

科学的に解決する児童を育てる理科授業デザイン

藤田 勇哉*

赤澤 豊**

*稲沢市立小正小学校

**愛知教育大学理科教育講座

Design of Science Coursework to Lead to Educate Scientifically Solving Children

Yuya FUJITA*

Yutaka AKAZAWA**

*Kosho Elementary School

**Department of Science Education, Aichi University of Education

要 約

本研究は、科学的に解決する児童を育てるために、ヴィゴツキーの ZPD 理論などを基盤とした授業デザインを行った。その有用性を小学校第 6 学年「土地のつくりと変化」の授業実践によって検証することを試みた。その結果、「自然の事物・現象との出会い」や「観察活動」「対話的活動」を工夫して授業を行うことにより、問題を見いだしたり、複数の根拠に基づいて主張を述べたりすることに有効であり、科学的に解決する児童を育てる有効な授業方法の一つであることが示唆された。

Keywords : 自然の事物・現象との出会い 観察活動 対話的活動

I はじめに

令和 3 年 1 月に中央教育審議会が示した『令和の日本型学校教育』の構築を目指して¹⁾では、社会の在り方が劇的に変わる「Society5.0 時代」の到来、新型コロナウイルスの感染拡大など先行き不透明な「予測困難な時代」の中で、児童が豊かな人生を切り拓き、持続可能な社会の創り手になることの重要性を記述している。その実現に向けて、児童が他者との協働を通して、児童自身で見いだした問題に対して納得解や最適解を創っていくことが大切である。

また、小学校学習指導要領解説理科編では、自然の事物・現象についての問題を科学的に解決するための資質・能力を育成することを、教科の目標としている。そして、科学的に解決する児童に必要な問題解決の力を図 1 のように、第 3 学年では「差異点や共通点を基に、問題を見いだす力」、第 4 学年では「既習の内容や生活経験を基に、根拠のある予想や仮説を発想する力」、第 5 学年では「予想や仮説を基に、解決の方法を発想する力」、第 6 学年では「より妥当な考えをつくりだす力」と整理している。さらに、「科学的に探究する力を育成するには、自然の事物・現象の中に問題を見だし、見通しをもって観察、実験を行い、得られた結果を分析して解釈するなどの活動を行うことが重要となる」と中学校学習指導要領解説理科編で述べている。つまり、科学的に探究するためには、問題を見いだす

力、予想や仮説を発想する力、解決の方法を発想する力、分析して解釈するためのより妥当な考えをつくりだす力の四つの力が土台となることが分かる。換言すれば、問題解決の活動を充実させて、問題解決の力を育成すれば、その力が中学校での科学的な探究につながっていく。小学校での問題解決能力の育成が、中学校での科学的に探究する力に有効となり、意義あるものと考えられる。

以上のことから、本研究では、児童が他者との協働を通して、児童自身で見いだした問題に対して納得解や最適解を創っていくために、発達段階を踏まえて、自然の事物・現象についての問題を科学的に解決することを促す授業デザインを目指す。

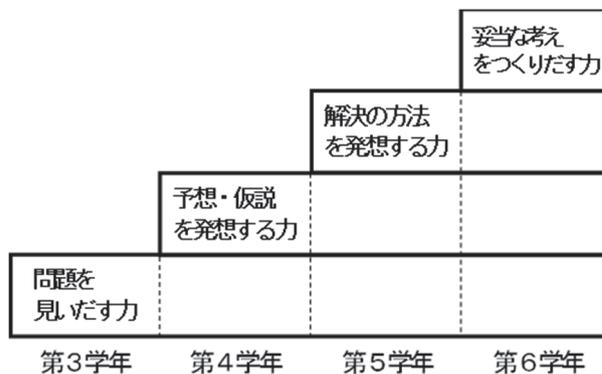


図 1 科学的に解決するための土台となる問題解決の力

*教諭 Teacher, Kosho Elementary School, Inazawa 492-8147, Japan

**教授 Emerita, Aichi University of Education, Kariya 448-8542, Japan

Ⅱ 科学的に解決する児童の育成に向けて

問題を科学的に解決するには、鳴川ら(2019)が、「小学校理科では、問題解決の過程を通じて学習活動を重視してきた。具体的には、①自然の事物・現象に対する気付き、②問題の見だし、③予想・仮説の設定、④検証計画の立案、⑤観察、実験の実施、⑥結果の整理、⑦考察、⑧結論の導出である。これらの過程において、どのような資質・能力を育成するのかを明確にすることが重要である」と述べている。さらに、「教師が問題解決の道筋を示し、その通りに授業を行ったとしても、子供にとっては主体的な問題解決にならない。自分たちで問題を見だし、それを科学的に解決したという満足感を得る経験、さらには、その学びがどのような価値があるかを伝える教師の存在が必要不可欠であろう」と述べている。つまり、問題解決の過程を形式的に行うのではなく、自分で問題を見だし、主体的に解決していく学習が重要であると言える。また、前述の小学校理科の目標から読み取ると、小学校理科の特徴は問題解決を「科学的」に行うことを目指していると言える。問題を「科学的」に解決することについて、鳴川ら(2019)は、「自然の事物・現象についての問題を、実証性、再現性、客観性などといった条件を検討する手続きを重視しながら解決していくこと」と述べている。つまり、予想や仮説を基に、観察、実験を行い、その結果を踏まえて結論を出すという学習、実証性、再現性、客観性を重視しながら進める学習が重要であると言える。

