高校化学 L01 第 33 講 化学反応式の意味

この講でできるようになること

- 化学反応式から、反応物と生成物を読み取れる。
- 化学式の前の係数と、化学式中の添字の意味を区別できる。
- 化学反応の前後で、各元素の原子数が保存されていることを説明できる。
- 係数から、反応に関与する分子数の対応を読み取れる。

反応物と生成物を化学式で表す

化学反応では原子の組合せが変わる

化学反応では、反応前にあった原子が組み替わり、反応後には別の物質ができる。
通常の化学反応では、原子が新しくできたり消えたり、別の元素の原子へ変わったりするのではない。**原子の種類と各種類の総数を保ったまま、原子どうしの結び付きや組合せが変化する。**

反応物と生成物

化学反応で、反応前に存在する物質を**反応物**、反応によってできる物質を**生成物**という。
化学反応式では、反応物を左辺、生成物を右辺に書き、矢印で結ぶ。

たとえば、水素と酸素から水ができる反応は次のように表される。

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$$

左辺のH_2とO_2が反応物、右辺のH_2Oが生成物である。

係数と添字を区別する

係数

化学式の前に付ける数字を**係数**という。
係数は、その化学式全体がいくつあるかを表す。係数 1 は通常省略する。

$2H_2O$ は水分子 2 個を表す

$2H_2O$では、係数 2 がH_2Oという化学式全体に掛かる。
水分子 1 個には H 原子 2 個と O 原子 1 個が含まれるので、水分子 2 個では H 原子 4 個、O 原子 2 個となる。

添字

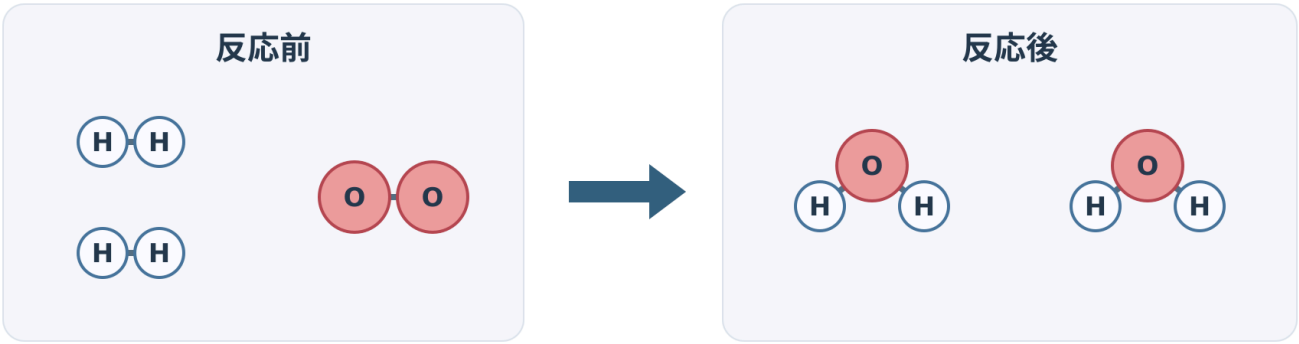
化学式中で元素記号の右下に付く数字を**添字**という。
添字は、その化学式 1 個の中に含まれる原子の個数を表す。

©ミライコーチング

係数を変えることと添字を変えることは違う

$2H_2O$は、水分子が 2 個あることを表す。
一方、H_2O_2はH_2Oとは異なる化学式であり、別の物質を表す。
係数を変えると同じ物質の個数が変わるが、添字を変えると化学式そのものが変わる。

水ができる反応を粒子で見る



$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$$

図 1　水素原子 4 個と酸素原子 2 個を保ち、水分子が 2 個できる。

反応前後で各元素の原子数は変わらない

水ができる反応$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$では、反応前に H 原子 4 個、O 原子 2 個がある。
反応後も H 原子 4 個、O 原子 2 個であり、各元素の原子数は保存されている。

