

中学校 理科

生徒の問題解決的な学習を促すための指導の工夫
—身近な植物の教材化による観察、実験を通して—

義務教育課 指導主事 原子 修 逸

要 旨

中学校理科の学習における問題解決的な学習の在り方を探り、その試案を示すとともに、第2分野における植物を使った学習での、身近な植物の教材化による観察、実験方法について提案するものである。

キーワード：中学校 理科 問題解決的な学習 身近な植物 教材化

I 主題設定の理由

現行の学習指導要領は「生きる力」の育成を最大のねらいとしている。これを受け、中学校理科においても従来の目標に「目的意識をもって」という部分が加えられ、以前にも増して観察、実験を重視した指導の必要性が強調された。すなわち「目的意識をもって」観察、実験を行い、課題を解決していく問題解決的な学習を通して「確かな学力」を身に付けさせ「生きる力」を育てるということである。

しかし「理科ばなれ」ということばが耳慣れて久しく、学習指導要領の目指す学習が必ずしも十分に行われていないことを伺い知ることができる。国際数学・理科教育動向調査(TIMSS, 2003)では、「理科の勉強が楽しいか」を4つの選択肢でたずねたところ、「強くそう思う」と答えた生徒の割合は19%で、国際平均の44%よりも25ポイント下回り、国際的に見ても低い結果となった。

また、図1、2に示したようにベネッセの調査(2005)によれば、5年前と比べて61%の教員が最近の生徒は「論理的にものを考える力」が低くなった(「とても」と「やや」の合計)、指導の中で感じることで、半数以上の教師が「実験」や「指導の準備」にかけられる時間が足りない(「とても」と「やや」の合計)と回答している。このことは、問題解決的な学習を進める中で、生徒に目的意識をもたせながら十分な観察、実験を行うことに困難が伴うことを示している。その原因を、これまでの経験等から考えると、次の三点にあると言える。一つ目は、問題解決的な学習のとらえ方が曖昧であり、その形式だけ整えても、実際は生徒の問題解決の能力が育っていないこと。二つ目は、目的意識をもたせるための手だてがあまり効果を挙げていないこと。三つ目は、観察、実験は教師にとって負担であり、中には自信をもって生徒に行わせることができない実験もあるということである。さらに、当センターで実験講座を受講した教師の感想からは、第1分野に比べ第2分野では仮説を検証する授業が難しいことや、第2分野の中でも、植物を使った観察、実験は、生育の時期などの制限や期待した結果が得られないなどのため、苦手意識が強いことが明らかになった。

これらを解決するためには、生徒の目的意識を大切にしながら問題解決的な学習の流れに、教師の負担が少なく、結果もわかりやすい観察、実験を組み込んだ指導法の開発が必要と考える。そこで、本研究では、生徒が「目的意識をもって」問題解決的な学習に取り組むための指導計画の在り方と併せて身近な植物の教材化による観察、実験の方法について探ることにした。

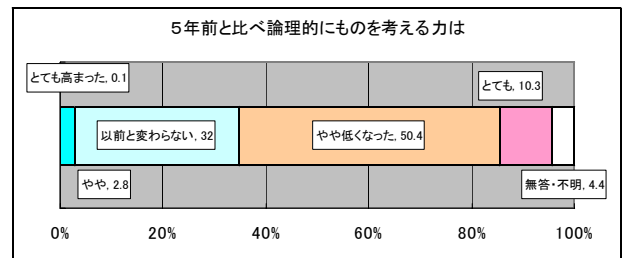


図1 論理的にものを考える力

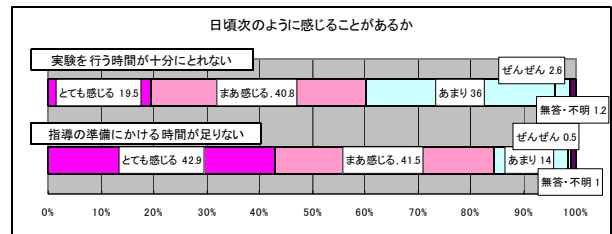


図2 実験や指導の準備にかけられる時間

II 研究の目標

中学校理科における、生徒の問題解決的な学習を促すための指導計画の在り方と植物を使った学習での身近な植物の教材化による観察、実験の方法を探る。

III 研究の実際とその考察

次の3点を研究の柱に設定し、それぞれについて研究の実際と考察を述べたい。

- 1 問題解決的な学習について
- 2 植物を使った学習の小学校・中学校・高等学校への流れ
- 3 身近な植物の教材化による観察、実験の方法

1 問題解決的な学習について

中学校学習指導要領〔総則〕第6指導計画の作成等に当たって配慮すべき事項2(2)では「各教科等の指導に当たっては、体験的な学習や問題解決的な学習を重視するとともに、生徒の興味・関心を生かし、自主的、自発的な学習が促されるよう工夫すること。」とあり、理科に限らず総ての教科等において問題解決的な学習を重視することが求められている。しかし、問題解決的な学習の定義や考え方は多様化し曖昧であるため、教師が自信をもって取り組めず、十分にその成果が上がっていないと考えられる。そこで、ここでは改めて問題解決的な学習について、その歴史やこれまでの成果及び問題点を明らかにし、よりよい在り方について探った。

