

実感を伴った理解を図る理科学習指導

久保 博之〔鹿児島大学教育学部附属小学校〕

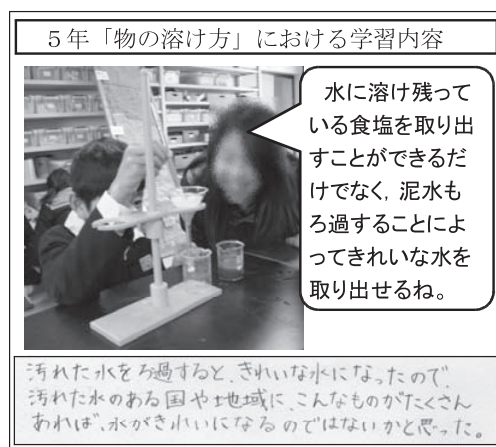
Plannig science learning instruction to enhance actual understanding

KUBO Hiroyuki

キーワード：理科教育、実感を伴った理解、問題解決の各過程における働きかけ

1 はじめに

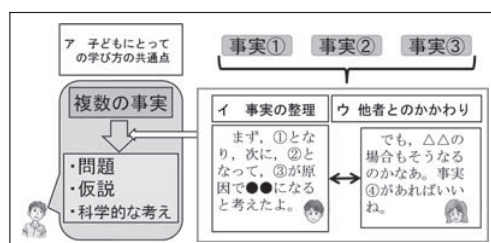
子どもは、自らが見いだした問題や仮説に対して納得するまでこだわりをもって主体的に追究することに喜びを感じ、自ら自然のきまりを見いだしたり、概念を構築したりすることができる存在であると考えている。そして、このような子どもは、図1にあるように、見いだした自然のきまりを基にして、主体的に自然と自己の新たなかかわりを見いだすことができると考える。



【図1 自然と自己の新たなかかわりを見いだす子ども】

このように、子どもが自然に対して主体的にかかわることができるようにするためには、まず、自ら見いだした問題に対して主体的に問題解決に取り組むことができるようにすることが重要であると考えている。そこで、子どもの学び方に沿って学習を改めて振り返ると、図2のように子どもは、問題解決の過程において常に図2-アのように事実を基に思考しながらそれぞれの考えを導いているといえる。よって、主体的に思考することができない子どもは、諸感覚を働かせながら体験を通して事実を獲得することが不十分であることが考

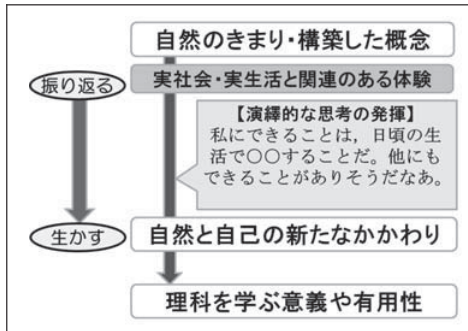
えられる。また、思考するための事実を獲得していても「◇◇だから〇〇だと思うけど、はっきりと分からないなあ。」等のように事実を整理できない姿が見られる場合がある。したがって、複数の事実を図2-イのように順序性と関係性といった視点で整理して論理的に思考させていく必要があるといえる。また、科学的な考えを構築させるために、順序性や関係性といった視点で考えが導かれているかどうかを図2-ウのように他者とのかかわりの中で客観的に吟味させることが大切だと考える。そのようなプロセスを繰り返すことによって、子どもは、問題解決過程に沿った学びの意義や他者と協力して自然のきまりを見いだしたり、概念を構築したりしていくことのよさを実感することにつながると考える。



【図2 子どもの思考の面から見た学び方の共通点】

さらに、理科を学ぶ意義や有用性を実感させるために、主体的に見いだした自然のきまりや構築した概念を基に、自然と自己の新たなかかわりを行うことができるようにする必要があると考える。そのためには、図3のように、実社会・実生活と関連のある具体的な体験を通じた事実を獲得させ、既習内容や生活経験を想起させながら、これまでの自然と自己のかかわりを振り返らせるとともに、自分がすぐに行動できる具体的なことと、今すぐにはできないが、大切にしていきたい考

