



## エネルギー問題を解決できますか？



とくらよしのり  
十倉好紀さん

撮影：STUDIO CAC

物理学で  
“マジック”を起こし、  
エネルギー問題を解決します。

次に訪ねるのは、十倉好紀さんです。  
十倉さんは物質の性質や機能などを  
研究する物理学者です。



### ■ 最初は、何に役立つのかわからない

みなさんは将来、どんな仕事をしたいですか。私が科学者になろうと決めたのは、小学校2年生のときでした。ノーベル賞をとった人たちの伝記を読み、科学によって社会に役立つ仕事をしてきた科学者にあこがれたのです。

私が子どものころ、日本で科学者といえば、湯川秀樹博士と朝永振一郎博士でした。二人ともノーベル賞をとった物理学者で、湯川博士は日本人で初めてノーベル賞をとった人です。二人の科学者の影響で、私は物理学を学ぶようになりました。

物理学には、社会を大きく変える力があります。今回の震災で、電気がないと私たちの暮らしはとても不便になることを体験した人が多いと思います。

そもそも現在の電気のある暮らしは、マイケル・ファラデーというイギリスの科学者のおかげです。みなさんも理科の授業で、コイルの中で磁石を動かすと電流が流れる、という実験をしたことがあるでしょう。それは「電磁誘導」と呼ばれる現象です。それを1831年に発見したのが、ファラデーです。

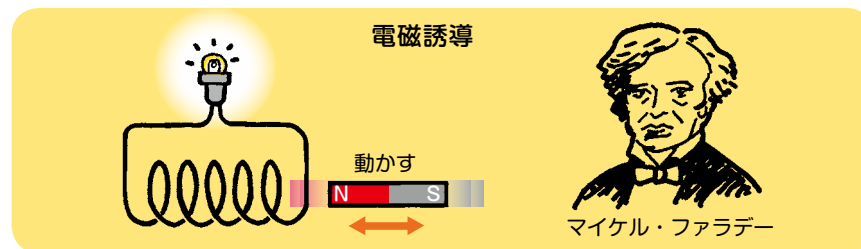
1831年というと、日本では江戸時代ですね。

ファラデーは電磁誘導を発見したあと、一般の人たちの前で、コイルと磁石を使って実験をして見せたそうです。すると、ある女性が立ち上がり、「それは何に役立つのですか」と質問したそうです。

するとファラデーは、「この現象はまだ発見したばかりで、赤ん坊のようなものです。生まれたばかりの赤ん坊が将来、どのような大人になるか、だれが言い当てることができましょうか」と答えたそうです。ファラデー自身も、電磁誘導が何に役立つのか、わからなかったのです。

ところがみなさん、現在の火力発電や原子力発電、水力発電は、すべて電磁誘導の原理を使って発電しているのです。火力発電も原子力発電も熱でお湯をわかして蒸気をつくり、その力でコイルの中で磁石を動かして発電しています。水力発電では、水が流れ落ちる力でコイルの中の磁石を動かしているのです。

電磁誘導の原理を利用した発電機のおかげで、私たちは電気のある便利な暮らしができています。ファラデーの電磁誘導の発見は、まさに社会を大きく変えたのです。しかし、科学の発見は最初、発見した人自身にも何に役立つのかわからないことも多いのです。



### ■ 社会をがらりと変える“マジック4”

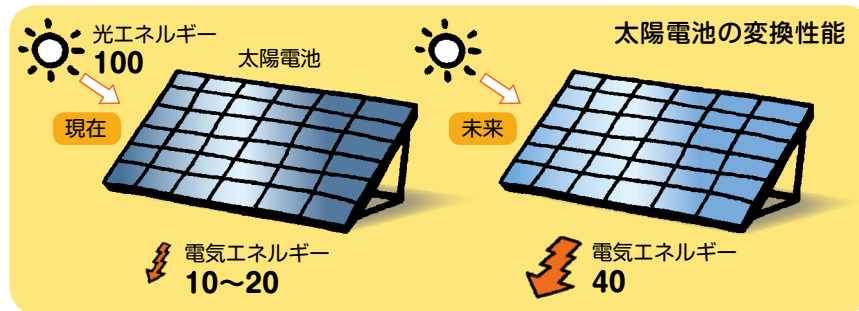
ファラデーの電磁誘導のように、これからも物理学は“マジック”を起こして、社会をがらりと変えることができるはずですが、では、エネルギー問題を解決するには、どのようなマジックが必要でしょうか。

