

《中学校 理科》

自然を科学的に探究する力を育む理科指導の工夫 ～課題を解決するための視点の移動を取り入れた観察，実験活動を通して～

那覇市立首里中学校教諭 吉田 はるか

<研究の概要>

中学校理科においては，自然の事物・現象の中に問題を見だし，目的意識をもって観察，実験を主体的に行い，得られた結果を分析して解釈するなど，科学的に探究する力の育成が重要視されている。

本研究では，自然をみる視点の移動が必要な課題に対し，生徒が見通しをもって観察，実験を行う活動を取り入れた授業実践を行った。その結果，教師側で自然をみる視点を明確にし，生徒自身が課題に対して予想を立て，観察，実験方法を立案し検証する活動を行うことで，主体的な活動を促し科学的に探究する力を育むことができると考えられる。

<研究のイメージ>



<研究の成果>

視点の移動を設定し，生徒の思考過程に沿った観察，実験シートを用いて，生徒自身が課題に対する予想を立て観察，実験方法を立案し検証する活動は，生徒の主体的な活動を促し科学的に探究する力を育むことができる。また，電子黒板やタブレット端末等の ICT 機器を観察，実験や意見交流の場で比較検討することに着目した活用は，自然を多面的に捉えるようになり，生徒の学習意欲を高めることができる。

目 次

I	テーマ設定理由	9
II	研究目標	9
III	研究仮説	9
	1 基本仮説	
	2 作業仮説	
IV	研究構想図	10
V	研究内容	10
	1 「自然を科学的に探究する力」について	
	(1) 自然から問題を見いだすとは	
	(2) 観察，実験方法を考えるとは	
	2 タブレット端末を活用した学習について	
VI	授業実践（第3学年）	13
	1 単元名『自然と人間』	
	2 単元目標	
	3 指導計画及び評価規準	
	4 本時の学習（3～4時／6時間）	
VII	結果と考察	14
	1 作業仮説(1)の検証	
	(1) 観察，実験方法を考える場における生徒の変容	
	(2) 課題解決の場における生徒の変容	
	(3) 学習前後における「植物の種子の特徴と生息環境との関わり」についての考 えの変容	
	(4) 事後アンケートから	
	2 作業仮説(2)の検証	
VIII	成果と課題	16
	1 成果	
	2 課題	

《主な参考・引用文献》

自然を科学的に探究する力を育む理科指導の工夫 ～課題を解決するための視点の移動を取り入れた観察，実験活動を通して～

那覇市立首里中学校教諭 吉田 はるか

I テーマ設定理由

中学校学習指導要領解説理科編において、「科学を学ぶ意義や有用性を実感させ、科学への関心を高めること」が要点の一つに示されている。

しかし、平成 24 年度全国学力・学習状況調査において、理科で学習した内容が日常生活で活用できるかの質問に対する肯定的回答は県・本校とも低い値となっている。また、平成 26 年度沖縄県学力到達度調査において植物に関する問題が、県・本校ともに低い平均正答率となった。生徒が日常生活で目にする機会のない植物を用いた問題だったため、その植物を認識できていないことも一因と考えられる。

これまでの実践において、生物領域では、教科書でみる温帯の自然と生徒が日常生活で目にする亜熱帯の自然との間に出現する種や時期の違いが生じるため、授業では代替教材を用いて観察を行うこともあった。ここでも、「学習した内容と日常生活における自然とを結びつけられない」という課題が見られた。

これらの課題を解決する方法として、自然をみる視点の移動を意図的に設定することで、自然を多面的に捉えさせることができるのではないかと考える。本研究では、生物領域において、植物の種子の形態に着目した自然をみる視点の移動を意図的に設定した授業展開を行う。生徒はこれまで観察物だけを捉えていた視点から、人間も含めた生息環境全体へと視点を移動する活動を行うことで、自然を多面的に捉えることができるようになり、生物の多様性への理解を深めることが期待できる。あわせて、学習活動においてタブレット端末等の ICT 機器を活用することで生徒の学習意欲を高めることができるか、検証する。

II 研究目標

科学的に探究する力を育むために、自然をみる視点の移動が必要な課題に対し生徒が見通しをもって観察，実験を行う活動を取り入れた授業実践を通して、その有効性について研究する。

