

理 科

中 前 元 久
森 田 健太郎
岡 部 佐穂里

1 理科における「よりよい未来を志向する子」

自然の事物・現象についての問題を科学的に解決することは、自分がどのように考え、生きていくかを見定める力となってくる。情報過多ともいえる現代において、全ての情報を鵜呑みにしていくことは「よりよい未来を志向する」とは言えない。それらの情報に思いや考えをもち、立ち止まって科学的に追究していくことが「よりよい未来を志向する」ことへつながっていく。

子どもが自然の事物・現象に出合ったときにもつ思いや考えは、日常生活の経験から獲得したその子どもなりの思いや考えであり、素朴で観念的である。理科の学習は、そのような思いや考えを観察・実験を含む問題解決の過程を通して、より科学的なものへ変容させていく営みである。

本校の理科では、子どもが自然の事物・現象にはたらきかけ、自らの力で思いや考えを追究する方法や筋道を見いだして検証し、自分の思いや考えを確かめたときに「わかった」「そうなんだ」「なるほど」といった感動をともなった言葉が表出される「感動のある理科」をめざしている。自らの力で思いや考えを確かめ納得できたときに、感動をともなった言葉が表出される。そのような姿を「よりよい未来を志向する」姿であると考え。

このことから、理科において「よりよい未来を志向する」とは、自分がもった思いや考えを追究するために、既存の知識と新たに得た知識や情報を関連付けて根拠や見通しをもち、解決の方法を探り、その筋道を実行し、自分の思いや考えを科学的なものへと更新することととらえる。

以上のことから、理科における「よりよい未来を志向する子」を次のように設定する。

自然の事物・現象との出会いから自己の思いや考えをもち お互いの考えを共有し比べ 表現し合うことで解決方法を探り 筋道を立てて実行し 自己の思いや考えを科学的なものに更新していく子

2 理科における決める授業デザイン

理科においてはまず、子どもが自然の事物・現象と出会い、既習やこれまでの経験から思いや考えをもつことから始まる。そのためには、子どもの心が動く自然の事物・現象の提示や、思いや考えを友達と共有し比較する活動を設定する。そのことにより、子どもは互いの思いや考えの共通点を見つけたり、既習やこれまでの経験とのずれを感じて違和感をもったりする。その違和感を具体的にしていく中で、追究意欲が生まれ課題を決めていく。

そして、課題をもとに予想や仮説を立て自分の立場を決める。課題と既習やこれまでの経験とのかかわりを考えたり、友達と意見を交流したりすることで、根拠をもって自分の立場を明確にしていく。そして、立場をもとに検証する筋道を決める。検証の筋道をもとに観察の視点や実験方法を決める。このような決める場面を設定することで、観察や実験を行う際にどこに着目すればよいか、自分の考えではどのような結果が得られるか、といった視点が明確になり、観察や実験に必要感が生まれ、追究意欲を持続して学習を進めることができる。

観察・実験結果をもとに考察をする場面では、観察・実験をした結果、見つかった共通点や差異点はどこか、観察・実験の視点をもとに結果をどのように分析するか、といった情報の取捨選択をして結論を決める。そのためには、観察結果を交流し合ったり、友達と自分の結果を比較して話し合ったりして自分の結果だけで決めるのではなく、多様な結果をもとに決めるようにしていく。そのことが、解決に向かってよりよく決めることへつながっていく。

このように、子どもが自分で決めた検証の筋道で観察や実験を行い、自然の事物・現象の因果や関係性を明確にしていくことで、初めの自分の思いや考えを、実感や納得を伴って更新することができる。更新した思いや考えをもとに、自然の事物・現象と向き合うことで、また新たな視点から課題が生まれ、新しく追究したい課題を決めて、決める授業をくり返していく。

課題が解決したときには決めたことをふり返り、獲得したスキルや知識を再認識する。初めの自分の思いや考えと解決した後の思いや考えを比較したり、レポートなどで決めた過程をふり返った

りすることで、自分で決めたことで解決できたという満足感や達成感を得ることができる。また、獲得したスキルや知識を生かして課題に取り組み解決することで、学びの広がりや深まりを感じることができる。満足感や達成感を得ることや、学びの広がりや深まりを感じingことをくり返すことで、理科の有用感を高めて次の学びへとつなげていく。

3 決める授業の手だて

(1) 自然の事物・現象との出合わせ方により見通しをもたせる工夫

子どもは既習やこれまでの経験から自然の事物・現象についてのイメージや概念を構築している。その思いや考えは素朴であり、また観念的である。それらのイメージや概念では説明できない自然の事物・現象に出会うと子どもは思いや考えをもち、追究意欲が生まれてくる。そこから自分で課題を決め、課題をもとに自分の立場や解決方法を決めて追究の筋道ができあがる。自分で決めることが課題解決の出発点になり、追究意欲を持続していくことにもつながる。

したがって、自然の事物・現象への出合わせ方が、子どもが見通しをもち、よりよく決めるために重要なことである。例えば、今までの既習や経験では説明がつかない自然の事物・現象に出合わせて違和感を生み出させることや、差違点や共通点に気付かせ観察・実験の視点が明確になるような課題を設定することである。このような手だてによって、子どもは追究意欲を高め、見通しをもちながら、解決へと向かってよりよく決めることができる。

(2) 多様な視点で考えさせるための工夫

子どものこれまでの経験には個人差があるため、同じ自然の事物・現象を目にしたときにもつ思いや考えは異なる。そこから生まれる課題や予想、仮説も同様である。思いや考えが異なる者同士がかかわり合っていくことで、多様な視点から自然の事物・現象について考えることができる。その中で違和感に気付く、自分一人の思いや考えでは思いつかなかった課題や視点へとつながっていく。また、課題に対して、どのような観察・実験で検証していくかを決めて見通しをもつことが重要である。この過程をよりよく決めるために、課題に対しての予想や仮説を既習や経験をもとに根拠をもって立てることが必要である。

そのためには、子ども同士がかかわり合って自他の思いや考えの対立部分を明確にしたり、共通部分に気付いたりして、思いや考えを多様な視点で広げたり深めたりできるようにする。例えば、図や表などを使って子どもの思いや考えを分類することや、思いや考えを視覚的に説明させることで子どものイメージを広げたり深めたりしていく。これらの活動によって子どもは視点を明確にして、検証の見通しを決めることや結果から結論を導き出して決めることができると考える。

(3) 理科の有用感を高める工夫

自然の事物・現象についての問題を科学的に解決する力は、課題を解決していく過程を通して身に付いていくものである。学びをふり返って理科の有用感を高めていくことで、科学的に解決することのよさを実感して次の学びへ向かうことができる。

そのためには例えば、自分の初めの思いや考えと課題を解決した後の思いや考えをふり返る活動を設定する。思いや考えを比較することで、自分が獲得した知識やスキルを再認識し、学習内容を深く理解することができる。また、レポートなどで筋道をふり返り、検証の流れを再説明する活動を設定する。どんな方法で何がわかるようになったのかをふり返り、自分の学びを深めていく。子どもが自分で決めた過程をふり返り、自分で解決できたという満足感や達成感を得られるようにする。さらに、自分が決めたことで獲得した知識やスキルを生かして解決することができるような課題を設定する。決めたことを生かすことができる課題の設定により、知識と知識を結び付けて新しい知識を獲得し、解決することで学びの広がりや深まりを感じられるようにする。

