

中学校 理科

「植物の生活と種類」の学習を通して、
科学的な思考力や表現力を育てるための指導法の研究
— 目的意識をもった観察、実験の工夫を通して —

義務教育課 研究員 相馬 和実

要 旨

本研究は、「植物の生活と種類」の学習を通して、科学的な思考力や表現力を育てるため、目的意識をもった観察、実験の工夫について検証したものである。問題解決的な学習を取り入れた学習過程の工夫や一枚ポートフォリオを活用した観察、実験レポートの工夫、身近なシダ植物とコケ植物を教材化した結果、生徒は目的意識をもった観察、実験を行うことができ、科学的な思考力や表現力を育てることに有効であった。

キーワード：中学校 理科 科学的な思考力や表現力 一枚ポートフォリオ

I 主題設定の理由

平成20年1月に示された「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について（答申）」の理科の改善の基本方針では、「科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から、学年や発達段階、指導内容に応じて、例えば、観察・実験の結果を整理し考察する学習活動、科学的な概念を使用して考えたり説明したりする学習活動、探究的な学習活動を充実する方向で改善する」と述べられている。原籍校の生徒も、観察、実験の結果を基に考察し、結論を導き出すことを苦手としているため、自分で考え、それを書くという力の育成が課題である。そこで、本研究では、問題解決的な学習を展開する中で、目的意識をもった観察、実験ができるように一枚ポートフォリオを活用し、科学的な思考力や表現力を育てることを目指すこととした。

文部科学省が行った「平成15年度小・中学校教育課程実施状況調査」の中学校（理科）では、中学校1学年の「植物の生活と種類」の学習において、通過率が設定通過率を下回った問題の割合が過半数を占めた。原籍校の生徒も、生物的領域が他の領域に比べると苦手な傾向がみられる。平成20年の学習指導要領の改訂では第2分野の目標に、探究する活動を通して、多様性や規則性を発見することが述べられており、「種子植物の仲間」と「種子をつくらない植物の仲間」の両方を学習することでより理解が深まると考える。しかし、「種子をつくらない植物の仲間」は、平成10年の学習指導要領の改訂で高等学校に移行されたため、現在中学校での教材化が十分とは言えない。そこで、本研究では、再び中学校に付加された「種子をつくらない植物の仲間」を研究内容として進めることとした。

II 研究目標

「植物の生活と種類」の学習において、学習過程及び観察、実験レポートの工夫並びに身近な教材を用いることにより、目的意識をもった観察、実験を行うことができ、科学的な思考力や表現力を育てることに有効であることを実践を通して明らかにする。

III 研究仮説

「植物の生活と種類」の学習において、問題解決的な学習を取り入れた学習過程の工夫や一枚ポートフォリオを活用した観察、実験レポートの工夫、身近なシダ植物とコケ植物を教材として用いて学習を展開することにより、目的意識をもった観察、実験を行うことができ、科学的な思考力や表現力が育つであろう。

IV 研究の実際とその考察

1 研究における基本的な考え方

(1) 問題解決的な学習を取り入れた学習過程の工夫について

本研究では、探究的な学習活動を問題解決的な学習ととらえ、種子植物の学習で身に付けた基礎的・基本的な知識や技能を、種子をつくらない植物の学習に用いて授業を展開することとした。問題解決的な学習の段階を、「問題の設定」「予想の設定」「問題の検証」「結果の考察」「結論の導出」の五つの段階とした。それぞれの段階で育てたい科学的な思考力や表現力を、表1のように設定した。特に、「結果の考察」の段階では、予想と観察、実験の結果を振り返った1回目の考察と、意見交流後の2回目の考察を行う場面を設けることとした。意見交流を行い、様々な考えや表現方法に触れることで、自分の考えを振り返って修正、補強することができるため、科学的な思考力や表現力が養われると考えた。

表1 育てたい科学的な思考力や表現力

段階	育てたい科学的な思考力	育てたい表現力
問題の設定	・問題を見付ける力	・問題を書く力
予想の設定	・観察、実験の予想を立てる力	・観察、実験の予想を書く力
問題の検証	・観察、実験の計画を立てる力	・観察、実験の計画を書く力
結果の考察	・分析し解釈する力	・考察を書く力
結論の導出	・共通点と相違点を見付ける力	・結論を書く力

