

理科

戸田 真実
岩崎 誠

1 理科における知識創造とは

知識創造の定義

理科における知識創造を次のように定義する。

自然事象を解釈するために 主体的に実験・観察を行い 自然に関する新たな意味の体系を構築していく営み

問題解決の過程

理科では問題解決の過程にそって知識創造が行われる。その過程は、主に、課題をつかむ、予想する、解決方法を考える、実験・観察を行う、実験・観察の結果に基づいて考察する、自然事象に科学的な意味づけをする、である。この科学的な意味づけは、自然事象に内在する簡単な規則性や巧みなつくりを承認することであり、言い換えれば自然の特性を承認するということである。

想起 表出 共有 結合

*1 実証性とは、考えられた仮説が観察、実験などによって検討することができるという条件。

再現性とは、仮説を観察、実験などを通して実証するとき、時間や場所を変えて複数回行っても同一の実験条件下では同一の結果が得られるという条件。

客観性とは、実証性や再現性という条件を満足することにより、多くの人々によって承認され、公認されるという条件。

想起、表出、共有、結合は、どの問題解決の過程の中にも存在し得るが、主として以下のように営まれる場合が多い。課題をつかむ過程や予想する過程では、主に課題に関するスキーマを想起し予想を表出する。解決方法を考える際には、主にそれまでの経験を想起し、実験・観察の方法を表出する。個人の中では、実験・観察の結果から知識が付加されたり、修正されたり、再構築されたりする。これらが結合にあたる。そして、他の子どもの実験・観察の結果や考察を共有することで、改めて結合が起こり、全体として自然事象に科学的な意味づけがされる。

このように自然事象に科学的な意味づけをしていく理科の学びは、客観性のある事実の積み上げの上に立ち、実証性や再現性を重視する。^{*1}その中で、子どもは自らの素朴なものの見方や考え方を変容させ、自然に関する新たな意味の体系を構築していく。その構築が理科における有意味化である。こうして構築された意味の体系は、別の自然事象を解釈する際にも活用、応用されていくと考える。

2 理科における「プロセスの自覚」を促す・活かす手だて

(1) 理科における「よさ」

正確に実験・観察する

理科の知識創造のプロセスの「よさ」は、正確な実験・観察から得られた客観的事実に基づいて自然に関する新たな意味の体系を構築していくことである。

客観性のある事実を得る

正確な実験・観察を行うためには、器具を正しく使うことや事実を正確に記録することが必要である。客観性のある事実を得るためには、自然事象の要因を予想、抽出して観察したり、条件を制御した実験を行ったり、実験・観察から得られた事実と事実を比べたりする必要がある。

事実に基づいて
自然事象を解釈する

事実に基づいて自然事象を解釈するときには、言語、図、表、数式などを用いて自然の特性を理解し、個々の解釈を共有するときには、それらを用いて説明しなければならない。

これらの多岐にわたる学習活動は、実際の授業の中で、その「よさ」を評価していくものであり、必要に応じて取捨選択されるものである。

(2) 「よさ」を共有するための手だて

① 可視化

可視化する「よさ」

正確な実験・観察をするために、器具を正しく使ったり、事実を正しく記録したりする必要があることは目に見えて分かりやすい。しかし、客観的事実を得るために行っていることの「よさ」や、事実に基づいて自然事象を解釈するために行っていることの「よさ」は科学的思考を伴う「よさ」であり、その思考の部分は、説明がないと埋没してしまい、その「よさ」が共有できなくなる可能性がある。

そこで、特に、予想の理由、実験・観察方法の意図、実験・観察結果の考察を可視化することによって、思考の部分を明らかにする。

予想の理由

子どもが予想を発言したりノートに書いたりするときは、その理由を説明させることで、子どもが何を基に自然事象を解釈しているのかを明らかにする。子どもが、実験方法や観察の視点を話し合うときは、その意図を説明させることで、どんな要因に注目しているのか、どんな条件を制御しようとしているのか、何と何を比べようとしているのかを明らかにする。実験・観察結果を考察するときは、まず、事実と考えたことを区別して説明させる。その上で、事実と考えたことを結び付けて考察し、自然事象に科学的な意味づけができるようにする。これらの説明は、必要に応じて言葉や図を用いる。

実験・観察方法の意図

実験・観察結果の考察

学習の前後の
見方や考え方

子どもが自らの自然事象に対する見方や考え方を表現する方法は、文章の他に概念地図法や描画法などが考えられる。例えば、発芽の条件を調べる単元の場合、授業の前後で「発芽」という言葉を中心にしてマッピングし、それらを比べることで思考の可視化を図る。描画法を用いる場合としては、人間の胎児の成長や自然界における水の姿と行方を説明する場面が考えられる。特に、空気や電気など子どもがそれを直接見て検証することが困難な場合は、それらをモデル図で表す場合もある。

