

就実大学教育学部初等教育学科

令和 6 年度

卒 業 研 究

題 目

知的好奇心を刺激し、自ら学ぶ意欲を引き出す授業づくり

－ 第 3 学年「光と音の性質」を通して－

学籍番号 5121011

氏 名 大 賀 美 結

指導教員 福 井 広 和

知的好奇心を刺激し、自ら学ぶ意欲を引き出す授業づくり

－ 第3学年「光と音の性質」を通して－

大賀 美結

目次

第1章 序論

1. 動機.....	1
2. 動機の背景.....	2
3. 研究仮説.....	5

第2章 文献調査

1. 学習指導要領の目標及び内容.....	6
2. 検定教科書における取り扱い.....	7
3. 教科書の追試	
(1) 糸電話.....	1 6
(2) 水の中でも音が聞こえるのか.....	1 7
(3) 音の反射.....	1 8
(4) 真空時の音の聞こえ方.....	1 9
(5) 追試からの考察.....	2 0
4. 先行研究.....	2 2
5. 先行研究の追試	
(1) 「宇宙で音はどう聞こえる？」.....	2 3
(2) 「ひそひそ話が遠くで聞こえる！」.....	2 4
(3) 追試からの考察.....	2 6

第3章 教材開発

1. オリジナル教材の開発.....	2 7
--------------------	-----

第4章 授業実践

1. 目的及び研究仮説.....	3 1
2. レディネス調査.....	3 3
3. 調査授業.....	3 7
4. 事後調査.....	4 1

第5章 考察及び改善案

1. 指導案の改善.....	4 5
2. おわりに.....	4 7
【引用・参考文献】	4 8

第1章 序論

1. 動機

私は、児童の知的好奇心を刺激することで児童自ら学ぶ意欲を引き出すことのできる先生になりたい。私は小学生の頃から理科に苦手意識を持っていた。理科は暗記科目というイメージをもち、生き物が苦手であったため理科の授業を楽しんでいることができなかった。そのため、「なぜ?」「どうして?」という疑問を自分自身で抱くことはなく、教科書での学習内容以上の学びをすることはなかった。逆に、音楽の授業は楽しく好きだったため、自分で新たな問いを生み出し解決していく中で学ぶことができた。楽しいと感じることのできる授業は自然と新たに学びたい問いが見つかると思う。

このことから私は「もっと知りたい」という知的好奇心を刺激するためには、まず授業が楽しく児童が夢中になれることが必要だと考える。しかし、ただ楽しいだけの授業では意味がない。楽しい中にも問いはあり、それらに気づかせることができるかどうかと考える。また、これらは日常生活においても同じで私たちの身近にはたくさんの科学があるが、このことに気づかせ自分自身で疑問を持たせることができれば「もっと知りたい」と思うようになり児童が自ら学ぶ意欲を引き出すことができると考える。

本研究では、第3学年「光と音の性質」を題材にして知的好奇心を刺激する授業・教材開発をする。楽しいと感じる授業の中で、新たな問いを生み出し、それに対し児童自ら学ぶ意欲を引き出すには何が必要なのか追及していきたい。

2. 動機の背景

前節では私自身の経験から、学ぶ意欲を引き出すためには知的好奇心が刺激される楽しい授業づくりが重要であると述べたが、これが一般的な考えであるのか調べてみた。

まず、理科の授業においてどんな時に児童は楽しいと感じるのか山下洋平、安藤秀俊は『小学校理科における楽しい授業について』において次のように述べている。¹⁾

須藤（1988）は、子どもは授業の中でどんな時に楽しいと感じるかについて、①夢中になれるとき、②未知と出会えるときの2点をあげた。①については、理科の授業でいえば何かを比べたり、いろいろな方法を試したりする作業など、主に観察や実験を行うときにみられる。（中略）②については、須藤は①で述べた「夢中になれる楽しさ」がどちらかという活動的な楽しさだったものに対して、「未知と出会える楽しさ」というものは、知的な楽しさに入ると述べている。未知とは新しい事実や、決まりの発見である。

このことから、児童は観察や実験といった活動的な学習から楽しいと感じていることがわかる。①の「夢中になれる」という活動的な楽しさから学習内容に対する興味関心がわき、自ら学ぶ意欲を引き出すことに繋がる。この感覚の延長に②の「未知と出会える」楽しさがあるのではないか。具体的な活動を行うことにより新たな事実や決まりを主体的に発見することが、児童にとっての楽しい授業である。「もっと知りたい」という知的好奇心は教科書の文字や写真だけでは得られない自分自身で体感的に捉えることで、刺激することができると考える。他の教科とは違い理科の良いところは、このような体験的な活動を通して学習できることであると考えられる。

次に、体験活動の重要性について御堂大貴は『学習意欲を高める理科の授業づくり』においてこう述べている。²⁾

小学生という発達段階において、体験活動を行うことは、豊かな人間性、自ら学び、自ら考える力などの生きる力の基盤、子供の成長の糧としての役割が期待されている。(中略)体験活動を行うことは、主体的に学ぶために必要とされており、学習意欲を高めることに繋がると考える。

このように、体験活動を行うことは児童が楽しいと感じるだけでなく人格形成においても重要であることがわかる。児童の思考の基盤となる知識は座学だけでは身につけられないものであり体験活動による新たな発見は物事を思考する上での背景となる。この思考の基盤となる知識が多ければ多いほど学習内容と結びつけることができ、知的好奇心を刺激することに繋がるのではないか。積極的に学ぼうとする姿勢こそが自ら学ぶ意欲を引き出す。ここでは、ただ楽しいだけの体験ではなく新たな知識を身につけられるような教師の問いかけが必要である。

また、児童の知的好奇心を刺激する教師の問いかけについて鹿野俊裕は『学ぶ意欲を高める理科の学習指導のあり方－小学校4年の理科学習を通して－』においてこのように述べている。³⁾

自ら学ぶ意欲の原型は知的好奇心であるという。この知的好奇心を育てるために、教師が子どもたちの既存の知識や期待と矛盾するような事象を示すことによって、子どもたちの心に強い疑問を喚起し、その疑問を解き明かしたいという知的好奇心を引き起こさせることが必要である。(中略)心の動きを伴った問題解決の経験を積み重ねることによって、自ら学ぶ意欲を高め、より主体的に問題解決に取り組めるようになると思う。

ここには、知的好奇心を刺激するには教師による児童の知識とは矛盾した問いかけが必要であると示されている。児童の心を動かし「もっと学びたい」と思うことのできる授業づくりをするには、楽しいだけでは成り立たない。楽しさの先に疑問を見つけられるような教師の問いかけが求められ、児童に強い疑問を抱かせることが知的好奇心を刺激し自ら学ぶ意欲を引き出すことに繋がる。問題設定、予想と実験方法の決定、観察や実験、結果の考察といった問題解決の過程においてこの問いかけを行うことで新たな問題を見出し解決することができる。これを繰り返し積み重ねられると常に学ぶ意欲を持つことができるのではないか。

以上のことから、児童の自ら学ぶ意欲を引き出すために活動的な学習や児童の知識や考えと矛盾した問いかけを行うことは、効果的な手段であると考ええる。ICT教育が普及する中で、実験の結果だけを調べたり実験動画を見たりと知識を得ること自体は容易になっているが、調べて得た知識と体感して得た知識では後者の方が児童の心に残ると考える。児童は、活動的な学習から楽しいと感じており実際に体感したことから次の課題を見出すことができるのではないか。この際、教師が問いかけを工夫することでさらに児童の知的好奇心を刺激し、問題解決に取り組むことができると考える。

このような背景を踏まえ、本研究では知的好奇心を刺激し、自ら学ぶ意欲を引き出す授業づくりについて実際に授業を行う中で児童が楽しいと感じる活動的な学習や児童の知識や考えと矛盾した教師の問いかけがいに理科学習において重要な役割を担っているのか第3学年「光と音の性質」を題材に明らかにしていく。

3. 研究仮説

前項では、小学校の理科授業において児童が楽しいと感じる活動的な学習や児童の知識と矛盾した教師の問いかけが重要な役割を担っていることを様々な視点から述べた。

そこで本研究は、小学校第3学年「光と音の性質」の単元を対象とし、知的好奇心を刺激し、自ら学ぶ意欲を引き出す授業づくりについて研究していこうと思う。研究仮説は以下の通りである。

1. 理科授業において、児童の知的好奇心を刺激することで、自ら学ぶ意欲を引き出す授業を行うことができる。
2. 第3学年「光と音の性質」の単元において、活動的な学習や児童の知識と矛盾するような教材開発をすることで、児童の知的好奇心を刺激し自ら学ぼうとさせることができる。

「光と音の性質」の中でも「音」に着目して研究を進めていく。日常生活の中で触れる機会が多く、特に気にすることがなかったであろう「音」の聞こえ方や伝わり方について疑問を抱かせることで知的好奇心を刺激できると考える。身近な現象を取り入れることで理科に対する苦手意識を取り除き、授業で学んだことと日常生活で起こる現象を結びつけて新たな課題を見出すことができる。音は目に見えないため、視覚的に学べる活動的な学習を取り入れることで児童の「もっと知りたい」を引き出すことができると考えた。これらの背景をもとに授業開発を進めていくことにする。

第2章 文献調査

1. 学習指導要領の目標および内容

(1) 学習指導要領での位置づけと目標

平成29年度公示の小学校学習指導要領解説理科編⁴⁾において理科は「A 物質・エネルギー」と「B 生命・地球」の2つに区分されている。本研究で題材とする「光と音の性質」は「A 物質・エネルギー」の区分に該当する。第3学年「光と音の性質」の目標は以下の通りである。

光と音の性質について、光を当てたときの明るさや暖かさ、音を出したときの震え方に着目して、光の強さや音の大きさを変えたときの違いを比較しながら調べる活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 次のことを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身に付けること。

(ア) 日光は直進し、集めたり反射させたりできること。

(イ) 物に日光を当てると、物の明るさや暖かさが変わることを。

(ウ) 物から音が出たり伝わったりするとき、物は震えていること。また、音の大きさが変わるとき物の震え方が変わることを。

イ 光を当てたときの明るさや暖かさの様子、音を出したときの震え方の様子について追究する中で、差異点や共通点を基に、光と音の性質についての問題を見いだし、表現すること。

このように「音の性質」の学習では身のまわりの物を使って音を出す活動を通して、音が出るときは物が震えているということを捉えられるようにしている。また、震え方に着目して音を大きくしたときの現象の違いを調べる活動を通して、音の大きさが変わると震え方も変わることを捉えられるようにしている。これらの性質を理解するために、活動的な学習を取り入れ、さらに児童の考えと矛盾した問いかけをすることで知的好奇心を刺激することができると考えた。

