

琉球大学学術リポジトリ

《理科》科学的に探究し問いつづける生徒の育成：
深い学びを引き起こす主体的・対話的な授業づくり
を通して

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学教育学部附属中学校 公開日: 2020-06-02 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 比嘉, 司, 宮城, 将吾, 岩切, 宏友, 富永, 篤 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/45989

科学的に探究し問いつづける生徒の育成

- 深い学びを引き起こす主体的・対話的な授業づくりを通して -

比嘉司*宮城将吾*岩切宏友**富永篤**

*琉球大学教育学部附属中学校 **琉球大学教育学部

I 主題設定理由

「なんで?」「どうしてそうなるの?」一人の生徒の
呟きが、対話に火をつける瞬間である。その疑問に班
や学級の仲間が、知識と考え方を自分なりに表現して
説明する。一回の説明で「なるほど～」となるのは稀
で、より分かりやすい用語や表現を模索しながら、双
方の「納得」に近づいていくようである。このような場
面が見られる授業では、習得した知識が活用されたり、
再構築されたりするなどの「深い学び」が起こってい
ると考える。すなわち、生徒の問いが、生徒同士の学び
の相互作用を醸成させ、知識の拡充と統合、そしてよ
り深く新たな問いの創出につながる授業である。この
ような授業では、生徒は、生き生きと考えや意見を伝
え合い、授業後でも教師へ質問する光景が見られる。

2014年11月の中央教育審議会（以下、中教審）の
諮問以降、「アクティブ・ラーニング」の用語が教育現
場に飛び交い、その指導法に関する書籍や実践に関す
る所見が多く見られるようになった。しかし、「アクテ
ィブ・ラーニング」は、あたかも一つの学習の型よう
に捉えられ、誤った事例が誤解を招くようになった。
そこで文部科学省は、答申の中で学習活動を子どもの
主体性だけに委ね、学習成果につながらない授業や、
指導の型をなぞるだけで意味のある学びに繋がらない
授業にならないよう、指導の先にある目的を再考する
よう促している⁽¹⁾。このような事態から、最近では「ア
クティブ・ラーニング」から「主体的・対話的で深い学
び」という表現にシフトしている。また、沖縄県では、
平成28年12月に新たな学力向上推進プロジェクトが
示され、今年度よりその実施に向けた取り組みが始ま
っている。プロジェクトでは、生徒の資質・能力の育成
の視点から「授業改善の6つの方策」が示され、教師
が目指す授業像として「他者と関わりながら課題の解
決に向かい、『問い』が生まれる授業」を掲げている⁽²⁾。

本校理科では、平成28年度より「科学的に探究し問
いつづける生徒の育成」を主題とした研究を行っている。
昨年度は、副題を「深い学びを引き起こすアクティ
ブ・ラーニング型の授業づくりを通して」として取り
組んできた。その成果のひとつとして、教師が問いつ
づける生徒の姿を意識することで、主体的で対話的に
学ばせるための授業づくりを心がけるようになった。
一方、OPPシート（一枚ポートフォリオ）の導入、発
話分析等を行ってきたが、疑問や問いをみとる際、ど
のような視点を設定すれば生徒の問いつづける姿を評
価できるのか等の課題が残った⁽³⁾。そこで、今年度は、
課題解決の中で生まれた問いが、本質を問う深い学び
につながるものなのか、それとも一問一答のような表
面的な問いなのか、問いの質自体に着目したみとりを
試みる。このように、理科の授業の中で生徒に対し「ど
のような資質・能力を」つけさせたいから「何を」「ど
こで」「どのように」学ばせるかを意識して研究に取り
組むことで、本校が目指す「21世紀型思考力」の育成
につなげたい。

II 研究の目的

本研究では、深い学びを引き起こす主体的・対話的
な授業づくりを通して、科学的に探究し問いつづける
生徒の育成を目的とする。

III 目指す生徒像

- ・ 課題を主体的に捉え、課題の解決に向けて仲間と協働する生徒
- ・ 深く考え、科学的に探究することで課題を解決したり、その過程で生じた新たな問いをより深く探究する生徒

IV 研究内容

1 「深い学び」につながる要素

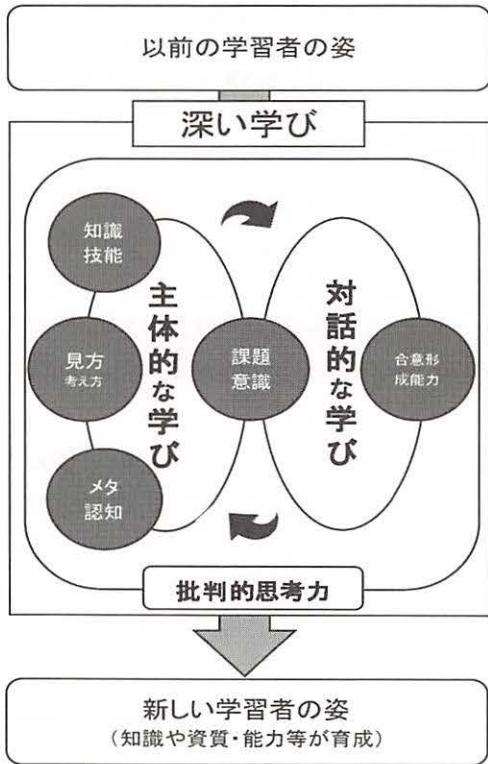


図1 「深い学び」につながる主体的・対話的な学びの学習モデル（寺元らを改変）

平成28年に出された中教審における総則・評価特別部会資料では、「深い学び」を、「習得・活用・探究の見通しの中で、教科等の特質に応じた見方・考え方を働かせて思考・判断・表現し、学習内容の深い理解や資質・能力の育成、学習への動機付け等につながる学び」としている⁽¹⁾。つまり、身に付けた思考力や表現力などの能力を多様な場面・状況で一体化させ様々な状況で、それらが使えるようにすることである。

「深い学び」は、中教審の答申に、「主体的・対話的で深い学び」という教師の不断の授業改善において目標とする子どもの姿として示されている。一見すると「主体的な学び」「対話的な学び」「深い学び」は並列な関係にあるように見える。しかし、「主体的な学び」と「対話的な学び」が、学習者の学び方を示しているのに対し「深い学び」は、学習の結果得られる学びの質と捉えることができる。従って「主体的な学び」「対話的な学び」「深い学び」の3つの学びの関係性を知り、それぞれの成立する条件についても熟考する必要があると考える。

図1は、寺元ら(2016)によって整理された、教科や学習内容、学習方法に依存しない学習モデルを参考に「理科教育」という観点から作成したものである⁽⁴⁾。このモデルは、主体的・対話的な学びがいくつかの要件を満たした授業において「深い学び」を生み出すことを示している。必要となる要件は以下の①～④の通りである。

- ① 授業で提示される課題が、学習者の主体性を促すだけでなく、他者との関わりの必要性を感じさせ対話が発生するもの。すなわち、「課題意識」である。これは主体的な学びと対話的な学びを繋ぎ止めるための重要な役割を担う。
- ② 自己の学習態度をモニタリングする「メタ認知」をうまく働かせることが主体的な学びに必要となる。つまり、自らの学びの過程を振り返り、次の学びに向けて必要に応じて軌道修正することなどができる力である。
- ③ 対話を通じた活動では、最終段階で集団としての意思決定が必要となる。その際、人間関係づくりにはじまり、互いの考えの共通点、相違点、メリット等を出し合い整理・調整することで、集団としてより良い解決策を提案する「合意形成能力」が必要となる。
- ④ 「批判的思考力」は、上記の①～③の要件の土台として「本当にこれでいいのかわか？」「他に可能性はないか？」などの批判的な態度や省察的に懐疑する力である。

2 問いつづける生徒

教室で繰り返される「学び」は、生徒の数だけ存在する。「わかった」と声を発し満足げな顔をする生徒。「わかった」と言ったものの、少し考え「えー、なんでよー、やっぱりわからん」と怪訝な顔をする生徒。その様子を観察すると、彼らは、自分なりの問いに対し問答を繰り返す中で学んでいるように思える。いわば最初の「問い」が次の「新たな問い」を生み出し、深い思考へと誘われていくのである。

道田(2012)は、「考える」ということを次のように説明している。いろいろと答えの可能性を考える思考「拡散的思考」と複数の選択肢から1つを選んだり、1つにまとめたりする思考「収束的思考」が組み合わさって、拡散→収束というプロセスをたどる。つまり、