私が必要だと考えるマジックは4つ、どれも4という数字が目標に入っています。ですから、私はそれを“マジック4”と呼んでいます。

## ● 発電効率40%の太陽電池

最初は、みなさんもよく知っている太陽電池の性能についてです。太陽電池は電磁誘導の原理で発電するのではなく、光のエネルギーを利用して発電します。でも、いま屋根の上に取り付けられている太陽電池は、降り注ぐ光エネルギーが100だとすると、そのうちの10~20しか電気エネルギーに変えられません。つまり変換性能が10~20%です。それを40%に引き上げることが目標です。

40%の変換性能が実現できれば、家で使うすべての電気を、屋根に付けた太陽電池で生み出すことができるでしょう。太陽電池でたくさんの電気をつくるには広い土地が必要ですが、変換効率が40%になれば、現在と比べて4分の1から半分の土地で同じ量の電気をつくることができます。



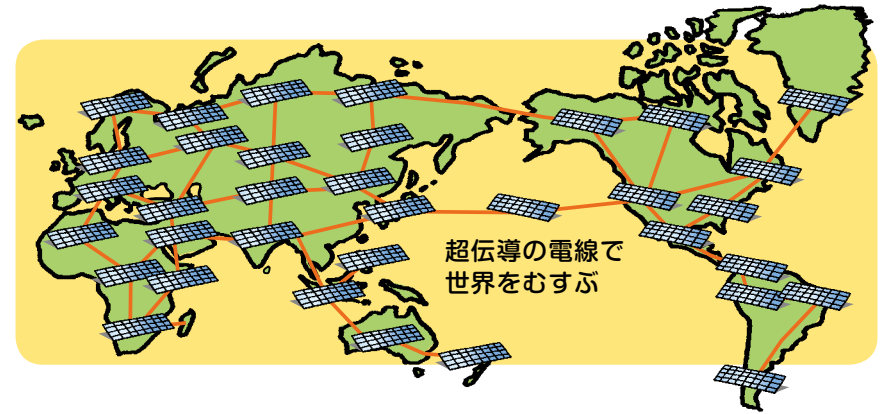
## ● 冷やさなくても使える超伝導材料

次は超伝導です。みなさんも超伝導という言葉は聞いたことがあるかもしれませんが、物質を流れる電気の抵抗がゼロになる現象です。

現在の電線に電気を流すと電気抵抗で電気が熱に変わってしまい、何%かがむだになってしまいます。超伝導材料を電線に使うと、そのむだをなくすることができます。

たとえば、世界各地の砂漠など太陽光がたくさん降り注ぐ場所に太陽電池を敷き詰め、発電した電気を超伝導の電線で世界中にむだなく運んでエネルギー問題を解決する、といったアイデアがあります。

でもいまの超伝導材料には大問題があります。マイナス100℃よりももっと低い温度まで冷やす必要があることです。



高い温度でも超伝導になる材料をつくりたいのです。目標は400K。Kは「ケルビン」と読み、温度の単位です。おなじみの℃で表すと、0Kは約マイナス273℃です。ですから400Kとは約127℃のこと。400Kでも超伝導になる材料をつくることできれば、さまざまなところで超伝導材料を利用して、省エネルギーが大きく進みます。

## ● たくさんの電気をためる蓄電池

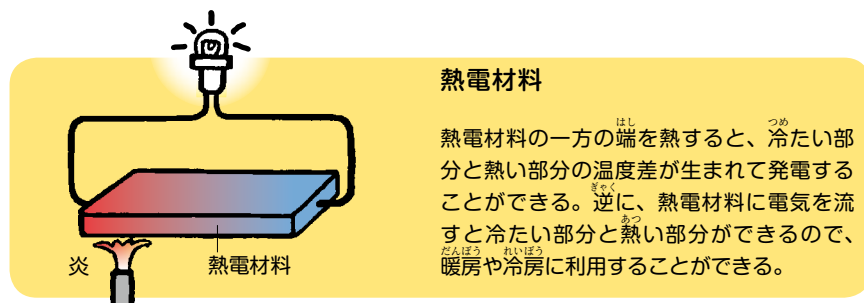
3番目は、電気をためる蓄電池（バッテリー）です。電気はとても便利なエネルギーですが、いまの技術では、たくさんの量をためることができません。たくさんの量の電気をためることができる蓄電池をそれぞれの家や地域に備え付けておけば、大地震で発電所が故障したり、電線が切れたりしても、町中で電気が利用できなくなることはありません。

