

学 位 論 文

小学校地学関連内容の指導に
おける課題と展望

広島大学大学院教育学研究科 文化教育開発専攻

D 0 7 4 8 1 8

藤 川 義 範

目次

第1章 背景, 先行研究, 問題の所在	7
1.1 本研究の背景	8
1.2 先行研究	12
1.2.1 幼・保と小のつながり, 生活科と理科のつながり, 小学校と中学校の理科のつながり	12
1.2.2 学校外と連携した理科の授業	13
1.2.3 理科および地学関連内容における観察とその記録	14
1.3 問題の所在	15
第2章 本研究の目的と計画	18
2.1 本研究の目的	19
2.2 本研究の計画	20
2.2.1 実践研究計画の概要	20
2.2.2 理科につながる生活科学習の検討	20
2.2.3 小学校中学年理科の学習の検討	21
2.2.4 小学校低学年の観察記録の検討	21
第3章 実践的検証	22
3.1 小学校第2学年 「風車 (かざぐるま)」 (①理科につながる生活科の学習の検討)	23
3.1.1 本実践研究の背景と目的	23
3.1.2 風車 (かざぐるま) の開発	24
3.1.3 風車の製作方法	25

3.1.3.1	風車“Ａタイプ”の製作方法	25
3.1.3.2	風車“Ｂタイプ”の製作方法	26
3.1.4	活用の概要	27
3.1.4.1	生活科で実施した例	27
3.1.4.2	親子教室で紹介した例	29
3.1.4.3	理科につながる活用の例	31
3.1.4.4	小学校教員研修における活用の例	31
3.1.5	「風車」の評価，生活科-理科のつながり	31
3.2	小学校第３学年 方位：「太陽と地面」	
	(②小学校中学年理科の学習の検討)	44
3.2.1	本実践研究の背景	44
3.2.2	児童生徒の方位認識における課題	45
3.2.3	本実践研究の目的，方法，内容	46
3.2.3.1	本実践研究の目的と調査方法	46
3.2.3.2	調査１の内容	47
3.2.3.3	調査２の内容	47
3.2.4	方位認識の実態とその認識を高めるために有効な指導の工夫	48
3.2.4.1	調査１の結果	48
3.2.4.2	方位指導の概要	48
3.2.4.3	調査２の結果	50
3.2.5	方位認識の定着について	51
3.2.5.1	第４学年での継続調査	51
3.2.5.2	調査３・４の結果	52
3.2.5.3	方位認識が定着不十分な児童について	54
3.2.6	小学校中学年における方位認識の実態と指導の視点	55
3.2.7	小学校第４学年「月と星」における方位認識	56
3.2.7.1	「月と星」の学習	56
3.2.7.2	「月と星」の学習に関する方位の指導と課題	56
3.2.7.3	「月と星」の学習までの方位認識	57
3.2.7.4	星の学習における方位	57
3.2.7.5	月の学習における方位	58

3.3	小学校第2学年	石の観察：「石のしょうかい」 (③小学校低学年の観察記録の検討)	71
3.3.1	本実践研究の背景		71
3.3.2	本実践研究の目的		71
3.3.2.1	理科における観察と記録		71
3.3.2.2	低学年における観察と記録		73
3.3.2.3	本実践研究の目的		74
3.3.3	本実践研究の方法		75
3.3.3.1	本実践研究の方法		75
3.3.3.2	調査の概要：授業		75
3.3.3.3	調査の概要：記載状況の抽出・データ化		76
3.3.4	各観察の様子		78
3.3.4.1	観察1（言葉による観察記録）（中粒花崗岩；観察記録 時間 25 分間）		78
3.3.4.2	観察2（言葉による観察記録）（粗粒花崗岩；観察記録 時間 25 分間）		79
3.3.4.3	観察3（言葉による観察記録）（安山岩；観察記録時間 20 分間）		79
3.3.4.4	もう一方の学級での観察（絵による観察記録）（観察2 で用いた粗粒花崗岩；観察記録時間 25 分間）		80
3.3.5	児童の観察記録		81
3.3.5.1	児童の観察記録における「文節数」（記載量）		81
3.3.5.2	児童の観察記録における「項目数」（記載内容）		81
3.3.5.3	「文節数」（記載量）と「項目数」（記載内容）		82
3.3.6	抽出児童による検討		82
3.3.6.1	児童のタイプの特徴と抽出		82
3.3.6.2	抽出した児童の観察内容		83
3.3.7	考察		85
3.3.7.1	観察と記録の実態		85
3.3.7.2	低学年における児童の観察と記録の可能性		86
3.4	小学校第1学年	砂の観察：「すなのかんさつ」 (③小学校低学年の観察記録の検討)	97

3.4.1	本実践研究の背景	97
3.4.2	本実践研究の目的	98
3.4.3	本実践研究の方法	99
3.4.3.1	本実践研究の方法	99
3.4.3.2	指導の概要	100
3.4.4	児童の活動と観察・記録	101
3.4.4.1	児童の活動	101
3.4.4.2	児童の観察・記録	103
3.4.5	記録から見た児童の観察内容	104
3.4.5.1	“つぶ”の大きさに関する記載数, 大きさ以外の記載数	104
3.4.5.2	“つぶ”の大きさを記載した割合	105
3.4.6	考察	106
第4章 考察と結論		117
補章		120
1	広島大学科学わくわくプロジェクトジュニア科学塾	122
1.1	本実践研究の背景	122
1.2	本実践研究の目的	123
1.3	本実践研究の方法	124
1.4	科学講座の活動とその成果, 受講生の要望と活動	124
1.4.1	科学講座の活動とその成果	124
1.4.1.1	2013年度年間講座計画と第2・3回講座の概略	124
1.4.1.2	講座終了時の自己評価(質問紙)の内容と結果	125
1.4.1.3	レポート用紙の内容とその評価, 評価結果	126
1.4.1.4	結果の検討	127
1.4.2	受講生の要望と活動	128
1.4.2.1	受講希望者への質問	128
1.4.2.2	受講希望者への質問の回答	129

1.4.2.3	受講希望者の特徴	130
1.4.2.4	2014年度年間講座計画と第1・2回講座の概略	131
1.4.2.5	レポート用紙の内容とその評価, 評価結果	132
1.4.2.6	結果の検討	132
2	ネパールの理科教育	147
2.1	本実践研究の背景	147
2.2	本実践研究の目的	148
2.3	本実践研究の方法	149
2.4	ネパールにおける地学教育の現状と課題	150
2.4.1	ネパールの概要	150
2.4.2	理科授業・理科教科書	151
2.4.3	教員研修・トレーナー研修	153
2.5	ネパールの小学校教員研修における理科指導の資質向上の ための試み (origami 研修, 理科研修を例として)	154
2.5.1	理科の教員研修・トレーナー研修	154
2.5.2	Paper Fold -origami-	154
2.5.3	origami 研修のプログラム	155
2.5.4	結果と検討	156
	謝辞	167
	参考文献・図書	168
	関連資料	177
1	第3章3.1項「風車 (かざぐるま)」関連資料	178
2	第3章3.2項 方位:「太陽と地面」関連資料	184
3	第3章3.3項 石の観察:「石のしょうかい」関連資料	187
4	第3章3.4項 砂の観察:「すなのかんさつ」関連資料	195
5	補章1 広島大学科学わくわくプロジェクトジュニア科学塾 関連資料	198
6	補章2 ネパールの理科教育関連資料	203

第 1 章 背景, 先行研究, 問題の所在

1.1 本研究の背景

文部科学省による全国学力調査の結果（文部科学省，2013）や，PISA 調査の結果（文部科学省，2013）等で指摘されているように，理科嫌い・理科離れ，理科の学力低下，科学的思考力低下などが教育界で話題にのぼっている。

理科に関わる多くの研究者や教師が注目する理科の学力に関し猿田（2012）は，TIMSS 調査結果を生かした今後の取り組みについて，「日常生活や社会の事象の中に疑問を見つけ，それらを科学的に解決したり，科学的に説明したりする能力を育成するような理科教育の改善方策を探ることが求められている。」と述べ，小川（2012）は，ROSE 調査が教えてくれることには，『理科好き』であることと科学者やエンジニアといった職業選択をすることとの関連性は，我々が無意識のうちに思っていたよりも小さいことがわかった。」があると述べている。小倉（2012）は，PISA 調査の結果から，生徒の科学的リテラシーを向上させるためには「科学的な疑問を認識」できるようにすること，「現象を科学的に説明」できるようにすること，および「科学的証拠を用いる能力」を高めることが必要としている。TIMSS 調査データから見た学力格差について，猿田（2013）は，「学校単位による我が国の平均得点の標準偏差は他の国・地域に比べて非常に小さかった」と述べ，我が国の学校間格差が小さいことを指摘している。稲垣（2013）は，TIMSS 調査結果から見た我が国の理科教育の課題は，「理科の得点が高い子どもたちに対して，どうやって興味，自信，理系キャリアへの志向性等をはぐくむのか，という難しいものである」と述べている。このように理科離れからの脱却，理科の学力向上，思考力育成，理系人材育成など具体的な課題が数多く指摘され，これらの解決に向けた検討も，多くの研究者，実践者によって学校での通常授業（以下，フォーマル）のみならず，フォーマル以外の場（以下，インフォーマル）における教育の面からも精力的に推進されている。

フォーマルな教育である小中学校の理科授業の実態については，松原（2012）は小学校第5学年から高等学校第3学年を対象に理科に対する意識の経年変化を調査・報告し，興味・関心の育成のため「楽しい理科授業」が行われる頻度が次第に増える傾向にある旨を述べている。小中学生を対象に理科授業に関する認識を調査した土井ほか（2013）および Hayashi *et al.*（2014）は，小中学校の理科授業は教師が準備した観察・実験を行うこと，少人数の「話し合い」，講師の説明が中心であることが推察されるとし，「先生は自分たちが喜ぶような

観察・実験をしてくれる」への肯定的回答割合が高いことを報告している。小学校の理科授業において、児童は目的を有する「実験・観察」というよりも「モノをさわること」や「活動そのもの」に主たる関心を持っており、一方、教員は準備した実験や実験器具に対し好意的・活発に反応する児童に肯定的に評価することが多い。つまり教員も児童も教材教具を扱うことや活動自体を楽しむ傾向があると指摘できる。したがって「楽しい」「喜ぶ」「わくわく」等がキーワードとなる実践報告も少なくないのは、上記の指摘、つまり小学校現場では教員も児童も、教材教具自体に目が向き、さらには活動の目的や目標ではなく活動そのものに目が向いている場面が多いと感じることと符合する。

また、小学校学習指導要領（文部科学省，2008a）に「児童の言語活動を充実すること」と記載されるなど、現行学習指導要領で強調されている「言語活動」については、『理科の教育』編集委員会が，“理科の授業における「話し合い活動」”を扱った特集号（日本理科教育学会，2009，688号）の中で“「話し合い」は指導案にしばしば登場する語句である”と指摘するとともに、「話し合い活動」を取り入れた実践研究を多く紹介しているように、理科の授業でも話し合い活動が重視されている。小中学校が主催する研究会の協議会では話し合い活動に関する話題に終始することも多い反面、同じく言語活動である「書くこと」「読むこと」に関する話題は稀である。多くの小学校が公開しているホームページを見ると、発表会や授業中の発表を肯定的にとらえていることがわかる。これは、小学校の授業を見るとき、授業は、発言・発表を積極的に推進する「発言重視」であり、地道に書くことにはあまり目が向けられない「受信軽視」に思えることと符合し、小学校の授業では教員も児童も地道に書くことよりも発言発表に目が向く傾向があることを示している。

鶴岡（2006）は、「①我が国の理科授業における実験・観察の頻度は、諸外国と比べてむしろ高い。②それにもかかわらず、理科が楽しいと思う子どもの割合は、諸外国より低い」と指摘し、理科における実験・観察の重要性を前提にしつつも「それらの回数が少ないとか、それらを増やせば理科嫌いは解消されるといった単純な主張は、もはや繰り返してはなるまい」と述べ、理科における読解の重要性について言及、つまり受信重視の重要性を指摘している。北

（2007）は、日本の学力改革の現状と課題を紹介し、「日本の子どもの学力は、国際的にみてこれまで高いレベルを維持してきたものの、最近、諸外国と比べて、読解力をはじめ、学習への意欲や学習習慣において低下の傾向にあることが国際学力調査などで明らかになってきた。」と述べている。間處（2013）は、

「インプット活動」と「アウトプット活動」を組み合わせることにより思考活動が深まるとしている。科学的思考力の育成同様、言語活動の充実においても課題が数多く指摘され、課題解決に向けた検討も多方面から進められている。その際、小学校の理科授業は野添ほか（2012, 2014）が指摘しているように問題解決学習を基盤としているため、小学校現場における実践報告を見ると、話し合い活動が重視されることと符合する。このことは、鶴岡（2006）が、日本の理科の教科書は欧米諸国と比べて薄くて写真やイラストの比率が高いこと、教科書を使わない教師ほど優れた教師という評価さえ存在することとを指摘していることとも関連がある。また鶴岡（2006）は、「(1)論理的で整理された文章は理解を促す (2)視野の広い読解力なしでは新聞が読めない」と科学的な文章の読み書きの重要性を指摘するとともに、言語活動の具体的事例を考える際の参考としてアメリカの教科書にある読解力育成手法の一つを紹介している。さらに鶴岡（2009）は、アメリカの教科書は理科授業の「中心的役割」を担っているとして、「(1)単語や語句に注目した言語活動 (2)文や命題に注目した言語活動 (3)段落や文章の全体構成に注目した言語活動 (4)読解技能や批判的思考を鍛える」について言及している。後述するように（補章2 ネパールの理科教育）、発展途上国の一つネパールの理科教育の現状は、国際的に成果が認められている諸国同様、言語活動つまり教師の説明を聞くことを中心とする理科授業が主体である。しかし、言語活動とはいえ、用語や用語の説明自体を覚えることが主体であるため、内容理解や科学的思考力育成の点では多くの課題があり、鶴岡（2006, 2009）が示す言語活動とは趣を異にする。

小学校第3学年から始まる理科では、小学校学習指導要領（文部科学省，2008a）に示されている理科の目標の冒頭部分に「自然に親しみ、見通しをもって観察、実験などを行い」と記載されているように、理科の学習における観察・実験は目的を持って行う活動である。先の野添ほか（2012, 2014）の指摘にあるように、小学校理科では問題解決学習を基盤とすることから、角屋（2013）は、観察・実験について、「条件制御下における観察が実験であり、条件を制御しない場合は観察であると言える」と述べており、観察は実験の一種と解釈していると考えられる。それに対して池田（2012）は、「きまり」を見つけることを目指して展開される一般的に行われている学習、つまり問題解決学習等を「理論追求型」と呼び、きまりを活用した思考活動に重点を置く「理論依存型」への移行を提案している。関（1982）は、児童・生徒が理科学習を進める際、時間・空間の把握ができることは必要不可欠であり、その把握には観察が重要な

役割を担っている、また観察について、「すべての自然科学の研究は、観察に始まり観察に終わると言っても過言ではない」とし、観察能力は極めて基礎的な能力でそれを養うことが最も重視すべき目標の一つと述べている。

次に、理科学習における古典的で重要な課題である学びの内容のつながりに目を向ける。我が国の教育実践は、森藤（2012）が指摘するように、学習指導要領によって枠づけられ、その学習指導要領は構成主義の影響を受けながら内容が改編されている。小学校学習指導要領解説理科編（文部科学省，2008c）、中学校学習指導要領解説理科編（文部科学省，2008e）、高等学校学習指導要領解説理科編理数編（文部科学省，2009）には、小学校、中学校および高校理科「物理基礎」、「化学基礎」、「生物基礎」および「地学基礎」を通したそれぞれ「エネルギー」「粒子」「生命」「地球」を柱とした内容の構成が示されている。内容の構成は、小中学校の一貫性、国際的な通用性、内容の系統性などの観点を配慮したものであるため、各単元における理科学習や1時間1時間の授業においても、この内容の構成図に示された学びのつながりを念頭に置いた指導であることが求められる。また、理科が始まる前の小学校低学年に目を向けると、生活科が導入されてから20年が経過し、2回の改訂を経た現行の小学校学習指導要領（文部科学省，2008a）でも、生活科の内容と活動は継承されている。その生活科が担っている内容のひとつに、自然領域の学習がある。小学校学習指導要領解説生活編（文部科学省，2008b）には「科学的な見方・考え方の基礎が養われることを期待した」という記載があり、小学校第3学年以降の理科へのつながりが示されている。

“学びのつながり”については、中央教育審議会の答申（2012）にあるように全教科での「小中連携」の推進が求められている。現在では小中連携に関する教育委員会、教育センターの報告ではそれぞれの地域事情をふまえたうえで、行事、体験、カリキュラム作成など、イベント的な連携が主体である。例えば兵庫県教育委員会（2012）による「小・中学校連携の取り組み例」では、1中学校・1小学校による「学校行事等の合同実施や相互参加」、1中学校・4小学校による「6年生の中学校体験入学」など10例があげられているが、全市的な取り組みはその中の「カリキュラムの作成」1例である。現場における現在の小中連携は、上記例に見られるようなイベント的な連携が多く、「学び」のつながりが話題になることは希薄である。小中のつながりと同様に、小学校内での低学年・中学年・高学年のつながり、幼稚園・保育園と小学校のつながり、さ

らには義務教育後の高校や大学へつながっていく学びへの対応は十分とは言えない状況と考えられる。

また、インフォーマルの場合、例えば社会教育、生涯教育の場においても科学の体験イベントに参加したり学習したりする機会が設けられている。さらに、学校外の人材が学校を訪れいわゆる出前授業を行う機会が設けられるなど、様々な学校連携の取り組みがなされている。これらの活動においてもイベント的な活動や出前授業での楽しさが重視されており、成果については参加者の感想程度であることが多い。

以上のように特に小学校の理科の授業では、学校外でのイベント的科学的体験とも相まって観察・実験の本来の目的への認識と位置づけがあいまいであり、楽しく活動することに児童・教員（イベントにおいては指導者）とも注目していること、言語活動の充実を念頭に発言・発表と話し合いを中心とした授業展開を重視する傾向があること、学年間、教科間での学びのつながりはさほど注目されないの3点が課題として挙げられる。

本論では、3点の課題解決を目指し、小学校理科において、これら3点の課題のうち、特に児童・生徒つまり子どもの発達段階を考慮した学びのつながりを視野とし、自然の事物・現象からの受信とも言える観察や言語活動としての観察記録に注目して検討を進めた。

1.2 先行研究

1.2.1 幼・保と小のつながり、生活科と理科のつながり、小学校と中学校の理科のつながり

川上（2008）は、幼児・小学校低学年時期を念頭に郷土の自然を体験的に知ることを推奨し、自然と触れ合う機会の必要性を提言している。小学校低学年において自然と触れ合う機会がある学習は主に生活科である。生活科では、小学校学習指導要領解説生活編（文部科学省、2008b）に「具体的な活動や体験は、目標であり、内容であり、方法でもある」と記載されているように、例えば木村（2011）が小学校第2学年児童を対象に生活科栽培活動における協同的探究を追究しているような実践的研究が主体である。

生活科と理科とのつながりに関し、例えば福島市立三河台小学校研修部（2011）

が「手で科学する」をキーワードに、校庭や観察園等の共通な学習フィールドにおける両者のつながりを図った生活科と理科の取り組みを紹介しているなど、ものづくりを含め「活動」を検討した実践報告が主体であり、学びの視点でつながりや連携を検討した研究は見当たらない。

西川（2007）は小中教員が共同で小学校第5学年理科の学習で指導案を作成し、T・Tで授業した取り組みを報告、小野瀬（2011）は理科の小中連携カリキュラム作成とその検討結果を紹介しているが、小中連携あるいはつながりについても、同様に実践報告が主体である。広島大学附属東雲小・中学校（2014）は、小学校第1～4学年をⅠ期、小学校第5～中学校第1学年をⅡ期、中学校第2～3学年をⅢ期として、これまで5年間実践的に学びの連携・連続を研究しているが、そのほかに学びの視点で連携あるいはつながりを検討した研究は見当たらない。

小学校と中学校のつながりの視点を示唆する理科授業については、野添ほか（2012, 2014）が小学校理科の「問題解決」と中学校理科の「探究」から小中学校理科の成立背景や特徴を明らかにしている。土井ほか（2013）は、理科授業に関する小中学生の認識の共通点と差異点を明らかにし、小学生は理科授業に物足りなさを感じていること、中学生は学習内容の難しさに困惑していることを指摘している。林ほか（2013a, 2013b）は、小学校教員の理科授業に関する認識傾向として、観察・実験ではできるだけ「子どもが喜ぶ実験」を行いたい気持ちが強いこと、科学リテラシーは教職に就く前の比較的早い時期に決まっていることを指摘している。これらの報告では、理科授業における小学校・中学校の学びは、小学校中学校とも、児童・生徒の考えや予想を確かめるためではなく児童・生徒を楽しませるための観察・実験を意識的に行なっていることは共通していると考えられる。

1.2.2 学校外と連携した理科の授業

学校外の人材との連携は、我が国のみならず例えば W. Gollub（2012）がドイツの例を紹介しているなど重要な課題のひとつである。学校外の人材と連携して行う教育活動に対し、大辻（2004）は、「学校外の理科教育」や「教員外による理科教育」として「アウトソーシングする理科教育」の課題等を概観していて、その中で「学校はイベント開催地ではない。静かに人間が成熟するところである。」と指摘があるなど、学校と連携した活動においても学びの深化への寄与が重要であることは言うまでもない。大学や企業の科学スペシャリストが

小・中学校を訪問し理科授業を行った成果については、林(2012)・林ほか(2011, 2013c)は、児童は、学習内容に対する興味関心や理解の深まりが見られること、および理科が社会や日常生活で役立つことへの理解が顕著であること、生徒は、理工系業種や職業への理解の深まりが見られることを報告している。また、インフォーマルな教育における科学体験講座参加者の意識の変容を検討した間處(2010)は、「高度な内容の学習の場は、思考嫌いな参加者の興味・関心を低下させることもある一方で、思考活動の重要性に気づかせることができる貴重な体験の場でもある」と述べ、思考活動につなげる体験活動を計画するよう指摘している。広島大学科学わくわくプロジェクト(以下、わくプロ)ジュニア科学塾の受講生である理科好き・科学好き中学生は、補章1に示すように、科学に関する高度な内容の学びを求めており、負荷の高い内容を理解、吸収しようとしていることが明らかとなり、観察・実験、すなわち活動自体を楽しむことから脱却している。このことは、先に述べた稲垣(2013)が指摘した「理科の得点が高い子どもたち」に対する課題への1方策を示唆している。

1.2.3 理科および地学関連内容における観察とその記録

理科の学習において観察は基盤的な活動であり、言うまでもなくその力を高めることは欠かせない。理科が始まる小学校第3学年の観察と記録に注目した教育実践としては、例えば加藤・引間(2007)は、小学校第3学年の学習における初歩的な観察能力を育てるため、「色形・大きさ・手ざわり」など「観察の観点」を示した観察カード等の効果を指摘している。しかし、理科とのつながりの視点から低学年時期の観察に注目した報告は見当たらない。

理科における観察と記録は重要な学習活動のひとつであり、これまで多くの研究がなされてきた。例えば高野(1963)は、小学校第4学年児童(1クラス)を調査対象とし、観察力に「変化の観察(I)」、「多角的観察(II)」、「集中的観察(III)」と3個の因子の存在を指摘している。さらに高野(1964)は、小学校第5学年児童(1クラス)を調査対象とし、観察中にメモすることの観察結果に及ぼす効果である「メモ効果」は、「+効果」の方が「-効果」より大きいことを指摘している。続けて高野(1965)は、小学校第3・5学年児童、中学校第1・3学年生徒、高等学校第2学年生徒、大学2・4年生を調査対象に、先に指摘したそれぞれの観察能力の年齢的発達傾向を明らかにし、「観察能力の発達速度は年令の定数乗に反比例する」と指摘した。吉川ほか(1994)は、小学校全学年を調査対象とし、観察能力は連続的に発達することを明らかにする

とともに、その変化の様子は高野の理論式ときわめて一致するとその理論を支持し、小学校低・中学年時期の観察能力の飛躍的な発達を指摘した。西川・川上（1996）は、小学校の第2～6年児童を調査対象とし、観察後何も見ない状態でスケッチで再生した場合「低学年ではスケッチを観察に併用することが有効であり、高学年ではメモを観察に併用することが有効である」と指摘した。さらに西川・古市（1997）は、小学校第2～6年児童調査対象とし、「メモとスケッチを併用した場合、スケッチがメモによる言語化を阻害する」、「小学校での観察においては、メモを積極的に併用することが有効」と指摘している。以上のように、言語によるメモと描画とは両立が難しいことが報告され、理科における観察と記録ではメモが重要であることが強調されている。

理科における観察と記録で重要とされるメモは、小学校第3学年から児童が突然できるようになるとは考えづらい。学習指導要領の「科学的見方・考え方を養う基礎」は重要と考えられるため、学びのつながりの視点からも小学校低学年時期からの積み重ねによって習得することが望まれ、これは吉川ほか（1994）の指摘と整合する。したがって、小学校低学年児童にもメモによる観察・記録がどの程度可能かを調べることは重要と考えられるが、その観点による報告は見当たらない。

観察を重視した学習が展開される地学関連内容について前述の関（1982）は、地学的領域の事物・現象の特徴として、事実の再現ができないことが多い「短い時間から極めて長い時間の中での事物・現象」、ある一つの方向の変化を示す「進化的な事物・現象」、座標を求めることが難しく相対的に事象をとらえることもある「極小から極大の空間の中での事物・現象」、構成物質や状態によって大きく変化する「様々な要因が関与した複雑な事象」の4項目をあげ、「地学事象とエネルギーの流れ」や「地学的領域は人間の生活環境が対象」という地学的領域の性格にも触れている。これらの特徴から地学関連内容の学習を進めるときには観察が重要で、理解には時間空間の認識が必要となるため、例えば木下（2014）が実践報告の中で「子どもが月の満ち欠けの仕組みを観察記録から推論することはかなり難しい思考である」と述べているように、児童生徒は難しい学習と対峙することになる。

1.3 問題の所在

先にあげた、楽しく活動することに目が向いていること、話し合いを中心と

した授業展開になっていること、学びのつながりはさほど注目されていないこと、小学校理科授業の3つの課題解決に向けた検討について、小中学校では児童生徒の情報交換やカリキュラム作成など実務的な連携が主体であり、児童生徒の学びのつながりの視点を持って授業を行い理科の学びを追究する研究や実践は希薄といえよう。

小中学校の理科では、「科学的な見方や考え方を養う」こと、つまり科学的思考力の向上を大きな目標としている。中学校で求められている科学的思考は抽象的な思考であるのに対し、小学校高学年で求められる科学的思考は、条件、要因、規則性を考えることであり、小学校中学年で求められる科学的思考は、事物を比較し違いや共通性を考える、事物や現象を関係づけて考えることである。土井ほか（2013）は、先述のように中学生が学習内容の難しさに生徒が困惑しているとし、さらに中学生も小学校高学年児童も、中学年児童も、実験観察など楽しむ活動の増加を希望していることを指摘している。理科の目標と児童生徒の意識とが同じ方向に向いているとは言えない状況であり、児童生徒の学びがうまくつながっていない要因の一つと考えられる。

小学校理科は問題解決活動を通して「科学的な見方や考え方を養う（小学校学習指導要領解説理科編；文部科学省，2008c）」ことを目標としているのに対し、生活科は「具体的な活動や体験は、目標であり、内容であり、方法でもある」とされ「自立の基礎を養う」（小学校学習指導要領解説生活編；文部科学省，2008b）ことを目標としている。そのため、理科は理科、生活科は生活科と、それぞれの教科で、それぞれの目標に向けての学びが追究されていて、教科間の学びのつながりが課題である。

関（1982）は、自然界を二分したひとつである無生物界における事象を対象とすることが地学的領域の学習と述べ、地学的領域の学習が担っている重要性を指摘している。近年自然災害が話題になることも多く環境問題への関心が高まっていることも相まって、下野（2008）は、地球環境の学習には地学領域の基本的な理解が必要であるとし、学習時の基本として「地学は暮らしの中で役立つ科学であること」「地学には特有の科学的な見方・考え方があること」「地学は地球環境を理解する基礎的学問であること」の3つを指摘し、さらに地学の基本的概念として、「システムの概念」「時間・空間概念」「循環の概念」「自然界の平行の概念」「有限性の概念」「閉鎖系の概念」の6つを紹介している。小学校の地学関連内容の学習は、中学校や高校の学習同様、地球や気象、天体といった内容が含まれているため、自然の事物・現象の観察をもとに地球をシ

システムとして捉え学習することができる。

関（1982）や林（2002）が述べているように、地学領域の学習特有のねらいとして時間・空間的認識を育成することがあげられ、そのために無生物界における事象を観察することが学習の基軸となる。本論で述べる小学校地学関連内容の学習の研究は、教材教具の開発に関するものが散見される程度で、観察については先の木下（2014）のような実践的報告であり、学びのつながりに着目した研究は見当たらない。また小学校の地学関連内容については実践報告自体が少ない状況である。林（未公表資料）によると、中学校の地学関連内容の理解度は、他に比べて低いことを見出しており、児童生徒にとって地学関連内容の学習の理解は容易ではないと考えられる。

実際の地学関連内容の学習では、自然の事物・現象そのものを観察対象とし、小学生も中学生も、あるいはそれ以降の学習者も教員も同じ事物・現象を扱うため、理解の深まりのためには学年進行に従って視点を変えながら観察を積み重ねていく必要がある。事物・現象の把握から自然の仕組みや成り立ちを考察する一連の学習プロセスにおいて、時間・空間的認識は基幹をなす。地学関連内容の学習では、学習指導要領で野外観察学習を実施することになっていて、野外学習について磯崎（2004）はイギリスのトンプソン（Thompson, D. B.）の野外学習の目的・目標に関する見解を紹介しており、その中で「露頭において、可能な限り正確かつ方法論的に観察記録をつける」とし、野外学習の内容論に関して「他教科目との関連にも配慮すること」としている。

したがって地学関連内容の理解を深めるためには小学校低学年から上学年へ向けた学びのつながりを視座とし、事物・現象の把握を重ねながら、時間・空間的認識を高めていくことができる観察指導の検討が必要と考えられる。そこで、小学校理科の観察・実験のうち、自然の事物・現象そのものを対象とし、それら事物・現象からの受信を主体とし児童が楽しめるような操作等が少ないことや、目の前で変化が見えることが少ないことが特徴でもある地学的領域の事物・現象の観察とその記録に注目し、子どもの発達段階を考慮した学びのつながりを視野に、課題の把握とその解決に向けた展望の検討を進めた。

第2章 本研究の目的と計画

2.1 本研究の目的

本研究の目的は、学びのつながり、および観察とその記録に注目し、小学校地学関連内容の学習指導における課題を明らかにすることと、その課題解決に向けた展望を検討することの2つである。

地学関連内容の学習は、学習指導要領に示されているように「地球」を柱として小学校から高等学校まで一貫した指導を通し、地球に関する着実な理解と概念形成が求められている。前章で述べたように、地学関連内容の学習は生物以外の自然の事物・現象（以下、地学的事象とする）そのものを学習対象とし、それらの観察や観測が主たる活動である。したがって、「地球」への深い理解と概念形成のためには、地学的事象の様相や状況を的確に把握する観察、およびそれらの結果から地学的事象が意味するところを深く考察することを通し、時間・空間認識を高めていくことが必要である。

大学生や高校生に対する調査から中学校での地学関連内容の理解が必ずしも十分ではないこと、地学関連に限らないが観察・実験の扱いが本来の目的ではなく、その活動自体が目的化し楽しさを求める傾向があること、観察や観測に欠かせない空間での位置や方向の判断や把握が十分でないことが課題としてあげられる。それらからの示唆として、理科入門の時期に地学的事象を直接、観察する機会、また空間を認識する機会をできるだけ多く設定し、それらの把握のための基礎的・基本的な力を培っておくことが重要と考えられる。なおこの理科入門の時期は、先述の吉川ほか（1994）が指摘する観察能力が飛躍的に発達する時期にほぼ相当する。

したがって本研究では、まず、理科入門の時期にあたる小学校低学年から小学校中学年において、地学的事象の観察のために有効な指導の方途を検討することとした。

まず、小学校低学年では、低学年児童でも製作可能であり、かつ風の強さや方向を示すこともできる風車（かざぐるま）を開発し、実際に生活科の授業で製作し風を捉えてみる検証授業を計画した。その検証授業を通し、この風車の教材的意義および屋外で風の強さや方向が的確に捉えられるかを検討する。本学習は、小学校中学年で扱う方位の認識にもつながるものとする。

次いで、小学校中学年理科では、特に空間認識の基盤ともいえる方位の認識の実態を明らかにし、その認識を高めるための方途について検証授業を通して検討を行う。

さらに、地学的事象の「観察」では「もの（対象物）をとらえて記録すること」に焦点を当て、小学校低学年児童が岩石や砂を観察する検証授業を計画した。特に理科の入門時期の児童にとって地学事象の観察の記録は、どのような記録が観察の深まりにとって有益であるかは先行研究からは必ずしも明確ではないため、それらについて検証授業を通じた検討を行う。これらの結果から、これからの理科学習の方向についても検討を試みる。

事項では、具体的な授業内容と検討項目について述べる。

2.2 本研究の計画

2.2.1 実践研究計画の概要

本研究は、小学校地学関連内容の学習指導における課題を明らかにすること、その課題解決に向けた展望を検討することの2つを目的としている。そこで、①理科につながる生活科学習、②小学校中学年理科の学習、③小学校低学年の観察記録の3項目について、それぞれ検証授業を実施し、その結果を通して効果的な指導方途を検討する。

2.2.2 理科につながる生活科学習の検討

生活科の学習は、小学校学習指導要領（文部科学省，2008a）に示されているように「自立の基礎を養う」ことが目標であり、「具体的な活動や体験は、目標であり、内容であり、方法でもある」ため、本研究では、理科的基礎体験の検討として、製作活動に注目した。具体的には、後述のように小学校第2学年の「風車（かざぐるま）」を取り上げた。

子どもの学びのつながりに着目すれば、風車（かざぐるま）は、製作して遊ぶという活動が生活科の目標に迫るものであり、製作物を使って風を調べたり見つけたりするという理科学習の基礎となる学びが期待できる素材である。さらに気象観察に用いることもできるうえ、風がエネルギーを持つことへの基礎的な体験としても期待できる素材である。

2.2.3 小学校中学年理科の学習の検討

理科が始まる小学校中学年に注目し、他教科やのちの理科学習につながる観察指導を行い、児童の実態を把握するとともに、指導の効果を検討した。具体的には、後述のように小学校第3・4学年の「方位」を取り上げた。

方位を知ることは、自分の位置や見るものの位置が分かることであり、観察対象物の関係を考えていくなど、科学的思考を発揮するために重要である。社会科では、地図の学習に関連して方位を学習する。しかし、社会科の方位学習のみならず、その後の理科学習においてもまた、方位の学習が必要と考える。例えば小学校第4学年の天体学習では、観察の際にも自分の体を中心に方位を考慮することが必須で、学習理解には欠かすことができないスキルである。理科学習における方位認識を高める指導についての研究報告は少ないため、理科の入門期である小学校第3・4学年の方位認識に関する実態の把握を含む検証授業実施には意義があると考えられる。

2.2.4 小学校低学年の観察記録の検討

小学校中学年理科の「観察」に円滑につながる小学校低学年の「観察」の学習の検討として、自然領域における観察記録、特に「言葉で記録する」という学びに注目し、児童の実態を把握するとともに、その結果を検討した。具体的には、後述のように、小学校第2学年の「石の観察」と小学校第1学年の「砂の観察」を複数校で実施した。日常の様子から、この時期の児童にとって石や砂は感情移入の程度が生き物に比べて少ないため、比較的冷静にこれらと向き合えると判断した。

理科の学習における観察は重要な学習活動のひとつであり、生活科の学習にはその理科へのつながりが期待されている。また、近年言語活動の充実を図ることが求められているため、生活科の理科的内容の一つとして授業を計画し、「言葉」による観察記録を試みた。

第3章 実践的検証

3.1 小学校第2学年 「風車（かざぐるま）」

(①理科につながる生活科学習の検討)

3.1.1 本実践研究の背景と目的

具体的な活動を通して自立への基礎を養う生活科の学習では、小学校学習指導要領（文部科学省，2008a）第5節生活に表記されている「自分と身近な人々，社会及び自然とのかかわりに関心をもち」の視点に沿って日々の学習が進められている。

生活科教科書を見ると、「自然」を扱った学習では、植物などを扱った四季をテーマにしたもののほか、いわゆる「風あそび」が紹介されているものがある。例えば大日本図書（2012）の生活科教科書では「みんなかぜの子」のところに、「かぜでうごくおもちゃをつくって，あそぼう。」として、「かざぐるま」「かざわ」「ビニルだこ」「おりがみひこうき」が紹介されている。東京書籍（2012）の生活科教科書では「ふゆをたのしもう」のところに、「かぜであそぶおもちゃをつくりたいな。」として、「かざぐるま」「たこ」「かざわ」が紹介されている。

小学校第3学年から始まる理科の学習で空気が登場するのは、小学校学習指導要領（文部科学省，2008a）第4節理科に示されているように、第3学年「風やゴムのはたらき」、第4学年「空気と水の性質」，「金属，水，空気と温度」，「天気の様子」，第5学年「植物の発芽，成長，結実」，第6学年「燃焼の仕組み」，「生物と環境」などである。

小学校低学年の理科・社会科が廃止され生活科が新設された経緯はあるものの、周知の通り「生活科における自然を扱った学習＝理科」というわけではない。そのため、現場ではそれぞれの実態や視点に基づいた実践が報告されている。たとえば内藤（2006）は「共同性が高まる学び」としてアサガオの栽培例を紹介している。福島市立三河台小学校研修部（2011）は、先述のように「手で科学する」をキーワードに理科と生活科のものづくりを検討している。内藤ほか（2009）は風車の製作を取り入れた報告している。これらは「活動」を検討した実践報告であり、学びの視点で連携を検討する研究は見当たらない。一方、先述のように川上（2008）は幼児・小学校低学年時期を念頭に郷土の自然を体験的に知ることを推奨し、自然と触れ合う機会の必要性を提言した。

以上概観したことから考えると、生活科の研究では、学びのつながりの視点で「幼・保-小-中」や「小学校低-中-高学年」の学びの検討がのぞまれると言えよう。これまで、理科に円滑に連続できる生活科の学習について研究を進め

てきた。ここでは、後述の第2学年生活科「風とあそぼう」の学習をきっかけに開発した自作の“風車”（かざぐるま）の内容と活用例を述べる。さらに、小学校第2学年児童を対象に授業を通して検討し、フォーマルな教育活動の枠には入らないが社会教育である親子教室の場と、発展途上国の一つネパール（補章2 ネパールの理科教育）における教員研修の場でも理科につながる生活科の学習の実証的検証を試みたのでそれらの概略を述べる。

なお、本実践の一部は、日本教材学会^{注1}・教科教育学会^{注2}で発表し、「教材学研究」^{注3}に掲載されている。

注1 藤川義範（2012）：身近な地域環境の教材化 - 身近な自然の素材を教材に（小学校理科の例） -, 日本教材学会第24回研究発表大会, 教材活用研究部会にて口頭による実践発表

注2 藤川義範・林武広（2014）：ネパールの小学校教員研修における理科指導の資質向上のための試み - origami 研修, 理科研修を例として -, 日本教科教育学会全国大会論文集, pp90-91

注3 藤川義範（2014）：「風」を扱う学習における教材開発 - 生活科・理科入門期の学習用「風車」（かざぐるま）の開発と活用例 -, 教材学研究, 第25巻, pp165-172

3.1.2 風車（かざぐるま）の開発

風車（かざぐるま）は子どものおもちゃとしても人気があり、例えばドライブインの売店などに並べられているのを見かける。それらは簡単な材料で作られていてよく回る。しかし同様なものを自分で作るとなると入手が難しい部品もあり工作も容易ではない。よく見かける自作の風車としては、折り紙やペットボトルを使ったものがある。前者は、小学校低学年でも作りやすいが風の当て方によっては回りづらい点、後者は、切るなどの加工が難しくて小学校低学年児童には扱いづらい点が課題である。

上に概観したように、風車はおもちゃとして遊ぶために使うもので、回すことや回ること自体への関心が主であるが、生活科の学習においては製作して遊ぶという活動そのものが学習の根幹をなし、その中で「風」に気づく学習といえよう。

筆者は、製作活動の過程で子どもの考えや願いが活かされることに加え、小学校第3学年から始まる理科の学びへのつながりを考慮した。そこで開発にあたっては、次の4項目（C-①～C-④）を基本コンセプトとした。

C-① 低学年の児童が作れる

風車を知らない児童もいるなど、小学校低学年児童の実態から言えば、製作時に教師の支援は不可欠である。小学校低学年児童の技能で製作でき、よく回るということを基本に置いた。ある程度丈夫で、もし破損しても修理が容易という手作りの特性を生かすことも考えた。さらに、仕上げは個々の好みで多様になることも考えた。

C-② 短時間で作れる

アイデアを出して作ることに比重をおくのではなく、製作した風車を使って運動場を走り回るなど、しっかり遊ぶ活動時間が十分に取れることを考えた。活動を通して、風を考え、空気を考える基礎体験となることが期待される。

C-③ 製作技能が高まる

手作業を通じて、紙を折る、切る、組み立てるなどの基礎技能の向上、いわゆる指先の巧緻性の向上が図れることを考えた。風車は立体物なので、手で持ち繊細な神経で向きを変えながら製作することもあり、より高い製作技能が期待され、視点を変えて立体的に物を見る場ともなる。

C-④ 作った風車を使って風を調べたり見つけたりする

製作したものを使って遊ぶ中で、自然に関する気づきや思いなどが生まれるなど、製作後にも学びができることを考えた。この学びが、理科学習の基礎となること、理科入門期である小学校中学年の学習へ円滑につながっていくことが期待される。今回の開発では、重要な項目と考えている。

3.1.3 風車の製作方法

上述のコンセプトに沿って2種類の「風車」を開発した。本論文ではこれらを“Aタイプ”(図 31-1) および“Bタイプ”(図 31-2) と呼ぶ。

3.1.3.1 風車“Aタイプ”の製作方法

この風車は、主として上記コンセプトの「C-① ～ C-③」に焦点を当てていて、小学校第1年児童でも自分で製作できることを想定したタイプである。

小学校の低学年児童が比較的扱いやすいと思われる折り紙、竹串、ストロー、ラベルシール、段ボールなどを用いて製作する。

風車を知らない児童もいることや、この時期定規で長さを測るのはまだ難しいという児童の実態から、手作り補助キットを用意した(図 31-3)。児童は、型紙を用いて4箇所切り込みと5箇所の穴を折り紙にトレースし、それらトレース箇所をはさみで切り、竹串で穴をあける。長さ測定用の補助型紙を用いて位置を決め、竹串(18 cm)のとがっていない方の端から4 cmのところ印を付ける。そのほか2 cmに切ったストロー、細く切ったラベルシール、任意の形の段ボールを用意する。ペットボトルやストローを用いて風車の台にしてもよいが、図 31-1 のように段ボールを用いると、児童は色や形などを自分の好みに製作できる。段ボールの穴をストローに見立てたわけである。

風車部分の組み立ての概略を次に示す。

- ① 竹串に先ほどつけた印に合わせてラベルシールを巻き付ける(図 31-4, 図 31-5, 図 31-6)。
- ② 折り紙の中央の穴を竹串に通す(図 31-6)。
- ③ 2 cmの長さに切ったストローを竹串に通す(図 31-6)。
- ④ 折り紙の4箇所の穴を順に竹串に通し、羽の部分を作る(図 31-6, 図 31-7)。
- ⑤ ラベルシールを竹串に巻き付け、羽がはずれないようにする(図 31-6)。

3.1.3.2 風車“Bタイプ”の製作方法

この風車は、上記コンセプト「C-①～C-④」のうち、特に「C-④」を強調していて、小学校第2, 3学年児童なら自分で製作できることを想定している。風に気づいたり見つけたりできるよう、風見鶏、風向計のように自らが、風が来る方向、つまり風上を向くことで回るといふ、いわば風向機能付きの風車である(図 31-2)。

“Aタイプ”と風車の部分は同じであるが、途中で風向きが変わっても自ら風が来る方向に向きが変わるように、風を受ける部分が加わる。この風を受ける部分は、小学校第2, 3学年児童でも扱いやすい段ボールで製作する(図 31-2, 図 31-8, 図 31-10, 図 31-11)。

“Aタイプ”では、児童は風車を持って歩くことになるが、この“Bタイプ”は自然の風をとらえて回るため、置いて使うことが可能である。そのため、風

車の台の部分は安定する方がよい。今回は、台の部分として、ペットボトルのタイプと、牛乳パック（学校給食で飲んだあとの再利用）のタイプとの2種（図31-8，図31-9）考えた。

ここでは、風を受ける部分を紹介する。先に紹介したように、段ボールの穴をストローに見立てたわけであるから、段ボールの穴の向きを間違えないことが肝要である（図31-8，図31-10，図31-11）。段ボールの穴の向きに気をつけ、図31-10における「部分A」を「部分B」の場所に両面テープまたは接着剤で接着する。

試作時に風を当てて試したところ、図31-10のサイズで製作すると、折り紙とのバランスがよい。もし風車部分の用紙の種類やサイズ、デザインを変更するならば、それに合わせて各自で調整することが必要である。

組み立てる際に留意することは次のものがある。図31-11の「部分C」の場所はとがっているため、ラベルシールを巻き付ける。これにより、風車が抜けることも防ぐことにもなる。「部分D」の場所は、台に応じてラベルシールやストローなどで支えると、固定と動きとが両立できる。風を受ける部分や台の製作では、図をかいたり着色したりして、各自楽しむことができる。

3.1.4 活用の概要

3.1.4.1 生活科で実施した例

生活科で実施した内容を以下に述べる。

① 学習名：「風とあそぼう」

児童：広島市内A小学校第2学年1組28名（学年1学級）

② 学習計画：6時間

第一次 風を見つけよう（1時間）

目，耳，手，足など5感で

第二次 風を感じよう（1時間）

寝転ぶ，座る，歩く，走る，遊具，袋やひもをつかうなど体を動かして

第三次 風とあそぼう（4時間）

紙飛行機，風車を製作して【風車の製作，風車を使った遊び】

③ 児童の様子・反応

【風車“Aタイプ”】(運動場)

風車を知らない児童，横から息を吹きかけて回そうとする児童もいるなど，最初は戸惑う児童が多かった。製作完成後，正面から来る風をとらえて回る風車を見て笑顔が広がった。自分の作った風車を手に運動場を汗いっぱい走り回ったり，遊具の上で風を受けたりした(図 31-1, 図 31-12, 図 31-13)。しばらく遊んでいると，トレースした穴や線の意味が分かったり，風車の仕組みが分かったりしたようで，ラベルシールの貼り方を修正するなど改良する児童や，もっとよく回るようにと留意しながら2個目の風車を作る児童もいた。1個目の風車を作って試したことで，児童自身のアイデアが喚起されたようである。

また，手作り補助キットを用意することにより，小学校第2学年児童でも1単位時間(45分間)の授業の中で製作しそれを使って風を見つける時間を十分に確保することができるなど，C-1「低学年の児童が作れる」，C-2「短時間で作れる」ということで自然にはたらきかける活動は達成できたと考えている。