(2) 一枚ポートフォリオを活用した観察、実験レポートの工夫について

一枚ポートフォリオについて、堀哲夫は、「つねに学習前と後が確認できるので、学習目標を意識化し、見通しを持って学習を進めることができる。また、自分の予想、考え、履歴などをふり返り、知識や考えを深めることができる」と述べている(堀哲夫, 2006)。本研究では、観察、実験レポートを兼ねた一枚ポートフォリオを活用することで、目的意識をもった観察、実験を目指すこととした。さらに、一枚ポートフォリオの中にルーブリック(生徒の学習到達状況を評価するための判断基準表)を取り入れた自己評価表を設けることで、生徒に学習の見通しや目標をもたせることができると考えた。また、一枚ポートフォリオの記述内容を分析することで、科学的な思考力や表現力の変容が分かると考え、その変容を見るポイントを表2のように設定した。

表2 変容を見るポイント

段階	一枚ポートフォリオの欄	変容を見るポイント
問題の設定	問題設定	・既習事項を基に学習問題を設定しているか
予想の設定	予想	・既習事項を基に予想を設定しているか
問題の検証	観察、実験計画	・観察、実験の手順と使用する器具が記述されているか
結果の考察	1回目の考察	・自分の考えが記述されているか
	2回目の考察	・観点の変化と内容の深化が記述されているか
結論の導出	学習のゴール	・既習事項を基に共通点と相違点が記述されているか

(3) 身近なシダ植物とコケ植物の教材化について

目的意識をもった観察、実験を行わせるためには、扱う教材が生徒の身近にあるもの、結果が分かりやすく容易に扱えるものでなければならないと考えた。そこで、1学期に「植物の生活と種類」の学習を扱う場合を考え、青森市内で5月～7月にかけて孢子が採取でき、維管束の有無や葉緑体のはっきり観察できるシダ植物とコケ植物の教材化について検討した。

2 研究内容

(1) 一枚ポートフォリオについて

本研究で活用する一枚ポートフォリオは、A3版用紙を三つ折りにして両面印刷で使用した(図1)。一枚ポートフォリオの内側は、1回目の考察と2回目の考察を上下に配置し、比較しやすいようにした。また、シダ植物に関する学習の問題設定から考察までの流れとコケ植物の流れも上下に配置することで、学習を振り返りながら自分の考えを整理しやすいようにした。

一枚ポートフォリオの外側は、学習前と学習後の問題を同じにして表紙に配置し、その間に学習による変容の自己評価の欄を設けた。また、学習のスタートの下に学習のゴールを配置し、その間に問題意識の振り返りの欄を設けた。ルーブリックを用いた自己評価は、4(…することができた。)から1(…することができなかった。)の4段階で行った。学習の実現状況の変化をとらえやすくするために、単元の中で同じ評価項目を複数回評価できるようにし、5回の検証授業の自己評価記入欄が横に並ぶようにした。

