

元気兵庫へ ころろ豊かな人づくり

兵庫教育

8月号

2013 No.750



考えることを楽しむ

— 知識・技能の活用を図る学習活動の充実 —

月刊「兵庫教育」

URL:<http://www.hyogo-c.ed.jp/kenshusho/>

発行：兵庫県教育委員会

編集：兵庫県立教育研修所

特 高等学校
No.3 集

探究活動「コハク酸脱水素酵素の性質とはたらき」の実践より
～「科学的に考えることが嬉しくなる自分」に出会う探究活動～



県立須磨東高等学校
教諭 薄井 芳奈

1 はじめに

理科の学習活動の中で「探究活動」は、プランし、実施する教師にとっては大きなエネルギーを要することではあるが、課題に対する科学的な考え方、取り組み方を身につけ、その喜びを強く体験できる機会として、生徒にもたらす効果は多大である。本稿では、高等学校生物における「探究活動」において、科学的に考え、表現することの面白さを生徒たちと共に体感していく実践を紹介したい。

2 積み重ねの中に位置付ける探究活動

高等学校学習指導要領「生物基礎」並びに「生物」には「生物学の基本的な概念の形成を図るとともに、生物学的に探究する方法の習得を通して、科学的な思考力、判断力及び表現力を育成すること」の記述がある。(第2章 第5節 理科 第6 生物基礎・第7 生物 3 内容の取扱い(1)ア)

科学的に考え、判断し、表現する力を育む「探究の方法の習得」には、繰り返し体験する積み重ねが欠かせない。「探究活動」の実践にあたっては、その基礎となる普通の授業での実験実習への取組が大きな意味を持つ。実験や観察、レポートの作成などが、探究の過程の一部に他ならないからである。

実験実習をプランするにあたっては、①学習内容についての理解 ②新しい実験手法やスキルの習得 ③実験結果の処理に関する手

法の習得 ④実験結果や考察について科学的、論理的に表現する力の育成 を念頭に、少しずつ、それぞれの要素が加わっていくように3年間の積み上げを考えて組立てている。また、個人ごとの実験、2人組、4人組、4人組2班セット、そして、クラス全体、と、取り組む人数の単位を実験に応じてさまざまに変え、協力・分担に必要なコミュニケーションや情報の共有を促す。さらに、レポートについては、「考察」の表現の論理性とともに、「感想欄」の記述の充実を要求し、取り組んだ実験実習に関して自分のことばで考えて書くことの積み重ねを重視している。

2013年3月本校卒業の理系生物選択者は、生物分野の実験実習を計38回行った。教科書に載るオーソドックスな実験実習を重ねるうちに、50分間の実験に取り組む集中力、注意力、手際の良さ、コミュニケーションスキルが身についてくる。それとともに、考察や感想欄の記述には、論理的に書こうとする態度、洞察に富むもの、新鮮な着眼点やアイデアに富んだ表現が見られるようになってくる。実験後に声高にその実験について話しながら実験室を離れていく様子も目立つようになり、手を動かした結果を捉えて、あれこれ考え、自分なりにコメントする、まさに「考えることが楽しくなって」きている姿が見えてくる。

そのような積み重ねの中に、授業の流れの一環として「探究活動」を入れていくと、生徒たちはモチベーションの高い状態で、期待感を持って臨むことができる。基本となる姿

勢がある程度身についた状態で取り組むことで、活動の大変さや面倒な部分に気を取られず、より科学的、論理的な取組にするための助言に反応して主体的に踏み込んでいく態度が見られ、充実した活動になっていく。

3 授業中に行う探究活動の留意点

授業の一環として探究活動を行うにあたっては、次のようなことを心がけている。

- ① 扱うテーマや材料、または手法をはっきりと限定し、限られた範囲のどこに自由度を持たせるのかを明確にする。
- ② 基本の手法やスキル、材料や器具の特性をつかみ、これから何について探究しようとしているのか、その理解を持って臨むために、まずは全員が「共通実験」に取り組む。
- ③ 欲張らない。毎回、テーマの設定から発表までのフルコースを生徒がする必要はない。何回目の探究活動になるのかに応じて、生徒に求める活動と教師側が引き受ける部分を決める。ただし、必ず、取り組んだクラ

ス全体で結果を共有するところまで行う。

- ④ 活動の進行の道筋をワークシートにして各班とやりとりする。
- ⑤ テーマの設定、実験の組立て、準備、実験、データの処理、考察、発表準備、発表までの各段階で、それぞれどの程度のことを求めているのか、留意点や到達目標を、その都度要求として示す。

