

高等学校理科指導資料

生徒の力を引き出す
「基礎を付した科目」の

探 究 活 動 実 践 事 例 集

物理基礎



化学基礎



生物基礎



地学基礎



平成25年2月
岡山県総合教育センター

この『高等学校理科指導資料 生徒の力を引き出す「基礎を付した科目」の探究活動実践事例集』は、岡山県総合教育センターの所員研究として平成23・24年度の2年間にわたって取り組んだ「理科の基礎を付した科目の探究活動に関する研究」の成果をまとめたものである。幾つかの調査で、探究活動が十分に実施されていない状況が明らかとなり、探究活動の充実のため、この研究では次の三点を念頭に置いて研究を進めてきた。

- ・教師が教え込むのではなく、考える時間を生徒に十分与えること
- ・中学校までの知識をベースとして取り組むことができる内容であること
- ・準備、片付けの負担が小さく、各科目の専門以外の教師でも実践できること

生徒に効果的な教材と考える時間を与えることによって、生徒が自分たちで問題を解決する方法を見付けたり、新しい気付きや課題を発見したりすることができるのではないかと考えている。そこで、生徒に考えさせる仕掛けをワークシートの中に加えたり、グループワークを取り入れたりするなどの工夫を考えた。探究活動を難しく捉えず、これまでの観察、実験に少し工夫を加えるだけでも、科学的に探究する学習活動が十分可能であると考えている。探究活動の実践を通して、普段とは違う生徒の様子を見て、探究活動の効果を実感してほしい。

なお、この『高等学校理科指導資料 生徒の力を引き出す「基礎を付した科目」の探究活動実践事例集』は、当センターのWebページにも掲載しており、探究活動のワークシートなどをダウンロードすることができる。各学校において理科の探究活動の充実、授業改善の一助として、多くの先生方に御活用いただければ幸いである。

『高等学校理科指導資料 生徒の力を引き出す「基礎を付した科目」の探究活動実践事例集』

URL <http://www.edu-ctr.pref.okayama.jp/chousa/kiyou/h24/12-04.pdf>

目次

I	はじめに	1
II	物理基礎	7
III	化学基礎	18
IV	生物基礎	32
V	地学基礎	45
VI	おわりに	55

I はじめに

1 探究活動の実施に関して

平成20年1月の中央教育審議会答申において理数教育の充実が示され、高等学校理科の改善の具体的事項と改訂の要点について、高等学校理科指導要領解説理科編（以下「学習指導要領解説」という。）に次のことが示されている¹⁾。

- ・「理科を学ぶことの意義や有用性を実感させ、科学への関心を高め、実社会・実生活との関連を重視する内容を充実する」こと
- ・「科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から、探究的な学習を重視し、観察・実験、探究活動などにおいて、結果を分析し解釈して自らの考えを導き出し、それらを表現するなどの学習活動を一層重視する」こと

平成21年告示の高等学校学習指導要領（以下「学習指導要領」という。）に示された理科の「基礎を付した科目」では、従来の「Iを付した科目」と同様に大項目ごとに探究活動が位置付けられている。しかし、全国を対象とした「平成20年度高等学校理科教員実態調査」（以下「理科教員実態調査」という。）では図I-1のように探究活動が十分実施されていない状況が明らかとなった²⁾。特に普通科高等学校における実施の状況は3分の1に満たない状況であり、その原因の調査や探究活動の実施への支援が必要と考えられる。

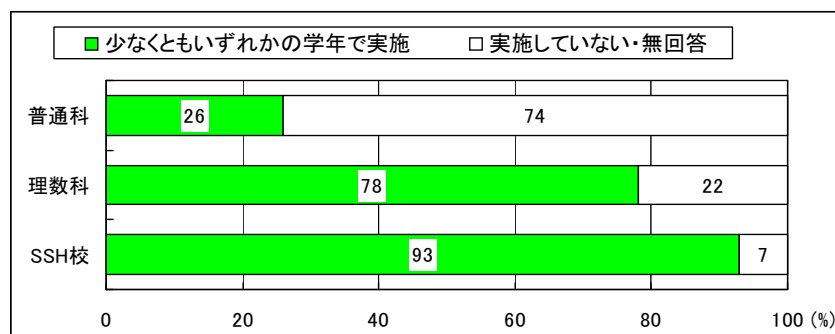


図 I - 1 課題研究・探究活動の実施状況

「平成20年度高等学校理科教員実態調査」独立行政法人科学技術振興機構

「基礎を付した科目」は、中学校と高等学校との接続を考慮しながら、より基本的な内容で構成し、観察、実験、探究活動などを行い、基本的な概念や探究方法を学習する科目として設けられた。また、「基礎を付した科目」は高等学校入学後の早い段階での履修が考えられることから、中学校理科の状況について把握しておく必要がある。

平成24年度全国学力・学習状況調査の結果から、中学校理科について、基礎的、基本的な知識や技能を活用することに課題があることが指摘された^{1) 2)}。これに対する改善のポイントとして、課題を解決するための観察、実験を計画する指導、科学的な知識や概念と根拠に基づき、観察、実験の結果を分析し解釈して説明する指導、日常生活や社会との関連を重視した指導の充実が示されている。さらに、理科の観察、実験と学力の関係について、自ら考えた仮説を基に観察、実験の計画を立てさせる指導、観察、実験の結果を整理し考察する指導、観察、実験の際のノート等への記録、記述の方法をする指導を行った小・中学校は、理科の調査問題の平均正答率が高い傾向が見られたことが報告されている（図I-2）。また、中学校第3学年の生徒に対する理科の指導として、「前年度までに、自ら考えた仮説を基に観察、実験の計画を立てる指導を行いましたか」という質問に

対し、肯定的な回答の割合は全国61.8%に対し、岡山県（公立）では50.3%と低い結果になった（図 I-3）³⁾。

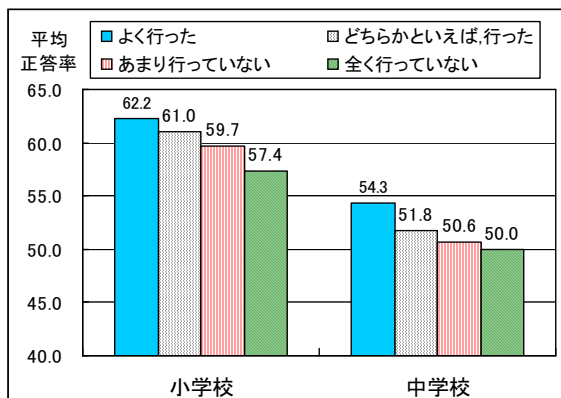


図 I-2 観察、実験の指導と平均正答率

児童生徒に対する質問紙調査について「理科の勉強は大切だと思いますか」の質問に対し、小学校から中学校へ進むと「当てはまる」と回答した児童生徒が大きく減少し、国語、数学よりも大幅に低い割合となっている（図 I-4）。

また、2011年の国際数学・理科教育動向調査（TIMSS2011）の結果、理科に対する意識について「勉強が楽しい」「勉強が好きだ」と回答した日本の小学生、中学生の割合は、前回調査と比べ増加しているものの、中学生の理科については前回調査に続き、国際平均よりも大きく下回っていることが分かった（表 I-1）⁴⁾。

これらの状況を踏まえると、高等学校理科「基礎を付した科目」においても、科学への関心を高め、実社会・実生活との関連を重視する内容を充実し、理科を学ぶことの意義や有用性を実感させることが大切になる。

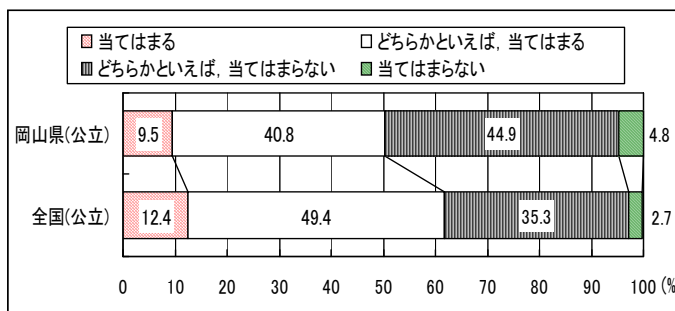


図 I-3 観察、実験の計画を立てる指導に関する比較

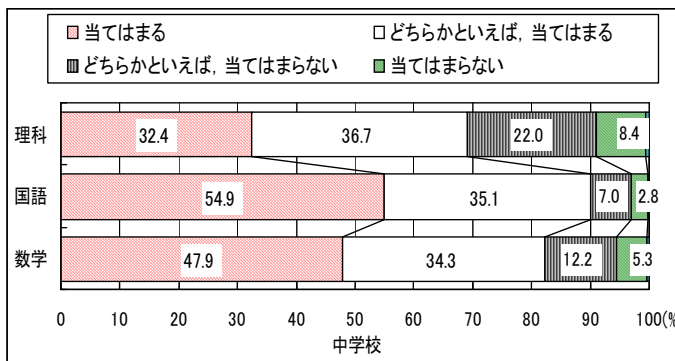
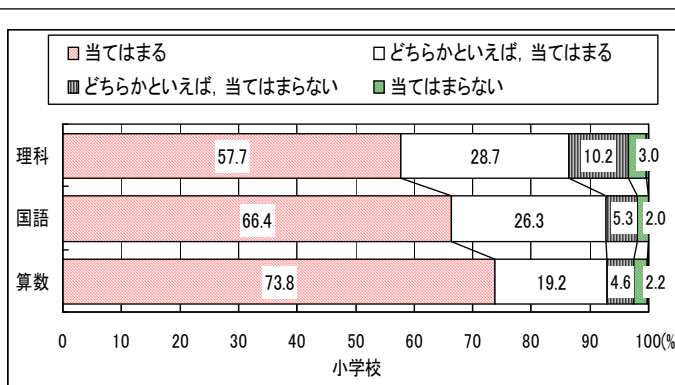


図 I-4 「理科の勉強は大切だと思いますか」

表 I-1 国際数学・理科教育動向調査の2011年調査の結果

・勉強は楽しい					・勉強が好きだ				
校種	小学校 (%)		中学校 (%)		校種	小学校 (%)		中学校 (%)	
教科	算数	理科	数学	理科	教科	算数	理科	数学	理科
平成15(2003)年	65	81	39	59	平成15(2003)年	70	81	47	62
平成19(2007)年	70	87	40	59	平成19(2007)年	65	82	36	52
平成23(2011)年	73	90	48	63	平成23(2011)年	66	83	39	53
国際平均(2011)	84	88	71	80	国際平均(2011)	81	86	66	76

本研究では平成23年度に岡山県の高等学校の理科教師を対象に、探究活動についてアンケート調査（以下「探究活動アンケート」という。）を実施し、実施状況や実施に向けての課題などについて分析を行った。また学習指導要領及び学習指導要領解説を基に、「基礎を付した科目」の探究活動について、協力委員による探究活動の実践事例を紹介し、探究活動のねらいと指導上の留意点をまとめた。また、探究活動での生徒の様子や意識の変容を事前事後アンケートやワークシートなどにより分析した。

2 探究活動に関するアンケート

平成23年度に岡山県の高等学校の理科教師を対象に、探究活動アンケートを実施した（回答数142）。「探究活動は大切だと思いますか」という質問に、約96%の教師が肯定的な回答した（図 I-5）。「今年度、年間指導計画に探究活動を位置付け、実践していますか」という質問に対し、約10%の教師が「指導計画に位置付け、実施している」と回答したが、「実践できていない」の回答が約70%と大半を占めた（図 I-6）。このことから探究活動の重要性を認識しつつも実施できていない状況であることが分かった。これは前述の理科教員実態調査の結果と同じ傾向であった。

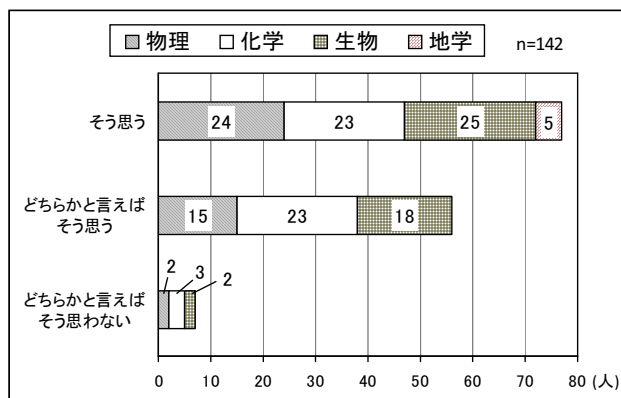


図 I-5 探究活動の重要性

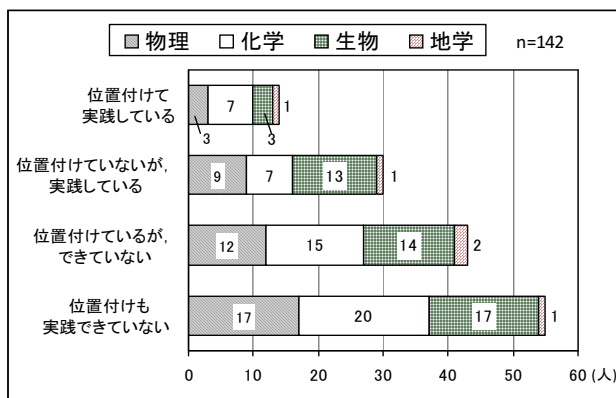


図 I-6 探究活動の位置付け

「探究活動において高めたい生徒の力」について、選択肢の中から二つを選択する質問（表 I-2）に対して、「結果を処理し考察する力」「観察、実験の方法を考える力」「問題を見いだす力」の順に高い値になった（図 I-7）。

表 I-2 探究活動で高めたい生徒の力

あなたが専門とする理科の科目の「探究活動」について、生徒に特に高めていきたい力はどれですか。次の中から二つ選んでください。

- 問題を見いだす力
- 仮説を立てる力
- 観察、実験の方法を考える力
- 結果を処理し考察する力
- 報告書をまとめ発表する力
- 文献やインターネットで情報を収集する力
- その他（ ）

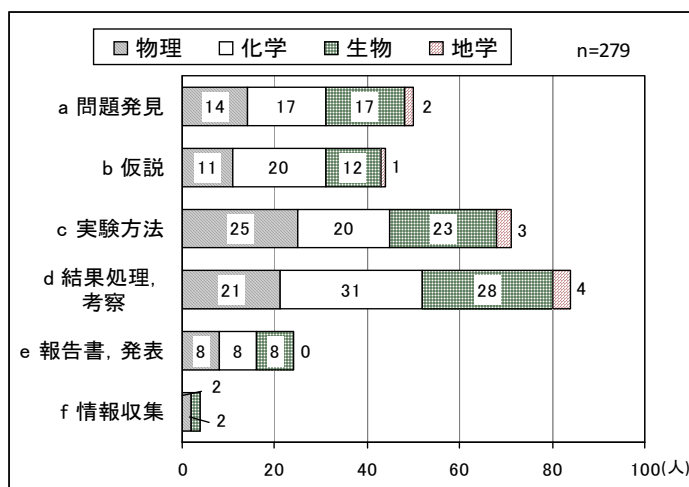


図 I-7 探究活動で高めたい生徒の力

探究活動を実践した教師に対し、「あなたの専門とする理科の科目で今までに実践した探究活動は、特にどの力を高める内容になっていましたか」という複数回答の質問をしたところ、「結果を処理し考察する力」「観察、実験の方法を考える力」「報告書をまとめ発表する力」の順に高い値となった。次に、探究活動において、高めたいと考える力(ニーズ)と探究活動を通して高められた力(実践)について比較した。図 I - 8 に示すように、「問題を見いだす力」「仮説を立てる力」「観察、実験の方法を考える力」はニーズが多いものの、探究活動を通して高めることができたという回答は、ニーズに対し半分以下であった。

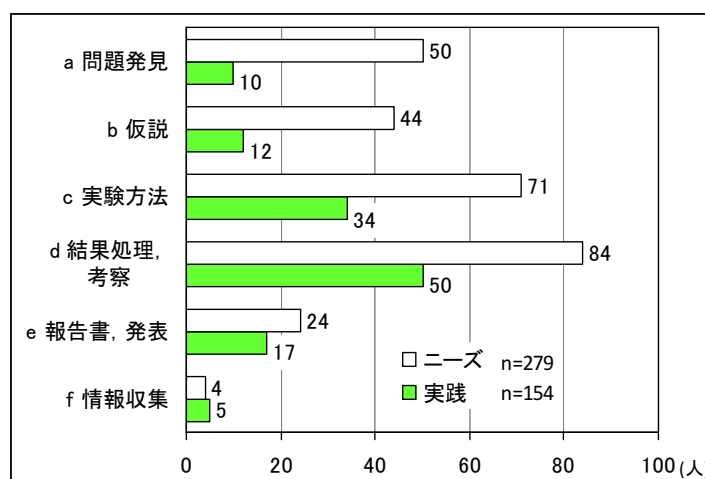


図 I - 8 探究活動を通して高めたい力と高められた力

さらに、探究活動を実践する上での課題についても質問したところ(表 I - 3)、「授業時間の不足」「準備や片付けの時間が取れない」「大学入試へ対応する教科指導の時間がない」など、時間が足りないと回答した教師が過半数を占めていた(表 I - 4)。この結果も理科教員実態調査の結果とほぼ一致している。「基礎を付した科目」の学習内容の量と標準単位数が2単位であることを踏まえると、探究活動の時間を十分に確保することは難しい状況にあると考えられる。

表 I - 3 質問項目：探究活動を実践する上での課題

あなたの専門とする理科の科目で「探究活動」を実践していく上での課題は、何ですか。(複数回答可)	
a 準備や片付けの時間が取れない	b 授業時間の不足
c 生徒の授業態度の問題	d 設備備品, 消耗品の不足
e よいテーマが見つからない	f 実験室の不足
g 基礎的・基本的な内容・技能が定着ができていない	
h 大学入試へ対応するための教科指導に時間を取られる	i 特に課題はない

表 I - 4 「探究活動」を実践していく上での課題

選択肢	a 片付け	b 授業時間	c 生徒の態度	d 設備不足	e テーマ	f 実験室	g 基礎基本	h 入試	i 無し
全体N=124	41%	67%	13%	23%	9%	6%	38%	51%	1%

3 高等学校理科の探究活動とは

(1) 探究活動とは

理科における探究活動とは、探究の過程を通して科学の方法を習得する学習活動である。図 I-9 は探究活動の授業展開例を示しており、探究活動は、様々な探究の方法（仮説を立て、実験を計画し、実験を行い、データを処理し、仮説の検証を行うなど）を利用して行われ、問題解決に向けて、探究の過程が繰り返されている。

学習指導要領解説には、「基礎を付した科目」の探究活動では、探究の方法の全てを網羅的に実施する必要はないこと、探究の過程全体又はその一部を実施してもよいことが示されている。つまり、探究の過程の一部（探究の方法）を重点化して実施できることを意味しており、さらに、各科目について探究の方法が例示されている（表 I-5）。これらの探究の方法を課題の特質に応じて適切に取り上げ、具体的な課題の解決の場面でこれらの方法を用いることができるように扱う必要がある。

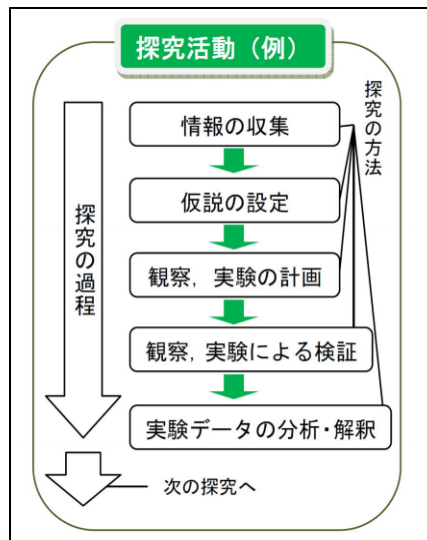


図 I-9 探究活動の授業の展開例

表 I-5 探究の方法

科目	探究の方法（例示）
物理基礎	情報の収集，仮説の設定，実験の計画，実験による検証，実験データの分析・解釈，法則性の導出
化学基礎	情報の収集，仮説の設定，実験の計画，実験による検証，実験データの分析・解釈
生物基礎	問題を見いだすための観察，仮説の設定，実験の計画，実験による検証，調査，実験データの分析・解釈
地学基礎	情報の収集，仮説の設定，実験の計画，野外観察，調査，データの分析・解釈，推論

「基礎を付した科目」の教科書の中には、探究活動の学習例として、今まで実施されていた観察、実験や、発見学習のように生徒が課題の設定からじっくり取り組んだものなど、様々な活動が紹介されているが、通常の観察、実験と探究活動の違いはどこにあるのだろうか。

図 I-10 は、五島、小林（2009）が川喜田二郎作成の W 型問題解決モデルを理科教育のための科学的探究の過程に対応させたものである。この図 I-10 では観察、

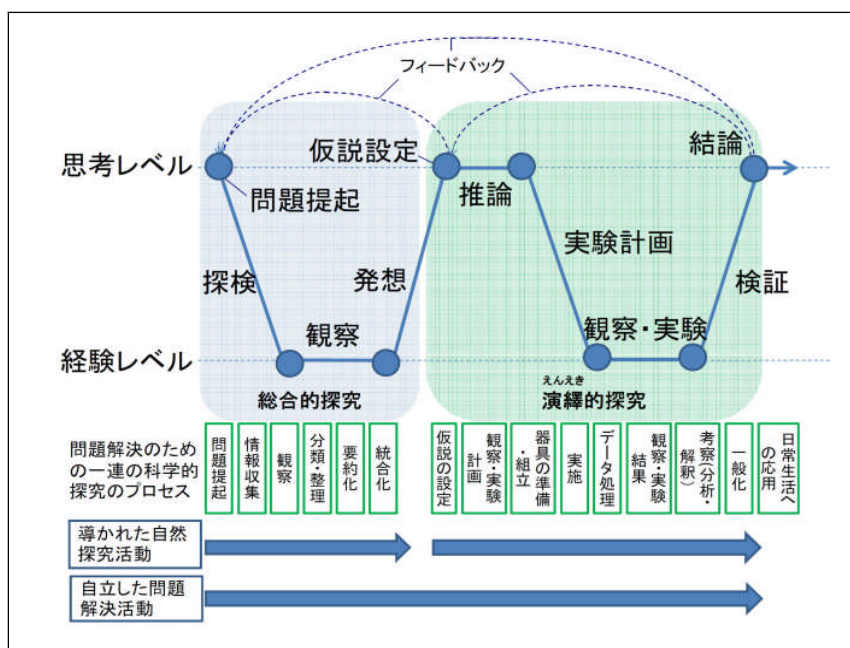


図 I-10 理科教育用 W 型問題解決モデル

実験は、探究の過程の一部と示されている²⁾。観察、実験も探究の方法の一つだが、探究活動の目標が、探究の過程を通じた科学の方法の習得であることを考えると、観察、実験以外の探究の方法を効果的に取り上げ、探究の過程を意識させる取り組みが一層重要になる。

(2) 探究活動の題材

「基礎を付した科目」の探究活動は、学習指導要領の大項目ごとに位置付けられ、確実な実施が求められているが、探究活動アンケートの結果から、探究活動の実施時間の確保が難しく、十分に実施されていないことが分かった。このような現状であるからこそ、各大項目の学習内容を確認して、探究活動を年間指導計画に位置付け、十分な時間を配分する必要がある。さらに「基礎を付した科目」の探究活動で扱う題材については、次に挙げる視点を参考にして、各学校や生徒の実状に合わせて検討することが重要である。

中学校までの学習内容との関連を踏まえる
生徒がそれまでに学習してきた内容を活用して探究することができる題材となっているかどうかを確認する必要がある。また、高等学校の早い段階での履修が考えられる科目なので、科学的な知識を適度に必要とする題材が求められる。
各科目の特性を生かして、探究の過程の一部を重点化する
探究の過程全体を扱うことが難しい場合、各科目や大項目の特性を生かして、探究の過程の一部を重点化して実施することも一つの方法である。例えば、従来の観察、実験の一部を改善又は発展させることが考えられる。また、「基礎を付した科目」を卒業までに複数履修させる場合では、これらの科目間の連携を深め、「基礎を付した科目」全体で、探究の過程を学ばせる方法も考えられる。

(3) 学習評価について

平成22年に示された新しい学習評価では、理科の評価の観点とその趣旨は表 I - 6 のようになる³⁾。高等学校の学習評価について、観点別学習状況の評価を踏まえて学習評価を行っている学校がある一方、ペーパーテストを中心とした評価にとどまっている学校もあることが、『評価規準の作成、評価方法等の工夫改善のための参考資料（高等学校 理科）』（2012, 国立教育政策研究所）に示されている。この課題を踏まえて、探究活動では、ペーパーテストに頼らず、生徒の主體的な活動の様子やワークシートの記入状況や発表状況などを通しての思考力・表現力などを多面的に評価することが大切である。

表 I - 6 理科の評価の観点と趣旨

評価の観点	趣旨
関心・意欲・態度	自然の事物・現象に関心や探究心を持ち、意欲的にそれらを探究しようとするとともに、科学的態度を身に付けている。
思考・判断・表現	自然の事物・現象の中に問題を見だし、探究する過程を通して、事象を科学的に考察し、導き出した考えを的確に表現している。
観察・実験の技能	観察、実験を行い、基本操作を習得するとともに、それらの過程や結果を的確に記録、整理し、自然の事物・現象を科学的に探究する技能を身に付けている。
知識・理解	自然の事物・現象について、基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。

II 物理基礎

1 物理基礎の探究活動

「物理基礎」は、中学校で学習した内容を基礎として、日常生活や社会との関連を図りながら物体の運動と様々なエネルギーへの関心を高め、目的意識をもって観察、実験などを行い、物理学的に探究する能力と態度を育てるとともに、物理学の基本的な概念や原理・法則を理解させ、科学的な見方や考え方を養う科目として設けられた。「物理基礎」の内容は、中学校理科第1分野との関連を考慮し、「(1)物体の運動とエネルギー」及び「(2)様々な物理現象とエネルギーの利用」の大項目から構成されている。本章では、まず「物体の運動とエネルギー」に関する探究活動について実践事例の詳細を紹介し、次に「様々な物理現象とエネルギー」に関する探究活動については実践事例の概要を紹介する。

2 「物体の運動とエネルギー」に関する探究活動

(1) 学習指導要領の目標

学習指導要領には「物体の運動とエネルギー」について、次のように示されている⁴⁾。

(1) 物体の運動とエネルギー

日常に起こる物体の運動を観察、実験などを通して探究し、それらの基本的な概念や法則を理解させ、運動とエネルギーについての基本的な見方や考え方を身に付けさせる。

ア 運動の表し方

(ア) 運動量の測定と扱い方

身近な物理現象について、物理量の測定と表し方、分析の手法を理解すること。

(イ) 運動の表し方

物体の運動の基本的な表し方について、直線運動を中心に理解すること。

(ウ) 直線運動の加速度

物体が直線上を運動する場合の加速度を理解すること。

学習指導要領解説には、「物体の運動とエネルギー」に関する探究活動について、「物体の運動とエネルギーに関する学習活動と関連させながら、観察、実験を通して、情報の収集、仮説の設定、実験の計画、実験による検証、実験データの分析・解釈、法則性の導出など物理学的に探究する方法を習得させるようにする」ことが示されている⁵⁾。さらに、「ア 運動の表し方」の探究活動の具体例として、自転車、自動車、電車などの日常の乗り物の運動について、ビデオカメラなどの撮影装置の画像などにより、変位-時間のグラフ、速度-時間のグラフなどを作成し、運動の特性を探究させることや、測定の精度向上について探究させることなどが示されている。

