

高等学校化学における溶液の指導方法の検討[†]

千葉祐輔*・山田洋一**
 神奈川県立津久井高等学校*
 宇都宮大学教育学部**

概要 平成25年度教育実践研究(千葉祐輔, 於:私立横浜高等学校)で行った溶液の指導内容の範囲において、実際に指導することによって得られた課題から、溶液の指導方法を検討した。また、教科書の内容を調査し、それぞれの教科書のよい点や改善点を挙げながら、溶液で取り扱う内容をどのように指導していけばよいのかを考察した。それらをもとにして、生徒が視覚的に理解できる教材の開発及び実験教材の開発を行った。

キーワード: 教育実践研究, 高等学校化学, 溶解平衡, 気液平衡, 蒸気圧降下

1. はじめに

現行の高等学校学習指導要領¹⁾は、平成18年から約3年に及ぶ審議を経てまとめられた中央教育審議会答申を踏まえて修正・改訂され、平成21年3月9日に公示された。数学及び理科は平成24年度より先行実施されている。

今回の改訂では、子どもたちが変化の激しいこれからの社会を生きるために、確かな学力(基礎的な知識・技能を習得し、それらを活用して、自ら考え、判断し、表現することにより、様々な問題に積極的に対応し、解決する力)、豊かな心(自らを律しつつ、他人とともに協調し、他人を思いやる心や感動する心などの豊かな人間性)、健やかな体(たくましく生きるための健康や体力)の知・徳・体をバランスよく育てることによって子どもたちの「生きる力」を育成することを目指している。改訂の基本的考え方として、①教育基本法改正等で明確になった教育の理念を踏まえ、「生きる力」を育成、②知識・技能の習得と思考力・判断力・表現力等の育成のバランスを重視、③道徳教育や体育などの充実により、

豊かな心や健やかな体を育成が挙げられている。

また、新学習指導要領は、「生きる力」を育成する具体的な手立てとして、(1)改正教育基本法や学校教育法を踏まえた教育内容の改善を行うこと、(2)学力の重要な要素である基礎的・基本的な知識・技能の習得、思考力・判断力・表現力等の育成及び学習意欲の向上を図るために、特に言語活動や理数教育を充実すること、(3)子どもたちの豊かな心と健やかな体をはぐくむために道徳教育や体育、芸術・文化に関する教育を充実すること、といった基本的な考え方に基いて改訂されているため、理科教育を充実させることが重要となってきた。主な改善事項を挙げると、知識・技能を活用する学習や探究する学習を重視(「理科課題研究」の新設等)、指導内容と日常生活や社会との関連を重視(「科学と人間生活」の新設)である²⁾。

新学習指導要領により、高等学校で学習する化学は、「化学基礎」と「化学」に分けられた。本研究で扱う溶液は、「化学」の物質の状態と平衡の中に位置づけられている。物質の状態や平衡は、粒子やイオンなどの動きが目に見えないため、理解することが難しい内容である。そこで本研究では、粒子やイオンなどの動きがわかる教材の作成や教科書の内容の検討、高等学校での実践をもとに、生徒の理解を高められる溶液の指導方法の検討を目的とした。

2. 教育実践研究(於:私立横浜高等学校)における成果と問題点

[†] Yusuke CHIBA* and Yoichi YAMADA**:
 TITLE A Study of Tutorial Methods about the
 Natures of Solution on the Chemistry of High
 School

Keywords: dissolution equilibrium, vapor-liquid
 equilibrium, vapor pressure depression

* Kanagawa Prefectural Tsukui High School

** Faculty of Education, Utsunomiya University
 e-mail: yamadayo@cc.utsunomiya-u.ac.jp

A. 教育実践研究における指導内容

平成25年6月10日(月)から6月21日(金)まで、私立横浜高等学校2年A組(男子23名)において溶液の指導を行った。授業で取り扱った内容と使用した資料は以下のとおりである。

