

I 理科で目指す「自ら判断・行動し、未来の創り手となる個の育成」

現在の生徒を取り巻く環境は、日々刻々と変化しており、先を見通すことが困難な未来に成りつつある。AIの発達に伴う職業の変化を始め、エネルギー環境問題や気象災害、自然環境の変化など多くの問題を孕み、予想が困難で、解決の難しい問題が山積しつつある。これから未来を生きる子ども達は、このような混迷していく情勢の中で、自ら判断・行動し、他者と協働しながら、力強く問題を解決していく力を身に付けていかなければならない。理科教育においては、様々な問題を自分事として捉え、共有した課題の解決に向け、時には試行錯誤しながら、他者と協働して納得解を導き出していくことが必要となる。

本校の生徒は、理科の学びに対して意欲的に取り組む姿勢が顕著である。また、目的をもって解決に必要な情報を選択し、考察を進めていく様子が見られる。自分で課題を設定することの大切さに気付き、自らの探究のプロセスを振り返りながら課題解決に向かうことができる。しかし一方で、他者の意見に流され、自分の考えを見失ったり、自分の考えを積極的に表現できなかったりすることもある。また、自らの仮説と異なる結果が得られた時に、粘り強く追究する姿勢が弱い場面も見られる。そこで、全ての生徒が主体性を發揮して課題解決に向かえる手立てを構築していくことで、一人一人が自ら判断・行動し、他者とよりよく関わりながら、自らの学びを推し進めていくことを目指していく。

今次研究では、理科で目指す「自ら判断・行動し、未来の創り手となる個」を以下のように考えている。

「自ら判断・行動し」とは、一人一人が学習課題の解決に見通しをもって、仮説の設定や検証方法の立案に向かい、課題解決に必要な情報を取捨選択しながら獲得し、協働的に課題解決に取り組む姿である。また、自らの探究のプロセスを振り返り、必要に応じて新たな仮説を立てたり、検証方法を修正したりしながら、自らの学びを推し進めていく姿と捉えている。このように、他者と協働して、個の学びに集団の学びを機能させていくことを通して、「未来の創り手」となっていくような確固たる個として成長できると考える。

II 理科における研究目標1の実現に向けた取組

研究目標1：特に授業を通して個を育むことを目指して、生徒が主体性を發揮して課題解決に向かう授業のあり方を考え、実践する。

1 理科における研究目標1の実現に向けた具体的な手立て

研究目標1の実現に向けた具体的な手立てとして、以下の6つについて実践した。

- (1) 学習課題を明確に自分事として捉えていくための工夫
- (2) 自らの学ぶ方向性を捉え、自然を総合的に判断する学習の工夫
- (3) 発想の拡大と検証機能を高めるデザイン思考の活用
- (4) 一人一人が検証方法を考え試行錯誤しながら取り組むことができる選択探究
- (5) 課題解決に活かしていく考え方を明確にした「探究の見通し」と、探究のプロセスを捉えるためのワークシートの工夫
- (6) 個の課題追究を支援する実験教材の工夫

(1) 学習課題を明確に自分事として捉えていくための工夫

一人一人の生徒が学びを自分事として捉え課題解決に向かうためには、学習課題を明確に捉えていくことが必要である。そのために、以下のような工夫が有効であると考える。

・単元や章を貫く学習課題の設定

単元や章を貫く学習課題を設定することで、学びに対する見通しやつながりをもてるようになり、単元や章を貫く学習課題と1つの題材における学習課題の双方を意識しながら学びを進めることができる。

・導入の工夫

導入場面において、生徒の素朴概念を崩すような現象を提示することや、日常生活の中で気付くことが難しい現象を見せたり、体感させたりすること、自然事象に感動し心を強く揺さぶる場面を設定していくことで、学習課題が一人一人の生徒に強く内在化されていくと考える。

