

はじめに

令和2年度から新しい学習指導要領が全面実施となります。一昨年の12月に中央教育審議会から示された答申には「よりよい学校教育を通じてよりよい社会を創るという目標を学校と社会が共有し、それぞれの学校において必要な教育内容をどのように学び、どのような資質・能力を身に付けられるようにするのかを明確にしながら、社会との連携・協働によりその実現を図っていく」と述べられています。

これからの社会は、生産年齢人口の減少、グローバル化の進展や人工知能の進化等の絶え間ない技術革新により、社会構造や雇用環境は大きく変化し、人間の予測を超えることが推測されています。そのために、子どもたちに情報化やグローバル化など急激な社会的変化の中でも、未来の創り手となるための必要な資質・能力を確実に備えることのできる学校教育が求められています。そして、新しい学習指導要領では、理科学習においては「理科の見方・考え方」を働かせて資質・能力を育成するという授業改善の視点が示されました。

本研究会では、教育の今日的課題である「主体的・対話的で深い学び」に着目し、研究テーマを「根拠に基づく主張を友だちと練り合うことで、考えを再構築する理科授業の模索」とし、研究主題にせまるための4つの方策として、「① 指導者が目指すべき子どもの姿を明確にイメージする」「② 主張がもてる学習問題を設定する」「③ 主張が根拠に基づいた表現になるように論証フレームの指導を行う」「④ 自分の主張をまとめたり、主張を練り合ったりする際にクリティカルシンキングを大切にすると掲げ、「理科学習における『主体的・対話的で深い学び』の授業を追究しています。

自然事象に対して自ら積極的に働きかけること、理科で学んだ知識や技能を活かして生活の中の事象を科学的にみることで、生活場面の問題を科学的に解決すること、一人一人の考えをチームのメンバーと交流してより良い問題解決の方法を考え出すこと、より妥当な考えになるように議論すること等が重要であると考えています。

今年度は、京都市立桂川小学校を会場に、『論証フレーム』を活用した授業を公開する研究発表会並びに研究協議会を開催することができました。

最後になりましたが、研究協議会に向けて、11月に京都市立松陽小学校を会場として、文部科学省初等中等教育局 教科調査官 鳴川 哲也 様に研究の方向付け及び指導講評を賜りました。また、研究発表会並びに研究協議会では、京都市総合教育センター副主任指導主事 由良 二郎先生には、指導講評並びに講演をしていただきました。さらに、研究協議会に向けての授業についていろいろとご協力をいただいた京都市青少年科学センターの先生方、ご参会いただきました皆様様に御礼を申し上げ、挨拶とさせていただきます。

令和2年3月吉日

京都理科研究会会長 狩野 茂

令和元年度 京都理科学研究会 研究主題

研究部 黒田健太 中村寿樹

研究主題

「根拠に基づく主張を友だちと練り合うことで、考えを再構築することを目指す理科授業の模索」

研究主題に迫るための4つの方策

- ① 指導者が目指すべき子どもの姿を明確にイメージする。
- ② 主張がもてる学習問題を設定する。
- ③ 主張が根拠に基づいた表現になるようにアーギュメントの指導を行う。
- ④ 自分の主張をまとめたり、主張を練り合ったりする際にクリティカルシンキングを大切にする。

1 研究主題設定の理由

今、社会は大きな変革期だと言われている。AI、ビッグデータ、Internet of Things (IoT)、ロボティクス等の先端技術が高度化してあらゆる産業や社会生活に取り入れられ、社会の在方そのものが劇的に変わりつつある。「超スマート社会」とも言われる Society 5.0 の到来に伴い創出されるであろう新たなサービスやビジネスによって、我々の生活は劇的に便利で快適なものになっていくだろう。一方で、急激な変化を前に、「AI等の先端技術を使いこなすことができるのだろうか。」「AIに囲まれ、AI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持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。

AIがいかに進化しようとも、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、大きな変革期を生き抜く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・探究心」は、まさに理科教育で培うことができる力だと言えるのではないだろうか。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。それらの問いを、理科教育を通して考えたい。

子どもたちの多くは理科の学習が好きである。その理由としては観察や実験が楽しいからとほとんど子どもたちがこたえている。ただ、子どもが学習をより楽しいと感じる場面は実験、観察を楽しんで行い、そこから得た結果から考察したり、学習問題に対して考え、自分なりの予想をたてたりするなど自分の考えをもち、友だちと主張を練り合うことで自分の考えを再構築しようとする様子が見られる時ではないだろうか。そのような授業になると子どもはより学習を楽しむことができるはずだ。しかし、現状では指導者が、子どもがおもしろいと思うように授業をコーディネートすることができているかといえばそうではない。

問題解決の過程が意識され、「自然事象への働きかけ」「問題の把握・設定」「予想・仮説の設定」「検証計画の立案」「観察・実験」「結果の整理」「考察」「結論の導出」という8つのステップを明確にした授業展開が定着しつつあり、学習はスムーズに進んでいるとも言える。しかし、一つ一つの授業に目を向けると形だけの問題解決になっており、問題解決の流れが形骸化してしまっていることもある。問題解決の過程の中で

子どもたちが自分の考えをもつことができていることが原因の1つとして挙げられる。「次期学習指導要領に向けたこれまでの審議のまとめ」（文部科学省 平成28年）では、子どもたちの課題として判断の根拠や理由を示しながら自分の考えを述べることを挙げている。

理科の学習において特に自分の考えをもつ場面は予想や考察である。ただ、多くの子どもたちが理科の学習において難しいと感じる場面も予想や考察の場面である。予想の場面では予想は書いてもその理由が書いていない子や、考察の場面ではどのように書けばよいかわからないと思いが停止してしまう子もいる。生活経験が乏しかったり、これまでの学習をいかす姿勢が見られなかったりするものがその原因だと考えられる。考察では結果と自分の考えを整理できていないかもしれない。予想や考察で十分に考えることができていると主張を練り合う授業にはならないだろう。主張を練り合う中で共通点や差異点を見つけ、自分の考えを深めながら、そこから結論を導きだしていく。考えを深め、自分の考えを見直し、友だちの主張を自分の中に取り入れながら考えを再構築した上で結論が得られた時、その結論は自分事となり、より子どもたちの中に残る知識も得られるはずだ。

主張を練り合うためには、まずは子ども一人一人が自分の考えをもつことが大切だ。そして、考えを発想するだけでなく、相手に伝わるように根拠に基づいて表現する必要がある。根拠が何となくでは主張は練り合うことができない。自分が考えることを説明できる根拠があってこそ主張は成立する。自分の主張により説得力をもたせるための根拠を観察・実験を分析・解釈したり、生活経験や既習学習と学習問題を関連付けたりすることから得て、それを整理し表現しなければならない。主張を練り合ったり、考えを再構築したりする際には、自分や友だちの主張が科学的な思考になっているかを意識する必要がある。これは、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。

根拠をもとにした主張を相手に伝わるように表現し、友だちと練り合うことで自分の考えをよりよいものとする力は、理科の学習だけではなく、他教科や様々な生活場面で活用することができるだろう。前述した大きな変革期を生き抜くために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につながっているはずだ。そこで研究主題を『根拠に基づく主張を友だちと練り合うことで、考えを再構築することを目指す理科授業の模索』として設定する。

2 研究主題について

(1) 「主張を練り合う」とは・・・

「主張」とは、根拠を基にした自分の考えである。また、友だちに伝えたいと思うような考えである。主張は予想の場面、観察・実験の方法を考える場面、考察の場面などでもつ。友だちに伝えるためには、自分の考えを整理し、説得力があるものでないといけない。そして、友だちの主張と比べて、共通点や差異点を見つけ、より論理的で説得力のある主張になるように話し合ったりすることを「主張を練り合う」とする。主張を練り合う場面では、それぞれの主張の優劣をつけるのではなく、自分の主張をよりよいものにすることを目指す。友だちと主張を練り合うことで自分の考えが整理されたり、より明確になったりするはずだ。そして、自分の主張に固執することなく、友だちの主張を聞いたり、友だちから意見を聞いたりすることで自分の考えを再構築することができるだろう。その際には、自分の主張に柔軟性をもたせることを大切にしたい。つまり主張を練り合うとは、学習問題に対するより妥当な考えをつくるためにあると考える。

(2) 「根拠」とは・・・

「根拠」は、主張を成り立たせるよりどころである。理科では観察・実験などのデータのみを根拠としていることが多いが、データは受け取り手によって見方やとらえ方がしばしば異なるため、データだけでは主張を成り立たせるものにはなり得ない。データをどう捉え、自分の主張のよりどころにするかが大切だ。つまり、根拠とは、主張を支える理由づけ、結果の説明、分析や生活経験や既習学習との関連付けなども含むものとする。

3 研究主題に迫るための4つの方策について

(1) 「目指すべき子どもの姿を明確にイメージする」とは・・・

子どもが根拠をもとにした自分の主張を練り合うことで考えを再構築し、子ども自身や友だち、指導者がそれを評価することを繰り返すことで根拠をもって表現する力、主張を練る力、考えを再構成する力はずくはずだ。評価するためには、指導者がどのような姿を目指すべきなのかを明確にもっておく必要がある。子どもがどのような主張をもてばよいのか、どのような説明をすれば科学的であるといえるのか、その説明のためにはこれまでの学習のどの部分を活用させるのか、どのような理科の見方・考え方を働かすことができるのかなどを詳細に想定しておくことが大切だと考える。

「1年間で目指す姿」「単元で目指す姿」「1時間で目指す姿」を3年生～6年生の系統性を意識して想定し、授業実践を重ねながら修正していきたい。

(2) 「主張がもてる学習問題」とは・・・

子どもたちが自分の主張をもつためには、指導者は学習問題の在り方を考えないといけない。子どもたちが何がわかっている、何に問題を見出すのかを明らかにしながら自然事象に働きかけ、子どもたちと一緒に「主張がもてる学習問題」を作る必要がある。また、その学習問題は、一部の子だけが、予想や解決の方法を発想できるものでは主張を練り合う授業にはならない。子どもたちが主体的に学習問題に向き合い、主張、主張を支える根拠が多様に広がるようなものにしたい。そのような学習問題とは、以下のようなものが考えられる。

・おもわず考えたいくなるような学習問題	・主張が多方面に分かれる学習問題
・少しがんばれば解決できる学習問題	・グループで力を合わせると解決できる学習問題
・「どうすれば～になるだろうか」と、解決策、改善策などの方法を問う学習問題	など

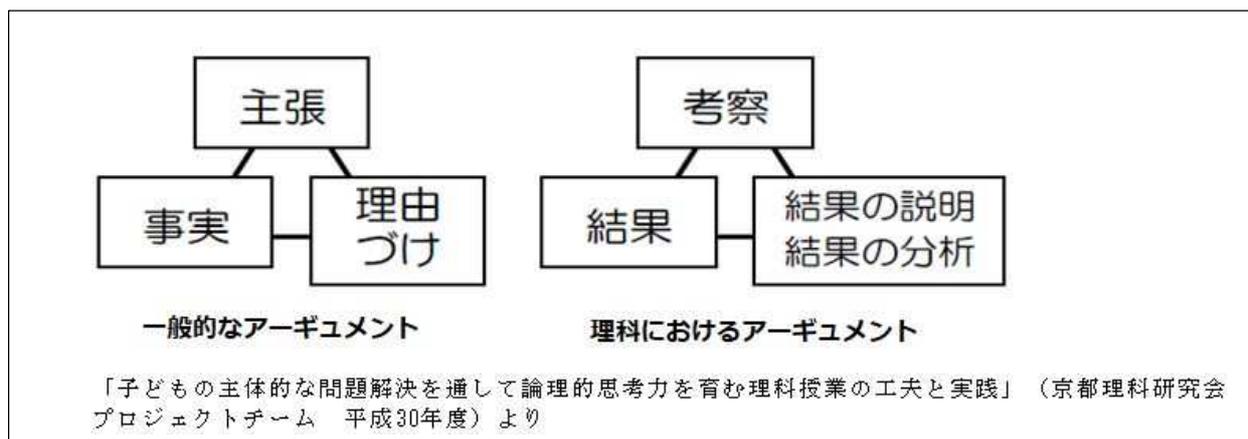
(3) 「アーギュメント」とは・・・

国立教育政策研究所(2016)はアーギュメントを「論」と記し、事実と理由付けを提示しながら、自らの主張を相手に伝える過程であると定義づけている。これは今年度の研究主題と通ずるものがあり、アーギュメントの指導を行うことで、子どもたちが自分の主張や主張を支える根拠を表現する活動が充実すると考える。

