

溶け方のかがく

活動場所：理科室

10月16日（金）9：20～10：25

提案者 岡田 啓吾

1 活動のねらい

様々な粉末を水に溶かす活動を通して、実験結果をもとに物質ごとの溶け方を比較して考察したり、仲間の考えからより妥当性のある考察につくり変えたりしながら、物質が水に溶ける現象に対する見方・考え方をひろげる。

2 活動設定の意図

自然界に純水はほぼ存在しない。自然界の水には何らかの不純物が必ず溶け込んでおり、一種の水溶液ととらえることができる。それは、水道水も同様である。水は多様なものを溶かす性質がある溶媒であるからこそ、人間はその性質を日常生活のあらゆる場面に生かしているのである。

本活動では、物質が水に溶ける現象を対象とする。水には物質を溶かしやすい性質があることに伴い、その溶け方には多様性と共通性がある。ここで言う溶け方とは、溶ける様子や色といった視覚的な事実、水の温度と溶ける量の関係といった定量的な事実、物質が水に溶解する前後では質量は変化しないという質量保存の法則といった普遍的な事実を指すものとして扱う。このような視点で物質が水に溶ける現象を見つめると、視覚的な事実や定量的な事実は、水に溶かす物質によって変化する。一方で、質量保存の法則は水に溶かす物質が何であっても成り立つ事実である。つまり、多様性と共通性を子どもが体験を通して探究できることが、本活動における対象のもつ価値であると考えられる。

子どもは、様々な粉末を水に入れ、その溶け方を調べる中で、水の重さの4分の1程度しか溶けない物質もあれば、2倍以上の重さが溶ける物質もあることに気付く。また、質量保存の法則が揺らぐような実験結果にも出あう。これらは、多くの子どもの予想や仮説を覆すものであり、子どもの探究心が高まる事実である。子どもは、実験結果の妥当性について思考したり、仲間と考えを交流して実験方法を試したりする過程を経て、物質が水に溶ける現象の多様性と共通性を明らかにし、物質が水に溶ける現象に対する見方・考え方をひろげていく。

3 子どもの「問い」が立ちあがる環境

○ 対象の多様性を実感できる物質を扱う

本活動では主な溶質として、食塩、ミョウバン、三温糖、発泡入浴剤を扱う。これらの物質は日常生活でも使われることがあるが、水に対する溶け方に目を向けると、水溶液の色の違い、水に溶ける量、溶ける量と温度との関係などの視覚的、定量的な事実には明らかな差がある。特に、食塩はその他の3種とは異なり、水の温度を高くしても溶ける量に大きな変化はなく、60℃の水温では、ミョウバンに比べて溶ける量も少ない。一方で、常温で三温糖は水の量に対して約2倍もの量が溶け、ミョウバンは水の温度を高めると飛躍的に溶ける量が增大する。これらのような事実は子どもの予想や仮説とのズレを生じさせるであろう。子どもは、予想や仮説と照らし合わせながら実験結果をもとに考察することを通して、対象の多様性を実感し、物質が水に溶ける現象に対する見方・考え方をひろげていく。

○ 対象の共通性を軸に検証する

溶解における質量保存の法則は、子どもにとってイメージしやすい普遍的な事実である。電子天秤を用いて反応の前後で重さを比較するという実験方法も、単純で分かりやすい。しかし、化学変化を伴う溶解には実験方法に工夫が必要である。本活動で扱う食塩やミョウバン、三温糖の溶解は化学変化を伴わないため、質量保存の法則に基づいた実験結果が容易に得られる。しかし、発泡入浴剤の溶解には化学変化による気体の発生が伴うため、密閉容器内等で実験しないと、質量保存の法則に基づいた実験結果は得られない。子どもは、質量保存の法則を軸として、実験結果を自分なりに考察したり、考察の妥当性を検証するための新たな実験方法に取り組んだりしながら、対象の共通性を確かにしていく。

「溶け方のかがく」(全26M)

第1次 溶けるものの量とゆくえ (18M)

- ・水に溶けるもの、溶けないもの
- ・水に溶ける量の限界
- ・水に溶かした時の重さ (本時)
- ・水の温度と溶ける量の関係

第2次 溶けたものを取り出そう (8M)

