

# 子どもが科学的な概念を構成するための理科指導法の研究

—— 自己の学びを再現する学習ラベルと学習再現を通して ——

長期研修員 小林 正治

## 研究の概要

本研究は、小学校理科の問題解決的な学習に、学習ラベルの作成と単元を通しての再現図の作成を取り入れ、学習の再現により自己の見方や考え方、知識などの変容の自覚を促し、児童が主体的に科学的な概念を構成していくための指導を目指したものである。小学校5学年理科の単元「花から実へ」において児童の主体的な再現活動が展開され、自己の変容を通して児童のもつ既存の概念が、より科学的な概念に構成されたと考えられる。

## キーワード

理科 科学的な概念 学習ラベル 学習再現 自己の変容 自己評価 学ぶ価値

## 1 主題設定の理由

### (1) 新しい理科教育と今日的課題から

新しい学習指導要領では、理科の目標を「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・現象についての理解を図り、科学的な見方や考え方を養う」としている。特に問題解決活動の中では、見通しをもつことにより、問題に対して予想や仮説・構想をもち、問題解決活動を進めることができる。また、実験や観察後に、自分が立てた予想や仮説、構想、あるいは、考案した観察・実験の方法などを振り返ることができる。さらに、自分の学習を見直し、再検討することで、児童は、自己の考えや行動を見直し、改善する態度を身に付けるようになると述べられている。このことを広島大学教授の角屋重樹氏は、これからの理科教育のあり方として「子どもは見方や考え方を既成しているという考え方に立って、その見方や考え方を見通しとして、より発展的で科学的に妥当なものに変換していく学習指導の実現を図る」と述べている。

これまでの指導においても、児童が主体的に問題解決活動に取り組み、実験や観察に意欲的に取り組んでいる様子が多くみられた。しかし、実験・観察の結果は、系統的に科学的知識を伝達するという視点で指導の中に取り入れられることが多く、問題解決の結果を、児童自身が既存の概念と比較する中で、自己の変容を捉えるまでには至っていなかった。その結果、児童に理解したことを自分の言葉で説明したり、知識と関連づけて問題を発展的に捉え、解決していく力が十分育っていないと考えた。

また今日的な理科教育の課題の一つとして、児童が「理科が分かった」と納得するために、自己の変容を捉えることの重要性を「子ども自身が科学的概念を獲得し、問題解決力を養っていくためには、学習前と学習後の自己の知識や考え方の変容を自覚することが必要である」と山梨大学教授の堀哲夫氏も指摘している。

そこで、本研究においては、児童一人一人が自ら科学的な概念を構成し、自然の事物・現象を科学的に捉え理解し、生きてはたらく知識を獲得するために、実際の授業の中で、既存の概念が科学的なものに構成される条件が有効にはたらく手だてを工夫し、児童が科学的な概念を構成していけるような指導法について研究することとした。

## (2) 調査等からみた子どもの実態と理科学習から

国立教育政策研究所の理数調査報告書(2001年)において、小学校・年生において理科がおもしろいとする割合は75~80%程度であり、実験や野外での観察が楽しいについても、それぞれ90%以上、73%以上と高い割合であり、調査年度による大きな変化はみられないと指摘されている。このように多くの児童にとって、理科は好きな教科であり、特に理科の学習の中で自分が活動することや操作することを好む傾向にあるといえる。しかし、同じ調査を中学2年生でみると、理科がおもしろいと答えている割合が、70%と減少するのを初め、他の項目のポイントもそれぞれ減少している。さらに、中学生においては、理科が好きであるとか、将来数学や科学を使う仕事がしたいと思っている割合が国際的にみて低いレベルにあるという「理科離れ」が指摘されている。

この「理科離れ」の原因の一つとして、小学校からの現行の指導が、指導時数のスリム化や正確で効果的な指導を求め、児童一人一人の自己の変容の自覚に基づく内面の理解を伴わないものになっていることが考えられる。児童は、問題解決の結果を既存の知識や考え方と関連づけ、自己の変容を納得することで、自然の事物や現象を内面から理解し、科学的に考えたり捉えたりすることができる。また、ものごとを多面的・多角的に捉え、科学的な知識や見方・考え方を得るとともに、学ぶ価値やよさを感じることができると考える。そこで、理科学習の基礎である小学校において、児童自身が、問題把握から解決の過程までを含めた学びの過程を納得して、自然の事物や現象を理解し、学ぶ喜びや価値を感じることができるといえるような理科の授業を行う必要がある。

本研究においても児童が自然の事物・現象に関する問題解決的な学習において、児童自らが、既存の概念をもとにより科学的な概念に構成し、自己の「伸び(よさ)」に気づくとともに、新しい問題解決への意欲化につながっていけるような指導法について研究していきたいと考えた。

## 2 研究のねらい

小学校理科の生物領域の学習において、児童一人一人が、自然の事物・現象を理解し、自然についての見方や考え方である科学的な概念を構成するために、自己の知識や考え方の変容を自覚することができる「自らの学びを再現する学習ラベルと学習再現」を取り入れることの有効性を明らかにし、理科指導の改善に役立てる。

## 3 研究の基本的な考え方

### (1) 子どもの既存の概念と科学的な概念

一般的に、概念とは「物事の本質を捉える思考形式であり、人間は、事物についての概念を形成し、これを使用することで、事物の本質的な特徴を捉えることができる。また、事物に関する共通で本質的な特徴とそれらの関連が概念の内容(内包)であり、その概念の内容は、同一本質をもつ一定範囲の事物(外延)に適用することができる。さらに、理科の教育で重視されている物質、エネルギー、粒子、保存、進化、生命といったような基礎的・基本的な科学的概念は、理科の学習を通して構成さ

れる。」と述べられている。(理科重要用語300の基礎知識)

また、すべての知識は、児童一人一人が多様な事象にはたらきかけ、その経験から何か意味をつくり出そうとするときに、彼ら一人一人の中に構成される。その際、児童一人一人は、精神的に白紙の状態ではなく、何らかの枠組みにもとづき学習を行う。こうした認識論的な見解を一般的には構成主義的とよぶ。このような視点から、理科における科学的概念の構成について重要な点を「子どもはもともと日常の生活経験から既存の概念を構成しているといえる。しかし、それが科学的な意味からは、かけ離れていることが多いのである。そこで、理科教育の視点からは、本人が納得できるやり方で、その子なりに構成している内容を可能な限り科学的にすることであろう。すなわち、それらは与えられるものではなく、自ら獲得したときこそ、適切な理解が得られる。」(堀哲夫)と述べられている。

本研究においては、児童の自然の事物・現象に対する既存の概念は、科学的には間違っていると思われるものや、児童自身の殻により透明さを失い見えなくなっているものなどが、様々な順序で児童の内面に学習前から構成されているものと捉えている。そして、理科における問題解決活動は、外界からの情報を児童自らが取り入れ、討議・実験・観察等のフィルターを通して、取捨選択し、並び替え、新たな認知構造に変容していく過程であると捉えていきたい。さらに、それらを通して児童は、新しい概念を追加、あるいはそれまでのものと調和、交換し、より科学的な概念へと構成していくことができると思う。

## (2) 「自己の学びを振り返る」とは

小学校学習指導要領解説理科編では、自然の性質や規則性などの自然の特性の理解とは、「児童の既存のイメージや概念などの体系と、問題解決によって得られた情報とを結びつけて意味付け・関係付けし、自然に関する新しい体系を構築していく過程とその結果である」と述べられている。このように、児童が既存の概念をもとに科学的な知識や概念を自ら構成していくためには、その構成の過程を考えても、学びと自己の変容の自覚が必要である。

