

「エネルギーを柱とする領域」の基本的な概念を段階的に身に付けていく指導の在り方

—音の性質について規則性や関係性を児童生徒が見いだしたり、捉えたりする授業づくりを通して—

【研究の概要】

本研究では、「エネルギーを柱とする領域」の基本的な概念の一つである音の性質について、小・中・高等学校を通じて身に付けていく基本的な概念及び資質・能力のつながりを明確にし、規則性や関係性を生徒が見いだしたり、捉えたりする授業を単元指導計画に位置づけた授業実践で行った。この授業により、理科への興味や思考力・判断力・表現力等を育む効果を確認できた。

キーワード：音に関する学習・学校段階間のつながり・単元指導計画

《研究アドバイザー》

国立大学法人 岩手大学教育学部

准教授 久坂 哲也

《研究協力校》

花巻市立笹間第一小学校

花巻市立西南中学校

《研究協力員》

岩手県立黒沢尻工業高等学校

澤山 純樹

令和3年3月

岩手県立総合教育センター

理科教育担当

藤枝 昌利

高橋 国博

菊池 新司

角野 裕子

黄川田 泰幸

川又 謙也

目 次

I	研究主題	1
II	主題設定の理由	1
III	研究の目的	1
IV	研究の目標	1
V	研究の見通し	2
VI	研究の構想	2
1	研究の基本的な考え方	2
(1)	学校段階における学習内容の系統性	2
(2)	各学校種の一貫性と円滑な接続	2
(3)	各学校種の「理科の見方・考え方」	3
(4)	「理科の見方・考え方」と「習得・活用・探究」の学習サイクルの確立	6
(5)	音の性質について規則性や関係性を児童生徒が見いだしたり捉えたりする授業	6
(6)	児童生徒及び指導の実態から見える系統性を考慮した指導の必要性	7
2	研究の手立て	8
(1)	理科に関する興味についての調査	8
(2)	音の学習に関する生徒及び指導の実態把握	11
(3)	音の性質に関する学校段階ごとの概念と主な見方・考え方の一覧表の作成	12
(4)	単元構想の検討	14
3	検証計画	16
4	研究構想図	17
VII	授業実践	18
1	実践構想	18
(1)	中学校の授業実践計画について	18
(2)	小学校の授業実践計画について	27
(3)	高等学校の授業実践計画について	36
2	中学校の授業実践結果の分析・考察	43
(1)	生徒が観察、実験に主体的に取り組もうとする態度への効果	43
(2)	理科の学習に関する興味に与える効果	44
(3)	思考力・判断力・表現力等を育む効果	45
VIII	まとめ	
1	全体考察	45
2	成果と課題	46
IX	引用文献及び参考文献	46

I 研究主題

「エネルギーを柱とする領域」の基本的な概念を段階的に身に付けていく指導の在り方
—音の性質について規則性や関係性を児童生徒が見いだしたり、捉えたりする授業づくりを通して—

II 主題設定の理由

中学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説 理科編（以下、「解説」）では、「自然の事物・現象に対する概念や原理・法則の理解、科学的に探究するために必要な観察、実験などに関する技能などを無理なく身に付けていくためには、学習内容の系統性を考慮するとともに、資質・能力の育成を図る学習活動が効果的に行われるようにすることが大切である。」と示されている。また、学習内容の改善について、小学校、中学校、高等学校の一貫性に十分配慮するとともに、育成を目指す資質・能力、内容の系統性の確保などに配慮している。さらに、科学に関する基本的な概念の一層の定着を図るために「エネルギー」、「粒子」、「生命」、「地球」などの、科学の基本的な概念等を柱として内容を構成している。

「エネルギー」を柱とした内容の構成に着目すると、20 年ぶりに小学校で「音の伝わり方と大小」を扱うこととなった。この内容は中学校第 1 学年や高等学校の学習にもつながるエネルギーの概念であるため、各学校種で児童生徒の発達の段階を踏まえて身に付けていく指導が必要である。

しかし、音の学習は、系統的に配列されているものの、学習する学年については、小学校第 3 学年、中学校第 1 学年、高等学校（各学校によって異なる）であり、時間の間隔があるため、断片的な学習になってしまうことが考えられる。また、PISA 調査、全国学力・学習状況調査の結果等では理科に対する興味・関心が、小・中・高等学校に進むにつれて低下し、高等学校段階では、特に物理の興味・関心が他の分野より低いことや思考力・判断力・表現力等が低いことが示されている。これらのことを踏まえると、音の学習内容の系統性を考慮して児童生徒が無理なく概念を身に付けていくことができるよう、授業の改善・充実を図ることが課題である。

このような課題を解決するためには、学校段階間の学習のつながりを理解した上で授業を行うことが大切である。「エネルギーを柱とする領域」の構成表を参考に、音の学習内容の系統性や育成を目指す資質・能力のつながりを明確にした単元指導計画を構想し、探究の過程を通じて児童生徒が「理科の見方・考え方」を働かせ、音の性質について規則性や関係性を見いだしたり、捉えたりする授業を行うことにより、「エネルギーを柱とする領域」の基本的な概念を段階的に身に付けていく必要がある。

そこで、本研究は、小・中・高等学校の理科教員が、学習内容の系統性を考慮した授業について理解を深め実践することにより、児童生徒が「エネルギーを柱とする領域」の基本的な概念を段階的に身に付けていく指導の充実に資することを目的とする。そのために、小・中・高等学校を通じて、児童生徒が身に付けていく音の性質に関する概念及び資質・能力のつながりを明確にするとともに、規則性や関係性を児童生徒が見いだしたり、捉えたりする授業づくりを提案する。

III 研究の目的

小・中・高等学校の理科教員が、学習内容の系統性を考慮した授業について理解を深め実践することにより、児童生徒が「エネルギーを柱とする領域」の基本的な概念を段階的に身に付けていく指導の充実に資する。

IV 研究の目標

小・中・高等学校を通じて、児童生徒が身に付けていく音の性質に関する概念及び資質・能力のつながりを明確にするとともに、規則性や関係性を児童生徒が見いだしたり、捉えたりする授業づくりを提案する。

V 研究の見通し

児童生徒が「エネルギーを柱とする領域」の基本的な概念を段階的に身に付けていくために、音の性質に関する学校段階ごとの概念と理科の見方・考え方を整理した一覧表を作成する。この一覧表を基に、中学校における単元指導計画等を作成し、生徒が「理科の見方・考え方」を働かせ、音の性質について規則性や関係性を見いだしたり、捉えたりする授業実践を行い、授業の効果を検証する。また、小・中・高等学校の理科教員が、学習内容の系統性を考慮した授業の理解を図るための授業例を示す。

VI 研究の構想

1 研究の基本的な考え方

児童生徒が「エネルギーを柱とする領域」の基本的な概念を段階的に身に付けていくために、小・中・高等学校の理科教員が、学習内容の系統性等を考慮した単元指導計画等を作成することが必要である。そこで、「解説」から、小・中・高等学校の系統性がどのように考慮されているのかを示す。

(1) 各学校段階における学習内容の系統性

「解説」には、改訂に当たっての基本的な考えを踏まえ、学習内容の改善について下記のように示されている。

自然の事物・現象に対する概念や原理・法則の理解、科学的に探究するために必要な観察、実験などに関する技能などを無理なく身に付けていくためには、学習内容の系統性を考慮するとともに、資質・能力の育成を図る学習活動が効果的に行われるようにすることが大切である。
「解説」 p. 10

理科においては、「エネルギー」、「粒子」、「生命」、「地球」などの科学の基本的な概念等を柱として構成し、科学に関する基本的な概念等の一層の定着を図ることができるようにしている。【表1】は「エネルギー」を柱とした内容の構成である。この表にある小学校第3学年「音の性質」は、今回の改訂で追加された内容である。学校段階ごとに、音の性質に関する概念を段階的に身に付けていく指導が必要である。

【表1】「エネルギー」を柱とした内容の構成

校種	学年	エネルギー		
		エネルギーの捉え方	エネルギーの変換と保存	エネルギー資源の有効利用
小学校	3	風とゴムの力の働き 光と音の性質 磁石の性質	電気の通り道	
	4		電流の働き	
	5	振り子の運動	電流がつくる磁力	
	6	てこの規則性	電気の利用	
中学校	1	力の働き 光と音		
	2	電流 電流と磁界		
	3	力のつり合いと合成・分解 運動の規則性 力学的エネルギー	エネルギーと物質 (粒子の存在を含む) 自然環境の保全と科学技術の利用 (粒子の存在を含む)	
高等学校		物理基礎		
		運動の表し方 様々な力とその働き 力学的エネルギー	波 熱 電気 物理学が拓く世界	エネルギーとその利用

(2) 各学校段階の一貫性と円滑な接続

中学校理科の目標は次のとおり示されている。

自然の事物・現象に関わり、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、自然の事物・現象を科学的に探究するために必要な資質・能力を次のとおり育成することを目指す。

- (1) 自然の事物・現象についての理解を深め、科学的に探究するために必要な観察、実験などに関する基本的な技能を身に付けるようにする。
- (2) 観察、実験などを行い、科学的に探究する力を養う。
- (3) 自然の事物・現象に進んで関わり、科学的に探究しようとする態度を養う。

「解説」 p. 23

「自然の事物・現象に関わり、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、自然の事物・現象を科学的に探究する」とあり、どのような学習過程を通して資質・能力を育成するのかが示されている。小学校及び高等学校においても同様に目標が示され、一貫性を考慮している。また、中学校においては、「科学的に探究するために必要な資質・能力」として、科学的に探究する活動をより一層重視し、高等学校理科との円滑な接続を図っている。

(3) 各学校段階の「理科の見方・考え方」

解説には、「理科の見方・考え方」について、以下のように示している。

理科の学習においては、「見方・考え方」を働かせながら、知識及び技能を習得したり思考・判断・表現したりしていくものであると同時に、小・中・高等学校を通じて、「理科の見方・考え方」を豊かで確かなものにしていくことが重要である。

「解説」 p. 12

ア 「理科の見方」の違い

自然の事物・現象をどのような視点で捉えるかという「見方」については、「エネルギー」、「粒子」、「生命」、「地球」を柱とした領域ごとの特徴から【表2】のように整理されている。また、各学校種において、「見方」を働かせることは共通しているが、学校段階の違い（内容の階層性の広がり）がある。

【表2】理科の各領域における特徴的な見方(理科ワーキンググループ資料1-1(平成28年5月25日))

	領 域			
	エネルギー	粒 子	生 命	地 球
見方・考え方	自然の事物・現象を主として量的・関係的な視点で捉える *高等学校では、事象をより包括的・高次的に捉える	自然の事物・現象を主として質的・実体的な視点で捉える *中学校から実体はあるが見えない(不可視)レベルの原子、分子レベルで事象を捉える *高等学校では、事象をより包括的・高次的に捉える	生命に関する自然の事物・現象を主として多様性と共通性の視点で捉える *「分子～細胞～個体～生態系レベル」の階層性があり、小・中・高と上がるにつれて扱う階層が広がる	地球や宇宙に関する自然の事物・現象を主として時間的・空間的な視点で捉える *「身のまわり～地球～宇宙レベル」の階層性があり、小・中・高と上がるにつれて扱う階層が広がる
	学校段階の違い(内容の階層性の広がり)			
小学校	「見える(可視)レベル」	「物レベル」	「個体～生態系レベル」	「身のまわり(見える)レベル」
中学校	「見える(可視)～見えない(不可視)レベル」	「物～物質レベル」	「細胞～個体～生態系レベル」	「身のまわり(見える)～地球(地球周辺)レベル」
高等学校	「見える(可視)～見えない(不可視)レベル」	「物質レベル」(マクロとミクロの視点)	「分子～細胞～個体～生態系レベル」	「身のまわり(見える)～地球(地球周辺)～宇宙レベル」

イ 「理科の考え方」と資質・能力との違い

探究の過程を通じた学習活動の中で、どのような考え方で思考していくかという「考え方」を、これまで理科で育成を目指してきた問題解決の能力を基にまとめた【表3】。一方、この「考え方」は思考の枠組みなどであり、「～的に考えることができる力」や「～的に考えようとする態度」のように資質・能力としての思考力や態度とは異なることに留意することが必要であるとし、高等学校学習指導要領解説 理科編理数編【図1】のように整理させている。

【表3】考え方について（小学校学習指導要領解説 理科編を基に筆者作成）

考え方	内容
「比較する」	<p>「比較する」とは、複数の自然の事物・現象を対応させ比べることである。比較には、同時に複数の自然の事物・現象を比べたり、ある自然の事物・現象の変化を時間的な前後の関係で比べたりすることなどがある。</p> <p>具体的には、問題を見いだす際に、自然の事物・現象を比較し、差異点や共通点を明らかにすることなどが考えられる。</p>
「関係付ける」	<p>「関係付ける」とは、自然の事物・現象を様々な視点から結び付けることである。「関係付け」には、変化とそれに関わる要因を結び付けたり、既習の内容や生活経験と結び付けたりすることなどがある。</p> <p>具体的には、解決したい問題についての予想や仮説を発想する際に、自然の事物・現象と既習の内容や生活経験とを関係付けたり、自然の事物・現象の変化とそれに関わる要因を関係付けたりすることが考えられる。</p>
「条件を制御する」	<p>「条件を制御する」とは、自然の事物・現象に影響を与えると考えられる要因について、どの要因が影響を与えるかを調べる際に、変化させる要因と変化させない要因を区別するということである。</p> <p>具体的には、解決したい問題について、解決の方法を発想する際に、制御すべき要因と制御しない要因を区別しながら計画的に観察、実験などを行うことが考えられる。</p>
「多面的に考える」	<p>「多面的に考える」とは、自然の事物・現象を複数の側面から考えることである。</p> <p>具体的には、問題解決を行う際に、解決したい問題について互いの予想や仮説を尊重しながら追究したり、観察、実験などの結果を基に、予想や仮説、観察、実験などの方法を振り返り、再検討をしたり、複数の観察、実験などから得た結果を基に考察したりすることなどが考えられる。</p>

校種	資質・能力	学年	エネルギー	粒子	生命	地球
小学校	思考力、判断力、表現力等	第3学年	(比較しながら調べる活動を通して) 自然の事物・現象について追究する中で、差異点や共通点を基に、問題を見だし、表現すること。			
		第4学年	(関係付けて調べる活動を通して) 自然の事物・現象について追究する中で、既習の内容や生活経験を基に、根拠のある予想や仮説を発想し、表現すること。			
		第5学年	(条件を制御しながら調べる活動を通して) 自然の事物・現象について追究する中で、予想や仮説を基に、解決する方法を発想し、表現すること。			
		第6学年	(多面的に調べる活動を通して) 自然の事物・現象について追究する中で、より妥当な考えをつくりだし、表現すること。			
小学校	学びに向かう力、人間性等	主体的に問題解決しようとする態度を養う。				
		生物を愛護する(生命を尊重する)態度を養う。				
中学校	思考力、判断力、表現力等	第1学年	問題を見だし見通しをもって観察、実験などを行い、【規則性、関係性、共通点や相違点、分類するための観点や基準】を見だして表現すること。			
		第2学年	見通しをもって解決する方法を立案して観察、実験などを行い、その結果を分析して解釈し、【規則性や関係性】を見だして表現すること。			
		第3学年	見通しをもって観察、実験などを行い、その結果(や資料)を分析して解釈し、【特徴、規則性や関係性】を見だして表現すること。また、探究の過程を振り返ること。			
中学校	学びに向かう力、人間性等	【第1分野】 物質やエネルギーに関する事物・現象に進んで関わり、科学的に探究しようとする態度を養う。		【第2分野】 生命や地球に関する事物・現象に進んで関わり、科学的に探究しようとする態度、生命を尊重し、自然環境を保全に寄与する態度を養う。		
		観察、実験などを行い、自然環境の保全と科学技術の利用の在り方について、科学的に考察して判断すること。				
高等学校	思考力、判断力、表現力等	観察、実験などを通して探究し、【規則性、関係性、特徴など】を見だして表現すること。				
		主体的に関わり、科学的に探究しようとする態度				
高等学校	学びに向かう力、人間性等	生命を尊重し、自然環境の保全に寄与する態度			自然環境の保全に寄与する態度	

