

## 科学的思考を深める学習環境の工夫

川上 はる江

### An Idea of Learning Environment to Develop Scientific Thinking

Harue KAWAKAMI

#### Abstract

To develop thinking power, it is important that children set themselves their own task to the object and the process of problem-solving that includes to structure the new scientific view or thinking through the observation and the experiments which are done beforehand.

When we think about learning environment, we tend to think about having enough equipment in a science laboratory or posters on a bulletin board. However, it is not sufficient. For learning environment, there are two more important things. One is a direct observation and experiments. The other one is anticipating before/after the observation and experiments (direct experience) and having enough communicative activities (indirect experience). To develop scientific thinking, we need to have both of them. This study suggests that the importance of sufficient communicative activities and effectiveness of study materials for learning environment.

**Key words** : Learning Environment, Scientific Thinking, Communicative activities, Model education materials, Formative evaluation

キーワード : 学習環境, 科学的思考力, 言語活動, モデル教材, 形成的評価

### I. 問題の所在と研究の目的

#### 1.1 文献より

2008年の学習指導要領の改訂において、科学的な見方や考え方の育成、科学的な思考力、表現力の育成、科学を学ぶ意義や有用性について充実が図られている（文部科学省，2008）。小学校学習指導要領

には、小学校で身に付けさせたい問題解決の能力を「比較する」「関係付ける」「条件を制御する」「推論する」と学生の発達段階に応じて規定してある。しかし、2012年度に実施された文部科学省による全国学力・学習状況調査において「科学的思考・表現」に関わる課題の定着率は、小学校57.8%、中学校48.9%という低さであった（文部科学省，2012）。

この結果から、学校現場では、学習指導要領の趣旨が十分生かされず、問題解決の学習が児童のものになっていないことが考えられる。教師は、問題解決の過程を踏んだ授業をしているつもりでも、教師主導の問題解決であり、児童が課題をつくり、実験の方法を考えるまでには至っていないと思われる。

村山は「『予想, 仮説』の設定は子どもにさせたが、『観察・実験』は教師主導で進める,あるいは、『観察・実験』は子どもにさせたが、『考察』を省略して教師が結論をまとめるといった授業をよく見かける。」と指摘している。そして「自分事の問題解決をするために、一番決め手となるのは問題の設定である。」と述べている(村山 2013)。村山の記述からも、児童が問題解決の過程を踏むためには、導入段階で自ら進んで自然に働きかけ、課題をつくるのが最も大切であることが分かる。

また、学校現場では、観察実験は進んでとり入れているが、考察が深まらない授業をよく見かける。時間が足らなかつたり、助言が不適切だつたりする。直接経験である観察・実験は行っているが、話し合いが十分行われていないために考察が深まらず科学的思考も深まらない。

これについては、2012年度に実施された文部科学省による、全国学力・学習状況調査の結果からも、小学校「観察・実験の結果を整理して考察することに課題がある」中学校「観察・実験の結果などを分析し、解釈することに課題がある」と指摘されている(文部科学省 2012)。この結果からも、観察・実験をすることと共に、考察を深める学習環境の工夫が求められていることは明らかである。理科教育においては、平成20年度学習指導要領の成果と課題として、次の2点があげられている。

科学的思考を深めることについては、「思考力・判断力・表現力」の形成を目指して、渡辺、森本、小湊の研究(2014)があり、Bransford et al.の提案する学習環境デザインの4つの視点を取り上げた研

究報告が大きな示唆を与えている。渡辺らによると、学習者軸、アセスメント軸、知識軸、共同体軸の4つの視点が、児童・生徒の「科学的な思考・表現」を充実させ、科学概念を構築する上で有効であることが分かる(渡辺、森本、小湊 2014)。また、角屋は「直接経験活動である観察実験と間接経験である言語活動の両方があって考察が深まる」と述べている(角屋 2011)。一方では、森本も、「観察、実験の結果からどのような情報を子どもに読ませ、表現させれば科学的思考が深まるかが大切である。子どもの科学概念は協同的な学習、すなわち授業における対話を通して深化する。」と述べている(森本 2013)。

これらの研究から、科学的な思考を深めるためには、問題解決の過程を踏むこと、特に児童が課題をつくること、直接経験の前後の考察を深めること、考察を深めるためには言語活動(話し合い活動)を充実させることが明らかにされている。

## 1.2 アンケート調査結果より

次に、学校現場の実態を把握したいと考え、「児童主体の問題解決型の授業が実施できているか」、「間接経験が充実しているか」、「現場の先生方の困難さはどこにあるか」についてアンケート調査を実施した。(調査対象：小学校教師83名 H26.9月 表1参照)

