

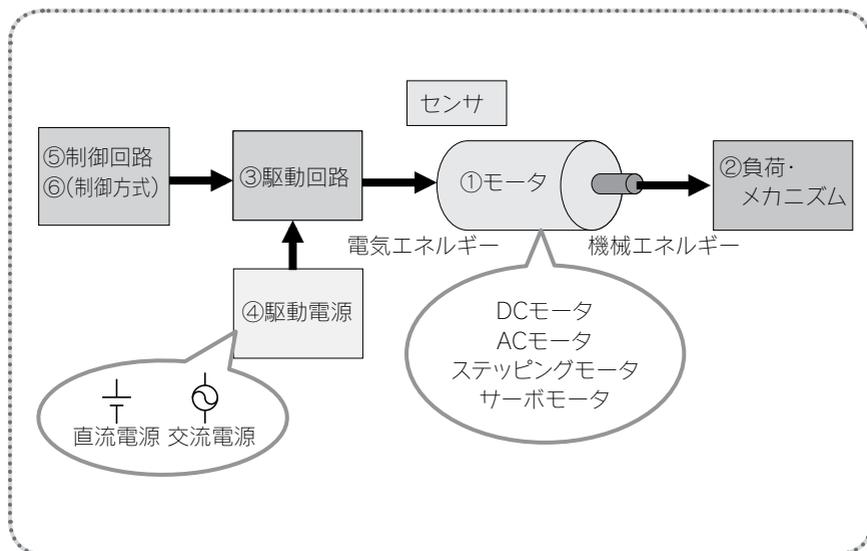


モータを制御するための基本構成

単純にモータを回転させるだけならば、例えばDCモータに駆動電源をつなぎ、電圧を与えれば回転します。しかし、モータの回転速度や回転方向をコントロールしながら機械を動かすと、モータと駆動電源のほかに、駆動回路（ドライバ）、制御回路（コントローラ）、センサなどが必要になります。そして、これらを駆動システムとして組み合わせる力も求められます。さらに、滑らかで高速・高精度に動かしたいとなると、制御方式などを考慮しながら検討しなければなりません。モータを用いた駆動システムは、①モータ、②負荷・メカニズム、③駆動回路、④駆動電源、⑤制御回路、⑥制御方式などの組み合わせ次第で、まったく異なる特性になります。したがって、モータを制御するための基本構成について、それぞれ単独に、そして、総合的に理解しましょう。

モータを用いた駆動システム

- ① モータ
- ② 負荷・メカニズム
- ③ 駆動回路（ドライバ・アンプ）
- ④ 駆動電源（直流と交流）
- ⑤ 制御回路（コントローラ）
- ⑥ 制御方式



●モータを制御するための基本構成



モータ制御を制するための必須6要素技術!



1 モータ

モータの種類は非常にたくさんあり、その使い方も広範囲に渡っています。中でも代表的なモータは、DCモータ、ACモータ、ステッピングモータ、サーボモータです。



2 負荷・メカニズム

負荷とは、モータ側からすればワークやメカニズムなど回転や移動させる対象物を指します。負荷は、形や大きさ、重量などで慣性が変わり、これによって、運動特性や消費されるエネルギーも変わります。



3 駆動回路(ドライバ・アンプ)

駆動回路は、モータドライバ（またはアンプ）といいます。ドライバは、負荷を動かすために必要な電流量をモータに与え、ON/OFF（電流を流したり、流さなかったり）を切り替えながらモータを運転します。



4 駆動電源(直流電源と交流電源)

駆動電源は、直流電源（電流の方向が一定）と交流電源（電流の方向が周期的に変わる）の二種類があります。電源によって、モータ、駆動回路、制御回路、制御方式が大きく変わります。



5 制御回路(コントローラ)

制御回路（コントローラ）は、センサやスイッチなどから様々な信号を受け取って、モータを制御するために必要な指令をドライバに与えます。コントローラは1台で複数のモータ（+ドライバ）に、それぞれ指令を与え、異なった動きをさせることができます。



6 制御方式

たくさんのモータがあるのと同じように、目的や要求精度に応じて制御方式も様々です。PWM制御やPID制御はモータを効率的に、そして、滑らかに動かす代表的な制御方式です。目的を実現するためのトルク制御、速度制御、位置制御などとともに、制御方式について考える必要があります。

