化学基礎　/　電池

ダニエル電池の説明

対応：配布用・単元内 p.1・図1　/

> 指導の中心　電子を放出する場所と受け取る場所を、反応式の左右から判断させる。

説明の順序

01　まず、**Zn** と **Cu** の役割を決める

Zn のイオン化傾向は Cu より大きい。Zn が酸化され、Zn^{2+} と電子を生じることを図1の左側で示す。ここでは Zn と Cu の組合せに限って説明する。

02　電子の経路をたどる

Zn から導線を通って Cu 板へ進む矢印を指し示す。正極では溶液中の Cu^{2+} が電子を受け取る。次に、電流の向きは電子と逆であることを確認する。

03　反応式を、観察できる変化につなぐ

Zn は溶液中へ出るため板が軽くなり、Cu は板に析出するため重くなる。電解液中はイオンが電荷を運び、素焼き板がイオンの移動を可能にする。

板書の要点

負極（酸化）　$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$
正極（還元）　$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$
電子：負極 → 正極　/　電流：正極 → 負極
活物質：負極 Zn、正極 Cu^{2+}　/　正極の電極板：Cu

授業メモの解答例と確認する点

配布用の問い　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。

解答例　Zn は電子を放出して Zn^{2+} となり、溶液中へ溶け出すので質量が減る。Cu^{2+} は電子を受け取って Cu となり、Cu 板に析出するので質量が増える。

確認する点　「Zn が溶ける」「Cu^{2+} が Cu として析出する」の両方を、電子の放出・受け取りに結びつけている。

つまずきへの対応

生徒の反応・誤解	返す問い・説明
「銅板そのものが還元される」	「電子を受け取る前の物質は、半反応式のどちら側にある？」と問い、Cu^{2+} を示させる。
「素焼き板は電子を通す」	外部回路の電子と、溶液中のイオンを分けて追わせる。素焼き板は溶液の混合を抑えつつイオンを通す。

次へ進む前の確認　図1を見ながら、Zn の酸化 → 導線中の電子 → Cu^{2+} の還元を一続きに説明できるか。

理論化学　/　電池

電池｜授業の進め方

配布用・単元内 p.1〜4 に対応する指導計画。

> 指導のねらい　酸化と還元の場所を分けて捉え、電子の移動・電極の変化・電気量の計算へつなぐ。

既習事項　酸化・還元、イオン化傾向、半反応式、物質量。

到達目標

1　負極・正極で反応する物質と、電子・電流の向きを説明する。
2　鉛蓄電池・燃料電池を反応式から比較し、物質の出入りを読む。
3　電気量から電子の物質量を求め、半反応式の係数比を使う。

授業の流れ（**50分×2時間の目安**）

時間	配布用	活動・説明
1時間目 0〜25分	p.1	図1 → 半反応式 → 質量変化 → 授業メモ
1時間目 25〜45分	p.2	ボルタ電池との比較 → 活物質・電解質・分類
1時間目 45〜50分	p.1〜2	活物質と電極材料を口頭で区別
2時間目 0〜25分	p.3	鉛蓄電池の放電 → 燃料電池の係数比
2時間目 25〜45分	p.4	Q = It → Q/F → 半反応式の係数比
2時間目 45〜50分	p.4	計算手順を説明し、演習につなぐ

電池を放電している場面を基準とし、充電は逆反応として区別する。

理論化学　/　電池

ダニエル電池の説明

対応：配布用・単元内 p.1・図1　/　1時間目 前半

> 指導の中心　電子を放出する場所と受け取る場所を、反応式の左右から判断させる。

説明の順序

01　まず、**Zn** と **Cu** の役割を決める

Zn のイオン化傾向は Cu より大きい。Zn が酸化され、Zn^{2+} と電子を生じることを図1の左側で示す。ここでは Zn と Cu の組合せに限って説明する。

