

子どもの科学的リテラシーを育成する理科学習のあり方：  
自然観察における課題追究とその過程について

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2016-06-06 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 坂田, 尚子, 長澤, 友香, 熊野, 善介, 五島, 政一 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://doi.org/10.14945/00009433">https://doi.org/10.14945/00009433</a>

# 子どもの科学的リテラシーを育成する理科学習のあり方

## —自然観察における課題追究とその過程について—

坂田尚子<sup>1</sup>・長澤友香<sup>1</sup>・熊野善介<sup>2</sup>・五島政一<sup>3</sup>

### Inquiry into Science Classes for Developing Scientific Literacy of Children -The Problem Investigation and Its Process in Nature Observation-

Shoko SAKATA<sup>1</sup> Tomoka NAGASAWA<sup>1</sup> Yoshisuke KUMANO<sup>2</sup> Masakazu GOTO<sup>3</sup>

**Abstract** : In various educational situations, many studies and practices have been engaged in development of children's scientific literacy, which was one of the main goals of Science education. This study was focused on development of children's scientific literacy through cultivating the ability to inquire and solve the problems in junior high school science lessons. The investigations were conducted to find out how the students solved the scientific questions, and also how they developed the ability to inquire scientifically in science lessons with fieldworks. The students' performances and the learning processes in terms of fieldworks and observations of the natural things were analyzed from the viewpoint of "Problem solving W-style model for Science education" (Goto & Kobayashi 2009). This analysis showed the problems in lesson contexts and students' learning processes. The following two suggestions were developed for better lessons with fieldworks to achieve children's scientific literacy: ① Making effective use of the fields and nature materials and balancing between outside and inside lessons and ② increasing opportunities to use scientific inquiry skills in lessons.

**キーワード** : 科学的リテラシー、科学的探究能力の育成、自然観察、理科教育用 W 型問題解決モデル

#### 1. はじめに

OECD が実施している PISA 調査において、科学リテラシーは①問題を認識し、新しい知識を獲得し、科学的な事象を説明し、科学が関連する諸問題について証拠に基づいた結論を引き出すための科学的知識とその活用、②科学的な諸側面を人間の知識と探究の一形態として理解すること、③科学とテクノロジーが我々の物質的、知的、文化的環境をいかに形づくっているかを認識すること、④思慮深い一市民として、科学的な考えを持ち、科学が関連する諸問題に、自ら進んで関わることと定義されている。(小倉, 2012) これは、子どもたちが大人になったときにどのような市民であってほしいかという姿を具現化したものであり、日本の中学校理科における目標より幅広く、また深いものとなっている。しかしながら子どもへの教育において、科学的リテラシーの育成をめざすことは主たる目的の一つとなりうると考えられる。そこで、本研究では、学校教育の枠組みの中で科学的リテラシーを育成するために大切にしたいことは、「問題解決のための科学的探究能力を育成すること」であるとし、その科学的探究能力を育成するためには、理科学習において「問題解決のための科学的探究能力」を高める機会を十分に保障する必要があるとの考えに基づき、

以下のような調査・研究を進めた。中学校における理科の生命領域、地球領域での自然観察(実物の観察)や野外活動を取り入れた授業を取り上げ、生徒が問題を発見し、その中から課題を設定し課題追究する過程で、どのように科学的探究能力を使い、その力を身につけていく可能性があるのかを検討した。またそのときの、子どもたちの学習過程を「理科教育用W型問題解決モデル」(五島・小林, 2009)に照らし合わせて、客観的な視点から見ることで、授業展開の問題点や有効性を探った。

自然観察(実物の観察)や野外活動を取り入れた授業は、いろいろな状況により行われにくい傾向があることがとくに指摘されており(宮下, 2010 宮下, 2012)、それゆえ本研究で選んだ領域では、子どもたちが科学的探究能力を高めていく機会が少なくなってしまうという懸念がかねてよりあった。本論では自然観察(実物の観察)や野外活動を取り入れた授業において、子どもたちが科学的探究能力を高めていく可能性のある場面を指摘し、そのような場を保障する授業展開を例示する。そして、これらを通して、自然観察や野外活動をとまなう学習が、少しでも充実したものとなるように、そして、結果的に子どもたちの科学的探究能力の育成につながる授業となることを目指した。

静岡科学館る・く・る<sup>1</sup> 静岡大学<sup>2</sup> 国立教育政策研究所<sup>3</sup>

## 2. 方法

### (1) 調査

調査対象となる授業には、自然観察（実物の観察）や野外調査を行うことが盛り込まれており、その中から問題を見つけ、追究しながら問題解決をしていく課題研究が体験できる単元を選んだ。そして生物分野と地学分野でそれぞれ5時間の授業を構成し実践した（表1）。実践授業1, 2とも静岡市内の中学校で行った。

表1 授業実践の概要

実践授業1…身近な植物の観察	
対象	中学校1年生 38名 (4月～5月上旬実施)
第1時	「雑草」の名前を調べよう
第2時	課題設定
第3時	グループでの課題研究
第4時	グループでの課題研究とまとめ
第5時	全体発表会
実践授業2…火山	
対象	中学校1年生 40名 (1月～2月上旬実施)
第1時	火山の噴出物を観察しよう
第2時	噴火実験と課題設定
第3時	課題研究1
第4時	課題研究2
第5時	まとめと発表会

時間ごとに子どもたちの様子について、教師が振り返りを行い、課題追究の過程と科学的探究能力を高めるような活動ができたかどうかについて調べた。具体的には、子どもたちが興味・関心をもって熱心に授業に取り組んでいる様子があったか確認し、子どもたちのレポートや発表内容からどのような科学的探究能力を高めるような記述や発言が見られるか調べた。