(1) 「問題解決学習」から「問題解決的な学習」への歴史

もともとは、「問題解決学習」と呼ばれ、教師が説明しそれを生徒が受動的に理解するという教法に対立する学習方法として取り入れられた。その定義は、理科教育事典によると「子どもの身近な生活上の問題、社会的に重要な問題、あるいは科学的な法則・原理と関係する知的な問題、こうしたさまざまな問題を主体的に解決する過程を通して学習を進める形態」とされる。当時は、子どもたちが主体的に問題解決に取り組む学習がなされ、身の回りの諸問題にも応用するなど、積極的な学習を促す点では効果を挙げた。しかし、子どもたちが解決できる問題には限界があり、学習にも深化が見られず、学力の低下を招き「はいまわの経験主義」と批判されたこともあった。このことは、子どもたちの発想を重視する「問題解決学習」と知識の獲得に重点をおく系統学習のバランスの取り方を示唆している。そのためここでは、子どもたちの問題意識を引き出しながら、教師の意図した確かな学力を身に付けさせることを目指した学習を「問題解決的な学習」と呼ぶことにした。

(2) 問題解決的な学習の基本的な考え方

学習問題（学習課題とほぼ同じものとする）の設定から解決までを生徒に委ねた学習を、すべての単元（ここでいう単元とは、小単元やひとまとまりの学習も指すものとする）で実施することは不可能である。しかし、基本的には1時間ごとの授業をそれぞれ問題解決的な学習として設定し、それを繰り返しながら問題解決の能力を育てていくべきであり、それが単元のテーマを解決していく一連の学習として実施されることが望まれる。昭和27年の小学校学習指導要領理科編では問題解決学習の段階が以下のように提案された。

- | | |
|---------------------------|---------------------|
| ①学習すべき問題をはっきりつかむ。 | ④研究や作業の結果をまとめる。 |
| ②問題を解決するために結果を予想し、計画を立てる。 | ⑤まとめた結果を活用し、応用してみる。 |
| ③計画に基づいて、研究や作業を続ける。 | |

基本的には、上記をベースにしながらか試案を作成したが、学習問題の設定の仕方や単元のとらえ方には柔軟性をもたせ、中学校3年間を見通した段階的な計画が必要であるとする。

(3) 考察と試案

問題解決的な学習の命は子どもたちの問題意識であり、いかにしてそれを引き出すかが鍵となる。できれば、生徒自身が設定した学習問題や研究テーマの解決に向けた学習へとつなげ、多様な展開が期待される。しかし、生徒に自らの学習問題や研究テーマを設定させることは容易ではない。そこに到達するまでに、どのような点に留意しながら授業を進め、いかにして段階的に生徒の問題解決の能力を高めていくか

が検討されるべきだと思う。また、教師にとっても、問題解決的な学習のあるべき姿が明確にとらえられているか疑問である。長崎県教育センター等の先行研究や評価に関する書籍等には、中学校理科における問題解決的な学習に多くの指標が示されている。これらを基に、指導計画を立てる上でベースとなる一試案と指導計画を作成する上で留意すべきいくつかのポイントを提示したい。

問題解決的な学習の試案

学習目標の
明確化

<単元の指導目標>

・学習指導要領をもとに、学校や生徒の実態に応じた単元（小単元、ひとまとまりの学習）の指導目標を設定する。ここには、単元を通してつかませたい教師の<願い>も記したい。

○学習活動を通して、生徒が～

関心・意欲・態度	科学的な思考	技能・表現	知識・理解
・どのようなことに関心・意欲を示し、どのような態度を身に付けるのか。	・どのような思考力・判断力を身に付けるのか。	・どのような技能を身に付け、何を表現するのか。	・どのような知識を身に付け、何を理解するのか。

