

令和2年度 京都理科学研究会 研究主題

研究部 西村哲哉 黒田健太 中村寿樹

研究主題

『科学者精神の体得を目指す理科教育』
～論証フレームを活用した単元デザインの構築～

研究主題に迫るための3つの方策

- ① どのような考察をさせたいかをイメージすることから授業を構想する。
- ② 単元のどの時間にどのような資質・能力を高めるのかを意図的、計画的に考えた単元デザインを行う。
- ③ 自分の考えや友だちの考え、観察・実験結果や考察をクリティカルに捉え、より妥当な考えをもつことができるようにする。

1 研究主題設定の理由

小学校学習指導要領（平成29年告示）解説では、今の子どもたちが成人して社会で活躍する頃には、我が国は厳しい挑戦の時代を迎えていると予想されている。今後、「超スマート社会」とも言われる Society 5.0 の到来、社会構造、雇用環境が大きく急速に変化し、予測困難な時代になるだろうと考えられる。

こうした変化の一つとして、人工知能（AI）の飛躍的進化を挙げることができる。人口知能は雇用の在り方や学校において獲得する知識の意味にも大きな変化をもたらすのではないかと予測も示されている。人口知能の進化に対して、「人工知能等の先端技術を使いこなすことができるのだろうか。」「人工知能に囲まれ、人工知能を活用する社会では、感情や人間性などの人間としての本質的な部分は大切にされるのだろうか。」などと漠然とした不安感も広がっている。そのような社会の変革期の中でわたしたちはいたずらに不安を煽るのではなく、これからの未来を担う子どもたちに高い志や意欲をもった自立した人間として、自分と社会の未来を創造していく力をつけることが求められている。

人工知能がいかに進化し、思考できるようになったとしても、それが行っているのは与えられた目的の中での処理である。一方で人間は、感性を豊かに働かせながら、どのような未来を創っていくのか、どのように社会や人生をよりよいものにしていくのかという目的を自ら創造することができる。まさにこれこそが人間にしかできないことであり、これからの社会や時代を創造するために求められる力である。

「Society 5.0 に向けた人材育成～社会が変わる、学びが変わる」（2018 文部科学省）では、求められる力として「文章や情報を正確に読み解き対話する力」「科学的に思考・吟味し活用する力」「価値を見つけ生み出す感性と力」「好奇心・探求力」が挙げられている。特に「科学的に思考・吟味し活用する力」「好奇心・探求心」は、まさに理科教育で培うことができる力だと言える。人間としての強みはどこにあるか。学びにどのように向き合っていけばよいか。どのような人材がこれからの社会を創造していくことができるのか、それらの問いを、理科教育を通して考えたい。

小学校理科の教科の目標は、「自然に親しみ、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、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に必要な資質・能力を次のとおり育成することを目指す。（1）自然の事物現象についての理解を図り、観察、実験などに関する基本的な技能を身に付けるようにする。（2）観察、実験などを行い、問題解決の力を養う。（3）自然を愛する心情や主体的に問題解決しようとする態度を養う。」である。その中で大切なことは、問題を科学的に解決することである。これまで小学校理科では、問題解決の活動を重視してきたにもかかわらず、「問題解決の形骸化」と言われることもあった。これは、指導者が問題解決のプロセスだけをなぞって、子ども主体の問題解決になっていないという反省からくるものであるとされている。この反省をいかし、今後の理科教育では、

しっかりと問題解決の力が育成されるような授業を構築していかなければならない。

問題解決の力を育成するための第一歩は、子どもが主体となって問題解決に取り組むことである。自然事象との出会いの場の設定や教材教具の開発は、あくまでも問題解決の手段・手立てであるという視点をもつ必要がある。そして、何より大切なことは指導者が子どもたちに単元や1時間の学習の中でどのようなことを考えさせたいか、どのように問題を科学的に解決する力を身に付ける学びにするのかを明らかにすることである。

京都理科研究会では、令和元年度より、子どもがどのように問題を科学的に解決するのかを指導者が具体的にイメージすることを大切にするために論証フレームを活用した授業づくりを行ってきた。研究を進める中で、以下の成果が見えてきた。

- 論証フレームを活用し、自分の考えの論拠を明らかにすることで、より説得力がある表現をすることができ、論理的思考力や論証する力を育成することができる。また、自他の考えをクリティカルにとらえることができるようになる。
- 考えをまとめる際には、実証性、再現性、客観性等の科学的な条件を意識することができるようになる。
- 論証フレームを使い、子どもたちがどのように考察するのか、どのように論を展開するのかを想定することから授業を組み立てることで、問題解決の過程や子どもの思考を大切にしたい授業になるとともに、単元を見通した単元デザインをするようになる。

論証フレームを活用することによって、観察・実験を通して得た数多くのデータを基に、子どもたちが傾向を捉え、客観性や妥当性を検討し、論理的に主張を展開できるような授業づくりができるようになってきた。自他の考えをクリティカルにとらえることや、実証性、再現性、客観性等の科学的な条件を意識することはこれまで、京都理科研究会が大切にしてきた科学者精神と通ずるものである。科学者精神を体得し、問題解決をする力はこれから求められる力である「科学的に思考・吟味し活用する力」にも関わることである。

そして、論証フレームを活用した授業づくりで身につけた力は、理科だけでなく他教科や様々な生活場面においてもよりよく問題解決ができるとされている。つまり、これからの社会を創造していく人材を育てるために必要な力であると考え、そこで研究主題として『科学者精神の体得を目指す理科教育』～論証フレームを活用した単元デザインの構築』を設定する。

2 研究主題について

(1) 「科学者精神」とは…

科学者精神とは、次のような科学的なものの見方、考え方、扱い方など「科学の方法」及びこれを活用する心構えである。

- ・自然を愛する気持ちをもっている。 ・現象を見た時に不思議だなと思う。
- ・聞いたり、見たりしたことを自分で確かめないと気がすまない。 ・探究心をもっている。
- ・理科の見方・考え方を働かせている。 ・見通しをもって観察、実験を行っている。
- ・実証性、再現性、客観性などの科学の基本的な条件を意識している。
- ・問題を科学的に解決することによって、一つの問題を解決するだけで留まらず、獲得した知識を適用して、新たな問題を見だし、その問題の解決に向かおうとする。
- ・物事を鵜呑みにせずクリティカルにとらえ、より妥当な考えをつくらうとする。
- ・

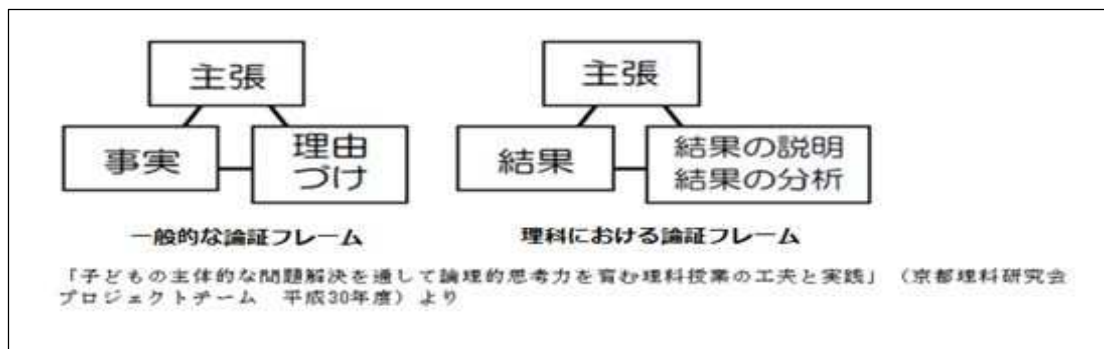
など

* 「科学者精神」は京都市青少年科学センター設立の理念になっている。

(2) 論証フレームとは…

論証フレームは学習問題に対しての自分の主張をより説得力があり、妥当なものにするためのものである。考察をまとめる際に、自分の主張の理由として事実（観察・実験の結果）のみを取り上げることがよく見られる。それでは、説得力があるとは言えない。なぜなら、観察・実験の結果は人によって解釈が違うからである。同じデータを見ても、全ての人が同じように読み取るとは限らない。より説得力がある主張を展開するためには、事実をどのように読み取り、どのように解釈するのかを明らかにする必要がある。その為、論証フレームは「主張」、「事実」、「理由づけ」などから構成されている。「主張」は学習問題に対して、予想、観察・実験を通してまとめた自分なりの答えである。「事実」は、観察・実験の結果であり、「大きい」「小さい」などの言葉で表現すると、解釈を加えることになることもある為、数字などの客観的なデータであることがよい。「理由づけ」では、自分の主張を成り立たせるために、「事実」をどのようにとらえるのか、どのように読み取ることができるかを考える。観察・実験や子どもの実態に応じて、「事実」を分析・解釈しやすいように、どのように結果をまとめていくのかも考える必要がある。

それらの構成要素は学年や子どもの実態によって選択したり、表現の仕方を変えたりする必要があるだろう。昨年度の京都理科研究会の研究においても、「理由づけ」を3・4年生では「結果の説明」、5・6年生では「結果の分析」として授業づくりを行った。論証フレームの指導の例の一つとして、次の図のような、ワークシートを用い、子どもが思考を整理するようにする。



3 研究主題に迫るための3つの方策について

① どのような考察をさせたいかをイメージすることから授業を構想する。

従来、指導者が授業を構想する際には、先に「結論」を設定し、次に、その結論に正対した「学習問題」を設定するなどの順で授業づくりを行うことが多かった。それらの「結論」は習得させたい「知識」であることが多く、「知識」から授業づくりを行うと、どのようにすれば「知識」が定着するのかということに重点を置く授業になる。前述したように理科の授業においては、正しい「知識」の定着だけではなく、子どもがいかにか問題を科学的に解決する力を身に付ける学びにするかが重要になってくる。よって、授業を構想する際には、「結論(知識)」から考えるのではなく、「考察(子どもが観察・実験の結果をどのように解釈し、どのような結論を導出するか。)」をイメージすることが大切になるはずだ。単元の中で、論証フレームを活用し、どのように考えをまとめるのかをなるべく具体的に考えておき、それに対応する学習問題を設定し、解決の方法を発想し、観察・実験を行い、その結果を分析する中で、必要なら再実験を行い、他者の考えにもふれながらより妥当な考えを作る。そのような学びになる時、子どもの問題を科学的に解決する力は育成されるのではないかと考える。

② 単元のどの時間にどのような資質・能力を高めるのかを意図的、計画的に考えた単元デザインを行う。

問題を科学的に解決する上で、1時間のみの授業づくりだけを考えていても力がつかない。単元のどの場面で、どのように考えさせたいか、そのためにはどのような知識・技能をあらかじめ習得しておかなければいけないかなど、単元を見通して、どの時間にどのような資質・能力を高めるのかを意図的、計画的

に考えてデザインをすることが必要になる。本研究では、1時間の授業を重点的に考えるのではなく、単元デザインに重点をおくことを大切にしたい。

③ 自分の考えや友だちの考え、観察・実験結果や考察をクリティカルに捉え、より妥当な考えをもつことができるようにする。

「クリティカル」とは、「批判的」と訳することができる。ただ、「批判的」とは「否定的」ということではない。『批判的思考力を育む—学士力と社会人基礎力の基盤形成』（楠見 2011）では、「クリティカルシンキングとは、批判的思考とも言われ、証拠に基づく論理的で偏りのない思考である。」と説明されている。柔軟性をもち、自分の考え、探究をよりよくしたり深めたりするためにある。自分の考察を友だちと練り合うためには、まずは自分の考察をふりかえることが大切である。「自分の主張は妥当なのか。」「結果の説明・分析は主張を支えるものになっているか。」などと自分に問い直したり、友だちの意見に対して、「自分の主張とどう違うのか。」「その主張は正しいのか。」などと考えたりする態度はとても大切である。理科の授業において、「結論」が導出された時、指導者はその「結論」に多くの子どもが納得しているように思いがちだが、実際はそうではない。

昨年度の京都理科研究会の授業実践において、「結論」が出た後に、自分の考察の自信度を聞いたところ、一定数、自信度が小さい子どもがいた。なぜそう思うかを聞くと、それらの子は「今日の実験結果では、その結論になるとは言い切れない。」などと答え、より妥当な考えを目指そうとする姿勢が見られた。自分の考えや友だちの考え、結論をクリティカルに捉えることを大切にすることは科学者精神の体得を目指す上でとても重要だとだといえる。

