

酸化還元反応と電気化学 01 酸化と還元・酸化数

人類の文明は火を得たことによって飛躍的に進歩しました。

さらに電気エネルギーにより、いっそうの進歩を遂げたのです。

火や電気エネルギー，言い換えれば燃焼や電池は人類の進歩とともにあったといっても過言ではないでしょう。

この燃焼や電池は酸化還元反応のひとつで，中和反応と並び代表的な化学反応です。

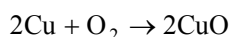
ここでは酸化還元反応の仕組みや応用などの理解を目的として学習を進めましょう。

A. 酸化と還元の定義

定義 1：酸素原子のやりとりと酸化・還元

銅粉 Cu を空気中で加熱すると銅は空気中の酸素 O₂ と結びついて黒色の酸化銅(II) CuO になります。このとき，銅は「酸化された」といいます。

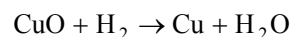
このように，物質が酸素原子 O と結びつくことを酸化といいます。



酸化銅(II)に水素 H₂ を通じながら加熱すると銅の単体が得られます。

このとき，酸化銅(II)は「還元された」といいます。

このように，酸化物が酸素原子を失うことを還元といいます。



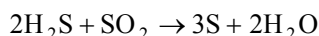
定義 2：水素原子のやりとりと酸化・還元

硫化水素 H₂S と二酸化硫黄 SO₂ が反応すると硫黄の単体 S が得られます。

このとき，硫化水素は「酸化された」といいます。

このように，水素化合物が水素原子 H を失うことを酸化といいます。

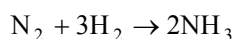
ちなみに，二酸化硫黄は酸素原子を失っているので還元されています。



窒素と水素をある条件下で合成するとアンモニアが生じます。

このとき，窒素は「還元された」といいます。

このように，物質が水素原子 H と結びつくことを還元といいます。



定義 3：電子のやりとりと酸化・還元

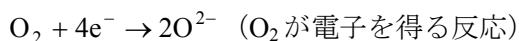
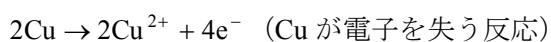
定義 1 の「銅が酸化された反応」を電子のやりとりで考えてみましょう。

2Cu + O₂ → 2CuO において，

生成物 CuO は金属と非金属の化合物だから，イオン性化合物です。

つまり，CuO は Cu²⁺ と O²⁻ がイオン結合した化合物です。

したがって，この反応で 2Cu と O₂ は，それぞれ 2Cu²⁺ と 2O²⁻ に変化したこととなります。



Cu が CuO に酸化されることと Cu が Cu^{2+} になることは同じと言えますから、Cu は電子を失うことにより酸化されたこととなります。

逆に O_2 は、電子を得ていますから、還元されたこととなります。

このように、酸化と還元には必ず電子の授受が伴います。

したがって、ある反応において、酸化された（電子を失った）物質があれば、一方では還元された（電子を得た）物質が存在します。

酸化と還元は、常に同時に起こる変化ということになります。

まとめ

	酸素原子 O	水素原子 H	電子 e^-
酸化される	得る	失う	失う
還元される	失う	得る	得る

酸化と還元は同時に起こる。

B. 酸化数

化学反応が起こる際に電子の授受があるならば、その反応は酸化還元反応です。

しかし、反応式を見て電子の授受の有無を見極めるのはなかなか困難です。

さらに酸化還元反応にはO原子やH原子が関与しない反応も多々あります。

また、たとえば、

水溶液中の銅(II)イオン Cu^{2+} が酸化銅(I) Cu_2O となって沈殿する反応では、銅(I)イオンはO原子と化合して Cu_2O となっているにもかかわらず還元されているんです。これでは混乱を招きますよね。

そんなこんなで、お困りのあなたへ酸化数という考え方を紹介しましょう。

これはちょっとしたルールを覚えるだけで、酸化還元を混乱することなく判断できる裏ワザです（ホントは表ワザ）。

酸化数の決め方

酸化数は物質やイオンを構成する個々の原子に与えられる数値。

1. 単体の場合

単体を構成する原子の酸化数=0

2. 単原子イオンの場合

単原子イオンの原子の酸化数=イオンの価数

3. 化合物の場合

化合物を構成する原子の酸化数の総和=0

化合物中で酸化数が優先的に決められる原子とその酸化数

優先順位	原子	酸化数
1 位	Na, K	常に+1
	Ca, Ba	常に+2
	Al	常に+3
2 位	H	ほぼ常に+1
3 位	O	ほぼ常に - 2

4. 多原子イオンの場合

多原子イオンを構成する原子の酸化数の総和=多原子イオンの価数

酸化数が優先的に決められる原子とその酸化数は化合物の場合と同じ

5. 以上のルールで決定できない場合

イオン性物質に起こりうるケースで、その場合はイオンに分解して考える。

確認問題

次の下線部 の原子の酸化数を求めよ。

1. S 2. S²⁻ 3. SO₂ 4. H₂SO₄ 5. NaH 6. MnO₄⁻ 7. ZnCO₃

解答と解説

1. 0

単体だから, 0

2. -2

単原子イオンだから, -2

3. +4

化合物の酸化数の優先順位から, O の酸化数は-2

化合物の酸化数の総和=0 だから,

S の酸化数を x とすると, $x + 2 \times (-2) = 0 \quad \therefore x = +4$ (正の酸化数は+をつける)

4. +6

化合物の酸化数の優先順位から, H の酸化数は+1, O の酸化数は-2

化合物の酸化数の総和=0 だから,

S の酸化数を x とすると, $2 \times (+1) + x + 4 \times (-2) = 0 \quad \therefore x = +6$

5. -1

化合物の酸化数の優先順位から, Na の酸化数は+1

化合物の酸化数の総和=0 だから,

H の酸化数を x とすると, $+1 + x = 0 \quad \therefore x = -1$

6. +7

酸化数の優先順位から, O の酸化数は-2

多原子イオンの酸化数の総和=多原子イオンの価数だから,

Mn の酸化数を x とすると, $x + 4 \times (-2) = -1 \quad \therefore x = +7$

7. +2

化合物の酸化数の優先順位から, O の酸化数は-2

ZnCO_3 はイオン性化合物だから, Zn^{2+} と CO_3^{2-} に分解して考えます。

よって, 化合物中の Zn の酸化数は+2

ちなみに, C の酸化数を x とすると,

多原子イオンの酸化数の総和=多原子イオンの価数より, $x + 3 \times (-2) = -2 \quad \therefore x = 4$

ことわり

本編はメルマガ高校化学の部屋 <http://www.geocities.co.jp/HeartLand-Poplar/8632/>

バックナンバー中の記載「このメルマガは, 転載・複写自由です。」に甘え,

内容を保ったまま, 整理・加筆し, 転載したものです。

大学理系入試問題・受験問題集を解いてみた <http://www.toitemita.sakura.ne.jp/>