

観察の視点を持たせる視覚教材を用いた授業実践研究 — 小学校3年理科授業を通して —

¹ 小池 守 ¹ 酒井明香里 ¹ 森山朝花 ¹ 石垣優子
² 江田慧子 ³ 内田恭敬 ⁴ 高津戸秀

¹ 帝京科学大学こども学部児童教育学科

² 信州大学山岳科学研究所

³ 帝京科学大学生命環境学部生命科学科

⁴ 上越教育大学

A Case Study of Science Class with a Slide-Show-Type Visual Aid Growing Scientific Viewpoint
and Its Application to the Third Grade Pupils in an Elementary School

¹ Mamoru KOIKE ¹ Akari SAKAI ¹ Asaka MORIYAMA ¹ Yuko ISHIGAKI
² Keiko KODA ³ Yasutaka UCHIDA ⁴ Suguru TAKATSUTO

¹ Faculty of Child Science & Education, Teikyo University of Science

² Institute of Mountain Science, Shinshu University

³ Faculty of Life & Environmental Sciences, Teikyo University of Science

⁴ Joetsu University of Education

Abstract

In this study we have developed a new slide-show type visual aid, in which five-photographs of two plants (*Veronica persica* and *Lamium purpureum*) and an arthropod (*Armadillidium vulgare*) are presented in the order of decreasing magnification. Our new visual aid was used in science class to one experimental group of third graders at a public elementary school. The conventional photographs taken from a textbook were used to the other control group of the same grades. The results from questionnaires against pupils and analysis of protocol in the science class revealed the following four points. 1) Our new visual aid grew pupils wills to learn much more about plants and insects. 2) The sketches of pupils became finer, as such leaf hairs and veins were depicted, after the lecture using our new visual aid. 3) The talks of pupils are scientific in the experimental group, while those are based on their experiences in the control group. 4) Almost all pupils in the experimental group thought that our new visual aid is useful to them, because pupils pointed out our visual aid is easy to understand and our new visual aid is attractive with the first experience in their life. It is thus suggested that our new visual aid is an effective teaching tool for pupils to learn how to observe plants and insects.

Keywords : visual aid, teaching tool, observation, science class, elementary school

I. 問題の所在

理科における観察は、自然の事象を探究する際の基本であると同時にあらゆる場で使われる技法である¹⁾。このため自然観察を行う単元は低学年理科に設定されている²⁾。しかし、児童にとって目的意識や確かな視点を持つての観察は難しく、見るという活動だけでは経験や感動を誰にも伝えることも残すこともできない。

スケッチやメモは、観察結果を出し合う場面で、自分の見方が偏っていることを意識させるために有効である³⁾。また、経験や感動を伝え、残すためには、丁寧なスケッチやメモを併用した観察が重要である⁴⁾。それは、自然事象を絵や言葉に置き換える操作が、知識へと変容させる過程そのものであり、この

置き換えにより、初めて相手に自然事象を伝えることが可能となるからである⁵⁾。

これまで小学校低学年理科では、観察時にスケッチを行い、高学年ではスケッチとメモを併用して行うことが事象の再生に有効であること⁶⁾。観察時にスケッチとメモを併用することで再生時の得点が高くなること⁷⁾。観察の可視化は、自然の中に潜む規則性の発見に有効に働くこと⁸⁾など、スケッチやメモの有効性についての報告はある。しかし、スケッチに関しては、スケッチを併用した観察より、見たものを再現するモデル化を併用した観察の方が、規則性の発見には有効である⁹⁾との報告だけでなく、学習者の視点を選択的にするため、自由な観察を阻害することや意識化されな

い¹⁰⁾とする負の指摘もある。

以上のように、長短入り混じるスケッチやメモの観察活動への利用ではあるが、理科学習においては、目に見えないものや見えにくい自然事象を見えるように（可視化）し、自然を読み解く一つの手法としてスケッチやメモを利用してきたといえる。また、スケッチやメモという観察手法に加えて、観察対象や視野を一時的に限定し視点を明らかにする（観察の視点を持たせる）手法は観察指導¹¹⁾の根幹をなすものである。このため、初めて理科を学習する小学3年生の理科教科書に、スケッチやメモについての説明及び観察対象を限定する意味で生物の接写写真が掲載されている。しかし、単発的な接写写真の提示や説明では、物珍しさや美しさだけを際立たせるだけで、スケッチや観察の視点を学ぶという観察本来の目的は果たせない。

これまで、観察対象や視野を限定することや映像の美しさによる驚きと観察の視点を持たせる目的で、生物体の写真を高倍率から低倍率、部分から全体へと変化させることにより、ストーリー性を持たせた視覚教材の開発とその有効性を検証した研究は見当たらない。

II. 研究の目的

初めて理科を学習する小学校3年生を対象に、生物体の写真を高倍率から低倍率へと連続的に変化させ、視点を部分から全体へと変化させることにより、ストーリー性を持たせた視覚教材を試作する。児童に観察の視点を持たせる上で、教材及びその指導法^{注1)}が有効であるか、授業実践を通して検証する。