<参考・引用文献>

- ・文部科学省（東洋館出版社）「小学校学習指導要領（平成 29 年告示）」
- ・Society 5.0 に向けた人材育成に係る大臣懇談会 新たな時代を豊かに生きる力の育成に関する省内タスクフォース（2018）「Society 5.0 に向けた人材育成～社会が変わる、学びが変わる」
- ・文部科学省（東洋館出版社）「小学校学習指導要領（平成 29 年告示）」
- ・京都理科研究会プロジェクトチーム（2018）「子どもの主体的な問題解決を通して論理的思考力を育む理科授業の工夫と実践」
- ・京都理科研究会プロジェクト研究報告（2019）「論証フレームを活用した理科のカリキュラムデザイン～問題を科学的に解決する力を身に付ける学び」の実現を目指して～
- ・楠見孝（2011）「楠見孝・子安増生・道田泰司『批判的思考力を育む—学士力と社会人基礎力の基盤形成』有斐閣
- ・一般社団法人日本理科教育学会 「理科の教育」
2018年8月号 特集『根拠に基づいて表現する力を育てる理科指導法』
2018年9月号 特集『理科におけるクリティカル・シンキング（批判的思考）を考える。』
- ・京都市青少年科学センター設置審議委員会答申

理科学習指導案

指導者 小林 準

1. 日 時 令和3年1月19日(火) 第6校時(14:05~14:45)
2. 学年・組 第3学年1組(33名)
3. 単元名 「じしゃくのふしぎ」
4. 単元で育成する資質・能力

物質・エネルギー

磁石の性質について、磁石を身の回りの物に近付けたときの様子に着目して、それらを比較しながら調べる活動を通して、次の事項を身につけることができるよう指導する。

ア 次のことを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身につけること。

(ア) 磁石に引き付けられる物と引き付けられない物があること。また、磁石に近づけると磁石になる物があること。

(イ) 磁石の異極は引き合い、同極は退け合うこと。

イ 磁石を身の回りの物に近づけたときの様子について追及する中で、差異点や共通点を基に、磁石の性質についての問題を見だし、表現すること。

5. 「じしゃくのふしぎ」の単元における理科の見方・考え方

理科の見方 『エネルギー』自然の事物・現象を主として量的・関係的な視点で捉える。

「磁石を身の回りのものに近づけたときの様子に着目する。」

理科の考え方 それらを比較しながら調べる。

6. 単元の評価規準

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
①磁石に引き付けられる物と引き付けられない物があることを理解している。 ②磁石と物との間を開けても、引き付ける力が働いていることを理解している。 ③磁石の異極は引き合い、同極は退け合うことを理解している。 ④磁石に近づけると磁石になる物があることを理解している。 ⑤磁石の性質について磁石や方位磁針などを正しく扱いながら調べ、それらの過程や得られた結果を分かりやすく記録している。	①磁石を身の回りの物に近づけたときの様子について、差異点や共通点を基に、磁石の性質についての問題を見だし、表現している。 ②磁石の性質について、観察、実験などから得られた結果を基に考察し、表現するなどして問題解決している。	①磁石の性質についての事物・現象に進んで関わり、他者と関わりながら問題解決しようとしている。 ②磁石の性質について学んだことを学習や生活に生かそうとしている。

7. 児童の実態

本学級の児童は、理科の学習にとっても意欲的に取り組む姿が見られる。見いだした問題を追究し、解決していく中で、「こうすればどうなるか」「どうして～になるのか」など、新たな問題を見いだしている姿も見られる。具体的には、単元『太陽の光』の学習では、「虫眼鏡で日光を集めることによって、温かさや明るさはどうなるのか」という学習問題の解決を通して、さらに興味を持った児童が「何色の画用紙が太陽の光を集めやすいのか」という自らの問いについて、各色の画用紙から煙の出る時間を調べ、

より黒に近い色の方が太陽の光を集めやすいという考えに至る児童がいた。また、単元『ゴムや風の力』では、「ゴムの伸ばし方を変えると進み方はどのように変わるのか」という学習問題の解決のための実験方法を考える際に、「紙の大きさを変えてはいけない。」「扇風機の当たる位置を同じにしなければならない」といった条件を揃えようとする姿が見られた。さらに、単元『地面のようすと太陽』では、「日光の反射の数により温まり方や明るさはかわるのか」という問題について解決の方法を発想する際に、「鏡の大きさを同じにしなければならない」「壁から鏡までの距離をそろえる必要がある」と制御すべき要因と制御しない要因を区別しながら計画的に実験などを行う様子も見られるなど、3年生段階としての条件制御の意識が芽生え始めていることも伺えた。

理科の問題解決における課題は、「見通しをもって観察や実験を行う」ことにある。学習の中で問いを立て、個々の予想を書き、観察や実験はするものの、なぜその結論に至ったかの説明が不十分である児童が多い。これは問題解決の過程は学習を重ねることで身につけてはきているが、活動に没頭してしまい、問題を解決することが目的であったことを忘れてしまっていることに起因すると考える。つまり、仮説を検証する方法としての観察や実験が、いつの間にか目的になってしまっている。これは、学習の中で予想や仮説を検証するための観察、実験の方法を自分で考え、観察、実験の結果を予想と照らし合わせる時間を保障できていなかったため、児童に見通しが身につけていないと捉えている。また、班など少人数の話し合いでは意見を交流できるものの、全体の場になると発言が減り、特定の児童だけで議論が進む傾向にある。そのため、論証フレームを活用するなど、自分の考えを言語化し見直すことに手立ての重点を置くことで、少人数段階での話し合いの質を高められると考える。

(3年生段階における) 論証フレームの見方	(主張) ・そこまで言えることなのか。 ・問いに対する答えになっているか。	(事実) ・偶然ではないか。 ・実験方法は同じか。	(理由) ・どの班でも言えるか。 ・自分の結果やクラスの結果を見て言えることか。
--------------------------	---	---------------------------------	--

8. 単元の指導計画（全8時間）

時	学習活動・ <u>学習問題</u> ・結論・論証フレームなど	
1	<p>【思】磁石を身の回りの物に近付けたときの様子について、差異点や共通点を基に、磁石の性質についての問題を見だし、表現している。</p>	<p>じしゃくを身の回りのものに近づけ、気づいたことを話し合おう。</p> <p>・下敷きの上にクリップを置き、下から磁石を近付けると、クリップが動いた。磁石は直接触れていなくても、物を引き付けられそうだ。</p> <p>・磁石とクリップの間を開けていても、クリップが引き付けられた。磁石の力は離れていても働くのかな。</p>
2	<p>【知】</p> <p>①磁石に引き付けられる物と引き付けられない物があることを理解している。</p> <p>⑤磁石の性質について磁石や方位磁針などを正しく扱いながら調べ、それらの過程や得られた結果を分かりやすく記録している。</p>	<p>どのようなものがじしゃくに引き付けられるのだろうか。</p> <p>・どの班も鉄は引き付けられた。</p> <p>・同じハサミでも引き付けられる部分と、引き付けられない部分がある。</p> <p>・どの班もプラスチックは引き付けられなかった。</p> <p>・電気を通すものと違い、金属だからといって引き付けられるわけではなさそう。</p> <p>鉄はじしゃくに、引き付けられる。ものには、じしゃくに引き付けられるものと引き付けられないものがある。</p>
3 本 時	<p>【知】</p> <p>②磁石と物との間を開けても、引き付ける力が働いていることを理解している。</p> <p>④磁石に近づけると磁石になる物があることを理解している。</p> <p>【思】</p> <p>②磁石の性質について、観察、実験などから得られた結果を基に考察し、表現するなどして問題解決している</p>	<p>じしゃくと鉄のきよりがかわると、じしゃくが鉄を引きつける力はかわるのだろうか。</p> <p>・段ボールを1枚では7つぐらい、2枚では3つぐらい3枚では1つもつかなかった。</p> <p>・どの班も1枚の時の方が、3枚の時より多くついた。</p> <p>・段ボールが増えるということはそれだけ磁石とクリップの距離が遠くなる。</p> <p>・距離があるほど、引き付ける力が弱くなる。</p> <p>じしゃくと鉄のきよりが変わると、鉄を引き付ける力は変わる。じしゃくは離れていても鉄を引き付ける。また、じしゃくと鉄の間にじしゃくに引き付けられないものがあったとしても鉄を引き付ける。</p>
4	<p>【知】</p> <p>②磁石と物との間を開けても、引き付ける力が働いていることを理解している。</p> <p>【思】</p> <p>②磁石の性質について、観察、実験などから得られた結果を基に考察し、表現するなどして問題解決している。</p>	<p>じしゃくのきよくどうしを近づけると、どのようなになるのだろうか。</p> <p>・S極とN極を近づけると引き合った。違う極同士を近づけると引き合うと言えない。</p> <p>・S極同士を近づけると退け合った。また、N極同士も近づけると退け合った。同じ極同士を近づけると退け合うと言え。</p> <p>・どの班も同じような結果になった。</p> <p>じしゃくの違うきよく同士は引き合い、同じきよく同士は退け合う。</p>

5	<p>【態】</p> <p>②磁石の性質について学んだことを学習や生活に生かそうとしている。</p>	<p>じしゃくを糸につるして自由に動けるようにすると、きょくはどの方向を指すのか調べてみよう。</p> <p>・方位磁針は昔から使われていたんだね。 ・海の上では目印がないから、進む方向を決めるのに役立ったんだね。 ・太陽や星が見えない曇りや雨の日でも、使えるのは便利だね。</p>
6 7	<p>【知】</p> <p>④磁石に近づけると磁石になる物があることを理解している。</p> <p>【思】</p> <p>①磁石を身の回りの物に近づけたときの様子について、差異点や共通点を基に、磁石の性質についての問題を見だし表現している。</p>	<p>じしゃくに近づけた鉄は、じしゃくになるのだろうか。</p> <p>・磁石に引き付けられた鉄くぎの下に、もう1本鉄くぎを付けてから磁石を離しても、下の鉄くぎはつながったままだった。 ・磁石に近づけた鉄くぎが、磁石と同じように砂鉄を引き付けたよ。 ・磁石に近づけた鉄くぎを、方位磁針に近づけると、針が振れた。また、鉄くぎを近づける向きによって、針の振れる向きも変わったから、鉄くぎにもS極やN極があるといえる。</p> <p>磁石に近づけた鉄は、磁石になる。</p>
8	<p>【知】【思】</p> <p>②磁石の性質について学んだことを学習や生活に生かそうとしている。</p>	<p>○「たしかめよう」「学んだことを生かそう」を行い、学習内容の定着を図る。</p> <p>・磁石の力は学校や家などいろんなところで活躍しているな。どこに磁石が使われているかもっと調べてみたいな。 ・自分でも磁石を使った便利な道具を作ってみたいな。</p> <p>○単元における学びを振り返る。</p>

9. 研究との関わりについて

①「考えたい」「伝えたい」を引き出す「問い」が生まれる教材や展開の工夫

・教材の工夫としては、段ボール箱2種（クリップを引きつける箱、引きつけない箱）を用意し、それぞれにクリップを近づける。異なる事象をブラックボックス形式で提示し、まずは「引きつけられない」原因は何なのか「問い」を持たせる。事象や既習事項から情報を整理し、「段ボール」「磁石」「鉄（クリップ）」「距離（磁石と鉄の間の段ボールの枚数）」という要因に絞る。それぞれの要因が明確になることで、2つの箱で異なる要因が何なのか「考えたい」という思いを引き出すことにつながると考える。

・展開の工夫としては、磁石とクリップの間に挟む段ボールが1枚の時と2枚、3枚の場合とでそれぞれのグループの結果に違いが出てくると予想される。クリップの個数だけに目をやれば、自分たちのグループの結果と、他のグループの結果とのズレが気になり、まずは自分事として考えたいのではないだろうか。どのような方法で行ったのか、より条件をそろえることに対しての「考えたい」「伝えたい」という思いを引き出すことができると考える。

各グループの結果を1つの散布図に集約することで、クラス全体の結果としての傾向が見えてくる。各グループ単体の事実（実験結果）とその理由付け（説明）だけでは弱かった主張も、多数の事実とそれが集まって表れた傾向を論拠にすることでさらに強くなる。このように事実と理由付けが明確化され、

思考の構造化が図られることで、子どもたちの「伝えたい」という思いを引き出すことにつながると考える。

②思考力を育成するための思考ツールの活用

・研究に関わる論証フレームについては、各教科、特に理科においては自分の考えが可視化できることをねらい、活用してきた。活用していく中で、自分がどうしてそう考えたのか自分なりの答えをもって話し始めるようになってきた。さらに、友だちの考えに対しても「そこまでは言えないのではないか」「何回実験を行った結果なのかも理由にある方が納得しやすいのではないか」と互いにクリティカルな意見を交わす場面も見られた。これは、論証フレームという枠をもとに自分の考えを明らかにすることで、互いの考えも可視化された結果、質の高い議論ができつつある姿が表れたと考える。しかし、事実からは考えることができない解釈を理由にしていたり、事実から主張を説明するための理由ではなく、なぜ事実が起こったのか事象の原因を書いたりするなど、主張、理由、事実の関係が理解できていない記述も多く見られるという実態がある。