を表出させていくことが重要であると考える。



【図3 演繹的な思考による学び方】

そこで、子ども一人一人が主体的に問題解決を行い、自然と自己の新たななかかわりを見いだすことができるようにするために、理科学習指導を充実させていく。具体的には、問題解決の能力や概念の系統性の具体化といった目標設定を軸に、自然体験、科学的な体験や、実社会や実生活との関連を重視した学習内容によって事実を獲得させる。そして、獲得した事実同士を順序性や関係性を明確にしながら論理的に思考させ、友達とのなかかわりを通してそれぞれの考えの論理性を高める言語活動の在り方を明らかにしていく。

このような理科学習指導の充実を図ることで、子どもが主体的に問題解決の活動を行うことにつながり、理科で培う学力の3要素をさらに高めることができるとともに、自然と自己の新たななかかわりを見だし、自然と対話する喜びを実感させることができると考える。また、そのような子どもは、理科を学ぶ意義や有用性を感じたり、自分にかかわることだけではなく地球規模での視野から持続可能な社会の発展のために、自分にできることに進んで取り組んだりしながら、自然と人間のかかわりについて絶えず更新して日々の行動を充実させ、人間の在り方・生き方を見つめ直すことができると考える。

2 実感を伴った理解を図る理科学習指導とは

子ども一人一人が主体的に問題解決的な活動を展開できるようにするための理科学習指導を問題解決の過程における子どもの姿から図4のように構想した。

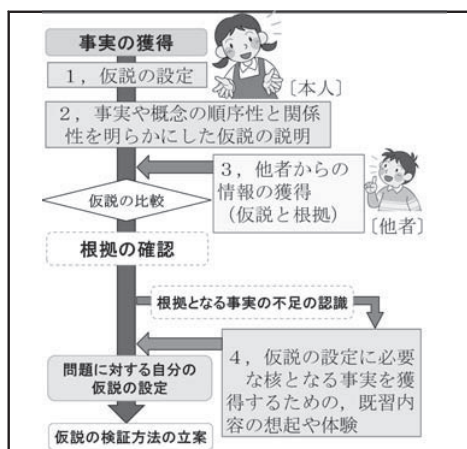


【図4 実感を伴った理解を図る理科学習指導】

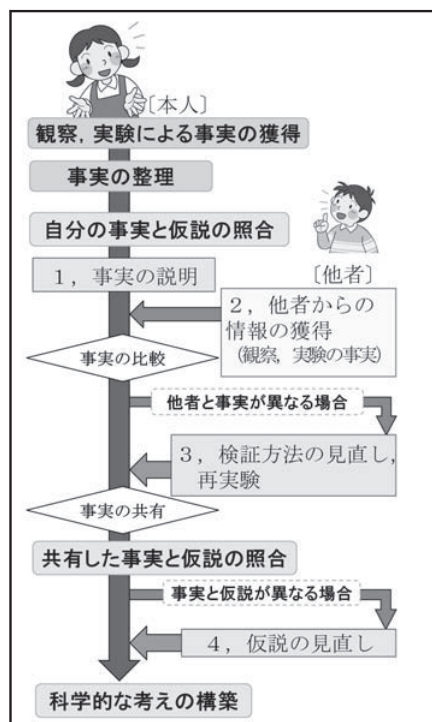
まず、図4の「つかむ」過程においては、主体的な問題解決を展開するための原動力となる問題意識を高めるために、諸感覚を働かせながら直接的に体験できる自然体験や科学的な体験を位置付ける。そして、新たな自然現象について、既知概念だけでは説明できないことに気付かせていく。

次に、「見通す」過程においては、見通しをもった主体的な追究活動ができるようにするために、図5のように概念と既習内容や生活経験等の事実を根拠に問題に対する自分の仮説を設定することが重要である。そのために、自分の仮説と他者の仮説を比較させる交流を設定する。その交流では、複数の事実の順序性や関係性を明確にしながら仮説の妥当性を判断できるようにする。その際、仮説の根拠となる事実が不足している場合には、既習内容を想起させたり、諸感覚を発揮する体験を設定したりすることで、仮説の設定に必要な核となる事実を獲得させ、問題に対する自分の仮説を設定できるようにする。

そして、「吟味する」過程においては、科学的な考えを構築することができるようにするために、図6のように獲得した事実と仮説を照合し、何が確かめられたのかを明確にすることが重要である。



