

実感を伴った理解を深める観察・実験の 教材・教具づくり

桜井市立織田小学校教諭 高山 義秀
Takayama Yoshihide

桜井市立朝倉小学校教諭 頃橋 真也
Korohashi Shinya
指導主事 村上 賢一
Murakami Kenichi

要　　旨

「実感を伴った理解」に焦点を当て、その理解のもつ三つの側面である「具体的な体験を通して形づくられる理解」「主体的な問題解決を通して得られる理解」「実際の生活や自然との関係への認識を含む理解」を深めることに取り組んだ。その実践において開発した、観察、実験の教材・教具を活用して授業改善に取り組んだ結果、自ら学び問題解決しようとする児童が増え、科学の有用性に対する意識の高まりが見られた。

キーワード： 実感を伴った理解、具体的な体験、問題解決、生活や自然との関係

1 はじめに

前回の学習指導要領の改訂に先立ち中教審答申で示された理科の改善の基本方針には、「理科を学ぶことの意義や有用性を実感する機会を持たせ、科学への関心を高める観点から、実社会・実生活との関連を重視する内容を充実する方向で改善を図る。」とある。また、平成27年に実施された『全国学力・学習状況調査』において、奈良県の理科の勉強が好きな小学生の割合は国語、算数に比べて高く（図1）、「理科の勉強は大切」「理科の授業で学習したことは将来社会に出たときに役に立つ」と回答した奈良県の児童の割合は国語、算数に比べて低いという結果が出ている（図2、図3）。すなわち、理科は好きだが将来役に立つという意識は低く、学ぶことの意義や有用性を実感しきれていない児童が少なからずいるということがわかる。小学校学習指導要領解説理科編においては「理科の学習で学んだ自然の事物・現象の性質や働き、規則性などが実際の自然の中で成り立っていることに気付いたり、生活の中で役立てられていることを確かめたりすることにより、実感を伴った理解を図ることができる。これは、理科を学ぶことの意義や有用性を実感し、理科を学ぶ意欲や科学へ

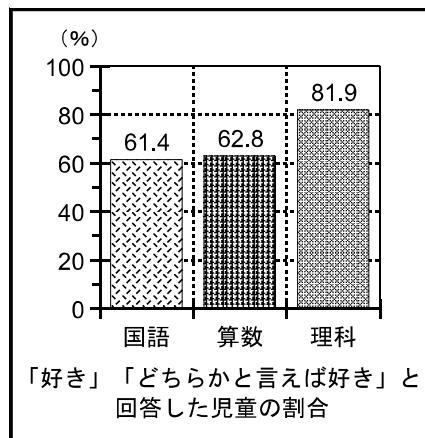


図1 各教科に対する児童の回答

の関心を高めることにつながる」と示されている。そこで本研究では「実感を伴った理解」に焦点を当て、具体的に自然や科学の法則が実感できるように観察・実験に工夫を加えたり、自然や生活との関わりを意識できるような教材・教具を開発したりすることが必要だと考えた。学習指導要領解説理科編（文部科学省、平成20年）によると、「実感を伴った理解」とは、「具体的な体験を通して形づくられる理解」（以下「Ⓐ理解」という。）「主体的な問題解決を通して得られる理解」（以下「Ⓑ理解」という。）「実際の自然や生活との関係への認識を含む理解」（以下「Ⓒ理解」という。）の、三つの側面からなるとされている。本実践ではこれら「Ⓐ理解」「Ⓑ理解」「Ⓒ理解」をバランスよく深めることによって「実感を伴った理解」が更に深まると考え（図4）、表1に示すように、実践全体を通してそれぞれの理解が深まる取組を実施した。

また、その三つの中でも、Ⓑ理解を深めるには、思考の過程を重視することが大切であると考えた。そこで、本研究においては「予想・仮説の設定」から「考察」に至る過程をくり返し、複数回の観察、実験を行う授業モデル（図5）を設定した。

2 研究目的

「『Ⓐ理解』『Ⓑ理解』『Ⓒ理解』を深める教材・教具を開発し、それらを使用して、バランスよく三つの理解を深めることで『実感を伴った理解』が更に深まる。」という仮説を基に実践を行い、その仮説検証をすることにより成果をまとめること。

3 研究方法

Ⓐ理解を深めるため、観察、実験において教材の提示方法を工夫を行い、実物に触れさせる等、具体的な体験を増やすための教材・教具の開発を行う。

また、Ⓒ理解を深めるために、安価で手軽な材料を用い、全員が観察、実験できる機会を増やすことを通じて、自然や生活との関係への認識を高める教材・教具の開発を行う。

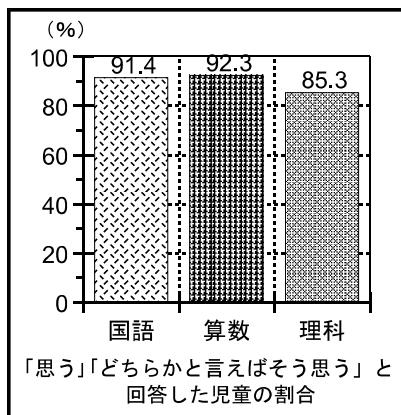


図2 各教科の勉強は大切だと思いますか

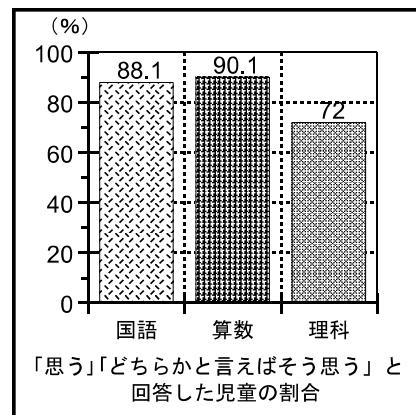


図3 各教科で学習したこととは将来、社会に出たときに役に立つと思いますか

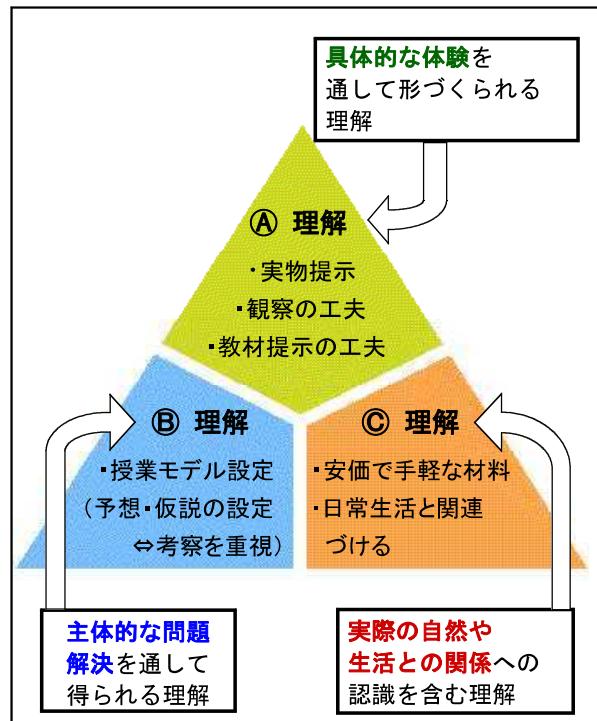


図4 「実感を伴った理解」の三つの側面

これらの教材・教具の作成と、⑧理解を深めるための、児童の思考の道筋を重視した授業モデル（図5）を基にした観察、実験を行い、主体的な問題解決の意識を高める。

各校の研究において五つの実践を計画し（表1）、観察・実験等の後のワークシートやノートの記述はデータとして保存する。それぞれの実践の後、児童の発言や行動の様子と総合して、研究の成果と課題について考察を行う。さらに事前、事後のアンケート結果を比較し、仮説検証を行う。

観察や実験においては、汎用性の高い新たな教具を開発したり、タブレットPC等のICT機器を活用したりすることを通して、「Ⓐ理解」「Ⓑ理解」「Ⓒ理解」を深め、「実感を伴った理解」の深化につなげる。