III. 教材

1. 教材の特長

本研究で作成した視覚教材「これなあに？」は、一生物体当たり5枚の倍率（1500～1倍）を変えて撮影した写真を、パワーポイント（Microsoft社）を用いて、1枚ずつ高倍率から低倍率へと視点を変えながら提示する教材であり、児童と教師が教材を介した対話活動を通して、写真とその特徴から生物名を探る学習に活用できる。写真撮影には、マイクロスコープ（KEYENCE：VHX-1000）とデジタルカメラ（カシオ：EX-ZR300）を用いた。

2. 教材の概要

春の野原や道ばたに見られる生物として、オオイヌノフグリ、ダンゴムシ、ヒメオドリコソウの3

種類を授業では取り上げた（図1、2）。本教材は、導入場面で用い、教師は児童のつぶやきや発言を聞き取り、新たな問いかけを行う対話活動（指導）と併用することを前提にしたものである（図1）。

IV. 研究の方法

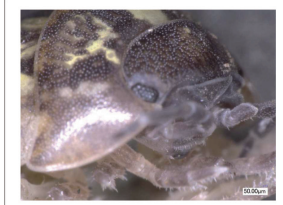
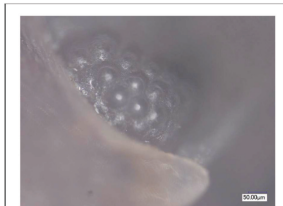
1. 調査対象、検証授業日及び授業のねらい

公立小学校3年生2学級計64名（実験群：男子16名、女子16名、統制群：男子16名、女子16名）を対象とした。検証授業は、平成26年4月中旬に、両群共に第2筆者が行い、「身近なしぜんのかんさつ」単元^{注2)}の導入場面として位置づけ、2時間扱い（45分授業×2コマ）で行った。実験群は児童と教師が視覚教材を介しての対話活動を取り入れた

<p>これなあに？ 春の花と虫</p>	<p>○これから、花と虫の写真を見てもらいます。花や虫の名前がわかったら、手を挙げて教えてください。</p>
	<p>○これは、何かな？ ○植物かな動物かな？ ○似ているものありますか？ ○少し倍率を下げます。 全体が見えてきました。</p>
	<p>○変なものが見えますね。 ○見たことありますか？ ○名前がわかった人いますか？</p>
	<p>○これは何ですか？ ○何の部分ですか？ ○どうやら花みたいですわね。 ○見たことある人いますか？ ○名前を知っている人いますか？</p>
	<p>○この花は、オオイヌノフグリといえます。</p>
 <p>オオイヌノフグリ</p>	<p>○見たことある人いますか？ ○どこで見ましたか？ ○大きさはどのくらいでした。</p>

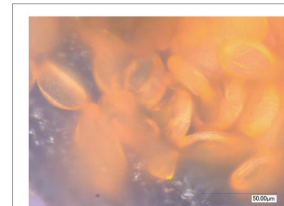
図1 視覚教材と教師の発問例

<ダンゴムシ>



ダンゴムシ

<ヒメオドリコソウ>



ヒメオドリコソウ

図2 視覚教材で取り上げた残り2種類の写真^{注3)}

授業を、統制群は児童と教師が教科書に掲載されている接写写真^{注4)}を介しての対話活動を取り入れた授業を行い、教材及びその指導法が児童の観察力と学習意欲に及ぼす影響を探った。両群共に、授業で教科書は使用しなかった。

2. 授業の概要

実施した2時間授業(45分授業×2回)の主な流れは、下記に示すア～キの通りである。なお、両群共にオで記述した授業以外は、全て同一条件にした。観察対象の植物には、野生に生育し入手は容易ではあるが、児童の興味関心が低く、名前さえ知らないとされるヒメオドリコソウを用いた。

a. 1 限目

ア. 調査1を行った。(10分)

「理科の授業についての調査をします。先生が

質問を読みますから、皆さんは質問に答えてください。」

イ. 教師が用意した植物のスケッチをした。(15分)

「今日の勉強は、植物の絵を描くことです。先生が配る葉っぱの絵をできるだけ丁寧に描いてください。」「絵だけで説明できない場合は、言葉で書いてもいいです。」ヒメオドリコソウの葉を一人1枚ずつ配った。

ウ. 校庭で自然観察した。(20分)

「では、みんなで校庭に出て、春を探しましょう。」

b. 2 限目

エ. 課題の確認をした。(5分)

「今日は、植物や動物を観察する時に注意することを勉強をします。」と本時の課題を提示した。

オ. 「観察の視点」を持たせる授業をした。(15分)

実験群と統制群の授業は以下の通りである。

<実験群の授業>

大型テレビにパソコンを接続し、視覚教材をスクリーンに映し、生物名を当てる対話形式の授業を行った。その際、教師は観察の視点となる言葉(例えば、葉の形、葉毛、葉脈、緑の形など)を児童から引き出すことを心がけた。扱った素材は、オオイヌノフグリ、ダンゴムシ、ヒメオドリコソウの3種類で、使用した写真は各種類とも倍率の異なる5枚ずつの計15枚である。

<統制群の授業>

大型テレビにパソコンを接続し、写真データとして取り込んだ教科書の接写写真をスクリーンに映し、生物の特徴を問う対話形式の授業を行った。その際、教師は観察の視点となる言葉(例えば、葉の形、葉毛、葉脈、緑の形など)を児童から引き出すことを心がけた。扱った生物種は実験群と同じ3種類で、使用した写真は各種類とも教科書に掲載されている接写写真1枚ずつの計3枚である。

