

機械を動かすメカニズム

知っておきたいメカの知識

マイコン機器を動かすためには、動力を生み出すモータとその動力をそれぞれの部品に伝えるための機構が必要になります。本章では、モータの種類およびそれらの特徴、さらに実際のメカを動かす際に重要となる運動形式やトルクについて説明します。

3.1 モータの種類と特徴

電気エネルギーを機械エネルギーに変換するモータ^①は、その制御方法や動作原理によって様々な種類があります。以下、本書で取り扱う代表的なモータを紹介します。

(1) R/Cサーボ・モータ

サーボ・モータとは、回転角度を任意に決める制御ができるモータです。写真3.1に示すラジコン模型用(R/C)サーボ・モータは、プラスチック製のケースに、直流モータ、制御回路、減速歯車機構および回転角度を検知するための可変抵抗器が内蔵されています。

R/Cサーボ・モータは、内部の減速歯車機構によって、比較的大きい駆動トルクが得られるという特徴があります。種類も豊富で、規則的なパルス信号によって回転角度を決めることができ、マイコン制御を簡単に行うことができます(第5章参照)。また、専用のR/C受信機を使用することで、無線操縦(ラジコン)による取り扱いが簡単にできます(第8章参照)。

(2) 直流モータ

直流モータは小型で大出力という特徴があります。写真3.2に示す模型工作用直流モータは、5000rpm以上もの高い回転数で運転します。そのため、直流モータの動力を利用したマイコン機器を作る場合、通常、歯車機構などを使って減速させます。

直流モータは、入力端子に与える電圧を変化させることで回転数を変化させることができます。マイコンに大電流を流すことはできないので、マイコンから直接、大容量の直流モータを動かすことはできません。マイコンを使って直流モータを動かすためには、トランジスタなどの半導体部品が必要になります(第6章参照)。また、マイコンを使っ



ヒント

モータは、イギリスの物理学者マイケル・ファラデー(1791~1867)によって発明された。その多大な業績がたたえられ、ファラデーの名前は、コンデンサなどの電気容量の単位「ファラッド」に使われるようになった。



写真3.1 R/Cサーボ・モータ
(双葉電子製)



写真3.2 模型用直流モータ
(マブチモーター製)



写真3.3 ステッピング・モータ
(多摩川精機製)

て直流モータの回転数制御を行うにはパルスを利用した特別な制御が必要になります。なお、通常の直流モータは回転角度を制御することができないため、複雑な運動パターンをさせるのには適していません。

(3) ステッピング・モータ

写真3.3に示すステッピング・モータは、入力端子に与えるパルス信号に応じて、正確な回転角度で運動するモータです。小型なものはプリンタやコピー機などに使われており、大型のものは工作機械などの産業機械に使われています。

ステッピング・モータを制御するためのマイコン回路やプログラムはやや複雑になりますが、正確な回転運動を必要とする場合にとっても便利なモータです(第7章参照)。

3.2 運動についての基礎知識

本書で扱うマイコン機器は、モータの動力を利用して、魚ロボットのみれを動かすなどの運動へと変換します。以下、運動形式の変換方法やモータの選定などに必要となる「力」や「トルク」について解説します。

(1) 回転運動と往復運動

運動の形式としては、大きく分けて回転運動と往復運動があります。ほとんどのモータは回転運動をしますが、最近のマイコン機器やロボットなどでは往復運動を利用することが多くなっています。そのため、図3.1に示すような回転運動を往復運動に変換する機構が利用されます。

図3.1(a)のクランク機構は、回転運動をするクランク・ディスクと往復運動をするスライダを接続棒(コネクティング・ロッド)で接続した機構です。回転運動を往復運動に変換する代表的な機構の一つです。