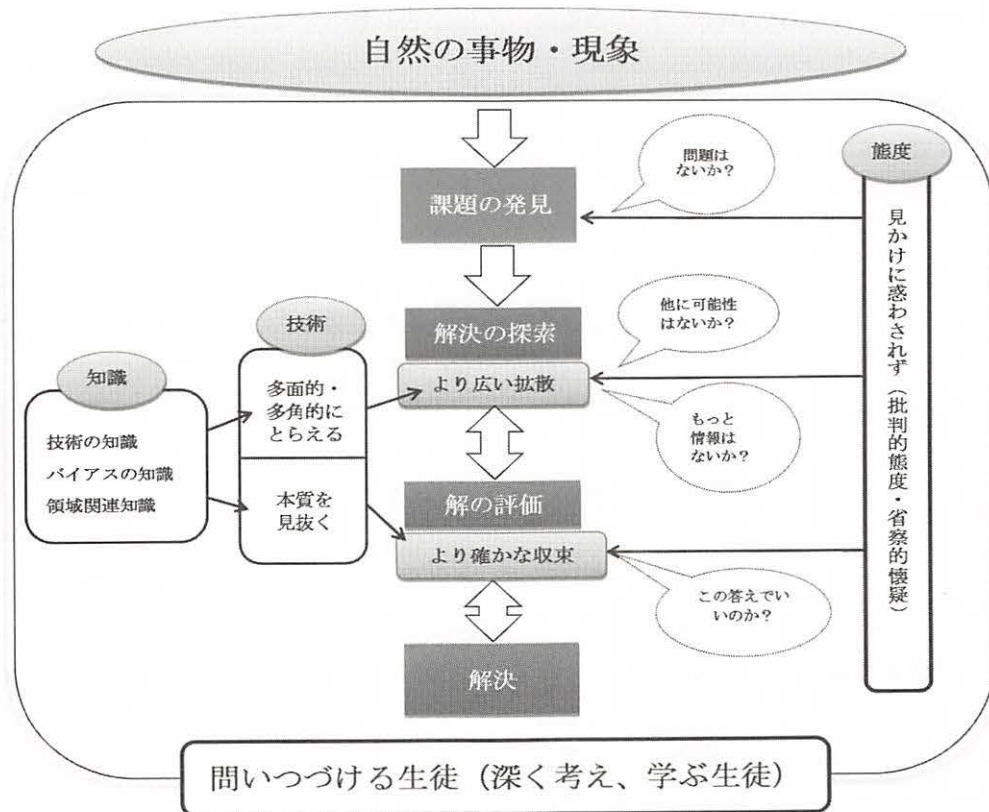


図2 問いつづける生徒の姿 (道田 2012 を改変)

より良く考えるには、より広く拡散させ、より確かに収束させることが必要ということになる⁽⁵⁾。この考えを基に「問いつづける生徒の姿」を図2にまとめた。自然の事象・現象についての課題を発見し、解をより広く拡散的に探索し、より確かな収束を求めて解の評価を行い、解決していく。そのプロセスを進める上で重要になってくるのが、見かけに惑わされない「他に可能性はないか?」「この答えでいいのか?」などの批判的態度や省察的懐疑から生み出される問いである。また、その問いについて解の探索、解の評価、課題の解決まで多面的に捉えて本質を見抜く技術的な面とそれを支える知識も重要である。

昨年度の取り組みから、生徒の問いの内容に関して見えてきたことがある。生徒に深く考え問いつづけることの意義やそのためのプロセスを説くことで生徒同士の学び合いや教師への質問が多くはなった。一方、問いの量は増えたがその中には科学的とは言えないものも多く含むことが分かった。生徒の「なぜ?」には、知識の確認のような表面的なものから科学概念を問う本質的なものまで幅広く存在するのである。そこで、本年度は、問いが科学的かどうかに関わりなく「科

学的に探究し問いつづける生徒の育成」に関する研究を深めていきたい。

「科学的思考」という言葉の定義は、研究者によっても様々に提案されている。金田ら (2016) は、科学的思考についての記載のある先行研究の科学的思考につ

表1 科学的思考に必要な要素

要素	意味	
客観性	ある科学的な結論を得るためには、実証性や再現性等の条件を満足することにより、多くの人々によって承認され、公認されなければならないということ	科学の性質
合理性	結論に至る過程が、自然現象の原理・法則の論理にかなっており、十分な理由づけがされていて一貫性があること	
実証性	自然現象について考えられた仮説が、観察・実験などによって検討・検証することができるという条件のこと	
推論する力	新しく遭遇した自然現象に対し帰納的、演繹的、分析的、総合的な思考などによって自然現象の原理・法則を利用して論理的な推測ができること	科学の方法
知識	これまで科学的に明らかにされている自然現象の原理・原則および科学用語の定義のこと	
批判的思考	他人や自分の意見を素直に鵜呑みにせず、科学的によく考察し、適切に評価する姿勢のこと	

いて説明している箇所を抜き出し分析し 6 つの要素「客観性」「合理性」「実証性」「推論する力」「知識」「批判的思考」としてまとめている⁽⁶⁾ (表 1)。また、金田らは「客観性」「実証性」「合理性」を「科学の性質」、「推論的」「知識的」「批判的」を「科学的方法」とし、「科学の性質」を保ちながら「科学の方法」を使えることこそが「科学的思考」としている。本校理科が目指す「科学的に探究し問いつづける生徒」とは、より良く思考するプロセスの中で、より広い思考の拡散から解の探索を行い、科学的思考で解の評価・課題の解決を経て、確かな思考の収束に向かう生徒のことである。このような生徒の姿を念頭に日々の授業づくりを行っていききたい。

3 「深い学び」につなげるための手立て

(1) 知識構成型ジグソー法の活用

知識構成型ジグソー法は、CoREF (東京大学 大学発教育支援コンソーシアム推進機構) の開発した協調的な学びを引き起こすアクティブ・ラーニング型の学習形態である。この学習法の肝となるのが、学習者同士が、互いの意見や考え方を出し合い、建設的な方向で話し合い、より抽象度の高い解に向かって変化するはたらきである。知識構成型ジグソー法は、生徒にメインの問い(課題)を提示し、それを解くために必要な知識や考え方を与え(エキスパート活動)、その与えられた部品を組み立て(ジグソー活動)、相互吟味を経て(クロストーク) 答えに近づいていく。

本校では、平成 25 年度～27 年度までの 3 年間、「未来を切り拓く対話からの学び-協調学習による個を生かす授業づくり-」をテーマに全教科で知識構成型ジグソー法を取り入れた授業づくりを行ってきた。理科の成果としては、生徒同士が自分なりの「納得」を得ようと、教材や仲間と対話し学び合う姿勢が必然的に発生することを確認できたことが挙げられる⁽⁷⁾。知識構成型ジグソー法の詳細や、実践の所見については、関連書籍や本校の研究紀要を参照されたい。

知識構成型ジグソー法は、「問い」によって授業が大きく左右されると言われる。それは、「問い」が自分だけでは解けないが、仲間と協力することで解けるようになるという「課題意識」を持たせる役割を担っているからである。「わからないからこそ、もっと知りたい。もっと賢くなりたい。」という内発的な動機が協調的な

学びの原動力となるのである。このことから知識構成型ジグソー法は、生徒に主体性を持たせ、対話(他者・教材など)を生み出すことのできる効果的な学習法ともいえる。いわば「主体的な学び」・「対話的な学び」の双方を引き起こすことができる学習法である。知識構成型ジグソー法の性格を知り、課題としての「問い」を創意工夫することで「深い学びを引き起こす主体的・対話的な授業づくり」につなげていきたい。

(2) 単元デザイン(指導計画)

生徒が単元の学習の過程で、課題意識をもって深く学び、科学的に問いつづけることで最終的に自分なりの「納得」を得ることのできる流れを構想する。導入時と単元末には、知識構成型ジグソー法を取り入れる。導入時には、「単元を貫く問い」に触れることで、課題意識を持たせつつ、単元全体の見通しをつけさせたい。単元末では、習得・探究してきた知識や技能が「活用」される題材を扱うことで一人ひとりの「深い学び」につなげたい。

4 一枚ポートフォリオ評価法の採用

一枚ポートフォリオ評価法(OPPA: One Page Portfolio Assessment)は、堀(2013)によって提唱された評価法である。この手法では、一枚の紙の上に単元や学習内容のまとまりを単位として、生徒が授業の中で最も大切だと思ったことをまとめさせたシート(以下 OPP シートと称す)を用い、記述内容を比較・分析することで、概念変化や学びの深まりを知ることができる。また、生徒自身が自らの学びの軌跡を評価することでメタ認知の資質・能力の自覚化にもつながるとされている⁽⁸⁾。本研究では、1 学年から 3 学年の全ての学年・学級で OPPO を用いた授業を取り入れた。OPP シートの全容と基本的な構成を図 3 に示す。構成要素は大まかに①「単元を貫く問い」②「授業の要点(学習履歴)」③「振り返り(自己評価)」④「問いつづける私の姿」の 4 点とした。これら要素は、前述のように、「問いつづける」ことと「深い学び」の関連性、自分の表現でまとめ学習を振り返ることによるメタ認知の効果を意識して作成することとした。また、②「授業の要点(学習履歴)」の欄に「問い」と「問いの土台」を設定し④「問いつづける私の姿」で振り返りの指導を試みる。これにより前年度の課題の克服を図っていく。授業者にとって、

