

## 物理チャレンジ 2012 第1 チャレンジ実験優秀賞

2012年7月3日

特定非営利活動法人 物理オリンピック日本委員会

実験や解析に工夫が見られた特に優れたレポート提出者のうち次の10名を実験優秀賞とした決定した。

### 1209009 田邊実佳 (茨城県立水戸第二高等学校3年生) 「2つの方法による音速の測定」

2つの方法によって音速を測定している。(1) 距離/時間の方法。地元の花火大会(夜梅祭)を利用し、花火の様子と音をビデオカメラで撮影して音の遅れを測定し、打ち上げ場所までの距離は Google Map で求めている(花火の高さは誤差範囲内)。日常の出来事を利用して精度の高い測定に成功している。(2) 気柱共鳴の方法。容量の異なるメスシリンダーに息を吹き込んで鳴る音の波形をフーリエ変換して周波数を求めた。開口端の補正を考慮して解析している。2つとも簡単であるがオリジナリティのある実験である。

### 1209011 西村勇輝 (江戸川学園取手高等学校2年)

#### 「誤差の小さい音速の求め方と音速と気温の関係」

4つの方法によって音速を測定している。(1) 距離/時間の方法①。60 m 離れた音源からの到達時間をストップウォッチで測定。(2) 距離/時間の方法②。離れた2つのマイクで拾った音を PC に入力して時間差を測定。(3) ドップラー効果の利用。音源をオートバイに載せて測定。(4) 波長の測定。音波の波形を PC につないだマイクで測定し、マイクを後退させて1波長ずれる距離を測定。測定された波長に振動数を乗じて音速を求めた。さらに、部屋の気温をエアコンによって変化させ、音速の気温依存性も測定した。物理が実験室にとどまらず、どこにあっても成り立つことが実感できる一連の実験は力作である。

### 1215006 伊知地直樹 (東京都立小石川中等教育学校5年)

#### 「レンズを用いた音速測定法の開発」

2つの手法によって音速を求めている。(1) 2つのスピーカーに届くパルス音波の時間差の測定。(2) 水をつかった音波に対するレンズを作成し、その焦点距離を測定して水中と空気中の音速の比から音速を求めた。主実験は(2)であり、(1)はそのための予備実験と位置づけられている。レンズによる光の屈折現象を音波にあてはめるという独創性の高い実験である。水を使った音波に対する凹レンズを自作した。測定誤差に関して、水レンズ系の主点や球面収差、レンズの曲率の測定誤差など、さまざまな観点から検討している。独自のアイデアに基づく実験を自ら設計し、装置を自作し、データの解析も定量的に行っている。研究レベルの独創性の高い実験レポートである。

**1215037 佐久間洋司（東京都立小石川中等教育学校 4 年）**

**「Arduino を用いた自作測定装置による音速の測定」**

マイコン Arduino を用いた測定系を自作し、同一音源からの音を 2 つのスピーカーで検出して、その時間差から音速を求めている。測定系の自作および性能の検討のため、販売元の会社の技術者に詳細を問い合わせたりして、測定系の時間測定精度やノイズ、データ転送速度などを考慮し、それらを最終的に音速測定の誤差として取り込んでいる。研究レベルの実験レポートである。

**1215077 森 泉（東京都立小石川中等教育学校 5 年） 「音速の測定」**

2 つの方法によって音速を測定している。(1) 気柱共鳴。アクリルパイプをホームセンターで購入して気柱共鳴管を自作した。測定中に気温を変えて、音速の気温依存性も測定した。(2) パルス音波の伝搬時間の測定。2 個のマイクの、音源からの距離の差によって生じる時間差を測定して音速を求めた。誤差の吟味もよく、完成度の高いレポートである。

**1218023 出口裕佳（桐蔭学園高等学校 3 年生） 「実用的音速測定法開発へのアプローチ」**

3 つの方法によって音速を測定している。(1) 拍子木を一定間隔でたたき、その打音と校舎の壁面からの反射音が等間隔になるようなリズムで連続してたたいて音の往復時間測定をし、測定精度を上げた。誤差の原因として壁面の凹凸や音の壁面への入射角度の考察を行っている。(2) 片開口端管による気柱共鳴の実験。(3) 両端閉口端の自作共鳴管による測定。発振器につないだイヤホンとマイクとを管の一端に固定し、振動数を変えながら管中に立つ定在波をオシロスコープで観察して音速を求めた。さらに管内温度を変えて、音速の温度依存性を測定した。誤差の原因をさまざまな角度から検討している。

