく)。皿は外しておく。
- 2 使用時には水平な台の上に設置し、0点調整を行う。
- 3 質量を量る時は、重い分銅から載せていく。
- 4 竿が完全に静止しなくても、上下に同じ幅で触れておれば釣り合ったとみなしてよい。

実 習 金属ワッシャー、木材の質量を及び体積を測定し、金属及び木材の密度を求める。

\* 質量及び長さの測定は3回行いその平均値を用いる。

1 金属ワッシャー # 1 2 3 4 5 6 (○で囲む) 単位を明記せよ。

	1回目	2回目	3回目	平均値
質量 [g]	20.71g			20.71g
外径 [mm]	39.35mm	39.55mm	39.55mm	39.48mm
内径 [mm]	22.10mm	21.80mm	21.30mm	21.73mm
厚み	3.15mm	3.15mm	3.15mm	3.15mm

有効数字を考慮して計算せよ。

(1) 金属ワッシャーの体積を求める。式を書く。

$$S = \pi \left\{ \left( \frac{d}{2} \right)^2 - \left( \frac{d'}{2} \right)^2 \right\}$$

$$= \pi \left( \frac{d}{2} + \frac{d'}{2} \right) \left( \frac{d}{2} - \frac{d'}{2} \right)$$

$$= \pi \times 30.665 \times 8.875$$

$$= 271.619375 \times \pi$$

$$V = S \times d$$

$$= 271.619375 \times \pi \times 3.15$$

$$= 856 \pi$$

314 × 13

足らずは裏面へ

$$856\pi \text{ [mm}^3\text{]} = 856\pi \times 10^{-3} \text{ [cm}^3\text{]} \approx 856 \times 3.141 \times 10^{-3} \text{ [cm}^3\text{]} \approx 2.689 \text{ [cm}^3\text{]}$$

$$\underline{\underline{2.689 \text{ cm}^3}}$$

(2) 金属ワッシャーの密度を求める。密度  $d$  [g/cm<sup>3</sup>]

$$d = \frac{20.71}{2.689} = 7.702 \text{ r } \underline{\underline{7.702 \text{ g/cm}^3}}$$

(3) 密度から素材を推測せよ。(Web ページを利用して)

鉄

3問目「ポップコーンができる原理を考えさせると同時に、コーン 1 個から飛び出した水分子の個数を求める」

### 理数探究基礎

はかる (計る・測る・量る)

【題目】ポップコーンを科学する。

- 【目的】 1 ポップコーンがはじける現象を通して、ポップコーンがポップ (弾ける) 理由を考える。  
 2 量る。精密天秤の使用法を修得する。  
 3 データの収集および解析方法を知る。

【準備】ポップコーン用トウモロコシ、300ml ビーカー(2)、ガラス棒、アルミホイル、軍手、バーナー、三脚、金網、電子天秤

- 【方法】 1 ビーカーにトウモロコシを 20 粒入れ、質量を量る …A。  
 2 ビーカーにアルミホイルでふたをし、ゆっくりと金網の上で熱する。その際、軍手を用いてビーカーを持ち、ビーカーを振る。粒が弾けるまで続ける。コーンが弾け出すとポップコーンをこがさないようにビーカーをよく振る。ポップコーンができたなら、スタンドの上で置く。そこで、アルミホイルのふたを取り放冷する。『ふたを取った時の様子を観察する (結果記録する)』。放冷中に、もう一つのビーカーを用いて方法 1、2 に従って実験を進める。  
 3 最初のビーカーの底が手で触れるようになれば質量を量る。 …B  
 4 最初のビーカーの質量測定が終われば、そのビーカーを用いて 3 回目の実験を行う。

実験の流れ

ビーカー①	質量測定 A	加熱	放冷	質量測定 B	質量測定 A	加熱	放冷	質量測定 B
ビーカー②			質量測定 A	加熱	放冷	質量測定 B		

【予想】 加熱後質量はどのように変化する。  $A > B$   $A = B$   $A < B$  ○を付けよ。

【そのように考えた理由】

空気中に  
 水蒸気がはじけたときに、何かが出て、その物質分の重さが軽くなるから。

【結果】 1 アルミ箱のふたを取った時の様子。

湯気が出る

ビーカーの重さ、2.69g  
 釜の正確な値は測定できていないため、推定。

2.69  
 - 2.21  
 0.47  
 22.70  
 - 22.24  
 0.46  
 (22.4)  
 (22.4)  
 0.46

2 質量の変化量

[単位: g]

	1 回目	2 回目	3 回目	平均
ビーカー + ポップコーン 20 粒 (A)	3.69	3.68	3.69 22.24	
ビーカー + ポップコーン 20 粒 (B)	3.35 22.24	3.27	3.24 22.24	
差 (A - B)		0.47	0.46	0.465

A 26.9g

22.4  
 22.4  
 0.46

3 エーテル  
アルコールが入っているポリ袋にお湯をかける演示実験。

結果、これからわかること。

液体は沸点を越えると気体になり、その液体が含まれている物質が膨らむこと。  
体積が増えるため

【考察】

1 結果の1, 2, 3からポップコーンができる原理を考えよ。

結果の3から、とくもろししがほじけたということはとくもろしに含まれる液体が沸点に達し、気体となり、その外へ出てきたことがわかる。また、結果の1から、ポリビニルのおたまとお湯に湯気が出ているため（ヒート）

とくもろしから出た水蒸気が再び液体となり、ポリビニルの外へ出てきたことがわかる。これらのことから、ポップコーンに含まれる水分が加熱されることにより、気体となり、それが外へ出る際にとくもろしがほじけたことである。

2 この実験からコーン1粒がポップコーン1粒になるとき、水何分子が飛び出したかその数を求めよ。考えられる。  
 但し、水18gの中に $6.0 \times 10^{23}$ 個の水分子が含まれている。有効数字2桁で求めよ。

「考え方 計算式」

結果から、

A-Bがポップコーン20粒から飛び出した水分子の重さより、

A-Bの平均 0.465gがポップコーンの個数にわける。

$$0.465 \div 20 = 0.02325 \text{ g/個} \leftarrow \text{水分子10あたりの重さ}$$

水18gに $6.0 \times 10^{23}$ 水分子が含まれるより、

$$18 \cdot 6.0 \times 10^{23} = 0.02325 \cdot X$$

$$18 \cdot X = 0.02325 \cdot 6.0 \times 10^{23}$$

$$X = \frac{0.02325 \cdot 6.0 \times 10^{23}}{18}$$

$$X = 0.00775 \times 10^{23}$$

$$X = 7.6 \times 10^{20}$$

∴  $7.6 \times 10^{20}$  個

$$\frac{0.465}{20} = 0.02325$$

$$\frac{0.02325 \cdot 6.0 \times 10^{23}}{18} = 7.75 \times 10^{20}$$

$$\frac{0.465 \cdot 6.0 \times 10^{23}}{20 \cdot 18} = 7.75 \times 10^{20}$$

◎電子天秤の使い方

- 0点調整。これを押してディスプレイがオール0を確認する。
- ビーカーを乗せる。風袋引き or tare を押してオール0にする。
- トウモロコシを20粒入れて質量を量る（ディスプレイ）を読む。

### 講座3:「反応における温度の測定」

#### ○ねらい

・溶解反応・中和反応の温度変化を測定することによって、得られたデータからどのようにグラフ化するか、またグラフをどのように理解するべきなのかを学ぶ。また、得られた結果より、行っていない反応の温度変化の予測を行った後、実験することにより予測の検証を行う。

#### ○内容

##### 第1回「反応に伴う温度の測定について」

物質の溶解によって温度が上昇、および下降することを身近な反応で考え、実験においてどのように温度測定をするべきかを学ぶ。実験データのグラフ化にはどのような意味があるのかを踏まえてグラフを用いた熱補正の方法を学ぶ。また、実験で扱う水酸化ナトリウムの潮解性の観察を行う。

##### 第2回「溶解反応、中和反応における温度変化の測定」

一定量の固体の水酸化ナトリウムを①純水、②塩酸に溶解させ、それぞれの実験において溶液の温度変化を測定する。最後に2つの実験の温度変化の違いが、何によって生じているのかを考察する。

##### 第3回「水溶液どうしの反応における温度変化の測定」

水酸化ナトリウム水溶液と塩酸を混合し溶液の温度変化を測定するが、実験を行う前に、前回の2つの実験結果からどれくらいの温度変化になるかを班単位で議論したうえで予測し、その後測定を行う。最後に予測と得られた結果の違いについて評価・考察する。

この回のポイントは「前回の①、②の反応より中和反応のみの温度変化が評価できる。」、「水溶液の体積が前回のおおよそ倍になっていることを踏まえ温度変化が予測できる」という2点である。

#### ○ 前年度との変更点

この講座の実験内容は基本的に前年度と変化していないが、評価方法の変更を行っている。大きな違いは以下の2点である。

##### ① 実験レポートを個人での提出ではなく、班での提出とした。

昨年度同じ班の班員の考察を写すものも見受けられたので、班全体で考えながら考察をするように指導した。

##### ② 評価基準を細分化した。

昨年度はレポートの出来という大きいくりで二つの観点を評価したが、評価基準のばらつきが問題となるので、今年度は以下のように細分化したうえで点数化することにより評価した。思考「熱補正の問いに対する解答」「グラフの書き方」「NaOHの質量の補正処理」「最終回の予測」「考察内容」

主体性「出席状況・態度」「レポートの提出」「測定の正確さ」

理数探究基礎レポート 化学①

「反応における温度変化の測定」

[ 3 ]組 [ 3 ]班

生徒番号[            ] 氏名

[                            ]

## 理数探究基礎 化学①—1 反応による温度変化

化学反応とは原子やイオンの結合が変化する反応であり、化学結合には特有のエネルギーが存在するので、化学反応が起こると必ずエネルギーの出入りが起こる。このエネルギーの出入りは一般的に温度変化という形で観察される。

今回は ① 物質を水に溶かす反応 (溶解)

② 酸と塩基 (アルカリ) の反応 (中和反応) について温度変化を測定してみる。

- I 物質を水に溶かすと温度は上がる? 下がる? ... 具体例を考えてみよう
- ・ お風呂にバスボムを入れたらあたたかくなる気がする
  - ・ 氷水に塩を入れたら凍りが早くなるから温度下がる?  
アイスを作る時に利用した

II 今回の実験では NaOH ( 水酸化ナトリウム ) を水に溶かして温度変化を測定する

・ NaOH の観察

- ・ 潮解性あり  
↓  
空気中の湿気を吸収

・ NaOH を扱う上での注意点

- ・ できるだけ速に測り取る

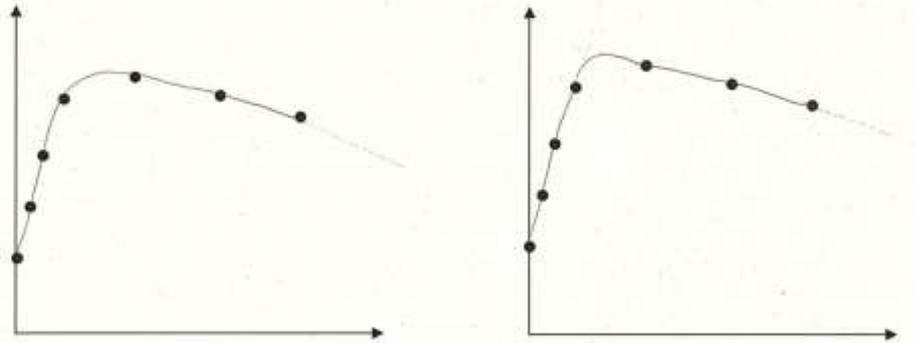
今回の実験では、基本的に反応容器に温度計を差し、反応させると同時にストップウォッチで時間を計りながら 30 秒ごとに温度計で温度を測定する。測定においては以下のような点に注する。

- ・ 温度の測定は温度計の最小目盛りの 10 分の 1 (0.1℃) まで測定する。
- ・ 反応前の温度を正確に測定しておく。
- ・ 混合した瞬間を正確に 0 秒とする。

③ グラフの作成における注意点

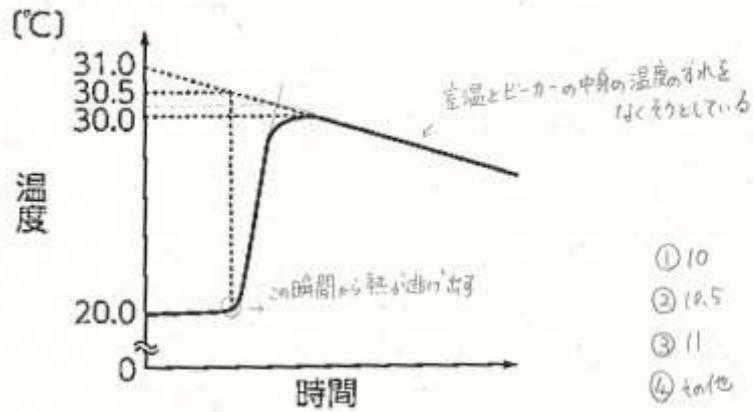
今回の実験における測定データは30秒ごとの「点」であり、これらのデータをもとに線を引くことによりグラフが完成する。

グラフの線を引く行為→実験結果をどう判断したかのアピール



グラフが折れる→事件発生  
(何かの物質が反応した)

IV 次のデータの場合実験による温度変化は何℃と考えるべきか



- ① 10
- ② 19.5
- ③ 11
- ④ その他

熱補正 - 熱が逃げなかに時のT-9を  
考える

正の答えは [ ④ ] 10

②

理数探究基礎 化学②—2 反応による温度変化

用意するもの

- ・水酸化ナトリウム（フィルムケース入り） ・メスシリンダー ・純水 ・塩酸 ・葉さじ
- ・葉包紙 ・三角フラスコ ・温度計（ゴム栓付き） ・回転子 ・スターラー
- ・ストップウォッチ

