

[理 科]

体験を通して、より妥当な考えをつくりだす 力を育成する理科授業の工夫

— 小学校第6学年「大地のつくりと変化」における指導を通して —

勝又 啓太*

1 はじめに

小学校学習指導要領⁷⁾における理科の目標は、「自然に親しみ、理科の見方・考え方を働かせて科学的に問題解決をする資質・能力の育成」である。そのために、学習過程の中で「主体的・対話的で深い学び」の視点で授業改善を行なっていくことが求められている。「理科の見方・考え方」の「見方」とは問題解決の過程において、自然の事物・現象を捉える視点であり領域ごとに主となる視点が示されている。「考え方」とは、問題解決の過程で思考する際の考え方であり、比較、関係付け、条件制御、多面的に考えること等が示されている。特に問題解決の資質・能力については旧指導要領（平成20年8月告示）から現行指導要領（平成29年7月告示）への移行で各学年の内容に改訂が加えられた。第6学年の理科の目標では、問題解決の能力として「自然の事物・現象から見いだした問題について追及し、より妥当な考えをつくりだす」ことが示された。「より妥当な考えをつくりだす」とは、「自分が既にもっている考えを検討し、より科学的なものに変容させること」とされている。また、「この力を育成するためには、自然の事物・現象を多面的に考えることが大切である。」と示されている。児童の体験活動や多面的に考える活動と、児童の見方や考え方が、より妥当な考えに変容するという関係性があることが分かる。

平成30年度全国学力・学習状況調査報告書³⁾によると、小学校6年生理科では、教科調査の「地球に関する問題」において設問(2)「土地の浸食について、予想が確かめられた場合に得られる結果を見通して実験を構想できるかどうかをみる。」の正答率が55.5%という結果であり、「予想が確かめられた場合に得られる結果を見通して実験を構想したり、実験を基に自分の考えを改善したりすることには依然として課題がある。」と報告されている。指導改善のポイントとして、実験方法の妥当性や得られる結果の見通しについて、検討したり発表したりする場面の設定の必要性が述べられている。学習状況調査では、理科学習についての各質問に「当てはまる」と解答した割合を見ると、「理科の学習は好きですか(52.6%)」「理科の授業内容はよく分かりますか(55.9%)」など理科学習全般に対する認識や理解度を問う質問に対し、「理科の授業で学習したことは、将来、社会に出たときに役立つと思いますか(40.0%)」「理科の授業で、観察や実験の結果から、どのようなことが分かったか考えていますか(43.7%)」「理科の授業で、観察や実験の進め方や考え方が間違っていないかを振り返って考えていますか(29.4%)」など、活用や思考を問う質問は「当てはまる」の割合が低い傾向がみられた。これらのことから、理科学習において、実験方法や結果などについて思考するなど問題解決の過程や、理科の有用性への捉えが課題であるといえる。これは、事物・現象を多面的に考えることが不十分であり、「妥当な考えをつくりだす」力の育成が課題であるともいえる。「妥当な考えをつくりだす」ためには、問題を自分事として捉えて解決方法などを思考したり、学びを自分の学習や生活に生かそうとしたりする主体的な学びと、自分事の問題解決の思考の育成が重要である。

自身の授業を振り返ると、学習を通して獲得した知識や技能を生かして思考・表現する活動や、児童自身が「前は分からなかったけど今なら分かる」というように自己の考えの変容や成長を認知できる場を十分に設定してこなかった反省がある。ワークテストでは、知識技能を問う問題の正答率は全体として高くても、思考力・表現力を問う問題では誤答や無答が目立った。

そこで、児童が学習を自分事として捉え、自己の学びからより妥当な考えをつくりだすため、単元構成や授業を通して手立てを工夫し、その有効性を検証することとした。

*南魚沼市立六日町小学校

2 研究の目的

学習指導要領6学年理科の目標では、育成する問題解決の力として「自然の事物・現象から見出した問題について追求し、より妥当な考えをつくりだす」ことに重点が置かれている。本研究の「大地のつくりと変化」の指導においては、土地のつくりについて礫、砂、泥、火山灰が幾重にも層状に重なり地層をつくって広がっていることや、地層や化石が長い年月や様々な要因でつくられることなど、事物・現象を主として時間的・空間的な視点で捉えることが重要である。そして、事物・現象について多面的に調べたり考えたりして、土地のつくりと変化を捉えられるようにする必要がある。

