

進化する 電池の仕組み

乾電池から未来型太陽電池まで

箕浦秀樹



サイエンス・アイ新書

SoftBank Creative



science-i



サイエンス・アイ新書

SIS-008

<http://sciencei.sbcr.jp/>

Special Thanks

機材協力：ThinkPad X41

Type 2525-E9J

(レノボ・ジャパン)

しん か でん ち し く
進化する電池の仕組み

乾電池から未来型太陽電池まで

2006年12月24日 初版第1刷発行

著 者 みのうらひでき 箕浦秀樹
発 行 者 新田光敏
発 行 所 ソフトバンク クリエイティブ株式会社
〒107-0052 東京都港区赤坂4-13-13
編集：サイエンス・アイ編集部
03(5549)1138
営業：03(5549)1201
装丁・組版 クニメディア株式会社
印刷・製本 図書印刷株式会社

乱丁・落丁本が万が一ございましたら、小社販売部まで着払いにてご送付ください。送料小社負担にてお取り替えいたします。本書の内容の一部あるいは全部を無断で複写（コピー）することは、かたくお断りいたします。

©箕浦秀樹 2006 Printed in Japan ISBN 4-7973-3788-5



進化する電池の

江苏工业学院图书馆

乾電池から未来型太陽電池まで

藏书章

箕浦秀樹

本文デザイン：クニメディア株式会社
図・イラスト：山本 治 (atelier TRUMP HOUSE)

はじめに

2005年10月のある土曜日、「中部電力サイエンスクラブ」の小学校高学年の児童とその親御さんたち数十人が、私たちの大学の研究室にやってきた。研究室で開発を進めている「カラフル太陽電池」の製作を体験するためだ。実習に先立って、筆者が彼らにお話をするようになった。

高校生への対応については、注文に応じて行う出前授業やスーパーサイエンスハイスクールを通じてすっかり慣れてきた筆者ではあるが、今回は小学生だ。

でも参加者の顔をよく見て、目と目でコミュニケーションを取りながら話す、これが筆者の基本だ。話の途中で、「エネルギーを使うとどういうガスが増えますか？」と聞いてみる。「ニサンカタンソ！」と、元気に声をそろえて返ってきた。「では、それが増え過ぎるとどうなりますか？」の問いかけには、これまた「チキューオンダンカ!!」といっせいに返ってきた。「セイカーイ！」。時代の変化を感じた。もちろん、大切なのは知識ではない。自らの頭の中で得心しているかどうかである。それには体験や実験が有効だ。

最近では若者の「理科離れ」が進み、大学の工学部の人気が下がってきた。「技術立国」をうたうわが国の将来が危ぶま

れている。現実には工学部の志願者数は明らかに下がってきている。それどころ最近、その傾向が著しい。志願倍率2倍を切る大学もいくつか存在するようになった。筆者の奉職する岐阜大学の黒木学長がそのことを分析したという新聞記事が、2006年6月24日の新聞各紙にいっせいに掲載された。

でも、筆者の経験では、多くの若者が理科嫌いになっていくとはとうてい思えない。私たちはいろんなところで小学生、中学生、高校生たちを対象に、電気めっきで作るカラフル太陽電池の公開実習を行ってきた。参加者は大人を含めて、みな目を輝かし、大いに関心を持ってくれる。そういう姿を見るのが私たちの大きな喜びでもある。

「理科離れ」の原因はいろいろあろう。まず、ものを観察する、そしてものを作る、こうして自分で体験する中で、好奇心が芽生えていき、理科のとりこになる若者が1人でも多く出てほしいと願っている。

さて、最近では電化製品、情報機器をはじめすべてのものが高性能化し、中の仕組みなどは完全にブラックボックス化して、さっぱりわからなくなってしまった。昔のように、何でも分解して、再び組み立てる、という時代ではなくなったようだ。しかし、いくら電子回路が賢くなっても、それだけではものは動かない。立派な器官が備わっていたとしても、心臓がないと動かないと同じように、電池という心臓が必要なのだ。

オーディオ、カメラ、ビデオなどの電子機器、パソコン、ケータイなどの情報機器などの進歩はまさに目を見張るものがある。ともすれば、新しく加わる機能ばかりに注目が集ま

るが、電池の進歩がそれらを可能にしたという点を忘れてはならない。往々にして、機器の進歩には電池のそれが足かせになってきたのである。

今年は新手の高性能電池によって携帯機器がいっせいに花を開いた。自動車も電池で動く時代、家庭には燃料電池や太陽電池があつて、必要に応じて電気を作り出せる時代がやがてくるかもしれない。