このように、物理基礎の「物体の運動とエネルギー」の大項目において、速度-時間のグラフ（以下「 $v-t$ グラフ」という。）の重要性は言うまでもない。「物理基礎」は必履修科目の一つとして、入学後の早い段階で全員が履修することが考えられ、中学校から高等学校への円滑な接続を進める上で特に重要な分野である。

(2) 探究活動のねらい

探究活動アンケートでは、探究活動において「観察、実験の方法を考える力」「結果を処理し考察する力」を高めたいと考える物理教師が多かった。「 $v-t$ グラフから実験をデザインしよう」と名付けた今回の実践は、グラフから実際の運動をイメージさせ、観察、実験を考える力を高め

ることをねらいとした。

記録タイマーを用いてv-tグラフを作成する観察、実験は、教科書や『物理学習実験書（上）』（2011、岡山県高等学校理科協議会）にも示されているが、実際の運動とv-tグラフを関連付けることは、物理の学習を始めたばかりの生徒にとって、決して容易なことではない。運動を抽象化し、数式で表現する学習活動は、物理基礎の最初の関門といっても過言ではない。

そこで、今回の実践では発想を転換し、最初に作成してみたいv-tグラフを考え、その運動をイメージしながら、斜面やバネといった実験器具からその運動を再現するという展開を試みた。この探究活動のメリットとして次のような点が考えられる。

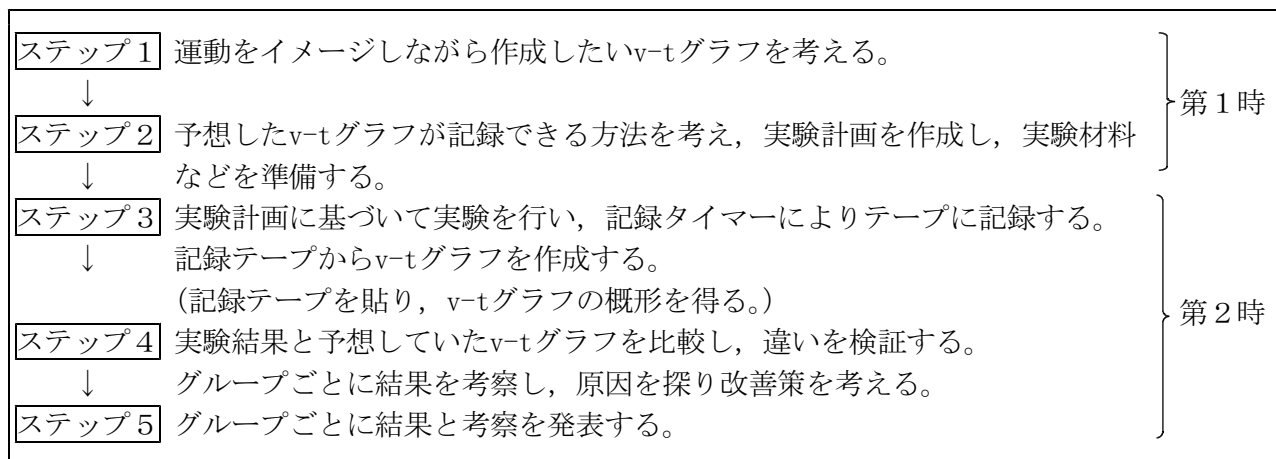
- ・探究の方法のうち実験の計画を重点化して、短時間で実施できる。
- ・特殊な実験器具が必要ないので、一斉授業（40人クラス）で実施できる。
- ・従来から取り組まれている実験の一部を改善、発展させるので、新たな器具の準備は必要ない。
- ・目的が明確であるので見通しをもって、生徒が自ら進んで意欲的に取り組むことができる。
- ・専門の科学的知識をあまり必要としない。

本実践の効果を検証するために複数の協力委員の所属校で取り組んだ。以下に実践内容及びその成果と課題について報告する。

(3) 授業展開例とワークシート

① 実践の概要

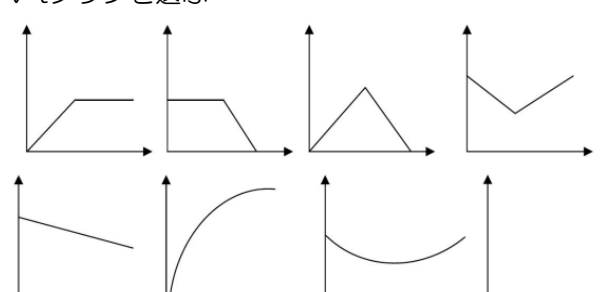
この探究活動は図Ⅱ-1に示すように、2単位時間で実施した。実験の時間を十分に確保したい場合には、ステップ2に1単位時間を設定して、ステップ4、5を第3時として、3単位時間で行うことも考えられる。



図Ⅱ-1 「v-tグラフから実験をデザインしよう」探究活動の流れ

- ・ステップ1では、発問などにより等加速度直線運動や等速直線運動のv-tグラフを復習させた後、自由にv-tグラフについて考えさせ、ワークシートに記入させた。数種類の実現可能なv-tグラフを示した補助プリントを用い、グラフを予想することを支援した（図Ⅱ-2）。
- ・ステップ2では、予想したv-tグラフを作成するために必要な実験器具と実験計画をワークシートに書かせ、物理実験室の実験器具を必要に応じて準備させた。
- ・ステップ3では、実験計画に基づき記録タイマーを用いて運動を記録させ、記録タイマーから打点を読み取り、v-tグラフを作成させた。グラフの作成に時間がかかる場合には、記録テープを6打点ごとに切り、シートに貼り付けることでグラフの概形を確認させた。

- ・ステップ4では、グループごとに実験結果について話し合い、グラフが予想通りになっているか検証させた。予想と異なる場合は原因を考えさせた。また、考察においては、計算による移動距離と記録テープの長さを比較させた。
- ・ステップ5では、各グループの代表者に実験の結果と考察した内容について発表させた。

v-tグラフを選ぶ	実験方法を考える
	<ul style="list-style-type: none"> ○力学台車で斜面を下った後、水平に等速直線運動 ○力学台車で等速直線運動の後、斜面を上る ○斜面を下った後、斜面を上る ○ボールを水平方向に投げる ○ボールを斜方投射する ○ばね（またはゴム）で力学台車を引く ○振り子の運動 <p style="text-align: right;">など</p>

図Ⅱ-2 v-tグラフ作成のための補助プリント

② 授業展開例 「v-tグラフから実験をデザインしよう」

単元名 「物体の運動とエネルギー」に関する探究活動（2単位時間）

目標 ・v-tグラフの形から運動を推測し、意欲的に探究しようとする。

〔関心・意欲・態度〕

・v-tグラフの形と運動の様子について考察し、違いを判断できる。

〔思考・判断・表現〕

時	学習活動	教師の指導・支援	評価規準・方法など	
1	導入	1 v-tグラフについて復習する。 2 v-tグラフを予想し実験方法を考えることを知る。	○等加速度直線運動や等速直線運動について復習し、基本的なv-tグラフを確認させる。 ※等加速度直線運動のグラフを想起させる。 ○本時の実験の目的、概要について説明する。	
	展開	3 作成したいv-tグラフの形を考え、物体にどのような運動をさせるか相談する。 4 実験方法をグループで考える。	○必要に応じて、グラフの形状について例示する。 ○適切な実験方法であるかを確認する。	
	まとめ	5 次時の指示を聞く。	○次時の準備物を確認し、必要があれば助言する。	・v-tグラフの形から運動を推測し、意欲的に探究しようとしている。 〔関心・意欲・態度〕 (行動の様子)
	次時までには各グループの実験計画を確認し、必要があれば該当のグループに適宜助言する。			
	2	導入	1 各グループで計画した内容を確認する。	○本時の実験について説明する。 ※可能な範囲で計画変更を認める。
展開		2 計画に沿って準備をし、実験を行う。 3 各グループで実験結果をまとめ、グラフを作成する。 4 実験結果と考察した内容を発表する。	○計画内容を確認し、順次実験に取り組みさせる。 ○実験結果を基にv-tグラフを作成させ、予想していたグラフと比較させることで、違いについて考察させる。 ※机間指導を行い、適宜助言する。 ○v-tグラフの形と運動の様子を発表させ、グラフの違いについて考察させた点についてコメントをする。	
まとめ		5 ワークシートを完成する。	○予想と異なった原因に着目させながら、ワークシートをまとめるように指示する。	・v-tグラフの形と運動の様子について考察し、違いを判断している。 〔思考・判断・表現〕 (ワークシートの記述)

③ ワークシート

物理基礎「物体の運動とエネルギー」に関する探究活動

月 日

探究活動『v-tグラフから実験をデザインしよう』

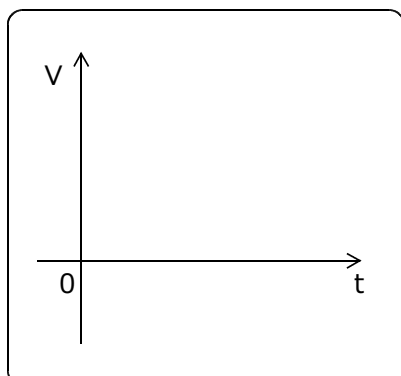
目的：物体の運動によって描かれるv-tグラフの形状は異なり，その形状は様々であると考えられる。グラフの形状から物体の運動を予測し，実験をデザインしてみよう。

準備：記録タイマー，おもり，記録テープ，鉄製スタンド，ものさし，セロテープ，クッション，力学台車，斜面，その他実験に必要なもの

方法：

1. 作成したいv-tグラフを考える。
2. そのv-tグラフを描くために必要な実験方法を考える。
3. 実験を行い，記録テープを作成する。
4. テープの記録を6打ごとに区切って，台紙に貼る。
5. 6打ごとのテープの長さを測り，表に記入する。
6. 各6打ごとの平均の速さ (m/s) を求めて表に記入し，縦軸に平均の速さを，横軸に時間(s) をとり，v-tグラフを描く。
(7. v-tグラフから，初速度(v軸の切片)，加速度(グラフの傾き)を求める。)

◎作成予定のv-tグラフ



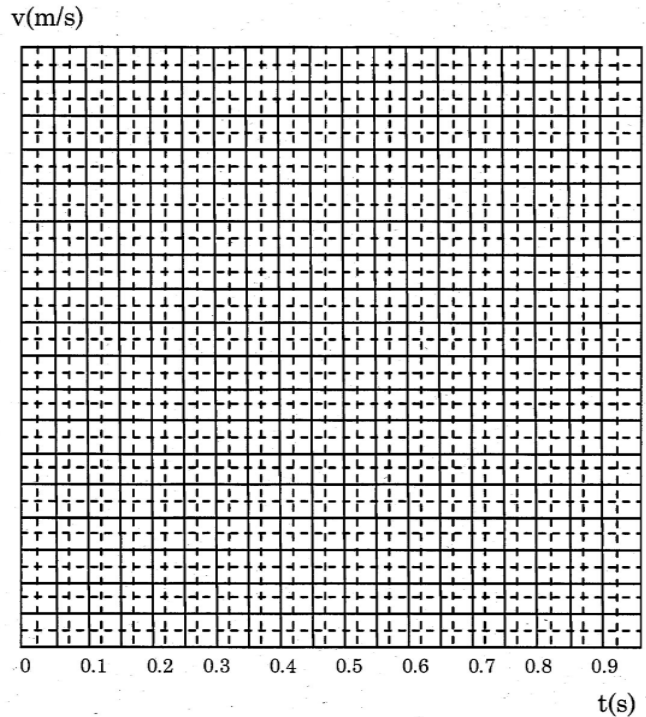
◎実験の計画を立てよう。

準備するもの

実験の計画・手順

表

時間 [s]	6打間の 長さ(m)	平均の 速度(m/s)	中央時刻 (s)
0			0.05
0.1			0.15
0.2			0.25
0.3			0.35
0.4			0.45
0.5			0.55
0.6			0.65
0.7			0.75
0.8			0.85
0.9			0.95
1.0			1.05
1.1			1.15
1.2			



考察1 グラフは予想とおりですか。異なる場合はその原因・理由を考えよう。

考察2 v-t図から移動距離を計算し、記録テープの長さと比較しよう。異なる場合は、その原因・理由を考えよう。

感想

	組		番	氏名	
--	---	--	---	----	--

④ 学習評価の方法

学習評価は『評価規準の作成，評価方法等の工夫改善のための参考資料（高等学校 理科）』（2012, 国立教育政策研究所）を参考にして，関心・意欲・態度は行動の様子を観察することにより評価し，思考・判断・表現の評価はワークシートの記述内容を基に行った。

(4) 実践の結果

① 生徒の様子

A校（第1学年）と、B校（第2学年）で授業実践した（図Ⅱ-3, 4）。実験計画の作成段階までは、これまでの実験との違いに生徒は戸惑っていたが、十分に考える時間を与え、ヒントを示すなどのきっかけを与えると、主体的に取り組み始めた。



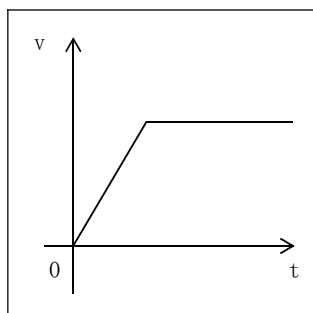
図Ⅱ-3 探究活動の様子



図Ⅱ-4 グループでの考察の様子

② 実験結果とワークシート

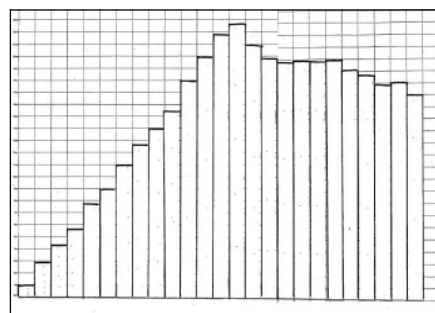
あるグループでは図Ⅱ-5のようなv-tグラフを作成しようと実験を計画し、図Ⅱ-6のような斜面を用意して実験を行った。途中から等速運動になると予想していたが、予想と異なる結果（図Ⅱ-7）が得られたことについて、その原因を考察していた。ワークシートにはこれまでに学習していた摩擦についての記述が見られるなど、思考・判断・表現について評価できる内容が記述されていた。



図Ⅱ-5 作成予定の
v-tグラフ



図Ⅱ-6 授業実践の様子



図Ⅱ-7 生徒の実験結果

③ 事前事後のアンケート

本実践の事前事後にアンケートを実施した（図Ⅱ-8, 9）。「④, ⑪実験の結果を予想して実験すること」や「⑤, ⑫実験の進め方や操作方法を考えて実験すること」に対し、肯定的な回答が増加し、探究活動によって、実験方法を考えたり、実験結果を予想しながら取り組むなど、生徒が主体的に活動する場面を設定することができたと思われる。実施後、全体的に否定的な回答が減少しており、実験書に沿って操作を行う従来型の実験ではなく、生徒に考える時間を充分に与え、自分たちで実験を計画し実施することで、理解や意欲が高まったのではないかと考えられる。

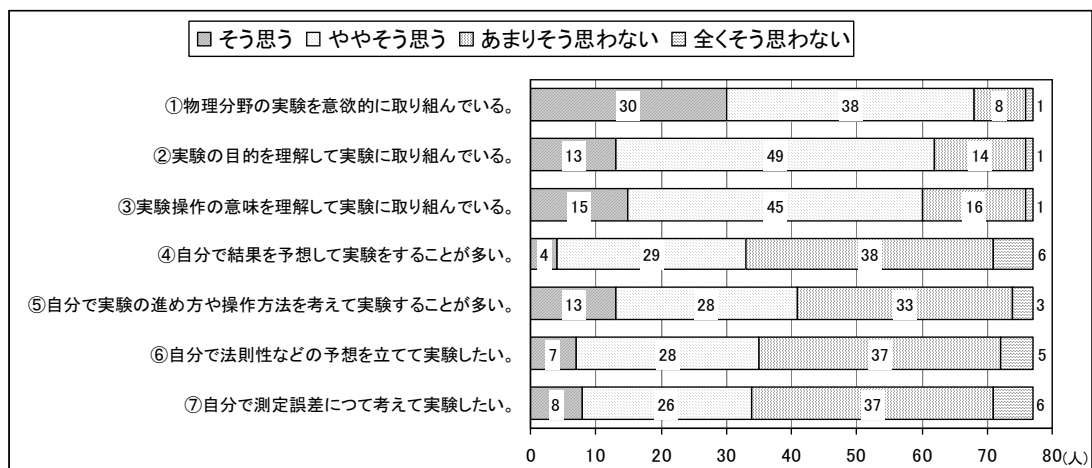


図 II - 8 事前アンケートの結果

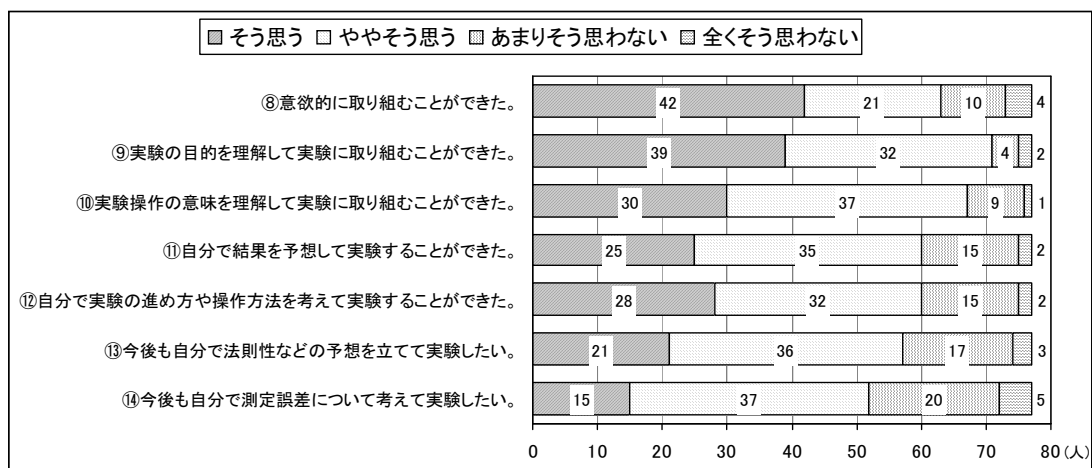


図 II - 9 事後アンケートの結果

(5) 実践を振り返って

① 生徒の感想

ワークシートには次のような感想があり、生徒が試行錯誤しながらも観察、実験の方法を考え、予想と異なる結果に対しても、その原因を突き止めようとする姿勢が見られた。この探究活動では、生徒が自分たちで考える場面を十分与えることができたと考えている。

- ただ実験をするのではなく、自分たちで実験方法を工夫して考えたのは、大変だったけど、楽しかったです。
- 予想と結果が違うのが、難しくて、そこが楽しいなと思いました。
- やはり自分が立てた予想と結果が違っていました。改善しないといけない点を多く見つけることができました。次にこのような実験をする時のために大切な経験となりました。

また、次のような「新たな課題の発見」「法則性への理解の深まり」「理論的思考の重要性の気付き」に関する記述も見られ、この探究活動が生徒の科学的な思考を深めることに有効であったことが確認できた。

- ・ どのような操作をすれば、どのようなグラフになるかを考えて実験を行ったので、ただ実験するより、法則性などが理解できたと思います。難しかったけど、物事を理論立てて考えることは必要なことなので、もっと鍛えていきたいと思います。
- ・ 自分達で課題を決めることによって、物理の原理がより深く理解できました。

② 改善点

今回の実践において最も時間を必要としたのは、記録タイマーからグラフを作成する場面であり、グラフ作成に要する時間は、生徒のスキルによって大きく異なることを改めて実感した。A校では、グラフを作成する代わりに記録タイマーのテープを6打ごとに切り、グラフ用紙に直接貼り付ける手法でv-tグラフの概形を作った。必ずしもグラフの作成にこだわる必要はなく、この探究活動を各学校の実状に合わせて改良し実施しても、同様な効果が得られると考えられる。

v-tグラフを想起させる場面において、検証可能なグラフにはどのようなものがあるのかを全くイメージできない生徒には、ヒントの準備が必要であることも確認できた。生徒が考える実験計画を予測し、事前に材料を準備しておくことも重要である。実験材料については、少人数のクラスであれば臨機応変に対応が可能であるが、40人規模のクラス全体で同時に実施する場合にはある程度の誘導が必要になると考えられる。

③ 実践者の感想

今回の実践では、ただ単に「やってみよう」でなく、事前に予想を立てた上で実験を行うように指導した。どのような実験結果であっても、その結果には意味があり、その意味を考えるように指導を行った。

様々なグラフに対応した実験方法を想定し、実施可能かどうかを事前に確かめることに多くの時間を要した。しかし実践を重ねていくと、準備物については予想ができるようになり、準備の時間を短縮することができた。更なるアイデアの集積を行い、準備の負担が小さくなれば、この探究活動がより実施しやすくなると考える。

今回の探究活動では、「時間をかけずに簡単にできる」ことが一つのキーワードであるが、実験以外の時間配分がポイントになる。生徒に考える時間をどれだけ与えることができるかが、生徒の活動に大きな差を生むようである。今回の実践事例は、観察、実験のゴールを生徒の実状に応じて自由に設定できる利点があり、様々に応用できると考えられる。

実践後のアンケート結果にも見られるように、観察、実験を主体的に考えることができるようになり、実際の運動とグラフとのつながりを考えるという、物理を学ぶ上で最も重要なスキルの一つを実感をもって学ぶことができたと思われる。また、ばねを用いて台車を運動させたグループでは「ばねが自然長に戻った後は、台車は力を受けないので、速さは一定になることが分かった。」などの感想があり、実践者が予想した以上の発見が見られ、この実践からは多くの可能性が感じられた。

3 「様々な物理現象とエネルギーの利用」に関する探究活動

(1) 探究活動のねらい

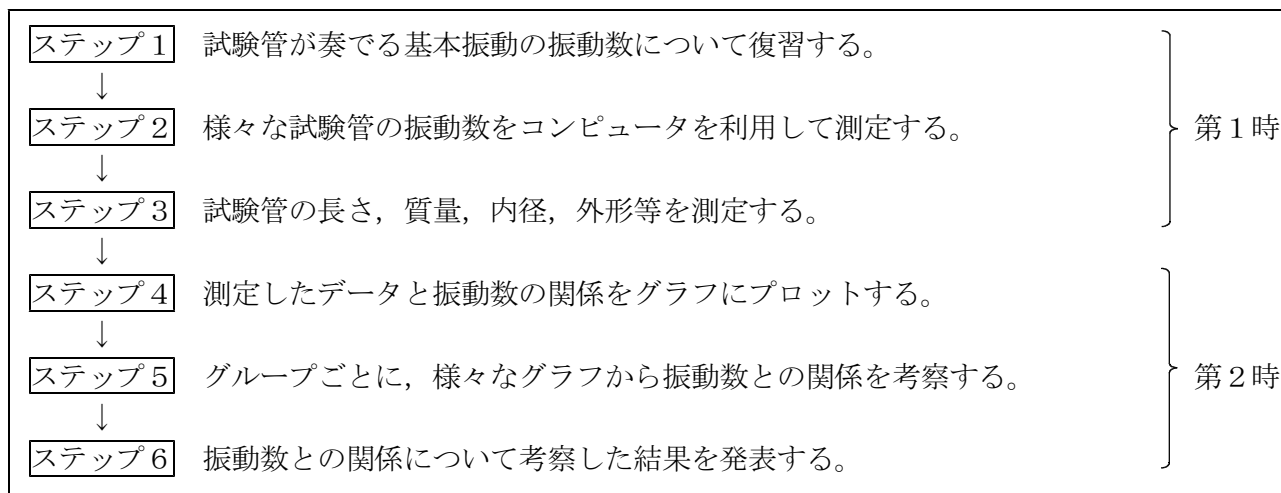
本実践は、探究の方法の一つである「法則性の導出」に着目した。これは「物理基礎」だけに記述されている探究の方法であり、物理という科目の特性を強く表していると思われる。

この「試験管と音の高さの関係を探ろう」という探究活動は、生徒が様々な条件の中から法則性を発見し、関係性を導出する経験をさせる仕掛けを組み込み構成した。実験結果をレポートにまとめる活動を通して、思考・判断・表現する力と観察、実験の技能を高めることを目的とした。

(2) 授業展開例とワークシート

① 実践の概要

この探究活動は、次の図Ⅱ-10に示すように、2単位時間で実施した。



図Ⅱ-10 「試験管と音の高さの関係を探ろう」探究活動の流れ

② 授業展開例「試験管と音の高さの関係を探ろう」

単元名 「様々な物理現象とエネルギーの利用」に関する探究活動(2単位時間)

- 目標
- ・試験管のどの要素で振動数が決まるかを推測し、適切な実験を行うことができる。
[観察、実験の技能]
 - ・グラフを作成することで振動数と試験管の特徴との関係性を考察し、表現できる。
[思考・判断・表現]

時	学習活動	教師の指導・支援	評価規準・方法など	
1	導入	1 前時までの学習内容を確認する。 2 試験管を使って、気柱の共鳴について学習することを知る。	○音波の発生が定常波によることを想起させる。 ○本時の目的、実験の流れを確認させる。 ※ガラスの取り扱いを注意し、音の鳴らし方のコツを教える。	
	展開	3 試験管を鳴らして、音が高い順に並べ替える。 4 振動数と関係のありそうな試験管の物理量を測定する。	○1本ずつ試験管を鳴らせながら、音の高さの違いを判断させる。 ○なるべく多くの物理量を測定するように指示し、適宜指導助言する。	・振動数が試験管のどの要素で決まるかを推測し、適切な実験を行っている。 [観察、実験の技能] (行動の様子)
		まとめ	5 測定結果をワークシートに記録する。 6 次時の説明を聞く。	○測定結果とともに試験管の特徴が記録できているかを確認させる。 ○次時の活動を説明し、見通しをもたせる。
	2	導入	1 前時を振り返り、本時の活動内容を確認する。	○前時の実験を振り返らせるとともに、本時の目的を説明する。
		展開	2 物理量と振動数のグラフを描き、関係性についてグループで考える。 3 グループで考えた内容を発表する。	○黒板にグラフ例を提示し、グラフ作成について適宜助言する。 ※グラフを直線や曲線で表させる。 ○振動数と物理量の関係を考えさせる。
			まとめ	4 振動数とその物理量がどのような関係(式)にあるか調べるための方法を考え、ワークシートをまとめる。

③ ワークシート

物理基礎「様々な物理現象とエネルギーの利用」に関する探究活動

「試験管と音の高さの関係を探ろう」

【目的】試験管に口を当て、息を吹きこむと音が発生する。小さきまがな試験管に息を吹きこみ、音の高さがどのように決まるのかを調べ、その関係式を考える。

【準備】試験管7種類、電子ばかり、物差し、《(全体で一台) パソコン、マイク》

1. 図1の試験管①～⑦を音の低い順に並び替えてみる。そしてどのように並んでいるか考える。

高い ← 音 → 低い

並び方の規則性

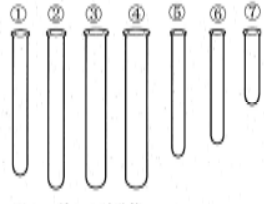


図1 種々の試験管

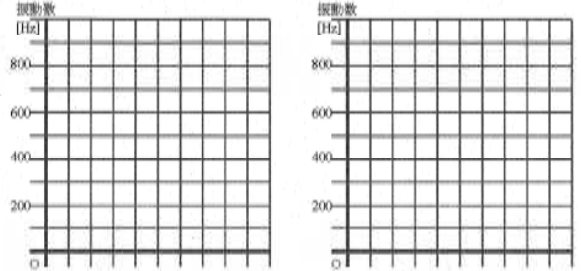
2. 音の高さと管の特徴（大きさ等）との関係を考える。できるだけ多くの試験管の特徴を測定し、下の表に記入していく。さらに横軸にその特徴、縦軸に振動数をとりグラフを作成する。