また、学習の前後で、自らの自然事象に対する見方や考え方がどのように変容したかが分かるように、学習前の見方や考え方と学習後のそれらを可視化する。

② 「かかわり」

予想を話し合う場面

「自然の特性」を追究しようとする一人一人が集まり、協力して追究することができれば、他の子の自然事象に対する見方や考え方にも触れることができ、自らの見方や考え方を更に深めることができる。それが理科における「かかわり」である。「かかわり」は、問題解決の過程のどの場面でも起こりうるが、特に、よさの共有に寄与することが期待できるのは、予想を話し合う場面、実験・観察方法を話し合う場面、実験・観察の結果を共有して考察する場面である。

実験・観察の方法を
話し合う場面

予想を話し合う場面では、子どもは前述のように予想の理由を可視化し、何を基に自然事象を考えているのかを明らかにする。板書を基に自らの考えを位置付けることにより、他の子の見方や考え方との共通点や差異点に気づかせる。その共通点や差異点を観点にすることにより、自然事象の要因や観察の視点をとらえることができる。

実験・観察方法を話し合う場面では、予想を基にそれらを考える。どうしてそうしようと思ったのか、その実験・観察で何がどうなったら何が言えるのか、を話し合うことで、実験・観察の意図が可視化される。こうして色々な意見を聞くことで、子どもは他の子の実験・観察の仕方の「よさ」に気づくことができる。こうして話し合われた実験・観察方法は視点がはっきりし、子どもは客観的事実を得ることができるようになる。

実験観察の結果を
共有して考察する場面

実験・観察の結果を共有して考察する場面では、子どもは既に実験・観察結果から自分なりに自然事象を解釈している。実験・観察方法の視点を基に、実験・観察結果とその解釈を話し合う中で、子どもは他の子の実験・観察結果や解釈の「よさ」を共有することができる。こうして、子どもは自らの自然事象に対する見方や考え方をより客観性のあるものに練り上げることができる。

これらの場面の「かかわり」は学年や学習内容、場に応じて適宜選択する。

子どもの「よさ」を価値付けるのは基本的に教師であるが、その有用性が子どもに定着すれば、子どもが相互に価値付けることもできるようになると考える。

③ 実践的な自覚へのデザイン

教師の役割

* 2
3年 比較
4年 関係付け
5年 条件制御
6年 推論

『小学校学習指導要領
解説 理科編』文部科
学省 2008年P12 参照

ノート、ワークシート
の工夫

教師は子どものプロセスの「よさ」を見取り、共有させることによって、それらを有意義化にいたる思考、学び方として位置づけ、その有用性を実感させながら価値つけていく。そのためには、まず教師自身が自然事象や教材を研究し、知識創造のプロセスの「よさ」を知っておかなければならない。その上で、子どもが自然にたどろうとする知識創造のプロセスを尊重する姿勢が教師に必要である。教師は、子どもの知識創造のプロセスのどこに「よさ」があるのかを見極めて授業を進める。その際、基準にしたいのはその見方や考え方に実証性や再現性があるか、事実を客観視しているかということと、それぞれの学年において重要視している以下の科学的なものの見方、考え方^{*2}である。

子どもは、問題解決の過程やその一部をノートやワークシートに記述しながら学習を進めるが、その際、教師は事実と考えたことを区別して記述するように指導する。問題解決の過程では、主に予想や仮説、結果から考察したことや自然事象の解釈が考えたことに当たる。「かかわり」の中で自分の考えが変わった場合や、実験方法を考えたり、実験観察をしたりしている間に思ったことも、考えたこととして記入させる。授業の終末には、それを基に自らの知識創造をふり返らせる。

知識創造のふり返り

単元の節目や終末には、これらの記述を概観させることによって、子どもが自らの思考の流れや知識創造のプロセスをふり返ることができるようにする。それによって、知識創造の中で有用性のあった知識やプロセスを自己評価させる。子どもが、有用性のあった知識やプロセスについて話し合い、ふり返ることを通して、その「よさ」を改めて認知し、他の自然事象について探求するときに応用できるようにしたい。

単元構成、配列の工夫

各単元は、子どもが主体的に知識創造を行い、その知識やプロセスを活用、応用できるように単元構成や単元の配列を工夫する。4年の水と空気に関する単元や、5年の受け継がれる生命に関する単元のように、内容に関連のある単元では、活用、応用できる知識やプロセスもあるので、それも視野に入れて「プロセスの自覚」をはかりたい。