**実験1** 純水に水酸化ナトリウムを溶かした時の温度変化

① メスシリンダーで計り取った 50mL の純水を三角フラスコに移し回転子を入れ回転させながら温度を測定する。

このときの温度を 0 秒の値とする。

② 水酸化ナトリウム約 2.0 g を電子天秤で素早く量り取る。

**測定結果** 量り取った水酸化ナトリウムの質量

③ 量り取った水酸化ナトリウムを三角フラスコに入れる。入れた瞬間から時間を測定し始める。

④ ストップウォッチで時間を 30 秒ごとに温度を測定する（実験開始から 570 秒まで）

時間 (秒)	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270
温度 (℃)	27.0	28.0	30.5	32.5	32.3	32.1	34.0	33.3	33.2	33.5

時間 (秒)	300	330	360	390	420	450	480	510	540	570
温度 (℃)	33.0	33.0	33.3	32.7	32.9	33.0	32.2	32.7	33.0	32.2

⑤ グラフを用いて温度変化を求める

**糸吉君論** NaOH が 1.93 g のとき、14.0℃ で温度が上昇した。

**実験2** 塩酸に水酸化ナトリウムを溶かした時の温度変化

① メスシリンダーで計り取った 50mL の塩酸を三角フラスコに移し回転子を入れ回転させながら温度を測定する

このときの温度を 0 秒の値とする。

※ 水酸化ナトリウムと十分に反応する塩酸が含まれている

② 水酸化ナトリウム約 2.0 g を電子天秤で素早く量り取る。このとき量り取る水酸化ナトリウムは 2.0 g を超えないよ

うにすること。 **実験事実** 量り取った水酸化ナトリウムの質量 

③ 量り取った水酸化ナトリウムを三角フラスコに入れる。入れた瞬間から時間を測定し始める。

④ ストップウォッチで時間を 30 秒ごとに温度を測定する (実験開始から 570 秒まで)

時間 (秒)	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270
温度 (℃)	21.5	38.0	41.2	42.1	41.3	41.1	41.3	40.8	40.8	40.8

時間 (秒)	300	330	360	390	420	450	480	510	540	570
温度 (℃)	40.1	39.9	40.0	39.5	39.8	39.1	39.0	39.0	38.9	38.2

④ グラフを用いて温度変化を求める

**報告書** NaOH が 1.82 g のとき、21.5 ℃ 温度が上昇した。**考察・気づいたことなど**

- 温度変化は水も塩酸も同じ物だから、塩酸の方が温度上昇が大きい
  - ↳ 塩酸と水酸化ナトリウムの化学反応は中和反応、中和は発熱反応なので考えられる
- 水酸化ナトリウムは水に溶かす場合も塩酸に溶かす場合も発熱する
  - ↳ 別の物質に溶かした場合も発熱する可能性あり

理数探究基礎 化学②—3 反応による温度変化

用意するもの

- ・水酸化ナトリウム水溶液
- ・メスシリンダー×2
- ・塩酸
- ・三角フラスコ
- ・温度計 (ゴム栓付き)
- ・回転子
- ・スターラー
- ・ストップウォッチ

前回のまとめ

実験1の温度変化...  $14.0^{\circ}\text{C}$  → NaOH が  $2.0\text{g}$  なら  $14.5^{\circ}\text{C}$  で温度上昇するはず。

実験2の温度変化...  $21.5^{\circ}\text{C}$  → NaOH が  $2.0\text{g}$  なら  $23.6^{\circ}\text{C}$  で温度上昇するはず。

**【仮説】** 実験2で用いた塩酸  $50\text{mL}$  に水酸化ナトリウム水溶液  $50\text{mL}$  (  $50\text{mL}$  の中に固体の水酸化ナトリウムが  $2.0\text{g}$  含まれるように調整してある ) を加えたときの温度変化は何度になるか予測してみよう。

結論を導き出すまでの式を残しておくこと

水酸化ナトリウム水溶液を加える時、(  $14.5^{\circ}\text{C}$  )

↓  
 ∴ 塩酸  $50\text{mL}$  を加える時、(  $23.6^{\circ}\text{C}$  )

<正しい相対>  $23.6 - 14.5 = 9.1 (^{\circ}\text{C})$

∴ 今、液体が、前回の実験より  $50\text{mL}$  だが、今回は  $100\text{mL}$  だ。

∴ 温度が半分になるはずだ。

$9.1 \div 2 = 4.55$   $4.55^{\circ}\text{C}$

**【予測】** 今回の実験の温度上昇は  $9.1^{\circ}\text{C}$  と予測される。

**【実験2】** 塩酸に水酸化ナトリウム水溶液を溶かした時の温度変化

- ① メスシリンダーで計り取った  $50\text{mL}$  の塩酸を三角フラスコに移し回転子を入れ回転させながら温度を測定する  
このときの温度を 0 秒の値とする。
- ※ 水酸化ナトリウムと十分に反応する塩酸が含まれている。
- ② 水酸化ナトリウム水溶液をメスシリンダーで  $50\text{mL}$  量り取る。
- ③ 量り取った水酸化ナトリウムを三角フラスコに入れる。入れた瞬間から時間を測定し始める。
- ④ ストップウォッチで時間を 30 秒ごとに温度を測定する (実験開始から 570 秒まで)

時間 (秒)	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270
温度 (°C)	28.0	34.1	34.3	34.0	34.3	34.0	33.9	33.7	34.0	33.9

時間 (秒)	300	330	360	390	420	450	480	510	540	570
温度 (°C)	33.5	33.1	33.6	33.2	33.0	33.2	33.3	33.2	33.3	33.0

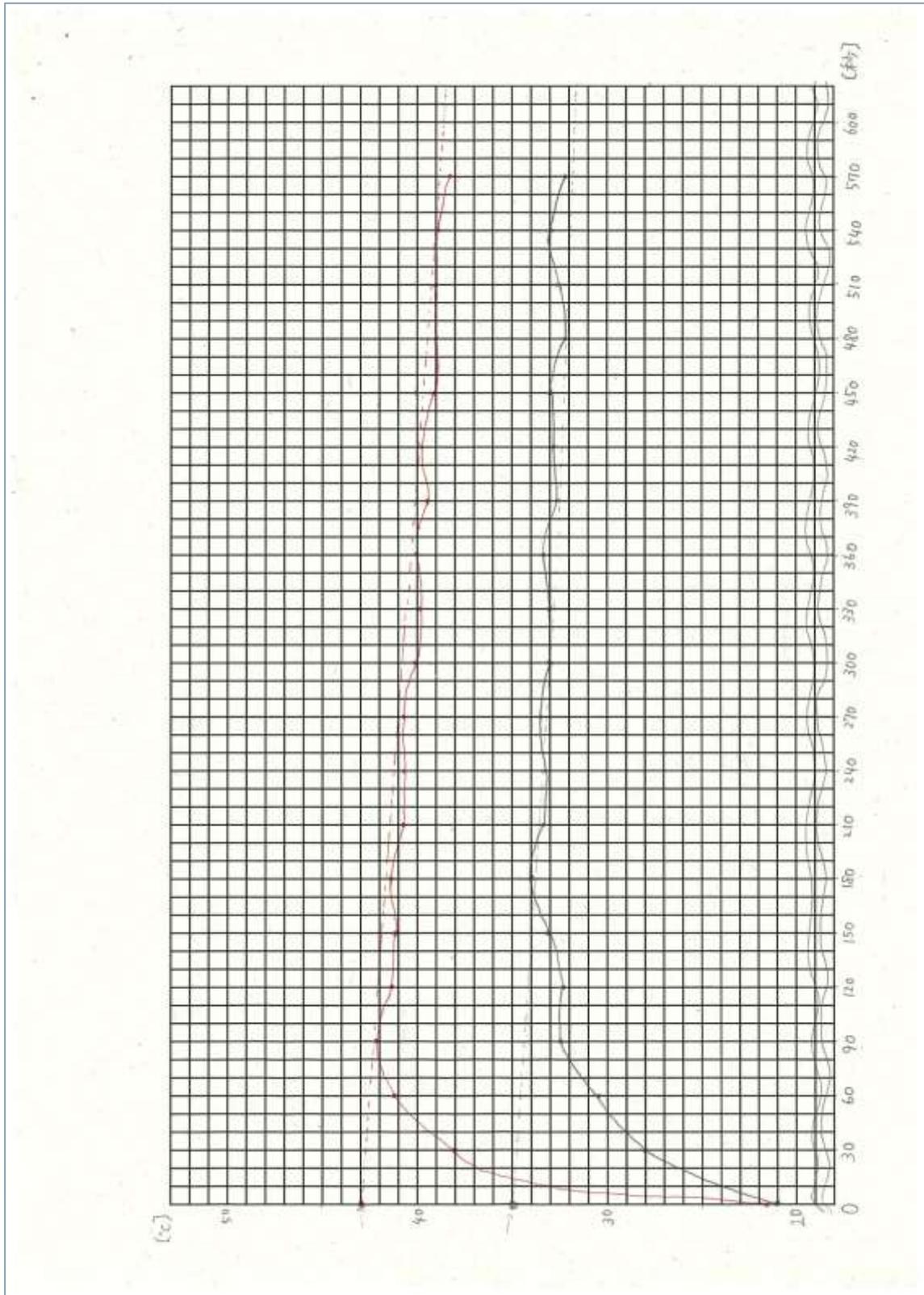
④ グラスを用いて温度変化を求める

**振り返り** 今回の実験では 7.0 °C 温度が上昇した。

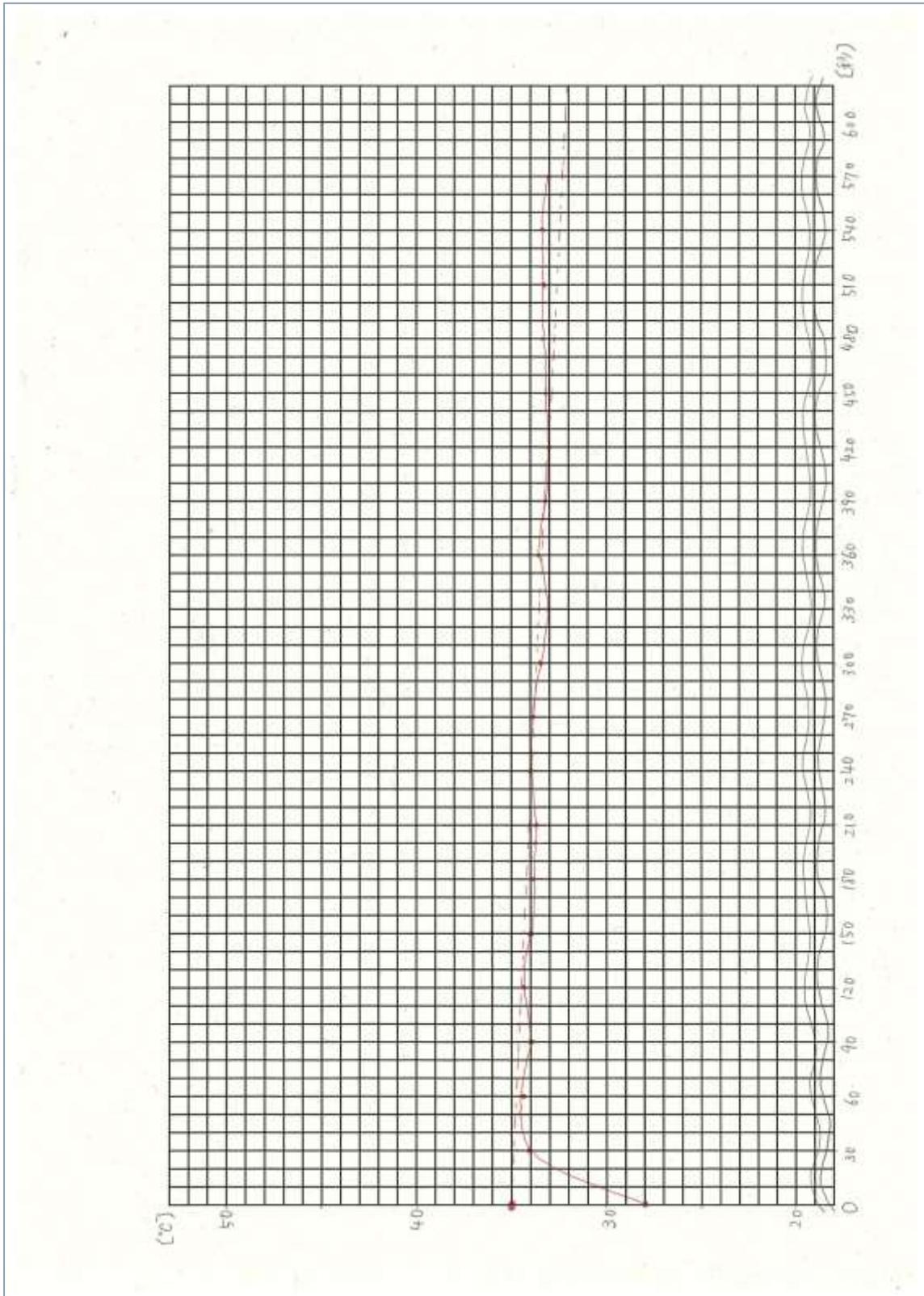
**考察** 予測した値と実験の値を比較して分かることを含めた考察 (その他の考察)

