

平成22年度指定

スーパーサイエンスハイスクール
研究開発実施報告書

第2年次



平成24年3月

山口県立徳山高等学校

目 次

第1章 研究開発の概要	1
第2章 学校設定科目①「SSH基礎」	
I 取組の概要	10
II 生命・環境分野	11
III 地球科学分野	12
IV 物質科学分野	14
V エネルギー・技術分野	18
VI 大学連携授業	21
VII まとめ	22
第3章 学校設定科目②「SSH課題研究」	
I 取組の概要	24
II 島田川の水質調査	25
III 各研究テーマ	27
IV 中間報告会・課題研究発表会	49
V まとめ	50
第4章 学校設定科目③	
I 情報科学	52
II ライフサイエンス	54
III SSH応用	56
第5章 マレーシア海外研修	60
第6章 教科外の実施	
I 特別活動	70
II 課外活動	74
III 教員研修	83
第7章 実施の成果と課題	87
第8章 資料編	94
運営指導委員会 各種調査 教育課程表 学校設定科目の年間指導計画 SSH通信	

第1章 研究開発の概要

I 研究開発の課題

1 学校の概要

- (1) 学校名： やまぐちけんりつとくやまこうとうがっこう 山口県立徳山高等学校 (本校)
 校長名： 竹本 芳朗
- (2) 所在地 山口県周南市鐘楼町2番50号 (本校)
 電話番号 0834-21-0099
 FAX番号 0834-21-0198
- (3) 課程・学科・学年別生徒数、学級数及び教職員数

ア 課程・学科・学年別生徒数、学級数

課程	学科	第1学年		第2学年		第3学年		計	
		生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数
全日制 (本校)	普通科	281	7	279	7	280	7	840	21
	理数科	40	1	40	1	40	1	120	3
計		321	8	319	8	320	8	960	24

課程	学科	第1学年		第2学年		第3学年		計	
		生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数
全日制 (鹿野分校)	普通科	17	1	16	1	23	1	56	3

課程	学科	第1学年		第2学年		第3学年		第4学年		計	
		生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数
定時制 (本校)	普通科	12	1	16	1	9	1	15	1	52	4

イ 教職員数 (本校(全・定)、分校)

校長	教頭	教諭	養護 教諭	非常勤 講師	実習 助手	A L T	スクール カウンセラー	事務 職員	計
1	3	71	2	13	3	1	1	10	105

2 研究開発課題

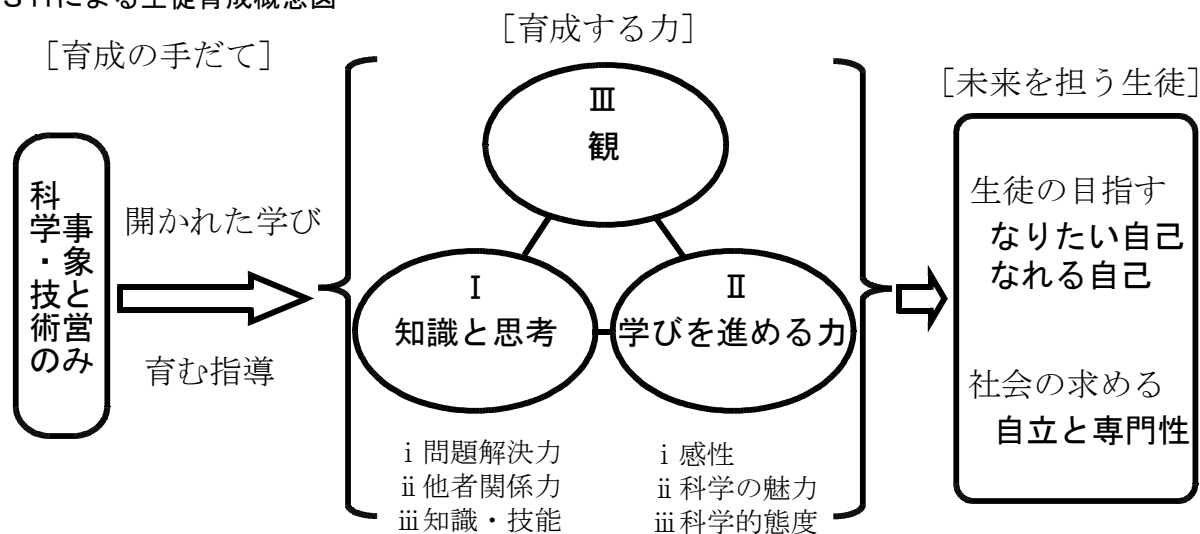
「専門性を備え、国際社会の中で科学・技術に携わり貢献できる自立した人材を育成するために、問題解決力、他者関係力を伸ばすとともに、感性を豊かにし、観の形成を図る教育プログラムの研究開発」

3 研究のねらい

社会の求める「自立への備え」と「専門性への備え」を身に付けるとともに、生徒のめざす「なれる自己」と「なりたい自己」を広げることを生徒育成の目的とする。そのために、社会で息づく「科学・技術の営みと事象」を題材とし、地域や社会・生徒の将来・より広い知的活動に「開かれた学び」により、資質・能力を「育む指導」によって展開する教育プログラムを研究開発する。取組を進めるに当たり、「育成する力」を知識と思考・学びを進める力・観の3つの要素からなる枠組みで、「育成の手だて」を学習環境・題材・学習活動・指導法・外部連携からなる枠組みで捉え

る。このような枠組みをもつことで、個々の取組のねらいを明確に位置づけるとともに、他校のSSHの取組もそれに照らして参考にすることができる。なお、「科学・技術」は自然科学、数学、工学、農学、医学、薬学、生活科学等を含むものとする。

OSSHIによる生徒育成概念図



II 研究開発の考え方

1 育成する生徒像

(1) 社会の求める生徒

- ア 自立への備え…バランスのとれた知識と多様なものの見方・考え方をもち、主体的に判断・行動し、異分野と対話する力(教養)を身に付けていくこと。
- イ 専門性への備え…各教科で習得した知識に加え、専門分野に向かう目的意識と問題解決力を身に付けていくことであり、専門知識を早期に習得することではないと考える。
- ウ 自立と専門性を併せ持つ…深さを持つ専門性と広さを持つ異分野をつなげることができる、T字型あるいは▽(ナブラ)型の能力。

(2) 生徒の目指す姿

- ア になりたい自己…社会でどのような生き方をしたいかについて、より広い選択肢をもつ。
- イ なれる自己…現在の能力の延長としての生き方について、より広い可能性をもつ。

2 育成する力の捉え方

○ I 知識と思考

i 問題解決力

- ア 問題把握：事象や知識をインプットするために多様な視点(観る方法・立場)をもつこと。○○学的、分析的、俯瞰的、複眼的、ミクロ・マクロ、静的・動的など。
- イ 探究：探究やものづくりによって疑問や課題を科学的に解決するために思考すること。類推、帰納的・演繹的推論、創造的思考など。
- ウ 批判的思考：インプットしたことに対する、疑問や課題を認識したり、物事の価値や妥当性について根拠に基づいた主体的な意見をもったりするために思考すること。問題の明確化、情報の信頼性の判断、推論、価値判断、事実と考えの区別など。

ii 他者関係力

ア 自己・他者認識：異質なものの存在や価値観の違いを感じ、自分と他者や社会との関係に向き合うこと。

イ 対話と協働：自分の考えを発表し他者の考えを受け入れるなど、対話や協働すること。

iii 知識・技能

ア 科学的な知識・技能：科学の成果についての知識、科学的な活動に関わる技能。

イ 科学についての知識：科学の理念、方法、営みなどについての知識。

○II 学びを進める力

i 感性

事象を観たり気付いたりし、考えを創出する際に活かす力。感性には、①五感を通して感じる力で探究心・知的好奇心などへとつながる「感覚力」 ②先見性、見通しなどの気付く力「情報先取力」 ③本質を観る、本物を知るなどの見極める力「本質把握力」 ④アイデアや知恵を発想し生み出し、表現する力「創出力」 ⑤人の心を感じ共感する力「共感力」がある。

ii 科学の魅力

科学の魅力を感じ、科学を楽しむこと。科学の魅力には、①なぜだろう、知りたい、試してみたい、などの「認知的魅力」 ②やってみたい、できるようになりたい、などの「習得の魅力」 ③役に立つ、意義がある、などの「社会的魅力」がある。

iii 科学的態度

科学的な知識や探究を支持し、科学の諸問題に自ら進んで関わること。

○III 観

i 体得した経験や科学・技術実践の感覚。

ii 自然観、科学・技術観、自己認識、他者認識、学習観、職業観等。

これら3つの力は行動の可能性としての「知識と思考」、活動の現実化としての「学びを進める力」、精神性としての「観」として、行動を支える。

3 生徒育成の手だて

生徒育成のために「開かれた学びのもとで、科学・技術の事象を、他者と共に、観て・考えて・創出し、体得し・観を形成する」学習活動を実現する手だてをデザインする。

(1) 開かれた学び

生徒育成のための手だてとして、次の3点からなる「開かれた学び」という視点をもつ。

ア 学校時代の学習に閉じることなく、生徒の将来に対して開かれている。

イ 教科学習に閉じることなく、より広い知的活動に対して開かれている。

ウ 学校だけに閉じることなく、地域や社会に開かれている。

(2) 題材

科学・技術的事象とそれを対象とする各学問に加え、科学・技術の営みを題材とし、次の枠組みで題材を捉えて教材を開発する。

ア 対象とする分野は数理科学、物質科学、生命科学、情報学、宇宙・地球科学、環境科学、生活科学、技術などとする。

イ 事象には、事物・現象、自然・人工的、空間的・時間的スケールなどがあり、それぞれに科学的・技術的アプローチがある。

ウ 科学・技術の営みには次の要素がある。

(ア) 科学の現状 … 科学の場と活動、研究の現状、研究者・技術者

(イ) 科学・技術とは … 科学・技術、科学で分かること・分からないこと、科学史・技術史

(ウ) 科学・技術と人間・社会 … 社会(人類)・個人・日本にとって、今後の在り方・捉え方

(エ) 科学的なものの見方・考え方

(3) 学習活動

ア 学習形態 … 講義、実習、見学、発表・交流会／個人、班別、一斉

イ 学習活動 … 受講、調査、探究、ものづくり、対話、発表

ウ 思考活動 … インプット、思考・判断、創出、アウトプット、および下位項目として学力モデルにある項目

エ 多様な思考のための行動 … 言語で表す、行動しながら考える、異なる世界(文化、科学・技術、自然)に触れる、感じて考える、他者の考えを知る、すぐに答えを求めない、どのように(How)というより何か(What)やなぜか(Why)を問う、他

(4) 指導法

ア 多様な思考をさせるために…ものの見方・考え方の提示、思考の仕方について指導者が身をもって示す、発問の工夫、指導者も含む相互啓発的な活動の推進、他

イ 多様な能力の育成のために…学習のねらいの提示、学習状況の生徒へのフィードバック

(5) 外部連携

ア 連携先 … 研究機関、企業、教育機関

イ 指導者／交流相手 … 研究者・技術者、教育従事者／児童・生徒、学生、社会人、外国人

ウ 事前・事後の打合せ

4 教育課程の編成

(1) 対象生徒

ア 全校生徒 自立への備えを身に付ける。

イ 希望者 自立に加えて専門性への備えに向かう。

ウ 理数科生徒 自立と専門性への備えを身に付ける。

(2) SSHによる科目・各種活動と学年ごとの学習活動の概要

理：理数科生徒 希：希望者 全：全校生徒

学 年	1 年	2 年	3 年
主な学習活動	インプット → アウトプット		
	科学・技術の事象と営みに会う		
	問題把握や批判的思考による活動		
	対話と協働		
	探究やものづくりによる創出活動		
学校設定 科 目 [理]	SSH基礎		SSH課題研究
	情報科学		SSH応用
	ライフサイエンス		
総合的な学習	ガイダンスセミナー・キャリアセミナー[全]、スーパーキャリア[理]、新聞・小論文学習[全]		
特別活動	文化祭[全]、合同合宿[理]、大学研修[希]、理数科中学生体験[理]		
課外活動	海外研修[希]、企業研修[希]、部活動[希]		

(3) 必要となる教育課程の特例等

ア 必要となる教育課程の特例とその適用範囲

- ・教科「保健体育」は、必履修科目「保健」の標準単位数を2単位から1単位に減じるとともに、教科「家庭」の選択必履修科目「家庭基礎」の標準単位数を2単位から1単位に減じ、学校設定科目「ライフサイエンス」（2単位）を履修する。
- ・教科「情報」は、選択必履修科目「情報C」（2単位）に替え、学校設定科目「情報科学」2単位）を履修する。

教科	科目	現行	特例	理由
保健体育	保健	2単位	1単位	1単位を「ライフサイエンス」に代替
家庭	家庭基礎	2単位	1単位	1単位を「ライフサイエンス」に代替
情報	情報C	2単位	—	「情報科学」に代替

イ 教育課程の特例に該当しない教育課程の変更

学校設定科目として、次の科目を設置する。

教科「科目」	S S H「情報科学」
開設する理由	科学・技術と情報を融合させ、科学系人材に必要な技能を高める。
目 標	科学・技術と情報の関係を理解し、問題解決の場面でデジタル技術やコンピュータを用いた表現やコミュニケーションを活用する能力を養う。
内 容	情報Cの内容に加えロボット制御の基礎、科学的な情報の扱い方
履修学年(単位数)	1年（2単位）
指 導 方 法	実験・実習の他、年に2回程度大学の出前講義を実施する。
既存科目との関連	情報Cの内容を踏まえた上で、情報のデジタル化による制御の技術を発展的に扱う。
教科「科目」	S S H「ライフサイエンス」
開設する理由	保健科学分野と生活科学分野を発展的に学習するため。
目 標	科学・技術と衣食住や保健衛生と関係を理解し、生活の場面で科学的なものの見方・考え方を活用する能力を養う。
内 容	保健の内容に加え「現代社会と健康」の発展的内容および家庭基礎の内容に加え「家庭の生活と健康」の発展的内容
履修学年(単位数)	1年（1単位）、2年（1単位）
指 導 方 法	年に数回程度の大学の出前講義を実施する。
既存科目との関連	家庭基礎、保健の学習内容を踏まえ、生活環境論、栄養学、保健健康学等を発展的に扱う。
教科「科目」	S S H「SSH基礎」
開設する理由	科学技術系人材育成のための中心となる科目であるため。
目 標	科学・技術の事象と営みについての知識や探究の方法を身に付けるとともに、科学的なものの見方・考え方を育成する。。
内 容	地球科学、生命・環境科学、物質科学、エネルギー・技術、科学についての5領域
履修学年(単位数)	1年（2単位）

指 導 方 法	大学からの出前授業やグループによる基礎実験。
既存科目との関連	理数数学・理科で習得する能力を、SSH基礎の題材で融合的・発展的に活用する。
教科「科目」	SSH「SSH応用」
開設する理由	科学技術系人材育成のための中心となる科目であるため。
目 標	科学・技術に関わる事象を数学的に考察したり、英語でインプット・アウトプットする能力を育成する。
内 容	行列・一次変換など数学の発展的内容および英語の科学記事などを用いたインプット、アウトプットの言語活動
履修学年(単位数)	2年(1単位)、3年(1単位)
指 導 方 法	大学の出前講義や、数学・英語の科学技術系素材を利用する。
既存科目との関連	理数数学Ⅰ・Ⅱ及びリーディング、ライティング、オーラルコミュニケーションⅠで習得する知識・能力をSSH応用の題材で活用する。
教科「科目」	SSH「SSH課題研究」
開設する理由	SSHの目標である科学系人材を育成するため。
目 標	科学的に探究する方法や問題解決能力を育成するとともに、科学実践の感覚を身に付ける。
内 容	特定の事物・現象、自然環境、数理事象、工学的事象に関する研究
履修学年(単位数)	2年(2単位)
指 導 方 法	個々の生徒が、理科・数学の教員や大学教授等の助言を受けながら問題解決を進めていく。
既存科目との関連	理数理科・理数数学の中の「課題研究」部分を発展させたり科目の内容を融合させたりして扱う。

5 研究開発の内容

(1) 学校設定科目の研究

理数科の教育課程および学校設定科目を研究開発する。今年度は1年生対象の「SSH基礎」「情報科学」「ライフサイエンス」、2年生対象の「SSH課題研究」「SSH応用」「ライフサイエンス」を次のねらいで実施した。

- ・科学的な事象を捉えるものの見方・考え方を身に付ける。
- ・科学的な問題解決の基礎能力と実践能力を育成する。

研究内容は次の2つである。

- ・各取組ごとのねらいの達成度と育成の手だて
- ・育成する力とその手だての枠組みによる、各取組の位置付けと全体のバランスの評価

(2) マレーシア海外研修

希望者対象の課外活動として海外研修プログラムを研究開発する。今年度は1年生32人を対象に、事前学習・情報交換、4泊6日のマレーシアでの研修、事後のレポート作成・発表・現地との交流継続、までの研修を次のねらいで実施した。

- ・多様な価値観を知るとともに対話や協働する力を身に付ける。
- ・広い視野から科学・技術の営みと事象を観て問題意識を持つ。

研究内容は次の3つである。

- ・海外の科学・技術の事象と営みを題材とする学習
- ・外国人指導者や学生との対話による学習活動および海外との連携の在り方
- ・事前・事後学習を含めた研修プログラムの開発

(3) 教科外の実施

特別活動および課外活動の実施を研究開発する。今年度は理数科を対象とするスーパーキャリア、中学生向け体験学習、他校との合同セミナー、1年生全員を対象とする活動報告会、希望者を対象とする大学体験学習、企業連携学習等を、次のねらいで実施した。

- ・科学の事象と営みに出会う。
- ・対話や協働する力を身に付ける。

研究内容は次の2つである。

- ・地域の科学・技術の事象と営みを題材とする学習
- ・他校や生徒同士の対話による学習活動および外部との連携の在り方

6 研究開発の評価（今年度実施分）

(1) 生徒の学習状況の評価

※対象の数字は実施した学年

実施時期	調査内容(形式)	対象			観点						
		理数科	普通科	希望者	I			II			III
					i	ii	iii	i	ii	iii	i
年度始	認識調査(選択式アンケートA)	1	1		○	○	○	○	○	○	○
入学時	思考・判断の調査(記述式)	1			○	○	○	○	○	○	○
随時	各取組ごとの活動とねらいの達成状況	12			○	○	○	○	○	○	○
年度末	JST意識調査(生徒の自己評価)	12			○	○		○			
	JST意識調査(保護者による評価)	12			○	○		○			
	認識調査(選択式アンケートA)	2	2		○	○	○	○	○	○	○