表へ

観察、実験① 自分たちで考えた学習問題や観察、実験方法でシダ植物を調べ、種子植物と比較して共通点と相違点を見付けよう。

◆問題設定 どんなことを調べますか。

◆予想 どのような結果になるといいますか。理由も書きましょう。

【予想】

【予想した理由】

◆観察、実験計画 観察、実験の手順や使用する器具を書きましょう。

・自分の考え

・話し合い後の最終的な自分の考え

◆結果 観察、実験の結果を、図などを使って分かりやすく書きましょう。

◆1回目の考察 分かったことや考えたことを、予想と結果を振り返って書きましょう。

◆2回目の考察 他の人の考えを聞いて、1回目の考察を見直しましょう。

表へ

観察、実験② 自分たちで考えた学習問題や観察、実験方法でコケ植物を調べ、種子植物と比較して共通点と相違点を見付けよう。

◆問題設定 どんなことを調べますか。

◆予想 どのような結果になるといいますか。理由も書きましょう。

【予想】

【予想した理由】

◆観察、実験計画 観察、実験の手順や使用する器具を書きましょう。

・自分の考え

・話し合い後の最終的な自分の考え

◆結果 観察、実験の結果を、図などを使って分かりやすく書きましょう。

◆1回目の考察 分かったことや考えたことを、予想と結果を振り返って書きましょう。

◆2回目の考察 他の人の考えを聞いて、1回目の考察を見直しましょう。

植物の仲間

1年組番
氏名

【学習前】
(問題) 種子をつくらぬ植物について、知っていることを書きましょう。

【学習後】
(問題) 種子をつくらぬ植物について、知っていることを書きましょう。

振り返ってみよう

評価項目	授業1	授業2	授業3	授業4	授業5
知識					
理解					
技能					
態度					

学習のスタート

シダ植物とコケ植物を観察して、調べてみたいこと、気付いたこと、不思議に思ったことなどを書きましょう。

学習のゴール

学習を振り返って、種子植物と種子をつくらぬ植物について、共通点と相違点を書きましょう。

図1 観察、実験レポートを兼ねた一枚ポートフォリオ（上段が内側、下段が外側）

(2) 身近なシダ植物とコケ植物の教材化について

現行の学習指導要領以前の各教科書で扱われていたシダ植物は、イヌワラビ、ゼンマイ、スギナ、ノキシノブ、コケ植物は、ゼニゴケ、スギゴケなどであるが、生徒の身近にあるとは限らず、観察、実験の結果がはっきりしないものもある。そこで、青森市内で入手でき、結果が分かりやすく生徒が容易に扱えるシダ植物とコケ植物を検討した。

ア シダ植物の教材化について

青森市内で5月～7月にかけて胞子が採取できるシダ植物を調査した（図2）。その結果、胞子の観察に関しては、胞子の形成時期が早く、長い間胞子が採

	5月	6月	7月
ホウライシダ			
ミゾシダ			
オクマワラビ			
シュウモンシダ			
イヌワラビ			
シケシダ			
ホソバナライシダ			
ミヤマイタチシダ			
クジャクシダ			

— 胞子のうが成長し、包膜のあるシダ植物は包膜が盛り上がった段階
— 胞子が成熟して色づき、包膜のあるシダ植物は包膜の縁がはがれ、胞子が飛散する段階

図2 青森市内で5月～7月にかけて胞子が採取できるシダ植物

取できるホウライシダ（園芸店で観葉植物のアジアンタムとして販売しているものを用いた。）、住宅地にも見られたイヌワラビ、浅虫温泉森林公園や月見野森林公園、野木和公園の3箇所が多く見られたミゾシダが適していることが分かった（図3～8）。特に、ミゾシダは包膜がないため、胞子のう群を観察させやすかった。すべてのシダ植物で、双眼実体顕微鏡を用いると、胞子が飛び出す様子が観察でき、顕微鏡を用いると、飛び出した胞子の大きさが実感できる。

体のつくりに関しては、維管束の染色が早く、地下茎の表皮が比較的やわらかくて、切片をつくりやすいコウヤワラビが適していることが分かった（図9～11）。コウヤワラビは、地表近くに横走型の地下茎をはわせているため採取しやすく、双眼実体顕微鏡を用いると、生徒のつくった切片でも十分維管束が観察できた。また、ホウライシダのように表皮がかたいものは若い葉柄の切片であれば、維管束が観察できる（図12）。ミゾシダも横走型の地下茎をもち、維管束がよく染色される（図13、14）。

光合成に関しては、葉が比較的薄く、若い葉を用いると顕微鏡で葉緑体が観察できるホウライシダが適していることが分かった（図15）。

イ コケ植物の教材化について

同様にコケ植物を調査した（図16）。その結果、胞子の観察に関しては、胞子のうが比較的大きいウマスギゴケ、コスギゴケ、ヒロクチゴケ、ケヘチマゴケ、タチゴケが適していることが分かった（図17～21）。検証授業では、ウマスギゴケを用いた。コスギゴケやタチゴケは、越冬した胞子のうから胞子を取り出し、観察することができる。しかし、ウマスギゴケやコスギゴケ、タチゴケは、胞子のうの上部にあるふたが取れていると胞子が飛散してしまっているため、観察、実験では、ふたが付いているものを用いる必要がある（図22）。