【図5「見通す」過程における学びの過程】



【図6「吟味する」過程における学びの過程】

そのために、仮説と照合しながら観察、実験によって獲得した事実を他者が獲得した事実と比較する交流の場を設定する。そして、互いの事実が異なる場合は、検証方法の見直しや再実験の必要性に気付かせ、確かな事実を共有できた際には、事実と仮説を照合しながら科学的な考えを構築していくことができるようにする。

さらに、「振り返り・生かす」過程の「振り返り」の場面においては、科学的な考えを構築する

ことができた要因を問うことで、問題解決の過程に沿った学びの意義や他者と協力する良さを感じることができるようにする。また、自然のきまりや概念を実社会・実生活における自然事象に適用させるために、生活経験を想起させたり、事象提示をしたりする。最後に、「生かす」場面においては、獲得した事実を基に日常生活において、自分の生活を豊かにする主体的な取組につなげていく。そのために、実社会・実生活と関連する諸感覚を発揮する具体的な体験を設定する。

これらの理科学習指導の充実を図ることによって、一人一人が主体的に問題解決の活動に取り組み、自然と自己の新たななかかわりを見いだすことができる考える。

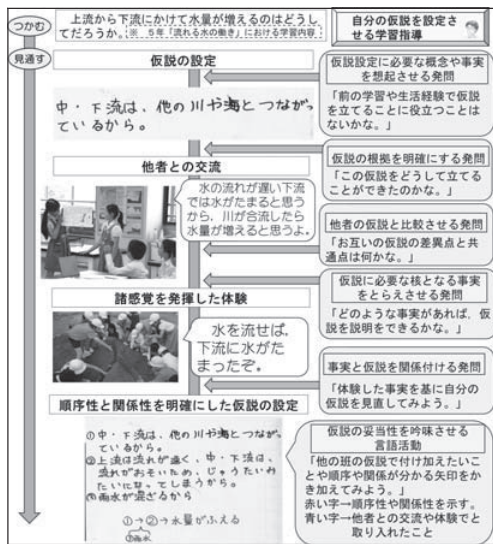
つまり、自然と自己の新たななかかわりを見いだす理科学習指導とは、獲得した事実を根拠として思考したことについての妥当性を交流によって判断させながら、科学的な考えを構築させるとともに、自然と自己の新たななかかわりを見いださせていく学習指導である。

3 実感を伴った理解を図る理科学習指導の具体化

(1) 「つかむ・見通す」過程

「つかむ」過程では、自然と自己の新たななかかわりを見いだす第一歩である「なぜ」といった問題意識を一人一人にもたせるために、実社会・実生活と関連のある諸感覚を働かせた体験や既有概念と自然事象とのズレや説明できないことに着目させる体験の場を設定する。そして、これまでの学習経験や生活経験を発問やノートで想起させ、新たな自然事象と「何が」、「どのように」異なるのかを明らかにさせながら見いだした問題を一人一人に記述させ、交流を通して差異点や共通点を明らかにしながら全体で共通して解決していく問題を設定していく。

また、「見通す」過程では、図7のように観察、実験において何を明らかにするのかを明確にもたせるために、問題に対する自分の仮説を一人一人が設定できるようにすることが重要である。



【図7「見通す」過程において自分の仮説をもてる学習指導】

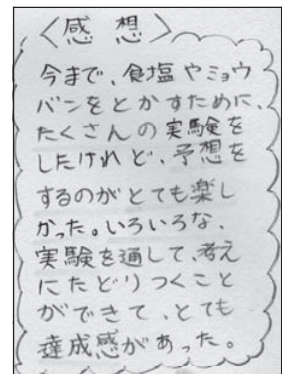
そのために、まず、問題に対する自分の仮説を設定するための根拠となる事実を「学習したことや生活経験で関連することはなかったかな。」といった発問により想起できるようにする。そして、番号や矢印を用いて仮説の順序性や関係性を明確にさせながらグループでそれぞれの仮説を交流する場を設定する。具体的には、事実同士の順序性や関係性をボードを使って視覚的に明確にさせながら仮説を交流させることを通して、仮説の差異点や共通点を整理し、各グループの仮説を互いに吟味できるようにしていく。その際、互いのグループにおける仮説の順序性や関係性が不明な点については、質問をし合ったり、仮説が不十分だと考える点について意見を出したりするような視点を与えるために、「相手に説明が伝わらない部分はないかな。」等の発問をする。そして、自分の仮説の順序性や関係性をより明確にするために必要だと考えた他者からの事実についてはボードに記入させ、随時仮説の見直しをさせていく。根拠となる事実の不足を認識した際には、仮説設定に必要な核となる事実について既習内容を想起させたり、具体的な体験を設定したりして、獲得した事実を根拠に思考させるためのキーワードを板書しておく。

