

# 自分の予想や仮説の妥当性を批判的に検討する思考を促す理科学習指導

久保博之 [鹿児島大学教育学部附属小学校]

## Science instruction to promote thought to examine the validity of one's predictions and hypothesis critically

KUBO Hiroyuki

キーワード：新学習指導要領、理科教育、批判的思考、深い学び、人や他の動物の体の仕組み

### 1. はじめに

平成29年に新学習指導要領が公示され、各教科等の授業においては、主体的・対話的で深い学びを実現することが求められている。しかし、問題解決の各過程においてどのような子どもの姿が見られたら「主体的・対話的で・深い学び」を実現しているのかについては、今後多くの実践を積み重ねながら明らかにしていく必要があると考える。

そこで、今回は、子どもが問題に対する自分の予想や仮説を観察、実験の結果と比較したり、他者と学び合ったりして批判的に思考しながら妥当性を検討する姿を生み出す理科学習指導に焦点を当てて「主体的・対話的で深い学び」を実現している姿について考えていきたい。

このような子どもの姿が理科の授業において表出し続けていくことで、理科で育む資質・能力をよりよく高めることができるのではないかと考える。具体的には、失敗してもくじけずに挑戦するといった学びに向かう力や、自分の予想や考えを批判的に思考する中で、科学的に妥当であると考えられる結論にまで高めていくといった論理的、批判的に物事を考える人間性を育むことにつながると考える。また、そのような子どもたちは、理科を学ぶ意義や有用性を感じたり、自己と自然とのよりよい関わりを見いだしたりしていくことができるようになるかと考える。

### 2. 理科の「主体的・対話的で深い学び」

#### 2.1. 理科の「主体的・対話的で深い学び」とは

理科授業において、目指す子どもの姿は、自ら見いだした問題に対する予想や仮説の妥当性について、他者との学び合いを重ねながら粘り強く検討することを通して、科学的に妥当であると考えられる結論を導く姿である。そして、導き出した結論と実社会・実生活に関係付けることで、自然と共に豊かに生きる視点を見いだす姿につながる。その際、重要なことは、問題解決の各過程において、子どもの思考がつながっていることである。なぜなら、子どもの思考がつながっていれば、既存の見方を働かせながら新たな自然事象を捉えたり、何と何を比較したり、関係付けたりして考えればよいかといった問題解決の力を発揮しながら予想や仮説の妥当性を検証したりすることがで

きるからである。よって、このような姿が表出される学びを理科の「主体的・対話的で深い学び」として捉える。

## 2.2. 理科の「主体的・対話的で深い学び」を促すために必要な問題解決の過程におけるポイント

理科の問題解決の各過程において、子どもの思考がつながるためには、まず、「つかむ」過程で、既有的見方と自然事象を比較することによって生じたずれから、問題意識を焦点化し、自ら問題を見出して設定することが必要不可欠である。なぜなら、この問題意識が一人一人にあることによって、子どもが、既有的見方・考え方を働かせて、問題を解決しようとする原動力になるからである。

次に、「見通す」過程においては、一人一人が、既有的見方を働かせながら問題に対する自分の予想を見いだすとともに、その妥当性について考え方を働かせて検証する方法を計画し、結果についても見通しをもつことが重要である。なぜなら、このような見通しをもつことで予想や仮説の妥当性を吟味するための観点が明確になるからである。

そして、「調べる」過程においては、問題に対する自分の予想を検証するためには、何をどのように調べるのかといった観点を明確にしなが観察、実験を行うことが重要である。なぜなら、観点をもたなければ、観察、実験を行うことそのものが目的になってしまい、吟味する過程につながらないからである。

さらに、「吟味する」過程においては、吟味する観点が二つある。一つ目は、観察、実験の結果を共有することである。もし、結果が異なれば、その要因を「見通す」及び「調べる」過程に戻ること何が原因であったかを批判的に思考することにつながる。もう一つは、共有した結果を自分の予想と照合し、その妥当性について吟味することである。その際、何と何を比較し、何と何を関係付けて考えればよいかといった理科の考え方を働かせながら考えを交流し、学び合うことが重要である。