表1 試験管の特徴と振動数

試験管 No. (高い順) 特徴(サイズ)							
振動数							

1年 () 組 () 番 ()

振動数 [Hz]



グラフ1 () グラフ2 ()

3. 書き上がったグラフを見て、振動数ほどの特徴と最も関係性があると推測されるか。また、そう考えた理由を説明しよう。

最も関係性があるもの

理由

4. 振動数と の間にある関係式を考える。

また、それが正しいか確認する方法(実験)を考える。

関係式 (ただし、振動数 f 、試験管の長さ l を使う)

確認する方法(実験)

(3) 実践の結果

生徒のワークシートには、以下のように、これまでの観察、実験とは違った様々な感想を見ることができた。普段は疑問を感じることの少ない「音」に対して、長さ、重さなどの物理量の測定を通して科学的に考えようとする生徒の姿がうかがえた。また、振動数と管の長さとは反比例の関係にあるが、このことに何人かの生徒が気付いており、予想以上の生徒の考察が得られたことには驚かされた。



図Ⅱ-11 授業実践の様子

- 普段は音の伝わり方などを気にしないが、調べてみると「なるほど」と思えることがたくさんあって楽しかった。
- 音がどのように発生しているかに興味をもちました。
- 試験管の長さや重さを調べて音が変わる理由が分かったのですごいと思いました。
- 身の回りの不思議なことも、このように実験すれば分かるのかなと思いました。

事後のアンケートに、「作業は簡単だが、その後のグラフを描くこと、式を導き出すことは難しい」「よく分からなかった」という感想も見られ、効果的な探究活動にするには難易度の設定が重要であると思われる。また、グラフの作成に慣れていない生徒が多く、記入ミスが多く見られたので、グラフ作成の指導は継続的に行うべきであることを改めて実感した。

4 実践に向けて

探究の方法の一つである「法則性の導出」は、「物理基礎」だけに例示されており、物理という科目の特性を表していると思われる。今回の実践事例は、生徒が様々な条件を設定し、物理量を測定する中から法則性を見いだす経験ができたものと考えている。今回の実践事例に共通して生徒が意欲的に取り組む姿勢が見られた。その理由の一つとして、生徒が自分たちで実験方法を考えたことや生徒に考える時間を十分に与えたことが考えられる。今回の実践を通して、これまでの観察、実験の授業展開を少し工夫することで、探究的な学習が充分可能であることを確認できた。生徒や学校の実状に合わせて探究活動を適切に位置付けて実施してほしい。

Ⅲ 化学基礎

1 化学基礎の探究活動

「化学基礎」は、中学校で学習した内容を基礎として、日常生活や社会との関連を図りながら物質とその変化への関心を高め、観察、実験などを通して、化学的に探究する能力と態度を育てるとともに、化学の基本的な概念や原理・法則、化学の果たす役割を理解させ、科学的な見方や考え方を養う科目として設けられた。「化学基礎」の内容は、中学校理科第1分野との関連を考慮し、「(1) 化学と人間生活」「(2) 物質の構成」「(3) 物質の変化」の大項目から構成されている。探究活動アンケート結果などで明らかになった課題を踏まえ、本章では、まず「化学と人間生活」の化学と人間生活とのかかわりに関する探究活動について実践事例を詳細に紹介する。さらに「化学と人間生活」の物質の探究及び「物質の変化」に関する探究活動について実践事例の概要を紹介する。

2 「化学と人間生活」（化学と人間生活とのかかわり）に関する探究活動

(1) 学習指導要領の目標

「化学基礎」は高校入学後の早い段階で履修することが考えられ、序章の「化学と人間生活」は中学校から高等学校への円滑な接続を図る上で大切な分野となる。学習指導要領には「化学と人間生活」について、次のように示されており、内容の(1)のアについては、この科目の導入として位置付けられている⁶⁾。

(1) 化学と人間生活とのかかわり

化学と人間生活とのかかわりについて関心を高め、化学が物質を対象とする科学であることや化学が人間生活に果たしている役割を理解させるとともに、観察、実験などを通して物質を探究する方法の基礎を身に付けさせる。

ア 化学と人間生活とのかかわり

(ア) 人間生活の中の化学

日常生活や社会を支える物質の利用とその製造の例を通して、化学に対する興味・関心を高めること。

(イ) 化学とその役割

日常生活や社会において物質が適切に使用されている例を通して、化学が果たしている役割を理解すること。

(2) 探究活動のねらい

単元のねらいを踏まえ、『化学実験と考察 化学Ⅱ』（2010，岡山県高等学校理科協議会）「実験12 ビタミンCの性質と清涼飲料水中のビタミンCの簡易定量」を参考にして探究活動を計画した。この探究活動のメリットとして次のような点が考えられる。

- ・うがい薬や清涼飲料水など身の回りにあるものを使用し、日常生活との関わりについて興味、関心を喚起することができる。
- ・どのような物質がどれだけ含まれているか、科学的に実験で求めることができる。
- ・物質質量〔mol〕を学習していなくても、ビタミンCの標準溶液を用いて比較することで、清涼飲料水中のビタミンC濃度を決定することができる。
- ・基本的な実験器具を用い、実験操作も簡単である。

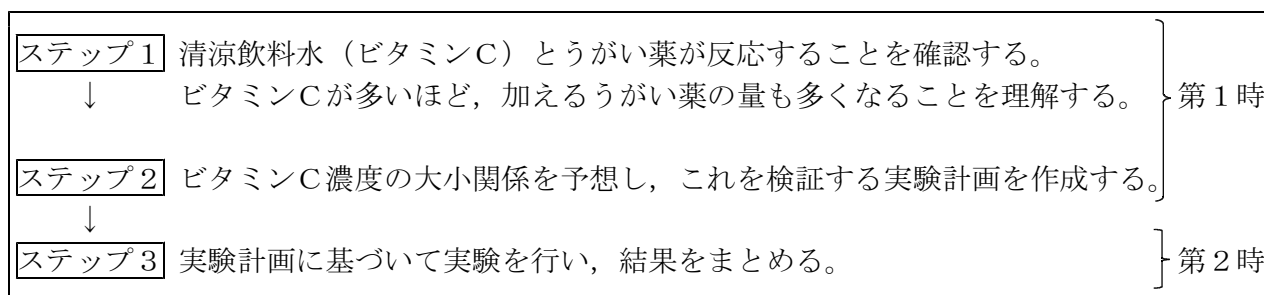
この探究活動では生徒自身に観察、実験の方法を考えさせることによって、思考・判断・表現する力を高め、身近な物質を扱うことで化学と人間生活との関わりについて生徒の興味・関心を高めることをねらいとした。また、探究活動アンケートでは、探究活動において「観察、実験の方法を考える力」を高めたいと考える化学教師は、他の科目の教師と比べて少ないという結果が得られた。その理由として、化学では薬品や器具等の取り扱いに注意が必要なものが多いため、生徒に実験を計画させることに戸惑いがあるのではないかと考えられる。そこで今回の探究活動では、入手が容易な市販品と基本的な器具を用いた実験を通して、「観察、実験の方法を考える力」を高めたいと考えた。

(3) 授業展開例とワークシート

① 実践の概要

この探究活動は次の図Ⅲ－１に示すように2単位時間で実施しているが、ステップ2の実験計画の作成に1時間を設定して3単位時間で行うことも考えられる。

今回の実践では1クラス40人、各グループ4名の10グループを構成して実施した。清涼飲料水Aは市販のレモンティー、Bは市販のレモン果汁入りの清涼飲料水を用いた。ステップ3での考察、レポート作成については図Ⅲ－2のような具体的指示を行った。



図Ⅲ－１ 「どれだけ入ってるの？ビタミンC」探究活動の流れ

- ・ステップ1では、清涼飲料水中のビタミンCとうがい薬が反応することを確認させ、ビタミンCが多いほど、加えるうがい薬の量も多くなることを理解させた。
- ・ステップ2では、ステップ1の実験結果を踏まえ清涼飲料水のビタミンC濃度の大小関係を予想させ、この大小関係を検証する実験計画を各グループで作成させた。
- ・ステップ3では、実験計画に従って実験を進め、実験操作と実験結果をまとめさせた。

[目的] 清涼飲料水A、BのビタミンC濃度をうがい液を用いて測定し、予想した濃度の大小関係が正しいかどうか検証する。

[準備] 器具・材料等、実験に用いるものを全て記入する。

[操作] ①誰が行っても同じ操作ができるよう、図なども使って具体的に記入すること。

②安全面に十分配慮し、操作上の注意があれば明記すること。

[結果]

テーマ

学年・組・番
氏名

班員(共同研究者)
○○ △△ ◇◇

溶 液	加えたうがい液の量〔（単位）〕	実際の順位	予想順位
0.1%ビタミンC水溶液			
清涼飲料水A			
清涼飲料水B			

[考 察]・清涼飲料水AおよびBのビタミンC（アスコルビン酸）濃度[%]を求める。

$$\text{清涼飲料水の濃度}[\%] = 0.1 \times \frac{\text{清涼飲料水に加えたうがい液の量}}{0.1\% \text{ ビタミンC水溶液に加えたうがい液の量}} \quad (\text{式1})$$

- ・実験結果を基に、予想した濃度の大小関係を検証できたかどうかを述べる。
- ・うまく検証できなかった場合は、考えられる原因についても述べる。

[まとめ]・感想だけでなく、分かったこと・疑問に思ったことも具体的にまとめる。

- ・今回の反省点・改善すべき点についてもまとめる。

[参考文献・引用文献]

- ・レポートを作成するために参考にした（引用した）文献があれば、その名称、筆者、出版社など記入する。Webページの場合はそのURLを記入する。

図Ⅲ-2 考察，レポート作成についての指示

② 授業展開例 「どれだけ入ってるの？ビタミンC」

単元名 「化学と人間生活」に関する探究活動（2単位時間）

目 標 ・身近な物質を用いた化学反応に関心を持ち、意欲をもって科学的に探究しようとする。 [関心・意欲・態度]

・ビタミンCの含有量を求める実験を考え、実験結果を科学的に考察し、レポートにまとめることができる。 [思考・判断・表現]

時	学習活動	教師の指導・支援	評価規準・方法など	
1	導入 1 実験の目的，操作について確認する。 2 ビタミンCとうがい液が反応することを理解する。	○ワークシートを配付し，実験の目的，概要について説明する。 ※こまごめピペットの使い方を確認させる。	・身近な物質を用いた化学反応に関心を持ち，意欲をもって科学的に探究しようとしている。 [関心・意欲・態度] (行動の様子)	
		○ビタミンCとうがい液が反応すること，またヨウ素デンプン反応により，反応の終点に分かることを理解させる。		
	展開 3 実験Aの説明を聞き，清涼飲料水A，Bについて実験する。 4 ビタミンC濃度の大小関係を予想する。 5 実験Bの実験方法をグループで話し合い，実験計画を立てる。	○実験操作を説明し，加えたうがい液の量が多いほど，清涼飲料水に含まれるビタミンCが多いことに気付かせる。		
		○ビタミンC濃度の大小関係を予想させることで，実験の仕組みを理解しているか確認する。		
		○実験Bについて説明し，ビタミンC濃度の大小関係を与えられた材料，道具を用いて検証する実験計画を考えさせる。 ※机間指導を行い，適宜助言する。		
	まとめ 6 次時の指示を確認する。 7 片付けを行う。	○次時は各グループで作成した実験計画を基に実験に取り組むことを確認させる。		
		○廃液処理，片付けについて指示する。		
次時までには各グループの実験計画を確認し，必要があれば該当のグループに適宜助言する。				
2	導入 1 グループごとに実験計画を確認する。	○本時の目的を確認し，実験計画を確認させる。	・ビタミンCの含有量を求める実験を考え，実験結果を科学的に考察し，レポートにまとめている。 [思考・判断・表現] (レポートの記述)	
	展開 2 実験計画に従って実験を行う。 3 実験結果をまとめて板書し，他の班の実験結果と比較する。	○適切に実験が行えているかを，机間指導を行いながら確認する。		
		○各グループの結果を板書させ，他のグループとの結果を比較させることで，レポート作成についての示唆を行う。		
	まとめ 4 レポートを作成する。 5 片付けを行う。	○レポート作成の留意点について説明する。		
		○廃液処理，片付けについて指示する。		

③ ワークシート

化学基礎「化学と人間生活」に関する探究活動

どれだけ入っているの？ビタミンC

()年()組()番 氏名()

目的

身近な物質を用いた化学反応に関心を持ち、ビタミンC含有量の大小関係を科学的に確かめる実験方法を考え、清涼飲料水のビタミンC含有量について考える。

[A] ビタミンC (アスコルビン酸) の反応

準備

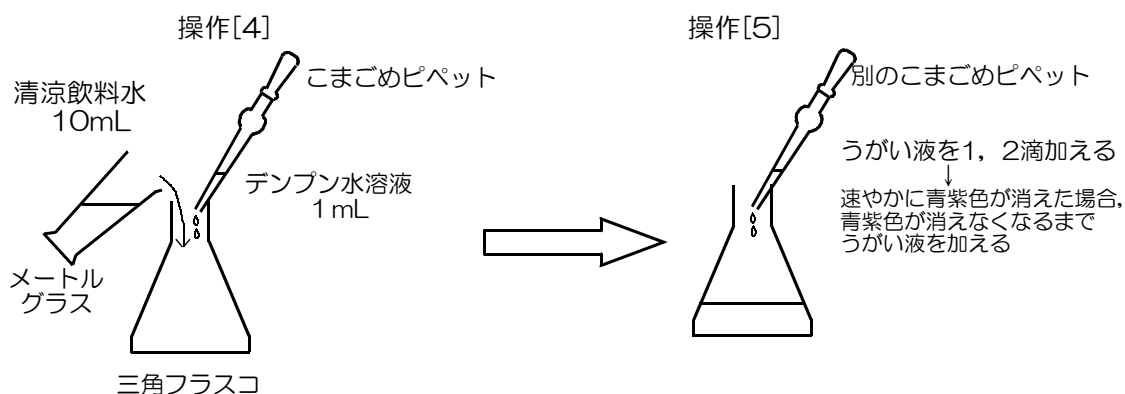
- 器具 三角フラスコ (100mL×4)
メートルグラス3個 (10mL×3) こまごめピペット (1mL, 5mL)
- 材料 清涼飲料水A, B (2種類) 1%デンプン水溶液 精製水
うがい液 (ポビドンヨード製剤を5倍に希釈したもの)
0.1%ビタミンC (アスコルビン酸) 水溶液

操作

- [1] 2個の三角フラスコに精製水とビタミンC水溶液をそれぞれ10mLずつとる。
- [2] [1]の三角フラスコそれぞれにデンプン水溶液を1mLずつ加える。
- [3] [2]の三角フラスコそれぞれにうがい液を1, 2滴加える。観① 観②

参考 ヨウ素の存在を確認しやすくするために、デンプン水溶液を使用する。

- [4] メートルグラスで清涼飲料水Aを10mL量りとり、三角フラスコに入れる。これにデンプン水溶液をこまごめピペットで1mL加える。
- [5] 別のこまごめピペットで[4]の三角フラスコにうがい液を1, 2滴加える。速やかに青紫色が消えた場合、青紫色が消えなくなるまでうがい液を加える。観③
- [6] 清涼飲料水Bについても[4][5]と同様の操作を行う。観④



結果

	うがい液を加えたときの变化
水（精製水）	観①
0.1%ビタミンC水溶液	観②
清涼飲料水A	観③
清涼飲料水B	観④

考察 () に適語を書きなさい。

- (1) 観②～観④でうがい液を加えると青紫色になるのは、() 反応が起こるためである。清涼飲料水のビタミンCが多いほど、青紫色が消えなくなるまでに加えるうがい液の量が() くなる。
- (2) 観②～観④の変化の様子から、ビタミンC含有量が多い順を予想する。

0.1%ビタミンC水溶液 () , 清涼飲料水A () , 清涼飲料水B ()

[B] 清涼飲料水中ののビタミンC濃度の測定

[7] 上の考察(2)を検証するため、清涼飲料水AおよびBのビタミンC濃度を測定する実験を計画する。実験に必要なものは下から選択すること。

— 準備 —

- 器具 三角フラスコ（コニカルビーカー） こまごめピペット
ホールピペット メートルグラス 電子てんびん
- 材料 清涼飲料水AおよびB（今回使用したもの）
0.1%ビタミンC（アスコルビン酸）水溶液 ← 濃度測定の基準となる溶液
うがい液（ポピドンヨード製剤を5倍に薄めたもの）
1%デンプン水溶液 精製水

[8] レポート（報告書）は、レポート用紙を使って作成し、操作内容および結果・考察等を記入し、全員提出する。

※レポート作成の際は別紙を参考にすること。

④ 学習評価の方法

学習評価は『評価規準の作成，評価方法等の工夫改善のための参考資料（高等学校 理科）』（2012，国立教育政策研究所）を参考にして，関心・意欲・態度は行動の様子を観察により評価し，思考・判断・表現は実験レポートの記述内容を基に行った。

(4) 実践の結果

① 生徒の様子

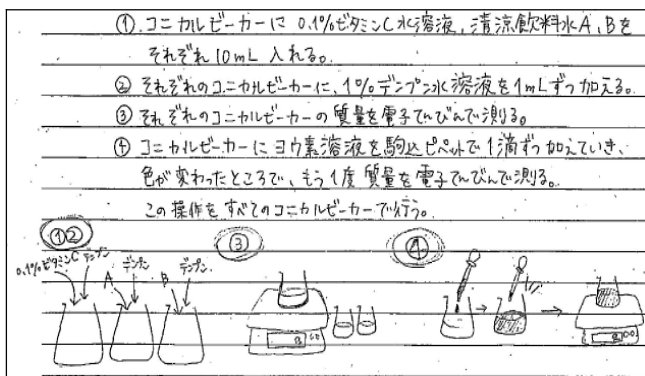
実験計画を作成する時間及び実験計画に従って実験を進める時間では、どの生徒も意欲的に取り組んでいる様子が見られ、グループで話し合いながら実験計画を考える楽しさを感じたようである(図Ⅲ-3)。また、多くの生徒が自分で実験方法を考えた経験が少ないためか、他のグループの様子を見て自分たちの実験と比較しようとする姿が見られた。



図Ⅲ-3 実験中の様子

② 実験結果と実験レポート

図Ⅲ-4は生徒の実験レポートの一部であり、生徒が考えた実験計画と実験操作が記入されており、質量測定によってビタミンCの含有量を求めることが記されている。さらに図を用いて実験操作を分かりやすく表している。図Ⅲ-5は実験結果と結果の考察の部分であり、実験結果を的確に記録し、この結果を用いてビタミンC濃度を求める過程が記されており、科学的に考察し結論を導き出したことが分かる。



図Ⅲ-4 生徒の実験レポート(実験計画)

溶液	加えたヨウ素溶液[g]	実験の順位	予想順位
0.1%ビタミンC水溶液	5.98 g	2位	2位
清涼飲料水 A	1.96 g	3位	3位
清涼飲料水 B	18.92 g	1位	1位

$$\text{清涼飲料水 A の濃度}[\%] = 0.1 \times \frac{\text{清涼飲料水に} \text{加えたヨウ素の量}}{\text{ビタミンC水溶液に} \text{加えたヨウ素の量}}$$

$$= 0.1 \times \frac{1.96 \text{ g}}{5.98 \text{ g}} = 0.032775 \dots$$

$$\text{清涼飲料水 B の濃度}[\%] = 0.1 \times \frac{18.92 \text{ g}}{5.98 \text{ g}} = 0.316387 \dots$$

図Ⅲ-5 生徒の実験レポート(実験結果)

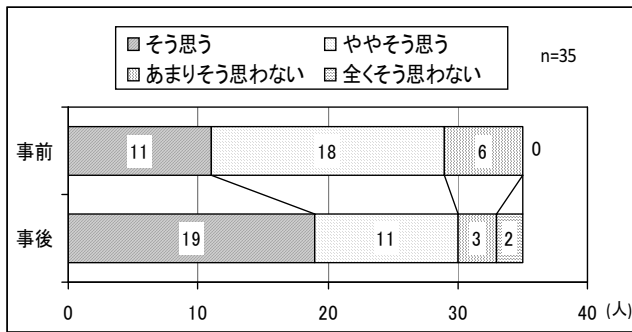
今回実験を行ったグループの実験結果を表Ⅲ-1にまとめた(体積測定を1~5班, 質量測定を6~10班とした)。再現性の確認や有効数字の処理などを行わせていないため、グループによって実験データにばらつきが生じたが、清涼飲料水 A, B のビタミンC濃度について、いずれのグループも同じ大小関係が得られた。

表Ⅲ-1 実験によるビタミンC濃度の測定結果

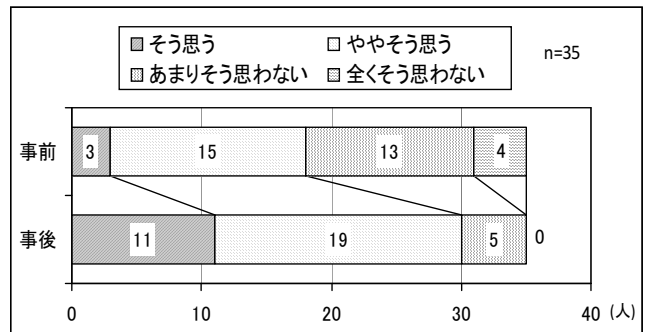
清涼飲料水	体積測定によるビタミンC濃度 [%]					質量測定によるビタミンC濃度 [%]				
	1班	2班	3班	4班	5班	6班	7班	8班	9班	10班
A	0.025	0.02	0.02	0.03	0.02	データなし	0.014	0.028	0.033	0.016
B	0.293	0.3	0.32	0.3	0.29	0.2	0.3	0.258	0.316	0.25

③ 事前事後のアンケート

本実践の事前事後にアンケートを行った。実験に意欲的に取り組んでいるかどうかに対する質問に対し、図Ⅲ-6に示すように肯定的な回答が増加した。これは、実験書に沿って操作を行う実験ではなく、実験の目的や操作を生徒が考え、主体的に活動ができたためではないかと考えられる。自分で実験の進め方や操作方法を考えて実験しているかどうかの質問に対して、図Ⅲ-7に示すように肯定的な回答が増加しており、生徒は自分たちで考えて実験を行ったという実感を得たようである。



図Ⅲ－６ 実験に意欲的に取り組んでいる



図Ⅲ－７ 自分で実験方法を考えて実験している

(5) 実践を振り返って

① 生徒の感想

図Ⅲ－８の生徒の感想には、ビタミンCと日常生活との関わりについて考えようとする記述が見られた。また、図Ⅲ－９の生徒の感想からは、実験を何度も振り返ることで、実験の目的が明確になり、実験データの分析や解釈などについて理解を深めることができたことが分かる。

ビタミンCは私たちの体の中でも役に立つことが多いものだと思います。だから、ビタミンCの濃度を測定するだけでなく、例えばどんな場面で役に立ち、どんなはたらきをするのかを調べたか、たなと思いました。

図Ⅲ－８ 生徒の感想

高校に入って初めて探究活動をしました。今までの化学は暗記したり、計算したりするばかりだったので、あまり得意ではありませんでした。実験をやっても、目的が分からなかった。何を調べているのかも確認せず、ただ先生とプリントに従って実験を進めていました。でも、今回は、問題を自分たちで考え、自分たちが決めて、自分たちで進めていけたので目的がはっきりしていて良かったです。そして実験後は自分たちでレポートを作らなければならないので、プリントを何度も見直したり、実験を思い出したりするようになって、より考えを深めることが出来たと思います。

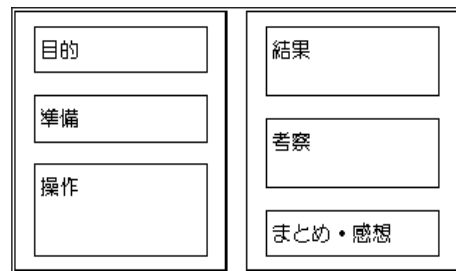
図Ⅲ－９ 生徒の感想

② 改善点

この探究活動では、質量と体積のどちらかを測定して実験する方法が考えられるが、その選択は今回各グループで決定させた。一方の測定方法に集中しないように教師は留意することも必要である。また、結果の再現性や有効数字などのデータ処理に関する細かい指示をしていないため、実験操作や実験グループによって、結果にばらつきが生じた(表Ⅲ－１)。結果のばらつきを解消する方法について生徒に考えさせたり、誤差や再現性について考察させることも可能であろう。

生徒の多くは、これまで実験レポートを書いた経験が少ないため、レポートを書くことが難しかったようである。図Ⅲ－１０のようにレポート用のワークシートを配付するなどの改善が考えられる。また、この探究活動について以下のような工夫も考えられる。

- ・他の清涼飲料水を用いたり,生徒に持参させたりする。
- ・実践事例とは逆に,一定量のうがい液に清涼飲料水を加えさせる。
- ・今回は0.1%ビタミンC溶液を標準溶液として生徒に示しているが,ビタミンCの標準溶液を示さず,図Ⅲ-2の(式1)を生徒に考えさせる。



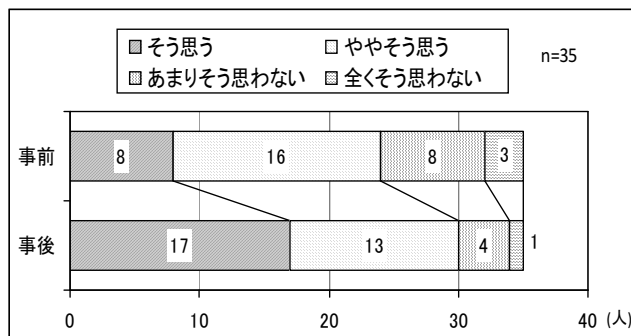
図Ⅲ-10 レポート用紙の例

③ 実践者の感想

事前事後アンケートの「実験操作の意味を理解して実験しているかどうか」の質問に対して,肯定的な回答が増えた(図Ⅲ-11)。これは,自分たちで実験計画を考えたことによる変化であると考えられる。

今回は実験書を参考にしたが,他の実験においても試薬の種類や量,温度などの条件を少し変えるだけでも探究活動を実施できるのではないかと考えている。

授業で実験を行う際,頭を悩ませるのが準備や片付けである。探究活動を履修



図Ⅲ-11 実験操作の意味を理解して実験している

者全員に取り組みさせるために,効率よく準備,授業実践,片付けを行うことが重要である。今回紹介した探究活動では,ポビドンヨード製剤や清涼飲料水など,入手しやすく廃液処理を含めた片付けの負担が少ない材料を使用している。化学を専門としない理科教師が化学基礎を担当する場合も,今回の実践事例は参考になると考えられる。

事後アンケートの自由記述欄には,「実験方法を自分たちで考えるのは初めてだった」「同じグループの人と協力することができた」「グループごとに方法が違って面白かった」「楽しかった。またやりたい。」という感想があり,充実した活動となった。