そこで、本研究では「自己の学びを振り返る」ために、問題解決活動における自らの学びの中での知識や見方・考え方の変容を、目に見える形で表出させ明確な自覚化を促したい。そして、児童に、自らの学びの過程を再現することで自己の変容を捉えさせ、学習前の知識や見方・考え方と学習後のそれらを照らし合わせ、自己の学びを評価させたい。そのことで新しい知識がよりよく理解され、新しい見方や考え方を児童自身が、意味のあるものにしていくことができると考える。また、学び方を反省したり、「よさ」を見つけたりすることで、「問題解決力」が育つとともに、次の学習において、さらに意欲をもった活動が期待できると考えている。

## (3) 変容を明確にする学習ラベルと学習再現図

本研究においては、これまでのように学習のまとめを教師主導の一斉指導の中で行うのではなく、各単位時間の学習を児童が振り返り、自分自身でまとめることを学習のラベル化とした。学習のラベル化は、学習の結果をその時間の学習資料(ポートフォリオ等)を振り返り、内容をまとめ、比較し、大切なこと(キーワード・分かったこと・その理由)を書き出す活動である。また、その結果作成されたものを学習ラベルと呼ぶこととする。

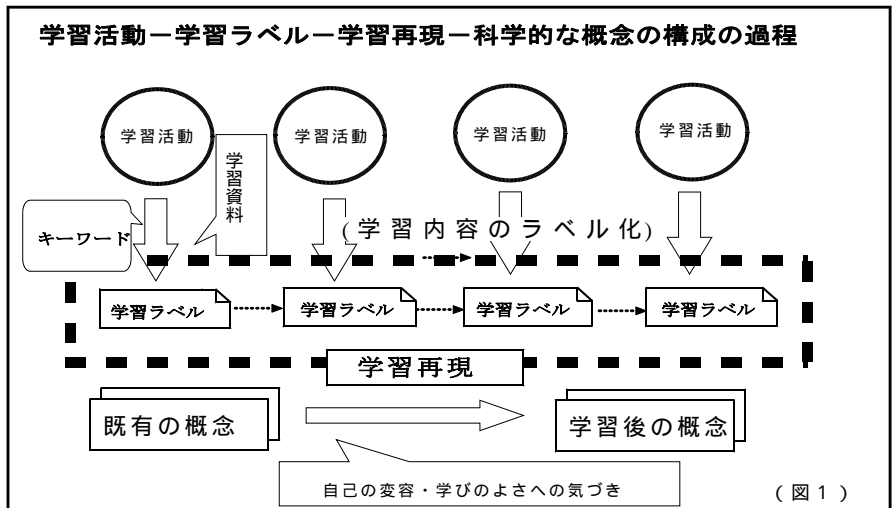
児童は、学習内容からキーワードを探し学習ラベルを作成することで、その時間の課題把握からまとめまでの活動の流れとそれに沿った思考の過程を再現し、目標に照らし合わせて内容を評価し、ま

とめることができる。また、教師はラベルの記述から児童の学習状況を形成的に評価し、必要に応じてファイルを検査し必要な個別の支援をすることができる。このような活動を繰り返す中で、児童のメタ認知力も高まり、問題解決力の育成も期待できると考える。

さらに、学習ラベルは、ラベルとして一枚の紙に一元化することが可能であり、それらを学習の流れに沿って並べたり、並べ替えたり必要な記号を加えたりして、学び（問題解決の流れ）の再現において活用することができるよさをもっている。

したがって、ラベルを作成する過程においては、知識や思考と情意面の2つの視点から記入できるように指導する。また、記入されたラベルは、教師が一括してコピーし、一枚はその時間のファイルのラベルとして、学習再現でファイルを参照するために、もう一枚は再現図の中に取り込んで活用できるようにさせておく。さらに、ラベルを学習中は絶えず確認することで、問題解決活動が長くなっても自分の活動の進行状態を把握し、前の時間の活動と本時を関連づけて活動への意欲が継続するようにさせたい。

問題解決活動の終わりに、解決の各過程に作成した学習ラベルをもう一度、自ら整理しまとめ、問題解決の過程を再現する活動を取り入れることとする。



学習再現の場においては、学習前に児童のもっている知識や見方・考え方を学習のスタートとした問題解決の過程を、一枚の紙の上に一元化し再現する。次に、思考の流れ全体の構成を児童自身が再現図をつくる中で理解し、学習前、後の自己の変容を比べて、自己の学びの様子を評価する活動を取り入れていきたい。また、再現された問題解決の過程や自己の変容を友だちや学級の中で発表し合い相互評価を加えることで、自己の学びを確かなものにしていけると考える。

単元の学習内容によっては、再現図が複線型になったり、発展型になったりすることが考えられるが、今回は、児童にとって、初めての再現図の作成ということを考え、一連の流れで問題解決活動が整理できる単元を選び実践していくこととする。したがって、自己の知識や考え方の変容を明確にし、科学的な概念を構成する学習活動の過程は、以下のようにになると考える。

児童が既存の概念（学習ラベルP）を基に、目的意識をもった問題解決活動を始めること  
 問題解決の過程での気づきやその理由を（学習ラベルの上）で明確にしていくこと  
 単元を振り返り再現し、再現図をつくる中で問題解決の過程を自ら認識し、まとめること  
 他者とのかかわりの中で主体的に自らの学びを振り返り、新しい概念を構成すること

