

科学的思考力を育てる理科学習の展開

－ 科学的に表現する力の育成を通して －

1. 理科で願う豊かな学びの姿

小中学校の理科学習を通して、子どもたちに身につけて欲しいと願っている学びの姿は、次のようなものである。まず、子どもが自然の事象と出会い、その体験の中で不思議だなと感じた疑問を見つける姿。そして、その疑問に対して、年齢に応じた課題を設定し、見通しをもって、科学的な根拠に基づいて課題を解決していく姿である。

(附属小学校での取り組みから)

〈空気でっぼうの学習から：小学校4年生〉

注射器で机につけてやってみると、空気が出なくて、ものすごい力で押してきて、戻ろうとしていました。だから、空気には押し返す力があると思います。

〈シソジュースを変色させる水溶液の学習から：小学校6年生〉

私は、重曹を入れたんだけど、いれたらすぐに緑色に変わってびっくりしました。重曹は食塩と石灰が原料で、Bさんは食塩水を入れていたけど大きな変化はなかったの、石灰に何か働きがあるのかなと思いました。

(附属中学校での取り組みから)

〈力学的エネルギーの保存(自由落下運動の時)の学習から：中学校3年生〉

位置エネルギーと運動エネルギーをたすと、ほぼ一定の大きさになった。位置エネルギーがだんだん運動エネルギーに移り変わっていったかもしれない。位置エネルギーと運動エネルギーの和は、もともとの位置エネルギーの値になる。空気抵抗のためか、この値は少しだけ小さくなる。

ここに紹介した子どもの記録から、子どもは自然事象についての課題について、科学的な根拠をもとに自ら課題解決しているようすがうかがえる。発達段階が上がるにしたがって、複数の事実をとらえて関連させ類推していく思考の発達も見られ、中学3年生では、数量的関係をとらえるとともに数量の意味するものの推測ができるようになっていく。このように、子どもたちが課題を解決していく取り組みを、発達段階に応じて継続的に支援することで、子どもの科学的思考力を育てたいと考える。

理科として求める「豊かな学び」の姿を、以下のようにまとめた。

- ① 自ら自然に働きかけ、興味や関心をもち、驚きや発見を体験し、疑問がもてる子ども。
- ② 驚きや発見・疑問をもとに、自ら課題や問題をもつことができる子ども。
- ③ 課題や疑問の追求に、自分の見通し(実験方法や手順)がもてる子ども。
- ④ 自分自身で追求のふりかえり(追求内容・追求の仕方と学習の構え)ができる子ども。
- ⑤ 周囲の人に自分の考えを伝え、人と力を合わせて、追求の筋道を大切にしながら、共通課題や問題を解決していく子ども。

2. 昨年度までの研究の経緯

(1) 理科として幼小中一貫して大事に育てていきたいこと

子どもの学習には、その子なりの現象の見方や考え方、理解の仕方が存在する。子どもがもつ独自の世界観を、自分の言葉を使った発表・図表・グラフなどで表現することによって、周囲の子どもとの共通性や、相違点などに気づき、新たな発見につなげることができる。新たな発見は、新たな世界観を生み出し、子どもの変容を引き起こす原動力になる。

このように、ある現象に対するとらえを、自分の言葉や自分なりの表現方法を使って、外の世界に向けて表現することで、理科として育てたいと考える「科学的思考力」が身につけていくものと考えた。

とくに大切にしたいと考えたのは、自然現象の中で事実を把握し、原因や関連性を分析、類推、解釈して、科学的な根拠に基づいて、自分の言葉や図で記述したり、説明したりする力を育てることである。この力を「科学的な表現力」として、幼小中で大切に育てるテーマとした。

このように昨年度は、科学的に表現することを通して科学的思考力を育成することを研究のテーマとした。科学的に表現する力は子どもから表出する力であり、目に見えやすくわかりやすい。子どもの様々な方法によって表現された内容から、子どもの思考をとらえることができた。一方、「科学的思考力とは何か」ということを明確にしなければならない研究の課題ができた。

(2) 子どもをとらえるという視点で取り組んだことからわかったこと

昨年度の研究では、子どもをとらえるという視点を次のようにした。

- ① 初等部後期
 - ・授業中の発言や班、全体での意見交換から子どもの考え方をとらえる。
 - ・理科日記の記述やふりかえりの記述を参考にする。
- ② 中等部
 - ・授業中の発言や班、全体での意見交換から子どもの考え方をとらえる。
 - ・レポートや1枚ポートフォリオなどの記録やふりかえりの記述、自己評価の記述を参考にする。

