

中学校理科「音」の単元構成の工夫
—振動数と和音の関係を探究する活動を通して—
Ingenuity in Unit Composition for Junior High School Science “Sound”
—Through Activities That Explore The Relation Between Frequencies and Chords—

○沖野 俊也^{*1}, 向 平和^{*2}

Okino Toshiya^{*1}, Muko Heiwa^{*2}

^{*1}愛媛大学教育学部附属中学校, ^{*2}愛媛大学教育学部

^{*1}Ehime University Junior High School, ^{*2}Faculty of Education, Ehime University

【要約】 よりよい未来を創造する力を育むために目的意識をもって学習に取り組む姿勢を生徒に身に付けさせた。そのためには、生徒が自分自身で問いを立て、行動を決定していくこと、また、明確な目標の基に責任をもって行動し、振り返りを次の行動に活かすことができることが重要である。そのような生徒を育てることを目的として中学校1年生「音」の単元を通して探究学習を行った。

生徒たちは合唱コンクールの経験から「音の重なりがなぜ心地良く聞こえるのか」という問いを立てた。その問いの解決に向かうために小さな問いを立て、その解を導くための実験を計画して実践することを繰り返した。活動の中で音の重なりを科学的に分析していくことで、音というものを音楽と理科の両方の視点で捉えながら関心を高めていった。また、STEAM教育としてこの学びを終えた生徒はこれから新たな「音」の現象や「音楽」の美しさと出会う際、理科と音楽科で学んだことを自然に意識できる感性をもったと考える。

【キーワード】 音, 教科横断, 探究学習, STEAM教育

I. はじめに

愛媛大学教育学部附属中学1年生生徒は128名である。学期末毎に行っているアンケートでは、理科の授業に対して「学ぶことが楽しい」と肯定的に捉えている生徒が多い。理由として「班で意見交換をして課題解決することが楽しい」「自分の知らない新しいことを知ることが楽しい」などが挙げられていた。一方、否定的な生徒の理由として「計算することや暗記することが楽しいと感じないことがある」「もともと苦手な教科だから」などが挙げられていた。授業への要望事項として「実験の時間をもっと長くしてほしい」「班で話合う時間を長くしてほしい」などの意見があった。また、現状として自分自身の学びに大きな不安を抱える生徒も数名いる。このことから、生徒が学習課題を自分自身と結び付け、主体性を持って学習に取り組むために、事物・現象の仕組みを自分たちで明らかにする態度を身に付けさせることと、科学的に思考することが面白いと感じる授業計画が重要である。

振動数と和音の仕組みは数学の要素も含まれる。計算を苦手とする生徒にも心地良く聞こえる音の重なりを数字で表すことができるという事実気付かせ、興味を持って前向きに取り組ませたいと考えた。また、

課題を探究する上で、音に関する基本知識を使いこなす必要があることから、学習は暗記ではなく、習得した知識・技能を活用する術を身に付けることであることを理解させたい。

今回の学習活動の目的は全員が学習内容を理解して説明できるようにすることとした。誰一人置いておくことのないように仲間で協力する姿勢も身に付けさせたいと考えた。

II. 授業実践の方法

1. 対象と期間

中学1年生 32名4学級を対象に2023年1月12日～2月13日の期間で授業実践を行った。

2. 方法

A 問いを立てて解決していく単元構成の工夫

『音の重なり(和音)が心地よく聞こえるのはなぜか』という大きな問いを解決し、2年生に伝える授業を行う学習活動を通して、中学校での学習内容が身に付いていく流れの単元構成に挑戦した。年度当初から「そもそもなぜ～?」という考え方を大切にしておき、小さな問いの三角ロジックモデルを実証を行って完成

