

理科における資質・能力の育成を目指した探究的学習のデザイン

— 中学校理科における探究の過程が連続する授業・単元づくりの工夫を通して —

長岡市立大島中学校 和平 匡将(平成 27 年度)

概要

本研究は、「疑問に思ったことについて、自ら考え、観察、実験を通して探究し、明らかにしていく」理科の面白さを実感し、「自らが探究の過程を連続させ、疑問に思ったことが明らかになるまで探究（追究）し続ける力」（資質・能力）を身に付けた生徒の育成を目指すために、探究の過程が連続する授業・単元のデザインの有効性について明らかにしていく。授業実践を2つ行い、それぞれの学習活動における生徒の姿から、生徒の考察や気づきをもとに探究の過程を連続させる授業・単元づくりは、生徒の理科を学ぶことの意義や有用性に対する意識を高めるとともに、観察、実験を通して明らかになった疑問や気づきを探究しようとする生徒の育成に有効であることが明らかになった。

I 研究主題設定の理由

国際調査において、理科が「役に立つ」、「楽しい」との回答は、国際平均が 84% に対し、日本の中学生は 65% と低い数値にあり、理科の好きな生徒が少ないことがこれまで課題とされてきた^[1]。私が授業を担当しているクラスで、理科の学習における意識について、全国学力学習状況調査の質問紙調査をもとにアンケートを作成し、4 件法で調査を行ったところ、図 1 のような結果になった。肯定的な評価をしている生徒は全国と同程度なものの、「当てはまる」と答えた生徒すべての項目において、全国平均を下回った。また、生徒に理科を学習することの面白さやその意義について追加質問を行ったところ、学習内容やワークやテストなどの問題に対して正答することに重きが置かれ、生徒にとっての理科の学習は、単なる知識理解にとどまっていることが明らかになった。私は、理科の面白さは、「疑問に思ったことについて、観察、実験を通して探究し、明らかにしていくこと」であると考えている。現行の学習指導要領においても、課題の把握（発見）、課題の探究（追究）、課題の解決という“探究の過程”を通じた学習活動が重視されている。

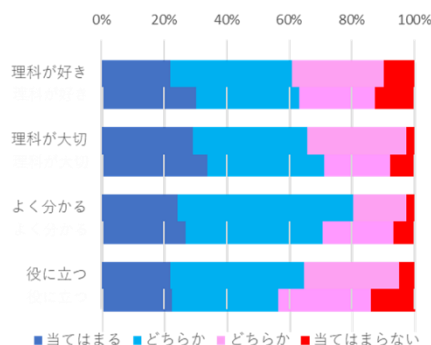


図1 理科の学習に対するアンケートの結果
(上:対照群 下:全国平均)

伏屋・武藤(2019)は、「探究の過程を意識した授業づくりを行うことで、生徒の理科の学習に対する意識が向上し、科学的に探究する資質・能力が育成されること」を明らかにした^[2]。私自身も探究の過程を意識した授業づくりを行ってきた。しかし、自分の授業づくりを振り返ると、課題を見出す技能や考察する技能にばかり重点が置かれていた。そのため過程にのみ重きが置かれ、探究が1時間の授業で終了し、生徒の探究は断続的なものになっていた。私の考える理科の目指すゴールは、科学研究のように「自らが探究の過程を連続させ、疑問に思ったことが明らかになるまで探究（追究）し続ける力」を身に付けることである。

そこで、私は、普段の授業の中で探究の過程が連続する授業・単元づくりを行い、「疑問に思ったことについて、自ら考え、観察、実験を通して探究し、明らかにしていく」理科の面白さを実感し、「自らが探究の過程を連続させ、疑問に思ったことが明らかになるまで探究（追究）し続ける力」（資質・能力）を高めた生徒の育成を目指す。本研究は、生徒の考察や気づきをもとに次時の学習課題を設定する授業実践を2つ行い、それぞれの実践における生徒の学びの姿から、探究の過程が連続する授業・単元にするにはどのような単元のデザインが有効なのかを明らかにしていく。

II 研究仮説

授業で得た気づきや疑問を次時の課題として設定し、探究の過程が連続する授業・単元づくりを行えば、生徒は、疑問に思ったことについて、観察、実験を通して探究し、明らかにしていく理科の面白さを実感し、自らが探究の過程を連続させ、疑問に思ったことが明らかになるまで探究（追究）し続ける力（資質・能力）が育成されるはずだ。

[1] 国立教育政策研究所「IEA 国際数学・理科教育動向調査(TIMSS)」(2022.8)