図3 ホウライシダ



図4 ホウライシダ



図5 イヌワラビ



図6 イヌワラビ



図7 ミゾシダ



図8 ミゾシダ



図9 コウヤワラビ



図10 コウヤワラビ

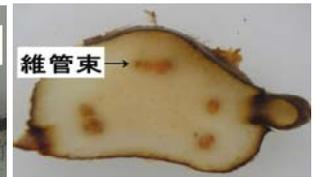


図11 コウヤワラビ<20倍>



図12 ホウライシダ<20倍>



図13 ミゾシダ



図14 ミゾシダ<20倍>

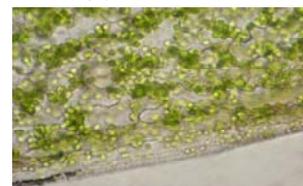
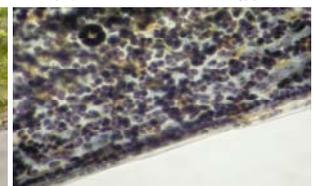


図15 ホウライシダの葉緑体<400倍>
(左が染色前, 右が染色後)



	5月	6月	7月
ゼニゴケ	●	●	●
ヒロクチゴケ	●	●	●
ケヘチマゴケ	●	●	●
ウマスギゴケ		●	●
ネジクチゴケ		●	●
コスギゴケ	●	●	●
タチゴケ	●	●	●

※コスギゴケとタチゴケは越冬した胞子のう

図16 青森市内で5月～7月にかけて胞子が採取できるコケ植物



図17 ウマスギゴケ



図18 コスギゴケ

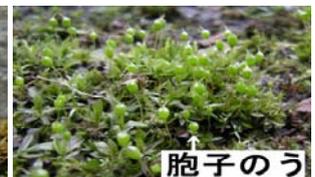


図19 ヒロクチゴケ



図20 ケヘチマゴケ



図21 タチゴケ



図22 コスギゴケの胞子のう

体のつくりに関しては、表皮がやわらかく薄い切片がつくりやすいジャゴケが適していることが分かった。ジャゴケは、葉状体の断面を観察すると維管束がないことが確認できる（図23）。葉状体のコケ植物を用いると、葉、茎、根の区別がなく維管束がないこと、仮根が水をほとんど吸収しないことの2点から、体の表面全体で水を吸収していることを導き出しやすい。



図23 ジャゴケ(右が葉状体断面<40倍>)

光合成に関しては、葉のような部分が単細胞層であるため、葉緑体が観察しやすいタチゴケが適していることが分かった（図24）。

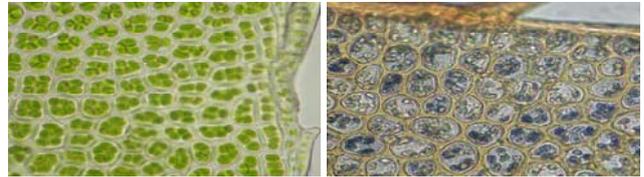


図24 タチゴケの葉緑体<400倍>(左が染色前、右が染色後)

(3) 検証授業について

表3のように検証計画を立て、原籍校である青森市立沖館中学校の1学年3クラス(91名)を対象に、平成21年7月6日～17日にかけて検証授業を行った。主な検証方法は、毎時間使用する一枚ポートフォリオの記述内容の分析と、事前、事後の意識調査とした。検証計画は、班内での話合いや、考える時間を充分確保するために、シダ植物の学習、コケ植物の学習をそれぞれ連続で2時間扱いとした。それぞれの1時間目は「問題の設定」、「仮説の設定」、「問題の検証」の段階、2時間目は「結果の考察」、「結論の導出」の段階とした。

