

自然の事物・現象を探究する授業展開の工夫

（実践者）山根 典之

1 研究テーマ設定の理由

自然の事物・現象を扱う理科の学習においては、観察、実験などを行うことで、理解を深め、科学的な見方・考え方を養うことを軸としている。「持続可能な社会」の形成に資するためには、自然の事物・現象に進んで関わり、目的意識を持ち、自ら考え、見通しを持って判断する授業展開が重要だと考える。そこで本研究では、実験により得られた結果を分析して解釈するなど、科学的に探究する力と科学的な根拠を基に表現する力が的確に判断する態度につながるものと考え、本研究テーマを設定した。

2 研究の内容と方法

(1) 生徒たちの生活経験における疑問を基にした学習課題の設定

身近な事物・現象に対する不思議さや面白さに直接触れさせるようにし、日常生活に見られる現象と結びつけて、身近な現象に対して科学的に探究する学習を充実させたい。まず、日常生活との関わりが深く、直接体験が可能な現象を取り上げる。音に関する観察・実験を通して、それらの結果を図示して考察することなどによって、規則性を見いだす意欲や、身の回りの現象と関連させて調べようとする主体的な態度を身に付けさせたい。

(2) 科学的根拠に基づいた協働的な学び

本研究では、科学的根拠を大切にしながら、一人一台端末を駆使した質の高い協働的な学びを展開したい。まず、ロイロノートのフレームワークを用いて、構造的に実験結果や考察をまとめさせる。それを使って、自分と他者との考えを比較しながら共有化を図ることで、より学びが深まることを期待したい。そして話し合いの場面では、生徒同士が既習事項と関連付けながら科学的な見方・考え方を働かせて、分かったことを根拠に意見を交換できるグループワークを用いることで、協働的な学びを充実させたい。

3 研究の実際

(1) 単元名

音の世界（第1学年）

(2) 指導の計画

ア 単元目標

○音についての観察、実験を通して、音は物体が振動することによって生じ空気中などを伝わることや、音の高さや大きさは発音体の振動に関係することを理解するとともに、それらの観察、実験などに関する技能を身に付けることができる。 「知識及び技能」

○音について問題を見いだし、見通しを持って観察、実験などを行い、音の性質の規則性や関係性を見い出して表現することができる。 「思考力、判断力、表現力等」

○音に関する事物・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とともに、自然を総合的に見ようとする。 「学びに向かう力、人間性等」

イ 重点目標

<本質的な問い>

音とは何か。

<永続的な理解>

音が伝わるには振動する物体が必要であり、空気も音の振動を伝えている。音の振動はオシロスコープなどで波形として観察することができる。波形の振幅は音の大きさ、振動数は音の高さ

を表し、大きい音ほど振幅が大きく、高い音ほど振動数が多いことを理解する。

ウ パフォーマンス課題とルーブリック

パフォーマンス課題			その他の評価方法
あなたは、音について研究している研究員です。工事現場からの騒音問題を受けて、「騒音を防ぐ壁」を作り上げてほしいと附属中学校から依頼を受けました。音の大きさを小さくしたり、消したりするためには様々な手段が考えられると思います。それらを組み合わせた上で効率よく、効果的に防音することのできる壁を、研究員として附属中の生徒を含む関係者の方に提案してください。			○ノート、レポート課題（ロイロノートを含む）の記述 ○課題追求状況の観察や声掛け ○学習ログ ○単元別テスト
	知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
A	B評価の規準を全て満たした上で、科学的根拠に基づいて実証性、再現性、客観性のある探究ができる。	B評価の規準を全て満たした上で、記述の中に、日常生活や社会とのつながりが実感できる科学的根拠に基づいた表現ができる。	B評価の規準を全て満たした上で、別の生徒の考えを基に、自分の考えを深め、文章で表現しようとしている。
B	音の大きさや高さは振幅と振動数が関係していると理解し、科学的に探究するために必要な基本的技能を身に付けている。	実験結果から、防音や消音について、特徴、規則性、関係性を見だし、その事実に対する根拠を主張することができる。	自分の考えを別の生徒に伝えるとともに、別の生徒の考えを取り入れて考えようとしている。
C	実験などに関する操作や記録など基本的技能を身に付けていない。	実験結果から、特徴、規則性、関係性を見だすことができていない。	自分の考えを伝えられない。または、自分の考えに別の生徒の考えを取り入れようとしていない。