2. 検定教科書における取り扱い

小学校指導要領の目標を受けて、これまでの文部科学省検定教科書において「音」の単元をどのように扱ってきたのか、以下 16 冊について調査した。

【調査対象】

- ① 『昭和 49 年度新訂新しい理科 2』 東京書籍
- ② 『昭和 49 年度新訂新しい理科 5 下』 東京書籍
- ③ 『昭和 52 年度新編新しい理科 2』 東京書籍
- ④ 『昭和 52 年度新編新しい理科 5 下』 東京書籍
- ⑤ 『昭和 55 年度新しい理科 2』 東京書籍
- ⑥ 『昭和 55 年度新しい理科 5 下』 東京書籍
- ⑦ 『昭和 58 年度改訂新しい理科 2』 東京書籍
- ⑧ 『昭和 58 年度改訂新しい理科 5 下』 東京書籍
- ⑨ 『昭和 61 年度新編新しい理科 2』 東京書籍
- ⑩ 『昭和 61 年度新編新しい理科 5 下』 東京書籍
- ⑪ 『昭和 64 年度新訂新しい理科 2』 東京書籍
- ⑫ 『昭和 64 年度新訂新しい理科 5 上』 東京書籍
- ⑬ 『平成 4 年度新しい理科 3』 東京書籍
- ⑭ 『平成 8 年度新編新しい理科 3』 東京書籍
- ⑮ 『平成 12 年度新訂新しい理科 3』 東京書籍
- ⑯ 『令和 2 年度新編新しい理科 3 年』 東京書籍

【調査内容】

- ・ 音を取り扱っている学年
- ・ 音の単元内容
- ・ 音の遊びを通しての学び

今回の研究で取り扱う「音」の単元について、過去の教科書ではどのような単元構成や実験が行われていたのかを調べた。昭和では低学年でも理科があり、生活科とは異なり科学的な遊びを通して学習している。

内容の中で扱われる遊びや学習活動において教師のどのような問いかけが児童の知的好奇心に繋がるのか調査していく。教科書の記述や内容を基に現段階の私の考えから、その遊びや学習活動、問いが児童の考えと矛盾するものか矛盾しないものかで色分けしたいと思う。

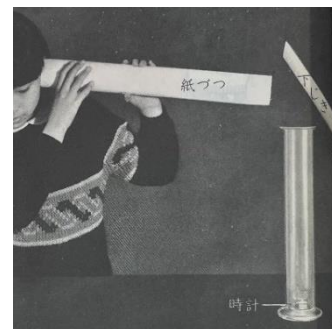
黄色の塗りつぶし・・・児童の考えと矛盾する活動・問い

青色の塗りつぶし・・・児童の考えと矛盾しない活動・問い

表. 1 . 出版年ごとの音の取り扱い学年と単元内容

出版年度	単元内容
昭和 49 年度	第 2 学年 音しらべ 【問い】 ① 音が出ているときのようなすをしらべましょう。 ② たいこやトライアングルの音を、糸をつかって、はなれたところまでつたえられないでしょうか。 ③ 糸をゆるめたり、糸に触ったりすると、きこえるのでしょうか。
	【活動】 ① 紙笛や輪ゴムの琴で音を出し、紙に触ってみたり輪ゴムの様子をよく見たりする。 ② 太鼓やトライアングルを糸電話で繋いで音を聞く。 ③ 糸を緩めたり触ったりしながら音を出し、聞こえるか確認する。 第 5 学年 音 【問い】 ① たいこやトライアングルをたたく強さを変えると、音の出かたやふるえかたは、どのように変わるだろうか。 ② 高い音や低い音が出るとき、もののふるえかたはどのようなになっているのだろうか。

	③ たいこやトライアングルなどから出る音は、私たちの耳まで、どのようにして伝わってくるのだろうか。 ④ 音を伝えるのは、空気だけだろうか。 ⑤ 音も、光のように、物に当たるとはんしゃするのだろうか。 【実験】 ① トライアングルを強くたたいたり弱くたたいたりして音の出かたと震え方を調べる。 おんさを使ってたたき方と音の強さや震える幅の大きさを調べる。 輪ゴムや針金、鉄の板を使ってはじき方を変え、音の強弱と震える幅の大小を調べる。 針金の張り方や長さを変えたときの音の違いや音の高低を比べる。 ② 同じ太さの針金 2 本を同じ強さに張り、片方に琴柱を取り付け、同じ幅にはじいて震え方を調べる。 同じ太さの針金 2 本の片方を強く、もう片方を緩く張り、同じ幅にはじいて震え方を調べる。 ③ 太鼓のそばに火をつけたろうそくを置き、太鼓をたたく。 空気がある時とない時で音の聞こえ方が違うのか調べる。 ④ 水の中で石をたたくと音が聞こえるのか調べる。 ⑤ 右の写真のように時計の音をきく。 下敷きの角度や大きさを変えたり、木や布を使ったりして音が反射するか調べる。
昭和 52 年度	第 2 学年 音しらべ 【問い】 ① トライアングルやたいこのふるえは糸をつたわるのでしょうか。 ② 糸をさわったりゆるめたりすると、どうなるのでしょうか。 ③ 糸をながくしてもきこえるのでしょうか。



	【活動】 ① トライアングルや太鼓を糸で繋ぎ、音が伝わるか調べる。 ② 糸を触ったり緩めたりしながら音を出し、聞こえるか調べる。 ③ 糸電話の音を長くしても聞こえ方が変わらないか調べる。 第 5 学年 音 【問い】 ① トライアングルやおんさをたたき強さを変えると、ふるえるようすは、どのように変わるのだろうか。 ② 糸やはりがねで、ふるえる部分の長さやはる強さを変えると、音の高さやふるえかたは、どのように変わるのだろうか。 ③ おんさなどから出る音は、わたしたちの耳まで何を伝わってきて聞こえるのだろうか。 ④ 音も、光のように、物に当たるとはんしゃするのだろうか。 【実験】 ①②④について昭和 49 年度の①②⑤に同じ。 ③ 真空ポンプを使い、空気がなくなると音はどうか調べる。
昭和 55 年度	第 2 学年 音 【問い】 ① ふえをつくって音を出してみましょう。 ② くふうしてちがった音を出してみましょう。 ③ 音が出ているときのもののようすをしらべましょう。 ④ とおくても音がきこえますか。(糸電話) 【活動】 ① 草を使って笛を作り、音を出してみる。 ②③ ゴムの長さを変えたりたたき物を変えたり、条件を変えて音を出してみる。それらの様子をよく見る。

	④糸電話の長さを変えたり、人数を増やしたりしても音が聞こえるのか調べる。 第 5 学年 音 【問い】 ①音の強さによって、もののふるえのようすは、どのようにちがうのだろうか。 ②音は、どのようにして、音の出ているものから伝わってくるのだろうか。 ③音は、水中でも伝わるだろうか。 ④音は空気を伝わるが、ものに当たると伝わる向きが変わるだろうか。 【実験】 ①昭和 49 年度の①に追加して、おんさをたたいてその先を水面に触れさせ、水がはじく様子を調べる。 ②フラスコ内の空気の有無で中に入れられた鈴が鳴るか鳴らないかを調べる。 ③ホースを使って水の中の音が聞こえるかを調べる。 ④昭和 49 年度の⑤に追加して、壁に向かって音を出して音が聞こえる方向を調べる。
昭和 58 年度	第 2 学年 音 ※昭和 55 年度に同じ 第 5 学年 音 【問い】 ①音の強さが変わると、もののふるえのようすは、どのように変わるのだろうか。 ②音は、どのようにして、音の出ているものから伝わってくるのだろうか。 ③音は空気を伝わるが、ものに当たると伝わる向きが変わるだろうか。 【実験】 ①モノコードの針金をはじいて震える様子やアルミニウム箔に触れさせたときの様子を調べる。 ②昭和 55 年度の②に同じ。 ③昭和 49 年度の⑤に同じ。

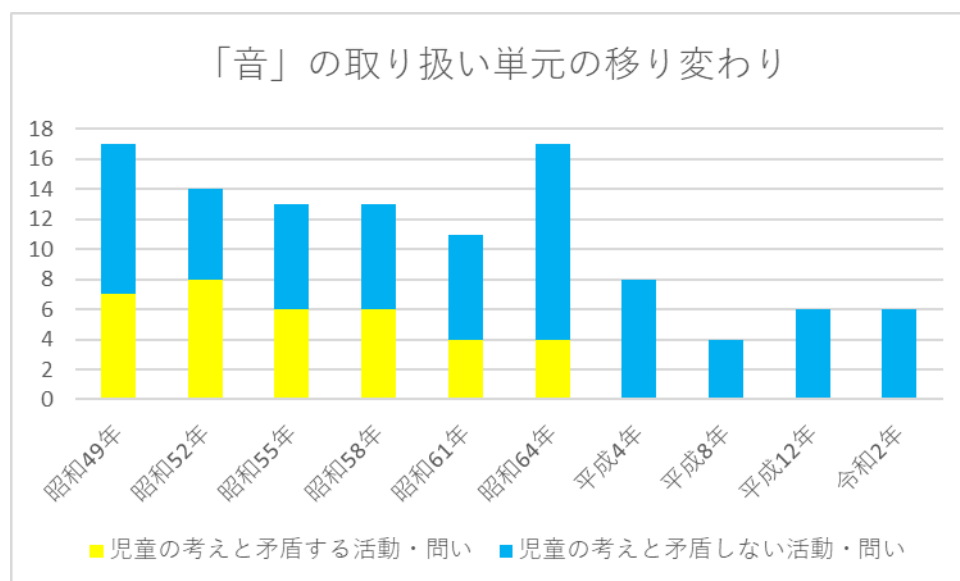
昭和 61 年 度	第 2 学年 音 【問い】 ① いろいろなものをつかって、音を出してみましょう。 ② 音が出ているときのようすをしらべましょう。 ③ 音をつたえてみましょう。(糸電話) 【活動】 ① 葉やゴム、瓶を使ってたたいたりこすったりして音を出す。 ② 輪ゴムをはじく。 ピンポン玉を太鼓の上に乗せ、下からたたく。 トライアングルをたたいてから鉛筆をのせる。 ③ 糸の長さを変えたり、人数を増やしたりしても聞こえるのか調べる。 鉄棒に糸をつなげて鉄棒をたたくと音は聞こえるのか調べる。 第 5 学年 音 【問い】 ① 強い音のときと弱い音のときのふるえのちがいは、どのようにしたらよくわかるだろうか。 ② 糸電話を使えば、遠くでもおんさの音をきくことができるだろうか。 ③ たいこなどの音は、どのようにして音の出ているものから伝わってくるのだろうか。 ④ まわりに空気がなければ、音は聞こえないのだろうか。 ⑤ 音は空気をふるわせるが、ものに当たるとどうなるのだろうか。 【実験】 ① 音叉をたたいて糸でつるしたコルク栓に触れさせる。 モノコードの弦をはじいてアルミニウムはくに触れさせる。 ② 音叉に糸電話をつなげて、音が聞こえるか調べる。 ③ テープの芯にラップフィルムを緩く張り、太鼓の横で持ち、フィルムの震えを調べる。 ④ 昭和 55 年度の②に同じ。 ⑤ 昭和 55 年度の④に同じ。
--------------	--

