「化学基礎」授業プリント⑥

酸化還元反応

○「酸化」「還元」とは何か

最初の発見

物質が燃える ＝ 物質が＿＿＿＿＿と結合する

… この反応を＿＿＿＿＿と名付けた

例 ： $2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$

⇩

その後

物質が他の物質と結合する反応が次々と発見された

例 ： $Mg + Cl_2 \rightarrow MgCl_2$ … ＿＿＿＿＿と名付ける？

$Mg + F_2 \rightarrow MgF_2$ … ＿＿＿＿＿と名付ける？

⇩

反応ごとに名前をつけていたら、とても煩雑になってしまう。

そこで、これらの反応に共通点がないか研究された。

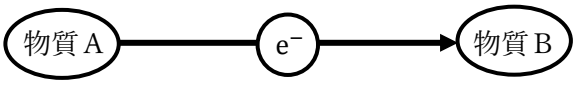
… 上の３つの反応すべてで＿＿＿＿の移動が起こっていることが分かった

⇩

次のように言葉が整理された

「酸化する」＝ 相手から＿＿＿＿を＿＿＿＿

「還元する」＝ 相手へ ＿＿＿＿を＿＿＿＿



ＡはＢを＿＿＿＿した（ＢはＡによって＿＿＿＿された）

ＢはＡを＿＿＿＿した（ＡはＢによって＿＿＿＿された）

※ 酸化と還元は、必ず_____に起こることが分かる。

※ 以上が「酸化」「還元」の本質だが、酸素 O の授受や水素 H の授受によって「酸化」「還元」が定義されることもある。それについては、以下のように整理できる。

・酸素 O の授受による定義

酸素 O と結びつく ＝ _____される

酸素 O を失う ＝ _____される

（例）

$2Cu + O_2 \rightarrow 2CuO$ … 酸素 O と結びついた Cu は電子を_____

$CuO + H_2 \rightarrow Cu + H_2O$ … 酸素 O を失った Cu は電子を_____

・水素 H の授受による定義

水素 H と結びつく ＝ _____される

水素 H を失う ＝ _____される

（例）

$H_2S + I_2 \rightarrow S + 2HI$

水素 H と結びついた I は電子を_____

水素 H を失った S は電子を_____

（練習）次の各反応で「酸化された物質」「還元された物質」をそれぞれ求めよ。

① $2Na + Cl_2 \rightarrow 2NaCl$

② $2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$

③ $Cu^{2+} + Zn \rightarrow Cu + Zn^{2+}$

○酸化数

・酸化数 ＝ 原子が余計に持っている＿＿＿＿＿＿＿

… 酸化数を見ると、原子がどの程度 酸化 or 還元 されているか分かる

酸化数の求め方

・単体の中の原子の酸化数は＿＿＿＿である。

・化合物の中の原子の酸化数は次のように求める。

H の酸化数 ＝ ＿＿＿＿

O の酸化数 ＝ ＿＿＿＿

イオンの酸化数 ＝ イオンの電気量

↓

他の原子の酸化数は、化合物の酸化数の合計が＿＿＿となるように決める（多原子イオンの場合は、酸化数の合計はイオンの価数）

（練習）次の各物質中の下線を引いた原子の酸化数を求めよ。

(1) $\underline{N}_2$　(2) $\underline{Fe}^{2+}$　(3) $\underline{C}O_2$　(4) $H_3\underline{P}O_4$　(5) $\underline{N}O_3^-$　(6) $H\underline{C}O_3^-$　(7) $K\underline{Mn}O_4$

