

実感をともなった理解を促す理科授業の構築

森澤 貴之 深沢 拓矢 中沢 公士

1. 全体研究における理科部会研究の概要

本校では、令和4年度から「新たな価値を創造する生徒の育成～「主体的な学び」のプロセスモデルを生かした授業実践を通して～」と題した3年計画の研究を開始した。本研究では次の2点を重点課題としている。

- (i) 生徒自身に「主体的な学び」のプロセスモデルを意識させながら、学びに向かわせる手立てについて明らかにすること。
- (ii) 「創造性」のうち、「思考力、判断力、表現力等」として整理された「自ら見出した課題の解決に向かって、新しい知見や技術革新を取り入れながら、これまでに得た知識や経験を結びつけ、新たな意味や考え方を見出す思考力、判断力、表現力」を育成する手立てについて、「知識及び技能」、「学びに向かう力、人間性等」の育成との関連を意識しながら明らかにすること。

以上の重点課題に対応する研究として、理科部会では表1に示す計画で研究を進めている。

表1 3年研究の概要

1 年次	<p>全体研究</p> <p>○重点課題 (i)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 生徒に自らの学びをモニターさせ、「主体的な学び」のプロセスモデルを意識しながら、学習を調整させるための手立てを考え、実践する。 ・ 「主体的な学び」を生み出すために、生徒が没頭できるような「目標設定」の仕組み方について考え、実践する。 <p>○重点課題 (ii)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 「自ら見出した課題の解決に向かって、新しい知見や技術革新を取り入れながら、これまでに得た知識や経験を結びつけ、新たな意味や考え方を見出す思考力、判断力、表現力」を高めるための手立てを考え、実践する。 <p>理科部会</p> <p>○重点課題 (i)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 科学的探究の各過程の状況を確認することができるワークシートを開発した。 ・ 第3学年「力と運動」に関わる生徒の認識調査を行い、その結果に基づき授業を構想・実践した。 <p>○重点課題 (ii)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 創造的思考は批判的思考の中核にあたることを明らかにし、批判的思考を位置付けた授業モデルを考案した。
2 年次	<p>全体研究・理科部会</p> <p>○重点課題 (i)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 「主体的な学び」のプロセスモデルにおける「学習方略」を生徒の学習活動から取り上げて明確化する。 ・ 「学習方略」をもとに、生徒が自らの学習を評価し、学び方を学ばせたり、修正させたりするための手立てを考え、実践する。 <p>○重点課題 (ii)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 各教科において、「自ら見出した課題の解決に向かって、新しい知見や技術革新を取り入れながら、これまでに得た知識や経験を結びつけ、新たな意味や考え方を見出す思考力、判断力、表現力」について定義する。 ・ 「自ら見出した課題の解決に向かって、新しい知見や技術革新を取り入れながら、これまでに得た知識や経験を結びつけ、新たな意味や考え方を見出す思考力、判断力、表現力」を育むための学習活動等を考え、実践する。
3 年次	<p>全体研究・理科部会</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 「主体的な学び」のプロセスモデルを生かした、「新たな価値を創造する生徒」授業実践のあり方をまとめる。 <p>○重点課題 (i)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 「学習方略」を「創造性」や各教科の目標の達成につながるものへと高める手立てを考える。理科では、見方・考え方に基づいて、生徒と共有したい「学習方略」を明確にした学習活動を行う。 <p>○重点課題 (ii)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 生徒に思考させる内容を焦点化し、評価の指標（B評価）の具体的な姿を示す。理科では、生徒の変容を評価する方法として生徒の自己評価に加え、教員による評価も行う。

2. 令和6年度研究の方向性

令和5年度研究では、先行研究で開発された尺度（高見・木下，2017）を用いたことによって、実践の重点課題の明確化や生徒の成長の実証的な把握につなげることができた。令和4年度研究では、効果検証の方法が学習記録の質的分析に依拠していたが、事前事後の比較分析が可能になっただけでなく、量的分析と質的分析の併用によって、生徒の成長を多面的に捉えることができた。また、実態把握に基づいてワークシートを修正し、その効果を得ることができた。実験で得られたデータを批判的に捉える上でも、自他の考えを批判的に捉える上でも、言語化することが求められる。また、他者との考えの相違に気づくためには、比較のための視点をもつことが重要となる。ワークシートは批判的思考を働かせるために必要な情報の記述を促すものであり、さらに比較のための視点を与えるものであったと考えられる。

