

中学校理科における主体的な学びの実現 —生徒の問題意識が持続する授業の協同開発を通して—

U17C208H 出口 雅也

I 主体的な学びに着目する背景

これまで筆者は、授業導入場面で生徒の素朴概念を揺さぶることを心掛けてきた。しかし、興味・関心をもたせるなどの工夫をした授業であっても、生徒が観察・実験の目的を見失ったり、生徒同士の関わりの姿が乏しかったりすることがあった。

新学習指導要領では、各教科の見方・考え方が明示され、それを働かせることで未来を切り拓いていくための資質・能力を育成することが目標として掲げられた。中教審答申²⁾では、「学ぶことに興味や関心を持ち、自己のキャリア形成の方向性と関連付けながら、見通しを持って粘り強く取り組み、自己の学習活動を振り返って次につなげる『主体的な学び』が実現できているか。」と問うている。これを基に、理科における主体的な学びを以下のように捉えた。

自然の事物・現象に興味・関心をもち、これまでの学びと関連づけながら見通しをもって粘り強く課題解決に取り組み、自らの学習活動を振り返って次の学習へとつなぐ学び

II 研究の方向性

1. 理科授業の一般的な課題

実習校では、「学習課題の設定」とそれに「正対したまとめ」のある授業づくりを行っている。『全国学力・学習状況調査(平成28年実施)』の結果から、取組の成果がうかがえる。一方で、授業観察から以下の課題がみられた。

- ・ 課題設定時における問題意識の喚起
- ・ 問題意識が持続する探究的な学習課題の設定
- ・ 思考を拡張・深化させるための関わり合い

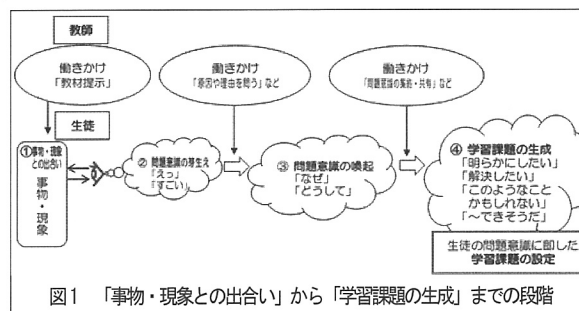
そこで、本研究の探究課題を以下のように設定した。

問題意識の喚起と持続に着目した主体的な学びの実現

2. 生徒の問題意識に即した学習課題の設定

観察授業や自身の実践から、学習課題設定の条件として次の4段階を導出した(図1)。

- ① 問題を内在させた「事物・現象との出会い」
- ② 驚きや気付きを感じる「問題意識の芽生え」
- ③ 教師の働きかけによる「問題意識の喚起」
- ④ 問題意識の集約・共有による「学習課題の生成」



3. 探究的な学習課題と課題解決の見通しをもつ場の設定

観察授業では、学習課題が生徒の問題意識に即していなかったり、検討する必然性がないものであったりすると、喚起した問題意識が次第に低下していた。一方で、解決に向けた見通しをもたせた上で観察・実験を実施したときは、生徒は関わり合いながら探究していた。『中学校学習指導要領解説 理科編』においても、観察・実験の目的や結果を見通すことの重要性を強調している。

以上から、生徒の問題意識に即した探究的な学習課題を設定し、解決に向けた見通しをもたせることで、生徒は理科の見方・考え方を働かせながら他者と関わり、課題解決に取り組むようになることを考える。

III 「主体的な学び」を実現するための視点と授業実践

1. 主体的な学びの姿～ARCSモデルを視点として～

問題意識をもった生徒は意欲的に課題解決に取り組む。そこで、学習意欲と学習指導過程とを関連付けた J.M. ケラーの ARCS モデル²⁾を援用することとした。ケラーは、学習意欲に関連する概念を注意、関連性、自信、満足感の4つに分類し、ARCSモデルを開発した。当モデルは、各領域(要因)において意欲の刺激・保持を可能とする実践者向けモデルであることから、探究活動の方向性を示すものでもあると考え、各要因の具体を整理したものを「要因の側面」として、問題意識の喚起と持続の姿を設定した。

