高校化学 L01 第 95 講 反応速度に影響する条件

対象：高 2 相当

この講でできるようになること

- 反応速度が濃度・気体圧力・固体表面積によって変化する理由を、粒子の衝突の機会から説明できる。
- 条件を変えたとき、何が変化し、なぜ反応速度が変化するのかを説明できる。
- 気体圧力の変化を、反応気体の濃度変化として考えられる。

反応速度と粒子の衝突

化学反応は、反応物の粒子同士が接触することで進む。 反応物の粒子が出会う機会が増えると、反応が進む機会も増えるため、反応速度が大きくなる場合がある。 ただし、すべての衝突が反応につながるわけではない。

本講では、反応物の種類・温度などをそろえ、変更した条件によって粒子同士の衝突の機会がどのように変化するかを考える。

濃度と反応速度

溶液中で反応する場合、濃度が高いほど一定体積中に存在する反応粒子の数が多くなる。 そのため、反応物同士が出会う機会が増え、通常の反応では反応速度が大きくなる。

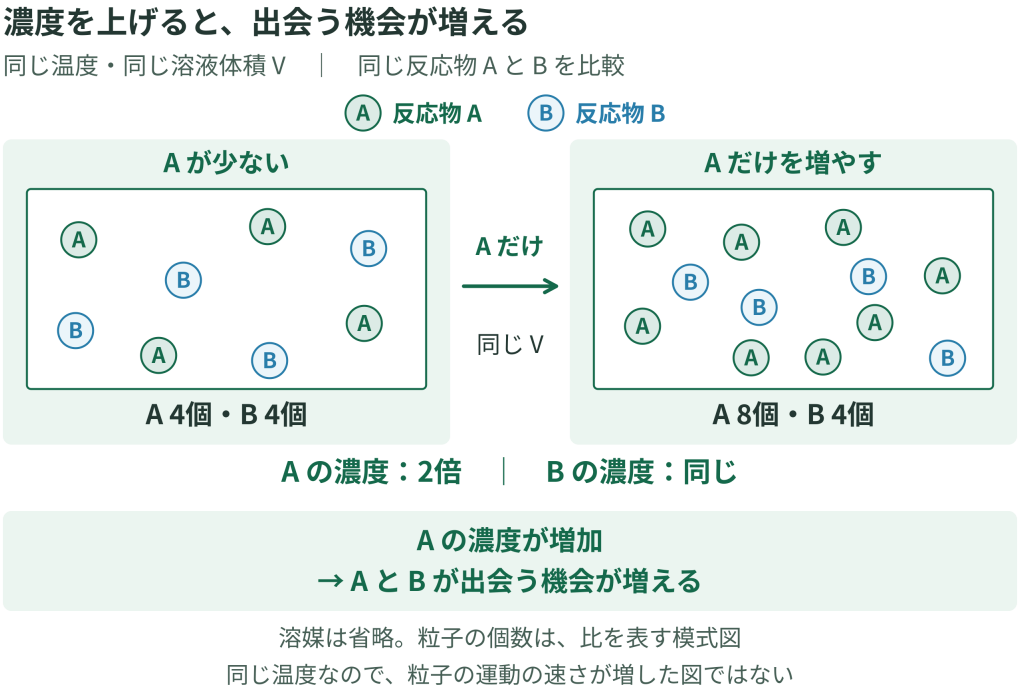

図 1　同じ体積で反応物 A の濃度を変える比較。

図では、同じ温度・同じ溶液体積 V で、反応物 A の粒子数だけを変えた比較を示している。 粒子個数は濃度の比を理解するための模式であり、実際の粒子数を表すものではない。 A の濃度が高い場合、同じ空間内に A が多く存在するため、B との衝突の機会が増える。

ただし、濃度が 2 倍になったから反応速度が必ず 2 倍になるとは限らない。

©ミライコーチング

気体の圧力と反応速度

気体反応では、圧力の変化を反応気体の濃度変化として考える。 同じ温度で同じ量の気体を圧縮すると、体積が小さくなり、一定体積あたりの粒子数が増える。 その結果、反応気体の濃度が大きくなり、衝突の機会が増える。