[2] 伏屋・武藤(2019)「探究の過程を大切に、科学的に探究する力を高める理科指導-理科中学校「動物の生活と生物の変遷」の授業研究から-」中部学院大学・中部学院大学短期大学部教育実践研究第5巻(2019)99-108

Ⅲ 研究方法

1 手だて

① 探究の過程を繰り返す授業づくり

実践では、中教審理科ワーキンググループが示す探究の過程^[3]（以降「探究の過程」と呼ぶ）を毎時間の授業で行っていく。また、それぞれの過程の段階と対応した学習カードをタブレット端末で配信して、生徒がそれに入力していく学習形態をとる。これによって、生徒は学習の見通しをもって活動を行うことができ、理科の学習が充実していくと考える。

② 授業で得た気付きや疑問を次時の課題に設定し、探究の過程を連続させる工夫

実践では、右図のような、生徒の考察や気付きをもとに次時の学習課題を設定し、授業と授業が連続し、探究を繰り返す単元づくりを行う。それぞれの単元のデザインで意識したことを下記にまとめる。

実践Ⅰ：生徒の考察や気付きを次時の課題に設定し、探究が連続する単元のデザイン（**図2**）

実践Ⅱ：教師が単元を通して探究していくテーマを示し、それに向けて生徒が観察、実験を行い、生徒の考察や気付きを次時の課題に設定し、探究が連続する単元のデザイン（**図3**）

③ 生徒が実験方法を考え、自ら探究していく活動の工夫

園山（2018）は「単元学習の冒頭で、単元の学習内容に直接関連する自然の事象を子どもに見せた上で、今後の学習課題を子ども自身に立てさせることで、子どもが主体的に課題を把握し、課題の探究を行い、課題の解決すなわち結論に至る流れが実現される」ことを明らかにした^[4]。実践では、単元の冒頭に、生徒一人一人が実験する場（仮説を立案しそれを確かめる検証方法を計画、観察、実験を行い、考察し振り返る活動）を設ける。そして、そこから得られた考察や気付きについて、「本当にその考えは正しいのか」、「それを明らかにするにはどうすればいいのか」と生徒に問いかけることで、まだ明らかになっていない点を表出させ、それらを解決していく授業・単元づくりを行う。



図2 実践Ⅰの単元のイメージ

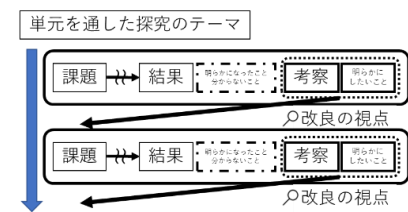


図3 実践Ⅱの単元のイメージ

2 検証方法

大島中学校第3学年83名を対象に中学校理科化学分野の学習において実践を行う。これらについて生徒の活動の様子や記述内容の分析、実践前後のアンケート調査の比較を行い、探究が連続する授業・単元の効果的なデザインとそれが生徒に及ぼす影響について明らかにしていく。

Ⅳ 研究の実際

実践Ⅰ 「水溶液とイオン」（全8時間） 対象：長岡市立大島中学校第3学年（令和3年10月～）

ねらい：生徒の考察や気付きを次時の課題に設定することで、探究の過程が連続する授業・単元づくりを行う。

方法：① 単元の冒頭に、生徒一人一人が実験する場を設ける。

② そこでの考察や気付きをもとに次時の課題を設定する。

③ ②について仮説を立て観察・実験を行ったり、モデルを使って考えたりする活動を行う。

④ ②、③を繰り返し、探究の過程を連続させる。

結果：第1時間目の授業では、生徒一人一人が持参した液体に電気が流れるのかどうかを個人で調べる実験を行った。生徒は、実験中に気がついたことや電流が流れたかどうかをカードに入力し、全体に結果を共有した。その後、他の実験結果と比較し、電流が流れた水溶液や流れなかった水溶液の共通点を考え、自分の持ってきた液体に電流が流れた（流れなかった）理由についての考察を行った。生徒は、「酸」、「塩」、「ナトリウムやカリウム（金属）など」が含まれる水溶液には電流が流れることを見だし、それらの考

[3] 中央教育審議会教育課程部会理科ワーキンググループ（2016）「資質・能力を育成するために重視すべき学習過程のイメージ」

[4] 園山裕之（2018）「生徒自身が科学的に探究するための課題を設定する理科学習」『理科の教育』Vol.67, No.10(2018), 31-33

えについて本当にただしいのか確かめたり、電極で起こった現象についてモデルを使って考えたりする活動を行い、学びを深めた。

成果：生徒の考察や気付きをもとに次時の課題を設定し、探究の過程が連続する授業・単元づくりをすることができた。

予想・仮説、検証計画の立案、考察の場面において、自分の考えをもつ生徒が増加するとともに、既習事項と関係付けたり、モデルを使って考えたりする生徒の姿が見られ、根拠を明らかにして考える力が身についた。