	題目	指導内容
1	溶解	<ul style="list-style-type: none"> ・溶解の仕組み ・電離及び電解質(強電解質・弱電解質) ・電解質の溶解の仕組み(イオン結晶の溶解) ・非電解質の溶解の仕組み(極性分子の溶解) ・無極性分子の溶解
2	溶解平衡	<ul style="list-style-type: none"> ・溶解しやすさの一般的な傾向 ex.水と油 ・問題演習・溶解平衡・飽和溶液・固体の溶解度・溶解度曲線の読み方
3	固体の溶解度	<ul style="list-style-type: none"> ・飽和溶液(g)=水100(g)+溶解度(g) ・固体の溶解度の問題 ・固体の溶解度の解法 <ul style="list-style-type: none"> ①温度を下げて溶質を析出させる → 飽和溶液:析出量=(100+溶解度):溶解度差 ・問題演習 例題1(教科書P.52)・例題2
4	固体の溶解度	<ul style="list-style-type: none"> ・固体の溶解度の解法 <ul style="list-style-type: none"> ②水を蒸発させる,または水を加える。 水の蒸発 100:溶解度=水の蒸発量:蒸発した水に溶けることのできる溶質量 水の追加 100:溶解度=加えた水の量:加えた水に溶けることのできる溶質量 ・問題演習 例題3・例題4 ・質量パーセント濃度,モル濃度,質量モル濃度 ・問題演習(質量モル濃度)
5	蒸気圧降下	<ul style="list-style-type: none"> ・純溶媒と溶液の蒸発のしくみ ・蒸気圧降下 ・沸点上昇・沸点上昇度Δt ・問題演習(沸点上昇)
6	凝固点降下	<ul style="list-style-type: none"> ・凝固点降下 実験
7	凝固点降下	<ul style="list-style-type: none"> ・凝固点降下の原理 ・凝固点降下の例 <ul style="list-style-type: none"> ①自動車のラジエーターの不凍液に用いられるエチレングリコール ②陸上部が冬期にグラウンドなどにまく塩化カルシウム CaCl_2 ③凍らせたアケリアス ・凝固点降下度Δt ・冷却曲線 ・問題演習(問題集)

B. 教育実践研究の成果と問題点

溶解の仕組みでは、図を用いながらイオン結晶の溶解の仕組みと極性分子の溶解の仕組みについて説明を行った。しかし、分子やイオンがどのように動いているのかイメージしづらかったため、理解している生徒は少なかった。溶媒の極性と物質の溶解性については、説明のみで指導したのだが、演示実験を行って実際に溶媒の極性によって物質が溶解するかどうかを確認しながら授業を展開していけば、生徒の理解が高まったかもしれない。

溶解平衡においても図を用いながら説明を行ったが、生徒にとっては難しい内容だったようであった。これも分子やイオンの動きがわかる動画を作成し、それを用いながら指導していけば、生徒が理解できたと思われる。固体の溶解度と溶解度曲線については、実際に溶解度曲線を用いながら説明を行ったため、生徒の理解度は高かったように感じた。さらに、他クラスとの進捗の関係から、固体の溶解度に関する問題演習を2時間かけて行った。固体の溶解度の問題は、問題傾向を分析して解答する際のポイントを簡潔に説明しながら演習を行っていく必要があると感じた。

蒸気圧降下及び沸点上昇の内容は、研究授業で行った。まず、同温・同量の純溶媒と溶液の蒸発を表した図(資料5)からどのようなことがいえるのか生徒に考えさせた。ここでは、図の溶媒分子の蒸発する数の違いに着目し、そこから純溶媒と溶液の蒸気圧は溶液の方が蒸気圧が低くなることに気づくことがねらいであったが、この図から溶液の方が蒸気圧が低くなることを導けた生徒は約半数であった。これは、図がわかりづらいためであり、実際に蒸気圧降下の現象を見せながら指導していけば、生徒の理解度も高まるのではないかと考えている。

蒸気圧降下を「同温度の純溶媒と溶液の蒸気圧は、溶液の方が低くなる」と定義した後、純溶媒と溶液の蒸気圧曲線を用いて蒸気圧降下及び沸点上昇を資料6を用いて説明した。ここで、温度 t_1 のとき、純溶媒の蒸気圧が大気圧($1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$)になるとすると、純溶媒は沸点の定義から沸騰が起ることを条件付けし、温度 t_1 のとき、溶液の蒸気圧が大気圧($1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$)にするにはどうしたらよいかを生徒に考えさせた。ここでは、図から溶液の蒸気圧が大気圧($1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$)になる温度(t_2)まで温度を上げればよいことを、ほとんどの生徒が導くこと

ができていた。沸点上昇度の説明は、この蒸気圧曲線を用いて行ったため、生徒もわかりやすかったのではないと思われる。沸点上昇の指導においては、蒸気圧曲線を用いながら指導していくとよいことがわかった。

