

理科

保井 海太郎 山崎 裕文

1 理科における学び続ける子供とは

理科における学び続ける子供とは、理科の見方・考え方を働かせながら科学的に問題解決していく中で、自然の事物・現象に対する捉えを更新し続け、学ぶ楽しさを感じながら、新たな問題を見いだす子供である。

(1) 「理科の見方・考え方を働かせながら科学的に問題解決する」とは

子供は、疑問や願いをもち、事物・事象や友達と関わる中で、自然の事物・現象をどのような視点で捉えるかという「見方」や、比較する、関係付ける、条件を制御する、多面的に考えるという「考え方」を働かせ、実証性・再現性・客観性といった科学的な手続きを重視しながら実験や観察を行っていきこうとする。

第4学年「ペットボトル噴水をとばそう」では、導入場面で、子供は、一方のストローに息を吹き込むともう一方のストローから水が出る「ペットボトル噴水」と出合った。子供は、「なぜ水が飛ぶのだろう」という疑問や「もっと遠くへ水を飛ばしたい」という願いをもち、追究を始めた。目に見えない空気をイメージ図で表現し、質的・実体的な見方で空気を捉えながらペットボトル噴水が飛ぶ仕組みを予想した。子供は、「きっと空気が水を圧しているから水が出るんだ。」「もっと遠くへ飛ばすにはたくさんの空気が必要になってくると思うよ」と問題解決の見通しをもった。そして、息を吹き込むよりも多くの空気を送り込む工夫として、エアポンプを使って噴水を飛ばす方法を考えた。「息を吹き込むだけだと、1mくらいしか飛ばなかったけれど、エアポンプで空気をたくさん送り込んだらと7mも飛んだよ」「そのときのペットボトルはものすごく固かった。きっとペットボトルの中の空気はぎゅうぎゅうになっているのではないかな」と入れた空気の量と水が飛んだ距離を関係付けながら閉じ込めて圧したときの空気の概念をつくり上げていった。

(2) 「自然の事物・現象に対する捉えを更新し続け、学ぶ楽しさを感じる」とは

子供は、科学的な問題解決を行い、自然の事物・現象に対する捉えを更新していくことで、納得のできる自分の考えをつくり上げる。考えに自信をもった子供は、自分の考えと事象がズレたり、自分の考えと友達の考えのズレを感じたりすることで解決したい問題を見いだす。その問題を友達と関わりながら科学的に解決する中で、単元の本質に触れたときに「なるほど!」と分かったことに対する喜びを実感する。

先の事例では、子供はエアポンプで空気を送り込むと噴水の水が遠くへ飛んだことから、「送り込む空気が多いほど水を圧して噴水の水を飛ばしている」という考えに自信をもった。一方で、エアポンプから手を離れた後に水が勢いよく出続けるのを見て、「おや、どうして空気を入れるのを止めても水が出続けるの?もう水は空気に圧されていないはずなのに」と、「空気を圧することで水が出る」という考えと「空気を圧していないのに水が出る」という事象にズレを感じた。子供はもう一度この事象を見つめ直した。すると、エアポンプを圧した回数とエアポンプから手を離れた後の水が出続ける時間の関係を調べることで、空気が多いほど、水が出続ける時間が長いと気付いた。さらに、ペットボトル噴水の容器の体積と実際に入っていた空気の体積をビニル袋で比較することによって、「こんなにたくさんの空気がどのようにペットボトルに入っていたのだろうか」と問いをもった。子供は話し合いの中で、「空気縮む説」や「空気分裂説」など自分の考えの立場を明らかにしながら、閉じ込めて圧したときの空気について仮説を立てた。その後、教師が実験用ピストンに閉じ込めた風船を提示したことで、解決の視点は、「空気の体積変化」となった。子供は、ピストンを圧したり引いたりすることで、風船が膨らんだり縮んだりする事象と自分たちの仮説を関係付け始めた。そして、子供は「噴水の水が出続けるのは、体積を元に戻そうとする空気が水を圧していたからだ」と考えを再構築し、友達と協働して問題を解決できた喜びを感じた。

(3) 「新たな問題を見いだす」とは

問題解決を行い、自信をもった子供は、これまで分かったことを整理したり、自分の学びを振り返ったりすること等を通して、新たな問題を見いだす。その際、獲得した知識や経験を活用して新たな問題について解決しようと取り組む中で、新たに自然の事物・現象に対する捉えを更新しようとする。

先の事例で子供は、空気は押し縮められたことから、子供は、「水も押し縮めることはできるのか」と新たな問題を見いだした。また、ピストンに水を閉じ込めて、空気を閉じ込めた場合と比較しながらイメージ図を描いた。粒子のモデルを使って表現した場合、空気は粒子が空間を漂っているが、水は粒子がしきつまっているイメージをもった。このように、問題解決を通して深まった理解から、さらに未知の問題解決へと進み、閉じ込めて圧したときの空気と水についての捉えを更新した。