アーギュメント指導に取り組んだ「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チーム 平成30年度)によると、アーギュメントスキルはすぐに身に付くものではなく、継続的な指導が必要だが、子どもたちの思考を整理し、主張をまとめるためには有効であり、アーギュメントの指導を継続することで子どもたちは自分の考えをより分かりやすく伝えたり、友だちの考えを整理して聞いたりすることができるようになったと報告されている。そして、その力は他教科や生徒指導の場面でも活用することができ、そうすることでより力がつくこと明らかになったことが研究成果として挙げられている。子どもたちが自分の主張を練り合うためにアーギュメントスキルは有効な手段であると考えられる。

アーギュメントは「主張」、「証拠」、「理由づけ」、「反駁」などから構成されている。(McNeill, & Krajcik, 2011)ただ、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、表現の仕方をかえたりする必要があるだろう。「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」でも、「理由づけ」を3年生では「結果の説明」、6年生では「結果の分析」と言い換えて指導している。

アーギュメント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。



ただ、ワークシート等で示した一定の思考の整理の仕方、論の立て方の型がすべてだとは考えていない。1年間継続して指導することで型を自分の力の一つとして獲得し、そこから自然と根拠を大切にしたい主張ができるようになると考えている。また、アーギュメント指導にあたっては、「実証性」「再現性」「客観性」などの科学的な条件に気を付けたり、「理科の見方・考え方」を働かせたりするなど科学的に解釈することを大切にしたい。また、根拠をつくるための観察・実験を大切にすることはいうまでもなく、よりよい根拠になるような効果的な観察・実験を模索していかなければならない。

(4) 「クリティカルシンキング」とは・・・

「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。(楠見 2011)「批判的」とは「否定的」ということではない。柔軟性をもち、自分の考え、探究をよりよくなり深めたりするためにある。自分の主張を友だちと練り合うためには、まずは自分の主張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。」「根拠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。」などと考える態度はとても大切である。このような態度はまさに「クリティカルシンキング」であるといえる。「クリティカルシンキング」を意識して児童を指導し、児童がその思考を身に付けることで主張を練り合う授業に近づくと考えられる。

クリティカルシンキングをしている姿としては以下がイメージできる。

- ① 主張が論理的であるか。
自分の主張を見直したり、友だちの主張を聞いたりした時、「根拠が成立しているか」「わかりやすいか」「納得できるか」などと自分や友だちに問う姿。
- ② 多面的・多角的な視点から考えているか。
自然事象を一つの面だけでなく、他の面からも捉え「他に考え方はないか。」「友だちの主張を自分の考えにいかすと…。」などと自分の主張を客観的にとらえ、よりよいものにしようとする姿。
- ③ メタ認知ができているか。
「自分の主張は本当にこれでよいか。」「主張をささえる根拠になっているか。」などと、自らの思考や行動を客観的に捉えて、自覚的に処理し、一度認知したことを、より高い視点から再度認知し直そうとする姿。

<参考・引用文献>

- ・ 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」
- ・ 中央教育審議会 (平成 28 年) 「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の 学習指導要領等の改善及び必要な方策等について (答申)」
- ・ 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」
- ・ 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。』

理科学習指導案

指導者 洛中小学校 西澤寛奈

1. 日 時 令和元年10月18日(金) 第6校時(14:40~15:25)
2. 学年・組 第3学年1組(36名)
3. 単元名 「ものの重さをしらべよう」
4. 単元で育成する資質・能力

物質・エネルギー

物の性質について、形や体積に着目して、重さを比較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) 物は、形が変わっても重さは変わらないこと。

(イ) 物は、体積が同じでも重さは違うことがあること。

イ 物の形や体積と重さとの関係について追究する中で、差異点や共通点を基に、物の性質についての問題を見だし、表現すること。

5. 「ものの重さをしらべよう」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。

**「物の形や体積に着目する。」
重さを比較しながら調べる。**

理科の考え方

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
<ul style="list-style-type: none">・物は、形が変わっても重さが変わらないことを理解している。・物は、体積が同じでも重さは違うことがあることを理解している。	<ul style="list-style-type: none">・物の形や体積と重さとの関係について、差異点や共通点を基に、物の性質についての問題を見だし、表現している。	<ul style="list-style-type: none">・物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を解決しようとしているとともに、学んだことを学習や生活に生かそうとしている。
<ul style="list-style-type: none">・はかりやてんびんを適切に使って、安全に実験やものづくりをしている。・物の形や体積と重さについて、調べ、その過程や結果を記録している。		

7. 児童の実態

本学級の児童は、3年生から始まった理科の学習に対して、意欲的に取り組む姿が見られる。動植物の観察では、「もっとよく見たい」といって進んで観察する姿が見られたり、「ゴムや風でものをうごかそう」では進んだ車の距離の位置にシールを貼って記録する方法を伝えると、子どもたち同士で記録しようとする姿が見られたりした。予想する場面では自分の生活経験をもとに考えることができ、友達と意見の交流も積極的に行うことができる。一方で考察の場面において、結果をどのように分析したらよいかかわからず、結果からではなく、自身もつ知識のみで論証しようとする児童が多い。そのため、本学級では、「ゴムや風でものをうごかそう」「太陽のうごきと地面のようすをしらべよう」の単元において、結果として記録したものが、学級全員で確かめられる事実であることを押さえるようにしてきた。記録した数値を使って説明することが、説得力のある主張になることを児童は少しずつ理解してきている。考察の際は、なぜそのような考えに至ったのか話し合い、チームの結論を出すことを繰り返すなかで少しずつではあるが、結果を根拠に説明できるようになってきた。

しかし、結果から考察につなげる際に、ただ数値を並べるだけで根拠となる説明が足りなかったり、説明できずに理解できていない結論を友達と一緒に書いてしまったりする児童もいる。そこで、本単元

では、「物は、形が変わっても重さが変わらないこと」や「体積が同じでも重さは違うことがあること」が理解できるようにする手立てとして、論証フレームの活用や、それを使って友達との交流を取り入れる。結果を論理的に分析することを通して、実感を伴った理解ができるようにしたい。

8. 単元の指導計画（全6時間）

時	学習活動・学習問題・結論・論証フレームなど
1 ・ 2	<p>【思】物の形や体積と重さとの関係について、差異点や共通点を基に、物の性質についての問題を見だし、表現している。</p> <p style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;">見たかんじやもったかんじで、重さのちがうことがわかるでしょうか。</p> <p>【知】はかりやてんびんに関する技能を身に付けている。</p> <p style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;">はかりをつかって、身の回りのものの重さをしらべてみよう。</p>
3	<p>【知】物は、体積が同じでも重さは違うことがあることを理解している。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p>同じ体積でも、もののしゅるいがちがうと、重さはちがうでしょうか。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・同じ体積でも、鉄は210g、アルミニウムは73g、木は13g、プラスチックは38gだった。 ・4つの中で鉄が一番重かった。木が一番軽かった。 ・全部ばらばらの重さだった。 </div> <p style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;">同じ体積でも、もののしゅるいがちがうと、重さがちがう。</p>
4 ・ 5 (本時)	<p>【思】物の形や体積と重さとの関係について、差異点や共通点を基に、物の性質についての問題を見だし、表現している。</p> <p style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;">形をかえると、ものの重さはかわるでしょうか。</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <ul style="list-style-type: none"> ・粘土の重さは、丸い形るときは50gで、平たい形ときも50gだった。どの形にしても50gだった。 ・全部の班の結果を見ても、形を変えた粘土やアルミニウム箔などの重さは、変わらなかった。 </div> <p>【知】物は、形が変わっても重さは変わらないことを理解している。</p> <p style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;">形をかえても、ものの重さはかわらない。 (小さく分けても、全部をあつめれば重さはかわらない。)</p>
6	<p>【知】物は、形が変わっても重さは変わらないことや、体積が同じでも重さは違うことがあることを理解している。</p> <p style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;">ものの重さについてたしかめよう。</p>

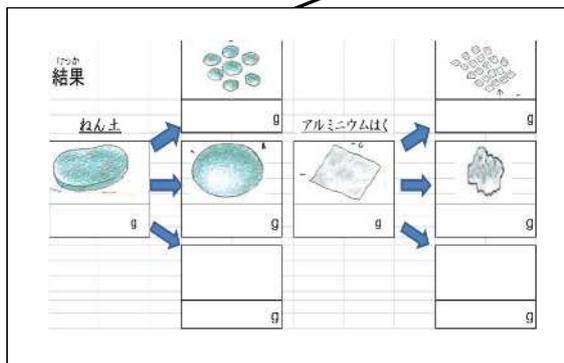
9. 本時の目標 物は、形が変わっても重さは変わらないことを理解する。

10. 本時の展開(5/6間)

学習の流れと児童の活動	◇支援 ・ ◆留意点 ・ □評価
<p>○前時を振り返る。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・かたまりとばらばらではで重さが変わると思う。 ・平たくすると、軽くなると思う。 ・どんな形にしても、重さは変わらないと思う。 	<p>◇前時に考えた学習問題を想起することで、物の形を変えたときの重さについて検証したいという意欲をもつことができるようにする。</p> <p>◆異なる素材それぞれの重さの変化の有無を予想することで、一般化できるかどうかという観点に注目できるようにする。</p>
<p>形を変えると、ものの重さはかわるだろうか。</p>	
<p>○前時の実験結果を基に、結果の見通しをもつ。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・粘土では重さが変わらなかったから、アルミニウム箔でも変わらないと思う。 ・物によって重さが変わるものと変わらないものがあると思う。だから、アルミニウム箔は重さが変わると思う。 <p>○班ごとにアルミニウム箔の形を変えたときの物の重さを量って、表に記録する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・丸くした方が重くなると思っていたのに、違う結果になった。 ・ばらばらにしたときも、重さが変わらないという予想を確かめるために重さをしっかり見よう。 <p>○2つの事例を基に、考察する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・アルミニウム箔を丸めてもちぎっても、3gで同じ重さだったから、重さは変わらない。 ・どの班も、粘土でもアルミニウム箔でも、形を変えたときに重さが変わることはなかった。 <p>○結論をまとめる。</p> <p>○振り返りをする。</p>	<p>◇前時に計画した実験方法で検証した場合の結果の見通しをもつことで、結果を分析する視点をもてるようにする。</p> <p>◆前時の結果を基に実験結果の見通しをもち、シールを用いて自分の考えを表現できるようにする。</p> <p>◆アルミニウムの形を変えたときや、細かく分けたときに量がかわらないように十分注意する。</p> <p>◇実験結果を全体で共有できるように、結果はシールで貼るようにする。</p> <p>◆結果に誤差が生じてても、指導者が問いかけることで、全体の傾向に気付いたり説明したりできるようにする。</p> <p>◆予想に立ち返るという視点を伝えてから、考察するようにする。</p> <p>◆友達と結果の説明や考察を交流し意見を求めることができるようにする。</p> <p>◇友達と交流することで、自分の考察を説明できるようにする。</p> <p>◇紙コップを使った演示実験を見て、どんなものでも同じ重さになることを理解できるようにする。</p>