エ 学習計画（全6時間）

次	時間	ねらい・学習内容	重点	記録	評価規準（評価方法）
1	1	・学習計画の確認、目標の設定を通して、学習の見通しを持つ。 ・様々な音源に触ったり、観察したりすることを通して、音に関しての問題を見いだして課題を設定する。	態 態 知		・本単元の学習の流れや課題解決のための見通しを持つようとしている。 ・身の回りのものの音の伝わり方を意欲的に調べようとしている。 ・音はものが振動することによって生じることを理解している。
2	2	・音が伝わるには振動する物体が必要であり、空気も音の振動を伝えていることが分かる。	知 思	○	・いろいろな事例を比較し、音が伝わる経路や音の速さについて、得られた結果から音の伝わり方を考察し、自分の言葉で表現している。
3	3	・オシロスコープを用いた実験を通して、音の波形をから音の大きさと振幅、音の高さと振動数との関係を見いだす。	知 思	○	・実験結果をもとに、音の大きさと高さ、オシロスコープの波形との関係があることについて考察し、自分の言葉で表現している。
4	4 本時 5	・パフォーマンス課題を解決するための探究活動を通して、自ら実験を行い、結果から音の大きさに影響している事象を明らかにする。	知 思	○ ○	・授業で取得した知識や用語を使って説明している。 ・観察・実験から得られたデータや資料から科学的な考察ができています。
5	6	・パフォーマンス課題 ・単元別テスト	態 思	○ ○	・これまでの学習や他者の考えを生かして、課題に対する自分の考えをまとめている。 ・パフォーマンス評価

(3) 指導の実際（４／６時間）

ア 主題

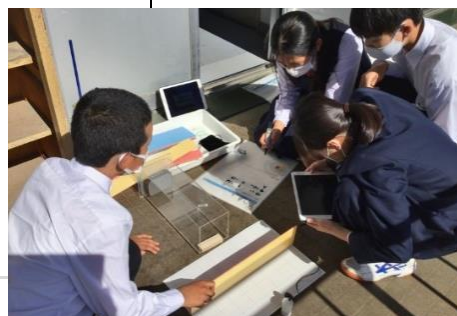
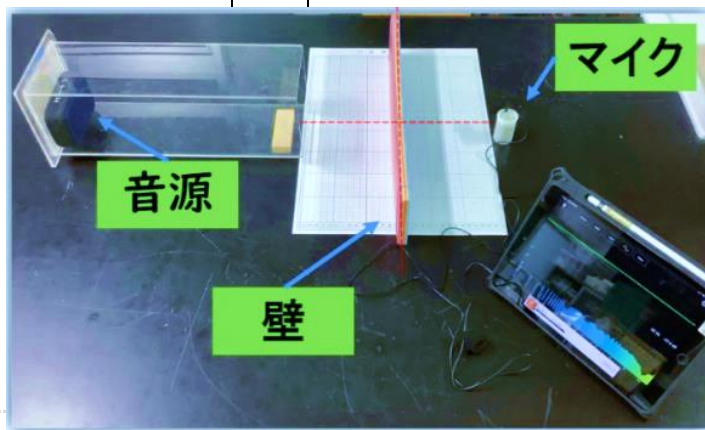
どのような防音壁を作れば、私たちの音環境を守れるか考えよう。

イ ねらい

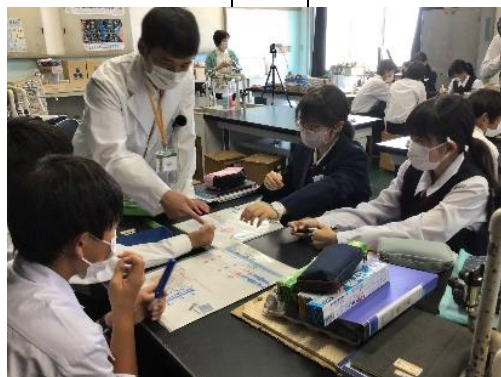
○音を防ぐ理由を音の性質や規則性と関連付けて、班員と協力して説明することができる。