初等部後期においては、多様な考えが出されることで、子どもたちは、友だちの考えから良いと思う考えを取り入れたり、考えの違いから問題意識を明確にしていったりした。したがって、子どもの考えをとらえておき、多様な考えが出されるように、それをはたらきかけに生かしていくことは大切なことである。子どもたちが示す根拠には、見つけたことや生活経験で得た知識、あるいは、素朴な見方や考え方があり、話し合いによってその妥当性が吟味されることが、科学的な見方や考え方を高めていくことにつながっていった。

中等部においては、いろいろな記述の方法を積極的に取り入れ、子どもが自分の考えを表現しやすくする工夫をした。例として、班活動の場でお互いの意見をまとめ、ホワイトボードを使って発表させた。ホワイトボードへ記述することにより、個々の学習が班活動によってまとめられる。子どもは、機会を重ねるに従って、短時間に課題に対する意見を出し合い、工夫して表現することができるようになっていった。さらに、それぞれの班のアプローチのしかたの異なるホワイトボードへの記述によって、いろいろな方向からその課題について考えることができた。時には、班活動の場では間違っていたことが、全体の場での学習によって、修正されていくこともあった。

また、自己評価の記述によって、個々の子どもが何をどのように理解してどんなことがわからなかったかを教師はとらえることができた。子どもが記述したことを取り上げて、次の学習展開につなげることもあった。子どもが抱く疑問点の中には、深く学習内容を理解した上での疑問があり、思考の深まりをとらえることができた。

このように、子どもをとらえを教師が正確にとらえていくことは、単元学習を進めていく上で大変重要なことであることがわかった。

3. 本年度の研究

(1) 理科における思考力・判断力・表現力

新学習指導要領の理科の目標の中に、小学校では「問題解決の能力」を育てる、中学校では「科学的に探求する能力の基礎」を育てるとある。小学校で「比べる」(小学校3年)、「関係づける」(小学校4年)、「条件を制御する」(小学校5年)、「推論する」(小学校6年)などの能力を培い、中学校ではこれらの問題解決能力をさらに高め、観察・実験の結果を「分析して解釈」し、導き出した自らの考えを表現する能力の育成を図っている。このような取組により、科学的な思考力や判断力、表現力が養われる。

判断力は、科学的思考により具体的に行動をするときに必要である。例えば、観察、実験などから得られた事実を客観的にとらえ、実験や観察の妥当性をふりかえり次の追求に生かしていくようなとき発揮される力である。また、科学的な知識や概念を日常生活や社会で活用するとき、必要な力となる。子どもたちの将来にわたって、自然環境の保全や科学技術の利用など、身の回りの事象から地球規模の環

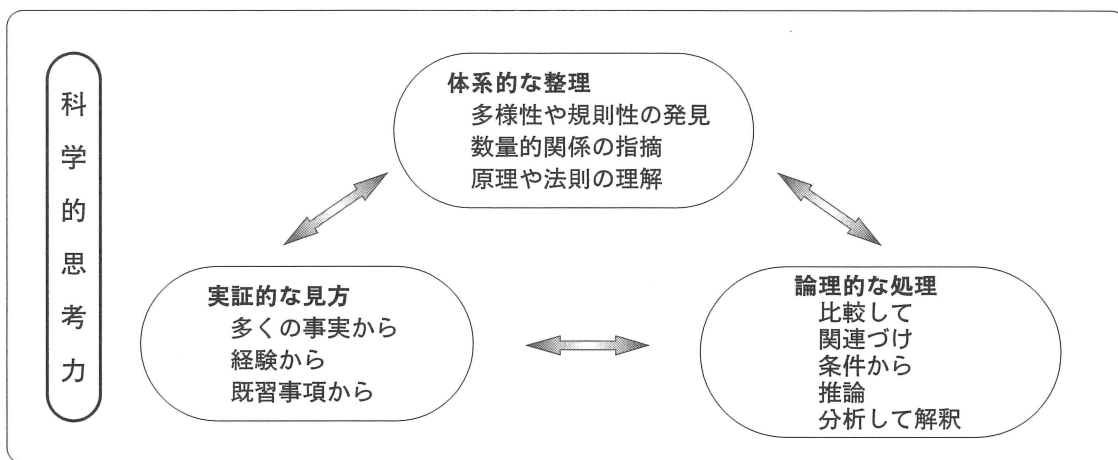
境までを視野に入れて賢明な意志決定ができるように身につける必要がある力である。

思考力・判断力・表現力は互いに関係し合って、伴って育成される力であると考えます。しかし、焦点を絞って研究をするために、今年度も、科学的に表現することを通して科学的思考力を育成することを研究のテーマとした。

