

自然事象に対し目的意識をもって主体的に追究し、
他者とかかわり合いながら科学的な考えを深める
生徒の育成

－ 1年理科「体がぷかぷか浮かぶ！？死海の謎に迫る」の実践を通して－

豊橋市立本郷中学校 教諭 二村 昇

< 研究の概要 >

生徒たちが自然事象から疑問を見だし、目的意識をもって主体的に追究し、他者とかかわり合いを通じて、理科の「見方・考え方」をはたらかせて考えを深めることのできる生徒に育ててほしいという願いを込め、中学1年理科の化学单元「密度」「溶解度と再結晶」「水溶液の濃度」において、実践を行った。

< 検索用キーワード >

理科 化学 中学1年 理科の見方・考え方 水溶液 死海

自然事象に対し目的意識をもって主体的に追究し、
他者とかかわり合いながら科学的な考えを深める生徒の育成
～ 1年理科「体がぷかぷか浮かぶ！？死海の謎に迫る」の実践を通して～

豊橋市立本郷中学校 二村 昇

1 主題設定の理由

「できた！的に当たった！」光の性質の学習において、光源装置から出た光を反射させ、鏡を利用して的に当てるゲームを行ったとき、試行錯誤を繰り返し、的に当てを成功させた生徒たちからは歓声が上がった。

本学級の生徒は自然事象に対する関心が高く、そこから得られた疑問を解決するために積極的に考えたり、話し合ったりすることができる。光の的に当てゲームでは、「光を的にあてたい！」というゲームに対する関心だけでなく、「どのように考えれば光の通り道を正しく予想することができるかな？」「どうして光はこのように進むのかな？」など、疑問をもつ生徒が多くいた。授業後のふりかえりにおいて、授業を通して疑問に思ったことや調べたいと思ったことについての記述数を集計したところ、【資料1】のようにゲームを行った導入の時間には、その数が多い傾向にあった。一方、単元が進むにつれて、徐々にその数が減っていったことから、自然事象に対する理解が深まるにつれて、生徒の問題意識が収束していき、目的意識をもって追究を続けようとするのが難しくなっていくことが感じられた。学習指導要領では、科学的に探究する力を育成するに当たって、第1学年では自然の事物・現象に進んでかかわり、それらの中から問題を見いだす活動に重点を置くことが必要とされており、自然事象から得られた疑問に対し、目的意識をもって主体的に追究し続けられるような単元・授業を構想する必要性を感じた。

また、実験後に「光がこのように進む理由は？」と問うと、「鏡の中の世界の的に向かって、真っすぐ進んでいる。」と抽象的に表現したり、「理由はわからない。何を説明すればいいかわからない。」と戸惑ったりする姿が見られた。これは、結果から得られた数的、図形的なデータを結び付けて考察する経験や、他者とのかかわり合いの中で自分の考えをより妥当なものにする力が不足していることが原因だと考えられた。

以上のことから、生徒たちが自然事象から疑問を見だし、目的意識をもって主体的に追究し、他者とのかかわり合いを通じて、理科の『見方・考え方』をはたらかせて考えを深めることのできる生徒に育ててほしいという願いを込め、研究主題「自然事象に対し目的意識をもって主体的に追究し、他者とかかわり合いながら科学的な考えを深める生徒の育成」を設定し、実践を行った。

2 研究の構想

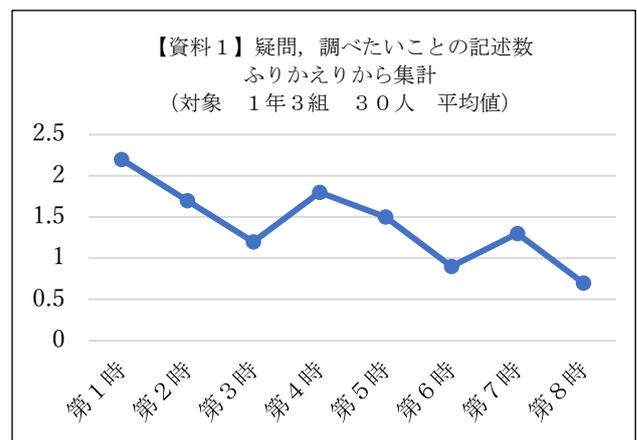
(1) 目ざす生徒像

- ア 自然事象から疑問を見だし、目的意識をもって主体的に追究することができる
- イ 疑問に対し科学的な根拠をもとに考察し、考えを深めることができる

(2) 研究の仮説とてだて

アに対する仮説

生徒の既成概念を覆し、単元を貫く疑問をもてるようにしたり、疑問を追究するための十分な機会を設定したりすることで、目的意識をもって主体的に追究できるだろう。



てだてⅠ 既成概念を覆す自然事象との出会い

導入では、アラビア半島にある塩湖「死海」の湖水を再現した水溶液に生徒の体や身近な物体を浮かべる体験を行う。死海の湖水は、塩分濃度が一般的な海水の約10倍あり、密度が大きく、物体が浮かびやすい。ダンベルを持った生徒やゴルフボールなど、沈んで当たり前なのが、死海の湖水には浮かぶという、今までの自分の経験やイメージとの矛盾を感じるような自然事象との出会いを与え、既成概念を覆すことで、「死海の湖水とはどのような液体なのだろう」、「どうして浮いたり沈んだりするのだろうか」という切実感のある疑問をもてるようにする。