指導の流れ	学 習 活 動	指導・支援・手だて
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #f8d7da;"> 【スタート】 実態調査 </div>	○学習前の自分の姿に気付く。	<ul style="list-style-type: none"> ・素朴概念、既有的の見方や考え方、先行経験等の把握 ・素朴概念調査法 ・ポートフォリオ（一枚ポートフォリオ） ・コンセプトマップ
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); background-color: #d1ecf1; padding: 5px; margin-right: 5px;">変容</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #fff3cd;"> 【問題】 問題の発見 </div> </div>	<動機付け> ○提示された事象や資料等から問題意識をもつ。 <問題の把握> ○問題をつかむ。	<ul style="list-style-type: none"> ・意外性のある具体物の提示や導入実験等の工夫による適切な動機付け ・自由試行の時間と場の工夫
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); background-color: #d1ecf1; padding: 5px; margin-right: 5px;">変容</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #fff3cd;"> 【仮説】 予想、解決方法の計画 </div> </div>	<予想・仮説> ○学習課題に対して、予想や仮説をもち、他の人の考えと比較検討する。 <解決の見通し> ○既有的の知識・理解、経験等をもとに、観察、実験の計画を立て、解決する見通しをもつ。	<ul style="list-style-type: none"> ・自分なりの表現方法を用いた考えの表出 ・意見交流の場の設定 ・ワークシートやノートの記録及び話し合いを通じた個の考えの整理と類型化
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); background-color: #d1ecf1; padding: 5px; margin-right: 5px;">変容</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #d4edda;"> 【検証】 観察、実験による検証 </div> </div>	<観察、実験> ○計画した観察、実験を行いデータを収集する。 ○観察、実験の結果をまとめる。 <結果のまとめ> ○まとめを表現して伝える。	<ul style="list-style-type: none"> ・結果の見通しを確認させてからの観察、実験 ・意見交流の場の設定 ・絵や図、グラフなどを活用した観察、実験結果のまとめ
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); background-color: #d1ecf1; padding: 5px; margin-right: 5px;">変容</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #d4edda;"> 【考察】 観察、実験結果の考察 </div> </div>	<予想、仮説、他者との比較検討> ○まとめをもとに予想、仮説との比較検討を行う。 ○他の人のまとめと比較検討する。	<ul style="list-style-type: none"> ・自分のことばによる説明 ・予想、仮説に立ち返っての考察 ・意見交流の場の設定
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); background-color: #d1ecf1; padding: 5px; margin-right: 5px;">変容</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #d4edda;"> 【応用】 結果の応用、新たな問題の発見 </div> </div>	<応用> ○まとめた結果を活用し、応用してみる。 ○未解決の事象から、新たな問題意識をもつ。 <新たな問題意識への動機付け> <自己評価> ○自分自身の学習を振り返る。	<ul style="list-style-type: none"> ・身の回りの事象との関連付け ・未解決事項の検討 ・学習の振り返りと自己評価
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #d1ecf1;"> 【ゴール】 学習後の調査 </div>	○学習後、自分自身がどのように変わったかを振り返る。 ○足りない部分を再学習する。	<ul style="list-style-type: none"> ・学習前後の比較と達成状況の把握 ・達成感、成就感の引き出し ・ポートフォリオ（一枚ポートフォリオ） ・コンセプトマップ ・小テスト ・発展、補充学習

ア 学習目標を明確にする

まず初めに、学習指導要領をもとに＜単元の指導目標＞を明らかにする。梶田叡一氏（2006）は「教育においては、これだけのことは何とか分からせたい、できるようにさせたい、体験させたい、といった＜ねらい＞（到達目標）が必要である。また、こういうことが学習者の中に、少しずつ形成されていってほしい、深まっていってほしい、実現していってほしい、といった＜願い＞（期待目標）が教師の念頭になくしてはならない。＜ねらい＞や＜願い＞が定めれば、多少のブレや脱線があってもダイナミックで生き生きした授業が可能となる。」と述べている。具体的には、＜願い＞として＜単元の指導目標＞を＜ねらい＞として4観点に当てはめた評価規準を表現したいものである。例えば「生徒がどのようなことに興味・意欲を示し、どのような態度を身に付けるのか。」というように、目指す生徒像のイメージを明らかにしておくことによって、指導の手だても具体的に見えてくると考える。

イ 学習前後の変容を教師と生徒が評価できるようにする

問題意識を引き出し、目的意識をもたせるためには、自由試行、具体物の提示、矛盾や生活経験による揺さぶりなどいろいろな手だてを講じる必要がある。またその上で、生徒にこれからの学習のねらいをつかませ、自分自身の実態を知ることからスタートし、ねらいに迫るための学習を振り返りながら、ゴールでは、自分がどのように変容したかを客観的にとらえさせる手だても講じたい。これにより、成就感を引き出し、メタ認知能力を高め、次の学習へのエネルギーを生み出させたい。教師にとっても、生徒の実態を把握することが、授業設計の指針となり、生徒の変容からは、その後の指導の在り方を検討する材料や総括評価の資料が得られる。これらを簡便に行うために考案されたものとして、1枚の用紙に学習前・学習中・学習後の様子を記録し、生徒が自分の変容を振り返る「一枚ポートフォリオ」（堀哲夫、2006）がある。

ウ 意見交流の場を設定する

当センター小野寺良治研究員（2008）は「学びの共同体」を提唱している東京大学大学院教授の佐藤学氏らの研究をもとに、グループ活動による相互作用がコミュニケーション能力を高め、考える力を高めるとする理論のもとに、ワークショップ型の授業にブレインストーミングを取り入れた授業実践を行った。そのことによって、意見を述べられる場、お互いの意見を聞く場、お互いを認める場をすべての生徒に平等に与えることができるとし、その結果、ブレインストーミングを取り入れた問題解決場面を設定することにより、生徒同士の活発な話し合いが行われ、生徒が自分で考え問題を解決しようとする意欲の高まりが見られたとまとめている。

これまでも、理科の授業において、グループでの話し合いや討論により、考えを練り合うことの大切さが提唱されてきた。しかし、現実にはなかなかうまく引き出せなかったり、形だけに終わっていることも多かった。今回の実践は、学習問題自体を少しレベルの高いところに設定したり、生徒が自由に試行する実験を通して問題を解決させるなどの工夫を取り入れながら、グループ活動による相互作用を生かした授業改善の在り方に多くの示唆を与えていると考える。

