

5

理科・物理 I の実践事例

〔ステップ1〕 単元①における
課題と改善策

単元 「仕事と運動エネルギー」(9時間)
教科書「改訂版 高等学校 物理 I」pp.132~171
(数研出版)

概要

- 単元の9時間目において、二つの実験を通じて、異なる物体を転がしたときの実験結果の予想と、その理由の考察を行わせた。
- 実験の考察を説明することに苦手意識を持つ生徒が多く、既習事項を基にして、単に実験を行わせるだけでなく、実験の結果を予想させ、その理由を考察させた。生徒は授業者の予想以上に考察することができるようになった。

課題

- 実験結果の理由を考察させ、表現させるための指導の工夫がさらに必要であった。
話し合いを通じて、生徒の考えが深まっている様子が見られなかったため、課題の設定や、提示の仕方など指導の工夫がさらに必要であった。
- 授業内容の精選が十分でなく、生徒が考える時間を十分取れなかった。
授業内容が豊富であったため、生徒に考えを持たせた上で、話し合いを通して、考えを広げさせる時間を十分確保することができなかった。

改善策

- 課題を細かく区切り、生徒が段階的に考えることができるように工夫した。
生徒たちに「どうなるか予想して書きなさい」と問い掛けると、何も書けないので、選択肢を与えて二者択一で選ばせ、選んだ理由を説明させることとした。
- 実験結果を予想させ、理由を考察させるために、話し合いの時間を十分確保するようにした。
話し合いの間は、授業者の指示や説明をできるだけ控え、考えさせたり話し合わせたりする時間を十分確保することとした。

〔ステップ2〕 単元②における
成果と課題及び改善策

単元 「音」(9時間)
教科書「改訂版 高等学校 物理 I」pp.154~171
(数研出版)

1 単元指導計画

	関心・意欲 ・態度	思考・判断・表現	観察・実験の技能	知識・理解	単元で身に付け させたい力
単元 の評価 規 準	自然界に現れる音の、波としての性質に関心をもち、科学的な見方や考え方を身に付けている。	音の波としての性質に関わる現象に問題を見だし、探究する過程を通して、事象を科学的に考察し、導き出した考えを的確に表現している。	音の波としての性質に関する観察、実験などを行い、基本操作を習得するとともに、それらの過程や結果を的確に記録、整理する技能を身に付けている。	音の波としての性質について、基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。	<ul style="list-style-type: none"> ・日常に現れる音に関わる現象を、波動現象として定性的に理解する力 ・音の干渉を二つの経路に含まれる波の数の差から定量的に扱う力 ・発音体の固有振動・ドップラー効果を波の速さと振動数と波長の関係から定量的に扱う力

※ 表中の「関」＝関心・意欲・態度、「思」＝思考・判断・表現、「技」＝観察・実験の技能、「知」＝知識・理解

次	時	評価の観点				評価の方法	主たる活動	指導上の留意点・ポイント
		関	思	技	知			
1	1 2	○			○	記述の確認	○音速、音の持つ波特有の現象、うなり、共鳴・共振を理解する。	・日常生活で観察されることが、音が波であることから説明できることを理解させる。
2	3 4	○	○			記述の確認	○弦に生じる定常波の波長、弦の固有振動数、弦の発する音の高さを決める条件を考察し、表現する。	・弦が一定の高さの音を発するのは弦に定常波が生じていることを理解させる。
3	5 6		○	○		記述の確認	○気柱に生じる定常波の波長、弦の固有振動数、管楽器の発する音の高さを決める条件を考察し、表現する。	・気柱が一定の高さの音に共鳴するのは、気柱に定常波が生じていることを理解させる。
4	7 8 9		○		○	記述の確認 記述の分析	○音源または観測者が移動する場合、音源の発するのと異なる振動数の音が観測されることを考察し、表現する。	・波長は、音源でも観測者でも同じことと、 $V=f\lambda$ から公式を導けることを理解させる。

