

授業における観察・実験の 望ましい位置付けを提案する講座テキストの作成

中学校研究班

平成24年度全国学力・学習状況調査の結果、中学校理科における課題が明らかにされ、3つの学習活動の充実を求める、指導改善のポイントが示された。これまで、当センターの中学校理科研修講座では、観察・実験の実習を中心にした研修を行ってきたが、これに加え、観察・実験を探究的な学習活動のどこに位置付けるかについての研修を行う必要性が高まってきた。そこで、当センターが使用していた従来のテキストの見直しを行った。探究的な学習活動に観察・実験をどのように位置付けるのか、具体例を提案する中学校理科研修講座のテキストを作成した。

[キーワード] 中学校理科 探究的な学習 指導事例 理科の課題

はじめに

中学校理科では、「目的意識をもって観察、実験を行うこと」を通して、「科学的に探究する能力の基礎と態度を育てること」が求められており^{※1)}、観察、実験などに際しては、計画を立て、いろいろな工夫を行うことや、得た情報を処理したり、グラフ化したりすること、さらにそれらを分析して解釈し表現することが必要であるとされている^{※2)}。しかし、平成24年に実施された全国学力・学習状況調査の結果、仮説を検証するための観察・実験を計画することや、観察・実験の結果などを分析し解釈することや、根拠を基に、他者の計画や考察を検討し改善することなどに課題があることが明らかにされた^{※3)}。これにより、中学校理科においては、「問題を見だし観察、実験を計画する学習活動」、「観察、実験の結果を分析し解釈する学習活動」、「科学的な概念を使用して考えたり説明したりするなどの学習活動」について、中学校3年間を見通して指導を改善することが、あらためて求められている。

そこで、当センターが実施してきた観察・実験の実習を中心としつつも、中学校理科の指導を改善する3つの学習活動それぞれが充実するように、観察・実験をどのように位置付けることが望ましいのかを、具体的な例を示して提案する講座テキストを作成した。

1 中学校テキストの大まかな構成

(1) 第1部 中学校理科教育に求められる課題 (資料)

第1部は資料編とした。第2部、第3部を用いて講座を運営する際に、研修の目的が明確になるよう、次の内容を掲載した。

- ・平成24年度全国学力・学習状況調査の結果と課題
- ・課題を解決するために求められる中学校理科の指導改善のポイント
- ・北海道における平成24年度全国学力・学習状況調査（中学校理科）の分析結果
- ・理科薬品の取扱いと事故防止

(2) 第2部 中学校理科の指導改善のための学習活動例～観察・実験の望ましい位置付け～

第2部では、第1部の中学校理科の指導改善のポイントで示した3つの学習活動について、当センターの研修で扱う観察・実験の素材を用いて具体的に紹介した。第2部の詳細は次項で説明する。

(3) 第3部 中学校理科における観察・実験を充実させるための指導法

各学年で行う様々な観察・実験について、観察・実験の指導法をはじめ、教材教具の工夫点や、指導上の留意点を掲載した。これまで当センターの研修講座で使用していたテキストを基に、学年別の構成に変更して内容の見直しを行った。

2 第2部の詳細

(1) 第2部の基本的なつくり

第2部では、授業において観察・実験をどのように位置付けることが望ましいのかを、具体的な例を用いて提案した。物化生地の各領域から3種類ずつ、計12種類の学習活動を選び、指導改善のための3つの学習活動に分類して掲載した。

問題を見だし観察、実験を計画する学習活動

- ・火山の形とマグマの性質との関係を探る学習活動
- ・銅の酸化とその質量変化を調べる学習活動
- ・消化酵素の働きを調べる実験を計画する学習活動
- ・運動エネルギーの大きさを調べる実験を計画する学習活動