満足感や達成感を得ることや学びの広がりや深まりを感じること、自分で決めるよさを味わうことができる。そこから、さらなる追究意欲を生み出し、課題へ向かってよりよく決めることへとつながっていく。自分で決めるよさを味わうことをくり返していくことで、「理科を学習してよかった」「理科ってすごい」という理科の有用感が高まっていくと考える。

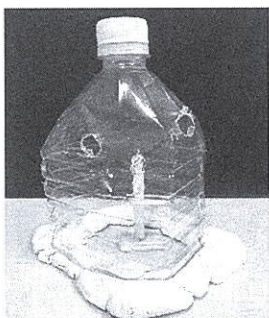
(1) 自然の事物・現象との出合わせ方により見通しをもたせる工夫

6年生「物の燃え方と空気」の実践から①

本単元では、物が燃え続けるには絶えず空気が入れ替わる必要があること、酸素には物を燃やすはたらきがあり、物を燃やすと空気中の酸素の一部が使われ二酸化炭素が発生することをとらえさせる。そのために、火をつけたろうそくがいくつかの条件下で燃えるようすを観察することを通して、物が燃え続けるためにはどのような条件が必要かを決めて活動することとした。

単元の導入ではビーカーで蓋をした状態でろうそくを燃やし、火が消えてしまうようすを提示した。空気の少ない状態や空気の流れがない状態では、火が消えてしまうことを知っている子どももいるが、知識が曖昧な場合もある。空気を閉じ込めた状態ではろうそくの火が消えてしまうようすを提示することで、「空気の通り道を作るとろうそくは燃え続けるのではないか。」という見通しを子ども全員が共有できると考えた。ろうそくの燃えるようすを提示した後で「ビーカーで蓋をすることで、安全にろうそくを燃やすことができるが、火は消えてしまう。では、火が消えないようにするには？」と問うと「穴を開けて空気が入るようにすればいいのではないか。」という考えが多くの子どもから出され、検証することとした。

空気の通り道を調べる実験には、底に穴の開いた集気びんを用いることが多い。しかしこれでは、穴は上下にしかなく、横に穴を開けることができない。横に穴を開けて試して自分の考えを確かめたい子もいるため、今回は2Lペットボトルを半分に切ったものを準備し、穴の位置や数を子どもが自由に変えることができるようにした（資料1）。これにより、子どもは自分の考えに沿って穴の位置や数を工夫することができる。また、開けた穴はガムテープなどでふさぐことができるので、何度も繰り返して実験することができる。穴の位置や数を試行錯誤することで、ろうそくが燃え続けるための考えをよりよく決めることができると考えた。



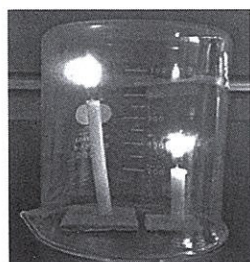
資料1 横に穴を開けた
ペットボトル

実験では、自由に穴の位置を変えながら各自の考えを確かめていく姿が見られた。煙突のように穴を上の方に開けたり、ろうそくの炎が空気に触れやすくなるために炎の出るあたりに穴を開けたり、グループの中で考えを出し合いながら、自分の考えを決めて穴の位置を試していた。試行錯誤する中で、多くのグループがペットボトルの上下に穴があるときに、ろうそくが一番燃え続けることができるという結果を導き出した。そこから、なぜ上下に穴が必要なのかを考え、空気の流れを線香の煙で確かめる実験をした。実験から、ろうそくが燃えると、下の穴から空気が入り上の穴から出て行くことが確かめられ、物が燃えるためには空気の流れが必要なことやその流れ方をとらえることができた。

教材の提示から子どもは、「穴を開けて空気が入るようにすればいいのではないか」と考え、「空気の通り道を作るとろうそくは燃え続ける」という見通しをもつことができた。そこから「空気の通り道を作る」という目的意識を明確にして、それに沿った実験方法によってろうそくが燃え続けるための方法を決めて解決することができた。

6年生「物の燃え方と空気」の実践から②

前時までに子どもは、物が燃え続けるには絶えず空気が入れ替わる必要があることを学習している。その結果をもとに、今回は長さの異なるろうそくを一つのビーカーで前時同様に蓋をした状態で燃やし、二本のろうそくの燃える時間に違いがあるかどうかを問うた（資料2）。空気が入れ替わらなければ、ろうそくの長さが異なっても同時に消えると予想するか、二酸化炭素は空気より重いという知識があれば短いろうそくが先に消えると予想すると思われる。しかし、この実験では長いろうそくの方から先に火が消えていく。この知識と結果のずれが違和感を生み「ろうそくが燃え続けるためには、空気が絶えず入れ替わることの他に何か要因



資料2 長さの異なる
ろうそく

があるのでは？」という問いをもち「ろうそくが燃えるビーカーの中の空気のようにすを調べる」という見通しへつながると考えた。そしてそこから、物が燃えるときの空気の質的変化に着目させていくこととした。

本時で予想を聞いてみると、「短いろうそくが先に消える」「同時に消える」と予想した子どもがあまりおらず、長いろうそくが先に消えると予想した子どもがほとんどだった。理由を聞くと前時までに確かめた「ろうそくを燃やすと空気の流れが下から上へできる。」ということと「物が燃えると二酸化炭素が発生する」という知識を結び付けて理由を言えた子どもは2人だけしかおらず、その意見に流されて自分の考えが曖昧なままに予想していた子どもが多いようであった。本時では、予想と結果のずれから違和感を生むことが、見通しや検証内容を決めることへつながると考えていたので、その点では今回の予想の考えのたたせ方に改善の余地がある。前時までの結果と本時に提示する現象との条件の違いや、ろうそくの本数が異なること、ろうそくの長さが異なることなどにもっと着目させると、自分の考えをもって予想することができたと考える。

実験を何度も行う中で、子どもはろうそくの燃焼時間に着目して時間をはかったり、現象を既習や知識をもとに説明し合ったりしていた。それらをもとに、なぜ長い方が先に消えたのかを自分なりの根拠をもとに説明させた（資料3）。