- 1. 固体の水酸化ナトリウムを溶かす実験でも、水溶液を混ぜる実験でも、最初にぐんぐん上がった。少しずつ下がっていくという温度変化の仕方には変わりなかった。また、水酸化ナトリウムを加えた直後の温度が、固形の実験より液体の実験のときに急激に上昇した。
- 2. 予想した値と実験の値を比較してみるとおおよそ 2°C の差があった。また、もし正しい予想をしていたとしてもその値と実験の値との間に 2°C 程度の差が生じていることから、実験には多少の誤差が発生していると考えられる。
- 3. 固体の状態からでも液体の状態へと決まっているとしても、ガラスの形状によってはまだ変化は存在した。すなわち、固体の状態から混ぜるよりも、液体の状態から混ぜた方が反応の進行が早く、冷め方も早くなった。全体としては最初の数分だけ温度が上がり、その後徐々に温度が下がっていった。
- 4. 実験した日は気温が高く、湿度も高かったため、温度が下がりにくく、ガラスの形状が大きかったため、それにより上昇温度が正しい予測よりも高かった。何らかの影響により、誤差が生じたと考えられる。

資料 <講座3における生徒レポート>



資料 <講座3における生徒レポート>



#### 講座4:「観察から始まる実験計画」

○ねらい:生物分野に関して、マクロな面とミクロな面の両面から自然科学を探究するために必要な力を学ぶ。具体的には植物観察を通して観察眼を、酵素実験を通して実験計画の立て方を体験する。

○内容

##### 第1回「季節の植物の観察」

季節の植物(主に草本)を2~3種類使い、各植物の特徴などを観察する。特に生殖器官(花)の部位に着目し、解剖しながら植物の共通性と多様性をつかむ。最後に観察した内容と、観察を通して生じた疑問について調べたことを各自でレポートする。

##### 第2回「酵素実験の予備実験および研究計画」

牛のレバーを使い、酵素カタラーゼの基本的な実験を行い、必要な器具や実験手順などを学ばせる。その後、生物試料を各班で考え、カタラーゼの酵素活性の比較実験に関する実験計画を立てる。その際、条件が複数にならないように目的を立て、そのために必要な実験器具、実験方法を考え、各班でレポートする。

##### 第3回「酵素実験」

各班の実験計画にそって、実験を実施する。その後、結果と考察を混同しないように各自でレポートする。

酵素と  
食物の形状の関係



回りの香気 5分ほど  
仮説として実験の点から評価して

very good!

2/11

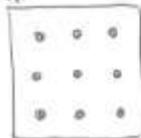
### 1. 目的

「シロサイモの酵素は形状によってどのようにはたらきか変化があるのか」ということを知るために今回実験を行った。

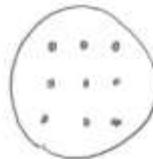
以前、授業で酵素がはたらくことで食べ物を胃で消化し、吸収して得られる栄養素からエネルギーをつくりだす、というお話があった。たまたま、同じ食べ物でもより酵素のはたらきやすい条件で食べるとかは、効率的にエネルギー摂取が行えるのではないかと考えた。私はポテトサラダが好きで、なかなかポテト状ではない、少しゴロゴロとしたものが好きだ。たまたま、世の中のポテトサラダはポテト状のものが多い。(お弁当など)。よって、シロサイモの形状によって酵素のはたらきは変化があるのか、ということを知りたいことにした。

私の仮説としては、「どちらでも等しい量の反応が起る」ことだ。なぜなら、シロサイモの条件は形状以外同じ、よって含まれる酵素の数も変わらないと考えたからだ。

(2種類のシロサイモ)



図形



ポテト状

●... 酵素

たまたまシロサイモをポテト状にしたとしても、内容量は変わらないのだから酵素の数も倍々に増えることはない。また、個体によって大幅にはたらき量が異なることもありえないと考えた。もし全ての酵素のはたらき量が大幅に異なれば、人間の身体にもそれが生じらうと思っただけだ。むしろ安直な考えだが、私は「どちらでも等しい量の反応が起る」と仮説をつた。

2. 準備物

- シロゲン 8g
  - (
    - シロゲン A × 20. 立方形にカットしたものを 2g ずつ (計 4g)
    - シロゲン B × 20. 立方形にカットしたものを 2g ずつ (計 4g)
- 3.5% 過酸化水素水 (10ml)
- 同じサイズの試験管 (8本)
- 乳鉢 (1コ)
- 乳棒 (1本)
- 華子 (1本)
- 試験管立て (1コ)
- ヒート (2本)
- ガラス棒 (1本)
- 蒸留水 (10ml)
- 15cm 毛のり (1本)
- スコホ (1台)

※ スコホの代わりに代用可能。

- 封筒 (1台)
- 包丁 (1本)
- 手板 (1枚)

3. 方法

① シロゲン 8g を 4g ずつ 2 包丁と手板、封筒を用いて立方形にカットしたものをシロゲン A・B 各 20 個。シロゲン A・B をそれぞれ 2g ずつにカットする。



シロゲン (8g)

→



2g



2g



2g



2g

シロゲン A  
計 4g

シロゲン B  
計 4g

② シロゲン B を立方形に切るとき、乳鉢と乳棒を用いることができる。



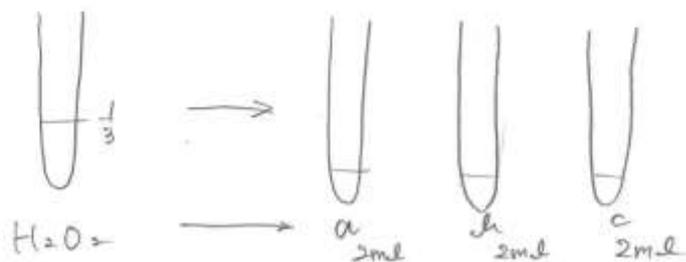
シロゲン B × 2.

※ このとき、乳鉢に水も含まれてシロゲン B を切る。

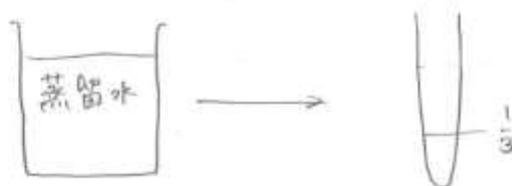
③ 3.5% 過酸化水素水を試験管に  $\frac{1}{3}$  程度 うつす。



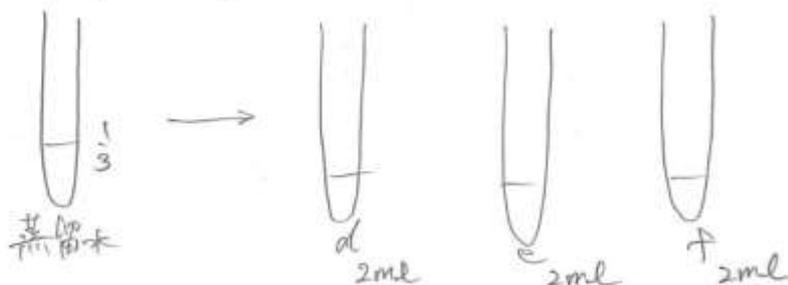
④ ③の試験管からピペットを用いて2mlおりの試験管3本へうつす。  
この3本の試験管をそれぞれ a, b, c とする。



⑤ 同様に、蒸留水を試験管に  $\frac{1}{3}$  程度うつす。



⑥ ⑤の試験管からピペットを用いて 2mlおりの別の試験管3本へうつす。  
この試験管3本をそれぞれ d, e, f とする。



- ⑦ 試験管 a, d に活性炭 A を 2g あり。  
 試験管 b, e に活性炭 B を 2g あり。  
 試験管 c, f に何も入れない。  
 E いう状態をつくる。  
 このとき、活性炭が過酸化水素水、または蒸留水に ついた時間  $t$  を 0 秒とする。  
 ※ 過酸化水素水を表中は  $H_2O_2$  と表記。

	a	b	c	d	e	f
活性炭	A	B	X	A	B	X
基液	$H_2O_2$	$H_2O_2$	$H_2O_2$	蒸留水	蒸留水	蒸留水

- ⑧ 泡の発生し始める時間  $t$ 、活性炭投入前の水面を 0cm とし、 $t$  ときの泡の発生量を調べる。

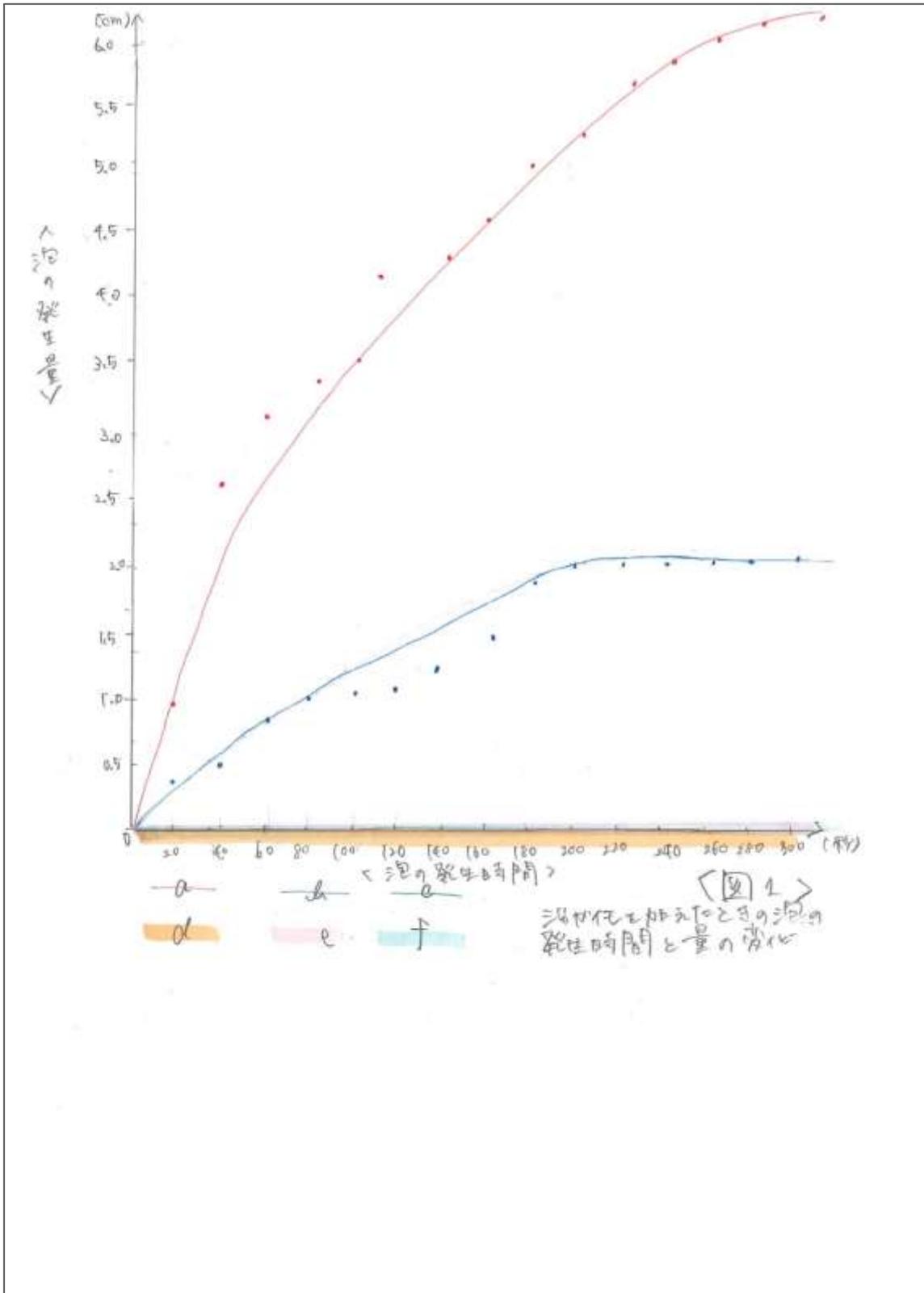
#### 4. 結果

結果として、試験管 a, b では泡が発生し  $t = 0$   
 試験管 c, e, d, f では泡は全く発生しなかった。  
 行なった操作としては、3. 方法の通り、過酸化水素水、蒸留水、とそれぞれ 10ml の活性炭、活性炭の活性炭を加えた。  
 その後、活性炭が水面についた瞬間を 0 秒、活性炭を加える前の水面を 0cm とし、 $t$  ときの泡の発生時間  $t$ 、発生量を測定した。

結果をまとめたグラフは右図。

試験管 a の泡の発生量が最も多く、反応速度が最も速い。  
 $t = 0$

資料 <<講座4における生徒レポート>>

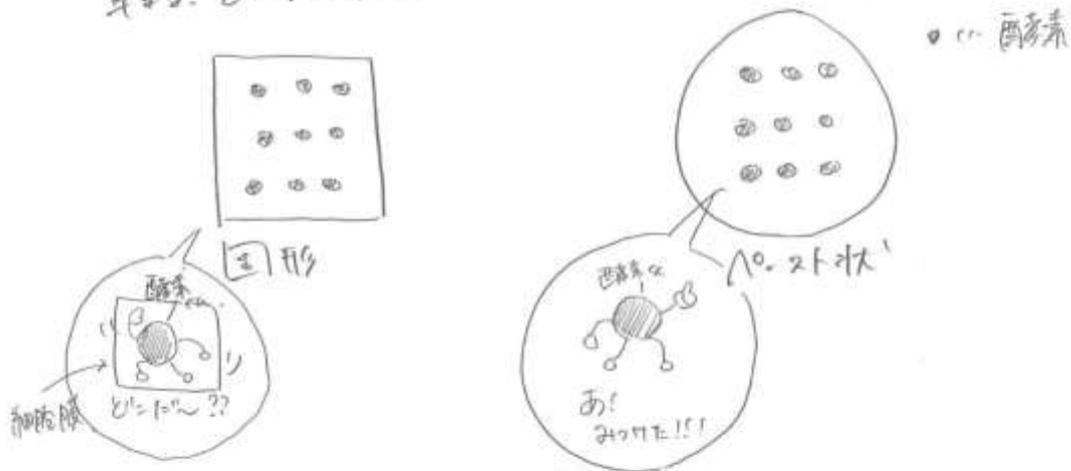


5. 考察

実験の結果、シヤカイモは 国形のものよりΛ-スト状のものの方が酵素がはたらきやすいという解釈ができる。

よって、酵素は基質との接触面積によって反応速度が速くなる、ということから考えられる。

また、酵素はタンパク質であり、細胞内にある。よって基質となる相手を認識することから、溶媒作用が起ると、化学変化を起す。つまり、酵素は細胞膜や細胞小器官が破壊されると、やはりやがて基質を認識することから、溶媒作用の速度が早まる、ということだ。



