

Chapter I

理科における観察、実験の捉え方

小学校の理科の目標は「自然に親しみ、見通しをもって観察、実験などを行い、問題解決の能力と自然を愛する心情を育てるとともに、自然の事物・現象についての実感を伴った理解を図り、科学的な見方や考え方を養う」ことである。

この目標に向かう過程で、理科学習では「自然の事物・現象との関わり」「科学的な関わり」「生活との関わり」を重視している。これらの関わりを通して、子どもが問題を見だし観察、実験を行う問題解決の能力や自然を愛する心情、さらには、結果や結論を実際の自然や日常生活との関わりの中で見直し、実感を伴った理解を図ることを目指している。

また、問題解決を重視している理科学習の中核に位置付けられているものが「観察、実験」であり、学習指導要領における理科の目標にも「見通しをもって観察、実験などを行うこと」と明記されている。これは、問題解決において、観察、実験が子どもの自然への意図的な働きかけや、見通しを伴って繰り返し実施されることの大切さを意味している。

1 観察、実験のねらい

観察、実験は、理科学習の中核を担う体験的な活動であり、目的的な活動である。明確に切り分けられない部分があるこれらの観察、実験は、それぞれのポイントを意識しながら授業づくりを行い、子どもに関わるのが大切である。

(1) 観察についての基本的な考え方

観察とは、問題解決の科学的な方法であり、具体的な自然の事物・現象を対象としてその存在や変化を捉えていく活動である。ここで留意したいことは、具体的な事物・現象には膨大な情報が存在しているため、目的に合った情報を捉えるために観察の視点を明確にもつことである。

① 観察の手法

観察の手法は様々あり、認識の深まりとともに効果的に活用していくようにする。

〈観察の手法〉	〈具体例〉
○一つの対象に対する観察	… 1つのヘチマの花のつくり等を観察する。
○同時比較による観察	… ヘチマの雄花と雌花を比べながら観察する。
○前後比較による観察	… ヘチマの花の蕾を観察し、その翌日、開花した花を観察する。
○同時比較から順序付けの観察	… 実が膨らんでいない雌花を見付け、ツルをたどっていくとヘチマの実が膨らんだ雌花を見付け、変化の順序を見いだす。
○同時比較から順序付けを経て因果関係を考えていく観察	… 変化の順序を見だし、その様子を植物が育つ温度などの条件との関係を考えていく。

観察では、実際の時間の流れの中での変化や順序性、実際の空間の中での位置関係や距離などに注意を払いつつ、諸感覚を働かせながら観察したことを図や文字、写真などで記録をとり、問題解決を進めることを大事にしたい。

② 身に付けたい観察の力

問題解決において身に付けたい観察の力として、一つの対象を多方面から見ることができる観察力、目的的な観察の中で必要な情報を選択できる観察力、さらには観察した事実を基に判断する観察力などがある。自ら追究を進める基盤として、これらの観察力を育てていきたい。

(2) 実験についての基本的な考え方

実験とは、具体的な自然の事物・現象から、事実や類・因果の関係を明らかにする目的で行われる。いくつかの要素を切り取り、それらを組み合わせて調べるなど、人為的に整えられた条件の下で起こる現象を観察したり、適切な装置を用いて観察や測定をしたりして、客観的な事実や関係を見いだしていくことである。

① 実験の留意点

観察と同様に理科学習の中核を担う実験では、以下の点に留意することが重要である。

- 目的をもって、具体的な事物に対して人為的な条件を加えて操作すること
- 予想や仮説などを基に、条件を整えて実験を計画・実行（検証）していくこと
- 同じ条件のもとでは同じ結果が得られること
- 起こる現象から事実や関係を見だし、意味付けていくこと
- 予想や仮説と実験の結果を比較し、考察を行い、暫定性は含みつつも科学的な結論を得ること
- 主体的な追究を通して、自分の見方や考え方を変容させていくこと

