

科学的思考力を育む学び合いの理科学習

1 理科で願う豊かな学びの姿

私たちは、小中学校の理科学習を通して、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り疑問を見つけたりして、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力を身につけて欲しいと願っている。そこで、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。

- 自ら自然にはたらきかけ、興味や関心を持ち、驚きや発見を体験し、疑問をもつ姿。
- 驚きや発見・疑問をもとに、自ら課題や問題をもつ姿。
- 課題や疑問の追求に、自分の見通し（実験方法や手順）をもつ姿。
- 自分自身の追求のふりかえり（追求内容・追求の仕方と学習の構え）をする姿。
- 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、共通課題や科学的な問題を解決する姿。

次に紹介する記録から、子どもが自然事象についての課題に対して自分の考えをもち、人に伝えることを通しながら考えを変容させていった様子がうかがえる。

（附属小学校での取り組みから）

〈メダカとヒトのたんじょうの学習から：小学5年〉

- 最後、A君が言ったように、私はマアジの方が有利だと思ったけど、メダカが有利だと思う人の意見を聞くとそうだなあと思うけど、マアジの方がいいと思う人の意見を聞くとやっぱりマアジの方が有利かなあと思ったので、最後もマアジにしました。マアジの卵はメダカの卵とちがって小さいという点もあるので、マアジが有利だと思います。多分、メダカの卵やマアジの卵だけじゃない他の卵も、育つ環境に合った、生む場所やかたさなど工夫しているのではないかなと思います。

（附属中学校での取り組みから）

〈光の屈折（浮かび上がって見える碗の中のコイン）の学習から：中学1年〉

- 水を入れるとお碗のコインが浮かび上がって見えるのは、光の屈折によるものとわかりました。屈折がよくわかる実験でした。お風呂で水の中の手が縮んで見えたり、浅いと思っていた川に入ると思ったより深かったということがあったけど、その理由もわかりました。
- 光の屈折によって見えなかったコインが、見えるようになった理由をみんなで考えました。人間は、光が直進してきたように物を見るので、コインが浮き上がった像が見えます。鏡の中の像も、反射した光なのに直進してきたように思うので同じだなあと思いました。

小学5年では、メダカのたんじょうについて疑問をもって調べ、驚きや発見を体験し、メダカとマアジでは子孫を残すのにどちらが有利か考えを出し合う中で、自分の追求をふりかえりながら、生命の巧妙さに気づき、多様な生物にも目を向けるようになった姿がうかがえる。中学1年では、光の屈折による一つの事象について、自分の考えを伝え、人と力を合わせて課題を解決して得た科学認識について、他の事象と関連させたり一般化したりして理解を深めている姿がうかがえる。

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。子どもは、自分の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、周囲の子どもの意見との共通性や相違点などに気づき、新たな発見につなげていくことができる。新たな発見は、新たな世界観を生み出し、科学認識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ときに、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り、理科として育てたいと考える「科学的思考力」が身についていくものと考えている。私たちは、科学的に表現させることを大事にすることで科学的思考力を身につけさせ、科学的な認識の定着を図り、科学的な見方や考え方を養いたいと考えている。

2 昨年度までの研究の経緯

(1) 子どもをとらえるという視点の取り組みからわかったこと

科学的に表現していくことを大事にすることによって、様々な方法で子どもをとらえることが可能になった。初等部後期の理科日記や中等部の実験・観察レポートなどによって、個々の子どもの自然事象についての考えをとらえることができた。また、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によって、工夫をして説明をする子どもの様子や、他者の意見を知った子どもが科学認識を広げていく様子をとらえることができた。自己評価シートやふりかえりなどへの表現によって、個々の子どもの考えの変容や追求のふりかえりや新たな疑問などをとらえることができた。

子どもたちの表現には、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、それらをとらえておき、多様な考えが出されるようなはたらきかけに生かしていくことができた。子どもたちは、友だちの考えからよいと思う考えを取り入れたり、考えの違いから問題を明確にしていったりして、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。また、自己評価に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おくことによって、単元構成の中での意図的なはたらきかけをして学びを計画的につないでいくことができた。子どもをとらえることは、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。