本書は、こうして私たちが日ごろお世話になっている身近な電池について、その働き具合を見てみたいと思って書いたものである。併せて、将来の電池についても、私たちの研究開発している太陽電池を中心に、あえて独断と偏見との批判を恐れずに書いてみた。電池を専門とする方々ではなく、中学生、高校生や主婦の方々を思い浮かべながら、少しでも科学に興味を持ってもらえるように努力したつもりである。そのために、専門家から見るとお叱りを受けるような表現をもあえて使った。もちろん批判は甘んじて受けたい。

なお、本書はソフトバンク クリエイティブの中右文徳氏の強い勧めと叱咤激励により出版にこぎ着けたもので、心より感謝したい。未来型太陽電池“レインボーセル”は、研究室の吉田司先生が中心となって遂行してきている研究プロジェクトの研究成果であり、グレープフルーツ電池などの実験は研究室の市瀬圭吾君（大学院生）に助けてもらった。その他、大学の同僚、研究室の卒業生などにもお世話になった。併せて感謝したい。

2006年11月 箕浦秀樹

進化する電池の仕組み

箕浦秀樹

CONTENTS

はじめに	3
第1章 乾電池とグレープフルーツ電池	9
電池に囲まれている生活	10
乾電池を解剖してみよう	11
グレープフルーツが電池になる!	12
11円電池を作る	15
グレープフルーツ電池のパワーアップ!	18
グレープフルーツ電池の働き具合を チェックする	20
明かりはともるかな?	21
自分でやってみよう!	22
第2章 電池のイロハ	23
「金欠病」の文句はイロハの「イ」	24
グレープフルーツ電池で何が起きたか	32
ボルタ電池とダニエル電池	37
イオン化傾向を数値化する	42
金属がさびるのは電池の仕業!?	44
第3章 乾電池とリチウム電池	
<一次電池>	47
実用電池は弱肉強食の世界	48
最もたくさん作られている電池 乾電池	49
乾電池の兄貴 アルカリ電池 (アルカリ乾電池)	59
一次電池の王者 リチウム電池	60

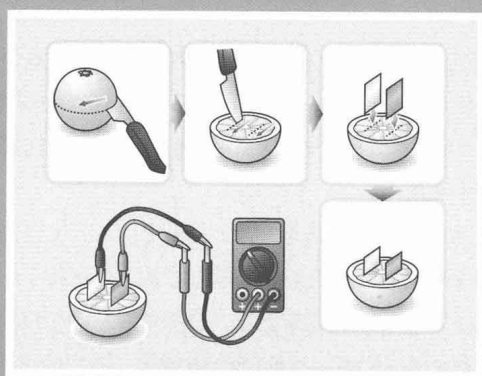


第4章	車のバッテリーから ケータイの電池まで<二次電池>	69
	二次電池化は時代の要請	70
	自動車のバッテリー 鉛蓄電池	71
	電気シェーバーの電池 ニカド電池	77
	ニッケル-水素電池	80
	ケータイの電池 リチウムイオン電池	85
	"嫌われ金属"の悲しい運命	91
第5章	燃料電池と太陽電池	99
	電池というより発電所の仲間?	100
	燃料電池	100
	新エネルギーの旗手 太陽電池	110
	シリコン太陽電池	116
	太陽電池の仕組み	128
第6章	電池らしい顔をした太陽電池	
	<湿式太陽電池>	141
	浸すだけで太陽電池!?	142
	本多-藤嶋効果の発見	144
	水が光で分解されるわけ	147
	可視光線で水を分解するのは はかない夢?	151
	再び脚光を浴びる湿式太陽電池	155
	グレッツェル先生のブレイクスルー	163
	色素太陽電池は本当に低コストか?	166
	色素太陽電池のユニークなところ	169

	問題点はないの？	170
第7章	ユビキタス社会と電池	175
	ユビキタスって何？	176
	フィルム型カラフル太陽電池	
	レインボーセル	180
	色素太陽電池のプラスチック化	186
	酸化亜鉛が有望！	187
	レインボーカラーの酸化亜鉛膜	194
	"レインボーセル"の誕生	197
	参考文献	203
	索引	204

第1章

乾電池とグレープフルーツ電池



電池のことを知るには、まず中身を見
ることから始めよう。ここでは、実験室
さながら、乾電池を分解したり、グレー
プフルーツで電池を作ったり、それで
電子オルゴールを鳴らしてみたりして、
電気が生まれる瞬間を体験してみたい。

電池に囲まれている生活

私たちは毎日、電池に囲まれて生活している、といっても過言ではない。朝、起きるときの目覚まし時計から始まって、食事をしながら見るテレビのリモコンや身支度のための電気シェーバーなど、いずれの電化製品にも電池が入っている。自動車に乗ればバッテリーのお世話になり、電車の中では携帯音楽プレイヤー、携帯電話、ときにはノートパソコンを利用する。趣味のカメラやビデオ撮影なども、電池がないと動かない。もし電池がなかったら……と考えると、まさに電池と不可分の生活というほかないだろう(図1-1)。

