

部会名	理科
-----	----

1 研究主題

自然に親しみ、主体的に探究し、科学の有用性を実感する理科教育
～理科的な見方・考え方を働かせる理科授業【「物のとけ方」を事例として】～

2 研究の概要

(1) はじめに

まず、理科部会の主題について読み解いていきたい。理科教育における重要な要素として、児童が「自然に親しめること」、「主体的に探究できること」、「科学の有用性を実感できること」の3つを掲げている。教師は、日々の授業の中で、それらの要素をどのように実現していくかを考えていく必要がある。

「自然に親しめること」は、身の回りの現象や生き物に対する疑問や興味といった、児童の中に秘めている自然に対する知的好奇心を表出できるような授業を目指すことで実現できると考えられる。「主体的に探究できること」は、そういった児童の好奇心を基に、生まれた問題に対して、実験などで得られる根拠によって対話的に問題解決を行いながら、世界に対する知見を積み上げる喜びを感じさせることで実現できると考えられる。「科学の有用性を実感できること」は、その問題解決の結果から知見を得たり、他者と共有したりすることにより、身の回りの現象の仕組みを理解したり、説明したりすることができる機会を設けることで実現できると考えられる。

そういった観点をふまえて今回は、5年生で学習する「物のとけ方」の単元で、上記した要素を実現できるような実践を目指した。本稿では、今回の実践研究における中心的な内容として行った、再結晶の授業を取り上げる。その授業では、「水に溶けた物は、どのようにすればとり出すことができるのだろうか。」という中心発問に対して、自分の考えを根拠を示しながら記述させたり、その考えを基に、深まりのある対話的な活動を行ったことを通して、児童全員に「水に溶けた物を取り出す方法として水溶液の温度を下げる事が挙げられること」を理解させることを目指したものである。ICTの活用にも触れながら、本研究の視点や成果と課題について詳しく述べていきたい。

(2) 研究の視点

① 主体的に学習に取り組むための学習課題づくり

単元全体として、子どもの興味・関心をもとに課題づくりを行うことを意識した。そのために、全員が自分の初発の予想や意見をもつことができるように、問題の意味を正確に捉えさせたり、記述する時間を十分にとったりした。この場面で自分の意見をもつことで、

結論が出た後の場面において、「自分の予想と結論はなぜずれてしまったのか」や、「結果を受け入れるためには、自分の解釈をどう修正したらよいか」といった概念変容が可能となると考えられる。また、他者の意見を聞く際にも、自分の意見との違いや共感できる点などを明らかにしやすい課題となるよう意識した。こういった課題作りを行うことで、全員が自分の意見を持ち、結論や考察の場面で、友達の意見を単純に模倣するのではなく、自分の意見について、再考や修正をしながらより理科学的な見方・考え方を働かせることができると考え、実践を行った。

② 対話を通して、考えを深めさせるための工夫

対話を通して課題を追求し、考えを深めさせるための方略として以下の3点を単元を通して授業に取り入れた。

1) 個人の意見をもつ

深い対話を実現するためには、まず一人一人が考えを持つことが重要であるため、課題に対して個人で考える時間を設けた。全員が自分なりの考えを記述できるようにするために、根拠となる実験結果の取り扱いにも留意した。自身の考えを記述する際に根拠となる実験結果などについて、教室の側面に拡大して掲示したり、データをクラウド上に保存し、タブレット端末やモニター等のICT機器を用いて閲覧可能な状態にしたりした。そういった方略により、根拠を基に自分の意見を考えることができる環境作りを意識的に行った。

2) 班で共有する

自分が書いた考えをグループで発表する時間を設けた。根拠を確認しながら、記述した自分の意見を伝えたり、相手の意見を聞いたりして、多様な意見の交換ができる場となるよう設定した。また、ときにはその場で質問や気づきを言い合い、個人個人が自身の意見をより深めていけるような声かけも行った。この場面でも、教室掲示やタブレット端末を用いて、根拠となったデータを全員が確認できるようにすることで、より深い対話を実現できるよう努めた。どのデータをもとにしたのかを明らかにしながら意見を発表することで、聞く児童はその意見をより深く理解できると考えられる。また、その考えに納得できるか、矛盾するデータがないかなど、批判的に考えながら聞くことで、より理科学的な見方・考え方を働かせるような場面となるよう意識的に取り入れた。