そこで、「理由」には、事実のどこを見たのか文章で書くとともに、そこからどうして答えを導くことができたのかを問い返したり、友だち同士で意見を交流したりする場を設けていきたい。主張、事実、理由につながりが見られることで、自分で自分の考えがわかり、相手の意見と自分の意見とを比べ、よりよい答えを見直すことができると考える。

③論理的に考察し、自他の考察をクリティカルに検討する対話的な学習の場の工夫

・それぞれの論証フレームを記述する時に学級のどの児童とも話せる場を設け、分からないこと、自信がないことを発散できるようにしていく。それぞれの不確かなことを尋ねられる場を設けることで他グループでの話し合いの時には、自分の考えを伝えたり、他の児童の考えへの視点を持ったりしながら、活動できると考える。

それぞれがグループでの話し合いで十分に発言ができれば、何について考えればよいか分かり、学級での話し合いにも参加ができると考える。さらに、論証フレームに対して、どのように見たり、考えたりすればよいかといった手引きをテレビに写し、その視点で議論を行わせていく。

④目指す児童像の具体化と単元配列表を活用したカリキュラムマネジメント

・論証フレームを、国語科を中心に活用することで、論証フレームが特別なものではなく、自分の考えが分かったり、相手の考えを知ったりする上で必要なものであることが児童自身に芽生えるようになってきた。

・問いづくりを中心とした授業を各教科で行ってきた。自分なりの「問い」を持つことで、「考えたい」が芽生え、問題の解決のためにどうすればよいか友だちや教材との対話も主体的に行えるようになってきている。

10. 本時の目標

磁石の性質について、観察、実験などから得られた結果を基に考察し、表現するなどして問題解決している。

11. 本時の展開(3/8 時間)

学習の流れと児童の活動	◇支援・◆留意点
<p>○本時の学習問題を作ろう。</p> <p>◇2枚のダンボールの中に入れたじしゃくが、クリップを引きつける様子を見て、学習問題を作る。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・段ボールとクリップの距離が離れると、どれだけひきつけなくなるのかな。 ・強い磁石だと、どれくらいつくのかな。 	
<p>じしゃくとクリップの間が離れたり、近づいたりすると、引き付ける力はどうなるのだろうか。</p>	
<p>○予想する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・どれだけ離れていても引き付ける力は変わらない。 ・距離が近くなるほど、引き付ける力が強くなると思う。 <p>○教師の演示実験を見る。</p> <p>○実験方法を話し合い、見通しをもって実験する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・距離が近くなるほど、引き付ける力が強くなると思うから、段ボールの枚数が少ないとたくさんクリップがつくはずだ。また、枚数が少ないほど、クリップの量は増えるはずだ。 ・どれだけ離れていても引き付ける力は変わらないから、クリップがつく数は変わらない。 <p>○実験をする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・1枚の時は、20個だった。3枚の時は、0個だった。 <p>○結果を交流する。</p>	<p>◇学習問題に合わせて、増えるようになるのか、減るとどうなるのかの2択で予想を立てる。</p> <p>◆理由も話せるようにする。</p> <p>◇実験の手順が分かるようにするために、ダンボールが2枚の時の演示実験をする。</p> <p>◆段ボールは、2mmのプラスチック段ボールを使用する。</p> <p>◇実験は、同じ物で何回か繰り返し行うよう指示することで、いつも同じ結果になることを確かめることができるようにする。</p> <p>◆実験後は、黒板に掲示しているグラフに正しい結果が得られたと考えるデータのシールを貼りに来る。(ドットプロット)</p> <p>◇考えを共有しやすいように、2～3人のグループで事前の席を配置しておく。</p> <p>◇ドットプロットを活用することで、結果が一目見</p>

- ・磁石とクリップの間に段ボールを1枚はさむと、クリップは7～9つ引き付けられた。
- ・段ボールを2枚に増やすと、クリップは2～3つ引き付けられた。
- ・段ボールを3枚に増やすと、ほとんど引き付けられなかった。

○一人で論証フレームを書く。

○隣同士で、考えを確かめ合う。

- ・僕は、変わると思うよ。1枚の時は20個で、2枚の時は13個、3枚の時は1個だった。段々クリップのつく数が減っているからだよ。
- ・私は、変わらないよ。1枚の時は10個で、2枚の時は11個だった。3枚の時は0個だったけど、枚数が増えてもクリップの数は、ほとんど変わらなかったからだよ。

○クラス全体で考えを交流し合う。

- ・僕も変わらなかったと思っていたけど、全体の結果を見ると段々数が少なくなっているよ。だから、変わるという考えに変わったよ。

○仮説と結果を根拠として自分の考えを主張する。

- ・磁石とクリップの間の距離が遠くなるほど引き付ける力が弱くなる。

○まとめをする。

磁石と鉄の間のきよりがかわると、鉄を引き付ける力はかわる。じしゃくと鉄の間がはなれると、磁石の力が届かなくなる。

○ふりかえりをする。

て、わかりやすいようにし、クラス全体の傾向を読み取れるようにする。

◆書き進められない児童は、友達に尋ねても良いことを伝えておく。

◆結果の表の数値をそのまま言葉や文章にすればいいことを伝え、説明が書けるようにする。

◇どんなことを話せば良いかがわかるように、論証フレームの見方をテレビに映し出す。

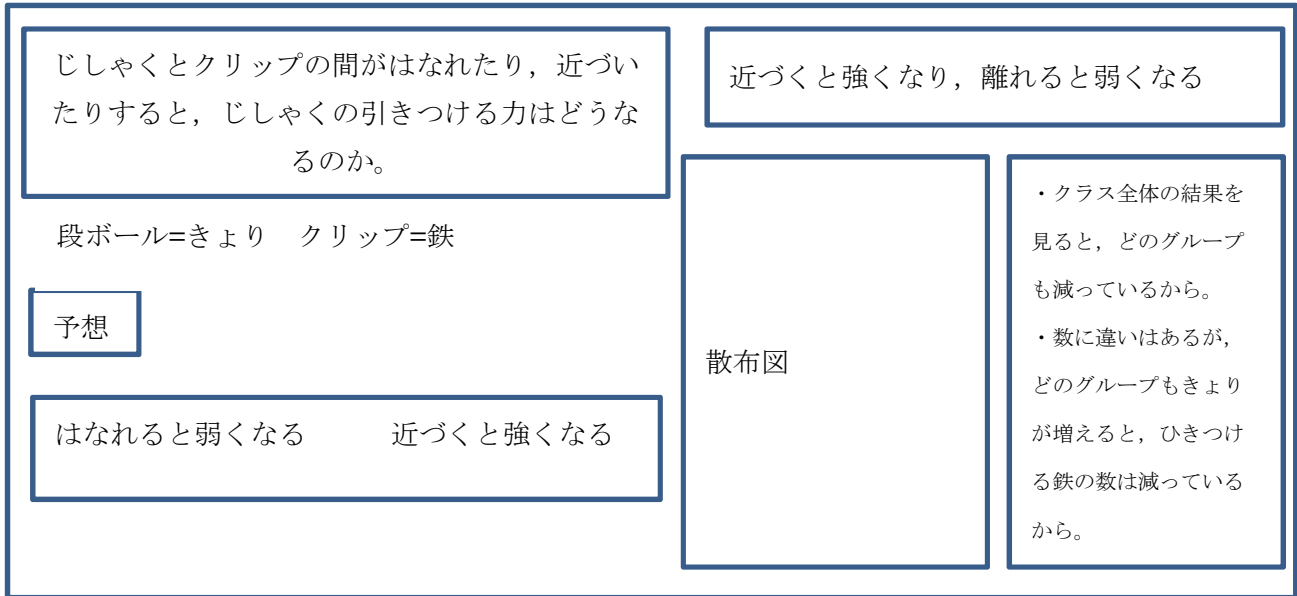
◆いくつかの論証フレームをTVに映し、それをもとにより納得しやすい考えになるにはどうすればよいかを考えられるようにする。

◇友達との交流で納得したことや、自分になかった新しい考え方は赤で書き足すように伝える。

◆クラスとしてどのようなことが言えるのかということを中心にまとめられるようにする。

◆「磁石についてわかったこと」「もっと調べてみたいこと」を理由とともに具体的に書くように伝える。

12. 板書計画



13. 本時における論証フレーム

<学習問題に対する自分の答え>

じしゃくと鉄のきよりが離れると，じしゃくが鉄を引きつける力は弱くなる。

じしゃくと鉄のきよりが近づくと，じしゃくが鉄を引きつける力は強くなる。

磁石と鉄の間がはなれると，じしゃくの力がとどかなくなる。

<結果>

1枚	2枚	3枚
21個	14個	0個

<クラスの結果>

1枚	2枚	3枚
20個	5個	0個

<結果の説明>

・段ボールが増えるとクリップが引きつける数は減っていった。段ボールはきよりを表して，クリップは鉄を表すから，距離が変わると鉄を引きつける力はかわった。

14. 評価活動の実際

磁石の性質について、観察、実験などから得られた結果を基に考察し、表現するなどして問題解決している。《記述・発言》

「記述・発言」による評価	
<p>おおむね満足できる 状況</p>	<p>○自分の実験結果をもとにして自分の考えを主張することができている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「段ボールが1枚の時は○個，2枚の時は△個，3枚の時は□個だった。段ボールが増えるにつれて，クリップを引きつける数は減っていったので，変わると言える。」 ・「1回目は1枚の時に1枚の時は○個，2枚の時は△個，3枚の時は□個だった。2回目1枚の時は○個，2枚の時は△個，3枚の時は□個だった。3回目1枚の時は○個，2枚の時は△個，3枚の時は□個だった。何度やっても，段ボールの数が増えるとクリップを引きつける数は減っていったので変わると言える。」
<p>十分満足できる 状況</p>	<p>○自分の実験結果や友だちの実験結果をもとに，磁石と鉄の間の距離と磁石が鉄を引きつける力には関係があることを考え，主張をまとめている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自分の結果では，1回目は1枚の時に1枚の時は○個，2枚の時は△個，3枚の時は□個だった。2回目1枚の時は○個，2枚の時は△個，3枚の時は□個だった。3回目1枚の時は○個，2枚の時は△個，3枚の時は□個だった。何度やっても，段ボールの数が増えるとクリップを引きつける数は減っていった。また，クラス全体の結果を見ても，どのグループも距離が遠くなるにつれて，引き付ける力がかわっていることがわかるから，引き付ける力は変わると言える。
<p>支援が必要とされる 児童への働きかけ</p>	<p>○結果の説明を書くことができない。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・結果を1回目は・・・2回目は・・・という型で書けばよいことを伝え説明が書けるようにする。 ・「自分の意見は，どこからそう思ったのか。」「なぜ，そう言えるのか。」を言葉かけして，説明が書けるようにする。 ・友だちとの交流の時間を設け，説明が書けるようにする。

3年部会 研究協議会の記録

参加者からの意見

○良かった点, △改善点, ・意見

- 距離に着目した児童の発言があり、問いに導く、子どもの声を引き出す良い導入であった。
- 交流の場面では主張を中心に話し合われ、その後の発表で、友だちの意見を聞いて自分の主張のどこがどのように変わったのかを、明確に話している児童の姿があり、交流の時間が活かされていることが伺えた。
- 事前授業や教材研究により、予想外に磁石による差が大きく実験結果を左右し、使用するクリップや段ボール、実験方法に至るまで吟味が必要であることが分かった。
- 論証フレームを活用することで子どもがどのように思考するのか、どのように論を展開するのかを想定することから授業を組み立てることで、問題解決の過程や子どもの思考を大切にしたい授業展開をすることができた。
- 教師が時間内で大切にしたい場面が明確になり、よりシンプルな授業の軸を自覚できた。
- △本時の場面は、京都市採択教科書と他社とでは学習問題や実験方法が大きく異なり、より丁寧さが求められることが分かった。今後、さらに教材研究の余地がある。
- △理由を話し合うためには、それに必要な用語を学習内で定着させることが必要。
- △論証フレームを使いこなせるよう、どの単元のどの場面で使えるのかカリマネが必要。
 - ・児童の意見をなかなか拾えない場合に、論証フレームが有効になってくる。教師側も一つの指標をもって指導できる。
 - ・主張、結果、理由など、児童の意見に教師がすかさず価値付けをしていくことが、論証フレームの理解につながる。児童の成長を見て、書き方など教師側が指導していく必要がある。
 - ・論証フレームに何回も取り組むことで、以前よりグラフの読み取る力が向上したり、質問が活発になったりした。その他の教科にもよい影響がある。

