

18	豊田	高岡中学校	オオクボ ヒロミツ 氏名 大久保 尋充
分科会番号	5	分科会名	理科教育（中学校）

研究題目 目に見えないものから課題を見つけ、追究しようとする生徒の育成
 - 中学1年理科「音の世界」の実践を通して -

研究要項

1 主題設定の理由

本学級の生徒は、理科の授業において、実験・観察や話し合い活動に意欲的に取り組む姿が見られる。「植物の分類」では、仲間と協力しながら花弁や葉脈などの特徴に着目し、共通点や相違点を根拠として分類する活動に主体的に取り組んでいた。また自分の考えを友達に伝えたり、互いの意見を比較したりしながら理解を深めようとする姿も見られた。一方で、「水溶液の性質」では、物質が水に溶ける現象について結果として理解することはできたものの、「溶ける」と「混ざる」の違いや、「溶け残る」とはどのような状態なのかについて、粒子の概念を用いて説明することに難しさが見られた。そのため、目に見えない粒子の存在を根拠として考えることができず、話し合い活動も事実の確認にとどまり、考えを深め合うまでには至らなかった。このことから、目に見える現象だけでなく、その背後にあるしくみや法則に目を向けて課題を見いだす力や、既習事項を活用して自分なりの考えを形成し、他者との対話を通して課題を追究する力を育成する必要があると考えた。

また、生徒は学習用タブレットを活用することで、意欲的に学習へ取り組む姿勢を示している。「動物の分類」の学習では、インターネット検索を用いて各分類群に属する生物を数多く調べ、見慣れない生物については画像や動画を活用して理解を深める姿が見られた。しかし、その活用は主に情報を調べることにとどまり、学習用タブレットを高性能な辞書として捉えている様子もうかがえた。しかし、学習用タブレットには、「目には見えないもの」を可視化することで、学びを深める可能性がある。そこで今回は、①概念的な理解を必要とする自然現象、②学習の理解度や変容、③自分や他者の考えの違いやその変化を視覚的に把握することができると考えた。

そこで、本研究では主題を「目に見えないものから課題を見つけ、追究しようとする生徒の育成」、副題を「中学1年理科『音の世界』の実践を通して」と設定し、学習用タブレットを効果的に活用しながら、生徒が「目には見えないもの」を捉え、自ら課題を見だし、探究していく力を育成することを目指して研究を行った。

2 研究内容

(1) 仮説と手立て

《仮説》学習用タブレットを活用することで、目で見えない現象を可視化して捉えたり〈手立てア〉、学びの定着度を可視化して自信につなげたり〈手立てイ〉、自分や他者の考えを可視化・共有化したり〈手立てウ〉することで、自身の考えを練り上げることができるだろう。

〈手立てア〉オシロスコープアプリ「Graphical」による音の視覚化

専用の観測機器とタブレットを無線で接続し、「Graphical」という瞬時にグラフ化するオシロスコープアプリを活用して、音を波形として見たり、音の大きさや高さを数値として読み取ったりすることで、比較して共通点や相違点を見つけることができる。

〈手立てイ〉Qubena を活用した個別最適な学びの獲得

Qubena を活用し、知識の定着を図ることで、自分に合ったペースや難易度で学びを進めたり、AI による分析によって適切な振り返りをしたりすることで、自らの学びを自己調整しながら進めることができる。

〈手立てウ〉「気づきメモ」を活用した協働的な学びの場の設定

SKYMENU「気づきメモ」を活用し、自分の考えを言語化したり、他者の考えを参考にして自分の考えを練り上げたりすることで、実験結果に対してより多面的な考察をすることができる。

(2) 仮説の検証

〈生徒 A の実態〉

「水溶液の性質」の実験には意欲的に取り組むが、考察では粒子概念が十分に理解できなかった。そのため質量パーセント濃度や溶解度に関する問題演習には消極的な姿勢が見られ、また溶け残りについての話し合いの場面でも他者の考えを聞くだけになる姿が見られた。



〈生徒 A の願う姿〉

音の振幅や振動数に注目して音を波形として捉え、音の大きさや高さを比較することができ、繰り返し問題に取り組むことでさらに学びを深めることができる。それにより、理科の見方・考え方をもって考えたり、他者の考えを生かしたりすることで、音について自分の言葉で説明できるようになる。