エンゲストローム(1994)は、「学習とは情報について自分の意味を構成すること」と述べている。そこで、学習を有意義にするために、児童が問題を見だし、自分事として捉えて解決することが重要であると考え。また、対話を通して、質の高い知識を目指す。そのため、科学的に解決する資質・能力を向上させるために、教師が児童に対して問題を単に与えるのではなく、児童自身が問題を見出すことが可能になる活動を取り入れることが大切である。また、対話を通して、考えを修正したり練り上げたりしながら、知識を社会的に共有していく。

露木(2019)は、地域教材を取り入れた体験活動を行うことは、児童生徒の切実な問いを引き出すことができ、解決に向かって自分事として捉えて解決することにつながっていくと述べている。そのため、地域教材を活用した体験活動を取り入れて授業デザインしていくことが大切であると考え。

また、三次(2008)は、実験・観察における、地層の体験活動の困難性を述べている。実際に、全国の中学校を対象に対して、地層の野外観察の実施率を調査し

たところ、野外観察の実施率は 11.9%であった。そのため、ほとんどの中学校で地層の野外観察が実施されていない状況である。また、野外観察を実施していない中学校に対して、野外観察の活動ができない理由を複数回答ありという条件のもとで調査したところ、「野外観察を行う適当な素材や場所がなかったから」という回答が 75.9%、「野外観察を行う授業時間が確保しにくかったから」という回答が 56.4%であった。そのため、学校近隣における観察に適した露頭の有無が、野外観察の実施に大きく影響している。そこで、平野部などの露頭観察ができない地域では、地層観察の代わりにボーリングコアを活用した観察や、その記載物である柱状図を活用した地域の地層学習が展開することが重要である。

ヴィゴツキー(1933)は、図2のように、「子どもがある課題を一人で解決できる発達の水準」と「子どもがある課題を他者と協働することによって解決できる発達の水準」の間にあるギャップを「発達の最近接領域」(Zone of Proximal Development 以下: ZPD)と提唱した。そこで、問題の解決に向けて、考えを伝え合ったり互いの考えに対して質問して説明したりすることで、個人では気付くことができないような視点で捉えたり、自分の考えをより妥当な考えに練り上げたりすることが可能になると考える。そのため、協働的な学びを取り入れることは、解決の過程が充実して、科学的に解決する資質・能力の向上につながる。更に、協働的な学びには、対話が必要不可欠である。つまり、対話的活動が、協働的な学びを充実させて、科学的に解決する児童の育成に重要であると考え。

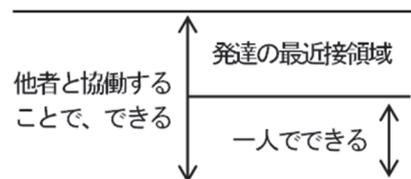


図2 発達の最近接領域

これらの先行研究を踏まえ、科学的に解決する児童を育成するためには、問題を見出す出会い、実証性、再現性、客観性の意識、対話的な学びの重視が大切であると考え。そのため、発掘体験、ICTを用いた地層観察、ボーリングコアを用いた観察活動、クラゲチャートを用いた対話的活動を手だてとして考えた。

Ⅲ 研究構想

1 研究の目的

自然の事物・現象との出会いや観察活動、対話的活動を取り入れた授業を行うことで、科学的に解決するための資質・能力が向上することを明らかにする。

2 目指す児童像

本研究では、科学的に解決する児童の育成を目指す。そして、科学的に解決する児童を、問題を見だし、より妥当な考えをつくりだす児童と定義する。ここで、「より妥当な考えをつくりだす」とは、自然の事物・現象について、複数の観察、実験などから得た結果を基に、既にもっている考えを検討し、より科学的(実証性、再現性、客観性)なものに変容させることである。