2 本時の展開（本時は第7時）

【本時の目標】

- ドップラー効果について、実験を通じて現象を確認・理解し、その理由を考察する。

分	学習活動	学習活動における評価規準	評価方法
5分	<p>実験1 壁面に張ったミュージックテープに歩きながら録音した後、歩きながら再生するとき、</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 速く歩いて再生すると音の高さはどうなりましたか。（高い・同じ・低い） 2 ゆっくり歩いて再生すると音の高さはどうなりましたか。（高い・同じ・低い） 3 録音したときと同じ高さで再生するためにはどうしたらよいと思いますか。 	<p>【思考・判断・表現】</p> <p>録音するときと再生するときの磁気ヘッドとテープの相対速度の違いから、音の高さの変化を筋道立てて記述している。</p>	記述の分析
20分	<p>○ 実験1について、演示実験を観察して、結果を個人で記録する。</p> <p>実験2 ミュージックテープをモーターで録音側から再生側に動かすとき、録音側の磁気ヘッドは動かさず、再生側の磁気ヘッドを動かします。再生側の磁気ヘッドを近づける場合と、遠ざける場合、それぞれ音の高さはどうなるでしょうか。</p> <p>○ 実験2について、結果を予想し、グループでその理由を考える。</p> <p>○ 指名されたグループの代表が理由を発表した後、演示実験を観察する。</p>		
25分	<p>実験3 ミュージックテープをモーターで録音側から再生側に動かすとき、テープの速さが3 [cm/s]、録音側の磁気ヘッドの速さが2 [cm/s]のとき、再生側の磁気ヘッドは動かさず、録音側の磁気ヘッドを動かすと音の高さはどうなるか予想しましょう。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 録音側の磁気ヘッドを再生側に近づけながら再生する場合、録音側と再生側を通るテープの相対速度及び、再生される音の高さを予想し、理由を考えましょう。 2 録音側の磁気ヘッドを再生側から遠ざけながら再生する場合、録音側と再生側を通るテープの相対速度及び、再生される音の高さを予想し、理由を考えましょう。 <p>○ 実験3について、結果を予想し、グループでその理由を考える。</p> <p>○ 指名されたグループの代表が理由を発表した後、演示実験を観察する。</p>		

3 言語活動の充実を図る指導の工夫

(1) 考えを持たせ、広げさせる工夫

◎ 実験を通じて、考えさせる場面を作る

実験を通じて生徒に考えさせるために、実験結果を見て理由を考えさせたり、実験結果を予想させるとともに、その理由を考察させたりすることとした。実験させてデータを得ることを目的とするのではなく、実験を通じて、考えさせる場面を作った。

◎ 順を追って段階的に考えさせる

「どうなるか予想して書きなさい」と問い掛けると、何も書けないので、実験を見せる前に、選択肢を与えて二者択一で、生徒に予想を立てさせた。自分が予想を立てたことに対しては、その結果に興味・関心を持たせることができると考えた。予想の内容が複雑で説明することが難しい課題であると、考えない生徒もいる可能性があるが、選択肢を与えて二者択一で選択させると、生徒全員が予想を立てることができるのではないかと考えた。

(2) 考えを深めさせる工夫

◎ ほかの生徒の考えを知る場面を作る

予想を立てることはできても、理由をうまく説明できない場合が予想されたため、グループワークにより、理由について話し合わせた。自分で予想をしていた内容であることから、話し合いにも主体的に参加することが期待できる。ほかの生徒の考えを聞くことによって、新たな気付きにもつながり、自分の考えたことをより深めることが期待できる。また、課題を区切ることによって、生徒たちが段階を追って難しい課題に取り組むことができる。

(3) 時間の確保

◎ 教員の指示・説明を控える

言語活動の充実を図るためには、生徒に考えさせる時間を十分取ることが大切である。考える時間を確保するために、できるだけ指示や説明を簡潔にし、時間を掛けないようにした。また、生徒に考えさせている間は、教員の指示や説明を控え、生徒が活動に集中できるように心掛けた。

4 生徒の記述や発表

実験2において、音の高さを各自で予想させた後、次のような質問を投げ掛けた。「なぜそうなるかを説明できそうかどうか回答してください。A 説明できる。B 何となく分かるが、説明はできない。C なぜか分からない」と生徒に選ばせることで、実験3の理由の記述との関連について分析できると考えた。

実験3の理由の生徒の記述

○ 「A 説明できる」と回答した生徒の記述例

録音されたときは1cm/sで、再生されるときは3cm/sなので、音は高くなる。録音されたときは、5cm/sで、再生されるときは3cm/sなので、音は低くなる。

○ 「B 何となく分かるが、説明できない」と回答した生徒の記述例

録音機の磁気ヘッドの上を、1cm/sで通るのに対し、再生側の磁気ヘッドの上を3cm/sで通るので、再生速度が速くなるから。録音機の磁気ヘッドの上を、5cm/sで通るのに対し、再生側の磁気ヘッドの上を3cm/sで通るので、再生速度が遅くなるから。

