

実感を伴った理解を図る理科授業の創造

藤 崎 博 隆〔鹿児島大学教育学部附属小学校〕

Originated Tuition for Science Lesson Aimed to Develop a Realistic Understanding

FUJISAKI Hiroataka

キーワード：実感を伴った理解、学習指導、自然体験、科学的体験、言語活動

1 研究の背景

平成20年版学習指導要領では「知識基盤社会」における持続可能な発展を見据えつつ、「理数教育の充実」をその改訂の大きなポイントとして示している。理科では目標の中で、「自然の事物・現象についての実感を伴った理解」としてそれまでの目標と異なり「実感を伴った」という文言が付加され、理解が、「実感」という側面からより一層重視されている。したがって、この「実感を伴った理解」を子どもの姿として具体化し、その子ども像に迫るための理科授業を充実させる研究を行うことが必要であると考えた。

2 研究の方向

本校では、自然に対して主体的に働きかける自然との対話を通して「自然のきまり」や科学的な方法や手続きのよさを見いだす喜び、それらを活用して、自然を解釈したり、かかわったりすることのできる喜びを実感するとともに、確かな学力を身につけた「自然と対話する喜びを実感する子ども」を育てることを目的に研究を進めてきた。そこで、このような子どもを育てるには、次のような点から理科授業を充実させることが重要であると考えた。

【体験を通した理解】…自然体験や科学的な体験といった諸観核を働かせながら自然と直接的にかかわる具体的な体験を通した理解を図ることができるようにすること。

【問題解決を通した理解】…問題解決の能力を駆使し、科学的な理解を図ることができるようにすること。

【活用を通した理解】…獲得した概念を実社会や実生活とのつながりの中で活用し、学ん

だことを生活の中の自然とつなげて理解することができるようにすること。

このような3つの理解を「実感を伴った理解」ととらえ、このような理解を図るためには、理科授業を学習内容と指導方法の両面から具体化して改善していく必要があると考えた。

3 実感を伴った理科授業とは

本研究においては、本校の理科カリキュラムにおいて重視した自然・科学・生活とのかかわりと実感を伴った3つの理解とを問題解決の過程に重点化した理科授業像を図1のように設定した。

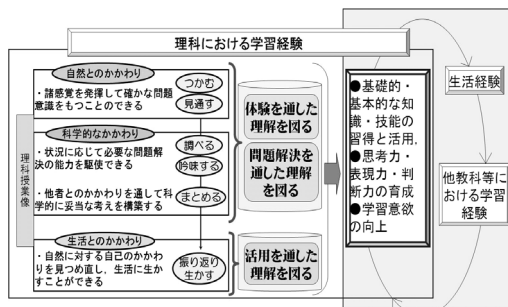


図1 実感を伴った理解を図る理科授業像

まず、「つかむ、見通す」過程においては、自然事象と直接的にかかわりながら確かな問題意識や、問題に対する仮説や方法の見通しをもつことができるようにする。

次に、「調べる」過程においては、状況に応じて必要な問題解決の能力を駆使し確かな事実をつかむことができるようにする。

そして、「吟味する、まとめる」過程においては、事実と自分の仮説とを行き来させながらその妥当性を検討させ、共に学ぶ誰もが認める科学的に妥当な考えを構築させていく。そのために、諸

感覚を働かせ自然と直接的にかかわる具体的な体験を通して自然を理解する「体験を通じた理解」や探究的な活動を通して自然を科学的に理解する「問題解決を通じた理解」を図ることができるようにする。さらに、「振り返り、生かす」過程においては、自然の豊かさや巧みさなどに気付かせたり、自然に対する自己のかかわりを見つめ直させたりして理科を学ぶ意義や有用性を味わわせるために、これまでの学習を通して習得した基礎的・基本的な知識・技能を活用して身の回りの自然を理解する「活用を通じた理解」を図ることができるようにする。

このように、実感を伴った理解を図る理科授業を展開していくことで、基礎的・基本的な知識・技能を習得・活用させ、思考力・判断力・表現力を育成したり、学習意欲を高めたりしていく。その際、これまでの生活経験や他教科等における学習経験の中で習得した基礎的・基本的な知識・技能を意図的に活用させたり、思考力・判断力・表現力を発揮させたりしていく。そうすることで子どもは、その経験を新たな学習経験として、他教科等の学習を含めたこれからの学習においても双方向に連続・発展させることができるようになると思った。