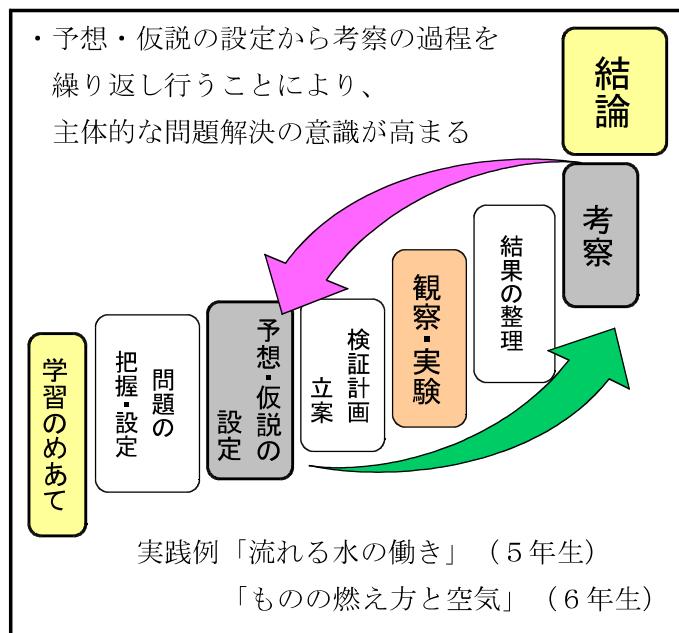


図5 本研究における授業モデル

表1 実践事例

	実践事例・ⒶⒷⒸの理解との関連	単元名・実施時期	特に身に付けたい力や態度
織田小5年	①花や実の観察が容易になるカボチャの栽培棚【Ⓐ理解】	植物の発芽と成長 4月 花から実へ 9月	興味・関心をもって観察する 条件を制御して実験する
	②県内の大学と協力したプランクトンの教材化【Ⓐ理解】	メダカのたんじょう 6月	興味・関心をもって観察する 生命を尊重する
	③風船スクリーンで地球や月の観察、USBカメラで雲の動画作り【Ⓐ理解】	台風と気象情報 雲と天気の変化 7月	興味・関心をもって観察する 科学的にものを見たり考えたりする
	④築山を作るとこから始めた、流れる水の働きの実験【Ⓑ理解】	流れる水のはたらき 10月	自ら課題を見つける 主体的に問題解決する 自然と生活の関係を理解する
	⑤手作りタブレットPC用拡大鏡での花粉等の観察【Ⓒ理解】	タブレットPC用拡大鏡 10月	興味・関心をもって観察する 自ら課題を見つける
朝倉小6年	①脈拍を測るのが苦手な子のためのタブレットPC心拍計【Ⓐ理解】	ヒトや動物の体 6月	興味・関心をもって観察する 科学的にものを見たり考えたりする
	②水のりとボンドで校内の植物の気孔図鑑作り【Ⓒ理解】	植物のつくりとはたらき 7月	興味・関心をもって観察する 科学的にものを見たり考えたりする
	③身近な道具で植物の水の通り道觀察装置の制作【Ⓒ理解】	植物と水 7月	主体的に問題解決する 科学的にものを見たり考えたりする
	④防災意識が高まる、アルミ缶での炊飯実験【Ⓑ理解】	ものの燃え方と空気 7月 11月	自ら課題を見つける 主体的に問題解決する 科学と生活の関係を理解する
	⑤校内に自生する植物で、アルカリと酸の指示薬作り【Ⓒ理解】	水溶液の性質 10月	主体的に問題解決する 科学的にものを見たり考えたりする

織田小においては「Ⓐ理解」、朝倉小においては「Ⓒ理解」に関する教材・教具を重点的に開

発し、それぞれの効果についても分析した。

4 桜井市立織田小学校の研究

(1) 研究期間 平成27年5月～12月

(2) 研究対象 第5学年 児童26人

(3) 実践前の対象児童の実態

児童の学習態度やノートの記述等から、学習内容を正確に理解し、教員の指示通り観察、実験を行えていることが分かる。しかし、自主学習の提出状況から、科学に対しての好奇心に差があり、学習面においては主体的に行動する姿はあまり見られない様子が見られる。6月のアンケートでは、理科が好きだと答える回答が多くかった。その理由を尋ねると、実験が楽しいからという児童が多かった。理科の実験や観察は好きだが、活動が好きなだけで、科学的な問題解決の過程が好きだという回答する児童が少ない傾向が見られた。

(4) 実践の概要

前述の児童の実態から、理科の授業において具体的な体験を増やし、興味・関心を高める教材を提示することで「⑧理解」を深める。児童の「なぜ?」「なに?」に働きかけ、各自の予想を立てさせ、自ら実験方法を考える問題解決の場面を多く取り入れることで「⑨理解」を深めたいと考えた。

昨年度、奈良県内の小学校教員320名に対して県立教育研究所が行った「小学校教員の理科教育に関する意識についてー小学校教員の理科教育に関するアンケート調査の結果からー」(山本、平成26年)によると5年生において小学校教員が苦手とする1、2学期の学習内容は「天気の変化」や「流水の働き」であることが分かる(図6)。そこでそれらの内容を中心に、教材の提示方法に工夫を加えたり、自作した実験道具を用いたりして授業を行った。また、ICT機器を活用して観察、実験の際には動画や静止画で記録を行い、パソコン室で収集した情報の分析を通して、結果の整理を助ける工夫を加えながら、実感を伴った理解を深めるための授業実践を行った。

ア 実践事例①「植物の発芽と成長」「花から実へ」

(7) 指導計画

○実施月：4月 全20時間(「植物の発芽と成長」11時間+「花から実へ」9時間)

○教材：ミニカボチャ

教具：USBカメラ 顕微鏡投影機

(8) 単元のねらい

学習指導要領には「植物を育て、植物の発芽、成長及び結実の様子を調べ、植物の発芽、成長及び結実とその条件についての考えをもつようにする。」と明記されている。本校の5年生は、従来ヘチマなどを栽培し、熱心に観察、実験に取り組んでいる。しかし、今以上に興味・関心をもたせ主体的に植物の観察、実験を行うには、栽培する植物と生活を関連付けることで、児童の

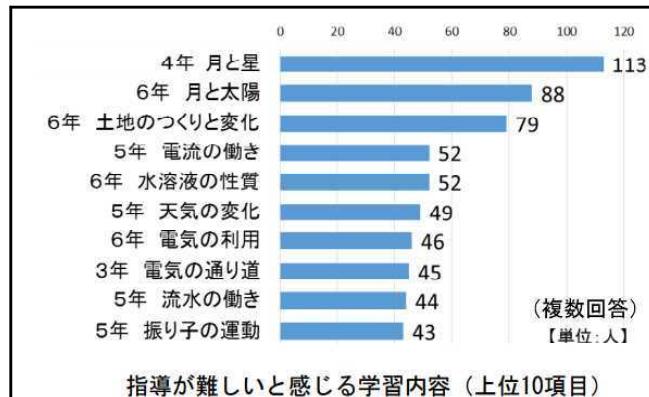


図6 理科教育に関するアンケート調査の結果

興味・関心が高まると考えた。また、成長の過程や実験の結果を分かりやすくする工夫を加えれば、5年生で身に付けたい力である、条件を制御し調べる能力を高める一助になると考えた。それらの工夫を加えながら、植物の発芽や成長とそれにかかわる条件に興味をもち、見いだした問題を計画的に追究する活動を通して、植物の発芽のしくみや成長の仕方をとらえるようにする。

また、植物の花のつくりや実のでき方に興味をもち、見いだした問題を追究する活動を通して、花の役割や受粉と結実との関係をとらえるとともに、生命を尊重する態度を養い、生命の連續性についての考えをもつことができるようとする。

(ウ) 教材設定の理由および工夫

今回は、ヘチマに代わる教材に適した植物としてカボチャを選んだ。ヘチマは開花時期が長く、害虫にも強いので栽培に手間がかからないが、毎年同じ場所で栽培すると、病気になったり成長が悪くなったりする連作障害を起こす。それに比べて、カボチャは同じウリ科の植物の中でも特に強健で、苗の期間以外は害虫にも強く花も大きく実験に用いやすい。また、果実は図画工作のモチーフや家庭科の調理実習での食材として用いることができる。身近さという点でもヘチマより児童の認知度は高い。カボチャの中でもミニカボチャを選んだのは、実は小さいがたくさん実るので、児童が特定の1個を自分のカボチャとして意識することで、受粉から着果に至る過程を詳細に観察するを考えたからである。また、実が軽いので棚仕立てにしたときにネットにかかる負担が小さい。しかし、カボチャには栽培上克服しなくてはならない課題もあるので、ただ植えただけでは観察、実験を正しく行うことができない。そこで、カボチャの特性を調べ課題を克服するための工夫を加えた（表2）。

表2 ミニカボチャの教材としての課題と課題克服のための工夫

教材としての課題	課題克服のための工夫
①カボチャは生育が盛んなため、栽培には広い面積が必要になる。	・2列に支柱を立て、切り妻型に組み合わせる。そこにキュウリ用のネットを張り、伸びた蔓を上へと誘導する。
②広がった蔓や葉の間から少ない雌花を見つけるのが難しい。	・蔓は4本程度に制限し、弱った葉や病変した葉を早めに取り去る。
③成長が早いので、4月に発芽の実験を行うと、9月の「花から実へ」の学習をする頃には花の時期が終わっている。	・8月の初旬に再度カボチャの種を蒔き、育てた苗を株と株の間に植える。

(I) 授業実践とその考察

はじめにカボチャの発芽が様々な条件により違う様子を、動画にして教材化することに取り組んだが、思ったようにカメラの操作ができず、児童に動画を見せることはできなかった。しかし、この失敗は後に天気の変化の单元で、雲の動きを観察する時に大変参考になった。

発芽の実験が終わった後、成長した苗を学級園に植え付ける際、児童が観察しやすいうようにカボチャの栽培においては棚仕立ての栽培方法を取り入れた。立体的に栽培した結果、成長の様子が詳細に観察できたことで、カ



図7 彩色後のカボチャの絵

ボチャも病気になることに気付いて、頻繁に学級園に行って世話をするなど、大事に育てようとする態度が見られた。その後、夏休みを前にカボチャが開花し、実ができ始めたため、2学期の「花から実へ」の学習に備えて、ポットに同じ種を蒔いた。そして夏休み明けの9月には熟した実の収穫と並行して再度苗を植えた。2回栽培したことで生命の連續性についての考えも経験を通してつることができた。1度目の栽培で収穫したカボチャをスケッチして彩色した後（図7）、各自持ち帰って食べた。児童の感想文には、自分で育てた物を食べたことで、次の収穫を楽しみにしているという記述が多く見られた。

2度目の栽培も順調に進み（図8）雄花の花粉が採取できたので、カボチャの花粉を観察する際には顕微鏡投影機で拡大投影して、学級で同一の映像を見ながら気付いた意見を出し合えるように工夫した。その結果、花粉にとげがあることに児童は気付き、他の花粉の形状はどうなのかという新たな問題を見いだし探究することになった。