表3 検証計画

時	学習目標	主な学習活動
1	シダ植物とコケ植物の観察を行い、既習事項を基に問題を発見する。	<ul style="list-style-type: none"> 一枚ポートフォリオに学習前の問題を書く。 シダ植物とコケ植物を観察し、調べてみたいこと、気が付いたこと等を書く。
2	シダ植物の観察を行い体のつくりや殖え方について特徴を見いだす。種子植物とシダ植物との共通点と相違点を理解する。	<ul style="list-style-type: none"> 前時の観察結果や、種子植物についての既習事項を基に、シダ植物について学習問題を設定する。 シダ植物の体のつくりや殖え方について、既習事項を基に予想を立てる。 既習事項を基に個人で観察、実験の計画を立て、その後班で検討する。 観察、実験を実行し、結果を記録する。
3		<ul style="list-style-type: none"> シダ植物の予想と観察、実験の結果を振り返り記入した1回目の考察を班内で交流し、班の考察を発表する。 様々な意見を参考に2回目の考察を記入し、シダ植物の特徴をまとめる。 今までの学習を振り返り、種子植物とシダ植物の共通点と相違点をまとめる。
4	コケ植物の観察を行い体のつくりや殖え方について特徴を見いだす。種子植物とコケ植物との共通点と相違点を理解する。	<ul style="list-style-type: none"> 1時間目の観察結果や、種子植物についての既習事項を基に、コケ植物について学習問題を設定する。 コケ植物の体のつくりや殖え方について、既習事項を基に予想を立てる。 既習事項を基に個人で観察、実験の計画を立て、その後班で検討する。 観察、実験を実行し、結果を記録する。
5		<ul style="list-style-type: none"> コケ植物の予想と観察、実験の結果を振り返り記入した1回目の考察を班内で交流し、班の考察を発表する。 様々な意見を参考に2回目の考察を記入し、コケ植物の特徴をまとめる。 今までの学習を振り返り、種子植物とコケ植物の共通点と相違点をまとめる。 問題意識の振り返りや学習による変容の自己評価を記入し、学習前後の変容を自覚する。

3 生徒の変容及び考察

(1) 「問題の設定」の段階について

検証計画1時間目のシダ植物とコケ植物の観察を受け、2時間目ではシダ植物、4時間目ではコケ植物の学習問題を設定させた。既習事項を基に学習問題を設定した生徒は、シダ植物の学習よりコケ植物の学習で増えた（図25）。生徒Aは、シダ植物の学習では葉緑体を調べる学習問題を設定したが、コケ植物の学習ではさらに光合成について確かめる学習問題も挙げていた（図26）。シダ植物の学習よりコケ植物の学習の方が、より既習事項を意識して学習問題が設定されていることから、問題を見付ける力や書く力が育っていると考える。既習事項を基にした問題設定は、具体的な観察、実験計画を立てることにつながるため、科学的な思考力や表現力の向上に有効であると考えられる。

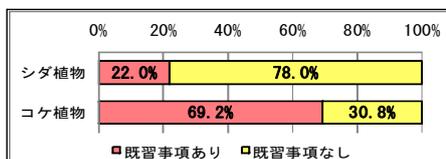


図25 既習事項を基にした問題設定の比較

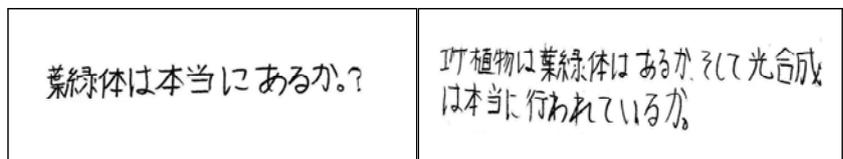


図26 生徒Aの学習問題の変容(左がシダ植物、右がコケ植物)

(5) 「結論の導出」の段階について

種子植物と種子をつくらない植物の共通点と相違点を比較することで、植物の多様性や規則性を発見させ、一般化させた。学習のゴールの記入欄には、ほとんどの生徒が種子植物と種子をつくらない植物の共通点と相違点を述べることができ、植物の多様性や規則性に気付くことができた(図36)。自分の班で行った観察、実験以外のシダ植物とコケ植物の特徴を挙げた生徒も多かったことから、意見交流を行うことで自分の考えを補いながら結論を書くことができたと考える。以上のことから、共通点と相違点を見付ける力、結論を書く力が育ち、科学的な思考力や表現力が向上したと考える。

シダ植物	コケ植物
(共通) 根茎葉がある。 ・葉緑体があり光合成する。 ・維管束がある。	(共通) 葉緑体があり光合成する。
(相違) 胞子のうがあり中に胞子がある。 ・花がない。	(相違) 根茎葉がない。 ・胞子のうがあり中に胞子がある。 ・花がない。 ・体の表面全体から水を吸収。 ・根茎葉の区別がわからない。