最後に、「まとめる」過程においては、吟味したことを踏まえて、問題に立ち返りながら、より妥当な考えを構築していく姿につながる。このように「つかむ」過程で見いだした問題意識から「まとめる」過程までの思考のつながりが、理科の「主体的・対話的で深い学び」につながる。

このような学びの後に、「振り返る」、「生かす」過程において、自分の取組を振り返ったり、学んだことを実社会・実生活とつなげて考えたりすることで、身についた見方・考え方を次の学びに働かせることができるようになると思う。

したがって、問題解決の過程において、見いだした問題に対する自分の予想や仮説をもつこと及びその妥当性について自分の取組や考えを批判的に検討することが「主体的・対話的で深い学び」を促すために重要なポイントになると考える。

図1は、このような学びの姿を具体化したものとなっている(図1)。

目指す子どもの学び方		見方・考え方を働かせた深い学びの姿		
つかむ	事実 → 既存概念 問題の設定	○○になるのは、どうしてだろうか。調べてみたいな。	○○だと○○になるはずなのになあ。原因を調べたいな。	自ら問題を見いだす姿
見通す	事実の獲得 問題に対する自分の予想や仮説の設定 根拠の確認 検証方法の立案	○○になるのは、Aが原因だと思う。なぜなら、前の単元で○○を学習したときに○○ということが分かったから。多回もそのことから考えると○○が原因になるはずだよ。	○○について、○○と○○を比べて調べるといいね。もし、Aが正しければ、○○になり、Bが正しければ、○○になるはずだよ。 【見方を働かせる姿】 予想の根拠とする既習内容や日常生活での経験等が、自然現象を捉える視点となっている。	理科の見方を働かせ、問題に対する予想や、予想の妥当性を確かめる検証方法及び、結果の見通しを見いだす姿
調べる	観察、実験による結果の獲得	○○という結果になったよ。	あれ、ぼくたちは、△△になったよ。	整理した観察、実験結果と予想や仮説とを照合し、予想の妥当性を吟味する姿
吟味する	結果の整理 観察、実験結果と予想や仮説との照合	きつと、○○が原因で、結果が変わったと思うよ。○○に気をつけて、再実験してみよう。	○○という結果になったね。僕の予想通りにならなかったな。Bの予想が正しかったと言えるね。	問題に返り、科学的な考えを構築する姿
まとめる	結論の導出	だから、考えに必要なキーワードは、○○と○○だ。○○になるのは、予想と違って、○○になるからだと考えられる。		見方・考え方を働かせた学びを振り返る姿
振り返る	自己の学びの振り返り 自然事象への適用	考えを自分で書くことができたよ。予想に戻って、必要なキーワードを考えることができたからかな。	友達と実験結果が違った原因を考えたことができたよ。次に、結果が違ったときも原因を考えたい。	自然と自己との新たな関わりの視点を見いだす姿
生かす	実社会・実生活と関連のある体験 自然と自己の新たなかかわり	○○になるから、○○もこのようにつくりになっているんだね。すごいな。	○○になるという事は、他の○○でも同じようになるかもしれないな。	

図1 理科の主体的・対照的で深い学びを実現している姿

### 3. 自分の予想や仮説の妥当性を批判的に検討する思考を促す理科学習指導

#### 3.1. 自然事象の要因や規則性を問い、結論と整合性のある問題設定

問題解決の出発点は、一人一人が問題意識をもつことである。その際、より妥当な考えを見いだしていくためには、「～に必要なのは何だろうか。」「～なのは、どうしてだろうか。」などといった自然事象の要因や規則性を明らかにすることを目的とした結論と整合性のある問題を設定することが大切である。なぜなら、このような問題を設定することによって、観察、実験をすることだけが目的にならずに、どの過程においても、子ども一人一人が問題に立ち返ることができるようになり、自分の力でより妥当な結論を表現することができる姿につながるからである。

#### 3.2. 問題に対する自分の予想や仮説の設定をもつことができるようにする働き掛け

自然事象の要因や規則性を問い、結論と整合性のある問題を設定した後は、自分の予想や仮説をもつことが重要となる。なぜなら、その後の活動は、自分の予想や仮説を検証する場となるからである。よって、予想や仮説をもつことができない場合には、既習内容を想起させる発問をしたり、自由試行の場を設定したりすることで予想や仮説をもつために必要な情報を獲得できるようにしていく。