私たちの生活をこのように支えてくれる電池であるが、意外とわからないのが中身の様子。いや、そんなことはわからなくても、正極(プラス極)と負極(マイナス極)を間違わなければ、何の問題もないのが実際だ。

電池の小さな器から電気がどんどん出てくる。まさに電気の缶詰だ。どのようにして電気を詰め込んであるのだろうか? いっしょに、ちょっとのぞいてみよう。分解するというわけだ。扱うのは、たまたま手元にあった単1形の乾電池。そこらで普通に見られるやつだ。

筆者の子どもの時代には、遊ぶ道具も限られていた。電池で動くものではなく、ぜんまい仕掛けが中心だった。遊ぶついでによく分解をしたものだ。分解したまではよいのだが、元に戻らなくて途方にくれたことが何度もあった。

乾電池も興味本位で小刀を使って中身を見たことがあった。当時の児童は誰もが皆、鉛筆は小刀で削るのが常だった。削りくずを入れるための木の箱も、小学校の図工の時間に小刀などを用い

図1-1 電池に囲まれた私たちの社会



て自作した。ふたを開け閉めできるもので、それに図案を描いてニスを塗り、大切に使っていた。筆者はこれに味をしめて、竹とんぼ作りにも熱中してしまった。小刀はとても便利で、欠かせないものであった。乾電池の分解も、そういったごく普通の出来事の中にあったのだ。今では、小学生や中学生がシャープに研がれた小刀(カッターナイフ)を持っていると……。古きよき時代であったというべきだろうか。

乾電池を解剖してみよう

では、乾電池を分解してみよう。まずペンチを使って、一番外側の外装缶をはぎ取ってみた。すると円筒形の金属が現れた。こ

れが亜鉛で、見ると底面の負極につながっている。ということは、この亜鉛が負極のようだ(図1-2)。

次に、上のプラス端子をつまみ取り、下にあるプラスチックのふたを取ると、缶詰の中身がもう見えてきた。缶の中は真っ黒だった。

真ん中の黒い棒が炭素で、乾電池のプラスの端子につながっている。この炭素棒の周辺には、これまた真っ黒でヘドロを固めたような、ややねっとりした物質が詰まっている。これをかき出してみた。炭素棒も簡単に取り出せた。

乾電池は、たったこれだけのものだった。お世辞にもきれいなものとはいえず、泥臭くて、汚いものだった。でも、このややねっとりとした黒い物質がどうやら怪しい。どこにも電気らしいものが詰まっている様子はなく、どこに触れてもビリビリと感電することはなさそうだ。

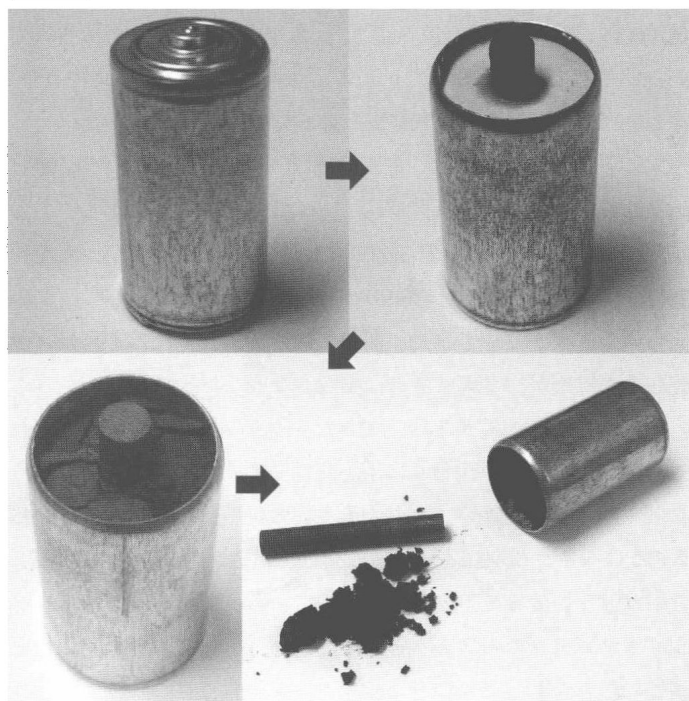
なお、こういった電池の分解は、乾電池の場合にはとくに心配はないが、ほかの電池では危険を伴う場合があるため、注意することが必要だ。

