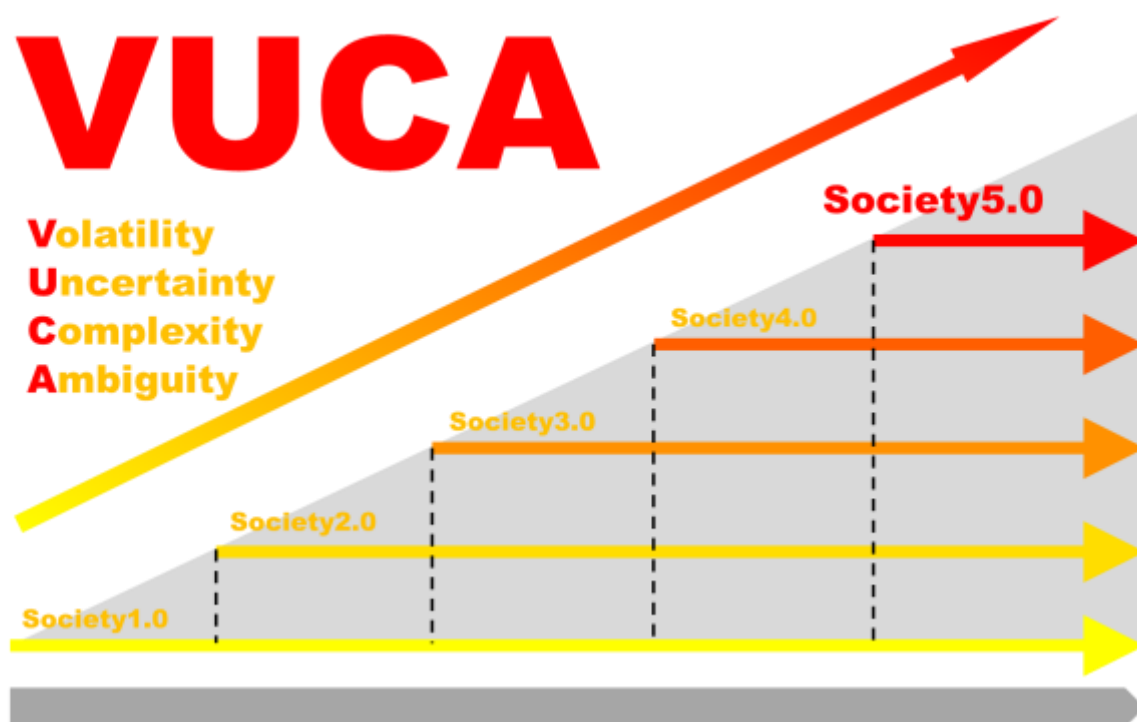


第1学年「理数探究基礎」実践記録

77 回生（令和4年度入学生）



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、今年度の入学生より、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、「心理的安全を確保することで誰も思いつかなかったような意見が出る」「相手の意見を否定するのではなく、その意見を皆で膨らませていくことが重要」「『Yes, and』でつなぐことは探究においてとても大切」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。

「理数探究基礎」の全員履修という全国的にも少ない取組と言うことで、少しチャレンジングな側面もありますが、この実践記録は、探究による学びを活性化するために「まずは一歩踏み出した」その記録です。1 年目の取組と言うこと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
各講座の実施内容	11
オリエンテーション	11
探究テーマの設定について(講座1)	14
理科の見方・考え方について(講座2・3・4)	22
数学的な見方・考え方について(講座5・6)	44
情報機器を活用した成果発表について(講座7)	48
理数探究基礎における評価の方法	49
生徒の振り返り	51
あとがき	56

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。今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。それにともなって、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、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。そして、言語、情報活用、問題発見とその解決の能力を高め、現代社会が抱える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」を身につけることが求められる。本科目は新設されてからまだ日も浅いため、全員履修となると全国的にも未だ例が少ない。なにぶん初めての試みで至らない部分も多いが、本実践記録が「理数探究基礎」導入を検討なさっている学校、教科横断的な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

生徒は本科目を履修する中で、「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4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】

(1) 目的

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。

(2) 目標

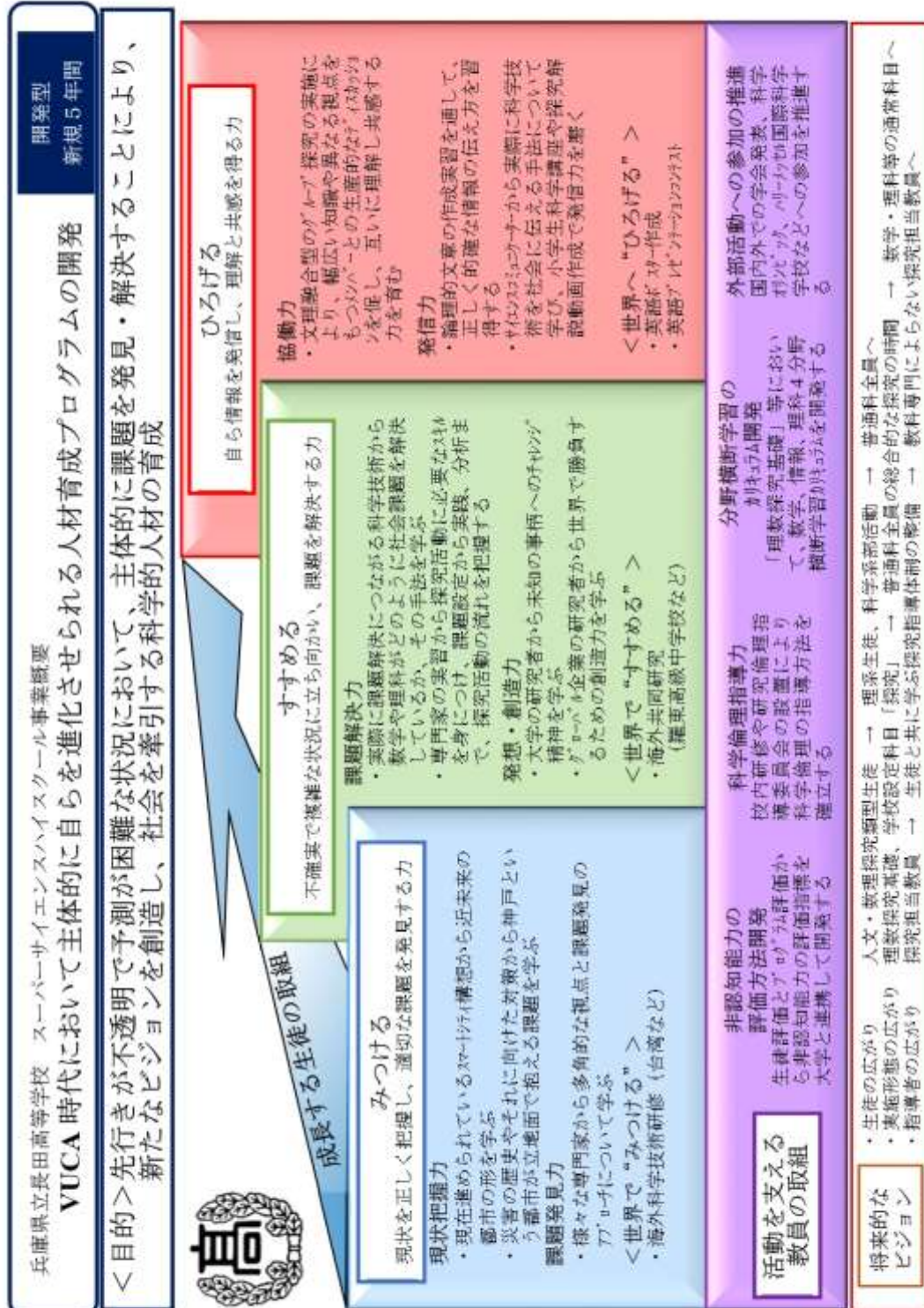
上記目的達成のため、

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。

【令和4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	321	8	319	8	319	8	959	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)	-	-	178	4.5	191	5	369	9.5	
人文・数理 探究類型	40	1	40	1	40	1	120	3	
理系 (類型)	-	-	30	0.5	29	0.5	59	1	
(内理系)	-	-	208	5	220	5.5	428	10.5	
課程ごとの 計	321	8	319	8	319	8	959	24	



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Ⅱ (2)	数学Ⅱ (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)	英語コミュニケーションⅠ (3)	論理・表現Ⅰ (2)	家庭基礎 (2)	理数探究基礎 (1)	LHR (1)															
	探究人文類型	現代の国語 (2)	言語文化 (2)	公共 (2)	数学Ⅰ (3)	数学Ⅱ (1)	数学Ⅱ (2)	数学Ⅱ (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)	英語コミュニケーションⅠ (3)	論理・表現Ⅰ (2)	家庭基礎 (2)	(理数探究基礎) 探究入門 (2)	LHR (1)															

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Ⅱ (2)	数学Ⅱ (2)	数学Ⅱ (1)	化学基礎 (1)	化学基礎 (2)	体育 (2)	保健 (1)	英語コミュニケーションⅡ (4)			論理・表現Ⅱ (2)		情報Ⅰ (2)		総合探究 (2)		LHR (1)					
		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Ⅱ (2)	数学Ⅱ (1)	化学基礎 (1)	化学基礎 (2)	物理 (2)	体育 (2)	保健 (1)	英語コミュニケーションⅡ (3)	論理・表現Ⅱ (2)	情報Ⅰ (2)	総合探究 (2)	LHR (1)														
	人文数理解探究類型	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Ⅲ (1)	数学Ⅱ (2)	数学Ⅱ (2)	数学Ⅱ (1)	化学基礎 (1)	化学基礎 (2)	物理 (2)	体育 (2)	保健 (1)	英語コミュニケーションⅡ (4)			論理・表現Ⅱ (2)		情報Ⅰ (2)		学校設定科目 「探究」 (3)		LHR (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Ⅱ (2)	数学Ⅱ (1)	化学基礎 (1)	化学基礎 (2)	物理 (2)	体育 (2)	保健 (1)	英語コミュニケーションⅡ (3)	論理・表現Ⅱ (2)	情報Ⅰ (2)	学校設定科目 「探究」 (3)	LHR (1)													

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3学年	文科系	論理国語 (3)	古典探究 (3)		政治・経済 (4)			世界史探究 (4)		地理探究 (4)	政治・経済 (4)	世界史探究 (4)	地理探究 (4)	数学Ⅱ (3)		数学Ⅱ (3)		化学基礎 (1)	体育 (2)	英語コミュニケーションⅢ (4)			論理・表現Ⅱ (2)		選択 (2)		LHR (1)						選択探究 (1)
		論理国語 (2)	古典探究 (2)	政治・経済 (4)		世界史探究 (4)	地理探究 (2)	数学Ⅲ (1)	数学Ⅲ (4)	学校設定科目 発展数学Ⅹ (4)	化学 (4)		生物 (4)		英語コミュニケーションⅢ (2)		論理・表現Ⅱ (2)		LHR (1)														選択探究 (1)
	人文数理解探究類型	文科系	論理国語 (3)	古典探究 (3)	政治・経済 (4)		世界史探究 (4)	地理探究 (2)	政治・経済 (4)	世界史探究 (4)	地理探究 (4)	数学Ⅱ (3)	数学Ⅱ (3)	化学基礎 (1)	体育 (2)	英語コミュニケーションⅢ (4)			論理・表現Ⅱ (2)		選択 (2)	人文数理解探究Ⅰ (1)	LHR (1)										
		理科系	論理国語 (2)	古典探究 (2)	政治・経済 (4)		世界史探究 (4)	地理探究 (2)	数学Ⅲ (1)	数学Ⅲ (4)	学校設定科目 発展数学Ⅹ (4)	化学 (4)		生物 (4)		英語コミュニケーションⅢ (2)		論理・表現Ⅱ (2)		選択 (2)	人文数理解探究Ⅱ (1)	LHR (1)											