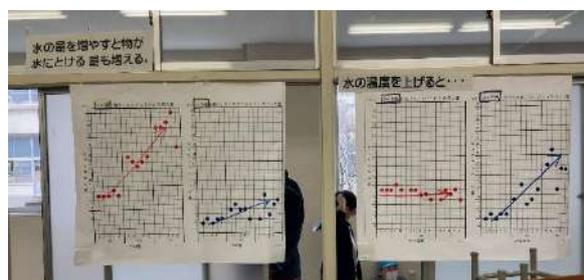


図 1 教室側方の掲示

3) 全体で共有する

自分が書いた考えを全体で発表する機会を設けた。グループ外の児童の発表を聞くことで、グループでは得られなかったさらに幅広い意見に触れ、新しい知見を得たり、

自分の意見を考え直したりすることができる場として設定した。グループでの対話の場面と同様に、この場面でも教室掲示やタブレット端末を活用し、発表者の意見の根拠となったデータを全員が確認しながら聞けるように焦点化した対話を目指した。そうすることで、他者の意見に共感できる部分や、自分の考えと対立している部分を見出すことができると考えられる。その見出した意見を「付け加え」や「似ている点」、「少し違う点」として発表させ、さらなる対話の深まりの実現を目指した。

③ 学びを実感する振り返り

前述しているように自分の考えを予想、結論の各場面で書かせ、自分の思考の流れを可視化させた。また、友達の意見を板書に分かりやすく示し、様々な見方・考え方にいつでも触れられる機会を設けた。その2点を手立てとして、授業の中で起きた自分の考えの変化や、友達の意見で良かった意見とその理由、最終的に分かったこと、考えたことなどを明らかにさせ、振り返りとして書かせた。その際には、振り返りの視点を与え、全員が学びを実感できる振り返りが書けることを目指した。また、オンライン上の情報共有サービスを活用し、深い振り返りを目指した。

1) 振り返りの視点

- ・ 今日、学習したことと分かったことは何か。「今日は、〇〇の学習をしました。」
- ・ 自分の考えの変化とその理由は何か。「最初〇〇と思っていたけど、××という意見に変わりました。わけは、(友達の意見) △△さんが□□と言っていたからです。(自分の経験) △△という実験結果を見て□□と考えたからです。」
- ・ 友達の意見で良かった意見は何か。「△△さんが言っていた□□という意見は良かったです。わけは・・・」
- ・ 新たな疑問やこれから生かせることは何か。「☆☆はどうなのかなと思いました。」 「☆☆で利用できる知識だと思いました。」



図 2 振り返りへのリンク

2) 情報共有サービスの活用

振り返りの方法としてはタブレット端末を活用して“Padlet”という情報共有サービスを用いて行わせた。このサービスでは、今まで書いた振り返りが一覧で見ることができ、単元を通して、一貫した学習ができると考えられる。また、他者の振り返りも随時見ることができ、他者の記述を参考にしたり、考えを知ったりことができ、クラス全体で高め合うことができると考えられる。筆者は本実践だけではなく、理科の授業全体を通して、本サービスを利用して振り返りを記述させ