そして、これを「理科教育用W型問題解決モデル」(五島・小林, 2009)と比較し、授業展開や学習過程における問題点などを検討した。

### (2) 学習における問題と課題

問題や課題という言葉に関しては、学習指導要領(文部科学省, 2008a)の第2分野の目標の(1)として「生物とそれを取り巻く自然の事物・現象に進んでかかわり、その中に問題を見出し、意欲的に探究する活動を通して、多様性や規則性を発見したり、課題を解決したりする方法を習得させる」とある。また、中学校学習指導要領解説(文部科学省, 2008b)では、「科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から、自然の事物・現象の中に問題を見出し、目的意識を持って観察、実験を主体的に行い、課題を解決するなど科学的に探究する学習活動を一層重視する」と示している。そ

して、熊野(2009)は理科における思考力・判断力・表現力を育むための重要な学習活動に関して新学習指導要領では「日常生活の中の自然の事物・現象へ生徒が主体的に進んでかかわることにより、問題を見出し意欲的な科学探究学習を遂行して、規則性を発見したり、課題を解決したりするための科学的方法を身につけることをめざしている」ことを示唆している。また、五島・小林(2009)において、問題解決学習と課題解決学習の捉え方の議論の中で、文献を引用しながら「解決に取り組ませるタスクが『課題』『問題』とは発見問題」のことと指摘している。これらから、理科の学習において「問題は見出すもの」「課題は解決するもの」という同様の捉え方が見えてくる。

そこで、本研究において、「問題とは、子どもたちが科学的な活動の中から自ら見出すものであるが、必ずしも解決可能ではないものも含まれる」とし、「課題とは、疑問などを自己の問題としてとらえ、その解決に取り組むことが可能なもの」とすることにし、学習の過程で子どもたちが見つける問題や、探究課題の設定などに注目した。

### (3) 子どもの科学的探究能力について

科学的に探究するための能力として、小倉(2007)は、「科学的探究能力を捉える視点のリスト」として、事象への好奇心・探究心、情報の収集と分析の能力、変数制御と実験計画能力、データの処理・グラフ化・数学的解析力、など15項目をあげている。そして、「科学的探究を進める過程では、それが必要な状況においてさまざまな能力が適応される」としている。加藤(2009)は、学習指導要領の解釈について、中学校においては、探究的な活動に取り組むことで、小学校で身についた「比較」「関連付け」「条件制御」「推論」などの基本的なプロセス・スキルでもある科学的に探究する能力をさらに高めるとともに、観察・実験の結果を「分析して解釈する」能力や「自らの考えを表現する」能力の育成に重点が置かれていると見解を述べている。

以上のことから、本研究では、科学的探究活動をする際には、「比較する」「関連付ける」「条件制御する」「推論する」や、「結果を分析して解釈する」「自らの考えを表現する」「問題を発見する」「予想をたてる」「実験や観察を計画する」「予想あるいは証拠をもとに結論を出す」「科学的に実証された結論を認識する」という姿があると、活動中の子どもがこれらの能力を高める活動をしているのかどうかその姿に注目することにした。そして、問題解決をめざす課題追究の活動を行う際にそのような姿が見られた場合、子どもたちは自らの活動を通して、科学的探究能力を高めていると解釈することにした。

