

機械知能工学科
メカトロニクス基礎

第02回

MB-02/Rev 16-1.0

メカトロニクスの物理量

工学部 機械知能工学科

熊谷 正 朗

kumagai@mail.tohoku-gakuin.ac.jp

東北学院大学工学部
ロボット開発工学研究室 **RDE**

今回の到達目標

○ メカトロニクスで使う物理・状態量と単位

◇ 主要な物理量を単位付きで説明できる

- ・ 電圧、電流、抵抗、電力、周波数
- ・ 電気量、容量、インダクタンス
- ・ 位置、速さ、加速度、力、エネルギー、動力

◇ SI接頭語を使うことができる

- ・ 「キロ」「マイクロ」など

メカトロニクスの物理量

○メカトロニクスで扱う物理量・状態量

◇メカの運動に関わる量

- ・ 時間[s] 時刻[s]
- ・ 位置[m] 速度[m/s] 加速度[m/s²]
角度[rad] 角速度[rad/s] 角加速度[rad/s²]
- ・ 質量[kg] 慣性モーメント[kgm²]
- ・ 力[N=kgm/s²] トルク[Nm]
- ・ エネルギー、仕事[J]
仕事率、動力[W=J/s] ※[単位]

メカトロニクスの物理量

○メカトロニクスで扱う物理量・状態量

◇電気に関わる量：変数

- ・電圧[V] 電流[A]
- ・電気量[C:クーロン] 電力[W]
- ・周波数[Hz]

◇電気に関わる量：通常は定数扱い

- ・抵抗[Ω:オーム] ※抵抗の大きさ
- ・(静電)容量[F:ファラッド] ※コンデンサ
- ・インダクタンス[H:ヘンリー] ※コイル

SI単位系

○合理的に設計されたの単位セット

◇基本の7単位

◎ 時間[s] 長さ[m] 質量[kg] 電流[A]

○ 温度[K] 物質量[mol] 光度[cd]

◇これを組み合わせた組立単位

◇10の整数乗倍にするSI接頭語(接頭辞)

SI単位系

○組立単位

◇定義のされかた

- ・ 各種法則による ↓「 $f=ma$ 」

例) 力 $[\text{kgm/s}^2] = \text{質量}[\text{kg}] \times \text{加速度}[\text{m/s}^2]$

加速度は位置を時間で2回微分した

- ・ よく使うものには固有の単位

力 $[\text{N}] = [\text{kgm/s}^2]$

仕事 $[\text{J}] = [\text{Nm}]$ 圧力 $[\text{Pa}] = [\text{N/m}^2]$

電圧 $[\text{V}] = [\text{W/A}] = [\text{N m /s /A}]$

SI単位系

○SI接頭語(接頭辞)

◇桁違いに大きな・小さな値を表すための表記

- ・「接頭語一単位」で用いる

例) $[km] = \times 10^3[m]$, $42.195[km] = 42195[m]$

◇主な接頭語

- ・ $[k] = 10^3$ $[M] = 10^6$ $[G] = 10^9$ $[T] = 10^{12}$

- ・ $[m] = 10^{-3}$ $[\mu][u] = 10^{-6}$ $[n:ナノ] = 10^{-9}$

$[p:ピコ] = 10^{-12}$

- ・ $[d] = ?$ $[c] = ?$ $[h] = ?$ $[da] = ?$

SI単位系

○SI単位系の便利なところ／演算の注意

◇法則・定義通りに計算すれば良い

・圧力[Pa=N/m²]=力[N]／面積[m²]

◇大事なルール

・接頭語が付いているときは一度外す換算

例) 10[N]の力が1[mm]×2[mm]の面に作用

$$10[\text{N}] / (1 \times 10^{-3}[\text{m}] \times 2 \times 10^{-3}[\text{m}])$$

$$= 5 \times 10^6[\text{N/m}^2] = 5[\text{MPa}]$$

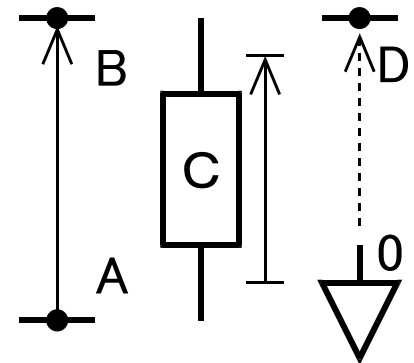
・間違えると文字通り致命的なトラブルにも

メカトロにおける電気関係の量

○変化することを想定する値 ※メカでいえば
位置、角度、力など

◇電圧(電位差) [V:ボルト] [uV][mV][kV]