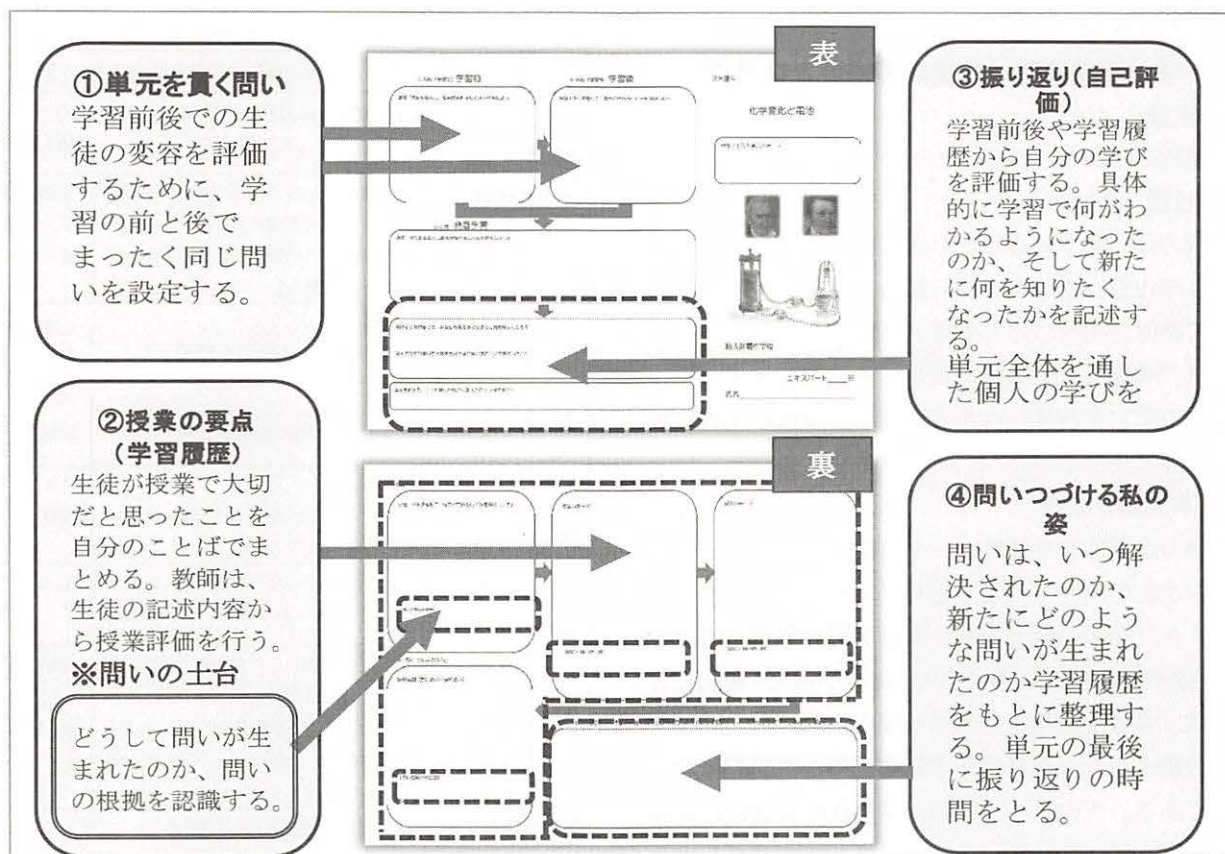


図3 OPPシートの全容と基本的な構成

生徒が抱いた問と、問いが生じた背景を知ることで、生徒の思考の過程をみとることができる。また、学習者にとって、問いの創出から解消までの軌跡を振り返ることは、学びの自覚化にもつながりメタ認知能力を高めると考える。

5 深く考えた過程や結果をみとる手立て

(1) ワークシート分析

ワークシート分析は、おもに OPP シートを中心に行っていく。授業によっては、エキスパート資料やワークシートを活用する場合もある。それらの資料も補助として活用していく。

① 単元前後の学びの深まり

単元を貫く問い(課題)に対する単元導入時の考えと単元終了時の考えの変容をみとっていく。OPPシートの「単元を貫く問い」の記述内容の比較である。文章だけでなく図やイラストで記述させることで、科学的概念形成のみとりも行いたい。

② 毎時間の学び

各授業の内容を OPP シートの「授業の要点(学習履歴)」に自分なりの表現でまとめさせる。生徒が、

授業で最も大切と判断した箇所のみとりである。学習内容の形成的な評価のみならず、授業者にとっての授業評価にもつながる。生徒の記述内容から授業のねらいが達成されたかどうかを知り、授業改善に活かしていきたい。また、「問い」と「問いの土台」では、問いが生まれる背景を知ることで、問いと思考の深まりの関係をみていきたい。

③ 自らの学びを評価するメタ認知能力

メタ認知能力は、「学びに向かう力」と密接に関係するものと言える。これは OPP シートの「振り返り(自己評価)」と「問いつづける私の姿」の記述内容の変容でみとっていく。

(2) 発話分析とインタビュー

主体的・対話的な学びにより深い学びが引き起こされたかについては OPP シート等でのみとりだけでは不十分な点がある。そのため、授業中の生徒の様子をミーティングレコーダーで撮影し発話等の分析を行っていく。動画に記録された表情や行動の情報も併せることで、生徒の学びを等身大で捉えていく。また、必要に応じて生徒へのインタビューを行うことで記述内容や発言の動機、授業の感想等の把握に努めていく。

V 授業実践

1 1 学年実践事例「植物の多様性と共通性」

(1) 主題

「植物の多様性と共通性について深く学ぼう」

(2) 目標

- ・植物の体の基本的なつくりとはたらきを理解し、共通点や相違点に基づいて分類し、生育環境や陸上植物の進化と関連づけて考察し、説明できる。
- ・植物の多様性と共通性に着目することで次々と創出される問いを解決しながら探究し、今後の学習に繋げることができる。

(3) 本実践の目的

植物の多様性や共通性は、生育環境に適応するための工夫や他の植物との競争を長い年月をかけて進化し続けてきた結果の賜であり、生物分野を学習する上ではたらかせたい見方・考え方である。小単元「植物の分類」は、多様な植物を分類する観点を知識として学習し、分類することを目的とする座学中心の学習になりがちである。そのため、植物の多様性や共通性に意味を感じず、関心も低くなる生徒も多く出てきてしまうように感じる。

そこで、本単元では、単元を貫く課題を「多様な植物の分類を通して植物の何が見えてくるのか」と設定し、単元 2 時間目に知識構成型ジグソー法の授業を行う。次々と創出される問いを解決させながら、単元末にも知識構成型ジグソー法で授業を行うことで、植物の多様性と共通性の意味を考えさせ、分類について深く学ばせたい。

(4) 実践内容

① 単元デザイン

本単元は、単元を貫く課題を軸に植物の多様性と共通性の見方考え方を使って分類を学ぶ生徒の姿をイメージしてデザインした。また、単元を通して主体的に対話的に学ばせるため、単元前半 2 時間目と単元末に知識構成型ジグソー法を取り入れた。

そこで生じた問いを観察や実験、調べ学習を通して探究していくことで、深い学びを引き起こし、本実践の目標を達成したい。

その結果、本校理科の主題にある「科学的に探究し問いつづける生徒」を育成することを期待している。単元の流れを表 2 に示す。

表 2 単元の学習内容

	学習内容	形態
1/7 時	課題「植物を自分なりに分類してみよう！」	グループ 個人
2/7 時	課題「植物の分類は、どのような特徴から順に着目すると良いか」【知識構成型ジグソー法】 単元課題「多様な植物の分類を通して植物の何が見えてくるのか」【個人】	知識構成型 ジグソー法 個人
3/7 時	種子植物の分類 ・観察を通して種子植物の特徴を理解する。	一斉・観察
4/7 時	シダ植物 ・観察を通してシダ植物の特徴を理解する。	一斉 観察
5/7 時	コケ植物、藻類 ・観察を通してコケ植物、藻類の特徴を理解する。	一斉 観察
6/7 時	課題「今までの自分が持った問いについて調べてみよう」【本、インターネットでの調べ学習】	個人
7/7 時 本 時	課題「水中から陸上へ進出した植物はどのような特徴を持つことで、現在のように広がることができたのだろうか?」【知識構成型ジグソー法】 単元課題「多様な植物の分類を通して植物の何が見えてくるのか」【個人レポート】	知識構成型 ジグソー法 個人レポート