●「選択探究(学校設定科目)」：2年次「総合的な探究の時間」の発展的内容
→ 課外で実施予定

○令和4年度以降入学生教育課程の特徴

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)」を1単位ずつに分け、それぞれ別の担当者がワークショップや模擬請願・模擬立法、行政への提案書づくりなど、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	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	文系		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)

時間割(2学年)イメージ

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

さらに研究をすすめたい生徒・進路実現に活用したい生徒は、次々年度第3学年に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	文系	LHR(1)	
	理系		LHR(1)	
	特色	文系	人文数理探究	LHR(1)
	理系			LHR(1)

○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複数科目にまたがる授業担当者によるリレー講座
- 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、神戸大学大学院理学研究科教授の木村建次郎先生による講義「38億人を救う数式」を受講した。生徒はの中で、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、理科(4名)・数学(2名)・情報(1名)の教員が、以下のテーマで全3回からなる講座をおこなった。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「六甲山系の樹木における二酸化炭素固定量の測定」

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つくり方」

資料 ≪（比較）計画当初の「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人数学2人情報1人計7人

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

※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

参考として、令和4年度に実施した理数探究基礎の年間計画を添付する。実際には、講座1と講座4については、複数担当で実施する方が内容面で適していたため、2クラスに対して担当者2名のチームティーチングをおこなった。また講座5と講座6については、2名の数学教諭が別々に1クラスずつ担当し、年度前半に講座5、年度後半に講座6を同時におこなった。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、外部講師による講演会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回分の講座実施のための授業時間の確保も両立することができた。

資料 <<(比較) 実際におこなった「理数探究基礎」における講座の持ち方>>

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14日	オリエンテーション							
		2	4月21日	講座5 久保田	講座5 宇都出	講座7 黒地	講座4 藤友/空野	講座3 楠本	講座4 藤友/空野	講座2 高田	
		3	4月28日	<特別講義>進藤先生「科学倫理と探究の進め方」							
		4	5月19日	講座5 久保田	講座5 宇都出	講座7 黒地	講座4 藤友/空野	講座3 楠本	講座4 藤友/空野	講座2 高田	
		5	6月2日								
	Ⅱ期	6	6月9日	講座2 高田	講座3 楠本	講座5 宇都出	講座7 黒地	講座4 藤友/空野	講座5 久保田	講座4 藤友/空野	
		7	6月16日								
		8	6月23日	<特別講義>木村先生「38億人を救う数式」							
		9	6月30日	講座2 高田	講座3 楠本	講座5 宇都出	講座7 黒地	講座4 藤友/空野	講座5 久保田	講座4 藤友/空野	
		夏季休業									
	2学期		10	9月8日	講座4 藤友/空野	講座4 藤友/空野	講座3 楠本	講座5 久保田	講座5 宇都出	講座2 高田	講座7 黒地
			11	9月15日							
			12	9月22日							
		Ⅳ期	13	10月6日	講座7 黒地	講座6 久保田	講座4 藤友	講座3 楠本	講座2 高田	講座1 空野	講座5 宇都出
			14	10月13日							
15			10月27日								
Ⅴ期		16	11月10日	講座6 宇都出	講座2 高田	講座6 久保田	講座1 空野/藤友	講座1 空野/藤友	講座7 黒地	講座3 楠本	
		17	11月17日								
		18	11月24日								
Ⅵ期		19	12月1日	講座3 楠本	講座1 空野/藤友	講座2 高田	講座6 久保田	講座7 黒地	講座6 宇都出	講座1 空野/藤友	
		20	12月15日								
		冬季休業									
3学期	Ⅶ期	21	1月12日	講座3 楠本	講座1 空野/藤友	講座2 高田	講座6 久保田	講座7 黒地	講座6 宇都出	講座1 空野/藤友	
		22	1月19日	講座1 空野/藤友	講座7 黒地	講座1 空野/藤友	講座2 高田	講座6 宇都出	講座3 楠本	講座6 久保田	
		23	1月26日								
		24	2月2日								
		25	2月9日	次年度探究に向けて							

講座4および1は藤友/空野の2名で2クラスを担当した(IV期のみそれぞれ単独で担当)

資料 <<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年一般類型	履修形態	必修	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おいて、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おいて、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空気の密度の測定 ・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, 空気密度の測定 ③反応における温度の測定							
2 学期	III. 野外調査	④六甲山系の樹木における炭素固定量の測定 ・六甲山系の樹木と炭素固定量について ・三角測量をもちいた樹木の測定・樹木の種類の同定 ・炭素固定量を求める							
	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							
3 学期	V. 成果を発表する	⑦口頭発表スライドのつくり方 ・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							
	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。							

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》

高津市立高津高等学校
理数探究基礎オリエンテーション

探究活動の意味

なぜ探究活動が必要なのか？

人類の歴史をひも解くと・・・

変化が加速

わたしたちがくらす現代社会

VUCA(ブーカ)

Volatility : 変動性
Uncertainty : 不確実性
Complexity : 複雑性
Ambiguity : 曖昧性

社会変化の潮流

世界の成長一様化 ○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

経済構造の変容 ○富の集中と格差の拡大 ○非ファミリーを増やす経済市場

価値観と行動の変化 ○持続可能性重視 ○所有から利用へ ○画一から多様へ

社会変化の潮流

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

地球からの警告 ○気候変動 ○顕著する災害 ○資源の枯渇 ○感染症の流行

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

次の社会で 求められる人

1

「新しいコンセプト」を 示すことができる人

2

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(世界最大のセクション)
Facebook	bring the world closer together(世界のつながりをより密にする)

3

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

4

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

5

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らない	
こんにやくをよく食べる	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らない	
こんにやくをよく食べる	よく食べる	8%	92%
	食べない	20%	80%

戸田山和久「思考の教室」29

6

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

7

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が出張してきたので、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

8

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

9

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済み、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

10

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「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。

戸田山勉氏「思考の教室」より

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

よし先輩が「これはまちがいなく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。

戸田山勉氏「思考の教室」より

たとえば、こんなときどこがオカシイか指摘できるかな？

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。

戸田山勉氏「思考の教室」より

たとえば、こんなときどこがオカシイか指摘できるかな？

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」	$0.95 \times 0.9 = 0.855$
	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」	$0.05 \times 0.9 = 0.045$
	はずれてた	「Q県産よ」	$0.05 \times 0.1 = 0.005$

よし、まちがってる可能性の方が高い

戸田山勉氏「思考の教室」より

たとえば、こんなときどこがオカシイか指摘できるかな？

「明確なこたえの与えられていないものごと」を考えると、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。

長田高校の教育課程は？

進路授業進度 1学年・数学Ⅰ＋Ⅱ 2学年・数学Ⅲ＋Ⅳ 3学年・数学Ⅴ(Ⅵ)

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2450m 女子2050m

探究活動に重点 令和4年度入学分から実施

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
国語	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
英語	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
数学	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
社会	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
理科	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
芸術	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
体育	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
保健	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
家庭	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
総合	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
探究	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・理系の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。
体系的探究の方法を学びます。
(統計・実験器具の使用法・ICT活用方法など)

長田高校の探究活動(2学年)

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
国語	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
英語	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
数学	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
社会	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
理科	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
芸術	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
体育	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
保健	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
家庭	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
総合	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
探究	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

時間割の中に2時間連続の「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。

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
国語	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
英語	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
数学	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
社会	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
理科	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
芸術	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
体育	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
保健	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
家庭	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
総合	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
探究	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)。

<探究テーマの設定について>

講座Ⅰ：「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プロトタイプの「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」

「新しいマスクをデザインする」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Ⅰに取り組む生徒の様子

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	アイスブレイク - グループで、円になりましょう。 1人目の人から順に、文節程度の短い言葉を言います。 - となりの人に続いて、思いついた言葉を言います。あまり深く考えない。 - 文節をつないで、情景のようなものができたら思ったら「Yes, Yes, Yes, Yes…」とつなぎましょう。
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知る - 第2回 承ではじめの難関 問題点からチャンスをとがすことの大切さを知る - 第3回 発表	ブレインストーミングについて - みんなでアイデア出しをするときにやりやす - 結構むずかしい 「日常の会話」とは反対のことを意識的にやります →ルールを決めて行います
1 テーマ設定 「何について」ブレインストーミングしますか - テーマ1：世界平和？ - テーマ2：ブレインストーミングで使うペン？ →適切なサイズのテーマを選ぶ	2 参加者 - たとえば「次世代の自動車」についてアイデア出しをするとき、「誰に」参加してもらうと良いですか？ - 開発者・経理・営業担当etc… - お客さん？ →もっとくわしく 「次世代の自動車」を運転する若者 - 運転に困難を感じている高齢者/障がい者/子育て世代 →視点の異なる参加者を選ぶ
3 実施時間 - 時間はどれくらいがよいですか？ 10分くらい？ 1時間？ - その場の雰囲気？ →元気が残っている間に終わらせる	4 人数 - 人数は何人ですか？ 25～30人？ 1人？ →1チームはピザ2枚分くらい
5 目標 「絶対に無理だ」と思えるような目標を立てましょう - 例：30分間で500種類のアイスクリームを考える - 不可能に思えても、250種類も思いつけばまあもう半分だけと思えます →アイデアの連鎖が起こる - 最初にアイデアを出し切る - それを踏まえて2番目のアイデアが出てくる - 突出した3番目のアイデアが出てくる	6 ベース - ブレインストーミングはどんなベースで進みますか - ハイテンション？ →ブレインストーミングは立って行うべし →全員がペンを持つべし

7 一番大切なこと

- 心理的な安全性を確保する

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

7 一番大切なこと

ブレインストーミングが終わった後、どれ
が誰のアイデアかわからなくなっている
のが理想形

練習してみましょう

ペアをつづいて、新しいアイデアを考えましょう。
1 質問：1人の人がアイデアを出す→2人の人は「ええやん、ほんで」で答えます。
2 回答：2人の人がアイデアを出す→「ええやん、ほんで」でつないでみましょう。
最後のアイデアでも大丈夫！

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

頭の中で考えていることをイメージに書き出すことで、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

8 マインドマップ

- 実演についてみましょう

テーマ

長田高校での経験

9 ブレインストーミングが終わったあと

- 記録する（写真を取る）
- 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（アイデアをかたちにしてみる）

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
同じテンションでいる必要はありません。

最終回での発表テーマ

- 最終回では実演についてみましょう

テーマ

新しいマスクをデザインしよう

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」をめぐる困難
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

- 相手を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個ずつぐらい）
- メモをとっておくと、あとで役に立ちますよ。

定義

- 問題に立ち直って考えてみましょう。
- 「ふでばこ」の目的とは何ですか？
- なぜ私たちは「ふでばこ」を使うのですか？

ただ単に、ふでばこで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。
- 「ふでばこを抱える問題」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、などと思わない。
- 現在のテクノロジーの限界に縛られない。
- 自分ではなく、「パートナー」のニーズを満たす。

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よう（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。
- また試作品なので、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求めよう（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・・・」というラフスケッチに続けて、相手に課題を伝えよう。
- 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、時間をかけたがた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): 相手の気持ちや考えを理解すること。共感し、相手の立場から見て問題を捉える。

定義 (Define): 相手が抱えている問題を明確にし、課題点をしっかりと定義して共有すること。

考察 (Explore): 問題の根本を探るには、質問をするだけでなく、想像を膨らまし、考察すること。

試作 (Prototype): 考察によって生まれたアイデアの中から、テストのための試作品を短時間で作り出す。

検証 (Test): 試作品を見せて相手からフィードバックを聞き、相手からの理解をさらに深める。



最終回に向けた課題

テーマ

新しいマスクをデザインしよう

最終回に向けた課題

発表内容

- 定義した問題点 (パワーポイント)
- 考察の内容 (パワーポイント)
- 試作品のコンセプト (パワーポイント+実物)

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。
- 問題点の定義が明確で、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。

理数探究

ミクロのマスク

2組6班

目次

1.新マスクができるまでの過程

2.新マスクの特徴

3.新マスクのメリット、デメリット

4.まとめ

今のマスクの問題点の洗い出し

新マスクに取り入れたい特徴の決定

今のマスクの利点との適応

【今のマスクの問題点】1-2 6班ver

・表情が見えない

・喋っていると、下がってくる

・前髪がうねる

・メガネが曇る

・冬にマスク内にかがく

・呼吸がしやすい

・肌荒れ、アレルギー

・夏、熱中症になりやすい

・のどの乾燥

・マスク焼け

・マスクによる頭痛

・原材料（PET）の環境問題

・マスクのボイ捨て問題

・不織布の場合高コスト

・表と裏が分かりにくい

・すぐになくなる

・顔の大きさによって合うマスクが違うため、採寸なくてはいけない

使用中国産

中国産

環境問題

その他

【今のマスクの問題点】1-2 6班ver

・メガネが曇る

・冬、マスク内にかがく

・呼吸がしやすい

・肌荒れ、アレルギー

・夏、熱中症になりやすい

・原材料（PET）の環境問題

・マスクのボイ捨て問題

・表情が見えない

・喋っていると、下がってくる

・前髪がうねる

・のどの乾燥

・マスク焼け

・マスクによる頭痛

・不織布の場合高コスト

・表と裏が分かりにくい

・すぐになくなる

・顔の大きさによって合うマスクが違うため、採寸なくてはいけない

通気性

吸水性

環境面

・繊維の太さにもがらをつける

・表面に凹凸をつける

・繊維の断面に凹凸をつける

・繊維の中を空潤にする

・再生繊維もしくは無農薬の天然繊維の使用

新マスクに見込めるメリットとそれに伴うデメリット

メリット

・通気性がよくなるため、マスク内に水蒸気がたまりにくい

→肌荒れ、呼吸がしやすい

・吸水性がよくなる

→冬のマスク内乾燥

・素材が環境にやさしい

→再生繊維は土に埋めると微生物によって分解され、また自然にもどる

etc...