- ・一般に使用する文字: E, e, V, v
- ・2点間の「電位」の差
- ・「A点から見たB点の電圧」
「部品Cにかかる電圧」
- ・「D点の電圧」
↓ グランド、コモン、アースなど
回路内に基準となる点を定めておき、
そこに対しての電圧: よく使う表現



メカトロにおける電気関係の量

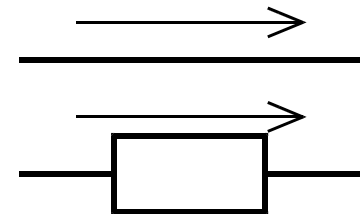
○変化することを想定する値 ※メカでいえば
位置、角度、力など

◇電流 [A:アンペア] [uA][mA]

- ・一般に使用する文字: I, i
- ・ある配線、部品などを流れる電気の量。
- ・単位時間に流れる電子の量に比例: 逆向き
- ・「〇〇を流れる電流」

◇電荷 Q, q [C:クーロン]

- ・電気の量。電流の時間積分。
- ・コンデンサにたまる。



メカトロにおける電気関係の量

○変化することを想定する値

◇電力 P [W:ワット] [uW][mW][kW][MW][GW]

- ・ 電気の単位時間のエネルギーとしての量
- ・ $P[W] = E[V] \times I[A] = \text{動力}[J/s]$

◇周波数 f [Hz:ヘルツ] [kHz][MHz][GHz]

- ・ 1秒当たりの周期的変化の回数。

◇大文字と小文字の区別（両方使う場合）

- ・ 大文字(E, V, I) : ほぼ一定、変化を重視せず
- ・ 小文字(e, v, i) : 時間変化することを想定

メカトロにおける電気関係の量

○主に定数

※メカでいえば
質量やバネ定数

◇(電気)抵抗 R [Ω :オーム] [$m\Omega$][$k\Omega$][$M\Omega$]

- ・電流の流れにくさを表す。
- ・オームの法則: 抵抗[Ω] = 電圧[V] / 電流[A]

※詳しくは第4回

メカトロにおける電気関係の量

○主に定数

※メカでいえば
質量やバネ定数

◇(静電)容量 C [F:ファラッド] [pF][nF][uF] [F]

- ・コンデンサの大きさを表す。
- ・ $C[F] = Q[C]/V[V] = \int i dt / v[V]$
- ・ [pF]～[uF]: 回路用 [F]: 蓄電用

◇インダクタンス L, M [H:ヘンリー] [uH][mH]

- ・コイルの大きさ < モータや電磁石はコイル
- ・ $L[H] = v[V] / (di/dt)[A/s]$, $v = L(di/dt)$

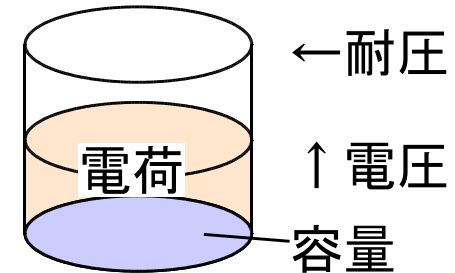
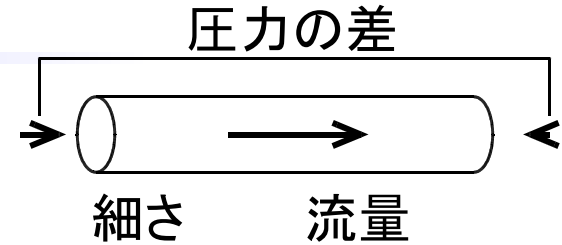
※詳しくは第6回

