

新学習指導要領に沿った、学校での具体的実践を考える

【4理科】

同一校種間あるいは異種校種間のそれぞれにおける
系統性を考慮して学習内容を解釈する



広島大学大学院教授
角屋重樹

「新学習指導要領に沿った、学校での具体的実践を考える—③理科—」というテーマを追究するためには、まず、新学習指導要領の理科の改善の方向を明らかにし、次に、その方向を具体化する方略を検討すればよいと考えられる。

新学習指導要領の理科の改善の方向は、中央教育審議会初等中等教育分科会教育課程部会に提出された「理科の現状と課題、改善の方向性」で明らかにされている。

そこで、まず、「理科の現状と課題、改善の方向性（検討素案）」で明らかになる改善の方向を調べよう。次に、改善の方向から、その方向を具体化する方略を検討しよう。このため、理科の改善の方向、改善

の方向を具体化する実践の方略、という項目を設定し、この順序で考えることにする。

1 理科の改善の方向

中央教育審議会初等中等教育分科会教育課程部会に提出された「理科の現状と課題、改善の方向性」は、次の8項目である。それらは、

1. 目標について
2. 科学的な概念の理解など、基礎的・基本的な知識・技能の確実な定着
3. 科学的な思考力・表現力の育成
4. 観察、実験や自然体験、科学的な体

実験の充実

5. 理科に対する学習意欲の向上、科学技術の発達への対応等
6. 小学校理科の内容区分
7. 中学校理科の指導内容の順序
8. 高等学校理科の科目構成である。

上述の8点のうち、具体的な実践の方略と関係する項目は、特に2と3である。そこで、これらの項目を以下に検討しよう。

(1) 科学的な概念の理解など、基礎的・基本的な知識・技能の確実な定着

科学的な概念の理解など、基礎的・基本的な知識・技能の確実な定着は、以下のよう

に記述されている。

科学的な概念の理解など、基礎的・基本的な知識・技能の確実な定着を図ることができるよう、「エネルギー」「粒子」「生命」「地球」などの科学の基本的な見方や概念を柱として、児童生徒の発達の段階に応じた、小・中・高等学校を通じた理科の内容の構造化を図る方向で改善してはどうか。

〔例〕例えば、次のような整理が考えられるかどうか。

○エネルギー ※（ ）内は例を表す。

● エネルギーの見方

● エネルギーの変換と保存（力学的エネルギー、光や音のエネルギー、熱エネルギー、電気エネルギー、化学的エネルギーなど）

● エネルギー資源の有効利用、環境問題

● 粒子

● 粒子の存在（原子、分子など）

● 粒子の結合変化（化学変化「酸化と還元など」）

● 粒子の保存性（質量保存「物の溶け方など」）

● 粒子のもつエネルギー（状態変化「水の三態変化など」）

○生命

● 生物の構造と機能（体のつくりと働き、細胞など）

● 生物の多様性と共通性（葉・形は多様だが、働きは光合成で共通しているなど）

● 生命の連続性（植物の発芽・成長、生物のふえ方など）

● 生物と環境の相互作用（生物と環境のかかわりなど）

○地球

● 地球の周辺（月や星など）

● 地球の表面（天気の変化など）

● 地球の内部（大地の変化など）

以上のことから、科学的な概念の理解など、基礎的・基本的な知識・技能の確実な定着を図るために、小・中・高等学校を通じて、「エネルギー」「粒子」「生命」「地球」などの科学の基本的な見方や概念を柱とし、理科の内容の構造化を図ろうとしている。このため、これからの学習指導においては、小・中を見通した内容の系統性を考慮し、それに基づく教材解釈が必要となると言える……具体的な実践の方略Ⅰ。

(2) 科学的な思考力・表現力の育成

科学的な思考力・表現力の育成については、以下のように記されている。

科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から、学年や発達の段階、指導内容に応じて、例えば、

① 観察・実験の結果を考察する学習活動

② 科学的な概念を使用して考えたり説明したりする学習活動

③ 探究的な学習活動を充実する方向で見直してはどうか。

〔例〕

① 観察・実験の結果を考察する学習活動

〔例〕 グラフをもとに考察を深める指導

● 小学校…表に整理したり、グラフ化（棒グラフや折れ線グラフ）して考える。

● 中学校…測定結果をもとに、変数間の関係を考察する。

② 科学的な概念を使用して考えたり説明したりする学習活動

〔例〕 小学校

● 電気を通すつなぎ方を調べ、電気の回路についての考えをもつようにし、その上で、「回路」という言葉を使って説明する。

● 呼吸の働きを、「酸素」、「二酸化炭素」という言葉を使って説明する。

③ 探究的な学習活動

〔例〕 中学校

● 斜面や水平面上で金属球を転がして物体に衝突させる実験を探究的に行い、力学的エネルギーを決定する要因を見いだす。

● 唾液の中の酵素の働きについて、対照実験を行う際に、結果を予想して実験を行う。

以上の①②③は、科学的な思考力・表現力の育成を図ること、つまり、子どもが自ら思考し表現する力や活用する力を獲得することであると言える。このためには、子どもが思考し表現する力や活用する力を獲得する、理科学習指導過程の改善が今まで以上に大切になる……具体的な実践の方略Ⅱ。