（自己評価と相互評価）（自己の学びに気づく）

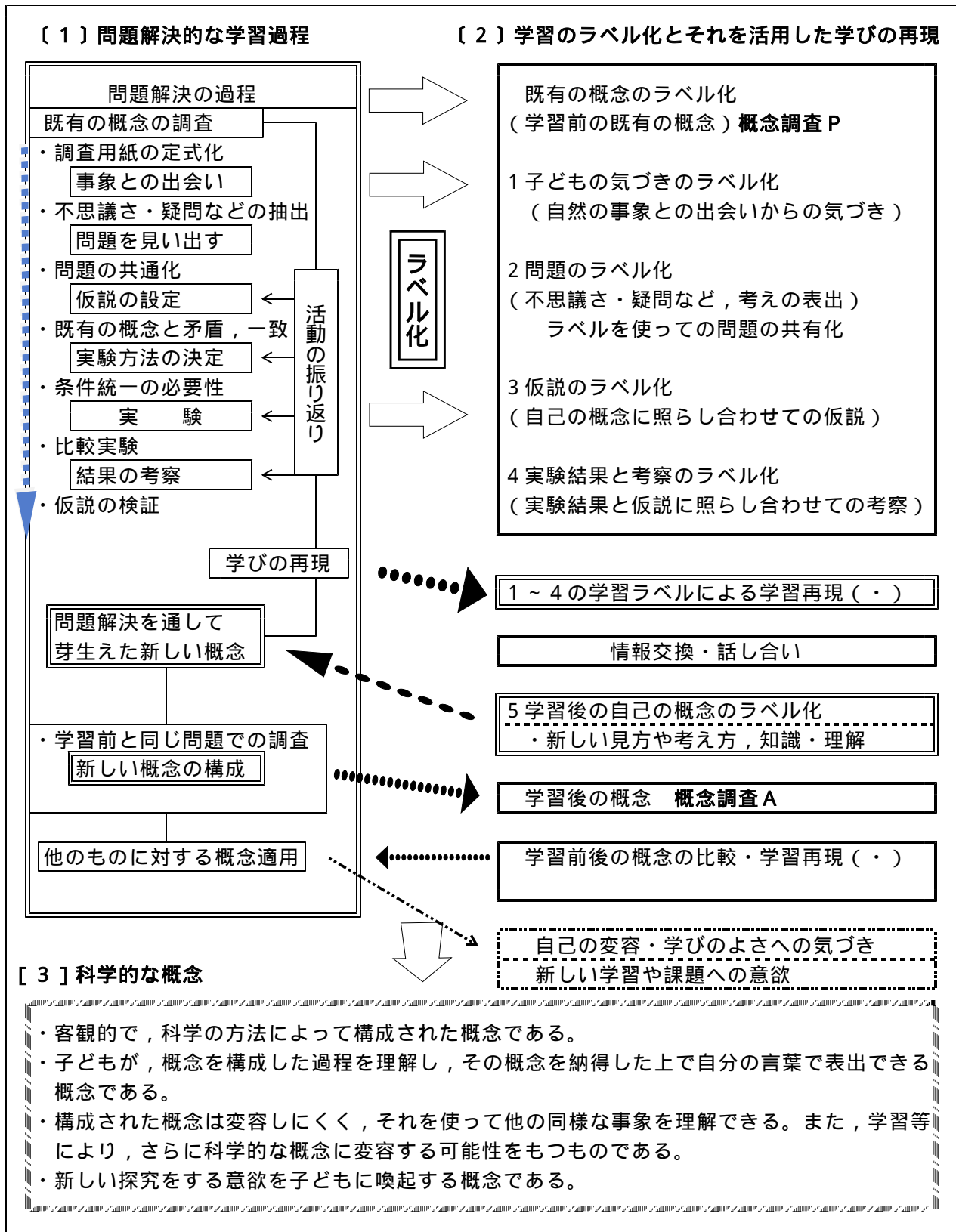
それまでの自己の既存の概念と学習後の概念（学習ラベルA）比較し、自己の変容を自覚し、新しい概念を納得すること

科学的な概念を自分のものとし、その有効性に気づくこと （科学的な概念を構成）

自己の変容を振り返り、自らの学び方に気づくこと （学び方に価値を見つけること）

## 4 研究の仮説

小学校第5学年理科（A生物とその環境）の「花から実へ」の学習指導において，〔1〕の問題解決的な学習過程に，〔2〕の学習のラベル化と自己の学びを再現する学習再現を位置づけることにより，〔3〕の科学的な概念の構成が図られるであろう。



## 5 研究の方法と内容

### (1) 研究の方法

- ・研究の方法 授業研究
- ・研究の対象 甲府市立春日小学校 第5学年 14名
- ・研究の対象学級の標準性の確認 平成15年6月実施

知能検査の結果，本学級は全国水準と比べて有意差のない標準的な学級であるが，理科の学力については，診断的学力検査の結果から，全国水準をやや下回る結果となった。

- ・研究授業の実施時期，授業時数，単元

- ア 実施時期 平成15年9月
- イ 授業時数 研究授業8時間 事前・事後調査2時間 合計10時間
- ウ 単元 第5学年理科 A生物とその環境「花から実へ」

- ・研究資料

- ア 児童の作成した学習資料（ポートフォリオ）
- イ 学習ラベル
- ウ 学習再現図
- エ 観察資料（学習活動の観察など）
- オ 事前事後のアンケート
- カ 他の単元の学習記録（学習ノート）

### (2) 研究の内容

- ・単元名 「花から実へ」
- ・単元目標

自然事象への 関心・意欲・態度	植物の結実の様子に興味関心をもち，自らそれらの変化にかかわる条件を調べようとする。
科学的な思考	植物の結実の変化にかかわる条件を見いだすことができる。 植物の結実について，条件に着目して観察や実験の計画を考えたり，結果を考察したりすることができる。
観察・実験の 技能・表現	花のつくりや花粉などを顕微鏡などを適切に操作して観察し，記録することができる。
自然事象について の知識・理解	<u>花にはおしべやめしべなどがあり，花粉がめしべの先に付くと，めしべのもとが実になり</u> ，実の中に種子ができることを理解する， 受粉と結実 [期待される科学的な概念]




- ・単元の内容

花が2つある植物（ヘチマ）と1つの植物（アサガオ）の花から実への変化に興味をもち，花のつくりを調べて，花はめしべのもとの部分が実になるという共通性を捉えることができるようにする。

そして，めしべのもとの部分が実になるときのおしべのはたらきに疑問をもち，めしべにおしべの花粉を付けたものと付けないものの結実の仕方を調べ，花が実になるにはめしべの先に花粉が付く必要があることを捉えることができるようにする。

過程	時間	学習活動と内容	教師の支援	評価の観点と方法
出会いと気づき	2	<p>事前に、ヘチマの結実についての概念を調べる。 <b>学習ラベルP (Pre)</b></p> <p>1ヘチマやアサガオの花から実への変化と花のつくりを観察し、花のどこが実になるか考える。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ヘチマにはめ花とお花がある。</li> <li>花には、おしべやめしべがある。</li> <li>どちらも、めしべのものがふくらんで実になっている。 <b>学習ラベル1</b></li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>子どものヘチマの結実に関する既存の調査を行い、子ども自身にも自己の知識や考え方が分かるようにさせておく。</li> <li>ヘチマとアサガオの花のつくりの共通性と特異性に目を向けさせる中で、おしべとめしべの存在に気づかせるようにさせる。</li> </ul>	<p>知理</p> <p>ヘチマの結実にかかわる自分の知識や考え方を知る。〔概念調査P〕</p> <p>関意態・</p> <p>花から実への変化と実になる部分に興味をもち、進んで調べようとする。〔行動観察・記録〕</p> <p>技表・</p> <p>花のつくりや花粉を虫めがねを使って観察し、記録することができる。〔記録〕</p> <p>知理・</p> <p>ヘチマやアサガオにはおしべやめしべがあり、めしべのものが実になることを理解する。(学習ラベル1)</p>
問題をとらえる	1	<p>1 結実のためにのおしべのはたらきについて話し合う。</p> <p>2 おしべの様子を話し合う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>おしべの先から粉のようなものが出ていた。</li> <li>めしべの先にも粉が付いていた。</li> <li>おしべの先から出る粉のようなものが花粉である。</li> </ul> <p>2 花粉を観察する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>顕微鏡でヘチマとアサガオの花粉を観察して記録する</li> </ul> <p>3 花の観察の結果を、次時の学習につなげる。 <b>学習ラベル2</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>めしべのものが実になり、お花はそのまま枯れていくことから、お花の役割があるのか、考えさせる。</li> <li>観察した結果から、お花のおしべの存在に着目させ、おしべを詳しく観察するようにさせる。</li> <li>顕微鏡の操作方法について、十分理解し、花粉を観察記録できるようにさせる。</li> <li>これまでの観察結果から、おしべには、花粉がたくさんあることやめしべの先にも花粉が付いていることなどを総合して、花粉のはたらきを問題として考え、次時の学習につなげられるようにさせる。</li> </ul>	<p>技表・</p> <p>顕微鏡を正しく操作し、花粉を観察して、記録することができる。〔観察記録・ワークシート〕</p> <p>関意態・</p> <p>ヘチマの結実の様子から、結実にかかわるおしべのはたらきについて興味をもち、進んでその仕組みについて考えようとする。</p>  <p>〔発言・記録〕 <b>学習ラベル2</b></p>
見通す	1	<p>1 結実のためのおしべの花粉のはたらきを予想する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>花粉がめしべに付くと実ができるのではないか。</li> <li>花粉は結実に必要だ。</li> <li>花粉は結実に必要ではない。</li> </ul> <p>2 花粉がめしべの先に付いたときとつかないときで実のでき方が違うかどうか調べる実験計画を立てる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>つぼみを2つ選んで、紙の袋をかぶせる。</li> <li>花が開いたら、1つには花粉を付ける。</li> <li>花がしぼんだら、袋を取る。</li> <li>花粉を付けたこと以外は、条件を同じに</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>結実における花粉の要、不要について、自分なりの予想がもてるようにさせる。</li> <li>受粉と結実の実験のためには、受粉以外の条件を統一することの必要性を、これまでの比較実験から想起させて、実験方法を考えさせる。</li> </ul>	<p>思考・</p> <p>ヘチマの結実とおしべやめしべのはたらきとを関連づけ、結実にかかわる条件について、考えることができる。 <b>学習ラベル3</b></p> <p>思考・</p> <p>ヘチマの結実について、花粉がめしべに付く場合と付かない場合に着目して実験の計画を立てることができる。 <b>学習ラベル3</b>〔ワークシート〕</p> <p>技表・</p> <p>めしべの先に花粉を付けたものとつ</p>