要因	要因の側面	問題意識の喚起と持続の姿
注意 (Attention)	「おもしろそうだ」、 「何かありそうだ」と興味・関心をもつ	①問題に興味・関心をもっている ②問題を意識化している
関連性 (Relevance)	「やりがいありそうだ」、 「関わりありそうだ」という気持ちが高まっていく	③対象・方法・結果への意識をもって予想や仮説を考えたり、 観察・実験の計画を立案したりしている ④生活経験や既習内容と関連づけて考えている
自信 (Confidence)	「やればできそうだ」「こういうことかもしれない」などと感じる	⑤観察・実験の結果を基に自分たちの考えや実験計画について考察している ⑥予想や仮説、観察・実験の計画や結果、考察を再考したことで、新たな視点を獲得している
満足感 (Satisfaction)	「やってよかった」「やっぱりこうだった」と感じるように、 努力が功を奏したことを実感する	⑦学んだ内容を、獲得した知識・技能を用いて、具体的に説明している ⑧学んだ知識・技能を活用して見方・考え方を働かせている

以上を基に、主体的な学びの実現を目指し、授業実践を行った。

2. 問題意識を喚起し、生徒の実験計画による問題意識の持続を目指した授業実践

1) 授業実践の概要

単元：「酸・アルカリとイオン(3年)」

授業のねらいは「中和について、酸とアルカリを混ぜると、水と塩(えん)が生成することを説明できる」ことである。手立てを以下に示す。

要因	手立て
注意 (A)	・塩酸も水酸化ナトリウム水溶液もアルミニウムと反応するが、それらの混合液はアルミニウムと反応しない、という演習実験をする。 ・「なぜアルミニウムは溶けなくなったのか」と問う。
関連性 (R)	・個で予想し、班で検討する活動を組織する。 ・それぞれの考えに基づいた実験計画の立案を促す。
自信 (C)	・イラスト付きワークシートの準備や予備の実験用水溶液によって、実験を成功へと導く。 ・各班の実験計画や結果、考察を全体交流させる。
満足感 (S)	・まとめを基に塩酸と水酸化ナトリウムを混ぜたときの水溶液中の様子をモデル図等で表現させる。 ・中和のしくみを利用した適用問題を提示する。

2) 実践授業における「問題意識の喚起と持続の姿」の分析・考察

教師の演習実験を受けて、生徒は「反応していないこと」を周囲の生徒と確認し合った^①。教師がその原因を問うと、周囲の生徒と相談していた^②。その様子を捉え、教師は学習課題「塩酸と水酸化ナトリウム水溶液を混ぜ合わせるとアルミニウムはなぜ溶けなくなったのだろう。」を設定した。生徒の様子から問題意識が喚起されたのを見て取ることができた。一方、既習内容とのつながりを見いだせない生徒もいた。

教師が各自で予想するよう促すと、生徒Aは学習課題を確認しながらワークシートに「お互いの(性質)がぶつかってはじめて消えたから」と記入した。

班で予想を伝え合う際、Aは進んで発言しており、課題への興味・関心の高まりがうかがえた。抽出班は、班員同士が関わりながら「粒子」「中和」という視点を共有し、「中和して中性になる」という予想を基に実験計画を立案した^{③④}。

同班は実験に粘り強く取り組み、3回目にして成功させた。実験の中では、自分たちの方法を考え直す姿がみられた^⑤。Aは何度も他の班に目を向け、実験方法や結果を気にしていた。これらの姿から、生徒の問題意識が持続していたことがうかがえた。全体交流で、ある生徒が「混合液は中性の食塩水であった」と発表すると、Aは自分の考察に、より科学的な内容を加筆した^⑥。この姿は、振り返りや全体交流後の再考が、自己内対話を促し、より科学的概念へと到達させることを示唆している。

