

第35回

酸化剤と還元剤

講師
吉田 工

学習のねらい

酸化還元反応では、電子の授受があります。電子を奪って、相手の物質を酸化するはたらきをもつ物質を酸化剤といいます。一方、電子を与えて、相手の物質を還元するはたらきをもつ物質を還元剤といいます。酸化剤・還元剤のいくつかの実験を見て、理解を深めましょう。また、酸化剤・還元剤の電子に注目した反応式のつくり方と、それを組み合わせてつくる酸化還元反応の化学反応式や、日常生活の中で利用されている酸化剤や還元剤についても学習します。

ポイント

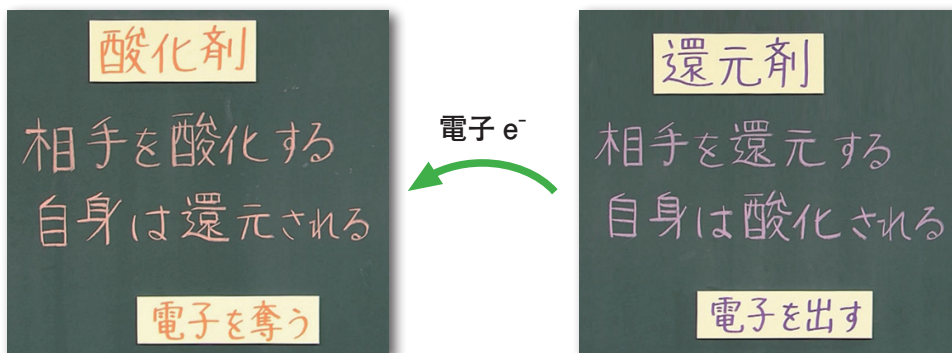
●酸化剤・還元剤とは？
●酸化剤と還元剤の反応
●酸化剤と還元剤の利用

今回のキーワード

酸化剤, 還元剤, 電子の授受, 酸化数,
電子に注目した反応式, 酸化還元反応の化学反応式

酸化剤・還元剤とは？

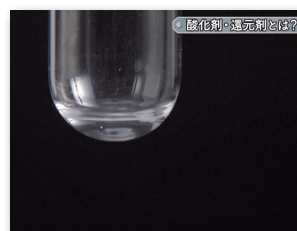
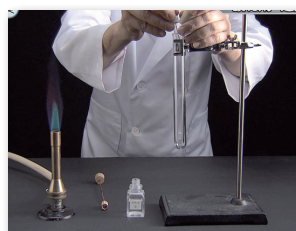
酸化還元反応において、相手の物質を酸化するはたらきをもつ物質を「酸化剤」、相手の物質を還元するはたらきをもつ物質を「還元剤」という。



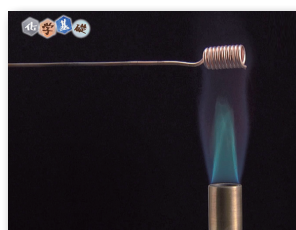
実験を見ながら確認してみよう！

■実験：酸化銅（Ⅱ）と一酸化炭素の反応

- 一酸化炭素COが入っている試験管に、石灰水を加える。一酸化炭素と石灰水は反応しないので、無色透明のまま。



- 次に、銅線をガスバーナーで加熱し、炎から取り出して空気中に放置する。すると、銅線が黒色に変化した。銅Cuが空気中の酸素O₂と反応して、黒色の酸化銅（Ⅱ）CuOになったのだ。