		する。		けないものとの実のできかたについて、条件をそろえて実験することができる。〔行動観察〕
		<b>学習ラベル3</b>		
調べる /課外		・・・計画に従って実験をする・・・	実験結果が出るまでに、課外の時間に適時経過を観察させる。	
まとめる	1	1 実験の結果を、自分の予想と照らし合わせながらまとめる。 ・めしべの先に花粉が付くとめしべのものがふくらんで実ができる。  ・アサガオの実験結果の記録もあわせてまとめる。  ・アサガオも同じように、めしべの先に花粉が付くとめしべのものがふくらんで実ができる結果を記録する。	・実験結果を初めの自分の予想（学習ラベル・）と照らし合わせて、考察させる。 ・結実実験の条件を変えたことについて確認し、結実のためには、花粉がめしべの先に付くことが必要であることを気づかせる。  ・アサガオもヘチマも同じように実ができるためには、めしべの先に花粉が付くことが必要であることを捉えられるようにする。	思考・ ヘチマの結実について、花粉がめしべに付く場合と付かない場合の実験結果と自分の予想とを照らし合わせながら考察することができる。  〔学習ラベル4〕
	2	<b>学習ラベル4</b>		
再現し 振り返る	2	2 これまでの学習の過程を、学習ラベルを活用して一元化し、学習再現図にまとめる。 〔学習ラベル5〕 ・自分の知識や考え方の変容をまとめる。	・これまでの学習で作成した学習ラベルを一元化しやすいように、問題解決の過程を一般的な表にしたものを用意しておく。 学習の初めの概念調査と同じ調査をさせ、自己の知識や考え方についての変容に気づかせる。	知理・ 花にはおしべめしべなどがあり、花粉がめしべの先に付くとめしべのものと実ができる  〔学習ラベル5〕
	3	3 ヘチマの結実についての問題解決後の概念を調査する。 〔学習ラベルA (After)〕 4 学び方について反省する。  ・友だちのものと見せ合い、相互評価しながら自己の学びや学び方のよさを捉える。	・自己の変容や学び方についても気づいたことを記入させる。 ・自分の再現表を発表する中で、お互いに相互評価させ、自己のよさに気づくようにさせる。	知理 ヘチマの結実にかかわる自分の知識や考え方を知る。〔概念調査A〕
				
広める	1	1 他の植物の花粉を顕微鏡で調べてみる。 ・いろいろな形や大きさの花粉がある。  2 受粉には、いろいろな仕方があることや実の中に種子ができることを知る。(資料) ・虫媒花・風媒花 ・実の中には種子がたくさんできる。 ・植物は、たくさんの種子をつくり生命を伝えていく。	・他の植物にも花粉があることを前時の学習から類推させる。 ・いろいろな花の花粉を調べようとする意欲をもたせる。 ・顕微鏡の扱いについて、もう一度確認する。 ・いろいろな受粉の仕方について資料を提示して知らせる。 ・植物の実と種子の資料を提示する。	他の植物の花粉にも、興味や関心をもち、進んで調べることができる。〔行動観察・記録〕  風や虫が花の間をとび回るときに、受粉して結実することを知る。  〔発言・感想〕 知識 植物は、実の中にたくさんの種子をつくる。〔発言・記録〕



・児童が作成した学習再現図

学習再現図・（表） - 単元の問題解決活動の再現

花から実へ

花から実への仕組みをさぐる

小学校 5年 組 ( )

花の心のぶぶしが実になるか?

学習ラベル1 [ 1 ]

この問題を解決するには、  
① 花の心（胚珠）が実になるか？  
② 花の心（胚珠）が実になるか？  
③ 花の心（胚珠）が実になるか？  
④ 花の心（胚珠）が実になるか？

学習ラベル2 [ 2 ]

この問題を解決するには、  
① 花の心（胚珠）が実になるか？  
② 花の心（胚珠）が実になるか？  
③ 花の心（胚珠）が実になるか？  
④ 花の心（胚珠）が実になるか？

学習ラベル3 [ 3 ]

この問題を解決するには、  
① 花の心（胚珠）が実になるか？  
② 花の心（胚珠）が実になるか？  
③ 花の心（胚珠）が実になるか？  
④ 花の心（胚珠）が実になるか？

学習ラベル4 [ 4 ]

この問題を解決するには、  
① 花の心（胚珠）が実になるか？  
② 花の心（胚珠）が実になるか？  
③ 花の心（胚珠）が実になるか？  
④ 花の心（胚珠）が実になるか？

学習再現図のラベルのまわりは、再現の中で、児童が図やキーワードを書き込んだもの

キーワード

- おしべのやくわり
- おしべ
- めしべ
- 花粉
- 実
- 子実
- おしべ
- めしべ
- 花粉
- 実
- 子実

学習再現図・（裏） - 自己の概念の変容や学びに対する気づき

学習する前の自分の考え (学習ラベルP)

① かれて落ちてしまう。  
② 落ちて実ができる。  
③ そのまま、実にならない。  
④ その他。

② 一回花がさいたのが、もう一回さいたからさがる。

学習後の自分の考え (学習ラベルA)

① かれて落ちてしまう。  
② 落ちて実ができる。  
③ そのまま、実にならない。  
④ その他。

① 花粉がないので、実にはできないので、落ちて落ちてしまうと思う。

☆「花から実へ」の学習でつくった学習再現図の考えを整理したり、学習前と学習後の自分の考えを比較したりして、あなたはどの学習で自分が分りましたか、そして、どんなことを思い出しますか、また、この考えを改めて思い出すことがありますか、出て来るとともに勉強の考えも書いてください。自由に書いてください。

☆思い出したことを

最初は実が出来るのは花粉がいらないと思ったけど、知ってしまったら花粉が必要だったのが分かった。  
 ・学習ラベルで思い出されたよかったです。  
 ・予想がまちまちにかけた、花粉の形が分かった。

☆思ったと違っていたこと

またうかつ花粉も見たい。  
 ほのかの花は、どこか実になるのかわからなくて分らない。

## 6 研究の結果と考察

具体的仮説を検証するために、事前・事後アンケート、児童の作成した各時間ごとのワークシートと学習ラベル、学習再現図、学習ラベルと再現図に関するアンケート、授業観察記録（含む研究協力員による観察）、事後テストの結果を用いた。

