

大学基礎課程における音波の共鳴実験の可視化

篠原 美有¹⁾, 関口 宗男¹⁾, 和田 浩明¹⁾, 杉本 隆之¹⁾, 西山 枝里²⁾

1) 国士舘大学 理工学部

2) 大阪大学 熱・エントロピー科学研究センター

shinohara.mi@kokushikan.ac.jp

Visualization of Sound Wave Resonance in a University Basic Physics Laboratory Course

Miu Shinohara¹⁾, Motoo Sekiguchi¹⁾, Hiroaki Wada¹⁾, Takayuki Sugimoto¹⁾, Eri Nishiyama²⁾

1) School of Science and Engineering, Kokushikan Univ.

2) Research Center for Thermal and Entropic Science, Osaka Univ.

概要

国士舘大学理工学部ではインクルーシブ教育の実践に向けた取り組みとして、ICT を活用した物理実験テーマの改善を試みている。2025 年度はオシロスコープを用いた気柱の共鳴実験を実践し、共鳴現象を視覚的に観測できる方法を検討した。学生アンケートからは、測定のしやすさや理解促進につながる一方、機器の操作や設置方法に課題があることも明らかになった。

1 はじめに

国士舘大学理工学部では、1 年生を履修対象とした物理実験を開講しており、基礎的な物理現象を体験的に学ぶ機会を提供している。近年、教育現場では多様な学習者に対応するインクルーシブ教育[1],[2]の重要性が高まっており、ICT を活用した新しい実験方法の導入が求められている。本研究では、物理実験の題材の一つである気柱の共鳴実験を取り上げる。従来、この実験は二人一組で行い、音の変化を耳で判断する方法で行ってきたが、聴覚的感覚に依存するため学生によって測定のしやすさに差が生じる可能性があった。そこで今年度より、音の波形を視覚的に観測できるようにオシロスコープを導入した。この取り組みは、一人で実験を行う学生や音の変化を聞き取りにくい学生にとっても理解を助けるだけでなく、全員が同じ条件で現象を観測し合える点で、インクルーシブ教育の実践にもつながると考えられる。

用変換コード(図 3 (a))、マイクロフォン付きスピーカー(図 3 (b))、コード 2 種類(図 3 (b))、AC アダプタ 2 種類(図 3 (a),(b))、デジタル温度計もしくはアルコール温度計(図 3 (c))、気圧計、気温湿度計



図 1 気柱の共鳴装置

2 気柱の共鳴実験方法

2.1 使用器具

今回の実験では、以下の器具を使用した。

気柱の共鳴装置(図 1)、オシロスコープ(図 2)、ハンディ低周波発振器(1200 Hz)(図 3 (a))、発振器

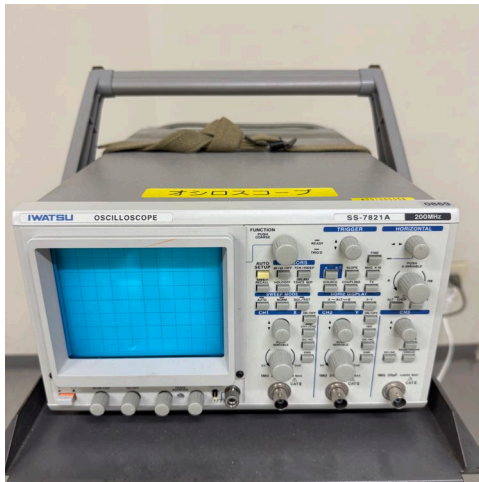


図2 使用したオシロスコープ



図3(c) 使用器具



図3(a) 使用器具

2.2 設置方法

まず最初に、使用器具を図4のように設置した。



図4 設置方法



図3(b) 使用器具

このとき、発振器用変換コードの端子同士の接触による短絡が生じないように留意し、接続した。

次にハンディ低周波発振器の周波数を 1200 Hz、音量を 1 に設定した。なお、音量を 2 以上に設定するとオシロスコープで観測可能な音の強度を超えるため、この条件を採用した。