3 研究計画

(1) 研究の手だて

① 手だて1 発掘体験

単元の課題設定で、瑞浪市の岩石(図3)を割り、化石や砂・泥などの構成物を観察する活動を設ける。



図3 瑞浪市の岩石

② 手だて2 ICTを用いた地層観察

単元の課題設定で、常滑市や南知多町の地層の画像(図4)をプロジェクター投影と児童用タブレットPCで観察する活動を設ける。



図4 常滑市や南知多の地層の画像

③ 手だて3 ボーリングコアを用いた観察活動

単元の課題解決で、稲沢市立中央図書館の約50m離れている地点A・Bの2地点から採集したボーリングコアA・Bと、稲沢市立小正小学校から採集したボーリングコアを観察する活動を設ける。

地点Aのボーリングコア(図5)は、29.5mの深度を採取したものである。等間隔の範囲で30本の標本で保管してある。地層構成は、上から盛土層(赤枠)、砂層(青枠)、泥層(黄枠)、礫層(緑枠)と続いている。

地点Bのボーリングコア(図6)は、28.3mの深度を採取したものである。等間隔の範囲で29本の標本で保管してある。地層構成は、上から盛土層(赤枠)、砂

層(青枠)、泥層(黄枠)、礫層(緑枠)と続いている。

稲沢市立小正小学校のボーリングコア(図7)は、24.3mの深度を採取したものである。等間隔の範囲で24本の標本で保管してある。盛土層(赤枠)、砂層(青枠)、泥層(黄枠)、礫層(緑枠)と続いている。

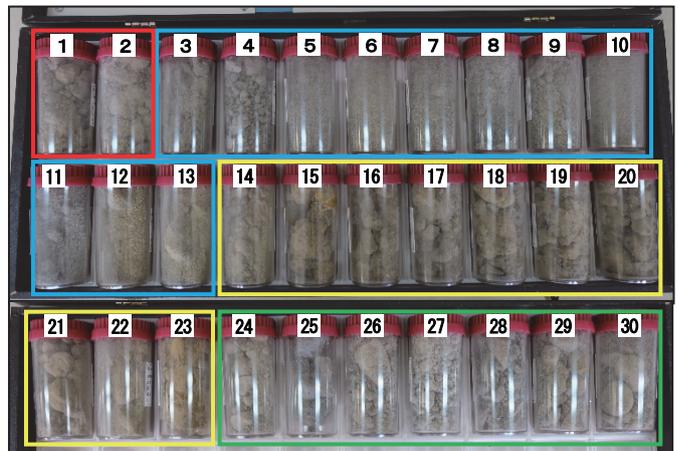


図5 稲沢市立中央図書館のボーリングコアA



図6 稲沢市立中央図書館のボーリングコアB



図7 稲沢市立小正小学校のボーリングコア

④ 手だて4 クラゲチャートを用いた対話的活動

単元の課題解決で、まず、個人で、クラゲの頭の部分に課題に対する考え、足の先となる部分に根拠を示す思考ツール(クラゲチャート)を取り入れて考えを記

述する活動を設ける(図8)。次に、同じ班の級友に対して、記述したクラゲチャートを見せながら考えを伝え合い、班としてのクラゲチャートをつくることを促す。さらに、班でつくったクラゲチャートを学級全体で共有する活動を設定する。そして、班や学級全体で伝え合った考えを基に、個人で、クラゲチャートをつくった後、文章で考えを記述するように促す。



図8 クラゲチャート

(2) 研究構想図

研究構想図を下記に示す(図9)。

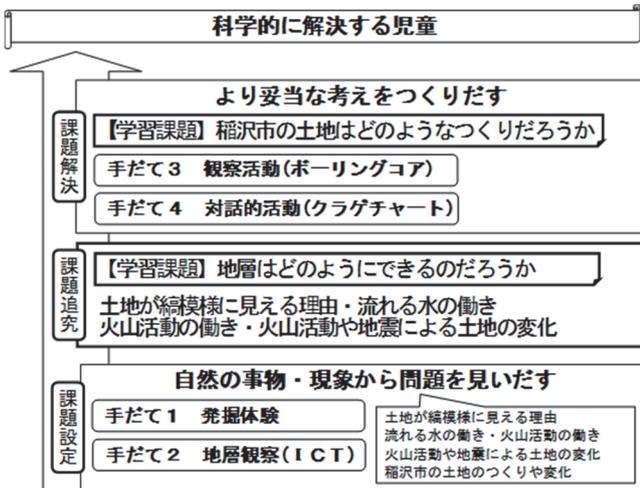


図9 研究構想図

(3) 検証方法

- ・ 手だて1・2に対して

課題設定(第1時)で、児童の発言や学習活動の様子を観察して検証する。また、児童の記述内容について、実践前と実践単元の変容から検証する。

- ・ 手だて3・4に対して

課題解決(第10時~第12時)で、児童の発言や学習活動の様子を観察して検証する。また、対話的活動前後の記述内容について、実践前と実践単元の変容から検証する。

(4) 対象児童と児童の実態

対象児童は、稲沢市立小正小学校第6学年 39名である。児童の実態を、単元「体のつくりとはたらき」を実践前単元として調査した。まず、課題設定の場面で、運動や飲食をした時の体の変化について、不思議に思ったことを記述するように促した。そして、図10のように評価基準を設けたところ、多くの児童がⅢまたはⅣグループであり、「運動すると体が疲れる」「食