デメリット

・プラスチックスターを取り付けられた場合

→硬直音がする

経年化しても従来のものより重たくなる

コストがかかる

故障時に対応できない可能性がある

etc...

←横から見たマスク

↓前から見たマスク

←横から見たマスク

↓前から見たマスク

今までのマスクの問題点

新しいマスク

今までのマスクの利点

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。

ブレインストーミングのやり方。特に、実現出来ないことでもいいこと、心理的安全を確保することでより誰も思いつかなかったような意見が出ると知れてよかったです。 また、「新しい筆箱やマスク」というざっくりしたテーマでは考えづらかったけど、具体的な 1 つの問題を解決するためとすると考えやすくなったので、まず具体的に問題を把握するのが大切だと思いました。 発表の時にも、マスクの定義→問題点→改善策の順番で話している班はどんな活動をしたのかとても分かりやすかったので、プレゼンする時の構成もより聞いている人に分かりやすく、納得できるように届けられるよう工夫しようと思いました。
今の技術でできないことも含めて考える事や相手の意見を否定するのではなく誰かが出した意見をみんなで膨らましていくという方法が、実際に授業で体験して斬新なアイデアを出すために重要な考えだとわかりました。またアイデアを出す際にホワイトボードに考えたことをマップにして書き出すと頭の中が整理され、またそこから新たな発想のネタが出て、今回教えていただいた書き出す方法がこれからアイデアを出すという時に使ってみたいと思いました。
現実的ではないような案でも提案してみることで色々な意見が得られたり、そこから新たな意見が生まれることから「Yes,and」で繋ぐことは探究においてとても大切だと学びました。 実現は出来ないかもしれないけど、案として出ることによって楽しい探究にも十分繋がると感じました。そして、効果的な発表をすることは不可能を可能にしたいと思う気持ちを生む大事な行為だと気づきました。色々な視点を知ることは最もいい経験だったと思います。
聞き手が聞いていて興味を惹かれるプレゼンをすることの重要性を感じました。また自分たちの案をただ説明するのではなく、短時間で、分かりやすく、でも伝えたいことはしっかりと説明するというプレゼンの流れも学びました。
マインドマップを取り入れることでクラスの人との意見交換もしやすかったし、自分が思っていた以上にポンポン意見が出たことにとても感動しました。最終回のマスクの発表では、結構問題点がそれぞれの班で被っていたのに、その問題点をどのように切り取ってアイデアを広げていくかによって、それぞれのマスクに違いが出ていたこともとても面白かったです。
私な話し合いのとき、否定したくても否定できなかったり、その続きを聞きたいのに上手く言えないときがありましたが、否定のときは、否定するだけでなく改善案を。続きを聞きたいときは「それで?(っ ?? ?c)ワクワク」と聞くことで相手に続きを促す事ができ、話し合いがスムーズに出来ました。また、ブレインストーミングは、みんながペンを持ち、みんなが立つことでより生き生きとしたものになるとわかりました。
1 回目の講義で行ったブレインストーミングでは、関連することをどんどん考えていく難しさや、それを続けることで自分の思考の幅が広がることを実感できた。2 回目は新しい筆箱の試作品を作る中で、短時間かつコンセプトがわかりやすいようにする大切さを学んだ。そして、今回の発表では自分の班以外の様々なアイデアに触れることができて、とても良い経験になった。

○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。

2年生で行う探究活動にはテーマが決まっていなくて、自分たちで新しいことを発見しなければならず、僕は探究活動をする前から苦手意識がありました。今回学んだのは、与えられたテーマに沿った具体的な課題設定を行う上でブレインストーミングを活用する方法でした。これによって、テーマや課題を設定するときのイメージがついたので、前向きに取り組みたいです。そして話し合いに行き詰まったときはレクリエーションなどをして心をリフレッシュさせて、楽しく話し合いができるようにしたいです。

ブレインストーミングをする中で、たくさんの知識がないと新しいアイデアが思いつきにくいと感じたので、アイデアをたくさん出していくためにも普段からいろんなことに興味を持って生活をして、話し合いをする際には、問題点からそれぞれに考えることをさらに意識したいです。

形式にとらわれずに、普通なら考えられないようなアイデアも捨てないことや、ひとつの案からまた新しい案を出して融合させてより良い案をだすなど、身の回りには新しいことに踏み出すチャンスがたくさんあると知れたので今後も、つかめるチャンスは無駄にせず、そこからの可能性をしっかり利用していきたいと思いました。

これから先、高校の探究活動にかぎらず、社会に出てからもこのような能力が必要になってくと思うので、1回目のブレインストーミングなど、うまく利用できるものは利用していきたいです。

日常の問題点をスルーするのではなく身近な問題点から解決策を考え出すというのは生かしていきたいです。また、解決策を誰かに言うことによってそこから新たな意見が出て、もっとよりよいものを作っていけると思い、生かしていきたいです。

プレゼンテーションする時に、台本をみて読むというより、みんなに伝えるイメージで発表したい。また、探求なので今までと同じようなアイデアではなく、概念を覆すような面白いアイデアが出るように、日々アンテナをはっていたと思った。

ブレインストーミングを立てて行うこと。アイデアを出す段階が意外と一番重要であるということ。相手の提案に対して、「ええ。。。でも」ではなく「ええやんほんで。。。でつなげば、会話が進むということ。

新しいマスクのアイデアを出す事は思っていたよりもずっと難しかった。普段の生活に馴染んでしまっているからこそ新たな見方を考えるのに苦労したからです。固定された考え方に捉われることなく、様々なアイデアを否定しないということを大切にしたいです。また、情報・アイデアを発信して人を惹きつける力を持ちたいと思いました。

こんなに短期間で発表内容をまとめてパワポを作って発表するのは初めてだったのでとても大変だったが、いい経験になった。短期間でできるだけ内容のあるクオリティの高いものを作れるように2年生も頑張りたい。

今回の探究活動では、意見の出し方や共有のより良い方法を学ぶことができました。この経験を生かして、まずはお題づくりをより豊かにして、自分たちが本当に探求したいことを見つけていきたいです。また活動が始まったら、的確な方法で分かりやすい調査にするために、より多くの意見を交換して、日常生活に根付くようなものを作れたらいいなと思います。

<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。
- ・自ら実験計画を立て、結果を求める流れを体験させる。

○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「空気の密度をもとめる」

シリンジ、ゴム栓、鉄釘を用いて、実験のヒントを与える。次に、各班(4人)で実験操作を考え、測定した値をもとに密度を求めさせる。実験を進めるにあたって、必要となってくる電子天秤などは生徒のリクエストに応じて提供する。最後に得られた結果、操作について発表させる。

第3回「塩化ナトリウムの結晶 58.5g に含まれる NaCl の個数をもとめる」

岩塩の結晶、木槌、千枚通し、カッターナイフを用いて、実験のヒントを与える。また、ノギスの使い方の説明をする。次に、各班(2人)で実験操作を考え、測定した値をもとに個数を求めさせる。実験を進めるにあたって、必要となってくる電子天秤などは生徒のリクエストに応じて提供する。最後に得られた結果、操作について発表させる。



講座2に取り組む生徒の様子

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「空気の密度をもとめる」

評価の観点【思考,判断,表現】

シリンジ,ゴム栓,鉄釘を用いて,実験のヒントを与える。次に,各班(4人)で実験操作を考え,測定した値をもとに密度を求めさせる。実験を進めるにあたって,必要となってくるメスシリンダーなどの器具は生徒のリクエストに応じて提供する。最後に得られた結果,操作について発表させる。

[準備]

器具 プラスチック注射器(60 mL) ゴム栓 鉄釘 電子てんびん(精度 0.01 g 以上)

(生徒のリクエスト)

100mL ビーカー 100mL メスシリンダー 水槽 など

[生徒へのヒント]



(図1)



(図2)



(図3)

3時間目「塩化ナトリウムの結晶 58.5g に含まれる NaCl の個数をもとめる」

評価の観点【主体的学び】

岩塩の結晶、木槌、千枚通し、カッターナイフを用いて、実験操作および求める考え方のヒントを与える。また、ノギスの使い方を理解させる。各班(2 人)で、測定した値をもとに塩化ナトリウムの結晶 58.5g に含まれる NaCl の個数を求めさせる。

[準備]

器具 岩塩の結晶 木槌 木製台 千枚通し カッターナイフ
ノギス 電子てんびん(精度 0.01 g 以上)

[操作の手順, 考え方のヒント]

- 1 天日塩の結晶を木槌、千枚通し、カッターナイフを用いて直方体にする
- 2 天日塩の結晶の体積と質量を調べる
- 3 考え方のヒント



NaCl の単位格子の体積 $\Rightarrow 1.81 \times 10^{-22} \text{ cm}^3$

単位格子に含まれる NaCl $\Rightarrow 4$ 個分である

* ここではイオン結晶について構造と含まれるイオンの数についての説明を行う

● 生徒レポート

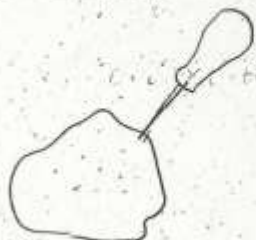
2時間目「空気の密度をもとめる」

操作手順および測定値 <1回目> ① ポストン・エム秤・くぎ → 30.25g ↓ ② ポストンを引いた後 → 30.18g ④ $0.07g$ (換けた空気の質量) ビーカーにポストンを引いた後、目盛りを覚え、その目盛りに水を入れ、ビーカーに水をくみだす。 これで体積を測る。換けた空気の。 より正確に測るために「メスシリンダー」に水を移す。 → ③ $50.6ml = 50.6cm^3$ ($1ml = 1cm^3$) 密度 (g/cm^3) = 質量 (g) / 体積 (cm^3) ☆	
<2回目> (手順は上と同じ) ① 30.30g ② 30.25g ③ $50.8ml = 50.8cm^3$ ④ $0.05g$	※ 下の有効数字の決め方。 今回報った数値の中で ③の体積の数値の有効数字 の桁数に合わせて 計算した。
測定値を用いての計算 ☆を用いて計算 (1回目) $\frac{0.07(g)}{50.6(cm^3)} = 0.0013834...$	(2回目) $\frac{0.05(g)}{50.8(cm^3)} = 0.00098425...$ (平均) $\frac{0.07 + 0.05}{50.6 + 50.8} = 0.00118343...$ ☆ 空気の密度 $0.00118 (g/cm^3)$