以上の成果をさらに発展させるべく、令和6年度研究は次の方向性で研究を行う。まず、重点課題(i)への対応として、これまで考案・修正してきたワークシートを継続的に使用した実践を行う。このワークシートには科学的な探究のプロセスが明示されているため、その使用はプロセスモデルの定着を目指す重点課題(i)に対応したものとと言える。その上で、実社会・実生活に関連した課題を設定することによって、生徒の創造性を喚起したい。

次に、重点課題(ii)について、理科部会でまず議論したのは、どのような方法で生徒の変容を評価するのかという点である。昨年度の研究では、高見・木下(2017)が開発した批判的思考尺度を用いて生徒の批判的思考についての変容を捉えた。一方、自己報告データには明らかな限界がある(Borko et al., 2008)。なぜなら、質問紙を含めた調査は、社会的望ましきのバイアスによって良い結果を過剰に報告し、悪い結果を過小に申告する可能性があるためである(Desimone, 2009)。そこで、生徒の自己評価だけではなく、教師による評価も加えて年間を通した生徒の変容を評価することにした。

次に、教師による評価としてどのような指標を用いるのかについて議論した。高見・木下(2017)の批判的思考尺度の各項目を評価指標とすることについて検討したが、これらの項目は自己評価を想定して作成されたものであるため、教師が用いる指標としては使用が難しいと判断した。そこで、高見・木下(2017)および Oliveras et al.(2011)による批判的読解(critical reading)に関する尺度を参考にしながら、表1に示す評価指標を考案した。この評価指標と高見・木下(2017)を併用することによって、生徒の変容を評価する。

表1 ワークシートの記述内容を分析するための評価指標

項目	評価
1. (仮説)自分の考えを明確に記述している。	A B C
2. (仮説)自分の考えの根拠を記述している。	A B C
3. (仮説)他者の考えの「なるほど」と思ったことや「どうして?」と思ったことを記述している。	A B C
4. (考察)自分の考えを明確に記述している。	A B C
5. (考察)自分の考えの根拠を記述している。	A B C
6. (考察)関連性のない情報を引用していない。	A B C
7. (結論)他者の結論の「なるほど」と思ったことや「どうして?」と思ったことを記述している。	A B C
8. (結論)他者の結論を鵜呑みにすることなく、その妥当性についての自分の考えを記述している。	A B C

※評価 A=十分満足できる, B=おおむね満足できる, C=努力を要する

3. 令和6年度研究の目的

令和6年度研究では、(1)批判的思考を促すワークシートを用いた実践の効果を検証すること、(2)批判的思考尺度及び記述分析のための評価指標によって生徒の変容を明らかにすること、の2点を目的とする。

4. 研究の内容

4.1 授業実践

令和6年度研究では、2つの実践を計画した。1つ目は、第2学年「電流とその利用」であり、2024年7月に実施した（実践1）。2つ目は、第3学年「運動とエネルギー」であり、2024年11月の令和6年度中等教育研究会において実施を予定している（実践2）。

4.2.1 実践1：第2学年「電流とその利用」

本実践では、電気代の節約という実生活・実社会の課題と関係づけて学習課題を設定するとともに、図2の②のように学習した内容に基づいて「電気代を抑えるための工夫」について考える場面を設けた。また、「電気代を抑えるための工夫」を考える場面では、班の交流を通して、省エネルギー化という観点から自分の生活や考え方を見直すことを促した。これまでの理科授業では、探究の過程で働かせる批判的思考に注目してきたが、それを実生活・実社会の文脈に位置付けることで、新たな価値を創造する生徒の育成を目指した。

研究会の際に出た意見としては、生徒たちは批判的思考を働かせて欲しい場面で働かせることができていた。仮説の部分の説明の足場の部分に対する教師の手立てが必要な手立てであった（_____を～～すると_____は～～になる）。新たな試みである「教師による評価」については、生徒の記述内容をもとに現実的に評価が可能な評価指標であるかについて考える必要があるという意見が出された。授業前後の調査結果の変容を表2に示す。