てだてⅡ 疑問を追究するための十分な機会の設定

疑問を追究する過程では、予想や考察をするにあたって、「死海の湖水での浮き沈み」から得られた疑問を基に追究をすすめるようにしたり、疑問を追究するために必要な実験を行うための時間や道具を保障したりすることで、生徒の疑問をつなぎ、目的意識をもって主体的に追究できるようにする。

イに対する仮説

追究の過程において、理科の見方、考え方ははたらかせられるような支援をしたり、他者とのかかわり合いの機会を設定したりすることで、科学的な根拠をもとに考えを深めることができるだろう。

てだてⅢ 質的・量的な視点をもった追究と他者とのかかわり合い

「死海の湖水での浮き沈み」を追究する過程において、自身の予想をもとに行う実験に水溶液の性質や浮き沈みの様子の違いといった質的な視点や、質量パーセント濃度や密度といった量的な視点を与えることで、科学的な根拠をもとに考察できるようにする。また、生徒同士の実験結果や考察を意図的にかかわらせ、比較したり、関係づけたりするかかわり合いの機会を設定することで、科学的な考えを深められるようにする。

3 研究計画

(1) 研究対象 1年生30名(男子14名, 女子16名)

(2) 仮説の検証方法

生徒Aを抽出生徒とし、その変容を追うことで仮説を検証する。また、学級の話し合いや、その他の生徒のつぶやき、班活動の様子も捉え、学級全体の変容も追い、検証する。

生徒Aは、実験方法を理解し、結果を適切にまとめることができる。前単元「光の性質」では、光源装置と鏡を正しく扱い、鏡の反射を利用して光を的にあて、光の道筋を正しく記録することができた。一方で、「鏡で反射した光はどのように進むのだろうか」という問いに対しては、「鏡の中をまっすぐ進む」とのみ答え、得られた結果から入射角と反射角が等しいという数的な考察や、光の道筋が鏡を軸に対象になっているという図形的な考察にたどり着くことができなかった。授業のふりかえりでは、「わかったこと」に関する記述は多いが、「疑問・調べたいこと」に関する記述は少ない。本単元を通し、目的意識をもって主体的に追究し、理科の見方、考え方ははたらかせて考えを深められるようになってほしいと願う。

(3) 単元構想

時限	内容	てだて
1	死海の湖水に浮かんでみよう！プールとの違いはあるかな	I
2, 3, 4	死海の湖水と海水, 水道水は何が違うのかな	II, III
5, 6, 7, 8	何が浮く・沈むを決めているのだろうか, 調べてみよう	II, III
9, 10	密度の違いを利用して, 物体の密度を求めてみよう	III

4 研究の実践と考察

(1) 死海の湖水に浮かんでみよう！プールとの違いはあるかな【第1時】てだてI

単元の導入では、今までの自分の経験やイメージとの矛盾を感じるような自然事象との出会いの場として、死海を再現した巨大なビニールプールを準備した(てだてI)。一般的な海水は塩化ナトリウムの濃度が3%程度なのに対し、死海の湖水は塩化マグネシウムの濃度が30%程度である。体全体の入るビニールプールいっばいに死海の湖水と同じ成分の水溶液を準備するのは、比較的手に入りやすい塩化ナトリウムを溶質とし、体がぶかぶかと浮くことのできる濃度に調節をした。

生徒をプールに集め、「今日はここで実験をします」と伝え、いつもの授業とは違う雰囲気、生徒たちは興奮した表情を見せていた。まず、代表生徒を学校のプールに入れ、体を浮かべる実験を行った。手足を動かさないように伝え、うまく浮かぶことができずに沈んだ。さらに、質量5kgの金属バーを持ち、同じように体を浮かべようとすると、一瞬で沈んでしまった【資料2】。次に、死海を再現したビニールプールに、同じように体を浮かべる実験を行った。(てだてI)「こっちのプールでも沈むでしょ。」と、先の経験をもとに予想する生徒や、「このプール、何か違うの?」と疑問をつぶやく生徒がいた。代表生徒がビニールプールに浮かぶと、体の半身が水からはみ出すほどぶかぶかと浮かんだ【資料3】。また、金属バーを持った状態でも浮かぶことができた。生徒たちからは「すごく浮いている!」、「えー! どうして浮くの! ?」、「さっきは沈んだのに!」と、予想が覆ったことに驚く声が聞かれた。