【図1】思考力、判断力、表現力等及び学びに向かう力、人間性等に関する学習指導要領の主な記載
(高等学校解説を基に筆者作成)

(4) 「理科の見方・考え方」と「習得・活用・探究」の学習サイクルの確立

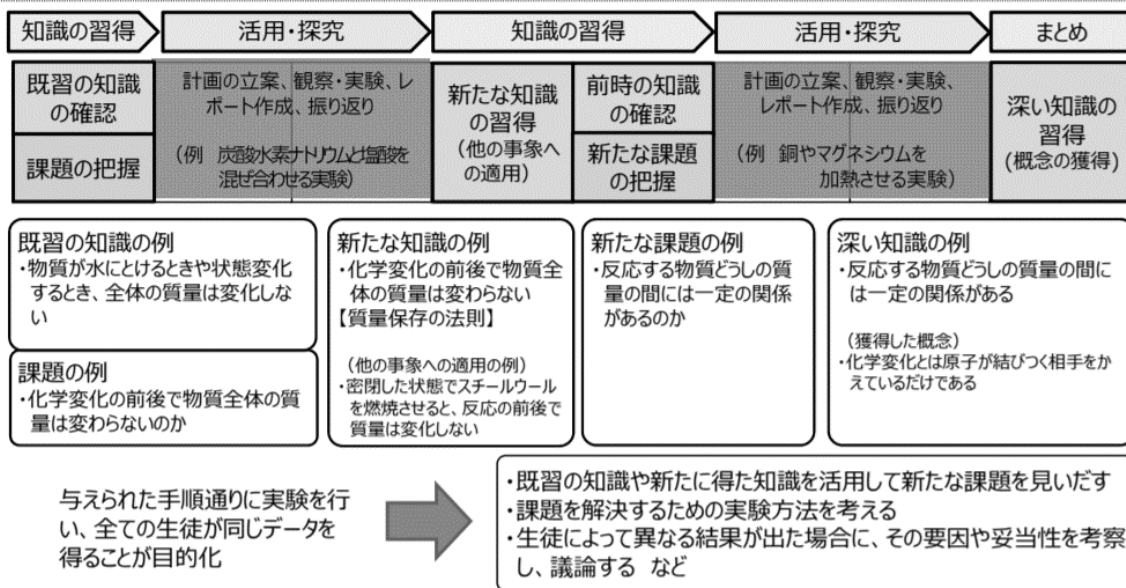
「解説」では、「見方・考え方」を、習得・活用・探究という学びの過程の中で働かせることを通して、より質の高い深い学びにつなげることが重要であると示されている。

主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善を進めるに当たり、特に「深い学び」の視点に関して、各教科等の学びの深まりの鍵となるのが「見方・考え方」である。各教科等の特質に応じた物事を捉える視点や考え方である「見方・考え方」を、習得・活用・探究という学びの過程の中で働かせることを通じて、より質の高い深い学びにつなげることが重要である。
「解説」 p. 115

授業改善のポイントとして「新しい学習指導要領の考え方（文部科学省）」の資料では、「習得・活用・探究という学習サイクルの確立を一層図ること」、「単元において知識の習得にしっかり時間をかけること」が【図2】のように示されている。

小・中学校においては、各学校において既に言語活動（記録、要約、説明、論述、話し合い等）や観察・実験などが行われており、これらの活動の質を高めながら習得・活用・探究という学習サイクルの確立を一層図ることがアクティブ・ラーニングの視点からの授業改善のポイント。単元ごとの知識の習得の時間を削って、新たに「アクティブ・ラーニング」の時間を設けるのではなく、学習内容の量を減らす必要はない。また、目の前の生徒達が語彙や知識が十分でないなら単元において知識の習得にしっかりと時間をかけることが求められており、知識の習得がおろそかになることもない。

【中学校理科 化学変化と物質の質量（7～8時間）】
知識及び技能：（化学変化と質量の保存）化学変化の前後における物質の質量を測定する実験を行い、反応物の質量の総和と生成物の質量の総和が等しいことを見いだして理解すること。
（質量変化の規則性）化学変化に関係する物質の質量を測定する実験を行い、反応する物質の質量の間には一定の関係があることを見いだして理解すること。
思考力、判断力、表現力等：化学変化について、見通しをもって解決する方法を立案して観察、実験などを行い、原子や分子と関連付けてその結果を分析して解釈し、化学変化における物質の変化やその量的な関係を見いだして表現すること。



【図2】新しい学習指導要領の考え方（文部科学省）

(5) 音の性質について規則性や関係性を児童生徒が見いだしたり、捉えたりする授業

解説では、科学の基本的な概念を身に付けていくことの大切さが示されている。

理科の学習においては、生徒が自然の事物・現象について理解を深め、知識を体系化するため、科学の基本的な概念を身に付けさせることが大切である。この基本的な概念は、自然の事物・現象における規則性を生徒が発見していくことによって徐々に育てられていくのである。
「解説 pp. 121-122」

「自然の事物・現象における規則性を生徒が発見していく」ためには、「科学的に探究する活動を通して、規則性を見いだしたり課題を解決したりする力」を養う必要がある。「エネルギーを柱とする領域」の特徴は、観察、実験が比較的行いやすく、分析的な手法によって規則性を見いだしやすいことである。そこで、音の学習については、見通しをもって観察、実験などを行い、規則性や関係性を見いだしたり、捉えたりして課題を解決する場面を単元指導計画に位置付けた授業が大切になる。

児童生徒が、理科の見方・考え方を働かせながら、これまでの学習や生活経験の中ですでに獲得している知識及び技能を活用して問題を見だし、課題を設定したり、規則性や関係性を見いだしたり、課題を解決したりすることで、「規則性を見いだしたり課題を解決したりする力」が養われるとともに、音の性質に関する概念を身に付けていくこととなる。

(6) 児童生徒及び指導の実態から見える系統性を考慮した指導の必要性

中央教育審議会答申（以下、答申）では、国際調査において、日本の生徒の、理科が『役に立つ』、『楽しい』との回答が国際平均より低く、理科の好きな子供が少ない状況を改善する必要があることや観察・実験の結果などを整理・分析した上で、解釈・考察し、説明することなどの資質・能力に課題が見られることを指摘している。小学校や中学校の状況について、全国学力・学習状況調査における児童・生徒の質問紙調査から「理科の勉強は、好きですか」という質問に対する肯定的な回答の割合を比較したものが、次の【表4】である。この表は、平成24年度の小学校6年生と同児童が中学校3年生となった平成27年度の結果を比較したものである（同様に、平成27年度の小学校6年生と平成30年度の中学校3年生を比較した）。

【表4】「理科の勉強は、好きですか」の質問に対する結果

	肯定的な回答（調査年度）	肯定的な回答（調査年度）
小学校6年生	81.5%（H24）	88.3%（H27）
中学校3年生	61.9%（H27）	62.9%（H30）
差	19.6ポイント	25.4ポイント

この結果から、小学校から中学校に進むと、肯定的な回答の割合が大きく低下し、答申にある指摘と同様に、理科の好きな生徒が少なくなっていることが分かる。また、柿木（2018）は「高校へ進学するとさらにその割合は減少し、PISA調査のような結果につながる。」と高等学校の現状について分析した上で、理科への興味・関心や理科を学ぶ有用性の認識の低さを問題視している。このような理科への興味・関心を高めることは、児童生徒が主体的に問題解決しようとしたり、探究しようとしたりする態度を養ううえで重要である。

また、平成30年度の全国学力・学習状況調査の活用問題の結果では、「分析して解釈すること」について、小学校と中学校ともに改善が見られる一方で、「観察・実験を計画すること」、「検討して改善すること」、「知識・技能を活用すること」についての思考力・判断力・表現力等に課題があると指摘している。これらの調査結果から、答申にある課題の解決は十分でない状況であると考える。

指導の実態については、これまでも理科への興味・関心や理科の有用性の認識を高めることや科学的な思考力・判断力・表現力の育成を図る優れた実践が多く報告されている。一方で、小・中・高等学校の全体を見通した系統的な指導の実践は少ない。

音の学習は、系統的に配列されているものの、【表1】を見ると時間的な間隔があるため、知識及び技能などが断片的になってしまい、児童生徒にとって、音に関する概念や原理法則の理解を深めたり、身に付けたりするのが困難になることが懸念される。また、令和2年度から小学校では音の学習がスタートしたことを考慮すると、各学校段階において、系統性を考慮した指導の充実を早急に進める必要がある。

2 研究の手立て

「エネルギーを柱とする領域」の基本的な概念を段階的に身に付けていくために、研究の基本的な考え方に則り、次のことを手立てとして取り組んでいくこととする。

(1) 理科に関する興味についての調査

次の先行研究からも、生徒が理科の学習に主体的に取り組む上で、理科に関する興味を育むことは大切である。

「いかに興味を育むか」を考える際、「どのような種類の興味を育むか」を明確にすることは重要である。育みたい興味の種類が明確にできれば、そのためにどのような工夫を授業に取り入れればよいか、授業や単元設計の方向性を定めるヒントになるからである。

「田中（2015）」

興味価値を強く認知している子どもほど理科で批判的思考を働かせる傾向があり、授業改善の視点として位置付けられている「主体的・対話的で深い学び」（文部科学省、2017）の実現に正の効果を及ぼす。

「原田ら（2018）」

本研究では、田中（2015）の興味尺度を活用し、児童生徒の理科の学習に対する興味を調査する【表5】。この調査結果を参考にして、単元指導計画の方向性を検討する。なお、小学校の質問項目は、田中の興味尺度を参考に、意味が変わらないように配慮して作成した。

【表5】興味尺度と質問項目

興味尺度		質問項目
日常関連型	日常	1 自分の生活とつながっているから【中・高】 自分の生活とつながっているから【小】
	日常	2 自分がふだん経験していることと関係があるから【中・高】 自分がいつもしていることと、かんけいがあるから【小】
	日常	3 生活の中で当てはまることがあるから【中・高】 生活の中で、学習したことを見つけることがあるから【小】
	日常	4 身近で起こっていることと関係があるから【中・高】 まわりでおきていることと、かんけいがあるから【小】
	日常	5 自分と関係のあることだから【中・高】 自分とかんけいのあることだから【小】
	日常	6 身のまわりのことが説明できるようになるから【中・高】 みのまわりのことが、せつ明できるようになるから【小】
実験体験型	実験	1 いろんな機器を使うことができるから【中・高】 いろんなどうぐを、つかうことができるから【小】
	実験	2 自分で実験を実際にできるから【中・高】 自分でじっけんができるから【小】
	実験	3 実際に色々な物に触れることができるから【中・高】 いろいろなものにさわることができるから【小】
	実験	4 いろんな薬品を使うことができるから【中・高】 いろんな薬などを使うことができるから【小】
	実験	5 色々な実験を見ることができるから【中・高】 いろいろなじっけんを見ることができるから【小】
	実験	6 実物を見たり触れたりすることができるから【中・高】 ほんものを見たり、さわったりすることができるから【小】

達成感情型	達成	1	わかるようになった時うれしいから【中・高】 わかるようになったとき、うれしいから【小】
	達成	2	問題が解けた時うれしいから【中・高】 もんだいが、とけたとき、うれしいから【小】
	達成	3	きちんと理解できた時うれしいから【中・高】 きちんとわかったとき、うれしいから【小】
	達成	4	自分で答えを見つけ出したときうれしいから【中・高】 自分で答えを見つけ出したとき、うれしいから【小】
	達成	5	自分の予想が当たっていた時うれしいから【中・高】 自分の考えが当たっていたとき、うれしいから【小】
知識獲得型	知識	1	色々なことについて知ることができるから【中・高】 いろいろなことについて、知ることができるから【小】
	知識	2	新しいことを学べるから【中・高】 新しいことを学べるから【小】
	知識	3	自分の知らないことを知ることができるから【中・高】 自分の知らないことを知ることができるから【小】
	知識	4	自分の知っていることが増えるから【中・高】 自分の知っていることが、ふえるから【小】
思考活性型	自考	1	自分で予測を立てられるから【中・高】 どんなことがおきそうか、自分で考えることができるから【小】
	理解	2	規則や法則の意味を理解できるから【中・高】 なぜそうなるのか、わかることができるから【小】
	自考	3	先生の説明を聞くだけではなく、自分で考えることができるから【中・高】 先生のせつ明を聞くだけではなく、自分で考えることができるから
	理解	4	習ったこと同士がつながっていくから【中・高】 学んだことがたくさんつながっていくから【小】
	自考	5	自分でじっくり考えられるから【中・高】 自分でじっくり考えられるから【小】
	理解	6	いろんな知識がつながっていることがわかるから【中・高】 いろんなべんきょうが、つながっていることがわかるから【小】
驚き発見型	驚き	1	実験結果に驚くことがあるから【中・高】 じっけんでおきたことに、おどろくことがあるから【小】
	驚き	2	実験がびっくりするような結果になる時があるから【中・高】 じっけんが、びっくりするようなことになる時があるから【小】
	驚き	3	知って驚くことがあるから【中・高】 知っておどろくことがあるから【小】
	驚き	4	「あっ」と驚く発見があるから【中・高】 「あっ」とおどろくはっけんがあるから【小】
	驚き	5	知って意外だと思うことがあるから【中・高】 新しいことを知って「なるほど、これは思いつかなかったな」と思うことがあるから【小】

イ 調査対象者

研究協力校の小学校第3、4学年32名。中学校第1、2学年88名。研究協力員の所属する高等学校2、3学年420名である。

ウ 興味尺度の信頼性

小学校、中学校、高等学校について、興味尺度の因子分析を行い、その結果に基づき、各尺度の信頼性の指標として α 係数を推定した【表6】。結果より、各項目の信頼性は、全ての校種において高かった。

【表6】興味尺度と信頼性係数（ α 係数）

項目数		小学校	中学校	高等学校
日常関連型興味	6	.91	.92	.91
実験体験型興味	6	.81	.93	.91
達成感情型興味	5	.86	.92	.92
知識獲得型興味	4	.89	.93	.90
思考活性型興味	6	.93	.93	.92
驚き発見型興味	5	.82	.93	.92

