

科学ワークショップにおけるオシロスコープの活用の試み

高梨沙織*

Experiment of new approach with oscilloscope on science workshop

Saori Takanashi*

はじめに

川崎市青少年科学館（通称：かわさき宙（そら）と緑の科学館）では、定期的に「実験工房」というワークショップを行っている。これは、「21世紀子どもサイエンス事業」の一端である（かわさき宙と緑の科学館（川崎市青少年科学館）(編), 2012）。開催時間は2時間で、時間内であれば、いつでも参加できる。一連の作業にかかる時間は15分程度とし、当館の一室において、参加費は無料である。参加者の対象は来館者（年齢制限なし）であり、科学工作物の作成や、化学反応を見るなど、簡単な工作や実験を行っている。この科学ワークショップを行う目的の1つとしては、「科学的な視点でものを捉える機会を増やすこと」にあると考えている。

当館における「実験工房」の参加者は、未就学児と保護者、小学校低学年と保護者の組み合わせが特に多い。そのため、解説や科学工作を行うにあたっては、未就学児や低学年でも理解しやすく、滞りなく作業が行えるように、準備を整えておく必要がある。その1つが配布用紙の作成で、ワークショップ終了後でも、着目してほしい点を復習できるようにするためである。もう1つは、参加者が最低限の道具の使用で済ませられるように、あらかじめ準備物に加工や細工しておく必要があるが、それは、15分程度という時間的な制約内で完成、完結できるようにするためである。また、参加者の心身に負担、怪我なく、安全に取り組めるように道具立てを注意しなければならない。

以上の留意点をふまえて企画したテーマが、『「音」を見てみよう』である。「音」は、文部科学省の定めた学習指導要領（文部科学省（編）, 2008a; b）に基づくと、中学校第1学年の「音の性質」で初めて学習する。そのさいに、「オシロスコープ」という実験機器を使用する例が取り上げられている。「音」は目で見ることはできないが、オシロスコープを通してであれば、その液晶表示画面に映し出される「波形」により、音を「見る」ことができる。波形は、音の大小、高低、音色の3要素を、視覚的に理解しやすい。今回使用したオシロスコープは、「実験用オシロスコープ YDS-10K（ヤガミ製）」（図1）で、付属の専用コンデンサマイクが捉えた「音」が、常に液晶に「波形」として映し出される。そのさい、表示固定スイッチを押すだけで、液晶表示画面（波形）を固定（一時停止）することができる。上手く「波形」を捉えることが一度できなくとも、再度スイッチを押すことで固定が解除され、やり直しが素早く簡単にできる。そのため、未就学児や小学校低学年でも、容易に操作ができるのではないかと考えられた。中学校で学習する以前から、音に対する興味、関心を高めることができるのではないかと想定し、実際に「実験工房」において試行的に使用することにした。



図1. 実験用オシロスコープ YDS-10K（ヤガミ製）。

準備・指導案およびワークシートの作成

実験機器のオシロスコープは、当館が所有している7台を使用する。電源は、1台につきエネルーブ（サンヨー製の単3ニッケル水素電池）2本を用意した。加えて、講師の実演用に使用する音叉（図2）およびモノコード（図3）を用意した。音叉は、常に440 Hzの単音を出す。波形が単調でわかりやすいと考えたため、使用することにした。モノコードは、2弦式のものを用意した。移動駒（矢印）の位置をずらすことで、低音から高音までを出すことができる。低音および高音の波形を、各々例として見せるために使用した。



