

溶解度と再結晶

～溶解度曲線を作成し溶解度と再結晶の関係をつかむ～

生徒の学びのポイント

- 第1時 ① 実験結果を基に、適切なグラフを作成する。【技能】
第2時 ② 再結晶の仕組みを水溶液のイメージ図で捉え、説明する。【科学的な思考・表現】
第3時 ③ 溶解度曲線のグラフの違いから、水溶液を特定する実験を、見通しをもって計画する。
【科学的な思考・表現】

中学校学習指導要領 【理科[第1分野]】

関連する内容の項目

(2)身の回りの物質

身の回りの物質についての観察・実験を通して、固体や液体、気体の性質、物質の状態変化について理解させるとともに、物質の性質や変化の調べ方の基礎を身につけさせる。

イ 水溶液 (1) 溶解度と再結晶

●本単元について

(1) 単元の目標

- ・溶質をイメージ図で表し、溶解度や質量パーセント濃度、再結晶と関連付けてとらえる。
- ・水溶液の温度を下げたり水溶液から水を蒸発させたりする実験を通して、水溶液から溶質がとり出せることを見だし、溶解度と関連付けて理解する。

(2) 単元の学習計画

第1次	物質のとけ方（1時間）
第2次	水溶液の質量パーセント濃度（1時間）
第3次	溶質のとり出しかた（4時間） 第1時：溶解度曲線の作成（本時①） 第2時：溶解度曲線と水溶液の状態（本時②） 第3時：溶解度曲線を活用した水溶液の見分け方Ⅰ（本時③） 第4時：溶解度曲線を活用した水溶液の見分け方Ⅱ

●本授業プランについて

(1) 授業プランの意図

溶解度を測定しグラフを作成するステップを入れることで溶解度曲線について理解を深めるとともに、溶解度曲線の知識を活用しながら、水溶液に溶けた溶質を見分けるための実験について見通しをもって計画する思考の場面を設けたプランとなっている。

(2) 授業プランの目標

- ・溶解度を測定しグラフを作成することで、溶解度曲線の意味を理解できるようにする。
- ・溶解度曲線と水溶液の状態との関係を、水溶液中の溶質をイメージして考えられるようにする。
- ・溶解度曲線を使って水溶液に溶けている溶質が何であるかを調べる実験を計画し、自らの考えを根拠に基づいて説明することができるようにする。

(3) 授業プランの流れ

- | | |
|-----|---|
| 第1時 | 溶解度の測定実験の結果をもとに、溶解度曲線を作成する。 |
| 第2時 | 第1時の実験結果を水溶液のイメージ図に表し、グラフの意味を考える。 |
| 第3時 | 第1時、第2時で学んだことを活用して、見通しをもって実験を計画し、その内容を説明する。 |
| 第4時 | 第3時で計画した実験を行い、考察する。 |

通常3時間
で行うところを4時間
構成で実施

(4) 主な使用教材

*硝酸カリウム(実験1:溶解度の測定)

実験成功の
ポイント

塩化アンモニウムやミョウバンでも同様の実験を行えるが、硝酸カリウムは再結晶する温度の誤差が小さく、実験に適している。

●授業展開例

第1時

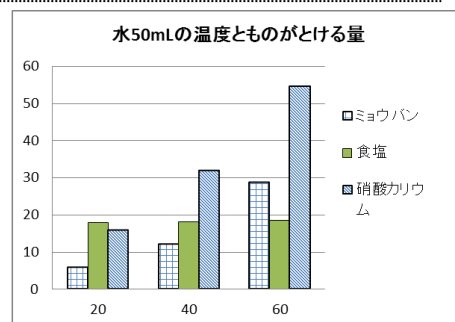
事象



小学校第5学年で学んだものの溶け方のグラフから、読み取れることを書いてみましょう

- 温度が高くなるとたくさん溶ける物質が多い
- 硝酸カリウムは、温度が上がった時の溶ける量の増え方が他の物質より大きい
- 食塩は、温度が上がっても溶ける量はあまり変化しない

(3) 読み取り



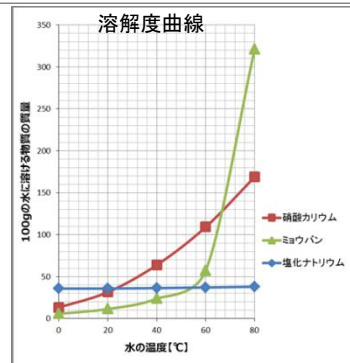
このグラフだと、水の温度が30℃や50℃のときに溶ける物質の質量はわからないね。水の温度を細かく分けて調べてみるとどうなるかな？