11. 本時における論証フレーム

<主張>形をかえても、もの重さはかわらない。



<結果の説明>

- ・アルミニウム箔は、丸めたときと小さくちぎったときの重さを量てみると同じ3gで、どの形にしても重さが変わらなかった。
- ・どのグループも、どんな形にしても3gだった。
- ・粘土だけでなく、アルミニウム箔も、形を変えても重さは変わることがなかった。

12. 本時の評価の視点<知識・技能>

・物は、形が変わっても重さは変わらないことを理解している。《記述》

「記述」による評価	
おおむね満足できる状況	<p>○結果の説明を根拠にして、「物は、形が変わっても重さは変わらないこと」を結論付けることができている。</p> <p>【分かったこと】形を変えても、ものの重さは変わらない。」</p> <p>※【理由（結果の説明）】に「丸めたときと小さくちぎったときの重さを量てみると同じ3gで、どの形にしても重さが変わらなかった。」「どのグループも、どんな形にしても3gだった。」「粘土だけでなく、アルミニウム箔も、形を変えても重さは変わることがなかった。」などと記述している。</p>
支援が必要とされる児童への働きかけ	<p>○「物は、形が変わっても重さは変わらないこと」を結論づけることができていない。</p> <p>（【分かったこと】が書けていない。）</p> <p>→友達と交流する時間をとることで、本時の視点にあった記述ができるようにする。</p> <p>（本時の視点と違うことについて説明している児童。「粘土は平たくすると大きく見えた。」「アルミニウム箔は小さく丸めると硬くなった。」など<視点とのずれ>）</p> <p>→ものの形を変えたときに、「重さが変わるといえる」か「変わらないといえる」かの理由になることを書くように伝える。</p> <p>（説明が根拠として成り立っていない児童）「全部一緒だったから～」<事実の説明不足>「粘土とアルミニウム箔の重さが違ったから～」（誤った比較による意見）「すべての班のうち、1つの班だけ重さが変わったから～」<全体の傾向から判断できていない意見>など</p> <p>→個別に根拠として成り立つ説明の仕方を伝える。</p>

3年部会 研究協議会

参会者からの意見

○良かった点, △改善点・意見

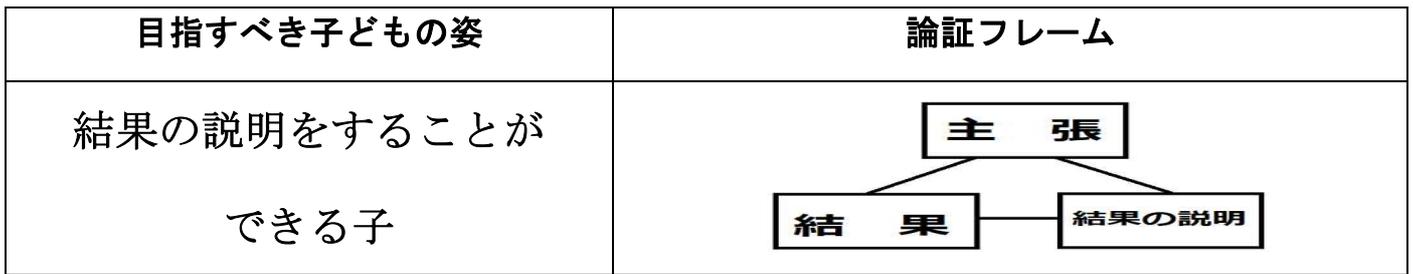
- 結果の整理のドットマップが効果的だった。
- 児童がホワイトボードを使ってまとめる力が見られた。
- △ドットマップにめもりをつけたり, シールに班の番号を記入したりするとよりよいものになった。
- △全体で結果の傾向を捉えた上で考察するべきだった。正しい結果がわかるように全体での交流が必要。
- △実験方法の手順を留意点として板書に提示すべき。トレーを乗せた時のゼロ設定をミスしているグループがあった。
- 前時に実験していたので提示していなかった。見きれていなかった。
- △アルミニウムをバラバラにした後に, 丸めるのに時間がかかった。先に丸めてからバラバラにしたほうがいいのかも。バラバラにしすぎて実験をやりにくそうだった。
- 前時に粘土で実験したことが, 本時のアルミニウムで確かめる学習内容につながった。
- △交流することで友達の発言から根拠を見つけられたらよかった。
- △分かったことだけで満足している。理由づけの必要性を知ることが大切。
- ・教師が児童の記述を価値づけていくことが大切。それによってどのようなことを書けばいいのか知ることができる。

指導助言 神戸大学附属小学校 教諭 俣野 源晃 先生
京都市総合教育センター 副主任指導主事 由良 二郎 先生

○良かった点, △改善点・意見

- 児童は楽しそうにしていた。児童が議論し, 規律がある中で自由に活動をしていた。
- △理由づけに何を書かせたいのか。パターンは4つ。書けていない・事実をそのまま書く・傾向を書いている・科学的なことを書く。事実だけでは不十分で, 理由は傾向を書く必要がある。
- ・科学的なきまりを理由づけに書くためにも, 課題をどうするのか大切。
- ・指導者がどのような力をつけたのか意図をもつことが大切。
- ・結果の表をみんなで見て, 傾向をよみとる。その時に, 誤差についてふれてみんなで考えていく。
- ・アーギュメントのワークシートを交換して, お互いにチェックする方法がある。
- 授業の規律ができていて良かった。
- ・3年生ではどこまで書かせるかは, 先生がどこまで書かせたいかで決めたらいい。
- △結果の共有がなかったので, 結果がわからないまま考察にいつてしまった。「みんなわかっているだろう」で進んでいた。
- 根拠をもって予想をすることができていた。
- ・何回も繰り返すことで書けるようになればいい。そのために, こんなことが書けたらいいと例を伝えていく。
- ・何となく書いているのではなく全体共有することで意味がある。論フレを使うことで, 頭の中でしていることを文章化していく。
- ・何のために論フレを使うのかを考えておく。

3年部会 成果と課題



(1) 論証フレームを活用することによる授業改善について

理科授業論証フレームを活用できる場面を探る中で、本時においてどのような考察が書ければよいかを考えることで、授業改善につながったと考える。児童が考察を書くためにどんな「結果」が出る必要があるのか、それをどのように「説明する」姿を求めると、目の前の児童の実態から、改めて授業を考えていった。そうすることで、ふさわしい実験方法を選んだり、どのように結果を整理したりするのか工夫することができた。

さらに、3年生の段階では「結果の説明」を目指したので、「結果」と「結果の説明」に同じことしか書けないような授業展開にははいけなと考える。そこで、「結果」としては、見たままを数値化したり、シールを貼って傾向を捉えやすい整理の仕方をしたりする実践を積み重ねた。「結果」をあえて「説明する」ことの必然性をもたせたことが、授業改善のポイントであったと感じる。何が事実（「結果」）で、そこから考えられること（「考察」）は何なのか、その区別を3年生の段階から意識できる授業となったと考える。

また、児童が「結果の説明」をする際に、指導者の言葉かけも工夫をした。「自分より下の学年に説明するならば」「1年生にも伝わるように説明すると」などの言葉かけをすることで、どのように説明すればよいかを考えることができた。それが、「自分の意見を主張すること」、「相手を納得させるために伝えること」が大切だと、児童への意識づけにつながった。

(2) 「目指すべき子どもの姿」について

今年度は、まず目指すべき子どもの姿を設定してから部会の研究授業へ進みましたが、スタートはしたものの部会内でも具体的にどんな姿を目指すのかの共通理解がもう少し必要だったと考える。当初の共通理解を十分する必要は次年度の課題として、研究や授業を行う上で見えてきたものもある。

授業では、「結果を説明する」ことを通して「主張（考察）する」ことができるようにしたいと考えた。児童の発言や記述から、3年生の段階で単純に結果を説明することは概ねできていたと考える。論証フレームを活用して考察することは「結果の説明」に終わらず、さらに上を目指せるのでないかという意見も出てきた。

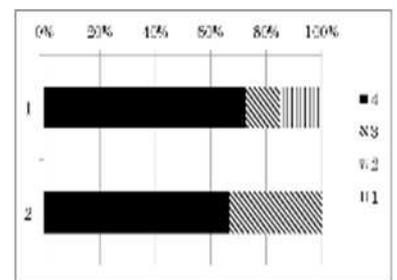
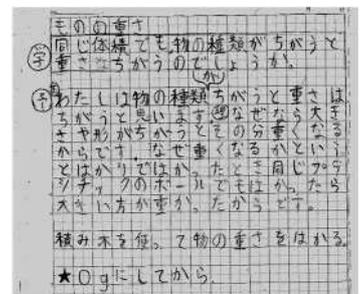
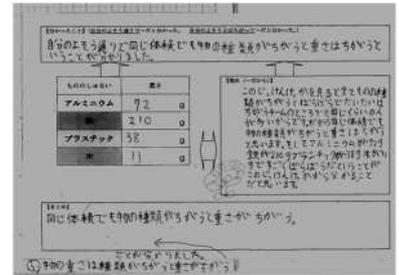
研究授業後、3学期に行った児童への意識アンケートによると、「図や表を一度説明することが大切だと思う」という質問に対して95%以上の児童が肯定的な回答をした。アンケートの「できるようになったこと、がんばったこと」の記述欄には、「前より意見（理由）を詳しく書けるようになった」と書いた児童が学級の25%ほどおり、他にも「理由を詳しくしたり、事実を考えたりすることを意識できた」という意見が多数挙がった。

学習を重ねるにしたがって、結果を整理した表や図、シールで傾向を分かりやすく示したものの、その中の具体的な数値を、児童は「事実」と捉えることができてきたようである。学習問題に対しての自分の考え（「考察」）を書いたり伝えたりする際には、その事実をただ説明するといった機械的なものでなく、「相手を納得させられるように」「理由になるように」説明する力がついてきたと考えられる。以下のような意見からもそれが分かる。

- 「とても大切だと思った。人が分かりやすいような理由を書くように意識した」
- 「前まで説得するのが苦手だったけれど、この方式ですと書きやすかった」
- 「主張から理由まで順番に説明すると、相手を説得できると分かった」
- 『「主張・事実・理由」の3つを考えるのは大変だったけれど、友達の話聞いていても、とても分かりやすい説明になっていた」

次年度の研究に向けて、3年生では、特に「比べる」ことに重きをおいて問題解決を図りたい。そのため、論証フレームの結果の説明では、数値の大小を比べることや、表やグラフ、シールの位置などでどのあたりの結果が多いか少ないかを比べることなどの結果の傾向を説明することができる力を育みたいと考える。

また、今年度の実践や鳴川調査官のお話から次年度以降検討したいことも出てきた。考察の場面以外でも、問題を見出す場面で「検証すべき課題をはっきりさせる」ために予想や仮設の段階で論証フレームを使うことが可能でないかも検討していきたい。



来年度に向けた「目指すべき子どもの姿」

結果の説明をすることができる子

（「比べる」ことを中心に、結果の数値や全体としての傾向などについて文章で説明できる）

理科学習指導案

指導者 京都市立桂川小学校 木村優花

1. 日 時 令和2年1月31日（金） 第5校時（14：00～14：45）
2. 学年・組 第4学年2組
3. 単元名 「雨水のゆくえ（自然の中の水）」（新単元の内容を含む）
4. 単元で育成する資質・能力

