

生徒一人一人が疑問を持ち、自己の思考を明確にして追究する

理科授業の工夫

—思考の可視化に注目して—

小林 勇志（教育実践コース）

1 問題意識

筆者は学部段階で理科教育におけるアクティブラーニングについての概念理解を進めてきた。そこでの検討を通して、教職大学院でも、アクティブラーニングの考え方を基盤として、生徒の理解の状況を捉える「思考の可視化」に注目して取り組んだ。

2 主体的な理科授業とは

(1) 主体的な理科授業と概念整理

21世紀の社会は科学技術の進歩が目まぐるしく、現在では予期しない課題に新たな解決策を生み出すことの必要性が高まる。現代社会に対応していくために学校教育においては、子ども達が自らの知識の結びつきをつくり、思考力と想像力を育むことが重要である。単語を暗記したり、機械的に板書を書き写したりするような教師が一方的に知識を伝達する授業では求める力は育成できない。授業の課題を学習者自身が解明したいと積極的に認識し、様々な挑戦や思考を行いながら課題を解決することで育むことができると考える。学習指導要領でも、学習者が主体的に学習に向き合う授業が求められている。筆者は主体的な学びとは何かを考える際に主体的な学びとほぼ同義とされているアクティブラーニングの定義を調べた。アクティブラーニングはアメリカの学者ボンウェルとアイソン¹⁾をはじめとして、中央教育審議会答申「新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて一生涯学び続け、主体的に考える力を育成する大学へ」²⁾などにより定義されており、溝上(2014)³⁾によれば「一方向的な知識伝達型講義を聴くという(受動的)学習を乗り越える意味での、あらゆる能動的な学習のこと。能動的な学習には、書く・話す・発表するなどの活動への関与と、そこで生じる認知プロセスの外化を伴う」とされている。

筆者は、主体的な学習とは「書く・話す・発表するなどの活動への関与と、そこで生じる認知プロセスの外化を伴う」という定義を援用する。

(2) 認知プロセスで見られる「理解」

理科教育では、数多くの科学的概念を学習するが、これらの中には学習者がすでに日常において経験している知識(日常経験知)と矛盾する場合もある。この点について、田島(2010)⁴⁾は、「教師の提示した科学的概念の意味と日常経験知との関連を解釈・説明できない「分かったつもり」の生徒たちは、概念を「理解」したことにはならない」と述べている。一方で、日常経験知に基づいて科学的概念を解釈した生徒は「理解」していると言えるとしている。

加えて、生徒達は、日常経験で得ている知識とは異なっているが、また、納得できなくても、教師や教科書に示されている概念を受け入れようとする姿があることを示している。重要なのは、求められる概念の理解と生徒の状況のズレを次への可能性を持つ状況として捉えている点であると考ええる。

筆者の探究課題に関わりの深い「思考の可視化」も、生徒がどのように考えているのかを求め、違いやズレを見える形にするものである。取り組む理科授業でも、生徒の概念理解や学習内容の理解の状況や考えるプロセスを可視化できるように検討を進める。

(3) 思考の可視化に着目した実践

授業の過程で、生徒がどのように学び理解を深めるのか、どのようなつまづきが発生しているのかの把握は重要である。そこで、思考ツールなどを用いて生徒の思考を可視化、分析している先行研究に着目し、留意点を整理した。

森光、中城(2020)⁵⁾の先行研究によれば、効果的に思考ツールが活用された学習過程は、「個人→班活動→全体共有」の流れを持つものであった。また、鈴木(2017)⁶⁾の研究では、生徒が観察、実験の結果から考察する力を育てる学習指導の在り方を探っている。この研究からは、生徒の思考を可視化させること、それも段階的に思考することができる工夫の重要性が分かった。さらに、山田ら(2018)⁷⁾は、中学校理科授業において主体

的・協働的な学びを促す指導方法について、探究活動の過程で、見通しを持って学習に取り組むことやその過程の各段階で適切な助言やヒントが重要であることを実証的に明らかにしている。

以上、生徒の主体的な学びを成立させるためには、教師と生徒の双方が外化した理解の状況を捉えることが重要であること、生徒の「分かったつもり」の状況を捉えることの重要性を確認した。