【資料2】うまく浮かべない



【資料3】ぶかぶかと浮く



さらに、生徒の体だけではなく、今後の追究において扱いやすいものとして、ゴルフボールを浮かべる実験も行った。ゴルフボールも、体と同じようにプールの水には沈み、死海の湖水には浮んだことで、生徒からはさらに驚きの声が聞かれた。その後、ビニールプールには「死海」と呼ばれる海外の湖の液体を再現したものが入っている、ということだけを伝え、感想を交流させる機会を設定した【資料4】。生徒Aは、感想交流において、死海の湖水がどんな水なのかを知りたいという意見に続き、それを調べるためには、「プールの水との違いを調べると、どんな成分の入っている水かわかると思っています」という、疑問を解決するという目的意識の感じられる発言をした【資料4下線部】。また、ふりかえりには、【資料5下線部】のように、「どんな成分が入っているか知りたいなと思いましたが」、「どれぐらいの重さなら浮くのだろうと、疑問に思うことが増えました。」と記述しており、切実感のある疑問をもつことができたことが感じられた。

【資料4】第1時 感想交流 授業記録

- T1 プールでの実験で、気づいたことや疑問に思ったことはありますか。
- C1 実験台になったBくんの体が、死海の湖水にだけ浮いたのがなぜか、疑問に思いました。
- C2 似ていて、死海の湖水にはゴルフボールも浮かびました。金属のバーを持っても浮かんでいし、死海には金属でも浮くのかと思いました。死海の湖水は、ものを浮かべる力のあるものなのだと思います。
- C3 Bくんは湖水がしょっぱいと言っていました。
- C4 湖水がどんな水なのか調べたいです。
- A プールの水との違いを調べると、どんな成分の入っている水かわかると思っています。 ~中略~
- C5 今回の実験では、Bくんが浮かんだけど、自分だったら浮かぶのか沈むのか、プールに入って調べてみたいです。
- C6 プールに入るのは大変だと思うので、どれぐらいの重さまでなら浮かぶのか調べてみたいと思いました。
- T2 それでは次回から、今回みなさんが疑問に思ったことを調べていきましょう。

【資料5】第1時 生徒Aのふりかえり

「プールと死海はどっちも違いがあり、どっちも成分が入っているから浮いたのだと思います。死海には、どれぐらいの重さまで浮くことができるのかという意見に対して、調べてどれぐらいの重さなら浮くのだろうと、疑問に思うことが増えました。どっちも重さの違うプールに入ら

生徒の感想交流から、今後追究していきたいことは「死海の湖水とはどのような液体なのか」、「浮いたり沈んだりするのはどうしてか」という2点にまとまった。これらのことから、「死海の湖水での浮き沈み」との出会いによって、目的意識をもって主体的に追究したいと感じられるような疑問をもてたことがうかがえた。

(2) 死海の湖水と海水、水道水は何が違うのかな【第2～4時】

① 3つの液体の違いを調べよう【第2, 3時】てだてⅡ・Ⅲ

第2時では、「死海の湖水での浮き沈み」との出会いから生まれた、「死海の湖水とはどのような液体なのか」という疑問を追究するための実験を計画する(てだてⅡ)こととした。目的意識をもって、疑問について十分に追究できるように、大量の死海の湖水を再現した水溶液を準備した。それに加え、生徒Aの「プールの水との違いを調べるとよい」という考えから、死海の湖水と比較するための水道水(プールの水)と身近な液体である海水も準備した。生徒Aは、

【資料6】第2時 生徒Aの予想

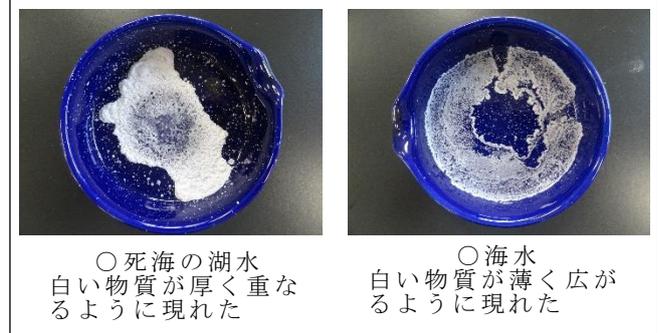
海水には船などの重たい物でも浮いていて、死海も同じような様子なので、どちらも塩が入っているのかなと思いました。」と、これまでの経験を基に予想した。そして、液体の中に入っているものを調べる実験として、液体を蒸発させる実験を計画した。その他の班では、「リトマス紙を使って液性を調べる」、「塩を加えて、溶けきらなくなるまでの量を調べる」、「液体の質量を調べる」「天日干しする」などの実験を計画した。多くの実験は「死海には何かが含まれている」という予想をもとにしており、それを調べることを目的としたものであった。

【資料6下線部】のように「海水には船などの重たい物でも浮いていて、死

海も同じような様子なので、どちらも塩が入っているのかなと思いました。」と、これまでの経験を基に予想した。そして、液体の中に入っているものを調べる実験として、液体を蒸発させる実験を計画した。その他の班では、「リトマス紙を使って液性を調べる」、「塩を加えて、溶けきらなくなるまでの量を調べる」、「液体の質量を調べる」「天日干しする」などの実験を計画した。多くの実験は「死海には何かが含まれている」という予想をもとにしており、それを調べることを目的としたものであった。