4 実感を伴った理科学習の具体化

(1) 問題解決の能力や概念の系統的な育成を踏まえた目標設定

実感を伴った理解を図るためには、問題解決の能力や概念がよりよく育成されるような学習内容を設定していかなければならない。そこで、図2・3のように各単元で発揮される問題解決の能力を重点化し、中心概念を明確にした目標設定を行った。そして、各単元で設定した

問題解決の能力の系統的な育成												
5年 発揮させる問題解決の能力										条件制御		
植物の発芽と成長					振り子と運動					電流の働き		
4月	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3月	
定性的 → 定量的												
目に見える変化 → 目に見えない変化												

図2 問題解決の能力の発揮のさせ方

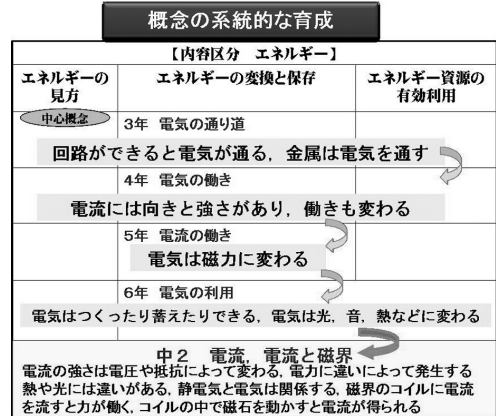


図3 電気単元における概念の系統

中心概念を構築させるために必要な学習内容を単元の特性や教材の価値分析、子どもの実態から設定した。その際、小・中学校を通して概念形成を図ることを視野に入れた目標設定を行うようにした。

(2) 「活用を通じた理解」を図る学習内容設定

「活用を通じた理解」を図り、自然に対する自己の在り方を見つめ直すことができるようにするために、単元の特性に応じて、実社会や実生活との関連を図った自然体験や科学的な体験と、言語活動とを効果的に位置付けた学習内容設定を行った。

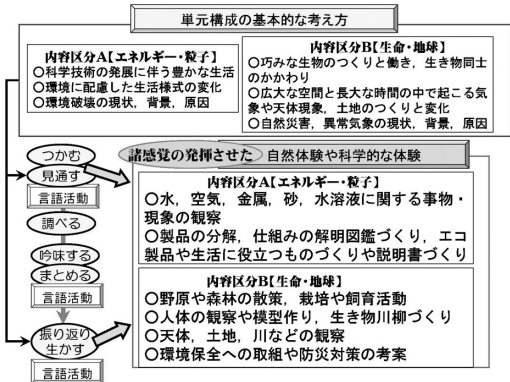


図4 実社会や実生活との関連を図った自然体験や科学的な体験、言語活動の位置付け方

まず、図4のように、2つの内容区分に属する単元の特性から、単元を構成する上での基本的な考え方を設定する。例えば、内容区分A「エネルギー・粒子」の単元では、私たち人間

が物質の性質や働き、状態の変化を利用した科学技術を自然との共生に留意しながら生活の生かしていること、内容区分B「生命・地球」では、生物の生活や成長といった生命活動が地表、天体といった地球という一つのまとまりの中で営まれていることなどをとらえさせていく。次に設定した目標に迫ることができるか、発達の特性に応じているかといった点に考慮しながら子どもたちが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子どもに身近な自然事象の中から選定し、「つかむ、見通す」、「振り返り、生かす」過程に重点化して位置付けた。具体的には、図5・6のように、単元の導入となる「つかむ、見通す」過程では、追究意欲を高め、確かな問題意識をもたせるとともに、繰り返し行ったり、試行錯誤したりしながら解決への見通しをもつことができるよう



図5 内容区分Aの学習内容設定例



図6 内容区分Bの学習内容設定例

な体験を組み入れた学習内容を設定した。また、「振り返り、生かす」過程では、理科を学ぶ意義や有用性を味わわせるために、習得した知識・技能や概念を活用することで地球に生きる一人としてどのように自然とかわかっていくことができるのかを考へたり、実践への意欲を高めたりすることができるような体験を組み入れた学習内容を設定した。

