

探究学習 Q & A (教員向け) 2024年度 ver.

発行：北海道札幌啓成高校

Q-1

- ①生徒の探究活動に伴走すると言われるがイメージがわかりません。どんな生徒に、どのように指導するのが良いですか？生徒をただ見ているだけになってしまうのですが・・・。
- ②教員が全く知らない内容の研究テーマについて、指導することはできますか。

A-1

少人数（1人～5人程度）に担当教員を1名つける場合と、10人～40人の生徒を1名の教員で指導する場合とで対応が違います。

A-1-1

前者の場合は、伴走というより共同研究者というスタンスが大切だと考えています。この場合は、指導者と生徒が密接に関わりながら探究活動を進めているはずで、筆者の場合は、一般的な実験の方法論、グラフの作り方、データ処理の方法、発表の仕方など、技術的なことは、当然生徒は知らないで、かなり詳細に指導します。また、内容については、自分も楽しみながら指導していて「○○を知りたいんだけど」「○○が分かればもっと面白そうだね」「僕はアイデアがあるんだけど、君たち考えてみたら」などの言葉をかけます。もちろん全てを指示するわけではなく、アイデアを出しても実験方法は工夫させたり、アイデアのうち一部だけ伝えたりといった、生徒の主体性を引き出す工夫をしています。

共同研究者なので、全く知らない内容のテーマでも、「自分も分かりたい」ということを生徒に伝え、一緒に研究すると良いのではないのでしょうか。その方が、生徒のモチベーションも上がると思います。

A-1-2

後者については伴走という言葉がぴったりだと思います。詳しく説明しましょう。担当者は、「時間や進捗状況の把握」「内容の指導」が主な仕事になります。

「時間や進捗状況の管理」は文字通り「今日は○○まで進めよう」「あと○回でここまでならない？」「○○までできているのでこのあと○○をしよう」「もう少し進めない間に合わないよ」など、生徒に今後の目処を与えることです。また、学年の担当者との連絡調整や外部機関との連携が必要などときの指導も含まれます。外部機関との連携を模索する場合、学校によっては生徒が教員を通さず直接連絡する場合もあるようですが、一般的には担当教員の許可を得たうえで、初回は担当教員から外部機関に依頼する人が多いと思います。

質問は「内容面の指導」が念頭にあると思います。先生がアイデアを出したり、調べる内容や考察まで口を出すのは、もちろん良くありません。しかし、何も指導しないのも良くありません。生徒は「何を調べるべきか」や「どのように探究するのか」等を知っているわけではないからです。筆者は担当の先生方に「進捗状況を確認するとき一言コメントを言ってください。難しく考える必要はありません。内容について直接指導するのではなく、『面白いね』『ここが分かりにくいね』『もう少し突っ込んで考えてみたら』『最近ネットで似たような記事があったよ』『ここで仮説を立ててみよう』など、おおざっぱなコメントでかまいません。』とお願いしています。つまり、「調べが足りない」と判断したときは、「○○を調べてみよう」と指導するのではなく「○○が分かりにくいので、もう少し調べて、考えてみたら」と生徒の活動を促します。その繰り返しが伴走につながると思っています。

このように考えると、全く知らない内容の研究テーマでも指導できるのではないのでしょうか。

Q-2

- ①調べ学習や確認実験で終わってしまい、探究活動になりませんがどうしたらよいでしょうか。
- ②生徒のレベルにあわせてどこまで求めるのが難しいと感じています。どのようにゴールを設定したら良いですか。

A-2

この二つのご質問は「ゴール設定をどうするのか」ということだと感じました。特に普通科での探究活動で問題になると思います。

筆者は本校普通科の探究活動（FV）を担当する先生方に次のようにお問い合わせしています。『調べ学習や確認実験でもかまいません。ただし、調べた結果や確認実験の結果から、各自が疑問に思ったことや不思議に感じたことを見つける（問いの提示）よう指導してください。ここまででも十分ですが、さらに、疑問に思ったことをどう解決するのかを考えられれば（解決方法の試案の提示）さらに良いです。』

