

群	G04 - 03
教 セ	平 14.208 集

簡単実験で実感！ 溶解度



主 題 溶解度の理解を深める理科指導の工夫
 - シュリーレン現象や結晶析出を利用した溶解度の測定実験を取り入れて -

特別研修員 諏訪 博昭 (伊勢崎市立第四中学校)

研究の概要 中学1年生で学習する『水溶液の性質』の単元において、溶解度についてその理解を深める指導の工夫を行った。溶解度は、教科書や資料集にその文献値が表やグラフで掲載されているが、その求め方までは例示されておらず、今まで測定することはあまり行われてこなかった。そこで、シュリーレン現象や結晶析出を利用した簡易な測定方法を工夫し、測定値から溶解度曲線を作成する活動を取り入れ、実感を伴った理解ができるようにした。

キーワード 【理科 - 中 化学 水溶液 溶解度 シュリーレン現象 結晶析出】

溶解度の深い理解を目指して

1 むずかしい!? 溶解度の理解

中学校1年1分野「身のまわりの物質」の単元では、溶ける様子の観察や再結晶が取り上げられている。この単元では、物質の溶解度を利用して水に溶けた物質は再結晶させて取り出すことができることや水溶液中では溶質が均質に分散していることを学習する。

本校の選択理科を受講している3年生28名に、溶解度曲線が提示してある基本的な溶解度にかかわる問題に取り組みさせたところ、28人中28人が、水の質量を変えた問い(正答率25%)や温度を下げたとき析出してくる溶質の質量にかかわる問い(正答率4%)を難しいと答えている。また、溶けきれない食塩を溶かしきる方法として、「水の量を増やす」と答えられた生徒は21%だった。

生徒は日常生活で、砂糖や食塩といった物質が高い温度の水に溶けやすいことや、水の量を増やせば溶けやすいことを体験しているが、溶ける量にまで着目することはない。

また、物質は溶けてしまえば見えなくなってしまう、なくなってしまうようにも感じられる。これらのことが、溶解度を分かりづら

くさせている要因と思われる。

2 実験の必要性

本来、観察や実験を通して現象の規則性を発見していくのが「理科」であるにもかかわらず、溶解度についてはその求め方や実験方法が教科書に記載されていない。そのため、授業の中で溶解度を実際に測定したり、溶解度曲線を作成したりすることがほとんど行われてこなかった。このことも溶解度の理解を難しくしてきた要因の一つであると思われる。

以上のことから、溶解度の理解を深めるには、溶解現象を観察し、実験でデータを得て、さらにグラフ化することが必要なことであると考えた。そこで、中学生にふさわしい簡易な方法で溶解度を測定できる方法を工夫した。

3 測定値からグラフを作成

教科書に出てくる硝酸カリウムなどの物質を使い、いろいろな温度における溶解度を測定し、さらにその測定値から溶解度曲線を作成する活動を授業に取り入れていくことが、溶解度のより深い理解につながると考えた。先行研究を参考にして、中学生の段階で理解

しやすく比較的良い測定値が得られる実験方法を工夫した。溶解度を測定することで、生徒は溶解度を実感し、理解が深まるものと考えた。

4 理解が深まった状態とは

溶解度についての理解が深まった状態とは、生徒が物質それぞれについて、その溶ける質量は溶媒である水の質量やその温度によって決まること、溶ける量が温度によって変化していくこと、及びそのことを利用した蒸発や再結晶という方法で、溶質を取り出せることを理解している状態である。

意外と簡単！ 溶解度の求め方

溶解度を求める方法には、一般的に以下の3つの方法がある。

温度変化法 1 シュリーレン現象利用
(中学生向き)

温度変化法 2 結晶析出利用
(中学生向き)

蒸発法 (中学生には不向き)

ここでは、中学生に理解しやすい比較的簡易な方法である温度変化法 1、2 とその原理、具体的方法について紹介する。蒸発法については資料編で紹介する。

1 温度変化法 1 シュリーレン現象利用

(1) 原理

物質が溶解または析出する際に見られるゆらぎをシュリーレン現象という。このシュリーレン現象は、図 1 - a に示すように種結晶を不飽和溶液内に吊り下げると、種結晶から下方へのゆらぎが起こり、逆に種結晶を過飽和溶液内に吊り下げると、図 1 - c に示すように反対に上方へのゆらぎが起こる現象である。また、飽和状態では図 1 - b に示すようにゆらぎが目立たなくなる。