A児：燃える空気が入らなくなって、燃えない空気が上にのぼって、先に消える。

B児：あまりきれいな空気ではない空気が上にたまっていて、だから（長いろうそくは）早く消えて、きれいな空気は下にたくさんあるので（短いろうそくは）長持ちする。

C児：1回使っちゃった空気なので、それが長いほうのろうそくを消して、そこから出た空気がたまっていて、小さいほうのろうそくも空気が使えなくなって、消える。

D児：使われた空気は新しい空気が減ってしまい、長い方が古い空気にふれやすくて、短いほうは、まだ新しい空気に触れやすい。

資料3 長いろうそくが先に消えることの根拠をもって説明する発言

「燃える空気」「きれいな空気」「新しい空気」や「燃えない空気」「使っちゃった空気」「古い空気」のように、物が燃える前の空気と物が燃えた後の空気の説明に使う言葉は子どもによってさまざまであった。子どもはこれらの言葉をろうそくが燃える前と後の空気を指し示す言葉として共通の認識をもっているのか、またこれらの説明の内容を空気が質的に変化したことの説明と捉えているのか、ここまでの発言だけで見取することはできなかった。認識が異なっているとこれから先の検証内容も変わってくる。そこで、説明したことの共通点を見つけ、検証内容を決めることとした。まずは、似た言葉がないかを考えさせ、どの発言にもろうそくが燃える前と後の空気のこと指し示している言葉があることに気付かせた。どの発言にも共通した言葉があることに気付くことで、ろうそくが燃えることで空気が変化したことを説明しているということを共有することができた。そして、「ビーカーの中でろうそくが燃える時の空気のようにすを調べる」という見通しをもち、解決へとつなげることができた。

(2) 多様な視点で考えさせるための工夫

3年生「身近な自然の観察」の実践から

3年生では、学習の過程において、自然の事物・現象の差異点や共通点をもとに、問題を見いだすという問題解決の力を育成することに重点が置かれている。植物や生物の観察においても複数の物を観察して差違点や共通点を見出す活動が必要である。そこで、差違点や共通点を見つけるためにはどのような視点で観察すれば良いのか、観察の視点を子どもとともに決めることにした。

まず、「春の時期に見られる虫や草花を見つけよう」という活動を設定した。この活動では観察の視点を決めることはせず、校庭で自分が見つけた植物や生物の名前と気づいたことを羅列的に発見カードに書かせた。その後、見つけたものを理科室で発表し合った。観察の視点が決まっていなかったので、発表内容もさまざまであった。

一通り見つけた物を子どもが発表し終わったあとで「自分の発表したものの中で、どれか一つを選んでみんなにくわしく伝えるには、どんなことを観察のときに書いておくといいか

な」と問うた。資料4は子どもの反応である。

E児：わたしは、葉っぱの大きさや数があるといいと思います。

F児：花の大きさもあるといいと思います。それから、(くきの)長さも。

G児：色も大事だと思います。色がなかったら、何色の花か分からないから。

H児：前の発見カードには絵が描けなかったから、絵で描いておくと形も分かっていいと思います。

I児：絵を描いておくとみんなに分かってもらえていいと思います。

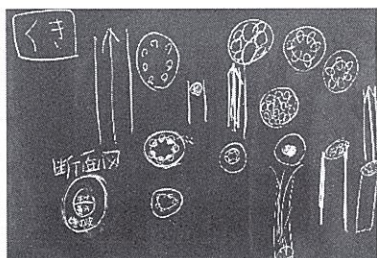
資料4 観察の視点を決める際の子どもの発言

子どもは、前回の観察のときに自分が伝えたかったことをもとにして、観察の視点を見つけていった。これらを分類しながら板書して、観察の視点を子どもとまとめていった。子どもは「色」、「大きさ」、「形」が書いてあるとみんなに伝えやすくなるとまとめた。

発言や板書をもとにしながら、子どもは自分と友達の考えを比較して観察の視点を明確にすることができた。また、自分には無かった観察の視点にも気づくことができた。3年生の理科では、植物や生物の観察がいくつも設定されている。それらの観察に入る前に、観察の視点を共有することができ、これからの観察に生かすことができた。また、友達とかかわりながら観察の視点を決めたことで子どもに必要感が生まれ、これから観察するときの見通しをもつことができた。

6年生「植物のからだのはたらき」の実践から

本時では、植物の体内に水の通り道があることを観察して確かめることをねらいとしている。前時までに子どもは、植物にも動物の血管と同じような水の通り道があることを予想している。そこで本時では、どのような通り道になっているのか根・茎・葉の断面の予想を絵で描いて共有することから始めることとした。まずは、全員がノートに根・茎・葉の断面の絵を描き、それを黒板に描かせた(資料5)。普段は実物投影機を使って子どものノートを映し出して何人かに予想を発表させているが、それでは多様な予想を引き出すことができない。そこで、今回のように全員が予想を黒



資料5 黒板に描かれた断面図

板に書いて見比べることで多様な考えにふれ、自分と友達との予想を比較して差違点や共通点を見いだして自分の予想をよりよく決めることができるのではないかと考えた。予想を決めることができれば、観察の視点も明確になり、観察への意欲もより高まっていく。

茎の絵を描いたときには、黒板に描かれた絵を見ながら、「あの絵は真ん中が通り道だけ。これは通り道がまわりにある。」といった差違点に気づく姿や「自分と〇〇さんのと同じや。」といった共通点を見つけ合う姿が見られた。また、輪切りの図ばかりでなく、茎を縦に切った絵を描いた子どももいた。その絵に気づき「あ、そうか。輪切りじゃなくてもいいんだ。」と、自分が気づかなかった観察の方法にも気づくことができた。差違点や共通点を見つけ合った後で、似ているもの同士を分類して予想をまとめていった。このようにして、全員が絵を描くことで多くのかかわりが生まれた。子どもはそこから気づきを得て、多様な視点から予想を考えて自分の予想をよりよく決めることができた。ただし、今回は誰が描いた絵なのか分からなくなってしまい、確認に手間取った。理科室にはネームプレートがないので、今後は番号を書いたプレートを用意しておく素早く確認ができると考える。また、このように全員の予想を黒板に描くという活動の経験がないので、描くことへの抵抗感や戸惑いが見られ、黒板に描いた予想をもとに話し合う時間が十分に確保できなかった。しかし今回の実践は、全員参加ができてより多くのかかわりが生まれ、自分の考えをよりよく決めるための有効な手だてと考えられるので、今後同様な活動を何度か取り入れて子どもが戸惑いなく活動できるようにしていきたい。

(3) 理科の有用感をもたせる工夫

6年生「物の燃え方と空気」の実践から

単元を終えた後、もう一度「長さの異なるろうそくの燃え方の違い」について今までの学習をもとに説明を書かせた。初めの自分の思いや考えと学習を終えた後の思いや考えを比較

しながら、再説明をかくことで、より深い理解につながると考えた。ふり返りでは、6年生で学習した「物が燃え続けるには絶えず空気が入れ替わる必要があること。」「物を燃やすと空気中の酸素の一部が使われ二酸化炭素が発生すること。」と、4年生で学習した「温められた

ろうそくを燃やすと二酸化炭素になり、上の方へ集まる。二酸化炭素はものを燃やすはたらきはないため、ろうそくが長い方に先にふれて、先に消える。温められた空気は上に行くため、長いろうそくの方がその空気にふれて消える。二酸化炭素を集めてビーカーでろうそくを燃やすと、一瞬で消えたことから、ものを燃やすはたらきはないことが分かる。だから、長いろうそくの方が先に消える。

