

理 科

1 ねらい

高等学校の理科においては、科学的な自然観を育成することが目標です。そのためには、体系化された知識に基づいて、自然の事物・現象を分析的、総合的に考察する能力を養う必要があります。一問一答式的な単なる知識では、自然の事物・現象を分析的、総合的に考察することはできません。ここでは、知識を関連させ、新たな考えを生み出す必要があります。つまり、既存の知識を使って、思考力・判断力・表現力等を育成し問題を解決していく必要があります。そのためには、以下の活動が大切です。

- 年間指導計画を見通して、観察や実験などを十分に行い、生徒が結果を分析して解釈する機会やそれらを行うための時間を十分に確保する。
- 科学的な知識や概念が実社会・実生活の中でどのように生かされているか、利用されているかを考えさせ、説明したり、レポートにまとめたりするなどの活動を充実する。
- 自らの考えを表現する学習活動においては、思考を促し表現させたり、口頭で発表させたり、プレゼンテーションさせたり、報告書を作成させたりするなど、多様な表現活動の機会を設定する。

2 理科における言語活動

理科の学習の進め方は、探究の過程が前提となります。探究の過程は、「問題の把握→問題解決の構想→問題の追究→問題の解決→問題の一般化と発展」といった段階を通じた過程です。この各段階において、特に言語活動の充実を図る場面としては、「問題解決の構想」の段階と「問題の解決」の段階が考えられます。これらの段階での主な活動内容を下記に示します。

「問題解決の構想」の段階

- ① 学習の目的と内容を明確にする。
 - ・問題を整理し、何が求める問題であることを明確にする。
- ② 検証計画を立てる。
 - ・予想や仮説を確かめるための観察や実験の計画を立てる。

「問題の解決」の段階

- ① 情報を処理する。
 - ・結果の収集と処理、図表、グラフ化、結果を観点別にまとめる。
- ② 実験結果を整理したり、結果を解釈したりする。
 - ・どんなことが解決したのか、どんなことがわかったのかを明らかにする。

これらの段階においては、生徒に観察・実験の目的を十分理解させて生徒自らに仮説を立てさせ、それぞれの生徒が見通しをもって観察・実験に取り組めるようにするとともに、観察・実験などの結果から自らが立てた仮説を検証させることが大切です。

学習形態としては、科学的な思考力や判断力を育成するため、生徒一人一人にじっくり考えさせるとともに、グループで協議させた後、自らの考えをまとめさせることが大切です。また、生徒の実態に応じて、個人、ペア、班、全体といった学習形態を選択していくことも必要です。

留意点

言語活動を行うこと自体が目的ではありません。思考力・判断力・表現力等をはぐくみ、理科の目標である、「自然の事物・現象に対する関心や探究心を高め、目的意識をもって観察、実験などを行い、科学的に探究する能力と態度を育てるとともに自然の事物・現象についての理解を深め、科学的な自然観を育成する。」を実現するための手立てとして、言語活動の充実が位置づけられています。

したがって、ただ単に話し合い活動をさせたり、プレゼンテーションさせたり、発表させたり、報告書を作成したりするものではありません。何のためにそしてどのような力をつけるためにということを明確にして言語活動の充実を図る必要があります。

くれぐれも「活動ありて中身なし」とならないよう留意すべきです。

3 Q&A

Q 1 言語活動とは、グループで協議させればよいのですか。

A 1 グループで協議させることは、思考力・判断力・表現力等を育成する上でたいへん有効な手段の一つです。しかし、ただ単にグループ協議をさせるだけでは、思考力や判断力等の育成には繋がりにくいと考えられます。

まず、生徒一人ひとりにじっくり考えさせてまとめさせる。次にグループで協議させた後、自分の考えを深めさせたり、グループとしてまとめさせ発表させたりするなどの手だてが必要だと思われます。

そして、必ず協議の視点をはっきり提示したり、生徒から引き出したりして協議させる必要があります。

Q 2 グループで協議することのほかに言語活動を充実するには、どのような方法がありますか。

A 2 生徒の思考力・判断力・表現力等をはぐくむ上で

- ・発問の工夫で考えさせる。
- ・図、表、グラフなどの多様な形式で表させ、考えさせる。
- ・ワークシートを生かした指導の工夫
- ・モデルと比較させて考えさせる。
- ・口頭での発表、プレゼンテーション、報告書の作成

など、従来の教え込み中心の授業ではなく、生徒に考えさせる手だてをとることで、授業は改善します。何か新しい画期的な授業方法を見つけ出すことではないのです。ただし、生徒に考えさせる時間は十分に確保する必要があります。