調査項目のうち、問題と思われる4項目「学年で身に付ける問題解決の能力を知っているか」「問題解決の能力を意識して指導しているか」「指導しにくい単元」「指導しにくいところ」を取り上げる。(図1から図4参照)

調査結果から、学年で身に付けさせたい問題解決の能力を知っている教師は61%であり、問題解決の能力を意識して指導している教師は71%である。約40%の教師は、学年で身に付けさせたい問題解決の能力を十分把握していない状態で授業をしていると

いう実態が明らかになった(図1)。しかし、問題解決の能力を身に付けることは意識しており、71%の教師が問題解決の過程を踏んだ授業を試みている。

それにも関わらず、前述したように全国調査の結果からは十分成果が上がっていない実態がある。

次に困難と感じている事柄について分析すると「考察」「課題づくり」「仮説をもつ」場面の指導が

難しいと感じている教師が多い(図4)。理由を分析すると、児童の課題意識を生みやすい事象提示が難しい(16人)、深め方が分からない(13人)自ら課題をつくらせたいが教師主導になりがち(10人)、話し合いの時間の確保ができない(8人)、数が多すぎて瞬時に評価し適切に支援しにくい(7人)などが主なものとしてあげられていた。

表1 アンケート質問項目の全体

1	理科の指導は好きですか。(①好き②どちらかといえば好き③どちらかといえば好きでない④好きでない)
2	好き, どちらかといえば好きと答えた理由・記述
3	好きでない, どちらかといえば好きでないと答えた理由・記述
4	学年ごとで(3~6年)押さえるべき問題解決の能力を知っていますか。①~④の選択
5	問題解決の能力を意識して指導していますか。①~④の選択
6	指導しやすい単元を3つ選んで○を付けてください。 <input type="checkbox"/> 風やゴムの働き <input type="checkbox"/> 光の性質 <input type="checkbox"/> 磁石の性質 <input type="checkbox"/> 電気の通り道 <input type="checkbox"/> 物と重さ <input type="checkbox"/> 電気の働き <input type="checkbox"/> 空気と水の性質 <input type="checkbox"/> 金属, 水, 空気と温度 <input type="checkbox"/> 振り子の運動 <input type="checkbox"/> 電流の働き <input type="checkbox"/> 物の溶け方 <input type="checkbox"/> てこの規則性 <input type="checkbox"/> 電気の利用 <input type="checkbox"/> 燃焼の仕組み <input type="checkbox"/> 水溶液の性質 <input type="checkbox"/> 昆虫と植物 <input type="checkbox"/> 身近な自然の観察 <input type="checkbox"/> 太陽と地面の様子 <input type="checkbox"/> 人の体のつくりと運動 <input type="checkbox"/> 季節と生物 <input type="checkbox"/> 天気の様子 <input type="checkbox"/> 月と星 <input type="checkbox"/> 植物の発芽, 成長, 結実 <input type="checkbox"/> 動物の誕生 <input type="checkbox"/> 流水の働き <input type="checkbox"/> 天気の変化 <input type="checkbox"/> 人の体のつくりと働き <input type="checkbox"/> 植物の養分と水の通り道 <input type="checkbox"/> 生物と環境 <input type="checkbox"/> 土地のつくりと変化 <input type="checkbox"/> 月と太陽
7	指導しやすいと答えた理由・記述
8	指導しにくい単元を3つ選んで○を付けてください。 <input type="checkbox"/> 風やゴムの働き <input type="checkbox"/> 光の性質 <input type="checkbox"/> 磁石の性質 <input type="checkbox"/> 電気の通り道 <input type="checkbox"/> 物と重さ <input type="checkbox"/> 電気の働き <input type="checkbox"/> 空気と水の性質 <input type="checkbox"/> 金属, 水, 空気と温度 <input type="checkbox"/> 振り子の運動 <input type="checkbox"/> 電流の働き <input type="checkbox"/> 物の溶け方 <input type="checkbox"/> てこの規則性 <input type="checkbox"/> 電気の利用 <input type="checkbox"/> 燃焼の仕組み <input type="checkbox"/> 水溶液の性質 <input type="checkbox"/> 昆虫と植物 <input type="checkbox"/> 身近な自然の観察 <input type="checkbox"/> 太陽と地面の様子 <input type="checkbox"/> 人の体のつくりと運動 <input type="checkbox"/> 季節と生物 <input type="checkbox"/> 天気の様子 <input type="checkbox"/> 月と星 <input type="checkbox"/> 植物の発芽, 成長, 結実 <input type="checkbox"/> 動物の誕生 <input type="checkbox"/> 流水の働き <input type="checkbox"/> 天気の変化 <input type="checkbox"/> 人の体のつくりと働き <input type="checkbox"/> 植物の養分と水の通り道 <input type="checkbox"/> 生物と環境 <input type="checkbox"/> 土地のつくりと変化 <input type="checkbox"/> 月と太陽
9	指導しにくいと答えた理由・記述
10	理科室はよく使いますか。①~④の選択
11	授業の中で指導しにくいところを3つ選んで○を付けてください。 <input type="checkbox"/> 単元の導入 <input type="checkbox"/> 課題をつくる <input type="checkbox"/> 仮説をもつ <input type="checkbox"/> 実験・観察 <input type="checkbox"/> 結果をまとめる <input type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 形成的評価 <input type="checkbox"/> まとめ <input type="checkbox"/> その他
12	選んだ理由・記述