資料6 J児のふりかえり

ろうそくが燃えて温められた空気は上へいき、その空気の気体の体積の割合は温められる前の空気より酸素の気体の割合は低く、二酸化炭素の割合は高い。酸素にはものを燃やすはたらきがあり、逆に二酸化炭素にはものを燃やすはたらきはないことから、温められた空気には物を燃やすはたらきがないと考えられる。だから、その空気に先に触れる長いろうそくの方が短いろうそくより先に消える。

資料7 K児のふりかえり

空気は上へ上がること。」を組み合わせ、科学的に現象を説明できていた（資料6，7）。

また、「自分たちで調べたいことを考えて実験をして分かったのよかった。」といったふりかえりもあり、見通しをもって検証内容を決めて実験できたことで、課題を自分のこととして捉えて学習できたよさがうかがえた。また、「物が燃えると酸素が使われて二酸化炭素が増えることを実験でくわしく調べることができた。」というふりかえりからは、自分が学んだことを再説明してみることで、より納得して実感したことがうかがえる。このように、学習前後の自分の思いや考えを比較しながら再説明することで、子どもは獲得した知識を再認識し、それぞれを結び付けて考え、学びを深めることができたといえる。

成果と課題

(1)自然の事物・現象との出合わせ方により見通しをもたせる工夫では、出会いから違和感をもたせて課題を決めていくことで、子どもが見通しをもって課題に取り組むことができると考えて実践を行ったが、違和感をもとに課題を決めることは少なかった。今回の実践では、共通の体験をすることで思いや考えをもち、課題を決めることができたことが多かった。6年生の「物の燃え方と空気」では、一本のろうそくがビーカーの中で燃えるようすを全員で見ることで、空気の流れに着目して検証することができた。そして、それを長さの異なる二本のろうそくにすることで、物が燃え続けるには空気の流れ以外にも要因があることに着目させて検証することができた。このようにして、違和感がなくとも子どもに知的好奇心や目的意識を生むことができる教材を提示することで、見通しをもって課題を決めて検証へ進むことができると考えられる。

また、ゴールに向かってよりよく決めるには、全員が根拠をもって自分の考えを表出することが必要である。そのためには、(2)多様な視点で考えるための工夫で実践した黒板に全員分の茎の断面の予想を描かせたことが効果的であった。まずは、全員が予想を描くことで、自分の予想を決める。黒板に全員分の予想があることで多様な考えにふれ、初めの予想から考えを広げて根拠を明確にした予想を決めることができる。根拠を明確にした予想があることで、次の観察や実験に向けて目的意識が高まっていく。理科においては、観察や実験に対する目的意識が低い子どもも見られる。何のために観察や実験をしているのかを明確にするためにもこのような取り組みをして、子ども全員が自分の思いや考えを根拠を持って決めることができるようにしていきたい。

そして、(3)理科の有用感をもたせる工夫では、学習前後の思いや考えを比較してふり返ることで、自分の学んだことを再認識し、学びを深めることができた。6年生の長さの異なるろうそくの燃え方の再説明を書く活動では、子どもはここまで学んだどの知識を生かして書くかを決めて再説明を書いている。学んだことをふり返り、自分の思いや考えと知識を比較して確かめたことで、学んだことを深く理解することへとつながり、理科の有用感を高めることができたと考える。

(1) 自然の事物・現象との出合わせ方により見通しをもたせる工夫

5年生「植物の発芽と成長」の実践から

植物を育て、植物の発芽や成長の条件を制御して調べ、見いだした問題を計画的に追究する活動を通して、植物の発芽や成長の条件についての考えをもてるようにすることがこの単元のねらいである。また、1次では種子が発芽する条件について考え実験し、発芽には水、適当な温度、空気が必要であることをとらえることができるようにすることをねらう。

1次のねらいを達成させるにあたって、子どもが植物の発芽について問題を見いだし計画的に追究していくためには、手だてが必要だと考えた。その理由は、子どもの栽培体験の乏しさにある。これまでの栽培体験は子どもによって様々であり、生活科や理科の授業でしか体験していない子どもも多くいる。生活科や理科での栽培の多くが苗からの栽培であることや、種子を植える時であっても土の中に種子が隠れてしまい、発芽の様子を観察することは難しい。学習内容についても、生活科では野菜の世話や収穫に焦点が当てられている。理科においては、植物のからだのつくりや、1年間の成長のサイクルについて学んできたが、発芽に着目する学習は本単元が初めてである。子どもは「種子は土に植えて水をたっぷりやれば発芽するものだ。」「窓際に植木鉢を置いたほうが明るく暖かいから早く発芽する。」のような素朴で観念的な思いや考えをもっており、それをもとに問題を見いだすことは難しい。また、見いだせたとしてもくなぜ植物は発芽するのだろうか>のような追究不可能なものになる。以上のことから、本単元のはじめに、自由に条件を設定させてインゲンマメの種子を発芽させた。そうすることで、発芽に焦点を当てた栽培体験から、発芽の条件についての問題を見いだし、追究可能な課題を決めることができると考えたからである。

まず、インゲンマメの種子を発芽させるために何が必要かを考えさせた。この段階での発芽条件に対する考えは様々で、子どもは「水・光・肥料・土・空気・ちょうどよい気温」など、様々な条件を挙げていた。ここでは素朴で観念的な考えのみによる話し合いに終始すると思ったので、すぐに種子を渡し、自分の考える発芽に必要な条件を整えさせ実験を行った。子どもは思い思いの方法で条件を整え、実験していった。

これまでの栽培体験や知識をもとに条件を設定し、発芽させることができた子どもは約4割だった。一方で、発芽させることができない子どもも多くいた。例えば、A児は「水・土・光・肥料」を条件として挙げ、透明プラスチックカップの中で発芽を試みた。カップの中にパーミキュライトを入れ、光が当たるように土から半分種子を出し、液肥の入った水を大量に注ぎ、ふたをしていた。また、水・光を条件に挙げたB児は、カップに脱脂綿を入れ、少量の水を注ぎ、その上に種子を乗せていた。この方法では、A児・B児ともに水の量に問題があるため、発芽させることはできなかった。クラス全体でもおよそ6割の子どもが条件を整えられず、発芽させることができなかった。その多くは水の量が原因であった。

この後、発芽させられなかった子どもに再度実験させた。A児は1回目の実験では、種子が腐ってしまったと考えた。再実験では、ふたを取り水の量を減らし、発芽させることができた。B児は光が足りないと考え、より光のあたる窓際にカップを移動したが、発芽しなかった。再度実験をしても全体の4割は発芽させることができなかった。種子の発芽率を差し引いても、発芽のための条件を設定できない子どもが多かったことがわかる。

実験を行った後、追究したい課題を話し合わせた。A児は「最初は発芽しなかったけれど、水の量を減らしたら発芽した。水が多すぎると息ができなかったんだと思う。空気の条件について調べてみたい。」と発言した。B児は「友達と同じ実験をしているはずなのに自分は発芽しなかった。条件をもっと調べたい。」とノートに記述していた。また、1回目の実験で発芽させたC児は、「全部の条件を入れて実験したけれど、いらない条件もあったと思う。どの条件が発芽に必要なだったのかを調べたい」と発言していた。そして、これらの発言を集約していくことで<発芽に欠かせない条件は？>という課題を決めることができた。