(2) 取組の評価 … 取組の実施状況と生徒の学習状況をもとにした評価

調査形態	時期	判断する人				評価項目						
		生徒	保護者	外部評価者	教職員	ねらい	教育課程	実施内容	外部連携	事業の効果	運営	学校づくり
取組ごとの調査	随時	●		●	●			○				
JST意識調査<生徒・保護者・教員用>	12月	●	●		●		○	○	○	○		
事業評価調査	2月	●					○	○		○		
認識+事業評価調査	2月				●		○	○	○		○	○
運営指導委員会での指導助言	7月/2月			●						○		

Ⅲ 研究開発の経緯

1 学校設定科目(理数科)

(1) 「SSH基礎」(1年2単位)

ア 地球科学分野 … 笠山の観察と鍾乳洞観察の野外実習 9月

イ 生命・環境科学分野 … トウモロコシによる遺伝法則実験・解析実習、気候変動の解析と結果の発表、酵素を使った探究活動 5月～7月、12～1月

ウ 物質科学分野 … 中和滴定実習、酸化還元滴定の探究活動 10～11月

エ エネルギー・技術分野 … 燃料電池を中心としたエネルギー現象の探究 12～11月

オ 科学について … 出張講義 山口大学 山勢博彰 教授「科学的なものの見方」

(2) 「SSH課題研究」(2年2単位)

ア 島田川の水質調査

イ 各研究テーマ … 生徒が設定したテーマに対する探究活動

(3) 「情報科学」(1年2単位)

情報モラル、情報技術、ロボット制御の領域を実施

(4) 「ライフサイエンス(保健科学分野)」(1年1単位)

保健科学の領域を実施。「健康の保持と疾病の予防」分野での出張講義 山口大学大学院

青島均 教授「物質と心ー食品・嗜好飲料や精油の脳への作用ー」 平成24年2月1日(水)

(5) 「ライフサイエンス(生活科学分野)」(2年1単位)

生活科学の領域を実施。「被服の洗濯」分野での出張講義 山口県立大学 松尾洋 教授

「表面張力と洗剤及び被服における水分の移動について」 平成24年2月1日(水)

(6) 「SSH応用(数学分野)(2年1単位)」

数学の応用的な領域について、互いに発表する。

2 マレーシア海外研修(1年生希望者32人) 平成24年1月3日(火)～8日(日)

(1) ALTによる英語での科学・技術の授業

(2) 研修先に関わるテーマ別の8班による調べ学習の発表

(3) 現地学生との事前・事後の文通やメールによる交流

(4) 現地での研修(大学での講義受講、交流会と宿泊体験、8施設での体験)

(5) 研究レポートの作成、口頭発表・ポスター発表

3 教科外の取組

(1) 「スーパーキャリア」(1年1単位)

ア 調べ学習、読書活動

イ 大学生講師によるガイダンスセミナー 平成23年6月1日(水)

ウ 社会人講師によるキャリアセミナー 平成23年6月9日(木)

(2) 岩国・山口・徳山 三校合同セミナー(理数科1年) 平成23年8月5(金)～7日(日)

(3) 山口大学理学部・農学部体験学習(理数科・普通科2年希望者31名) 平成23年8月25日(木)

(4) 九州工業大学体験学習(理数科・普通科2年希望者16名) 平成23年9月13日(火)

(5) 全校講演会 NPO法人 環境エネルギー政策研究所 所長 飯田哲也 平成23年9月9日(金)

「3・11後の世界をどう生きるかーこれからの社会、人生、仕事、そして未来ー」

- (6) SSH活動の普及 中学生理科体験学習（中学生希望者50名） 平成23年10月22日（土）
- (7) 本校活動報告会（1年生全員）平成24年2月15日（水）
- (8) SSH生徒課題研究発表会（神戸市）（3名） 平成23年8月2日（月）～4日（水）
- (9) 企業連携学習 東ソー見学（希望者12名）平成23年7月29日（金）
- (10) 地学巡検（1、2年希望者15名） 須佐ホルンフェルス他 平成23年8月28日（日）
- (11) 文化祭における化学部公開実験の実施 平成23年9月10日（土）～11日（日）
- (12) 宇部高等学校SSH課題研究発表会参加（理数科1年）平成23年9月22日（木）
- (13) その他の課外活動 化学部・生物部の活動、化学グランプリ（希望者16名）1名銅賞受賞

4 その他の活動

- (1) 運営指導委員会
 - 第1回運営指導委員会 平成23年7月12日（火）
 - 第4回運営指導委員会 平成23年2月13日（月）（第2、3回は宇部高等学校で実施）
- (2) 先進校視察等

ノートルダム清心学園、第3回SSH科学英語研究会	平成23年6月25日（土）
大阪府立大手前高等学校SSH「サイエンス探究」発表会	平成23年7月2日（土）
山口県立宇部高等学校研究成果発表会（7名）	平成23年9月22日（木）
京都市立堀川高等学校	平成23年10月22日（土）
奈良女子大学附属中等教育学校	平成23年11月22日（火）～23日（水）
広島大学附属高等学校「課題研究に関するSSH研修会」	平成23年11月27日（日）
山口県立宇部高等学校（4名）	平成23年12月27日（火）
- (3) 情報発信
 - SSH通信3号（5月25日発行）4号（10月4日発行）近隣中学に送付

第2章 学校設定科目①「SSH基礎」

I 取組の概要

1 取組の仮説

学校設定科目「SSH基礎」を5つの領域で学習活動を展開することで、多様な手立てをとり幅広く資質・能力の育成を図ることができる。

2 SSH基礎の概要

(1) 科目の目標

- ア 事象や新しい知識を観る多様なものの見方・考え方を知る(問題把握)。
- イ 課題に対して観察・実験や情報収集の方法を考え、データを解釈する(探究)。
- ウ 事象に対し疑問や課題を認識する／事実と意見を区別する(批判的思考)。
- エ 他者と対話をし、協働により探究を進める(対話と協働)。
- オ 科学の方法や技能を修得する／科学の理念、本質、営みを知る(知識・技能)。
- カ 五感をはたらかせて事象を捉える(感性)。
- キ 科学の(認知的・習得・社会的)魅力を感じる(科学の魅力)。
- ク モノや生き物の扱う感覚、量的感覚を得る(実践の感覚)。

(2) 内容と学習活動

地球科学、生命・環境科学、物質科学、エネルギー・技術、科学について、5つの領域により構成する。内容と学習活動選定に当たっては、次のことに配慮する。

- ・科目の目標に適し、各領域に合ったねらいの設定・題材を選定し、学習形態、活動内容、指導方法を定める。その際、ねらい、題材、学習活動が全体として多様になるようにする。
- ・観察・実験や探究活動等の実習を中心とし、生徒は記録をとりレポートを作成する。必要に応じて、外部講師の講義や校外での活動を取り入れる。
- ・材料や器具の数量の制限や少人数の学習活動の方が効果の期待できる領域については、クラスを2グループに分けてローテーションで学習を展開する。

(3) 1年間の内容

4月	生物の基礎知識
5月	「生命・環境」酵素の実験 「物質科学」中和滴定の実習 / 「エネルギー」運動の解析実習
6月	「生命・環境」トウモロコシによる遺伝法則の実験・解析実習
7月	「生命・環境」ウミホタルの実験
9月	「地球科学」地層の観察と化石採取
10月	「エネルギー・技術」燃料電池を使った探究 / 「物質科学」酸化還元滴定の実習
11月	〃
12月	山口大学連携授業 山勢博彰教授「科学的なものの見方」 「生命・環境」遺伝子組み換えの実習
1月	〃 ポスターセッションの準備
2月	ポスターセッション

II 生命・環境科学分野

1 実施概要

(1) ねらい

生物を対象にした科学は、条件を一定にすることが難しいだけでなく、生物には調節作用があるために、対照実験を設定することが、難しい分野である。そこで今年度の SSH 基礎生命・環境科学分野では、ウミホタルを使った実験を新たに開発する。

(2) 実施方法

ア 時数

5/24(2H) 無機触媒とカタラーゼの実験を実施(昨年度と同じ内容)。

7/11(1H)、7/12(2H)、7/14(1H) 無機触媒とカタラーゼの実験の反省をもとに、教材開発を進める。時数は、計4時間で、最初と最後の1時間は予備実験とまとめを行い、間の2時間続きで実験を行う。指導者は、理科教員1名。実習助手1名が補助を行う。

イ 題材

ウミホタルは、防府市秋穂の海から採集し、水槽で飼育しておく。ウミホタルの発光は酵素反応であり、水・酸素を必要とする。通常、乾燥ウミホタル(死んだもの)で行う発光実験を、今回は生きたまま発光させる。

ウ 学習活動

(ア) 題材に対する見方・考え方

前回の無機触媒と酵素カタラーゼでは、物質の反応を観察する化学的要素が強く、生物ならではの個体差による結果への影響、生物体としての調節能力の有無が反映されない。ウミホタルの発光では、生物を対象とした実験における対照実験の必要性を理解し、演習する。また、科学的思考の方法として、「ばらつき」を扱うための統計学を導入する。

(イ) 予備実験

発光実験の前に、電気刺激、機械刺激で発光することを確認し、酸素が少ない環境をつくるため、アスピレーターの使用方を学習する。

(ウ) 課題を設定した発光実験

次の1～3の仮説の検証を、二人一組で行う。検証は、前回の無機触媒とカタラーゼの実験と同じく、実験計画、結果の予想、実験、実験結果、分析・考察、結論の手順を踏まえることとする。各項目は、レポートに記入し、翌日までに提出させる。

- 1 ウミホタルの発光は、酸やアルカリの影響を受けない。
- 2 ウミホタルの発光は、温度の影響を受けない。
- 3 ウミホタルの発光は、酸素を必要としない。

(エ) まとめ

生徒の提出レポートから生物の対照実験の必要性についての指導が必要であることが判明し、確認演習として、次の考察問題を課す。

酸素水(酸素入りの水)の効果を調べるために、以下の実験を行った。

<実験>

- ①無作為に選んだ被験者10人に、最初に簡単な計算問題30問を解いてもらい、その時間を測定する。(間違えても、正解を入力するまで次に進めない)

②計算問題終了後、酸素水を 200ml 飲んでもらう。

③難易度が最初と同じ計算問題を 30 問解かせ、その時間を測定する。

<結果>

酸素水を飲む前には、平均 27.7 秒かかったが、酸素水を飲んだ後では、平均 24.6 秒しかかからなかった。

<結論>

酸素水には、脳の処理能力を向上させる効果がある。

問 「酸素水」以外に、平均が短くなった可能性をあげてみよう。

2 実施結果

(1) 生徒の活動状況

実験対象が生き物であり、対照実験を設定することに苦勞をしていた。たとえば、温度の影響では、カタラーゼであれば煮沸の有無や高温と常温の比較でよいが、生き物ではウミホタルが死んで意味がないので、温度設定が厳しくなる。限られた道具の中で、温度を設定するためには、新たな工夫が必要になる。これらに気づくことができて、実際に実験を行うことができたグループはなかった。しかし、多くのグループでは、カタラーゼの実験との違いを十分理解していた。

(2) 学習のねらいの達成状況

生物の対照実験の必要性や難しさは、十分理解できたようだ。

3 今後の課題

ウミホタルの生活環境において、今回の実験で設定した酸・塩基、温度、酸素濃度の変化が実際にあり得るか疑問である。その点では、日常生活との関連すなわち自然界との関連が希薄であろう。今後の教材開発の課題としたい。また、今回の実験で、生徒がウミホタルの生態に興味を持って、SSH 課題研究へと発展して欲しい。

統計学は、この後「トウモロコシの胚乳の色」(昨年度に引き続き実施)で χ^2 乗検定を用いた。多くの生徒にとって難しかったようで、その理解が今後の課題である。

Ⅲ 地球科学

1 実施概要

(1) ねらい

過去の地表の様子は、地層や岩石を調べることによって明らかになる。また化石は、当時の地球がどのような環境であったかを教えてくれる。そこで、本分野では以下のことを学習のねらいとして、地球上で起こった様々な出来事について考察する。

ア 火成岩の形成や特徴について理解を深め、科学的な自然観を身につける。

イ 鍾乳洞の広がりを理解し、その成因や形成過程を考察する。

ウ 化石の観察を通して、過去の地球環境や地殻変動の様子を探究する。

(2) 活動概要

ア 日時 平成 23 年 9 月 27 日(火) 8:30 ~ 16:30

イ 参加者 理数科 1 学年 40 名, 引率教員 3 名

ウ 日程

8:30	徳山高等学校 出発
10:30～11:30	萩市笠山の火口、溶岩を観察
12:30～14:00	鍾乳洞(景清洞)
14:15～15:00	カルスト台地(車窓見学)、秋吉台科学博物館
16:30	徳山高等学校 帰着

エ 学習活動

- (ア) 萩市笠山の火口、溶岩を観察し、笠山や萩六島の形成過程を考える。
- (イ) 鍾乳洞(景清洞)を観察し、地形の広がりを理解する。カルスト台地と関連させて、その成因や形成過程を考察する。さらに、洞窟性動物の生態について学ぶ。
- (ウ) 美祢層群の化石の観察を通して、過去の地球環境を探究する。

オ 指導法

- (ア) 事前学習を行い、学習のねらいを生徒に示す。
- (イ) 内容の深入りはせず、野外活動の実施に困らない程度のものであるとする。
- (ウ) 景清洞、秋吉台科学博物館では、指導員の方に協力を依頼した。鍾乳洞の観察のポイント等を教えていただいた。
- (エ) 生徒の興味・関心や理解の度合を把握するために、事後アンケートを行う。

2 実施結果

(1) 事前学習

昨年度は、事前学習を行わずに野外活動を行った。走向・傾斜についても現地ですべて初めて教えた。大半の生徒は理解することができたが、一部の生徒は理解できていなかった。

そこで今年度は、昨年度の反省から事前学習を行った。地質における走向・傾斜の意味を理解し(図1)、地層の広がりイメージできるようにした。また、火山の形成、鍾乳洞とカルスト台地の成因、化石と堆積環境など、野外活動に必要な事柄を事前に学ぶことにより、学習効果の向上を図った。生徒は意欲的に取り組んでいた。



図1 走向・傾斜の測定

(2) 生徒の活動状況

ア 笠山に向かう途中、バスの車窓からその全形を遠望した。笠山は、下部が数万年前の噴火活動でつくられた溶岩平頂丘で、上部が約1万年前にできたスコリア丘である。その形成過程を考えることにより、生徒は笠山が現在の形となっていることを理解した。



図2 笠山の火口

山頂から深さ30mの火口(図2)に降りていった。火口はスコリア壁で囲まれていて、火口底には火道口も見られた。また、褐色多孔質の火山噴出物を確認することができた。笠山のふもとで、風穴(岩の隙間)の観察をした。風穴からは、真夏でも冷たい空気が流れ出ている。これも笠山の形成と関連させて考えることができた。

イ 景清洞(図3)で、鍾乳洞の広がりの様子を学んだ。多くの生徒は、石灰岩の主成分が炭酸カルシウムであることを知っているが、溶食作用によって石灰岩体の内部に鍾乳洞が生じることに大きな興味・関心を示していた。また、石灰岩に化石が含まれていることや洞窟性動物に興味を示す生徒もいた。



図3 景清洞

ウ 秋吉台科学博物館に向かう途中、バスの車窓からカルスト台地を観察した。ドリーネやウバーレなどの地形も溶食作用と関連させることにより、その成因や形成過程を考察することができた。

エ 秋吉台科学博物館で、秋吉台周辺の地質について学習した。古生代末のフズリナや中生代のアンモナイトなど、海に大繁栄した生物の化石が見つかることなどから、当時のこのあたり一帯の環境や地殻変動の様子について考えることができた。

(3) ねらいの達成状況

野外活動を行ったのち、アンケートを実施した。結果は以下のとおりである。

1. 萩市の笠山がどのようにしてできたかを理解することができましたか。
① 理解できた(50%) ② おおむね理解できた(45%) ③ 理解できなかった(5%)
2. 景清洞(鍾乳洞)の特徴がわかりましたか。
① わかった(40%) ② おおむねわかった(55%) ③ わからなかった(5%)
3. 秋吉台(カルスト台地)がどのようにしてできたかを理解することができましたか。
① 理解できた(27.5%) ② おおむね理解できた(65%) ③ 理解できなかった(7.5%)
4. 今後、また巡検を実施するとしたら、参加してみたいと思いますか。
① 思う(100%) ② 思わない(0%)

自由記述として、「目で見て体験することで、山口県の自然を感じ、理解することができた。」「地学の授業はないが、地学分野に興味を持てる巡検だった。」「地学の勉強をした後で実際に観察したので、新しい発見をすることができた。」などの意見があった。本校の理数科は地学の授業を行っていないが、アンケートの質問項目「また巡検に参加してみたいと思うか。」に対して、すべての生徒が「思う」と回答してくれたことは、大変ありがたいことである。

IV 物質科学分野

1 実施概要1「中和滴定」

(1) ねらい

- ア 定量実験を体験することで、より正確な実験をする方法を考え実施する(探究)。
- イ 実験誤差を生じる様々な要因に気づく(感性、批判的思考)。
- ウ 定量実験の定石を正しく行うことで実験技能を向上させる(実践の感覚)。

(2) 実施方法

ア 時数、活動場所、題材

2時間続きの授業を化学実験室で実施。40名の生徒を20名ずつに分割し、エネルギー・技

術分野と物質科学分野で指導した。中和滴定の指導者は理科教員1名、実習助手1名。

イ 題材

シュウ酸標準溶液と水酸化ナトリウム水溶液を自分で調整し、用意されたシュウ酸標準液とともに中和滴定を行う。

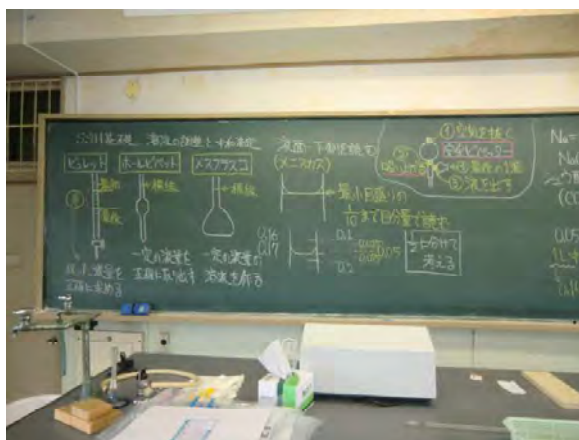
ウ 学習活動

2人1班で、実験原理と実験操作の基本について指導した後、試薬の秤量とメスフラスコによる溶液の調整を行う。自分で調整したシュウ酸と教員が用意したシュウ酸で中和滴定を行い、実験精度の検証を行う。