3 理科授業に対する生徒の意識

(1) 生徒の理科授業に対する意識の把握

実習校で授業観察を行う中で、二つの課題があることに気づいた。一つは、学習課題を提示した際に、その学習課題を解決する必要性を感じさせることの難しさである。もう一つは、学習問題が生徒に認識されたとき、その課題をどのように解決していけばよいのかを考えたり、自分がどこでわからないか、どのようにつまづいているのかを言葉で表したりすることが苦手な生徒が複数いるということである。これらの生徒は、解決に向けて学習することを途中で諦めてしまう様子が見られていた。

① 調査方法

そこで、生徒の意識を把握するための質問紙調査を行い、生徒の実態や意識を理解する材料としたいと考えた。調査は、実習校の第1学年生徒(27名)を対象に85項目で構成した質問紙調査を用いて2019年6月に実施した。分析にあたっては、27名の生徒の回答を基に、質問項目間での関連の強い項目に注目した。

② 結果

関連の強い項目に注目すると「理科授業が好き」であることに関連の深い内容が見えてきた。

項目11「他の人が自分と違う予想を持っていると面白い」、項目39「実験や観察で予想と違う結果ならその理由を考える」、項目85「理科の授業で「なんでだろう?」「不思議だな」と思うと授業の内容の理解に役立った」の3項目からは、生徒が「自分の予想と異なる考えや現象を見聞きすること」や「疑問を持つこと」が求める理科授業の要素になり得ることが伺えた。

項目18「先生が実験するのを見るのが好きだ」、項目60「先生が実験するのを見る時、何をやろうとしているか理解している」、項目80「先生が実験するのを見るのが授業の内容の理解に役立った」の3項目は、教師の行う実験を見ることを通して学習内容を理解することが書かれている。これらの項目からは、生徒が行

う実験でなくとも理科授業の中に実験を取り入れることが理科授業にとっても重要であることが伺える。

さらに、項目24は、理科授業での学びが自身の生活に活かせることをよいと考える内容である。項目21、8、64の3項目は、教師の話や絵や図を用いた説明などを通して新しい科学概念の学びを求めている内容であり、項目17は、問題を解くことを通して生徒自身が身に付いた力を確認することを求めている内容である。

以上の整理から、筆者が行う授業についても、疑問や不思議な気持ちが顕在化されるようにし、予想することや実験を通して学びを深めること、問題などで生徒自身が理解の状況を確認される授業を構想することを考える。

(2) 理科授業に含む内容の整理

授業観察や調査結果を踏まえ、実施するは、以下の4点に留意して進める。

まず、「教材の工夫」について、調査結果から学習した科学概念が日常生活でも活用されていることが理解できるようにすることが重要である。ここでいう教材の工夫は、教師が授業の中で提示する教材や生徒に実験を通して検討する材料・ワークシート内容も含む。

2点目、「可視化させる方法の工夫」については、生徒は理解する際にイラストや表を用いることで理解しやすくなることが伺える。また、生徒自身の理解も、文字だけでなくワークシートなどに図化できるようにすることで、理解の程度を把握・自覚することができる。

3点目は、「話し合いの場の設定」である。現在求められている授業の姿を想定すると、生徒それぞれが理解するだけでなく、友達の前で予想や意見を聴いて自分の考えや理解を深め広げるために、友達と相談したり意見を言い合ったりできる場が重要であるので、このような場面を設定できるようにしたい。

4点目「指導過程(見通しと日常化)」については、生徒自身が学習の見通しを持って進めることができるように指導過程を工夫することが必要である。

4 理科授業の実践

大学院の2年間を通して、1年目は中学1年生「光の性質」(実践Ⅰ)、2年目は中学2年生「消滅のはたらき」(実践Ⅱ)を実施した。

(1) 実践Ⅰ：中学校1年「光の性質」

① 授業概要

本単元は、中学校で学習する最初の物理分野「身のまわりの現象」の1単元であり、「ものが見える仕組み」、「光の反射・屈折」、「凸レンズと像」について学習する。単元を通して見いだした概念を基に、「見る」とはどういうことか、自分たちが見ている像ができる仕組みを探究する。

時間・授業	ねらい
2・光の直進に関する授業	光が相互に干渉することなく、まっすぐ進むことを理解する。
4・光の反射に関する授業	反射の法則を用いて鏡を通して見える物体における光の道筋を図示することができる
6・光の屈折に関する授業	物体をガラス越しに見るとずれて見えることを図と言葉で説明することができる。
7・凸レンズを通過する光の道筋に関する授業	凸レンズの軸に平行に進んできた場合、焦点を通るように屈折し、凸レンズの中心を進む場合、光はそのまま直進し、凸レンズの焦点を通って進んできた場合凸レンズの軸に平行に進むように屈折することを理解する。