【風車“Bタイプ”】(製作は教室)

このタイプの製作は，小学校第2学年児童にとって技能的に難しいものなので，児童が製作に集中できるよう，教室で行うこととし，遊ぶ時間を含めて2単位時間を設定した。風を受ける部分の段ボールは，カッターナイフで切る必要があるため，安全および活動時間の確保の視点から教師が事前にカットすることとし，カット以外の製作は児童が行った。牛乳パックを用いた台の製作および仕上げの組み立ても，児童が行った。完成した児童は，自然の風を受ける場所を求めて校舎の外に出て，風が来た方向に風車が向いて回ることを確かめた(図 31-14, 図 31-15)。

このように，小学校第2学年児童でも製作することができ，自然の風の中で確かめることができるなど，C-1「低学年の児童が作れる」，C-2「短時間で作れる」ということはおおむね達成した。児童は製作と改良をくり返すことにより，共通部品である風車の部分は，より精巧に作られたように見受けられたので，C-3「製作技能が高まる」ということも達成した印象を持った。

実際に使用する場面では，自分で走らなくても風車が回ること，自然の風を受けた風車が時折その向きを変えて回ることから，自然の風を改めて意識する児童も多かった様子が見てとれたのでC-4「作った風車を使って風を調べたり

見つけたりする」を達成できると考えられる。

④ 学習の発展例

偶然であるが、運動場で別の学習をしていた小学校第1学年児童（学年1学級）が、風車“Aタイプ”で製作後に遊んでいる小学校第2学年児童を見て、風車に興味を示した。そこで小学校第1学年担任と相談し、本単元学習後「2年生が1年生に“Aタイプ”を教える“たてわり活動”」を1単位時間設けた。小学校第2学年児童は、これまでの学習で風車製作の自信を得ていたので、普段と変わらない落ち着いた様子で、ペアの第1学年児童に製作の説明、補助を行い、運動場での風車を使った遊びに案内した（図31-16）。

このように、小学校第1学年児童でも1単位時間（45分間）の授業の中で製作しそれを使って遊ぶ時間を確保することができるなど、C-1「低学年の児童が作れる」、C-2「短時間で作れる」ことが確かめられた。実際の活動では、風車の扱いに慣れない第1学年児童が途中で風車を破損させてしまっても、「貸してごらん」と受け取り修理するなど、C-3「製作技能が高まる」が小学校第2学年児童に見受けられる事例も数例あった。遊び方を紹介しているとき「走ると風が来るから、風車をこう持ってね〜」などと話すなど、風車で学んだ風のことを伝えようとする場面も多く見られた。

なお「風車」の学習を終えた後、「夏休みにお父さんと一緒に作った。」と、ペットボトルを使った風車を夏休みの自由作品として製作・持参した児童もいるなど、風車を使った学習が印象深かったようである。

3.1.4.2 親子教室で紹介した例

この事例は、インフォーマルな教育活動の事例であるが、「風車」“A・Bタイプ”を扱い、上記「生活科で実施した例」とあわせて開発教材「風車」の効果の検討を行ったので、ここで述べる。

① 講座名：「空気であそぼう！」

受講者：小学生と保護者のペア12組（24名）

② 講座日程

広島県内A市の公民館講座のひとつとして実施した。夏休みに、1日2時間

の2日間、計4時間を継続するという日程が主催する学習センターから示された。同学習センターへの一般募集による申込者から抽選で12組、24名が参加した。

③ 講座内容

地球、宇宙を話題に空気に関する情報を紹介し、“空気があるから…”ということで演示実験も行いながら講座を進めた。その中で、2日目製作活動の最後に前述の風車“Aタイプ”と風車“Bタイプ”の製作する場を設けた。講座の趣旨や作業時間、参加者の1日目の実態から、型紙でのトレースは事前に行っていて、“切る”、“穴をあける”、“組み立てる”という作業に時間を使った(図31-17)。

④ 参加者の様子・反応

社会教育の場でも、教材として有効であるかを検討した。受講者の声を聞き、研修を評価するため、我が子がよくわかる保護者に回答を求める形で質問紙調査を実施した。ここでは、設問1を紹介する。

【保護者の方から見ての、お子さまの様子を教えてください。】

1) 楽しめたもの、おもしろかったものを、○で囲んでください(いくつでも)。

- ① パソコンを使ったときの話
- ② それ以外の講師の話
- ③ 講師が紹介した写真や図
- ④ 講師が紹介した実験
- ⑤ ペットボトルの空気砲の製作
- ⑥ 空気砲以外の1日目の製作
- ⑦ 風車の製作
- ⑧ 風車以外の2日目の製作

「⑦ 風車の製作」については、12名中11名が選択した(表31-1)。小学校第1, 2学年児童でも6名中5名が選択しているため、C-1「低学年の児童が作れる」、C-2「短時間で作れる」は達成していると言えよう。学校で理科を学んでいる小学校3年生～5年生は6名全員が選択していること、6名中4名が①②の“話”を選択していることから、C-4「作った風車を使って風を調べ

たり見つけたりする」への効果は十分とは言えないが、一定程度は期待できると判断した。上述とは別の設問（10項目の中から該当するもの複数回答）で、保護者から我が子を見て「もし壊れても、自分で直せると期待できる」が選択されたのは12名中7名であった。

なお、講座終了後の帰り際に、複数の親子から「家でまた工夫して作ってみようと思います。」「家で、きょうだいにも教えます。」との反応が得られた。

3.1.4.3 理科につながる活用の例

前述の生活科での活用後、後日の放課後に児童全員の風車を運動場に並べて観察する場を設けた。具体的には、木の板の上に2, 3個ずつ並べて固定した“Bタイプの”風車を用意し、運動場中央付近にそれらを点在させ、全体が見渡せるところから風車の様子を観察した（図 31-18）。

小学校第2学年児童は、みんなの風車が同じような方向を向くことや、風の強さも向きも一定ではなく、絶えず変化していることに気づいていた。風向きが変わるたびに、まるで示し合わせたように風車が向きを変える様子を見て感嘆の声が聞こえるなど、児童には興味深い活動であった。

3.1.4.4 小学校教員研修における活用の例

詳細は、「補章2 ネパールの理科教育」で述べるが、小学校教員研修として、理科研修の中で風車“Aタイプ”と風車“Bタイプ”を導入した。また、それと関連させた origami 研修を実施した。

3.1.5 「風車」の評価、生活科-理科のつながり

本実践研究では、基本コンセプトを4項目とりあげて風車を開発した。それらのうちC-1「低学年の児童が作れる」は、小学校第2学年で実施した生活科、小学校第1学年児童との学習、親子教室の事例から、“Aタイプ”では十分に達成できると判断した。“Bタイプ”では、製作の難易度が高いが、“くり返し”の時間が確保できる状況ならば目標達成が可能と判断できる。

C-2「短時間でできる」は、どの事例とも設定時間内で製作できたので、実態に応じた“手作り補助キット”を導入するならば目標達成可能と判断できる。

C-3「製作技能が高まる」は、繰り返しによる製作技能の高まりが見られる場面が数例あったものの、今回の事例からは目標達成できると明確に判断できない。今後の期待としては、手作り補助キットを用いず、各自の発想で製作できる技能が身につくことがあげられる。

C-4「作った風車を使って風を調べたり見つけたりする」は、“普段の生活では感じづらい風の力を意識することができる”という効果は、一連の事例から期待できることがわかった。

風車を使った活動は、風がエネルギーを持つことへの基礎的な体験としても期待がもてる。そういった視点から風車を教材として考えたとき、風車（“A・Bタイプ”）は、小学校生活科または、理科入門期の製作を伴う活動の候補であり、生活科と理科の学びをつなぐ学習のひとつと言えよう。



図 31-1 風車 “Aタイプ”



図 31-2 風車 “Bタイプ”

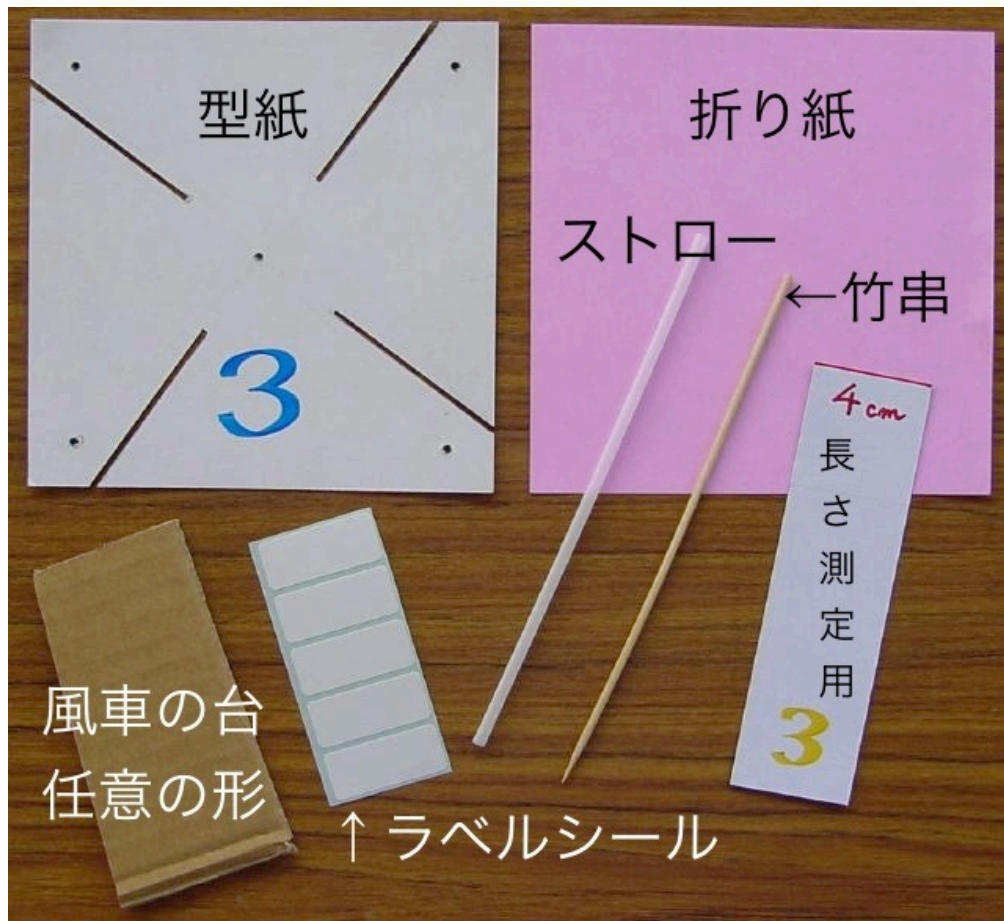


図 31-3 風車手作り補助キット

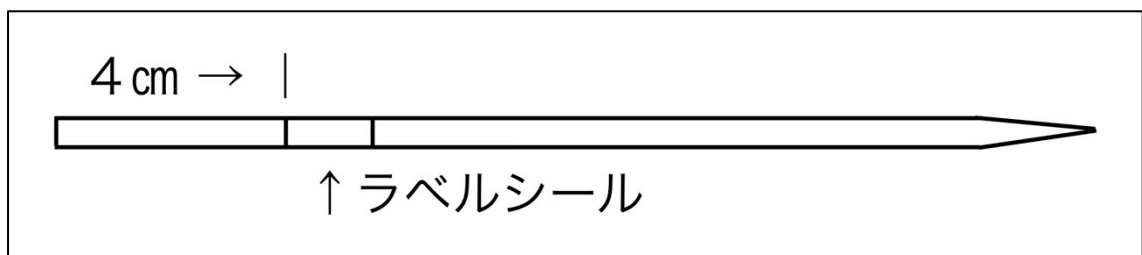


図 31-4 ラベルシールを巻く位置



図 31-5 ラベルシールを巻く

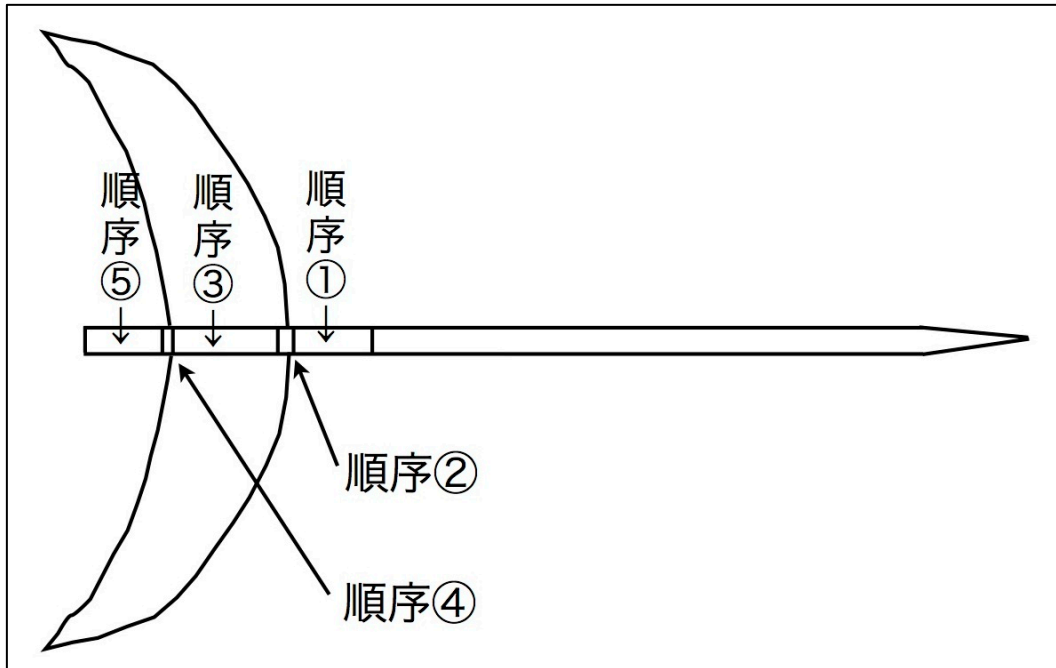


図 31-6 竹串に通す順と位置（羽の組み立て順と位置）

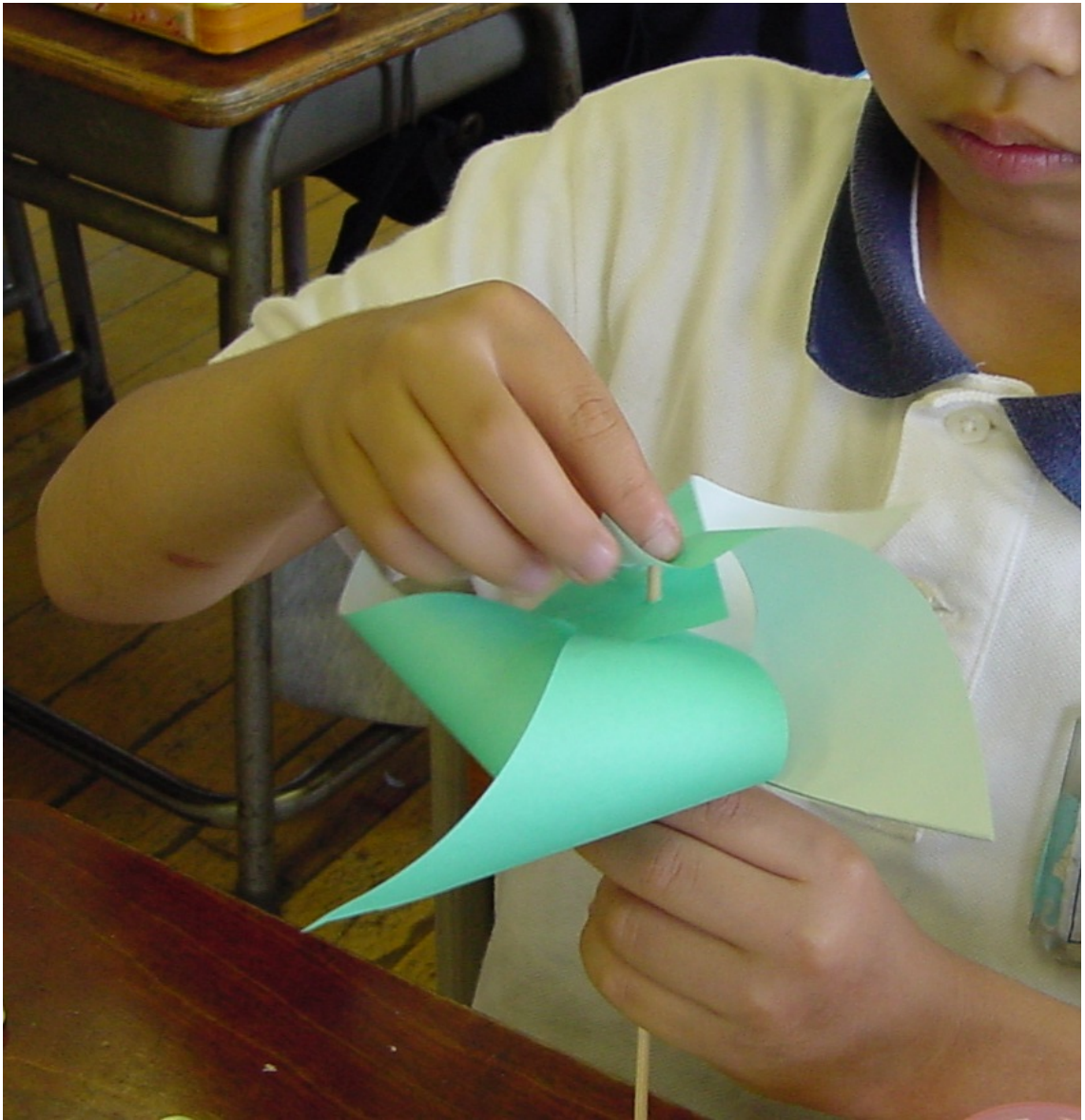


図 31-7 羽の組み立て

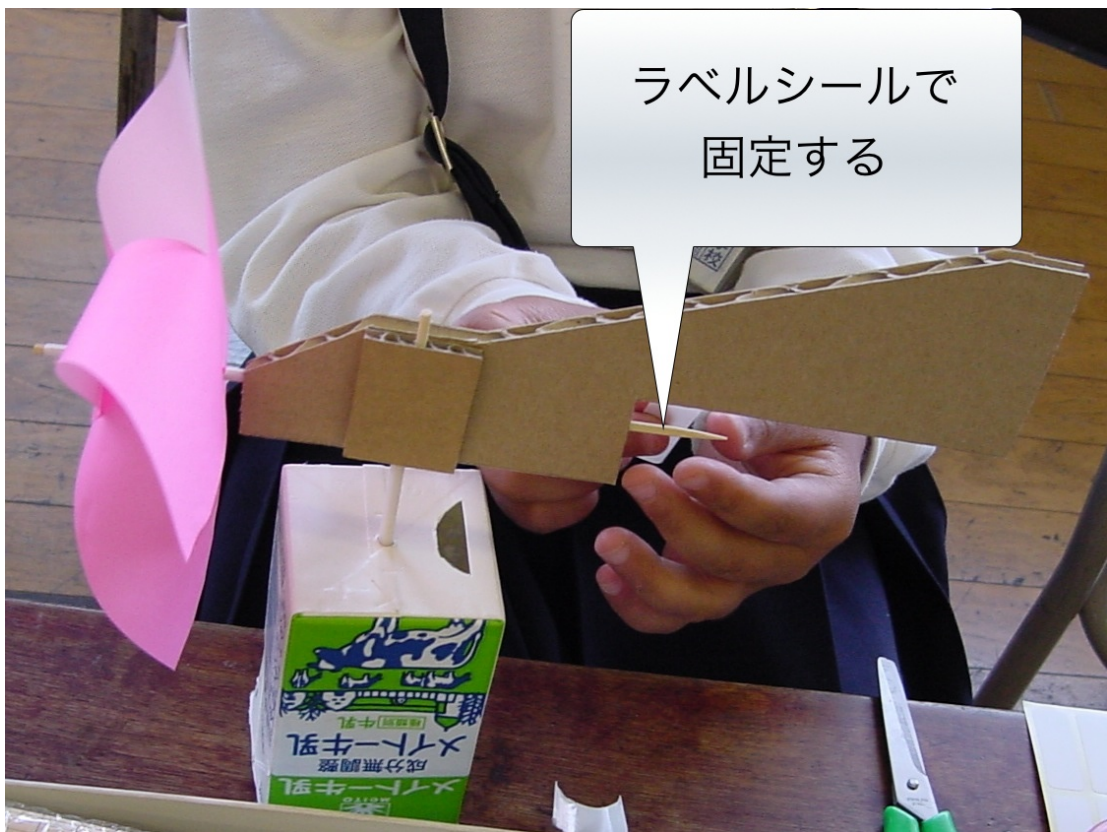


図 31-8 台が牛乳パックのタイプ（風車“Bタイプ”）

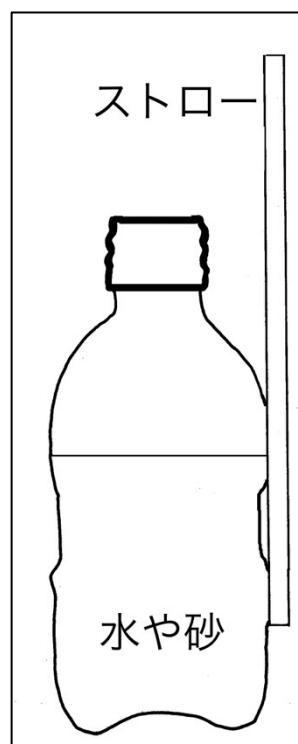


図 31-9 台がペットボトルのタイプ（風車“Bタイプ”）

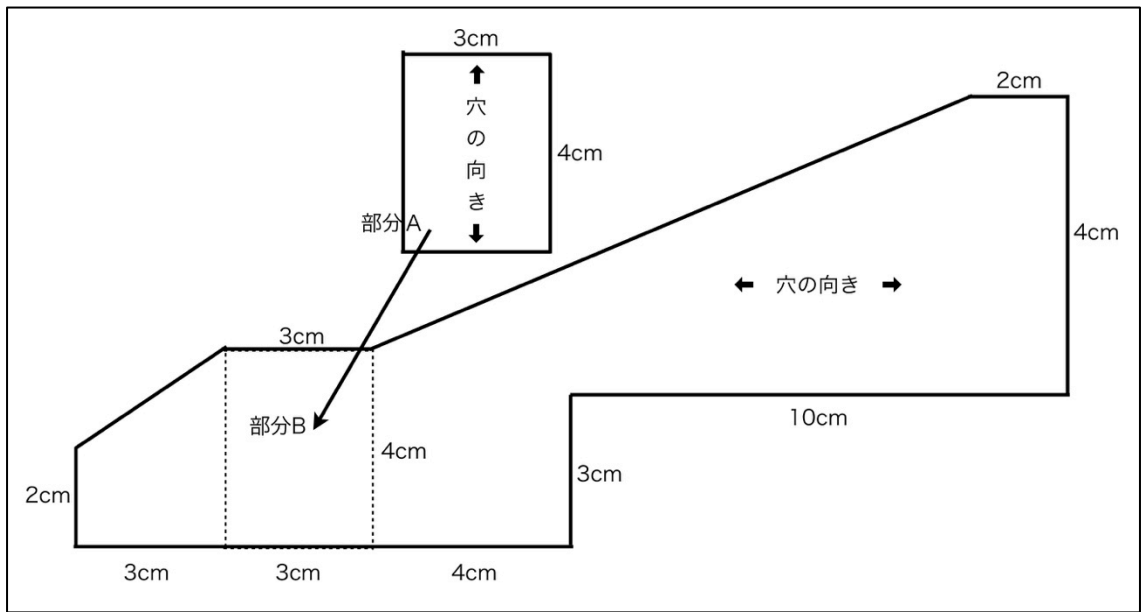


図 31-10 風を受ける部分のサイズ (風車 "Bタイプ")

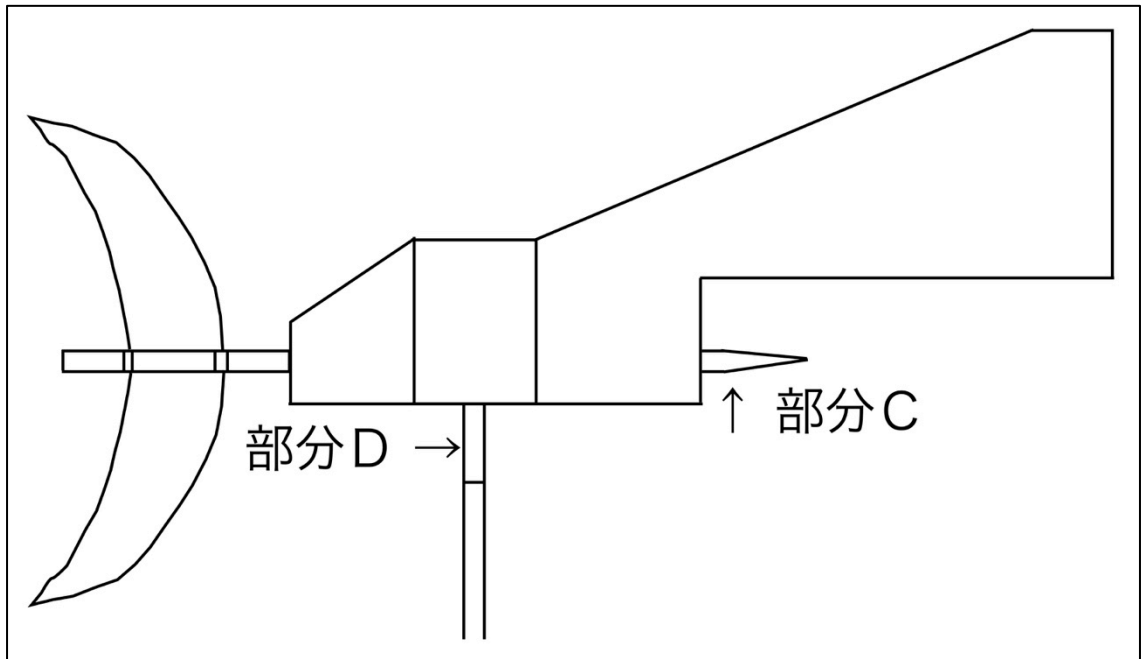


図 31-11 風を受ける部分の組み立て (風車 "Bタイプ")



図 31-12 風車“Aタイプ”完成後，運動場の“プリン山”周辺で遊ぶ児童

かざぐるま

5月28日(月)

きよふ かざぐるまをつくりました。かざぐるまをもつて、はしったらすごいわっておいしかったです。ぷりん山からはしてあげてもすこいまわりました。

二年一組
きよふ かざぐるまをつくりました。かざぐるまをもつて、はしったらすごいわっておいしかったです。ぷりん山からはしてあげてもすこいまわりました。
(筆者が脱字を補って記録)

図 31-13 学習後の記録（風車“Aタイプ”）



図 31-14 風車“Bタイプ”完成後，風を見つけて遊ぶ児童

ふしぎなこと

5月29日(火)

二年一組

きょう、風あそびでふしぎなことがおこりました。だつてじぶんでつくれた、てづくりおもちゃがじぶんで風をみつけたんです。

きょう、風あそびでふしぎなことがおこりました。だつてじぶんでつくれた、てづくりおもちゃがじぶんで風をみつけたんです。

図 31-15 学習後の記録（風車“Bタイプ”）



図 31-16 1年児童に教えている2年児童（上；運動場， 下；室内）



図 31-17 参加者親子の製作の様子



図 31-18 運動場に風車“Bタイプ”を並べて自然の風を観察

表 31-1 参加者の講座後の反応（設問 1）

空気であそぼう											
参加者			1) 楽しめたもの, おもしろかったもの								
	学年	男1女2	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	
1	1	2					1		1		
2	1	2					1				
3	2	1							1		
4	2	2					1	1	1	1	
5	2	1					1	1	1	1	
6	2	1					1		1		
7	3	2		1	1	1	1	1	1	1	
8	3	2	1		1	1	1	1	1	1	
9	3	1	1		1	1	1		1		
10	3	2		1	1		1		1		
11	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	
12	5	2	1	1	1	1	1	1	1	1	
			4	4	6	5	11	6	11	6	

3.2 小学校第3学年 方位：「太陽と地面」

(②小学校中学年理科の学習の検討)

3.2.1 本実践研究の背景

方位認識は、理科や社会の学習、さらには日常生活においても、重要な概念であり、かつ空間の位置を判断する際の基本的な能力でもある。小学校第3学年から始まる理科の天体関連学習では実際に野外に出て、方位をもとに観察し記録することが必要となる。

しかしながら小中学校理科の場合、教師が指導しづらい学習、児童生徒の理解が難しい学習として天体分野の学習が現場から聞かれる。その理由の1つとして、方位がわかることが前提に学習が進められるが、その方位認識に課題があるとの意見も現場教師から聞かれる。天体学習は、理科入門期にあたる小学校第3学年から開始するため、その時点での児童の方位認識の実態を明らかにし、その力をできるだけ高めておくことがその後の天体学習を進めるうえで不可欠と考える。そこで最初の天体関連学習にあたる小学校第3学年の「太陽と地面」の学習において児童の方位認識を高めるための指導を考案し授業を試みた。さらに当児童が小学校第4学年になったときの定着状況も併せて検討を試みたので、その内容と結果を報告する。なお、ここでは小学校第3・4学年を理科入門期としている。

また、本研究で得た結果を踏まえ、小学校第4学年の「月と星」の学習において、星座早見盤と月の記録用紙の検討を試みた。その結果、星座早見盤に記載された方位と実際の方位との関係を理解すること、記録用紙に記載された方位と実際の月の動きとの関係を理解することは、この時期の児童にとって難しいということが明らかになった。これらの検討については、「太陽と地面」の検討の次に述べる。

なお、以上の実践の一部は、日本教材学会^{注1}、日本理科教育学会^{注2}、日本地学教育学会^{注3}で発表し、「日本教科教育学会誌」^{注4}に論文が採択済みである。

注1 藤川義範 (2012)：身近な地域環境の教材化 - 身近な自然の素材を教材に (小学校理科の例) -, 日本教材学会第24回研究発表大会, 教材活用研究部会にて口頭による実践発表

注2 藤川義範・林武広 (2012)：方位認識を高めるための指導 - 小学校第3学年「かげのつき方と太陽の光」を通して -, 日本理科教育学会第61回中国支部大会発表論文集, pp45

注3 藤川義範・土井徹・林武広 (2013)：小学校4年「月と星」における方位認識について,

注 4 藤川義範・林武広：理科の入門期における児童の方位認識の特徴に関する一考察，日本教科教育学会誌，2015 年第 37 巻 4 号（掲載予定）

3.2.2 児童生徒の方位認識における課題

小学校学習指導要領（文部科学省，2008a）において、「方位」という用語は小学校第 3 学年社会科の地図を用いる学習および理科の太陽と地面の様子 of 学習で扱うことが示されている。具体的に社会科では，小学校学習指導要領解説社会科編（文部科学省，2008d）に「方位については，四方位と八方位を扱う」と示されていて，理科では，上記学習指導要領に「太陽の動きを調べるときの方位は，東，西，南，北を扱うものとする」と示されている。

小学校の社会科における方位指導の多くは，図や地図などを使って「北」「北西」などの用語をパターンで覚えさせようとするものである。方位の指導に関する報告として牧野（1989）は“方位観”から，「小中学校で方位について学習する際には，平面状の方位と球面状の方位との相違を充分理解させる必要がある」と児童生徒・教師の実態や指導上の問題点を指摘している。荒木ほか（2006）は，“将来小学校で教鞭を執る夢を持っている学生のための教科書”の中で，ゲーム感覚で“16 方位”を身につけさせることを勧めている。両者とも，メルカトル図法で考える方位，地球儀で考える方位，正距方位図法で考える方位についても言及するなど，社会科教育の方位は，地図つまりは地球の表面での位置関係を考えるため，地図活用のために“方位を知る”，ことが重要となる。つまり次に述べる理科における空間における位置の基準とすることとは扱いが異なる。

松森・関（1981）は，小 1～高 3 の児童生徒を対象とした調査を行い，「方向概念の認識状態は非常に低い」と指摘し，方位に関しては，「小・中・高等学校を通じて，方位は，二次元空間内での認識にとどまっており，上下概念と混同されている」と述べている。方位の指導については，例えば松森（1992）は，1984 年に小学校第 3～6 学年児童を対象とした実施した調査から，「生活空間での四方位を同定する能力が児童に欠如している」と指摘し，“四方位の基準系”の獲得などによる効果的な学習の方策例を紹介している。荒井（2005）は，中学生の方位認識が十分ではない実態と，立体モデル製作などの手立てを紹介している。これらの報告から，児童・生徒の方位認識は十分でないことは明らか

であり、その力を高める必要がある。しかしながら宇尾野・古屋（2011）が中学生を対象とした調査から「方位概念における先行研究は少なく」と指摘するように、理科の学習で方位を扱う際に、方位認識を高める指導についての研究報告は、先の松森（1992）、荒井（2005）などが散見される程度である。なお、宇尾野・古屋（2011）は、質問紙、面接から明らかになった“中学生がもつ方位概念の定着の程度”として、次の3点を指摘している。

- ① 四方位の基準系はわかっても、生活場面で活用することができない生徒が多いこと
- ② 天文分野の学習を終えている3年生は、「宇宙における四方位の認識能力」は1・2年生より高いが、他の問題では有意な差が見られないこと
- ③ 学年を問わず、方位を三次元方向としてとらえることができていない生徒が存在すること

これらの報告から児童・生徒の理科的な方位認識は十分ではないこと、さらに、天体観測学習に必須なスキルである三次元空間における方位の認識には課題が多いことが明らかである。この確実な方位認識は単に天体観測学習での必要性にとどまらず、野外観察や野外活動においても必要であることは言うまでもない。

児童生徒が着実に方位を認識できるようになるために小学校低学年時から学習の積み重ねが重要と考えられるが、理科入門期を対象とした児童の方位認識に関する報告は見当たらない現況である。

3.2.3 本実践研究の目的、方法、内容

3.2.3.1 本実践研究の目的と調査方法

方位は、現行の生活科の学習では特に学ぶ機会はなく、小学校第2学年国語科の「西、東、南、北」の漢字学習（小学校学習指導要領；文部科学省，2008a）や、家庭生活など日常生活の中で自然に学んでいる状況である。四方位の位置関係や空間での方位判別など本格的な方位については、入門期の理科で扱いが開始される。そこでの学習は、方位認識の基本を習得する重要な機会と位置づけられる。しかしながら、前述のようにこの時期の児童の方位認識の実態や特徴、それらに基づく有効な指導方法等については必ずしも明らかではない。現

職小学校教師へのインタビューからも、多くの教師は方位について特段の意識は無く、何となく指導を流している現状のようである。

そこで本実践研究では、児童の方位認識の実態と特徴を明らかにすることを目的に、小学校第3学年理科「太陽と地面」単元での指導実践を通して検討を行った。さらに、「中学生でも方位認識が不十分」との荒井（2005）や宇尾野・古屋（2011）の報告をふまえ、方位の学習の定着状況を明らかにするため、同じ児童を対象に、それから半年後の小学校第4学年時に方位認識の実態調査も行った。

研究方法としてまず、広島市内B小学校第3学年の2学級77名（1組38名、2組39名）の児童を対象として、“太陽と地面”の学習前に児童の方位認識の実態を調べるための調査（以下、調査1；ペーパーテスト形式、2011年10月）を行った。次いで、それらの実態に応じた指導を取り入れた授業を実施した。その指導の有効性に関して検証するために、単元学習終了後に調査を行った（以下、調査2；ペーパーテスト形式、2012年1月）。さらに、方位認識の定着状況と課題を調べるためペーパーテストおよびパフォーマンステストによる調査（調査3・4）を児童が第4学年のときに行った。

3.2.3.2 調査1の内容

調査1は太陽の動きに関する内容も含めての問いで構成したため、ここでは、方位に関する問いのみを抽出して記す（図32-1）。

最初の問いは、いわゆる四方位の関係を覚えているかを調べるものである（ここでは「問い1」とし、それぞれの問いを「1-①」～「1-④」とする）。もうひとつの問いは、三次元空間での影を表した図で方位を問うものである（「問い2」とする）。問い1は、各問い3点満点（3箇所を正解1点ずつ）とし、問い2は、4点満点（ア～エ正解を1点ずつ）とした。

3.2.3.3 調査2の内容

定着のことを考慮して、単元の学習終了後少し間を置いた1月に2種類のテストを実施した。

第一のテストは、調査1と比較できるように、調査1と同一の内容である（本論文では調査2-Aとする）。

第二のテストでは、ある特定の方向を向いたことを頭の中に思い浮かべ、自分を中心にしたときの四方位の位置関係を選択させた（調査2-Bとする）。こ

の問いの意味として、野外では自分の体を中心にして前後左右の方位把握が必要なためである。児童は図 32-1 の「問い 1」にあるような“十字の図”が図示されていなかった中で主に頭の中の方位イメージ（位置関係）を駆使して答えなければならない（図 32-2）。

3.2.4 方位認識の実態とその認識を高めるために有効な指導の工夫

3.2.4.1 調査 1 の結果

指導前の調査である調査 1 の結果（N=77）は次の通りである（最初の数字が平均値で（ ）内が標準偏差）。無回答の者はいなかった。

各 3 点満点の問い 1 は、「1-①」 2.48 (0.883), 「1-②」 2.38 (1.064), 「1-③」 2.43 (1.006), 「1-④」 2.42 (0.908) で、平均点得点は、どれも 2.5 に近いことから、児童は、紙面上に“十の字”で示された方位は、概ね理解できていると判断できる。つまり、児童はそれまでの生活経験などで“紙に記された十の字”の方位のイメージは概ね身につけていると判断される。ただ、この調査時の児童の様子として、質問紙を実際に回転、つまり“十の字”の図を回転させる操作をもとにして、方位を判別していた児童が少なくない。任意の向きの“十の字”での方位を考えることは児童にとって必ずしも容易ではないようであった。

一方、影の方位に関する問い 2 では 4 点満点の平均点得点が 0.69 (1.300) であり、多くの児童は、影などの情報から方位の判断がほとんどできない状況である。この問い 2 は、77 名中 12 名が無回答、4 点満点が 8 名、無得点が 56 名であり、空間の中で方位を考えることがかなり難しいようである。

したがって、太陽や影の動きの学習前である児童は、地図で使われる“上が北とする十の字”の場合の方位は理解しているが、“任意の十の字”では戸惑う児童が少なくないこと、さらに空間での方位イメージは全く不十分であり、日常生活あるいは学校でのそれまでの学習で習得できていないと判断される。四方位の位置関係を覚えた程度とみなされる。

3.2.4.2 方位指導の概要

授業は、時間数を含め教科書指導書等で紹介されている、いわゆる一般的な単元指導計画の流れに準じて指導を行った。今回は、新興出版社啓林館の教科

書・指導書（大隈ほか，2011）を用いた。指導計画と調査の位置づけを図 32-3 に示す。「第一次」で次に述べる「Step 1～4」を実施し、「第二次」で方位を意識しながら考える学習を実施した。「第三次」については，地面の温度の学習のため，方位は特に触れていないので，第一・二次における4時間が方位を扱った授業である。

野外で天体観察をする際，場合によっては夜間であっても空間での方位が認識できることが必要である。したがって，先行研究での「上下概念と混同」，「生活空間での四方位を同定する能力が欠如」などの指摘を参考に，次に示す2つの指導を考えた。

まずは，調査1の“紙に記された十の字”について児童は概ね理解しているので，そのイメージを空間において適用できることを目標に，次の4つのステップで構成する指導を試みた。

- Step 1 黒板を使用（垂直面）一斉形式
- Step 2 教室内で（水平面）一斉形式
- Step 3 屋外で（水平面）グループ形式
- Step 4 運動場で（水平面）一斉形式

Step 1 では，最初に，児童が馴染みのある一般によく使われる上を北にした“十の字”を黒板にかいて方位指導した（図 32-4 のA）。通常では，この上下左右で方位を確認する程度で方位指導は終わることが多いが，方位の位置関係を理解するためには，さらに“上”をほかの方位にしたり（図 32-4 のB・C），“十の字”を斜めにしたりした（図 32-4 のD）。図 32-4 のAで「右が東，左が西」と覚えているだけでは，図 32-4 のB～Dには対応できないので，児童の反応を見つつ，問いかけるペースを考えながら授業を進めた。

Step 2 では，教室前面にある黒板側を北やほかの方位に見立てたり，窓側をいろいろな方位に見立てたりするなど，四方位に次第に慣れていけるようにした。その際，社会科でも扱い馴染みのある“十の字（図 32-4 のA）”の図を常に参照しつつ方位を判断させると，この段階では児童の混乱が少ないようであった。

Step 3 では，理科室前の小スペースなど，あまり広くないところで学習すると物や景色を頼りにせず，自分の体を基準に前後左右で考えることができる。数人のグループごとに分かれ，図 32-5 の位置にひとりが立ち，あとの児童がそ

のまわりから「〇〇さんは、今、南を向いています。右手の方位は何ですか?」、
「〇〇さんは、今、北を向いています。西の方に体を向けてください。」などと
交代しながら問題を出し合い、確かめ合ったり修正し合ったりすると、次第に
方位の判断に慣れていった。

Step 4 では、運動場の中央など、広いところで一斉に行った。内容的には、
Step 3 と同様であるが、空間サイズを拡大し、実際の屋外での観察のイメージ
に近づけるためである。最後に方位磁針を紹介し、運動場における実際の方位
で「北の空～」、「南の空～」などを確認した。

2 つ目の指導は、児童が方位を絶えず意識することを意図し、かげや太陽の
動きを学習するとき“方位”という言葉の絶えず用いる指導を試みた。本内容
は教科書でも紹介されており特別な活動ではない。例えば、教科書で紹介され
ている図（図 32-6）を用い、方位の文字部分を隠し、太陽の位置、影の位置か
ら方位を推測させるなど、児童が常に方位を意識しながら考える学習を行った。

3.2.4.3 調査 2 の結果

上記の指導後に事前調査と同じ問題を用いて行ったテスト（調査 2-A）の結
果（N=75）を、調査 1 の結果と比較できるようにして表 32-1 に併せて示して
いる。調査 1・2 の児童数が異なるのは、転出児童がいたためである。

3 点満点の問い「1-①」～「1-④」の平均点得点（平均値）は、どれも 2.6
以上である。また、標準偏差が事前調査結果に比べていずれも小さくなってい
る。この調査 2 では、事前の際のような質問紙を実際に回転させて方位を判断
する児童は見かけなかった。任意の向きの“十の字”のまま、方位を判断して
いたようであった。

4 点満点の問い 2 の平均値は 2.03 であった。問い 1 に比べ平均点得点の上昇
が顕著であるが、標準偏差が問い 1 とは逆に事前調査結果より大きくなってい
て、空間における方位判別は容易ではない児童の存在を示すと考える。

事前-事後（調査 1 と調査 2-A）で対応のある t 検定を行った結果を、表 32-1
に併せて示す。問い 2 では 1%水準で事前（調査 1）に比べ事後（調査 2-A）
が有意に高いこと、また問い「1-①」では、5%水準で事前に比べ事後が有意
に高いことが明らかとなった。一方、その他の問題でも、事後が高い有意傾向
が見られる。無回答が事前の 12 名（77 名中）から 1 名（75 名中）に減少、4
点満点が 8 名から 29 名に増加、無得点が 56 名から 26 名に減少した。これら

のことから、4時間の授業によって、“紙に記された方位の位置関係”を認識することは有意に高まったと判断した。

なお、検討する際に推察されたこととして、問い1の設問は、心理学で言う心的回転と類似の概念操作が求められていた部分があることがあげられる。Shepard & Metzler (1971) が指摘するように、児童が図を見てイメージ上で回転させ回答していた可能性もありうる。今回の調査では、反応時間のデータは得られていないので、この視点を含めた検討はできなかった。

次に、自分が向いている方位を「南」および「北」とし、それぞれの場合で「右手側の方位」が何であるかを問うた調査2-Bの結果を表32-2に示す(N=73)。

その結果、調査2-B両方の問いに正答(以下、正答群)が7割(51名)、両方とも誤答(以下、誤答群)が3割(22名)の2グループに明確に別れた。そこで、それらを正答群、誤答群として、紙に記された方位判断調査「2-A問い1-③」の回答とのクロス表を作成した(表32-3)。

正答群51名中46名(約9.0割)が、調査2-Aの問い1-③で全て正答(3点)であることから紙に記された方位判断で東西南北の位置関係が分かっていることは、空間で自分を中心にしたときの方位をイメージするうえで基本的要件であると言えよう。

一方、調査2-B誤答群のうち15名は調査2-Aでは全正答、6名は部分正答である。誤答群の児童は紙の上で四方位が分かっているにもかかわらず、それを空間中に自分をおいてみたときのイメージへの結びつけが十分にできていないとみなされる。

以上のように、今回の学習によって“紙に記された十の字”の方位のイメージは身についたと判断できる。しかし、入門期では、例えば図32-1の問いの図にあるような二次元の図を見て三次元を考えること、空間の中で四方位を判断することは難しい児童が少なからず存在する。

3.2.5 方位認識の定着について

3.2.5.1 第4学年での継続調査

小学校第4学年“月や星”の学習では、方位がわかっていることを前提に学習が進められる。しかし、上述のように小学校第3学年児童には紙の上での四方位と空間中での方位イメージとが結びつきづらいようであったため、今回の

指導により高まった方位認識がそのまま定着するのは先行研究の指摘にあるように難しいだろうと考えた。そこで、小学校第3学年で調査1・2を行った児童を対象に、小学校第4学年“月や星”の単元指導前である7月に（調査2から約半年後）、月や星に関する内容の調査3を行い、方位認識の定着状況を調べた。

児童が小学校第3学年のときの調査2-Bは、「右手側」を固定し、“自分が南、北を向いたときの方位”を質問したが、同じ児童が小学校第4学年のときの調査3は、小学校第4学年の学習である月の観察を考慮し、南の空を観察する場面を想定し方位を「南を向く」に固定し、そのときの“右手側、左手側の方位”を質問した。また、調査2-Bの誤答群22名（表32-2）のうち15名が、右手側ではなく左手側の方位を2問とも答えていたため、児童の左右誤判断の可能性も考え、調査3では調査2-Bに類似した問いとした（図32-7）。

さらに小学校第4学年“月や星”の学習の開始直後（夏休み明けの8月下旬）にパフォーマンステスト形式で調査4を行った。調査2、3は文字による質問であったため、文字読解の影響が入っている可能性も考えられる。そこで調査4では、天体観察に近い状況設定となるよう、実際に観察場所に立ったことを想定し、児童一人ずつ個別に室内に立たせて、口頭によって“自分の前後左右の方位”を尋ねる調査を行った（図32-8）。調査したこの時点では、新たな方位の指導は行っていない。

この口頭による調査では、毎日接しているため児童にとって“声が聞き慣れている”学級担任教師に調査を依頼した。また、何を尋ねられるかが事前にわかると、児童が前もって答えを考えるなどの準備する可能性があるため、一人ずつ別室で調査し、調査後の児童はさらに別室に移動させた。具体的には学級担任教師が「あなたは、今、南を向いています。右手側の方位は？ ～」と尋ね、児童が「西」などと口頭で返答した方位を学級担任教師が用紙（図32-8）に記録するという方法である。