なお、問題解決の能力や概念

をよりよく育成するために、体験を体験のまま終わらせるのではなく、体験後は体験によって得た事実や事実を基に考察した結果、体験を通して感じたことなどを図や言葉で表現して記録させる言語活動を必ず位置付け、問題解決の過程における思考の流れを明確にさせたり、考えを具体化し表出させたりすることが重要であると考えた。

(3) 言語活動を充実させる指導方法

単元の導入と終末において実社会・実生活と関連させた学習内容を設定する際に、どんな自然体験や科学的な体験を授業のどの過程に位置付け、それらの体験を言語活動とどう関連さ

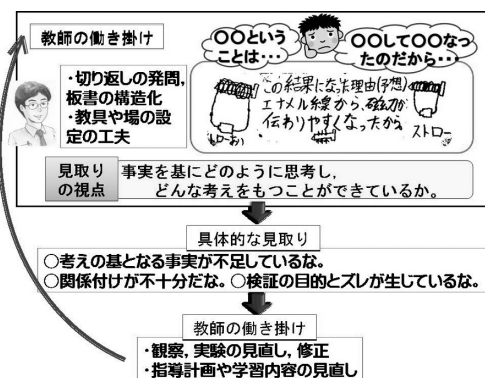


図7 言語活動時の教師の見取りと働きかけ

せ、どのような言語活動を展開していくのかを明らかにする必要がある。図7のように、子どもにとっての言語活動は、経験や事実を基に予想を立てたり、考えを構築したりする際、段階的に自分の考えを整理しまとめる上で有効な手段となる。その際、私たち教師は子どもの見えない思考の過程を表出させながら考えを整理させるために、根拠を問う切り返しの発問や板書の構造化、考えを表出させる際に効果的な教具の工夫を行うことが不可欠である。また、考えを構築する上で不足している事実は何かを、子どもの姿から評価し、それに応じた観察、実験を取り入れたり、学習内容自体を見直したりすることも重要であると考えた。

5 実感を伴った理科授業の実際

これまでの研究内容を反映し、第4学年の単元

「水の姿」「水のゆくえ」において実践を行った。

(1) 単元の系統及び目標設定

図8は概念の系統を示しており、図9は問題解決能力の発揮のさせ方を基にした第4学年の単元の配列を示している。これらの単元の系統の考えを基に、表1のように単元の目標を設定した。

【内容区分 粒子】	【内容区分 地球】	
粒子のもつエネルギー	地球の内部	地球の周辺
	3年 太陽と地面の様子 光によって地面は温められ、湿り気も異なる。	
4年 水の姿 水は温度によって水蒸気や氷に変わる。	4年 水のゆくえ 水は空気中にも存在している。	
	5年 天気の変化 雲の量や動きは、天気の変化と関係がある。	
中学1年 状態変化 状態変化で体積は変わるが質量は変わらない。融点、沸点で状態が変わる。	中学2年 気象観測 天気の変化、日本の気象 気象要素と天気の変化には関係がある。気象現象には仕組みと規則性がある。	

図8 粒子概念及び地球概念の系統

【第4学年「空気・水」に関する内容の単元配列の考え方】					
単元	天気と気温	空気と水の性質	金属、水、空気と温度	水のゆくえ	水の姿
学習内容	天気と気温の温度変化が変わる。	空気は、押し縮められるが、水は押し縮められない。	空気も水も温度で体積が変わり、膨せられた部分が移動し、全体が温まる。	水は、蒸発、空気中へ逃げ、結露して再び水になる。	水は、温度によって水蒸気や氷に変わる。
問題解決能力	関係付け：関係付ける個数の増加				
	グラフ化	モデル化	グラフ化・モデル化		

図9 問題解決の能力を基にした単元配列

表1 単元「水の姿」「水のゆくえ」の目標

自然現象への関心・意欲・態度	科学的な方法や手続き	自然現象についての知識・理解
日常の水にかかわる現象について興味・関心を持ち、水の状態変化に着目して調べようとする。	水が水蒸気や氷に変化したたり、結露したりする状態変化の様子を記録し、水の状態変化を蒸発や温度と関係付けて考え、表現できる。	水は、温度によって水蒸気や氷に変わり、空気中には蒸発した水が水蒸気として存在し、結露して再び水になって現れることを説明できる。