III 研究仮説

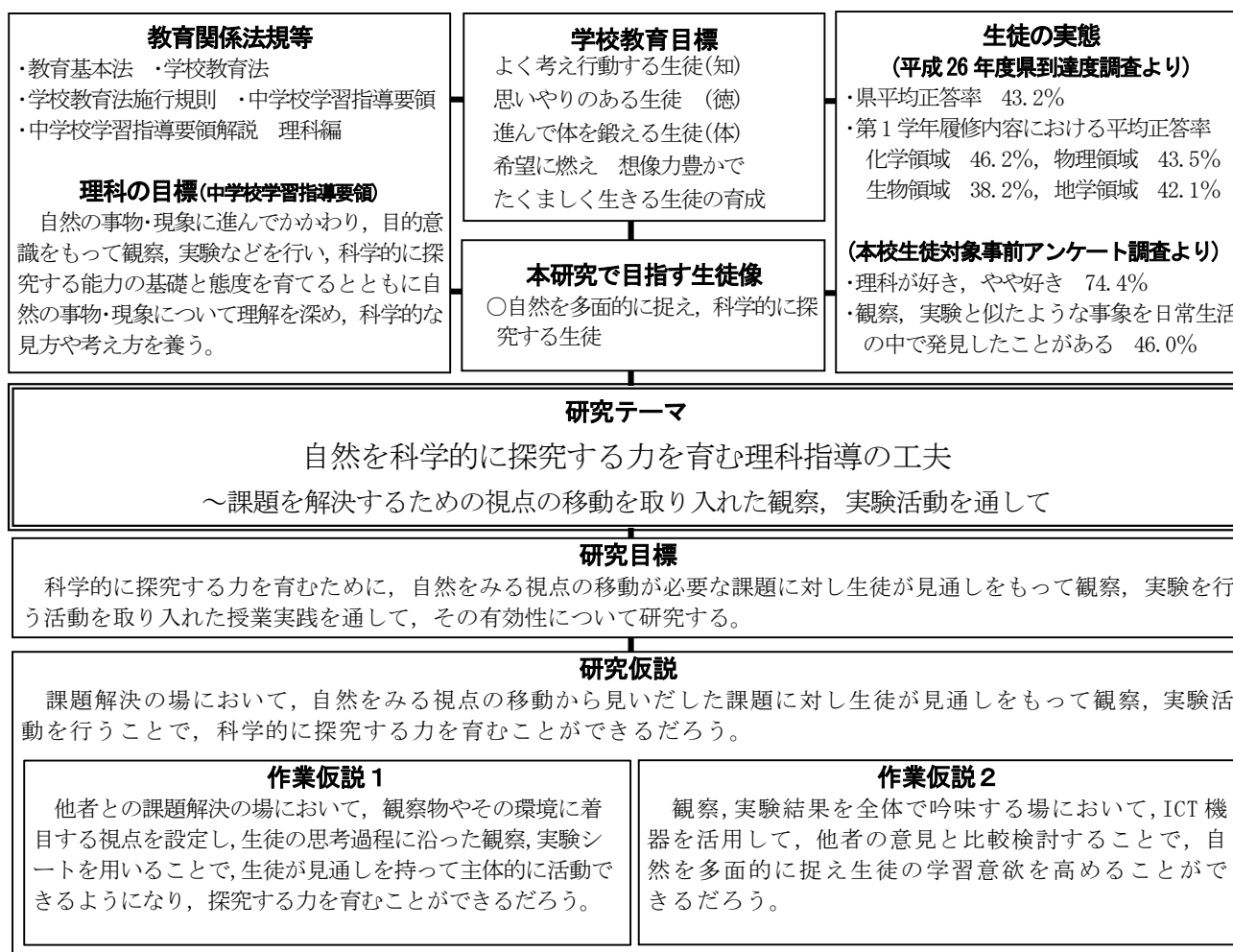
1 基本仮説

課題解決の場において、自然をみる視点の移動から見いだした課題に対し生徒が見通しをもって観察，実験活動を行うことで、科学的に探究する力を育むことができるだろう。

2 作業仮説

- (1) 他者との課題解決の場において、観察物やその環境に着目する視点を設定し、生徒の思考過程に沿った観察，実験シートを用いることで、生徒が見通しを持って主体的に活動し、探究する力を育むことができるだろう。
- (2) 観察，実験結果を全体で吟味する場において、ICT 機器を活用して、他者の意見と比較検討することで、自然を多面的に捉え生徒の学習意欲を高めることができるだろう。

