

物理と数学 『音源の振動』～数学を利用して音階を作ろう～

| | |
|-----|-----------------------|
| 日時 | 令和元年11月13日(水)第6校時 |
| 場所 | 第1物理実験室 |
| 対象 | 福井県立武生高等学校 理数科 2年1組 |
| 指導者 | 物理 小原 崇裕 数学 福島 健一郎 |

1. はじめに

音の高さと振動数の関係は、物理で学習する内容である。しかし振動数と音階の関係には、数学の等比数列が大きく関わっている。今回は試験管内の気柱共鳴を題材とし、音階を作成した後に実際に気柱共鳴を起こし、和音を作成する。その際、物理の内容に関しては物理科教員、数学的要素については数学教員が担当することにより、教科横断的な授業を試みる。

2. 単元計画

- (1) 等比数列と音波の基本知識によって試験管の気柱の固有振動数を求め、音階を奏でる。(本時)
- (2) 開講端補正を計算した上で正しい音階を奏で、和音を作成する。

3. 本時の題材について

試験管の中に水を入れ気柱共鳴を生じさせる際、気柱の長さを調節することによって、音階を奏でることができる。しかし、開講端補正を考慮しなければ、音の振動数は計算値とずれてしまう。平均律のラ(440Hz)～ラ(880Hz)までの13音の各振動数は、等比数列で計算することによって導き出すことが出来る。本時では対数表を使用した計算を行うが、対数表の活用は京都大学の入試問題(2019年度数学)でも出題されており、対応が必要であると考えられる。なお、気柱共鳴は2年次物理、等比数列は2年次数学で学習済みの内容である。

4. 生徒について

男子20名、女子16名、計36名の理数科クラスである。数学や物理に対して強い関心をもって取り組む生徒もいるが、数学や物理に対して苦手意識を持っている生徒も同数程度いる。物理分野では、日常生活で見られる現象を教材にすると特に反応がよいが、文字による計算を苦手とする生徒や、現象をイメージすることを苦手とする生徒も多い。グループ活動には慣れており、数学や物理の授業の中で、生徒同士で積極的に教え合う場面がよく見られる。

5. 本時の目的

- ・音階について、等比数列の知識を活用するとともに、対数表を用いた計算方法に慣れる(数学的視点)。
- ・音波の基本公式 $v=f\lambda$ を容易に用いることが出来るようになるとともに、音速は温度に関係する物理量であることを意識することが出来るようになる(物理的視点)。
- ・数学、物理、さらには音楽に密接なつながりがあり、日頃の学習が音階という日常的なものに関係していることを実感する(教科横断的視点)。

5. 本時の展開

| 段階 | 学習活動 | 指導上の留意点 | 評価と方法 |
|------------|---|---|-------------------------------------|
| 導入 5分 | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">試験管の気柱共鳴について考えよう</div> <p>問いに対する答えをワークシートに記入する。</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・気柱共鳴における粒子の動きを示すアニメーションを投影する。 ・教師側で「音の高さ」について議論し、「音階」の学習につなげる。 ・試験管 18.2cm の気柱共鳴によってラ (440Hz) の音が鳴ることを伝える。 | <p>気柱共鳴の学習内容の定着については、定期考査で評価する。</p> |
| 展開① 25分 | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">1 2 音階の振動数を数学を活用して求めよう</div> <p>各グループが担当する 1 音の振動数について、以下の手順で求める。</p> <p>(1) 1 2 音階が等比数列になっていることに気づく。</p> <p>(2) 公比$\sqrt[12]{2}$を求める。</p> <p>(3) 対数表を用いて$\sqrt[12]{2} = 1.06$を導き出す。</p> <p>(4) ラ (440Hz) をもとに振動数を計算する。</p> | <p>生徒の気づきを随時教員が拾い上げ、適宜全体で共有する。</p> | <p>グループの気づきをループリックを用いて評価する。</p> |
| 展開② 10分 | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">学級で音階を奏でてみよう</div> <p>得られた振動数をもとに、試験管に入れる水の量を計算し、実際に気柱共鳴を起こす。</p> <p>音階の順に鳴らし、正しい振動数が得られたかを確認する。</p> | <p>以下の点等の生徒の気づきをよく観察する。</p> <p>(1) 音速が温度によって変わること。</p> <p>(2) 開講端補正が深く関係すること。</p> <p>音階が心地よく聞こえないのは、「誤差」だけが原因でないことを伝える。</p> | <p>グループの気づきをループリックを用いて評価する。</p> |
| まとめ 10分 | <p>下記の問いに対する答えをワークシートに記入する。</p> <p>(1) 音階と等比数列の関係についての問い</p> <p>(2) 本時の試験管による気柱共鳴実験で、何に気づいたか。</p> <p>(3) 次時の実験で取り組む内容は何か。</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・数人を指名して共有する。 ・次時に、本時の実験の続きを行うことを伝える。 | <p>授業後、ワークシートを添削し、評価する。</p> |

6. 反省

7. ご高評