

機械知能工学科
メカトロニクス総合

第02回

MC-02/Rev 16-1.0

アナログ信号の増幅

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

○アナログ信号増幅の基礎知識

- ◇増幅という概念を説明できる。
 - ・信号の振幅を大きくする。
 - ・入力信号が単に大きくなるわけではない。
- ◇増幅回路全般の特性の概要を説明できる。
 - ・増幅率とオフセット
 - ・帯域、入出カインピーダンス
- ◇一例として反転増幅回路の特徴を説明できる。
 - ・オペアンプによる初歩的増幅回路

アナログ信号の復習→基礎BS07

○”アナログ”、“周波数応答”

◇アナログ・アナログ信号（VSデジタル）

- ・連続量
- ・主に電圧値がそのまま値として使われる
= 電圧の大きさの取り扱いが重要

◇周波数応答（周波数特性、正弦波応答）

- ・ある周波数に対して
 - ・振幅の比：増幅率[倍]、ゲイン[dB]
 - ・タイミングのずれ：位相[deg]

信号の大きさ調整の必要性

○信号のミスマッチの解消

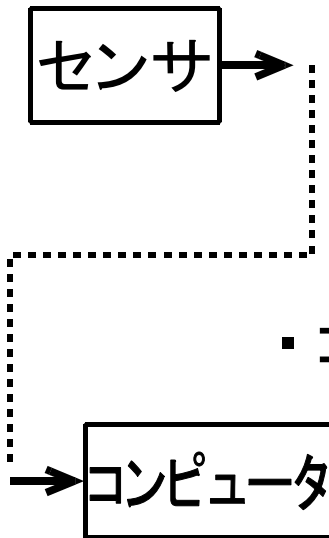
◇センサの出力範囲 と コンピュータ側の範囲

- ・センサ:ものによる

生のセンサ類 = 振幅(変化幅)小、弱い

回路入りセンサ =

大きめ、強い、直結できることが多い



- ・コンピュータ:大きく2系統

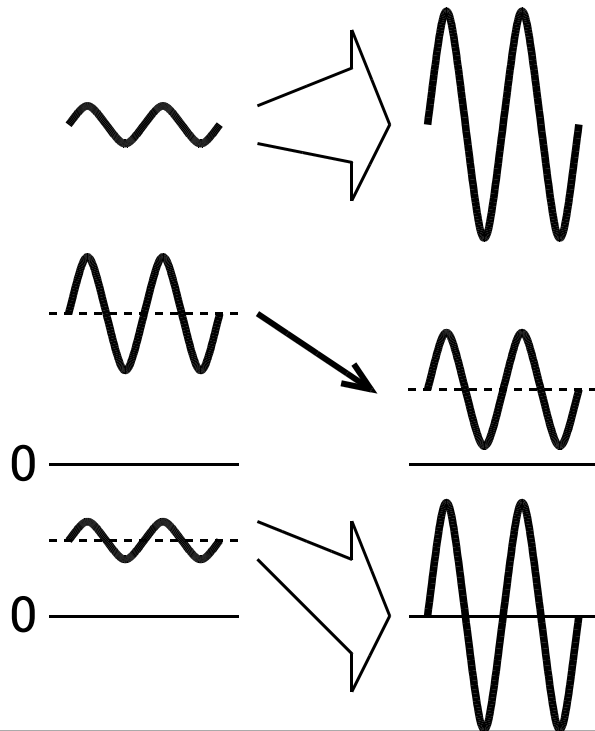
$\pm 10V$, $\pm 5V$ など:アナログ入力重視型

$0 \sim 5[V]$, $0 \sim 3.3[V]$:コンピュータ側都合

信号の大きさ調整の必要性

○増幅 と オフセットの調整

◇入力(センサ信号など)→出力(利用者側)