そこで、保護者の協力を得ながら、様々な植物の花粉を集め、カボチャの花粉と同様に顕微鏡投影機を用いた花粉観察を学級で行った。10数種類の植物の花粉を観察した結果、花粉の周りの突起はハチなどの動物によって運んでもらいやすくするための工夫ではないかということを、オナモミを例に挙げて説明する児童が現れた。また、とげのない花粉もあり、それらは風に飛ばされやすいような形をしているのではないかという仮説を立てる児童も現れた。このように、子どもたちの学びはカボチャの観察を起点として広がりを見せ、自分たちの中から生まれた疑問を身近な例や過去の事象から根拠を得て立証しようとするなど、科学的な思考や表現力も高まった様子が見られた。

イ 実践事例② 「メダカのたんじょう」

(7) 指導計画

○実施月：6月 全9時間

○教材：ボルボックス ブレファリズマ 学校近くの池で採取したプランクトン

教具：HDM I 出力付き顕微鏡

(4) 単元のねらい

メダカを育てて、雌雄の体の違いや受精卵のようすを観察し、発生の条件や過程をとらえるようにする。また、水中の小さな生物を観察して、これらの生物がメダカなどのえさになっていることをとらえるようにする。そして、生命は連續しているという考えをもつことができるようになるとともに、命を尊重する態度を育てる。



◎棚仕立ての利点

- ①花の位置が高いので
観察しやすい。
- ②大勢で一度に
観察できる。
- ③栽培面積が
狭い。
- ④切妻型にしたので横風にも強い。

図8 ミニカボチャの棚仕立て

(4) 教材設定の理由および工夫

「メダカのたんじょう」では顕微鏡を使用することが多いが、児童にとっては初めて使用する機器ということもあり、操作に戸惑う児童も多く、適切な支援が必要である。また、現行学習指導要領に新たに加わった「水の中の小さな生き物」という内容では、水中のプランクトン等がメダカのえさとなることを学習するが、都市部においては水田や池が少なく、多様な水の中の小さな生き物を採集することはとても困難である。そこで大学の研究室に依頼して、それらの生き物の中から、特に色や形が美しく生物の多様性が実感できるものを教材として入手した（表3）。そして、入手した生物の観察を通して、児童の観察に対する意欲を高め、実感を伴った理解につなげたいと考えた。

表3 観察用に入手した生物

名前	特徴
ブレファリズマ	ゾウリムシの仲間、ピンク色が美しい。ゾウリムシよりも大きく動きが遅いので観察させやすい。他の微生物を捕食する様子がよく観察できる。
ボルボックス	緑色でとても美しい。ゆっくりと泳ぎ、明るい方へ集まる。体の内部で子どもを育てる。条件が良いと面白いように増える。

(I) 授業実践とその考察

成長したメダカの観察は、雌雄の違いをひれの形から判別するので、肉眼でも観察は容易である。しかし、卵の成長の観察となると、全ての班に様々な成長期の卵を用意するのは難しかった。そこで児童各自にメダカの卵を観察させながら、同時に教員が用意した様々な成長期の卵を、HDMI出力付き顕微鏡で撮影し電子黒板に拡大投影して授業を行った。電子黒板に映し出すことで全員が大きな画像でメダカの卵を観察することができた。顕微鏡の扱いにまだまだ不慣れなため、観察に適した卵に上手くピントを合わせられなかった児童も、電子黒板を見ながら正確にメダカの卵の成長過程をスケッチすることができ、全員で観察しながら意見を出し合うことで、一人の観察では気付かない僅かな変化でも誰かが発表することができた。生物のもつ造形美や動きの不思議さ等、多様な気付きを共有することができ、このことにより児童の観察に対する積極性が高まった様子が、児童のスケッチから見られた。

「池や川の水中の小さな生き物」の学習では、ボルボックスや、ゾウリムシの仲間の観察及び飼育を行い、それらについての関心・意欲を高めるような授業づくりを行った。メダカの餌となる小さな生き物が動く様子を実際に見せることで具体的な体験を通して形づくられる理解を深めると考え、近隣の池や川でボルボックス（図9）やゾウリムシを探したが、見付けることができなかった。そこで大学の研究室に依頼して、分けてもらうことができた。観察に際しては目の細かい網でろ過して生き物の密度を上げて、見付けやすくしてから観察させた。観察した児童は動く生き物に関心を示し、特に動物性のプランクトンを積極的に観察していた。観察後は培養法も教えていただいていたので、生命を尊重させる態度を育てるために培養にも取り組む計画を立てた。観察するだけでなく児童自らが培養も行ったので、より小さな生き物に関心をもつことができた。その後、水中の小さな生き物に興味をもった児童の一人が、保護者の協力を得て、ミジン



図9 ボルボックス

コなどを含む水を採取して学校に持参した。そこで、その池の水の観察も行った。児童は、ただの濁った水だと思っていた池の水には無数の小さな生き物がいることを顕微鏡での観察を通して学んだ。また、これら小さな生き物を水槽のメダカが一生懸命食べる様子を観察したことで、他の生き物の命をメダカがもらうことで次の世代のメダカへと命が受け継がれていくことと関連付けることが出来たと考えられる。

ウ 実践事例③ 「台風と気象情報」「雲と天気の変化」

(7) 指導計画

○実施月：7月 全9時間（2時間+7時間）

○教具：球体スクリーン（直径1.5mの白い風船）

　　プロジェクタ レーザーポインタ U
S B カメラ ノートPC PCソフト
(京都大学大学院理学研究科地球科学融合部可視化グループ「ダジックアース」、岩手県立総合教育センター「インターバルショット」)



図10 球体スクリーン

(4) 単元のねらい

天気の変化を条件、時間、自然災害などに目を向けながら調べ、そこで生じた疑問等に対し主体的な問題解決を行い、気象現象の規則性についての見方や考え方を養う。天気の変化は、様々な気象情報などを使って予想することができる等、実際の自然や生活との関係についての理解を深める。

(5) 教材設定の理由および工夫

天気の変化の学習場面では、雲や台風の動きを通して、大気の流れを直感的に理解するには地球儀が最適であると考えた。本来大気の流れは日本付近といった小さな動きではなく、偏西風や貿易風など地球規模の大きな大気循環に大きく左右されているからである。そこで、上下や裏側といった多面的な視点を発想しやすい動画の投影法はないか研究した。今回のプロジェクトでは、太陽や月の満ち欠け、受精卵など球状の物を3次元的に表示する直径1.5mの球体スクリーン（図10）について、共同で教材研究を進めていたので、巨大な白い風船をスクリーンとしてプロジェクタから地球の画像を投影することを発案した。投影する画像は京都大学大学院が開発した「ダジックアース」というフリーソフトを使用した。このソフトは「日本に近づく台風」や「世界の海水温の変化」など様々な内容に応じて動画を投影する事が可能で、マウスの操作で画面上の地球を任意の方向に回転させることができる。スクリーンが立体である利点を生かし、一斉に約30人がスクリーンを囲んで観察をする計画を立てた。

雲の量や動きと天気の関係をとらえさせるためには、教科書にある黒く塗った透明半球を使った方法に加えて、ICT機器を活用した方法を考案した。現在、手軽にパソコンと接続して撮影のできるUSBカメラが普及している。今回はそれを4台用意し、いろいろな場所の教室の窓から空の様子を30秒おきに撮影することにした。パソコン上のデータであれば、児童が各自パソコン室で再生や停止したり拡大したりして、様々な方法で分析することができた。

(I) 授業実践とその考察

球体スクリーンに映し出された地球の映像を見た児童たちは、雲の動きをよく観察し、南の海上から北上してくる台風の動きや進路について理解することができた。さらに、北半球・赤道付

近・南半球で雲の動きの違いや地域による雲の発生の違いに気付く児童もいた。また、日本だけでなくアフリカの砂漠地帯や南米の密林地帯など、他の国や地域の様子についても見ることができたため、更に児童は雲と降雨の関係について多くのことに気付き、発表をしていた。さらに、他の児童の様々な意見を聞くことで、実感を伴った理解を得たと考える。このように、児童は球体スクリーンに投影された地球から、多くのことを学びとっている様子が見られた。

次にパソコンに接続したU S Bカメラで、任意の時間おきに空を撮影して、その画像を分析する方法で雲の動きの観察を行った。数時間にわたって一定の間隔で撮影をするのは、授業に支障があるので、「インターバルショット」という岩手県立総合教育センターが開発したフリーソフト（図11）を使用した。撮影した連続写真は動画編集ソフト「Windows ムービーメーカー」で0.2秒ごとに再生して児童に観察させる方法をとった。

どの場所を観察するのかについては、児童と話合いを重ね決定した。最初は普段見ている身近な景色がよいだろうという意見が出たので、まず自教室の窓から南の空を撮影した。その結果、雲はおおよそ西から東へ動いていくことに児童は気付いた。同時に雲はそれぞれ特徴があり、形を変えながら移動していることや上層の雲と下層の雲で動きや形が違うことなど、児童はパソコンで雲の動きや形、重なりなどを詳細に分析することで大変多くのことに気付くことができた。後日、台風の接近前に空を撮影したところ、先日とは正反対で雲は東から西へ動いていた。この意外な結果に児童の関心は高まり、様々な意見が発表されるなど積極的に原因の追及する様子が見られた。そして児童は、前時の台風についての学習で学んだことを基に、当日の天気図から風向を読み取り、なぜ雲が普段とは違う動きをするのかという疑問に対して、論理的な分析をすることができた。結論は台風が観測地の南東にあった影響で、台風の中心に反時計回りに吸い寄せられる雲が東から西へ動いていたのだが、このようにI C Tを活用して雲の様子の観察と分析を行ったことで、児童は学習のめあてだけでなく多くのことに気付き、風向きや雲の動きといった実際の自然と、天気の変化といった身近な生活との関係について考えることができた様子が、発言やノートの記述から見られた。さらに普段見ている景色を教材としたことで、本単元の学習後も窓の外の自然の変化に興味をもつ児童が増えた。