電気の量によくある例え

○電気 ⇔ 水

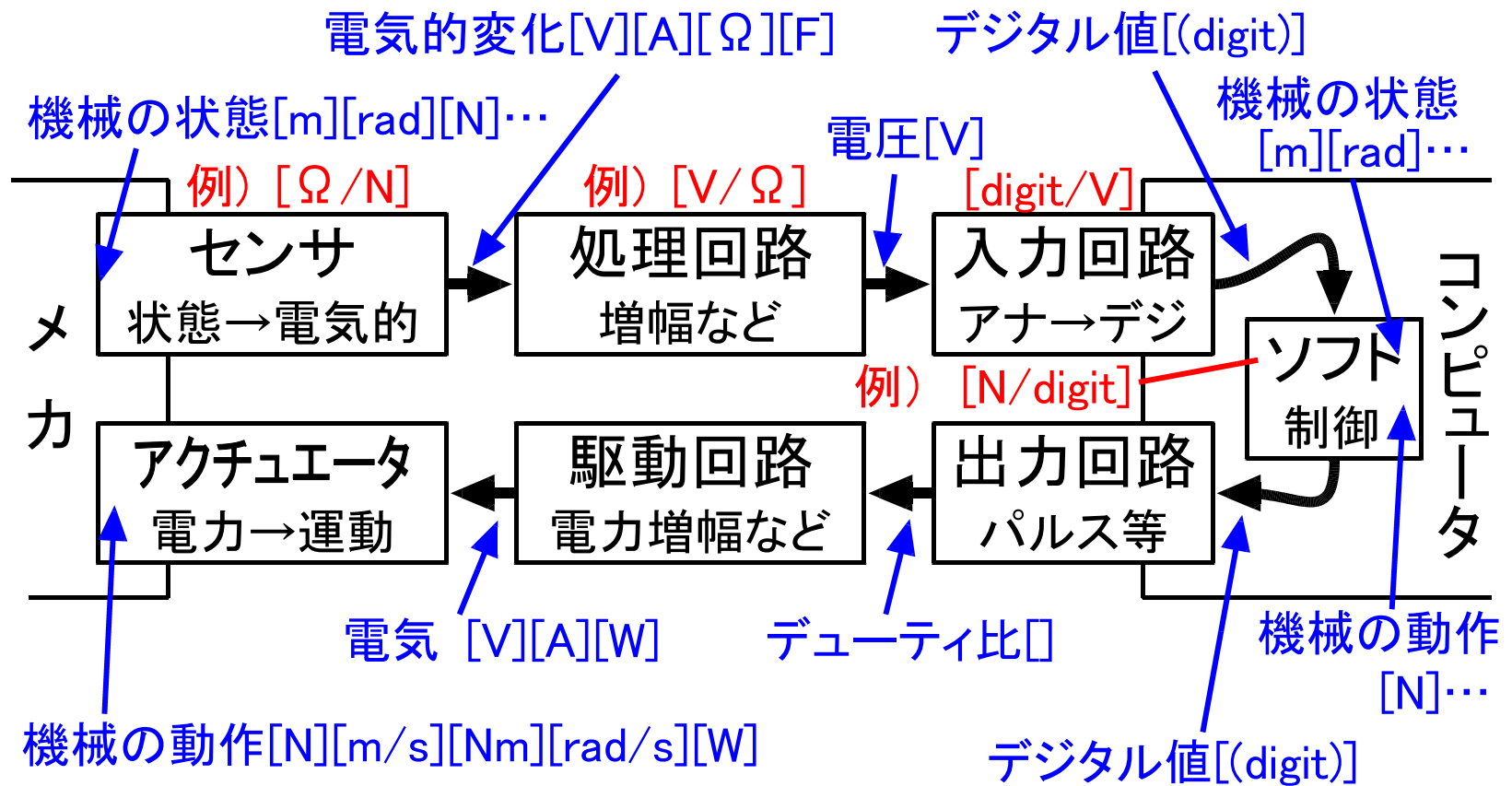
- ・ 電圧 ⇔ 水圧の差[Pa]
- ・ 電流 ⇔ 流量[m³/s]
- ・ 電荷 ⇔ 水の量[m³]
- ・ 抵抗 ⇔ パイプの細さ
- ・ 容量 ⇔ バケツの底面積 ※ ≠ 大きさ
- ・ インダクタンス ⇔ 弾み車付き水車

※電流を流し続けようとする性質



メカトロニクスと単位

○単位と単位変換がいたるところに



メカトロニクスと単位

○単位にも気を配る

- ◇センサやアクチュエータは性能の単位に着目
- ◇値の計算をするときに、同時に単位も計算する
 - 単位が合わないなら計算ミスの可能性
- ◇特に接頭語の扱いに注意
 - ・間違い多発、間違うと桁違いに変わる
- ◇リアルな数字を単位と共に見聞すること
 - ・直感的なオーダーのチェックに