べると体が元気になる」などの記述をしており、問題を見いだす児童は少なかった。

グループ	判定基準	人数
I	学習内容に関連する問題を二つ以上記述している	2
II	学習内容に関連する問題を一つ記述している	5(児童B)
III	学習内容に関連しない記述をしている	21(児童A)
IV	記述なし	11

【学習内容に関連する問題】
 ・吸った空気とはいた空気の違い
 ・酸素と二酸化炭素の出し入れ
 ・血液に取り入れられた酸素のゆくえ
 ・食べ物のゆくえ
 ・消化と吸収

図10 問題を見いだすに関する児童の実態

また、課題解決の場面の観察・実験で、複数の結果を比較して活動する姿が見られない。さらに、考察で、多くの児童が、班で個々の考えを伝えているが、互いの考えの共通点や差異点を明確にしたり、他の人の考えに対して質問したりする姿は、ほとんどなかった。そして、図11のように、課題に対する根拠と主張の評価基準を設け、根拠は評価基準に示した内容を満たしている数(最大3個)、主張は正誤について判定した。

課題	人は、呼吸をする時、何をとり入れて、何を出しているのだろうか
根拠	・気体検知管の酸素の量が減った ・気体検知管の二酸化炭素の量が増えた ・石灰水が白く濁った
主張	人は、呼吸をする時、酸素を取り入れて、二酸化炭素を出している

図11 実践前単元の評価基準

その際、図12のように群分けする。

		主張	
		誤	正
根拠	2・3個	B群	A群
	0・1個	C群	B群

図12 群分け

図13の結果より、対話的活動前後で、正しく主張を記述する児童は増加したが、複数の根拠に基づいて考える児童数にほとんど変化はない。

		対話的活動前		対話的活動後	
		主張		主張	
		誤	正	誤	正
根拠	2・3個	3(児童A)	6	1	8
	0・1個	18	12(児童B)	9	21(児童A・B)
計		21	18	10	29

図13 学級全体と児童A・Bの実態

また、抽出児童に関して、図14のような児童A・Bを設定した。そこで、本実践では、手だて1・2の学習内容は児童A、手だて3・4の学習内容は児童Bを対象とし、具体的な発言や行動、記述内容を示す。

児童A	児童の様子	課題設定の場面で、自然の事物・現象に対する疑問を記述する場面で困惑しており、「走ると体はどうなるのだろう」と学習内容に観点しない記述をして、問題を見いだすことが苦手である。
	教師の願い	自然の事物・現象の出会いから興味・関心を高めることで、多くの問題を見いだせるようになってほしい。
児童B	児童の様子	課題解決の場面で、班で自分の考えを伝えるが、対話的活動後に複数の根拠に基づいて主張を述べるのが苦手である。
	教師の願い	班や学級全体の対話的活動を通して、互いの考えの差異点や共通点や差異点、疑問点について考えを伝え合うことで、複数の根拠に基づいて主張を述べるようになってほしい。

図14 抽出児童の様子と教師の願い

(5) 単元計画

単元計画を下記に示す(図15)。

IV 研究の実際

1 手だて1・2を講じたときの様子

導入では、まず、教師が、「稲沢市はどのような土地ですか」と発問した。児童は、「山が無く、平らな土地です」などと発言した。次に、図4の常滑市や南知多町の地層の画像を、教室の背面壁をスクリーンとして、

プロジェクター投影を用いて提示した。児童は、「画像に映っている人がとても小さいから崖はとても大きい」「崖はバームクーヘンみたいな縞模様をしている」などと発言した。次に、図3の瑞浪市の化石を採取している場所や岩石を提示した。児童は、「すごい。初めて本物の化石を見た。触ってみたい」「化石は川の近くでとれるのかな」などとつぶやいた。そして、「本時は何を学びたいですか」と発問した。児童Aは、「岩石を割り、化石を掘りたいです」とつぶやいた。また、他の児童は、「縞模様の様子をもっとよく見たいです」などと発言した。そして、本時は、発掘体験やICTを用いた地層観察の活動を行うことを共有した。

展開では、まず、岩石を割り、構成物を観察する場を設けた。児童は、「叩いてみると岩石はとても硬い」「触ってみるとサラサラやザラザラしたものなどが多く混じっている」などと発言した。児童Aは、「化石になっても葉や貝の模様はきれいに残っている」「化石はどうやってできたのだろう」などとつぶやき、岩石の構成物を観察した。次に、地層をスクリーンや児童用タブレットPCで観察する活動を設けた。児童は、スクリーンに投影された画像を見たり児童用タブレットPCに送付された画像を拡大したりし、「改めて地層を見ると本当に大きい」「場所によって黒色や白色など色が違う」「写真を見ると地層は海の近くにある」などと