図3.1(b)のスコッチ・ヨーク機構は、偏心した円板を回転させてヨークを往復運動させる機構です。ヨークに直動ガイドを取り付けること



ヒント

ステッピング・モータは、別名ステップ・モータ、パルス・モータなどと呼ばれている。

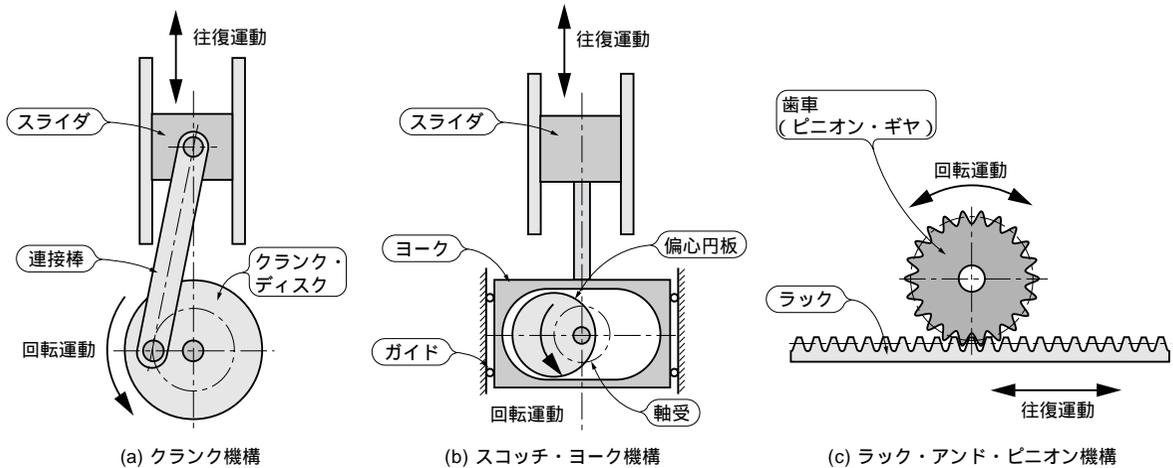


図3.1 回転運動と往復運動を変換するメカニズム

で、正確な直線運動ができるという特徴があります。

図(c)のラック・アンド・ピニオン機構は、回転する歯車(ピニオン・ギヤ)と直線状に歯を取り付けたラックと呼ばれる部品を組み合わせた機構です。

(2) 力・トルク・出力

モータを選定する場合、あるいは動力伝達機構を設計する場合、力の大きさやトルク、出力が重要になります。

力は、N(ニュートン)またはkgf(キロ・グラム重)という単位で表され、1Nは、質量1kgの物体を 1m/s^2 の加速度で運動させるときの力と定義されています。地上では約 9.8m/s^2 の重力加速度が働いているため、質量1kgの物体は下向きに 9.8N ($= 1\text{kgf}$)の力を受けていることになります〔図3.2(a)〕。



自動車のエンジンでは、クランク機構によって、ピストンの往復運動をエンジン出力軸の回転運動に変換している。また、自動車の操舵装置では、ラック・アンド・ピニオンによって、ハンドルの回転運動を前輪の操舵運動に変換している。

トルクは、回転運動における力の大きさを表す指標に使われ、 $\text{N}\cdot\text{m}$ または $\text{kgf}\cdot\text{cm}$ という単位で表されます。図3.2(b)に示すように、モータにプーリを取り付けて、質量 m [kg]のおもりを引き上げる場合、回転軸のトルク T_q [$\text{N}\cdot\text{m}$]は、おもりに働く重力 $F = mg$ [N]とプーリ半径 R [m]との積で定義されます。市販のモータや動力伝達部品のカタログには、最大トルクあるいは定格トルクの値が明記されており、それ以上のトルクがかかる場所では使用できません。

出力とは、1秒間あたりの仕事(=力×距離)を表していて、W(ワット)という単位で表されます。出力は、毎秒あたりの回転数 f [Hz]とトルク T_q [Nm]より求められます〔図3.2(c)〕。一方、モータなどの消費電力は、電圧[V]と電流[A]の積で求められ、出力と同様、W(ワット)の単

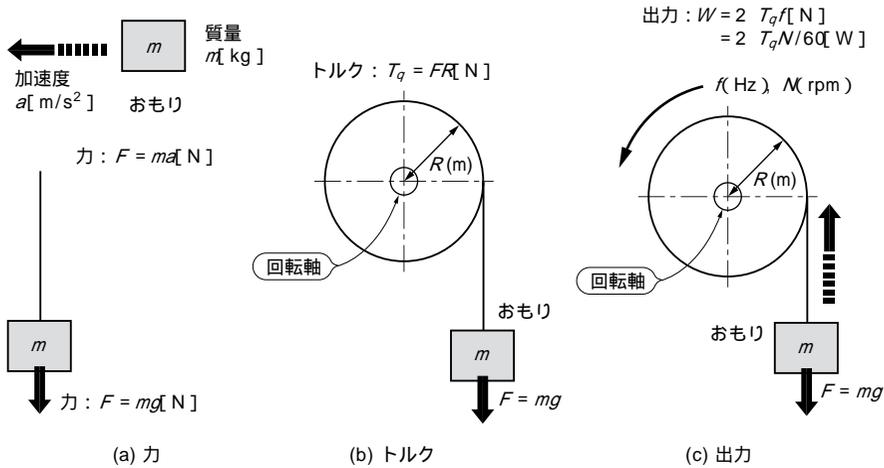


図3.2 力とトルク

位が用いられます。モータで機械を動かす場合、モータの消費電力が機械を動かす出力よりも上回るようなモータを選定します。

(3) リンク機構による運動伝達

R/Cサーボ・モータを使ってロボットの関節を動かす場合など、図3.3に示すようなリンク機構を使うことがあります。それぞれのリンクの長さや支点の位置を変えることで、運動の軌跡や速度，向きを調整することができます。それぞれのリンクの動きを正確に求めるためには、リンクの位置や回転角度を含めた詳細な計算を行うか、あるいは正確な寸法の図面を作図するなどの必要があります。

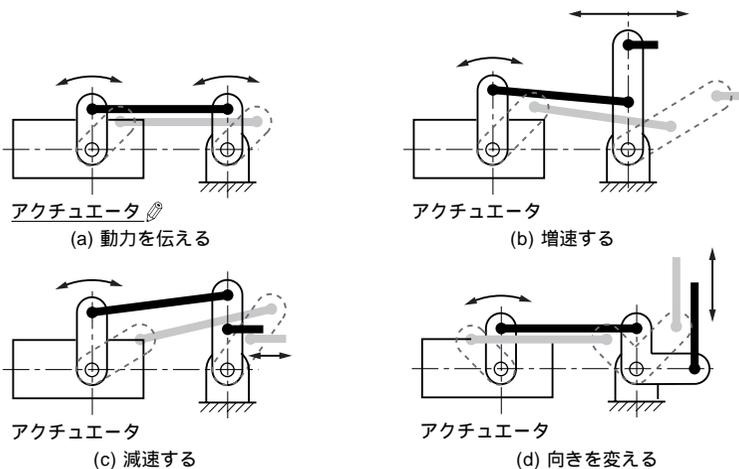


図3.3 リンク機構



ヒント

アクチュエータとは、電気エネルギーや化学エネルギーなどのエネルギーを力学的な運動エネルギーに変換して機械的の仕事を行う機械のことである。本書で紹介している電気式のモータのほか、油圧や空圧を利用したものがある。