② 多様性と共通性を意識させる観点

植物の分類を学習させていて、教師側の知識の教え込みに感じる部分は、植物の多様な形態を分類するための知識として扱っているところではないかと感じる。そこで、植物が生きるために行っているはたらきを主に 3 つ取り上げ、どのような仕組みで、植物がそれぞれのはたらきを行っているのか学んでいく流れにした。その 3 つを以下に示す。

- ・光合成や呼吸のため気体の出入りをさせる仕組み
- ・水を体内に吸収、運搬する仕組み
- ・仲間をふやす生殖の仕組み

このはたらきを意識して植物の多様性と共通性を学んでいくことで、単元末にある知識構成型ジグソー法の課題をこれまでの学習内容を統合しながら、スムーズに取り組むことができるのではないかと期待している。

③ 問いを振りかえる OPP シート

単元全授業のまとめは OPP シートを使って記録した。シートの構成は図 3 に示した通りである。「授業の要点」とその授業で抱いた「問い」とその問いの根拠となる「問いの土台」を記録し、教師や生徒自身が学習を振り返れるものにした。授業後には、生徒が抱いた問いが科学的な探究によるものなのか見とりを行

った。みとりは、表1を基に行い、問いや問いの根拠の記述内容が「客観性」「合理性」「実証性」「推論する力」「知識」「批判的思考」のいずれかにあてはまるか分類を試みた。

④ 本時の授業

(ア) 課題設定

本時は、単元のまとめにあたり、取得した知識や考え方を活用する場である。知識構成型ジグソー法を取り入れ、メインの課題を「水中から陸上へ進出した植物はどのような特徴を持つことで、現在のように広がることができたのだろうか？」に設定した。この課題に迫ることで、植物の多様性と共通性を生育環境との関係と繋げて考え、植物の進化へと考えが広がることを期待している。

(イ) 本時の流れ

本時の授業の概略を表3に示す。

表3 本時の学習内容と流れ

時間	生徒の活動
5	・課題の把握 「水中から陸上へ進出した植物はどのような特徴を持つことで、現在のように広がることができたのだろうか？自分なりに説明しよう」
5	・課題についての自分の考えをまとめる（学習前）
10	【エキスパート活動】 A「生殖方法のちがいがい」 B「気体の出入り水の確保のちがいがい」 C「種類の植物が生活している環境のちがいがい」
15	【ジグソー活動】資料説明5分、まとめ10分 3つの資料の知識を統合し、課題解決に迫る。
10	【クロストーク】3・4グループ 他のグループの発表を聞き、相互吟味を経て自分のグループの考えを見直す。
5	・課題について自分の考えをまとめる（学習後）

(ウ) エキスパート活動

エキスパート活動は10分で設定、1グループ3～4人で構成し、用意した3つの資料のいずれか1つを担当した。資料は「生殖方法のちがいがいと生育環境」「気体の出入り水の確保のちがいがいと生育環境」「種類の植物が生活している環境のちがいがい」の3つとした。資料内容は、単元で種類の植物を学習する際に意識させた植物が生きるために行っているはたらきを軸に教科書や資料集の内容で次のように作成した。

資料A 生殖方法のちがいがい

- ・藻類、コケ植物、シダ植物、裸子植物、被子植物の生殖方法にちがいがいがあること。

資料B 気体の出入り水の確保のちがいがいと生育環境

- ・気孔の有無による気体の出入り方法にちがいがいがあること。
- ・維管束の有無、根茎葉の区別の有無など水の確保の方法にちがいがいがあること。

資料C 種類の植物が生活している環境のちがいがい

- ・藻類、コケ植物、シダ植物、裸子植物、被子植物の生活している環境にちがいがいがあること。

(エ) ジグソー活動

ジグソー活動は15分で設定、1グループ3人とし、トランプで振り分けた。活動は各エキスパート資料の説明と質疑応答で5分、その後、発表用ホワイトボードに記入しながら課題に取り組む時間を10分設定した。資料の説明の際は、資料だけを見て文章を音読するのではなく、わかりやすく工夫して表現するように指示し、資料を相手に見せながら図や写真を使って説明することを意識させた(図4)。まとめは、ホワイトボードに図や文章で植物が水中から陸上へと生育場所を広げていくようすを段階的に説明できるように記入させた。ただし、ホワイトボードでのまとめは、簡単な概要だけでよく、グループのメンバーで対話することを中心にし、クロストークの際に話で付け加えながらわかりやすく説明する工夫をするように伝えられた。

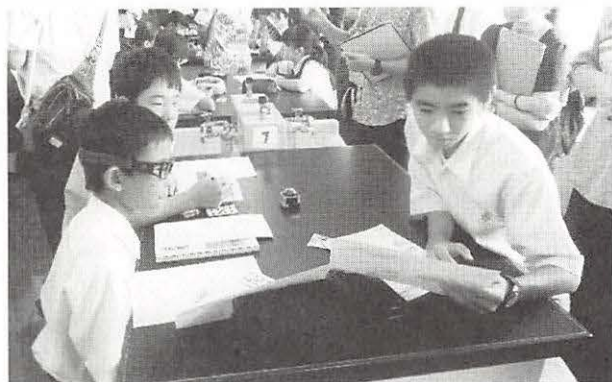


図4 資料を説明している生徒のようす

(オ) クロストーク

クロストークは10分で設定、ジグソー活動の様子から前もって発表を指名し、準備をさせた。選んだグループは、早めに考えがまとまったグループや生育環境と種類の植物の形態を関連づけて考えることがで

きているグループ、進化の過程を夢中で考えているグループとした。本時の課題は、定まった解がなく、植物の多様性と共通性の意味を生育環境や進化の過程と関連づけて考えるものになっているため、多様な考えをクロストークで発表させることを意識した。また、より自分の納得いく解を構築するために発表グループには、積極的に質疑をしていくことを伝えた。

(5) 授業実践の分析

① 問いと科学的思考

本校理科では、「科学的に探究し問いつける生徒の育成」を主題として授業づくりに取り組んできた。ここでは、毎時間の OPP シートに記録された「問いと問いの土台」から、問いが科学的な探究により生じたものなのかを表1を基に分類し分析していく。

批判的思考が1~3人いるが、問いのほとんどは、知識と推論力に関するもので占めていた。科学の性質とされる客観性、合理性、実証性に関する問い、科学的思考を伴わない問いを持った生徒はいなかった。それは、全ての授業に共通していることであった。

問いの大半を占めていた知識と推論力に関する問いの推移を見ていくと、1/7時間では39名中35名の生徒が知識に関する問いを持っていた。授業を進めると推論力に関する問いが知識に関する問いを上回るようになっていた。

問いを持つことの重要性は、昨年度から生徒に伝えて続けており、毎時間の授業の中で疑問に思うことは問いとして記録させている。本単元で生じた問いを科学的思考に必要な要素のどれにあてはまるのか分類してみた。その結果が表4と図5である。なお、6/7時は今までの問いの調べ学習なので、問いを記録させていない。

今回知識に関する問いに分類したものは、「〇〇とは何？」などの学習した用語について問うたものである。また、推論力に関する問いは「〇〇でこうだから△△ではこうなるだろう」という自然現象の原理原則を利用して論理的な推測しているものである。

本単元で生じた問いの大半を占める双方が授業を進めるに当たって割合が逆転している。これは、授業を重ねるごとに知識が増え、それを基に推論する力が身に付いてきたことが理由だと考えた。その中でも著しく推論力による問いが増加したのが、4/7時で、シダ植物の特徴について学習した授業である。

表4 単元で生じた問いの割り振り(全39人)

	1/7時	2/7時	3/7時	4/7時	5/7時	7/7時
客観性	0	0	0	0	0	0
合理性	0	0	0	0	0	0
実証性	0	0	0	0	0	0
推論力	2	3	9	16	19	21
知識	35	34	28	19	17	18
批判的思考	1	2	2	3	3	0
その他	0	0	0	0	0	0

