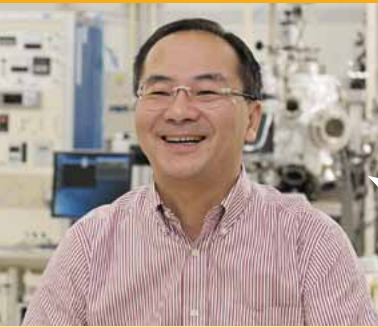




理研の博士に聞いてみよう！

光をむだなく電気にかえる
新しい太陽電池の研究をしています。



どうやってむだをなくすの？

電子が互いに手をつないでいる物質で起きる
不思議な現象を利用します。

かわさき まさし
川崎雅司 博士

どうはつ
創発物性科学研究センター 副センター長
まぶつぞうかんかいめいん
強相関界面研究グループ グループディレクター



● エネルギー問題や地球温暖化の解決に役立つ太陽電池

みなさんは理科の授業で、光を電気にかえる太陽電池（光電池）を使ったことがありますよね。太陽電池は家の屋根の上など、いろいろなところで使われています。

太陽電池は、石炭や石油などの限りあるエネルギー資源を使わずに、地球に降り注ぐ太陽の光で発電することができます。また、発電するとき、地球温暖化の原因となる二酸化炭素などを出しません。そのため太陽電池は、エネルギー問題や地球温暖化の解決に役立つと期待されています。

しかし今の太陽電池は、光のエネルギーの一部しか電気にかえることができません。光のエネルギーの多くがむだになっているのです。

私たちは、光のエネルギーをむだなく電気にかえる新しい太陽電池の研究をしています。それが実現できれば、エネルギー問題や地球温暖化の解決に大いに役立つはずです。

● 乾電池は電気貯金箱

太陽電池はどのようなしくみで光を電気にかえるのでしょうか。それを説明する前にまず、身近な乾電池のしくみから紹介しましょう。

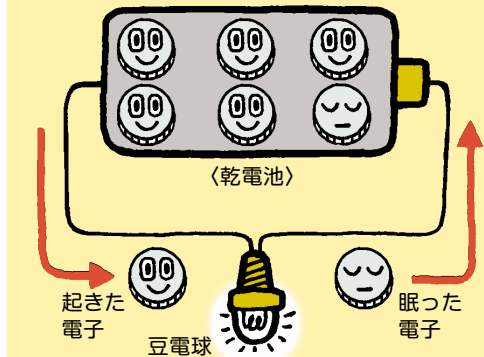
乾電池に導線と豆電球をつなぐと、電流が流れて豆電球が光ります。乾電池の中には、外に出て豆電球を光らせたりモーターを回すなどの仕事をするのできる「電子」という粒が入っています。その電子の流れが電流です。

外に出て仕事をするのできる電子を、ここでは“起きた電子”と呼ぶことにしましょう。起きた電子は、外に出て仕事をしたあと、“眠った電子”となって電池に戻ってきます。

乾電池は、起きた電子がたくさん詰まった電気の貯金箱のようなものです。でも、起きた電子を使い切ると眠った電子だけとなり、乾電池が切れた状態になります。貯金箱のコインをすべて使い切ってしまった状態です。

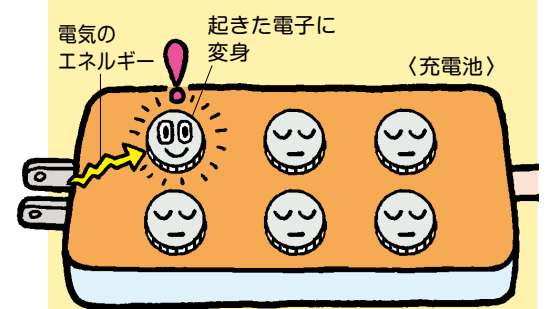
一方、ゲーム機やスマートフォンなどは、電池が切れても充電すると再び使えるようになりますね。中には充電機が入っていて、一度仕事をして戻ってきた眠った電子を、電気のエネルギーで目覚めさせて、再び起きた電子に変身させるのできるのです。