観察、実験の結果を分析し解釈する学習活動

- ・実験結果を分析し、プラスチックの種類を推定する学習活動
- ・植物の吸水と蒸散の関係を見出す学習活動
- ・実験結果を分析し、光の反射・屈折について規則性を見出す学習活動
- ・気象観測記録を分析し、規則性を見出す学習活動
- ・交配実験の結果を分析し、遺伝の法則を導き出す学習活動

科学的な概念を使用して考えたり説明したりするなどの学習活動

- ・静電気の性質について、実験結果から仮説を立て説明する学習活動
- ・電池のしくみについて、実験結果から仮説を立て説明する学習活動
- ・金星の見え方が変化する原因を考察する学習活動

さらに、個々の学習活動例として提示する部分は、学習活動全体と、観察・実験の位置付けがわかるよう、次のような内容で構成した。

- 1 指導のねらい
- 2 本学習活動の学習課題(例)
- 3 学習活動の例
 - (1) 指導の流れ
 - (2) 指導のポイント

4 観察、実験の指導

- (1) 準備
 - (2) 方法
 - (3) 教科書での扱い
- ### 5 参考
- (1) 学習指導要領における内容
 - (2) 評価規準(例)
 - (3) 既習事項
 - (4) 高校での学習事項
- ### 6 提示資料(例)
- ### 7 ワークシート(例)
- ### 8 ワークシート(記入例)

(2) 学習活動の例について提案する工夫

学習活動の例を提案する際には、課題の設定からまとめまでの流れを視覚的に示し、その中のどこに観察・実験が位置付けられるのかをわかりやすくする工夫をした。これにより、学習目標を達成するために、観察・実験の前後にどのような学習が行われるべきなのか、何のために観察・実験が行われるのかなどの内容面での位置付けの他、その題材を扱うべき時間数も一目でわかるようになった(図1~3)。

さらに、指導の流れで提示した学習活動の各

3 学習活動の例(2単位時間)

(1) 指導の流れ

第1時	課題の設定 ① 火山の形と噴火の様子を写真や動画及び立体模型を用いて提示する。 ② 火山の形の違いは、マグマの粘性の違いによるものであると予想させ、課題を設定する。 ③ マグマの粘性がどのようなときに、どのような形の火山になるのか仮説を立てさせる。 ④ マグマを噴出させて火山をつくるモデル実験を計画させる。
第2時	観察・実験 ⑤ 実験の目的と、実験方法を確認させる。 ⑥ 2種類のマグマを作成し噴出させる実験を行わせる。 ⑦ 実験の結果を記録し、比較させる。 ⑧ 実験結果より、マグマの性質(粘性)の違いによって、できる火山の形が異なることを見いださせる。

(2) 指導のポイント

【課題の設定】

- ① 火山噴火の映像は、ハワイの溶岩流や雲仙普賢岳の溶岩ドーム形成などを使用すると良い。
- ② 噴出物のもとがマグマであることを教え、火山の形とマグマの性質には関係があることに気付かせる。
- ③ マグマの性質の違いは「温度の違い」や「色の違い」と回答することが予想される。「温度の違い」により「粘性」や「流れやすさ」が変わることや、「色の違い」が直接火山の形には影響しないことに気付かせる。
- ④ 何を明らかにしようとしているのか具体的に課題を提示する。

【観察・実験の計画】

- ① 両極端な例(盾状火山、溶岩ドーム)の噴火を実験に調べるができないか考えさせる。
- ② 実験で予想される結果を、条件ごとに整理して考えさせる。
- ③ 実験方法について、ホワイトボードなどを用いてグループで話し合い整理させる。
- ④ 実験方法を考える際に、生徒の声を聞き、誘導しながら装置や素材を考えさせる。

※生徒が実験を計画する場合、マグマの素材として、小麦粉の代わりにスライムや石こうを用いる計画を立てることが予想される。実験の目的は素材を追究することではないので、学校で準備できる素材を提案し、計画を修正させると良い。また、実験方法についても同様にアドバイスすると良い。