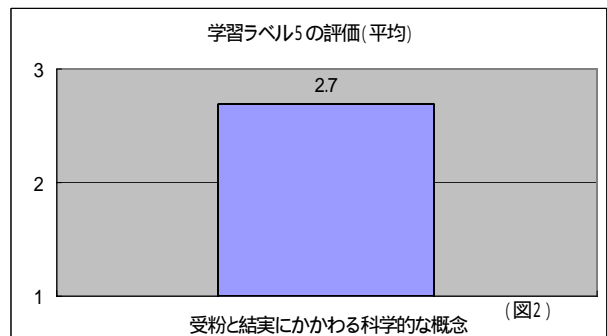
検証においては、初めに「受粉と結実」についての科学的な概念を授業を通して児童自身が構成し、自己の知識や考え方として自分の言葉で表出できているかを学習ラベル[5]の記述から分析していくこととした。

次に、受粉と結実についての児童の言葉が単なる知識としてのものではなく、概念を科学的に構成した上に表出されたものであるかを確認するために、概念が構成された過程や状態を、具体的に次の4つ観点から分析し検証していくこととした。(1)学習ラベルと学習再現図・における再現状況とその内容を評価するとともに、その過程を分析することで、児童が学習を再現した上で概念を構成しているかを読み取る。(2)学習再現図・の事物・現象に対する児童の見方や考え方の比較、自己の変容への気づきの記述を分析し、概念の変容と新しい概念をどのように児童が捉えられているかを読み取る。また、新しい概念を構成した過程や概念そのものを児童がどう捉えているかをアンケートの結果から分析する。(3)科学的な概念は、新しい問題への追究の意欲を強く児童にもたらすものと考え、再現図・の記述から、新しい追究への意欲の状況を読み取る。(4)構成された概念は自然の事物・現象を理解したり考えたりすることに有効にはたらし、一度定着した概念は変容しにくいと考え、事後テストから観点別の理解度を調べるとともに、受粉と結実についての概念の変容を質問紙で調べる。

各時間ごとの学習ラベルと学習再現の時間における児童の学習状況については、単元の評価計画に従い、観点別評価規準に照らし合わせて3段階（3 - 十分満足・2 - 満足・1 - 不十分（支援を要する））で評価し、得点化して平均をだした。また、児童の概念や自己の変容についての気づきは、個々の児童のラベルや再現図の記述から分析し、アンケートについては、事前と事後の調査結果をそれぞれ5段階で評価し、平均化したものをt検定を行い比較した。なお、より一般化を図るため観点別の評価テストは、業者（教育同人社）のものを使用し全国平均と比較した。

### 表出された「科学的な概念」

児童は、学習ラベルをもとに再現図・を作成した段階で、再現図やワークシートをみながら友だちと意見交換をし、「受粉と結実」についてのキーワードを見つけ、学習ラベル[5](図3・4参照)を書いた。図2はその記述内容を、再現図の内容も加味しながら3段階で評価し、平均をだしたものである。学習ラベル5の評価をみるとすべての児童が評価規準2（満足）以上であり、本単元における「受粉と結実」という概念をそれぞれの言葉で言い表せていることが分かる。



**学習ラベル[5] Yさんの例**  
 分かったこと  
 花粉はせいしのように種子をつくるためにあった。  
 花粉がめしべの先について、管がのびて種子をつくる場所につくと実ができる。  
 (図3)

**学習ラベル[5] Oさんの例**  
 分かったこと  
 めしべに花粉をつけると実になる。めしべのものとぶぶんが実になる。  
 おしべには花粉がある。  
 私の予想はあっていなかった。おしべの花粉は意味があった。花粉つけたものは実になった。つけないものは実にならなかった。  
 (図4)

## (2)「科学的な概念の構成過程」

各学習時間に児童が学習内容を振り返り作成した学習ラベル(図5の児童の例を参照)を単元の観点別評価計画により評価し、学級全体を平均したものをみると、図6のようにどのラベルの値も高いポイントが得られている。これは、児童が単位時間のまとめとしてラベルを作成する段階で、その時間の学習内容をキーワード等をもとに再現し振り返り、内容を自分なりに理解し、表現することができたからではないかと思われる。

また、学習ラベルを学習の終わりに作成したことについての意識調査でも、この過程が、キーワードを使って学習したことを自分なりの表現で書くために有効であったと、多くの児童が答えている。さらに、ラベルについての自由記述では、ラベルを使うことで、「学習の振り返りができてよかった」「自分でまとめられてよかった」「学習したことを次回の学習に生かしたい」等の肯定的な記述が目立った。

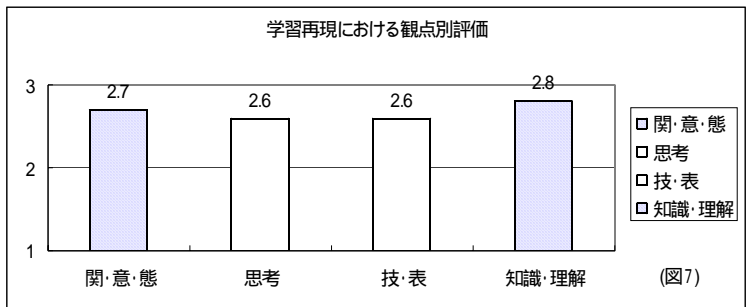
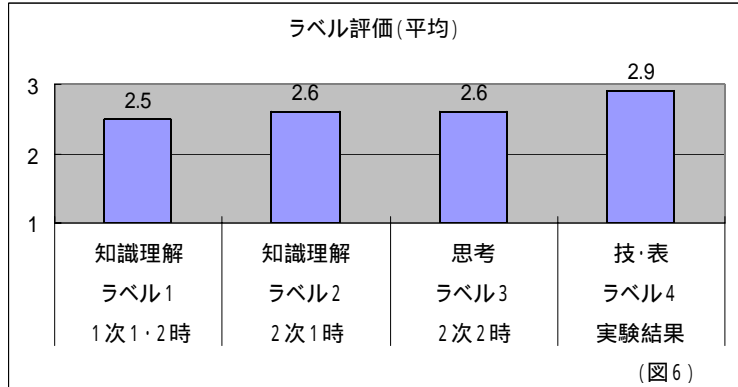
次に、学習再現における観点別評価の学級平均(図7)をみると、どの項目においても高い数値を得ている。特に「関心・意欲・態度」や「知識・理解」の面での数値が高いことから、学習再現において、児童が自らの学習ラベルをもとに意欲的・自主的に学習再現に取り組み、その結果として新しい「受粉」についての科学的な概念を構成していった結果であると考えられることができる。このことは、花粉の役割についての予想で「花粉は結実に必要ない」と、一人だけ違った予想を上げていた児童が作成した学習再現図の一部の写し(図8)をみても、この児童が、実験の結果や友だちとの話し合いをもとに自らの予想を変更し、学習した結果を納得した上で、自分の知識や考え方もつよになっていることが分かる。

また、研究協力員による学習再現活動の授業の観察からも、児童の再現に関する意欲化や再現を通

**学習ラベル[1] Gさんの例**

ヘチマはめばなとおばな両方あったけど、アサガオは、一つの花にめしべとおしべがありめばなとおばながないことが分かった。  
ヘチマの実は、花の中心からできていたと思っていたが、めしべの下(もと)からできると知った。  
・めばなとおばなの違いが分かってよかった。  
みんなが一生懸命にめばなを探していた。