Q 3 言語活動の充実と実験の関係については、どう考えたらよいのですか。

A 3 高等学校の理科授業は限られた時間で多くの内容を扱わなければならないため、実験の時間を十分に確保することは難しく、また、実験時間内に結果・考察まで導き出すために、実験の多くは既習事項の検証実験にとどまっているのが現状です。それはそれで、考察の進め方で十分に思考力・判断力・表現力等をはぐくむことはできます。しかし、生徒の主体的な取組みを促すためにも、次のような活動を通して考えを深め合うことが考えられます。

- ・問題を見だし、実験を計画する活動
- ・事実や根拠に基づいて結果を予想する活動
- ・検証方法を討論する活動

Q 4 言語活動の充実と大学入試対策については、どう考えたらよいのですか。

A 4 言語活動が充実した授業の展開は時間を要し、大学入試を考えると一見効率が悪いように感じられます。しかし、今の入試問題はただ単に基礎的・基本的な知識・技能の習得だけでは対応できなくなっています。つまり基礎的・基本的な知識・技能を活用して課題を解決するための思考力・判断力・表現力等を問う問題が多くなってきているのです。したがって、言語活動を充実させて思考力・判断力・表現力等を育成することは、入試を突破して進路を保障することにつながります。ただし、活用だけに力点を置き過ぎて、基礎的・基本的な知識・技能の習得が疎かにならないようにしてください。あくまでも、前提には基礎的・基本的な知識・技能の習得を確実にすることがあります。

4 学習指導の事例

理科－1 実験結果から班別協議や作図により考えを深める事例

単元名：音（気柱の共鳴）

本時の目標：1 実験データを正しく処理することを通じ、音波の波長や振動数を求めることができるようになる。
2 共鳴時の定常波の様子を考察し、開口端補正まで導出できるようになる。

授業仮説：自らの考えを記述したり班別協議したりすることにより、定常波の様子を理解し説明できるとともに、波形の作図により開口端補正の値を求めることができる。

学習展開			
	学習活動	指導上の留意点	評価の観点
言語活動を充実させた部分	1 前時の復習 2 気柱の共鳴実験 ↓		
	3 実験結果の考察 ①開口端補正の導出 ・音波の波長が、 $4L_1$ にならないのはなぜかを、実験で求めた $2(L_2 - L_1)$ と比較して考える。 ・自分の考えを記述する。 ・班で話し合う。 ・班別協議の後、もう一度自分の考えを再吟味する。 ②開口端補正の値を求める式を導く。 ・定常波の様子を図示する。	・他者の考えで気づいた点を質問させる。 ・わからない生徒に対してのみ、図示するように指示する。 ・腹と節を明確にさせて図示するように指導する。 ・必要に応じて班別で協議させる。	・考えたことを実験プリントにまとめることができている。 ・他者の考えを聞き、より考察を深められている。 【思考・判断・表現】 ・物理現象を数式で捉えることができている。 【思考・判断・表現】
	4 まとめ		

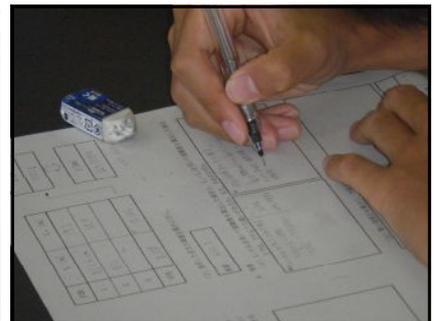
この図示ができれば、第3の共鳴点の位置が簡単に推測できる。また、温度の変化にともなう共鳴点の位置の上下や、第2の共鳴点の位置に水面を固定したときの5倍振動の振動数なども求めることができるようになる。このことにより生徒の意欲喚起につながり、理解はさらに深まると考えられる。