カ. 教師が用意した植物のスケッチをした。(15分)

子どもたちの発言をまとめた後、「それでは、今勉強したことに注意して、植物の絵を描いてみましょう。できるだけ丁寧に描いてください。」「絵だけで説明できない場合は、言葉で書いてもいいです。」ヒメオドリコソウの葉を一人に1枚配った。

キ. 調査2を行った。(10分)

「先生が質問を読みますから、質問に答えてください。」

3. 調査及び分析方法

a. 質問紙調査及び授業記録の目的と方法

調査は、検証授業前に児童が持つ植物名についての知識量、理科学習に関する興味関心、児童の観察力と学習意欲の変容及び教材の有効性を探るために行った。

(1) 調査1 (第1限授業開始時)

調査1は、児童の理科学習への興味関心と植物に関する知識量を探るため、第1限授業の最初の15分間を使って行い、表1の問1、2を質問した。問1については理由を自由記述する欄を設けた。問2については回答欄を設け、そこに植物名を自由記述させた。

表1 質問紙記載の質問事項

質問事項	
問1	理科の授業は楽しみですか？ (4択, 自由記述)
問2	あなたが知っている花や草の名前を、全て書いてください。 (自由記述, 回答欄に20個のマス)
問3	授業で見た写真は、やくに立ちましたか？ (4択, 自由記述)

(2) 調査2 (第2限授業終了時)

調査2は、使用教材の教育効果を探るため、第2限授業の最後の10分間を使って行い、表1の問1、3を質問した。回答欄には、理由を自由記述する欄を設けた。

(3) 授業記録

児童の様子分かるよう黒板側にカメラを設置し、授業は全てVTRに録画した。VTRは再生し、児童と教師の会話を時系列に記述し、授業記録(プロトコル)を作成した。プロトコルに記載された発言内容から類似する言葉を選び出し、カテゴリに分け、その発言傾向から、児童の観察力と学習意欲とを探った。

b. 結果の分析方法

質問紙調査の結果及び授業記録は、筆者の内3名が、学級名などを伏せた状態で別々に評価し合意の基にまとめた。4段階の評定尺度による回答は同じ尺度にまとめ、度数集計表を作成した。理由の自由記述については、類似する言葉を抽出し、カテゴリに分けた分割表を作成した。

調査結果は、分散分析及びマクネマー検定、フィッシャーの直接確率計算(正確二項検定)で判定した。

表2 調査1、2の問1の回答欄に見られた自由記述

理科授業は楽しみかで答えた理由のカテゴリ			
	分類	記述例	
肯 定 的	A 興味関心 興味関心があるから	初めて ・初めて勉強するから ・初めて理科をやるから ・あんまりやったことがないから	
		興味関心 ・すごく楽しみだから ・結構楽しそうだから ・気になる	
		B 学習内容 実験などを するから	実験 ・実験したいから ・実験が楽しみだから ・実験みたいなことをするから
			知りたい ・いろいろ知りたいから ・草や花の名前を知りたいから ・虫のことを知りたいから ・絵を描いたり調べたりできる ・知らないことがわかるから
否 定 的	C 伝聞 お母さんや 兄弟から聞 いたから	聞いた ・お母さんから聞いた ・楽しいと姉さんに聞いた ・誰かが楽しいと言っていたから	
		見えた ・楽しそうに見えた ・お姉ちゃんがやってて楽しそう	
否 定 的	D 勉強嫌い 勉強が嫌い だから	勉強嫌い ・勉強が嫌いだから ・勉強が好きじゃないから	
		面倒 ・勉強するのが面倒だから ・調べるのが面倒だから	
	E 生物苦手 虫が苦手だ から	虫嫌い ・虫が苦手だから ・虫や草に触りたくないから ・虫などが怖いから	

(1) 理科は楽しみかで答えた理由のカテゴリ分析

表2は、問1の回答欄に記述された自由記述を評価し、児童が理科授業は楽しみ又は楽しみではないと考えた理由の中から、興味関心があるから(以下、興味関心)、実験などをやるから(以下、学習内容)、他の人から聞いたから(以下、伝聞)、勉強が嫌いだから(以下、勉強嫌い)、虫が苦手だから(以下、生物苦手)の意味と合致する言葉を抽出し、カテゴリに分けたものである。児童の理科学習に対する学習意欲の相違は、カテゴリ抽出数の相違から検討した。

(2) スケッチ図の評価基準

表3は、児童が描いたヒメオドリコソウの葉のスケッチ図の評価基準を示したものである。①葉の形、②葉毛、③葉脈、④葉の縁の形、⑤言葉に

よる説明^{注5)}の5観点^{注6)}を選択し、点数化(5点満点)した。評価は、筆者の内の3名が別々に行い合意の基まとめた。3名の一致率は93%以上であった。児童の観察力は評価点から検討した。

表3 スケッチ図の評価基準

	観点	評価基準	点数
1	葉の形	形の特徴を捉えているか	1
2	葉毛	表面にある毛に気づいているか	1
3	葉脈	理解して、詳細に描けているか	1
4	縁の形	形の特徴を捉えているか	1
5	言葉	言葉による説明があるか	1