学習してわかったこと・大切なこと  
学習して自分の考え等で変わったこと  
・学習してよかったこと  
友だちのよかったところ (図5)



児童が作成した学習再現図の一部

### おしべのやくわりは何か?

**学習ラベル[2]**

アサガオとヘチマには、花粉がついているのに気づいた。けんきょで見てきたところこんな花粉があった。花粉は種類がなく、その花こちがつた。花粉はア 中心から花粉かてる。  
・花粉はおしべからでてる。(中心から)これが分かってよかったです。  
友だちのよところは、どんどん発言できることがすごいと思います。私もがんばって、きいたと思います。

**学習ラベル[3]**

よそう 両方実ができる。  
理由 花粉があっても何もなしだと思います。  
・まだなかなか調べようがないのでいいんですが、でも、花粉がどこにあるかも知りませんが、けっかをまててよかったことを書きます。  
みんなが発言していたところです。私もできるはがんばりたいです。

**学習ラベル[4]**

花粉をつけたものは実は、(花粉をつけたものは)実にならなかった。  
自分のよそうがあたって、なかった。  
・自分のよそうがわかって、それだと、結果が分かってよかったと思う。

じゅうん 受粉

(図8)

して学習内容の定着化が図られたと報告されている。

このように、児童の再現した学習再現図・を分析してみると、そこに、「受粉」についての児童の既有的概念をもとにした問題解決過程をみることができる。特に、学習再現を行いながら欄外に自らの気づきを記入したり、考え方の変化などを強調したりするなど、学びの過程をその子なりに再現した様子がみられる。

## (2) 「構成された概念と子どもの意識」

児童の「受粉」に関する概念の変容を捉え、既有的概念が学習によって、どのように科学的に構成されたかを検証するために、同一の質問紙の答えとその選択理由の記述内容を分析することで、学習前と後の児童の概念を比較してみた。

まず、児童の既有的概念調査（学習ラベルP）をみると、学習前の既有的概念で思考しラベルの質問に答えた児童のうち、選択・理由ともに正解したものは一人もいなかった。

また、学習ラベルPの児童の理由の記述を詳しくみると、結実するしないを選択するのにかかわらず、その理由として、年生の1学期に学習した「植物の発芽と成長には水・空気・日光等が必要である」という概念が強く影響し、袋をかぶせることにより成長が阻害されるために、結果に大きな影響を与えていると考えていることが分かる。

このような調査を通して、この単元の指導においては、結実実験の条件制御について児童に「水・空気・日光などの条件が同じで、花粉の条件が違うこと」をよく理解させることが大切であることが分かる。つまり、袋が花粉を付ける・付けないにかかわらず、他の条件は同様にしてあることを確認させ、受粉についての自分の予想を、明確にさせていくことの必要性が分かった。

次に、学習再現後の学習ラベルAを分析してみると、すべての児童が「・枯れて落ちてしまう」を選択し、その選択理由として「受粉していないから」と答えている。つまり、学習前の児童の概念の

学習前のラベル(P)

学習後のラベル(A)

学習を通しての自己の変容への気づき

思ったこと  
 今までは袋をかぶせただけで、袋をかぶせると、  
 袋をかぶせると、袋をかぶせると、  
 今日の実験で、袋をかぶせると、そのいみがわかった。

自己考えの変容や学びのよさへの気づきが見られる。

(図9)

[ 学習再現図・(裏) Sさんの一部 ]

中になかった（はっきりしなかった）「受粉と結実」という概念が，この単元の学習を通して構成されていったと考えられる。

このことを学習再現図・（図9参照）の自己の変容への気づきに関する記述から分析してみると，表2のように学習を通して，児童すべてが，初めの自分の考えや知識と比べて自分の考え方が変わったことに気づくことができた。さらに，その理由として実験等を根拠にすることができたもの，また自己の考え方を

学習を通して確実にしていけたものなど，様々な気づきが見られた。また，児童

子どもの記述	ラベルP	ラベルA	変容への気づき
自己の変容に気づける	2 花の生長に必要なものがすべて適しているから。	1 受粉していないから。	最初は受粉しなくても育つと思っていたけれど，本当は，受粉しないと実ができませんということがわかりました。
自己の変容とその理由を自覚している	2 ふくろがじゃまで，日光があたらなかったから，ふくろを取ると元気になる。	1 花粉をつけてないから・受粉していない。	最初は2番だったのに，1に変わった。後にやったやつの方が，正しい実験をやった，結果がわかった。学習ラベルがよかった！理科が好きになれた。いろいろわかった。
自己の考えを明確にしている（理由付け）	1 わからん	1 めばなが実になるのに必要なおしへの花粉が受粉されなくなるので，かけて落ちてしまう。	最初は，かれて落ちてしまうほうを選んだが，理由はわからなかった。けど，実験してみたら，実がなるにはおしへの花粉が必要だとわかった。

（表2）

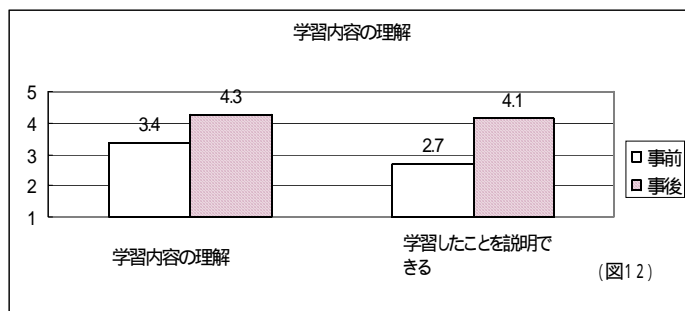
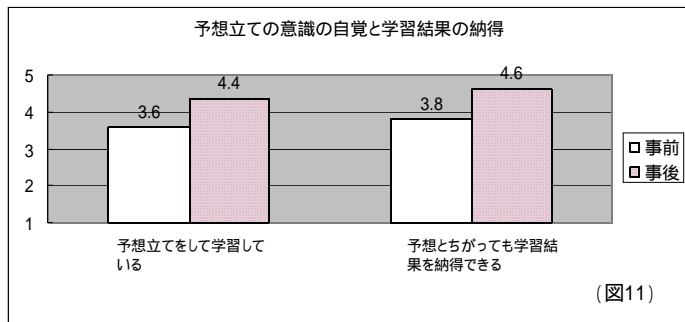
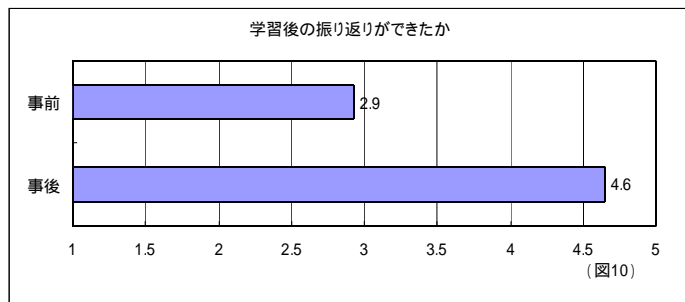
によっては「学習をしてこそ分かった」など，学びのよさについての気づいているものもみられる。