昭和 64 年度	第 2 学年 音 ※昭和 61 年度に同じ。 第 5 学年 音 ※昭和 61 年度に同じ。
平成 4 年度	第 3 学年 音を出してみよう 【問い】 ① ガラスや金ぞくでできたものに、ほかのものを当てると、どんな音が出るでしょうか。 ② 音を出すには、ものをたたくほかに、どんなほうほうがあるでしょうか。 ③ ものから音が出ているとき、ものは、どうなっているでしょうか。 ④ 音をつたえるには、どのようにしたらよいでしょうか。 【活動】 ① 瓶や缶に物を入れて振ったり、吊るしたりして音を出す。 ② 輪ゴムをはじいたり、瓶をふいたりする。 ③ 太鼓やトライアングルをたたいて触れたり、おんさをたたいて水につけたりして調べる。 ④ 色々な物に糸電話を繋げて音が聞こえるか調べる。
平成 8 年度	第 3 学年 音を出してしらべよう 【問い】 ① 音を出すには、たたくほかに、どんなほうほうがあるのでしょうか。 ② どんなものが、音をよくつたえるのでしょうか。 【活動】 ① たたく、はじく、吹く、吸う、こするなどをして音をする。 ② 色々な物に糸電話を繋げたり、物に直接耳を当てたりして音を聞いてみる。
平成 12 年度	第 3 学年 音を出してしらべよう 【問い】 ① 音が出ているものは、どうなっているかな。 ② 音は、ものをつたわるのでしょうか。 ③ いろいろなものをたたいて、音をくらべましょう。

	【活動】 ①音が出ているものを見たり手で触れたりしてみる。 ②糸電話や物に直接耳を当てて音を聞いてみる。 ③材質の違うコップをたたいて音の違いを調べる。
令和 2 年度	第 3 学年 音を出して調べよう 【問い】 ①音が出るとき、物はふるえているのだろうか。 ②音が大きいときと小さいときとで、物のふるえ方は、ちがうのだろうか。 ③音がつたわるとき、音をつたえる物は、ふるえているのだろうか。 【実験】 ①トライアングルの音が出るとき、震えているのか調べる。 ②トライアングルに付箋を貼り、音を出したとき付箋が震えるか調べる。 ③トライアングルに糸電話を繋げ、震えているのか調べる。

上記の内容から、昭和では 2 年生と 5 年生の 2 年間にわたって音についての学習をしていることが分かる。2 年生では、音を身近に感じる活動を行い、5 年生では音の伝わり方やふるえ方といった性質について視覚的に学ぶことのできる実験を行っていることが分かった。平成では 4～12 年の 3 年生のみで扱われ、14～27 年では扱われていない。学習内容として、まずいろいろな物を使って音を出す活動をし、その後音の伝わり方について学習していることが分かった。令和でも平成と同じく 3 年生で扱われ、音は伝わるときにふるえているということを学習していくことが分かった。昭和で 2 年間にわたり学習していた内容を平成令和では 1 年間での学習となったため、音を出す活動や音の伝え方やふるえ方などの性質を学習できる活動が減っている。

上記の表 1 の内容をグラフにまとめた。



上記のグラフより昭和の教科書に比べ平成令和の教科書では「音」の学習が減少していることが分かる。また、私の考える児童の考えと矛盾する活動・問いは減少傾向にあり、平成になるとなくなっている。平成令和では音を出すのみの活動であったり、音は伝わる時に震えることを確認するのみの学習であったりと単純なものが多い。前章で述べた、未知と出会える楽しさはここには含まれず、児童にとって新しい発見となる学習内容はほとんどないを考える。児童がこれまでの既習事項から予想した考えと矛盾する結果となる実験は、昭和の教科書に多く、平成令和の教科書ではあまり扱われていないことが分かった。

そこで私は、昭和の教科書で行われていた実験のような児童の考えと矛盾する活動・問いを教師が提示することで本研究の主題である児童の知的好奇心を刺激できるのではないかと考えた。元々持っていた考えと矛盾する結果から新たな知識を得ることで今までの見方や考え方を変えることができ「もっと知りたい」という知的好奇心と、自ら学ぶ意欲を引き出すことができるのではないだろうか。

3. 教科書の追試

前述において述べた児童の考えと矛盾する活動・問いについて具体的な学びを明らかにするため、教科書の全ての活動・問いを追試することにした。ここでは、現段階の私の考えから色分けしたうちの、矛盾すると考えた活動・問いの追試の結果を述べる。

(1) 糸電話

糸電話の活動は、昭和 49 年度、昭和 52 年度、昭和 55 年度、昭和 61 年度、昭和 64 年度、平成 4 年度、平成 8 年度、平成 12 年度で扱われており糸電話を通して音が聞こえるのか調べている。

【実験方法】

- ①糸を触ったり緩めたりする。
- ②糸の長さを変える。
- ③人数を変える。
- ④太鼓、鉄棒、トライアングルに繋げる。

【実験結果】

- ①糸を触ったとき、指が糸に触れる音は聞こえるがそれ以外の変化は分かりづらい。糸を緩めたとき、音は聞こえるがピンと張っているときよりも小さくなる。
- ②長さを変えても聞こえ方に変わりはない。
- ③人数を変えても全員に音が届く。
- ④どれも糸電話を通してではなく直に音が聞こえてしまった。トライアングルを弱くたたいてみると糸を通して響くように音が聞こえた。



図 1 糸電話の実験の様子

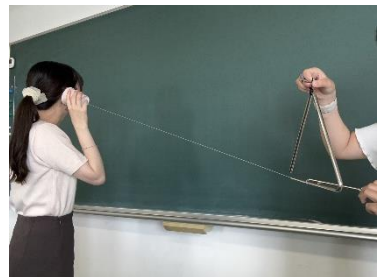


図 2 糸電話をトライアングルにつなげる実験の様子

【考察】

- ・糸電話は遊び道具としても浸透しているため、実験①②では予想と結果に違いが生じず、新たな知識を得る楽しさはないと感じた。
- ・実験④では、太鼓やトライアングルなど大きな音のするものは糸電話を通さず直接聞こえてしまったため、直接は聞こえない小さな音の出るもので実験すると糸が音を伝えているということに着目できると考える。
- ・糸電話の作成では、紙コップに穴を開ける作業と糸を穴に通す作業を工夫すると児童自身で作成させられる。

（２）水の中でも音が聞こえるのか

水の中でも音は伝わり聞こえるのかについて昭和 49 年度、昭和 55 年度で扱われている。水中で発生させた音を外から聞く実験や、水中にホースを入れて水中の音を聞くという実験である。

【実験方法】

- ①水槽に水を張り水中で石をたたき、外で音が聞こえるのか調べる。
- ②ホースを使って水中の音が聞こえるのか調べる。ホースの片方に薄いポリエチレンの膜を張り、水につけ、もう片方を耳に当てて音を聞く。水中でトライアングルなどを使い、音を発生させる。

【実験結果】

- ①空中での音とは聞こえ方が変わったが音は聞こえた。



図 3 水中で石を叩く実験の様子

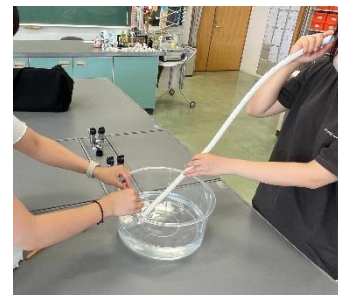


図 4 水中の音をホースを使って聞く実験の様子

②直接音が聞こえてしまいホースを通して音が聞こえているのか分からない。水の音がよく聞こえ、発生させたトライアングルの音を聞きとることができない。

【考察】

- ・どちらの実験も発生させた音（石やトライアングル）ではなく水の音がよく聞こえるため、水中の音に注目しづらいと感じた。
- ・実験②ではよく耳を澄ませないと聞こえないため、大人数の教室ではうまく実験が進められないと考える。
- ・準備物や実験道具は危険なものはないため、実験自体は簡単に行うことができる。

（３）音の反射

音の反射について昭和 49 年度、昭和 52 年度、昭和 55 年度、昭和 58 年度、昭和 61 年度、昭和 64 年度で扱われている。音の発生源から直進ではなく反射した音の通り道を作ったとき音は聞こえるのかという実験である。

【実験方法】

- ①紙筒、下敷き、メスシリンダー、秒針の音が鳴る時計を使い、図 5 のような形を作る。



図 5 音の反射の実験方法

下敷きの角度を変えて音が聞こえるかを調べる。

【実験結果】

- ①音が反射して時計の秒針の音が聞こえた。



図 6 音の反射の実験の様子

【考察】

- ・角度調整が難しくなかなか聞こえなかったため、下敷きの角度を調整して秒針の音が聞こえたときの驚きが大きく感じられた。

- ・音源として扱うものは直では聞き取れないくらいの音量でないといけないため、小さい音量の音源が少ないことが問題点である。
- ・反射した音は聞こえるが小さいため、音が聞こえていることに気づきにくいと感じた。
- ・音源から耳まで直進せず反射しても音が聞こえることは児童にとって新たな発見となり、疑問を抱きやすいと感じた。

（４）真空時の音の聞こえ方

真空時に音の聞こえ方がどう変化するかについて昭和 49 年度、昭和 52 年度、昭和 55 年度、昭和 58 年度、昭和 61 年度、昭和 64 年度で扱われている。真空状態にある所で音を発生させると聞こえ方はどう変わるのか調べる実験である。

【実験方法】

①丸底フラスコ、ゴム管、ガラス管、鈴

水を使って図 7 のような形を作る。丸底フラスコを振って鈴の音を確認。フラスコ内の水を沸騰させて空気を水蒸気と一緒に外へ出した後ピンチコックで出口を閉じ、音の聞こえ方の変化を調べる。

【実験結果】

- ①フラスコ内の水を沸騰させる前からゴム栓をした時点で鈴の音が聞こえなかった。ゴム管の先を耳に当てると音が聞こえた。フラスコ内の水を沸騰させ、真空状態にした後はゴム管の先に耳を当てても音は聞こえなかった。