B 生命・地球

（3）雨水の行方と地面の様子（地球の内部と地表面の変動）

雨水の行方と地面の様子について、流れ方やしみ込み方に着目して、それらと地面の傾きや土の粒の大きさを関係付けて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）水は、高い場所から低い場所へと流れて集まること。

（イ）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。

イ 雨水の行方と地面の様子について追究する中で、既習の内容や生活経験を基に、雨水の流れ方やしみ込み方と地面の傾きや土の粒の大きさとの関係について、根拠のある予想や仮説を発想し、表現すること。

（4）天気の様子（地球の大気と水の循環）

天気や自然界の水の様子について、気温や水の行方に着目して、それらと天気の様子や水の状態変化とを関係付けて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）天気によって1日の気温の変化の仕方に違いがあること。

（イ）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。また、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。

イ 天気や自然界の水の様子について追究する中で、既習の内容や生活経験を基に、天気の様子や水の状態変化と気温や水の行方との関係について、根拠のある予想や仮説を発想し、表現すること。

5. 「自然の中の水（雨水のゆくえ）」の単元における理科の見方・考え方

理科の見方 『地球』自然の事物・現象を主として時間的・空間的な視点で捉える。

「雨水の流れ方やしみ込み方、湿った地面が乾くなどの水の行方に着目する。」

理科の考え方 『4年』自然の事物・現象同士を関係付けたり、自然の事物・現象と既習の内容や生活経験と関係付けたりする。

「雨水の行方と地面の様子と地面の傾きや土の粒の大きさを関係付けて調べる。」

「水の行方と水の状態変化とを関係付けて調べる。」

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
<p>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>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>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、また、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>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>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>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>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>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>

7. 児童の実態

本学級の児童は、身近な自然の中に見つけた不思議な事象に対して、「なぜ、そういった事象が起こるのか。」と疑問を抱き、自ら問題解決に向かって意欲的に学習しようとしている。また、予想の際には生活経験や既習事項から、なぜそのように予想したのか、理由も加えて書くことができる児童も増えてきた。しかし、実験結果から自分の考えを持つことができるものの、その考えを文章に表したり、論理的に伝えたりすることが苦手な児童も多い。そのため、本学級では7月より事実・証拠に基づいて論理的に考え、表現するためのツールとして論証フレームを活用してきた。

論証フレームを活用するにあたり、「電池のはたらき」の単元から「より速い車はどのモーターカーだろうか。」を電流の大きさとモーターの回る速さの関係から説明するという事前テストを実施した。35人中「電流の大きさが大きいとモーターの回る速さも速くなる。」と電流の大きさとモーターの回る速度の関係性を言及している児童が14名。「直列つなぎは並列つなぎより電流が大きくなり、モーターも速く回る。」とつなぎ方の違いを言及している児童が4名。「直列つなぎだと電流の大きさが大きいから。」と電流のみに言及しているのが7名。誤答または必要な言葉を使えていない児童が10名という結果だった。

事前テストの結果から、事実・証拠に基づいて論理的に考え、表現することが苦手な児童の実態が明らかになった。そのため、考察する際には論証フレームを活用しながら、事実（実験結果）とそれに伴う論拠（結果の分析）を述べることで、学習問題に対する自分の主張（考え）を論理的に考え表現する大切さを伝えてきた。しかし、学習問題に対する主張は書けるが事実から論拠を書くことはまだ十分とは言えない。本時では、結果の分析の部分で、「しみこみ方」について「土の粒の大きさ」と関係付けて考えていく。論拠に悩む児童には、結果をまとめる際、運動場と砂場それぞれの場所での粒の大きさとしみこみ

方の関係について、傾向を捉えやすいようにシールで色分けした表を使って整理して考えられるように支援していきたい。

8. 単元の指導計画（全9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> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">ぬれた地面の様子をながめて気づいたことを話し合しましょう。</div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> <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。 ・砂場は雨でも水たまりができていない。運動場の方がしみこみにくそうだ。 ・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流れて集まっているのかな？ ・太陽が当たって地面が乾いたのではないかな？ ・水は空気中に出て行ったのかもしれない。 </div>
2	<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】 土の粒の大きさによる、水のしみ込み方及び、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> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">運動場と砂場とでは、どうして水たまりのでき方にちがいがあるのだろうか。</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">運動場と砂場の土のちがいを調べよう。</div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ・運動場と砂場とでは土の手触りがちがう。 ・砂場の土のつぶのほうが運動場の土のつぶより大きい。 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">運動場と砂場とでは土のつぶの大きさがちがう。</div>
2 ・ 3 ・	<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> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">運動場と砂場とでは水のしみこみ方はちがうのだろうか。</div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ・水のしみこみ方を比べると、砂場の方が運動場より速くしみこんだ。 ・砂場は、土のつぶが大きく地面の中のすきまが大きく、水がしみこみやすい。 ・運動場は、土のつぶが小さく地面の中のすきまが小さく、水はしみこみにくい。 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">運動場と砂場とでは土の粒の大きさがちがうので水のしみこみ方もちがう。</div>
4	<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> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">運動場の水たまりはどうしてできるのだろうか。</div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> <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。 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">運動場の水たまりのできる場所は他と比べて低いので、そこに向かって雨水が流れて集まりできる。</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">運動場と砂場では土のつぶの大きさが違う。また、運動場をよく見ると高いところと低いところがあるので、雨水が低いところに向かって流れて集まり、その場所が水たまりになる。これらのことから、運動場と砂場とでは水たまりのでき方にちがいができる。</div>

5 ・ 6	<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①】 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。 ・ふたに水で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>↓</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じょう発という。</p>
7	<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>
8	<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>↓</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ろという。</p>
9	<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>たしかめよう 学んだことを生かそう。</p>

9. 本時の目標

運動場と砂場の水のしみこみ方の違いについて、土の粒の大きさと水のしみこみ方とを関係付けて、全体の結果の傾向を踏まえて自分の考えを主張することができる。【思・判・表②】

10. 本時の展開（3／9時間）

学習の流れと児童の活動	◇支援 ・ ◆留意点
<p>< 2時間目（前時）の後半 ></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> 運動場と砂場とでは、土のつぶの大きさがちがう。 </div> <p>○小さな学習問題を把握する。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> 運動場と砂場では水のしみこみ方はちがうのだろうか。 </div> <p>○予想する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・違うと思う。 ・砂場は粒が大きいので、地面にすき間ができて水がしみこみやすいと思う。 ・運動場は粒が小さいので、地面のすき間がせまく、水があまりしみこまないと思う。 	<p>◇運動場と砂場の粒の大きさの違いを調べた結果の表を提示することで、その違いと水のしみこみ方とを関係付けて考えられるようにする。</p>
<p>< 3時間目（本時） ></p> <p>○前時の活動を振り返り、学習の見通しを持つ。</p> <p>○実験方法を考え、結果の見通しをもつ。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・運動場と砂場の土を同じだけ容器に入れて、同じ量の水を流してしみこみ方の違いを調べればいいね。 ・きっと粒の大きな砂場の土の方が速くしみこむと思う。 ・しみこみ方に違いが出ると思う。 <p>○実験して結果をまとめる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・砂場の土はあっという間に水がしみこんでいった。 ・運動場の土はゆっくりと水がしみこんでいく。全てしみこむにはかなり時間がかかる。 <p>○学習問題に対する主張とその理由を書く。</p> <p>< 主張 ></p> <ul style="list-style-type: none"> ・運動場と砂場では水のしみこみ方は違う。 <p>< 理由 ></p> <ul style="list-style-type: none"> ・水のしみこみ方を比べると、砂場の土の方が運動場より速くしみこんだ。 	<p>◇運動場と砂場の降雨時と雨上がり時の地面の様子の違いがわかる掲示物を用意することで、結果の見通しを持ちやすくする。</p> <p>◆運動場と砂場の土はどちらも一度乾かした後、乳鉢などで塊状の土をすりつぶしておく。</p> <p>◇水のしみこみ方を調べる実験をする際、容器に入れる土の量や流す水の量、水を流す高さを、子どもたちに問いながら実験教具の使い方を確かめることで、観察、実験における条件制御の必要性に気付けるようにする。</p> <p>◇入れた水の水面の変化に着目することで、運動場と砂場の水のしみこみ方の違いに気付けるようにする。</p> <p>◇他の班のしみこみ方の実験結果を確認することで、水のしみこみ方の違いを定性的に捉えられるようにする。</p> <p>◇各班の実験結果を表にまとめ、黒板に貼ることで、学級</p>

<ul style="list-style-type: none"> ・砂場の土は粒が大きく地面の中のすきまが大きく、水がしみこみやすい。 ・運動場の土は、粒が小さく地面の中のすきまが小さく、水がしみこみにくい。 ・自分の班だけでなく、他の班も自分たちと同じ結果になっている。 ・自分の考えた予想通り土の粒の大きさによってしみこみ方が違うことがわかった。 <p>○結論をまとめる</p>	<p>全体の実験結果の傾向をつかめるようにする。</p> <p>◇論証フレームを用意することで、論理的な思考を身につけられるようにする。</p> <p>◇子どもの考えた主張の自信度を聞くことで、自分の考えをクリティカルに振り返り、土の違い以外にもしみこみ方の違いを生じさせる要因があるかもしれないと考えられるようにする。</p>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p>運動場と砂場では、土のつぶの大きさがちがうので、水のしみこみ方もちがう。</p> </div>	
<p>○振り返りをする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・運動場と砂場では、土の粒の大きさが違うため水のしみこみ方が変わり、水たまりのでき方に違いができるといえそう。 ・でもどうして運動場の中で水たまりができる場所とそうでない場所があるのだろう。 ・運動場の水が水たまりに向かって集まってきたのだろうか。 	<p>◇雨上がりの運動場写真を提示して、水たまりがあるところないところがある理由を問うことで、水たまりのでき方がしみこむ以外の要因があるかもしれないと気付けるようにする。</p>

11. 2～4校時における学習構想と本時の論証フレーム

<大きな学習問題>
運動場と砂場ではどうして水たまりのでき方にちがいがあるのだろうか。

<めあて>
運動場と砂場の土のちがいを調べよう。

<結論>
運動場と砂場とでは土のつぶの大きさがちがう。

本時

<小さな学習問題>
運動場と砂場とでは水のしみこみ方はちがうのだろうか。

<主張>
運動場と砂場とでは水のしみこみ方はちがう。

<結果>
・運動場、砂場の土の粒の大きさの違いをまとめた表
・運動場、砂場の土に水を流した時の、しみこむはやさの違いをまとめた表

<結果の分析>
・水のしみこみ方を比べると、砂場の方が運動場より速くしみこんだ。
・砂場は、土のつぶが大きく地面の中のつぶとつぶのすきまが大きく、水がしみこみやすいと考えられる。
・運動場は、土のつぶが小さく地面の中のつぶとつぶのすきまが小さく、水はしみこみにくいと考えられる。
・自分の班だけでなく、他の班も自分たちと同じ結果になっている。

<小さな学習問題>
運動場の水たまりはどうしてできるのだろうか。

<主張>
運動場の水たまりのできる場所は他と比べて低いので、そこに向かって雨水が流れて集まりできる。

<結果>
・運動場の水たまりのできていた場所付近の高低差の図
・運動場の水たまりのできていた場所付近の水の流れ方の図

<結果の分析>
・運動場の水たまりのできる場所は他と比べて低い。
・水は玉と同じように高いところから低いところに向かって流れる。
・運動場の水は高い場所から低い場所に向かって流れていき、一番低い場所に集まる。
・水が集まった場所が水たまりになる。
・水のしみこみにくい場所では高いところから低いところに水が流れていく。
・自分の班だけでなく、他の班も自分たちと同じ結果になっている。