(3) 児童の会話のプロトコル分析

表4は、IV.2.b.オ項の授業場面(実験群は視覚教材、統制群は教科書に掲載されている接写写真を、それぞれ大型テレビに映し出す場面)におけるプロトコルから、児童が発言した、大きさ、形や色(以下、形態)、花粉、種や動植物の名前(以下、名称)、気持ち悪いや綺麗など(以下、心情)、見たことあるやおばあちゃんの家にいるなど(以下、経験)の意味と合致する言葉を抽出し、カテゴリに分けたものである。児童の観察認識はカテゴリ抽出数の相違から検討した。

表4 会話のカテゴリに見られる発言傾向

児童発言に見られる発言傾向のカテゴリ	
カテゴリ	発言例
客観的	A形態 ・真っ白 ・白い ・黒い ・卵みたい ・幼虫 ・黄色 ・ご飯粒
	B名称 ・花粉 ・花の種 ・植物 ・動物 ・鳥 ・花 ・魚 ・爪 ・手 ・赤血球 ・アサガオ ・アジサイ ・クワガタ ・セミ ・トノサマガエル ・トンボ ・ダンゴムシ ・アゲハチョウ ・テントウムシ ・キャビア ・ヒマワリ ・チューリップ ・ザリガニ ・カブトガニ ・カブトムシ ・クラゲ ・ミカン
経	C心情 ・すごい ・綺麗 ・汚い ・気持ち悪い ・気持ちいい
験的	D経験 ・見たことある ・飼っていた ・鹿児島 ・おばあちゃんの家 ・公園 ・道 ・田舎に泊まったとき ・畑の近くの川 ・飼ったことある

(4) 教材が役立ったと考えた理由のカテゴリ分析

表5は、問3の回答欄に記述された自由記述を評価し、児童が教材を役立つと考えた理由の中から、驚いた(以下、驚き)、細かいところまでよくわかった(以下、理解)、自分も見たくなった(以下、興味関心)の意味と合致する言葉を抽出し、カテゴリに分けたものである。児童の教材に対する認識はカテゴリ抽出数の相違から検討した。

表5 調査2の問3の回答欄に見られた自由記述

教材が役立ったと答えた理由のカテゴリ		
分類	記述例	
A 驚き 驚いた	驚いた ・びっくりした ・驚いた ・予想と違っていた 気持ち悪い ^{注7)} ・気持ち悪かった ・大きくするとこんな感じかと思った	
	B 理解 細かいところまでよくわかった	わかった ・知らないことがわかった ・こんなに毛があることがわかった ・名前と写真がつながった よく見えた ・大きく見えた ・細かなところまでよく見えた ・いろいろなところがよく見えた ・知らないものが見えた
	C 興味関心 自分も見たくなった	もっと知りたい ・もっと見たい ・知らないものを見たい ・細かいところを見たい 楽しみ ・見て好きになった ・観察が楽しみになった

V. 結果と考察

1. 両群の等質性^{注8)}

表6は、調査1問2で児童が書き出した植物名をまとめたものである。回答欄は20あったが、全てに植物名を入れた児童はおらず、有効回答数は両群共に最高17個、最低4個であった。また、書き出した植物名の合計数も、両群共にほぼ同数(実験群323個、統制群326個)であった。上位6種類は、保育園や幼稚園時代の学級名として使用されていた草花である。なお、雑草、葉っぱ、わた毛、草、木、つぼみなど、固有植物種でないものは省いた。

表7は、調査1問2で児童が書き出した植物数の平均値と標準偏差を各群毎にまとめたものである。児童の回答数について1要因参加者間分散分析を行った結果、群の効果は有意ではなかった($F_{(1,62)} = 0.01, ns$)。これらのことから、知っている植物名

をあげる知識量において、両群児童はほぼ等質であると推察できる。

表6 調査1問2で児童が書き出した全植物名

	植物名	実験群	統制群	回答総数
1	チューリップ	32	32	64
2	サクラ	31	31	62
3	ヒマワリ	31	30	61
4	タンポポ	29	30	59
5	バラ	25	27	52
6	スマレ	28	22	50
7	ユリ	22	19	41
8	キク	15	17	32
9	ウメ	16	15	31
10	アサガオ	14	14	28
10	コスモス	13	15	28
12	スズラン	13	12	25
13	ナノハナ	10	11	21
14	アジサイ	6	8	14
15	アヤメ	6	7	13
15	ラベンダー	6	7	13
17	サツキ	7	5	12
18	スイセン	5	6	11
19	ツバキ	4	5	9
20	ダリア	2	4	6
21	ドクダミ	2	2	4
22	ヒルガオ	1	2	3
23	パンジー	1	0	1
23	ボケ	0	1	1
23	マーガレット	1	0	1
23	ハス	0	1	1
23	フジ	1	0	1
23	アブラナ	1	0	1
23	ショウブ	0	1	1
23	サボテン	0	1	1
23	カエデ	0	1	1
23	イチョウ	1	0	1
	合計	323	326	649