○酸化数の変化

・酸化還元反応が起こるとき、

酸化される原子の酸化数は＿＿＿＿＿＿する

還元される原子の酸化数は＿＿＿＿＿＿する

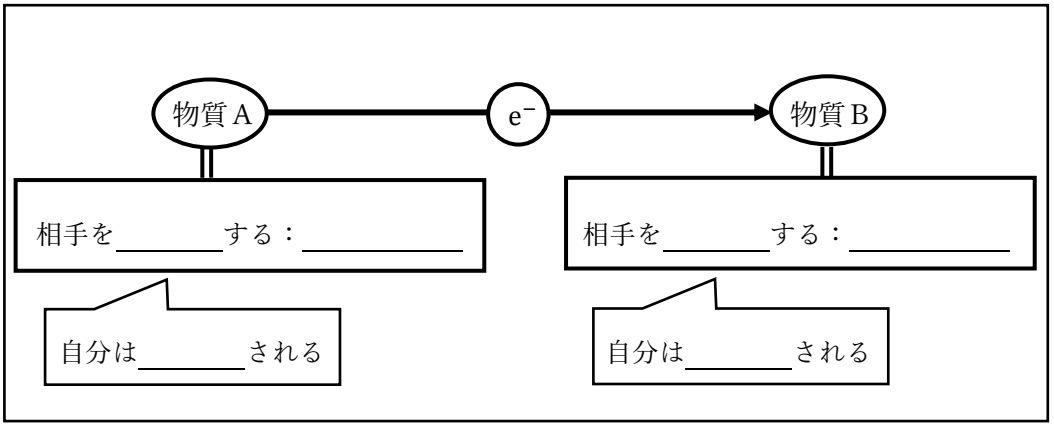
（練習）次の各変化で、下線を引いた原子は酸化されたか、還元されたかを答えよ。

(1) $H_2\underline{O}$ → $H_2\underline{O_2}$

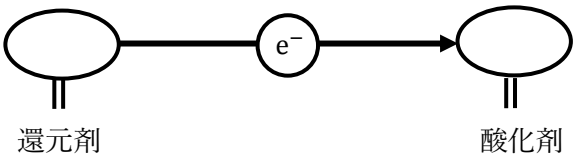
(2) $K\underline{Cl}O_3$ → $K\underline{Cl}$

(3) $\underline{Cr}_2O_7^{2-}$ → $\underline{Cr}^{3+}$

○酸化剤と還元剤



例１： $2H_2S$ ＋ O_2 → $2S$ ＋ $2H_2O$

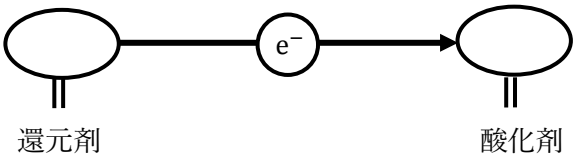


還元剤（＿＿＿＿）の反応だけを表すと： H_2S →＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

酸化剤（＿＿＿＿）の反応だけを表すと： O_2 →＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

半反応式という

例２： $2Br^-$ ＋ Cl_2 → Br_2 ＋ $2Cl^-$



＿＿＿＿の方が電子を奪う力が強いことが分かる。

※ ハロゲンの酸化力の強さには、＿＿＿＿＞＿＿＿＿＞＿＿＿＿＞＿＿＿＿という差がある

⇩

・ $2I^-$ ＋ Br_2 → I_2 ＋ $2Br^-$ という反応は＿＿＿＿＿＿＿＿

・ $2Br^-$ ＋ I_2 → Br_2 ＋ $2I^-$ という反応は＿＿＿＿＿＿＿＿

・ $2Cl^-$ ＋ F_2 → Cl_2 ＋ $2F^-$ という反応は＿＿＿＿＿＿＿＿

・ $2F^-$ ＋ Cl_2 → F_2 ＋ $2Cl^-$ という反応は＿＿＿＿＿＿＿＿

○酸化還元反応式の作り方

酸化還元反応（酸化剤と還元剤の反応）を表す式は、酸化剤と還元剤の
それぞれの半反応式を組み合わせて作ることができる

例１：過酸化水素 H_2O_2 とヨウ化カリウム KI との反応

還元剤 （ KI ）の半反応式 ：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

＿＿＿剤（ H_2O_2 ）の半反応式 ：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

⇩

組み合わせると：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

例２：過酸化水素 H_2O_2 と過マンガン酸カリウム $KMnO_4$ との反応

酸化剤（ $KMnO_4$ ）の半反応式：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿… ①

＿＿＿剤（ H_2O_2 ）の半反応式 ：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿… ②

⇩

還元剤が出す e^- の数 ＝ 酸化剤が受け取る e^- の数

となるよう、①を＿＿倍、②を＿＿倍してから足し合わせる

組み合わせると：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

○酸化剤と還元剤の量的関係

・酸化剤と還元剤が反応するとき、

酸化剤が受け取る e^- の数（mol）　＝　還元剤が出す e^- の数（mol）

という関係が成り立つ。

例１：2 mol の $KMnO_4$ と過不足なく反応する H_2O_2 は何 mol か。

例２：0.100 mol/L の $KMnO_4$ 水溶液 10.0 mL に H_2O_2 水溶液 5.00 mL を滴下すると、過不足なく反応した。滴下した H_2O_2 水溶液は何 mol/L か。

