

第33回

酸化・還元

講師
岩藤英司

学習のねらい

私たちは、空気に囲まれて生活をしています。空気には、5分の1の割合で酸素が含まれています。そして身の回りの物質は、常に酸素と接している状態にあるため、場合に応じて「いつでも酸素と結びつきやすい状況にある」といえます。物質が酸素と反応することを「酸化」といい、酸素を含む物質が酸素を失う反応を「還元」といいます。また、化学反応において物質間での水素のやりとりに注目して酸化・還元を定義することもできます。今回は、酸化・還元について詳しく学んでいきましょう。

ポイント

- 酸素のやりとり
- マグネシウムの燃焼
- 水素のやりとり

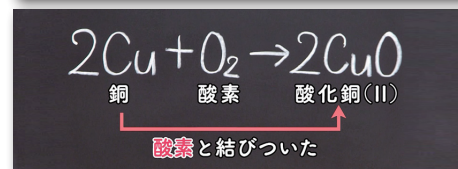
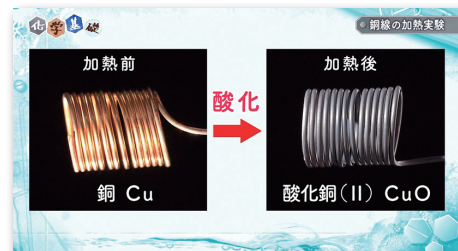
今回のキーワード

さんか かんげん
酸化、還元、酸化還元反応、化学カイロ、
酸素の授受、水素の授受、二酸化炭素の燃焼

酸素のやりとり

まずは銅線を加熱する酸化の実験を行い、考えてみよう。銅 Cu と酸素 O₂ が反応して黒色の酸化銅(II) CuO に変化する化学反応は、銅が酸素と反応しているので「銅が酸化された」という。このように、物質が酸素を受け取る変化が「酸化」だ。このときの反応を化学反応式に表すと、右図のようになる。

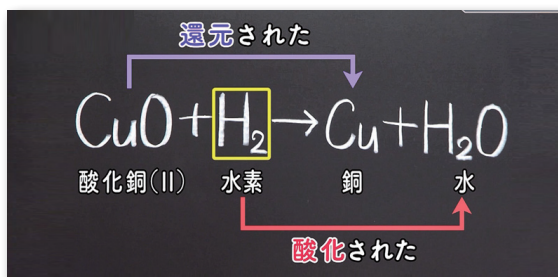
次に、銅線を加熱することによってできた酸化銅(II) CuO が水素 H₂ と反応して銅 Cu と水 H₂O に変化する反応で考えよう。



加熱した銅線を水素の入った試験管に入れると、もとの赤色の銅線に戻り、水滴が生じる

このページ掲載の文章・画像の無断転載を固く禁じます。

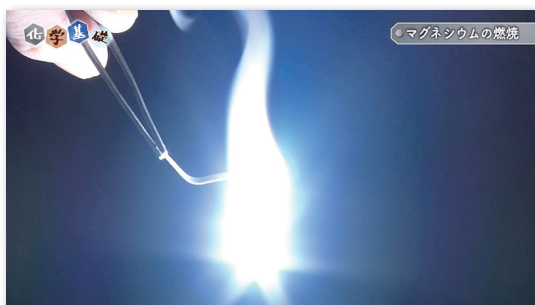
この反応を表した下図の化学反応式を見ると、酸化銅（Ⅱ）は銅に変化して、酸素を失っている。これを「酸化銅（Ⅱ）が還元された」という。物質が酸素を失う変化が「還元」だ。同時に、水素 H₂ は、酸素と反応して水 H₂O に変化するので、「水素は酸化された」という。



酸化とは物質が酸素と反応すること、還元とは酸化物が酸素を失って元に還る反応をすることである。1つの化学反応の中で、酸素を得ること（酸化）と酸素を失うこと（還元）は常に同時に起こっているので、これらをまとめて「酸化還元反応」とよぶ。

マグネシウムの燃焼

マグネシウム Mg は、酸素 O₂ があると明るい光を出して燃焼する。そして、マグネシウムは、二酸化炭素 CO₂ の中でも燃焼する。この反応では、酸素中での燃焼にも負けないほどの多量の光と熱が生じる。