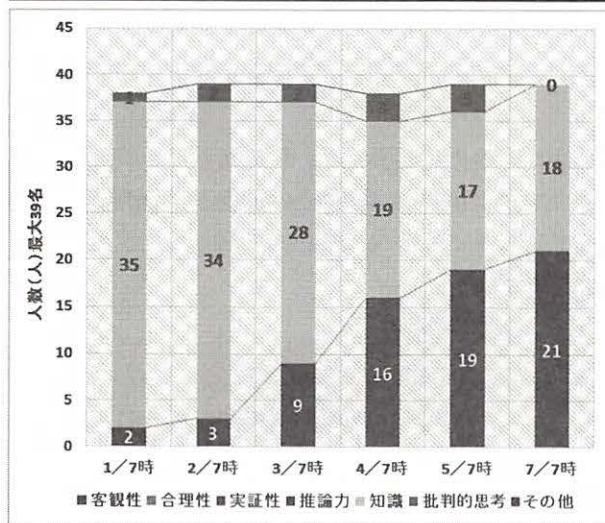


図5 科学的思考に必要な要素から見た問いを抱いた生徒数の推移

小学校からこれまでの学習は、種子植物を対象とした内容がほとんどであった。それが、種子をつくらず、花も咲かない等、種子植物にはない特徴をもつシダ植物を目の当たりにしたことで、種子植物と比較して推論し、疑問に感じているのではないかと考える。また、単元を貫く課題や植物が生きるために共通して行っているはたらきを意識させることで、学習内容から外れることなく問うことができているように感じた。

次に科学の性質を問うものが全くない理由についても考えた。本単元では、課題に対して実験により、客観性、合理性、実証性を検証したりする探究活動は計画になく、観察は植物の特徴を比較するために行うものになっている。そのため、科学の性質に関する問いが生徒から生まれなかったと思われる。

② 学習後も広がる問い

本単元は、単元末に知識構成型ジグソー法で、植物の多様性と共通性を生育環境や進化と関連づけて課題を設定し、取り組ませた。授業のようすは、活発にグループと対話し、主体的に課題に取り組んでいる姿が

見られ、生徒A、Bの個人まとめからもそのようなことが伺える(図6)。生徒Aは、水の確保、呼吸・光合成の仕方、育つ場所のちがいに着目し、それぞれの適応方法を説明できており、生徒Bは生殖方法のちがいの部分で、有性生殖のことも記述している。これは、エキスパート資料にはないが、本単元前に花のつくりについて学習したときの内容である。

本時の授業後に記述させた問いは、推論力を問うものが単元の中で一番多く生まれていた。その内容は、これまでの授業の問いとはちがう、興味深いものになっており、大きく分けて2つ見ることができた。

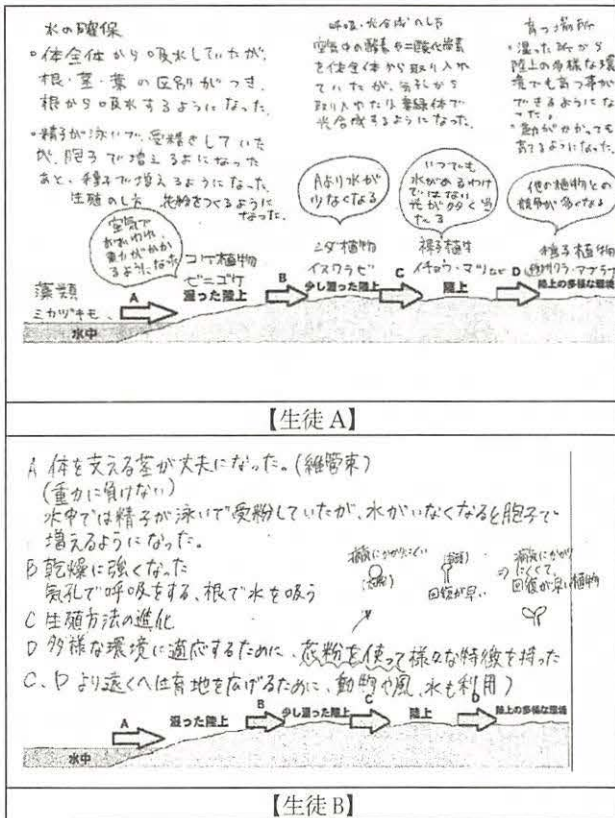


図6 授業後、生徒A、生徒Bの個人まとめの記述

1つは、単元を超えた範囲へ広がっている問いである。例えば、「なぜ、環境に合わせて多様に進化することができたのか」や「進化してきたことがなぜわかるのか」、「急には進化しないと思うので、途中経過の部分が知りたい」などのその問いを解くには、今後学習する遺伝のしくみや地学分野の知識が必要になる問いが生じている。これは、本単元で学習したことが今後の学習へ活かされることにつながる。分野ごとに学習させている中学校理科ではあるが、実は分野を超えてつながっている。このことを感じて欲しいと考え

ている理科教師として、このような問いが生まれたことを嬉しく感じた。

次に確認できたことは、これまで植物分野で学習してきたことを振りかえる問いが多く見られたことである。例えば、「花の色のちがいや形(離弁花、合弁花)のちがいに理由があるのか。あるかもしれないと思う」や「コケ植物は根や維管束がなく体の表面から吸水するが、その水や養分はどうやって体中に運ぶのか」「単子葉類と双子葉類の維管束の位置のちがいは何のちがいなのか」など、今まで知識として鵜呑みにして理解してきたことに根拠があるのではないかと疑問に感じるようになってきている。これは、ジグソー学習で課題に取り組んだことで、多くの植物の形態には意味があることを感じ、これまで学習してきた知識を振りかえっているのではないかと考える。

このように、単元末の知識構成型ジグソー法による主体的対話的な学びにより、学習を振り返る問いや今後の学習へ広がる問いが新たに生まれ、深い学びへとつながっていくことを確認できたように感じる。

③ 実践を踏まえた授業の改善点

本実践では、OPPシートに記録された問いを科学的思考に必要な要素に振り分け、推移を見ていく中で見えてきた改善点を上げる。

本実践で授業者側が、科学的思考に必要な要素を基に行った生徒の問いのみをとりを生徒にも丁寧にさせることである。本実践で使用したOPPシートには、「私の問いつづける姿」という欄を設けており、単元を通して自分の問いについて振りかえることができるようになっている。それは、問いの振り返りを通して自分の学びの評価を行い、メタ認知能力を養う目的になっている。今回、単元学習後にOPPシートに問いの振り返りとして記入させた。しかし、問いの重要性を感想文のように記述することに留まり、単元の中で自分が抱いた問いがどのように解決され、さらに新たな問いが生まれたのか1つ1つ丁寧に評価することができていなかった。科学的に探究し問いつづけるには、自分の思考が科学的になっているのかをメタ認知することが、重要であると考え。そのためには自分の問いを評価するための基準になるものを与えることが必要と考える。授業者と生徒の両方で問いを丁寧に評価し、問いの質を上げていくことで、科学的に探究し問いつづける生徒を育成していきたい。

2 3 学年実践事例「化学変化とイオン」

(1) 主題

ダニエル電池を深く学ぼう

(2) 目標

- ・ダニエル電池に電流が流れるしくみをイオンのモデルと関連づけ根拠をもって説明することができる。
- ・ボルタ電池、ダニエル電池のつくりと電解質水溶液中での化学変化を比較することで、ダニエルがボルタ電池をどのように改良したかったか考え、根拠をあげて説明することができる。

(3) 本実践の目的

単元「化学変化とイオン」は、小学校で学習する「物と重さ」にはじまり、高等学校の「物質の構成粒子」に至る「粒子」概念を繋ぐ単元である。学習指導要領では、本単元のねらいを「水溶液の電気的な性質や酸とアルカリの性質について観察、実験を行い、結果を分析的に解釈し、水溶液の電気伝導性や中和反応について理解させイオンのモデルと関連づけてみる微視的な見方や考え方を養うこと」としている。そこで、単元を第1章「原子と周期表」、第2章「水溶液とイオン」第3章「化学変化と電池」、第4章「酸、アルカリとイオン」の構成とした。

本時は、第3章「化学変化と電池」の5/5時のまとめにあたり習得した知識や考え方を活用する場である。知識構成型ジグソー法を取り入れ、メイン課題「ダニエル電池に電流が流れるしくみをイオンのモデルを使って説明しよう」に迫ることで、電池の電極と電解質水溶液中で起こる化学変化について深く考えさせたい。その結果、生徒一人ひとりが、イオンのモデルを用い微視的な見方や考え方で電池に起きる化学的な事象を説明できるようになることを期待する。

(4) 実践内容

① 学びを深める単元デザイン

生徒が主体性を持って課題に取り組み、仲間との対話を通して学びを深め、最終的に自分なりの納得を得ることができるよう小単元を構想した。表5は、小単元「化学変化と電池」の学習内容と課題である。今回は、学習指導要領の改訂に伴い扱われるようになるダニエル電池を深く学ぶことができるようにした。具体的にはイオン化傾向、電子とイオンの挙動を個人の探究活動を取り入れることで主体的に学ばせ、その上で、より構造が複雑になるダニエル電池に電流が流れるしくみを考えさせた。さらに、知識の活用を図る上で課