元素	反応前の原子数	反応後の原子数
H	4	4
O	2	2

一方、分子の総数は反応前の 3 個分から反応後の 2 個分へ変わっている。化学反応で保存されるのは、分子の総数ではなく各元素の原子数である。

質量保存につながる

閉じた系で通常の化学反応が起こるとき、反応前後で各元素の原子の種類と総数が保たれるため、系全体の質量も保存される。

反応式の係数から分子数の対応を読む

係数比は反応に関与する分子数の対応を表す

分子からできた物質では、化学反応式の係数から、反応に関与する分子数の対応を読み取れる。
たとえば、$2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2$では、CO 分子 2 個分、$O_2$分子 1 個分から、$CO_2$分子 2 個分ができる関係を表す。
したがって、分子数の対応は $\mathbf{CO : O_2 : CO_2 = 2 : 1 : 2}$ である。
係数はこのような粒子数の対応を表すものであり、そのまま質量比を表しているわけではない。

反応式は反応全体の正味の関係を表す

係数は同時衝突の様子を描いたものではない

化学反応式は、反応物と生成物の間の**正味の量的な関係**を表す。
たとえば$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$という式は、$H_2$分子 2 個と$O_2$分子 1 個が必ず同時に 1 か所へ衝突することを表す図ではない。
この講では、反応式から物質の種類、係数、原子数の保存を読み取る。

例題

例題 1

次の化学反応式について答えよ。

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$$

1. 反応物と生成物をそれぞれ答えよ。
2. H 原子と O 原子の数を反応前後でそれぞれ数え、原子数が保存されていることを説明せよ。

解答・解説

1.
反応物は**水素H_2と酸素O_2**である。
生成物は**水H_2O**である。
2.
反応前では、$2H_2$に H 原子が$2 \times 2 = 4$個、O_2に O 原子が 2 個ある。
反応後では、$2H_2O$に H 原子が$2 \times 2 = 4$個、O 原子が$1 \times 2 = 2$個ある。
したがって、H 原子は反応前後とも 4 個、O 原子は反応前後とも 2 個であり、各元素の原子数が保存されている。

例題 2

次の化学反応式について答えよ。

$$2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2$$

1. CO、O_2、CO_2の反応に関与する分子数の比を答えよ。
2. C 原子と O 原子の総数を反応前後でそれぞれ求め、分子の総数の変化との違いを説明せよ。

解答・解説

1.
係数から、分子数の対応は **2 : 1 : 2** である。
つまり、CO 分子 2 個分、O_2分子 1 個分から、CO_2分子 2 個分ができる関係を表している。
2.
反応前では、2COに C 原子 2 個と O 原子 2 個があり、さらにO_2に O 原子 2 個がある。
したがって、反応前の総数は C 原子 2 個、O 原子 4 個である。
反応後の$2CO_2$には、C 原子 2 個、O 原子 4 個がある。
各元素の原子数は保存されているが、分子の総数は反応前の 3 個分から反応後の 2 個分へ変化している。

©ミライコーチング

例題 3

次の化学反応式について答えよ。

$$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$$

1. $3H_2$の係数 3 は何を表すか。また、そこに含まれる H 原子は合計何個か。
2. $2NH_3$に含まれる N 原子と H 原子の総数を求め、反応前と一致することを確認せよ。

解答・解説

1.
係数 3 は、H_2分子が 3 個分反応に関与することを表す。
H_2分子 1 個には H 原子が 2 個含まれるので、H 原子の総数は$3 \times 2 = 6$個である。
2.
NH_3分子 1 個には N 原子 1 個と H 原子 3 個が含まれる。
したがって、$2NH_3$には N 原子が$2 \times 1 = 2$個、H 原子が$2 \times 3 = 6$個含まれる。
反応前でもN_2に N 原子 2 個、$3H_2$に H 原子 6 個があるので、N 原子・H 原子ともに反応前後で保存されている。