個の学びだけでなく、他者の実験結果も参考にして考察したり、新しい課題を見いだしたりする生徒の姿が見られた。

課題：生徒の疑問や明らかにしたいことが拡散しすぎてしまい、生徒一人一人の疑問の解決に合わせた学習活動を行うことができなかった。

考察：単元の冒頭で一人一人が実験を行うこと（手だて③）によって、自らの探究に責任が生まれ、生徒の主体的な活動が行われたのだと考える。また、考察や気付きが次の課題に設定されること（手だて②）によって、生徒の学ぶ意欲が向上し、充実した探究が行えたのだと考える。活動の中で、これまでに作成した学習カード（手だて①）を参考にして、仮説を立てたり、考察したりする生徒の姿が見られた。このことから、探究の過程の段階と対応したカードは、既習事項と関係付けたり、それぞれの探究の過程の段階における活動や思考が整理されたり、活動に見通しをもったりすることに有効であったと考える。一方で、学習の方向性を生徒に委ねていたために、生徒が明らかにしたい事柄が拡散していき、一部の生徒の気付きや疑問が解決されないまま単元を終えてしまった。そのため、単元を通して明らかにしていく事柄について整理していくことが大切であると考えられる。

坂口(2016)は「単元を貫く課題を設定して単元のカリキュラム構成することは、生徒が常に課題を意識して授業に取り組むとともに、課題や既習事項を関連付けて科学的な思考を広げ深めることができるため有効である」ことを示した^[5]。そこで実践Ⅱでは、実践Ⅰの授業・単元づくりに加え、単元の冒頭において、教師が学びの方向性を示し、単元を貫く課題を設定してそれについて生徒が探究していく授業・単元づくりを行う。

実践Ⅱ 「電池とイオン」(全11時間) 対象：長岡市立大島中学校第3学年(令和3年11月～)

ねらい：単元を通して明らかにするテーマを教師が示し、学びの方向性を生徒と共有することで、探究の方向性を精選する。

方法：① 単元を通して明らかにしていくテーマを教師が示し、単元を貫く課題を設定する。

② 単元の冒頭に、生徒一人一人が実験する場を設ける。

③ そこでの考察や気付きをもとに次時の課題を設定する。

④ ③について仮説を立て観察・実験を行ったり、モデルを使って考えたりする活動を行う。

⑤ ③、④を繰り返し、探究の過程を連続させる。

結果：第1時間目の授業では、今日のエネルギー問題について触れ、化学の力で電気をつくることをキーワードに単元を始めた。その後、木炭電池を作り、電圧を測定したり、モーターを回転させたりする実験を行った。実験では、電気をつくることはできたものの、少ししか回転しないモーターを見て、生徒は「もっと強い電池を作りたい」と振り返りのカードに入力した。そこで、「電池の改良」を単元を通して探究していくテーマに設定して生徒と共有した。第2時間目の授業では、1時間目の終末に生徒が考えた改良方法を基に「アルミ箔の巻き数」「電極に使う金属」「食塩水の濃度」「電解質の種類」の4つにグループに分け、グループごとに生徒が探究を行った。実験の結果から、「電極に用いる金属や、電解質の種類を変えることで電圧の大きさが変化すること」を生徒たちは明らかにしていった。(後略)

成果：「電池の改良」を探究のテーマに設定することで、生徒の興味関心があまり拡散せず、電池を構成する要素やつくりに着目して、それらの化学的性質について探究する活動を行うことができた。

[5] 坂口卓也(2016)「科学的な思考力・表現力を育む指導の工夫～主体的・対話的で深い学びを取り入れた単元を貫くカリキュラム構成を通して～」うるま市教育委員会平成28年度研究教員研究集録

木炭電池のような単純な化学電池から始まり、リチウムイオン電池や燃料電池など、現在使われている電池についてのつくり原理について探究していく活動を行うことができ、生徒の学びが深まった。

電池の改良について、単元の冒頭では、単なる思いつきであった生徒が、電解質の性質や金属のイオン化傾向の違い、電極での原子とイオン、電子の振る舞いなどの、既習事項と関係付けて考える生徒の姿が見られた。

考察：単元を通して探究するテーマを設定したことで、生徒が常に探究するテーマを意識して授業に取り組むことができたため、生徒の興味関心が拡散せずに探究を進めることができたのだと考える。また、単元の終末に、現在使われている電池について扱ったとき、生徒は、電解質や電極に使われている金属の違いに着目して、その物質のもつ特性や、その電池の仕組みについて調べ、探究をしようとしていた。このことから、探究の過程を繰り返すことを通して、生徒自らが探究しようとする態度が育成されたのだと考える。