エ 指導

(ア) 実験作法や実験原理は未習であるので、我流にならないよう指導する。

(イ) 実験の精度を検証することで、誤差の原因と実験操作の妥当性を考察する。



実験作法の指導板書



中和滴定実習

2 実施結果 1

(1) 生徒の活動状況

ア 電子天秤を初めて使用したため、秤量に時間がかかっていた。

イ メスフラスコの使い方が不十分で、標線を正確に合わせることができない生徒がいた。

ウ ほとんどの生徒が6回の滴定を90分程度で終了でき、片付けを時間内に終えることができた。

(2) 学習のねらいの達成状況（生徒のレポートと活動状況より）

ア 探究…定量実験のポイントを自ら考え、必要な点を意識した上で慎重な実験操作ができていた。昨年の生徒に比べ、内容を厳選したため、操作が明確になり、より効果的な実験ができた。

イ 感性・批判的思考力…70%の生徒が十分な考察ができていたが、30%の生徒は不十分であった。はじめての定量実験であるので、さらにきめの細かい指導が必要であろう。

ウ 実践の感覚…全ての生徒が時間内に実験を終えることができ、実験操作の習熟には効果があり、達成状況は良好である。

(3) 取組の評価と課題

ア 配当時数、生徒数

生徒の活動状況より2時間の配当、20名の編成、2人ごとの班活動いずれも適切であった。

イ 題材と学習活動

本題材による学習活動は、次の点からねらいを達成するのに適切であった。

(ア) 極めて基本的な実験操作でありながら、定量実験の正確さが求められる。

(イ) 指示薬による終点の検出は、感性に働きかけるもので、関心・意欲が高まる。

ウ 指導法

指導法はねらいア、ウに対して有効であった。ねらいイについては、考察する観点を丁寧に指導することが必要である。

3 実施概要2「酸化還元滴定」

昨年度と同様の内容での実施のため、昨年度との変更点や生徒の状況の違いに触れて記述する。

(1) ねらい

本分野では滴定操作を中心に扱う。このテーマは課題研究を進めていく上で基本となる実験操作であり、生徒が取り組み易い。学習のねらいは、以下の通りである。

ア 滴定における反応を理解し、化学反応式から量的関係に結びつける（問題把握）。

イ 設定した課題を解決するための試薬の必要量を決め、そのための準備をする（探究）。

ウ 実験操作の結果について、周囲と比較しながら結果の妥当性を検討する（批判的思考）。

エ 滴定終点における変化を注意深く観察し、化学変化を楽しむ（科学の魅力）。

オ 滴定操作の精密さと、測定誤差の発生に対する感覚を持つ（感性）。

(2) 実施方法

ア 時数・活動場所など

2時間続きの授業3回を生徒10班計20名を対象に、化学実験室で実施。指導者は理科教員1名、実習助手1名。

イ 題材

硫酸酸性の過マンガン酸カリウムとシュウ酸の反応による酸化還元滴定を題材とする。

過マンガン酸カリウム水溶液の調製濃度を指定した後、シュウ酸や希硫酸の必要量、濃度を計算させ、自分が調製した試薬で酸化還元滴定を実施する。

全てを、生徒が調製すると正確さの検証ができないため、別濃度のシュウ酸標準液を用意し、この滴定を実施することで、実験の正確さを検証することとした。

ウ 学習活動

(ア) 題材に対する見方・考え方の把握

a 酸化還元反応の化学反応式を利用して、これから実施する反応を理解する。

b 過マンガン酸カリウムの濃度・液量に対するシュウ酸の濃度、液量の目標を設定し必要な試薬の濃度と、調製量を計算によって求める（昨年より濃度を低くし、試薬量を低減）。

(イ) 器具の準備と試薬の調製

a 器具を準備し、その名称と機能、使用方法を理解する。

b 実験手引き書に従い試薬を調製し、保存容器に移し、ラベルを貼り付ける。

(ウ) 課題を設定しての探究…(イ)で調製した試薬を用い、酸化還元滴定を実施する。

a 教員が用意したシュウ酸標準液で酸化還元滴定を実施し、調製した過マンガン酸カリウムの評価と滴定技術の評価を行う。

b 自分で調整したシュウ酸標準液で酸化還元滴定を実施し、シュウ酸標準液の調製技術と滴定技術の評価を行う。

(エ) 器具の洗浄と廃液の取扱い…適切な洗浄法と廃液の扱い方を習得する。

(オ) レポート作成…これらも授業時間内に行うよう計画する。

エ 指導法

- (ア) 本学習のねらい「ア～ウ」を生徒に示し、それらを意識して活動に臨むよう指示をする。活動は前述の見方・考え方を掲載した資料と実験手引き書を参考に、班ごとに進めさせる。1年生であることを踏まえ、事前の説明を丁寧に行い、実験が我流にならないように指導する。生徒が現象の観察や測定から感じ取った事柄を大切にする（昨年度より指導量増大）。
- (イ) 器具等は最低限必要なものだけを揃え、その他は必要性や生徒からの申し出により貸し出す。安全のための保護メガネの着用、および機器破損防止のための使用上の注意をする。
- (ウ) レポートは読者が追実験を実施できるように「目的」と「操作」を明記し、問題意識を持った事柄について「事実」と「考え」を意識して一定の形式で記述させる。

4 実施結果 2

(1) 生徒の活動状況

- ア 活動の進行状況は、第1回は学習活動(ア)～(イ)、第2回は(ウ)、第3回は(エ)～(オ)であり、生徒は授業時間いっぱい熱心に活動をした。
- イ 化学反応式から試薬の調製量を計算することは電卓を利用し、調製した。
- ウ 器具などの取り扱いでは、昨年比べて格段に上手であった。
- エ 滴定では、終点近くの慎重な滴下を早くから実施したため時間がかかりすぎ、6回の滴定を実施できない班が前年同様6割あったが、昨年比べると滴定速度は速かった。



酸化還元滴定の様子

- オ ビュレットの読みでは、最小目盛りの10分の1まで目分量で読み取る必要があるが、不慣れなため、読み取りに時間がかかっていた。
- カ 器具の洗浄では、洗浄が不十分で洗い直しが必要な班や、洗っている最中に手が滑って破損してしまった班があった。
- (2) 学習のねらいの達成状況（生徒のレポートと活動状況より）
- ア 問題把握…課題設定は共通の目標を設定させることで100%の生徒が理解したが、反応式の理解に時間がかかった生徒が20%、計算に時間がかかった生徒が15%で、生徒の問題把握に必要な時間に差が認められた。
- イ 探究…設定した課題に対して必要な実験操作を理解し、班で協力して実施できている生徒は100%であるが、30%の生徒は操作に不慣れなため時間がかかりすぎ、時間内だけでは十分な探究活動ができなかった。計算や実験操作など、事前の訓練が必要である。
- ウ 批判的思考…滴定技術や調製技術の検証は100%の生徒でなされているが、測定誤差をどのように検証するかは難しかったようである。
- エ 科学の魅力…試薬の調製を計算から実施する難しさと、実施後の達成感を100%の生徒が感じており、本題材は適切であるといえる。しかしながら、限られた時間内で変化を楽しむ余裕はあまりなかったであろうと推察できる。
- オ 感性…滴定の難しさが、色の変化のとらえ方や読み取り誤差に起因することから、自然科学

に対する実験の難しさを感覚的に理解できた生徒が 80 %であった。

(3) 取組の評価と課題

ア 配当時数・生徒数

配当時数は、「活動状況ア」およびねらいの達成状況より適切であった。2名の班編成も生徒同士で話し合いをしながら探究活動を進めるのに適切であった。

イ 題材と学習活動

本題材による学習活動は次の点から、ねらいア～オを達成するのに適切であった。

(ア) 高等学校の既習事項を少し補う程度の知識・技能で探究活動ができる。

(イ) 生徒に課題を提示すること及びその解決のための探究を行いやすく、測定に要する時間も適当である。

(ウ) 溶液の調製、滴定による変化などの体験が行いやすい。

(エ) 題材による多様な実験操作ができ、生徒が問題意識を持ち自分なりの意見を述べやすい。

(オ) インプット、思考・判断、アウトプットのバランスがよい学習活動である。

ウ 指導法

指導法は、ねらいア～オに対して有効であった。昨年度はある程度放任して、様子を観察したが、教えるべき所は教えないと、正しい実験スタイルは身につかないと考え、丁寧な指導を心掛けた。さらに今年度は、理数化学の進度が速く、昨年度に比べて化学的スキルが高かった。その結果、十分な学習効果が発揮できたといえる。基礎学力の重要性が改めて認識された。

V エネルギー・技術分野

1 実施概要 1 「力学的エネルギー」

(1) ねらい

ア 言語や図表で表された事象を調べるための測定方法を考え実施する(探究)。

イ 事象や測定に関わる様々な要因に気づく(感性・実践の感覚)。

ウ 事実と意見を区別して結果と考察を記述する(批判的思考)。

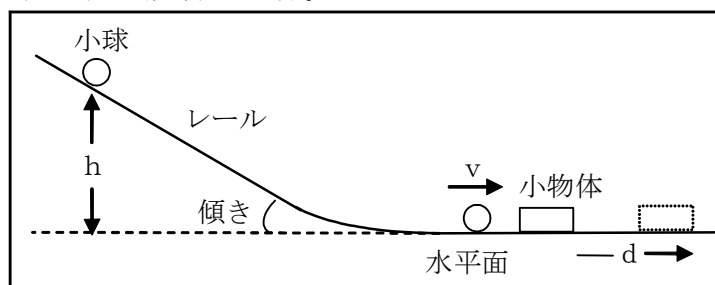
(2) 実施方法

ア 時数、活動場所、題材

2時間続きの授業を物理実験室で実施。指導者は理科教員1名。

イ 題材

小球が傾きのあるレール上をす



べり降り、小物体に衝突し移動させる運動を題材とする。準備物は、小球(パチンコ玉)、小物体(ペン)、レール(コードカバー)、速さ測定器(ビースピ)、スタンド等である。

イ 学習活動

2人1班で、次の課題を解決するための装置と測定方法を準備し、測定をする。

[課題] 傾きのあるレール上で小球を高さ h の位置で静止状態から離すと、水平面まですべり降り速さ v となり、レール上にある小物体に衝突し小物体を距離 d 移動させる。高さ h を変数とすると、高さ h と速さ v 、高さ h と距離 d 、の関係を求め考察する。

ウ 指導

(ア) 課題の状況を実現する装置を工夫し、高さ h の範囲と測定間隔を決めて測定するように指

示する。測定を開始する前に指導者がその状況を確認する。

(イ) 器具等は最低限必要なものだけ揃え、その他は生徒からの申し出により貸し出す。

2 実施結果 1

(1) 生徒の活動状況

ア スタンドとものさしを用いて、なるべく正確に高さ h を実現するためのレール設置に苦心し、6割の班が何らかのアドバイスが必要であった。

イ 3割の班が大きさの違う2種類のパチンコ玉で測定した。それに伴い、電子天秤とノギスを用意した。

ウ ほとんどの班が50分以内に測定を終えた。



レールの設置

(2) 学習のねらいの達成状況(生徒のレポートと活動状況より)

ア 探究…すべての生徒が高さ h と速度 v 、高さ h と距離 d の測定をしてグラフ化できた。しかし、3割の班では変数 h の範囲が狭く2つの量の関係がつかみきれなかった。

イ 感性・実践の感覚…7割の生徒が「距離 d の測定値がばらつくこと」など h と v 、 h と d の関係以外の気づきを記述した。うち3割の生徒は「パチンコ玉がペンを移動させる際の両者の動き」「パチンコ玉の少しの大きさの違いによる比較」にも触れた。達成状況は良好である。

ウ 批判的思考…7割の生徒が測定結果や観察事実に基づく考察の記述ができた。初めてのレポートとしては妥当な達成状況である。

(3) 取組の評価と課題

ア 配当時数、生徒数

生徒の活動状況より2時間の配当および2人ごとの活動ともに適切であった。

イ 題材と学習活動

本題材による学習活動は、次の点からねらいを達成するのに適切であった。

(ア) 中学校での知識・技能で活動できる。

(イ) 事象に関する物理量が生徒にとって捉えやすく、装置を工夫したり事象について気づきを見出したりしやすい。

ウ 指導法

指導法はねらいア、イに対して有効であった。ねらいウについてはレポート返却時の指導や継続的な指導が有効である。

3 実施概要 2 「燃料電池を中心としたエネルギー現象」

昨年度と同様の内容での実施のため、昨年度との変更点や生徒の状況の違いに触れて記述する。

(1) ねらい

ア エネルギーの形態、変換、量、利用の視点から疑問や課題を認識する(問題把握)。

イ 設定した課題を解決するための物理量を決め、そのための測定をする(探究)。

ウ 問題意識を持った事柄について、根拠に基づく自分なりの意見を持つ(批判的思考)。

エ 燃料電池を中心とした現象と実用性に魅力を感じ、科学を楽しむ(科学の魅力)。

オ 光・力学的・電気・化学エネルギーの質と量に対する感覚を持つ(科学実践の感覚)。

(2) 実施方法

ア 時数、活動場所、題材

2時間続きの授業3回を、生徒7班計20名を対象に物理実験室で実施。指導者は理科教員1名。題材は燃料電池モデルカーキットを用いたエネルギー変換の流れ。

イ 学習活動

(ア) 題材に対する見方・考え方の把握

エネルギー変換の流れ、エネルギーを表す物理量、エネルギーの変換効率、エネルギーの利用を載せた資料(一部改良)による。

(イ) 実験手引き書に沿った測定

①太陽電池パネルで得られる電力 ②電力による燃料電池内での電気分解 ③燃料電池の放電による自動車のモーター駆動 について記載した実験手引き書による。

(ウ) 課題を設定しての探究…(イ)の測定結果も活かし、変換効率等を求めるなどの測定をする。

(エ) 情報収集・レポート作成…授業時間内に行えるよう計画する。

ウ 指導

(ア) 事前の説明を極力少なくし、前述の資料と実験手引き書を参考に班ごとに活動を進めさせる。ただし、電力の測定については前年度の反省より、丁寧に説明する。

(イ) 器具等は最低限必要なものだけを揃え、その他は必要性や生徒からの申し出により貸し出す。安全および機器破損防止のための注意点を追加する。

(ウ) レポートは実施したことを全て網羅するのではなく、問題意識を持った事柄について「事実と考え」、「感想」(今年度追加)を記述させる。形式は問わず2頁以上とする。

4 実施結果2

(1) 生徒の活動状況

ア ほとんどの班が第2回の途中から課題を設定しての活動に取り掛かり、授業時間いっぱい熱心に活動した。ただし、レポートは授業時間内に完成しなかった(去年は半数が完成)。

イ 器具などの取り扱いは、事前の注意に従いほぼ適切だったが、負荷なしでの燃料電池の放電が1件あった。

ウ 手引き書による活動は生徒同士で話し合いながら進めた。指導者への質問は昨年より少なく、半数の班で1、2回であった。

エ 課題を設定しての活動では、エネルギー変換効率の求め方についての質問が数件あった(昨年度は各班から複数回)。太陽電池パネルを覆うアルミ箔、色フィルター、燃料電池の電力を消費する電子オルゴール、発光ダイオード、豆電球など、昨年には無い用具貸出の希望があった。

(2) 学習のねらいの達成状況(生徒のレポートと活動状況より)

ア 問題把握…生徒が設定した課題は、何らかの変換効率が50%、電気分解による気体発生が10%、太陽電池による発電が20%、燃料電池によるモーター付自動車の走行が25%、燃料電池による各種負荷による電力が10%であった(複数の課題を設定した生徒を含む)。25%の生徒が手引き書に無く昨年度も見られなかった新たな課題を設定した。ねらいは十分に達成されている。



燃料電池による走行

イ 探究…設定した課題に対して必要な物理量を測定し、結果を論理的に導いている生徒は70%である。前述の「活動状況」も良好であることから、昨年と同様に達成度はよい。

ウ 批判的思考…記述に批判的思考が反映されている生徒は55%であった。その内容は探究方法、太陽電池や燃料電池の特性と利用、1次エネルギーを有効に利用するためのエネルギー変換の流れなどであった。ねらいの達成状況は昨年を上回り良好である。

エ 科学の魅力…感想の記述には、認知的魅力60%、社会的魅力40%、習得の魅力30%、が見られた。これらはいくまでも記述されたものであり、これらの数値以上の生徒が科学的魅力を感じていることが活動状況からも推察できる。

オ 実践の感覚…65%が光・力学的・化学的エネルギーの量やエネルギー変換に伴う量の変化について記述した。

(3) 取組の評価と課題

ア 配当時数、生徒数、題材と学習活動

これらが概ね適切であることは昨年度に明らかになり、今年度もそれが裏付けられた。ただし、設定した課題の探究と情報収集・レポート作成のための時間がやや不足した。また、ローテーションの後半の実施で半数程度の燃料電池の出力が低下した。現在、取り扱い上の注意点をディーラーに問い合わせ中である。

イ 指導法

資料および実験上の留意点の指導を改善したため、昨年度見られた問題点はほぼ解消された。

(2)イで設定した課題に対して、必要な測定が十分にされていない生徒がいることから、開始前に指導者が測定方法を確認する必要がある。

VI 大学連携授業

1 実施概要

- (1) 日時・場所 平成23年12月13日(火) 3、4校時 C A I 教室
- (2) 講師 山口大学医学部 山勢博彰 教授
- (3) 演題 「科学的なものの見方 -科学と非科学の違い-
- (4) 講義内容

ア 健康と美容に関する実験の事例(TV 番組より)

イ 事例に見られる問題点

ウ 科学実験の在り方

エ 不明確な問題に対する人の思考傾向

オ ものの見方や根拠の大切さ(批判的思考)

カ ルーベンフェルドの5つの思考様式

キ 情報収集・思考・結論を得る

2 実施結果

「"気"によって痩せることの実験」は学問的な基礎知識を必要としない題材であり、生徒は思考・判断をすることができた。人が陥りやすい思考を実感した上で、科学的なものの見方の重要性を知った。ヒトを研究対象とする事例により、幅広い科学研究の在り方や問題解決力の内の「批判的思考」に焦点が当てられるなど、本校の取組に大変適する講義内容であった。

