

3 授業実践

実践事例 9 物理

指導計画

○単元名

「第3編 波 第1章 波の性質」(物理基礎 数研出版)

○単元の目標

様々な物理現象を観察、実験などを通して探究し、それらの基本的な概念や法則を理解させ、物理現象とエネルギーについての基礎的な見方や考え方を身に付けさせる。

○単元について

身の回りにある多くの波動現象を通して、波の現象についての基本的な性質や表し方について理解することをねらいとしている。中学校で学習した光の反射や屈折、音の性質などの身の回りの波動現象をより一般化し、波長、振動数などの基本的な物理量を用いて波の伝わり方や波動現象について、観察、実験やコンピュータのシミュレーションなどを通して、考察することができるようにする。

○単元における工夫(思考力・判断力・表現力の育成を目指して)

- ・授業の導入時に、前時の学習内容の復習を行う。
- ・ワークシートや実験を通して、生徒の興味・関心を高めることを心掛ける。
- ・生徒自らに考えさせた後に対話的活動を行うことで、考えの深化を図る。

○本時の目標

- ・波が反射する様子を波動実験器とシミュレーションによって観察し、パルス波と正弦波の反射について考察を行い、自分の考えを表現することができる。 【思考・判断・表現】



○本時における工夫(思考力・判断力・表現力の育成を目指して)

- ・波の反射について生徒が考えると思われる予想を選択肢として提示し、その選択肢を基に生徒が自分の予想についての考えを出し、話し合いやすくする。
- ・グループ分けにおいて、必ず各グループに1人は理解の進んでいる生徒を入れ、各グループでの対話的活動が生徒の理解や考えを深める方向に進むよう仕組む。
- ・ワークシートには理由を書く項目を設け、答えだけでなく、なぜその答えに至ったかについて考えさせる。

授業の様子

6 / 7 時間目

⋯対話的活動 □⋯評価 (A⋯十分達成 B⋯おおむね達成 ★⋯達成不十分な生徒への支援)

過程	学習活動 □⋯生徒同士のやり取り	教師の働き掛け (○)、評価規準 (◆)
導入	1 前時の復習をする。 2 自由端・固定端での反射を学習する。 (1) 自由端における波の反射の様子を、波動実験器の演示実験で観察する。	
	(2) 固定端の場合における波の反射の様子を個人で予想させた後、対話的活動を行ってグループの考えをまとめる。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> 波動実験器の端を固定して、山のパルス波を送った場合、端に届いた波はどうか。 ① 波が消える。 ② 山で返ってくる。 ③ 谷で返ってくる。 ④ その他。 </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; margin: 10px 0;"> 生徒A：自分は、固定してあるところで波が逃げられないから③になると思う。 生徒B：私は、一方が固定してあるから、上に振動した媒質が伝わらずにそのまま下に振動して③になると思う。 生徒A：なるほどね。 生徒C：どういうこと？よく分からない。 生徒B：だから、(身振り手振りを交えて) 波は上に振動しながら伝わってきたのに、端っこを手で止められているから、勢いで下に行くんだと思う。 </div>	○まず個人で考えさせた後、対話的活動で互いの考えを比較させ、グループの考えとしてまとめさせた。 <div style="text-align: right; margin-top: 10px;">  考えを比較している様子 </div>
	(3) 波動実験器の演示実験により、固定端反射の様子を観察して、結果を確かめる。	○反射における媒質の振動の違いに注意するよう指示をして、反射の様子を観察させた。 <div style="text-align: right; margin-top: 10px;">  反射波を観察している様子 </div>