3時間目「塩化ナトリウムの結晶 58.5g に含まれる NaCl の個数をもとめる」

操作手順および測定値と計算

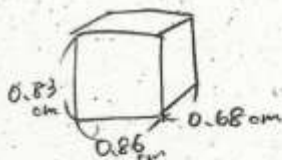
NaCl の結晶 $\rightarrow 1.81 \times 10^{-22} \text{ cm}^3 = 4 \text{ 個} - *$



立方体に削り取る

① 体積を計る

② この比を使って
体積当たりの結晶の数を
出す



① 0.485384 cm^3



③ 質量 0.86 g

③ 立方体の質量を計る

④ 比を使って 58.5g 当たりの
結晶の個数を求める

$$\textcircled{2} \quad 1.81 \times 10^{-22} \frac{\text{cm}^3}{\text{個}} : 4 \text{ 個} = 0.485384 \text{ cm}^3 : \underline{1.07 \times 10^{22} \text{ 個}}$$

$$\textcircled{4} \quad 0.86 \text{ g} : 1.07 \times 10^{22} \text{ 個} = 58.5 \text{ g} : \boxed{7.28 \times 10^{23} \text{ 個}}$$

結晶 58.5g 中の
個数

$7.28 \times 10^{23} \text{ 個}$

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、また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」

前回とは異なり、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、その後に測定を行う。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。



講座3に取り組む生徒の様子

資料 《講座3における生徒レポート》

理数探究基礎 化学②—I 反応による温度変化

補充

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熱の出入りという形で観察される。

溶解でもか

今回は①物質を水に溶かす反応（溶解）と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 物質を水に溶かす温度は上がる？下がる？...具体例を考えてみよう

水に氷→冷たくなるけど反応ではない
水に入浴道→あたたかく感じる気がする
→臭がぬぐいやれぬが

溶解性

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

溶解性をもつ

→何程でぬぐって...水（水がぬぐえぬが）

NaOHを扱う上での注意点

触れなようにする

フーブルをつける

早く操作を行う→溶解性をもつため

、ほそいようにする

1年（4）組（ ）番 氏名（ ）

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秒ごとに温度計で温度を測定する。

30

III 温度変化を正確に測定するにはどのような工夫が必要か

でも温度が逃げないようにする(室温とつなげるようにする)
混ぜることで全体の温度を上げる

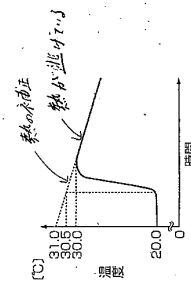
IV 次のデータの場合実験による温度変化は何℃と考えるべきか

実験中の室温による影響を少し下げたので

10.5℃

解説

熱が逃げたのは、温度が上がりたとき、それから一定の時間で熱が逃げた(熱の補正)



資料 《講座3における生徒レポート》

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 ・薬さじ
- ・薬包紙 ・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
- ② 水酸化ナトリウム約2.0gを電子天秤で素早く量り取り三角フラスコに入れる

実験2 量りとした水酸化ナトリウムの質量

1.9 g

- ③ 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 (℃)	23.0	24.0	25.5	26.5	27.0	28.0	28.5	29.0	29.5	30.1

時間 (秒)	300	330	360	390	420	450	480	510	540	570
温度 (℃)	30.1	30.1	30.0	29.8	29.5	29.1	29.1	29.0	29.0	28.9

- ④ グラフを用いて温度変化を求める

8.5℃

1年(4)組() 番 氏名()

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

※ 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を電子天秤で素早く量り取り三角フラスコに入れる

※ 2.0gを超えないようにすること

実験2

量り

1.8 g

- ③ 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 (℃)	23.0	27.5	33.0	37.5	39.5	39.5	39.2	39.0	39.0	38.6

時間 (秒)	300	330	360	390	420	450	480	510	540	570
温度 (℃)	38.2	38.0	38.0	38.0	38.0	37.8	37.5	37.1	37.0	37.0

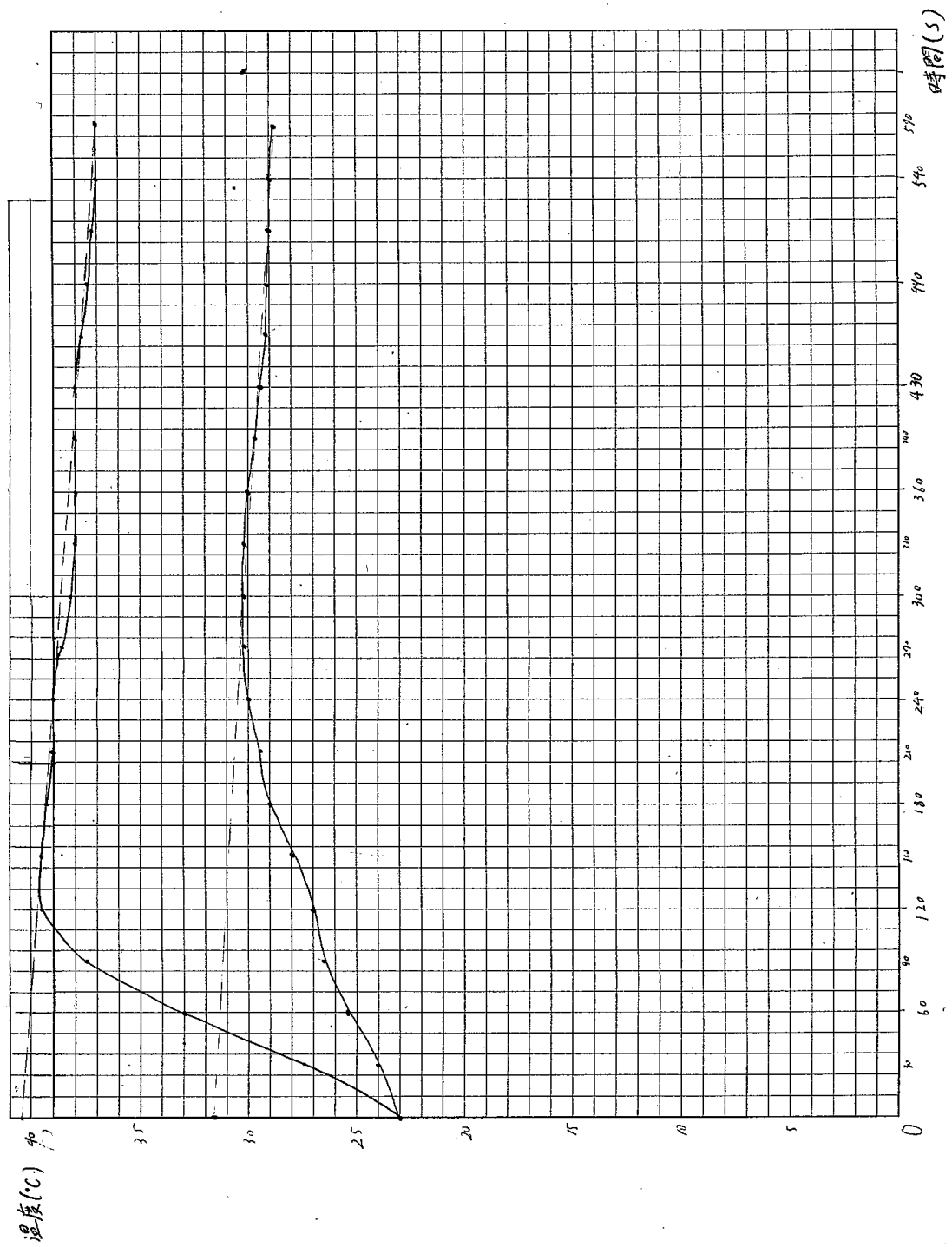
- ④ グラフを用いて温度変化を求める

17.5℃

考察

実験1より実験2の方が温度変化が大きかったのは、
実験1では水酸化ナトリウムがイオンによる電離熱が発生したが、
実験2では中和反応で熱が放出されたため、変化が小さかったと思う。

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》

実験探究基礎 化学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 純水 50 mL に水酸化ナトリウム約 2.0 g を加えたときの温度変化

$$8.5 \times \frac{2.0}{1.9} = 8.9$$

8.9 °C

実験 2 塩酸 50 mL に水酸化ナトリウム約 2.0 g を加えたときの温度変化

$$1.8 \text{ g} \times 17.5^{\circ}\text{C}$$

$$2.0 \text{ g} \times 17.5^{\circ}\text{C}$$

$$17.5 \times \frac{2.0}{1.9} = 19.4$$

19.4 °C

【反応】 実験 2 で用いた塩酸 50 mL に水酸化ナトリウム水溶液 50 mL (50 mL の中に固体の水酸化ナトリウム

が 2.0 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°C になるかを予測してみよう。

$$19.4 - 8.9 = 10.5$$

中和反応で上がた温度

$$10.5 \div 2 = 5.25$$

10.5 2倍ね

$$5.25^{\circ}\text{C}$$

【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 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

※ 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 mL 計り取り三角フラスコに入れる

※ 塩酸を計り取ったメスシ

③ 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)

1 年 (4) 組 () 番 氏名 ()

時間 (秒)	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270
温度 (°C)	21.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0

時間 (秒)	300	330	360	390	420	450	480	510	540	570
温度 (°C)	26.0	26.0	25.8	25.8	25.8	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5

④ グラフを用いて温度変化を求める。

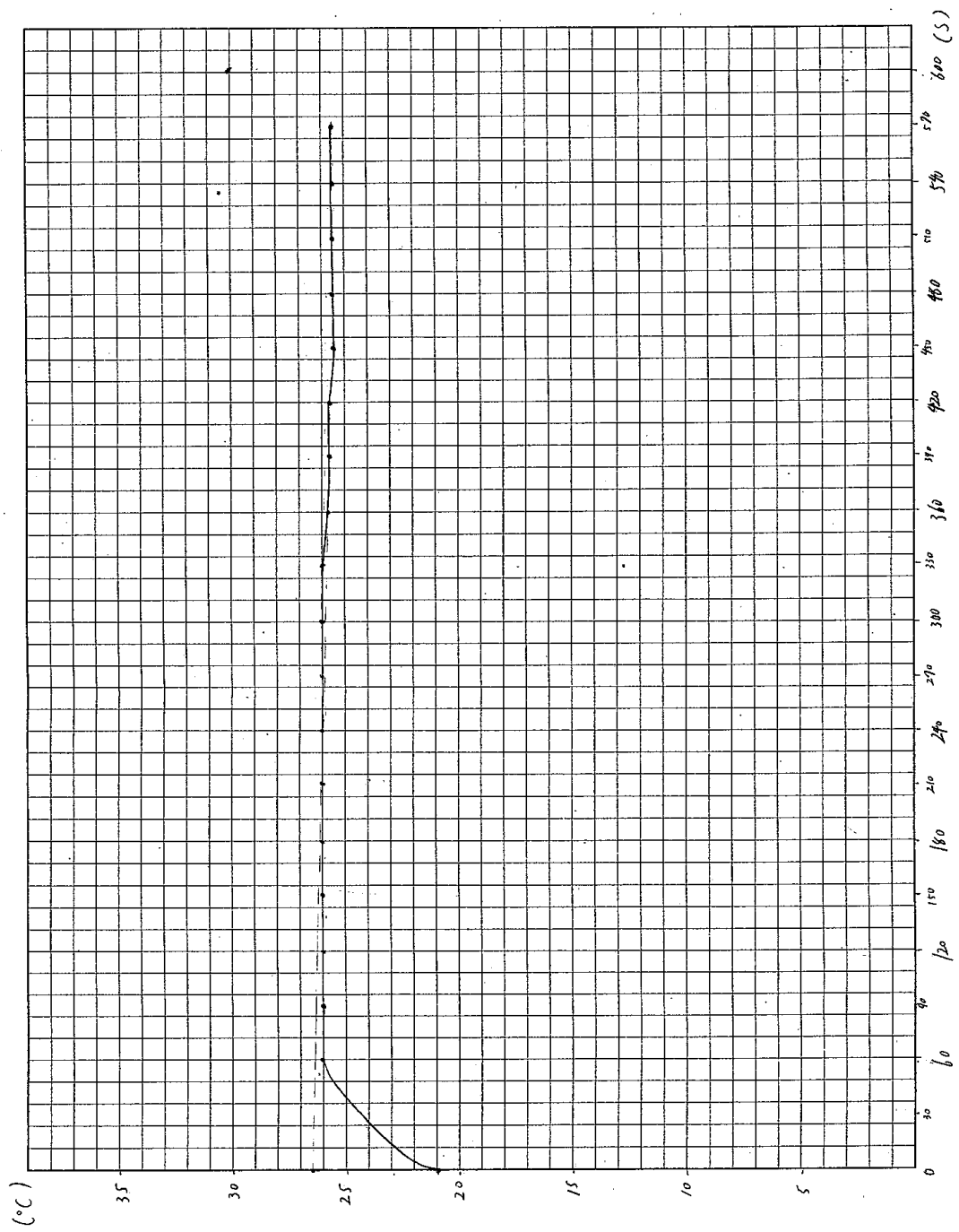
$$26.5 - 21.0 = 5.5$$

5.5 °C

【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)