エ モデルの適合度比較

本研究では、興味を1つの因子としてではなく、6因子構造としている。その妥当性について検討するため、興味を1つの因子とする1因子モデルと、6つの下位尺度からなる高次モデルについて、共分散分析を行い、その適合度を比較した【表7】。結果より、適合度指標の値はいずれも許容できるレベルであり、CFI（1に近いほど適合が良く、0.9を超えることが望ましい）が.93であることから高次モデルが妥当であることが示唆された。

【表7】モデルの適合度比較

	一因子モデル	高次モデル
CMIN	3241.96	1467.39
CFI	.82	.93
RMSEA	.11	.07
AIC	3433.96	1689.39
BCC	3446.49	1703.87

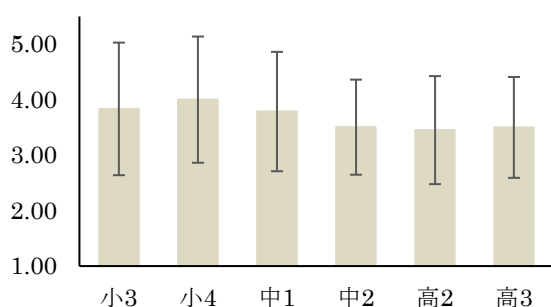
オ 調査結果と分析

各学年における各興味の平均値をグラフに示す【図3】。このグラフから、研究の児童生徒及び指導の実態で示したように、学年が上がるにつれて、興味が低下する傾向が見られる。さらに、各学年における各興味の平均値に差があるかを検討するために、Bonferroni法の多重比較を行った。その結果を基に、有意差のあった学年を表にまとめた【表8】。

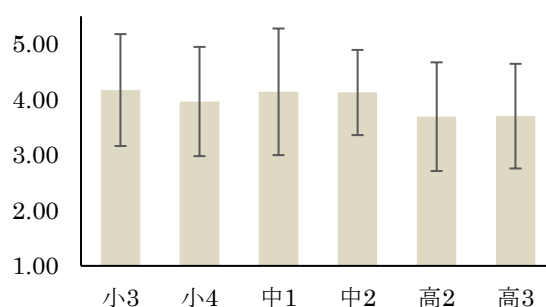
【表8】各興味尺度における有意差のあった学年

興味尺度	有意差のあった学年				
日常関連型興味	各学年に有意差なし				
実験体験型興味	中1 > 高2	中1 > 高3			
達成感情型興味	小4 > 高2	小4 > 高3	中1 > 高3		
知識獲得型興味	小4 > 高2	小4 > 高3			
思考活性型興味	小4 > 高2	小4 > 高3	中1 > 高2	中1 > 高3	
驚き発見型興味	小4 > 高2	小4 > 高3	中1 > 高2	中2 > 高2	中2 > 高3

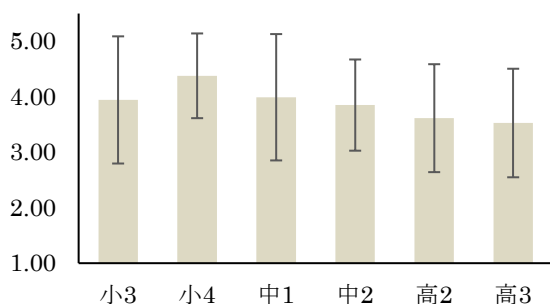
日常関連型興味



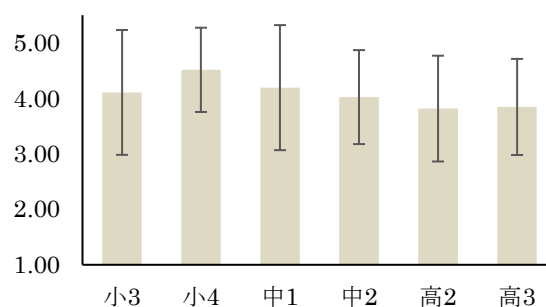
実験体験型興味



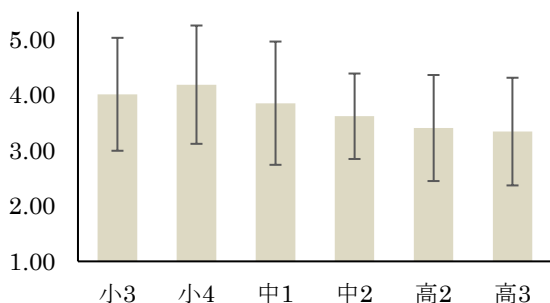
達成感情型興味



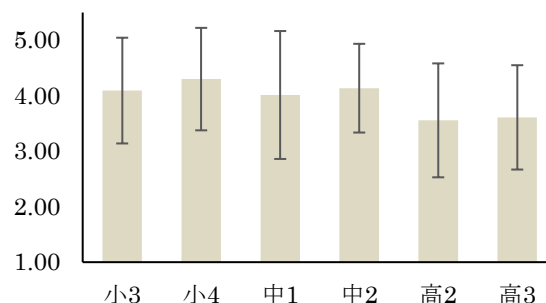
知識獲得型興味



思考達成型興味



驚き発見型興味



【図3】各学年における興味の平均値

(2) 音の学習に関する生徒及び指導の実態把握

音の学習に関する課題を明確にするために、各種学力・学習状況調査結果をまとめた。また、研究協力校等の理科教員から生徒及び指導の実態について、3名から聞き取り調査を行った。

ア 各種学力調査

調査の種類	出題の趣旨	正答率 (岩手県)
平成27年度全国 学力・状況調査 (活用問題)	日常生活の場面において、音の高さが高くなったといえる音の波形の特徴を指摘することができる。	39.7%
	音の高さは、「空気の部分の長さ」に関係していることを確かめる実験を計画することができる。	26.6%
平成29年度岩手 県学習定着度状 況調査 (活用問題)	音の波形から、弦の長さとはじき方について推測することができる。	55.0%
	実験結果から、空気が音の振動を伝えることを考察することができる。	32.0%

研究の児童生徒及び指導の実態に示したように、音の学習内容においても、「分析して解釈すること」、「観察・実験を計画すること」などの思考力・判断力・表現力等に課題がある。

イ 聞き取り調査

(ア) 音の学習において気になること

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">・弦などを強くはじくと高い音がでると答える。また、音が大きくなることを、音が高くなると表現する生徒もいる。・糸電話、弦楽器にふれる体験があまりない。・モノコードやギターを用いた実験において、音の高低と振動数の関係を見いだせない。・音の学習への興味・関心が低い。 |
|---|

(イ) 指導する上で困難なところ

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">・モノコードやオシロスコープなど、実験道具が少ないこと。・モノコードなどの実験で、弦の振動の仕方の違いが視覚的に分かりにくい。・音の波形に関する理解を図ること。・共鳴おんさや真空鈴の実験で、空気と振動の関係が捉えにくい。 |
|---|

(3) 音の性質に関する学校段階ごとの概念と主な見方・考え方の一覧表の作成

音の性質に関する概念の理解が、どのように深まり、広がっていくのかなど系統性を考慮した単元指導計画等を作成する際の参考にするために、音の性質に関する概念の完成を高等学校物理基礎として、「音の発生」、「音の3要素」、「伝播と媒質」、「うなり」、「共振・共鳴」の概念を学校段階ごとに整理し、それぞれの概念を身に付けていくための主な見方・考え方を示した【表9】。

一覧表を作成するに当たっては、「エネルギー」を柱とした内容の構成表を基に、解説や教科書、先行研究（佐藤2019）を参考にした。さらに、小・中・高等学校の理科教員の理解が深まるように一覧表の内容について、研究協力校の理科教員や研究協力員と検討した。【表10】は、中学校の各概念を身に付けたときの生徒の姿である。

【表9】音の性質に関する学校段階ごとの概念と主な見方・考え方の一覧表

《》 授業の様子を示したページ

学校段階	性質 概念 見方・考え方	音の3要素			伝播と媒質	うなり	共鳴・共振
		音の発生	音の大小	音の高低			
高等学校	概念	弦上に定常波が発生したとき、音が生じること(固有振動)。《p. 41》	音の大小は、媒質の振幅に関係すること。《p. 38》	音の高低は、媒質の振動数に関係すること(可聴音・超音波を含む)。《p. 38、p. 41》	音波は媒質中を縦波として伝わる。また、媒質を伝わる速さは温度に関係すること。《p. 40》	わずかに異なる2つの音波が重なりあうことでうなりが生じること。《pp. 38-39》	気柱共鳴管内に、定常波が発生した場合に生じること。《pp. 41-42》
		見えないレベル (定量的)					
見方・考え方	媒質に着目し、媒質の振動と音波を関係付ける。	媒質に着目し、媒質の振幅と音波の振幅を関係付ける。	媒質に着目し、媒質の振動数と音波の振動数を関係付ける。	音波に着目し、波形と音色を関係付ける。	媒質に着目し、温度と縦波が伝わる速さを関係付ける。	2音の振動の仕方に着目し、振動数の差とうなりを関係付ける。	気柱の振動に着目し、定常波と固有振動数を関係付ける。
概念	物体が振動すると音が発生すること。《p. 20》	振幅が大きいほど、音は大きいこと。《p. 20、p. 22》	振動数が多いほど音は高いこと。《pp. 20-23》	-	振動は、空気中などを伝えること(速さも示す)。《pp. 24-26》	-	-
		見えにくい・見えないレベル (定性的)					
		感じたり見えたりするレベル (定性的)					
見方・考え方	音源の振動に着目し、音源の振動と音の発生を関係付ける。	音源の振動の仕方に着目し、音源の振幅と音の大小を関係付ける。	音源の振動の仕方に着目し、音源の振動数と音の高低を関係付ける。	-	音を伝える物に着目し、物の振動と音が聞こえることを関係付ける。	-	-
概念	音が出るとき、物は震えていること。《pp. 28-30》	音が大きいとき、物の震え方は大きいこと。《pp. 31-32》	-	-	物から音が伝わる時、物は震えていること。《pp. 32-34》	-	-
		見えにくいレベル (定性的)					
		感じたり見えたりするレベル (定性的)					
見方・考え方	物の震えに着目し、物から音が出たときと物の震えを関係付ける。	物の震え方に着目し、音の大きさと物の震え方を関係付ける。	-	-	音を伝える物に着目し、音が伝わったときと物の震えを関係付ける	-	-

【表 10】音の性質に関する概念を身に付けたときの生徒の姿

音の性質に関する概念	生徒の姿
音源の振動と音の発生の関係	「ギターやモノコードから音を出したいときに、弦をはじくのは、弦を振動させたいから」と認識している。
音の大小と振動の振幅の関係	「ギターやモノコードから大きな音を出したいときに、弦を強くはじくのは、弦の振幅を大きくしたいから」と認識している。
音の高低と振動の振動数の関係	「モノコードから高い音を出したいときに、弦を強く張ったり、弦を短くしたり、細い弦を使ったりしてはじくのは、弦の振動数を多くしたいから」と認識している。
音を伝える物	「音源の音を聞く事ができるのは、空気などの振動を伝える物があるから」と認識している。

(4) 単元構想の検討

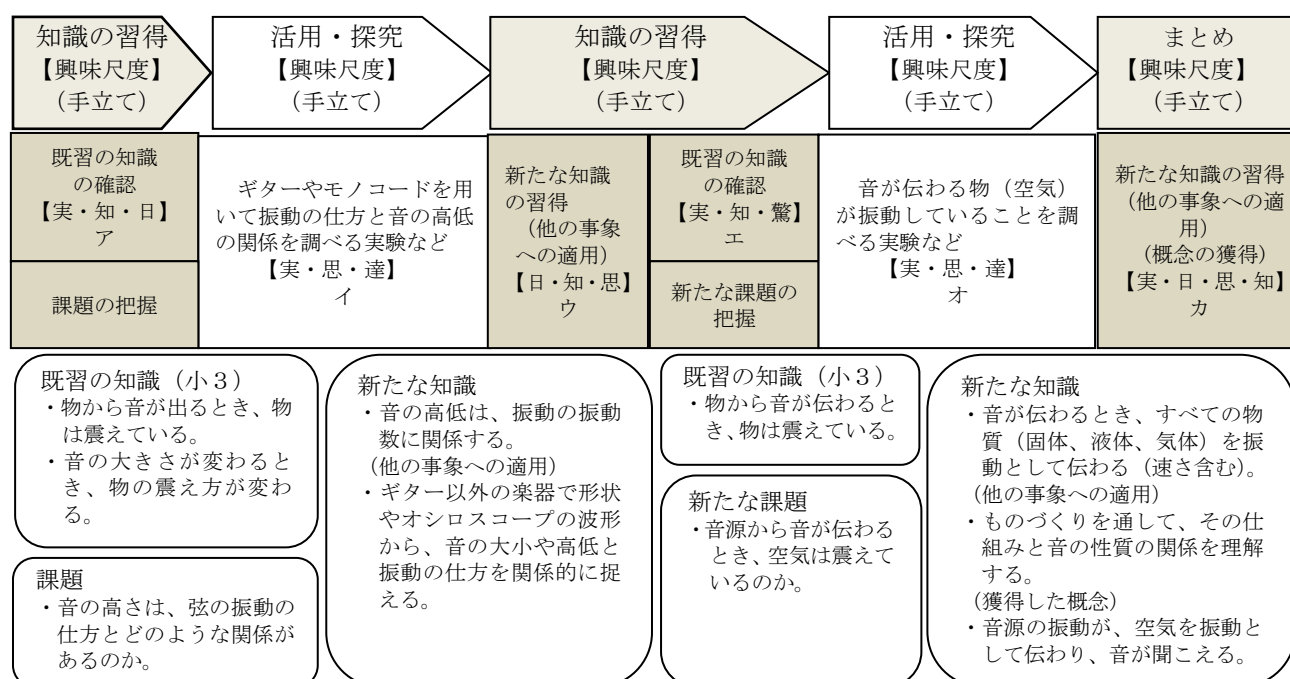
【表 9】とp.6の【図 2】を参考にして、単元構想の検討を行った。その際、生徒が、理科の見方・考え方を働かせながら、これまでの学習や生活経験の中ですでに獲得している知識及び技能を活用して問題を見だし、課題を設定したり、規則性や関係性を見だし、課題を解決したりするように、学習内容の順序等を検討した【図 4】。また、観察、実験に主体的に取り組む態度を醸成できるように、興味尺度を踏まえて、次のア～カの学習活動を行い、下の各学習場面の充実を図る。

【知識の習得（既習の知識の確認）】
 小学校の学習や生活経験の中ですでに獲得している知識及び技能を確認する体験活動。

【活用・探究】
 観察、実験を通して、児童生徒が規則性や関係性を見いだしたり、捉えたりして課題を解決する活動。

【知識の習得（新たな知識の習得）】

- ・新たに獲得した知識を他の事象へ適用する学習活動。
- ・これまでの学習を生かしたものづくり。



【図 4】中学校理科 音の性質

ア 音の発生と大小

【知識の習得】

生徒が、実験体験型興味、知識獲得型興味、日常関連型興味をもち、活用・探究の場面の観察実験に主体的に取り組もうとする態度を醸成するために、楽器等を使った体験活動（小学校の学習内容）を位置付けた。ここでは、振動の仕方が見える楽器（ギター、ストロー笛）と見えにくい楽器（小太鼓、トライアングル）を準備した。また、見えにくい楽器の振動の仕方を視覚的に捉えるための道具（付箋、プラスチック球、デジタルカメラ）を準備し、音の発生や大小と音源の振動の仕方の関係について理解を図る学習活動を充実した。

