

機械知能工学科 メカトロニクス基礎

第09回

MB-09/Rev 17-1.0

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。

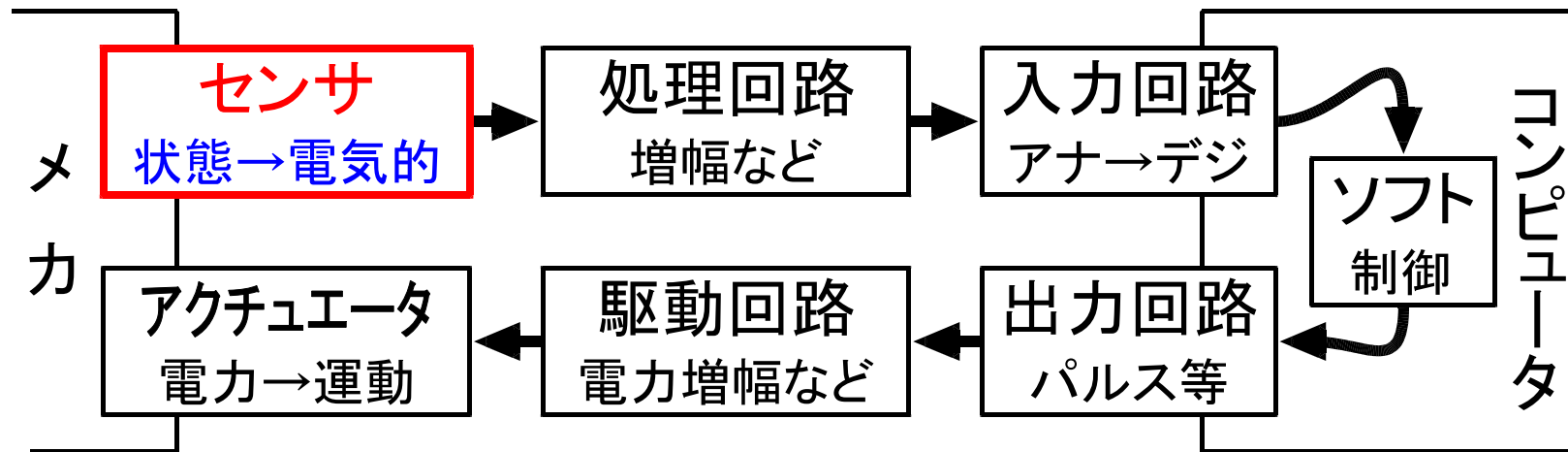
- ・ 感度、応答性、精度、温度特性など

◇ 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

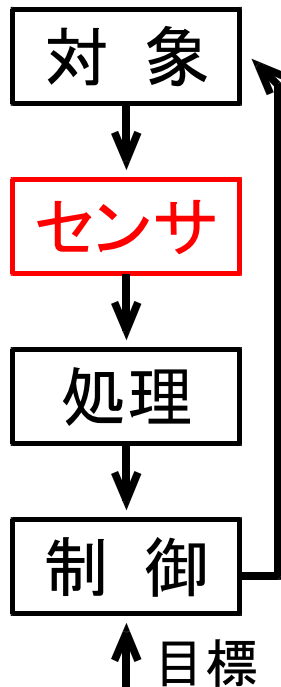


計測・センシングの大原則

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

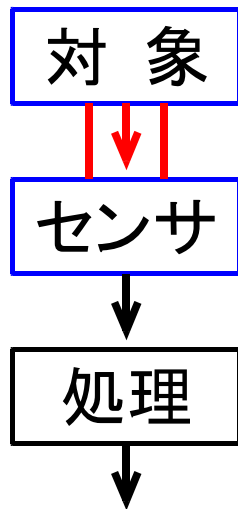
- ・センサまで状態が伝わること

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

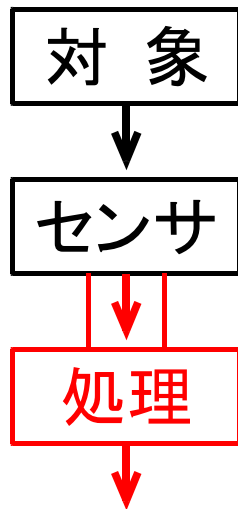
- ・センサによっては非接触のものもあるが、その場合ちゃんと伝わるように。



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



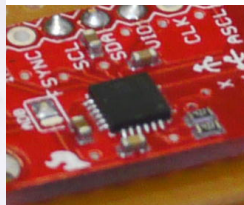
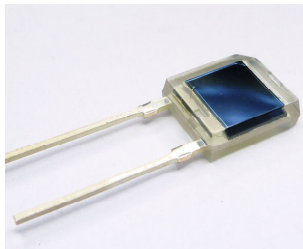
- ・ センサの性能が良くとも、そのあとの増幅回路やフィルタで劣化したらNG。
※劣化した物は改善できない，センサも要アナログ配慮
- ・ なるべく早い段階でデジタル化する。
- ・ 回路の性能も、利用側にとっては、センサ性能の一部。
- ・ センサは使い方で性能が変わる。