指導助言（総合教育センター 副主任指導主事 由良二郎 先生）

○良かった点, △改善点, ・意見

- 問題解決の過程を大切にしたい展開であった。また、事象提示により問題を見出す導入が成されていた。結果の共有もわかりやすい工夫の一つであった。
- △言葉による導出の面が多かったため、ついてこれない児童がいた。目の前にあるものを見て呟いている児童がいた。そのような児童の姿を大事にして、具体的な体験から共通点や差異点に気付かせる導入を行うと良い。また、場の設定をより一層工夫することで、思考がスムーズになったり、時間の無駄が省けたりする。学習問題は、「段ボールの枚数が変わると、引き付ける力はどうなるのか。」という、具体と抽象が混じる問題であった。これに対する、結論が果たして本時のものでよかったのか。
 - ・論証フレームの見方を提示することはよいが、内容が3年生としてそこまで見られるものなのかは再考の余地がある。児童のロジックの分析をすると、しっかりと分析ができていない児童と、そうでない児童との違いが分かり、指導に生かすことができる。

3年部会 研究の成果と課題

① どのような考察をさせたいかをイメージすることから授業を構想する。

本時では、「じしゃくと鉄のきよりがかわると、じしゃくが鉄を引きつける力はかわるのだろうか。」という学習問題に対して、磁石と鉄との距離が変わると働く力はどうかを検証し、考察する場面である。

想定した論証フレーム

じしゃくと鉄のきよりがかわると、
じしゃくが鉄を引きつける力はかわる

1枚	20個
2枚	8個
3枚	0個

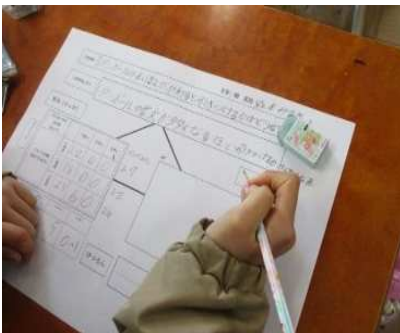
段ボールが2枚の時に引きつけられたクリップの数は8個だった。しかし、1枚の時は20個、3枚の時は0個だった。

論証フレームをもとに友だちの意見を聞くことで、自分の主張のどこが変わったのか明確に意識できている児童の姿があった。ただ、理由の欄に数値がなく、客観性は弱かった。より科学的に結果の説明を書けるような内容がよいのかを教師が書き方を段階的に指導し、価値付けをしていく必要がある。具体的な例として、児童の発達段階を鑑みた「論証フレームの見方」を提示するなどが考えられる。

② 単元のどの時間にどのような資質・能力を高めるのかを意図的、計画的に考えた単元デザインを行う。

子どもが論証フレームを活用して、どのように思考するのか、どのように論を展開するのかを想定することから授業を組み立てた。結果、普段以上に問題解決の過程を意識し、子どもの思考の流れを大切にしたい授業展開を構築できた。特に、課題意識をもてる導入についてと、主張をどう話し合わせるのかについて重点的に議論を深めた。その中で、予想・実験をし、交流を通して考察、まとめをするという流れを1時間に収めることが難しく、どこに軽重を置かず苦労した。授業の中で子どもたちが活発に話し合う姿を見せていたが時間が十分ではなく、交流時間の保障が課題に挙がった。そのために実験をスムーズに行えるような工夫が必要だが、例えば使用する磁石によって結果のばらつきが大きいなど、まだまだ教材選びや実験方法に関して教材研究の余地がある。

③ 自分の考えや友だちの考え、観察・実験結果や考察をクリティカルに捉え、より妥当な考えをもつことができるようにする。



ドットグラフへの記録の仕方は、段ボール2枚の実験を教師が演示し、支援した。考察の場面では、そのグラフを活用しながら書いている子の姿や、「3種類の実験だけでは傾向を言いきれないので、段ボール無しで検証するべきだ」というクリティカルにとらえている子の発言が出た。しかし事後研では、教師の演示は含まず、全て自分たちで実験した方が実感を伴って傾向を捉えることができ、より妥当な考えにつながるのでは？という意見もあった。児童の実態に応じて教師が支援したり、児童の主体性に任せたりする経験を通して妥当な考えを持てるように高めていきたい。

④ その他（桃山小学校との連携について 研究主題、3つの方策の妥当性について）

3年部会は、桃山小学校の研究テーマと理研としてのテーマをすり合わせた形で、桃山小学校の先生と話し合いながら指導案を考え、作成していくという流れにした。事前授業も理研で2回、公開し、指導案を練り上げていった。理研の研究テーマを大切にしながら進めていくのであれば、今回のような形で、よいと考える。フレームの形（三角形）を、ノート学習を進める点では、クラスの実態に合わせて他の形でもいいのではないかと考える。

理科学習指導案

指導者 松村 士岳

1. 日 時 令和2年10月7日(木) 第5校時(14:05~14:50)

2. 学年・組 第4学年2組(28名)

3. 単元名 「雨水のゆくえ」

4. 研究との関わりについて

④論理的に考察し、自他の考察をクリティカルに検討する対話的な学習の場の工夫

雨水の行方と地面の様子について、観察、実験などを行い、主に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し、表現するなどして問題解決していく。

予想や結果から考えられることを論理的に考察し、グループ学びの際に論理的に説明するための手立てとして、「主張(自分が考えた結論)」「実験の結果(図など)」「結果の分析や説明」の「論証フレーム」を活用する。図示化して自分の考えを整理することで表現しやすくする。ワークシートを毎回統一化することで、学習の流れをつかみやすくするとともに、自分の考え(考察)を書けない児童への手立てと考えている。

また自他の考察をクリティカルに検討するためには、「本当にその主張・考察が言えるのか」「他の事例で違う結果になることはないのか」を自分に常に問いかけ、習慣づけることが大切であり、さらには相手に問いかけることでより精選された主張になると考える。

5. 単元の指導計画(全10時間)

時	学習活動・学習問題・結論・論証フレームなど
1	<p>【態度①】 雨水の行方と地面の様子、自然界の水の様子についての事物・現象に進んで関わり、他者と関わりながら問題を解決しようとしている。</p> <p>ぬれた地面の様子をながめて気づいたことを話し合いました。</p> <ul style="list-style-type: none">雨が降っているときには運動場にはたくさんの水があったけれど、雨が上がった後には水が少なくなり、ところどころに水たまりができています。地面にあったたくさんの水はどうなったのだろうか？降った雨水は地面の下にしみこんだのかもしれない。水は水たまりに向かって集まっているのかな？溝に流れたのかな？芝生の中の砂場に水たまりがたまっているのを見たことがないよ。太陽が当たって地面が乾いたのではないかな？雨水が地下にしみこんでいるんじゃないだろうか。 <p>水は、どのように流れていくのだろうか。</p> <p>水は、地面にしみこむのだろうか。</p> <p>水は空気中に出ていくのだろうか。</p>

<p>2</p>	<p>【知・技①】 水は、高い場所から低い場所へと流れて集まることを理解している。</p> <p>【思・判・表①】 雨水の行方と地面の様子、自然界の水の様子について、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し、表現している。</p>	<p>雨水は、どのように流れていくのだろうか。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 水は高い場所から低い場所へ流れた。 ・ 一番低い場所に水たまりができた。 <p>雨水は、高い場所から低い場所へと流れていく。やがて最も低いくぼ地などにあつまり、水たまりができる。水の流れる方向は、地面のかたむきと関係がある。</p>
<p>3 ・ 4</p>	<p>【知・技②】 水のしみ込み方は、土の粒の大きさによって違いがあることを理解している。</p> <p>【知・技④】 地面の傾きや土の粒の大きさによる、雨水の流れ方やしみ込み方及び、自然界の水の行方について、器具や機器などを正しく扱いながら調べ、それらの過程や得られた結果を分かりやすく記録している。</p> <p>【思・判・表②】 雨水の行方と地面の様子、自然界の水の様子について、観察、実験などから得られた結果を基に考察し、表現するなどして問題解決している。</p>	<p>雨水は地面にしみこむのだろうか。場所によって雨水のしみこみ方にちがいはあるのはなぜだろうか？</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 砂に水たまりができていないのは、しみこむ速さに関係があると思う。 ・ 水たまりの水は土の中にゆっくりしみこんで、少しずつなくなった。 <p>雨水は、地面にしみこむ。 水のしみこみ方は、土のつぶの大きさによってちがいはある。</p>

<p>5 ・ 6 (本時)</p>	<p>【知・技③】 水は、水面や地面などから蒸発し、水蒸気になって空気中に含まれていくことを理解している。</p> <p>【思・判・表②】 自然界の中の水の様子について見いだした問題について、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し、表現するなどして問題解決している。</p> <p>【態度①】 雨水の行方と地面の様子、自然界の水の様子についての事物・現象に進んで関わり、他者と関わりながら問題を解決しようとしている。</p>	<p>水は空気中に出ていくのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>・水の量が減ったのは、水が目に見えなくなって空気中に出て行ったからだと思う。</p> <p>・ふたに水てきがついていたのは、水が外に出られずにたまって目に見えたからだと思う。</p> <p>水は空気中に出ていく。 水が水面や地面などから、目に見えないすがたに変わったものを水じょう気という。水じょう気に代わって空気中に出ていくことを水じょう発という。</p>
<p>7</p>	<p>【態度②】 雨水の行方と地面の様子、自然界の水の様子について学んだことを学習や生活に生かそうとしている。</p>	<p>地面にしみこんだ水が水じょう発するか調べてみよう。</p> <p>↓</p> <p>・校庭や砂場の日なたや日陰などに置いた透明の入れ物の内側に水がついていた。このことから、地面のどこでも蒸発していることがわかる。</p>
<p>8 ・ 9</p>	<p>【思・判・表②】 雨水の行方と地面の様子、自然界の水の様子について、観察、実験などから得られた結果を基に考察し、表現するなどして問題解決している。</p> <p>【知・技③】 空気中の水蒸気は、結露して再び水になって現れることがあることを理解している。</p>	<p>空気中には、水じょう気がどこにでもふくまれているのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>・校内のどこで調べても、空気中には水蒸気が含まれていた。</p> <p>空気中には、水じょう気がふくまれている。 空気中の水じょう気が、冷たいものにふれて表面で水になる。このように水じょう気から水にすがたが変わることを結露という。</p>

1 0	【態度②】	たしかめよう 学んだことを生かそう
	雨水の行方と地面の様子, 自然界の水の様子について学んだことを学習や生活に生かそうとしている。	

6. 本時の目標

水は、水面から蒸発し、水蒸気になって空気中に含まれていくことについて、自分の考えをまとめ、表現することができるようにする。

7. 本時の展開（6/10時間）

学習の流れと児童の活動	◇支 援・◆留意点
<p>水は、空気中に出ていくのだろうか。</p>	
<p>○前時の学習を想起し、水は、空気中に出ていくかの予想、実験方法を確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水そうの水が、日が経って減っているのを見たことがあるから出ていくと思う。 ・太陽に当たると減ると思う。 <p>○水が空気中に出ていくのか、水を入れた入れものを使って調べる。</p> <p>○結果を交流する。</p> <p>○仮説と結果を根拠として自分の考えを主張する。</p> <p>○ふりかえりをする。</p>	<p>◇絵や言葉を書いたものを活用し、予想や実験方法が分かりやすく把握できるようにする。</p> <p>◆前時に学習した実験器具の使い方、留意点を確認する。</p> <p>◇実験の際に、様々な場所で実験することによって、結果の交流の際に、同じ結果でも場所によって違いがあることを意識できるようにする。。</p> <p>◆実験の誤差はどれくらいまでが許容範囲かあらかじめ確認しておく。</p> <p>◇結果を共有するときは、～のように整理することで結果の違いや共通点に注目することができるようにする。</p>