図2. 音叉。

*川崎市青少年科学館（かわさき宙と緑の科学館）
Kawasaki Municipal Science Museum

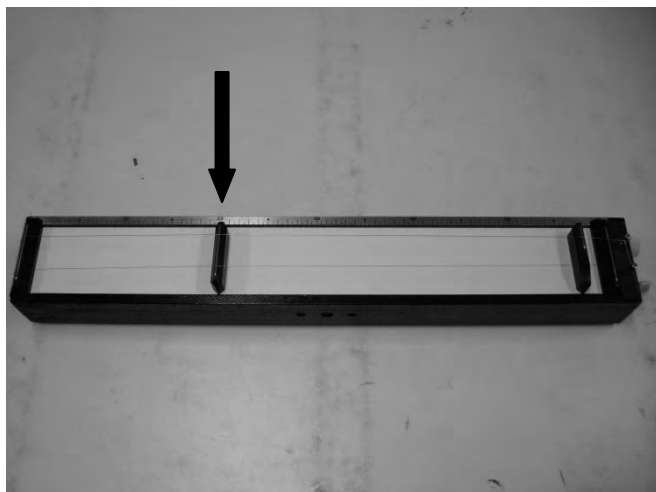


図3. モノコード。

指導案は、以下のように作成した (表1)。

表1. 指導案

時間	活動内容	留意事項・備考
導入 5分	<ul style="list-style-type: none"> 音について (解説) オシロスコープで分かること →機材を使って演示 	<ul style="list-style-type: none"> 会話は「音」を組み合わせさせて交わすもの 音の3要素の紹介 音叉で実演 →1つの音 (単音) などで波が単調 音が小さくなるにつれて振幅が狭まる ワークシート配布 →波の見方を確認する
展開 10分	<ul style="list-style-type: none"> 人の声等、音を調べる 	<ul style="list-style-type: none"> 波の形が違うことに気付かせる
2分	まとめ	<ul style="list-style-type: none"> 会話の「音」を区別できるのは、波の形 (振動数、振幅、音色) が異なるから

「波形」は非常に多様で単一ではないので、1例として紹介するために、見本シート (図5) を作成した。指導案の展開では人の声を調べることを主とし、まずは人の声の母音 (a, i, u, e, o) を見本シートにすることを考えた。参加者が同じ「波形」を記録し比較することで、実験に取り組む意欲が高まるのではないかと仮定したためである。ただし実際には、著者自身の声で記録を試みたが、母音以外の要素を含めて発音しているようで、一定の波形を記録することができなかった。そのため、息を吹き込めば、常に一定の「音」を出すことができる、ギター用の調子笛 (調律用のピッチパイプ) (図5) を採用した。ギターの弦数に合わせて6段階の音程があること

を活用し、高音から低音にかけて「波形」が異なってくるようすがわかるように作成した。6種類の波形を記録するさい、時間調整ツマミを左から4番目の目盛り、振幅調整ツマミは左から5番目の目盛りと統一した。振幅が液晶表示画面内に収まるように調整した結果である。液晶表示画面に固定した波形は、デジタルカメラで撮影した。これは、今回用いたオシロスコープは履歴として記録保存することのできる機能がないためである。見本シートの作成は、Microsoft Office 2013のWord 2013ファイル上に、Windowsアクセサリのペイントで切り抜いた撮影した画像を貼りつけた。資料 (志村 (編), 2006; 平野他 (編), 1998) に掲載されていた音の「強弱」「大小」など基本となる波形の図を参考に、ワークシート (図6) を作成した。A5サイズ横向き1枚、左半分には「弱い音」「強い音」「高い音」「低い音」の「波形」の例をWindowsアクセサリのペイントで作成し、同様にMicrosoft Office 2013のWord 2013ファイル上に貼り付けて作成した。右半分には波形のない枠を配置し、参加者が自由に調べた「波形」を記入できるようにした。

実施結果

2016年10月1日に実施した。参加者は56名 (大人30名、子ども (未就学児、小学生を指す) 26名) で、未就学児と保護者の組み合わせが圧倒的に多く、次いで子どもと保護者の組み合わせ、小学生2名、大人2名が参加した。