<結論>
運動場と砂場では土のつぶの大きさがちがうので雨水のしみこみ方がかわり、水たまりのでき方にちがいができる。運動場は砂場とちがって粒が小さく水がしみこみにくいので水たまりができやすい。また、運動場をよく見ると高いところと低いところがあるので、雨水が低いところに向かって流れて集まり、その場所が水たまりになる。これらのことから、運動場と砂場とでは水たまりのでき方にちがいができる。

12. 評価の実際

本時の評価の視点＜思考・判断・表現＞

「記述・発言」による評価	
おおむね満足できる状況	○運動場と砂場の水のしみこみ方の違いについて、土の粒の大きさと水のしみこみ方とを関係付けて、全体の結果の傾向を踏まえて自分の考えを主張している。 ・運動場と砂場とでは土のつぶの大きさがちがうので、水のしみこみ方もちがう。
十分満足できる状況	○運動場と砂場の水のしみこみ方の違いについて、土の粒の大きさと水のしみこみ方とを関係付けて、全体の結果を踏まえて文や図を用いて自分の考えを主張している。 ・運動場と砂場とでは土のつぶの大きさがちがうので、地面の中のつぶとつぶのすき間が変わるのでしみこみ方にちがいが出る。
支援が必要とされる児童への働きかけ	・主張を書きにくくしている児童に対しては、学習問題の『どうして』の部分に土の粒の大きさの違いをまとめた観察結果と、水のしみこみ方の違いをまとめた実験結果を見返し、その結果を関係付けて水のしみこみ方の違いについて考えるように伝える。

13. 資料

板書計画

雨水のゆくえ

運動場と砂場とでは水のしみこみ方はちがうのだろうか。

予想

- ・運動場と砂場とでは土のつぶの大きさがちがうからしみこみ方もちがう。
- ・運動場と砂場とではしみこむはやさがちがう。
- ・土のつぶの大きさは関係がないかもしれない。

主張

運動場と砂場とでは、水のしみこみ方はちがう。

結果（事実・しょうこ）				理由
	土のようす	全体のつぶの大きさ	しみこみ方	
砂場	<ul style="list-style-type: none"> ・土はやわらかい ・つぶが大きい ・じゃりじゃりしている 	大	はやい	<ul style="list-style-type: none"> ・水のしみこみ方を比べると、砂場の方が運動場より速くしみこんだ。 ・砂場は、土のつぶが大きく地面の中のすきまが大きく、水がしみこみやすいと考えられる。 ・運動場は、土のつぶが小さく地面の中のすきまが小さく、水はしみこみにくいと考えられる。 ・自分の班だけでなく、他の班も自分たちと同じ結果になっている。
運動場	<ul style="list-style-type: none"> ・かたまりをわつたらやわらかい ・つぶがこまかい ・さらさらしている 	小	おそい	

4年部会 研究協議会の記録

参会者からの意見

○良かった点, △改善点・意見

○子どもたちの考察の中には、「他の班の結果を見ても・・・」という表現や「同じ水の量を入れているのに、砂場の方がしみこむ早さが早い・・・」といった表現が見られ、考察の質が高まっていると感じられた。論証フレームを用いた指導を続けてきた成果が見られていたのではないか。

△学習問題の設定、単元デザインが適切だったのか疑問に残った。

△理由付けに書くべきことを子どもが理解していなかった。注目させるところが絞り切れていないことが原因。本時の論証フレームには、カラーサンドを使った実験でも良かったのではないか。

△結果を定量的にすれば、それを言語化して理由付けが書ける。条件制御の概念の素地を育てておくことも大事。

△「概ね満足できる」に至らない子が20名程度いた。この子どもたちへの支援はどの程度できていたのか。

△運動場と砂場での粒の大きさの違いがあまり分からない。子どもたちの捉え方はどうだったのか。

⇒本学級の子どもたちは、運動場は「土」、砂場は「砂(粒)」という認識だった。

指導助言 (京都市総合教育センター 副主任指導主事 由良二郎 先生)

○良かった点, △改善点・意見

○児童の考察が多様だった。

○教具は良い。浸透速度を数値とし、記録できるような仕様があればなお良い。

○「関係付け」「条件制御」の概念をもって発言できている子どもがいた。

○「しみこみ方と粒の大きさは関係しているのだろうか・・・」モヤ感が良かった

△粒の大きさに注目させるのは、しみこみ方の違いを確かめた後の方が良い。

△本時の学習問題で、しみこみ方と粒の大きさの関係について迫るのは無理があった。

△自信度を聞くのは、結論をクリティカルに見るため。結論が出たタイミングで自信度を聞くことにより、「この実験結果から言い切っているのか。」「もっとこんな実験をすべきではないか。」という意見が出てくることもある。

4年部会 成果と課題

目指すべき子どもの姿	論証フレーム
<p>「結果の傾向からどのようなことが言えるのかを主張することができる子」</p>	

(1) 論証フレームを活用することによる授業改善について

論証フレームを活用した授業づくりを進めていく中で、まず一番に感じたことは、論証フレームを授業の中に取り入れることで授業者が目指すべき子どもの姿をより明確にイメージして教材研究に向かうことができるということだ。1時間や単元全体を通して子どもたちにどんな見方・考え方を働かせて主張させたいのかを明確にし、授業改善を進めていくと、そのためにはどのような学習問題を設定し、どのような実験方法・結果が必要なのか、導入では子どもの知的好奇心を喚起するためにどんな仕掛けが必要なのかなど、様々な授業イメージや支援の手立てを考えるようになり、よりよい授業改善につながったと考える。しかし一方で、論証フレームありきの授業になっていなかったのか振り返る必要がある。今回は新単元「雨水のゆくえ」を通して論証フレームを活用した授業研究を進めてきたが、論証フレームを基に授業構築したが故に、単元の流れを大きく変えた部分もある。すべての単元において論証フレームを有効に活用できるのか、子どもの論理的思考力を高めることにつながっているかどうか、今後も実践を通して研究し、分析することが必要だと考える。



(2) 「目指すべき子どもの姿」について

自分自身の結果から何が言えるのか説明できるように考える力をつけてきた3年生の姿を受けて、4年生では「自分の結果だけでなく、他のグループや学級全体の結果(傾向)を見ることで、より科学的な見方で考察する姿」と設定した。これは、本格的に理科室での実験が始まる4年生の時期だからこそ、再現性の大切さに気付くことが重要であり、妥当だと考えている。本時では、砂の粒の大きさとしみこみ方の関係について、他のグループも同じ実験結果だったこと(結果の傾向)を理由に主張する子が多く見られた。子どもが全体の結果から傾向をみるためには、当然のことながら指導者が結果をどのように整理するのが重要である。論証フレームの結果の部分がより子どもたちにとって見やすく、数値化できるものであるかが大切であると改めて実感した。



来年度に向けた「目指すべき子どもの姿」

自分の考えを整理したり、結果から妥当な結論を導き出したりして、友達とより科学的で妥当な考えを構築できる子

理科学習指導案

指導者 京都市立藤ノ森小学校 江尻 正史

1. 日 時 令和元年12月11日(水) 第6校時(14:45~15:30)

2. 学年・組 第5学年4組(27名)

3. 単元名 「電磁石の性質」

4. 単元で育成する資質・能力

物質・エネルギー

電流がつくる磁力について、電流の大きさや向き、コイルの巻数などに着目して、それら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)電流の流れているコイルは、鉄心を磁化する働きがあり、電流の向きが変わると、電磁石の極も変わることを。

(イ)電磁石の強さは、電流の大きさや導線の巻数によって変わること。

イ 電流がつくる磁力について追究する中で、電流がつくる磁力の強さに関する条件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. 「電磁石の性質」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。
「電流の大きさや向き、コイルの巻数などに着目する。」

理科の考え方 電流の大きさや向き、コイルの巻数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電流の流れているコイルは、鉄心を磁化する働きがあり、電流の向きが変わると、電磁石の極も変わることを理解している。 ②電磁石の強さは、電流の大きさや導線の巻数によって変わること理解している。 ③実験の目的に応じて、器具や機器などを選択して、正しく扱いながら調べ、それらの過程や得られた結果を適切に記録している。	①電流がつくる磁力について追究する中で、電流がつくる磁力の強さに関する条件についての予想や仮説を基に、解決の方法を発想し、表現している。 ②電流がつくる磁力について、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電流がつくる磁力についての事物・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電流がつくる磁力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

春先から児童は自分の意見を相手に伝える際に、必ず「事実」と「考え」を述べようと取り組んできた。ホームルームのスピーチから取り入れて、社会科の授業では資料の事実と考えを根拠にしたり、理科の授業では実験の結果と考えを根拠にしたりして論証フレームを意識して取り組んだ。その結果9月に行った事前テストでは「事実」と「考え」を分けて表現することができるようになってきた。しかし、何が事実で何が考えなのかを整理することが優先されてしまい、思考が停止してしまう児童や意見が主観的になってしまう児童が見受けられた。ただ、そういった意見に対して説得する児童の姿が見られるので、広げていきたい。

8. 単元の指導計画（全12時間）

時	○学習活動・ 学習問題 ・結論・論証フレームなど	
1	<p>【思①】電磁石の性質について、電磁石の竿を使った釣りゲームを行い、主に差異点や共通点を基に、問題を見だし、表現するなどして問題解決している。</p>	<p>○電磁石の性質を磁石と比べよう。</p> <p>○電磁石の竿を使った釣りゲームを行い、問題を見つけよう。</p>
2	<p>【知①】電流が流れているコイルは、鉄心を磁化する働きがあり、電流の向きが変わると、電磁石の極も変わることについて理解している。</p>	<p>電磁石の極を変えるには、どのようにすればよいのだろうか。</p> <p>・電磁石に電流を流すと、電磁石のN極とS極に引きつけられて方位磁針が動いた。その後、乾電池の向きを変えて電流の流れる向きを反対にすると方位磁針の針の向きが反対になったことから、電流の流れる向きを反対にすると電磁石の極も反対になる。</p> <p>電流の流れる向きを反対にすると、電磁石のN極とS極は反対になる。</p>
3	<p>【思①】電流がつくる磁力について追究する中で、電流がつくる磁力の強さに関する条件についての予想や仮説を基に、解決の方法を発想し、表現している。</p>	<p>○電磁石が鉄を引きつける力を、変えるにはどうすればよいのか予想や仮説を立てて、それを基に解決の方法を考えよう。</p>
4・5	<p>【知③】実験の目的に応じて、器具や機器などを選択して、正しく扱いながら調べ、それらの過程や得られた結果を適切に記録している。</p> <p>【思②】電流がつくる磁力について、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>電流の大きさを変えると電磁石の強さは変わるのだろうか。</p> <p>・どのグループも電池の数を1個から2個に増やすと電流の大きさが大きくなった。電流の大きさが小さいときはクリップが少ししか電磁石に引きつけられなかったけど、電流の大きさを大きくすると電磁石に引きつけられるクリップの数が多くなった。そのことから電流の大きさを変えると電磁石の強さを変えることができると考える。</p> <p>電流の大きさを変えると、電磁石の強さは変わる。電流の大きさを小さくすると弱くなり、大きくすると強くなる。</p>

