



知ってるようで知らない!?

電気入門

監修 一般社団法人電気学会

現代社会に欠かすことのできない電気。電気はどのようにつくられているのでしょうか。
電気の正体から日本の電力事情に至るまで、知っているようで知らない電気の世界に迫ります。

1

そもそも電気とは一体どんなものなのでしょうか。電気の正体を探ると、原子の話にさかのぼります。

水、空気、私たちの体……すべての物体は原子からできています(図1)。原子の中心(原子核)にはプラスの電荷を持った陽子があり、そのまわりをマイナスの電荷を持った電子が、原子核の中にあるプラスの電荷に引っ張られながら回っています。それはちょうど太陽の周りを地球や火星などが回っているような感じです。

しかし外部から熱や磁力などのエネルギーが加わり軌道が崩れると、電子は原子から飛び出してしまう自由電子となります。電子を放出してしまった原子は、不安定になったプラス・マイナスのバランスを元に戻そうとして、自由電子を取り込もうとします。そのため、散らばっていた自由電子は、電子の足りない原子に引き寄せられて移動します(図2)。「電気」は、このようにバラバラの方向に動いていた自由電子が決まった方向に一齐に移動することで生まれ、この自由電子の流れを「電流」と呼んでいます。

電気の正体

原子から原子へ飛び回る自由電子

図1 原子の構造

陽子を持っているプラスの電荷の量と電子が持っているマイナスの電荷の量は等しいため、原子は電気を帯びていない。

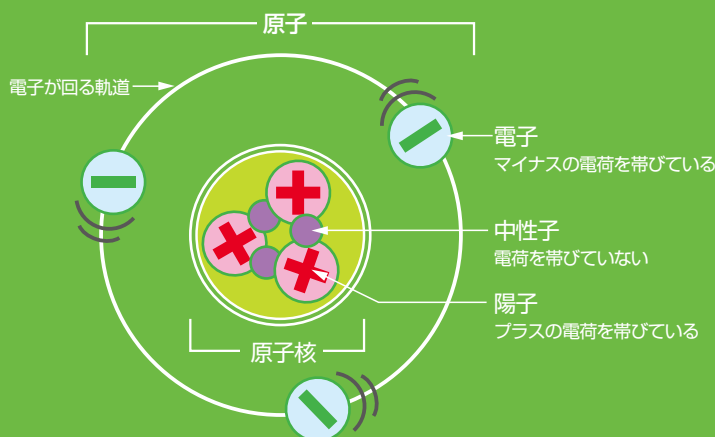
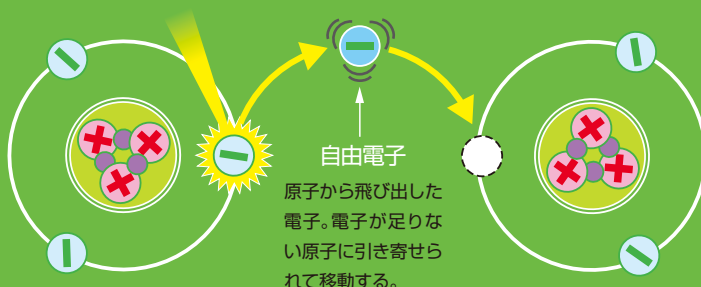


図2 自由電子の移動

電子が飛び出した原子は、プラス(陽子)の数よりマイナス(電子)の数より多くなるため、マイナスの電荷を取り込もうとする。



電子が飛び出した原子は、電子を取り込んで安定しようとするため、自由電子を引き寄せる。

私たちが使っている電気はどのようにつくられているのでしょうか。

電気が起きる仕組みは、イギリスの物理学者マイケル・ファラデーによって1831年に発見されました。電線を巻いたコイルの中に磁石を入れたり遠ざけたりすると、電流(誘導電流)が流れる(電球がつく)という現象で、電磁誘導と呼ばれています(図3)。現在、多くの発電所では、発電機によって電気がつくられています。発電機はこの電磁誘導の法則を利用した装置です。発電機は磁石とコイルを使って、回転する力を利用して電気をつくっています(図4)。