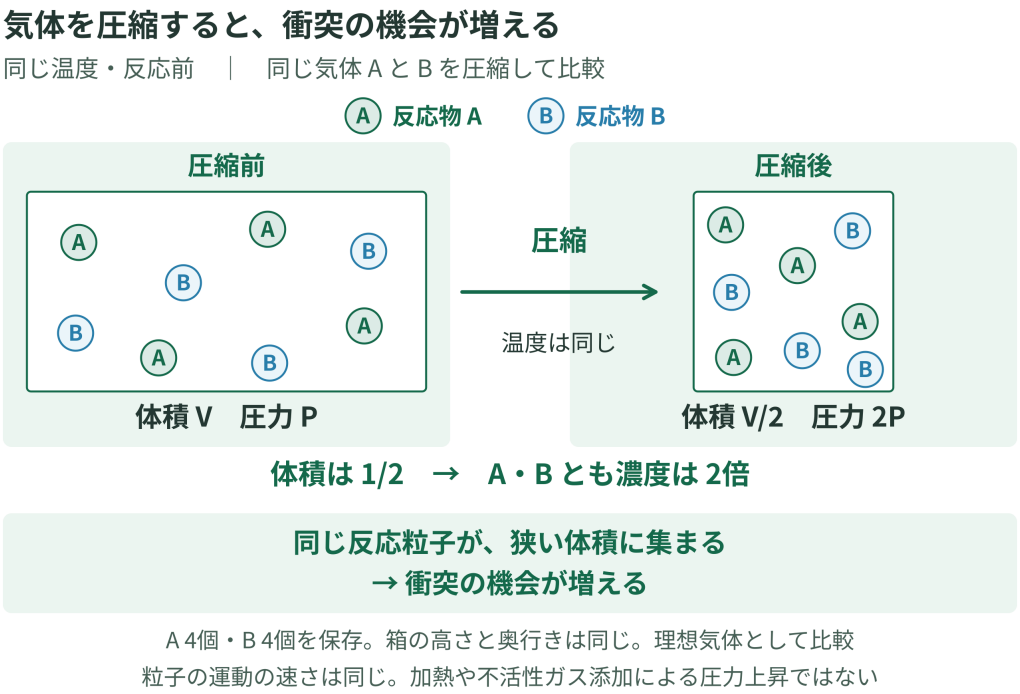

図 2　同温度で反応気体を圧縮したときの粒子の密度。

図では、同じ温度・同じ反応気体量を保ったまま、体積を V から V/2 へ変化させた場合を示している。

理想気体では、

$$P \propto \frac{1}{V}$$

であるため、体積が半分になると圧力は 2 倍になる。 しかし、圧力そのものを独立した原因として考えるのではなく、反応気体の濃度が増加したことによって衝突の機会が増えたと考える。 不活性気体を加えて全圧だけを上げる場合は、反応物の濃度が変化しない条件では同じ効果にはならない。

©ミライコーチング

固体の表面積と反応速度

固体が液体や気体と反応する場合、反応は固体の表面で起こる。 同じ質量の固体でも、細かく分けると外側に出る表面積が増え、接触できる場所が増える。

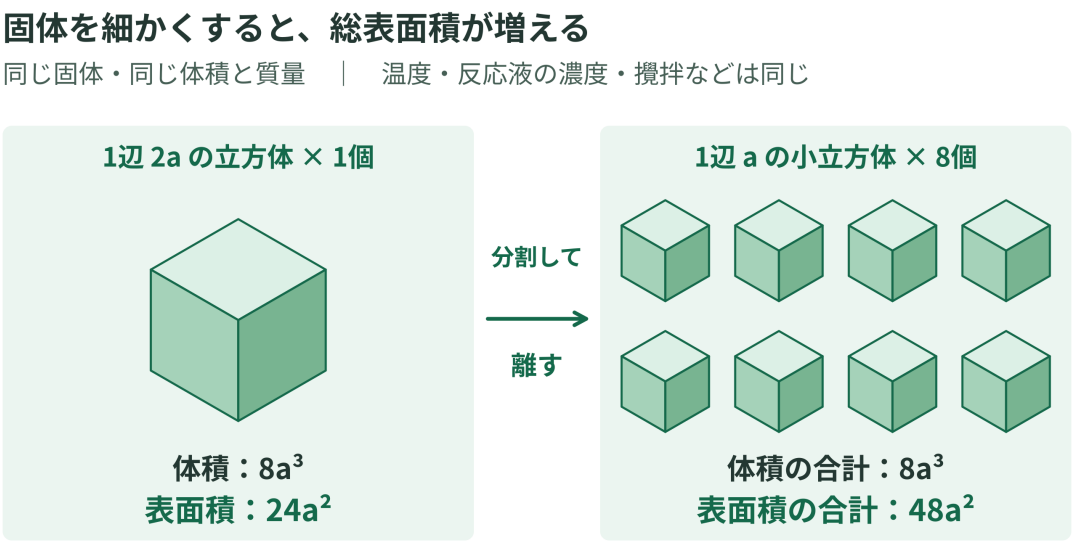

図 3　同じ量の固体を細かくしたときの総表面積。

図では、同じ体積・同じ質量の固体を細かくしたとき、外側の表面積が増える様子を示している。 小片を互いに離し、各面が反応液に接すると理想化すると、接触できる面が増える。 ただし、固体を細かくしても粒子そのものの運動が速くなるわけではない。

また、反応速度が大きくなることと、最終的にできる生成物の量が多くなることは別である。 同じ固体量・他方の物質が過剰・同じ反応が完全に進む条件では、最終生成量は同じになる。

3 つの条件の比較

条件	変化するもの	衝突の機会が増える理由
濃度	一定体積中の反応粒子数	粒子同士が出会いやすくなる
気体圧力	気体の濃度	圧縮によって粒子密度が大きくなる
固体表面積	接触できる表面	反応できる場所が増える