エ 実践事例④ 「流れる水のはたらき」

(7) 指導計画

○実施月：10月 全10時間

○教材：築山

教具：タブレットP C 電子黒板

(4) 単元のねらい

川や地面を流れる水のようすから侵食、運搬、堆積などの水の働きを観察し、そこで生じた疑問等に対し主体的な問題解決を行い、流水の働きをとらえるようにする。また、大雨などで急に水の速さや量が増えると、災害が起こることがある等、実



図11 インターバルショット 起動画面



図12 築山の川に水を流す様子

際の自然や生活との関係について理解を深める。

(ウ) 教材設定の理由および工夫

本単元の課題として、流れる水の働きの実験は室内で行う場合、ただスケールを小さくしただけでは浸食、運搬、堆積といった自然現象を机の上で再現することは大変難しい。また、野外で行うと自然に近い流れる水の働きが観察できるが、準備がとても大変なので演示実験が主になり全ての児童が多くの気付きを得るのは難しい。そこで児童が主体的に取り組み、豊かな気付きを引き出すには、少人数の班で自分たちの考えた方法で実験すること、ICTを活用して詳細に記録したり分析させたりすることが主体的な問題解決に有効であると考えた。また、本校には流れる水の実験に適した斜面がなかったので、運動場整備用の土を本単元の実施に合わせて学校で購入し、実験に役立てた。

(イ) 授業実践とその考察（資料1参照）

導入の場面において、児童の課題を見つける力を高めるため、増水による災害の写真や決壊した川の写真などを提示し、流れる水のはたらきにはどんな作用があるのかについて気付いたことを発表させ、その作用はどのような条件に影響を受けるのか考えさせた。さらに、土遊びの少なさなど生活体験の個人差を考慮して、土や水に自由に触れさせる場面を設定し、土や水の動きの特性を体験させた。あらかじめ運動場整備用の土を実験の時期に合わせて購入していたので、児童は流した水がゆっくり流れるように、土の山をゆるい傾斜になるまでならした後、班ごとに協力しながら川を作り水を流して様子を観察した。そこから、流れる水のはたらきについて気付いたことを出し合い、児童が疑問に思ったことを基に、流れる水の量、地面の状態、川の曲がり方等の研究テーマを決めた。研究については最後に発表会を開くものとし、各自で実験器具を自作したりタブレットPCで様々なデータを集める計画を立てたりした。後日、各班の研究テーマに関する推論について確認するための検証実験を行った（図12）。水の量と運搬する力の相関を調べるために、ペットボトルで自作の水路に水を流す実験、浸食作用について調べるために、流れた水に削られた土の量をザルとばかりで計量する実験等、実に柔軟な発想で多様な実験を行っていった。どの児童も各自が調べたい内容について主体的に取り組み、班で話し合いながら協働的に学習を進める様子が見られた。そして結果をノートに記録すると共に、タブレットPCを用いて動画や写真データで記録した後、分析を行った（図13）。発表会では電子黒板等を用いて、班ごとに研究テーマについて分かったことを発表し合った。土を掘るうちに、土の色が変化することに気付き、地層について考察した班や、追加実験として土と水をペットボトルに入れて放置し、粒の大小による堆積の違いを調べた班もあった。どの班も伝えたいことが上手く伝わるように、写真や動画を映し出して電子黒板の機能を活用して説明するなど、ICTを上手く活用することができていた（図14）。その後の授業では、流れる水のはたらき



図13 班ごとの分析の様子



図14 電子黒板の機能を活用した説明の様子

による地形の変化が身の回りの川でも起きているのかを調べる学習を通して、流れる水には長い年月をかけ、大規模に土地を変化させる働きがあることに気付いていった。これらの主体的な問題解決を通して、流れる水の働きと土地の変化との関係について理解を深めるとともに、自然事象について計画的に追究する様子が見られた。また、予想・実験・考察を少人数の班ごとに行い、考えを伝え合うことで、それぞれの思考を深め伝えることの楽しさを感じている様子が見られた。

才 実践事例⑤ 「タブレットPC用拡大鏡」

(7) 指導計画

○実施月：10月

○教材：生物の標本等

教具：タブレットPC 滑り止めクッションと液晶保護フィルムで作った拡大鏡

(4) 教材開発のねらい

5年生の理科においては、「花から実へ」では花粉の観察「メダカのたんじょう」ではメダカの卵や水の中の小さな生き物の観察など、肉眼では観察しにくい物の観察が多い。理科室で顕微鏡などを使用して観察するのも良いが、どこでも観察でき、手軽に記録することができれば、具体的な体験を通して形作られる理解が深まると考えた。そこで、タブレットPCやノートPCなどのカメラに装着して微細な物を観察できるようにする教具について研究した。

(5) 開発の概要および工夫

透明でレンズになりそうな物として、ガラスピーブや透明な滑り止めクッションなど数種類の物を用意して画像の見え方や使いやすさについて研究した。最初はガラスピーブを用いた拡大鏡を制作し、タブレットPC等のカメラに装着して観察した。ピントを合わせるのが難しいもののゾウリムシ（ブレファリズマ）等が動き回る様子が観察できた。次に透明な樹脂で様々な製品を作っている企業に問い合わせて、様々なサイズの半球状の製品を取り寄せた。直径が小さくなるほど拡大率は大きくなるものの、見える範囲が狭くなった。反対に直径が大きくなると台形に近い形でレンズとしては使えなかった。結論として直径6mmの物が最適だったので、小さく切った液晶保護フィルムに貼り付けた（図15）。液晶保護フィルムに貼り付けたのは、滑り止めの強い粘着面を、粘着力の弱い液晶保護フィルムにあらかじめ貼ることで、脱着を容易にするためである。透明な滑り止めクッションはD.I.Yショップで手軽に入手でき、安価なので一人に一つ持たせて観察に使用することができた。

(I) 観察の様子と考察

9台のタブレットPCを用意し、クラスの児童と開発したレンズで採取しておいた花粉や髪の毛、服の繊維、セミの抜け殻など、いろいろな物を観察した（図16）。顕微鏡や虫眼鏡では一人ずつしか観察できないが、数人で一緒に観察できることで、普段自然観察に積極的でない児童も、観察する物を積極的に探したり、気に入った画像をいくつも保存したりするなど主体的に行動する様子が見られた。児童は、様々な物を自由に観察することで、小さな世界への興味が更に高まった。後日、児童の日記からも小さな物を観察することの樂



図15 装着した様子



図16 セミの抜け殻

しさについての記述が見られた。また、使用したレンズは持ち帰らせたので、児童は自宅でもたくさんの素材の観察を行い、気付いたことを保護者と話し合うことができた。その結果、保護者からも、「子どもと一緒に様々な物を観察して自分も楽しくなった」という連絡があった。このように、自分で様々な物を観察しようとする関心が高まったり、保護者や友だちと協力して観察する物を探し回るなど、協働的に探究活動を行う様子が見られた。

今回の拡大鏡を活用した観察では、タブレットPCを使用することにより、写真撮影や電子黒板を使用したデータの共有が簡単になり、多くの身の回りの物を対象物として詳細に観察することができ、主体的な学びを支える観察において大変有効であった。

5 桜井市立朝倉小学校の研究

(1) 研究期間 平成27年5月～12月

(2) 研究対象 第6学年 児童28人

(3) 実践前の対象児童の実態

教員の指示に従い行動することができる児童が多い。しかし、自分たちで考えて行動する点は苦手である。理科の授業についていえば、興味をもって学習を行っているものの、身の回りの不思議に思ったことに対して、深く追究して考えようとする児童は少ない。特に結果を基に考察することが苦手な児童が多いので、自分の考えをグループで共有し、様々な考え方につれて触れて学びを深めていきたい。児童が興味をもつような身近な物を使って学ぶことで、授業に変化をもたらせ、児童の主体的・積極的な学びに結び付けていきたい。さらには、生活場面から課題が見えたときに、学習の成果を生かし、自ら考え学びを広げ深めていってほしいと考える。

(4) 実践の概要

観察、実験の機会だけでなく、予想や考察の場面においてもペアやグループで協働的に活動させることで、児童がより主体的に学習に取り組めるように工夫した。

また、児童がより実際の生活や自然との関係が意識できるように、特別な物を使わず身近な物で有効な教材・教具を作ることを目標に取り組んだ。

ア 実践事例①「ヒトや動物の体」

(7) 指導計画

○実施月：6月 全9時間

○教材：ヒトや動物の体に関する資料

教具：タブレットPC 脈拍測定ソフト（Cardio, Inc. 「Cardio」）

(4) 単元のねらい

運動と脈拍数の変化について調べるなど、具体的な体験を通して形づくられる理解を高めたり、資料を活用したりして、呼吸、消化、排出及び循環の働きを推論しながら調べ、人及び動物の体のつくりと働きをとらえるようにする。

(5) 教材設定の理由および工夫

以前6年生の担任をしていたとき、脈拍を自分の指で感じ、測定することができない児童が数名いた。全員が自分の脈拍を測定することができ、その結果を基に運動と脈拍数の変化について考えることができるようになるにはどうすれば良いか考えた。そこで、わずかな顔色の変化を読



図17 タブレットPCでの脈拍測定

み取り、10秒ほどで脈拍を測定する、タブレットPC用の「Cardio (心拍数計)」というソフトを使う方法と、自分の指で手首の脈拍を測る方法の2種類を併用して測定することにした。このようにすることで、脈拍を自分の指で感じることが難しい児童も、容易に結果を測定し考えることができる。また、2通りの方法で測定することにより精度が高まり、脈拍数の変化について理解が深まると考えた。

