

### (3)「課題研究」の取組（化学・物理）

#### ○「化学」

##### <現状の分析>

敵傍高校は平成 30 年度まで SGH の研究指定をうけており、生徒が取り組む研究テーマも社会科学系を中心としたテーマが多く、自然科学系の課題研究に取り組める機会が少ない現状であった。

しかし、2 年次から分かれる類型選択では理数系を選ぶ生徒が多く、自然科学系の課題研究に取り組める機会の拡大が待たれていた。

##### <仮説>

生徒が自らの興味・関心に従い設定した自然科学に関する研究テーマに対して主体的に取り組む、科学的根拠をもって仮説を立て、実験や観察を通して分析することにより、科学的なものの見方を身につけることができる。

##### <授業の概要>

1 年次の課題研究はクラス単位の HR の時間内に月 1～2 時間のペースで設定されている。この中で、「課題研究とは何なのか」や「課題研究の意義」や「気づきノートの作り方」、「発表プレゼンテーションの仕方」等について実習を交えて学ぶ。特にこの中で重要視したのが 2 年次からの課題研究テーマの掘り起こしである。

夏休みの宿題として自由研究を課している中学校は少なく、中学校在学中に理科の自由研究をやったという生徒も少ない。

そのため、高校に入ってから初めて課題研究に取り組むという生徒が大半であり、「『仮説』とは何なのか」や「どのようにして『研究テーマ』を設定するのか」ということから取り組んでいかなければならない。

さらに、自然科学系の課題研究では実験や観察がつきものであるが、「どうやって実験をするのか」や「実験レポートの書き方」や「どうやって仮説をたてるのか」、「考察には何を書くのか」といった、実験やレポートのフォーマットに該当するような学習や経験がまったくない生徒が大半である。

そこで、各自が取り組む研究テーマを考えながら、実験やレポートのフォーマットを学習させるために、1 学期の間はさまざまな実験を一通りこなし、レポートを書き、実験や研究の何たるかを学ばせる準備学習期間を設定した。

1 学期に予定していた実験は、

「2 段階中和によるトロナ（セスキ炭酸ナトリウム二水和物）の成分分析」

「ヨウ素還元滴定による過酸化水素水の濃度決定」

「気体の分子量測定」

「キレート滴定によるミネラルウォーター中の $\text{Ca}^{2+}$ ・ $\text{Mg}^{2+}$ 量の測定」

「化学的酸素要求量(COD)の測定」

である。しかし、折からのコロナ禍のために生徒の登校日は大幅に減り、実施した実験は 2 テーマにとどまった。

##### <成果と課題>

1 講座の人数が 12 人以下だったので、一人一人の生徒に目が行き届きやすくなり、きめ細かな指導ができた。また研究テーマが全員異なるので、各生徒が取り組んでいる研究テーマに沿った実験器具類を各生徒が調整した試薬と一式にして個人用のコンパートメントに分けて薬品庫の一面に収納しておき、授業時間前に一気に取り出して手早く準備をするという方法を採用したので、

試薬・器具類を揃える煩わしさから解放された。この方法なら、生徒は自分で使用する試薬を自分で調整・保存する必要があり、化学の最も基本である物質の質量やモル濃度を学び、なおかつ薬品の取り扱い方や保存の仕方といったことにも注意を払わなければならないということも学んだ。また、1学期に実施した実験のまとめや、2学期に行った課題研究のまとめとしてレポートの提出を課した。レポートをまとめるに当たって、実験結果や考察欄があり、自分が行った実験の精度や実験結果のデータの扱い方、有効数字の考え方、そして、実験の理論的な背景や考察の仕方などさまざまな科学的なものの見方・とらえ方を学んだことの意義が大きかった。

<授業の実施状況>

月	時間	学習項目	学習内容
4		在宅学習課題	各教科の課題を学習
	1	ガイダンス	課題研究の目標、留意点、評価方法などについて理解する。
5	8	事前学習 実験 復習 実験を扱った演習	<p>「2段階中和によるトロナ（セスキ炭酸ナトリウム二水和物）の成分分析」</p> <p>「ヨウ素還元滴定による過酸化水素水の濃度決定」</p> <p>① 事前前学習としてとりあげた実験の内容、背景となる理論や考え方、計算の仕方、実験レポートの書き方等について、化学基礎の内容を交えて学習する。</p> <p>② 実験を行い実験レポートにまとめる。このとき考察で扱う内容や実験ノートの取り方についても指導する。</p> <p>③ 実験レポートを返却し、実験の内容や背景理論、計算の仕方等が定着しているかを確認し指導する。</p> <p>④ とりあげた実験を扱った演習問題でさらなる定着を進め、応用力を育てる。</p> <p>・1つの実験テーマにつき①～④を1サイクルとして基礎から応用まで学習させる。</p>
6			
7 8	1	研究テーマ決め	・夏期休業中に研究テーマ候補をいくつか考えてくる。
9	4	研究テーマ絞り	・研究テーマ候補を具体化し、「実験が成立するか」「研究テーマが大きすぎないか」「逆に小さすぎないか」「先行研究にはどんなものがあるか」「高校生が扱うのにふさわしいか」「利用できるリソースにはどんなものがあるか」等を勘案し複数テーマを一つに絞る。
10	16	課題研究 実験開始	<p>・その日行った実験や下調べ、見た文献やWebサイトの記事の内容とURLなど、後のまとめに必要となるであろうことは全て研究ノートに記録する。</p> <p>・実験の理論的な背景については、図録資料集やチャート式化学等の参考書、実験解説書などを活用し理解する、あらかじめ操作や手法の意味や試薬の性質、危険性などを確認させてから実験にとりかかる。</p> <p>・目的のない実験などありえないことの指導→仮説があってはじめてそれを証明するために実験をする、という関係性により科学的な視点を養う。</p>
11			
12			