表2 批判的思考の実態調査の結果

	事前調査	事後調査
他者との関わりによる批判的な気づき	4.25 (0.63)	4.27 (0.73)
15 グループでの話し合い中、友だちに指摘されて、自分の予想のおかしいところに気づく。	4.30 (0.82)	4.28 (0.94)
16 グループでの話し合い中、友だちの予想のおかしいところを指摘すると、自分にも同じことが当てはまるのではないかと気づく。	3.98 (1.00)	4.02 (1.06)
17 グループでの話し合い中、友だちに指摘されて、予想をするうえで見落としていた条件に気づく。	4.24 (0.88)	4.19 (0.96)
23 グループでの実験中、友だちに実験のやり方のおかしいところを指摘されて、実験方法を考え直す。	4.30 (0.92)	4.36 (0.92)
32 グループでの話し合い中、友だちに指摘されて、自分の考察のおかしいところに気づく。	4.27 (0.91)	4.32 (0.94)
33 グループでの話し合い中、友だちの考察のおかしいところを指摘すると、自分にも同じことが当てはまるのではないかと気づく。	4.03 (0.97)	4.09 (0.96)
34 グループでの考察を話し合うと、自分にはなかった新しい考えに気づく。	4.64 (0.62)	4.64 (0.70)
探究的・合理的な思考	4.10 (0.67)	4.17 (0.71)
1 理科の授業では、新しいことに挑戦するのが好きである。	4.02 (1.07)	4.14 (1.03)
2 理科の授業では、自分の意見には、理由をつける。	4.36 (0.76)	4.44 (0.79)
3 理科の授業では、自分が納得できるまで考えぬく。	4.14 (0.84)	4.15 (0.91)
4 理科の授業では、一つのやり方で問題が解決しないときは、ほかのやり方を試してみる。	4.22 (0.97)	4.43 (0.69)
5 理科の授業では、わからないことがあると質問したくなる。	3.87 (1.05)	3.92 (1.02)
6 理科の授業では、よい考えを思いついても、もっとよい考えはないか探してみる。	4.07 (0.80)	4.02 (1.07)
8 理科の授業では、「なぜだろう」と考えることが好きである。	4.02 (1.07)	4.06 (1.06)
多面的な思考	4.28 (0.63)	4.40 (0.57)
18 実験データがうまく取れないとき、実験のやり方に間違いはないか確かめる。	4.55 (0.73)	4.58 (0.67)
24 実験の結果が出たとき、おかしいところはないか考える。	4.31 (0.78)	4.49 (0.68)
25 実験のやり方に間違いはなかったか考える。	4.31 (0.85)	4.48 (0.72)
26 実験データが間違っているかもしれないと疑ってみる。	4.25 (0.88)	4.33 (0.78)
29 一回の実験だけでは結果を信用しない。	3.98 (0.98)	4.13 (0.94)
反省的な思考	4.09 (0.76)	4.14 (0.75)
11 理科の授業では、自分の予想におかしいところはないか確かめる。	4.37 (0.76)	4.48 (0.98)
12 理科の授業では、友だちの予想におかしいところはないか考える。	3.92 (1.00)	3.95 (1.03)

30 理科の授業では、友だちの考察におかしいところはないか考える。	3.99 (0.95)	4.01 (0.97)
健全な懐疑心	3.13 (0.81)	3.32 (0.85)
20 ^R くり返しやってみなくても、実験の結果はいつも同じだと思う。	3.64 (1.19)	3.83 (1.06)
21 ^R インターネットで調べたことは、間違いがないと思う。	3.25 (1.11)	3.63 (1.08)
22 ^R 友だちが資料集にのっていたからと教えてくれた実験方法は、間違いがないと思う。	2.49 (1.06)	2.49 (1.14)

^R：反転項目，数値：平均得点（標準偏差）

4.2.2 実践2：第3学年「仕事とエネルギー」

生徒の事前調査の結果を表3に示す。この中で「他者との関わり」と「反省的な思考」の2因子において、表3に示すように平均得点と差が大きい項目が見られた。本実践では、これらの能力の育成を重点課題として取り組む。詳細は指導案参照。