- ・濾過、蒸発、再結晶

4 対象とかかわる子ども

子どもは、小麦粉、食塩、ミョウバン、味噌、発泡入浴剤、三温糖をそれぞれ水に入れてかき混ぜると、水に色がつくことやシュリーレン現象に目を見張り、水に入れる物質によって様々な反応をすることに体験を通して気付いた。特に、発泡入浴剤を水に入れた時の瞬間的な色の変化や激しく気体が発生する様子に引きつけられ、発泡入浴剤を何度も水に入れて様子を観察する子どもの姿があった。

50mLの水の中に多くの量を一気に投入すると、最終的にどの物質も粒が残った。これが溶け残りなのか、それとも全く溶けていないのかが判断できずにいた子どもは、それぞれ1gずつを投入して様子を観察することにした。子どもは、小麦粉と味噌は水に全く溶けていないことに気付く一方で、三温糖や塩は予想以上の量が水に溶ける面白さや不思議さを実感し、50mLの水に溶ける限界の量を調べ始めた。100g程の三温糖が50mLの水に溶けた事実には驚くとともに、水溶液の重さや体積の明らかな増加に気付いた。子どもは、水に物質を溶かす前後での重さの変化に関心をもち、物質ごとに検証実験に取り組むことで、質量保存の法則を実感的にとらえてきた。

(3) 本時の展開 13・14M/全24M(65分)

時間	番号；子どもの活動 ・；子どもの姿	○；教師の手立て
5	1 実験内容を確認する ・発泡入浴剤でも水に溶かす前後で、重さは変わらないはずだと話す。 ・質量保存の法則について話す。	○前時までの活動で明らかにしたことや実験の操作方法を確認し、見通しをもてるようにする。
15	2 発泡入浴剤で検証実験に取り組む ・道具の準備をして、発泡入浴剤を水に溶かす前の重さを測る。 ・気体の発生が概ね終了した時点で、改めて重さを測る。 ・溶かす前に比べて溶かした後の方が軽くなつたと話す。	○グループの実験の様子を見て回り、操作の様子を把握したり、子どものつぶやきを拾ったりして、実験結果の考察に生かせるようにする。
15	3 実験結果の原因を考える ・食塩などとの溶け方の違いに着目して考える。 ・気体の発生が原因ではないかと話す。 ・発生した気体を逃がさずに重さを測れば、溶かした後も同じ重さになるのではないかと話す。	○気体の発生と重さの減少を結び付けて考えられるように、子どものつぶやきや発言をつなげる。
30	4 発泡入浴剤と水との反応で、質量保存の法則が確認できる実験方法を考え、再度、検証実験に取り組む ・ビニール袋を使った実験では、重さが減ってしまったと話す。 ・プラスチック容器で蓋をして行くと重さが変わらなかったと話す。	○再実験で想定される道具を準備したり、提示したりする。

5 本時の構想・展開

(1) 本時のねらい

質量保存の法則を軸にして発泡入浴剤を水に溶かす実験に取り組むことを通して、実験結果の原因を考察したり、仲間と新たな実験方法を検討したりしながら、物質が水に溶ける現象に対する見方・考え方をひろげる。

(2) 本時の構想

○ 実験結果の原因を探り、新たに検証実験を行う場を設定する

子どもは前時までに食塩、三温糖、ミョウバンを水に溶かす前後で重さを測定し、結果の考察から、重さの変化の有無を検証してきた。この過程で子どもは、重さを正確に測定するための技能を身に付け、質量保存の法則のとらえを確かにしてきた。本時では、質量保存の法則を軸にして、発泡入浴剤を水に溶かす前後で重さを測定する。先に取り扱った3つの物質と同様の方法では、法則に反する結果が得られる。子どもは、その結果が気体の発生と関連があるのではないかと考え、発生する気体を含めて重さを測定する方法について仲間と検討し、再度、検証実験に取り組んでいく。