(2) 本単元構成上のポイント

実践するに当たっての単元構成のポイントは以下の2点である。

○学習内容について

水は、目に見えない水蒸気として存在することについて、実感を伴った理解を図るために、自然蒸発を扱うA区分「水のゆくえ」と加熱蒸発を扱うB区分「水の姿」とを関連させた学習を展開する。その際、「水のゆくえ」で学習した自然蒸発の見方や考え方を基に泡の正体やゆげのゆくえを考えさせる学習内容を設定する。

○指導方法について

液体から気体へと姿を変える水の変化をとらえさせるために、変化の前と後の事実を基に変化の過程を説明する言語活動を展開する。

(3) 本単元の指導計画

本単元の指導計画は、単元構成のポイントに



図10 単元「水の姿」「水のゆくえ」の指導計画



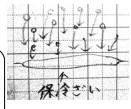
示した学習内容と指導方法の手立てを具体化し、図10のように計画した。

学習過程での学習指導がどのような意図で行われているかが伝わりやすいように、学習活動と子どもの姿を示し、その時の教師の具体的な手立てを対応させて示してある。

(4) 実践の結果

単元の指導計画を基にして実践を行った。各

「つかむ・見通す」過程における自然体験と言語活動

〈第1次 結露して出てきた水への問題の焦点化及び空気中の水蒸気調べ①②〉	
<p>ねらい：追究する意欲を高めるために、どこから水が出てきたのかという確かな問題意識をもたせる。 学習指導のポイント：子どもの身近にある結露の現象を諸感覚を發揮してとらえさせる場を設定する。</p>	
主な学習活動と子どもの姿	教師の具体的な働きかけ
<p>【つかむ・見通す】結露の現象における水滴の観察</p>  <p>窓ガラスの中には水はないはずなのに、水滴がついているぞ。水はどこからでてきたのだろう。</p>  <p>うわ～。冷たい。手が水でぬれたよ。でも、手はすぐにかわいたよ。空気中の水が冷やされると出てくるのかな。</p> 	<p>【興味・関心を高める観察の場の工夫】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 水の結露についての生活経験を表出させるために、事前に、湿度を高くし、水が結露するように湿度を高くしておき、教室に入ると同時に結露に気づくようにする。 <p>【体験を通して予想させる内容】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 問題解決に必要な事実を明確にさせるために、目の前にある事実(保冷剤や窓の水滴)をかかせた後、その水の由来について自分の考えを書き込ませる。

「吟味する、まとめる」過程における言語活動


〈第1次 空気中の水蒸気存在調べ④〉	
<p>ねらい：事実を基に説明し合うことで、水が蒸発したという考えを導き出す。 学習指導のポイント：現象の前後の事実を観察、実験によってとらえさせ、その間でどのようなことが起こっているのか考えを言語活動で表出させる。</p>	
主な学習活動と子どもの姿	教師の具体的な働きかけ
<p>【吟味する、まとめる】 事実を基に考えを交流する。</p> <p>事実の記録</p> <p>① 起こった現象の前後の記録</p> <p>何も無かったのに上の覆いに水滴が付いたよ。</p> <p>最初の水の印より水が減っていたよ。</p> <p>② 起こった現象の説明</p> <p>容器の中の水が水じょう気になって、ふたの所に集まり水でできた。水じょう気は見えない!</p> <p>考えの交流</p> <p>③ 複数の考えから共通点を見出す。</p>     <p>どれも同じように水蒸気が移動したと考えているよ。</p>	<p>【必ずとらえさせなければならない事実とその記録】</p> <p>事実から考えを考察させるために、観察や実験によって獲得した事実を確実に記述させる。ここでのポイントは、次の3点である。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 始めにあった水の量。(水があった。) ② 水が減った量。(水がなくなった。) ③ 上部についた水滴。 <p>【事実から考えを導き出すための発問】</p> <p>事実を基に吟味するために、「調べる物と袋の間では、何が起こったのだろうか。」と発問して子どもたちに考えをかかせた。</p> <p>【考えの共通点を基にした話し合いの場】</p> <p>科学的に妥当な考えにするために、調べる物が、異なっても説明の中で共通している部分を抽出した。ここでは、調べる物と水滴の間の空間を「水蒸気が移動した。」という説明で共通して表現していた。この言葉を基にして、「調べた物に含まれていた水が、水蒸気として出てきた。」という考えを共通点として取り上げる。</p> <p>【科学的な用語へ置き換える指導】</p> <p>「液体である水が気体である水蒸気として出てくる。」という考えが全体に共有されたことを見取って、その一連の現象を『蒸発する』という科学的な用語に置き換える。</p>
<p>④ 科学的な用語を使ってまとめる。</p> <p>水をふくむ物からは、液体の水が「蒸発」して気体の水蒸気になっているんだね。</p> 	

