

# (1) 物理コース「音っておもしろい」

理科(物理) 村井利行

高校物理で扱うドップラー効果・共鳴・うなり・固有振動を扱い、分かりやすく、しかもツボを押さえた説明を心掛けた。授業の進行に沿ったテキスト(4ページ)も用意したが、授業中には特に使わず、家に帰ってから読んでもらうという目的であった。以下、扱った項目ごとに、内容と受講生の反応などを記す。なお、受講生数は14名(3年10名、2年2名、1年1名)であり、また、本校の1年生2名が授業の手伝いを買って出てくれた。

## 1. ドップラー効果

クラクション音のドップラー効果を録音したテープを再生。音程の変化だけから、車の速さの見当がだいたい付く、という点を強調。この録音は、私が通常の授業用に録音したもので、車の速さは70km/h強であり、向かってくるときと去っていくときの音程差がおよそ全音(半音二つ)になっている。これを聞いた後で、市販の「ドップラーボール(防犯ブザーを中に入れたウレタン球)」にひもを付け、頭上で回した。教室でも実際にドップラー効果が聞けることを示した。簡単な実験ではあるが、受講生は「あ、分かる分かる」と楽しいそうだった。

ドップラー効果の原因の説明には、定番の水波の投影(OHP)を用いた。ここでは「波の進む速さは、波源の進む速さには影響されない」「音波の速さは、車の速さには影響されない」ということを強調した。半径の異なる円をコピーした透明シートを受講生に配り、波紋のシミュレートを行ってもらった。

## 2. 共振・共鳴

共鳴音叉を二つ用いて、共鳴の実演をした。中学校にもありそうに思う道具だが、意外と見ていないのが実情である。今回の受講生も皆、初めて見た様子だった。片方の音叉を強く鳴らすと、もう一方の音叉が自分で鳴り出す…受講生は「わー!」と驚いていた。

共鳴・共振の原因は、「ぶらんこ」をその周期に合わせて押すと振幅が増すことで説明した。音叉やギターを声で共鳴させる実演をやり、大いに沸かせた。また、音叉に金属片を付けて周波数を少し変えると、途端にほとんど共鳴しなくなることも示したが、これには受講生も「うーん」と改めて納得した様子であった。連成振り子も実演し、これをもとに、地震と建物の揺れといった自然界での共振現象にも話を発展させた。

## 3. うなり

上の2. で用いた2つの共鳴音叉の片方に金属片を付けて一緒に鳴らすと、音の強さが周期的に変化

する。音程差は、余程注意深く聞かないと分からない程度なのだが、うなりは誰にでもはっきり分かる。

うなりの原因を二つのメトロノームを使って説明する、という工夫を試みた。二つのメトロノームの周期を少し違えておくと、二つの打音が同時になったり、互い違いになったりを周期的にくり返す。この場面で、手伝いの本校生徒にもメトロノームになってもらった…それぞれのメトロノームに合わせて踊ってもらった！これで、うなりの原因が分かりやすく説明できたか、というと少々心許ない。しかし、少なくとも、うなりの原因を考えると「あの踊りを振り所にすればよい」という印象を強く与える効果はあっただろう。周波数の食い違いが大きいほど、うなりも激しくなることを、音叉を使って示した。さらに、実際的な話として、合奏の場面でのうなりの話や、周波数の違いが必ずしも、うなりにならない（協和音の場合）ことにも触れた。

#### 4. 固有振動

トランペットは3つしかピストン（押すところ）がないのに、たくさんの音が出せます。それどころか、何にも押さなくても、多くの音が出てきます！

実は、これはトランペットに限ったことではなく、いろいろなものが、ごく普通に持っている性質なのです。音叉は普通、ゴムでたたきますが、その場合は「ポーン」と鳴ります。でも、硬いものでたたくと「キーン」と高い音がします。「ポーン」も「キーン」も音叉が起こす振動から出てくる音なのです。「音叉が起こす振動」のことを「音叉の固有振動」といいます。音叉は、少なくとも2つの固有振動をもっているわけです（実際にはもっとあります）。

これは、当日のテキストの一部である。これと同じ流れで、固有振動の説明をしたが、特に、一つの物体が固有振動をたくさん持っている、ということ強調した。長い“ばねロープ”の一端を固定し他端を振動させる。基本振動に対して、2倍、3倍…の振動数でユーモラスな固有振動（定常波）が生じることを実演した後、受講生にもプラスチック製の“ばねロープ”を二人に一つ渡し、各グループで“固有振動作り”に挑戦してもらった。何倍振動までできるか！？と皆楽しくロープを振っていた。

最後に、フルートを用いて、管（気柱）の固有振動を聞く、という実演を行った。全穴塞いだ状態で吹き方を変え、色々な音程を吹いて出すのである。ここで注目すべきことは、出てくる音がド・ミ・ソのどれかになっている、ということである。もっとも、第7倍音は音階から外れるのもまた面白いので、それも実演した。いわゆるラッパの音が、まさにド・ミ・ソの音であることを思い出してもらった。

体験授業で「音」を扱ったのは、今回が2回目である。前回は「音・楽器・音楽」というタイトルで盛りだくさんの話題を用意したが、実施時期（10/31）に問題があったとはいえ、受講申し込みは芳しくなかった。中学生にとって「光」が「人気テーマ」であることは、これまでの実践でよく分かっていたが、なんとか「音」でも受講生を集めたい、と考えていた。今回はその点、満足な結果であった。毎度、手前みそにはなるが、受講生も体験授業に満足げであった。

授業を手伝ってくれた本校生徒には、感謝の意を表す。受講生も“先輩”のおかげで、リラックスできただろうし、授業を楽しみ雰囲気にし、大いに活気づけてくれた。