② 単元を進める上での留意点

本単元では、学習への意欲を高める（課題意識を持たせる）ために学習課題を設定する前に生徒の誤概念を表出させるような問いを出す。結果が容易に予想できたり、文脈がなく、教師から一方的に提示されたりするだけの学習課題では、興味を持って学習に取り組む生徒は少なくなり、活動に受身的もしくは参加しない生徒が出てくる。自身の考えと現実の状況（結果）に違いがあれば、学習者はその差を埋めたいという欲求が生じ、思考を働かせる。その欲求や思考が主体的な学びを行う学習集団を形成するために必要であると考えられる。

③ 結果と課題

2時間目に比べて4時間目ではワークシートへの自分なりのまとめが少なかった。これは誤概念を表出させる問いが不十分であったためと考える。4時間目の問いでは「自分の姿を映すのに必要な鏡の大きさは以下のうちどれか?」というもので、「1:自分の身長よりも大きい」「2:自分の身長と同じ」「3:自分の身長よりも小さい」の3択で生徒に問いかけたが、半数以上が正しい概念の3を選択した。3番の選択肢をさらに3つに分け、自分の身長の半分より大きい、半分の大きさ、半分より小さい選択肢があればより意見が割れて生徒が興味を持ったのではないかと考える。

個人的には、自身の身長を半分の大きさがあれば全身が見えるというのは興味深く思う事象なの

だが、生徒に関心を持ってもらえなかったのは、問いの出し方が不十分であったためだと考える。

(2) 実践Ⅱ: 中学2年「消化のはたらき」

① 授業概要

本単元は、体内の臓器の名称と各消化器官の働きについて「消化液」、「消化の場所」、「消化酵素」の点から整理する。また、自身の唾液を使って、デンプンの分解を確かめ、デンプンが小腸で吸収されるまでの過程を図や言葉を用いて説明する。そのうえで、これまで学習したことを用いて、日常生活の消化にまつわる疑問を解くものである。

時間・学習課題	ねらい
1. 消化について知っていることは何だろうか	消化器官の名称と場所を理解する。
2. それぞれの消化器官の働きは何だろうか	消化器官の働きを理解する
3. 唾液のはたらきは何だろうか	唾液の働きを理解する
4. 消化で学習したことは生活とどのように関係しているだろうか	デンプンが唾液によって消化する過程を理化する
5. 消化について学んだことは何だろうか	生活の中にあることを消化の学習内容を基に説明できる

② 授業を進める上での留意点

授業を構成するにあたっては、これまでの整理を踏まえ、授業を通して生徒の状況を捉える視点を4点設定した。

視点1: 日常のことや経験に繋がっている

視点2: 自分の考えをまとめるのに役立つワークシートにする

視点3: 気づきがあるように他の人と対話の機会を設定する

視点4: 学習課題を意識して、見通しを持てるようにする

構成する各授業時間の終わりに、上述の4視点から振り返る時間を設定した。

(3) 結果と考察

① 4視点から見た生徒の状況

振り返りシートの自己評価については、とてもそう思う(4点)、少しそう思う(3点)、あまりそう思わない(2点)、思わない(1点)として重み付けし、学級全体の平均値を算出した(表1)。

表1 4視点に対する自己評価

授業日	日常のことや経験に繋がっていて興味をもてた	ワークシートは自身の考えをまとめるのに役に立った	他の人と話して新たに気づきがあった	学習課題を意識して、見通しをもって学習できた
928	3.20	3.49	3.23	3.11
930	3.47	3.68	3.50	3.41
1002	3.56	3.50	3.41	3.44
1005	3.62	3.56	3.44	3.50
1007	3.61	3.84	3.32	3.39

4:とてもそう思う、3:少しそう思う、2:あまりそう思わない、1:思わない

授業回ごとの結果を見ると、すべての授業回で4視点とも肯定的な回答を得たことから筆者が重

視した視点については、授業を通して生徒にも伝わったのではないかと考える。

視点別に考察する。「視点1：日常のことや経験に繋がっている」については、授業では、酵素の働きを調べる実験では、生徒が各自の唾液を試験管に入れる実験を行ったり、5時間目には、ブドウ糖を含む食品(ラムネ)や運動の前にバナナを食べることなどを例に出したりして授業を進めた。このように、理科の授業で、体内の臓器の名前や働きを知識として理解するだけでなく、生徒にとって身近な食品とつなぐようにしたことがよかったのではないかと。

