

### (3) 「課題研究」の取組（理系分野）

#### ○「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かった。

しかし、第 2 学年から分かれる類型選択では理型を選ぶ生徒が多く、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>

第 1 学年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第 2 学年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・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、課題研究（化学）では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 学期中は少し高度な実験に取り組みながら、化学基礎の復習や、レポートや考察の書き方、試薬の調整の仕方、実験の組み立て方、そして一番肝心な課題研究の取り組み方など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）の組成比分析」

「ヨウ素還元滴定による過酸化水素水の濃度決定」

「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、実施した実験は 2 テーマにとどまった。

2 学期はコロナ禍による分散登校で始まり、9 月 4 週目まで通常の授業ができない状態が続いた。GoogleClassroom と GoogleMeet を通じて生徒とやりとりをするのが不便極まりなく、個別学習に近い課題研究をオンラインで指導するのは難しく遅々として進まなかった。10 月からようやく一斉登校にもどり、夏期休業中の宿題であった課題研究テーマの設定に取りかかれた。

当初の仮説である「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ませる」ためには、魅力的な研究テーマを設定できることが何よりである。

生徒が取り組みたくなる研究テーマがどこにあるのかを、生徒の力だけで掘り起こすのは自然科学分野の場合とても難しい。特に分散登校中に自宅学習をしている生徒が、自宅に研究テーマ

を探し出せるような環境を備えていることはまれである。スマホの画面はあまりにも小さく、自然科学関連の図書の手持ちは教科書程度であり、新聞を購読せず、普段はテレビもあまり見ていない。まさに情報弱者の状態の生徒に、コロナ蔓延下の公立図書館へ行って本を探しなさいとは言えない。そこで、10月の一斉登校を待つてようやく研究テーマ探しに入ることができた。

#### <成果と課題>

1 学期に実施した実験のまとめとして実験レポートの提出を課した。実験レポートをまとめることにより、実験結果や考察では自分が行った実験の精度や実験のデータの扱い方、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・とらえ方を学ぶことの意義は大きい。

生徒が課題研究テーマを考えるときに、身近なものからテーマになりそうな題材を探してくるという傾向がある。しかし、生徒の身近にある化学物質は製品として洗練されたものばかりである。化粧品・スキンケア製品・紫外線対策用品・シャンプーや洗剤・調味料・食品等は化学物質には違いないが、製品として市販されているものはほぼすべてが混合物であり、分離するだけで大変な手間がかかるということを生徒は知らない。

さらに、生徒が考えてきたテーマを本校で実験を伴った課題研究として実施できるように、あるいは連携校その他の支援が活かせるように、テーマと対象物と器具備品類のちょうど良い落としどころを模索するために面接や研究ノートのやりとりを重ねた結果、10月末には全員のテーマが決まった。今年度は1講座の生徒数が7人だったので、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のも早くテーマが決められた要因である。

さらに、全員研究テーマが異なるので、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。

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方法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を学ばせる効果があった。

#### <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	「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）の組成比分析」 「ヨウ素還元滴定による過酸化水素水の濃度決定」 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。 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。 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。 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
6		実験 復習 実験を扱った演習	

			力を育てる。
7 8 9	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。
10 11 12	16	研究テーマ絞り 課題研究 実験開始	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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から一つに絞る。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・目的のない実験などありえないことの指導→仮説があつ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。</li> </ul>
1	6	発表会準備 講座内発表会	・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	5	学年発表会 振り返りレポート 他己評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>・学年発表会を行う。</li> <li>・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。</li> </ul>

生徒が取り組んでいる課題研究のテーマ

「音楽がもたらすリラックス効果の研究」

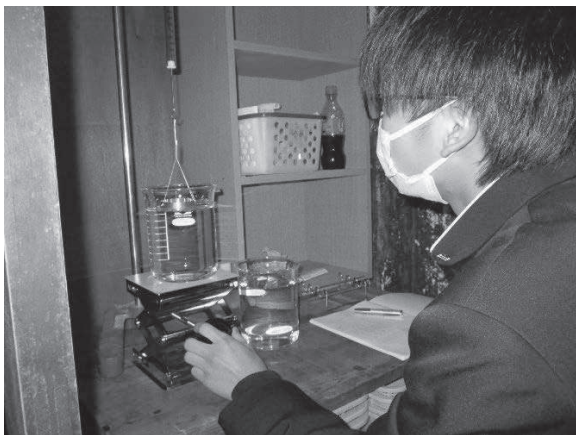
「臨界ミセル濃度とチンダル現象の関係の研究」(画像 左下)

「大豆きな粉中のタンパク質含有量の測定」

「セッケンと合成洗剤の界面活性効果の研究」

「草木染めの条件変化による染まり方の違いの研究」

「表面張力と液滴の音の関係の研究」(画像 右下)



## ○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。その後、研究テーマについて検討する。

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 学期はまず物理実験に必要な基礎知識として誤差とデータ処理について学習した。次に、重力加速度の測定実験を行い、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。重力加速度の測定方法はいくつかあるが、どのような方法で測定するかは各自で考えさせた。その後、課題研究のテーマの検討に入った。

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開始した。学校にある実験器具以外に実験のための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、問いかけや、説明を促すといった、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。物理グループ内での発表会では、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。物理グループのうち代表生徒1 名が、課題研究発表会でポスター発表を行った。

#### 〔3〕生徒たちの研究テーマ

- ・風に強いトランプタワーを作る
- ・ダウンスイングとアップスイング、どちらが良いのか
- ・紙飛行機の飛行実験
- ・空気砲の渦が物に触れたときの渦の変化
- ・浮力と溶質
- ・割れにくく強度の強い大きなシャボン玉を作る

### <成果と課題>

- ・新型コロナウイルス感染症の影響で、当初の計画より進行が遅れ、研究のための時間が不足してしまった。多くの生徒が予定したところまで研究を進めることができず、研究発表会でも中途半端なところで発表せざるを得なくなった生徒もいた。今後、新型コロナウイルス感染症の状況がどうなるか予想がつかないため、次年度はテーマ決定をさらに早め、研究のための時間を多めに確保しておく必要がある。
- ・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。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。ただ、生徒が自分で考えて研究を進めるにはかなりの時間を要するので、限られた時間の中で研究を進めるには、何らかの方策が必要になると思われる。
- ・研究発表会では全ての発表に対して全員が質問や意見等を述べるようにしたところ、活発な質疑応答が行われ、生徒各自の振り返りや研究の進め方を考える上で、とても良い機会となった。
- ・生徒たちが主体的に研究を進めることができるよう、教員はファシリテーター役に徹することを特に

心がけた。その結果、研究の進度が遅れたり、かな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。

- ・本年度は物理の教員2名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、複数の教員で指導に当たる必要性を強く感じた。できれば昨年度と同様、物理の教員全員で指導に当たるのが望ましい。