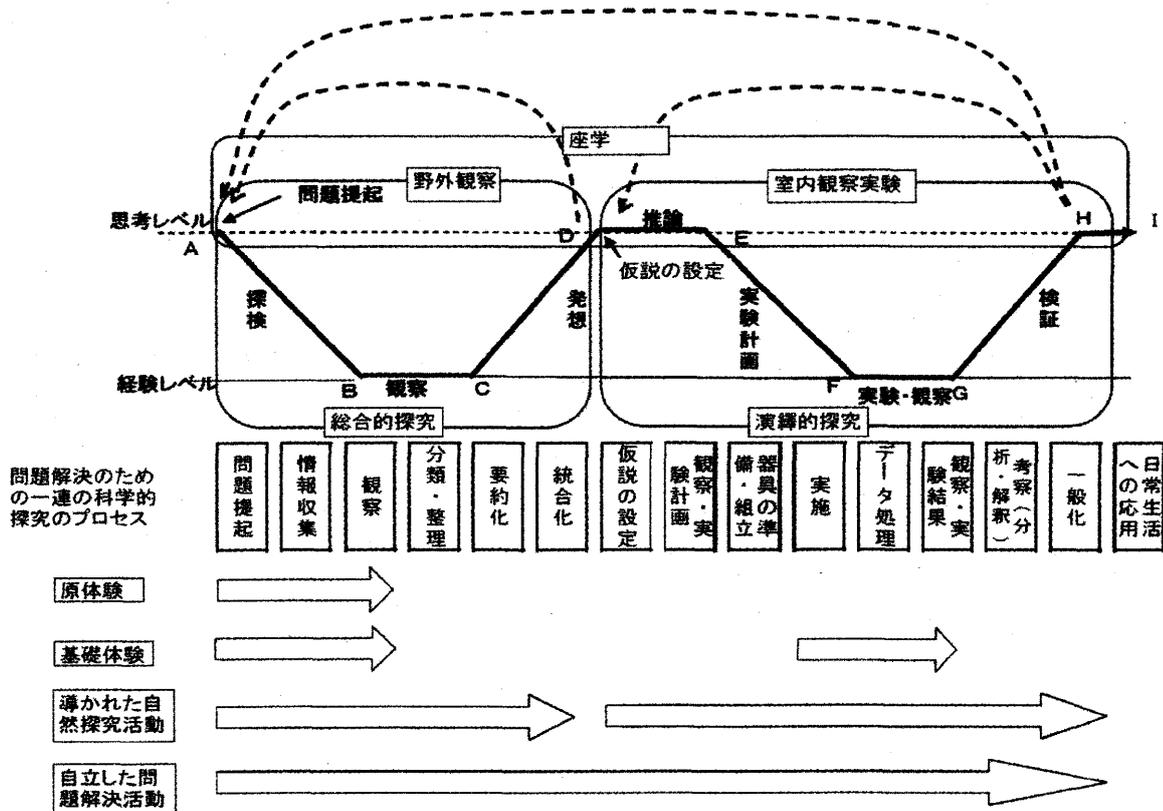


図1 理科教育用W型問題解決モデル (五島・小林 2009)

#### (4) 理科教育用W型問題解決モデル

小林 (2008) は、従来、問題解決型学習における探究の過程は、「問題の把握→仮説の設定→仮説の検証方法→仮説の検証→法則の発見」という直線的なパターンとして示されてきたと指摘している。また、後藤ほか (2007) は、従来型の探究活動の形骸化による問題を指摘し、探究活動を強制しなかった場合の課題解決の過程における傾向を示しており、従来型の「探究の過程」のみを強調した授業ではない学習の授業デザインの検討の必要性を述べている。

五島・小林 (2009) は、従来型の学習における「探究の過程」の直線的パターンを、思考レベルと体験レベルという二次元的なものとして表した。人間の問題解決における思考と体験の相互作用の関連を理解しやすく示すことで、子どもたちが実際に行う可能性のある科学的な探究の過程をモデルとして示した(図1)。学習の過程はA:問題提起, A~B:探検, B~C:観察, C~D:発想, D:仮説の設定, D~E:推論, E~F:実験計画, F~G:実験観察, G~H:検証(考察から一般化), I:日常生活への応用というふうに分けている。さらに、小林 (2008) の4段階の理科学習活動を関連付けて示し、さまざまな体験的活動との関係性が分かるようにして

おり、どのような活動によって、どのような問題解決能力の育成が可能かについてイメージできるようになっている。

本研究では、実践授業の流れを横方向で表し、子どもたちの活動を縦方向で、思考レベル(思考活動)と経験レベル(体験活動)として表すことでグラフ化を試みた(4考察(3))。そして、実践した授業のスタイルや、そこで見られた子どもたちの活動を、このモデルの上部「問題解決のための一連の科学的探究のプロセス」までの部分と照らし合わせ、授業展開の問題点や課題について検討した。

### 3. 結果

実践授業1, 実践授業2の流れと子どもたちの様子は次のとおりである。その中に【比較する】のようにすみつき括弧で表記してあるものは子どもたちの姿に見られる科学的探究活動を示す。

#### (1) 実践授業1:身近な植物の観察

<第1時, 第2時>

まず、子どもたちは校庭に出て、教師から示された「雑草の名前を調べる」活動を行った。これまで子どもたちの目に

は「ただの雑草」にしか映らなかった植物についてその種名を同定する活動で、個々の植物の花や葉・茎の形態、大きさ、色などに注目する【比較する】機会が増え、植物の違いなどについて、一人ひとりがいくつかの気付きをもつことができた【推論する】【結果を分析して解釈する】。この学習活動の過程において、子どもたちが熱心に活動に取り組んだ様子が確認できた。子どもたちの気付きの主なものを以下に記す。

- ・みんな「タンポポ」と思っている植物にも、いろいろな種類がある。
- ・動物の名前のついている植物がたくさんある。
- ・南側の畑に面した日当たりのよい道路わきには植物の種類が多く見られた。
- ・日向と日陰では生えている植物の種類や大きさが違った。
- ・「クローバー」と思っていた植物の花の色が白・黄・紫といういろいろある。

これらの気付きをもとに、もっと調べたい問題をそれぞれ出し合った【問題を発見する】。そして、話し合いながら探究したい問題を統合したり【関連付ける】、精選したりしながら、最終的に探究したいことが同じ者どうしでグループを作った。設定した課題は、以下の7課題となった。

- ①「学校の敷地内のセイヨウタンポポの分布を調べよう」(8名)
- ②「カラスとスズメがつく植物を調べよう」(4名)
- ③「いろいろな植物標本を作ろう」(10名)
- ④「エリア別にどんな植物があるか調べよう」(5名)
- ⑤「日向と日陰の植物の大きさの違いを調べよう」(3名)
- ⑥「日向と日陰の植物の種類の違いを調べよう」(2名)
- ⑦「学校付近の植物地図を作ろう」(6名)

それぞれ研究グループ毎に(2名～6名)、調査方法や手順などの計画を考えさせた【予想をたてる】【実験・観察を計画する】【条件を制御する】。その際に教師から「実物の押し花標本や写真、スケッチ等を添えてまとめるとよい。」「学校のマップを、日向、日陰別に色分けし、実際に見つけた植物の名前を書き込んでいくとよい。」「同定する際には花から着目し葉の形で見分けるとわかりやすい。」など、調査やまとめ方の留意点を助言した。

<第3時、第4時>

各研究グループの設定した①～⑦の課題に基づき、野外で植物観察・調査を行い【比較する】【関連付ける】【分析する】【推論する】。③以外は分布も調べた。教師は、巡回しながら個々のグループの支援をおこなった。さらに植物に詳しい外部講師を依頼し、似通った植物や間違えやすい植物の見分け方など個々のグループの質問に答える形で支援にあたっていただいた。また調査はグループで行うが、レポートは必ず各自が書くように指示した。子どもたちは、できるだけ多くのことを調査しようと、時間いっぱい熱心に取り組む姿が見られた。また、外部講師にも、次から次へと質問が寄せられた。