同じ質量の物質を溶かしても水温が高い場合では、物質に対する溶解度が大きいいため水溶液の濃度は低い状態である。このとき種結晶を吊り下げると下方へのシュリーレン現象が見られる。そこで水温が低くしていくと、水の物質に対する溶解度が小さくなり結果的

に水溶液中の濃度は高い状態に変わっていく。最終的にある温度で飽和に達し、飽和になった水溶液中ではシュリーレン現象は静止する。このとき、入れた物質の質量が、シュリーレン現象が静止したときの温度における溶解度となる。(図 1 - b)

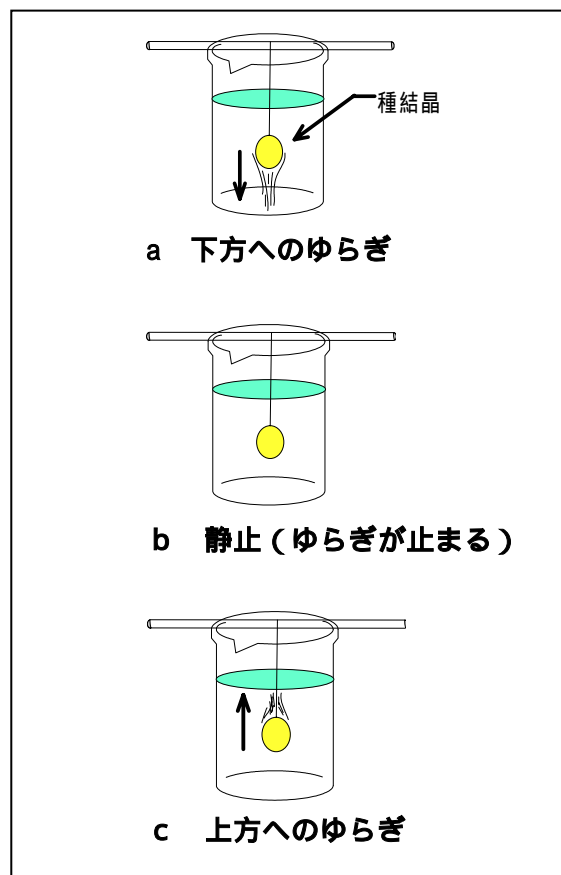


図 1 シュリーレン現象

(2) 具体的方法

例 硝酸カリウムの場合
(溶解度 30、45.6g)

試験管に硝酸カリウム 4.56 g を入れ、水 10 ml を加える。図 2 に示すように水浴中で加熱し、ガラス棒でよくかき混ぜながら完全に溶解させる。図 3 に示すようにデジタル温度計を準備し、種結晶を溶液中に吊り下げ、予想される温度より 5 ~ 10 程度高い温度から測定を開始する。真横からよくシュリーレン現象を観察し、それが静止した(ゆらぎが止まる)ときの溶液の温度を記録する。

2 温度変化法 2 結晶析出利用

(1) 原理

物質によっては、溶媒である水の温度が低

くなると溶解度が小さくなり溶ける量が少なくなる。測定したい物質を高温の水で多量に溶かした後、冷却していくと、ある温度で結晶の析出が起こる。溶かした物質の質量が、その析出が始まった温度における溶解度となる。

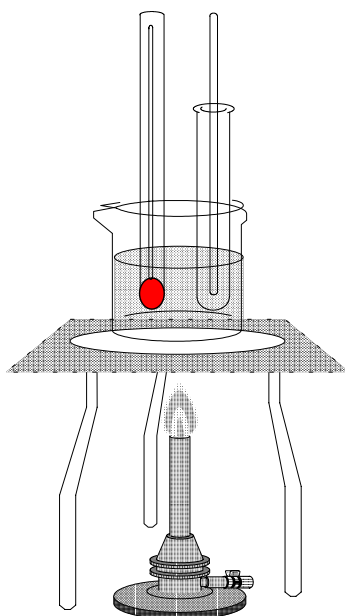


図2 水浴装置

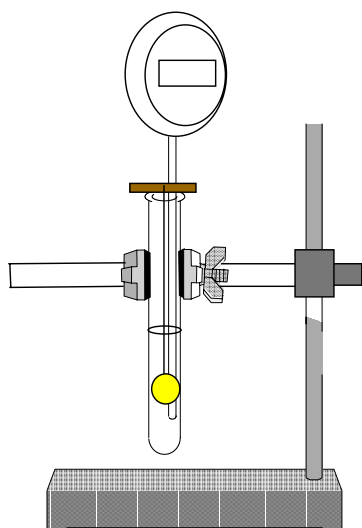


図3 測定装置

(2) 具体的方法

図3に示すような装置で、シュリーレン現象を利用して求めるときとは異なり、種結晶は入れず、真横からよく観察し、結晶が析出してくる瞬間をよく観察し、そのときの温度を記録する。