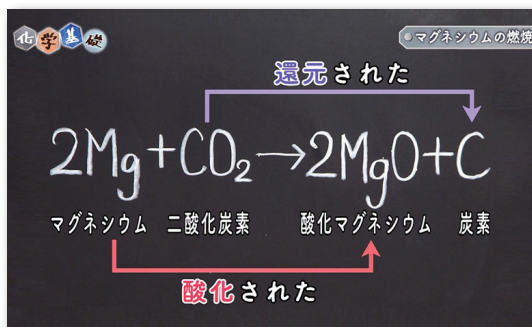


空気中で激しく燃焼するマグネシウム



二酸化炭素が入った集気びんの中でも燃焼する

この化学反応式は右下の図のようになるが、ここでも酸素のやりとりがあるので、この反応も「酸化還元反応」であることがわかる。マグネシウムは酸素を受け取り、酸化マグネシウム MgO に変化したので、「マグネシウムは酸化された」という。一方、二酸化炭素は酸素を失い炭素 C に変化したので、「二酸化炭素は還元された」という。マグネシウムは二酸化炭素の中の酸素を受け取って酸化された、つまり燃えたということだ。このように、物質は、酸素がなくても燃焼することがある。

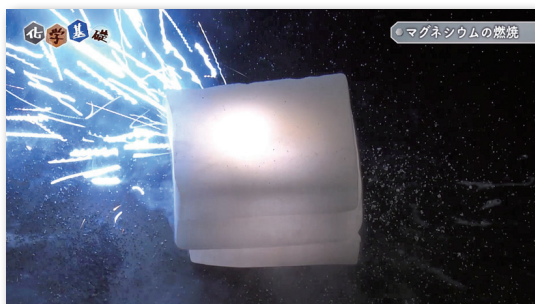


■マグネシウムはドライアイス中でも燃焼する!?

マグネシウムを使って、もうひとつ実験をしてみよう。粉末にしたマグネシウムを、二酸化炭素の固体であるドライアイスの中に詰める。そして導火線となるマグネシウムリボンに火をつけると、激しく燃焼した。



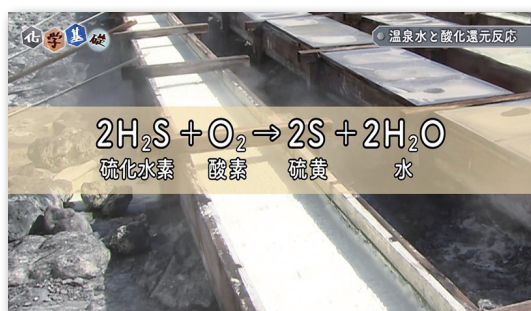
その後、ドライアイスでフタをして空気中の酸素を断った状態にしても、マグネシウムは燃焼し続けた。しばらくするとオレンジ色の炎に変化した。ドライアイスの中でマグネシウムは、とても冷たいのにもかかわらず燃焼する。マグネシウムがドライアイスから酸素を受け取り酸化することで起きる現象が確認できた。



水素のやりとり

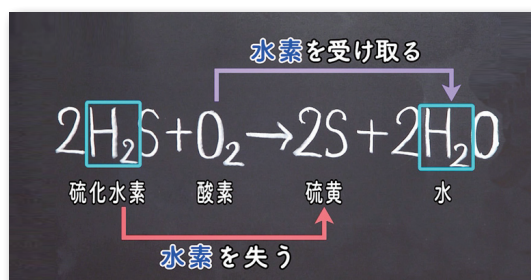
酸素の授受以外の化学反応を、酸化と還元で考えるため、温泉水に注目する。右図の化学反応は硫黄 S が含まれる温泉水の中で起こる化学反応の一つだ。硫化水素 H₂S が酸素 O₂ と反応するので、「硫化水素 H₂S は酸化された」といえる。

この反応について別の見方をすれば、「硫化水素 H₂S は、硫黄 S になり、水素 H₂ を失う」変化といえる。つまり、「硫化水素が水素を失う」ことは「硫化水素が酸化された」ことと同じであるわけだ。そこで、「水素を失う変化」を「酸化された」という。一方、酸素 O₂ の方は「水素を受け取って水 H₂O になる」変化となり、これを「酸素 O₂ は還元された」と表す。