### 3.3. 互いの予想や仮説を検証するための見通しを明確にする学び合う活動の設定

自分の予想や仮説をもつことができた後は、互いの予想の差異点や共通点を基に、明らかにすべき視点を見いだす学び合う活動を設定する。この学び合う活動で重要なことは、まず、他者と予想や仮説を比較させることである。なぜなら、互いの予想や仮説に差異点がある場合、自分とは異なる視点で自然事象を捉え直すきっかけとなるからである。一方、互いの予想や仮説に相違点が無い場合には、必要に応じて個々の考えをゆさぶる発問や教材の提示といった働き掛けが効果的である。どちらの場合においても、立場を明確にさせながら問題に対する予想や仮説の根拠を問うことで、それぞれの予想や仮説の差異点や共通点を基に、何をどのように調べればよいのかといった観点をもつことができるようにする。

次に、「自分の予想が正しければ、〇〇という観察、実験をすると□□になるはずだ。」といった検証方法と結果の見通しをもたせておくことである。なぜなら、この見通しが、観察、実験後の結果を獲得した後に自分の予想や仮説の妥当性を批判的に検討する観点となるからである。ただし、3年生については発達段階を考慮し、無理に根拠を聞くのではなく、体験の場を十分に設定し、活動の中から予想や仮説を設定できるようにする。

### 3.4. 観察、実験の結果の見通しと獲得した結果との照合による考えの構築

子ども一人一人が、自分の力でより妥当な考えを構築することができるようにするためには、獲得した結果を基に、自分の予想や仮説の妥当性を検討する思考を促していく。そのために、まず、獲得した結果と他者の結果を比較する場を設定する。その際、互いの結果が異なる場合は、その要因を明確にすることを目的とした学び合う活動を設定する。この学び合う活動では、まず、検証方法を批判的に振り返り、自分の取組の問題点を見いだすことができるようにする。次に、「自分の予想が正しければ、〇〇という観察、実験をすると□□になるはずだ。」といった見通す過程で見いだした観点到に沿って、共有した結果と自分の予想や仮説を照合することで、自分の予想や仮説の是非について判断させる。そして、自分の予想や仮説では不十分であった視点を見だし、より妥当な考えを再構成させながら自分の言葉で記述する場を設定する。

### 3.5. 設定した問題に立ち返らせ、子どもの思考をつなげる働き掛け

自然事象の要因や規則性を問い、結論となる考えと整合のある問題を設定し、予想や仮説を設定できれば、目指す子どもの姿が表出されるとは限らない。なぜなら、問題に対しての予想や仮説が不十分であったり、観察の観点が明確でない状態で観察、実験を行ってしまったりする場合があるからである。よって、子どもの思考を見取りながら、問題から結論を導出するまで思考がつながるような働き掛けを行うことが必要となる。例えば、子どもが設定した予想や仮説及び検証方法が、問題解決に不十分であった場合には、問題に立ち返らせる働き掛けを行うことで、自分の予想や仮説及び検証方法を再度見直すように促していく。

#### 4. 第6学年「人や他の動物の体の仕組み」における実践

##### 4.1. 単元の位置とねらい

子どもたちは、人や他の動物が体を動かすことができることについて、自分の体に直接触れたり、資料を使って調べたりしながら、骨と筋肉が関係していることを捉えている。また、直接観察することが難しい人の受精卵が母体内で成長する過程については、実際に卵から育てることで捉えたメダカの成長過程と関係付けながら調べることを通して捉えてきている。

そこで、本単元では、人や他の動物の体のつくりと働きについて、生命を維持するための共通性及び多様性の視点をもって主体的に追究する活動を通して、人や他の動物の体のつくりと働きを関係付けながら、多面的に考察して妥当な考えをつくりだす力を育てるとともに、それらについての理解を図り、生命を尊重する態度を育てることをねらいとしている。

なお、ここでの学習は、植物の体内の水などの行方や葉で養分をつくる働きについて、生命を維持するための共通性及び多様性の視点を働かせながら主体的に追究する活動を通して、植物の体内のつくりと働きを関係付けながら、多面的に考察して妥当な考えをつくりだす力を育てるとともに、それらについての理解を図り、生命を尊重する態度を育てる学習へと発展していく。