問題と思われる4項目についての集計結果を、グラフでまとめると下記のようになった。

①当てはまる、②どちらかという当てはまる、③どちらかという当てはまらない、④当てはまらない、⑤無回答

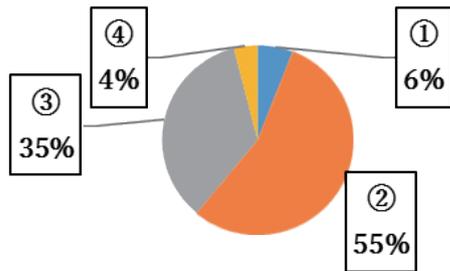


図1 学年で身に付ける問題解決の能力を知っているか。

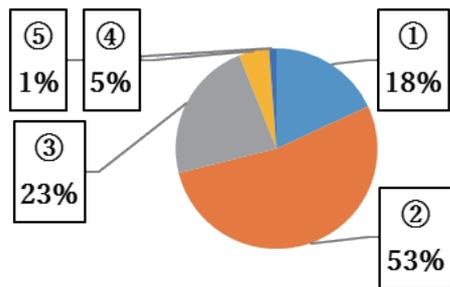


図2 問題解決能力を意識して指導しているか。

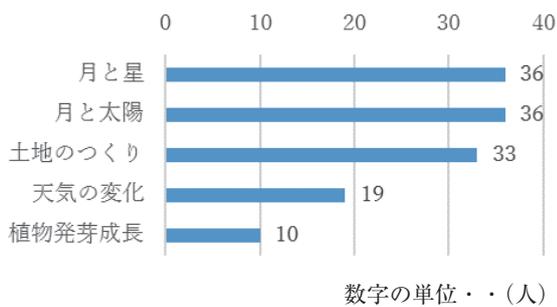


図3 指導しにくい単元はどこか。上位5項目

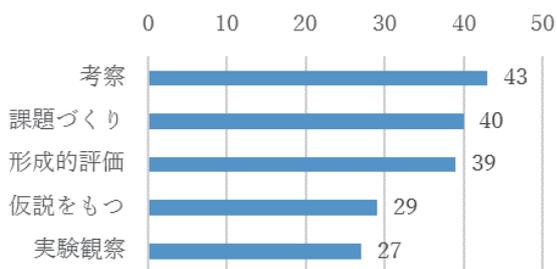


図4 指導しにくいところはどこか。上位5項目

指導しにくい単元としては、圧倒的に「B生命・地球」の内容が多い。(図3)理由として①観察、実験がしにくい(38人)②近くに適した場所がない(16人)③天候に左右されやすい(13人)と観察、実験がしにくいことをあげていた。整理すると科学的な思考が深まらない原因は、①児童から問題意識を引き出すことができない。②考察の深め方が分からない(話し合いが十分深まらない)。③授業の中で形成的な評価に基づく支援がしにくい、という3点にあることが分かった。

そこで、次の仮説を立てて研究することとした。

〈仮説〉 児童の問題意識を引き出しやすい導入事象や教材を提示するとともに、形成的評価を取り入れて言語活動を充実させると、主体的な学びとなり科学的思考が深まるのではないか。

本研究は、直接体験である観察、実験の充実とその前後の言語活動を充実させること、そのために事前に児童の姿で作成した評価基準を基に形成的評価を工夫することについて、その有効性を検証するものである。渡辺らの研究の4つの視点の「アセスメント軸」「共同体軸」に関連している。

## II. 研究の方法

### 調査の対象者と時期

授業に関しては、小学校教員14名、全校児童58名のA小学校において、平成26年、27年の2年間第3学年から第6学年までの学級(学年1学級)調査を行った。アンケートの結果を基に、①導入事象の工夫と教材開発、②形成的評価を取り入れた言語活動の充実、③充実のための評価基準(ループリック)の作成を実践し、その有効性を授業記録、児童のノート、教師の感想などから検証した。今回は、第6学年の「土地のつくりと変化」の実践をまとめている。

