化学基礎　/　電池

電池は、電子の通り道をつくる

反応式・電子の向き・電極の変化を、同じ図でつなぐ。

年　　組　　番　　氏名

> このページの目標　ダニエル電池で、どこが酸化・還元されるかを説明できる。

電池は、酸化還元反応の化学エネルギーを電気エネルギーに変える装置。電子を放出する反応と受け取る反応を別の場所で起こし、導線でつなぐ。

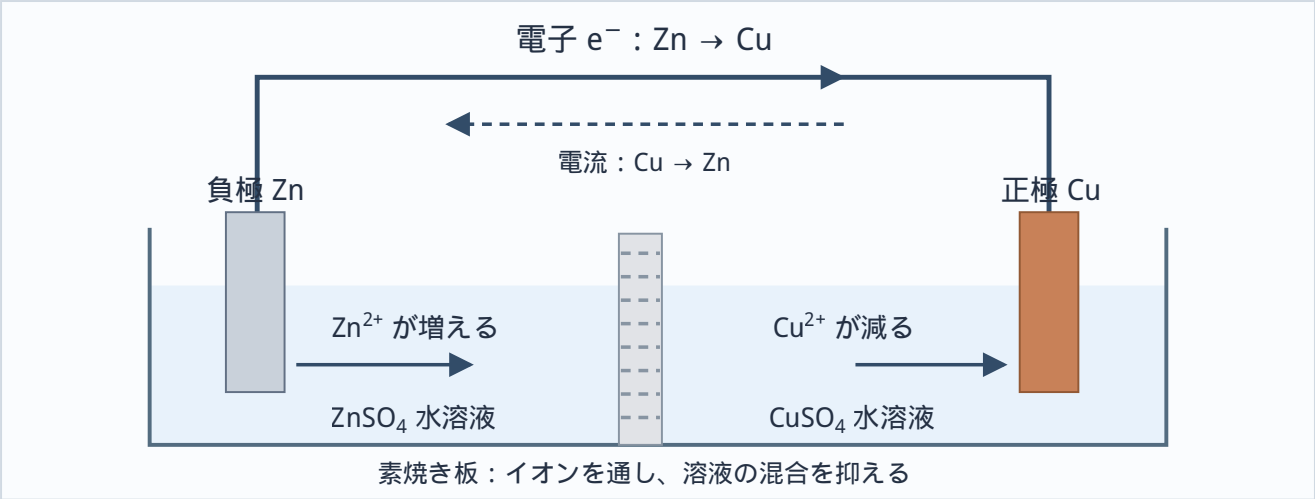


図1　放電中のダニエル電池。外部の導線では電子、電解液中ではイオンが電荷を運ぶ。

負極 : **Zn** 板	正極 : **Cu** 板
$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$ Zn が酸化されて溶ける。 Zn 板の質量は減少。	**$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$** Cu^{2+} が還元されて析出する。 Cu 板の質量は増加。

全体の反応　$Zn + Cu^{2+} \rightarrow Zn^{2+} + Cu$
Zn のイオン化傾向は Cu より大きい。Zn が負極、Cu が正極となる。

活物質は実際に酸化・還元される物質。この電池では負極が Zn、正極が Cu^{2+}。正極の Cu 板は、電子を受け渡す場所になる。起電力は、電流を流していないときの両極間の電位差。

