

自然事象を追究し、仲間との科学の知を築き、生かす子どもの育成
—5年「もののとけ方」の実践を通して—

西尾市立西尾小学校

倉知 雅美

1 はじめに

本校では、16年前から生活科・総合的な学習の時間に町に出かけ、町の人・こと・ものから学ぶ「町学習」を展開してきている。この町学習を通して身につけた問題解決能力を他教科でも活かしていけるように、4年前から理科・生活科を中心に「西小科学教育プロジェクト」を立ち上げ、理科が好きな子どもを育てるための授業実践研究を進めている。その成果もあり、本校では理科の授業を楽しんでいる子どもが多く、授業で行う実験や観察をとて楽しみにしている。『日々の授業の中で生まれる疑問や感動を実験や観察によってさらに追究し、考えを伝え合うことで高め合い、仲間と共に解決できた喜びを味わう姿』、授業を通して、このような姿と共に理科が好きな子どもの育成を目指していきたい。

2 研究の仮説

「自然事象を追究し、仲間との科学の知を築き、生かす子ども像」にせまるため、次のように仮説を立てた。

理科の授業において、問題解決学習型の単元を設定し、課題を発見する場や解決する場を工夫し、仲間とかかわりながら課題を解決することで、自然事象を追究し、仲間との科学の知を築く子を育成することができるであろう。

3 研究の手だて

研究の仮説を検証するために、以下のような手だてを考え、実践を行った。

手だて①「関心・意欲を引き出し、子どもの中に問題が生まれる教材や単元の提示」

単元の流れの中で子どもたちが問題を解決していくために必要な知識、技能を「習得」する場面、学んだことを生かして「活用」する場面が展開できる問題解決型単元を構成する。そして「どうしてだろう。」「何だろう。」と、問題意識が生まれ、それが持続していくような単元の導入を工夫する。

手だて②「子どもが自分の力で問題を解決していくための支援とその活動の保証」

日々の授業で教師が子どもを見取ることができるようにするために、実験結果や自分の考えをノートに表現する場を多く設定する。そして、教師はノートの記述から個々の考えを見取り、朱書きを通して子どもの意識や願いにそった実験や体験ができるように授業の展開を見直していく。

手だて③「さらに互いを高めあうための話し合いの場面の設定」

手だて②で見取った個の考えや思いを意見交流できる場を授業で展開する。個の意見を発表する場として、実験方法、結果からわかったことを実験班で話し合うようにする。さらに実験班ごとの意見交流の場を設定する。

単元構想「めざせノーベル賞!! この現象を解明せよ」 12時間完了

○数字は時間数

溶けるってどういうことだろう⑤

- ・砂糖や塩を溶かしてみよう
- ・いろいろなものを溶かしてみよう
- ・溶けた食塩はどこへいったのかな

不思議な現象を解明しよう⑥

- ・不思議な現象はなぜ起こったのか考えよう
- ・不思議な現象について考えたこと実験で確かめよう
- ・溶けた食塩をさがそう
- ・溶けたホウ酸をさがそう

不思議な現象についてまとめよう①



溶かしてみよう

(1) 溶けた食塩はどこへいったのかな 3~5/12

前時までに子どもたちの生活の中にある様々な物(砂糖、食塩、ココア、片栗粉、みそ、入浴剤)を水の中に入れ、「溶ける」と「混ざる」ものがあること、「溶ける」というのは、①透明になる。②均一になる。ということを学習した。



塩の粒を目で追う

本時は1mのアクリルパイプに水を入れ、その中に食塩を入れると、底に到達する前に食塩が溶けきってしまい、消えてしまうように見える〔現象1〕(手だて①)を提示した。「アクリルパイプの水の中の塩の粒はどうなるか」と、問いかけてから、自分の考えまたは想像図をノートに書くように指示(手だて②)した。(資料①、②)

〈実験④〉 アクリルパイプの中に塩のつぶを入れると、どうなるか?

① パイプの中で塩は... だんだん下に落ちていき、水に溶けて消えてしまった。

理科日記
塩がアクリルパイプの中や溶けて消えてしまった。よく見ると下に落ちていくにつれて塩が小さくなっていき、最後にはとけて消えてしまったことがわかりました。

資料①: 児童A「塩が消えた様子」の図

〈実験④〉 実験器具
アクリルパイプ

アクリルパイプの水の中に塩のつぶを入れるとどうなるか

パイプの中で塩は... 溶けて消えていく

消える
見えなくなる

(図) (かく大図)