自分の考えを記述する



班で話し合う



班別協議後のまとめ

自分の考えを記述する活動では、

- ・ L_1 のみだと誤差が大きくなる
- ・ L_1 だけでやるよりも、 L_1 、 L_2 を用いた方が正確に出る

など、よく考察できていない生徒や考えを深められていない生徒がいる。

しかし、班別協議の後では理解が定着し、科学的な概念や用語を使って自分でまとめを書くことができた。

また、個人の段階で考察できている生徒も、班内で協議し、他人の意見を聞いたり他人に説明することにより、さらに理解を深めることができたと考えられる。

ここがポイント

【ポイント1】 実験結果を比較し、物理現象を導き出す。

一人一人にじっくり考えさせる→班で協議させる→自分でまとめる

【ポイント2】 実験結果を解釈し、物理現象を式で表す。

図示させる→式を導き出す

こんな単元でもこのような活動が有効です

時間があれば、いろいろな場面で話し合い活動等を取り入れて、生徒の思考力の育成につなげることが可能です。例えば、問題を見だし、実験を計画する場面では、事実や根拠に基づいて結果を予想させたり、検証方法を討論させたりします。また、実験の結果を考察する場面では、結果を図、表、グラフなどの多様な形式で表させたり、モデルと比較させたりするなど、考察する時間を十分に確保し考えさせます。特に波動の単元では波形を図示させること、そしてその図から考察させることは、思考力の育成にはきわめて有効であると考えます。

授業者の感想

本授業は、第2学年の生徒を対象に行いました。今回の協議は、開口端補正に気づかせるため波長の比較を扱いました。また、開口端補正を求める際も、教師側からの単なる提示ではなく、作図させ、現象を把握させた上で行うことができるような活動を取り入れました。生徒の様子やレポートを見ると、個人で思考するよりも協議を行って考察させた方が、様々な意見や考えを共有できるため理解の深化を図ることができるようです。しかし、それぞれの活動を行う時間がもう少し取れると良かったと思われるため、前時までの指導や扱う内容にも工夫が必要です。また、発問の仕方にも更なる工夫の必要性を感じました。生徒の疑問や思考を把握し、それに沿うような発問を行うことで、生徒は思考・表現しやすくなるでしょう。

今回の授業を行うことで、言語活動を充実させることの有効性と必要性を実感しました。普段の授業でも演習させたり、考えさせたりする時間はとっていますが、生徒個人ではなかなか思考が深まらなかったり、どうしてよいかわからないかったりする生徒がいます。また、作図については、板書をそのまま写してしまうこともあるでしょう。他者の考えを聞いて思考したり、自ら作図し現象を把握したりすることは、今回の実験だけでなく、普段の授業の中でも十分意識して計画していきたいと考えます。

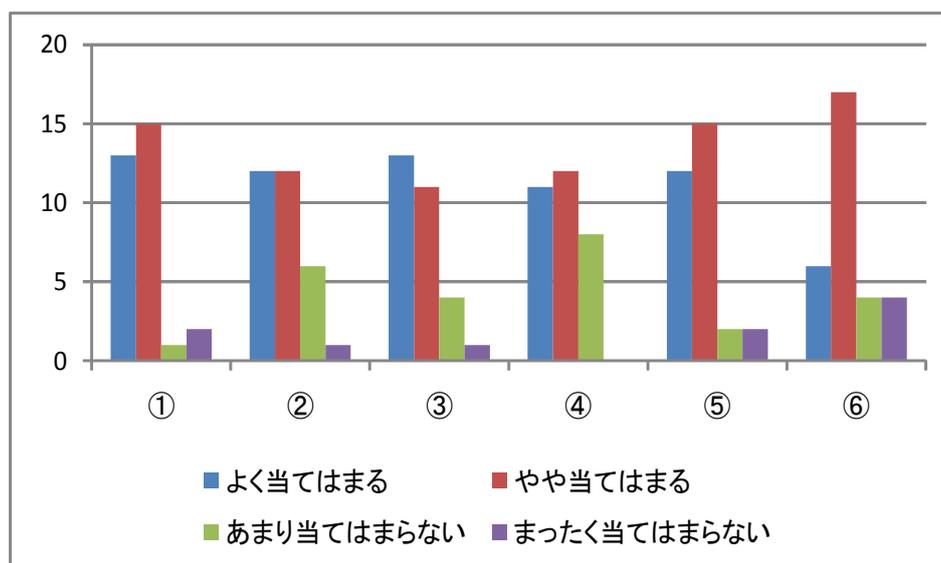
生徒の状況

協議・実験内容は、前時までに学習した内容を踏まえていたため、円滑に進んでいた様子でした。内容をよく把握していた生徒については、協議前でも高い理解度を示していましたが、協議を通じて波長の求め方の違いや、表現方法の違いに気づくことができたようでした。また、内容理解が十分でなかった生徒にとっては、他者の意見を聞くことで、理解の深化を図ることができたと感じました。

参考までに、授業後のアンケートの結果を下図に記載します。これは「個人で行った活動と、協議後の感想を比較して、当てはまるもの」をまとめたものです。

アンケート項目

- ① わからなかったことが理解できた
- ② 内容を深く確認することができた
- ③ 他者の考えを知ることができた
- ④ 考え方の違いを学ぶことができた
- ⑤ 間違いを正すことができた
- ⑥ 他者の考えから新たな気づきがあった