本研究では、「大地のつくりと変化」の学習において、「妥当な考えをつくりだす」力を高めるためには、特に児童が事物・現象を見たり、触れたりするなど「本物に触れる」ことで得られる実感の伴った体験活動や考えを表現したり交流したりする場、過去の自分と現在の自分の変容を比較できる活動が重要だと考え、単元構成や手立てを講じた。単元の導入では、学校の地面の下の様子をイメージする活動を行う。地面はとても身近なものであるが、地面の存在を意識して生活している児童は少ないだろう。地面の下の様子についての児童の素朴な考えと実際の地面の下の様子では多くの違いが生じ、その分、学習過程での児童の変容も生じやすいと考える。そして、児童の予想や仮説をモデル実験や地域の地層見学で検証することで、実感の伴った理解につなげることができる。このように「大地のつくりと変化」の学習は、実験や観察を主とした問題解決の過程を経て、児童の素朴な考えがより科学的で妥当性をもつ考えへと変容していくことが期待できる。授業者の単元構成や手立てが、児童が「自分が既にもっている考えを検討し、より科学的なものに変容させること」により「妥当な考えをつくりだす」力を高めることに有効であったかを検証する。

3 研究の内容と方法

小学校第6学年1学級（男子13名、女子14名、計27名）を対象とする。理科の実験に意欲的に取り組む児童が多い一方で、予想を立てたり実験後の考察を考えたりする場面では、活動が停滞してしまったり、既習をもとに十分に思考表現できなかったりする様子も見られる。

本研究では上記の学級を対象に、地域の土地のつくりを柱として児童の実感を伴った体験活動を重視した実験観察や既習を活用する問題解決の課題を組み込んだ授業を実践する。児童の実験観察の様子、ノートやワークシート、振り返りの記述から児童の変容を分析し、授業構成や手立ての有効性を検証する。特に以下の手立てや活動を計画・実践し児童の反応や変容を分析する。

(1) 単元の初めと終末で学校の地面の下のイメージ図を描く活動

(2) モデル実験

- ① ボーリング実験
- ② 堆積実験

(3) 辻又での地層見学 理科センター講師派遣制度の活用

① 辻又の地層について

南魚沼市一村尾～後山の地域に地層観察に適した露頭がある（図1）。砂層、砂礫層や泥岩層、砂泥互層を観察することができ、地層の傾きも見られることから、水の働きによる地層の形成や隆起等による土地の変化について学習できる。南魚沼市理科センターに講師派遣を依頼し、専門家の立ち会いのもと観察を行う。

② 地層観察の有効性を検証する。

三次（2008）によると、「小・中学校における地層の野外観察の実態」⁴⁾の中で、全国の15地域における地層の野外観察の実施率は小学校で33.3%、中学校では11.9%であることが示されている。学習指導要領では、各内容の指導における配慮事項として「(3)体験的な学習活動の充実」が示されており、「(3)生物、天気、川、土地などの指導に当たっては、野外に出かけ地域の自然に親しむ活動や体験的な活動を多く取り入れるとともに、生命を尊重し、自然環境の保全に寄与する態度を養うようにすること。」とある。「大地のつくりと変化」の単元では、時間的・空間的な視点で事物・現象を捉えることが重要である。視聴覚教材で学ぶこともできるが、野外観察で本物の地層を目の前にする体験には及ばないだろう。地層見学が大地のつくりに対する理解や自然に対する畏敬の念の高まりに有効であるか、児童の記述等をもとに検証することとした。