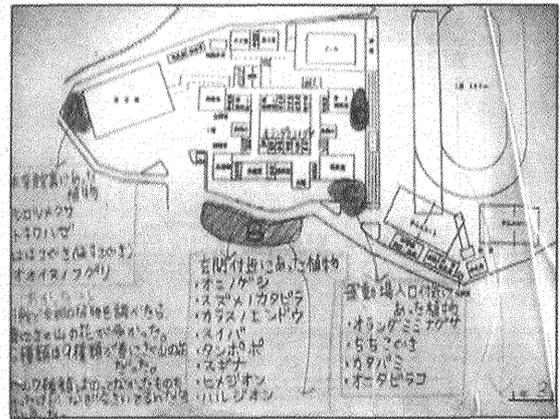


図2 「エリア別植物調査」のまとめ

第3時、第4時はグループごとに活動スタイルが違っている。子どもたちは、追究の内容によって自由に活動場所を野外や室内等変えながら、それぞれ学習を進めていった。第4時の途中からは、室内に戻りマップや植物図鑑を作ったりして、調査結果のまとめの作業を行った【自らの考えを表現する】【予想・証拠をもとに結論を出す】。

<第5時>

発表会では、各グループでまとめた調査成果をもとに、グループで発見したことを発表しあった【自らの考えを表現する】【予想・証拠をもとに結論を出す】(図2)。他のグループの課題に関しても、興味を持って発表を聞くことができた【科学的に実証された結論を認識する】。また、次の活動へ向けての意見なども出された。

## (2) 実践授業2: 火山

<第1時>

火山の写真を見たり、何種類かの溶岩、火山弾、火山灰、軽石などの噴出物の実物を観察したり【比較する】【関連付ける】【推論する】【結果を分析して解釈する】、スケッチしたりした。溶岩に見られる粒(斑晶)の形や入り方、溶岩の表面に穴が開いている様子など細かいところまでしっかりと描きあらわすことができた。また、堆積岩と構成粒子などについて比較することを通して、このような岩石が噴出する火山とはどんな山なのか予想したりした【予想をたてる】【問題を発見する】。

<第2時>

石膏やバーミキュライト、重曹などを使って模擬マグマを作り(表4)、噴火のモデル実験(坂田・安西, 2011)を体験した(図3)。

表2 噴火実験の模擬マグマの材料

模擬マグマの材料と分量	
石膏	・・・30グラム
洗濯のり	・・・30グラム
バーミキュライト	・・・10グラム
水	・・・Aタイプ ・・・45ml (墨汁少々)
	・・・Bタイプ ・・・60ml (墨汁少々)

この実験では、噴出していく様子を声に出して表現したり、身を乗り出してその変化の様子を観察したりする子どもたちの姿が見られた。模擬マグマが噴出して、山の斜面を流れ下る様子や、斜面にとどまって固まる様子を見て、溶岩の表面に穴があることについて話し合っていた【予想をたてる】【結果を分析して解釈する】。また、流れ下る速さとその後の噴出物のたまり方についても気があった【予想・証拠をもとに結論を出す】。

その後の課題設定の場面では、火山に関して本時および前時にもった疑問が多く出された【問題を発見する】。その後もっと調べたい問題について話し合う中で、「二つか三つの問題にしぼって調べてみよう」という教師の提案を受け、出された問題について一つ一つ吟味し、いくつかの問題が比較され検討された。その結果①「マグマのしぶきである火山灰はどんなものからできているのか」と②「火山灰と火山岩を作っている粒子の共通点、相違点はどこか」という二つの課題が設定された。グループ（4名～5名）ごとに両方の課題を追究するよう教師が指示した。

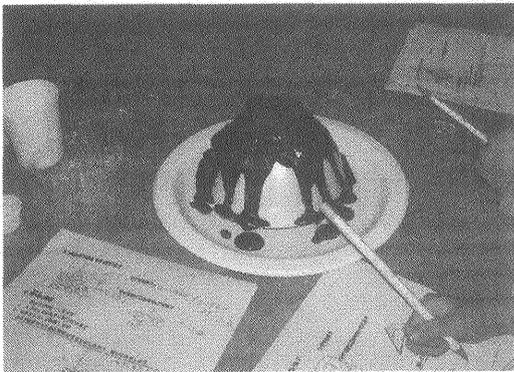


図3 噴火実験の様子（Bタイプ）

<第3時、第4時>

一つの課題の追究に1時間を当てた。課題は自ら話し合いの中で設定したが、実際の調査方法については戸惑うことが

多かった。火山灰からの鉱物の取り出し、双眼実態顕微鏡の使い方、鉱物の同定の際に比較検討する視点を示すなど、教師が指導・支援する形となった。子どもたちは、細かい作業にも初めて挑戦することにも、飽きずに熱心に取り組んでいる様子が見られた。観察したことを記録する過程では、火山灰と火山岩の中に含まれる鉱物の粒の形が似ているものがあることへの気付きを記述するものが見られた【比較する】【関連付ける】【推論する】【結果を分析して解釈する】。また、追求作業の途中で自分の考えをつぶやいたり、それを受けてグループ内で話し合いが始まったりした【自らの考えを表現する】。調査・観察などはグループ単位で行ったが、レポートは各自でまとめた。