<p>展開</p>	<p>3 「波の反射」についての学習をする。</p> <p>(1) 教師の説明を聞く。</p> <p>(2) パルス波の反射についての練習問題に個人で取り組む。</p>	<p>○波動実験器とコンピュータシミュレーションを用いて、自由端・固定端それぞれの場合の反射の様子が視覚的に分かるようにした。</p> <p>○この後のグループ活動における生徒の考えの拠り所となるため、電子黒板を用いて波の進行と波の重ね合わせの様子が分かるようにした。</p>
	<p>4 正弦波の反射を考える。</p> <p>(1) 正弦波の反射についての練習問題に個人で取り組んだ後、グループ活動で考えを比較する。</p> <div data-bbox="263 604 718 840" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>図のように、x軸上を正の向きに進む正弦波が自由端 P で反射している。このとき観測される合成波の波形をかき、定常波の節となる位置を○印で示せ。</p> </div> <div data-bbox="758 604 1236 840" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> </div> <div data-bbox="231 862 869 1377" style="border: 1px solid black; border-radius: 20px; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p>生徒D：合成波はどうなった？</p> <p>生徒E：反射波は描いた？</p> <p>生徒D：反射波も描かないといけないの？</p> <p>生徒E：(生徒Dが描いた合成波を指して)これが反射波？</p> <p>生徒D：これは合成波。</p> <p>生徒E：これ合成波なの？</p> <p>生徒D：(しばらく考えて)合成波ってどのように作図するんだっけ？</p> <p>(教科書で合成波の作図について確認する)</p> </div> <div data-bbox="877 873 1428 1220" style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p>◆ 反射波の性質を基に、合成波の波形を考え、グラフとして表現している。</p> <p>【思考・判断・表現】</p> <p>(ワークシート)</p> <p>A：作図した反射波を基に、合成波の波形をかいている。</p> <p>B：入射波を基に、反射波を作図している。</p> <p>★：P が自由端であることを確認させ、入射波を基にした反射波の作図の仕方を確認させる。</p> </div>	<p>○まず個人で考えさせた後、対話的活動によって互いの考えを比較させ、グループの考えとしてまとめさせた。</p>
	<p>(2) 教師の説明を聞き、正弦波の反射について確認する。</p>	<p>○自由端と固定端における波の反射について確認しながら、反射波と合成波の作図について説明した。</p>
<p>まとめ</p>	<p>5 本時のまとめを行い、家庭での学習の指示を受ける。</p>	<p>○本時で扱えなかった練習問題について、次時までに取り組むように指示した。</p>

授業実践の考察（授業実践 9）

視点 1 1 時間における生徒の変容

授業導入時において、波動実験器による自由端反射を観察した後、固定端の場合に反射波がどのようなかについて、生徒は対話的活動において自身の考えについて話し合いました。生徒にはワークシートに、対話的活動によって変わった自分の考えを、その理由を含めて記入させました。その理由の記入内容を分析すると、これまで学習した内容と結び付けて考えようとした記述内容は、対話的活動を行う前では 0% であったのに対し、グループで討議した後では 23.1% となっていました。対話的活動によってグループ内で考えを比較し合うことによって、これまで学習したことを基に説明を加え、考えの妥当性を高めようとしている様子が分かります。

例えば、資料 1 の生徒は、自分の考えについて選択肢から④を選んでいますが、なぜその選択肢を選んだかについて説明することができていませんでした。その後の対話的活動によって、自分の考えと他者との考えを比較し、現象を説明しようとする中で、より妥当性の高いと思われる考え方に変えていることが分かります。また、資料 2 の生徒は、個人で理由を考えた際に、「波の逃げ場がない」という誤った概念によって選択肢から③を自分の考え方として選んでいました。その後の対話的活動によって、これまでの学習した内容から、作用反作用の法則で説明できるのではないかというグループの考えを基に、ウェーブマシンが固定端から受ける反作用の力から位相の反転を考えようとしていたことが分かります。選んだ選択肢は対話的活動の前後で変わっていませんが、その選択肢を裏付ける生徒の考えは、対話的活動によって物理学的な思考によるものになっていることが分かります。

反対に、対話的活動の前後において理由の説明内容が変わっていない生徒が 23.1%、理由について記入していない生徒が 38.5% いました。このような層に対して、生徒がこれまで学習した内容を基に物理現象を考えさせるよう、生徒への発問など教師の働き掛けが重要であると考えます。