ウ 展開

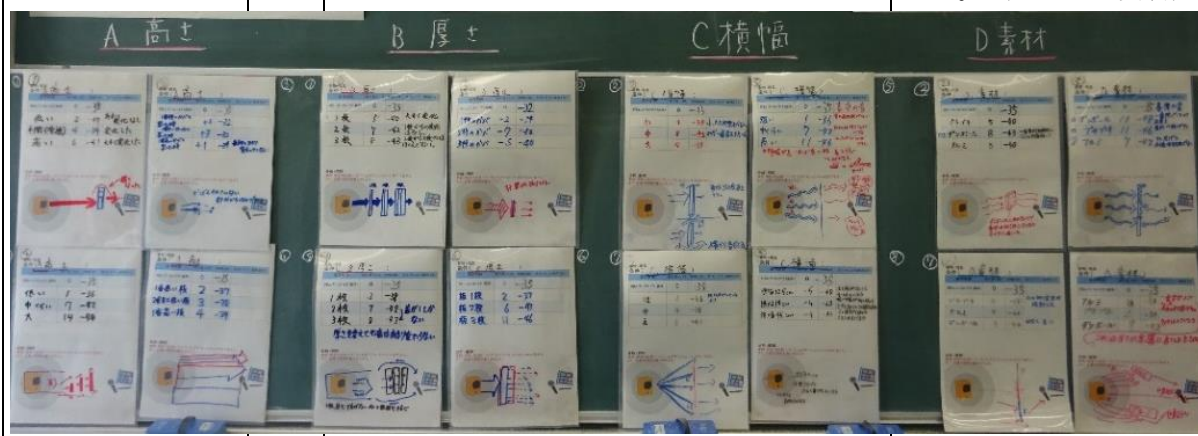
学習活動（形態）	時間	○教師の働きかけ ・ 生徒の反応	○指導の工夫 ◎評価規準（評価方法）
1 前時までの復習をし、本時の学習につなげた。（全体）	5	○前時の学習を振り返ってみよう。 ○サラウンドスピーカーから出される騒音の中で、授業をしてみると、どう感じますか。 ・うるさくて授業に集中できない。 ・音を防ぐような手立てが必要。	○本時の内容を理解しやすくするために、既習事項を確認させた。 ○課題設定を主体的に感じられるために、実際に課題となる音環境を体感させた。
パフォーマンス課題：あなたは、建設会社に勤める研究員です。附属中学校付近の道路や工事現場からの騒音問題を受けて、「騒音を防ぐ壁」を作り上げてほしいと附属中学校から依頼を受けました。音の大きさを小さくしたり、消したりするためには様々な手段が考えられると思います。それらを組み合わせた上で効率よく、効果的に防音することのできる壁を、研究員として附属中の生徒を含む関係者の方に提案してください。			
2 解決の見通しを立てた。（個人→全体）	5	○どのようにすれば、音を減らしたり、消したりできるのだろうか。 ・壁を厚くすることによって、音を防ぐことができる。 ・布を使えば、音を吸収してくれる。 ・空気を通さないような素材を使えば、音を防ぐことができる。	◎音を振動と捉え、調べる方法を見いだそうとしている。 （生徒のプレゼン資料）
3 課題を追究した。（小集団）	15	○次の実験を行い、結果と考察をまとめて、パフォーマンス課題を解く手掛かりにしてみよう。 <u>条件A 壁の高さを変えて音量を計測する。</u> <u>条件B 壁の厚さを変えて音量を計測する。</u> <u>条件C 壁の横幅を変えて音量を図る。</u> <u>条件D 壁の素材を変えて音量を図る。</u>	○実証性、再現性、客観性を意識するために、簡易ホワイトボードのフレームワークを使用させた。 ○学習した内容を整理させ、見方・考え方を共有させるために、ロイロノートのプレゼン機能を使わせた。



4 課題に対する考えを議論した。 (小集団) ↓ (全体) ↓ (個人)	20	○実験結果を考察し、話し合ったことを同じグループの班員同士で発表し合おう。発表を聞く側は、メモを取ったり、質問したりしてみよう。 ・自班で調べていない内容について、情報交換することができた。 ○各班の実験結果から、どのような防音壁を作れば音を防げるのか、今日の実験と話し合いを基に、図や言葉で表現してみよう。	○科学的根拠を基に議論させるために、どの結果を根拠にしたのかを明らかにするよう指示した。 ◎科学的根拠を明らかにして、説明している。 (プレゼン資料)
---	----	---	---



5 本時の学習を振り返った。 (全体)	5	○今日の授業で学んだことを活用して、課題に対する現時点での考えをまとめよう。 ○本時を振り返って学びログ書いておこう。	○パフォーマンス課題の解決のために、本時の学びを生かして考えをプレゼン資料にまとめた。(プレゼン資料)
------------------------	---	---	--