図1 辻又の露頭

4 研究の実際

(1) 単元指導計画

時	学習活動	より妥当な考えをつくりだすことにつながる こと（検証の手段）
1	○学校の下での地面の中の様子を自分なりに想像してワークシートに記述し、考えを伝え合う。	地面の下についての素朴概念を通して授業前の児童の思考を読み取る。
2	○なぜしま模様ができるのか予想し、資料等から、層をつくる粒の色や大きさの違いによりしま模様に見えることを捉える。	なぜしま模様に見えるのか予想し次の実験に繋げる。（観察活動）
3	○学校のボーリング試料と柱状図を見て、深さによって粒の種類が異なることや、柱状図の見方や描き方を知る。	ボーリング試料や柱状図から地面の下が層になっていることを想像したり知識として理解したりする。（観察活動）
4	○地層のできかたを予想しペットボトルの堆積モデル実験を行う。ボーリングモデル実験を行う。	モデル実験で地層のでき方を観察し、水の力で地層が形成されることや級化層理の仕組みを理解する。（モデル実験）
5	○様々な動植物の化石や生痕化石があり、化石によって当時の地球の環境を知る手がかりにもなることを知る。	本物の化石に触れ、太古の地球環境や化石のでき方について想像する。（観察活動）
6	○火山のはたらきでできる地層について学び、鉱物の名前が分かるシートを見ながら鉱物の観察をする。	火山灰は鹿沼土など身近にあり、活用されていることを知る。（観察活動）
7	○岩石標本を見たり手に取ったりして岩石の観察をする。	岩石の観察（観察活動）
8 9 10	○辻又での地層観察を行う。理科センターへ専門の先生の派遣依頼をする。	本物の地層を観察し、これまでの学習内容と繋げる。（観察活動）
11	○辻又で観察した露頭のスケッチや観察で気付いたことをまとめる。またスケッチした露頭に何回土砂の流入があったのかを考え記述する。	これまでの学習を活用し、観察した地層に土砂の流入が何回あったか考える。（総合的な考えの再構成）
12	○学校の下での地面の中の様子を自分なりに想像してワークシートに記述し、考えを伝え合う。 ○単元の振り返りを行う。	学習を活用し、再度学校の地面の下の図を描く。（総合的な考えの再構成）

(2) 第1時、第2時の実践と児童の学びの様子 <学校の地面の下のイメージ図>

第1時では、「学校の地面の下はどうなっているだろう」という問題を立て、ワークシートにイメージ図を描く活動を行った（図2）。「今まで考えたことなかった。」と初めは戸惑いをみせる児童もいれば、先行知識があるのかすぐ描き始める児童もいた。多くの児童が配管や基礎やコンクリートといった人工物を描いた。描いた後は大型テレビに図を映し、考え方が異なる児童数名が発表をした。児童に問題意識と妥当性への思考の揺さぶりをもたせることをねらった（表1）。

表1 第1時の妥当性への揺さぶり

教師	：どの人の意見が正しいだろう。（判断を促す）
児童1	：見たことないから分からないよ。（自分たちの現在の段階）
教師	：どうすれば学校の地面の下の様子がわかるかな。（解決方法を問う）
児童2	：掘ってみればいい。（解決方法の提案）
児童3	：そんなに深くは掘れないと思う。（提案に対する意見）
児童4	：何か調べるいい方法があったらいいのに。（解決の見通し）



図2 導入時のイメージ図

対話を通して、今の自分たちには正誤を判断できないことを確認したり、何かしらの方法で学校の下の地面の様子を調べる必要感をもたせたりすることができた。

第2時では、「地面の下の様子がわかる写真があるんだ。」と千葉県屏風ヶ浦の地層の写真を提示し、「しましまに見えるわけ」を考えた。多くの児童が、層ごとに土や砂の色や種類が違うからではないかと考えた。資料等を基に、層ごとに砂の層や泥の層があり、しましまに見えることを理解した。「学校の下もそのようになっているのかもしれない。」と考えを広げることができた。「実は学校の地面の下を掘って出てきたものが理科室にあるんだ。」とボーリング試料の存在を伝え、妥当性への促しをして次時につなげた。