> 素焼き板は完全な壁ではない。イオンの移動により、両側の電気的な偏りを抑え、放電を続けられるようにする。

授業メモ　Zn 板と Cu 板の質量が逆向きに変わる理由を、反応式を使って説明する。

理論化学　/　電池

電池は、電子の通り道をつくる

反応式・電子の向き・電極の変化を、同じ図でつなぐ。

年　　組　　番　　氏名

> このページの目標　ダニエル電池で、どこが酸化・還元されるかを説明できる。

電池は、酸化還元反応の化学エネルギーを電気エネルギーに変える装置。電子を放出する反応と受け取る反応を別の場所で起こし、導線でつなぐ。

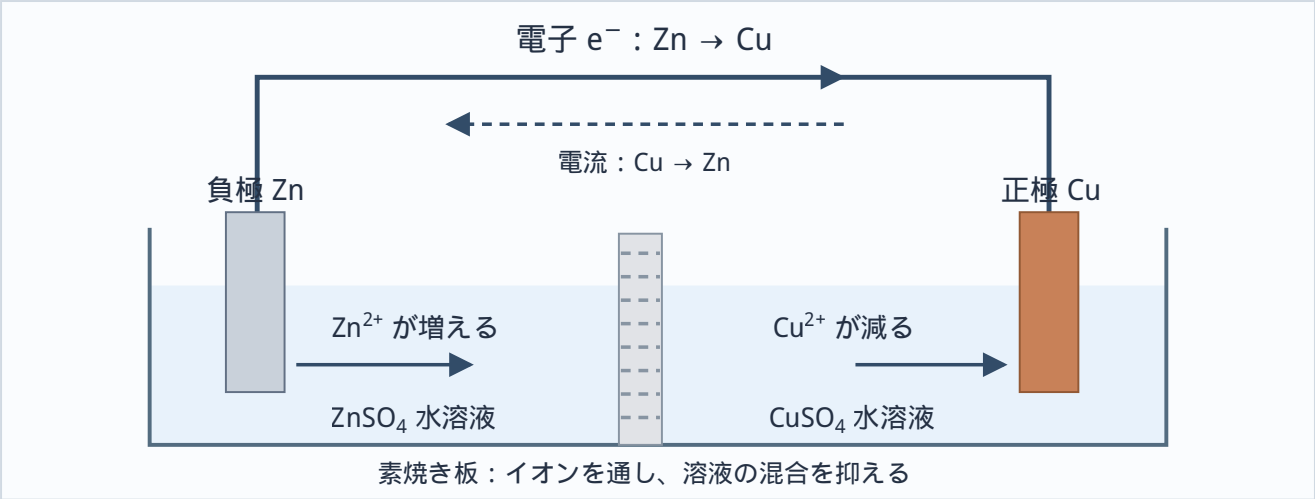


図1　放電中のダニエル電池。外部の導線では電子、電解液中ではイオンが電荷を運ぶ。

負極 : **Zn** 板	正極 : **Cu** 板
$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$ Zn が酸化されて溶ける。 Zn 板の質量は減少。	**$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$** Cu^{2+} が還元されて析出する。 Cu 板の質量は増加。

全体の反応　$Zn + Cu^{2+} \rightarrow Zn^{2+} + Cu$
Zn のイオン化傾向は Cu より大きい。Zn が負極、Cu が正極となる。

活物質は実際に酸化・還元される物質。この電池では負極が Zn、正極が Cu^{2+}。正極の Cu 板は、電子を受け渡す場所になる。起電力は、電流を流していないときの両極間の電位差。

> 素焼き板は完全な壁ではない。イオンの移動により、両側の電気的な偏りを抑え、放電を続けられるようにする。

授業メモ　Zn 板と Cu 板の質量が逆向きに変わる理由を、反応式を使って説明する。

理論化学　/　電池

電池ごとの違いを比べる

共通する原理は「放電中、負極で酸化・正極で還元」。

> 目標　活物質・電解質・充電の可否を、区別して整理する。

01　ボルタ電池とダニエル電池

比較する点	ボルタ電池	ダニエル電池
電極・電解液	Zn 板・Cu 板 / 希硫酸	Zn 板・Cu 板 / $ZnSO_4$・$CuSO_4$ 水溶液
負極の反応	$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$	$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$
正極の反応	$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$	$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$
違い	Cu 板上で H_2 が発生する	Cu 板上に Cu が析出する

分極：ボルタ電池では、発生した水素などの影響で放電中の電圧が低下する。ダニエル電池は、正極で H^+ の代わりに Cu^{2+} を還元し、水素発生による分極を避ける。

02　実用電池は「何が反応するか」で読む

一次電池 通常は充電しない　　二次電池 充電して繰り返し使う

電池	負極側の活物質・材料	正極側の活物質・材料	電解質 / 分類
マンガン乾電池	Zn	MnO_2	$ZnCl_2$・NH_4Cl 水溶液 一次
酸化銀電池	Zn	Ag_2O	KOH 水溶液 一次
鉛蓄電池	Pb	PbO_2	希硫酸 二次
ニッケル・水素電池	水素吸蔵合金に 吸蔵された水素	NiO(OH)	KOH 水溶液 二次
リチウムイオン電池 （代表的な構成）	Li を取り込んだ黒鉛	$LiCoO_2$ 系の材料	リチウム塩を含む有機電解液 二次
燃料電池 （リン酸形）	H_2	O_2	リン酸 活物質を外部から供給

用途と結びつける：酸化銀電池は電圧が安定し、時計などのボタン電池に使う。リチウムイオン電池は軽量で高電圧を得やすい。

> リチウムイオン電池では Li^+ が両極間を移動する。正極材料には複数の種類があり、上表は代表例。燃料電池は、この表では一次・二次と分けて整理する。

発展：レドックスフロー電池は、バナジウムイオンなどを含む電解液をタンクから循環させて充放電する二次電池。

授業メモ　「負極＝金属が溶ける」と言い切れない理由を、表から説明する。

理論化学　/　電池

反応式から、変化を読み取る

鉛蓄電池と燃料電池。物質の出入りを追う。

03　鉛蓄電池：放電で両極とも $PbSO_4$ になる

放電時の半反応式
負極　$Pb + SO_4^{2-} \rightarrow PbSO_4 + 2e^-$
正極　$PbO_2 + 4H^+ + SO_4^{2-} + 2e^- \rightarrow PbSO_4 + 2H_2O$