凝固点降下では、実験を行わせてから凝固点降下の説明を行った。実験は、純溶媒の凝固点測定、1 mol/kgのグルコース溶液及び1 mol/kgのNaCl溶液の凝固点測定を行った。温度測定の際に、かくはん棒を用いて絶えず攪拌させていたが、教科書によっては攪拌せずに凝固点を測定しているものもあった。攪拌の影響で実験結果が上手く出たグループと出なかったグループがあったのかはわからないが、予備実験の際に様々な条件で実験を行っておく必要性を改めて感じた。

凝固点降下の原理では、純溶媒と溶液の凝固の様子を表した図を用いて説明を行うとともに、凝固点降下の例を挙げながら授業を行った。凝固点降下の例は以下の3つを挙げた。

- ①自動車のラジエーターの不凍液に使われるエチレングリコール
- ②陸上部が冬期にグラウンドなどにまく塩化カルシウムCaCl₂
- ③凍らせたアクエリアス

特に③の例は、凍らせたアクエリアスを溶かしながら飲むと最初甘く、だんだん薄くなっていくのは、アクエリアスが凍るときに凝固点降下が起こり、はじめはアクエリアス中の水分が凝固していき、そのうちアクエリアス溶液が凝固するためであることを説明した。これは生徒にとってごく身近な例であったため、生徒の理解度が高かったと感じた。凝固点降下度の説明は、教科書に掲載されている純溶媒と溶液の冷却曲線を用いて行ったため、沸点上昇度の説明と同様に生徒もわかりやすかったのではないと思われる。

以上が教育実践研究で行ってきた授業に関する成果と課題である。溶液の指導においては、分子やイオンの動きが目に見えないため、生徒の理解が難しい内容である。このため、演示実験を行ったり、分子やイオンの動きを表した動画を作成しそれを用いた指導を実践したりすることによって、生徒の理解が高められるのではないと思われる。また、蒸気圧降下では、演示実験を行うまたは実験動画の利用により、実際に蒸気圧降下の現象を見ることによ

て視覚的な理解を図りながら指導をしていけばよいのではないかと考える。

3. 溶液の指導方法の検討

前章に示した教育実践研究の成果と問題点及び第教科書³⁾⁹⁾の内容調査によって、様々な溶液の指導上の課題が見出された。溶液の指導上の問題点を解決するため、視覚的な理解を伴った溶解の仕組み及び溶解平衡のICT教材の作成と、実験動画の利用による視覚的な理解を伴った蒸気圧降下の指導を行うための実験教材の開発を行った。

A. 溶解の仕組みのICT教材作成

溶解の仕組みは、図を用いながら説明されるが、分子やイオンがどのように動いているのか示されていないことが多く、生徒にとってはイメージしづらい。そのため、溶解の仕組みを理解している生徒は少ない。ここではパワーポイント（以下、PPT）による動画を作成してそれを用いた指導方法を提案する。PPTによる作例の1つを以下に示す。

