

I 理科における自律した学習者の姿

- 一人一人が自分たちの問いを探究していく意欲を高め、知識を体験と結び付けて捉えようとする姿
- 活動の中で新たな問いや仮説をもち、もっと活動を進めていきたいという意欲を高める姿

II 理科における自律した学習者の姿

- 知識と体験（日常生活、導入での試行活動）が関連するような学習問題を設定する。
- 体験したことを基に予想したり、考察したりする場を設定する。
- 実験や観察、ものづくりの中で実感を伴って理解できる仕組みを作る。

III 1年次に生成した仮説

1 成果

知識を体験（日常生活や既習事項、導入での試行活動）と結び付けて捉え、学習問題を自分事として見いだした姿

一人一人が問題を見いだすとともに活動への見通しをもつことができるように、導入で試行活動を行い、共通の体験を通して、気付いたことや疑問をその場で伝えたいときに友達と共有するように働きかけた。

4年「物の温まり方」では、導入の試行活動として、金属、木、プラスチックと物質が異なる3種類のスプーンをお湯につける活動から単元の学習を始め、活動を通して生まれた疑問を学習問題とし探究していくことにした。その中で、3種類の物質を比較したり、スプーンの触る位置を変えたりと自然と児童が活動を広げていく姿が見られた。

5年「振り子の運動」では、導入の試行活動として、たくさんの振り子がつるされている様子を見せた。振り子の周期が異なっていることが目で見て分かる場を設定したことで、自ら問題を見いだすとともに、活動への見通しや期待感をもつ姿が見られた。

共通の体験をしているからこそ、友達の気付きを聞いて自分も試したり、そこからまた新たな問いを発見したりする行為が繰り返し行われた。そして、一人一人が自分が探究したい問題を見いだすとともに、結果はこうなるはずという活動への見通しをもつ姿が実現された。

友達との関わりを通して友達の考えの中から、よりよい考えを求め取捨選択し、試行錯誤を繰り返した姿

必要に応じて友達と関わり、自分の考えと友達の考えを比較する場を設定した。自分と考えが似ている人同士でグループを組むという意図をもったグルーピングをした。

4年「物の温まり方」では、実験方法が似ている人同士でグループをつくり、友達と考えを比較することで、一人では気付くことのできなかつた考えに出会い、自分の考えを修正したり、新たな問いを見いだしたりし、自分の考えをよりよいものに変えていく姿が見られた。また、同じ実験方法でも立てた予想によって実験結果が違うのではないかと考え、結果の見通しを複数立てているグループも見られ、友達との関わる中で自分の予想や活動への見通しが深まった。

5年「振り子の運動」では、調べてみたい条件が同じ人同士でグループをつくった。児童が検討した方法で、実験を行う中で「おもりの重さ」について調べる班が、一箇所におもりをつけている班と二重振り子のように縦につなげている班があった。他の班の実験結果を必要ときに即時に見られるようにしたことで、他の班と実験結果を比較しながら実験を進めることができた。同じ条件で実験している他の班との結果の差に児童自らが気付き、実験方法を見直すことにつながった。

問題解決に向けて、個で思考する時間を十分に取ながら、必要に応じて友達と関わる場を設定したことで、そこから得た考えの中で取捨選択することを繰り返し、自分の考えをよりよいものに変えていこうと試行錯誤する姿が実現できた。

2 課題

自分で立てた実験方法が似ている考えの人同士で集まり、グループで話し合いをしたために、話し合いを通して考えがどう変わったのか自分の変容を自覚できない児童がいた。自分が見いだした問題を解決するまで個で試行錯誤しながら学び進めるとより児童一人一人の問題解決への没頭が見られるのではないかと考える。予想や実験方法が似ている同士、違う人同士、グルーピングによって考えの深まりが異なると思う。意図をもってグルーピングすることはもちろんであるが、グルーピングによって考えの深まりがどう変わるのか考えてみたい。

指導者：柴田 省吾

研究の実践

1 単元「振り子の運動 ふりこのきまり」

2 授業の実際

(1) 限られた中で何を教えるのか ～「流れる水の働きと土地の変化 流れる水のはたらき」～

普段、授業しない5年生の学級で2単元のみ授業実践を行った。この章は、前単元についてである。斜面に水が流れる様子を観察するという「試行活動」の際に、「流れる水には地面（土）を削る働きがありそう」と多くの児童は気付いた。また、何人かは、その働きは条件により変化すると予想した。その条件は「水の量」「水の勢い」「角度（土地の傾斜）」である。

