高校化学 L01 第 87 講 反応とエンタルピー

対象：高 2 相当

この講でできるようになること

- 反応における系と周囲の区別を説明できる。
- 系と周囲の間で移動する熱の向きから、発熱反応・吸熱反応を判断できる。
- エンタルピー変化 ΔH の符号が、反応前後のエンタルピーの変化を表すことを説明できる。
- 熱の移動方向と、系のエンタルピー変化を結び付けて考えられる。

1. 系と周囲

系と周囲

化学反応を考えるとき、注目している反応物質や生成物を含む部分を**系**という。系以外の部分を**周囲**という。

例えば、容器内で反応を観察する場合、反応する物質を系、容器や温度計などを周囲として考えることができる。

熱の移動方向

反応によって系と周囲の間ではエネルギーが移動する。系から周囲へ熱が移動する場合、系は熱を放出している。

反対に、周囲から系へ熱が移動する場合、系は熱を吸収している。熱は系と周囲の両方へ同時に増えるものではなく、移動方向で考える。

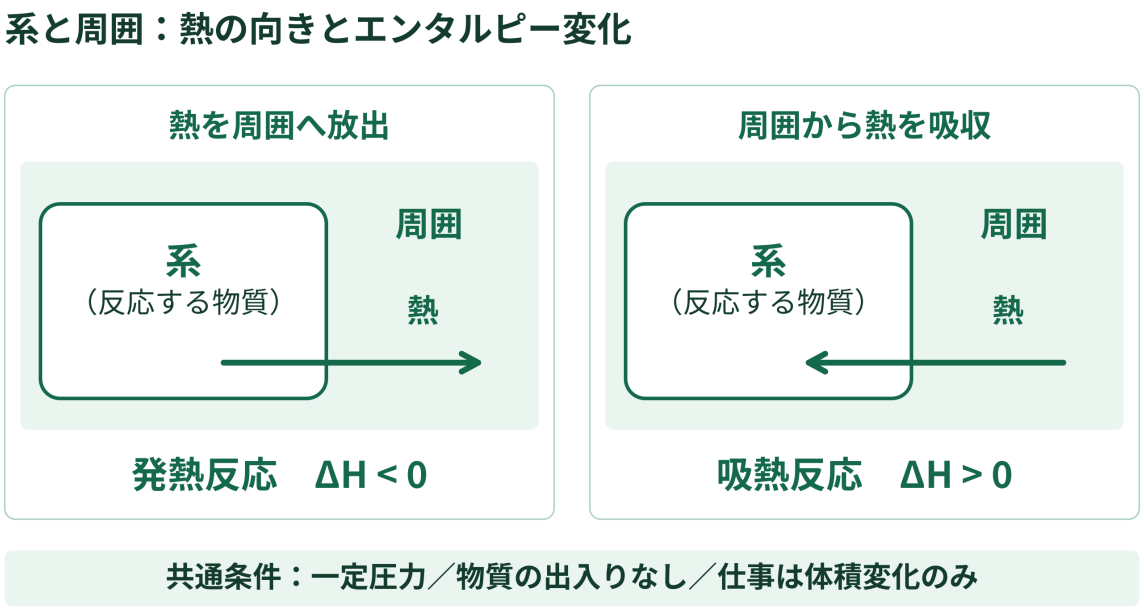

図 1　系と周囲の間を移動する熱の向き。

2. エンタルピー変化

エンタルピー変化

エンタルピー H は、物質の状態に対応する量である。本講では、反応前後の差であるエンタルピー変化 ΔH に注目する。

$$\Delta H = H_{後} - H_{前}$$

反応後のエンタルピーが反応前より低ければ $\Delta H < 0$、高ければ $\Delta H > 0$ となる。

発熱反応と吸熱反応

一定圧力で、系への物質の出入りがなく、体積変化以外の仕事を考えない条件では、系が受け取る熱と ΔH の符号が対応する。