参加者の様子をうかがうと、以下のような結果が得られた。

- ・初めに音叉で実演を行ったため、注目を集めることができた。
- ・オシロスコープを用いた実演により、音を波形で「見る」ことができることに対して、驚きの表情をみせていた。
- ・オシロスコープの操作は、未就学児の場合は親が代行に行うことが多かったが、子ども自身が操作していた例も半数以上みられた。
- ・子どもによる「あ (a)」の声と、親による「あ (a)」の声を、2台のオシロスコープで記録し、双方の「波形」に違いがないか、比較していた。
- ・未就学児の中には、オシロスコープで「調べる」意識を示さず、ただ大きな声を発することで楽しむことにしか興味を示さない子どももいた。
- ・子どもが調査した結果を、子ども自身ではなく親がワークシートに記入していた。
- ・子どもが「波形」をワークシートに記入するときは、オシロスコープとワークシートとを何度も見比べて写していた。
- ・参加した中には、発した声を変えることで、「波形」が異なることに気付いた子どももいたようであった。

まとめ

オシロスコープなどの機材を使用した演示を行うことで、参加者の「音」への興味、関心を十分に高めることができたと感じられた。参加者の意識を惹きつけるためには、こうしたツールを介するのが効果的であることがわかった。

今回用いたオシロスコープの操作は、振幅調整ツマミ、時間調整ツマミを、はじめに声の波形がきれいに表示されやすいように予め定めておき、参加者には、表示固定スイッチのみ操作する点に限定

