

機械知能工学科  
メカトロニクス基礎

第10回

MB-10/Rev 18-1.0

# センサ信号の処理

工学部 機械知能工学科

熊谷正朗

[kumagai@mail.tohoku-gakuin.ac.jp](mailto: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

---

## ○ センサ信号 から 計測値 への処理

◇ センサ出力値がそのまま使える情報ではない  
ことを説明できる。

・ センサ出力値からの情報の取り出し

◇ 情報化するために必要な処理を説明できる。

・ 大きさの調整 / ノイズ除去 / 変換

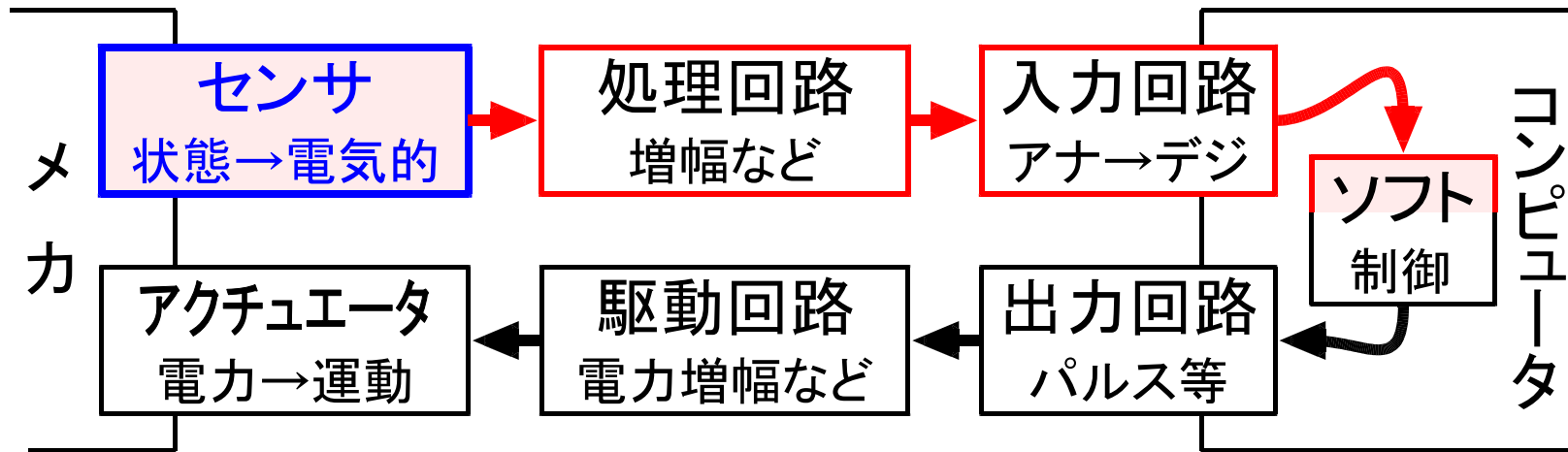
・ 校正(キャリブレーション)

◇ 回路の得意なこと と ソフトの得意なこと

があることを理解できる。

# メカトロニクスにおける計測の位置づけ

## ○メカの状態を数値情報として取得する



- ・ 計測や制御で**必要なのは値ではなく情報**  
例) 電圧やデジタル値ではない、「温度」
- ・ 適切に**伝達し、情報に復元**するための処理

# センサ～ソフトで必要な作業

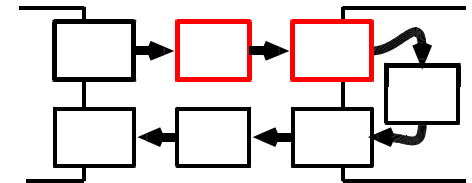
## ○アナログ回路＋デジタル化＋演算処理

### ◇センサ

- ・被測定対象量 → 電気的な変化

### ◇アナログ回路

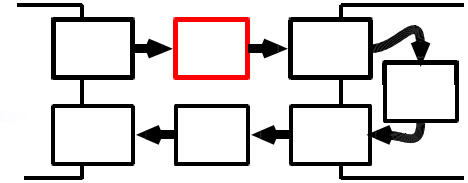
- ・電気的な変化 → 電圧変化
- ・増幅（信号の大きさの調整）
- ・フィルタ（ノイズの除去など）