A児は発芽しなかった1回目の実験を自分なりに条件を変えて実験した結果、発芽させることができた。「種子が腐ったのは、水が多すぎて息ができなかったんだと思う。」という発

言からもわかるように、自分なりに1回目と2回目の実験を比較し、空気に着目した。このことから、2回の実験で、調べてみたいという追究意欲が生まれ、追究したい条件も決まったと考える(資料1)。B児は発芽させることができなかった自分の条件と友達の条件を比較し生まれた違和感から、「もっと調べたい」と記述しており、追究意欲を高めていることが伺える(資料2)。C児は発芽させるだけで満足せずに、どの条件が発芽に必要なだったのかという問いをもち、意欲を持続させている(資料3)。このようなC児の問いは追究可能であり、このような問いをもとに<発芽に欠かせない条件は?>と、課題を決めることができた。これは、<欠かせない>という言葉からもわかる通り、検証内容が焦点化された課題と言える。この後、調べる条件や実験方法を子ども自身で決めることができたのも焦点化された課題設定が一因にあげられる。

このように、課題設定の前に自由に条件を設定させて発芽実験をさせるという手だてを講じたことで、検証内容が焦点化され、追究可能な課題を決めることができた。また、追究意欲が持続し高まったのは、この課題を発芽に焦点を当てた栽培体験から生まれた思いや考えをもとにして決めたからである。課題が決まった後、子どもはどの条件について調べるかを決め、実験方法を決めていった。この姿は、子どもが自ら課題をもとに解決方法を決めて、追究の筋道を作り上げることができたといえる。また、課題を決めたことが、解決へ向かってよりよく決めるための出発点になったともいえる。

以上のことから、子どもが追究意欲を高め、解決の見通しをもつには、課題を決める前に、自然の事物・現象について十分な体験を積ませ、思いや考えをもたせることが有効であることが明らかになった。

前述の追究したい課題を話し合っているときに、教師の即応的なデザインが有効に働いた場面があった。種子が発芽しなかった理由を子どもが考察しているときに「初めから死んでいた種子が混ざっていたのではないか」という趣旨の発言が見られた。この時、発芽しなかった原因が自分の設定した条件にではなく、種子に原因があるという考察では、追究する内容がずれてしまうと考えた。そこで、発芽率について説明した。本来なら、発芽に欠かせない条件を調べる実験の時に、子どもが種子の数を決めるための情報として、発芽率について説明する計画だったが、授業の流れを見て即応的にデザインしなおした。結果的に、子どもは「発芽率80%以上のインゲンマメの種子を、6割ほどしか発芽できていないのは、やっぱり条件のせいだ。」と結論付けていたことから、即応的なデザインが有効に働いたと考える。

(2) 多様な視点で考えさせるための工夫

5年生「植物の発芽と成長」の実践から

前述のとおり、子どもは<発芽に欠かせない条件は?>という課題を自分たちで決め、追究していくこととなった。ここでは、自分たちで検証可能な実験方法を計画し、植物の発芽に必要な条件を調べることをねらっている。また、ここでの実験は条件制御を自分で行わなければならない初めての実験である。どの条件が必要かを明確にするためには、1つの条件を変え、他の条件をそろえて実験しなければならない。このことに子どもが気づき、検証可能な実験方法を計画することは難しい。そこで、不十分な実験方法を説明し合い評価する場面を設けるという手だてを講じることで、自分たちの考えた実験を検証可能なものにするには、条件制御をしなければならないことに気づき、よりよい実験方法を決められると考えた。また、絵を描かせることで後から比較できるようにし、違和感に気付けるようにした。

- ①水・土・光・肥料を設定した。
- ②水を多くしすぎて発芽しなかった。
- ③種子が臭くなっていたことから、ふたを取り、水を減らして再実験した。
- ④発芽した。
- ⑤「最初は発芽させられなかったけれど、水の量を減らしたら発芽した。水が多すぎて息ができなかったんだと思う。空気の条件を調べてみたい。」

↓
追究意欲が持続した・条件を決めた

資料1 A児の思考の流れ

- ①水・光を設定した。
- ②水が少なすぎて発芽しなかった。
- ③光が足りないと考え、光の当たる窓際に移動した。
- ④発芽しなかった。(水が足りないため。)
- ⑤「友達と同じ条件で実験しているはずなのに発芽しなかった。条件をもっと調べたい。」

↓
追究意欲が高まった

資料2 B児の思考の流れ

- ①思いつくすべての条件(水・土・光・肥料・温度・声かけ)を設定した。
- ②発芽した。
- ③「全部の条件を入れて発芽させることができたけれど、いらない条件もあったと思う。どの条件が発芽に必要なだったのかを調べたい。」

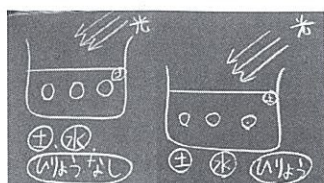
↓
追究意欲が持続した
追究可能な問いを決めた

資料3 C児の思考の流れ

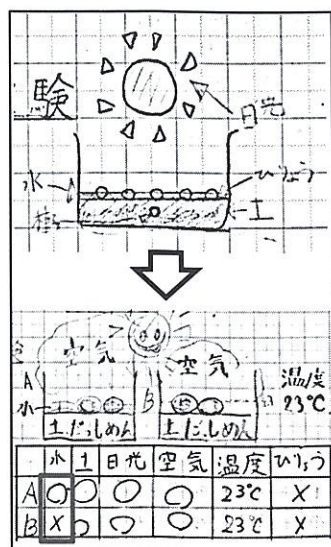
まずは、発芽に欠かせない条件を予想した。挙げられた条件は「水・空気・光・適当な温度・肥料」の五つだった。そのうち、「水・空気」はほとんどの子どもが欠かせないと考え、「光・適当な温度・肥料」は意見が割れていた。実験は四人のグループで条件を1つ選び、実験方法を決めることとした。各グループで決めた実験は、条件には目を向けていたが、対照実験がなされていないものがほとんどだった。また、同時に二つ以上の条件を調べようとしている実験もあった。どちらの実験も検証は不可能である。各グループが選んだ調べる条件は異なるので、様々な条件について検証不可能な実験が考え出された。

その後、グループで決めた実験方法を説明し合い評価する場面を設定するという手だてを講じた。子どもは、自分たちの考えた実験方法を絵や言葉で説明していた。教師はこの場面で、それぞれの実験が検証可能な実験なのかを検討されていくと考えていたが、実際はそうならなかった。子どもから実験方法の発表はされるが、それに対しての質問や意見が出される様子はほとんど見られず、実験方法が見直されることなくこの時間は終わりを迎えた。