音の発生

【準備】

小太鼓（演示用1個）、ギター（各班1台）、ストロー笛（各自）、トライアングル（各班1個）、付箋（各班）、デジタルカメラ（演示用1台）→1000fpsで撮影できるカメラ

音の大小

【準備】

小太鼓（演示用1個）、ギター（各班1台）、トライアングル（各班1個）、付箋（各班）、プラスチック球（演示用1個）

イ 音の高低

【活用・探究】

生徒が、実験体験型興味、思考活性型興味、達成感情型興味をもち、日常生活や次の学習に主体的に取り組もうとする態度を醸成するために、ギターとモノコードを用いて、音の高低と振動数の関係性を見いだす活動を位置付けた。ここでは、生徒が試行錯誤しながら課題解決するために、次のような視覚化する道具を準備した。また、課題解決後には、オシロスコープの波形から音源の振動の仕方と音の大小や高低の関係の理解を図るために、オシロスコープのフリーソフト（名称SPEANA:リアルタイム Spectrum Analyzer Version 0.18）をタブレット型パソコンに保存し、各班に1台配布した。

【準備】

ギター（各班1台）、モノコード（各班1台）→研究協力員が考案し、6台製作した。
付箋・ストロー・葉包紙（各班）、デジタルカメラ（1台）→生徒の要望に応じて使用する。

ウ 音の大小・高低

【他の事象への適用の場面】

生徒が日常関連型興味、思考活性型興味、知識獲得型興味をもち、日常生活や次の学習に主体的に取り組もうとする態度を醸成するために、新たな知識を他の事象へ適用する学習活動を位置付けた。ここでは、ギターとの関連を図りやすい打楽器を用いた。その際、吹奏楽部の部員による打楽器の特徴を紹介する映像を活用した。

【準備】

- ・大きさの違うトライアングル（演示用）
- ・チャイム（演示用）
- ・チャイムの長い鍵盤と短い鍵盤の音をオシロスコープで調べた動画

エ 音の伝わり方

【知識の習得】

生徒が実験体験型興味、知識獲得型、驚き発見型興味をもち、活用・探究の場面の観察、実験に主体的に取り組もうとする態度を醸成するために、音を伝える物の存在を捉えることができる糸電話の体験（小学校の学習活動）を位置付けた。ここでは、聴診器とおんさをを用いることで、糸以外の音を伝える物を調べ、音を伝える物の存在を捉える学習活動を充実した。

【準備】

糸電話とおんさ（各班に2個）、聴診器（各班に2個）
木・スポンジ・布・塩ビパイプ（各班にそれぞれ1個）、紙・机・金属（身のまわりの物を使用）

オ 空気の振動

【活用・探究】

生徒が実験体験型興味、思考活性型興味、達成感情型興味をもち、日常生活や次の学習に主体的に取り組もうとする態度を醸成するために、音が伝わることと空気が振動していることの見いだす学習活動を位置付けた。ここでは、生徒が考案した実験による課題解決を行うために、次のような実験教材を準備した。

【準備】

小太鼓・おんさ・線香・ろうソク・大太鼓・半紙・水・ビニール袋（生徒の要望に応じて使用）
簡易真空鈴装置（演示用）→NGK サイエンスサイトを参考にして製作、花火の音が遅れて聞こえてくるのはなぜかの動画→NHK for school

カ ものづくり

【他の事象への適用の場面】

生徒が実験体験型興味、日常関連型興味、知識獲得型興味をもち、日常生活や次の学習に主体的に取り組もうとする態度を醸成するために、音の性質に関する知識を活用して理解を深めるものづくりを位置付ける。ここでは、既習の知識を活用してストローを使った楽器から音を出し、ストロー長さを変えたり、息の強さを変えたりすると音の高低が変わることを理解する。その際、オシロスコープを活用し、活動を充実する。また、このストローを使ったものづくりを通して、高等学校物理基礎における気柱共鳴の概念へのつながりを図る。

【準備】

・ストロートロンボーン（各自）
太いストロー（直径6mm）、細いストロー（直径5mm）、紙コップ、ビニールテープ、はさみ
・タブレット型パソコン（SPEANA：保存）

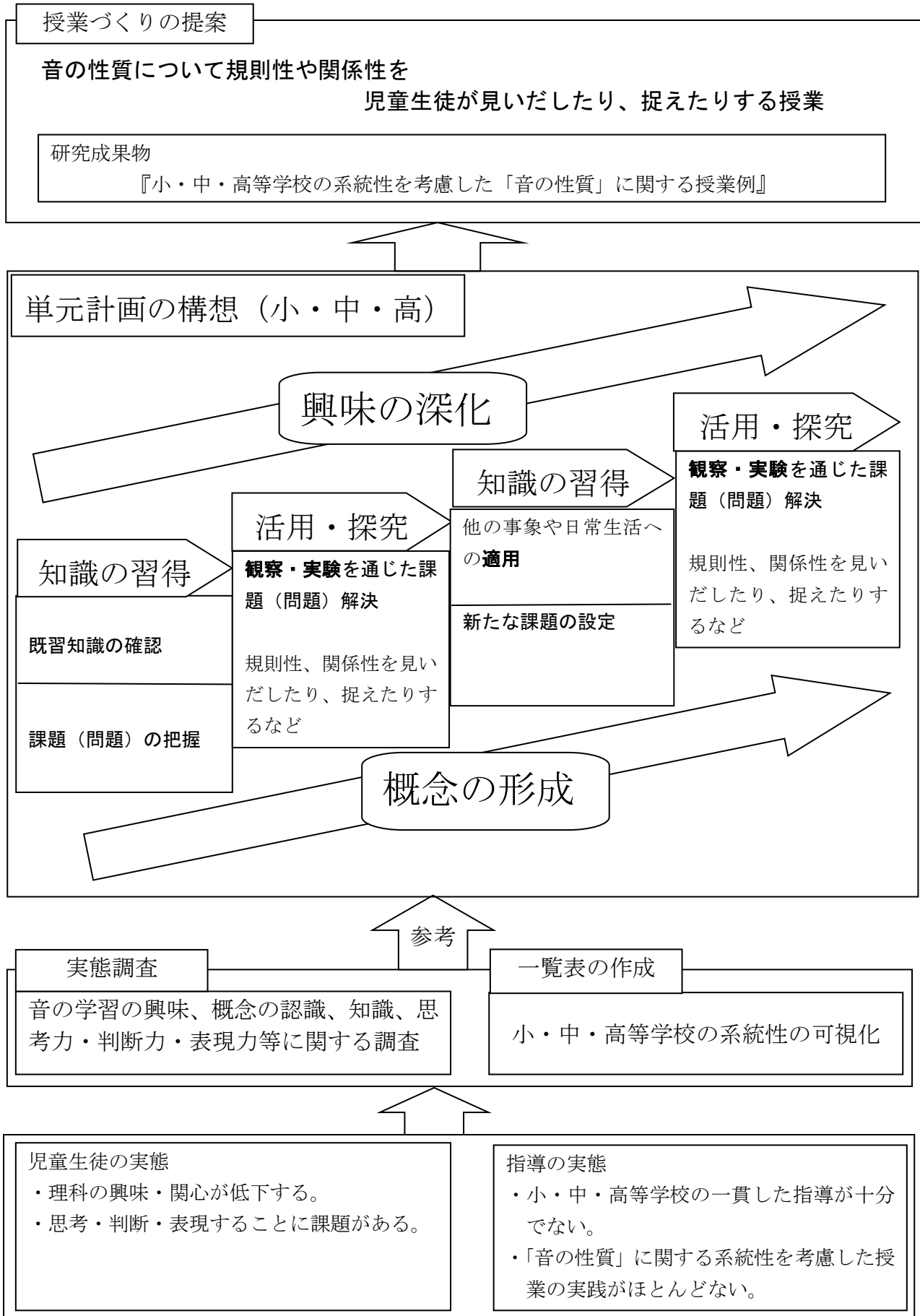
3 検証計画

本研究の単元指導計画を基にした音の性質について規則性や関係性を児童生徒が見いだしたり、捉えたりする授業の実践を行い、授業の効果を以下のように検証する。

検証内容

- ア 生徒が観察、実験に主体的に取り組もうとする態度への効果
音の学習への振り返りの記述と授業実践を記録した映像を分析する。
- イ 理科の学習に関する興味に与える効果
田中（2015）の興味尺度を活用した質問紙調査を、授業実践の2週間後に実施し、事前と事後の結果を分析する。
- ウ 思考力・判断力・表現力等を育む効果
音の学習に関する学力調査を活用し、授業実践の2週間後に音の学習に関する形成的評価を行い、結果を分析する。

4 研究構想図



【図5】研究構想図

Ⅶ 授業実践

1 実践構想

(1) 中学校の授業実践計画について

今年度実施した授業実践は、以下の通りである。

花巻市立西南中学校

期日	内容	時間	学年・人数
10月15日(木)	音の大小と高低	1時間	1学年・46人 総合教育センター 藤枝昌利
10月16日(金)	音の大小と高低	2時間	
10月20日(火)	音の大小と高低	3時間	
10月21日(水)	音の伝わり方	4時間	
10月22日(木)	音の伝わり方 ものづくり	5時間	

ア 単元の評価規準


知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
音に関する事物・現象を日常生活や社会と関連付けながら、音の性質についての基本的な概念や原理・法則などを理解しているとともに、科学的に探究するために必要な観察、実験などに関する基本操作や記録などの基本的な技能を身に付けている。	音について、問題を見だし見通しをもって観察、実験などを行い、音の性質の規則性や関係性を見いだして表現しているなど、科学的に探究している。	音に関する事物・現象に進んで関わり、見通しをもったり振り返ったりするなど、科学的に探究しようとしている。

イ 指導と評価の計画

時	ねらい・学習活動	重点	記録	備考
1. 2. 3.	・楽器などの音源に触ったり、観察したりすることを通して、物から音が出る時、物は震えていること、音の大きさが変わるとき、物の震え方が変わることを確認する。	知		【知識・技能】 ・物から音が出る時、物は震えていること、音の大きさが変わるとき、物の震え方が変わることを理解している。
	・ギターやモノコードの弦をはじいたときの音の高さの違いと振動の仕方の関係を調べる。	態 ①	○	【主体的な態度】〔観察〕〔記述分析〕 ・音の高低と振動の仕方に興味をもち、調べようとしている。
	・観察、実験を通して、音の高さと振動の仕方との関係を見いだして表現する。	思		【思・判・表】〔記述分析〕 ・実験結果から、音の高さと振動数の関係を見いだして表現している。
	・音の波形から、振動の様子と音の大きさ・高さとの関係を見いだして表現する。	思 ①	○	【思・判・表】〔ワークシート、テスト〕 ・オシロスコープの波形結果等から、音の大小、高低と振幅、振動数との関係を見いだして表現している。
	・ギター以外の楽器について、音の大小や高低と振動の仕方との関係を理解する。	知 ①	○	【知識・技能】〔ワークシート、テスト〕 ・オシロスコープの波形等から発音体の振動の仕方と音の大小や高低の関係を理解している。

4 ・ 5	<ul style="list-style-type: none"> 糸電話の体験を通して糸以外の物（固体、液体）を調べる活動を通して、物から音が伝わる時、物（固体、液体）は振動していることを確認する。 	知		【知識・技能】 <ul style="list-style-type: none"> 物から音が出ているとき、物は震えている。
		態②	○	【主体的な態度】 〔観察〕〔記述分析〕 <ul style="list-style-type: none"> 音を伝える物に興味をもち、調べようとしている。
	<ul style="list-style-type: none"> 音源から音が伝わる時、空気は振動しているのかを調べる。 	思②	○	【思・判・表】 〔ワークシート〕 <ul style="list-style-type: none"> 音源から音が伝わる時、空気が振動することを可視化する実験を構想している。
	<ul style="list-style-type: none"> 真空鈴の実験結果について、根拠をもって予想して表現する。 	思③	○	【思・判・表】 〔ワークシート、テスト〕 <ul style="list-style-type: none"> 真空鈴の実験結果について、音を伝える物に着目して、根拠をもって予想している。
	<ul style="list-style-type: none"> 花火やカミナリでは、光が見えることと音がずれて聞こえることについて理解する。 	知		【知識・技能】 〔ワークシート〕 <ul style="list-style-type: none"> 音は空気中をおよそ340m/sで伝わること、花火やカミナリでは音がずれることを理解している。
<ul style="list-style-type: none"> 音の性質を利用したストロー笛づくりを行う。 ストロー笛の仕組みと音の性質の関係を理解する。 	知		【知識・技能】 〔ワークシート〕 <ul style="list-style-type: none"> ストロー笛づくりを通して、音の性質に関する知識を基に、その仕組みを理解している。 	

ウ 展開（1、2、3時間）と生徒の様子

段階	学 習 活 動	指導上の留意点【評価】	【小・高】との系統性
導入 30分	<p>【知識の習得】</p> <p>1. 音の発生と振動の関係について五感を通して確認する。</p> <div data-bbox="220 369 667 504" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>「ギターから音を出したいときに、弦をはじくのは、弦を振動させたから」という認識をもつ。</p> </div> <p>2. 音の大小と振動の関係について五感を通して確認する。</p> <div data-bbox="220 672 667 851" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>「ギターから大きな音を出したいときに、弦を強くはじくのは、弦の振幅を大きくしたいから」という認識をもつ。</p> </div> <p>3. 課題の設定をする</p> <div data-bbox="220 974 667 1153" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>どうすれば、ギターから高い音を出せるのか、高い音が出るとき、振動の様子はどうなっているのか。</p> </div>	<ul style="list-style-type: none"> 音源の振動を感じたり見えたりできる楽器等を用意する。 トライアングルは、振動の様子を視覚的に捉えにくいことに気づくよう発問し、振動の様子を視覚的に捉える方法を紹介する。(付箋、スーパースローモーションカメラを使った撮影) 音源の振動の様子に着目し、音の大小と振幅の大きさの違いを視覚的に比較して捉えるように促す。 モノコードを使った実験につながるように、ギターで音を出す体験をする。 音の出し方と音の高さの違いに興味をもたせるように事象提示し、音の高さと弦の振動の仕方に問題を見いださせ課題を設定する。【態①】 	<p>トライアングルに付箋などをはって、振動の様子を視覚的に捉える方法【小】</p> <p>音の3要素(音の大きさ)【高】</p>
<p>【学習課題】</p> <p>音の高さは、弦の振動の仕方とどのような関係があるのか。</p>			
展開 20分	<p>【活用・探究】</p> <p>4. ギターやモノコードの音を高くする方法を弦に着目し、試行錯誤しながら、見つける。</p> <div data-bbox="236 1456 662 1590" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> 弦の太さの違い 弦の長さの違い 弦の張る強さの違い </div>	<ul style="list-style-type: none"> 強くはじきすぎたり、しめすぎたりして、弦を切らないように注意する。 	
<div data-bbox="247 1612 638 1825" style="float: left; width: 25%;">  </div> <div data-bbox="686 1612 1404 1825" style="float: right; width: 75%;"> <p>【生徒の様子】</p> <p>多くの生徒が、ギターを使うのが初めてであったが、試行錯誤しながら、高い音を出す3つの方法を見いだしていた。弦の素材の違い、弦の長さを短くすると弦の張りが強くなることを気づく生徒もいた。</p> </div>			
展開 50分	<p>5. ギターやモノコードの音の高さと弦の振動の様子との関係を見いだして表現する。</p> <p>【見えるレベル】</p> <div data-bbox="236 2016 662 2150" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> 高い音では、振幅が小さくなる。 高い音では、振動する時間が短い。 </div>	<ul style="list-style-type: none"> 振幅の大きさが音の大小に関係することを想起させ、課題解決に至っていないことを指摘し、振動の様子を詳しく調べるよう促す。 適宜、条件制御の考え方について、指導する。 	<p>弦の振動数と音波【高】</p>