予測した値が 5.25 °C、実験の値が 5.5 °C だったので、予測より測定的に高かった。
これは仮説のみに基づいて、実験で 2.0 g の量で中和反応させた 50 mL の変化の量に比べ、
水の量も 2 倍、今までの実験で水の量の変化が見られ、という事が正しかった。
ことが分かった。

資料 《講座3における生徒レポート》



講座4:「六甲山系の樹木における二酸化炭素固定量の測定」

○ねらい

・地球温暖化防止に樹木が果たす役割や課題を考え、実際に野外調査を行うことで、樹木の同定や測定等の基本的な技能を身に付け、さらに探究の成果を論文にまとめる力や適切に表現する力を養う。

○内容

第1回「オリエンテーション」

樹木が地球温暖化の原因である二酸化炭素を固定していることを学び、有効数字の取り扱いを含めて樹木測定（樹高や直径）の基本的な技能を身に付け、測定器具を自作する。さらに各班が主体的に課題の設定を行い、次回野外調査の事前準備を行う。

第2回「野外調査」

班ごとに設定した課題内容に応じて、観音山公園をフィールドとし、野外調査を行う。樹木の直径を測定し、自作の器具を用いて三角測量で樹高を求める。また、標本を採取し、インターネット（『六甲山系電子植生図鑑』等）を用いて樹木を同定する。結果を記録し、整理しておく。

第3回「論文作成」

野外調査の測定結果から、事前に Google classroom で配布した『立木幹材積表（林野庁）』を用いて、樹木の材積を求める。さらに材積から『森林吸収量報告（森林総合研究所）』に基づいて、樹木に固定されている炭素量を求め、二酸化炭素量に換算する。各班で設定した課題や仮説に対して、他の生徒と意見交換を行い、これらの結果を分析し、解釈する。考察した結果をまとめ、探究の過程で記録した内容を論理的に整理し、適切な表現方法でわかりやすく論文にまとめる。



講座4に取り組む生徒の様子

理数探究基礎～野外調査

オリエンテーション

担当：空野・藤友

1年3組理数探究基礎～野外調査授業予定

第1回 10月6日(木)於:Astra Hall 調査にあたって

第2回 10月13日(木)於:観音山公園 野外調査

第3回 10月27日(木)於:Astra Hall 調査のまとめ

後日連絡 月 日(): レポート提出

野外調査のテーマ

樹木を通して

地球温暖化を考える

第1回授業内容

- ① 地球温暖化と樹木
- ② 樹木測定の方法
- ③ 六甲山系の樹木について
- ④ 次回準備

① 地球温暖化と樹木

植物は光合成を行い、

$\text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{C} \rightleftharpoons \text{O}_2$

からだ(有機物：Cが骨組)を作る。

樹木は 草本に比べて

CO_2 由来の有機物(炭水化物etc.)を多量に蓄積している

地球温暖化の原因の一つ
大気中の CO_2 濃度の上昇

↓

1本の木はどのくらいの量の CO_2 を吸収し、Cを蓄積(=固定)しているのか？

↓

求め方？

樹木の種類により異なる
樹齢(年輪等で判断)

材積 × (①容積密度) × (②拡大係数) × (1 + (③地下部・地上部比)) × (④炭素含有率(0.5)) × 44/12 → CO_2 1分子質量44 C 1原子質量12

CO_2 量 =

(材積) × (①容積密度) × (②拡大係数) ×

→ 樹木測定し、立木幹材積表を用いる

(1 + (③地下部・地上部比)) ×

(④炭素含有率(0.5)) × 44/12

→ CO_2 1分子質量44 C 1原子質量12

**立木幹
材積表
(林野庁)
スギの例**

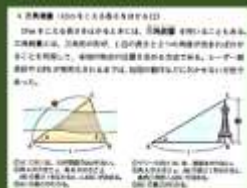
種類により
異なる表
を用いる

木の長さ(m)	木の太さ(cm)				長さ1.2m未満の太さ			
	8	10	12	14	8	10	12	14
4	0.003	0.007	0.012	0.017	0.003	0.007	0.012	0.017
5	0.004	0.009	0.015	0.021	0.004	0.009	0.015	0.021
6	0.005	0.011	0.018	0.025	0.005	0.011	0.018	0.025
7	0.006	0.014	0.022	0.031	0.006	0.014	0.022	0.031
8	0.007	0.016	0.025	0.035	0.007	0.016	0.025	0.035
9	0.008	0.018	0.028	0.039	0.008	0.018	0.028	0.039
10	0.009	0.020	0.030	0.042	0.009	0.020	0.030	0.042
11	0.010	0.022	0.033	0.045	0.010	0.022	0.033	0.045
12	0.011	0.024	0.035	0.048	0.011	0.024	0.035	0.048
13	0.012	0.026	0.038	0.051	0.012	0.026	0.038	0.051
14	0.013	0.028	0.040	0.054	0.013	0.028	0.040	0.054
15	0.014	0.030	0.042	0.057	0.014	0.030	0.042	0.057
16	0.015	0.032	0.044	0.060	0.015	0.032	0.044	0.060
17	0.016	0.034	0.046	0.063	0.016	0.034	0.046	0.063
18	0.017	0.036	0.048	0.066	0.017	0.036	0.048	0.066
19	0.018	0.038	0.050	0.069	0.018	0.038	0.050	0.069
20	0.019	0.040	0.052	0.072	0.019	0.040	0.052	0.072
21	0.020	0.042	0.054	0.075	0.020	0.042	0.054	0.075
22	0.021	0.044	0.056	0.078	0.021	0.044	0.056	0.078
23	0.022	0.046	0.058	0.081	0.022	0.046	0.058	0.081
24	0.023	0.048	0.060	0.084	0.023	0.048	0.060	0.084
25	0.024	0.050	0.062	0.087	0.024	0.050	0.062	0.087
26	0.025	0.052	0.064	0.090	0.025	0.052	0.064	0.090
27	0.026	0.054	0.066	0.093	0.026	0.054	0.066	0.093
28	0.027	0.056	0.068	0.096	0.027	0.056	0.068	0.096
29	0.028	0.058	0.070	0.099	0.028	0.058	0.070	0.099
30	0.029	0.060	0.072	0.102	0.029	0.060	0.072	0.102

日本林業調査会「立木幹材積表」より

**② 樹木測定の方法
～材積を求める**

測定器具：教科書p.80～81



教科書「理科の基礎」より

有効数字に注意：p.92～93

**目盛りの
10分の1まで
読む。
測定値どうしの
計算は、有効
数字に注意**



教科書「理科の基礎」より

**樹木の材積を求めるために
何を測定すればよいか？**

- (1) 樹高 (木の高さ)
- (2) 直径 (木の太さ)

(1)樹高 測定器具作成(班で1つ)



- ・厚紙1枚から短辺約15cmの直角二等辺三角形を4枚切る。
- ・端を輪に結んだ紐を短辺の長さに切って貼り付ける。
- ・紐の先端にダブルクリップをつける。

(1)樹高 測定器具使用方法



- ・道具の紐が縦の辺に沿うように持つ。
- ・斜辺の先に木の最上部をとらえる。
- ・自分の位置から木まで距離を測る。
- ・木までの距離+目の高さ=木の高さ

(2)直径 測定器具使用方法

- ・木の幹は位置によって太さが異なる。
- ・地上高1.2mで直径を測定するのが原則。(胸高直径という)
- ・木の周囲長を3.14で割ると直径が求められる。

**③ 六甲山系の樹木について
～樹木の種類を同定する**

**六甲山系について
極相として**

→(そこで最終到達する植物群落)
シイ・カシ・クスノキ・ツバキなど
常緑広葉樹を主体とする照葉樹林
→(クチクラ層が発達した葉を持つ)が発達する場所

①Google classroomの材積表から木の種類に応じたファイルを開く。



*スギ・ヒノキ → p.59～93
 *アカマツ・クロマツ他針葉樹
 コウヤマキ・サワラ・モミ
 → p.94～123

*広葉樹Ⅰ型(サワグルミ・オニグルミ・ホオノキ・カツラ・クヌギ・アベマキ・センノキ・シオジ・ミズキ・キハダ・トネリコ・アサダ・ヤチダモ・ニレ・キリ・ドロノキ)
 広葉樹Ⅱ型(Ⅰ型以外すべて)
 → p.124～137

例えばアベマキなら広葉樹Ⅰ型p.125
 直径28cm
 樹高16cm
 なら、右頁より
 材積0.39m³
 が求まる



2 炭素量の求め方確認

CO₂量 =
 (材積) × (①容積密度) × (②拡大係数) ×
 → 立木幹材積表 → 21年生以上
 (1 + (③地下部・地上部比)) ×
 (④炭素含有率(0.5)) × 44/12
 → 0.5で計算 → CO₂1分子質量44
 C 1原子質量12

樹木の種類により異なる



3 レポート作成

成果をまとめる～論文の書き方
 タイトル：探究内容を簡潔に
 要旨：論文全体のまとめ
 序論：テーマ背景や必要性+目的仮説
 方法：実験・調査(再現性要)図・写真
 結果：実験・調査で得られた正確な事実
 考察：結果の論理的分析・結論・展望
 謝辞・文献：必要に応じて

教科書 P.67



資料 <<生徒が各自の端末で Office365 共有機能を活用して作成したレポート>>

■■ 兵庫県立長田高等学校 77 回生 理数探究基礎 1 年 1 組 3 班 ■■

兵庫県立長田高等学校 77 回生 理数探究基礎

樹木の二酸化炭素固定量からみる 今後の空気中の二酸化炭素の変化の予測

1 年 1 組 3 班

1

① 要旨

樹木一本が一年間に吸収する二酸化炭素量を計測し、日本人一人当たりの年間二酸化炭素排出量と比較し、樹木一本が吸収できる二酸化炭素量は日本人一人当たりの二酸化炭素排出量の 900～1400 分の 1 という結果が得られた。そこから予想される空気中の二酸化炭素量の増減を予想したが、樹木の CO_2 固定だけでは吸収量は足りず更なる対策を講じることが重要であるとわかった。なお樹種別、林齢別炭素吸収量についても調べ、考慮したうえでの結果となっている。またそこで同じ木を長く植え続けることは CO_2 固定量が減少し効率が悪くなってしまうことがわかった。そこで森林をサイクルさせる方法についても調べ、世界の例としてニュージーランドに土地を保有する株式会社ウッドワンの取り組みについても記述しておいた。

② 初めに

森林に恵まれた日本では古くから樹木を伐採し加工することでいろいろなものを作り役立ててきた。針葉樹から広葉樹まで様々な樹木が生い茂る日本は森林大国とも呼ばれ自然の力により長く発展してくることができた。樹木は自然災害による被害を抑制したり、日本の重要な資源になるだけでなく、 CO_2 を吸収する働きを持っており、世界に比べ日本の空気がおいしくきれいに保てているのは、紛れもなく森林の力といえるだろう。