(I) 授業実践とその考察

日常生活において、胸に手を当てて心臓の動きを感じたことがある児童は多くいた。しかし、脈拍の測定を以前に行ったことがある児童は、学級でわずか1名と少なかった。運動後に脈拍が増えるかという予想では、「増える(2名)」「変わらない(26名)」「減る(0名)」であった。

まず、安静時の脈拍を指とタブレットPCで測定し記録した(図17)。安静時の測定では、自分の脈拍を指で感じることができず、測定できない児童が1名いた。ペアで脈拍数を確認し合い、人によって脈拍数は違うことを押さえた上で授業を進めた。その後、1分間の運動の後、指で脈拍を測定した。時間をおき、再び1分間運動した後、次はタブレットPCで測定を行った。タブレットPCでの測定では、とても意欲的に測定している様子が見られた。考察の場面では、測定の結果からどのようなことが分かったのか各自に分析させた後、ペアでワークシートを見せ合い、話し合わせた。児童は、お互いの結果に共通していることについて話し合う活動を通して、運動後に脈拍がどのように変化したのかについて活発に話し合うことができた。

成果としては、脈拍を指で測定することが難しい児童が、ソフトを活用して測定できることで、意欲的に実験に取り組めたことが挙げられる。心拍の様子が心電図のようにグラフで正確に表されることに加え、10秒ほどで計測できる手軽さから、どの児童も大変意欲的に実験に取り組めた。全ての児童が脈拍の増加に気付き、3名の児童においては速くなる理由について、運動と酸素の必要量について仮説を立てていた。また、ペアで交流しながら学習を進めることで、自分の結果だけでなく、ペアの結果も踏まえて考えることができたことは、対話的な学びにつながり、実感的な理解が深まったと思われる(図18)。

イ 実践事例②「植物のつくりとはたらき」

(7) 指導計画

○実施月 7月 全7時間

○教材：校内の植物の葉

教具：ワークシート 水のり 木工用ボンド 顕微鏡

(4) 単元のねらい

植物内の水の行方や葉で養分をつくる働きを調べ、実際の自然や生活との関係への認識を含む理解を深める。校内の植物の詳細な観察を行い、植物の養分と

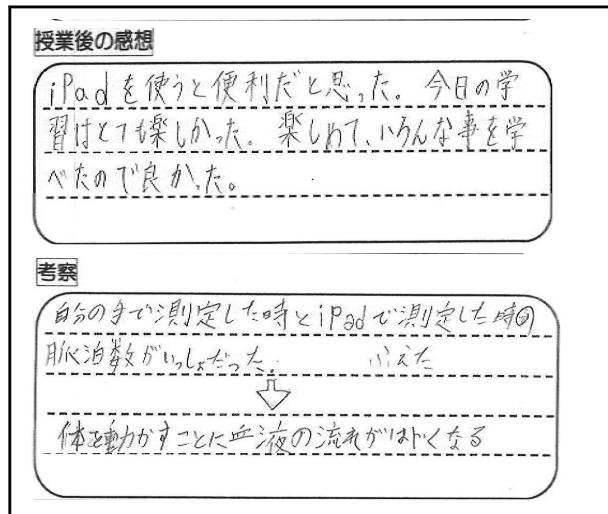


図18 考察・授業後の感想



図19 気孔を観察する様子

水の通り道についての考えをもつことができるようとする。

(ウ) 教材設定の理由および工夫

植物が呼吸や光合成のためにガス交換を行う器官である気孔を観察するには、ツユクサなど葉の柔らかい植物の表皮を手やはさみで薄く剥がす必要がある。しかし、その方法では、繊細な作業の苦手な児童にとっては難しかったり、いろいろな植物について調べようと思っても、全ての植物が剥がせるわけではなかったりする。そこで、スンプ法（接着剤などで検鏡材料の透明レプリカをとることにより、その表面構造を観察する方法）を活用し、気孔を観察することにした（図19）。実際のスンプ法では薄い樹脂片と有機溶剤を使用するのだが、児童が実際に扱う物であるので、有機溶剤の有害性を考慮して水溶性の接着剤から選んだ。植物の種類により、接着剤をはじいてしまう物があることを想定して、水のりと木工用ボンドの2種類の接着剤を同時に使用することにした。

(イ) 授業実践とその考察

あらかじめ校内に生えている植物26種の写真を撮影し、生えている場所や拡大写真が入ったワークシートを作成した。それを26人の児童に1人1種分ずつ配布し、その写真の植物を運動場や中庭などから見付け出させた。その際、見付けた場所をワークシートの地図上に記録し、同時に葉を数枚採取するという課題を与えた。児童は「どこかで見たことあるけど、分からへん。」などと言いながら、意欲的に校内を歩き回って探していた。戻ってきた児童には、見付けた葉の裏に木工用ボンドと水のりを薄く塗らせた。3～4時間乾燥させると木工用ボンドや水のりは透明な膜状になるので、それを丁寧に剥がして顕微鏡で観察させた。膜は観察しやすく気孔の形がはっきりと見て取れる物であった（図20）。気孔を見たことがなかった子どもたちは、くっきり見えてとても驚いていた。また、植物によって気孔の形が多少異なることから、見比べながら観察を行うことができた。気孔の様子をワークシートに書き込み、色を塗り、完成させた（図21）。

成果としては、採取した全ての植物の気孔を見ることができたことである。水のりをはじいてしまう植物でも木工用ボンドなら上手く型どりできたり、その逆もあったりしたので2種類の接着剤を使用したことは良かった。多くの種類を学級全体で分担して観察、記録したことにより、一人一人が自分の役目の大切さを実感しながら一冊の気孔図鑑を作り上げることができた。観察の結果、気孔も植物の種類が多様であるようにいろいろな形をしていることを知ることで、生物の多様性を実感する良い機会になった。前時で葉の蒸散の実験をし、この観察の後、光合成による酸素と二酸化炭素の割合の変化について実験したことで、気孔の役割についての理解は更に深

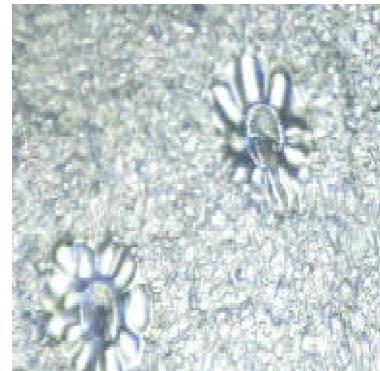


図20 カボチャの気孔

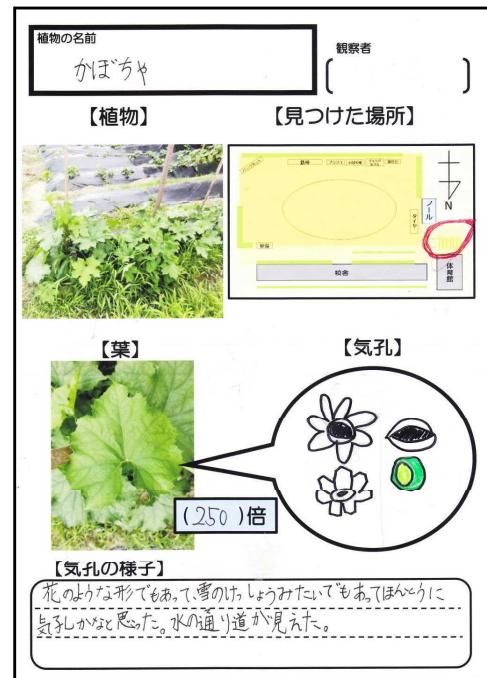


図21 気孔図鑑用ワークシート

まったく考えられる（資料2参照）。

ウ 実践事例③「植物と水」

（7）指導計画

○実施月：7月 全7時間

○教材：校内で採集したり自宅から持参したりした植物

教具：錠剤入れと竹串等で自作した実験器具 切り花用粉末染料

（1）単元のねらい

植物に着色した水を吸わせ、茎や葉などを切って、その体の内部のつくりを観察することから、具体的な体験を通して形づくられる理解を高め、植物の体内には水の通り道があり、すみずみまで水が行きわたっていることをとらえるようにする。

（2）教材設定の理由および工夫

本単元の学習ではよく食紅が用いられたりするが、食紅を濃くするとすぐ枯れてしまったり、薄くすると茎を切ってもどこを色水が通ったのか観察できなかったりする。そこで切り花用粉末染料という植物に負担をかけない薬品で作られた染料を使用することにした。また、本単元の学習の前に教科書の資料で、花びらごとに別の色に染まった花の写真を見た児童より、「これらの花を自分たちも作ることができるのだろうか。」と問題提起があったので、班ごとにその問題解決のために取り組むことにした。しかし、切り花染色液は高価で、少人数での主体的な実験を行うには、費用が高くなることが分かった。そこで、本単元の実験の前に染料が少なくて済む実験器具の製作は授業者が行った。

教員が事前に予備実験をしてみると、植物は予想通りには染まらなかった。また、茎を裂いて色水につけると、裂き方によって植物が様々な染まり方の違いを見せることが分かった。さらに、色水の色によって染まる早さや濃さも違うことが分かった。そこで、児童の主体的な問題解決の力を高めるため、茎の裂き方や色水の選択など条件を制御させて実験させることにした。ところが、いろいろな容器を用いて自分が行った予備実験では、多くの植物は裂いた茎を別々の容器に入れようとすると折れた。そこでできるだけ小さな容器が接近して並んでいる物を探し、錠剤を分けて保存する容器が最適であることが分かった。そこでその容器を木の板に固定して安定させ、植物が倒れないように竹串で支柱を接着し

