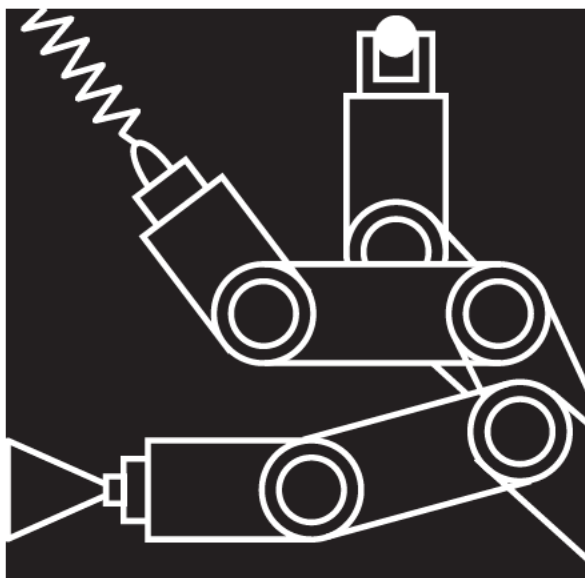


# NO.1

## アクチュエータの 知識とメンテナンス

監修／職業能力開発総合大学校 精密機械システム工学科 教授 塩田 泰仁  
執筆／京都職業能力開発短期大学校 助教授 玉井 瑞又



コガク

## 第1分冊 アクチュエータの知識とメンテナンス



# 目次

1. 設備・機械メンテナンス実務講座の考え方 .....	i
2. メカトロニクスコースのねらい .....	ii

第1分冊 学習のねらい .....	1
-------------------	---

### 第1週 アクチュエータの種類と特徴

第1週の学習のポイント .....	3
1.1 アクチュエータに関する知識 .....	4
1.1.1 単位 .....	5
1.1.2 力・トルク .....	7
1.1.3 磁界 .....	9
1.1.4 電磁力と電磁誘導 .....	13
1.1.5 空気圧 .....	16
1.1.6 トランジスタ .....	17
1.1.7 交流回路の知識 .....	19
1.2 アクチュエータの種類 .....	22
1.2.1 ソレノイド .....	22
1.2.2 空気圧シリンダ .....	24
1.2.3 電気モータ .....	27
1.3 DCモータ .....	27
1.3.1 仕組みと特徴 .....	29
1.3.2 駆動回路 .....	32
1.4 ステッピングモータ .....	34
1.4.1 仕組みと特徴 .....	36
1.4.2 駆動回路 .....	39
1.5 ACモータ .....	41
1.5.1 誘導機の仕組み .....	41
1.5.2 誘導機の特徴 .....	45
1.5.3 誘導機の駆動回路 .....	46
第1週 練習問題 .....	49

## 第2週 モータの選び方制御方法

第2週の学習のポイント .....	51
2.1 慣性モーメントの考え方 .....	52
2.1.1 モーメントの計算方法 .....	53
2.2 慣性モーメント計算の具体例 .....	55
2.2.1 複雑な形状の慣性モーメント .....	55
2.2.2 ベルトコンベア .....	56
2.2.3 ネジ送り機構 .....	57
2.3 制御の形態と使用するセンサ .....	59
2.3.1 制御の形態 .....	60
2.3.2 フィードバック制御の一例 .....	61
2.3.3 使用するセンサ .....	64
2.4 DCモータの制御 .....	67
2.4.1 速度制御 .....	70
2.4.2 位置制御 .....	71
2.5 ステッピングモータの制御 .....	73
2.5.1 速度制御 .....	73
2.5.2 位置制御 .....	74
2.6 ACモータの制御 .....	78
2.6.1 速度制御 .....	79
2.6.2 位置制御 .....	83
2.7 モータ選びのポイント .....	84
第2週 練習問題 .....	85

## 第3週 アクチュエータとその故障

第3週の学習のポイント .....	87
3.1 アクチュエータの主な故障 .....	88
3.1.1 アクチュエータの基本的構成と機能 .....	88
3.1.2 モータにはどんな故障や異常が発生するか .....	89
3.2 五感による故障箇所の探し方 .....	90
3.2.1 人間の五感 .....	90
3.2.2 モータの振動と騒音 .....	91
3.3 故障診断と対策に必要な知識 .....	93
3.3.1 カタログ・銘板・試験成績表の読み方 .....	93
3.3.2 各種異常現象の現れ方とその原因 .....	96
3.3.3 特殊なモータ使用条件下での注意事項 .....	96
第3週 練習問題 .....	100

## 第 4 週 安全と日常管理

第4週の学習のポイント .....	101
4.1 事前保全の大切さ .....	102
4.1.1 保守の基本 .....	102
4.1.2 保管時保守と試運転方法 .....	103
4.2 運転前後のチェック項目 .....	103
4.2.1 始動前・始動後・運転中の各段階のチェック .....	103
4.2.2 特にチェックすべき項目 .....	103
4.3 日常点検すべき項目 .....	106
4.3.1 日常，月次，年次ごとの点検要領 .....	106
第4週 練習問題 .....	112
STEP UP .....	113
参考文献 .....	116
練習問題の解答 .....	117
索引 .....	120