予備実験の結果

硝酸カリウム、ミョウバン、硫酸銅のうちで、生徒実験に適する物質を見つけるための予備実験を行った。

1 準備するもの

薬品

- ・硝酸カリウム
- ・ミョウバン
- ・硫酸銅

器具

- ・試験管
- ・棒温度計
- ・デジタル温度計
- ・種結晶
- ・スタンド
- ・ガスバーナー
- ・メスシリンダー（25ml用）
- ・ビーカー（300ml）
- ・ガラス棒
- ・電子天秤
- ・薬包紙
- ・ルーペ

2 測定結果

測定結果を表1～表3で示す。測定値1はシュリーレン現象を利用した方法、測定値2は結晶析出を利用した方法による値である。

（表中の記号は現象の見え方を示す
：良 ：可 ：見づらい ×：確認できず）

表1 硝酸カリウム

溶かす質量 (g) (溶解度)	文献値 ()	測定値1 ()	測定値2 ()
2.20	10	- ×	11.1
3.16	20	- ×	21.4
4.56	30	29.9	29.4
6.40	40	42.8	38.7
8.52	50	55.0	50.5
10.92	60	64.9	60.1
16.88	80	- -	79.7

表2 ミョウバン

溶かす質量 (g) (溶解度)	文献値 ()	測定値1 ()	測定値2 ()
0.76	10	- ×	- ×
1.14	20	- ×	- ×
1.66	30	31.2	- ×
2.38	40	42.3	20.3
3.64	50	53.8	29.9
5.74	60	64.6	35.2
32.16	80	- -	- -

表3 硫酸銅

溶かす質量 (g)(溶解度)	文献値 ()	測定値1 ()	測定値2 ()
2.93	10	- x	- x
3.57	20	- x	- x
4.36	30	30.1	- x
5.36	40	44.7	23.1
6.55	50	53.5	42.0
8.05	60	67.6	50.3
12.81	80	81.7	- -

3 硝酸カリウムが測定には最適

測定結果から、硝酸カリウムが中学生の実験には最適の物質であると考えます。また、シ

ュリーレン現象を利用した方法では 10 ~ 20 といった低温域は、氷水を使って冷やす必要があるため見づらく、また 70 ~ 80 の高温域は、高温すぎて種結晶があまりに速く溶けすぎてしまい、非常に測定しにくかった。そこで、基本的には結晶析出を利用した方法で測定させるのが良いと考える。しかし、物質の溶解現象には、常にシュリーレン現象が伴うため、シュリーレン現象を利用した方法を実施することも意義の深いことであると思うので、併用していくことを薦める。ただ、高温域は、安全上の配慮からも生徒実験には適さないと考える。


授業はこうだった！

平成14年 11月 第2週 1学年 担当クラス実施

硝酸カリウムを使った溶解度の簡単な測定実験と、その測定値から溶解度曲線を書く活動を行った。それを基に文献値との比較をしながら、溶解度が水温によって異なるということを実感を持って理解することができた。

指導経過(全9時間)

時	学習内容	生徒の反応	「努力を要する」状況と評価した生徒への支援
1	身の回りの水溶液に着目し、その中に溶けている物質について考えたり、水に溶けている物質を取り出して利用しているものにはどんなものがあるかを確認した。	生徒A・・・「溶けるって、なくなることかなあ。」 生徒B・・・「海の水から、塩をつくるそうだよ。」 生徒C・・・「スポーツドリンクには、いろいろなものが入っているんだね。」	市販の清涼飲料水を提示しラベルを調べさせる活動の時間を十分に取った。
2	実験1 コーヒーシュガーやデンプンを溶かす実験を通し、物質が水に溶けている状態とはどんな状態か考えた。	生徒D・・・「デンプンは、にごっているね。」 生徒E・・・「もやもやしたものが、出てきたぞ。」 生徒F・・・「コーヒーシュガーは、透き通っているね。」 生徒G・・・「全体に小さくなって広がっているようだ。」	いろいろな方向から観察して見るように指示したり、ルーペを使用させ関心を高めた。 硫酸銅水溶液を一晚放置させたものを観察させたり、ろ過をさせたりした。
3	固体の物質が水に溶けていく様子や水溶液中の様子についてモデルで考えた。 溶質・溶媒・溶液・濃度について確認した。	生徒H・・・「一日たっても、色が変わらないなあ。完璧に混ざったんだ。」	シュリーレン現象を再確認させながら、水と飽和水溶液を用意し、シュリーレン現象の違いを十分に確認させた。
4	実験2 食塩とミョウバンのかざりをつくる方法を見つけた。	生徒I・・・「ミョウバンは、温めるとたくさん溶けるようになるのに、食塩は温めても溶けない。」 生徒J・・・「水温によって溶ける量に差がありそうだ。」	ミョウバンのかざりを実際に提示し、意識を高めた。 高い水温にすると本当に物質はよく溶けるようになるのか投げかけ、意識を高めた。