この手だてが有効に働かなかったのは、自分なりの思いや考えをもち表出する時間を取ることなく、グループ学習に入ってしまったために、具体的なイメージをもてなかったことにあると考えている。グループで実験方法を考える前に、まずはしばらく一人で考える時間を取るべきであった。また、グループごとで異なる条件について考えていたということ理由がある。まずは、どれか一つの条件に絞って、全員が同じ条件について考えていった方が、子ども同士のかかわりが深まり、多様な視点で一つの条件について考えていくことができた。決める授業デザインがうまくいかなかったために、手だてが有効に働かなかったのである。



資料4 D児が見た板書



資料5 F児のノート

言語だけでなく、絵を描かせ比較できるようにすることが、条件制御の必要性に気付く手助けになった。また、自分の思いや考えをもつための時間を十分確保する必要があることや、すべて子どもに任せるのではなく、多様な視点で考える対象を教師がある程度絞る必要があることも明らかになった。

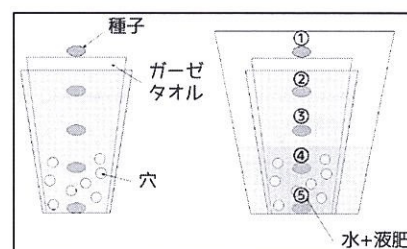
(3) 理科の有用感を高めるための工夫

5年生「植物の発芽と成長」の実践から

検証可能な実験方法を決め、実験を行うことで、子どもは発芽に欠かせない条件は、水・空気・適当な温度の3条件であることを明らかにした。ここに至るまでに子どもは、課題・調べる条件・実験方法を決めてきている。そこで、獲得した知識を生かして解決できる課題

として資料6のような教材を提示し、「どの種子が発芽するかな」と問いかけた。

子どもは、「水が減ったら足すの?」「ガーゼタオルがどこまで湿っているか確かめたいので、触らせて欲しい」「どこに置いて育てるの?ガーゼタオルとカップの間の温度を測りたい。」など、どの種子が発芽に必要な3条件を満たしているかを調べるために必要な情報を聞き出していた。その後、予想とその理由を発表させた。資料7は予想の人数を表にしたものである。①は発芽しないと答えた二人は、「ガーゼタオルは湿っているけれど、この量の水では発芽しない。」というものだった。④と⑤が発芽すると答えたG児は、自信なさそうにはあるが、「ガーゼタオルの中に細かい空気が、もし残っているとしたら発芽するかもしれない。」と答えていた。そして1週間後、結果を見せた。発芽したものは②と③であった。①が発芽しなかったことについて、H児は、「ガーゼタオルが湿っていたから発芽すると思ったけれど、発芽していませんでした。②と③の種子と①を比べると、②と③は大きくふくらんでいたの、①は水が少なくて吸えなかったことがわかりました。」とノートに記述していた。これまで条件として取り上げてきた、水の有無だけでなく、その量にも発芽との関連を見いだしているといえる。また、④⑤が発芽すると答えていたG児は「④⑤が発芽しなかったのは、ガーゼタオルの中に空気がなかった証拠です。」と結論づけていた(資料8)。またG児は「土の中には空気があるから発芽するんだとわかりました。」とも書いていた。これは土の通気性にも考えを巡らせたといえる。この記述を取り上げて、「どんな土が発芽に適しているといえる?」と子どもに問うと、「水をやると、しっかり湿る土」「けど、粒と粒の隙間に空気があるフワフワした土」「一日中光が良く当たって温かい土」のように、3条件を意識した考えが挙げられた。土の保水性・通気性・温度にまで考えを広げ深めることができた。G児は「これからは種子を植える時に、土をフワフワにして入れます。」とも記述していた。理科の学びを生活に生かしていこうとする姿が見て取れる。



資料6 知識を生かせる課題

	発芽する	発芽しない
①	3 6	2
②	3 8	0
③	3 8	0
④	1	3 7
⑤	1	3 7

資料7 子どもの予想

ガーゼタオルのすきまに空気があれば④と⑤が発芽すると思ったけれど、④は⑤が発芽しませんでした。それはガーゼタオルの中に空気がなかったしょうこです。でも空気があると発芽するから、土の中には空気があるから発芽するんだとわかりました。これからは土をフワフワに入れます。

資料8 G児の記述

以上のことから、この教材を課題解決後に提示することで、これまでの課題解決によって獲得したことを再認識し学習内容をより広く深く理解することができたといえる。発芽条件だけにとどまらず、よい土の条件についても考えることができた。

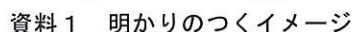
成果と課題

決める主体が子どもになるには、子どもが思いや考えをもてるような手だてが必要である。そのためには、教材を工夫しそれを提示するタイミングを考えるだけでは不十分である。子どもがこれまでにどのような経験をし、どのような思いや考えをもっているかを予想し、その教材を提示する前に何を補わなければならないかを教師が考える必要がある。そしてそれを補った後に教材を提示することで、どの子どもも思いや考えをもち、決めることができるのである。

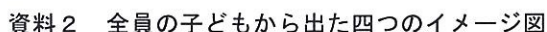
また、課題解決のために決めた実験方法を、子ども同士が説明し合い評価することは、検証可能な実験を決めるために有効であることがわかった。これまで、条件制御の考え方を教師が指導した上で実験方法を考えさせることが多かったが、実践では子どもが友達とかかわることで気付くことができた。教師は、どのように思いや考えをもたせるかを計画的にデザインすることが求められているのである。

一方で、決めたことをふり返ることについては課題が残る。自分が決めたことで獲得した知識をもとに、新たな課題を解決することで考えを広げ深めることはできた。しかし、自分で決めて過程をふり返り、自分で解決できたという満足感や達成感を得る部分については不十分である。今後は、その手だてについて模索していきたい。

4年生「電気のはたらき」の实践から



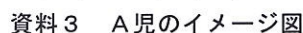
そこで、単元の導入では、まず電流の向きに着目させるために、第3学年「明かりをつけよう」で学習した豆電球に明かりがつくときの電気の流れのイメージを事前に表現させた(資料1)。一人一人のイメージ図を出し合った結果、全部で四つの考えに分けられた(資料2)。子どもはそれぞれのイメージ図を「①合流系②回転系③行ったり来たり系④逆回転系」と名付け、なぜそのように考えたのかを交流した。それぞれの考えを



話し合った後、個々の考えをもう一度位置付けた。すると、①合流系…24人②回転系…2人③行ったり来たり系…1人④逆回転系…6人となり、+極と-極から出た電気が豆電球で合流し、明かりをつけるのではないかという考えが最も多かった。考えを交流し合う中で、「電池は次第になくなっていくの

これらの実態から、一人一人が自由に扇風機をつくる活動は、それぞれ同じように回路を作ったにもかかわらず、手前が涼しい人と奥が涼しい人がいるのはなぜなのだろうという差異点に気付かせ、その差異点が追究意欲を生み、課題を＜モーターの回る向きが人によってちがうのは、どうしてかな＞と決める手だてとなった。

4年生「電気のはたらき」の実践から



扇風機づくりで生まれたくモーターの回る向きが人によってちがうのは、どうしてかな。＞という課題に対して予想や仮説を交流する際には、イメージ図をかかせ一人一人の考えを表現させた。資料3は、A児が予想でかいたイメージ図である。A児はグループの話し合いで、電池の向き

