

学習内容の深い理解を促す中学校理科の授業（第一年次） —自らの考えを広げ深める力と論理的思考力を高める学習活動の工夫—

長期研究員 志賀 匡行

《研究の要旨》

他者との対話的・協働的な活動において、学習課題と知識・経験を関連付けることや、思考過程を整理したり、自分の言葉で表現したりすることを経験することで、学習内容を体系的にとらえ、科学的概念を構築する「深い理解」を促すことが期待できる。今年度は、生徒が探究の過程の中で「見通し」と「振り返り」を繰り返しながら、自らの考えを広げ深める力や、論理的思考力を高める効果的な指導方法について研究を行った。

I 研究の趣旨

新学習指導要領では、自然の事物・事象に関わり、「理科の見方・考え方」を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、自然の事物・現象を科学的に探究するために必要な資質・能力の育成を目指している。そのため、言語活動を充実させ、生徒が学習の見通しを立てたり、学習内容を振り返ったりする活動を、計画的に取り入れ、工夫しなければならないとしている。

理科の授業において、生徒が学習内容を深く理解するためには、二つの視点に着目する必要があると考える。一つは、他者との対話的な活動において、学習課題を既有知識や日常生活の経験と関連付けながら、問題解決の見通しをもつことである。もう一つは、観察、実験の結果から予想・仮説の妥当性を検討する中で、思考過程を整理して、自分の言葉で表現することである。これらの視点は、生徒が自らの思考過程を可視化し、整理したものを、学習の見通しをもったり学習内容を振り返ったりする際に役立てることができると考えた。そこで、第一年次研究では、自分の考えや思考過程を表現し合う活動を促し、自分の考えを広げ深める力や論理的思考力を高められるようにしたいと考え、本主題を設定した。

II 研究の概要

1 研究仮説

理科の授業において、以下の視点に基づいて指導を展開すれば、生徒に自らの考えを広げ深める力や論理的思考力を高めることができるであろう。

【視点1】 問題解決の見通しをもつ活動の工夫

【視点2】 思考過程を可視化し、整理する活動の工夫

2 研究の内容

(1) 視点1 問題解決の見通しをもつ活動の工夫

問題解決の見通しをもつには、生徒が学習課題と既有知識や日常生活での経験とを関連付けながら、予想・仮説を設定していくことが大切であると考え。そのため、

他者との対話的・協働的な活動を通して、生徒が互いの考えを共有し、整理することで問題解決の糸口となり得る根拠をもてるようにした。

(2) 視点2 思考過程を可視化し、整理する活動の工夫

自らの考えを深めるには、生徒が獲得した知識や情報などを可視化し、それを整理して科学的概念を構築していくことが大切であると考え。そのため、生徒が可視化した知識や情報を活用して解釈したり、自分の言葉や表現方法で説明したりできるようにした。

(3) 視点に対する手だて

先述の視点に対して二つの手だてを講じる。一つ目の手だては、円形の記録ボードを使った話し合い活動である。このボードは、書く向きを決めることなく、生徒が一斉に記述を行うため、自分の考えを自由に記述しやすい。そのため、全員が対等な立場に関わりやすく、互いの意見を関連付け、整理することができる。また、この活動では、色ペンや付箋紙を活用しながら互いの情報を共有し、対話や議論を通じて多様な考え方やその共通点や相違点などを理解することができる。そのため、対話型ワークショップや協働学習の場で活用されている。本研究では、生徒が協働して予想を立てたり、考察したりする場面で、円形の記録ボードによる話し合い活動を実施した。

二つ目の手だては、図1のような、「思考の補助線」のあるノート^{*1}の作成である。このノートは、「既有知識・経験」「学習内容や調べたこと・話し合ったこと」「新たな気づきや疑問」といったように、思考場面ごとを書くスペースが分割されており、視覚的に内容がとらえるやすく、理解速度が加速するとされている。

〈学習課題〉			
○既有知識・経験 これまで学習した内容 事物・現象に関連する日常生活での経験	○学習内容 めあて ・予想・仮説 ・結果の考察 ・まとめ	○調べたこと・話し合ったこと ・他者の考え ・根拠となる見方や考え方 ・実験方法 ・実験結果	○新たな気づきや疑問

*1 ノートは、A4ノートの見開き1ページを使用

図1 「思考の補助線」のあるノート

そこで、このようなノートづくりに取り組ませることにより、自らの思考過程に沿って学習内容を振り返ることができるようにした。

※1 ノートスキル指導を行う高橋政史が提唱するノート作成方法で、図1は、筆者が授業用に再構成したものである。

3 授業の実際

(1) 授業実践Ⅰ

単元名「化学変化と原子・分子」(2年生, 6時間)

本単元のねらいは、生徒が還元反応を「物質と酸素の結び付きやすさの違い」によって生じる事象であることを自分なりに解釈し、仕組みを説明できることである。そこで、「化合した酸素が取り除かれる反応は、どんな仕組みで起こっているのか」という課題を設定し、二酸化炭素中で燃焼するマグネシウムの観察や、酸化銅と炭素の混合物の加熱実験を行った。