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



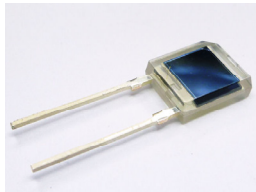
左から：
光センサ(部品)
6軸姿勢センサIC
カメラモジュール
レーザ測距装置

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。

対(((送
))))受

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）

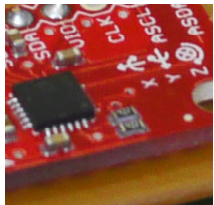
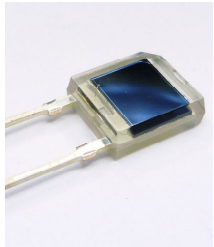
抵抗変化（様々なセンサにある）

→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

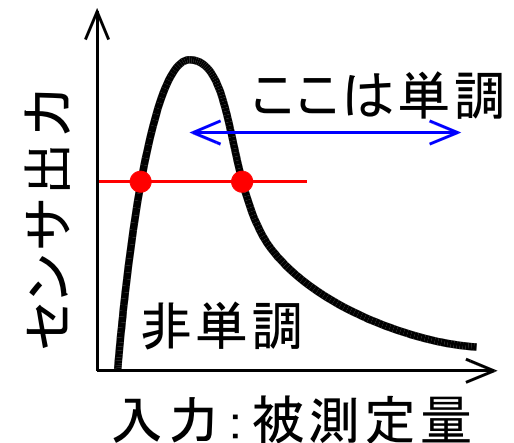
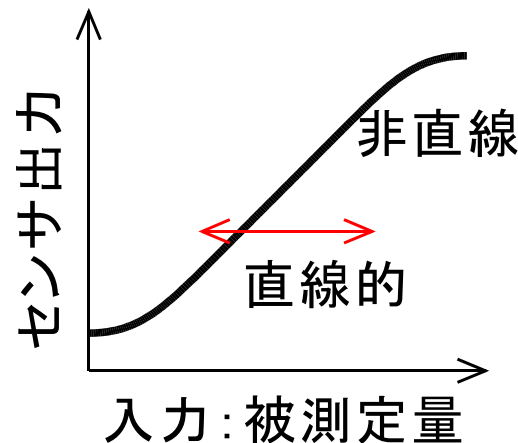
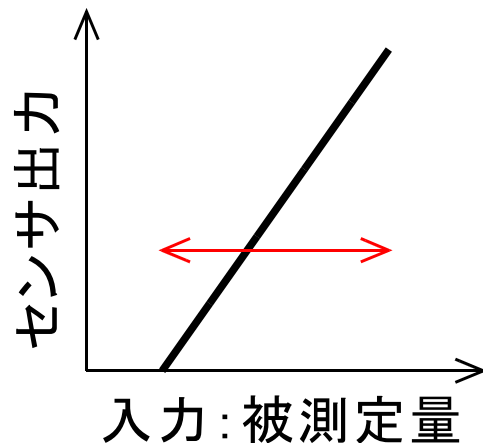


センサの特性

○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

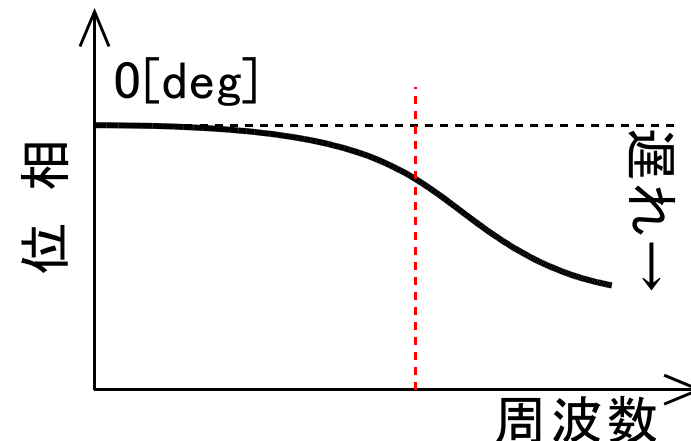
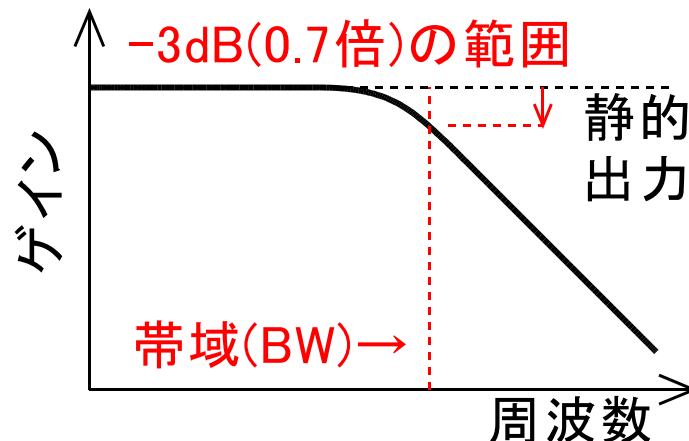