昨年度は2月15日の実施であったが、本年度は12月13日と2か月早く実施した。研究手法の学習という観点からは、さらに早い時期での学習を検討していきたい。

VII まとめ

今年度は5領域での学習に加え、次の2つの発表会への参加を組み入れた。

①地球科学からエネルギーの4領域のうちの1つについて、ポスター作成と発表（実施概要は、第6章 II 特別活動「1年生活動報告会」）。

②2年生「課題研究発表会」時の質疑、コメント記入（実施概要は、第3章 IV 発表会）。

それらも含め、各領域ごとの取組を育成のねらいと手だての枠組みに当てはめると、次表のようになる。ねらいの達成状況は領域ごとの活動状況とレポートの評価による。

領域		地球科学	生命・環境科学	物質科学	エネルギー技術	科学について	発表会
育成する能力		○：ねらいとする項目			◎：ねらいが達成された項目		
I 知識と思考	問題解決力	問題把握	◎	○	◎	○	
		探究	○	◎	○	○	
	批判的思考		○	○	○	○	○
他者関係力	自己・他者認識						○
	対話と協働		○		○		◎
知識・技能	科学的知識・技能	◎	◎	◎			
	科学についての知識		○			◎	
II 学びを進める力	感性	◎		○	○		◎
	科学の魅力			○	○		
	科学的態度		○			○	
III 観	経験や科学・技術実践の感覚	○	○	○	◎		
	自然観、科学観、自己認識、職業観						
育成の手だて		英文字は該当する項目					
開かれた学び	a 将来に 知的活動に	b c	c	c	c	a b	c
題材 1 事象	a 自然 d 時間的	a c d	a e	b e	b f	b f	
	b 人工的 e 科学的						
2 科学の現状	a 大学・研究機関・企業(場と活動)					a c	a c
	b 研究の現状 c 研究者・技術者の姿						
3 科学とは	a 科学・技術とは					a b	
	b 科学で分かる・分からないこと c 科学・技術史						
4 科学と人間・社会	a 社会(人類)・日本・個人にとって				b		
	b 今後の在り方・捉え方						
学習形態	a 科学的なもの		a			a	
	a 野外 b 科学の場 c 教育施設	a c					
	a 受講 b 見学・体験 c 実験・実習	b c	c e	c	c d	a	d e
	d 対話 e 発表						
学習活動	a 個人 b グループ c 一斉	a c	b	b	b	c	b
	a 専門家 b 教育従事者 c 教員	b c	c		c	a b	c
	a 知識習得 b 調査 c 探究	a b	b c	c	c	a	d
指導法	d ものづくり						
	a インプット b 思考・判断	a b	a b c	a b	a b	a	c
	c 創出・アウトプット						

	もって教える d フィードバック					
外部連携 交流	a 研究機関、b 企業、c 教育機関	c				c a b c
	a 生徒 b 学生 c 社会人 d 外国人					a c
	a 事前・事後の打ち合わせ	a				

- ・昨年度の実施経験により他の領域の内容も踏まえた工夫や改善をした。事象を表す量のスケールやばらつきのデータ処理の学習など、それぞれの領域の特質を活かし全体として幅広い能力の育成を図ることができた。
- ・思考活動ではインプット、思考・判断、アウトプットまでを網羅できた。発表会での活動により、対話、感性などアウトプットに関わる能力の育成が昨年度に増して強化された。
- ・2年生の課題研究発表会で運営指導委員や参観者の質疑を聞くことは、専門家としての活動の姿と科学の営みの一端を知るよい機会であった。その他の科学の営みとしての題材は、海外研修や教科外の取組で充足している。

第3章 学校設定科目②「SSH課題研究」

I 取組の概要

1 取組の仮説

学校設定科目「SSH課題研究」において、課題研究活動で生徒が多様な思考・判断と行動をすることによって、資質・能力の育成を幅広く図ることができる。

2 科目の概要

(1) 目標

- ア 対象とする事象について切り口を見出し、課題を設定する。 (問題把握)
- イ 設定した課題に対して解決の方法を考え、自分なりの結果を得る。 (探究)
- ウ 自他の研究について、データやその解釈の信頼性・妥当性の判断をする。(批判的思考)
- エ 協働により探究を進め、自分の見解を発表し他者と意見を交わす。(対話と協働)
- オ 探究に見通しを持ち本質の把握につなげる。アイデアや知恵を生み出す。(感性)
- カ 科学的なものの見方・考え方を支持し実践する。(科学的態度)
- キ 科学実践の感覚を体得するとともに、活動の位置づけや意義を見出し自分と科学とのかかわり方を認識する。(科学実践の感覚・観の形成)

(2) 内容と学習活動

- ・理数科目の課題研究との違いとして、既習事項や学問領域にとらわれない事象を扱う。よって、科学的な事象だけでなく価値的なことも含み、必ずしも唯一の正解をもたないこともある。
- ・研究したい領域により指導担当者(理科教諭4人から)を選び研究グループを編成する。題材は指導者が示し生徒が選ぶ場合と、生徒が希望する題材を指導者との相談によって決める場合がある。
- ・指導は生徒に知識を伝えるのではなく、Why・What・Howなどの問いを投げかける。必要に応じて知識を得る方法、実験技能、思考などについて指導者が手本を見せる。
- ・授業時間での活動を原則とするが、意欲のある生徒については課外活動と連携して取り組ませる。

(3) 1年間の内容

4月	島田川の水質調査
5月	〃
6月	調査結果の発表
7月	課題研究テーマの設定とグループ編成
9月	各テーマごとの課題研究
10月	〃 /テーマと研究方法報告会
11月	〃
12月	〃
1月	発表準備・研究収録原稿作成
2月	〃 /SSH課題研究発表会

(4) 評価

- ・本科目による研究は目的ではなく手段であると考え、研究成果だけでなく研究の過程で生徒がどのような能力を発揮したかを評価する。

II 島田川の水質調査

1 実施概要

(1) ねらい

本校では20年以上、3年生の理数化学の授業において、化学課題研究として「島田川の水質調査」を実施してきた。10月～11月の島田川17地点について年1回の割合で9つの水質項目を40名で分担して分析している。長年のデータ蓄積は本校の財産であり、SSH課題研究が2年生で始まることになっても継続させる価値があると考えた。通常の課題研究では、各自が課題を見つけ出し、研究することとなるが、「島田川の水質調査」では、分担された項目について責任あるデータを出し、新たなデータとして蓄積していくことにある。これは、実際の研究においても分担された内容を実験する場面が多いことを考えると有効である。そこで、本校の課題研究では、自分で設定する課題研究と、分担する課題研究の二つを実施することとした。

(2) 実施方法

ア 分担項目【担当人数】

(ア) pH【2名】

指示薬による比色法とガラス電極pHメーターによる測定

(イ) 酸度・アルカリ度【4名】

酸標準溶液と塩基標準溶液を、一定のpHになるまでに必要な量を滴定により測定

(ウ) アンモニア性窒素【5名】

ネスラー試薬による発色を分光光度計で定量

(エ) 硝酸性窒素【4名】

ジフェニルアミンとの反応による発色を分光光度計で定量

(オ) 塩化物イオン【4名】

モール法による硝酸銀水溶液の消費量を滴定により測定

(カ) 硫酸イオン【6名】

塩化バリウムによる硫酸バリウムの生成量を分光光度計で定量

(キ) COD【6名】

硫酸酸性の過マンガン酸カリウムによる酸化還元滴定により測定

(ク) 硬度【5名】

EDTAを用いたキレート滴定により測定。

(ケ) リン酸イオン【4名】

モリブデン酸アンモニウムとの反応による発色を分光光度計で定量

イ 活動計画（全17時間）

4月13日（水） ガイダンス・班分け

4月18日（月） 実験資料の配布・諸注意

4月22日（金） 試薬準備①

4月25日（月） 試薬準備②

4月27日（水） 試薬準備③

5月5日（祝） 休日を利用して担当教諭が島田川17カ所の採水

5月6日（金） 検水分析①②③

5月7日（土） 検水分析④⑤（PTA総会による公開授業）

- 5月9日(月) 追加実験・器具洗浄・片付け(2時間)
- 5月23日(月) 実験解析まとめ(2時間)
- 6月6日(月) 発表準備
- 6月20日(月) 分析結果発表会(2時間)

2 実施結果

(1) 活動の経緯

月	活動項目	思考・判断と行動	発揮した 能力・態度	問題把握	批判的 思考	探究 対話と協働	感性	科学的 態度	実践の 感覚	
4月	1 ガイダンス・班分け	・パワーポイントを利用して実験の全体像と、各項目の概要を紹介することで、自分が興味・関心を持てる内容を検討し、クラス全員で分担を決める。	●			●				
	2 実験資料の配布・諸注意	・実験方法を「増訂 化学実験辞典 赤堀四郎他 講談社」により示し、記録の仕方、試薬保存のルール等を説明する。	●			●		●		
	3 試薬準備① 4 試薬準備② 5 試薬準備③	・実験辞典の内容に従い、試薬を調整し、分析ができるように準備を行う。	●		●	●			●	
5月	6 検水分析① 7 検水分析② 8 検水分析③ 9 検水分析④ 10 検水分析⑤ 11 追加実験 12 器具洗浄・片付け	・検水は、時間の経過とともに変質することを理解し、2日間の計5時間で分析が終了できるよう班内で協力し、実験を行う。 ・複数回測定するなど、結果に妥当性があるかどうかを検証しながら、実験を進める。 ・問題がある測定については、問題点を整理し原因を究明し、測定をやり直す。 ・器具洗浄や廃液処理、片付けのルールを学ぶ。			●	●			●	
	13 実験解析・まとめ① 14 実験解析・まとめ②	・各班の分析結果をグラフ等にまとめ、過去データとの相違を検討する。			●	●		●	●	
	15 発表準備	・パワーポイントのスライドを作成する。	●			●				
	6月	16 分析結果発表会① 17 分析結果発表会②	・報告書の原稿を作成する。 ・各班10分間の発表を行う。		●	●	●		●	●

(2) 取組の評価と課題 ●の数が評価ではない

これまで、3年生10月の理数化学の授業として実施してきた内容であるが、今年度は2年生の4月～6月に実施した。化学の学習が十分でない中での実施となり、基礎学力の欠如が課題研究に与える影響が目立つ結果となった。1年生でのSSH基礎で酸化還元滴定を実施するなど、試薬調整、分析能力は例年の2年生より向上しているが、卒業前の生徒に比べると、差は歴然としていた。来年度からは、例年どおりの10月～11月に「島田川の水質検査」を実施する予定であるが、科学的スキルを向上させる必要がある。

しかしながら、20年以上継続する分析は、生徒の意欲向上には効果的であり、熱心な実験態度は、未熟さを十分に補うものであった。春の水質検査は初めての試みで、データも十分な検証ができていないが、季節による影響などは部活動や個別の課題研究のテーマとしては適当であろう。

Ⅲ 各研究テーマ

1 電磁波について

(1) 題材の設定について

実験用の電波送信器・受信器により現象の発生と計測が容易な題材として選定した。電磁波は携帯電話等の普及によって身近に利用されているが、波動や電磁気学の学習はしていない生徒にとっては未知の事象である。

(2) 実施概要

ア 生徒、活動場所、指導者

生徒2名が物理実験室で活動。指導者は理科教員1名。

イ 研究のねらい

電磁波の受信強度を測定することによって、送信器から空間への進み方及び、様々な物質に当たったときの電磁波の振る舞いについて研究する。

ウ 材料、使用機器

実験用の電波送信器+受信アンテナ(10.5GHzと500MHz程度の2つ)、デジタルテスター、電磁波センサー+データロガー(測定範囲50MHz～3GHz)、各種素材(ガラス、金属、紙、板、炭、マグネットシート、布)

エ 研究内容と結果

(ア) 電磁波についての基礎知識をインターネットや文献で調べる。

→電磁波の成り立ち、種類と利用、伝搬速度・振動数・波長の関係について分かる。

(イ) 電磁波センサー+データロガーで室内、衛星放送のアンテナや電子レンジの付近、2つの電波送信器、携帯電話の周辺を計測する。

→バックグラウンド的なもの、携帯電話、電波送信器のうちの1つが計測にかかった。

(ウ) 研究のねらいを設定し、探究する電磁波(発信源)と受信方法を定める。

→10.5GHzの電波送信器と受信アンテナ+デジタルテスターで計測を行うこととした。

(エ) 電磁波の空気中での進み方を調べるために、送信器からの距離によって電磁波の強さがどう変化するかを測定する。

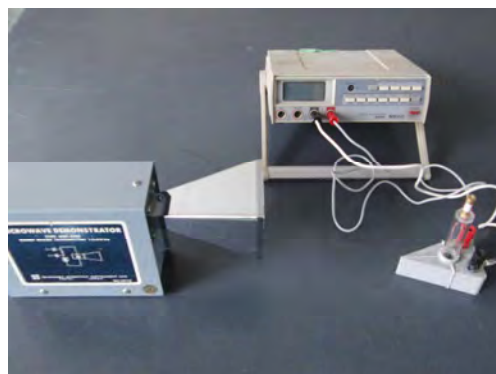
→10～200cmの範囲で計測すると、強度が30cm付近までは急激に減少しその後は緩やかに弱くなった。

(オ) 物体に入射した電磁波がどうなるかを調べるために、送信口(電磁ホーン)より十分に大きい各種素材の物体を透過する電磁波の強度を計測する。

→透過性の大きい物質は、紙、布、木材、ガラス、プラスチック、小さいものは、水、炭、人体、マグネットシート、透過しないものは、金属であった。

(カ) ある程度透過する物質について物体の厚さによる透過度を調べるために、本のページ枚数で紙の厚さを変えて透過する電磁波の強度を計測する。

→ページ枚数500枚までの計測で、強度は緩やかな指数関数的に減少した。



実験装置

(3) 活動の経緯

月	活動項目	思考・判断と行動	発揮した 能力・態度	問題把握	批判的 思考	探究 対話と協働	感性 科学的 態度	実践 の 感覚
8月	1 基礎知識の習得	<ul style="list-style-type: none"> インターネットの検索や文献により、様々な事柄のうち次の点が研究に関わることを把握。 <ul style="list-style-type: none"> ①名前のおり電気・磁気に関わる現象である ②波長の違いが電磁波の種類を決める 	●				●	
9月	2 実験の準備 ・測定準備1 ・探究する電磁波とその現象の決定	<ul style="list-style-type: none"> データロガーによる測定範囲を知り、センサーにつけるアンテナの長さを決めて作成する。 電気機器の周辺など室内各所で計測可能な電磁波を探す。 発生する電磁波の指向性とセンサーの測定範囲より、対象を実験用送信器による500MHz(波長60cm)程度の電磁波の進み方に決める。 	●		●			
10月	・測定準備2	<ul style="list-style-type: none"> 測定を開始したが途中で送信器が作動しなくなる。代替の電磁波として指向性の点から10.5GHzの送信器が望ましいと考える。受信アンテナの出力電圧(mV)をデジタルテスターで計測が可能なことを確認する。 			●		●	
11月	3 実験 ①空間への伝搬 ②物質に対する透過性	<ul style="list-style-type: none"> 送信器が水平方向に電磁波を発信することから、その方向に距離をとり強度を測定する。近距離で急激に弱くなることから、電磁波の広がり方を推測する。 いくつかの物質の透過性を測定する。紙と布、プラスチック・ガラス・木の板は透過し、アルミ板は透過しないという結果を得る。また、同じ物質で厚さがいくらか異なる板やアルミ箔でも同じ結果を得る。 水の透過性について厚さを変えて計測するために、電磁波を鉛直方向に発信する工夫をする。 			●	●		
12月	③物体の厚さによる透過度	<ul style="list-style-type: none"> 透過しないものとして、水からの類推で人の胴体、電気を通すものとして他の金属、炭、その他にマグネットシート、ディスプレイのシールド板などを思いつき計測する。 物体の厚さによる透過度を調べるために、本のページ枚数で厚さを変えて計測する。 	●	●				
1月	4 結果のまとめ	<ul style="list-style-type: none"> 伝搬する電磁波が弱まる次の要因を挙げる。広がりながら空間を伝わる、導体や磁性体による遮断、その他の物質の厚さによる吸収 		●				
2月	5 研究のまとめ ・研究発表 ・報告書の作成	<ul style="list-style-type: none"> パワーポイントのスライドを作成する。結果を元に携帯電話の電磁波についても考察する。 			●			

(4) 取組の評価と課題

●の数が評価ではない

計測等の操作は班員2人で可能な活動であった。初めに用いた送信器は波長が数十センチで、机上レベルのスケールの実験には回折の影響が大きかった。電磁波の発生させ方が一定で、計測できる量も電磁波の強度だけであるため、活動の広がりがあまりもてなかった。また、生徒にとって電磁波が学習していない未知の事象であることが、探究を深められない結果を生んだ。

2 コンピュータによる脳の記憶の数理モデル化およびその応用

(1) 題材の設定について

文献等から得た知識をもとにした、生徒の発案による題材である。事象についての法則を数理モデル化し、モデルの振る舞いを試行する。

(2) 実施概要

ア 生徒、活動場所、指導者

生徒2名が物理実験室で活動。指導者は理科教員1名だが、テーマの分野の専門性は無い。

イ 研究のねらい

人工知能研究では、人間の思考を文字や記号で処理すると考える立場と、神経回路網の働きから見る立場がある。本研究では後者よりの立場をとり記憶のメカニズムを数理モデル化し、その性質や人工知能研究における応用可能性を考察する。

ウ 材料、使用機器

パソコン（リナックス、イーマックス、パイソン、コモン・リスプ、ティクル・ティーケー他）

エ 研究内容と結果

(ア) 記憶のメカニズム

ニューロン(神経細胞)間で情報伝達をする接合部位をシナプスという。記憶はシナプスの連合強度(ニューロン間の結合の強さ)によって定着する。シナプス可塑性について、①入力側と出力側のニューロンが同時に活動したときにシナプスの連合強度が強くなり記憶が増大する ②片方みのニューロンが活動したときは連合強度が減少する というヘブの法則がある。

(イ) 記憶のメカニズムの数理化

取り決めた神経の数 n に相当する n 次元のベクトルを用い、神経が活動している「1」、していない「-1」の状態(活動の組み合わせ)を表す。また、 n 個の神経の間のシナプスの強度を $n \times n$ の行列で表す。ヘブの法則に従いこの行列の成分は前述のベクトルによって増減する。ある活動の組み合わせ A が起こる(ベクトルを適用する)と行列が変化していく。変化した行列に組み合わせ A のベクトルをかけ算すると A と同じパターン of ベクトルが現れ、これが行列として記憶したことを思い出したということになる。