これを受け本試案では「グループ活動による相互作用」を「意見交流の場の設定」として、仮説設定、検証実験、実験結果の考察の3場面で行わせることとした。時間的な制約もあり、初めは難しいと思われるが、訓練によってより効率的に話し合わせることも可能だと考える。

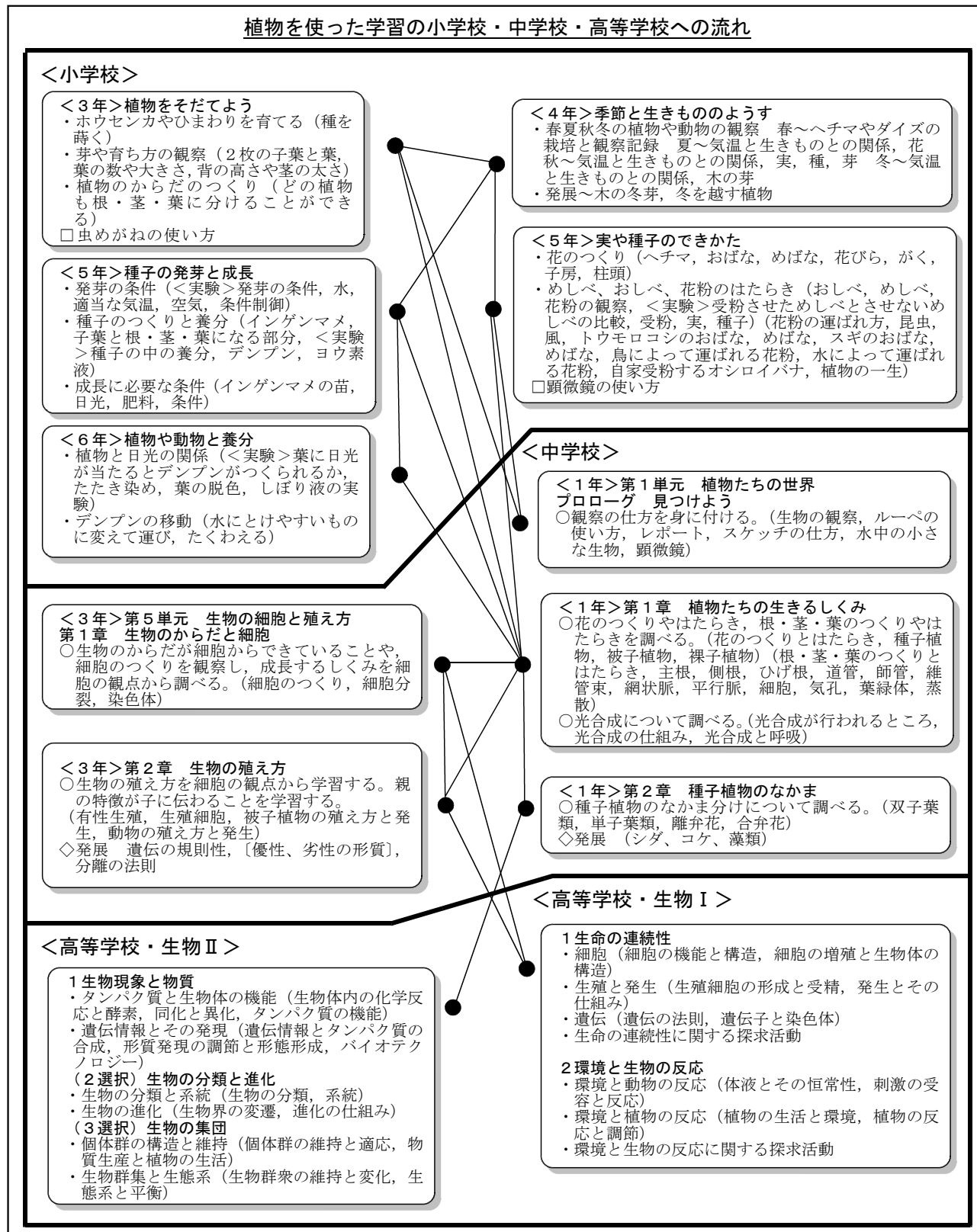
2 植物を使った学習の小学校・中学校・高等学校への流れの確認

学習のスタートは、生徒の実態を把握することから始まる。これまで、小学校で何を学習してきたかを確認することは欠かすことができない。また、中学校での学習が、その後どのような学習と関連し、発展していくかも確認すべきである。そこで、小・中学校は本県全域で採用されている教科書をもとに、また、高等学校は学習指導要領をもとに、植物を使った学習の小学校・中学校・高等学校への流れを図に表した。

とかく中学校教師は、小学校で身に付けたことをおろそかする傾向があるのではないかと。単元の初めに、小学校での既習事項を見直すことで見えてくることは多い。例えば、観察器具の基本的な使い方として、ルーペは小学校3年生で、顕微鏡は小学校5年生で学習しているが、そのことを意識せずに指導してきた。さらに、小学校では植物を栽培しながら、いくつかの検証実験を行い問題解決的な学習に取り組んでいる。それらを中学校の学習と結ぶ努力をすることにより、より効率的かつ効果的に指導を進めることができると思う。また、前述の「一枚ポートフォリオ」などにより、簡便な診断的評価として学習前の生徒の素朴概念をとらえ、指導に活用することも検討すべきである。さらに、高等学校との関連を見通して、補充的に説明を