IV 研究構想図



V 研究内容

1 「自然を科学的に探究する力」について

中学校学習指導要領解説理科編において、理科の目的は「自然の事物・現象の中に問題を見いだし、目的意識をもって観察、実験などを主体的に行い、得られた結果を分析して解釈するなど、科学的に探究する学習を進めていくことが重要である。」としている。また、「探究する能力や態度を身に付けることは、激しい変化が予想される社会の中で生涯にわたって主体的、創造的に生きていくために必要であり、『生きる力』の育成につながるものである」とし、科学的に探究する力の育成が重要視されている。

矢野(2007)は、「子どもが問題解決するということは、理科の学習対象である自然事象から問題を見い出して、主体的に追究しながら、よりよい解決を目指すということ」と述べている。また、問題解決の過程において「それまでの経験や体験で獲得した知識や技能を生かしたり、他からの意見などの情報を取り入れたりしながら学習課題に取り組み、その結果として、子どもは対象とした自然事象に対する見方や考え方を変容させていく。」とし、理科での問題解決は「主体的な学習活動を促し、『知の更新』を可能にする。」と述べている。

以上のことから、本研究における自然を科学的に探究する力とは、「生徒が主体的に日常生活の中における自然事象から見いだした問題を追究すること」と考える(図1)。本研究では、生徒の主体的な探究を促すために、問題解決の方法を考える場面及び考察の場面で、これまでの自然認識・素朴概念をもとにまとめた自分の考えと他者の考えを比較検討する活動を取り入れることで、自分の考えをより深め、問題を追究する力を育むことができると思う。

(1) 自然から問題を見いだすとは

野崎(2007)は、自然を対象にした学習では、『自然に親しむ』中で問題を見いだすことが求められている」と述べている。しかし、学習にあたっては「自然は非常に情報量が多いため、子どもの学びが拡散的になりがちである。そこで、子どもたちは視点を明確にして自然の中に入る必要がある。そのためには、教師の適切な支援が必要となってくる。」と述べている。また、山本(2007)は、「一見漠然とした状況に見える自然の中から問題を見いだすには、事物・現象の関係性や時系列の変化、そして多様性に気付くような状況をどのように作り出すかが問われてくる。」と述べている。

以上のことから、本研究では、問題把握の場において、植物の種子の形態を観察する際に、観察物だけをみるのではなくその生息環境もみる視点の移動を意図的に設定することで、生徒のもつ自然認識との間に矛盾やずれを生じさせ疑問をもたせることができ、問題を見いだすことができると思う(図2)。

(2) 観察、実験方法を考えるとは

平成25年度沖縄県立総合教育センターによる中学校理科教育実態調査【沖縄県版】では、生徒による観察や実験の頻度は全国平均より高い値となっている。しかし、「事物現象の中から生徒に科学的な疑問を見いださせている」「生徒達自身が予想したことを実験でよく確かめさせている」についての肯定的回答が、それぞれ全国平均より低い値となっている。また、「実験の手順を生徒自身によく考えさせている」についての肯定的回答は46%で全国平均とほぼ等しくなっている。限られた授業時間内で教科書に記載されている学習内容を行わなければいけないという現状はあるが、生徒の科学的に探究する力を育むためには、「この単元(教材)で」「この思考を」と絞って科学的に疑問を見いださせて、観察、実験の方法を考えさせる取り組みも必要であると思う。

また、津島(2007)は、「見通しは一人ひとりのものであるが、すべて一人で作り上げるものではない。教師の問いかけや友達との交流の中で様々な情報を得て、それを自分なりに整