Ⅱ、実践の方略

改善の方向を具体化する方略は、具体的な実践の方略ⅠとⅡから導出できる。

具体的な実践の方略Ⅰは、学習内容の系統性に関するものである。これは、教師が実践を行う場合、教材観となつて具現化する。つまり、ある単元の学習内容を構成する場合に、同一校種の間あるいは異種の校種の間のそれぞれにおける系統性を考慮し

て学習内容を解釈し、構成していくことが必要となることを意味する……方略Ⅰ。

具体的な実践の方略Ⅱは、科学的な思考力・表現力の育成、つまり、子どもが思考し表現する力や活用する力を獲得する学習指導に関するものである。この学習指導のひとつに、以下のものが考えられる。

思考し表現する力や活用する力を子どもに育成する学習指導は、一人ひとりが自然の事象に関して自ら目標を見いだし、見通し（あるいは方略）を発想し、自己の責任においてその見通しを検討する活動を行い、妥当な内容知や方法知を獲得していく活動である。このような目標の実現活動は子どもが主体的に問題を解決する過程でもある。

ここで、子どもが主体的な問題解決活動を行いながら、思考し表現する力や活用する力を獲得する学習指導過程のひとつのモデルを考えてみよう。一般に、問題解決過程は、問題を見いだす、予想（要因）を発想する、実験方法を立案する、実験方法を実行する、実験結果を予想と比較する、実験結果を予想や解決方法との関係で検討する、という過程から成立するので、これら

の過程に即して考えることにする。

(1) 問題を見いだす

問題を見いだすためには、まず子どもが観察している事象について、事象あるいは既有的知識との間の違いに気づくことが必要である。例えば、第3学年「豆電球にかりをつけよう」という学習を例にすると、豆電球が点く状態と点かない状態を観察し、点く場合と点かない場合の違いに気づくことである。

なお、事象に関して差異や同一に気づくためには、まず、比較の基準となるもの、例で言えば、豆電球が点くという事象が必要で、この基準の事象と比べることが大切である。

(2) 予想を発想する

豆電球が点く、点かないという状態の違いに気づくことから、この事象が「どのようにして」生じたかを考えることになる。具体的には、豆電球が点く、点かないの違いを説明する原因として、例えば、豆電球が切れている、回路が断線しているなど、を子どもは発想する。

(3) 実験方法を立案する

豆電球が切れている、回路が断線してい

表1 断線の有無と豆電球の点灯との関係

断線の有無	有	無
豆電球の点灯	点かない	点く

るなどの原因のうち、例えば、回路が断線しているという場合を取り上げる。子どもは回路の断線が豆電球の点く、点かないに影響するか否かを調べるにはどうしたらよいかを考える。つまり、実験方法を立案する。

(4) 実験方法を実行する

上述の過程を経て、実験方法を実行する。具体的には、回路が断線していなければ豆電球が点き、回路が断線していれば点灯しない、という次の表1の予想のもとで実験方法を実行することになる。

この表は、以下の2点を含意する。

① 予想を図や表で表示すること。

② 断線の有無と、豆電球の点灯する、点灯しない、ということに相関関係があること。

(5) 実験結果を予想と比較する

実験方法を実行して、結果を得る。具体的には、回路が断線していれば豆電球が点かないが、回路が断線していなければ豆電球は点く、という結果を得ることになる。

(6) 実験結果を予想や解決方法との関係で検討する

実験結果を考察する。具体的には、次の2種に大別できる。

① 実験結果は予想や解決方法という文脈のもとに生じる。このため、まず、考察は実験結果を予想や解決方法と比較することから始まる。具体的には、回路が断線すれば豆電球が点かずに、回路が断線していなければ豆電球は点くという予想に対して、回路が断線していたので豆電球は点かなかったという結果は、予想と実験結果は一致している。このため、回路が断線すれば豆電球は点かないが、回路が断線しなければ豆電球は点くという予想は妥当であると子どもは考える。

② また、予想と実験結果が一致しない場合は、予想や実験方法を見直す。つまり、

実験結果が予想と一致しない原因を、予想や実験方法、実験の技能などと関連づけ、予想や実験方法などの妥当性を検討していく。

終わりに

今まで述べてきたことから、改善の方向を具体化する方略は、以下のように整理できる。

- ① 学習内容を概念の系統性から解釈する。
- ② 事象を比べることから問題を見いだす力を子どもにつけるようにする。
- ③ 子どもの既有経験から原因となる要因を見いだす力をつけるようにする。
- ④ 実験方法を立案し、実行する力をつけるようにする。
- ⑤ 実験結果を予想と比較する力をつけるようにする。
- ⑥ 実験結果を予想や解決方法との関係で検討する力をつけるようにする。

参考文献
中央教育審議会初等中等教育分科会教育課程部会資料、理科現状・課題、改善の方向（平成18年8月11日）