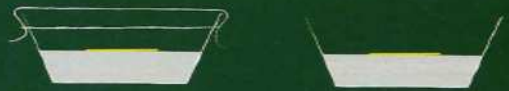
8. 板書計画

水は、空気中に出ていくのだろうか。

<予想>

- ・水がへったのは空気中に出ていったから。
- ・水そうの水が、日がたってへっている。
- ・晴れた日に洗濯物は乾くから、水は空気中に出ていったのだと思う。

<実験方法>



- ・水の入れものにふたをしたものとそうでないものを用意。
- ・ふたのないほうの水がへれば、空気中に出ていくことがわかる。

9. 本時における論証フレーム

<主張> 水は、空気中に出ていく。

<結果>

- ・ふたをしなかった入れ物では、水が〇〇めもりへっていた。
- ・ふたをした入れ物では、ほとんど水がへらず、入れ物の内側には、水がたくさんついていました。

<結果の分析>

- ・ふたをしていない入れ物の中の水の量がへったのは、水が目に見えなくなって空気中に出ていったからだと考えられる。
- ・ふたの内側に水滴がついていたのは、水が外に出られずにたまって目にみえたからではないか。

10. 評価活動の実際

水は、水面から蒸発し、水蒸気になって空気中に含まれていくことを理解し、観察・実験などから得られた結果を基に考察し、問題解決している。《記述・発言》

「記述・発言」による評価	
おおむね満足できる状況	○根拠を明らかにして、自分の考えを主張することができている。 「水はふたをせずに長い時間が経つと、目に見えなくなって空気中に出ていくため、水の量がへるといえる。」など
十分満足できる状況	○実験結果をもとに、水が空気中に出ていくだけでなく、ふたの内側について水滴にも着目し、水の性質について主張をまとめている。 「水はふたをせずに長い時間が経つと、水の量がへることから、目に見えなくなって空気中に出ていったといえる。また水は空気中に消えてなくなると考えたが、ふたの内側に水滴がついていたことから、一度蒸発して目に見えなくなっても、また目に見えることがあると考えた。」
支援が必要とされる児童への働きかけ	○根拠が書くことができない。 「水はへっていくことがわかった。」 「水を放っておくとふたの内側に水滴がつく。」など

4年部会 研究協議会の記録

参加者からの意見

○良かった点, △改善点・意見

- 児童一人一人が学習問題の予想だけでなく、実験方法や結果の見通しまで考えられていた。
- 水位の変化について、論証フレームを用いて分析し自分の考えを主張することができていた。
- 班ごとに話し合い考察をまとめる場面でも、論理的な意見交換ができており、班としての考察を文章にまとめることができていた。
- 学習のふりかえりを行う時間が十分に確保されていた。
- 児童は鍋の中の水が減っていることやふろの天井に水滴がついていることなど生活と結びつけて考えることができていた。
- 前時および本時を通して、児童の科学者精神体得につながる授業展開となっていた。
- △実験結果の全体共有が必要か否かについては、発達段階を踏まえて議論する必要がある。
本校の児童なら、各自結果の傾向を見取り考察することができたであろう。
- △班ごとに考察をまとめる場面で指導者から話型の提示があったが、このために自分の考えを表現しにくくなった児童もいた。本校の研究主題にある「自分の考えを論理的に想像」し、他者の考えを吟味することがしにくくなったのであろう。今後は、指導者が児童の発言における表現方法に価値づけをし、論理的に表現し合える学習集団を形成していくことが大切である。

指導助言（なし）

○良かった点, △改善点・意見

① どのような考察をさせたいかをイメージすることから授業を構想する。

本時は、水は水面などから蒸発し、水蒸気となって空気中に含まれていくことを理解する学習である。そこで、実験結果の「事実」から「結果の説明」を根拠に、水は空気中に出ていくことを「主張」することを想定し、学習問題を「水は空気中に出ていくのだろうか。」と設定した。この学習問題に対する論証フレームは右図1である。

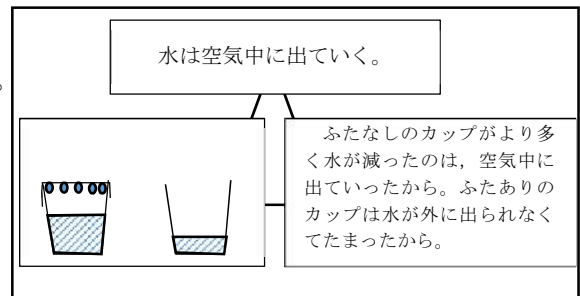


図1 想定した論証フレーム

実際に児童らが書いた論証フレームの一例を図2に示す。

図2にあるように、児童らは指導者が想定したように、論証フレームを活用することができたと考える。加えて、「冷やされて」や「太ようで温められて」といった、温度と蒸発の関係にも気付いた表現がある。この考えを「すがたを変える水」につないでいくこともできるだろう。

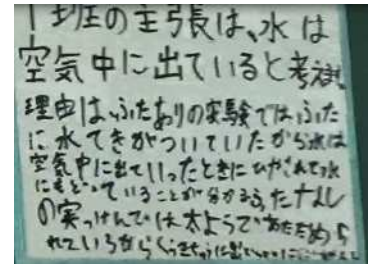


図2 児童らの論証フレームの一例

② 単元のどの時間にどのような資質・能力を高めるのかを意図的、計画的に考えた単元デザインを行う。

本単元は、論証フレームを導入する初めての単元であったため、「事実」「結果の説明」「主張」が整理しやすい学習場面を設定した。また、実験結果の傾向のちがいが少ない場面から始めることで、児童らに明確な指導ができるようにした。このようにすることで、結果に基づいて考察し、妥当な考えを作り出す問題解決の力の育成を目指した。

③ 自分の考えや友だちの考え、観察・実験結果や考察をクリティカルに捉え、より妥当な考えをもつことができるようにする。

実験結果を全体交流する中で、結果の傾向を共有する場面を入れたことにより、実証性や再現性、客観性のある事実を捉えさせることができたため、事実に基づいて考察することにつなげることができた。一方で、論証フレームを導入する学習場面であったため、論証フレームの習得に重きをおいた指導となった。そのため、実験結果や考察をクリティカルに捉え、より妥当な考えをもつ機会はあまりできなかった。

④ その他（桃山小学校との連携について 研究主題、3つの方策の妥当性について）

研究主題とそれに迫る3つの方策については妥当であると考え。来年度末に向けて、科学者精神の体得につながったかを考えていきたい。特に、科学者精神については、3～6学年の様々な単元を通して体得していくものであり、積み上げ（学年に応じた体系化）が必要。

桃山小学校との連携では、論証フレームを活用するという同じ目的で進めることができたが、単元デザインなど理研の研究の視点といった違いもあるため、折り合いをつけることに難しさを感じた。また、連絡・相談などの面でうまく連携が取れない部分もあった。

理科学習指導案

指導者 田中 千聖

1. 日 時 令和2年11月17日(火) 第4校時(11:20~12:00)
2. 学年・組 第5学年1組(29名)
3. 単元名 「もののとけ方」
4. 単元で育成する資質・能力

物質・エネルギー

物の溶け方について、溶ける量や様子に着目して、水の温度や量などの条件を制御しながら調べる活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 次のことを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身に付けること。

(ア) 物が水に溶けても、水と物とを合わせた重さは変わらないこと。

(イ) 物が水に溶ける量には、限度があること。

(ウ) 物が水に溶ける量は水の温度や量、溶ける物によって違うこと。

イ 物の溶け方について追究する中で、物の溶け方の規則性についての予想や仮説を基に、解決の方法を発想し、表現すること。

5. 「もののとけ方」の単元における理科の見方・考え方

理科の見方 『粒子』自然の事物・現象を主として質的・実体的な視点で捉える。

「溶ける量や様子に着目する。」

理科の考え方 水の温度や量などの条件を制御しながら調べる。

6. 単元の評価規準

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
①物が水に溶けても、水と物とを合わせた重さは変わらないこと理解している。 ②物が水に溶ける量には、限度があることを理解している。 ③物が水に溶ける量は水の温度や量、溶ける物によって違うことを理解している。また、この性質を利用して、溶けている物を取り出すことができることを理解している。 ④物の溶け方について、器具や機器を正しく扱いながら調べ、それらの過程や得られた結果を分かりやすく記録している。	①物の溶け方について、差異点や共通点を基に問題を見だし、表現している。 ②物の溶け方について、予想や仮説を基に解決の方法を発想し、表現するなどして問題解決している。 ③物の溶け方について、観察、実験などを行い、得られた結果を基に考察し、表現するなどして問題解決している。	①物の溶け方についての事物・現象に進んで関わり、粘り強く、他者と関わりながら問題解決しようとしている。 ②物の溶け方について学んだことを学習や生活に生かそうとしている。

7. 児童の実態

本学級の児童は、理科の学習に対してとても意欲的で、率先して学習に取り組もうとする姿が見られる。「こうしたらどうなるだろう」「もっとやってみよう」などと学習問題の内容だけで終わるのではなく、次の活動につながる発言などもたくさん出てくる。実験結果も自分の班のものだけでなく、自然と他の班の結果も見に行くような雰囲気になっており、一つの結果だけでは解決したとは言えないという

考えを常にもって活動している様子が見られる。実験結果が思うような結果でない場合も、「これをしたからうまくいかなかったのかもしれない」とその失敗原因までも考えるような児童もいる。一方で、実験の結果から結論を導き出す際に、どこからそう思ったのか、どうしてそう思うのか根拠を明確にすることができない児童が多かった。そのため、自分の考えに自信が持てなかったり、自分の考えを相手に理解してもらおうことができなかつたりということがあった。

そこで、結論を考える際に論理的に考えを導き出せるように「主張（自分が考えた結論）」「実験の結果（図など）」「結果の分析や説明」を分けて記述する「論証フレーム」を活用してきた。論証フレームを使うことで、自分の考えに何が足りないのか、自分はどこからそう考えていて、どうしてそう思っているのか、自分で分析することができてきた。

しかし、「論証フレーム」を活用するなかで、課題も2つ出てきた。1つ目は、学習問題に対応した主張が書けないことだ。主張を書くことはできるのだが、学習問題と繋がったものにならず、少しずれた回答になってしまうことがある。常に学習問題が意識できるようにしたり、実験の結果の見直しをもったりすることを大切にしていきたい。2つ目は、理由を詳しく書くことができないことだ。「これはどうしてそう思ったの?」「実験の結果がどうなったからそう思うの?」と聞くと具体的な答えが返ってくるので、そういった声掛けをするように心がけている。子どもたちは分からないことがあると、それを互いに気軽に話し合う習慣と雰囲気がある。話し合いの際に互いの意見を伝え、アドバイスし合うことを大切にしていきたい。

8. 単元の指導計画（全14時間）

時	学習活動・ 学習問題 ・結論・論証フレーム
1 ・ 2	<p>【思①】食塩・ミョウバン・ココア・片栗粉・トイレットペーパーを水（常温）に溶かしてその様子を観察し、これからの学習の見直しをもつ。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: 80%;"> <p>ものを水の中に入れて、どうなるのだろう。</p> </div>
3	<p>【思②】前時の実験で調べたいと思ったことをもとに、実験計画をたてる。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: 80%;"> <p>実験計画を考えよう。</p> </div>
4	<p>【知④】メスシリンダー、ガスコンロ、IH、電子測りの使い方を知り、決まった量を量りとり、物の重さを量ったりする。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: 80%;"> <p>実験道具の使い方を知ろう。</p> </div>
5 ・ 6	<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;"> <p>【知①】【思③】 食塩やミョウバンが 水の中に溶けた後、水溶液 の中にあるのかを調べる ために、水溶液の重さを 量ったり蒸発させたり して調べる。</p> </div> <div style="flex: 2; margin-left: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>とけた食塩やミョウバンは水溶液の中にあるのだろうか。</p> </div> <div style="background-color: #e0e0e0; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <ul style="list-style-type: none"> ・ 水に食塩やミョウバンを溶かすと、重さは元の水の重さに溶かした食塩やミョウバンを足した量になっていた。このことから、目に見えないけれども、水の中に存在しているといえる。 ・ 蒸発させると、それぞれ白い粉が出てきた。どちらも食塩とミョウバンしか溶かしていないので、出てきたものは食塩とミョウバンだと考えられる。つまり、溶けた食塩やミョウバンは水の中に存在しているといえる。 </div> <div style="border: 2px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>とけた食塩やミョウバンは水溶液の中にある。</p> </div> </div> </div>