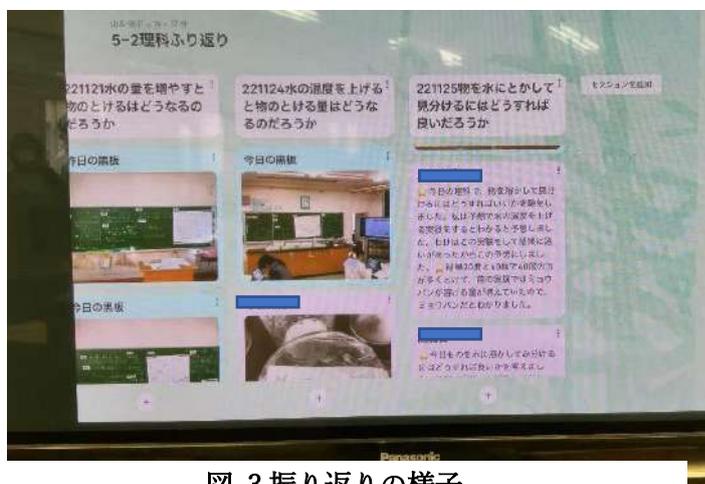


図 3 振り返りの様子

ている。そのため、他の単元で学習した内容を振り返ることも可能である。このサービスを用いて、上記の視点に沿った振り返りを行うことで、より深い学びができるということが筆者の仮説の一つである。

〈単元の学習計画〉

小単元	時間	問題	活動内容
第一次 物が水に溶けるとき	1	「溶ける」って何だろうか。	○「溶ける」の中でも「溶解」と「状態変化」の違いに気づき、本単元では「溶解」に着目する。 ○物（食塩）を水に溶かして、気づいたことを話し合う。
	2	水に溶けて見えなくなった食塩はどうなったのだろうか。	○水に溶けて見えなくなった食塩がどうなっているか予想をたてる。 ○水に溶けて見えなくなった食塩がどうなっているか明らかにする実験方法を考える。 ①水を蒸発させる。②溶解前後で重さをはかる。
	3	水に溶けて見えなくなった食塩はどうなったのだろうか。	○予想を基に、実験結果の予想を行う。 ○実験を通して、水に溶けて見えなくなった食塩がどうなっているかを明らかにし、結論づける。
	4		○コーヒーシュガーを入れた液と片栗粉を入れた液を比べて気づいたことを話し合う。 ○水溶液の定義について知る。
	5		○コーヒーシュガーと片栗粉を入れた水をろ過し、溶けているか溶けていないか判断する。

第二次 物が水に溶ける量	6	物が水に溶ける量に限りはあるのだろうか。	○物（食塩・ミョウバン）が水に溶ける量に限界があるのか、また、物によって溶ける量の限界は違うのか経験を基に予想を立てる。 ○条件制御に気を付けながら実験方法を考え、実験の予想を行う。
	7・8	物が水に溶ける量に限りはあるのだろうか。	○実験を行い、結果を確認し、結論づける。 結論 決まった量の水に溶ける物の量には限りがあり、物によって水に溶ける量には違いがある。
	9	食塩やミョウバンを更に水に溶かすにはどうすればよいのだろうか。	○生活経験を思い返しながら予想を立て、実験方法を考える。
	10	食塩やミョウバンを更に水に溶かすにはどうすればよいのだろうか。	○水の量や水の温度を変えたときの、食塩やミョウバンの溶ける量を調べ、第7・8時で得られた量との比較を行う。
	11		○前時までの実験で得られたデータを基にグラフを作成し、結論づける。 結論 水の量を増やすと、物が水に溶ける量も増える。一方で、水の温度を上げるとミョウバンは溶ける量は増えるが、食塩はほとんど変わらない。水の温度を上げたときの物が水に溶ける量の変化は物によって違う。

	14	白い粉を見分けるにはどうすればよいか。学びを生かして考えよう。	○食塩とミョウバンを溶解度の違いを用いて見分ける発展的な課題に取り組む。
--	----	---------------------------------	--------------------------------------