「色水の吸い上げを観察する器具」を製作した（図22）。この器具では茎が折れなかつたので、それを班の数だけ準備して授業で使用した。その際、児童がより協働的・主体的に実験に取り組むことを意図して次の点を工夫した。

○植物は予想通りには染まらないことが予想されるので、班ごとに4色の切り花染色液の中から実験に適した色を相談して選ばせ、どのように色がつくのかを班で話し合い、予想を立ててから実験を行わせる。

○児童が主体性を発揮することで、実験への関心が高まるように、植物は教員が用意せず、運動

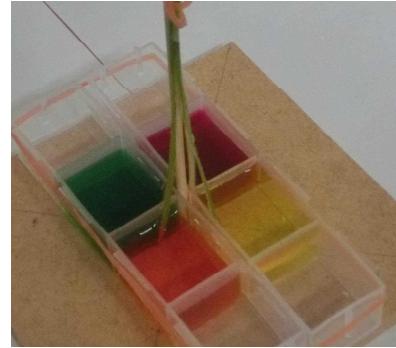


図22 自作した実験器具



図23 色水を吸わせる実験

場に咲いているキク科のヒメジョオンやアジサイなど、児童が実際に選んで採集してきた身近な植物や、家庭から持ち寄った植物を使用する。

(I) 授業実践とその考察

実験の前に運動場に花を取りに行かせ、長さを切りそろえ実験に不要な葉を取り去るなどの準備をした。実験では最初に茎の下から5cmほどの部分をカッターナイフで4つに裂いた。次に4色の切り花染色液を容器に入れ、それぞれの色水に茎を入れ（図23）、時間の経過とともにどのように変化するのか観察させた。そして、予想との違いについて話し合わせたり、班ごとの結果の違いについて交流させたりした。その後、観察を続けると2時間ほどで色の変化がはっきりと現れ始めた（図24）。予想に反して葉や花の付け根から染まるのではなく先端から染まっていったり、茎の上下の節で別の色に染まったりするなど、誰も予想しなかった結果が現れ始めたので、どの班の児童も実験が終わるまで、どの部分がどのように色が変化するのか注意深く観察していた。

成果としては、児童から発した疑問を課題として設定したこともあり、どの班もとても主体的に活動できたことが挙げられる。また、今回の実験においては、協動的な学びの要素を取り入れるため、4人班で取り組ませた。まず各自で実験の工夫について考えさせ、次に考えを持ち寄ることで、実験の工夫がブラッシュアップされ更に良いものになると考えたからである。児童は4人の班で活動することで、色の変化の予想や結果の考察について活発な話合いを行うことができていた。その一例として、4色使用しているにも関わらず、花びらの色は1色だけの班があった。その結果について4人で考察を重ね、茎を切るときに均等に切ることができず、太い茎が1本と細い茎が3本になってたことが原因であるという答えを導き出した。このように、個々の児童に細かなところまで観察する力が育ち、班でしっかりと協力することができたことが今回の成果であると考える。

エ 実践事例④「ものの燃え方と空気」

(7) 指導計画

○実施月：7月 全8時間 11月 全3時間

○教材：アルミ缶 紙パック 白米 アルミホイル

教具：赤外線温度計 はかり 計量カップ ワークシート

軍手 マッチ等

(4) 単元のねらい

物を燃やし、物や空気の変化を調べ、燃焼の仕組みについての考えをもつことができるようとする。物を長く燃え続けさせるには、空気の通り道をどのように作ればよいのか考えることができるようとする。また、災害時の備えとして空き缶等身近な道具を使って、米を炊くことができることを実感する。

(5) 教材設定の理由および工夫

本学級には自分で火をつけたり、物を燃やし続けたりする経験をしたことが無い児童が少なからずいる。そこで、物の燃え方についての知識を生活の中で活用する場面を設定し、燃焼の仕組みについての考えをもつことと、理科の学習と実際の生活との関係について認識を高めるため本



図24 色水を吸わせる実験の結果



図25 サバイバル飯炊き

実践を行った。

本実践では、東京新聞（Web版）で紹介されていた「サバイバル飯炊き」という、アルミ缶2本と紙パックで米を炊く方法を参考にして教材化を行った（図25）。空気の流れや、燃える物の配置など、科学的に条件制御を行う力をつけるため、実験前の考察（図26）を個人で綿密に行った後、ペアで協力して実験を行わせた。

（I）授業実践とその考察

・ 1回目の授業の様子（7月）

授業では、炊飯という目的を達成したいという願望もあり、継続して牛乳パックを燃やし続けることに児童がとても意欲的に取り組むことができていた。しかし、火が消えてしまうペアがたくさん現れた。一定の火力で燃やし続けるのは難しく、火に紙パック（燃料）をどのタイミングで入れればよいか児童は考え続けていた。児童は、「どうすれば長時間火を消さずに燃やし続けることができるのだろう。」という問題意識をもち、考え続けることができた。学習後の振り返りでは、身近な物で米が上手に炊けたことに対する喜びや、今回の実験結果を生かしもう一度実験を行いたいという感想が多く見られた（図27）。そこで2学期末に再度実験を行うことを予告し、それに向けての改善点について「空き缶の穴の開け方」「紙パックの入れ方」「空気の送り込み方」の条件に絞って考えさせた。児童からは「空き缶の強度を下げずにもっと穴を開けるアイデア」や「紙パックの先を火が燃え移りやすいようにする工夫」など、様々な考え方が出された。

・ 2回目の授業の様子（11月）

7月の実験の後、11月に2組のペアは前回と同じメンバーにして、前回の考察した内容を生かし「空き缶の穴の開け方」「紙パックの入れ方」「空気の送り込み方」について再度考察を行い、各ペアで改良を加えて行った。また、物体の発する赤外線の強さで温度を測る装置を9台用意し、安全に缶の温度上昇を計測しながら実験を行った。これにより目に見えない内部の温度変化から紙パックの燃焼状態を把握し、実験後の分析に役立てた（図28）。

2回目ということもあり実験途中で火が消える回数が減ったペアが多かった。自分たちで考えた工夫をいくつも加えて実験しているので、主体的な問題解決を行うことができていた。また前

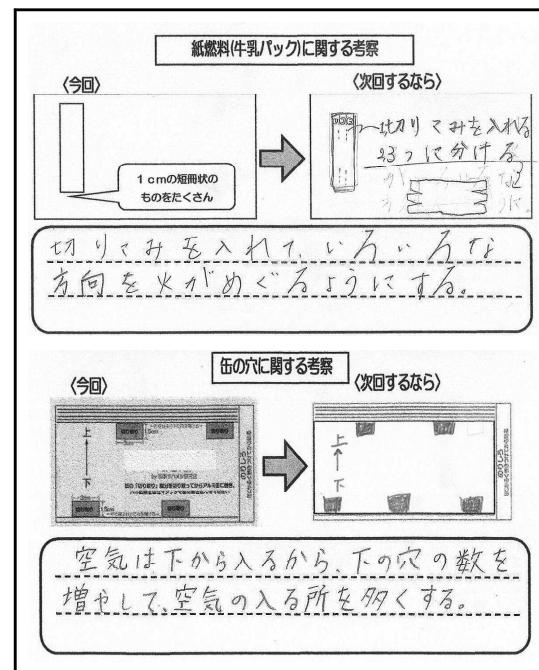


図26 実験前の考察

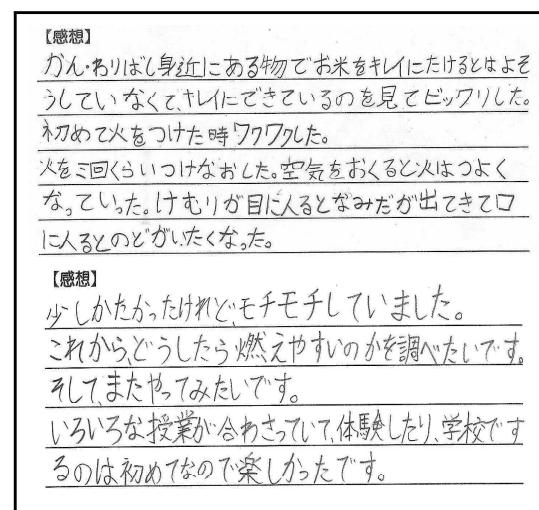


図27 授業後の感想

回以上にペアで意見を出し合いながら協力し、順調なペアは、困っているペアを進んで助けに行くなど、2人の学びが4人の学びへ、4人の学びが6人の学びへと積極的な知識の伝達が見られた。

・2回の授業後の考察

成果としては、学んだことを生活に生かそうとする意識がとても高まったことがあげられる。児童の振り返りカードからもそのことが明確に読み取れた。一例として、自分たちが数人がかりで行った、「温度を測りながら火力を調節する。」ということを、炊飯器が自動で見えることから、科学技術のすごさを改めて認識した児童がいた。また、自然災害と防災について関心をもったりするなど、日常の生活と関連した様々な気付しがあった。授業者自身も、児童の主体的な問題解決の力を育てることの大切さに気付かされた。

オ 実践事例⑤「水溶液の性質」

(7) 指導計画

○実施月：10月 全10時間

○教材：ムラサキゴテン 児童が自宅から持ち寄った水溶液
うすい塩酸 うすい水酸化ナトリウム水溶液

(イ) 単元のねらい

いろいろな水溶液の性質について手作りの指示薬を用いて仲間分けする実験を行い、水溶液の性質について推論するとともに、それらについての見方や考えをもつことができるようとする。