乾電池のしくみ



外に出て仕事をするのできる「起きた電子」がたくさんたまっていきます。仕事をして戻ってきた眠った電子は、二度と目覚めることはありません。

充電機のしくみ

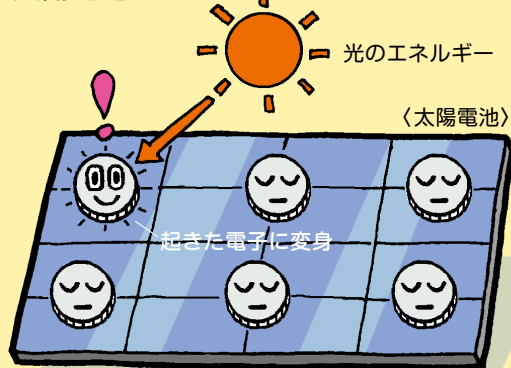


充電機は、一度仕事をして戻ってきた眠った電子を、電気のエネルギーで目覚めさせ、再び起きた電子に変身させて仕事をさせるのできるのです。

● 光で眠った電子を目覚めさせる太陽電池

さて、いよいよ太陽電池のしくみです。太陽電池には最初から起きた電子がたまっているわけではありません。眠った電子だけです。充電電池は電気のエネルギーで眠った電子を起きた電子に変身させますが、太陽電池は光のエネルギーで目覚めさせるのです。

太陽電池のしくみ



太陽電池では、眠った電子を光のエネルギーで起きた電子に変身させて、仕事をさせることができます。ただし太陽電池は、充電電池のように、起きた電子をためておくことはできません。

こうしてできた起きた電子は太陽電池の外に出ていき、電流となって仕事をします。そして仕事をすると電子は眠った状態となり、太陽電池へ戻ってきます。太陽電池は、光が当たっている限り、眠った電子を起きた電子に変身させて電流を流すことができます。つまり、光で電気をつくり続けることができるのです。

● おつりがむだになる今の太陽電池

今の太陽電池は、太陽の光のエネルギーの多くがむだになっています。それはなぜでしょうか。

まず太陽の光について説明しましょう。みなさんは虹を見たことがあるでしょう。太陽の光が空気中の雨粒などに当たると、色ごとに分かれて7色の虹として見えます。太陽の光には、いろいろな色の光が含まれているのです。

実は、光はごく小さな粒からできています。そして、太陽の光には、赤や黄、紫などさまざまな色の光の粒が混ざっています。色によって光の粒のエネルギーは異なります。赤い粒はエネルギーが低く、紫はエネルギーが高いのです。つまり太陽の光には、100円や300円など、いろいろな価値（エネルギー）の光の粒が混じっています。

光の粒と同じように、仕事をする起きた電子にも、いろいろな価値（エネルギー）のものがあります。よく使う筒型の乾電池を見ると「1.5V（ボルト）」と書いてあります。その中には150円の価値の起きた電子がたまっていますが、このタイプの乾電池に入っているコインはすべて150円で、100円や200円のコインはありません。

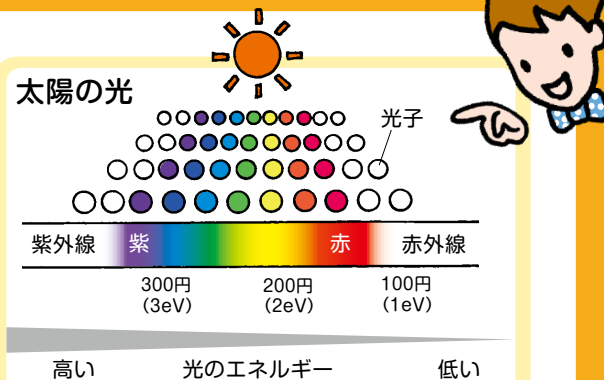
太陽電池の中にできる起きた電子にも価値があり、それは太陽電池をつくる材料によって異なります。例えば、光を当てると100円の起きた電子ができる太陽電池では、50円や150円の起きた電子はできません。

そこに100円の光の粒1個が当たると、100円の起きた電子1個をつくることができます。しかし300円の光の粒1個が当たっても、100円の起きた電子が1個できるだけです。300-100=200円のおつりはどこに行ってしまうのでしょうか。眠っている別の電子に渡すことができないので、その200円のおつり（エネルギー）は熱となって消えてしまうのです。

おつりを使えないことが、今の太陽電池で太陽の光のエネルギーの多くがむだになってしまう理由です（次のページのイラスト）。

● おつりを手渡して使える新しい太陽電池

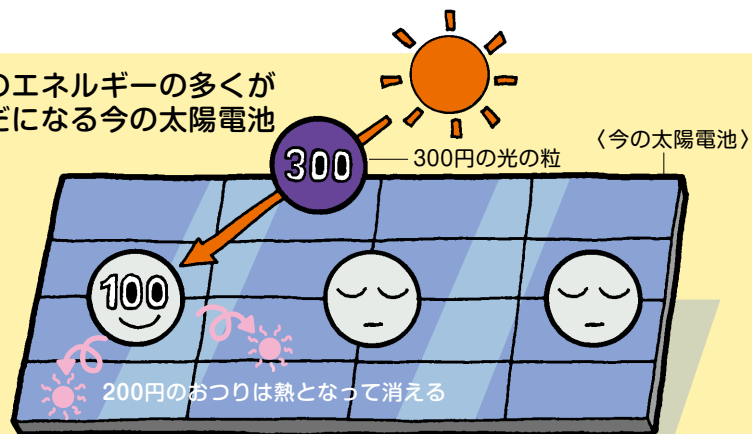
おつりがむだになってしまうなんて、もったいないですね。私たちはおつりをむだにしないで使えるように、300円の光の粒1個で、100円の起きた