##### 4.2. 指導の基本的な立場

人や他の動物は、生きていくためのエネルギー源として食物を取り入れている。人の場合は、食べたものが、口、食道、胃、十二指腸、小腸、大腸、直腸を経て肛門までの消化管で消化される。例えば、口の中に入った食物は、細かく噛み砕かれ、唾液腺から分泌された唾液とよく混ぜ合わされる。唾液には、アミラーゼという消化酵素が含まれており、水に溶けにくい性質のでんぷんを麦芽糖に変える働きがある。このように消化器官ごとに役割が明確に分かれており、完全に消化された栄養分は、小腸にある柔毛、水分は大腸の腸壁から吸収される。その際、吸収された栄養分は、血液によって体全体に運ばれる。そして、栄養分をエネルギーに変える際に、肺呼吸で取り入れた酸素が助ける役目を担っている。よって、子どもたちは、体のつくりと働きを明らかにしていくことで自分の体をよりよく理解し、大切にしていこうとする態度を育てることができる。

そこで、本単元の展開に当たっては、人や他の動物における体のつくり各臓器の働きを関係付けながら捉えることができるようにするために、直接観察できない臓器については、観察、実験を通して見いだしたきまりを基に、呼吸、消化、吸収、排出及び旬間について調べることができるようにすることが大切である。

具体的には、まず、自分の体の仕組みについて興味・関心を高め、人の体のつくりや働きに問題意識を焦点化するために、体を動かし、運動前後における体の変化に気付かせる活動を設定する。次に、運動前後で呼吸の速さが変化した要因を明らかにするために、吸う空気と吐く空気における組成の割合の変化を定量的に捉えさせていく。そして、食べた物がどのように変化して吸収されているのかについて、口の中の状態を再現して消化について調べたことを基に、他の臓器のつくりと働きを調べさせていく。その際、唾液がでんぷんを消化して別の物に変える理由を捉えることがで

きるようにしていく。さらに、運動前後で心臓の動きが速くなる要因について、呼吸や消化、吸収について調べたこと及び肝臓及び腎臓の役割についても血液の循環と関係付けながら捉えさせていくことで、各臓器が固有の役割を果たしていることで生命を維持していることに気付かせていく。最後に、魚の解剖を行ったり、資料を活用したりしながら、人と他の動物の体のつくりと働きを関係付けて多様性や共通性に気付かせていく。

これらの学習を通して、自然事象の要因や規則性を多面的に思考して考察する能力を高めるとともに、生命を維持するために、各臓器が重要な固有の役割を担っていることを捉えることができる。そして、健康を維持するといった観点で自他の生命を大切に行動する姿につながると考える。


#### 4.3. 授業の実際

単元の導入において、一人一人に自分の体について問題意識をもたせるために、運動前後の体の様子を比較する活動を設定した。実際に体を動かす前後の様子を比較することによって、呼吸と血液の循環に関する体の様子の変化の要因について問題意識をもつ子どもの姿が見られた。図2は、活動を振り返った際の子どもから表出した問題となっている(図2)。

また、この活動の後に、呼吸と心臓の動く回数以外の体の様子の変化について、解決すべきことを明確にすることを目的とした学び合う活動を設定した。「どうして、運動した後に汗が出るのかな。」と発問すると、「熱くなった体を冷やすためだよ。」「汗が出て体内の水分が減るからのども渴くと思うよ。」という子どもから考えが出された。その後、「どうして、運動後にお腹がすくのかな。」と発問すると、「運動後すぐには便として出ないけど、体内で栄養分として使われているからだと思うよ。」「食べたものは体の中でどのように変化していくのかな。」と学び合う活動を位置付けたことによって、消化及び吸収に関する問題を表出することができた。

このように、体を動かす活動を位置付けて学び合う活動を設定したことによって、単元の導入において、解決すべき3点の問題意識を子どもにもたせることができた。

**運動の様子**




**運動前後の心臓と呼吸の回数の比較**

	運動前	運動後
呼吸	29 回	80 回
心臓	82 回	113 回

呼吸は3倍くらい、心臓は約40回ふえたの汗もでてきて、水もはしくなつた。  
(6才)