※単位：(人)、複数回答

表7 児童が書き出した植物数の平均値と標準偏差

	実験群	統制群
人数	32	32
平均値	10.1	10.2
標準偏差	14.2	15.7

※植物数は20点満点

2. 児童の理科に対する学習意欲

表8は、調査1、2問1の「理科の授業は楽しみですか?」について、4段階の評定尺度でまとめたものである。表の数値は回答者数を表している。検証授業前後における児童の自己評価傾向を調べるため、各群毎にマクネマー検定^{注9)}を行った。その結果、実験群においては、授業前後で、「楽しみ」と「楽しみでない」の比率に5%水準で有意な差が見られ($p = 0.0412$)、授業前と比較して、授業後に「楽しい」と答えた回答者の比率が高く、「楽しみでない」の比率が低くなった。統制群においては、有意な差は見られなかった。また、エントロピー値^{注10)}は、実験群の調査2のみ小さく、他がほぼ同程度であることから、実験群においては授業前後で児童の理科授業に対する期待感が増したと推察される。

表8 理科の授業は楽しみか否か

対象	評定尺度	楽しみ		楽しみでない		H
		楽しみ	少し楽しみ	余り楽しみでない	楽しみでない	
実験群	前	21	4	4	3	1.47
		25		7		
	後	29	2	1	0	0.53
		31		1		
統制群	前	21	5	3	3	1.46
		26		6		
	後	22	5	3	2	1.36
		27		5		

※各群 n=32、Hはエントロピー(値)

※単位：(人)、前：調査1、後：調査2

表9は、調査1、2の間1「理科の授業は楽しみですか?」の自由記述を表2に基づき、「A 興味関心」、「B 学習内容」、「C 伝聞」、「D 勉強嫌い」、「E 生物苦手」の5つのカテゴリに分けた分割表である。表の数値は回答者数を表している。検証授業前後における児童の理科授業が楽しみか否かの理由の変化を調べるため、各群各分類毎に、マクネマー検定を行った。その結果、実験群においては、授業前後で、「興

味関心」と「学習内容」の比率に、5%水準と1%水準で有意な差が見られ（興味関心： $p = 0.0412$ 、学習内容： $p = 0.0044$ ）、授業前と比較して授業後に「興味関心」、「学習内容」を理由とする回答者の比率が高くなった。統制群においては、有意な差のある分類はなかった。

これらのことから、検証授業により、実験群児童の学習意欲は高まったと推察される。

表9 児童が理科が楽しみか否かの理由のカテゴリ

	理由のカテゴリ	実験群		統制群	
		調査1	調査2	調査1	調査2
肯定的	A 興味関心	11	17	12	13
	B 学習内容	18	28	17	18
	C 伝聞	10	6	10	9
否定的	D 勉強嫌い	3	1	3	2
	E 生物苦手	3	2	3	2

※各群 n = 32、単位：(人)

3. 児童の観察力

表10は、2時間の授業の中で児童が描いたヒメオドリコソウの葉のスケッチ図を、表3の評価基準に基づき評価し、評価点数毎に分類し、評価点数の平均値と標準偏差を記したものである。表の整数値は人数を表している。各群内の各授業毎の児童が描いたスケッチ図の評価平均値の相違を調べるため、1要因参加者内分散分析を行った結果、両群共に群の効果は1%水準で有意だった（実験群： $F_{(1,31)} = 121.00$ 、統制群： $F_{(1,31)} = 8.68$ ）。次に、検証授業による学習効果を調べるため、児童を低評価者（評価点0～2）と高評価者（評価点3～5）に分け、各群毎にマクネマー検定を行った。その結果、実験

表10 児童のスケッチ図の評価点数別一覧表

評価 点数	実験群				統制群			
	1限目	2限目	1限目	2限目	1限目	2限目	1限目	2限目
高 評 価	5	4	10	3	4	21	18	28
	4	5	7	6	6			
	3	9	5	10	11			
低 評 価	2	7	3	9	8	11	14	4
	1	5	1	1	2			
	0	2	0	3	1			
平均値	2.69	4.06	2.75	2.97				
標準偏差	1.40	1.14	1.32	1.21				

※各群 n = 32、単位：(人)

群においては、「高評価者数」と「低評価者数」の比率に1%水準で有意な差が見られ（ $p = 0.0044$ ）、1限目と比べて2限目では、「高評価者」の比率が高く、「低評価者」の比率は低かった。統制群において有意な差は見られなかった。

これらのことから、両群共に、授業を通してスケッチ図の描写に変化が見られたが、実験群児童においては高評価者の比率が高まったと推察できる。

表11は、2時間の授業の中で児童が描いたヒメオドリコソウの葉のスケッチ図を、表3の評価基準に基づき、筆者らが評価し、観点別に分類した分割表である。表の数値は人数を表している。

各群内の観点別評価値の各授業による相違を調べるため、各群各観点毎にマクネマー検定を行った。その結果、実験群においては、「葉毛」と「葉脈」の比率に1%水準で有意な差が見られ（葉毛： $p = 0.0000$ 、葉脈： $p = 0.0005$ ）、授業前と比較して、授業後に「葉毛」、「葉脈」に関する回答者の比率が高くなった。統制群においては、有意な差のある観点はなかった。

表11 児童の描いたスケッチ図の観点別評価値

観点	実験群		統制群	
	1限目	2限目	1限目	2限目
葉の形	31	32	30	31
葉毛	4	28	5	7
葉脈	14	28	15	19
縁の形	14	16	13	14
言葉	23	26	23	24

※各群 n = 32、単位：(人)