○金属のイオン化傾向

例１：ナトリウム Na を水に入れると、＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

$Na \rightarrow$ ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

$2H_2O + 2e^- \rightarrow$ ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

例２：亜鉛 Zn を水に入れても反応しない。しかし、酸に入れると反応する。

$Zn \rightarrow$ ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

$2H^+ + 2e^- \rightarrow$ ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

例３：銅 Cu を（普通の）酸に入れても反応しない。

⇩

以上のことから、金属によって陽イオンへのなりやすさ（＝＿＿＿＿＿＿＿）に差があることが分かる。

（上の３つを比べると、イオン化傾向は ＿＿＿＞＿＿＿＞＿＿＿ である。）

※ 硝酸銀 $AgNO_3$ 水溶液に銅 Cu を入れると、銅 Cu が溶けて銀 Ag が析出する

$Cu \rightarrow$ ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

$Ag^+ + e^- \rightarrow$ ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

⇩

このことから、イオン化傾向は ＿＿＿＞＿＿＿ であると分かる

※ 酢酸鉛 $(CH_3COO)_2Pb$ 水溶液に亜鉛 Zn を入れると、亜鉛 Zn が溶けて鉛 Pb が析出する

$Zn \rightarrow$ ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

$Pb^{2+} + 2e^- \rightarrow$ ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

⇩

このことから、イオン化傾向は ＿＿＿＞＿＿＿ であると分かる

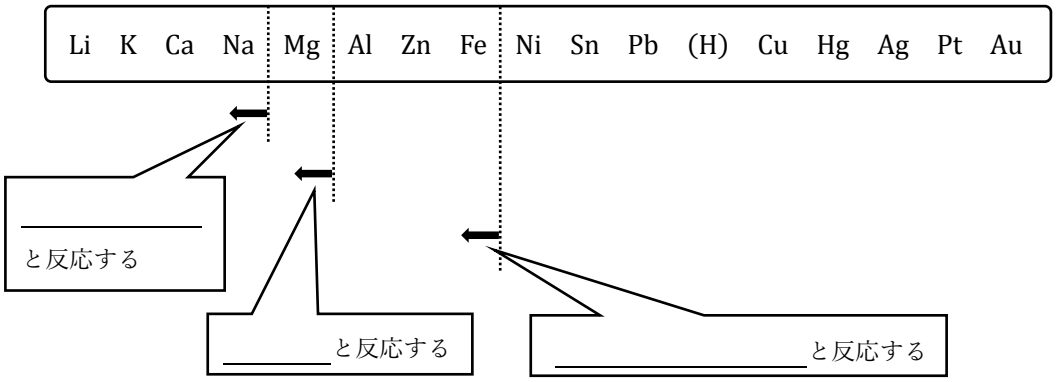
○イオン化列

金属のイオン化列（イオン化傾向の大きい順に並べたもの）は次の通り

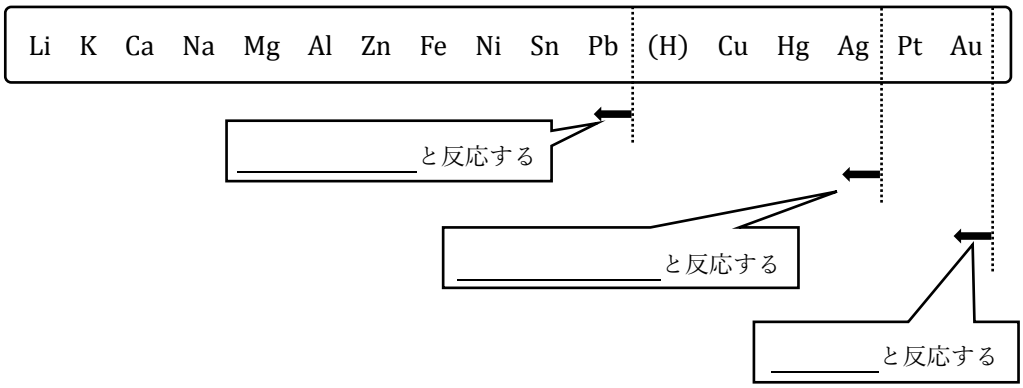
Li	K	Ca	Na	Mg	Al	Zn	Fe	Ni	Sn	Pb	(H)	Cu	Hg	Ag	Pt	Au