02　電子の経路をたどる

Zn から導線を通って Cu 板へ進む矢印を指し示す。正極では溶液中の Cu^{2+} が電子を受け取る。次に、電流の向きは電子と逆であることを確認する。

03　反応式を、観察できる変化につなぐ

Zn は溶液中へ出るため板が軽くなり、Cu は板に析出するため重くなる。電解液中はイオンが電荷を運び、素焼き板がイオンの移動を可能にする。

板書の要点

負極（酸化）　$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$
正極（還元）　$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$
電子：負極 → 正極　/　電流：正極 → 負極
活物質：負極 Zn、正極 Cu^{2+}　/　正極の電極板：Cu

授業メモの解答例と確認する点

配布用の問い　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。

解答例　Zn は電子を放出して Zn^{2+} となり、溶液中へ溶け出すので質量が減る。Cu^{2+} は電子を受け取って Cu となり、Cu 板に析出するので質量が増える。

確認する点　「Zn が溶ける」「Cu^{2+} が Cu として析出する」の両方を、電子の放出・受け取りに結びつけている。

つまずきへの対応

生徒の反応・誤解	返す問い・説明
「銅板そのものが還元される」	「電子を受け取る前の物質は、半反応式のどちら側にある？」と問い、Cu^{2+} を示させる。
「素焼き板は電子を通す」	外部回路の電子と、溶液中のイオンを分けて追わせる。素焼き板は溶液の混合を抑えつつイオンを通す。

次へ進む前の確認　図1を見ながら、Zn の酸化 → 導線中の電子 → Cu^{2+} の還元を一続きに説明できるか。

理論化学　/　電池

電池の比較と活物質

対応：配布用・単元内 p.2・01〜02　/　1時間目 後半

> 指導の中心　電極材料・活物質・電解質・充電の可否を、混ぜずに整理させる。

説明の順序

01　ボルタ電池とダニエル電池を比較する

負極の式は同じで、正極で電子を受け取る物質が違う。ボルタ電池は H^+、ダニエル電池は Cu^{2+}。正極に Cu 板があることだけでは反応を決められない。

02　分極と正極反応を結びつける

ボルタ電池の電圧低下を、水素発生などの影響として説明する。ダニエル電池では正極で Cu^{2+} を還元するため、水素発生による分極を避けられる。

03　実用電池を、列ごとに比較する

まず一次・二次を分け、次に負極・正極の活物質、最後に電解質を読む。材料名を縦に丸暗記させる前に、それぞれが何を表す列なのか確認する。

板書の要点

ボルタ電池の正極　$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$
ダニエル電池の正極　$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$
一次電池：通常は充電しない　/　二次電池：充電して再利用
燃料電池：活物質を外から供給する

授業メモの解答例と確認する点

> 配布用の問い　「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。
>
> 解答例　負極で起こるのは酸化であり、金属が溶ける反応とは限らない。例えば燃料電池では、負極に供給した H_2 が酸化される。
>
> 確認する点　「負極では酸化」と述べ、金属の溶解以外の具体例を挙げている。

つまずきへの対応

生徒の反応・誤解	返す問い・説明
「正極の材料は、すべて金属」	正極側の活物質に MnO_2、PbO_2、O_2 があることを表から挙げさせる。
「燃料電池は充電できる二次電池」	「使い続けるために外から何を供給する？」と問い、水素・酸素の補給と充電を区別する。