これらのことから、実験群においては葉毛や葉脈の描写が詳細になったため、スケッチ図の評価点が高得点になったものと推察される。

4. 児童の観察認識

表12は、2時間目の授業で、実験群は視覚教材を統制群は接写写真を用いて、オオイヌノフグリについて学ぶ授業場面における各群のプロトコルを一部抜粋したものである。プロトコル中のTは教師、それ以外のアルファベットは個々の児童、アルファベットの添え字は発言回数を示す。ただし、Psは多数の児童又は児童全員を示す。

各群間で教師及び児童の発言数及び発言内容に差が生じたのは、教材と児童、教師の三者間に生まれた対話活動によるものであり、教師は意図的に各群

表 12 オオイヌノフグリについて学ぶ授業場面

<p><実験群></p> <p>T₁: これなあに? まず一枚目です。</p> <p>Ps: ううわあー, 汚い!</p> <p>A₁: ご飯粒みたい。</p> <p>Ps: ご飯粒! ご飯粒! ご飯粒!</p> <p>B₁: 花の…</p> <p>T₂: 花の? なに?</p> <p>B₂: 花の種!</p> <p>T₃: 花の種! あとは?</p> <p>C₁: 卵みたい!</p> <p>D₁: 幼虫!</p> <p>D₂: 白いの!</p> <p>T₄: 白いのが幼虫ですか?</p> <p>Ps: 気持ち悪い, いやだあー。</p> <p>T₅: じゃあ次の写真ね, これなあに?</p> <p>E₁: 卵!</p> <p>T₆: エー卵? どこが卵ですか?</p> <p>E₂: えっとお, 上上。</p> <p>T₇: 上?</p> <p>E₃: つぶつぶが卵みたい。</p> <p>Ps: 本当だ, 卵に見える!</p> <p>Ps: 植物! 植物!</p> <p>T₈: このチクチクしたの, なにかなあ。</p> <p>A₂: それ花でしょう。</p> <p>C₂: 花じゃない?</p> <p>F₁: 花の中じゃない?</p> <p>G₁: 魚かなあ。</p> <p>H₁: 魚じゃないでしょ</p> <p>T₉: どうかな何かな, 次は少し倍率を小さくして。</p> <p>Ps: あー! 花だ! 花だ!</p> <p>A₃: アサガオ!</p> <p>C₃: あじさい?</p> <p>T₁₀: ここがさっき見てたところですね。</p> <p>Ps: やっぱ朝顔だ。</p> <p>—中略—</p> <p>T₁₁: もう少し倍率を下げます。はい。</p> <p>F₂: 花なんだけど, 朝顔じゃないな。</p> <p>H₂: なんだっけ, 見たことあるよ。</p> <p>T₁₂: お花っていうのはわかったね, このお花の名前はオオイヌノフグリといいます。</p> <p>Ps: あー知ってるー!</p> <p>T₁₃: 見たことあるかなー。</p>	<p>Ps: あるー。</p> <p>—後略—</p> <p><統制群></p> <p>T₁: オオイヌノフグリって知っていますか?</p> <p>Ps: はい! 多数のつぶやき声が聞こえる。</p> <p>I₁: 知ってる。</p> <p>J₁: 見たことある。</p> <p>T₂: どういうお花ですか?</p> <p>K₁: 道に生えている。</p> <p>L₁: 畑の近くの川とかにある。</p> <p>M₁: 田舎に泊まったときみた。</p> <p>N₁: 公園にもあった。</p> <p>Ps: 多数のつぶやき声が聞こえる。</p> <p>T₃: どのくらいの大きさでしたか?</p> <p>N₂: 小さかった。</p> <p>J₂: チューリップくらい?</p> <p>N₃: そんなに大きくなって, 鉛筆の太さくらい。</p> <p>Ps: 多数のつぶやき声が聞こえる。</p> <p>T₄: すごい, みんなよく知ってるね。</p> <p>Ps: 多数のつぶやき声が聞こえる。</p> <p>T₅: 次の写真にいいですか?</p> <p>Ps: はい。</p> <p>—後略—</p>
--	---

間に差を付ける発言はしていない。また、話し合い活動を打ち切る発言も見られたが、これは両群の話し合い活動の時間（15分間）を揃えるためである。

表 13 は、2 限目の各群のプロトコルを、表 4 に基づき、分類した会話内容のカテゴリ表である。表の数値は発言数を表している。実験群の発言総数が統制群よりも多いのは、提示した写真の枚数が異なるため（実験群 15 枚、統制群 3 枚）である。写真 1 枚あたりの発言数では、実験群は 6 回 / 枚数、統制群は 7 回 / 枚数となり、差は認められなかった。各群内の発言傾向を調べるため、各カテゴリ毎に実験群と統制群の発言数を比較した結果、統制群では客観的内容と経験的内容の発言数がほぼ同数であるのに対して、実験群では客観的内容の発言数が経験的内容の発言数の約 3.7 倍となった。これらのことから、実験群児童の観察認識（事実認識）は、統制群よりも客観的であると推察される。

表 13 児童の発言内容のカテゴリ

内容のカテゴリ		実験群		統制群	
客観的	A 形態	39	71	7	11
	B 名称	32		4	
経験的	C 心情	14	19	9	10
	D 経験	5		1	
発言総数		90		21	