(3) 第3時の実践と児童の学びの様子 <ボーリング試料観察>

六日町小学校には地下50mまでのボーリング試料と柱状図がある(図3)。柱状図のコピーを配り、柱状図の見方を教えると児童たちは、地面の下には泥の層や砂の層、砂と礫が混ざっている層があることなどに気付くことができた。そしてボーリング試料を観察してみることで、砂でさらさらしているところもあれば、泥が固まってしまっているところもあるなど違いを捉えていた。振り返りにおいて「なぜ同じ粒ごとに層ができるんだろう。」など、地層の成り立ちに繋がる疑問を引き出すことができ、身近な教材を通じて妥当性を促し、次時の地層のモデル実験に繋がった。



図3 学校のボーリング試料

(4) 第4時の実践と児童の学びの様子 <ペットボトル堆積実験とボーリングモデル実験>

第4時では、教科書にも記載されているペットボトルを使用した地層の堆積実験を行った。児童は1回の土砂の流入ごとに、下から礫砂泥の順に堆積する級化層理の現象について理解した。対話の中で「泥は小さくて漂っているから遅いんだ」といった声が聞かれ、「大きく重い物から沈む」というように現象を理由付けすることができた。

堆積実験の後、実際の地面の下の様子や大地の様子を見る目に繋げることをねらいとしたボーリングモデル実験を行った。事前にメガカ観察で使用する「ミルソー」に、小麦粉、黒ごま、きな粉、を押し固めながら入れて地層モデルをつくった(図4)。上から太めのストロー(タピオカドリンク用など)を刺した後抜くと、重なった地層を取り出すことができ、児童は「地面の下の地層はこんなふうになっているのか。」と驚き、実験を通して妥当性の促しを進めた。



図4 ボーリングモデル実験

(5) 地層観察の児童の学びの様子

地層観察では南魚沼市理科センターに講師を依頼し、児童に分かりやすくかつ専門的な活動を実施することができた。児童たちは目の前の大きな地層の迫力に驚いたり、露頭での礫・砂・泥の採集に意欲的に取り組んだりしていた。帰校後、観察した経験と、露頭の柱状図や写真をもとに露頭の図を描いた(図5)。

観察の振り返りには、自分たちの地域が昔は海だったことに驚いたことや、実際の地層の迫力、地層のでき方や泥の色の変化などについて、本物の地層に触れたことにより、妥当性に基づく多くの記述が見られた。

(6) 第10時の児童の学習の様子 何回土砂の流入があったか考える

第10時では、地層見学で見た露頭のスケッチ(図5)や柱状図をもとに、観察できた範囲の地層には何回土砂の流入があったか考え記述した。以下に児童の記述を示す。正答は8回である。

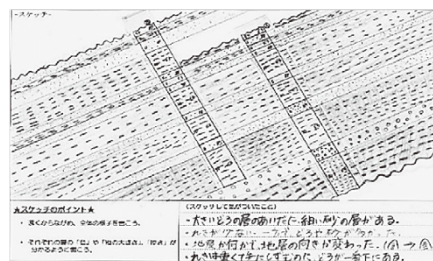


図5 露頭のスケッチ

- A 児：実験をしたときに、1回でどろ、砂となっていて、2回目にどろ、砂、どろ、砂となっていて、それが6回分あったから6回にした。
- B 児：砂どろ、れきどろで1セットだと思ったので、れきどろが1セット、砂どろが6セットで7回だと思う。
- C 児：まず、どろが一番軽くて、れきが一番重い。だから1段目のどろは1回目、下には砂やれきがあると考えました。2回目は、れきとどろが入ってきて、れきが重くて1段目のどろに積もった。3回目は砂とどろが入ってきて……というふうに、だんだん積もっていったのだと思う。それがあと5回くり返されたと思うので全部で8回だと思う。

ペットボトルでのモデル実験や地層観察の学習を生かして、多くの児童が砂（礫）と泥を1つのセットと捉え回数を考えることができていた。7回と考えた児童が最も多く、一番下の泥層の対となる砂層や礫層が柱状図やスケッチには見えないために数えなかったことが原因に挙げられる。8回と考えた児童は全体の10名ほどであった。砂と泥がペアということを念頭に置きつつ、C児のように見えていない最下部の泥層の下の部分の存在を考えることができており、地層の図を正しく読み取り、既習内容を活用することで、より妥当な考えをつくりだすことができていた。