授業後のアンケート

補足

思考力・判断力・表現力等を育成するための言語活動には、多様な方法や形態があります。班別協議などはその代表例ではありますが、それとは別に生徒は作図をすることによって、物理現象に対する明確なイメージを持つことができるものです。そのイメージが生徒の科学的な思考を助け、生徒が物理現象を科学的に思考し、判断する力を身につけることができると考えます。

「物理はイメージだ!」とよくいわれます。そしてそのイメージを助けるのが、「図示」です。したがって、いろいろな物理現象を生徒に「図示」させ、それをもとに考察させることが、思考力・判断力等の育成の一助になると考えます。また、「表」や「グラフ」を有効に利用させることも同様です。

理科－２ 資料を基に考察し、考えをまとめる事例

単元名：遺伝																		
本時の目標：不完全優性と致死遺伝の遺伝現象の仕組みを説明、計算できるようになる。																		
授業仮説：一遺伝子雑種の遺伝の仕組みについて確認した後に、一遺伝子雑種の遺伝の仕組みどおりにならない遺伝現象を提示し、遺伝子型と表現型を考える活動を行えば、不完全優性と致死遺伝の遺伝現象の仕組みを説明できるようになる。																		
学習展開																		
言語活動を充実させた部分	<table border="1"> <thead> <tr> <th>学習活動</th> <th>指導上の留意点</th> <th>評価の観点</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 一遺伝子雑種の遺伝のしくみを復習する。</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td> 2 不完全優性の仕組みについて考える。 ①マルバアサガオの花の色について ・ F_2 で花の色が赤：桃：白が 1：2：1 となるのはなぜか。 ②花の色についての説明を行う。 ・ F_1 では、遺伝子型は Rr となり、表現型は桃色となる。 </td> <td> ・ 花の色が F_2 の代で赤：桃：白となり、1：2：1 となることを説明する。 ・ 学習プリントに F_1 の遺伝子型と表現型の部分を空白にしておき、F_1 遺伝子型と表現型を考えることを手がかりにできるようにする。 </td> <td> ・ Rr の遺伝子型のときは桃色になることから、F_1 ではすべて桃色となり、F_2 では、1：2：1 の比になることを学習プリントにまとめることができている。 【思考・判断・表現】 </td> </tr> <tr> <td> 3 致死遺伝の仕組みについて考える。 ①ハツカネズミの遺伝について ・ 黄色どうしの子の表現型とその比を考える。 ②ハツカネズミの遺伝について説明を行う。 ・ 黒色：黄色、2：1 となる。 </td> <td> ・ ハツカネズミの毛の色には黄色の遺伝子 Y（優性）黒色の遺伝子 y（劣性）があることを説明する。 ・ 遺伝子型が YY となったときには発生の途中で死ぬことを説明する。 </td> <td> 【思考・判断・表現】 ・ 遺伝子型が YY となるとき発生の途中で死ぬことから F_1 では表現型が Yy と yy となり、その比が 2：1 となることを学習プリントにまとめることができている。 【思考・判断・表現】 </td> </tr> <tr> <td>4 まとめ</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	学習活動	指導上の留意点	評価の観点	1 一遺伝子雑種の遺伝のしくみを復習する。			2 不完全優性の仕組みについて考える。 ①マルバアサガオの花の色について ・ F_2 で花の色が赤：桃：白が 1：2：1 となるのはなぜか。 ②花の色についての説明を行う。 ・ F_1 では、遺伝子型は Rr となり、表現型は桃色となる。	・ 花の色が F_2 の代で赤：桃：白となり、1：2：1 となることを説明する。 ・ 学習プリントに F_1 の遺伝子型と表現型の部分を空白にしておき、 F_1 遺伝子型と表現型を考えることを手がかりにできるようにする。	・ Rr の遺伝子型のときは桃色になることから、 F_1 ではすべて桃色となり、 F_2 では、1：2：1 の比になることを学習プリントにまとめることができている。 【思考・判断・表現】	3 致死遺伝の仕組みについて考える。 ①ハツカネズミの遺伝について ・ 黄色どうしの子の表現型とその比を考える。 ②ハツカネズミの遺伝について説明を行う。 ・ 黒色：黄色、2：1 となる。	・ ハツカネズミの毛の色には黄色の遺伝子 Y （優性）黒色の遺伝子 y （劣性）があることを説明する。 ・ 遺伝子型が YY となったときには発生の途中で死ぬことを説明する。	【思考・判断・表現】 ・ 遺伝子型が YY となるとき発生の途中で死ぬことから F_1 では表現型が Yy と yy となり、その比が 2：1 となることを学習プリントにまとめることができている。 【思考・判断・表現】	4 まとめ				
	学習活動	指導上の留意点	評価の観点															
	1 一遺伝子雑種の遺伝のしくみを復習する。																	
	2 不完全優性の仕組みについて考える。 ①マルバアサガオの花の色について ・ F_2 で花の色が赤：桃：白が 1：2：1 となるのはなぜか。 ②花の色についての説明を行う。 ・ F_1 では、遺伝子型は Rr となり、表現型は桃色となる。	・ 花の色が F_2 の代で赤：桃：白となり、1：2：1 となることを説明する。 ・ 学習プリントに F_1 の遺伝子型と表現型の部分を空白にしておき、 F_1 遺伝子型と表現型を考えることを手がかりにできるようにする。	・ Rr の遺伝子型のときは桃色になることから、 F_1 ではすべて桃色となり、 F_2 では、1：2：1 の比になることを学習プリントにまとめることができている。 【思考・判断・表現】															
	3 致死遺伝の仕組みについて考える。 ①ハツカネズミの遺伝について ・ 黄色どうしの子の表現型とその比を考える。 ②ハツカネズミの遺伝について説明を行う。 ・ 黒色：黄色、2：1 となる。	・ ハツカネズミの毛の色には黄色の遺伝子 Y （優性）黒色の遺伝子 y （劣性）があることを説明する。 ・ 遺伝子型が YY となったときには発生の途中で死ぬことを説明する。	【思考・判断・表現】 ・ 遺伝子型が YY となるとき発生の途中で死ぬことから F_1 では表現型が Yy と yy となり、その比が 2：1 となることを学習プリントにまとめることができている。 【思考・判断・表現】															
4 まとめ																		