なぜ、こんなに増加するのか。



問題

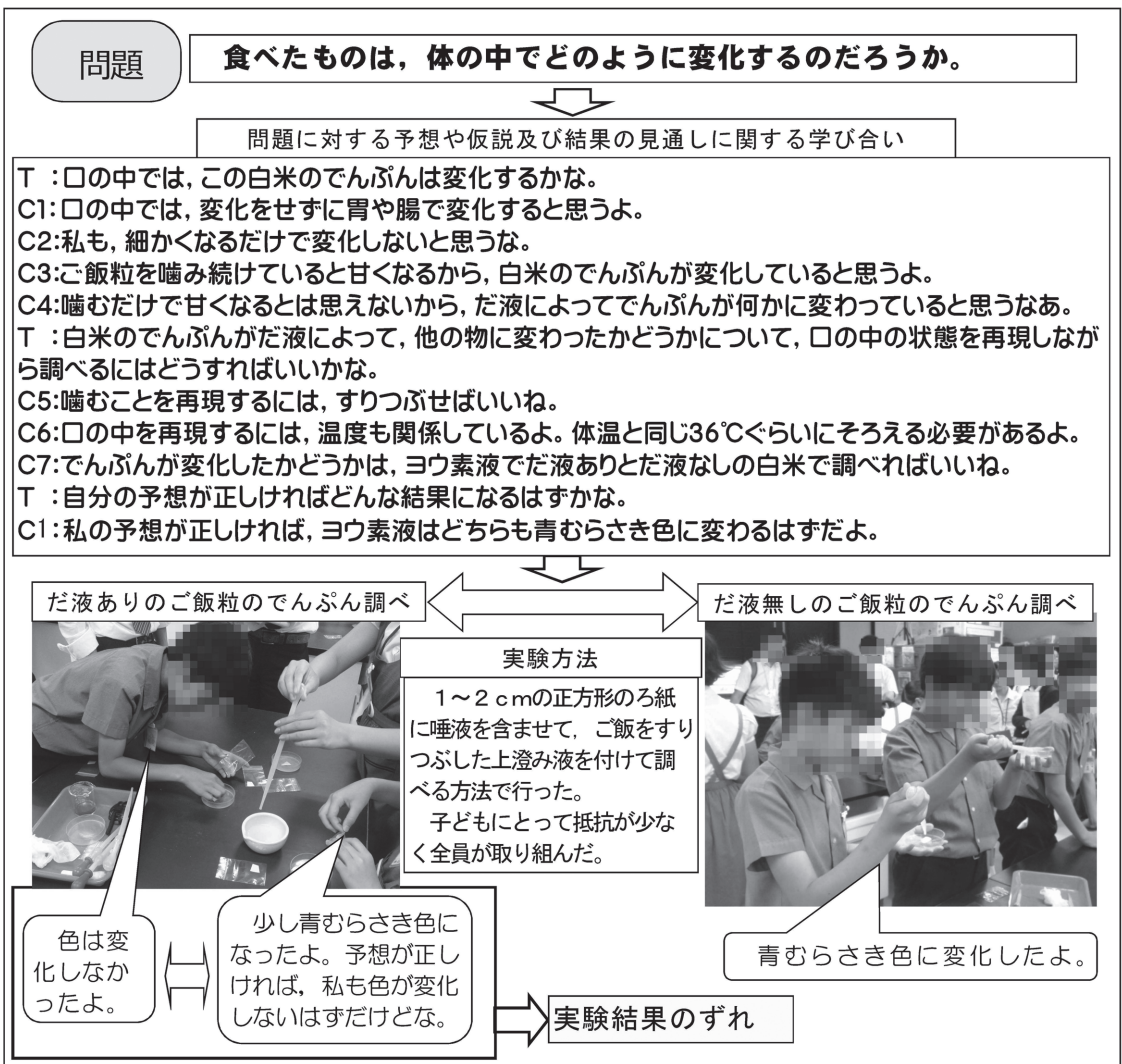
**運動後に、呼吸の回数が増えるのはどうしてだろうか。**

**運動後に、心臓の動く回数が増えるのはどうしてだろうか。**

図2 問題意識をもたせるための運動前後における体の様子の比較

単元の導入で焦点化された3つの問題を解決するための学びを展開した。以下の実践は、「食べたものは、体の中でどのように変化するのだろうか。」の問題解決における子どもの姿である。