【観察・実験】

- ① 実験の目的を必ず確認する。
- ② 実験結果には、感触や見た目の違いがわかるよう、図などを用いて整理させる。

【分析・まとめ】

- ① 予想通りの形にならなかった場合、予想したことを否定してしまわないよう、失敗した事例などを紹介し、その原因を考えさせる。場合によっては再実験を行い、検証させる。
- ② 実験結果(小麦粉の粘性と盛り上がり方)と考察(マグマの性質と火山の形)を区別する。
- ③ 課題に正対したまとめとなるよう、言葉を整理する。

図1 学習活動の例①

観察・実験を計画する学習活動についての具体的な指導例

3 学習活動の例 (1 単位時間)

(1) 指導の流れ

課題の設定	① 身の回りにおけるプラスチックの種類を例示し、用途が違うことからそれぞれの性質の違いに興味・関心をもたせる。
観察・実験	② プラスチックの性質の違いを紹介し、区別する方法を考えさせる。 ③ 実験の目的と、実験方法を確認させる。 ④ プラスチックの密度や燃え方の特徴を用いて、未知のプラスチックを区別する実験を行う。
分析・解釈	⑤ 仮説をもとに、実験結果からプラスチックの種類を推定する。
まとめ	⑥ プラスチックは種類によって密度や燃え方が異なることを見いださせる。

(2) 指導のポイント

【課題の設定】

- 既習知識の説明には、熱いものを入れることのできるプラスチックとできないプラスチックの違いなど、身近な物質を使って例示すると良い。
- プラスチックとはいろいろな材質の樹脂の総称であることを教え、性質の違いがあることに気付かせる。
- プラスチックの性質の違いは「色の違い」と回答することが予想される。「色の違い」が直接プラスチックの特性には影響しないことに気付かせる。
- 密度や燃え方などプラスチックに関する情報を、教科書の図表を指し示す等により提示し、これらの指標がプラスチックの違いを決定していく有用な情報となることに気付かせる。

【観察・実験】

- 実験の目的を必ず確認する。
- 実験で予想される結果を、条件ごとに整理して考えさせる。
- 実験結果には、浮き沈みの状態や、燃やしたときの炎のようす、煙の色などがわかるよう、図や表を用いて整理させる。

【分析・解釈】

- 予想通りの結果にならなかった場合、予想したことを否定してしまわないよう、失敗した事例などを紹介し、その原因を考えさせる。場合によっては再実験を行い、検証させる。

【まとめ】

- 実験結果（浮き沈みのようす、燃え方）と考察（プラスチックの決定）を区別する。
- 課題に正対したまとめとなるよう、言葉を整える。

図2 学習活動の例②

観察・実験の結果を分析し解釈する学習活動についての具体的な指導例

3 学習活動の例 (1 単位時間)

(1) 指導の流れ

課題の設定	① 日頃体験する静電気によって起こる現象を出し合う。 ② 静電気の性質や、静電気の正体について興味・関心をもたせる。
観察・実験	③ 静電気についての基本的な知識を身に付ける。 ④ 静電気による引力や斥力についての実験を行う。 ⑤ 静電気が放電する実験を行う。 ⑥ 静電気がネオン管を光らせる実験を行う。
分析・解釈表現	⑦ 実験記録を表にまとめさせる。 ⑧ 実験結果から静電気の性質や正体について推測させる。
まとめ	⑨ それぞれの実験ごとに分析し解釈する活動を行う。 ⑩ 実験を通してわかったことから、静電気の性質や正体についてまとめる。 ⑪ 生徒達の発表を整理し、教師がまとめる。

(2) 指導のポイント

【課題の設定】

- 静電気には正と負の2種類あることを理解させる。
- 何を明らかにしようとしているのか具体的に課題を提示する。

【観察・実験】

- 実験の目的を必ず確認する。
- 実験結果は、考察と結びつけやすいように表などを用いて整理させる。

【分析・解釈・表現】

- 同種の電荷には反発力が、異種の電荷には引力が働くことを理解させる。
- 静電気が電流と関係があることを見いださせる。
- 実験が上手くいかない場合は、その原因を考えさせる。場合によっては再実験を行い、検証させる。
- 実験結果（反発力が働いたなど）と考察（同種の電荷には反発力が働くなど）を区別する。