※単位：(回)、複数回答

5. 教材の有効性

表 14 は、調査 2 問 3 の「授業で見た写真は役に立ちましたか?」について、4 段階の評定尺度でまとめたものである。表の数値は回答者数を表している。なお、ここで扱う写真とは、実験群は自作の視覚教材であり、統制群は教科書に掲載されている接写写真である。各群児童の教材評価を比較するため、1 要因（実験群又は統制群）× 2 要因（役に立った、役に立たなかった）について、それぞれ正確二項検定（両側検定）を行うと共に、各々のエントロピーを求めた。その結果、実験群では教材を役立つと感じた児童は相対的に多く、有意な差が見られた（ $p < .01$ ）。統制群に有意な差は見られなかった。また、実験群は統制群と比べてエントロピー値が小さいことから、ほぼ全員の児童が視覚教材を役立つと考えていると推察できる。

表 14 授業で見た写真は役立つか否か

評定尺度 対象	役立つ		役に立たなかった		H
	役に立つ	少し役立つ	役に立たない	余り役に立たない	
実験群	27	5	0	0	0.63
	32		0		
統制群	3	18	8	3	1.61
	21		11		

※各群 n=32、H はエントロピー（値）

※単位：(人)

表 15 は、調査 2 問 3 の「授業で見た写真は役に立ちましたか?」の回答者のうち、役に立ったと答えた児童の自由記述を表 5 に基づき、「A 驚き」、「B 理解」、「C 興味関心」の 3 つのカテゴリに分けた分割表である。表の数値は回答者数を表している。

実験群では、「B 理解」を理由に挙げた児童が多く、「C 興味関心」が少ない。統制群では、「B 理解」と「C 興味関心」が多く、「A 驚き」が少ない。実験群では普段目にする事のない高倍率写真で一つの生

物種について、様々な角度から観察できたため、時には気持ち悪いという感覚を持ちながらも、分かったや理解でき役立つという感覚を覚え、もっと知りたいか楽しみという感覚が少なくなったと推察される。統制群では、「A 驚き」は少ないものの、教科書に掲載されている接写写真でもそれなりによく見えたことから、分かったという感覚は持て、もっと知りたいか楽しみという感覚が喚起されたものと推察される。

両群間の理由のカテゴリの相違を調べるため、大分類毎に 1 要因（小分類）× 2 要因（実験群、統制群）について、それぞれ正確二項検定（両側検定）を行った。その結果、小分類「驚いた」と「分かった」の 2 つのカテゴリにおいて、実験群の方が統制群よりも多く、有意傾向又は有意な差が見られた（驚いた： $.05 < p < .10$ 、分かった： $p < .01$ ）。他の小分類においては有意な差は見られなかった。

これらのことから、実験群は統制群と比べて教材に対する有用感が高く、その理由として学習内容が理解しやすいことや初めて見た驚きを挙げていると推察できる。

以上のことから、本研究で試作した視覚教材及びその指導法は、児童に観察の視点を持たせるために有効であることが示唆された。

表 15 写真が役立つ理由のカテゴリ

理由のカテゴリ		調査 2	
大分類	小分類	実験群	統制群
A 驚き	驚いた	7	1
	気持ち悪い	4	0
B 理解	わかった	14	2
	よく見えた	14	9
C 興味関心	もっと知りたい	4	6
	楽しみ	2	6

※単位：(人)、複数回答

VI. まとめ

本研究において、初めて理科を学習する小学校 3 年生を対象に、植物と節足動物の写真を各々高倍率から低倍率へと連続的に変化させ、視点を部分から全体へと変えることのできる視覚教材を試作した。さらに教材及びその指導法の有効性について、授業実践を基に検証した。その結果、以下の 4 点が明らかとなった。

1) 実験群児童の認識は、検証授業前後で変容し、

内容をもっと知りたいとする学習意欲が増加した。

- 2) 実験群児童のスケッチ図は、授業を通してより詳細になり、葉毛や葉脈といった細部を描けるようになった。
- 3) 実験群児童の発言は、経験的内容より客観的内容が多かった。
- 4) 実験群児童のほぼ全員が、教材を役立つと考えており、学習内容の理解しやすさと初めて見た驚きを理由として挙げていた。

以上のことから、本研究で試作した視覚教材と対話活動を取り入れた指導法は、児童に観察の視点を持たせるために有効であることが示唆された。

なお、本研究は視覚教材に使用する写真の適正について検討したのではない。今後は、観察の視点を持たせるためにより効果的な写真及びその倍率や構図等について検討を加える予定である。

注

- 1) 教材と指導法は、切り離して考えることができない。実験群と統制群において同一の指導法で教材提示しても、教材特性のため指導法に差が生じる。このため、本研究においては、開発した教材に付随する指導法も含めた学習全体の有効性を検証することにした。
- 2) 検証授業を行った公立小学校で使用していた理科の教科書は、啓林館出版社のものである。
- 3) 検証授業で行う葉のスケッチやメモという観察評価に影響を与えないため、提示する教材に葉の拡大写真は使用しなかった。
- 4) 図1,2の全体像(5枚目)に相当する写真である。
- 5) 見たものを再現する力として、スケッチを主な採点対象としたが、言葉で補足説明した場合も点数化した。例えば、「葉の形」のスケッチがある場合は、葉の形に1点をいれ、言葉で「葉毛」や「葉脈」について補足説明した場合は、言葉に2点をいれた。
- 6) 調査前には、「葉の表裏の違い」、「葉の色」、「葉の大きさ」など、5観点以外の観点も候補にあったが、調査対象学級の児童のスケッチやメモに、そのような記述は見当たらなかった。
- 7) 役立つ理由についての調査であるが、子どもたちは役立つか役立つかないかの区別なく、全ての理由を記述する傾向にある。何を意図して書いたのか判別できないため、否定的な理由が含まれることもある。
- 8) 研究対象の児童は、初めて理科を学習する小学