◇増幅

↓センサ感度

- ・ 振幅=変化幅を大きくする
- ・ 電流を強化する

◇オフセット調整・レベルシフト

- ・ 全体的に電圧を高低

◇組み合わせ

- ・ 両方必要な場合が多い

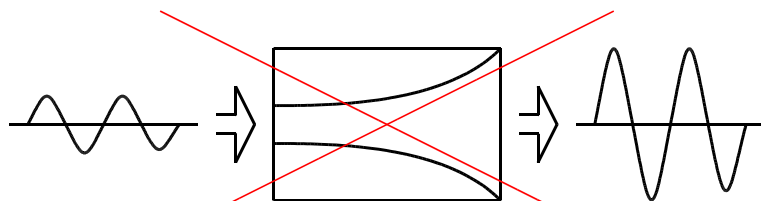
増幅という機能

○入力による、出力の調整

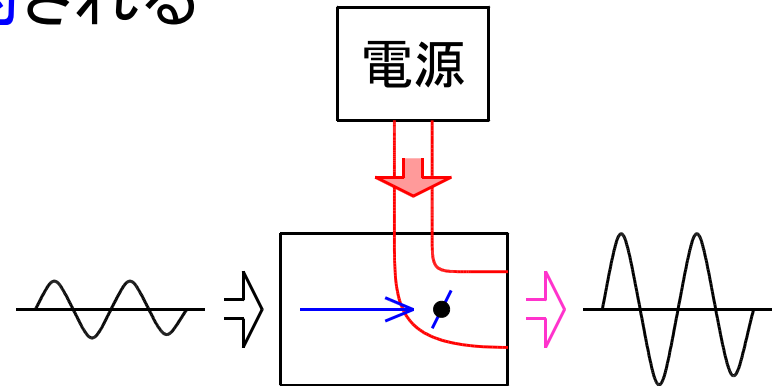
× 入力信号が大きくなる

○ 入力信号で、電源→出力の調整をする

- ・ その調整のされ方で入出力の関係式
- ・ 電源によって制約される



何もせず大きくなるわけではない



「増幅」の正しいイメージ

増幅回路の仕様検討

○メカトロにおける増幅回路の特徴

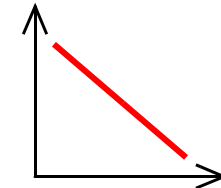
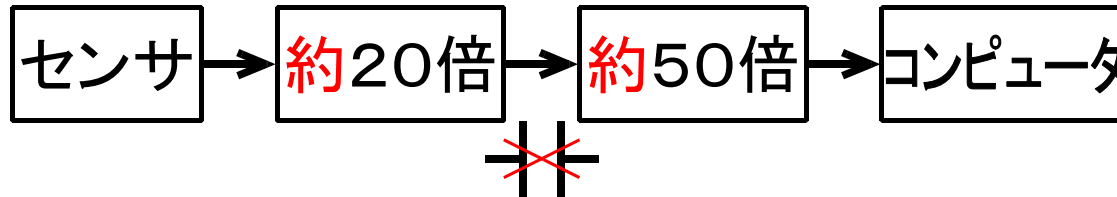
◇**直流成分**(静止成分)が必要