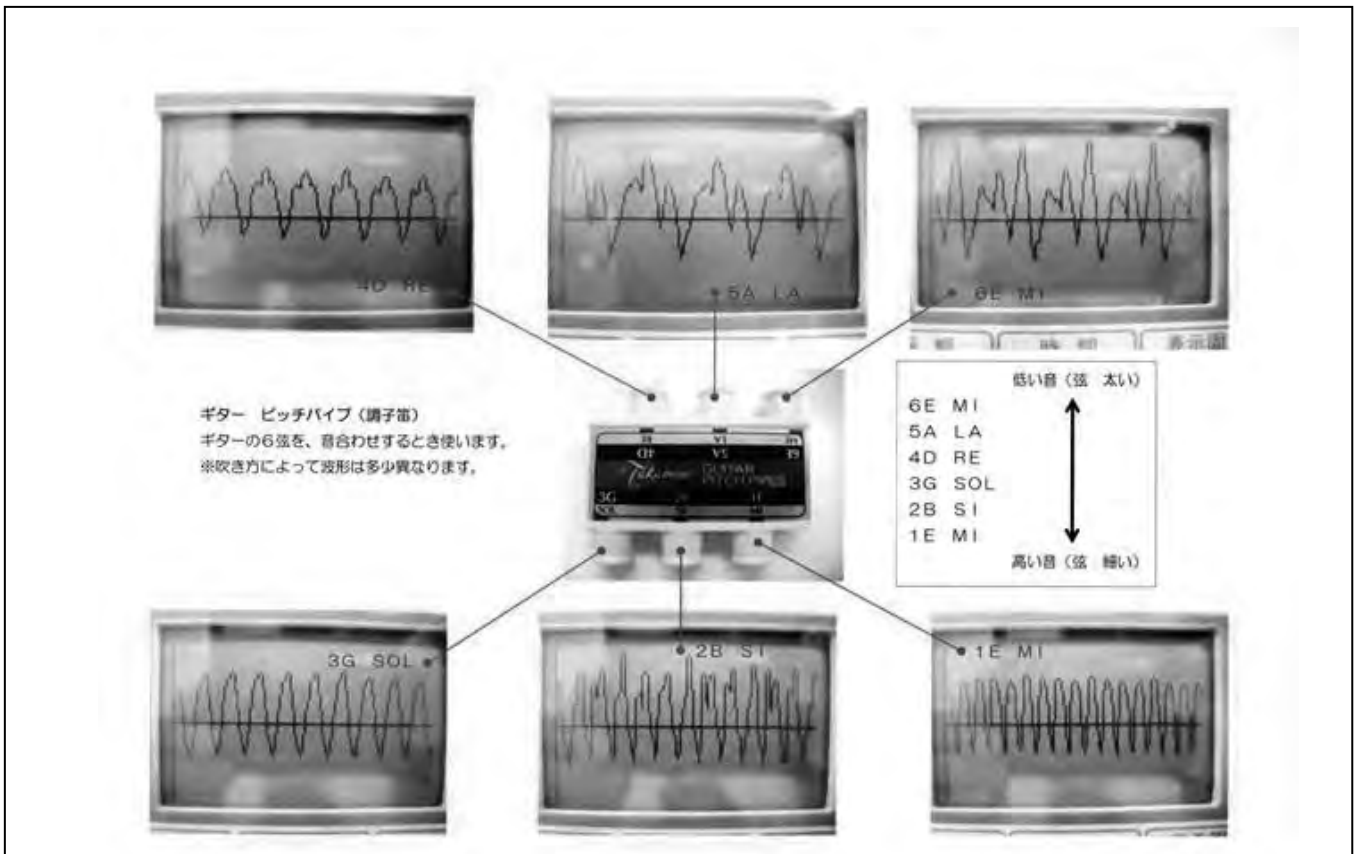


図5. 見本シート。

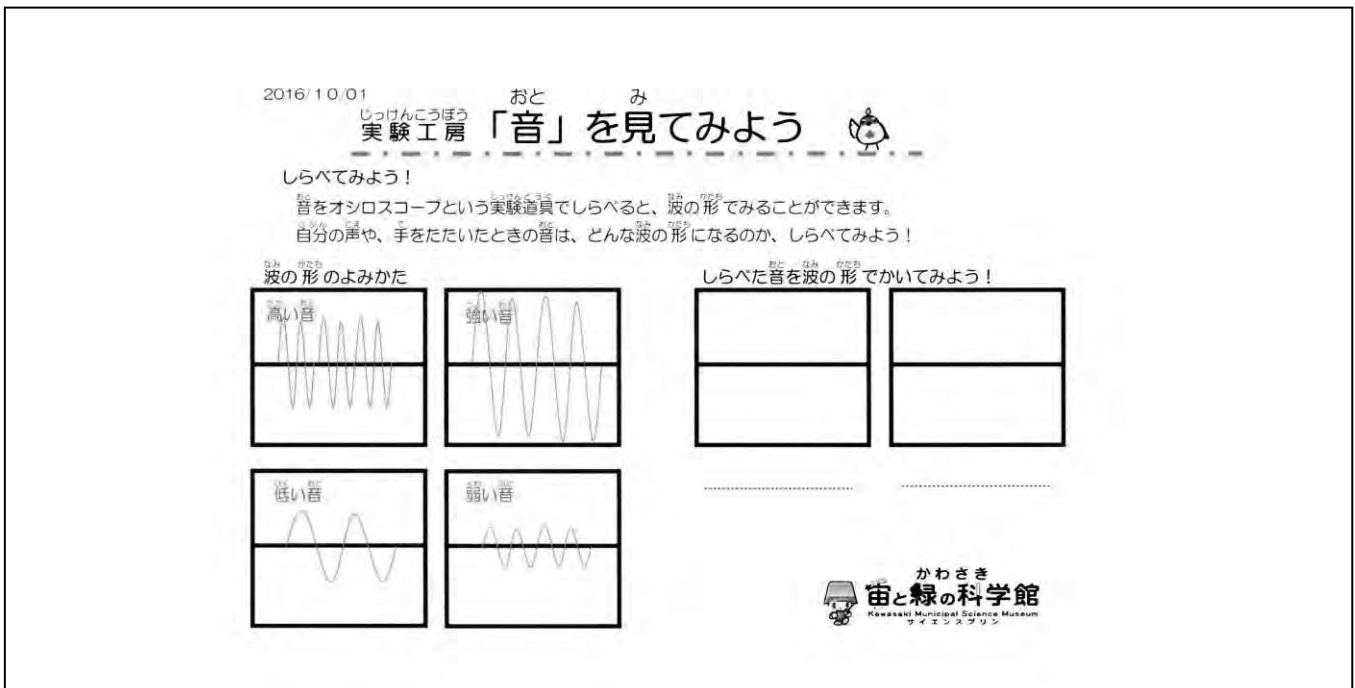


図6. ワークシート。

しておけば、条件付きではあるが、容易に扱えることが確かめられた。

ただ、参加者 (とりわけ未就学児) の中にはおもちゃとして乱暴に扱うようすが見られ、ツマミの位置を定めておいても、いじって変えられてしまう傾向があった。このことから、精密さを伴う実験機器の取り扱い方、実験することの意義を事前にいかに理解しても