加えたり、発展的な学習を計画することにも配慮したい。

植物を使った学習の小学校・中学校・高等学校への流れ



3 身近な植物の教材化による観察、実験の方法

(1) 中学校での学習の進め方について

理科の授業の進め方について、ベネッセの調査(2005)によると、第1分野と第2分野の学習を並行して進めることができないとしている学校が各学年とも80~90%であり、第1学年で最初に扱う内容は「植物の生活と種類」が75%、「身近な物理現象」が11%、第3学年では「生物の細胞と生殖」が25%、「運動

の規則性」が22%であると報告されている。すなわち、第3学年では大きな差はないものの、第1学年では、全国的に「植物の生活と種類」から学習を始めている学校が圧倒的に多い。しかし、本県ではこの時期に花を咲かせる植物はほとんどないため、同じ順序を進めることは困難である。

また、講座の資料として提出された年間指導計画を見ると、第1学年の学習のスタートが「植物の生活と種類」と「身近な物理現象」では、ほぼ同数であり、第3学年では「生物の細胞と生殖」がやや多い。本県では「花の観察」については、咲く時期を見計らって臨時的に取り入れているケースが多いと思われる。また「生物の細胞と生殖」に使われる材料として教科書に示されているものには、1単位時間内に期待する変化や結果が得られないものもある。これらを乗り越えるために、できるだけ身近な植物の教材化を目指して本研究に取り組んだ。

(2) 教材について

教材については、次の5点にポイントを置いてこの研究を進めることにし、後述の4つの教材について観察、実験の方法を検討した。

- ① 材料が身近にあり、入手しやすいこと。
- ② 基本的な観察、実験であり、教科書で取り上げていること。
- ③ 観察、実験の操作が容易であること。
- ④ 結果がわかりやすく、検証実験として扱いやすいこと。
- ⑤ 時期的な条件をクリアし、再現性があること。

ア 第1学年「花の観察」におけるフキノトウの教材化

第1学年において、本県でも4月に「花の観察」からスタートし、学習が途切れないように進めるために、容易に入手でき継続的な観察が可能である、フキノトウの教材化について検討し、前述の問題解決的な学習の試案をもとに立案した指導計画を次項に示した。

フキはキク科の植物であり、フキノトウは食用にもなるフキの花の部分である。本県においてはどこでも見つけることができ、4月の雪解けとともに花を咲かせて、5月中旬には綿毛をつけた果実をつくる。この時期をうまく利用すれば、生徒が植物の学習をしている時期に、花から果実、種子への変化を継続的に観察させることも比較的簡単にできると思われる。

フキは雌雄異株で(図3)両者を並べてみると、雌株は雄株に比べきゃしゃであり、開花時期は雄株の方が若干早い。フキノトウはタンポポと同様、頭状花序(花序軸の先に2個以上の無柄の花がつくもの)であり、雄株と雌株にはそれぞれたくさんの雄花と雌花がある。雄花(図4)は花粉をもつ黄色い雄しべが集まり、全体に黄色く見えるが種子はつけない。これに対して雌花(図5)は、雄しべがないことと、糸のように細く長い雌しべをもつために、全体に白っぽく見える。生徒は小学校5年生で、ヘチマの雄花と雌花から花の基本的な構造として、花びら、めしべ、おしべ、がくを学習している。これを踏まえ、ヘチマと同様に2種類の花の違いから、フキノトウにも雄花と雌花が存在することに気付かせたい。観察から得られた情報をもとに、この花がこの後どのように変化するかについて仮説を設定させ、成長とともに花茎が伸び、キク科ならではの綿毛をもつ果実を实らせる事実から、仮説が検証されるというような問題解決的な学習を組み立てたいと考える。

また、フキノトウの時期は、まだ雪に覆われていることもあるため、校舎周辺の身近な生物を観察することもままならない。しかし、フキノトウの観察を最初に設定することによって、ルーペや顕微鏡などの主な観察、実験器具の使い方やスケッチの仕方などを取り入れた指導も可能となる。

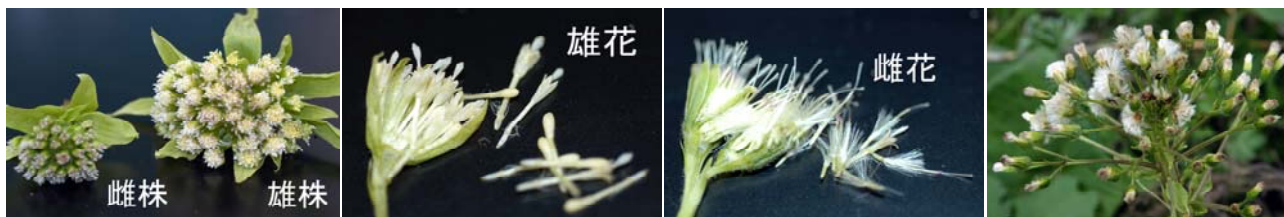


図3 雌株と雄株

図4 雄花

図5 雌花

図6 果実

「花の観察」の学習

学習目標の 明確化

<「花の観察」の指導目標>

- ・身近に咲いているいろいろな植物の花のつくりに関心をもち、意欲的にそれらを観察し、観察の基本操作や記録の仕方を身に付け、花の基本的なつくりの特徴と花の働きとを関連付けてとらえ、他の花も積極的に観察し、そのつくりを調べようとする。