(ウ) 欠損した情報の復元

元の情報=ベクトルの成分がどの程度欠損しても記憶した情報が復元できるかを 6×6 の正方行列を用い64ビット(= 2^6)の情報で試行する。

→4ビットの欠落までは復元できるが、それ以上は復元できない。

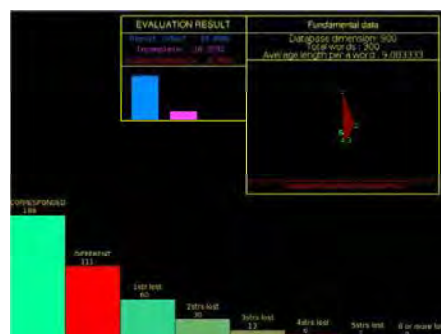
(エ) 多重に記憶した情報の復元

元の情報を2つにしてどの程度復元できるかという、多重情報の記憶を試行する。

→その情報を適応した回数の差によって違う振る舞いが起こる。

(オ) 文字列の認証

設定した英数字8文字からなる文字列に対して、一部が置き換わったものを設定した文字列と認識できるかを試行する。



再生精度の出力画面

→同じ文字が用いられ文字順が異なる場合は、高い確率で認識される。

(カ) 大量の単語の記憶

行列の次元を数百から数千とし、辞書から重複なく取り出した任意の単語を記録し、どの程度再生できるかを、プログラムを作成して試行する。

→行列の次元を上げると扱える情報量が増え、再生の精度が高くなる。

(3) 活動の経緯

月	活動項目	思考・判断と行動	発揮した 能力・態度	問題把握	批判的 思考	探究 と 協働	対話 と 協働	感性 的 態度	科学的 態度	実践 の 感覚
8月	1 テーマの設定	・文献やインターネットの情報から課題研究で取組む題材として、記憶のメカニズムの数理モデル化を選定する。		●				●		●
9月	2 研究の準備	・記憶のメカニズムとその数理化についての知識を得て理解する。 ・コンピュータで行列の計算を行うためのOSや言語、ソフトウェアの準備をする。		●		●				
10月	3 試行 ①欠損の復元と多重に記憶した情報の再生	・演算の処理と情報量から、 6×6 の行列を用い $2^6 = 64$ ビットの情報を扱うことにする。行列とベクトルの演算を行うプログラムを作成する。 ・2進数6桁の数字を決めて元情報とし、1ビットずつ欠落させた情報で出力を得る。 ・行列が複数の情報の記録に耐えるかを調べるために、2つの数字のうち一つを1ビットずつ欠落させ出力を得る。また、2つの数字を異なる回数だけ行列へ適用し、それぞれの数字の出力を得る。				●				
11月	②文字列の認識	・数理モデルの応用として、文字列の認識ができるかを試すことにする。文字列を8文字として処理を行うプログラムを作成し、実行する。 ・初めは予測と合わない出力が得られたが、プログラミングの誤りであることが判明する。		●		●		●		●
12月	③大量のデータの記録	・脳の記憶に近づけるため、数理モデルで大量データを扱う際の振る舞いを調べることにする。 ・OS、言語、ソフトウェアを用意し、処理方法と結果の表示のさせ方を工夫する。 ・記憶するデータを任意の単語として用いる行列の次数と単語数を変え、再生の精度を調べる。		●				●		●
1月	4 結果のまとめ	・いくつかの状況で、本モデルが脳の記憶と似た振る舞いを再現できることを確認する。								●
2月	5 研究のまとめ ・研究発表・報告書作成	・限られた枚数のスライドで、数理モデルおよび試行結果を説明するのに苦慮する。					●			

(4) 取組の評価と課題

班員2人が同時に1つの操作に取組むのではないが、うまく分担して十分に活動した。題材の選定からOS、言語、ソフトウェアの準備まで自力でこなした。条件を変えることが容易であるため様々な試行をするのに適した題材である。この数理モデルの性質を探究することはできるが、それがどの程度現実の事象に当てはまるかの評価は容易ではない。

3 風船の破裂現象

(1) 題材の設定について

本テーマ設定の背景には、運動会の応援場面で各団ごとに作製したアーチ上で風船を割る演出効果を高めたいという、過年度生徒の問題意識がある。特定の科目の知識を要しない題材である。

(2) 実施概要

ア 生徒、活動場所、指導者

生徒5名が物理実験室で活動。指導者は理科教員1名。

イ 研究のねらい

破裂させる条件によって、風船の割れ方や破裂音などにどのような影響があるかを研究し、音を大きくすることをめざす。

ウ 材料、使用機器

風船(11、9、7、5インチ)、二酸化炭素、ヘリウム、空気入れ、データロガー+気圧センサー、パソコン+音声取り込みソフト+マイク、デジタルカメラ(動画撮影可)

エ 研究内容と結果

(ア) 破裂のさせ方による風船の裂け方の違いを調べるために、2つの方法(①ふくらませた状態で針で刺す ②空気を入れて加圧する)で割り、破片の形状を見る。

→①では3片以内の大きな破片になり、②では40片以上の細かい破片になった。

(イ) 破裂する瞬間の様子を調べるために、線香の煙を満たした空間で風船を針で割り動画で撮影する。

→1000フレーム/秒で撮影しても風船そのものの変形の様子は捉え切れなかった。破裂による線香の煙の様子も鮮明には捉えられなかった。

(ロ) どの程度まで膨らませて破裂させると破裂音がするかを調べるために、充填する空気の量を変え、それぞれを針で刺して割り音波を計測する。そのときの風船の大きさ(表面積)からゴムの厚さを求める。

→5インチの風船では、体積150mL(=厚さ0.10mm)以上で割ると破裂音になる。

(ハ) 破裂直前の風船内の空気の圧力と破裂音の大きさの関係を調べるために、充填する空気の圧力を変えそれぞれ針で刺して割り、音波を計測する。

→空気の圧力を $1.01(\times 10^5 \text{Pa})$ から0.1ごとに増やして割ると音の大きさも増加し、1.08で加圧により破裂した。

(ニ) 空気以外の気体の破裂音を調べるために、二酸化炭素、ヘリウムを充填しそれぞれ針で刺して割る。

→空気、ヘリウムの順に大きく、二酸化炭素は風船のゴムを通じたの漏れが生じ十分な大きさまで膨らませることができなかった。

(ホ) 風船内に空気以外の物質も入れたときの破裂音を調べるために水を入れ、水の量を変えてそれぞれ空気で加圧して破裂させ、音波を計測する。

→7インチの風船で100~600mLの水を入れて割ると、200、300mLで音が最大だった。



破裂前の状態の計測

(3) 活動の経緯

月	活動項目	思考・判断と行動	発揮した能力・態度	問題把握	批判的 思考者	探究 対話と協働	感性 科学的態度	実践 の感覚
8月	1 課題の設定	・破裂に関わる要因として、風船の形状、中に入れる物質、割る方法が関係すると予測。	●		●			
9月	2 実験の準備 ・測定の実行 ・装置の準備	・風船内の空気圧と、破裂音の計測を試す。圧力センサーをつなぐ方法が課題となり、そのための管を作成し測定する。風船内の圧力が予想より低いことに驚く。 ・破裂の様子を動画で撮影するが、瞬間的に風船のゴムが変形する様子は捉えきれなかった。代わりに割れた後の形状に注目する。 ・風船の割り方をA：針で刺す、B：空気を入れ加圧する の2つに決める。	●	●	●	●	●	●
10月	3 実験 ①破裂後の形状 ②圧力による音計測方法の工夫	・風船に縞状に彩色する工夫をしてA Bで割り破裂後の形状を比較する。 ・圧力を変えてAで割り、破裂音を音センサー＋データロガーで計測。測定値にあまり差が出ないため測定範囲を越えていると推定。 ・マイク＋パソコンでボリュームや風船からの距離を調整しても同様であり、他の先生の助言でマイクからの入力に抵抗を入れることで解決。		●	●	●	●	●
11月	③破裂音がする条件 ④破裂の瞬間の様子	・充填する空気の量を徐々に増やし、破裂音がし始める条件を求める。そのときの風船の厚さに注目し、体積を測定し表面積からゴムの厚さを求める方法を考える。 ・破裂の瞬間の空気の動きを見るために、線香の煙を充満させたガラス戸収納庫内で破裂させ様子を撮影。	●	●	●	●	●	●
12月	⑤気体による音の違い	・空気、二酸化炭素、ヘリウムをそれぞれ充填し、Aで割り破裂音を比較。二酸化炭素は風船のゴムを通して漏れることを発見。		●				
1月	⑥風船内の水の影響	・量を変えた水を風船内に入れ、Bで割り音を比較。ある量の水を入れると音が大きくなることが疑問点となる。	●	●				
2月	4 結果のまとめ	・班員で時間をかけて検討し、破裂音発生に関わる次の要因を挙げる。 急激な風船ゴムの縮み、それをもたらすゴムの薄さと細かい破片への分裂、風船内の圧力の高さ、空気の噴出、音の持続時間の長さ	●	●				●
	5 研究のまとめ ・研究発表・報告書作成	・説明の流れと図を工夫したパワーポイントのスライドを作成する。	●	●				●

(4) 取組の評価と課題

班員が5人でやや多かったが、チームワークに優れ一人ひとりが得意なことを分担し十分に活動した。放課後にも自主的に活動した。必ずしも定量的な測定はうまくできていないが、現象に関わる要因が多いため研究の継続も可能であり、探究に適した題材である。

4 水面上の物体の運動法則

(1) 題材の設定について

水切りは、回転をかけた石を水面に向かって投げ、水面で跳ねさせる遊びである。河川敷や海岸で誰もが簡単に出来る遊びであるが、石が跳ねる距離や回数は投げ方によって異なる。そこで、今回の課題研究では、石が跳ねるときの法則性に興味を持ちテーマを設定した。

(2) 実施概要

ア 活動場所

学校の手洗い場、永源山公園の幼児用プール、島田川

イ 研究のねらい

石が跳ねる回数と速度、石が跳ねるときの角度と跳ねる回数にどのような関係があるか、その法則性を見出す。

ウ 材料、使用機器

ハイスピードカメラ(動画撮影可)、ビデオカメラ、岩石研磨機、磁石、自作の発射装置

エ 研究内容

(ア) 物体が水面で跳ねる際の角度と跳ねたあとの角度に着目して学校の手洗い場で実験した。手洗い場いっばいに水をため、水面と同じ高さにハイスピードカメラを設置して撮影。投げる速度を一定にするためにゴムを使った自作の発射装置(図1)を利用した。フランスの物理学者Lydéric Bocquet氏や永弘進一郎氏の研究によると、石と水面との角度は 20° が最適であるとされている。今回の実験でもこの角度に近い結果を得ることができたが、正確な角度を調べるのは困難であった。

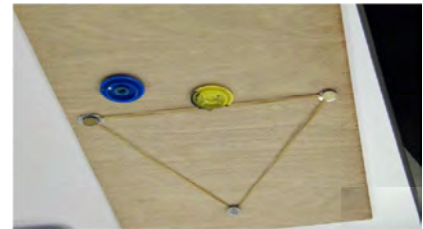


図1 自作の発射装置

(イ) 校内で同じような大きさ、形をした石を集め、岩石研磨機を使って成形した。実験で用いるために、大きさと形をまったく同じものにしようと試みたが、きわめて困難であった。

(ロ) 永源山公園の幼児用プールで実験した。石の大きさ、形、質量の条件を一定にするために、投げる石として、市販されている薄い円柱状の磁石を用いた。プールでの実験は、石(磁石)を回収し、同じもので何度も実験できる利点がある。真横からプール全体が収まるように撮影。跳ねる回数が5~6回までであれば確かめられるが、それ以上になるとプールの長さが足りないため調べることができなかった。

(ハ) 島田川で、水の流れがほとんどない場所で実験した。ビデオカメラを用いて、真横と上から撮影(図2)。跳ねる様子の全体を撮ることが可能。

(ニ) 石が跳ねた回数と速度の関係を予測し、撮影した映像を解析した。撮影した映像をもとに、画面上で、着水した地点の距離の比を測り、それをかった時間で割って速度を求めた。跳ねてから着水するまでの回数を横軸に、速度を縦軸にとりグラフ化。



図2 島田川での実験

(3) 活動の経緯

月	活動項目	思考・判断と行動	発揮した 能力・態度	問題把握	批判的 思考	探究 対話と協働	感性 科学的 態度	実践 の 感覚
7月	1 課題の設定	・石が跳ねる回数と速度、石が跳ねるときの角度と跳ねる回数に法則性があると予測。		●			●	
8月	2 実験の準備 ① 実験場所の下見	・水切り実験を行える場所を探す。島田川へ下見に行き、ビデオカメラ等を設置。石を投げて撮影可能であることを確認する。				●		●
9月	② 実験の条件設定	・8月(夏休み)に撮影したビデオを見て、石が跳ねるときの法則性を見出すために必要な条件を考える。		●		●		
	3 実験 ① 導入実験	・学校の手洗い場で実験する。投げる速度を一定にするために、ゴムを使った自作の発射装置を利用する。 ・ハイスピードカメラを設置し、真横から撮影。撮った映像から、物体が跳ねる際の角度と跳ねたあとの角度を調べる。 ・1回だけ水面で跳ねる様子を知ることはできるが、跳ねる回数と法則性がわからないことが問題点となる。		●	●	●	●	●
10月	② 補助作業	・石の大きさや形に着目し、岩石研磨機を使って大きさ、形がまったく同じ石を成形することを試みる。				●		●
11月	③ 本実験	・永源山公園の幼児用プールで実験する。投げる石として、市販されている薄い円柱状の磁石を用いる。 ・真横からプール全体が収まるように撮影する。石(磁石)を回収しては何度も実験する。跳ねる回数と法則性を見出すために、数多くのデータを集めることが目的。 ・島田川で実験する。ビデオカメラを用いて、真横と上から撮影。石の跳ね方が収束するまでの全体の様子を撮る。			●	●	●	●
12月	4 結果のまとめ	・石が跳ねた回数と速度の関係を予測し、撮影した映像を解析。跳ねてから着水するまでの回数を横軸に、速度を縦軸にとりグラフ化。		●			●	
1月	5 研究のまとめ	・研究発表用のスライドをパワーポイントで作成する。発表用の原稿をまとめる。				●	●	
2月		・課題研究の反省をする。今回の研究の課題点について考える。 ・報告書を作成する。		●	●			●

(4) 取組の評価と課題

それぞれの実験において、班員(7名)が役割を分担して取り組んだ。条件設定の甘さから十分な結果は得られていないが、興味を持って取り組んだことは評価できる。ビデオカメラを二台用意し、真横と上から同時に撮影すること、石を正確に成形することなどは反省点である。また、石が跳ねる回数と発射点の高さとの関係を考察することなどが今後の課題として残った。

5 青銅の銅とスズの比率

(1) 題材の設定について

昨年度、本校マレーシア海外研修での発表で、ピューターという合金が紹介されており、合金に興味があるということで、合金の中で歴史的な意義があり、材料が入手しやすい青銅を題材として選定した。

(2) 実施概要

ア 生徒、活動場所、指導者

生徒2名が化学実験室で活動。岩石カッターは地学工作室で活動。指導者は理科教員1名、実習助手1名。

イ 研究のねらい

青銅の銅とスズの比率を変えることによって起こる差異を研究する。

ウ 材料、使用機器

銅板（板状、網状、線状）、スズ（粒状）、電子天秤、活性炭（粉末、欠片）、るつぼ、マッフル、ガスバーナー（プロパン、ブタン）、三脚、金網、放射温度計、はさみ、保護メガネ、軍手

エ 研究内容と結果

(ア) 青銅についての基礎知識をインターネットや文献で調べる。

→銅とスズの割合による合金の用途を調べる。

(イ) 実験スケールの決定

→当初、銅とスズの質量を決めかねていたが、るつぼの大きさに対してどの程度の合金をつくるかを検討し、5 mm 程度にするならば、体積がどのくらいで、金属の密度から質量がどの程度になるかを計算した。

(ロ) 実験計画の立案

→合金の質量より、銅：スズの割合を変化させた量を決め、金属を秤量しておく。

(ハ) 合金の製造

→マッフル炉にるつぼを入れ、強熱してスズを融かしたが銅が溶けるにはさらなる高温と、還元環境が必要であることが分かり、補助バーナーで上からも加熱し、炭素粉末を加えることで還元環境を実現した。この結果、合金が順調に製造できた。

(ニ) 熔融の限界

→銅の割合が高くなるとさらに高温が必要になり、ブタンバーナーでの加熱を行った。銅：スズが9：1の合成では、スズと同量の銅を残して、これ以上融解させることができなくなり、8：1の合金とした。

(ホ) 合金の切断

→合金の性質を比較するため岩石カッターで切断し、切断面を比較することとした。ダイヤモンドブレードに水をかけて冷却しながら時間をかけて切断した。

(ヘ) 展性の確認

→ハンマーでたたいて展性を確認したところ



補助バーナーによる加熱

全て割れ、展性は無いことが確認できたが、割れるまでの回数に差異を見いだした。

(7) 色の確認

→断面をデジタルカメラで撮影し、パソコン上で色合いを定量した。

(3) 活動の経緯

月	活動項目	思考・判断と行動	発揮した能力・態度	問題把握	批判的思考	探究	対話と協働	感性	科学的態度	実践の感覚
8月	1 課題の設定	・興味のある分野について、本やインターネットを活用し、調べる。						●		
9月	2 テーマ・アプローチ決定	・実験器具や日程などの面も踏まえ、実験テーマが実施可能か教員と話し合い、テーマを決定。合金の中で歴史的な意義のある青銅について調査することとする。		●			●			
10月	3 実験準備 ・青銅のスズと銅の量を決定する。 ・実験計画の立案	・当初は、実験スケールを決めておらず、るつぼの大きさ、完成品の予定量から予備実験を行い、合金の質量を決定する。 ・合金の総量から質量比に従い銅とスズの質量を決定し実験計画を立てる。		●						●
11月	4 実験 ・実験方法の立案 ・炭素粉末の活用 ・加熱方法の検討	・スズの融解後、銅線・銅網を加えて溶解させ、合金をつくる。加熱の程度や、銅を入れるタイミング等検証しながら、実験方法を確立する。 ・金属表面が酸化皮膜におおわれ融解が妨げられることが分かり、対策として炭素粉末を加えることを検討した。 ・銅の比率が高くなると融解温度が上昇することが分かり、補助バーナーを利用することを検討した。		●			●			●
12月	・合金の切断 ・展性の確認 ・色の確認	・岩石カッターのダイヤモンドブレードで合金を切断し、断面を比較する。 ・ハンマーでたたいて展性を確認したところ、全て割れた。展性が無いことが確認できた。 ・切断面をデジタルカメラで撮影し、パソコン上で色を分析する手法を考えた。			●	●			●	●
1月	5 結果のまとめ	・銅とスズの割合と物性の関連性を定性的ではなく定量的にまとめる方策を検討したが、測定機器が無いため断念した。						●		●
2月	6 研究のまとめ ・研究発表 ・報告書の作成	・パワーポイントのスライドを作成する。 ・報告書を作成する。		●	●	●	●	●	●	●

(4) 取組の評価と課題

●の数が評価ではない

合金の製造は、高温での作業で危険もあったが、試行錯誤をしながらの製造は評価したい。展性の確認の時、ハンマーでたたいて割れるまでの回数の差異を硬さと結びつけおり、ある程度の定量的な比較ができたことはよかった。購入した放射温度計は500℃程度までしか正確に測定できないものであったので、測定装置を充実させる必要がある。

6 本校におけるCOD検査の検討及びその展望

(1) 題材の設定について

4月～6月にかけてSSH課題研究でCODを分担し、17カ所の検水を調査した。その経験を踏まえて、CODの特性を調べることで、本校が20年以上続けている「島田川の水質検査」におけるCODの検証を行う目的で題材を設定した。