7 ・ 8	<p>【知②】【思③】</p> <p>物が水に溶ける量を調べる方法について計画を立て、条件を整えて調べる。</p>	<p>ものが水にとける量には限りがあるのだろうか。</p> <p>↓</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水50 mLに対して食塩は15 gまで溶けて、ミョウバンは5 gまで溶けた。どちらもそれ以上は溶け残りがでたので、ものが水にとける量には限りがあるといえる。 ・食塩とミョウバンではとける量にちがいがあったので、ものによってとける量には違いがある。 <p>ものが水にとける量には限りがある。</p>
9 ・ 10.	<p>【知③】【思③】</p> <p>食塩やミョウバンの溶ける量を増やす方法について計画を立て、条件を整えて調べる。</p>	<p>食塩やミョウバンの溶ける量を増やすには、どうすればよいだろう。</p> <p>↓</p> <ul style="list-style-type: none"> ・グラフを見ると、食塩もミョウバンも水の量を増やせば、溶ける量が増えている。 ・水の量を2倍にすると食塩やミョウバンの溶ける量がおよそ2倍になっているので、水の量を増やすことで溶ける量も増えると考えられる。 ・お湯の温度を30℃、60℃とあげても、食塩の溶ける量はほとんど変わらなかった。しかし、ミョウバンはお湯の温度を30℃から60℃に上げると、溶ける量が2倍以上に増えた。 ・温度をあげても食塩は溶ける量がほとんど変わらなかった。しかし、ミョウバンは溶ける量が増えたので、温度の変化によって溶ける量が増えるものもあれば増えないものもあると考えられる。 <p>水の量を増やしたり、温度を上げたりすると良い。</p>
11. ・ 12.	<p>【知③】【思③】</p> <p>水溶液に溶けている食塩やミョウバンを取り出す方法について計画を立て、溶けているものを取り出すことができるか調べる。</p>	<p>水溶液を冷やしても、食塩やミョウバンを取り出すことができるだろうか。</p> <p>↓</p> <ul style="list-style-type: none"> ・温度を下げたとき、ミョウバンはつぶが出てきた。 ・ミョウバンは出てきたけど、食塩は出てこなかった。 ・食塩は少しでてきた。 ・ミョウバンは取り出すことができるけれど、食塩は少しだけ取り出すことができる。 ・食塩は取り出すことができなかったが、ミョウバンは取り出すことができる。 <p>水よう液の温度を下げると、ミョウバンはとり出すことができるが、食塩はほとんどとり出すことができない。</p>
13.	<p>【知③】物が水に溶ける量は、水の量や温度、溶ける量によって違うことや、それらの規則性を使って水溶液からとけていた物を取り出すことができることを理解する。</p> <p>もののとけ方について学習したことをまとめよう。</p>	
14	<p>【態②】物の溶け方の規則性を利用し、ミョウバンの結晶を取り出し、身の回りの現象を見直そうとする。</p> <p>ミョウバンの結晶を作ろう。</p>	

9. 研究との関わりについて

①「考えたい」「伝えたい」を引き出す「問い」が生まれる教材や展開の工夫

単元の導入では、「溶ける」ということをいろいろなものを溶かし実感できる活動を行う。日ごろ目にしている「溶ける」という現象を複数のものを水に溶かして比べることで、たくさんの気づきが出るようにしたい。そして、そこから疑問に思ったことや不思議に感じたことをもとに、これから調べたい学習問題を考える。子どもたちの調べたい内容をグループ分けして子どもたちに示し、それをもとに「実験内容」「それで解明させること」「必要な実験道具」を班で考える。子どもたちの思いを大切にすることで、「自分たちの調べたいことを調べている」「思っていた結果じゃなかった」「こうしたらどうなるのだろう」というように、常に見通しをもち主体的に学習に取り組めるようにしていきたい。また、一つの結論が出たら終わりではなく、「他のものではどうなのだろう」「こうしたらどうなるのだろう」といった疑問が生まれるような学習展開にし、問いが連続していくようにしたい。

④論理的に考察し、自他の考察をクリティカルに検討する対話的な学習の場の工夫

班での話し合いでは、自分の考えを伝えあったり、困っていることを相談したりする。友達と話し合うことで、1つの視点だけではなく、他の視点を得ることができ、自分の考えを客観的にみることができると考える。班での話し合いの後、それぞれの考えを全体に発表し、交流し合う。その際、クリティカルにお互いの考えを検討することができるよう、聞いているなかで疑問に思った「どういう意味だろう」「もうちょっと詳しく教えてほしい」「結果が違う班もあったよ」「この結果からそこまで言っているのかな」という意見を大切にしていきたい。そういった意見は根拠が明確でなかったり、互いの意見が違ったりする時に出てくる。その意見を大切に、全体でもう一度検討することでより妥当な考えを導き出すことにつながっていくと考える。その際に相手を攻める言い方にならないよう、「それはちょっと違う」「それはおかしい」などの否定的な言葉を使わず、「この方がいいかな」「こういった方が具体的になるよ」などの言い方になるように声掛けをしていきたい。

10. 本時の目標

食塩やミョウバンの溶ける量を増やす方法について、自分の考えをまとめ、表現することができるようにする。【思③】

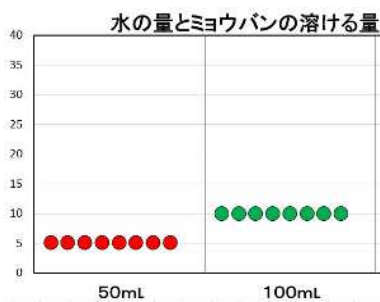
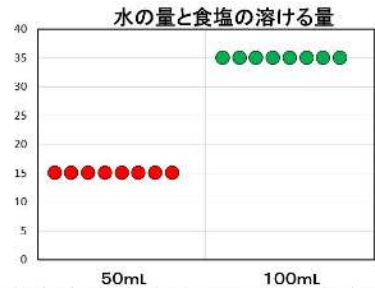
11. 本時の展開(10/14 時間)

学習の流れと児童の活動	◇支 援・◆留意点
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 0 auto; width: 80%;"> 食塩やミョウバンの溶ける量を増やすには、どうすればよいだろう。 </div>	
<p>○前回行った実験でどのような結果になりましたか。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水の量を増やすと食塩の方は溶ける量が2倍になった。 ・ミョウバンは溶ける量が増えた。 <p>○水50mlでお湯の温度を60度にした時水</p>	<p>◇表に結果をまとめておくことで、一目見ただけで結果が分かるようにする。</p> <p>◇食塩とミョウバンの結果を並べることで、二つの結果を比べやすくする。</p>

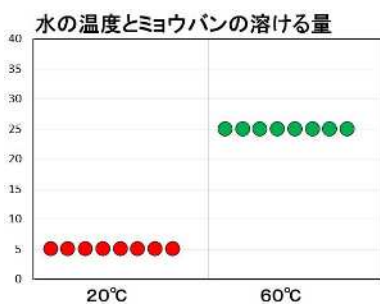
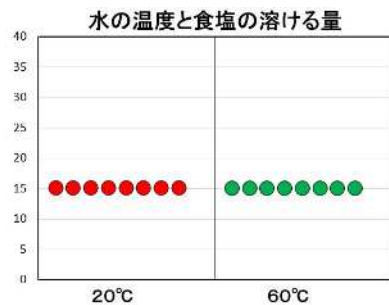
にどれだけの量の食塩とミョウバンが溶けるのかを実験で確かめ、結果を前のグラフにシールを貼りましょう。

◇複数の実験結果を共有することで全体の傾向性がつかめるようにする。

<前時の表>



<本時の表>



○前に貼ってある実験結果のグラフをもとに主張を書きましょう。

・グラフを見ると、食塩もミョウバンも水の量を増やせば、溶ける量も増えているから（理由）、食塩とミョウバンは水の量を増やすと溶ける

◇何を確かめるための実験だったのかももう一度振り返るようにする。

量を増やすことができる（主張）

- 水の量を2倍にすると食塩やミョウバンの溶ける量がおよそ2倍になっているし、お湯の温度を60度にあげても食塩の溶ける量はほとんど変わらなくて、ミョウバンの溶ける量は2倍以上に増えたので（理由）、水の量を増やしたり温度を上げたりすると、溶ける食塩とミョウバンの量も増える（主張）
- 温度をあげても食塩は溶ける量がほとんど変わらなかったが、ミョウバンの溶ける量は増えたので（理由）、温度の変化によって溶ける量が増えるものもあれば増えないものもあると考えられる（主張）

○各自で考えた考察を交流し、班の学習問題に対する結論を出しましょう。

- ○○さん、自分で考えた考察を言ってください。
- 「水の量を増やすと溶ける量も増える」とだけ言っている人がいるけれど、それについてはどう考えますか。→ミョウバンは温度を上げると溶ける量が増えたので、それも付け加えたほうがよいと思う。
- 「水の量を増やしたり、温度を上げたりするとよい。」と書いてありますが、食塩とミョウバンで結果が違ったので、「食塩では…」 「ミョウバンでは…」 と分けて書いたほうがいいのではないかと思う。
- 最後に「ものによって一番いい方法は違ってくる」という言葉を入れたほうがよいのでは？
- 他に質問や付け足しの意見はありますか。
- 話合いの結果、私たちのグループの考えは、「食塩とミョウバンは水の量を増やしたり、温度を上げたりすると溶ける量を増やすことができる。つまり、物によって一番いい方法は違うと考えます（主張）。なぜなら、グラフを見ると、食塩もミョウバンも水の量を増やしたり、温度を上げたりすると溶ける量も増えているからです（理由）」ということでもいいですか。

○各班の結論を見て、共通するところや違うところ

◇考察（主張）を考えるときには、実験結果（事実）のどこからそう思ったのか、どうしてそう思ったのか（理由）を根拠として書けるようにする。

◇論証フレームの枠を印刷したワークシートを配ることで考察が書きやすいようにする。

◇考察が書きづらい児童には、結論から書き、実験結果のどこからそう思ったのか、どうしてそう思ったのか順番に聞き、書けるようにする。

（思考・判断・表現）

- 水の量を増やせば溶ける量が増えることと、温度を上げると食塩はあまり変わらずミョウバンは溶ける量が増えたことから、食塩は水の量を増やせば溶ける量が増え、ミョウバンは水の量を増やしたり水の温度を上げたりすると溶ける量が増えるため、物によってどちらがよいのか変わってくるということについて考え、表現している。

<発言・記述>

◆主張①→検討①→主張②→検討②→質問→まとめの流れで話し合いを進める。

◇意見を言って終わりにならないようにするために、各自の考察が科学的に妥当なものか検討する視点を与えるようにする。

◆批判的に検討するのは、相手の意見を攻撃し、自分の意見の優位性を確認するためではなく、班でよりよい結論を導き出すためのものであることを確認するようにする。

◆班での結論が出たら、画用紙（論証フレームが書かれた）に書いてホワイトボードに掲示するようにする。

ろはありますか。

- ・「食塩は水の量を増やしたらいい」「ミョウバンは水の量を増やしたり温度を上げたりすると、溶ける量は増える」というところは一緒です。
- ・食塩とミョウバンによって結果が違ったのに、「水の量を増やしたり、温度を上げたりするとよい」と言ってもいいのかな。
- ・「ものによって違う」という言葉を入れたほうがいいと思う。

○学習問題に対するクラスの結論はどうまとめるといいでしょうか。

- ・食塩は水の量を増やせば溶ける量が増え、ミョウバンは水の量を増やしたり水の温度を上げたりすると溶ける量が増えるため、物によってどちらがよいのか変わってくる。

○今日の学習で学んだことや考えが変わったこと、もっと知りたいことを書きましょう。

- ・溶かすものによってどの方法が一番よいかは変わってくるのだな。
- ・ミョウバンは時間がたつと少しずつ出てきている。温度を下げると出てくるのだろうか。
- ・他のものでは、どうなのだろう。

◇予想と考察、結論を振り返ることで、学びの変化を具体的につかめるようにする。

◆学びが授業のなかで閉じてしまわないように、「他の場合では？」など問いがもてるようにする。

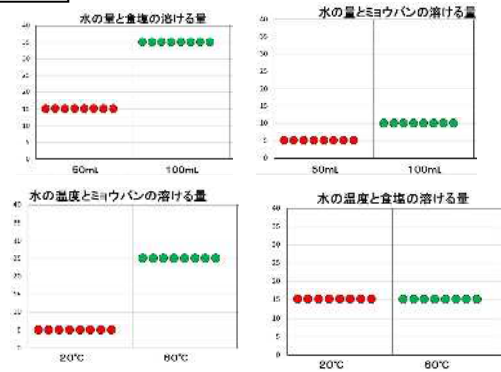
12. 板書計画

食塩やミョウバンの溶ける量を増やすには、どうすればよいだろう。

予想

- ・温度を上げるとその分溶ける。
- ・60度なら60g溶ける。

結果



実験方法

- ① 食塩・ミョウバンをそれぞれ5gずつ量る。
- ② IHに水の入った鍋を置き、60度まであげる。
- ③ ビーカーに食塩を5gずつ入れていき、溶け残るまで続ける。
- ④ミョウバンも同じ作業をする。