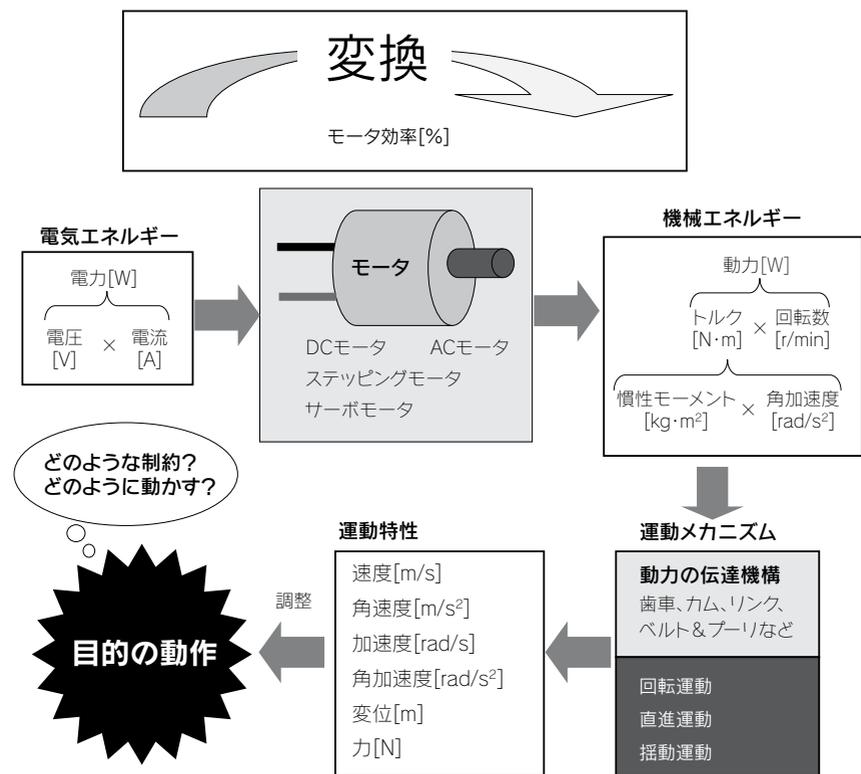
モータはエネルギー変換機器である

モータは、電気エネルギー（電力）を機械エネルギー（動力）に変換する機器です。モータを思い通りに動かすために、まずはじめに、どのような制約の下で、機械をどのように動かしたいのかをはっきりとさせます。

目的の動作、つまり、仕様が決まると、これを動かすための運動やメカニズムも具体的に決まり、必要な動力（トルク×回転数）を求めることができます。

必要な力（＝トルク）や必要な回転数（＝速度）がわかると、どのくらいの電力が必要になるのかを見積ることができます。

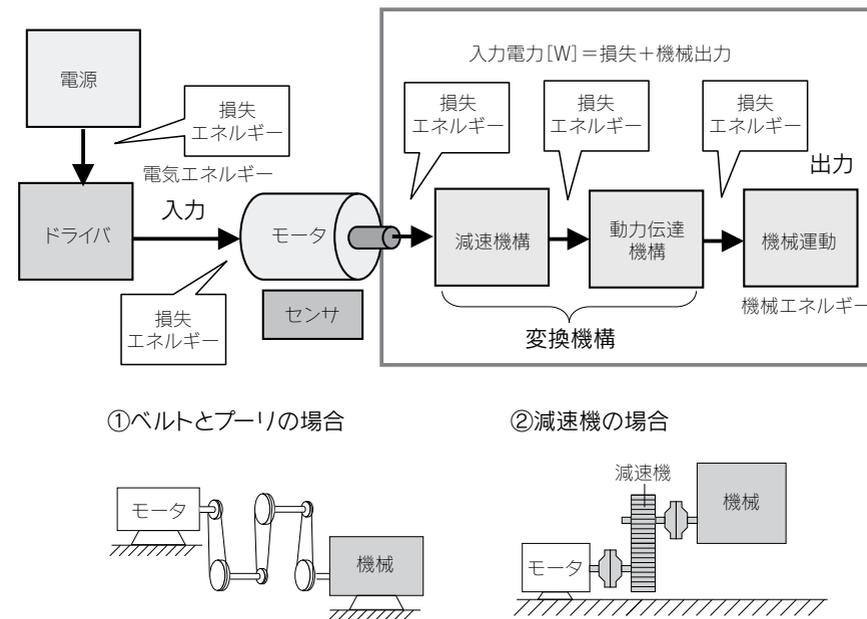
モータの消費電力 [W] は、電圧 [V] と電流 [A] の積で、理想的には動力とイコールの関係です。しかし、実際には、消費電力のすべては動力として変換されるわけではありません。消費電力×モータ効率＝動力として計算されます。



モータのエネルギー効率を考慮する

電気モータが素晴らしい点は、なんといってもエネルギー変換効率が高いことです。摩擦や空気抵抗のあるものは、運動した際に、一部あるいはすべてが熱に変わって損失されてしまいます。ガソリンエンジンの変換効率は約 30%、ディーゼルエンジンでは約 40%程度といわれています。これに対して、電気モータは、効率の低いモータで約 60%、高いモータで約 95%です。これは、電気エネルギー（電力）のほとんどが機械エネルギー（動力）に変換できるということです。

こうした変換効率は、設計一つで大きくもなるし、小さくもなります。例えば、下図のようにモータに電力を与え、ある機械運動をさせたとします。その中間では、減速機などの伝達機構が必要になります。それぞれの連結部分ではエネルギー損失が生じますので、構成要素の数はできるだけ少なくして、構造の簡略化が望まれます。また、①ベルトとプーリの場合と②減速機の場合とでは損失は大きく異なりますし、運動の速さ（低速・中速・高速）や負荷の重さの違いでも効率は変わります。