「振り返り・生かす」過程における実社会や実生活と関連を図った学習内容と言語活動

〈第3次 温度を上げたときの水の変化⑨⑩ 湯気のゆくえ⑪〉


ねらい：これまでに学習したことを活用して湯気のゆくえを考えることで蒸発についての理解を深める。
 学習指導のポイント：自然蒸発や湯気・泡の正体調べて培った「蒸発とその過程」の見方や考え方を活用して湯気のゆくえをとらえさせる。

【調べる】湯気と泡の正体を調べる。



① ゆげの正体を調べる実験


水滴がついて水も減ったということは、湯気の正体は、水だね。目に見えるから液体だね。



② 泡の正体を調べる実験

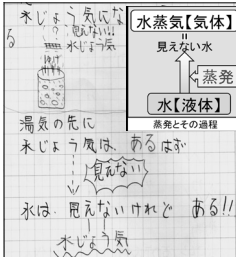
袋の中が膨らんで、しぼんだよ。水滴が付いたということは、泡の正体は、水蒸気だね。目に見えないから気体だね。

【振り返り・生かす】見えなくなった湯気の姿を説明する。



自然蒸発の既習事項

加熱蒸発の既習事項



そうきんなどから水が蒸発したのと同じで水蒸気になって水が見えなくなったんだと思うよ。

【確かな事実を獲得させる発問】

- 見通しをもたせる際に、「泡の正体が、水(あるいは空気)なら〇〇なので△△になるはずだ。」といった根拠をもって予想させる。
- 考えにつながる確かな事実を導き出すために、机間指導において、「どうなったのか」「何がわかったのか」「どの事実からわかったのか」と問うようにする。

【湯気のゆくえを考えるために必要な内容】
 湯気のゆくえについて考えるためには、次の基礎的・基本的な知識・理解が必要である。

- ① 水がなくなり、空気中に見えない水として出ていくことが蒸発である。
- ② 水は、氷(固体) \leftrightarrow 水(液体) \leftrightarrow 水蒸気(気体)の変化をする。
- ③ 湯気は、水(液体)である。
- ④ 沸騰した時の泡は、水蒸気(気体)である。

【学習経験を想起させ、活用させるための発問】

T: 見えていた水が見えなくなる経験をしたことはないかな。

C: あ！ぬれていたぞうきんや洗濯物がかわいたよ。(学習経験の想起)

T: じゃあ、湯気の場合は、何が「どのようにして」「どうなった」と考えればいいかな。

【既習の知識・理解を活用するための板書】
 既習の知識・理解を板書に示すことで次の効果をねらった。

- 湯気(水)が蒸発して水蒸気(気体)になることをとらえさせるために、板書上で比較して共通点をとらえさせることができる。

(5) 実践の考察

- 結露の観察をしたことで、体験を通した予想をする姿が多く見られたことから、実生活につながる自然体験と言語活動を行うことが重要であることが明らかになった。
- 見えない物の変化をとらえさせる学習では、観察、実験を通して変化の前後の事実を確実にとらえ記録させ、その間で起こった複数の現象を関係付けて考えさせるための発問、事実を分けて説明させることが重要であることが明らかになった。

6 研究の成果と課題

(1) 成果

実社会や実生活との関連を図り、自然体験や科学的な体験と言語活動を効果的に位置付けた学習内容設定の在り方や、言語活動を充実させるための指導方法について具体化することがで

きた。

(2) 課題

発達の特性や個に応じた学習内容の設定、指導方法の在り方を具体化していく必要がある。

【主な参考文献】

- 文部科学省「小学校学習指導要領解説 理科編」(大日本図書 平成20年)
- 日置光久著「シリーズ日本型理科教育1～5」(東洋館出版社 平成19年)