(ウ) 教材設定の理由および工夫

本単元の学習は、現在使用している教科書では、ムラサキイモの粉末やムラサキキャベツを身近な指示薬の材料として扱っている。しかし、あえてそれらを購入すること無く、身近に生えている野草や園芸植物で代用できれば、植物への関心が高まり、自然に関する知識の有用性を実感できるのではないかと考えた。また、花びらや葉から色水を作る方法は幼児体験の中で知っており、それを楽しいと感じる児童も多いので、楽しみながら実験を行うことができると考えた。その後小学校付近で採集したヨウシュヤマゴボウやオキザリスなど、いくつかの赤い色素をもつ植物で予備実験を行った結果、本校運動場に生えているムラサキゴテン（図29）が最も適していたので、その葉から色素を抽出し指示薬として使用することにした。

(エ) 授業実践とその考察

事前準備として、1学期の終わり頃から校内に生えていたムラサキゴテンの枝を切って挿し木で苗をたくさん作っておいた。実験で大量に使って無くなってしまうと来年度以降困るからであ

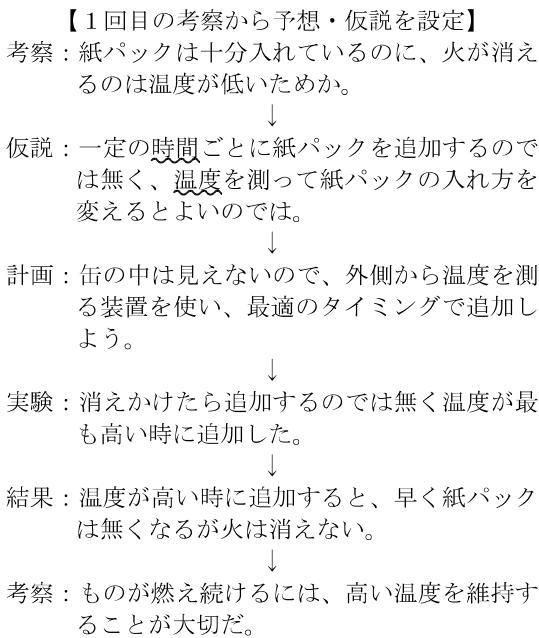


図28 ある班の問題解決の流れ



図29 ムラサキゴテン

る。丈夫な植物なので苗はどんどん増え、10月には今年度の実験では使い切れないほどに増えた。実験前日には葉だけをたくさん採集し、はさみで細かく刻んでから少量の水と袋に入れてもみ色素だけをろ過して取り出しておいた。ろ過することにより余分なゴミや葉緑体が取り除かれて、澄んだ指示薬を作ることができた（図30）。実験当日には児童に酢や洗剤など、性質を調べてみたい水溶液を自宅から持ってこさせるなどして準備させ、ムラサキゴテンから作った指示薬で実験を行った。

ムラサキゴテンから作った指示薬の色は紫色というより、赤紫に近い色であった。そのため、赤色に変わる「酸性」への変化は少し分かりにくかった。しかし、その分、児童は色の変化をしっかりと見ようとしていた。反対に、黄色に変わる「アルカリ性」への変化はとてもよく分かった（図31）。実験後の発表では、「ムラサキゴテンが○色から△色に変化したので、□性です。」というように、論理的に思考し、根拠も言葉にして表すことができていた。ムラサキゴテンはいろいろなところに生えている園芸植物であり、日本在来の植物の生存を脅かすほどの繁殖力も無いので校内の隅に植えておくといつでも実験に使用できるというメリットがある。まとめでは、酸性には、食べ物に関する水溶液（酢やレモン）があり、アルカリ性には、洗剤など食品以外が多いことに気が付く児童もいた。

成果としては、ムラサキゴテンを指示薬として使うことで児童が身近な植物に興味をもつききっかけとなった。児童は普段何気なく見ている植物が、水溶液の性質を調べる指示薬になることに、とても驚いていた。また、5年生の時に習得した「ろ過」の技術が役立つことに気付けたり、植物の潜在的な力に気付くきっかけにもなったりしたので、ムラサキゴテンは教材として活用できると考えられる。

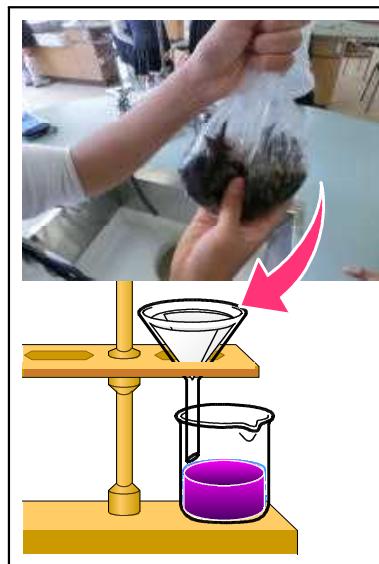


図30 指示薬を作る



図31 色の変化の様子

6 成果と課題

(1) 成果

研究の前後で児童の意識がどのように変化したかを調査するため、平成27年度全国学力・学習状況調査の質問紙調査を基に13の質問項目を作成し、6月と11月にアンケートを無記名式で実施した（資料3参照）。選択肢は、4：そう思う、3：どちらかと言えばそう思う、2：どちらかと言えばそう思わない、1：そう思わないの4件法とした。質問項目は全部で13項目設定し、6月と11月で同じ質問内容で実施した。帯グラフ中の数字は、各選択肢を選んだ人数を表す。

本実践の成果として、図32に見られるように5年生では教材の提示方法を工夫し、実物に触れる等、④理解を深める取組を多くしたこと、「⑨理科の学習で自ら調べる」に関して、「4：そう思う」と肯定的な回答をした児童が6人から13人に増えた。このことは、児童の主体的に学ぼうとする力が高まったことを示している。

また、「⑩理科の時間に学んだことを家の人に話す」において「4：している」と回答した児

童が10人から15人に増えた。このことは、⑧理解を深める取組を通じて、問題解決の中で意見の交換を行い、自らの考えを論理的に整理できたことで、児童の情報発信能力が高まったことを示している。

さらに、自然や生活との関係への認識を高め、⑨理解を深める取組を多くした6年生では、「②理科は大切だと思う」や「④理科は生活や社会に役立つと思う」において「4：そう思う」の回答が増加した（図33）。このことは、科学的な知識が自分たちの生活に役立っていると実感し、理科の学習に対する意識が高まったことを示していると考えられる。

児童の日記やワークシートの記録において、授業プランに基づいた「ものの燃え方」の実験の直後では、家庭での会話に、理科の授業に関する話題が登場したという記述が多く見られた。⑧理解を深めようとした結果、情報発信能力の向上が見られた。

これらの成果に加えて、本実践の成果物として、独創的なものとして気象や天体の学習で活用できる「風船スクリーン」、樹脂の滑り止めで作った「タブレットPC拡大鏡」、色分けすることで水の流れが分かりやすくなった「色水の吸い上げを観察する器具」、一度植えておけばいつでも作れる「ムラサキゴテンの絞り汁で作った指示薬」等、約半年で多くの教材・教具を開発することができた。

本実践では、開発した教材・教具を用いた観察・実験の後、児童に感想を書かせた。その感想の中で多かったのは、「もう一度やってみたい。」と「○○が不思議だった。」という回答であった。「もう一度」の前には、「楽しかったから」「失敗して悔しかったから」「他の条件で試してみたいから」等の言葉が書かれていた。この中で注目したいのは「他の条件で試したい」という心情で、これこそが「実感を伴った理解」に根ざしたものでないかと考える。一つの知識を自分のものとし、次のステップへと主体的に発展させたいという心情を、児童の心に芽生えさせたことが今回の実践の成果ではないかと考える。特に6年生では、「卒業前に学級で何かもう一度したいことはないか？」という教員の問い合わせに対して、児童が「アルミ缶を使った燃焼実験」と回答したので、卒業前に3度目の実験を行ったという。

また、小学校理科においては、児童自らが問題を見つけることから学習が始まるため、児童の中に「なぜ」や「不思議だ」という感覚をもたせることは、問題を見付けることに大きな意味をもつ。そのため、感想の中で多かった「○○が不思議だった。」という回答は、教員が大切にしなければならない児童の気付きである。自作の教材・教具であるが故に、教

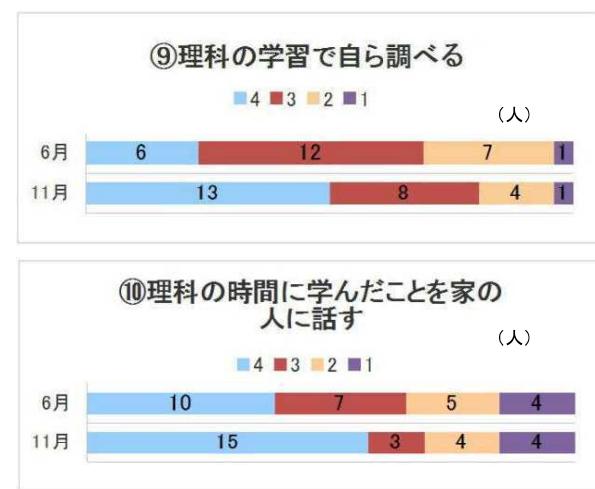


図32 アンケート結果⑨⑩（5年生）

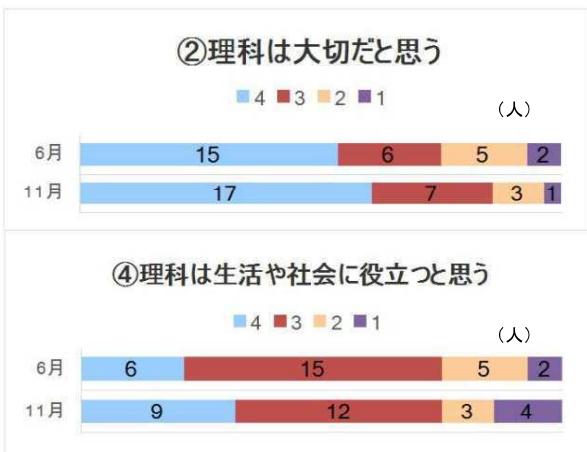


図33 アンケート結果②④（6年生）

師が十分予備実験をしても予想外の結果が出てしまうことが少なからずあった。児童の心に疑問の生まれた瞬間を見逃さず、この内発的な疑問を問題解決の主題として次の学習へつなげていくことが「実感を伴った理解」を深めるために重要と言える。このプロセスの重要さを「授業モデル」を用いた実験等で検証できたことも今回の成果であると考える。