3 「化学と人間生活」(物質の探究)に関する探究活動

(1) 探究活動のねらい

この探究活動では学習した知識を活用しながら実験に必要な器具と適切な操作を考えさせることで,この大項目の基本的な知識・理解を深めることをねらいとした。

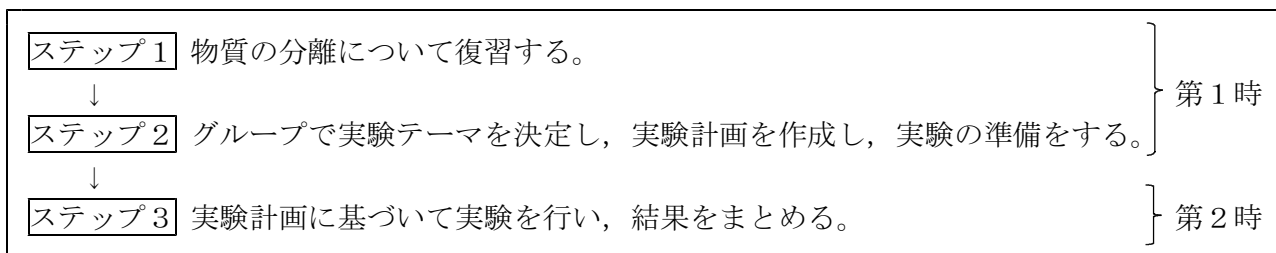
(2) 授業展開例とワークシート

① 実践の概要

図Ⅲ-12に従い,2単位時間で実施した。物質の分離について復習し,生徒に四つの実験テーマ(表Ⅲ-2)を提示し,その中から各グループで相談して一つ選択させた。いずれの混合物も教科書に示されている物質の組合せであり,教科書を参照しながら実験計画を作成することができる。観察,実験を通して学習内容を反復し,ワークシートを用いて分離操作の原理を考えさせることで理解を深め,知識の定着が図られることを期待した。実験では,ガスバーナーの使用,薬品の処理,ヨウ素の昇華については特に安全面の配慮をして実施した。

表Ⅲ-2 実験テーマ

- A: 塩化ナトリウムと硝酸カリウム
- B: 砂と塩化ナトリウム
- C: ヨウ素と砂
- D: 砂とPET



図Ⅲ-12 「物質の分離」探究活動の流れ

② 授業展開例「物質の分離」

単元名 「化学と人間生活」に関する探究活動（2単位時間）

目 標 ・物質分離というテーマに則した実験計画を作成することができる。

[思考・判断・表現]

・物質分離の方法や原理について理解する。

[知識・理解]

時	学習活動	教師の指導・支援	評価規準・方法など	
1	導入	1 実験の目的について確認する。	○実験の目的，流れを説明する。	
		2 分離操作について確認する。	○ワークシートを配付し，物質を分離する操作について復習させる。	
	展開	3 実験テーマを各グループで相談の上，決定する。	○実験テーマを提示する。	・物質分離というテーマに則した実験計画を作成している。 [思考・判断・表現] (ワークシートの記述)
		4 各グループで，必要な器具，試薬，実験操作を考え，ワークシートに記入する。	○ワークシートに実験操作を記入させながら，適切に実験が行えるよう，適宜助言する。	
	まとめ	5 ワークシートの記入を完成し，各グループで実験に必要な器具，試薬を準備する。	○完成したワークシートを点検し，各グループで実験に必要な器具，試薬の準備をさせる。	
次時までにはワークシートを点検し，実験操作に危険な箇所がないか点検する。				
2	導入	1 ワークシートを基に，実験の目的，操作について確認する。	○実験の目的，実験内容を確認させ，準備にとりかからせる。 ※保護眼鏡の着用と廃液の処理について確認する。	
		2 実験計画に従い，グループごとに実験に取り組む。	○机間指導を行い，安全を確認する。	
	展開	3 実験結果をワークシートに記入する。	○各グループでまとめを行わせる。 ※実験に失敗した場合は，その原因を考えさせる。	・物質分離の方法や原理について理解している。 [知識・理解] (ワークシートの記述)
		4 他のグループの実験結果を聞き，探究活動のまとめを行う。	○実験結果を発表させることで，理解を深めさせる。	
	まとめ	5 片付けを行う。	○片付け，廃液処理の指示をする。	

③ ワークシート

探究活動 物質の分離 ()年()組()氏名()

1. 教科書を参照して、これまで学習した物質の分離操作についてまとめなさい。

2. グループで相談し、物質の分離の実験テーマを決めなさい。実験番号()
 A: 塩化ナトリウムと硝酸カリウム B: 砂と塩化ナトリウム
 C: ヨウ素と砂 D: 砂とベツト(ポリエチレンテレフタレート)

3. 実験に必要な道具、薬品等をすべて書きなさい。(個数も書くこと)

4. 実験の手順を書きなさい。(フローチャートで表してもよい)

5. 自分たちの実験の結果をまとめながら書きなさい。

【まとめ】
 6. 今回行った物質の分離実験のしくみや原理について、教科書を参照して説明しなさい。

7. 次の質問に答えなさい。
 ・実験を進めるうえで、実験に足りなかった器具や薬品はありましたか。()
 ・実験の中でうまくいかなかったことはありますか。()
 ・うまくいかなかった部分を工夫して改善したところはありますか。()
 ・気づいたこと、疑問に思ったこと、感想を書きなさい。

(3) 実践の結果

分離操作の原理についてワークシートに記述させた。図Ⅲ-13のワークシートには、再結晶は温度による溶解度の違いを利用した分離方法であることが記されている。また、図Ⅲ-14の感想からは、試薬の分量が実験計画には大切であることを、生徒が実験の失敗を通して考えた様子を見ることができ、生徒の知識・理解が深まっていると考えられる。

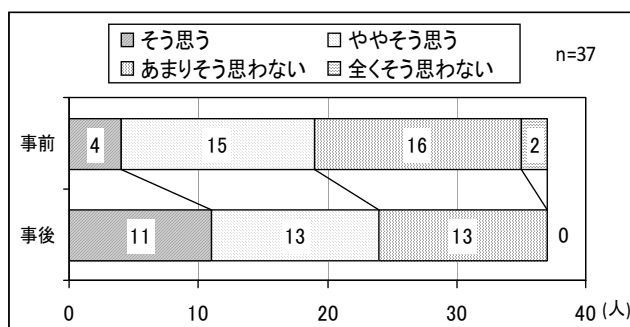
固体の混合物を高温の水などに溶かした後、温度を下げて結晶をつくることにより、固体物質を精製する操作を再結晶という。
 再結晶では、温度による溶解度のちがいを利用して、精製したい物質を結晶として取り出す。

図Ⅲ-13 生徒のワークシート

今回の実験は硝酸カリウムの結晶ができません。失敗してしまい残念でした。薬品の量まで考えてから実験をすると思えます。次回は成功させたいと思えます。

図Ⅲ-14 生徒の感想

事前事後のアンケートの結果、目的を理解して実験しているかどうかの質問に対し、肯定的な回答が増加した(図Ⅲ-15)。



図Ⅲ-15 目的を理解して実験している

生徒の感想に「自分で選んで実験するのは楽しいと思いました」とあり、実験をさせられているという様子は感じられなかった。基本的な実験であったが、予想より生徒の反応はよく、生徒は積極的に実験に取り組んでいた。

教師一人で授業を行う場合は、安全上の理由から4テーマまでが限界であるように感じた。チームティーチングが可能で、教師の注意が行き届く環境であれば、実験テーマを更に増やすことができると考えられる。また、グループの結果をお互いに発表したり聞いたりする時間の設定をするなどの工夫も考えられる。

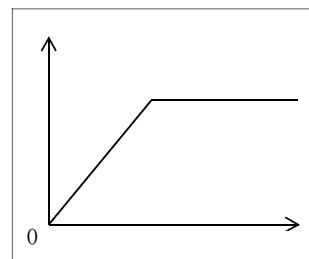
ワークシートの記述内容を見ると、具体的な反省や科学的な考察ができており、実験の計画を生徒に考えさせる授業展開は有効であった。従来の実験書のように準備物や操作を詳しく示さず、記入枠のみを示したワークシートを用いることで、生徒に考える時間を与え、探究的に実験を進めることができるのではないかと考えている。

事前事後アンケートの結果、ワークシートの記述、実験中の生徒の取り組みの様子から、探究活動の学習効果は大きいと考えている。

4 「物質の変化」に関する探究活動

(1) 探究活動のねらい

この探究活動は、反応物に過不足のある化学変化について、課題のグラフ(図Ⅲ-16)が得られるよう実験計画を考え、実験結果をレポートにまとめる活動を通し、思考、判断する力と観察、実験の技能を高めることをねらいとした。グラフの縦軸と横軸は各グループで設定する。この大項目では物質の概念が登場し、今回の探究活動では、物質に関する知識・理解、思考・判断が必要である。



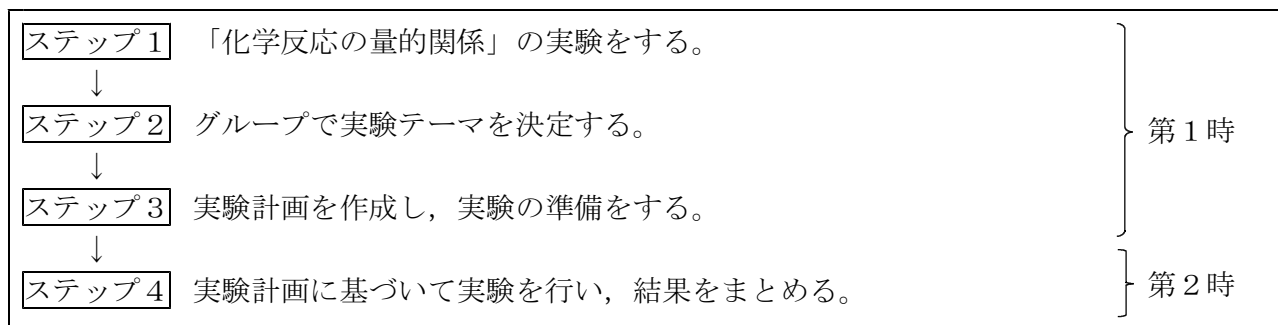
図Ⅲ-16 課題のグラフ

(2) 授業展開例とワークシート

① 実践の概要

図Ⅲ-17に示すように、ステップ1で『化学実験と考察 化学基礎』(2012, 岡山県高等学校理科協議会)「実験7 化学反応の量的関係」の実験を行い、反応物と生成物の量的関係について学習した。

ステップ2で次時の探究活動について説明を行い、各グループ4人で実験を行い、実験計画、レポートの作成に関して図Ⅲ-18のような具体的な指示を行った。全てのグループが異なる実験計画を考えられるよう試薬を準備した。また、測定方法として反応前後の質量変化を測定する場合と、発生する気体の体積を測定する場合が想定される。必要な実験器具を各グループで考え、器具、試薬の準備は生徒が行った。今回の探究活動は2単位時間で実施したが、実験計画の作成に1単位時間を設定して、3単位時間で行うことも考えられる。



図Ⅲ-17 「化学反応の量的関係について考えよう」探究活動の流れ

○実験で使用する試薬

[固体試薬]炭酸ナトリウム, 炭酸水素ナトリウム, 炭酸カリウム, 炭酸マグネシウム,
炭酸カルシウム, マグネシウム, 亜鉛
[液体試薬(酸)] 2mol/L 希塩酸, 2mol/L 希硫酸

○実験計画を考えるヒント

その1 一定量の固体を容器に取り, そこに希酸を少しずつ加えていく。やがて, 固体が全て反応してしまい, 希酸を加えても気体が発生しなくなる。
その2 一定量の希酸を容器に取り, そこに固体を少しずつ加えていく。やがて, 希酸が全て反応してしまい, 固体を加えても反応せずに残ることになる。

○実験の注意

適切な試薬の使用量を設定すること。また, 水素には点火しないこと。
授業の前日までに実験器具, 実験材料を各グループで準備しておくこと。
実験日までに, 実験操作のレポートを完成させておくこと。

○レポートに記すこと

テーマ・目的・共同実験者・実験日・準備物・実験方法・実験結果・考察・感想など
考察にはグラフ用紙を用いて描いたグラフを貼付すること。

図Ⅲ-18 実験計画, レポートの作成に関する指示内容

② 授業展開例 「化学反応の量的関係について考えよう」

単元名 「物質の変化」に関する探究活動 (2 単位時間)

目 標 ・既習事項を活用しながらテーマに則した実験計画を作成することができる。

[思考・判断・表現]

・安全に留意した適切な実験操作を行い, 実験結果を的確に記録することができる。

[観察, 実験の技能]

時	学習活動	教師の指導・支援	評価規準・方法など
1	導入 1 実験の目的, 操作について確認する。	○ワークシートを配付し, 実験の目的, 操作について説明する。	
	展開 2 一定量の塩酸に対し, 加えた炭酸ナトリウムの質量と気体の発生量との関係を調べる実験計画を作成する。	○反応物の物質量が化学反応式の係数が関係することを理解させる。	・既習事項を活用しながらテーマに則した実験計画を作成している。 [思考・判断・表現] (ワークシートの記述)
	まとめ 3 次時までの課題及びの活動について確認する。	○次回までの課題と探究活動について説明, 指示をする。	
次時までに実験計画書を提出させ, 実験操作に危険な箇所がないか点検する。 ※授業の前日までに実験器具, 実験材料を各グループで準備させる。			
2	導入 1 実験の目的, 操作についてグループ内で確認する。	○実験の目標を確認する。 ※安全面について確認をする。	
	展開 2 実験計画に従って実験を行い, ワークシートに結果を記録する。	○実験計画に従って適切に実験に取り組んでいるかを机間指導を行いながら確認する。	・安全に留意した適切な実験操作を行い, 実験結果を的確に記録している。 [観察, 実験の技能]
	展開 3 グループ内で話し合いながら実験結果をまとめ, 考察する。	○実験結果をまとめさせ, グループ内で話し合いをさせながら考察に取り組むよう指示をする。	(行動の様子)

まとめ	4	他のグループの実験結果を聞き、考察を深める。	○実験が終了したグループの結果（グラフ）を提示し、全員に説明する。
	5	課題の指示を聞く。	○実験レポート作成について説明する。
	6	片付けを行う。	○片付け、廃液処理の指示をする。

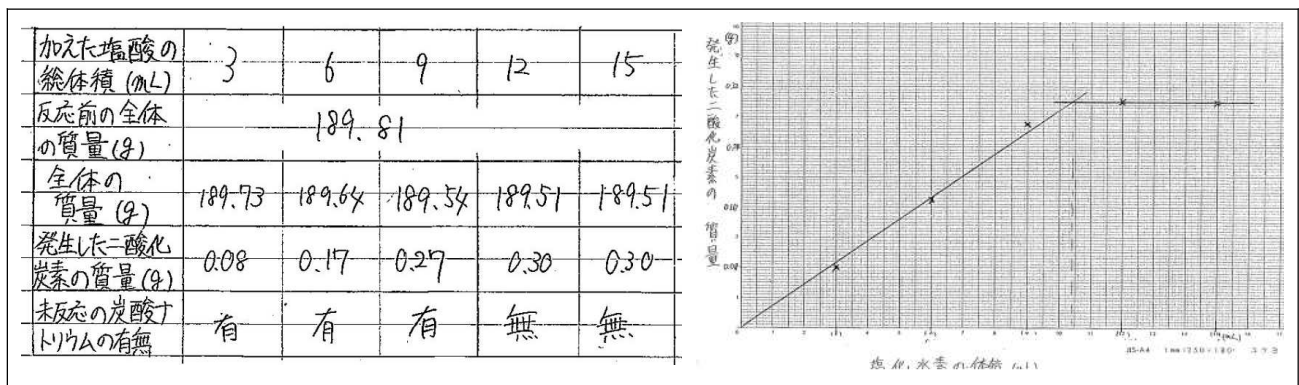
(3) 実践の結果

図Ⅲ-19の実験レポートには、実験方法が記述されており、反応前後の質量変化を測定することを計画している。また、準備物に炭酸マグネシウム0.84gとあり、これは化学反応式の係数と物質量の関係を踏まえ考えた結果である。図Ⅲ-20のように実験結果を表にまとめ、課題の折れ曲がったグラフが得られている。また、未反応物質の有無についても記録しており、的確に表現できている。

準備物	試験管	メートルグラス	こまごめビペット
器具	ユニカルビーカー	電子てんびん	保護めがね
材料	炭酸マグネシウム0.84g	2mol/L希塩酸	20mL
			葉包紙
実験方法	1. 試験管aに炭酸マグネシウムを0.84g、電子てんびんでかりとる。 2. 試験管bに、メートルグラスを用いて希塩酸を20mLとる。試験管bにこまごめビペットを入れ、交差するようユニカルビーカーに入れて全体の質量をはかる。 3. 試験管bの塩酸3mLをこまごめビペットでとり、試験管aに少しずつ加えて、振り混ぜながら反応させる。中身をあふれさせないように気をつける。 4. 反応が終了したら試験管を交差させるようユニカルビーカーに入れて全体の質量をはかる。 5. 3.4.を6回くり返す。		

図Ⅲ-19 生徒のレポート（実験方法）

図Ⅲ-21は化学反応式を基にした予想と実験結果を比較し、化学反応式の係数と量的関係について論理的に考察している。



図Ⅲ-20 生徒のレポート（実験結果）

仮定した化学式	$K_2CO_3 + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + H_2O + CO_2$				
物質量の比	1	: 1	: 1	: 1	: 1
実験で出た比	7 (K_2CO_3) : 1.2 (H_2SO_4) : 0.9 (CO_2)				
● 結果まとめ	↳ グラフと表を見ると、だいたい発生した CO_2 、 H_2SO_4 が 0.07 mol 前後の所で、発生 CO_2 の増加がほぼ止まっている。使用した K_2CO_3 は 0.01 mol、加えた H_2SO_4 、発生した CO_2 との物質量の比はほぼ 7 : 7 : 7 なので、仮定した化学式は正しかった。				

図Ⅲ-21 生徒のレポート（考察）

実験レポートに「物質量の計算がもっと速くできるようになりたい」「難しかったけど、自分たちで実験を計画、実行するのはとても楽しかった」という感想があり、今後も意欲的に取り組みたいという姿勢が見られ、この探究活動は充実したものであったと考えられる。

生徒自身が考えた計画に沿って実験するため、安全面の机間指導を丁寧に行う必要がある。今回の探究活動では、予想と反する実験結果が出たり、実験がうまく進まなかったりして戸惑った生徒がいた。探究活動は普段の実験とは違うこと、失敗から学ぶことができることを事前に認識させておくことが重要である。

今回の探究活動には、実験の計画、実験による検証、実験データの分析・解釈など、複数の探究の方法が含まれているが、この中の一部分を重点化した探究的な学習も可能であると考えられる。

第1時の実験をベースにして実験計画を考えることができるので、生徒は実験のイメージをもちやすく取り組みやすかったのではないかと考えている。事前に実験計画を提出するよう指示をしたところ、当日までに全グループ、生徒全員が自主的に質問に訪れた。その際、生徒たちは活発に話し合い、意欲的に実験準備を行っていた。また、普段の授業と比べて目的意識をもって物質量の計算に取り組む生徒の姿もあった。実験計画作成の指導や実験準備の時間は、教師にとっても生徒にとっても非常に有意義であった。

探究活動を実施する上で、教師がどこまで支援し、どこから生徒の主体性に任せるかの判断が難しいところであるが、この探究活動を通して生徒の新しい側面を発見し、生徒から多くのことを学ぶことができた。

5 実践に向けて

今回は化学基礎の探究活動について、時間的な負担を減らし、取り扱いやすい内容と考えられる三つの実践事例を紹介した。教科書や実験書には、この他の分野について様々な観察、実験が示されているが、学習内容を確認するだけのものが多いように思われる。これに対し、学習した内容を確認するために、どのような観察、実験を行い、どのような試薬、器具、実験操作が必要となるかを、生徒に考えさせても十分意味のある探究活動となる。探究活動を難しく捉えず、教科書や実験書にある観察、実験を少し工夫するだけでも探究活動が可能ではないかと考えられる。また、探究活動では普段の観察、実験とは違った生徒の様子や変化が見られ、教師にも新しい発見がもたらされるものと考えている。本実践事例を参考にして、生徒や学校の実状に合わせ探究活動を適切に位置付けて実施してほしい。

IV 生物基礎

1 生物基礎の探究活動

「生物基礎」は日常生活や社会との関連を図りながら生物や生物現象に対する関心を高め、目的意識をもって観察、実験を行い、生物学的に探究する能力と態度を育てるとともに、生物学の基本的な概念や原理・法則を理解させ、科学的な見方や考え方を養う科目である。生物基礎は「(1)生物と遺伝子」「(2)生物の体内環境の維持」「(3)生物の多様性と生態系」の三つの大項目からなり、それぞれの大項目に探究活動が位置付けられている。このため探究活動で扱うことができる観察、実験の題材も多岐にわたるので、教師は生徒と学校の実状や単元の目標に基づいて、どの題材が適切かを判断して、指導計画を練る必要がある。探究活動アンケート結果などで明らかになった課題を踏まえ、本章では、まず「生物と遺伝子」に関する探究活動について実践事例を詳細に紹介し、次に「生物の体内環境の維持」及び「生物の多様性と生態系」に関する探究活動については実践事例の概要を紹介する。

2 「生物と遺伝子」に関する探究活動

(1) 学習指導要領の目標

「生物と遺伝子」に関する探究活動では、生物の共通性と多様性の視点を踏まえ、探究の過程について体験を通して学ぶことをねらいとした。また、中学校までの既習の内容を活用しながら、幾つかの探究の方法を経験できるように工夫した。これは、生物基礎が入学後の早い段階で履修され、中学校から高など学校への円滑な接続を進める上で大切な分野となるためである。

「生物と遺伝子」について、学習指導要領には次のように示されている⁷⁾。

(1) 生物と遺伝子

生物と遺伝子について観察、実験などを通して探究し、細胞の働き及びDNAの構造と機能の概要を理解させ、生物についての共通性と多様性の視点を身に付けさせる。

ア 生物の特徴

(ア) 生物の共通性と多様性

生物は多様でありながら共通性をもっていることを理解すること。

(イ) 細胞とエネルギー

生命活動に必要なエネルギーと代謝について理解すること。

(2) 探究活動のねらい

生物基礎の教科書では、探究活動は主に各編や章末に位置し、既習事項の確認をテーマにした観察、実験が多く紹介されている。これでは課題発見や仮説の設定などの探究の方法を扱うことが難しい。そこで、課題発見や仮説の設定などの探究の方法を学べるように、「生物と遺伝子」の大項目の早い段階での探究活動の実施を計画した。また、早い段階に探究活動を位置付けることで、生物基礎全体を通して探究活動の重要性を実感させることができると考えた。

また、この大項目での観察、実験としては、中学校までに習得した顕微鏡観察の基本的な技能が必要となる「ミクロメーターの使用法」や「真核生物と原核生物の観察」などが教科書に紹介されている。そこで基本的な顕微鏡の操作技能を確認させながら、探究活動をさせたいと考え、探究活動のテーマを細胞を初めて観察し記録した材料であるコルクの観察とした。

この探究活動のメリットとして次のような点が考えられる。

- ・科学者の思考を推察し，観察によって確認することができる。
- ・仮説の設定，問題の発見などの探究の方法を経験できる。
- ・身近なコルクを利用し，日常生活との関わりについて興味・関心を高めることができる。
- ・材料を入手しやすく，保存できるので，観察，実験の準備などが短時間でできる。
- ・既習の基本的な知識，技能を活用して，共通性と多様性の視点を確認しながら課題を解決することができる。
- ・簡単に検鏡できるので，失敗しても繰り返し検鏡することができる。

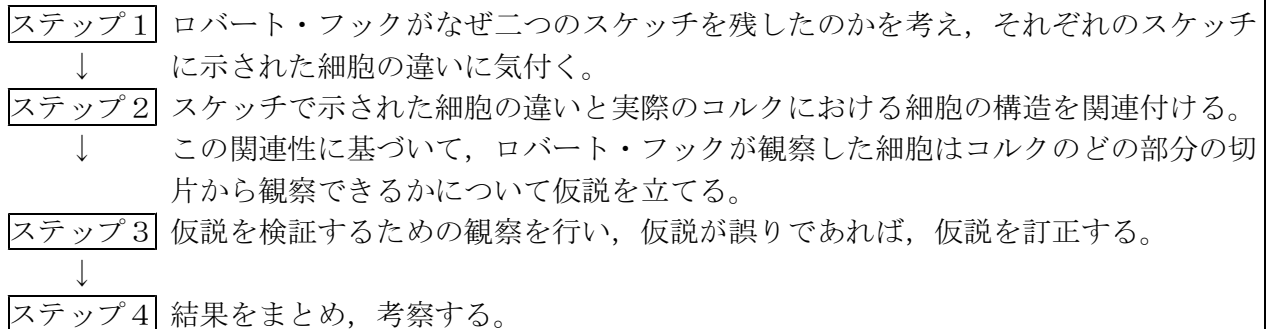
前述の探究活動アンケートでは，生物教師は探究活動において「結果を処理し，考察する力」を最も高めたいと考える割合が他の科目の教師と比べて高いという結果が得られた。さらに，今までの探究活動に関する取り組みについては，「問題を見いだす力」への取り組みが非常に低いという結果であった。また，探究活動の実践が難しい理由として「授業時間の確保」「準備片付けなどの時間不足」が多く挙げられている。特に生物分野は，探究活動を実践する上で観察，実験の材料としての生物の飼育，栽培に時間と手間が必要となる。

これらのアンケート結果を踏まえて，時間的な負担が少なく，顕微鏡技術の習得が可能な探究活動を計画した。まず，観察材料としてのコルクは科学史上でも細胞の発見で扱われ，かつ，身近な材料であり入手しやすい。加えて，コルクは乾燥した状態であるため，長期間保存ができ，顕微鏡を使って低倍率で観察が可能なので，扱いやすい教材である。本探究活動では，細胞発見の科学史に触れながら，短時間で探究の過程の全体を俯瞰することができるように工夫した。また，探究の過程の中で，特に「課題発見」と「仮説の設定」とを焦点化して実施した。

(3) 授業展開例とワークシート

① 実践の概要

今回の実践では少人数グループを構成し授業を行った。探究活動の流れを図IV-1に示す。



図IV-1 「見つけよう！！ロバート・フックが見た細胞」探究活動の流れ

- ・ステップ1では，ワークシートを配付し，クラス全体でロバート・フックによる細胞の発見について復習し，彼が作成した二つのスケッチを確認させた。ここで，生徒に「なぜ，ロバート・フックは二つのスケッチを残したのか」という発問を行った。このことで，漫然と見ていた二つのスケッチの差異に注目することで生徒は違いに気付くことができると考えた。
- ・ステップ2では，生徒にコルクを観察させながら各自で仮説を作成させ，これを意見交換してグループの仮説に練り上げさせた。この仮説に基づいて，コルクをどの向きに切って切片をつくるか，誰がどの部分を観察するのかなどを相談させ，生徒各自が責任をもって活動できるように展開とワークシートを工夫した。また，仮説の設定について，生徒は中学校理科

で植物の根の根端組織における細胞の向きを学習しているので、細胞の伸長によって植物体が大きくなることを知っている。根の成長の向きと重力の向きが一致することから、重力方向に細胞は伸長するという誤概念をもった生徒も多い。これらの生徒はコルク層でも重力方向に縦長の細胞が並ぶと予想し、仮説を設定すると考えられる。ところが、コルク層の成長方向は植物体の成長方向とは垂直である。誤概念をもった生徒が設定した仮説は、観察結果から否定される。この結果、仮説を再検討する機会を効果的に与え、意欲をもって再度観察させることができると考えた。授業時間内に再度観察させるには、作業が短時間で行えることが重要である。この観察で使用するプレパラートは、コルクの切片をスライドガラスにセロハンテープで貼って作成する簡単なものなので、失敗しても、繰り返し観察ができると考えた。

- ・ステップ4では、仮説に基づいて、観察の結果が自分の仮説を支持するものかどうかを考察させた。思考が整理できるようワークシートを工夫した。

② 授業展開例 「見つけよう！！ロバート・フックが見た細胞」

単元名 「生物と遺伝子」に関する探究活動（1単位時間）

目 標 仮説を立て、観察によって仮説を検証し、科学的に考察することができる。

[思考・判断・表現]