これらが問題解決の過程で行われ、科学的な手続きを身に付けながら、子どもの素朴な見方や考え方が少しずつ科学的なものに変容していく姿を目指す。

② 実験の場と教師の関わり

問題解決における実験の場としては、「問題を見いだす場としての実験」「情報を集めるための場としての実験」「問題に対して考えを確かめる場としての実験」などが考えられる。観察同様に目的的に行われている実験の場において、教師が個やグループへ意図的、計画的に関わり、子どもが「解決の楽しさ」「解決できた喜び」「達成感」などを感じながら、主体的に追究することができる学びを創っていく。

2 学習展開における観察、実験の位置付け

(1) 問題解決の中核に位置付く観察、実験

理科学習は、子どもの素朴な見方や考え方を、問題解決によって科学的な見方や考え方に高めていく営みである。そして、その解決の中核に子どもが自然に働きかける「観察、実験」が位置付いている。

問題解決とは一般的に、自然事象への働きかけを基に「問題の把握」「見通し（予想・仮説）」「検証計画」「観察、実験」「実験結果の整理」「考察」「結論」といった過程を踏まえる。「問題解決の過程」は、平成23年に文部科学省から出された「小学校理科の観察、実験の手引き」に示されているが、この追究過程を子どもになぞらせることを目的とするのではなく、子どもが主体的に進めることができる授業づくりを行いたい。

また、この問題解決の過程では、見方や考え方を科学的なものに高めるとともに、器具や機器を適切

に扱い、安全に操作する観察、実験の技能も併せて育成していく。

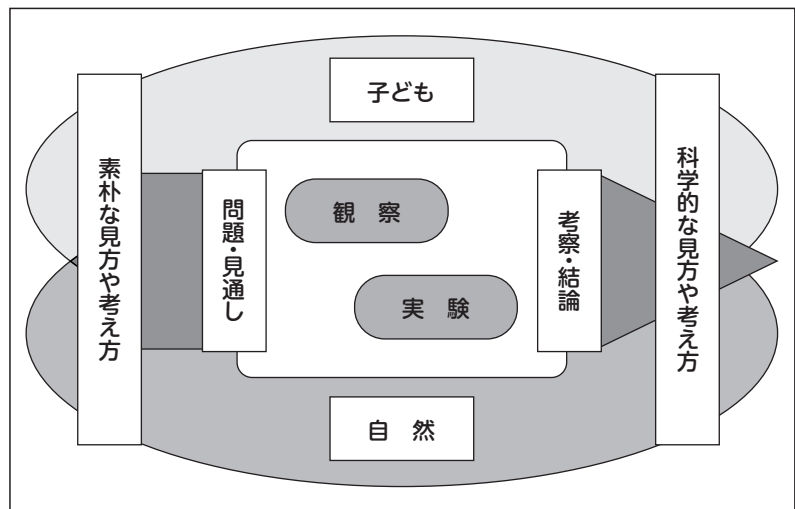
(2) 問題解決において観察、実験を効果的に位置付けるために

問題解決における「観察、実験」の位置付けを明確にすることは、子どもが主体的に学びを進め、理科の目標に迫っていく上で重要である。

そのためには、観察、実験の活動とともに、その前後の活動「問題を見だし、予想や仮説をもつ活動」や「観察、実験の結果を基に考察し、まとめていく活動」を充実させ、問題解決における観察、実験をより効果的に機能させたい。

① 問題を見だし、見通し（予想や仮説）をもつ活動の重要性

観察、実験に入る前の段階の「問題を見だし、予想や仮説をもつ活動」を充実させる。「問題」は教師から与えられた内容ではなく、自然の事物・現象との出会いから感じた疑問を基に問題意識を醸成し、子どもが見いだしていくことを重視する。



また、ここでもつ見通し（予想や仮説）については、見いだした問題に対して自分の考えをもっているのか、その考えをどのように表現しているのかが重要であり、予想や仮説が科学的な知識や事実、概念としての正否ではないことに留意したい。

② 観察、実験の結果を基に考察し、まとめていく活動の重要性

観察、実験の活動中は、諸感覚を働かせ実際に見られることや起こる現象を捉え、その結果を表やグラフなどに整理してまとめ、それを基に考察するなどして、より意味や価値をもつ活動にしていく。