演習問題

演習 1

次の化学反応式について答えよ。

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$$

1. 反応物と生成物をそれぞれ答えよ。
2. CH_4、O_2、CO_2、H_2Oの反応に関与する分子数の比を答えよ。

演習 2

$2H_2O$について答えよ。
1. 水分子は何個分あるか。
2. そこに含まれる H 原子と O 原子の総数をそれぞれ答えよ。

演習 3

次の化学反応式について答えよ。

$$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$$

1. 反応前後の N 原子と H 原子の総数をそれぞれ答えよ。
2. 反応に関与する分子の総数は反応前後で同じか。係数から判断して説明せよ。

©ミライコーチング

演習 4

次の化学反応式について答えよ。

$$2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2$$

1. 反応前の O 原子の総数を求めよ。
2. 反応後の C 原子と O 原子の総数をそれぞれ求めよ。

演習 5

次の記述について答えよ。

$$H_2 + O_2 \rightarrow H_2O$$

1. H 原子と O 原子の数を、左辺と右辺でそれぞれ数えよ。
2. この式を正しい化学反応式として扱うことができるか、原子数の保存から判断せよ。

演習 6

係数と添字について答えよ。

1. $2H_2O$とH_2O_2は同じ意味か。分子の個数と含まれる原子数を用いて説明せよ。
2. 化学反応式の係数を、そのまま各物質の質量比として読んでよいか答え、理由を説明せよ。

演習問題の解答・解説

解答 1

1.

反応物は**メタンCH_4と酸素O_2**である。
生成物は**二酸化炭素CO_2と水H_2O**である。

2.

係数を読むと、$\mathbf{CH_4 : O_2 : CO_2 : H_2O = 1 : 2 : 1 : 2}$である。
係数 1 は省略されているので、CH_4とCO_2はそれぞれ 1 個分として読む。

解答 2

1.

係数 2 がH_2O全体に掛かっているので、水分子は **2 個分**ある。

2.

水分子 1 個には H 原子 2 個と O 原子 1 個が含まれる。
したがって、$2H_2O$には H 原子が$2 \times 2 = 4$個、O 原子が$1 \times 2 = 2$個含まれる。

解答 3

1.

反応前では、N_2に N 原子 2 個、$3H_2$に H 原子$3 \times 2 = 6$個がある。
反応後の$2NH_3$には、N 原子が$2 \times 1 = 2$個、H 原子が$2 \times 3 = 6$個ある。
したがって、N 原子は左右とも 2 個、H 原子は左右とも 6 個である。

2.

同じではない。
反応前の分子の総数は、N_2が 1 個分、H_2が 3 個分なので **4 個分**である。
反応後はNH_3が **2 個分**である。
分子の総数は変化しても、各元素の原子数は保存されている。

解答 4

1.

反応前では、2COに O 原子が$2 \times 1 = 2$個あり、O_2に O 原子が 2 個ある。
したがって、O 原子の総数は$2 + 2 = 4$個である。

2.

反応後の$2CO_2$では、係数 2 がCO_2全体に掛かる。
C 原子は$2 \times 1 = 2$個、O 原子は$2 \times 2 = 4$個である。
係数は化学式全体に掛かるため、CO_2中の C と O の両方について 2 個分を数える。

解答 5

1.

左辺では、H_2に H 原子が 2 個、O_2に O 原子が 2 個ある。
右辺のH_2Oには、H 原子が 2 個、O 原子が 1 個ある。
したがって、H 原子は左辺 2 個・右辺 2 個、O 原子は左辺 2 個・右辺 1 個である。

2.

正しい化学反応式として扱うことはできない。
H 原子の数は左右で一致しているが、O 原子は左辺 2 個、右辺 1 個で一致していないため、原子数保存を満たしていない。

解答 6

1.

同じ意味ではない。
$2H_2O$は水分子 2 個分を表し、含まれる原子の総数は H 原子 4 個、O 原子 2 個である。
一方、H_2O_2は過酸化水素分子 1 個を表し、H 原子 2 個、O 原子 2 個からなる。
係数と添字では意味が異なる。

2.

そのまま質量比として読んではいけない。
化学反応式の係数は、この講では反応に関与する分子数などの粒子数の対応を表す。
物質ごとに 1 個の粒子の質量が異なるため、係数比がそのまま質量比になるとは限らない。

©ミライコーチング