水100gに物質を溶かして飽和水溶液にしたとき、溶けた溶質の質量を溶解度といい、溶解度と温度との関係を表したグラフを溶解度曲線といいます。



小学校では、水溶液を冷やすと、溶けている物質が出てくることを学んだよ。物質が出てくる時の温度は溶解度関係があるのかな？



課題

『物質を水に溶しきれる温度と結晶が析出しはじめる温度には関係があるのだろうか？』

【第1時について】

溶解度についてはその求め方が教科書に記載されていないため、授業の中で溶解度を測定してグラフ化することがほとんど行われていない。しかし、溶解度曲線を理解するためには、物質が溶解の様子や結晶が析出する様子を観察して溶解度を測定し、得られたデータをグラフ化することが効果的である。

【実験】

- ① 試験管を2本用意し、それぞれに水を10gずつ入れる。
- ② 次頁の表を参照して10℃～70℃での飽和量に相当する硝酸カリウムを①の試験管に入れる。
※時間短縮のため、事前に質量を測っておいたものを準備しておく。
※班によって硝酸カリウムの質量を変え、2種程度行い、クラス全体で結果を共有すれば溶解度曲線が連続的に描けるように設定しておく。
- ③ 湯せんして硝酸カリウムを全て溶かし、溶けたら試験管立てに立てる。
- ④ かき混ぜながら、結晶が析出し始める温度を測定する。
- ⑤ 測定値をグラフに表す。(図1)
- ⑥ 測定値を文献から得た溶解度曲線のグラフ上に描き、比較する。(図2)

観察成功の
ポイント

再結晶の実験の
様子はここをクリック

実験では、水溶液が過飽和の状態になることを防ぐため、右の写真のように、針金で作ったかき混ぜ棒などを使ってかき混ぜるとよい。なお、試験管立てにふれている試験管の底だけが冷えないよう、試験管立てと試験管との間に段ボール等を敷いておくと、うまくいく。



針金で作ったかき混ぜ棒

【文献から計算で求めた溶解度（10gの水に溶ける物質の質量）】

水の温度[℃]	10	20	30	40	50	60	70
KNO ₃ の溶解度	2.2	3.2	4.6	6.4	8.5	10.9	13.6

結果①

学びのポイント①

実験の結果をもとに、縦軸・横軸の目盛りを正しく取り、測定値をグラフ化する。



溶かした物質の質量が大きいほど、結晶が析出し始める温度が高いことが分かったね。

これは、水の温度が高いほど物質がたくさん溶けることと関係があるのかな？



それでは、溶解度と温度の関係を表すグラフに測定値をとり、比べてみましょう。質量と温度を示す軸が、先ほどのグラフとは逆になっているので注意しましょうね。

測定によって求められた結晶が析出し始める温度のグラフは、文献にある溶解度の値（溶解度曲線）から得られるグラフに近いグラフになった。



グラフや実験からどのようなことがわかりますか？



◎物質を溶かしきることのできる温度と、結晶が析出しはじめる温度は、同じなのではないか。

◎ちょうど溶けきる状態（飽和状態）と、結晶が出てくる状態は同じ状態なのでは。

図1 実験1の結果

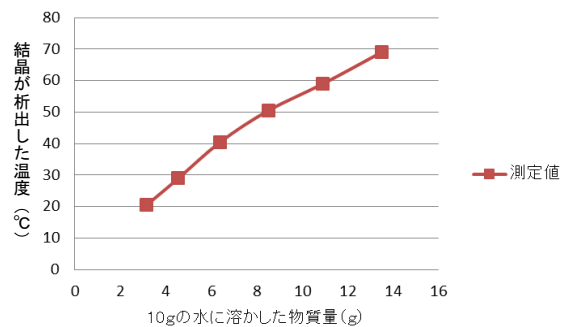
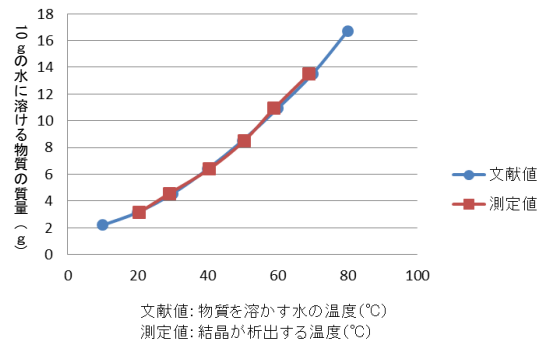