V 生徒の変容

① 生徒の活動の様子や記述内容の分析

実践 I, II の生徒の学びの姿から、自らの疑問を解決するために探究しようとする生徒の姿が見られた。また、単元を経るごとに、仮説や考察場面において、既習事項と関係付け、根拠を明らかにして考える生徒が増加した。

② アンケート結果の数値の変化と生徒の自由記述

実践前後のアンケート結果を比較した(表1, 図4)。表1は、各項目について4件法で回答した結果の平均値を示したものである。その結果、ほとんどの項目で実践前に加えて実践後の数値が上昇した。項目ごとにt検定^{※1}を行うと、実践前後の値に有意な差が見られた。このことから、「手だて」が有効であると判断する。

表1 実践前後のアンケート数値の平均値の変化

項目	実践前	実践後	差	p値(両側検定)
理科が好き	2.73	2.98	+0.25	t(82) = 2.23, p = 2.82×10 ⁻² *
理科が大切	2.93	3.20	+0.27	t(82) = 2.61, p = 1.07×10 ⁻² *
よく分かる	3.02	3.00	-0.02	t(82) = -0.25, p = 8.04×10 ⁻¹
役に立つ	2.82	3.16	+0.34	t(82) = 3.36, p = 1.18×10 ⁻³ **
自分から取り組む	3.12	3.54	+0.42	t(82) = 3.99, p = 1.47×10 ⁻⁴ ***
疑問にもつ	3.35	3.6	+0.25	t(82) = 2.46, p = 1.59×10 ⁻² *
自分なりに考える	3.34	3.51	+0.17	t(82) = 2.02, p = 4.71×10 ⁻² *
解決方法を考える	3.3	3.46	+0.16	t(82) = 1.66, p = 1.42×10 ⁻¹
相手に伝える	3.54	3.35	-0.19	t(82) = -2.06, p = 4.24×10 ⁻² *

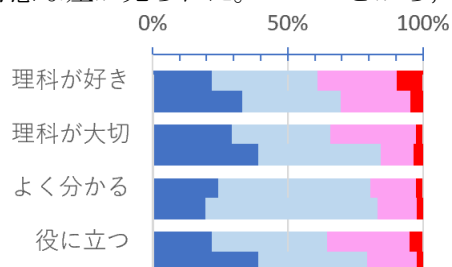


図4 実践前後のアンケート数値の割合の変化
(上:実践前 下:実践後)

また、「探究の過程を繰り返す学習を通して、あなたの学びはどのように変化しましたか？」と自由記述の形式で生徒にアンケート^{※2}を行うと、理科を学ぶことの面白さや、主体的に取り組む姿勢、考える力が身に付いたなどの肯定的な回答が見られた(図5)。

今までは何をするか決まっていたやり方も決まっていたが今は何をするかまたどのような実験をするか全て自分達で決めるため自分から進んで学ぶことが多くなったとおもう

今までは与えられた課題をやるだけだったので、今までは大変だし、面倒臭いところもあるけど、授業で楽しいと感じる機会が増えました。

自分で実験内容を考え、その実験結果から新しく考察を考えられるようになった。

自分で考察、実験を次何しようかなど自分で考える力がすくつくついた

図5 自由記述による生徒の回答(抜粋)

VI 研究のまとめ

授業で得た気づきや疑問を次時の課題として設定し、観察、実験を通してそれらを明らかにしていく、探究の過程が連続する授業づくりを行った。これを通して、生徒は、理科を学ぶことの意義や有用性に対する意識が高まるとともに、自ら探究し解決しようとする力が育成された。

また、図6で示すように、単元を通して探究していくテーマを中心に、生徒の考察や気づきを次時の課題に設定され、探究を繰り返す単元デザインが有効であると提案する。

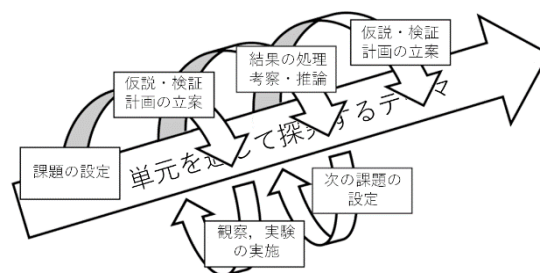


図6 探究の過程が連続する単元のイメージ

※1 データ分析はExcel「データ分析」を用いて、対応のある2標本t検定を行った。

※2 Google Formsを用いて行った。