

## 理 科

### 1 学習指導と評価の改善・充実

#### (1) 学習指導の改善

学習指導要領においては、発達の段階に応じて、知的好奇心や探究心を持って自然に親しみ、目的意識を持った観察・実験を行うことにより、科学的に調べる能力や態度を育てるとともに、科学的な見方や考え方を養うこと等に重点を置いて、小・中・高等学校の系統性にも留意し、その充実が図られているところである。

一方で、理科の勉強が楽しいと答える中学生及び高校生の割合が国際的に見ても低い傾向があるなど、学習する楽しさや学習する意義の実感等については、さらなる充実が求められているところであり、科学技術と自然の事物・現象との関係を実感する機会を持たせることにより、理科好きの子どもたちの裾野を拡大していけるよう、小・中・高等学校教育全体を通じて改善していくことが一層求められている。

さらに、地球温暖化やエネルギー資源等の地球規模の課題に対して、科学技術・学術研究の先進国として世界をリードしていくことを目指すことが求められており、小・中・高等学校教育を通じて育成すべき資質・能力を明確化し、各学校段階を通じて、実社会との関わりを意識した探究的な活動の充実等を図っていくことが求められている。

#### (2) 思考力・判断力・表現力等を育成する学習活動の充実

科学的な思考力・判断力・表現力等を育成する観点から、観察、実験などの結果を分析し解釈して自らの考えを導き出したり、表現したりする学習活動を充実することが必要である。そのためには、年間の指導計画を見通して、観察や実験などを十分に行い、生徒が結果を分析して解釈するための時間を確保することが必要である。

観察、実験などの結果を分析し解釈して自らの考えを導き出す学習活動においては、生徒に観察や実験の目的を十分理解させ、生徒が主体的に取り組むようにすることが求められる。また、科学的な思考力や判断力を育成するため、生徒一人一人にじっくりと考えさせるとともに、グループで協議させた後、自らの考えをまとめさせることも考えられる。

自らの考えを表現する学習活動においては、特に、初期の段階では思考を促し表現させるような指導が大切である。また、口語での発表、プレゼンテーション、報告書の作成など、多様な表現活動の機会を設定することが大切である。報告書を作成させる際には、との見通しをもたせるため、例えば、前年度の報告書などを参考にして提示し、活用させることが考えられる。

### 2 「確かな学力」を育成する取組の改善・充実

前項を踏まえ、「確かな学力」を育成する取組を改善・充実する学習活動として、ワークショップを取り入れた活動、ICTを取り入れた活動、他機関との連携による活動、他者との協働等を通じて自らの考えを深める活動の例を指導上の留意点や評価の観点の趣旨とともに(1)～(4)に示す。これらを参考に授業改善の充実を図ることが望まれる。

## (1) ワークショップを取り入れた活動例

課題解決にワークショップを取り入れた言語活動を展開することにより、知識のより確実な定着を図るとともに、知識を活用して科学と社会との関わりを考える態度を育成することをねらいとした事例として、A高校で行われた放射線分野の活動について紹介する。

この活動は、学校設定科目「現代物理学概論」の「現代物理学と社会・環境」の単元で行われた。この単元では、物理基礎の単元「エネルギーとその利用」に関連させながら、放射線を例に科学技術と社会との関連を意識させ、リスクマネジメントの視点や、環境エネルギー問題について考えさせることを目標としている。

