

モノコードを使った実験に関する一考察

—中学校理科の第1学年「光と音」において—

田中 聡^{*1}・佐伯 英人

A Study on Experiment using Monochords:
Regarding “Light and sound” in the 1st Grade Lower Secondary School Science

TANAKA Satoshi ^{*1}, SAIKI Hideto

(Received May 31, 2022)

キーワード：モノコード、実験、中学校、理科、光と音

はじめに

中学校の第1分野の「(1) 身近な物理現象」では「(ア) 光と音」を学習する。『中学校学習指導要領 (平成29年告示)』では「音についての実験を行い、(中略) 音の高さや大きさは発音体の振動の仕方に関係することを見いだして理解すること。」(p. 79) と示されている (文部科学省, 2018b)。

『中学校学習指導要領 (平成29年告示) 解説 理科編 平成29年7月 (令和3年8月 一部改訂)』では「例えば、音の大きさと振幅の関係や音の高さと振動数の関係について問題を見だし、弦を用いて実験を行い、弦の振動では弦をはじく強さ、弦の長さや太さなどを変えて音を発生させ、音の大きさや高さを決める条件を見いだして理解させる。なお、このとき、条件を制御して行うことに留意させる。」(p. 32) と示されている (文部科学省, 2021)。

2021年度版の啓林館の『未来へひろがるサイエンス1』(本稿では以下、『教科書』と称する) では「実験4 音のちがいと振動のようすの関係」が示されている。「実験4」の「音の大きさや高さの変化」では「目標」として「どのようにすれば音の大きさや高さを変えることができるか調べる。」(p. 234) と示されている。「準備物」の「器具」では「モノコード (太さの異なる弦があるもの) またはギターなど弦楽器, 自作楽器」(p. 234) と示されている。このことは、モノコードを使って実験する場合、「太さの異なる弦があるもの」を準備して実験することを示している。「方法」では「モノコードを使う方法」と「ギターを使う方法」が示されており、「モノコードを使う方法」では「ことじを動かして、はじく弦の長さを変える。」(p. 234)、「ことじの反対側の弦を押さえて、はりの強さを変える。」(p. 234)、「振動の振れ幅を見て、弦のはじき方を変える。」(p. 234) と示されている (大矢・鎌田ほか, 2021)。

上記のうち、「太さの異なる弦があるもの」、「ことじを動かして、はじく弦の長さを変える」、「ことじの反対側の弦を押さえて、はりの強さを変える。」が、音の高さに関係している。啓林館 (2021) の『指導書 第2部 詳説 別冊 未来へひろがるサイエンス1 観察・実験編』(本稿では以下、『教師用指導書』と称する) では「実験上の留意点」の「方法2」で「ことじを入れたり、手で途中を押さえたり、弦の張り方を変えたりしながら、音の高さを変える方法を見だし、そのときの弦の振動の様子を調べる。」(p. 105) と示されており、また、「(前略) 弦の種類 (太さ) を変えると音の高さがどのように変わるかを調べる。」(p. 105) と示されている。

上記のうち、「振動の振れ幅を見て、弦のはじき方を変える。」が、音の大きさに関係している。『教師用指導書』では「実験上の留意点」の「方法1」で「弦のはじき方をいろいろと変えて、音を大きくする方法を見だし、そのときの弦の振動の様子を調べる。」(p. 105) と示されている。

*1 山口大学教育学部附属山口中学校

ちなみに、『小学校学習指導要領（平成 29 年告示）』の第 3 学年の「(3) 光と音の性質」では「(ウ) (前略) 音の大きさが変わるとき物の震え方が変わること。」(p. 95) と示されている（文部科学省，2018a）。また、『中学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説 理科編 平成 29 年 7 月（令和 3 年 8 月 一部改訂）』では「小学校では，第 3 学年で，(中略) 音の大きさが変わると物の震え方が変わるについて学習している。」(p. 31) と示されている（文部科学省，2021）。これらのことは、音の大きさが震え方に関係していることを、小学校の理科の授業で学習していることを示している。