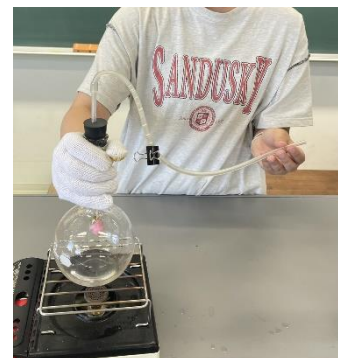


図 7 フラスコ内の水を蒸発させる様子



図 8 フラスコ内を真空にした後音を聞く様子

【考察】

- ・ 真空状態にする前からフラスコとゴム栓で空気を遮られ、鈴の音が聞こえなかった。ゴム管の先に耳を当てると音が聞こえたためフラスコ内で音はなっているという発見と驚きがある。
- ・ フラスコ内の水を沸騰させる際、ゴム管の先から熱湯が噴き出してくるため、火傷の注意が必要である。
- ・ 真空状態にすると音は聞こえなくなったが、水蒸気でフラスコ内と鈴が濡れていたため真空だから音が聞こえないのか水に濡れていて聞こえにくくなっているのかの判断ができなかった。

【追試からの考察】

教科書に記載された活動実験の全ての実験を行い、児童の考えと矛盾しそうな実験はあったものの、実験内容が単純であったり結果が曖昧で判断が難しかったりするものが多いように感じた。見つかった問題点を以下のようにまとめる。

- ①発生源となる音の音量調整が難しい。
- ②実験結果が曖昧で判断が難しい。
- ③3年生の児童にとって作成が困難な実験用具がある。

問題点①に関しては、追試1～4の各実験において音量調整が難しく結果の判断がはっきりと分からなかった。追試1～3は本来の実験では糸やホースを通したり、音を反射させたりして音が聞こえるのか調べたい実験であるが、音源の音量が大きすぎたため反対の耳から直接聞こえ

てしまい教科書通りの実験が成り立たなかった。追試4では逆に音源となる鈴の音が小さく、フラスコ内に入れてゴム栓をただけで音が聞こえにくくなってしまったため、もう少し大きい音源だと結果が分かりやすかったかもしれない。このことから、音源の音量調整は各実験を行う上で重要であり結果の判断にも影響することが分かった。

問題点②に関しては、追試③において反射した音が小さく聞き取りにくいと感じた。追試④においては鈴の音が聞こえなくなった原因が真空状態になったからなのか、水に濡れたなどの他の要因があったからなのか判断しにくかった。しかし、どちらの実験結果も児童にとっての新たな発見となるのではないかと感じた。追試③では聞こえなかった音が反射により聞こえたときの感動がある。追試④ではゴム栓をただけの状態のフラスコ内では音がなっていることが分かった時、驚きと面白さがあり「なぜ?」「どうして?」を引き出すことができると感じた。このことから、音の反射や真空状態での音の様子についての結果がはっきりと判断できる実験用具の開発が必要だと考えた。

問題点③に関しては、追試①において糸電話の作成で紙コップに開けた小さな穴に糸を通す作業は3年生にとって容易ではないことを過去に行ったボランティアの経験から考えた。また、追試④においてゴム栓に穴を開けてガラス管を通す作業や、フラスコを熱する作業では熱湯が噴き出し大人でも危険な作業であったため3年生の児童にとっては困難であることが分かった。そのため、3年生が自身で実験用具を作成し実験できる範囲での教材開発の必要があると考えた。

以上の考察をもとに、問題点を改善することで児童の考えと矛盾する結果が得られる実験を行い、知的好奇心を刺激させられる教材開発ができるよう研究を進めていく。

4. 先行研究

前項では文部科学省検定教科書の実験の追試とそれについての考察をし、実際に現場で行う上での問題点をあげた。これらの問題点を考慮し児童の知的好奇心を刺激することができないか先行研究について調べてみた。

日本ガイシ株式会社が運営する NGK サイエンスサイトの中で滝川洋二が監修して行われた実験を2つあげる。

①「宇宙で音はどう聞こえる？」⁵⁾

ここでは、真空時の音の聞こえ方について身近なものを使って実験を行っている。醤油差しと防犯ブザー、注射器を使うことで火を使わずに真空状態を作り音の聞こえ方を調べるという実験である。風船を醤油差しの中に入れ同じ動作をして見せることで醤油差しの中の空気が抜けていく様子が目で見て分かるようになっている。

②「ひそひそ話が遠くで聞こえる！」⁶⁾

これは音の反射を利用した実験である。ビニール傘2本の内側にそれぞれアルミシートを貼り、向かい合わせに置く。傘の柄の辺りで声を出すと反対側の傘の同じ部分で声が聞こえるという実験である。この実験はすべて100円ショップで買い揃えられる身近なものを使っているため、実験用具の準備が簡単にできる。

前項で行った真空時の音の聞こえ方についての実験と音の反射の実験ではどちらとも児童の考えと矛盾する結果が得られると考察したものの実際の現場で行うには安全面での配慮も含め問題点がいくつかあった。これらの実験であれば児童が安全かつ簡単に行うことができるのではないかと考えた。

5. 先行研究の追試

前項で示した先行研究について、その実験が実際にどのようなものか追試をした。2つの実験の結果と考察を述べる。

(1)「宇宙で音はどう聞こえる？」

【実験方法】

注射器、醤油差し、防犯ブザーを使い、図9のような形を作る。醤油差しの中に防犯ブザーを入れた後に音が聞こえることを確認し、注射器を使って空気を抜いていく。実験終了後、防犯ブザーと風船を入れ替え同じ動作をすることで醤油差しの中で風船が膨らみ、真空状態が作られていることを目で見えて確認できる。

【実験結果】

醤油差しの蓋をしっかりと閉めた状態で防犯ブザーの音は聞こえた。注射器を使い空気を抜くと若干音が小さくなったように感じたが、はっきりとした違いは生じなかった。風船を入れ空気を抜くと風船が膨らんだり縮んだりを繰り返した。

【考察】

- 教科書の追試4であげられた音源が小さいという問題点は、この実験では防犯ブザーを使うことでしっかりと音を確認することができた。



図9 醤油差しの中を真空にする様子

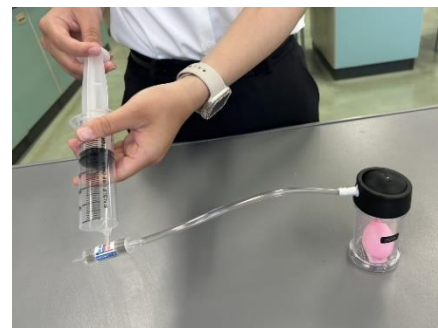


図10 醤油差し内の真空度を確認する様子

- ・ 風船を使って醤油差し内の真空度を確認する実験では風船が膨らみ続けるべきところを、膨らんだり縮んだりを繰り返していたためどこかで空気が抜けていたと考えた。
- ・ 空気が抜け続けているのではなく、醤油差し内にどこかから入っているのならこれは真空状態にあるとは言えず、音が小さくならなかった結果にも納得ができる。
- ・ この実験道具は全て 100 円ショップで購入できることや制作、持ち運びが簡単であることから現場で行いやすい実験であると考える。

(2)「ひそひそ話が遠くで聞こえる！」

【実験方法】

透明ビニール傘 2 本、アルミシート、音源、椅子を使い実験を行う。アルミシートを底辺 30 センチ高さ 45 センチの二等辺三角形になるように切り、透明ビニール傘の内側に図 11 のように貼る。1 本の傘を傘の柄と地面が平行になるように置き、傘の柄に耳を近づけテレビなどの音を受け大きく聞こえる位置に印をつける。図 12 のように 2 本の傘の間を 5 ～ 6 メートルあけて向かい合わせに置く。印の部分に音源を付け、直接は聞こえないくらいの音量で音を流し反対の傘の印の部分で音が聞こえるか確認する。音が聞こえることが確認出来たら 2 人がそれぞれの傘の印の部分に立ち片方が小さな声で喋り、もう片方で声が聞こえるか調べる。

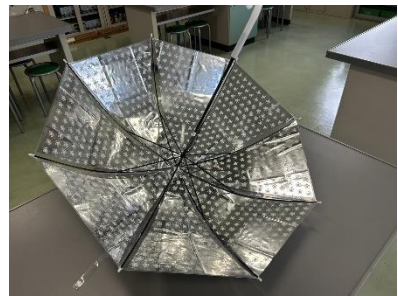


図 1 1 ビニール傘の内側



図 1 2 2 本の傘を向かい合わせに置く

【実験結果】

傘の柄に印を付けるために1本の傘の向かいにブザーを置き確認したが自分の耳でどの部分が1番よく聞こえるかの確認ができなかったため騒音計を使い調べた。しかしどの部分に当てても数値は変わらずよく聞こえる部分を見つけることができなかった。そのため2本の傘の柄の同じ部分に印をつけ、片方の傘に音源となるイヤホンを取り付け実験を行った。

直では聞こえない音量で音を出し、もう片方の傘の印の部分に耳を近づけるとはっきりと音が聞こえることが確認できた。

次に2人でそれぞれの傘の印の所に立ちひそひそ話ができるかの実験では、声が直に聞こえてしまい、教科書の追試時と同様に曖昧な結果となった。



図13 騒音計を使って音の大きさを調べる様子



図14 印の部分で音を確認する様子

【考察】

- ・直では聞こえない音が向かい側の傘の印の部分で聞こえたとき驚きと感動があると感じた。「なぜ?」「どうして?」という疑問が生まれ、考えと矛盾する結果が得られる実験だと考える。
- ・ひそひそ話の実験は直で声が聞こえてしまうことから、声量の調整が必要だが3年生には難しいのではないかと考える。
- ・傘にアルミシートを貼ってしまうと折りたためないため、持ち運びが不便である。また、アルミは熱を通しやすいことから窓際の太陽の光が当たる所に保管すると発火などの危険があるため管理方法にも課題があることが分かった。

- ・テレビの音などを利用して印をつける際に、ブザーで代用したが耳で確認できなかった。
- ・椅子を使って傘の柄と地面が平行になり、向かい合う 2 本の傘の軸を合わせることが難しかった。

【追試からの考察】

以上 2 つの先行研究の追試の結果から教科書の追試時と同様の問題点や新たな問題点をあげる。

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ①声量の調整が 3 年生の児童にとって困難である。 ②実験結果が曖昧で判断が難しい。 ③持ち運びや保管方法の工夫が必要である。 ④実験道具のセットが難しい。 |
|---|