1	6	発表会準備	・発表会準備を行う。コロナ禍のために十分な実験をできていないが、各自が得た結果からどのような考察・結論づけを行うかを考えさせる。また、研究の目的を果たせたかを考えさせる
2	1	発表会 振り返りレポート 他己評価	・発表会を行う。 ・自分の研究を振り返って、当初の目的の達成度について評価する。



コンブ中のヨウ素の定量



CODの原理と操作



金属イオンの反応性

○「物理」

<目標>

生徒が自らの興味・関心に従い設定した自然科学に関する研究テーマに対して主体的に取り組み、科学的根拠をもって仮説を立て、実験や観察を通して分析することにより、科学的なものの見方や考え方を身につける。

<内容>

〔1〕年間計画

1学期：物理実験に必要な基礎知識・技能の習得のための講義と実験を行う。

夏期休業中：各自の研究テーマを決定する。研究に関する調査と準備を行う。

2学期：研究テーマにそって実験を行う。

3学期：これまでの研究をまとめる。研究発表会を行う。

〔2〕実施内容

1学期は物理実験に必要な基礎知識として、まず誤差とデータ処理についての講義と演習を行った。その後、重力加速度の測定実験を繰り返し行い、物理実験の基礎技能や留意点、実験レポートのまとめ方などを学習した。基礎知識・技能を学んだ後に、各自研究テーマについて検討した。

夏期休業中に研究テーマを決定し、テーマに沿った調査を行うとともに、実験の計画を立て、準備を行った。

2学期は各自研究テーマに沿って実験を行った。実験に必要な装置が必要な場合は、生徒が自分で製作した。研究は生徒自らが考え、進めることができるよう、教員はあくまで生徒に伴走し、問いかけをしたり、説明を促したりといったいわゆるファシリテーター役に徹することを心がけた。

3学期は2学期までの研究内容をまとめ、発表会に向けての準備を行った。発表会では、自分の研究内容を発表するとともに、他者の発表内容を聞いて、質問や意見交換を行った。

〔3〕生徒たちの研究テーマ

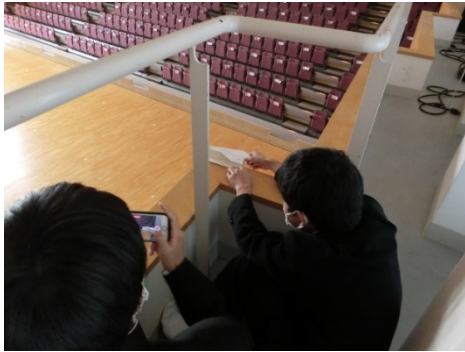
生徒たちが行った研究テーマの一例および各研究に取り組む様子を次に示す。



無回転ボールはなぜ複雑な動きをするのか



津波の被害を減らすには



紙飛行機を長く飛ばす方法



“紙”は“ばね”になりうるのか？

#### <成果と課題>

今年度は、新型コロナウイルス感染症の影響で研究の開始が大幅に遅れたため、予定したところまで研究を進めることができなかった。発表会も、研究途中の経過発表のような内容になってしまった。次年度は1学期中に各自の研究テーマを決定し、実験も開始したい。2学期の前半には中間発表をさせ、さらに研究を深めて行けるようなスケジュールを組みたい。

研究テーマの設定および実験は自分で計画し、実験に必要な装置は自分で製作することを原則とした。生徒自らが考え、主体的に進めることができるよう、教員はあくまでファシリテーター役に徹することを特に心がけた。このことは主体的に研究を進めるという点で、とても良い経験になったと思われる。その結果、研究の進捗が遅れたり、遠回りをしてしまう生徒もいたが、自分の力で研究を進めようという態度と基本的な研究技能は養われたのではないかと考えられる。

一方で、最後まで自分の力だけでは研究を進められなかった生徒もみられた。そういった場合の教員の対応の仕方については次年度の課題である。

発表会では、全ての発表に対して、聞き手側全員が質問や意見等を述べるようにした。その結果、様々な視点から活発な質疑応答が行われた。数多くの質問、意見を受け、生徒自身の研究の振り返りができ、今後の研究の進め方を考える上で、とても良い機会となった。

実験室での実験が必要な生徒、自作した実験装置の保管が必要な生徒については、物理実験室を使用するのが望ましい。

本年度は物理の教員4人全員で課題研究の指導にあたった。生徒はひとりひとり別々の実験を行うため、また実験室以外の場所に移動して実験を行う場合も多くあるため、物理の教員全員で指導に当たる必要性を強く感じた。次年度も物理は全身体制で臨みたい。