

電気を貯めて
もっと便利に
使いたい!



取材協力/東京理科大学
駒場慎一教授
協力/パワーアカデミー
取材・文/寺西憲二 写真/飯島 裕
イラスト/すぎうらあきら、新保基恵

電気のチカラ!

ナトリウムイオン電池は未来のチカラになる!

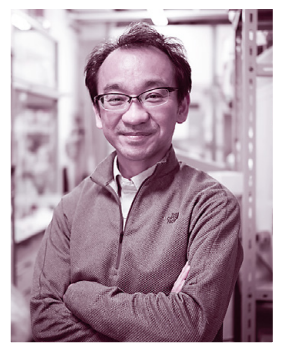


ナトリウムイオン電池を
試験中!

ナトリウムも
電池に使えるの?

性能試験中のナトリウムイオン電池。コイン型で外観は同じように見えるが、正極や負極、電解液など、さまざまな材料の組み合わせを検討している。

スマートフォンから電気自動車まで広く利用され、毎日の暮らしを便利で快適なものにしてくれる、充電式のリチウムイオン電池。しかし、その材料にはレアメタルといわれるリチウムやコバルトなどの貴重な金属が使われている。これから使う量がますます増えると、資源が足りなくなったり、値段が高くなったりしてしまうことも考えられる。そこで、もっと身近な材料でつくれる次世代蓄電池として開発が進むのが「ナトリウムイオン電池」だ。どんな技術なのか見ていこう!



ナトリウムイオン電池研究のトップランナーとして世界を引っ張る駒場慎一先生。ナトリウムイオン電池が実現できることを世界で初めて実証した。

電池づくりのヒントは元素周期表にあり!?

Point

族	1	2
1	1 H 水素 1.008	
2	3 Li リチウム 6.941	4 Be ベリリウム 9.012
3	11 Na ナトリウム 22.99	12 Mg マグネシウム 24.31
4	19 K カリウム 39.10	20 Ca カルシウム 40.08
	⋮	

元素周期表で見るLiとNa

元素周期表で同じ族(縦の列)の元素は似た性質を持つ。リチウム(Li)とナトリウム(Na)は同じ第1族で、蓄電池に利用できるが従来から考えられてきた。

元素名の下の数字は「原子量」といって、各元素の重さを表す。リチウムの方がナトリウムよりも原子量が小さいので、電池の軽量化に向いている。現在、同じ第1族のカリウムを使った「カリウムイオン電池」の研究も進んでいる。

リチウムを使った電池の特徴

- ・高い電圧を実現し、エネルギーの高密度化に有利
- ・電極にコバルトなどのレアメタルが必要
- ・リチウムの産出国に限られているので、安定供給にリスクがある

ナトリウムを使った電池の特徴

- ・リチウムに比べると理論的に実現可能な電圧が低いが、高電圧化が進められている
- ・電極には銅などの一般的な金属を使用可能
- ・ナトリウムは世界的に広く存在し、ほぼ尽きることはないため低コスト

実現不可能といわれた電池

リチウムイオン電池は、今や暮らしになくはない存在ですが、そんなリチウムイオン電池にも心配なところがあります。それは、材料として欠かせないリチウムが、金や白金ほどではないにしても地球上に少ししかない貴重なレアメタルであるということ。さらに、リチウムがたくさん産出するのは、チリやアルゼンチンなどのアンデス山脈に近い南米の国々やオーストラリア、カナダ、中国などに限られているのです。

1991年にリチウムイオン電池を世界で最初に実用化したのは日本企業のソニーでしたが、原材料のリチウムについては、日本は海外からの輸入に頼るしかありません。電気自動車などがさらに普及して需要が増えれば、世界で材料が取り合いとなり値段が上がります。また、政治や経済などの事情で輸入がストップしてしまったら、リチウムイオン電池をつくることができなくなってしまいます。

そこで注目されているのが、東京理科大学の駒場慎一先生たちが開発したナトリウムイオン電池です。電池としての基本的なしくみや、充電して繰り返し使うことができるのはリチウムイオン電池と同じですが、リチウム

の代わりにナトリウムを利用していることが最大の特徴です。リチウムと違って、ナトリウムは地球上に広く分布していて量も多いので、取り尽くす心配はなく、海水などから取り出すこともできます。