	学習活動	教師の指導・支援	評価規準・方法など
導入	1 前時までの学習内容を確認する。 2 本時の目的などを確認する。 3 コルク栓の作られ方を理解し、コルクガシの樹皮と観察を行う。	○前時までの学習内容を想起させる。 ○本時の目的、操作、方法などを確認させる。 ※ロバート・フックのスケッチの違いに気付かせる。 ○コルクガシの樹皮からコルク栓が作られる方向を確認させる。	
展開	4 観察及び検鏡操作の説明を聞く。 5 スケッチのA、B切片がそれぞれコルク栓のどの断面のものか仮説を設定する。 6 仮説に基づいて観察し、結果をワークシートにスケッチする。 7 観察結果から、グループ内で話し合い、考察を記入する。	○まず肉眼で全体を観察させた後、ルーペを用いて観察させる。 ○ワークシートに予想及び仮説を記入させる。 ※机間指導を行い、適宜助言を行う。 ○コルクの切片をできるだけ薄く切り取るように指示する。 ※検鏡は低倍率で観察し、スケッチは簡潔にさせる。 ※カミソリの用い方に留意させる。 ○観察結果を基に仮説の検証を行い、考察を記入させる。	・仮説を立て、観察によって仮説を検証し、科学的に考察している。 [思考・判断・表現] (ワークシートの記述)
まとめ	8 発表とワークシートのまとめを行う。 9 片付けを行う。	○複数のグループに考察を発表させ、考察を深めさせる。 ○グループで分担して、片付けを行うよう指示する。	

③ ワークシート

生物基礎「生物と遺伝子」に関する探究活動

見つけよう！！ロバート・フックが見た細胞

私たちの体は**細胞**でできていますが、細胞を世界で初めて発見した人を知っていますか？

その人の名前は〔¹ 〕といいます。顕微鏡を使って様々なものを観察し、そのときのスケッチを240ページをこえる〔² 〕という本にして、眼では見えない世界を人々に伝え、驚かせました。その観察の中で細胞の発見につながったのは、コルクの観察でした。彼はコルクがなぜ軽くて柔らかいのかということに疑問をもち、コルクの表面をうすく切って観察したところ図1のようにハチの巣のような構造をしていることを発見しました。そこで、1つ1つの隙間を小部屋（cell，細胞）と名付けました。これが最初の細胞の発見でした（実際には、コルクは植物の死んだ細胞が集まった部分なので彼が観察したのは生きた細胞ではなく植物細胞の〔³ 〕でした）。

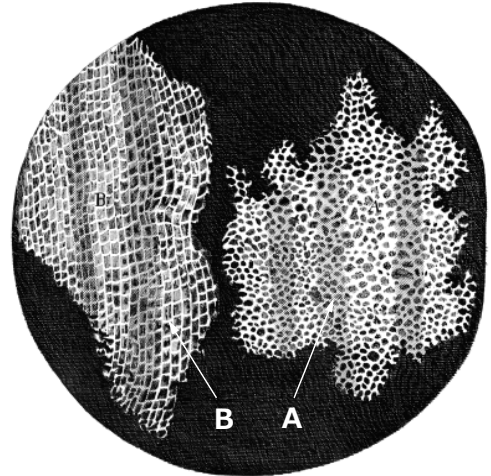


図1



図2

もう1度、図1を見てください。よく見ると図の中にAとBという文字が書かれています。彼はなぜ、この2つのスケッチを残したのでしょうか。コルクの軽さと柔らかさの秘密を知りたかったのであれば、どちらか1つのスケッチだけでもよかったのではないのでしょうか。実際にコルクを観察して推理してみましょう。

【準備】

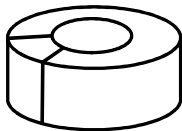
材料：コルク栓（図2）

器具：顕微鏡、スライドガラス、セロハンテープ、カミソリ

【予想してみる】

コルク栓は、はがしたコルクガシの樹皮を図3のように切り抜いて作ります。そのことを考慮して図1のA、Bはどの方向にコルクを切ったのか予想してみましょう。なぜそう思ったのか理由も考えてみましょう。

A



B

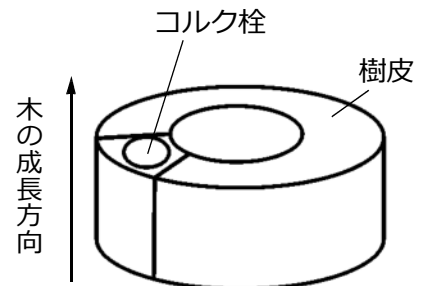
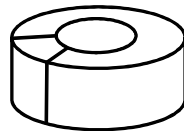


図3 コルクガシの横断面

理由

【観察（仮説の検証）】 図1のA担当とB担当をグループ内で決める。

- 方法**
- ① 仮説に基づいて、切り出す場所を決める。
 - ② カミソリでコルクの一部をできるだけ薄く、小さく切り出す。
(できるだけ薄く、2mm四方ほどでよい) ※カミソリの取扱いに注意!
 - ③ セロハンテープを使って、切片をスライドガラスに貼り付けて10倍の対物レンズで検鏡する。

【結果】 観察結果を簡単にスケッチしてみよう。

Aの予想面



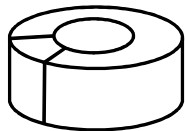
Bの予想面



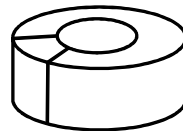
【考察】 次のことをグループで考察してみよう。

- (1) 図1のスケッチA, Bはコルクの樹皮をどの方向で切ったものだったのか?
(仮説がまちがっていた場合は、コルクの他の面を切り出して再び観察してみる)

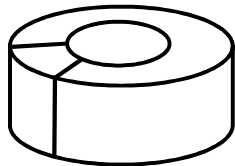
A



B



- (2) 樹皮の細胞はどのような形をしていて、どのように配列していると考えられるか。



- (3) ロバート・フックは何を伝えたかったのか。

【自己評価】

1. 意欲をもって取り組むことができた。
2. 観察の際、顕微鏡を正しく使用できた。
3. 観察結果から考察することができた。

よくできた まあまあできた あまりできなかった できなかった



よくできた まあまあできた あまりできなかった できなかった



よくできた まあまあできた あまりできなかった できなかった



【感想・反省】

年 月 日実施

年

組

番 氏名

④ 学習評価の方法

学習評価は『評価規準の作成，評価方法等の工夫改善のための参考資料（高等学校）理科』（2012，国立教育政策研究所）を参考にして，観察，実験の思考・判断・表現の評価は，主にワークシートに設けた記述欄の記述を基に行った。

(4) 実践の結果

① 生徒の様子

まず，ワークシートとコルクを配付し，コルクを観察させた。コルク栓の作られ方を初めて知った生徒も多く，全ての生徒がコルクを手にとって様々な角度から観察していた。

仮説を設定する場面では，生徒個々で中学校での経験による差が見られ，根拠なく予想を立てる生徒には，根拠を基に仮説を設定するように指導した。また，本探究活動で生徒が考えた仮説の根拠として，根端組織では縦方向に長い細胞が連なっていることを挙げ，80%を超える生徒が重力の方向に長いと考えていた。

次に，生徒はコルクの切片を作成した（図IV-2）。このコルク片を実際に観察すると，多くの生徒は，仮説に反する結果が得られ，「なぜ」という意識を強くしたようであった。また，仮説が支持されない結果となった生徒が再び仮説を練り直す姿や，より多くのプレパラートを作成して観察する姿を見ることができた。このとき，細胞を観察した結果から，細胞の立体的な構造を考え，細胞がどの向きに位置しているのかを，想像することが難しい生徒もいたので，これらの生徒には机間指導などの支援を行った。

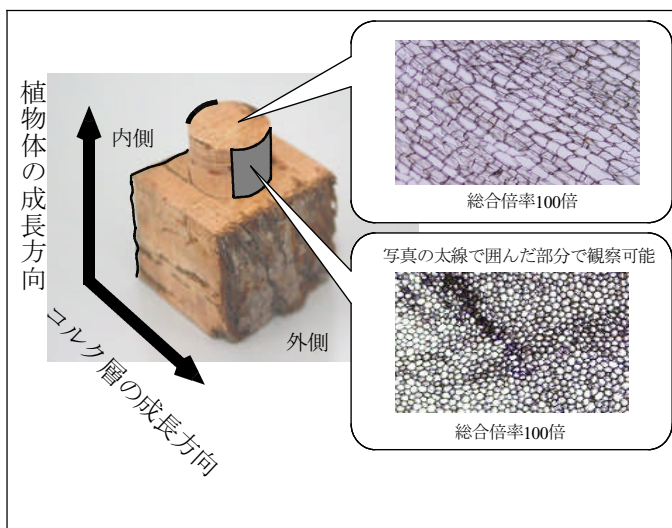
② 実験結果とワークシート

ロバート・フックが二つのスケッチに細胞を描き分けたことから，単に細胞を見たのではなく，その柱状の形状とその向きについても理解していたといえる。図IV-3のように，ロバート・フックがAとして描いた蜂の巣状の細胞は，成長方向に垂直な横断面で，Bとして描いた四角の箱状の細胞は，成長方向に平行な縦断面で観察できる。

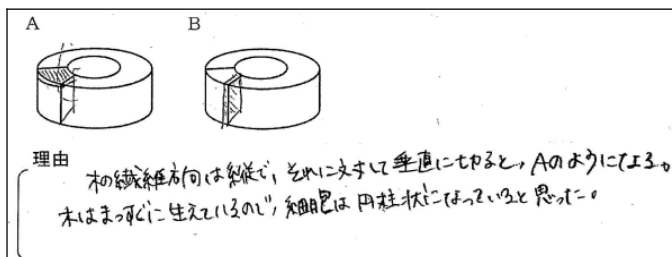
図IV-4は生徒が考えた仮説である。文章による説明が難しい生徒に観察時間を与えるために，図を併用して説明できるように工夫している。この生徒は，植物体の成長方向の横断面で蜂の巣状の細胞が観察できると考えていた。



図IV-2 コルク切片の作成



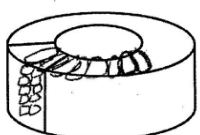
図IV-3 コルクの観察



図IV-4 ワークシート（仮説の設定）

ワークシートの考察部分からは、観察した結果を整理して図示し、自分が観察した結果を踏まえて、何を伝えたくてロバート・フックは2枚のスケッチを描いたのかを想像できたと判断した(図IV-5)。

(2) 樹皮の細胞はどのような形をしていて、どのように配列していると考えられるか。



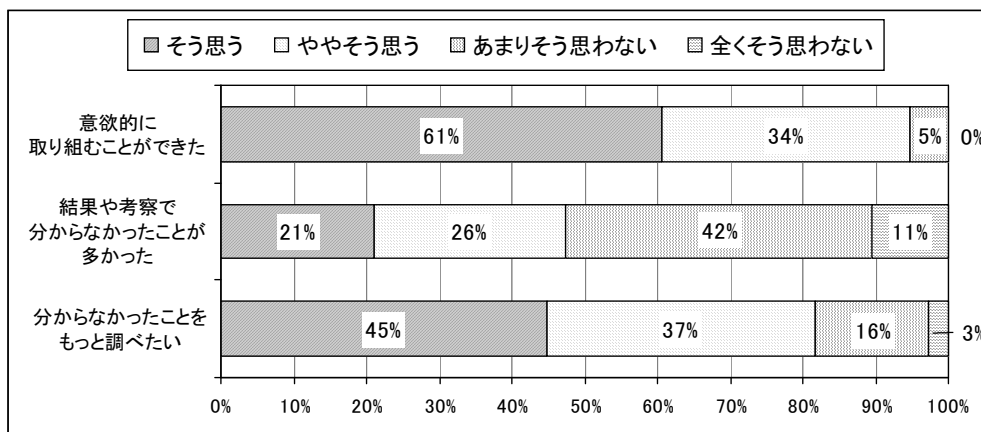
(3) 何を伝えなかったのか。

- ・ 一方の物質も見て何れも多方向から見れば、細胞がどこまで自然の理に依っている。
- (コルクの木 本体は成長方向が縦、皮は横に成長のため、皮は必ずこの向きを)

図IV-5 ワークシート(結果の考察)

③ 事前事後のアンケート

この探究活動の事前事後に生徒に対してアンケートを行った。事後のアンケート結果を図IV-6に示す。「観察、実験に意欲的に取り組んでいるか」という質問に対し、事前には肯定的な回答が82%であったが、事後の「観察、実験に意欲的に取り組むことができたか」という質問に対し95%が肯定的な回答であり、探究活動によって意欲の向上が図られたと考えた。また、「結果や考察で分からなかったことが多い」と回答した生徒は過半数を超えているが、「分からなかったことをもっと調べたい」と回答した生徒が80%を超えていたことから、ある程度の難易度も生徒の探究心を育成するには必要だと考えられる。



図IV-6 事後のアンケート結果

(5) 実践を振り返って

① 生徒の感想

図IV-7に示したワークシートの自由記述欄「反省・感想」からこの実践が生徒の知的好奇心を刺激し、探究心を伸ばすことができたことがうかがえた。特に、仮説の設定とその仮説が観察によって否定され、引き続き検証のために観察を繰り返して結論に達した経験が新鮮であったようである。

【反省・感想】

切片の向きを把握して木のが難しかった。無意識に予想と異なると結果が得られた経路がよかったです。生物を動的なもので教えるのを忘れた。静的なものとして教えておりました。

【反省・感想】

。久しぶりに生物に触れ、またいい経験であった。また、今まで「木」の知識が実験を通じて整理できると感じた。仮説を自分で立て、検証する流れがより理解が深まった。

図IV-7 ワークシート(反省・感想)

② 改善点

授業の導入において、生徒たちに観察の目的と必要性をいかに理解させられるか、また、調べてみたいという意欲を高めることができるかが重要である。実践では事前にフックとニュートンの関係を説明して、知りたいという雰囲気をつくることも試みた。生徒自らが更に調べてみたいと思うような展開を生徒や学校の実状に合わせて考える必要がある。生徒の意欲の高まりのために、もう少し余裕をもたせた展開を考えるならば、2単位時間で実施してもよい。

③ 実践者の感想

生物を担当する教師にとって、授業で必ずロバート・フックの話に触れる。しかし、コルクの入手は簡単であるのに実際にコルクの細胞を観察することが少ないように感じられる。コルクの観察は基本的な観察であるが、原点に立ち返るといって新鮮に感じられるのではないか。

また、「なぜこの観察をしなければならないのか」を十分に理解させるための導入部の工夫や、生徒が考察する場面の工夫など、この実践を通して、教材研究と授業展開の重要性を再確認することができた。今回の探究活動は、授業への取り組み方を見直すよい機会となった。

授業で実験を行う際、頭を悩ませるのが準備や片付けである。教材の入手は生物の観察、実験のアキレス腱であるので、机の引き出しからいつでも取り出して観察ができるという点で、コルクは優れた教材である。探究活動を履修者全員に取り組みさせるために重要なのは、効率よく安全に準備、授業実践、片付けを行うことである。生物を専門としない理科教師が生物基礎を担当する場合も、今回の実践事例は参考になると考えられる。

コルクの入手方法について



今回の実践のために、コルクの輸入と加工を扱う石井産商株式会社天然コルク樹皮付きのコルク栓の作成を依頼した（1セット当たり150円）。樹皮付きであるので、コルク層を知らない生徒でも樹皮と幹との関係を観察によって理解できる。また、コルク層の成長の跡が年輪として観察でき、コルク栓における成長の向きも確認できる。この天然樹皮付きのコルク栓を入手できない場合は、実験用のコルク栓でも成長の向きを確認することができ、本探究活動の教材として利用できる。

入手先：石井産商株式会社

〒116-0003 東京都荒川区南千住六丁目48番18号

TEL 03-3802-0131 FAX 03-3806-8575

3 「生物の体内環境の維持」に関する探究活動

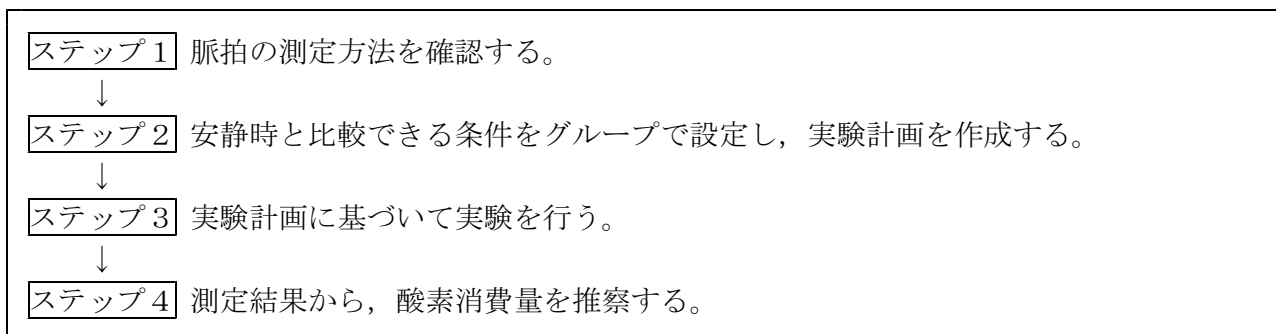
(1) 探究活動のねらい

この探究活動は、生徒が実験計画を考え、直前に学習した酸素解離曲線のグラフを活用して、課題を解決することをねらいとする。生物の体内環境の維持についての大項目では、観察、実験材料に多くの準備が必要となることが多い。そこで、準備・片付けが容易で、生徒の興味・関心を高める素材として、生徒自身の身体を使うこととした。自分の内部環境の調節を観察、実験によって確認することで、興味・関心を高めながら、基本的な知識・理解を定着させて探究活動を行うことができる考えた。

(2) 授業展開例とワークシート

① 実践の概要

この実践では少人数グループを構成して、授業を行った。探究活動の流れを図IV-8に示す。



図IV-8 「調べよう！！酸素消費量」探究活動の流れ

② 授業展開例 「調べよう！！酸素消費量」

単元名 「生物の体内環境の維持」に関する探究活動（1単位時間）

目標 安静時と運動などの負荷がある時の酸素消費量を、観察、実験を通して比較し、科学的に考察することができる。 [思考・判断・表現]

	学習活動	教師の指導・支援	評価規準・方法など
導入	1 前時までの学習内容を確認する。	○前時までの学習内容を想起させる。	
	2 本時の目的などを確認する。	○本時の目的、操作、方法などを確認させる。	
展開	3 脈拍の測定方法を確認する。	○脈拍の測り方を例示し、グループごとに確認させる。	
	4 各グループで拍動数を増やす方法を考え、実験計画を立てる。	○拍動数を増やす方法を考えさせ、実験計画を立てさせる。 ※安全性について、各グループの実験計画を確認する。	
	5 計画に従って実験を行う。	○グループ全員が協力的に実験できているか、実験の安全性に問題はないかを注意しながら、適宜、助言を行う。	
	6 実験結果をワークシートにまとめる。	○測定結果と酸素解離曲線を用いて結果をまとめさせる。	
	7 ワークシートの考察部分を発表する。	○複数のグループに考察部分の発表をさせ、考察を深めさせる。	
まとめ	8 ワークシートのまとめを行う。	○自分のグループの結果だけでなく、他のグループの発表も踏まえて、まとめを行うように指示する。	・安静時と運動などの負荷がある時の酸素消費量を、観察、実験を通して比較し、科学的に考察している。 [思考・判断・表現] (ワークシートの記述)
	9 片付けを行う。	○グループで分担して、片付けを行うよう指示する。	

③ ワークシート

生物基礎「生物の体内環境」探究活動
調べよう！！酸素消費量

目的：酸素は、生命活動において重要なはたらきをもつ。私たちの体は、さまざまな刺激によって酸素消費量が変化する。自分自身の組織における酸素消費量を、酸素解離曲線を用いて求める。さらに刺激を与えた場合にどのように変化するか、仮説を設定して、確認する。

材料：健康な体

I：酸素消費量を変化させる実験を考える。

1. 酸素消費量を「上昇させる」または、「下降させる」刺激を考えよう。

刺激	予想される結果
1	上昇・下降
2	上昇・下降
3	上昇・下降

2. 1で考えたもののうち実験が可能なものについて、実際に検証する方法・必要な器具を具体的に考え、予想される結果(仮説)とその根拠を考えよう。

検証する方法

手順	必要な器具

予想される結果とその根拠

結果…

根拠…

II：安静時(ふだん)における酸素消費量を求める。
安静時の組織における1分間の酸素消費量を求めよう。
※どのようにして求めるかは、各班で考える。

ヒント

- ①15秒間における脈拍数(安静時)を測定する。
→1分間当たり直す。
- ②1回の拍動における心臓の血液排出量
…60ml(成人、安静時)
- ③酸素解離曲線(右のグラフ)
- ④肺動脈：O₂分圧…100mmHg CO₂分圧…40mmHg
組織：O₂分圧…30mmHg CO₂分圧…70mmHg
- ⑤ヘモグロビンの酸素結合量…血液100ml中で100%の酸素飽和度で酸素20mlが溶けている。

図 酸素解離曲線

○班で考えた求め方(詳しく説明すること)

組織における1分間の酸素消費量… ml

III：自分の班で考えた実験を行い、酸素消費量を求める。

酸素消費量… ml

☆結果のまとめ
酸素消費量は安静時に比べ、

考察

1. 自分の班の実験の結果を見て、仮説は正しかったか。
2. 自分の班の実験の改善点、新たな疑問点は何か。

他の班の実験と結果

班	実験内容	結果
		上昇・変化なし・下降
		上昇・変化なし・下降
		上昇・変化なし・下降
		上昇・変化なし・下降
		上昇・変化なし・下降

考察

3. 他の班の実験と比較して、わかったことや新たな疑問点をまとめよう。

反省・感想

自己評価

	かなり当てはまる	全く当てはまらない
・積極的に実験に取り組めた	(4 3 2 1)	
・実験操作を正しく行うことができた	(4 3 2 1)	
・実験操作を自分で考えることができた	(4 3 2 1)	

月 日 () グループ番号 () 組 番 氏名

(3) 実践の結果

生徒自身の身体を使って、安静時と様々な条件で刺激を与えて心拍数を上げた時とで、組織での酸素解離量を推定し、比較させた。全ての生徒が熱心に取り組むことができた(図IV-9)。生徒が考えた心拍数を上げる方法としては、「冷水に手を浸す」「運動を行う」「水を飲む」「酸素を吸う」などがあった。



図IV-9 脈拍の測定の様子

事後のアンケートの自由記述欄には「毎回思うことだが、自分の身体を使い、体感的に感じることでできる実験はとてもよいと思う。特に今回は自分で考えたことを実行に移したため、今までと比べてもよりよい実験となったと思っている」という感想があり、生徒は自分で実験の方法を考えて実験することに面白さを感じていたようであった。また、「今後も自分で操作方法を考えて実験したいか」という質問に対して、84%の生徒が肯定的な回答をした。さらに「自分で結果を予想して実験することができたか」という質問に対して全員の生徒が肯定的な回答をしたことから、自ら考え探究的に取り組むことができる活動であったといえる。

この探究活動で扱った酸素解離曲線は、高等学校生物における基本的な知識・技能であり、一般に問題演習によって定着を図ることが多い。この探究活動では、生徒が自分で脈拍を測り、その記録を基に体内組織での酸素解離量を推定する際に、酸素解離曲線を利用することができた。このとき、生徒から多くの積極的な質問があり、酸素解離曲線の理解の深まりを感じた。基礎的・基本的な学習内容をテーマとした探究活動を行うことで、探究の過程を学びながら、基本的な知識・技能の定着を図ることができると実感できた。

4 「生物の多様性と生態系」に関する探究活動

(1) 探究活動のねらい

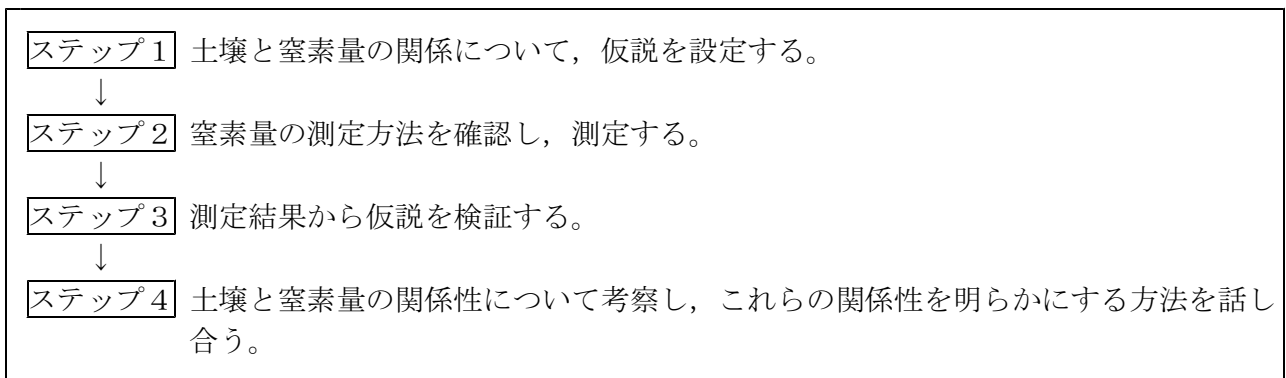
「生物の多様性と生態系」に関する探究活動は、比較調査、実験データの分析・解釈など、生物学的に探究する方法を習得させることをねらいとした。

生物の多様性と生態系についての大項目では、空間的・時間的な広がり重要な視点となる。しかし、生徒がこれらの視点に基づいた多様なバイオームをイメージすることは難しい。そこで、身近な環境を素材として使用し、興味・関心を高めながら空間的・時間的なイメージを広げたいと考え、本探究活動を実践した。

(2) 授業展開例とワークシート

① 実践の概要

この実践は少人数グループを構成して授業を行った。探究活動の流れを次の図IV-10に示す。



図IV-10 「さまざまな土壌に含まれる窒素量を調べよう」探究活動の流れ

② 授業展開例 「さまざまな土壌に含まれる窒素量を調べよう」

単元名 「生物の多様性と生態系」に関する探究活動（1単位時間）

目標 土壌と窒素量の関係性の仮説を設定した上で測定し、その結果から仮説を検証し、科学的に考察することができる。 [思考・判断・表現]

	学習活動	指導上の留意点	評価規準・方法など
導 入	1 本時の目的などを確認する。	○本時の目的、操作、方法などを確認させる。	
展 開	2 数か所の土壌について仮説を設定して窒素量の順を推定する。 3 <small>かくはん</small> 攪拌液を作成し、パックテストにより窒素濃度を測定する。	○土壌の採集場所の写真などを示し、イメージをもたせるようにする。 ※事前に学校の敷地内数カ所の土壌を採取しておく。 ○ワークシートに従って攪拌液を作成させ、パックテストで測定するように指示する。 ※事前に攪拌液を作成しておき、生徒が作成した攪拌液は他のクラスで使用する。	
ま と め	5 ワークシートのまとめを行い、発表する。 6 片付けを行う。	○自分のグループの結果だけでなく、他のグループの発表も踏まえて、まとめを行うように指示する。 ○グループで分担して、片付けを行うよう指示する。	・土壌と窒素量の関係性の仮説を設定した上で測定し、その結果から仮説を検証し、科学的に考察している。 [思考・判断・表現] (ワークシートの記述)

③ ワークシート

生物基礎「生物の多様性と生態系」探究活動

さまざまな土壌に含まれる窒素量の違いを調べよう

【目的】

植生の遷移が進行するにつれて落葉や落枝が堆積し、これらが分解されて土壌が形成されていく。落葉や落枝の分解が進むと増加する窒素量を硝酸簡易水質検査試薬で測定し、身近な土壌の窒素量を比較することで、遷移と土壌に関する理解を深める。