自ら追究を進める子どもは、観察、実験を行いながら結果をまとめ考察を進めていく。このように観察、実験の体験活動と結果を基に考察する活動は、明確に切り離して考えることは難しい面がある。ここでは、目の前で起きる現象を基に予想や仮説に照らし合わせながら考察することや、事実を基に見方や考え方を個やグループ、学級集団での話し合いを繰り返し、科学的なものに高めていくことを大切にす。

これらのことを踏まえて、子どもと自然を切り離さずに観察、実験を中核に据え、授業の工夫・改善を図っていく。また、予想や仮説をもつ段階や、結果から考察し結論を出す段階においては、見方や考え方を表現する活動（書く活動・話す活動）も重要になってくる。自然の事物・現象への関わりを基に、学びを通して子どもの言葉が科学的な言葉に変容する姿を目指していく。

(3) 各学年の学びと観察、実験

① 3年生の学びと観察、実験

3年生の目標は、自然の事物・現象の差異点や共通点という視点から比較しながら調べ、問題を見いだし、見いだした問題を興味・関心をもって追究する活動を通して、物の性質とその働きについての見方や考え方、自然の事物・現象に見られる共通性や相互の関わり、関係などについての見方や考え方を養うことである。

特に、問題解決における観察、実験は、比較を通して自然の事物・現象の差異点や共通点に気付かせることが重要である。理科学習の最初の段階である子どもたちが、諸感覚を働かせながら数多くの体験を積み、理科が好きになる基盤を育みたい。

② 4年生の学びと観察、実験

4年生の目標は、自然の事物・現象の変化に着目し、変化とそれに関わる要因とを関係付けながら調べ、問題を見いだし、見いだした問題を興味・関心をもって追究する活動を通して、物の性質やその働きについての見方や考え方、自然の事物・現象に見られる関係についての見方や考え方を養うことである。

特に、問題解決における観察、実験においては、変化とその要因の関係付けを意識した活動となるよう心掛けることが重要である。3年生に比べ扱う実験器具や道具も増え、安全面に配慮した使い方を身に付けさせるとともに、それらの器具等を目的をもって使用させていきたい。また、星の学習では、青少年科学館の利用が考えられる。事前に連絡を取り合い、プラネタリウムの学習が子どもの学びに効果的に位置付くように、科学館を有効に活用していきたい。

③ 5年生の学びと観察、実験

5年生の目標は、自然の事物・現象をそれらに関わる条件に目を向けたり、量的変化や時間的变化に着目したりして調べ、問題を見いだし、見いだした問題を計画的に追究する活動を通して、自然の事物・現象の規則性についての見方や考え方、生命の連続性についての見方や考え方を養うことである。

特に、問題解決における観察、実験においては、変化させる要因と変化させない要因を区別しながら、計画的に行うことを心掛けることが重要である。「流水の働き」の学習では、モデルを使った実験、「振り子の運動」の学習では、観察、実験を複数回行って、データを表やグラフにまとめるなどの活動も重要になる。これらを問題解決に明確に位置付けたい。

④ 6年生の学びと観察、実験

6年生の目標は、自然の事物・現象の変化や働きをその要因や規則性、関係を推論しながら調べ、問題を見いだし、見いだした問題を計画的に追究する活動を通して、物の性質や規則性についての見方や考え方、自然の事物・現象の変化についての見方や考え方を養うことである。

特に、「見えないこと」を推論していくことが多い6年生の観察、実験は、目の前で起こっている事実を手がかりに、これまで身に付けてきた問題解決の能力を十分に働かせて学びを進められるように留意したい。

3 平成 27 年度全国学力・学習状況調査分析結果から見る学習活動と観察、実験

(1) 「エネルギー」

① 問題①(2)

1 かつやさんたちは、時計店でふりこの性質を利用して動くふりこ時計を見かけました。そこで、店員さんが、ふりこ時計を調整していました。

時計がおくれがちなので、ふりこの振り子を調整してあります。

店員さん

店員さんは、どうやって振り子の振る周期を変えているのやら。ふりこについているおもりを動かしているみたいだけど。

はるみさん

おもりの位置を上下に動かすと、ふりこの振り周期が変わると思うよ。

かつやさん

II かつやさんの手帳を確認するためには、下の図のようなら複数のふりこのうち、どれとどれを扱うと調べることができますか。下の「1」から「4」までの中から2つ選んで、その番号を書きましょう。