モータの性能を表す トルクと回転数

モータは、パワー（出力）が大きいものから小さいものまで様々にあります。選定した後で、容量不足のために機械が動かない、モータが回らないということのないように設計しなければなりません。そのためには、どのくらいの力（トルク）が必要か、どれくらいの回転数（回転速度）が必要なのか、動力について調べる必要があります。機械の動力を調べるとしても、角速度とトルクから調べる、回転速度とトルクから調べるなどあり、設計者が混乱する点でもあります。特に、カタログでは従来の単位表記と現在の S I 単位表記がそれぞれ異なった表記で記載されている場合があります。動力の求め方、単位変換には慣れておきましょう。

機械の動力の求め方

$$[1] P[W] = \frac{\omega}{\text{角速度 [rad/s]}} \times \frac{T}{\text{トルク [N} \cdot \text{m]}}$$

$$[2] P[W] = 2\pi \times \frac{N}{\text{回転速度 [r/min]}} \times \frac{T}{\text{トルク [N} \cdot \text{m]}}$$

$$[3] P[W] = \frac{n}{\text{回転数 [rpm]}} \times \frac{T}{\text{トルク [N} \cdot \text{m]}} \times \frac{2\pi/60}{0.1047 \text{ 係数}}$$

動力:P[W]
角速度:ω [rad/s]
回転速度:N[r/s]
トルク:T[N・m]
とすると、

動力P[W]=角速度ω [rad/s]×トルクT[N・m]
で表すことができ、
この式で動力P[W]が計算できます。
(P=ωTと暗記する良いと思います。)

ω [rad/s]=2π×N[r/s]
ですので
動力P[W]=2π×N[r/s]×トルクT[N・m]
と変形出来ます。
ここで、回転速度を
毎分の回転速度N[r/min]としますと、

動力P[W]=2π×N[r/min]/60×トルクT[N・m]
となります。この式を変形しますと、
動力P[W]=2π/60×N[r/min]×T[N・m]
となります。1[W]=1/1000[kW]ですので

動力P[kW]=2π/60×N[r/min]×T[N・m]×1/1000
動力P[kW]=2π/(60×1000)×N[r/min]×T[N・m]
動力P[kW]=2π/600000×N[r/min]×T[N・m]
動力P[kW]=π/300000×N[r/min]×T[N・m]
動力P[kW]=1/(30000/π)×N[r/min]×T[N・m]
動力P[kW]=1/9549.297×N[r/min]×T[N・m]
これを整理しますと、
所要動力P[kW]=1/9550×N[r/min]×T[N・m]
の式が得られます。

[rpm] から [rad/s] に単位を変換すると

N [rpm]は一分間でn回まわるということ
ω [rad/s]は一秒間でωラジアンまわるということ
ちなみに、2π [rad]は、ぐるっと一回まわること（1回転）

単位をそろえる
1分間でn回
1秒間でn/60回
1秒間でn/60回×2π [rad]

E X : 6000[rpm]は何 [rad/s] ?
6000[rpm]= $\frac{6000 \times 2\pi}{60}$ [rad/s]



モータに関する諸々の単位

モータに関する諸々の量を表す単位は、種々にあります。ここでは、(S I) 単位とその他の単位の換算表を示します。

① 重さ	kg (SI)	g	lb (ポンド)	oz (オンス)
	1	1000	2.205	35.27
	0.001	1	0.002205	0.03527
	0.4536	453.6	1	16
	0.02835	28.35	0.0625	1

② 長さ	m (SI)	cm	in (インチ)
	1	100	39.37
	0.01	1	0.3937
	0.0254	2.540	1

③ トルク (回転力)	N・m (SI)	kg・cm	g・cm	oz・in
	1	10.20	10200	141.6
	0.09807	1	1000	13.89
	9.807×10 ⁻⁵	0.001	1	0.01389
	0.007061	0.07200	72	1

④ 回転速度 (回転数)	rad/s (SI)	rps	rpm	krpm
	1	0.1592	9.549	0.009549
	6.283	1	60	0.06
	0.1047	0.01667	1	0.001
	104.7	16.67	1000	1

⑤ 出力	W (SI)	kW	HP (馬力)
	1	0.001	0.001333
	1000	1	1.333
	750	0.750	1

⑥ トルク定数 と逆起電力定数	トルク定数 (Kt)			逆起電力定数 (Ke)	
	N・m/A (SI)	kg・cm/A	oz・in/A	V・s/rad (SI)	V/krpm
	1	10.2	141.6	1	104.7
	0.09807	1	13.89	0.09807	10.27
	0.007061	0.07200	1	0.007061	0.7394
	0.009549	0.09738	1.352	0.009549	1

⑦ 慣性モーメント (イナーシャ)	kg・m ² (SI)	kg・cm ²	GD ² (kg・cm ²)	g・cm・s ²	oz・in・s ²
		1	10000	40000	10200
	0.0001	1	4	1.020	0.01416
	2.5×10 ⁻⁵	0.2500	1	0.2549	0.003541
	9.807×10 ⁻⁵	0.9807	3.922	1	0.01389
	0.007061	70.61	282.4	72	1

※回転数 rpm = min⁻¹ = r/min