- 系から周囲へ熱を放出する反応：$\Delta H < 0$（発熱反応）
- 周囲から系へ熱を吸収する反応：$\Delta H > 0$（吸熱反応）

発熱反応では反応後の系のエンタルピーは低くなり、吸熱反応では高くなる。

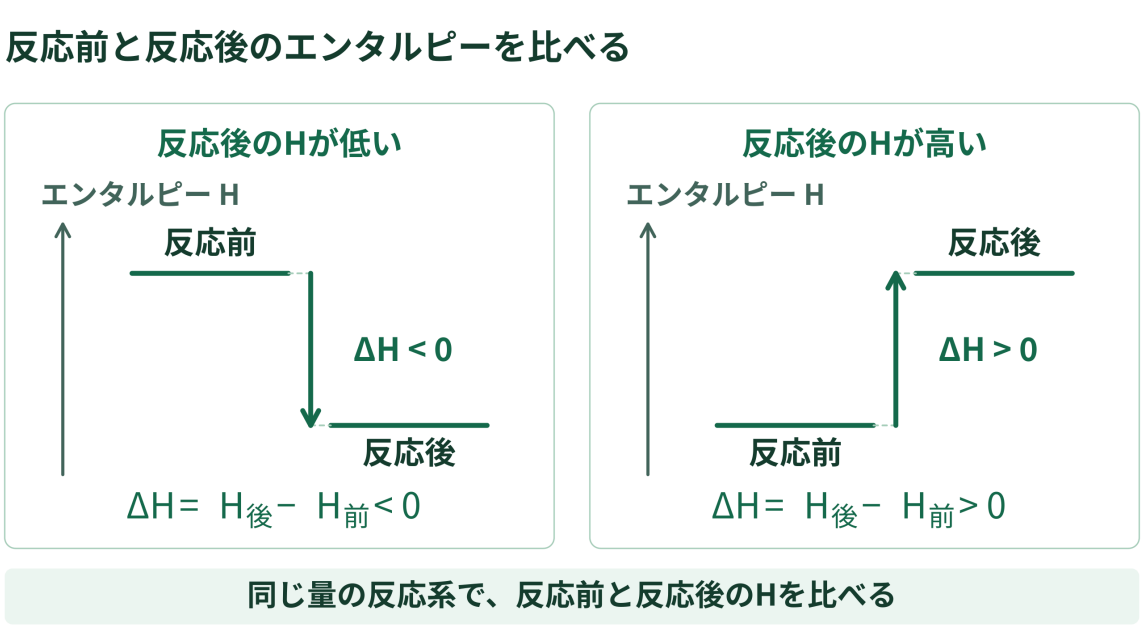

図 2　反応前後のエンタルピーの高低と変化の符号。

エンタルピーと温度を区別する

エンタルピー H は温度そのものではない。温度が高いか低いかだけで、反応前後のエンタルピー差を直接決めることはできない。

また、物質の中に熱そのものが保存されていると考えるのではなく、反応に伴うエネルギーの移動を系と周囲の関係で考える。

本講で扱う条件

本講では、次の条件で反応を考える。

- 圧力は一定である。
- 系への物質の出入りはない。
- 仕事は体積変化による仕事だけを考える。
- その他のエネルギー授受は考えない。

この条件では、系が受け取る熱を正として ΔH と対応させる。

例題

例題 1

ある仮想反応について、同じ量の反応系のエンタルピーを次のように表す。

状態	エンタルピー
反応前	120 kJ
反応後	75 kJ

これらの値は共通の基準に対する相対値である。

1. この反応のエンタルピー変化 ΔH を求めよ。
2. 系と周囲の間で熱がどちら向きに何 kJ 移動したか説明せよ。

解答・解説

1.
エンタルピー変化は、$\Delta H = H_{\text{後}} - H_{\text{前}}$ より、$75 - 120 = -45\,\text{kJ}$である。