自分の考え (④)
その理由

グループで討議した後の考え (③)
その理由

資料 1 妥当性を高めた例

自分の考え (③)
その理由
波が逃げ場がない

グループで討議した後の考え (③)
その理由
作用、反作用の力からなる。

資料 2 理由が物理学的になった例

視点 2 単元における生徒の変容

(1) リフレクション・シートの回答からの考察

リフレクション・シートの記述について、設問「今日の授業で一番大切だと思ったことを書いてください」に対する生徒の回答を分析しました(表 1)。その内容を①知識・理解に関すること、②技能に関すること、③思考に関すること、④興味・関心、疑問に関すること、⑤対話的活動に関すること、⑥学習と無関係なこと、⑦無回答の 7 つに分類しました。

単元の最初の 1 時目に行った 1 回目のリフレク

表 1 リフレクション・シートの回答内容 (%)

	1 回目	2 回目	3 回目
①知識・理解	52.9	64.7	41.2
②技能	5.9	0.0	35.3
③思考	0.0	0.0	5.9
④興味・関心、疑問	0.0	0.0	0.0
⑤対話的活動	23.5	11.8	11.8
⑥学習と無関係	5.9	5.9	0.0
⑦無回答	11.8	17.6	5.9

ション・シートでは、波の性質における基本事項を多く取り扱う学習であったため、知識・理解に関する内容を書いた生徒が 52.9% でした。技能に関する内容を書いた生徒は 5.9%、思考に関する内容を書いた生徒は 0.0% でした。

対話的活動を通して行った単元の終わりである 4 時目に行った 3 回目のリフレクション・シートでは、知識・理解に関する内容を書いた生徒は 41.2%、技能に関する内容を書いた生徒は 35.3%、思考に関する内容を書いた生徒は 5.9% でした。作図を伴う学習内容であったため、技能に関する内容を書いた生徒が多くなっています。また、1 回目と比較して 3 回目の方が、物理で学習した内容を「授業で一番大切だと思ったこと」として書いた生徒が多くなっています。この結果は、1 単元内において、学習に積極的に取り組むようになったことを表すものであると考えられます。授業を担当した研究委員の印象としても、学習に積極的に取り組む生徒が多くなったと答えています。

(2) 評価問題に対する回答からの考察

単元の前後で実施した評価問題では、解答とその解答に至る考えを説明させる問題を出題し、表 2 の評価規準で評価しました。単元の実施前では、力学的エネルギーに関する思考力を問う問題を、単元の実施後では、定在波に関する思考力を問う問題を出題しました。その結果が表 3 です。

表 3 から、「正しい説明を基に正解している」ものは、対話的活動を取り入れる前の 6.3% から 25.0% に増えています。2 つの問題で難易度が異なることが考えられますので、単純に正答率が上がったから、思考力を身に付けることができたとは言えません。しかし、説明のない解答の割合が減っていることから分かるように、問題に対して何らかの考えを持って取り組もうとしている様子が、単元後の解答から見て取ることができます。

表 2 評価規準

1	正しい説明を基に正解している
2	正しくない説明だが正解している
3	説明がなく、正解している (解答のみ)
4	説明は正しいが、不正解である
5	説明が正しくなく、不正解である
6	説明がなく、不正解である (解答のみ)
7	無回答

表 3 評価問題の回答分析 (%)

	単元前	単元後
正しい説明を基に正解している	6.3	25.0
正しくない説明だが正解している	6.3	6.3
説明がなく、正解している (解答のみ)	12.5	6.3
説明は正しいが、不正解である	6.3	18.8
説明が正しくなく、不正解である	18.8	0.0
説明がなく、不正解である (解答のみ)	50.0	6.3
無回答	0.0	37.5

(3) 学習に関するアンケートからの考察

対話的活動を取り入れたことでの生徒の意識の変容を見るために、学習に関するアンケートを実施しました。事前、事後の 2 回のアンケートの結果については図 1、次頁図 2、3 に示しています。

授業中の学習活動に関するアンケート項目 (図 1) の中でも、質問 7 「その時間に学習している内容と、自分自身の経験や身近な事柄を関連付けて考えるようにしている」は大きく数値が変化した項目の 1 つです。質問 7 の数値が事前に比べて事後が高くなって