第3時では、死海の湖水を再現した液体を用いて、自らの予想、計画をもとに班で実験(てだてⅡ)をした。実験前に、目的意識を確認するために、実験における着目点を発表する時間を設けた。生徒Aは、「死海の湖水には食塩が入っていると思うので、水分を蒸発させて、残ったものを調べます。」と自らの実験の目的意識をはっきりと述べる事ができた。【資料7】は実験結果である。実験後、各班の実験結果を交流させた(てだてⅢ)。

【資料7】第3時 蒸発実験の結果



【資料7】のように白い物質が現れたことから、予想通り食塩であると根拠なく考察しているようであった。生徒Aに続き、質的な視点を与えるために、現れた物質の量や、物質の触感に目を向けた生徒を意図的に指名した(てだてⅢ)【資料8下線部②】。生徒たちからは「自分たちも触れて確か

【資料8】第3時 実験結果の交流 授業記録

- T1 それでは、各班の実験結果と、そこから考えたことを話し合ひましょう。
- A 3つの液体を蒸発させた実験では、①死海の湖水、海水では食塩が出てきました。水道水では何も出てきませんでした。
- C1 前の班と同じように、白い物質が出ました。海水から出てきたものはやっぱり食塩だと思いました。理由は白い物質がばちばちはねていたからです。
- ～中略～
- T2 死海の湖水から出てきたものの様子はどうでしたか？
- C2 ②死海の湖水では、白いものがぐっぐつと煮えるようにでてきました。食塩のときは様子が違いました。
- C3 ②死海の湖水の方が、海水よりもたくさん白い物質がでてきました。それと、ちょっと触ってみましたが、海水はさらさらしてはいたけれど、湖水の方はべたべたした感じでした。だから、湖水に入っているものは食塩とは別の物質だと思います。
- C4 (つぶやき) 確かに。うちも死海の方が多いわ。
- C5 (つぶやき) えー。触ってなかった。触ってみたい。
- T2 それでは、冷めていることを確認して触ってみましょう。
- ～白い物質を触ってみる～
- C5 たしかに触った感じが違いました。でもうちの班は、べたべたしてなくて、固まっていました。
- T3 他には、別の物質だと思われる結果はありましたか？

めてみたい」という意欲の感じられるつぶやきが聞かれたため、実際に触れてみることにした。生徒Aの授業後のふりかえりには【資料9下線部】のように、「湖水と海水では、蒸発させた後の残る物体の量や固さが違ったので、湖水は海水には入っていない別の物質が入っているのか気になりました。」と記述した。

【資料9】第3時 生徒Aのふりかえり

果からわからないので、性が調べた。湖水と海水では蒸発させた後の残る物体の量や固さが違ったので、湖水は海水には入っていない別の物質が入っているのか気になりました。別の物質もよく調べてみる。

これらのことから、互いの実験結果、考察をかかわらせ、質的な視点を与えたことで、死海の湖水に含まれる物質は、量や性質が違うという科学的な根拠をもとに、食塩とは別の物質であるのかもしれないと考えることができるようになったことがうかがえた。

②死海の湖水に含まれるものについて詳しく調べよう【第4時】てだてⅢ

第4時には、前時で生まれた疑問から「死海の湖水に含まれていた白い物質は何か」、「死海の湖水にはどれだけの量の物質が入っているのか」を解決するための追究を行うこととした。まず、「白い物質は何か」を調べるための方法を検討した。前時までの実験では、「白い物質は食塩ではない何かである」という結論に多くの生徒が納得していたが、何なのか決め手に欠ける状況であった。そこで、「白い物質が何かを調べる方法がありますか。」と問い、前時で死海の湖水を天日干しし、再結晶を試みた生徒を意図的に指名（てだてⅢ）すると、「死海の湖水から結晶を作り出して、その形や色をみれば、何の物質かわかると思う。」と発言した。天日干ししたものを観察すると、死海の湖水から現れた結晶は

【資料10】第4時 天日干しして現れた結晶



○死海の湖水
白く角ばった、塩化マグネシウムの結晶



○海水
無色透明で正六面体をした、食塩の結晶

【資料10】のように食塩とは明らかに形と色の異なるものであることが判

【資料11】第4時 生徒Aのふりかえり

死海の湖水は、塩化マグネシウムという溶質が溶けている溶液だったことがわかって良かったです。結晶の形や色が違って良かったです。食塩もよく調べてみる。

明した。その後、いくつかの種類の結晶の写真を提示し、それと比べることで、死海の湖水から現れたものは「塩化マグネシウム」だと気づくことができた。生徒Aは、授業のふりかえりに、【資料11】のように「死海の湖水は、塩化マグネシウムという溶質が溶けている溶液だったことがわかって良かったです。」と記述しており、実験結果をかかわらせ、結晶の形状の違いを捉えられたことで死海の湖水が塩化マグネシウム水溶液であると、科学的な根拠をもって考えを深められたことがうかがえた。