### ◇アナログ→デジタル変換(AD) (→後期)

- ・アナログ電圧に対応(比例)したデジタル値へ

# センサ～ソフトで必要な作業



## ○電圧変化への変換＋増幅

◇電流変化 → オームの法則 → 電圧変化

- ・ 抵抗にセンサの出力電流を流す

◇抵抗変化 → オームの法則 → 電圧変化

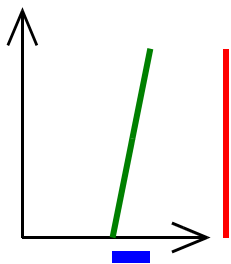
- ・ 抵抗(センサ)に電流を流しておく

◇増幅・電圧レンジ変換

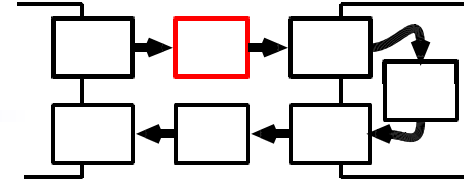
- ・ センサ出力をAD変換の入力に合うサイズに

例)  $1.2 \pm 0.1[V]$  →  $0 \sim 5[V]$  にする

=  $1.1V$  引いて25倍する、など



# センサ～ソフトで必要な作業



## ○フィルタ（主にローパスフィルタ）

◇ローパスフィルタ（→参考：学生実験）

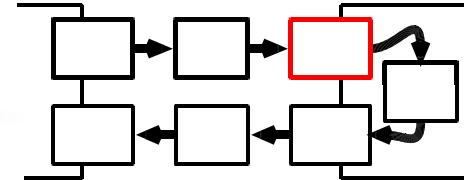
- ・低い周波数は一定の率で増幅をして
- ・高い周波数は減衰させる

ことで「ローをパスさせる」回路

◇ローパスを入れる目的

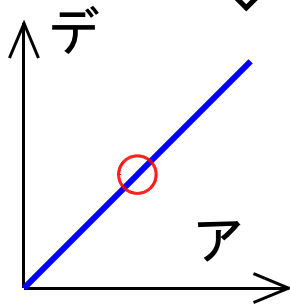
- ・高い周波数のノイズを低減する
- ・AD変換の前に信号の周波数を制限（→後期）
- ・専用回路 or 増幅回路＋コンデンサ

# センサ～ソフトで必要な作業

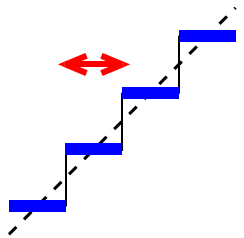


## ○アナログ→デジタル変換(AD変換→後期)

◇アナログ電圧→デジタル数値

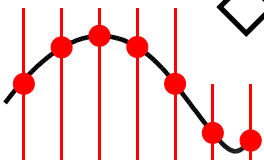


- ・アナログ電圧に比例した整数値(2進数)
- ・アナログの連続性は、ここでデジタルの離散(とびとび)になる。



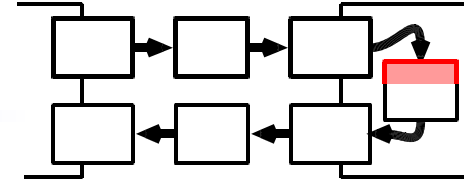
例) 0-5[V]を8bitに変換→19.5[mV]刻み  
→19.5[mV]よりも細かな変化は無視