・授業を通して表出した疑問から学習課題へと練り上げる

授業の中で、生徒一人一人が課題解決に向かって学びを推し進めていく過程や1つの課題を解決したとき、新たな疑問が生まれてくることがある。同時に多数の生徒が抱いた疑問は勿論、一人の生徒が抱いた疑問でも、他者と共有し解決したいという欲求が生じた時、それは学習課題として集団の学びに機能していくと考える。このように生まれた学習課題は、自らの学びの中で直接生まれたものであるため、課題解決に向かう姿勢も強く表れると考える。【学習課題】

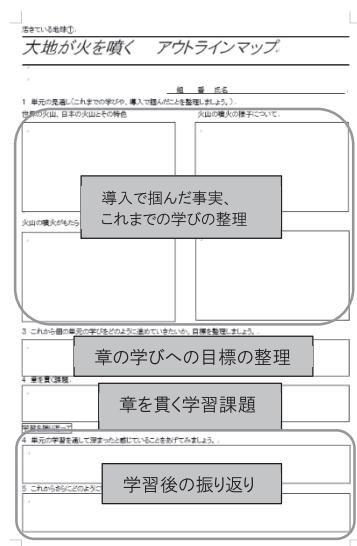
(2) 自らの学ぶ方向性を捉え、自然を総合的に判断する学習の工夫

個々の生徒が、主体性を発揮しながら自らの学びを進めていく上で、見通しをもつことは極めて重要である。

見通しをもつことは、学びに対する自信につながり、力強く学びを推し進める要因となっていく。そのためには、何ができるか、どのように進めれば良いか、どのような目標を元に取り組むべきかを考える必要がある。

そこで、単元の導入で、3つの取組を行うこととする。第1に、単元全体の導入となる学びの実践である。1つの単元で学習すべき要素を組み入れた内容の授業を章のスタートで行い、これから学ぶべき内容の理解につなげるとともに、現段階で分からないことを整理する。この際、できる限り身近な内容を教材化できるよう配意する。第2にそれらのこれから学ぶべき要素を見つめた時、これまで考えていたとの差異に気付いたり、1つ1つの要素と単元全体のつながりが見えたりする。その結果、章を貫く学習課題が設定され、単元全体で解決すべき内容の見通しがもてるようになる。第3として、アウトラインマップの活用である。章を貫く学習課題に対して、単元全体をどのように学ぶべきか自らの目標を整理し、以降の学びに活かしていく。さらに、1つの単元が終わった時に振り返り、自らの学び方がどうであったか、さらに、今後どのように自分で学ぶべきか整理を促す。

単元の中で使用するワークシートも含め、1つの学びをストーリー化することで、1つ1つの学びに対する結論が章全体の学びに対する結論へつながっていき、単元や章を総合的に解釈することができるようになると考える。【学習課題】【支援】【振り返り】



【アウトラインマップ例】

(3) 発想の拡大と検証機能を高めるデザイン思考の活用課題追究の工夫

これまでの実践の中で、根拠が弱い仮説から飛躍した内容の実験を行い、結果ありきで考えようとする場面や他者の考えた方法を聞いて納得はできるが、自分では考えられないなどという場面が見られた。このような生徒の多くは、目の前の事象を解決するために、何ができるか、どのような方法をとるべきかなどの見通しをもてない場合が多いと考える。

