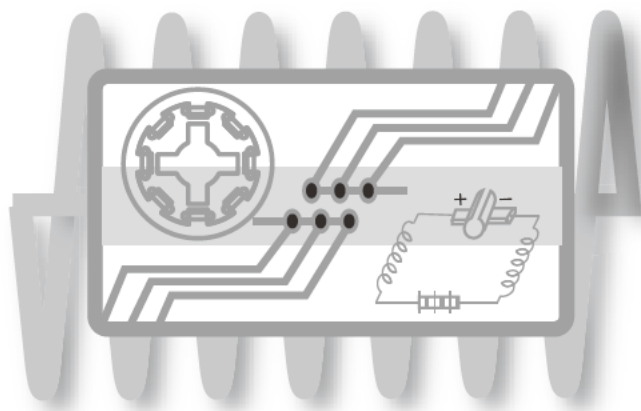


現場で役立つモータ制御活用講座

NO1

# モータの基礎

監修・執筆 / 職業能力開発総合大学校 教授・工学博士 塩田 泰仁  
執筆 / 大三工業（株） 高原 奉玉



コガク

---

# 目次

---

第1分冊 学習のねらい .....	1
第1週 モータの種類と選び方.....	3
1.1 モータとは .....	4
1.2 モータの使い方.....	6
1.3 各種モータの形式と原理 .....	9
1.3.1 DCモータ（直流モータ）.....	9
1.3.2 ACモータ（交流モータ）.....	12
1.3.3 ステッピングモータ .....	15
1.3.4 その他のモータ・新しいモータ.....	18
『まとめと練習問題』.....	20
第2週 モータの特性と選び方.....	21
2.1 モータ特性のいろいろ.....	22
2.2 モータの選び方 .....	27
2.3 トルクの求め方 .....	33
『まとめと練習問題』.....	35
第3週 サーボを動かしてみる（1）.....	37
3.1 機器の準備 .....	38
3.2 組み立てと結線 .....	44
3.3 システム設定とパラメータ設定.....	47
3.4 サーボモータの運転 .....	52
『まとめと練習問題』.....	58
第4週 サーボモータ .....	59
4.1 サーボ制御 .....	60
4.1.1 比例制御（Proportional control）.....	60
4.1.2 比例積分制御（Proportional plus Integral control）.....	61
4.1.3 PID制御（Proportional plus Integral plus Differential control）.....	62

4.1.4	位置制御の基本 .....	63
4.1.5	制御をより安定にするー電流帰還 .....	64
4.2	マイコンによる制御（Ⅰ） .....	65
4.2.1	加減速パルス発生 .....	66
4.2.2	偏差カウンタ（error counter） .....	70
4.3	マイコンによる制御（Ⅱ）ー位置制御 .....	74
4.3.1	位置制御コントローラ .....	75
4.3.2	原点復帰（機械原点の割出し）について .....	75
4.4	モータ制御装置の試験項目 .....	77
	<b>『まとめと練習問題』 .....</b>	<b>80</b>
	<b>STEP UP .....</b>	<b>81</b>
	<b>参考文献 .....</b>	<b>86</b>
	<b>練習問題の解答 .....</b>	<b>87</b>
	<b>索引 .....</b>	<b>89</b>

---

---

## ■ 第 1 週 ■

---

---

# モータの種類と選び方

---

### 【学習のポイント】

英語で motor という、いろいろな意味があります。

たとえば、動かす人や物、自動車、運動筋肉（神経）、それとモータなど。

したがって、日本語で使われる電動機といった意味以外にも数々の場面で使われることになります。いわゆる物理的な力を引き起こす元になるもの、と考えればよいでしょう。

昔々の機械式時計がデジタルに置き換わってから久しいですが、実際の物を動かすロボットになってきますと、従来のモータの働きにとって代わるものはまだ現れていません。確かに、超音波モータやバイオモータなどは考案されましたが、全面的に主役を占めることはまずないでしょう。

モータ以外のアクチュエータ（actuator: 駆動するもの）としては、油空圧シリンダや電磁ソレノイドなどがあげられます。

この週では、各種モータの原理と使い方を中心に学習します。

子供のころに、小学校の理科の時間でエナメル線を巻いてモータを作った経験のある人や、ラジコンやミニ四駆をニッカド電池で走らせたことのある人は、どうかひとつそのころを思い出しながら、新鮮な気持ちでページを読み進めてください。