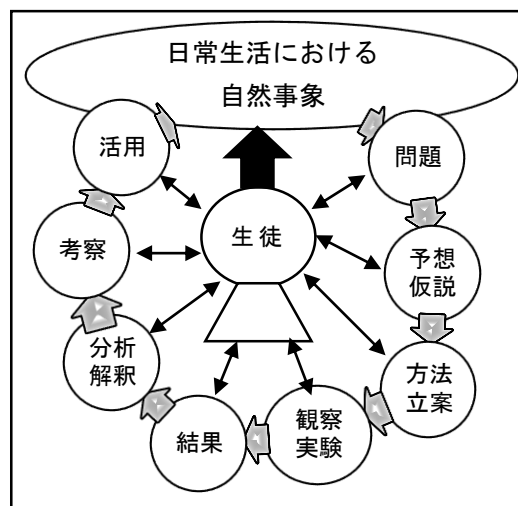


図1 「自然を科学的に探究する力」イメージ
【筆者が作成】

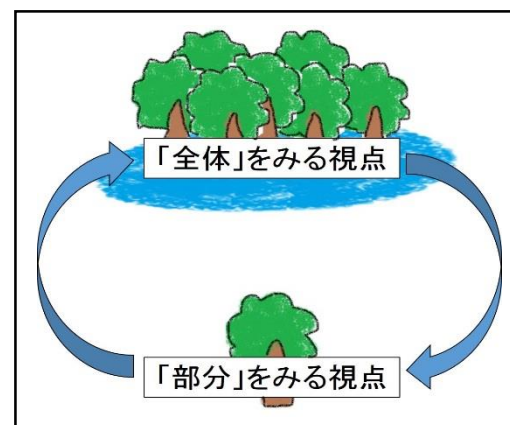


図2 視点の移動イメージ【筆者が作成】

理していく中から生まれるもの」であり、見通しをもつときの条件は『疑問』『予想』『解決の方法』がそろったとき」と述べている。

本研究では、生物領域において問題把握の場で前述の自然をみる視点の移動から問題を見だし、生徒自ら観察、実験方法を考えさせる手立てとして、「観察、実験シート」(図3)を作成し用いることで、科学的に探究する力を育むことができると考える。

【単元6 自然と人間】
観察・実験シート No. 3年組 番 氏名

課題
予想
理由
ヒルギの胎生種子は、
【結果】
実験 A
実験 A 以外の方法
結果
☆スケッチや図、言葉などで記録する
考察
【まとめ】
☆学習前と学習後で、あなたは「植物の種子の特徴と生息環境との関係」についてどのように考えが変わりましたか？わかった(わからなかった)こと、知りたいこと等も含めて記入しよう。

課題に対する予想を記入することで、見通しをもたせる

「(この方法)□□で調べて、(結果)○○になったら、(考察)△△といえる」と見通しを持ちながら、予想を検証するための方法を考える

○結果は、スケッチや図・言葉などを用いて他の人が見てもわかるように記録する
○新たに疑問にもった事で検証した内容も記録する

自分の結果と他者(他のグループ)の結果をもとに考察する

学習前後で考えがどのように変わったかを記入する

図3 観察、実験シート【全国学力・学習状況調査の結果を踏まえた理科の観察、実験に関する指導事例集(2014)をもとに、筆者が作成】

2 タブレット端末を活用した学習について

理科における ICT 機器の活用について、長田(2013)は、実験結果の整理、グラフ化の場面でタブレット端末の活用は「実験→結果の整理→発表という流れをスムーズに進めることで、科学的な見方・考え方を深める学習活動により多くの時間を配当することができる。」と述べている。

観察、実験の結果をスケッチや図・言葉を用いて紙に書き表すだけでなく、自分たちの観察、実験の様子や結果を、タブレット端末を用いて写真で残すというタブレット端末と紙を併用することで、観察、実験やまとめの時間を確保することができる。また、写真に書き込みしたものを電子黒板で一斉に共有することで発表・討議を行うことができる。

以上のことから、現在本校で導入されているタブレット端末を活用し、観察、実験時はグループ学習として結果を記録させ、全体で結果を吟味する場面では電子黒板で一斉に共有し討議させる。この過程を通して、自然を多面的に捉えることができ、より科学的に探究することができると思う。

VI 授業実践(第3学年)

1 単元名 単元6 自然と人間 2章 自然環境の調査と環境保全

2 単元目標

身近な自然環境の調査と環境保全について調べ、人間の活動等もふくめ様々な要因が自然界のつり合いに影響していることを理解するとともに、自然環境を保全することの重要性を認識する。