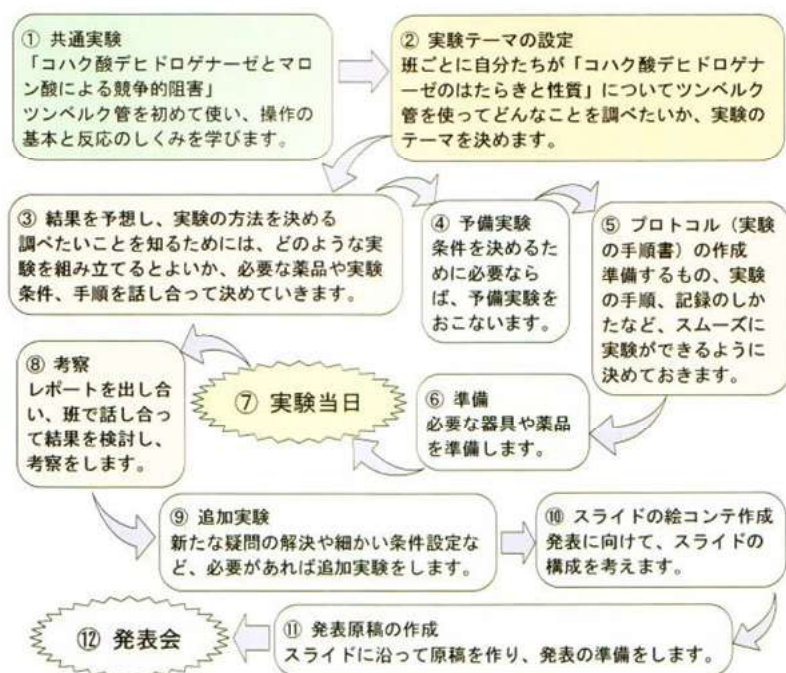
4 実践報告

ここまで述べた考え方に基づいた実践のひとつとして、3年生理系生物選択者のクラスを対象とした探究活動「コハク酸デヒドロゲナーゼの性質とはたらき」について報告する。

(1) 活動の概要

この活動は代謝分野を学習している3年生を対象に行っているもので、基本となる実験は古くから教科書に載る定番の実験である。

共通実験の後、各班ツンベルク管6本まで、対照実験に対して動かす条件はひとつに限る、一定時間ごとの管内容物の色を記録に取



▲ 図1 探究活動の流れ

▼ 表1 探究テーマの例

- ・酵素濃度による反応速度の違い
- ・温度による反応速度の違い
- ・pHによる反応速度の違い
- ・マロン酸濃度による反応速度の違い
- ・酵母以外の生物による酵素液
- ・マロン酸以外の阻害剤を探す
- ・激しい温度変化が酵素活性に与える影響
- ・酒石酸は阻害剤となるか、脱水素反応の基質となるか
- ・酵母のバスツール効果は脱水素酵素活性にも表れるか
- ・透析にかかる脱水素酵素による反応をメチレンブルーで確認できるか
- ・アルコールでコハク酸脱水素酵素は変性するか

る、という条件を提示し、3～4人の班で各班の活動に臨み、最終的にはスライドを使った発表会に持って行く。

活動の流れを図1に、過去のテーマの例を表1に示した。授業時間数との兼ね合いで変わるが、最低限、授業時間を取って行うのは、共通実験・本実験・発表会の3回である。

(2) テーマの設定から準備まで

生徒たちは事前準備シートを使って、テーマを決め、準備物と実験の操作・記録の手順を決めていく。実験には「ツンベルク管に入れるものをそろえ、反応時の条件を変える」「ツンベルク管に入れるものの種類や濃度を変えて、同じ条件で反応させる」という異なる2つのアプローチがあることを認識し、さらに、「一連の条件の違いと反応速度の間に何らかの相関関係を求める実験」なのか、「それぞれのツンベルク管の結果を個別に対照実験と比較してものを言う実験」なのかを把握して考えていくことが求められる。

シートは必要に応じてやりとりし、提出・返却は各班のメンバーと直接話をして行う。全体に共通して要求すべきことがある場合にはアドバイスシート(図2)を配布する。

何分ごとに色を記録すればよいか。

→自分たちのプランは初回の共通実験よりも反応速度が大きくなる実験なのか、小さくなる実験なのかを予想してみよ。その上で、初回の実験で脱色に要した時間をもとに、何分刻みで見ていけばよいかを考えよう。

▲ 図2 アドバイスシートの例

班によっては化学の教師や実習助手の先生に使用する化合物や器具の相談をする姿も見られ、また、この段階で本実験の材料の選定や条件を決めるために予備実験を行う班もある。そのような班では班員同士のコミュニケーションによって理解が深まり、自分たちの意図を全員がよく把握して本実験を行うケースが多い。器具や試薬の準備は、本実験

前の放課後に一斉に時間を取って行う。

【生徒の感想より】

予備実験は初めてだったので、大変でした。pHが思い通りのものにできなくて、炭酸水素ナトリウムを新たに試してみたり、その場で考えることも多くて、楽しかったです。

(3) 本実験、実験結果の処理と考察

本実験が必ずしも予想どおりの結果になるわけではないし、準備不足やコミュニケーション不足から思わぬ失敗をしたり、必要な記録が取れていなかったりする場合もある。それでもまずは全員に各個人でレポートを作成提出することを求める。すると、どうしても確かめたいことが生じて、生徒の方から追加実験を求めてくる班が出てくる。また、実験結果やレポートの記述によっては教師の側から追加実験を勧める場合もある。