を逆にするとプロペラの回る向きが逆になるのではないかと考えをもち、自分のかいたイメージ図を指差しながら友達に考えを伝え、「僕も同じイメージ図をかいたよ。」「私も同じ。」と同じグループの友達と考えを共有することができた。しかし、A児のグループでは、電池の向きによってモーターの回る向きは変わるが、それが電流の向きによるものであることまでは考えられていなかった。

これらのことから、イメージ図を用いて考えを交流させることで、子どもは互いの考えの共通部分に気付きやすくなったと考える。また、予想の段階で子どもの考えの不足している部分を見取るための手だてともなった。

資料4は、全体で予想を交流する際の子どもの発言である。子どもが、話し合いを通して前時の明かりのつくイメージ図と比較して話し合えるように、四つのイメージ図を教室に掲示しておいた。

B児：乾電池の向きがちがうからだと思う。

C児：Aさんに似ていて、＋極と－極の導線につく向きが人によって違うからだと思う。

D児：AさんやBさんの言うように電池のつけ方が変わると、この前みんなで話し合った合流系や回転系の電気の流れ方が違ってくるのかなと思う。合流系の通り道だとプロペラは回らないと思う。

E児：ああ～なるほど。電気の流れ方でプロペラの回る向きが変わってくるのかもしれないね。

F児：でも、電気の流れは目で見えないよ。どうにかして電気の流れが見られないかな。

資料4 全体で予想を交流する様子

特に、D児が明かりのつくイメージにふり返って述べたことによって、B児やC児のように乾電池の向きが違うからと素朴な考えをもっていた子どもも、「電池の向きと電気の流れには関係があるのかな」と、自分一人の思いや考えでは思いつかなかった課題に気付いた。また、D児の考えは多くの子どもに電気の流れという新たな視点を与え、前時の自分たちのイメージをつなげて考えるということを全体に広めていた。また、子ども同士で交流をする中で、「電気の流れが目で見られたらいいのに。」というつぶやきが出されたことで、検流計を使うことへの必要感が生まれた。子どもは、「検流計を使ったら課題を解決できそうだ。」「検流計の針が豆電球に向かって同じ向きにふれれば合流系だし、違う向きにふれれば回転系だ。」と実験でどう検証していくかを決めて見通しをもった。

このように、電気の流れのイメージをもたせて前時の内容を掲示しておくことは、子どもの考えを電池の向きという素朴なものから、電気の流れという新しい視点に気付かせ、広めたり深めたりすることにつながると考える。また、実験前に電気の流れについて十分話し合う場を設定したことによって、はじめはどう実験すればいいかわからなかった子どもが、検流計を使えば自分たちの課題が解決できるという実験への見通しをもつことにつながった。

子どもの追究意欲を持続させながら、さらに電流が強くなるつなぎ方に着目して学習を進めさせるために、「もっと涼しい扇風機を作るためにはどうすればいいかな?」と子どもに問いかけた。すると、子どもは「電池の数を増やせばいいよ。」と素朴な考えを述べたが、「では、乾電池を増やせばどんなつなぎ方でも涼しくなると思うの?」と問い返すと、「どんなつなぎ方でも電池を増やしたのだから速くなるだろう。」「そうとは限らないのではないかな。」と意見が分かれた。自分の考えに違和感をもった子どもは、新たな課題をくもっと速くモーターを回すにはどんなつなぎ方をすればいいのかな>とした。そして、個々が課題に対する考えをもった後に、実際に二つの乾電池や導線を操作しながらグループで考えを出し合い、試してみたいつなぎ方を決める活動を取り入れた。資料5は、その活動の際のG児グループの交流の様子である。

G児：＋極から電流が出るなら乾電池同士はつながってなくてもいいんじゃない?

H児：けど、3年生の時に回路になってなかったら明かりはつかなかったよ。

G児：うーん。けどさ、前の時間に習ったことだったら＋極から電流が出るんだから、二つの乾電池の＋極をモーターに向けるだけで回ると思うよ。

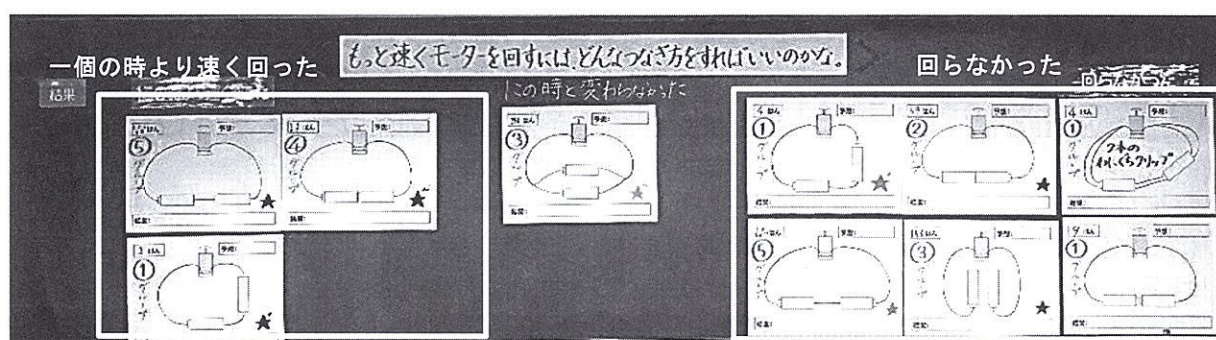
I児：たしかに。じゃあ、乾電池をつなげたものとつなげないものを比べて調べたら回路になっていることが大切かどうかははっきりするんじゃないかな。

資料5 G児グループの交流の様子

G児のグループは、自分たちの考えの対立部分から、モーターを回すには回路になっていることが大切であるかどうかという視点を持ち、互いにかかわりあって実験に取り組み、考えを深めた。特に、G児は二つの乾電池の＋極をモーターへ向けたつなぎ方では、どんな導線のつなぎ方をしてもモーターが全く動かないことから、「そんなはずはない！」と何度も導線を付け直したり、乾電池を付け直したりして、自らの課題を追究していた。さらに、H児、I児との交流や他グループの結果を受けて、1個の時より速くモーターを回すには、直列つなぎになっていることが大切なのだと気が付き、＋極から出た電流の帰る道や場所が必要なのかなと実験結果にもとづいて自分のイメージを更新させた。

これらのことから、実際に実験道具を操作しながらグループでつなぎ方を考えさせる活動は、子ども同士がかかわりあって考えを深め、実験を行う際の視点を与えたり、追究意欲をもって自ら学んでいったりすることに有効であった。

さらに、実験結果を全体で共有する場面では、資料6のように「1個の時より速く回った」「回らなかった」というカードを貼り、各グループのつなぎ方をかいたカードを板書に分類して位置付けていった。