○評価規準

関心・意欲・態度	科学的な思考	技能・表現	知識・理解
・いろいろな植物の花の特徴、つくりに関心をもち、意欲的にこれらを観察し働きを調べるとともに、生命を尊重しようとする。	・植物の花の観察を行い、そのつくりの中に規則性を見出す。	・花の基本的なつくりについて分かりやすくまとめたり、観察の基本操作を習得するとともに、その報告書を作成し、発表する。	・花や花が変化した各部分の名称などの知識や花の基本的なつくりの特徴と花の働きについて理解している。

○指導計画（その1）

時	段 階	学 習 活 動	指 導 ・ 支 援 ・ 手 だ て
1	実態調査	○「花のつくり」「花の働き」について、学習前の自分の素朴概念に気付く。	・学習前の素朴概念をイメージや文章として記述させ、ポートフォリオとしてその後の変容の確認に活用する。
	【問題の発見】	<p><動機付け> ○提示されたいくつかの実物の花を見て、花のつくりや働きについての素朴概念から、問題意識をもつ。</p> <p><問題の把握> ○問題をつかむ。 花のつくりとして共通していること、花の働きとして共通していることの意見交流から、これからいろいろな花を観察する際の視点を明らかにする。</p>	<p>・いくつかの意外性のある花を提示し、花のつくりや働きについて問題意識を引き出す。</p> <p>・意見交流の場を設定する。</p> <p>・小学校での「へちま」の学習を想起させる。</p>
	【仮説の設定】	<p><予想・仮説> ○花のつくりの共通点を予想する。 ○花の働きについて予想する。</p> <p><解決の見通し> ○予想を基に、観察の観点を整理する。 ○観察器具（ルーペ、顕微鏡）の使い方や観察・記録（スケッチ）の仕方や手順を確認する。</p>	<p>・自分なりの表現方法を用いた考えを表出させる。</p> <p>・意見交流の場を設定し、個の考えの整理と類型化をする。</p>
2	【検証し観察・実験】	<p style="text-align: center;">フキノトウ＝フキの花にはどのような特徴があるだろう。</p> <p><観察、実験> ○花を観察し、データを収集する。</p> <p><結果のまとめ> ○観察、実験の結果をまとめる。</p> <p><表現> ○まとめを表現して伝える。</p> <p>※どこが種子になるかの仮説を立て、今後の観察によってそれを検証することを確認する。</p>	<p>・結果の見通しを確認させてから観察させる。</p> <p>・絵や図を活用して観察結果をまとめさせる。</p> <p>・意見交流の場を設定する。</p>
	【検証し観察・実験】	<p style="text-align: center;">サクラの花、タンポポの花にはどのような特徴があるだろう。</p> <p><観察、実験> ○花を観察し、データを収集する。</p> <p><結果のまとめ> ○観察、実験の結果をまとめる。</p> <p><表現> ○まとめを表現して伝える。</p>	<p>・結果の見通しを確認させてから観察させる。</p> <p>・絵や図を活用して観察結果をまとめさせる。</p> <p>・意見交流の場を設定する。</p>
3	【検証し観察・実験】	<p style="text-align: center;">サクラの花、タンポポの花にはどのような特徴があるだろう。</p> <p><観察、実験> ○花を観察し、データを収集する。</p> <p><結果のまとめ> ○観察、実験の結果をまとめる。</p> <p><表現> ○まとめを表現して伝える。</p>	<p>・結果の見通しを確認させてから観察させる。</p> <p>・絵や図を活用して観察結果をまとめさせる。</p> <p>・意見交流の場を設定する。</p>

○指導計画（その2）

時	段 階	学 習 活 動	指 導 ・ 支 援 ・ 手 だ て	
4	【検証・観察・実験】	アブラナの花、エンドウの花にはどのような特徴があるだろう。		
		<観察, 実験>	○花を観察し、データを収集する。	<ul style="list-style-type: none"> ・結果の見通しを確認させてから観察させる。 ・絵や図を活用して観察結果をまとめさせる。 ・意見交流の場を設定する。
		<結果のまとめ>	○観察、実験の結果をまとめる。	
<表現>	○まとめを表現して伝える。			
5	【検証・観察・実験】	マツの花にはどのような特徴があるだろう。		
		<観察, 実験>	○花を観察し、データを収集する。	<ul style="list-style-type: none"> ・結果の見通しを確認させてから観察させる。 ・絵や図を活用して観察結果をまとめさせる。 ・意見交流の場を設定する。
		<結果のまとめ>	○観察、実験の結果をまとめる。	
<表現>	○まとめを表現して伝える。			
6	【考察】	花のつくりに共通していること、花にはどのような働きがあるかを発表しよう。		
		<予想, 仮説, 他者との比較検討>	○まとめをもとに予想、仮説との比較検討を行う。 ○他の人のまとめと比較検討する。	<ul style="list-style-type: none"> ・自分のことばによって説明させる。 ・予想、仮説に立ち返って考察させる。 ・意見交流の場を設定する。
	【応用】	<応用>	○まとめた結果を活用し、応用してみる。	
		<新たな問題意識への動機付け> <自己評価>	○未解決の事象から、新たな問題意識をもつ。 ○自分自身の学習を振り返る。	
学習後の調査		○学習後、自分自身がどのように変わったかを振り返る。 ○足りない部分を再学習する。	<ul style="list-style-type: none"> ・学習前後の比較と達成状況を把握する。 ・達成感、成就感の引き出し ・ポートフォリオ ・コンセプトマップ ・小テスト ・発展、補充学習 	

