

# 化学

CHEMISTRY 10

OCTOBER

2024

Vol.79

特集

掘る  
レアアースを

対談

足立吟也 ×

佐川真人



解説

リピドAの化学合成が拓く  
細菌-宿主間ケミカルエコロジー  
安全なワクチンアジュバント開発をめざして

## スマホを動かす電池のしくみ

西村能一  
駿台予備学校化学科

私たちの生活にとってもはや不可欠なものの一つにスマートフォン(以下、スマホ)があります。筆者は毎週、名古屋まで出張しますが、新幹線のチケット、ホテルの予約や受付、食事の際の電子マネーでの支払いなどをすべてスマホで行っており、財布がなくてもスマホだけで出張が可能です。もし、スマホを落としたら生活のすべてがストップしてしまうので、決して紛失してはならないと、その取扱いには慎重になっています。このようにたいへん便利なスマホですが、実際はどうやって動いているのでしょうか。

### 電気とは？

電気製品は、回路に電気を流すことで動きます。1794年にイタリアのボルタが電池を発明し、電気をつくりだせることがわかりました。ちなみに、電圧の単位であるボルト(V)はボルタの名前に由来します。そして、「電流は電池の正極から負極へ流れる」と決めました。しかし、当時は実際にどのようなものが流れているかはわかりませんでした。1826年にドイツのオームによって電流・電圧・抵抗の関係(オームの法則)が公表されて電磁気学は発展していきます。そして、1897年にイギリスのJ. J. トムソンによって電子が発見され、電気の流れは電子の流れであることが明らかになりました。ただ、「電子の流れは電池の負極から正極へ向かう」ので、電流の流れる向きとは逆になってしまいました。そのことは、電気現象を考えるうえで問題がないので、現在では「電子の流れる向きは負極から正極で、電流の向きは正電荷の流れる向き

なので正極から負極」と定義されています。

### 電池のしくみ

ボルタの電池の改良版であるダニエル電池を例に、電池のしくみを説明します。ダニエル電池は、電解質水溶液に浸した亜鉛(Zn)板と銅(Cu)板を導線で結んだ電池です(図1)。負極であるZn板から亜鉛イオン( $Zn^{2+}$ )が水溶液に溶けだすとともに、電子( $e^-$ )が生じ、導線を通して正極へ流れていきます。正極であるCu板では、やってきた電子が正の電気をもつ銅(II)イオン( $Cu^{2+}$ )と反応してCuになり、銅板上に生じます。素焼き板はイオンが通れる隙間の開いた板で、イオンを通して電氣的に接続する役割と、二つの電解液が混じってしまうのを防ぐ役割があります。

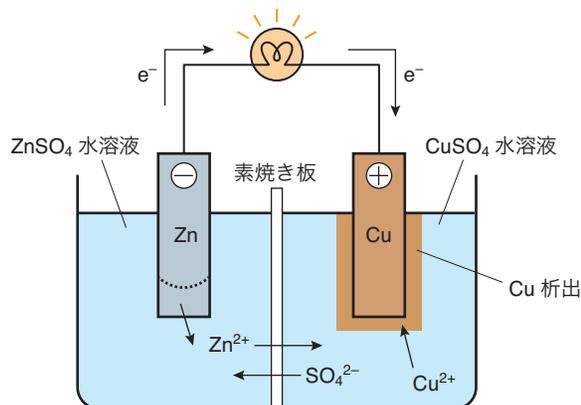
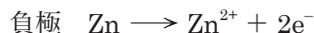


図1 ダニエル電池

なぜ電子が Zn 板から Cu 板へ流れるかという点、Zn が Cu よりも水溶液中で電子をだしやすいという性質があるためです。このように、金属が水溶液中で陽イオンになろうとする性質をイオン化傾向といいます。Cu よりも Zn のほうがイオン化傾向が大きいため、Zn が溶けて電子を放出し、 $\text{Cu}^{2+}$  に電子を与えやすいので、電子が流れます。

### 燃料電池とは

水 ( $\text{H}_2\text{O}$ ) を電気分解すると水素 ( $\text{H}_2$ ) と酸素 ( $\text{O}_2$ ) が発生します。逆に  $\text{H}_2$  と  $\text{O}_2$  から電気を取りだせないかと考えたのがイギリスのグローブです。1839 年に  $\text{H}_2$  と  $\text{O}_2$  を溜めた試験管を電極でつなぐと、ごくわずかでしたが電気が発生することがわかりました。これが燃料電池の最初です。ただ、当時の技術では効率よく電気を得られなかったため、普及はしませんでした。本格的に実用化に動き出したのは、1959 年にイギリスのベーコンが、 $\text{H}_2$  と  $\text{O}_2$  から効率よく電気を取りだすことに成功してからです。

私たちが日常で使う電池は、電池切れが起こると交換か充電が必要です。しかし燃料電池は、燃料である  $\text{H}_2$  とそれを反応させるための  $\text{O}_2$  を電池に供給し続ける限り、継続的に電気を発生させることができます。燃料電池は、月への有人宇宙飛行計画(アポロ計画)の月着陸船の電池としても採用されました。月着陸船内のコンピュータやエアコンなどを動かすための電気を燃料電池でつくったのです。そして、できた  $\text{H}_2\text{O}$  は飲み水として活用されました。