<第5時>

グループ内の合意形成をはかり【結果を分析して解釈する】【自らの考えを表現する】、それぞれの課題について、調査の結果を踏まえて、グループごとに発見したことや考察したことを発表しあった。すべてのグループが同じ課題に取り組んでおり、他のグループの発表もいろいろと比べながら、自分たちのものとして聞くことができていた【科学的に実証された結論を認識する】。

実践授業1、実践授業2のそれぞれの授業の中で、子どもたちが行った活動と、そのときに見られた子どもたちの探究的な姿をまとめたものが下表である（表3、表4）。

探究的な姿とは、あるものとあるものを「比較する」「関連付ける」、活動の中から「問題を発見する」「予想をたてる」や、実験・観察などの「条件制御する」「実験や観察を計画する」、そして「結果を分析して解釈する」「予想あるいは証拠をもとに結論を出す」「科学的に実証された結論を認識する」である。それに加え活動の折々で、様々なことを「推論する」姿であり「自らの考えを表現する」姿である。問題解決をめざす二つの課題解決型の授業でどのような姿が見られたのか記した。

表3 実践授業1における子どもたちの活動と探究的な姿

時	子どもたちの学習活動	探究的な姿
1	植物の同定（形態、大きさ、色に注目） ・ 課題の設定	比較する、関連付ける、推論する、結果を分析して解釈する、問題を発見する
2	調査方法・手順の計画	予想をたてる、実験・観察を計画する、条件制御する
3	植物観察・課題解決のための調査 ・ 考察・記録・レポート作成	比較する、関連付ける、分析する、推論する、問題を発見する
4	調査結果のマップ作り 植物図鑑作り	自らの考えを表現する、予想・証拠をもとに結論を出す、
5	グループごとの成果発表 まとめ	自らの考えを表現する、予想・証拠をもとに結論を出す、科学的に実証された結論を認識する

表4 実践授業2における子どもたちの活動と探究的な姿

時	子どもたちの学習活動	探究的な姿
1	噴出物の観察(溶岩, 火山弾, 火山灰, 軽石) 堆積岩との比較(砂岩, 礫岩) 火山の観察(写真)	比較する, 関連付ける, 推論する, 結果を分析して解釈する, 問題を発見する, 予想をたてる
2	噴火モデル実験(発泡, 流速, 固まり方に注目) 問題の提示, 課題の設定	予想をたてる, 結果を分析して解釈する, 予想・証拠をもとに結 論を出す, 問題を発見する
3	火山灰の観察(鉱物の同定, 観察)	比較する, 関連付ける, 推論する, 結果を分析して解釈する, 自 らの考えを表現する
4	火成岩の観察(標本) 考察・記録・レポート作成	
5	各グループの成果発表 まとめ	自らの考えを表現する, 予想・証拠をもとに結論を出す, 科学的 に実証された結論を認識する

4. 考察

(1) 実践授業1: 身近な植物の観察

○「植物」という本物と出合わせる授業から導入したことで、後の追究のための課題設定が実現可能で現実的に行えた。つまり、実物と出会う活動から始めることにより、興味をもって注意深く観察できたことで、多くの気づきが生じたので、子どもたちにとって、問題の発見が容易である状況を作ることができたと考えられる。

○自分たちで選んだ追究課題を解決するために学習を進めていったので、どこで何を調査・観察していくのか等、やるべきことが自覚できており、主体的に学習に取り組む姿が見られたと思われる。また、興味・関心が非常に高いレベルで持続し、最後まで自分たちの課題として集中して取り組めたようである。

○積極的に追究活動をする中で、何度か見通しを立てては取り組むといったことを繰り返す姿が見られた。このことにより、結果的に科学的手法を使う機会が増え、科学的探究能力を高める機会をもてたと考えられる。一例をあげると「日向の植物のほうが日陰の植物よりも個体の大きさが大きいはずだ」と考えていたSさんは、日陰に生育するオノゲシの葉の大きさや茎丈が大きいに疑問をもち「日向と日陰の植物の大きさの違いを調べる」課題に取り組んだが、追究の中で日照量の違いを調べるために照度計を用いたり、同一種における分布図と茎丈のグラフを比較したりする等、科学的手法を用いて探究を進めていた。さらには日照量の異なる場所に生えている葉を採取し、ヨウ素デンプン反応を調べ、照度と光合成量について考察し、「弱い日照量の日陰では葉の大きさや丈を伸ばして少しでも光をたくさん受け止め光合成を行うため葉や草丈が大きくなったのであろうと考える」と発表した。このような科学的探究は本物の植物と向き合い、フィールドを丁寧に調査する中で可能になったものであろう。

○この実践授業の後に続く「花のつくりとはたらき」の単元では、調査する花の採取や調査のまとめに関して、大変精力的に取り組む姿が見られた。このことは、実践授業1の展開

において、興味や関心が高いレベルで続き、さらなる課題解決への意欲が生じていたことに深く関わるとことを示唆している。さらに「学校の植物図鑑を作ろう」(図4)では、根・茎・葉・花の形態を細かく観察し、植物を同定し、ラベルや図を添えてまとめる活動を自然に行っていた。野外観察を繰り返す中で、植物の形態を観察する姿勢が定着していった様子が伺われる。このような授業のあり方は、子どもたちの主体的な学習意欲をかきたてて、学習を実りあるものとするのに有効であるということが言えるだろう。

