

# 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/s<sup>2</sup>]
- ・角度[rad] 角速度[rad/s] 角加速度[rad/s<sup>2</sup>]
- ・質量[kg] 慣性モーメント[kgm<sup>2</sup>]
- ・力[N=kgm/s<sup>2</sup>] 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[kgm/s<sup>2</sup>]=質量[kg]×加速度[m/s<sup>2</sup>]
- 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

$$\text{力[N]} = [\text{kgm/s}^2]$$

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

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

## 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-単位」で用いる
- 例) [km]= $\times 10^3$ [m], 42.195[km]=42195[m]

◇ 主な接頭語

- ・[k]=10<sup>3</sup> [M]=10<sup>6</sup> [G]=10<sup>9</sup> [T]=10<sup>12</sup>
- ・[m]=10<sup>-3</sup> [μ][u]=10<sup>-6</sup> [n:ナノ]=10<sup>-9</sup>
- [p:ピコ]=10<sup>-12</sup>
- ・[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/m<sup>2</sup>]=力[N]／面積[m<sup>2</sup>]

◇ 大事なルール

・ **接頭語**が付いているときは **一度外す**換算

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

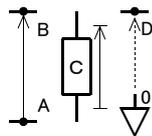
・間違ると文字通り致命的なトラブルにも

## 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

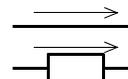
○変化することを想定する値 ※メカでいえば 位置、角度、力など

◇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
- ・「○○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] [mΩ][kΩ][MΩ]

- ・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。
- ・ $C[F] = Q[C] / V[V]$ ,  $Q = \int idt$
- ・[pF]~[uF]: 回路用 [F]: 蓄電用

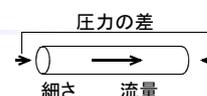
◇インダクタンス L, M [H:ヘンリー] [uH][mH]

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

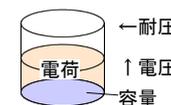
※詳しくは第6回

## 電気の量のよくある例え

○電気 ⇔ 水

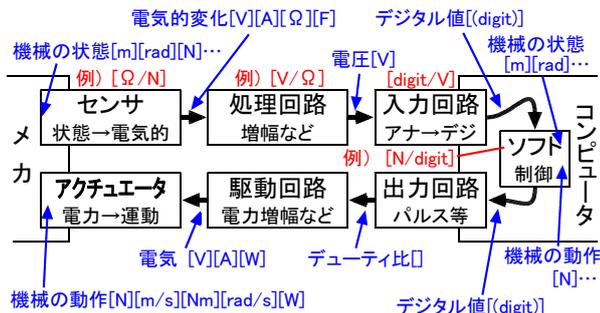


- ・電圧 ⇔ 水圧の差[Pa]
- ・電流 ⇔ 流量[m<sup>3</sup>/s]
- ・電荷 ⇔ 水の量[m<sup>3</sup>]
- ・抵抗 ⇔ パイプの細さ
- ・容量 ⇔ バケツの底面積 ※ ≠ 体積
- ・インダクタンス ⇔ 弾み車付き水車
- ※電流を流し続けようとする性質



## 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