時	学習内容	生徒の反応	「努力を要する」状況と評価した生徒への支援
5	実験3 溶解度の測定 実験をし、10～60の測定値を得た。 (本時1)	生徒K・・・「濃い溶液ではシュリーレン現象はあまり見られなくなるのか。」 生徒L・・・「濃くなってもうそれ以上溶けていけなくなるんだ。」 生徒M・・・「出てきた、出てきた、雪のようだね。」	安全で正確な実験を行うよう机間巡視をしながら励ました。 
6	実習 グラフの作成と考察測定値から作成した溶解度曲線と文献値から作成したものと比較し、溶解度が水温にも水の量にも影響することを理解した。 溶解度と飽和水溶液、結晶と再結晶についてまとめた。 (本時2)	生徒O・・・「これでいいのかな。教科書のグラフと同じようなものができたぞ。」 生徒P・・・「溶ける量は、水の量や水の温度で変わるんだね。」	グラフは折れ線にしないで、打ったポイントの流れを線にするよう促した。 測定値のグラフと同じところに色を変えて比較的太めのペンを使って書くよう助言した。 ほぼグラフの傾向が同じになっていることを押さえさせ、資料と変わりが無いことを意識させた。
7	実験4 酸性やアルカリ性の基本的な性質について理解した。	生徒R・・・「酸は金属を溶かして、水素を出すんだね。」 生徒S・・・「石鹼水は、アルカリ性なのかな。」 生徒T・・・「リトマスやBTB以外にも酸性やアルカリ性を見分ける方法はあるのかな。」	生徒にとって身近な水溶液をできるだけ用意した。
8	実験5 酸とアルカリを混ぜ合わせたときの变化から中和について学習した。	生徒U・・・「やっと緑になったぞ。本当に中性になるんだね。」「水素も出なくなっちゃった。」	実験を行わせる前に十分に予想する機会をつくった。 班ごとに自分の考えを話す時間も設定し、班員の意見を聞かせた。
9	学習のまとめをし、評価テストを行った。		学習してきた内容にそくして、出題し、理解の程度を再把握させた。 再テストを行い、学習事項のより一層の定着を図った。

なるほど納得！ 深まる理解

1 シュリーレン現象を利用して測定値を得た活動からの理解の深まり

温度変化法1のシュリーレン現象を利用して測定していく方法では、生徒はその説明の段階で、測定方法の意味がなかなか分からなかった。

そこで、水と飽和水溶液と2種類用意し、シュリーレン現象を比較観察する活動を取り入れた。生徒からは、「濃い溶液では、シュリーレン現象はあまり見られなくなるのか。」等の感想が聞かれ、この方法の意味を素直に理解していった。実際の測定の際には、「あれ、種結晶が大きくなってきたぞ。」

「結晶がとげとげしてきた。」等、生徒の発言の様子から、種結晶に析出してくる様子も観察できたことが伺えた。

成果としては、溶解度を求める**実験の意**

味が理解しやすくなり、溶けることの基であるシュリーレン現象を生徒全員が再確認できたことがあげられる。また、物質が溶ける様子と析出してくる様子の**溶解現象を間近に観察**できたことも大きな成果の一つと思われる。以上のことから、シュリーレン現象を利用した方法を実践していくことは、溶解現象を理解していく上で意義が大きいと思われる。

ただ、**現象の変化の見分けが判断しづらいこと**や、慎重に観察している班ほど**測定に時間がかかってしまうこと**等の課題も出てきた。

2 結晶析出を利用して測定値を得た活動からの理解の深まり

温度変化法2の結晶析出を利用して測定

していく方法は、生徒がその意味を比較的たやすく理解して、実験に取り組めた。

図4に生徒の測定結果を示す。測定結果はほぼ文献値に近い値になり、生徒も納得していたようだった。また測定時間もあまりかからず、現象も分かりやすかったため、生徒は最後まで非常によく測定に取り組んでいた。