- ・止まっている状態の計測＝直流
- ・比較: 交流増幅 例) 音声、振動

※信号に**直列にC**が入ると交流増幅

◇**倍率や極性**(増減方向)に**厳密さは不要**

- ・コンピュータに入れてから、まとめて**校正**

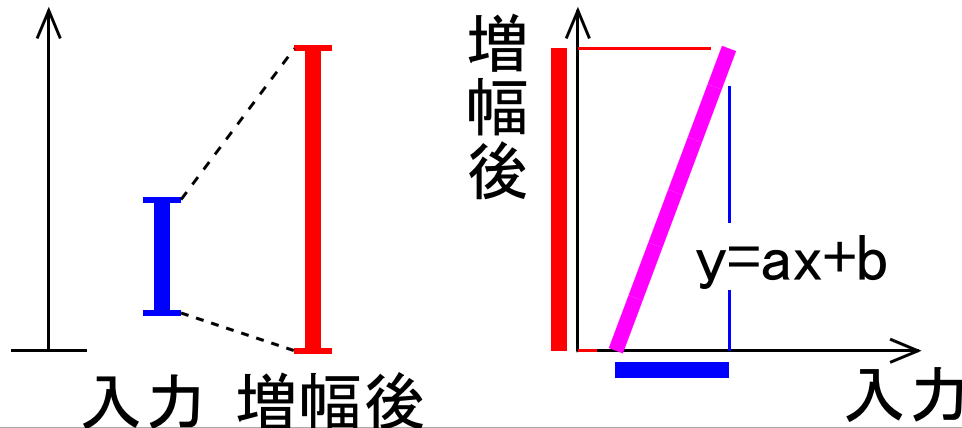


増幅回路の仕様検討

○電圧範囲から電圧範囲への変換

◇二つの着目点

- ・幅を合わせる→増幅する
- ・電圧の高低を合わせる→オフセット調整
- ・一般： $y=ax+b$ 型：出力＝増幅率×入力＋b

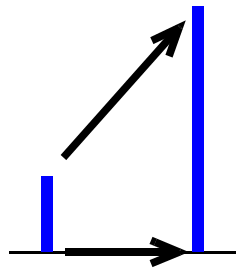


※ 実際の回路は
 $y=a(x \pm c)$ 型
が一般的であり、
式変形が必要。

増幅回路の仕様検討

○変換の例

◇増幅だけで済む場合

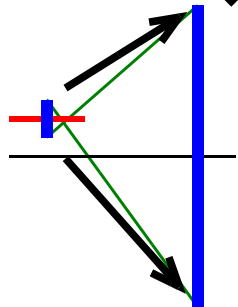


- ・ 温度センサ $0 \sim 100[^\circ\text{C}] = 0 \sim 1[\text{V}]$

- ・ マイコンアナログ入力 $0 \sim 3.3[\text{V}]$

→ 約3倍

◇オフセットの調整も必要な場合



- ・ 加速度センサ $\pm 9.8[\text{m/s}^2] = 2.5 \pm 1[\text{V}]$

- ・ 計測用アナログ入力 $\pm 10[\text{V}]$

→ 2.5を引いて10倍 ※ -10倍でもOK

増幅回路の仕様検討

○増幅回路の設計・実装方法

◇回路の選択

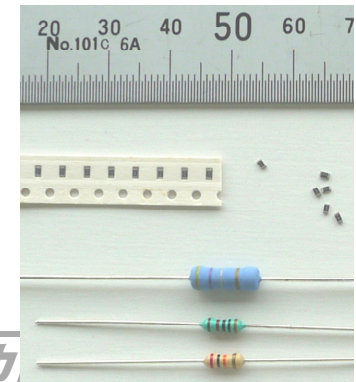
- ・目的の増幅を実現できる回路を選択

※よく使われるものが数種ある

◇定数の決定 部品の選定

→回路テンプレートと式を知ること

- ・回路の特性を決める数式をもとに、抵抗値などを決定する。
- ・具体的に使う部品を選定する：性能、精度、形状{外見・大きさ}



増幅回路の特性

○増幅回路の主な性能値

◇増幅率[倍]

- ・ 何倍にできるか ゲイン表記[dB]も

◇帯域[Hz]