次に、「死海の湖水には、どれだけの量の塩化マグネシウムが溶けているか」を考えたい。「溶質がたくさん溶けている」という実感を、定量的にも捉えられるようにするために、水溶液の質量に対する溶質の質量を表す、「質量パーセント濃度」という考え方を示した（てだてⅢ）。質量パーセント濃度を求めるには、水溶液の質量と溶質の質量が必要であり、これらの数値は前時の実験の結果から得ることができた。生徒Aは「死海の湖水は、50mLで59gであった」、「死海の湖水10mLを蒸発させると白い物質が3.78g現れた」という数値を正しく扱い、【資料12】のように、死海の湖水の質量パーセント濃度が32%であると結論付けた。生徒Aは海水の質量パーセント濃度が3%であり、それと比較したときに濃度が10倍近くもあることに驚きの声を上げており、質量パーセント濃度という考え方を示すことで、濃度の違いについて定量的に捉えることができるようになったことがうかがえた。

【資料12】第4時 生徒Aの考察

死海の湖水の質量パーセント濃度(%)
 $\frac{3.78}{11.8} \times 100 = 32\%$ 約32%

(3) 何が浮く・沈むを決めているのだろう、調べてみよう【第5～8時】

①浮き沈みを決めているものは何なのか調べよう【第5, 6時】てだてⅡ

第5時では、「死海の湖水での浮き沈み」との出会いから生まれた、「浮いたり沈んだりするのはどうしてか」という疑問を追究するための実験(てだてⅡ)を計画した。実験を計画する際、自身が何について追究しているのかを明確にするために、「何が浮く・沈むを決めているのだろう」と発問をした。生徒Aは、前時までの学びから、【資料13】のように「水溶液に溶解している溶質や、その溶質の質量パーセント濃度が関係している。溶解している溶質の質量パーセント濃度が高いほど、物が浮きやすくなる。」と予想し、質量パーセント濃度の違いによって、浮き沈みにどのような変化が現れるのか調べる実験を計画した。実験班には似た考えをもつ生徒を集め、明確な目的意識をもって、十分に時間をかけて追究できるようにした(てだてⅡ)。

【資料13】第5時 生徒Aの予想
水溶液に溶解している溶質や、その溶質の質量パーセント濃度が関係している。
溶解している溶質の質量パーセント濃度が高いほど、物が浮きやすくなる。

【資料14】は各班の予想と実験方法のまとめであり、生徒Aは1班に含まれており、2班は1班と似た予想した生徒を集めた。なお、実験で浮き沈みさせるものはゴルフボールとした。ゴルフボールを扱うこととしたのは、溶質の種類によって、浮き始める質量パーセント濃度が異なり(食塩水では濃度20%で浮くが、砂糖水は濃度が30%を超えると浮き始める)、実験結果をかかわらせることで、質量パーセント濃度という定量的な考えを根拠に考察することが可能になるためである。

【資料14】各班の予想・実験方法		
	予想	実験方法
1班	質量パーセント濃度	さまざまな濃度の食塩水にゴルフボールを入れる
2班	質量パーセント濃度	さまざまな濃度の砂糖水にゴルフボールを入れる
3班	液体の種類	いろいろな液体にゴルフボールを入れる
4班	溶質の種類	さまざまな水溶液にゴルフボールを入れる
5班	溶質の種類	さまざまな水溶液にゴルフボールを入れる
6班	浮き沈みする物体の空気量	質量が等しく、空気量が異なるフィルムケースを浮き沈みさせる
7班	浮き沈みする物体の質量	材質や質量のことなる物体を浮き沈みさせる

なお、実験で浮き沈みさせるものはゴルフボールとした。ゴルフボールを扱うこととしたのは、溶質の種類によって、

浮き始める質量パーセント濃度が異なり(食塩水では濃度20%で浮くが、砂糖水は濃度が30%を超えると浮き始める)、実験結果をかかわらせることで、質量パーセント濃度という定量的な考えを根拠に考察することが可能になるためである。

第6時では、予想、計画をもとに班で実験をした。死海の湖水に立ち返る機会になるよう、死海の湖水に含まれる溶質である塩化マグネシウムを準備したり、さまざまな濃度の水溶液をつくって浮き沈みを追究できるよう、十分な量の試料を準備したりした(てだてⅡ)。

実験試料を示したあと、「死海の湖水での浮き沈みについて考えるための多くのヒントが得られるように、計画したものに工夫を加えられる点がありますか。」と問うと、生徒Aの1班は、当初予定した食塩(塩化ナトリウム)に加え、「死海の湖水に含まれていたのは塩化マグネシウムだから、それについても調べたい。」と考えた。質量パーセント濃度を1～30%まで変化させ、ゴルフボールを浮かせた結果をまとめたものが【資料15】である。生徒Aはこの結果から、【資料16下線部】のように、「(質量パーセント濃度が)20%～はゴルフボールは浮くようになった。この結果から、溶質が多い方が、物体が浮きやすくなること分かりました。」と記述し