(2) 実施概要

ア 生徒、活動場所、指導者

生徒3名が化学実験室で活動。検水採取は東川と島田川で行った。指導者は理科教員1名、実習助手1名。

イ 研究のねらい

以前のCODの測定で時間とともに検水中のCODの減少が観察された。このことから採水後1日経過した検水中のCODと採水直後のCODにずれが生じた可能性を推定し、CODは滑らかな減少曲線を描くものであると仮定して、より正確な水質の検定方法と時間に伴う水質の変化をCODの観点から考察することを目的に本実験を行う。加えて本校におけるCOD検査についてその意義を検討する。

ウ 材料、使用機器

シュウ酸標準溶液、過マンガン酸カリウム水溶液、希硫酸、ホールピペット、褐色ビュレット、メスフラスコ、ガラスフィルター、吸引ビン、アスピレーター、湯浴、ガスバーナー

エ 研究内容と結果

(ア) CODについての基礎知識をインターネットや文献で調べる。

→4月～6月の「島田川の水質検査」でCODを担当していた経験から予備知識はあった。

(イ) 採水計画と実験計画の立案

→島田川と東川の2カ所で採水し、CODの値を2週間測定する。採水時に通常加えていたキシレンを、加えた場合と加えなかった場合を対照実験することとした。

(ウ) 採水・分析

→11月7日(月)午後、担当教諭の車で生徒2名が採水場所に行き、採水する。学校に帰った後、直ちに経過をし、最初のCOD測定を行った。

(エ) 継続分析

→採水から2週間、放課後分担で2カ所の水(キシレン入り、キシレン無し)4種類をCOD測定した。

(オ) 実験結果の解釈

→CODの値は変動しながらではあるが、日ごとに減少し、安定した。キシレンを加えた方は、加えないもの比べて初日は大きな値を示していたが、1日後からは安定し、加えなかった場合よりCOD値は、一定量増大していた。この実験結果を上手く解釈できる原因としてキシレンの効果について考察した。



東川での採水



島田川での採水

(3) 活動の経緯

月	活動項目	思考・判断と行動	発揮した 能力・態度	問題	批判	探究	対話	感性	科学的	実践
				把握	的	的	と	的	的	的
8月	1 課題の設定	・COD について、本やインターネットを活用し、調べる。						●		
9月	2 テーマ・アプローチ決定	・実験器具や日程などの面も踏まえ、実験テーマが実施可能か教員と話し合い、テーマを決定。COD の経時変化とキシレンの影響について調べることにした。		●			●			
10月	3 実験準備 ・実験方法を決定する。 ・試薬の調整	・東川と島田川の各1地点について、COD 値におけるキシレンの効果と経時変化を調べるための実験手順を検討する。 ・採水後 COD の分析ができるようにシュウ酸、過マンガン酸カリウム、硫酸の各水溶液を調整した。		●						●
11月	4 実験 ・検水の採取 ・実験方法の立案 ・経時変化の測定	・11月7日に2名で検水の採取を行う。キシレン入りとキシレン無しを別々の容器に入れ、持ち帰る。 ・検水をろ過し、COD の値を求める。滴定は3回行い、安定した値の平均値とする。 ・放課後に、分担して測定を行う。		●			●	●	●	●
12月					●	●			●	●
1月	5 結果のまとめ	・COD 値の変化がどのような要因によるのかを検討した。			●		●		●	●
2月	6 研究のまとめ ・研究発表 ・報告書の作成	・パワーポイントのスライドを作成する。 ・報告書を作成する。			●	●	●	●	●	●

(4) 取組の評価と課題

●の数が評価ではない

本校で20年以上続いている「島田川の水質検査」を題材に、その内容を深く検証する目的の取組は非常に評価できる。COD値の変動が空気中の酸素の影響であることや、ろ過によって除ききれなかった微生物による影響であることを推察したが、これを証明する追加実験を指示できなかった事が課題である。今後は、時間が許す限り、推論を証明する追加実験の検討が必要である。

7 割れにくいシャボン玉を作る

(1) 題材の設定について

シャボン玉遊びの延長として、より強度の大きいシャボン玉を形成する条件を探りたいという、身近で直感的な題材を設定した。

(2) 実施概要

ア 生徒、活動場所、指導者

生徒4名が化学実験室で活動。指導者は理科教員1名、実習助手1名。

イ 研究のねらい

『水：界面活性剤：増粘剤』の比率を変えることにより、シャボン玉の強度（＝割れにくさ）を研究する。さらに、調べたもののうち、最も強度の強かった液を用いて、周囲の気温などの環境を変化させることで、シャボン玉が割れにくい環境を研究する。

ウ 材料、使用機器

材料：シャボン液＝台所用合成洗剤：キュキュット＜花王株式会社＞成分…界面活性剤（45%、高級アルコール系（陰イオン）、アルキルヒドロキシスルホベタイン、アルキルアミノオキシド、アルキルグリコシド、アルキルグリセリルエーテル）、安定化剤、除菌剤、増粘剤＝アラビックヤマト＜ヤマト株式会社＞成分…PVAL（ポリビニルアルコール）、純水

器具：100mLビーカー、200mLビーカー、プラスチックコップ、ガラス棒、電子はかり

エ 研究内容と結果

(ア) シャボン玉についての基礎知識をインターネットや文献で調べる。

→増粘剤としてPVALを使うことなどが分かり、水、界面活性剤、増粘剤の比率を変えることとした。

(イ) 針金の枠に毛糸を巻き、シャボン膜を張らせて観察

→毛糸による影響が大きくなり、安定した条件を作れなかったため中止した。

(ウ) プラスチック製のコップの口をシャボン液に浸け、膜を張らせて観察

→条件を統一できることが分かり、水、界面活性剤、増粘剤の比率を変えて実験する。

(エ) 成分比率を変えることによる膜の強度変化を検討する。

→強度に影響する要因を推定し、これに基づき、さらに別の比率で実験を繰り返す。

(オ) 周囲の環境要因による膜の強度変化を観察

→湿度を変えるために、シリカゲルとサララップを使って実験をしたが、条件が安定せずデータにばらつきが生じた。

(カ) 実験装置を工夫する

→塩化カルシウムとプラスチック板を利用して湿度のコントロールを行い、湿度が高いほど膜が長時間保たれることが示された。

(キ) 山口県立大の松尾洋教授から膜科学について特別講義（ライフサイエンスによる）

→膜の強度を決める要因について考察の視点が広がった。



シャボン膜をつけたコップを並べる

(3) 活動の経緯

月	活動項目	思考・判断と行動	発揮した能力・態度	問題把握	批判的思考	探究	対話と協働	感性	科学的態度	実践の感覚
8月	1 課題の設定	・シャボン玉について、本やインターネットを活用し、調べる。						●		
9月	2 テーマ・アプローチ決定	・実験器具や日程などの面も踏まえ、実験テーマが実施可能か教員と話し合い、テーマを決定。シャボン玉の強度を変化させる要因について調べることとした。		●			●			
10月	3 実験準備 ・実験方法を決定する。 ・予備実験 ・実験の改良	・シャボン玉をつかって、一定条件で比較できる実験方法を探る。 ・針金の枠に毛糸を巻き、シャボン液に浸けて実験したが、条件を一定にできず断念した。 ・プラスチックのコップの口に膜を形成し観察することとした。		●			●	●		●
11月	4 実験 ・成分変化による影響 ・別の成分での計測 ・条件変化による影響	・水：界面活性剤：増粘剤の割合を変化させて膜の持続時間を測定する。 ・結果を分析し、要因を予測した上で新たな割合を決め、さらに実験を繰り返す。 ・環境要因として、湿度を変化させることとして、実験方法を検討した。		●			●	●	●	●
12月	・実験装置の工夫	・サランラップが良くないと考え、透明プラスチック板をかぶせて観察する。					●		●	●
1月	5 結果のまとめ	・山口県立大学の松尾洋教授から膜科学の講義を受けて、膜の強度を決める要因について考察を深めた。		●	●	●	●		●	
2月	6 研究のまとめ ・研究発表 ・報告書の作成	・パワーポイントのスライドを作成する。 ・報告書を作成する。			●	●	●	●	●	●

(4) 取組の評価と課題

●の数が評価ではない

シャボン玉という、身近な現象をテーマに取り上げたことは評価できる。実験装置や測定方法などを4人で協議しながら進めていき、試行錯誤的に改良を加えていく過程が重要であると考えられる。条件設定を一定にする難しさに直面しながら、これを自らの発想で克服していくところが良かった。学校設定科目であるライフサイエンスの家庭分野で、界面活性剤について山口県立大学の松尾洋教授から90分の特別講義をしていただいた。その中で、膜について様々な示唆をいただけた。やはり、高校教諭だけのアドバイスより、大学など専門家の多彩な意見が課題研究に重要であることを強く感じさせられた。今回は、すでに実験が終了していた時期であったが、今後は、中間発表の時期に、大学等専門家のアドバイスを請うことを検討したい。

8 タンパク質の分離実験

(1) 題材の設定について

生命科学に興味があり、生命と関連のある物質について調べたいとの希望を踏まえ、卵白アルブミンの分離実験をもとに、タンパク質分離条件の探究を題材として設定した。

(2) 実施概要

ア 生徒、活動場所、指導者

生徒2名が化学実験室で活動。指導者は理科教員1名、実習助手1名。

イ 研究のねらい

卵白から卵白アルブミンを分離する実験は古くから行われている。この実験の条件を変化させることで、卵白アルブミンの分離条件を測定し、さらに、分離したものがタンパク質であることを確認する実験を行うこととした。

ウ 材料、使用機器

鶏卵、酢酸水溶液、飽和硫酸アンモニウム水溶液、炭酸カルシウム水溶液、pHメーター、メスフラスコ、ビーカー、ろうと、ろ紙、攪拌棒

エ 研究内容と結果

(ア) 卵白アルブミンの分離実験についての基礎知識をインターネットや文献で調べる。

→化学実験辞典の内容を中心に理解をする。

(イ) pHの調整を行う

→炭酸カルシウムと酢酸を利用してpHメーターで調整した。ここで、緩衝液についての知識が無かったため、pHの条件設定には緩衝液を利用する必要があることを見落としていた。

(ロ) 飽和硫酸アンモニウム水溶液を乳光が生じるまで加える。

→乳光が生じるまでに必要な飽和硫酸アンモニウム水溶液の量はそれぞれ異なっているが、条件を一定にする趣旨からすると、良くないと考えられる。

(ハ) 沈殿が生じるまで5～7日放置する

→予備実験で、実験操作後すぐには沈殿が生じなかったため、5～7日おいたが、この条件も一定にするべきであったと考えられる。

(ニ) 異なるpHで生じた沈殿量を比較する

→ろ過後、ろ紙を1週間乾燥し、質量を測定する。



ひだつきろ紙でのろ過



分離されたたんぱく質

(ホ) 実験結果を考察する

→課題研究発表会の際、運営指導委員の大学教授から緩衝液の使用について指摘され、実験

の不十分さに気がついたようである。

(3) 活動の経緯

月	活動項目	思考・判断と行動	発揮した能力・態度	問題把握	批判的思考	探究	対話と協働	感性	科学的態度	実践の感覚
8月	1 課題の設定	・卵白アルブミンの分離について、本やインターネットを活用し、調べる。						●		
9月	2 テーマ・アプローチ決定	・実験器具や日程などの面も踏まえ、実験テーマが実施可能か教員と話し合い、テーマを決定。卵白アルブミンの分離実験におけるpHと沈殿生成量との関係について調べることにした。		●			●			
10月	3 実験準備 ・実験方法を決定する。	・予備実験をして、実験方法を検討する。飽和硫酸アンモニウム水溶液を乳光が生じるまで加えることや、沈殿が生成するまで5～7日必要であることがわかり、実験方法を決めた。		●	●	●	●	●	●	●
11月	4 実験 ・pHを変化させながら沈殿を生成する。	・炭酸カルシウムと酢酸を利用してpHメータを見ながらpHを調整した。実験後にpHを調整する実験では、緩衝液の利用が必要であることが分かり、反省することとなる。					●	●	●	●
12月	・沈殿量の測定 ・タンパク質の検出	・ろ過後、1週間乾燥させ、質量を測定した。 ・生じた沈殿がタンパク質であることを確認する実験を行った。					●	●	●	●
1月	5 結果のまとめ	・沈殿量の変化がどのような要因によるのかを検討した。		●			●		●	●
2月	6 研究のまとめ ・研究発表 ・報告書の作成	・パワーポイントのスライドを作成する。 ・報告書を作成する。					●	●	●	●

(4) 取組の評価と課題

●の数が評価ではない

生徒が興味・関心を持った生命科学を題材に、タンパク質に着目して取り組んだことは評価できる。担当教諭が、他のグループ（全5グループを担当）の指導を行っていたため、適切なアドバイスがされず、対照実験の条件コントロールが不十分であったことは反省点である。改善点としては、実験内容のチェックをきめ細かく行う必要が考えられる。しかしながら、生徒自らが自主的な解決を目指すという意味では、今回のような失敗が課題研究の一つの形であると言える。不完全な知識の上で課題研究を実施する現状で、余り指示を出しすぎると、教員の研究になってしまう危険性がある。どこまでが教員の指導が必要で、どこからが生徒の自主的な活動にゆだねるべきかの、さじ加減が今後の課題である。

9 夜市川の水質調査

(1) 題材の設定について

4月～6月に「島田川の水質検査」を実施して、自分の居住地域に流れている夜市川の水質を調べたいと考え、題材を設定した。

(2) 実施概要

ア 生徒、活動場所、指導者

生徒2名が化学実験室で活動。検水は夜市川で採取。指導者は理科教員1名、実習助手1名。

イ 研究のねらい

春に行った島田川の水質調査の経験を生かし、夜市川の水質と周囲の環境との関係性、または周囲の環境の変化が水質にどのような影響を与えているのかを研究する。身近な川の水質を調査することで、そこに住んでいる自分たち地元の間人が、夜市川の水質に影響を与えているかどうかを考察する。

ウ 材料、使用機器

材料：シュウ酸標準液、過マンガン酸カリウム水溶液、希硫酸

器具：島津理化デジタルpHメーターNPH-15DN、共立 陰イオン界面活性剤測定セット、コニカルビーカー、褐色ビュレット、メスフラスコ、ホールピペット、100mL ビーカー

エ 研究内容と結果

(ア) 水質検査項目についての基礎知識をインターネットや文献で調べる。

→陰イオン界面活性剤を検査項目に加えることを検討する。

(イ) 採水計画と実験計画の立案

→あらかじめ夜市川の下見を行って、水面へのアクセスと周辺の状況を総合して採水計画を検討。検査項目を決定し、実験計画を立案する。

(ウ) 採水①・分析

→11月14日(月)の午後、担当教員の自家用車に生徒2名が乗り、夜市川の4カ所で採水した。調査項目は、pHと陰イオン界面活性剤、CODである。



夜市川最上流での採水

(エ) 分析内容の検討①・仮説の修正

→1つの地点がpH8.2となっていたことを重視し、この原因が工事によるものと仮定し、追加実験の方針を検討する。

(オ) 採水②・分析

→11月28日(月)の午後、前回同様生徒2名が8カ所で水質を調査した。今回は、pHだけの調査とし、その場でpHメータによる値を測定した。



pHが最も高かった地点での測定

(カ) 分析内容の検討②・仮説の修正

→前回と同じ場所のpHが最も高かったが、その原因はまだ解明できない。さらなる仮説を立て、新たな調査計画を検討する。

(キ) 採水③・分析

→12月19日(月)の午後、前回同様生徒2名が6カ所でpHを調査した。

(ク) 結果の考察

→測定結果を工事現場との関連で解釈をする。

(3) 活動の経緯

月	活動項目	思考・判断と行動	発揮した 能力・態度	問題 把握	批判 的思考	探究 と協働	対話 と協働	感性 の態度	科学 的感覚	実践 の感覚
8月	1 課題の設定	・水質検査について、本やインターネットを活用し、調べる。						●		
9月	2 テーマ・アプローチ決定	・実験器具や日程などの面も踏まえ、実験テーマが実施可能か教員と話し合い、テーマを決定。 水質検査項目として夜市川のpH、COD、陰イオン界面活性剤について調べることにした。		●			●			
10月	3 実験準備 ・実験方法を決定する。 ・実験の準備	・夜市川の4地点について、pH、COD、陰イオン界面活性剤濃度を調べるための実験手順を検討する。 ・採水後CODの分析は、他の班の試薬を流用するものとし、pH、陰イオン界面活性剤濃度の測定準備をした。		●				●		●
11月	4 実験 ・検水の採取 ・検水の分析 ・分析結果の検討 ・新たな採水・分析	・11月14日に2名が夜市川4地点で検水の採取を行う。 ・検水をろ過し、COD、pH、陰イオン界面活性剤濃度を求める。 ・分析結果から、水を塩基性にする要因を検討。 ・11月28日に8地点のpH測定を行う。		●		●	●	●	●	●
12月	・分析結果の再検討 ・追加の採水・分析	・分析結果から、新たな仮説を立て検討。 ・12月19日に6地点のpH測定を行う。		●		●	●	●	●	●
1月	5 結果のまとめ	・pHの変化がどのような要因によるのかを検討した。		●			●		●	●
2月	6 研究のまとめ ・研究発表 ・報告書の作成	・パワーポイントのスライドを作成する。 ・報告書を作成する。				●	●	●	●	●

(4) 取組の評価と課題

●の数が評価ではない

4月～6月に実施した「島田川の水質検査」により興味・関心が高まったことで、自分の居住している地域の川における水質調査への取組は評価できる。素朴な疑問から始まって、測定値の意味を考え、予想を立て、さらに予想を裏付ける測定をする。このプロセスは非常に重要なものと評価できる。課題は、pHへの影響が何によるものなのかを、別の分析で証明する必要があったことである。時間切れではあったが、多角的な見方が必要とされていると言える。