2 学び続ける子供を育てるには

(1) 子供が必要感をもって学習対象と関わるために

① 問題を見いだすため、教材を選定し、教材提示を工夫する

教材を選定する際には、子供の既習の内容や生活経験等の実態を十分に把握するとともに、単元のねらいを明確にし、その達成に向けて思案することで、子供は問題を見だし、やがて単元の本質へと向かう。教材提示の際には、既習の内容や生活経験等と教材を比較する場を設定し、差異点や共通点を明らかにすることで、子供が、「あれ？どうしてそうなるの？」と矛盾を感じたり、「もっと〇〇したい！」と願いをもったりして、問題を見いだすことができるようにする。

② 予想や仮説を発想し、学級で共有するため、自由な試行活動を設定する

子供が教材と出会い、見だした問題を共有し、学級全体に問題が位置付いた上で、子供が教材と十分にに関わる場「自由な試行活動」を設定する。そうすることで、理科の見方・考え方を働かせて試行錯誤し、活動で得た事実を基に予想や仮説を発想できるようにする。その際、教師は、子供が手当たり次第に教材に関わったり、イメージ（心像・しんぞう、映像のように浮かぶ考え）やアイデア（考えのまとまり）を頭に浮かべたりするなど、一人一人が様々な活動していく様子を見ていねいに見とり、机間指導やノート指導を通して、子供が予想や仮説を言語化し自覚できるようにする。また、学級全体で予想や仮説を共有するための話合いの場を設けることで、これからみんなで解決していく、検証可能な問題を見いだすことができるようにする。

③ 考えに自信をもつため、結果を適切に記録し、考察を言語化・可視化する場を設定する

検証可能な問題に対する考察を、子供の考えと置く。ノート指導をしたり、ICT 機器を活用したりすることで、図や表、グラフ等を用いて結果を適切に記録できるようにすることで、子供は考えの根拠となる観察、実験の結果をより正確なものにし、自信を強める。また、考えを図や絵、文等を用いて言語化、可視化して表現できるようにすることで、子供は考えを整理し、友達に伝えようと意欲を高める。

(2) 子供が自ら問いをつくるために【重点】

① 考えのズレを感じるため、思考の安定を図った上で、考えの比較する場を設定する

子供は、自分の考えに大きな自信をもち、考えを伝えたい思いを強くすればするほど、ズレを感じたときに考えが大きく揺さぶられ、今一度自分の思考を安定させようと、再構築へと向かう。

そこで、子供が学習対象との関わりを通してつくった自信のある考えを表現する場を設ける。その際、掲示物等の活用や追実験により既習の内容を想起できるようにしたり、同じ考えの子供を意図的に指名したりすることで、「やっぱり、自分の考えによって、問題は解決できるはずだ」と、子供が思考をより安定させることができるようにする。また、これらの手立ては、それらの考えとは異なる考えをもつ子供の「自分の考えとは違う！発言して伝えたい！」という思いを高めることにもつながる。その子供の発言を教師が意図的に取り上げることで、子供が考えと考えにズレを感じることができるようにする。これらの手立てを講じるためには、子供の考えの背景にある、観察、実験から得た事実や既習の内容、生活経験等を把握し、意図的に指名する子供やその順、それによってつくられるであろう話合いの道筋を、教師が想定しておくことが重要である。

② ズレの要因を明らかにし、学級全体で問いをつくるため、意図的に指名や問い返しをする

思考の安定が図られた上で、考えと考えの比較の場がつけられたとしても、学級のすべての子供がズレを感じ、対話していくとは限らない。まずはズレの要因を学級全体の場で明らかにし、共有できるように話合いを整理することが肝要である。

そこで、子供の「〇〇さんは、どうしてそう考えたの？」とズレの要因を明らかにしようと友達に関わりを求め、考えを吟味しようと対話している姿や、すでに自分の中で問いをつくり、「〇〇すれば分かると思う」と仮説や検証方法を発想し解決に向かっていく姿を見とり、前者の子供を意図的に指名するようにする。その際、具体物や追実験に立ち返って、何を差異点としてズレを感じているのかを言語化させたり、「それって不思議なことかな？」と、あえて共感しない姿勢を示して、子供の発言を誘ったりする。そうすることで、背景が明らかになり、ズレの要因を子供たち一人一人が自覚する場を保障し、学級全体で問いをつくることができるようにする。

(3) 子供が自ら問いを解決するために

① 解決の視点を見いだすため、根拠のある仮説について話し合う場を設定する

問いを解決するために子供が発想した仮説は、既習の内容を根拠にしたものである。仮説を聞き合う際に、具体物や掲示物を活用することで、既習の内容を想起できるようにし、解決のための視点を見いだすことができるようにする。

② 教材と関わり、考えを再構築するため、検証実験の場を設定する

子供が発想した仮説を検証するために、再度教材と関わる場を設ける。解決のための視点を基に教材と関わって事実を得ることで、「やっぱり〇〇だ！」と、考えを再構築することができる。また、再構築した考えを図や絵で表現する場を設けることで、子供が再構築した考えを自覚できるようにする。

③ 新たな問題を見いだすため、分かったことと、まだ分かっていないことを比較する場を設定する

追実験等を通して、再構築した考えを学級全体の場で確かめる一方で、まだ分かっていないことがあることを板書に位置付けることで、新たな問題を見いだすことができるようにする。