問題点①について追試②のひそひそ話の実験の際に声を出す人が小さい声で喋っていても直で聞こえてしまったことから大きすぎても小さすぎても実験が成り立たないため 3 年生にとって困難な実験になると考えた。音が反射するか確認する際に使用したイヤホンの聞こえ方の方がとても感動した。問題点②について追試①の醤油差し内が真空状態になっているのかははっきりと確認できず結果が曖昧になってしまった。問題点③に関して追試②の傘は折りたたみができないため持ち運びが困難であったり保管方法の工夫が必要であったりと課題が見つかった。問題点④に関して追試②の図 12 のように傘を配置することが難しかった。また印をつける際の方法もうまくいかなかった。しかし、どちらの実験も児童の元の考えと矛盾する結果が得られそうだという優れた点がある。これらの問題点が改良されれば児童の知的好奇心が刺激されと考え次項では改良に向けて研究を進めていく。

第3章 教材開発

1. オリジナル教材の開発

前項では文部科学省検定教科書の実験と先行研究の実験の追試を行い、それぞれで児童の考えと矛盾する結果が得られそうな実験が見つかった。その中で特に先行研究の追試で行った「ひそひそ話が遠くで聞こえる！」の実験では、「なぜ？ どうして？」という疑問が生まれる場面があった。そこで、この実験で問題点を改良しながら教材開発をすることにした。

【改良するにあたっての材料・条件】

- ・傘…DAISO EVA 傘（傘生地：EVA 樹脂、親骨の長さ：50 cm

親骨の材質：鉄）

- ・アルミシート…DAISO キッチンアルミシート

（材質：アルミニウム、ポリエチレンテフタラート

アクリル粘着剤、サイズ：90 cm×45 cm）

- ・音源…音（イヤホン）

- ・2本の傘の距離…5 m

- ・傘の柄の印の位置…持ち手から 30 cm

これらの条件の元、改良を進めていく。



図15 基本となるセット
（傘の距離 5 m、印の位置 30 cm）

（1）傘の設置方法の改良

追試をする中で傘の柄と床が平行になるように設置することが難しかった。先行研究では椅子を使って行っていたが不安定であったため鉄製スタンドを使い傘を設置することにした。



図16 鉄製スタンドを使って
傘を設置した様子

（２）音源の改良

追試をする中で音源となる音の大きさの調整が難しいことが分かった。ここではイヤホンから音を流すこととし、流す音源の内容をブザーの音、音楽（ポップス、ヒップホップ、クラシック）、ラジオ音源の５つ試すことでどの音源が実験をする上で適切であるか調べていく。音の聞こえやすさについては騒音計を使って調べてみたが追試と同様数値が変わらなかったため私の自己判断とする。結果は以下の通りである。

表２ 音源ごとの聞き取りやすさ

音源の内容	結果	
ブザーの音	◎	◎…よく聞こえる
音楽（ポップス）	◎	○…聞こえる
音楽（ヒップホップ）	○	
音楽（クラシック）	△	△…あまり聞こえない
ラジオ音源	○	

この結果からブザーの音と音楽（ポップス）がよく聞こえることが分かった。今後の実験ではブザーの音もしくは音楽（ポップス）を使い進めることにする。

（３）傘の柄の印の位置・つけ方の改良

追試を行う中で困ったことの１つとして傘の柄の印のつけ方についてがある。テレビやブザーを使うのではなく２本の傘の柄の同じ位置に印をつけることにした。傘の持ち手部分から１０ cm、２０ cm、３０ cmと印をつけどの部分が１番音が聞こえやすいか調べた。音源の位置と聞く位置を色々なパターンで組み合わせてこの実験をする上でどの組み合わせが適切か調べることにした。結果の判断は（２）と同様に私の自己判断とする。結果は次の通りである。

表3 音源と聞く位置による聞き取りやすさ

音源	耳を当てるところ	結果	◎…よく聞こえる
10	10	△	○…聞こえる
10	20	△	△…あまり聞こえない
10	30	○	
20	10	△	
20	20	○	
20	30	○	
30	10	○	
30	20	○	
30	30	◎	

この結果からどの組み合わせでも音は聞こえるが、音源と耳を当てるところどちらも持ち手から 30 cm の部分が良く聞こえることが分かった。

(4) 2本の傘の距離の改良

追試を行う中でこれまで2本の傘の距離は5 m に統一して実験を行ってきたが、この距離を変えると聞こえ方はどう変わるのか調べることにした。音の聞こえやすさを確認する実験を行い、児童の知的好奇心を刺激させられる適切な距離を調べる。結果の判断は(2)と同様に私の自己判断とする。結果は以下の通りである。



図17 2本の傘の距離を変えて実験する様子
(左：2.5 m、真ん中：10 m、右：15 m)

表4 傘の距離による聞き取りやすさ

2本の傘の距離	結果	◎…よく聞こえる
2.5 m	◎	○…聞こえる
5 m	◎	△…あまり聞こえない
10 m	◎	
15 m	◎	

この結果から 2 本の傘の距離を変えても聞こえ方に変わりはないことが分かった。ただ、2.5 m で実験を行った際、音源の音が直接聞こえたため授業実践の際は 5 m 以上の距離で行うと良いと考える。また、2 本の傘の距離を変えた上で、傘の柄の印の位置も変えて実験してみた。聞き取りにくい組み合わせがあるものの音は聞こえることが分かった。

以上の改良をした上で現時点では、流す音はブザーの音か音楽（ポップス）、傘の柄の印は 2 本とも持ち手から 30 cm の位置、2 本の傘の距離は 5 m 以上が実験を行う上で適切な組み合わせであることが分かった。この教材は直接聞こえない音が聞こえることによって児童の考えと矛盾が生まれ、知的好奇心を刺激することに繋がれると考える。（3）で行った 2 本の傘の距離を変える実験では距離を延ばしても音が聞こえることから児童にとって新たな発見となると考えた。また、知的好奇心が刺激され、自ら学ぶ意欲を引き出すことができれば、小学校学習指導要領解説理科編の第 3 学年の目標及び内容に記載の「物の性質，風とゴムの力の働き，光と音の性質，磁石の性質及び電気の回路について追究する中で主体的に問題解決しようとする態度を養う。」という項目が達成できると考える。

このように考察したものの本当に児童にとって、考えと矛盾が生まれ知的好奇心を刺激できるものなのかは分からない。そのため、次章ではオリジナル教材を使った授業を実際に現場の児童に行うことで、この教材が有効なものであるか調べることにする。児童の考えから矛盾した結果を得るためには教師の問いかけも大切だと第 1 章で述べたように、問いかけにも工夫をしながら授業実践に取り組みたいと考える。

第4章 授業実践

1. 目的及び研究仮説

前章では教科書調査・先行研究の結果に基づいて追試を行い、改良することで教材開発を行った。本章では調査授業を行い、開発したオリジナル教材が実際の教育の場に適切であるか調査・検討する。

この教材は「音の反射」を利用した実験であるが小学校学習指導要領解説理科編に音の反射についての記載はない。その上でこの実験を小学3年生に行おうと考えた理由を述べる。

本研究主題である「知的好奇心を刺激し自ら学ぶ意欲を引き出す」は、学習指導要領における資質・能力の3つの柱のうち「学びに向かう力・人間性等」を醸成することに繋がると考えている。児童の有する概念や経験と矛盾することで知的好奇心は刺激され则认为ているため、矛盾がおこりそうだと推察した音の反射を利用した実験を行うことにした。

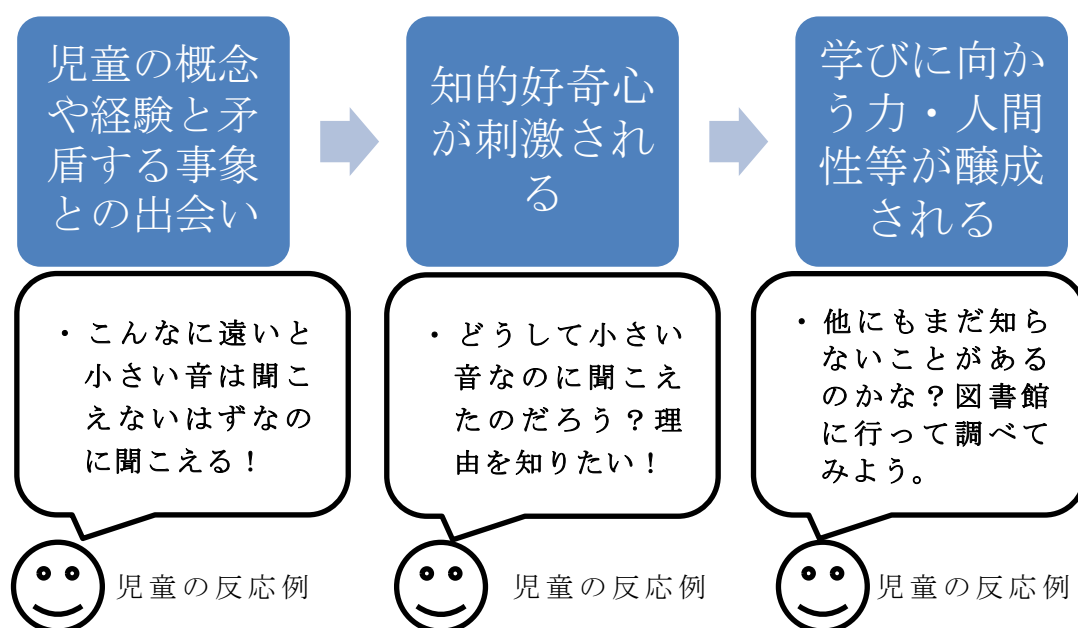


図18 研究主題とオリジナル教材における研究仮説

文部科学省初等中等教育局教育課程課は『学習指導要領の趣旨の実現に向けた個別最適な学びと協働的な学びの一体的な充実に関する参考資料』において次のように述べている。⁷⁾

また従前から、いずれの学校においても学習指導要領において示している内容に関する事項は取り扱わなければならないとした上で、学校において特に必要がある場合は、異なる学年の内容を含めて学習指導要領に示していない内容を加えて指導することができるものとされています。

ここに示されているように学習指導要領の内容を取り扱った上で、その他の学習を加えて行うことが可能になっていることから、学習指導要領に記載されていない「音の反射」を利用した実験を行いたいと考える。また、小学生の段階で学習指導要領の内容に加えて応用的な学習をする事で音について興味・関心を持つことができ、中学1年生で学習する音の性質について積極的に学びたいという意欲を持たせることができるのではないかと考えた。