### Ⅲ. 展開

#### 3.1 導入事象の工夫

第6学年「土地のつくりと変化」の目標は下記のとおりである（文部科学省，2008）。

土地やその中に含まれるものを観察し、土地のつくりや土地のでき方を調べ、土地のつくりと変化についての考えをもつことができる。

第6学年で育成したい問題解決の能力は「推論」である（文部科学省，2008）。「土地のつくりとでき方」を学習する際、時間、空間を超えて目の前にある大地のでき方を地球規模で考えることが必要になる。正に推論なくしては学習できない。また、指導上の配慮事項として、「地域の崖やきり通しなどを用いて土地の構成物や地層の観察をすること」（文部科学省，2008）とある。しかし、学区内に、観察に適した崖やきり通しがある学校は少ない。調査校も、近所に石灰岩を思わせる山肌が見える採石場や山を崩している場所はあるが、地層の特徴を的確に見せる崖やきり通しはなかった。授業に向けて校内研究協議では、教科書の写真資料を導入に提示すべきか、実際の山を崩している崖を見に行くべきか14名の先生方で協議された。「はっきりと分かる写真資料がよい」という提案もあったが、映像資料を使用するよりも、実感を伴った理解がしやすく、児童の興味、関心を引き出しやすいと判断され、野外観察に行くことが決まった。

先行研究でも、成相、野村は小学校理科「大地のつくりと変化」、中学校理科「大地の変化」の単元の実践研究を通して、野外観察によって児童の興味、関心が高まり学習が充実すると報告している。（成相、野村 2011）可能な限り外に連れ出し、山や崖、大地の様子をじっくりと見せることである。調査校でも、実際に山を崩している場所に出かけ、児童が郷土の土地を観察する活動を導入事象として提示

し、関心・意欲を引き出すことにした。そして、出された個々の課題は、話し合いによって追究する価値のある課題へと整理されていった。主な内容は次のようなものである。



図5 野外観察の場所

表2 観察から生まれた個々の課題

	児童の発言
C1	なぜ場所によって色が違うのか。
C2	土が多いところと岩ばかりのところがあるのはどうしてか。
C3	山はどのようにしてできたのか。
C4	離れた所に同じような部分があるのはなぜか。
C5	丸く角が取れた石が多いが、水の流れと関係があるのだろうか。
C6	上と下で色が違うし様子も違うのはなぜか。
C7	近くに川があるから洪水の影響などで山の上のほうに角が取れた石があるのだろうか。

C1とC2から「色が違うのは中に含まれているものが違うからではないか。理由は5学年の流水実験の堆積の様子から、土だけのところと砂が多いところでは色や粒の大きさが違うからそのように考えた。」と意見が深まった。

C4から「離れた所に同じような部分があるということは、間が削られているが昔は繋がっていたと考えられる」「長い年月が経っているのだから変化しても当然だ」と深まり、また、土地の変化はなぜ起こるのだろうかという疑問を引き出した。C3、C5からは「近くに大きな川が流れているので『流れる水のはたらき（第5学年）』で学んだように、水の働きと土地のつくり方に関係があるはずだ。」と深まっていった。その結果、次のような課題がつけられた。

表3 学級全体の課題

課題	内容
課1	縞のようになるのはなぜか。流水の働きと関係付けて調べよう。
仮説	<u>水の中に土を入れて積み方を見るとよい。</u> <u>重いものから順に沈んで分かれるはずだ。近くに貝の化石が出るところがあるから、この周辺は海の底だったに違いない</u>
課2	石の種類（構成物）や特徴を調べよう。
課3	土地の変化は何が原因で引き起こされるのだろうか。

### 3.2 モデル教材の工夫

この単元は、教師にとって指導しにくい単元である（成相，野村，2008）。成相らによると「野外観察の指導の難しさ，地質や岩石の専門的な知識の不十分さ，大地の変遷のイメージを「時間」「空間」ともなってイメージさせにくいこと」が理由としてあげられている。実施したアンケート調査でも指導しにくい単元の上位にあがっている（図3）。そこで，地層モデルを2つ作成し活用した。一つは土地の変化について学習する場，他の一つは模擬ボーリングを行い，見えない地層の様子を推論する場で使用する。モデル教材1については市内の理科実験講座で小・中学校の教師32名に紹介したところ，「小麦粉とココアを幾重にも重ねて地層のように作成し，力を加えると簡単に褶曲するので分かりやすく，イメージしやすい」という感想が寄せられた（図6）。