らうかは、対象年齢の設定とともに今後の課題である。また、固定したい波形が表示されていても、スイッチを押すタイミングが合わないようすがみられた。声を出しながらスイッチを押すタイミングを計る、というのは、想像以上に難しい動作のようである。このことは実際に、筆者自身がワークシート用の波形 (声の母音) を記録しようとしたさいにも経験したことである。声の音量が変われば、

ツマミを調整しなければならぬが、調整している最中に息が切れてしまい、スイッチを押すまでに至らないことがあった。見本シートでは、一人が調子笛を吹き、もう一人がオシロスコープを操作する2人体制で調べたため、正確な記録を速やかに撮影記録することができた。一人きりで取り組むよりも、2人一組で実施したほうが、固定する波形の精度が高まったのではないかと考えられる。

配布するワークシートでは、漢字は重要と思われる個所にしか使わず、「ひらがな」を振るように気を付けている。それは、すべての参加者自身が1人でオシロスコープを扱い、ワークシートに記入するところまで取り組めるようにと立案したためである。しかし、未就学児の中には、それでもまだ読むことが難しい子どももいれば、そもそもワークシートを見る、書くということを意識していない子どもも見られた。

オシロスコープは一般的に、「音」あるいは「波」等をテーマにした講座でなければ使用される機会がない。加えて、学習指導要領に基づいた教科を学んだ中学生以上でない限り、「音」と「波形」のつながりに触れることはないと考えられる。そのため、年齢制限を設けないワークショップであれば、未就学児や小学生でも、音の性質を理解するまでに及ばないまでも、「音」と「波形」のつながりを、漠然とではあれ体感として早い段階で認識することができ、中学校での「音の性質」の学習に取り組みやすくなると考えられる。実施結果から、意欲的な参加者の大半は、子どもである印象を受けた。親は、付き添いや補助として参加しているように見受けられた。

以上のことを概観すると、オシロスコープの操作が容易なため、未就学児レベルでも「音」と「波形」のつながり、音源のものが異なれば、振幅の幅や、波形も異なるという結びつきを見出せると感

じた。今回は声のみで実験してもらったが、人の声だけでなく、録音済みの動物の鳴き声であったり、楽器などいくつかの道具を用意することで、興味や関心の更なる向上が期待される。ただし、今回のような開催時間中自由参加型の科学ワークショップを行うのであれば、対象年齢を小学生以上に設定したほうが、オシロスコープを通して「音」の意義を参加者が理解できると思われる。また、小学生以上の子どもと親が参加した場合、親が子どもの考える力を促すように話しかける様子がよく見られることから、親子での参加は、科学に対する子どもの意識を向上させる効果が期待できると思われる。そのため、ワークシートの修正を行うことで、相乗効果が得られると考えられた。演示終了後の各自で調べる時間では、調べる内容をワークシートに明確に記載しておくことで、実験に掛かる時間の短縮にもつながると予想される。

引用文献

- 平野芳裕・富岡史郎・表現研究所 (編), 1998. 21世紀子ども百科 科学館. 303 pp., 小学館, 東京.
- かわさき宙 (そら) と緑の科学館 (川崎市青少年科学館) (編), 2012. 川崎市青少年科学館運営基本計画. 53 pp., 川崎市.
- 文部科学省 (編), 2008a. 小学校学習指導要領解説 理科編. 105 pp., 文部科学省, 東京.
- 文部科学省 (編), 2008b. 中学校学習指導要領解説 理科編. 149 pp., 文部科学省, 東京.
- 志村 隆 (編), 2006. ニューワイドずかん百科 科学. 240 pp., 学習研究社, 東京.