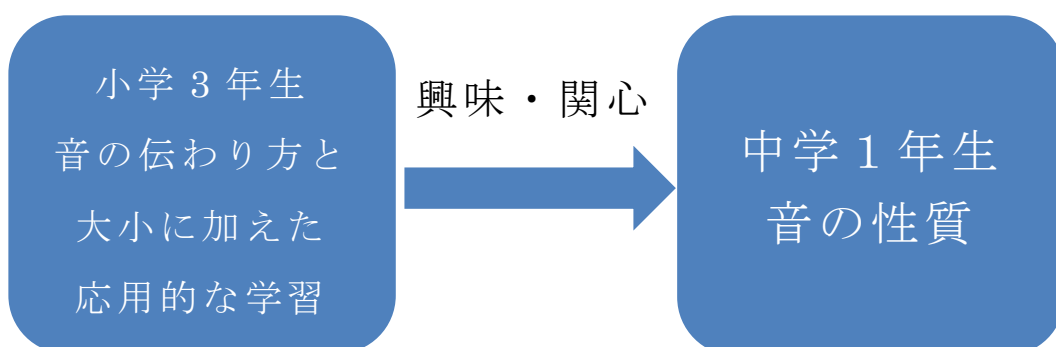


図19 学習指導要領における系統

さらに、音以外の分野でも知的好奇心を刺激するきっかけになり小学4年生以降の学習をする中で、不思議だということや「もっと知りたい」と考えることについて自ら学ぶ意欲を引き出すことができるのではないかと考えた。

2. レディネス調査

①調査目的

児童の音に対する素朴概念の実態を把握するとともに、音について不思議だと感じていることはどのようなことであるか、アンケートを行い調べた。

②調査対象

岡山県 S 市立 S 小学校 3 年 D 組（35 名）

③調査方法・調査項目

アンケート用紙を用いて計 3 問の質問について自由記述で尋ねる。「理科が好きか」「音について知っていること」「音について不思議だと思うこと」について書いてもらうことで、児童がどの程度「音」に関する知識を持っているのかについて知る。また、音の単元の学習が始まる前にアンケートを行うことで、音に関する素朴概念の実態を把握する。

理科についてのアンケート

3 年 組 番 名前

これはテストではありません。あなたが思った通りに正直に書いてください。

1. あなたは理科が好きですか。当てはまる番号に○をつけてね。
1. すき 2. どちらかと言えば好き 3. どちらでもない 4. どちらかと言えば嫌い 5. きらい

理由

2. 音について知っていることはありますか。いくつ書けるかな？
(例)・先生の書く音の図はよくて、おぼろしいの図はよくない。

3. 音について不思議だと出うことはありますか。いくつでも書いてみよう。
(例)・かみなりが降ったあとに「ゴロゴロ」の音が聞けてくるのはなぜだろう。

ご協力ありがとうございました！

図 2 0 レディネス調査用紙

④調査結果

(1) 質問①「あなたは理科が好きですか？」の回答結果と回答理由

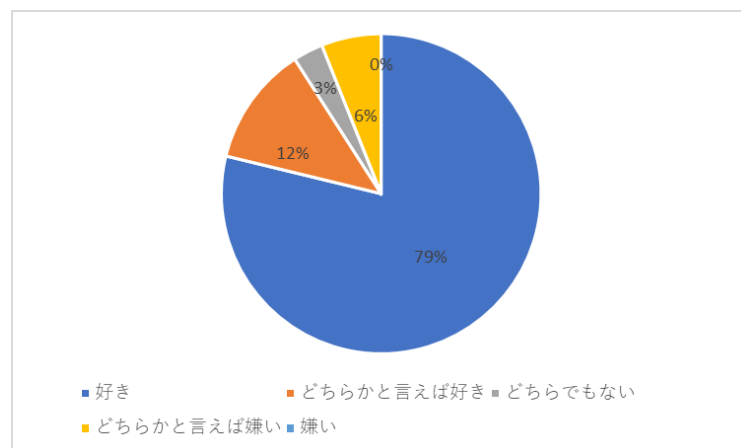


図 2 1 質問①の回答結果

表 5 質問①の回答理由

回答	理由	回答数
好き	実験が好きだから	13
	不思議だと思ったことが調べられるから	4
	知らなかったことを知れるから	4
	観察が楽しいから	3
	色々な発見があるから	2
	自然に関するものが好きだから	1
	不思議を見つけられるから	1
	1番好きな授業だから	1
	ゴムと風の働きがすごかったから	1
	楽しいから	1
	他の授業より遊びみたいだから	1
どちらかと言えば好き	なんとなく好き	1
	色々なことができるから	1
	実験があるからまあまあ好き	1
	自然のことがよく知れるから	1
どちらでもない	虫は嫌いだけど、風の授業は好きだったから	1
どちらかと言えば嫌い	ノートをとることが嫌い	1
	外に行くことが嫌い	1

(2) 質問②「音について知っていることはありますか。」と質問③

「音について不思議だと思うことはありますか。」の回答率

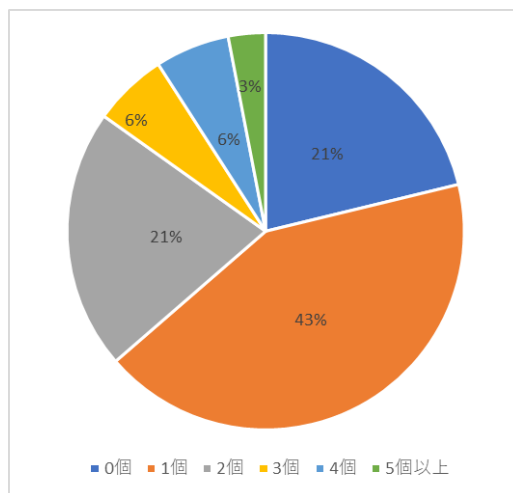


図 2 2 質問②の回答率

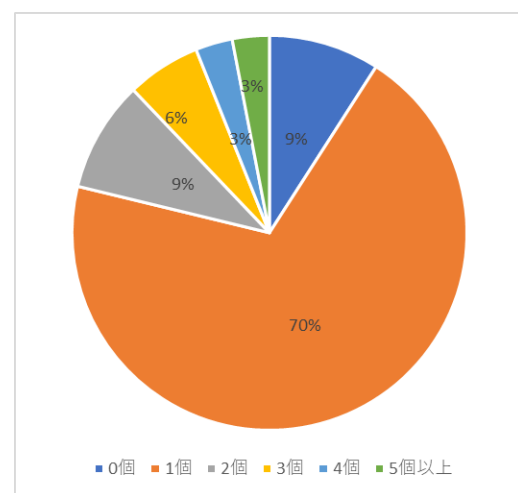


図 2 3 質問③の回答率

(3) 質問②と質問③の回答内容

表 6 質問②の回答内容

回答内容	回答数
〇〇は音が高く、△△は音が低い	24
□□の音（雨の音、雷の音等）	7
音より光の方が早く音が遅れてくる	2
雨はポツポツやザーザーがある	1
トライアングルは高い音しか出ない	1
音が出るものは震えている	1
輪ゴムギターは輪ゴムが大きく揺れると高い音が出る	1
階段を降りるときドンドンと音が鳴る	1
音は人間みたいな大きな脳でないと感じ取れない	1
消防車のサイレンとパトカーのサイレンは少し違う	1
雷は光の後に音が鳴る	1

表 7 質問③の回答内容

回答内容	回答数
〇〇の時「△△」という音になるのはなぜ	18
雷と花火は光った後に音になるのはなぜ	2
音は何でなるの？	2
大きい音はなぜ響くのだろう	2
トンネルの中で大きい声を出すと響くのはなぜ	2
男の人は大人になると高い声が出せなくなるのはなぜ	1
ギターはなぜ細いと高くなって太いと低くなるのか	1
リコーダーは穴をふさいだだけで色々な音が出るのはなぜ	1
糸電話は本当に音が伝わっているのか	1
山に向かって何か言うとはね返ってくる	1
電話のなる音が色々な種類があるのはなぜ	1
水がある所に水が落ちると音が鳴るのはなぜ	1
人間の身体はなぜ音が聞こえるように作られたのか	1
人間はなぜ150dB以上は耐えきれないのだろう	1

⑤考察

レディネス調査では「児童の理科に対する好悪」「児童の音に対する素朴概念」「音に対してどのくらい関心があるのか」の三つについて調査した。児童の理科に対する好悪に関しては、理科の授業を「好き」「どちらかと言えば好き」と答えた児童が8割を超え、理科好きな児童が多い学級であることが分かった。その回答理由として、実験や観察ができることや新たな発見があることを楽しいと感じていることが分かった。児童の音に対する素朴概念に関しては、回答数が1個以下の児童が6割程度であった。音がするとき、物が震えているという知識を持つ児童は1人で、音の種類についての記述や高い音と低い音の比較について記述している児童が多かった。高い音と低い音の比較については質問の回答例として私が提示した「先生のふく笛の音は高くてお祭りの太鼓の音は低い」に引っ張られているような印象を受けた。音に対してどのくらい関心があるのかに関しては、回答数が1個以下の児童は7割であり、光と音の速さの違いや音が響くことに不思議だと感じているということが分かった。1人あたりの回答数は少ないものの音に対する疑問はそれぞれの児童が抱いている。また、「風が吹いたらヒューというのはなぜ」というように何かの事象が起こる時の音について疑問を抱いている児童が多いことが分かった。

これらの結果から、この学級の児童は理科好きであり音に対する興味関心が高いことが分かった。しかし、量的に見ると回答数は少ない児童が多いため、発展的な教材を使い授業を行うことで児童の知的好奇心を刺激させたい。また、レディネス調査より「音の反射」に関する記述は少ないことが分かったため、この性質に関する発展的な学習をすることで児童の新たな発見に繋がるのではないかと考える。

3. 調査授業

①調査目的

本調査は、開発した教材が実際の小学校現場において児童の元の考えと矛盾する結果が得られ知的好奇心を刺激することができるのかを調査するために行う。

②調査対象

岡山県 S 市立 S 小学校 3 年 D 組（35 名）

③調査日時

令和 5 年 11 月 24 日（金）

④調査方法

「音」の単元の授業が終了し「音がするとき物は震えている」ということを学習した段階で、音の反射を利用して開発した教材を用いて授業実践を行い効果を検証する。授業後、児童に事後アンケートを記入してもらい、その結果から開発した教材が児童の知的好奇心を刺激することができ、自ら学ぶ意欲を引き出すことができたか検証する。

⑤授業の様子（第三次第 2 時）

開発した教材は「音の反射」を利用しているため、それを捉えさせるためにはまず「音は空気を震わせて伝わっている」ということを児童が理解しておく必要がある。そのため、開発した教材を用いた授業の前にこれを理解させるための授業を行った。授業の初めに復習として糸電話をした時の糸の様子を尋ね「音がするとき物は震えている」ということを思い出させた。その上で「口と耳は糸で繋がっていないのに先生の声がみんなに聞こえているのはなぜ？」と問うと、児童は少し悩みながら考えたのち「空気がある」と反応があった。この反応から児童に空気が音を伝えているのではないかという仮説を持たせ、実験の説明をした。

