

自然事象の“本質をさぐる”理科の学び

～思考の可視化から^{せいさつ}省察する～

1. 研究テーマ設定の理由

(1) 学校提案とのかかわり

私たちが目にする自然事象は、さまざまな要因が複雑に絡み合いながら表れている。自然事象の“本質をさぐる”ことは、その絡みから自己が課題とする対象を見つけ出し、その意味を読み解いていく学びである。また、本質にたどり着く過程において、背後にある事象や関連づけられる事象について意識してさぐることは、新たな発見につながり、学びの質が高められると考えている。

また、今年度の学校提案のサブテーマは、～自己の変容へとつながる「吟味」～である。理科部では、子どもたちが省察することによって吟味が生まれると定義している。省察とは、自分の考えを深く省みることであり、自己の変容を知る機会でもある。省察する子どもを育てることが、「自然事象の“本質をさぐる”理科の学び」につながる。

①理科における協同的な学び

子どもたちが不思議を解決していく際、お互いの考えを擦り合わせて解決してゆく。そこでは、他者と矛盾が起こるからこそ意識し合い、新たな課題が生まれ、学びが更新されていくはずである。つまり、個人の思考のみで解決されるものではなく、他者と考えを擦り合わせながら協同的に解決していくことに、より大きな効果が期待できるものである。このことから、グループや学級で協同的に学びを深めることに大きな役割があると考えている。

理科における「予想」「観察・実験」「考察」の場面で、次のような協同的な学びが挙げられる。

「予想」の場面では、子どもたちが自然事象の本質に迫るイメージをもち、他者から得た情報を共有することにより、漠然とした思いを根拠のあるより明確なものにしていくことができる。「観察・実験」の場面では、グループで協力して観察・実験を行う中に、その技能を共有したり、発見を共有したりできる。「考察」の場面では、考えを擦り合わせていくうち、最終的に考えが収束し、解決していく様子が見られる。課題に対して得られた結果についてお互いの考えを出し合い、考えをまとめることができる。

②理科における焦点化のポイント

理科部では、イメージ図やコンセプトマップを活用し、さまざまにある子どもたちの思考が見えるようにして表出させ、相手に分かりやすい形で焦点化を図りたい。

イメージ図を描くことにより、目に見えない自然事象を表現でき、相手に説明しやすくなったり、その違いに気づくことができたりする。そしてそれは、子どもたちの思考が「見える」という同じ土俵に乗って共有化でき、焦点化が図られているときである。イメージ図は、目に見えないものを見えるようにとらえるもので、物理・化学分野での活用が主であった。生物・地学分野での活用は難しかったため、今年度はイメージ図とコンセプトマップを併用して活用したい。

コンセプトマップを活用することで、その子の考える自然事象の絡みが見える。初期のコンセプトマップは、子どもたちの思考がさまざまであるため、挙げられる事象が多岐に渡ることが予想される。しかし、課題解決の過程で考えが収束することを期待し、焦点化の手段として利用したい。

さらに、子どもたちが「こだわり」をもって学習に向かえるようにしたい。「こだわり」は自己が課題を解決する過程で大切にしたい見方である。その見方をもってじっくりと考察することから、根拠のある自然事象の絡みが見えてくるはずである。

(2) 理科でめざす子ども像

①子どもの実態から

附属小学校は、大きな木々や多種の草花に囲まれた緑豊かな環境にある。春夏秋冬を通して、動植物が多様にその営みを見せてくれる中、休憩時間ともなると子どもたちは昆虫採集に出かけ、ワークスペースで飼育したり、観察したりして多くの自然に触れている。さらに、身の回りには科学技術を駆使し

た製品があふれる時代でもあり、子どもたちもそれらを活用する機会が多い。

しかし、日常に見られる自然事象を科学的に見たり、考えたりすることが十分ではないと感じる。「どうして秋には紅葉するのか」「電気にはどんな働きがあるのか」「閉じ込めた空気を押し縮めるとどうなるのだろうか」など、一步踏み込んだ見方を期待している。

子どもたちには、全身で自然や科学を感じ、じっくりとその力強さや不思議を味わってほしい。見落としがちな自然事象にも深くかかわり、かかわることから疑問を抱き、疑問を解決する自己を見つめられるようになってほしい。どんな自然事象でも、その本質をさぐろうとする心を育てていきたい。そのことが、自然を大切に、自然を愛する子どもへとつながっていくと考えているからである。