イ 第1学年「光合成が行われるところ」をアオミドロ・セイロンベンケイソウを使って

小学校5年生では、種子の中の栄養分を学習する際に、ヨウ素液を使ってデンプンの有無を確認する方法を、小学校6年生では、植物の葉に日光が当たるとデンプンがつくられることを学んでいる。さらに中学校では、光合成が葉緑体で行われていることを実験を通して確認する。その際、観察の材料としてオオカナダモを用いる実験が多くの教科書で取り上げられている。オオカナダモは葉の層が薄く、細胞自体の観察はもちろん、原形質流動や葉緑体の観察にも最適な材料である。しかし、肝心の光合成の実験では、十分に光を当てても、エタノールで脱色した葉の葉緑体が青紫色に染まらないことがある。原因は水温、二酸化炭素の濃度など、いろいろあるが、これではいくら導入で問題意識を高めても検証で意欲を失いかねない。今後さらに検討の余地があるものの、オオカナダモにこだわる必要はないと考える。身近な材料としてのアオミドロ（図7）は、単にヨウ素液をかけるだけで確実に葉緑体が染まる（図8）。しかし、あくまで水生植物なので、陸上の植物で確認できる方法を紹介したい。



図7 アオミドロ染色前 図8 染色後

使用する材料はセイロンベンケイソウ（ベンケイソウ科）（図9）である。葉の周りにくびれた黒っぽい箇所があり、ここに不定芽（小さな芽）が付き、土の上に落ちるとやがて植物体へと成長して

いくことから「はからめ（葉から芽）」という別名もあり、無性生殖の例としても取り上げられる。実験方



図9 セイロンベンケイソウ

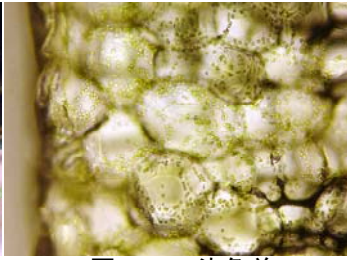


図10 染色前

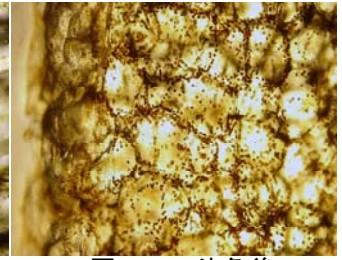


図11 染色後

法はいたって簡単であり、日光によく当てたセイロンベンケイソウの葉を、カミソリなどで薄くスライスし、細胞と葉緑体を確認した後（図10）、ヨウ素液をかけるだけで、見事に葉緑体が青紫色に染まって見える（図11）。

ウ 第3学年「体細胞分裂の観察」をネギ・タマネギの種子を使って

これまで体細胞分裂がうまくいかない、プレパラートづくりに時間がかかる、生徒が染色体を見付けられないなどにより、この観察は敬遠されがちであった。そこで、確実に観察ができるように、材料やプレパラートの作り方について調査し、実際に観察した結果を報告する。

(ア) 材料について

材料としてはほとんどの教科書で、タマネギの鱗茎から発根した根の先端を用いた観察が紹介されているが、発根抑制剤が塗られていたりして発根しない場合もある。ここでは確実にネギ、タマネギの種子から発根させる方法を採用した。ただし、細胞分裂の観察を6月中旬から下旬にかけて実施しようすると、種子は7～9月頃に販売されるため、前年に用意しておき、冷蔵庫に保管する必要がある。

(イ) 発根のさせ方

シャーレに水でぬらしたろ紙や脱脂綿を入れ、その上に種子を蒔く方法が一般的であるが、園芸用のパーライトをバットにのせる方法（図12）では、大量の種子を給水の手間をかけずに発根させることができる。パーライトがひたる程度に水を入れ、その上に種子を蒔き気温が23℃前後であれば、ネギは3～4日、タマネギは5～7日で発根・成長し、観察が可能となる。発根率も100%に近い。



図12 ネギの発根

(ウ) プレパラートの作り方

ここでは、固定・解離・染色が同時にでき、1単位時間で生徒が根を切るところから始められる酢酸ダーリア染色法を採用した。細胞分裂が盛んなのは午前10～11時と言われており、できればこの時間帯に観察するが、不可能な場合は保存しておいたものを使う。