実験の説明をしたのち予想を聞くと
25 人の児童が「動く」2 人の児童が
「その他」と予想を立てた。動く
予想した児童の理由として「空気が
震えていると思うから」「太鼓→机→
床→先生→カップの順で震えが伝わる
と思うから」と挙げられた。その他と
予想した児童の意見として「カップの
中の球を外に出したら動くのではない
か」「動くのではなくて震える」が挙げ
られ各児童が予想を立てられた段階で
実験を行った。実験ではまず太鼓を
叩いた時カップの中の球の様子を確認
すると「動いた!」「跳ねている」と
球の動きに興味を示していた。その後

音のせいしつ	
3年 組 番 名前	
【問題】	音がしている時、()が音をつたえているのだろうか。
【美けんの予想】	★ カップの中の球はどうなるかな？
ア) 動く	イ) 動かない
ウ) その他	{ }
【けっか】	・たいこをたたいた時、カップの中の球は ()。
【分かったこと・考えたこと】	
まとめ	() が () ことで、音が つたわっている。

図 2 4 授業で配布したワークシート



図 2 5 太鼓の下に手をかざして
空気の震えを体感する様子

児童一人一人に太鼓の下で手をかざしてもらい太鼓を叩くと空気の振動
で手に風が当たるため、児童全員が空気の震えを体感することができた。
実験道具が1つしかなかったため「まだ実験をしていない友達に結果が
分からないように静かに待っていてね」と指示をしていた。児童は声は
出せないが実験結果に驚いた表情を見せ、その後の全体共有で「風が
来たから空気が押されている」「空気が震えていることが分かった」と
気づいたことを共有した。周りの空気が震えることで音は伝わるという
ことをまとめて全体で確認した後、条件を変えて実験を行った。児童が
調べたいと提案してくれた「カップの距離を変える」「カップの位置を
横や上にする」という条件の元実験を行い第三次第2時の授業を終えた。

⑥授業の様子（第三次第3時）

授業の初めに音には不思議なことが沢山あるということを伝え、音に対する興味を持たせた。音源が遠くなるとどうなるのか問いかけた後、「小さい音を聞くときはどんなポーズをする？」と問うと学級のほとんどの児童が耳に手を当てるポーズをした。そこで、何のためのポーズなのかを問うと「音を拾うため」「音を集めるため」と数人の児童が考えを持っていた。今回の実験で使う音源（イヤホンから流した小さい音）を実際に流し聞こえるか問うと、ポーズをしながら「全然聞こえない」と反応があった。そこで「この手をもっと大きくしたらどうなるだろう」と問い、実験で使う傘を提示すると「えー！大きい！」「どうなるだろう？」と反応があったところで本時の学習課題「大きな傘を使えば遠くの小さい音が聞こえるだろうか」を提示した。その後は第三次第2時と同様に実験の説明をした後予想を立てる時間を設けた。23人の児童が「聞こえる」5人の児童が「聞こえない」1人の児童が「その他」と予想を立てた。聞こえると予想した児童の理由として「手より大きいから集められる」と挙げられた。聞こえないと予想した児童の理由としては「大きすぎても聞こえない」「大きいと音が逃げてしまうのではないかと」挙げられた。その他と予想した児童の意見は「向かい合わせの傘の間を音が行ったり来たりする」と挙げられ、全員が予想を立てられた段階で実験に移った。実験の注意点について、第三次第2時を踏まえて児童に問うと「答えを言わない」「静かにする」「順番を守る」と反応があり自分たちで考えた注意点で実験を行うことにした。実験は、まず傘と傘の間の距離を5mから始めた。前時同様、児童は結果を声に出せないが表情で反応をし、全体共有の際に「聞こえた！」「聞こえたけどどうしてかはわからない」と結果や考えたことを共有した。その後は、条件を

変えて実験を行うことを伝え、どのように条件を変えたいか問うと「傘と傘の間の距離を変える」「傘を反対向きにする」「音源側の傘をなくす」と挙げられた。今回は傘と傘の間の距離を変えて実験を行うことを伝え、間を 15m まで広げられるが何mで実験をしたいか問うと、15m が多数だったため間を 15m 広げて実験を行った。(図 26)



図 2 6 実験の予想をしている様子

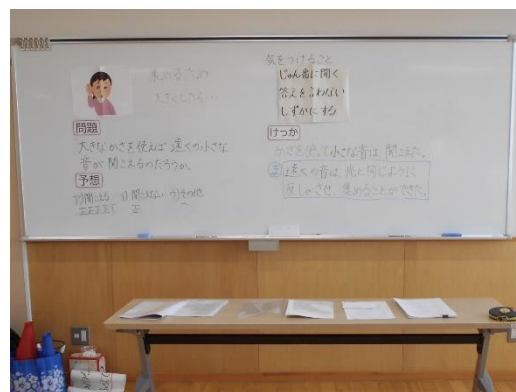


図 2 7 授業の板書

距離をのばすとどうなるのか簡単に予想を立てた後実験を始めた。実験後「聞こえ方が変わらなかった」「遠いのに音が小さくなっていない」と結果と考えを全体共有した。結果について、どうして音が聞こえたのかを問うと授業の導入でも確認していたように「音を集められたから」と反応があったため、どのようにして音を集めているのか問いかけ疑問を持たせた。この結果は「音の反射」によるものだということを伝えるために、既習事項である「太陽の光」で鏡や虫眼鏡を使って太陽の光を集めたことを思い出させた。太陽の光を集めるために何をしたのか問い光を跳ね返していたことを思い出し、音も同じように跳ね返すことで集めているということを伝えてまとめた。最後に、本時で学習した内容は発展的なもので、中学生や高校生で学習するレベルの勉強だったことを伝えと少し驚いた様子で嬉しそうな反応を見せてくれた。もっと知りたいことがあれば調べようと伝え第三次第 3 時を終えた。(図 27)

4. 事後調査

①調査目的

本調査を通して、児童の知的好奇心を刺激することができたか、自ら学ぶ意欲を引き出すことができたか事後調査を行った。

②調査対象

岡山県 S 市立 S 小学校 3 年 D 組（35 名）

③調査方法・調査項目

アンケート用紙を用いて計 3 問の質問について自由記述で尋ねる。「音について不思議だと思うこと」「音についてもっと知りたいこと」「授業の感想」について書いてもらうことで、本調査で児童がどの程度「音」に関する知識が増えたのか、

音についての興味関心は深まったのかを

調べる。日程の都合上、授業を行った数日後にアンケート調査を行ったため分量よりも授業前後での内容の変化に期待する。

じゅ業後の理科についてのアンケート

3 年 組 番 名前 _____

※これはテストではありません。あなたが思った通りに正直に書いてください。

1. 音のじゅ業を受けて、音について不思議だと思ったことはあるかな。
いくつでも書いてみよう！

2. 「音」についてもっと知りたいということがあれば教えてね。
いくつかけるかな？

3. じゅ業の感想を教えてください！

ご協力ありがとうございました！

図 2 8 事後アンケート用紙

④調査結果

（1）質問①「音について不思議だと思ったことはあるか。」の回答率

と回答内容

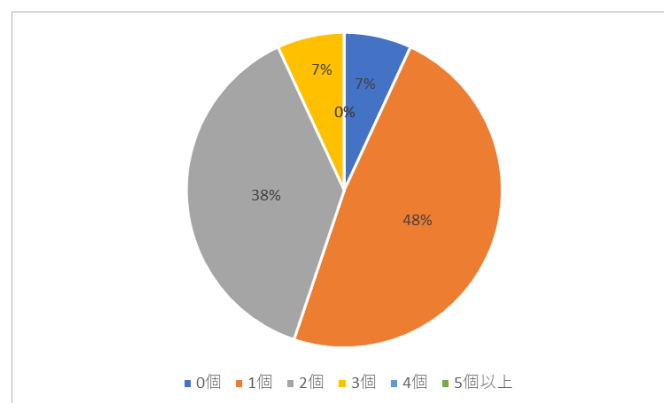


図 2 9 質問①の回答率

表 8 質問①の回答内容

回答内容	回答数
音が空気にも伝わること	4
太鼓の音で小さな球が飛ぶこと	4
震えると音が聞こえること	4
音を出した震えが遠くまで届くこと	2
トライアングルに付けた付箋が震えたこと	2
どうして音はなるのか	2
色々な音があること	2
耳に手を当てると良く聞こえること	1
男の人は声が低くて女の人は声が高い	1
人の声が相手に伝わること	1
実験でカップには穴が開いていなかったのに球が動いたこと	1
小さい音は傘を使えば聞こえること	1
糸電話の糸をつまむと音が聞こえなくなったこと	1
小さな音は離れていても跳ねて聞こえたこと	1
音は衝撃で聞こえているのか	1
窓の開け方で風の音の聞こえ方が変わる	1
空気がないと音は聞こえないのか	1
音はどうして速いのか	1

(2) 質問②「音についてもっと知りたいということがあれば教えてね。」の回答率と回答内容

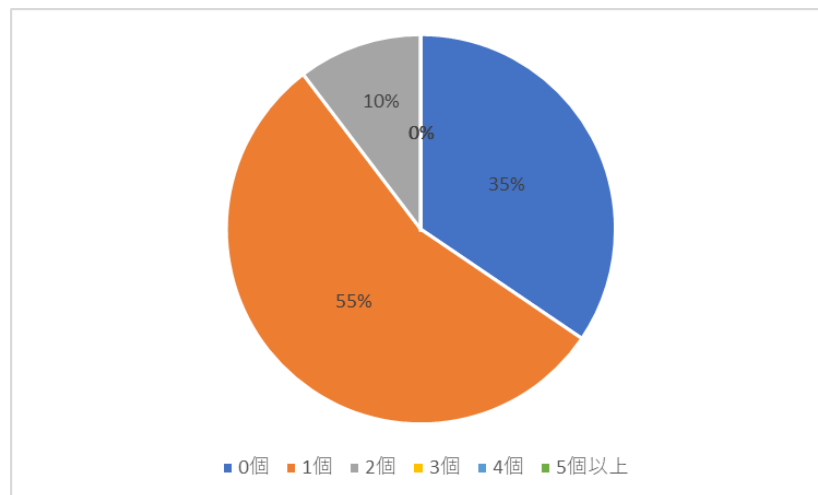


図 3 0 質問②の回答率

表 9 質問②の回答内容

回答内容	回答数
音はなぜなるのか	2
室内の全部のドアや窓を閉めても外の音は聞こえるのか	1
椅子を引くときの「ギギギ」の音	1
高い音と低い音の違いについて	1
救急車のサイレンの通り過ぎたら音が変わる仕組み	1
楽器の音の出方について	1
どうして音が出ると震えているのか	1
花火や雷の光った後に音がでることについて	1
ピアノも音が出るときは震えているのか	1
震えの速度は物によって違うのか	1
音のならせ方によって音が変わる仕組み	1
音は何種類あるのか	1
音でガラスは割れるのか	1
糸電話はどれだけ遠く手も聞こえるのか	1
音を振動以外で伝える方法はないのか	1