3.2.5.2 調査3・4の結果

調査3の結果を児童が小学校第3学年時の調査2-Bの結果と併せて図32-9に示す（N=75）。その結果、調査3では2問とも正答の児童は75名中38名（約5.1割）、2問とも誤答の児童は31名（約4.1割）、1問正答は6名（0.8割）であった。なお、2問とも誤答31名のうち23名（31名の約7.4割、75名の約3割）が東と西を逆に答えていた。

小学校第3学年時に行った調査2-Bでの正答群は調査3では、51名中31名(約6.1割)が2問とも正答、18名(約3.5割)が2問とも誤答、2名(約0.4割)が1問正答であった。なお、2問とも誤答になった18名のうち13名(51名の約2.5割)は、左右逆の方位を答えていた。

調査2-Bで誤答群は調査3では、21名中(22名中1名は未調査)5名(約2.4割)が2問とも正答、12名(約5.7割)が2問とも誤答、4名(約1.9割)が1問正答であった。なお、2問とも誤答になった12名のうち10名が左右逆の方位を答えていた。

調査2-B・調査3の結果から、2問とも正答した児童が、調査2-Bの7割から、約半年を経た調査3で5割に減少するなど、この時期の児童の方位認識の定着は容易ではないことが明らかとなった。

調査2-Bおよび調査3で尋ねた空間での正しい方位が決められない理由として、先に述べたように紙の上での四方位と空間中での方位イメージが結びつきにくいことが主と考えられる。

そのことについてさらに詳細に分析してみた。まず、児童が左右逆の方位を答えたものが多かったので、左右判断の基本的状況について調べるため、本研究を行ったS小学校の第1学年、第2学年を対象に、左右の判断状況を調べるパフォーマンステストを行った。その結果、左右とも間違っている児童が第1学年32名中4名、第2学年38名中3名、片方を間違っている児童はそれぞれ2名ずつであり、その割合は低い。

これらのことから、空間での正しい方位が決められない児童は、紙の上で四方位が分かっている場合でも、それと空間中に自分を置いた場合のイメージとを結びつけて方位判断することが困難と考えた。これは、中学生の定着を調べた宇尾野・古屋の指摘①とも整合する結果である。

パフォーマンスによる調査4の結果を表32-4に示す(N=74)。それぞれ太枠の欄が正答である。

その結果、正面に対して背中側の方位、つまり自分の体を中心とした前後の方位では、「南を向いたときの背中」が90.5%、「東を向いたときの背中」が95.9%と、2つの質問とも9割以上の児童が正答である。自分の体を中心とした左右の方位を問う4問では、南を向いたとき、東を向いたときの「右手」が58.1%、56.8%、南を向いたとき、東を向いたときの「左手」が59.5%、56.8%、それぞれ約6割の児童が正答し、それぞれ約4割は誤答であり、そのほとんどが左右逆の方位を答えている。調査4の6つの質問すべて正答した児童は、約4割

の 29 名であった。

以上のように、特に正面に対する背中側、つまり前後の方位ではほとんど全ての児童が正しい方位を判断できることに対して、右手側・左手側の方位ではいずれの問いでも 4 割の児童が誤答しており、左右の方位を判断するときに課題があることがうかがえる。そこで調査 3 の 2 つの問いとも左右逆に答えた 22 名 (23 名中 1 名は調査 4 未調査) を抽出し、調査 4 での回答結果を表 32-5 に示した。南を向いたときと東を向いたとき、ともに右手側と左手側の方位を尋ねるため、それぞれの正答数が 0～2 となる。

その結果、南を向いたときと東を向いたとき、ともに 2 問正答であった児童は 9 名、ともに誤答した児童は 5 名、左手側の方位は 2 問・右手側の方位は 1 問正答の児童は 1 名、右手側も左手側も 1 問正答の児童は 7 名であった。また、誤答の多くは、左右逆の方位を回答したものであった。右手側の方位判断と左手側のそれでは、正答誤答の分布に違いは見られない。

調査 3 時点で左右逆に答えた児童でも調査 4 では、約半数 (22 名中 9 名) が 2 つの問い両方で正答している。頭だけで考えて答える調査 3 とは異なり実際に空間に身をおいて判断する調査 4 の場合の方が、自分の右手、左手が目前にあることも手伝って児童にとって方位判断が容易であったとみなされる。これは、宇尾野・古屋 (2011) が、面接による調査から、「パフォーマンスが正しい方位概念の獲得に役立つ可能性があることも明らかとなった」と指摘していることに符合するものであろう。したがって左右逆に答えた主な原因は左右誤判断ではなく、頭の中だけで、とりわけ“左右の方位”を四方位に結びつけて判断することの困難性と考えられる。児童は一種の緊張の中でとっさの判断を求められ一瞬混乱する可能性もある。

3.2.5.3 方位認識が定着不十分な児童について

小学校第 3・4 学年の 2 学年に渡る調査結果から、方位認識が習得できている児童、そうでない児童の状況を考察する。転出入や欠席等を除くと、今回の調査 2-B、調査 3、調査 4 全部に回答した児童は 70 名である。この 70 名を対象とした各調査での正答のみの児童 (「正答のみ」) と、一部でも誤答があった児童 (「誤答あり」) の人数変化を図 32-10 に示す。なお、調査 4 については、背中側の方位は除き、左右の側の方位のみを抽出した。

学習後の調査 2 から約半年の時間経過後に調査 3 と 4 を実施したので、調査 2 (2-B) が正答であり、なおかつ調査 3、4 の双方正答であった児童 (定着

できている児童)が、本研究では方位認識を十分に習得できている児童とした。この人数は70名中17名(約2.4割)にすぎない。残る53名(約7.6割)の児童は方位認識の習得が不十分とした。そのうち、調査2で「誤答あり」、なおかつ調査3、4とも「誤答あり」であった14名(2割)は方位認識習得が全く不十分な児童である。このように多くの児童は方位認識の習得が不十分と言わざるを得ない状況であった。

そこで、方位認識習得が全く不十分と判断した14名の反応を調査3と4に着目して検討した(表32-6)。ここでは正答を○、左右を逆に答えた誤答を△、左右逆とは別の誤答(例えば右手側の方位が西の場合、左手側の東ではなくて北と答える場合)を×で示す。また、調査4については、右手側と左手側両方とも正答を○、両方とも左右逆に答えたものを△、片方では×としている。

このように、14名中13名がいずれかの問いで左右逆の間違いを含んでおり、そのうちの3名は全てで逆を答えている。

これらの結果からも、児童が方位判断するとき、正答と誤答が入り乱れており、前述のように方位を判断する際に左右と四方位との結びつけで“混乱”していることが見て取れる。一方、全ての調査で左右逆に答えた3名の児童は左右を誤判断(逆判断)していると判断できる。この人数は、前述した(3.2.5.2)小学校1・2年児童の人数割合に近似している。

3.2.6 小学校中学年における方位認識の実態と指導の視点

たとえば今回試みたような“4つのステップ”による指導を行うことにより、“紙に記された十の字”の方位のイメージは身につくものの、小学校第4学年の学習開始時、方位認識が確実に習得できている児童は70名中17名の約2.4割、習得が全く不十分な児童は14名の約2割と、多くの児童は方位認識の習得が不十分と言わざるを得ない実態である。理科の入門期において、方位認識を高める指導の難しさ、また、時間を経ても確実に定着できる指導の難しさが明らかとなった。この実態は、先に述べたような現場で聞く声と符合する。

したがって、理科入門期の方位を扱う学習時には、いわゆる紙の上だけでなく、実際に運動場に出て方位を判断するなど、自分の体を中心に四方位を考える場をくり返し取り入れるなどして、“混乱”を減じることが必要と考える。その意味でも、理科入門期から方位認識を高める指導は重要であり、その際方位の混乱を軽減するためにも、小学校低学年で左右判断がより円滑になるように

することが有用であろう。小学校第3学年の“太陽と地面”の学習，小学校第4学年の“月や星”の学習においても，方位認識を高める指導を織り交ぜながら繰り返し指導することが小学校第6学年，さらには中学校の天体学習時の学習理解を深めることになると考えられる。

昨今，デジタル機器の普及によって，自ら方位を判断しなくても容易に方位が分かる方法も存在するが，例えば非常時の避難など“防災”の視点からも生活空間の中で“自ら方位が分かる”ことは生きる力を構成する重要な要素でもある。“方位を扱う学習”では，基本知識を問うペーパーテストに加え，実際に空間に身を置いてのイメージや実技を行うパフォーマンステストによる達成評価を行うこともまた必要と考える。

3.2.7 小学校第4学年「月と星」における方位認識

3.2.7.1 「月と星」の学習

小学校学習指導要領（文部科学省，2008a）では，小学校第4学年「月と星」の学習内容として「月の位置と星の明るさや色及び位置を調べ」とあり，位置のことが示されている。小学校学習指導要領解説理科編（文部科学省，2008c）では，「木や建物など地上の物を目印にして調べたり，方位で表したりする」と解説している。小学校第6学年「月と太陽」の学習では，小学校学習指導要領（文部科学省，2008a）に「太陽と月の位置関係」と示され，方位というものは直接示されていない。中学校学習指導要領解説理科編（文部科学省，2008e）では，「同じ時刻に見える星座の位置が東から西へ少しずつ移動」，「日没直後の月の位置が西から東へ移動」と示され，それらの情報を含めて「観察者の視点（位置）の移動」などを行い，「天体の位置関係や運動」を考えるとされている。

3.2.7.2 「月と星」の学習に関する方位の指導と課題

方位は，位置を知るのに有効な手段のひとつであるが，小学校第4学年では，「木や建物など地上の物を目印にして」調べ，記録することが主体となっているのではないだろうか。それは，記録例を紹介した各社の小学校理科教科書の記載からもうかがえる。

しかし，先に述べたように，小学校第6学年の学習や中学校以降の学習では，方位が分かることが前提であるため，それまでに方位認識を高めておくこと，

とりわけ理科入門期に方位認識を高めておくことが重要であると考え。

3.2.7.3 「月と星」の学習までの方位認識

前に述べたように、方位認識を高めるには理科の入門期である小学校第3学年の“太陽と地面の学習”がひとつのポイントと考え、“方位の指導とその評価”を検討してきた。その結果、小学校でもよく用いられる“上が北、下が南、左が西、右が東”という“十の字”の図を用いた学習においては、“紙に書かれたもの”を判別するレベルでの方位の理解は高まったことが認められた。また、図を頼らない方位の判断では、正答グループ（7割の児童）と誤答グループ（3割の児童）が明確に二分された。約半年後に定着具合を調べたところ、全体には定着が厳しい状況が認められたものの、半年前の正答グループでは、その約6割の児童が半年後も正答であり、半年前の誤答グループでは、半年後に正答できた児童は3割に満たなかった。

調査の過程で、左右が反対になる児童、時折混乱する児童、一瞬迷ってから判断する児童など、右と左の認識が十分ではない児童が少なからずいることが判明した。そのため、右と左の認識が十分ではない児童がいることをふまえたうえで、上下左右で方位を学習する程度にとどまらず、自分の前後左右で方位を判断させるようにすることを提案した。また、学習時に示された図の中の方位の文字を頼りに判断しないようにして、二次元の図で三次元を考える学習を取り入れることを提案するとともに、以降の学習（小学校第4学年「月と星」など）でも、継続的に方位の学習場面を設けることを提案した。さらには、パフォーマンステストでの評価も視野に入れて単元計画することも有用であろうと提案した。

3.2.7.4 星の学習における方位

小学校の現場では、これまでたびたび指摘されてきたように、実際に星を観察するとなると、夜間に観察することになるし、場所も考慮する必要があるため、困難を伴うことが多い。したがって、児童が一斉に観察するよりも、個々が観察することが実際には多くなる。その際、記録を学校に持ち寄ることになるが、観察する者、すなわち児童にとっては「木や建物など地上の物を目印にして」記録するのが具体的で容易である。しかし、持ち寄った記録をもとに学習するには、共通の視点“方位”が欠かせない。

そこで本実践における授業では、方位認識を高めておくため“星座早見盤”

の自作を試みた。この星座早見盤は、観察したものを着色する“記録用紙”の役割を持たせるため、黒の単色印刷にした。具体的には、星座が印刷された円盤状のパーツと、天球を表した窓のあるパーツからなり、両者を割りピンで組み立てるものとなっている（図 32-11）。製作時に星座早見盤の一般的な使い方を指導したが、夜間実際に使うのは家庭であり、製作後の使用は、児童個々に委ねた。

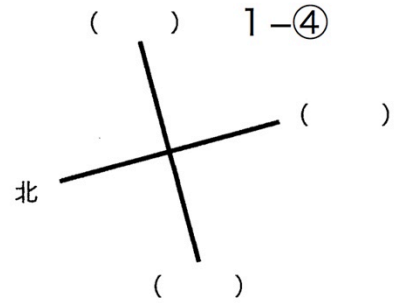
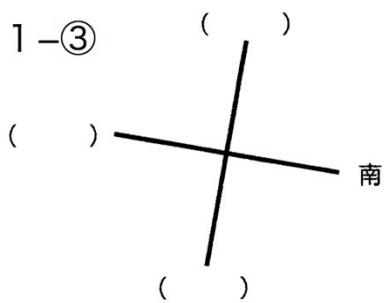
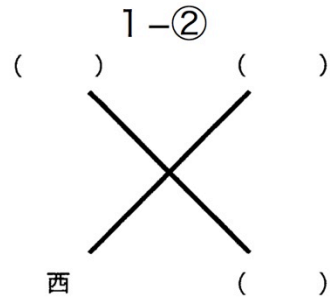
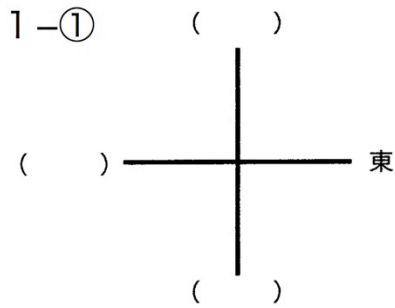
学習後、南の空にあるオリオン座を探すときの持ち方を問うた質問を図 32-12、結果を表 32-7 に示す。学習前、「南を向いたときの左右」の方位の認識が高い児童の正答が多いとは言え、方位感覚を高めるには、一般的な使用法の説明程度のあとの使用では難しいと言える。三次元の天球を二次元の平面に投影して、相互に変換しながら活用するのが星座早見盤である。小学校第4学年の段階では、その理解は困難と考えられる。

3.2.7.5 月の学習における方位

方位認識の観点から言えば、“1日のうちでも時刻によって位置が変わる”ことの指導に着目したい。観察可能な場所があるなど学校によっては、月齢を考慮すると理科授業時の観察も可能である。しかし、個々の児童が家庭で観察するとなると、星の学習時同様、月の学習時も、事前に児童の方位認識を高めておくことが必要となってくる。今回は、方位を確実に認識させるための“記録用紙における方位の記載場所”を工夫したので、それを図 32-12 に示す。

学習後、図 32-13 に示した、ある記録用紙の図を見せ、その中の情報を元に方位を答えさせた。その結果を表 32-8 に示す。学習前に「南を向いたときの左右」の方位の認識が高い児童の正答が多いとは言え、観察記録図における方位感覚を高めるのは、小学校第4学年の段階でも難しい指導であることが明らかとなった。教科書等に記載されている言葉である「月は、東から南の空を通過して西へと動く」などを記憶することは、理科授業で一般的に行われていることであろう。その記憶が、記録用紙を見て発揮できるかを確かめるため、満月が動く方向を尋ねた（図 32-14）。その結果、学習前、「南を向いたときの左右」の方位の認識が高い児童の正答が多い傾向にあることが分かった（表 32-9）。この傾向は、一般的な月の動きを尋ねた質問（「東→南→西」「西→南→東」「東→北→西」から選択）の結果とほぼ同じである（表 32-10）。方位認識があることと、月の動きが分かることは関連があると考えられる。

問い1 それぞれの () の中に、^{ほうい}方位 (東、西、南、北) をかきなさい。



問い2 地面に東西南北の線をかき、午前9時、午前10時30分、正午、午後1時30分、午後3時の5回、ぼうのかげを調べました。

ア イ ウ エ の方位は、何でしょう。
それぞれ ○ でかこみなさい。

- | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ア | … | 東 | 西 | 南 | 北 |
| イ | … | 東 | 西 | 南 | 北 |
| ウ | … | 東 | 西 | 南 | 北 |
| エ | … | 東 | 西 | 南 | 北 |

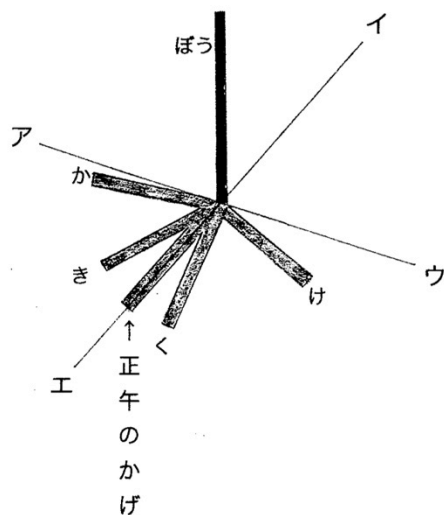


図 32-1 調査1のペーパーテストの一部

つぎ ほうい 次の方位は、どれでしょうか？ あ 当てはまる方位を○で囲みましょう。							
む	がわ	ほうい	……	北	東	南	西
む	がわ	ほうい	……	北	東	南	西

図 32-2 調査 2 のペーパーテスト，調査 2-B の例（右手側を固定して）

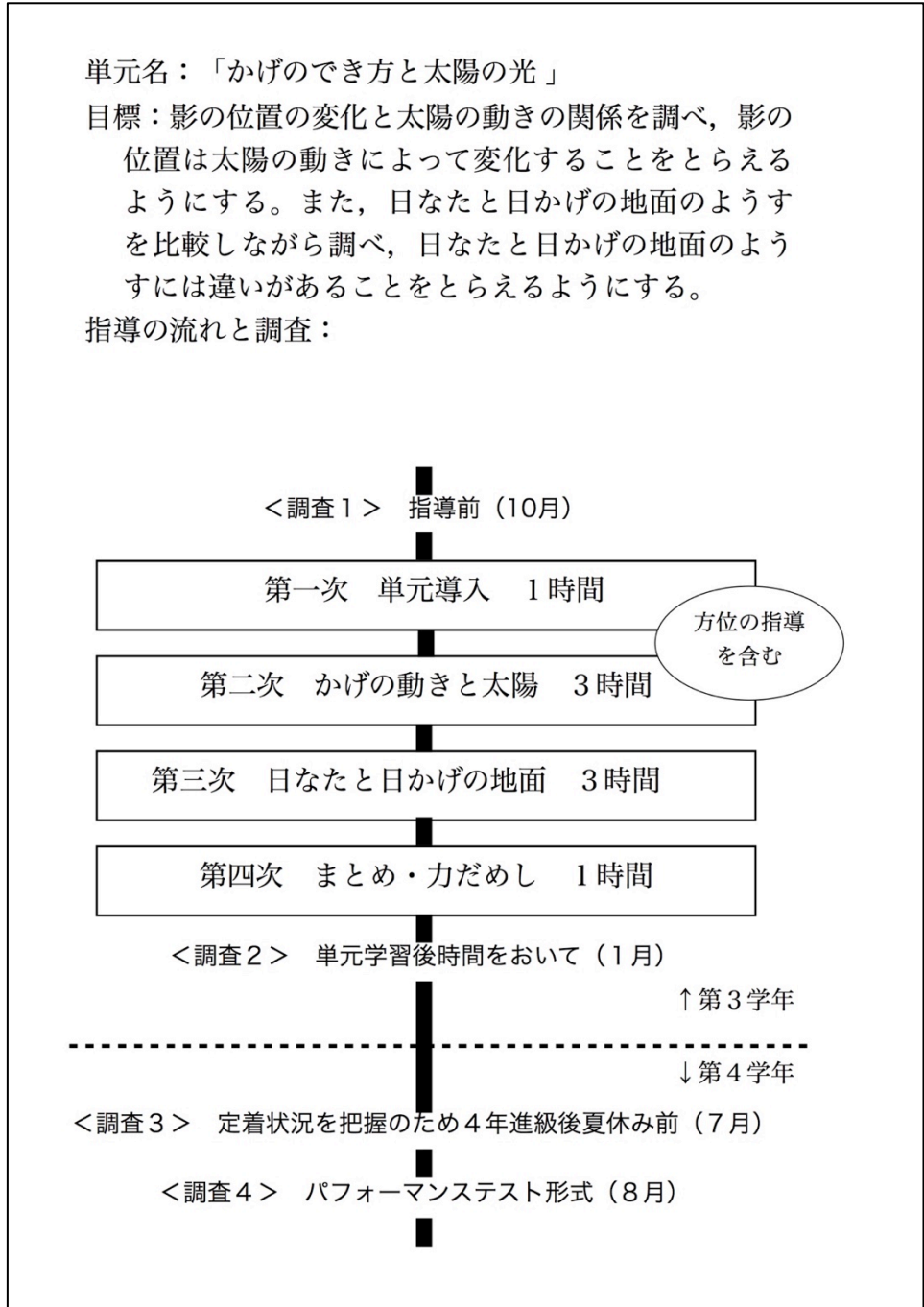


図 32-3 指導計画と調査の位置づけ

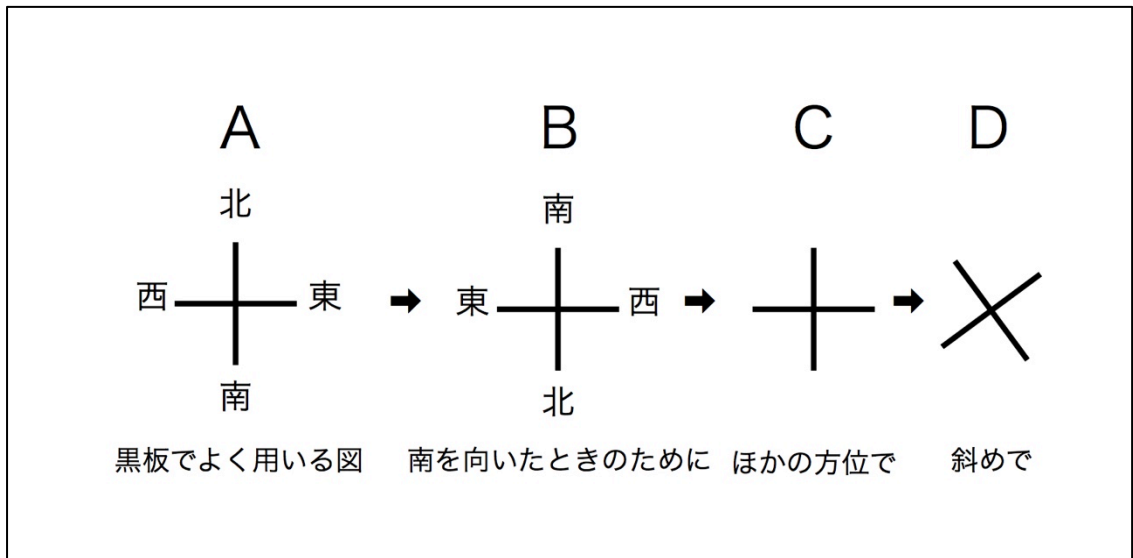


図 32-4 Step 1 の指導の流れ

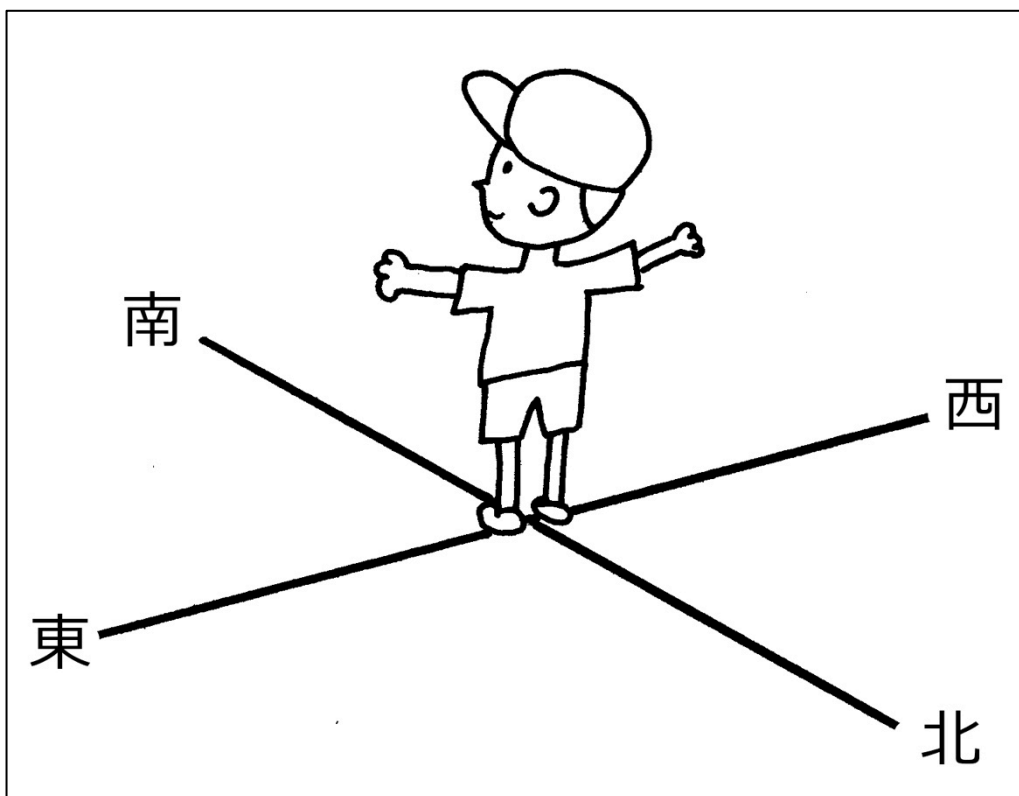


図 32-5 Step 3 ; 自分の前後左右の方位を考える

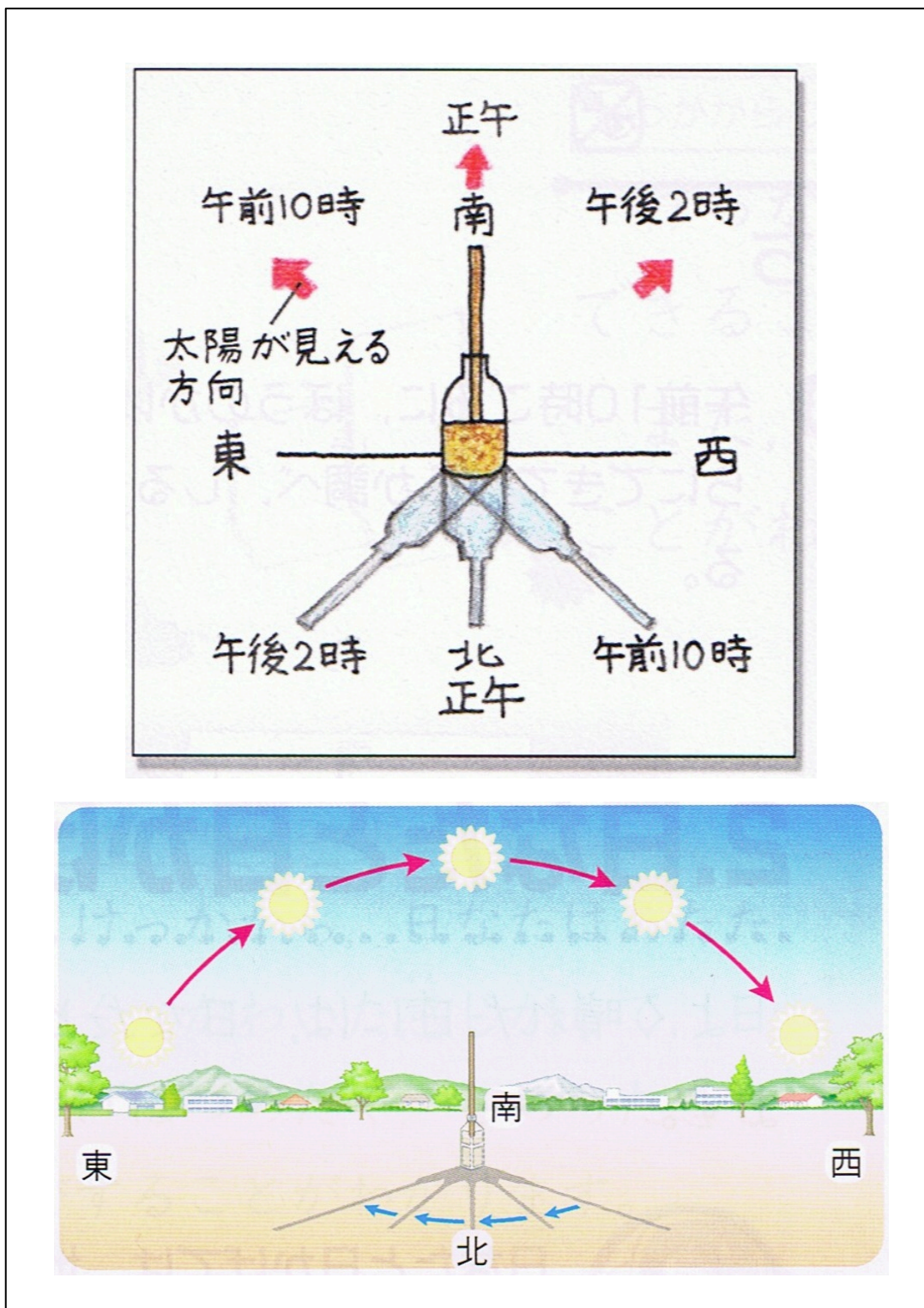


図 32-6 方位表記以外の情報が含まれる図から方位を考えるための図
引用：新興出版社啓林館「わくわく理科」

「かげのでき方と太陽の光」について、次の質問に教えてください。

南を向いたときの、左手の方向、右手の方向の「方位」は？ ○で囲んでください。

左手の方向 … 北 東 南 西

右手の方向 … 北 東 南 西

図 32-7 調査 3 のペーパーテストの一部（方位を固定して）

		8月30日(木)			
()組()番 名前 ()					
あなたは、今、南を向いています。	右手側の方位は？	北	東	南	西
	左手側の方位は？	北	東	南	西
	背中側の方位は？	北	東	南	西
あなたは、今、東を向いています。	右手側の方位は？	北	東	南	西
	左手側の方位は？	北	東	南	西
	背中側の方位は？	北	東	南	西

図 32-8 調査 4（パフォーマンステスト形式）の質問・記録用紙

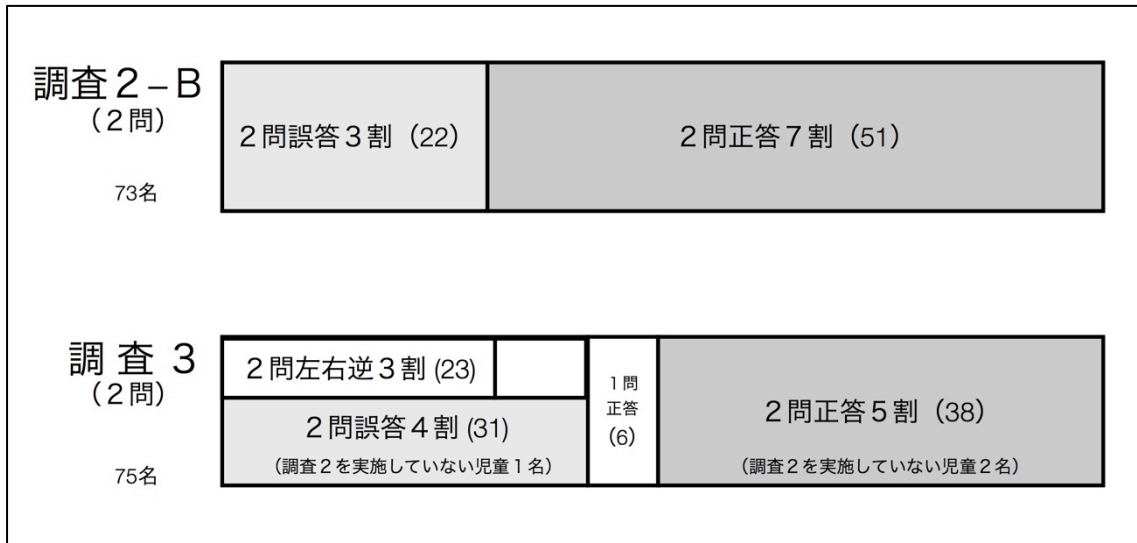


図 32-9 調査 2 と調査 3 の結果：() 内は児童数

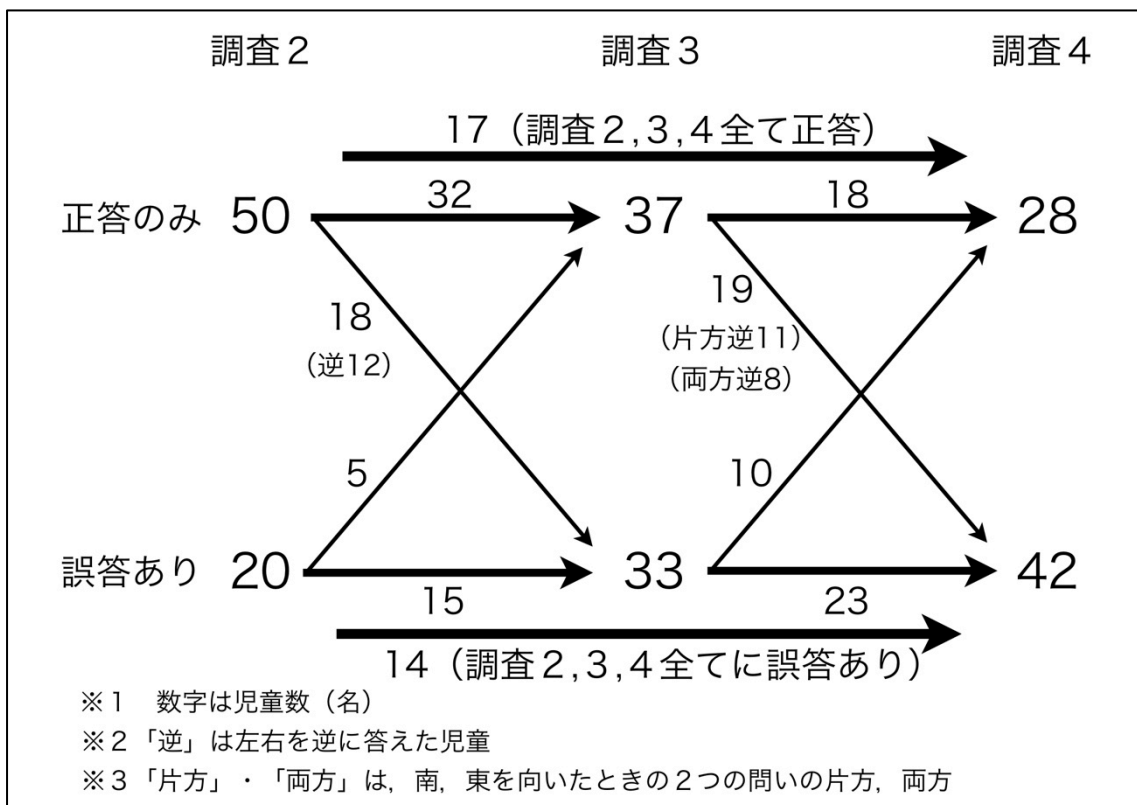


図 32-10 調査 2-B, 3, 4 全部に回答した児童 70 名対象の
各調査における「正答のみ」「誤答あり」の人数変化
(図中の調査 2 は、調査 2-B を表す)

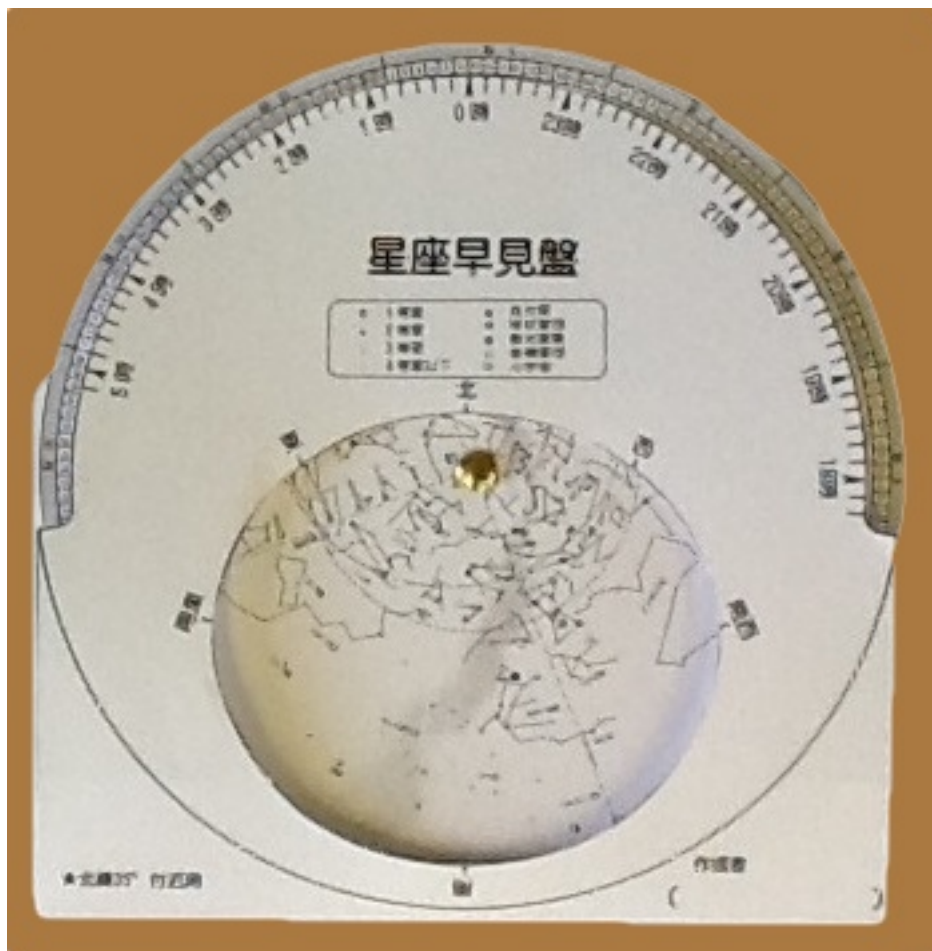


図 32-11 自作星座早見盤

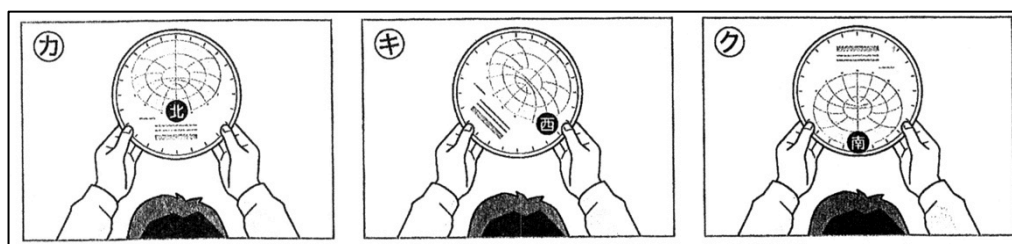


図 32-12 星座早見盤の持ち方を問う

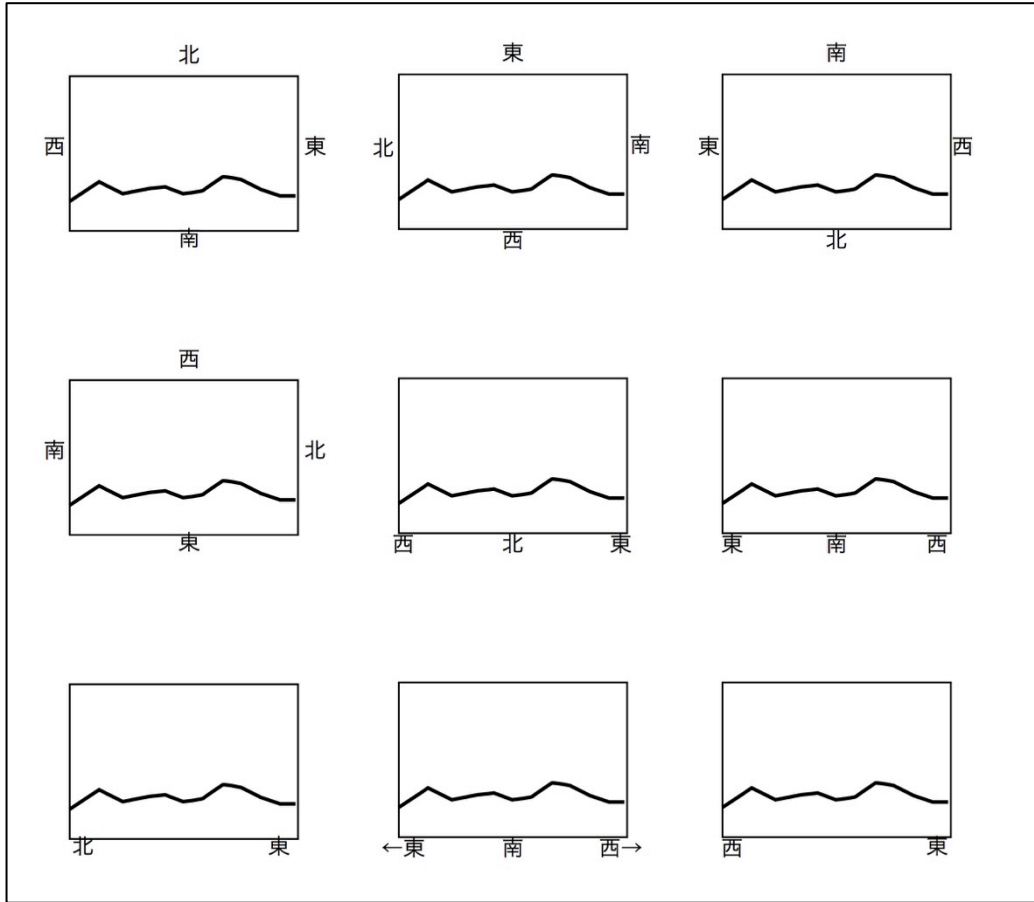


図 32-13 指導に用いた記録用紙

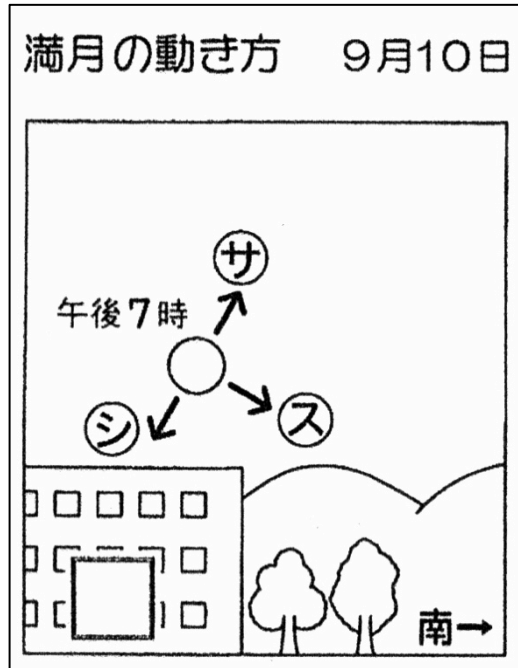


図 32-14 方位と月の動き

表 32-1 調査 1 と調査 2-A の比較
 (表中の調査 2 は, 調査 2-A を表す)

問題	調査 1 (事前)			調査 2 (事後)			対応のある t 検定	
	N	平均値	標準偏差	N	平均値	標準偏差	t 値	p (両側)
1-①	77	2.48	0.883	75	2.75	0.660	2.010	0.048
1-②	77	2.38	1.064	75	2.65	0.780	1.794	0.077
1-③	77	2.43	1.006	75	2.69	0.753	1.766	0.081
1-④	77	2.42	0.908	75	2.68	0.720	1.867	0.066
2	77	0.69	1.300	75	2.03	1.740	5.951	0.000

表 32-2 調査 2-B の結果 (単位: 名)
 南, 北を向いたときの右手側の方位のクロス表

		北を向いたときの右手		
		誤	正	合計
南を向いたときの右手	誤	22	0	22
	正	0	51	51
合計		22	51	73

表 32-3 調査 2-A と調査 2-B との結果クロス表 (単位 : 名)

		調査 2-B		合計
		誤答群	正答群	
調査 2-A 問い 1-③ の 正答数	正答数 0	1	1	2
	正答数 1	4	3	7
	正答数 2	2	1	3
	正答数 3	15	46	61
合計		22	51	73

表 32-4 調査 4 の結果 (単位 : %)

(表中の□が正答)

N=74	北	東	南	西
南を向いたときの右手	2.7	39.2	0.0	58.1
南を向いたときの左手	1.4	59.5	1.4	37.8
南を向いたときの背中	90.5	0.0	6.8	2.7
東を向いたときの右手	41.9	0.0	56.8	1.4
東を向いたときの左手	56.8	0.0	40.5	2.7
東を向いたときの背中	1.4	0.0	2.7	95.9
6問すべて正答 : 29名 (39.2%)				

表 32-5 調査3 誤答児童の調査4での回答クロス表（単位：名）
表中の（ ）は、左右逆の回答を含む児童数

調査4		右手側の方位			
		正答数0	正答数1	正答数2	合計
左手側の方位	正答数0	5(5)	0	0	5(5)
	正答数1	0	7(6)	0	7(6)
	正答数2	0	1	9	10
	合計	5(5)	8(6)	9	22(11)

表 32-6 方位認識習得が全く不十分な児童の調査3・4の回答

	調査3		調査4			調査3		調査4	
	①	②	③	④		①	②	③	④
児童1	×	×	○	△	児童8	△	○	△	×
児童2	△	△	△	△	児童9	×	○	○	△
児童3	○	×	×	×	児童10	△	△	△	△
児童4	△	△	×	○	児童11	△	△	△	○
児童5	△	△	△	△	児童12	△	△	△	○
児童6	○	×	○	△	児童13	△	△	○	△
児童7	△	△	○	△	児童14	×	×	△	×
○:正答 △:左右逆の誤答 ×:左右逆ではない誤答									
①	南を向いたときの左手側の方位				③	南を向いたときの右左の方位			
②	南を向いたときの右手側の方位				④	東を向いたときの右左の方位			

表 32-7 方位認識と星座早見盤の持ち方

		早見盤持ち方		
		誤答	正答	合計
南を向いたときの右左	正答なし	11	22	33
	1問正答	2	3	5
	2問正答	8	35	43
合計		21	60	81

表 32-8 方位認識と記録用紙の方位

		記録用紙の方位記載		
		誤答	正答	合計
南を向いたときの右左	正答なし	14	19	33
	1問正答	1	4	5
	2問正答	12	31	43
合計		27	54	81

表 32-9 方位認識と満月の動き

		満月の動き		
		誤答	正答	合計
南を向いたときの右左	正答なし	6	27	33
	1問正答	1	4	5
	2問正答	5	38	43
合計		12	69	81

表 32-10 方位認識と満月の動き

		月の動き		
		誤答	正答	合計
南を向いたときの右左	正答なし	11	22	33
	1問正答	1	4	5
	2問正答	5	38	43
合計		17	64	81

3.3 小学校第2学年 石の観察：「石のしょうかい」

(③小学校低学年の観察記録の検討)