そこで、流れる水の量を変える実験を行うこととなった。つまり、他の2つの条件は変えないということである。児童らは「条件制御」という言葉をよく話しており、この単元でも導入の段階で何度か話題に上がっていた。しかし、予想を共有する場面で、「水の量が増えると水の勢いが変わるから…」とA児が予想を述べた。その言葉には、これまでの経験から「水が多ければ地面を削る働きが大きくなる」という直感的な理解がにじんでいた。A児の中では、「水の量」と「勢い」は自然につながっており、切り離して考える方が不自然に感じていたのであろう。そこで「え、水の勢いが変わってもいいの」と問い返すと、B児が「ああ、そうか」とつぶやいた。何人かの児童は、この一連のやりとりの意味が分かっていないようであった。もちろん水の量が増えると水が土地を流れる速さは速くなる。しかし、A児の想定する「水の勢い」とは、バケツやじょうろと言っていたことから鑑みるに初速（水の注ぎ方）のことであろう。条件制御の考え方では、注ぎ方に差が出ないようにする必要がある。そこで児童には漏斗を使って流量を制限する方法を伝えた。この場面から、児童らは「条件制御」と口にはするが、その意味をしっかりと理解できていないことが分かった。

(2) 真正な学びは実現可能なのか

私は、小学校理科における真正な学びとは、児童が過去の科学者の発見や思考を追体験することであると解釈している。

今回の学習問題は、「振り子の一往復する時間を決める要因は『振り子の長さ』『おもりの重さ』『振り子の振れ幅』のどれかを調べる」である。この学習の中で真正な学びが生まれぬか授業構想した。しかし、児童の振り子に関する生活経験には個人差が大きい。そこで単元の導入として、3つの条件がすべて異なるように設計した「振り子くぐりアスレチック」を用意した。突然のアスレチックに児童は惹きつけられ、何度もくぐり抜けたり、自分で振れ幅を変えてみたりと、思い思いに関わる姿が見られた。

この導入の後、授業は「そもそも振り子とは何か」という説明から始まった。そのとき、B児が「（振り子の長さは、支点からおもりの）真ん中までなんだ」とつぶやいた。いつもの私なら「そうそう、よく見ているね」と肯定していただろう。しかし今回は、児童自身が「条件をそろえることの大切さ」に気付くことをねらいとしていたため、あえて何も言わない選択をした。失敗も含めて活動の中で学んでほしいと考えたからである。

児童は不都合な実験データを隠そうとすることがある。そこで、成功と失敗の要因に目を向けられるよう「実験で得たデータは必ず残す」というルールを設けた。さらに、表計算ソフトにデータを入力すると即座にグラフ化される仕組みを用意した。児童が自分たちの実験方法を振り返る材料となるよう、他の班の結果も見られる設計にした。

B児らの班は「振り子の長さ」を変えて実験を始めた。B児はまるで職人のように、支点からおもりの中心までの長さを慎重に測り、何度も実験を繰り返した。その目線や手つきから、B児が「どこを長さで捉えるべきか」を強く意識していることが伝わってきた。データ入力が簡単であることも手伝い、B児らは丁寧な実験を積み重ねることができた。

C児らは、「おもりの重さ」を変えて実験を始めた。たくさんのおもりを縦に繋げるほど長くなっていく振り子の一往復するまでの時間。そのことに夢中になっていた。しかし、二重振り子のような状態であり、正しい実験方法ではない。C児は、面白さを感じる一方で、振り子の長さや振れ幅（軌道）が変わっているということに小さな葛藤を抱いていたようである。この時間の終末に、その小さな葛藤を学級全体に共有していた。ねらったとおり、条件制御の壁にぶち当たった瞬間である。

次時に、二重振り子のようになっていると、そもそも振り子の長さが変わっていることを確認した。そこからが予想外であった。なんと、本当に二重振り子のようになっているとだめなのか単振り子のときの結果と比べ始めたのだ。「時間は限られているのに…」とそのときは焦った。しかし、今思うと真正な学びに向かって過去の科学者たちのように自分の疑問を解決しようとしている瞬間だったのではないかと感じた。



