高校化学 L01 第 75 講 固体の溶解度

対象：高 2 相当

この講でできるようになること

- 固体の溶解度の意味を、水 100 g を基準として説明できる。
- 一定温度で溶液が飽和か不飽和かを判断できる。
- 固体と飽和溶液が共存するとき、溶解と析出が同じ速さで続いていることを粒子で説明できる。
- 温度ごとの溶解度を使って、溶ける量と溶け残る量を求められる。

1. 固体の溶解度

溶解度

この講では固体の溶解度 S を、**一定温度で水 100 g に溶けうる溶質の最大質量**として表す。

例えば、20 ℃である物質 X の溶解度が 20.0 g なら、20 ℃の水 100 g には X が最大 20.0 g まで溶ける。基準となる 100 g は溶液の質量ではなく、**水の質量**である。

水の量が 100 g でないとき

水の質量を w g、溶解度を S g とすると、その温度で水に溶けうる溶質の最大質量は次の関係で求められる。

$$\text{最大溶解量} = S \times \frac{w}{100}$$

十分に混ぜて時間を置き、温度が一定に保たれているとする。投入した溶質が最大溶解量以下ならすべて溶け、最大溶解量を超えた分は未溶解の固体として残る。

2. 飽和溶液と不飽和溶液

飽和と不飽和

その温度で溶解度に達している溶液を**飽和溶液**という。まだ溶解度に達しておらず、さらに溶質を溶かせる溶液を**不飽和溶液**という。

飽和かどうかは「底に固体が見えるか」だけで決めない。最大量がちょうどすべて溶けて固体が見えない場合でも、その溶液は飽和している。

溶け残った固体は溶液に含めない

溶質を溶解度より多く加えて固体が残った場合、溶液の質量に含めるのは**実際に溶けた溶質と水**である。

未溶解の固体まで飽和溶液の質量へ加えてはいけない。ただし、容器内にある物質全体の質量を求める場合には、未溶解固体も含める。

©ミライコーチング

かき混ぜることと溶解度

かき混ぜると、溶質と水が接触しやすくなり、溶解が進む速さを大きくできる。しかし、一定温度における溶解度そのものが、かき混ぜたことによって増えるわけではない。

この講では、十分に混ぜた後に時間を置き、その温度で到達した状態を比較する。

3. 飽和溶液と固体の間では粒子が出入りしている

見かけ上変化しなくても粒子は動いている

一定温度で未溶解の固体と飽和溶液が共存し、十分な時間が経過した状態を考える。このとき、固体から溶液中へ移る粒子と、溶液中から固体へ戻る粒子の出入りは止まっていない。