(2) 課題

本実践では、実験方法を考えたり、結果から考察させたりする場面で、ペアやグループでの活動を多く取り入れた。その際の児童の行動観察や発言を聞いて感じた一番の留意点は、観察や実験において少人数での活動が主になる場合、指導者が個々の児童の問題意識を高めたり、意見を出やすいうように支援をしたりするファシリテーションが重要になることである。それができない場合、課題のある児童が必要以上に友達に頼りすぎてしまうなど、主体的な問題解決につながらない事例が見られた。少人数にする分、班の数が増えるので、指導者は活動の効果を上げるために、班の実態に応じた支援を行う必要がある。今回の実践の中で、児童の行動観察をしていた時、グループ学習において積極的な児童が周囲に気を配らず話し合いを進めたので、消極的な児童が話し合いに参加しにくくなっていたという事例もあった。これでは学び合いにより高まる学習の場が確保できなくなってしまう。教員自身がペア学習やグループ学習での意義を理解するとともに、ファシリテーションの重要性を認識することが必要である。

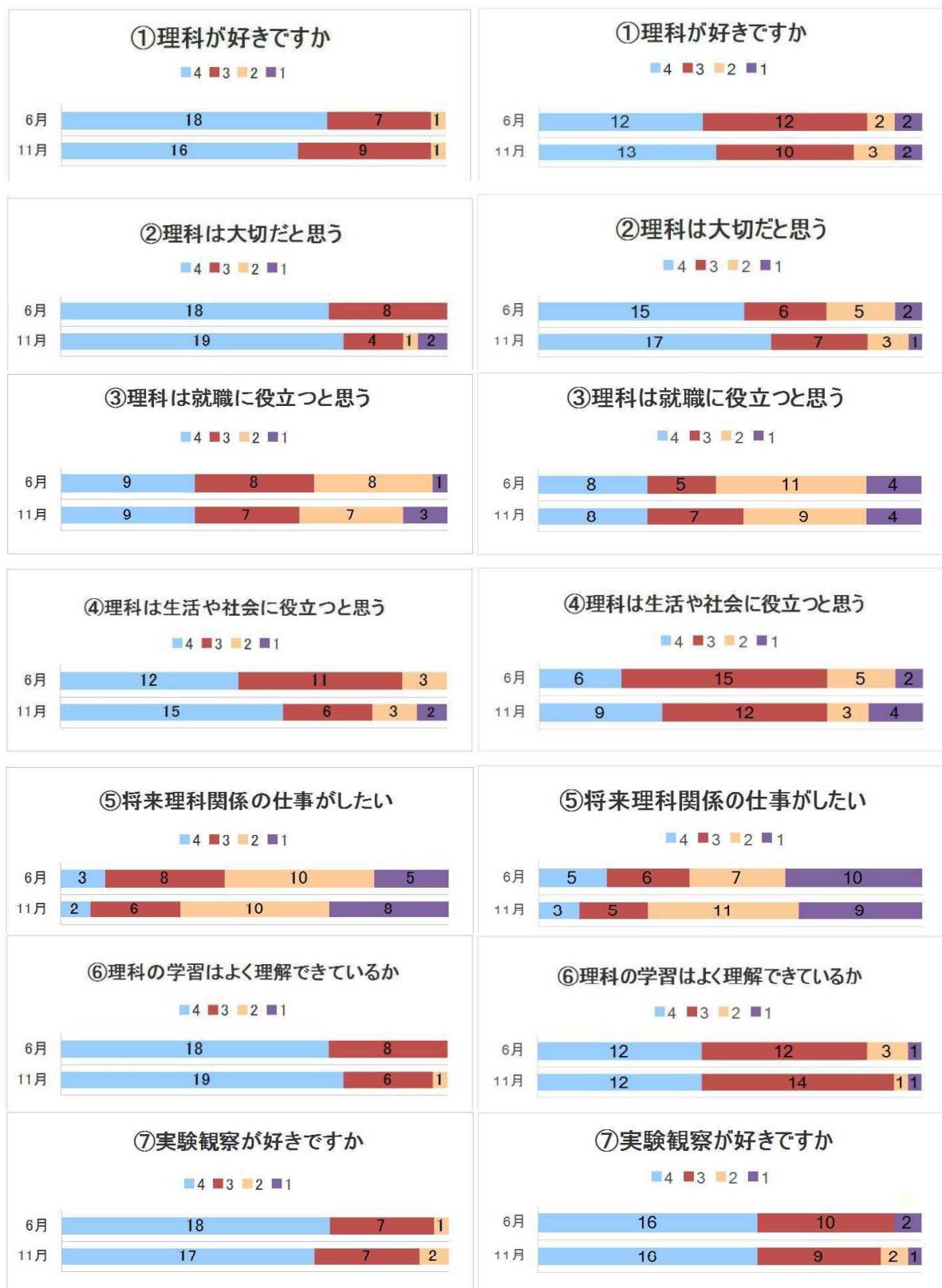
また、「活動あって学びなし」といった状況にならないように「どのように学ぶか」を常に考慮し、学びの質や深まりを重視するため、緻密に計画された授業デザインに、これらの教材・教具を効果的に落とし込んでいくことが重要であるということである。今回の実践では、図5で示した授業プランに基づいて、流れる水のはたらきや物の燃え方の実験に際して「予想・仮説の設定」と「考察」を丁寧に行ったが、全ての実験においてこのプロセスは大切にしなければならない。

参考・引用文献

- (1) 国立教育政策研究所(2008)『平成27年度 全国学力・学習状況調査 調査結果資料』
- (2) 文部科学省(2008)『小学校学習指導要領解説理科編』東洋館出版社
- (3) 中央教育審議会(2014)「初等中等教育における教育課程の基準等の在り方について(諮問)」
- (4) 国立教育政策研究所(2011)『評価規準の作成、評価方法等の工夫改善のための参考資料【小学校理科】』教育出版
- (5) 文部科学省(2011)『小学校理科の観察、実験の手引き』
- (6) 文部科学省(2014)『初等中等教育における教育課程の基準等の在り方について(諮問)』
- (7) 山本 剛(2015)「小学校教員の理科教育に関する意識についてー小学校教員の理科教育に関するアンケート調査の結果からー」『奈良県立教育研究所 平成26年度研究紀要・研究集録』
http://www.nps.ed.jp/nara-c/gakushi/kiyou/h26/03_0_kiyou_yamamoto_1.pdf
- (8) 京都大学大学院理学研究科 地球科学融合部可視化グループ「ダジックアース」
<http://www.dagik.net/>
- (9) 岩手県立総合教育センターWebカメラインターバル撮影ソフト「Interval shot」
http://www1.iwate-ed.jp/tantou/joho/material/interval_shot/index.html

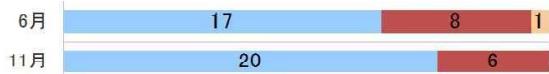
織田小 高山学級 (N=26)

朝倉小 頃橋学級 (N=28)



⑧予想のもとに実験しているか

■ 4 ■ 3 ■ 2 ■ 1



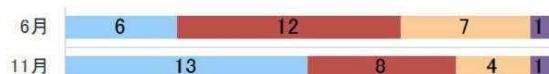
⑧予想のもとに実験しているか

■ 4 ■ 3 ■ 2 ■ 1



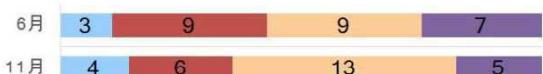
⑨理科の学習で自ら調べる

■ 4 ■ 3 ■ 2 ■ 1



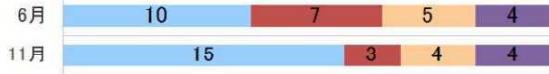
⑨理科の学習で自ら調べる

■ 4 ■ 3 ■ 2 ■ 1



⑩理科の時間に学んだことを家の人に話す

■ 4 ■ 3 ■ 2 ■ 1



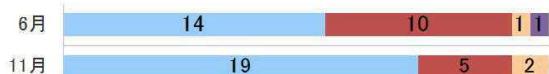
⑩理科の時間に学んだことを家の人に話す

■ 4 ■ 3 ■ 2 ■ 1



⑪科学は国の発展に重要だと思う

■ 4 ■ 3 ■ 2 ■ 1



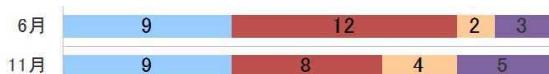
⑪科学は国の発展に重要だと思う

■ 4 ■ 3 ■ 2 ■ 1



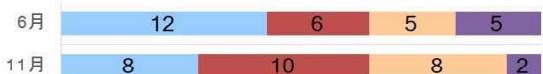
⑫博物館・科学館に行くのが好き

■ 4 ■ 3 ■ 2 ■ 1



⑫博物館・科学館に行くのが好き

■ 4 ■ 3 ■ 2 ■ 1



⑬理科は面白いと思う

■ 4 ■ 3 ■ 2 ■ 1



⑬理科は面白いと思う

■ 4 ■ 3 ■ 2 ■ 1