III 調べた結果、おもりの位置を上下に動かすと、ふりこの振り周期が変わることがわかりました。

ふりこ時計がおくれないようにするには、ふりこ時計のおもりをどのように調整するといえますか。下の「1」から「4」までの中から1つ選んで、その番号を書きましょう。

② 問題の枠組み（主な視点）

・「活用」（適用）

適用を枠組みとした問題では、理科で学んだ自然の事物・現象の性質や働き、規則性などに関する知識・技能を、実際の自然や日常生活などに当てはめて用いることができるかどうかを問う。

③ 札幌市の状況

振り子の運動の規則性を振り子時計の調整の仕方に適用できるかどうかをみる問題では、平均正答率が高くない状況であり、振り子の運動の規則性を的確に捉え、振り子時計の調整の仕方に適用することに課題がある。

④ 観察、実験との関わり（位置付け）

本実験は、問題解決を通して得られた結論を、生活場面に当てはめて活用するものである。次に示すような指導の工夫によって、理科を学ぶ意義や有用性を実感する学習となるようにしたい。

⑤ 学習活動に当たって

学習を通して獲得した知識と身の回りの事物・現象とを関係付けて捉えられるようにする

学習を通して獲得した知識を他の場面や他の文脈で適用するためには、獲得した知識と実際の自然や日常生活に見られる事物・現象とを関係付けて捉えられるようにすることが大切である。

例えば、下の図のように、学習を通して獲得した知識を身の回りの事物・現象に当てはめて考える思考の過程を言葉で整理したり、振り子時計のおもりの位置や軸が観察、実験で用いた実験用振り子のどの部分に当たるのかを確認したりする学習活動が考えられる。

問題 振りこ時計がおくれないようにするには？

↓

時計の進み方を今より速くする

↓

ふりこが1往復する時間を短くする

↓

ふりこの長さを短くするとよい

ふりこ時計のおもりをじくにして上げるとよい

(出典) 平成 27 年度全国学力・学習状況調査報告書～小学校理科～ P26

(2) 「生命」

① 問題2(4)

(3) よし子さんは、インゲンマメの字葉の中にある養分を調べるために、下の図のような器具を使って観察することになりました。よし子さんが使った器具の名前を書きましょう。

よし子さんが使った器具

(4) 口の器具を使って観察したところ、はじめは左下の図のように明るいのはやけて見えません。そこで、器具を操作したところ、右下の図のようにはっきり見えるようになりました。どのような操作をしましたか、下の1から4までの中から1つ選んで、その番号を書きましょう。

はじめに見えたようす → ある操作をして見えたようす

- 1 鏡の向きを調節した。
- 2 調節ねじを回した。
- 3 プレパラートを動かした。
- 4 対物レンズをもう一档のものにした。

② 問題の枠組み（主な視点）

・「知識」(技能)

知識の枠組みでは、科学の基本的な見方や概念を柱とした理科の内容を理解しているかどうかを問う。自らの問題意識に支えられ、見通しをもって行う観察、実験を中心とした問題解決に取り組むことにより得られた理解について、知識・技能として確実に習得しているかどうかをみる。