(4) 生徒の学びの実際

第4次の振り返りで生徒が記述した内容の主なもの（資料1）、パフォーマンス課題を解決するための探究活動で生徒が作成したフレームワーク（資料2）は次のとおりであった。また、パフォーマンス課題に対する生徒のワークシートの記述を評価した。実験結果から、防音や消音について、特徴、規則性、関係性を見だし、その事実に対する根拠を主張することができている生徒（資料4：評価B）は全体の45%程で、B評価の規準を全て満たした上で、記述の中に、日常生活や社会とのつながりが実感できる科学的根拠に基づいた表現ができる生徒（資料3：評価A）は全体の45%程いた。実験結果から、特徴、規則性、関係性を見いだすことができていない生徒（資料4：評価C）が10%いた。

第4次の振り返り

- ・実際の防音壁にどのような物があるのか。また、それがどのように音の大きさを小さくしているのかを知りたいと思った。
- ・パフォーマンス課題に対して、音の性質と日常に起こる問題との関係や解決策を科学的に考えることができた。
- ・課題に対する解決策について、SDGsなどの別の視点で捉えることで、多様な考えを持つことができた。
- ・実験を通して、騒音を防げる理由を科学的に考えることができた。今後も、身近な現象や問題に対して、授業で勉強した内容を関連させて解決方法を考えていきたい。
- ・実験結果から考えた条件だけでなく、環境への配慮や街の景観への調和などの別の視点で考えることは、科学的に考える部分とのバランスを取ることが難しかったが、実生活に生かすには必要な事だと思った。
- ・音の性質を理解した上で、よりよい防音壁を考えた。今後も、勉強したことを日常生活に生かしていきたい。
- ・課題を解決するには、実験結果だけを見るのではなく、実際にその方法で解決しても問題は起きないのか、他に良い方法は無いのかと様々な視点から再度解決策を考えることが大切であることが分かった。
- ・日常生活の中に、音の振動が伝わらないような工夫がたくさんあり、そこには環境や人権など様々な面に配慮されていることが分かった。

資料1 第4次の振り返りで生徒が記述した内容の主なもの

説明資料

②事物・現象、分析・解釈 条件A:高さ

②事物・現象、分析・解釈 条件C:横幅

③ 結論

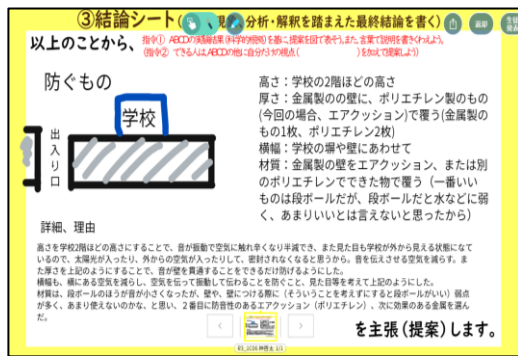
①仮説

②事物・現象、分析・解釈 条件B:厚み

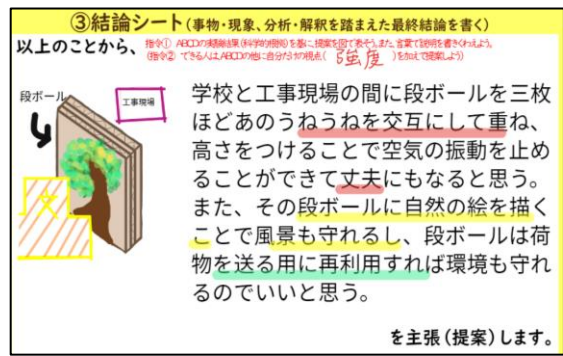
②事物・現象、分析・解釈 条件D:素材

④ 振り返り

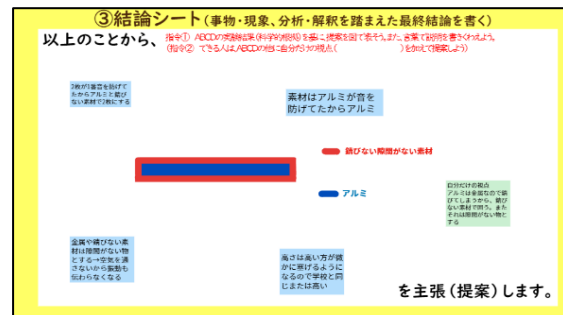
資料2 パフォーマンス課題を解決するための探究活動で生徒が作成したフレームワーク