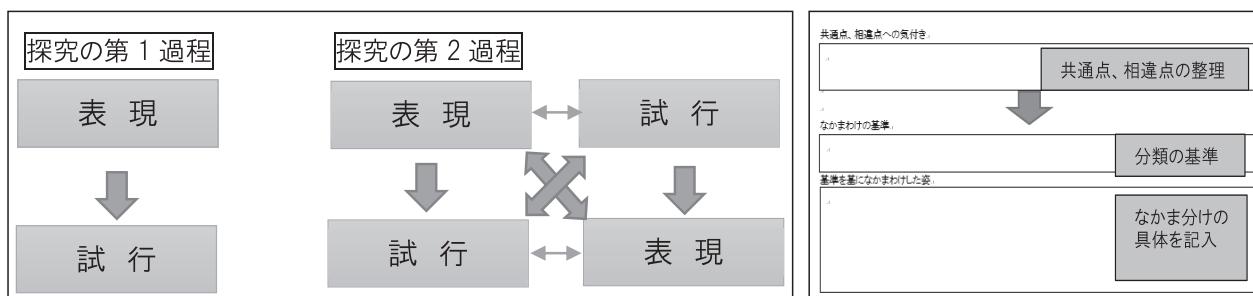
そこで、このような生徒に対する支援として、デザイン思考を理科の探究過程に当てはめ、活用することとする。デザイン思考とは、デザイン学で用いられる手法であり、新たなデザインを生み出すために開発された思考ツールである。デザイン思考を簡略化すると、Express - Test - Cycle（表現-試行循環）の3つの型で説明することができる（スタンフォード大学ロバート・マッキム）。そのため、この手法は、生物の分類、物質の区別など、なま分けを行う学びで特に有効であると考える。

まず、探究の第1過程では、個が自らの思考のもと、仮説となる考え方や判断基準を示す（表現）。続いて、実際に実験や観察、調査を行い分析・検証を行う（試行）。このような過程を通して考えた時、「仮説は正しかったけど、もっと他のやり方でもできるのではないか」「同じ基準で考えたのに結果が違うから再実験すべきだ」などといった意見が出てくることがある。

そこで探究の第2過程として、さらに別のアイディアを生み出す表現を担当する生徒と、検証を進めていく試行担当の生徒に分かれて第2過程を進めていく。表現担当生徒と試行担当生徒が交代をし、自らと他者の学びを振り返った時、再現性や客觀性の高い事実や判断基準が見えてくる。そのため、第2過程までを通することで、個が集団の中で自信をもって表現できるため、振り返りを通して次の探究への見通しがもてるようになり、主体性を發揮しながら学びに向かうことができるようになる。【課題追究】【振り返り】

また、自らの考え方、他者の考え方を総合的に判断していく過程で自分の役割を果たしながら、他者と必然的に関わることになり、個と他者との間で学びがフィードバックされ、個の思考が深まっていく。【協働】

この思考ツールを活用していく上では、生徒がいつでも自らと他者との間で、探究の道筋を明確にする必要がある。そのために、さらに図のようなワークシートを用いて、表現、試行の過程を振り返ることができるようにする。また、黒板に作成したものを掲示するなど可視化を行うことで、自らと他者の学びの双方を活かしながら、記録を進めることになる。その結果、多様な考え方触れるとともに、その考え方を活用していくことにつながり、個が主体性を發揮しながら、課題追究をしていくことができるといえる。【支援】



(4) 一人一人が検証方法を考え試行錯誤しながら取り組むことができる選択探究

理科の授業においては、班で仮説や検証方法を考えて取り組むことが多い。いろいろな考え方を活かして協働して探究することができるという良さがある一方、自分の考え方をしっかりとてなかつたり、考えがあっても発信することができず、仲間の探究の情報を集めるだけで課題解決に向かってしまう生徒が