### 【活動の流れ】

学習活動	評価の観点の趣旨 【関心・意欲・態度】 人類が利用可能な様々なエネルギーの特性や利用などについて関心をもち、物理学的な視点から意欲的に探究できれば、評価は「B」となります	指導上の留意点
1 時間目 <b>&lt;オリエンテーション&gt;</b> ・ワークショップの趣旨を理解する。 ・探究活動・言語活動の趣旨を理解する。 ・単元の目標を知る。 ・ワークグループを決定する。 (6 グループ) ・提示された課題を確認する。 (グループごと)	評価の観点の趣旨 【思考・判断・表現】 人類が利用可能な様々なエネルギーの特性や利用などについて、物理学的及び社会的な視点から考察し、導き出した考えを適切に表現できれば、評価は「B」となります	<ul style="list-style-type: none"> <li>・授業評価につなげるため、単元目標を周知する。</li> <li>・ワークシートA*の解説をする。</li> <li>・発表方法を理解させるため、フリップを使って授業展開する。</li> <li>・使用テキスト「Twenty First Century Science:GCSE (英文)」</li> <li>・ワークシートB*を配付する。</li> </ul>
2 時間目 <b>&lt;グループ協議&gt;</b> ・各個人の調査結果をグループ内で共有する。 ・グループ内で課題について協議する。 ・グループプレゼンテーションの構成を考える。 ・プレゼンテーションの技法を知る。	(この欄は1時間目の趣旨と重複)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・思考ツール (KJ法、イメージマップ、ブレインストーミング等) の活用法を説明し、集めた情報を集約できるようにする。</li> <li>・ワークシートC*、D*を配付する。</li> </ul>
3・4 時間目 <b>&lt;プレゼンテーション&gt;&lt;ディスカッション&gt;</b> ・グループごとにプレゼンテーションを行う (写真)。 ・記録をとりながら発表を聞く。 ・「問いかけ」に基づくディスカッションを行い、グループの意見を表明する。 ・出された意見に対して応答する。 ・個人レポート (授業評価を含む) を作成する。 ・まとめ用のレポートを作成し、授業評価を行う。	(この欄は1時間目の趣旨と重複)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・伝える技術 (プレゼンテーション技法) を学習することで、有効なコミュニケーションができるようにする。</li> <li>・発表時間は1グループ5分</li> <li>・論理矛盾、データの解釈に客観性があるかなど、批判的な視点を意識させる。</li> <li>・ワークシートE*を作成する。</li> </ul> <div data-bbox="901 1534 1356 1657" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>この中で目標を実現することができたか評価 (自己評価・相互評価) を行います。</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ワークショップの総括を行う。</li> </ul> <div data-bbox="790 1702 1428 1881" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>プレゼンテーションは手書きの画用紙 (フリップボード) を使いながら口頭発表する形式で行われました。画用紙を黒板に貼り付けたり、説明を寸劇風にしたりと、生徒による工夫されたプレゼンテーションが展開されました。発表後は質疑応答を行います。また、発表を聞く側の生徒は、その後のディスカッションに備えて記録用のワークシートに発表の内容をメモしていきます。</p> </div>



※各ワークシートの内容

ワークシートA：「放射線の影響とリスク」事前学習資料

ワークシートB：資料要約欄、調査欄、ディスカッション欄、プレゼンテーション記録欄

ワークシートC、D：グループ調査内容、課題、疑問、問いかけ等 (Cは下書き用、Dは印刷用)

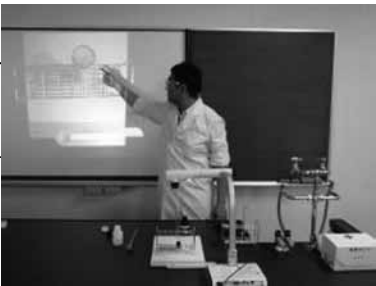


ワークシートE：まとめ用のレポート及び授業評価

## (2) ICTを取り入れた活動例

実物投影機で大切な点を強調して説明したり、タブレットで撮影した写真を見ながら話し合い活動を行わせたりするなど、ICTを効果的に活用することにより、指導方法の改善につなげることをねらいとしたB高校の事例を紹介する。