<実験方法>

- ①シャーレに酢酸ダーリア液7滴と1mol/lの塩酸を1滴入れる。
- ②根の先端がつかないように、①の混合液に入れ、12分間浸し、固定・解離・染色を同時に行う。
- ③ピーカーに入れた水で2分間程度水洗いする。
- ④スライドガラスの上で根の根端を5mm程切り取り、カバーガラスをかけ、ろ紙の上からカバーガラスがずれないように、押しつぶして広げる。さらに、つまようじの柄で軽くたたいて広げる。
- ⑤はじめは低倍率で観察し、染色体が見られる細胞が観察されたところでさらに高倍率で観察する。

酢酸カーミン液を用いた染色法に比べ、酢酸ダーリア染色法はより多くの分裂期の細胞（図13）を見つけることが可能で染色も鮮明である。ただ、生徒にとってそれを見つけることはやはり困難を伴うことも事実である。そのため、何を見つければよいかの的確な指示が必要となる。できれば、教師用の顕微鏡にカメラを取り付け、教師が見本の材料を示すことが理想と思われる。または、教科書や写真などを使い、確実に発見させる工夫も必要である。

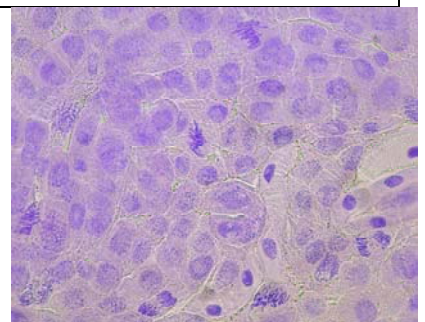


図13 ネギの根の体細胞分裂

エ 第3学年「花粉管の観察」をキツリフネを使って

花粉管の観察ではよくインパチェンスを用いた実践が紹介されているが、うまく発芽しないことがあったり、材料によっては、発芽に時間がかかるなどの問題点もある。キツリフネ(図14)は6～8月に開花し、本県では少し山に入ると見つけられ、数分で花粉管の発芽(図15)が起こる好材料である。なお、キツリフネはハウセンカやインパチェンスと同じツリフネソウ科である。



図14 キツリフネ

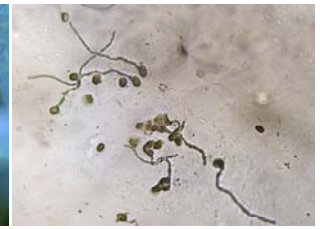


図15 花粉管

<実験方法>

- ①水 100mlに10gの砂糖を加え、さらに粉寒天を1g加えて、温めながら溶かす。
- ②ペトリ皿に厚さ5mmくらいになるまでに寒天の水溶液を流し込み固まらせる。
- ③②を約1cm四方になるようカッターで切り取り、スライドガラスにのせ、花粉を直接付け観察する。

V 研究のまとめ

問題解決的な学習の流れをとらえ直し、それに沿って学習計画を立てていくことは、自らの指導の在り方を振り返るよい機会になる。生徒の実態把握からスタートし、問題解決の一連の流れとして、何を検証するために、どのような観察、実験を行うかを検討することにより、生徒の目的意識を高めるための手だてや学習後の変容に関する評価方法やその後の指導に対しても心構えができる。今回示した試案は一つの例であるが、これをベースにすべての単元で活用する工夫を試みたい。

VI 本研究における課題

問題解決的な学習のポイントとして挙げた三つのうち、特に「意見交流の場の設定」に関しては、今後さらに、ワークショップやブレインストーミングなどを取り入れた具体的な取組と実践によって、研究を深めたい。また、植物を使った観察、実験の方法についても、さまざまな材料を使った試行錯誤による工夫や改良により、よりよい方法を検討していきたいと考えている。

<引用文献>

- 文部科学省 2004 「学習指導要領解説―理科編―」, P.132, 平成16年5月 一部補訂
梶田叡一 2006 「教育評価入門」, P.38, 協同出版
東洋他 1991 「理科教育事典」, P.178, 大日本図書

<参考文献>

- 文部科学省 昭和27年 「小学校理科学習指導要領理科編」
学校図書 平成16年 「みんなと学ぶ小学校理科3～6年」
学校図書 平成17年 「中学校理科1・2分野上下」
文部科学省 2003 「高等学校学習指導要領」 平成15年12月 一部改正
ベネッセ教育研究開発センター 2005 「中学校の学習指導に関する実態調査」
堀哲夫 2006 「一枚ポートフォリオ評価 中学校編」 日本標準
小野寺良治 2008 青森県総合学校教育センター 研究紀要 [2008.3] 中学校理科

<参考URL>

- 長崎県教育センター 問題解決能力を育成する理科学習指導の展開
<http://www.edu-c.pref.nagasaki.jp/cyosaken/h14/14-4/rikahonbun.pdf>
静岡県総合教育センター 静岡県版カリキュラム 社会科 問題解決的な学習のステップ
http://www.shizuoka-c.ed.jp/spc/sha/sha_4.pdf#page=1
KUDO WEB PAGE 小学校理科実践報告書 <http://www15.plala.or.jp/skykudo/ronbunmono1.pdf>