いたり、一人一人が考えた仮説や検証方法を十分に活かしたりできないという課題があった。

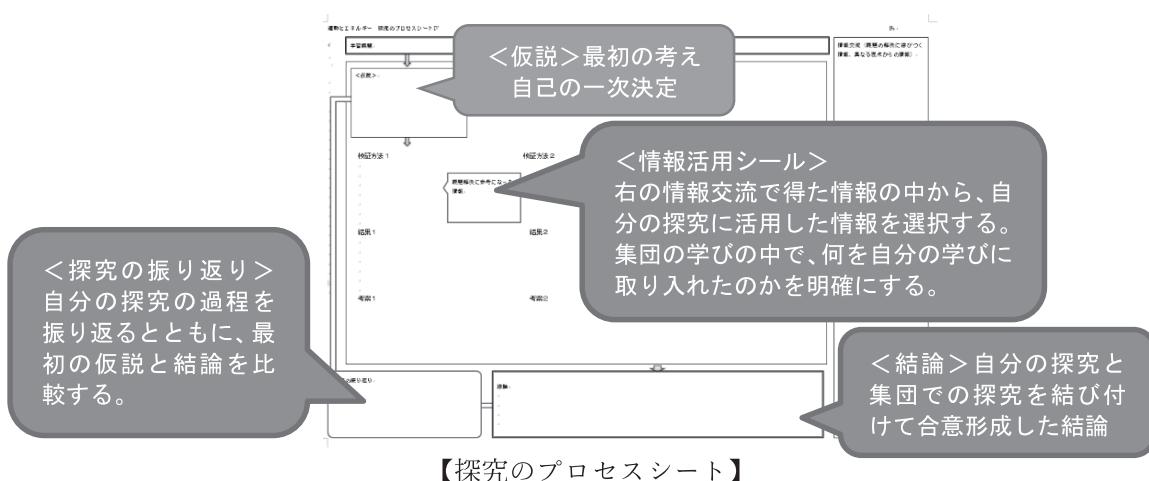
そこで、一人一人の生徒が仮説を設定し、自分の仮説をもとに検証に用いる道具や検証方法を考え、一人または同じ目的をもった複数で試行錯誤しながら取り組むことができるよう探究を行う。このように、一人一人の仮説や方法を活かして多くの情報を得ることが、より客観性や再現性のある結論を出すことや一人一人の学びをより深めることにつながる。一方で、探究の過程では、課題を解決する見通しがもてなかったり、検証方法が分からなかったりなど、一人では探究がうまく進まないときがある。そこで、探究の過程で分かった情報は、その都度情報シートに書いて黒板に張っていく。この情報シートを見ながら実験方法を考えたり、自分の探究に必要な情報を選択して仲間と交流したりすることが、探究を推し進めることが難しい生徒にとっての支援にもつながる。【課題追究】【協働性】【支援】

(5) 課題解決に活かしていく考え方を明確にした「探究の見通し」と、探究のプロセスを捉えるためのワークシートの工夫

いくつかの実験をもとに探究を進めていく際には、漠然と複数の実験結果を結び付けるだけでは課題解決につながらないときがある。また、その実験を行う目的や見通しが明確でなければ、自ら探究を推し進めることができない。そこで、探究を進める際に、生徒が自らの探究にどのような「考え方」を活かしていくのかを明確にする。「複数の実験の結果を比較して、相違点や共通点を考えていこう」「日常生活に見られる現象と関連付けて、原因と結果を明らかにしていこう」など、「探究の見通し」をもち、必要に応じて修正しながら探究を推し進めていくことが主体性を発揮して課題解決に向かうことにつながっていくと考える。【課題追究】

自らの探究の過程を捉えていくためには「探究のプロセスシート」を活用する。どのような考え方を活かして探究することで結論を出すことができたのか、結論が出ない時には、どのように仮説や方法を練り直していく必要があるかを考え、プロセスシートに記していく。また、仮説（自分の一次決定）と結論（集団で合意した結論）を比較することで、集団の学びが自分の学びにどのように機能したのかを考えができるようになる。これにより、生徒が自分の学びを的確に振り返ることができ、次の探究へ推し進める原動力にもなる。【振り返り】

さらに、これまでプロセスシートを活用するなかで「課題を解決するのに他者の情報は絶対に必要だけど、その中で特に自分の探究に活用できた情報が何かをもっと分かりやすくしたい。」という要望が生徒からでてきた。そこで、個人が考えを深めるための他者との関わり方の工夫として情報活用シールを用いていく。このシールがこれまで漠然としていた仲間の情報のうち、どの情報が自分の学びに活きたのかを明確にする個への支援にもつながると考える。【協働性】【支援】