させていった。

時限	ねらい・学習活動
1	・校内合唱コンクールの振り返りから、大きな問いを立てた。→「音の重なりが心地良く聞こえるのはなぜか」
2 〜 10	・立てた問いを解決するために、小さな問いを立て、解決していく探究活動を班別で行った。 ・小さな問いに対する解は個人で三角ロジックモデルにまとめた。 ・探究活動の流れを見計らい、音に関する基本的な知識を全員持っているテキストを用いて確認した。
11 12	・探究活動の答えを2年生に伝える授業計画の立案を通して、自分たちが科学的な根拠を基に音の性質について理解をしているのかを確かめた。
13	・自分たちの探究活動の流れを2年生に体験してもらう活動(アウトプット)を通して、理科と音楽科の学習に対しての興味・関心と理解を深めた。

図1 単元構成の流れ

イ 三角ロジックモデルの利用

自分の意見を論理的に組み立てる力を伸ばすために、授業で国語の既習事項である「三角ロジック」の考え方をうい、フレームワークとして利用した。三角ロジックには「主張」、「事実」、「理由付け」の要素があり、特にこの「主張」と「事実」をつなぐ「理由付け」の要素を大切にしてきた。「理由付け」をするために「質的・量的な関係や時間的・空間的な関係などの科学的な視点で捉え、比較したり、関係付けたりするなどの科学的に探究する方法を用いて考える」という理科の見方・考え方が発揮されると考えた。

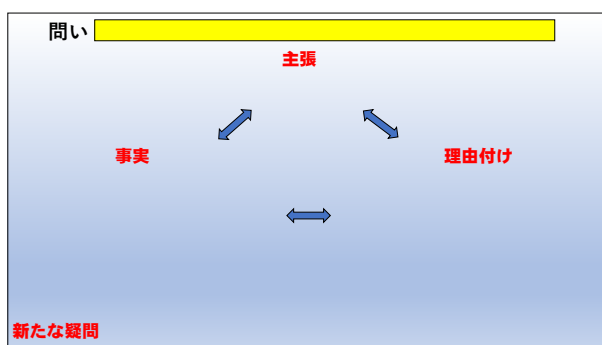


図2 三角ロジックモデル

Ⅲ. 授業実践の結果

1. 生徒の活動の実際

振動数の測定については一人一台持っている iPad のオシロスコープアプリを用いた。また、探究活動を行う上でのルールを

- ① 4～6 人のチームを組んで探究していく
- ② 班員全員が理解して説明できるようにする
- ③ 教科書は参考にして良いが、実証は必ず行う
- ④ これまで理科等で学んだ手法（見方・考え方）を活かすとした。

以下は多くの班が行った探究の流れである。

3 年生の合唱の感想より→ハーモニーが美しかった
→問い：音の重なりが心地よく聞こえるのはどうしてだろう？

→問い①：そもそも音とは何なのだろう？

- ・音は振動である

→問い②：振動はどのように耳に伝わるのだろうか？

- ・空気中を波として伝わる（液体、固体、気体中を伝わる）
- ・音の振動はオシロスコープで波形として観察することができる

→問い③：音の大きさと高さは振動とどのような関係があるのだろうか？

- ・振幅が大きいほど音の大きさが大きくなる
- ・振動数が大きいほど高い音になる
- ・振動数とは 1 秒間に振動する回数で、ヘルツ [Hz] で表すことができる
- ・音の重なりと関係がありそうなのは振動数である

→問い④：音の重なりと振動数とはどのような関係があるのだろうか？

- ・音の重なりで皆がよく知っている和音のドミソに絞って考えよう
- ・和音を 1 つの振動数で捉えることは無理なのでは→単音で考えよう
- ・単音の振動数から 1 オクターブで振動数が 2 倍違う

