

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[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[kgm/s²]=質量[kg]×加速度[m/s²]
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

$$\text{力}[N] = [\text{kgm/s}^2]$$

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

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

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

・「接頭語ー単位」で用いる

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

◇主な接頭語

- ・[k]=10³ [M]=10⁶ [G]=10⁹ [T]=10¹²
- ・[m]=10⁻³ [μ][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

$$\text{・圧力}[Pa = N/m^2] = \text{力}[N] / \text{面積}[m^2]$$

◇大事なルール

・接頭語が付いているときは一度外す換算

$$\begin{aligned} \text{例) } 10[N] \text{の力が} 1[mm] \times 2[mm] \text{の面に作用} \\ 10[N] / (1 \times 10^{-3}[m] \times 2 \times 10^{-3}[m]) \\ = 5 \times 10^6[N/m^2] = 5[M \text{ Pa}] \end{aligned}$$

・間違くと文字通り致命的なトラブルにも

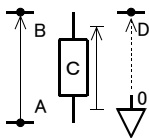
メカトロにおける電気関係の量

○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



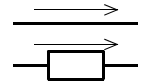
メカトロにおける電気関係の量

○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 Ω][k Ω][M Ω]

- ・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。
- ・ $C[F] = Q[C] / V[V] = \int idt / v[V]$
- ・[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]

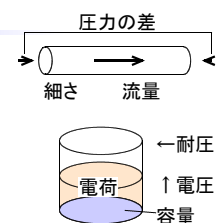
- ・コイルの大きさ < モータや電磁石はコイル
- ・ $L[H] = v[V] / (di/dt)[A/s]$, $v = L(di/dt)$

※詳しくは第6回

電気の量のよくある例え

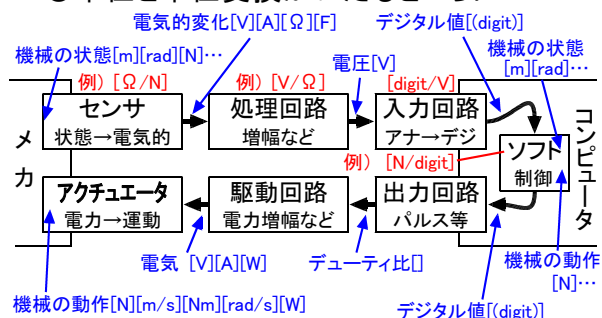
○電気 ⇔ 水

- ・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、間違えと桁違いに変わる
- ◇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