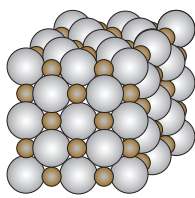


## 1 電気分解

① イオンは電気の最小単位量(電気素量)をいくつもっているかによって1価, 2価, …とよばれる。 $\text{Na}^+$ は1価の陽イオン,  $\text{Cu}^{2+}$ は2価の陽イオンである。

② 塩化ナトリウムの結晶は, ナトリウムイオン $\text{Na}^+$ と塩化物イオン $\text{Cl}^-$ からなるイオン結晶である。



●は $\text{Na}^+$     ●は $\text{Cl}^-$

図1

③ electrolytic dissociation

④ electrolyte

⑤ electrolytic solution

⑥ 電気分解のとき, 電池の正極につないだ電極板を陽極といい, 電池の負極につないだ電極を陰極という。

⑦ HよりNaのほうがイオンになりやすい傾向がある。このことをNaのイオン化傾向がHより大きいという。

⑧ electrolysis

電荷を帯びた原子をイオン<sup>①</sup>という。塩化ナトリウム(食塩)  $\text{NaCl}$  は, ナトリウム  $\text{Na}$  と塩素  $\text{Cl}$  の化合物<sup>②</sup>で, 電気的に中性であるが, これを水に溶かすと, 正の電荷をもつナトリウムイオン $\text{Na}^+$ と, 負の電荷をもつ塩化物イオン $\text{Cl}^-$ とに分かれる。

このように, イオンに分解することを電離<sup>③</sup>といい, 食塩のように, 水に溶かしたときの溶液が伝導性をもつようになる物質を電解質<sup>④</sup>という。また, 電解質の溶液を電解液<sup>⑤</sup>という。

図2に示すように, 食塩水溶液の中に2枚の白金板の電極を入れて電圧を加えると, 溶液中の塩化物イオン $\text{Cl}^-$ は, 陽極<sup>⑥</sup>(正の電極板)に移動し, 電子 $\text{e}^-$ を放出して塩素 $\text{Cl}_2$ となる。また, ナトリウムイオン $\text{Na}^+$ と水素イオン $\text{H}^+$ は, 陰極(負の電極板)に移動するが,  $\text{Na}^+$ は $\text{Na}$ とならず, イオン化傾向の小さい $\text{H}^+$ が $\text{H}_2$ となる<sup>⑦</sup>。

このように, 電解液に電流が流れることによって化学変化が生じる現象を, 電気分解<sup>⑧</sup>という。

電気分解を工業的に利用したものには, 銅の電解精錬や, 電気めっきがある(図3)。

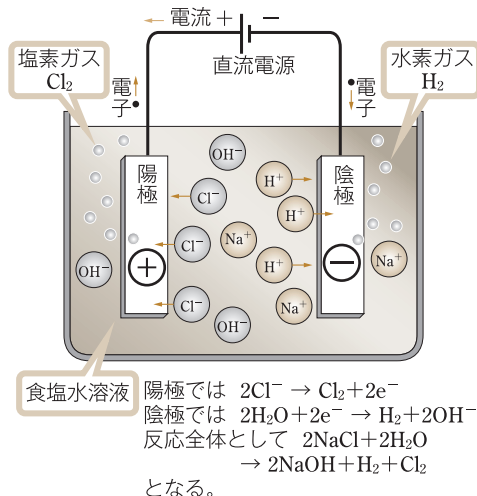
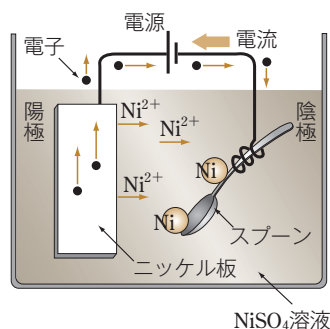