同じ時間あたりに溶解する粒子数と析出する粒子数が等しくなると、溶けている量と未溶解固体の量は平均として変化しなくなる。

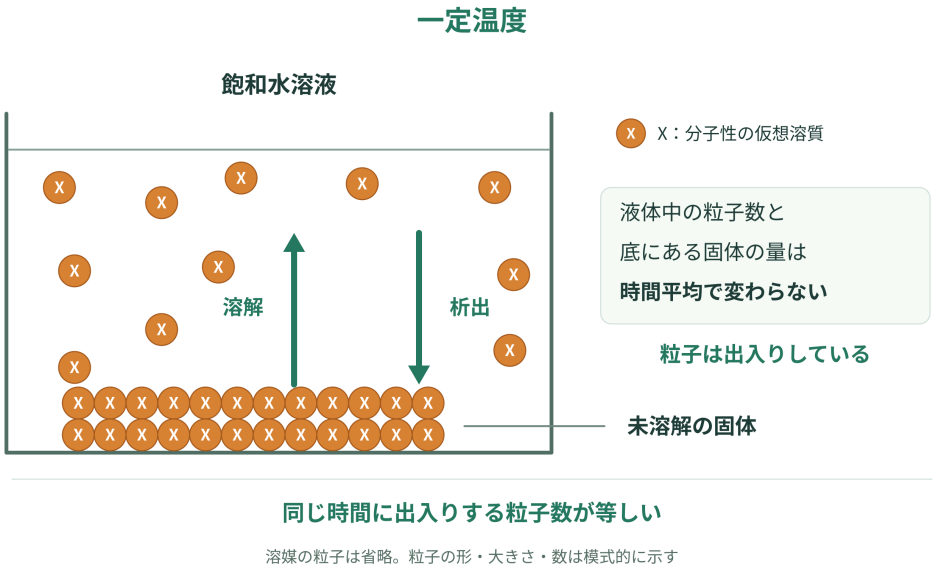


図 1　飽和溶液と固体の間で続く粒子の出入り。

したがって、見かけ上の量が一定であることは、粒子の動きが止まったことを意味しない。水分子の運動や個々の溶質粒子の出入りも続いている。

4. 温度と溶解度

溶解度は物質と温度によって異なる

多くの固体では、温度が高くなると溶解度が大きくなる傾向がある。しかし、すべての固体が必ずこの傾向を示すわけではない。

そのため、「高温では粒子運動が活発だから、どんな固体でも必ず多く溶ける」と決めつけず、物質ごと・温度ごとに与えられた溶解度の値から判断する。

©ミライコーチング

例題

例題 1

仮想的な無水の分子性固体 X について、20 ℃での溶解度を水 100 g あたり 20.0 g とする。

20 ℃の水 150 g に X を 24.0 g 加え、十分に混ぜて時間を置いた。温度は一定で、蒸発・漏れ・化学反応は起こらないものとする。

1. X の最大溶解量を求め、できた溶液が飽和か不飽和か答えよ。
2. 問 1 の状態から X をあと何 g 加えるとちょうど飽和するか求めよ。また、そのときの溶液の質量を求めよ。

解答・解説

1.
20 ℃で水 150 g に溶けうる X の最大質量は $20.0 \times \frac{150}{100} = 30.0\,\mathrm{g}$ である。 実際に加えた X は 24.0 g で最大溶解量 30.0 g より少ないため、すべて溶ける。したがって、答えは**最大溶解量 30.0 g、不飽和溶液**である。

2.
飽和までさらに溶かせる量は $30.0 - 24.0 = 6.0\,\mathrm{g}$ である。 ちょうど飽和したとき、溶液には水 150 g と溶けた X 30.0 g が含まれるので、溶液の質量は $150 + 30.0 = 180\,\mathrm{g}$ となる。答えは**追加 6.0 g、飽和溶液 180 g** である。

すでに溶けている X 24.0 g は溶質であり、水の質量へ加えて溶解度の基準にしてはいけない。

例題 2

一定温度で、仮想的な固体 X とその飽和水溶液が同じ容器内で共存している。十分な時間が経過した後、溶液中に溶けている X の量と、未溶解固体 X の量は平均として変化していない。

1.「量が変わらないので、X の粒子は固体と溶液の間をまったく移動していない」という説明の誤りを述べよ。
2. 温度と水の量を変えずに少量の固体 X をさらに加え、十分に時間を置いた。飽和溶液中に溶けている X の質量が増えない理由と、未溶解固体の量がどうなるか説明せよ。

解答・解説

1.
量が変わらなくても、固体から溶液中へ移る粒子と、溶液中から固体へ戻る粒子の出入りは続いている。 本文の模式図のように、同じ時間あたりに溶解する粒子数と析出する粒子数が等しいため、溶けている X の量と未溶解固体の量が平均として一定に見えるのである。

2.
温度と水の量が同じなら、その温度で水に溶けうる X の最大量は変わらない。もとの液相はすでに飽和しているため、さらに固体 X を加えても、十分に時間を置いた後の液相中の溶質量は増えない。