3.3.1 本実践研究の背景

小学校低学年に生活科が導入されてから20年が経過し、2回の改訂を経た現行の小学校学習指導要領（文部科学省，2008a）でも、生活科の内容と活動は継承されている。その生活科が担っている内容のひとつに、自然領域の学習がある。小学校学習指導要領解説生活編（文部科学省，2008b）には「科学的な見方・考え方の基礎が養われることを期待した」という記載があり、小学校第3学年以降の理科へのつながりが示されている。

小学校第3学年から始まる理科では、小学校学習指導要領（文部科学省，2008a）に示されている理科の目標の冒頭部分に「自然に親しみ、見通しをもって観察、実験などを行い」と記載させているように、理科の学習における観察は重要な学習活動のひとつである。

小学校の学びについては、小学校学習指導要領（文部科学省，2008a）に示されているように、近年言語活動の充実を図ることが求められているため、「言葉」に注目することも重要であろう。

以上の概観から、小学校低・中学年の学びのつながりの視点から自然領域の学びの充実を検討することが必要であり、その際に言葉に注目してつながりを考えるのは、その一方途と言えよう。

なお、本実践の一部は、日本地学教育学会^{注1}で発表し、「地学教育」^{注2}に論文が採択済みである。

注1 藤川義範・林武広（2008）：小学校低学年児童の岩石観察に関する一考察，日本地学教育学会第62回全国大会予稿集，pp96-97

注2 藤川義範・林武広：小学校第2学年児童の岩石の観察 - 言葉による観察記録に注目して -，地学教育，2015年第67巻第4号（掲載予定）

3.3.2 本実践研究の目的

3.3.2.1 理科における観察と記録

理科が始まる小学校第3学年の観察に注目した教育実践として例えば加藤・

引間（2007）は、小学校第3学年の学習における初歩的な観察能力を育てるため、「色・形・大きさ・手ざわり」など「観察の観点」を示した観察カード等の効果を指摘している。しかし、理科とのつながりの視点から小学校低学年時期の観察に注目した報告は見当たらない。

理科の学習における観察は重要な学習活動のひとつであり、これまで多くの研究がなされてきた。例えば高野（1963）は、小学校第4学年児童（1クラス）を調査対象とし、観察力に「変化の観察（Ⅰ）」、「多角的観察（Ⅱ）」、「集中的観察（Ⅲ）」と3個の因子の存在を指摘している。さらに高野（1964）は、小学校第5学年児童（1クラス）を調査対象とし、観察中にメモすることの観察結果に及ぼす効果である「メモ効果」は、「+効果」の方が「-効果」より大きいことを指摘している。続けて高野（1965）は、小学校第3・5学年児童、中学校第1・3学年生徒、高等学校第2学年生徒、大学2・4年生を調査対象に、先に指摘したそれぞれの観察能力の年齢的発達傾向を明らかにし、「観察能力の発達速度は年令の定数乗に反比例する」と指摘した。吉川ほか（1994）は、小学校全学年を調査対象とし、観察能力は連続的に発達することを明らかにするとともに、その変化の様子は高野の理論式ときわめて一致することを指摘した。西川・川上（1996）は、小学校の第2～6年児童を調査対象とし、観察後何も見ない状態でスケッチで再生した場合「低学年ではスケッチを観察に併用することが有効であり、高学年ではメモを観察に併用することが有効である」と指摘した。さらに西川・古市（1997）は、小学校第2～6年児童調査対象とし、「メモとスケッチを併用した場合、スケッチがメモによる言語化を阻害する」、「小学校での観察においては、メモを積極的に併用することが有効」と指摘している。以上のように、言語によるメモと描画とは両立が難しいことが報告され、理科における観察と記録ではメモが重要であることが強調されている。

理科における観察と記録で重要とされるメモは、小学校第3学年から児童が突然できるようになるとは考えづらい。学習指導要領の「科学的見方・考え方を養う基礎」は重要と考えられるため、小学校低学年時期からの積み重ねによって習得することが望まれ、これは吉川ほか（1994）の指摘と重なる。したがって、小学校低学年児童にもメモによる観察・記録がどの程度可能かを調べることは重要と考えられるが、その観点による報告が見当たらない。次に、小学校低学年の観察と記録の学習について述べる。

3.3.2.2 低学年における観察と記録

川上（2008）は、幼児・小学校低学年時期を念頭に自然と触れ合う機会の必要性を提言した。小学校低学年において自然と触れ合う機会がある学習は主に生活科である。生活科では、小学校学習指導要領解説生活編（文部科学省，2008b）に「具体的な活動や体験は、目標であり、内容であり、方法でもある」と記載されているように、例えば木村（2011）が小学校第2学年児童を対象に生活科栽培活動における協同的探究を追究しているような実践的研究が主体である。野田（1998）は、小学校第1学年児童を対象に、栽培時の観察記録カードに記載された「自然への気付き、社会への気付き、自分への気付き」から「関心・意欲」と「気付き」には関係があることを示した。横田・増澤（2011）は、小学校第1学年児童を対象に、栽培・観察活動における絵画と文字の記録から、表現の多様性を数値として把握することを試み、多様で広がりを持った表現がなされたと指摘するとともに、観察記録の記載内容は、栽培・観察対象に愛着を持つという教材の特性と、愛着を持ったその対象物への手立てに依存する部分があると指摘している。生活科は、「毎日アサガオのお世話をしたので、アサガオが大きくなりました。アサガオと一緒にわたしも大きくなりました」と小学校学習指導要領解説生活編（文部科学省，2008b）にも示されているように、対象への気づきだけではなく自分自身の気づきへと「質的に高まる」ことも大切にするため、観察や記録では“心情面”が大切にされる実態がある。小学校中学年で理科学習が始まることを前提としたとき、このような生活科指導の視点のみならず、小学校低学年児童が科学的な見方・考え方で観察対象物に向き合い観察・記録することがどの程度可能かについて知ることは重要であるが、その報告は見当たらない。

筆者が長年現場で経験したことをもとに、アサガオの鉢植え栽培を例に小学校低学年の観察と記録の様子を概観する。児童個々が育てるアサガオは日当りのよい場所で育てるため、観察記録用具一式を抱え教室を出る。着帽し用具一式を持った児童は、直射日光の中を鉢がずらりと並んだ窮屈な場所で記録する、あるいはアサガオを見るたびに離れた日陰に移動し、思い出しては記録することを何度も繰り返す。思い出して記録するときには、「きれいになっておもしろい」などと印象に残ったことがらを記載することも多い。昨今特に強く求められている健康・安全の観点からも、運動場滞在時間の短縮が極力求められ、担任数名から、「児童に用具を持たせず運動場に見に行かせ、教室に戻ってから記載させる」という旨を聞いた。記録用紙は、絵の大きなスペースと、文章用

の若干小さいスペースをもつことが多い。児童の多くは、特別に指導しない限り対象物自体より先に「植木鉢」から描き始める。「頑張って世話した自分」が登場することも少なくない。絵が好きな児童は絵を描くことに夢中となり、嫌いな児童は描くこと自体がストレスとなる。以上の概観を整理し、自然を対象としたときの生活科の観察における4つの特徴を示す。

- ① 観察対象を見ること自体の時間は長くない
- ② 観察場所とその記録をする場所が離れているときの記載は、記憶に頼ることが主体となる
- ③ 絵を描くことに多くの時間とエネルギーを費やし、絵を描いた後に付け足して文を書く
- ④ 実物の描写・文字記録よりも、印象・心情を「描く・書く」ことが多い

西川・古市(1997)がメモを積極的に併用することが望まれると指摘することは、上記生活科の観察における4つの特徴のうち③④に符合する。小学校中学年以降の理科学習の充実を考えたとき、さらには先述の観察能力は連続的に発達すること、および観察能力は小学校低・中学年時期に飛躍的に発達することを考えたとき、情動的のみならず科学的な観察・記録の部分も、小学校低学年時期に求められると言えよう。

3.3.2.3 本実践研究の目的

小学校第3学年から始まる理科で、理科的な記録が求められる中、西川・古市(1997)から小学校児童には言語によるメモと描画とは両立が難しいことや、メモの重要性が報告されている。そこで小学校第3学年から始まる理科の観察が円滑に進められる視点から、言葉による記録を検討することが重要と考えた。これは、指導要領に示されている言語活動の充実にもかかわることである。

本実践研究では、小学校第2学年児童を対象に、動植物に比べて静的で感情を揺さぶられることは少ないとも言える岩石標本の観察と文字による記録を行う指導を試みた。この指導における児童の様子と文字による記録の記載状況を調べることにより、科学的な見方・考え方で岩石標本に向き合って観察できるか、文字による記録がどの程度可能であるか、さらにそのことによって観察が深められるかについて検討した。

3.3.3 本実践研究の方法

3.3.3.1 本実践研究の方法

本実践研究では、先に述べた生活科の観察の特徴として示した4つの事項を考慮し、観察対象を愛着などの心情が生じやすい生き物ではなくより冷静・客観的に向き合えるものがよいこと（特徴④）、教室内で行ない対象に視線を向けて見ることそのものの時間を確保する・時間差なく記録するのがよいこと（特徴①②）から、観察対象物として岩石を採用し、小学校低学年児童の観察記録の様子を調査検討した。岩石は、アサガオの例のように教室外に出ることなく教室内で観察できるため、観察・記録に集中できると期待される上、色調、構造、組織、造岩鉱物など多様な視点で観察できる。また、小学校第6学年の「土地のつくりと変化」、中学校第1学年の「大地の成り立ちと変化」の学習で岩石の観察を扱うことから、学習のつながりがある素材である。

さらに本実践研究では、先に述べた生活科の観察の特徴③や言語活動の充実、高野（1963）等の指摘する「メモ効果」などを鑑み、現場で一般的な絵日記風の記録ではなくて言葉のみによる記録を授業の際に試み、その記録内容を調べた。指導後、観察の記録文から各児童が認識できたことを抽出、データ化し、それらをもとに小学校第2学年児童がどの程度観察可能かを考察した。なお、本研究で用いる「言葉」（言葉による観察記録）は高野（1964）、西川・川上（1996）、西川・古市（1997）の「メモ」に、「絵」は西川・川上（1996）、西川・古市（1997）の「スケッチ」に対応する。

3.3.3.2 調査の概要：授業

筆者が現職教諭として勤務・担任していた広島市内公立小学校第2学年のクラス（男子12名、女子12名、計24名）を調査対象に岩石の観察とその記録の授業を行い、児童の記録を調査した。岩石の観察では、その構成物である鉱物や鉱物が織りなす組織の観察が重要であるため、それらがわかりやすく、広島では比較的身近な岩石の中で、中学校の理科学習で扱う花崗岩と安山岩を対象に選んだ。

本実践研究では、対象児童には全く予備情報なしの状態を観察させるよう、児童には予告なしでこの学習を実施した。さらに、「どこをどう見るのか」「どう記録するのか」など観察法に関する指導も、児童相互の話し合いの場や見つ

けたことの発表の場など情報交換の場も設けず、「石を投げない」など安全面に関する最低限の指示で実施した。1時間の授業は45分間であるから、机の移動、配布や回収、児童の実態などから、観察・記録時間の目安を20分とした。この20分の中で、個々の児童は観察し、言葉で記録した。記録用紙は、日づけや氏名と、「石について、お話をしてみましょう」と書いた14行分の罫線だけのA4サイズ縦のものを自作・使用した。

授業回数は、児童の実態から2～3回が頃合いと判断し、可能な限り多くのデータを得たいと考え、次の3回の観察を設定した。

〔観察1〕中粒の広島型花崗岩…構成物である鉱物がわかりやすいと判断

〔観察2〕外国産の粗粒花崗岩…観察1との比較が児童には容易と判断

〔観察3〕三瓶山の安山岩…観察1・2と特徴が異なるため比較が容易と判断

それぞれの観察では、目の前にある石そのものに児童の観察を集中させることを意図して、例えば2種類の花崗岩を並べて観察するなどの直接比較による観察は行わず、それぞれ1種の岩石標本のみを使っての観察とした。それら観察時に言葉のみによる記録をさせ、その記録の記載量から量の面を、記載内容から質の面を評価し、集計を行った。児童個々に1個ずつの岩石標本数が用意できないため、グループを作って標本を渡した。グループの人数やグループ分けは、標本数に応じて各授業ともその場で児童に指示した。

なお、言葉を用いた記録内容の検討の際の参考とするため、筆者が同学年（学年2学級）でもう一方の学級児童（男子11名、女子12名、計23名）を対象に、絵だけの記録をさせる授業を行った。ここでは、3種の岩石標本の中で一番絵に描くことが容易と思われる粗粒花崗岩（2回目で用いる標本）を選び、観察・記録させた。

3.3.3.3 調査の概要：記載状況の抽出・データ化

児童の記録文から、記載量と記載内容の2つの視点で記載状況の抽出、データ化を行ったので、それらの方法を次に示す。

記載量については、「文節数」で数えた。小学校第1学年では、ひらがな、片仮名、80字の漢字を学習することになっているが、第2学年を含め低学年児童は、例えば「大きい」を「おおきい」、「おきい」「お木い」などと、既習漢字の

使用量の個人差が大きく、誤字脱字、漢字の誤用が多い。また、「最新版ことばのしるべ -日本語を正しく書くために-」(片桐編, 2007)の中で、「低学年用の文章は、かなが主体となっており、漢字が少ないために、普通の書きかたを用いれば非常に読みにくいということが、わかち書きを行う第一の理由である」とされているように、小学校低学年教科書の記載は、文節に基づく「わかち書き」で表記されていて、小学校現場では一般的なものである。したがって本研究の意図に沿えば、わかち書きに基づく「文節数」で記載の量を数えることは妥当と判断した。

記載内容については、「項目数」で数えた。本論で用いる「項目数」というのは、あらかじめチェック項目(後述)を設定し、そのチェック項目に関するものが記載されている数を数えることにより求めたものである。チェック項目の設定にあたっては、現行および前の学習指導要領に基づく中学校理科の教科書(竹内ほか, 2006; 塚田ほか, 2012)に記載されている観察視点をもとに、岩石の識別がわかりやすく紹介されている鈴木ほか(2006)による岩石の鑑定マニュアルで示された視点、さらに加藤・荒井(1985)と加藤・引間(2007)による岩石の観察能力の報告を参考にして21種類のチェック項目を選定するとともに、その21種類のチェック項目を3つの観点にグループ化した(表33-1)。このグループ化に際しては、小学校低学年時期の児童の活動を考えると次の3つに分けることが可能であると考え、眺めた程度の印象である「単純な観察」を観点A(チェック項目①~⑤)、五感を通して詳しく観察した「積極的な観察」を観点B(チェック項目⑥~⑪)、思考を働かせて観察した「より思考が働いた観察」を観点C(チェック項目⑫~⑳)と、観点AからCの順で、観察の深まりを示すように設定してみた。小学校高学年の場合であれば、児童が記述した内容に評点をつけることも可能であるが、ここでは低学年児童に知識や示唆を与えずに観察させたことに鑑み、各観点での記述状況で判断した。例えば、観点Cに分類される記述が多い場合は、より思考を働かせて観察したと見なした。以上のように記載内容は、例えばある児童の記録文にチェック項目21項目の観点のうち、「②全体の色」に関するものが2つ記述されていたら「項目数」が2、「⑤光ること」に関するものが3つ記述されていたら「項目数」が3と数え、観点Aの「項目数」が5となる。また、学級全体児童24名分(3回目の観察は1名欠席のため23名分)を合計したものが学級全体の「項目数」となる。

3.3.4 各観察の様子

3.3.4.1 観察1（言葉による観察記録）（中粒花崗岩；観察記録時間 25 分間）

小学校現場で「生活班」と呼ぶ4人グループに1個ずつ中粒花崗岩を配布し、観察を実施した。突然教室に登場した石を見て興味津々の児童に、「投げない」など安全に関する最低限にしばった指示の最後に、「今日の記録は、絵を描かないで言葉だけだよ。」と話した。入学後それまで絵日記風の記録しか経験がない児童は、一瞬驚いたようだが、罫線だけの記録用紙を見て、違和感なく受け入れた。小学校第1学年のときから国語科の文字指導のときに簡単な罫線で作成した同様の自作ワークプリントを用いたこともあり、同じ担任の口からの指示であるため違和感なく受け入れたようである。こういった教科を越えたつながりは、担任が複数教科を指導する小学校の特徴とも言えよう。

机上の標本を初めて間近に見たときの児童は、それぞれ「どうしようか…」と若干の戸惑いを見せていたが、絵を描かない分、観察に神経が向いていたことがそのときすでに見て取れた。このあたりは、普段一緒に生活している担任だからこそ児童の仕草を通して感じ取れる部分であろう。4人に1個ずつの標本のため、自分が直接触るには待ち時間が生じる。友だちの観察を待ちながら標本や友だちを眺めていることも、自分の観察促進につながったようである。

記述できる言葉が見つかるまで石の向きを何度も変えて観察を続けるなど、手に持って観察している児童、あるいは触りながら観察している児童からはかなり集中している様子が見て取れた。従来絵を描く場合に比べ、手に持つ時間も触る時間も長いという感触を得た。

事前の計画では観察・記録時間は20分間を目安にしていたが、想定以上の集中した活動状況からその場で判断し、記録時間を5分追加した。これまでの絵日記風の記録用紙では、5分もすれば一部の児童が飽きるなど、大半の児童が15分程度で記録終了するが、この学習ではほぼ全員の児童が25分間観察に集中した。記入スペースがなくなったからと記録用紙の裏まで記述を続けた児童も複数いた。絵日記風の記録用紙を用いたそれまでの観察・記録の学習では、本学級に2名、授業時間が過ぎ次の授業が始まっても、自分が納得するまでとことん時間をかけて絵を完成させる児童がいるが、今回は2名とも時間で区切っても学習に満足した顔をしていた。言葉のみで表現しているため、作品を完成させるという意識が強くないと児童の様子から判断した。なお、この観察1を以降「観察1 中粒」と表記する。

3.3.4.2 観察2（言葉による観察記録）（粗粒花崗岩；観察記録時間 25 分間）

観察2の授業も、児童には全く予告なしで実施した。標本数に基づき近くの席の児童による6人グループをその場でつくり、各グループに1個ずつ粗粒花崗岩を配布し、安全に関する最低限の指示で開始した。観察・記録の時間設定は、前回と同じ25分間とした。記録用紙も同じ書式とした。

標本配布のとき、「大きい！」という声が多く聞こえた。これは、粗粒花崗岩の鉱物の大きさではなく、岩石標本自体の大きさに目を向けた児童の驚きの声である。2回目であり、児童個々の観察・記録ということでグループが変わっても戸惑いもなく、自然に観察が始まった。例えば、標本の大きさに目が向いた児童は、「まずは大きさを調べよう」と自分の直定規で大きさを測り始めるなど、前回の経験をベースに自分でやることを短時間に決めて観察を始めたようだ（図33-1）。待ち時間に友だちの観察の様子を見て、それをヒントにする児童が見られたのは、前回と同様である。

前回見られなかった観察としては、筆箱の重さと比べようとしたことがあげられる。児童が数名かかわり筆箱何個分かの重さを調べていたので、算数で似た場面の学習があったことを思い出したようである。このように、前回の学習に比べ活動の発展や自発的な児童相互のかかわりを感じる反面、ひとりでじっくりと繊細な観察や詳細な観察を進める姿が減った印象を受けた。鉱物に目が向きやすいと考えた粗粒な花崗岩であるものの、鉱物の様子よりも、標本の見かけの大きさや重さの違いの方が、児童には印象深かったようである。

25分間の観察中、前回の「観察1中粒」同様、観察2も児童はかなり集中して取り組んだ。児童の様子を観察していて、言葉に書いて表す時間が減り、観察対象物に対峙して調べる時間が増えた印象を持った。図33-2に観察2における記録例を示す。なお、この観察2を以降「観察2粗粒」と表記する。

3.3.4.3 観察3（言葉による観察記録）（安山岩；観察記録時間 20 分間）

観察3の授業も、これまで同様、児童には全く予告なしで実施した。多くの標本数を用意できたので、隣の席同士である二人に1個ずつ安山岩を配布し、安全に関する最低限にしぼった指示のみで行なった。記録用紙も観察1・2と同じ書式である。観察・記録の時間設定は、待ち時間が少ないため事前の計画である20分間とした。なお、3回の観察それぞれグループを変更したが、例えば体育の授業では頻繁にその場でグループを作るなど複数教科で似た場面を行

なってきたため、担任と全教科を学ぶ本学級の児童には普段通りということで、臨機応変なグループ作成を自然に受けとめ活動できた。

安山岩を配布したとき、「小さい!」、「軽い!」という声が多く聞こえた。粗粒花崗岩のときと同様、鉱物の大きさではなく、安山岩標本自体の大きさ、重さによるものである。比較的短時間に何種類かの観察をスムーズに続けるなど、3回目の観察ということで児童個々に自分の観察スタイルができてきたことが見て取れた。また、鉛筆で標本をたたいてその音を聞く児童、向きを何度も変えて様々な角度から観察する児童が増えたように見受けられるなど、観察することに時間をかけ、そこで得た情報を短時間に記載する姿が増えた印象を持った。一方、児童にとりこの活動はそろそろ限界であるように見えた。それは、石に関する情報なしで観察するのはこれで3回目でもあり、「小学校2年生にとって飽きが来る頃」、「本学級児童にとって、そろそろいくらかの変化が必要な頃」、「児童は観察してきた石に関する知識、情報を強く求めている」と、これまでの指導経験、本学級児童と一緒に過ごしてきた経験で判断されるためである。なお、この観察3を以降「観察3安山」と表記する。

3.3.4.4 もう一方の学級での観察（絵による観察記録）

（観察2で用いた粗粒花崗岩；観察記録時間25分間）

言葉を用いた記録内容の検討の際の参考とするため、同学年で別の学級児童を対象に、児童に全く予告なしで実施した。指導は担任に委ねず、「観察1中粒」～「観察3安山」と同様、筆者が安全に関する最低限にしぼった指示のみで行なった。「観察2粗粒」と同様、6人グループに1個ずつ粗粒花崗岩を配布し、記録用紙に記載を求めた。記録用紙は、言葉による観察の記録用紙に準じて、日づけや氏名と、「石のことを絵でしようかいしてね」と書いただけのほぼ白紙のA4サイズ横を自作・使用した。

授業者が突然変わったが、児童は違和感なく活動に入ることができた。この学級の児童も絵日記風の記録しか経験がないため、児童は絵だけと聞いて一瞬驚いたようだが、「まずは外形から」とばかり、すぐに記録を開始した。児童が観察・記録する様子を見た範囲で言えば、ほぼ全員が標本の外形、つまり輪郭から記載を始め、そのあと標本の表面模様の再現に進んだ。外形の記載がすんだあたりから、引き続きスムーズに記載する児童や、どう描いていいのか困った表情を浮かべ記載が進まない児童など、児童個々のペースがまちまちになっ

たように見受けられた。概して言えば、児童には記載にかなりのエネルギーが求められているようで、標本を見る時間が少なく、標本に似るようにして何度か描いては消すなど、記載すること自体に必死になっている様子が見えられた。このあたりは、先に示した生活科の観察の特徴①③と符合する。

なお、この学級での観察については、本研究では授業時の児童の様子を見ることを主眼とし、絵による観察記録の詳細な分析は行なっていない。記録用紙に記載されている絵を参考として概観するにとどめた。

3.3.5 児童の観察記録

3.3.5.1 児童の観察記録における「文節数」(記載量)

学級全員の「文節数」(記載量)の平均は、「観察1中粒」(24名)が43.7、「観察2粗粒」(24名)が61.5、「観察3安山」(23名)が47.9である。中央値はそれぞれ39.0, 58.5, 48.0で、標準偏差はそれぞれ19.8, 24.5, 18.5である。したがって「観察2粗粒」は、平均で見れば記載量は一番多いが、個人差も一番大きい結果が示された。「観察3安山」は、「観察1中粒」と比較して、観察・記録時間が5分短かったにもかかわらず、「文節数」の平均値が上がり標準偏差が小さくなった。

3回の観察は、観察対象の岩石標本、人数あたりの岩石標本数、観察・記録時間が異なるため、「文節数」全体において観点Cの「文節数」が占める割合「 $\{ \text{観点C} / (\text{観点A} + \text{観点B} + \text{観点C}) \} \times 100$ 」を求めた。各児童の結果を図33-3に示す。観点Cの割合の学級平均は、「観察1中粒」が16.6%、「観察2粗粒」が20.2%、「観察3安山」が24.2%と、徐々に上がった。標準偏差は、それぞれ14.1, 15.2, 13.5と、3回目の観察の値が最も小さかった。

3.3.5.2 児童の観察記録における「項目数」(記載内容)

学級全体の「項目数」(記載内容)を図33-4に示す。「観察1中粒」は、観点Aが138, 観点Bが90, 観点Cが148の計276で、「観察2粗粒」は、185, 135, 92の計412で、「観察3安山」は、123, 83, 72の計278と、3回の観察のうち「観察2粗粒」の合計が最も多く、あとの2回の観察の合計はほぼ同じである。

「観察3安山」は、3回目と経験を積んだにもかかわらず、観察・記録時間が5分短かったとはいえ「観察2粗粒」に比べて「項目数」がかなり減少している一方、「より思考が働いた観察」である観点Cの減少は、「単純な観察」である観点A、および「積極的な観察」である観点Bの減少に比べて小さい。

3回の観察は、観察対象の岩石標本、人数あたりの岩石標本数、観察・記録時間が異なるため、3回の観察それぞれについての、「項目数」合計を100としたときの観点A、B、Cの占める割合を求めた。その結果を図33-5に示す。「観察1中粒」の観点Aの割合は50%、観点Bの割合は33%、観点Cの割合は17%であり、「観察2粗粒」は45%、33%、22%であり、「観察3安山」は44%、30%、26%である。「積極的な観察」の観点Bは3回とも30%程度でほぼ同様、「単純な観察」の観点Aは回を重ねるごとにやや減少、「より思考が働いた観察」の観点Cはやや増加している。

3.3.5.3 「文節数」(記載量)と「項目数」(記載内容)

「文節数」(記載量)と「項目数」(記載内容)との相関を検討した。「文節数」は、ここでは3回の観察すべて合計した「文節数」を用い、「項目数」は、ここでは観点A・B・Cそれぞれの観点ごとの3回の観察の「項目数」の合計数を用いた。その結果を図33-6-1、図33-6-2、図33-6-3に示す。

得られた相関係数は、「文節数」と観点A「項目数」とでは0.67、「文節数」と観点B「項目数」とでは0.51、「文節数」と観点C「項目数」とでは0.53であり、これらの中では、「文節数」は、「単純な観察」である観点A「項目数」との相関が最も高いことが認められた。

3.3.6 抽出児童による検討

3.3.6.1 児童のタイプの特徴と抽出

児童の発達程度および観察への興味・関心の違いと、観察の広がり・深まりの関連を考察するために、児童を特徴によって抽出し、児童のタイプによる検討を行った。児童のタイプの特徴と抽出した人数を下記に示す。

なお、それぞれの児童の抽出基準は、何らかの数字に基づくものではなく、

24名の児童を相対的に比較，抽出したものである。観察記録の集計結果をもとに児童の顔を思い浮かべての抽出とならないことに特に留意し，記録の集計に先立って，24名から下記Ⅰ～Ⅲで示すように抽出した。したがって，児童の抽出後に記録の集計を行い，比較検討をした。本学級では，“言葉が発達”し，なおかつ“観察に興味・関心がある”児童，つまり両方が非常に優れている児童は存在しないため，重複せずに抽出することができた。

Ⅰ：言葉が発達した児童（A児・B児），未発達な児童（C児・D児）：計4名，観察への興味・関心は普通

筆者が，児童入学時からの担任であったことから，それまで平仮名，片仮名，漢字等の文字指導，作文指導をしてきた。そのため，国語の学習等から言葉の発達具合を判断し，上記4名を抽出した。なお本実践研究では，前者をグループ「Ⅰ①」，後者をグループ「Ⅰ②」と呼ぶことにする。

Ⅱ：観察に興味・関心のある児童（E児・F児），興味・関心が少ない児童（G児，H児）：計4名，言葉の発達は普通

小学校担任は，生活科を含めた全教科を指導している。さらに同じ教室で一日中一緒に生活し，一緒に食事をし，会話等やり取りも比較的多い。そのため，児童の興味・関心の傾向をつかむことができる。そのため，それらを総合的に判断し，上記4名を抽出した。なお本実践研究では，前者をグループ「Ⅱ①」，後者をグループ「Ⅱ②」と呼ぶことにする。

Ⅲ：いわゆる普通の児童（I児・J児）：2名，観察への興味・関心とも普通

児童は，性格，言動等実に様々である。その児童が相互に関わって学習・生活するわけであるから，結果的に存在が強く感じられたりやや弱く感じられたりすることがある。その中から，“いわゆる普通の児童”を担任として判断し，抽出した。なお本実践研究では，このグループを「Ⅲ」と呼ぶことにする。

3.3.6.2 抽出した児童の観察内容

抽出した児童（A児～J児）の観察内容を次に述べる。

① グループⅠ①（言葉が発達した児童，A児・B児）・グループⅠ②（未発達な児童，C児・D児）

グループⅠ①とⅠ②の集計結果を図33-7，図33-8にそれぞれ示す。グラフの縦軸は「項目数」（記載内容）である（以下同様）。A児，B児とも，一番少ないときでも「項目数」（記載内容）が10個を越えているなど，どの観察でも多くの事項を記述している。それに比べて，C児，D児は，多くても「項目数」（記載内容）が10個程度と記述が少ない。観点Cの割合を見れば，グループⅠ①とⅠ②の違いは歴然である。また，A児～D児の文節数の合計（3回の観察の合計）は，それぞれ285，238，119，148だった。

したがって，観察にあたっては，言葉が発達した児童は未熟な児童に比べ，より多くの観察，より思考の働いた深い観察ができ，“言葉の力が重要”であることがうかがえる。

② グループⅡ①（観察に興味・関心がある児童，E児・F児）・グループⅡ②（少ない児童，G児・H児）

グループⅡ①とⅡ②の集計結果を図33-9，図33-10にそれぞれ示す。E児，F児とも，一番少ないときでも「項目数」（記載内容）が5個以上と多く記述している。それに比べて，G児，H児は，多くても5個程度と記述が少ない。観点Cの割合については，グループⅡ①の割合が，グループⅡ②の割合に比べて高い。F児は，1回目の観点Cが少なかったのに，2回目，3回目とも，その割合が増加しているのが特徴的である。G児にも，ややその傾向が見られるとはいえ，両者の違いは大きい。また，E児～H児の文節数の合計（3回の観察の合計）は，それぞれ174，150，101，62だった。

したがって，観察にあたっては，観察に興味・関心がある児童は，興味・関心が少ない児童に比べ，より多くの観察，より思考の働いた深い観察ができ，“観察に対する興味・関心”も重要であることが読み取れる。これは，観察への興味・関心が，“言葉を使って記録”と“記録してまた観察”との繰り返しを支えているからであろう。

③ グループⅢ（いわゆる普通の児童，I児・J児）

グループⅢの集計結果を図33-11に示す。一口に“普通”と言っても，個人差があることが改めてよく分かる。I児は，「項目数」（記載内容）も多く，観点Cの比率も高い。J児は，「項目数」（記載内容）が少なめであり，観点Cの

比率も低いものの、安定した学習ぶりが読み取れる。I児、J児の文節数はそれぞれ121、117と似ているものの、グループI②に比べて優位とは言えない。

④ 抽出した児童の観察内容から

上述のように、今回の岩石の観察とその記録では、言葉の力が重要であること、観察に興味・関心があることが重要であることが示唆された。このことは、児童個々の言葉の力の状況を把握しておくことが必要であり、言葉を使って記録する学習場面を設ける重要性があることを示すものとする。

なお、抽出時には以上のどのタイプにも候補とならなかった児童、つまり上述の10名には抽出されなかった児童の中から、K児をあげる。K児は、普段一日何度も“学校が楽しい”と話しに来た児童である。「掃除が楽しい。」「(学級の)仕事楽しい。」「忘れ物が減ったので学校が楽しい。」「今日は宿題をやってきたので学校が楽しい。」などである。結果を見ると(図33-12)、K児は観点Cが印象的であり、事前に抽出した“言葉の力がある児童”や“観察に興味・関心がある児童”よりも「項目数」(記載内容)が多く、観点Cの割合が高いと言えよう。文節数は195であった。これらは、普段の学習、生活では、“おしゃべり上手さん”ととらえてしまっていて、K児のよさを的確に把握できていなかった、つまり、力をもっと引き出せる可能性があったということである。今回の検討で、K児の特徴を把握することができたのである。この例も、言葉による記録が有意義であることを示唆している。

3.3.7 考察

3.3.7.1 観察と記録の実態

本実践研究では、言葉による観察記録を「文節数」(記載量)と「項目数」(記載内容)から検討した。

「文節数」(記載量)は、平均で見れば2回目の観察「観察2粗粒」が最も多いが、ばらつきも最も大きい。3回目の観察「観察3安山」は、「文節数」(記載量)が2回目の観察「観察2粗粒」より減少している。しかし、観点C「項目数」が占める割合は、個人差はあるものの、観察を重ねる中で徐々に増加している。

「項目数」（記載内容）において、「観察3安山」では、観察と記録が3回目であるが「項目数」が少なくなった。その理由を授業時の児童の様子をあわせて判断すれば、次の3点が考えられる。

- ① 石の種類が異なるが情報がないままの同様な観察が3回目で、児童が飽きたこと。
- ② それまでの花崗岩に比べ、粒（鉱物）が小さくて分かりづらかったこと。
- ③ 花崗岩は硬かったけれど、安山岩はもろくて粒（鉱物）がとれ、さわるとばらばらとしてきて、観察しづらかったこと。

一方、上記の3点目は、児童によっては粒（鉱物）を意識する手がかりとなったことが分かった。その記述例を2つあげる。

- ・「すなの かたまり みたいなのに 見えます。」（砂の塊みたいなものに見える の意）
- ・「ダイヤが あって、すなが ある。わったら 光りそう。」

「文節数」（記載量）と「項目数」（記載内容）において、「文節数」は「単純な観察」である観点Aとの相関が最も高かったのは、言葉が発達した児童ほど見つけたこと、気づいたことをより多く記載できることを示していると考えられる。したがって、より詳細な観察は、言葉の発達の度合いとの相関が、それと比較して低いことを示しているものと思われる。

3.3.7.2 低学年における児童の観察と記録の可能性

成長・変化していく動植物に比べて児童の感情を揺さぶる事が少ないとも言える岩石を事前の知識は提供せずに小学校第2学年児童に示し、それらを観察・記録する授業を実施した。「文節数」や「項目数」（21種類のチェック項目・3つの観点）でその記録文の記載量および記載内容を調べたところ、「より思考が働いた観察」である観点Cの割合が増えるなどの変化から、学習指導要領の「科学的な見方・考え方の基礎」への期待にこたえる学習が小学校第2学年で可能であると考えられる。ただし、その可能性の程度や方法については本実践研究では明らかになっていないので、今後の課題である。

絵による記録を実施した授業では、児童は標本の外形・輪郭の記録まではスムーズであったが、そのあとの観察には個人差が大きく、写実画のように表面模様をそっくりにしようと作品としての絵を描こうと用紙に集中したように見えた。文字による記録を実施した授業では、記録する言葉が浮かぶたびに記載する姿がよく見られ、対象物に集中したように見えた。これらは、文字による記録では、観察の対象物を識別することに多くの神経を向けることができ、詳細な観察や思考のはたらきが期待されることを示すものであろう。さらにこれは、言語活動の充実が求められていることと同義であり、高野（1964）の「メモ効果」、西川・古市（1997）の「メモを積極的に併用することが有効」との報告と整合する。高野（1965）、吉川ほか（1994）が指摘する「観察能力が連続的に発達」すること、および吉川ほか（1994）が「観察能力は小学校低・中学年時期に飛躍的に発達」することもあわせ考えれば、低学年において文字（言語）による観察記録を積極的に取り入れることは、理科への円滑なつながりの視点から有意義と考えられる。



図 33-1 児童それぞれ観察（粗粒花崗岩）：「観察 2 粗粒」

石について、お話をしてみましょう。

2年()

6月 6日(金)

上はさがさかど下はさかさがさかどです。
みぎもさがさかひだりはさがさかです。
形はましかくみたいです。きりきりひかて
います。20センチぐらいあります。あきかた
たたくぐらいの音です。おもさはあかちゃんをた
こするぐらいです。色はくろとはたいていと
白とねすみいろです。赤です。ほうせき
みたいなものもまざっていました。きりきりで
きれいでした。とがっているのもあるので
けがしあすいです。ほとんどおもいので
おとしたら足をけがします。ちみtainな
あとがついています。ほとんどきれいで
す。下でたたいてみるとつみtainな
音がしました。おもくてかいいです。

図 33-2 児童の記録例：「観察2粗粒」

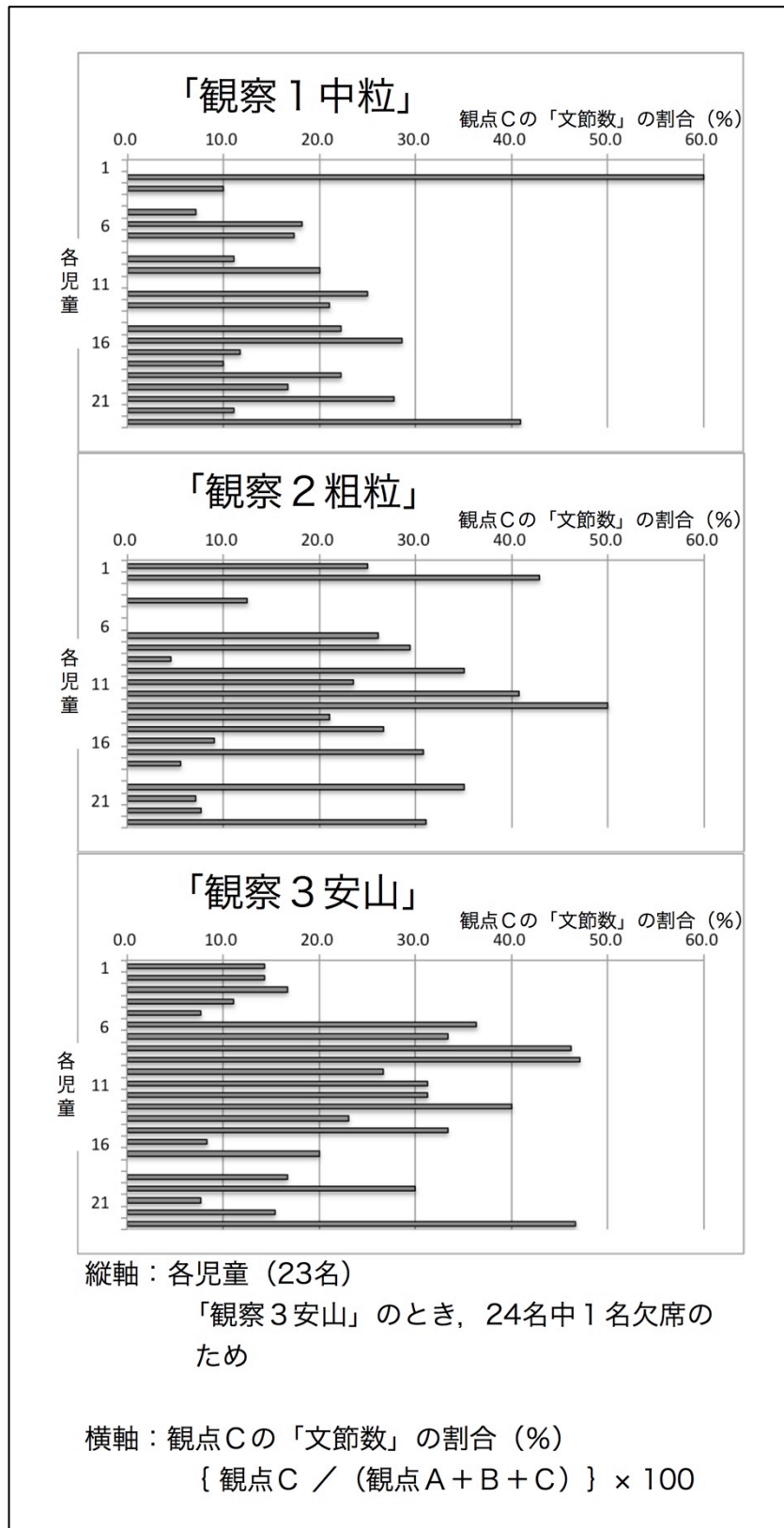


図 33-3 各児童，観点Cの「文節数」の割合
 : 「文節数」（記載量）の結果

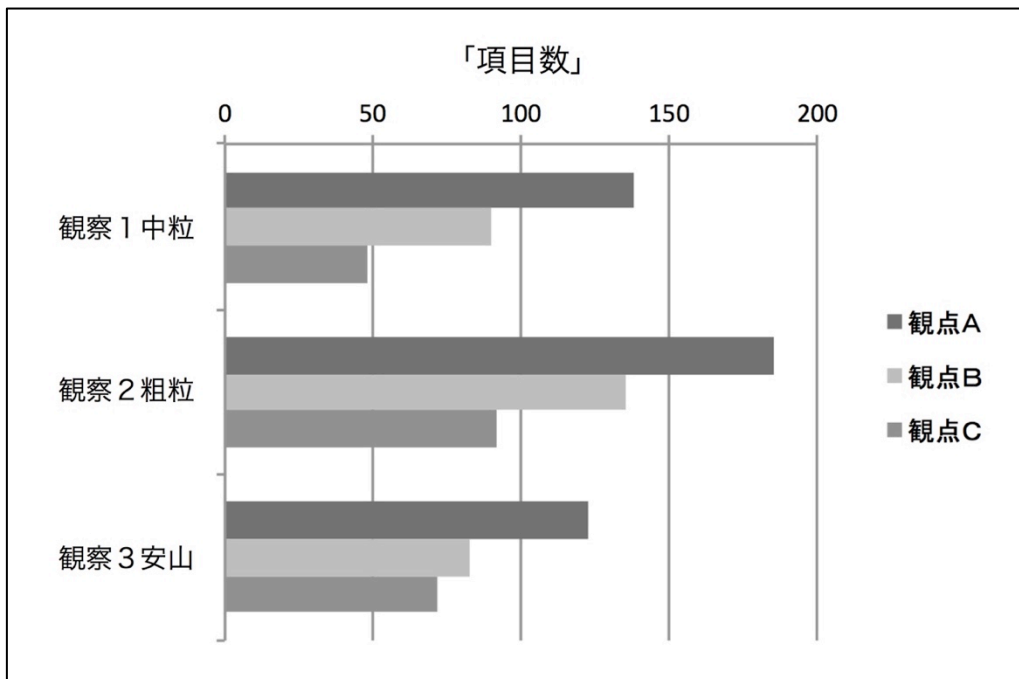


図 33-4 学級全体の「項目数」
:「項目数」(記載内容)の結果

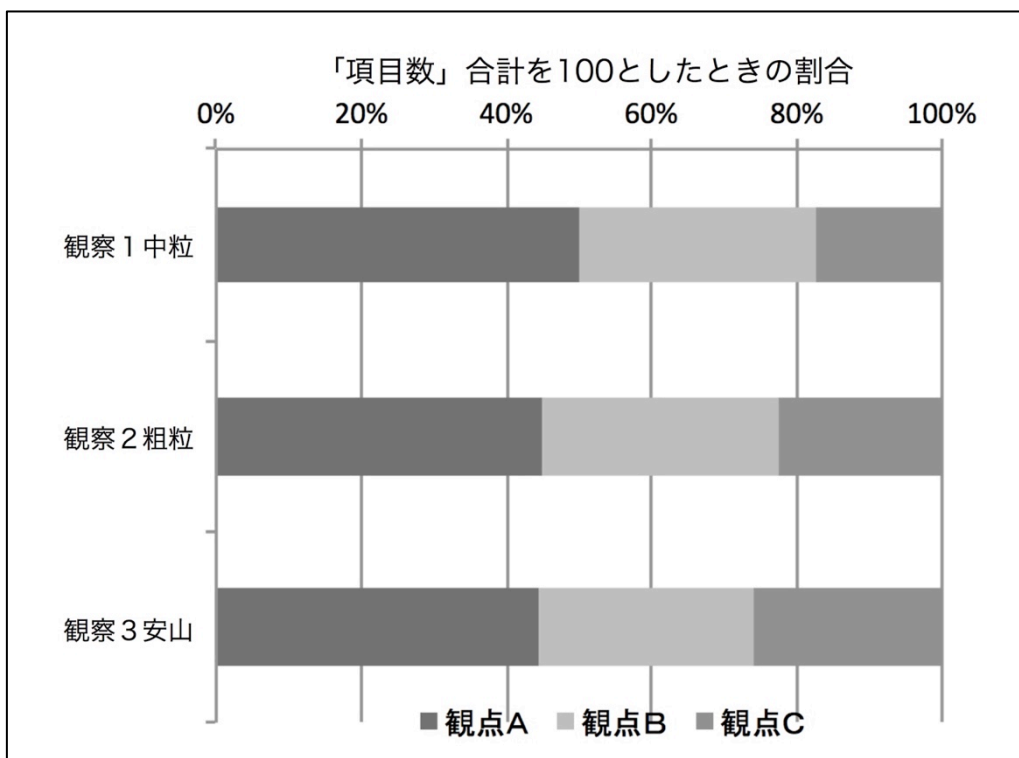


図 33-5 観点A, B, Cの「項目数」の割合
:「項目数」合計を100としたときの割合の結果

図33-6-1：「文節数」(記載量) と 観点A「項目数」(記載内容)

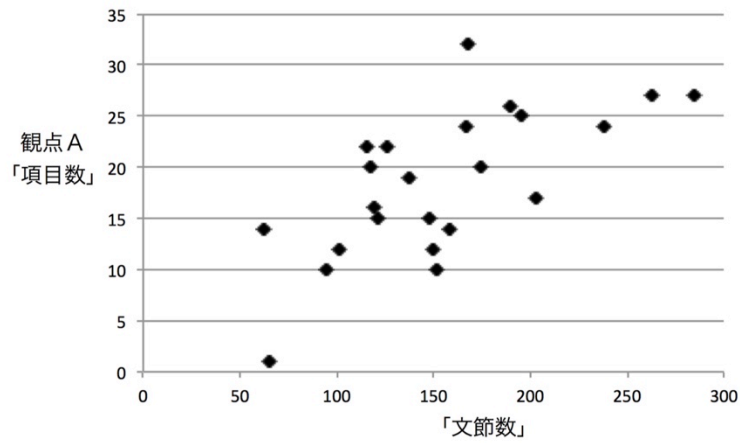


図33-6-2：「文節数」(記載量) と 観点B「項目数」(記載内容)

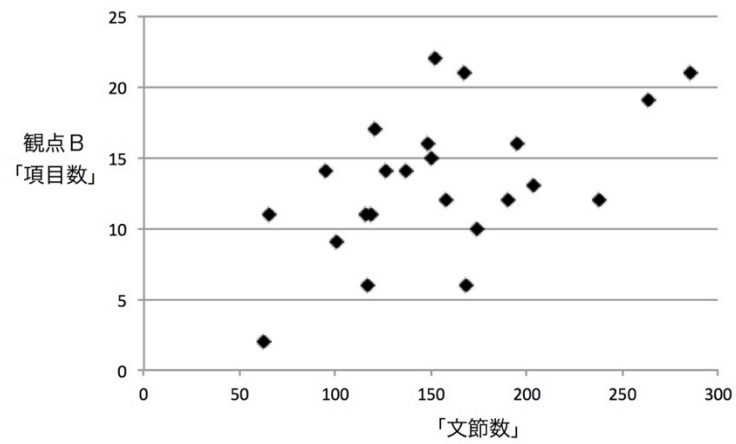


図33-6-3：「文節数」(記載量) と 観点C「項目数」(記載内容)