こんな単元でもこのような活動が有効です

遺伝の学習では、基本となる法則があるのでその法則を理解し、法則に基づいてさまざまな遺伝現象について考察していくことが、思考力の育成にはきわめて有効であると考えます。理科の学習では、基本となる法則があるので、その法則を獲得する活動、使う活動を位置づけることができる単元であれば応用できます。

授業者の感想

生徒に法則を理解させ、その法則からさまざまな現象を視ていくというスタイルの授業を日頃から行っているため、生徒は、法則を使って考えることができたようです。今回の授業では、不完全優性、致死遺伝のどこまでを教えて、生徒にどこを考させるかがポイントとなりました。

生徒の状況

基本となる知識を整理することで、生徒は、不完全優性の仕組み、致死遺伝の仕組みについて、基本となる知識を活用しながら考えることができました。そして、例外的な遺伝の現象についても、基本となる法則から考えることができることを実感していました。

ここがポイント

基本となる知識を整理し、考え表現する活動を設定する。

言語活動を充実させる授業を行うためには、「どんな知識をどのように使うか」という視点をもつことが大切です。ここでは、遺伝の仕組みの基本形をもとに、さまざまな遺伝現象をメンデルの法則を柱として考えていきます。

【資料 1】

基本
となる
知識

P 丸(AA) × しわ(aa)
↓
F₁ 丸(Aa) × 丸(Aa)
↓
F₂ AA:Aa:aa (遺伝子型)
1 : 2 : 1
丸 : しわ (表現型)
3 : 1

【資料 2】

活動
1
考え
表現
する

P 赤色花 × 白色花
↓
F₁ [?] × [?]
↓
F₂ 赤色花 : 桃色花 : 白色花
1 : 2 : 1

【資料 3】

活動
2
考え
表現
する

P 黄色 × 黄色
↓
F₁ [?] : [?]
表現型とその比

【資料 1】は、一遺伝子雑種の遺伝の仕組みであり、さまざまな遺伝現象の基本的となる。ここで、メンデルの法則の優性の法則、分離の法則、独立の法則、遺伝子型と表現型という用語とその意味を整理しておく。

【資料 2】は、不完全優性についての学習である。一遺伝子雑種の遺伝の仕組みでは、優性の法則より優性形質が表現型として現れるが、この場合は、中間色が現れる。この仕組みを生徒に考えさせる。そのための手だてとして、F₂の表現型と割合を提示し、F₁での遺伝子型と表現型を考えることができるようにする。

【資料 3】は、致死遺伝についての学習である。ここではYYという遺伝子型は発生の途中で死ぬため存在しないことを説明し、黄色と黄色の交雑でF₁での表現型とその比がどのようになっているかを考えることができるようにする。