「視点2：ワークシートは自身の考えをまとめるのに役立った」についてもどの授業回も、まとめやすいワークシートだったことが評価結果から分かる。

「視点3：他の人と話していて新たに気付くことがあった」については、授業の中で自分の考えや予想を交流する場面を設定した。授業の場面では、臓器の役割について聞きあう姿が見られた。

「視点4：学習課題を意識して、見通しをもって学習できた」については、1時間目から4時間目まで少しずつではあるが、プラスの方向に上昇している。授業を進める過程で、最初はよく理解できなかった内容が授業を受ける中でだんだん理解できるようになっている生徒の姿が見られていたことが表れているものと考えられる。

② 学習内容の理解

振り返りシートの記述を時間別に整理した。

1時間目の授業の記述には、「栄養素はすべて小腸に吸収されるのが分かった。」など、栄養素がどのように吸収されるのかについて書かれたものと「消化する器官と食べ物が通る器官の理解、消化や消化に関わる臓器について書いているものが多く見られた。

2時間目の授業では、「消化液は消化を促すもので、中には消化酵素が入っていると知った。」「消化器官がどんな役割を持っているのか分かった。」など、体内での消化器官について理解したことが多く記述されるとともに消化酵素の名前や消化液の働く場所等、今日はいろんなことが知れて良かったです。」や「唾液、膵液、胃液には消化酵素が含まれているけど、胆汁にはないことが分かった。」など、消化酵素の働きについてまとめる記述や体内での様々な臓器についての理解が記述されていた。

3時間目の授業に関わっては、記述の多くが「アミラーゼが麦芽糖とブドウ糖に分解されていると

知った。」「唾液の消化酵素は、アミラーゼだということが分かった。」など、デンプンの分解の仕組みや分解酵素についての理解を示すものであった。

4時間目は、「ラムネとご飯に入っているブドウ糖の量には違いがあることが分かった。」「テストの時は、母がラムネを買ってきてくれたけど、それがなぜなのかが分かった。」「バナナが運動の前に食べると良い理由が分かった。」など、ラムネやバナナを学習教材としたことで、日常生活で食している食べ物と関連して、理解を深めていることが記述から伺えた。

そして5時間目の記述では、「消化とは、食べ物を分解していると知った。」「消化酵素がどのような役割を持っているか分かった。」「胃液と膵液はタンパク質を分解することが分かった。」など、デンプンやタンパク質の消化についてそれぞれの理解が進んでいることが読み取れる記述が多く見られた。

5 研究のまとめ

理科授業を通して、生徒の誤概念や思考の可視化を行う際は、教師の発問や可視化する方法を工夫する難しさを実感した。一方で、ワークシートに図を入れたり、考えを記入する欄を入れたりすることによって生徒がどのように考えているのかを捉えることができることも分かった。

【引用・参考文献】

- 1) ボンウェル、C.、エイソン、J. (著) 高橋悟 (監訳) (2017) 最初に読みたいアクティブ・ラーニングの本、海文堂
- 2) 文科省、新たな未来を気付くための大学教育の質的転換に向けて；生涯学び続け主体的に考える力を育成する大学へ (中央教育審議会答申) 平成24年8月28日
- 3) 溝上慎一 (2014) アクティブラーニングと教授学習パラダイムの転換、東信堂
- 4) 田島充士 (2010)、『分かったつもり』の仕組みを探る：バフチン及びヴィゴツキー理論の観点から』、ナカニシヤ出版
- 5) 森光司、中城満 (2020)、思考ツールによって可視化された思考の比較による学習過程の分析；中学校2年「天気とその変化」、日本科学教育学会研究会報告 Vol. 34, No. 3。
- 6) 鈴木芳行 (H29)、観察、実験の結果から考察する力を育てる理科指導の試み—考察における、思考の構造化と客観性を高めさせる工夫を通して—、仙台市教育センター長期研修報告、
- 7) 山田貴之、朝倉健輔、小林辰至 (2018) 中学校梨花十五ユニにおける主体的・協働的な学びを促す指導方法に関する研究—「探求の過程の8文字型モデル」と「探究アイテム」に着目して、兵庫教育大学教育実践論集、第19号、219-229