① 視点1 問題解決の見通しをもつ活動の工夫

第1時では、「二酸化炭素中でマグネシウムが燃える」という、生徒の既有知識だけでは説明できない事象を提示した。すると、生徒たちは「なぜ、このような現象が起きたのか」と疑問を抱いた。そこで、「物が燃えるときにはどんな反応が起こっているか」という課題を設定した。問題解決の見通しをもつことができるよう、円形の記録ボードを用いた話し合い活動により、既習事項などを想起したり整理したりした。自分の考えを生徒一人一人が書き出したことで、互いの持つ知識や情報を共有し、解決の糸口となり得る様々な視点を獲得することができた。また、あるグループでは、自分の考えを付箋紙に書き出し、共通性のある考えをまとめて円形の記録ボードに貼り、見出しをつけた。その結果、それぞれの考えを比較したり、妥当性を検討したりすることができ、問題解決の見通しをもつことができたと考えられる。

② 視点2 思考過程を可視化し、整理する活動の工夫

第4・5時では、「還元反応がどのような仕組みで起きているか」という課題を設定し、酸化銅と炭素の混合物の加熱実験を行った。そして、実験結果を基にグループで円形の記録ボードを用いた話し合い活動を実施し、考察を行った(図2)。

この場面では、Aさんが「まず、Oは試験管の外に…」と酸化銅に化合していた酸素が取り除かれると述べるが、Bさんは、「CO₂が出たんだからOが1個足りない」と実験結



図2 話し合い活動の様子

果を基に反論した。すると、Cさんが「じゃあ、2個ずつにしたら?」と2人の考えを吟味した上で、改善の方向性を示した。その結果、3人は、原子のモデルを用いて、この実験での現象に対する解釈を完成させた。このように、円形の記録ボードを用いた言語活動では、自分の思考過程が可視化されるとともに、グループ内で対話を重ねることで、互いの解釈を補完し合い、思考過程が整理された結果、論理的思考力も育まれていったと考えられる。

図3は、Dさんが第4～6時の学習内容をノートにまとめたものである。②と③は、第4時の実験結果であり、これを基に、④のように反応後にできた物質を書き出し、それを化学式で表している。さらに、⑤のようなグループの話し合い活動で得られた情報を参考にし、⑥の化学反応式を完成させている。また、第6時では、二酸化炭素中でマグネシウムが燃焼した理由について、⑥や⑦を活用し、「 $2\text{Mg} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{C} + 2\text{MgO}$ 」(図3の⑧)という化学反応式を記述していることが推察される。

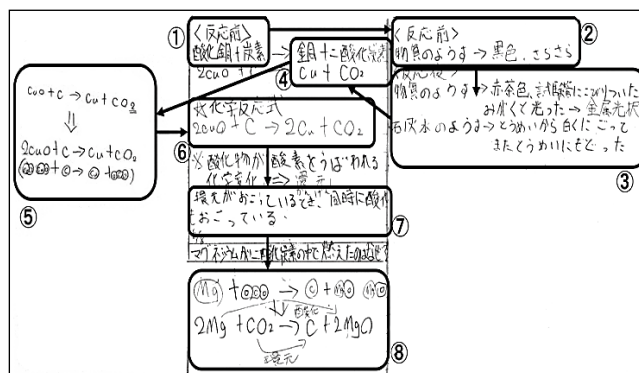


図3 思考過程が可視化されたDさんのノート

(2) 授業実践Ⅱ

単元名「動物の生活と生物の変遷」(2年生, 9時間)

本単元のねらいは、脊椎動物の体のつくりにおける段階的な共通性の存在や、化石の出現年代の違いなどから、現存の生物は、過去の生物が変化して生じてきたことを説明できることである。そこで、「なぜ、動物は進化したのか」や「どのようにして動物の進化は起こったのか」という課題を設定し、話し合いや観察などの学習活動を実施した。

① 視点1 問題解決の見通しをもつ活動の工夫

実践Ⅱでは、生徒が課題解決の見通しをもつことができるように、自由に意見を出し合うだけでなく、それらを様々な視点から吟味し、自分のグループで話し合った内容をグループ相互に説明し合う活動を取り入れた。

第1・2時の「動物が多様化していった歴史」では、円形の記録ボードに動物の名前をできるだけ多く挙げ、それらの体のつくりや働きには、どんな共通点や相違点

があるかをまとめる活動を行った。その結果、動物の多様性に気付くだけでなく、「動物がなぜ多様化したか」という課題に対し、脊椎動物の体のつくりや働きに段階的な共通点を根拠として活用し、予想を設定することができた(図4)。