(6) 個の課題追究を支援する実験教材の工夫

理科の探究においては、自分たちで実験方法を考え、用いる道具や器具を選択しながら取り組むことが多い。生徒の考えを活かして探究を推し進める力を育むことができたり、いろいろな器具や方法を用いても同じ結果が得られたという信憑性の高い結論に結びつけたりすることができる。しかし仮説や方法が正しくても、器具の使い方の間違いや測定の仕方が曖昧になってしまい規則性に結びつかないことがある。特に、エネルギー分野など定量的な実験を行う際には正しく実験を行う必要がある。

そこで、生徒が自分で考えた方法で何度も試行錯誤しながらも、実験結果を比較してどのような規則性があるかを考えることができる実験教材の工夫を行う。例えば、長さや角度などを示した実験ボードを用いるだけで、それまで大まかに測定されていた長さを正確にはかることができ、実験結果から規則性を導き出すことが容易となる。また、同じボードを用いていることで、仲間との情報交流の際にも、比較や条件統制がしやすくなる。このような実験教材の工夫が、主体性を発揮して課題解決に向かう生徒への支援となる。【支援】

III 実践例

	題 材	【地球】火山の噴火とその様子
実践例 1	学習課題	火山灰は種類によってどのような共通点や違いがあるのだろうか
	(2)	自らの学ぶ方向性を捉え、自然を総合的に判断する学習の工夫

生徒にとって、火山の噴火は関心があるものではあるが、道内では2000年の有珠山噴火以来、大きな活動がなく、防災意識や火山に関する予備知識も低い傾向にある。しかし、有珠山は17年周期の火山であること、樽前山は噴火すると大きな被害を招く可能性があること、さらに札幌市は1万年前の支笏火山の噴火により形成された地域もある。このような事実から北海道の火山活動による現象を時間的・空間的に捉える学びを進めることが必要であると考え、実践した。

第1時は、火山の噴火や噴火によって形成される岩石を扱う単元全体を捉える導入を実践した。生徒には、十勝岳の溶岩、支笏火山の軽石、その他道内の火山灰の提示、世界の火山や北海道の火山の噴火の記録、噴火がもたらす被害の映像を流した。また、単元に対しての見通しをもつこと、導入で得たことを整理することを目的としてアウトラインマップの整理を促した。【支援】

その結果、生徒は火山の噴火の映像記録と噴出物の観察を通して、「火山の噴火の仕方にどのような関係性があるのだろうか」という章を貫く課題を設定した。また、この時、アウトラインマップには、「噴火の仕方や噴出物、火山の形状を関連付けて考えたい」など目標が記入され、次時以降の学びに対しての見通しや意欲をもつことができていた。【学習課題】

第2時、第3時は、有珠山や樽前山、十勝岳を中心に道内、道外の火山の形状から噴火の仕方や火山噴出物について課題を設定し、学びを進めた。

さらに、「火山噴出物そのものを見つめる必要がある」「火山灰は元々マグマなのだから、火山の形状の種類が変わるのなら、鉱物が変化していくはずだ」という意見から、第4時、第5時では、火山灰は種類によって、どのような共通点や違いがあるのだろうか、と課題を設定し探究を進めていった。この段階で生徒はこれまでの学びを活かしながら、自分事として課題を設定することができていた。

【学習課題】 【支援】

ここで観察した火山灰は4種類である。樽前山、恵庭岳、支笏火山（苫小牧市御前水産出）と桜島（鹿児島市産出）である。生徒は全体的な鉱物の割合を考えながらも、自分で明らかにしたい火山の火山灰を調べ、含まれている鉱物の観察を進め、どの火山にどのような鉱物がどの程度含まれるかを明ら

