

中学校理科における科学的な思考力の育成を基盤とした学力向上の方策（1年次）

－理解から関心・意欲につなげる対話型授業の進め方－

三枝 祐行（京都市総合教育センター研究課 研究員）

中学校では、平成24年度から新しい学習指導要領が全面実施となった。この学習指導要領では、言語活動を通じて、思考力・表現力の育成を重視している。そこで、本研究では、先の科学者たちが歩んできたように、対話を行うことで自然の事物や現象を理解する、対話型授業「Re-モデル」を開発した。その「Re-モデル」を単元計画に当てはめ、実践を行った。その結果、生徒が科学的な概念を用いて説明をすることで、理科に対する理解を深め、科学的な思考力が育成されることが明らかとなった。更に、理科に対する確かな理解が関心・意欲の向上につながることも明らかとなった。

第1章 いま、理科教育に求められる力

第1節 中学校理科における現状と課題

平成24年度全国学力・学習状況調査では、理科が実施された。その調査結果から、理科に関する基礎的・基本的な知識や技能を活用することに課題があることがわかった。また、分類別に平均正答率を全国と京都府で比較すると、あらゆる分類において京都府の方が全国と比べて平均正答率が低いことが明らかとなった。更に、同調査質問紙から、理科に対する意欲に関して、全国と比べて京都府は課題があることがわかった。

また、意欲については、TIMSS2011質問紙でも日本は国際平均値と比べて課題があるという現状が明らかとなった。

したがって、理科教育の充実のために、生徒の理解を深め、科学に対する意欲や自信を高める授業改善が必要だと考える。

第2節 対話を取り入れた授業の広がり

科学的な思考力、表現力の育成に向けて、話し合い活動が広く取り入れられてきている。京都市中学校理科教員の実態を知るために、アンケートを実施した。その結果からも、言語活動について同様の状況が読み取れた。その一方で、科学的な思考力の見取り、話し合い活動の進め方、課題の設定に困りを感じていることが明らかとなった。更に、自由記述から、「話し合い活動は時間がかかる」という認識があることがわかった。

また、言語活動の充実と関連して、対話を取り入れた授業が広がってきている。この授業は、科学的な思考力を育成することに対して有効であるが、発問が教師によって左右されるため、モデル化することが難しいという課題があった。これらの課題を克服し、本市理科教員の実態に合った対話を取り入れた授業モデルの開発が重要である。

第2章 科学的な思考力を高める対話型

授業：「Re-モデル」

第1節 「Re-モデル」の構造

中学校で、対話を取り入れた授業を行うとすると、短時間で思考を深めることが不可欠であった。そこで、「セオリー」という科学的な概念や考え方を提示し、対話を通して課題を解決する授業（「Re-モデル」）を開発した。セオリーによって、生徒の思考する方向性を絞り込み、科学的な概念や考え方を活用することができると考えた。そこで、この授業では、セオリーを中心として下記の四つの対話を設定し、科学的な概念が定着できるようにした。

<「Re-モデル」における四つの対話>

- ①セオリーへ導くための対話
- ②セオリーを活用する対話
- ③一般化の対話
- ④自己内対話

また、より深い対話を生み出すために、「レジスタボード」と「リライトシート」の学習ツールを開発した。

第2節 「Re-モデル」における評価

<生徒の思考を深めるための評価>

生徒の思考を深めるためには、生徒の思考の過程に沿って評価を行うことが必要である。そこで、レジスタボードに表現されている、生徒の理解度や思考の過程を見て評価を行う。これによって、生徒の思考を深めることができる。

<科学的な思考・表現の観点における評価>

「Re-モデル」では、本時の知識と本時のセオリーに加えて、科学的な思考力が必要となるように課題を構成することで、科学的な思考力を明確にした。そのため、リライトシートの「学んだこと」の振り返りには、科学的な思考力にあたるものが表現される。そこで、振り返りの表現を読み取ることによって、科学的な思考・表現の観点における評価を行う。

第3章 「Re-モデル」を活用した授業

第1節 「化学変化と原子・分子」での実践

◆単元1 「終章 原子をもとに説明してみよう」

この授業の知識とセオリー、課題を表1に示した。まず、知識に示された化学反応式を

知識	$2\text{Mg} + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{MgO} + \text{C}$
セオリー	原子の組み合わせによって結合の強さが異なる
課題	銅と酸素、マグネシウムと酸素、どちらの結合が強いのか