【生徒の様子】

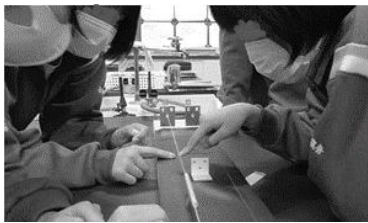
全ての班が、「高い音のとき、弦の振幅が小さくなること。」「低い音のとき、振動が大きい」「太い弦(低い音)のとき、長く振動する。」など、音の高低と振幅や振動している時間との関係があると見いだした。

6. 付箋などを使って試行錯誤しながら、弦の振動の様子を詳しく調べる。

【見えにくいレベル】

- ・高い音では、振動の様子が速い。
- ・高い音では、振動の様子が細かい。
- ・高い音では、振動の回数が多い。

- ・付箋、薬包紙、ストローを工夫し、弦の振動の速さや細かさを見いだすように支援をする。
- ・生徒の要望によって、スローモーションカメラを使用する。



【生徒の様子】

ストローを弦にかぶせた。切り口をテープで止めることで、振動しても弦から外れないようにした。振動の様子から一部の生徒から「振動が細かいのでは？」という気づき生まれた。



【生徒の様子】

薬包紙を弦の上のせ、振動しても弦から飛ばないように手で支えた。生徒は、振動の細かさや速さの違いに気づかない。(太い弦と細い弦では、振動の様子(細かさ)の違いが確認できる。)



【生徒の様子】

「スーパースロー動画なら振動の様子が見られるのでは」と気づき、生徒が動画撮影をした。その動画から、細い弦と太い弦の振動の様子を比較し、細い弦のほうが速いことを見いだした。






【生徒の様子】

弦の振動の様子が確認できる絶妙な位置に付箋を調整した。弦の太さ以外の条件を同じにしたうえで比べていた。実験から、細い弦の振動が速く、太い弦の振動が遅いことを見いだした。

7. 音の高低と振動の様子との関係について、実験結果から考察したこと発表をする。

- ・考察が課題解決につながるように支援する。

展開
50分

<p>8. まとめをする。</p> <div data-bbox="240 174 657 275" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>振動数が多くなるほど、音は高くなる。</p> </div> <div data-bbox="240 297 657 571" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>「ギターから高い音を出したいときに、弦を強く張ったり、弦を短くしたり、細い弦を使ったりして弾くのは、弦の振動数を多くしたいから」と認識する。</p> </div>	<ul style="list-style-type: none"> 弦の振動の様子をスローモーション動画で示すことで、振動数についてイメージできるようにする。 	
<p>9. オシロスコープ等の使い方、波形の見方を確認する。</p> <div data-bbox="240 678 657 891" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> 音などの振動を波形で目に見えるようにしてくれる装置であることを確認する。 オシロスコープで、自分の声の波形を見て理解する。 </div>	<ul style="list-style-type: none"> 体験を通して、オシロスコープ等を使う意義、使い方、波形の見方を説明する。 	<p>媒質の振動と音波、音の3要素（音色） 【高】</p>
<div data-bbox="272 943 651 1151" style="float: left; width: 30%;">  </div> <div data-bbox="699 954 1362 1151" style="float: right; width: 65%;"> <p>【生徒の様子】 教師の簡単な説明で、タブレット型パソコンの操作、オシロスコープのソフトの操作も無理なく理解していた。また、自分たちの声をオシロスコープで調べ、波形と音の振幅、振動数の関係も感覚的に捉えていた。</p> </div>		
<p>展開 35分</p> <p>10. ギターから高い音や低い音を出し、オシロスコープで調べる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 波形から音の高低と振動数が関連することを見いだして表現するように支援する。【思①】 	
<div data-bbox="272 1361 657 1570" style="float: left; width: 30%;">  </div> <div data-bbox="699 1373 1362 1536" style="float: right; width: 65%;"> <p>【生徒の様子】 ギターから高い音や低い音を出し、オシロスコープの操作を適切に行い、波形や周波数の違いを調べていた。波形や振動数(Hz)から、音の高低や大小の違いを見だし、表現していた。</p> </div>		
<p>11. 2種類のおんさから出た音を、オシロスコープで調べ、波形や振動数(Hz)を記録する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 教師がおんさから音を出し、生徒がオシロスコープで計測し、記録する。 	
<div data-bbox="272 1816 657 2033" style="float: left; width: 30%;">  </div> <div data-bbox="699 1827 1362 1991" style="float: right; width: 65%;"> <p>【生徒の様子】 「おんさAは、Bより小さくて低い音である。おんさBは、Aより大きくて高い音である。」など、記録した波形から音の大小と高低の違いを見いだして表現していた。</p> </div>		

終末
15分

【他の事象への適用】

12. 映像から、ギターの高い音を出す方法と打楽器の高い音を出す方法の関連を捉える。

・打楽器の特徴を紹介する映像を示す。映像は、研究協力校の吹奏楽部員（2年生）に打楽器と音の高低の関係についてインタビューしたものである。

固有振動数と音波
【高】



【生徒の様子】

先輩の登場に驚きの表情を示す生徒がいた。生徒は映像と先輩の話しに注目し、「ドラムの周囲にあるネジを回し膜の張り方を変えると音の高低が変わること」、「打楽器は、基本、サイズの小さいほうが、音が高いこと」を捉えていた。

13. 2種類のトライアングル、チャイム（鉄琴）から出る音の高低を楽器の形状やオシロスコープの波形から判断し、回答する。

- ① 小さいトライアングル
- ② 2番目の波形

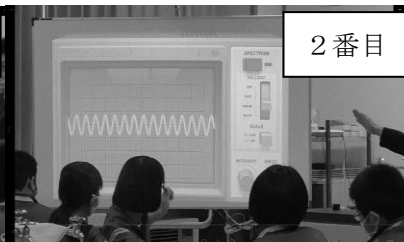
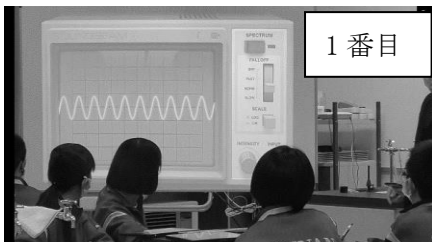
・教師から以下の問題を出題する。

- ① 2種類のトライアングル（太さは同じ、大きさが違う）から音を出すとき、高い音が出るのはどちらか。【知①】
- ② チャイム（鉄琴）の音をオシロスコープで調べた結果から、短い鍵盤をたたいたときの波形はどちらか。【知①】



【生徒の様子】



・全員が、「小さいトライアングル」と回答した。



【生徒の様子】

・多くの生徒（未記入と高い音が3人）が「2番目の波形」と回答していた。

エ 展開（4、5時間）と生徒の様子

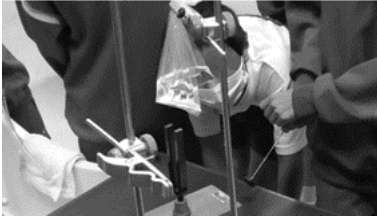
段階	学 習 活 動	指導上の留意点【評価】	小・高等学校との系統性
導 入 25 分	<p>【知識の習得】</p> <p>1. 糸電話の片側におんさを結んで音を出し、その音を聞く。</p> <div data-bbox="229 371 671 584" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ・音が聞こえるとき、糸が振動していることを捉える。 ・糸を手で押さえたり、糸をゆるめたりすると音が聞こえないことを確認する。 </div> <p>2. おんさと聴診器を使って、糸以外の物（木、パイプなど）も音を伝えるのかを調べる。</p> <div data-bbox="229 714 671 824" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ・すべての物（固体）は、音源の振動を伝え、音が聞こえた。 </div>	<ul style="list-style-type: none"> ・糸電話の片側におんさを結んで音を出すことで、音源の振動が、糸を振動させて伝わることや音を伝える物が震えないと音は聞こえないことを確認できるように体験させる。 ・糸の代わりに、身のまわりの物を使うと音が聞こえるのかについて、予想することで、音を伝える物を調べることへの興味を喚起する。【態②】 	音の伝わり方 ・音を伝える物として糸や針金を使う。【小】
	<div data-bbox="229 853 671 1178" style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px;"> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div> <p>【生徒の様子】</p> <p>「木（70％）、紙（40％）、机（60％）、スポンジ（94％）、布（90％）」を音は伝わらない物、「パイプ、金属」は全員が音を伝える物と予想した。調べる中で、「物によって音の聞こえ方が違うこと」「音は、どのように進むのか」「音源からの距離と音の聞こえ方の関係」など新たな気づきや問題を見いだしていた。</p> </div> </div> </div>		
	<p>3. 水は、音を伝えるのかを調べる。</p> <div data-bbox="229 1234 671 1368" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ・水中でも、音が聞こえた。 ・水も振動して、音を伝える。 ・波紋のように伝わる。 </div>	<ul style="list-style-type: none"> ・おんさを水に入れたときの波紋に着目し、水が振動していることや振動の伝わり方を捉えるように促す。 	
	<div data-bbox="229 1384 671 1615" style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px;"> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div> <p>【生徒の様子】</p> <p>おんさを水に入れると水しぶきをあげたり、波紋ができたりすることから、水が振動して音源の振動を伝えていることを見いだしていた。水が音を伝える物であることを実感していた。</p> </div> </div> </div>		
<p>4. 音が聞こえるのは、空気が振動を伝えていることに気づき、問題を見だし学習課題を設定する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・空気が振動しているかわからないという問題を共有し、課題を設定する。 		
<div data-bbox="312 1765 1310 1868" style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 0 auto; width: 80%;"> <p>【学習課題】</p> <p>どうしたら空気が振動していることを証明できるか。</p> </div>			
<p>【活用・探究】</p> <p>5. 実験計画を考え、実験をする。</p> <div data-bbox="229 1980 671 2148" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ・太鼓から音を出し、線香の煙やろうソクの炎が揺れれば、空気が振動していることが証明できる。 </div>	<ul style="list-style-type: none"> ・班で考えた実験が実施できるよう道具を準備する。【思②】 		

6. 班で考えた実験を実演し、結果を発表する。



【生徒の様子】

「おんさから音を出すと、線香の煙が、ぴーんとなる」と発表し、実演した。まわりの生徒も線香の煙の変化をみることができた。他の班も同じ方法で実験を行っていて、煙の変化から、空気が振動していることを捉えていた。



【生徒の様子】

「袋に入れた水が揺れれば、空気が振動したことを証明できる」と発表し、実演した。

袋の中の水に波紋がはっきりと表れ、空気が振動していることを捉えていた。



【生徒の様子】

「大太鼓の近くに半紙や火のついたロウソクを置いて調べる。半紙や炎が揺れれば、空気が振動したといえる」と仮説を立て、実験した。離れていても、半紙や炎の揺れを確認できた。また、半紙を手にした生徒は、空気の振動を感じると伝えていた。



【生徒の様子】

上記実験の際に、教師が炎の揺れる様子をスーパースローカメラで撮影した。炎の揺れ方から、空気も膜と同じように振動していることに気づいた。

7. 考察をする。

・太鼓をたたくと、ロウソクの炎が揺れたので、空気が振動して音が伝わっているといえる。

8. 簡易真空鈴の実験結果について根拠をもって予想する。

・ブザーの音は小さくなると考えられる。理由は、空気の振動で音が伝わるから

・空気が振動を伝える物であることを理解した上で、簡易真空鈴実験を行うことで、根拠をもって結果を予想できるようにする。【思③】



【生徒の様子】

ブザーの音が「小さくなる」「聞こえにくくなる」と予想した生徒がほとんどであった。その理由は、「音を伝える物がなくなっていくから」や「空気が振動して音を伝えているから」など音を伝える物に触れて説明していた。しかし、音が「小さくなる」ことを「低くなる」と表現する生徒や「空気が減るから」など予想の根拠を十分に説明していない生徒もいた。

展開

25分

展開
35分

展開
35分

9. 実験を観察し、結果を記録し、考察をする。

- ・容器の中の空気がなくなり、音源の振動が伝わらなくなったから、音が小さくなった。

- ・演示実験をする前に、以下のことを確認する。
- ・容器の中の空気が減っていること。
- ・ブザー（音を出している）を容器の中に入れて、音が小さくなること。



【生徒の様子】

実験で、空気を抜いていくとブザーの音が小さくなったことを確認していた（音が低くなると表現する生徒はなかった）。考察では、「空気をぬくと、音源が振動しても空気が振動しないので音が伝わらない」などの記入が多くあった。

10. まとめをする。

- ・音は、固体・液体・気体などあらゆる物質の中を振動して広がり、伝わる。
- ・「音源の音を聞く事ができるのは、空気などの振動を伝える物があるから」と認識する。

- ・花火の映像（NHK for school）
- ・花火会場から撮影場所の距離と花火が見えてから音が聞こえるまでの時間を記録するように指示する。
- ・電卓を準備する。

媒質（固体、液体、気体）と音波の速さ【高】

11. 花火の映像を見て、光が見えることと音がずれて聞こえることを確認し、空気中を音が伝わる速さを求める。



【生徒の様子】

生徒は、生活経験から、無理なく課題を把握していた。計算が苦手な生徒もいたが、電卓を使うことで解消した。

【他の事象への適用】

12. これまでの学習を生かして、音の性質を利用したストロートロンボーン（ものづくり）を作る。音を出し、製作したものの仕組みを理解する。

- ・短時間で製作できるよう道具の準備をする。
- ・オシロスコープの波形から、音の高低等を調べることができるよう準備する。



終末
15分

(2) 小学校の授業実践計画について

今年度実施した授業実践は、以下の通りである。

花巻市立笹間第一小学校

期 日	内容	時間	学年・人数
11月4日(水)	音と震え	1時間	3学年・14人 授業者 総合教育センター 黄川田 泰幸
11月4日(水)	音と震え	2時間	
11月6日(金)	音の大小と震え方	3時間	
11月6日(金)	音の伝わり方と震え	4時間	
11月10日(火)	音の伝わり方と震え ものづくり	5時間	