また、スピーカーに設置したマイクロフォンが外部の音声や環境音を拾わないよう、管口端部に可能な限り近づけて設置した(図5)。



図5 マイクロフォンの設置

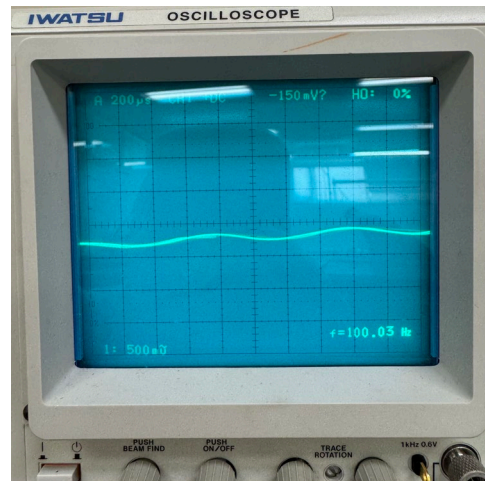


図6 (b) 共鳴直後の波形

最後に、オシロスコープの時間(横軸)を 200 μ s, 電圧(縦軸)を 500 mV に設定した。

2.3 実験方法

低周波発振器により設定した周波数の音波を、スピーカーを用いて水面に向かって入射させた。この入射波と水面で反射した音波が重ね合わさって生じた合成波をマイクロフォンで検出し、その信号をオシロスコープ上に波形として表示させた。水の入ったカップを上下させることで、ガラス管内の水面の高さを変化させ、オシロスコープで形成される波形を観察した(図6(a),(b))。図6(a)のように振幅が大きくなる瞬間のガラス管の目盛りを読み取り、共鳴点を測定した。管口に近い方から順に第一共鳴点とし、第四共鳴点まで同様の方法で各2回ずつ測定し、この操作を3セット行った。ここで、共鳴の直後に図6(b)のように振幅が小さくなる瞬間があるので、共鳴点の位置を予測することが可能であった。

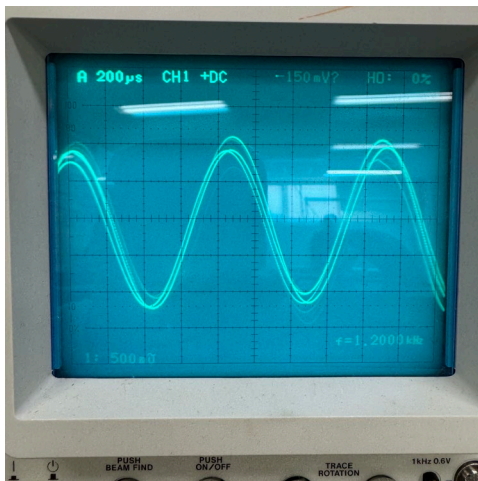


図6 (a) 共鳴点の波形

3 実践の成果と考察

3.1 実践後のアンケート結果

今年度春期に、32名の学生が物理実験を履修し音波の共鳴実験を行った。その中で、9名の学生がオシロスコープを用いた実験を行った。実験終了後の学生アンケート(図7)から次のような意見を得た。

Q1.表示された波形を見ながら
ガラス管の高さを読み取れましたか?

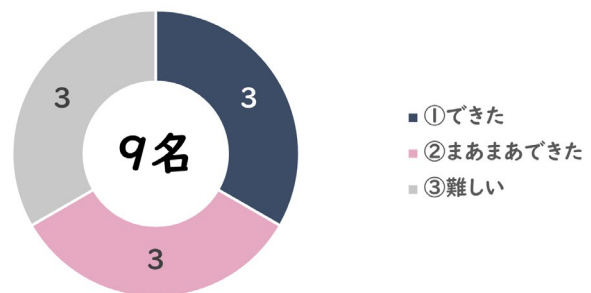


図7 オシロスコープを使用した学生の結果

できたと答えた学生からは、音叉で音を出す操作が不要なため実験に集中できたこと、共鳴点が明確であり音叉と違って音が小さくても測定ができたこと、一人でも実験ができるので自分のペースで測定ができたこと、誤差が少なかったことなどの意見が得られた。