3 指導計画及び評価規準

時	学習目標
1・2	校内の植物の種子から自然界における種子の広がり方を考える
3・4	ヒルギの種子から自然界における種子の広がり方を考える(本時)
5・6	自然環境を保全している事例,地球の自然環境と人間の活動の関係について考える

4 本時の学習(3～4時間目／6時間)

(1) 学習目標

ヒルギの種子(胎生種子)から自然界における種子の広がり方を考える

(2) 授業仮説

課題解決において、ヒルギの種子とその生息環境をみる視点の移動を意図的に設定することで、ヒルギの種子が海流によって広がることを科学的に探究することができるだろう。

(3) 本時の展開

	学習活動	指導上の留意点
課題把握	1 前時の学習内容を確認する	○種子の特徴から広がり方を説明できるか確認する
	2 漫湖周辺の上空写真及びマングローブ林の写真からヒルギの生息環境について知る	環境「全体」をみる視点→ヒルギ「部分」をみる視点へ
	3 本時の課題を設定する	  環境「全体」をみる視点 ヒルギ「部分」をみる視点
課題	課題:ヒルギの種子の特徴から、種子の広がり方を考えよう	
課題解決	4 予想を立てる	○生息環境と種子の特徴から広がり方を予想する
	5 【演示実験A】種子が土に刺さるかどうか確かめる	種子「部分」をみる視点→環境「全体」をみる視点へ
	6 土に刺さらない場合や満潮時の広がり方を調べる方法を考える	○グループで検証可能な観察、実験か検証する時間を確保する
まとめ	7 観察、実験を行い、結果を確認する	環境「全体」をみる視点→種子「部分」をみる視点へ
	8 結果からヒルギの種子の特徴と広がり方について吟味し、まとめる	種子「部分」をみる視点→環境「全体」をみる視点へ
	まとめ:ヒルギの種子は、地面に落ちて土に刺さったり、水に浮いて流されることで生息範囲を広げている。	

VII 結果と考察

1 作業仮説(1)の検証

他者との課題解決の場において、観察物やその環境に着目する視点を設定し、生徒の思考過程に沿った観察、実験シートを用いることで、生徒が見通しを持って主体的に活動し、探究する力を育むことができるだろう。

(1) 観察、実験方法を考える場における生徒の変容

第1時の学習では、実際に校内のどの場所に植物が生息しているかを生徒自身で探す活動を取り入れることで生息環境をみる視点を意図的に設定した。その後、種子の広がり方を調べるための観察、実験方法を個人で考える活動では、方法を考えることができる生徒もいたが、理科室内で観察、実験を行うことが困難な方法が多くあがり、立案できない生徒もいた。教師によるコメント記入後ペアで観察、実験方法を再考することで、2つ以上の方法を考えたり、観察、実験可能な方法に変更する生徒が増加した。

第3時ではヒルギの種子を観察し、生徒はその写真や動画を用いて生息環境をみることで、前時までの学習内容と関連させながら、自分の予想を検証するための観察、実験方法をヒルギの生息環境と合わせて考えることができた。その後グループで観察、実験方法を再考することで、93%の生徒が2つ以上の観察、実験方法を考えることができ、立案できない生徒はいなかった(図4、5)。

【考察】 観察、実験方法を立案する場合、最初に個人で考える時間を十分に与えた後に、ペアまたはグループ(4人一組)で検証可能な方法か再考させることで、より考えを深められるようになり、見通しをもって主体的に観察、実験に取り組むことができるようになると考えられる。

(2) 課題解決の場における生徒の変容

第2時の学習では、自ら考えた観察、実験方法の検証後に疑問をもち、さらに観察、実験方法を考え検証した生徒は全体の39%、第4時の学習では100%で、全員が3つ以上の方法で観察、実験を行っていた。また、第4時の学習では追加の観察、実験を行うにあたり、全員が得られた結果を根拠に新たな視点をもって方法を考え観察、実験を行っていた(図6、7)。

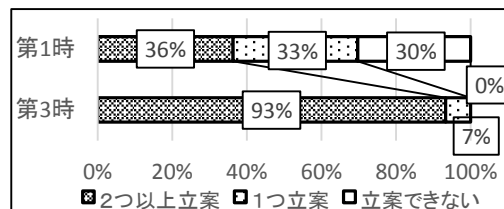


図4 第1時と第3時における検証立案数

【第1時の方法】

形を観察して、ギザギザしてたら服や毛にくっつくといえる。→服や毛にくっついて子孫を増やす!