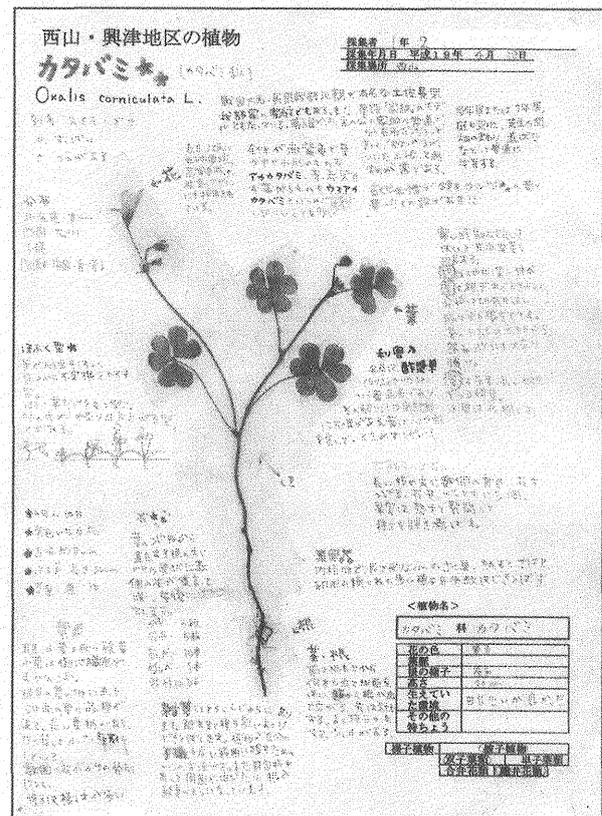


図4 「学校の植物図鑑を作ろう」の一例

(2) 実践授業2：火山

○ 実物の岩石の観察や、火山の噴火モデル実験によって溶岩の形状、模擬溶岩の流れるスピードと噴火の様子、火山の形の関連付けが互いのできたことで、「溶岩に穴があるのはガスを出しながら噴火しているから」「火山の形がいろいろなのは流れ方がちがうから」など、実際の火山の様子がイメージしやすくなったようである。

○ 自分たちで選んだ二つの追究課題に取り組むことで、学習が自分のものとなり、興味・関心が長続きし、最後までしっかり学習を進めることができたと考えられる。また、二つの課題、①「マグマのしぶきである火山灰はどんなものからできているのか」と②「火山灰と火山岩を作っている粒子の共通点、相違点はどこか」に取り組んだので、鉱物の種類や粒の形などへの気付きをもとに、「火山灰や溶岩の結晶、火山岩の斑晶はマグマにある」「固まる場所や時間の違いかも」など、マグマや溶岩、火成岩について関連をもたせ、モデル実験の結果も踏まえて総合的に考察できた。

○ 第3時、第4時の火山灰や火山岩の観察は、子どもたちにとっては、体験したことが無いものだった。火山灰中の鉱物や、火山岩や溶岩に含まれる鉱物の結晶の色・形を見て比較したり分類したり、関連付けたりすることなど、教師から示されたことではあったが、科学的手法や見方・考え方を使う機会となり(表4)、科学的探究能力を高めることにつながったと考えられる。しかしながら、くりかえし試行錯誤するという自主的な活動は少なく、科学的探究能力を高める機会は限定的なものとなってしまったのではないかと考えられる。

○ 地学の分野において、近くに適切で観察可能な露頭が無くても、今回の実践授業のように岩石や火山灰など実物を教室に持ち込み、実物に触れさせて十分に興味・関心や学習に対する期待感を高めておくことができる。このことにより、顕微鏡を使っでの観察など集中を要求される細かい作業にも飽きずに取り組み、ほとんどの生徒のワークシートへの記述も丁寧であった。このことから、実践授業1と同様、モデル実験や更なる実物の観察調査を取り入れたりしながら、繰り返し体験的な学習活動を行う方法が、子どもたちの主体的な学習意欲を高め、興味・関心を維持させ学習を自分のものとするために有効であることが分かった。

以上のことから、自然物を対象とした授業において、身近にある実物との出会いから始め、繰り返し断続的に体験的な学習を重ねたことにより、実践授業1、実践授業2ともに、子どもたちの興味・関心が長く持続し、積極的に課題追究に取り組むことができたといえるだろう。このような授業展開が、探究的な学習活動におけるフィールドや実物の有効な取り入れ方であり、野外活動のみ、実物に触れない教室での活動のみに偏らないバランスのとれた授業であるということができると考える。これにより、観察する姿勢が定着し、子どもたちは「問題を発見する」「比較する」「関連付ける」「条件制御する」「推論する」「結果を分析して解釈する」「自らの考

えを表現する」(表3、表4)といった科学的探究能力を高める活動にしっかりと取り組めたといえる。このような授業展開は、結果的に科学的リテラシーを育む授業となり得ていると考えることができる。

(3) 理科教育用W型問題解決モデルとの比較

今回の実践授業の展開と子どもたちの問題解決・課題追究の進み方について、授業の流れを横方向で表し、子どもたちの活動を縦方向で、思考レベル(思考活動)と経験レベル(体験活動)として表すことでグラフ化を試みた(図5、図6)。そして、実践した授業のスタイルや、そこで見られた子どもたちの活動を、この「理科教育用W型問題解決モデル」と照らし合わせ、授業展開の問題点や課題について検討した。