図2 食塩の電気分解



陽極のニッケルは $\text{Ni}^{2+}$ となり, 陰極で電子をもらってニッケルとなり, スプーンに附着する。

図3 電気めっき

## 2 ファラデーの法則

電気分解でイオン 1 mol<sup>①</sup>がやり取りする電子の電荷の量は、イオンによって異なる。たとえば、Cl<sup>-</sup>なら電子 1 mol、Cu<sup>2+</sup>なら電子 2 mol がやり取りされる。電子 1 mol のもつ電気量の絶対値は

5 96 500 C<sup>②</sup>で、96 500 C/mol の値をファラデー定数<sup>③</sup>という。

ファラデーは電気分解に関する実験を行い、次の法則を発見した。

(1) 電気分解によって、陽極および陰極で変化したイオンの量は、流れた電気量に比例する。

(2) 異なる物質を電気分解した場合、96 500 C の電気量によって

10 変化したイオンの量は、変化したイオンの価数を  $n$  とすれば、どのイオンでも  $\frac{1}{n}$  [mol] である。

これを電気分解に関するファラデーの法則<sup>④</sup>という。

いま、電解液中に  $I$  [A] の電流を  $t$  [s] 間流したとき、原子量  $A$ 、 $n$  価のイオンが析出する量  $M$  [g] は、次の式で表すことができる。

●ファラデーの法則 
$$M = \frac{A}{n} \cdot \frac{It}{96\,500} \text{ [g]} \quad (1)$$

① アボガドロ数 ( $6.02 \times 10^{23}$ ) だけまとめた集団 (原子・分子・イオンなど) を 1 mol (モル) という。原子量に g をつけると原子 1 mol ( $6.02 \times 10^{23}$  個) の質量になる。

② 1 C (クーロン) は、1 A の電流が 1 秒間に運ぶ電気量である。

③ Faraday constant

④ Faraday's law

静電容量の単位

F

[ファラデー]

ファラデー [Michael Faraday, 1791 ~ 1867]

イギリスの化学者・物理学者。はじめ塩素の液化、ベンゼンの発見など化学の分野で業績をあげたが、1831 年に電磁誘導の現象を発見した。これは近代電気工学の基礎となるものであった。このほか、電気分解の法則の発見など数々の業績を残している。

### 3 電池


- ① cell
- ② discharge
- ③ primary battery
- ④ charge

化学反応によるエネルギーや光エネルギーを、電気エネルギーに変換する装置を電池<sup>①</sup>という。電池には表1のような種類があり、いったん電気エネルギーを放出(放電<sup>②</sup>)すると、外部から電気エネルギーを与えても、再生することができない一次電池<sup>③</sup>と、電流を

取り出したあと、外部から電気エネルギーを与える(充電<sup>④</sup>)と、再

5

表1 おもな電池(一次電池・二次電池)の例

	電池名	正極	負極	電解液	公称電圧	特 色	用途例	外 観
一次電池	マンガン乾電池	C	Zn	ZnCl <sub>2</sub>	1.5	安価。もっとも広く用いられている。	一般用	
	アルカリ・マンガン乾電池	MnO <sub>2</sub>	Zn	KOH	1.5	容量大。電圧変動が少ない。	テープレコーダー、ストロボ、CDプレーヤー、MDプレーヤー	
	空気ボタン電池	O <sub>2</sub> (空気)	Zn	KOH	1.4	起動力安定、小形、電池容量が小さい。	補聴器	
	酸化銀電池	Ag <sub>2</sub> O	Zn	KOH	1.55	小形で軽量。高出力、高価。	電卓、時計、カメラ	
	リチウム・二酸化マンガン電池	MnO <sub>2</sub>	Li	有機系電解液	3.0	高エネルギー密度、作動電圧安定、高電圧、長期信頼性、広作動温度。	パソコン、電力量計、水道メータ	
二次電池	鉛蓄電池	PbO <sub>2</sub>	Pb	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2	長時間使用できる。比較的大電流を取り出せる。事故放電が多い。安価。	自動車、非常用電源	
	ニッケル・カドミウム蓄電池	NiO(OH) (オキシ水酸化ニッケル)	Cd	KOH	1.2	機械的強度大、長寿命、高価。	電気かみそり、ビデオテープレコーダ、非常灯	
	ニッケル・水素蓄電池	NiOOH	MH H <sub>2</sub>	KOH	1.2	負極に水素吸蔵合金を使用。	メモリバックアップ、非常電話、CDプレーヤー、MDプレーヤー	
	リチウムイオン蓄電池	LiC <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	LiC <sub>6</sub>	Li塩	3.6	高エネルギー密度、自己放電が少ない	メモリバックアップ、携帯電話、カメラ、ビデオカメラ	
	リチウムイオンポリマー蓄電池	LiC <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	C	ポリマー電解質ゲル電解質	3.7	薄形軽量で大容量。高価。	ノートパソコン、携帯電話、デジタルカメラ、ラジコン	