6 活動の振り返り

(1) 「あれ?」「おかしいぞ」

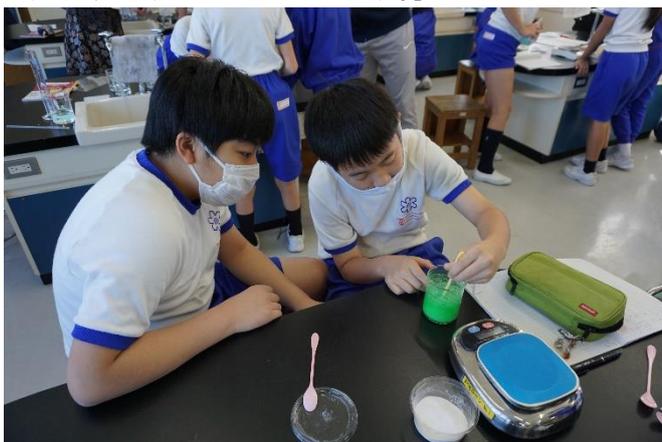
子どもは本時までには食塩や三温糖、ミョウバンを50mLの水に溶かす前後で重さを量り、質量保存の法則について体験を通して理解してきた。導入において、それらを振り返り、質量保存の法則について確認した。そして、前時までと同様に正確に、丁寧に実験をするように伝えた。

子どもは、さっそく実験に必要なビーカーやガラス棒、薬包紙、電子天秤(0.1gスケール)などを手際よく準備して実験を始めた。本時までには3つの物質で質量保存の法則にかかわる検証実験を繰り返してきたことが、実験に対する子どもの大きな自信と活動の見通しにつながっていたのである。しかし、50mLの水に10gの発泡入浴剤を溶かした前後における重さを比較すると、約2gが減少するという事実を実験を通して子どもが出あう。

「あれ?減ってる・・・」

「おかしいな。ちゃんと薬包紙の重さも測った?」

「少し(発泡入浴剤を)こぼしちゃったんだよ。失敗だ、もう1回やってみよう。」



質量保存の法則を前時までの定量的な実験で確かにしてきた子どもは、この実験結果に疑問をもち、実験操作に対する自信が揺るいだ。実験の過程に粉末をこぼすなどの何らかのミスがあったのではないかと考え、どのグループも同じ実験を慎重に2回、または3回繰り返した。にもかかわらず、いずれも2g程度の減少が実験結果として得られたことから、子どもは、実験操作ミス以外の原因を考え始めたのである。

(2) 実験結果の考察から新たな実験方法を考える

全体で実験結果を交流し、9つ全てのグループで2g前後の重さが減少したことを確認した。このような結果が得られた原因を問うと、「発泡入浴剤が水に溶けた時に泡がたくさん発生して、水が周りに飛び散ったから重さが減った」と話す子どもがいた。

これは、水と反応しながら激しく炭酸ガスが発生する発泡入浴剤の溶解の特徴に着目した考察である。50mLの水に対して10gの発泡入浴剤で発生する気泡はやや消えにくく、ビーカーの高さの半分以上にまで気泡が達したからである。一方で、この時点では、発生した気体の空気中への拡散に関する考えは出なかった。気体が発生していることに直観的に気付いている子どもはいても、それが測定した重さの減少に直接的につながっているとは自信をもって予想できなかったのである。

そこで、「飛び散ったことが(重さが減少した)原因ならば、どうやって実験すればいいですか」と教師が問うと、「ビーカーにラップをする」という意見が出たことから、ラップをはじめとして教師があらかじめ用意した物を提示した。輪ゴム、ビニール袋、ペットボトルと蓋、キッチンクリップ、ドレッシングボトル(キャップが簡単に外れるもの)、三角フラスコである。これらは、「発生した気体が拡散したことで軽くなった」と子どもが考えた場合、再実験で使うことが想定される道具として用意したものであるが、水が飛び散ることを防ぎながらも、気体の発生に着眼する子どもの姿を思い描いて提示した。