グレープフルーツが電池になる！

電池の中で、どのようにして電気ができるのかについてのヒントを得るには、フルーツを使って電気を生み出す「フルーツ電池」を作ってみるのが一番といわれる。ここでは、グレープフルーツを使って電池を作ってみることにした。

まずは、スーパーへ行ってグレープフルーツを数個買ってくることから始めよう。グレープフルーツでなくても、レモンやオレンジの柑橘類なら問題ない。実験は、図1-3に示すように実に簡

図1-2 乾電池を分解する



単なものだ。食べるときと同じで、まず包丁でグレープフルーツを半分に切る。でも、あくまでも実験用だから、決して口にははいけない。

この中に2つの異なる金属を差し込めば、もうこれで電池のでき上がりだ。2つの金属が正極と負極になるのである。ここでは、ホームセンターで買ってきた銅板と亜鉛板を用いた。サイズはちょっと大きめで、5×5cmに切った板を用意した。それらを2cmほどの深さまでグレープフルーツの中に挿入した。ちょっと差し込みにくいけど、包丁で果肉に切れ込みを入れるとスムーズに入る。

テスターを取り出し、2つの金属間の電圧を測ってみる。示した値は……、な、なんと0.9V (ボルト) 台だ! (図1-4) 市販されている乾電池の電圧はだいたい1.5V。さすがにそれには負けるが、グレープフルーツ電池は大健闘といっていい。

次に電流を測ってみた。電流の値は、グレープフルーツに差し込まれる金属の面積や、2つの金属板の間隔によって変わる。この実験では、両方の金属板の面積 (表と裏の両方を加えたもの) を約20cm²、金属板の距離を約3cmとしたが、0.7mA (ミリアンペア) くらいの電流が観測された。測っている間に、電圧はそれほど変化しなかったが、電流は徐々に小さくなっていった。

次に、金属板の種類を変えてみた。トタンやブリキの板があれば、それらを亜鉛の代わりに用いればよい。ブリキはスズという金属をめっきした鉄で、それこそ本物の缶詰によく使われているものだ。トタンは亜鉛をめっきした鉄である。トタンもブリキも、鉄がさびないように工夫をしたものである。トタン板と銅板をグレープフルーツの中に突っ込んでやると、予想どおり、亜鉛板と銅板の組み合わせの場合とよく似た電圧や電流になった。トタンをブリキに代えると、表1-1に示すように出力は小さくなった。工具箱の中に、材質の違う釘でもあったら、それを使って試してみるのもよい。

実験をしているうちに、果汁の一部がこぼれて減ってしまったので、あらかじめしぼっておいた果汁を加えてみたところ、電流が増大した。果汁に触れる金属板の面積が増えたからである。

いったい、このグレープフルーツは何の役割を果たしているのだろう。ひょっとして、先に見た乾電池の中にあった汚そうな黒い粉が、グレープフルーツに相当するものなのだろうか。どうもそこに電気を発生させる謎がありそうだ。

図1-3 グレープフルーツ電池の作り方

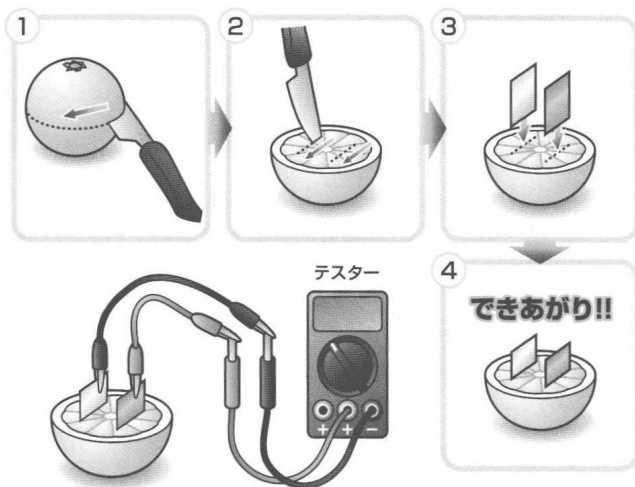
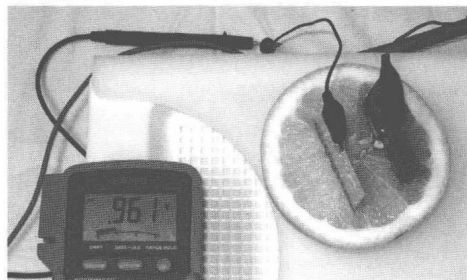


図1-4 グレープフルーツ電池の電圧測定



0.961Vという大健闘の値を示した

11円電池を作る

もっと身近に金属はないだろうか。そうだ、お金（硬貨）がある！ 1円玉は純粋なアルミニウムであるが、他の硬貨は銅を主成分とした合金だ。とくに10円玉は見るからに銅の色をしている。