1. 研究の目的

前述したように、『教科書』の「実験 4 音のちがいと振動のようすの関係」では、モノコードを使った実験が示されており、「準備物」で「太さの異なる弦があるもの」と示され、また、「モノコードを使う方法」で「ことじを動かして、はじく弦の長さを変える。」「ことじの反対側の弦を押さえて、はりの強さを変える。」「振動の振れ幅を見て、弦のはじき方を変える。」と示されている（大矢・鎌田ほか，2021）。

上記の「ことじの反対側の弦を押さえて、はりの強さを変える。」という方法を用いると、弦を張る力の強さと音の高さの関係を調べることができる。

ちなみに、弦を張る力の強さは、モノコードのねじ（別名：ペグ）を回すことで調整することができるが、弦を張る力の強さと音の高さの関係を調べる際に、この弦張力調整具を用いることは示されていない。その理由は、安全面の配慮であり、『教師用指導書』の「注意事項」で「弦の張りは、ことじを入れて、はじく弦の反対側を手で押さえることによって調整する。モノコードのねじで調整しようとする、締めすぎて弦を切ってしまうことがあるので、絶対に行わないように注意する。」(p. 105) と示されている（啓林館，2021）。

さて、この「実験 4」のモノコードを使った実験においては、表 1 に示す①～③の課題がみられる。

表 1 「実験 4」のモノコードを使った実験にみられる課題

- | |
|--|
| <p>① モノコードでは、ねじ（弦張力調整具）を回すことにより、弦を張る力の強さを変更することができる。しかし、太さの異なる弦を用いて両者を比較する場合、両者（太い弦，細い弦）の弦を張る力の強さが同じになっているか否かは不明である。</p> <p>② 「ことじを動かして、はじく弦の長さを変える」に示されている「はじく弦の長さ」とは「ことじの上端（ことじに接するところ）～はじく方の弦の接点（固定端）の長さ」のことである。このとき、「ことじの反対側の弦の長さ」は「はじく弦の長さ」に入らない。モノコードに取り付けている弦の長さ自体は、ことじを動かしても変わらないため、生徒が「はじく弦の長さ」をとらえにくいことが考えられる。</p> <p>③ 「ことじの反対側の弦を押さえて、はりの強さを変える」という方法を用いると、弦を張る力の強さを変えることができる。このとき、弦を押さえているのは人の指である。弦を指で押さえることにより、弦を張る力の強さがどの程度、変わっているのかは不明である。また、実際に変更しているのは、ことじの反対側の弦を押さえている力の強さである。そのため、生徒が弦を張る力の強さを変えて実験しているととらえにくいことが考えられる。</p> |
|--|

そこで、本研究では、表 1 に示した①～③の課題に対応するために、モノコードの工夫改善を行った。さらに、工夫改善したモノコードを用いて授業を実践した。なお、本稿では、モノコードを以下、教具と称する。授業を実施した日は 2021 年 10 月 27 日であった。

授業のようすをビデオカメラを用いて動画で録画した。この授業の動画は、2021 年度の山口大学教育学部山口地区附属学校園の「令和 3 年度 幼小中一貫教育実践研究発表会」で用いた。本研究と関連しているため、「令和 3 年度 幼小中一貫教育実践研究発表会」について以下に示す。

山口大学教育学部山口地区附属学校園の「令和 3 年度 幼小中一貫教育実践研究発表会」の開催日は 2021 年 11 月 26 日であり、Webex によるオンラインで開催した。開催方法を具体的に以下に示す。

山口大学教育学部附属山口小学校 HP に「令和 3 年度幼小中一貫教育実践研究発表会 特設ページ」を開設し、「申し込みフォーム」を設定し、参加者を募集した。この「特設ページ」の中に、前述した授業の動画をアップロードし、参加者にメールを使って「特設ページ」の URL（パスワードを含む）を送り、研究発表会の前