③ 札幌市の状況

顕微鏡の適切な操作方法を身に付けているかどうかをみる問題では、平均正答率が4割程度であり、実験器具の操作技能に係る指導の充実が求められる。

④ 観察、実験との関わり（位置付け）

本観察は、問題解決の過程で、対象や目的に応じて観察器具を活用して行うものである。次に示すような指導の工夫によって、確実な技能の習得を目指したい。

⑤ 学習活動に当たって

対象や目的に応じて観察器具を適切に操作することができるようにする

顕微鏡の適切な操作方法を身に付けるには、各部位の役割や適切な操作方法を理解し、対象や目的に応じて操作できる技能を習得することが大切である。

例えば、下図のように、操作によってどのように見え方が変わってくるのか、演示用顕微鏡と大型モニターを活用して示しながら、「暗いときには鏡の向きを調節する」「焦点が合っていないときには調節ねじを回す」「観察対象が小さい場合には対物レンズを変える」など、目的に応じて操作方法を確認するなどの学習活動が考えられる。また、可能な限り顕微鏡の台数を整備するとともに、限られた台数の中でも、安全面に配慮した上で教室や理科室に「顕微鏡コーナー」などを設置するなど、観察する機会を増やしたり、観察対象物を複数にしたりして一人一人が顕微鏡を操作できるようにすることなども重要である。さらに、顕微鏡による観察では、光量の確保や焦点の調節などが最良の状態になっていないことがあるので、教師や児童同士が互いに見えている様子を確認し合うことも大切である。

＜演示用顕微鏡を用いた操作方法の説明の例＞

<p>反射鏡の操作</p> <p>＜光が不十分な場合＞ ＜光を採り入れた場合＞</p>	<p>プレパラートの動かし方</p>
<p>光を採り入れた方がこんなに よく見えるんだね。</p>	<p>けんび鏡では上下左右が 反対に見えるんだね。ピン トが合うと、小さな文字も はっきり見えるね。</p>

(出典) 平成 27 年度全国学力・学習状況調査解説資料～小学校理科～ P35

③ 「物質（粒子）」

① 問題③(6)

⑥ としおさんは、20℃の水100 mLを50℃にあらかじめから、砂糖を入れておきました。すると、とけ残りがあつたので、も通してから砂糖水を冷蔵庫で保管しました。次の日、冷蔵庫からとり出すと、氷に砂糖がらまっていた。

水100 mLを50℃にあらかじめから、砂糖を入れておきました。

A通してとけ残りの砂糖をとりまく。

A通した砂糖水を冷蔵庫(5℃)の中に入れる。

砂糖がらまっていた。

そこで、としおさんは、水の温度と砂糖が水にとける量との関係を探りました。

水の温度 (℃)	砂糖のとける量 (g)
0	179
5	185
10	191
15	197
20	204
25	212
30	220
35	228
40	238
45	247
50	260

グラフから、も通してとけ残った砂糖をとり除いた50℃の砂糖水には、260gの砂糖がとけていることがわかる。

水の温度が下がると、砂糖のとける量が減っていくんだね。

前のページのグラフから考えると、砂糖水を50℃の冷蔵庫からとり出したとき、とけきれなくなってしまった砂糖は約何gだと考えられますか。下の①から④までの中から1つ選んで、その番号を書きましょう。また、その番号を選んで理由を書きましょう。

- ① 約19g
- ② 約75g
- ③ 約185g
- ④ 約260g

② 問題の枠組み（主な視点）

・「活用」(分析)

分析を枠組みとした問題では、自然の事物・現象に関する様々な情報及び観察、実験の結果などについて、その要因や根拠を考察し、説明することができるかどうかを問う。

③ 札幌市の状況

析出する砂糖の量について分析するために、グラフを基に考察し、その内容を記述できるかどうかをみる問題では、平均正答率が3割程度であり、温度の変化に伴って変わる析出する量について、グラフを基に考察して分析することに課題がある。

④ 観察、実験との関わり（位置付け）

本実験は、実験で得られた結果から砂糖の溶け方の規則性について考察するものである。次に示すような指導の工夫によって、得られた結果を整理し、グラフを適切に読み取り、全体の傾向を読み取る力を養いたい。

⑤ 学習活動に当たって

変化とその要因を関係付けて考えることができるようにする。

析出する砂糖の量について、グラフを基に考察して分析するためには、水に溶ける量の変化とその要因となる温度とを関係付けて考えることが重要である。

指導に当たっては、まずは、水の温度を上げながらミョウバンなどが溶けていく様子とともに、温度を下げながら析出する様子をじっくりと観察する場面を設定することが重要である。水溶液を冷やすことで溶かした物が結晶となって水溶液中から見えてきたり、水溶液の温度が上昇することでその結晶が見えなくなったりするということを繰り返し観察し、実感を伴って理解することが必要である。