(7) 第11時の児童の学習の様子 学校の地面のイメージ図（2回目）を描く

第1時と同じように地面の下のイメージ図を描いた。2回目のイメージ図では、学校の地下100mまでの様子をイメージして描かせた（図6）。50mまではボーリング調査の柱状図を見ながら描き、50m～100mは自分の想像で描く。児童たちは学習を通して地層の成り立ちを説明することや、スケールの大きさのイメージができていたので、泥→砂→れきの順序や地層の広がりを意識しながら描いている児童がほとんどであった。この活動を通して、児童たちの知識技能の習熟の様子や大地のつくりに対する考えの変容を捉えることができた。導入時と比較して、既習を活用し根拠をもって図に表現することができており妥当性が高まった。

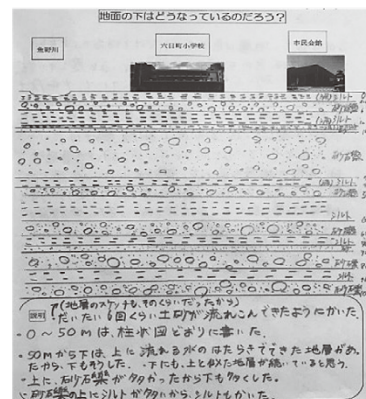


図6 第11時のイメージ図

<児童のイメージ図の説明>

- ・50mより上では、どろと砂、れきが多かったので、50mより下もそうなっているのではないかと考えました。
- ・ペットボトルでの実験の際に軽いどろが一番上になっていたので、50mより下も、シルト（どろ）、砂、れきという順番になっていると考えました。
- ・50mより下も泥→砂→れきの順番にしました。50mまでは砂礫が多かったから、50mより下も砂礫を多くしました。

5 研究のまとめ

(1) 児童のイメージ図や記述の分析

① 学校の地面の下のイメージ図

単元導入時では、学校の地面の下の様子を層や砂や石など複数の種類の粒で図に表現している児童は少なく、人工物やマグマなどの表現も見られた（図2）。導入時は、具体的に深さなどを指定せず描かせたことが表現のばらつきに影響したと考えられる。単元終末では全ての児童が層や粒の大きさの違いをもとにイメージ図に表現することができていた（図6）。図の説明については、「れき、砂、どろの順番にたまるから」「れき、砂、どろがセットで繰り返されるから」「ペットボトル実験のときと同じように考えてかいた」など、既習や経験をもとにした説明ができていた児童が20名になった。また、50mより下の様子を描く活動では、50mまでの地層の特徴に着目し「50mまで砂礫が多かったから……」と具体的な根拠をもとにして児童が6名おり「妥当性が十分あるもの」と判断した。自分の考えと自分の体験や既習事項、資料から分かる事実や推測できる事柄など複数の根拠を組み合わせることで、事物・現象を多面的に考えて「より妥当な考えをつくりだす」ことができていた姿といえる（表2、図6参照）。

② 単元の振り返りの記述

単元の最後に学習のまとめの振り返りを行った。学習を通して分かったことや、心に残っていること、更に知りたいことなどが記述されていた（表3）。「前は～が分からなかったけど今は～や～が分かった」「最初はうまく図が描けなかったけど上手に描けるようになってうれしかった」など、自身の変容を書いているものからは、児童が自己の成長や喜びを感じていることが読み取れた。学校で行った実験や地層見学についての記述もよく見られ、自分で見たり触れたりした経験は児童の記憶に刻まれ振り返りの記述に繋がったと考えられる。さらに、その経験から児童が「自然はすごい。おもしろい。」と感じたり、「次は～ことも調べてみたい。」と事物・現象について多面的に考えていこうとしたり

表2 イメージ図の表現要素と児童数（n=27）

表現したもの	導入時 (人)	終末時 (人)
層	9	27
複数の粒の大きさの異なるもの	11	27
石または砂など単種類のみ	12	0
人工物	20	0
化石	3	0
マグマ・マントル	5	0
地下水	3	0
生活経験や既習を基にした説明	6	20
妥当性が十分あるもの	0	6

