

中等教育研究開発室年報 第32号 (2019年3月31日発行) 別冊電子版  
2018年度 授業実践事例

理科 高等学校第Ⅱ学年

波 音の性質 (干渉)

授業者 梶山 耕成

(教育研究大会 公開授業)

広島大学附属中・高等学校



## 高等学校 理科(物理) 学習指導案

指導者 梶山 耕成

- 日 時** 平成 30 年 10 月 13 日(土) 第 2 限 10:35～11:25
- 場 所** 第 1 物理教室
- 学年・組** 高等学校Ⅱ年ア群 33 人 (男子 21 人 女子 12 人)
- 単 元** 波 音の性質
- 目 標**
1. 波の基本的な性質を理解している。(知識・理解)
  2. 波の基本的な知識を用いて波の干渉を説明する。(思考・判断・表現)
  3. 協働的な学びを通して波に関する学びを深める。(主体的に取り組む態度)

### 指導計画 (全 10 時間)

- |     |             |                 |
|-----|-------------|-----------------|
| 第一次 | 波の基本的な性質の理解 | 4 時間            |
| 第二次 | 波の干渉        | 2 時間 (本時 2 / 2) |
| 第三次 | 定常波の例とその性質  | 4 時間            |

### 授業について

前時まで学習してきた波の諸性質 (波の表し方, 波の独立性, 重ね合わせの原理, 回折, 干渉等) は, 多様な波動現象を説明するための基本的な知識である。こうした知識を用いて新しい現象 (今回の事例は音の干渉) を説明する際, 獲得した知識をどのように活用するか, また, 自分の考えを他者へ伝える, または他者の考えを理解するといった協働学習を通して, どの地点まで自分の考えを内省的に振り返り理解を深めることができるか, に注目する。こうした学習活動が科学的な探究を通して展開されるよう, 波動の学習を素材として授業を構成する。知識の確認の場面, 資料等必要な知識を得る場面, 課題を解決するときの探究的な活動の場面, こうした”場”を提供することで, 教師はファシリテーターとしての役割を果たすと共に, 生徒による協働学習, 学習する集団, として授業が展開できるよう試みる。

### 題 目 波 音の性質 (干渉)

#### 本時の目標

1. これまでの波の性質に関する知識を用いて, 音の干渉現象を説明することができる。(思考・判断・表現)
2. 科学的な方法で音の干渉現象を探究することができる。(思考・判断, 主体的に取り組む態度)

#### 本時の評価規準 (観点/方法)

1. 自分の知識や理解した事柄を整理し, 他者に伝えることができる。(思考・判断・表現/生徒観察)
2. 協働学習を通して自分の考えを振り返ることができる。(主体的に取り組む態度/生徒観察, 確認のためのテスト (後日))

### 本時の学習指導過程

学習内容	学習活動	指導上の留意点
<p>[導入]前時までの復習 波の基本的な性質</p> <p>[展開]本時の学習の提示 音の干渉現象の探究</p> <p>[終結]振り返り 理解した内容，課題解決のための基本となる考え方のまとめ</p>	<p>これまで波の性質について学習した内容を振り返る。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・課題の提示 「振動数が分かる音源装置，スピーカー2台，巻き尺，これらを用いて空気の温度を測定する方法を考えなさい。このとき，どの程度の誤差の範囲になるか，計算して示しなさい」</li> <li>・生徒どうしの話合い</li> <li>・生徒の考えた実験による演示実験</li> </ul> <p>・本時で学習した事柄を各自でノートにまとめる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・具体的な事物等を提示しながら簡潔に，また網羅的に確認する。</li> <li>・はじめは，生徒2人1組で考えさせる。</li> <li>・続いて生徒数を4人(または3人)までのグループに拡張する。</li> <li>・適切な資料が活用できるよう支援する。</li> <li>・全員が理解すべき学習内容を簡潔に説明する。</li> </ul>
<p><b>備考</b> 使用教科書 物理 改訂版 (啓林館)</p> <p>参考資料 2014 EDITION PHYSICS OXFORD IB DIPROMA PROGRAMME David Homer, Michael Bowen-Jones, OXFORD University Press</p> <p>使用教具 大電力低周波発信装置，スピーカー (2台)，巻き尺</p>		

## 実践上の留意点

### 1. 授業説明

本校は3年前から理科におけるアクティブ・ラーニングの展開に取り組んできた。本校が考える深い学び3点に加え、昨年度、磯崎先生から頂いた指導を参考に授業を考案した。その指導とは、①教師はファシリテーターとしての役割を果たすこと。②学ぶ価値のある課題を設定すること。③生徒のつぶやきなどを拾い、授業を修正すること。④観察・実験がベースになっていること。⑤科学と社会の関係を意識し、日常生活の文脈で科学を捉え直すこと、の5点であった。

その一方で、授業者は改めて理科教育を見直し、「科学とは説明することである」と捉えた。つまり、科学を学習するということは、自分が分かっているというだけではなく、そのことを説明し、それを他者に伝えることである。さらに、相手から影響を受けることで、自分自身の理解を集団の理解にしていくということである。この捉えに基づいて授業を構成したいと考えた。知識や経験を内化し、他者とコミュニケーションをする中で説明を外化する活動を授業に組み込んだ。さらに説明ができることで、本人の理解がさらに深化していくといった理解の往還を目指した。