ワークシートの振り返り欄の記述では、74%の生徒が中和のしくみや塩の生成について、イオンのモデル図や化学反応式を用いて整理することができていた^⑦。適用題では、74%の生徒が中和の現象と関連付けてイオンに着目して説明できており^⑧、理科の見方・考え方を働かせていたと考えられる。

<成果>	・教材提示の工夫により問題意識を喚起すれば、それに即した探究的な学習課題を設定できる。 ・生徒が自分たちの予想に基づいて実験計画を立案することで、問題意識が持続する。
<課題>	・身近な題材を用いて教材を提示する必要がある。 ・自分たちで立案・実施した実験について再考する場を保障する。

3. 身近な題材を用いた教材提示による問題意識の喚起と持続を目指した授業実践

1) 授業実践の概要

単元：「地球から見た天体の動き」(3年)

授業のねらいは「季節の変化について、南中高度、日照時間、温度を関連付け、地軸の傾きが原因であることを説明できる」ことである。手立てを以下に示す。

要因	手立て
注意 (A)	・夏と冬の日の入りや影の様子を比較し、違いに気付けるようスライドで提示する。 ・生徒の気づきを基に季節がなぜ変化するのか問う。
関連性 (R)	・季節によって異なる要素を個で考え、班で検討する活動を組織する。 ・同じ問題意識に基づいた実験計画の立案を促す。
自信 (C)	・実験の精度が高まるよう、器具の使い方を適宜助言する。 ・各班の実験計画や結果、考察を全体交流させる。 ・実験計画や結果、考察を各班で再考する場を組織する。
満足感 (S)	・季節の変化が起きない国から来た人を想定し、季節の変化が起こる原因について説明させる。 ・季節の変化の要素を用いて説明する適用問題を提示する。

2) 実践授業における「問題意識の喚起と持続の姿」の分析・考察

導入場面で教師は、生徒にとって身近な新潟市の写真などを用いて教材提示を行った。抽出生徒Hを含む殆どの生徒が興味・関心をもち、驚きや気付きをワークシートに記入した①。次に教師は、生徒の驚きや気付きを基に、季節の変化の原因を問いかけたが、明確な解答は出ない様子であった②。これを受け、教師は探究的な学習課題「季節の変化はなぜ起こるのだろう。」を設定した。

その後、教師が季節によって異なる要素を考えるよう促すと、Hは生活経験と関連付けながら、「日照時間が変わる。」と考えた③。教師は、生徒の問題意識に基づくグループを編成した。「日照時間」を選択したHを含めた4人(抽出班)は、互いの気付きを伝え合いながら実験計画を立案した③。

抽出班は協力しながら慎重に実験を進め、得られた結果を基に「地軸の傾きが原因である。」と結論付けた④。全体交流後、抽出班は、他の班の結果と日照時間とを関連付けて、生活経験に基づいて再考し「南中高度が高いと表面温度が高くなる」ということを見いだし、考えを深めた⑤。全体交流後の再考で、抽出班は自分たちの考えをより強固にした。

個の振り返りの後で、教師が気付きを加筆するよう促すと、相手の説明を聞き考え込んでいたHは、日照時間と南中高度を関連付けた説明に、季節の変化の根本的な原因が地軸の傾きであることを加筆した⑥。振り返り内容の共有や再考は、対話(個人⇄集団)を促し、思考を拡張・深化させると考える。一方、適用題で複数の要素を関連付けて説明できた生徒は48%に留まった⑧。それは適用題の文章表現で、関連付けて説明させる指示が不足していたためと考える。

<成果>

- ・身近な題材を用いた教材提示は、多くの生徒の問題意識を喚起する。
- ・自分たちで立案・実施した実験の結果や考察を再考することは、対話(個人⇄集団)を促し、生徒の思考を拡張・深化させる。