つまり「せは」、こういった細胞膜が破壊されるため、カタラーゼが漏れやすくなる。つまり「せは」から出ることから、基質との接触面積が大きくなり、生成される基質複合体が多くなる。

以上より、仮説は否定され、シヤカイモはΛ-スト状にあることで酵素のはたらきを促進されると結論づけられる。

この結論は、初めに掲げた目的と達成しているといえる。

## 6. 参考

- JSPP 田口マサヒコ氏 佐藤 公行  
一般社団法人 日本植物生理学会 - 2124の2317 -  
植物 Q&A - 2016年7月25日  
<https://jspp.org/hiroba/q-and-a/detail.html?id=2553>
- 福岡大学 酵素の化学  
<https://www.sc.fukuoka-u.ac.jp/~ba1/Biochem/biochem5.htm>

## <数学的な見方・考え方について>

### 講座5:「データの分析」

○ねらい

・データから様々な代表値を求める。その代表値からわかるデータの本質に迫ることでデータの取り方の大切さを学ばせる。

○内容

#### 第1回「分散・標準偏差」

分散・標準偏差を学ぶことでデータの全体像を掴む。分散を学ぶことで、データの散らばり具合を他の集団と比べるために用い、標準偏差は、データの散らばり具合を他の計算に用いる。

#### 第2回「相関係数」

2つ以上のデータの相関関係を調べることで、どれだけそれらのデータが類似しているのかを数値で表し理解をする。ただし、外れ値の影響を受けやすい事も伝える。

#### 第3回「まとめ」

第2回までの理解度を確かめるための小テストを実施する。

### 講座6:「データ整理」実習

○ねらい

・講座5で学んだ内容をもとに、実際のデータを用いて相関関係などを調べる。

#### 第1回「グループワーク①」

40人を8班に分け、クラス内で調べたいテーマを決める。このとき、忖度などがないようにテーマを全体に伝えないようにする。

そのテーマに沿った質問(性別など個人が特定されるものや、傷つける内容を省く)を4つ考え、Google Formsでクラス全員に答えてもらう。

#### 第2回「グループワーク②」

前回のアンケート結果を個人が特定されないように加工して、各班に配布し、それらをもとに相関関係などを調べる。第3回での発表の準備を行う。

#### 第3回「発表」

「テーマについて」、「結果について」、「反省について」の3つの内容を発表する。それらの評価を生徒自身に行わせる。評価は「テーマについて」、「結果について」は3段階、「反省」は5段階とした。「反省」として、多くの班が思い通りの結果を導くことができなかったと答えていたが、それが狙いであった。

実際にあったテーマの例として、「クラスの理想の時間割」がある。クラスの好きな教科、苦手な教科や、好きな時間帯や嫌いな時間帯などを調べ、全員が有意義に過ごせる時間割を作成していた。

# 資料 《講座5で使用したレジュメ》

## 1 分散と標準偏差

四分位範囲は、中央値の周りの50%のデータの散らばり度合いを表す値であった。ここでは、平均値の周りにおけるデータの値全体の散らばり度合いを表す値である分散、標準偏差について考える。

### A 分散、標準偏差

変数 $x$ についてのデータの値が、 $n$ 個の値 $x_1, x_2, \dots, x_n$ であるとする。 $x_1, x_2, \dots, x_n$ の平均値を $\bar{x}$ とすると、 $x_1 - \bar{x}, x_2 - \bar{x}, \dots, x_n - \bar{x}$ を、それぞれ $x_1 - \bar{x}, x_2 - \bar{x}, \dots, x_n - \bar{x}$ の平均値からの偏差という。偏差の平均値は、次の計算からわかるように、常に0になる。

$$\frac{1}{n}(x_1 - \bar{x}) + (x_2 - \bar{x}) + \dots + (x_n - \bar{x})$$

$$= \frac{1}{n}(x_1 + x_2 + \dots + x_n) - n\bar{x} = \frac{1}{n}(x_1 + x_2 + \dots + x_n) - \bar{x} = \bar{x} - \bar{x} = 0$$

よって、偏差の平均値では、データの散らばりの度合いを表すことはできない。そこで偏差の2乗の平均値

$$\frac{1}{n}[(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2]$$

を考える。この値をデータの分散といい、 $s^2$ で表す。

分散が0のとき、 $x_1 = x_2 = \dots = x_n = \bar{x}$ 、すなわちデータの値はすべて等しく、それらの平均値に等しい。分散が小さいことは、データの平均値の周りに散らばり方が小さいこと1つの目安である。

変数 $x$ の測定単位が、例えばcmであるとき、分散 $s^2$ の単位は $\text{cm}^2$ となる。そこで、変数 $x$ の測定単位と同じ単位である $\sqrt{s^2}$ を散らばりの度合いを表す値として用いることも多い。 $\sqrt{s^2}$ を $s$ で表し、データの標準偏差という。

### 分散と標準偏差

$$\text{分散 } s^2 = \frac{1}{n}[(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2]$$

$$\text{標準偏差 } s = \sqrt{\frac{1}{n}[(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2]}$$

例1 10人の生徒の漢字テストの得点 $x$ (点)が、下の表で与えられている。ただし、平均値は、 $\bar{x} = \frac{1}{10} \times 70 = 7$ (点)である。このとき、分散と標準偏差を求めよ。

$x$	3	4	10	3	7	10	3	10	7
$f$	2	1	1	1	1	1	1	1	1
$fx$	6	4	10	3	7	10	3	10	7
$fx^2$	18	16	10	9	49	10	9	10	49

例2 次のデータは、10人の生徒に計算テストを行った結果である。このデータの分散 $s^2$ 、標準偏差を求めよ。

$x$	10	7	5	4	9	10	5	7
$f$	1	1	1	1	1	1	1	1
$fx$	10	7	5	4	9	10	5	7
$fx^2$	100	49	25	16	81	100	25	49

分散 $s^2$ の式は、次のように変形される。

$$s^2 = \frac{1}{n}[(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2]$$

$$= \frac{1}{n}(x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2) - 2\bar{x}(x_1 + x_2 + \dots + x_n) + n(\bar{x})^2$$

$$= \frac{1}{n}(x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2) - 2\bar{x} \cdot \frac{1}{n}(x_1 + x_2 + \dots + x_n) + (\bar{x})^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2 - 2\bar{x} \cdot \bar{x} + (\bar{x})^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2 - \bar{x}^2$$

ただし、 $\bar{x}^2$ は、 $x$ のデータ $x_1, x_2, \dots, x_n$ の平均値を表す。したがって、次のことがいえる。

$$(x \text{のデータの分散}) = (x \text{のデータの平均値})^2 - (x \text{のデータの平均値})^2$$

例2 下のテストAの得点を $x$ (点)とする。変数 $x$ のデータの標準偏差 $s_x$ を求めよ。

テストA: 1 1 2 2 3 3 3 4 4 5 5 5 6 6 7 7 8 9 9 10

例2 下のテストBの得点のデータの分散と標準偏差を求めよ。

テストB: 3 3 3 3 4 4 4 4 5 5 5 5 5 5 6 6 6 6 6 7 7

## B 変数の変換

データの各値に一斉に同じ数を加えたり、一斉に同じ数を掛けたとき、平均値、分散、標準偏差がどのように変化するかを考える。

変数 $x$ についてのデータが、 $n$ 個の値 $x_1, x_2, \dots, x_n$ であるとし、 $x$ のデータの平均値を $\bar{x}$ 、分散を $s_x^2$ 、標準偏差を $s_x$ とする。

$a, b$ を定数として、式 $y = ax + b$ で新たな変数 $y$ を作る。

このとき、 $y$ のデータの平均値 $\bar{y}$ は

$$y_1 = ax_1 + b, y_2 = ax_2 + b, \dots, y_n = ax_n + b$$

変数 $y$ のデータの平均値 $\bar{y}$ は

$$\bar{y} = \frac{1}{n}(y_1 + y_2 + \dots + y_n) = \frac{1}{n}(ax_1 + b) + (ax_2 + b) + \dots + (ax_n + b)$$

$$= \frac{1}{n}(a(x_1 + x_2 + \dots + x_n) + nb) = a \cdot \frac{1}{n}(x_1 + x_2 + \dots + x_n) + b$$

$$= a\bar{x} + b$$

$$= a\bar{x} + b$$

また、 $y_1 - \bar{y} = ax_1 + b - (a\bar{x} + b) = a(x_1 - \bar{x})$ であることから、変数 $y$ のデータの分散 $s_y^2$ は

$$s_y^2 = \frac{1}{n}[(y_1 - \bar{y})^2 + (y_2 - \bar{y})^2 + \dots + (y_n - \bar{y})^2]$$

$$= \frac{1}{n}[a^2(x_1 - \bar{x})^2 + a^2(x_2 - \bar{x})^2 + \dots + a^2(x_n - \bar{x})^2] = a^2 \cdot \frac{1}{n}[(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2]$$

$$= a^2 s_x^2$$

したがって、変数 $y$ のデータの標準偏差 $s_y$ は、 $s_y = |a|s_x$ 。

## 変数の変換

$a, b$ は定数とする。変数 $x$ のデータから $y = ax + b$ によって新しい変数 $y$ のデータが得られるとき、 $x, y$ のデータの平均値を $\bar{x}, \bar{y}$ 、分散を $s_x^2, s_y^2$ 、標準偏差を $s_x, s_y$ とすると、次のことが成り立つ。

$$\bar{y} = a\bar{x} + b, s_y^2 = a^2 s_x^2, s_y = |a|s_x$$

データの各値に一斉に $b$ を加えると、データの各値も平均値も $b$ だけ増加するから、データの各値から平均値を引いた差、すなわち偏差は変わらない。したがって、分散と標準偏差は変わらない。

また、データの各値に一斉に $a$ を掛けたとき、データの各値も平均値も $a$ 倍になるから、データの各値の偏差も $a$ 倍になる。したがって、分散は $a^2$ 倍になり、標準偏差は $|a|$ 倍になる。

例3 あるクラスの生徒を対象に50点満点の試験を行い、採点したところ、平均値は37点、分散は25であった。

(1) 生徒全員の得点に10点を加えると、平均値と分散はどうか。

(2) 生徒全員の得点を2倍すると、平均値と分散はどうか。

例3 ある都市の1日ごとの最高気温を摂氏度(°C)で計測し、20日分のデータを得た。その平均値は15.0°C、分散は9.0であった。このデータを華氏度(°F)に変換したときの、平均値、分散、標準偏差を求めよ。ただし、摂氏度が $x$ (°C)のときの華氏度を $y$ (°F)とすると、 $x$ と $y$ には次の関係がある。

$$y = 1.8x + 32$$

例4 5人の身長 $x$ (cm)のデータ176 170 167 179 168がある。 $x_0 = 170$ として、新たな変数 $u$

$$u = x - x_0$$

を定めるとき、平均値 $\bar{u}$ と分散 $s_u^2$ を求めよ。

例4 変数 $x$ のデータが750 740 720 770 750 740である。いま、 $c = 10, x_0 = 740$ とする。

また、変数 $u = \frac{x - x_0}{c}$ とする。

(1) 変数 $u$ のデータの平均値と標準偏差を求めよ。

(2) 変数 $x$ のデータの平均値と標準偏差を求めよ。

(1)  $\bar{u} = 0.6, s_u = 1.5$

## 資料 《講座5で使用したレジュメ》

### 2 2つの変量の間の関係

気温と商品需要の関係、国語と英語の成績の成績の間の関係など、2つの変量の間の関係について調べたいことがある。ここで学ぶ相関係数とは、量的データをとり2つの変量の間の関係であり、散布図や相関係数によって調べることができる。また、質的データをとり2つの変量の間の関係についても調べる。

#### A 散布図

下の表は、ある高校の1年生男子20人について、身長x(cm)、体重y(kg)として、x、yを調べた結果である。例えば、①の人は、身長168.4cm、体重59.0kgである。

番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
身長x	168.4	171.3	172.4	165.1	169.1	172.2	162.2	162.2	167.2	167.2	167.2	167.2	167.2	167.2	167.2	167.2	167.2	167.2	167.2	167.2
体重y	59.0	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2

x、yの値の組を座標とする点を平面上にとる。この図から、xが増えるときyも増える傾向があることがわかる。

#### B 相関係数

2つの変量の間の関係において、一方が増えるとき他方も増える傾向が認められるとき、2つの変量の間に、**正の相関係数**があるという。逆に、一方が増えるとき他方が減る傾向が認められるとき、2つの変量の間に、**負の相関係数**があるという。どちらの傾向も認められないときは、**相関係数がない**という。

**練習1** 下の表は、各地点の緯度(度)と2018年4月の平均気温(℃)を調べた結果である。

地点	札幌	仙台	東京	大阪	福岡
緯度x	43.1	38.3	35.7	34.7	33.6
気温y	8.1	12.3	12.9	13.1	13.8

- 2つの変数x、yの散布図をかけ。
- xとyの間に、正、負、どちらの相関係数があると考えられるか。

### C 相関係数

相関係数の目安となる数値を考えると、2つの変数x、yのデータが、n個の(x<sub>1</sub>, y<sub>1</sub>), (x<sub>2</sub>, y<sub>2</sub>), …, (x<sub>n</sub>, y<sub>n</sub>)