答えは$\boldsymbol{\Delta H = -45\,\text{kJ}}$である。反応後のエンタルピーは反応前より低い。

2.
ΔH が負なので、系は熱を周囲へ放出している。 したがって、系から周囲へ **45 kJ** の熱が移動する。これは発熱反応に対応する。

例題 2

一定圧力の条件で、次の二つの系を考える。

- 系 A：周囲へ 40 kJ の熱を渡した。
- 系 B：周囲から 25 kJ の熱を受け取った。



図 3　系 A と系 B で観察された熱の移動方向と量。

1. 系 A、系 B のそれぞれの ΔH を求めよ。
2. 反応後のエンタルピーが反応前より高い系を選び、その理由を熱移動と関連させて説明せよ。

解答・解説

1.
系 A は周囲へ 40 kJ の熱を放出しているため、$\Delta H = -40\,\mathrm{kJ}$である。

系 B は周囲から 25 kJ の熱を吸収しているため、$\Delta H = +25\,\mathrm{kJ}$である。

2.
反応後のエンタルピーが高いのは**系 B** である。 系 B は周囲から熱を受け取っており、系のエンタルピーが増加するため、$\Delta H > 0$となる。

演習問題

演習 1

系は反応する溶液、周囲は容器と温度計である。物質の出入りはなく、系と周囲を合わせた全体と外部との熱の出入りはなく、別の熱源もない。一定圧力で反応したところ、周囲の温度が上昇した。

1. 熱の正味の移動方向を答えよ。
2. ΔH の正負と、反応後の系のエンタルピーが反応前より高いか低いかを説明せよ。

©ミライコーチング

演習 2

ある反応について、共通の基準に対するエンタルピーが次のように与えられた。

状態	エンタルピー
反応前	80 kJ
反応後	105 kJ

1. この反応の ΔH を求めよ。
2. 系と周囲のどちらが熱を受け取り、その大きさはいくらか説明せよ。

演習 3

ある反応のエンタルピー変化は $\Delta H = -30\,\mathrm{kJ}$ である。

1. $H_{\text{後}} - H_{\text{前}}$ の意味から、反応後のエンタルピーの高低と差を説明せよ。
2.「周囲が 30 kJ を受け取ったので、系の ΔH は $+30\,\mathrm{kJ}$ である」という説明の誤りを訂正せよ。

演習 4

ある生徒が次のように説明した。

「エンタルピー H は温度そのものなので、反応中の温度を読めば反応前後の H の差を温度差と同じ数値で書ける。」

1. この説明の誤りを、エンタルピーの意味・単位・熱移動に触れて説明せよ。

演習問題の解答・解説

解答 1

1.

周囲の温度が上昇したことから、系から周囲へ熱が移動したと考えられる。 したがって、熱の正味の移動方向は**系から周囲**である。

2.

系が熱を放出しているので、$\Delta H < 0$である。 熱を失った系では反応後のエンタルピーは反応前より低くなる。

解答 2

1.

$$\Delta H = 105 - 80 = 25\,\mathrm{kJ}$$

答えは$\boldsymbol{\Delta H = +25\,\mathrm{kJ}}$である。

2.

ΔH が正なので、系は周囲から 25 kJ の熱を受け取っている。 したがって、熱を受け取るのは**系**であり、その大きさは 25 kJ である。

©ミライコーチング

解答 3

1.

$\Delta H = -30\,\mathrm{kJ}$ は、$H_{後} - H_{前} = -30\,\mathrm{kJ}$を意味する。

したがって、反応後のエンタルピーは反応前より 30 kJ 低い。

2.

誤りである。 周囲が 30 kJ を受け取ったということは、系が 30 kJ を放出したという意味である。
系を基準にしたエンタルピー変化では、熱を放出した場合は負になる。

したがって、ΔH は**−30 kJ**である。

解答 4

1.

誤りである。 エンタルピーは温度そのものではなく、物質の状態に対応する量である。また、エンタルピー変化の単位は kJ などのエネルギーであり、温度差の℃や K とは異なる。

反応前後の ΔH は、系と周囲の間でどちら向きにどれだけ熱が移動したかによって考える。