

# 系統性を大切にした「水溶液の性質」の学習

～第5学年「物の溶け方」から化学反応速度まで～

三木 勝仁

小学校第6学年「水溶液の性質」の学習は、第5学年「A(1)物の溶け方」の学習を踏まえて、「粒子」についての基本的な見方や概念を柱とした内容のうちの「粒子の結合」、「粒子の保存性」にか関わるものであり、「水溶液には、金属を変化させるものがあること」を扱う<sup>\*1)</sup>。しかし、この実験の仕方や扱い方について質問を受けることが多くあり、この実験を通して問題解決の能力を育てることに困難を感じている小学校教諭が多いことが推察される。そこで、本稿では、この実験の内容に化学反応速度についての思考を加えた指導例について述べる。

【キーワード】 系統性 粒子の保存性 水溶液 化学反応速度

## はじめに

小学校第6学年「水溶液の性質」の「水溶液には、金属を変化させるものがあること」の学習においては、希塩酸にアルミホイル等を入れ、その変化の様子を調べる実験が行われる。「水溶液には、金属を入れると金属が溶けて気体を発生したり、金属の表面の様子を変化させたりするものがあることをとらえること」を学習内容としている。しかし、教師が思うような速度で反応が進まず、「つい、水溶液の濃度を高くしてしまった」、「授業時間中に実験を終えることができなかった。どうしたらよかったのだろうか」との質問等をたびたび受ける。そこで、本稿では、この実験を通して問題解決の能力や科学的思考力を育てる指導例を、学習の系統性や化学反応速度について触れながら述べる。

## 1 水溶液の性質

### (1) 温度と形状による反応の違い

第5学年「物の溶け方」において、物が水に溶ける規則性について条件を制御して調べる学習を行っている。その学習の中で、温度によって物の溶ける量が変わるものがあることを扱っている。また、物が溶けるときの観察を通し、物の大きさが小さいほど溶けやすいことも体験的に学んでいる。

希塩酸にアルミホイルをもっと溶かそうとするとき、または、アルミホイルの溶け方が遅いと感じたときは、既習の内容を次のように生かして学習を行う絶好の機会である。

第5学年「物の溶け方」と第6学年「水溶液の性質」は、同じ「粒子の保存性」の系統上にある。「溶けて目に見えなくなっても存在している」と保存についての概念を育む系統だが、「溶ける」という同じ変化を扱うものでもある。下記のような仮説を設定することで、既習内容の記憶を強化し、活用する場面として扱うことができる。

(前学年での学習)

水の温度を高くすると、ミョウバンは早く溶け、溶ける量も増えた。また、ミョウバンの粒を小さくすると早く溶けた。

仮説A 塩酸の温度を高くすると、早く溶けるだろう。

仮説B アルミホイルを小さくすると、大きいものよりも早く溶けるだろう。

### (2) 仮説A、Bの検証実験

次のようにして、検証実験を行った。

#### 【準備するもの】

5%塩酸、アルミホイル、試験管9本、はさみ、電子天秤、試験管立て、水槽、発泡ポリスチレン容器2個、温度計、水、お湯(45℃、60℃)、ストップウォッチ

#### 【実験】

- ① 5%塩酸を10mLずつ9本の試験管に入れる。
- ② 水(18℃)を入れた水槽に試験管立てを入れ、①の試験管3本を立て、試験管内の塩酸が水槽内の水と同温になるまで放置する(図1)。

③45℃のお湯を入れた発泡ポリスチレン容器に①の試験管3本を立て、試験管内の塩酸が発泡ポリスチレン容器内のお湯と同温になるまで放置する(図1)。

④③と同様に、60℃のお湯を入れた発泡ポリスチレン容器に①の試験管3本を立て、試験管内の塩酸が発泡ポリスチレン容器内のお湯と同温になるまで放置する(図1)。



図1 各温度に調整中の塩酸

⑤アルミホイルを2cm角に9枚切り、さらに細かく切ったもの、1cm角に切ったもの、丸めたものをそれぞれ3セットずつ作る(図2)。



図2 大きさを変えた同量のアルミホイル

⑥②の塩酸(18℃)に、⑤のアルミホイル(細かく切ったもの、1cm角に切ったもの、丸めたもの)を入れ、アルミホイルの形状と塩酸に溶ける速さの違いを、ストップウォッチで時間を測定して調べる。