【準備】

校内の土壌(グラウンド、畑、砂場、プランターなど)、硝酸簡易水質検査試薬(バックテスト)、蒸留水、ポリエチレン容器(500mL)、ろ紙、ろと台、ろと台、ピーカー(100mL)、駒込ピペット、移植ゴテ

【方法】

- 校内で採取できる次の①～⑤の土壌について、どの土壌に含まれる窒素量(硝酸態窒素)が多いかをその根拠も考え、土壌と窒素量の関係性についての仮説を立てる。
 - グラウンド北の草の処分場の土
 - 砂走路の砂
 - グラウンドの土
 - 生物教室前の畑の土
 - 腐葉土の混ざったプランターの土

【仮説】

- 地表面の植物遺体を取り除き、その下の土壌を約 5 cm までの深さで採取し、袋の中で土壌が均一に混ざるように混ぜる。土ふいのかけ、大きな石や植物の根などを取り除く。
- 初めにポリエチレン容器に水を 200mL 入れ、そこに採取してふるいにかけた土壌を全体の量が 300mL になるように移植ゴテで加えていく。
- 容器のふたを開け、3分間激しく振り混ぜる。これを攪拌液とする。
- しばらくして土壌が沈殿してきたら、上澄み液を駒込ピペットでろとに移し濾過する。(完全にろ過できなくても、ある程度の量が取れば次の操作に移る。)
- 硝酸簡易水質検査試薬(バックテスト)により、溶液中の窒素濃度 (mg/L) を比色法で測定する(詳しいバックテストの測定方法は、このプリントの裏面に載せています)。同じ土壌でこの操作を 2 回繰り返して、その平均値を窒素量の指標値とする。

【結果】

バックテストの測定値を、次の表に書き入れなさい。

測定地点	1 回目	2 回目	平均値
① 草の処分場	mg/L	mg/L	mg/L
② 砂走路	mg/L	mg/L	mg/L
③ グラウンド	mg/L	mg/L	mg/L
④ 畑	mg/L	mg/L	mg/L
⑤ プランター	mg/L	mg/L	mg/L
⑥	mg/L	mg/L	mg/L
⑦	mg/L	mg/L	mg/L

【考察】

- この測定結果から分かることを班で話し合ひましょう。
- 考察 1 から考えて、土壌と窒素量の関係にはどのような傾向や法則性が見られるでしょうか。また、実験前に立てた仮説についても検証してみましょう。
- 考察 2 の傾向や法則性が正しいかどうかを確認するためには、今後どのような実験をすればよいでしょうか。実験方法を話し合ひましょう。

この実験を通して新たに気付いたことや、反省、疑問等を書きなさい。

自己評価

- 意欲的に実験に取り組めた (4 3 2 1)
- 実験操作を正しく行うことができた (4 3 2 1)
- 実験操作を自分で考えることができた (4 3 2 1)

実験日

年 月 日	年 組 番	氏名
	グループ番号()	

(3) 実践の結果

短時間で効率的に探究活動を実施するために、事前に学校周辺や敷地内の各採集場所の写真、土壌及び攪拌液を教師が準備しておくことが必要である。バックテスト(硝酸簡易水質試験試薬)を使って、各土壌に含まれる窒素量については量的な比較が可能であった(図IV-11)。

生徒は多様な自然環境についてイメージをもちにくいことが多いが、この探究活動で使用した土壌の採集場所はイメージしやすく、既習の物質の循環や人為的な影響などを考え合わせて、各グループで仮説を設定することができた。また、プランターの土壌の窒素量が生徒の予想に反して低く、その理由を推定し、検証する方法を考える活動に熱心に取り組むことができた。事後のアンケートからは、「仮説が間違っている、どうしてそうなったのかを考えたりして面白かった」などの感想もあった。生徒が学びたいという意欲を高めるためには、試行錯誤しながら解決していく課題の設定が効果的であると考えられる。



図IV-11 攪拌液のろ過

5 実践に向けて

紹介した生物基礎の探究活動は、生徒に生物の共通性と多様性という視点に気付かせる内容となるよう配慮した。また、探究の過程を学ぶことができるように指導計画を練り、時間的な負担を軽減するため教材を工夫することができた。生徒の探究活動に対する意欲を高めるには、ある程度の難易度が必要であり、生徒が試行錯誤する課題設定が効果的であった。本事例はまだ課題も多いが参考にしていただき、単元の中に探究活動を適切に位置付けて実践してほしい。

V 地学基礎

1 地学基礎の探究活動

「地学基礎」は、中学校で学習した内容を基礎として日常生活や社会との関連を図りながら地球や地球を取り巻く環境への関心を高め、観察、実験などを通して、地学的に探究する能力と態度を育てるとともに、地学の基本的な概念や原理・法則を理解させ、科学的な見方や考え方を養うことをねらいとした科目である。地学基礎は「(1)宇宙における地球」、「(2)変動する地球」という二つの大項目から構成され、宇宙の誕生から現在の地球に至るまでの時間的な推移の中で事物・現象を追究するとともに、空間的な広がりの中で地学的な見方や考え方を養うことが大切となる。

しかし、本県の状況を鑑みると、地学を開講している学校自体が少なく、地学を専門としている教師が地学を担当していることも少ない。そのような状況下で、平成25年度から数校で地学基礎が開講される。地学を専門としない教員が授業を担当することが想定されるため、探究活動に対する不安の声を耳にする。そこで、本章では、「変動する地球」の移り変わる地球及び地球の環境に関する探究活動の事例の概要を紹介する。

2 事例1「変動する地球」(移り変わる地球)に関する探究活動

(1) 探究活動のねらい

地学基礎は、第2学年を対象に開講されることも考えられるため、中学校理科及び第1学年で履修した他の基礎科目での学習内容と円滑に接続することが大切となる。学習指導要領の「変動する地球」においては、次のように目標が示されている⁸⁾。

(2) 変動する地球

変動する地球について観察、実験などを通して探究し、地球がプレートの運動や太陽の放射エネルギーによって変動してきたことを理解させる。また、地球の環境と人間生活とのかかわりについて考察させる。

イ 移り変わる地球

(ア) 地層の形成と地質構造

地層が形成される仕組みと地質構造について理解すること。

(イ) 古生物の変遷と地球環境

古生物の変遷と地球環境の変化について理解すること。

さらに、探究活動については、次のように示されている⁹⁾。

オ 変動する地球に関する探究活動

変動する地球に関する探究活動を行い、その学習内容の理解を深めるとともに、地学的に探究する能力を高めること。

「ここでは、変動する地球に関する学習活動と関連させながら、観察、実験などを通して、情報の収集、仮説の設定、観察や実験の計画、野外観察、調査、データの分析・解釈、推論など地学的に探究する方法を習得させるようにする。各探究活動では、これらの探究の方法を課題の特質に応じて適宜取り上げ、具体的な課題の解決の場面でこれらの方法を用いることができるよう扱う必要がある。」と示されている¹⁰⁾。また、「イ 移り変わる地球」については、地層の観察、地層形成の実験、化石を用いた古環境の推定、地質時代カレンダー作成などを例示し、探究させることが考えられるとある。

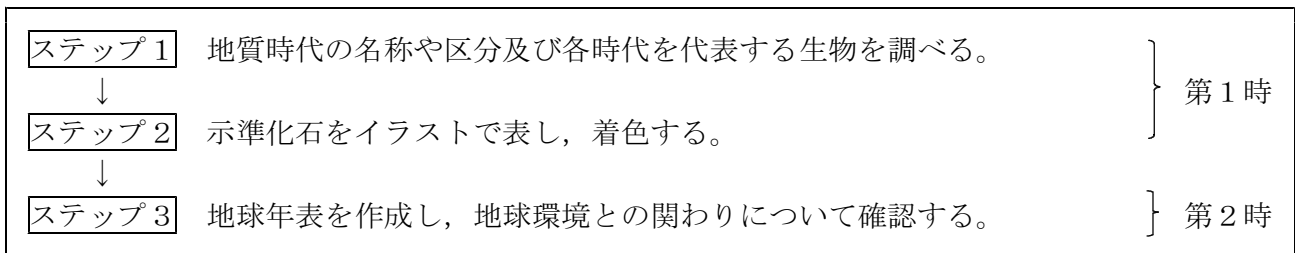
そこで、本事例では例示されている地質カレンダーの一つ「地球年表」の作成を紹介する。本

事例を単元の導入時に探究活動として位置付けることで、探究活動で高めたい力である「観察、実験の方法を考える力」及び「結果を処理し、考察する力」を高めることができると考えた。また、生徒自身が活動を通して地球の歴史を科学的に考えようとする関心、意欲、態度を向上をさせることと、思考力・判断力を高めることをねらいとしている。

(2) 授業展開例とワークシート

① 事例の概要

本事例は、地球の誕生から現在までの時間の流れを捉え、そこに地質時代の名称や区分の由来、各時代を代表する生物（示準化石）の生態と地球環境との関わりを探究させることをねらいとしている。実施形態としては、4人1組での小グループ活動を基本とした授業実践を想定している。探究活動は、図V-1に示すように2単位時間構成での実施を計画した。



図V-1 「『地球年表』をつくろう」探究活動の流れ

② 授業展開例 「『地球年表』をつくろう」

単元名 「移り変わる地球」に関する探究活動（2単位時間）

- 目標
- ・地質時代区分や示準化石、地球環境と生物の関わりについて関心をもち、意欲的に探究しようとする。 [関心・意欲・態度]
 - ・地質時代の名称、区分の由来、各時代を代表する生物（示準化石）の生態及び地球環境との関わりについて、「地球年表」の作成を通して考えることができる。 [思考・判断・表現]

時	学習活動	教師の指導・支援	評価規準・方法など
1	導入	1 実習の目的、作業について説明を聞く。	○実習の目的、概要について説明する。
	展開	2 地質時代区分及び示準化石について各グループで調べる。	○地質時代区分の名称、区分の由来及び地学的なイベントについて資料を基に調べるよう指示する。
	展開	3 年表に貼り付ける示準化石のイラストを作成し、着色する。	○各地質時代を代表する生物の生態とその時代の地球環境について調べるよう指示する。
	まとめ	4 次時までの指示を聞く。	○示準化石のイラストを作成するよう指示する。
	まとめ	5 片付けを行う。	○片付けについて指示する。
次時までに各グループの実習計画を確認し、必要があれば該当のグループに適宜助言する。			
2	導入	1 各グループで実習計画を確認する。	○各グループで実習計画を確認させ、必要な材料等を配付する。
	展開	2 実習計画に従って作業する。	○机間指導を行いながら、必要があれば適宜助言する。
	展開	3 実習プリントに結果及び考察を記入し、まとめ	○各グループの考察を比較させながら、まとめを行う。

	る。		作成を通して考えている。 [思考・判断・表現] (ワークシートの記述)
まとめ	4 感想及び反省を記入する。 5 次時からの展望をもつ。	○レポート作成について説明し、時間内にできなければ、後日提出させる。 ○更に探究できる課題を例示するとともに、次時からの学習内容を伝える。	

③ ワークシート

地学基礎「移り変わる地球」に関する探究活動

「地球年表」をつくろう

()年()組()番 氏名()

目的

「地球年表」の作成を通して、地質時代の名称、区分の由来、各時代を代表する生物(示準化石)の生態及び地球環境との関わりについて考える。

1 次の時代区分について各班で分担して調べる。

地質時代区分	先カンブリア時代			古生代					中生代			新生代			
	冥王代	始生代	原生代	カンブリア紀	オルドビス紀	シルル紀	デボン紀	石炭紀	ペルム紀	トリアス紀	ジュラ紀	白亜紀	古第三紀	新第三紀	第四紀

2 次の生物(示準化石)について各グループで分担して調べ、年表貼り付け用のイラストを作成し、着色して準備する。また、追加したい地学的なイベントがあれば調べておく。

地質時代区分	生物(示準化石)名
先カンブリア時代 始生代 原生代 27億年前 6億年前	ストロマトライト チャルニオディスカス
古生代 カンブリア紀 オルドビス紀 // シルル紀 デボン紀 石炭紀 ペルム紀	アノマロカリス 三葉虫 アランダスピス クックソニア アカントステガ リンボク フズリナ
中生代 トリアス紀 ジュラ紀 白亜紀 //	アンモナイト 始祖鳥 トリケラトプス ティラノサウルス
新生代 古第三紀 新第三紀 //	ヌンムリテス(貨幣石) デスモスチルス ピカリア

3 実習

(1) 先カンブリア時代及び顕生代を1年に換算したときの日数を計算しなさい。

地質時代区分	先カンブリア時代			顕生代											
	冥王代	始生代	原生代	古生代					中生代			新生代			
				カンブリア紀	オルドビス紀	シルル紀	デボン紀	石炭紀	ペルム紀	トリアス紀	ジュラ紀	白亜紀	古第三紀	新第三紀	第四紀
シート枚数	7枚	12枚	18枚	3枚					2枚			1枚			
換算日数	63	103	155	3	5	2	4	5	4	3	6	6	4	0.75	0.25
	()日間			()日間											

(2) 次の表を参考にして、日付、関連するイベント等を「地球年表」に記入する。

地質時代区分		換算月日	絶対年代	主なイベント
先カンブリア時代	冥王代	1/ 1- 3/ 5	38億年前まで	海洋の形成・・・・・・・・・・40億年前 最古の岩石・・・・・・・・・・40億年前 最古の生物痕跡・・・・・・・・38億年前
	始生代	3/ 6- 6/16	25億年前まで	最古の化石・・・・・・・・・・35億年前 光合成生物誕生・・・・・・・・27億年前
	原生代	6/17-11/17	5.4億年前まで	大気中の酸素増加・・・・・・・・24億年前 縞状鉄鉱層生成・・・・・・・・25億年前 真核生物誕生・・・・・・・・・・20億年前 多細胞生物誕生・・・・・・・・10億年前 エディアカラ生物群・・・・・・先カンブリア時代 終わり
古生代	カンブリア紀	11/18-11/20	2.4億年前まで	カンブリア爆発・・・・・・カンブリア紀はじめ オゾン層形成・・・・・・・・・・シルル紀 植物上陸・・・・・・・・・・シルル紀 魚類繁栄・・・・・・・・・・デボン紀 両生類上陸・・・・・・・・・・デボン紀 シダ繁栄・・・・・・・・・・石炭紀
	オルドビス紀	11/21-11/25		
	シルル紀	11/26-11/27		
	デボン紀	11/28-12/ 1		
	石炭紀 ペルム紀	12/ 2-12/ 6 12/ 7-12/10		
中生代	トリアス紀	12/11-12/13	0.65億年まで	裸子植物発展・・・・・・・・・・トリアス紀 哺乳類出現・・・・・・・・・・トリアス紀 恐竜繁栄・・・・・・・・・・ジュラ紀 被子植物発展・・・・・・・・・・白亜紀 巨大隕石衝突・・・・・・・・・・白亜期末
	ジュラ紀	12/14-12/19		
	白亜紀	12/20-12/25		
新生代	古第三紀	12/26-12/29		哺乳類発展・・・・・・・・・・古第三紀 人類出現・・・・・・・・・・新第三紀 産業革命(約300年前)・・・・・・第四紀
	新第三紀	12/30-12/31 18:00まで		
	第四紀	12/31 18:00 ～現在		

本事例で作成する「地球年表」としては、日めくり型(図V-2)とテープ型(図V-3)が考えられる。



図V-2 「地球年表」日めくり型



図V-3 「地球年表」テープ型

実習後の考察には、次のワークシートを用い、グループごとに計算等に取り組みせるとともに、今後も継続した探究活動が行えるように課題例を提示するなど、生徒が得た知見の中から新たな課題が設定できるような指導をすることが大切である。

4 まとめ・考察

(1) 各時代の長さを確認しなさい。

① 古生代 約()億年, 中生代 約()億年, 新生代 約()億年

② 先カンブリア時代の長さは、地球46億年のうち約何%ほどの長さか。()%

(2) 最古の生物は、地球誕生から何日くらいで出現したか。地球誕生から現在までを1年とした換算値で答えなさい。()日

(3) 5回の「大量絶滅」は、地質時代区分のどの区切りに当たるか。事前準備した事柄などを踏まえて考えなさい。

(4) ① 縞状鉄鉱層が生成されたことから分かることは何か、答えなさい。

② オゾン層形成が、生物の陸上進出を可能にしたしくみを答えなさい。

③ 光合成生物誕生からオゾン層形成までに、約何日を要しているか。地球誕生から現在までを1年とした換算値で答えなさい。()日

(5) 今から5億年ほど前には、大気中の二酸化炭素濃度は0.5%を超えていたとされるが、その後、低下し、0.03%ほどを保ってきた。最近200年間での人間活動による二酸化炭素濃度の上昇速度は、5億年間での0.47%の減少速度のおよそ何倍になるか計算しなさい。なお、この200年間での人間活動による二酸化炭素濃度上昇を0.01%として答えなさい。()倍

5 感想及び反省など

(不思議に思ったこと、もっと調べたいことは何ですか。また、それら確かめるにはどのような方法が考えられますか。具体的に書いて、これからも探究してみよう。)

④ 探究活動（課題設定）の例

- ・酸素がなかった原始大気の組成を変えたシアノバクテリアの役割を探る。
- ・エディアカラ動物群（ベンド生物群）の特徴を探る。
- ・カンブリア爆発、陸上への植物の上陸、両生類の上陸、古生代末の大量絶滅など時間の流れと環境変化を探る。
- ・大陸配置の変化に伴う草原の出現と哺乳類の進化の関係を探る。

3 事例2「変動する地球」(地球の環境)に関する探究活動

(1) 探究活動のねらい

学習指導要領の「地球の環境」においては、次のように目標が示されている¹¹⁾。

エ 地球の環境

(ア) 地球環境の科学

地球環境の変化を科学的に考察すること。

(イ) 日本の自然環境

日本の自然環境を理解し、その恩恵や災害など自然環境と人間生活とのかかわりについて考察すること。

「エ 地球の環境」における探究活動については、環境調査、都市の気象、人工衛星から見た地球環境、地震や火山の災害史、液状化現象の実験、火山と温泉など、自然環境やそれらと人間生活との関わりについて探究させることが例示されている。

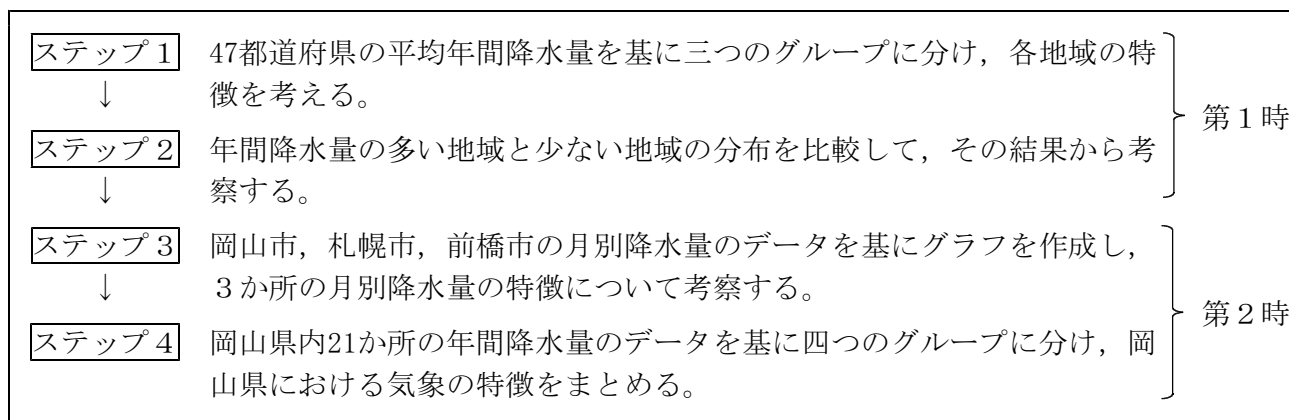
そこで、例示されている「都市の気象」を基に、岡山県の気象を考えることで、気象をより身近な問題として捉え、科学的な探究心を育む事例を紹介する。本事例を探究活動として位置付けることで、探究活動で高めたい力である「結果を処理し、考察する力」を高めることができると考えている。

(2) 授業展開例とワークシート

① 事例の概要

本事例は、地球の自然環境の変化とその仕組みを科学的に考察させるとともに、日本の自然環境の特徴を理解させ、自然環境と人間生活との関わり合いを考察させることをねらいとしている。実施形態としては、個人での活動を基にした少人数グループでの授業実践を想定している。

探究活動は、図V-4に示すように2単位時間構成での実施を計画した。



図V-4 「降水量から見た岡山県の気象の特徴を探ろう」探究活動の流れ

② 授業展開例 「降水量から見た岡山県の気象の特徴を探ろう」

単元名 「移り変わる地球」に関する探究活動(2単位時間)

- 目標
- ・降水量の違いから気象に関心をもち、意欲的に気象に関する事象を探究することができる。 [関心・意欲・態度]
 - ・データから図及びグラフを作成し、それらを基に気象の特徴を捉え、説明することができる。 [思考・判断・表現]

時	学習活動	教師の指導・支援	評価規準・方法など	
1	導入	1 実習の目的，作業について説明を聞く。	○実習の目的，概要について説明する。	
	展開	2 47都道府県の平均年間降水量を基に，白地図に色を塗りながら3グループに分け，地域の特徴を考える。	○都道府県別の年間降水量を1500mm未満，1500～2000mm未満，2000mm以上の3グループに分けるよう指示する。	・降水量の違いから気象に関心をもち，意欲的に気象に関する事象を探究しようとしている。 〔関心・意欲・態度〕 (行動の様子)
		3 年間降水量の多い地域と少ない地域の分布を基に，年間降水量の違いから分かることを考察する。	○降水量の多い北陸と西日本の太平洋側，少ない北海道，東北，北関東，瀬戸内海東部の違いについて考察するよう指示する。 ※机間指導を行い，必要があれば適宜助言する。	
	まとめ	4 次時までの指示を聞く。	○次時までには降水量の少ない地域の違いについて調べるよう指示する。	
次時までに各グループの実習計画を確認し，必要があれば該当のグループに適宜助言する。				
2	導入	1 各グループで実習計画を確認する。	○実習の目的，概要について説明し，実習計画を確認させる。	
	展開	2 年間降水量の少ない岡山市，札幌市，前橋市の月別降水量のグラフを基に，月別降水量の特徴について考察する。	○机間指導を行いながら，季節的な特徴を踏まえられているかを確認し，必要があれば適宜助言する。	
		3 岡山県内21か所の年間降水量のデータを基に，場所による降水量の違いを図に色塗りをしながら特徴について考察する。	○岡山県内の観測地点を年間降水量から4グループに分け，気象庁の天気予報による南部と北部の境界線を引くよう指示をし，場所による特徴を考察させる。	
		4 考察の結果を発表する。	○実習の結果に基づいて各グループで考察し，発表する。	
まとめ	5 他のグループの発表内容を参考に，各グループで協議して，ワークシートをまとめる。	○机間指導を行いながら，全員が参加しているかどうかを確認し，必要があれば適宜助言する。	・データから図及びグラフを作成し，それらを基に気象の特徴について捉え，説明している。 〔思考・判断・表現〕 (ワークシートの記述)	

③ ワークシート

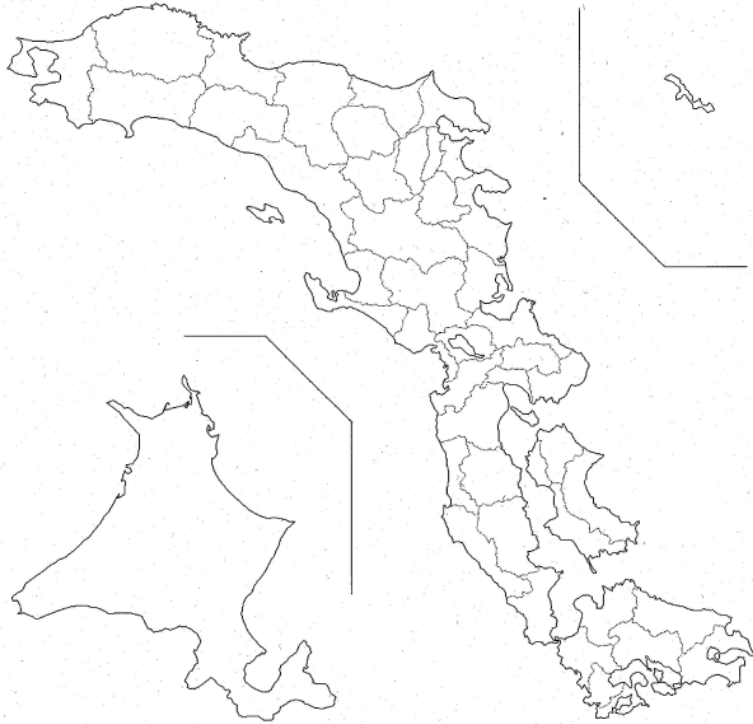
実習 「降水量から見た岡山県の気象の特徴」を探ろう

【目的】 都道府県別の年間降水量と岡山県内の年間降水量から岡山県の気象の特徴について考察する。

【準備】 色鉛筆（赤、黄、青、緑）、ものさし

【方法】

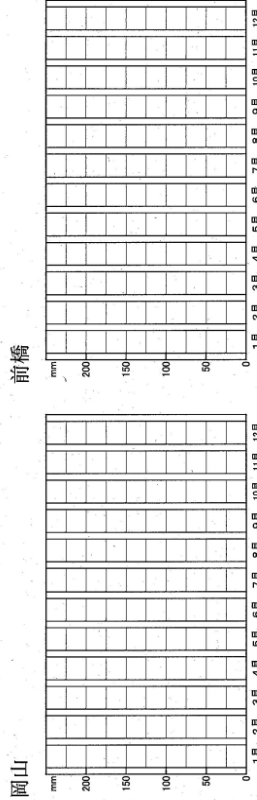
1. 表1の都道府県の年間降水量のデータを基に、日本地図に次の区分ごとに色を塗る。
年間降水量1500mm未満 赤 1500～2000mm未満 黄 2000mm以上 青



北海道	1188.6	青森	1319.8	岩手	1368.1	宮城	1325.0	秋田	1828.3
山形	1972.6	福島	1415.0	茨城	1384.9	栃木	1556.1	群馬	1405.8
埼玉	1400.6	千葉	1679.3	東京	1929.0	神奈川	1901.6	新潟	2350.6
富山	2499.4	石川	2277.8	福井	2238.6	山梨	1551.5	長野	1518.8
岐阜	2249.6	静岡	2277.9	愛知	1682.4	三重	2190.7	滋賀	1702.9
京都	1645.6	大阪	1298.2	兵庫	1458.7	奈良	1725.4	和歌山	2318.1
鳥取	1946.3	島根	1808.7	岡山	1355.6	広島	1535.8	山口	1861.6
徳島	2044.7	香川	1189.5	愛媛	1601.2	高知	2675.7	福岡	1863.1
佐賀	1930.5	長崎	1982.6	熊本	2246.8	大分	1773.3	宮崎	2643.8
鹿児島	2473.5	沖縄	1989.9						

表1. 都道府県別の過去30年間の平均年間降水量
(単位: mm 全国1132カ所の気象庁のデータを基に作成)

2. [岡山・前橋・札幌]の3カ所の月別降水量のデータを基に、月別降水量のグラフを作成する。



	岡山	札幌	前橋
1月	34.2	113.6	26.2
2月	50.5	94.0	32.1
3月	86.7	77.8	61.5
4月	92.3	56.8	78.1
5月	125.0	53.1	101.9
6月	171.5	46.8	145.2
7月	160.9	81.0	197.3
8月	87.4	123.8	202.3
9月	134.4	135.2	220.6
10月	81.1	108.7	115.5
11月	51.2	104.1	44.7
12月	31.0	111.7	23.1