(2) 理科における思考力・判断力・表現力

私たちは、「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」を「科学的思考力」とした。「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や、科学的な知識や概念を日常生活や社会で活用するときに、必要な力となる。また、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、科学的な表現力とした。そして、思考力・判断力・表現力は互いに関係しあって伴って育成される力であると考えている。折しも、今年3月24日中央教育審議会初等中等教育分科会教育課程部会からの「児童生徒の学習評価の在り方について（報告）」を受けて、5月11日「小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校等における児童生徒の学習評価及び指導要録の改善等について」の通知があり、理科の評価の観点とは、思考・判断したことを、その内容を表現する活動と一体的に評価する観点として、「科学的な思考」を改め「科学的な思考・表現」となった。科学的に表現させることを大切にすることによって、思考力・判断力・表現力の育成をめざしていきたい。

(3) 思考力・判断力・表現力の育成に有効であったかかわり合い

思考力・判断力・表現力を育成するために、子どもたちのかかわり合いを大切にしたい。初等部後期では、理科日記の子どもの記述を教師がとらえ意図的に学びをつないでいくようにしたところ、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ていった。中等部では、課題について班活動の場で互いの意見をまとめ、ホワイトボードを使って発表している。右のアンケートから、班活動によって一人ひとりの子どもの表現の場が保障され、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ぐられ、学級全体での学びとなることわかる。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、自然現象について学級全体で共有した課題を実証的に検討し、論理的な処理を行いながら、自分の見方や考え方を体系的に整理していき、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構築していくことができた。

班で話し合うことについてのアンケート
 ○自分や自分の班の意見だけでなく、他の班の意見も聞いて、内容をもっと深く考えることができた。
 ○それぞれの班の異なるアプローチのホワイトボードを見て、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。
 ○自分一人ではわからない問題も、みんなまで話し合うことによって理解でき、「なぜこうなるか」を理解できた。
 ○自分の考えをまとめて表現する力がついた。

3 本年度の研究

(1) 思考力・判断力・表現力についての11年間のつながり

一貫教育の観点から、それぞれの発達段階での理科における思考力・判断力・表現力を次のようにとらえている。

初等部前期	自然の中で体験しながら、自分なりに考えたり工夫したりして、それを素直に表現する力。
初等部後期	身のまわりの自然の事物・現象の変化とその要因との関係に問題を見だし、条件に着目して計画的に追求し、言葉や図を使って考察し表現して、問題を解決していく力。
中等部	自然の事物・現象について問題を見だし、目的意識をもって観察・実験などを行い、事象や結果を分析して解釈し、言葉や図を使って考察し表現して、問題を解決していく力。

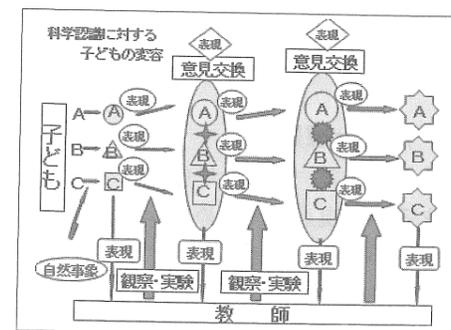
幼稚園、小学1・2年には、理科の教科としての取り組みはないが、子どもは遊びや生活の中で自然に触れ、様々な事物・現象について体感したり、自ら自然にはたらきかけたりして、驚きや興味を素直に表現する。初等部前期の自然の中での多くの体験は、初等部後期からの体系づけられた理科の学習において関連づけられ、子どもはそれまでの自然の中での体験を問い直していく。初等部後期では、身のまわりの自然について自分の考えをもって追求し、それを言葉や図を使って考察し表現をして、条件制御などの問題解決の能力を身につけていく。中等部では、問題解決能力をさらに高め、観察・実験の結果を分析して解釈し、導き出した自らの考えを抽象化したり一般化したりして表現する。私たちは、発達段階による思考力・判断力・表現力の違いを踏まえ、つながりを大切にしたい学習指導をめざしていきたいと考え、研究を進めている。

(2) 思考力・判断力・表現力を育て高めるための授業づくり

子どもの科学認識を変容させ、思考力・判断力・表現力が育成される学び合いの理科学習となるように、次の3つの視点で研究を進めている。

① 単元構成における教師の仕掛け

科学的な認識の定着を図り、科学的な見方や考え方を育成するためには、単元構成における教師の仕掛けが大切である。右の図は、理科の学習における子どもの科学認識の変容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。この科学認識が変容していく理科学習の中で、思考力・判断力・表現力が育成される。そのための単元を構成するとき、単元を貫く柱をどうするか、どのような観察・実験を行うのか、どのような題材やどのようなかかわり合いの場面を設定するのかなど単元全体の仕掛けを構想して、理科学習を展開していく。理科は、自然の事物・現象についての学習であるので、学び合いが机上の空論にならないように、学び合いによって収束する科学認識は、実験・観察によって再現したり実証できるような事象が望ましいと考える。これによって、子どもは実感を持って自然事象