補足の扱い：リチウムイオン電池の材料は代表例として扱う。レドックスフロー電池は二次電池の広がりを知る補足とし、原理の理解後に触れる。

次へ進む前の確認　表を閉じ、鉛蓄電池が二次電池である理由と、燃料電池を別に整理する理由を説明できるか。

理論化学　/　電池

鉛蓄電池と燃料電池

対応：配布用・単元内 p.3・03〜04・図2　/　2時間目 前半

> 指導の中心　反応式を足し合わせ、生成物・電解液の変化・電子との係数比を読む。

説明の順序

01 鉛蓄電池の両極の生成物をそろえる

両極とも $PbSO_4$ になることを先に示す。負極は Pb、正極は PbO_2 と比べ、いずれも固体の質量が増えると説明する。

02 全体の反応から、電解液の変化を読む

H_2SO_4 が反応物、水が生成物であることを囲ませる。放電で希硫酸の濃度・密度が下がり、充電では逆向きの反応が進む。

03 燃料電池の式を合計する

図2で H_2・O_2・H_2O の出入りを確認する。負極の式を2倍して正極の式と加え、電子と H^+ を消去する。

板書の要点

鉛蓄電池：$Pb + PbO_2 + 2H_2SO_4 \rightarrow 2PbSO_4 + 2H_2O$
燃料電池の負極：$2H_2 \rightarrow 4H^+ + 4e^-$
燃料電池の正極：$O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$
全体：$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$　/　$H_2 : O_2 : e^- = 2 : 1 : 4$

授業メモの解答例と確認する点

> 配布用の問い　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。
>
> 解答例　充電は放電の逆反応なので、H_2SO_4 が生成し、水が消費される。電解液の硫酸濃度が高くなるため、密度が上がる。
>
> 確認する点　H_2SO_4 の生成・水の消費と、濃度・密度の上昇を結びつけている。

つまずきへの対応

生徒の反応・誤解	返す問い・説明
「負極はどの電池でも軽くなる」	ダニエル電池の Zn と、鉛蓄電池の Pb の生成物を比べる。質量は「どの物質から何になるか」で判断する。
「燃料電池では電子も電解質を通る」	図2の導線と電解質を別々に指し、電子は導線、H^+ は電解質中の経路として読む。

条件の区別：図2と半反応式はリン酸形の説明。アルカリ形では半反応式が変わる。発電時の生成物が水であることと、水素製造を含む環境負荷の評価は分ける。

次へ進む前の確認　電子 4 mol に対応する H_2 と O_2 の物質量を、半反応式から指し示せるか。

理論化学　/　電池

電気量から物質量へ

対応：配布用・単元内 p.4・05〜07　/　2時間目 後半

> 指導の中心　数字を代入する前に、単位と半反応式から計算の道筋を説明させる。

説明の順序

01 時間を秒にそろえて、**Q = It** を使う

1 A = 1 C/s から式の意味を確認する。分・時間のまま掛けないよう、秒への換算を計算の最初の行に置く。

02 **Q/F** で電子の **mol** を求める

F の単位 C/mol を使い、C ÷ (C/mol) = mol を確かめる。電気量と電子の物質量の区別を明示する。

03 半反応式で物質の **mol** に変える

Zn・Cu・H_2 は電子との比が1：2、O_2 は1：4。目的の物質量を出した後に、質量ならモル質量、気体体積なら与えられた条件を用いる。

板書の要点

時間 [s] → Q = It [C] → $n(e^-) = Q/F$ [mol]
$n(Zn) = n(Cu) = n(e^-)/2$　（ダニエル電池）
$n(H_2) = n(e^-)/2$　/　$n(O_2) = n(e^-)/4$　（燃料電池）
質量 m = nM　/　標準状態の理想気体 V = n×22.4 L/mol

授業メモの解答例と確認する点

配布用の問い　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。

解答例　①時間を秒に直す。②Q = It で電気量、Q/F で電子の物質量を求める。③半反応式の係数比で物質の物質量を求め、必要に応じて質量・体積へ換算する。

確認する点　手順の順番が適切で、電子の mol と目的物質の mol の間に「係数比」を置いている。

つまずきへの対応

生徒の反応・誤解	返す問い・説明
「Q/F で銅の mol が出る」	「いま求めたのは何の mol？」と問い、$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$ の係数を指し示させる。
「Zn と Cu の質量変化は同じ」	物質量変化は同じでも、モル質量は異なる。同じ mol と同じ g を区別して確認する。

次へ進む前の確認　計算の各段階に「何の量か」と単位を添えられるか。次の電気分解でも同じ手順を使うことを予告する。