表2. 岡山・前橋・札幌の月別降水量 (単位: mm)

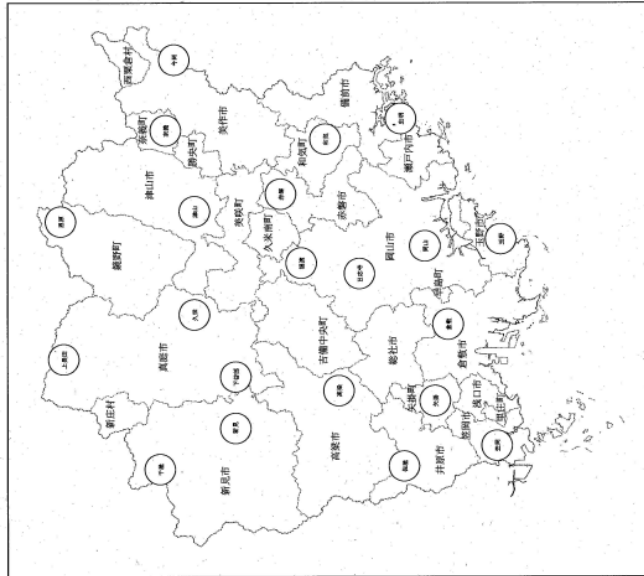
3. 岡山県内の年間降水量のデータを基に、岡山県地図のそれぞれの場所の円の色分けを行い、気象庁の天気予報による岡山県南部と北部の境界に線を引く。

年間降水量1200mm未満 赤 1200～1400mm未満 黄 1400～1600mm未満 緑
1600mm以上 青

赤磐	1225.1	今岡	1646.9	岡山	1105.9	恩原	2353.5	笠岡	1026.1
上良田	2010.9	久世	1432.0	倉敷	1028.6	佐屋	1313.2	下吉部	1319.4
高梁	1200.9	玉野	1003.9	千屋	1726.0	津山	1415.8	奈義	1510.3
新見	1354.3	日床寺	1172.8	福渡	1239.8	虫明	1086.1	矢掛	1122.4
和気	1174.4								

岡山県南部：岡山市，瀬戸内市，吉備中央町，備前市，赤磐市，和気町，倉敷市，総社市，早島町，笠岡市，井原市，浅口市，里庄町，矢掛町，高梁市

岡山県北部：新見市，真庭市，新庄村，津山市，鏡野町，久米南町，美映町，美作市，勝央町，奈義町，西粟倉村



【考察】

1. 方法1から，年間降水量の多い地域，少ない地域はどのようなところに分布しているか。

2. 方法2について，どうしてこの3カ所を選んだか。

3. 方法2から，この3カ所について，月別降水量にどのような違いがあるか。

4. 方法3から岡山県南部と北部での年間降水量にどのような違いがあるか。

【反省・感想】

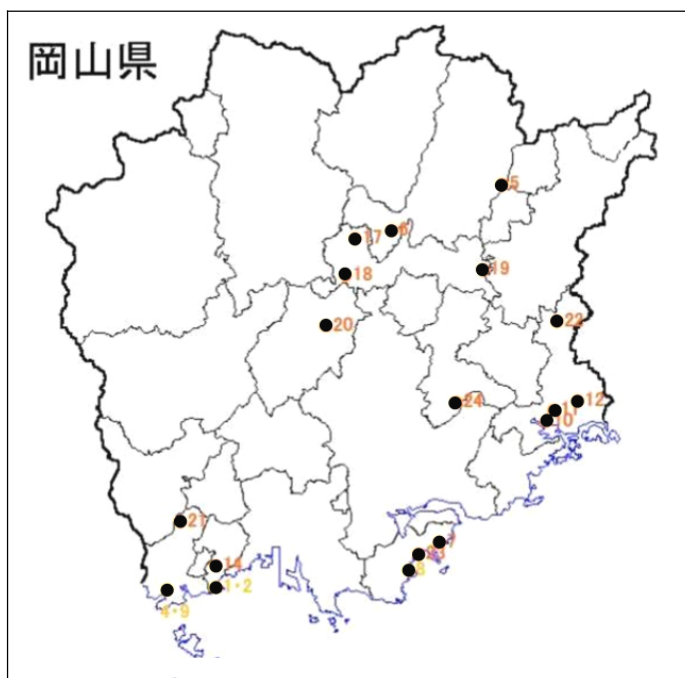
年 組 番 氏名

④ 発展的な展開例

日常生活や社会との関連を一層重視した探究活動として、次の二つのようなテーマを設定することも考えられる。

一つ目は、「岡山県はなぜ『晴れの国』と言われているのか」をテーマにした探究活動への発展である。この理由を気象庁などのデータを活用して、根拠となる資料を調査し、説明する活動である。

二つ目が、メガソーラーの設置地域について考察するテーマへの発展である。近年、再生可能エネルギーへの関心が高まり、太陽光発電、特に1000kW以上の出力があるメガソーラーの設置が各地で計画されている。岡山県内でも図V-5のように、20か所以上の設置計画がある³⁾。県内複数箇所の年間降水量のデータを比較することで、県内でも場所により降水量に差があることに気付く。気象庁の天気予報による南部と北部の境界線で、年間降水量に大きな違いがあるという特徴が見えてくる。これらの設置計画と降水量等との関係を考えることで、メガソーラーと日常生活との関連性について考察を深めることもできると考えられる。



図V-5 メガソーラー候補地位置図 (●候補地)

4 実践に向けて

今回紹介した事例は、「イ 移り変わる地球」と「エ 地球の環境」の単元に関する内容であったが、いずれの事例も、地学基礎の特徴である地球環境の変化、日本の自然環境とその恩恵や災害など、日常生活や社会との関連を意識しながら地球や地球を取り巻く環境を理解させ、基礎的な素養を身に付けさせるとともに、それらを一連の時間の流れの中で捉えさせる内容となっている。

生徒は、「地学基礎」の探究活動に主体的に取り組むことによって、地球や地球を取り巻く環境に関する基本的な概念や原理・法則を理解することができ、地学的な探究の方法を身に付けるとともに、地球の自然環境と日常生活や社会との関わりを考えるようになる。地学の探究活動を通して、地学的な事物・現象を時間的な推移の中で追究し、空間的な広がりの中で捉えることができると考えられる。

また、学習した内容が日常生活や社会と関わることを実感を伴って理解することで、地球や地球を取り巻く環境について関心を高めることにもつながる。地球は、絶え間ない活動により常に変動しているだけでなく、近年では人間の諸活動による影響も受けている。地学的な事物・現象が、生物や人間の存在に適した地球環境の形成に密接に関連していることを自ら探究しながら学ぶことを通して、地球や地球を取り巻く環境への関心を高めることになる。

本事例等を参考に、単元の中に探究活動を適切に位置付けて実践してほしい。

VI おわりに

学習指導要領の趣旨を踏まえ、高等学校理科の新しい科目「基礎を付した科目」の探究活動が効果的に実施されることを目的に本研究に取り組んだ。岡山県高等学校の理科教師にアンケートを実施し、それらの結果の分析を通して、適する教材や指導方法の研究を行った。そして、研究を基にした実践を実践事例として紹介することができた。

高等学校理科における観察、実験の重要性はいうまでもないが、既習の科学的な知識、概念、法則などの確認を目的とした観察、実験だけでは十分とはいえない。生徒が探究活動を通して探究の方法を学ぶことと、教師が授業のねらいを明確にし、生徒の力を引き出そうとする授業づくりに取り組むことは、軌を一にしているといえる。

本指導資料の実践では、これまでの基本的な観察、実験を少し工夫することで、生徒に探究の過程を学ばせ、生徒が探究の方法を効果的に使って取り組む様子を見ることができた。また、実践者の感想からも、探究活動の授業の中で、生徒がいきいきと観察、実験に取り組む姿を見て、探究活動の手応えや理科教師としての喜びを感じていることが分かった。

紹介することができた探究活動はまだまだ数が少なく、克服すべき課題も多いが、この研究が「基礎を付した科目」の授業を担当する教師にとって、探究活動を実施する際の参考となることを願っている。

○引用文献

- 1) 文部科学省 (2009) 『高等学校学習指導要領解説 理科編 理数編』, pp. 4-5
- 2) 五島政一・小林辰至 (2009) 「W型問題解決モデルに基づいた科学的リテラシー育成のための理科教育に関する一考察 ―問題の把握から考察・活用までの過程に着目して―」, 『理科教育学研究vol. 50, No. 2』日本理科教育学会
- 3) 国立教育政策研究所 (2012) 『評価規準の作成, 評価方法等の工夫改善のための参考資料 (高等学校 理科)』, p. 138
- 4) 前掲書1), p. 27
- 5) 前掲書1), p. 29
- 6) 前掲書1), p. 51
- 7) 前掲書1), p. 75
- 8) 前掲書1), pp. 99-100
- 9) 前掲書1), p. 102
- 10) 前掲書1), p. 102
- 11) 前掲書1), p. 101

○参考文献

- ・ 文部科学省 (2009) 『高等学校学習指導要領解説 理科編』
- ・ 国立教育政策研究所 (2012) 『評価規準の作成, 評価方法等の工夫改善のための参考資料 (高等学校 理科)』
- ・ 岡山県高等学校理科協議会 (2011) 『物理学習実験書 (上)』
- ・ 岡山県高等学校理科協議会 (2010) 『化学実験と考察 化学Ⅱ』
- ・ 岡山県高等学校理科協議会 (2012) 『化学実験と考察 化学基礎』

○Webページ

- ア) 独立行政法人科学技術振興機構: 高等学校理科教員実態調査 (平成20年度)
(<http://www.jst.go.jp/pr/announce/20090330-2/besshi.html>)
- イ) 国立教育政策研究所: 平成24年度 全国学力・学習状況調査 報告書・集計結果
(http://www.nier.go.jp/12chousakekkahoukoku/02point/24_chousakekka_point.pdf)
- ウ) 国立教育政策研究所: 平成24年度 全国学力・学習状況調査の結果について (概要)
(http://www.nier.go.jp/12chousakekkahoukoku/01gaiyou/24_chousanokekkanitsuite.pdf)
- エ) 国立教育政策研究所: 平成24年度 全国学力・学習状況調査【都道府県別】集計結果
(http://www.nier.go.jp/12chousakekkahoukoku/todoufuken_shuukeikekka/33_okayama.htm)
- オ) 文部科学省: IEA国際数学・理科教育動向調査の2011年調査 (TIMSS2011) の結果
(http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/24/12/1328789.htm)
- カ) 岡山県ホームページ メガソーラー設置候補地
(<http://www.pref.okayama.jp/page/detail-107289.html>)

平成23・24年度岡山県総合教育センター所員研究
理科の基礎を付した科目の探究活動に関する研究
—高等学校理科指導資料「基礎を付した科目の探究活動」—
研究委員会

指導助言者

加藤内藏進 岡山大学大学院教育学研究科教授

協力委員

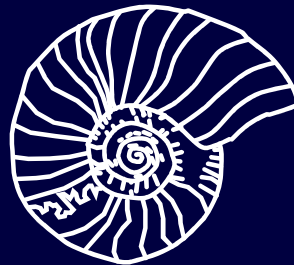
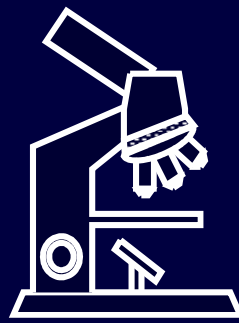
米田 直生 岡山県立玉島高等学校指導教諭(平成24年度)
大西 卓嗣 岡山県立岡山操山高等学校教諭
駒越 丘 岡山県立岡山芳泉高等学校教諭(平成23年度)
元井 友之 岡山県立岡山工業高等学校教諭
池田 正寛 岡山県立倉敷鷺羽高等学校教諭
下山 卓士 岡山県立津山高等学校教諭(平成23年度)
井上 直樹 岡山県立津山工業高等学校教諭
藤田 学 岡山県立玉野高等学校教諭(平成23年度)
中田 利夫 岡山県立玉野光南高等学校教諭
佐藤 順一 岡山県立備前緑陽高等学校教諭
三宅 浩二 岡山県立邑久高等学校教諭
定金 龍輔 岡山県立和気閑谷高等学校教諭(平成24年度)
西谷 知久 高梁市立松山高等学校教諭
中島 晃一 川崎医科大学附属高等学校教諭

研究委員

平賀 和治 岡山県総合教育センター教科教育部長
守屋 昌樹 岡山県総合教育センター教科教育部指導主事(平成24年度)
滝澤 浩三 岡山県総合教育センター教科教育部指導主事
米田 直生 岡山県総合教育センター教科教育部指導主事(平成23年度)
苅田 直樹 岡山県総合教育センター教科教育部指導主事
山田 裕史 岡山県総合教育センター教科教育部指導主事

平成25年2月発行
高等学校理科指導資料 生徒の力を引き出す
「基礎を付した科目」の探究活動実践事例集
編集兼発行所 岡山県総合教育センター
〒716-1241 岡山県加賀郡吉備中央町吉川7545-11
TEL (0866)56-9101 FAX (0866)56-9121
URL <http://www.edu-ctr.pref.okayama.jp/>
E-MAIL kyoikuse@pref.okayama.lg.jp

お問い合わせ 教科教育部 TEL (0866) 56-9103
Copyright © 2013 Okayama Prefectural Education Center



探究活動『v-t グラフから実験をデザインしよう』

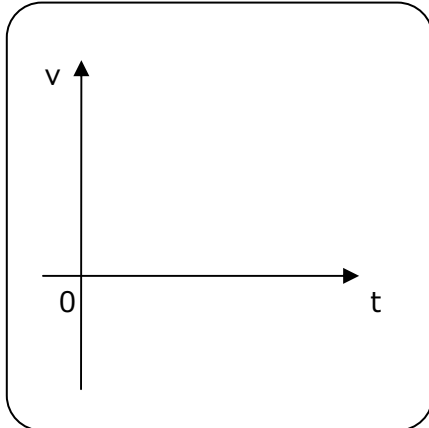
目的：物体の運動によって描かれる v-t グラフの形状は異なり、その形状は様々であると考えられる。グラフの形状から物体の運動を予測し、実験をデザインしてみよう。

準備：記録タイマー、おもり、記録テープ、鉄製スタンド、ものさし、セロテープ、クッション、力学台車、斜面、その他実験に必要なもの

方法：

1. 作成したい v-t グラフを考える。
2. その v-t グラフを描くために必要な実験方法を考える。
3. 実験を行い、記録テープを作成する。
4. テープの記録を 6 打ごとに区切って、台紙に貼る。
5. 6 打ごとのテープの長さを測り、表に記入する。
6. 各 6 打ごとの平均の速さ (m/s) を求めて表に記入し、縦軸に平均の速さを、横軸に時間(s)をとり、v-t グラフを描く。
- (7. v-t グラフから、初速度(v 軸の切片)、加速度(グラフの傾き)を求める。)

◎作成予定の v-t グラフ



◎実験の計画を立てよう。

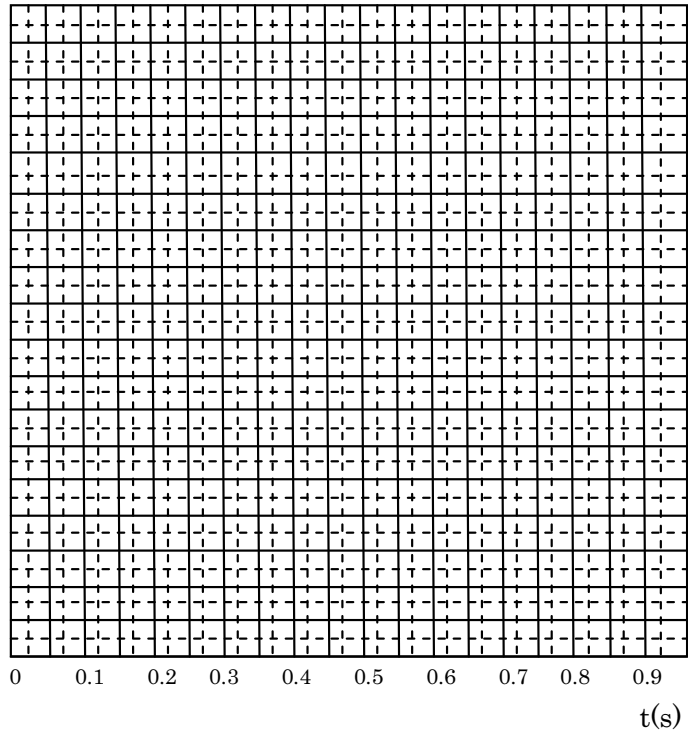
準備するもの

実験の計画・手順

表

時間 [s]	6打間の 長さ(m)	平均の 速度(m/s)	中央時刻 (s)
0			0.05
0.1			0.15
0.2			0.25
0.3			0.35
0.4			0.45
0.5			0.55
0.6			0.65
0.7			0.75
0.8			0.85
0.9			0.95
1.0			1.05
1.1			1.15
1.2			

v(m/s)



考察1 グラフは予想どおりですか。異なる場合はその原因・理由を考えよう。

考察2 v-t 図から移動距離を計算し、記録テープの長さと比較しよう。異なる場合は、その原因・理由を考えよう。

感想

	組		番	氏名	
--	---	--	---	----	--

「試験管と音の高さの関係を探ろう」

【目的】試験管に口を当て、息を吹きこむと音が発生する。大きささまざまな試験管に息を吹きこみ、音の高さがどのように決まるのかを調べ、その関係式を考える。

【準備】試験管7種類、電子ばかり、物差し、《(全体で一台) パソコン、マイク》

1. 図1の試験管①～⑦を音の低い順に並び替えてみる。そしてどのように並んでいるか考える。

高い ← 音 → 低い

並び方の規則性

図1 種々の試験管

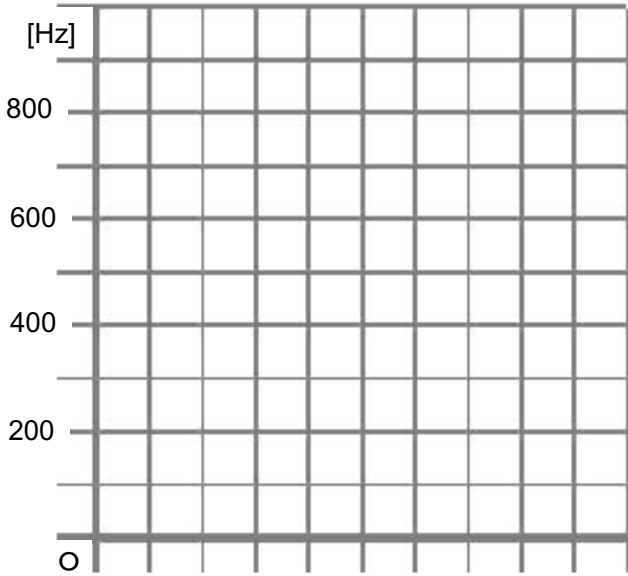
2. 音の高さと管の特徴（大きさ等）との関係を考える。できるだけ多くの試験管の特徴を測定し、下の表に記入していく。さらに横軸にその特徴、縦軸に振動数をとってグラフを作成する。

表1 試験管の特徴と振動数

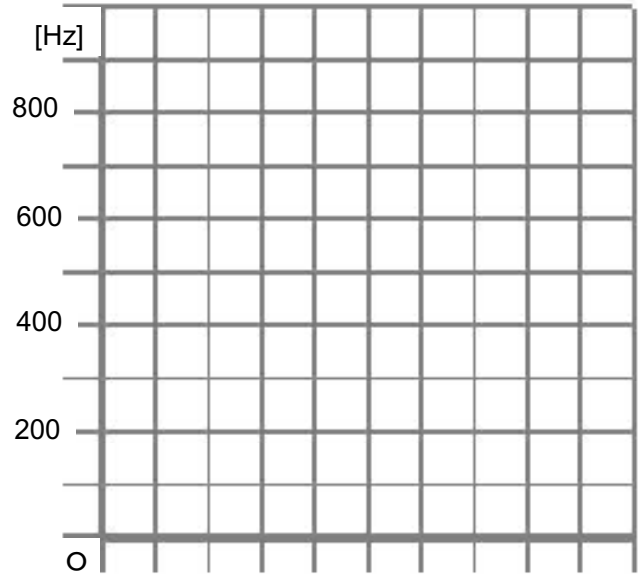
試験管 No (高い順) 特徴 (サイズ)							
振動数							

() 年 () 組 () 番 ()

振動数



振動数



グラフ 1 () グラフ 2 ()

3. 書き上がったグラフを見て、振動数はどの特徴と最も関係性があると推測されるか。また、そう考えた理由を説明しよう。

最も関係性があるもの

理由

[]

4. 振動数と の間にある関係式を考える。

また、それが正しいのか確認する方法（実験）を考える。

関係式

（ただし、振動数 f 、試験管の長さ l を使う）

確認する方法（実験）

[]

どれだけ入っているの？ビタミンC

()年()組()番 氏名()

目的

身近な物質を用いた化学反応に関心を持ち、ビタミンC含有量の大小関係を科学的に確かめる実験方法を考え、清涼飲料水のビタミンC含有量について考える。

[A] ビタミンC（アスコルビン酸）の反応

準備

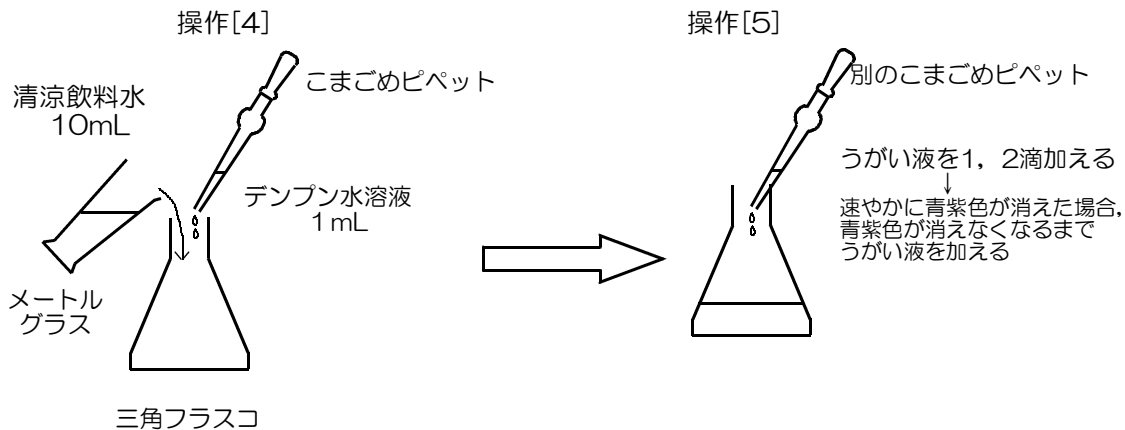
- 器具 □三角フラスコ（100mL×4）
□メートルグラス3個（10mL×3） □こまごめピペット（1mL，5mL）
- 材料 □清涼飲料水A，B（2種類） □1%デンプン水溶液 □精製水
□うがい液（ポビドンヨード製剤を5倍に希釈したもの）
□0.1%ビタミンC（アスコルビン酸）水溶液

操作

- [1] 2個の三角フラスコに精製水とビタミンC水溶液をそれぞれ10mLずつとる。
- [2] [1]の三角フラスコそれぞれにデンプン水溶液を1mLずつ加える。
- [3] [2]の三角フラスコそれぞれにうがい液を1，2滴加える。観① 観②

参考 ヨウ素の存在を確認しやすくするために、デンプン水溶液を使用する。

- [4] メートルグラスで清涼飲料水Aを10mL量りとり，三角フラスコに入れる。これにデンプン水溶液をこまごめピペットで1mL加える。
- [5] 別のこまごめピペットで[4]の三角フラスコにうがい液を1，2滴加える。速やかに青紫色が消えた場合，青紫色が消えなくなるまでうがい液を加える。観③
- [6] 清涼飲料水Bについても[4][5]と同様の操作を行う。観④



結 果

	うがい液を加えたときの变化
水（精製水）	観①
0.1%ビタミンC水溶液	観②
清涼飲料水A	観③
清涼飲料水B	観④

考 察 () に適語を書きなさい。

- (1) 観②～観④でうがい液を加えると青紫色になるのは、() 反応が起こるためである。清涼飲料水のビタミンCが多いほど、青紫色が消えなくなるまでに加えるうがい液の量が() になる。
- (2) 観②～観④の変化の様子から、ビタミンC含有量が多い順を予想する。

0.1%ビタミンC水溶液 () , 清涼飲料水A () , 清涼飲料水B ()

[B] 清涼飲料水中ののビタミンC濃度の測定

- [7] 上の考察(2)を検証するため、清涼飲料水AおよびBのビタミンC濃度を測定する実験を計画する。実験に必要なものは下から選択すること。

— 準 備 —

- 器具 三角フラスコ（コニカルビーカー） こまごめピペット
 ホールピペット メートルグラス 電子てんびん
- 材料 清涼飲料水AおよびB（今回使用したもの）
 0.1%ビタミンC（アスコルビン酸）水溶液 ← 濃度測定の基準となる溶液
 うがい液（ポビドンヨード製剤を5倍に薄めたもの）
 1%デンプン水溶液 精製水

- [8] レポート（報告書）は、レポート用紙を使って作成し、操作内容および結果・考察等を記入し、全員提出する。

※レポート作成の際は別紙を参考にすること。

探究活動 物質の分離 ()年()組()番 氏名()

1. 教科書を参考にして、これまで学習した物質の分離操作についてまとめなさい。

2. グループで相談し、物質の分離の実験テーマを決めなさい。実験番号()

A: 塩化ナトリウムと硝酸カリウム

B: 砂と塩化ナトリウム

C: ヨウ素と砂

D: 砂とペット(ポリエチレンテレフタレート)

3. 実験に必要な道具、薬品等をすべて書きなさい。(個数も書くこと)

4. 実験の手順を書きなさい。(フローチャートで表してもよい)

5. 自分たちの実験操作とその結果をまとめなさい。

【まとめ】

6. 今回行った物質の分離実験のしくみや原理について，教科書等を参考にして説明しなさい。

7. 次の質問に答えなさい。

- 実験を進めるうえで、実験に足りなかった器具や薬品はありましたか。
()
- 実験の中でうまくいかなかったことはありましたか。
()
- うまくいかなかった部分を工夫して改善したところはありましたか。
()
- 気づいたこと，疑問に思ったこと，感想を書きなさい。

見つけよう！！ロバート・フックが見た細胞

私たちの体は細胞でできていますが、細胞を世界で初めて発見した人を知っていますか？

その人の名前は〔¹ 〕といいます。顕微鏡を使って様々なものを観察し、そのときのスケッチを240ページをこえる〔² 〕という本にして、眼では見えない世界を人々に伝え、驚かせました。その観察の中で細胞の発見につながったのは、コルクの観察でした。彼はコルクがなぜ軽くて柔らかいのかということに疑問をもち、コルクの表面をうすく切って観察したところ図1のようにハチの巣のような構造をしていることを発見しました。そこで、1つ1つの隙間を小部屋（cell, 細胞）と名付けました。これが最初の細胞の発見でした（実際には、コルクは植物の死んだ細胞が集まった部分なので彼が観察したのは生きた細胞ではなく植物細胞の〔³ 〕でした）。



図1

もう1度、図1を見てください。よく見ると図の中にAとBという文字が書かれています。彼はなぜ、この2つのスケッチを残したのでしょうか。コルクの軽さと柔らかさの秘密を知りたかったのであれば、どちらか1つのスケッチだけでもよかったのではないのでしょうか。実際にコルクを観察して推理してみましょう。