→教 員：より小さな振動数を基本として和音を分析してみよう

- ・ドミソの振動数は 4.0 : 5.0 : 6.0 の整数比になる

- 問い⑤：振動数が整数倍比になると心地よく聞こえるのはなぜだろう？



3 班 音とは何か。

3 班 音はどのような状況（環境）だと伝わるのか。

3 班 ドレミファソラシドの振動数にはどのような決まりがあるのか

音の重なりが綺麗なもの（協和音）とそうでないもの（不協和音）の違いは何か。

3 班

なぜ、振動数÷基準値をしたときの解が整数に近いと綺麗に聞こえるのか。

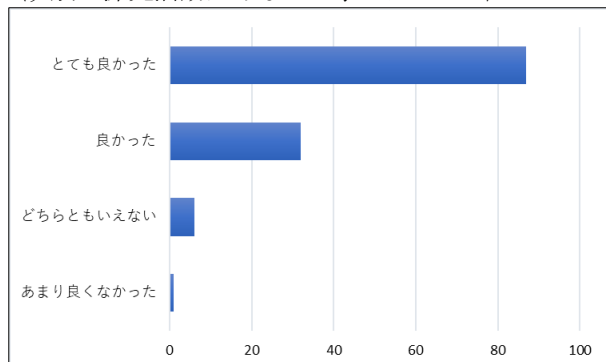
図5 生徒の三角ロジックの一部

IV. アンケート調査結果及び考察

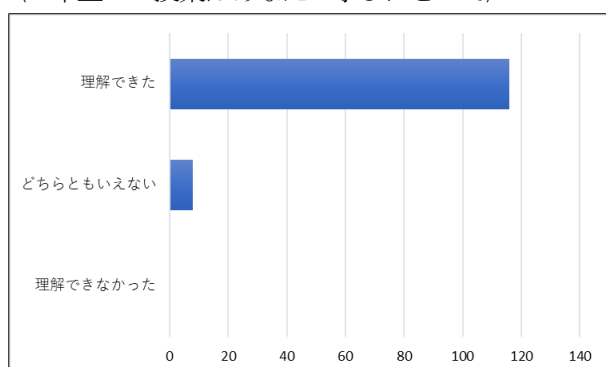
単元の学習後に探究活動を行った後にアンケートを行った。以下はその結果である。

1. 1年生へのアンケート（126名）

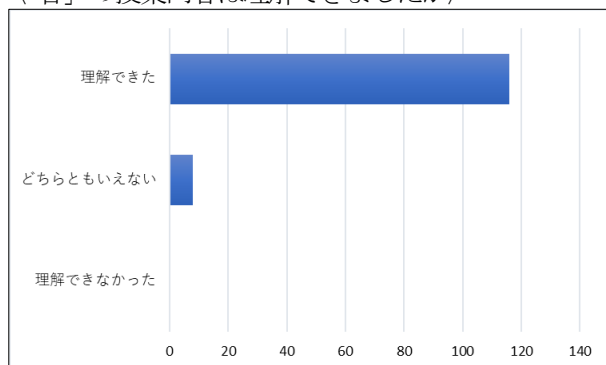
〈班別の探究活動はあなたの学びにとって〉



〈2年生への授業はあなたの学びにとって〉



〈「音」の授業内容は理解できましたか〉



〈生徒のことばより〉

- ・身近にあったものの根拠を知ることができて感動した。今までやってきた探究活動の中で一番難しかった。でも一番楽しかったし、一番感動して達成感があった。
- ・自分たちで「なぜこうなるの？」と疑問をもつことで意見を交わすことができ、考えが深まった。自分のことばで考えるので頭に入ってきた。
- ・自分たちで目的を設定して、調べるということにワクワクした。

