

# センサの基礎

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

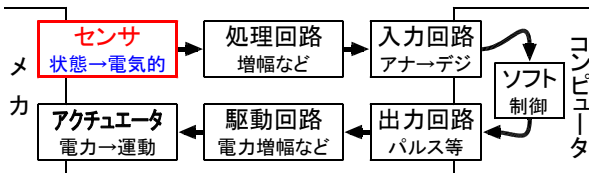
## 今回の到達目標

### ○ センサとは何か、センサの特性値

- ◇ **センサとはいかなるものか** の概要を説明できる。
  - ・センサの役割、機能
  - ・センサの大原則
- ◇ **センサの代表的な特性について説明できる。**
  - ・感度、応答性、精度、温度特性など
- ◇ **センサの例をいくつかあげることができる。**
  - ・→ レポートにて

## メカトロニクスにおけるセンサの位置づけ

### ○ メカの状態を電気的变化にして取得



- ・「メカトロである」ための重要要素
- ・測れないものは、制御できない
- ・センサの性能以上の計測制御もできない

## センサで測れるもの

### ○ メカトロの対象はほぼ全て

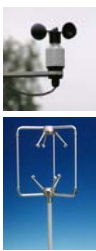
- ◇ 測定できないものは制御できない  
= 既存のメカトロの対象は測定できている
- ・位置/速度/加速度、角度/角速度
- ・圧力(気/液)、力、質量(重量)、温度、湿度
- ・光(明るさ/色/波長)
- ・電圧/電流/電力/抵抗/容量
- ・時間/周波数(センサによる測定ではないが)

## センサで測れるもの

※写真の一部は秋月電子  
Wikipedia等からの引用

### ○ メカトロの対象はほぼ全て

#### ◇ 仕掛け+センサ+処理による測定の広さ

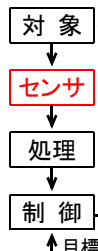


- ・風車/水車のようなものを流れに挿入
- ・流体と圧力の関係 (ベルヌーイ、ピトー管など)
- ・音波の伝播時間やドップラー効果利用
- ・流体に奪われる熱量の測定 (熱線流速計)
- ・磁界と運動と電流の関係 (電磁流量計)
- ・マーカを入れてその移動観測 (カメラ等)
- ・流量 (も多様な方法) ÷ 時間

## 計測・センシングの大原則

### 1: センサの性能以上のことはできない

#### ◇ メカトロ制御の要はセンサ

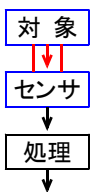


- ・制御は「センサで拾う現在値」を「目標」に一致させるように働く
- 実際の値とセンサ出力に差があると、それだけで制御の誤差になる。(制御手法の善し悪し以前の問題)
- 正しく計測できないと制御できない。(計測だけでも制御できないが)

## 計測・センシングの大原則

### 2: センサと対象の確実な結合

#### ◇ センサに対象の状態をしっかりと反映させる

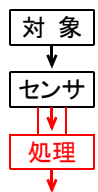


- ・センサまで状態が伝わること
- 例) 接触式温度センサ(体温計など)  
温度センサが対象と同じ温度にならないと、温度計測できない  
→ 温度が伝わりやすいように密着
- ・センサによっては非接触のものもあるが、その場合もちゃんと伝わるように。

## 計測・センシングの大原則

### 3: センサ出力を劣化させない・正しく使用

#### ◇ 主にアナログ回路の部分



- ・センサの性能が良くとも、そのあとの増幅回路やフィルタで劣化したらNG。  
※劣化した物は改善できない、センサも要アナログ配慮
- ・なるべく早い段階でデジタル化する。
- ・回路の性能も、利用者にとっては、センサ性能の一部。
- ・センサは使い方で性能が変わる。

## センサの種類

### ○部品、モジュール、装置

◇生のセンサから情報処理機能まで

- ・生の部品: 弱い、**応用利く**、(そのものは)安い
- ・ICな部品: (電氣的に)強い、**使いやすい**、安い
- ・モジュール: **安定した機能**、**トータルで安め**
- ・装置: **確実な動作**、**高度処理内蔵**、**高価**