ア 単元の評価規準

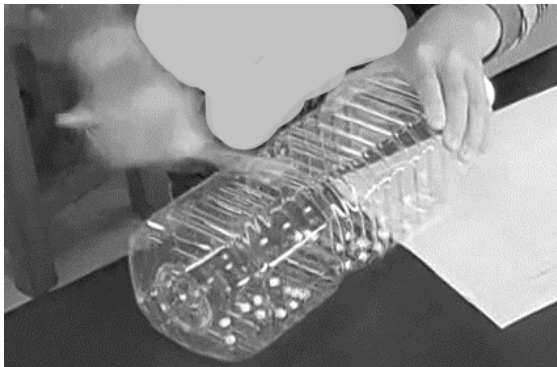

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
①物から音が出たり伝わったりするとき、物は震えていることを理解している。 ②音の大きさが変わるとき物の震え方が変わることを理解している。 ③器具や機器などを正しく扱いながら調べ、調べた過程や得られた結果を分かりやすく記録している。	④様々な楽器で音を出したときの物の様子を比較し、主に差異点や共通点を基に、問題を見だし、表現するなどして問題解決している。 ⑤震えが見えにくい物の音の伝達について、既習の音の伝達を使いながら、その仕組みについての問題を見だし、表現するなどして問題解決している。	⑥音の性質についての事物・現象に進んで関わり、問題解決しようとしている。 ⑦音の性質について学んだことを学習や生活に生かそうとしている。

イ 指導と評価の計画

時	ねらい・学習活動	重点	記録	備考
1	・小太鼓、ペットボトルギロ、輪ゴムギター、紙笛、トライアングルから音が出ているときの様子を比較し、主に差異点や共通点を基に、問題を見だす。	思	○	【思考・判断・表現】〔観察〕〔ワークシート〕 ④様々な楽器やおもちゃで音を出したときの物の様子を比較し、主に差異点や共通点を基に、問題を見だし、表現するなどして問題解決している。
2	・トライアングルから音が出ているときの様子に注目して調べ、音が出るとき、物が震えていることが分かる。 ・音の性質についての事物・現象に進んで関わり、問題解決しようとする。	知		【知識・技能】〔ワークシート〕 ①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を理解している。 【主体的な態度】〔観察〕〔ワークシート〕 ⑥音の性質についての事物・現象に進んで関わり、問題解決しようとしている。
3	・小太鼓、ペットボトルギロ、輪ゴムギター、トライアングルの音の大きさと震え方に注目して調べ、音の大きさが変わるとき物の震え方が変わることを分かる。 ・器具や機器などを正しく扱いながら調べ、調べた過程や得られた結果を分かりやすく記録する。	知 技	○	【知識・技能】〔観察〕〔ワークシート〕 ②音の大きさが変わるとき物の震え方が変わることを理解している。 【知識・技能】〔観察〕〔ワークシート〕 ③器具や機器などを正しく扱いながら調べ、調べた過程や得られた結果を分かりやすく記録している。

4	・糸電話の糸の様子に注目して調べ、音が伝わる時、物が震えていることが分かる。	知	○	【知識・技能】〔観察〕〔ワークシート〕 ①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を理解している。
5	・糸電話の糸を針金に変えて実験し、震えが見えにくい物の音の伝達について、既習の知識を使いながら問題解決する。 ・音の性質について学んだことを学習や生活に生かそうとする。	思 態	○	【思考・判断・表現】〔観察〕〔ワークシート〕 ⑤震えが見えにくい物の音の伝達について、既習の音の伝達を使いながら、その仕組みについての問題を見だし、表現するなどして問題解決している。 【主体的な態度】〔観察〕〔ワークシート〕 ⑦音の性質について学んだことを学習や生活に生かそうとしている。

ウ 展開 第1時と児童の様子

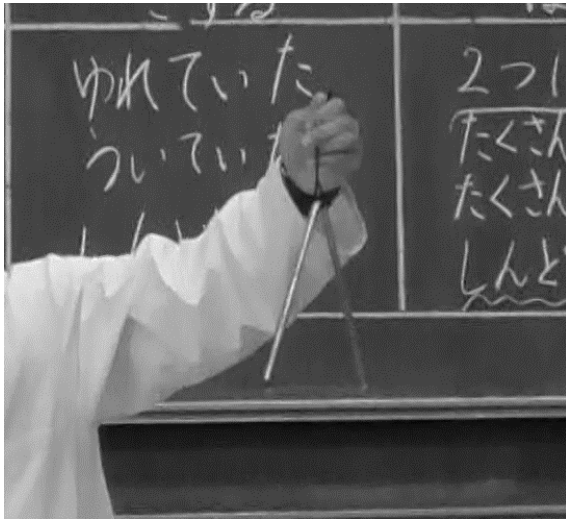
段階	学 習 活 動	指導上の留意点【評価】	【中・高】との系統性
導入 15分	1. いろいろな楽器を使って音を出し、音が出ている物の様子はどうか調べる。 【感じたり見えたりするレベル】 ・音が出ているとき、物は震えていることに気付く。	<ul style="list-style-type: none"> ・就学前や生活科での体験を想起させる。 ・物の様子（震え）に着目するように、気づきを記録する表を提示する。 ・楽器は紙笛以外の2種類を選ぶ。 <ul style="list-style-type: none"> ・紙笛 ・小太鼓 ・ペットボトルギロ（プラスチック球入り） ・輪ゴムギター 	音の発生と振動【中・高】 ギターやモノコードの振動【中・高】
	  <p>【児童の様子】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・紙笛で音を出すことに苦労していたが、音が出ると震えを指で感じたり、紙が震えている様子を見たりしていた。「ぶるぶるふるえる」や「紙がゆれている」などと記録していた。 ・小太鼓から音が出るとき、指で震えを感じていた。「しんどうしている」「しんどうが大きい」など、5名の児童が振動という言葉で記録していた。 ・ペットボトルギロの中に入っているプラスチック球に注目し、音が出ているとき震えている様子を見ていた。「球がゆれる」「はじける」「動く」「しんどうする」などと記録していた。 ・輪ゴムギターの動きに注目し、震える様子を見ていた。「広がって見える」「2本くらいに見える」「しんどうしている」などと記録していた。 		

展開
25分

2. 差異点と共通点を基に、問題を設定する。

- ・トライアングルの音が出ているときの様子を見て、本当に音が出ているとき震えているのか疑問をもつ。

- ・話し合いを通して、音の出し方に違いはあるが、音が出ているとき震えていることは同じであることを確かめる。
- ・トライアングルを提示し、音が出ているときは震えているか問い、問題意識を持たせる。



【児童の様子】

- ・活動を通して、自分たちが使った楽器は、音が出るとき震える（振動する）と考えていた。
- ・トライアングルの音が出る様子を見て、「これは振動しない。」「振動しない物もあるんじゃないか。」と口々に話していた。
- ・震えている様子がよく分からないトライアングルや、自分が使っていない楽器もあることから、音が出るとき物は震えているのか問題意識をもった。

3. 問題を設定する。

- ・自分が調べた楽器以外の物でも、音が出ているとき、震えているのか問題を設定する。

- ◆様々な楽器で音を出したときの物の様子を比較し、主に差異点や共通点を基に、問題を見だし、表現するなどして問題解決している。【思考・判断・表現】
④

問題

音が出るとき、物はふるえているのだろうか。

終末
5分



【児童の様子】

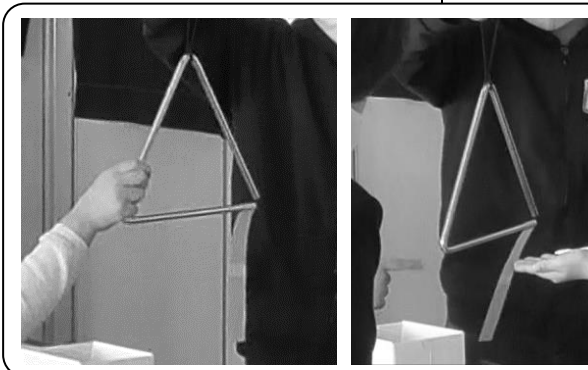
- ・「全部、しんどうで音は鳴るのだろうか」「全部の楽器が本当にしんどうするのだろうか」「全部音が出る物はしんどうするのだろうか」「物は音を出すときにしんどうするのだろうか」など問題を設定し表現していた。
- ・限られた楽器だけに注目して表現している内容は、話し合いを通して考えを広げ、表現した。

4. 振り返る。

- ・問題を考えるとき、気を付けたこと、音について思ったことを観点にする。

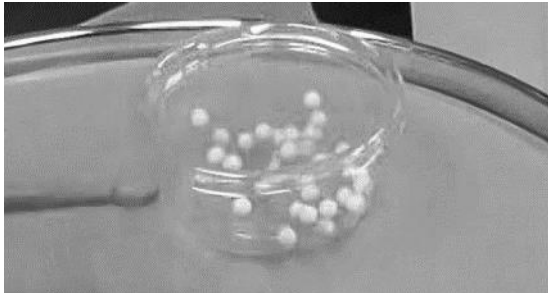

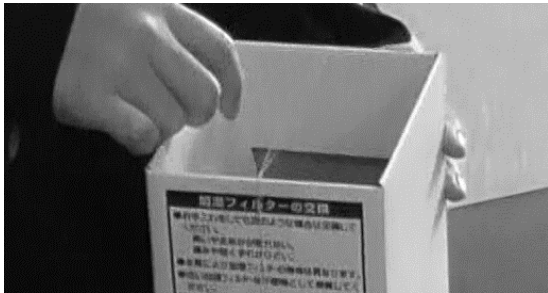
エ 展開 第2時と児童の様子

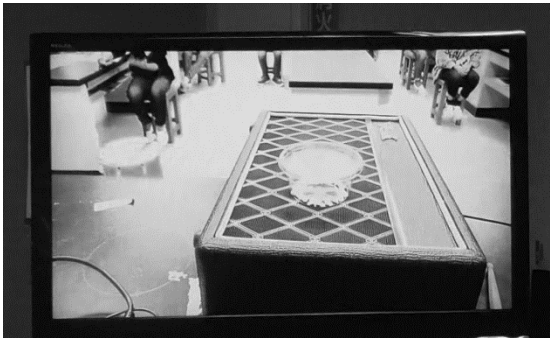
段階	学 習 活 動	・指導上の留意点 ◆【評価】	【中・高】との系統性
導入 10分	1. 問題を把握する。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> 問題 音が出る時、物はふるえているのだろうか。 </div>		
展開 25分	2. 予想する。 3. トラアングルの音が出ているとき、震えているか調べる。 【感じたり見えたりするレベル】 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> ・トライアングルに貼った細長く薄い紙の様子を見て、音が出ているとき震えていることを捉える。また、音が出ているとき指で触れて、震えていることを捉える。 ・音が出ているとき手でにぎると音が出なくなることに気が付く。 </div>	・予想を基に結果の見通しを持たせる。 ・トライアングルはひもの部分を持ち、三角形の底辺にあたる場所をたたかせる。 ・音が出るときの紙の様子に注目させる。 ・音が出ているとき、指で優しく触れさせる。 ・音が出ているとき、手で握ったときの音の変化に注目させる。 ◆音の性質についての事物・現象に進んで関わり、問題解決しようとしている。【主体的な態度】 ⑥	音の発生と振動【中・高】
終末 10分	4. 結果を基に話し合い、トライアングルは音が出ているとき震えていることを理解する。 5. 前時で使用した楽器を使い、音が出ているとき震えていることを確かめる。 6. まとめる。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> まとめ 音が出る時、物はふるえている。 </div>	・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を理解している。【知識・技能】① ・問題解決の過程を振り返る。	
	7. シンバルの音を早く止めたいときどうすればよいか考える。 8. 振り返る。	・シンバルを提示し、まとめたことを基に考えさせる。 ・問題を解決するためにがんばったこと、音について思ったことを観点にする。	



【児童の様子】


- ・指で感じたり、紙に注目したりして、細かく震えていることを捉えていた。
- ・自分が使っていない楽器でも調べ、音がでるとき震えることを確かめていた。
- ・にぎると震えが止まり、音が止まることに気が付いていた。
- ・震え方の違いに気が付いた児童がいた。


段階	学 習 活 動	指導上の留意点【評価】	【中・高】との系統性
導入 10分	1. トライアングルはたたき方で音の大きさや震え方が異なることを想起し、問題を設定する。	・前時の気付きを取り上げ、問題意識を持たせる。	音の発生と振動【中】 音の大小と振幅【中・高】
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> 問題 音が大きいときふるえ方は大きく、音が小さいときふるえ方は小さいのだろうか。 </div>		
	2. 予想する。	・予想を基に結果の見通しを持たせる。	
展開 30分	3. 楽器を使い、音の大きさが異なると震え方も異なることを調べる。 【感じたり見えたりするレベル】 ・音が大きいとき、震え方は大きいことを、触れて感じたり震え方を見たりして捉える。 ・音が小さいとき、震え方は小さいことを、触れて感じたり震え方を見たりして捉える。	・音の大きさと震え方の違いに注目させる。 ・小太鼓の上に乗せたプラスチック球の動き ・ペットボトルギロの中にあるプラスチック球の動き ・輪ゴムギターのゴムの動き ・トライアングルに貼った細長く薄い紙の動き	ギターやモノコードの振動【中・高】
	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;">    </div> <div style="flex: 2; padding-left: 10px;"> <p>【児童の様子】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・小太鼓やペットボトルギロの音が大きいとき、「プラスチック球が飛び跳ねる」「大きくしんどうしている」などと記録していた。また、音が小さいときは「少し動いた」「小さくしんどうしている」などと記録していた。 ・トライアングルの音が大きいとき「大きく紙がゆれる」「しんどうが大きい」などと記録していた。また、音が小さいときは「小さく紙がゆれる」「しんどうが小さい」などと記録しており、これまでより注意深く実験し、違いを捉えようとしていた。 ・輪ゴムギターの音が大きいとき「大きく広がるようにしんどうしていた」などと記録していた。また、音が小さいときは「小さく広がるようにしんどうしていた」などと記録していた。輪ゴムギターの音や振動が捉えにくく「よく分からない」という記録もあった。 </div> </div> </div>		



<p>4. 結果を基に話し合い、音が大きいとき震え方は大きく、音が小さいとき震え方は小さいことを理解する。</p> <p>5. ギターの音をアンプから出し、音の大きさによって震え方が異なる様子を確認する。</p>	<p>◆器具や機器などを正しく扱いながら調べ、調べた過程や得られた結果を分かりやすく記録している。【知識・技能】③</p> <ul style="list-style-type: none"> 音の大きさと震え方とを関係付けて考えさせる。 <p>◆音の大きさが変わるとき物の震え方が変わることを理解している。【知識・技能】②</p> <ul style="list-style-type: none"> アンプを横に倒し、その上に乗せたプラスチック球の動きが音の大きさによって異なる様子を提示する。 	<p>発振器に接続したスピーカーを用いた実験【中・高】</p>
<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>【児童の様子】</p> <ul style="list-style-type: none"> 音の大きさによって震え方の様子が異なることについて、音の大きさより楽器のたたき方やはじき方に注目している様子が見られた。 音の大きさと震え方の関係について、話し合いや黒書の内容から理解しようとしていた。 </div> </div>		
<p>6. まとめる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 問題解決の過程を振り返る。 	
<p>まとめ 音が大きいとき、ふるえ方は大きい。音が小さいとき、ふるえ方は小さい。</p>		
<p>7. 振り返る。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 実験をするときに気を付けたこと、音について思ったことを観点にする。 	

