

第3章 電線を使わずに電気エネルギーを伝える不思議な部品

トランスを磁気の手で見てみよう

富澤 祐介 Yusuke Tomizawa

磁気を利用した電気部品の1つにトランスがあります。トランスの役割は、交流電圧の大きさを変えること、いわゆる変圧です。発電所でつくられる電気は数千から数万ボルトの大きな電圧であるため、私たちが家庭で使うコンセントに到達する間にいくつものトランスを通して100Vになるように変圧しています。

トランスは、約200年前の18世紀にヨーロッパで発明されたましたが、ほとんどその形を変えずに現在でも使われています。

本章では、磁気の手で、この200年変わることもないトランスのふるまいを見てみます。

3-1 トランスを使うと何が出来る？

● 電気的に繋がっていない2つの回路間で信号や電力の伝達ができる

通常の電気回路は、入力端子と出力端子が電線でつながっています。もし何らかの原因で入力電圧が回路の許容値を上回るほど上昇したり、回路の部品が故障して電流を抑制できない状況に陥ると、ダムが崩壊して水が流れ込むように、大きな電流が流れ込んで弱い部品が破壊されてしまいます。

このような事態を防ぐために、「電気的には切り離されているけれども、信号や電力の受け渡しが可能」といった都合の良い部品が必要になります。それがトランスです。

トランスは、回路を電気的には切断し、磁気的に結合させることによって、電気絶縁した状態で電力や信号を伝えることができます。

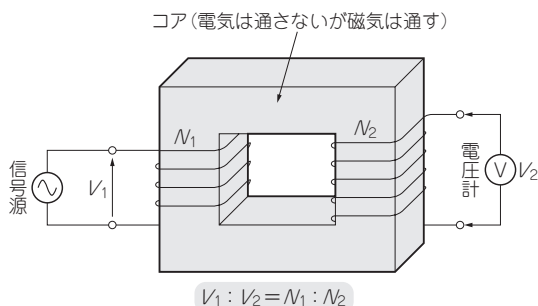


図3-1 1次電圧と2次電圧の比はコイルの巻き数比で決まる

● 交流電圧を変更できる

電源回路を設計していると、交流の入力電圧20Vを100Vに昇圧したり、逆に100Vを20Vに降圧しなければならないことがあります。トランスを使うと、交流電圧のレベルを変換することができます。

図3-1にトランスの基本構造を示します。トランスは、コアと呼ばれる骨組み部分に、電線を2組以上巻き付けて構成されています。

電気は通れないけれども磁気はよく通る材料でできた芯(コア)に、電気がよく通る電線を巻きつけた構造です。コアは、磁束が通るための専用通路みたいなものです。巻き線の起磁力によって磁束が発生しやすい材料を磁性材料といい、トランスのコアには磁性材料が使われます。

信号を送る側(1次側)を1次コイル、信号を受ける側(2次側)を2次コイルと呼びます。

コイルの巻き数を1次側 N_1 [ターン]、2次側 N_2 [ターン]として、1次コイルに最大値 v_1 [V]の正弦波を与えると、2次側に発生する電圧 v_2 [V]は巻き数比に比例します。つまり、次式が成り立ちます。

$$v_1 : v_2 = N_1 : N_2 \dots\dots\dots (3-1)$$

$$\therefore v_2 = \frac{N_2 v_1}{N_1} \dots\dots\dots (3-2)$$

となります。コアに巻きつける導線の回数 N_1 と N_2 を調整すれば、2次側には所望の電圧を発生させることができます。

3-2 トランスは磁気で電力を伝える

● 電力はコアを伝わる

入力と出力が、電線で直接繋がっていないにもかかわらず、電気信号や電力を伝えることのできる都合のよい機能をもつトランスですが、どのような原理になっているのでしょうか？ 図3-2に示すトランスのモデルを使って動作を確認してみましょう。

1次コイルに交流電流が流れると、電流の大きさに比例した磁界が発生します。磁界中に配置されたコアの中には、図3-2のように磁束が発生します。1次側の交流電流が変化すると、磁界も変化し、コア中の磁束の量も追従して変化します。このとき磁性体であるコアの中の磁束量の変化は、周りの空間よりも大きく