単元目標				
知識及び技能		土地やその中に含まれている物に着目して、土地のつくりやでき方を多面的に調べる活動を通して、土地のつくりや変化についての理解を図り、観察に関する技能を身に付ける。		
思考力、判断力、表現力等		土地やその中に含まれている物に着目して、土地のつくりやでき方を多面的に調べる活動を通して、土地のつくりやでき方について、より妥当な考えをつくりだし、表現するなどして問題解決する。		
学びに向かう力、人間性等 (主体的学習に取り組む態度)		土地のつくりと変化に関する問題解決に向けて、見通しをもって追究しようとする。		
時	学習課題	本時の目標	評価規準	手だて
1	不思議に思ったことや調べたいことは何だろうか。	○発掘体験やICTを用いた地層観察を行い、不思議に思ったことや調べたいことなど問題を見いだす。	○岩石の構成物や地層の縞模様に着目し、気付いたことを話し合っ問題を見だし、記述している。(主)	1・2
2 3	土地は、なぜしま模様に見えるのだろうか。	①礫、砂、泥、火山灰などが層になって積み重なっているものを地層ということを理解する。 ②崖が、縞模様に見えることについて予想し、自分の考えを表現する。	①土地は、礫、砂、泥、火山灰などからできており、それがそうになって積み重なっているものを地層ということや層には化石が含まれていることもあることを理解している。(知) ②崖が縞模様に見えることについて、根拠のある予想や仮説を予想し、自分の考えを表現している。(思)	
4 5	地層は、流れる水によって、どのようにできるだろうか。	①層の構成物から、その地層のでき方について予想し、自分の考えを表現する。 ②地層は、流れる水のはたらきによって、できることを理解する。	①層の構成物から、その地層のでき方について、根拠のある予想や仮説を予想し、自分の考えを表現している。(思) ②地層は、流れる水のはたらきによって、礫や砂、泥などが海に運ばれて、できることを理解している。(知)	
6 7	地層は、火山活動によって、どのようにできるだろうか。	①地層は、火山の噴火によっても、できることを理解する。 ②双眼実体顕微鏡を使用して火山灰を観察し、記録する。 ③火山のはたらきと地層のでき方の関係について、自分の考えを表現する。	①地層は、火山の噴火によっても、できることを理解している。(知) ②双眼実体顕微鏡を使用して火山灰を観察し、適切に記録している。(知) ③含まれる構成物から、地層が流れる水のはたらきによってできたか火山の噴火によってできたかについて、より妥当な考えを導き出し、自分の考えを表現している。(思)	
8 9	地層は、火山活動や地震によって、どのように変化するだろうか。	○火山活動や地震によって土地が変化することを理解する。	○火山活動や地震によって土地が変化することを理解している。(知)	
10 11 12	稲沢市の土地は、どのようなつくりだろうか。	○稲沢市のボーリングコアの観察を行い、稲沢市の土地の様子について自分の考えを表現する。	○稲沢市の土地の様子について、より妥当な考えを導き出し、自分の考えを表現している。(思)	3・4
13	稲沢市の土地は、どのようにしてできただろうか。	○稲沢市の土地のでき方を進んで調べようとする。	○稲沢市の土地のでき方について、粘り強く、他者と関わりながら、問題を解決しようとしている。(主)	

図15 単元計画

発言した。児童Aは、「層の厚さが場所によって違う」「地層はまっすぐではなく、右上がりの所や曲がっている所がある」とつぶやき、地層の特徴を捉えた。

そして、発掘体験やICTを用いた地層観察を通して不思議に思ったことを、児童用タブレットPCの発表ノートに入力する活動を設けた。児童は、発掘体験に関して、「岩石には何が入っているのだろうか」「岩石はどのようにできたのだろうか」「化石はいつできたのだろうか」などを入力した考えを伝え合った。ここで、岩石の構成物に関する記述（硬さ・色・手触り）は赤色、岩石のでき方は青色、岩石の年代は緑色、「稲沢市にはどのような化石があるのだろうか」などその他は黄色の背景色を付けるように伝えた(図16)。

岩石によって硬さが違うのはなぜか
 葉っぱの模様がきれいに残っているが
 どのように化石はできたのか
 今回調べた岩石は何年前のものなのか

図16 発掘体験を通じた児童Aの記入内容

また、地層観察に関しても、「縞模様に見えるのはなぜだろうか」「下から順番にできたのだろうか」「いつの地層なのだろうか」など記入した考えを伝え合った。ここで、地層の構成物（模様、色）には赤色、地層のでき方(重なり広がり方、場所、厚さ)には青色、地層の年代には緑色、「地下にも地層は広がっているのだろうか」などその他は黄色の背景色を付けるように伝えた(図17)。