モデル教材2は，紙粘土を使って地層を作成し，最後に白い粘土で覆った。表面からは分からないようにすることでボーリングの必要性が出てくる（図7）。透明な筒で3か所ボーリングしてその資料から実際の地層を推論し，説明するという授業（表5）に使用した。

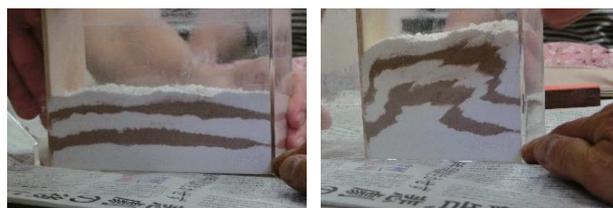


図6 モデル教材1

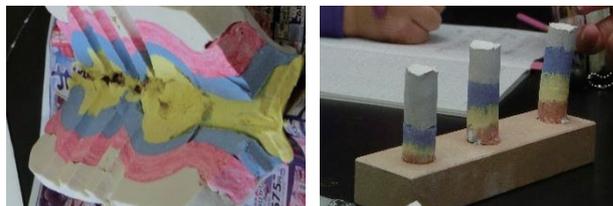


図7 モデル教材2

#### モデル教材の長所

- ・紙粘土，水性マジックを使用して，簡単に作成できる。（絵の具より水性マジックがよい）
- ・多様な地層を作成できる。
- ・見えない地層の様子をボーリング試料から考えていく楽しさがあり，意欲的に学習できる。
- ・第6学年で身に付けさせたい問題解決能力，「推論する力」を育成する上では効果的である。

#### モデル教材の問題点

- ・固まりやすいので保存に配慮が必要。
- ・ボーリングする筒に配慮が必要。ストローは抜くとき技術が必要。素材によっては難しい。（注射器の筒を使用したけどストローでも十分可能）

### 3.3 言語活動の充実

考察が深まりにくいという問題を解決するために，単元を通しての学習過程や1単位時間の授業過程に十分時間をかけて言語活動を位置づけた。主な場所は，単元導入の第1次第1時，単元を貫く課題意識をもたせるところである。2単位続きの授業では①課題をつくる場，②仮説をもち実験方法を考える場，③結果を基に考察する場，の3か所である。

下記は，「地層モデル」から模擬ボーリング試料を取り，地層を推論する学習の授業記録の一部である。班ごとに，白い紙粘土で覆い隠された「地層モデル」から模擬ボーリング試料を取り，地層を推論

する。その後、ボーリング試料や自分のノート図を根拠に事実と自分の考え（解釈）を班のメンバーに説明する。すなわち、実験の結果を基に考察している場である。教師は児童の様子をルーブリックで評価し、個に応じて支援（助言）を工夫し科学的思考を深めようとしている。

教師はT 1で本時のめあてを児童から引き出すと声掛けをしている。児童にとっての課題であることが主体的に問題解決をする上で大切だからであ

る。めあては児童の言葉を板書した。また、予想の段階では、T 2の支援でモデル教材2を見せることにより、具体的に考えやすくしている。理解しにくい児童には具体物は効果的な支援となる。

また、児童が斜めになっていることに気づき、その気づきがさらに幅の変化につながったところで、T 3の助言を行い、第1次で行った堆積実験のことを想起させるように支援している。さらに、理解に苦しんでいる児童には、実際に理科室においてある

表4 授業のプロトコル

番号	
	<b>【課題を確認する場面】</b>
T1	今日のめあてはどうなりますか。
C1	ボーリングで地層の中の変化を調べよう。
C2	ボーリングという方法で地層の中を調べよう。
T2	どうなっていると思いますか。（モデル試料を見せながら）
C3	（見えている側面を指しながら）これと同じように段になってまっすぐ重なっていると思います。
C4	同じ幅のまま段々になって重なって続いていると思います。
	<b>1班 【班単位でモデルを使って実験し、話し合っている場面】</b>
C5	3本抜き出したものをスケッチしたね。図をよく見て中がどうなっているか想像しましょう。
C6	これを見ると（3本の青を指しながら）少しずつ青色が減っているような気がするんだけど。
C7	こっちから見たら実際、少なくなっていると思うよ。
C8	どっちかを前にすると決めて見ていったほうがいいよ。
C9	こっちを前にして（右端の筒を指して）見て。
C10	白色が左に行くにつれて分厚くなっているよ。
C11	茶色は減り方がすごいけど。何でかなあ。
C12	幅が少なくなりながら傾いているなあ。何かの力が働いているかも。
C13	ずっと前の時間に水を流しながら実験したとき、斜めになって積もっていたかなあ。
T3	堆積実験を思い出したんだね。実験装置は実験したときのまま置いてあるよ。
	<b>2班</b>
	3本並べてみたら、だんだん下がっていることが分かる。
C14	点線でつなぐと、右から左へ向かって斜めに傾いていくことがよく分かる。斜めの地層になっている。
C15	平らなまま平行につながると思ったのに、斜めになってつながっている。
C16	平らだった地層が斜めになることがあるのかなあ。
C17	前の実験で力を入れて押したら地層が寄せられたから、斜めになることもあると思う。
C18	でも幅が違っている。少しずつ減りながら斜めになっているよ。押したときは、幅が同じまま斜めになっていた。
C19	減りながら斜めにたまっていくってことはないんじゃない？
C20	斜めは積もりにくいよ。やっぱり平らだったのが、斜めになったと思う。