<課題>

- ・適用題には、理科の見方・考え方が働くための適切な表現を用いる。
- ・生徒が主体的に探究できるよう、理科部員と協同で授業づくりを行う。

IV 理科部員との協同開発による「主体的な学び」の実現

1. 主体的な学びを実現するための課題解決のプロセス

得られた成果と課題を基に、課題解決のプロセスを再考した(図2)。学習意欲に関する4つの要因を、

探究活動の場面に置き換え、対応する生徒の姿とそれを具現するための手立てを明らかにした。

適用題では、理科の見

方・考え方が働くよう、パフォーマンス課題³⁾を参照し、以下の点に留意した。

- ・生徒がイメージ・再現しやすいものを扱う。
- ・生徒の思考プロセスが表現されるよう工夫する。
- ・予め作成した評価基準表を用いて評価する。

また、評価基準表は、この単元において働かせる理科の見方・考え方と、それによって育成される資質・能力の具体(図3)に基づき作成した。

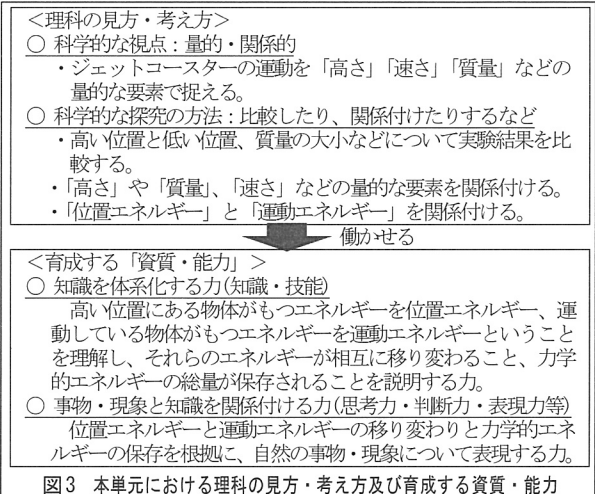


図3 本単元における理科の見方・考え方やび育成する資質・能力

2. 問題意識を持続させ、進んで探究する授業実践

1) 授業実践の概要

単元：「運動とエネルギー」(3年)

授業のねらいは「ジェットコースターの運動を基に、位置エネルギーと運動エネルギーの互換性、力学的エネルギーの保存性を見いだす」ことである。手立てを以下に示す。

場面	手立て
問題の見え・把握(導入)	・修学旅行で訪れたディズニーシーを想起させ、ジェットコースターが何で動いているか予想させた上で、映像や写真を見せ、動力がないことに気付かせる。 ・生徒の気付きを基にジェットコースターはどのようにして動くのか問う。
課題解決の見出し(展開)	・ジェットコースターが動く要素に見当を付けさせた上で、関係する器具や方法を紹介し、班で実験の計画を立案させる。
課題解決(展開)	・実験結果を発表させ、それらの要素を関係付けて、実験を計画立案・実施させる。結果や考察内容を全体交流させる。発表内容を基に、考察を再考させる。

	・ジェットコースターの運動と各要素を関連付ける実験を行い、エネルギーの互換性と保存性を整理させる。
振り返り (終末)	・学習内容をペアで発表させ、自分の考えを振り返らせる。 ・振り返りの途中に釘を刺し、釘と同じ高さから落としたおもりが、元の高さと同じ高さまでしか上がらない理由をワークシートに記入させる。