これらを受け、小学校学習指導要領をもとに、期待する子どもの姿と発揮してほしい力を下のようにまとめた。

| 学年 | 期待する子どもの姿 | 発揮してほしい力 |
|----|--------------------------|--------------------|
| 3年 | 対象を比べながら“本質をさぐる” | 共通性と差異性に気付く力、比べる力 |
| 4年 | 対象の変化と要因を関係付けながら“本質をさぐる” | 変化に気付く力、要因を抽出する力 |
| 5年 | 条件に目を向けながら“本質をさぐる” | 実験の変数制御の力、規則性を見出す力 |
| 6年 | 推論して計画的に追究しながら“本質をさぐる” | 根拠に基づいて予測する力、表現する力 |

②自然事象の“本質をさぐる”とは

理科で言う「本質」とは、自然事象に潜む根本的な性質や要素を指す。「自然事象に潜む」としたのは、目に見えない部分にこそ自然事象の「本質」が存在するからである。電流が流れる様子、食塩が水に溶けている様子、力がかかるときの様子など、見えない対象の本来の姿をさぐろうとする子どもの思いや考えをつなげていくことは、対象のもつ真理や価値を獲得できることにつながる。さらに、わかりたい、明らかにしたいという内発的な動機を強くしていくことになる。「実は、そんな性質があったのか」「このことと関係があったのか」「そんな仕組みだったのか」など、表面的に見ている部分より奥深くをさぐる学びにつなげたい。

本質をさぐる過程において新たな自然事象に出合うことで疑問が生まれ、課題へとつながっていく。個別の疑問をもって対象にかかわりながら解決しようとしたとき、学習課題は自己の課題となるはずである。

2. 理科学習における「学びの質の高まり」

子どもたちは、自分たちの身の回りのことについてその子なりの見方・考え方をもっている。それらの見方・考え方は、対象・他者・自己との3つの対話において更新されていく。特に、友だちの考えに触れ、それまで自分にはなかった見方・考え方を獲得したときに更新される。理科における「学びの質の高まり」とは、対象への自己の見方・考え方をより科学的な見方・考え方へと変容させていくことである。ここでの「科学的」とは、実証性、再現性、客観性をもつことである。

また、子どもたちのもつ理由や根拠を他者と共有させるために、かく活動を充実したい。考えを伝え合うためにイメージ図やコンセプトマップをかくことや、予想から考察までを見通せるレポートの作成などが挙げられる。さらに、自分の生活経験と結びつけた根拠のある丁寧な予想を立てること、分類・比較・関連付けをしながら結果を表やグラフに表すこと、事実を結びつけて見出した考察を文章に表したりすることを重視したい。これは、理科での言語活動の充実にもつながる。

3. 研究の展望

教科提案である「自然事象の“本質をさぐる”理科の学び ～思考の可視化から省察する～」に基づき、主に以下の4点を手だてとして取り組みを進めていく。

(1) 単元導入の工夫

単元導入については、教材・教具の開発に加え、子どもたちの思考に沿った導入を計画する必要がある。

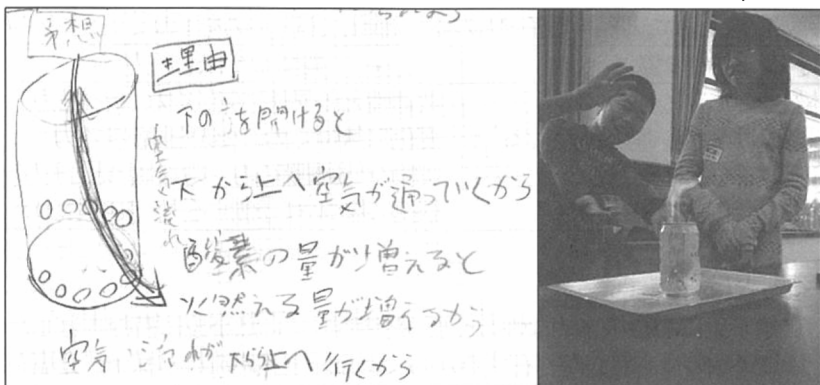
子どもたちは、新たな事象に出合うとき、生活経験もち合わせている見方・考え方を駆使して事象を捉えようとする。しかし、それでは説明のつかない現象も起きうる。その時、子どもたちの思考の中で疑問が生まれ、対象に対する「自己の課題」をもつことになる。