実験2で生徒に「なぜそうなるか説明できそうか」に対して、理由の記述が「A 説明できる」と回答した生徒は全員、実験3において、相対速度の考え方をういて説明できていた。「B 何となく分かるが、説明できない」と回答した生徒のほとんどが、実験3では正しい説明を書いており、おおむね満足できる状況に達していた。これらのことから、グループでの話し合いにより、考えが深まったことがうかがえた。「C なぜか分からない」と回答した少数の生徒は、実験3の記述は無解答が目についた。Cと回答した生徒に対しては、次時以降の実験結果を踏まえた問題演習の際に、個別に支援することができたが、さらに考えさせるための手立てを工夫する必要がある。

《「本時の授業のポイントは何か？」に対する生徒の記述》

- 相対速度が速くなると音が高くなり、相対速度が遅くなると音が低くなる。
- 音の聞こえ方はいろいろあって、近づくと速くなり音が高くなって、遠ざかれば遅くなり音が低くなる。
- 音源と観測者の距離が音の高い低いに関係していると思った。ドップラー効果の大きな仕組みが分かった。

ドップラー効果の理解に関する記述

- 自分の体験などを基にして予想を立てること。
- 自分の体験などを基にして、実験をする前に予想を立てて、理由を含めてじっくり考えておくこと。

実験結果を予想する重要性に関する記述

- 大切なのは、身近な場所でも、物理現象が起きていてそれに興味・関心を持つこと。
- 身近なことを実験の課題にして、物理的に考えることで、より理解が深まることや興味・関心が高まること。

興味・関心に関する記述



5 実践の成果

- 本時の授業においては、課題を細かく区切ったことで、生徒は難しい課題を段階的に考えることができていた。
- 1回目の単元と比較すると、グループワークの間の指示や説明を控え、話し合いの時間を確保することによって、生徒が話し合いを通じてドップラー効果の音の高低に関する理由の考察を行っており、記述内容はおおむね満足する状況に達していた。
- 生徒同士の話し合いにより考えが深まり、ドップラー効果の音の高低に関する理由が正しく記述できる生徒が多いという傾向が、ワークシートの記述から読み取れた。
- ワークシートに生徒自身の理解度を途中で回答させることによって、ワークシートを回収して記述の分析を行い、個に応じた支援につなげることができた。
- 以上のような指導の工夫を行ったことによって、本時の目標である、「ドップラー効果について、実験を通じて現象を確認・理解し、その理由を考察する」について、ワークシートの記述の分析の結果、おおむね満足できる状況に達することができた。

6 実践の課題と改善策

課題

- ほかの生徒が考える時間を確保する。
生徒に発表させた際に、発表内容について、授業者がすぐに「合っている」と評価していたので、ほかの生徒たちに考えさせることができなかった。

改善策

- 生徒の発表の際、生徒の発表内容に対して授業者がすぐに評価せず、例えば、「合っているかな?」、「どうかな?」などとクラス全体に問い掛け、それぞれの意見を共有することで、考える機会を作る工夫をする。さらに、生徒の発表が間違っている場合も、どこが間違っており、どのように改善すればよいのかを議論させる機会を作る工夫をする。



[ステップ3] 年間指導計画作成の視点

◎ 段階を追って力を身に付けさせる

1回目の単元において、話し合いを通じて、生徒の考えが深まっている様子が見られなかったため、課題の設定や、提示の仕方など指導の工夫を行う必要があった。そのため、2回目の単元においては、課題を細かく区切り、生徒が段階的に考えることができるように工夫した。具体的には、次のような工夫を行った。

- ① 実験を三つに分けて、それぞれの実験ごとに考えさせた。
- ② 実験結果の予想については、選択肢を与えて二者択一で選ばせ、選んだ理由を説明させた。

課題を細かく区切って段階的に考えさせたことにより、生徒たちはより難しい課題に取り組むことができていた。

また、生徒に考えさせた上で、話し合わせる時間を十分に確保することが課題となっていた。そのため、話し合いの間は、授業者の指示や説明をできるだけ控え、考えさせたり話し合わせたりする時間を十分確保した。1回目の単元と比較すると、生徒が話し合いを通じて理由の考察を行っており、記述内容はおおむね満足する状況に達していた。生徒同士の話し合いにより考えが深まり、理由が正しく記述できる生徒が多いという傾向が、ワークシートの記述から読み取れた。

以上のように、段階を追って考えさせることによって、生徒に考えさせることができたので、今後は、二者択一で選ばせるのではなく、生徒たちに直接実験結果を予想させることや、より難易度が高い課題にも授業者の課題の提示の工夫やグループワークを取り入れることで、生徒はより深く考えることができるだろう。段階を追って力を身に付けさせることを意識し継続的に指導を行っていくことが大切である。