また、思考が多様な生徒の主体的な探究を保障するため、理科部員と協同で授業づくりを行った。

2) 問題意識を持続させ、進んで探究する授業の分析・考察

a. 資質・能力の獲得の様相

適用題において学習内容を根拠として説明できた生徒は73%であった。身近な題材を用いた教材提示や生徒による実験の計画立案・実施により、この単元で育成したい資質・能力を多くの生徒が獲得できたと判断できる。

i. 生徒の「科学的な探究」の様子

抽出班は実験計画の立案において、ジェットコースターの運動を「速さと質量」「質量と高さ」など量的な要素で捉え関係付けていた。その考えを基に、それらを調べる器具を適切に選択し、実験を行った。実験結果の整理や考察において、抽出班は常に学習課題に立ち戻り、生活経験と結びつけて考える中で、エネルギーの互換性や保存性を見いだすことができた。以上のように、抽出班は理科の見方・考え方を働かせ、エネルギーの概念を形成した。

ii. 対話による思考の拡張・深化

抽出班は、実在のジェットコースターを想起したり、他の班の考えに目を向けたりしていた。さらに、班で見いだした結論を自分なりの表現でまとめたことから、他者の考えを基に自己内対話していたことがうかがえる。このように、生徒は対話(個人⇔集団)を通して、思考を拡張・深化させた。

以上 i、ii から、科学的な探究の中で、対話(個人⇔集団)を取り入れることで、主体的な学びが促され、資質・能力の獲得につながると考える。

b. 理科部員との協同開発の意義

理科部員と協同で考案した実験方法や器具を用いて考えたり、説明したりする班が複数みられた。適用題においても、協同開発した実験を基に説明した生徒達がいた。生徒の多様な思考を想定しながらの教科部での協同開発は、生徒個々の主体的な学びの実現を促進したことを実感することができた。

理科部員においては、今回の授業づくりを経て、エネルギー単元の授業を改善する姿が複数みられた。部内研修においても、単元の構想段階から考えを出し合う協同の姿がみられるようになった。以上のよ

うに、理科部員による協同開発は、部員全体の理科教育に対する意識を高め、授業力をブラッシュアップすることにつながった。

<成果>

- ・理科の見方・考え方を働かせるための適切な表現による適用題を実施したことで、学びを統合して資質・能力を獲得することができた。
- ・理科部員との授業の協同開発は、生徒の思考の多様性に対応し、授業力をブラッシュアップさせた。

<課題>

- ・身近な題材を用いた適用題を設定する。

V 「主体的な学び」の探究を通して

1. 「主体的な学び」の重要性と協同開発のよさ

本研究では問題意識の喚起と持続に着目し、実践を行ってきた。身近な題材を用いて問題意識を喚起し、それに即した探究的な学習課題を基に自分たちで実験計画を立案し、解決への見通しをもつことにより、生徒は単元終末まで問題意識を持続しながら生活経験や既有知識と関連付けて考え、他者と関わりながら探究し続けた。また、探究過程において対話(個人⇔集団)が促されることで、生徒は思考を拡張・深化させた。そして、適切な表現による適用題では、理科の見方・考え方を働かせて資質・能力を獲得することができた。以上のことから、主体的な学びの実現は、生徒が理科の見方・考え方を働かせながら資質・能力を獲得することにつながると考える。

理科部員との協同による授業づくりでは、様々な視点から生徒の思考を捉え、生徒の主体的な学びを実現した。また、同じ目的意識をもち授業づくりに臨んだことで、部員の協働性・同僚性は高まり、職員一人一人の授業に対する意識の変革と授業のブラッシュアップが促された。

2. 今後に向けての課題

生徒の「振り返り」の記載は、学習内容の振り返りが多く、単元を通じた探究活動を振り返ったものは少なかった。学習内容だけでなく、探究活動全体を振り返り、学び方をも身に付けることのできる「振り返り」活動を今後の実践に取り入れていきたい。

<引用文献>

- 1) 中央教育審議会『幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について(答申)』(平成28年12月)
- 2) JM ケラー『学習意欲をデザインする - ARCS モデルによるインタラクショナルデザイン』株式会社 北大路書房(2010年7月)
- 3) 松下 佳代『パフォーマンス評価—子どもの思考と表現を評価する—』株式会社 日本標準(2007年12月)