【資料15】1班の実験結果のまとめ
 1班 着目点 水溶液の質量パーセント濃度によってゴルフボールが浮くのか
 結果
 塩化ナトリウムを水に溶かす

質量パーセント濃度(%)	1	5	10	15	20	25	30
浮く/沈む	沈む						

 1%...沈む 5%...沈む 10%...沈む 15%...沈む 20%...沈む 25%...沈む 30%...沈む
 5%...沈む 15%...沈む 25%...沈む
 塩化マグネシウムを水に溶かす

質量パーセント濃度(%)	1	5	10	20	30
浮く/沈む	沈む	沈む	沈む	沈む	沈む

 1%...沈む 5%...沈む 10%...沈む 20%...沈む 30%...沈む
 5%...沈む 20%...沈む

【資料16】生徒Aの考察
質量パーセント濃度が1～15%までは塩化マグネシウムと、塩化ナトリウムの水溶液にゴルフボールは沈んでいた。20%からはゴルフボールが浮くようになった。
この結果から溶質が多い方が、物体が浮きやすくなること分かりました。
なので浮く沈むを決めているのは、溶質の量だ」と思いました。

た。実験結果を適切に捉え、事前に予想した「溶質の質量パーセント濃度が関係している」ということを証明できていた。班編成を工夫したり、豊富な実験試料を準備したりし、疑問を追究するための十分な機会を設定したことで、自らの予想を確かめるという目的意識をもった追究が可能になっていたことがわかる。他の班についても、予想したことについて考察をまとめられたため、次時には結果と考察をかかわらせることとした。

②ゴルフボールが浮く水溶液と沈む水溶液の違いを調べよう【第7, 8時】てだてⅢ

第7時では、初めに各班の実験結果と考察をかかわらせる場を設けた。生徒Aは初めに

発言をし、食塩でも塩化マグネシウムでも濃度20%からゴルフボールが浮くことを発表した【資料17下線部①】。その後、生徒Aの「20%で浮く」という考えに対し、考えのずれを生むであろう結果をかかわらせるために、2班の生徒を意図的に指名した(てだてⅢ)【資料17下線部②】。全ての班の結果が発表されたのち、他の班の発表から新たに考えられたことを問うと、生徒Aは【資料18上枠内】のように、「塩化ナトリウム、カリウム、マグネシウムは質量パーセント濃度20%から、ゴルフボールが浮く、砂糖は30%以上からゴルフボールが浮く」と記述した。この記述から、食塩水と砂糖水で浮き沈みの違いを、量的な視点をもって科学的に捉えていることがわかった。かかわり合いの後、同じ濃度なのに浮き沈みに違いに目を付けた意見【資料17下線部④】をうけ、さらに追究試行する機会として全ての班に、食塩水20, 30%, 砂糖水20, 30%の水溶液を配付し、ゴルフボールを浮かべる実験を行った【資料19】。生徒Aの班では、さまざまな溶質で濃度20%の水溶液を作り、ゴルフボールを浮かべる実験を行った。生徒Aの追究試行後のまとめには、【資料18下枠内】のように「砂糖に物体を浮かすには、溶質の量がたくさん必要。(溶質の)物質(の種類)によって、浮く浮かないの質量パーセント濃度の条件が変わる？」と記述した。この記述から、実験結果や考察を意図的にかかわらせたことにより、第6時での「溶質が多い方が、物体が浮きやすくなる」【資料16】という考察が、溶質の種類によって浮き沈みする濃度に違いがあるという新たな視点をもってより深まったことがうかがえた。

【資料17】第7時 実験結果の交流 授業記録

T1 前回の結果と、考えたことを発表しましょう。
A ①塩化ナトリウムと塩化マグネシウムを溶質にして、質量パーセント濃度を1%からだんだん大きくして行って、ゴルフボールが浮くか実験しました。どちらも20%からボールが浮きました。1~15%では浮かなかったので、溶質の量が浮く・沈むを決めていると思います。
~中略~
C1 4班は塩化ナトリウム、塩化マグネシウム、塩化カリウム、塩化カルシウムを溶かして浮くか沈むか調べました。どの水溶液も20%で浮いていたので、溶質がものを浮かせてるんだと思います。
~中略~
C2 4班と同じ溶質で、60g入れて30%にしたら浮きました。
C3 2班は、②砂糖水の質量パーセント濃度を増やして実験しました。20%までは浮かなくて、30%は少し浮いて、40%は浮きました。なので、質量パーセント濃度がものの浮き沈みに関係していると思います。
C4 (同じ2班の生徒)少し違うんですけど、砂糖を何十gずつ増やして、40%で浮いたので、溶質の質量が関係していると思います。
T2 他の班の発表を聞いて、新たに考えたことはありますか。
A (③ノートにメモをとる)
C5 (つぶやき)④食塩は20%で浮いてるのに、砂糖は20%で浮いてないじゃん。同じ濃度なのにどうして。
~中略~
T3 これまでの話から、ゴルフボールは、食塩をどれだけ溶かしたら浮くのか、砂糖をどれだけ溶かしたら浮くのか気になるようなので、一度みんなですべて試してみましょう。(各班に食塩水20, 30%, 砂糖水20, 30%を配付)
~実験~