題「ダニエルはどのような電池をつくりたかったのか」に取り組みさせた。

② 問いが見える OPP シート

授業のまとめは、全5時間ともOPPシートを用い、それ以外のワークシートは使用しなかった。OPPシートの構成は、先掲の図3に示した通りである。今年度は、毎時間「授業の要点(学習履歴)」内に設けた「問いの土台」に問いの根拠を記録させ、授業後、問いが科学的な探究によるものなのかのみとりを行った。なお、みとりは、表1を基に行い、問いや問いの根拠の記述内容が「客観性」「合理性」「実証性」「推論する力」「知識」「批判的思考」のいずれにあてはまるか分類を試みた。

③ 授業の流れ

本時の授業の概略を表6に示す。

表6 本時の学習内容と流れ

時間	生徒の活動
10分	<ul style="list-style-type: none"> ・課題の把握 「ダニエル電池に電流が流れるしくみをイオンのモデルを使って説明しよう。」 ・ダニエル電池の観察 ・問いについて予想
10分	<p>【エキスパート活動】</p> <ul style="list-style-type: none"> エキスパートA「溶液の電気的な性質」 エキスパートB「素焼きの秘密」 エキスパートC「+極側の電子の争奪」
15分	<p>【ジグソー活動】</p> <p>それぞれのエキスパートの知識を統合し課題の解決に迫る。</p>
10分	<p>【クロストーク】</p> <p>班の発表を聞き、相互吟味へ経て班の考えを見直す。</p>
5分	<ul style="list-style-type: none"> ・問いについてのまとめ 問いに対する学習後の自分の考えをOPPシートにまとめる。

(ア) エキスパート活動

エキスパート活動は、1グループ4人としグループで3つの資料(A、B、C)のいずれか1つを担当した。活動は、各人が資料を精読し、資料に設けられた課題を班員で解く流れとした。資料の要点は次のとおりである。

資料A 溶液の電気的な性質

- ・溶液は、陽イオンと陰イオンでバランスをとろうとする性質があること
- ・素焼きの板を介したイオンの移動はこの性質によること
- ・ダニエル電池では、+極側が-に偏らないように-極側の亜鉛イオン(Zn^{2+})が+極側に移動すると

もに、一極側の硫酸イオン (SO_4^{2-}) も+極側に移動すること

資料B 素焼きの秘密

- ・ダニエル電池は、電極に亜鉛 (Zn) と銅 (Cu)、電解質水溶液に硫酸亜鉛 (ZnSO_4) と硫酸銅 (CuSO_4) を用いていること
- ・2種類の電解質水溶液を素焼きの板でしきり、小さな孔からイオンなどが移動できること
- ・+極では、銅イオン (Cu^{2+}) が電子を受け取り銅として析出すること

資料C +極側の電子の争奪

- ・金属は陽イオンになる性質があり「イオン化傾向」と呼ばれていること。
- ・「イオン化傾向」が大きい原子ほどイオンになりやすく、小さい原子ほどイオンになりにくいいため、金属として析出しやすいこと
- ・ダニエル電池の+極側では亜鉛イオン (Zn^{2+}) と銅イオン (Cu^{2+}) が存在し、イオン化傾向の小さい銅が優先的に析出すること

(イ) ジグソー活動

ジグソー活動は、1グループ3人としトランプで振り分けた。まず、それぞれエキスパート活動で得た情報を共有し、その後、課題「ダニエル電池に電流が流れるしくみをイオンのモデルを使って説明しよう。」に取り組みさせた。今回の授業ではイオンや電子の挙動と電流の関係という難解な概念を扱うため、資料に図やイラストを多用したり、イオンのモデル (ホワイトボード上のマグネット) を使用してまとめさせるなどの工夫を施した。また、先行したクラスの授業で、生徒が思考し、解の探索・解決を行う際、その拠り所として事象の観察が大きな役割を果たすことがわかった。そこで、ダニエル電池を提示し、活動中は、自由に観察させることで思考の助けとした。まとめは、ホワイトボード上のイオンのモデルに加えてイラストを記入させた。説明文の記入は概略にとどめるが、発表の際は他の生徒にわかりやすくすべく、補足的な説明を入れるように伝えた。

(ウ) クロストーク

先行した他のクラスで、ジグソー活動の終盤、考えが行き詰まり、対話が途切れる班が見られた。観察すると、その班ではエキスパートの情報を伝え合っているものの、それぞれの考えを統合してモデルを操作する場面で手が止まっていた。この反省から、授業ではクロストークで意見や考えを出し合い、建設的な学

びが起きやすい雰囲気をつくり出すことがカギになると考えた。そこで、ジグソー活動の際、ホワイトボードの記述内容や生徒の発話から、発表させる班を選んだ。正解主義に陥らず、自由に意見の交換が行われるよう日頃目立って発言はしないが、今回の授業で発表への意欲を示した生徒に発表をお願いした。クロストークの前に、発表者の考えを基に皆で試行錯誤することでより良い解を探していく姿勢が大切であることを伝え、発表を行わせた (図7)。

まとめでは、新たな気づきや問いつづける姿勢が科学を学ぶ上で大切な態度であることを強調し、OPPシートの記入をさせた。

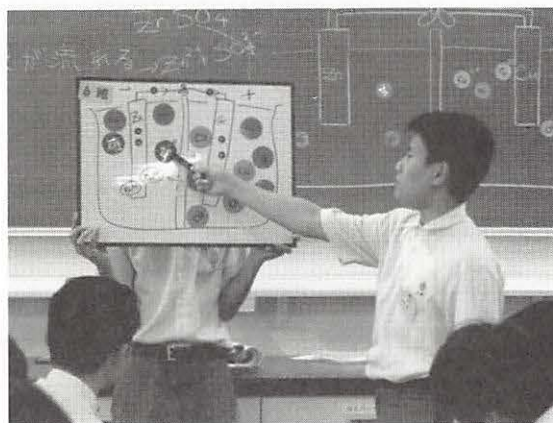


図7 クロストークで積極的に自分の考えを発表する生徒のようす

(5) 授業実践の分析

① 問いと科学的思考

本校理科では「科学的に探究し問いつづける生徒の育成」をメインテーマに掲げ授業実践に取り組んできた。参考として生徒Yが作成したOPPシートを図8、図9に示す。ここでは、ある学級37名のOPPシートに残された「問い」と科学的思考について分析していく。

昨年度の取り組みにより、生徒は、授業の中で疑問や不思議に思ったり、既存の概念では納得いかないことなどに直面した時に問いを持つことが分かった。それが単元の中で何らかのきっかけで解決されたり、または解決されない場合もあることをOPPシートの記録から知ることができた。そこで見えてきたことは、問いには様々なものがあり、批判的態度や省察的懷疑を伴わないものも含まれるということである。言い換えると、見かけに惑わされ本質に迫ることなく単発的

に生じる問いもあるということである。そこで、今回は OPP シートに「問いとその土台」を設け、問いの背景を知ることによって生徒の思考を知る手掛かりとした。

問いの分析は、授業で問い抱いた人数と、その問いが科学的思考のどの要素にあてはまるか分類した。その結果を表 7、図 10 に示す。1/5 時、2/5 時で全ての生徒が何らかの問いを抱いていた。その数は、3/5 時で減少し、4/5 時では 28 人と最小、5/5 時で、再び 37 人となった。次に、質的な変化を見てみる。程度の差はあるが、問いのほとんどは、知識と推論力に関するもので占められ、これは全ての授業に共通していた。科学的思考を伴わない問いをもった人数は、3/5 時を除き、3 人と少なく全体の約 8%であった。実証性は 1 人～6 人の幅で変化するが、客観性、合理性、批判的思考についてはほとんどいなかった。

上記の結果が得られた要因について授業の内容、形態、発問などの授業者の視点を踏まえて考えてみる。

表 7 単元での問いを抱いた人数 (全 37 人)

	1/5 時	2/5 時	3/5 時	4/5 時	5/5 時
客観性	0	0	0	0	0
合理性	0	0	0	0	1
実証性	3	1	6	2	5
推論力	13	16	14	5	5
知識	18	17	14	18	22
批判的思考	0	0	1	0	1
その他	3	3	0	3	3