その後、一般向けのものが登場します。燃料電池のメリットとして、「発電効率がよい」「原料が  $\text{H}_2$  と  $\text{O}_2$  なので安定して手に入れられる」「 $\text{CO}_2$  を排出せず環境にやさしい」などがあげられます。そのため、燃料電池車や船舶、工場の発電のほか自宅用発電装置などに利用されています。将来は、パソコンや携帯電話の電源としても考えられています。

### 燃料電池のしくみ

これらの反応全体は、 $\text{H}_2$  と  $\text{O}_2$  が直接反応して、炎をあげて水が生じる反応式  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$  と同じです。でも、それでは電子が取りだせないで、離

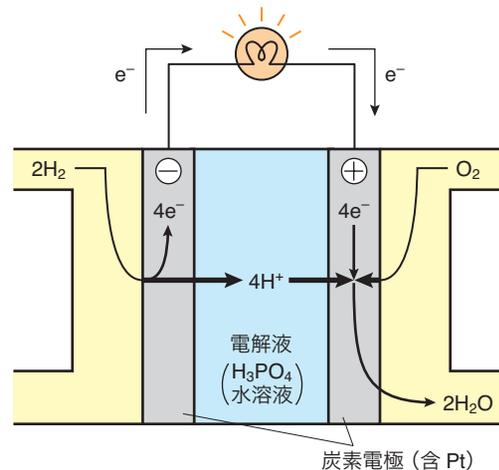
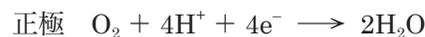


図 2 燃料電池

れた位置で別べつに反応を起こすことで電気回路に電子を流し、電気を取りだすことができます(図 2)。



ここで重要なのは、反応速度を高めるための触媒です。触媒の白金 (Pt) が発見されたことで、燃料電池の実用化が進みました。ただ、Pt は高価な金属なので、普及の足かせになっています。Pt に変わって安価で効率的な触媒が発見されれば、燃料電池はさらに普及するでしょう。また、それ以外の課題として、 $\text{H}_2$  が保存の難しい物質であるという点もあげられます。現在は特殊な金属に吸着させて貯蔵する方法などが採用されていますが、広く世の中に普及させるには、取り扱いやすい物質、たとえば室温で液体の状態での保存できるものが望ましいとされています。そこで、 $\text{H}_2$  の代わりに考えられているのがメタノール  $\text{CH}_3\text{OH}$  です。室温で液体なので保存もしやすく、今後の燃料電池の原料として注目されています。

### リチウムイオン電池とは

スマホやノートパソコンを動かす電池などに幅広く使われているのが、リチウムイオン電池です。リチウムイオン電池は、充放電可能な蓄電池です(図 3)。電気製品を動かしたいときに「放電」させて電気を取りだし、「放電」と逆向きの電気を流してもとの状態にもどす「充電」を行うことで繰り返し使うことができます。

この電池は、これまでの電池とは異なったしくみで

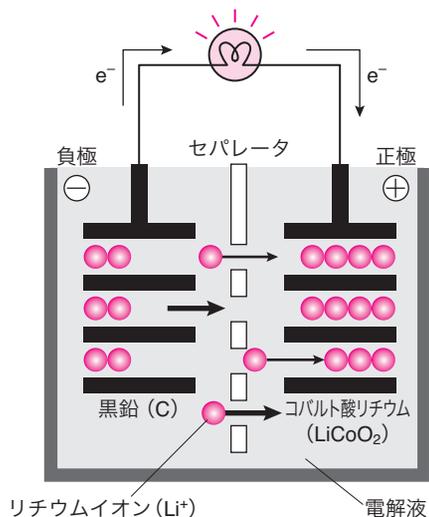


図3 リチウムイオン電池

電子を発生するため、性能が大きく向上しました。高性能なリチウムイオン電池が発明されたことで、世の中は劇的に変化しました。しかも、この電池の発明には日本人がかかわっています。2019年にノーベル化学賞を受賞した吉野彰先生です。

リチウムイオン ( $\text{Li}^+$ ) が使われている理由として、

次の三つのメリットがあげられます。

- ① Li は金属のなかで最も軽いので、小型で軽量化ができる。
- ② Li のイオン化傾向が大きいので、電圧（起電力）が高くなる。
- ③ 電子を流すしくみが劣化を起こしにくいので、長寿命になる。

このリチウムイオン電池が発明された時期と、携帯電話が普及しはじめた時期が重なったため、リチウムイオン電池の需要が飛躍的に高まり、電池の進化が加速しました。一方、原料のリチウム (Li) の価格が高いという課題もあります。そのような課題を解決しようと、ナトリウム (Na) のような安価な物質を用いた電池の開発も進んでいます。

にしむら・よしかず ● 学校法人駿河台学園 駿台予備学校化学科講師，1996年明治大学理工学部工業化学科卒業，＜研究テーマ＞高等学校化学の教授法の研究とその普及，＜趣味＞野球観戦，ランニング