地層によって色が違うのはなぜか
 右の写真は線がやや右下がりだが
 左の写真は線が右上がりになっていて
 その違いは何か
 線と線の間が、下から順に
 小さくなっているのはなぜか
 稲沢市はどのような地層か

図17 地層観察を通じた児童Aの記入内容

そして、児童の考えを基に、単元を通して、「土地が縞模様に見える理由・流れる水の働き・火山活動の働き・火山活動や地震による土地変化」について追究した上で、「稲沢市の土地のつくりや変化」について解決しようと課題を学級全体で見いだし、共有した。

第1時の授業後、児童は、「実際に岩石を見たり叩いたりため、多くの疑問をもてました」「教室の壁に映った大きな地層の画像を見て、大きさに驚きました。そして、地層の模様やでき方を調べてみたいと思いました」などと感想を記述した。

2 手だて3・4を講じたときの様子

第10時の導入では、単元の導入で設定した「稲沢市の土地は、どのようなつくりだろうか」という課題を確認し、「今までの授業で観察したような地層を、稲沢市で見たことはありますか」と発問した。児童は、「平野に位置するため見たことはないです」と発言した。次に、「地面の下はどのようなつくりだと思いますか」と問いかけた。児童は、「砂や泥が混ざっています」「砂が続いています」などと発言した。そこで、稲沢市立中央図書館のボーリングコアの一つである礫の入った試料瓶を提示して、「これは地表から30m下のものです」と伝えた。児童は、「地面の下は砂以外にもあるんだ」と発言した。そして、ボーリングコアを観察して、土地のつくりについて考えることを伝えた。

まず、図18のように、構成物の種類を示した稲沢市立中央図書館の地点Aのボーリングコアを観察するように伝えた。

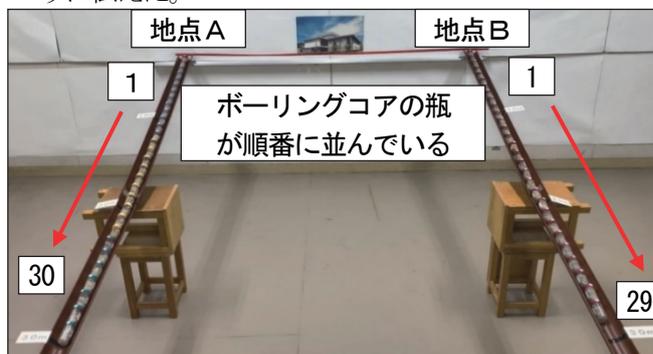


図18 授業で観察したボーリングコアA・B

児童は、ワークシートに泥・砂・礫ごとに色を付けて、「礫は泥や砂に比べて粒がととも大きいから、泥と礫の境目は分かりやすい」「瓶に茶色の汚れのようなものが付着しているけど、これは泥なのかな」などつぶやきながら観察した。また、「砂と泥の境目は、粒の大きさに判断するのは難しい」「色だけで判断すると、境目は違う所だと思った」などと発言した。

次に、地点Aから50m離れた盛土層の下から構成物の種類が示していない地点Bのボーリングコアを観察した。児童Bは、「やはり泥と砂を見分けるのは難しい」

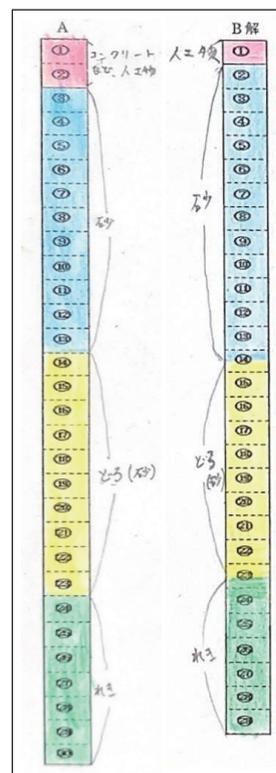


図19 児童Bがつくった地点A・Bの柱状図

とつぶやいた後、「20mより下から地点Aと同じような礫がある」と地点Aと比べながら観察をして、層の境目の写真を撮影した。また、「一番下は礫だから、地上から20mの深さまでのつくりも同じなのかな」とつぶやき、層を種類に分類した。その後、地点Bの構成物の種類を示して、児童Bはワークシートに色分けをした(図19)。

第11時で、「地点AとBはつながっていますか」と発問した。児童は、個人で、クラゲチャートを用いて、頭の部分に課題に対する考え、足の先となる部分に根拠を記述した。児童Bは、礫の粒の大きさを根拠に基づき、2地点はつながっていると考えた(図20)。