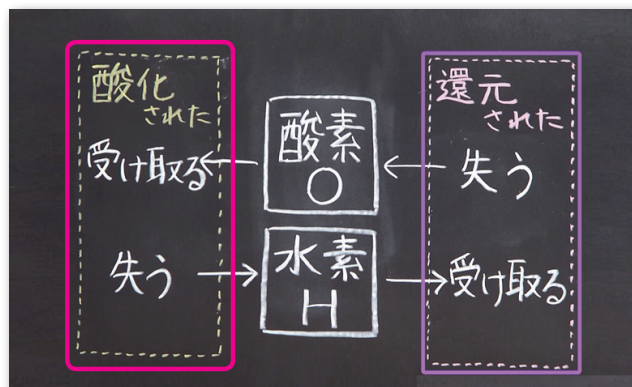


このページ掲載の文章・画像の無断転載を固く禁じます。

このように、酸化還元反応は水素のやりとりでも説明できることから、酸素による定義だけでなく、水素による定義も活用できるようになり、酸化還元反応の解釈は拡大されたといえよう。



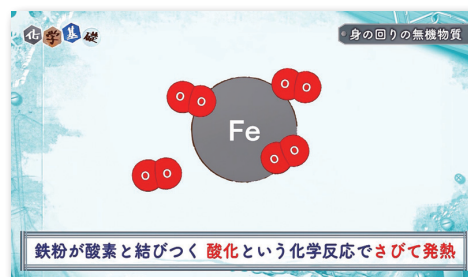
酸化還元反応における酸素のやりとり、水素のやりとりをまとめると、下図のようになる。酸素のやりとり（「酸素のキャッチボール」）でいう酸化還元反応は、「酸化」は酸素を得ること、「還元」は酸素を失うことである。また、水素のやりとり（「水素のキャッチボール」）でいう酸化還元反応は、「酸化」は水素を失うこと、「還元」は水素を得ることである。すなわち、酸化還元反応は酸素と水素の「得る」と「失う」が逆になっていて、「物質が酸化された」とは「酸素を受け取ること、または水素を失うこと」、「物質が還元された」とは、「酸素を失うこと、または水素を受け取ること」となる。



ちょっと注目

身の回りの酸化と還元

ものが錆びるといふのは、その物質が酸化されているからにほかならない。私たちは、錆びるのを防ぐために金属の柱などに塗装して、空気との接触を防いでいる。化学カイロは、鉄の酸化反応をうまく取り入れた製品である。身の回りを見ると、酸化や還元は至る所に存在している。



化学カイロのしくみ 第15回「物質の性質を学ぶ(1)無機物質」の回より

お菓子の袋などに入っている「脱酸素剤」の主な成分は鉄粉である。鉄粉が空気中の酸素と反応して酸化されることによって、お菓子の酸化を防いでいる。また、ペットボトルに入ったお茶などの飲み物には、ビタミンCが入っていて、これが「酸化防止剤」の役目をしている。

このページ掲載の文章・画像の無断転載を固く禁じます。

これら鉄粉やビタミンCは、還元剤である。

また、製鉄の際には、鉄鉱石を還元させることによって、純粋な鉄をつくり出している。



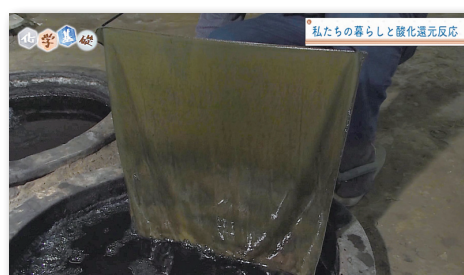
撮影協力：日本製鉄

また、植物を用いて布などを染色する方法は、古くから日本に伝わっている。藍染めもその一つである。

これも酸化還元反応を利用したものだ。藍染めに用いられる植物、「藍」に含まれている主成分は、「インジゴ」と呼ばれる物質で、藍色をしている。インジゴは、水には溶けにくい性質があるため、藍の色素を水に溶かすことが難しく、そのままでは布を染めることができない。先人たちは、藍をかめに入れたまま発酵させ、インジゴを還元させて別の物質に変化させることで水に溶けやすくし、そこに布を浸して色素を布に染み込ませることができた。



かめの中で藍を発酵させる



還元された藍が布に染み込む

そして色素が染み込んだ布をかめから出して空気に触れさせると、空気中の酸素によって色素が酸化されてインジゴに戻り、美しい藍色を示すようになるのである。昔の人たちには酸化還元反応の知識はなかったはずであるが、知らず知らずのうちに、酸化還元を利用してきたのだ。現在、伝統的な染色方法以外で藍染めをする際には、インジゴを還元させるために、ヒドロサルファイトという物質が使用されている。



★自分で“探究”してみよう！

- 日常生活の中で、どんなところに「酸化還元反応」が利用されているのか見つけてみよう。

このページ掲載の文章・画像の無断転載を固く禁じます。