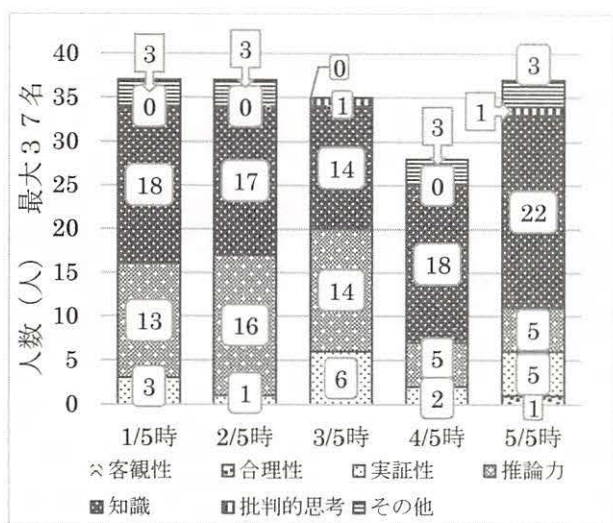


図 10 科学的思考に必要な要素で見た問いを抱いた生徒数の推移

まず、問いを抱いた生徒数は授業の課題に大きく影響すると思われる。1/5 時～3/5 時は、ボルタ電池に電流が流れるしくみを探究する授業と位置付けた。人数が最も少なかった 4/5 時は、探究した結果を表出する場面で思考の収束が求められる時間であった。5/5 時で再び多くなったのは、ダニエル電池の学習を終え、生徒が、次の新たな問いを持ちはじめたためだと考える。着目すべきは、科学的思考の要素の移り変わりである。1/5 時 13 人だった推論力が 2/5 時 16 人と増加し、3/5 時 14 人と推移している。2/5 時は、化学電池を理解する上で肝となるイオン化傾向を深く理解するために考案したものである。硫酸銅水溶液に入れた亜鉛の表面が黒くなったことに驚きと、納得を得ようと思考する生徒のようすを OPP シートの記述からも垣間見ることができる。一方、4/5 時では「ボルタ電池の電極を変えたらどれくらいの電圧が発生するか?」「電圧はどれくらいか?」など電池の性能を問うものが多く、なんらかの推論ができた生徒は 5 人と顕著に少なくなった。このことから、課題提示から解決までの間で生徒の問いは、情報や原理・原則などの知識を問う「何?」から、事象・現象のメカニズムを批判的に思考したり推論したりする「なぜ?」「どのように?」へと質的に変化していることがわかった。

多くの理科教師は、実験で事象を提示した後、生徒が夢中になって何度も器具・教具を手にとり試行錯誤をくり返し解に迫る姿を見た経験をもっている。筆者は、この何気ない教室で起こっている現象にこそ、「科学的に探究し問いつづける生徒の育成」のカギが隠されていることを今回の実践を通して痛切に感じさせられた。今後は更に科学的思考に必要な要素とそれを引き出す因子について追究していきたい。

② 問いつづけることで涵養される深く学ぶ力

今回、最終的に生徒に身につけて欲しい力をイメージしながら単元的设计に取り組んだ。ダニエル電池の学習に必要な「原子とイオン」「イオン化傾向」「電解質溶液内での電子とイオンの挙動」については、1/5 時に知識構成型ジグソー法、2/5 時と 3/5 時に探究学習を取り入れることで知識の定着を図った。その中での興味深い事例をここで紹介する。1/5 時の導入でボルタ電池を製作し観察させた。ほとんどの生徒が、陰極(亜鉛板)と陽極(銅板)の両方から気体(水素)が発生することを確認していた。その後、エキスパー

ト活動、クロストークと移り、最後に個人でのまとめを行った。図 11 は生徒 B の記述である。そこには、亜鉛板の電子が溶液中の水素イオンに電子を渡し、水素分子となって空气中に放出されるようすが記されている。この生徒を含め 6 人の生徒だけが陰極（亜鉛板）から気体が発生することをイラストや説明文にあげていた（導入時は、全員が気づいていたのだが）。確かにエキスパート活動で使った図では、陰極での水素の発生を明記せず、説明も加えなかった。と言うのも、この事象については、電池の学習が難しくなるため、生徒の混乱を避ける意味でも詳しく扱わない方がいいという考え方を汲んだからである。つまり、多くの生徒は、自分の気づきを資料の情報で塗り替えようとしたと思われる。

しかし、単元が進む中で、どうしてもこの問題を避けて通ることができなくなった。それは、イオン化傾向の学習で起きた。ボルタ電池では、扱う溶媒の中に水素を含むため、亜鉛と銅のどちらがイオンに成りやすいかという問題に加えて水素との関係が生じてくるからである。学習後、生徒は、再び亜鉛板からの水素の存在が亜鉛と水素のイオン化傾向で説明できることに気づくことになる。このような生徒の認知的葛藤は、2/5 時、3/5 時の中で解決され、学習後のイラストや説明文への記載として現れる。図 12 は、陰極で発生する気体に言及した生徒数を学習前後で比較したものである。最終的には、24 人も生徒が陰極（亜鉛板）からの水素の発生を記載するに至っている。このことから、難しく学習を混乱させると考えられている箇所であっても、事象に対峙し、納得を得たいと学ぶ姿勢が深く学ぶ力を涵養するのではないだろうか考える。生徒 B は 1/5 時の「問いと問いの土台」に次

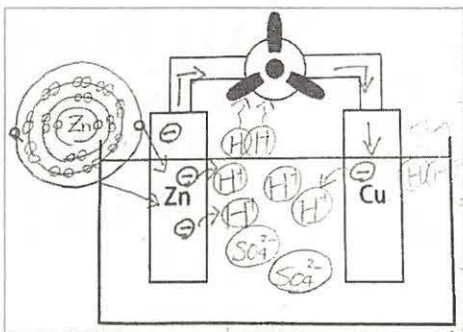


図 11 生徒 B が記したボルタ電池に電流が流れるしくみを説明した図（1/5 時まとめ）

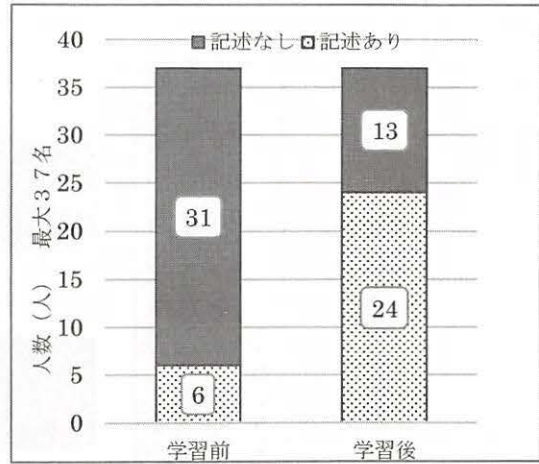


図 12 陰極で発生する気体に言及した生徒数の変化

のように記している。

【問い】

Zn と Cu の気体の量はどれだけ違うか？

【問いの根拠】

Zn はよく気体がでたけど Cu は少ししかでなかったから H⁺ にもっていかれるものと導線を通るものの差を知りたくなったから。

この生徒は、単元終了後、筆者のもとを訪れ授業の続きを自由研究でやってみたくて申し出て、夏休みを利用して研究を行い、レポートとしてまとめることができた。授業で生じた小さな問いが、次の問いを生み、解決のために探索することで学びに向かう力が涵養された事例である。最後に、生徒自身が自分の学びをどのように感じ評価しているのか、ある生徒の「問い続ける私の姿」から紹介して終わりとする。

最初の自分の問いだった「なぜ亜鉛板からも水素がでてきたのか」ということは教科書にも理由がのっておらずとても大きな疑問として自分の中にありました。なので次の授業の実験によってその理由について知ることができたのはとてもうれしかったし自分の中で納得できました。それを踏まえて電流の流れるしくみについて考えたとき最初の疑問がすべてスッキリして筋の通った説明をすることができてうれしかったです。（原文ママ）

1/5時 (学習前) 学習前

課題「ボルタ電池に、電流が流れるしくみを説明しよう」

亜鉛は何らかの水素が発生する

$H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$

4/5時 (学習後) 学習後

課題「ボルタ電池に、電流が流れるしくみを説明しよう」

H_2SO_4 の溶液で Zn と Cu を入れると、Zn の方がイオン化傾向が大きいから、Zn の方が陰極となり、Cu の方が陽極となる。Zn の方が Cu よりイオン化傾向が高いから、Zn は電子を失ってイオンになり、 H^+ はイオン化傾向が低く、原子に付いたため、 H^+ が電子を奪って、分子になって空気中に出ていきます。ボルタ電池には 2つの道がある。1つは、導線を通って電子を送って、Cu 板に電子が蓄積して、 H^+ が電子を奪って、 H_2 が発生する。もう一つは、 H^+ が電子を奪って、 H_2 が発生する。Zn 板は黒くなるのは、 Zn^{2+} が析出するからとわかる。

5/5時 発展学習

課題「ダニエル電池に電流が流れるしくみを説明しよう」

Zn はイオン化傾向が高いから、Zn は亜鉛イオンになりたいから、Zn からのイオンを2つ放して、 Zn^{2+} となる。そして、Cu 板にイオンが移動して、 Cu^{2+} はイオン化傾向が低いから、原子にならうとして、Cu 板にいた電子を受け取って、銅原子となる。そして、陽極側はイオンがなくなるから、洗剤で Zn^{2+} の亜鉛イオンが陽極側にいて、 SO_4^{2-} が陰極側にいて、陰極側に移動するのは Zn の体が無い。イオンの数が合った。それによって、ダニエル電池はつくられる。