(3) 再実験を通して発生する気体の存在を確かにする

子どもは、「発泡によって水が周囲に飛び散った」という考察をもとに新たな実験方法を考え、取り組み始めた。ビーカーにラップをして輪ゴムでとめて実験するグループ、ペットボトルをビニール袋で包んで実験するグループ、ラップに加えアルミホイルや丸底フラスコを使うグループなど、子どもが考えて取り組んだ実験方法は多岐に渡る。複数の方法で実験に取り組んだグループもあった。実験結果から実験方法に修正を加えることを繰り返し、試行錯誤しながら質量保存の法則が成り立つ実験方法を探っていたのである。



ペットボトルに蓋をしめて水が周りに飛び散らないように溶かしていたグループは、ペットボトルの蓋に画鋸で小さな穴をあけ、そこから発生した気体を逃がそうとしていた。すると、「シュー」という音とともに気体の流れを指で感じ、発泡入浴剤が水に溶解する際に発生する気体を体で感じた。また、ペットボトルの蓋を閉めて実験していたグループでは、容器内の圧力の変化に気付いていた。ビーカーにラップを張って輪ゴムでとめて実験をしたグループでは、ラップ部分の膨らみに気付いたため、ラップに少しすき間をつくって発生した気体を逃がしていた。つまり、それぞれの実験方法で発泡入浴剤の溶解に伴う気体の発生に気付いたが、気体を逃がすグループと、気体を逃がさずに閉じ込めようとするグループがあったのである。ペットボトルの蓋をして実験した子どもは、ボトルの内圧が高まる感覚的な面白さや、蓋を緩めるときの「プシュッ」というドキドキ感をあじわっていた。ドレッシングボトルに蓋をして実験した子どもも、内圧の高まりによって蓋が勢いよく外れたことに驚いた。このような実験を繰り返すことで、発生する気体の存在を確かにしていったのである。



(4) 発生した気体の行方に着目した考察

再実験の方法は先述のように多様であったが、実験結果はどのグループとも最初の実験に比べて減少幅が小さくなった。それでも、ペットボトルや丸底フラスコのような、口がすぼまっていて背の高い道具を使い、水が飛び散ることを抑えたにもかかわらず、 0.3g ～ 1.6g が減少したことから子どもは再度考える。「発生した気体が空気中へ逃げていったから、今度は逃げないように実験をしたい」と話す子どもがいた。同じように、「発泡入浴剤の中に気体のもとがあって、それが水と反応して気体になって出ていったから軽くなる」と語る子どももいた。また、ペットボトルの蓋を開ける前後で重さを測定し、

1.2g が減少したことを確認していた子どもは、発生した気体の重さに確かに着眼していた。発生する気体の行方が、質量保存の法則に関係していると考えたのである。これらは、質量保存の法則を軸にして実験に取り組むことを通して、発泡入浴剤の溶け方として発生する気体が空気中に拡散していくことまでをとらえ、物質が水に溶ける現象に対する見方・考え方をひろげる姿であった。

(5) 子どもの歩みをとらえた構想・展開

本時では、水への発泡入浴剤の溶解に伴って発生した気体が空気中に拡散するという考えを、子どもが活動の序盤で表出する姿を思い描いていた。しかし、序盤でそのような溶け方のとらえは表出しなかった。後半の実験を通して、気体の存在を確かに感じながら、発泡入浴剤の溶け方のとらえを緩やかに更新していったのである。

次時では、発生した気体の重さに着眼した子どもの考えを共有し、子どもは再び、質量保存の法則を軸とした検証実験に取り組んだ。発生する気体を絶対に逃がさないようにするにはどうしたらよいかを考え、試行錯誤しながら実験に取り組むことで、どのグループも重さの減少幅をさらに縮めた。そこには、本時の経験を生かして実験器具や道具を選んだり、より正確に実験しようとしたりする子どもの姿があった。子どもはその後も自らの歩調で確かに歩みを進めていったのである。

実践教科活動の対象とのかかわりにおける子どもの行為の変容は、子どもの姿から柔軟に構想・展開をつくり変える教師の活動づくりによって現れる。確かに歩みを進める子どもの現在地を教師が的確にとらえて活動を構想・展開することの大切さを、目の前の子どもの姿が改めて教えてくれた。

〈メールにて本活動に関するご質問、ご意見、ご感想をお寄せください〉

提案者連絡先 okeigo@juen.ac.jp (岡田啓吾)