図5、図6中の数字①～⑤は、各授業の第1時～第5時にあたる。

<実践授業1>

第1時：問題提起から始まる探検・観察の時間となった。W型問題解決モデルではA～B～C(探検、観察)にあたる。

第2時：さまざまな植物から得た発想を元に追究課題を設定した。W型問題解決モデルではC～D(発想)さらにはE(推論)にあたる。

第3時・第4時：「学校の敷地内のセイヨウタンポポの分布を調べよう」「カラスとスズメがつく植物を調べよう」「いろいろな植物標本を作ろう」「エリア別にどんな植物があるか調べよう」「日向と日陰の植物の大きさの違いを調べよう」「日向と日陰の植物の種類の違いを調べよう」「学校付近の植物地図を作ろう」といった、それぞれの追究課題に対して見とおしをもって調査・観察に取り組んだ。W型問題解決モデルではE～F～G(実験計画、実験・観察)にあたる。

第5時：調査・観察のまとめとそれぞれの成果を発表した。調査・観察が速く進んだグループでは、第4時後半からまとめ作業に取り掛かれたところもあった。W型問題解決モデルではG～H～I(検証)にあたる。

Iに関しては、実践授業でも発表会の中で表れが少し見えたが、この後に続く単元で、この学習を踏まえ子どもたちの学習が大きく展開し、「学校の植物図鑑を作ろう」という活動が現れたことで、はっきりと学習の効果と日常生活との関連をはかる活動へとつながったと考えられる。

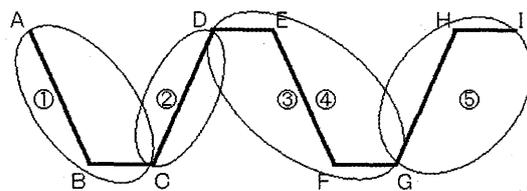


図5 実践授業1の学習過程

<実践授業2>

第1時：問題提起と実際の噴出物を見ることでフィールドワークではないがそれに類似する探検活動が行えたので、W型

問題解決モデルのA～B（探検）にあたる。

第2時：考察でも述べたが、噴火のモデル実験をおこなったことにより、実物ではないが火山のイメージをもつことができた。また、本時および前時に見出した疑問から、追究課題を設定したので、W型問題解決モデルではB～C～D（観察、発想）にあたると考えた。

第3時：「マグマのしぶきである火山灰はどんなものからできているのか」という追究課題に対して、見とおしをもちながら実験の経過を追い深く観察することができ、詳細に記録することができた。W型問題解決モデルではD～E～F～G（推論、実験計画、実験・観察）にあたる。

第4時：「火山灰と火山岩を作っている粒子の共通点、相違点はどこか」という二つ目の課題について第3時と同様の活動を繰り返し行ったので、W型問題解決モデルではD～E～F～G（推論、実験計画、実験・観察）にあたる。（図5の中では、④の表示は③と同様なので省略してある。）

第5時：第3時、第4時の結果を踏まえて、鉱物の種類や粒の形などへの気付きをもとに、「火山灰や溶岩の結晶、火山岩の斑晶はマグマにある」「固まる場所や時間の違いかも」など、マグマや溶岩、火成岩について関連をもたせ、モデル実験の結果も踏まえて総合的に考察できたので、W型問題解決モデルではG～H～I（検証）にあたる。実践授業の最後には、火山の恩恵、火山による災害など「火山と私たちの暮らし」というところに話題が移っていき、Iまで到達していたことがうかがえる。

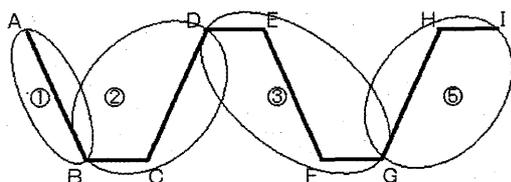


図6 実践授業2の学習過程

二つの例の授業展開とも、子どもたちの問題解決・課題追究の進み方はおおよそW型のモデルと同様であった。しかし、実践授業1では、子どもたちのグループによっては、活動が前半のA～B～C～D（探検、観察、発想）までを繰り返してVW型のようになったところもあった。また、実践授業2は、D～E～F～G（推論、実験計画、実験・観察）を2回繰り返したので、WV型のようになった。選んだ課題や追究方法によっては、W型のバリエーションが現れることも今回の比較検証で明らかになった。このことは、子どもたちの活動が自主的に繰り返されることを示しており、科学的探究能力を高める活動を体験する機会がより増えていく可能性を示唆している。今回は、時間が限られていたので、子どもたちの活動はここで終了したが、時間にもう少し余裕があれば、さらに、WV型などの類型が現れてくることが考えられる。

二つの授業において、追究課題に対して予想をたてたり見直しをもちながら観察したりする、W型問題解決モデルでい

う仮説の設定、推論、実験の計画に当たる過程D～E～F（推論、実験計画）の場面が、あらかじめ設定した授業時間内に行ったため、時間的に短かったように感じた。次の実験や観察につながるデザイン構築の部分なので、もう少し時間に余裕をもちたかった。子どもたちの活動も、そういった活動の内容、深まりに若干の薄さを感じた。授業の流れの中で、「実験の計画」にかかわる部分で十分な時間配分と教師のサポートが必要であることがわかった。

## 5. まとめと今後の課題

本研究における実践授業1、実践授業2の考察により、自然観察を行う授業では、まず実物に出会わせその後もいくつかの体験的な学習を重ねることが、子どもたちの活動を活発にし、興味・関心の維持と学習意欲の持続性という面で有効であることが明らかになった。そして、このような「実物との出会い」を意識した学習の始まりを経ることで、子どもたちは追究課題の設定においても、自身の気付きの中から実現可能な課題を選ぶことができ、取り組むべきこと、やるべきことが自覚できていたので、その後の学習が見通しを立てて取り組むなど主体的に行えた。その結果、表3、表4にあるように「比較する」「関連付ける」「条件制御する」「推論する」や、「結果を分析して解釈する」「自らの考えを表現する」に加え「問題を発見する」「予想をたてる」「実験や観察を計画する」「予想あるいは証拠をもとに結論を出す」といった、子どもたちが科学的探究能力を高めていく可能性のある姿が授業の過程で随所に繰り返し見られた。