演示実験で確かめた。実験では、点火されたマグネシウムは二酸化炭素中でも燃焼を続け、酸化マグネシウムと炭素ができる。次に、セオリーを提示し、課題を解決していく。解決には、既習の酸化銅の還元反応を想起し、その化学反応式から、「炭素が酸化銅から酸素をうばう」ということを読み取り、活用する必要がある。レジスタボードに互いの理解度を示しながら、自分の意見を書いたり、説明したりすることで、既習事項から適切な情報を読み取り、課題を解決することができた(図1)。



図1 レジスタボードを活用している様子

第2節 「電流とその利用」での実践

◆単元3 「1章 電流と回路」

ここでは、研究協力校2校において、異なるセオリーと課題で授業を行った。表2は、2校のセオリーと課題である。

	A中学校	B中学校
セオリー	電圧は、電気が電源に戻ってくるまでに使い切る	電圧は、電流と逆の規則性である
課題	図の回路に示す $V_{ア}$ 、 $V_{イ}$ 、 $V_{ロ}$ 、 $V_{エ}$ 、 $V_{オ}$ 、 $V_{カ}$ を式で表そう	直列と並列を組み合わせると電圧の大きさはどうなるか考えよう(V_1 、 V_2 を求めよう)

これらから、課題

を解決するために必要な科学的な思考力に当たる内容を考えると、A中学校では「並列つなぎにかかる電圧は $V_{イ}$ から $V_{カ}$ を引いた値になる」、B中学校では「並列回路では、分かれる前の電流と、分かれた後の電流の和が等しい」となる。リライトシートの振り返りには、次のような記述がされていた。

<A中学校におけるリライトシートの記述>

- 導線部分の $V_{イ}$ と $V_{カ}$ は電圧を使わないから、 $V_{イ} + V_{カ} = V_{ロ}$

<B中学校におけるリライトシートの記述>

- 並列回路で電流は二つの豆電球を通る電流を足すと、全体の電流になるが、電圧と電流は逆の規則性だから、並列回路では電圧はどこを測っても同じ。

記述を見ると、2校ともセオリーや科学的な思考力に当たる内容が表現されていた。このことか

ら、「セオリーと課題が異なると、課題解決に必要な科学的な思考力が変化する」ということと、「どのようなセオリーと課題であったとしても、生徒のリライトシートにセオリーや他の生徒の意見、科学的な思考力に当たる内容が表出される」ということが明らかとなった。

第4章 研究の成果と課題

第1節 「Re-モデル」のもたらした効果

実践の前後で理科に関する生徒アンケートを実施した。この結果、「進んで自分の意見を伝えている」「人の考えを聞いて、自分の考えと比較している」「理科の勉強は大切である」といった項目に対して、肯定的な回答の割合が増加した。

以上のことから、生徒は進んで授業で自分の意見を述べ、他の生徒の考えと比較しながら、課題を解決することで、理科の有用性を実感することができたと考えられる。

前期と後期の実践後に、研究協力校の定期テストにおいて共通の試験問題を出題し、前期と後期を比較して分析した。この結果、試験の観察・実験の分析、解釈に関する問題において、2校ともに正答率が上昇した。また、記述問題では、無答率が低下したことがわかった。

このことから、「観察・実験を分析し解釈する」「根拠を明らかにして説明する」といった科学的な思考力の育成につながったと考えられる。

第2節 「Re-モデル」の改善点と新たな可能性 <実践後生徒アンケートから>

「Re-モデル」を活用した授業はおよそ8割の生徒が肯定的にとらえていた。また、二つの学習ツールについてもおよそ8割の生徒が役立ったと考えていた。改善点は、「リライトシートに生徒が自由に記入できるスペースを作る」「レジスタボードの理解度をわかりやすくする」ことが挙げられる。

<研究協力員の聞き取りから>

「控えめな生徒も積極的に参加し、鋭い意見を述べた」「専門的な質問をする生徒が増えた」といった感想をいただいた。また、「レジスタボードの理解度が生徒には難しかった」「知識を教え込むバランスが難しかった」といった指摘もあった。この指摘に対しては、理解度を三段階にすることや、知識から得られる情報を学習指導案に明記することで改善できるのではないかと考える。

次年度は、上記のような課題を克服し、「Re-モデル」を活用して、問題を見だし観察、実験を計画する活動を考えている。