図2



結論①

■ 10gの水に一定量の物質がちょうど溶けきる温度と、結晶が析出し始める温度は同じである。

●本時の判断基準

	評価規準	A 基準 (十分満足できる)	B 基準 (おおむね満足できる)	努力を要する 生徒への手立て
第二時	【技能】溶解度の測定実験の結果をもとに、溶解度曲線を作成することができる。	縦軸、横軸の目盛りを、測定範囲にあった適切な間隔でグラフ用紙にとり、誤差があることを踏まえ、グラフを作成することができる。	測定値、及び縦軸・横軸の目盛りを正しく取り、グラフを作成することができる。	縦軸・横軸の目盛りの取り方やプロットの取り方、線の書き方などを説明する。

第2時

【第2時について】

第1時の実験で、溶解度を自ら測定したことで、実感を伴ったグラフを描くことができた。第2時では、見えない水溶液中の様子をイメージ図で表し、より深い理解につなげる。水溶液のイメージ図を理解し、実験1で得たグラフと関連付けて考えることで、溶解度曲線の理解を深める。



前の授業で行った実験では、ある温度になると急に結晶が出てきましたね。温度を下げるに従って、水溶液中では一体どのようなことが起きているのでしょうか？ 80℃の水 100g に、85.2g の硝酸カリウムを溶かした水溶液について考えてみましょう。

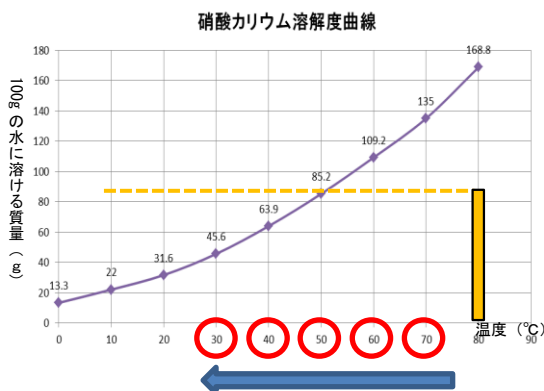
【手順】に従って、ワークシートに第1時の実験で見られた現象のイメージを図に表し、溶解度曲線との関連させて、溶解・析出についての理解を深める。

手順① それぞれの温度で、何 g の溶質を溶かすことができるか、溶解度曲線から読み取り、吹き出し①の（ ）に質量を書き入れる。

手順② 70℃を参考に、溶かすことができる硝酸カリウムの質量を○の数で表す。
(ただし、○1つを 10g として表すこと。)