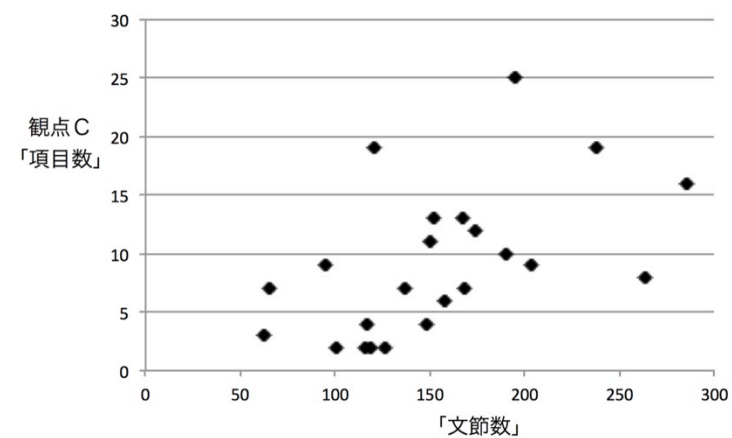


図 33-6-1, 図 33-6-2, 図 33-6-3

「文節数」(記載量) と 観点A～C各観点「項目数」(記載内容)

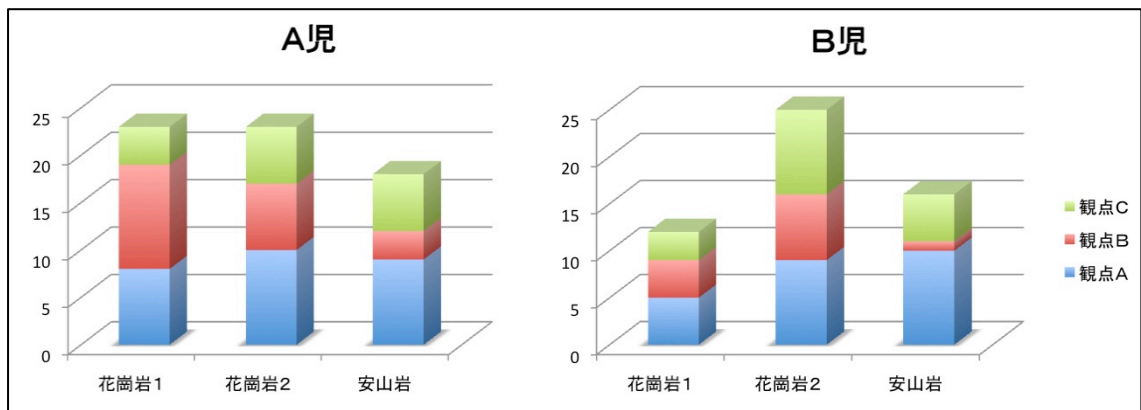


図 33-7 グループ I ①（言葉が発達した児童， A児・ B児）の「項目数」（記載内容）

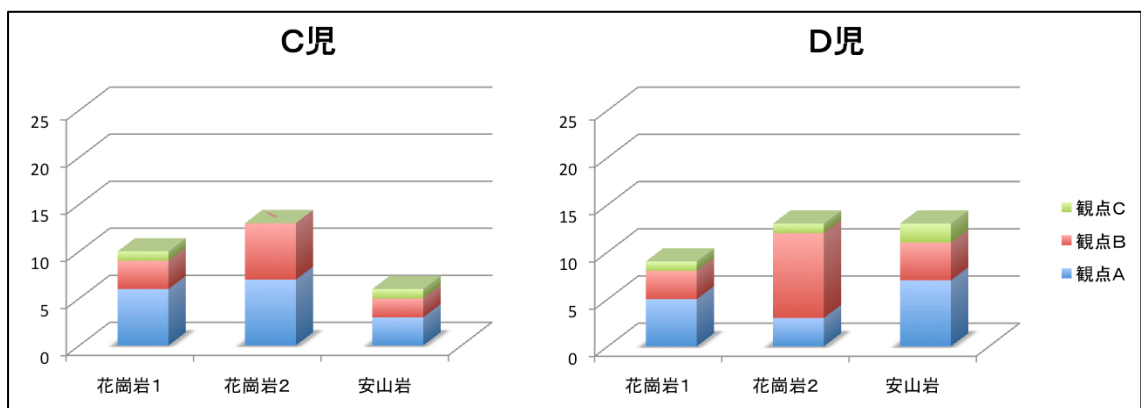


図 33-8 グループ I ②（言葉が未発達な児童， C児・ D児）の「項目数」（記載内容）

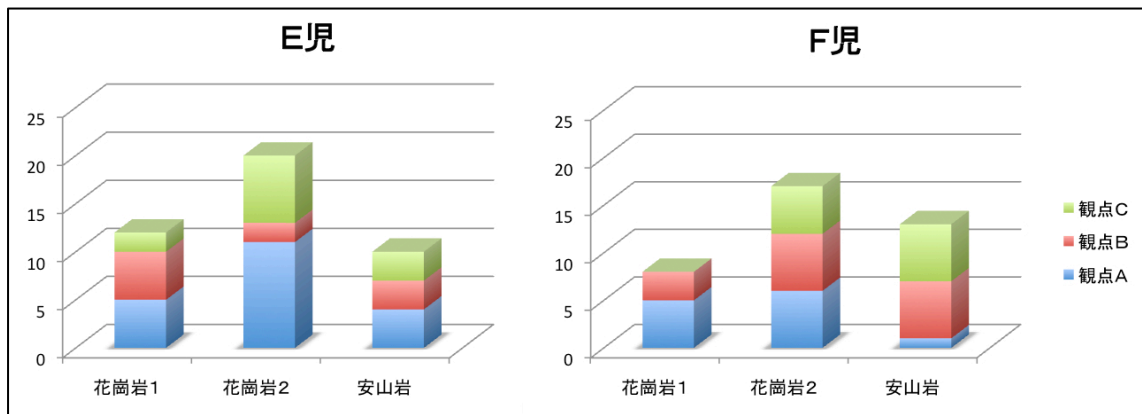


図 33-9 グループⅡ①（観察に興味・関心がある児童，E児・F児）の「項目数」（記載内容）

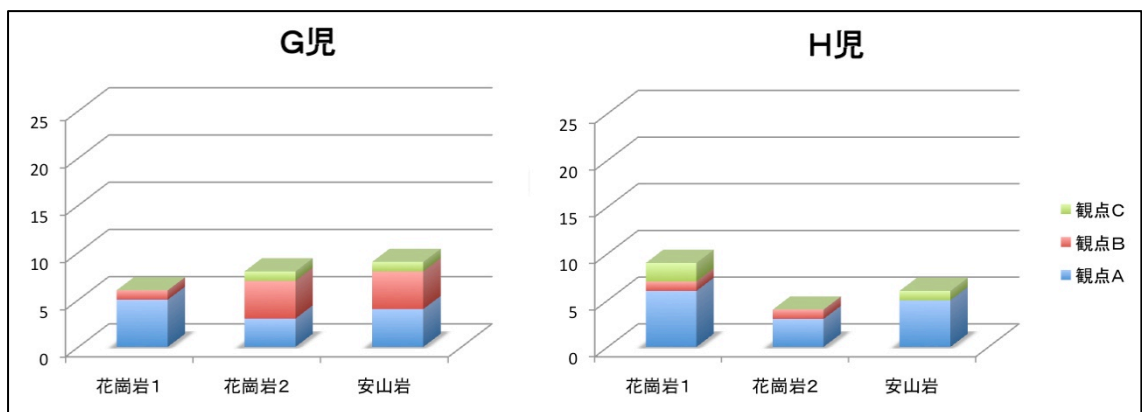


図 33-10 グループⅡ②（観察に興味・関心が少ない児童，G児・H児）の「項目数」（記載内容）

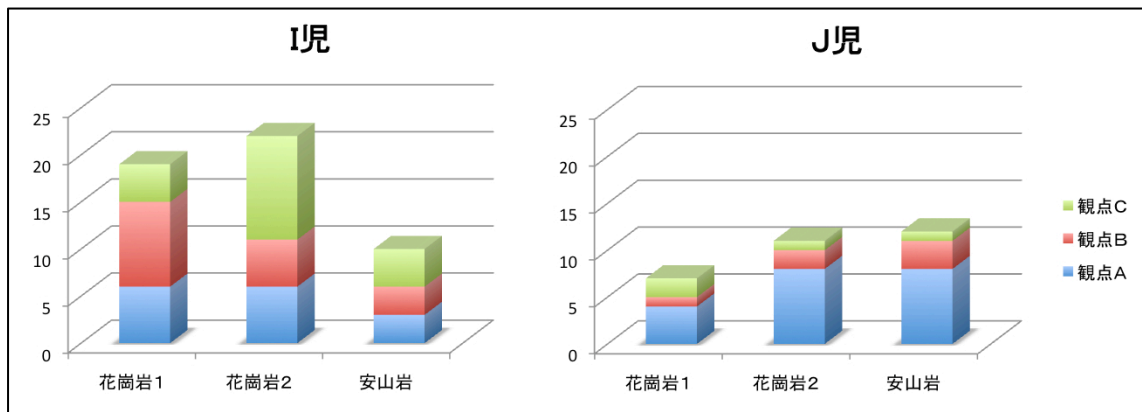


図 33-11 グループⅢ（いわゆる普通の児童，I児・J児）の「項目数」（記載内容）

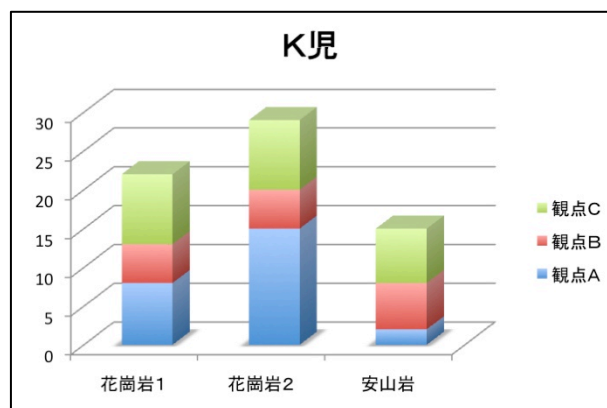


図 33-12 グループⅠ～Ⅲに抽出されなかった児童（K児）の「項目数」（記載内容）

表 33-1 記載内容検討用の 21 種類のチェック項目と 3 つの観点

21種類のチェック項目	3つの観点		
①全体の形 ②全体の色 ③全体の模様 ④全体の印象 ⑤光ること	観点A 単純な観察	眺めた程度の 印象	「ちょっと四角く見えるよ。」など、眺めた程度と判断できるもの。
⑥大きさ ⑦手ざわり ⑧重さ ⑨硬さ ⑩音(たたいたとき) ⑪におい	観点B 積極的な観察	全体について五感を通してかなり詳しく観察	「石はかたいです。」 「石はおもいです。」 など、石に働きかけ、五感を通して観察したと判断できるもの。
⑫見ての思い・想像 ⑬聞いたこと ⑭過去の体験 ⑮粒(鉱物)の構成物 ⑯粒(鉱物)の違い ⑰粒(鉱物)の形 ⑱粒(鉱物)が光る ⑲例示・たとえ ⑳観察に基づいた疑問・考え ㉑何かとの比較の有無	観点C より思考が働いた観察	思考を働かせて観察	「黒い四角の形の石がありました。ぴかぴかしていました。」や、「砂のかたまりみたいなのに見えます。」など、思考が働いたと判断できるもの。「どうめいのものがはいついて、どうめいのものもキラキラひかります。」など、鉱物に注目して観察したと判断できるもの。

3.4 小学校第1学年 砂の観察：「すなのかんさつ」

(③小学校低学年の観察記録の検討)

3.4.1 本実践研究の背景

小学校学習指導要領（文部科学省，2008a）第2章第5節生活2内容(6)のところには，次のように記載されている。「身近な自然を利用したり，身近にある物を使ったりなどして，遊びや遊びに使う物を工夫してつくり，その面白さや自然の不思議さに気づき，みんなで遊びを楽しむことができるようにする。」（下線は，筆者が記載）また，小学校学習指導要領解説生活編（文部科学省，2008b）第3章第2節生活の内容(6)の記載によると，「身近な自然」というのは，「児童を取り巻く自然の中から，児童が自分の遊びの目的のために選び出した自然」とされ，「身近な自然の例」として，「草花，樹木，木の実，木の葉，石，砂，土，光，影，水，氷，雨，雪，風などの事物や現象」（下線は，筆者が記載）があげられている。したがって，下線部分を置き換えると，先の内容(6)の分は次のようになる。「石，砂，土を利用したり，身近にある物を使ったりなどして，遊びや遊びに使う物を工夫してつくり，その面白さや自然の不思議さに気づき，みんなで遊びを楽しむことができるようにする。」

教科書を見ると，この置き換えた文が具現化されている。たとえば，「わくわく生活上（天野ほか，2012，新興出版社啓林館）では，「なつとあそぼう。」のところに，砂浜での活動写真とともに運動場の砂場での活動イラスト，「ぴかぴかどろだんご」という文字が紹介されている（図 34-1）。「たのしいせいかつ上なかよし」（滝沢ほか，2012，大日本図書）では，「すなあそび」として写真とイラストによる紹介，「てがじゃりじゃりするよ。」「すながつめたいよ。」「くずれないやまにするには…」などの文字が紹介されている（図 34-2）。「あたらしいせいかつ上」（加藤ほか，2012，東京書籍）では，「つちやすなであそぼう」のタイトルとともに「どんなあそびができるかな。」として，2ページにわたり写真とイラストによる紹介，「やまやかわをつくろう」「どろだんごをつくろう」「ふしぎなすなであそぼう」ほか，多くの文字情報が記載されている（図 34-3）。

小学校学習指導要領解説生活編（文部科学省，2008b）に「具体的な活動や体験は，目標であり，内容であり，方法でもある」とされていることから，これまで述べた活動をすることにより，科学的な見方・考え方の基礎が養われることを期待していると言えよう。したがって，児童の活動の様子を把握することが重要であろう。その際，小学校低・中学年の学びのつながりの視点から自然

領域の学びの充実を検討することが必要であり、その際、小学校低学年児童を対象に理科的な観察と記録活動を試み、その様子や記録の検討をすることはその一方法と考える。

なお、本研究の一部は、日本地学教育学会^{注1}で発表している。

注1 藤川義範・林武広（2014）：生活科における砂の観察の試み - “つぶ”の大きさに注目した観察-，日本地学教育学会第68回全国大会予稿集，pp99-100

3.4.2 本実践研究の目的

理科の学習で石、砂、土を扱うのは、小学校第5学年の「流水の働き」であり、ここでは流れる水とともに、石や土などの「大きさ」「形」に注目して学習する。学習例として、たとえば辻本・藤井（2013）は、小学校第5学年児童を対象に流水の働きの理解を図る実験器の有効性を検討し、再現性のある室内実験を紹介している。小学校第3・4学年の理科では、石・砂・土を扱った学習はないため、小学校第5学年の学習の際、児童は、小学校第1学年の砂遊びの活動や、生活経験をもとに学習を始める（図34-4）のが実情である。

したがって、小学校低学年と高学年の両者の学びのつながりの検討がのぞまれるのであるが、たとえば、小川（2009）は、製作活動を例に「生活科を理科に接続・発展するということは、子どもの心と、頭と感動を豊かにした生活科の活動の展開が理科の授業を改善することにつながる」といえる。したがって、理科においても子どもの感情や論理を大切にしたい学習を保証することが求められるのである。」と、生活科と理科との関連を述べている。矢野（2010）は、「自然の事物・現象を対象にする内容の充実は喫緊の課題である。学校教育が子どもの人間としての成長という視点を意識して、理科や生活科、総合的な学習の時間などの枠組みにとらわれることなく、様々な機会をつくって充実して行かなければならないと考える。」と、理科と生活科・総合的な学習との関連を述べている。これらのように、理科と生活科のつながりについては、生活科の視点に基づいた子どもの人間としての成長を意識したものが主体であり、科学的な見方・考え方の基礎を養う視点に基づいて両者のつながりを検討した研究は見当たらない。

筆者が長年現場で見てきたこと、経験してきたことは、生活科で砂遊びをする場合、教科書の記載を手がかりに授業を行うため、前述の教科書記載例にあ

る活動が主体である。これらの活動は、実際には幼児教育の場でなされているものと基本的には似通った遊びであり、科学的な見方・考え方の基礎を養うことではなくて、活動自体を楽しむことに主眼が置かれている状況であり、上記のつながりに関する報告と一致したものであろう。

また昨今では、「近所の猫・犬や鳥による排泄物が砂場に紛れていたらという心配や不安の声が学校に強く寄せられる」、「砂や土自体が手・体・衣服につくことを嫌う声が学校に強く寄せられる」、「普段砂場をカバーで覆う・計画的に消毒する・使うときだけカバーを外すなど砂場管理が教員の負担を大きくしている」などを例とする理由で砂場遊びを敬遠する傾向が散見されるのが小学校現場の現状である。このように衛生面などに関する保護者や教員の過敏な反応により、砂遊び自体を避ける傾向が見受けられ、児童の砂遊び体験は、幼児時代までさかのぼることも多い。しかし昨今の現状といえ、幼児教育の現場でも小学校と同様な状況が認められることを、幼児教育職員から何度も聞いたため、結果的には砂場遊びの経験が全くない子どもが少なからず存在することが推察される。

したがって、小学校低学年時期にも、砂を素材とする科学的な見方・考え方の基礎を養う観点から自然の不思議さや面白さを実感する学習活動がのぞまれる。そこで、児童が、砂遊びの経験に加え“砂”に注目し観察することができれば、生活科と理科とのつながりが期待できると考え、小学校第1学年児童が「砂場の砂はいろいろな“つぶ”で構成されていることに気づくことができるのか」を検討することを本研究の目的とした。さらに、その検討は、高野(1964)、西川・川上(1996)、西川・古市(1996)によるメモの効果、藤川・林(2008)の言葉だけの記録の効果などの研究をもとに、児童の「言葉による記録」の記載状況により行った。

3.4.3 本実践研究の方法

3.4.3.1 本実践研究の方法

本実践研究は小学校第1学年児童を対象に理科的な観察を行わせることにより検討を行うものであるから、広島市内D小学校において、生活科の砂遊び学習後に特設単元授業を計画した。観察する砂は、生活科で砂遊びを行った砂場の砂を乾燥させたものを用いた。この砂は、広島では真砂土と呼んでいる花崗

岩が風化したもので一般的なものである。観察記録は「言葉による記録」としたため、記録用紙は、日付や名前と、「すなをかんさつして、お話してみましよう」と書いた15行分の横罫線だけのA4サイズ縦のものを自作・使用した。児童の「言葉による記録」の記載内容の検討は、たとえば「大きさ」「大きい」「小さい」「いろいろ」など砂の“つぶ”の大きさに関する言葉の記載数を数えてその数で検討した。特設単元授業は後述のように4時間計画し、単元の開始時と終了時の計2回観察・記録を実施した。なお、特設単元授業の約4ヶ月前に、別の教員が4時間の「すなあそび」の学習を実施済みであり、その内容は、山を作る、水を流すなどの教科書の範囲の一般的なものであった(図34-5)。その時の記録は、細かい指示を含めた自作のワークプリント形式で、児童個々に自分が体験したこと発見したこと、心情などを絵や文で記録させる、現場でごく一般的といえるものであり、前述の「3.3.2.2 低学年における観察と記録」で示した生活科の観察の特徴①～④が認められるものである。生活科の授業を通して、特設単元授業の前に、児童は砂に馴染みができていた。

3.4.3.2 指導の概要

観察・記録で用いた砂は、上述のように砂場の砂を乾燥させただけのものであり、このD小学校では児童が休憩時間にも砂場で遊べるよう、普段からカバーが掛けられていない。そのため、乾燥させただけなので、近くの樹木の葉や小枝なども自然に含まれている。なお、砂場の砂の採取は、生活科で「すなあそび」をしているとき、活動中の児童に依頼して、まさに遊んでいるままの砂を採集ケースに分けてもらうことにより行った。これは、特設単元学習時に、児童に砂の標本を紹介するとき、より身近に感じることができるということを過去の現場経験から判断したものである。

授業は、筆者が小学校第1学年の2学級64名を対象に行い、両学級とも4時間ずつの同内容で実施した。なお、授業は、全て教室の中で行った。

4時間の特設単元授業の概要を次に示す。

〔第1時〕

- ① 観察・記録Ⅰ〈開始時〉(12分間)
- ② 上記の記録を数名紹介する。(児童が記録文を読む)
- ③ 観察した砂(観察・記録Ⅰで用いた砂)と水を入れたペットボトルをふ

って全体を混ぜ、様子を紹介(教師の演示, 図 34-6)。数日間放置して沈殿させた標本 2 種 (濁った部分, 沈んだ部分) も紹介 (図 34-7)。

[第 2 時]

- ① 前時③の標本 (3 種: 実演したもの, 濁った部分のもの, 沈んだ部分のもの) を観察。沈殿部の乾燥標本を紹介。
- ② 前時②の活動を, 実際に全員が実施し, 水が運動場の砂を分ける (大きさの違い) ことを体感させる。

[第 3 時]

- ① 自然界の砂を紹介 (川原, 海浜の写真; 図 34-8, 図 34-9)。
- ② 砂浜の砂 2 種 (粗・密のところより) を観察させる (虫眼鏡)。
- ③ 自作の「サイズ表」(図 34-10) ^{注1}を用いて, 上記の実物標本の砂を大ききで分類する。

[第 4 時]

- ① 4 種の異なった目 ($\phi 4.0 \text{ mm}$, 2.0 mm , 1.0 mm , 0.6 mm) のふるいを紹介する (図 34-11) ^{注2}。
- ② 4 種のふるいで事前に分けておいた砂場の砂の標本 5 種を観察する (見る, さわる, 比べる)。
- ③ **観察・記録Ⅱ <終了時>** (12 分間)

注 1 山崎博史広島大学大学院教授製作の実物を使ったサイズ表をヒントに, 第 1 学年児童用に作成した。

注 2 山崎博史広島大学大学院教授の助言により, この 4 種のふるいを選び, 砂場の砂の選別による標本作りに用いた。

3.4.4 児童の活動と観察・記録

3.4.4.1 児童の活動

第 1 時～第 4 時における児童の活動の概要を述べる。

第 1 時では, 学習の冒頭で乾燥させた砂場の砂を紹介した。「今日は, 砂場に

行くのではなくて、砂場の砂を持ってきたよ。」と話したとき、以前に生活科で「すなあそび」をしているとき、活動中の児童に依頼して砂を採取したため、当該児童やそれを見ていた児童の「ああ、あのときの砂だ。」等の声を聞いたことが、児童の興味をより喚起したようだ。乾燥させた砂を見たとき思わず出た児童のつぶやきなどの反応から、水気がなくなったことによる色の違いにまず目が向いたことがわかった。観察・記録Ⅰは個人で行うよう指示したが、砂の標本は直径5センチメートルの蓋付きペトリ皿に大きじ一杯程度の砂を入れたものを、4人組に1セットずつ渡した。蓋を取って中を見る児童、蓋付きのまま振って音を聞く児童、蓋を取り2つに小分けし2人組で観察する児童など、児童個々が思い思いのペースで観察と記録を行っていた。事前の計画では、第1学年児童の実態から10分と判断していたが、文字記録に集中している姿を見て、児童に「あと2分にします」と声をかけ、最終的に12分間の観察・記録時間とした。頑張っているから読みたい、紹介したいという児童のリクエストがあり、数名発表する時間を設けた。以上の概要は、授業を行った両学級ともほぼ同様である。ペットボトルでの実演は、興味津々な様子が見て取れた。

第2時では、前の時間③の標本3種（実演したもの、濁った部分のもの、沈んだ部分のもの）を紹介した。前に並べた標本を児童が一人ずつ観察するスタイルのために個々の観察時間は短いものの、標本個々の様子を見たり、比較したりと、ペットボトルの中に砂と水が入っているだけの標本には第1学年児童の興味を喚起する部分があることが見て取れた。乾燥標本を見る、さわる学習場面でも、つぶやきなどから興味を喚起されていると判断された。児童個々が実際にペットボトルをふって体験する場面では、小学校第1学年児童の場合一般に「ふることそのもの」に集中してしまうことが多いのであるが、このときは、「観察したものと同じになったか」という目で確かめながら活動していたことが、多くの児童の様子から見て取れた。

第3時では、川原と海浜の写真を紹介し、そこに水と砂があることを紹介した。ペットボトルの実験では水が砂を分けたことから、自然界の水でも砂を分けた場所があることを話すと、写真の砂の部分に注目したつぶやきなどの反応が多く見られた印象を受けた。そのため、写真の砂浜のどのあたりからということがわかり、砂浜の砂2種（粗のろころ、密のところ）の標本も、より身近に感じられたようであり、砂の観察・記録時と同様、ペトリ皿に入れた標本を各グループに配布すると、すぐさま両者を比較しながら観察を始めた。小学校第1学年には難しいとも思われたが、“つぶ”の大きさによって、礫、砂、泥な

どの名前があることを紹介し、自作の「サイズ表」の見方・使い方を紹介したところ、混乱なくグループに分けることができ、「れきだ」「大きいすなだ」「中くらいのすなだ」などと分類できた。授業の終わりに、「お気に入りの“つぶ”をお土産に持って帰っていいよ」と話すと、見かけた範囲ではほとんどの児童が「これ」と瞬時に選択し、お土産にしていた。したがって児童は“つぶ”の違いが判別できていると判断した。

第4時では、水が砂を分けたのではなく、「すなばあそび」のときに児童が行っていたように「ふるいを使って砂を分ける」ことを紹介するため、4種の異なった目（φ4.0 mm, 2.0 mm, 1.0 mm, 0.6 mm）のふるいを写真（図34-11）で紹介した。写真や教師の説明から、児童は、ふるいの目の大きさが違うことにより、仲間分けができることが概ね理解できたと、児童の反応から判断した。4種のふるいで5つの仲間に分かれることは、理解は難しいと思われるが、直感的な理解はしていたように見受けられ、事前に分けていた5種の標本を“つぶ”の大きさの違いで比較していた。観察・記録Ⅱは、Ⅰと同様個人で行うよう指示し、標本や記録用紙等の条件も、同じように設定した。記録時間については、前回に合わせて12分間とし、延長は行わない旨を事前に伝えた。観察風景は、蓋を取って中を見る児童、蓋付きのまま振って音を聞く児童、蓋を取り2つに小分けし2人組で観察する児童など、児童個々が思い思いのペースで観察と記録を行っていたのは、前回と同様であった。頑張っているから読みたい、紹介したいという児童のリクエストもあったが、授業終了時刻となったため実施しなかった。

3.4.4.2 児童の観察・記録

事前に実施されていた別の教員による「すなばあそび」の生活科学習では、前述の「3.3.2.2 低学年における観察と記録」で示した生活科の観察の特徴①～④が認められる観察・記録である。この「すなばあそび」以前の生活科の観察・記録は、筆者による絵と文によるいわゆる「絵日記風」の記録や絵による記録を行っていたので、今回の特設単元授業における「言葉のみ」による砂の観察・記録は、小学校第1学年児童にとって初めての記載方法である。

上述のように、第1学年児童は12分間の観察・記録時間に集中できていたため、特徴①は概ね示していないと考える。教室内の自分の席で、標本を観察しては記録することを何度も繰り返していたため、特徴②は示していないと考える。当初予定していた観察・記録時間を児童の様子を見て延長したことから、

特徴③は示していないと考える。後述内容から判断できるように、特徴④は概ね示していないと考える。したがって、今回の観察・記録ⅠとⅡは、生活科の観察の特徴は概ね示さないものとする。

年度末の2～3月に授業を実施したので、児童は、入学後平仮名、片仮名、新出漢字80字をすでに学んでいた。国語以外でも、文字を用いての学習が進んでいるため、この時期の文字による記録は負荷が低下しているものとする。実際、観察・記録ⅠとⅡでは、12分間の観察・記録時間、児童は混乱なく記載することができた。記載量が少ない児童がいる反面、15行では足りずに枠外や裏にまで記載する児童もいた。ただしこれは、漢字や句読点の使用量にもばらつきがあり、文字の大きさが異なるために、同じ行数でも文字数が異なるため、見かけ上での量判断である。

3.4.5 記録から見た児童の観察内容

3.4.5.1 “つぶ”の大きさに関する記載数、大きさ以外の記載数

観察・記録ⅠとⅡの記録用紙に記載された児童の言葉から、たとえば「大きさ」「大きい」「小さい」「いろいろ」など砂場の砂の“つぶ”の大きさに関する記述の記載数を数えた(図34-12)。また、「ざらざら」「さらさら」「ちよつといたい」「こなをさわったようなしょっかん」「ちゃいろ」「いろいろないろ」「とんという音」など、手ざわり、色、音(たとえば振った時の音)、においなど、砂場の砂の“つぶ”の大きさ以外の記述の記載数を数えた。

上記のように数えた“つぶ”の大きさに関する児童の記載数の分布は、図34-13に示すように、観察・記録Ⅰの平均1.4(個)、標準偏差1.9で、観察・記録Ⅱの平均4.7(個)、標準偏差2.5であり、対応のあるt検定結果は、 $t=-8.614$ 、自由度59、両側p値=0.000である。したがって、砂場の砂の“つぶ”の大きさに関する記載数が有意に増加した。

砂場の砂の“つぶ”の大きさ以外の児童の記載数の分布は、図34-14に示すように、観察・記録Ⅰの平均7.5(個)、標準偏差2.9で、観察・記録Ⅱの平均6.1(個)、標準偏差2.9であり、対応のあるt検定結果は、 $t=3.519$ 、自由度59、両側p値=0.001である。したがって、砂場の砂の“つぶ”の大きさ以外に関する記載数は有意に減少した。

3.4.5.2 “つぶ”の大きさを記載した割合

上述の記載数を用い，“つぶ”の大きさを記載した割合を検討した。この割合を「A」とし，上述の“つぶ”の大きさに関する記載数を「B」とし，上述の“つぶ”の大きさ以外の記載数を「C」として，それらをもとに計算する。計算式を次に示す。

$$A = B / (B + C)$$

その結果，観察・記録Ⅰの割合平均 0.13，標準偏差 0.14 で，観察・記録Ⅱの割合平均 0.43，標準偏差 0.19 である。したがって，砂場の砂の“つぶ”の大きさに関する記載の割合が増加した。

縦軸を A（“つぶ”の大きさを記載した割合），横軸を B（“つぶ”の大きさに関する記載数）としたグラフを図 34-15 に示す。観察・記録Ⅰにおける A と B の相関は 0.88 で，相関が高い。観察・記録Ⅱにおける A と B の相関は 0.44 で，中程度の相関がある。したがって，“つぶ”の大きさに関する記載数とその割合とは，中程度以上の相関が見られた。

“つぶ”の大きさに目を向けた記録例として，児童の文字による記録を抜粋したものを図 34-16 に示す。なお，誤字脱字は筆者が修正しているが，それ以外は児童の表記にしたがっている。

この抜粋した“つぶ”の大きさに目を向けた記録の中から，観察の際に児童が，例えば“つぶ”の大小など，“ある視点”で「比較」したことが推察されるものをさらに抜粋し，下記に示す。下記の記録文では，「比較」が伝わる表現を**太字**で示している。

- さわったときにも（れき）や（大きいすな）はちょっといたいけど（どろ）や（小さいすな）をさわると（れき）や（大きいすな）をくらべてすごくこなをさわったようなしょっかんがします。
- 小さいすな**は**，さらさらだけど大きいすな**は**，ざらざら。
- こまかいすなをあつめてあつめたばしょをおすとやわらかくかんじた。れきをあつめておすとへんなおとがした。
- 大きいすなの**ほうが**小さいすな**より**ゆびにくつつきにくい。
- つめの中にすながはいる。すなをよけてもどろ**は**，よけられない。
- うみのすな**より**ザラザラしていた。
- 1ばんちいさいのはすなぼこりが出て**ほかのは**すなぼこりがでませんでした。

上記の例からうかがえるように、「比較」が伝わる表現は少なくない。児童の様子から推察するならば、“つぶ”の大きさに目を向けて観察した結果、大きさの違いにも目が向き、「比較」することが増えたと判断した。

3.4.6 考察

本実践研究では、「児童が、砂遊びの経験に加え、“砂”に注目し観察することができれば、生活科と理科とのつながりが期待できる」と考え、小学校低学年における観察記録の検討を行った。具体的には、小学校第1学年児童を対象に、砂場の砂の理科的な観察を行わせることにより、その記録の検討を行った。記録は、絵は用いないで文字だけによる記載とし、その記載された児童の言葉から砂場の砂の“つぶ”の大きさに関する記述の記載数と、“つぶ”の大きさ以外の記述の記載数を数えた。またそれらの記載数をもとに、“つぶ”の大きさを記載した割合を求めた。その結果、次の3つの結果が得られた。

- ① “つぶ”の大きさに関する記載数が有意に増加した。
- ② “つぶ”の大きさ以外に関する記載数が有意に減少した。
- ③ “つぶ”の大きさに関する記載の割合が増えた。

これらの結果から、小学校第1学年児童でも、砂場の砂はいろいろな大きさの“つぶ”で構成されていることに気づくことができたと考える。

小学校学習指導要領解説理科編（文部科学省，2008c）には、その学年で中心的に育成する問題解決の能力として、小学校第3学年は比較、第4学年は関係づけ、第5学年は条件、第6学年は推論が示されている「3.4.5.2」で述べたように、児童の記載文から、小学校第1学年児童が観察の際に「比較」していたことがうかがえる。この「比較」は、理科が始まる小学校第3学年で育成が求められている問題解決の能力であるため、内容面における小学校第5学年理科のつながりにあわせ、理科の手法における小学校第3学年理科へのつながりが期待できる。したがって、砂の観察は、小学校低学年児童にも“理科的な観察”として十分可能性があり、生活科と理科とのつながりの観点においても価値を有するものと考えられる。



図 34-1 わくわく生活上（新興出版社啓林館，2012）



図 34-2 たのしいせいかつ上なかよし (大日本図書, 2012)



図 34-3 あたらしいせいかつ上（東京書籍，2012）

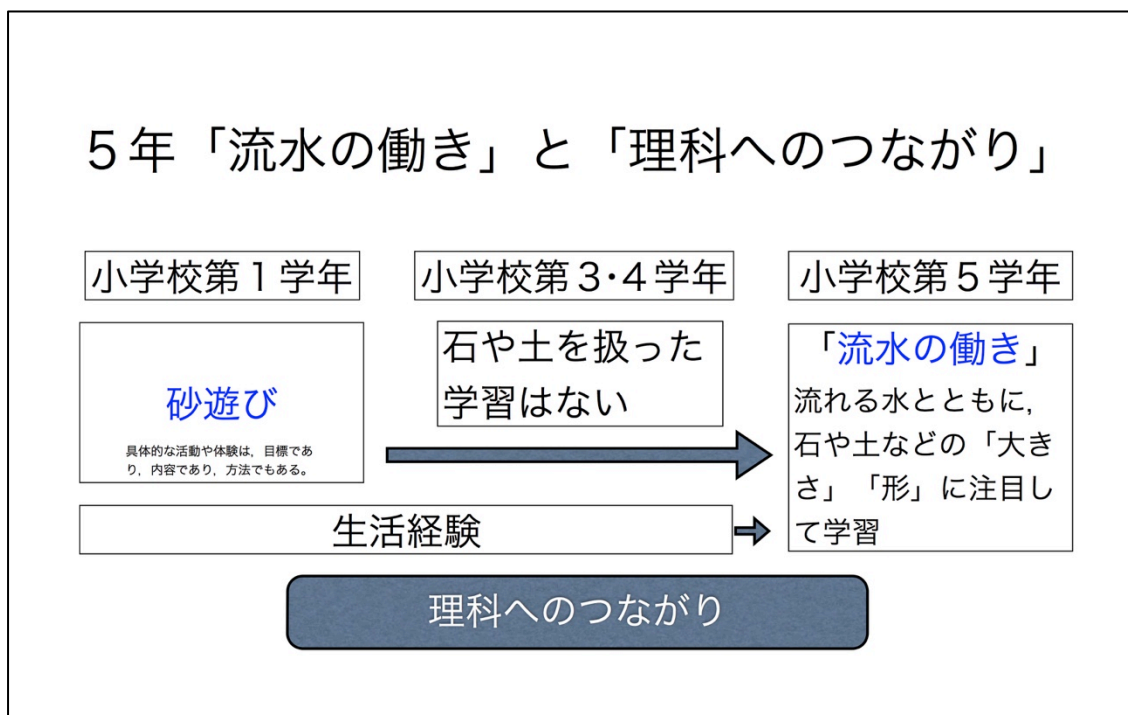


図 34-4 「流水の働き」と「理科へのつながり」
(石・砂・土を扱った学習のつながり)



図 34-5 別の教員による生活科の学習「すなあそび」

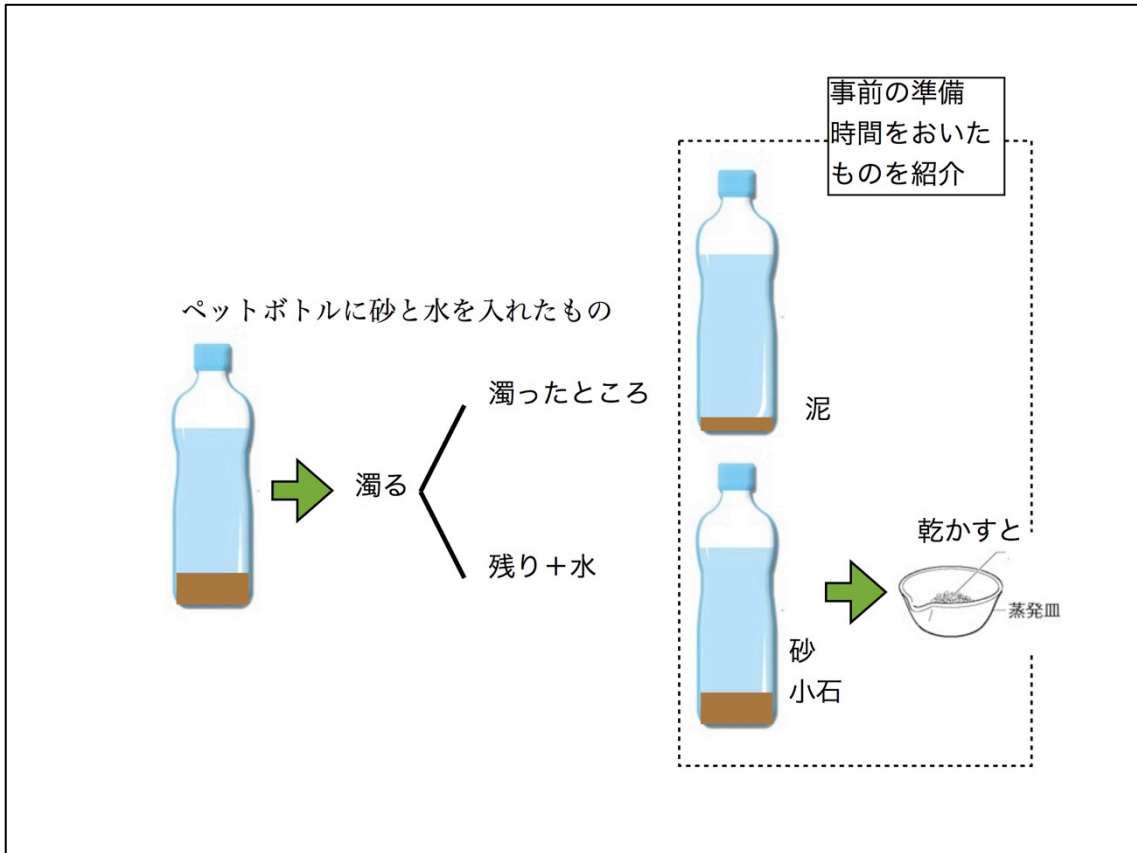


図 34-6 ペットボトルに砂と水を入れて

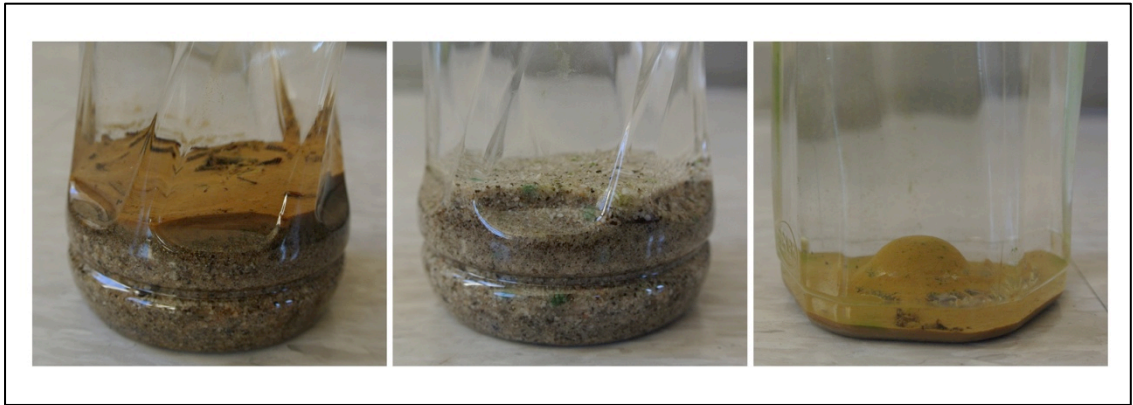


図 34-7 数日間放置して沈殿させた標本

(左：砂場の砂に水を入れて放置

中：沈んだ部分に水を入れて放置

右：濁った部分を放置)



図 34-8 川原の砂の紹介 (広島市, 瀬野川; 筆者が撮影)



図 34-9 海浜の砂の紹介（広島県，倉橋島；筆者が撮影）



図 34-11 4種の異なった目のふるい
(左上φ4.0mm, 右上φ2.0mm, 左下φ1.0mm, 右下φ0.6mm)

すなをかんさつして、お話してみよう。 2月12日(水)

ぼくはさあつてみるとすごくすなざらざら見たかんしたとすごくすな小さいすなより大きいすな。
 だいたい見るとすごく小さいすながまた同じなすなが
 ちとちとすなをかんとすなが半にすなつさま
 ふつたらささると音がきこえます。
 てんきにてろしてみるとちいさすなのすな見

すなをかんさつして、お話してみよう。 3月6日(木)

いろいろないすながすなありま
す。(れき)という大きすなのすなま
 まればどろすなのようなすすなくすないすなさ
 いすなすながすなあります。でもすなのよ
 うなすなすながすないっばいあるわけすなで
 いしどろすなみたいなすなすながすないっばい
 あるわけすなでもなくそのますないたの
 すなすなもあります。すなすなをしたに
 おとしたときもすな大きいすなが
はははというおすなじかすながすなしますが
 小さいすなすなすなやどろすなをしたにおすな
 とすないうおすなじかすながすなきこえます。さ
 たときにもすながすな大きいすなはちと
 いたすなやどろすなやすないすなすなすなをか
 けるとすながすな大きいすなとくすならすなて
 ずくすなをさあつたよすなうなすなかんか
 しますなすなすなのふるいすなはいろいろすなあ
 たなすなとおすなもすないます。