なぜこのように指導するかというと、実は探究の過程で「問いの提示」が一番難しいからです。生徒は、いきなり問いを立てようとする場合が多いのですが、問いを立てるためには、その問いの背景にある膨大な量の下調べが必要です。

例えば、生徒が「表面張力」について調べたいと考えたとしましょう。「表面張力について」では問いを立てたことになりません。そこで「表面張力」についてネットなどで調べることになります。調べる中で「コップの水の表面張力」に注目したとします。そうすると表面張力により水面が盛り上がることや洗剤を入れると表面張力が弱くなること、などいろいろなことが分かります。そこで改めて問いを考えさせると、やっと「コップの水に一円玉は縦に積み上げて何枚浮かぶのか」という問いにたどりつきます。

もう一つ例を挙げましょう。「地域おこし」に興味を持った生徒がいたとします。ネット等で「地域おこし」を調べたところ、「お祭り」や「商店街」、「イベント」などのキーワードが出てきました。そこで自分が住んでいる街を調べたところ町内会で盆踊りをしていることが分かりました。その生徒は「地域おこし＝観光振興」というイメージがあったので不思議に思い、町内会の役員に聞き取りをしたところ「住民のつながりをつくりたい」という回答があったので「高校生は街作りに貢献できるのか」という問いにたどりつきます。

筆者の経験では、調べたり確認実験をするのにも時間がかかりますが、そこから具体的な問いを立てるのにもハードルがあり、（授業時間のみの指導であれば）問いにたどり着くのに10時間程度（2ヶ月～3ヶ月）かかります。はじめの問いを立てることができれば、「洗剤を入れるとどうなるか」など、探究の過程を経て問いを成熟させることもできるようになります。7月から指導をはじめたとして、夏休みを挟みやっと11月になって問いにたどりついた時には、1月の発表会に向けた準備をはじめないと間に合わない状況です。

無理をすると生徒主体にならないというのが「問いの提示」を目標とする一つの理由です。もう一つの理由は、高校の探究活動では「探究の過程を生徒に体験させる」ことが大切ですが、探究の過程で最も重要な「問いの提示」を重視したということになります。

「生徒のレベルに合わせて」ということですが、ほとんどの生徒は、探究の過程を経験したことはありません。超がつくような進学校の生徒も進路多様校の生徒も、条件は同じだと考えています。生徒の実態に合わせて、問いの立て方も多様にはありますが、「問いの提示」を一つのゴールにすると良いのではないのでしょうか。

ところで、筆者の経験では、「問いの提示」から探究の過程を「新たな問いの提示」まで進むグループが、学年の中に1割程度現れます。「2年生の発表を1年生が見学する」ことや「優秀な発表を学年全体でシェアする」などの活動を何度か続けると、良い探究活動のイメージが後輩達に引き継がれていき、探究活動のレベルが上がっていくと感じていて、後輩たちに対して5年後の探究活動の種をまいていると考えています。

Q-3

- ①探究のテーマを決まる際に、SDGs などの大枠を設定する方が、生徒は取り組みやすいと思うようですが、どうですか。
- ②生徒が確実にテーマの設定や課題の設定ができる方法はありませんか。

A-3

A-3-1

テーマ設定ですが、Q-2の「表面張力について」のような大きなテーマではなく、問いである「コップの水に一元玉は縦に積み上げて何枚浮かぶのか」といった具体的なテーマを考えさせることが大切です。Q-2でも書いたように、筆者は問いの提示が探究の過程で最も難しいと考えています。質問の趣旨も曖昧なテーマをどう具体的な問いにするのかということだと考えました。

確かに「SDGs」といった大枠を提示して、生徒にテーマを考えさせる方が、具体的なテーマ設定に向けて取り組みやすく、本校普通科でもそのように指導しています。大枠を提示することでテーマを設定するための下調べの時間を短くするメリットもあり、その効果は大きいと思います。本校普通科1年生の探究活動では、「大枠のテーマを選び、そのテーマについて調査等を行い、その中から自分に興味関心のある具体的なテーマへと成熟させる」という経験をさせています。