生することができる二次電池<sup>①</sup> (蓄電池<sup>②</sup>) とがある。

① secondary battery

② storage battery

## 1 一次電池

持ち運びできるように、電解液を吸湿性のよい物質に浸みこませ、流れ出ないような構造にした一次電池を、一般に乾電池<sup>③</sup>とよぶ。

③ dry cell

5 一次電池には、構成する電極の材質や、化学反応を起こさせるために必要な電解液の組み合わせによって、いろいろな電圧や特性の電池がある。

図4、5に代表的なマンガン乾電池と、電子機器などによく用いられる空気ボタン電池の構造を示す。

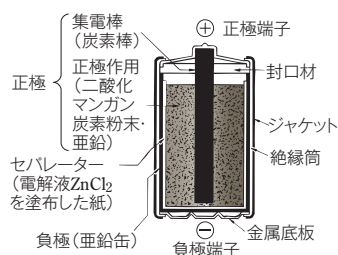


図4 マンガン乾電池

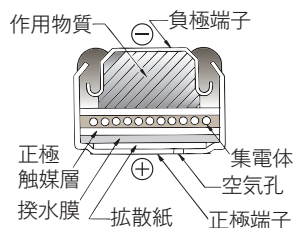


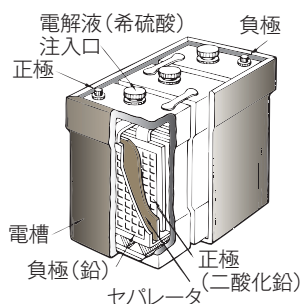
図5 空気ボタン電池

## 2 二次電池

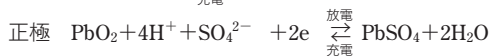
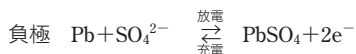
代表的な二次電池として、自動車用に使われている鉛蓄電池<sup>④</sup>がある。

④ lead storage battery

電池は、図6に示すように、電解液として比重が1.2～1.3の希硫酸を用い、正極に二酸化鉛PbO<sub>2</sub>、負極に鉛Pbを用いたもので、起電力は約2Vである。



放電するにつれて、電解液中の硫酸は極板と反応して、硫酸鉛になるので、電解液の濃度は低下する。充電のときは、逆の反応が起こり、電解液の濃度は上昇する。鉛蓄電池の充放電における化学変化を示すと、次のようになる。



鉛蓄電池は、起電力12Vの場合6個の電池が直列に接続している。電解液の比重を測って起電力を調べ、1.8Vまで低下したら、ただちに充電しなければならない。

図6 鉛蓄電池

15 電池は放電により徐々に電圧が低下する。規定された下限の電圧（終止電圧）にいたるまでに、電池からどれだけの電流を何時間取り出せるかによって、電池の容量を表している。

電池容量 = アンペア × 時間 [Ah]

● **アルカリ蓄電池** 電解液に強アルカリ水溶液を使用した乾電池のような密閉式のアルカリ蓄電池がある。その中でも、ニッケル・カドミウム蓄電池は、小形、急速充電が可能で、放電中の電圧低下が少ないなどのために、携帯用電化製品の電源として、多く利用されている。図7に、ニッケル・カドミウム蓄電池の構造を示す。