しかし、近年 CO_2 などの温室効果ガスの増加に伴い引き起こされる地球温暖化が世界的に問題になっている。確かに急速に発展する現代社会では致し方ないことなのかもしれない。そこで古くから森林に恵まれている日本では、その森林と日本人の二酸化炭素排出量が、どのように関係しているのかを調べようと考え今回の実験を行った。この実験を通して、日本と世界の現状を知り、自然を活用し自然にはぐくまれるようなより良い日本の未来につながればよいと考える。

また、人間一人当たりの二酸化炭素排出量を計測することはできなかったのもので、全国地球温暖化防止活動推進センターの記録を参考にしている。また農林水産省の記録など様々な情報をもとにして検討を行っている。

③ 方法

(1) 厚紙を辺の比が $1:1:\sqrt{2}$ の直角三角形に切って、端を輪に結んだ紐の先端にクリップをつけ、テープで厚紙の頂点に貼り付け樹高測定器具を作成する。

(2) 樹高：幹の周りの長さを測定する。

幹の周りの長さは直接メジャーで測るが、樹高を測る際には次の方法で行う。

①器具の紐が直角三角形の縦の辺に沿うように持つ。

②斜辺の先に木の最上部をとらえる。

③自分の位置から木までの直線距離を測る。

※木までの高さ+目の高さ=木の高さである。

(3) の結果から材積表と CO_2 量を求める公式を使う。

$$\text{CO}_2\text{量} = \text{材積} \times \text{容積密度} \times \text{拡大係数} \times (1 + \text{地下部} \times \text{地上部比}) \times \text{炭素含有量} \times \frac{44}{12}$$

④ 結果

[シ イ]	
樹 高	10m00cm
直 径	57cm
材 積	0.12m
CO_2 量	238kg

[アラカシ]	
樹 高	10m15cm
直 径	67cm
材 積	0.17m
CO_2 量	337kg

5 考察

1. 1 人当たりの二酸化炭素排出量と 樹木の二酸化炭素固定量

日本の 1 人あたり二酸化炭素排出量の推移

年	年間排出量(t-CO ₂ 換算/人)
2016	9.50
2017	9.40
2018	9.06
2019	8.78
2020	8.28

(出典：温室効果ガスインベントリオフィス)

上の表から、日本の 1 人あたり年間二酸化炭素(以下 CO₂)の排出量は、近年減少傾向にあり、直近では 8.2t 程度であることが分かる。これを測定した樹木の CO₂ 固定量と比較し、1 年間でどの程度の CO₂ を固定しているのか計算した。正確な樹齢が判明しなかったため、写真を使って大まかな時期を測定した。地理院地図の時系列表示によると 1979-1983 年の写真において樹木が減少し、1984-1986 年の写真において増加していることが確認できるため、樹齢を 40 年とし、二酸化炭素固定量は変化しないものとして計算した。

樹木の 1 年あたり CO₂ 固定量

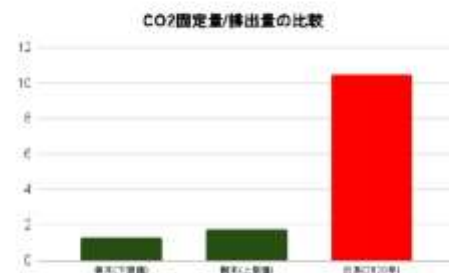
樹木	1 年あたり CO ₂ 固定量(kg/年)
シイ	5.925
アラカシ	8.425

この結果から、1 本の樹木の CO₂ 固定量は、直近の日本の 1 人の CO₂ 排出量と比較して、900 分の 1 から 1400 分の 1 程度であることが分かる。

2. 比較から想定される空気の二酸化炭素量の増減

1. で求めた値を使い、空気に含まれる二酸化炭素量の変化を予測する。

現在、日本全体の樹木の本数は、約 210 億本だと推定される。(Kubota, 2020) によって、日本の樹木の CO₂ 固定量は、すべての樹木が今回の測定値とほぼ同量の CO₂ を固定しているとすると、1.26 億トンから 1.77 億トン程度だと予測される。これを日本の CO₂ 排出量と比較すると、以下のようになる。



出典(日本の CO₂ 排出量): 温室効果ガスインベントリオフィス

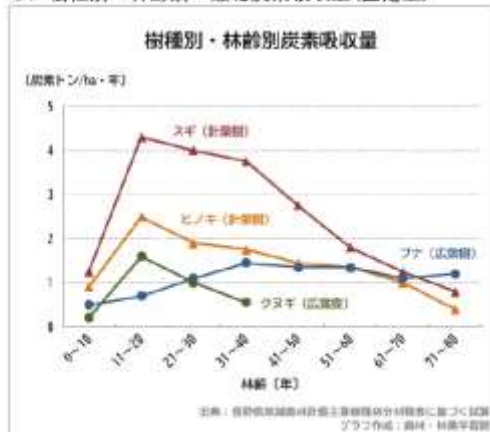
上のグラフから、日本において、樹木の CO₂ 固定量は CO₂ 排出量を大きく下回っていることが分かる。ここから、樹木の CO₂ の固定による空気中の CO₂ 量の減少は限定的であることが分かる。

日本は、2030 年に 2013 年比で 46% の温室効果ガス削減を目指している。しかし、これを達成した場合でも排出量は 7.11 億トン程度であり、樹木の CO₂ 固定だけでは吸収量が足りない。そのため、さらなる対策が求められるだろう。

前頁より、今回の樹木の場合空気中の二酸化炭素は今後増加するということがいえる。

次に、今回計測した樹木は前頁より、林齢 40 歳前後と推定される。では、林齢による二酸化炭素の固定量の違いについて調べ、そこからわかることを考察する。

3. 樹種別・林齢別二酸化炭素吸収量(固定量)



どの樹種に関しても、一律に成長期頃の二酸化炭素の固定量が最も多い。

今回調査した樹種は成長期が 31~40 歳に対して、調査対象の樹木は樹齢が 40 歳と推定される。つまり、今回の調査での「空気中の二酸化炭素量の変化」は、二酸化炭素の固定量が多い時のデータを用いているために、空気中の二酸化炭素の減少量をやや過大評価しているといえる。よって、実際は全ての樹木が成長期(今回は 40 歳頃)ではないので、平均的に考えると、前頁「樹木の一年あたり CO_2 固定量」のグラフは、現在の地球で見る平均的な固定量よりも多いと考えられる。「多く見積もっている」にもかかわらず、固定量が排出量を大きく下回っているという結果は重大なことから考えなければいけない事である。

このような考察をするわけは、空気中の二酸化炭素は地球温暖化に大きな影響を及ぼすからだ。この地球温暖化について、木材とのかかわりを知ると、重要性がわかる。

4. 木材と地球温暖化のかかわり

3. からわかるように、成熟とともに、二酸化炭素の固定量は減少していくため、同じ樹木をずっと植えておくことは地球温暖化の対策として不十分である。

そこで、成熟した木を伐採して木材として活用し、また新たな植林を行うことで再び二酸化炭素の固定量を増加させていくというこの循環が必要となる。

また、木から木材を生産する場合のエネルギー量は他の材料に比べて少ないため、加工の際の二酸化炭素が低く抑えられてより良い。

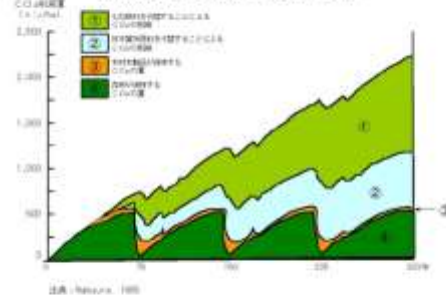
これらの観点から気が地球温暖化の抑制に果たす可能性はとても大きいと言える。

例) 株式会社ウッドワンの循環型林業



ウッドワンはニュージーランドに約 40,000ha (琵琶湖の約 3 分の 2 の大きさ) の広大な森林を所有し、循環型の林業を展開している。植林の開始は 1990 年。1ha あたり 1,200 本の苗木を植え、30 年を 1 サイクルとして、植林から伐採までを計画的に行い、地球温暖化対策としても有効な取り組みを実践している。

ヨーロッパでのノルウェイトウヒの森林によって達成される CO_2 の吸収と排出量の削減 (累積 CO_2 トン/ha)



成熟した木材の伐採後は化石燃料に変わるエネルギーとして利用すればその分さらに二酸化炭素の排出を抑えられる。

6 結論

上記の考察より、現代の日本においての CO₂ 排出量及び樹木の CO₂ 固定量の差は深刻なものであると言える。この状況は日本国民、そして地球上に住む人類として見過ごせるものではない。

これらを受けての我々の結論は、

「成熟した木を伐採、そして木材として活用する。そして植林を行う。」というサイクルをひたすら繰り返すということである。考察で述べたように、樹木の CO₂ 固定量で CO₂ 排出量をカバーする、というのは無理がある。それに加え、年をとっている木は十分な量の CO₂ を固定していない。地球温暖化の抑制を樹木に頼るのは厳しいということは明白であろう。しかし、できることはやらねばならない。

では、我々にできることで最善の策は何だろうと考えた際に浮かび上がってきたものが、考察及び上で述べたサイクルである。CO₂ 固定量の多い成長期の樹木が多く存在している状態を保てるよう植林を行う。成熟した木は伐採し木材として利用する。このサイクルを繰り返せば、極力 CO₂ を排出せず極力多くの CO₂ を固定できる、というものが我々の班が下した結論である。

7 謝辞

本課題レポートの作成にあたり、林野庁森林整備部計画課全国森林計画係の柳瀬隆史様には「立木幹材積表」を提供していただきました。ここに感謝の意を表します。

8 参考文献・HP

- ・「森林教育」(海青社 大石康彦・井上真理子 編著)
- ・「森林による炭素吸収量をどのようにとらえるか」(森林総合研究所)
- ・木材は環境にやさしい [林野庁](#)
- ・ロハスの森から [WOODONE](#)
- ・樹種別・林齢別炭素吸収量
- ・4-03 日本の二酸化炭素排出量の変化 [全国地球温暖化防止活動推進センター](#)
- ・日本全土の樹木種の個体数：約 1200 種で約 210 億本！
- ・Integrating multiple sources of ecological data to unveil macroscale species abundance [nature communications](#)
- ・地理院地図 / GSI Maps [国土地理院](#)
- ・日本の排出削減目標 [外務省](#)

<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、調べたいテーマを決める。

そのテーマに沿った質問を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、「反省について」は5段階とした。



講座5・6に取り組む生徒の様子

資料 《講座5で使したレジュメ》

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 $x_1, x_2, \dots, x_n$ 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。

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

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 偏差の平均値

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

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、 $x_1 - x_1 = \dots = x_n - \bar{x}$ 、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、データの平均値の散らばり方が小さいことの1つの目安である。

変量の測定単位が、例えばcmであるとき、分散 s^2 の単位は cm^2 となる。そこで、変量 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量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

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

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

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。

	8	9	3	4	10	3	7	9	10	3	計70
$(x - \bar{x})^2$	1	16	16	9	0	9	0	4	9	16	計100

解1 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。

6 10 7 7 5 4 9 10 5 7

$$s^2 = 14, s = 3.74$$

分散 s^2 の式は、次のように変形される。

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

$$\begin{aligned}&= \frac{1}{n}(x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2) - 2\bar{x} \cdot \frac{1}{n}(x_1 + x_2 + \dots + x_n) + (\bar{x})^2 = \overline{x^2} - 2\bar{x} \cdot \bar{x} + (\bar{x})^2 = \overline{x^2} - (\bar{x})^2\end{aligned}$$

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

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

例2 下のテストAの得点を x （点）とする。変量 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 10

解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 4 4 4 5 5 5 5 5 5 6 6 6 6 6 7 7

$$s^2 = 14, s = 3.74$$

B 変量の变换

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。

変量 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 $y = ax + b$ で新たな変量 y を作る。

このとき、 y のデータは次の n 個の値である。

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

変量 y のデータの平均値 $\bar{y}$ は

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

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

よって、 $\bar{y} = a\bar{x} + b$

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、変量 y のデータの分散 s_y^2 は

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

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

よって、 $s_y^2 = a^2 s_x^2$

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

変量の変換

a, b は定数とする。変量 x のデータから $y = ax + b$ によって新しい変量 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。