---

---

## 1.1 モータとは

---

すでに述べたように英語で motor という、いろいろな意味があります。

たとえば、何かを動かす人、何かを動かす装置、自動車、運動筋肉や運動神経、それと電気のモータなどです。どれもが最終的には物理的な力を引き起こす仕組みのことを指しています。

本書で取り扱うのは、もちろん電気のモータのことです。外部からコイルに電流を流すと、回転力や直進力が簡単に得られるのがモータです。

実際に、モータはさまざまなところに使われています。

携帯電話のマナーモードを知らせるメカニズム、オーディオ機器、洗濯機のような家電製品の中に。

自動車のウィンドウの開閉、電動車椅子の駆動に。

ロボットの関節軸の駆動、コンベアの移送、機械主軸の駆動に。

サイズの小さなものから大きなものまで。

パワーの少ないものから大きいものまで。

エンジニアとしては、そのあたりの使い分けを知る必要があります。

電動モータの動く原理は基本的に同じです。

図 1.1 に示すように、N と S の磁極が作る磁界中に置かれた電線に電流を流すと、直角方向に電線を動かす力が発生します。これが有名なフレミングの左手の法則と呼ばれるものです。この Fleming's left hand rule は、この講座のテキスト中に何度か出てくるはずですが。

**磁界**の方向と**電流**の方向が決まると、**電磁力**の発生方向が決められます。それを覚えやすくしたものが図 1.2 になります。

電氣的エネルギーを機械的エネルギーに変換するのが、この法則によって示されます。なお、合せて**フレミングの右手の法則**についても、図 1.3 と図 1.4 で説明しておくことにします。

これは左手の法則を逆にしたものです。磁界中で電線を動かすと、電線に起電力が発生して電流が流れます。機械的エネルギーを電氣的エネルギーに変換するわけで、

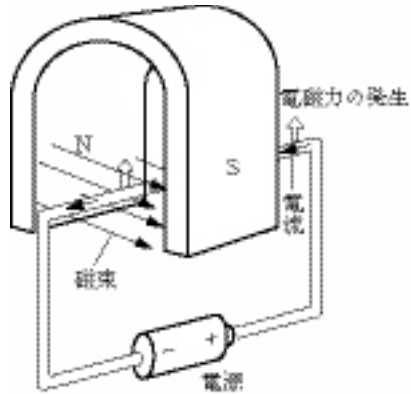


図1.1 電磁力の発生

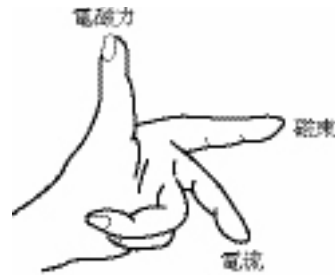


図1.2 フレミングの左手の法則

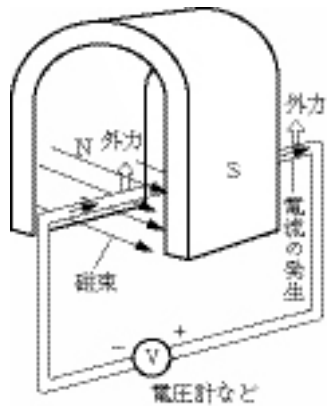


図1.3 起電力の発生



図1.4 フレミングの右手の法則

これが発電機の原理となっています。

以上の左手と右手の法則はよく混同されがちです。左手が力の発生で、右手が電流の発生です。注意してください。

見方を変えていうならば、**モータ（電動機）と発電機は同一原理の表裏**で働いていることになります。

たとえば、図 1.5 (a) のように、模型店で買ってきたモータ（マブチモータでよい）に電池をつなげばモータは回転します。

さらに、図 1.5 (b) のように、今度は電池をつながないでモータ軸を手で回してやるとモータから直流電圧が発生します。これをテスタなどで確かめることができます。