に授業の動画を視聴して研究協議に参加するように指示した。そのため、参加者は、研究発表会の前に授業の動画を視聴し、研究発表会において研究協議を行っている。

本研究の目的は、工夫改善した教具を使って授業を実践し、授業を受けた生徒の意識をもとに知見を得ることであった。また、研究発表会の参加者（授業の動画を視聴し、研究協議を行った教員）の意識をもとに知見を得ることであった。

2. 教具の工夫改善と授業実践

「1. 研究の目的」で前述したように、『教科書』に示されている「実験4」には①～③の課題があった。そこで、本研究では、教具の工夫改善を行った。教具の部品を表2に示す。

表2 教具の部品

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">○ 5つの穴 (6 mm×15 mm) を100 mm 間隔であけた板 (19 mm×87 mm×520 mm) …図1○ 700 mm の長さのエレキギター の1弦 (0.009 in) と3弦 (0.016 in) : 棚受けダボ (6 mm×30 mm) を弦の先端に取り付け、スナップ付サルカンをもう一方の弦の先端に取り付けたもの○ クランプ付滑車 (定滑車)○ デジタル吊りはかり |
|--|

教具の使い方は『5つの穴を100 mm 間隔であけた板』の穴の1つに棚受けダボを差し込み、エレキギターの弦をクランプ付滑車の滑車に通し、スナップ付サルカンのスナップにデジタル吊りはかりを掛け、手で引き上げる」という方法である (図2, 図3)。

弦を張る力の強さは、手で引き上げているため、デジタル吊りはかりに表示される数値を見て変えられる。「はじく弦の長さ」は、「5つの穴を100 mm 間隔であけた板」の穴 (棚受けダボを差し込む穴) を選択することによって変えられる。具体的にいうと「はじく弦の長さ」は、100 mm、200 mm、300 mm、400mm、500mm のいずれかになる。弦については、太さの異なる弦 (1弦, 3弦) を準備した。実験では弦を交換して両者を比較する方法を用いた。

「1. 研究の目的」で示した①～③の課題に関する議論を以下に示す。

①の課題に関することについて述べる。弦を張る力の強さは、手で引き上げているため、デジタル吊りはかりに表示される数値を見て変えられる。そのため、太さの異なる弦を用いて両者を比較する場合、両者 (太い弦, 細い弦) の弦を張る力の強さが同じであることは、デジタル吊りはかりに表示される数値を見て確認することができる。このことは、「1. 研究の目的」で前述した課題①が生じないことを示している。

②の課題に関することについて述べる。「はじく弦の長さ」は、棚受けダボを差し込む穴を選択することによって変えられる。「はじく弦の長さ」は「棚受けダボに取り付けた弦の先端～滑車の下端 (滑車に接するところ) までの長さ」になる。「はじく弦の長さ」と『5つの穴を100 mm 間隔であけた板』の上の弦の長さは同じであるため、生徒が「はじく弦の長さ」というとらえ方ができやすいと考えられる。このことは、「1. 研究の目的」で前述した課題②が生じにくいことを示している。

③の課題に関することについて述べる。弦を張る力の強さは、デジタル吊りはかりに数値で表示されるため、明瞭に分かる。また、手で引き上げることにより、弦を張る力の強さを変えているため、生徒が弦を張る力の強さを変えて実験しているととらえやすいと考えられる。このことは、「1. 研究の目的」で前述した課題③が生じない、もしくは、生じにくいことを示している。

本時の授業のめあては「音を高くする方法をみつけだそう。」であった。実験は各学習班で行った (図2, 図3)。実験終了後、各学習班の実験結果をもとに学級全体で話し合わせた。このとき、生徒が導出した結論は「弦を太くすると低くなり、細くすると高くなる。」「弦の長さを短くすると高くなる。」「弦を張る力を強くすると高くなる。」であった。