まあまあできたと答えた学生からは、耳で共鳴点を判断する手間が省けたこと、二人で役割分担して実験を進められたことが挙げられた。

難しいと答えた学生は、一人で行ったため水位

を安定させにくく目盛りの読み取りが難しかったこと、第四共鳴点の測定ではオシロスコープの位置の影響で共鳴した位置での目盛りの読み取りが難しかったなどの意見があった。

一方でオシロスコープを使用せず、音叉を使用して二人一組で音波の共鳴実験を行った学生のアンケート(図8)では以下のような意見を得た。

Q2.オシロスコープを使って 実験を試みたかったですか？

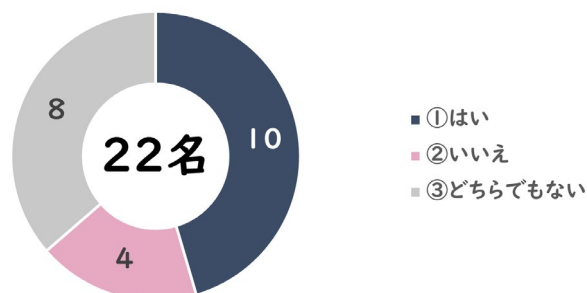


図8 音叉を使用した学生の結果

オシロスコープを用いた実験を試みたかった学生からは、新しい経験をしてみたい、オシロスコープを使ってみたい、高校では経験できなかったため実験を試みたかったなどの意見が寄せられた。また、音叉を使用した実験が楽しかったため異なる装置で同様の実験を行いたいこと、音波の共鳴実験への興味や好奇心からといった意見も挙げられた。

いいえと答えた学生からは、オシロスコープを知らなかった、操作が大変そうなどといった意見を得られた。

どちらでもないと答えた学生からは、オシロスコープを使用した実験は難しそう、音叉でも実験はできたため必要性を感じなかったなどといった意見が挙げられた。

3.2 考察

アンケート結果から、オシロスコープを導入することで、音の変化を耳で判断する負担が軽減され、共鳴点が視覚的に確認しやすくなることが明らかになった。また、音の変化を聞き取りにくい学生にとっても波形として観測できることが、インクルーシブ教育の観点から有効であると考えられた。

一方で、機器の大きさや設置場所によって目盛

りが読み取りにくいといった意見もあったため、オシロスコープを小型のものに変更し、共鳴点の位置に合わせて実験しやすい場所へ移動できるようにするなど、機材面での改善が望まれた。

また、実験開始前にオシロスコープの基本的な使い方を説明することで、学生は実験の具体的なイメージを持つことができると考えた。そのうえで、学生への意思確認を行い、オシロスコープを使用する学生を決めることで、主体的な学びが促進されると考えた。

しかしながら、本実験でオシロスコープを使用した学生はまだ少なく、音叉を用いた実験とオシロスコープを用いた実験のいずれがより適しているかを明確に判断することはできなかった。今年度が導入初年度であり、得られたデータも限られていたため、実験自体の有効性について結論付けるには至らなかった。今後も継続的にアンケートを実施して学生の意見や結果を蓄積していくことで、オシロスコープを用いた解析や実験方法の改良につなげられると考えた。

以上のことから、オシロスコープの活用は学生の主体性を引き出し、インクルーシブ教育の実践にも役立つ可能性が示唆される。今後は、学生からの意見を反映させつつ、実験環境を改善し、オシロスコープを用いて得られた実験結果の解析方法などを検討することで、より高い学習効果を実現できる実験へと発展させていくことが可能であると考えられる。

4 参考文献

- [1] 文部科学省 中央教育審議会 初等中等教育分科会 特別支援教育の在り方に関する特別委員会、共生社会の形成に向けたインクルーシブ教育システム構築のための特別支援教育の推進(報告)、pp.1-11、文部科学省、2012年7月23日。
- [2] 文部科学省 障害のある学生の修学支援に関する検討会、障害のある学生の修学支援に関する検討会報告(第三次まとめ)、pp.1-2、文部科学省、2024年3月22日。