次に、班で、記述したクラゲチャートを用いて、児童Bの班では、「2地点とも3層できているためつながっています」「3層できているという考えに付け加えて、砂・泥・礫の順番が同じためつながっています」などと考えを伝え合った。児童Bは、「瓶の中に入っている礫の大きさが、2地点で共通していました」と撮影した写真を用いて考えを伝えた。また、「砂の色も似ている所が多かったです」と考えを付け加えた児童がいた。しかし、「確かに3層だけど、地点AとBで少しずつ砂と泥・泥と礫の境目の高さが違う点が気になります」と発言した児童がいた。その考えに対して、児童Bは、「今まで見た地層の境目も一直線である所は少なく、曲がっているものが多かったです。だから、少しぐらい斜めでもつながっていると思います」と説明した。そこで、他の児童が、「砂や泥・礫の割合がだいたい同じ点も、2地点がつながっている根拠です」と発言した。そして、班で、層の数、層の厚さ、礫層の大きさ、砂層の色について考えをまとめて、タブレットPCを用いてクラゲチャートをつくった(図21)。

さらに、班でつくったクラゲチャートをタブレットPCを用いて学級全体に共有して、互いの考えの差異点や共通点、疑問点を発表するように伝えた。児童は、「2地点とも砂・泥・礫できているためつながっているという考えは同じです」「泥と礫の境目の粒の大きさや色も同じです」などと発言した。また、ある児童が、児童Bの班に対して、「砂や泥、礫の割合がほとんど同じとは、どのような意味ですか」と質問した。そこで、児童Bは、「砂・泥・礫の層の高さがほとんど一致しているという意味です」と説明した。そして、「今まで見た地層は海が近くにあったけど、稲沢市には近くに海がないため、2地点はつながっていないと思います」という考えに対して、「稲沢市の近くには、大きい川がたくさんあります」「稲沢市は昔、海だったと聞いたことがあります」などと考えを伝え合った。その後、「稲沢市の近くにある大きな川や、昔あった海など

の流れる水の働きによって、稲沢市の土地ができた。だから、2地点はつながっている」と発言した。

そして、個人で、再度クラゲチャート(図22)をつくった後、文章で考えを記述した。児童Bは、「ボーリングコアの土は、AとBを比較すると、高さ・順番・色・形・大きさがほとんど同じであったため、稲沢市の土地は地層としてつながっている」と記述した。

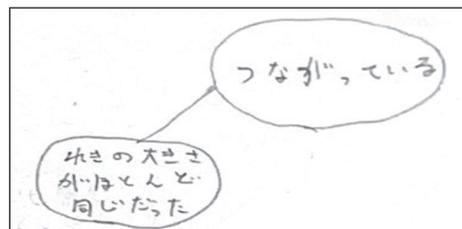


図20 児童Bが対話的活動前につくったクラゲチャート

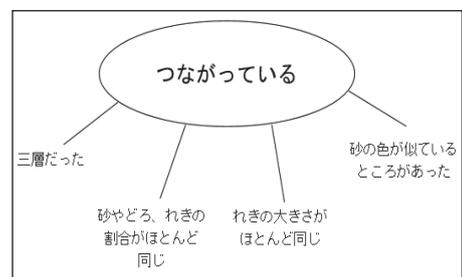


図21 児童Bの班がつくったクラゲチャート

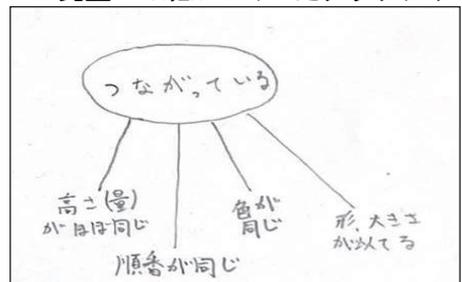


図22 児童Bが対話的活動後につくったクラゲチャート

第12時では、稲沢市立中央図書館から2km程度離れた、図23のような盛土層の下は構成物の種類を示していない稲沢市立小正小学校のボーリングコアを提示した。

児童は、「図書館と同じような礫がある」「礫が地表から出てくる深さもほとんど同じ」「礫の層以外は砂と泥が混じっていて難しいけど、小正小学校のボーリングコ

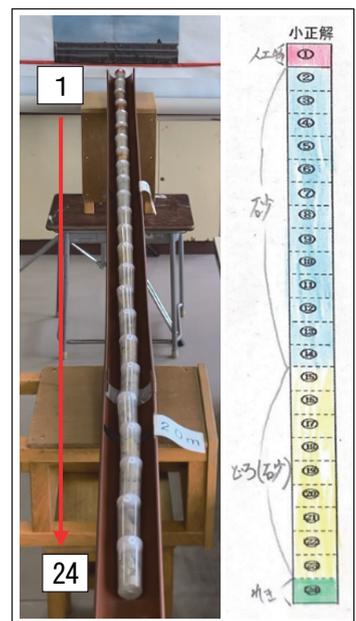


図23 小正小学校のボーリングコアと児童がつくった柱状図

アも中央図書館と同じで地表に近い所は粒が大きいから砂の層だと思ふ」などつぶやきながら、稲沢市立中央図書館の土地の様子と比べて観察した。そして、教師が構成物の種類を示して、児童は図 23 のように色分けをした。そして、児童Bは、「砂と泥・泥と礫の境目が似ているため、稲沢市の土地はつながっていると思った」と記述した。