をとらえ、自分自身の追求をふりかえりながら学び合いによる自己の変容を認識することができる。また、活用場面を構想したり、イメージ図やモデル図を使うなど科学的に表現する活動を充実させたりして、科学認識を獲得していく学習過程において、思考力・判断力・表現力を育成していきたい。

②学び合いを可能にする課題設定

理科の学習の課題には、実験・観察の方法を考えるような課題や、結果を予測するような課題、また、実験・観察の結果から考察する課題もある。これらの課題を解決する過程において、単元全体の自然事象について問題解決ができるものとする。学び合いのための課題設定については、課題を解決する意欲が喚起されるように、子どもが課題解決の見通しをもつことができ、その解決に当たって、意見が分かれることが予測でき、学級で力を合わせることによって解決できる課題（最近接領域）がよいと考えている。これにより、多様な意見を共有することで個々の追求の問い直しをすることができ、学級全体で力を合わせて解決するときには思考力・判断力・表現力が高まると考える。このような課題を設定するに当たって、発達段階を考慮することや既習事項をふまえておくことはもとより、子どもの素朴概念を調査することや、それぞれの学習段階で子どもの科学認識をとらえておくことが重要になる。子どもは、理科日記や実験・観察レポートやふりかえりやホワイトボードなどへの記述による表現、班の話し合いや学級全体での話し合いによる発言による表現など、様々な方法で自分の考えを表現する。これらの子どもの表現によって、教師は子どもの思考の深まりや科学認識の変容をとらえることができる。最近接領域の課題は、子どもにとって解決することにある程度の困難さがあるが、既習事項や実験・観察による事実などと関連づけて解決の見通しをもつことができれば、課題解決の意欲にもつながるであろう。

③学び合いの場面ではたらきかけ

思考力・判断力・表現力を育成するための学び合いの場面では、互いの意見を比較させたり関連させたりするための発問を工夫し、思考が拡散してから収束するような教師のはたらきかけが必要である。教師は、子どもの意見を受け入れながら子どもの考えをつなぎ、子どもの思考を深めていくようにする。子どもの発言に対しては、評価するのではなくリボイシング（再声化）と言われる発話が大切で、理科の学習においては右に示すような教師の発話によって、子どもは思考を深める。教師が復唱したり要約したり引用したりすることによって、子どもは自分とは違う意見への葛藤や受容を認識し、自分の考えをより明確にしている。科学的な知識や概念を収束させるには、科学認識に基づいて焦点化させたり、課題解決のための視点を与えることが大切であると考えている。子どもの多様な意見の中で何が問題かを明確にして、子どもの気づきによって最後は共通の科学的な知識や概念になっていくようにしていきたい。

理科の学び合いの場面におけるリボイシングの例

- 実証的な見方をうながす発話
「〇〇さんの意見は、この現象から考えたことだね。」
「身近な生活の中で、よくあることなんだね。」 など
- 論理的な処理をうながす発話
「2つの結果を比較すると、〇〇なんだね。」
「つまり、条件が違うから結果が違うんだね。」 など
- 体系的な整理をうながす発話
「このモデル図は、この現象を意味しているんだね。」
「見方を変えると、こんなことも考えられるんだね。」 など

4 成果と課題

成果として、学び合いの場面で、子どもの科学認識の何を変容させれば共通の科学認識に迫ることができるかの視点を見極めることが重要なことであることがわかってきた。初等部後期では、子ども同士が自分の考えを主張する整理されない話し合いにおいて着目する視点をしぼり、自分の立場を明確にさせる教師のはたらきかけが有効であった。中等部では、子どものつまづきを打開する科学的な見方・考え方を、視点として与えるというはたらきかけが有効であった。

課題としては、学び合いの場面をどのように評価していくか、新評価基準に照らし合わせて検討していく必要があるだろう。

(文責 高橋 里美)

【参考文献】

- ・授業研究と学習過程 (秋田喜代美・藤江康彦, 日本放送出版協会, 2010年3月)
- ・授業デザイン最前線Ⅱ (高垣マユミ 編著, 北大路書房, 2010年4月)