堆積実験装置の堆積の様子に目を向けるように具体的に支援をして考える根拠を与えている。

教師が必要に応じて形成的評価を行い、助言することで自分の見取った事実を根拠に考えを深めることができる。グループの言語活動も、試料や自分のノート図を示しながら見取った事実と自分の考え(解釈)を説明するようになり、充実していった。

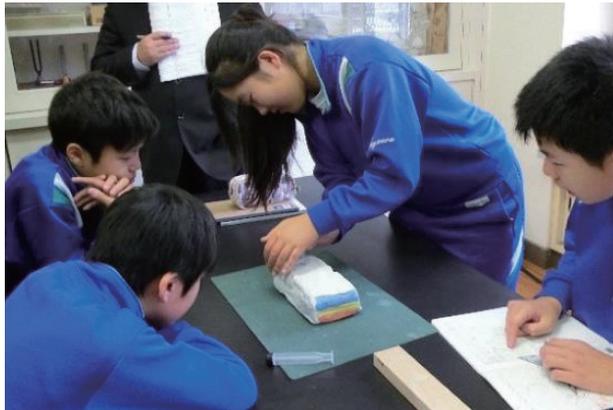


図8 班での話し合いの様子

研究授業は、表5に示す指導案に沿って行われた。児童はボーリング試料から、推論しながら地層をイメージし、意欲的に実際の姿を探り当てようとしていた。最初の予想では、側面に見えていた地層と同じように、「同じ厚さ、順番でまっすぐに重なって続いている」と考えていた児童が、ノート記述(図10)にも見られるように、授業を通してその考えを変容させている。気づきの段階でそれぞれの層の厚さが違っていることに目を向け、「地層はずっと続いているだけでなく、水の働きで堆積し、斜めになることもある」という考えをもつことができた。

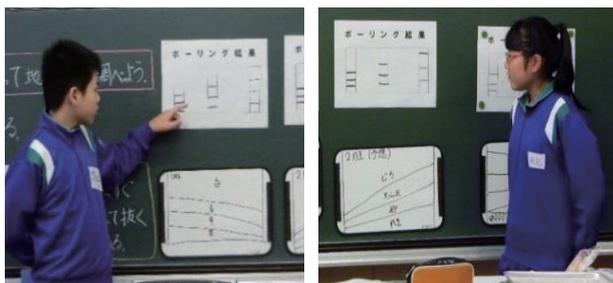


図9 全体への説明

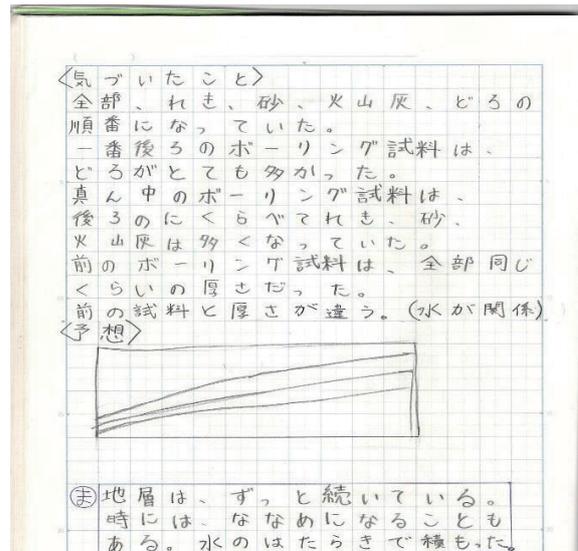


図10 児童のノート

また、この児童は単元導入ではノート記述(図11)にあるように、「地層は奥にも横にも続いているのか」「どのようにしてできたのか」「山の上にある地層はどうしてできたか」と素朴な疑問をもっていた。しかし、学習を進めるにつれ、本時では「地層はずっと面として続いている」「水の働きで堆積し、斜めの地層になる」という見方をもつことができるまでに変容している。