→ A児の記録

**“つぶ”の大きさに関する
言葉の記載数を数える**

「大きさ」「大きい」「小さい」「いろいろ」など

図 34-12 児童の記載から“つぶ”の大きさに関する言葉の記載数を数える

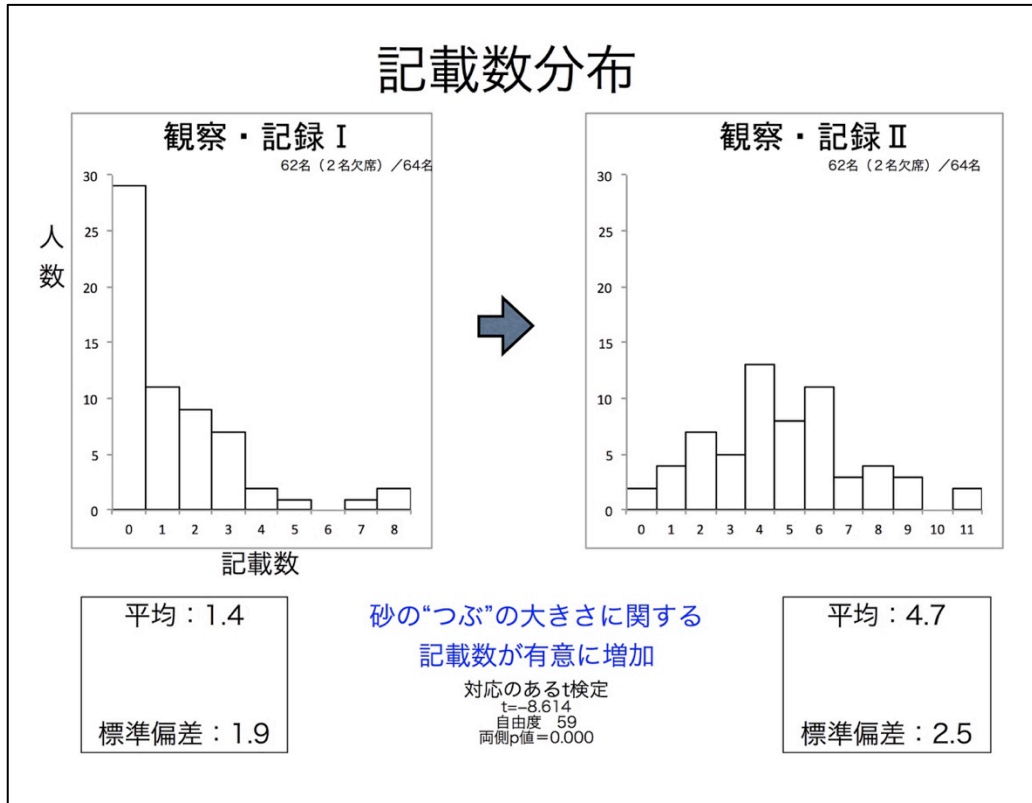


図 34-13 “つぶ”の大きさに関する記載数の分布

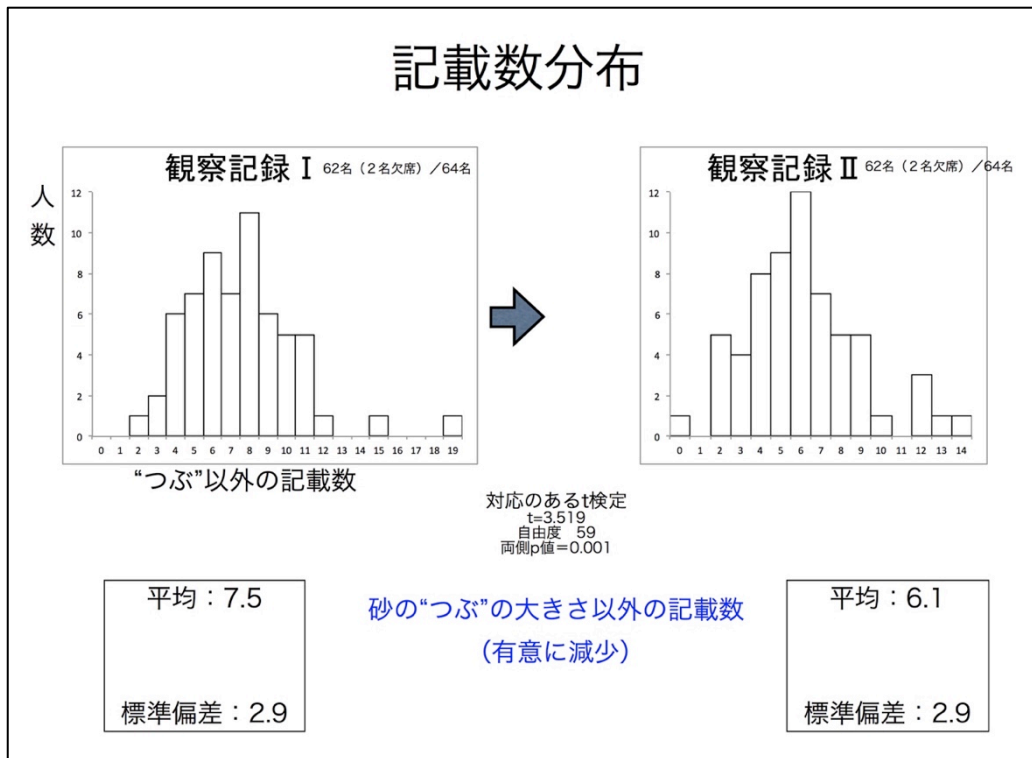


図 34-14 “つぶ”の大きさ以外の記載数の分布

“つぶ”を記載した割合

$$A = B / (B + C)$$

A : “つぶ”を記載した割合
 B : “つぶ”の記載数
 C : “つぶ”以外の記載数

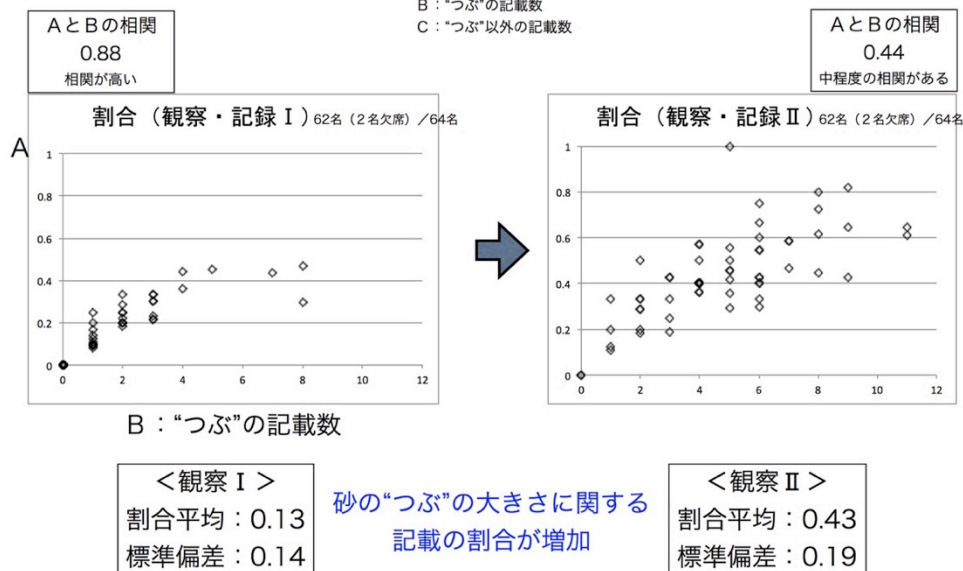


図 34-15 “つぶ”を記載した割合

“つぶ”の大きさに目を向けた記録例

- さわったときにも（れき）や（大きいすな）はちょっといたいけど（どろ）や（小さいすな）をさわると（れき）や（大きいすな）をくらべてすぐこなをさわったようなしょっかんがします。
- 小さいすなは、さらさらだけど大きいすなは、ざらざら。
- ふると小さいすなと大きいすなでわかれた。
- ふるとだいたい、大きいすな小さいすなどろなどが分けられました。
- ふるとれきがまん中にくる。
- まわすときどきそとにすなといしがひっこししていた。
- よく見ると、4ミリと2ミリの中にも大きいものと小さいものがありました。1ミリと2ミリの中にも大きいものと小さいものがありました。
- こまかいすなをあつめてあつめたばしょをおすとやわらかくかんじた。れきをあつめておすとへんなおとがした。
- 大きいすなのほうが小さいすなよりゆびにくっつきにくい。
- つめの中にすながはいる。すなをよけてもどろは、よけられない。
- つめに入るぐらいのすなと、つめに入らない石がまざっていました。
- うみのすなよりザラザラしていた。
- 1ばんちいさいのはすなほこりが出てほかのはすなほこりがでませんでした。
- れきをよく見ると、小さなすながいっぱいあつまっている。
- 一つぶ一つぶちがう石がわかった。本とうに小さな石や、すながあった。
- うんどうじょうからもってきてふるいや水でわけていないすなは、れきや大きいすなや小さいすなやどろがぜんぶはいつている。

図 314-16 “つぶ”の大きさに目を向けた記録例

第4章 考察と結論

本研究の目的は、小学校地学関連内容の指導における課題を明らかにし、それらの解決に向けた展望を検討することである。

まず課題について明らかになった事項は、地学関連内容の理解が必ずしも十分ではないこと、観察・実験の扱いが本来の目的ではなく、その活動自体が目的化し楽しさを求める傾向があること、観察や観測に欠かせない空間での位置や方向の判断や把握が十分でないことがあげられる。これらは、先にあげた小学校理科授業の3つの課題である、楽しく活動することに注目、話し合いを中心とした授業展開、学びのつながりへの注目と概ね同じ内容を示す。

第3章で述べた「理科につながる生活科学習の検討」、「小学校中学年理科の学習の検討」、「小学校低学年の観察記録の検討」の検証授業による児童の反応や達成状況の詳細な検討の結果、下記に示す「① 児童の実態把握」と「② 指導の効果」を確認することができた。

① 児童の実態

- ・ 小学校第3学年児童は、紙面上では比較的容易に方位の判断ができるようになる。しかし実際の観察を想定した場面での方位判断をする場合には、しばしば判断に混乱する。
- ・ 小学校中学年では、紙面上で四方位を判断することはできる。しかしその確実な定着は容易ではない。
- ・ 観察記録では、小学校低学年でも観察したこと、つまり把握したことを言葉で記録することができる。言葉で記録するときは、観察対象に、より集中できる。

② 指導の効果

- ・ 製作した風車を使った遊びで、風の強さや向きに注目させることができるなど基礎的な科学的体験の効果が見られた。
- ・ 小学校中学年時期の児童は、方位認識の定着が難しいため、以降も繰り返し学習すること、および低学年の時期に左右判断を着実にする必要がある。
- ・ 方位認識の評価では、基本知識を問うペーパーテストに加え、パフォーマンステストによる評価が有効である。
- ・ 小学校低学年児童の岩石や砂の観察では、言葉を用いた観察記録は十分に可能である。

- ・ 言葉による観察記録では、一般的に行われている絵日記風の記録と比べ、観察対象への意識が高められ、より深い観察も達成できる。

これらの結果から、今後の小学校地学関連内容の指導への展望として下記の3項目が挙げられる。これらは、先に示した楽しく活動することに目が向いている、話し合いを中心とした授業展開になっている、学びのつながりはさほど注目されていない、の小学校理科授業の3つの課題の解決の方途例となる。

- ① 理科入門期である小学校第3・4学年から、小学校高学年や中学校の学習を見据え天体学習などのたびに「方位」の指導を反復すること。方位判断の評価は、パフォーマンステストを導入すること。
- ② 砂や石を対象とした観察では、小学校低学年から文字による記録を重視すること。
- ③ 生活科の段階から、理科への学びのつながりに留意した、自然の事物・現象をとらえさせる指導を工夫すること。

なお、本研究で実践的検証を行っていない小学校中-高学年の地学関連内容の学習についても、引き続き授業実践を通じた検証を行う必要がある。

また、本研究は小学校地学関連内容の指導という限られた範囲であり、さらにその中の一部を対象として検証したものである。そのため今後はさらに範囲を拡大し、小学校さらには中学校理科の全般を対象として、学びのつながりを基軸とし、理解の深まり、科学的思考の高まりを達成する中で、自然への興味関心と学習意欲を喚起する指導のあり方を追究する必要がある。

補 章

これまで述べてきた内容との関わりにおいて、わくプロジェクトジュニア科学塾における理科好き・科学好き中学生の要望や活動から、観察・実験に関する学びの有益な情報を得ることができた。また、ネパールにおける小中高等学校の理科授業や教員・トレーナー研修等の理科教育に関する実態から、理科授業および学びのつながりの有益な情報を得ることができた。両者について補章で述べる。

補章1 広島大学科学わくわくプロジェクトジュニア科学塾

補章2 ネパールの理科教育

1 広島大学科学わくわくプロジェクトジュニア科学塾

1.1 本実践研究の背景

各国教育改革の実態と学力モデルを紹介した書籍「確かな学力と豊かな学力」(原田編, 2007)の序章で、北(2007)が「日本の子どもの学力は、国際的にみてこれまで高いレベルを維持してきたものの、最近、諸外国と比べて、読解力をはじめ、学習への意欲や学習習慣において低下の傾向にあることが国際学力調査などで明らかになってきた。」と指摘している。新しい学力を育成する視点を紹介した書籍「今こそ理科の学力を問う」(日本理科教育学会編, 2012)では、猿田(2012)が、TIMSS 調査結果を生かした今後の取り組みとして、「日常生活や社会の事象の中に疑問を見つけ、それらを科学的に解決したり、科学的に説明したりする能力を育成するような理科教育の改善方策を探ることが求められている。」と述べ、小川(2012)が、ROSE 調査が教えてくれることとして、「『理科好き』であることと科学者やエンジニアといった職業選択をすることとの関連性は、我々が無意識のうちに思っていたよりも小さいことがわかった。」と述べている。これら同様、理科離れからの脱却、理科の学力向上などの課題が数多く指摘され、課題解決に向けた検討も、多方面から進められている。子ども(児童生徒)が学校外の場所で科学のイベントに参加したり学習したりする機会が設けられたり、外部の人材が学校を訪れいわゆる出前授業を行う機会が設けられたりしているのは、その例である。大辻(2004)は、「学校外の理科教育」や「教員外による理科教育」として「アウトソーシングする理科教育」の課題等を概観していて、その中で「学校はイベント開催地ではない。静かに人間が成熟するところである。」と指摘している。この指摘からもわかるように、多くの活動は、実施内容の報告が中心で成果については参加者の感想程度であると言えよう。

なお、本研究の一部は、日本教科教育学会^{注1}、日本理科教育学会^{注2}で発表している。

注1 藤川義範・林武広・磯崎哲夫・吉富健一・魚谷滋己(2013): 理科好き・科学好きの中学生対象の科学講座の活動とその成果 - “科学わくわくプロジェクトジュニア科学塾”の例 -, 日本教科教育学会全国大会論文集, pp158-159

注2 藤川義範・林武広・磯崎哲夫・吉富健一・魚谷滋己(2014): 理科・科学好き中学生対象の科学講座受講生の要望と活動 - “科学わくわくプロジェクトジュニア科学塾”の例 -, 日本理科教育学会全国大会論文集, pp416

1.2 本実践研究の目的

広島大学科学わくわくプロジェクト、通称「わくプロ」は、2003年に発足した、インフォーマルな教育として理科の学びを提供するプロジェクトで、2009年度から第Ⅱ期、2014年度から第Ⅲ期として、毎年事業報告を行うなど（わくプロ事業実施報告書、2004～2014）これまで評価検討を行いながら各種事業を展開している。第Ⅱ期の事業は、理科好き・科学好き中高生を主な対象とした一般募集単発型「サイエンスレクチャー」、理科好き・科学好き中学生を対象とした一般募集継続型「ジュニア科学塾」、高校生となったジュニア科学塾受講生を対象としたマンツーマン型「科学塾研究室」、小学校教員を対象とした「小学校の先生のための理科ひろば」（通称「理科ひろば」、以下理科ひろばと表記）がその柱である。第Ⅲ期の事業は、中・高等学校訪問型「サイエンスレクチャー」、理科好き・科学好き中学生を対象とした一般募集継続型「ジュニア科学塾」、小学校教員を対象とした「理科ひろば」がその柱となっている。

間處（2010）は、第Ⅱ期におけるサイエンスレクチャーの検討を行い、参加者の意識の変容を考察し、その中で「科学体験講座では、理科好きな参加者の中でも、特に思考好きな参加者ほど、興味・関心を高め、学習意欲を高める効果が大きいことが見出された。」と述べている。一方、思考活動が嫌いな参加者は、内容が高度になることがかえって興味関心や、学習効果の面で逆効果となることを指摘している。林ほか（2013a）は、小学校教員の理科授業に対する認識として、教科書通りに几帳面にこなそうとすることと、「子どもが喜ぶ実験」を行いたい気持ちが強いことを指摘している。林ほか（2013c）は、理科ひろばで実施した模擬授業の検討を行い、「理科授業においては観察・実験以上に説明・解説が持つ重要性への認識を高められた」としている。以上概観したように、サイエンスレクチャーと理科ひろばについては、学びの場としての検討がなされているため、理科好き・科学好き受講生を対象としたジュニア科学塾の検討がのぞまれるところである。

そこで、本実践研究は、子どもの学びの連続性に着目し、小学校低・中学年から見たこれから向かう方向、つまりつながりの先と考える、理科好き・科学好きな中学生であるジュニア科学塾受講生の要望や活動とその成果の検討を行うこと、つまり理科好き・科学好き中学生の学びの姿を検討することを目的とした。

1.3 本実践研究の方法

理科好き・科学好きの中学生を対象とするジュニア科学塾は、広島大学科学わくわくプロジェクト研究センターが主管し、「科学に対する興味関心をさらに高めるとともに、中学生として高度な科学的スキルを習得する」を目標として実施され、少人数（24名）の広島県内中学生を対象に継続的に考える場を提供する年5回の講座を設け、継続的に行う科学演習講座である。公募により選ばれた24名の中学生が継続して参加し、講師は広島大学大学院教育学研究科自然システム教育学講座の教員が務めるとされている。各講座後、受講生はA4用紙1枚のレポートを作成し、後日郵送提出することとしているので、このレポートの記載の検討を行った。また、受講者決定時の質問紙回答の記載状況、講座後の質問紙（自己評価）の記載状況も検討に加えた。

1.4 科学講座の活動とその成果、受講生の要望と活動

1.4.1 科学講座の活動とその成果

1.4.1.1 2013年度年間講座計画と第2・3回講座の概略

2013年度は、「粒子」をテーマに5回の講座を実施した。概略を次に示す。

- 第1回 化学分野「物質を構成する粒子のすがたとエネルギー」
- 第2回 生物分野「西中国山地の植物」
- 第3回 物理分野「ニュートリノ振動と振子」
- 第4回 地学分野「地層の縞縞を解読しよう」
- 第5回 地学分野「自然からの美しい贈り物 -鉱物の世界-

本実践研究では第2・3回講座の検討を行ったので、以下第2・3回講座について述べる。

第2回講座の目標は、「環境（標高・土地）と植物の関係についての理解を深める」で、中学校が夏休みの8月に一泊二日で実施した。主な野外観察場所は三段峡、臥竜山、八幡湿原で、室内研修はいこいの村ひろしまである。野外観察は、主に遊歩道を歩きながらの観察であったため、受講生の列は長くなり、受講生にとって、先頭を歩く講師の先生の話をも直接聞くのは困難な状況と言え

る。そのため、補助スタッフが講師の先生の話された植物情報をメモし、植物に添えた。受講生は、植物情報を書いた用紙をたよりに観察、さらには歩きながらメモした。したがって、受講生には、かなり根気とエネルギーを要する講座である。

第3回講座の目標は、「振りを通して、ニュートリノ振動現象についての理解を深める」で、教育学研究科物理実験室において、午前9時から午後1時までの、途中の休憩を含む4時間で実施した。内容は、素粒子論等の講義と、単振り子実験、念力振り子実験、連成振り子実験等の実験のため、説明の際、物理用語や計算式が多く出た。また、測定時には時間や数を正確に調べる必要がある、測定結果や説明をもとに計算して実験する必要があるなど、受講生には、かなり根気とエネルギーを要する講座である。

1.4.1.2 講座終了時の自己評価（質問紙）の内容と結果

講座終了時に、質問紙による調査を実施した。質問紙内容は下記の8項目で、第2回講座と第3回講座がそれぞれ対応するように構成し、それぞれ「肯定的～否定的」の4段階で回答させた。

- ① 参加の際、ほかのものより優先して参加しましたか。
- ② 体力的にきつかったですか。（第2回講座）
話を聞くととき、実験するとき、集中を続けるのはきつかったですか。（第3回講座）
- ③ 講師の先生の説明が分かりましたか。
- ④ メモをとることができましたか。
- ⑤ 何をどのように観察したらいいかが分かりましたか。（第2回）
何をどのように実験して調べていったらいいかが分かりましたか。（第3回）
- ⑥ 標高の違いと環境や植物の関係が分かりましたか。（第2回）
エネルギー保存について理解ができましたか。（第3回）
- ⑦ この研修で新しく分かるようになったことやできるようになったことはありましたか。（第2回）
今回の講座で、新しく分かるようになったことやできるようになったことはありましたか。（第3回）

⑧ 今回の宿泊講座は、満足できましたか。

第2回講座後の自己評価結果を図1-1に、第3回講座後の自己評価結果を図1-2に示す。全般に、プラス回答（段階4か3を回答）が多い。マイナス回答（段階1か2を回答）は、質問③の“講師の話理解”と質問②“きつい”が多い。このように、講座内容が難しいにも関わらず、肯定的な反応が多い結果である。その原因は、新しくできることや分かること、理解できたことへの意識が現れていると考える。

1.4.1.3 レポート用紙の内容とその評価、評価結果

受講生は、講座終了後、家庭でレポートを作成し、後日わくプロ事務局に郵送することとしている。レポート用紙は、日付、タイトル、氏名、テーマのほか、次の4つの枠（4項目）に分けただけのA4縦サイズ、自作のものである。

〔第2回講座〕

- 1) 講師の先生の話の内容
- 2) 観察の目的と方法
- 3) 観察の結果と考察
- 4) 本日のまとめ

〔第3回講座〕

- 1) 講師の先生の話の内容
- 2) 実験の目的と方法
- 3) 実験の結果と考察
- 4) 本日のまとめ

このレポート用紙は、講座時に受講生に配布するが、いわゆる書き方の指導による記載内容への影響を避ける為、記載に関する指導は一切行っていない。そのため、受講生各自が、講座で学んだことをもとに試行錯誤しながらレポート作成を行っている（図1-3）。集まったレポートの上記4項目それぞれを4点満点で評価した。第2・3回講座レポートの評価に際に用いた基準表を表1-1に示す。

第2回講座レポートの評価結果を図1-4に、第3回講座レポートの評価結果を図1-5に示す。第2回講座では、評価「1と2」が約8割、「3と4」が約2割である。第3回講座では、項目3）“結果と考察”が「1と2」「3と4」が約5割ずつで、あとの3つの項目が「1と2」が約8割、「3と4」が約2割である。受講生にとって内容が高度であったが、評価結果から受講生が考察に取り組もうとする意欲が見て取れる。

1.4.1.4 結果の検討

レポートの評価は、「項目1」～「項目4」の各項目4点満点であるから、レポートの評価点合計が16点満点となる。このレポートの評価点合計と、質問紙の4段階自己評価との相関を検討した。その結果を表1-2に示す。

第2回レポート評価点合計と、質問紙項目②（体力）、項目⑤（観察の方法）との高い相関、第3回レポート評価点合計と項目⑧（講座に満足）との高い相関が見られる。このように、質問紙項目②、⑤、⑧については、第2回と第3回の片方との相関が高く、もう片方の相関が低くなっている。相関が異なるのは、野外観察学習を主体とした講座（第2回）と、室内実験を主体とした講座（第3回）という違いが反映したものと考えられる。

第2回講座・第3回講座ともに相関が高いのは、質問紙項目①（参加の優先）、項目⑥（分かる）、項目⑦（分かる、できる）である。一方、項目③（講師の話）、項目④（メモ）との相関が低かった。これらから、受講生は、新しくできることや分かること、理解できることへの意識が高い傾向があると考えられることから、「分かること、理解できること」が“わくわく感”につながるものと言えよう。

そこで、分かることとレポートの4項目との相関を検討した。質問紙項目⑦「新しくわかるようになったことやできるようになったこと」とレポートの4項目との相関を表1-3に示す。

質問紙項目⑦との相関が第2回講座、第3回講座とも高いのは、レポートの「③観察の結果と考察」である。第2回講座と相関が高いのは、レポート項目「①講師の先生の話の内容」「④本日のまとめ」で、第3回講座と相関が高いのは、レポート項目「②観察の目的と方法」であるため、質問紙項目⑦「わかるようになったことやできるようになったこと」は、レポート項目すべてとよくつながっていると見えよう。したがって、「新しくわかるようになったことやできるようになったこと」は、観察結果から考察すること、講師の話を聞き理解を深めることと繋がっていると考えられる。

わくプロに参加している理科好き・科学好きの中学生は、考察から内容理解へ至ることへの意識が高いものと言え、「わかること」が「わくわく感」になっているものと考えられる。

1.4.2 受講生の要望と活動

1.4.2.1 受講希望者への質問

2014（平成 26）年度の受講生は、前年度同様「わくプロホームページ」による一般公募により実施された。参加受講生（定員目安 24 名）は、受講希望者・保護者とのメールによるわくプロの趣旨確認で同意された 26 名が決定した。趣旨確認の際、今年度は受講希望者・保護者への質問を行ったので、次にそれを示す。

[受講希望者への質問]

質問（1）5 件法で回答

- ① ジュニア科学塾の目的を理解していますか？
- ② 家の人（保護者）の理解や応援はありますか？
- ③ A4 用紙 1 枚程度の講座レポート提出ができますか？
- ④ 学校行事等でやむ終えない事情があるときなど以外、わくプロに参加することを優先に考えていますか？
- ⑤ JR 西条駅か会場に直接、時間に間に合うように来ることができますか？ 駅、会場から帰れますか？
- ⑥ 理科は好きですか？
- ⑦ 実験や観察は好きですか？
- ⑧ 確かめる方法を考えること、結果から考えることなど考える活動は好きですか？
- ⑨ 自分で、ノートに記録やメモをすることができますか？

質問（2）自由記述で回答

- ① 「科学への思い」
- ② 「わくプロへの期待と抱負」

[受講希望者への質問] 自由記述で回答

「お子様の理科の学びに対して、どういう期待や支援を考えていますか？」

1.4.2.2 受講希望者への質問の回答

5件法による質問（1）の回答結果を表1-4に示す。平均は、すべて4.6を上回っている。9つの質問のうち、理科に関する質問は⑥～⑨の4つであり、それらの平均と標準偏差は、質問⑥が4.8と0.4、質問⑦が4.9と0.3、質問⑧が4.8と0.4、質問⑨が4.6と0.6であったため、受講希望者は、高度な内容に対し、強い希望を持っている、つまり高度な内容への要望を持っていると考えられる。

自由記述による質問（2）の①②では、下記に示す観点A～観点Dの4つの観点が文章に記載されているかを調べ、記載されていた人数を数えた。観点A～Dは、文部科学省が示している「中学校生徒指導要録（参考様式）、様式2（指導に関する記録）」に記載されている「自然事象への関心・意欲・態度」「科学的な思考・表現」「観察・実験の技能」「自然事象についての知識・理解」をもとに決めた。

観点A：関心意欲態度 … 生き方や生活にかかわるものを記載

観点B：科学的思考 … 解明や理論にかかわるものを記載

観点C：表現処理 … 体験や実験や技術にかかわるものを記載

観点D：知識理解 … 知識や理解、発見にかかわるものを記載

質問（2）の①の回答と評価の例を次に示す。文中の下線部が、（ ）内で示す観点A～Dが記載された部分である。

僕の夢は研究者になること（A）です。そのために知識をたくさん身に付けて（D）いろいろなことに役立てたいと思っています。

質問（2）の②の回答と評価の例を次に示す。上記と同様、文中の下線部が、（ ）内で示す観点A～Dが記載された部分である。

僕はこの「ジュニア科学塾」を通してより科学の知識を増やし（D）、科学の学び方を身につける（C）ようにしたいです。中学校では学ぶことができないような深い知識を身につけ（D）、科学的な観察

の仕方や正しい実験の仕方をする (C) ことで、より自ら学習できるようになると思います。そのために、ジュニア科学塾で中学校では学べない様々なことを学びたいです。

質問 (2) の結果を表 1-5 に示す。自由記述による質問 (2) の「①科学への思い」は、観点Aが17名、観点Bが3名、観点Cが7名、観点Dが8名であり、質問 (2) の「②わくプロへの期待と抱負」は、観点Aが11名、観点Bが3名、観点Cが16名、観点Dが13名である。

1.4.2.3 受講希望者の特徴

上述結果のように、回答 26 名の過半数を超えたものが、「①科学への思い」についての観点A (17名) と、「②わくプロへの期待と抱負」についての観点C (16名) で、②については、観点Dが半数の13名、観点Aが半数に近い11名のため、受講希望者は、科学分野に興味を持つ自分の将来に向け、学校では得られない学びの場を求めていると言えよう。すなわち、受講希望者は、わくプロのジュニア科学塾講座の高度な内容に対する学びの場を希望し、要望していると言えよう。

今回は、保護者への質問の検討は行っていないが、次に示す解答例からうかがえるように、我が子の要望への理解が深いと言えそうだ。

〔回答例1：2014年度新規に受講を希望した保護者〕

さらに科学への興味や理解を深め、自分の考えを自分の言葉で表現できる力を磨いてほしいと希望しております。幸い日程的にも全て参加できると思います。できる限りサポートしていきたいと思えます。

〔回答例2：2013年度に続き2014年度も受講を希望した保護者〕

わくプロに毎回参加させていただいて思ったことは、帰ってきてからの子どもの目の輝きが違うということです。その日体験したことを夢中になって話してくれます。学校で教えられる科学より一歩踏み込んだ講座にこれからも期待します。

以上から、受講希望者の特徴として、次のように整理した。

- 理科好きが多い
- 実験・観察が好き
- 考える活動が好き
- 自分の将来に向け、学びの場を求めている
- 高度な学びを希望している
- 保護者の理解が深い

1.4.2.4 2014年度年間講座計画と第1・2回講座の概略

2014年度（今年度）は、「エネルギー」をテーマに6回の講座が計画され、実施されているところである。概略を次に示す。

- 第1回 生物分野「生物におけるエネルギーの変換と利用」
- 第2回 物理分野「ガウス加速器におけるエネルギー保存」
- 第3回 科学分野「自動車を走らせるエネルギー」
- 第4回 化学分野「化学反応で生み出すエネルギー」
- 第5回 地学分野「太陽エネルギーと天気の変化」
- 第6回 科学分野（オプション講座、計画中）

本実践研究では第1・2回講座の検討を行ったので、以下第2・3回講座について述べる。

第1回講座の目標は、「生物におけるエネルギー変換と利用について、知識と理解を深める」で、教育学研究科生物実験室において、午前9時から午後1時までの、途中の休憩を含む4時間で実施した。内容は、ルシフェリンの発光実験、運動によるエネルギー消費量を求める実験、ピーナッツでお湯を沸かしカロリーを調べる実験、光合成によるエネルギーの変換を確かめる実験、葉緑素の性質を調べる実験の5つの実験を、理論や考察とともに進めるもので、受講生にはかなり根気とエネルギーを要する講座であったと言える。

第2回講座の目標は、「ガウス加速器を通してエネルギー保存則の知識と理解を深める」で、教育学研究科物理実験室において、午前9時から午後1時までの、途中の休憩を含む4時間で実施した。内容は、エネルギー保存則の理論、ガウス加速器の理論と実験、ガウス加速器ループ実験を各自で工夫して行う応

用・発展的な学びなどで、受講生にはかなり根気とエネルギーを要する講座であったと言える。

1.4.2.5 レポート用紙の内容とその評価、評価結果

受講生は、講座終了後、家庭でレポートを作成し、後日わくプロ事務局に郵送することとしているが、これは前年度である2013年度と同様である。レポート用紙やその項目、さらには評価方法も、「1.4.1.3 レポート用紙の内容とその評価、評価結果」と同様であるから、ここでは省略する。第1回講座のレポート評価結果を図1-6に、第2回講座後のレポート評価結果を図1-7に示す。第1回講座レポートの平均と標準偏差は、それぞれ、項目1「講師の先生の話の内容」が1.9と0.9で、項目2「実験の目的と方法」が1.6と0.8で、項目3「実験の結果と考察」が1.7と0.7で、項目4「本日のまとめ」が1.6と0.7である。第2回講座レポートの平均と標準偏差は、それぞれ「項目1」が2.0と0.9で、「項目2」が1.5と0.7で、「項目3」が1.7と0.9で、「項目4」が1.5と0.9である。

1.4.2.6 結果の検討

上に述べたように、第1回講座、第2回講座とも、4つの項目すべて、平均が2以下である。これは、講座レポートは学校のノートとは異なる記録であり、内容を理解し、その理解に基づき自ら考えて書く性質が強いため、受講生にとって講座レポートは容易ではないのであろう。その中で、若干であるが、項目1「講師の先生の話の内容」と、項目3「実験の結果と考察」が、あとの2つの項目より平均が高いため、受講生は、負荷の高い高度な内容を理解、吸収しようと活動に取り組んだことがうかがえる。

前述(1.4.2.2 受講希望者への質問の回答)したように、「①科学への思い」については、観点Aの記述があったのが17名、「②わくプロへの期待と抱負」については、観点Cの記述があったものが16名と過半数であったため、この2つについて焦点を当てて、検討を加えた。

26名の回答のうち、「①科学への思い」について観点Aの記述があった17名、記述がなかった9名の2つのグループに分け、受講生個々の講座後レポート評価の得点を調べた。レポート項目1「講師の先生の話の内容」については、記

述があった17名のグループ平均が2.0で、記述がなかった9名のグループ平均が1.7であり、レポート項目3「観察の結果と考察」については、17名の平均が1.7で、9名の平均が1.6であった(図1-8)。26名個々のレポート平均の分布を図1-9に示す。以上のように、「①科学の思い」について観点Aの記述があった17名、つまり「生き方・生活」(関心意欲態度)に科学への思いを示す人は、学習内容の記載の評価と結果考察の記載の評価がやや高い傾向が見られた。

また、26名の回答のうち、「②わくプロへの期待と抱負」について観点Cの記述があった16名、記述がなかった10名の2つのグループに分け、受講生個々の講座後レポート評価の得点を調べた。レポート項目1「講師の先生の話の内容」については、記述があった16名のグループ平均が2.0で、記述がなかった10名のグループ平均が1.7であり、レポート項目3「観察の結果と考察」については、16名の平均が1.9で、10名の平均が1.2であった(図1-10)。

26名個々のレポート平均の分布を図1-11に示す。以上のように、「②わくプロへの期待と抱負」について観点Cの記述があった16名、つまり「体験・実験・実技」(表現処理)にわくプロへの期待と抱負を示す人は、学習内容の記載の評価と結果考察の記載の評価がやや高い傾向が見られた。

わくプロジュニア科学塾に参加する理科・科学好き中学生は、高度な内容の学びの場への強い希望を持っていて(要望)、負荷の高い高度な内容を理解、吸収しようと活動に取り組んでいる(活動)と言えよう。

第2回講座

第2回	1参加の優先	2体力きつい	3講師話理解	4メモできた	5観察の方法	6環境と植物	7新しくできる	8満足の具合
1	0	1	2	1	0	0	0	0
2	3	7	6	4	3	1	3	2
3	5	9	10	10	11	11	9	6
4	11	2	1	4	5	7	6	11
合計	19	19	19	19	19	19	18	19

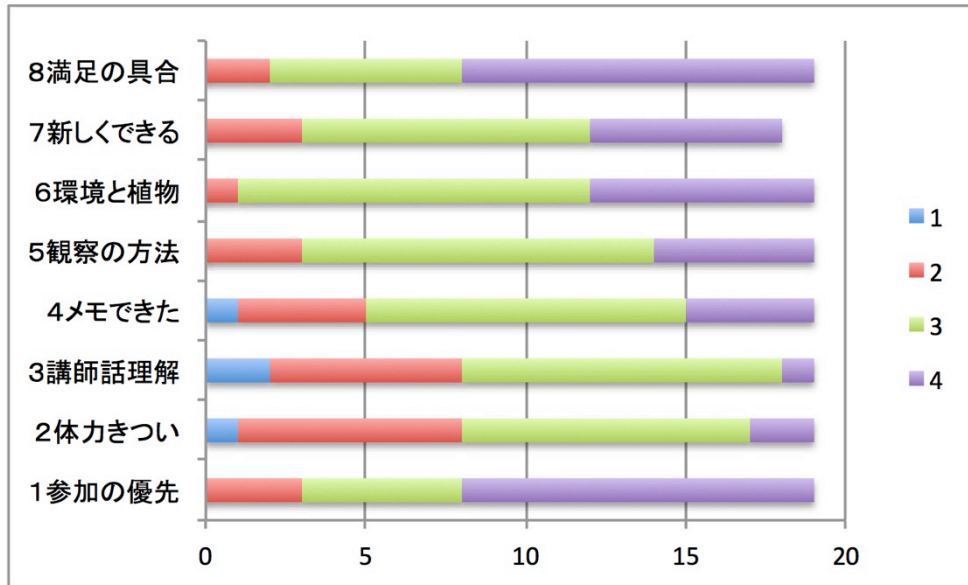


図 1-1 第2回講座後の自己評価結果

第3回講座

第3回	1参加の優先	2集中きつい	3講師話理解	4メモできた	5実験の方法	6ニュートリノ理解	7新しく分かる	8満足の具合
1	1	0	0	1	0	0	1	0
2	1	2	5	1	0	2	0	0
3	3	9	7	8	11	9	4	2
4	10	4	3	5	4	4	10	13
合計	15	15	15	15	15	15	15	15

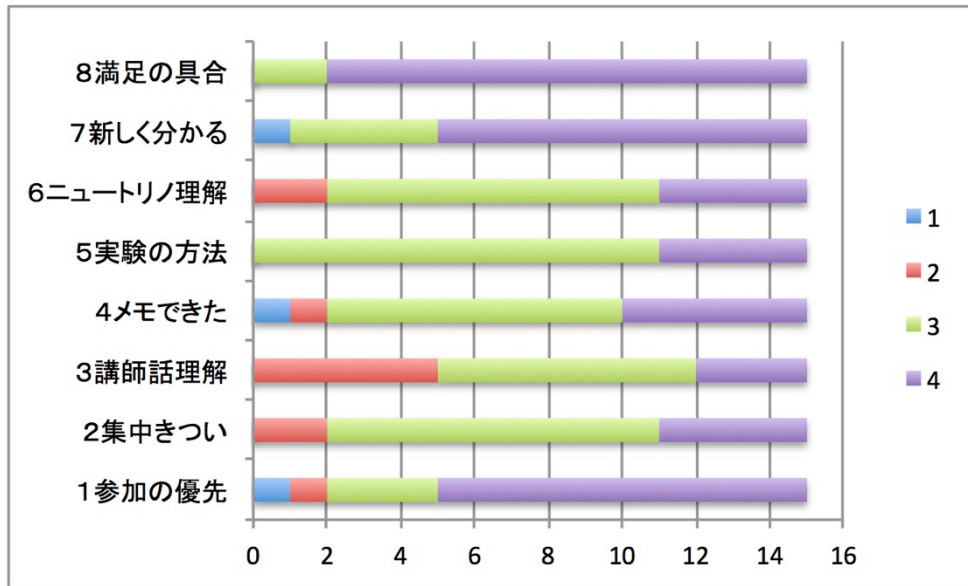


図 1-2 第3回講座後の自己評価結果

講座のテーマ: 「西中国山地の植物」 2年

【講師の先生の話の内容】

臣人竜山にはブナの原生林があった。そのため、ヤマソテツやクロモジなど、ブナ林と共生している植物がある。しかしそのブナの原生林も、近くを開発したことにより大木は全て木古れしてしまった。今ある大木もいつ木古れしてしまうか分からない。

【観察の目的と方法】

目的

西中国山地の植物を知る。

方法

・臣人竜山と八幡湿原を歩いてどのような植物があるか知る。

【観察の結果と考察】

結果

・臣人竜山の土は流石文岩が風化した粘土であり滑りやすい。
 ・臣人竜山には高さごとに異なる多くの木種類の木がある。
 ・スナラなどと共にまき用の木が
 たくさんある。

考察

・八幡湿原が水を含んでいて歩か
 なかったことは、粘土質の土が米粒が
 糸田かく、水もちが良いからなのであると
 考えられる。
 ・高さが変わると気温が変わり、木直生が
 変わっていると考えられる。

【本日のまとめ】

臣人竜山周辺はまだあまり開発されていなくて、自然が保護されている。そのため多くの虫、植物がある。今後開発をするときも考えて開発をしなければならぬ。

図 1-3 講座後のレポート例

第2回講座

第2回	学習の内容	目的と方法	結果と考察	本日のまとめ
1	9	7	11	11
2	4	7	3	4
3	2	4	2	3
4	3	0	2	0
合計	18	18	18	18

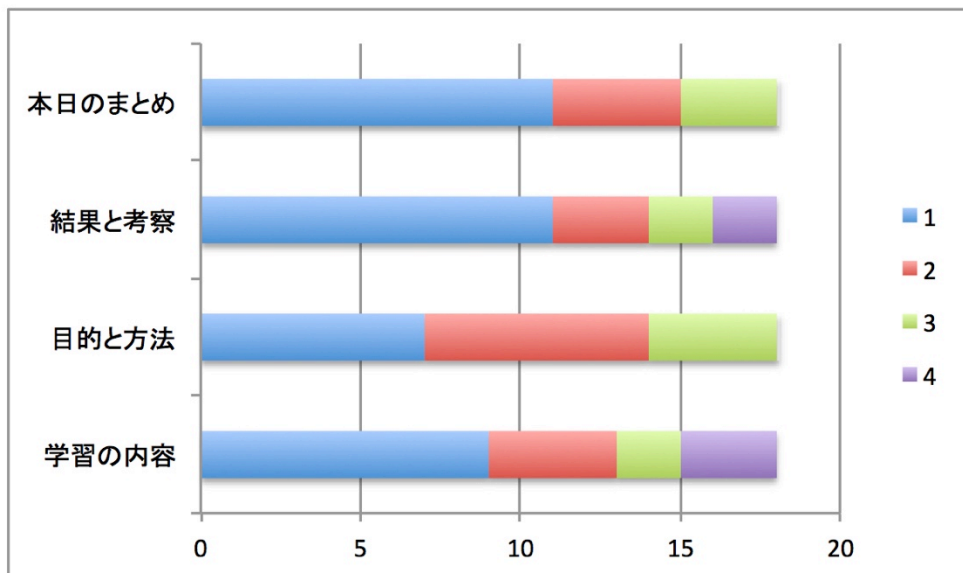


図 1-4 第2回講座後レポートの評価結果

第3回講座

第3回	学習の内容	目的と方法	結果と考察	本日のまとめ
1	4	4	5	4
2	6	6	1	5
3	2	2	5	4
4	1	1	2	0
合計	13	13	13	13

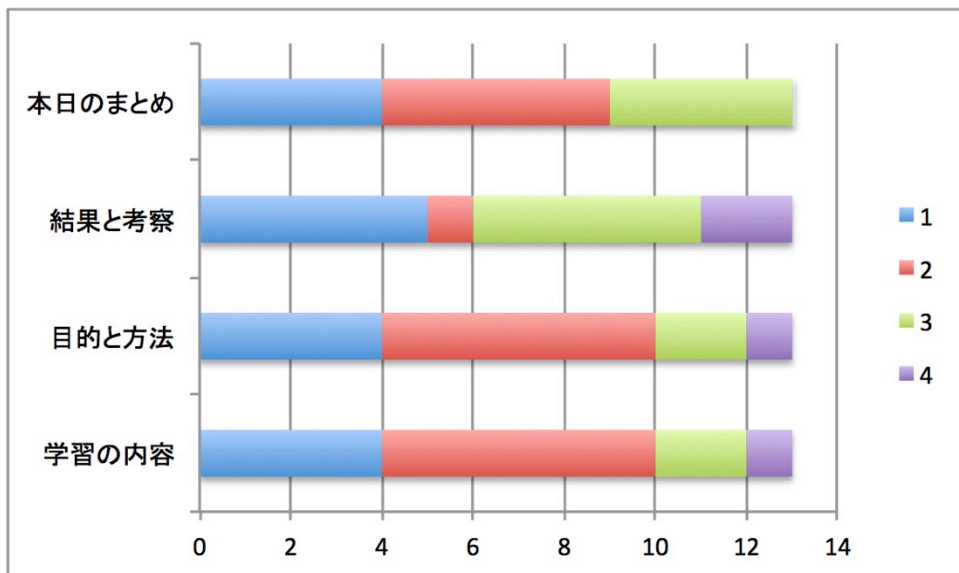


図 1-5 第3回講座後レポートの評価結果

第1回講座

第1回	学習の内容	目的と方法	結果と考察	本日のまとめ
1点	10	13	14	13
2点	5	6	1	7
3点	8	4	8	3
4点	0	0	0	0
合計	23名	23名	23名	23名
平均	1.9	1.6	1.7	1.6
標準偏差	0.9	0.8	0.7	0.7

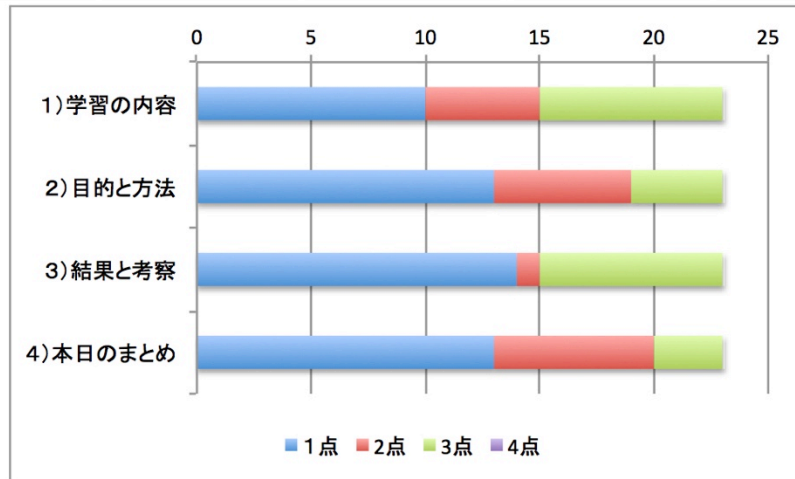


図 1-6 第1回講座レポートの評価結果

- 1) 講師の先生の話の内容
 - 2) 観察の目的と方法
 - 3) 観察の結果と考察
 - 4) 本日のまとめ
- 4項目それぞれを4点満点で評価

第2回講座

第2回	学習の内容	目的と方法	結果と考察	本日のまとめ
1点	7	12	11	15
2点	7	7	6	2
3点	5	0	2	2
4点	1	1	1	1
合計	20名	20名	20名	20名
平均	2	1.5	1.7	1.5
標準偏差	0.9	0.7	0.9	0.9

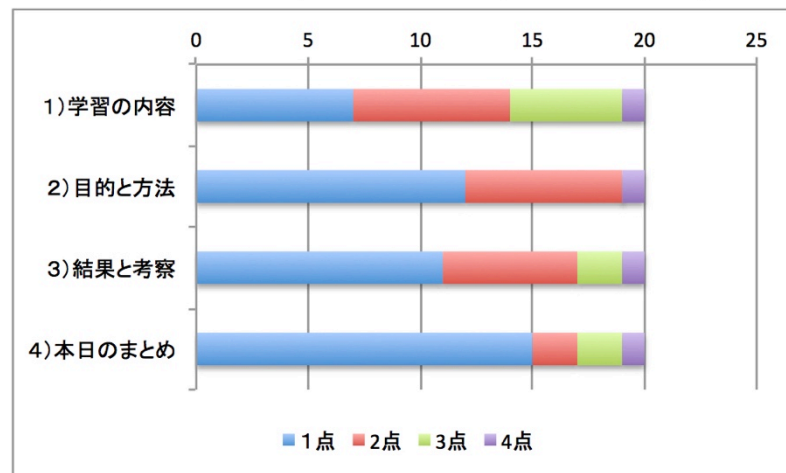


図 1-7 第2回講座レポートの評価結果

- 1) 講師の先生の話の内容
 - 2) 観察の目的と方法
 - 3) 観察の結果と考察
 - 4) 本日のまとめ
- 4項目それぞれを4点満点で評価

表 1-1 第 2・3 回講座レポートの評価時に用いた基準表

第2回	(理解している)	(活動, 実験観察, できる)	(実験観察をもとに思考)	
	学習の内容	観察: 目的と方法	観察: 結果と考察	本日のまとめ
4 ++	環境(標高・土地)と植物の関係など, よく聞いて理解している。	環境と植物に関する事で, 何をどう観察するかが分かる。	観察(目的や方法)に則して合理的に(観察の結果を生かして)考察している。	環境と植物の関係に関する事がらを, 合理的な表現でまとめている。
3 +	環境と植物の関係については十分ではないが, 全般に話をよく聞き, 聞いた話を理解している。	環境と植物の関係については十分ではないが, 目的や方法など, 何をどう観察するかが分かる。	どちらかと言えば, 観察に沿って考察している。	環境と植物の関係についてもふれている。
2 —	断片的なものが羅列されている程度で, 話の内容の理解があまりできていない。	とりあえず自分がやったことを書いている。	考察はしているが, 目的や方法に則してなく, 別のもの, 妥当でないものを書いている。	とりあえず講座の中で自分が学んだ事がらを使ってまとめている。
1 —	何を聞いたかという一般的な情報の範囲。	何をやったかという一般的な情報の範囲。	結果の範囲までのもので考察にまで至らず, たとえ書いていても感想の範囲。	何が分かった, 何を聞いた・したという一般的な情報を羅列した範囲。何を思ったかなど, 心情的な内容が中心。

第3回	(理解している)	(活動, 実験観察, できる)	(実験観察をもとに思考)	
	学習の内容	観察: 目的と方法	観察: 結果と考察	本日のまとめ
4 ++	ニュートリノ振動と振りについて, よく聞いて理解している。	振りに関することで, 何をどう実験するかが分かる。	実(目的や方法)に則して合理的に(観察の結果を生かして)考察している。	ニュートリノ振動と振りに関する事がらを, 合理的な表現でまとめている。
3 +	ニュートリノ振動と振りに全般に話をよく聞き, 聞いた話をおおむね理解している。	十分ではないが, 目的や方法など, 何をどう観察するかが分かる。	どちらかと言えば, 実験に沿って考察している。	ニュートリノ振動と振りについて何か理解が深まったものが1つある。
2 —	断片的なものが羅列されている程度で, 話の内容の理解があまりできていない。(ニュートリノ振動と振りにの両方に触れていない。)	とりあえず自分がやったことを書いている。	考察はしているが, 目的や方法に則してなく, 別のもの, 妥当でないものを書いている。	とりあえず講座の中で自分が学んだ事がらを使ってまとめている。
1 —	何を聞いたかという一般的な情報の範囲で, 理解がうかがえない。	何をやったかという一般的な情報の範囲。	結果の範囲までのもので考察にまで至らず, たとえ書いていても感想の範囲。	何が分かった, 何を聞いた・したという一般的な情報を羅列した範囲。何を思ったかなど, 心情的な内容が中心。