… イオン化傾向が＿＿＿＿＿＿ほど、他の物質と反応しやすい

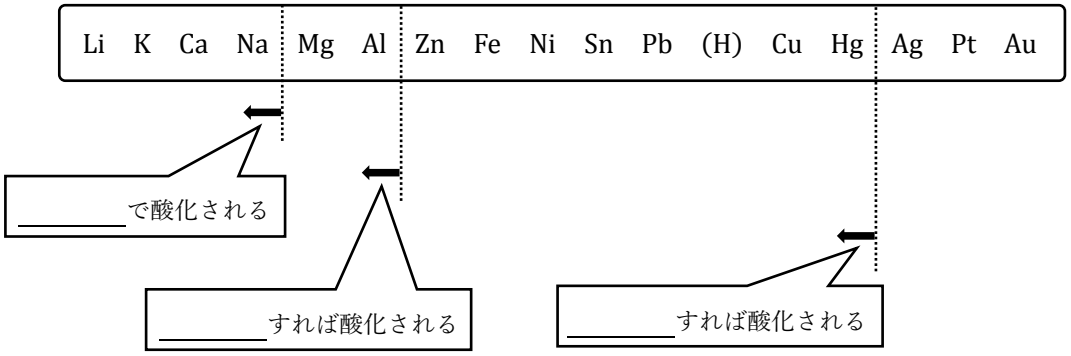
〈 水との反応 〉



〈 酸との反応 〉



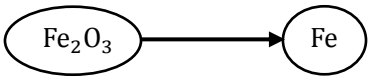
〈 空気との反応 〉



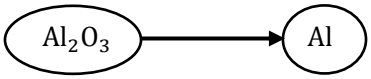
○金属の製錬（単体の金属を得ること）

ほとんどの金属は、天然には酸化物などの形で存在している → これを＿＿＿＿＿＿して単体の金属を得ている

例１：単体の鉄は＿＿＿＿＿＿を還元して得ている



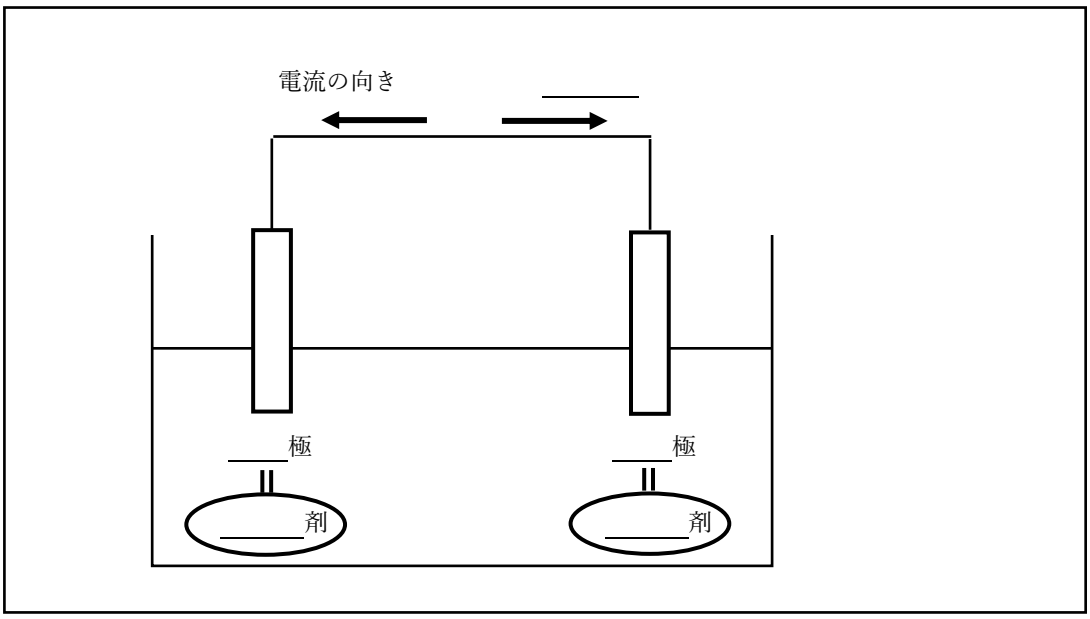
例２：単体のアルミニウムは＿＿＿＿＿＿を還元して得ている



※ 上の２つの金属では＿＿＿＿＿＿＿＿の方がイオン化傾向が大きいので、

製錬に必要なエネルギーが＿＿＿＿＿＿

○電池の仕組み



※ 電極として２種類の金属を使う場合、イオン化傾向が大きい方が＿＿＿極になる

※ 充電することができない電池 ＝ ＿＿＿＿＿＿電池

充電することができる電池 ＝ ＿＿＿＿＿＿電池（蓄電池）