豆電球を点灯させることも可能です。自転車についている発電機も同じ仕組みです。

このような直流モータの基本原理が、さまざまなモータを生み出していくことにな

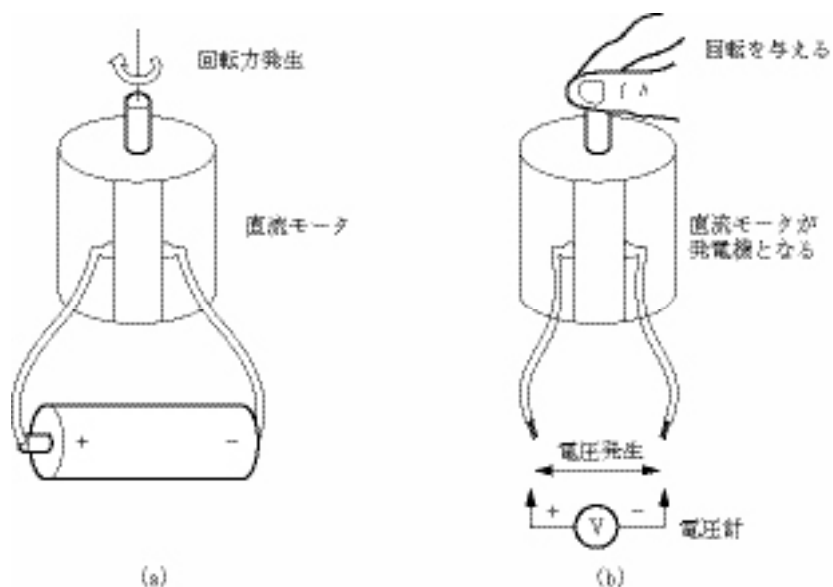


図1.5

ります。

外側の磁界そのものを回転させる方式の誘導モータや、直線状に移動するリニアモータなどへです。

## 1.2 モータの使い方

CD ラジカセやプリンタなどに使われる小さなモータから、ロボットやNC 工作機械などに使われる大型のモータまで、さまざまなタイプのモータがあります。もちろん、マイクロモータや新しいタイプのモータもありますが、ここでは制御関連のものについて説明します。

図 1.6 に示すのは、私の研究室とあるメーカーの新人技術研修の人達と共同で作ったロボットです。図 1.7 にはその概略を示します。

小銭虫（こぜにむし）ロボットというネーミングです。

何をするロボットかといいますと、要するに床に落ちているコインを探して拾い集めるのです。

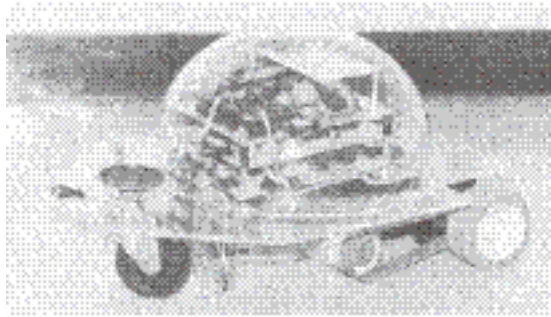


図1.6 小昆虫ロボット

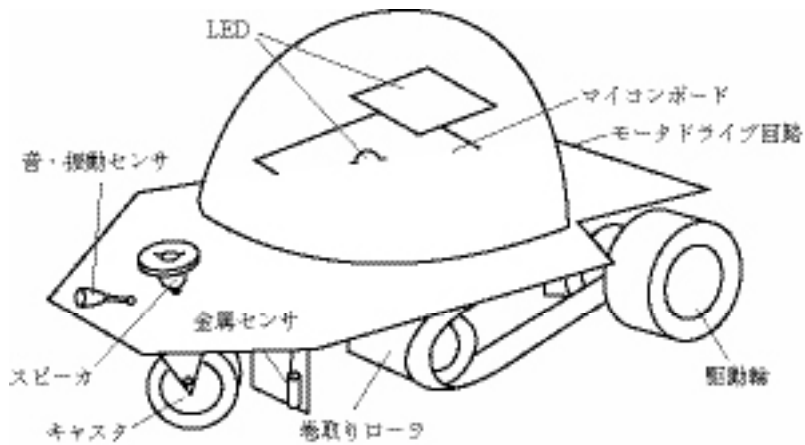


図1.7 概略図

ロボットがメロディを流しながら蛇行して、床面に落ちているコインを金属センサで探し出すわけです。コインを見つけると、ロボットがボディの下にある巻き取りローラを床面に押し付けて、ローラを回転させます。ローラにはあらかじめ両面接着テープが巻き付けてあります。これでコインをくっつけて巻き上げ、ボディに用意してあるコイン収納箱にしまい込みます。再びローラを床から上に持ち上げて、ロボットは次のコインを探して歩き回ります。

ロボットには左右の後輪を駆動するために2つのモーターが使われています。

前進後退および左右の回転はそれぞれのモーターの制御によって決めています。なお、巻き取りローラの回転力は左後輪駆動用のモーターから得ています。

次に、図1.8に示すのは、私の研究室で作り上げたゲームロボットシステムです。図1.9にはその概略を示します。