●イオン結晶の溶解

↓

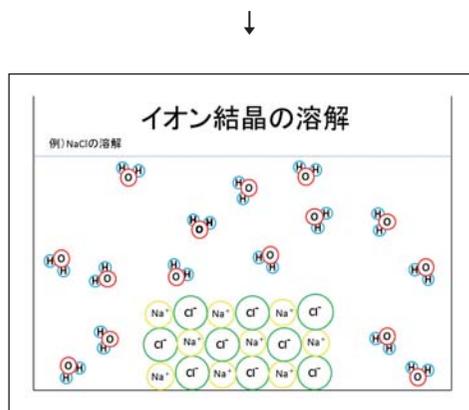
イオン結晶の溶解

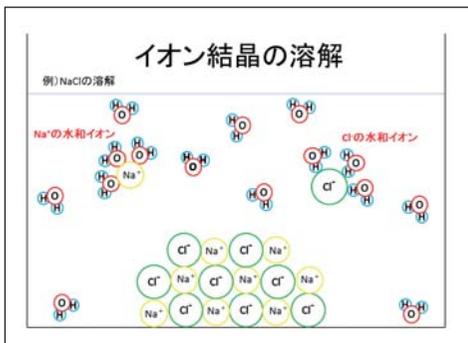
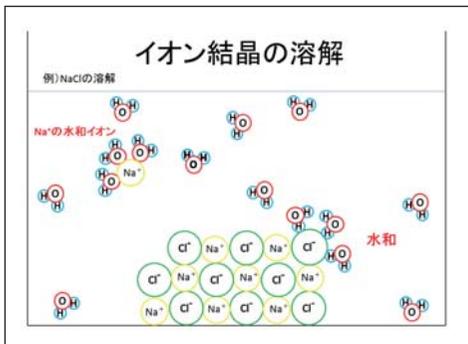
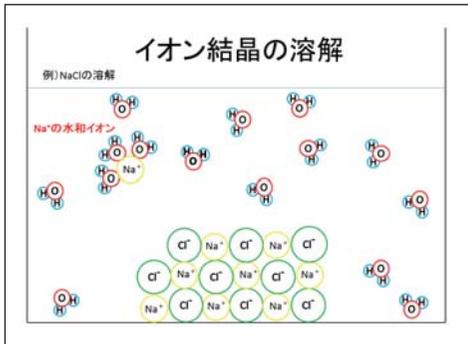
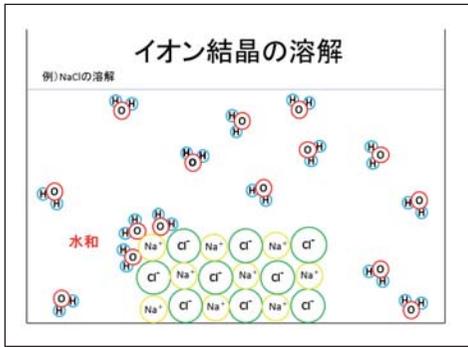
例) NaCl の溶解

- ・水分子は極性（H原子： $\delta+$ 、O原子： $\delta-$ ）をもつ
- ・NaCl の結晶表面のNa⁺とCl⁻

Na⁺：静電的な引力で水分子のO原子に囲まれる

Cl⁻：静電的な引力で水分子のH原子に囲まれる





イオン結晶の溶解は、全ての教科書で取り上げられているNaClを例に作成した。まず、固体のNaClが水中にあることを示し、このNaClのNa⁺イオンと水分子の極性 (δ^-) が引き合って水和することを水分子の極性 (δ^-) がNa⁺に引きよせられる動きで表現した。このNa⁺イオンと水分子の極性 (δ^-) が引き合って水和してできたものをNa⁺の水和イオンといい、この水和イオンが拡散していくことを表した。次に、NaClのCl⁻イオンと水分子の極性 (δ^+) が引き合って水和することを水分子の極性 (δ^+) がCl⁻に引きよせられる動きで表現した。このCl⁻イオンと水分子の極性 (δ^+) が引き合って水和してできたものをCl⁻の水和イオンといい、この水和イオンが拡散していくことをNa⁺と同様に表した。

塩化水素の溶解では、塩素分子のH⁺が、塩素分子の近くに存在している水分子の極性 (δ^-) に引きよせられ、オキソニウムイオン (H₃O⁺) ができることを示し、塩素分子のCl⁻イオンは周囲の水分子の極性 (δ^+) と引き合って水和することを表した。

極性分子の溶解は、エタノールの例に作成した。エタノールの極性 (-OH) と水分子の極性が水素結合することを示した。

(-OHのO (δ^-) とH₂Oの極性 (δ^+) 及び -OHのH (δ^+) とH₂Oの極性 (δ^-))

この動画の利用によって、分子がどのように動くことで水和し拡散していくのかという溶解の仕組みを視覚的に理解できると考えられる。

B. 溶解平衡のICT教材作成

溶解平衡では、物質がどのように溶解していくのかを表す必要がある。よって、飽和溶液がどのような状態であるかを示すとともに、見かけ上溶解も析出も起こっていない状態を表す溶解平衡を、単位時間に溶解する粒子数と析出する粒子数が等しいことで表さなければならない。したがって、緑の分子が溶解していく様子から、ある程度溶解すると析出も同時に起こるが、溶解する粒子の方が多ことを示し、飽和溶液になると溶解する粒子数と析出する粒子数が等しいことを動画によって表した。

C. 蒸気圧降下の実験教材の開発

蒸気圧降下は、教科書の図がわかりづらかったり、正しい図が示されていないかたりすることから、生徒が視覚的に理解することが困難となっている。したがって、実験教材及び実験動画の作成によって、生徒が視覚的に理解することができるような蒸気圧