方法が 1 つ

【第3時の方法】

おけの中に水をためて、水に浮くか調べる。水に浮いたら→満潮の時に落ちたら、水に浮く。
このようになったら、上と下とで切り分けて質量をはかる。

方法が 2 つ

イラスト入り

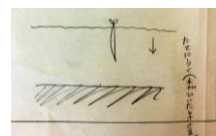


図5 生徒Aが立案した方法

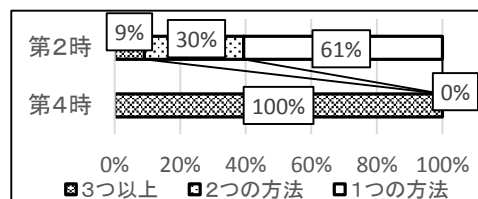


図6 生徒が実際に検証した数

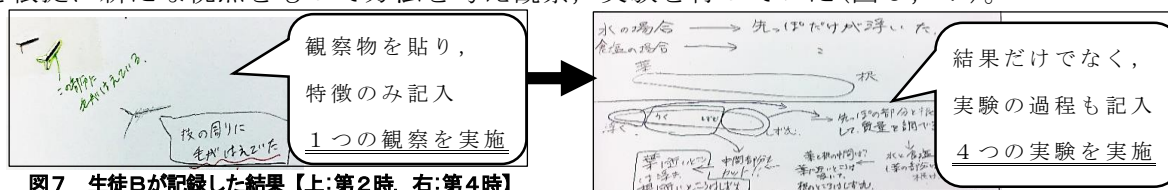


図7 生徒Bが記録した結果【上:第2時、右:第4時】

【考察】 自ら考えた観察，実験方法をもとにペアまたはグループ活動で検証を行うと，検証結果が得られた後に新たな疑問が生じた場合，意見を出し合い新たな視点をもって次の検証を行うことができ，探究する力をより深めることができるようになると考えられる。



図 8 生徒の実験の様子

(3) 学習前後の「植物の種子の特徴と生息環境との関わり」についての考えの変容

第2時と第4時のそれぞれの学習終了時に，「学習前後で植物の種子の特徴と生息環境との関わりについて，どのように考えが変わったか」をワークシートに記入させた。第2時より第4時の学習終了時の方が，植物と環境との関わりについて記述している生徒が約2倍に増えた(図9)。また，第2時では結果から得られた事をもとに直感的な内容を記述する生徒が多く見られたが，第4時では種子の特徴に着目して環境との関連性についての記述や種子の特徴と環境を関連づける語彙が多くなった(表1)。

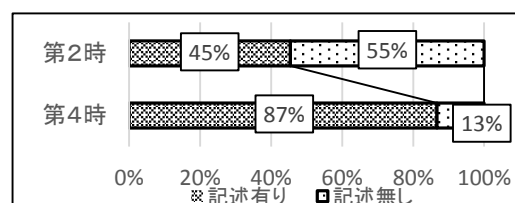


図 9 植物と環境を関連づける記述の有無

表 1 生徒Cによる植物と環境との関わりについての考えの変容

【第2時終了時】	今回の授業で分かったことは，シロノセンダングサは人をつかって種子を広げていくことも分かったし，他の植物も身のまわりの動物などで広がっていることが分かった。
↓	
【第4時終了時】	植物の種子には必ず特徴があり，環境に合った性質をしていて，環境に合わなければ植物が生息できないということがわかった。(下線部は，植物と環境との関わりに関する記述)

【考察】 学習後の記述から，生徒は学習活動の中で対象物だけを捉えた視点から対象物とその環境との関連性に気づくことができたと考えられる。特に自然を対象物とする場合は，教師側で視点を明確にし，対象物だけでなくその環境にも着目させることで，生徒の科学的に探究する活動へと導くことが可能になると考えられる。

(4) 事後アンケートから

「課題に対して，自分で観察，実験方法を考えて実際に取り組む活動はどうだったか」の質問に対し，全員が肯定的な記述をしていた。言葉を抽出すると，「難易度」に関連する記述が29%，「理解度」に関連する記述が36%，「他者との交流」に関連する記述が19%あった(表2)。