前時に学習していた食べた物の通り道を確認して、本時は食べ物の通り道のスタートである口の中の食べ物の様子から考えることとした。まず、自分の予想や仮説を設定した後の学び合いにおいては、予想や仮説の根拠を明確にしながら、検証方法及び結果の見通しまでもつ姿が見られた。次に、「自分の予想が正しければ、〇〇という結果になるはずだ。」という見通しをもって取り組んだ実験においては、唾液を付けたろ紙と唾液を付けなかったろ紙におけるヨウ素液の色の変化を比較しながらじっくりと観察する姿が見られた。その際、他者と結果が異なる姿が見られた。図3は、予想や仮説を設定してから、実験結果を獲得するまでの子どもの姿となっている（図3）。



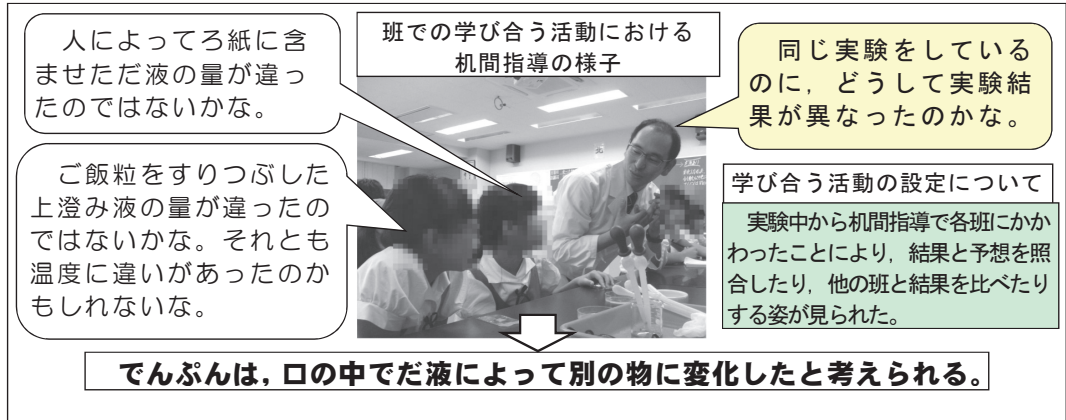


図4 結果が異なる要因を明らかにする学び合う活動

実験中の机間指導において、だ液無しのご飯粒は、全員青むらさき色に変化したが、だ液ありのご飯粒の結果は、色が全く変化しなかったと答える子どもと少し青むらさき色に変化したと答えた子どもがいた。この場面で、自分の予想通りではなく納得できない子どもの姿が見られた。よって、互いの実験結果の異なる要因を見いだすことを目的とした学び合う活動を促す発問をした。その際、結果が異なった班だけではなく、他の班の子どもたちも自分の取組を再度複数の視点で見直すために、その要因を考えるようにする働きかけを行った。図4は、結果の要因を明らかにするための学び合う姿となっている(図4)。

## 5. 考察

問題に対する自分の予想や仮説を設定するとともに、互いの予想や仮説の根拠を比較したことによって調べる観点が明確になったと考える。また、ヨウ素液の色の変化についての実験結果が異なった際に、自分の取組を批判的に振り返り、その要因を改善して再実験に取り組み、より妥当な考えを導出する姿が見られた。これは、結果の予想までもたせていたことで、自分の予想や仮説の妥当性を吟味しようとする意識を高めることができたからだと考える。

よって、理科の「主体的・対話的で深い学び」の姿を表出させるためには、予想や仮説を設定することや、その妥当性について批判的に検討していく思考を促すことが重要であると考え。このような学習指導を繰り返していくことによって、一人一人の子どもが自分の取組を批判的に検討していこうとする意識が高まり、自らの行動につながっていくと考える。今後も、様々な単元において検証を重ねていきたいと考えるとともに、学年による発達段階によってどのような違いが表出するのかを明らかにしていきたいと考える。

## 付記

本報告は、鹿児島大学教育学部附属小学校平成28年度研究紀要で発表した研究内容に基づき、理科において研究をさらに発展させ、その研究成果をまとめたものである。