しかし、ナトリウムイオン電池はそう簡単に実現できたわけではありません。1980年代には研究している科学者が世界中にいたのですが、その当時は大きな成果を上げることができず「実現は不可能」ともいわれていました。電池を構成する重要な要素である正極・負極に使える素材「活物質」が見つかっていなかったのです。

それでも興味を持った駒場先生は2005年

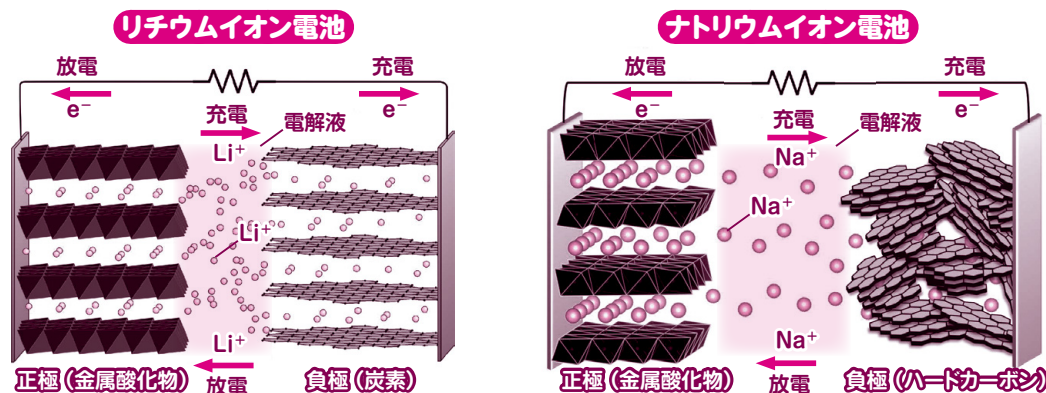


見た目は
リチウムイオン
電池とぞっくり!

ナトリウムイオン電池とリチウムイオン電池の比較イメージ模型。リチウムイオン電池と基本的なしくみは同じなので、似たような形状・使い方ができる。

リチウム&ナトリウムが活躍する未来

図解 リチウムイオン電池とナトリウムイオン電池のしくみ



リチウムイオン電池は、プラスの電気を帯びたリチウムイオンが電解液の中を通過して、負極と正極の間を移動することで電気の流れを起こす。充電するとき、イオンは負極の炭素の間に入り込み、電気を使うときは炭素の間から出てくる。

ナトリウムイオン電池は、プラスの電気を帯びたナトリウムイオンが負極と正極の間を移動することで電気の流れを起こす。充電するとき、イオンは負極のハードカーボンの原子レベルのすき間に入り込み、電気を使うときはそこから出る。負極にハードカーボンを用いたことが、ナトリウムイオン電池の実現につながった。

ごろに研究を始め、失敗を繰り返しながらも2009年についてナトリウムイオン電池が実現可能であることを実証しました。

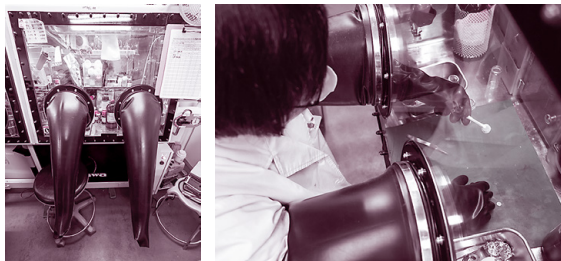
実現のカギは材料の発見

単にリチウムをナトリウムに置き換えただけでは、電池として使うことはできません。実験を繰り返しながら、電池の基本となる正極と負極、それにイオンが行き来する電解液などの材料を選びだす必要があります。また、電解液と電極が化学的な反応を起こすと

電極の表面に「不動態被膜」というごく薄い膜ができます。電極や電解液の材料の組み合わせを検討し、この不動態被膜を適切な厚みで形成することが、安定した充放電を実現するためのカギとなります。

特に、ナトリウムイオン電池をつくる上で大きな壁は負極を見つけることでした。リチウムイオン電池の場合、負極には炭素を用いて、この炭素の原子レベルのすき間にリチウムイオンが出たり入ったりして電氣的なやりとりを行います(図解)。一方、リチウムよりもナトリウムの原子は大きいので、リチウムイオン電池と同じ炭素を使っても、すき間が狭くてうまく入っていきませんでした。これが、ナトリウムイオン電池をつくるのが難しいといわれる最大の理由の1つでした。