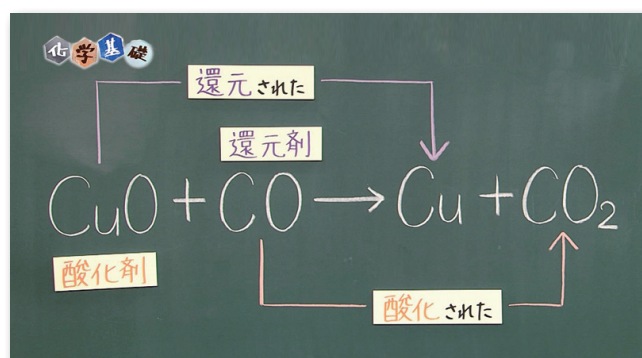
- この酸化銅（Ⅱ）を一酸化炭素と石灰水の入った試験管に入れると、銅線はもとの赤銅色に戻った。また、試験管を振ると、石灰水が白く濁った。二酸化炭素CO₂が発生したことがわかる。



- この反応を化学反応式で表すと、次のようになる。



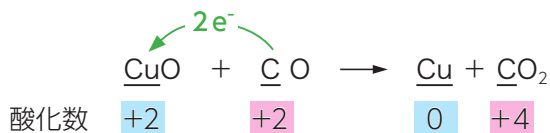
この反応での酸化剤・還元剤は、どれになるか考えてみよう。酸化銅（Ⅱ）CuOは酸素を失って、還元されて銅Cuになった。酸化銅（Ⅱ）を還元したのは、一酸化炭素だから、還元剤は一酸化炭素となる。一方、一酸化炭素CO自身は酸素を受け取って、酸化され、二酸化炭素CO₂になった。このとき、一酸化炭素を酸化したのは、酸化銅（Ⅱ）だから、酸化剤は酸化銅（Ⅱ）となる。



このページ掲載の文章・画像の無断転載を固く禁じます。

酸化剤と還元剤の反応を、電子のやりとりから考えると、どうなるだろうか？

「酸化数」から調べてみよう。この反応での酸化数を調べてみると、次のようになる。



酸化剤の酸化銅（Ⅱ）CuOの銅Cu原子は、一酸化炭素COから電子を奪い、酸化数が+2から0になり、自身は還元されている。一方、還元剤の一酸化炭素COの炭素C原子は、酸化銅（Ⅱ）に電子を与え、酸化数が+2から+4になり、自身は酸化されている。

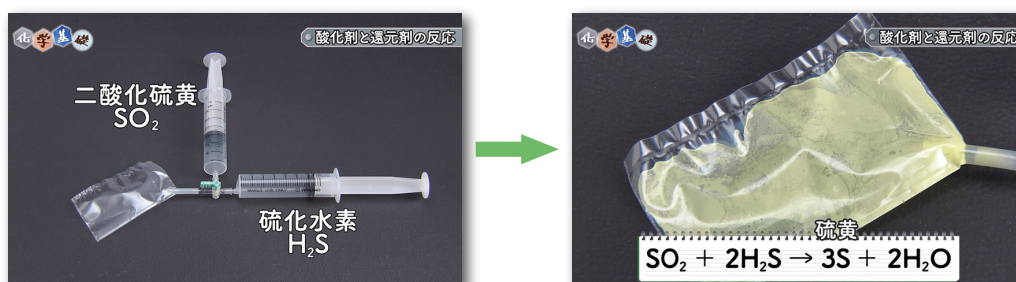
酸化剤と還元剤の反応

酸化剤と還元剤について、それぞれ電子に注目した反応式をつくると、どのように酸化剤・還元剤としてはたらいっているかがわかり、全体の化学反応式もわかりやすくなる。このポイントについても、実験を見て学習しよう。

実験を見ながら確認してみよう！

■実験：二酸化硫黄と硫化水素の反応

2本の注射器とポリ袋を三方活栓さんぽうかつせんでつないだ装置がある。1本の注射器には二酸化硫黄SO₂、もう1本には硫化水素H₂Sが入っている。三方活栓を開けて、二酸化硫黄と硫化水素をポリ袋に入れて反応させた。しばらくすると、袋が徐々にしぼみ、袋の中に黄色い物質が現れた。2つの気体が反応して、硫黄の固体が生成したのだ。