学習前と学習後では、あなたの考えはどのように変わりましたか？
イオン化傾向の特徴と物質を知ることで、水素(H)が電子を奪って、共有結合して空気中に出ていくことがわかった。最初の実験の泡のしくみを理解することでより考えが深まったと思います。
単元で得た知識や考え方を発展学習に活かすことができましたか？
電子の動きやイオン化傾向を上向きに使うことにより、発展学習がこのようにできたんだと思います。また、電子の受けわたしを知れたのも大きいんじゃないかなと思います。

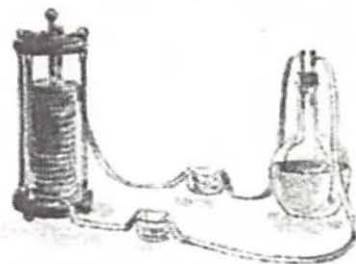
単元を終えて、もっと深く知りたくなったことは何ですか？
イオン化傾向の低いもの、2番をボルタ電池するとどうなるか反になる

3年理科

化学変化と電池

自分で考えた単元のテーマ

イオン化傾向のしくみを理解して、ボルタ電池について深く知り、説明する。そのことを他に活かすことができるようにする。



琉大附属中学校

3年 組 番 シグノー 班

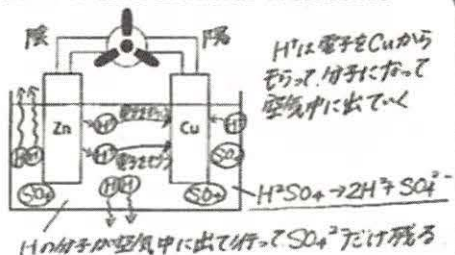
エキスパート 班

氏名 _____

図 8 生徒 A の学習履歴 (OPP シート表面)

1/5時

課題「ボルタ電池に、電流が流れるしくみを説明しよう」



【問い 問いの土台】

H⁺は陽イオンなので、陽極に電子をもらいにくいのからない、1/5時、CuとZnが電池になってから、
 【感想】
 H⁺が銅板に当たると亜鉛が水素になるといつの間にか思い出した。

4/5時 (前半20分)

探究活動【学び合い・調べ合い】

? ZnからH⁺がもらっている、H⁺は空気中にH₂が出ていくはずなのに、実験したら、Cuから少量の泡が出てきたのはなぜかわからない。 H₂SO₄
 A. 3/5時の時に導線がつながらなかつたとき、電子は移動されないと、導線がつながったときにZnの電子がCuに移動されて、H⁺がそれをとりかき、Cuの周りから水素分子が出てきたからなる。2つの道があることを理解した。
 【問い 問いの土台】
 このイオン化傾向でZnからH⁺に変わると思っていたけど、電子を奪ってH⁺に変わる
 【感想】
 今までやってきたことを調べることで、みんながもっと深く知れたような感じがしました

2/5時

授業のテーマ

「イオン化傾向を理解して説明する」

イオン化傾向
 K Ca Na Mg Al (Zn) Fe N Sn Pb (H) Cu Hg...
 硫酸と亜鉛は水素が発生するけど、硫酸と銅は水素が発生しない。 CuSO₄
 ↓ Fe ZnはH⁺に電子が奪われてH₂分子になっていく。 CuはZnよりイオンになりたがるから、直接対決でCuSO₄に亜鉛を入れるとCuは原子になりたくて、亜鉛はイオンになりたくて、Cuが亜鉛を包んでおくと、亜鉛の色、銀色から、Cuに包まれるから黒色になる。
 【問い 問いの土台】
 CuとH⁺はH₂分子になっていく。 ZnはCuよりイオンになりたがるから、直接対決でCuSO₄に亜鉛を入れるとCuは原子になりたくて、亜鉛はイオンになりたくて、Cuが亜鉛を包んでおくと、亜鉛の色、銀色から、Cuに包まれるから黒色になる。
 【感想】
 CuにZnが包まれるのは分かるけど、どうして黒色になるのかわからない。 Znの電子がCuに奪われて、H⁺に奪われて、H₂分子になる。イオン化傾向を上手く使うことで、なんとなく分かった気がした。黒色が真になる。

CT-BOX (同じつづける私の姿：授業で抱いた問いはどのように解決していったのだろうか?) ※単元の学習後に記入

最初の授業と後の授業ではとって考え方が変化して、探究活動でちゃんと考えが深められてとてよかった。理由は、先生がZnはH⁺になる、っていう、H⁺でどうなるのかとか、しつこくかかったから。そこからいろいろと発展していったかと思われた。イオン化傾向を知ること、もっとこの実験の深いところまでいったから、とって考える授業でとってよかった。亜鉛が黒色になった3/5時、問題として、黒色になるのか真にたっていて、そこを知らなくて、H⁺から、という発見ができてとて興味をもった授業だった。最初からたくさん理解できなかった。

3/5時

授業のテーマ

「電解食水溶液中イオンと電子のふるまい」

導線をつけないで、ZnとCu板を入れた場合、イオン化傾向の強いZnは、H⁺を奪ってH₂分子になって、空気中にH₂が出ていくことになる。Cuは反応しない。次に導線をつなげて陰極にZn、陽極にCu板を入れた場合、電子は回っている。ZnからH⁺が出ていくのもあれは、Cuに水素が電子をもらいにくくもある。
 【問い 問いの土台】
 導線をつなげた場合、Znから出た水素は空気中に出るはずなのに、Cuから少しのH⁺が出るのはどうして、電子が回っているのといけなくて、みんな、泡が出るのが真の当たったから面白い。

VI 成果と課題

1 成果

今回、全ての学年・学級で OPP シートを活用した授業を実践することができた。学習履歴から生徒の思考や学びの状態をみとることで、複数の教師が学びについて共通した認識をもつことができたことは、大きな成果であった。その他の成果は次の通りである。

- ・深い学びを引き起こすための授業に必要な要素を意識して日々の授業を工夫することで、日々の授業の課題や発問が変わってきた。
- ・単元を一つのユニットとして捉え授業を構想することができた。これにより、授業の繋がりをこれまで以上に意識するようになった。
- ・生徒の「問いとその土台」を分析することで、問いの大部分は科学的思考によるもので、その中でも知識や推察に関するものが多くを占めることが分かった。
- ・問いの量や質は、授業の形態や内容、教師の発問に影響されることが実践の分析から明らかとなった。
- ・授業終了後も教室に残り議論する生徒や教師に質問する生徒が多くなった。生徒の質問も「なに？」から「どうして？」や「どんなふうに？」などの根拠を問うものが増えてきている。

2 課題

今年度は、「問いの土台」を記述させることで問いの生まれた背景を知ることができた。一方で、新たな課題が出てきた。それは、科学的思考の中でもとりわけ推論に関しては、様々な場合を含み、より詳細な分類が必要と感じた。その他の課題は次の通りである。

- ・生徒の抱いた問いには、単元内で解決されるものもあれば、そのまま残ってしまうものがある。個々の問いを昇華するための時間の確保や方略について検討する必要がある。
- ・OPP シートには、生徒の学習活動の軌跡が残されている。特に「CT-BOX:問い続ける私の姿」には、抱いた問いをどのように解決していったのかが記されており、自己の学びを振り返ることができる。メタ認知させることは、学びに向かう力の育成に有用と考える。今後は、この活用にも取り組んでみたい。
- ・単元内の授業は、単元を貫く課題を解決するためのつくりとなっている。教師が発問を工夫することでさらに反省的思考を促し課題の解決に繋げることができると考える。

参考文献・引用文献

- (1) 中央教育審議会「幼稚園、小学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領の改善及び必要な方策等について（答申）」、2016年12月21日
- (2) 沖縄県教育委員会「学力向上推進プロジェクト-授業改善6つの方策-」、2016年12月、p.8
- (3) 琉球大学教育学部附属中学校『研究紀要』第29集、2017年、p.62
- (4) 寺元貴啓・後藤顕一・藤江康彦「六つの要素で読み解く！小学校アクティブ・ラーニングの授業のすべて」東洋館出版社、2016年
- (5) 金田真弥他「理科学習で科学的思考力を育成するために必要な条件に関する研究」岡山大学教師教育開発センター紀要第6号別冊、2016年
- (6) 道田泰司「最強のクリティカルシンキング・マップ」日本経済新聞出版社、2012年、p.108-119
- (7) 琉球大学教育学部附属中学校『研究紀要』第27集、2015年、p.96
- (8) 堀哲夫「一枚ポートフォリオ評価 OPPA、一枚の用紙の可能性」、2013年、p.57