校3年生であり、理科の知識やスケッチを基に等質性を検討することは困難である。また、理科学習へ興味関心に関しても、差が生じないことが予想される。そのため、知っている植物名を書かせることで、植物に関する知識量を検討することにより、等質性を担保することにした。

- 9) ある集団において、授業前後の回答を調査するなど、対応があるデータについては、マクネマー検定を用いる¹²⁾。

具体的には、授業前と授業後のデータを基に、表16に示す2×2の分割表を作成する。aは授業前後で「○」と答えた児童数(a:○、○)。bは授業前は「○」、授業後に「×」と答えた児童数(b:○、×)、cは授業前は「×」、授業後に「○」と答えた児童数(c:×、○)、dは授業前後で「×」と答えた児童数(d:×、×)である。

表16 マクネマー検定用の2×2分割表

		授業後		
		○	×	
授業前	○	a	b	a+b
	×	c	d	c+d
		a+c	b+d	

次に、イエーツの連続性補正をした(1)式により、カイ二乗値を求め、カイ二乗分布の上側累計確率(自由度1)からp値を求めた。なお、論文中の表には、授業前に(a+b)と(c+d)、授業後には(a+c)と(b+d)が記されている。

$$\chi_0^2 = \frac{(|b-c| - 1)^2}{b+c} \quad (1)$$

例えば、表8の実験群「授業は楽しみか否か」では、授業前の25((a+b)に相当)と授業後の31((a+c)に相当)を単純に比較したのではない。表17に示す2×2の分割表を作成し、授業前後における児童の回答変化を把握した後、表中のb、cに該当する数値を(1)式に代入し、

表17 実験群「授業は楽しみか否か」の2×2分割表

		授業後		
		○	×	
授業前	○	25	0	25
	×	6	1	7
		31	1	

カイ二乗値を求め、カイ二乗分布の上側累計確率から p 値を求めた。紙面の都合上、全ての分割表は記載できないが、本研究では全て同様の手続きをとっている。

- 10) k 個の事象 A_1, A_2, \dots, A_k がそれぞれ確率 P_1, P_2, \dots, P_k で生起するとき、どれが生起したのかの不確定度（あいまいさの程度）を示す量であり、平均情報量又はエントロピー (H) ¹³⁾ と定義されている。エントロピーは次式で計算される。

$$H = -\sum_{t=1}^K P_t \log P_t$$

一般に、初めてのことやまだ教わっていないことなど、学習に対する情報量が少ない状況では回答は分散する傾向があり、エントロピー値は大きくなる。学習の進行に伴い、考えが集約されるとエントロピー値は 0 に近づく。このため、エントロピー値から、学習者の回答傾向を探ることができる。

謝 辞

検証授業を快く引き受けて頂いた東京都足立区公立小学校の校長先生並びに担任の先生方に感謝します。

引用文献

1. 教員養成基礎教養研究会（/ 栗田一良）編：新訂小学校理科教育研究，教育出版，66-70, 1992.
2. 文部科学省：小学校学習指導要領，61-71, 2008.
3. 植原 彰：自然に直面させる野外観察，理科の教育，56（8），520-522, 2007.
4. 竹内 清：野外観察指導の留意点－特に低・中学年をイメージして－，理科の教育，56（8），512-515, 2007.
5. 森本弘一：自分の見方を見直す観察・実験，理科の教育，49（7），440-443, 2000.
6. 西川 純・川上洋子：イメージ記憶に対するメモ及びスケッチの教育効果の比較研究－アブラナの花の観察を事例にして－，日本理科教育学会研究紀要，36（3），37-43, 1996.
7. 西川 純・古市 恵：イメージ記憶及び言語記憶に対するメモ及びスケッチの教育効果の比較研究日本理科教育学会研究紀要，37（3），15-23, 1997.
8. 清水 誠・山崎麻美：現象を可視化することが規則性の発見に及ぼす効果－葉のつき方の学習を事例として－，科学教育研究，38（1），20-26, 2014.
9. 清水 誠：モデルづくり及びスケッチによる観察の効果についての比較研究，科学教育研究，27（3），179-185, 2003.
10. 田村直明・高野恒夫：理科教育における観察・記録に関する実験的研究 I－アジサイとクリの葉を用いた観察・スケッチについて－，日本理科教育学会研究紀要，25（2），27-33, 1984.
11. 日本理科教育学会編：「理科教育学講座 3」，東洋館出版社，75-91, 1993.
12. 池田央編：「統計ガイドブック」，新曜社，149, 1989.
13. 佐藤隆博：「教育情報工学入門」，コロナ社，78-79, 1989.