(2)「調べる・吟味する」過程

仮説の妥当性を検証するといった目的意識をもたせるために、「吟味する」過程だけではなく、「調べる」過程においても仮説と獲得した事実を照合しながら観察、実験できるようにする。その際、机間指導において、仮説が書かれたボードを用いて「今、仮説のどこを明らかにしようとしているのかな。」と発問し、仮説のどの部分を明らかにしようとしているのかを明確にすることができるようにする。そのために、ボード立てを活用して常に仮説を振り返ることができるようにする。また、「吟味する」過程においては、まず、観察、実験によって獲得した事実同士を比較したり、関係付けたりして、順序性や関係性を明らかにした仮説と照合できるようにするために、「どの事実から仮説のどの部分が明らかになったのかな」と問い、仮説を筋道立てて整理させる。次に、各グループによる事実の差異点や共通点を整理させた上で、それぞれの仮説の妥当性について検証の目的や事実同士の順序性や関係性を基に判断させていく。他者と共有した事実から仮説の妥当性が得られれば、個で考えをノートに記入し、仮説の妥当性が得られなければ、仮説の見直しを通してから、グループ、全体で交流させることによって科学的な考えに高めていく。

(3)「振り返り」の過程

「振り返り」の過程においては、まず、図8のように、自然のきまりを見いだしたり、概念を構築したりするまでの問題解決の過程を振り返らせる。その際、自分の仮説を検証できた喜びや他者と交流する良さ、問題解決



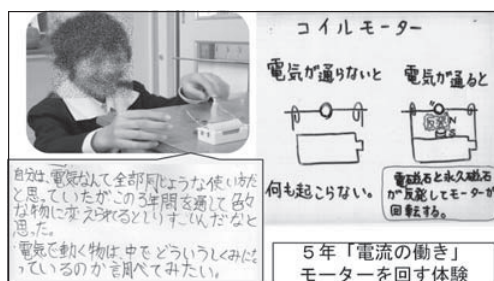
【図8 振り返りの記録】

の過程に沿った学びの良さに着目させるために、「自分の予想と自然のきまりを比べてどんなことを感じたかな。」「なぜ、自然のきまりを発見することができたのかな。」と発問したり、ノー

トを用いて学びを振り返らせたりする。次に、自然のきまりや概念を実社会・実生活における自然事象に適用させるために、「実社会、実生活において見いだした自然のきまりは、どの場面でどのようにつかわれているかな。」といった発問したり、身の回りにおける自然事象を提示したりする。

(4) 「生かす」過程

「生かす」過程においては、自然と自己の新たななかかわりを見いださせるために、諸感覚を発揮する実社会、実生活と関連のある観察、実験の場を設定し、足場となる事実を獲得することができるようにする。そして、観察、実験により獲得した事実の現象や仕組みについて考えられることを順序性や関係性を考慮しながら説明させ、獲得した事実の仕組みや現象を基に自然と自己の新たななかかわりを考えさせていく。具体的には、図9のように、5年「電流の働き」において、コイルモーターを製作する科学的な体験を設定する。その際、「コイルモーターが回転する仕組みを永久磁石と電磁石の性質をつかって説明できるかな。」と発問し、コイルモーターの回転を観察しながら一人一人が思考したことを交流させることで回転する仕組みを明らかにさせる。そして、電気を流したときにだけ磁力をもつ電磁石の性質の良さを感じさせ、人間が電磁石の性質の良さを利用して人間の生活を豊かにしてきたことに気付かせていく。さらに、身の回りの電気を利用した物に対する見方がどのように変化したかを問い、新たな自然事象を解釈できるようになった自己の高まりを実感させていく。