ちなみに、前時の授業では、弦のはじき方を変えて生徒に実験をさせている。授業のめあては「音を大きくする方法をみつけだそう。」であった。生徒は、この教具を用いて実験を行い、「弦を強くはじくと、音が大きくなる。」を見いだしていた。また、弦の振れ幅に着目させて、弦の振動のようすを観察させた。その結果、生徒は「弦を強くはじくと、弦の振れ幅が大きくなる。」ということに気付き、「弦の振れ幅が大きいほど、音は大きくなる。」と理解した。

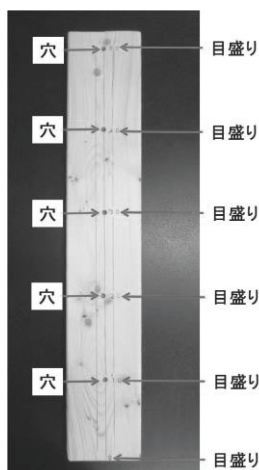


図1 5つの穴を100 mm 間隔であけた板



図2 実験のようす

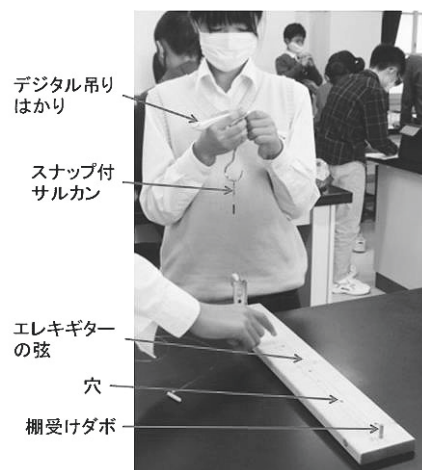


図3 実験のようす

3. 調査の方法と分析の方法

3-1 授業を受けた生徒の意識

授業を受けた生徒の意識を調べる方法として質問紙法（選択技法による調査，記述法による調査）を用いた。質問紙では「問い」を設定し、選択技法による調査と記述法による調査を実施した。

「問い」では「実験をして、あなたが感じたことを教えてください。当てはまるものを1つ選んで番号に○を付けてください。また、そのように回答した理由（わけ）を□の中に入れてください。」という指示を行い、質問項目①「使いやすかった」と質問項目②「よく分かった」を設定した。選択技法による調査では、5件法（5：とても当てはまる，4：だいたい当てはまる，3：どちらともいえない，2：あまり当てはまらない，1：まったく当てはまらない）で回答を求めた。また、記述法による調査では、記述欄を設定して回答を求めた。調査は、授業の終了時に生徒に質問紙を配付して実施した。

選択技法による調査の回答については、5件法の「5：とても当てはまる」～「1：まったく当てはまらない」を5点～1点とし、平均値と標準偏差を算出し、天井効果と床効果の有無を確認した。

記述法による調査の回答については、記述を読み、その理由が書かれているもの（意識の要因を見取ることができたもの、もしくは、意識の要因を類推できるもの）を抽出した。この時、選択技法による調査をもとに「5：とても当てはまる」と「4：だいたい当てはまる」を「ポジティブな意識」とし、「3：どちらともいえない」は「ポジティブでもなく、また、ネガティブでもない意識」とし、「2：あまり当てはまらない」と「1：まったく当てはまらない」を「ネガティブな意識」とした。この3つのカテゴリー（「ポジティブな意識」，「ポジティブでもなく、また、ネガティブでもない意識」，「ネガティブな意識」）ごとに内容の同質性にもとづいて分類し、整理した。

3-2 研究発表会の参加者の意識

研究発表会の参加者（授業の動画を視聴し、研究協議を行った教員）の意識を調べる方法として質問紙法（選択技法による調査，記述法による調査）を用いた。質問紙では「問1」と「問2」を設定し、「問1」で選択技法による調査を実施し、「問2」で記述法による調査を実施した。