終末
5分

カ 展開 第4時と児童の様子

段階	学 習 活 動	指導上の留意点【評価】	【中・高】との系統性
導入 15分	1. 糸電話で音が伝わっている様子を見て、音が伝わる時糸はどうなっているのか疑問をもち、問題を設定する。	<ul style="list-style-type: none"> ・就学前や生活科での体験を想起させる。 ・トライアングルにつないだ糸電話 	音の発生と振動【中】 音を伝える物質【中】
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> 問題 音が伝わるとき、音を伝える物はふるえているのだろうか。 </div>		
	2. 予想する。	<ul style="list-style-type: none"> ・予想を基に結果の見通しをもたせる。 	
展開 25分	3. トライアングルに糸電話をつなぎ、音が伝わるとき糸は震えているか調べる。 【感じたり見えたりするレベル】	<ul style="list-style-type: none"> ・紙コップに当てていない片耳を手で覆い、伝わる音が聞き取れるようにする。 ・音が伝わる時と伝わらないとき、糸がどのようになっているか、実験を通して気付かせる。 	
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ・糸を張るとトライアングルの音は伝わることに気が付く。 ・糸に触れて音が伝わる時糸は震えていることを捉える。 ・音が伝わっているとき、糸を握ると音は伝わらなくなることに気が付く。 </div>		
	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 10px;"> <p>【児童の様子】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・糸に触れながら実験し「しんどうしてないだろうと思ったけれど、じっけんしてみたらしんどうが伝わってきた」など震え方に注目して記録していた。 ・糸をにぎり「にぎった先はしんどうしてないから音は伝わらない」など、音が伝わらないときの原因を考えていた。 </div> </div> </div>		
	4. 結果を基に話し合い、音が伝わる時、糸は震えていることを理解する。 5. 糸電話の糸を釣り糸に変えても音は伝わり震えていることを確かめる。 6. まとめる。	<ul style="list-style-type: none"> ・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を理解している。 <p style="text-align: center;">【知識・技能】①</p> <ul style="list-style-type: none"> ・問題解決の過程を振り返る。 	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> まとめ 音が伝わるとき、音を伝える物はふるえている。 </div>			
終末 5分	7. 振り返る。	<ul style="list-style-type: none"> ・問題を解決するためにがんばったこと、音について思ったことを観点にする。 	

段階	学 習 活 動	指導上の留意点【評価】	【中・高】との系統性
導入 10分	1. 針金を使った糸電話を見て、音は伝わるのか疑問をもち、問題を設定する。	<ul style="list-style-type: none"> 針金を使った糸電話を提示する。 <ul style="list-style-type: none"> トライアングルにつないだ針金の糸電話 震えが見えにくい物の音の伝達について、既習の音の伝達を使いながら、その仕組みについての問題を見出し、表現するなどして問題解決している。 【思考・判断・表現】⑤	音の発生と振動【中】 音を伝える物質【中】
	問題 針金は、音をつたえるだろうか。	<ul style="list-style-type: none"> 予想を基に結果の見通しを持たせる。 	
展開 20分	3. 針金を使った糸電話をトライアングルにつなげ、音は伝わるか調べる。 【感じるレベル】 <ul style="list-style-type: none"> 針金を使った糸電話はまっすぐに張らなくても音を伝えることに気が付く。 針金に触れて音が伝わる時針金は震えていることを捉える。 	<ul style="list-style-type: none"> これまでの学習を生かして実験方法を考えさせるなど、問題を解決させる。 紙コップに当てていない片耳を手で覆い、伝わる音を聞き取れるようにする。 音が伝わる時の糸と針金の違いや聞こえ方の違いに気付かせる。 	
		【児童の様子】 <ul style="list-style-type: none"> 針金に触れながら実験し「さわっているとき手にジーンとかんじた」「はり金でも音は聞こえるし、しんどうしている」「にぎっても少し聞こえる」「やっぱりはり金でもしんどうしているし聞こえる」「はり金は、糸とはちがってすごい音が出て、糸はあまり聞こえなかったけれど、はり金が一番聞こえている」「はり金で音は伝わらないと思っていたけれど、前にやったものより音が伝わった」「前に学習したたこ糸では曲がっていると聞こえないけれど、はり金だと聞こえた」「はり金のほうが大きくしんどうしていた」など、予想や糸と比較しながら、音と震えについて考えていた。 トライアングルも針金も金属でできていることから、振動して音を伝えると考える児童もいた。 	

<p>4. 結果を基に話し合い、針金は音を伝えることを理解する。また、音を伝えるとき震えていることを理解する。</p> <p>5. 様々な物が音を伝えていることについて知る。また、防音など身の回りには音を伝えない工夫があることを知る。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 音の性質について学んだことを学習や生活に生かそうとしている。 <p>【主体的な態度】⑦</p> <ul style="list-style-type: none"> セミやコオロギの音の出し方、人の声の出し方、音を伝える空気、音楽関連施設の防音の工夫について触れる。 	<p>空気など音を伝える物質の存在【中】</p>
<p>【児童の様子】</p>  <ul style="list-style-type: none"> セミが腹を震わせて音を出していることや、声が出ているときののどの震えなど、身の回りの音と震えについて気が付いていた。 コンサートホールの防音設備を知り、音楽室の防音の工夫に気が付いていた。 大太鼓の音が出たときにろうそくの炎が揺れた様子を見て、空気が音を伝えることについて考えていた。 		
<p>6. まとめる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 問題解決の過程を振り返る。 	
<p>まとめ</p> <p>針金など物は音をつたえる。音をつたえているとき、物はふるえている。</p>		
<p>7. 音が出ているときの震えを利用したものづくりをする。声を出すと動くへびを作り、動く理由を説明する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 音と物の震えを利用することがものづくりの目的であることをおさえる。 	<p>音の発生と振動【中】</p> <p>音の大小と振幅【中・高】</p>
<p>【児童の様子】</p>  <ul style="list-style-type: none"> 紙コップの上に乗ったモールのへびが、声の震えで動くようにものづくりをしていた。 声の大きさ（音の大きさ）によって震え方が異なるため、へびの動き方も異なることに気が付いて遊んでいた。 		
<p>8. 振り返り</p>	<ul style="list-style-type: none"> 問題を考えるとき、気を付けたこと、音について思ったことを観点にする。 	

終
末
15
分

(3) 高等学校の授業実践計画について

今年度実施した授業実践は、以下の通りである。

黒沢尻工業高等学校

期 日	内容	時間	学年・人数
10月29日(木)	音の3要素	1時間	2学年・206人 研究協力員 澤山純樹
10月30日(金)	うなり	2時間	
11月2日(火)	音の伝わり方	3時間	
11月4日(水)	弦の振動①	4時間	
11月5日(木)	弦の振動②	5時間	
11月9日(月)	気柱の共鳴	6時間	
11月10日(火)	ものづくり	7時間	

ア 単元の評価規準


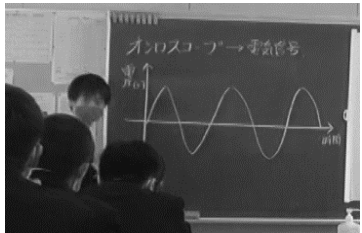
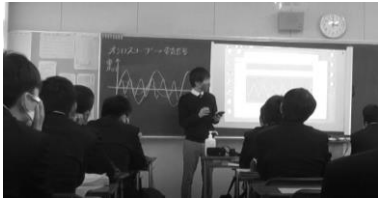
知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
様々な物理現象とエネルギーの利用を日常生活や社会と関連付けながら、波の性質、音と振動について理解しているとともに、それらの観察、実験などに関する技能を身に付けている。	様々な物理現象とエネルギーの利用について、観察、実験などを通して探究し、波、音、エネルギーとその利用における規則性や関係性を見いだして表現している。	様々な物理現象とエネルギーの利用に進んで関わり、科学的に探究しようとしている。

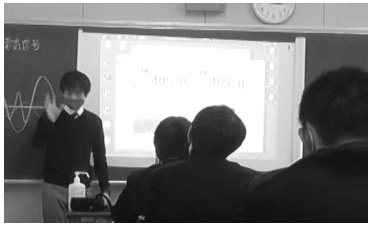
イ 指導と評価の計画

時	ねらい・学習活動	重点	記録	備考
1	・音の三要素(高さ、大きさ、音色)と、波の波形の関係性を理解する。	知		【知識・技能】 ・オシロスコープでの観測波形と、音の聞こえ方の関係を理解している。
2	・2音の振動数の差が、単位時間あたりに生じるうなりの回数とどのような関係があるかを調べる。	思		【思・判・表】 ・実験結果から、うなりと振動数の規則性を見いだして、表現する。
3	・映像から音が聞こえたときの時間を計測し、気温と音波の速さの関係性や規則性を見いだそうとする。	態	○	【主体的】 ・温度の違いに着目し、音波の速さを見いだそうとしている。
4	・モノコードやゴムひもを用いた実験を行い、弦の長さ、太さ、張力の違いと振動数の関係性を見いだし理解する。	知	○	【知識・技能】 ・弦の長さ、太さ、張力の違いによる、音の高低及び振動の仕方の関係性を見いだし理解している。
5	・弦の基本振動、二倍振動、三倍振動を図で表し、理解する。 ・振動の様子から固有振動の式を導出する。	知		【知識・技能】 ・弦の固有振動の様子を理解し、正しく作図することができる。
		思	○	【思・判・表】 ・弦の定常波、弦の長さ、波の速さなどを基に、弦の固有振動の式を導出している。

6	<ul style="list-style-type: none"> ・メロディーパイプに共鳴する音を近づけたとき、聞こえ方の違いに問題を見いだす。 ・気柱の固有振動の様子を作図することで理解する。 	態		【主体的】 <ul style="list-style-type: none"> ・共鳴現象に興味をもち、聞こえ方の違いに問題を見いだしている。
		知	○	【知識・技能】 <ul style="list-style-type: none"> ・気柱の固有振動の様子を理解し、正しく作図することができる。
7	<ul style="list-style-type: none"> ・念力振り子や共振振り子を作成し、その仕組みや日常生活との関連を理解する。 	知		【知識・技能】 <ul style="list-style-type: none"> ・ものづくりを通して、音の共鳴・共振に関する知識と日常生活との関連を理解している。

ウ 各授業場面と生徒の様子

	学習活動	指導上の留意点	【小・中】との系統性
音の3要素の学習場面	1. スーパースロー動画の映像を通して、音波が縦波であることを確認する。	<ul style="list-style-type: none"> 音が発生するときに、ものが振動していることに着目させ、波動現象との関連について気付かせる。 	<ul style="list-style-type: none"> 音が出ている物は震えている【小】 発音体の振動と音の発生【中】
		<p>【生徒の様子】</p> <ul style="list-style-type: none"> スーパースローの動画で、太鼓膜の振動に合わせてろうそくの火が揺れているのを見て、驚いている生徒がいた。 ろうそくの火の揺れから、音が縦波で伝わっていくと気付いた生徒もいた。 	
		<p>2. ヘリウムガスを吸った後の声が高くなることを、音波の速さと関係付けて理解する。</p> <p>3. 音は、発音体の振動の仕方によって聞こえ方に違いが現れることを理解する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ヘリウムガスを吸った後の声が高くなることを、音波の伝わる速さの公式を用いて、定量的に説明する。 オシロスコープが示す波形の意味を、振動の時間変化と関連づけて捉えようとする。
		<p>【生徒の様子】</p> <ul style="list-style-type: none"> オシロスコープの横軸を「時刻」ではなく「位置」と捉え、波長が読み取れると考える生徒がいた。 既習事項である2種類の「波のグラフ」について復習し、オシロスコープの横軸は「時刻」であること、またその波形から周期が読み取れることを確認した。 	
		<p>4. 音の三要素（高さ、大きさ、音色）と、波の波形の関係性を理解する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> オシロスコープを用いて、観測音の波形と、音の大きさと高さ、音色がどのように関係するかを 着目させるようにする。
		<p>【生徒の様子】</p> <ul style="list-style-type: none"> 振動数を大きくすることで音の高さが変化すること、また徐々に聞こえなくなっていくことに驚く生徒もいた。 授業後のアンケートから、振動数と救急車のサイレンの音の高低変化（ドップラー効果）について疑問を持った生徒がいた。 	
<p>5. 高振動数の観測を通して、可聴域の存在を理解する。</p> <p>6. 2つの異なる振動数の音を同時に聞くと、どのように聞こえるか予想をする。</p>		<ul style="list-style-type: none"> 聞こえない音の存在についても触れる。 うなり現象を観測できるように準備をする。 	



【生徒の様子】

- ・スマートフォンのアプリケーションを使用し、400 Hz の音、401 Hz の音をそれぞれ個別に聞かせた。両者の違いを区別できた生徒はほとんどいなかった。
- ・400 Hz の音と 401 Hz の音を同時に聞かすとどうなるかという発問し、予想させることで興味を喚起した。何も起こらないと考える生徒がいた。

7. 2音の振動数の差が、単位時間あたりに生じるうなりの回数とどのような関係があるかを調べる。

- ・うなりの観察を行う際は、PC やスマートフォンのアプリケーションを利用する。





【生徒の様子】

- ・縦縞の本数を「振動数」に見立てたシートを数種類用意した。本数（振動数）が異なるシートを重ねることで、縞模様が観察できる。
- ・本数の差とあら縞模様の様子から、振動数の差と単位時間あたりのうなり回数を関連づけ、規則性を見いだしていた。






8. シートを用いた結果から、うなりと振動数の規則性を見いだして、表現する。

- ・結果を表にすることで、規則性を見だしやすくする。

	学習活動	指導上の留意点	【小・中】との系統性
音の速さの学習場面	1. 発音体の振動が、どのように空気中を伝搬していくかを理解する。	<ul style="list-style-type: none"> 映像を通して、音が空気中を伝わる速さを確認できるようにする。 	<ul style="list-style-type: none"> 音を伝える物【小】 音の伝わり方【中】 空気中の音の速さ【中】
		<p>【生徒の様子】</p> <ul style="list-style-type: none"> 中学校で学習したという生徒が多くいた。 計算もスムーズに行え、中学校の内容はおおむね理解している様子だった。 	
2. 映像から音が聞こえたときの時間を計測し、気温と音波の速さの関係性や規則性を見だし表現する。	<ul style="list-style-type: none"> 温度と、空気中の粒子運動との関連性に触れ、音速が気温に比例することを見いだすように促す。 		
	<p>【生徒の様子】</p> <p>映像から音速を求めることで、音速が温度と関係していることに気づき驚いている様子だった。</p>		

