

その子らしい立ち向かい方を見つめて：
5年3組『溶けるってどういうこと?』の実践から(II
授業実践編)

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2008-01-25 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 松下, 浩身 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.14945/00000096

その子らしい立ち向かい方を見つめて

— 5年3組『溶けるってどういうこと?』の実践から —

松 下 浩 身

1. A男君のとらえ

A男君は、清々と自分の意見を述べ、主張していく。その発言の端々から、強い意志を感じるとともに、内容のユニークさに私は惹かれていた。ひらめきに優れ、ものごとを結びつけて考えるよさを感じた。

A男君が、てこの学習で実験用てこを使って、おもりを釣り合わせようとしていた時のことである。実験用てこの右側のうでのおもりと釣り合う左側のおもりの数と位置を、手探りでひとつひとつ確かめながら探していた。彼が釣り合う重さと位置を見つける作業を何回か繰り返すと、彼はひらめいたように、次々に釣り合わせることでできるポイントを見つけ出していった。

なぜ、そんなに早く見つけることができるのかと尋ねると、「右側のおもりを2倍にしたら、左側のおもりの支点からの長さを半分にするとうまくいく、逆におもりの重さが半分になれば、支点からの距離を2倍にすればよい」と考えたのだ。おもりの重さと支点からの距離、この2つの変わる量を結びつけることで彼はこうなるだろうという見通しをもてたのだ。彼は、釣り合う組み合わせを次々と発見することで、さらに追究に没頭していった。そして、おもりの重さを半分にできない時にはどうするかや、支点からの距離を2倍にできない時のおもりの位置をどう決めるかなどのことについて、きまりの適用の仕方を考え出していった。

私が興味を引かれたのは彼の追究の仕方である。論理的に、こうなればこうなるという仮説を立てるのがとても早いことがまずある。そして、きまりを見出すことによって彼の追究が終わるのではなく、追究にさらに没頭していくことも彼の魅力だと思った。こうではないかという仮説を見出し、そのきまりの正しさを次の実験で実証していく。こうした立ち向かい方によさを感じていた。

私は、そんな彼に自分のもった思いや考えと相反する事実と出会ってほしいと考えた。そうした事実と仮説とを行き来することによって、彼の立ち向かい方はより柔軟になっていく。自分の実験結果を鵜呑みにせず、吟味していく大切さにも気づいてほしいと考えた。

2. 教材について

私は、本教材『溶けるってどういうこと?』に出会わせようと考えた。子どもたちは100gの水に食塩をできるだけたくさん溶かそうとする中で、食塩と水の2つの量の関係に気づいていく。しかし、「溶けたものは、消えてしまう」という思いがある子は多い。2つの量の関係を納得するには、それまでの溶けるというイメージを変えていくことが必要になるだろう。溶けることの不思議さを感じた子どもたちは、溶けるという現象をよりよく観察していく。そこには、得られる事実と自分の思いとを結びつけていく葛藤があると考えた。

てこでおもりの重さが倍になれば支点からの距離は半分になるという仮説をもとに追究した彼なら、水と食塩の量の関係に気づき、2つの量を結びつけて考えていくと考えた。100gの水に溶ける食塩の量には限度があり、水の量が変わらないのであれば、食塩を限度以上に溶かすことはできないと考えるだろう。こうした考え（仮説）と同時に、溶けてしまえば食塩は見えなくなってしまうので、重さが無くなってしまわないかという意識ももち続けるだろう。私は、仮説を気に掛けながら、それまでもっていた溶けることのイメージとのずれを納得しようと、仮説につながる事実を求めて動き出すことを願った。それは、溶けるということについてどう考えていたのかを彼自身に明らかにさせることになる。また、出会う事実や、正しいと思う友達の意見をもとに整合性のある考えへとふくらめていくきっかけにもなるからである。

自分の仮説とつながる事実を見出すと、きっと自信を深めていくに違いない。しかし、仮説に相反

する事実と向き合った時にこそ、彼がどのように自分の考えを創り出し深めていくのが重要になる。それは彼の中にある溶けるということの知識の体系を自ら壊し作り直すことになる。仮説を修正していくのか、あるいは再実験などをして確かめていこうとするのか、相反する事実を、納得できるものになしようと乗り越えていくところに彼の学びはあると考えた。

3. 仮説を立てずに追究していくA男君

A男君は、試しの実験で100gの水にできるだけたくさんの食塩を溶かそうと、張り切っていた。最初の数回を薬匙で慎重に入れていた彼は、かき混ぜるたびにさっと消えていく食塩を見て、塩の固まりを一気に入れた。友達より速くたくさん溶かそうという思いからだ。また、かき混ぜれば溶けきってしまうはずだという思いもあったに違いない。しかし、彼は一気に入れた固まりの溶け残りをそれ以上溶かすことができずかき回し続けなければならなかった。懸命にかき混ぜ続けたのに固まりは溶け残ってしまった。