◇時間の離散化



- ・一定時間間隔で変換＝間の変化は不明に

# センサ～ソフトで必要な作業



## ○ソフトウェアの処理：情報の復元

◇ただのデジタル値→計測したかった値

◇数値の変換作業

- ・変換後のデジタル値から、単位付きの数値に直す。

↓例：三角関数、 $\sqrt{\quad}$

- ・単なる係数／校正曲線／数学的変換

◇信号処理（→大学院：計測信号処理特論）

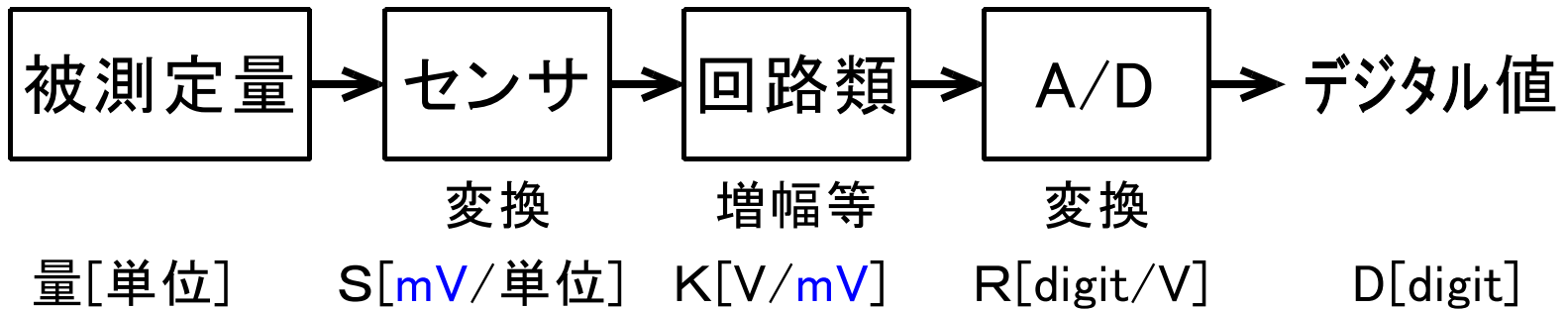
- ・数学的手法で信号を加工する 例)微積

- ・デジタルフィルタ（数式でフィルタ、画像処理も）



# センサ～ソフトで必要な作業

○ソフトの処理：情報の復元：係数のみ



得られるデジタル値は

$$D = R \times (K \times (S \times \text{量}))$$

$$[\text{digit}/\cancel{V}] [\cancel{V}/\cancel{mV}] [\cancel{mV}/\cancel{\text{単位}}] [\cancel{\text{単位}}]$$

なので

$$\text{量}[\text{単位}] = ((D \div R) \div K) \div S = D \times (1/RKS)$$

※mVはmAやΩなどの場合有り

※digitはデジタル値

校正でまとめて  
対処できる↓

# 校正（キャリブレーション）

## ○センサ～デジタル化の誤差を補正

### ◇誤差(ばらつき)の原因

- ・センサそのものの誤差(感度・オフセット)
- ・増幅回路等の誤差
- ・AD変換の誤差（上二つに比べると小さい）

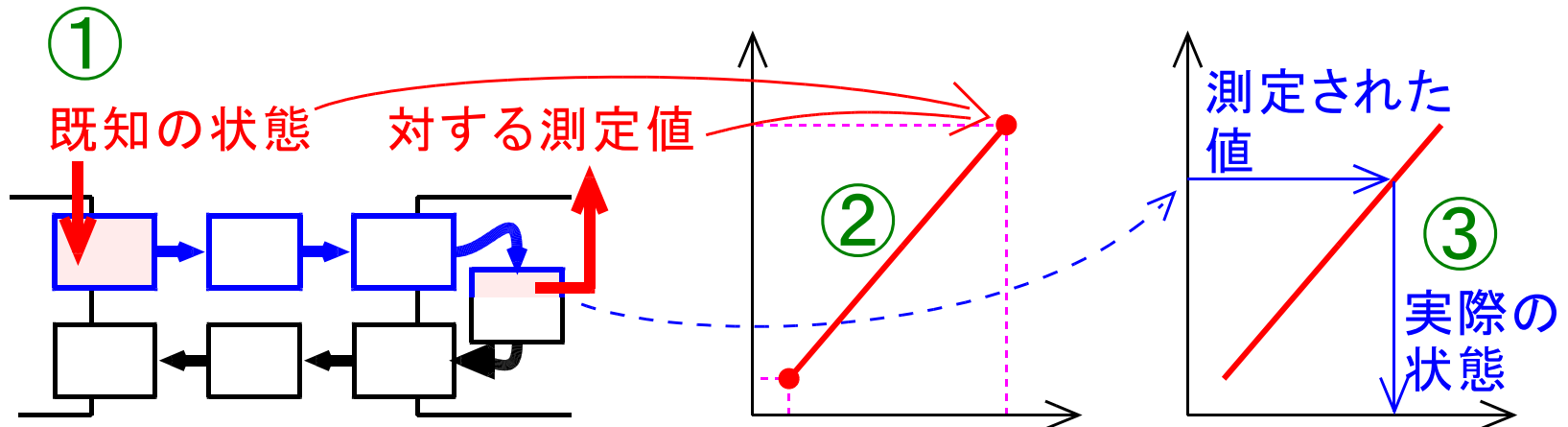
### ◇誤差の再現性

- ・つくった一式ごとに異なる誤差が出る が
- ・その誤差は固有で変化しない  
→誤差をキャンセルすればいい

# 校正 (キャリブレーション)

## ○校正の基本的な方針

- 1: 測定系で「正しい」被測定量を測定する
- 2: 被測定量→測定値(処理後)の関係を求める
- 3: 利用時に、この関係を逆に使って、  
測定値→本来の被測定量 の変換をする