降下の教材の開発を行った。

4. 蒸気圧降下の実験教材の作成及び実験動画の撮影

色をつけた流動パラフィンの液面の変化により、同温度の純溶媒と溶液の蒸気圧は、溶液の方が低くなる蒸気圧降下の現象を、視覚的に学習するための実験教材を作成し、その実験動画を記録した。

【実験器具及び試薬】

200mL丸底フラスコ、100mLメスフラスコ、100mLビーカー、ゴム栓、ガラス管、駒込ピペット、恒温槽、流動パラフィン、イオン交換水、食塩、メチルオレンジ

【実験手順】

(1) 流動パラフィンの用意

- ①100mLビーカーに流動パラフィンを20～30mL入れ、そこにメチルオレンジを入れて着色する。着色するのは、液面の高さの違いをはっきりさせるためである。
- ②U字ガラス管（図1）にゴム栓を付け、①の流動パラフィンを液面の高さが8～10cm（図2）になるように駒込ピペットを使って入れる。



図1. 今回制作したガラス製U字管



図2. 流動パラフィンを入れたガラス管

(2) 純溶媒と溶液の蒸気圧降下

- ①塩化ナトリウム5.85gを少量の純水に溶かし、100mLメスフラスコを用いて1.0mol/L塩化ナトリウム水溶液をつくる。
- ②200mL丸底フラスコに①の溶液を入れる。体積の誤差をなくすため、もう一方の200mL丸底フラスコに100mLメスフラスコではかりとった純水100mLを入れる。
- ③②の丸底フラスコに図3のガラス管を取り付け、50℃の恒温槽に入れて実験を行い、液面の高さの変化を観察する。

- ④実験が終了したら丸底フラスコを常温で冷まし、これが冷めたら60℃の恒温槽に入れて実験を行い、液面の高さの変化を観察する。

【実験結果】

- 1回目 70℃の恒温槽で予備実験を行ったが、反応が速かったことと、ガラス管の片側に流動パラフィンが移動してしまい、液面の高さの変化が見られないということが起こった。このことから、70℃は実験条件として不適当であると考えたため、温度を50℃及び60℃に設定し、実験を行うことにした。実験時間は15分から20分の間で行った。
- 2回目 50℃と60℃で行った実験（表1）の結果を以下に述べる。

表1. 塩化ナトリウム 5.8521g / 100mL H₂O

	温度(℃)	左	右
1	50℃	溶液	純溶媒
2	60℃	溶液	純溶媒
3	50℃	純溶媒	溶液
4	60℃	純溶媒	溶液
5	60℃	溶液	純溶媒
6	60℃	溶液	純溶媒

今回行った実験では、流動パラフィンの液面の高さに変化が見られ、純溶媒側より溶液側の流動パラフィンの液面の高さが高くなったが、実験直後に流動パラフィンの液面の高さが純溶媒側の方が高くなってしまったことがあった。これは、液体の体積や丸底フラスコの熱容量の違いによるものと考えられる。よって、液体の体積は溶液調整で用いたメスフラスコを使用することで誤差の影響を少なくした。丸底フラスコの熱容量の違いは調整が難しい。しかし、この実験においては初期条件を揃えるよりも、流動パラフィンの液面の高さが変化して溶液側が高くなることが重要なので、その変化を追うことにした。また、平衡状態になると液面の高さが変わらなくなったり、溶液側の方が低くなってしまったりすることがあった。したがって、流動パラフィンの液面の高さが変化し、その変化の割合が見られなくなる前（約5分～7分）に実験を終了し、実験動画の撮影を行うことにした。

- 3回目 今回の実験では、恒温槽の温度は50℃と

60℃に設定した（表2）。また、左側を溶液、右側を溶媒とし、実験時間は流動パラフィンの液面の高さに変化が見られてから5分～7分間とした。写真を図3～6に示す。

表2. 塩化ナトリウム 5.8510g / 100mL H₂O

	温度(℃)	左	右
1	50℃	溶液	純溶媒
2	60℃	溶液	純溶媒



図3. 50℃ 液面変化直後



図4. 50℃ 実験終了時



図5. 60℃ 液面変化直後



図6. 60℃ 実験終了時

今回の実験では、流動パラフィンの液面の高さに変化が見られ、純溶媒側より溶液側の流動パラフィンの液面の高さが50℃では3.5cm、60℃では11.0cm高くなった。また、5分～7分間の実験動画の撮影にも成功した。

今後の課題としては、実験動画と写真を用いて、色つけた流動パラフィンの液面の高さが溶液の方が高くなることから、流動パラフィンの液面を押し圧力は溶液の方が小さいことを理解させ、同温度の純溶媒と溶液の蒸気圧は溶液の方が低くなる蒸気圧降下の現象を視覚的に学習させることができるのかを検証するため、本実験教材を利用した蒸気圧降下の指導を行い、生徒の理解度を調査することである。

5. まとめ.