しかし、探究活動をはじめたばかりの学校では、大枠を提示してもなかなか決まらないのではないかと感じています。その理由ですが、多くの生徒は先輩方が取り組んだ具体的なテーマ（例えば「食品ロス削減が飢餓を救うー世界の課題、ひとりの責任ー」「差別や不平等をなくすー誰もが幸せな社会にー」「識字率を上げるには」「水と世界とトイレ」など）を見て、こんなテーマで良いのか、とテーマのイメージを膨らませ、テーマを設定し、そのテーマから問いを立てているからです。

まとめると、大枠を設定するメリットは「下調べの時間を短くする効果がある」「先輩方のテーマを参考にしやすくなる」ことだと思います。この2つのことは、テーマを絞り込む効果があり、結果としてテーマを設定しやすくなるのではないのでしょうか。

A-3-2

テーマを設定する練習を工夫することも必要です。例えば、「シーズ志向的問い」という考え方があります¹⁾。シーズ試行的問いとは、与えられた条件の中で問いを立てる練習をする方法です。具体的には、「新聞紙の活用方法を考えよう」「光度計を使ってできる研究を考えよう」「物理教室の〇〇、□□、自分で考えた装置1つまで、でできる研究を考えよう」といった課題を与えます。シーズ志向的問いは、練習としてではなく、探究活動そのものの課題として、1年かけて探究させてもかまいません。複数のシーズの中から課題を選ぶようにすると、学年単位での探究活動でも問いを立てやすくなるのではないのでしょうか。

また、学年全体で、「表面張力」のような曖昧なテーマを共通の課題として提示し、マインドマップやKJ法などを利用して、具体的な「問いの提示」をまでを経験させる、という練習はどうでしょうか。1時間または2時間の授業です。グループワークで一つのマインドマップを書かせ、問いを立てさせ、その問いをクラス全体でシェアするということが可能です。シェアすることで、問いや問いを出す過程の多様性を生徒が経験すると、自分が問いを立てるときの参考になるでしょう。

1) 高校生の研究におけるシーズ志向的問いの見つけ方，関根 康介，物理教育 2023 年 71 巻 4 号 p. 288-292

Q-4

- ① Youtube 等の実験を確かめたいという内容が多く困っています。どうしたら良いですか？
- ② 1年で結果が得られないような壮大なテーマを設定する生徒にどのように声をかければ良いですか。

A-4

Q-2 や Q-3 とも関わりますが、まずは (Youtube 上で公開されている実験は、危険な場合もあるので、安全面を教員が確認した上で) 取り組ませてみてはどうでしょうか。探究や課題研究のきっかけは多種多様で、意外と些細なことも多いものです。問題は、探究のテーマ (問いと言っても良いかもしれません) を如何に発展させていくかだと考えます。筆者は「テーマは成熟する」「テーマを成熟させる」と表現しています。また、ほとんどの研究は先行研究を再現するところから始まります。Youtube 等の実験も先行研究ととらえてみてはどうでしょうか。

筆者が指導した理科部の活動で生徒が「水に洗剤を入れて船が進む動画を Youtube で見て面白かったのでやってみたい」と提案してきました。筆者は「とりあえず Youtube の実験を再現して、キーワードを探してごらん」と指導したところ、しばらくして生徒から「表面張力」と回答がありました。そこで筆者は「表面張力を測定してごらん」という課題を出しました。その課題に取り組む過程で、「洗剤の濃度と船の推進力の関係」という課題を設定し、論文を仕上げていきました。

本校の課題研究でも「水の上を (タイヤで) 走っている Youtube の動画を試したい」とう当初のきっかけから始まり、「チョロ Q を水の上で滑走させるための条件」という課題を設定し、チョロ Q を四輪駆動や六輪駆動に改造したり、スキー板状の補助具を開発したりして実験を続け、「チョロ Q が水の上を滑走するときの水による抵抗力は速さに比例する」とい結論に至る研究をしたグループがあります。