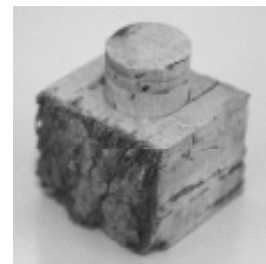


図2

【準備】

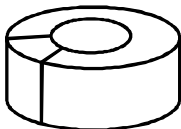
材料：コルク栓（図2）

器具：顕微鏡、スライドガラス、セロハンテープ、カミソリ

【予想してみる】

コルク栓は、はがしたコルクガシの樹皮を図3のように切り抜いて作ります。そのことを考慮して図1のA、Bはどの方向にコルクを切ったのか予想してみましょう。なぜそう思ったのか理由も考えてみましょう。

A



B

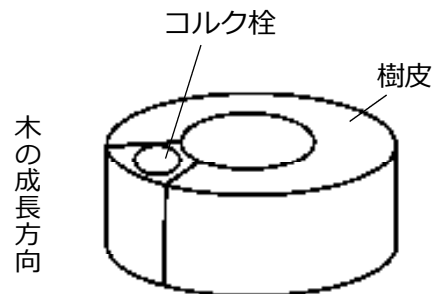
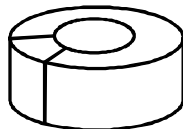


図3 コルクガシの横断面

理由

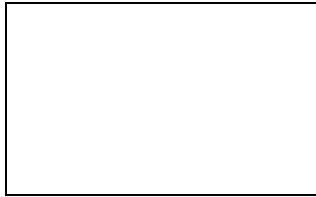
【観察（仮説の検証）】

図1のA担当とB担当をグループ内で決める。

- 方法 ① 仮説に基づいて、切り出す場所を決める。
② カミソリでコルクの一部をできるだけ薄く、小さく切り出す。
(できるだけ薄く、2mm四方ほどでよい) ※カミソリの取扱いに注意!
③ セロハンテープを使って、切片をスライドガラスに貼り付けて10倍の対物レンズで検鏡する。

【結果】 観察結果を簡単にスケッチしてみよう。

Aの予想面



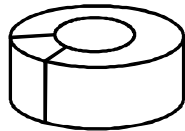
Bの予想面



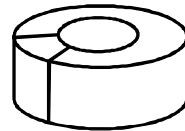
【考察】 次のことをグループで考察してみよう。

- (1) 図1のスケッチA, Bはコルクの樹皮をどの方向で切ったものだったのか?
(仮説がまちがっていた場合は、コルクの他の面を切り出して再び観察してみる)

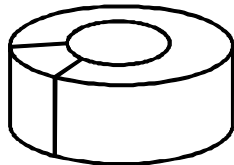
A



B



- (2) 樹皮の細胞はどのような形をしていて、どのように配列していると考えられるか。



- (3) ロバート・フックは何を伝えたかったのか。

【自己評価】

1. 意欲をもって取り組むことができた。

よくできた まあまあできた あまりできなかった できなかった



2. 観察の際、顕微鏡を正しく使用できた。

よくできた まあまあできた あまりできなかった できなかった



3. 観察結果から考察することができた。

よくできた まあまあできた あまりできなかった できなかった



【感想・反省】

生物基礎「生物の体内環境」探究活動

調べよう！！酸素消費量

目的： 酸素は、生命活動において重要なはたらきをもつ。私たちの体は、さまざまな刺激によって酸素消費量が変化する。自分自身の組織における酸素消費量を、酸素解離曲線を用いて求める。さらに刺激を与えた場合にどのように変化するか、仮説を設定して、確認する。

材料：健康な体

I：酸素消費量を変化させる実験を考える。

1. 酸素消費量を「上昇させる」または、「下降させる」刺激を考えよう。

	刺激	予想される結果
1		上昇・下降
2		上昇・下降
3		上昇・下降

2. 1で考えたもののうち実験が可能なものについて、実際に検証する方法・必要な器具を具体的に考え、予想される結果(仮説)とその根拠を考えよう。

与える刺激

--

検証する方法

手順	必要な器具

予想される結果とその根拠

結果…
根拠…

II：安静時（ふだん）における酸素消費量を求める。
 安静時の組織における1分間の酸素消費量を求めよう。
 ※どのようにして求めるかは、各班で考える。

ヒント

- ① 15秒間における脈拍数（安静時）を測定する。
→ 1分間当たりに直す。
- ② 1回の拍動における心臓の血液排出量
… 60ml（成人，安静時）
- ③ 酸素解離曲線（右のグラフ）
- ④ 肺胞：O₂分圧…100 mm Hg CO₂分圧…40 mm Hg
組織：O₂分圧… 30 mm Hg CO₂分圧…70 mm Hg
- ⑤ ヘモグロビンの酸素結合量…血液 100ml 中で
100%の酸素飽和度で酸素 20ml が溶けている。

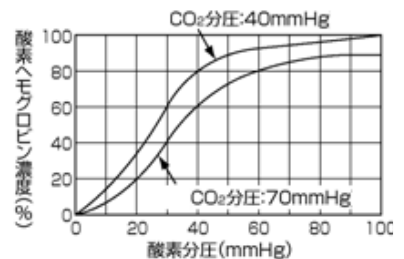


図 酸素解離曲線

○班で考えた求め方（詳しく説明すること）

組織における 1 分間の酸素消費量…

ml

Ⅲ：自分の班で考えた実験を行い，酸素消費量を求める。

酸素消費量…

ml

☆結果のまとめ

酸素消費量は安静時に比べ、

考察

1. 自分の班の実験の結果を見て，仮説は正しかったか。
2. 自分の班の実験の改善点，新たな疑問点は何か。

他の班の実験と結果

班	実験内容	結果
		上昇・変化なし・下降
		上昇・変化なし・下降
		上昇・変化なし・下降
		上昇・変化なし・下降
		上昇・変化なし・下降

考察

3. 他の班の実験と比較して，わかったことや新たな疑問点をまとめよ。

反省・感想

自己評価

かなり当てはまる

全く当てはまらない

- ・意欲的に実験に取り組めた (4 3 2 1)
- ・実験操作を正しく行うことができた (4 3 2 1)
- ・実験操作を自分で考えることができた (4 3 2 1)

月 日()	グループ番号()	組	番	氏名
--------	-----------	---	---	----

さまざまな土壌に含まれる窒素量の違いを調べよう

【目的】

植生の遷移が進行するにつれて落葉や落枝が堆積し、これらが分解されて土壌が形成されていく。落葉や落枝の分解が進むと増加する窒素量を硝酸簡易水質検査試薬で測定し、身近な土壌の窒素量を比較することで、遷移と土壌に関する理解を深める。

【準備】

校内の土壌(グラウンド, 畑, 砂場, プランターなど), 硝酸簡易水質検査試薬(パケットテスト), 蒸留水, ポリエチレン容器(500mL), ろ紙, ろうと, ろうと台, ビーカー(100mL), 駒込ピペット, 移植ゴテ

【方法】

1. 校内で採取できる次の①～⑤の土壌について、どの土壌に含まれる窒素量(硝酸態窒素)が多いかをその根拠も考え、土壌と窒素量の関係性についての仮説を立てる。
 - ①グラウンド北の草の処分場の土
 - ②砂走路の砂
 - ③グラウンドの土
 - ④生物教室前の畑の土
 - ⑤腐葉土の混ざったプランターの土

【仮説】

2. 地表面の植物遺体を取り除き、その下の土壌を約 5 cm までの深さで採取し、袋の中で土壌が均一に混ざるように混ぜる。土ふるいにかけて、大きな石や植物の根などを取り除く。
3. 初めにポリエチレン容器に水を 200mL 入れ、そこに採取してふるいにかけて土壌を全体の量が 300mL になるように移植ゴテで加えていく。
4. 容器のふたを閉め、3分間激しく振り混ぜる。これを攪拌液とする。
5. しばらくして土壌が沈殿してきたら、上澄み液を駒込ピペットでろうとに移し濾過する。(完全にろ過できなくても、ある程度の量が取れば次の操作に移る。)
6. 硝酸簡易水質検査試薬(パケットテスト)により、溶液中の窒素濃度〔mg/L〕を比色法で測定する(詳しいパケットテストの測定方法は、このプリントの裏面に載せています)。同じ土壌でこの操作を 2 回繰り返し、その平均値を窒素量の指標値とする。

【結果】

パックテストの測定値を、次の表に書き入れなさい。

測定地点	1回目	2回目	平均値
① 草の処分場	mg/L	mg/L	mg/L
② 砂走路	mg/L	mg/L	mg/L
③ グラウンド	mg/L	mg/L	mg/L
④ 畑	mg/L	mg/L	mg/L
⑤ プランター	mg/L	mg/L	mg/L
⑥	mg/L	mg/L	mg/L
⑦	mg/L	mg/L	mg/L

【考察】

- この測定結果から分かることを班で話し合ひましょう。
- 考察1から考えて、土壌と窒素量の関係にはどのような傾向や法則性が見られるでしょうか。また、実験前に立てた仮説についても検証してみよう。
- 考察2の傾向や法則性が正しいかどうかを確認するためには、今後どのような実験をすればよいでしょうか。実験方法を話し合ひましょう。

この実験を通して新たに気付いたことや、反省、疑問等を書きなさい。

自己評価

- ・意欲的に実験に取り組めた (4 3 2 1)
- ・実験操作を正しく行うことができた (4 3 2 1)
- ・実験操作を自分で考えることができた (4 3 2 1)

かなり当てはまる

全く当てはまらない

実験日 年 月 日	年 組 番	氏名	
	グループ番号()		

「地球年表」をつくろう

()年()組()番 氏名()

目的

「地球年表」の作成を通して、地質時代の名称、区分の由来、各時代を代表する生物（示準化石）の生態及び地球環境との関わりについて考える。

1 次の時代区分について各班で分担して調べる。

地質時代区分	先カンブリア時代			古生代					中生代			新生代			
	冥王代	始生代	原生代	カンブリア紀	オルドビス紀	シルル紀	デボン紀	石炭紀	ペルム紀	トリアス紀	ジュラ紀	白亜紀	古第三紀	新第三紀	第四紀

2 次の生物（示準化石）について各グループで分担して調べ、年表貼り付け用のイラストを作成し、着色して準備する。また、追加したい地学的なイベントがあれば調べておく。

地質時代区分			生物（示準化石）名
先カンブリア時代	始生代 原生代	27億年前 6億年前	ストロマトライト チャルニオディスカス
古生代	カンブリア紀 オルドビス紀 // シルル紀 デボン紀 石炭紀 ペルム紀		アノマロカリス 三葉虫 アランダスピス クックソニア アカントステガ リンボク フズリナ
中生代	トリアス紀 ジュラ紀 白亜紀 //		アンモナイト 始祖鳥 トリケラトプス ティラノサウルス
新生代	古第三紀 新第三紀 //		ヌムリテス（貨幣石） デスモスチルス ビカリア

3 実習

(1) 先カンブリア時代及び顕生代を1年に換算したときの日数を計算しなさい。

地質時代区分	先カンブリア時代			顕生代											
	冥王代	始生代	原生代	古生代						中生代			新生代		
				カンブリア紀	オルドビス紀	シルル紀	デボン紀	石炭紀	ペルム紀	トリアス紀	ジュラ紀	白亜紀	古第三紀	新第三紀	第四紀
シート枚数	7枚	12枚	18枚	3枚						2枚			1枚		
換算日数	63	103	155	3	5	2	4	5	4	3	6	6	4	0.75	0.25
	()日間			()日間											

(2) 次の表を参考にして、日付、関連するイベント等を「地球年表」に記入する。

地質時代区分		換算月日	絶対年代	主なイベント
先カンブリア時代	冥王代	1/ 1- 3/ 5	38億年前まで	海洋の形成・・・・・・・・・・40億年前 最古の岩石・・・・・・・・・・40億年前 最古の生物痕跡・・・・・・・・38億年前
	始生代	3/ 6- 6/16	25億年前まで	最古の化石・・・・・・・・・・35億年前 光合成生物誕生・・・・・・・・27億年前
	原生代	6/17-11/17	5.4億年前まで	大気中の酸素増加・・・・・・・・24億年前 縞状鉄鉱層生成・・・・・・・・25億年前 真核生物誕生・・・・・・・・・・20億年前 多細胞生物誕生・・・・・・・・10億年前 エディアカラ生物群・・・・・・先カンブリア時代 終わり
古生代	カンブリア紀	11/18-11/20	2.4億年前まで	カンブリア爆発・・・・・・カンブリア紀はじめ オゾン層形成・・・・・・・・・・シルル紀 植物上陸・・・・・・・・・・シルル紀 魚類繁栄・・・・・・・・・・デボン紀 両生類上陸・・・・・・・・・・デボン紀 シダ繁栄・・・・・・・・・・石炭紀
	オルドビス紀	11/21-11/25		
	シルル紀	11/26-11/27		
	デボン紀	11/28-12/ 1		
	石炭紀	12/ 2-12/ 6		
ペルム紀	12/ 7-12/10			
中生代	トリアス紀	12/11-12/13	0.65億年まで	裸子植物発展・・・・・・・・・・トリアス紀 哺乳類出現・・・・・・・・・・トリアス紀 恐竜繁栄・・・・・・・・・・ジュラ紀 被子植物発展・・・・・・・・・・白亜紀 巨大隕石衝突・・・・・・・・・・白亜期末
	ジュラ紀	12/14-12/19		
	白亜紀	12/20-12/25		
新生代	古第三紀	12/26-12/29		哺乳類発展・・・・・・・・・・古第三紀 人類出現・・・・・・・・・・新第三紀 産業革命(約300年前)・・・・・・第四紀
	新第三紀	12/30-12/31		
	第四紀	12/31 18:00 18:00 ～現在		

4 まとめ・考察

(1) 各時代の長さを確認しなさい。

① 古生代 約()億年, 中生代 約()億年, 新生代 約()億年

② 先カンブリア時代の長さは, 地球46億年のうち約何%ほどの長さか。()%

(2) 最古の生物は, 地球誕生から何日くらいで出現したか。地球誕生から現在までを1年とした換算値で答えなさい。()日

(3) 5回の「大量絶滅」は, 地質時代区分のどの区切りに当たるか。事前準備した事柄などを踏まえて考えなさい。

(4) ① 縞状鉄鉱層が生成されたことから分かることは何か, 答えなさい。

② オゾン層形成が, 生物の陸上進出を可能にしたしくみを答えなさい。

③ 光合成生物誕生からオゾン層形成までに, 約何日を要しているか。地球誕生から現在までを1年とした換算値で答えなさい。()日

(5) 今から5億年ほど前には, 大気中の二酸化炭素濃度は0.5%を超えていたとされるが, その後, 低下し, 0.03%ほどを保ってきた。最近200年間での人間活動による二酸化炭素濃度の上昇速度は, 5億年間での0.47%の減少速度のおよそ何倍になるか計算しなさい。なお, この200年間での人間活動による二酸化炭素濃度上昇を0.01%として答えなさい。()倍

5 感想及び反省など

(不思議に思ったこと, もっと調べたいことは何ですか。また, それら確かめるにはどのような方法が考えられますか。具体的に書いて, これからも探究してみよう。)

地学基礎「変動する地球」に関する探究活動

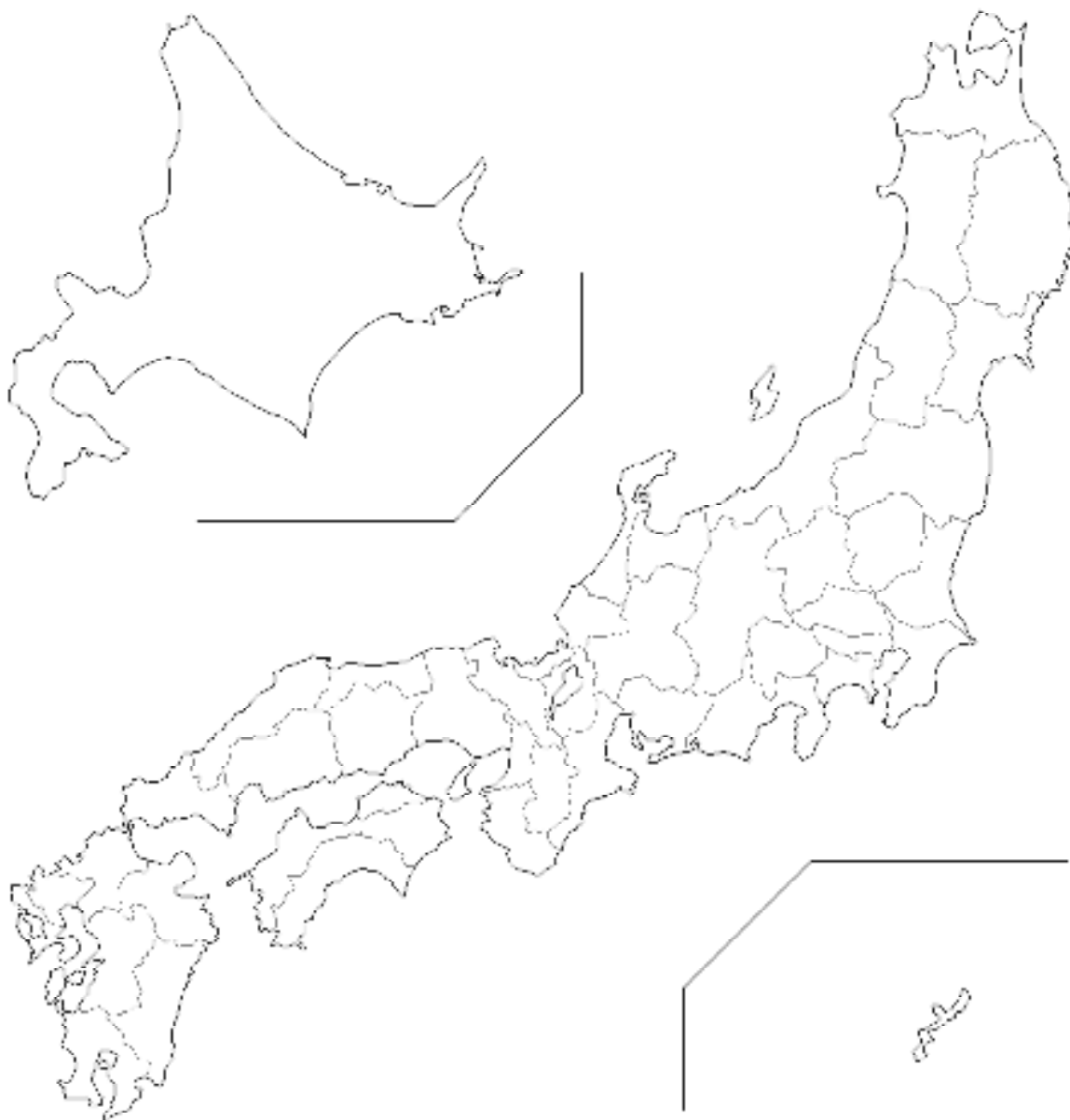
実習 「降水量から見た岡山県の気象の特徴」を探ろう

【目的】 都道府県別の年間降水量と岡山県内の年間降水量から岡山県の気象の特徴について考察する。

【準備】 色鉛筆（赤，黄，青，緑），ものさし

【方法】

1. 表1の都道府県の年間降水量のデータを基に，日本地図に次の区分ごとに色を塗る。
年間降水量1500mm未満 赤 1500～2000mm未満 黄 2000mm以上 青

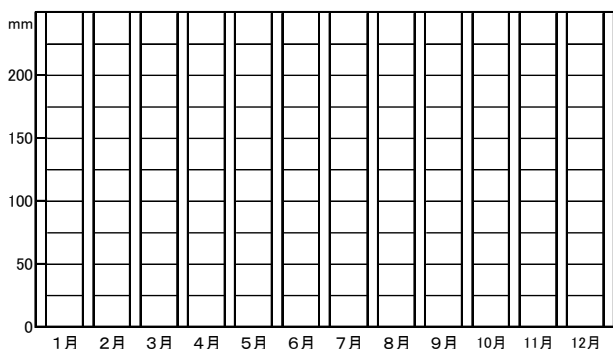


北海道	1138.6	青森	1319.8	岩手	1368.1	宮城	1325.0	秋田	1828.3
山形	1972.6	福島	1415.0	茨城	1384.9	栃木	1556.1	群馬	1405.8
埼玉	1400.6	千葉	1679.3	東京	1929.0	神奈川	1901.6	新潟	2350.6
富山	2499.4	石川	2277.8	福井	2238.6	山梨	1551.5	長野	1518.8
岐阜	2249.6	静岡	2277.9	愛知	1662.4	三重	2190.7	滋賀	1702.9
京都	1645.6	大阪	1298.2	兵庫	1458.7	奈良	1725.4	和歌山	2318.1
鳥取	1946.3	島根	1808.7	岡山	1355.6	広島	1535.8	山口	1861.6
徳島	2044.7	香川	1169.5	愛媛	1601.2	高知	2675.7	福岡	1863.1
佐賀	1930.5	長崎	1962.6	熊本	2246.8	大分	1773.3	宮崎	2643.8
鹿児島	2473.5	沖縄	1989.9						

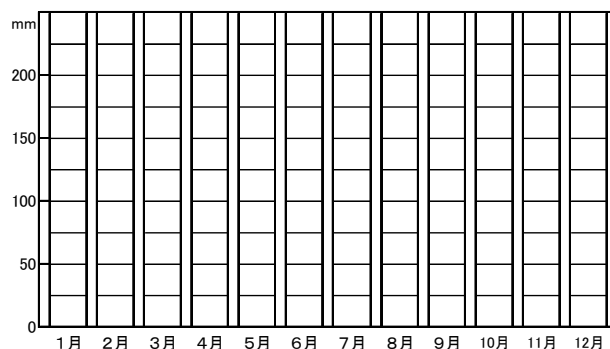
表 1. 都道府県別の過去30年間の平均年間降水量
(単位：mm 全国1132カ所の気象庁のデータを基に作成)

2. [岡山・前橋・札幌] の3カ所の月別降水量のデータを基に，月別降水量のグラフを作成する。

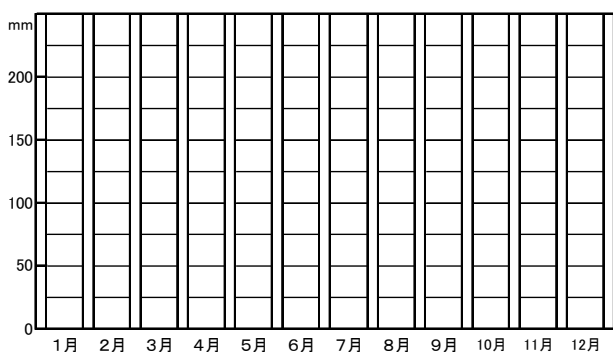
岡山



前橋



札幌



	岡山	札幌	前橋
1月	34.2	113.6	26.2
2月	50.5	94.0	32.1
3月	86.7	77.8	61.5
4月	92.3	56.8	78.1
5月	125.0	53.1	101.9
6月	171.5	46.8	145.2
7月	160.9	81.0	197.3
8月	87.4	123.8	202.3
9月	134.4	135.2	220.6
10月	81.1	108.7	115.5
11月	51.2	104.1	44.7
12月	31.0	111.7	23.1

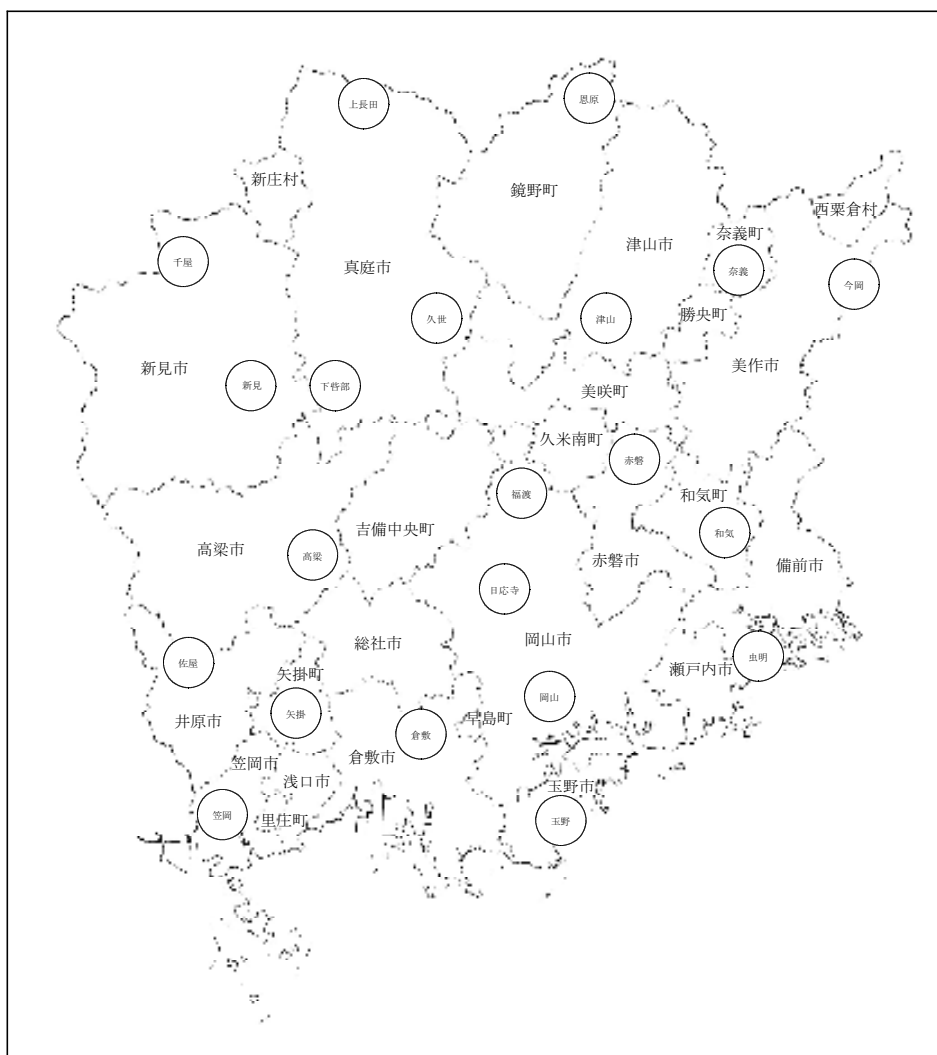
表 2. 岡山・前橋・札幌の月別降水量
(単位：mm)

3. 岡山県内の年間降水量のデータを基に、岡山県地図のそれぞれの場所の円の色分けを行い、気象庁の天気予報による岡山県南部と北部の境界に線を引く。

年間降水量1200mm未満 赤 1200～1400mm未満 黄 1400～1600mm未満 緑
1600mm以上 青

赤磐	1225.1	今岡	1646.9	岡山	1105.9	恩原	2353.5	笠岡	1026.1
上長田	2010.9	久世	1432.0	倉敷	1028.6	佐屋	1313.2	下皆部	1319.4
高梁	1200.9	玉野	1003.9	千屋	1726.0	津山	1415.8	奈義	1510.3
新見	1354.3	日応寺	1172.8	福渡	1239.8	虫明	1086.1	矢掛	1122.4
和気	1174.4								

岡山県南部：岡山市，玉野市，瀬戸内市，吉備中央町，備前市，赤磐市，和気町，
倉敷市，総社市，早島町，笠岡市，井原市，浅口市，里庄町，矢掛町，高梁市
岡山県北部：新見市，真庭市，新庄村，津山市，鏡野町，久米南町，美咲町，美作市，
勝央町，奈義町，西粟倉村



【考 察】

1. 方法1から、年間降水量の多い地域、少ない地域はどのようなところに分布しているか。

2. 方法2について、どうしてこの3カ所を選んだか。

3. 方法2から、この3カ所について、月別降水量にどのような違いがあるか。

4. 方法3から岡山県南部と北部での年間降水量にどのような違いがあるか。

【反省・感想】