

授業実践

波の基本性質を理解するために ～手作り水面波発生装置を用いた生徒実験～

東海大学附属高輪台高等学校教諭
稲葉 哲之介

1. はじめに

「波の性質」では、身近な波の現象である音や光を理解するために重要な知識となる波の基本性質（反射，屈折，回折，干渉）について学習する。この单元では、水面波発生装置を用いた演示実験、映像教材の活用、ホイヘンスの原理を用いた理論的解説を授業の中心としていた。しかし、波の基本性質を本質から理解するためには、波が発生し、進むようすを生徒自身が間近で観察することが最も効果的である。そこで、水面波発生装置を用いて是非とも生徒実験を実現させたいと考えた。

今回は、2011年11月に実践した「手作り水面波発生装置を用いた生徒実験」を紹介したい。

2. 実験器具の作製

演示実験に利用される水面波発生装置は、生徒実験、特に3～4人のグループ実験に必要な台数を揃えるには高価である。そこで、2011年7月、東海大学教育開発研究所による理科教員研修に参加した際の100円ショップ「ダイソー」の商品で理科教具を作製するという経験を活かすことにした。実際には、「ダイソー」に加え「東急ハンズ」で購入した材料を加工することにより、水面波発生装置の作製に挑んだ。では、実際に作製した器具を紹介する。

①水そう

書類整理用のプラスチックの箱である。内側には反射波の影響を削減するためにスポンジをつけた。ここにおよそ400mlの水を入れ、水深が約6mmになるようにして実験を行った。

②平面波を発生させるための木材

長さ15cmのうすい板である。

③球面波を発生させるための釘付木材

球面波を発生させるために、釘を付けた木材である。波源2個のものは4cm間隔、4個のものは3cm間隔で釘を付けてあり、「干渉」を観察する際に用いた。

④反射板として使う定規

20cmの定規である。自在に曲げることができるので、曲面での反射波を観察することも可能である。

⑤水深を浅くするためのガラス板

「屈折」を観察するための厚さ約1.5mmのガラス板で、写真立てから取り外したものである。厚さ3mmのゴムをガラス板の4隅に取り付けた。これにより、ガラス板上の水深を約1.5mmにすることができた。

⑥障害物用のドレッシングボトル

少し大きめのドレッシングボトルに水を入れ、「回折」を観察するための障害物とした。

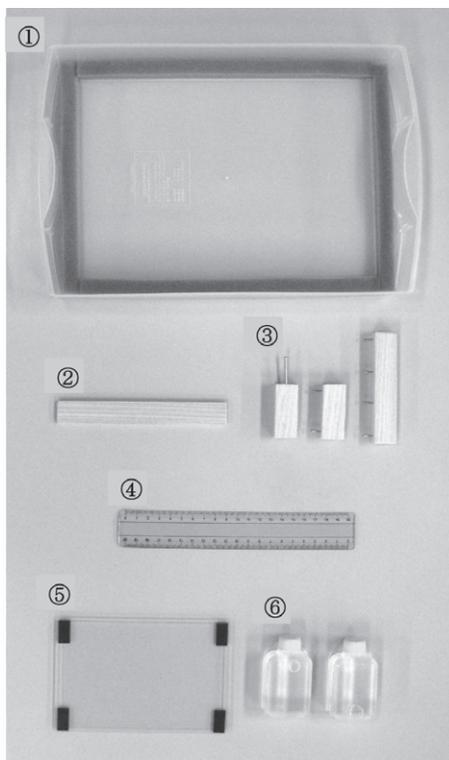


図1 水面波発生装置

以上の器具の作製にかかった費用は、1セットあたり約700円であった。

3. 実験の進め方と観察結果

生徒たちは、②や③の器具を使って手で波を発生させた。自らの手によって波を起こしたことで、振動が伝わり波が進むという現象を体験することができた。

観察したのは、「波の進み方」「反射」「屈折」「回折」「干渉」の5つである。生徒は、この5つの現象について「観察→スケッチ→観察してわかったことの記入→観察して疑問に思ったことの記入」という活動を1時間（50分）で行った。尚、スケッチ、観察してわかったこと、観察して疑問に思ったことはワークシートに記入した。図2はワークシート記入欄の例である。

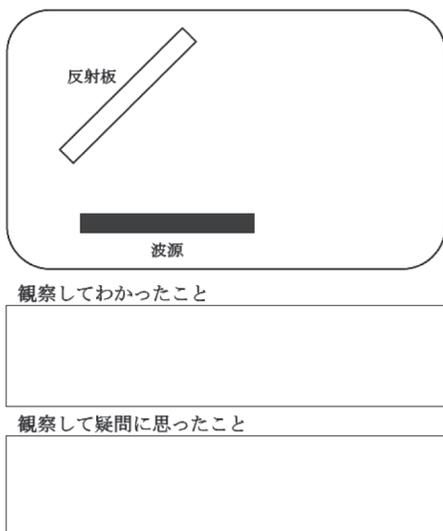


図2 ワークシート記入欄の例（波の反射）

それでは、「波の進み方」「反射」「屈折」「回折」「干渉」それぞれの実験の進め方と工夫した点、観察結果について述べていきたい。

『実験0』波の進み方の観察

水面を振動させて発生した波を観察し、波面と波の進行方向の関係を調べた（図3）。観察によってその関係が“垂直”であることを見つけるには、球面波のみでなく平面波でも試すのが効果的である。