(3) 単元計画（5 時間完了）

時間	学習活動	教師の支援
1	【音の発生】 ・音さや太鼓やギターといった楽器、グラスハープや糸電話に触れることで、音が発生するものの共通点を探すために実験する。 ・振動が止まったり、振動するものがなかったりすると、音はどうなるか、予想する。	・自分の考えを言語化するために、身近な教材を通して音が発生するものの共通点を気づきメモに書かせる。〈手立てウ〉 ・現象から課題を見出すために、真空ポンプで空気を抜いた時の音の聞こえ方のしぐみを気づきメモに書かせる。〈手立てウ〉
2	【音の伝わり方】 ・大きなばねを利用して、音の伝わり方をばねの振動（疎密波）として実験する。 ・耳で音が聞こえるしぐみ、音源との距離が遠いほど音が小さくなるしぐみ、壁があっても音が聞こえるしぐみを、ばねの振動をもとに空気の疎密と関連付けて予想する。	・個別最適な学びを得るために、授業開始 10 分間は単元を通して Qubena に取り組ませる。〈手立てイ〉 ・自分の考えを練り上げるために、音の伝達に関する 3 つのしぐみに関する予想を気づきメモに書かせる。〈手立てウ〉

3	【音の波形と大きさ・高さ】 ・専用の観測機器と Graphical を活用して、音を波形で捉えたり、音の大きさや高さと波形との関係を見出したりする。 ・測定された様々な振幅や振動数の波形を比較することで、音の大きさや高さが同じ波形を予想する。	・音を視覚化して捉えることができるように、Graphical の操作方法を指導し、波形の見方や数値の読み取り方を支援する。〈手立てア〉 ・自分の課題を他者と共有して解決するために、波形と音の大きさや高さとの関係を気づきメモに書かせる。〈手立てウ〉
4	【音の大きさ・高さを変える弦の要素】 ・専用の観測機器と Graphical を活用して、音の大きさや高さと弦を弾く強さや弦の太さ、張り方、長さとの関係を見出す。	・自分の課題を他者と共有して解決するために、弦の弾き方、張り方、太さ、長さと音の大きさや高さとの関係を気づきメモに書かせる。〈手立てウ〉
5	【音のまとめ】 ・音の単元で学んだことを発表する。	・生徒の意見を共有し、学びの成果を振り返る場を設ける。〈手立てウ〉

3 実践と考察

(1) 〈手立てア〉オシロスコープアプリ「Graphical」による音の視覚化

① 活用動機

本校では、従来オシロスコープが1台しか整備されていなかったため、音の波形観察は教師による演示実験として実施してきた。そのため、生徒一人一人が実際に音を発生させながら波形との関係を確認する機会は十分とはいえなかった。そこで、本実践では Go Direct 音センサー（資料1）とオシロスコープアプリ「Graphical」を活用し、音をリアルタイムで波形として可視化できる学習環境を整備した。



〈資料1 音センサーとアプリ〉

② 波形でとらえる音との出会い

3時間目に Graphical を導入した際、生徒は直感的な操作によって容易に測定活動を始めることができた。生徒Aも特別な支援を必要とすることなく、自分の声をその場で波形として確認していた。一度目の測定では、「同じような声でも人によって波の大きさや数がちがう」「波の形が音の何によって変わるかもっと実験してみたい」と発言しており、音と波形との関係について自ら課題を見いだそうとする姿が見られた。さらに二度目の測定では、声の大きさや高さを意図的に変えながら実験を繰り返し、「声を大きくすると波も大きくなるよ」「高い声のほうが、細かい波になるね」と班員と確かめ合っていた。このように、自ら条件を変えながら確かめる探究的な学習活動が生まれていった。

教師からの「波形の大きさと数は、音の何によって変わっているか」という問いに対しても、生徒Aは「音の大きさと高さが関係していると思う」と自信をもって答えていた。これは、Graphical によって音の変化が即座に波形として反映され、生徒自身が繰り返し試行錯誤できたことによる成果であると考えられる。

③ 「耳で聞く音」から「概念で見る音」へ

事前にモノコードを用いて測定した様々な音の波形を提示し、音の大きさや高さについて比較させた。その後の話し合い活動では、「この音は一番波の形が大きいから、一番大きい音だ」「高い音の順は、波の数が多い順に並べればいいと思う」など、波形の特徴を根拠として考察する生徒Aの姿が見られた。また、Graphical では横軸に時間、縦軸に dB が表示されている。波形を比較する過程で各軸の単位に着目した生徒Aは、学習用タブレットを用いて自ら調べ、「dB の値が大きいほど音も大きい」と結論付けていた。これは、教師から与えられた情報を受動的に受け取るのではなく、自ら必要な情報を収集し、学習内容と結び付けて理解を構築している姿であると評価できる。さらに、音を波形として繰り返し観察、比較する経験を通して、生徒Aは音を単なる聴覚的な現象としてではなく、振幅や振動数といった科学的な概念と関連付けて捉えられるようになっていった。

④ 手立てAの有用性の検証

3時間目終了時の生徒Aの振り返りシートでは、波形と音の大きさや高さの関係だけでなく、人の声の波形がギザギザになるにも着目していた。音が見える化したことで、思考が広まったり、深まったりすることに繋がったといえる。そこで、4時間目の導入時に、モノコードの音が一つの高さからなる正弦波であるのに対し、声は様々な高さの音が重なり合った複雑な波形であることを扱った。