以下では、x<sub>1</sub>, x<sub>2</sub>, …, x<sub>n</sub>とy<sub>1</sub>, y<sub>2</sub>, …, y<sub>n</sub>の平均値をそれぞれx̄, ȳとする。

ここで、xの偏差とyの偏差の積(x<sub>1</sub> - x̄)(y<sub>1</sub> - ȳ)の平均値

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) + (x_2 - \bar{x})(y_2 - \bar{y}) + \dots + (x_n - \bar{x})(y_n - \bar{y}) \dots \textcircled{1}$$

を考える。①をxとyの**共分散**といい、s<sub>xy</sub>で表す。また、相関係数の強弱をみるために、共分散s<sub>xy</sub>を、s<sub>x</sub>とs<sub>y</sub>の積s<sub>x</sub>s<sub>y</sub>で割った量を考える。この量をxとyの**相関係数**といい、rで表す。

### 相関係数

$$r = \frac{s_{xy}}{s_x s_y} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) + (x_2 - \bar{x})(y_2 - \bar{y}) + \dots + (x_n - \bar{x})(y_n - \bar{y})}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2} \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 + (y_2 - \bar{y})^2 + \dots + (y_n - \bar{y})^2}}$$

### 相関係数rについては、次の性質がある。

- 1 ≤ r ≤ 1
- r = 1のとき、散布図の点は右上がりの直線上に分布する。
- r = -1のとき、散布図の点は右下がりの直線上に分布する。
- rの値が0に近いとき、直線的な相関係数はない。

また、rの値が1に近いことは正の相関係数が高いことの意味であり、rの値が-1に近いことは負の相関係数が高いことの意味である。



**練習2** 左列の20人の身長x(cm)、体重y(kg)のデータについて、次の数値が計算で得られる。ただし、数値は小数第3位を四捨五入している。

xの標準偏差4.40、yの標準偏差4.71、xとyの共分散18.22となっている。これらの数値を用いて、xとyの相関係数を計算せよ。ただし、計算結果は小数第3位を四捨五入せよ。

番号	1	2	3	4	5
x	21	27	29	23	30
y	13	20	19	17	21

**例1** 次の表は、同じ種類の5本の木の木の太さx(cm)と高さy(m)を測定した結果である。xとyの相関係数を求めよ。

番号	1	2	3	4	5
x	x̄	ȳ	(x - x̄)	(y - ȳ)	(x - x̄)(y - ȳ)
1					
2					
3					
4					
5					
計					

### 練習3

下の表は、10人の生徒に10点満点の2種類のテストA、Bを行った得点の結果である。Aの得点とBの得点の相関係数を求めよ。

生徒	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Aの得点	10	4	6	9	7	3	8	3	5	9
Bの得点	4	1	7	1	3	7	10	8	10	8

相関係数を用いてデータを分析するとき、その数値だけで判断しないように注意する。

### 相関係数の値と散布図

下の散布図(1)・(2)で表されたデータは、いずれも相関係数が0.8である。しかし、(2)のデータから外れ値を1だけ除いたデータ(3)の相関係数は0.1である。2つの変量の間の相関係数を調べるとき、相関係数の値だけでは、分布の特徴を正しくとらえられない場合もある。



相関係数は、外れ値の影響を受けやすい値である。

項目	合計
合格者	44名 (44%)
不合格者	56名 (56%)

**例2** 質的データをとる2つの変量の間の関係。合格者100人全員を対象に、教材Aを使用して学習したか調べたところ、その人数は表1のようになった。

項目	合計
合格者	44名 (44%)
不合格者	56名 (56%)

表1において、教材Aを使用した者、使用していないものそれぞれにおいて、合格者、不合格者が占める割合を計算すると、表2のようになる。

項目	合計
合格者	44名 (44%)
不合格者	56名 (56%)

表2だけを見ると、教材Aの使用が合格に影響を及ぼしているように見える。ここで更に、教材Bを使用して学習したかも調べてみたところ、その人数は表3のようになった。

**練習4** 表3をもとに、次の問いに答えよ。  
(1) 表4の空欄に適切な数値を入れよ。  
(2) 教材Bを使用した者、使用していないものそれぞれにおいて、合格者、不合格者の占める割合を計算して表2のようにまとめよ。

項目	合計
合格者	44名 (44%)
不合格者	56名 (56%)

## 資料 《講座5で使用したレジュメ》

すべての解答は解答用紙に答えのみ書きなさい。  
なお、問題用紙も回収します。

- ① 変数 $x$ のデータが10, 14, 14, 16, 17, 19であるとする。

(1)  $x$ のデータの平均値 $\bar{x}$ を求めよ。

(2)  $x$ のデータの偏差と偏差の2乗について、下の表①~⑥に数値をいれよ。

$x$	10	14	14	16	17	19	計
$x - \bar{x}$	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
$(x - \bar{x})^2$	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭

(3)  $x$ のデータの分散 $s^2$ と標準偏差 $s$ を求めよ。

ただし、 $\sqrt{2} = 1.41$ とし、 $s$ は小数第2位を四捨五入して小数第1位まで答えよ。

- ② 変数 $x$ のデータが次のように与えられている。

$$840, 770, 760, 850, 790, 720, 780, 810$$

いま、 $c = 10$ ,  $x_0 = 780$ ,  $u = \frac{x - x_0}{c}$ として新たな変数 $u$ を作る。

(1) 変数 $u$ のデータの平均値 $\bar{u}$ と標準偏差 $s_u$ を求めよ。

(2) 変数 $x$ のデータの平均値 $\bar{x}$ と標準偏差 $s_x$ を求めよ。

- ③ 下の表は、ある店で月曜日から金曜日に売れたアイスクリームの個数 $x$  (個) と缶コーヒーの本数 $y$  (本) の

データである。

曜日	月	火	水	木	金
$x$	8	10	9	7	6
$y$	11	7	9	13	10

(1)  $x, y$ のデータの平均値 $\bar{x}, \bar{y}$ をそれぞれ求めよ。

(2) 下の表の①~⑭に数値を入れよ。

	$x$	$y$	$x - \bar{x}$	$y - \bar{y}$	$(x - \bar{x})(y - \bar{y})$	$(x - \bar{x})^2$	$(y - \bar{y})^2$
月	8	11	①	②	③	④	⑤
火	10	7	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
水	9	9	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮
木	7	13	⑯	⑰	⑱	⑲	⑳
金	6	10	㉑	㉒	㉓	㉔	㉕
計	40	50			㉖	㉗	㉘

(3)  $x$ と $y$ の相関係数 $r$ を求めよ。ただし、 $\sqrt{2} = 1.41$ とし、計算結果は小数第3位を四捨五入せよ。

(4)  $x$ と $y$ の関係として正しいものを、次の①~③のうちから1つを選べ。

- ① アイスクリームの多く売れる日は、缶コーヒーも売れやすい傾向がある。
- ② アイスクリームの多く売れる日は、缶コーヒーは売れにくい傾向がある。
- ③ ①、②のような傾向は認められない。

## <情報機器を活用した成果発表について>

### 講座7:「口頭発表スライドの作り方」

#### ○ねらい

- ・パソコンの操作に慣れるとともに、口頭発表スライドを作成できるようにする。また、伝わりやすいスライドづくりのポイントを学び、作成時に取り入れられるようにする。

#### ○内容

##### 第1回「効果的に伝わるスライドとは」

- ・教科書を用いてポスター発表や口頭発表の概要を学び、次年度に作成するもののイメージを作る。
- ・限られた時間で聞き手の印象に残る発表を行うためにはどのようにスライドを作ればよいのかを学び、情報量の多いスライドよりも視覚的に伝える重要性を学ぶ。
- ・PowerPoint を実際に操作し、自分の用いたい機能を確認する。

##### 第2回「クラウド上での編集と共有」

- ・Microsoft365 (Office365) へのログインおよびログアウト方法を学ぶ。
- ・クラウド上での編集機能を知り、自身の持つスマートフォンでの編集や画像の挿入を学ぶ。
- ・授業者とのクラウド上でのファイル共有設定を行い、共同編集について学ぶ。

##### 第3回「発表用資料の作成」

- ・授業で学んだことを活かし、「私のトリセツ(取扱説明書)」というテーマについて口頭発表スライドと発表原稿を作成する。

#### ○課題について

- ・発表の時間が取れないため、スライドのメモ欄(ノート欄)に発表原稿を記述する。
- ・スライドの枚数、タイトルページを設ける等の指示に従ってテーマに沿ったスライドを作成する。
- ・作成したスライドはクラス分をPDFに変換したうえで一つのファイルに集約し、Google クラウドームを用いて閲覧可能なものにする。

#### 講座7に取り組む生徒の様子



資料 ≪生徒に提示するスライド(1時間目)≫

### 課題について テーマ：私のトリセツ（取扱説明書）

- PowerPointを用いて作成したスライドを提出  
(発表を想定した原稿も作成する)
- 発表時間は5分を想定して作成  
→ スライドの枚数はタイトルページを除いて  
8～10枚におさめる
- アニメーションやレイアウトは自由  
※動画の挿入のみ不可
- 画像を使用する際は著作権等に十分留意すること

資料 ≪生徒に提示するスライド(2時間目)≫

#### 本日の作業と連絡

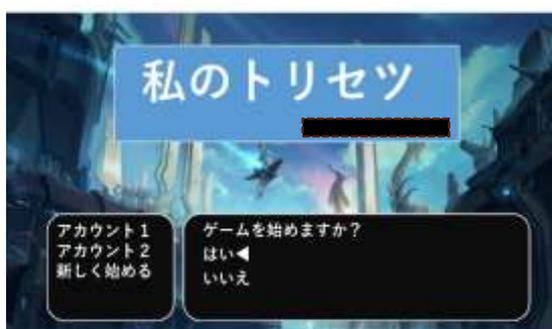
- 各自スライドの作成を行う。
- クラス番号氏名をファイル名にして保存する。
- データの共有を行う。
- 正しいサインアウトを行う。

資料 ≪生徒に提示するスライド(3時間目)≫

#### 本日の作業と連絡

- 各自スライドの完成。
- スライドは表紙を除いて8～10枚！
- 発表原稿をスライド下部のメモ欄に記入！

資料 ≪生徒の作成したスライド①≫











資料 《講座7における生徒の事後評価アンケート》

○質問項目:自分ができるようになったと感じることがあれば、自由に記述してください。

あくまでも伝えたいことが視覚的に入るようにするのがスライドの役割であることを重視して、イラストやフォントに気をつけてスライドを作れるようになった。
文字を少なくして大きくしたり写真を入れるなど、見ている人が分かりやすく、飽きないようなスライド作りを心がけて作ることができました。
説明することすべてをスライドに表示するのではなくポイントとなるキーワードや図、写真など工夫し、話す部分と表示する部分の使い分けを考えられるようになった。
一目で何を伝えたいかがわかるようなスライドを作れるようになった。
スライド内の文字を出来るだけ減らして作ることを意識してできるようになった。
どのような構成にしたら見る側に強い印象を与え、しっかり伝えることが出来るかが分かった。
パワーポイントが見やすいようにどの要素を中心に入れるかなどを考えて作成出来るようになったと思います。

上記のように、各々が「他者に見せる資料」であることを念頭に、効果的に伝える方法や視覚的な印象を与えるためにはどのような文字サイズ・フォント・画像・レイアウト・色使いが良いのかを試行錯誤しながらスライドを作成することができた。

スマホや、アイパッドなどの別の端末からアクセスし、作業を行うことができるようになった。
OneDrive が使えるようになった。
Office365 を使ってどのパソコンでも自分の作業を再開できるとわかった。
スマホでスクリーン録画したものを、iCloud を通してパソコンにダウンロードすることができるようになった。

上記のように、生徒にとってスマートフォンと PC という今まで別々の用途であった機器がシームレスにつながることを学ぶ良いきっかけにもなった。その際にログアウトの方法やパスワードの重要性も再認識させる機会を設けることができた。

また、作業をするにあたって、教科書や授業者からの発信で学ぶだけでなく、自ら作業の効率化を図るためにインターネットを用いて調べ、周りの生徒へ教えるという場面も見られた。

Ctrl+C、Ctrl+V を使えるようになった。
---------------------------

という回答もあり、機器に触れることで実践的に学ぶことができた。

## <卒業生による講演会>

生徒に探究活動の意義を伝えるために、「理数探究基礎」の最後の授業において、大学4年生になる卒業生2名による講演会を実施した。大学における研究活動や就職活動において、高校時代に経験した探究活動がどのように影響しているかについて語ってもらった。年齢が近いこともあり、生徒にとっては、自分の将来像を間近に感じられる良い機会となったようである。

資料 <<卒業生による講演会の様子>>



資料 <<講演会で提示された資料>>

# 探究活動を通して

長田高校71期生

## 本日の流れ

- ① 経歴・自己紹介
- ② 高校時代の探究活動について
- ③ 探究を通して得られたもの
- ④ 探究の活かし方
- ⑤ なぜ六甲羅差をやるのか
- ⑥ さいごに

## 自己紹介

### 高校時代

- ・長田高校71回生 理系

### 大学時代

- ・大阪大学 経済学部 経済経営学科に所属
- ・ゼミ：株式投資・財務分析



## 自己紹介

### 血迷い時代

- ・大学3年の時に一年間休学
- ・タイで仮想通貨を始める

### 今後

- 4月から金融機関で勤務予定
- 投資銀行/資産運用部門

趣味：キャンプ、スノーボード、旅行



## 高校時代の探究活動

### テーマ「日焼け止め革命」

- ・塩化銀の着色反応を利用し、市販の日焼け止めを最大限に有効活用するためにはどのような塗り方と塗り方をしたら良いかを研究
- ・アンケートで試薬の日焼け止めを決定
- ・光の種類による分解能力を事前に分析(基礎実験)
- ・塗る時間も塗る量の二軸でおすすめの塗り方の提案(最終的な結論)