表 2 探究活動に関する生徒の感想

○少し実験方法を考えるのは難しかったけど，実際にその方法で実験すると，間違いに気付けるし，そのことが頭に残ったのでいいと思った。(難易度と見通しをもつ事の良さに関する記述)
○自分で考えてやるからとても記憶に残っている。なかなか正解にたどり着けず難しかった。でも，隣の人と一緒に考えたりグループで考えたりするのは楽しかった。(理解度と他者との交流に関する記述)
○方法を自分達で考えなければいけないので自然と真剣に取り組めた。(主体的に活動することに関する記述)

【考察】 通常の授業では教科書に観察，実験方法が記載されているため，生徒はその方法に従って観察，実験を行えば結果を得る。今回のように，授業の中で課題に対して予想を立て，その予想を検証するための観察，実験方法を立案し実際に取り組む活動に生徒は慣れていない。事後アンケートから，「難しい」という言葉が出てきているが肯定的な感想を述

べているのは、手法がいくつかある活動に戸惑いながらも生徒は積極的・主体的に探究活動に取り組むことができたと考えられる。

2 作業仮説(2)の検証

検証結果を全体で吟味する場において、ICT 機器を活用して、他者の意見と比較検討することで、自然を多面的に捉え生徒の学習意欲を高めることができるだろう。

生徒は自分たちが行った観察、実験の方法や結果をワークシートに記録するだけでなく、必要な記録を写真で残しながら活動を行った。全体で結果を確認する際、発表するグループは電子黒板に自分たちが撮影した写真を送信し検証方法と結果を発表した。グループによっては、写真に文字を書き込み注目して欲しい部分を明確にしているところもあった。

事後アンケート「タブレット端末を用いて観察、実験の記録を残し、結果を共有する活動がどうだったか」の質問に対し、全員が肯定的な記述をしていた。もっとも多い記述が「他者との意見交流」に関する内容で 58%、「発表」に関する内容が 29%、自分でまとめるときにわかりやすいという「まとめ」に関する内容が 23%だった(表 3)。

【考察】 タブレット端末を活用し、他者との意見交流を深めることで、生徒の学習意欲を高める事ができると考えられる。また、観察、実験の様子を記録に残す活動を通して、生徒はまとめるだけでなく、「どの場面を撮影すると相手に分かりやすく伝えることができるか」と考えながら記録を残していた。これは他者に伝える力を育むことにつながると考えられる。

表 3 タブレット端末活用に関する生徒の感想

○写真があってわかりやすかった。 <u>みんな違う実験だった</u> り、 <u>同じでも工夫していたり</u> といういろいろな結果をみる <u>ことができた</u> 。(他者との意見交流に関する記述)
○写真をとって <u>様々な視点からまとめることができた</u> 。電子黒板にみんなの <u>とった写真をのせることでみんなの意見も知る</u> ことができた。(まとめと意見交流に関する記述)



図 10 左:結果を記録する様子, 右:発表する様子

Ⅷ 成果と課題

1 成果

- (1) 視点の移動を設定し、生徒の思考過程に沿った観察、実験シートを用いて、生徒自身が課題に対する予想を立て観察、実験方法を立案し検証する活動は、生徒の主体的な活動を促し科学的に探究する力を育むことができる。
- (2) 電子黒板等の ICT 機器を観察、実験や意見交流の場で比較検討することに着目した活用は、自然を多面的に捉えるようになり、生徒の学習意欲を高めることができる。

2 課題

- 生徒自らが視点の移動を意識し観察、実験活動に取り組めるような継続的な指導が必要である。

《主な参考・引用文献》

- 『中学校学習指導要領解説 理科編』 文部科学省 大日本図書株式会社 2008
- 『全国学力・学習状況調査の結果を踏まえた理科の観察、実験に関する指導事例集』 文部科学省 2014
- 『iPad で拓く 学びのイノベーション タブレット端末ではじめる ICT 授業活用』 森山潤・山本利一・中村隆敏・永田智子 高陵社書店 2013
- 『シリーズ 日本型理科教育 理科でどんな「力」が育つか』 日置光久・矢野英明 東洋館出版社 2007