「問1」では「授業で使用した教具（モノコード）について、あなたは『教具として活用できる』と思いましたが？ 当てはまるものを1つ選んでチェックしてください。」という指示を行った。この調査では、5件法（5：とても当てはまる，4：だいたい当てはまる，3：どちらともいえない，2：あまり当てはまらない，1：まったく当てはまらない）で回答を求めた。

「問2」では「『問1』において、そのように回答した理由（わけ）を記述欄に書いてください。」という指示を行い、記述欄を設定して回答を求めた。

調査は、研究発表会の研究協議の終了時に実施した。具体的にいうと、チャット機能を使ってURLを添付して参加者に示し、「問1」と「問2」について回答を求めた。回答者は「問1」と「問2」に回答後、

Webex から退出した。

なお、本稿では「教具として活用できる」を他の質問項目（質問項目①「使いやすかった」、質問項目②「よく分かった」）と識別するために質問項目A「教具として活用できる」と以下に称する。

選択技法による調査の回答については、5件法の「5：とても当てはまる」～「1：まったく当てはまらない」を5点～1点とし（5点～1点に置き換えて）、平均値と標準偏差を算出し、天井効果と床効果の有無を確認した。

記述法による調査の回答については、記述を読み、その理由が書かれているもの（意識の要因を見取ることができたもの、もしくは、意識の要因を類推できるもの）を抽出した。この時、選択技法による調査とともに「5：とても当てはまる」と「4：だいたい当てはまる」を「ポジティブな意識」とし、「3：どちらともいえない」は「ポジティブでもなく、また、ネガティブでもない意識」とし、「2：あまり当てはまらない」と「1：まったく当てはまらない」を「ネガティブな意識」とした。この3つのカテゴリー（「ポジティブな意識」、「ポジティブでもなく、また、ネガティブでもない意識」、「ネガティブな意識」）ごとに内容の同質性にもとづいて分類し、整理した。

4. 結果と考察

4-1 授業を受けた生徒の意識

4-1-1 質問項目①「使いやすかった。」と質問項目②「よく分かった。」の選択技法による調査

有効回答者数は27名であった。分析の結果、各質問項目（質問項目①「使いやすかった」、質問項目②「よく分かった」）において天井効果がみられた（表3）。このことは、生徒の意識（「使いやすかった」、「よく分かった」）が良好であったことを示している。

表3 質問項目①と質問項目②の選択技法による調査を分析した結果

記号	質問項目	分析の内容	結果
①	使いやすかった。	平均値 (標準偏差)	4.30 (0.78)
		天井効果	●
		床効果	-
②	よく分かった。	平均値 (標準偏差)	4.70 (0.61)
		天井効果	●
		床効果	-

N=27 max = 5, min = 1 ● : あり - : なし

4-1-2 質問項目①「使いやすかった。」の記述法による調査

質問項目①「使いやすかった。」の生徒の記述を抽出し、整理した結果について以下に述べる（表4）。なお、表4に示したS1、S2といった生徒の番号は表4の中で区別するために付けたものであり、他表の生徒の番号と関連していない。

「ポジティブな意識」について以下に述べる。

S1の「簡単な仕組みだったから。」、S2の「道具の使い方が複雑じゃなかったから。」、S3の「実験で使うものが少なく簡単だったから。」、S4の「使い方が簡単で分かりやすかったから。」、S5の「手順が分かりやすく簡単だったから。」、S6の「使い方が分かりやすかったから。」、S7の「操作方法が分かりやすい器具だったから。」という文言がみられる。これらの記述から、要因として「教具のつくりが複雑でなかったこと（使い方を容易に理解できたこと）」を見取ることができる。

S8の「板に目もりがあって使いやすかった。」、S9の「目もりが書いてあり、分かりやすかったから。」という文言がみられる。これらの記述から、要因として『「5つの穴を100mm間隔であけた板」に目盛りを付けたこと』を見取ることができる。