【資料18】生徒Aの考察

塩化ナトリウム、カリウム、マグネシウムは、質量パーセント濃度20%から、ゴルフボールが浮く。砂糖は30%以上からゴルフボールが浮く。 ※上部 資料15下線部③のメモ

砂糖に物体を浮かすには、溶質の量がたくさん必要。(溶質の)物質(の種類)によって、浮く浮かないの質量パーセント濃度の条件が変わる? ※下部 追究試行後のまとめ

【資料19】ゴルフボールを浮かべる実験



左から食塩水30, 20%, 砂糖水30, 20% 赤枠内の砂糖の20%のみ、ボールが沈む

での追究で、水に浮く物体と沈む物体の違いについて考えたことはありますか」と問うと、「物体の質量が大きくなると沈むことがわかりました【資料 23】。」と意見があがった。その意見に対し、「うちの班は、パチンコ玉を 1 個、そのまま入れたら沈みました。1 個分の重さでも沈むので、重いから沈むというわけではないと思います。」と発言した。ここで、物質の密度にまで目をむけてより深い考察ができるよう、質量や体積に着目しやすくなるよう意図的に条件を制御した「物体を水に浮かべる」という追究試行を行った（てだてⅢ）。水に浮かべた物体は「体積は同じだが、質量が異なる 2 つの試料」、「質量は同じだが、体積が異なる 2 つの試料」であり、【資料 24】はその様子である。生徒 A は、結果を【資料 25】のようにまとめた。浮き沈みの様子、質量、体積に加え、1 cm³あたりの質量を求めたものが記入されていたので、「これは何のために求めたのか」と問うと、「体積が違って、質量を比べにくかったから、前の授業みたいに 1 cm³あたりにして求めてみました。」と答えた。意図的に条件を制御したこととで定量的に考えを深めようとする

【資料 23】 6 班 結果のまとめ

① フィルムケースにパチンコ玉の数を変えて浮き沈みを調べた。7 個からしずんだ

②

水 40g 水 40g 水 40g

空気ゼロ 空気半分 空気物め

全て浮いた

【資料 24】
物体ごとの
浮き沈みを
調べる

た物体は「体積は同じだが、質量が異なる 2 つの試料」、「質量は同じだが、体積が異なる 2 つの試料」であり、【資料 24】はその様子である。生徒 A は、結果を【資料 25】のようにまとめた。浮き沈みの様子、質量、体積に加え、1 cm³あたりの質量を求めたものが記入されていたので、「これは何のために求めたのか」と問うと、「体積が違って、質量を比べにくかったから、前の授業みたいに 1 cm³あたりにして求めてみました。」と答えた。意図的に条件を制御したこととで定量的に考えを深めようとする

【資料 25】 第 9 時 生徒 A 結果のまとめ

結果	質量	空気	体積	1cm ³ の質量
プラスチック(白) ... 浮く	9.6 g	×	10.0 cm ³	0.96g
プラスチック(黒) ... 沈む	14.2 g	×	10.0 cm ³	1.42g
アルミ缶 ... 沈む	25.4 g	×	10.0 cm ³	2.54g
木 ... 浮く	25.2 g	○	30.0 cm ³	0.84g

ができた。この考えを学級全体に伝えると、すぐさま「じゃあ、浮く物体と沈む物体の質量の境目はいくつなの？」とつぶやく生徒がいたので、このことを検討することとした。多くの生徒は、「1 cm³あたりの質量が 1.00g より大きいと沈んで、1.00g より小さいと浮く」と予想したので、「なぜ 1.00g が基準になるのか」と問い返すと、ある生徒が「1 cm³あたりの質量って、密度のことだと思っただけで、水の密度は 1.00g だから、それと比べることで浮くか沈むかわかるんだと思います」と答えた。この考えは、多くの生徒が納得したようで「そういうことか！」という声が聞かれた。生徒 A も、授業のふりかえりに【資料 26 下線部】のように「水の密度は 1g になっていて、浮くもの沈むものは、その「1g」を基準にして分けられることが分かりました。」と記述しており、浮き沈みという自然事象を定量的に捉えられていることがわかった。授業の終わりには、単元を貫く疑問に立ち戻るために「これまでの学んだことから、B 君が死海の湖水ではぷかぷか浮かんだのに、普通の水では沈んでしまったことを説明できますか」と問うと、ほとんどの生徒が挙手をし、自信に満ちた表情で、それぞれの考えを発表することができた。

【資料 26】 第 9 時 生徒 A 結果のまとめ

水の密度は 1g になっていて、浮く物、沈む物は 1g を基準にして分けられることが分かりました。1cm³あたりの質量が 1cm³以下は浮く、1cm³以上は沈むのは水の密度が 1g なのだから。