紹介した 2 つの事例は、Youtube で紹介されている実験の再現等をきっかけに、新たな疑問を見つけ、その疑問を解決するための方法を模索するという探究の過程に入っていくところが共通しています。先ほども書いたように「テーマが成熟」した例です。そのときの教員の役割は、単に再現するだけでなく、再現する過程で新たな疑問を見つけるよう促すことだと考えます。声のかけ方は Q-1 を参照してください。

「壮大なテーマ」を設定する生徒もよくいます。この場合も、まずは考えさせてみてはどうでしょうか (実験できない場合が多いので、「再現する」ではなく「考える」「調べる」です)。例えば「宇宙」や「ブラックホール」というテーマを設定したとします。筆者は、はじめに「壮大すぎてできないのは分かるよね、でも面白いかもしれない。そこから実現可能なテーマに成熟させてみよう。」と声をかけています。そして「宇宙から連想できるワードをマインドマップを使って広げよう」「マインドマップに出てきたワードをネットで調べてみたら」と指導しています。マインドマップは多様な広がりを見せますが、例えば「宇宙」→「銀河」→「天の川」→「七夕」と広がっていき、最終的に「啓成高校生は七夕を知っているか?」という調査をともなった研究になっていくかもしれません。

経費的制限や研究倫理の問題、実現可能性等の問題のため、せっかく生徒がテーマを考えても、実際には高校生が取り組むことができない場合も多々あります。生徒の発想を「実現不可能」等の理由であきらめさせるのではなく、当初のテーマを尊重したうえで、生徒には「お金がかかる」「動物実験は倫理上できない」「実験できない」等の理由を説明し、そのテーマをどう成熟させるかを考えさせてはどうでしょうか。

Q-5

- ①生徒が主体的に探究に関わっていません。効果的な指導方法はありますか。
- ②進学校で、「受験に関係ないから」と意欲のない生徒にはどのようにアプローチすれば良いでしょうか。

A-5

主体的に探究に関わらない生徒は、学校の活動や一般の授業にも主体的に関わっていないのでしょうか。この問いも古くて新しい問題で、特効薬は無いと思います。

皆さんは、「授業に主体的に関わらない生徒」、つまりやる気の無い生徒にどのようにアプローチしますか。「怒る」や「課題を強制する」等のアプローチでは、一時的な効果はあるかもしれませんが、持続しないことは経験的にご理解いただけるとと思います。その生徒は、授業が理解できないから取り組まないのかもしれませんが、何をすれば良いのかが分からず右往左往しているのかもしれませんが。また、私生活や人間関係で悩んでいて授業どころではないという理由かもしれませんが。前者の「授業が理解できない」等の理由であれば、わかりやすい授業を心がけ、一人ひとりが何をすべきかをはっきりさせ、「面白い」「ためになる」と思わせる授業となるように工夫すると思います。

筆者は探究活動も同じだと思います。筆者の場合は、1年生前半の探究活動導入部で、チームビルディングもかねて、マシュマロチャレンジや NASA ゲームなどのゲーム的要素のある楽しめるプログラムを入れています。また、やはり1年生前半の探究導入部で、Q-3にある「シーズ思考」の探究活動のように比較的取り組みやすい課題を設定することも効果的だと考えています。また、「〇〇を解決するための方法を考えよう」など、探究の過程の一部を体験させるような課題も取り組みやすく、達成感も得やすいのではないのでしょうか。導入の段階で「探究活動は楽しい」と生徒に感じてもらえることが大切と考えています。

はじめにも述べたように、主体的に取り組まない理由は生徒一人ひとり違い、特効薬はないのは、一般の授業と同じです。ベテランの先生の授業を見学し、すごいと思ったことはありませんか。私たちが経験を積む中で、そのノウハウを積み上げていくことが、問題解決の近道なのかもしれません。

「受験に関係ないから」主体的に取り組まない生徒への対応も、やはり1年生前半の探究導入部で行うのが効果的です(2年生になってからでは手遅れかもしれません)。何のために探究活動をするのかを理解してもらえば、探究活動が、実は受験にも役立つことが理解できるはずです。