センサの特性

○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)

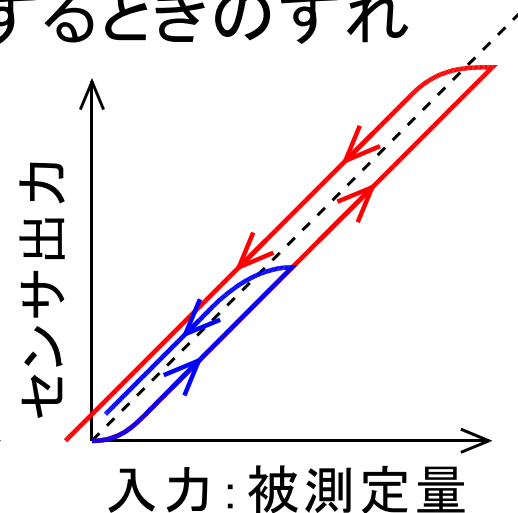
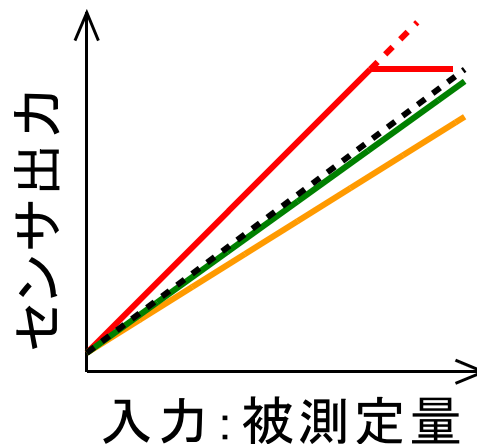
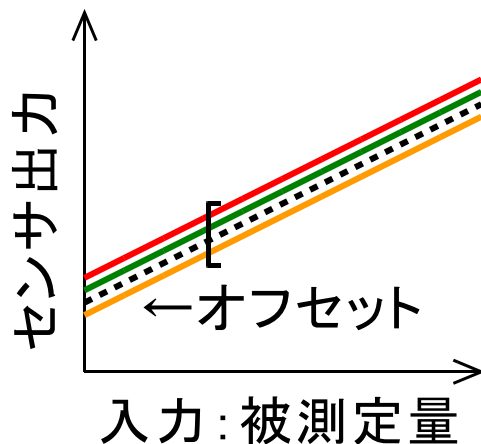


センサの特性

○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

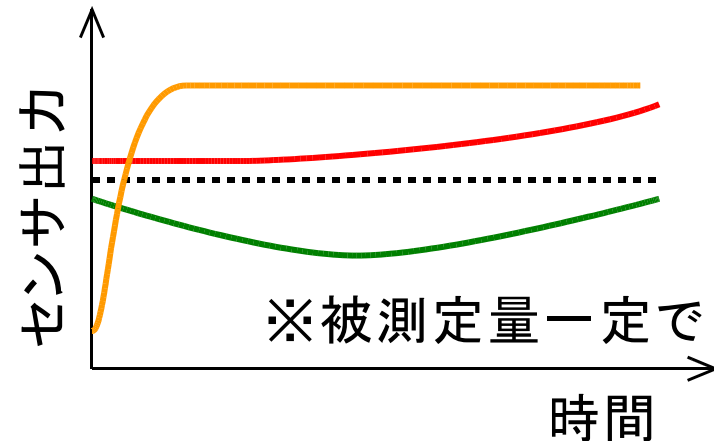
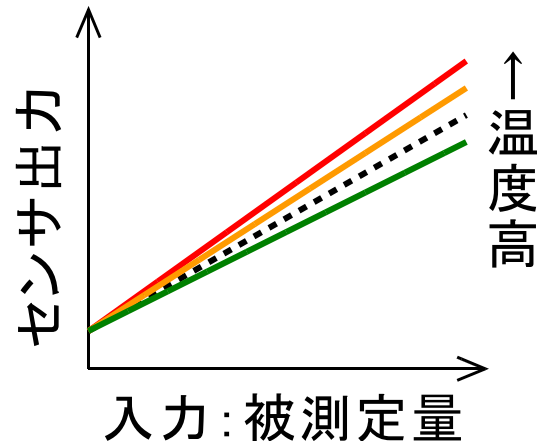


センサの特性

○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。

◇手段のリストアップ

- ・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

- ・再現性さえ有ればソフトウェアで処理。