考察

結論

食塩やミョウバンの溶ける量を増やすには、食塩は水の量を増やせばよくて、ミョウバンは水の量を増やしたり水の温度を上げたりするとよい。つまり、物によってどちらがよいのか変わってくる。

13. 本時における論証フレーム

<主張> 食塩やミョウバンの溶ける量を増やすためには、水の量を増やせばよい。
また、ミョウバンは温度を上げるととける量が増える。

<結果>

100mL(室温)	5g	10g	15g	20g	25g	30g	35g	40g
食塩	0	0	0	0	0	0	0	x
ミョウバン	0	0	x	/	/	/	/	/

50mL(60℃)	5g	10g	15g	20g	25g	30g
食塩	0	0	0	x	/	/
ミョウバン	0	0	0	0	0	x

<結果の分析>

- ・グラフを見ると、食塩もミョウバンも水の量を増やせば溶ける量が増えているから。
- ・水の量が2倍になると食塩やミョウバンの溶ける量がおおよそ2倍になっているから。
- ・水の温度を上げると食塩の溶ける量は変わらなかったが、ミョウバン溶ける量が2倍以上に増えたから。

14. 評価活動の実際

食塩やミョウバンの溶ける量を増やす方法について、自分の考えをまとめ、表現することができるようにする。《記述・発言》【思③】

「記述・発言」による評価	
おおむね満足できる 状況	<p>○根拠を明らかにして自分の考えを主張することができている。</p> <p>「ミョウバンは水の量を変えても水の温度を上げても溶ける量が増えた。しかし食塩は水の量を増やした時は溶ける量が増えたものの水の温度を上げた際にはほとんど変化が見られなかった。」</p> <p>「溶ける量を増やすためには、水の量を増やしたり水の温度を上げたり、と物によってどちらがよいかわ変わってくると考えられる。」</p> <p>「水の量を増やしたり、温度を上げたりすると良い。」など</p>
十分満足できる 状況	<p>○自分の実験結果や友だちの実験結果をもとに、食塩とミョウバンでは溶ける量を増やす最善の方法が違うという具体的な内容をおさえ、そこから、物によって水の量を増やすか水の温度をあげるかのどちらがよいかは変わってくる、と一般化させた内容も考え、主張をまとめている。</p> <p>「自分の実験でも、他の友だちの実験でも、食塩とミョウバンでは溶ける量を増やす最善の方法が違うことから、溶ける量を増やすためには水の量を増やしたり水の温度をあげたりと、物によってどちらがよいかわ結果が変わってくるだからと思う。」など</p>
支援が必要とされる 児童への働きかけ	<p>○根拠が書くことができない。○片方の実験結果からしか考えていない。</p> <p>「水の量を増やすと溶ける量が増える、ということ以外に分かったことはなかったかな」</p> <p>「事実に書いてあるから、という理由をもっと具体的に書いてみよう。何が事実には書いてあったのかな。」</p> <p>ことがわかった。なぜなら結果がそうだったから。」</p> <p>「食塩はどうやったらたくさん溶けたかな。ミョウバンはどうやったらたくさん溶けたかな。」など</p>

5年部会 研究協議会の記録

参加者からの意見

○良かった点, △改善点・意見

- 1gずつ溶かしたことによって、温度をあげると食塩も溶ける量が若干増えるという事実を掴むことができていた。
- 子どもたちは実験結果の全体の傾向をもとに、グループで論証フレームを用いた考察を行うことができていた。
- 子どもたちは個人で論証フレームを書く時間でも、自然と周りとは相談しながら書く様子が見られた。班によっては、食塩は溶ける量はあまり変わらなかったけど、今日の学習問題は「食塩やミョウバンの溶ける量を増やすには、どうすればよいだろうか？」になっているので、そのことを主張に書くと、学習問題の文と合わなくなってしまう。という点について議論していた。これは日頃から学習問題と結論（主張）を対応するように書かなければならないという意識が育っている証である。
- △主張を班でまとめる際に指導者は「年下の子たちにもわかりやすく・・・みんなの意見を出し合って・・・」と指示は出していたが、抽象的でどんな主張が書ければよいのか子どもたちも分かっていないのではないかと思う。意見を練り合うならば、具体的な目的が必要な為、「みんなの理由を紹介して、説得力のある理由を2つ選んで書きましょう。」など、具体的な指示を出してもよかったのではないかと思う（説得力のある理由がどんなものかは日頃の指導が必要）。そうした指導を繰り返す中で、より科学的な主張が書けるようになれば、グループでの話し合いの指示も少しずつ不必要になっていくと感じた。
- △100mL ビーカーに対して、ガラス棒の長さが長いこと。実験終了後もビーカーに入れっぱなしになっていたところが多かったので、指導が必要である。
- △お湯の量に対し、ビーカーが小さかったので、今回の実験は少なくとも 200mL ビーカーを準備する必要があった。ビーカーが浮いてくる、手で押さえると熱い・・・見ている、少しひやひやした（もしくは、ビーカーを固定できる器具の製作が必要）。
- △主張を個人で書く前に、結果は全体で共有すべきだった。班の結果のみで個人の主張が書かれていたが、全体の傾向を見て、主張を書かなければ、実験の再現性について触れることができないため。

指導助言（総合教育センター 副主任指導主事 由良二郎 先生）

○良かった点, △改善点・意見

- 児童が論証フレームに書いた分析が良かった。なかなか考察が書けない児童が多い中で、あれだけの文章を書けるという時点でハイレベルだと言える。
- 作り上げた結論を「覚えときや」ではなく「納得できた」かどうか、聞いているのがよかった。
- △主張を個人で書く時点でグループでの話し合いが自然とはじまっていたため、班で一つにまとめるという活動は本時の場面においては必要なかった（授業のパターンによって使い分ける）。今回の主張は大きく2つ（「温度をあげればよい。or 食塩はほとんど変わらない。」）だったので、その2つを取り上げ、それぞれの理由を全体で発表し、よりよい考察にしていき、結論を導出するという展開も考えられた。
- △子どもたちが、結果のデータを見て話し合うことができていなかった。板書のグラフを指さしながら話し合う場を作ることが必要。

5年部会 研究の成果と課題

① どのような考察をさせたいかをイメージすることから授業を構想する。

本時では、「食塩やミョウバンの溶ける量を増やすにはどうすればよいだろうか?」という学習問題に対して、水の温度を上げた時の溶ける量を検証する場面である。

想定した論証フレーム

ミョウバンは水の温度をあげるとよいが、食塩は水の温度をあげてもほとんど変わらない。

水温 20℃ 60℃
食塩 15g → 15g
ミョウバン 5g → 15g

食塩の溶ける量はほとんど変わらなかったが、ミョウバンは3倍の量がとけているから。

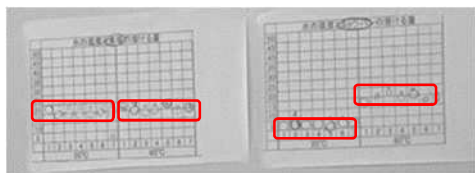
児童らの記述から、想定した論証フレームは妥当であったと考えている。ただし、前時に、児童らはより正確なデータを出したいという思いから食塩やミョウバンを1gずつ増やして実験するという計画を立てていた為に、食塩も溶ける量が少し増えたと主張していた。しかし、ミョウバンと比べれば、その量は少量であることに気づくことができていた。

② 単元のどの時間にどのような資質・能力を高めるのかを意図的、計画的に考えた単元デザインを行う。

子どもたち自身の「問い」を大切にするために、導入では、食塩、ココア、片栗粉、トイレットペーパー、ミョウバンの5種類のを水に溶かす活動を行った。この体験を基に、水溶液の定義を確認し、学習を進めた。また、溶けにくいものを導入で提示することで、「水の量を増やせばよいのではないか。」「温度をあげればよいのではないか。」など、生活経験を基に根拠のある予想や仮説、解決の方法までを発想することができていた。また、より妥当な考えをつくりだせるように、複数の実験結果や、他の班の結果も反映させながら、論証フレームを用いた考察を書く時間を意図的に設定し、本時を迎えられるようにした。



③ 自分の考えや友だちの考え、観察・実験結果や考察をクリティカルに捉え、より妥当な考えをもつことができるようにする。



実験結果はドットグラフで表現したため、児童は食塩とミョウバンの溶ける量の変化の特徴に気付くことができていた。「自分の主張を基に、班で主張をまとめる」という時間があったが、自他の考えをクリティカルに捉えるというよりは、自分の考えを積極的に伝える児童の意見が尊重されたり、全員の意見を羅列したりする班もあった為、「クリティカルさ」は見られなかったといえるだろう。

④ その他（桃山小学校との連携について 研究主題、3つの方策の妥当性について）

5年部会は、桃山小学校の研究テーマと理研としてのテーマをすり合わせた形で、桃山小学校に授業案や指導計画の略案を提案し、その提案をもとに、指導案を作っていただくという流れにした。最終の指導案がどのように検討されたのかまでは、聞いていなかったが、こちらのテーマを考慮することを大切にするならば、今後もこういった形が良いかもしれない。

理科学習指導案

指導者 永瀬 真児

1. 日時 12月16日(水) 4時間目

2. 学年・組 6年1組

3. 単元名 「土地のつくりと変化」

4. 研究との関わり

本単元は、5年「流れる水のはたらきと土地の変化」とのつながりがとても強い単元である。特に本時における実験は5年で学んだことをもとにして仮説を立てたり、考察したりする。このような既習の内容とともに本時までどのような学習をしてどんな知識を獲得しているのか、単元を意図的に計画する必要がある。今回は、ボーリング調査の資料をどのように活用するのが重要であると考えた。どのような構成物(れき・砂・泥)がどの順番で地面の下に存在しているのか、この活動に重点を置くことで、地層とはどのようなものなのかイメージできるようにしたい。そして、このイメージを本時の仮説や考察の場面で生かし、目標にせまれるようにする。

また、本時の実験は、どの班も流す水や土砂の量を統一し、同じように実験すれば、ある程度同じような結果を得ることができる。地層ができたことを確認すれば、おのずと結論も「流れる水の働きにより地層はできる。」と簡単に出ることだろう。しかし、今回は敢えて流す水や土砂の量を変え、班ごとの結果に違いが出るように本時を設定した。条件の違いは実験結果に違いを生む。その実験結果の違いは、多様な考察に結び付くと考えたからだ。自然界ではさまざまな地層が存在している。地層がどのようにできたのかもさまざまだ。本実験はモデル実験であるから、自然界のような多様な地層をつくるには限界がある。しかし、条件を変えることで、班ごとに結果が違えば、その結果の分析も多様になるだろう。多様な分析がなされた考察を交流することにより、それぞれの班で結果と分析との整合性がクリティカルに話し合われ、より妥当な考えに結び付くことを目指した。

5. 本時の目標

堆積実験を通して、結果から言えることを話し合う中で妥当な考えを作り出し、表現することができる。

6. 本時の展開

○学習の流れ ・ 児童の反応	◇支援・◆留意点
<p>○前時までの学習を想起する。</p> <p>○どのような実験をするのかを確認し、流水堆積実験を演示する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 思っている地層と違うな。 ・ 写真で見た縞模様になっていないな。 	<p>◆前時に出た、地層は流れる水のはたらきでできたという子どもの発言や、子どもたちが考えた実験方法を確認する。</p> <p>◇あえて、きれいな縞模様にならないように土の量や水の量を調整して演示し、子どもたちがもっているいであるう地層のイメージとの違いから学習問題につなげることができるようにする。</p>
<p>問題 地層はどのようにしてできるのだろうか</p>	
<p>○自分たちが思う地層をイメージする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ れき，砂，泥がしっかりと分かれているはず。 ・ きれいな縞模様になっているはず。 <p>○1回目の堆積実験をする。</p> <p><実験の計画時></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 先生がやった実験は水が少なかったかもしれない。水を増やしてみよう。 ・ 土をもっと増やしてやってみたい。 <p><実験の結果を見て></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 縞模様ができた。 ・ 下かられき，砂，泥の順に積もっている。 ・ 砂とれきも混ざっている。 ・ 層の厚みが場所によって違う。 ・ れき，砂，泥の3つの層しかない。 	<p>◇学習問題の地層はどのような地層なのかを子どもから出し、実際の地層のイメージを図で表しておくことで学習問題が自分事になるようにする。</p> <p>◆縞模様になっていることやれき，砂，泥が何度も積み重なっていることを確認する。</p> <p>◇「水の量」「土の量」を自分たちで考えることを確認し、考える条件を整理できるようにする。</p> <p>◆容器から水や土があふれないように注意する。</p> <p>◆実験の結果を論証フレームに書くようにする。</p> <p>◇はじめに子どもから出た地層のイメージをもう一度確認し、そのイメージとの違い（連続していない）に注目できるようにする。</p>

