

1-1 ● モータとは

モータと言うと自動車やオートバイを想像する人がいるかも知れませんが、motor という英語は、電気だけでなく蒸気やロケット燃料などのさまざまなエネルギーから、力を発生する動力に変換する動力変換装置を意味しています。本書で言うモータは、電気エネルギーを回転力や押し力などに変換する装置を意味しており、その解説をします。

(1) 使われる目的

モータは電気エネルギーを回転力や推進力に変換する装置です。機械的な動作をさせようとした場合、ほとんどの機械は回転力があれば、動かすことができます。もし直線運動が必要な場合は、ギヤやボールねじなどを使用して変換することができます。図 1-1 はボールねじを用いて回転運動を直線運動に変換する装置です。

洗濯機は水流を攪拌して洗濯物を洗浄します。この攪拌は、モータを使って回転力を発生してプロペラを回転することで作り出すことができます。

自動車に使われているガソリンエンジンは、図 1-2 に示すようにピストンの直線運動を回転運動に変換して利用しています。モータは回転力を直接発生しますので自動車にはもってこいです。

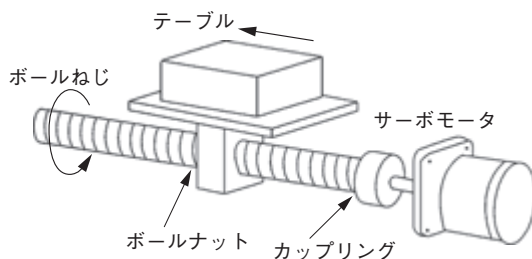


図 1-1 ギヤを用いた回転運動から直線運動への変換

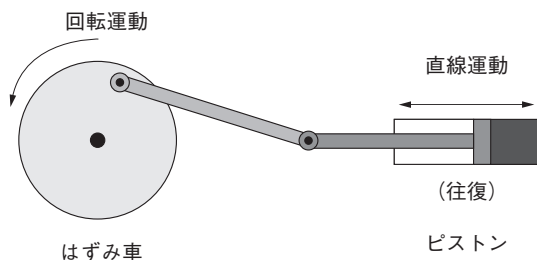


図 1-2 直線運動から回転運動への変換

(2) 何に使われているか

冷蔵庫、ブルーレイや DVD レコーダ、エアコンなどの家電製品、携帯電話やパソコンなどの情報機器、産業用ロボットや生産設備、自動車などに数多くのモータが使用されています。最近ではテレビにもモータが使用されています。テレビでモータって変な気がしますね。最近では、映像を記録するハードディスクが内蔵されたテレビが増えています。ハードディスクはパソコンで使用される記憶装置の一種ですが、モータで記録面を回転して多くの情報を記録できる装置です。

家に何個モータがあるか数えたことはありますか。家族で生活している世帯だと、家の中で 100 個くらいのモータが使われていると思います。例えば、エアコンでは、室外機にコンプレッサモータ、ファンモータ、室内ではファンモータ、風向きを変えるルーパーモータで 4 個のモータが使われています。

パソコンでは、CPU 冷却用ファンモータ、ハードディスク駆動モータ、CD/DVD 駆動用モータ、フロッピーディスク駆動用モータ、冷却用ファンモータなど、5 個程度のモータが使用されています。そのほか、換気扇、冷蔵庫、電動鉛筆削り、ジューサ / ミキサー、食器乾燥機、電子レンジ、掃除機、…。結構モータがありますね。

自動車ではどれくらいのモータが使われているのでしょうか。普通自動車では、50 個から 100 個くらいのモータが搭載されています。高級車になると 150 個くらいのモータが使われています。図 1-3 に自動車に使

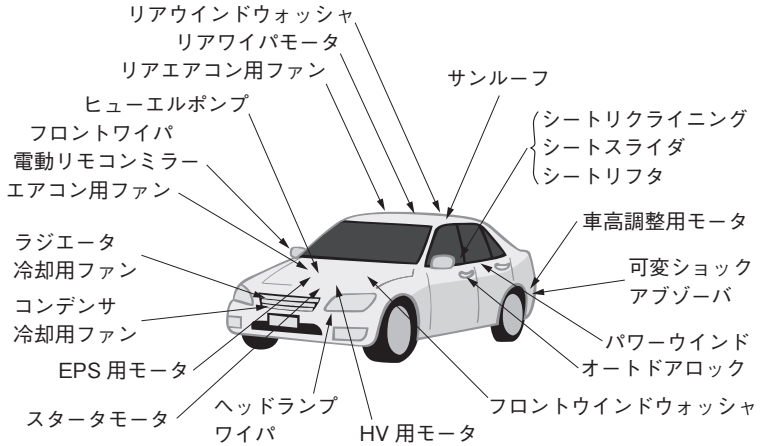


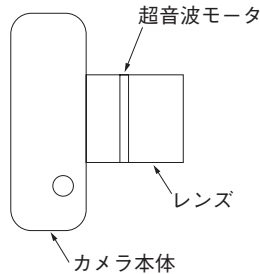
図 1-3 自動車のモータ使用例

われているモータの使用例を示します。

コラム①

カメラにも使用されている超音波モータ

図に示すように、超音波モータを利用して、焦点を合わせるレンズがあります。このレンズは、自動焦点をするための回転力を超音波モータでつくっています。この用途では、レンズを回転するだけで、負荷はほとんどかかりません。そこで回転する部分は、表面波を発生するステータに軽く押さえつけるだけです。手動で焦点を合わせる場合は、軽く押さえつけられているだけでですので、簡単に手で回すことができます。