### 【活動の流れ】

#### 酸化還元反応に関する実験

学習活動	指導上の留意点
<p><b>&lt;導入&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>前時の授業（酸化剤と還元剤）の確認と本時の実験のねらい、手順について説明する。</li> </ul> <p>プリントの拡大や手元の細かい作業を大きく示すだけで、従来の口頭のみでの指示に比べて、指示の内容が、一斉に短時間で、わかりやすく伝わるようになります。</p> <p>生徒が観察や実験を行う前に、実験器具や試料を拡大して提示します。大きく提示して大切な点を強調したり、実験方法や実験の様子を実際に見せることにより、注目する点や注意する事項などを具体的に説明できます。</p> <p><b>【観察・実験の技能】</b> 評価の観点の趣旨 観察・実験を行い、考察に必要な結果を全て記録できていれば評価は「B」となります。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>実験器具や試薬の使用方法、安全上の留意点などを、実物投影機で映し説明する。</li> </ul> 
<p><b>&lt;展開&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>硫酸酸性過マンガン酸カリウム水溶液と過酸化水素水、過酸化水素水とヨウ化カリウムの酸化還元反応を行う。</li> <li>酸化還元反応における酸化剤と還元剤の働きについて、タブレットに撮影した写真を用いながら各班ごと考察を行う。</li> </ul> <p>タブレットを使って実験の様子を撮影します。実験中に生徒が写真を撮影し、実験結果だけでなく、過程や時間的な経過も記録します。</p> <p>この写真を用いてレポートを作成させることで、分かりやすく、後で振り返りやすくなります。話し合いが活発に進み、理解を深めることができます。</p> <p><b>【思考・判断・表現】</b> 評価の観点の趣旨 自身の考察について、的確な根拠を示して論理的に説明されていれば評価は「B」となります。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>硫酸や過酸化水素等の劇物を扱うため、常に実験メガネを着用させるなど、安全に十分留意する。</li> <li>各班での考察の際に使うため、酸化還元反応に伴う色の変化の様子をタブレットで写真撮影しておくよう指導する。</li> </ul> 
<p><b>&lt;まとめ&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>各班ごとに実験のまとめを行う。</li> <li>個人の考察を加え、実験レポートを作成する。</li> </ul> <p>話し合い活動では、タブレットで撮影した写真を見ながら、実験を振り返っていきます。</p> <p>写真で振り返りながらレポートをまとめ、考察を行うことによって、よりスムーズに話し合い活動ができます。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>後日、優れた実験レポートを実物投影機で映して紹介するなど、交流や協議を行う。</li> </ul> 



### (3) 他機関との連携による活動例

大学や研究機関、博物館などの他機関と連携することにより、発展的な内容について扱うことや、通常の授業では実施困難な手法を用いた取組が可能となる。これにより、単元内容の理解の深まりや、探究的な手法の習得、科学的思考力の育成につなげることができる。