6 ・ 7	<p>【思①】電流がつくる磁力について追究する中で、電流がつくる磁力の強さに関する条件についての予想や仮説を基に、解決の方法を発想し、表現している。</p>	<p>○実験の条件に合う60回巻きコイルを作ろう。</p> <p>○コイルの余った導線は切っていいのか調べよう。</p>
8 ・ 9 (本時)	<p>【思②】電流がつくる磁力について、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②】電磁石の強さは、電流の大きさや導線の巻数によって変わることを理解している。</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p>コイルの巻数を変えると電磁石の強さは変わるのだろうか。</p> </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p>・全体の結果を見てみると、どのグループもコイルが60回巻きのときはクリップが少ししか電磁石に引きつけられなかったけど、120回巻きにすると電磁石に引きつけられるクリップの数が多くなった。また、60回巻きのときも120回巻きのときも流れている電流の大きさは同じだった。そのことから電流の大きさは同じでもコイルの巻数を変えると電磁石の強さを変えることができると思う。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>コイルの巻数を変えると、電磁石の強さは変わる。巻数を少なくすると弱くなり、多くすると強くなる。</p> </div>
10	<p>【態①】電流がつくる磁力についての事物・現象進んで関わり、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。</p>	<p>○電磁石を利用したおもちゃを作ろう。</p>
11 ・ 12	<p>【態②】電流がつくる磁力についての事物・現象進んで関わり、学んだことを学習や生活に生かそうとしている。</p> <p>【知①】電流の流れているコイルは、鉄心を磁化する働きがあり、電流の向きが変わると、電磁石の極も変わることを理解している。</p> <p>【知②】電磁石の強さは、電流の大きさや導線の巻数によって変わることを理解している。</p>	<p>○「りかのたまてばこ」を読もう。</p> <p>○「たしかめよう」、「学んだことを生かそう」を行い、学習内容が理解できているか確かめよう。</p> <p>○単元のまとめのテストに取り組もう。</p>

9. 本時の目標

電流がつくる磁力について、観察、実験などから得られた結果を基に考察し、表現することができるようにする。(思考・判断・表現②)

10. 本時の展開(9/12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: fit-content;"> コイルの巻き数を変えると電磁石の強さは変わるのだろうか。 </div>	
<p>○前時の学習を想起し学習問題と自分の予想を確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・釣りゲームの時、コイルの巻き数が多いと電磁石は強かった。 ・釣りゲームの時、コイルの巻き数が少ないと電磁石は弱かった。 ・電磁石の強さはコイルの巻き数に関係があると思う。 <p>○実験計画を基に実験方法を考える。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・変える条件はコイルの巻き数だけ。 ・電流の大きさや導線の長さの条件はそろえないといけない。 <p>○60回巻きコイルでクリップのつく数を調べる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・クリップが5個ついた。 	<p>◇実験で行う回路図を掲示することで、実験の準備の仕方の見通しをもつことができるようにする。</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>◆実験の際に電磁石にクリップをどのようにつけるかを全体で統一する。</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>本時はここから</p> <p>○120回巻きコイルでクリップのつく数を調べる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・クリップが15個ついた。 <p>○結果を交流する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・60回巻きコイルより120回巻きコイルの方がたくさんのクリップがついた。 ・60回巻きコイルでも120回巻きコイルでも電流の大きさは同じだ。 <p>○結果を根拠として自分の考えを主張する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・コイルの巻き数が多いとクリップがたくさんついた。だから、コイルの巻数を変えると電磁石の強さを変えることができると考えられる。 ・全体の結果を見てみると、どのグループもコイルが60回巻きのときはクリップが少ししか電磁石 	<p>◇学級全体の実験結果をドットグラフに掲示することで、結果の違いや全体の傾向に注目できるようにする。</p> <p>◇平均値をドットに表すのではなく、すべての実験結果のデータをドットに表すことで、多くの実験をおこなっており再現性の高い実験結果になっていることに気付くことができるようにする。</p> <p>◆電流の値の実験結果は同じであるかどうかだけを結果に表し、結果が複雑になるのを避ける。</p> <p>◆全体で主張を交流し、一人一人が自分の考えを説明できる機会を確保する。</p>

に引きつけられなかったけど、120回巻きにすると電磁石に引きつけられるクリップの数が多くなった。また、60回巻きするときも120回巻きときも流れている電流の大きさは同じだった。このことから電流の大きさは同じでも、コイルの巻数を変えると電磁石の強さを変えることができると考えられる。

- ・自分のグループでは、何度実験しても、同じような結果になった。自分のグループ以外も同じような結果になっている。このことから電磁石の強さはコイルの巻数が多いとき強くなり、コイルの巻数が少ないとき弱くなると考えられる。

○結論

他の条件が同じならコイルの巻数を変えると電磁石の強さは変わる。コイルの巻数を増やすと電磁石は強くなり、減らすと電磁石は弱くなる。

○自分の主張に対する「自信度」を3段階で聞く。

- ・自信度3…絶対にそうだ
- ・自信度2…たぶんそうだろう
- ・自信度1…自信はあまりない

○ふりかえりをする。

- ・コイルの巻数だけでなく電流の大きさも併せて大きくするとさらに強くなりそう。
- ・大きな魚も釣ることができそうだ。

◇結果を見て、再現性の高さや全体の傾向を捉えて客観的に分析できている児童のよさを褒め、全体に広げることで、科学的なものの考え方や表現の仕方に着目できるようにする。

◆児童の考察の中に条件制御についての表現がない場合は、「導線の長さの条件がそろっていない場合どのような結果になっていただろう。」と発問したり、友達との交流をしたりして、より科学的な論証になるように考察を修正、加筆できる時間を設ける。

11. 本時における論証フレーム

<主張> コイルの巻き数が変わると電磁石の強さは変わる。

<結果>

120回巻きコイルにクリップが15個ついた。
60回巻きコイルにクリップが5個ついた。

<結果の分析>

全体の結果を見てコイルの巻き数が多いとクリップがたくさんついた。
何度やってもコイルの巻き数が減るとクリップがつく数が減る。
導線の長さを変えなくてもコイルの巻き数が多いとクリップがたくさんついた。
電流の大きさを変えなくてもコイルの巻き数が減るとクリップがつく数が減る。

12. 評価活動の実際

①本時の評価の視点<思考・判断・表現>

電流がつくる磁力について、実験から得られた結果を基に考察し、表現している。《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、コイルの巻き数と電磁石の磁力との関係について考察し、自分の主張を表現している。
十分満足できる状況	○自分の実験結果だけでなく、クラス全体の実験結果を基に、条件制御や再現性という視点でコイルの巻き数と電磁石の磁力との関係について考察し、自分の主張を表現している。
支援が必要とされる児童への働きかけ	○結果の分析を書くことができない児童へは、グループの実験結果をまとめた表を見て「巻き数とクリップのついた数」の関係に着目できるよう声をかけ、まずは言葉で表現できるようにする。 ○自分のグループの実験結果だけからしか結果の分析ができていない児童へは、全体の結果を集約したドットグラフを基に傾向を読み取るよう声かけをする。

5年部会 研究協議会の記録

参会者からの意見

○良かった点, △改善点・意見

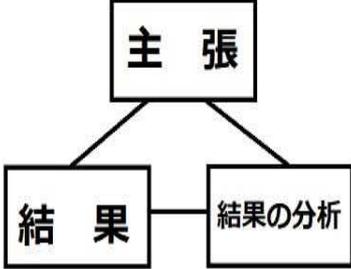
- 結論が出たあとでも自分の主張に対して話していた。
- 考察での価値づけはよかった。
- 考察の時間が長い感じがしたが、意欲的な児童が多いので説明する機会が増えよかった。加筆・修正する時間もよかった。
- △自信度は数値では出せない。でも自信度は知りたい。数値表すのならその根拠が必要。
- △自信度ををはかるタイミングは主張をするときがよいのか、学習の振り返りのときがよいのか。
- △自信度を聞いた時、「まぐれかもしれない」といった児童に「あと何回したらまぐれじゃなくなる？」と聞いたり、もう一回結果のドットグラフをくわしく見てみる機会を設けたりすると学びが確かになるのではないか。
- △結論を信じていた児童も心が揺らぐ。考察書かせた後一度自信度ををはかり、交流の後にもう一度自信度ををはかり変化をみる方法もある。
- △結果の見通しや実験後に自分の予想を振り返る場面があると再考することができた。
- △考えを書くときに何を書くのかまだ子どもたちがわかっていないところがある。予想の場面の時間を十分にとり、導線の長さなど振り返りを行いたい。
- △考えの中に理由付けや分析を書いていた。3つの枠があった方が書きやすいのでは。
- △交流の場面で自分の考えに加筆や修正を入れることができていたのか。交流の時間が長かったので実験の回数を増やしたり、実験セット数を増やしたりして、子どもたちが納得できるような段取りをしたい。
- △考察している視点が違っている児童がいた。交流の意味があまりない。結果がはっきりでているのなら交流のねらいをしぼるのもあり。例えば、より説得力のある分析にするには？
- △理科の特性であればやはり実物をもって交流すべき。実験で確かめてやっぱりそうだ！自信度は100に全員がなるべき。それが結論。

指導助言 神戸大学附属小学校 教諭 俣野 源晃 先生
京都市総合教育センター 副主任指導主事 由良 二郎 先生

○良かった点, △改善点・意見

- ・論フレのバリエーションを科学的なレベルに合わせたり発達段階に合わせたりする。
- △考えの中に学習問題の答えでないことがいろいろと入っている。考えと理由が同じようなことを書いていた。理研として何を書くのかしぼるべきでは。
- △論フレで子どもたちに何を書かせたいのかが明確でないと練り上げができない。
- △学習問題の質をあげないと練り合うことができない。
- △評価規準の姿があまり具体的でない。指導者が評価規準の姿を明文化し意識しておかないと練り合うことができない。
- △ドットグラフの分析は他教科との関連を見て、学年に応じたものを
 - ・今までの授業づくりは、結論からはじまった。論フレの授業づくりは、考察からはじまる。子どもたちがどんな考察をしてもらいたいのか。どのような授業展開、単元構想にすべきか。学習問題に対する答えを率直に書くのが、「主張」「自分の結論」
- △論フレで何を書くのか明確にしないと、交流の意味がない。
- △予想は全員同じだったのか、予想は自分の言葉で書く。
- △結果の見通しを入れることで、考察の表現が変わっていく。
- △結論の後に自信度を聞くことで、再度実験をして確かめる時間を設けておけばよかった。

5年部会 成果と課題

目指すべき子どもの姿	論証フレーム
<p>「仮説と結果を根拠として自分の考えを主張することができる子」</p>	 <pre> graph TD A[主張] --- B[結果] A --- C[結果の分析] B --- C </pre>

(1) 論証フレームを活用することによる授業改善について

①指導者が目指すべき子どもの姿を明確にイメージする。

児童が〈結果の分析〉に「コイルの巻き数が多いとクリップがたくさんついた。」だけでなく以「何度やっても」、「巻き数が多いほど」、「導線の長さをそろえて」という言葉が出るように授業や単元をデザインした。子どもから考察の場面でより科学的に考えようとする姿が見られた。しかし、仮説を根拠にする部分では課題が見られた。児童それぞれが予想をもち、見通しをもって実験をするために、仮説を言語化する、振り返る時間を設けるなど仮説を意識して自分の考えを作れるようにする必要があった。

②主張が根拠に基づいた表現になるように論証フレームの指導を行う。

「結果」、「考え」（主張）、「理由」（結果の分析）に分け、自分の考えを主張できるよう理科だけでなく他教科でも指導を行った。「考え」の中に結果の分析が入ってきてしまう児童も見られた。論証フレームの言葉とそこに何を記述するのかもう一度整理して指導を行う必要がある。

③自分の主張をまとめたり、主張を練り合ったりする際にクリティカルシンキングを大切にする。

結果をドットグラフにまとめることで、データの平均値を見たり、他の班の実験結果と比較したりするなど様々な分析の仕方が見られた。考察の交流の時間では、主張は同じであっても相手の分析が自分とは違うことに気付き、その分析でよいのかとクリティカルな見方ができている児童もいた。考察の後に自信度を3段階に分けて聞き、主張に対して自信がない部分が出てきた。クリティカルな考え方が出来ているところがあり、さらに追究していけるよう、授業の構想を練り、時間配分を考えていくことが必要だと感じた。