カメラに使われている
超音波モータ

1-2 ● なぜ回転するのか

電気エネルギーを回転力や推進力に変換するモータの多くは、電磁気を利用したものです。最近では、電磁気だけでなく超音波や静電気を利用したモータも出現しています。

(1) 磁石を使ったモータ

もっとも簡単な構造でわかりやすいモータは、現在最も多く生産され使用されているブラシ付 DC モータです。このモータは、コイル、磁石、整流子と呼ばれるブラシ部から構成されます。図 1-4 は回転原理を示したものです。左右に磁石があって、磁石の間にコイルがあります。このコイルに図に示すように電池を接続して電流を流すと、フレミングの左手の法則に従って、電線に力が発生します。磁石の N 極から S 極に向かって磁束が発生しているとき、コイルの左側の電線には、上向きの力が発生し、右側の電線には下向きの力が発生します。そのためコイルは右に回転します。このままでは、右に 90 度回転した状態でバランスして止まってしまう。しかし、90 度回転したときに、電池の極性を反転し、

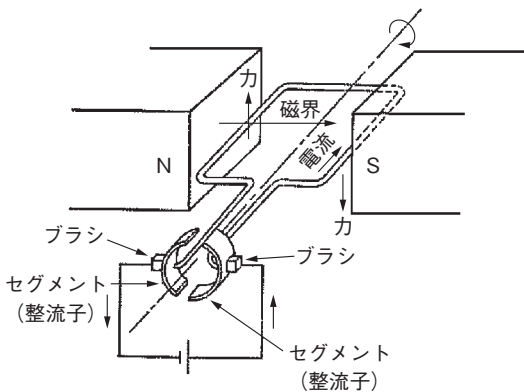


図 1-4 ブラシ付 DC モータの回転原理

コイルに流れる電流の向きを変えます。するとモータは、そのまま右に回転をして180度回転したとことで停止します。このときに先と同様に電源の極性を反転すると、コイルは回転を続けます。

回転したときに、電流の向きを変えるために極性を切り替えるところが、セグメント（整流子ともいう）とブラシと呼ばれる部分です。

（2）超音波を使ったモータ

超音波モータは、指田年生氏が発明したモータです。モータというとフレミングの左手の原理を使って、電流や磁束の関係から力の方向を示して考えますね。しかし、超音波モータは磁気をまったく利用しないモータなのです。

図1-5は最初に作られた回転力を発生する超音波モータです。金属の円盤にシャフトが取り付けられており、その円盤に超音波振動子が当てられています。40 kHz程度の信号を超音波振動子に供給すると振動子の先端が前後に動き円盤を突っきます。すると円盤は回転します。自転車のタイヤを指で円周方向に突っくと、タイヤが回転しますね。それと同じ原理です。

超音波振動子の先端は極微少しか動きませんが、1秒間に40,000回も動くので円盤は数 $1,000 \text{ min}^{-1}$ の回転速度で回ります。しかし、この方式は金属の円盤を金属の棒で突っついていいますので、摩耗が大きく実用的ではありません。そこで振動子の先端を共振させることで、振動子の先

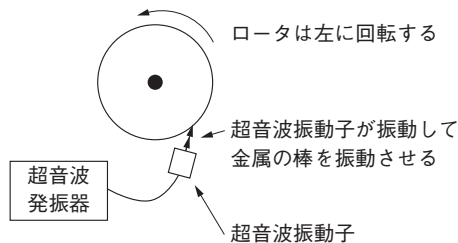


図 1-5 超音波モータの基本原理

端を楕円運動させて、それを円盤に接触させることで回転させる技術が開発されました。詳細については第3章3-6(68ページ)を参照してください。

次に開発されたのが表面波を利用したモータです。図1-6に示すように、金属板に超音波振動子を取り付けます。それとは反対側に振動吸収材を置きます。40 kHz程度の信号を超音波振動子に供給すると、金属の表面に波（これを進行波といいます）が発生し、その波が金属を伝わっていきます。これは池に石を投げ込むと、波が進んでいくのと同じですね。金属の反対側には振動吸収材があるので、波は吸収されて消滅します。

金属の板の上に物をのせると、金属の表面には図中のような進行波が発生しているので、のせられた物との摩擦で物は波の進行方向に移動していきます。このモータは、直線運動を作り出すリニアモータです。吸収材がないと波は反射（反射波といいます）して戻ってきますので、合波されて定在波ができてしまい、乗せた物は動かないでしょう。

図1-6に示すモータは、直線運動をするリニアモータとして利用できます。これを回転体にするにはどうしたらよいでしょうか。図1-7に示すように、振動板を円形（リング形）にすればよいのですが、このままでは、波は左右両方向に動き、波の移動がありません。そこで図に示すように、位相が90度異なる正弦波（sine波）と余弦波（cosine波）を

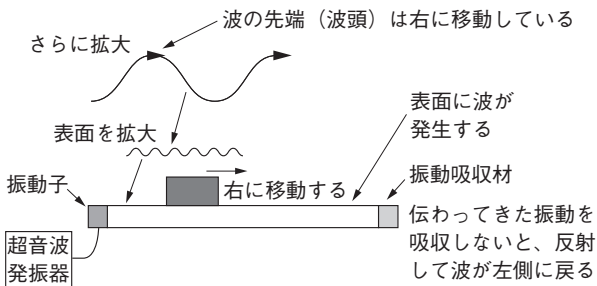


図1-6 進行波を利用した超音波モータの原理図