授業の展開を理解の流れから分類すると、個の理解と集団の理解、そしてそれらの往還になる。個の理解とは、生活世界の用語と科学の用語を組み合わせ言語化することである。一方、集団の理解とは、個によって表現された言語だけではなく、非言語化された図やグラフ、モデルや式を用いて集団に転化させ、メタ認知をはたらかせながら説明や討論を通して深化させていくことである。

次に、観察・実験が授業のどの場面においても現れていることが大切である。事象の観察や実験結果を教科書や資料集で済ませてしまうことは科学の本質から遠ざかることになる。そこで本時では音の干渉のようすを実際に耳で確かめたり、オシロスコープを用いて波形の様子を観察させたりすることに留意した。

リフレクションといわれる最終的な振り返りは非常に大切で、自分は何を学んだのか、何が課題だったのかを振り返り、個の中で往還させることが必要である。本時ではその時間が2分しかとれなかったことが反省点として残るが、本当はここでしっかりと時間をとりたいところであった。

本時の展開は、まず始めに課題を出した。これは生徒が「あっ」と思う課題でないといけない。今回提示した「2つのスピーカーとメジャーを用いて、気温が分かるか」という課題は非常に面白いと思った。実はこれまでの授業では気温と音速の関係は触れておらず、教科書や資料を用いて自分が知りたい情報を生徒が調べることを期待した。さらに、誤差が重要な意味をもつことに生徒自身が気づくように、個人→2人→4人で考えさせた。今回の授業の問題点は、与えられた課題を全員で考えることができていない、結果に納得のいかない生徒がいる点であった。

最後に、「⑤科学と社会の関係を意識し、日常生活の文脈で科学を捉え直すこと」について、今日の授業ではできなかったので、次回以降の授業で実施する予定である。その内容としては、科学的なデータをもとに判断することである。今回の実験におけるスピーカーのレイアウトと振動数の関係から、干渉の間隔が4cmの誤差の場合、温度の誤差は±20℃である。ここから、「温度は測れない」と判断をするのではなく、「±20℃の温度が測れる」という結論に導きたい。当然、実用にはほど遠いが、役に立つことと、誤差を含めても確かに測れるということは違うことを生徒に教えていきたいと考えている。

参考文献 John Ziman「科学の真実」(2006)“Real Science”

## 2. 研究協議より

・課題の与え方（方法）や、そのレベルなどに日々難しさを感じている。どういったことを考慮しながら、その点について考えているか。また、本時の課題の与え方で生徒が導けるという確信はどの程度あったのか。または導けないという確信についてはどうか。

→今回の課題については、生徒が導くことができるという確信はあった。新しそうな課題・単元であっても、中学校の既習事項から導ける可能性は多いにある。本時の内容においても、中学校での既習事項が生きる部分があったと考える。今回の課題を超えるために必要な知識は「波長を求めること」「温度と音速の関係をすること」の2点である。1点目については、前時までの既習事項（光の干渉）をヒントに導けると思った。2点目については、教科書や資料に必ず書いてある内容になるため、自分たちで見つけることができると思った。そのような指導をこれまで彼らは受けてきている。情報が揃えば、あとの組み合わせはできる。情報量が少ないように思える課題の与え方は、インパクトがあるため面白いと考える。

・誤差の計算について、ヤングの近似が使えない範囲であったため、誤差論を実施するのであれば近似の使える範囲の議論が必要だったのではないかと。また、誤差を減らすにはどうしたらよいかなどという議論は今後していく予定なのか。

→次の授業で式の守備範囲の説明はする予定である。生徒は式が出てくるとその成立条件を余り考慮せずにとりあえず使ってしまうので、今回はわざと一度失敗させようと思い、先の説明を避けた。また、実験をする条件は本当にこれで良いのかという投げかけによって、教えるのではなく引き出すという形で誤差を減らす方法の議論をしたいと考えている。

・日常的に個人で、4人での活動は実施しているのか。

→実施している。ただし、2人ではあまりやっていない。個人で考え、それを書くこと・文章にすることを重視している。また、生徒同士で話をさせることで、生活言語では伝わらないことを感じさせ、科学用語で説明できるように指導している。

・グループでまとめをすること、個人でまとめをすることの違いは何か。

→両者は全く違う。重要なのは最後に個人でまとめをすることである。グループでまとめをする際に気をつけなくてはならないことは、できない子ができる子に引っ張られる。わかった気になってしまうということである。ただし、場数を踏み、ゆっくり考えさせるべきなのでグループでの活動を取り入れるべきではある。今回は時間がなかったため、グループでのまとめは省略をした。

・本時の授業における先生の投げかけは、生徒の心に科学の火が灯るような投げかけであった。授業が終わっても、生徒はその火を灯したままであると感じる。先生が工夫をしている点は何か教えてほしい。

→校舎がリニューアルされる前は、科学者たちの写真を教室に飾っていた。科学は様々な研究者たちが作ったものであり、普遍的なものではない。もし、気に入らなければ君たちが作っても良い。もっと違うものがあったても良い。今あるものに対して疑ってかかる必要があるのではないかと考え指導をしている。測って終わりではなく、疑いをもつ視点の提供や時間設定があっても良いのではないかと。教室をそういった雰囲気にするのを工夫している。