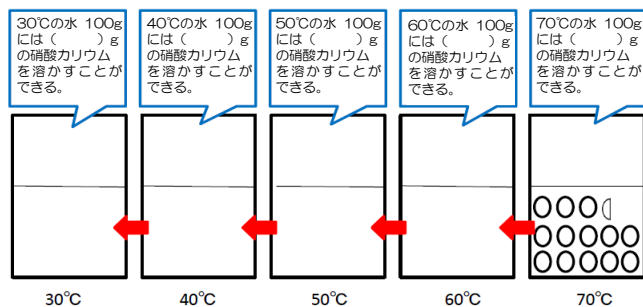
手順③ 実際に入れた 82.5g の硝酸カリウムの分だけ○に色をぬる

実験②

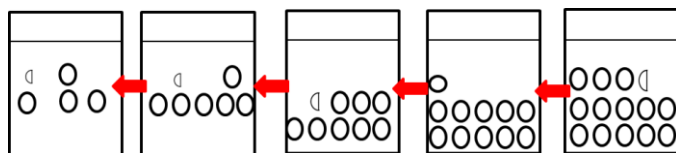


手順①

ステップをふみながら、水溶液の状態をイメージ化できるようにする。



手順②



あれ？手順③で、水の温度が 40℃以下になると、溶かすことのできる硝酸カリウムよりも、入れた質量の方が多くなってしまふから色がぬれないよ。



30℃、40℃では、もともと水に加えた硝酸カリウム 85.2g 分の色がぬれませんか。色がぬれない分はどうなるのでしょうか？前時の実験を思い出してみましょう。

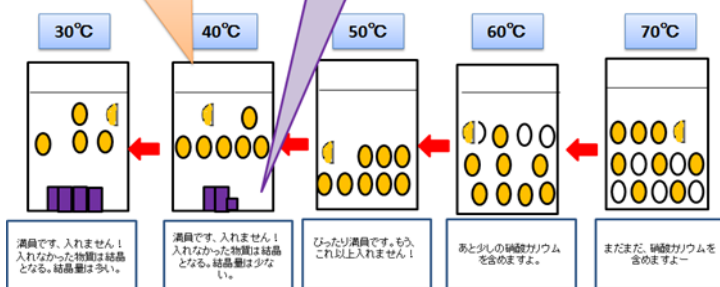


前の時間の実験では、ある温度を下回ると急に結晶が出てきたね。

30℃や 40℃で、入れた物質分の色がぬれなくなったことと、結晶が出てくることには何か関係があるんじゃないかな

あれ、85.2g 分の色がぬれなかったよ。どうなったのだろうか？

溶け切れなかった分、結晶として出てきたね



考察②



前時の実験では、いきなり結晶が出てきたように感じましたが、実際は水溶液中でどのような変化がおこっていたと考えられますか？イメージ図を参考にして説明しましょう。



○水溶液の温度を下げると、溶けることができる硝酸カリウムの量が減り、だんだんと限界に近づいていく。

◎硝酸カリウムの席が全部うまってしまうと、残りはあふれ出てしまう。これが出てきた結晶だと考えられる。

◎結晶ができるとき、溶液はいつも満席状態（＝飽和）である。

結論②

- 飽和状態とは、ある溶質が限界まで溶けている状態のことである。
- 溶質を溶かした高温の水溶液の水温を下げていくと、まだ溶け込むことができる硝酸カリウムの量は徐々に減少し、やがて飽和状態になる。さらに温度を下げると、溶け込むことができなくなった硝酸カリウムが結晶として析出し始める。
- 結晶が析出しているとき、水溶液は常に飽和状態である。



では、今、作ってきたイメージ図を溶解度曲線にあてはめて考えてみましょう。イメージ図を合わせて考えると、溶解度曲線のグラフから何が読み取れるでしょうか？

学びのポイント②

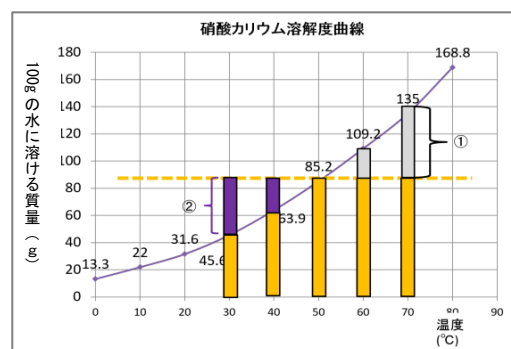
再結晶のしくみを水溶液のイメージ図で捉え、それをグラフに置き換えて説明する。まとめた内容は班やクラスで交流し、他者の意見も書き込む。

考察③



◎グラフ中の①は 70℃のときにまだ溶けることができる硝酸カリウムの質量を表している。この値は温度が高くなるほど大きくなる。

◎グラフ中の②は 30℃にしたとき析出する結晶として析出した硝酸カリウムの質量を表している。この値は温度が低くなるほど大きくなる。



グラフから具体的にわかることを、数字を使って説明してみましょう。

◎①の質量も②の質量も、水溶液イメージ図をグラフにあてはめて考えれば、簡単な計算で求めることができる。

結論③

- 温度を低くしていくと、まだ溶けることができる物質の質量が減少していく。グラフから、その質量を求めることができる。
【まだ溶けることができる物質の質量＝その温度での溶解度－水溶液中の物質の質量】
- 飽和状態になった後は、温度が低くなるに従って、析出する結晶の質量は増加していく。グラフから、その質量を求めることができる。
【析出する結晶の質量＝水溶液中の物質の質量－その温度での溶解度】