▲ 図3 本実験風景

提出されたレポートを元に、班ごとにアドバイスシートを作り、誰の、どの処理方法、どの分析、考察に着目して欲しいか、さらには、もう少し突っ込んで考えて欲しいこと、抜けている着眼点などを、指摘していく。

(4) スライドと発表原稿の作成

自分たちのレポートとアドバイスシートをもとに、班で話し合いながら紙の上に発表用スライドの「絵コンテ」を作る。ここではICTスキルの習得は目的から外している。情報の授業でプレゼンテーションソフトの利用経験がある生徒たちは、仕上がりイメージも持っているので、スライド作成自体は教師が請け負う。

この段階で、班員の中にも理解の程度にバラツキがあること、実験結果と考察との間を論理的に結ぶことができていなかったことなどに気づいて、班員同士での論議がなされ、さらに理解が深まっていく。

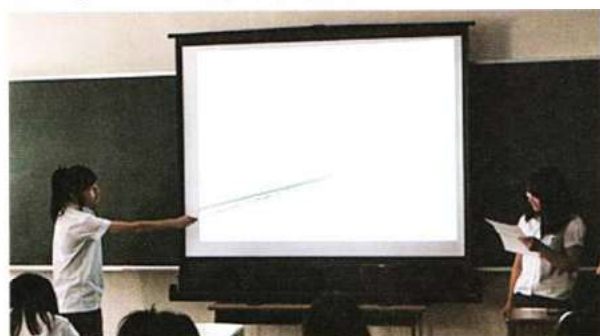
【生徒の感想より】

- ・レポートを作ったときは、イマイチ分らなかったところはあいまいに終わらせていましたが、スライドを作るにあたって、そのあいまいなところを徹底的に考えるということができて、すごく自分のためになりました。
- ・出た結果を図説などと照らし合わせてなぜそうなったのか？どうすればよい結果になったのか？と考えるのは、いつもはしないことなので楽しかったです。また、その自分たちが考えた考察を人に伝えるためにはどうまとめたらよいか、と考えるのも楽しかったので、実は、自分、プレゼンテーション好きなのかも知れません。

(5) 発表会

完成したスライドを動かして、発表原稿を作り、発表の準備をする。そして、発表会。プレゼンテーションの基本は当然クリアすることを要求する。聴衆は記録シートにメモを取り、ほかの班の発表に対する評価もする。

ここで、自分たちのテーマがほかの班のテーマともつながりがあること、同じテーマでも実験方法や切り口の異なる考察やまとめができることを知り、視野が広がっていく。



▲ 図4 発表会風景

【生徒の感想より】

- ・どのようなことに注目して生物や阻害物質を選んでいるのかが面白いなあと思いました。他の班の実験で直接自分たちの実験に関わることをしていて興味深かったです。逆数を取るグラフ、相対濃度など、自分たちの実験で

は考えなかったこともあって新鮮でした。

- ・自分たちが驚いたり、納得したりしたことを、他の人にも分かってもらえるような発表を心がけました。

5 おわりに

毎回、オーソドックスなものからユニークなものまで、テーマもいろいろと上がり、たった数本のツンベルク管でこんなにもいろいろなことにチャレンジできるのかと、教師側も楽しませてもらっている。

【生徒の感想より】

自分たちで考え行動することの大変さ、班の人と協力することの大切さ、そしてその先の達成感を学ぶことのできた、私にとって大切な経験になりました。勉強から得るものは知識だけではないんだな、と気づくことができました。大変でしたがとても楽しかったです。

漠然とした、感覚的な捉え方ではものごとを整理したり分析したりすることはできないし、論理的な理解が伴わなければ他者に説明することはできない。彼らは、はじめからそのことを理解して取り組んでいるわけではない。「だいたい」「なんとなく」で大概のことは済ませてきたのに、探究活動を始めるとすぐ、それでは自分たちが立ち往生してしまうということに直面する。仲間と論議し、悩みながら進めて行く中で、じわじわと実感としてわかっていく。科学の手法を使って、目的を持ってデータを取り、処理、分析し、論理的に説明しようとする自分に気づいて、「きちんと理解したい、説明したい」という強い思いが自己の中から湧いてくる。

科学的に考える自分、その努力をしている自分、他者に科学的に説明できるかも知れない自分。そういう自分が嬉しくなってくる、その体験が、科学的な思考力、判断力そして表現力を伸ばす、次へのモチベーションとなって行くのだと感じる。だからこそ、どの班の取組にも全力で向き合い、支えたいと思う。