それでは、安定的に電気エネルギー(電力)を取り出すため、どんなエネルギーを使って効率よく継続的に大きな回転力をつくり出しているのでしょうか。

例えば、水力発電は高い場所にある水を低い場所に移動させることで生じる水の力(位置エネルギー)で、磁石とつながる水車を回して発電しています。また火力発電所では石油や石炭を燃やした熱でつくった水蒸気の力(熱エネルギー)、風力発電では風の力(自然エネルギー)で、タービンを回転させて発電しています。こうしたさまざまなエネルギー資源を使ってつくり出した運動エネルギーを電力に変換しています(図5)。

発電の原理

磁石とコイルで電気が生まれる

図3 発電の原理
(電磁誘導の法則)

電線を巻いたコイルの中に磁石を入れたり遠ざけたりすると、磁力の変化によって電線の中で自由電子が決まった向きに流れ始める。

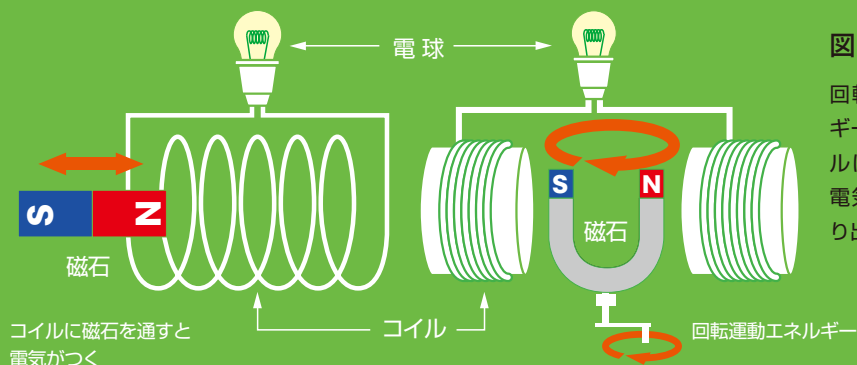
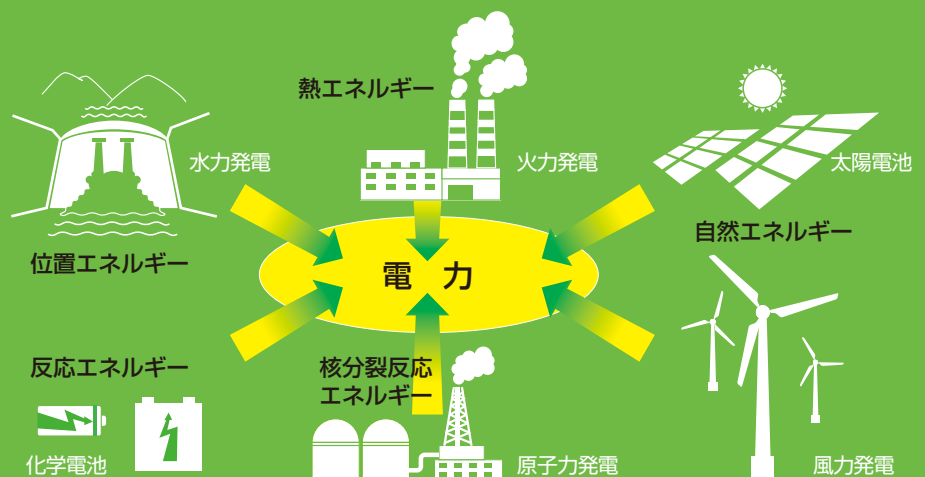


図4 発電機の仕組み

回転する磁石の運動エネルギーを、電磁誘導作用でコイルに流れる電流に変換して電気エネルギー(電力)を取り出している。

図5 電気エネルギーに変化するエネルギー

乾電池やバッテリーなどの化学電池は化学変化によって、太陽電池は光エネルギーを半導体などによって、直接電気エネルギーに変えるもので、運動エネルギーを変換する水力・火力・原子力・風力とは発電方式が異なる。



日本の電力消費量は、この40年間(1970～2010年度)で約3.5倍に増えています。日本では、かつて水力発電が主流でしたが、やがて豊富で安価な石油を使った火力発電へと移行しました。そしてオイルショック以降は発電方式の多様化が求められ、天然ガスなど石油に変わるエネルギーの開発と導入が進められてきました(図6)。

日本はエネルギー自給率が4%と極めて低く、エネルギー資源の多くを輸入に頼っています。世界では限られた資源を確保するため資源獲得競争が進んでおり、日本は原油価格の高騰や化石燃料調達の特定期域への依存など、さまざまなリスクに直面しています。こうした観点から、多様なエネルギーをバランスよく組み合わせるエネルギー・ミックスで、安定したエネルギー基盤を構築しています。