S10の「はかりで弦の張る強さをはかることができたから。」という文言がみられる。この記述から、要因として「弦を張る力の強さが、デジタル吊りはかりに数値で表示されること」を見取ることができる。

S11の「変える条件を変えるとときにやりやすかったから。」という文言がみられる。この記述から、要因

として「条件制御が容易にできたこと」を見取ることができる。

「ポジティブでもなく、また、ネガティブでもない意識」について以下に述べる。

S12の「力の調整が難しかったから。」という文言がみられる。この記述から、要因として「弦を張る力の強さを、手で引き上げ、デジタル吊りはかりに表示される数値を見て調整していたこと」を見取ることができる。

「ネガティブな意識」について記述はみられなかった。

表4 質問項目①の記述法による調査を抽出し、整理した結果

分類	生徒	記述
○	S1	簡単な仕組みだったから。
	S2	道具の使い方が複雑じゃなかったから。
	S3	実験で使うものが少なくて簡単だったから。
	S4	使い方が簡単で分かりやすかったから。
	S5	手順が分かりやすくて簡単だったから。
	S6	使い方が分かりやすかったから。
	S7	操作方法が分かりやすい器具だったから。
	S8	板に目もりがあって使いやすかった。
	S9	目もりが書いてあり、分かりやすかったから。
	S10	はかりで弦の張る強さをはかることができたから。
	S11	変える条件を変えるときにやりやすかったから。
□	S12	力の調整が難しかったから。
△	-	-

○：ポジティブな意識，△：ネガティブな意識

□：ポジティブでもなく、また、ネガティブでもない意識

-：なし

4-1-3 質問項目②「よく分かった。」の記述法による調査

質問項目②「よく分かった。」の生徒の記述を抽出し、整理した結果について以下に述べる（表5）。なお、表5に示したS1、S2といった生徒の番号は表5の中で区別するために付けたものであり、他表の生徒の番号と関連していない。

「ポジティブな意識」について以下に述べる。

S1の「実験して確かめられたから。」、S2の「実験を通して理解できたから。」という文言がみられる。これらの記述から、要因として「実験をしたこと」を見取ることができる。

S3の「実際に体感して調べられたから。」、S4「実際に自分でふれてその目で確かめられたから。」という文言がみられる。これらの記述から、要因として「体験をしたこと」を見取ることができる。なお、この要因は「実験をしたこと」という要因に近いと思われる。

S5の「自分たちで実験したからよく分かった。」という文言がみられる。この記述から、要因として「実験をしたこと」を見取ることができる。「自分たちで」という文言があり、「友だちと協力して」のような意味が付加されていると思われる。要因として「友だちと協力して実験をしたこと」を見取ることができる。

S6の「いろいろな観点から物事を調べることができたから。」という文言がみられる。この記述から、要因として「観点（弦の太さ、弦の長さ、弦を張る力の強さ）を変えて実験したこと」を見取ることができる。

S7の「条件を変えて実験することができたから。」、S8の「1つ1つ条件を変えて実験することができたから。」、S9の「弦の太さ、弦の長さなど条件を変えながら実験できたから。」という文言がみられる。これらの記述から、要因として「条件を制御して実験できたこと」を見取ることができる。

S10の「実験の結果が分かりやすかったから。」、S11の「結果が分かりやすい実験だったから。」、S12の「正確に実験できたから。」という文言がみられる。これらの記述から、要因として「実験の結果が明瞭であったこと」を見取ることができる。

S13の「音を高くする方法が分かったから。」、S14の「何をすると音が高くなるのかがよく分かった。」、S15の「音がどうやったら高くなるのかがよく分かった。」、S16の「弦の長さを変えると音の高さが変わるなどが分かったから。」、S17の「弦の長さ、力の強さなどを変えるとどうなるかが分かったから。」という文言がみられる。これらの記述から、「音を高くする方法について理解することができたこと」を見取る