【まとめ】

- 課題に正対したまとめとなるよう、言葉を整える。
- 実験でわかったことを相手によくわかるように発表させる。

図3 学習活動の例③

科学的な概念を使用して考えたり説明したりするなどの学習活動についての具体的な指導例

段階ごとに指導のポイントをまとめ、掲載した。(3) 観察・実験の指導について提案する工夫

観察・実験の指導については、その準備と操作方法を中心に掲載した。使用する教材は、当センターで開発した観察・実験の方法及び、全国で実践されている優れた観察・実験の方法を基にしている。

さらに第2部で紹介する全ての学習活動につ

いて、北海道内で採択している教科書^{※4)} ^{※5)} ^{※6)}ではどのように扱われているのかについて、抜粋して紹介した(図4)。

4 観察、実験の指導

(1) 準備

材 料: キク
試 薬 類: ソセリン, 赤インク
器 具: シリコン管 (外径×内径: 10×8 mm, 9×7 mm, 7×5 mm, 5×3 mm), バット, シリンジ, 剪定ばさみ, ピーカー, 定規, 時計, ドライヤー

事前学習: 水に差したキクにポリエチレンの袋をかぶせて、蒸散が行われていることを確認する。また、葉の両面にワセリンを塗ったキクにポリエチレンの袋をかぶせて、蒸散が妨げられていることを確認する。

(2) 単位時間当たりの吸水量の測定方法

- 図1のように、直径の異なるシリコン管を組み合わせた、植物の吸水観察用シリコン管(以下、シリコン管と略記)を用意する。
- 赤インクで着色した水を満たしたバットの中にシリコン管を入れ、管の細い方の端にシリンジの先端を差し込み、ピストンを引いて管の中に着色した水を入れる。
- 剪定ばさみで水切りしたキクの茎を、図2のように、シリコン管に差し込む。
- シリコン管を水の中から出し、図3のように、管内のインクで着色した水の末端部分に定規を添え、水の移動の様子を観察する。
- 1分当たりの水の末端の移動距離を測定する。

(3) 教科書での扱い

道内で扱っている教科書について、教育出版(図4)と啓林館(図5)では試験管に植物をさしているが、東京書籍(図6)ではメスシリンダーにさした植物の葉の裏にワセリンを塗ったものを使用している。教育出版についてはワセリンを用いず、葉を取り除いた植物と比較している。

図4 観察・実験の指導

(4) 参考資料・ワークシート例の掲載

観察・実験の後には、参考資料として学習指導要領における扱いや、評価規準の例^{※7)}、系統性を重視して小学校からの既習事項、高等学校での学習事項を掲載した(図5)。

5 参考

(1) 学習指導要領における内容
〔2 学年〕第2分野 (4) 気象とその変化
ア 気象観測
イ 気象観測
校庭などで気象観測を行い、観測方法や記録の仕方を身に付けるとともに、その観測記録などに基づいて、気温、湿度、気圧、風向などの変化と天気との関係を見いだすこと。

(2) 評価規準(例)
【第1時】(観察・実験の技能)
身近な気象を観測する基本操作を習得するとともに、得られた気象データの記録や整理などの仕方を身に付けている。
【第2時】(科学的な思考・表現)
身近な気象に関する事象・現象の中に問題を見だし、目的意識をもって気象観測を行い、観測記録などに基づいて、気象要素(気温、湿度、気圧、風向など)の変化と天気の変化との関係などについて自らの考えを導き、表現している。