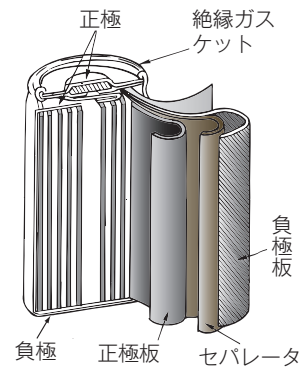


図7

### 3 太陽電池

太陽電池は、比較的消費電力の少ない時計や、卓上計算機などに用いられて

❶ 非晶質けい素ともよばれ、ふつうのけい素と異なり、原子の並び方が無秩序で、規則的な結晶状にはなっていない。

❷ 太陽光発電は、酸性雨などの原因になる $\text{NO}_x$ や $\text{SO}_x$ および $\text{CO}_2$ を排出しない。

❸ 発電した直流電圧を交流に変換する装置。

❹ 電力を各室内に分配する装置。

❺ 太陽電池で発電した電気を集め、インバータへ送る装置。

きたが、最近ではアモルファスシリコン<sup>❶</sup>半導体による太陽電池が安価にできるようになり、用途が広まっている。たとえば、ソーラハウスや道路の標識、ソーラカーの電源として用いられている。これまでの石油・石炭などの化石燃料による発電は、燃焼によって二酸化炭素 $\text{CO}_2$ を発生するため、大気中の $\text{CO}_2$ の増加の原因となり、地球温暖化など環境問題<sup>❷</sup>の一因になっている。太陽光エネルギーによる発電は、クリーンエネルギーとしてまた省エネルギーとしてますます需要が高まっているが、さらに実用化するには、既存の電力発電コストとの比較から、太陽電池の発電効率を高める必要があり、研究開発が進められている。図8は、ソーラハウスの原理図である。