第三次 水に溶けたものをとり出す	15 (本実践)	水に溶けた物は、どのようにすればとり出すことができるのだろうか。	○前時で溶かしたミョウバンが再結晶している様子を観察し、水に溶けた物を取り出すにはどうすれば良いかについて仮説を立てる。温度に注目し、実験を行い、「温度を下げることで、溶けられなくなった分を取り出すことができる」と結論づける。 結論 水に溶けた物は、水溶液を冷やすことでとり出すことができます。 ○また、食塩についても同様に実験を行い、食塩は温度を下げてでも取り出せないことを確認する。
	16	水に溶けた物は、どのようにすればとり出すことができるのだろうか。	○前時で食塩は水溶液の温度を下げてでも取り出すことができなかったことをふまえ、取り出す方法を考える。 ○水を蒸発させて、溶けている物を取り出す実験の結果を確認し、結論づける。 結論 水を蒸発させると溶けている物を取り出すことができる。
	17	まとめ	○物の溶け方について今までの学習を振り返り、学んだことをまとめる。

(3) 研究の実践

① 前時の振り返りの共有

前時の振り返りの中でも本時の内容に触れている記述をした児童を指名し、その記述を読ませることで、①「水に溶ける量は水の量を増やすと増えること」②「水の温度を上げるとミョウバンは溶ける量が増えるが、食塩はほとんど変わらないこと」③「水の温度を上げたときの溶ける量の変化の仕方は溶かす物によってちがうこと」の3点を思い出させた。その時、食塩とミョウバンの温度による溶解度についての実験結果をまとめたグラフを教室側方に掲示し、着目させた。

② 問題の提示

前時で大量にミョウバンを水に溶かしたことを思い出した段階で、それを取り出すにはどうすればよいかを教師から投げかけた。その時、「ミョウバンは大切なものだから。そのためにみんなの力を借りたい」という設定を加味するなど、それを考える理由付けを行った。また、「とり出す」という言葉について、粉の状態に再び戻すことと説明し、本時で目指したいことは何かを、全員が理解できるようにした。その後、主発問として「水に溶けた物は、どのようにすればとり出すことができるのだろうか」を板書した。

③ 仮説の共有

主発問はクローズドクエスションであるため、答えは 2 択であることをあらかじめ伝え、仮説とその理由を考えさせた。その後、班での共有を行い、全体での共有も行った。すると、「できる」が圧倒的に多数であった。その理由としては、「食塩水を蒸発させると食塩が出てくるから」や「冷やすと出てくるイメージがあるから」といったものが挙げられた。一方、「できない」の理由としては、「水溶液になっても中に存在するのは確かだけれど、形が変わってもとり出すことはできないから」といったものが挙げられた。



図 4 予想を書く時間を十分にとる

④ 事実の確認

仮説の共有が済んだところで、前時で使用した 60 度の水にミョウバンを溶かした水溶液を用意し、その中身を確認させた。時間の経過とともに、自然に温度が下がり再結晶した状態になっているものである。その時の児童らの反応は純粹なもので、驚いている様子が見られ、「なぜだろう」とつぶやく児童もいた。各班の実験で用いたミョウバン溶液も提示し、全ての班の溶液が同じ状態になっていることを確認させた。その不思議な気持ちに沿って、主発問を解決するための発問として「ミョウバンがとり出せたのはどうしてだろうか」と投げかけた。

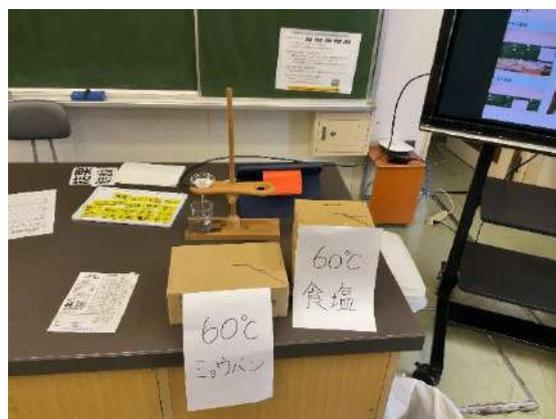


図 5 「なぜだろう」と思わせる見せ方

⑤ 現象に対する仮説の共有

その驚くべき事実の仮説をたてさせ、同様に、班、全体でその仮説の共有を行った。既習内容である、ミョウバンの温度による溶解度の違いに注目して仮説を理由付けを行っている児童が多かった。「ミョウバンは温度が上がれば溶ける量が増えるが、その逆で、温度が下がれば溶けられなくなって出てくる」(仮説 A) という考えである。その考えを発表した児童は、教室側方のグラフを指さしながら発表しており、聞いている児童らは頷きながら、理解している様子で、多数の賛同を集めた。一方で、「片栗粉は溶けておらず、混ざっているだけ」という実験結果を iPad に保存された実験結果のデータから思い出した児童もいた。その児童は、「ミョウバンも実は片栗粉のように混ざっているだけで時間の経過とともに下に沈んできただけ」(仮説 B)