それを解決するためにたどりついたのが、ハードカーボンという特殊な構造を持つ炭素です。ハードカーボンは炭素でできています



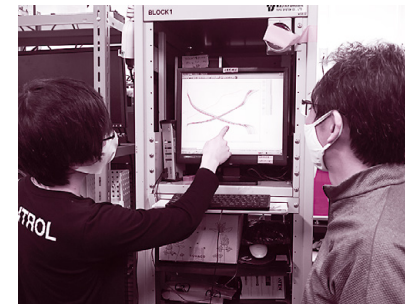
電池の材料は酸素などと反応して腐食しやすいので、大気を排除し、反応しにくいガスで満たした「グローブボックス」で組み立てなどを行う。名前の通り、手袋状のグローブに手を入れて作業する。



コイン型に組み上げられたナトリウムイオン電池。小さなコイン型電池で基本的な性能を調べ、今後の大型化などに適した材料を検討していく。



温度を一定に保った恒温槽で電池の性能試験を行う。200個程度の電池がずらっと並ぶ。



電池性能の記録をとってグラフをチェックする。高い電圧を保ちつつ、何回も充放電できるかがポイント。

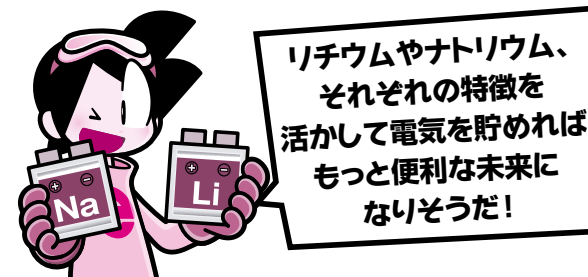
が、規則的な結晶構造を持たず、乱雑な構造をしています。普通の炭素よりも原子レベルのすき間が大きいため、ナトリウムイオンを出し入れすることに成功したのです。この発見によってナトリウムイオン電池の研究は一気に加速。現在ではリチウムイオン電池に比べて、9割程度の容量を実現し、寿命は同等のものができています。

ナトリウムイオン電池の可能性

一方で、すべてのリチウムイオン電池がナトリウムイオン電池に置き換わるかという点、そうではないと駒場先生は指摘します。

「リチウムイオン電池の研究は成熟し、性能が高く、製造工程なども確立しています。レアメタルを使う弱点はありますが、まだまだリチウムイオン電池が主役でしょう。ナトリウムイオン電池は、材料が安く手に入るという特徴を活かし、大型の蓄電池をつくるのに向いていると考えています。まずは、家庭用の据え置き型電源などとして活用が進むと思います」(駒場先生)

さらに将来は、発電所でつくった電気をたくさん貯めておけるような巨大なナトリウムイオン蓄電池の設備の開発も期待されています



す。そうした、蓄電設備を太陽光発電などと組み合わせることで、発電量に合わせて充放電を調整し、安定的に電気を供給することができるのです。

「私の専門は化学ですが、物理も生物もおもしろいと思うし、そういうところから研究のヒントを得てきました。読者のみなさんも、興味があって楽しいと思えることをとことん突きつめてください」と語る駒場先生。ナトリウムイオン電池だけでなく、ナトリウムイオン電池と同じように手に入れやすい材料でつくられて、高電圧・高速充電が可能な「カリウムイオン電池」の研究も進めています。新たな電池の未来に期待が高まります。

大型電池の比較

	鉛蓄電池	ニッケル水素蓄電池	ナトリウムイオン電池
動作電圧(V)	2.0 V	1.2 V	3.0 V
理論エネルギー密度(Wh/kg)	167	200	340(現行型) 600(次世代)
動作温度	室温	室温	室温
安全性、毒性	有毒	安全性は実績あり	安全性は高いと考えられる
生産コスト	◎	△	◎

大型化しやすい「鉛蓄電池」、「ニッケル水素蓄電池」とナトリウムイオン電池の比較。ナトリウムイオン電池はこれらに比べると動作電圧が高く、電池容量(理論エネルギー密度)も大きくできる。

パワーアカデミーのWEBサイトで電気工学を学ぼう!

電気工学のことをわかりやすく解説しているコーナーをはじめ、電気現場で働く人や研究者のインタビューも充実! ぜひチェックしてみてね。



パワーアカデミー 検索