溶け残った量は、200mlのビーカーの半分ほどにも達していた。他の子どもたちの多くは、少しずつ食塩を増やし、結晶が見えなくなったら次の食塩を加えることを繰り返していく方法でどこまで溶けるのか探っていた。

彼は、自分の食塩の沈殿が非常に多いため、このままかき混ぜ続けても、もう溶けないと判断した。そこで、食塩ではなく水の量を増やしてみることにした。

この時点で彼の中で確固とした考えがあって、やってみたいと考えているわけではなさそうだった。私は、それまで「水は100g」という条件の中で実験するように投げかけていた。それは、溶ける量の限度は、水の量が同じなら変わらないことに気づいてほしかったからである。水の量を増やして、食塩が溶ける量の限度を変えようとする実験は、2つの量を同時に考えなくてはならず難しさが伴うと考え、もっと後だと構想していた。しかし、彼はまだ確固としたものではないが、自分の疑問を解決しようと動き出している。彼は、水の量を増やした分だけ、食塩の溶ける量が増えるという事実に出会った。てこの実験のように、水の量を倍にすれば食塩の溶ける量も倍になるという考えに至るだろうと考えて彼を見守ることにした。

彼が水の量を倍ほどに増やしてみたところ、溶け残っていた食塩の沈殿はととも少なくなった。さらに水を増やすと沈殿はすべて溶けてしまった。水を増やせば食塩をさらに溶かすことができることに気づいたのである。

〈A男君のノートより〉
水を増やすとたくさん溶けるようだが、本当にそうだろうか。

私は、食塩の溶ける量の限度と水の量の関係を彼がつかんだのだと考えた。しかし、彼のノートは、疑問で締めくくられていた。まだ、彼にとっての仮説はできていないから、得た事実に簡単には納得しないのかもしれないと考えた。てこの実験では、一直線に仮説の確かめへと動いていた彼だったので、今回の彼のノートは新鮮だった。事実をもっとよく知ろうと動いているこうした立ち向かい方も、私が見えていなかった彼のよさなのかもしれないと思い始めた。

彼は、水を増やしたのでは友達との条件が違うので、100gの水に食塩をできるだけたくさん溶かそうという課題に再び戻った。そして、一気にたくさんの食塩を入れるのではなく、少しずつ溶かしていくやり方で実験をし始めた。すべて溶けきる量を探ろうとしていたのである。

彼は100gの水に溶ける量は、当初考えていた量よりずっと少ないことに気づき、精密に限度を探ろうとしていた。彼は、自分の実験から100gの水に41.5gの食塩が溶けることを確かめた。少しずつ溶かし、何回も重さを量って得た実験結果に彼は自信をもっていた。

〈A男君のノートより〉
溶ける量には、なぜ限度があるのだろう。
41.5gの食塩が溶けた。

同時に追究をしている友達は、この時点でまだ何g溶けるのかを確かめている子が多かった。そのためA男君には時間があり、自分が興味ある実験を始めることができた。

A男君は、100gの食塩を用意し、それにどれだけの水を加えたら溶けてしまうのだろうかと実験

を始めた。食塩と水の量の関係に着目し始めたからこそその実験だ。彼は、100 g の食塩が溶けてしまうのには、前回の実験より多くの水を必要とするだろうと考えていた。水を 100 g 入れても溶けないことを確かめた彼は、やはり前回と同様水を加える度に、食塩が溶ける量が増え、溶け残りが少なくなっていくことに気づくことができた。

A 男君が実験を終える頃、他のすべての子どもたちも 100 g の水にどれだけの食塩を溶かすことができるかという結果を得た。中には、まだまだ溶けるだろうと、結果を出すことをためらいかき混ぜ続けた子もいた。その一方で食塩と水の量の関係に着目し、食塩の溶ける量には限度があると自信をもっている子もいた。水の量を半分に減らせば、食塩の溶ける量は半分になるという比例の関係に気づいている子もいた。私は、こうした子どもたち同士が話し合うことにより、皆が得た結果のばらつきに差がないことや、追究で考えたことをやりとりし、食塩と水の量の関係に気づき自分の考えを広げてほしいと思った。

4. 限度は変わるのかもしれない

子どもたちの実験結果を分布図にし、それをもとに話し合いをした。分布図では、食塩の溶ける量が 37 g ~ 42 g の中にほぼ収まっていた。特に、38 g 前後の結果を得た子が多く、私はこの結果から、一生懸命かき混ぜても、さほどかき混ぜなくても、実験結果には差がないことを改めて見つめ、限度があることに気づいてほしかった。実験の結果からは、食塩は無限に溶けるのではないことは確かだった。しかし、もっとかき混ぜればきっと食塩は溶けたかもしれないと考える子が依然として残った。その子どもたちは、結果分布のばらつきが工夫次第で溶けるという理由を示していると考えたのだ。

結果のばらつきに関しては、途中で水をこぼしてしまったことや、ガラス棒に付着してしまった水が無くなったからではないかという意見もあった。しかし、かき混ぜ方や工夫の違いがばらつきに表れていると考える子どもたちは、もっと溶けるかもしれないと述べた。