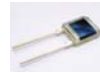


左から:  
光センサ(部品)  
6軸姿勢センサIC  
カメラモジュール  
レーザ測距装置

## センサの種類

### ○受動(パッシブ)型 と 能動(アクティブ)型

◇受動型(パッシブ型) (対)))))セ

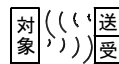


- ・対象から「**受けるだけ**」のセンサ
- ・干渉無、対象から**なにか出ないと測定不可**。

◇能動型(アクティブ型)



- ・何か**対象に働きかけて**、**反応を見る**センサ
- ・干渉の可能性、**測定能力高めやすい**。



例)超音波距離センサ

超音波を**発射**→**跳ね返る時間**の計測

## センサの種類

### ○出力信号の形態

◇生信号型 (生、IC、モジュールなど)

- ・**電圧変化** (生で少、IC/モで多) →そのまま処理
- ・**電流変化** (光センサに多い)
- ・**抵抗変化** (様々なセンサにある)  
→電圧変化に直してから処理 (オーム)
- ・容量変化など → 電圧や周波数に変換



◇情報型 (IC、モジュール、装置など)

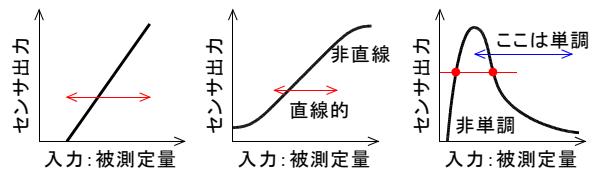
- ・**デジタル情報**、**コンピュータと通信**など

## センサの特性

### ○測定対象と出力の関係 (静特性)

◇センサの感度特性

- ・測定対象と出力信号の関係
- ・**感度** ([mV/非測定量単位]等)、**グラフ**
- ・**測定範囲**や**直線性**、**単調性**に注意

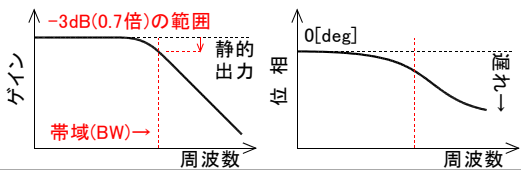


## センサの特性

### ○測定対象と出力の関係 (動特性)

◇センサの**周波数応答** (→07:アナログ)

- ・センサにある周波数の**正弦波**で量を与えたときの出力の状況
- ・どの**くらいの周波数**まで使えるか(**帯域**)

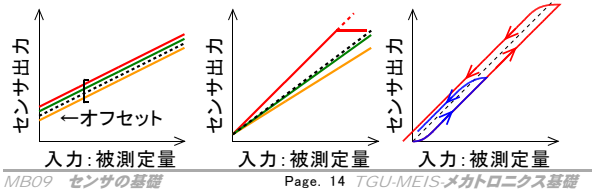


## センサの特性

### ○精度 (厳密には正確度)

◇センサの**正確さ**

- ・**オフセット誤差**: 出力全体の上下のばらつき
- ・**ゲイン(感度)誤差**: 感度のばらつき
- ・**ヒステリシス**: 値が上下するときのずれ

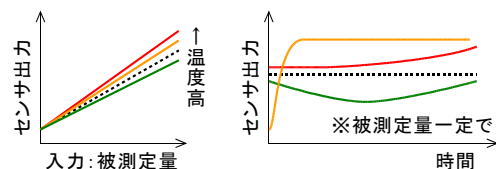


## センサの特性

### ○温度依存性 (温度係数、**温度ドリフト**)

◇センサの**温度**が変わったときの**影響**

- ・一般にセンサ(多くの部品)に**温度依存性**あり。
- ・**電源投入後**の変動(暖まり)、**気流**に注意。
- ・特に**長時間**の**絶対値**測定が必要な場合



## センサの選定方法

### ○目的を満たす性能

◇**目的の明確化**

- ・**測定したい量**とその性能を明確にする。
- ・測定精度やコスト制約なども。

◇**手段のリスタアップ**

- ・**直接測定** → 該当するセンサを探す
- ・**間接手段** → **手法**(仕掛け、処理)+**センサ**

◇誤差は**校正(キャリブレーション)**で対処→次回

- ・再現性さえ有れば**ソフトウェア**で処理。