かにしていった。鉱物を判断するには、正しく特徴を捉える必要があり、個で判断することは難しい。また、全ての火山灰を調べ上げるためには、他者との協働なくしては成立し得ない。生徒は、自ずと他者と関わり合いながら、時に悩みながら、解決に向けて鉱物を整理する姿が見られた。【課題追究】

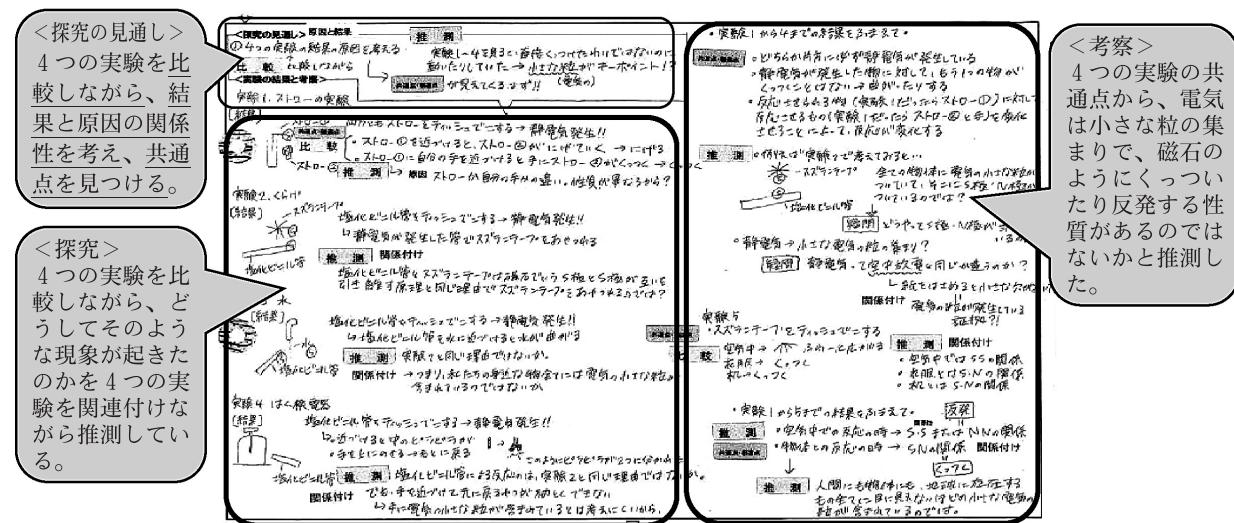
【協働】

その後、これまでの学びを振り返り、石英、長石のような無色鉱物の割合が火山の形状や噴火の仕方を決定づけていることを結論として導くに至った。またその後の学習の中で「火山灰に含まれる鉱物と火成岩に含まれる鉱物の関係性について考えたい」という意見や、「難しかったが自分の力で含まれる鉱物を明らかにできて良かった」などの意見から、火山による現象を総合的に捉えようとしていることや総合的に捉えることで次の学びにつながっていることがわかった。【振り返り】

	題材	【エネルギー】電流の性質とその利用
	学習課題	電気の正体は何だろうか
実践例 2	(4) 一人一人が検証方法を考え試行錯誤しながら取り組むことができる選択探究 (5) 課題解決に活かしていく考え方を明確にした「探究の見通し」と、探究のプロセスを捉えるためのワークシートの工夫	

静電気による現象は生徒の興味・関心を引く現象であり、探究の意欲を高める題材であるが、目に見えない電気を扱うことから、電気の正体や静電気のしくみを考えることが生徒にとって難しい。そこで、生徒が自らの探究にどのような「考え方」を活かしていくべき課題を解決できるかを考え、「探究の見通し」を明確にしながら課題を解決していく授業展開を行った。

1時間目には誘導コイルによる空中放電の実験や、下敷きを用いて自分が生み出した静電気によって蛍光灯が光った現象を観察した。目に見えないと考えていた電気を実体的に捉えることによって、電気の正体が生徒にとって強く解決したい課題となった。【学習課題】