以上のことから、Graphical を活用した本実践は、生徒が音と波形との関係を主体的に探究し、科学的概念を形成する上で有効であったと考えられる。また、一人一台端末環境の利点を生かしながら、生徒自らが問いをもち、その解決に向けて学びを深める姿が見られたことから、手立てAは学習意欲と概念理解の両面において有用であったと考えられる。

(2) 〈手立てイ〉Qubena を活用した個別最適な学びの獲得

① 活用動機

これまで生徒Aはテキストを用いた学習には継続的に取り組んでいたものの、誤答した問題を解き直したり、自らの誤りの原因を振り返ったりする姿はあまり見られなかった。そのため、問題演習そのものには取り組んでいたものの、学習内容の十分な定着や理解の深化にはつながっていない状況であった。

そこで、生徒Aが自ら学習の定着度を把握し、自身の理解状況に応じて主体的に学習を進められるようにすることを目的として、Qubena を導入した。具体的には、導入編・基礎編・発展編の難易度別ワークブックを作成し、授業開始後の10分間や家庭学習の時間を活用して取り組めるよう学習環境を整えた。また、学習履歴や正答率を教師が随時確認し、生徒の学習状況に応じた声掛けやフィードバックを行うことで、生徒Aの個別最適な学びを支援した。

② 自分の「できる」を自分で把握する学び

実際に、2時間目開始時には導入編に取り組んでいた生徒Aであったが、4時間目開始時には自ら基礎編へ進み、学習を継続する姿が見られた。さらに、ワークブックの学習履歴からは、導入編の1回目では誤答が多く見られたものの、2回、3回と繰り返し学習する中で徐々に誤答数が減少していった。これは、即時フィードバックによって誤りに気付き、その場で修正しながら学習を進められた効果であると考えられる。また、授業時間内だけでなく家庭学習としても継続的に問題へ取り組んでおり、主体的に学習時間を確保する姿勢も見られた。生徒AにQubenaでの学習状況をフィードバックしたところ、「繰り返しやっているうちにできるようになってきたので今は基礎編まで進めた」「音の単元が終わるまでには発展編まで取り組みたい」と発言していた。この発言からは、自身の成長を実感するとともに、次の目標を明確をもって学習に取り組む前向きな姿勢が分かった。これまでは教師から与えられた

課題に取り組むことが中心であったが、Qubena の活用によって、自ら学習状況を確認しながら次の学習へ進もうとする姿勢が育まれたと考えられる。さらに、自分の力に応じて難易度を選択できる環境は、成功体験の積み重ねにつながり、個別最適な学びを高める効果もあったと考えられる。

③ 手立てイの有用性の検証

学習内容の定着度の向上に伴い、生徒 A の思考や発言にも変容が見られた。3 時間目に音の波形と音の大きさ・高さとの関係を調べた際には、概念そのものについては理解していたものの、「振幅」や「振動数」といった用語を十分に活用して説明することはできていなかった。しかし、5 時間目の単元終了時には、生徒 A が「振幅が大きいから大きな音になる」「振動数が大きいから高い音になる」といったように、学習した用語を適切に用いて根拠を示しながら説明することができるようになっていた。また、友達との話し合いの中でも、用語を用いて自分の考えを伝える場面が見られ、知識が単なる暗記ではなく、思考や表現の道具として活用される段階へと発展していたことが伺える。

以上のことから、手立てイは、生徒 A の学習意欲の向上、基礎的知識の定着、さらには科学的に考察し表現する力の育成に効果的に働き、主体的な学びを支える有用な手立てであったと考えられる。

(3) 〈手立てウ〉「気づきメモ」を活用した協働的な学びの場の設定

① 活用動機

これまで生徒 A は、話し合い活動において自分なりの説明や根拠を考える前に他者の意見を受け入れてしまい、その妥当性を十分に吟味しないまま結論としてしまう傾向が見られた。これは会話の中で、十分に考えを練ることが追いつかないからであると考えられる。こうした様子から、生徒 A が協働的な学びを成立させるためには、他者の考えを参考にしながらも一度立ち止まり、自分の考えと照らし合わせて整理したり再構築したりする過程が必要であると考えられた。そこで、本実践では SKYMENU の「気づきメモ」を活用し、生徒 A が現象に対する自分の考えをもち、それを練り上げながら、他者との協働を通して課題解決を図るための手立てとした。