○子どもたちのもっている地層のイメージに近づくためにはどうしたらよいか考え、2回目の堆積実験をする。

- ・連続した地層になった。
- ・イメージしている縞模様になった。

○結果をもとに分析をし、主張をまとめる。

- ・地層は流れる水のはたらきが何度もおこってきた。
- ・地層は、洪水でれきや砂、泥など様々な粒の大きさのものが流されてでき、しばらくして、また洪水が起きて、まだ様々なものが流されてさらに積もって長い時間をかけて縞模様になってできた。
- ・きれいにれき、砂、泥の順になるわけではなく、自然の様子によって流されたものが積もって様々な縞模様になる。

○結論をまとめる

- ・地層は流れる水のはたらきが繰り返しおこって長い時間をかけてできた。

○振り返りをする。

◆地層の連続性に注目して、2回目の実験を考えるようにする。

◆容器から水や土があふれないように再度注意する。

◇結果を確認する中で、自分たちが行った実験が自然の中ではどのような現象なのかを考え、洪水や時間の流れに考えが至るようにする。

◆れき、すな、泥の順に積もる理由が重い順に積もるという子どもがいた場合は、粒の大きさの順に積もることを教える。

◇机間指導する中で、子どもの論証フレームを見取り、発言の順番などを考えたり、取り上げたい内容を事前に抽出したりして、子どもたちがより妥当な考えを導いていくことができるようにする。

7. 板書計画

地層はどのようにしてできたのだろうか。

しまもよう
砂・れき・どろの連続している層がある

地層イメージ図

<主張>

- ・地層は流れる水のはたらきが何度もおこってきた。
- ・地層は、洪水でれきや砂、泥など様々な粒の大きさのものが流されてでき、しばらくして、また洪水が起きて、まだ様々なものが流されてさらに積もって長い時間をかけて縞模様になってできた。
- ・きれいにれき、砂、泥の順になるわけではなく、自然の様子によって流されたものが積もって様々な縞模様になる。

<結果（事実）>

- ・縞模様ができた。
- ・下かられき、砂、泥の順に積もっている。
- ・砂とれきも混ざっている。
- ・層の厚みが場所によって違う。
- ・れき、砂、泥の3つの層しかない。

<分せき>

- ・2回流したときに、同じ層が繰り返したからたくさん層が連続しているのは、何回も流されたんだと考える。
- ・れきが積もるときは、水の量をたくさん流した時で、自然の川では洪水の時だと考えた。

<結論>

地層は流れる水のはたらきが繰り返しおこって長い時間をかけてできた。

8. 本時における論証フレーム

地層は、洪水でれきや砂、泥など様々な粒の大きさのものが流されてでき、しばらくして、また洪水が起きて、まだ様々なものが流されてさらに積もって長い時間をかけて縞模様になってできた。

- ・れき、砂、ねんどの順番で積もっている
- ・つぶの小さいものはゆっくり、大きいものはすぐに落ちた。
- ・混ざっている部分がある。
- ・厚みが違う。

- ・2回流したときに、同じ層が繰り返したからたくさん層が連続しているのは、何回も流されたんだと考える。
- ・れきが積もるときは、水の量をたくさん流した時で、自然の川では洪水の時だと考えた。

9. 評価について

流れる水の働きと地層のでき方の関係を調べる実験から、地層は流れる水の働きによってできることを理解し、結果から考えられること表現している。

「記述・発言」による評価	
十分満足できる 状況	<p>○地層は流れる水の働きによってできることを、実験の結果から理解し根拠を整理して主張を述べている。</p> <p>「実験では水を流した時、れき、砂、どろの順番で層ができていた。実際には長い時間をかけて何度も連続して流されて、地層ができていると考えられる。」</p> <p>「層になっている部分の厚さに違いがある。れき、砂、泥のそれぞれの量が違ったり場所によって積もり方が違ったりしたからだ。自然では洪水が起きたり流れる水の量が少なかったりすることがあり層も様々になっているのではないかと考えられる。」</p>
おおむね満足できる 状況	<p>○地層は流れる水の働きによってできることを実験の結果から理解している。</p> <p>「地層は流れる水のはたらきが繰り返しおこってできた。」</p>
支援が必要とされる 児童への働きかけ	<p>○自分たちではじめにイメージした地層の様子と、実験をして得られた事実を比べて、結果を分析し、主張をまとめるように助言・支援する。</p>

6年部会 研究協議会の記録

○良かった点, △改善点・意見

- 自分たちで2回目の土砂流しをしている班があった。これは良かった。子どもはそういうことをしたくなる。敢えて、やっている班とやってない班を作り、その違いを見るという今回の流れでいいと思う。自分で実践したときは、さらに、違いを作るために、塩ビパイプを使い静水での沈殿の様子を見せて、きれいに沈殿するように時間をとった。このことでさらに時間をとればきれいに層に分かれるからやってみたいとの声が上がった。
 - 論証フレームを考えながら、何回も実験をやっているのはいいと思った。納得できるまで実験する。礫だけでやってみると、すぐ落ちたとかがいいの発言があったのもよいと思う。
 - 休み時間を挟んだことで、きれいに沈殿し始めて結果、地層が分かれていい結果になった。時間の管理が難しいところ。
 - 結果の見通しがあることで、自分たちの予想を確認しようとする目的意識をもって実験を進め、経過を詳しく観察できた。
 - 「地層は土が運搬されてできる」という個人の主張から、論証フレームを見ながら根拠をともなった話し合いができ、「何度も積み重なってできる」という部分が付加されて学級の結論を導くことができた。
 - 自然界で実際に起こっている現象を想定して実験を行うことで、結果の分析や考察の場面で、「実際の自然界では」「洪水が起こった時は」「川から海に流れ込むとき」等、自然の事象と関連付けて説明することができていた。
 - 児童のもっているイメージといかにギャップをつくるかが重要。今回の授業では、①先生の演示実験の失敗と、②1回目の堆積実験の結果と、児童にとっては2回大きなギャップがあったのではないかと思う。①先生の演示実験の失敗例から、「自分たちの考える地層にするには…」と具体的な改善策を考え、実験に臨むことで、土の量や水の量、傾きを意識して取り組めたのではないかと思う。②児童の「地層のイメージ」と1回目の実験の結果が違うことから、複数回の堆積実験につながり、地層の連続性を意識できたと思います。また、「なぜ2回目をやるのか?」→「自然界では何が起こっているのか?」を児童に考えさせる補助発問がよかった。自分たちのイメージ通りでは、実験の面白みが半減してしまうので、「なぜ?」と思える状況が意図的につくるのがよかった。
 - 結果の分析のところにある、(結果から考えられること…)(これまでに学習したこととつなげる)(自然界では…)などの補助がとても分かりやすく、子ども達を書きやすい手立てになっている。
- △沈殿速度を速めるために、食塩水を使うと交流の時間ももっと多くとれた。
- △ボーリング資料を提示しておくことで、地層のイメージをつくる時間の削減にもなり、共有が図りやすくなった。
- △モデル実験を行う際、実験装置のどの部分が川や海になるのかイメージするために図があった方が分かりやすかった。
- △粒の大きさなのか重さなのか、子どもたちは曖昧にとらえていることがあるので注意。大きい方が重いので、ここは重さではないかと思う。軽石や浮遊物は大きくても軽い。3年の学習とつながるとより深まるのではないか。
- △論フレの書き方に悩む子もいた。ただ、論フレのどこにどんなことを書いたらいいのかがわからない子いるのは慣れたらできる。慣れるためにどこに何かいてもいいけど主張、結果、分析がわかるようにだけでもいいのかも。三角形やし。その方が縛られないかも。友達との比較は難しいかもしれませんが。
- △根拠なる事実を正確に伝えるために、実験を撮影した画像を示しながら説明できるようにすることや、「れき」「砂」「泥」などの言葉を適切に使い説明できるよう改善が必要である。
- △結果とその分析のところ、「下から泥・砂・れきの順番で堆積する」と答えた子たちは、結局最後どういう解釈で終わったのか。「きれいに積もるわけではなく、自然界でも様々な条件のもと地層ができあがっていく…」とかならいいなと思ったが、子ども達の発言の様子を見ると、「日本は急な流れの川が多いから」となっている児童もいるのではないかと思った。

6年部会 研究の成果と課題

① どのような考察をさせたいかをイメージすることから授業を構想する。

本時を構想するにあたり、右図のような論証フレームを組んだ。この論証フレームには、地層のでき方について、実験結果と既習内容をもとに、自然界で実際に起きている現象とを結びつけながら、考察する姿をイメージした。

このようにどのような考察をさせたいか具体的なイメージをもって授業を構想したので、実際の授業においても、指導者が実験中の子どもたちにどんなことに注目してもらいたいのか明確になり、「この実験結果がどんな現象につながるのか」など、具体的な発問につながった。子どもたちの論証フレームにも、「洪水」や「繰り返し積もって」などの自然界の現象に結び付ける記述があった。ただ、論証フレームにはまだ慣れていない部分もあり、理科だけでなく他教科でも継続的な指導が必要であると感じた。

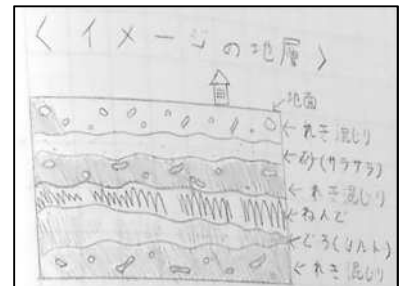
地層は、洪水でれきや砂、泥など様々な粒の大きさのものが流されてでき、しばらくして、また洪水が起きて、まだ様々なものが流されてさらに積もって長い時間をかけて縞模様になってできた。

・れき、砂、ねんどの順番で積もっている
・つぶの小さいものはゆっくり、大きいものはすぐに落ちた。
・混ざっている部分がある。
・厚みが違う。

・2回流したときに、同じ層が繰り返したからたくさん層が連続しているのは、何回も流されたんだと考える。
・れきが積もるときは、水の量をたくさん流した時で、自然の川では洪水の時だと考えた。

② 単元のどの時間にどのような資質・能力を高めるのかを意図的、計画的に考えた単元デザインを行う。

本時において、上記のような論証フレームを書き、結論付けるには、まず、地層に含まれる構成物（れき、砂、泥）を十分に観察し、その様子について理解している必要がある。学校の地面の下にある土地のつくりを調べる活動では、ボーリング調査の資料を活用し、中に含まれる構成物の観察を行った。その活動により、地層に含まれる構成物や積み重なる順番など地層のイメージが作られた。さらにその地層のイメージは、本時において結果の見通しとなり、作りたい地層の姿となる。ボーリング調査の資料を十分に観察する時間を設けていたことにより、子どもたちが授業で描いたイメージ図は具体的な構成物の中身も記されていた。実験の結果が出たときも、思っていたのと少し違うからと言って、条件を変えて繰り返し実験を行う様子が見られた。



③ 自分の考えや友だちの考え、観察・実験結果や考察をクリティカルに捉え、より妥当な考えをもつことができるようにする。

本時では指導者が敢えて地層がうまくできない実験を演示することで、水の量や土砂の量などイメージ通りの地層ができるための条件に気づけるようにした。指導者が実験を演じた直後、ある児童が「それ、成功なん？」とつぶやき、水の量や土砂の量などもっとイメージ通りの地層にするためにはどうすればよいか、多くの意見が出てきた。その後のグループ実験では実験の結果から「もっと水の量が多くないといけない。」「土砂の量によって層の厚さが変わっている。」「回数を重ねると縞模様が繰り返してできるよ。」などの分析ができていた。また、考察時には結果と自然現象を結び付け、地層は洪水時にできやすい、長い時間かけて作られたという考えにつなげられることができた。また、条件の制御の仕方は班ごとに異なっていたため、おのずと結果も変わってきた。隣の班の実験結果を見て、違いに気づき、地層のでき方について様々な可能性を考えられるようになった。そうすることが、単に「流れる水の働きにより地層はできた。」ではなく、「流れる水の量が多くなったときに、土砂がたくさん浸食され、運搬され、堆積し、地層はできた。」というようなより自然界の現象と結び付けた妥当な考えをもつことにつながったと考えられる。