① 科学的思考力とは何か

私たちは、科学的思考力を次のように考えた。

科学的思考力とは、自然の事物・現象について、実証的な見方により、論理的に処理し、事実を体系的に整理する力である。



科学的思考力は、自然の事物・現象についての問題解決や科学的に探求する学習過程において、必要な力であり、学習が積み重なることによってスパイラルに育成される力である。この学習過程は、大きく3つに分けることができる。1つ目は、実証的な見方である。子どもが自然事象についての疑問をもったり、課題に出会う導入場面で、多くの事実や経験などを組み合わせて、実験・観察の方法を計画したり予測をする。また、実験・観察の結果から考察する場面では、見つけた事実の根拠を述べて誰もが共有できるような説明をする。

2つ目は、論理的な処理である。実験・観察を行いその結果を処理する場面では、図や言葉で表現するとき、比較したり関連させるなどの問題解決能力を使って、分析して解釈する。グラフ化したり数値化したりするときには、合理的な処理が必要である。また、実験・観察を計画するときには、条件制御を考える。

3つ目は、事実の体系的な整理である。実験・観察の結果を考察する場面では、実験・観察の結果から、多様性や規則性を発見したり数量的関係を指摘する。

このような学習過程により、新たな科学的な知識や概念となり、次の学習に生かされ、学習がだんだんと高まっていく。この科学的思考力が養われる学習過程における様々な場面で、科学的に表現することが必要になってくる。自分の学びを外の世界に向かって表現しようとするとき、誰もが納得できるような説明をするために、より思考は深まって科学的な表現となる。

様々な自然の事物・現象についての学習において身につけた科学的思考力により、科学的な認識の定着が図られ、日常生活や社会で賢明な意志決定ができるような科学的な見方や考え方が養われると考える。

② 11年間の学びをつなぐ

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観点から、「エネルギー」「粒子」「生命」「地球」という科学の基本的な見方や概念を柱として、子どもたちの発達段階を踏まえ、

理科の内容の系統性の確保を図る方向で、理科の学習指導要領が改善された。これにより、指導内容のつながりや関連性がより明らかになった。そこで、指導内容の系統化に伴って、この4つの柱のそれぞれにおいて、科学的思考力を育成する観点から、発達段階に応じた学習活動のあり方を検討し、子どもの学びを系統的につないでいかなければならない。そこで、「エネルギー」「粒子」「生命」「地球」という科学の基本的な見方や概念を柱とする単元・題材配列表の検討を行う。

③ 単元構成における教師側の仕掛け

科学的思考力を育成するためには、科学的に考える機会を理科の授業の中で意図的に教師が与えなければならない。理科として求める「豊かな学び」をつくるためには、単元構成の中でどのように科学的思考力を育成するかを考え、視点を定めて、どのような題材やどのような場面をその機会とするのかを考え、授業の中で仕掛けていく。

(2) 科学的思考力を育てるかかわり合い

子どもが自然事象についての認識を深め科学的思考力を高めていくためには、個々の子どもの学習過程において様々な方法で表現していくことが不可欠である。子どもは、表現したことをもとに意見交換を行い、かかわり合いの中で学びを深めていく。右の図は、理科の学習における子どもの科学認識の変化の過程を表したものである。自然事象についての子どもの初めの異なる認識は、観察・実験を通して、意見交換をすることにより次第に変化し、最後は共通の科学的な知識や概念となる。この中には次のような表現の手段がある。1つめは、個々の子どもの自然事象についてのとらえを表現する理科日記や実験・観察レポートなどである。子どもは、自分の考えを科学的に思考し整理しながら表現する。2つめは、個々の子どもの考えを班や学級全体に対して発言したり掲示したりする意見交換のための表現である。子どもは、自分の考えを納得してもらえるように工夫をして説明をする。他者の意見を知った子どもは自分の考えと照らし合わせ、科学認識を広げていく。3つめは、前記2つの表現に加え自己評価カードやふりかえりなどの、教師が子どもの思考をとらえるための表現である。これによって、教師は子どものとらえを正確に把握し、単元構成の中での意図的な仕掛けによって、かかわり合いの中で学びを計画的につないでいく。子どもは、かかわり合いの中で、「よく見よう」「もっと調べよう」と探求意欲が沸き、単元を通じた学習過程で自然事象についての正しい知識や概念が形成される。このかかわり合いによる変容の過程で、科学的に表現することを通して科学的思考力を身につけると考える。

かかわり合いによって学びをつなぐとき、子どもの発達段階を考慮して、初等部後期では子どもの学びを教師が個々に取り上げてつないでいく。中等期では、子どもどうしのかかわり合いを取り入れ、個々の学びを班活動によってふくらむ。それを、学級全体で発表することにより班の学びが教師によってつなわれ、学級全体での学びとなる。班活動を取り入れることによる利点は、一人一人の子どもの表現の場が保証され、同様の意見が集約されより確かな考えとなって全体の場で表現されることである。子どもは、発達段階に応じた表現を通じたかかわり合いの中で、他者のよさに気づきながら新しい自分へと変容していく豊かな学びをつくると考える。

(文責 高橋 里美)