この反応での酸化剤は二酸化硫黄（SO₂からSになって還元されている）、還元剤は硫化水素（H₂SからSになって酸化されている）である。

酸化剤・還元剤の電子に注目した反応式の作り方

二酸化硫黄と硫化水素の反応について、酸化剤である二酸化硫黄の電子に注目した反応式をつくってみよう。

■その① 反応物を左辺に、生成物を右辺にかく

反応前は二酸化硫黄 SO_2 ，反応後に生成したのは硫黄 S だから、次のようになる。



■その② 両辺の酸素 O 原子の数は、水 H_2O で合わせる

左辺には O 原子が 2 個だから、右辺に $2\text{H}_2\text{O}$ を書き加える。



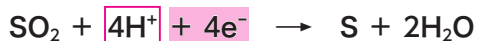
■その③ 両辺の水素 H 原子の数は、水素イオン H^+ で合わせる

右辺には H 原子が 4 個あるから、左辺に 4H^+ を書き加える。



■その④ 両辺の電荷のつり合いは、電子 e^- で合わせる

電荷の総和は、左辺が +4，右辺が 0 なので、左辺に $4e^-$ を書き加える。



次に、還元剤である硫化水素 H_2S の電子に注目した反応式をつくってみよう。

■その① 反応物を左辺に、生成物を右辺にかく

反応前は H_2S ，反応後に生成したのは S だから、次のようになる。



■その② 両辺の酸素 O 原子の数は、水 H_2O で合わせる

O 原子はないから、書かない。

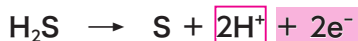
■その③ 両辺の水素 H 原子の数は、水素イオン H^+ で合わせる

左辺には H 原子が 2 個あるから、右辺に 2H^+ を書き加える。



■その④ 両辺の電荷のつり合いは、電子 e^- で合わせる

電荷の総和は、左辺が 0，右辺が +2 なので、右辺に $2e^-$ を書き加える。



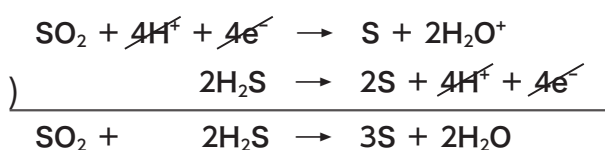
最後に、酸化剤と還元剤の電子に注目した反応式を組み合わせ、全体の化学反応式をつくってみよう。

■その① 酸化剤と還元剤の間で、やり取りする電子の数を合わせる

二酸化硫黄の電子の数は 4 個、硫化水素の電子の数は 2 個なので、硫化水素の式の係数を 2 倍にする。



■その② 両辺にあるものを消し、酸化剤と還元剤の反応式を足し合わせる



二酸化硫黄と硫化水素の全体の化学反応式は、このようにしてつくることができる。

主な酸化剤・還元剤には次のようなものがある。

酸化剤	還元剤
過酸化水素 H_2O_2	過酸化水素 H_2O_2
過マンガン酸カリウム KMnO_4	硫化水素 H_2S
二酸化硫黄 SO_2	二酸化硫黄 SO_2
濃硝酸 HNO_3	ヨウ化カリウム KI

二酸化硫黄 SO_2 と過酸化水素 H_2O_2 は、酸化剤にも還元剤にも入っている。このふたつは相手によって酸化剤としても還元剤としてもはたらくことができる。では、過酸化水素で実験してみよう。

■実験：酸化剤としての過酸化水素の反応

硫酸を加えて酸性にした過酸化水素水 H_2O_2 とヨウ化カリウム KI 水溶液が、それぞれ試験管に入っている。過酸化水素水をヨウ化カリウム水溶液に加えると、溶液が褐色になった。反応液をデンプン水溶液に加えると、青色になった。この反応で、ヨウ素が生じたことがわかる。