成果としては、「温度が下がってくると、

試料	1.20g	3.16g	4.16g	6.40g	(2.16g)	(4.16g)
1	9.6	20.8	30	41.2		
2	9.6	19.1	31.7	41		
3	9.8	19.7	31	40.2		
4	8	17.3	31.7	34.6	56	64

図4 測定結果

急に結晶が出てくる。そうか、この温度がもうこれ以上溶けきれなくなった温度だ。」
 「硝酸カリウムは、水温が上がると溶ける量が増えるんだ。」等の発言からも、**水の温度によって溶ける量が変わってくることを、実感**を伴いながら理解できたように思われる。また「すごくきれいで雪みたい。もう一回やってみようよ。」等の感想からも、**関心・意欲を高める**上でも成果があったと思われる。

3 測定値を使って溶解度曲線を作成する活動からの理解の深まり

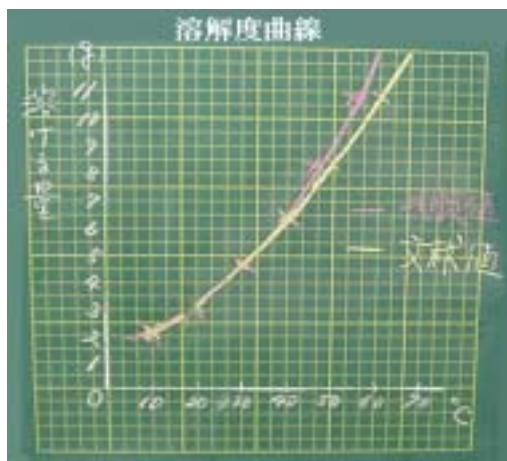


図5 溶解度曲線

図5に文献値と測定値による溶解度曲線を示す。測定結果が文献値に近いため、溶解度曲線のグラフも教科書や資料集に載っているものとほぼ同様のものが得られた。

自分で実際に測定した値をグラフにしているため、生徒の取り組みが大変良かった。また、グラフを作成している中で、「溶ける量は、水の量や水の温度で変わるんだね。」と納得した生徒や、改めて「硝酸カリウムは、水温が上がるとうける量が増えるんだ。」と気づいた生徒が増えたことは確かである。

成果として、この活動から、物質の溶解度が、水温によって異なるということ、**実感**を伴って理解することができたと思われる。

課題としては、生徒が**グラフの書き方に不慣れ**なため、**時間がある程度必要**なことがあげられる。

4 効果抜群！ 評価テスト良好

この授業実践後、評価テストを行った。同一問題で、従来通りの学習をしてきた3年生と、今回のような学習をした1年生の結果は以下ようになった。数字は正答率を示す。

《問い1》水の質量を変えた問い

25% (3年生)

53% (1年生 本授業実践後)

《問い2》析出する量を求める問い

4% (3年生)

70% (1年生 本授業実践後)

《問い3》食塩を溶かしきる方法の問い

21% (3年生)

58% (1年生 本授業実践後)

1年生は、授業実践直後に評価テストを行っており、3年生にとっては従来からの学習をしてから、ほぼ2年後のテスト結果である。そのため、当然忘れてしまっていることも多かったかとは考えられる。しかし、それらを考慮しても、この結果からは、本授業実践が非常に効果的だったと言えるのではないだろうか。このことから、生徒一人一人が溶解度について理解を深められ

たことが分かる。溶解度を実際に測定し、そのグラフを作成していく活動は、**溶解度の確かな理解**を得るために効果があるものとする。

ま と め

生活の中で、「溶ける」という現象は身近でありながら不思議な現象の1つである。その中でも溶解度は、中学校の現場では表やグラフで数値のみを扱うことが多かった。そのため、生徒は溶解度の理解が不十分であったように思われる。

そこで、できるだけ簡易な方法で**溶解度を測定**し、グラフ化する。その過程で生徒は、溶解度を頭の中の数値だけのイメージだけでなく、実験をした上の**実感の伴ったもの**として学習することができると思われる。また**溶解度を測定**していくことで、溶解現象や物質の溶解度について生徒の**理解は深まりを増すもの**と思われる。

本来、理科は観察や実験を通して身の回りのさまざまな現象の規則性を発見し、生活に生かしていく教科である。今回の実践からも生徒が現象を根本から理解していくためには、観察や実験がいかに必要か再認識できたように思われる。

<参考文献>

化学便覧

化学と教育 42 巻 11 号 (1994 年)

43 巻 11 号 (1995 年)

資料編

本単元学習指導案

ワークシート

参考 蒸発法について