**1218040 吉川康太（横浜市立横浜サイエンスフロンティア高校 3 年生）**

**「4 種類の音速測定法」**

4 つの方法によって音速を測定している。(1) 気柱共鳴の方法。(2) クインケ管による音の干渉の方法。(3) ラプラスの式 音速  $V = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$  ( $\gamma$  は比熱比、 $R$  は気体定数、 $T$  は気温、 $M$  は気体の分子量) から音速を求めるため、注射器によるボイル・シャルルの実験やドライアイスの昇華の実験などを行って、比熱比、空気の分子量、気体定数を実験的に求めた。(4) ドップラー効果を利用。振り子のおもりとして音叉をぶら下げ、直下に設置したマイクで音を記録して周波数の変化から音速を出そうとしたが、この方法は成功しなかった。実験した量が膨大であるとともに、それぞれの方法で測定データを直線フィッティングし、誤差を含めて精緻な解析を行っている。

#### 1237004 川畑幸平（灘高等学校3年生）「音速の測定とその応用」

2つの方法によって音速を測定している。(1) リコーダー（縦笛）を使った気柱共鳴の実験。リコーダーによって出した各音の周波数を、マイクから取り入れた信号をフーリエ変換して求め、開口端補正の係数も実験的に求めた。気柱の長さ対周波数の逆数のデータを直線フィットして、その傾きから誤差を含めて音速を求めている。理科室にある気柱共鳴装置ではなくリコーダーを使っても定量的な測定が可能であることを示した。(2) パルス波の観測。イヤホンで発生させた音のパルスを長さ $l$ のパイプ ( $l=50\text{ cm}\sim 2\text{ m}$ ) のなかで伝搬させ、出口に設置したマイクで検出して、その信号をオシロスコープで観測して伝搬時間  $T$  を測定した。 $l$ 対  $T$  のデータ点を直線フィットして音速を求めた。また、パイプ中を  $\text{CO}_2$  ガスで満たした時の音速を測定することによって、ラプラスの式 
$$V = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$$
 ( $\gamma$  は比熱比、 $R$  は気体定数、 $T$  は気温、 $M$  は気体の分子量) から  $\text{CO}_2$  の分子量を求めた。実験のアイデアおよびデータ解析はすでに研究レベルである。

#### 1247015 内藤寿稀（徳島県立脇町高等学校3年生）「音速測定の方法の追究」

3つの方法によって音速を測定している。(1) 筒の一端から入れた音パルスが筒のなかを伝搬し、閉ざされた他端で反射されて戻ってくるまでの時間をパソコンにつないだマイクと音声解析ソフトを用いて測定した。(2) 気柱共鳴によって、音速の気温依存性を測定した。(3) 音波の位相を利用した測定。2つのマイクと2現象オシロスコープを用いて、同じ音を2か所で観測した正弦波の位相差が0または $\pi$ になる場合をリサージュ図形によって定めて半波長の長さを測定した。非常にユニークな方法である。また、スピーカーとマイクを水中に入れて水中での音速を測定しようとしたが成功しなかった。チャンレンジする姿勢は評価に値する。

#### 1249010 河村祐輝（愛媛県立三島高等学校3年）「音速に迫る5つのアプローチ」

5つの方法によって音速を測定している。(1) 自作のパラボラ集音器での風船とろうそくの実験（風船の破裂で生じたパルス音によってろうそくが吹き消されるまでの時間を測定しようとした）。(2) 公園の遊具のパラボラ集音器でのパルス音の時間差測定。(3) 片側開口端の気柱共鳴の実験。(4) クインケ管の音の干渉実験。(5) 両端閉口の気柱共鳴の実験。(1)では、焦点距離  $25\text{ cm}$  のパラボラ集音器を自作したが実験が成功せず、(2)で直径  $2\text{ m}$  のパラボラ集音器遊具を用いて音波の波形をオシロスコープで測定。失敗しても更なる方法を試みる姿勢は高く評価できる。(5)では、気柱の温度を  $6^\circ\text{C}\sim 46^\circ\text{C}$  の間で変化させて音速を測定し、気温が  $1^\circ\text{C}$  変わるごとに音速が  $0.6\text{ m/s}$  変化するという結果を得た。しかし、これは音速が経験則（文献から）より  $1^\circ\text{C}$  の変化に対して  $1.5\text{ m/s}$  変化することとずれている。その原因を空気中の水蒸気圧から考察している。測定結果をずれの原因を論理的に追及している姿勢は高く評価できる。