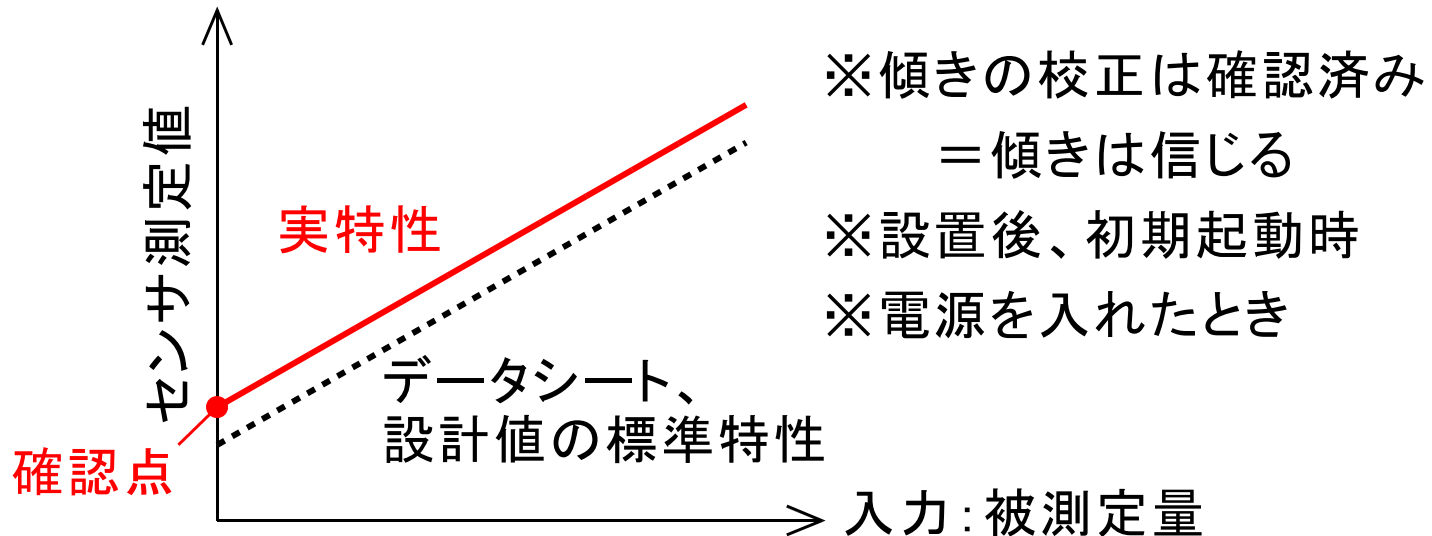


# 校正（キャリブレーション）

## ○例1：オフセットの校正

◇オフセット(ゼロ点)だけずれるような場合

- ・センサの設置状況による、温度による 等
- ・主な例：電子体重計

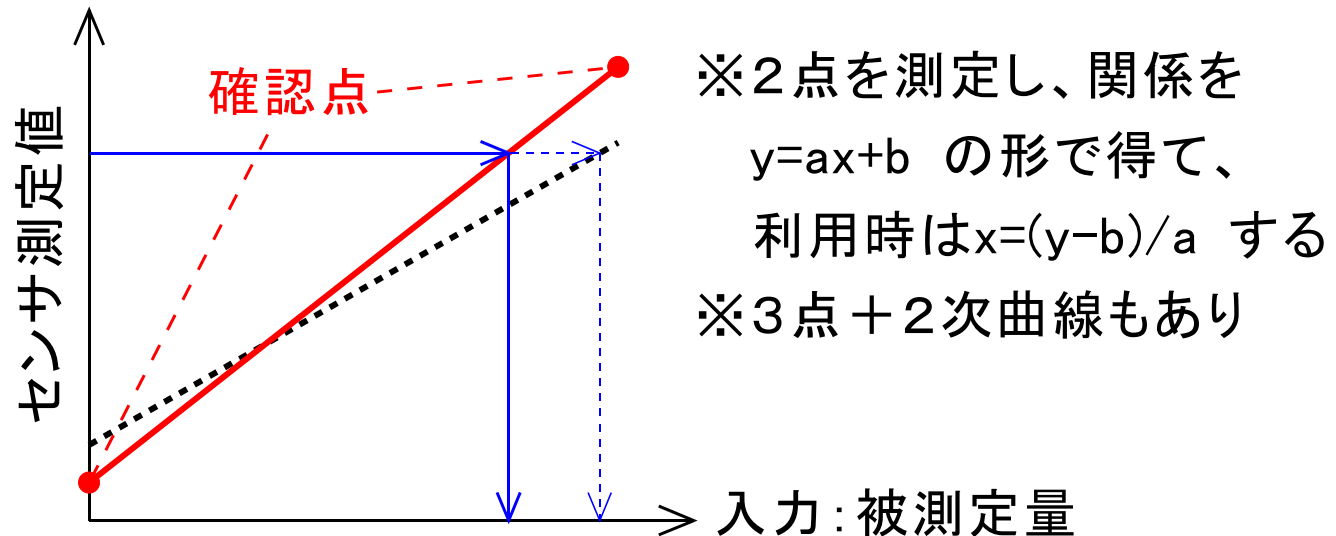


# 校正（キャリブレーション）

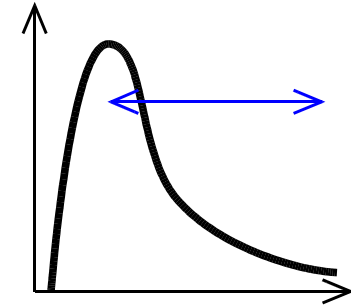
## ○例2：オフセットと感度の校正（直線的）

### ◇感度の確認が必要な場合

- ・ 個体間のばらつき、つくったら一度は必要
- ・ 主な例：温度計(0,100°C) 傾斜角度センサ



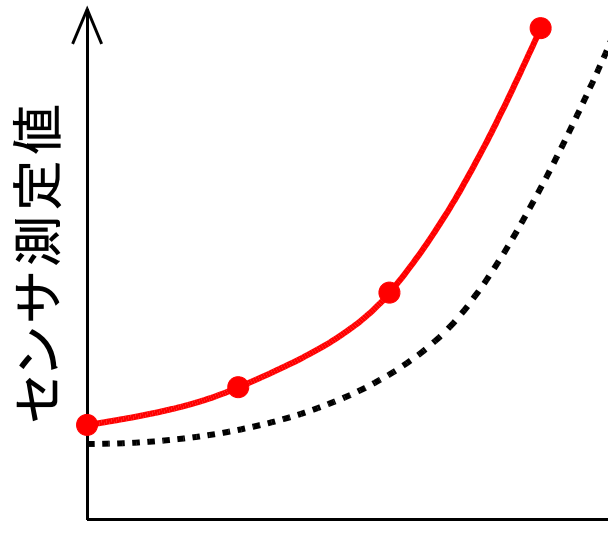
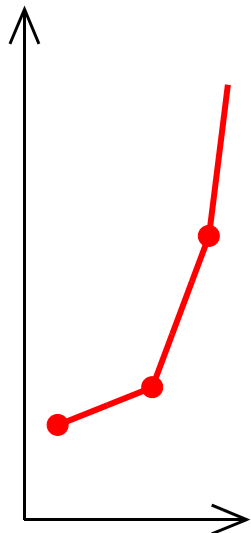
# 校正 (キャリブレーション)



## ○例3: 校正曲線

◇センサの特性が直線的では無い場合

- ・ 曲線関数で近似、連続直線で近似
- ・ 主な例: 三角測量型の距離センサ



※何点か測定し、センサの  
原理的な曲線式、その他  
曲線式で近似

※折線で近似→前と同様

入力: 被測定量

# センサ→処理の開発手順

## ○変化を拾う→処理法を考える

- 1: 被測定量の**変化を拾える手段**を見つける
  - なるべく**一般的**方法（「買えば済む」が最強）
  - なるべく**大きく変化**を拾える（増幅を減らせる）
- 2: 適切な電圧変化にもちこむ→デジタル化
- 3: 処理方法を検討する
  - 最初は手動/表計算ソフトなど→プログラム
- 4: 校正と評価

# 回路とソフトの向き不向き

## ○どこまでを回路で処理すべきか

### ◇処理の分担

- ・ 大きさ調整 → 回路 & ソフト処理 (校正)
- ・ ゼロ点調整 → 回路 & ソフト処理 (校正)
- ・ ノイズ除去 → 回路 & ソフト処理
- ・ 微積、関数変換 → ソフト処理
- ・ 校正 → 回路 & ソフト処理

### ◇なるべくソフト(デジタル)寄り、アナログ減らす

- ・ アナログは劣化しやすい & コスト高い