第1週

# アクチュエータの 種類と特徴

## 学習のポイント

第1週では、アクチュエータの種類と特徴を理解する。

- ① モータのカタログ、データシートに使用されているさまざまな物理量はどのような意味があるのか。
- ② モータの動力を発生させている原理はなにか。
- ③ 代表的なモータの仕組みと回転原理にはどうなっているのか。
- ④ それぞれどのような特性をもっているのか。
- ⑤ モータを駆動するための回路はどうなっているのか。

などを理解していただきたい。

---

1.1



## アクチュエータに関する知識

アクチュエータ (actuator) とは、何らかのエネルギーの供給を受け、機械的な仕事に変換する機械要素のことをいう。人間で例えると、筋肉がまさにアクチュエータとなるわけである。

図 1.1 は、人間の腕が曲がる仕組みを示したものである。

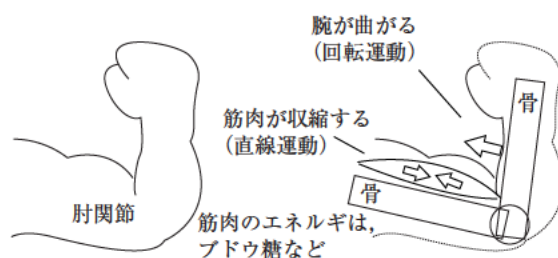


図 1.1 腕の筋肉

人間には約600の筋肉があり、体重の40%を占めると言われている。これらの筋肉は、血管により運ばれてきたブドウ糖をエネルギーとして収縮時に力を発生するアクチュエータであり、大きな筋肉は大きな力を発生させることができる。問題は、疲れると力が弱くなったり、動かなくなることだ。しかし、筋肉を使う練習を繰り返すと発達し、大きくなるし、小さい怪我 (故障) であれば、自己修復することができる。

運動選手は、試合前に筋肉をほぐしたり、試合後にマッサージをおこなうが、これは「使用前にアクチュエータの様子を確認する」「使用後にアクチュエータをメンテナンスする」と同じように考えることができる。

産業用機械で使用されるアクチュエータは、図 1.2 に示すように、供給されるエネルギーは、電気、油圧、空気圧などさまざまである。また、変換される機械的な仕事の種類も回転運動や直線運動がある。

さまざまなアクチュエータを使うためには、物理的な知識をはじめ、動作原理、特徴を理解しておくことが重要となる。

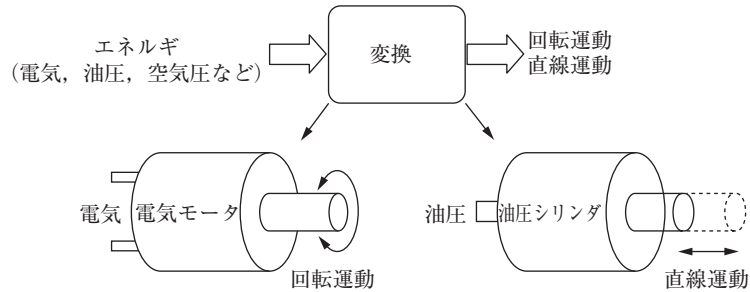


図1.2 電気モータ・油圧モータ

### 1.1.1 単 位

アクチュエータの特性を理解するには、カタログやデータシートに記載されている工学的な数値が重要である。また、その単位を理解しておくことが基本である。

以前は、重力単位系と呼ばれる、基本単位とし質量 (kg) の単位の代わりに重量 (kgf) の単位を使用していた。

1960年に国際度量衡総会 (CGPM) で SI 単位系使用の採択がされ、日本では、1991年に日本工業規格の「JIS Z 8203 (国際単位系 (SI) 及びその使い方)」により規定された。現在使用されている SI 単位系には、「長さ」「質量」「時間」「電流」「熱力学温度」「物質質量」「光度」の 7 つの基本単位が存在する。表 1.1 は、SI 単位系の基本単位である。

表1.1 基本単位

	量	基本単位	読み方
1	長さ	m	メートル
2	質量	kg	キログラム
3	時間	s	秒
4	電流	A	アンペア
5	熱力学温度	K	ケルビン
6	物質質量	mol	モル
7	光度	cd	カンデラ

SI 単位系の基本単位は 7 つだが、その他に、固有の名称とその独自の記号が与えられた 22 個の SI 組立単位がある。表 1.2 に、SI 組立単位 (22 個) を示す。

表 1.2 組立単位 ( 22 個 )