A 男君は、100 g の水に溶ける量には、限度があるという考えをもっていたが、友達の意見を聞く中で、工夫次第で限度は変わるのかもしれないと考え始めた。

彼は、工夫によって限度が変わるとはいつても、友達との実験結果の比較から、その限度の変化はわずかなものだと考えていた。工夫次第で、無限に溶けるわけではないと考えていた。

5. 結晶ができるわけがわかった

話し合いの後、次の授業までには休日を挟んだ。限界まで食塩を溶かした水の入ったビーカーを休日明けに観察すると、食塩水の表面に薄い膜状の食塩の結晶が現れていた。また、休日前にはごくわずかの再結晶ができていた状態だったのに、それまでなかった結晶がビーカーの壁にもつき始めていた。



C 結晶が増えているみたい。限界まで塩を溶かして置いておくと結晶ができるんだよ。

彼は、休みの間に結晶について本で調べてきていた。彼は、溶けきったはずのビーカーに結晶が再び出ていたことが気になっていたのだ。しかし、彼の発言からは、食塩の溶ける量の限界と、水溶液から結晶が現れてくることについて、それほどつなげて考えてはいないと思われた。

<写真：食塩の結晶析出>
A 男君は、このまま放置すれば、さらに結晶は増えていくだろうと予想して、ビーカーはそのまますることにした。そして、食塩が溶ける量の限度が

変えられるのかどうかについて追究を始めた。彼は、水温を上げたら、限度が上がってもっと食塩は溶けるのではないかと考えた。水温を上げれば水が蒸発し、食塩が残ると、結晶について調べていたA男君なら、容易に想像がつくと私は思っていた。しかし、温度の上昇は彼にとって水の蒸発と結びついてはいなかったのだ。

彼は、実験を始めた。彼は、水温を上げることで限度は上昇すると考えていたが、限度が無くなるほど溶けるとは考えていなかった。

A男君は、少しずつ食塩を加えていき溶け残りがわずかに出たところで、アルコールランプを使って温度を上げた。そして、70℃近くになると溶け残りがすべて溶けてしまうことを確認した。ところが、さらに水を熱し続けるとそれまで溶けていた食塩が結晶になって析出してきた。蒸発させ続けるとビーカーの水の量が減るとともに、食塩は溶けていくのではなく逆に結晶が増えていった。A男君は、予想と異なりビーカーの中で結晶が次々と生まれてくる様子を興味深そうに見ていた。水溶液の体積が減るにつれて、食塩の量は増えていった。また、以前の実験で放置しておいた水溶液を観察すると、液の量が減っており結晶は増えていた。

実験を終えた次の日、理科の授業がある日ではないのに、彼は結晶について話しかけてきた。

C 何で、結晶が出たかわかったよ！溶けきれなくなるから結晶になって出てくるんだよ。

A男君は、うきうきとしたうれしそうな表情だった。以前、限界まで食塩を溶かしておくと結晶ができると話していた時は、自身の中での納得はまだなかったのだろう。それが実験によって結びついた。放置しておいたビーカー内の結晶ができる理由と、蒸発させたビーカー内の結晶ができた理由が同じだと気づいた。つまり、溶ける食塩の量の限界を再結晶と結びつけて考えることで、実験結果と限界の考えとが彼の中で体系づけられ納得が生まれたのだ。「一定の水の量に溶ける食塩の量には限界があり、それ以上には溶けない」「工夫しても、食塩の溶ける量はそれほど変わらない」彼は、この考えに確信をもっていた。

彼はその後の授業では、「水100gに食塩40gが溶けるとすると、50gの食塩を入れたら溶け残りは10gある、そこから水が蒸発すると溶けていた40gの食塩の一部も結晶となって出てくる」という友達の発言に補足することもできた。

彼は、結果のばらつきを見て、それを「溶かし方」の違いで限度が変化するのだと考えた。その限度の変化があることを予想し確かめることができた。そして、限度があるから、それ以上溶かそうとしても溶けないこと。溶けてしまっても水が減れば再び結晶が析出してくること。この2つを確かめることで、食塩が溶けて見えなくなっても消えてしまうのではなく、形を変えて存在していることをつかんでいった。

私は、彼の追究が仮説を立て、それにそった追究をしていこうという考えを常にもっていた。しかし、彼は私が考えていたよりはずっと柔軟な追究を見せた。彼は、水と食塩の量の関係に気づき、水の量が増えれば食塩の溶ける量が増えるという考えをはっきりもっていた。しかし、予想と異なる事実に出会わせなくても、彼は自分の考えと出会う結果とを常に行き来しながら、確からしいと思っ

ていてもすぐには納得しないで、実験を行っていった。

限度があるかないかという2つの考えしかないと思っていた自分のとらえの甘さを感じないではいられなかった。A男君は限度があるという納得を得ることで、結晶がなぜ出てくるのかを説明することができることに喜びを感じたのだ。限度はあるという納得を求めて、食塩の水に対する溶け方についての考えを広げていったことが彼の学びであると考えている。