$Pb + PbO_2 + 2H_2SO_4 \rightarrow 2PbSO_4 + 2H_2O$

観察できる変化	反応式から分かる理由
両極の質量が増える	Pb も PbO_2 も、より重い $PbSO_4$ に変わる。 反応した Pb 原子 1 mol あたりで比べる。
希硫酸の濃度・密度が下がる	H_2SO_4 が消費され、水が生成する。
充電で元に戻る	外部から電気エネルギーを与え、逆向きの反応を起こす。

04　燃料電池：活物質を外から供給する

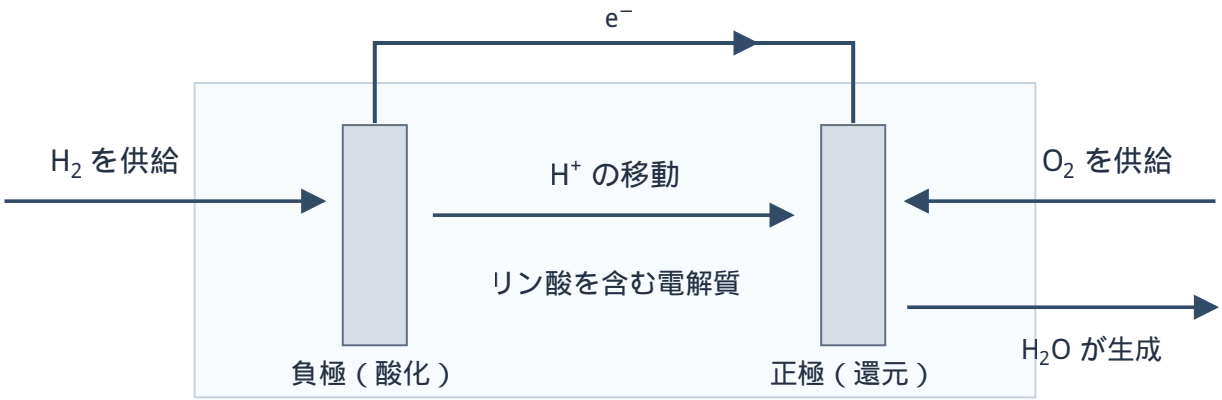


図2　リン酸形燃料電池の模式図。導線中の電子と、電解質中の H^+ の経路を分けて読む。

負極　$H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$
正極　$O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$
全体　$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$

負極の式を2倍して加えると、H^+ と e^- が消去される。反応する **H_2**：**O_2**：電子 ＝ **2**：**1**：**4**。アルカリ形は KOH 水溶液を用い、各極の半反応式は上と異なるが、全体の反応は同じ。

> 発電時の生成物は水。ただし、環境負荷は水素の製造方法や輸送などにも左右される。

授業メモ　鉛蓄電池を充電すると、電解液の密度が上がるのはなぜか。

理論化学　/　電池

計算は、電子の mol を経由する

公式を暗記するだけでなく、単位と係数比でつなぐ。

> 目標　電気量から、反応した物質の質量・気体の体積までの道筋をつくれる。

05　電流と時間から、電気量を求める

$$Q = I \times t$$

Q：電気量 [C]　/　I：電流 [A]　/　t：時間 [s]

1 A は「1秒間に1 C の電気量が流れる」ことを表す。したがって、時間は必ず秒に直す。分なら ×60、時間なら ×3600。

06　ファラデー定数は「電子 1 mol の電気量」

$$F = eN_A \fallingdotseq 9.65 \times 10^4 \ \mathrm{C/mol}$$

$$n(e^-) = Q / F = It / F$$

e は電気素量（電子1個の電荷の大きさ）で、約 1.602×10^{-19} C。電子1 mol の個数 N_A 倍が F になる。

電気量 Q	→	電子の物質量	→	物質の物質量
C		Q ÷ F [mol]		半反応式の係数比

質量を求める

$$m = nM$$

物質量 × モル質量 [g/mol]

気体の体積を求める

$$V = n \times 22.4$$

0 ℃・1.013×10^5 Pa での体積 [L]

07　係数比を読む場所は、半反応式

対象	電子との物質量比	**n(e⁻)** から求める式
ダニエル電池の Zn	$Zn : e^- = 1 : 2$	$n(Zn) = n(e^-) / 2$
ダニエル電池の Cu	$Cu : e^- = 1 : 2$	$n(Cu) = n(e^-) / 2$
燃料電池の H_2	$H_2 : e^- = 1 : 2$	$n(H_2) = n(e^-) / 2$
燃料電池の O_2	$O_2 : e^- = 1 : 4$	$n(O_2) = n(e^-) / 4$

> 「電子の mol」と「金属や気体の mol」は同じとは限らない。ダニエル電池では Zn と Cu の物質量変化は同じでも、モル質量が違うため質量変化は同じにならない。

授業メモ　自分の確認手順を書く。秒への換算 → 単位 → 半反応式の係数比。