資料3 パフォーマンス課題に対するレポート（評価A）



資料4 パフォーマンス課題に対するレポート（評価B）



資料5 パフォーマンス課題に対するレポート（評価C）

4 成果と課題（○は成果、●は課題）

- 既習事項から考えられる身近な現象を取り入れれば、「なぜだろう？」という疑問を持たせることができ、次の問題の探究につながる事が分かった。
- 生徒の振り返りの記述やレポートを見ると、実験結果から分かる音の現象だけでなく、環境や人権、SDGsといった日常生活や社会とのつながりを関係付けることができ、広がりや深まりがあったと考えられる。
- パフォーマンス課題に対して、生徒たちの既有的知識の差があり、課題に対する解決イメージが中々掴めない生徒がいた。防音壁について全く知らない、身近でない生徒に対して、その事物がイメージできる写真や映像を見せることが必要であったように考える。また、図や説明文を書くことが難しい部分もあったため、説明に使う科学的な根拠に関するキーワードや定型文を使うなど条件を狭めたりすることで、より授業のねらいに迫れたと考える。
- 生徒の提出データを分析すると、フレームワークを使って構造的に実験結果や考察をまとめさせ、自分と他者との考えを比較しながら共有化を図ることができた。
- 今回の授業のように仲間と話し合うペア・グループ学習を多く取り入れ、問題解決の過程を重視した学習を取り入れれば、自然の事物・現象に進んで関わり、目的意識を持ち、自ら考え、見通しを持って行動する力が育ち、よりよい社会を切り拓こうとする力の育成につながると感じた。
- 課題に対する考えを議論し合う場面では、タブレットを使うと、どうしても小集団よりも個々で考える時間が多くなってしまったため、コミュニケーションボードやホワイトボードなどの教具を使うことで、より対話的な学びが充実し、多様な見方・考え方ができ、深い学びへとつながったように感じる。

参考文献

- ・稲垣 忠（2020）「探究する学びをデザインする！情報活用型プロジェクト学習ガイドブック」明治図書

第3章 おわりに

研究（その1）では、理科の授業における三角ロジックの有用性を検証した。目的意識的に問いかける実験によって事実をつくり出し、事実・データを解釈・分析する際の理由付けは、最初は誤った概念であることもあるが、授業で得た科学的概念を適用していくことで、より確実性の高い新しい仮説や主張になっていく。三角ロジックは「習得・活用・探究」のどの段階でも適用することができ、生徒の学習目的に合った用い方をすることができる。その型を工夫することによってどの教科の授業にも生かすことができ、理科の授業で「三角ロジック」を用いる有効性は高いと考える。

研究（その2）では、理科の授業における「自律型学習者の育成」について検証した。生徒の学習の理解には、「学び合い」による学習者中心の学習、実験観察を中心とした学習、他者との交流で自分の考えを表現する学習方法が効果的である。これらの学習を行うことで、生徒は教えられるのを待つのではなく、自ら学ぼうとする自律型学習者へと変貌する。また、パフォーマンス課題などで教科の枠を越えた探究課題に取り組むことで、生徒は学ぶことと自分の人生や日常・社会とのつながりを実感することになり、地球人としてSDGsの目標達成への原動力につながると考える。

研究（その3）では、「自然の事物・現象を探究する授業展開の工夫」について検証した。自然の事物・現象を扱う理科の学習においては、観察、実験などを行うことで、理解を深め、科学的な見方・考え方を養うことを軸としている。生徒たちの生活経験における疑問を基にした学習課題の設定やフレームワークを利用した科学的根拠に基づいた協働的な学びを実施することで、自然の事物・現象に進んで関わり、目的意識を持ち、自ら考え、見通しを持って行動する力が育ち、よりよい社会を切り拓こうとする力の育成につながると考える。

三つの実践より、科学的根拠に基づき探究する資質・能力の育成には、フレームワーク（三角ロジック、探究の型）を用いた探究の学習過程が効果的であることがわかった。また、評価の工夫として、一枚ポートフォリオ（OPPA）や、日常生活や社会との関連を重視したパフォーマンス評価に取り組むことで、自己の学びについてメタ認知し、課題に粘り強く取り組んでいこうとしたり、学びを修正・改善したりする姿勢につながったと考える。今後は、持続可能な社会の担い手として、生徒一人一人が学んだことを、どのように生活に生かし実践に繋げていくか、自分にできることを考え行動する生徒の姿に迫る指導改善を一層図りたい。