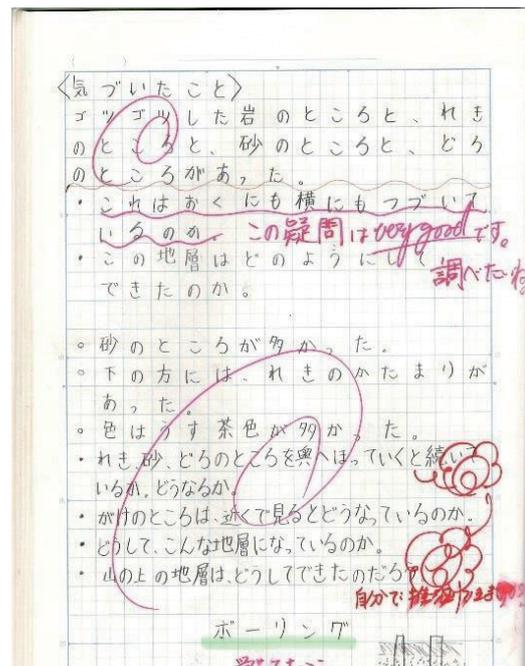


図11 児童のノート(単元導入時)

単元導入段階で①崖を見て問題意識をもったこと、  
②教師が形成的評価による支援を工夫したこと、で  
話し合いが充実し科学的思考が深まった事が分かる。

表5 「大地のつくり 第6学年」 本時案（太字言語活動）

6 本時案（第二次 第4時）			
目標	モデルのボーリング試料を使って地層の様子を調べ、地層の広がりを推論し自分の考えを表現する。(思・表)		
学習活動	教師の発問と児童の意識の流れ	教師の指導 支援(○)評価(◎)	準備物
1 学習課題をつかむ。	・何か所かくり抜けば地層がどうなっているか調べられるんだな。 ・どこを掘っても同じだろうか。 ・ほくたちも調べてみたい。	○ボーリング試料を使って地層の様子を調べる方法があることを想起させる。	簡易地層モデル
	モデルの地層の様子をボーリングして調べよう。		
2 地層の広がりを予想し発表する。	○見えないところの地層はどうなっているだろう。 ・横に広がっていると思うよ。 ・斜めになっている場合もあるかもしれない。	○紙粘土を重ねた地層の模型を使って注射器で試料を取り出すことを示す。 ○最後に切り開くことを知らせボーリングする場所を決めておくように助言する。	注射器 地層モデル
3 実験し結果を整理し推測する。	○ボーリングする場所を確認してから実験を始めましょう。 ・地層の中はどうなっているのだろう。 ・3か所は掘らないと考えられない。 ・斜めに取るほうが分かりやすいかも。 ○取り出した試料から地層の様子を推測し、ノートにまとめよう。(個人) ・同じ色を点線で結んでみよう。 ・いろんな場所を調べることで全体の広がりが見えてくる。	○机間指導を行い、計画的に採取することができるように支援する。 ○問題解決の見通しがもてていない児童には、同じ色の層に目を向けると変化に気付けることを助言する。 ○推測したことが説明できるように図に描かせる。	
4 推測したことを班で話し合っただけで発表した後、発表する。	○推測したものを班で話し合い、班の意見としてまとめたものを発表しよう。(班・全体) ・やはり、同じように広がっていない。 ・傾いていると考えたよ。同じ色がこのようにつながると考えられるから。	○根拠を明らかにして説明するように助言する。(試料と照らし合わせて考えを発表するように助言する。) ◎簡易地層モデルの試料を使って地層の様子を調べ、地層の広がりを推論し自分の考えを表現している。(思・表)	発 表 ポ ー ド
5 答え合わせをし、結果について考察する。	○地層モデルを切り開き、実際の様子を班で確認しよう。 ・予想した通り傾いていた。 ・地層は連なって広がっている。 ・実際にはもっと大きな規模で広がっているよ。	○ボーリング試料を使うと見えない地層も推測できることを押さえる。 ○力が加わり地層が変化することを知らせるために、写真を提示する。	写 真
6 まとめる	地層はつながって広がっている。力が加わると傾くこともある。		
7 振り返りをする			

#### IV. 評価基準

教師用指導書には、評価規準を具体化した評価基準が掲載されているが、基準はすべて児童の具体的な姿で表されているとはいいがたい。科学的思考を深めるためには、授業の中で形成的評価が的確に行われることが大切である。なぜならば、問題解決の過程の中でこそ科学的な思考が深まるからである。