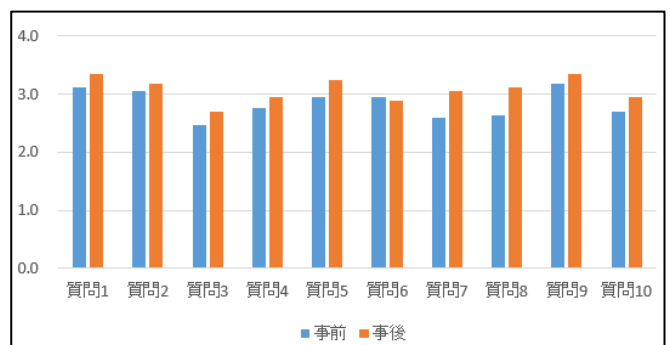


図 1 学習に関するアンケート (授業中の学習活動) における事前と事後の変化 (平均値)

いることから、生徒は授業で学習している内容を、自分自身の経験や身近な事柄と関連付けながら学習を進めていこうとする様子が分かります。これは本研究でねらっている思考力の高まりと考えることができます。

授業以外の学習活動（図 2）では、質問 1「授業の内容で大切だったことを意識しながら学習を行うようにしている」の項目で数値を大きく伸ばしており、家庭学習など授業以外での学習の場面においても、授業の要点を意識しながら学習を行っている様子が分かります。授業で学習したことを、家庭学習や休み時間など授業以外の場面において使って思考することで学習を進めていることが考えられます。また、授業中においても授業以外の場面においても、疑問があったら先生や友達などに質問をして、分からないことを解消しようとしている意識が高まっていることも、アンケート結果から分かります。

教科に対しての意識（図 3）については、質問 6「物理ができるようになると自信がつくから」と 8「物理を学ぶことで自分が成長できると思うから」の数値が大きく数値を伸ばしています。物理ができるということが自信につながっていること、物理の学習の有効性を生徒が実感している様子が分かります。自由記述においても、「物理が楽しい」のように、物理に好意的な記述が目立ちました。

図 1～3 から、いずれのアンケート項目においても、否定的な回答が事前よりも事後で増えるということはありませんでした。生徒は、今回の対話的活動を通じた学習によって、学習に対する意識を高めながら、授業や家庭などでの学習に取り組んでいたことが分かります。

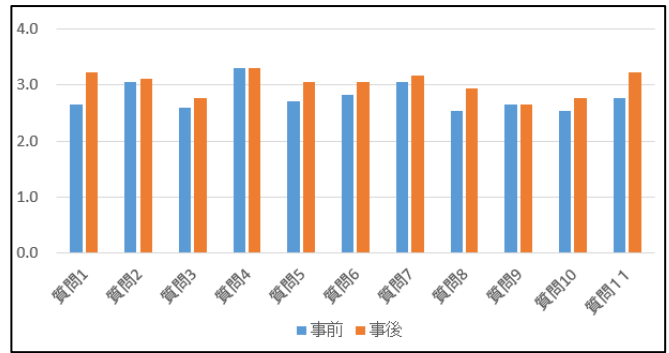


図 2 学習に関するアンケート（授業以外の学習活動）における事前と事後の変化（平均値）

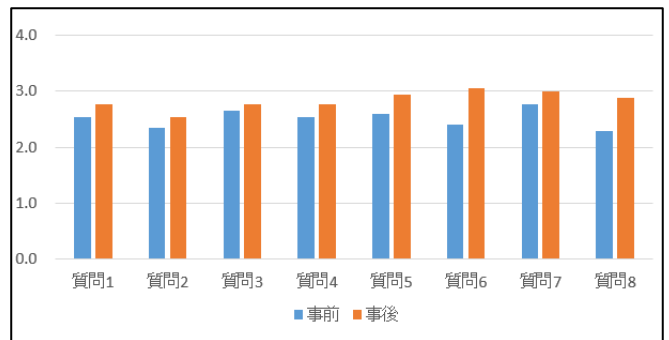


図 3 学習に関するアンケート（物理を学ぶ理由）での事前と事後の変化（平均値）