	量	単位の名称	単位記号	基本単位による表現
1	平面角	ラジアン	rad	$m \cdot m^{-1} = 1$
2	立体角	ステラジアン	sr	$m^2 \cdot m^{-2} = 1$
3	周波数	ヘルツ	Hz	$s^{-1}$
4	力	ニュートン	N	$m \cdot kg \cdot s^{-2}$
5	圧力, 応力	パスカル	Pa	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
6	エネルギー, 仕事, 熱量	ジュール	J	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
7	工率, 放射束	ワット	W	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
8	電荷, 電気量	クーロン	C	$s \cdot A$
9	電位差 (電圧), 起電力	ボルト	V	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
10	静電容量	ファラド	F	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$
11	電気抵抗	オーム	$\Omega$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-2}$
12	コンダクタンス	ジーメンズ	S	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^3 \cdot A^2$
13	磁束	ウェーバ	Wb	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
14	磁束密度	テスラ	T	$kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
15	インダクタンス	ヘンリー	H	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$
16	セルシウス温度	セルシウス度	$^{\circ}C$	K
17	光束	ルーメン	lm	$m^2 \cdot m^{-2} \cdot cd = cd$
18	照度	ルクス	lx	$m^2 \cdot m^{-4} \cdot cd = m^{-2} \cdot cd$
19	(放射性核種の) 放射能	ベクレル	Bq	$s^{-1}$
20	吸収線量・カーマ	グレイ	Gy	$m^2 \cdot s^{-2} (= J/kg)$
21	(各種の) 線量当量	シーベルト	Sv	$m^2 \cdot s^{-2} (= J/kg)$
22	酵素活性	カタール	kat	$s^{-1} \cdot mol$

非常に大きな数値や小さな数値を扱う場合のため、単位の頭に付ける接頭語があり、SI 単位系には 20 個の接頭語が設定されている。例えば、 $1000 [m] = 1 [km]$  の「k」は「 $10^3$ 」を表す接頭語である。表 1.3 に SI 接頭語を示す。

表 1.3 SI 接頭語

乗 数	接頭語	記 号	乗 数	接頭語	記 号
$10^{24}$	ヨタ	Y	$10^{-1}$	デシ	d
$10^{21}$	ゼタ	Z	$10^{-2}$	センチ	c
$10^{18}$	エクサ	E	$10^{-3}$	ミリ	m
$10^{15}$	ペタ	P	$10^{-6}$	マイクロ	$\mu$
$10^{12}$	テラ	T	$10^{-9}$	ナノ	n
$10^9$	ギガ	G	$10^{-12}$	ピコ	p
$10^6$	メガ	M	$10^{-15}$	フェムト	f
$10^3$	キロ	k	$10^{-18}$	アト	a
$10^2$	ヘクト	h	$10^{-21}$	ゼプト	z
$10^1$	デカ	da	$10^{-24}$	ヨクト	y



### 1.1.2 力・トルク

日常会話の中で「力」という言葉は良く使われるが、力の物理的な定義について学習しておこう。例えば、「荷物を上へ持ち上げるため、大きな力を加えた」というように、「力」には「方向」と「大きさ」がある。この場合、向きは「上へ」、大きさは「大きな」となる。方向と大きさとで表されたものをベクトルといい、力が関係する場面でよく用いられる。図 1.3 のように、ベクトルには「直交座標」「極座標」の 2 つの表記方法があり、お互いに変換することが可能である。

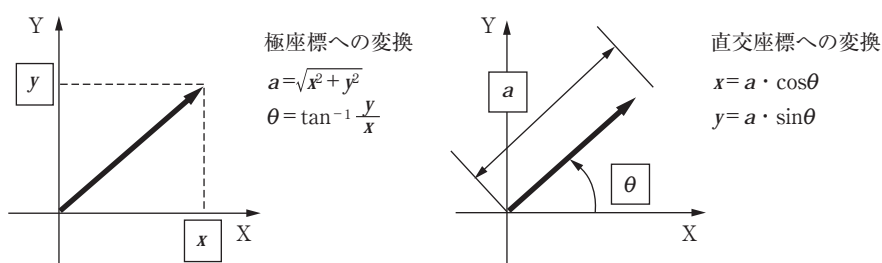


図 1.3 ベクトルの表し方

では、実際のモータのカタログに書かれているトルクについて見てみよう。アクチュエータのカタログには、「トルク」というモータが発生する「力」が必ず書かれている。図 1.4 は、小型 DC モータの仕様書の一例である。この仕様書の中の定格というところには、「トルク」が「mN・m」「gf・cm」という 2 つの単位で書かれている。

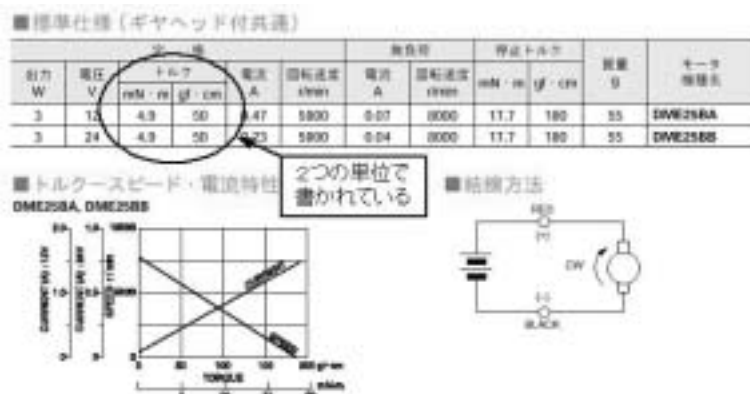


図 1.4 日本サーボ社製 DME25 シリーズカタログ