表 1-2 レポートの評価点合計（16 点満点）と質問紙の 4 段階評価との相関
（スピアマンの順位相関行列）

質問紙	相関係数	
	第2回	第3回
①	0.6294	0.6299
②	0.8390	0.4171
③	0.2142	0.4967
④	0.3279	0.1047
⑤	0.8191	0.4506
⑥	0.6205	0.8386
⑦	0.8656	0.6411
⑧	0.4359	0.8715

表 1-3 質問紙の項目⑦とレポートの4項目得点との相関

(項目⑦：この研修で新しくわかるようになったことやできるようになったことはありましたか。)

(スピアマンの順位相関行列)

レポート	相関係数	
	第2回	第3回
①講師の先生の話の内容	0.6415	0.3030
②観察の目的と方法	0.1973	0.6983
③観察の結果と考察	0.9674	0.7005
④本日のまとめ	0.5346	0.4859

表 1-4 受講希望者への質問の回答

質問(1) 5件法で回答(26名)

回答結果 (26名)	質問1	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
	平均	4.7	4.9	4.7	4.3	4.9	4.8	4.9	4.8	4.6
	標準偏差	0.5	0.3	0.5	0.4	0.3	0.4	0.3	0.4	0.6

表 1-5 質問（2）の回答結果

自由記述で回答

回答結果 (26名)	質問2	観点A	観点B	観点C	観点D
	①科学への思い	17名	3名	7名	8名
	②わくプロへの期待と抱負	11名	3名	16名	13名

観点A：関心意欲態度 - 生き方・生活
 観点B：科学的思考 - 解明・理論
 観点C：表現処理 - 体験・実験・技術
 観点D：知識理解 - 発見

- 4つの観点が記載されているか
- 記載されていた人数

2 ネパールの理科教育

2.1 本実践研究の背景

小学校学習指導要領解説理科編（文部科学省，2008c）および中学校学習指導要領解説（文部科学省，2008e）の「第1章総説1改定の経緯」の冒頭部分に、「このような知識基盤社会化やグローバル化は、アイデアなど知識そのものや人材をめぐる国際競争を加速させる一方で、異なる文化や文明との共存や国際協力の必要性を増大させている。このような状況において、確かな学力、豊かな心、健やかな体の調和を重視する『生きる力』をはぐくむことがますます重要になっている。」と記述され、OECD（経済協力開発機構）のPISA調査にも触れている。先に出た書籍「確かな学力と豊かな学力」（原田編，2007）では、TIMSSとPISAの両調査で高学力を保持している国として、欧米諸国からはアメリカ、イギリス、ドイツ、フランス、フィンランドの国々、アジア諸国からは韓国とシンガポールの国々の教育改革の実態と学力モデルを紹介している。これら各国の事例は、教員の果たす役割が重要なことを示している。

磯崎（2008）は、フィンランドとイギリスの中等教員養成教育に関して、システムの違いや理論知と臨床知の比重の置き方の違いは認められるが、教科内容的知識の一定程度の獲得と教育学的知識、これらを連結する授業を想定した教材化のための知識の重視といった点で共通性を認められると述べている。なお、これら知識は、Lee S. Shulman（1987）が7つに分類した教師知識である、教科内容的知識（content knowledge）、一般教授学的知識（general pedagogical knowledge）、カリキュラムの知識（curriculum knowledge）、教材化のための知識（pedagogical content knowledge）、学習者に関する知識（knowledge of learners and their characteristics）、教育文脈等に関する知識（knowledge of educational contexts）、教育目標などに関する知識（knowledge of educational ends）であり、磯崎は一般教授学的知識、カリキュラムの知識、学習者に対する知識、教育文脈に関する知識、教育目標などに関する知識の5つを、上述のように教育学的知識と総称している。柘原ほか（2012）は、フィンランドの小中高等学校の理科教育現場を視察した報告の中で、「新機な教育法はほとんど見られず、ただひたすら評価書を読み、授業を聞き、考え、問題を解きながら身につける、昔ながらの堅実なやり方があるのみであった」と述べ、「問答を通して、彼らのなかにある既存の知識・概念を彼ら自身によってさらに発達させるように指導がなされている」と教師の指導に触れている。Horn-Mun CHEAH *et al.*

(2009) は、国際数学理科調査において良い成績を修めているシンガポールで作成された小中学校の科学教育シラバス紹介を紹介し、その中で教師は教育変革に非常に大きな役割を果たすと述べている。

また「OECD生徒の学習到着度調査 ～2012年調査国際結果の要約～」(文部科学省国立教育政策研究所, 2013)によると、PISA調査における科学的リテラシー平均得点・65カ国中の順位が、シンガポールは551点・3位、フィンランドが545点・5位、イギリスが514点・21位であり、これらの国々は引き続き高学力を維持している(日本は、547点・4位)。

以上概観したように、成果を上げている国々の情報は多くなっている。これは、近年国際的な視点が重要視されていることと関わるものであろう。その一方、現在成果が十分に上がっているとは言えない国の情報は少ない。しかし、それらの国々の施作や実態を把握することにより再確認できるものがあると考えられる。

なお、本実践の一部は、日本地学教育学会^{注1}、日本教材学会^{注2}・教科教育学会^{注3}で発表している。

注1 藤川義範・林武広(2011):ネパールにおける地学教育の現状と課題 -2年間の実態調査から-,日本地学教育学会第65回全国大会予稿集,pp84-85

注2 藤川義範(2012):身近な地域環境の教材化 -身近な自然の素材を教材に(小学校理科の例)-,日本教材学会第24回研究発表大会,教材活用研究部会にて口頭による実践発表

注3 藤川義範・林武広(2014):ネパールの小学校教員研修における理科指導の資質向上のための試み - origami 研修,理科研修を例として -,日本教科教育学会全国大会論文集,pp90-91

2.2 本実践研究の目的

先に述べた学習到着度調査によると、例えばタイは、444点・48位と100点程度の平均得点差となっている。ポートジャナタンティ(N. Portjanatanti, 2009)は、国レベルで設定した主要教科群のひとつに位置づけられた科学に関する新しい動向として、施設・設備の充実を図ることをあげ、科学の教員が量的・質的に不十分であることを指摘している。

理科教育の国際協力プロジェクトとして、日本は、JICAによる教授法、指導計画や教材準備の技能などといった教員研修のプログラムを中心とした支援を長年行ってきている。そのため、対象となる発展途上国における活動報告は見られるが、畑中（2010）が指摘するように、理科教員研修に焦点化した調査研究は見当たらない。畑中（2010）は、近年 JICA が重視している「第3国研修」という国外研修の成果を報告しているが、教員研修のプロジェクト評価にとどまり、教員研修の実態を把握したものとは言えない。

昨今の情勢を鑑みれば、理科学習の対象である自然の事物・現象は、まさにグローバルなものであるため、他国、とりわけ情報が少ない発展途上国における理科学習の実態や、教員研修の実態を調べることは、子どもの学びの連続性に注目する本研究の基礎情報となり、学びの「つながり」に関する有益な示唆があるものと期待される。そこで本研究では、フォーマルな教育活動である学校（公立学校、私立学校）の現地調査、小中学校教員研修・トレーナー研修の現地調査、小学校教員研修の実施、中学校理科教員・理科トレーナー研修の実施、幼児教育教員研修、幼児～中学生対象の特設授業の実施の機会を得たネパール連邦民主共和国（以下ネパールと表記）を対象として、理科教育の実態および教員研修の実態を調査することを目的とした。なお、ネパールは発展途上国の一つであり、国際学力調査には参加していない。

2.3 本実践研究の方法

先に述べたように、ネパールで学校や教員研修における理科教育の実態を調査するため、現地調査を行った。現地調査は、2年間 JICA シニアボランティア（以下 SV と表記）として小中学校理科の教員研修・トレーナー研修（教員研修における指導者）の支援活動を行ったので、その活動をベースにそれらと関連させながら進めた。

理科教育担当の SV として配属されたのは、National Centre for Educational Development（以下 NCED と表記）という教育省直轄の組織で、全国 29 の研修所（Educational Training Centre, 以下 ETC と表記）を統括している。NCED では、ETC スタッフや学校長レベルの一般的な研修は行われたが、理科に関する教員研修・トレーナー研修は、ETC で行われることが主体であるため、ETC に出かけて現地調査を行った。さらに ETC スタッフが学校に出かけて指導するときには同行、

スタッフの紹介や情報を受けて筆者が学校を訪問するなどの方法により現地調査を行った。したがって、調査を行った場所・施設は、NCED, ETC 3箇所, 学校(幼児～大学, 公立・国立), および各地に各種あるリソースセンターである。

現地調査は、見学調査が主体であったが、可能な限り研修所スタッフ, 校長, 教員, さらに児童・生徒・学生と話すことにより聞き取り調査, 口頭インタビューを行った。さらに可能な限り, 実際に研修会で指導すること, および学校で授業を行うことを試みた。

現地調査では, 研修については, 現地への案内等の情報は現地スタッフの協力によるが多かったが, 基本的には筆者がひとりで行動し, 調査を進めた。学校訪問の一部は, SV・青年海外協力隊(以下 JOCV と表記)のボランティアメンバーの情報・協力を得て, 連携を取りながら進めた。結果的に現地調査を行った日数は132日で, 13の教員研修・トレーナー研修参加, 30校以上の小中高等学校訪問, 訪問先の学校のほとんどで飛び込み・特設授業実施を行った。

2.4 ネパールにおける地学教育の現状と課題

2.4.1 ネパールの概要

ネパールは, 2008年に王制が廃止され, ネパール連邦民主共和国となり憲法制定中である。エベレストに代表されるヒマラヤが有名なネパールの国土は, 山岳部(冷帯), 丘陵部(温帯), 平野部(亜熱帯)の3部からなる。首都はカトマンズ(盆地, 標高1300～1400m, 温帯), 面積は約14.7万km²(北海道の約1.8倍), 人口は約2649万人(2011), 多民族・多言語(公用語はネパール語), 宗教はヒンドゥー(約8割)・仏教(約1割)他, 識字率は約65.9%(2011)である。日本から多くの観光客・登山客が来訪するほか, JICAによるインフラ整備やボランティア活動等による支援も40年以上続き, 各種民間団体・個人による援助活動も数多くなされているなど, 両国の関係は密接と言えよう。

1～5年が日本の小学校にあたり, 6～8年が中学校にあたり, これらが義務教育になる。9, 10年が高校であり, 合計で10年間と短いため, 大学入学年齢までの2年間, 「+2」という学年が設けられた学校もある。幼児対象の学校(日本の幼稚園に相当), 小学校だけの学校もあるが, 多くは小中学校を併設し, それに幼児学級, 高等学校を併設した多学年の学校も少なくない。ネパールで

は、休日は土曜日であり、日曜日から金曜日までは平日であるため、学校も土曜日が休日で、日曜日から金曜日が授業日となっている。

学校では、高校卒業時に国家試験として行なわれる S L C (School Leaving Certificate) の合格率で評価され、私学を中心にその競争が激化している。英語で授業をする私学への志向が高い背景を受け、私学の数が公立をしのぐほどであり、公立の児童生徒が激減している地域もある。留年は特別なことではなく、異年齢で学級が構成されている。

先に述べたように、多民族からなる国家のため、公立学校では公用語であるネパール語がわからない子どもも存在し、ネパール語による授業自体が困難な状況も散見された。

2.4.2 理科授業・理科教科書

学校は、日曜日から金曜日までの週6日制であり、調査した学校では授業間の休憩はなく、小休憩が2回で、そのうち1回は軽食可となっていた。学校、学年によるが、毎日1コマ程度、理科授業がある(図2-1)。授業数等は各学校が設定している。今回調査した範囲の学校ではあるが、曜日によって時間割が異なる日本とは異なり、曜日にかかわらず同じ時間割を示している学校も少なくない。反面時間割通りに授業をしていない学校も少なからず存在し、教員が来ないから急遽変更したという話を複数の校長から聞いた。

小学校(1~5年)は、理科、健康、体育が1つの教科書の場合が多く、学習の内訳や進度等は教師に委ねられている。1年から(幼児教育を行っている学校は幼児学級から)理科の授業があり、小中学校とも、理科を含め授業は、公立ではネパール語で、私立では英語で授業する学校が大半であったが、校長や研修所スタッフの話によると、ここ4~5年(調査当時)、英語での授業に変更したり計画したりしている学校が増加中とのことである。

理科の授業は、いわゆる「教科書で教える」「教科書を教える」と表現される講義形式で、知識の量を争う、用語や説明を覚える学習が主体となっている。観察、実験は、実際にはほとんどなされていないし、必要との認識はきわめて薄い。実際に観察した地学領域の授業では、教科書を個人や全員で読み、見なくても言えるまでそれを繰り返すという授業もあり、日常的にそれが繰り返されているようであった。校長、研修所スタッフの話によると、中学校の理科教員は英語がいくらか使えるが、小学校教員は英語が使えないとのことで、ネパ

ール語から英語への過渡期中、英語版の理科教科書を使用しながら、ネパール語で授業している学校も数校見られた。このように、特に小学校ではネパール語や英語が混在しており、教員が指導に苦慮している。

上記のように、授業は教科書を使って進められるが、教育省直轄の教科書センター発行の公式版（ネパール語）と一般に市販されている数種の私版（英語）があり、各学校で採用する。内容は、英語版はネパール語版に準じているので、両者ともほぼ同じと言われているが、いわゆる単純に訳したものではないので、シリーズによっていくらか特徴が認められる。英語版は私学での使用が中心であったが、近年公立学校でも英語版への変更が増加している。小学校の教科書は、各学年とも理科と健康・体育があわせて1冊になっていて、中学校の教科書は、物理、化学、生物、地学からなる理科が各学年1冊である。教科書自体は、いずれも文章による解説が主体であり、図版は少なく、写真はほとんど使用されていない。まとめごとに、まとめとして練習問題や暗記事項が紹介されていて、このあたりが各教科書の工夫となっている。英語版の教科書は、ネパール語による公式版に比べて価格が約10倍であり、紙質のほか、色数、図版・写真の使用が多い点などが特徴である。

今回ネパール語版と英語版2種のシリーズが入手できたので、その記載内容を検討した。英語版の教科書のうちの一種（2010年小学校用：Jay's SCIENCE HEALTH & PHYSICAL EDUCATION, 2010年中学校用：NEW CREATIVE SCIENCE）における地学領域の記載は、「地学関連内容記載ページ数／理科記載ページ数／全ページ数（小学校）」で示すと、1年が「11/61/100」、2年が「6/90/147」、3年が「17/80/168」、4年が「18/65/160」、5年が「15/87/168」、6年が「37/202」、7年が「32/212」、8年が「24/264」であり、地学領域のトピック記載は、「地学関連トピック数／理科トピック数／全トピック数（小学校）」で示すと、1年が「2/12/22」、2年が「1/11/27」、3年が「4/14/33」、4年が「4/15/31」、5年が「2/13/28」、6年が「4/20」、7年が「4/19」、8年が「3/20」である（表2-1）。したがって、小中学校全学年にわたり、地学関連内容の学習が示されているものの、理科における配分は多くない。

高校の卒業にあたっては、国家試験として行われる、言わば認定試験であるSLC（School Leaving Certificate）が実施される。SLCでは、ネパール語による受験、または英語による受験ができ、理科を含む9科目を受験し、32点以上が合格とされる（図2-2）。学校は、主にSLCの合格率で評価されるため、私学を中心にその競争が激化している。公立では、SLCに焦点を絞り私

学のような学校を志向している一部の学校や、児童生徒の確保が厳しい学校を含め、多様な実態が認められる。

地学領域の問題を具体的に調べるため、ルーテルほか (P. Luitel *et al.*, 2010) による S L C の過去・対策問題集など 3 冊入手した。それらによると、理科の配点は 75 ポイントである。その 75 ポイントの内訳は、物理が 30 ポイント、化学が 15 ポイント、生物が 22.5 ポイント、地学が 7.5 ポイントであり、S L C における地学領域の配点は、教科書における地学領域の学習の配分同様に多くはない。地学領域の問題は、図 2-3 に示すように文章で答える問題が 2 問程度出題される傾向があり、文章による解答に応じていわゆる部分点がつけられ、その合計が 7.5 ポイントとなるように構成されている。S L C に出題される問題は、たとえ意味の理解をしていなくても、用語を覚えたり、教科書に記載されている用語の説明を丸ごと覚えたりすると答えられるものが多いのが特徴である。

2.4.3 教員研修・トレーナー研修

公立学校の資質向上を目的に、全国 34 の ETC が教員研修やトレーナー研修を実施している。筆者の 2 年間の実態調査によれば、ワークショップを含めそれらの理科の研修では、観察や実験等の実技はほとんどなされていない。講義形式や、与えられたテーマに沿ってグループで議論、まとめ、発表する形式が主体であり、すべてネパール語で進められる。

研修を調査していて、理科で用いる器具を扱う技能は、多教科を指導する小学校教員どころか、中学校理科教員にも、さらには理科トレーナーにもかなり厳しい状況が伺えた。研修参加者である教員にも、研修を運営する研修所スタッフにも、教材、教具の開発に関する関心は、ほとんど認められなかった。調査先の多くの場所で、研修所スタッフ、校長、教員から、「予算がない」「モノがない」という声をしばしば聞いたが、一方で、援助を受けた教材具などが未使用のまま飾られている光景を見ることも多く、教材開発・活用を含む広い意味での授業づくりの研修が必要と思われる実態であった。先に述べたように S L C では、用語を覚える、用語の説明自体を覚えることで答えられる問題が多いことも、教員やトレーナーの意識に影響していると思われる。

2.5 ネパールの小学校教員研修における理科指導の資質向上のための試み（origami 研修，理科研修を例として）

2.5.1 理科の教員研修・トレーナー研修

これまで述べたように，ネパールにおける理科の教員研修，トレーナー研修では，観察や実験等の実技はほとんどなされず講義形式や議論・発表形式が主体となっている。小中学校の教員は器具を扱う技能も十分ではなく，教材・教具の開発に関する関心もほとんど認められない。授業は講義形式であり，記憶した知識の量を重視した用語や説明を記憶する学習が主体となっている。小中学校教員の実態を受け，学校現場では児童生徒が自ら実験できる状態には至っていない。しかし日本から来て，前項で概観したような現状を憂い，仮に現地スタッフの協力のもと，日本から持ち込んだ器具を使って実験ショーを見せるのみでは教員の質的向上は期待できないと言えよう。教材開発の価値や視点を学び，教材・教具を扱う能力，開発する能力向上を図る教員研修が求められる。

2.5.2 Paper Fold -origami-

日本人による折り紙紹介は長年多数実施され，インターネット上にも多くの映像やブログ，実施報告等が紹介されている。しかしそれらは，製作やふれ合いを楽しむことを主目的とした，日本の高品位の紙を持参し日本の折り方や楽しみ方を紹介する一方的・一時的なものであり，現場の教育に即した学習とは言えない。

S L C の対象ではない体育や芸術関係の学習は，学校により実施状況が異なる。Paper Fold（学校では origami という言葉もよく用いられる）は，小学校の Art で扱うこととなっているが，小学校現場では指導する教員の技能面で非常に困っている状況があるとのことから，2カ所の ETC から小学校教員研修（origami と理科）の依頼が筆者に届いた。学校で折り紙を習ったことがないという旨を複数の大学生から聞いたこともあった。そこで，日本伝統の遊びであり芸術的側面を持つ折り紙は，その特徴から言えば，丁寧に順序よく根気強く折っていくことが必要なため，理科指導の技能向上に役立つと，それまで進めていた学校や研修の実態把握から考え，製作自体やふれ合いを目的とせず，教員の教材・教具を扱う能力，開発する能力向上を主眼として研修プログラムを開発，実施することとした。講義形式主体の研修に参加することそのものへの

意欲が低い実態の中、小学校教員にとっても、苦手な理科の研修を受ける場合とは抵抗感が和らぎ印象が異なるため、参加意欲の面でも期待できる。

2.5.3 origami 研修のプログラム

研修プログラム開発にあたり、NCED に隣接する国定教科書センターの Art 担当スタッフをおとずれ、ネパールの折り紙指導に関する情報を尋ねた。その方によると、origami 指導の目標は「①形の学習 ②手と指の技能 ③両手の使用 ④イメージ」の4点とのことであった。研修時に判明したが、例えば1枚の大きな用紙から、指定の大きさ通りの正確な長方形を切り取る作業では、定規が使えずフリーハンドで作業を進める、直線が正確に書けずに曲がる、直角が決められず感覚で決める、ハサミで直線に切れない、まっすぐ切れるから手で切るなどと困難を極める実態だったため、この origami 指導の目標4点の重要性は大きい。

また、教科書には簡単な情報しか記載されていないとのことで、NCED スタッフが JICA の協力のもとに編集・発行した「Reference Book for Physical Education & Creative Art」(NCED, 2006) という100ページ余りからなる副読本を代わりに入手・使用することができた。その副読本の Art 部分は origami のみが紹介されていて、その編集者に直接会い、発行に至る経緯やその編集方針等を聞くことができた。その方によると、日本の折り紙を念頭に種類を選び、技能の段階に分けて紹介したとのことであった。副読本を見ると、山折り、谷折りなどの基本技能から始まり、Basic Skill として飛行機(図2-4)から始まる8種の折り方、Elementary として紙鉄砲から始まる8種の折り方、Advanced Skill として男女の人形(日本のお雛様)から始まる8種の折り方が紹介されていた(図2-5)。日本の折り紙の中から現地の方が現地の実態を考慮して選んだのであるが、難易度は、日本での感覚とは異なる印象を持つものである。

そこで、上述のネパールにおける折り紙指導4つの目標をベースに、副読本を参考にしつつ、それまでの調査で把握していた研修や学校の実態を鑑み、小学校教員のスキルアップの視点から、ネパールの折り紙「ネパール型教育折り紙」(Educational Origami Nepali Plan)の開発と提唱を行なった(図2-6, 2-7)。

[origami 研修の目標]

- ① 楽しむ(製作する, 使う, 飾る)

- ② イメージする（時間・空間のイメージ）
- ③ 技能向上を図る（片，角をあわせる，正方形を作る）
- ④ 比較・連携をする（製作の評価，学び合い）

このプログラムでは，受講者が研修後もすぐに実践できること，継続して実践できることを考え，すべて現地で容易に入手できる素材を用いたものである。

研修効果の検証は，参加者の観察とアンケート調査をもとに行なった。アンケート項目は，つぎの6つである。

- 1 この研修は楽しかったですか？ その割合は？
- 2 どの折り紙が最も気に入りましたか？ その理由は？
- 3 新しく学んだ折り紙は何ですか？
- 4 この研修で身に付けたものは何ですか？
- 5 この研修で学んだ教育技能は何ですか？
- 6 この研修の印象や思いを書いてください。

2.5.4 結果と検討

この研修では，折り紙概論，折り紙教育の目的，教材の視点などの話とともに，16種（図 2-7）の折り方や教育のねらい等を英語で紹介し，現地スタッフがネパール語に訳しながら研修を進めた。

ここでは図 2-6 に示す「研修 2」の結果を紹介する（表 2-2）。受講者のうち16名からの回答を得た。

- 1 この研修は楽しかったですか？ その割合は？
➡ 平均 82%
- 2 どの折り紙が最も気に入りましたか？ その理由は？
➡ 箱 69% (11/16)，魚釣り 19% (3/16)
- 3 新しく学んだ折り紙は何ですか？
➡ すべて 13% (2/16)，たくさん 56% (9/16)
- 4 この研修で身に付けたものは何ですか？ 後述（表 2-3）
- 5 この研修で学んだ教育技能は何ですか？ 後述（表 2-3）
- 6 この研修の印象や思いを書いてください。

- ➡ もっと研修を希望 44% (7/16)
- 指導に自信がついた 38% (6/16)
- 有益な研修だった 25% (4/16)

アンケート項目「4 この研修で身に付けたものは何ですか？」の回答は、児童への指導に関すること（8名）、製作技能向上に関すること（6名）、折り紙教材の価値に関すること（5名）が記載されていた。「5 この研修で学んだ教育技能は何ですか？」の回答は、技術指導の技能（9名）、展示会を含むグループワークの技能（9名）、視点を含む教材開発の技能（4名）が記載されていた。指導技能技術に関するもの（表 2-3 の青枠）も教材の視点や開発に関するもの（同表の赤枠）も少なからず回答があり、参加者の観察や研修所スタッフの意見をあわせ、先に示した研修の目標①～④は、概ね達成したものとする。また理科研修（図 2-6 に示す「研修3」）では、折り紙の手法を用いた風車“Aタイプ”と“Bタイプ”の製作・活用例をあわせて紹介し、教材・教具を扱う能力、開発する能力の向上を図った。一連の試みにより、折り紙研修はネパールの小学校教員にとって有効な研修として可能性があると考えられる。

発展途上国の一つネパールにおいて、学校や教員研修では、非常に熱心な光景が見えたものの、いわゆる目の前のことを精一杯やっている状態であり、今回試みたようなプログラム開発を例とするような学習の連携を意図した教員研修が望まれる。

以上述べたようにネパールでは、教材開発・活用を含む広い意味での授業づくりの教員・トレーナー研修が必要であること、および用語や用語の説明自体を覚えるネパール語・英語による用語学習ではなくて児童生徒が内容を理解する授業が必要であることの実態がわかり、これらは、用語や用語の説明自体を覚えることで答えられる高校卒業時の国家試験SLCが、教員や教員を指導するトレーナーの意識に影響していることが把握できた。また教員研修から、学びのつながりも意図した折り紙研修はネパールの小学校教員にとって有効な研修として可能性があることが明らかとなった。発展途上国の一つネパールでは、教員は熱心な反面、目の前のことを精一杯やっている状態になりがちであり、学びのつながりを意図した教員研修が望まれるという実態が把握できた。

Ratna Rajya Secondary School Nepal Time Table, 2011

		1	2	3	Short Break	4	5	Half Time	6	7	8	9
	10:00~10:15	10:15~10:55	10:55~11:35	11:35~12:15	12:15~12:25	12:25~13:05	13:05~13:45	13:45~14:15	14:15~14:55	14:55~15:25	15:25~16:00	16:00~16:00
Nersury		Nepali	English	Nepali		Nepali	English		English			
KG		Nepali	Written Number	English OPT		Small Capital Letters	Math2		Nepali			
初等教育	1	English2	Science, Health, Physycs	Nepali		Social, Create Art	Math1		My English, Nepali			
	2	Nepali+GK	Science, Health, Physycs	Math2		My Math	My English English2		MyEnglish English2			
	3	Nepali+GK	Math2	My English		Social, Create Art	Science, Health, Physics		Nepali	My Math		
	4	My math	Nepali	Science, Health, Physics		Math2	English2		English2	Science, Health, Pysycs		
	5	Social	Nepali	Math		Science, Health, Phvsvcs	My English		Math2	Science, Health, Phvsvcs	English2	
前期中等教育	6	Nepali	Social, Moral	Math2		Science	Our English		Population	Math	English2	
	7		Our English	English2		Nepali	Math		Social	Science	Math2	
	8	Science	Math	OPT Math		Our English	Social		Math2	English2	Nepali	
	9	Social	Math	Science		Our English	Pop(123) Math2(456)		Nepali	OTP Math/ Economics	Account	
	10	Math	English	Social		Nepali	Science		Population	Account	OPT Math/ Ecinomics	Math/ Scinece

義務教育

※ Math, Math2などあるのは、使用している教科書が違うため。
 ※ Science, Health, Physicsは、1つの教科書のため、1つの枠に設定。
 ※ Class4, Class5は、今年は試験的に Science,Health, Physicsを2コマ設定。1つが英語版教科書、もう1つがネパール語版教科書で、内容は同じ。

図 2-1 時間割（公立中学校の例，2011）

S L C

SCHOOL LEAVING CERTIFICATE

Compulsory Subjects

- 1) Mathematics
- 2) English
- 3) Science
- 4) Social Studies
- 5) Nepali
- 6) Health, Population and Environment Education

Optional Subjects

- 1) Mathematics
- 2) Economics
- 3) Office Management and Account
- 4) Second Education
- 5) Computer Science
- 6) Geography
- 7) History
- 8) Health and Physical Education
- 9) Agriculture
- 10) English

図 2-2 S L C 必須科目, 選択科目
(理科を含む 9 科目を受験, 32 点以上が合格)

- What is fossil? Write the name of eras in which man and dinosaur were evolved. Write two effects produced due to depletion of ozone layer. (1+0.5×2+2=4)
- Differentiate between meteors and meteorite on two points. The tail of comet is increased as it approaches near the sun, why? (2+1.5=3.5)

Astronomy and Geology7.5

図 2-3 S L Cに出題された地学領域の問題 2066
(Far Western Development Region ; 2010)

※S L Cの出題は、ネパール語版と英語版があるので、
ここでは、英語版を転記した (P. Luitel *et al.*, 2010)

(इ) आधारभूत सीप
(Basic Skill)

१. तीनकुने हवाइजहाज
(लाम्चो कागज प्रयोग गर्ने)

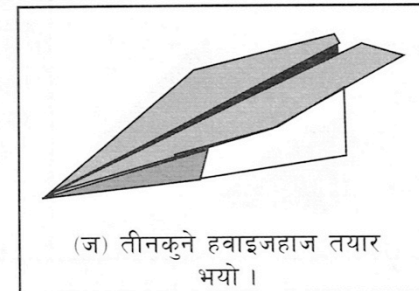
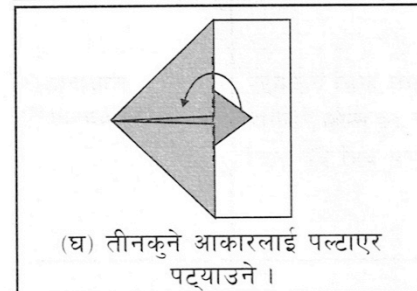
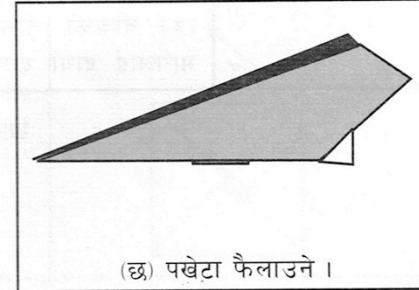
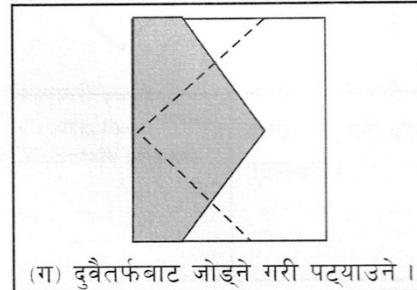
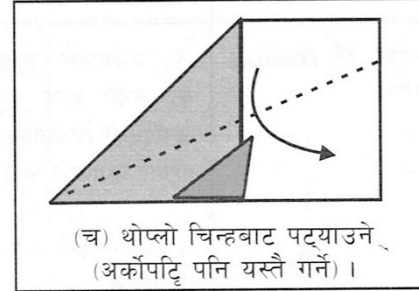
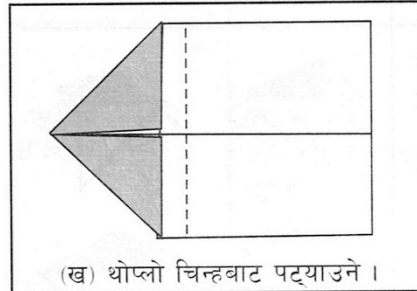
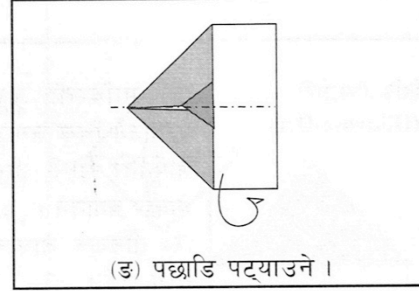
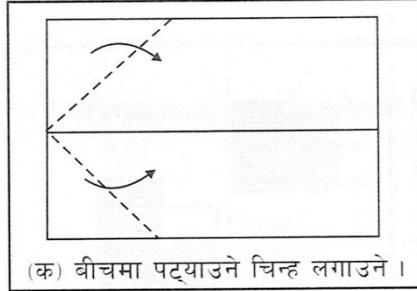
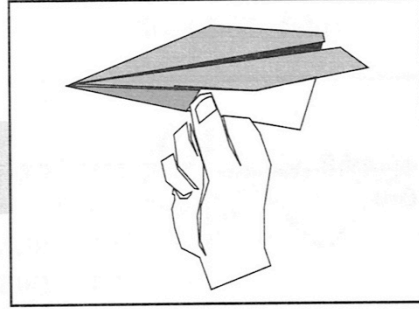


图 2-4 飛行機の折り方 (Basic Skill)

「Reference Book for Physical Education & Creative Art」(N C E D, 2006)

विषय सूची			
I. खेल Games			
१. परिचय खेल Self Introduction Game	१-२१	६. माछा Fish	८६
२. छोइपासो खेल Tag game	१	७. पाकुपाकु Pakupaku	८८
३. हुर्रे.. हा.. हा.. Hurrey Ha.. Ha.. Ha..	३	८. कछुवा Turtle	९१
४. घेरामा खेलिने खेल Circle Game	८	उ. एडभान्सड Advance Skill	९२-७०
५. प्रतिस्पर्धात्मक खेल Competition game	१३	१. ओहिनासामा Paper male & female doll	९२
६. बल गेम Ball Game	१५	२. चरा Bird	९४
७. सजाय खेल Punishment game	१८	३. डुङ्गा Boat	९६
	२१	४. सजावट बाकस Decoration box	९८
		५. गाई Cow	६१
		६. उफ्रिने भ्यागुतो Jumping frog	६३
		७. सारस Crane	६५
		८. फूल Flower	६८
II. ओरीगामी Paper Fold	२३-६८	III. शारीरिक तन्दुरुस्ती परीक्षण	
अ. संकेत चिन्हहरू Symbols	२५	Physical Fitness Test	७१-७७
आ. कागज पट्याउने आधारभूत तरिका Basic folds	२६	IV. कवाज तथा शारीरिक व्यायाम Drill & P.T.	७८-८६
इ. आधारभूत सीप Basic skill	२८-३५	कवाज Drill	७८
१. तीनकुने हवाइजहाज Acroplane	२८	शारीरिक व्यायाम Physical Training (PT)	८३
२. घर House	२९	V. नमस्ते व्यायाम Namaste Byayam	८७-१०८
३. कप Cup	३०	योगा व्यायाम	८८
४. खरायो Rabbit	३१	नेपाली लोकनृत्यको चालबाट गरिने व्यायाम	१०२
५. टोपी Cap	३२	मार्सल आर्ट (सिन्ताइदो, तेन्सिनगोसो) को	
६. सुगा Parrot	३३	चालबाट गरिने व्यायाम	१०६
७. सामुराई हेलमेट Samurai helmet	३४		
८. सिंह Lion	३५	सन्दर्भ सामग्री Reference Material	
ई. एलिमेन्टरी Elementary	३६-५१		
१. कागजको बन्दुक Paper gun	३६		
२. कागजको डस्टबिन Trash box	३८		
३. बेलुन Balloon	४०		
४. राजहाँस Swan	४२		
५. बच्चो चरा Baby bird	४४		

图 2-5 副読本の中で紹介されている折り紙

「Reference Book for Physical Education & Creative Art」

(N C E D, 2006)

〔研修の目標〕

- ①楽しむ（製作する，使う，飾る）
- ②イメージする（時間・空間のイメージ）
- ③技能向上を図る（辺，角をあわせる，正方形を作る）
- ④比較・連携をする（製作の評価，学び合い）

〔研修1〕 小学校教員折り紙研修（ETCカトマンズ）

1日研修を2回（教員それぞれ約20名）

〔研修2〕 小学校教員折り紙研修（ETCバラトプル）

3日間の研修（教員17名）

〔研修3〕 小学校教員3日間研修（ETCバラトプル）

理科・折り紙・数学・英語の研修（教員16名）

図 2-6 小学校教員研修（origami 研修）の目標

- ①箱（Bタイプ；藤川の整理による，以下同様）
- ②メビウスの輪
- ③へび
- ④パクパク
- ⑤つこのう箱
- ⑥箱（Cタイプ）
- ⑦ポチ袋
- ⑧薬袋
- ⑨お手紙たたみ
- ⑩兜
- ⑪紙鉄砲（じゃんけん紙鉄砲）
- ⑫木登り猿
- ⑬凧
- ⑭紙飛行機
- ⑮風船
- ⑯魚釣り（金魚）

※最後に，展覧会（4人グループを作り，時間内に計画，相談，製作，製作物の配置）を実施し，ETCスタッフがグループ作品の審査・評価を行なう。

図 2-7 「ネパール型教育折り紙」(Educational Origami Nepali Plan) の 16 種

表 2-1 地学関連内容の記載ページ数, 記載トピックス数
 (2010年小学校用: Jay's SCIENCE HEALTH & PHYSICAL EDUCATION)
 (2010年中学校用: NEW CREATIVE SCIENCE)

地学領域
 Class1 ~ Class5

Class1	Class2	Class3	Class4	Class5
11/61/100	6/90/147	17/80/168	18/65/160	15/87/168
2/12/22	1/11/27	4/14/33	4/15/31	2/13/28
Weather(5)	The Sun, The Earth; Day & Night(6)	Uses of Wind and Water(5)	Natural Disaster (5)	The Universe(9)
		Windy Day and Cold Day(4)	Solar System(5)	
The Sun, The Moon and The Stars(6)		Cloud and Rain (3)	The Earth(4)	The Earth(6)
		The Earth(5)	Seasons(4)	

地学領域
 Class6 ~ Class8

Class6	Class7	Class8
37/202	32/212	24/264
4/20	4/19	3/20
(A)Mineral and Rocks (B)The Earth (11)	The Earth(4)	The Earth(9)
Weather(9)	Soil Erosion and deposition(10)	Atmosphere(6)
Water(10)	Water(7)	Planets, Stars and Constellations(9)
The Earth, Moon and Sun(7)	The Sun, The Moon and The Earth(11)	

表 2-2 研修後のアンケート結果（16名から回答，研修2）

※ 質問紙：筆者が英語で作成した質問をETCスタッフ Rajendra氏がネパール語に翻訳

※ 回答：ネパール語から英語への翻訳：Mrinilla氏

	1	2	3	4	5	6
	Did you enjoy this training? Mention in percentage?	What Origami did you like the most? Why?	What new origami did you learn?	In your opinion, what benefits did you get by this training? Why?	What teaching technique you learned through this training?	Write your impression /experience about this training?
1	90	Box and something because it looks nice and is useful.	A lot.	Now I can teach students to make origami by myself.	I learned both theory and more of practical things from this.	Training was very beneficial and enjoyable but it was too short.
2	40	Box and fish. (interesting)	Japanese hat, love letter, balloon, snake and box/	I feel like I can make many more things from origami.	Learned about practical and demonstration method.	Beneficial but should have been longer.
3	80	Kite, birds	New for me.	I feel skillful.	Can teach students now. Learned that classes should be students focused.	Same as above.
4	95	Box (attractive)	Most of them were new	Brain and hand exercise	Give and take, viewed.	Should have done step-wise filing of things learned.
5	60	Box and pot	Fishing rod, box, pot and kite	Feel like it will help students to develop their intellectual ability	Group work, discussion.	Can teach students.
6	90	Ball and fish		Think we can easily attract students to learn this	This is see and learn technique. I can kids can do something on it.	I made many things by myself so it builds confidence.
7	80	Box, love letter, monkey, tree.	Learned to make 15-16 origami	Make beautiful things through papers.	Enjoy group division, help, cooperation.	More days and items needed.
8	80	Bit turned bowl (attractive)	All new	Cooperation and help	Learning by doing	15 days training and made new things.
9	100	Big box can be used to throw garbage.	All new	Can teach students to be creative through paper use.	Learning by doing, teaching technique	Good feels like it will help students to learn more.
10	80	Box with ears	learned 14-15 items	Will help in teaching students.	Group work, discussion, helping each other	Not just 3 days but should be conducted from time to time.
11	80	Box with ears	Learned 10 items	Learned to make many things.	Things useful in everyday life	These things can be taught to students, played and be entertained.
12	85	Box	Enjoyed from papers	Can have more involvement from students.	Power of discussion.	We can teach origami.
13	100	Box	Japanese cap	Connect, cooperation, using new material and made beautiful things.	Discussing method and cooperation method.	Thank you.
14	80	fishing	many new items	Imaging, connection, sharing, folding	team work, sharing, learning by doing	It's very important to motivate & teach the students in classroom activities about imaging, connecting, sharing & folding.
15	80	Box and pot	10-12 new things learned	Can teach students now	Learning by doing, group work	Learned less in just 3 days. Should have been 10-15 days long.
16	85	Ball and four sided holder	Except dustbin and pakupaku, all were new	Now have skill, confidence so can teach students	Students can make and enjoy.	This kind of work can develop various skills among students. Can make new things whenever required.
av.	82					

表 2-3 研修後のアンケート結果より

「4 この研修で身に付けたものは何ですか？」

「5 この研修で学んだ教育技能は何ですか？」

	4身に付けたもの			5学んだ教育技能		
	児童への指導	製作技能向上	折り紙教材の価値	実技指導の技能	グループワークの技能(展示会)	教材開発の技能(視点)
1	○			○		○
2		○		○	○	
3		○		○		○
4		○	○		○	○
5	○		○		○	
6	○			○		
7		○			○	
8			○	○		
9	○			○		
10	○				○	
11		○				○
12	○				○	
13		○	○		○	
14			○	○	○	
15	○			○	○	
16	○			○		
人数	8	6	5	9	9	4

青枠：指導技能技術に関するもの

赤枠：教材の視点や開発に関するもの

謝 辞

本研究を進めるにあたり、広島大学大学院教育学研究科の林武広教授には、学部生のとき以来 40 年近くという長きにわたり、始終ご指導を賜った。また、同教育学研究科の磯崎哲夫教授、岩崎秀樹教授、山崎博史教授には、貴重なご指導とご助言をいただいた。同教育学研究科の山本隆春教授には、文節に関する情報を始め貴重なご助言をいただいた。自然システム教育学講座の竹下俊治教授、前原俊信教授、網本貴一准教授、梅田貴士准教授、吉富健一講師、諸先生方、広島大学名誉教授の石橋昇先生、公益財団法人マツダ財団事務局長の魚谷滋己氏には、科学わくわくプロジェクトをフィールドとした研究に関わって、多大なるご協力を頂くとともに、ご指導をいただいた。実践研究においては、比治山大学の鹿江宏明教授、広島大学附属東雲小学校の土井徹教諭、実践時の広島市内各小学校の先生方、自然システム教育学講座の大学院生・学部生の方々、および TUSWADI 氏、NISA Maulia 氏にご協力いただいた。また、ネパールでの活動時には、NCED 並びに ETC スタッフの方々、および SV・JOCV 隊員、JICA ネパール事務所スタッフの方々にご協力いただいた。比治山大学教授・広島大学名誉教授の鈴木盛久先生には、本課程に入学し研究することを進めていただくとともに、その後も貴重なご助言をいただいた。

以上の方々に心より厚く御礼申し上げます。

参考文献・図書

- 天野正輝ほか 17 名 (2012) : わくわく生活上, 平成 24 年度用, 新興出版社啓林館, 大阪, pp50-51
- 荒井豊 (2005) : 方位認識の育成, 理科の教育, 631, pp60-63
- 荒木一視・川田力・西岡尚也 (2006) : 小学生に教える「地理」 -先生のための最低限ガイド-, ナカニシヤ出版, 第 3 章 pp75-104
- Basu Panthi・Suman Neupane・Bharat Bhattarai (2010) : *New Creative Science class6*, JBD Publication
- Basu Panthi・Suman Neupane・Bharat Bhattarai (2010) : *New Creative Science class7*, JBD Publication
- Basu Panthi・Suman Neupane・Bharat Bhattarai (2010) : *New Creative Science class8*, JBD Publication
- 土井徹・秋山哲・野添生・磯崎哲夫・林武広 (2013) : 理科授業に関する小学生と中学生の認識の共通点と相違点, 日本教科教育学会全国大会論文集, pp242-243
- 藤川義範・林武広 (2008) : 小学校低学年児童の岩石観察に関する一考察, 日本地学教育学会第 62 回全国大会予稿集, pp96-97
- 藤川義範・林武広 (2011) : ネパールにおける地学教育の現状と課題 -2 年間の実態調査から -, 日本地学教育学会第 65 回全国大会予稿集, pp84-85
- 藤川義範・林武広 (2012) : 方位認識を高めるための指導 - 小学校第 3 学年「かげのでき方と太陽の光」を通して -, 日本理科教育学会第 61 回中国支部大会発表論文集, pp45
- 藤川義範 (2012) : 身近な地域環境の教材化 - 身近な自然の素材を教材に (小学校理科の例) -, 日本教材学会第 24 回研究発表大会, 教材活用研究部会にて口頭による実践発表
- 藤川義範・土井徹・林武広 (2013) : 小学校 4 年「月と星」における方位認識について, 日本地学教育学会第 67 回全国大会予稿集, pp12-13
- 藤川義範・林武広・磯崎哲夫・吉富健一・魚谷滋己 (2013) : 理科好き・科学好きの中学生対象の科学講座の活動とその成果 - “科学わくわくプロジェクトジュニア科学塾” の例 -, 日本教科教育学会全国大会論文集, pp158-159
- 藤川義範・林武広 (2014) : 生活科における砂の観察の試み - “つぶ” の大きさに注目した観察-, 日本地学教育学会第 68 回全国大会予稿集, pp99-100
- 藤川義範・林武広・磯崎哲夫・吉富健一・魚谷滋己 (2014) : 理科・科学好き中

- 学生対象の科学講座受講生の要望と活動 - “科学わくわくプロジェクト
ジュニア科学塾” の例 -, 日本理科教育学会全国大会論文集, pp416
- 藤川義範・林武広 (2014) : ネパールの小学校教員研修における理科指導の資質
向上のための試み - origami 研修, 理科研修を例として -, 日本教科教育
学会全国大会論文集, pp90-91
- 藤川義範 (2014) : 「風」を扱う学習における教材開発 - 生活科・理科入門期
の学習用「風車」(かざぐるま)の開発と活用例 -, 教材学研究, 第 25
巻, pp165-172
- 藤川義範・林武広 : 理科の入門期における児童の方位認識の特徴に関する一考
察, 日本教科教育学会誌, 2015 年第 37 巻 4 号 (掲載予定)
- 藤川義範・林武広 : 小学校第 2 学年児童の岩石の観察 - 言葉による観察記録
に注目して -, 地学教育, 2015 年第 67 巻第 4 号 (掲載予定)
- 福島市立三河台小学校研修部 (2011) : 「手で科学する」理科・生活科の授業,
理科の教育, 702, pp18-22
- 原田信之編 (2007) : 確かな学力と豊かな学力 - 各国教育改革の実態と学力モ
デル-, ミネルヴァ書房, 東京
- 畑中敏伸 (2010) : 国際協力による理科教員の第 3 国研修に関する研究 - フィ
リピンにおけるケニア理科研修指導者対象の研修調査より-, 理科教育学
研究, 51(2), pp65-75
- 林武広 (2002) : 地学の学習におけるマルチメディア活用の意義と有効性, 地学
教育, 55(6), pp245-257
- 林武広・間處耕吉・吉富健一・山崎博史・磯崎哲夫 (2011) : 科学専門家による
授業の意義 - 小学校高学年の地学関連単元の例 -, 日本地学教育学会
第 65 回全国大会予稿集, pp88-89
- 林武広 (2012) : 社会からの理科教育支援, 日本理科教育学会全国大会発表論文
集, pp68
- 林武広・鹿江宏明・鈴木盛久・藤川義範・土井徹 (2013b) : 小学校現職教員お
よび志望学生の科学リテラシー, 日本教科教育学会全国大会論文集,
pp270-271
- 林武広・藤川義範・間處耕吉・吉富健一・中田晋介・磯崎哲夫 (2013a) : 小学
校教員の理科授業に関する認識の傾向, 日本教科教育学会全国大会論文
集, pp240-241
- 林武広・藤川義範・吉富健一・磯崎哲夫・間處耕吉 (2013c) : 教員研修を目的