(2) 「目指すべき子どもの姿」について

主張は同じでもそれぞれが結果を見て自分なりの結果の分析をする姿が見られた。その姿を広めていくために「どのような分析を児童がするか。」という点に注目し、多面的に分析できるような教材や授業展開を考えていかなければならない。また、友だちと仮説と結果を根拠として主張を交流する際、その根拠が科学的なものになっているのか考えながら交流をする姿にも迫れるようにしていきたい。



来年度に向けた「目指すべき子どもの姿」

「結果を科学的に分析し、仮説と照らし合せた自分の考えを主張することができる子」

理科学習指導案

指導者 京都市立松陽小学校 貞本智史

1. 日 時 令和元年 11 月 29 日 (金) 第 5 校時 (13 : 55 ~ 14 : 40)

2. 学年・組 第 6 学年 2 組 (28 名)

3. 単元名 「水よう液の性質」

4. 単元で育成する資質・能力

物質・エネルギー

水溶液について、溶けているものに着目して、それらによる水溶液の性質や働きの違いを多面的に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) 水溶液には、酸性、アルカリ性及び中性のものがあること。

(イ) 水溶液には、気体が溶けているものがあること。

(ウ) 水溶液には、金属を変化させるものがあること。

イ 水溶液の性質や働きについて追及する中で、溶けているものによる性質や働きの違いについて、より妥当な考えをつくりだし、表現すること。

5. 「水よう液の性質」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。

「溶けている物に着目する。」

理科の考え方 水溶液の性質や働きの違いを多面的に調べる。

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
<ul style="list-style-type: none">水溶液には、酸性、アルカリ性及び中性のものがあることを理解している。水溶液には、気体が溶けているものがあることを理解している。水溶液には、金属を変化させるものがあることを理解している。	<ul style="list-style-type: none">水溶液の性質や働きについて追及する中で、溶けているものによる性質や働きの違いについて、より妥当な考えをつくりだし、表現している。	<ul style="list-style-type: none">水溶液の性質や働きについての事物・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とともに、学んだことを学習や生活に生かそうとしている。
<ul style="list-style-type: none">水溶液の性質を調べる工夫をし、リトマス紙や加熱器具などを適切に使って、安全に実験をしている。水溶液の性質や働きを調べ、その過程や結果を定性的に記録している。		

7. 児童の実態

本学級の児童とは昨年度より理科専科の教員として関わっている。昨年度から科学に関する興味・関心度は高い学年である。既習事項と生活場面との関連性を発見した時には「ああ、そうか。なるほど」「そういうことか」と科学的なつながりを新たに知ることを楽しんでいるようである。

しかし、既習事項を生活場面などでの事象に当てはめて、論理的に説明することを苦手としている児童が多い実態がある。9月に実施した「七輪の窓をあけた時、どのような現象が起きるか。また、どうしてそのようになるのか。」という事前テストでは、26人中誤答1人、理由の無記入4人、「燃え続けるには酸素が必要だから」と酸素に言及している児童3人、「空気の通り道ができるから」と空気の入れ替えに言及している児童が15人、「空気の入れ替え」と「ものが燃えるには酸素が必要である」の両方の記述がみられる児童は3名であった。

このことから、既習事項であっても、現象の結果からなぜそうなるのか論拠を明確にして説明することができないことが児童たちの課題としてあげられる。また、既に明確に分かっていることは、説明しなくてもお互いに「暗黙の了解」で分かっている気になっているように思われる。

そこで、本学級の2学期の理科の授業において、実験結果を考察するにあたり、適切な機会に応じて論証フレームを活用し、主張をするためには、事実とそれに伴う論拠（結果の分析、図から読み取れること、科学的な規則）を述べることの大切さを授業の中で伝えてきた。

本時では、結果の分析の部分に「科学的な規則」すなわち「酸素にはものを燃やす働きがある」と「二酸化炭素には石灰水を白く濁らせる働きがある」ということを想定している。論証フレームに記入する際、「何を書いたらいいの?」と戸惑う児童には、「(気体の性質を知らない)5年生に説明するためには何を伝えなければならないか」など具体的な想定を提示するなどして、論理的に表現（主張）できるように指導したい。

8. 単元の指導計画（全12時間）

時	学習活動・ 学習問題 ・ 結論 ・論証フレームなど
1 ・ 2	<p>【思】水溶液について、差異点や共通点を基に、問題を見だし、表現するなどして問題解決している。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">水溶液を区別するにはどうすればよいだろうか。</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">水よう液にとけているものを取り出そう。</div>
3 ・ 4 (本時)	<p>【知】水溶液の性質や働きについて、観察、実験などの目的に応じて、器具や機器などを選択して、正しく扱いながら調べ、それらの過程や得られた結果を適切に記録している。</p> <p>【思】・炭酸水に溶けているものについて、実験結果をもとに自分の考えをまとめ、表現する。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">炭酸水には何がとけているのだろうか。</div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ・炭酸水から出てきた気体の中に火のついたろうそくを入れると、すぐに火が消えたことから、この気体は酸素ではない。 ・炭酸水から出てきた気体は、石灰水を白く濁らせたから二酸化炭素だと考えられる。 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">炭酸水には、気体の二酸化炭素がとけている。</div>

5	<p>【知】発生した気体は再び水に溶けることを理解している。</p>	<p>二酸化炭素を水にとかしてみよう。</p>
6	<p>【知】水溶液には、酸性、アルカリ性及び中性のものがあることを理解している。</p>	<p>それぞれの水よう液は何性なのだろうか。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・食塩水は、どちらのリトマス紙も変化がなかったから中性だと考えられる。 ・塩酸と炭酸水は青色リトマス紙が赤色に変化したので酸性、石灰水とアンモニア水は赤色リトマス紙を青色に変えたのでアルカリ性だと考えられる。 ・溶けている物で区別できなかった水溶液もリトマス紙を使うと区別できると考えられ <p>塩酸と炭酸水は酸性、食塩水は中性、石灰水とアンモニア水はアルカリ性の水よう液である。</p>
7	<p>【知】ムラサキキャベツ液を使っても水溶液の液性を調べられることを理解している。</p>	<p>ムラサキキャベツ液を使って何性を調べよう。</p>
8 ・ 9	<p>【思】水溶液の性質や働きについて見いだした問題について、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。</p>	<p>塩酸に金属を入れると、金属はどうなるのだろうか。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・アルミニウムは泡を出して溶け、鉄は表面から泡が出たが溶けているかどうかは分からなかった。 ・金属でも、種類によって変化の仕方が違うと考えられる。 ・酸性の水溶液には、金属を溶かす性質があるのではないだろうか。 <p>塩酸にアルミニウムを入れると、アルミニウムはあわを出しながらとける。塩酸に鉄を入れると、鉄の表面からあわが出る。</p>
10 ・ 11	<p>【思】水溶液の性質や働きについて、観察、実験などを行い、得られた結果を基に考察する中で、溶けているものによる性質や働きの違いについて、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している。</p> <p>【知】水溶液には、金属を変化させるものがあることを理解している。</p>	<p>塩酸にとけたアルミニウムはどうなったのだろうか。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・アルミニウムが溶けた水溶液を蒸発させると白い個体が出てきたのでアルミニウムではないと考えられる。 ・出てきた個体を塩酸に入れても泡が出なかったのでアルミニウムではないと考えられる。 ・塩酸に溶けた鉄も別のものになってしまうのだろうか。 <p>アルミニウムは、塩酸にとけて別のものになる。 水よう液には、金属を別のものに変化させるものがある。</p>
12	<p>【態】「確かめよう」を行い、学習内容の定着を図る。 単元における学びを振り返る</p>	

9. 本時の目標

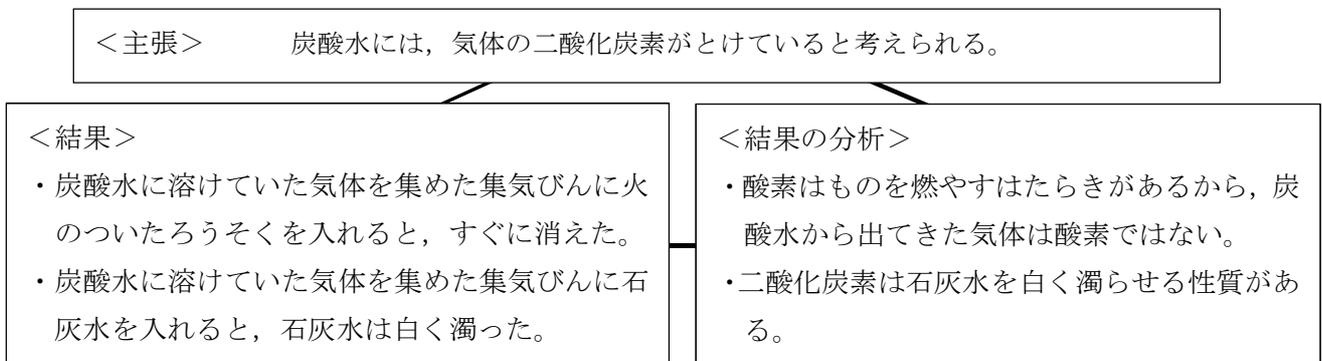
- 炭酸水に溶けている気体について、実験結果を基に自分の考えをまとめ、表現することができるようにする。(思)

10. 本時の展開 (3・4/12時間)

学習の流れと児童の活動	◇支援 ・ ◆留意点
<p>○前時のふりかえり</p> <ul style="list-style-type: none"> 熱したあと固体が残るものと残らないものがあるね。 アンモニア水や塩酸は匂いがしたよ。 炭酸水は匂いもないし、固体も残らなかったね。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p>炭酸水には気体の何がとけているのだろうか。</p> </div> <p>○いままでの実験結果や経験から、炭酸水に溶けている物質について予想する。</p> <ul style="list-style-type: none"> 泡がでていたので、気体が溶けているのだろう。 気体ならば、窒素か酸素か二酸化炭素だね。 ほかにも水蒸気や知らない気体の可能性もあるよね。 <p>○予想を基に、どのような実験を行えばいいかを考える。</p> <ul style="list-style-type: none"> 炭酸水をふると、プシュという音がするから振れば気体が出てくるんじゃないかな。 溶けている気体が酸素ならば、集めた気体の中に火のついたろうそくを入れよう。激しく燃えるはずだよ。 溶けている気体が二酸化炭素なら、石灰水を入れて振れば、白く濁るはずだよ。 ろうそくの火も消えて、石灰水も濁らなければ、窒素かもしれない。 	<p>◇支援 ・ ◆留意点</p> <p>◆気体が溶けていることを共通理解するために、炭酸水を入れた容器を振ったり、温めたりして泡が出てくることを演示して確認する。</p> <p>◆溶けている気体の採集方法を発想しやすいように、気体は目に見えないことを確認する。</p> <p>◇それぞれの気体のどのような性質を確かめる実験方法なのかを意識づける。</p> <p>◇気体についての既習事項を振り返るようにすることで、空気中と酸素中でのろうそくの燃え方や燃える時間の違いについて想起できるようにする。</p> <p>◆石灰水の実験において二酸化炭素濃度が高すぎると石灰水が透明になってしまうことも演示で示しておく。</p>
<p>【本時】</p> <p>○炭酸水に溶けているものを水上置換法で集め、集めた気体を調べる。</p> <ul style="list-style-type: none"> 炭酸水の入ったペットボトルを振るから、ストローの先を集気びんの口に入れてね。 集めた気体に火のついたろうそくを入れたら、すぐに火が消えたよ。 集めた気体に石灰水を入れたら、白く濁ったよ。 <p>○実験結果の共通理解を図る。</p> <ul style="list-style-type: none"> どの班も集気びんに火のついたろうそくを入れたら、すぐ消えたね。 石灰水は白くにごった班が多いね。 	<p>◆2つの実験をするのに必要な二酸化炭素が確保できるように、十分な炭酸水と実験道具を用意する。</p> <p>◆火や薬品を使用するので、濡れ雑巾や保護メガネを用意し、取り扱いについての注意と事故時の対処を確認する。</p> <p>◆効率よく気体収集ができるように、水上置換法を図示する。</p> <p>◆二酸化炭素濃度が高く、石灰水が透明になってしまった班には石灰水を追加する。</p> <p>◇各班の実験結果を白板に貼った表にまとめるようにすることで、実験結果を全体で共有できるようにする。</p> <p>◇ミスデータがあれば全体で追究し、妥当な実験結果を共通理解することで、同じ実験結果から考察できるようにする。</p>