する姿がみられ、児童の意欲の高まりと妥当性の深まりに有効であると確認することができた。

表3 振り返りの表現要素と表現した児童数 (n=27)

記述内容	分かったこと	自身の変容	実験について	地層見学について	更に知りたいこと	自然に対する心情
人数 (人)	24	14	5	12	12	11

<児童の単元の学習の振り返り記述>

- ・流れる水の力で地層ができたり、地面が盛り上がり山になったり、地球の力はすごいと思いました。
- ・地層のしましまは、たまたまできたのではなく、きまりがあってならんでいることが分かりました。
- ・最初に地面の下を描いたときよりも2回目の方が細かくくわしく描けるようになってうれしかったです。
- ・もっと本物の地層を見に行ったり、新潟県の地層についてももっと詳しく調べてみたいですね。
- ・前までは化石が出てくるのが不思議だったけど、地層から化石が出てくる仕組みが分かりました。
- ・地層は水の働きでできることが分かり、六日町も昔は海だったと知ってびっくりしました。

(2) 成果と課題

単元導入時から終末にかけて、児童の地層に対する知識技能や大地に関する事物・現象への心情を高めることができた。特に、イメージ図の描き方や説明に大きな変化があった。柱状図やボーリング試料観察、堆積モデル実験、地層見学、観察した地層に流入した土砂の回数を考える活動などを経て、児童の地層へのイメージや理解、図の表現力が高まり全員が層や粒の大きさを意識したイメージ図を描けることに繋がったと考える。更に半数以上の児童が50mよりも下の地面の様子を、50mまでの地層の構成や級化層理の知識をもとに根拠をもって考えられていた。実験や観察を通して本物を見たり触ったり、専門家から話を聞いたりすることは、児童の記憶に深く刻まれ、それが理科の見方や考え方を働かせ「より妥当な考えをつくりだすこと」に有効であることを確かめることができた。

本単元では、児童の素朴概念や疑問を大切に「本物に触れる」体験を柱として、実験や観察、手立てを取り入れた単元構成や授業を計画した。児童のイメージ図の変容や振り返りの記述から、本研究の実践が児童の「より妥当な考えをつくりだす」力の育成に有効であったといえる。課題としては、学んだことを実生活に繋げる活動や事物・現象について批判的に考えるような活動を充実させることがある。「地層はすごい。」「地層のできかたが分かった。」で終わらず、単元で学習したことの有用性を学習する場があると、学びの意味や理科学習の大切さがより強化されたり、「他にも役立っていることが世の中にはあるかもしれない」と更なる主体的な学びに繋がったりする可能性が大いにある。有用性についての学びをねらう場面を1時間の授業の中や単元全体を通して適切に計画・実践できるとよい。

6 おわりに

実践を通して、児童が自己の考えについて既習や体験を根拠にしながらか妥当性を考えるような学習経験を積むことで、より妥当な考えを導きだしたり、自己の変容や成長を自覚し理科学習への更なる意欲に繋がったりする姿が見えてきた。児童が見たものや聞いたことを鵜呑みにするのではなく、実験や観察を行いながら、より妥当な考え方について問題意識や探究心をもつことができるよう、今後も単元構成や手立てを工夫していきたい。そして、自分事として学習に取り組み、自己の考えを深化させていける授業を目指して、実践や検証をさらに深めていきたい。

引用・参考文献

- 1) 魚沼市立理科教育センター、「魚沼の自然と理科教育 第1集」, 2019年, pp.29~34
- 2) 学校図書、「みんなと学ぶ 小学校理科6年」, 2019年
- 3) 国立教育政策研究所、「平成30年度全国学力・学習状況調査 小学校理科」, 2018年
- 4) 三次徳二、「小・中学校における地層の野外観察の実態」『地質学雑誌』, 第114巻 第4号, 2008年, pp.149~156
- 5) 南魚沼市学習指導センター理科教育部、「令和3年度 研究実践集録『るーべ』」, 2022年, pp.23~28
- 6) 南魚沼郡教育委員会連絡協議会、「南魚の大地」, 1995年
- 7) 文部科学省、「小学校学習指導要領解説 理科編」, 2017年