とした小学校6年「月」の模擬授業, 日本地学教育学会第67回全国大会
予稿集, pp94-95

HAYASHI Takehiro・NAKATA Shinsuke・FUJIKAWA Yoshinori・DOI Tohru・HIRANO
Toshihide・ISOZAKI Takako・ISOZAKI Tetsuo (2014): Elementary school
teachers' values for teaching and learning in science: A case study
in Hiroshima prefecture, Japan, *International Science Education
Programme*, pp131

広島大学科学わくわくプロジェクト研究センター (2004): 広島大学・マツダ財
団連携事業科学わくわくプロジェクト平成15年度事業実施報告書

広島大学科学わくわくプロジェクト研究センター (2005): 広島大学・マツダ財
団連携事業科学わくわくプロジェクト平成16年度事業実施報告書

広島大学科学わくわくプロジェクト研究センター (2006): 広島大学・マツダ財
団連携事業科学わくわくプロジェクト平成17年度事業実施報告書

広島大学科学わくわくプロジェクト研究センター (2007): 広島大学・マツダ財
団連携事業科学わくわくプロジェクト平成18年度事業実施報告書

広島大学科学わくわくプロジェクト研究センター (2008): 広島大学・マツダ財
団連携事業科学わくわくプロジェクト平成19年度事業実施報告書

広島大学科学わくわくプロジェクト研究センター (2009): 広島大学・マツダ財
団連携事業科学わくわくプロジェクト平成20年度事業実施報告書

広島大学科学わくわくプロジェクト研究センター (2010): 広島大学・マツダ財
団連携事業科学わくわくプロジェクト平成21年度事業実施報告書

広島大学科学わくわくプロジェクト研究センター (2011): 広島大学・マツダ財
団連携事業科学わくわくプロジェクト平成22年度事業実施報告書

広島大学科学わくわくプロジェクト研究センター (2012): 広島大学・マツダ財
団共同研究事業科学わくわくプロジェクト平成23年度事業実施報告書

広島大学科学わくわくプロジェクト研究センター (2013): 広島大学・マツダ財
団共同研究事業科学わくわくプロジェクト平成24年度事業実施報告書

広島大学科学わくわくプロジェクト研究センター (2014): 広島大学・マツダ財
団共同研究事業科学わくわくプロジェクト平成25年度事業実施報告書

Horn-Mun CHEAH・Chew-Leng POON・Thiam-Seng KOH (2009): Preparing Science
Students for the Future in Singapore, 理科教育学研究, 50(1), pp93-103

池田幸夫・松永武 (2012): 理論依存型で広がる理科授業の可能性, 日本理科教
育学会中国支部大会発表論文集, pp19

- 稲垣成哲 (2013) : 理科における学力 - 60周年記念シンポジウムを振り返って-, 理科の教育, 728, pp149-152
- 磯崎哲夫 (2004) : 野外学習の歴史的・哲学的研究 - わが国の実践に向けての基礎づけ -, 地学教育, 57(4), pp111-123
- 磯崎哲夫・ヴィーリ, ヨウニ・川上昭吾 (2008) : フィンランドにおける理科の教員養成教育 -そのシステムと特色-, 理科教育学研究, 48(3), pp1-11
- 角屋重樹 (2013) : 小学校理科の現状と課題, 理科の教育, 735, pp5-8
- 片桐大自編 (2007) : 最新版ことばのしるべ -日本語を正しく書くために- 最新版第3刷, 教育図書, 東京, pp157-162
- 加藤明ほか23名 (2012) : あたらしいせいかつ上, 平成24年年度用, 東京書籍, 東京, pp40-41
- 加藤尚裕・荒井豊 (1985) : 石・砂・土の観察能力の調査に関する一考察, 日本理科教育学会研究紀要, 26(2), pp69-78
- 加藤尚裕・引間和彦 (2007) , 初歩的な観察能力を育てる指導の試み -小学校第3学年特設単元「石をくらべよう」の実践を通して-, 地学教育, 60(3), pp89-98
- 川上昭吾 (2008) : 幼児・小学校低学年児童への自然教育, せいかつか&そうごう, 15, 日本生活科・総合的学習教育学会, pp20-27
- 木村光男 (2011) : 生活科栽培活動における協同的探究 -問題状況の解決に視点をあてて-, せいかつか&そうごう, 18, pp72-79
- 木下邦太郎 (2014) : 小学校第6学年「月と太陽」の教材開発と小学校天文教材の変遷(その2) -大玉の教材化-, 日本地学教育学会予稿集, pp97-98
- 北俊夫 (2007) : 日本の学力改革の現状と課題, 確かな学力と豊かな学力 -各国教育改革の実態と学力モデル-, ミネルヴァ書房, 東京, 序章, pp1-27
- 柗原礼士・矢澤和明・馬場新・谷口真也 (2012) : フィンランドの小学校・中学校・高等学校の理科教育現場を視察して -フィンランドの地学教育の現状-, 地学教育, 65(1), pp17-25
- Lee S. Shulman (1987) : Knowledge and Teaching : Foundations of the New Reform, Harvard Educational Review, 57(1), pp1-21
- 間處耕吉 (2010) : 社会教育の現場における科学体験講座参加者の意識の変容に関する考察 -科学わくわくプロジェクト サイエンスレクチャーを通して-, 広島大学大学院教育学研究科紀要, 第二部, 59, pp39-45
- 間處耕吉・林武広 (2013) : 視点移動能力の習得を重視した金星の見え方の新指

- 導, 地学教育, 66(2), pp31-41
- 牧野誠照 (1989) : 地図教育における方位指導上の問題, 筑波社会科研究, 8, pp21-36
- 松原静郎 (2012) : 理数長期追跡研究・理数定点調査研究, 今こそ理科の学力を問う -新しい学力を育成する視点-, 日本理科教育学会, 東洋館出版社, 東京, 第4節, pp26-32
- 松森靖夫 (1992) : 方位概念に関する認識能力の分析 -東・西・南・北について-, 地学教育, 45 (2), pp65-73
- 松森靖夫・関利一郎 (1981) : 児童・生徒の空間認識に関する考察 (II) -方向概念を中心として-, 日本理科教育学会研究紀要, 22 (2), pp61-70
- 文部科学省 (2008a) : 小学校学習指導要領, 国語 pp18-33, 社会 pp34-42, 理科 pp61-71, 生活 pp72-74, 東京書籍
- 文部科学省 (2008b) : 小学校学習指導要領解説生活編, 日本文教出版
- 文部科学省 (2008c) : 小学校学習指導要領解説理科編, 大日本図書
- 文部科学省 (2008d) : 小学校学習指導要領解説社会編, 東洋館出版社
- 文部科学省 (2008e) : 中学校学習指導要領解説理科編, 大日本図書
- 文部科学省 (2009) : 高等学校学習指導要領解説理科編理数編, 実教出版
- 森藤義孝 (2012) : 構成主義の学習論 -その影響と課題-, 理科の教育, 724, pp717-720
- 内藤博愛 (2006) : 子ども達の学び合いと気付き ~第2学年「秋にアサガオを育てよう」の事例を通して~, せいかつか&そうごう, 13, 日本生活科・総合的学習教育学会, pp40-47
- 内藤博愛・中田晋介・小川麻貴・柴一実・前原俊信・山崎敬人 (2009) : 確かな学力の育成 -エネルギー教育に視点をあてた生活科・理科のカリキュラム開発 (III) -, 広島大学学部・附属学校共同研究機構研究紀要, 37, pp319-324
- Nathavit Portjanatanti (2009) : Science Education in Thailand, 理科教育学研究, 50(2), pp131-137
- 西川純・川上洋子 (1996) : 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), pp37-43
- 西川純・古市恵 (1997) : 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), pp15-23

- 西川光二 (2007) : 児童・生徒が生き生きする理科の授業の研究 -小学校における小・中連携の探究的な学習を通して-, 日本理科教育学会全国大会要項
- 野田敦敬 (1998) : 生活科の授業における「関心・意欲」と「気付き」との関連についての実証的研究, せいかつか, 5, pp74-81
- 野添生・磯崎哲夫 (2014), 小学校・中学校の理科学習指導要領における成立背景に関する研究 -昭和 40 年代の「問題解決」と「探究」を中心にして-, 日本教科教育学会誌, 第 37 巻第 1 号, pp95-108
- 野添生・武村重和・磯崎哲夫 (2012) : 理科カリキュラムの外在的統制過程に関する研究 -日本の学習指導要領 (昭和 43・44 年改定) のケース・スタディー-, 日本理科教育学会全国大会論文集, pp145
- 小川正賢 (2012) : ROSE 国際調査 -科学・科学技術への興味・関心や態度, 生活経験を探る-, 今こそ理科の学力を問う -新しい学力を育成する視点-, 日本理科教育学会, 東洋館出版社, 東京, 第 3 節, pp18-25
- 小川哲男 (2009) : 「科学的な見方・考え方の基礎を養う」視点からみた生活科の授業改善 -遊びや遊びに使う物を工夫して作る「製作活動」を中心に-, せいかつか&そうごう, 16, pp20-27
- 小倉康 (2012) : OECD 生徒の学習到達度調査 (PISA), 今こそ理科の学力を問う -新しい学力を育成する視点-, 日本理科教育学会, 東洋館出版社, 東京, 第 2 節, pp12-17
- 大隈良典ほか 45 名 (2011) : わくわく理科 3, 平成 23 年度用, 新興出版社啓林館, 大阪, pp73-83
- 小野瀬倫也 (2011) : 学びの系統性を重視した理科の小・中学校連携カリキュラム, 理科の教育, 709, pp538-540
- 大辻永 (2004) : 「アウトソーシングする理科教育」がねじれないように, 理科の教育, 623, pp364-367
- Prakach Luitel・Nirajan Paudel・Bishnu Pd Chalise・PL Kharel・Binod Kafle・Maha Sharma・SS Rai (2010) : 10 Sets Plus SLC Old is Gold, EMC, Nepal
- 猿田祐嗣 (2012) : 国際数学・理科教育動向調査 (TIMSS), 今こそ理科の学力を問う -新しい学力を育成する視点-, 日本理科教育学会, 東洋館出版社, 東京, 第 1 節, pp6-11
- 猿田祐嗣 (2013) : TIMSS 調査データから見た学力格差, 理科の教育, 728, pp145
- 関利一郎 (1982) : 地学教育の新しい展開, 東洋館出版社

- Shepard, R. N. ・ Metzler, J. (1971) : Mental Rotation of Three-Dimensional Objects, *Science*, 171, pp701-703
- 下野洋 (2008) : 地球環境の科学的理解を促すために, *理科の教育*, 677, pp803-806
- 鈴木盛久・林武広・山崎博史 (2006) : 教員養成系大学学生の岩石識別力向上への試み, *地学教育*, 59(5), pp157-165
- 高野恒雄 (1963) : 理科における観察の機能に関する実験的研究 (第 17 報)
-因子分析法による観察力の構造分析と評価法試案-, 茨城大学教育学部紀要, 13, pp109-127
- 高野恒雄 (1964) : 理科における観察の機能に関する実験的研究 (第 18 報)
-客観的観察力評価法案と「メモ効果」の分析-, 茨城大学教育学部紀要, 14, pp79-100
- 高野恒雄 (1965) : 理科における観察の機能に関する実験的研究 (第 19 報)
-観察能力の年齢的発達傾向の分析-, 茨城大学教育学部紀要, 15, pp137-147
- 竹内敬人ほか 47 名 (2006) : 未来へひろがるサイエンス第 2 分野 (上), 平成 18 年度用, 新興出版社啓林館, 大阪, pp49-92
- 滝沢武久ほか 15 名, (2012) : たのしいせいかつ上なかよし, 平成 24 年度用, 大日本図書, 東京, pp44-47
- 塚田捷ほか 60 名 (2012) : 未来へひろがるサイエンス 1, 平成 24 年度用, 新興出版社啓林館, 大阪, pp52-96
- 辻本真治・藤井浩樹 (2013) : 流水の働きについての理解を図るうえでの実験器の有効性, *理科教育学研究*, 53(3), pp463-470
- 鶴岡義彦 (2006) : 理科における読解の重要性と読解力を育成する若干の視点, *理科の教育*, 647, pp372-375
- 鶴岡義彦 (2009) : 理科における言語活動の多様な可能性を探る -アメリカ教科書の事例を中心として-, *理科の教育*, 683, pp426-429
- 宇尾野卓巳・古屋光一 (2011) : 中学校理科における方位概念の認識, *臨床教科教育学会誌*, 11 (2), pp1-8
- Wolfgang Gollub (2012) : Science Education in Collaboration between Industries and Schools, 日本理科教育学会全国大会発表論文集, pp67
- Yamuna Mahat・Raj Yadav・Vijay Kumar Upadhaya (2010) : *Jay' s Science, Health & Physical Education Grade-1*, JBD Publication
- Yamuna Mahat・Raj Yadav・Vijay Kumar Upadhaya (2010) : *Jay' s Science, Health*

- & Physical Education Grade-2*, JBD Publication
- Yamuna Mahat・Raj Yadav・Vijay Kumar Upadhaya (2010) : *Jay' s Science, Health & Physical Education Grade-3*, JBD Publication
- Yamuna Mahat・Raj Yadav・Vijay Kumar Upadhaya (2010) : *Jay' s Science, Health & Physical Education Grade-4*, JBD Publication
- Yamuna Mahat・Raj Yadav・Vijay Kumar Upadhaya (2010) : *Jay' s Science, Health & Physical Education Grade-5*, JBD Publication
- 矢野英明 (2010) : 「理科」と「生活科・総合的な学習」の関連について考える
- 子どもの人間としての成長を意識する視点から -, せいかつか&そうごう, 17, pp12-19
- 横田佳代・増澤康男 (2011) : 小学校入学期児童の気付きから生まれる表現の多
様性 -アサガオ栽培・観察活動における絵画と文字／文章表現の事例分
析-, せいかつか&そうごう, 18, pp80-87
- 吉川良二・西川純・根本和成 (1994) : 小学生の観察能力の発達 -連続説と段
階説の比較を中心に-, 日本教科教育学会誌, 17 (2), pp81-86

關 連 資 料

1 第3章 3.1 項「風車（かざぐるま）」関連資料



資料 1-1 改良を試みる 2 個目の製作（風車 “Aタイプ”）

かざぐるま

5月28日(月)

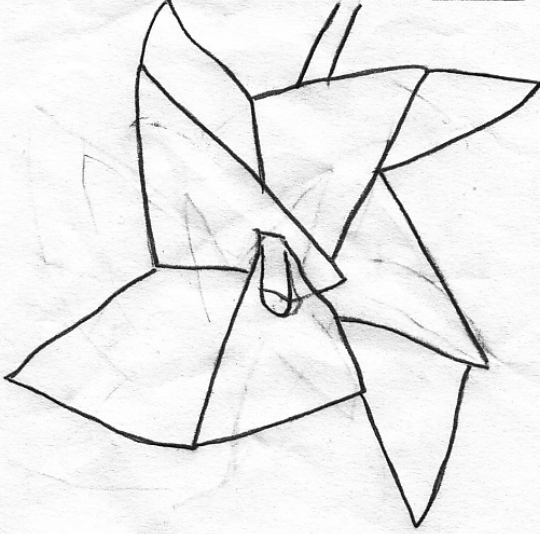


二年一組

さよら、さよかんぬの風と
なそぼ、つてかざぐるま
をつくたよ。ありがみで
つくたよ。すぐくよくま
わったよ。みんなのもよくま
わえて、きれいだたよ。
なしたは、ちが、つ、らで
やってみるよ。

資料 1-2 学習後の記録（風車“Aタイプ”）

色にも注目



5月2日(月)

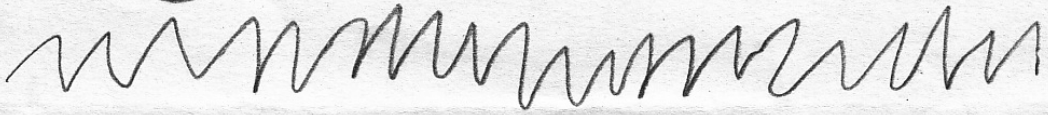
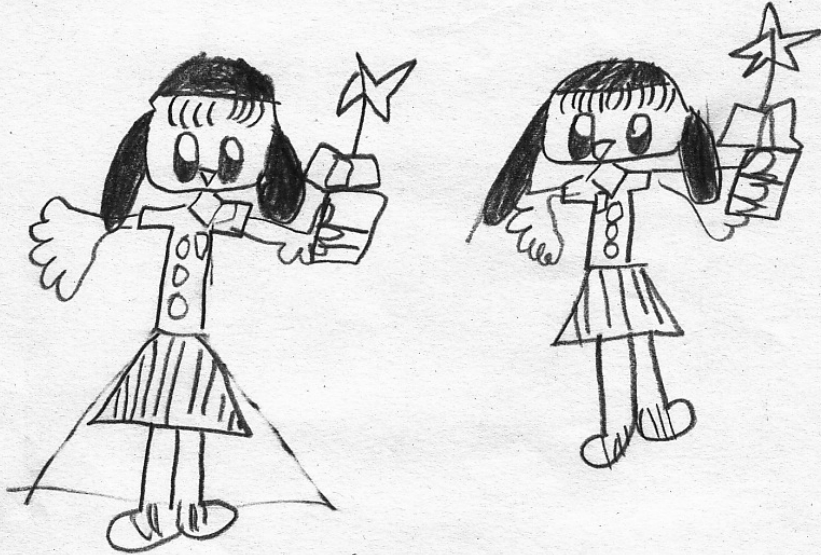
二年一組

今日、風とあそぼう
 をしました。風は目に
 見えなけれど、かざ
 車に風が当たると
 くるくるくるくる
 回るので、うめだけ
 とかいいとれます。
 あと体でもかしく
 とれます。うれし

資料 1-3 学習後の記録（風車“Aタイプ”）
 目に見えない風を感じる

風とあそぼう♡

5月29日(火)



二年一組

きょう風とあそぼうがあ
りました。きょうもかざ
ぐるまをつくりまし
た。きょうのかざぐるまは
かざがきたほうこ
うにいけます。

資料 1-4 学習後の記録（風車“Bタイプ”）

風が来る方向に向く



資料 1-5 運動場に並べて自然の風を観察（風車“Bタイプ”）

みんなの風車が、同じような方向を向く
風の強さが絶えず変化している
風の向きが絶えず変化している
風の変化に応じて、まるで示し合わせたかのように、
みんなの風車が同じように変化する

2 第3章 3.2項 方位：「太陽と地面」関連資料



資料 2-1 かげができるときの太陽の位置の学習（小学校第 3 学年）
教科書では、この観察を通して次の事項を学習することとされている

「かげは、どれも同じ向きにできる」

「太陽は、かげの反対がわにみえる」

（引用：新興出版社啓林館「わくわく理科」）



資料 2-2 かげの向きと太陽の位置の学習（小学校第 3 学年）
教科書では、この観察を通して次の事項を学習することとされている

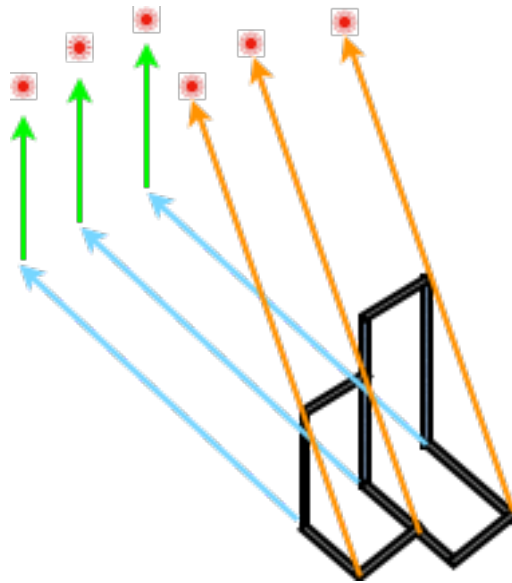
「時間がたつと、かげは、西から北をって東へと動く」

「太陽は、東から南の空をって、西へと動く」

↓

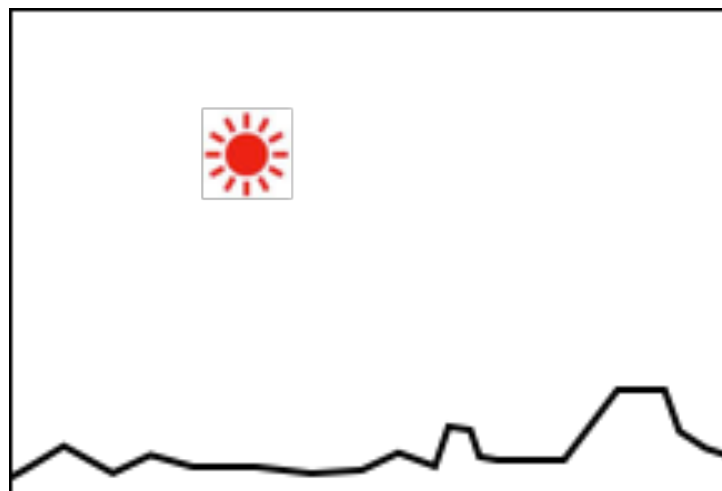
「日光でできるかげが動くのは、太陽が動くから」

（引用：新興出版社啓林館「わくわく理科」）



資料 2-3 太陽の位置と太陽の位置を示す方位との関係

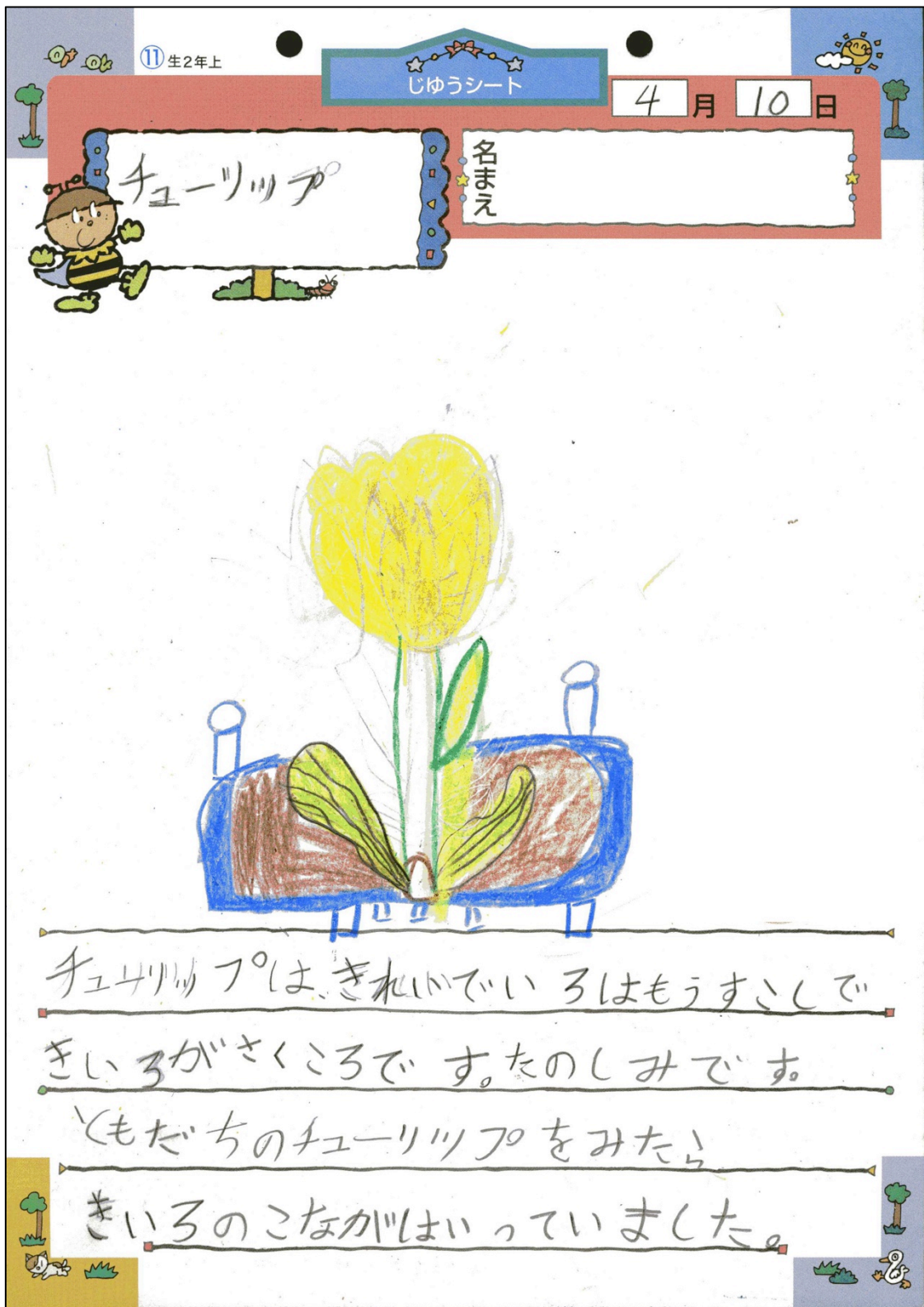
※ 小学校第3学年児童には理解が難しい



資料 2-4 太陽の位置

※ 記録用紙で太陽の位置を考えると、方位は重要であるが難しい

3 第3章 3.3項 石の観察：「石のしょうかい」関連資料



資料 3-1 生活科における一般的な記録例

(絵と文字による、いわゆる絵日記風の記録)

※ 第1学年児童によるチューリップの観察。学級内では、しっかり記録できた例。



資料 3-2 アサガオを育てている光景（蔓が伸びて支柱を立てたとき）

- ※ アサガオの成長とともに、すぐ近くで観察・記録をする困難さが増していく
- ※ 鉢を移動して観察・記録することは、さらに困難になる



資料 3-3 観察 1 (中粒花崗岩) : 観察と記録のくり返し



資料 3-4 観察 2 (粗粒花崗岩) : 筆箱の重さとの比較



資料 3-5 観察 3 (安山岩) : たたいて音を観察している




資料 3-6 文字による記録
(A 4 サイズの用紙いっぱいに記録している)

石について、お話をしてみましょう。

2年 ()

4 水
6月 5日 (木)



色がはた色とくるとねずみ色とこげ茶。石は、おもいでです。キラキラしてざらざらします。うらには、名前が書いています。ひかておもしろいです。石は、ふといです。石は、かたいです。こんな石は、はじめて、みました。いろんな色がまじって、きれいです。ひかりに透ると、ひかてきれいです。小さい石です。石の中は、とんながみてみたいです。

石について、お話をしてみましょう。

2年 ()

6月 6日 (金)

上はさきさかど下かまがさかどです。みぎもささかみたりはざらざらです。形は、まかくみたいです。さきさかひかています。20センチぐらいあります。あきかたたくぐかいの音です。おもさはあかちゃんをたこするぐらいです。色はくるとはたいろと白とねずみいろです。赤です。ほうせきとみたいなものもまざってました。さきさかどされいでした。とがっているのもあるのでけがしやすいです。ほとんどおもいのおとしたら足をけがします。ちみtainあとかついています。ほとんどきれいです。下びたたいてみるとつみたいな音がしました。おもてでかいです。

石のようかい
(石について、お話をしてみましょう。)

2年 ()

6月 20日 (金)


ふつうの石よりもかるくてすべすべして、キラキラ黒いものが石についていて、石の色は黒と白とねずみ色です。石をたたいていたらポソポソとなりました。石についている黒いものはキラキラすると白いものはせんぜんキラキラしません。すべすべするところを、手にすべおしたらすごくきもちいです。よく見たら、とうめいのものがはいっていて、とうめいのももキラキラひかりまわす石のにおいがなつかしいかんじになりました。キップで石をつついたら、かんかんかんとなりました。

資料 3-7 記録例

- 左上：観察 1 (中粒花崗岩)
- 右上：観察 2 (粗粒花崗岩)
- 右下：観察 3 (安山岩)

石について、お話をしてみましょう。

2年 ()
4月 水
6月 8日 (木)



色
重さ
光る
質感
光る
大きさ
硬さ
思い
色
印象
印象
大きさ
疑問

色がはた色とくるとねずみ色とこげ茶。石は、おもいです。キラキラしてざらざらします。うらには、名前が書いています。ひかておもしろいです。石はふといです。石は、かたいです。こんな石は、はいめて、みました。いろんな色がまじって、きれいです。ひかりにたると、ひかてきれいです。小さい石です。石の中は、とんなかみてみたいですね。

石について、お話をしてみましょう。

2年 ()
6月 6日 (金)

おわり
おわり
形
光る
大きさ
音
重さ
色
形
重さ
模様
音
重さ
大きさ

上はさがさがど下かまがさがどです。みぎもさがさがひたかりはざらざらです。形状は、ましかくみたいで。さがさがひかています。20センチくらいあります。おまかせたたくぐらいの音が、おまかせおまかせをたこするぐらいいです。色はくるとはたいと白ねずみいろです赤です。ほうせきに似たようなものもまざっていました。さがさがでつまらぬでした。とがっているものもあるのてけかしなすいすい。ほとんど、おもいのでおとしたら足をとけかします。ちみちみなどかついて、います。ほとんど、きれいです。下でたいたいてみるとつみちみ音がしました。おもてでかいです。

資料 3-8 記録の評価作業例
(資料 3-6 の記録の評価)

- 左上：観察 1 (中粒花崗岩)
- 右上：観察 2 (粗粒花崗岩)
- 右下：観察 3 (安山岩)

石のようかい
(石について、お話をしてみましょう。)

2年 ()
6月 20日 (金)

重さ
おわり
色
音
おわり
におい
音

ふつうの石よりもかるくてすべすべして、キラキラ黒いものか石についていて、石の色は黒と白ねずみ色でお石をたたいていたらポンポンと、なりました。石についている黒いものはキラキラ引くと白いものはぜんぜんキラキラしませんすべすべするところを、手にすべおしたらすぐきもちいですよく見たら、こうめいのものがはいっていて、こうめいのももキラキラひかりまお石のにおいがなつかしいかんじになりました。キップで石をつついたらかんかんかんとなりました。



資料 3-9 絵による観察記録（もう一方の学級での観察）：粗粒花崗岩

4 第3章 3.4項 砂の観察：「すなのかんさつ」関連資料

すなをかんさつして、お話ししてみましょう。 2月1日(水)
1年(9)ばん 名前()

すなをかかしたすなをさあたりじ
かいたすなはざらざらと「さあそか
ず。さあたらすなのかんじが
いしがたせんある。
すなをかいでみたらすなのように
おいがしな。さあたらもちい
んじがね。さらさらするところもある。
いしのおいをかいたすなにお
いはいない。いしだけ「さかしたらざ
ざらした。

すなをかんさつして、お話ししてみましょう。 3月6日(木)
1年(9)ばん 名前()

さあそか
する。小石がおおし。
学校のすなはのいよりに
すな。さあそかのすなみたし。
すなが手にくうれた。いしめ
くつかない。こしょうみたし。
しおみたし。

資料 4-1 B児の観察記録 (左: 観察・記録 I, 右: 観察・記録 II)

すなをかんさつして、お話ししてみましょう。 2月2日(水)
1年(16)ばん 名前()

いしのおなはわかしら。いしのおなはすな
かたし。いしのおなはちいさな
金色のようなすな。いしのおなより
ざらざらという音がざらざらとして
オレンジ色のようなすながある。
ざらざらと荒れている。とんとんやが
るとざらざらになる。いしのおなほとん
小さいすな。ざらざらという音がざらざら
すながないところまでいってざら
ざらになる。ざらざらという音が
道のようなざらざらとすなとは
思えない。

すなをかんさつして、お話ししてみましょう。 3月6日()
1年(16)ばん 名前()

小さいすなはざらざらという音を
している。大きいすなはざらざらと
音をたてて小さいすなを山みたく
してみると「ざーざー」という音がした。
大きいすなをまわりにあつめると
「ざー」といってせいにあつめた。小さい
すなをおなじようにすると「ざー
とあつめた。せんぶのおなをませて
さわるとざーと音がした。小さいすなは
まをすくぐらうの小さい。中に
色々な石が。ありふつ。石があつた
りキレイな石もまぜっていた。
すなを下から見るとちいらい
くもりの空のよう。

資料 4-2 C児の観察記録 (左: 観察・記録 I, 右: 観察・記録 II)

<p>すなをかんざつして、お話してみましよう。 2月14日(金)</p> <p>1年(9)ばん 名前()</p> <p>すなは、さらさらで、やわらかいから 気持ちいい。ふたたらさらさらのと さらさらしたので、はんぶんい わかれた。はんぶんにわかれました。 やわらかいと、かたい石にわかれました。 いろはピンクとくろと、白と、ぎんたつた。</p>	<p>すなをかんざつして、お話してみましよう。 3月6日(木)</p> <p>1年(9)ばん 名前()</p> <p>ふると小さいすなと大きいすなでわ かれた。小さいすなはおすと、さらと音が して、大きいすなはさらと音がする。 いろはとうめいと、ピンクと、くろと、 白と、ちいろと、きいろがあつた。中に はとうめいのすなにくろいろがま ざつているのもあつた。かたちはしかく もあつた。しうべたら</p>
--	---

資料 4-3 D 児の観察記録 (左: 観察・記録 I, 右: 観察・記録 II)

<p>すなをかんざつして、お話してみましよう。 2月14日(金)</p> <p>1年(11)ばん 名前()</p> <p>さあたらすながさらさらして だかちをさあたらちとだけさらさら よ〜みたらちいさい石がある。 よこにやさしくゆらしたら、さらさらとさらさら わかれる。くろしあかマホワトがある。 よみたらひかりにあるとホワトがか っている。</p>	<p>すなをかんざつして、お話してみましよう。 3月6日(木)</p> <p>1年(11)ばん 名前()</p> <p>さあたらさらさらとさらさらがあつて、 よ〜見たらふるいでわけてないか ら小さい木のぼうがあつてそれを ふたらほとんどが大きいすなと 小さいすなとわかれて小さいすな と大きいすなをあわせると大きい すなのしたに小さいすながか けてしまつてごまかしてドロミたいのも あつたよ。中ぐらいのすなは大きいすな のとなりだつたよ。</p>
--	---

資料 4-4 E 児の観察記録 (左: 観察・記録 I, 右: 観察・記録 II)

5 補章1 広島大学科学わくわくプロジェクト

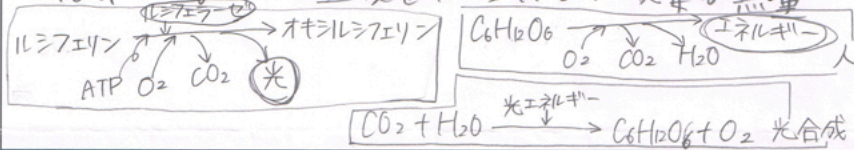
ジュニア科学塾関連資料

講座のテーマ：「生物におけるエネルギーの変換と利用」

[講師の先生の話の内容]

・ルシフェリンは、蛍の発光物質
 ・光合成が行われる場所は、葉緑体で、その中の葉緑体色素が光エネルギーを吸収している。
 クロロフィル

・1calは1gの水の温度を1℃上げるのに必要な熱量



[実験の目的と方法]

① 二酸化炭素の無い状態で光を当てるとどうなるか。
 袋の中にホウレンソウの葉を重ならないようにテープで固定しながら入れ、空気を袋から出し、窒素を入れて密封する。
 光を30分当てる。
 30分後、酸素と二酸化炭素の濃度を測定。

「光の無い状態で光合成をするか?」
 ② で使ったホウレンソウを入れた袋に、呼吸を入れる。
 息を7分止め、二酸化炭素濃度の高い呼吸を使う。
 酸素と二酸化炭素の濃度を測定。
 20分黒い袋に入れ、暗箱に入れておく。
 再び酸素と二酸化炭素の濃度を測定。

「クロロフィルの性質を調べる」
 乳鉢にホウレンソウを入れ、すりつぶす。
 エタノールを適量入れ、葉緑素を抽出する → 葉緑素抽出液。
 この液をビーカーに入れる。
 ③ 直射日光器を使い、蛍光灯の光を直接見ると、葉緑素抽出液を通じ見ると時を比較する。
 ④ 紫外線を当てると、赤い光が抽出液の水面に写った。
 ⑤ 蛍光灯はすべての光を反射している。葉緑素抽出液が緑に見えるのは、緑以外の光を抽出液が吸収しているからだと考えられる。

↑ 葉緑素抽出液で染み紙

[実験の結果と考察]

光を当て前
 O₂ = 0% CO₂ = 0%
 光を当て後
 O₂ = 3% CO₂ = 0%
 酸素は、水が光エネルギーによって分解されて発生した。ホウレンソウ内の水分

暗箱に入れる前
 O₂ = 11% CO₂ = 5.5%
 暗箱に20分入れた後
 O₂ = 13% CO₂ = 5%
 ① の実験でためていたエネルギーを使って、二酸化炭素を吸収し、グルコースを生成したと考えられる。

③ 直射日光器を使い、蛍光灯の光を直接見ると、葉緑素抽出液を通じ見ると時を比較する。
 ④ 紫外線を当てると、赤い光が抽出液の水面に写った。
 ⑤ 蛍光灯はすべての光を反射している。葉緑素抽出液が緑に見えるのは、緑以外の光を抽出液が吸収しているからだと考えられる。

[本日のまとめ]

ルシフェリンの発光も、人間が生活するにも、植物の光合成にも、もたになる物質は違うが、全てエネルギーが必要なることを実感した。
 光合成は、 $H_2O \xrightarrow{\text{光エネルギー}} \text{エネルギー} + CO_2 \rightarrow C_6H_{12}O_6$ というふうには、水がもととなって行われていることが分かった。

④ クロロフィルは、光エネルギーを吸収するが、グルコースを生成できない。よって、得たエネルギーを他の色の光を出さずとて発散している。

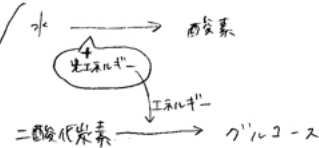
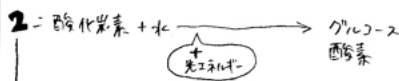
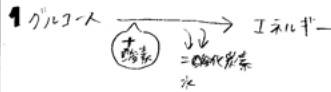
提出期限：10日以内に届くように

資料 5-1 講座後のレポート (ジュニア科学塾 3年目の受講生)

講座のテーマ：「生物におけるエネルギーの変換と利用」

[講師の先生の話の内容]

☆ エネルギーの出し方、エネルギーの使い方



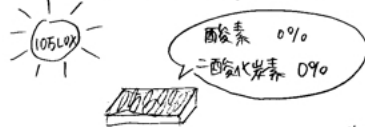
- 二酸化炭素がなくなると光合成をして酸素がでるのか?
- 暗くても光合成をするのか?

[実験の目的と方法]

2の実験

① 二酸化炭素がなくなると光合成をして酸素がでるのか?

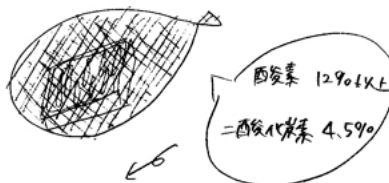
↓
 コマツオを入れビニール袋をフッ素を入れて密封する
 ↓
 光を当てる (水はうかばず)



② 暗くても光合成をするのか?

↓
 コマツオを入れビニール袋に呼吸を入れて密封。

コマツオは12枚



息をばらととめて
 二酸化炭素濃度のこの呼吸をさがす

[実験の結果と考察]

30分後 酸素 1.5%
 二酸化炭素 0%

二酸化炭素がなくなると光合成はあまる

水から酸素ができた

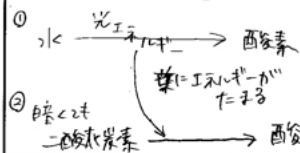
⇒ 葉の中にはエネルギーがたまると

20分後 酸素 18%以上
 二酸化炭素 0.5%

暗くても光合成はあまる

⇒ ①の実験でたまたまエネルギーにより暗くても二酸化炭素から酸素をつくりやすくなった

[本日のまとめ]



☆ 二酸化炭素がなくなると暗くても

少し
 光合成をやる事ができる

提出期限：10日以内に届くように

講座のテーマ：「ガウス加速器におけるエネルギー保存」

【講師の先生の話の内容】

＜節＞ 動エネルギーと位置エネルギー

＜節＞ 動エネルギー → 物体の運動エネルギー

＜節＞ 位置エネルギー → 物体の位置エネルギー

物体の運動エネルギー

$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

物体の位置エネルギー

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U_0 = \frac{GMm}{R}$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

$$U = mgh$$

↑これは地球

エネルギー保存則 → 運動エネルギーと位置エネルギーの合計が変化しないという物理法則。
 <例> ボールを落とすと
 元の位置エネルギー = 落下した位置での運動エネルギー
 球の 位置エネルギー = 運動エネルギー + 大

運動エネルギー → 物体の速度と質量の積。
 運動エネルギー = 質量 × 速度

$$mv_1 = mv_2$$

$$mv_1 + mv_2 = mv_1 + mv_2$$

運動エネルギーと位置エネルギーの保存
 運動エネルギー + 位置エネルギー = 一定
 運動エネルギー = 質量 × 速度² / 2
 位置エネルギー = 質量 × 重力加速度 × 高さ

$$\frac{1}{2}mv^2 + mgh = \frac{1}{2}mv^2 + mgh$$

ガウス加速器 →

<第1部> 理論的説明は省略
 磁石の位置を近づけると、磁石が中心に集まるエネルギー

磁石の位置を近づけると、磁石が中心に集まるエネルギー
 磁石の位置を近づけると、磁石が中心に集まるエネルギー

磁石の位置を近づけると、磁石が中心に集まるエネルギー
 磁石の位置を近づけると、磁石が中心に集まるエネルギー

<第2部> ガウス加速器とループコイル
 ループコイル → 磁石の位置エネルギーがループの最高点で位置エネルギーに変換される。

【実験の目的と方法】

<目的> ガウス加速器とループコイル
 <方法> 磁石の位置エネルギーと位置エネルギーの関係を調べる。

磁石の位置エネルギーと位置エネルギーの関係を調べる。
 磁石の位置エネルギーと位置エネルギーの関係を調べる。

<実験> ループコイルをガウス加速器で調べる
 磁石の位置エネルギーと位置エネルギーの関係を調べる。

【実験の結果と考察】

<実験1> 結果
 磁石の位置エネルギーと位置エネルギーの関係を調べる。

磁石の位置エネルギーと位置エネルギーの関係を調べる。
 磁石の位置エネルギーと位置エネルギーの関係を調べる。

<実験2> ループを動かした結果
 磁石の位置エネルギーと位置エネルギーの関係を調べる。

【本日のまとめ】

- ① エネルギーの総量は変化しない。
- ② ガウス加速器は、磁石の位置エネルギーと位置エネルギーの関係を調べる。
- ③ ガウス加速器で実験した結果は、ループを動かした結果と一致する。

提出期限：10日以内に届くように

資料 5-3 講座後のレポート

(ジュニア科学塾 2年目の受講生)

※ A4サイズのレポート用紙に紙を追加添付して記載している



資料 5-4 2013 年度第 1 回講座（化学）



資料 5-5 2013 年度第 2 回講座（生物）

6 補章2 ネパールの理科教育関連資料



資料 6-1 公立中学校の理科授業の 1 例



資料 6-2 公立小学校の理科授業の 1 例



資料 6-3 理科トレーナー研修の 1 例



資料 6-4 中学校理科教員研修の 1 例



資料 6-5 小学校教員研修における活用の例（ネパール）
上：風車“Aタイプ”，下：風車“Bタイプ”
（研修目的に応じて，それぞれ現地用に改良）



資料 6-6 origami 研修（小学校教員対象）

〔origami 研修の目標〕

- ① 楽しむ（製作する，使う，飾る）
- ② イメージする（時間・空間のイメージ）
- ③ 技能向上を図る（片，角をあわせる，正方形を作る）
- ④ 比較・連携をする（製作の評価，学び合い）

ETC CHITWAN
ORIGAMY TRAINING
30 Oct.1 Nov.2009

FeedBack Sheet

- १) के तपाईले यो तालिमबाट Enjoy गर्नुभयो ? कति प्रतिशत । 95%
- २) तपाईलाई कुन ओरीगामी सबभन्दा वढी मन पर्‍यो किन ? *Box / आर्कषक गरा*
- ३) तपाई के के नया कुरा सिक्नुभयो ? *घाई गरि लम्बे धरे' नया कुरा /*
- ४) यो Training बाट तपाईलाई के फाइदा पुगे जस्तो लाग्छ ? *दिमाग र हातको वढी फलरत*
- ५) यो Training बाट कुन शिक्षण विधि सिक्नुभयो जस्तो लाग्छ ? *आदान-प्रदान, अवलोकन*
- ६) यो Training बारे आफ्नो विचार / अनुभव लेख्नुहोस । *तालिम जाई राई नै सिक्नेका कुरा स्टैप/स्टैप फाल्डिङ गराउनु पर्ने /*
- ७) सुझाव : *आरु नया नया ओरीगामीको तालिम पढ्क पढ्क लिने र सामुर्ण विद्यालयलाई पढ्गामी गराउने /*

ETC CHITWAN
ORIGAMY TRAINING
30 Oct.1 Nov.2009

FeedBack Sheet

- १) के तपाईले यो तालिमबाट Enjoy गर्नुभयो ? कति प्रतिशत ।
Ans: यो तालिमबाट १००% Enjoy गर्छौ
- २) तपाईलाई कुन ओरीगामी सबभन्दा वढी मन पर्‍यो किन ?
Ans: मलाई सधैबाट मन परेको ओरीगामी (Box making हो)
- ३) तपाई के के नया कुरा सिक्नुभयो ?
Ans: नया कुराहरू, (ज्यामेट्री रोप), माडा माई १००% र माडा -
- ४) यो Training बाट तपाईलाई के फाइदा पुगे जस्तो लाग्छ ?
Ans: connect ~~share~~ co-operative, using raw material and made beautiful things.
- ५) यो तत्वब्यञ्जन बाट कुन शिक्षण विधि सिक्नुभयो जस्तो लाग्छ ?
Ans: discussing method and co-operation method.
- ६) यो तत्वब्यञ्जन बारे आफ्नो विचार / अनुभव लेख्नुहोस ।
Ans: अझै राई नै सिक्नेका कुराहरू ल्याउन गरी वरि गरी वरि गरी
- ७) सुझाव :
Ans: माडाको अर्को सफाई लाने गर्नु

資料 6-7 origami 研修受講者の回答

※ 質問紙 : 筆者が英語で作成した質問を ETC スタッフ Rajendra 氏がネパール語に翻訳

※ 回答 : ネパール語から英語への翻訳 : Mrinilla 氏