©ミライコーチング

例題 1

同じ温度で、同じ種類の反応物 A と B を反応させる。

溶液中の A の濃度だけを変化させたところ、A の濃度が高い条件の方が反応速度が大きくなった。

1. A の濃度を高くすると反応速度が大きくなる理由を説明せよ。
2. A の濃度を 2 倍にしたとき、反応速度も必ず 2 倍になると言えるか。理由を説明せよ。

解答・解説

1.
濃度が高くなると、一定体積中に存在する A の粒子数が増える。 そのため、反応相手の粒子と衝突する機会が増え、反応速度が大きくなる。

2.
必ず 2 倍になるとは言えない。

濃度の増加によって衝突の機会は増えるが、反応速度との関係は反応によって異なるためである。

例題 2

気体反応について考える。

反応開始前に、同じ温度で反応気体 A と B を含む容器を考える。反応気体 A と B の物質量は変えず、体積 V から V/2 へ圧縮した。その他の条件は同じである。

図「同温度で反応気体を圧縮したときの粒子の密度」を参照する。

1. 圧縮後に反応気体の濃度がどのように変化するか説明せよ。
2. 圧力上昇によって反応速度が大きくなる理由を、圧力だけを原因にせず説明せよ。

解答・解説

1.
物質量を一定にしたまま体積を V/2 にすると、濃度は

$$c = \frac{n}{V}$$

より、A と B の各濃度が 2 倍になる。

理想気体では、

$$P \propto \frac{1}{V}$$

であり、圧縮によって圧力は 2 倍になる。

2.
圧力そのものが反応速度を直接決めるのではない。

圧縮によって反応気体の濃度が増加し、粒子同士の衝突の機会が増えるため、反応速度が大きくなる。

©ミライコーチング

演習問題

演習 1

水溶液中の反応で、温度や他の条件を一定にした。

1. 反応物 A の濃度を高くすると反応速度が大きくなる理由を説明せよ。
2. 濃度を 2 倍にすると反応速度が必ず 2 倍になるという考えが正しいか説明せよ。

演習 2

反応開始前に、同温度で反応気体 A と B を含む容器を考える。反応気体 A と B の物質量は変えず、体積を V から V/2 へ圧縮した。その他の条件は同じである。

1. 体積を V から V/2 にすると、理想気体では圧力がどう変化するか説明せよ。
2. 圧縮によって反応速度が大きくなる理由を説明せよ。

演習 3

同じ物質・同じ質量の固体を、大きな粒のまま使う場合と細かく砕いた場合で比較する。温度、液体中の反応物濃度、撹拌など他の条件は同じであり、小片は互いに離れて接触可能な面が増えるものとする。

1. 細かく砕いた固体の方が反応速度が大きくなりやすい理由を説明せよ。
2. 固体を細かくしても変化しないものを 1 つ答えよ。

演習 4

不活性気体を加えて、温度と体積を一定に保ったまま容器内の全圧を上げた。

1.

反応気体の濃度が変化しない場合、反応速度への影響を説明せよ。

演習 5

同じ固体を同じ質量で用い、相手の反応物を過剰にした。同じ反応が完全に進む条件で、温度、液体中の反応物濃度、撹拌など他の条件は同じである。

1.

固体を細かくしたときの反応速度と最終生成量の違いを説明せよ。

©ミライコーチング

演習問題の解答・解説

解答 1

1.
濃度が高いと一定体積中の反応粒子数が増える。 そのため、粒子同士が衝突する機会が増え、反応速度が大きくなる。

2.
必ず 2 倍になるとは言えない。

濃度増加によって衝突の機会は増えるが、濃度と反応速度の関係は反応によって異なるためである。

解答 2

1.
同じ物質量の気体を体積 V/2 へ圧縮すると、

$$P \propto \frac{1}{V}$$

より圧力は 2 倍になる。

2.
圧縮によって反応気体の濃度が増加する。

その結果、粒子同士の衝突の機会が増えるため、反応速度が大きくなる。

解答 3

1.
固体を細かくすると、同じ質量でも外側に出る表面積が増える。 そのため、反応物と接触できる場所が増え、衝突の機会が増加する。

2.
固体の質量そのものは変化しない。

細かくしても、使用している固体の量は同じである。

解答 4

1.

不活性気体によって全圧が上昇しても、同温度・同体積で反応気体の濃度が変化しない場合、本講で扱う反応粒子同士の衝突で考えるモデルでは反応速度は変わらない。

反応速度に影響するのは反応気体の濃度であり、反応気体の濃度が変化しなければ衝突の機会も変化しない。

©ミライコーチング

解答 5

1.

同じ固体量、相手の反応物が過剰、同じ反応が完全に進む条件では、固体を細かくすると接触できる表面積が増えるため、反応速度は大きくなりやすい。

しかし、最終的に反応する固体の量は同じであり、同じ反応が完全に進むため、最終生成量は変化しない。

反応速度は反応が進む速さであり、最終生成量とは別の性質である。