2時間目には、静電気による4つの現象（ストロー同士の反発、電気クラゲ、塩ビ管と水、箔検電器）を観察した。しかし、漠然と4つの現象を結び付けても、課題解決に迫ることは難しい。そこで、一人一人が自らの探究にどのような「考え方」を活かしていくべき課題を解決できるかを考えた。その際に、探究の見通しをもつこと自体が難しい生徒もいたため、どのような見通しで探究を進めようと考えているかを全体で交流した。これにより一人一人が仲間の考えを参考にしながら探究の見通しをもつことができた。【支援】

3時間目には、一人一人の探究の見通しをもとに、一人で、または同じような見通しで探究を進めようとしている生徒がグループをつくり、互いの考えを深めながら探究を進めていった。どのような実験を行えば電気の正体を探ることができるのか、実験から分かる共通点は何か、どうしてこのような現象が起こるのか、悩みながらも試行錯誤しながら探究していく生徒の姿が見られた。【課題追究】

また、探究につまずいた生徒は、黒板に張られた情報シートを見ながら、自分の課題解決に必要な情報を集めたり、仲間の実験から自らの探究の手がかりを得たりすることができ、クラスの課題解決や自分の探究に必要な情報を取捨選択している姿が見られた。このことが、生徒一人一人の探究を支える大きな支援になったと考える。【支援】【協働性】

4時間目には、全体で実験結果や考察の交流を行い、「電気の正体は+とーの性質をもった小さな粒なのではないか」という結論を導き出すことができた。

右は、探究の過程を振り返った生徒のワークシートである。探究の見通しを立てることにより、どのような流れで考えて探究を行えばよいかが明確になり、より深い探究を推し進めることができた。また、情報シートを用いた仲間との情報交流が自分の学びに機能し、深めることにつながっていることを実感している。【振り返り】

最初に探究の見通しを立てることで「今までとはちがい、どのような流れで考えていいければ良いのか」が分かり、計画的に探究ができ、それによって上回二つの実験、探究自体を深く考えながらできた。また、今回は考え方シールをもとにし、「この考え方を使いながら実験しよう」という順序で行き、つまづくこともなく、スムーズに、深く探究できただ。そして仲間の意見と自分の意見を同時にうながすことで実験結果からの気づきが大きくなり、とても良かった

【生徒の探究の振り返りから】

IV 授業実践を通して見てきたこと

実践を通して見てきたことの最大の成果は、探究活動を通して一人一人の生徒が、自ら考え、自ら表現し、粘り強くわからうと意欲的に取り組む姿がみられたことである。生徒の中には、これまで他の生徒に任せ、自分で考えることに苦手意識をもつ傾向も見られたが、自分の仮説を検証しようと悩みながらも試行錯誤し続ける姿も見られた。さらには、教師側で指示を出さなくても必然性のある情報交流が自然と生まれたり、実験や観察を通して、深い学びにつながっていったりする姿が見られた。一方で、生徒が主体性を発揮しながら課題解決に向かい、一人一人が求め続ける解を見いだすためには、懸命に葛藤する時間が必要である。そのための時間確保が大切となってくる。自分の力でできたという達成感が得られた時、一人一人が自他の学びの価値を実感できると考える。このような探究を積み重ねていくことで、生徒の資質・能力を高めていきたいと考える。

V 参考・引用

〔参考〕

- ・田村学『深い学び』東洋館出版、2018年
- ・山口晃弘、江崎士郎『中学校「理科の見方・考え方を働かせる授業」』東洋館出版、2017年
- ・村田智明『問題解決に効く「行為のデザイン」』CCCメディアハウス、2015年
- ・北海道大学『地震火山研究観測センター年報』、各年度
- ・三宮真智子『メタ認知で<学ぶ力>を高める』北大路書房、2018年
- ・櫻井茂男『自律的な学習意欲の心理学』誠信書房、2017年