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

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、データの各値が一斉に a を掛けると、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 あるタ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。

解3 ある都市の日ごとに最高気温を摂氏度(°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。

$$y = 1.8x + 32$$

$$\text{平均値 } 59.0^\circ\text{F, 分散 } 29.16, \text{ 標準偏差 } 5.4^\circ\text{F}$$

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、新たな変量 u を $u = x - x_0$ と定めるとき、平均値 $\bar{u}$ と分散 s_u^2 を求めよ。

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

また、変量 $u = \frac{x - x_0}{c}$ とする。

(1) 変量 u のデータの平均値と標準偏差を求めよ。

(2) 変量 x のデータの平均値と標準偏差を求めよ。

$$(1) \bar{u} = 0.6, s_u = 1.5, (2) \bar{x} = 745, s_x = 15$$

資料 《講座5で使用したレジュメ》

2 2つの変数の間の関係

気温と商品需要の関係、国語と英語の成績の間の関係など、2つの変数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、量的データをとる2つの変数の間の関係であり、散布図や相関係数によって調べることができる。また、質的データをとる2つの変数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)、体重を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。



xとyの間の関係を乱やすくするために、右の図のように、

B 相関係数

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。
右のような図を**散布図**という。
2つの変数のデータにおいて、一方が増えると他方が増える傾向が認められるとき、2つの変数の間に、**正の相関係数**があるという。逆に、一方が増えると他方が減る傾向が認められるとき、2つの変数の間に、**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。



(1) 2つの変数x、yの散布図をかけ。

(2) xとyの間には、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、yの組の組として、次のように与えられているとする。

$$(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$$

以下では、 $x_1, x_2, \dots, x_n$ と $y_1, y_2, \dots, y_n$ の平均値をそれぞれ $\bar{x}$ 、 $\bar{y}$ 、標準偏差をそれぞれ s_x 、 s_y とする。ここで、xの偏差とyの偏差の積 $(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$ の平均値

$$\frac{1}{n}((x_1 - \bar{x})(y_1 - \bar{y}) + (x_2 - \bar{x})(y_2 - \bar{y}) + \dots + (x_n - \bar{x})(y_n - \bar{y})) \quad \dots \quad (1)$$

を考える。①をxとyの**共分散**といい、 s_{xy} で表す。

また、相関係数の絶対値をみるために、共分散 s_{xy} と、 s_x と s_y の積 $s_x s_y$ 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

$$r = \frac{s_{xy}}{s_x s_y} = \frac{\frac{1}{n}((x_1 - \bar{x})(y_1 - \bar{y}) + (x_2 - \bar{x})(y_2 - \bar{y}) + \dots + (x_n - \bar{x})(y_n - \bar{y}))}{\sqrt{\frac{1}{n}((x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2)} \sqrt{\frac{1}{n}((y_1 - \bar{y})^2 + (y_2 - \bar{y})^2 + \dots + (y_n - \bar{y})^2)}} = \frac{(x_1 - \bar{x})(y_1 - \bar{y}) + (x_2 - \bar{x})(y_2 - \bar{y}) + \dots + (x_n - \bar{x})(y_n - \bar{y})}{\sqrt{((x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2)((y_1 - \bar{y})^2 + (y_2 - \bar{y})^2 + \dots + (y_n - \bar{y})^2)}}$$

相関係数rについては、次の性質がある。

$$[1] \quad -1 \leq r \leq 1$$

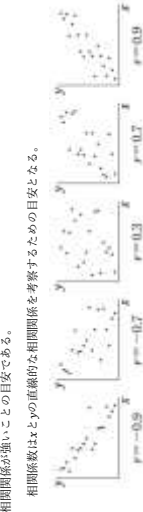
[2] $r = 1$ のとき、散布図の点は右上がりの直線上に分布する。

[3] $r = -1$ のとき、散布図の点は右下がりの直線上に分布する。

[4] 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強いこと、 r の値が-1に近いことは負の相関係数が強いことの目安である。

相関係数はxとyの直線的な相関係数を考察するための目安となる。



例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。

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。

木の番号	1	2	3	4	5
x	21	27	29	23	30
y	13	20	19	17	21
$x - \bar{x}$					
$y - \bar{y}$					
$(x - \bar{x})(y - \bar{y})$					
$\bar{x}$					
$\bar{y}$					
s_x					
s_y					
s_{xy}					
r					

例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。

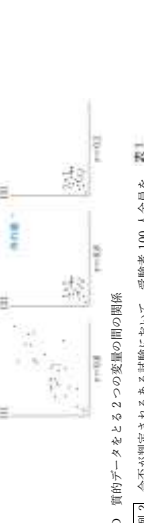
生徒の番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Aの得点	6	10	6	9	7	7	8	5	9	8
Bの得点	4	5	6	7	5	5	3	10	10	8

相関係数を使用し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

相関係数は、外れ値の影響を受けやすい値である。

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つの変数の間の相関係数を調べるとき、相関係数の値だけは、分布の形状を正しくとらえない場合もある。



D 質的データをとる2つの変数の間の関係

例2 合格が判定される試験において、受験者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。

表1において、教材Aを使用した者、使用しなかった者、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。

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。

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。

例3 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。

表1

表2

表3

表4

資料 《講座5で使用したしジュメ》

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10,14,14,14,16,17,19であるとすると。

(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。

$$840, 770, 760, 850, 790, 720, 780, 810$$
$$\text{いま、} c = 10, x_0 = 780, u = \frac{x - x_0}{c} \text{として新たな変数}u \text{を作る。}$$

(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 アイスクリームが多く売れる日は、缶コーヒーも売れやすい傾向がある。
- ② アイスクリームが多く売れる日は、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「PowerPoint の使い方」

PowerPoint の基本的な使い方を学び、発表用資料の作成ができるようにする。また、PowerPoint に備わっている機能に触れ、PowerPoint 上で出来ることを確認する。

第2回「伝わりやすいスライドとは」

限られた発表時間の中で聞き手の印象にのこ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ぶ。また、スライドに文字の大きさ、文字の量など聞き手を意識してスライドを作る必要があることを学ぶ。

第3回「発表用資料を作成しよう」

授業で学んだことを活かして、「私の推し」というテーマで口頭発表スライドと発表原稿を作成する。スライドに載せる文字の大きさや内容等、口頭発表スライドであることを意識して作成しているかを確認する。