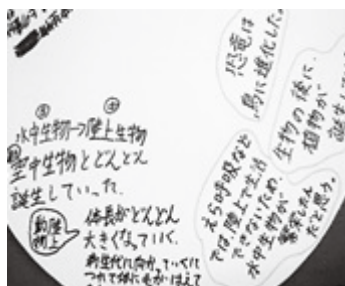


図4 根拠のある予想の記述

② 視点2 思考過程を可視化し、整理する活動の工夫

第4時において、「動物が長い年月をかけて少しずつ進化してきた証拠がどこにあるか」という課題を解決するため、イモリとカナヘビの観察を行った。その後、グループごとに観察結果をベン図にまとめ、共通点と相違点を整理させた。さらに、整理した内容を互いに説明し合う活動を行った。生徒たちは、単に情報を共有するだけでなく、ほかのグループから提供された新たな情報と、自分たちのグループの情報とを比較したり関連付けたりすることで、検証の視点を修正し、それぞれの動物を観察し直すことができた。その結果、授業の終末の観察結果を考察する場面で、25名中14名がノートに観察やグループでの話し合い活動などで得られた情報を整理し、それを根拠とした考察を記述できた。

Ⅲ 研究のまとめ

1 研究の成果

(1) 事後テストの結果分析

実践Ⅱ終了後、福島県で実施している「定着確認シート」の問題から、授業実践に関わる問題を事後テストとして活用し、サンプル校と協力校の平均正答率を比較した(図5)。知識に関する問題では、サンプル校の平均正答率を13.6ポイント上回り、思考力・判断力・表現力に関する問題においても4.1ポイント上回った。獲得した知識を記憶しているだけでなく、その内容まで理解し、科学的概念を構築することができていると考えられる。

	サンプル校 平均正答率(%)	協力校平均正答率(%) ※()内はサンプル校との差
クジラのひれとヒトの腕といったような共通したからだのつくりのことを何とよいか答える問題【知識】	72.6	86.2 (+13.6)
クジラのひれとヒトの腕でどこが共通したつくりになっている部分なのかを答える問題【思考・判断・表現】	75.2	79.3 (+4.1)

n=29

図5 実践Ⅱ後のテスト結果

また、実践Ⅱの直前に学習していた単元「動物の仲間」においても、同様の方法で問題を作成し、単元を学習した後と実践Ⅱ終了後にテストを実施した※2。実践後のテストでは、すべての問題で学習直後の正答率を上回った

(図6)。つまり、学習直後よりも、さらに1単元後に実施したテストの方がよい結果が得られた。これらを分析すると、生徒は、「思考の補助線」のあるノートづくりに取り組むことにより、既習事項を書き出し、内容を活用したり振り返ったりする機会が生じたため、自らの思考を整理し、獲得した知識と知識を関連付けて理解を深めることができたと考えられる。

	サンプル校 平均正答率(%)	学習直後の平均正答率(%) ※()内はサンプル校との差
カエルはセキツイ動物のどの分類であるかを答える問題【知識】	85.6	64.3 (-21.3)
3種類のセキツイ動物を仲間分けしたときの分類の観点来判断する問題【思考・判断・表現】	32.6	10.7 (-21.9)

n=28

	サンプル校 平均正答率(%)	1単元後の平均正答率(%) ※()内はサンプル校との差
カエルはセキツイ動物のどの分類であるかを答える問題【知識】	85.6	93.1 (+7.5)
3種類のセキツイ動物を仲間分けしたときの分類の観点来判断する問題【思考・判断・表現】	32.6	37.9 (+5.3)

n=29

図6 学習直後と1単元後の平均正答率の比較

※2 実施したテストは、すべて同じ問題を出題しているが、問題は回収し、解答、解説も行っていない。

(2) 意識調査の結果分析

「予想を基に、見通しをもって観察、実験に取り組むことができたか」という質問に肯定的な回答をした生徒の割合は、実践前の78.5%から実践後には96.6%になった。また、「話し合い活動の中で、自分の考えを広げ深めることができたと思いますか」という質問においても、肯定的な回答の割合は、実践前の62.1%から96.6%になった。生徒が互いの考えを共有し、整理したことで、新たな気付きや疑問が生まれ、見通しをもって探究の過程を進めようという意識が高まった結果であると分析できる。また、「班の友達と意見を伝えながら結果を予測し、活動できた」や「今回の授業では、なぞができて実験をして、それを明かすとまた次のなぞが出てきて、少しずつ分かっていくというのが分かりやすかったし、とても面白かった」など、他者と協働し、試行錯誤しながら、問題解決の見通しをもって学習を進めることが、学習内容を深く理解する上で有効だと感じている生徒の記述もあった。

2 今後の課題

「思考の補助線」のあるノートづくりでは、どのスペースに何を書くかを生徒が自分で判断できるようになることで、主体的に学ぶ意識が高まると考える。自らの考えを広げ深める力を高めるには、円形の記録ボードを起点に、説明活動の工夫や概念地図の作成、思考ツールを活用した指導方法などの検討が必要である。学習内容の深い理解を促すため、生徒が自らの学習を価値付けるルーブリック評価や、生徒の思考過程を適切に評価するパフォーマンス課題の有用性を今後検討していきたい。