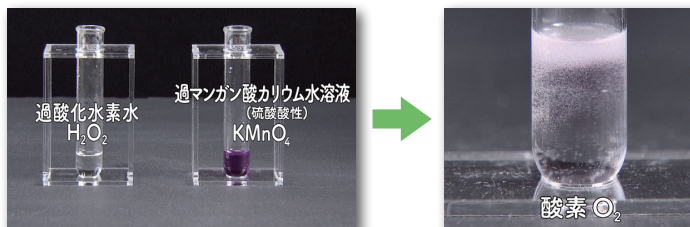


過酸化水素 H_2O_2 が、ヨウ化カリウム KI のヨウ化物イオン I^- を酸化して I_2 を生じた。この過酸化水素は酸化剤としてはたらいたことがわかる。

このページ掲載の文章・画像の無断転載を固く禁じます。

■実験：還元剤としての過酸化水素の反応

今度は、過酸化水素水 H_2O_2 と強い酸化剤である過マンガン酸カリウム KMnO_4 水溶液との反応を見てみよう。過酸化水素水と硫酸で酸性にした過マンガン酸カリウム水溶液が、それぞれ試験管に入っている。過酸化水素水を過マンガン酸カリウム水溶液に入れる。すると、気体を発生し、溶液がほぼ無色になった。発生した気体は、酸素だ。



硫酸で酸性にした過マンガン酸カリウム水溶液との反応では、過酸化水素が酸化されて酸素が発生した。この反応では、過酸化水素は還元剤としてはたらいことがわかる。

この2つの実験から、過酸化水素水の電子に注目した反応式を見てみよう。

過酸化水素の反応式

 <p>$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ (硫酸酸性) ヨウ化カリウム水溶液との反応</p> <p>酸化剤</p>	 <p>$\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{O}_2 + 2\text{e}^-$ (硫酸酸性) 過マンガン酸カリウム水溶液との反応</p> <p>還元剤</p>
--	---

ヨウ化カリウム水溶液との反応では、過酸化水素水は電子を奪って「酸化剤」としてはたらいている。一方、硫酸で酸性にした過マンガン酸カリウム水溶液との反応では、過酸化水素水は電子を出して、「還元剤」としてはたらいている。

このように、同じ物質でも反応する相手の物質によっては、酸化剤にも還元剤にもなるものがある。

酸化剤と還元剤の利用

身の回りには、酸化剤や還元剤が利用されているものがある。例えば、お茶や食パンには**還元剤**として、ビタミンCが入っている。お茶や食パンは酸化されると色や味が変わってしまう。還元剤のビタミンCを入れることでビタミンC自身が酸化されて、お茶や食パンが酸化されるのを防いでいる。



また、鏡は、グルコースを**還元剤**としてつくることができる。実験で見てみよう！

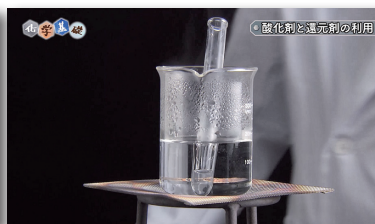
■実験：銀鏡反応

試験管の中には、アンモニア NH_3 水を加えた硝酸銀 AgNO_3 水溶液が入っている。そこに、還元剤であるグルコースを入れる。

よく振り混ぜたあと、試験管ごと、お湯につけて加熱する。

しばらくすると、試験管が鏡のようになった。これは、硝酸銀水溶液の銀イオンがグルコースで還元されて、金属の銀が析出したからである。

このような反応を、「**銀鏡反応**」という。鏡はこのように、ガラスの裏面に金属の銀を析出させることでつくられている。



酸化剤も日常生活のいろいろなところで利用されている。例えば、水道水の消毒は酸化剤を利用している。浄水場では、水に酸化剤のオゾン吹き込んで水中の不純物を酸化させることで消毒や有機物の分解をしているところがある。

★自分で“探究”してみよう！

- 身の回りにある酸化剤・還元剤を探してみよう。