と発表した。これも全員、頷きながら聞いており、賛成・反対に関わらず、根拠を示しながら意見を発表することで、意味理解が可能となった。

⑥ 実験

今回の実験は、再結晶しているミョウバン水溶液をさらに冷やすとどうなるか確認するというものである。実験の状況を説明し、条件制御を意識させるために、実験前に変える条件と変えない条件を挙げさせた。変える条件は水の温度、変えない条件は水の量であるが、5年生で行った実験で毎回確認していたためか、児童らは理解できている様子であった。実験の方法が確認できた段階で、自分の仮説が正しいとするなら、どのような実験結果が予想されるか考えさせた。仮説 A を支持する児童は溶けられなくなってミョウバンが出てくる。仮説 B を支持する児童は、温度によって変化はないと実験結果を予想した。

⑦ 実験結果の確認と結論づけ

「冷やしたらとり出せた」という結果から、水に溶けた物は冷やせばとり出せるという結論づけを行うことができた。

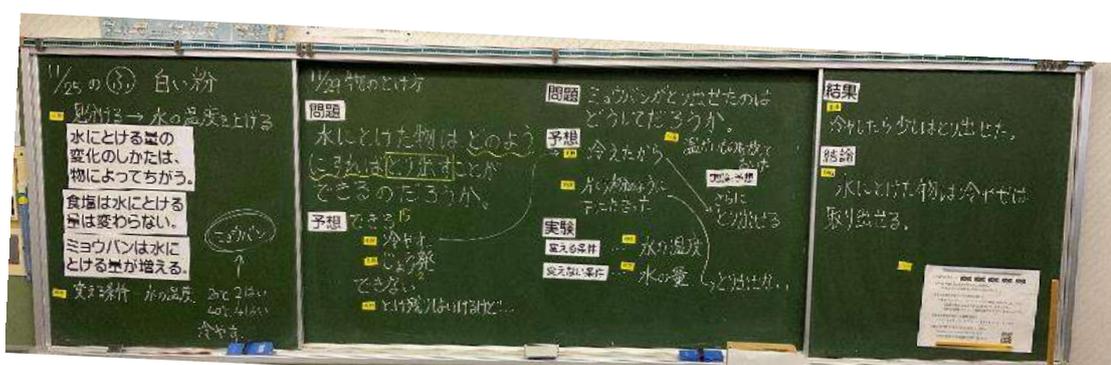


図 6 本実践の板書

⑧ 振り返り

振り返り活動では、一人一人が仮説をたてるときにどう考えたのかから始まり、実験の条件について、また、実験中の考えや考えの変化、実験結果を基にした結論について、1時間の授業での自身の思考の流れを詳細に振り返ることができていた。中には、共有の際に得ることができた友達の意見で感化されたものであったり、結論を裏付ける実験結果の画像であったりを加えて振り返りを書いている児童もあり、深い振り返りであったと言える。



図 7 振り返りを記述する様子

今日、水に溶けたミョウバンはどうすればとり出せるのかを考えました。私は冷やせばいいと考えました。なぜなら、温めたのだから、冷やしたら冷やした分だけ取り出せると思ったからです。早速実験してみました。冷やしてみると1分くらいで、少しつぶつぶが見えてきました。2から3分ぐらいすると、とても溶けました。ここからけつろんは、ミョウバンを冷やすと温めたミョウバンが出て来るといことがわかります。食塩では冷やしても取り出せないと思いました。なぜなら、温めても溶けるようが変わらなかったため、冷やしても、溶ける量は変わらないのかなあと思いました。結果を知りたいです。