資料②: 児童B「溶ける塩の様子」の図

児童Aは、塩の粒が消えたことに驚き、その様子をイメージしてノートに図を書いた。「溶けた」という予想をしていたが、消えたのか、溶けたのかははっきりとはわかっていないようであった。児童Bも落ちていく塩の粒から何かもやもやしたものが出てくることを見つけ、もやもやが溶けていった食塩の一部であると考えたが、消えたか溶けたかははっきりとわからないようであった。そこで、「溶けたか消えたか、この現象を説明するにはどうしたらよいか」と実験班ごとに実験を考える場面を設定（手だて③）した。どのような結果が得られたら「溶けた」または「消えた」ことになるのか、実験に必要な器具、材料を班で話し合い、実験を進めた。児童Aは、家庭で方法を調べ、班の友だちに広めていた。児童Aの班は、その意見を取り上げ、実験を行うことにした。（児童Aは2班）また、班での話し合いで積極的に考えを友だち伝えていた児童Cは、自分の考えから二つの実験で確かめることとなった。（児童Cは8班）

<実験班ごとの実験とその予想>

- 1班…塩（岩塩を使用）に色をつけて水の中に入れる。
予想：食塩が溶けたなら水は色水になるが、消えたなら無色透明なまま。
- 2班…水に食塩を入れ、その水を蒸発皿に入れて熱する。（児童A）
予想：食塩が溶けているなら水が蒸発した後に出てくる。
- 3班…お湯の中に塩（岩塩を使用）をつるして様子を観察する。
予想：溶けるのなら、だんだん大きさが小さくなる。
- 4班…水に食塩を入れ、その水を蒸発皿に入れて熱する。
予想：食塩が溶けているなら水が蒸発した後に出てくる。
- 5班…実験①水に食塩を入れ、その水を蒸発皿に入れて熱する。
実験②水の中に食塩をどんどん入れ、溶け残るか調べる。
予想①：食塩が溶けているなら水が蒸発した後に出てくる。
予想②：食塩が消えたなら溶け残りは出ない。溶けているなら、溶け残りが出る。
- 6班…水と食塩それぞれの重さを量り、水の中に食塩を入れた重さと比較する。
予想：溶けているなら水溶液の重さは食塩と水の重さを合わせた重さになる。
- 7班…塩（岩塩を使用）に色をつけて水の中に入れる。
予想：食塩が溶けたなら水は色水になるが、消えたなら無色透明なまま。
- 8班…実験①食塩に色をつけて水の中に入れる。（児童C）
実験②色水の中に食塩を入れる。（児童C）
予想①：水に色がついているので、溶けていく様子を見ることができる。
予想②：食塩に色がついているので溶けていく様子を色で見ることができる。

それぞれの考えた方法で実験を行ったが、きちんと結果が得られた班は、2、4、5、6班のみだった。「塩に色をつける」と考えた1班と8班は、塩の粒には色をつけることが難しいので、岩塩なら色をつけることができると考え、実験を進めた。しかし、実際に行ってみると岩塩でも色をつけることが難しく、苦心して一部に絵の具をつけてピーカーに入れても色だけがすぐ落ちてしまい、実験にならなかった。児童Aの班は、予想通り蒸発皿に白い結晶が出てきたので、結果をまとめることができた。一方、児童Cの班は結果を得ることができなかった。児童Cは授業の感想を以下のように書いた。

<児童Cの理科日記>

実験①は、色だけが落ちてしまい、結果がわからなかった。実験②は、底に食塩がたまり、結果はわからない。実験は溶けたか、消えたかわからなかったけれど、自分なりにいっしょうけんめいできたからよかった。今度やるときは、しっかりノートを書いて実験の結果を出したいです。

自分なりに考え、確かめてみた問題解決の授業に満足を表しているものの、しっかり結果を得られなかったことをとてよくやしがっていた。児童Cのように今回の結果を得られなかった班は、「自分たちで実験を考えていくことは楽しいけど難しい。今度は結果がきちんと出るように実験を考えたい。」と、次回の授業では結果を出したいという声と、「結果が出た班の実験をやってみよう。」という声が多かった。そこで、今回結果が出た「食塩の水溶液を蒸発させる」と「食塩、水それぞれの重さを量り、食塩の水溶液と重さを比較する」の実験をすべての班で確かめてみる(手だて②)ことになった。

(2) 不思議な現象について考えたこと実験で確かめよう 6~11/12

ものが溶ける量は、温度によって違いがあることを学ばせるために、結晶が析出する現象を見せようと考えた。ホウ酸や食塩、ミョウバンと予備実験を行う中で、塩化アンモニウムの飽和水溶液から結晶が出てくる現象がとても美しく、魅力的であった。この現象を子どもたちが見たらその美しさに驚き、「雪の結晶のようなものが無色透明な液体からどうやってでてくるのか」と、疑問がわいてくる【現象2】(手だて①)だろうと考え、現象を提示した。