図36 生徒Fの学習のゴール (左がシダ植物, 右がコケ植物)

(6) ルーブリックを活用した自己評価

自己評価は授業の終わりに毎時間行い、シダ植物の学習とコケ植物の学習の平均値を求めた(図37)。t検定で処理したところ、1%水準で有意差が認められた。授業の始めに、ルーブリックを取り入れた自己評価表を確認し、学習の目標をもたせることで目的意識をもった観察、実験が可能になり、意欲的に授業に参加することができたため、自己評価の平均が高くなったと考える。

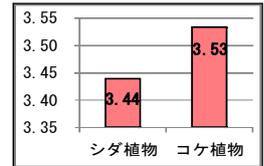


図37 自己評価の数値の平均の比較

(7) 問題意識の振り返りと学習による変容の自己評価

問題意識の振り返りでは、分からないことが分かったと成長を感じている生徒の割合、学習による変容の自己評価では、学習して考えが変わったと自覚している生徒の割合を調べた(図38, 40)。一枚ポートフォリオの活用を通して、多くの生徒が自分の思考を客観的に把握し変容を自覚できた(図39, 41)。このことは、自分の次の学習に生かすことにつながるため、その後の目的意識をもった観察、実験を可能にし、科学的な思考力や表現力の向上にも影響してくるものと考えられる。

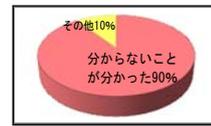


図38 問題意識の振り返り

同じ植物なのに、色々な違いがあることが分かりとても楽しかった。他にもまだ知らない事があると思うので、次回はあんな色々な事を調べてみたいと思います!

図39 生徒Gの問題意識の振り返り



図40 学習による変容の自己評価

学習前の問題は、シダとコケの作りを知らなかったから、簡単に書いていたけど、進んでいくにつれて、だんだん、いろいろな事を調べて、問題が解けたので面白かった。

図41 生徒Hの学習による変容の自己評価

(8) 身近なシダ植物とコケ植物の教材化について

検証授業に用いたシダ植物とコケ植物は、青森市内で5月～7月にかけて胞子が採取でき、維管束の有無や葉緑体が観察しやすい教材であった。生徒にとって身近にあり、結果が分かりやすく扱いやすいものであったため、意欲的に観察、実験に取り組ませることができた(図42)。今回用いたシダ植物とコケ植物は、生徒に目的意識をもたせることに有効であったと考える。

同じ植物なのに、種子植物とシダ、コケ植物とで違うところが多くて、驚きを感じた。
コケ植物の体の作りは他の植物と比べてかなり違って、生える場所も違ってこんな違いがあった。

図42 生徒Iの問題意識の振り返り

4 事前調査と事後調査の調査結果から

それぞれの設問に対して、「そう思う」を4、「どちらかといえばそう思う」を3、「どちらかといえばそう思わない」を2、「そう思わない」を1として平均値を求めた(図43)。t検定で処理したところ、すべての設問において1%水準で有意差が認められ、学習の効果があったと考える。特徴の分かりやすいシダ植物とコケ植物を用い、種子植物の学習を基に問題解決的な学習を展開したことや、常に学習履歴を振り返ることができる一枚ポートフォリオを活用し、予想と結果を振り返らせて自分の考えをまとめさせたり、他の人の意見を参考に自分の考えを見直させたりしたことは、科学的な思考力や表現力を育てることに効果的であったと考える。