(3) 質問③「授業の感想を教えてください。」の回答内容

表 10 質問③の回答内容

回答内容	回答数
分かりやすい実験だった。	8
実験が楽しかった。面白かった。	7
音が震えで伝わっていることが分かった。	4
次は違う理科のことを知りたい。	3
色々なことを知れて嬉しかった。	2
友達の意見を聞けて勉強になった。	2
もっと音のことを知りたい。	2
不思議に思っていたことが知れたから嬉しかった。	1
音は不思議だなと思った。	1
傘で実験ができるんだと思った。	1

⑤考察

事後調査では、「音に対する関心」「音に対する知的好奇心」「授業の感想」について調査した。音に対する関心に関しては、授業前のレディネス調査でも聞いた質問であり、授業後どのように変化したかを調べた。回答率は減ったが内容に着目すると、授業前は何かの事象が起こる時の音について興味を抱いている児童が多かったのに対し、授業後は授業で学んだ「震えで音が伝わること」や「音の反射について」など音の性質に関する内容に変化していることが分かった。音に関する知的好奇心に関しては、授業を終えて音の不思議さについて何に関心を持ち「もっと知りたい」という意欲を引き出すことができたかを調べた。7割程度の児童が1個以上回答し、内容としては「音の伝わり方に関すること」「音の聞こえ方や種類」についてなどが挙げられた。授業の感想に関しては、児童の自由な記述を期待し、開発した教材が児童の知的好奇心を刺激することに繋がったのかを調べた。内容としては「実験が分かりやすかった」や「楽しかった」など児童の素直な感想や音の単元に限らず「もっと知りたい」と知的好奇心を刺激された内容が挙げられた。授業直後に対面で感想を数名に発表してもらった際には、「普段できない大きな装置での実験が楽しかった」や「小さい音が傘を使って聞こえることが不思議だ」という声が聞かれた。

これらの結果から、実験や授業を楽しいと感じることはできたが今回の教材の活用法として狙っていた「児童の考えと矛盾する」には繋がらなかったと考える。しかし、普段できない実験を行うことで児童の興味関心を引き出すことができたのではないかと考える。児童の考えと矛盾させるための問いかけがうまく出来なかったと考えているため次章では授業実践を行って分かった問題点を改善する指導案を作成していく。

第5章 考察および改善案

教材研究、授業実践を通して児童の知的好奇心を刺激する方法を考えてきたが、本章ではそこで得られた課題をもとに、矛盾点に着目させる授業方法の改善策について考察していく。

1. 指導案の改善

調査結果を基に考察をし、教師の問いかけ方が児童の考えと矛盾する結果に繋がるものではなかったと分かった。授業の冒頭で、小さい音を聞く方法を確認した際に、教師が誘導するような問いかけになっており、児童の自由な意見を求めることができていなかった。そのため児童一人ひとりが持つ考えを拾うことができないまま教師が準備していた展開に沿って予想を立てさせることになり、ほとんどの児童が結果通りの予想を持ち実験が始まることになった。実験結果は、ほとんどの児童が予想通りであるため音が聞こえることに感動はするものの、自分の考えとの矛盾による新しい発見というものを感じられなかったと考える。これらのことから以下の3点が本研究における最終的な改善点になる。

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">1. 児童の自由な考えを引き出す。2. 教師による問いかけ方法の改善。3. 予想を自由に立てさせる。 |
|--|

教材に関しては児童の興味関心を引き出すことに繋がり、楽しいと感じてくれる児童が多かったため、教師の言葉選びや問いかけ方、授業の展開を工夫することで本研究での教材の活用法としていた「児童の考えと矛盾する」ことに繋がるのではないかと考えた。以上の改善点を踏まえ、改善案を次項に示す。授業前後で改善した部分に色を付ける。

第3学年 理科学習指導案

令和 5年 11月24日(金) 2校時 指導者 大賀美結

1. 単元名 音を出して調べよう
2. 単元目標 音を出したときの震え方に着目して、音の大きさを変えたときの現象の違いを比較しながら、音の性質について調べる活動を通して、それらについての理解を図り、実験などに関する技能を身に付けるとともに、主に差異点や共通点を基に、問題を見いだす力や主体的に問題解決しようとする態度を育成する。

3. 本時案 (第三次 第3時)

目 標	音の伝わり方について音は空気を震わせて伝わっていることを理解した上で、音の反射を利用した実験を行うことで、音の性質に気づくことができる。	
学習活動	指導上の留意点	評価・準備物
1. 前時の振り返りをし、本時のめあてを確認する。 - 音を出している物だけでなく、周りの空気も震えていた。 2. 問題を確認し、実験方法を考える。 - 音は離れると小さくなる。空気の震えが届かなくなるのかな。 - ウサギの耳のように手を添えると遠くの音がよく聞こえるよ。 - イヤホンの音はとっても小さいね。	○これまで音を出している物は震えていること、音が出ている時には周りの空気も震えていることを確かめてきたことを想起させ、この性質の他にも何かあるのではないかと問いかけ、音の性質についてもっと調べようとする気持ちを喚起する。 ○長い糸電話の実験を想起させ、糸がない場合には離れると音が小さくなった経験を確認する。 ○小さい音を聞くときのポーズを想起させ、離れた所の小さい音を聞くための方法について考えを話し合わせる。 ○音源（イヤホン）から出るブザーの音を実際に聴かせ、傘で作った集音器を見せる。	- 傘の集音機 - 音源（イヤホン）
問題：大きな傘を使えば遠くの小さい音が聞こえるだろうか。		
3. 予想を立て、理由を考える。 - 聞こえる…ウサギの耳より大きいから音をたくさん集めると思う。 - 聞こえない…イヤホンの音は小さすぎるのでいくらなんでも無理だと思う。 - その他…電気やマイクを使えば聞こえるかも知れない。	○すべての児童が自分なりの予想を持てるように選択肢をもうけて挙手させる。 ○予想が立てにくい児童には、音源の大きさなどを実際に確認させる。 ○各予想の人数を板書し、人数の少ない予想から理由を尋ねる。 ○理由を聞く際は各項目数人ずつ当て色々な考えが共有できるようにする。 ○今回は電気を働かないことを伝える。	
4. イヤホンの小さな音が聞こえるか条件を変えながら確かめる。 - 小さいけれど、ちゃんと聞こえた！ - もっと離れたら聞こえなくなるかな？ - 音をブザーでなく別のものにしても聞こえるのかな？	○最初は傘と傘の間の距離を5mで実験する。 ○実験中は静かにすることを約束させる。 ○全員が結果の確認ができるように順番に並んで実験を行う。 ○まだ結果を知らない人に結果を教えないことを約束させる。	- 傘の集音機 - 音源（イヤホン） - 鉄製スタンド
5. 実験結果を確認する。		◎音の性質についての事物・現象に進んで関わり、他者と関わりながら問題解決しようとしている。 (学・人②)
まとめ：遠くの音は光と同じように反射させ、集めることができた。		
6. メガホンで小さな音を集める 2人ペアでメガホンを向かい合わせに持ち、片方が口当てて小さな声で発声しもう片方が耳に当てて音が聞こえることを確認する。	○音の伝わる仕組みについて考えようとする意欲を喚起し、中学校での学習に期待がもてるようにする。	

2. おわりに

今回の研究テーマである「知的好奇心を刺激し、自ら学ぶ意欲を引き出す授業づくり」はこれから始まる教員生活で追究し続けるライフテーマである。児童の自ら学ぶ意欲は「もっと知りたい」という知的好奇心を刺激することで引き出すことができると考えている。そのためには、まず授業を楽しんでいることや自分の考えとは矛盾する結果から生まれる疑問を持つことが重要であると考え。今回は、音の単元での教材開発であったが他の単元においてもどのような授業が児童の知的好奇心を刺激することができるのかを考え、自ら学ぶことのできる児童の育成を目指し、教材開発や指導方法の学びを継続していきたい。

この研究を通して、児童が授業を楽しんでいることや元の考えと矛盾した結果があることにより知的好奇心を刺激できることが確認できた。授業の中で予想を立てる際には教師が提示した予想だけで進めるのではなく、児童の自由な予想や考えを引き出すことから始めるとさらに児童の中での矛盾が生まれ、疑問を持つことができ、「もっと知りたい」に繋がると考えた。また、今回の教材は普段できない大型装置での発展的な実験ということもあり、児童の興味を惹きつけられたと考えている。そのため、実験道具のサイズの大小や教科書記載の有無に限らず、児童の知的好奇心を刺激するにはどのような授業づくりとすると良いのか考え続ける必要があると考える。

今回の教材研究や授業実践を通して、児童に身に付けさせたいねらいを達成するための授業づくりについて難しさを感じることができた。その中で、自分の開発した教材を児童に実践して反応を見ることができて本研究の成果を感じることができた。今後の教員生活においても研究を続け、より良い授業づくりを目指して改善していきたい。

【引用・参考文献】

- 1) 山下洋平・安藤秀俊,「小学校理科における楽しい理科授業について」,日本科学教育学会研究会研究報告,22(1),pp.117-120,一般社団法人日本科学教育学会
- 2) 御堂大貴(2014)「学習意欲を高める理科の授業づくり」,愛知教育大学教育実践研究科修了報告論集, p.1
- 3) 鹿野俊裕(2005)「学ぶ意欲を高める理科の学習指導のあり方ー小学校4年の理科学習を通してー」,神奈川県立総合教育センター長期研修員研究報告書3,p13-14
- 4) 文部科学省(2017)「小学校学習指導要解説理科編」
- 5) NGKサイエンスサイト「宇宙ではどう聞こえる?」
(<https://site.ngk.co.jp/lab/no193/>) (2023.09.07 閲覧)
- 6) NGKサイエンスサイト「ひそひそ話が遠くで聞こえる!」
(<https://site.ngk.co.jp/lab/no275/>) (2023.09.07 閲覧)
- 7) 文部科学省初等中等教育局教育課程課(2021)「学習指導要領の趣旨の実現に向けた個別最適な学びと協働的な学びの一体的な充実に関する参考資料」p.30