まず、その単元にある対象について、子どもたちがどの程度の知識をもち、体験しているのか把握する

必要がある。次に、その情報をもとに、単元のはじめとして出合うべき、「子どもたちが驚き、喜び、楽しみ、感動を伴うような対象」を組み立て、準備したい。ここでは、1つの事象からいくつかの課題が見つかるようにする必要がある。多くの課題が出され、違いを意識しながら他者とのかかわりをもつことは、さぐるようとする子どもを育てる第一歩になる。

ここで、単元導入の工夫として6年生の単元「ものの燃え方」での実践を紹介する。

子どもたちが自己の課題を意識できるよう、個々に予想を立て実験を行うというスタイルで単元導入を行い、「アルミ缶の中で割り箸を完全に燃やしてしまう」という課題に取り組んだ。まず、予想とその理由をノートにかいた。ある子どもは「缶の下の方に穴をあけると、上から下へと空気の流れができ、酸素の量が増える」と考えて実験をした。



の量が増える」と考えて実験をした。

実験の結果、割り箸は完全に燃えたが、予想とは少し違う考えに変わった。実験後の振り返りでは、「ぼくは上から下へ空気の流れが行くと思っていたが違って、下から上へ空気の流れが行くような気がしました。その理由は、下から空気が入って上

の方ではげしく燃え、たくさんのけむりが出たからです。」と書いていた。そして、予想としてかいていたものに修正を加えていた。予想に修正を加えることで、子どもたちは自己の課題としての意識を強め、自然事象の不思議を追究しようとしたのである。

また、穴の位置の予想が概ね「上・中・下」の3箇所になり、その理由も様々であり、違いを意識して他者とかかわりをもちながら課題解決することとなった。

このような単元導入の工夫が、子どもたちが自己の課題をもつことにつながるのである。

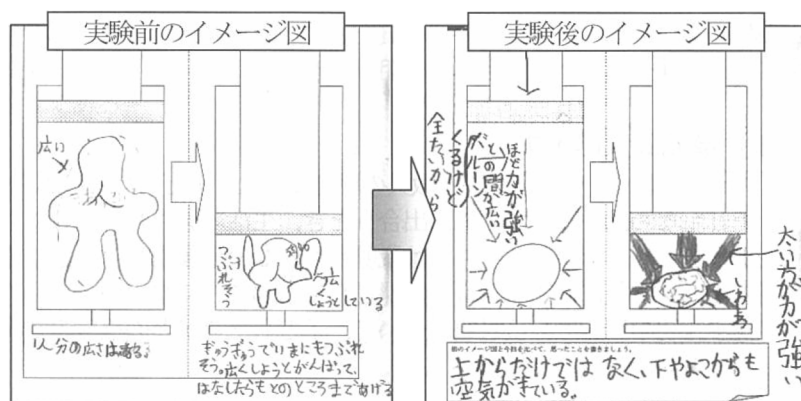
(2) 課題解決の過程に“省察”する場をつくる

私たちはこれまでに、子どもたちの学びを中心に考え、子どもが授業を創り上げていくプロジェクト型の学習をすすめてきている。子どもたちに思いや考えを表出させながら、自然の“本質をさぐる”子どもを育ててきた。お互いに考えを表出し、共有していくことで、さらに自分の考えを深めていくことができることはこれまでの取り組みでも明らかである。

さらに、子どもたちが学びの質を高めていくためには、一人ひとりが対象と深くかかわり、その過程で「自己の変容」をしっかりとつかむ必要がある。「自己の変容」を知ること、つまり、自分の考えや見方がどのように変わったかを「省みる」場を設定する必要がある。それは、昨年度から取り組んできた、課題解決の過程の中に“省察”する場を設定することである。“省察”する場とは、自分がしてきたことを深く省みて、良し悪しを考える場である。つまり、自己の課題を解決するために自分が行ってきたことは良かったのか、自分の用いた実験方法は適切だったのか、友だちの考えと比べて自分の考えは適切なのかなど、じっくりと省察させたい。学習前後におけるイメージ図やコンセプトマップを更新し、お互いの考えの違いを表現し、吟味することを通して省察させたい。