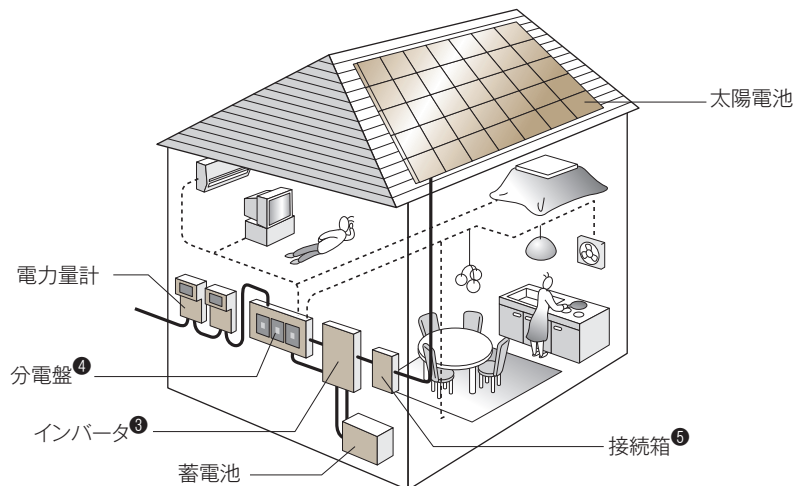


図8 ソーラハウスの原理図

## 4 燃料電池

水を電気分解すると水素と酸素が得られる。燃料電池<sup>①</sup>は、この電気分解の

① fuel battery

逆の原理によって、外部から正極側に酸素、負極側に水素を供給し、その反応から電気エネルギーと水をつくり出す。このとき水素は、

5 天然ガスなどを分解して得ており、酸素は空気中から得ている。

図9に水の電気分解と燃料電池の原理を示す。

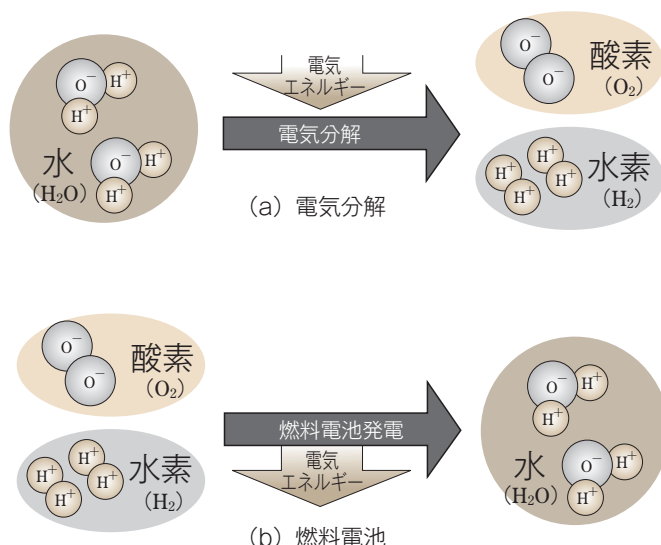


図9 電気分解と燃料電池の原理

**参考** この燃料電池の原理は、19世紀前半イギリス人グローブによって発見された。1965年、アメリカの宇宙船ジェミニ5号の電気エネルギー源として燃料電池を使用したのが実用例の最初といわれている。

## 4 電池の高性能化

工業製品のさまざまな技術革新や、地球環境への配慮により、高性能の電池だけで動作したり、ガソリンや重油などの燃料と合わせ

10 て使用するハイブリッド<sup>②</sup>の自動車や電車が開発された。その他、電池のリサイクルの技術も確立され、電池の高性能化が進んでいる。

② hybrid

二つ以上の異なる方式を組み合わせ、一つの目的を達成させること。



column

### 電池のリサイクル

使用済みの電池を回収し、二次電池に含まれるニッケルやコバルト、鉛などの希少金属を再利用する。



Ni-Cd Ni-MH Li-ion Pb

図10 電池のリサイクルマークの例

## 1 電気自動車

自動車は従来、ガソリンやディーゼルエンジンなどの内燃機関で駆動する方式が主流であった。しかし、地球環境問題が世界的な注目を集め、自動車の排気ガスなどが、地球温暖化の要因の一つとされている中、排気ガスを出さない電気自動車(図11)の開発が進められた。

5

電気自動車は、エネルギーの利用効率がよく、ガソリンエンジン車に比べると、騒音も振動も少ない。また、走行中に有害物質を排出せず、自宅で充電可能などの利点がある。一方で、一度の充電で走行できる距離を延ばすことが課題である。

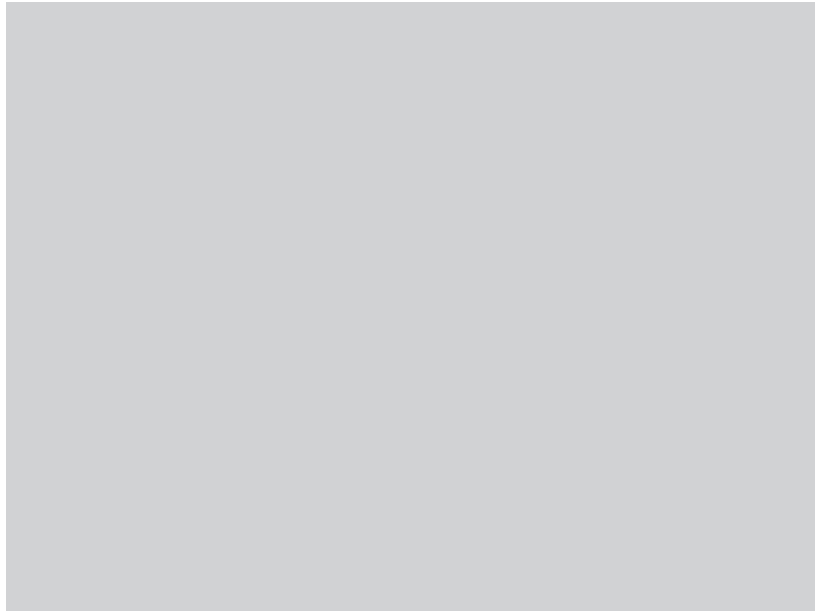


図11 電気自動車の例