授業を通して「概念構成の過程」である問題解決学習とそれらの学習によって構成された「概念」が児童にどのように捉えられているかを事前と事後のアンケートをもとに比較してみることにした。まず，学習後の振り返りについての意識調査の結果（図10）から，本授業実践においては，これまでの理科学習に比べて，学習ラベルや学習再現が，自己の学びの過程を振り返り，再現することに有効であったことが分かる。

次に，予想立てとそれをもとにした学習結果について，自らの学習が予想をもとに行われたことの自覚や，結果を納得して理解できていることが，予想立てと学習の納得にかかわるアンケート結果（図11）から分かる。

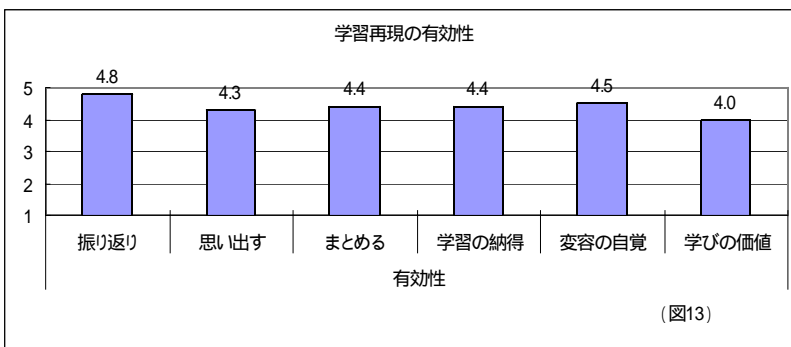
このようにこのアンケート比較で，これまでの学習と今回の授業実践に関して，すべての項目で伸びがみられる。特に「学習を振り返ることができた」では1.7ポイント，「学習したことを説明できる」では，1.4ポイントの伸びがみられた。（図10・12）また，これまでの学習と今回の授業後の意識調査でt検定を行ったところ，5%水準で有意差が認められた。このことは，学習に関して児童自らが，学習を振り返り内容を理解，納得した上で，自分なりの既存の概念を科学的なものに構成していった一つの結果ではないかと考える。

さらに，今回の検証授業の中で取り入れた，学習ラベルを活用しての学習再現を児童がどのように感じ，捉えているのかについてのアンケート調査（図13）からみると，どの項目でも学習再現の有効性について，高い数値を得ていること

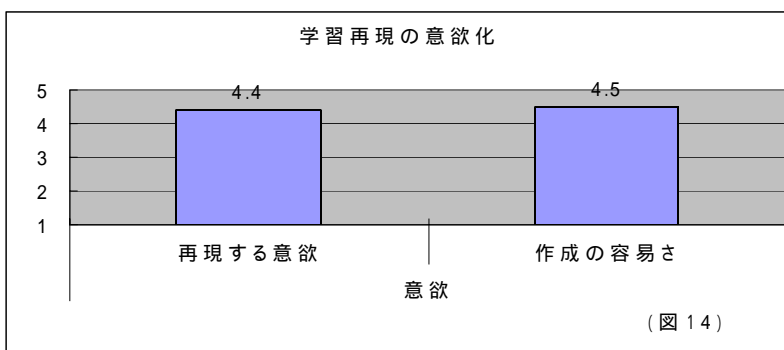




が分かる。特に「学習再現」が「振り返り」、「学習結果の納得」、「変容の自覚」において高い数値を得ていることから、学習再現を通して再現図を作成することは、児童が自ら学習を振り返り、学習結果を納得し、自らの変容を自覚することに有効であったといえる。



また、学習再現に関する意欲も全般に高く、再現の困難さよりも、学習したことを再現しようと、主体的に再現に取り組んだことが、学習再現における意欲に関するアンケート（図14）からもみられる。



このことは、研究協力員の授業観察による評価においても、「結実」にかかわる現象を「受粉と結実」という概念で理解することに、再現図の作成が有効であり、再現を通して児童が概念の変容の自覚をもてたと報告されている。

このように、学習ラベルを使った学習再現は、これまでの学習を振り返り、まとめ、内容を理解し、これまでの自己の知識や見方・考え方と比較し、自己の変容に気づくことに大きな効果があったといえる。さらに、自由記述欄では、児童の実態によって違いがあるが「自分の予想が違っていることに気づけた」、「自分がよく分かるようになったことに気づけた」等の自己の学びの意義について記述している児童もみられた。

### （3）「概念と新しい学習への意欲化」

新しい概念を児童が構成することにより、その概念を使って身の回りの事物や現象に対しても、進んで理解しようとする意欲が派生することを検証するために、表3に学習再現図・の「もっと学習してみたいこと」をまとめた。

学習意欲にかかわる調査	(表3)
この学習を終えて、もっと調べてみたいこと（複数回答）	人数
いろいろな花の花粉を顕微鏡などを使って調べてみたい。	6
他の花のめしべやおしべ、お花、め花について調べたい。	4
他の花粉でも、ヘチマと同じように実ができるのか実験してみたい。	2
植物以外の（受粉）受精についても調べたい。	2
その他、植物にかかわる実験観察（養分・実・花粉管）	3
一つの問題について、調べたり実験したりしたい。	1

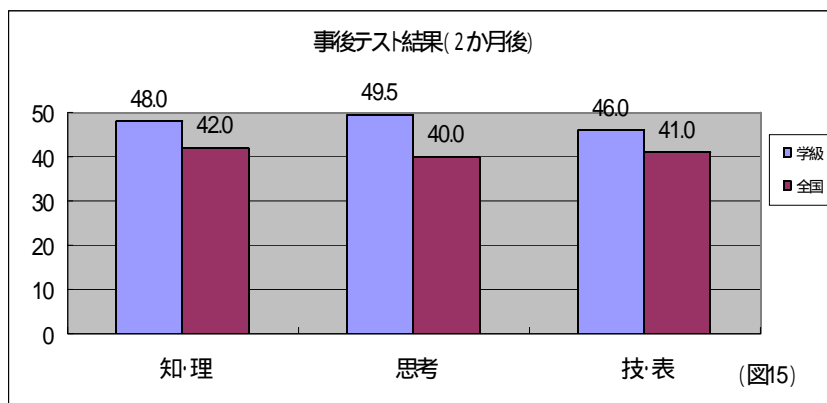
この表をみると、「受粉にかかわり他の花粉を調べてみたい」「花のつくり」を調べてみたいという児童が多いことが分かる。また、「受粉」の実験では、「めしべに受粉してから実ができるまで」「植物以外の受精」の仕組みを調べてみたいなど、他の学習や上位学年での学習への意欲化がみられた。

特に「花粉のはたらき」から、生命・種の保存等の仕組みまで、いろいろな方向で意欲化がみられている。

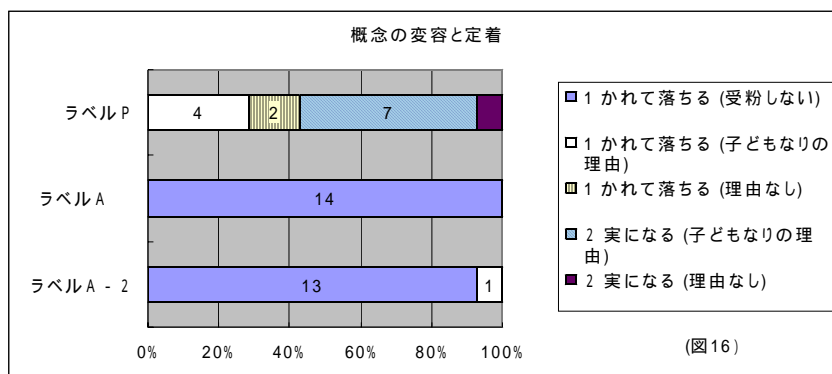
さらに、学習再現後の学習（発展）「受粉のひみつを調べよう〈7/7〉」では、多くの児童がいろいろな花の花粉の形や色に興味関心をもちながら、ヘチマやアサガオの花粉との違いを指摘しながら観察し、記録することができた。また、受粉の仕方や受粉における昆虫等の役割や実の中の種子の形などについても熱心に調べている様子がみられた。