・問い、方法、次の課題という過程の進行方向の修正が難しかった。2年生への授業をつくることで、どこが理解できてないか知ることができた。

・授業をつくるためには自分が理解しないといけないから集中できた。

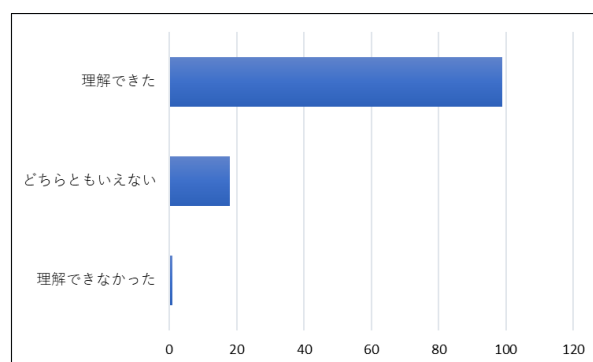
・時間がかかるので、学習の効率は良くないと感じた。

今回の取組についての肯定的な意見が多かった。自分たちで立てた問いを自分たちで考えた方法で解決していくという過程が主体的な活動となり、興味関心を持続しながら探究できたことが生徒の達成感にもつながったと考える。「この仮説や実証方法は適していないことが分かった」というような失敗の中から学ぶ科学の大切な部分を経験させることができたことが教える側にとっても大きかった。

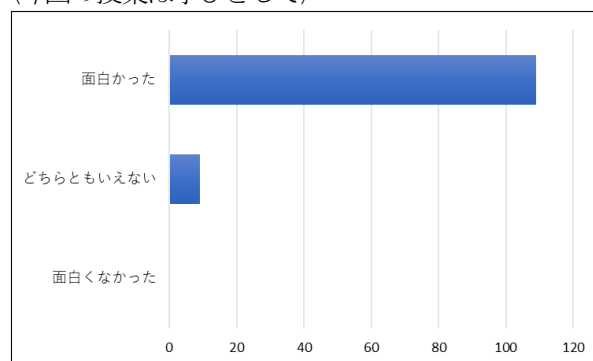
2年生への授業については、下級生ではなく上級生に伝えるという難しさはあったが、そのことがしっかり理解しなくてはという責任感へつながったこともあり、アウトプットすることの有用性を感じた。

2. 2年生へのアンケート

〈問いの答えは理解できましたか〉（118名）



〈今回の授業は学びとして〉



〈生徒のことばより〉

- ・1年生のときに学んだことを活かして考えたので楽しかった。音に関する疑問が更に増えた。
- ・和音が心地よく聞こえる理由について考えることが

無かったので新鮮だった。1年生がヒントを出しながらうまく説明してくれた。お互い良い勉強になった。

・1年生が緊張しながら一生懸命やってくれ、理科が苦手な自分も理解できた。

2年生にとっては1時間の授業であったが、音が心地良く聞こえることにも科学的な根拠があることに驚いていた生徒が多かった。また、その科学的根拠は1年生のときに自分たちが学んだ知識を活用することによって説明できることにより、学びが多方面で活用できていくことを実感した様子であった。

V. おわりに

「はじめに」で記した生徒アンケートを3学期にも行った。「理科の学習が楽しい」と答えた生徒の人数が、どの学級も2学期よりも3学期の方が増えた。このことは音の単元の探究活動の成果である。また、今回の取組の生徒の積極的な活動の様子から自分たちで意思決定をしていく探究活動の有効性を強く感じた。

しかし、活動の中で2回行った基礎知識の確認から、音の高さと振動数と波形の概念を正しくつなげて理解できていない生徒も相当数おり、知識の習得の確認も必要であった。

音の重なりについては高校の物理基礎で学習する共鳴や定常波の概念が関係してくる。しかし、中学校で学習する音の高低と振動の関係を正しく理解すれば推測可能な内容である。『音階は振動数で考えれば規則正しい法則になり、音色と倍振動の関係など、音楽的に心地良く聞こえるのには理由がある』という解に向かって探究活動を行う中で、これまでの理科学的な見方・考え方を活用していく術を身に付けるのに適した単元であった。

これからも生徒のよりよい未来を創造する力を育むために、カリキュラムを見通して、各教科で学んだ知識・技能や見方・考え方を活かすことができる単元を通した探究活動を計画していきたい。

文献

文部科学省 (2018) : 中学校指導要領解説理科編, 東洋館出版社.

小形厚 (2018) : 音律と音階の科学, 講談社.

フランソワ・デュボア (2022) : 楽器の科学, 講談社.

松下佳代 (2021) : 対話型論証による学びのデザイン, 勁草書房.