本研究では、教育実践研究（高等学校教育実習）で行った溶液の指導内容の範囲において、実際に指

導することによって得られた課題から、溶液の指導方法を検討した。また、教科書の内容を調査し、それぞれの教科書のよい点や改善点を挙げながら、溶液で取り扱う内容をどのように指導していけばよいのかを考察した。それらをもとにして、生徒が視覚的に理解のできる教材開発及び実験教材開発した。

教育実践研究での指導では、溶液の指導において視覚的教材（PPTによる動画や実験動画の利用・演示実験・生徒実験の実施 など）の重要性を改めて実感するとともに、溶液の指導における様々な問題点を見つけることができた。

また、実験教材の開発では、同温度の純溶媒と溶液の蒸気圧は溶液の方が低くなる蒸気圧降下の現象を、流動パラフィンの高さの変化によって視覚的に理解できる実験を行い、実験動画の作成を行うことができた。実験に関しては、流動パラフィンの着色方法や溶液の濃度の調整、温度条件の設定など実験結果をより見やすくするために検討すべきことがあると思われる。

溶液の指導において一番重要なことは、目に見えない分子やイオンの動きをどのようにして生徒にイメージさせながら現象を理解させていくかということである。今後の課題としては、本研究で作成した教材を利用しながら溶液の指導を行い、それによる生徒の理解度を調査して指導上の課題を把握し、よりよい指導方法を検討していくことであると考えている。

本研究は、平成26年度科学研究費補助金「基盤研究（C）」により経費支援を受けて実施した。

参考文献及び注解

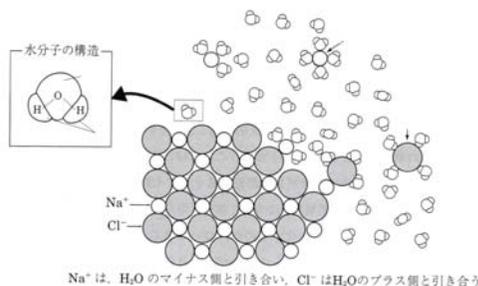
- 1) 高等学校学習指導要領
- 2) 高等学校学習指導要領解説 理科編
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/newcs/youryou/1304427.htm
 新学習指導要領対応教科書
- 3) 東京書籍 化学 [化学301]
- 4) 東京書籍 新編化学 [化学302]
<https://www.tokyo-shoseki.co.jp/textbook/h/4/>
- 5) 実教出版 化学 [化学303]
 ISBN : 978-4-407-20216-8
- 6) 実教出版 新版化学 [化学304]
<http://www.jikkyo.co.jp/highschool/rika/>

ISBN : 978-4-407-20217-5

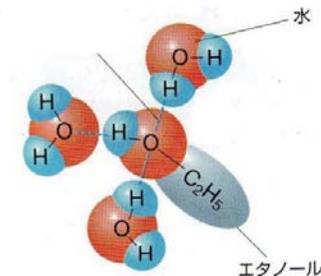
- 7) 啓林館 化学 [化学305]
<http://shinko-keirin.co.jp/keirinkan/text/kou/list.html?id=9cc56f963b61f03ff3878fabfb0d12be>
 ISBN 978-4-402-03703-1
- 8) 数研出版 化学 [化学306]
<http://www.chart.co.jp/goods/kyokasho/27kyokasho/rika/kagaku/>
- 9) 第一学習社 化学 [化学307]
<http://www.daiichi-g.co.jp/shuppan/textbook/40.html>
- 10) 平成25年度 教育実践研究（千葉祐輔，於：私立横浜高等学校）で使用した資料を次に示す。