学習活動	指導上の留意点	【小・中】との系統性
<p>1. 弦の振動を波と関係付けて、伝搬の仕方を理解する。</p>	<p>・弦の振動を波と関係付けて捉えやすくするために、スーパースロー動画を示す。</p>	<p>・音の大小【小】 ・音の大小と高低【中】</p>
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">  <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; width: 60%;"> <p>【生徒の様子】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・弦の振動の様子を見て、「定常波」という言葉は出てこなかった。「弦の振動」と「波」が関係づけられていないようであった。 ・シミュレーションを用いて学び直しを行ったことで、両者が関係づけられた。 </div> </div>		
<p>2. ゴムチューブやモノコードを用いて、弦の太さや張力の違いによる、音の高低及び振動の仕方を関係的に捉えて理解する。</p>	<p>・ゴムチューブの振動のさせ方で定常波の様子が変化することにも触れる。 ・モノコードから生じた音の振動数は、スマートフォンのアプリケーションで測定する。</p>	
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">  <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; width: 60%;"> <p>【生徒の様子】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・振動数が「大きい」という表現に違和感を抱く生徒がいた。 ・モノコードやギターを体験していない生徒も多いようであった。 ・実際に触れてみることで、弦の張力や太さと、振動の様子に興味をもった生徒もいた。 </div> </div>		
<p>・弦に生じる定常波の作図を通して、基本振動、二倍振動、三倍振動の様子を理解する。</p>	<p>・弦に生じた基本振動2倍振動をカメラで撮影し、スローモーションで確認する。</p>	
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">  </div> <p>【生徒の様子】 ハーモニクスの原理を説明して、生徒に実践させた。その後、映像で弦の振動の様子（2倍振動や3倍振動）を確認し、作図に取り組んでいた。</p>		

弦の振動の学習場面

	学習活動	指導上の留意点	【小・中】との系統性
共鳴・共振の学習場面	<p>1. メロディーパイプに共鳴する音を近づけたとき、聞こえ方の違いに問題を見いだす。</p> <p>2. 気柱の固有振動の様子を作図することで理解する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 音源は、スマートフォンのアプリケーションを利用する。 管内に生じる定常波を作図し、理解しようとする。 	
	<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>【生徒の様子】</p> <ul style="list-style-type: none"> メロディーパイプの共鳴の様子を観察し、興味を抱く生徒がいた。 弦の固有振動と関連づけ、気柱の振動の様子を作図している生徒が多かった。 </div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-top: 10px;">  </div>		
	<p>3. 念力振り子や共振振り子を製作し、その仕組みや日常生活との関連を理解する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 製作がスムーズに行えるように準備する。 	
<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px; border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px;"> <p>【生徒の様子】</p> <p>ものづくりを通し、抽象的であった「波」の様子を、日常生活に関連させ、理解を深めていた。</p> </div> </div>			

2 中学校の授業実践結果の分析・考察

(1) 生徒が観察、実験に主体的に取り組もうとする態度への効果

ア 「音の性質の学習は、おもしろかったですか」について

生徒には、5件法（①そう思わない ②あまり思わない ③どちらともいえない ④少し思う ⑤そう思う）で回答を求めた。結果は、「⑤そう思う」と回答した生徒が40人、「④少し思う」と回答した生徒が4人、「③どちらともいえない」と回答した生徒が1人であった。

イ 「音の性質の学習は、どんなところがおもしろかったですか。」について

生徒には、音の性質の学習において、どのような興味（興味尺度）をもったのかを調べるために、自由記述で回答を求めた。各回答を興味別にするために、生徒の記述を一文ごとに分けた。記述の出現数が多い興味尺度から順に示す【表11】。

ウ 学習内容（音の大小、音の高低、音の伝わり方）について

生徒がどのような学習内容に興味をもったのかを調べるために、学習内容と関連する記述についても分類した。記述の出現数が多い学習内容から順に示す【表12】。

エ 音の学習への興味の記述結果と授業映像の観察結果の考察について

「音の高低」、「音の伝わり方」の学習内容に関する出現数が多かった。これらの学習内容に関する授業映像からは、観察、実験に主体的に取り組む、音の性質と振動の関係性を見だし、課題解決する生徒の様子が見られた。このことが、実験体験型興味、思考活性型興味、達成感情型興味に関する出現数が多くなったことに関連すると考える。以上ア～エから、p.15～p.16で述べた本研究における各学習場面を充実させることにより、生徒は、音の性質に対する興味をもち、観察、実験に主体的に取り組もうとする態度を醸成することができたといえる。

【表11】興味尺度等と出現数

興味尺度等	出現数	生徒の記述
実験体験型興味	77	「音の高低について、 <u>実験をしたときが一番楽しく感じた。</u> 」、「初めて使う <u>実験道具や楽器を使うのが楽しかった。</u> 」など
思考活性型興味	30	「 <u>自分（自分たち）で考えた実験ができること</u> 」、「最初は低くなることも <u>自分の考えに入れていて、予想とは違ったけど、空気をなくすと、音が響かないのがあたってたからおもしろかった。</u> 」など
達成感情型興味	28	「 <u>自分たちで考えた実験が成功したときの達成感</u> というのがありました。」、「音の性質を発見したときの「 <u>分かった!</u> 」という <u>達成感</u> を感じられたのが嬉しかったです。」など
知識獲得型興味	21	「 <u>音源の振幅が大きくなる音は、大きいことがおもしろかった。</u> 」、「 <u>固体、液体、気体すべて、音を伝えることがわかった。</u> 」など
日常関連型興味	9	「身近な物を使って考えていくというのが、 <u>生活のどんなところで音が発生しているのが分かって楽しかった。</u> 」、「 <u>生活経験を基にして、予想を立てられた事がおもしろかった。</u> 」など
驚き発見型興味	3	「高低、大小によって振動の動きや振動数が違ってくことにとても <u>驚き</u> 、ものすごくおもしろかったです。」、「 <u>振幅は音の大小に関係があり、高低はまた別の振動数に関係することが不思議だ</u> と思い、おもしろかった。」
その他	33	「自分、 <u>友達と多種多様な考え方があり、1つの問いに挑戦し、その1つの問いに対する答えを皆で見つける事ができたこと。</u> 」など

【表 12】学習内容と出現数

学習内容		出現数	生徒の記述
音の高低と振動数の関係		19	「音の高低について、実験をしたときが一番楽しく感じた。」など
音の伝わり方		18	「色々なものを使って、振動が伝わっているかどうかを調べるのがおもしろかった。」など
音の大小と振幅の関係		16	「高低、大小によって振動の動きや振動数が違ってくることにとっても驚き、ものすごくおもしろかったです。」など
その他	ICT 機器	13	「初めて使ったオシロスコープなどの機械で、振動などを見る事がおもしろかった。」など
	ものづくり	8	「トロンボーンを作って、伸ばしたり短くしたりして音程を変えられたところが楽しかった。」など

(2) 理科の学習に関する興味に与える効果

7月に実施した理科に関する実態調査と授業実践の2週間後である11月5日(木)に実施した実態調査の結果を分析した【表 13】。すべての興味尺度において、授業実践後の平均値が上昇した。

ア t検定の結果について

日常関連型興味、達成感情型興味、知識獲得型興味において、5%水準で有意に上昇したこと、実験体験型興味、思考活性型興味において、10%水準で有意に上昇したことがわかる。驚き発見型興味では、有意差はなかった。

イ 効果量の結果について

日常関連型興味、実験体験型興味、達成感情型興味、知識獲得型興味、思考活性型興味において、小程度の効果となった。

ウ 調査結果の分析の考察

本研究の音の性質の授業が、生徒の理科に関する興味(日常、実験、達成、知識、思考)を高めることに、小程度の効果があったといえる。

【表 13】各興味尺度の平均値の比較

n=43

興味尺度	平均値	標準偏差	t	d
日常関連型興味 (実践前)	3.78	1.08	2.34*	.30
(実践後)	4.08	.87		
実験体験型興味 (実践前)	4.14	1.14	1.69 [†]	.26
(実践後)	4.40	.83		
達成感情型興味 (実践前)	3.99	1.14	2.12*	.28
(実践後)	4.27	.89		
知識獲得型興味 (実践前)	4.19	1.13	2.22*	.28
(実践後)	4.48	.87		
思考活性型興味 (実践前)	3.85	1.11	1.91 [†]	.25
(実践後)	4.10	.85		
驚き発見型興味 (実践前)	4.01	1.15	.83	.12
(実践後)	4.14	.88		

注) tは、[†]P<.10、*P<.05

dは効果量を表し、大きさの目安として、d=0.2(小)、d=0.5(中)、d=0.8(大)と判断する。

(3) 思考力・判断力・表現力等を育む効果

授業実践の2週間後に実施した、音の学習に関する学力調査の結果を示す【表 14】。全ての問題において、研究協力校の正答率が県平均を上回った。この結果より、本研究の音の性質の授業が、「分析して解釈すること」、「観察・実験を計画すること」などの思考力・判断力・表現力等を育むことに有効であったといえる。

【表 14】各種問題と正答率の比較

調査の種類	出題の趣旨	正答率 (岩手県)	正答率 (協力校)
平成 27 年度全国 学力・状況調査 (活用問題)	日常生活の場面において、音の高さが高くなったといえる音の波形の特徴を指摘することができる。	39.7%	68.9%
	音の高さは、「空気の部分の長さ」に関係していることを確かめる実験を計画することができる。	26.6%	71.1%
平成 29 年度岩手 県学習定着度状 況調査 (活用問題)	音の波形から、弦の長さとはじき方について推測することができる。	55.0%	80.0%
	実験結果から、空気が音の振動を伝えることを考察することができる。	32.0%	71.1%

Ⅷ まとめ

1 全体考察

音の性質に関する学校段階ごとの概念と理科の見方・考え方の一覧表を基にして、単元を構想したり、指導計画を作成したりすることで、音の性質に関する概念を段階的に身に付けていく指導の充実を図ることができると考える。次に、各校種における指導の在り方について述べる。

ア 小学校における指導について

小学校の授業実践では、児童が、身の回りの楽器などで音を出し、「ぶるぶるふるえる」や「紙がゆれている」、「しんどうが大きい」などと記録していた。児童の発達段階を踏まえると、このような「体感」を通して、「振動」という現象を「感じたり見えたりするレベル」で捉えることが指導をする上で大切である。また、児童は、様々な楽器で音を出したときの物の様子を比較し、主に差異点や共通点を基に、問題を見だし、表現するなどして問題解決している。この「理科の考え方」を働かせて、問題解決の力を育成するために、様々な楽器で音を出す体験が重要である。

イ 中学校における指導について

「ぶるぶるふるえている」などの児童の言葉にあるように、感覚的な捉え方を中学校においては、「振動」という科学的な概念へと深めるとともに、「振動という現象」を「見えにくい見えないレベル」で捉え、「音の高低」などの概念を身に付けていくように指導することが大切である。その際、児童生徒は、「音の性質」と「振動」を関係付け、理解を深めていくことから、小学校での学習につなげて、無理なく身に付けていくように留意する必要がある。

ウ 高等学校における指導について

音に関する概念が大きく広がるとともに、生徒は、「振動と波」を関連づけて概念の理解を深めていくことがわかる。例えば、高等学校の授業実践では、小・中学校段階の「音は振動で生じる」ことを基に、「発音体の振動が、空気の粒子を前後に動かし、空気の縦波（音波）が生じる」ことを学習する。しかし、生徒にとって「波」は目に見えないため、発音体の振動と関係付けることが難しい。そのため、生徒が、規則性や関係性を見いだす場面の指導が困難になる。そこで、高等学校においては、ICTやモデル、図などを効果的に活用し、「波」を視覚的に捉える工夫が必要である。そして、弦を用いて、振動数、波の伝わる速さなどの基本的な量を調べ、弦の質量や張力との関係を調べさせるなどの活動を通して、規則性を見いだして、音の性質に関する概念を身に付けていくように指導することが大切である。

イ 児童生徒が規則性や関係性を見いだしたり、捉えたりする授業

小・中・高等学校を通じて、「理科の見方・考え方」が発達段階と扱う音の性質に関する概念に応じた内容になっていくことが一覧表から分かる。具体的には、小学校では、「感じたり見えたりするレベルで捉える」、中学校では「見えにくい見えないレベルで捉え、関係性を見いだす」、高等学校では、「見えないレベルで捉え、関係性や規則性を見いだす」にあるように、小・中・高等学校と進むにつれて、定性的な捉え方から定量的な捉え方にしていくことで、音の性質に関する概念の本質に迫っていくことができる。したがって、音の性質に関する概念を身に付けていくために、各学校段階の「理科の見方・考え方」を働かせて、規則性や関係性を見いだしたり、捉えたりする授業づくりが大切であると考える。

2 成果と課題（○成果、●課題）

- 小・中・高等学校の学習内容の系統性を考慮することは、基本的な概念を理解し、科学的に探究するために必要な資質・能力を育むことに効果的であることを明らかにした。
- 研究協力員と研究協力校の理科教員と検討したことにより、児童生徒の発達段階等を考慮し、音の性質に関する概念等を整理した一覧表を作成することができた。
- 佐藤（2019）の研究は、本研究の授業づくりに大いに参考になった。また、小学校の授業実践を通して、児童の姿から佐藤（2019）の確かさを明らかにできた。
- エネルギーを柱とする領域の基本的な概念を段階的に身に付けていくために、他の単元においても、本研究の手立てを踏まえた実践を重ねる必要がある。

IX 引用文献及び参考文献

【引用文献等】

- ・文部科学省（2017）、『中学校学習指導要領解説 理科編』、学校図書、p.10、p.12、p.23、p.115、pp.121-122
- ・田中瑛津子（2015）、『理科に対する興味分類－意味理解方略と学習行動との関連に着目して－』
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjep/63/1/63_23/_pdf/-char/ja
- ・原田有希（2019）、『観察・実験に対する興味と学習方略との関連の検討－因子分析による興味の構造分析を基礎として－』
https://www.jstage.jst.go.jp/article/sjst/60/2/60_19019/_pdf/-char/ja
- ・柿木康児（2018）、『物理法則の有用性を実感させ、興味・関心を高める高等学校「物理」の研究 ー日常生活とのつながりを重視した教材の開発と活用を通してー』
http://www1.iwate-ed.jp/tantou/kagaku/kenkyu/h29_choken1.pdf

【参考文献等】

- ・文部科学省（2017）、『小学校学習指導要領解説 理科編』
- ・文部科学省（2018）、『高等学校学習指導要領解説 理科編理数編』
- ・文部科学省（2017）、『新しい学習指導要領の考え方ー中央審議会における議論から改訂そして実施へー』
- ・国立教育政策研究所教育課程研究センター（2020）、『「指導と評価の一体化」のための学習評価に関する参考資料』
- ・国立教育政策研究所教育課程研究センター（2015、2018）、『全国学力・学習状況調査報告書中学校理科』
- ・平成29年度岩手県学習定着度状況調査結果報告 中学校理科
- ・佐藤 智（2019）、『小学校理科「音の伝わり方と大小」と「雨水の行方と地面の様子」における資質・能力を育成するための授業の在り方に関する研究ー観察、実験の位置付けが明確で見方・考え方を働かせる授業の構想と実践を通してー』
- ・岩切信二郎（1997）、『音の伝わり方に関する学生の考え方』
- ・舘野俊之（2004）、『単元を通してものづくりを行い学習することの効果ー中学校第1学年「音」の学習を通して』
- ・森本信也（2007）、『子どものイメージから構想する「音」についての科学概念形成とその理科学習論的考察』
- ・渡辺克也（2011）、『日本の理科教育の現状と課題ー理科好きな子どもを育てるためにー』
- ・鳴川哲也（2019）、『イラスト図解ですっきりわかる理科』、東洋館出版