

物理コース：音を「聞いて」「見る」

理科（物理） 朝 倉 彬

1. はじめに

「音（波）」は中学校第1学年の理科において音の性質について学習する。その中で音の大きさ、高さ、音色の3要素が音波のどの要素と関連づいているかを理解し、大きさと振幅、高さと振動数については中学校段階においてもオシロスコープ等を用いてグラフの形状とともに理解を深めている。音色については小学校の音楽でさまざまな楽器による演奏で響きが異なることを理解する段階や、日常生活でさまざまな音色や声を聞いている体験から自然と音色の理解についても触れている。しかし、音色について中学校理科では掲載はあるものの、音波との関連はあまり触れられていないことが多い。高等学校においても、音波を定量的な側面で取り扱うものの音色については紹介程度で留まっている。

本授業では、高等学校で取り扱う音に関する物理現象や定量的観点を紹介しつつ、「人の声」を題材に音色の理解を深めることを目的に授業を実施した。

2. 授業構成

2.1. 波や音の概要について

1 テーブル2,3名単位で参加者には自由に着席してもらいグループを組んでもらった。はじめは波や音に関する事例を復習として授業者側から紹介した。波のグラフについても「変位-位置グラフ」「変位-時間グラフ」の2つがあることや、横波と縦波の違いなど、音の3要素についての復習も含めながら進めた。

2.2. 音が出る（鳴る）しくみ

次に、音が出る（鳴る）仕組みを実際の楽器を用いて説明をした。弦楽器についてはギターを、管楽器についてはトランペットを題材にして発音に着目して考えてもらった。弦楽器は、中学校理科ではモノコードを扱っていることや、振動している弦や弦の長さや状態によって音の高低する変化が観察しやすいため考えやすい。一方で管楽器は、リコーダー等で実際に生徒自身が使用している楽器であるが、振動しているもの自体が見えにくい（見えない）こと、音源の振動は小さいものの共鳴によって増幅されたものを音として認識していること、共鳴により音の高低の考え方が弦楽器よりも複雑になるため、少し理解がしにくそうな生徒も見受けられた。

この点から、共鳴という点においては、理解がしにくい部分であることが見て取れる。「声」も音の1つだが振動している声帯が直接見えないことや、喉から口までの形状で音の高低や音色が変わるため、中学校段階で教材として取り扱いが難しい部分であることが理解できる。授業では気柱共鳴管も見本として提示し、音や共鳴を可視化するツールとして紹介した。

2.3. 自分の声やいろいろな音を分析する

生徒自身の実習として、『映像と音声分析・合成ソフトで学ぶ「音・波動教育用デジタル教材」』で提供されている、「音知（おんち）」で生徒自身の声を録音・波形分析等を行った。さらに、「作音（つくね）」を用いて分析した音の倍音の値を用いて生徒自身の声を音階で表して聞いてもらった。

「音知（おんち）」には声紋分析の機能もあり音波の振動数を濃淡で表すこともできる（図1）。この図を見ると、1文字を発しているにも関わらず、様々な振動数が同時に発音されていることがよくわかる。さらに、

それぞれの音の振動数の間隔が均等に見える部分もあったり、振動数として同様な上下の動きをしている部分や、それぞれの振動数の濃淡の違いなど注目部分が多い。生徒たちも、同じ声や違う声で試してみたり、1文字ずつの違いを注意深く見ていたり様々だった。このアプリケーションでは音波波形をフーリエ変換することができ、倍音表記で定量的に表示される。その値を用いて「作音（つくね）」で音を合成して音階で表した。原理的にはヴォコーダーと同様である。

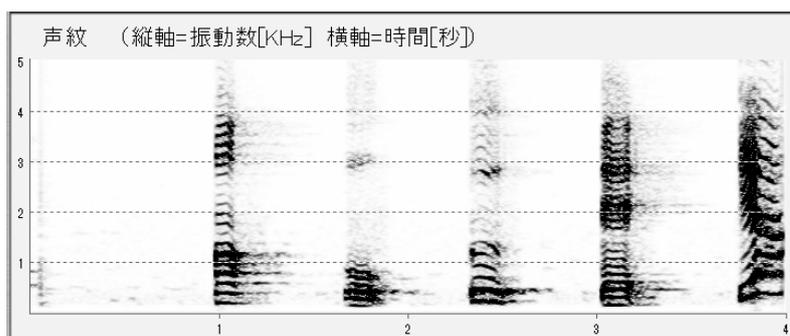


図1 「音知（おんち）」での声紋分析画面

3. 参加生徒等からのコメントから理解度をみる

アンケート回答をまとめたものは pp.109-115 を参照されたい。授業の最初に、理科の物理分野（光、力、電気など）は苦手ですが？という問いかけに多くの参加生徒が正直に手を上げてくれた。そのような中でも授業の難易度に対しても「ちょうどよい」と回答している生徒が多い。「音」は比較的馴染みやすく、ピアノなど楽器等と親しみがある生徒には導入には良い教材と考えられる。自由記述でも「難しいのかなと思っていましたが楽しかったです」「理科が少し好きになれました」という導入面での好印象がみてとれる。

さらに「授業の前と後で音の感じ方が変わりました」「音は波であるということが実感できました」というコメントのように物理学の見方・考え方として重要な点において気づきを得ている生徒もいることがわかる。中学校1年生で取り扱う内容から少しの教材の工夫で、理科に興味関心が高い生徒をより視野を広く考えてもらえるきっかけになること、普段の生活の中にも多くの物理学の現象がありそれらは自分たちでも理解できることがあることを感じ取ってもらえることは、今後の理数教育としては重要な視点であると考えられる。