最近、各社で発売され始めた電気自動車は、排気ガスを出さない環境によいエコカーです。でも1回の充電で走り続けることのできる距離があまり長くありません。最新の蓄電池でも1kgの蓄電池でせいぜい200ワット時以下の性能ですが、それを400ワット時以上にすることが目標です。それが実現できれば、電気自動車への切りかえが進み、町の空気もきれいになることでしょう。また蓄電池の性能が高くなれば、太陽電池や風力発電の利用ももっと広がります。太陽電池や風力発電の弱点は、1日を通じて安定して発電できないことです。太陽発電は夜には発電できません。そして風力発電は風がふいていないと発電できません。たくさん発電できたとき、使わなかった電気をすべて蓄電池にためておくことができれば、夜や風がふかないときでも、太陽電池や風力発電でつくった電気を利用することができます。

## ● 熱を電気に変える

4番目は、効率のよい冷蔵庫やクーラーをつくるために必要な熱電材料です。熱電材料とは、電気を熱に、熱を電気に変える材料です。熱電材料は電気を流すと物を冷やすこともできるのです。すでに小さな冷蔵庫やワインを冷やすワインクーラーなどに利用されています。でも、熱電材料の性能があまり高くないため、家の大きな冷蔵庫やクーラーには利用することができません。

熱電材料の性能は「ZT（ゼットティー）」という値で示します。ZTは簡単に説明するのが難しい値ですが、電気を熱に、熱を電気に変える性能を示す値だと考えてください。値が大きいほど性能が高いことを表します。現在の熱電材料はそのZTが1くらいです。それが4を超えると、家の冷蔵庫やクーラーに十分使えるようになります。家庭で使う電気のうち、約40%は冷蔵庫とクーラーです。現在の冷蔵庫やクーラーよりも格段に性能のよいものができて、省エネルギーが大きく進みます。また、工場などで物を燃やしたときに出る熱など、いろいろなところでむだに捨てられている熱を電気に変えることができます。



この4つが私の目指す“マジック4”です。4つとも現在よりも性能を数倍アップさせなければいけません。それを実現するには、ファラデーが電磁誘導を発見したように、物理学によって新しい現象や原理を見つける必要があります。

物理学で発見した新しい原理を用いることで、それまでより装置の性能が10倍以上アップしたという例はたくさんあります。“マジック4”の実現は決して夢ではありません。

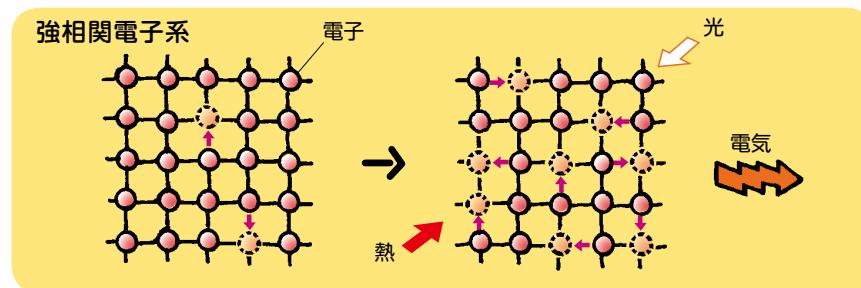
## ■ ぎゅうぎゅう詰めの電子を利用する

では、私たちがマジック4をどうやって実現しようとしているのか、最後に少しだけ簡単に紹介しましょう。

現在使われている電子機器の材料は、金属や半導体です。その材料の中で重要な仕事をしているのは電子です。水の入った容器をかたむけると水が流れますね。金属の中の電子は水のような状態で、電池をつなぐと電子が流れます。それが電流です。

私たちがマジック4を実現するために研究しているのは、ぎゅうぎゅう詰めになった電子です。電子はマイナスの電気を帯びています。マイナス同士は反発しますね。電子がぎゅうぎゅう詰めになると、たがいに反発し合って身動きができません、固体のように動けなくなります。でも、光や熱などで少し刺激をあたえると、電子を動けるようにすることができます。そのような現象を利用して光や熱を電気に変えることができます。

このようなぎゅうぎゅう詰めの電子を、「強相関電子系」といいます。ここでは電子たちがたがいに影響し合って、普通の金属や半導体などでは起きない、不思議な現象が現れるのです。まだ知られていない現象もたくさんあるはずで、私たちは、そのような現象を利用して、マジック4を実現しようとしています。



話がだいぶ難しくなったかもしれませんが、ぜひこれから勉強を進め、大学へ進んだら「強相関電子系」という言葉をもう一度思い出してみてください。きっと新しい現象が見つかるはずです。そして、みなさんも物質が見せるおもしろい現象を探してみてください。