<p>○実験結果から炭酸水に溶けていた気体の正体を考察する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・集めた気体に火のついたろうそくを入れると、火が消えた。酸素ならば、集気びんに酸素にはものを燃やす働きがあるから、激しく燃えるはずだから、集めた気体は酸素ではないね。 ・石灰水は二酸化炭素とふれると、白く濁る性質をもっている。集めた気体に石灰水を入れると、白く濁ったから集めた気体は二酸化炭素だ。 <p>○結論をまとめる</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">炭酸水には気体の二酸化炭素がとけている。</div> <p>○振り返りをする。</p>	<p>◇論証フレームを用意することで、論理的な思考を身につけられるようにする。</p> <p>◇「結果の分析（理由付け）」にどのように書けばいいの かイメージしやすくするために、他学年の子に分かるように説明するようにと助言する。</p> <p>◆班内で各々の主張を交流し、一人一人が自分の考えを説明できる機会を確保する。</p>
--	--

11. 本時における論証フレーム



12. 評価の実際

本時の評価の視点<思考・判断・表現>

実験結果から炭酸水に溶けている気体について自分の考えをまとめ、表現している。《記述・発言》

「記述・発言」による評価	
おおむね満足できる状況	<p>○自分の実験結果を基に、炭酸水に溶けている気体について自分の考えを主張している。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・気体を石灰水に通すと白く濁ったことや、ろうそくを入れるとすぐに火が消えたことから、炭酸水に溶けていたのは二酸化炭素だと考えられる。
十分満足できる状況	<p>○自分の実験結果だけでなく、友だちの実験結果なども根拠にして、炭酸水に溶けている気体についてより妥当な考えを主張している。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・もしこの気体が空気や酸素であれば、ろうそくは燃え続けるはずだが、ろうそくの火はすぐに消えたから、空気や酸素ではない。石灰水を白く濁らせる働きがあるのは二酸化炭素だから、炭酸水に溶けていた気体は二酸化炭素だ。
支援が必要とされる児童への働きかけ	<ul style="list-style-type: none"> ・実験結果しか記述できていない児童には、酸素や二酸化炭素の性質を振り返られるようにすることで、自分の主張が記述できるようにする。 ・根拠を基にした記述ができていない児童には、実験結果を言葉で説明するように声をかけたり、どの結果からその主張に至ったのかと問いかけたりする。

13. 資料

板書計画

ねらい 炭酸水には、どんな気体がとけているだろうか。

予想 ちっ素、酸素、二酸化炭素、空気、その他

実験方法
炭酸水から出てきた気体を集気びんに集める
①ろうそくの火を入れる ②石灰水との反応させる ③気体検知管

結果の見通し

①	ちっ素	酸素	二酸化炭素	空気	その他
ろうそくの火を入れる	すぐ消える	はげしくもえる	すぐ消える	しばらくして消える	?
石灰水を入れる	反応なし	反応なし	白くにごる	少しだけ反応する	?

主張

結果①
すぐに消えた

結果②
白くにごった

結果①の分析
酸素があれば燃え続けるので、酸素ではない。

結果②の分析
二酸化炭素は石灰水をにごらせる性質がある。

実験結果	1班	2班	3班	4班	5班	6班	7班	8班
ろうそくの火を入れる								
石灰水との反応								

まとめ
炭酸水には、気体の二酸化炭素がとけている。

論証フレームのワークシート

水よう液の性質 6年 組 番 名前 _____ 班 _____

主張

結果①



水

結果②



石灰水

結果①の分析

結果②の分析

前時における「炭酸水に溶けている気体」の予想 (6年生77人中)

二酸化炭素	40人	炭酸	12人
気体 (ガス)	9人	酸素	6人
空気	3人	炭化水素	2人
一酸化炭素	2人		
その他 (酸, ちっ素, 薬)			

6年部会 研究協議会の記録

参会者からの意見

○良かった点, △改善点・意見

- 結果の見通しが有効だった。それにより子どもたちが自ら分析できていた。
- 結果の見通しとしての表が分かりやすかった。
- 結果の見通しの掲示や声掛けが結果の分析を記述するにあたっての支援になった。ただ、結果の見通しに引っ張られて、分析早見表みたいになってしまった。
- 最終的には支援を減らし、子どもたちだけで表現できるようにしたい。
- 主張をするうえで、分析における「暗黙の了解」を表出させることが大切だと思いました。
- △実験結果の言葉を指導者が統一の言葉にしてしまった。子どもの言葉を使うことで練り合いも生まれる。
- △子どもたちが「練り合う」ためには、実験方法を自分たちで選択できればいいのではないか。
- △論証フレームの枠は示しすぎではないか。なくても書くことができる子どもを育てることが目的。
- △枠を分けすぎると自由な分析ができないのではないか。指導者の揺さぶりなどを入れて子ども達の練り合いが欲しい。

指導助言（ 文部科学省初等中等教育局教育課程課教科調査官 鳴川 哲也 調査官）

○良かった点, △改善点・意見

- 論証フレームを活用して、書いていた子どもたちの姿はとても良かった。2学期からの3か月間でここまで書けるということは、論証フレームの有効性は見えているのではないか。子ども達がどんな根拠をもとに考察できるのかは単元のデザインによるところが大きい。また単元のデザインだけでなく、縦の内容の系統をしっかりと押さえておくことが大切。
- 結果の見通しがしっかりとできているのはとても大事。→主体的な姿につながる。
- △結果の見通しができているので実験を何度も繰り返す必要性を感じていない。その時に指導者は「自分の実験が終わったら他の班の実験を見に行っていよいよ。」と言ってほしい。他の班の結果が「再現性」であり「科学的」なこと。結果の分析に「どの班が実験しても同じだった」と記述されてもよいのでは。
- △子どもたちが書いた言葉をそのまま板書する。もしくはホワイトボードに書かせて提示するべきだった。指導者の代筆は解釈が入ってしまい危険。
- △「二酸化炭素と納得しているが、100%二酸化炭素とは言い切れない。」という子どもの発言は考えを練り合い再構築するチャンスであった。ハイレベルな指導力が問われるが、これからの理科教育では目指したい。他の子ども達に「みんな、彼の言っていること、分かる？」などとクラスに返してあげても良かった。

【論証フレームについて】

- ・根拠を子どもに求めるなら、子どもたちに指導済みであるかどうか前提である。
- ・理科ならではの対話というものがあるのではないか。科学的の側面として「実証性」「再現性」「客観性」があるが、「論理性」という提案もありではないか。さらに他の側面も階層的にあるかもしれない。
- ・論証フレームには汎用性がある。「予想の場面」「考察の場面」「新たな問いを探る場面」など学習のどのタイミングで使うと有効なのだろうか。予想場面だといろいろな考えが出る。しかし、実験方法を集約するのが難しくなる。

6年部会 成果と課題

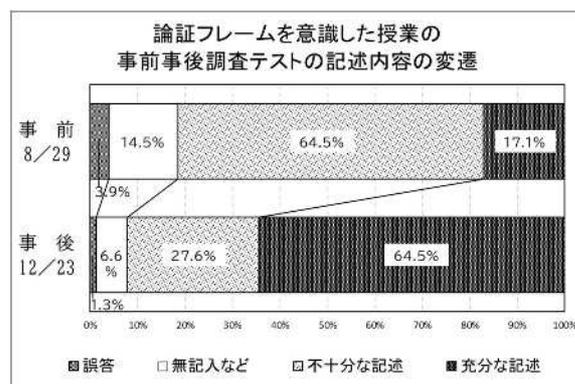
目指すべき子どもの姿	論証フレーム
<p>「多面的な方法でえた結果から、より妥当な主張をすることができる子」</p>	

(1) 論証フレームを活用することによる授業改善について

論証フレームの活用を意識して授業をデザインすることで、子どもたちの考察の記述に変容が見られた。一方で、指導者としては、単元全体の授業デザインを再構築することになり、本時までの支援や要点を明確にすることにつながった。例えば、学習問題の設定においては、「炭酸水には何が溶けているだろうか」とするか「炭酸水には気体の何がとけているだろうか」とするかで、結論に至る選択肢の幅が異なる。前者はすべての物質が候補に挙がり、後者は気体に絞られる。また、溶質の候補を気体に絞る為には1・2時間目の5種の水溶液の蒸発乾固実験で、「溶けているものには気体と固体があること」、「炭酸水には気体が溶けていること」を新たな知識として子どもたちに獲得させておく必要がある。

子ども達が実験を行う際には、既習の気体の種類を想起させて、それぞれの気体はどのような実験で確かめることができるのか実験方法を考えさせた。「溶けているものは二酸化炭素だと予想できるから、石灰水で確かめられる。」という単線の学習ではなく、複数の気体の性質と関係づけて多面的に考える活動が実現できた。この結果、学習がより主体的になっただけでなく、結論にも「今の自分たちが検証できる範囲の中で」という条件が付き、未知の気体の可能性を残すことになり、批判的に考察しようとする子どもの姿につながった。

しかしながら、論証フレームによる思考力の育成は、1度の活用で育まれるものではない。理科の授業において2学期(8~12月)の間、論証フレームを意識した授業改善を継続して行ったところ、事前事後の調査テストにおいて、変容が見られた。既習事項を問う考察に無記入や誤った考察をした子どもの割合が14.5%から6.6%と減少し、論拠に準じた十分な記述をしている子どもの割合が17.1%から64.5%へと大幅に増加した。同じ調査テストを使用した結果ではあるものの、論証フレーム活用の有効性に確信がもてた。



(2) 「目指すべき子どもの姿」について

今回の授業では6年部で設定した“目指すべき子どもの姿”に掲げた「多面的な方法」を「既習事項を生かした複数の検証方法」として、「より妥当な主張」を「現在、実証可能な方法から導き出せる主張」として学習を組み立てた。

本時では、実験結果1「ろうそくの火がすぐ消える」、実験結果2「石灰水が白濁する」という2つの事実について考察させた。子どもたちが考察する場面、すなわち考えを再構築する場面は、3か所あった。①プリントに書く場面、②班内で交流する場面、③クラスで共通理解する場面である。①では何を書いたらいいかわからなくなる子どもの様子、②では交代で書いたことを読むだけの、子ども達の様子が想定された。そこで支援として「6年生の授業をしていない5年生に対して説明するように」、「5年生に『なぜ、そう言えるの?』と聞かれたら?」などと具体的な会話をイメージさせた。その結果、考察が苦手な子も記述できるようになり、班内であえて「なんで?」と質問し合ったり、先手を打って「〇〇です なぜなら〜」と話したりする様子が見られた。



来年度に向けた「目指すべき子どもの姿」

「多面的な方法でえた結果から、より妥当な主張をすることができる子」