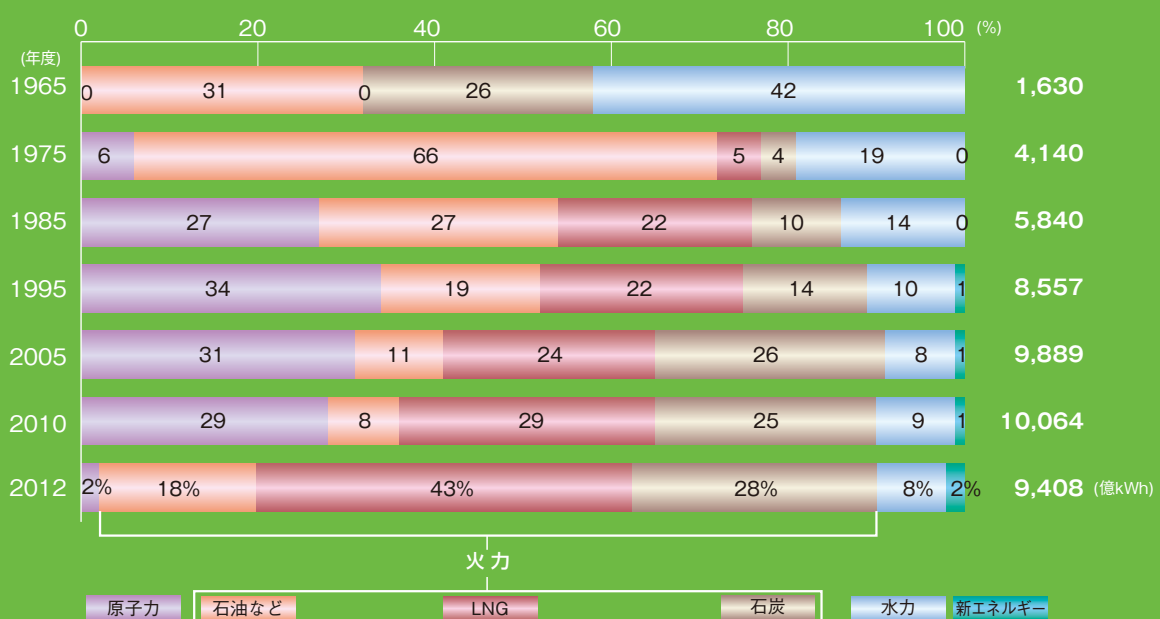
また日本の電力需要は時々刻々と変化しています。夏場は14～16時にエアコンの稼働がピークになり、冬場は夕方17～19時ごろに暖房や照明などの使用が重なってピークになります。昼間は経済活動によって大きな電力を使用し、夜間は電力があまり使用されていません。このような激しい変動に対応するため、さまざまな発電方式の発電設備を組み合わせる電源のベストミックスによって、電力が安定供給されています。

日本の電力事情

電源のベストミックスで安定供給

図6 電源種別の発電電力量構成比

10電力会社計（他社受電分を含む）



注：四捨五入の関係で割合の合計が100%にならないことがある(1965年度は9電力会社計)
石油などにはLPG、その他ガスを含む。

出典：電気事業連合会

電力は企業や家庭などで利用されるまでに、国境を越えて「調達」「発電・送配電」「消費」といった長いエネルギーチェーンを旅しています(図7)。その各段階では、資源の採掘・利用技術や電気エネルギーに変換するための発電設備の開発、省エネルギーや環境負荷を軽減する技術の開発などが行われることで、電力の安定供給が実現されています。

日本は電力供給率が極めて高いものの、さらなる電気料金の低減や消費者ニーズを捉えた多様なサービス・価格を提供するため、電力の自由化が段階的に進められています。例えば1995年の電気事業法改正で電力会社に卸電力を供給する発電事業者(IPP)の参入が可能となりました。現在、自家発電の操業ノウハウを持つ鉄鋼業や製紙業などの一般事業者が、工場内で操業している自社の火力発電所などを使って、電力会社を通じて消費者に電力を供給しています。

新時代に向けて 日本型電力システムの構築

図7 電力のエネルギーチェーン