大学と連携した活動例として、C高校とD大学との連携について紹介する。

#### 【活動の流れ】

生物の体内環境の維持（免疫）に関する、モルモット腸管を用いたアレルギー反応に関する実験観察

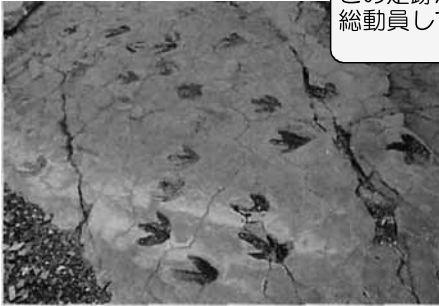


学習活動	指導上の留意点
<p>1 時間目</p> <p>&lt;大学教員による事前指導&gt;</p>  <p>・実験準備・説明 ・4人程度の班による活動。</p> <p>【大学との連携による効果①】 生命倫理に関して精通した研究者からの説明を受けることにより、正確な知識を身に付け、考え方をより深めることができます。</p>	<p>・動物を用いた実験を行うための事前指導として、実験の意義、学習の目標、心構えなどについて指導を行う。</p> <p>【大学との連携による効果②】 高等学校では扱うことが難しい教材等を用いることが可能となり、より効果的な実験観察を行うことができます。</p> <p>【大学との連携による効果③】 研究者から観察・記録の方法の指導を受けることにより、高度な探究的な手法を身に付けることができます。</p>
<p>2 時間目</p> <p>&lt;観察・実験&gt;</p> <p>・本時のねらい、作業について説明を受ける。</p> <p>【観察・実験の技能】 観察・実験を行い、考察に必要な結果を全て記録できていれば評価は「B」となります。</p> <p>【大学との連携による効果④】 専門的な知識を交えた実験の説明を受けることにより、内容の理解が深まります。</p>	<p>・アルブミン感作モルモットの腸管と、非感作モルモットの腸管を準備し、それぞれにアルブミンを適用したときの反応について観察・記録する。</p> 
<p>3 時間目</p> <p>&lt;データ処理&gt;</p> <p>【思考・判断・表現】 自身の考察について、的確な根拠を示して論理的に説明されていれば評価は「B」となります。</p>	<p>・班ごとに工夫して結果を表現させる。</p>
<p>4 時間目</p> <p>&lt;レポート作成&gt;</p> <p>【大学との連携による効果⑤】 適切な手法で得られたデータを比較して解析することにより、科学的な思考力の育成に役立ちます。</p>	<p>・条件の異なる実験の結果を比較することで何が分かるかを考察し、論理的に説明することを心がけるように指導する。</p>
<p>5 時間目</p> <p>&lt;発表&gt;</p> <p>【思考・判断・表現】 説明が論理的であり、誰もが納得できるように根拠を伴って説明されていれば評価は「B」となります。</p>	<p>・自己評価、相互評価を行う。</p>
<p>・事前の打合せが重要 連携授業を通して生徒のどのような資質・能力・態度を伸ばしたいか、通常の授業とのつながりはどうかなどについて大学教員と共通認識をもち、普段の学習活動の流れの中に位置付けることで大きな成果を得ることができます。</p>	
<p>・事前、事後指導を含めたデザインを意識する 連携授業だけではなく、その前後に必要な指導を含めてデザインし、高校の教員で指導を実施することで、通常授業での学びと連携授業がつながりやすくなります。</p>	

#### (4) 他者との協働等を通じて自らの考えを深める活動例

身に付けた知識や技能を定着させるとともに、物事の多面的で深い理解に至るために、自らの考えを広げ深めていくことが求められている。ここでは、他者に説明することで自分の考えをはっきりさせたり、自分の考えと他者の考えを比較したりして、それらを統合することができる協働的な学習方法の活動例について紹介する。

##### 【活動の流れ】

##### 足跡のパズル

学習活動	指導上の留意点
<p><b>&lt;導入&gt;</b></p>  <p>出典:「地学基礎」東京書籍</p> <p><b>&lt;展開&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>各グループは、次のような資料を基に、資料の読み取りを行う。</li> </ul>	<p>この足跡からどのようなできごとが起こったかを、さまざまな知識を総動員して、矛盾がないように自由に推定しよう。</p> <p>課題を解決するためのポイントを提示する。 例) 動物は何頭いたか。足跡の形から、どのような動物といえるか。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>本時は、①グループ活動、②グループメンバーを組み替えた班での活動、③クラス全体での討議の順で進むことを伝える。</li> <li>資料を配付する。</li> <li>資料の読み取りが困難なグループには、ヒントを出すなどの支援をする。</li> </ul>
<p><b>資料A 恐竜の分類</b></p> <p>獣脚類；ティラノサウルスなどの肉食恐竜 鳥脚類；イグアノドンなどの草食恐竜類 竜脚類；セイモサウルスなどの大型草食恐竜</p>	<p><b>資料B 恐竜の足跡の分類</b></p>  <p>出典:JT生命誌研究館HP www.brt.co.jp</p> <p><b>資料C 恐竜の足跡のスケッチ</b></p>  <p>出典:「地学基礎」東京書籍</p>
<p>班を組み替えた後、次のような課題を実施する。</p> <p>このような足跡が残るためには、どのような条件が必要だろうか。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>グループ活動で得た知識を、新たな班（グループメンバーを組み替えた班）で各自が説明する。</li> <li>交換した知識を統合して、共通の課題に取り組む。</li> </ul> <p><b>&lt;まとめ&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>課題への解答を基に、本時の課題に関してクラス全体で討論する。</li> </ul> <p>評価に関しては、レポートや生徒の活動の様子を授業者がルーブリックを用いて実施したり、生徒の自己評価や生徒同士の相互評価を参考にしたりして実施します。</p>	<p>①グループ活動</p> <p>②組み替えた班</p> <p>組み替え</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>課題遂行が困難な班には、他の班との交流を促す、ヒントを出すなどする。</li> <li>いくつかの班を指名する。</li> </ul> <p>【思考・判断・表現】 足跡が残るための根拠が、グループ活動によって得られた情報を基に考察され、班で導き出した考えを適切に表現できれば、評価は「B」となります。</p> <p>解答の根拠も一緒にクラス全体に発表し、互いの答えとその根拠を検討するようにする。答えは同じでも根拠の説明は少しずつ違う場合があるので、その違いを通して、クラスの一人一人が自分なりのまとめ方を吟味する機会が得られ、自分なりに納得する過程を生むように留意する。</p>