表3 批判的思考の実態調査の結果

	事前調査	事後調査
他者との関わりによる批判的な気づき	4.09 (0.90)	
15 グループでの話し合い中、友だちに指摘されて、自分の予想のおかしいところに気づく。	4.13 (0.90)	
16 グループでの話し合い中、友だちの予想のおかしいところを指摘すると、自分にも同じことが当てはまるのではないかと気づく。	3.78 (1.02)	
17 グループでの話し合い中、友だちに指摘されて、予想をするうえで見落としていた条件に気づく。	4.05 (0.99)	
23 グループでの実験中、友だちに実験のやり方のおかしいところを指摘されて、実験方法を考え直す。	4.16 (0.91)	
32 グループでの話し合い中、友だちに指摘されて、自分の考察のおかしいところに気づく。	4.15 (0.88)	
33 グループでの話し合い中、友だちの考察のおかしいところを指摘すると、自分にも同じことが当てはまるのではないかと気づく。	3.68 (1.03)	
34 グループでの考察を話し合うと、自分にはなかった新しい考えに気づく。	4.67 (0.59)	
探究的・合理的な思考	3.87 (0.99)	
1 理科の授業では、新しいことに挑戦するのが好きである。	3.79 (1.08)	
2 理科の授業では、自分の意見には、理由をつける。	4.46 (0.73)	
3 理科の授業では、自分が納得できるまで考えぬく。	3.89 (0.99)	
4 理科の授業では、一つのやり方で問題が解決しないときは、ほかのやり方を試してみる。	4.19 (0.89)	
5 理科の授業では、わからないことがあると質問したくなる。	3.40 (1.11)	後日実施
6 理科の授業では、よい考えを思いついても、もっとよい考えはないか探してみる。	3.57 (1.09)	
8 理科の授業では、「なぜだろう」と考えるのが好きである。	3.81 (1.04)	
多面的な思考	4.20 (0.88)	
18 実験データがうまく取れないとき、実験のやり方に間違いはないか確かめる。	4.53 (0.71)	
24 実験の結果が出たとき、おかしいところはないか考える。	4.27 (0.90)	
25 実験のやり方に間違いはなかったか考える。	4.38 (0.77)	
26 実験データが間違っているかもしれないと疑ってみる。	3.92 (1.03)	
29 一回の実験だけでは結果を信用しない。	3.88 (0.99)	
反省的な思考	3.90 (0.95)	
11 理科の授業では、自分の予想におかしいところはないか確かめる。	4.27 (0.83)	
12 理科の授業では、友だちの予想におかしいところはないか考える。	3.65 (0.98)	
30 理科の授業では、友だちの考察におかしいところはないか考える。	3.78 (1.03)	
健全な懐疑心	3.27 (1.04)	
20 ^R くり返しやってみなくても、実験の結果はいつも同じだと思う。	3.83 (1.02)	
21 ^R インターネットで調べたことは、間違いがないと思う。	3.43 (1.04)	
22 ^R 友だちが資料集にのっていたからと教えてくれた実験方法は、間違いがないと思う。	2.53 (1.06)	

^R：反転項目，数値：平均得点（標準偏差）

引用文献

Borko, H., Jacobs, J., Eiteljorg, E., & Pittman, M. E. (2008). Video as a tool for fostering productive discussions in mathematics professional development. *Teaching and*

Teacher Education, 24, 417-436.

Desimone, L. M. (2009). Improving Impact Studies of Teachers' Professional Development: Toward Better Conceptualizations and Measures. *Educational Researcher*, 38(3), 181-199.

高見健太・木下博義(2017)「他者との関わりを通じて批判的思考を働かせるための理科学習指導法の開発と評価—中学校理科「化学変化」の単元における授業実践を通して—」『理科教育学研究』, 58(1), 27-40.

Oliveras, B., Marquez, C., & Sanmarti, N. (2011). The use of newspaper articles as a tool to develop critical thinking in science classes. *International Journal of Science Education*, 35(6), 1-21.

Van, L. H., Li, C. S., & Wan, R. (2022). Critical reading in higher education: A systematic review. *Thinking Skills and Creativity*, 44.