(3) 既習事項

学年	単元名	既習事項
小3	太陽と地面の様子	・地面は太陽によって暖められ、日なたと日陰では地面の暖かさや湿り気の違いがあること。
小4	天気の様子	・天気によって1日の気温の変化の仕方に違いがあること。
小5	天気の変化	・雲の量や動きは、天気の変化と関係があること。 ・天気の変化は、映像などの気象情報を用いて予想できること。

(4) 高校(地学基礎)での学習事項

科目	単元名	学習事項
地学基礎	大気と海水の運動	・大気の大循環と海水の運動及びそれらによる地球規模の熱の輸送について理解する。例えば、ハドレー循環などを取り上げることが考えられる。

図5 系統性を意識させる資料

7 ワークシート（記入例）

惑星と恒星「金星の見え方」 月 日（ ）

【見てみよう】金星の観測記録を見て、気付いたことを記入しよう。

4/15 18:05 6/23 18:15 8/6 18:10 9/9 6:00 10/14 5:50 11/24 6:10

【考えよう】気付いたことについて、疑問に思ったことをまとめてみよう。

自分の考え

金星が月のように見えるのはなぜだろうか？
金星の大きさが変わるのなぜか？
金星は朝と夕方しか見えないのか？

【課題】金星の見え方が変化するのなぜか、太陽や地球との関係をもとにして考えよう。

【実験結果をまとめよう】
(形、大きさなどの変化と金星の位置との関係がわかるように書く。図で表現しても良い。)

金星、地球、太陽の位置関係がわかるよう、下図などを用いて表に整理して記入させる。

	A	B	C	D	E	F	G	H
金星と重なって見えなかった		○	☾	☾	☾	☾	☾	○

【まとめ】実験結果を根拠として、金星の見た目の形と大きさが変化する理由をまとめよう。

金星の形が変化するのには、金星が太陽の周りを公転しているということ、内惑星であることが関係している。そのため、太陽に隠れる方向の速い遅い方向が変わったり、地球との距離が変化する事で大きさが変わって見える。

図6 ワークシートの記入例

さらに、実際の学習活動をイメージできるよう、ワークシートとその記入例を掲載した。ワークシートは、授業でそのまま使うことよりも、教師が記入例を見ながら、生徒の気づきから課題をどのように設定するか、学習のまとめを課題とどのように関連付けるかなどを検討する際の参考にしてもらうことを目的としている（図6）。

3 まとめ

本テキストは、平成25年度に当センターで実施した、中学校理科の全講座で使用した。各講座で行った講義の場面では第1部が活用された。理科パワーアップ研修講座では、第2部の内容に沿って観察・実験の実習が行われた。中学校理科研修講座（授業づくり）では、第2部を例に観察・実験の位置付けについて紹介し、主に第3部を活用した実習を行った。

受講者に対して実施したアンケートによるとテキストの内容についてはおおむね評価されていることがわかった。それぞれの学校へ持ち帰

り、校内研修や地域の研修等で紹介する予定の受講生が多数みられた。第3部で扱っている観察・実験についても具体的な学習展開や課題の見いださせ方などについて知りたいという声も多く、今回の編集方針は現場の要求に沿ったものであったと考える。

一方、本テキストが使いにくいという評価もみられた。ページ数が多いことや、ファイル形式であることから、ページを開けたまま観察・実験を行うことができないことや、調べたい観察・実験をすぐに見つけることができないことが理由としてあげられていた。次年度のテキスト作成にあたり、改善の参考にしていきたい。

参考文献

- 1) 文部科学省 中学校学習指導要 2008
- 2) 文部科学省 中学校学習指導要領解説理科編 2008
- 3) 国立教育政策研究所 平成24年度全国学力・学習状況調査【中学校】報告書 2012
- 4) 教育出版 自然の探究中学校理科1～2 2012
- 5) 啓林館 未来へ広がるサイエンス1～3 2012
- 6) 東京書籍 新しい科学1年～3年 2012
- 7) 国立教育政策研究所 評価規準の作成のための参考資料(中学校) 2010

（よこやま ひかる 中学校研究班）