10 徳山湾のプランクトンについて

月	活動項目	思考・判断と行動	発揮した能力・態度	問題把握	批判的思考	探究	対話と協働	感性	科学的態度	実践の感覚
8月	1 課題の設定	<ul style="list-style-type: none"> 興味のある分野について、本やインターネットを活用し、調べる。 								
9月	2 テーマ・アプローチ決定	<ul style="list-style-type: none"> 実験器具や日程などの面も踏まえ、実験テーマが実施可能か教員と話し合い、テーマを決定。赤潮発生原因プランクトンの減少方法について検討することとする。 		●						
10月	3 実験準備	<ul style="list-style-type: none"> 赤潮原因となるプランクトンについて知る。 								
	<ul style="list-style-type: none"> プランクトン基礎知識の習得 プランクトン採取方法の習得 実験地点でのプランクトン採取（データまとめ） 	<ul style="list-style-type: none"> プランクトンネットの使用方法、濃縮の仕方を知る。 徳山湾に生息するプランクトンについて、その種類と濃度を把握する。 								
11月	4 実験	<ul style="list-style-type: none"> プランクトンを捕食する貝類を使って、貝類による捕食効果を調べる。顕微鏡画像からプランクトン数をカウントし、時間の経過とともにその効果を検証することとする。 4種類の貝を用い、捕食効果の検証を試みた。経過時間や濃度の設定が課題となった。 前回の課題を踏まえ、捕食効果の検証を行った。 					●			
	<ul style="list-style-type: none"> 実験方法の立案 徳山湾に生息するプランクトンの貝による捕食実験① 徳山湾に生息するプランクトンの貝による捕食実験② 							●		
12月	<ul style="list-style-type: none"> 赤潮原因藻の培養 培養プランクトンの貝による捕食実験（プランクトン数による検証） 培養プランクトンの貝による捕食実験（照度による検証） 	<ul style="list-style-type: none"> 実験に使用するプランクトンを赤潮原因藻とすることとし、培養を開始した。生物を飼育する大変さを実感する。 3回目の実験となったので、実験方法に慣れスムーズに行うことができた。しかし、その慣れが逆に実験器具の状態把握を怠ることにつながったのか、実験は失敗となった。実験の成功には、準備が重要であることを学ぶ。 プランクトン数をカウントする検証方法では時間がかかることを課題と考え、照度測定による検証を行った。 							●	
1月									●	
2月	5 結果のまとめ	<ul style="list-style-type: none"> 一部の貝類で捕食効果があると考察する。 		●	●					
	6 研究のまとめ	<ul style="list-style-type: none"> 多くの実験を行ったため、実験結果の整理に苦慮する。また、実験装置の説明に工夫を行った。 							●	
	<ul style="list-style-type: none"> 研究発表 報告書の作成 									

11 あなたとわたしの唾液

月	活動項目	思考・判断と行動	発揮した能力・態度	問題把握	批判的思考	探究	対話と協働	感性	科学的態度	実践の感覚
8月	1 課題の設定	<ul style="list-style-type: none"> 興味のある分野について、本やインターネットを活用し、調べる。 								
9月	2 テーマの決定	<ul style="list-style-type: none"> 実験器具や日程などの面も踏まえ、実験テーマが実施可能か教員と話し合い、テーマを決定。 		●						
10月	3 実験準備 ・実験方法の立案 ・寒天培地の作製	<ul style="list-style-type: none"> 唾液アミラーゼの働きを、デンプン分解能で調べることにする。この際、デンプンを含む寒天培地に唾液を垂らし、ヨウ素デンプン反応で検証することとした。 実験に必要な寒天培地を作製し、滅菌処理などの基本的実験方法を習得する。 				●			●	
11月	4 実験 ・自分達の唾液で実験 ・自分達の唾液で再実験	<ul style="list-style-type: none"> 寒天培地に自分達の唾液を滴下し変化を観察したところ、全く変化がみられなかった。ヨウ素デンプン反応の性質から、培地に含まれるデンプンの濃度が適切でないかと推測する。 前回の課題を踏まえ、デンプン濃度を下げた培地で実験したところ、分解反応を確認。しかし、その働きに個人差があることに気づく。 				●	●		●	
12月	・年代による違い	<ul style="list-style-type: none"> 年齢によって能力差が大きいのではないかと考え、様々な年代の唾液を使い実験。また、反応時間などから、寒天培地作製の滅菌作業をそれ程慎重に行わなくても良いことに気づき、作業効率が上がる。 						●	●	
1月	・常温保存、冷凍保存による違い ・生物種による違い	<ul style="list-style-type: none"> 唾液アミラーゼは冷凍保存後もその能力を維持されるのか検証。 生物種によって能力差が大きいのではないかと考え、ゾウなどの唾液を使い実験。 						●		
2月	・pHの測定	<ul style="list-style-type: none"> 分解能の違いがpHに関係するのかと考え、各年代の唾液と生物種の異なる唾液のpHを測定。 								
	5 結果のまとめ	<ul style="list-style-type: none"> 実験によるばらつきが多かったため、実験結果から結論を導くことに苦慮する。年代が上がる程、唾液アミラーゼの働きが強いと考察する。また、生物種によるpHの違いは見られなかった。 		●		●				
	6 研究のまとめ ・研究発表 ・報告書の作成	<ul style="list-style-type: none"> 分解反応の結果を数値ではなく、画像として評価したため、説明に工夫をした。 								

12 骨から読み解く進化論

月	活動項目	思考・判断と行動	発揮した 能力・態度	問題把握	批判的思考	探究	対話と協働	感性	科学的態度	実践の感覚
8月	1 課題の設定	<ul style="list-style-type: none"> 興味のある分野について、本やインターネットを活用し、調べる。 								
9月	2 テーマ・アプローチ決定	<ul style="list-style-type: none"> 実験器具や日程などの面も踏まえ、実験テーマが実施可能か教員と話し合い、テーマを決定。 骨格標本作製・比較し、骨の構造・役割から進化を読み取ることにする。 	●			●				
10月		3 実験準備 4 実験 ①骨標本の作製 <ul style="list-style-type: none"> 遺体を解凍 剥皮・内臓摘出 								
11月	<ul style="list-style-type: none"> 軟組織をおおまかに切除 各部位に分離 軟組織の分解 ②骨格標本の作製 <ul style="list-style-type: none"> 椎骨の連結 肋骨の接着 手足、尾、頭部の接着 各部位の連結 標本台・支柱の作製 標本台・支柱に取り付け 	<ul style="list-style-type: none"> 骨格標本作製についての知識を得て理解する。 遺体のあまりの臭さに驚く。本研究と直接関係はないが、臓器同士のつながりなども観察する。 各部位に分けるため、その間の組織をおおまかに切除する。脂肪と筋肉の感触の違いに気づく。 両手足、胴、頭部、尾に分離。 炭酸ナトリウム溶液で煮る。この時、関節の接合部の位置関係を保存するため、使用する薬品や濃度設定に苦慮する。また、一度に複数の部位を煮るため、骨がばらばらにならないよう各部位ごと袋に入れる工夫をする。 歯ブラシやメスを使い、筋肉を取り除く。爪の付き方や指の本数の違い、脊柱管の太さ、関節の極小の骨などに驚く。 アルコールにつけて脱脂する。 					●			
12月		<ul style="list-style-type: none"> 軟組織の切除 脱脂 	<ul style="list-style-type: none"> 炭酸ナトリウム溶液で煮る。この時、関節の接合部の位置関係を保存するため、使用する薬品や濃度設定に苦慮する。また、一度に複数の部位を煮るため、骨がばらばらにならないよう各部位ごと袋に入れる工夫をする。 歯ブラシやメスを使い、筋肉を取り除く。爪の付き方や指の本数の違い、脊柱管の太さ、関節の極小の骨などに驚く。 アルコールにつけて脱脂する。 						●	
1月	<ul style="list-style-type: none"> 椎骨の連結 肋骨の接着 手足、尾、頭部の接着 各部位の連結 標本台・支柱の作製 標本台・支柱に取り付け 	<ul style="list-style-type: none"> あらかじめ描いておいたスケッチなどをもとに、骨標本を連結、接着する。 脊柱管にアンテナ線を通し、椎骨を連結する。 肋骨をホットボンドで接着する。 手足や尾、頭部の骨をホットボンドで接着する。 各部位を、針金を使い連結する。 標本台・支柱に針金を使って骨格標本を取り付ける。その際、関節の角度や頭の持ち上げ方などその生物の生態に近い体勢を取るよう支柱の高さや位置などを試行錯誤する。 						●	●	
2月	③骨格標本の比較 <ul style="list-style-type: none"> 手足 頭部 尾 	<ul style="list-style-type: none"> 指の本数が違うことに気づく。 あごの関節、歯の形状の違いに気づく。 尾の長さの違いに気づく。 								
	5 結果のまとめ	<ul style="list-style-type: none"> 大きさや見た目が似ている動物でも、系統が違うことを骨格から知る。 								
	6 研究のまとめ <ul style="list-style-type: none"> 研究発表 報告書の作成 	<ul style="list-style-type: none"> パワーポイントのスライドを作成する。結果を元に、進化についても考察する。 			●	●				

13 精子の生きやすい環境を作ってみよう

月	活動項目	思考・判断と行動	発揮した能力・態度	問題把握	批判的思考	探究	対話と協働	感性	科学的態度	実践の感覚
8月	1 課題の設定	・興味のある分野について、本やインターネットを活用し、調べる。								
9月	2 テーマ・アプローチ決定	・実験器具や日程などの面も踏まえ、実験テーマが実施可能か教員と話し合い、テーマを決定。精子の生きやすいpHを調べ、体外でも精子の活動できる環境を推測することとする。		●						
10月	3 実験準備	・pHの異なる液体中で実験を行うため、緩衝液についての知識を得て理解する。 ・精子を体外に取り出し実験する上で、注意する点について考える（浸透圧、気温等）。					●			
11月	4 実験 ①緩衝液の作製 ②試料 ③精子活動量の測定 ・精子数のカウント	・0.1刻みで、pH 6.0～8.0の緩衝液を作製。中性付近が精子の活動量が最大になるとの予測から、このpH値に設定する。 ・精子を取り出す動物を探す。昆虫を考えたが、冬眠に入っているためなかなか見つからず、捕まえても精子があまり得られなかった。動物園からウサギの精子をご提供頂いた。 ・ウサギの精巣から精子を取り出し、光学顕微鏡により活動している精子数を、それぞれの緩衝液ごとにカウントする。							●	
12月	④アルカリ性と酸性で実験 ・精子数のカウント ・メチレンブルーによる検証	・中性付近でははっきりとした差が見られなかったため、酸性からアルカリ性まで明確にpHの差をつけて、精子が生きやすいpHをまずは大まかに調べることにした（3.0、4.0、7.8、9.0の4種類）。 ・光学顕微鏡により活動精子数をカウントした。すると、はっきりpH 7.8で最大となった。 ・新たに、精子の好気呼吸により酸化還元反応が起こると考えたため、酸化還元反応によるメチレンブルーの色の変化を利用し活動量を検証することとした。しかし明確な差は見られなかった。							●	
1月	・メチレンブルー実験結果の原因検証	・なぜメチレンブルーで色の変化が見られなかったのか検証した。最初は、緩衝液に使用した薬品が精子による酸化還元反応を阻害しているのではないかと考えた。しかし、検証実験の結果そうではなく、観察の度に瓶を振っていたことが原因であるという結論に至った。							●	●
2月	5 結果のまとめ 6 研究のまとめ ・研究発表 ・報告書の作成	・中性付近が精子の生きやすい環境であると考察する。 ・パワーポイントのスライドを作成する。実験手順の説明を分かりやすく工夫する。		●		●				

IV 中間報告会・発表会

1 課題研究中間報告会

10月3日(月)に課題研究中間発表会を行った。グループ毎に、タイトルや研究内容、実験方法等を、パワーポイントを使用して発表した。実験方法などがかなり荒削りであったため、研究を進めながらの担当教員との話し合いがまだまだ必要な状態である。しかし、各々が興味・関心のあるテーマを自分で選んでいるからこそ、自分たちで研究を進めようという意欲が感じられた。またお互いの研究内容を聞き、他グループの研究方法の切り口に感心し、研究方法の見直しをしようとしたり、その意欲の高さに触発されて、気持ちを新たにしたりする生徒が見られた。今後の活動が大変楽しみになる発表会であった。

2 課題研究発表会

2月13日(月)に課題研究発表会を行った。開講行事の後、会場を2つに分け、第1会場(7テーマ)、第2会場(6テーマ)、各グループ10分間で発表した(図1)。発表にはパワーポイントを使用した。発表することに慣れていないこともあり、発表態度、発表の仕方には反省すべき点が多く残った。

各グループの発表後の質疑応答では、生徒から質問がなされていた。素朴な質問もあり、生徒どうしがお互いに意見交換をしたことに、この発表会のよさを感じた。運営指導委員からも質問がなされた(図2)。質問に対して的外れな応答をし、さらに指摘を受けるグループもあった。なかなかうまく答えられないようであったが、それもまたひとつの経験であると感じた。発表者によっては、休憩時間に運営指導委員から助言を受けていた。

運営指導委員、保護者、生徒にアドバイスシートを配布した。保護者からは心温まるようなアドバイスが寄せられていた。

発表会后、講評があった。「仮説が間違っている。」、「条件設定が甘い。」など厳しい講評であったが、生徒は真摯に受け止め、今後いろいろな分野で役立たせるものと期待している。

指導する教員にも示唆が得られた。できるだけ生徒に主体性を持たせるため、必要以上に助言をしていない。生徒が質問してきたときにヒントを与える程度に留めたが、仮説を立てるときや実験条件を設定するときには、もう少し指導を加えてもよかった。しかし、あまり指導を加えすぎると教員主体のSSHになってしまう。生徒主体型でいくか教員先導型でいくかであるが、本校のSSHとしては、前者のスタイルを貫くほうがよいのではないかと考えている。



図1 発表会風景



図2 運営指導委員からの質問

V まとめ

1 実施結果

学力と育成の手だての枠組みによって、各研究テーマごとに育成のねらいと手だてを位置づけると、次表ようになる。ねらいの達成状況は、取組ごとに行った生徒の活動状況の観察と生徒の発表およびレポートの評価による。

領域 (テーマ数)		地球・環境科学 3	生命科学 3	物質科学 3	エネルギー・技術 3	数理・情報科学 1	
学習状況		○：能力が発揮された(◎優れている)項目 (テーマ毎順不同で記入)					
I 知識と思考	問題解決力	問題把握	◎○	○○	◎○	◎◎○	◎
		探究	◎◎○	○	◎◎○	◎○	○
		批判的思考	○○		○○	○	
他者関係力	自己・他者認識						
	対話と協働	◎○○	◎○	◎◎○	◎○○	○	
知識・技能	科学的知識・技能					○	
	科学についての知識						
II 学びを進める力	感性	○○	◎○	◎○○	○○		
	科学の魅力	○	◎◎	◎○	◎◎	◎	
	科学的態度	◎◎		◎○○	○		
III 観	経験や科学・技術実践の感覚	◎◎◎	○	◎○	○	○	
育成の手だて		英文字は該当の項目					
題材		海の微生物 川の水質	動物人間	金属有機物	運動電磁波、 気体	数理モデル	
学習形態	a 野外 b 科学の場 c 教育施設	a c			a		
	a 受講 b 見学・体験 c 実験・実習 d 対話 e 発表	b c d e		a			
	a 個人 b グループ c 一斉 a 専門家 b 教育従事者	b a	a	b			
学習活動	a 知識習得 b 調査 c 探究 d ものづくり	a b c	d	d			
	a インプット b 思考・判断 c 創出・アウトプット	a b c d					
	a 発問 b 相互啓発的学習 c 身をもって教える d フィードバック	a b c d					
外部連携交流	a 研究機関、b 企業、c 教育機関	c	c				
	a 生徒、b 学生、c 社会人、d 外国人 事前・事後の打ち合わせ	○	○				

2 生徒の活動・学習状況

- ・「問題把握」：いくつかのグループがユニークな題材や切り口を見出して課題を設定するなど、達成状況はよい。
- ・「探究」：ほとんどの班が課題解決の方法を考えて探究を進め、自分たちなりの結果を得た。しかし、変数の把握や条件制御が必ずしも適切でなく、結論を得るには十分な実験結果ではないものがあつた。
- ・「批判的思考」：実験のまとめにおいて次のような問題点があり達成は不十分である。
 - a 実験事実から分かったことと調べて分かったことが区別されていない。

b 事実に基づいた推論になっていない。

- ・「対話と協働」：多くのテーマで協働や分担、対話がよくなされた。
- ・「感性」：実際の事象に触れて体感することで探究への意欲が増した。実験やものづくりを進める方法についてアイデアや知恵を生み出した。
- ・「科学の魅力」：本科目の主たるねらいではないが、多くのテーマで探究活動に意欲的に取り組み、認知的魅力、習得の魅力を感じている様子が窺えた。
- ・「科学的態度」：科学の方法や知識を活用せずに探究を進めたケースがあった。
- ・「経験や科学実践の感覚」：既存の理科科目の生徒実験で質の高い測定操作を発揮するようになるなど、モノや生き物を扱う感覚を身に付けている。取り組んだ研究の意義や位置づけの認識は不十分である。

3 育成の手だてについて

- ・**時数**：SSH該当でない3年生の課題研究との兼ね合いで、9月～12月を実験等の活動に充てたが、いくつかのテーマでは総時間数が不足した。題材によっては日課上の時間では1回の活動がこなせないことがあった。
- ・**人数**：研究テーマの数は13で、それぞれの人数構成は2～7人である。1つのテーマに5人以上で取り組む場合も、分担がうまくいけば一人ひとりが十分に活動ができ妥当である。
- ・**活動場所**：測定や製作は使用する器具等がある準備室側の実験室で行った。これらは授業と兼用の部屋だが、今年度のテーマではやりくりが可能であった。一部のテーマでは野外での試料採取や実験をし、「経験や科学実践の感覚」につながった。
- ・**題材**：当初の意図どおりに、各テーマで扱う事象は既習事項や学問領域にとらわれないものが多かった。即ち、遊びの中で起こる現象、(人間の影響も含む)自然の中での事象などである。また、3年次で選択予定の理科科目と同じ領域ではないテーマを選択した生徒も少なからずいた。これらにより生徒の活動の主体性と多様性が確保され、「問題把握」と「活動の魅力」に効果があった。
- ・**学習活動・指導**：教員は4人で、それぞれが必ずしも専門性とは一致しない研究テーマの1～5グループを担当した。原則として発問とアドバイスによる指導で生徒に主体的に活動を進めさせた。これらにより、「対話と協働」「感性」には効果があったが、「科学的態度」が十分に育まれなかった。「批判的思考」については、実験のまとめ段階での指導がもう少し必要であった。指導者の配置は今年並みの指導方法であれば妥当である。
- ・**外部連携**：一部のテーマでは外部の専門家の指導と題材の提供を受けた。また、自然の中での事象の探究では地域性を活かすことができた。

第4章 学校設定科目

I 情報科学

1 実施概要

(1) ねらい

本授業では「科学・技術と情報の関係を理解し、適切に情報を扱うことができる。」ことを目標に情報の科学的な見方、情報活用能力や情報モラル、機械制御技術などを学習し、問題解決に情報機器を役立てることができるようにする。

(2) 実施方法

前半は、情報Cの内容を中心に、情報の科学的な見方、情報社会への主体的な関与を学習し、具体的な情報社会の現状について学ぶ。後半は、ロボット制御を中心に課題設定学習をおこない、試行錯誤的な活動の中に、科学的な思考力を深めていく。内容と学習活動の選定には、次のことに配慮する。

- ・情報Cの領域では、最新の技術や具体例を示し、生徒の興味・関心を高めるようにする。
- ・ロボット制御については、2人1組でおこない、協同で作業していくようにする。
- ・評価の方法は、前半は知識を中心にし、後半は実習レポートを中心にする。
- ・プレゼンテーション能力の向上は、他校の発表を見学し、自分の発表に活用する。
- ・ロボット教材はレゴ社の教育用レゴ マインドストームNXT基本セットを20台使用する。