授業の中で瞬時に児童の様子を評価し、適切に支援をするために、ABCの評価基準を抽象的な言葉ではなく予想される児童の姿で記述しておく。つまり、能力を発揮している児童が見せるであろう行動、つぶやきなどで記述しておく。科学的な思考を深めるために評価基準を作成し、その有効性を検証した研究は、筆者が6年生の「ものの燃え方」の学習において、評価基準を作成し科学的思考を深めることに焦点を当てた実践をしているので参考にした(川上 2003, 2004)。

また、C基準を考えるとときにはBへ引き上げるための支援の方法も考えておくようにした。

ボーリング実験をして地層を推論する授業では、C基準の児童の姿を、「くり抜いたもののサンプルをどのように処理してよいか分からず困っている姿」と想定し、つぶやきを記述している。そして担任は、そのような姿を見かけたら側に行き、もう一度具体的に方法を教えたり、順に一緒に並べて縞に

表6 児童の具体的な姿で表した評価基準（下線太字 予想される児童の具体的な姿）

評価基準と手法	A基準	B基準	C基準
思考 簡易地層モデルのボーリング試料などを使って、地層の様子を調べ、地層の広がりを推論し、自分の考えを表現している。(発言、記録分析)	ボーリング試料を適切に使って調べ、地層が面として広がっているだけでなく傾くこともある。その原因を予想したりすることができる。 ・地層は礫岩、砂岩、泥岩、火山灰がつながって広がっているよ。 ・試料どおり並べると地層が傾いていることも分かるよ。できた後、何かの力で傾いたのかも。	ボーリング試料を使って地層の広がりやつながりを調べ、地層が面として広がっていると考えることができる。 ・ボーリング試料を並べると礫岩、砂岩、泥岩、火山灰のつながりが分かる。 ・同じところをつなぐと、続いて広がっていることが分かる。	ボーリング試料をどのように使って地層が調べられるのかが理解できていない。 ・これはどこをくり抜いた粘土だったかなあ。 ・どうやったらいいのかな。 ・ノートに何も記述していない。

着目して考えることを助言しようと準備していた。

授業後の研究協議では、実施した担任がルーブリックを作成することで児童を見取る目が細やかになったこと、簡単に評価して支援がすばやく行えたことを述べていた。

## V. まとめ

本研究を通して、科学的思考を深めるためには、学習環境として「直接経験である観察、実験と観察、実験の前後の言語活動の充実」が重要であることが示唆された。具体的には、①導入事象や教材を効果的に提示し観察、実験を行うこと、②単元や授業過程に話し合い活動を位置づけ考察を深めること、③

話し合い活動の充実のために児童の姿で表した評価基準（ルーブリック）を作成し、形成的評価を行い支援することである。

調査校では2年間、3点に重点を置いて理科授業の充実を図ってきた。現場の多数の教師が指導しにくいと指摘しているB分野（「生命」「地球」を柱とした学習内容）も、導入時に出会わせる自然事象やモデル教材などの工夫と、有効な言語活動と形成的評価による支援によって意欲的な学びにすることができると判明した。

今後は「思考を深めるための言語活動の在り方」について、アーギュメントに焦点を当ててさらに研究を深めたいと考える。

## 引用文献

- 角屋重樹編著（2011）「新しい学びを拓く 理科 授業の理論と実践 小学校編」ミネルヴァ書房
- 成相俊之、野村律夫（2008）「地域の特徴をふまえた野外観察のための教材開発—「大地のつくりと変化」の学習を通して—」島根大学教育学部附属教育支援センター紀要第7号，P81-P95
- 文部科学省（2008）「小学校学習指導要領解説理科編」大日本図書
- 文部科学省（2012）「平成24年度全国学力・学習状況調査調査結果のポイント」  
Retrieved from [http://www.nier.go.jp/12chousakekkahoukoku/02point/24\\_chousakekka\\_point.pdf](http://www.nier.go.jp/12chousakekkahoukoku/02point/24_chousakekka_point.pdf)
- 村山哲哉（2013）「「自分事の問題解決」をめざす理科授業」図書文化
- 森本信也（2013）「考える力が身につく対話的な理科授業」東洋館出版社
- 渡辺理文・森本信也・小湊清隆（2014）「「思考力・判断力・表現力」の形成を目指した理科授業における学習環境のデザインとその評価—小学校第4学年「ものの温度とかさ」を事例にして—」『理科教育学研究』第55巻，第1号，P109-P119

## 参考文献

- 川上はる江（2003）「平成15年度1か年及び前期6か月長期研修員研究報告書」岡山県教育センター研究報告書第75号，P1-P4
- 川上はる江（2004）「理科における思考力の評価『科学的思考・判断』『観察実験の技能・表現』を中心に」図書文化「指導と評価12月号」