図 8 児童が記述した深い振り返りの例

3 成果と今後の課題

(1) 成果

1) 主体的に学習に取り組むための学習課題づくりについて

課題設定に関しては、「再結晶」を授業で取り扱ったことで、子どもたちが現象に対する仮説をたてたり、結果を考察したりする際に、興味・関心をもちながら取り組むことができた。児童の中には「なぜ放っておいただけなのに出来たのだろうか」と自発的に考えた者もあり、意欲を引き出す課題であったと考えられる。

仮説をたてる場面では、前時までの実験結果や理科のキーワードなどを理科室側方に示したり、撮影された板書を児童用タブレットの中に保存したりすることで、より理科学的な見方・考え方を働かせながら行うことができた。ほとんどの児童が根拠を示しながら、仮説を書き、それを班や全体で共有することができた。また、書くことが苦手な児童への配慮としても、それらの支援や「今までの写真を見てもいいよ。」「理科の言葉を使って書いている子もいる。」などの声かけが効果的であった。子どもたちが理科学的な言葉を理解した上で使っており、日頃の指導が生きていると考えられる。最初に問題があり、最後に振り返りを書くことを続けることで、子どもたちの力がついてくるほか、理由を書くようにしていることで、理科学的な思考の力がついてきていると捉えられる。

再結晶を見たときに「冷やされたから」という意見と「時間が経って底に現れたから」という意見の2つの意見が想定通り出て、共有の中で比較することができた。どちらの意見も前時までの学習を根拠として示していたため、児童にとってよく分かり、より詳しく比較できたと考えられる。しかし、比較はできたものの批判的な意見が出にくかったため、根拠を基にした反論ができるような環境作りや指導などは理科学的な問題解決の力を身に付けさせる上では課題である。

条件制御の場面では、繰り返し指導してきたことが生きたのか、全ての児童が正確に実験の条件を把握することができていた。5年生の単元ではこの条件制御の力は非常に重要となっており、それを育成するために、実験があるごとに「変える条件」と「変えない条件」を明示的に書かせ、全体で共有するという流れをとることが一定の有効性があると実証された。

2) 学びを実感する振り返りについて

毎授業の終末に振り返りの視点をしめしながら振り返りを書かせていたことが今回満足のいく振り返りを記述できたことにつながったと考えられる。手法としては、タブレット上での意見交換サービス“Padlet”を用いた振り返りである。ほかの児童がどのような振り返りを書いているのかがリアルタイムで共有できる。このことは、多様な考え方に触れ次の学習につなげることができたり、書くのが苦手な児童への配慮となったりと有益であった。前回の児童の振り返りから本時の学習課題や実験方法などが決まり、仮説だてや実験を通して、結論づけがなされ、また振り返りが行われる。それが再び次の授業の課題につながるといふ一連の流れを繰り返し行うことで、見通しを持った授業や既知の内容を根拠とした意

見交換、自身の学びのプロセスの可視化とメタ認知が可能となると考えられる。これはどの学年のどの単元の理科の授業でも重要な視点であると考えられるため、今後も実践していきたい。

(2) 課題

理科学的な問題解決に向けた活動をさせるために、片栗粉の意見などをもっと取り上げることや、どこまで温度を下げるとよいかなど、自分達で考える学習をするのもよかった。問題が複数あり、煩雑であったため、初めの問題を「ミョウバンが溶けた水溶液からさらに取り出すことができるのだろうか。」にすることに焦点化し、その分、話し合いなどもじっくり行ってもよかった。グループでの話し合いができていたため、それをさらに深めさせたい。一人一人の意見を一つにまとめる活動をする、もう少しグループでの話し合いが深まるのではないかと。他者の意見と自分の意見を比較することはできていたが、他者の意見に対して、根拠を基にした批判的な意見を対話の中で出てくる場面が少なかった。そういった批判的な対話が可能となるよう、環境作りや指導を行っていく必要がある。