(3) 1年間の内容

4月	情報のデジタル化についての習得
5月	社会で活用されている情報システムとその仕組みについての習得
6月	情報検索の技術と情報モラルについての習得
7月	情報伝達の技術とプレゼンテーションによる表現についての習得
9月	県立宇部高等学校の発表会を見学し、口頭発表、ポスター発表の技能についての習得
10月	ロボットを制御する基礎についての習得
11月	ロボットを制御する応用的な活用についての習得
12月	ロボットを活用した課題解決プロセスについての習得
1月	学習成果発表会に向けてのプレゼンテーションの準備
2月	学習成果発表会でポスターセッションを実施し、習得技能を活用する。

2 実施結果

(1) 生徒の活動状況

ア 前半の内容については、情報の基礎的分野を中心に習得し、情報機器の活用ができるようになった。

イ 県立宇部高等学校の発表会見学では、口頭発表やポスターセッションを体験することで、具体的に必要な能力や準備について知ることができ、1月、2月の活動に生かすことができた。

ウ ロボットの制御については、基礎的な操作と仕組みについて習得した後、試行錯誤的な課題解決学習に意欲的に取り組んでいた。ロボット教材の課題は、次に示した、ナリカが提供しているPDF教材を利用した。

- (ア) ロボットを組み立てよう（導入・ロボット製作）
- (イ) ロボットを自由自在に動かそう！（プログラムによるモーター制御）
- (ウ) ロボットに新しい機能を覚えさせよう！（音・表示画面の利用）
- (エ) ロボットに感覚を与えよう！①（ループ・タッチセンサーの基本的な使い方）
- (オ) ロボットに感覚を与えよう！②（サウンドセンサーの基本的な使い方とループ・分岐）
- (カ) ロボットに感覚を与えよう！③（超音波センサーの基本的な使い方とループ・分岐）
- (キ) ロボットに感覚を与えよう！④（超音波センサーの応用的な使い方とループ・分岐）
- (ク) ロボットに感覚を与えよう！⑤（光センサーの基本的な使い方とループ・分岐）
- (ケ) ロボットに感覚を与えよう！⑥（光センサーの応用的な使い方とループ・分岐）
- (コ) ロボットに感覚を与えよう！⑦（センサーの複合的な使い方とループ・分岐等）
- (サ) ロボットに新しい機能を覚えさせよう！②（動作の記録・再生、マイブロック）
- (シ) ロボットが感じたことを表現させよう！（データワイヤーの使い方）

(2) ねらいの達成状況

前半の情報関連の知識・理解は考査による評価では、概ね目標を達成したといえる。一方、後半のロボット実習では全員が極めて意欲的に取り組んでおり、各グループが協同作業をしながら試行錯誤により問題解決ができたことから、当初のねらいは達成されたと考えられる。

(3) 生徒の感想

- 工夫をするのがすごくやりのある作業だった。共通パレットの1つ1つはすごく単純だったけど組み合わせることですごいハイテクになった。今回はセンサーについて特に改良した。まだ、同時に作業していないので、それを改良したい。
- 最初は、加速、カーブ程度の基本的な動作のみであったが、プログラムを進めて行くにつれて、これらの基本技術を統合して、より複雑な動作ができるようになっていく様子が分かり、非常に面白いと思った。今までは、マニュアルにあったとおりのプログラムを真似して実行するだけであったが、これからは、プログラムの意味をしっかりと理解した上で、自分がこうしたい、ああしたいと思うような、自らの意志を実現する創造的なプログラムを作っていかなければならないと思った。



教育用レゴ マインドストーム 基本セット



組み立てたロボットの一例

(4) 今後の課題

今後、県内SSH校や理数科設置校との研究交流の中に、プレゼンテーションに関する研修も取り入れていく必要がある。

II ライフサイエンス

1 保健科学分野

(1) ねらい

個人及び社会生活における健康・安全について理解を深めるようにし、生涯を通じて自らの健康を適切に管理し、改善していく資質や能力を育てる。

上記、高等学校学習指導要領「保健」の目標を土台として、自我の確立とともに個人に関わる事柄のみでなく、社会的な事象に対する興味・関心が広がり、自ら考え判断する能力なども身に付きつつあるという発達の段階を考慮し、個人生活や社会生活における健康・安全に関する事柄に興味・関心をもち、科学的に思考・判断し、総合的にとらえることができるようにすることを目指す。また、知識の習得を重視した上で、知識を活用する学習活動を積極的に行うことにより、思考力・判断力等を育成していく。そのために、実習や実験、課題学習なども積極的に取り入れ、専門性を有する指導員等の協力を推進することなど、多様な指導方法の工夫を行うよう配慮する。

(2) 実施方法（大学教授講義例） ～ライフサイエンス特別講義～

ア 日時・場所 平成24年2月1日 5校時 CAI教室
イ 講師 山口大学大学院応用分子生命科学系専攻 青島 均 教授
ウ 演題 「物質と心ー食品、嗜好飲料や精油の脳への作用ー」

エ 講義項目

- (ア) 神経伝達と脳の働き
- (イ) 嗜好品に含まれる生理活性物質の働き
- (ウ) 生理活性物質による依存性
- (エ) 抗酸化活性と健康
- (オ) 茶やコーヒーと健康
- (カ) 酒の功罪
- (キ) タバコの害
- (ク) 香りの安らぎ効果

オ 講義内容の抜粋

- ・1000億の神経細胞、そしてその周りには約数千億のグリア細胞が存在し、電気信号を受け取ったシナプスから様々な刺激や情報が集まってくる。その刺激には、グルタミン酸のような興奮性刺激（+信号）や、γ-アミノ酸のような抑制性刺激（-信号）などがある。
- ・香りによって気持ちが落ち着くのは、抑制性刺激を強めているからではないかと考えている。
- ・コーヒー、酒、タバコ等は、苦みなどを感じて初めて口にしたときには決しておいしいとは思わないが、いつの間にか日常的に好むようになるのは一種の中毒症状で、生理活性物質の依存性によるものである。
- ・茶にはカテキンが含まれており身体に良いが、何日も置いておくと細胞を攻撃する物質である過酸化水素が現れる。この過酸化水素を分解するには、レモンなどの柑橘類がよい。
- ・短期の記憶は「海馬」にておこなわれているが、長期に記憶は側頭葉に移行する。しかも、寝ている間に機能するため、一夜漬けでは身につかない。
- ・ドーパミンによる伝達が過剰になると統合失調症に、不十分だとパーキンソン病になる。セロトニンが減少するとうつ病になる。GABAは安らぎに重要な役割を果たしている。

～効率的勉強法～

- ・規則正しい生活と食事：十分な栄養、酸素、睡眠、一夜漬けでは身に付かない。
勉強時間より集中力：記憶には強い刺激が必要、目だけではなく、口、耳、手も使用。テレビを見ながらなどもってのほか。
- ・興味をもって好きになる：報酬系の活性化、嫌々やらない。
- ・要点を繰り返す：次々に詰め込むよりも、最後に要点をまとめる。
- ・勉強後は静かに：強い刺激がくると記憶にならない。
- ・幅広く学ぶ：多数の神経回路網の確立、独創＝新たな回路網の確立。脳は使わなければ退化。

(3) まとめ

脳の仕組みについて、それにまつわる諸器官の働き、興奮性刺激や抑制性刺激などを受けると身体や気持ちにどのような影響を与えるのか等について細かい内容を踏まえて説明された。記憶に関する項目にも触れられ、「効率的勉強法」等も提示され、生徒も非常に興味・関心を引く内容であった。

(4) 生徒の感想（抜粋）

- ・今回の講義を聴き、私が食べるちょっとしたものが私の生活に影響を与えることもあることが分かり、とても面白く感じました。特に私が興味をもったのは、勉強を好きになることで神経伝達物質が放出され、勉強をしたくなるということでした。好きならばしたくなるということは当然のことですが、神経伝達物質によって引き起こされていることだとは思いませんでした。
- ・タバコに含まれているニコチンが、アセチルコリン受容体の反応を鈍らせることで色々な病気を引き起こすこと、酒に含まれているエタノールが、GABAA 受容体、NMDA 受容体、K チャネルに作用していくということなど詳しい内容について知ることができたので、新たな理解をもつことができた。
- ・お茶や香辛料の中にも感情に作用する物質が入っているということに驚きました。お酒などは分かっていたけど、自分たちの食事によって無意識に自分の感情をもコントロールしているのかと思うと、食事をきちんと摂ることは心の健康を保つためにもとても大切なことなのだと思います。
- ・コーヒーのカフェインで目が覚める、お茶にはカテキンが含まれているのでお茶でうがいをすれば良いということは知っていましたが、その他にも予防疾病や高血圧症、血栓に対して効能があるとは知りませんでした。タバコやシンナーについての話もありましたが、お茶やコーヒーが脳に与える影響と比較して話して頂いたので、改めてタバコやシンナーの害を理解することができました。
- ・この講義を通して、食品と人間の精神は深いつながりがあるのだと実感しました。コーヒーを飲んで落ち着くような気がするのには、おそらくカフェインが安らぎに重要な役割を果たす神経伝達物質の一つである GABAA 受容体へ影響しているから、またクロロゲン酸の抗酸化活性化などによって疾病を予防するといった効能があるとは知りませんでした。しかし、良い側面がある一方、悪い側面もあるのだとわかりました。コーヒーにしてもお茶にしても良いことばかりではないので、過剰に摂取して addiction 化してしまわないようにしたいです。

2 生活科学分野

(1) 実施結果1「おいしいご飯を炊こう」

ご飯は誰でも炊けるが、おいしく炊こうと思うと意外と難しい。炊飯の過程でそれぞれポイントとなるところがあるが、今回は「研ぐ」について実験した。

「研ぐ」というのは米粒同士をこすり合わせることで、ぬかや汚れを落とすことである。研ぎ方は「一度水洗いの後、水のほとんどない状態で指を立てるようにしてぐるぐる回す。白い水がたまるのでさらに水を加えてから軽くかき混ぜ、水を切る。これを2～3回繰り返す。」というものである。本校の調理実習では1班400gなので2～3回研ぐと、研ぎ汁の白い色が薄くなり水の中に米粒が見える程度とわかった。家庭によっては、5～6回研いで研ぎ汁が完全に澄むまでやるという意見もあった。実習の中で研ぎ方を変えてやってみた。

米粒が見える程度の濁りまで研いで炊くと、ふっくらとつやつやのご飯が炊ける。よく噛むと甘みを感じることができ、おいしく炊けたと感じる。

水が完全に澄むまで研いで炊くと、割れた米もあってつやつやにはならず、歯ごたえがなく、噛んでも甘みがなく、おいしいとは感じられない。

「研ぐ」ことは単に汚れを取るだけでなく、適度なねばりを出してふっくらと炊きあげるために必要だが、「研ぎすぎる」と、でんぷんを失い、おいしくない。「適度な研ぎ」を身に付けることがおいしいご飯を炊く必須条件である。

参考文献：お米の達人が教える ごはん基本帳

西島豊造・飛田和緒 著 家の光協会

(2) 実施結果2「表面張力と洗剤及び被服における水分の移動について」

平成24年1月27(金)日に山口県立大学の松尾洋教授に「表面張力と洗剤及び被服における水分の移動について」という題目で講義をしていただいた。

洗剤の主成分である界面活性剤の働きは表面張力なしでは説明できないが、表面張力を目で確認することから実験が始まり、表面張力の理解を深めた後、洗剤（界面活性剤）について説明があった。さらに、様々な布の表面を顕微鏡で観察した。そこには汗や汚れを取り除くくふう、実はすばらしい最先端技術があり、私たちはそれを意識することなく使っていることも多い。

「なぜ水質汚染で魚が死ぬのか」ということは、まさに、表面張力と界面活性剤の問題なのだということが衝撃的だった。

「世の中の現象を分子レベルに立ち返って考えるとよい」という言葉は私たちにとって新しいものの考え方を気づかせてくれ、生活というものが化学や物理で成り立っていることを痛感させられた。

Ⅲ SSH応用（数学分野）

1 実施概要

(1) ねらい

科学技術の奥深さを、数学分野において実感する。また、応用数学、実用数学の内容に触れたり、自ら学習し、得た知識を伝えるということを経験し、「自ら学ぶ力」と「表現する力」を育成する。

(2) 実施方法

ア 対象 理数科2年40名

イ 時数 おおむね週1時間（55分）、年間23時間

ウ 使用テキスト モノグラフ 行列 矢野健太郎監修 高橋正明著 科学振興新社発行
 エ 授業形態 生徒が、与えられた問題を自分で解き、解答の解説シートを作成し、クラス全員の前で発表する。その後、質疑応答、指導者による補足等で理解を深めていく。
 オ 評価 以下の観点により評価する。

(ア) 関心・意欲・態度

a 解説シート作成のための事前準備状況

b 授業への参加態度、質問等の発言

(イ) 数学的な見方、考え方

a 解説シートの内容

(ロ) 表現・処理

a 発表を評価シートにより生徒間で相互評価する。評価項目は、「発表者は内容を理解していたか」「発表の態度や声の大きさは適切だったか」「発表者の説明はよく分かったか」「自分は内容がよく理解できたか」の4点である。

b 試験問題の中に、答えが1つではなく、それぞれの理解の深さによって様々な正解が考えられるものを出題し、自分の考えを表現する能力を評価する。

(エ) 知識・理解

a 試験を実施し、基本的知識の習得度と応用力を評価する。



2 実施結果

(1) 発表

全員が必ず発表するため、グループによる発表では引っ込み思案になりがちな生徒も、自分の考えを表現することができた。間違いの指摘や、疑問点に関する質問もあり、発表する側も聞く側も、活発な授業展開ができた。事前に自分で理解できない生徒に対しては、解説シートを完成させるまでかなりの時間指導した。一人一問の責任を持たせることで、少なくとも自分が担当した問題は解けるようになり、生徒は達成感と、分かる喜びを感じていた。

聞く態度が良くなかったことや、評価シートの感想欄に不適切な記述があることがあったので、生徒の活動や発言を重視しながらも、指導者がコントロールしていくことも必要である。

(2) 評価

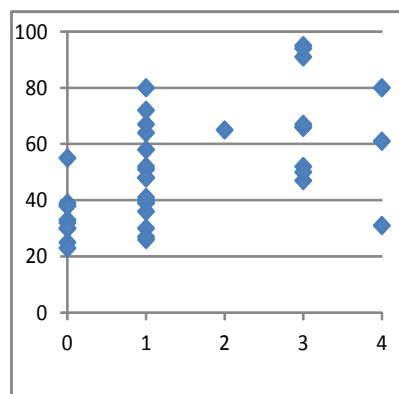
ア 評価シート 評価シートでの相互評価では、発表をよく聞いた上での確に評価していた。各項目毎の平均を発表者に知らせることで、自らの発表を振り返ることができ、生徒には好評であった。より詳細なフィードバックができるよう、評価の項目を工夫することが課題である。

イ 考査 考査問題のほとんどは、通常の考査問題と同様の理解と技能を評価する問題である。さらに、ただ1つの正解を求めるのではなく、自分の理解度に応じて様々な答えが考えられるような、次の問題を出題した。

『1次変換によって、原点中心半径1の円が円に移されるという。この1次変換を表す行列を一つ求めよ。』

容易に思いつく答えは、単位行列 E である。また、対称移動の一部、回転移動も円を円に移す。行列を $\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$ とおいて、条件から a, b, c, d の関係式を求め、それを満たす例をあげる方法が最も難度が高くかつ一般的な解法につながるものである。結果は下の表のようになった。また、考査の得点との相関は右のグラフのようになった。

0	無回答、誤答	11人
1	単位行列	16人
2	対称移動	1人
3	回転移動	9人
4	a, b, c, d の関係式、その他	3人



際だった相関はないが、得点の高い者の中には、簡単な解答をあえて選ばず、回転移動のようなやや知識を必要とするものを答えようとする者がいることが分かる。

(3) ねらいの達成状況と課題

「自ら学び」、「表現する」ことについては、全員が自分で学習した結果を発表する機会を得たことで達成できた。しかし、その経験が「力」として身に付き、他分野で生かせるかどうかは、今後の生徒の活動の様子を見守らなければならない。教員による指導は最低限にとどめ、生徒の発表中心の授業だったため、説明が分かりにくかった問題の理解が不十分で不安を感じた生徒もいた。数学分野は、先進的内容に触れるだけではなく、理解し活用する、つまりは解けなければ意味がない。高度な抽象的概念を理解できる高校生は数少ないので、大学の一般教養にも至らない程度の線形代数で、解答のある問題を扱ったが、SSHにふさわしかったかどうかは疑問である。サイエンスで括られてはいるが、数学の特質を考えると、SSHで取り組むことに意義があるかどうかは今後の課題である。

(4) 生徒の感想（抜粋）

ア 解説シートにおける感想

- ・1から全部自分で勉強するのは大変だし、不安もあったけど、納得するまで理解しようとして、すごくためになった。みんなにできるだけ分かってもらえるような工夫もこらそうと頑張ったので、わかりやすかったというコメントがもらえて嬉しかった。
- ・人に何かを教えるというのは難しい。教える内容は調べたことの氷山の一角で、時間やみんなの様子で何を言うのかを決めるのは大変だと思った。

イ 授業評価における感想

- ・人に伝えるということの難しさを知った。自分なりにたくさん準備をして発表をしたつもりだったが、途中で自分がなんて言っているかわからなくなったり、分からないと言われてたりもした。大変だったが良い経験になった。
- ・自分で担当の問題を理解してまとめることは難しかったです。さらにそれを説明するとなると大変でした。だけど、自分で発表した内容は今でも忘れず、解ける自信があります。これ

からはすべての科目、分野において、このように能動的な勉強をしたいと思います。

- 普通の授業と違い、前で発表をする人が生徒なので、習う授業ではなく、共に考える授業になったと思う。自分が発表するときには、ずっと前から準備して、もっといい解き方がないかと探して、深く考察できた。
- 自分で熟考して、疑問を解消しながら、みんなにどうやったら分かりやすく伝えることができるか考えることは、プラスの経験になった。伝えたことに対するリアクションを評価の形でもらったのは本当に嬉しかった。またこういう形式の授業をやってみたい。」
- 伝えるための技術の差はどうすればいいのだろうか。練習すれば差は縮まるかもしれないが、そういう時間はない。各人によってもっている知識の量にも差があるので、発表にばらつきが出てくる。
- 一つの問題にいろいろなことを試すというのはよい。いっそのこと最初から解答のない問題をやったらもっと面白いであろう。前に出て話すことはあまりないからこの点も評価できる。最初から発表ではなく、一度学習してから発表をすればかなりの理解が望めただろう。