図3 波の進み方の観察

『実験1』波の反射の観察

反射板に球面波と平面波を送り、反射波を観察した（図4）。入射波と反射波が干渉してしまうことから、5つの実験の中で最も観察がしにくく、“入射波＝反射波”の関係の確認は困難であった。

少しでも観察しやすくするために、LEDライトで水面を照らすことを試みた。照らす角度を調節するなどの工夫により、水面を見やすくすることができる。



図4 波の反射の観察

『実験2』波の屈折の観察

まず、平面波を送りガラス板で浅くなった部分と深い部分での波の進む速さの違いを観察した。ガラス板上を進む波の速さが遅くなることが、波面の間隔がせまくなることから確認できた。

次に、平面波を送り、波面に対して斜めに置いたガラス板上に侵入した波が屈折するようすを観察した（図5）。波の進行方向が変化するようすをよく確認することができた。

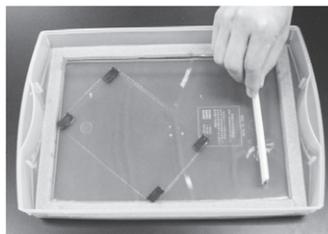


図5 波の屈折の観察

【実験3】 波の回折の観察

まず、平面波が障害物に当たった後、どのように進むかを観察した。障害物の裏側に回り込むようすが観察できた。

次に、平面波が2つの障害物のすき間を通り抜けた後、どのように進むかを観察した(図6)。すき間を通り抜けた波が障害物の後ろで広がりながら回り込むようすが観察できた。

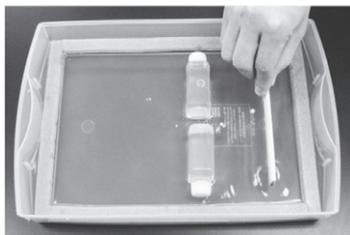


図6 波の回折の観察

【実験4】 波の干渉の観察

波が重なり合うとき、どのような波ができるかを観察した(図7)。波源が2つの場合と4つの場合で観察を行ったが、干渉縞を確認することはやや困難であった。波源の間隔を大きくすることで若干観察しやすくなった。波源が4つの場合では、4つの球面波が重なって1つの平面波になるようすを見ることができ、ホイヘンスの原理を確認することができた。

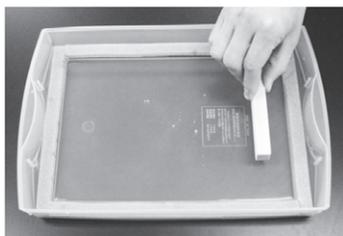


図7 波の干渉の観察

4. 実験後の学習

実験結果を基に、生徒たちは自分のグループ(各グループ3名)が担当する現象(「反射」「屈折」「回折」「干渉」のうち1つ)について発表を行った。実験結果とその考察、学習した原理について発表し、ディスカッションをすることで、科学の分野での表現力を養うことがねらいである。発表内容は、「実験結果」「実験でわかったこと」

「実験で生じた疑問と疑問に対する自分たちの回答」「現象の説明」とした。

発表準備の段階で学習効果が最も高かったと思われるのは、「実験で生じた疑問と疑問に対する自分たちの回答」である。疑問を整理し、それに対する自分たちの回答を考えるのであるが、教科書や図書館の文献などで調査をするグループもあれば、もう一度実験をして解答を導こうとするグループもあるなど、グループごとに試行錯誤しながら疑問の解消を目指すことができた。

5. 本実験の評価

実験後、アンケート調査を実施したところ、生徒からは、「波のようすを実際に見ることができ、理解しやすかった。」「実験によって、教科書の図をイメージしやすくなった。」「実験を行うだけでなく、現象を観察しながら調べたことで理解が深まった。」などの感想が得られた。波が発生し進むようすを間近に観察できたこと、そして実験結果を踏まえて原理を学べたことで生徒たちも学習の成果を実感したようである。

また、「実験→結果→考察の手順を踏んだことで、より興味をもつことができた。」という感想も見られた。実験において基本的な手順であるものの、学習のねらいを明確にし、教師が学習プログラムに工夫を凝らすことにより、生徒が探究活動そのものに興味をもつようになると期待される。

6. おわりに

毎日コンピュータに向かって授業の準備をしていると、筆者が小学生、中学生のころの先生の手作り教材を思い出すことがある。何か“温かさ”を感じたことを覚えている。“手作り”の指導が、1人でも多くの生徒の科学への興味・関心に結びつくのではないかと信じている。

7. 謝辞

実験器具の作製と本原稿のための写真撮影を手伝ってくださった本校実験助手の柴崎智宣さんと青木鉄兵さんに、感謝の意を表したい。