#### （４）「概念の転用と変容」

児童が構成した科学的な概念が、知識・理解、思考等にどのように転用、活用されるかを客観的にみるために市販のテスト（教育同人社）を使い比較してみた結果を図15に示す。評価テストは、研究授業実施後2ヶ月後の11月に行い、全国平均との比較も試みた。



2ヶ月後のテストでは、知識・理解で6ポイント、科学的な思考で9ポイント、技能表現で5ポイント上回る結果となった。このことは、学習したことにより構成された概念が児童の中で定着し、それをもとに児童が思考判断し、知識を活用している一つの表れではないかと考える。



また、技能・表現のポイント（主に顕微鏡の操作方法）では誤答がいくつかあったが、知識・理解、思考での正答率は極めて高かった。その理由として、学習後の小テストの結果をもう一度、学習再現図と学習ラベルに立ち戻って、自ら振り返り修正させたことで知識・理解、思考の定着が図られた結果ではないかと思われる。

次に、児童が構成した概念の定着と変容を知るための方法の一つとして、学習ラベル（結実条件にかかわる質問紙）を用いて調査し、その結果をまとめたものが図16である。なお、3回とも同一の質問内容で行っている。

学習後のラベルからみると、児童全員が「結実と受粉」についての概念を授業を通して構成しているようにみられる。また、2ヶ月後の調査でも、全員が「実ができない」と正しい答えを選択しているが、その理由をみると、1名の児童が「日光が当たらないので実ができない」という学習前にもっていた既存の概念に戻ってこの事象を説明している。

そこで、「日光」を選択理由として既存の概念に戻った答えをだしたこの児童の学習再現図や学習ラベル、観点別評価テスト等を詳しく分析してみた。すると、テストでもすべての設問で正解をだし、



各学習でのラベルには、「受粉」「結実」等の記述がみられることが分かった。しかし、学習前（ラベルP）と学習後（ラベルA）とを比較して自己の変容を記述する場面で、選択肢が変わった根拠を「実験結果」としてだけ記入している。

このことから、この児童は、再現図を作成し「実験結果と結実」について、自分の予想を確かめ理解したが、その事実から、既存の概念がより科学的な概念に構成されるところまで至っていなかったのではないかと考える。

そこで、児童が科学的な概念を構成する過程では、自己の変容に気づかせる際に、実験等の事実と思考（予想や結果をふまえての考察等）をより関連づけて、自らの変容に気づかせる指導が必要であったと考える。

しかし、他の児童については、すべて「受粉と結実」の概念で事象が説明できていた。

以上「受粉と結実」についての児童の記述の内容及び（１）～（４）の結果から、本研究の仮説が妥当であったと考える。

## 7 研究の成果と今後の課題

本研究では「問題解決活動において、自己の知識や考え方の変容を明確にする学習ラベルの作成と単元の終わりに学習再現を行い、問題解決の過程を振り返るとともに自己の知識や見方・考え方の変容を自覚することで、児童自らが、科学的な概念を構成していくことができるであろう」という考えのもと、授業を通して検証してきた。その結果、一応の成果を上げることができたが、今後の課題もいくつか残された。

児童の知識や考え方を明確にさせることにより、自己の既存の概念が、理科の学習を通してどのように変わったかを自覚することは、概念を科学的に構成していくために重要である。そのために、変容の対象とすべき自己の知識や考え方を、どのように児童に自覚させ、表出させるかが課題である。また、児童の概念を調査するための学習ラベルPやAの質問紙もさらに工夫できると考える。例えば、コンセプトマップや文書分析法など、どの方法がその単元や指導内容に適しているのかをよく吟味し、的確に使用できるよう工夫していくことが大切であろう。

さらに、本研究でも認められたように、単なる事物・現象への気づきや実験結果の適、不適を自己の変容として捉えるだけではなく、自己の考え方や知識のもととなった概念に気づかせるとともに、概念の構成過程である学習そのものを再現し、思考過程を振り返ることができる指導が必要である。

そのために、学習ラベル作成や学習再現においては、自分がどう考え、どう変わったのかを明確にすることを通して、児童のメタ認知を育てる必要があると考える。また、学習を再現する活動を通して、学ぶ価値を知り学ぶ意欲を高めさせるためにも、学習再現における自らの学びのよさを肯定的に評価できるような方法を開発していく必要がある。

さらに本研究は、生物領域を検証対象としているが、理科の他領域における指導の有効性や単元の構成がより複雑になった場合、学習再現が効果的にできるのかについては今後の研究課題である。また、日常の学習指導においては、指導時間を配慮し、本研究の趣旨を取り入れて指導方法をより活用しやすいものに改善していく必要があると考える。例えば、学習ノートと学習ラベルの併用、学習再現図をどのようにしたらさらに使いやすいものになるか等、コンピュータの活用も含め、より学習ラベルや再現図を工夫していかなければならないと思う。

最後に、学習者である児童自身が、自ら変容に気づき、主体的に自らの概念をよりよいものに構成

していくことは、理科教育の目標にある「問題解決の能力」や「科学的な見方や考え方」を身に付けさせることでもあると考える。また、理科を学ぶ楽しさやよさを知ること、より理科好きな児童を増やし、よりよく科学を発展させる主体的な児童の育成にもつながっていくのではないかと思う。そこで、研究者自身も、さらなる実践的な研究に励んでいきたい。

#### 参考文献

- ・ 小学校学習指導要領解説理科編  
文部科学省
- ・ 小学校理科学習指導要領の展開理科編  
角屋重樹編著 明治図書
- ・ 問題解決能力を育てるストラテジー  
堀哲夫編著 明治図書
- ・ 認知心理学から理科学習への提言  
湯澤正通編著 北大路書房
- ・ 小学校理科観点別学習状況の新評価規準表  
北尾倫彦・宮下英雄編集 図書文化
- ・ 新しい教育評価の理論と方法〔・〕  
田中耕治編著 日本標準
- ・ 学びの意味を育てる理科の教育評価  
堀哲夫著 東洋館出版社
- ・ ポートフォリオで評価革命！  
鈴木敏恵著 学事出版
- ・ 理科重要用語300の基礎知識  
姥谷米司・木村仁泰編 明治図書
- ・ キーワードから探るこれからの理科教育  
日本理科教育学会編 東洋館出版社
- ・ 平成14年度初等教育公開研究会研究紀要  
山梨大学教育人間科学部附属小学校
- ・ 初等理科教育（2003.9）  
日本初等理科教育研究会編集

#### 研究協力校

春日小学校 校長 佐野 勝彦

#### 研究協力員

伊東 勝彦 春日小学校教諭  
伊藤 宏紀 大里小学校教諭  
中国 昭彦 四方津小学校教諭  
古屋 隆夫 富士見小学校教諭  
山下 一雄 原小学校教諭

#### 研究指導者

雨宮 一夫 研究開発部主幹研修主事

平成15年度 山梨県総合教育センター

長期研修員研究報告書

執筆者 長期研修員 小林 正治