振り子くぐりをする児童



真剣な目つきのB児と実験を楽しんでいるC児

4年理科 より科学的に妥当な考えを目指して

指導者：永須 千尋

研究の実践

1 単元「金属、水、空気と温度 ～物の温まり方～」

2 授業の実際

(1) 問題解決の過程を子ども自身が見いだすために

A児は、理科の授業が好きで、普段から身の回りの事象を科学的に捉えることに楽しみながら取り組んでいる子どもだ。水の温まり方についての予想を立てる場面では、既習事項の金属、空気の温まり方を基に、水の温まり方は「金属タイプ」か「空気タイプ」かを考えていた。悩んだ末にA児が見いだした予想は、「空気タイプ」。なぜなら、「水は空気と同じで形を自由に変えることができるから」と自信あり気に主張した。しかし、予想を全体で共有してみると、「金属でも空気でもないタイプ」が出てきた。金属と空気どちらかなと考えていたところに、どちらでもないというタイプと出会い、A児の考えが揺らいだ。他者の考えに出会い、もう一度考えを見直すことで、A児は空気と水の流動性に着目し、「空気と水は似ているはずだ」という根拠を強くした。全体から個に戻すことで自分の考えを見直し、再構成することができた。私は、実験に目的意識をもって取り組んでほしいという願いから、「予想は必ず立てよう」「自分の予想には根拠をもとう」という声掛けをしてきた。しかしA児のように問いを自分事として捉えていれば、「こうなるんじゃないかな」と子どもは自然と予想が見いだすことができると考えた。また、A児は金属、空気の温まり方を既習事項として活用していたからこそ、自分の考えに自信をもつことができた。したがって問いを学習問題と生活体験や既習事項を子ども自身が結び付けて考えられるように意図をもった事象提示をすることが大切であると分かった。また、意図をもった事象提示は本時の学習の見通しがもてたり、試行錯誤を支えたりすることにもつながった。本単元の導入では、「生活の中で物を温めたことはあるか」と問い掛け、生活体験を想起する機会を設けた。また、金属、空気、水と順に学び進めることで既習事項を活用して次の学習へつなげていくことができた。

B児の組んだグループは同じ実験方法を考えているのに、温まり方の予想が金属タイプ、水タイプ、どちらでもないタイプの3種類が集まったグループだった。予想が違うとどのように結果の見通しを立てるのだろうかとみていると、結果の見通しも3種類に分けて考えたのだ。予想が違うからこそ、予想通りだったらこの結果になるはず、どんな結果になるか調べたいという思いを強くした。子ども自らが問いを解決したいという思いをもち続けるために結果の見通しが大切だと分かった。



(2) 子どもの思考をゆさぶる大切さ

本学級の子どもは「実験や観察が楽しい」「理科は実験があるから好きだ」というように、一見実験や観察に意欲的な子どもが多いように感じる。しかし、ただ「楽しかった」で終わる実験になっていないか。学習問題に対してどんな実験をするのか、教師から与えられることを待っているような印象があった。そこで本単元は自分たちで問いを見いだすところから解決するまでの過程を構想できるように進めていった。子ども自身が問題解決していくために必要な知識をもっていない状態では、子どもの思考は進まないのではないかと考えたため、目に見えないものの温まり方を視覚的にみることができるといふ道具をいくつか教師から情報を与え、使うことができそうな道具や方法を子どもが気付くことができるように進めた。子どもに委ねるだけで問題解決に必要な知識がなければ、子どもたち自身で学び進めることは難しい。一方で教師から与えすぎても子どもの思考の妨げになってしまう。子どもの思考に寄り添ったほどよい他者との関わりが思考に深まりを与えると感じた。

C児とD児は自分の予想を確かめるための方法として示温インクを使って調べる方法を考えていた。C児は「示温インクをたらす」D児は「示温インクを入れる」と表現していた。私がC児に「示温をたらすってどういうこと？」と問い掛けると、困った表情だ。少しすると「水全体を調べたいから全体にインクを混ぜたい」と言った。「たらす」と聞くと一滴落とすというように、全体に混ぜるといふ印象をもたない人もいないのではないかと感じた。また、インクをたらすと入れるは同じ意味なのか、発想した子ども自身も悩むのであれば周りの子どもも悩むだろう。ピーカーの図を書いて温まり方を矢印で表現していた場面では、「温まった水が下から上に動いていく」とE児。「矢印の順番で熱が動いていく」とF児。同じような矢印でも子どもによって矢印の意味が違ったのだ。子どもが表現した言葉、記号、一つ一つに意味がある。しかし、表現した子ども自身も意味を自覚できていないことがあると気付かされた。自覚する手立てとして他者に説明したり、問い掛けに答えたりすることを繰り返すと、その意味のずれが少しずつ浮き彫りになっていく。そして、自分の思考が整理されていく。思考が整理されると新たな視点に気付くことができ、次の問いのへとつながっていく。子どもの思考を整理する他者との関わりについて考えさせられた。