また、今回のこの「理科教育用W型問題解決モデル」との比較検討では、自然観察や野外活動をともなった授業展開がとらえやすく、子どもたちの探究活動も検証しやすかった。それによって、授業展開の問題点や有効性が見えてきた。選んだ課題や追究方法によっては、子どもたちの活動が主体的に繰り返されることが見出され、VW型やWV型などW型のバリエーションが現れることも今回の比較検証で明らかになった。このことは、探検、観察、発想を繰り返したり、推論、実験の計画、実験・観察の過程を繰り返したりすることを意味している。つまり、科学的探究能力を高める活動を体験する機会がより増えていくことを示しており、子どもたちの学習活動を調査して得られた結果と一致する。

「科学的探究能力の育成」を図り、「科学的リテラシーの育成」につなげる授業を行うためには、まず本物に触れさせることで、子どもたちの興味・関心を喚起する「実物との出会い」の場を意識的に作るが必要であると考え、その上で、次の2点を考慮した授業を目指すことが大切だと考える。

- ① 授業の流れの中で子どもたちの興味・関心を持続させるため、フィールドや実物を有効に活用し野外と室内でのバランスを図った授業
- ② 「科学的探究能力の育成」のために「科学的手法」を使用する機会を増やし確保した体験的な活動を取り入れた授業

その実現のために、今後もフィールドや自然物の活用方法、子どもたちの追究課題の設定の仕方とその際の支援、適切な教材・教具などについて引き続き議論していきたい。また、野外での活動と教室内での授業を平行して行うこのような授業のあり方の有効性を追究していきたいと考えているが、そ

の際には、「理科教育用W型問題解決モデル」によって示されている、子どもたちの活動での「思考レベル」と「体験レベル」の活動を意識した授業についても検討してみたいと考えている。

この研究は、科学研究費基盤研究A「子どもの科学的リテラシーを育成する教育システムの開発に関する実証的研究」(代表 五島政一)の一環として行った

### 【引用文献】

後藤正英・久保田善彦・水落芳明・西川 純 (2007) 「中学校の理科実験における子どもの課題解決過程に関する一考察 —「探究の過程」を強制しないカリキュラムにおける実験の予想に着目して」『理科教育学研究』第47巻, 第3号, 1-7.

五島政一・小林辰至 (2009) 「W型問題解決モデルに基づいた科学的リテラシー育成のための理科教育に関する一考察 —問題の把握から考察・活用までの過程に着目して—」『理科教育学研究』第50巻, 第2号, 39-50.

加藤裕之 (2009) 「科学的思考力・表現力の育成」清水誠・熊野善介編著『新中学校理科重要指導事項の開発』明治図書出版, 24-27.

小林辰至 (2008) 『問題解決能力を育てる理科教育 —原体験から仮説設定まで—』梓出版社, 51.

熊野善介 (2009) 「新学習指導要領により理科はどのように改善され、どのような方向性をもつか」分担執筆 理科教育研究会 『新学習指導要領に定める理科教育』東洋館出版

社, 12-22.

宮下 治 (2010) 「学校教育における理科野外学習を推進するための課題と解決策に関する研究 —地学領域を例として—」『理科教育学研究』第51巻, 第2号, 89-96.

宮下 治 (2012) 「小学教育における野外自然体験学習の実態と課題に関する研究 —教師の意識をふまえて—」『理科教育学研究』第53巻, 第1号, 133-146.

文部科学省 (2008a) 『中学校学習指導要領』

文部科学省 (2008b) 『中学校学習指導要領解説 理科編』

小倉 康 (2007) 「科学的探究能力育成スキル1 —科学的探究能力をどう育むか?—」千葉和義ほか編著『サイエンスコミュニケーション』日本評論社, 109-162.

小倉 康 (2012) 「OECD 生徒の学習到達度調査 (PISA)」日本理科教育学会編著『今こそ理科の学力を問う—新しい学力を育成する視点—』東洋館出版社, 12-17.

坂田尚子・安西佐織 (2011) 「地学領域における実感をともなった教材の開発 —「火山の噴火」モデル実験について—」『日本地学教育学会第65回全国大会講演予稿集』, 90-91.

要旨：子どもの科学的リテラシーの育成については、様々な場や機会において取り組みが行われてきた。本研究では、学校教育の枠組みの中で科学的リテラシーを育成するために大切にしたいことは、「問題解決のための科学的探究能力を育成すること」ととらえ、中学校理科の自然観察や野外活動を取り入れた授業において、子どもたちがどのように課題を追究しながら問題解決のための科学的探究能力を高めていくのかについて、その現状を調査し理科教育用W型問題解決モデル（五島・小林，2009）に照らし合わせながら、授業展開や子どもたちの学習過程における課題を探った。現行の学習指導要領で充実が指摘されている自然観察や野外活動を伴った中学校での理科授業について、「科学的探究能力の育成」につなげるための理科学習のより良いあり方を模索した。その結果、①フィールドや実物を有効に活用し野外と室内でのバランスをはかった授業 ②「科学的探究能力の育成」のために「科学的手法」を使用する機会を増やし確保した授業を目指すことの2点が大切だと考えるに至った。

**Keywords** Scientific literacy, Development of ability to inquire scientifically, Observation of natural things, Problem solving W-style model for science education