ことができる。

S18の「身近な楽器に似た構造になっていたから。」という文言がみられる。これらの記述から、「楽器のつくりと関連して理解することができたこと」を見取ることができる。

「ポジティブでもなく、また、ネガティブでもない意識」について以下に述べる。

S19の「実験の意図が分かりにくかった。」という文言がみられる。この記述から、要因として「見通しをもって実験できにくかったこと」を見取ることができる。

「ネガティブな意識」について記述はみられなかった。

表5 質問項目②の記述法による調査を抽出し、整理した結果

分類	生徒	記述
○	S1	実験して確かめられたから。
	S2	実験を通して理解できたから。
	S3	実際に体感して調べられたから。
	S4	実際に自分でふれてその目で確かめられたから。
	S5	自分たちで実験したからよく分かった。
	S6	いろいろな観点から物事を調べることができたから。
	S7	条件を変えて実験することができたから。
	S8	1つ1つ条件を変えて実験することができたから。
	S9	弦の太さ、弦の長さなど条件を変えながら実験できたから。
	S10	実験の結果が分かりやすかったから。
	S11	結果が分かりやすい実験だったから。
	S12	正確に実験できたから。
	S13	音を高くする方法が分かったから。
	S14	何をすると音が高くなるのかがよく分かった。
	S15	音がどうやったら高くなるのかがよく分かった。
	S16	弦の長さを変えると音の高さが変わることなどが分かったから。
	S17	弦の長さ、力の強さなどを変えるとどうなるかが分かったから。
	S18	身近な楽器に似た構造になっていたから。
□	S19	実験の意図が分かりにくかった。
△	-	-

○：ポジティブな意識，△：ネガティブな意識

□：ポジティブでもなく、また、ネガティブでもない意識

-：なし

4-2 研究発表会の参加者の意識

4-2-1 質問項目A「教具として活用できる」の選択技法による調査

有効回答者数は12名であった。分析の結果、質問項目A「教具として活用できる」において天井効果はみられなかったが、平均値は4点以上であった(表6)。このことは、参加者の意識(「教具として活用できる」)が概ね良好であったことを示している。

表6 質問項目Aの選択技法による調査を分析した結果

記号	質問項目	分析の内容	結果
A	教具として活用できる。	平均値 (標準偏差)	4.17 (0.72)
		天井効果	-
		床効果	-

N=12 max = 5, min = 1 ●：あり -：なし

4-2-2 質問項目A「教具として活用できる」の記述法による調査

質問項目A「教具として活用できる」の参加者の記述を抽出し、整理した結果について以下に述べる(表7)。なお、表7に示したT1、T2といった参加者の番号は表7の中で区別するために付けたものである。

「ポジティブな意識」について以下に述べる。

T1の「とても使いやすく、私自身悩んでいる問題だったので活用したいと思いました。」という文言がみ

られる。「とても使いやすく」という記述から、要因として「使いやすい教具と考えたこと」を見取ることができる。

T2の「多くの要因について調べることができ、生徒のレベルに応じて使い分けることができるため。」という文言がみられる。「多くの要因について調べることができ」という記述から、要因として「観点(弦の太さ、弦の長さ、弦を張る力の強さ)を変えて実験できると考えたこと」を見取ることができる。「生徒のレベルに応じて使い分けることができる」という記述から、要因として「生徒の理解の程度に応じた実験ができると考えたこと」を見取ることができる。

T3の「自分でも作ることが可能な実験器具であったため」、T4の「同じような教具を作りたいと思いました。」という文言がみられる。これらの記述から、要因として「教具の製作ができると考えたこと」を見取ることができる。