講座7に取り組む生徒の様子

理数探究基礎における評価の方法

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

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1「探究での学びと研究倫理」

講義2「38 億人を救う数式」

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「六甲山系の樹木における二酸化炭素固定量の測定」

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つくり方」

＜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？

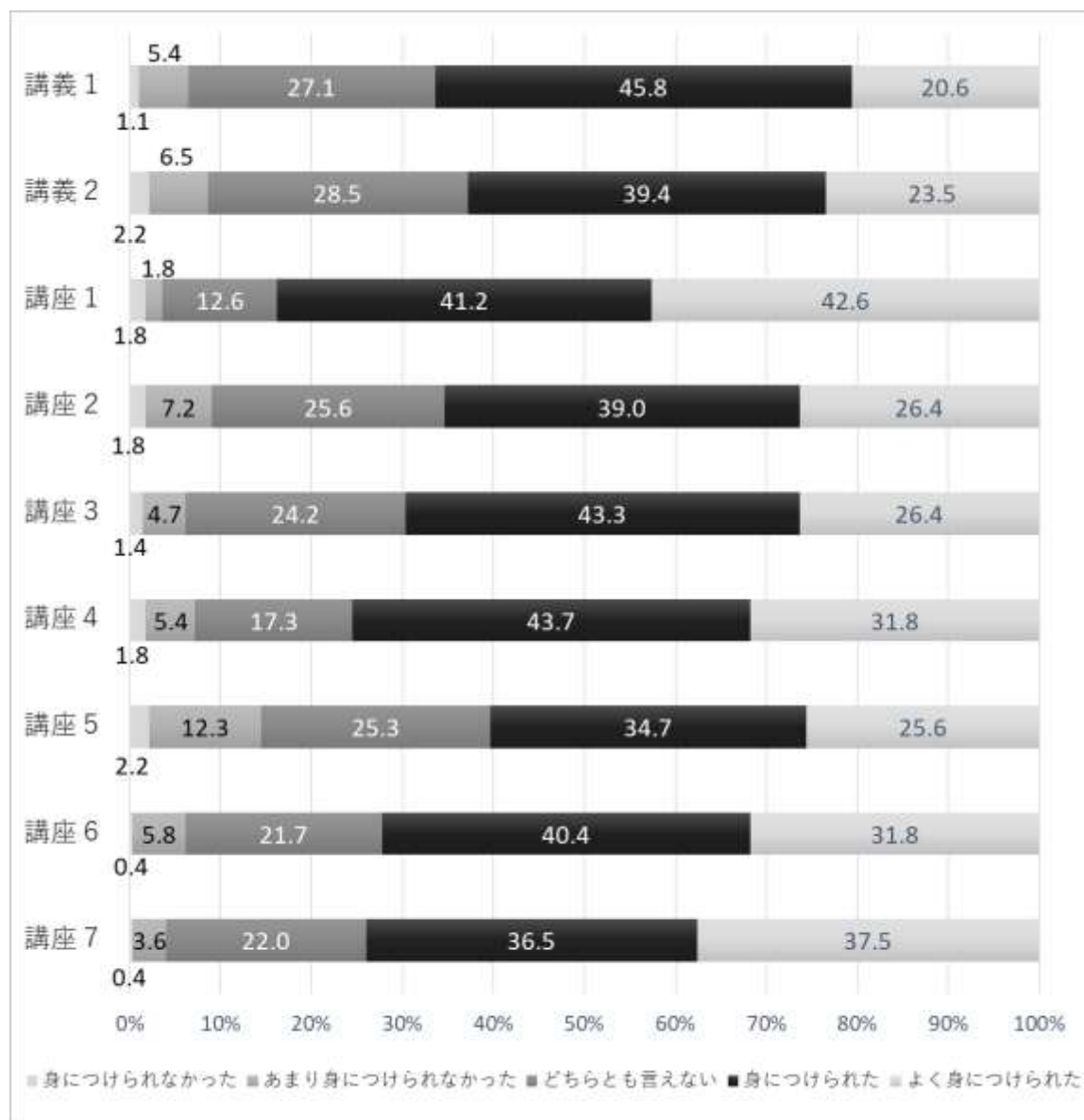
（ひろげる力）自ら情報を発信し、理解と共感を得る力を身につけられましたか？

＜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

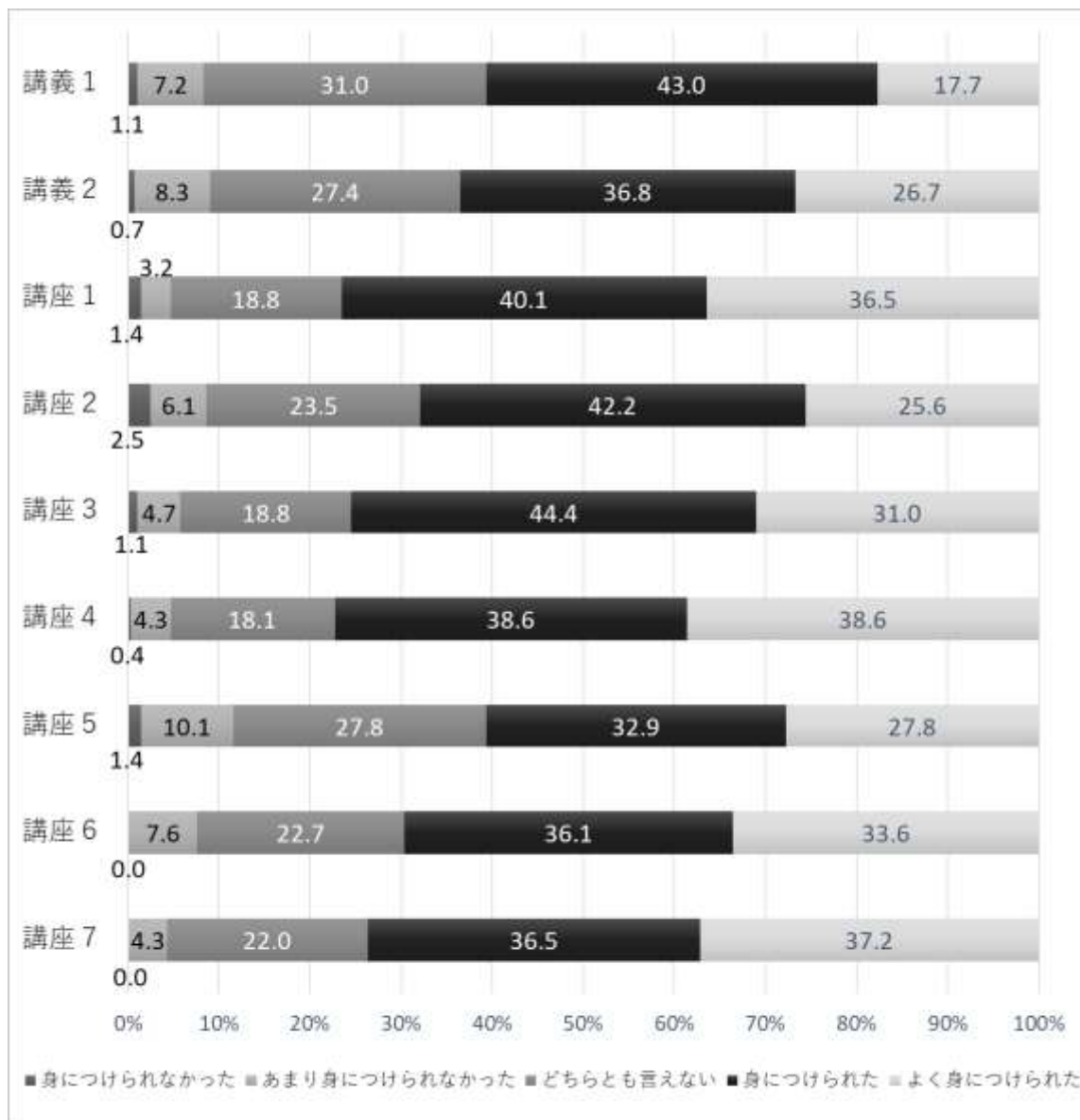
調査結果は次ページに示すとおりである。

《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？



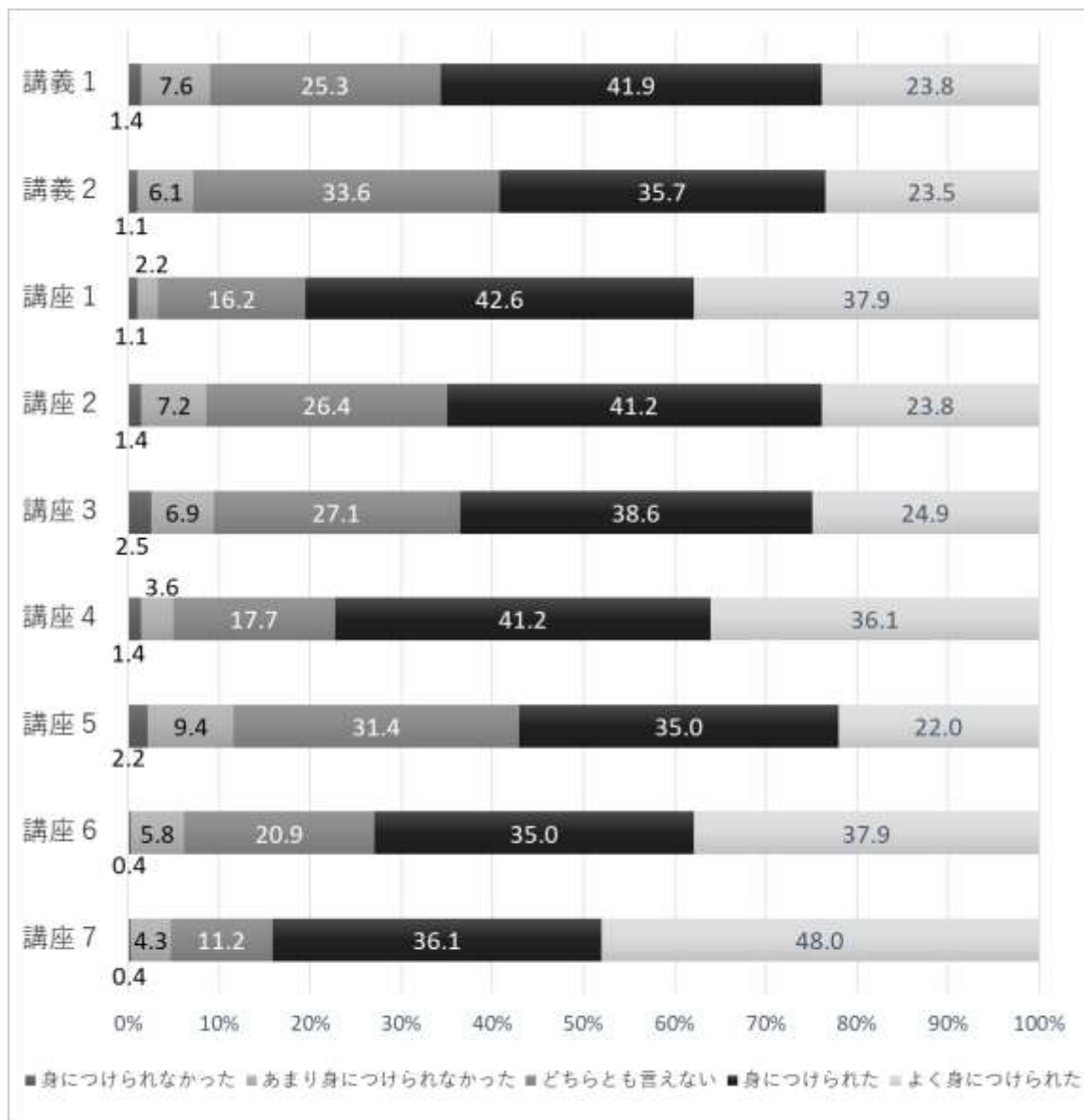
すべての講座を平均して、29.6%が「よく身につけられた」、40.4%が「身につけられた」と答えた。特に講座1「効果的なアイデアの出し方」では、合わせて83.8%の生徒が課題発見能力を高められたと回答している。講座1は、ブレインストーミングの手法を実践から学ぶ講座である。探究のテーマ設定の際に、応用できる可能性を感じた生徒が多かったものと考えられる。

「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、30.5%が「よく身につけられた」、38.9%が「身につけられた」と答えた。講座1「効果的なアイデアの出し方」および講座4「六甲山系の樹木における二酸化炭素固定量の測定」では、それぞれ合わせて（講座1）76.6%（講座4）77.2%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。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。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り、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。次年度以降の「総合的な探究の時間」における探究活動で、課題に積極的に取り組む生徒の姿を期待したい。

「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、30.9%が「よく身につけられた」、38.6%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84.1%の生徒が情報発信能力を高められたと回答している。令和4年度より、本校でもBYOD (Bring Your Own Device: I人I台端末) を購入して、普段の授業において利用している。2学年で「情報I」を履修する前から、こうした端末を活用した情報発信を経験することで、次年度以降の活動にスムーズに移行できるのではないかと期待される。

《全体検証》

「みつける力」

探究活動のテーマ設定において、現状を把握し、課題を定義し、マインドマップなどのツールを用いてグループ討議を経験する機会を得た。また考察したアイディアをもとに試作品を作成することで、テーマ設定の在り方を検証することができた（講座1）

「すすめる力」

仮説をもとに実験をデザインし、仮説の是非を検討する方法を学ぶことができた。その中で各種実験器具の使用方法を身につけられた（講座2・3・4）さらに得られたデータを統計の知識を用いて処理し、科学的視点をもって思考できるようになった（講座5・6）

「ひろげる力」

自らの考えを、プレゼンテーションソフトを用いて他者に伝えられるようになった（講座7）当初は導入された各自一台端末の利用に戸惑いを覚えていた生徒もいたが、Office365 の共有機能を活用して資料作成をできるまでに成長した（講座1・4）また探究の背景を意識しながら、自分の考えをレポートにまとめて、人に伝えられる力を養うことができた（講座7）

《次年度に向けた課題》

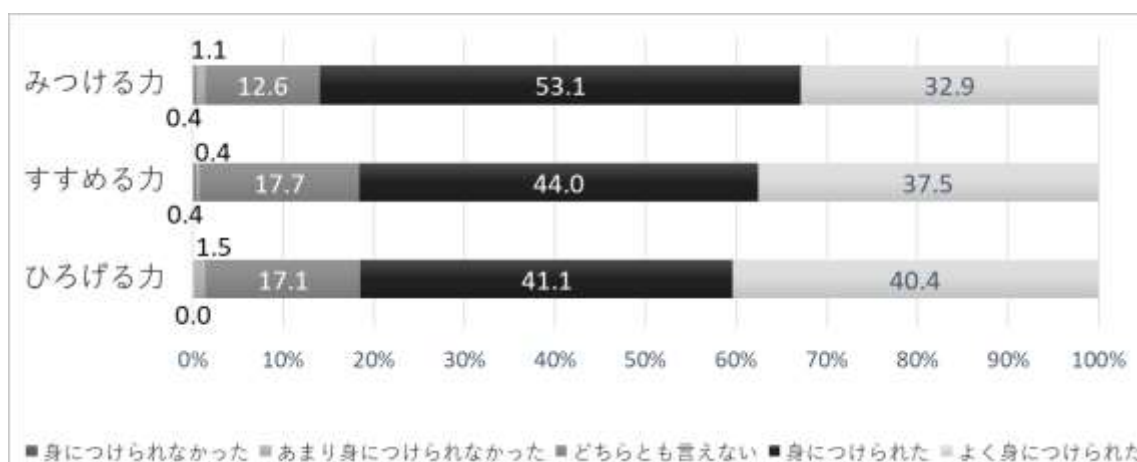
3時間で7つの講座を実施し、それに加えて探究の意義や研究倫理を学ぶ全体講座を考慮すると、1単位で年間24時間程度の授業時間確保が必要となる。次年度の1学年における理数探究基礎の年間計画を考える際に、気象警報や不測の事態などで授業が中止となった場合の備えが必要であると感じた。

生徒は、7講座の中で担当者が想定していた以上に活発な議論を行い、自律的に活動に取り組むことができた。理数探究基礎の中で培われた力や態度を、2学年における「総合的な探究の時間」の中で発揮できるよう、職員全体の協力のもとサポート体制を構築する必要があると思料する。

あとかき

この度、本校は奇しくも「戦後最大の教育改革」とも表現される学習指導要領改訂のタイミングにあわせて、文部科学省からスーパーサイエンスハイスクールの指定を受けた。それにもなつて、教育課程も探究活動を中心にすえた、より挑戦的な方向に大きく舵を切ることとなった。「理数探究基礎」と「公共」は、その中でも1学年の目玉となる科目である。今回変更された教育課程全体に対する、生徒の包括的な感触を調査したのが、以下の質問である。

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80%を超える生徒が、「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。とりわけ、課題発見力を表す「みつける力」は実に86%の生徒が「身につけられた」と答えており、来年度から実施される「総合的な探究の時間」に向けて、大きな手ごたえを感じている。

私たち教職員としても、これまで「人文数理探究類型」で培ってきた方法論を盛り込みながらも、新たな試みにもチャレンジし、それらを学校全体に「ひろげられる」よう努力を重ねたい。また今後の取り組みのさらなるブラッシュアップに向けて、引き続き関係各位の温かいご支援を賜りたい。

(編集)

令和4年度兵庫県立長田高等学校理数探究基礎担当者

高田泰英, 楠本伸一, 藤友和子, 空野智裕(理科),
久保田勝士, 宇都出寿紀(数学), 黒地美有(情報)