追加した X は未溶解固体として残るため、**未溶解固体の量が増える**。かき混ぜても、一定温度での溶解度そのものが増えるわけではない。

例題 3

仮想的な無水の分子性固体 X の溶解度を次のように定める。

温度	水 100 g に対する X の溶解度
20 ℃	20.0 g
40 ℃	40.0 g

どちらの実験でも蒸発・漏れ・化学反応はなく、温度と水の質量は一定に保たれるものとする。

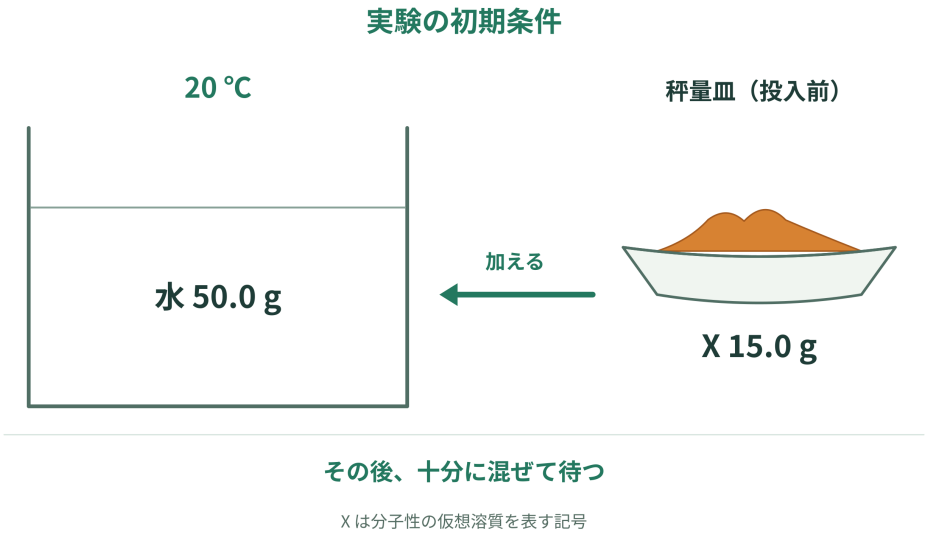


図 2　20℃の水 50.0g へ固体 X15.0g を加える実験の条件。

1. 20 ℃の水 50.0 g に X 15.0 g を加えて十分に混ぜ、時間を置いた。溶ける X の質量、残る固体 X の質量、液相が飽和か不飽和かを答えよ。
2. 別の実験として、最初から 40 ℃の水 50.0 g に X 15.0 g を加えて十分に混ぜ、時間を置いた。溶ける X の質量、残る固体 X の質量、液相が飽和か不飽和かを答えよ。

解答・解説

1.
20 ℃で水 50.0 g に溶けうる最大量は $20.0 \times \frac{50.0}{100} = 10.0\,\mathrm{g}$ である。 15.0 g を加えているので、10.0 g が溶け、$15.0 - 10.0 = 5.0\,\mathrm{g}$ が未溶解固体として残る。答えは**溶解 10.0 g、残る固体 5.0 g、液相は飽和**である。

2.
40 ℃で水 50.0 g に溶けうる最大量は $40.0 \times \frac{50.0}{100} = 20.0\,\mathrm{g}$ である。 加える X は 15.0 g で最大溶解量より少ないため、15.0 g すべてが溶け、固体は残らない。答えは**溶解 15.0 g、残る固体 0 g、不飽和溶液**である。

演習問題

演習 1

仮想的な無水の分子性固体 X の 25 ℃での溶解度を、水 100 g あたり 25.0 g とする。25 ℃の水 80.0 g へ X 16.0 g を加え、十分に混ぜて時間を置く。蒸発・漏れ・反応はないものとする。

1. 水 80.0 g に溶けうる X の最大質量を求め、16.0 g を加えた後の溶液が飽和か不飽和か答えよ。
2. 問 1 の状態から X をあと何 g 加えるとちょうど飽和するか求めよ。また、そのときの飽和溶液の質量を求めよ。

演習 2

仮想的な無水の分子性固体 X の 25 ℃での溶解度を、水 100 g あたり 25.0 g とする。25 ℃の水 40.0 g に X 13.0 g を加え、十分に混ぜて時間を置く。蒸発・漏れ・反応はないものとする。

1. 水に溶ける X の質量と、未溶解固体として残る X の質量を求めよ。
2. できた液相である飽和溶液の質量と、容器内にある水・溶けた X・未溶解 X をすべて合わせた質量をそれぞれ求めよ。

演習 3

一定温度で、仮想的な固体 X の溶解度は水 100 g あたり 30.0 g である。水 100 g を用いた二つの実験 A、B を考え、十分に混ぜて時間を置く。

実験 A では X 30.0 g がすべて溶け、実験 B では X 20.0 g がすべて溶けた。蒸発・漏れ・反応はないものとする。

1. 実験 A と B の溶液がそれぞれ飽和か不飽和か答えよ。
2.「実験 B をさらに強くかき混ぜれば、この温度での X の溶解度そのものが 30.0 g より大きくなる」という説明の誤りを述べよ。

演習 4

一定温度で、仮想的な固体 X とその飽和水溶液が共存している。十分な時間が経過し、溶けた X の量と未溶解固体 X の量は平均として変化していない。

1. 見かけ上の量が変化していなくても、固体と溶液の間で粒子の出入りが続いていることを説明せよ。
2.「この状態では、溶解する粒子数が析出する粒子数より多い状態がずっと続いている」という説明が、見かけの量が一定であることと両立するか答え、理由を説明せよ。