## 探究を通して得られたもの①

### 「チームワーク」の大切さ

- ・探究の4人のグループで、誰が何をやるかの役割分担や負担の量を曖昧にしていた

探究中盤〜終盤になって不満が現れる、実験に支障が出ることも

### 人間は社会的動物

- ・全人類(一部除く)は他者と関係を持って生活している
- ・大学受験合格まで受験が人生の中核にあるため、気づきづらかった
- ・就活、キャリア、結婚etc...全てにおいてコミュニケーションが必要になってくる

人と人とのやり取りにおいて、お互いの意思疎通をスムーズにするためのスキル

## 探究を通して得られたもの②

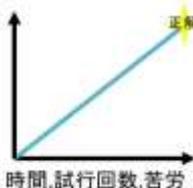
探究では、仮説構築→検証→仮説修正(拡大)というプロセスを何回も繰り返した

これなら!と思った方法が通用しない時は、一步(?)下がってやり直しとなるケースに何度も遭遇した

### 「思考体力」

- ・唯一の答えが定まっていなかったor答えが複数ある課題に対して、多様な仮説を持ちつつ多角的にアプローチを続けられる体力
- ・粘り強く取り組むことができるスタミナ

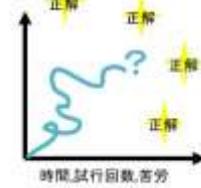
## 答えが定まっているケース



- ・一つの課題に対して、一つの正解が予め決まっている
- ・正解以外の答えは全て不正解
- ・〇〇学園や〇進が近道を教えてくれることもある
- ・既に積み上げられた体系的な知識として保管
- 例：受験勉強、物理学、資格勉強、運転免許

### 線形モデル

## 答えが定まっていないケース



- ・一つの課題に対して、答えは複数あるor決まっていない
- ・正解はケースによって異なる
- ・〇〇学園や〇進、そして誰も明確な正解を知らない
- 例：就職活動、キャリア、恋愛、博士課程、イデオロギー

### 非線形モデル

## なぜ六甲縦走をやるのか?

- ・ふもとから見上げてもどこが頂上か分からない
- ・頂上まで来た!→ただの途中地点だった
- ・登っては降り登っては降りを繰り返す

粘り強さ、体力の必要性を実感

↓  
探究活動のメンタルを体現



## さいごに

- ・大学を卒業したら(殆どの人は)社会に出る
- ・答えが有った世界、見えていた世界→答えが複数あるor存在しない世界

- ・いきなりエラ呼吸から肺呼吸は出来ない!

→探究で順応する練習(思考の体力を育む)



2024/02/22/6限

## 探究活動でのまなび

長田高校71回生

今日のまなび

- 1 自己紹介
- 2 探究活動の概要
- 3 探究活動で得られたこと①
- 4 探究活動で得られたこと②
- 5 さいごに

自己紹介

■高校時代

- ・長田高校71回生
- ・文系・バドミントン部・生徒会

二遊

■大学時代

- ・京都大学文学部に入学
- ・京都大学総合人間学部へ転学部
- ・社会学 (子どもの暮らし向きと認知とメンタルヘルスの関係性)
- ・よさこい

■これから

- ・春から広告代理店へ

社会探検の現場にある人々の経験をクリエイティブの方で使えたい

■趣味

- ・短歌
- ・プラネタリアム遊び




探究活動の概要

図形と時間評価 —見る図形によって時間の長さは変わるのか—

■退屈な授業のときは時間が過ぎるのが遅く感じられるのに、友だちと遊んでいるときは時間が過ぎるのが早く感じられる＝時間評価

■時間評価は色によって変わる (先行研究)

■では図形によっても変わるのでは？ (RQ)

■2分だと思ったらタイマーを押す (実験)

■直線で作られた図形を見ている場合、時間を短く感じられる (結果)

■この図形を壁紙に使えば、待ち時間を短く感じさせることができる！ (応用)



探究活動で得られたこと①

世の中を捉える新たな視点

「探究」という一つの目標が生まれるからこそ、日常生活を見つめる視点が新たに追加される。

たとえば

- 待ち時間、入ってどこを見ているんだろう？
- 早く過ぎる授業とそうでない授業の違いはなんだろう？
- この心理学の実験はどういう条件で行っているんだろう？

▼

世界の新たな側面に気づけた。世界が広がり、楽しかった。  
視点が増えれば、世界が変わって見えるという実感は今でも大切にしている (⇒広告業界)。

探究活動で得られたこと②

自分の心が揺らぐ瞬間への理解

どんなときに、自分はワクワクする？イライラする？それを理解できる。

たとえば

- 人の心の動きを明らかにすること、それをつくることにワクワクする
- チームで実験の正確性が違うとイライラする
- 実験の手法から組み立てていくことにやりがいを感じる
- 壁紙が実現しなかったことに悔しさを感じる

▼

すべて自分たちで組み立てていくからこそ、通常の授業よりもたくさん感情が動く。自分は何を楽しいと思ひ、何を嫌うのか。それを知ることが、人生を楽しく生きるうえでの選択に役立った (はず)。

さいごに

探究は、高校の授業のなかで一番楽しみな時間でした。でも、もしかすると楽しくないと思う人もいるかもしれません。それでも、それに気づくことこそ意味があると思っています。

探究の時間は、探究にかかわることさえしていれば、何をしていてもいい時間です。自由な長田高校を選んだ皆さんが、特に自由にできる環境だからこそ、枠にとらわれず、「試す」時間にするといいのではないかと思います。

自分の周囲にあるものについて探究し続ける時間は、自分を探究することにもつながっていると思います。探究をぜひ、自分のものにしてください。応援しております。

## 理数探究基礎における評価の方法とその振り返り

前述のとおり、本校の理数探究基礎は担当者によるリレー講座形式でおこなった。評価については、それぞれの講座で3観点の中から評価する観点を決め、ルーブリックを用いて観点別評価をおこなった。すべての講座が終了したあとで、総括的観点別評価(まとめ)を算出し最終評定を決定した。

資料 <<評価のためのルーブリック>>

	A	B	C
知識・技能	講座で取り組んだ知識や技能が、十分に身についた	講座で取り組んだ知識や技能が、十分ではないが身についた	講座で取り組んだ知識や技能が、身についたとは言えない
思考・判断・表現	講座で取り組んだ内容を用いて、適切に思考・判断・表現できる	講座で取り組んだ内容を用いて、十分ではないが一定程度、思考・判断・表現できる	講座で取り組んだ内容を用いて、思考・判断・表現できるとは言えない
主体性	講座で実施された内容に、主体性をもって取り組んでいた	講座で実施された内容に、十分ではないものの意思をもって取り組んでいた	講座で実施された内容への取り組みの際、意識が感じられなかった

※多様な評価に対応できるよう、ルーブリックの「評価の観点」は極力シンプルなものとした。

### 総括的観点別評価(まとめ)の出し方

各講座から提出された観点別評価について、A:4点 B:2点 C:0点とし、年間の平均スコアを算出した。算出したスコアが3以上であるもの(直感的にAが多そうなもの)をA、3~1であるもの(直感的にBが多そうなもの)をB、1~0であるもの(直感的にCが多そうなもの)をCとした。

### 5段階評定の出し方

AAAを5、BBB相当(ABC1つずつになるもの)を3、CCCを1とし、それらの間にあるものを4あるいは2とした。

評定	観点別評価
5	AAA
4	AAB ABA BAA AAC ACA CAA ABB BAB BBA
3	BBB ABC ACB BAC BCA CAB CBA
2	BBC BCB CBB ACC CAC CCA BCC CBC CCB
1	CCC

資料 《評価のイメージ》

	講座1	講座2	講座3	講座4	講座5	講座6	講座7	スコア	まとめ
知技	A				A		A	4.0	A
思判表		A	B	A		B	B	2.8	B
主体	A	B	B	C			A	2.4	B

この場合、観点別評価(まとめ)がABBなので、評価は4

以上の方法で評価を算出した結果、令和5年度における観点別評価のABC分布状況は次のようになった。

○評価5のグループ

観点別	AAA
人数	27

○評価4のグループ

観点別	AAB	ABA	BAA	ABB	BAB	BBA	AAC	ACA	CAA
人数	0	95	12	24	2	76	0	0	0

○評価3のグループ

観点別	BBB	ABC	ACB	BAC	BCA	CAB	CBA
人数	39	0	0	0	0	0	0

○評価2のグループ

観点別	BBC	BCB	CBB	ACC	CAC	CCA	BCC	CBC	CCB
人数	0	1	1	0	0	0	1	0	0

○評価1のグループ

観点別	CCC
人数	0

実際の評価の分布は次のとおりである。

評価	5	4	3	2	1
人数	27	209	39	3	0

全体評価平均:3.94

## 評価の振り返り

### 特徴① 観点別評価には人数の偏りがある

表が示す通り、特定の観点別評価に人数の偏りが見られた。実際には存在しない観点別評価も多数見受けられた。複数のミニ探究で見取って絶対評価をおこなうため、トータルで C がつきにくかったことがその一因であると考ええる。人数が赤字で示された部分のように、C を含む観点別評価には、生徒がほとんど存在しない。

### 特徴② 「主体性」が評価のボトルネックである。

人数が青字で示された部分から見て取れるように、主体性が B の生徒が、他の観点で A になることは少ない。主体性が B の生徒は他の2観点両方で B になる傾向がある(BBB は42名)。

一方で主体性が A であるにも関わらず、他の2観点で両方 B がついている生徒が99人もいることが分かる(表の人数が緑字の部分)。記述式アンケートなどを活用して、これらの生徒に何が起きているのかを、定性的に捉えなおしていくことが今後の指導改善における課題である。

## 生徒の振り返り

最終授業の終了後、振り返りのため生徒にアンケート調査を実施した。アンケート項目は、①外部講師による講演会および②授業担当者による講座を通じて、本校 SSH の重点目標である「みつける力」「すすめる力」「ひろげる力」の3つをどの程度高められたかを、5件法によって調べた。