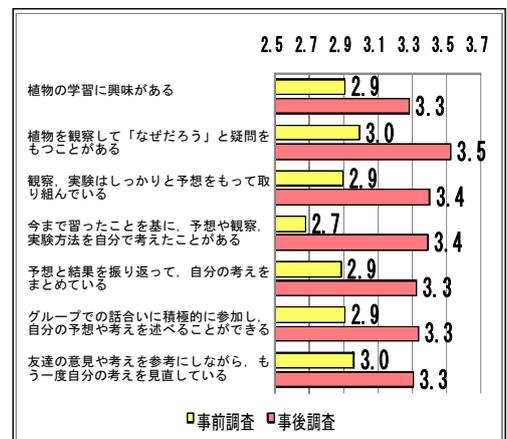


図43 事前調査、事後調査の結果の比較

V 研究のまとめ

検証授業によって明らかになったことは次の通りである。

- ・既習事項を活用した問題解決的な学習を展開することにより、目的意識をもった観察、実験を行わせる

ことができた。また、話し合い活動を取り入れ、考察を2回行うことで、より論理的に自分の考えを表現する傾向が見られ、科学的な思考力や表現力の向上につながった。

- ・観察、実験レポートを兼ねた一枚ポートフォリオを活用したことで、生徒は学習履歴を振り返り、考えを深めていくことができたため、科学的な思考力や表現力の向上が見られた。また、一枚ポートフォリオの中にルーブリックを取り入れた自己評価表を設けたことで、生徒に学習の見通しや目標をもたせることができ、観察、実験に目的意識をもたせることができた。
- ・生徒の身近にあり、扱いも容易で、結果が分かりやすいシダ植物とコケ植物を教材として利用したことで、意欲的に観察、実験に取り組ませることができ、目的意識を持続させることができた。

以上のように、既習事項を活用した問題解決的な学習と、観察、実験レポートを兼ねた一枚ポートフォリオの活用や身近なシダ植物とコケ植物の教材化は、目的意識をもった観察、実験につながり、科学的な思考力や表現力の向上に有効であることが明らかになった。

VI 本研究における課題

研究仮説の中で三つの手だてを設定し、それらを検証授業で実施した。その実践において、幾つかの課題も認められた。

「問題解決的な学習を取り入れた学習過程の工夫」では、既習事項を用いて「問題の設定」、「予想の設定」、「問題の検証」を行ったが、単元の初めや領域が異なると、既習事項を用いることができない場合もある。その場合は、「問題の設定」の段階で、生徒全員に問題意識をもたせるための観察、実験を行わせるなどの工夫が必要である。

「一枚ポートフォリオを活用した観察、実験レポートの工夫」では、一枚ポートフォリオを用いた学習が初めてであったため、記入に大変時間がかかった。継続的に活用することで、科学的な思考力や表現力の向上につながり、スムーズに記入できると思われるため、単元ごとの一枚ポートフォリオの開発が今後の課題である。また、生徒の実態に応じて様々な様式を開発する必要がある。

「身近なシダ植物とコケ植物の教材化」では、青森市内で1学期に孢子が採取できるシダ植物とコケ植物を中心に教材化を行ったが、今後は2学期に孢子が採取できるシダ植物とコケ植物の教材化が課題である。

<引用文献>

- 中央教育審議会 2008 『幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について（答申）』, p. 88
堀哲夫 2006 『一枚ポートフォリオ評価 中学校編』, p. 9, 日本標準

<参考文献>

- 池畑怜伸 2006 『写真でわかるシダ図鑑』 トンボ出版
井上浩 1986 『フィールド図鑑 コケ』 東海大学出版会
中村俊彦・古木達郎・原田浩 2003 『野外観察ハンドブック 校庭のコケ』 全国農村教育協会
堀哲夫 2003 『学びの意味を育てる理科の教育評価』 東洋館出版社
堀哲夫 2004 『一枚ポートフォリオ評価 理科』 日本標準
松原静郎 2001 「「観察・実験の技能・表現」の評価」『理科の教育 8月号』 東洋館出版社
三輪知雄・沼野井春雄 1966 『生物学実験法講座 第4巻』 中山書店
村田威夫・谷城勝弘 2006 『野外観察ハンドブック シダ植物』 全国農村教育協会
文部科学省 2008 『中学校学習指導要領（平成20年3月告示）』
山極隆 1987 『創意ある中学校理科教育の理論と展開』 東洋館出版社
渡邊守 1997 「Ⅲ 実験・観察を通して科学的表現力を伸ばすための工夫をすること」『理科カリキュラムの改善に関する研究（平成9年12月）』 国立教育研究所・科学教育研究センター

<参考URL>

- 国立教育政策研究所 2005 「授業及び評価に関する開発的研究の評価－研究協力校教員への質問紙調査を通して－」
<http://www.nier.go.jp/shochu/seika/ev17/index.html> (2009. 11. 11)