©ミライコーチング

演習 5

仮想的な固体 Y の溶解度を次の表のように定める。

温度	水 100 g に対する Y の溶解度
10 ℃	30.0 g
30 ℃	20.0 g

10 ℃と 30 ℃で別々の実験を行い、それぞれ水 100 g に Y 25.0 g を加えて十分に混ぜ、時間を置く。蒸発・漏れ・反応はなく、それぞれの温度を一定に保つものとする。

1. 10 ℃と 30 ℃の各実験について、液相が飽和か不飽和かを答え、未溶解固体 Y の質量を求めよ。
2. この結果を使って、「すべての固体は温度が高いほど必ず多く溶ける」という説明の誤りを述べよ。

演習問題の解答・解説

解答 1

1.

25 ℃で水 80.0 g に溶けうる最大量は $25.0 \times \frac{80.0}{100} = 20.0\,\mathrm{g}$ である。 加えた X は 16.0 g で最大溶解量 20.0 g より少ないため、すべて溶ける。答えは**最大溶解量 20.0 g、不飽和溶液**である。

2.

飽和までさらに加えられる X は $20.0 - 16.0 = 4.0\,\mathrm{g}$ である。 ちょうど飽和したときは水 80.0 g に X 20.0 g が溶けているため、飽和溶液の質量は $80.0 + 20.0 = 100.0\,\mathrm{g}$ となる。答えは**追加 4.0 g、飽和溶液 100.0 g** である。

解答 2

1.

25 ℃で水 40.0 g に溶けうる X の最大質量は $25.0 \times \frac{40.0}{100} = 10.0\,\mathrm{g}$ である。 13.0 g を加えているので 10.0 g が溶け、$13.0 - 10.0 = 3.0\,\mathrm{g}$ が未溶解固体として残る。答えは**溶解 10.0 g、残る固体 3.0 g** である。

2.

液相である飽和溶液には水 40.0 g と溶けた X 10.0 g が含まれるので、その質量は $40.0 + 10.0 = 50.0\,\mathrm{g}$ である。未溶解固体 3.0 g は溶液の質量には含めない。

一方、容器内の物質全体では、水 40.0 g と投入した X 13.0 g がすべて残っているため、全質量は $40.0 + 13.0 = 53.0\,\mathrm{g}$ である。答えは**飽和溶液 50.0 g、全体 53.0 g** である。

©ミライコーチング

解答 3

1.

水 100 g に対する最大溶解量は 30.0 g である。実験 A ではちょうど 30.0 g がすべて溶けているため、固体が見えなくても**飽和溶液**である。

実験 B では 20.0 g しか溶けておらず、最大溶解量 30.0 g より少ないため**不飽和溶液**である。

2.

かき混ぜると溶解が進む速さを大きくすることはできるが、同じ温度での溶解度そのものを増やすわけではない。 この温度での X の溶解度は水 100 g あたり 30.0 g という条件で決まっているため、強くかき混ぜたことを理由に 30.0 g より大きくなるとはいえない。

解答 4

1.

固体と飽和溶液が共存する状態でも、固体から溶液中へ移る粒子と、溶液中から固体へ戻る粒子の移動は続いている。 十分な時間が経つと、同じ時間あたりに溶解する粒子数と析出する粒子数が等しくなるため、溶けた量と未溶解固体の量は平均として変化しなくなる。

2.

両立しない。 溶解する粒子数が析出する粒子数より多い状態が続けば、溶液中の溶質量は増え、未溶解固体の量は減り続けるはずである。

見かけの量が平均として一定であるためには、十分時間が経過した状態で、同じ時間あたりに溶解する粒子数と析出する粒子数が等しくなっている必要がある。

解答 5

1.

10 ℃では水 100 g に最大 30.0 g まで溶けるため、Y 25.0 g はすべて溶ける。したがって、液相は**不飽和**で、未溶解固体は **0 g** である。

30 ℃では最大 20.0 g までしか溶けないため、25.0 g のうち 20.0 g が溶け、$25.0 - 20.0 = 5.0\,\mathrm{g}$ が残る。したがって、液相は**飽和**で、未溶解固体は **5.0 g** である。

2.

この仮想物質 Y では、溶解度は 10 ℃で 30.0 g、30 ℃で 20.0 g であり、温度が高い方が小さい。

多くの固体では温度上昇とともに溶解度が大きくなる傾向があるが、すべての固体に当てはまるわけではない。そのため、物質ごと・温度ごとの溶解度を確認して判断する必要がある。

©ミライコーチング