「ポジティブでもなく、また、ネガティブでもない意識」について以下に述べる。

T5の「作るのに時間がかかりそうだから。」という文言がみられる。この記述から、要因として「教具の製作に時間がかかると考えたこと」を見取ることができる。

「ネガティブな意識」について記述はみられなかった。

表7 質問項目Aの記述法による調査を抽出し、整理した結果

分類	参加者	記述
○	T1	とても使いやすく、私自身悩んでいる問題だったので活用したいと思いました。
	T2	多くの要因について調べることができ、生徒のレベルに応じて使い分けることができるため。
	T3	自分でも作ることが可能な実験器具であったため。
	T4	同じような教具を作りたいと思いました。
□	T5	作るのに時間がかかりそうだから。
△	-	-

○：ポジティブな意識，△：ネガティブな意識

□：ポジティブでもなく、また、ネガティブでもない意識

-：なし

5. まとめ

本研究では、工夫改善した教具を使って授業を実践し、授業を受けた生徒の意識をもとに知見を得た。また、研究発表会の参加者(授業の動画を視聴し、研究協議を行った教員)の意識をもとに知見を得た。

その結果、明らかになったことは以下の3つであった。

- 生徒の意識(「使いやすかった」、「よく分かった」)が良好であった。
- 参加者の意識(「教具として活用できる」)が概ね良好であった。
- 生徒の意識(「使いやすかった」、「よく分かった」)の要因、参加者の意識(「教具として活用できる」)の要因のいくつかが明らかになった。

生徒の意識(「使いやすかった」、「よく分かった」)の要因、参加者の意識(「教具として活用できる」)の要因について整理した結果を表8に示す。

表8 生徒の意識の要因、参加者(教員)の意識の要因を整理した結果

分類	生徒の意識の要因		参加者の意識
	「使いやすかった」	「よく分かった」	「教具として活用できる」
○	教具のつくりが複雑でなかったこと(使い方を容易に理解できたこと) 「5つの穴を100mm間隔であけた板」に目盛りを付けたこと 弦を張る力の強さが、デジタル吊りはかりに数値で表示されること	実験をしたこと 体験をしたこと 友だちと協力して実験をしたこと 観点(弦の太さ、弦の長さ、弦を張る力の強さ)を変えて実験したこと 条件を制御して実験できたこと	使いやすい教具と考えたこと 観点(弦の太さ、弦の長さ、弦を張る力の強さ)を変えて実験できると考えたこと 生徒の理解の程度に応じた実験ができると考えたこと 教具の製作ができると考えたこと

	条件制御が容易にできたこと	実験の結果が明瞭であったこと 音を高くする方法について理解することができたこと 楽器のつくりと関連して理解することができたこと	
□	弦を張る力の強さを、手で引き上げ、デジタル吊りはかりに表示される数値を見て調整していたこと	見通しをもって実験できにくかったこと	教具の製作に時間がかかると考えたこと
△	-	-	-

○：ポジティブな意識，△：ネガティブな意識

□：ポジティブでもなく、また、ネガティブでもない意識

-：なし

おわりに

表8をみると、生徒の意識（「使いやすかった」、「よく分かった」）、また、参加者の意識（「教具として活用できる」）において「ポジティブでもなく、また、ネガティブでもない意識」の要因がそれぞれ1つ示されていることが分かる。今後、ここに示された要因をもとに、さらに教具の工夫改善をして、より良好な教具にしていきたい。

付記

本研究の一部は第70回日本理科教育学会中国支部大会（広島大会）で発表した（2021年12月18日）。

文献

大矢禎一・鎌田正裕ほか（2021）：『未来へひろがるサイエンス1』，啓林館．

啓林館（2021）：『指導書 第2部 詳説 別冊 未来へひろがるサイエンス1 観察・実験編』，啓林館．

文部科学省（2018a）：『小学校学習指導要領（平成29年告示）』，東洋館出版社．

文部科学省（2018b）：『中学校学習指導要領（平成29年告示）』，東山書房．

文部科学省（2021）：『中学校学習指導要領（平成29年告示）解説 理科編 平成29年7月（令和3年8月一部改訂）』，https://www.mext.go.jp/content/20210830-mxt_kyoiku01-100002608_05.pdf（accessed 2022.5.31）．