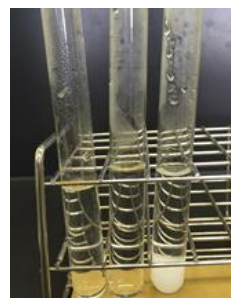
●本時の判断基準

	評価規準	A 基準（十分満足できる）	B 基準（おおむね満足できる）	努力を要する生徒への手立て
第二時	【思考】第1時の実験結果から再結晶の仕組みを水溶液のイメージ図で捉え、溶解度のグラフと関連付けて考え説明できる。	再結晶の仕組みを水溶液のイメージ図で捉え、溶解度のグラフと関連付けて考え説明でき、析出量やさらに溶ける量についても定量的に計算できている。	再結晶の仕組みを水溶液のイメージ図で捉え、溶解度のグラフと関連付けて考え、説明している。	水溶液のイメージ図を実際に書きながら説明する。

活用関連

水溶液に溶けている溶質を特定する実験方法を考えることで、溶解度についての理解を深める。

塩化ナトリウム、硝酸カリウム、ミョウバンが6g ずつあります。
これらの物質を別々の試験管に入れ、水を10g ずつ加えました。
ところが……ラベルをつけるのを忘れてしまいました！！



観察の計画

どの試験管に何が入っているかを特定するためには、どのような実験をすればよいだろうか？ただし、物質を特定するために、顕微鏡で結晶の形を確かめられるよう、3種類とも結晶として取り出すこと。



溶解度曲線を活用して、溶質を特定する実験の方法を考えましょう。

学びのポイント③

溶解度曲線を利用して、再結晶により物質を取り出す方法を見通しをもって考え、実験計画を立てる。実験計画は班やクラスで交流し、他者の意見も書き込む。

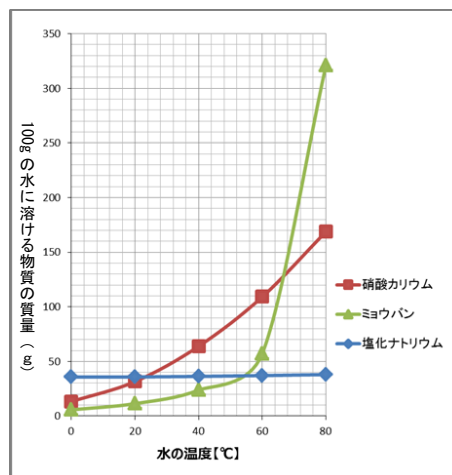
ワークシート（別紙参照）を使いながら、自分が計画した実験内容にしっかりと見通しを持たせるようにする。

それぞれが考えた実験方法の意図を説明し合い、答えが一つではないことに気付かせる。その上で、どの方法が最も正確で簡単にできるかを検討させる。

前時で学んだ溶解度曲線のグラフを利用して水溶液を特定する方法を思考することにより、さらなる知識の定着を図る。

科学的な思考力
育成のポイント

知識定着の
ポイント



第4時の実験へ続く

【参考】

このプランでは、塩化ナトリウムが溶け残る「溶質6g」の場合を例として挙げたが、溶質を3gにし、すべての物質が溶ける状態から塩化ナトリウムを蒸発乾固で取り出すまでの計画を考えさせてもよい。

振り返り

- 溶解度曲線を利用すると、水溶液中の溶質を特定することができる。
- 水溶液中の見えない変化をイメージしてグラフと合わせて考えると、結晶ができるしくみがよくわかった。



生徒のさらなる疑問・興味を期待する

- 気体の溶解度も固体と同じく水の温度が上がるに従って大きくなるのだろうか？
- 氷砂糖はショ糖を結晶化させて作っているらしい。溶解度がとても大きいショ糖をどうやって再結晶させているのだろうか？

●本時の判断基準

	評価規準	A 基準 (十分満足できる)	B 基準 (おおむね満足できる)	努力を要する 生徒への手立て
第三時	【思考】溶解度曲線のグラフの違いから、水溶液を特定する実験を見通しをもって計画し、その内容を説明することができる。	溶解度曲線を利用して、再結晶で水溶液から物質を取り出す方法について、見通しをもつて具体的に計画を立てるとともに、グラフの数値を使って定量的に考え、追究していくことができる。	溶解度曲線を利用して、再結晶で水溶液から物質を取り出す方法について、見通しをもつて計画を立てながら、追究していくことができる。	溶解度曲線を使って、温度変化に伴って溶解度が変化することを説明する。