また、結晶が見えたり、見えなくなったりする現象がどのくらいの温度で起こるのかという問題をもち、溶解や析出の様子と温度の変化とを関係付けながら実験を行うことが大切である。例えば、水に溶けている砂糖の量を電子天びんなどを用いて可視化し、析出する場合も含めて水の温度に伴って溶けている砂糖の量の変化を概ね捉えられるようにする。

関係付ける内容（この場合「水に溶ける量」と「水の温度」）を明確にし、問題解決の過程に位置付けながら必要感をもってグラフに表すことを大切にする。グラフに表れている数値の意味や傾向を分析するうえで、予想の場面において、「10℃まで温度を下げれば、今の2倍くらいのミョウバンが出てくるはずだ。」などと析出する量を予想しておくことで、実験から得られた数値が事物・現象と関連付くと考えられる。

(4) 「地球」

① 問題4(3)

3月 ゆりえさんは、同じ場所で星座を観察し続けて、星座の位置が変わるようすを観察カードに記録しました。そして、観察カードを電子メールで、まことさんに送りました。

ゆりえさん
星座と星座をまわして
いた雲を記録したよ。

観察カードを見ると、
星座がどのように動いた
のかわかったよ。

まことさん

ゆりえさんが送った観察カードに記録されている情報のうち、星座の位置のほかにはどの情報をもとにすると、星座の動くようすがわかりますか。下の ① から ④ までの中から2つ選んで、その番号を書きなさい。

- ① 時刻
- ② 雲の位置
- ③ 気温
- ④ 目印となる電柱

② 問題の枠組み（主な視点）

- ・「知識」（技能）
- (2)「生命」② を参照

③ 札幌市の状況

星座の動きを捉えるための適切な記録方法を身に付けているかどうかをみる問題では、平均正答率が5割程度であり、星座の動きを捉えるための適切な記録の技能に関する知識の定着に課題がある。観察の目印となる電柱を選択していない誤答が多く、位置が変わらない地上の物を目印として記録することの必要性について理解できていないものと考えられる。

④ 観察、実験との関わり（位置付け）

本観察は、問題解決の過程で、対象や目的に応じた適切な方法で星座の動きを記録するものである。次に示すような指導の工夫によって、観察及び記録の技能を身に付けられるようにしたい。

⑤ 学習活動に当たって

定点観察の方法を身に付け、適切に記録することができるようにする

※本書 P31 参照

月や星、太陽の動きと時間の経過の関係を調べるためには、適切な記録方法として定点観察の技能と記録の仕方を習得することが大切である。

その際、観察場所を一定にし、基準となる目印や観察の時間間隔を決めるなどといった定点観察やその記録の方法について観察する前に確認することが重要である。例えば、観察に先んじて、星座の動き方を記録するための必要な情報を話し合う際には、下図のように星だけを記録した複数枚のカードを提示し、観察時刻や基準となる目印などの必要な情報とその理由について確認し合う学習活動が考えられる。

また、観察方法だけでなく、月や星の動きを予想する活動も大切にしたい。その際、生活経験や3年生で学習した太陽の動きなどを想起できるよう関わる。常に予想と照らし合わせながら観察することで、観察の目的や視点が明確になり、月や星の動きをより正確に捉えることにつながると考えられる。

記録カードの作成時または初回の観察時には、子ども自身が方位磁針を使って方位を調べるようにする。方位磁針については、その使い方が課題でもあり、3年生「かげと太陽」、5年生「天気の変化」、社会科や総合的な学習の時間における調査活動など、様々な場面で繰り返し使うことで正しい使い方が習得できるようにする。

<観察カードに記録する必要な情報について話し合う活動例>

さそり座は右に動いたんだね。

雲の位置と比べると左に動いたように見えるよ。

観察カードによって見えている星座がちがうのかもしれないね。

これではさそり座の動き方がわからないね。

電柱や建物のように動かない物も記録するとわかるね。

この観察カードのように観察した時刻も記入しないとけないね。

(出典) 平成 27 年度全国学力・学習状況調査解説資料
～小学校理科～ P61