⑦⑥と同様にして、④の塩酸(45℃)、⑤の塩酸(60℃)についても時間を測定して調べる。

**【結果】**

表1に、塩酸の温度、アルミホイルの形状と、アルミホイルが全て溶けて反応が終了するまでの時間についての実験結果を示した。

実験結果から、仮説Aは、アルミホイルの形状に関わりなく、塩酸の温度が高いものが低いものより早く反応が終了したことから、正しいことが検証された。

仮説Bは、同じ量のアルミホイルであっても、形状によって反応が終了するまでの時間が異なる

表1 塩酸の温度、アルミホイルの形状と、アルミホイルが全て溶けて反応が終了するまでの時間

	細かく切ったもの	1 cm 角に切ったもの	丸めたもの
18℃	72分(図3)	80分	90分以上
45℃	11分30秒	12分(図4)	16分
60℃	7分(図5)	8分(図6)	12分



図3 18℃ (15分)

図4 45℃ (2分)



図5 60℃ (30秒)

図6 60℃ (5分)

り、大きさが小さいもの(表面積が大きいもの)ほど早く反応が終了したことから、正しいことが検証された。

18℃の塩酸では、5分を過ぎた頃にアルミホイルの表面に泡が生じ始め、15分を過ぎた頃に生じた泡の浮力によってアルミホイルが水面まで浮かび上がる様子が見られた。しかし、「生じた泡は化学反応によるものである」と判断できるまでの時間が長い。塩酸の温度18℃は、単独で児童に観察させるには不適當である。

なお、塩酸の温度18℃は、冬期間の薬品庫内に保管してあったものとしては、通常または通常以上の温度である。授業時間中に反応が終わらず困るとするのは、塩酸の温度が低かったために反応が遅かったのである。そのような場合には、塩酸の濃度を高くするのではなく、試験管ごと湯につけるよう助言している。

45℃の塩酸では、アルミホイルを入れてから2分ほど経つと、「ジリジリ」というアルミホイルが塩酸に溶け、気体が発生する音が聞こえ始める。丸めた形状であっても16分程度で反応が終了する。授業時間を45分とすると適当な反応時間であり、塩酸の温度45℃は適当である。

60℃の塩酸では、アルミホイルを入れると、すぐに「ジリジリ」という音が聞こえ始め、塩酸全体がネズミ色に見えるほど速く反応が進み、丸めた形状であっても12分程度で反応が終了する。反応が速すぎるために、児童によっては、怖いと感じたり、塩酸は物を溶かすときに色が変わると誤解したりするかもしれない。また、アルミホイルが溶ける様子を観察しにくいことから、塩酸の温度60℃は必要以上に高い温度であり、不適当である。

教科書には、この反応の様子を示した写真の横に、「すごい勢いであわが出て、アルミニウムがとけてしまったよ」と書いてあるものもある。この記述通り「すごい勢い」でアルミニウムを溶かそうとしたならば、塩酸の濃度が5%程度であるとする、塩酸の温度を40℃程度にはしなければならない。

**(3) 化学反応速度**

小学校理科で化学反応を扱う単元は第6学年で2つ、「燃焼の仕組み」と「水溶液の性質」のみである。化学反応には、瞬時に反応が進む速い反応から、長い時間をかけて進む遅い反応まで、さまざまなものがある。また、同じ反応であっても、その速さは、濃度、温度、圧力、固体の表面積、少量の添加物（触媒）などによって大きく変わる。

遅い化学反応としては、「鉄くぎを空気中に放置しておく、空気中の酸素や水と徐々に反応してさびる」などの反応が身近に見られるが、中学校理科で扱うものとなっている。

速い化学反応としては、小学校では、燃焼による酸素の二酸化炭素への変化と、水溶液による金属の変化を扱う。

小学校理科において、化学反応速度については、従来から、濃度と反応速度との関わりが、あまり意識されることなしに扱われている。それは、酸素は物を燃やす働きがあるこ

とを確かめる、酸素内でのロウソクなどの燃焼実験である。中学校理科では、さらに、「スチールウールを空気中で熱すると、表面が赤く燃えるが、熱したスチールウールを酸素中に入れると、火花を散らして激しく燃える」様子を観察する。これらは、燃焼反応には酸素の濃度が関係していること、一般に反応物の濃度が大きいほど反応速度は増加することを示しているものである。

**(4) 本実験の指導例**

学習前の児童は、「塩酸にアルミニウムなどの金属が溶ける」という知識をもってはいない。この知識は、児童の問題意識を高めるように配慮しながら、教師から与えなければならぬ。その学習の後、児童は「物の溶け方」の学習と同様に、「もっとアルミニウムを塩酸に溶かしてみたい」と考えるだろう。しかし、「物の溶け方」での学習と同様に、塩酸に溶けるアルミニウムの量には限りがある。すると、その次に児童が考えることは「もっと早く溶かしたい」と考える。