白い結晶を熱心に見つめる

「きれい。」「だんだん大きくなってる。」「とげとげの結晶だ。」など驚きの声をあげながら、白い結晶が試験管の中をゆっくり動く様子を熱心に見つめる目。「次回からこの現象を説明するよ。」の声がけに「やってみよう。」「楽しみ。」という積極的な返事が返ってきた。しかし、本時では現象の理由や確かめるための方法を話し合う時間がなかったので、次回に班での実験方法を話し合うことにした。

<児童Aの理科日記>

今日の理科は現象2がなぜ起こったのかという理由を考えました。私は何かかが透明の中に入っていると思います。前のように2班で考えた実験が成功して現象2が起こった理由がわかるといいです。みんなで考えて早く実験がやりたいです。

<児童Cの理科日記>

現象1がおわり、現象2が出てきました。まだどうなっているかわからないけれど、実験方法は考えました。ペットボトルの穴が関係あると考えて、穴ありのペットボトルに試験管を入れたものと、穴なしのペットボトルに試験管を入れたものを比べてこの現象を説明しようと思います。

●現象2が起こる理由

私は、ホウ酸がお湯で溶けた後冷やされて、溶けたホウ酸の小さな結晶がだんだん集まって大きくなる(成長)結晶になり、試験管の下につもっていき、たんじやなりかと思ひます。

資料⑤：児童Aの結晶の作り方イメージ図

現象2が起きた理由

ホウ酸は熱い水で溶けた後冷やされて、溶けたホウ酸の小さな結晶がだんだん集まって大きくなる(成長)結晶になり、試験管の下につもっていき、たんじやなりかと思ひます。

資料⑥：児童Bの溶解度の考え

その後、班ごとに結果を発表していく中で、「どうしてホウ酸は結果が出たけど、食塩は出なかったのか」という新たな疑問が子どもの中に生まれてきた。その疑問を解決する方法をクラスで話し合ったところ、今までの実験経験と話し合いから、「ホウ酸と食塩の溶ける量と水の温度を調べていけばわかる」という意見にまとまり、ホウ酸と食塩の溶ける量と水の温度を比べた。ここで、「温度を上げるとものの溶ける量がふえていく」こと、「溶けるものの種類が変わると、ものの溶ける量が変わる」ことを確かめることができた。



飽和水溶液の温度を下げる

単元のまとめに、「学習を終えて」の感想と、「自分を振り返って」の感想を書いた。

<学習を終えて：児童B>

「ものがとけるということ」私は、この溶けるという現象はいつもとけて当たり前と思っていました。でも、現象1の「アクリルパイプの中の塩はどうなったのか？」でずっと落ち続けていた塩がいきなりなくなった時はびっくりしました。そしてこの実験で初めて溶けるという現象はおもしろいと思いました。

でも、一番おもしろかったのは現象2のホウ酸か何かの結晶が出てきたことです。

(中略) この二つの現象でもっといろんな溶けるを発見したくなりました。

<学習を終えて：児童D>

私は最初、ものが溶けるといって水などが溶けることだと思ったけど、理科の勉強をやっていくにつれて、食塩や砂糖、ミョウバンやホウ酸などいろいろなものが水に溶けることを知りました。現象1は、初めは「何で？」と思ったけど、班で話し合った実験をやってみるとそれがなぜ起こったのかがだんだん分かっておもしろかったです。他の実験でも、初めは分からないけど、自分たちで実験をやってみると分かるようになった。

ったので楽しかったです。

<学習を終えて：児童C>

初めの時は、こんなの簡単だなど思っていました。けれど、実際にやってみると意外と難しかったです。だけど、8班のみんなでも乗り越えてきました。ぼくは食塩には溶ける限界があることもしらず、どんどん食塩を水に入れていました。しかし溶ける限界があり、溶けなくなりました。何でだろうと思って次の授業でこのことについて勉強できたので、うれしかったです。だから理科の授業が好きになりました。

<自分を振り返って：児童D>

最初の時は、実験の予想を書くときに同じ班の児童Aさんに相談していたけど、理科の授業をやっていくうちに予想などを自分で考えて結果を発表できるようになりました。

グループで相談しても実験方法が思いつかないときは、私が本やインターネットで調べてきて、その実験方法で結果が出ると調べてきてよかったなど思えるのでうれしいです。実験をやる前に準備などいろいろなことをするときでも、班長としてちゃんと指示もできたとし、みんなもやってくれたので、ほっとしました。