【資料1】電解質の溶解のしくみ

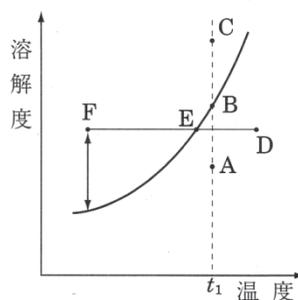
塩化ナトリウムの溶解のモデル



【資料2】非電解質（極性分子）の溶解のしくみ



【資料3】溶解度曲線の読み方



・ 温度 t [°C] における A ~ C 点

A 点 :

B 点 :

C 点 :

・ D 点から温度を下げていくと

E 点 :

F 点 :

【資料4】 固体の溶解度の問題の解き方

・ 飽和溶液 (g) = 100 (g) + 溶解度 (g) であることを用いて比例式を作る。

・ 固体の溶解度の問題は以下の3タイプがある。

① 温度を下げて溶質を析出させる。

② 水を蒸発させる, または水を加える。

③ 結晶水を含んだ溶質を析出させる。

① 温度を下げて溶質を析出させる。

→ 飽和溶液 : 析出量 = (100 + 溶解度) : 溶解度差

例題1 (教科書P.52)

硝酸カリウム KNO_3 が水 100g に溶ける量は, 80°C で 169g, 25°C で 38g である。硝酸カリウムの 80°C での飽和水溶液の質量パーセント濃度を求めよ。また, 硝酸カリウムの 80°C での飽和水溶液 400g を 25°C に冷却したら, 析出する硝酸カリウムは何gか。

例題2

NaNO_3 の溶解度は 50°C で 114.1g, 25°C で 91.9g である。50°C の NaNO_3 飽和溶液 200g には NaNO_3 が何g 溶けているか。また, この飽和溶液を 10°C にすると析出する NaNO_3 は何gか。

② 飽和溶液の水を蒸発させる, または水を加える。

水を蒸発 → 水 100 (g) : 溶解度 = 蒸発させた水の量 (g) : 水の蒸発により析出する固体の量

水を追加 → 水 100 (g) : 溶解度 = 加えた水の量 (g) : 加えた水に溶解する固体の量

例題3

NaNO_3 の溶解度は 80°C で 150g, 20°C で 90g とする。

80°C の飽和溶液 100g を 20°C に冷却した後, 20g の水を蒸発させると何g の結晶が析出するか。

例題4

硝酸カリウム KNO_3 の溶解度は, 10°C で 20g, 60°C で 110g である。60°C の KNO_3 飽和溶液が 500g ある。この溶液に 60°C の水 100g 加えた後, 10°C ま

で冷却すると, 析出する KNO_3 は何gか。

練習問題

H=1.0 C=12 O=16 Na=23 Cl=35.5 Cu=64 とし、次の間に答えよ。

(1) 水 100g にグルコース $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 90g 溶かしたときの質量モル濃度は何 mol/kg か。

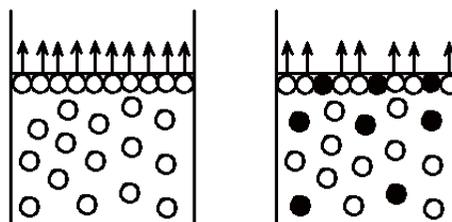
(2) 水 200g に炭酸ナトリウム Na_2CO_3 53g 溶かしたときの質量モル濃度は何 mol/kg か。

(3) 水 400g に塩化ナトリウム NaCl 23.4g 溶かしたときの質量モル濃度は何 mol/kg か。

(4) 水 300g に塩化銅(II) CuCl_2 81g 溶かしたときの質量モル濃度は何 mol/kg か。

(5) 水 500g にスクロース $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ 171g 溶かしたときの質量モル濃度は何 mol/kg か。

【資料5】 溶液の性質



純溶媒

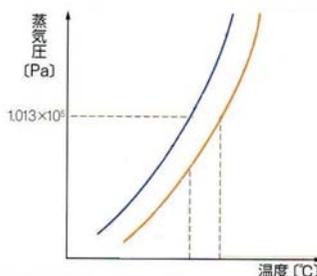
溶液

○ 溶媒分子 ● 溶質分子

上の図は純溶媒と溶液の蒸発の様子を表した図である。

この図からどのようなことがいえるだろうか。

【資料6】 蒸気圧降下と沸点上昇



問題

H=1.0 C=12 O=16 とし, 水のモル沸点上昇を $0.52(\text{K} \cdot \text{kg}/\text{mol})$ とする。

水 100g に 90g のグルコース $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ を溶かしたときの水溶液の沸点は何度になるか。

(2015年 3月31日 受理)