〈内訳〉

①外部講師による講演会

講義「探究での学びと研究倫理」

②担当者による講座

講座1「効果的なアイデアの出し方」

講座2「はかる」

講座3「反応における温度の測定」

講座4「観察から始まる実験計画」

講座5「データの分析」

講座6「データ整理」実習

講座7「口頭発表スライドの作り方」

〈質問項目〉

(みつける力) 現状を正しく把握し、適切な課題を発見する力を身につけられましたか？

(すすめる力) 不確実で複雑な状況に立ち向かい、課題を解決する力を身につけられましたか？

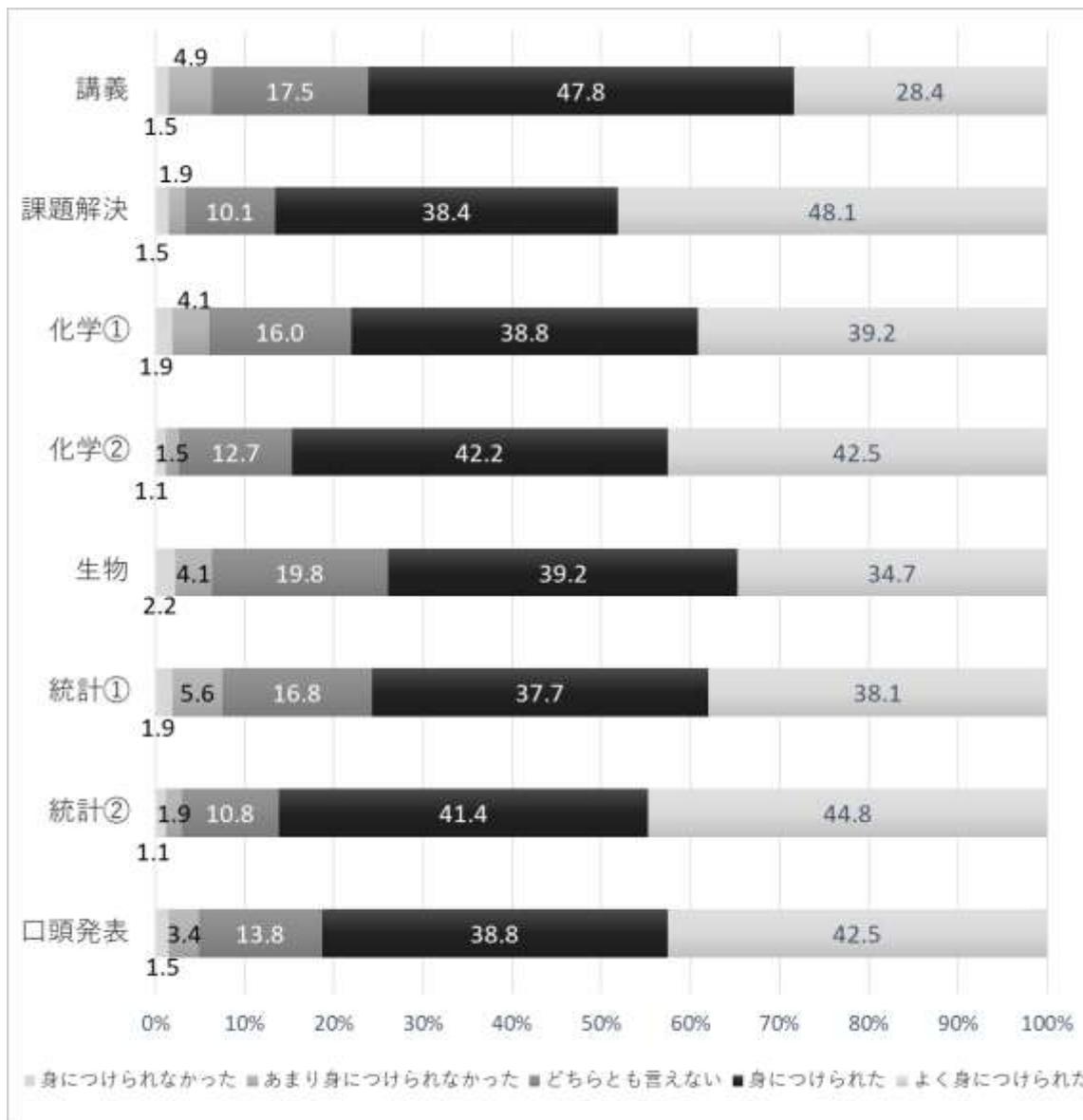
(ひろげる力) 自ら情報を発信し、理解と共感を得る力を身につけられましたか？

〈回答項目〉

1. 身につけられなかった
2. あまり身につけられなかった
3. どちらともいえない
4. 身につけられた
5. よく身につけられた

調査結果は次ページに示すとおりである。

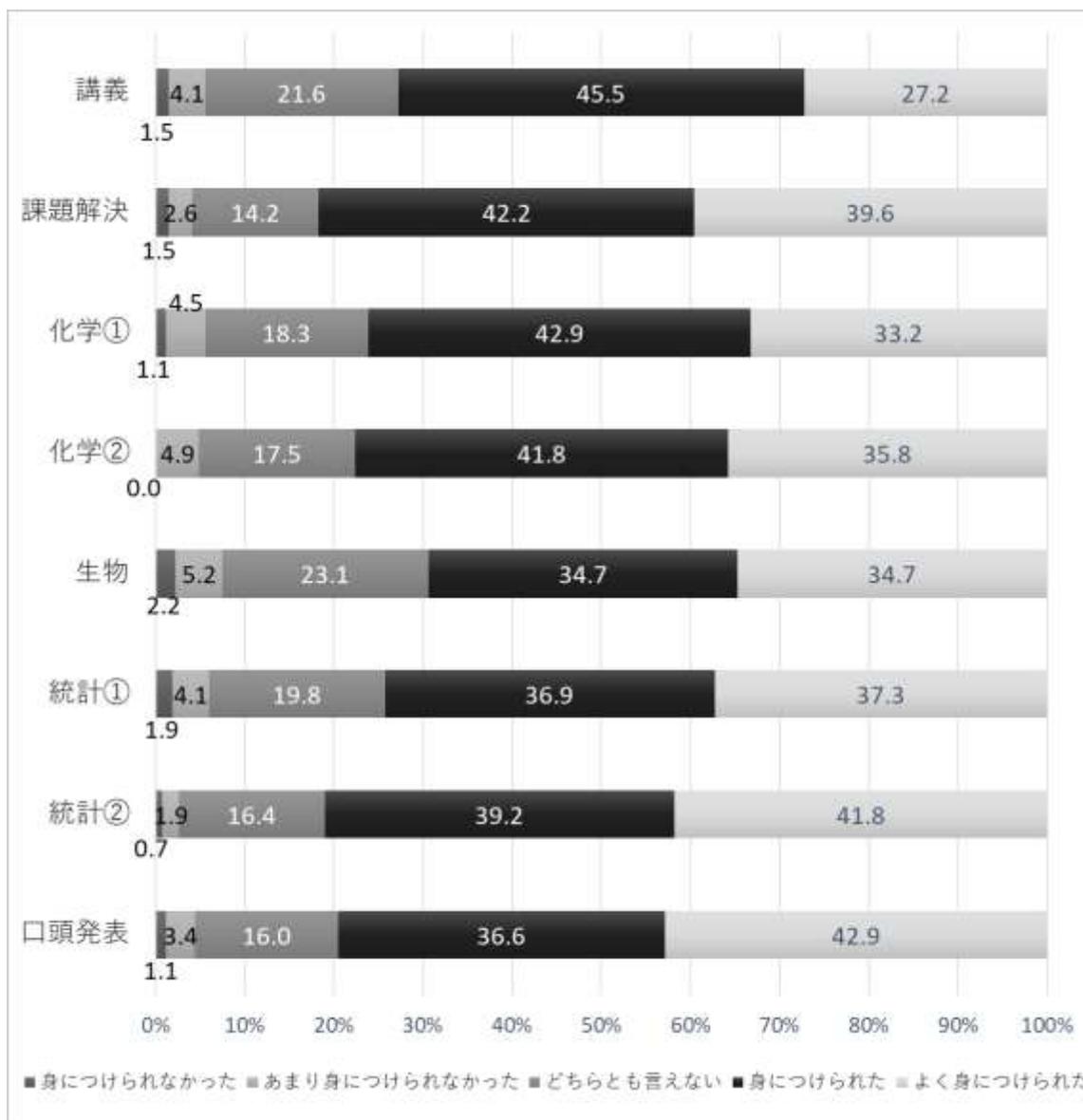
《みつける力》現状を正しく把握し、適切な課題を発見する力を身につけられましたか？



すべての講座を平均して、39.8%（昨年度比+10.2%）が「よく身につけられた」、40.5%（昨年度比+0.1%）が「身につけられた」と答えた。特に講座Ⅰ（課題解決）「効果的なアイデアの出し方」では、合わせて86.5%の生徒が課題発見能力を高められたと回答している。講座Ⅰ（課題解決）は、ブレインストーミングの手法を実践から学ぶ講座である。探究のテーマ設定の際に、応用できる可能性を感じた生徒が多かったものと考えられる。

昨年度と比較すると、「よく身につけられた」が29.6%→39.8%と大きく伸びている。特に昨年度から続けている講座で伸びが顕著な傾向があり、担当者側も経験を重ねることで、講座運営の質が高まっていることが見て取れる。

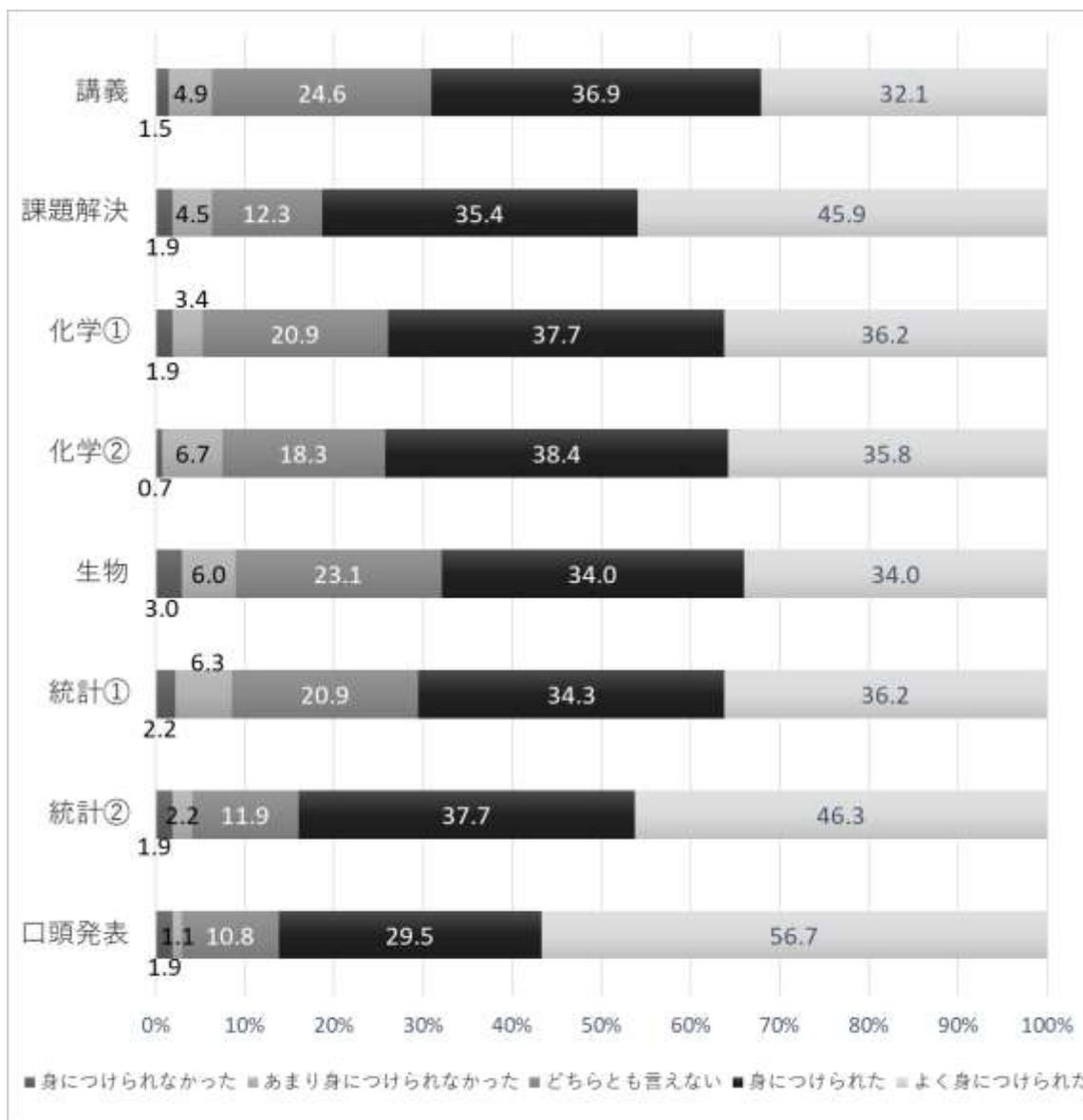
《すすめる力》不確実で複雑な状況に立ち向かい、課題を解決する力を身につけられましたか？



すべての講座を平均して、36.6（昨年度比+6.1%）が「よく身につけられた」、40.0%（昨年度比+1.1%）が「身につけられた」と答えた。講座1（課題解決）「効果的なアイデアの出し方」および講座6（統計②）「「データ整理」実習」では、それぞれ合わせて81.8%（課題解決）81.0%（統計②）の生徒が課題解決能力を高められたと回答している。これらは2クラスに対して、担当者2人で同時実施した講座である。昨年度も同様の傾向があり、複数担当によるチームティーチングが、課題解決能力の向上に有効であることが示唆された。

この項目においても、「よく身につけられた」が昨年度比 30.5%→36.6%と増加し、今年度の生徒は、昨年度の生徒よりも課題解決能力に対する自信を深めている様子が見えてくる。

《ひろげる力》自ら情報を発信し、理解と共感を得る力を身につけられましたか？



すべての講座を平均して、40.4%（昨年度比+9.5%）が「よく身につけられた」、35.5%（昨年度比-3.1%）が「身につけられた」と答えた。特に講座7「口頭発表スライドの作り方」では、合わせて86.2%（昨年度比+2.1%）の生徒が情報発信力を高められたと回答しており、「よく身につけられた」と回答した生徒の割合も過半数を超えている（56.7%）。

全講座平均でも、「よく身につけられた」が30.9%→40.4%と大きく伸びている。令和4年度より、本校でもBYOD(Bring Your Own Device:1人1台端末)を購入して、普段の授業において利用している。中学校で情報機器の活用し、昨年度よりもさらに情報機器の扱いに慣れた生徒が入学してきている中で、情報発信力の向上を実感してもらえたことは、意義が大きいと考える。

《全体検証》今年度1年間の理数探究基礎の取り組みについて、生徒たちの語りを紹介する。

○質問項目：

あなた自身が、「理数探究基礎」の受講を通じて得た学び、それを来年度の「総合的な探究の時間」でどのように活かしていきたいかを教えてください。

理数探究基礎の時間を通して、仲間と一緒に答えのない問いにどうやってアプローチしていくのかを学ぶことができました。自分ひとりの力ではなく、周りの人々の力も借りて来年の探究にも活かしていきたいです。

「理数探究基礎」の授業を受けて、ブレインストーミングを使うことでアイデアが出しやすくなり、そのアイデアを分かりやすく伝えられるようにパワポにまとめたりするなどの力が鍛えられた。「総合的な探究の時間」では、身近な問題点を解決するアイデアをたくさん出して行って、社会がより良くなるように活かしていきたい。

一つ一つ新たに生まれる課題に対して真摯に解決の姿勢を見せることを学んだ。課題を設定する力、それをどのように調べるか考える思考力として活かしていきたい。

この一年間で、さまざまな探究を経験して、たくさんの学びを得る事ができました。中学の実験とは全く違う難しさがあって大変だったけど楽しかったです。

理数探究基礎で主にグループワークの重要性を思い知らされたので来年はいろいろ役割分担をして探究に臨みたいです。

上手くいかないことで壁にぶつかることがあってたくさん苦しみました。このことで今後全てうまくいくとは思わず、一方でミスを恐れることもなくたくさん挑戦したいと思いました。

理数探究基礎の授業は、数学や国語の問題を解くときは全く違う考え方をしなくてはいけなかったのが大変でした。仲間と連絡を取りあったり、話し合ったりして進めることも多く人見知りの私にとっては難しいなという思いもありましたが、これからの時代に必要なのはこういった力なのだと思います。

特に、人に伝えるということをよく考えて、発表を行えるようにしたい。実験についても、常に客観的な思考と、批判的な思考を持って、けれども、疑うだけでなく、肯定することを忘れずに、テーマにそった探究ができるよう頑張りたい。