第一に、探究活動は「課題を設定し、解決する」方法を身につけることです。このことを受験に当てはめてみましょう。受験では、「今自分に何が足りないのか、何を勉強すべきなのか」という課題を見つけ、「どのように勉強すれば効果的か」という解決策を設定し、「勉強」して、「その結果を分析」し、「次に何を勉強すべきか」を考えますね。まさしく、探究の過程です。つまり、探究の過程を身につけることは、受験勉強を自分自身で組み立てられるようになる力を身につけることであり、受験生に最も必要な力です。

探究活動が受験に役立つテクニカルな理由もあります。国語や英語、地歴・公民の入試問題で顕著ですが、一見関係ない A と B の事象を組み合わせることで、答えが導かれることがあります。理科のような理系の教科でも同様です。一見結びつかない事象を関連付けることができる力は、探究活動のような、総合的な学びの過程で身につけられるものです。

ここで示したように探究活動は受験の基礎的な土台を作るために重要な学習だということを、1年生前半の探究導入部で生徒に理解してもらうことが大切ではないのでしょうか。

Q-6

探究活動や課題研究の参考になる文献を教えてください。

A-6

1. 北海道での各種研究団体等の文献

- (1) 北海道高等学校文化連盟理科研究発表大会 50 周年記念誌
- (2) 北海道高等学校文化連盟理科研究発表大会 50 周年記念研究記録データベース DVD
- (3) 理科部の活動と探究活動～物理化学部の指導 11 年を振り返って～、中道洋友、北海道高等学校教育研究会研究紀要第 55 号、2019 年 3 月

2. テーマ探し

- (1) めざせ！科学の甲子園、前田昌宏 著、浪速社
- (2) 未来の科学者との対話、神奈川大学全国高校生理科・科学論文大賞受賞作品集
- (3) 365 Science Activities、Minna Lacey (洋書)
- (4) NHK 考えるカラス、川角博 著、NHK 出版
- (5) ガリレオ工房の科学あそび 1・2、滝川洋二 編著、実教出版
- (6) 遊びの物理 1～3、ガリペルシュティン 著、大竹出版
- (7) 問いが鼓動するまで。、池田文人 著、溪水社

3. プレゼンテーション・論文作成など

- (1) 研究発表のためのスライドデザイン、宮野公樹 著、講談社ブルーバックス
- (2) 論理が伝わる「書く技術」、倉島保美 著、講談社ブルーバックス
- (3) 論理が伝わる「プレゼン術」、倉島保美 著、講談社ブルーバックス
- (4) 学生・研究者のための伝わる！学会ポスターのデザイン術、宮野公樹 著、化学同人
- (5) 学生・研究者のための使える!PowerPoint スライドデザイン、宮野公樹 著、化学同人
- (6) はじめての研究レポート作成術、沼崎一郎 著、岩波ジュニア新書
- (7) コミュニケーション力を高めるプレゼン・発表術、上坂博亨 他 著、岩波ジュニア新書
- (8) 新版 論文の教室 レポートから卒論まで、戸田山和久 著、NHK 出版

4. 指導方法・その他

- (1) これから研究を始める高校生と指導教員のために、酒井聡樹 著、共立出版
- (2) 大学生のためのリサーチリテラシー入門、山田剛史・林創 著、ミネルヴァ書房
- (3) 理系のための Excel グラフ入門、金丸隆志 著、講談社ブルーバックス
- (4) 中高生のための科学自由研究ガイド、ターニャ・M・ヴィッカーズ 著、三省堂
- (5) 13 歳からの研究倫理、大橋淳史 著、化学同人
- (6) 課題研究メソッド：よりよい探究活動のために、岡田尚也 著、啓林館
- (7) ファシリテーターの工具箱、森時彦 著、檜樫書店
- (8) 高校教師のための「探究学習」ガイドブック、上山晋平 著、明治図書
- (9) 先輩、研究ってどうやるんですか、研究ステップ編集委員会 著、京都大学学術出版会
- (10) 「科学的思考」のレッスン、戸田山和久 著、NHK 出版新書
- (11) 高校教員のための探究学習入門、佐藤浩章 編著、ナカニシヤ出版
- (12) 対話型論証による学びのデザイン、松下佳代 著、勁草書房