資料6 全グループの実験結果を分類した板書

その際、二つの乾電池の向きを逆向きにしているつなぎ方の結果が班によって「1個の時より速くなった」と「回らなかった」に分かれた。「二つの電池の向きが逆のつなぎ方でも速くなるのだったら、速く回るつなぎ方の共通点がわからなくなるよ。この結果では1個の時より速く回るつなぎ方ははっきりしないな。」という子どものつぶやきから、即応的に判断し、全グループに結果が分かれたつなぎ方の再実験を行わせた。その結果、2個の乾電池の向きが逆向きだとモーターは回らないと気が付き、子どもは1個の時より速く回った三つのつなぎ方の共通点に着目して、結論を決めることができた。

このことから、実験結果を板書に分類して位置付けることで、モーターをより速く回せるつなぎ方の共通部分に気付かせやすくなった。さらに、全グループの実験結果を知ることによって、結果が分かれたつなぎ方に焦点化して再実験を行うなど、自分のグループの結果だけではなく、より多様な結果をもとに結論を決め、解決へ向かってよりよく決めることへつながった。

(3) 理科の有用感を高める工夫

4年生「電気のはたらき」の実践から

子どもが学習したことへの満足感や達成感を得たり、自分で決めることのよさを味わったりするために、一つの課題が解決するごとにふりかえりをかかせた。ふりかえりの視点として、学習前にもっていた自分の素朴な問いや考えが友達との交流や実験によって「いつ」「どんな考え・結果によって」「どのように」変容したのかを意識させてかかせた。それによって、子どもは予想や実験、考察の場面でより自分事として話したり聴いたりして学びを深めていくと考えたからである。

資料7はJ児が「もっと速くモーターを回すにはどんなつなぎ方をすればいいのかな」という課題に対してかいたふりかえりである。J児は二つの乾電池の＋極から出た電流がモーターで合流する考えをもっていたが、全体で考察を交流する場で「磁石の学習の時のように＋極と＋極で電気がぶつかってしまうのではないかな」「もどる場所がなくなってしまうのではないかな」という二人の友達のイメージに納得し、自分たちのグループのつなぎ方ではモーター

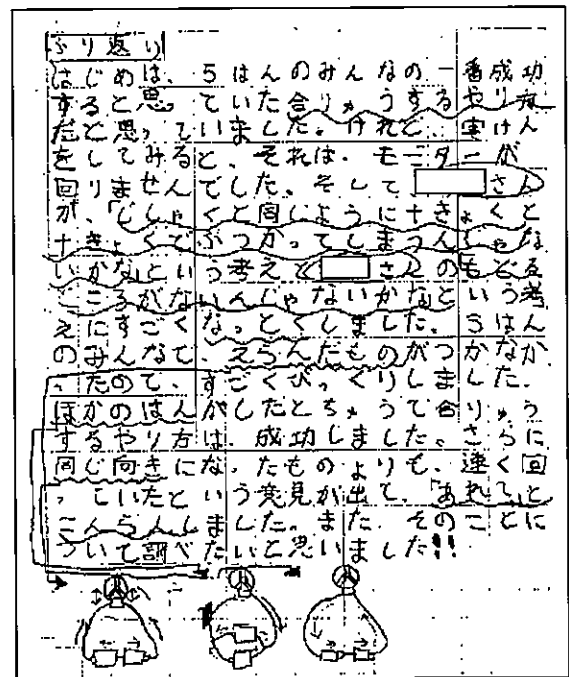
ターを回せないことに気付いて電気の流れに対する考えを更新させた。さらに、J児は、他グループが調べた並列回路で「1個の時よりも速くなった」という結果と「変わらなかった」という結果を受けて、「自分も調べてみたい」と新たな問題に対する追究意欲を高めた。

J児の実態から、一つの課題が解決するごとにふりかえりをかく活動は、子どもに学習前と学習後で考えがどう変容したのかに気付かせることに有効であることがわかった。さらに、子どもの考えの変容を見取ること、次に何を調べたいと思っているのかがわかり、次の課題を引き出すことにもつながった。

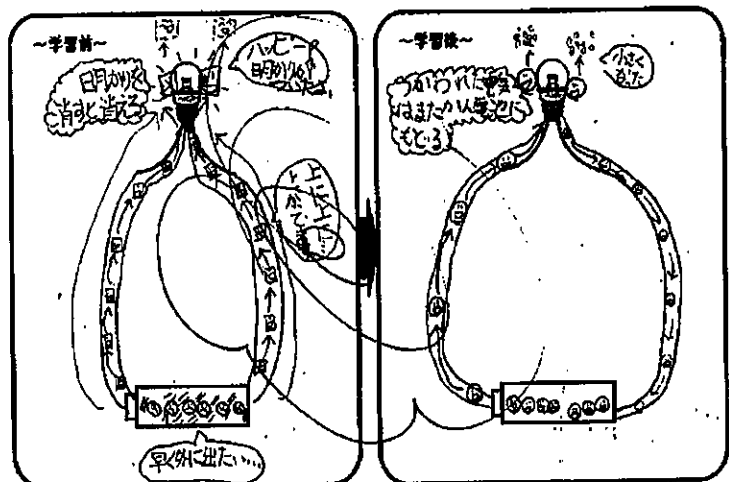
また、＜モーターの向きが人によってちがうのはどうしてかな＞の学習で、はじめにもった自分の考えと比較させることによって自己の変容に気付かせるために、明かりのつくときの電流のイメージ図をかかせた。その際には、目に見えない電流をキャラクターや矢印、吹き出しを用いて表現するよう伝えた。そうすることで、子どもの考えがより明確になり、他者に伝わりやすくなると考えたからである。

資料8から、学習前に合流系のイメージをもっていたK児は、学習を通して逆回転系の考えへ自分のイメージを更新させたことがわかる。K児は、学習後のイメージ図をかく際、「合流系じゃなく、逆回転系だった。でも電気が戻ってくるのに電池がなくなるのは不思議だな。」と自己の変容に気付いたり、さらなる追究意欲をもったりしていた。

K児の実態から、学習前と学習後の自分のイメージ図を比較してとらえることで、自分が獲得した知識を再認識し、学習内容を深く理解したり、次の追究意欲を生み出したりすることに有効であったと考える。



資料7 J児のふりかえり



資料8 K児の学習前と学習後の考えの変容

成果と課題

三つの手だてを意識しながら、子どもが追究意欲をもって自ら決める授業づくりをデザインしてきた。手だて(1)(3)によって、子どもは生活経験や既習内容では説明がつかないことに対して追究意欲を高め、その追究の過程をふり返ることで、自己の変容に気付く、次の意欲を生み出すことにつながるということがわかった。また、手だて(2)を講じることによって、自分の考えをよりよくしようと自ら進んでかかわっていく子どもの姿が増えてきた。しかし、授業実践を重ねる上で、子どもの考えの対立部分を明確にしたり、共通部分に気付かせたりする手だての難しさに気付く始めた。これに対して、教師が子どもの考えを構造的に板書にまとめていく工夫はもちろんであるが、交流の中での「でも」「だって」といった子どものつぶやきを的確に拾い、子ども同士の考えをつなげていくことも大切であると感じた。今後も、これらの手だてを意識していくことで、子どもが自らの力で追究し、解決できたときの満足感や達成感を得られるような授業づくりを目指していきたい。