たくさんの考えを肯定することを大切にして、固定概念にとらわれず、柔軟な発想をしたいです。また、最後まで諦めることなく、一つ一つの結果を大切にしていきたいです。

班の人が言ったことに全部「YES」で返すとか、立って話し合うとか、ペアの人の話に付け足していくとか、いい案を出す方法をたくさん知ることができて、今まで中学のグループワークなどで案が出ずに会話が滞ってしまうことが多々あったので、すごくためになったし、いい学びになりました。最初のテーマ決めが探究においてすごく重要だと思うので、今回学んだ方法をフル活用して、色々な視点から案を出し、いい探究ができるように努めていきたいです。

案や仮説を考えることも大切だけどそれが実験などで実証されなかったときに仮説との違いを見つけることが重要だと思いそれを活かしていこうと思った。

<p>正解がない問いに対してどのようなアプローチをするのか考えながら探究の授業をしたい。また、複数人ですのでコミュニケーションを大事にしようと思う。</p>
<p>実験をするとなった時に、自分が調べたいことを、どのような実験から結果が得られるのかを正確に考えることや、それらの結果をまとめて考察をすること、それから自分が調べたことを十分に分かりやすく人に伝えられるかを考えることを意識して、来年度に活かしていきたいと思う。</p>
<p>探究、実験をまとめるときに自分の中ではわかると思って簡単にまとめた文章でも他の人に見せると上手く伝わらないことがあり、だれにでもわかるように書くことが大切だとわかりました。またプレゼンのような形で相手に伝える場合は逆に、簡単にまとめたスライドを用いて言葉で補足していく。その時の場面によって伝える方法を変えればいいのだとわかりました。これを来年からの探究に活かしたいです。</p>
<p>自ら色々な課題を設定してそれについての具体的な工程を組み立てていく大切さが学びました。その工程をどれだけ深く幅広い視点でつくっていけるかが重要になってくると思うので、その練習として高校生うちに与えてもらった理数探究基礎という機会を最大に活かすつもりで頑張りたいです。</p>
<p>探究は答えが複数あり、多角的に見ないと答えに近づけないことが多くあると学んだので、これからの学習で壁にぶつかることがあっても、忍耐力=思考体力をもって探究していきたいなと思った。</p>
<p>私は文系志望なので、データや単位、測り方など苦手意識を持っていたことが多かったし、紙の上だけで勉強するものだと思っていましたが、探究を通してそのようなことは実践の中で使うものだ改めて実感しました。2年生では習った知識を活かして苦手だと決めつけずにチャレンジしたいと思います。</p>
<p>日常生活で見つけた「！」に向き合い「？」を見つけて探究し、それを周りの人にわかりやすく正確に伝える力を、グループで探究する際にメンバーと情報を共有するために活かしていきたいです。</p>
<p>さまざまな科目・分野の講座を受講するなかで、探究のテーマ設定から、実験での測定方法やデータの整理の仕方、さらに探究発表に向けてのレポートやパワーポイントの作成まで、実践を通して学ぶことができた。また、グループ活動が中心で、役割分担や情報共有が上手くいかないこともあったが、その失敗も踏まえて、来年度の探究では、グループの仲間を尊重し、良い雰囲気の中で探究が行えるようにしたいと思う。そして実際の探究の一つ一つの手順で、理数探究基礎で学んだことを振り返り、得た知識や経験を活かせるようにしたい。</p>
<p>探究活動はとても難しくて大変なものというイメージがあり、2年生になって実際に自分が問いを立ててそれを研究していくことにとても不安を感じていました。でも探究基礎の講座を通して、探究は意外と身近なところからはじまっていることを実感したので、探究活動に対する不安が大分なくなりました。また、いろいろな講座を通して、グループワークの難しさや役割分担の大切さを学ぶことが出来たので、来年の探究活動に活かしていきたいです。</p>

<p>正解のない課題に対して、今までは何から手をつけていいのか分からず、やる気になれなかったけれど、取り組み方や考え方など、様々なことを学んだ今では知識や人脈など持てることを全て総動員して探究したい</p>
<p>様々な観点から探究に繋がるような問題提起やデータ分析といった方法を学ぶことが出来、初めは不安だった理数探究の時間も少し楽しみで興味が湧いてきました。来年度からの時間で生かしていきたいです。</p>
<p>いろいろな分野の知識が身についたのはもちろん、調べた結果や身に付けたことをレポート、プレゼンなどの色々な方法で伝える機会が沢山あって、他の人の発表を聞く機会も沢山あって、人に伝える力が少し身についたと思うので、来年はさらにもっとそれを身につけて使って行きたいと思う。</p>
<p>自ら色々な課題を設定してそれについての具体的な工程を組み立てていく大切さが学べました。その工程をどれだけ深く幅広い視点でつくっていけるかが重要になってくると思うので、その練習として高校生のうちに与えてもらえた理数探究という機会を最大に活かすつもりで頑張りたいです。</p>
<p>グループでの活動において、違った意見を出し合った時に一つにまとめることが一番難しいと思いました。でも同じ班の中でもいろいろなアイデアが出てくると自分とは全く違う視点だったりしておもしろいなと感じました。他の班の発表もテーマがとても興味深いものばかりで探究内容もレベルが高く、参考にして来年に繋げたいと思いました。</p>
<p>授業で実験やアンケートを行い、結果や考察をまとめるときにうまく進まないことがよくありました。その際に、チームで協力して情報収集したり意見の出し合いを行うことで作業を進めていました。一人で考えて解決しようとするのも大事ですが、理数探究を通じてチームで協力することの大切さを学んだ気がします。来年からの探究で壁にぶつかったときには、チームのみんなを積極的に頼って、お互いに助け合いながら探究を進めていきたいです。</p>
<p>探究を行う際には仮説を立て検証し、また新しい仮説を立て検証するといったことの繰り返しが必要だと学んだ。また、頭の中で考えるだけでなく、積極的に文字に起こし周囲の人と考えを共有することの重要性も学んだ。このような経験を来年度は、班員と協力し自分たちの成果を発信する際にも活かしていきたいと思う。</p>
<p>探究で得た学びとしては正解にたどり着く道筋は一つではないということ、またその正解も一つだけではなく何通りもあって決まっていないゆえの難しさがあるということ学んだ。だから、来年度の探究の時間では自分が思っている正解にたどり着けなくても違う方法を試したり、新たな正解を考えてみたり、頭を柔らかくして探究課題に取り組んでいきたいと思う。</p>
<p>設定した課題に対して、どのようにアプローチしていくかや、計画の立て方など探究の基礎的なことを学ぶことができたので、実際に来年探究を進めていく過程でたらないと思います。</p>
<p>アイデアや実験、データの分析、スライドの作り方など今年一年通して学んだことをしっかり応用して来年使えるようにしたい</p>

## 次年度に向けた課題

「3時間で1つのテーマに取り組んで、実践を通じて必要な力を養う」という方法は、生徒にとっても学びに対する飽きがなく、こちらの企図するところを感じ取ってくれたようである。アンケートからもそのことが読み取れる。

その一方で、3年間の探究活動を見通したときに、次の2つの課題が浮き彫りになっている。

### 課題①

理数探究基礎担当者と総合的な探究の時間担当者に重なりが少なく、2学年で総合的な探究の時間に取り組む際、生徒が1学年で学んだことを踏まえた指導が難しい。

### 課題②

2学年の生徒が探究活動に取り組む際、先行研究に対する調査が甘く、参考文献もあまり挙がっていない。

理数探究基礎が展開される時間である木曜6時間目は、必然的に1学年の他教科の授業はない。そのため、1学年担任団がそれぞれのクラスに付き添って一緒に講座を回ることができる。課題①への対応策として、次年度はこのかたちが取れるよう時間割作成上の配慮をしたい。

次に、課題②について考える。探究活動に取り組む際、すでに分かっていることを自分がテーマにすることは避けたい。二番煎じになる上に、研究倫理上の問題もはらむためである。また、探究活動においては、設定したテーマを検証可能なかたちに具現化する必要がある。本校の探究活動においても、そこが大きな課題となっている。自分で一から検証方法を考え出すことも大切だが、先行研究を調査することが効果的なアプローチになる場合も多々ある。そこで次年度は、7つの講座の中に「先行研究調査」を題材とするものを立ち上げる予定である。具体的には、CINII や国立国会図書館から論文を入手する方法を紹介し、実際に自分で仮に設定したテーマについて、先行研究を調べた上で内容をブラッシュアップするといった内容のものを計画している。学術情報の基本的な流れ方についてもその中で教示していくつもりである。

以下では、その講座で提示しようと考えている資料をご紹介します。

資料 ≪「先行研究調査」講座で提示する資料≫





# HOP

---

探究ルームまたは図書室にある雑誌の記事や書籍から基礎研究型探究のテーマになりそうなものを探してみましょう。

テーマ①

主題
内容

# STEP

---

前回考えたテーマの中から1つを選んで、論文検索データベースを用いてどのような先行研究があるのか調べてみましょう。

選んだテーマ

主題
内容

先行研究を参考文献のかたちで書き出してみましょう

《参考文献》
--------

# JUMP

---

先行研究論文を読んで、選んだテーマにおいて明らかになっていること、まだ知見が得られていないことを整理しましょう。

選んだテーマですでに明らかになっていること

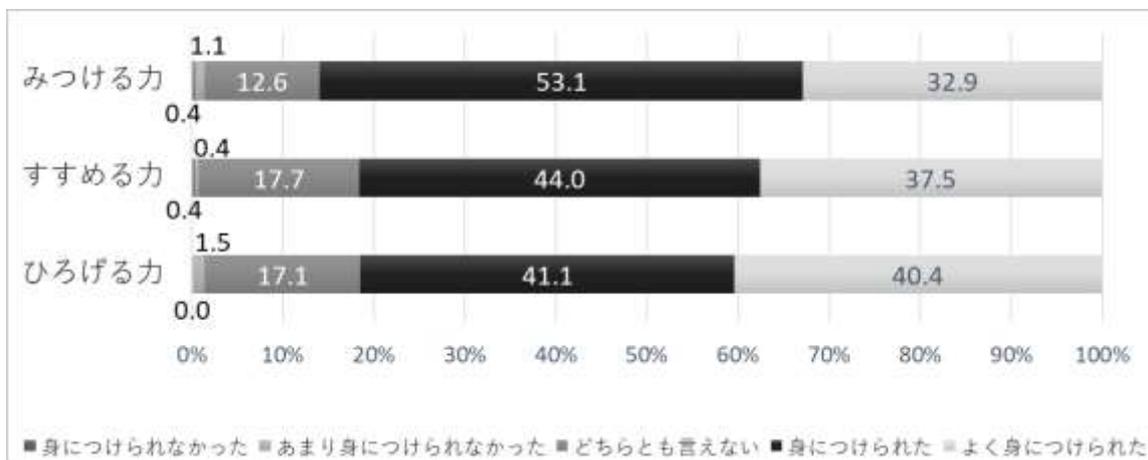
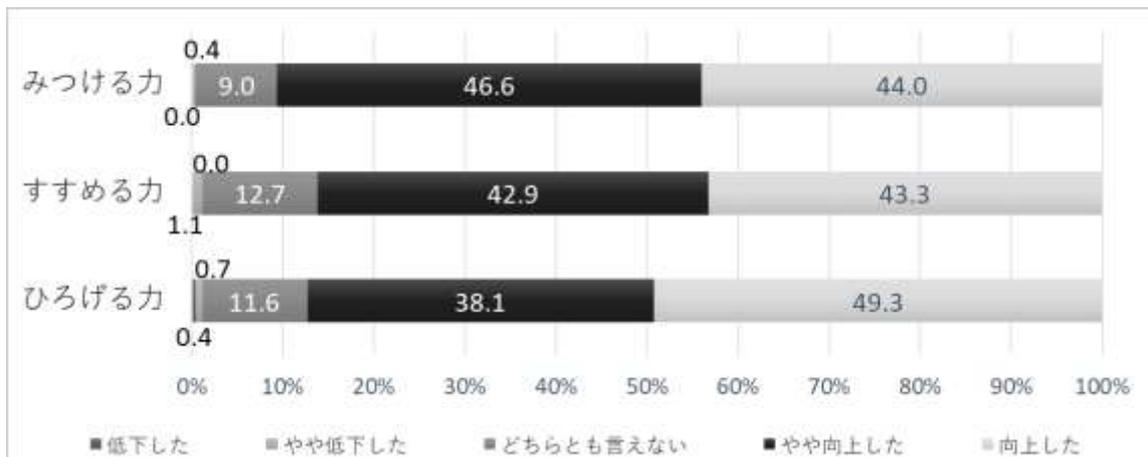
まだ知見が得られていないこと

実験手法やアンケートのやり方など、探究活動を進める際に、参考になりそうな事柄を見つけましょう。

## あとがき

本校が新しい教育課程に取り組むようになって、今年度で2年目を迎える。「理数探究基礎」と「公共」は、その中で1学年の目玉となる科目である。探究活動を中心にすえた教育課程への取り組みは、まだまだ発展途上にある。次のアンケートは、教育課程全体に対しての、生徒の包括的な実感を調査したものである。

理数探究基礎以外も含めた、1学年であなたが経験した授業の全体像について教えてください。



全般的にみて約90%の生徒が、「VUCA時代＝先行きが不透明で予測困難な時代」を生きるために必要な力を「身につけられた」と答えている。また、すべての項目で昨年度の調査結果を超える結果となった。

「みつける力」：86.0%→90.6%

「すすめる力」：81.5%→86.2%

「ひろげる力」：81.5%→87.4%

私たち教職員としても、常に新たなチャレンジをする気持ちを忘れず、取り組みを継続したい。また

今後のさらなる発展に向けて、引き続き関係各位の温かいご支援を賜りたい。

(編集)

令和5年度兵庫県立長田高等学校理数探究基礎担当者

楠本伸一, 東田純一, 千脇久美子, 空野智裕(理科),  
久保田勝士, 安藤大翔, 後藤江里子, 益田佳代子(数学),  
河邑康弘(国語), 石川千瑳(外国語)