実験方法を調べ、話し合う

単元を終えて、多くの子どもたちが自分たちで実験を考える難しさを感じていた。しかし、「今まで自分たちで考えて道具や材料を準備することなんてなかったし、自分が調べてきたことを班の子に教えたら、その実験をやることになって、結果も出たからうれしかった。」と、児童Dのように満足した表情で答える子どもも多くいた。「なぜだろう」を解明するために自分で「考える」体験、自分が考えたことを班で話し合い「考えを高め合う」体験が本単元を通してできたのではないか。子どもたちが今回の実践の経験をこれからの理科の授業で生かしていけることを願っている。

5 成果と課題

(1) 研究の成果

仮説の手だての有効性を検証し、研究の成果とする。

手立て①「関心・意欲を引き出し、子どもの中に問題が生まれる教材や単元の提示」

今回は単元の中に大きく二つの現象をとりあげた。どちらも子どもたちが驚き、問題意識をもつことができたといえる。子どもたちが話し合い、自分たちで実験を考えていくプロセスとして、まず現象1の提示においては実験結果を予想させたことで、その違いをみるためにどのような実験が必要かを考えることができた。子どもたちの考えた実験で、結果がきちんと得られたものは、この単元の習得させたい技能であり、知識であった。考えた実験が失敗してしまった班の子どもたちもその実験を経験できる時間を持ち、結果をまとめた後、現象2を提示した。この話し合いでは、現象1での経験を生かして現象2の方法を考えている子が多く、習得→活用の流れになっていった。今回のように、単元の中で一番考えさせたい場面を一つだけ取り上げるのではなく、問題解決の中にも習得→活用のステップを踏んでいけるような教材提示を行うと、より子どもたちが問題を自ら解決していくことができる力を身につけていけることが実証できた。

手立て②「子どもが自分の力で問題を解決していくための支援とその活動の保証」

子どもが問題を解決するための支援として、ノート等に記述されたものからの見取りを考えた。そのために、自分の考えを記述によって表現できるように、実験の予想を単元の中で繰り返しノートに書くことを指導した。児童Dは、繰り返し予想を立てることで、自分なりの考えを発表できるようになった。イメージを言葉で表しにくい子には、図で表すように言葉をかけた。文章による記述が苦手なままになってしまいがちな児童も、図で自分の考えを表現することができた。それらのノートに教師が朱書きをしたり、内容についての対話をしたりして子どもを支援することで、1時間の授業の学びと児童の理解度をとらえることができた。本単元で学ぶ自然現象に関する基礎・基本となる知識を子どもが理解していなければ、問題解決をめざす実験方法を考えることにはつながらない。そのための支援として、今回のノート指導と朱書きによる対話は有効であった。

手立て③「さらに互いを高めあうための話し合いの場面の設定」

今回の単元では、自分の考えを発表する場面として班ごとの話し合い活動を設定した。班で実験内容と実験の予想（どのようになったら結果がわかるのか）を考える場面、実験道具や材料を話し合う場面、結果から分かったことを話し合う場面を設定し、毎回の実験ごとに話し合うよう指導した。現象2では、班ごとに実験の様子を振り返り、話し合ったことで、「温度」が要因であると気づくことができた。

また、話し合いを重ねていくことで、児童Dのように実験内容を話し合うために、家庭でインターネットや参考書を利用して話し合いの資料を用意する子がいた。児童Cのように自分の考えを班メンバーが認めてくれたことで、自信をもって次の実験方法を考える子がいた。このように個が活躍できる場面がいくつかあり、自分が調べてきたことや考えていることを友だちが認めてくれることに喜びを感じ、意欲を持って取り組む子どもが増えた。

(2) 研究の課題

今回の実践を通して、明らかになった課題を以下にあげる。

- 手だて①について、問題解決学習で子どもたちが実験を考えるには、この実験を行うとこうなるだろうという予想を一人一人にしっかりもたせ、実験の目的を常に子どもたちが意識できるように教師が確認したり、提示していく必要がある。
- 手だて②について、子どもの実験技能、自然の事物・現象についての基本的知識量に差があるので、必要な知識・技能を習得するために単元の中に習得ステップを組み込んだ実践を行う必要がある。
- 手だて③について、学年の発達段階やクラスの様子を考え、クラス全体で追究していくのか班で追究していくのかを考える必要がある。また、班ごとの話し合いが高まるような班メンバーの構成も考える必要がある。

6 おわりに

今回の実践で子どもたちが学び合いによって不思議な事象を解明し、わかる楽しさを味わうことができたという手応えを感じた。今後も、どの子どもにも1時間の授業の中での学び、単元の中での成長のある実践を日々の授業で展開し、理科が好きな子どもを育てていきたい。