授業後、児童は、「複数地点のボーリングコアを比べることで、地層をつくっている物や色などの共通点が分かり、稲沢市の地層がつながっていると実感しました」「クラゲチャートを使うことで、考えを整理しながら、考えることができました。また、話し合った考えがクラゲチャートとして残っているため、振り返りがしやすかったです」などと感想に記述した。

V 手だての検証と考察

1 手だて1・2に対して

図 24 より、発掘体験と地層観察を取り入れたことで、図 16・17 のように児童Aを含めて一人一人が、多くの問題を見だし、I グループになった。これは、実際に岩石を叩いて触ったことで、岩石の硬さや構成物の手触りを実感して、疑問をもったためと考える。また、プロジェクター投影を用いた地層を観察したことで、地層の大きさに興味・関心を高め、個で疑問に感じた所をタブレットPCで拡大しながら観察して、地層全体とその構成物を結び付けて、気付きの要素を増やしたためと考える。

グループ	判定基準	人数	
		実践前単元	実践単元
I	学習内容に関連する問題を二つ以上記述している	2	30(児童A・B)
II	学習内容に関連する問題を一つ記述している	5(児童B)	6
III	学習内容に関連しない記述をしている	21(児童A)	3
IV	記述なし	11	0
【学習内容に関連する問題】			
<ul style="list-style-type: none"> ・土地が縞模様に見える理由 ・流れる水の働き ・火山活動の働き ・火山活動や地震による土地の変化 ・稲沢市の土地のつくりや変化 			

図 24 問題を見いだすに関する児童の変化

2 手だて3・4に対して

図 25 のように、課題に対する根拠と主張の評価基準を設けて、根拠は評価基準に示した内容を満たしている数(最大3個)、主張は正誤について判定した。

課題	稲沢市の土地は、どのようなつくりだろうか
根拠	<ul style="list-style-type: none"> ・砂、泥、礫の順番が同じである ・各層の厚さが同じである ・各層の色が同じである
主張	稲沢市の土地は、地層としてつながっている

図 25 実践単元の評価基準

図 26 より、対話的活動前はB群が多かったが、対話的活動後はA群が 32 人となり、複数の根拠を基に正しく主張を述べる児童が増加した。児童Bも図 20 のように記述して、A群になった。これは、児童が、複数地点のボーリングコアの粒の大きさや色などを比較しながら観察したことで、根拠となる考えの要素が増えたためと考える。また、クラゲチャートを活用したことで、互いの考えを比較しやすく、共通点や差異点が明確となり、その差異点を基に質問や説明をして、より妥当な考えをつくりだすことにつながったためと考える。そして、対話的活動の考えをクラゲチャートとしてまとめたことで、活動前後の自分の考えを比較して修正しやすかったためと考える。

		対話的活動前		対話的活動後	
		主張		主張	
		誤	正	誤	正
根拠	2・3個	1	4	0	32(児童A・B)
	0・1個	14	22(児童A・B)	2	5
計		15	26	2	37

図 26 学級全体と児童A・Bの実態

VI まとめと課題

本研究では、自然の事物・現象と出会う場や観察活動の場、対話的活動である他者と協働する場を工夫して授業デザインすることで、問題を見だし、より妥当な考えをつくりだすなど科学的に解決する児童を育成することができた。

今後は、児童が理科の見方・考え方を豊かに働かせて課題を解決するために、児童が各授業で働かせた理科の見方・考え方を認知した上で、課題を解決するための手だての工夫が必要である。

参考文献

- 文部科学省 (2018) 『小学校学習指導要領解説理科編』東洋館出版社
- 文部科学省 (2018) 『中学校学習指導要領解説理科編』東洋館出版社
- 鳴川哲也・山中謙司・寺本貴啓・辻健 (2019) 『イラスト図解ですっきりわかる』東洋館出版社
- 露木和男 (2019) 『「やさしさ」の教育』東洋館出版社
- 三次徳二 (2008) 『小・中学校における地層の野外観察の実態』地質学雑誌 114
- ヴィゴツキー(柴田義松訳) (1979) 『思考と言語(下)』明治図書