【図9 自然と自己の新たななかかわりを見出す姿】

4 3年「物と重さ」による授業の実際

(1) 「つかむ・見通す」過程

「つかむ」過程では、自然と自己の新たななかかわりを見いだす第一歩である「なぜ」といった問題意識を一人一人にもたせるために、丸めた粘土の形を様々な形に変化させる事象提示を行った。



【図10 粘土の形を変えて提示した際の板書】

そして、子どもたちに「何が、変わったかな。」と発問すると「形が変わった。」と発言した。そこで、「重さはどうなったと思うかな。」と発問すると子どもたちの意見が分かれた。「同じ粘土だから、重さは変わらないよ。」「丸いときの方が重そうだな。」意見交流の後に、問題を一人一人に記述させ、「粘土の形を変えると、重さはどうなるだろうか。」という全体で共通して解決していく問題を設定した。

「見通す」過程では、観察、実験において何を明らかにするのかを明確にもたせるために、問題に対する自分の仮説を一人一人が設定できるようにすることが重要である。そこで、ノートに予想を書かせた。予想を交流すると次のような予想が出された。「粘土で遊んだときに、丸めたら重く感じたことがあったから、重さは変わると思うよ。」「形を変えても粘土を付け加えたり、取ったりしていないから、重さは変わらないよ。」このような意見交流をしている際に、「先生、実際に粘土を持って確かめたいです。」という発言があった。そこで、子どもたちに粘土を渡して、自由に確かめる活動を設定した。

見た目だけで判断していたときと異なり、自分の手で確かめた事実を根拠に自分の予想を説明する子どもが増えた。「確かに、細長くすると軽くなって、丸めると重くなっているように感じるよ。」「でも、やっぱり粘土の出入りがないから、粘土を持っている場所が1カ所です、重く感じているのではないかな。」学び合いの後に、全体の予

想を確認すると、予想を変更する姿も見られた。

問題 めん土の形を変えると重さはどうなるだろうか。	
予想 (見た目)	変わる15人 変わらない22人
(手でたて)	変わる20人 変わらない17人

【図 11 粘土に触る体験後の予想の変化】

(2) 「調べる・吟味する」過程

「調べる」過程においても仮説と獲得した事実を照合しながら観察、実験できるようにするために、ノートに描かれた様々な形を確認しながら「今、どの形を調べているのかな。」「重さは変わったかな。」と発問した。すると、「どの形も重さは変わらないよ。」「先生、細長くしたら軽くなったよ。」と、立場の分かれる考えが出された。

「吟味する」過程においては、まず、観察、実験によって獲得した事実同士を比較させるために、獲得した事実

を全体で共有した。すると、図12のように、重さが変わるといいう事実と変わらないという事実

形を変える前	形を変えた後
110g	110g
105g	100g
925g	925g
121g	121g
106g	105g
57g	56g
88g	875g

【図 12 事実を共有した板書】

次に、事実の差異点や共通点を整理させるために、「なぜ、同じ実験をしているのに、事実が異なるのかな。」と発問して自分たちの事実を批判的に考えさせた。子どもたちは、考えを話し始めた。「手に粘土がついていたのではないかな。」「重さを量る前の台ばかりの目盛りが0になってなかったのではないかな。」「台ばかりが傾いていたのではないかな。」これらの出された考えを視点に入れて、再実験を行わせた。そして、全員が同じ事実を獲得することができた。

さらに、他者と共有した事実から仮説の妥当性が得られたことから、個で考えをノートに記入させ「粘土は、形を変えても重さは変わらない。」というきまりを見出すことができた。

(3) 「振り返り・生かす」過程

「予想を確かめることがわくわくした。」「事実が違ったときに理由を考えられて良かった。」などの感想が出された。また、「他の物も確かめてみたい。」という感想から、次時は、紙やアルミ箔の形の変化と重さの関係や、ポーズの違いによる自分の体重の関係を調べる学習に発展した。

5 おわりに

今後も、子どもたちが実感を伴って理解を図り、理科を楽しく感じるように実践を重ねていきたい。

付記

本報告は、鹿児島大学教育学部附属小学校平成25～27年度研究紀要で発表した研究内容等に基づき、理科教育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。