(4) 密度の違いを利用して、物体の密度を求めてみよう【第 10 時】てだてⅢ

終末には、疑問と学びを発展させる場として「すてきなジャガイモを探せゲーム」を行った（てだてⅢ）。「すてきな」の条件を、①身がしっかりつまっている＝密度が大きい、②お腹がいっぱいになる＝体積が大きいと定義し、密度と体積を求める実験を行った。生徒 A は、じゃがいもが漂う水溶液を作り、その水溶液から密度を求めることができた。体積については、密度と質量の値を正しく扱い、計算によって求めることができた。ふりかえりには、「体積は密度÷質量で求められることが分かりました。」と記述されており、活用の場を通して、新たな定量的な考えを身に付けることができたことがうかがえた。

5 研究の成果

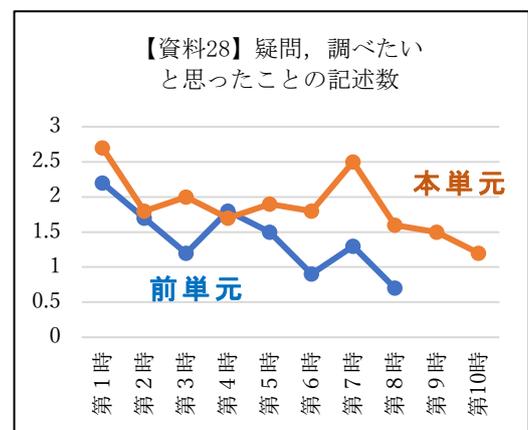
【次項資料 27】は生徒 A の変容をまとめたものである。

時間	【資料 27】記述内容の変容
第 1 時	疑問 A プールの水と死海ではどんな違いがあるのか知りたい。また、 疑問 B どれぐらいの重さまでなら浮くのだろう。
第 2 時	海水には重い船が浮かぶ。死海も海水と同じような様子なので、塩が入っていると思う。
第 3 時	湖水には海水に入っていない別の物質が入っているのか気になった。
第 4 時	結論 A 結晶の形状から、塩化マグネシウムという溶質が溶けている溶液だとわかった。
第 5 時	考察 A 溶解している溶質の質量パーセント濃度が高いほど、物が浮きやすくなると思う。
第 6 時	浮き沈みを決めているのは溶質の量だと思う。
第 7 時	考察 B 溶質となる物質の種類によって、浮く浮かないの質量パーセント濃度の条件が違うのではないか。
第 8 時	考察 C ボールの浮く沈むを分けるのは水溶液の質量であることがわかった。境目は 1mL あたり 1.1g。やはり、溶質となる物質のによって浮くときの質量パーセントに差があった。
第 9 時	水の密度 1mL あたり 1g を基準に、浮く沈むは決まる。
まとめ	結論 B 物体の浮き沈みは、液体と物体の密度の差で決まる。死海の湖水に体が浮かび、プールの水に体が沈んだのは、それぞれの密度が死海の湖水 > 体 > プールの水の順になっているからである。

(1) アに対する仮説とてだてについて

生徒 A は、導入の後、【資料 27 下線部 疑問 A B】のように記述しており、単元を貫くような切実感のある疑問をもった。単元を通して、それらの疑問に対し、明確な結論【資料 27 下線部 結論 A B】を導き出していることから、目的意識をもって追究していたことがわかる。

また、授業のふりかえりへの、疑問や調べたいと思ったことについての記述数は、【資料 28】のように、前単元の平均値を大きく上回る結果となった。このことから、目的意識をもって主体的に追究し続けようとすることができた。以上のことから、アに対する仮説は妥当であったといえる。



(2) イに対する仮説とてだてについて

生徒 A の単元のふりかえりには、【資料 29 下線部】のように、「皆調べる事は同じだけど、どんな実験をす

【資料 29】生徒 A 単元のふりかえり
 死海の湖水の興味はたくさんあったけど、特に興味をもった興味は、同じ事を知っていただけでした実験です。皆調べる事は同じだけど、どんな実験をするのかそれぞれ違うので、確かに！とか「それもいいね！と思うことがたくさんあって楽しかったです。」と記述されていた。このことから、他者の実験や考察とかかわることを通して、気づきや学びがあったことがわかる。

る、したいのかそれぞれ違うので、「確かに！」とか「それもいいね！と思うことがたくさんあって楽しかったです。」と記述されていた。このことから、他者の実験や考察とかかわることを通して、気づきや学びがあったことがわかる。

また、浮き沈みについての考察が、質的・量的な視点をもった追究と他者とのかかわり合いを通して、【資料 27 下線部 考察 A B C】のように定量的な根拠をもって考察できるようになったことがわかった。また、単元のまとめには「浮かせる物体の密度が液体の密度より小さくなる時に浮き、大きくなる時には沈む」と記述されており、本単元での学びが一般的な考えまで深まっていったことがわかった。よって、てだてⅢ「質的・量的な視点をもった追究と他者とのかかわり合い」は有効であったといえる。

(3) 今後の課題

今後は、身に付けた力が、主体的に未来を創る原動力となるように、未来社会を見据えた新たな視点で問題解決的な学習の展開を研究し、自然事象に対し目的意識をもって主体的に追究し、他者とかかわり合いながら科学的な考えを深める生徒の育成に力を注いでいきたい。