② 「自分の考えをもつ」ための気づきメモ

現象に対する自分の考えをもつ場面として、1 時間目に真空ポンプを用いて容器内の空気を抜き、鈴の音が徐々に聞こえなくなる実験を行った。実験直後の生徒 A は、「音が聞こえなくなった」という結果そのものには着目していたものの、その理由を説明する考えをもつことはできていなかった。しかし、気づきメモを参照しながらワークシートに考えの変容を記入させたところ、「鈴は振動しているけれど、それを伝える空気がなくなったから聞こえなくなったと思う」と記述した。その際に、参考にした気づきメモとして、「振動するものがなくなった」という生徒 B の記述と、「鈴は同じように振動している」という生徒 C の記述を挙げていた。このことから、生徒 A は他者の考えを単純に受け入れるのではなく、意見を比較しながら自分なりに整理し、新たな説明を構築していたことが分かる。

③ 「自分の考えを練り上げる」ための気づきメモ

現象への理解を深めるために自分の考えを練り上げる場面として、2 時間目に「音源からの距離が遠くなると音が小さく聞こえるのはなぜか」という課題に取り組ませた。生徒 A は「空気の波が弱くなるから」と考え、このように考えた理由として、「(気づきメモでの) 生徒 D と同じように、水面の波は遠いほど弱くなるから」と記述していた。またその後の話し合いの場では、この考えを「波が小さいということは、音が小さくなるということ」と変化させる生徒 A の姿が見られた。このことから、生徒 A は、他者の気づきメモから得られた情報とオシロスコープで見える化した音の波形とをあわせて新たな考えを構成していることが分かる。また現象をより多面的に捉えようとするもできたともいえる。

④ 「自分の課題を他者と共有しながら解決する」ための気づきメモ

自分の課題を他者と共有しながら解決する場面として、4 時間目にモノコードを用いて弦の弾き方、張り方、太さ、長さと言の大きさや高さとの関係を調べる実験を行った。協働的な学びに必要感をもたせるために、実験中には、疑問に感じたことや実験方法に迷った場合に気づきメモを活用するよう指示した。その結果、生徒 A は音の高さを変える要因として「弦の張り方」や「弦の太さ」については自ら着目し、主体的に実験計画を立てて検証を進めることができた。一方で、「弦の長さ」という視点については他者の気づきメモを参考にしながら実験方法を考え、検証を行う姿が見られた。これは、自分だけでは気づきにくい視点を他者との共有によって補完し、より多面的に課題解決を進めていたことを示している。また実験後の考察場面では、自らの結果と他者の結果を比較しながら、「弦が短い方が高い音になることは自分たちの結果と同じだった」と発言するなど、気づきメモを通して得た情報を根拠として活用する姿も見られた。このことから、生徒 A は協働的な学びの中で他者の意見を吟味し、自らの考えを補強したり修正したりすることができるようになっていたと考えられる。

⑤ 手立てウの有用性の検証

これらのことから、気づきメモは、現象について考えをもつ場面、考えを練り上げる場面、そして他者と協働しながら課題を解決する場面のいずれにおいても有効に機能したといえる。以上より、手立てウは、生徒 A の協働的な学びを支える上で有用な手立てであったと考えられる。

4 研究の成果と今後の課題

(1) 研究の成果

〈手立てア〉オシロスコープアプリ「Graphical」による音の視覚化では、これまで目に見えなかった音を波形として捉えることが可能となり、生徒 A は音の大きさや高さと言の波形との関係を主体的に探究することができた。自ら条件を変えながら実験を繰り返し、結果を比較・考察する中で、振幅や振動数といった科学的概念を理解する姿が見られた。また、新たな疑問を見だし、次の学習へとつなげる姿からも、目に見えない現象を可視化することが課題発見につながったことが分かった。

〈手立てイ〉Qubena を活用した個別最適な学びの獲得では、理解度に応じて学習を進めることで、学習内容の定着と学習意欲の向上が見られた。繰り返し問題に取り組む中で誤答が減少し、単元の後半には科学用語を適切に活用しながら説明できるようになった。また、自ら目標を設定し、家庭学習にも継続して取り組んでいたことから、個別最適な学びを調整する力の育成にも繋がった。

〈手立てウ〉「気づきメモ」を活用した協働的な学びの場の設定では、生徒 A が他者の考えを受け入れるだけでなく、自分の考えと比較しながら再構築する姿が見られた。他者の考えを手掛かりとして思考を深めたり、新たな視点を取り入れたりすることで、自らの考えを根拠をもって説明できるようになった。このことから、考えの共有と可視化は協働的な学びを実現する上で有効であったといえる。

(2) 今後の課題

自信をもって伝えた自分の考えが相手にわかってもらえるという経験は、次の機会に自分の考えをつくることへの意欲を高める。しかし生成 AI の活用など、得られた情報や他者の意見を吟味する力については、さらに育成していく必要がある。今後は、生徒一人一人の実態に応じた支援の在り方を工夫するとともに、他単元や他学年においても実践を積み重ね、学習用タブレットを活用した探究的な学びの効果を継続的に検証していきたい。