### 3 学習評価を通じた学習指導の在り方と指導の改善・充実

各学校においては「確かな学力」を育成するために、生徒の学習状況を適切に評価し、評価を指導の改善に生かすという視点を一層重視し、教師が指導の過程や評価方法を見直して、より効果的な指導を行うことができるよう工夫改善を図ることが大切である。

学習指導と学習評価を一体的に行うことにより、生徒一人一人に学習内容の確実な定着を図り、授業の改善に寄与するという学習評価を行うためには、これまでのように成績をつけるための「学習の評価」だけではなく、教師の教育活動を改善する「学習のための評価」や、生徒自身が自己の学習をモニタリングし修正や改善を図ることができる「学習としての評価」が求められており、学習指導と学習評価の両者は極めて密接な関係にあり、授業の改善には指導観と評価観の見直しが必要である。

さらに、学習指導要領の「教育課程の実施等に当たって配慮すべき事項」には、「見通しを立てたり、振り返ったりする学習活動の重視」とある。「見通しを立てる」とは「学習目標をもつこと」であり、「振り返ったりする」ことの中には「自己評価」が含まれると考えられる。

理科においては、観察、実験の目的を生徒一人一人が明確に把握し、見通しをもって観察、実験などを主体的に行うように指導することが大切であり、例えば、生徒自身に実験の計画を立てさせたり、既習の知識や予備的な実験に基づいて実験結果を予想させたり仮説を設定させたりすることなどが重要である。各科目等の指導に当たっては、生徒が学習の見通しを立てたり学習したことを振り返り、学習目標や課題をもって学習を進めることができる指導と評価が求められている。

## Topic

### 「中高生の科学研究実践活動推進プログラム」について

平成27年度から新たに、JST（国立研究開発法人 科学技術振興機構）が始めた「中高生の科学研究実験活動推進プログラム」は、学校・教育委員会と大学などが連携・協働し、中高生自らが課題を発見し、科学的な手法に従って進める「科学研究実践活動」の継続的な取組を推進する事業である。

「科学研究実践活動」を通して、生徒の主体的な学びを深化・発展させ、科学技術に対する興味・関心を醸成し、開発するための能力を伸ばすとともに、研究活動が継続的で効果的な取組となるよう、生徒の研究活動に対する指導を通じた教師の指導力向上や、学校や地域の環境を整備することを目的としている。

「科学研究実践活動推進プログラム」の実施期間は最大3年間であり、指定された学校においては、特色のある取組を行うとともに、その成果の普及を図ることとしている。

#### 【平成27年度採択校】

学校名	連携機関等	実践内容
北海道網走南ヶ丘高等学校	東京農業大学オホーツクキャンパス	学校設定科目「化学課題研究」、「生物課題研究」の指導
北海道稚内高等学校	北海道大学	大学教授による講座