では、4年生「空気や水をとじこめると」の単元における事例を紹介する。

筒の中に空気を閉じ込め、ピストンで空気を押し縮める実験をした。実験前のイメージ図では、押し縮められる空気を人のように表現し、「ギュウギュウで今にもつぶれそう」「はなしたらもとのところまであげる」と書いている。空気を押し縮めたときの体積や手ごたえの変化をとらえていることがわかる。しか



し、上から力を加えたこともあり、筒の中の空気が全体的に縮まったことには目を向けられていない。そこで、筒の中に透明のバルーンを入れて押し縮めることで、全体的に縮まっていくイメージへつなげたいと考え、実験を行った。実験後のイメージ図では、「上からだけでなく、下やよこからも空気がきている」と書かれており、イメージが更新されたことがわかる。

実験を行ったことで、より妥当性の高いイメージへと更新されており、実験前後のイメージ図を見比べたことで更新した理由も振り返ることができている。しかし、時間的なこともあり、友だちとイメージ図を用いて交流し、その相違から見方・考え方をより良いものにするには至っていない。

理科では、対象に対する自分の見方・考え方をより科学的な見方・考え方へと変容させていくことを目指している。友だちとの話し合いの中で、自分と他者のイメージの違いを明確にしていくことは、自己の課題解決意識を高め、ますます自然現象の“本質をさぐる”ことにつながる。

(3) ICT機器の活用

ICT機器の活用は、子どもたちの課題解決の過程で必要な情報を提供できる有効な手段であると考えている。身近にないものを見る場合、微小なものを大きく見る場合、実験や観察で危険を伴う場合、コストや時間がかかる場合などに活用できる。見えなかったものが見え、複雑なものが整理できる。よって、子どもたちの中にあるさまざまな思考の1つに視点を向けたり、新たな発見から活動への意欲へとつなげたりできるはずである。またそこに、ICTを通しての学びの質の高まりを期待する。ただし、その授業の目標を達成するためにICT機器を活用するものであり、場面や内容を精選する必要があることを意識しなければならない。

ここで、ICT機器を活用した事例を紹介する。

まず、長時間の観察が不可能な場合の例である。ヒマワリの芽がどのように持ち上がるのか観察しようとしたが、土の表面に現れて生長していく様子を継続して観察することは難しい。そこで、教室の隅に微速度撮影の機器をセットし、子どもたちもその撮影の様子を見ることができるようにした。完成した動画が現実起きた身近なものだと感じさせるためである。

完成した動画では、12時間を10秒で見られた。子どもたちの感想は、「あんなに動いていて不思議だ」「真っ直ぐ出ると思っていたのに横向きに上がってきた」など、長時間に及ぶ変化を目の当たりにして驚いていた。「生き物みたいに動いていた」などの感想もあり、改めて植物の生命力を感じさせることもできたと考えている。

次に、微小なものを大きく見せた例である。アゲハチョウの卵は小さすぎて観察しにくい。そこで、携帯型双眼実体顕微鏡とデジタルカメラのマクロモードを組み合わせ、撮影したものを観察した。ただ粒にしか見えていなかった卵だが、実は表面には模様や小さな凹凸があることを発見していた。この観察後、子どもたちは観察の対象物をできるだけ大きく見ようとするようになり、近くでじっくりと観察するようになった。



4. 研究の評価

授業ごと、単元ごとでどのようにイメージ図やコンセプトマップを活用でき、有効であるのかについて分析する。物理事象を扱う場合、一般的にイメージ図が多く用いられるが、反対にコンセプトマップを用い、検討するなどの方法も考えられる。そこから研究の評価を行い、成果と課題の把握につなげていきたい。

【参考文献】

- [1] シリーズ日本型理科教育「理科」で何を教えるか、日置光久著、東洋館出版社、2007
- [2] 子どもの科学的イメージを引き出す6つの技法、鷲見辰見、学事出版、2004
- [3] 状況に埋め込まれた学習、ジーン・レイヴン、エイトン・ウェンガー、産業図書、1993
- [4] 学習指導要領の解説と展開 理科編、教育出版、2008
- [5] 理科における言語活動の充実〈中学年編〉、東洋館出版社、2010