太陽に光には、紫から赤までの目に見える光以外にも、紫外線や赤外線などが混じっています。赤外線の光の粒は100円（1eV）、目に見えるだいたい色は200円（2eV）、紫は300円（3eV）といった価値（エネルギー）の違いがあります。光の粒は「光子」と呼ばれています。

※eVはエネルギーの単位で、エレクトロンボルトと読みます。

光のエネルギーの多くが
むだになる今の太陽電池



100円の起きた電子が1個しかできない

300円の光の粒が当たっても100円の起きた電子が1個しかできず、200円のおつりは熱となって消えてしまい、むだになります。

電子が3個できる太陽電池ができたらいいなと考えました。

そこで、電子が互いに手をつないだ材料に注目しました。この材料なら、300円の光の粒1個が当たると、まず100円の起きた電子が1個でき、余った200円のおつりは隣の電子へ手渡されます。するとその電子は100円を使って変身します。そして残りの100円のおつりを、さらに隣の電子に手渡して、その電子も変身します。こうして100円の起きた電子が3個できるはずです。

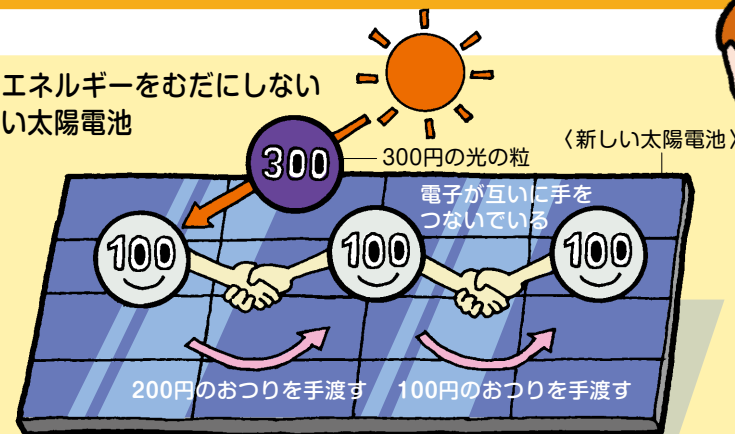
● おつりも使える太陽電池を実際につくる

私たちは現在、おつりもむだなく使える新しい太陽電池を実際につくる実験を進めています。

電子が互いに手をつないだ材料にも、いろいろな種類があります。いろいろな種類のものを使って、うまくいかどうか試しました。そして2014年、ある材料を使うと、光の粒1個から起きた電子が1個以上できているらしいことがわかりました。おつりを隣の電子に手渡しているらしいのです。

私たちの目標は、まず300円の光の粒から100円の起きた電子が3個できることを証明することです。さらに、100円ではなく50円の光の粒で、50

光のエネルギーをむだにしない
新しい太陽電池



おつりを手渡すことで100円の起きた電子が3個できる

電子が互いに手をつないだ材料は、おつりを隣の電子へ手渡すことができるので、光のエネルギーがむだになりません。

今の太陽電池の材料は、シリコンなどからできていて、電子は手をつないでいません。互いに知らんぷりで無関係。それでは、おつりを手渡すことができません。

電子が互いに手をつないだ材料は、専門的には「強相関電子系」といいます。身の回りの磁石も、強相関電子系の一つです。

円の起きた電子ができる太陽電池をつくることをめざしています。そうすれば、太陽の光に含まれる100円に満たない光の粒もむだなく使えるし、300円の光の粒からは50円の起きた電子を6個つくることができます。350円の光の粒なら7個できて、むだになることはありません。

● 不思議の向こうにおもしろさが

電子が互いに手をつないでおつりを手渡すことができるなんて、とても不思議ですね。電子が互いに手をつないだ材料では、ほかにもいろいろと不思議な現象が起きます。私たちは、まだ知られていない新しい現象を見つける実験も行っています。そして、そのような新しい現象を利用して、電力をほとんど使わないメモリーやコンピューターをつくる研究も進めています。それらも、エネルギー問題の解決に大きく役立つはずです。

みなさんも、身の回りで不思議だな？と思うことがあるでしょう。そう思ったら、そのしゅくみを学校の先生に聞いたり本で調べたりしてみてください。きっとおもしろい自然のしゅくみに出会えるはずですよ。