表2 指導の展開例

<p><b>【問題意識】</b> 「どのようにすれば、アルミニウムを塩酸に早く溶かすことができるのだろうか」</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p><b>【要因抽出】</b> 5年「物の溶け方」で学習したことから ①塩酸の温度を高くする ②塩酸の量を増やす (③アルミニウムの形を小さくすると早く溶ける) 6年「燃焼の仕組み」で学習したことから ④塩酸の濃度を高くする</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p><b>【条件制御】</b> 実験の条件を考えると ①・20℃と40℃を比べてみよう ・10℃と30℃にしてみよう ∴ ・量は同じにしくちゃならない。 ②・10mLと20mLにしてみよう ・5mLと30mLにしてみようかな ∴ ・温度は同じにしくちゃならない。 ③・アルミニウム片を小さくしてみよう ④・濃くするのは危ないから、半分に薄めて試してみよう</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p><b>【仮説の設定】</b> ①塩酸の温度が20℃と40℃とでは、20℃の方が早く溶けるだろう。</p>
--

表2は、既習内容と関連させた、化学反応速度についての指導の展開例である。この例は、児童一人ひとりが仮説を立て、一人1実験を行うことを想定している。学級全体で同じ実験を行うなど、展開の仕方が変われば、「アルミニウムが塩酸に溶けきる時間は、塩酸の温度に関係があるのだろうか」などが解決すべき問題として加えられることとなる。

## 2 問題意識を高める工夫（第5学年「物の溶け方」）

第6学年「水溶液の性質」の学習を支えるもの一つは、第5学年「物の溶け方」の学習である。「物は見えなくなっても存在している」ことを実感を伴った理解をしていることが望まれる。この学習の問題意識を高める工夫として、当センター小学校理科研修講座においては、受講者がテキスト（図7）を用いながら実験装置を組み立て、物が溶ける様子を観察することとその指導例を体験していただいている。

観察の後に、受講者は食塩が溶ける様子を図や文などで表現する。食塩が溶けるときの「もや」を食塩の粒の少し離れた上方から糸のように描いて表現する受講者が多い。講師が『も



図7 研修講座テキスト



図8 『もや』を観察する受講者

や』の出ている場所（食塩から離れているのか、それとも、食塩から『もや』が出ているのか）」と尋ねると、先ほどより真剣なまなざしで、水中を落下しながら溶けていく食塩の様子を、装置に目をつけるようにして観察し（図8）、『もや』は食塩から出ていることを確認し、図を修正する。『もや』は、この後、溶けた食塩のゆくえを考える際の重要なヒントとなる。

その後、『この後、してみたいこと。もっと調べてみたいこと。不思議に思ったこと。』などを受講者に尋ねたところ、表3のような事柄が出された。受講者たちは、「児童に尋ねてみても、同じように答えるだろう」と考えていた。本単元の学習内容を確認すると、受講者から出されたことの多くは、この単元で学習する内容であった。調べる順番を児童と相談し、学習を進めていけば、調べることは全て児童が知りたい、試してみたいこととなり、児童の問題意識は持続するだろう、と受講者は考えていた。本講座で取り上げた実験が、受講者が指導する学級で、問題解決の能力を育てる方策に近づいた場面であった。

表3 受講者から出された事柄

- ・もっと多くの量の食塩を、ドバツと入れたい。
- ・大きい粒の食塩を溶かしてみたい。
- ・拡大して見てみたい。
- ・食塩以外の物を溶かしてみたい。  
(コーヒージュガー、デンプン、あめ玉、色の付きそうな物、ドロツとしたシャンプーみたいな物)
- ・色水やインクなら、どうなるのだろう？
- ・水をお湯に代えて、溶かしてみたい。
- ・見えなくなった食塩は、どこにいったの？
- ・どうして、食塩は消える（見えなくなる）の？
- ・上と下では、どっちがしょっぱいの？
- ・『もや』といっしょに、ゆらゆらしたものが見えた。なんだろう？

### おわりに

理科教育センターに求められる事柄は、社会の変化や教師のニーズによって常に変化する。それらを的確に捉え、必要な内容を適切な方法で伝え、我が国の理科教育の振興に貢献し続ける理科教育センターの一員であるよう、研究を不断に進めていきたい。

### 参考文献

1) 小学校学習指導要領解説理科編 文部科学省 2008

(みき かつひと 化学研究班・初等理科研究班)