- ・ どのくらいの周波数まで、その倍率が

※帯域：基礎BS07参照 3[dB]落ちに注意

◇入力インピーダンスと出力インピーダンス

- ・ インピーダンス≡抵抗（交流の意味で）
- ・ 入力電流の流れやすさ、出力の流しやすさ

増幅回路の特性

○入力インピーダンスと出力インピーダンス

◇インピーダンス≡抵抗

入力： ∞ が理想

出力：0が理想

※伝送のための特例あり

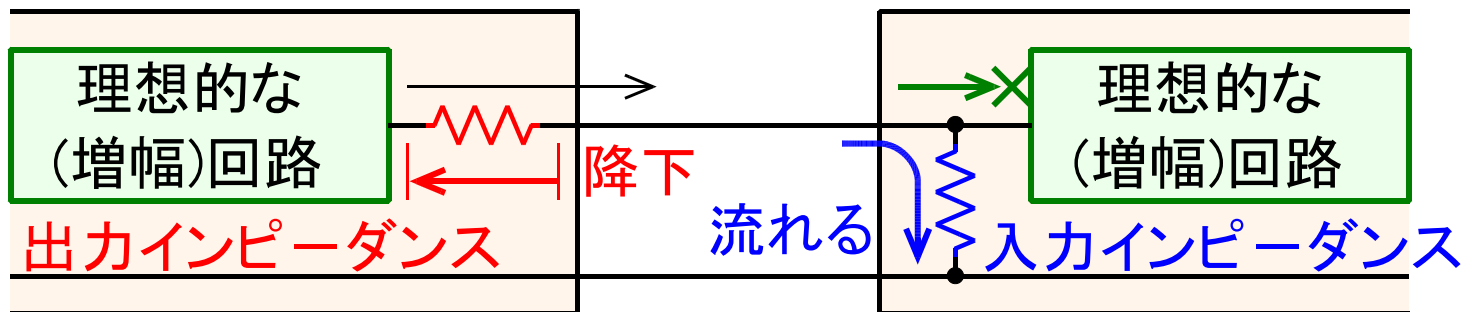
・回路の理想：

入力には流れず、出力は電流で変化せず

・現実：入力につないだ電圧で電流が流れる

・現実：出力電流により出力電圧が低下する

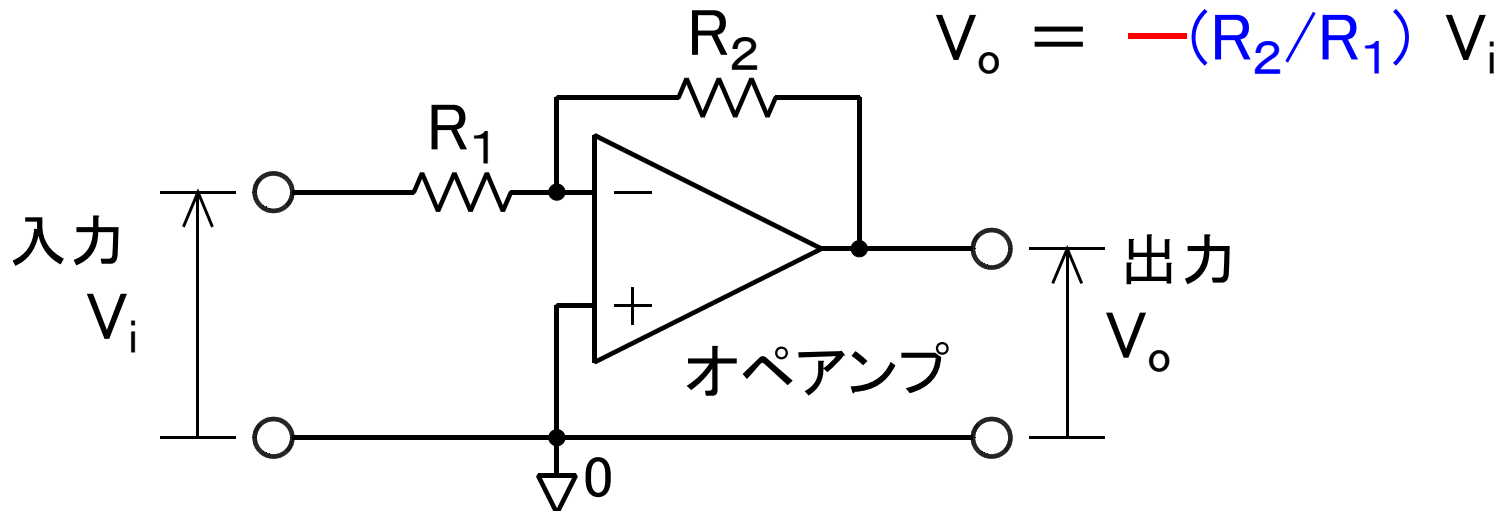
実際の
回路



オペアンプによる反転増幅回路

○増幅回路の基礎 & 代表格

- ◇オペアンプ: 次回 動作原理: 次回
- ◇反転増幅: 電圧の**正負が反転**する
- ◇**抵抗の比**で増幅率が決まる



オペアンプによる反転増幅回路

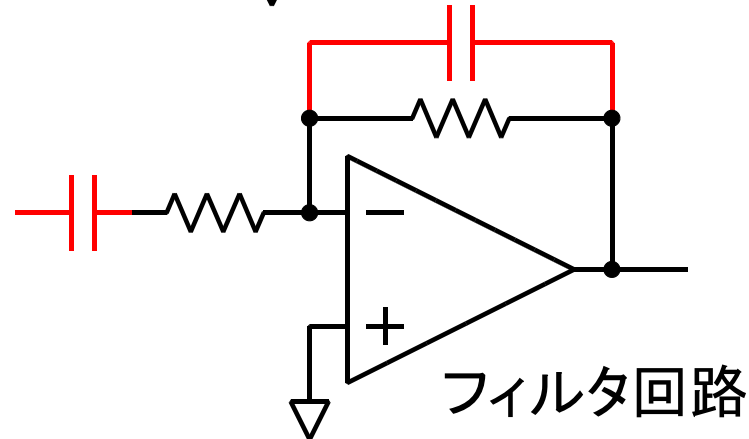
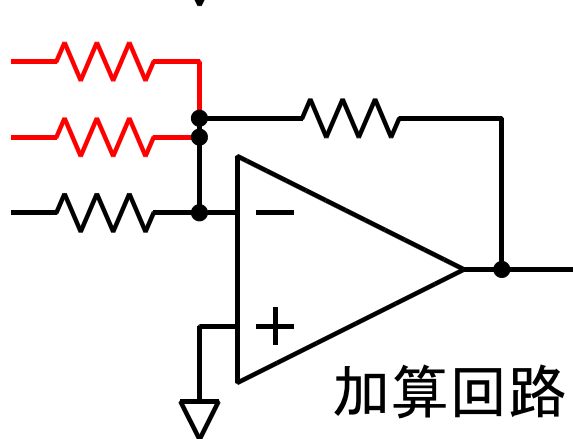
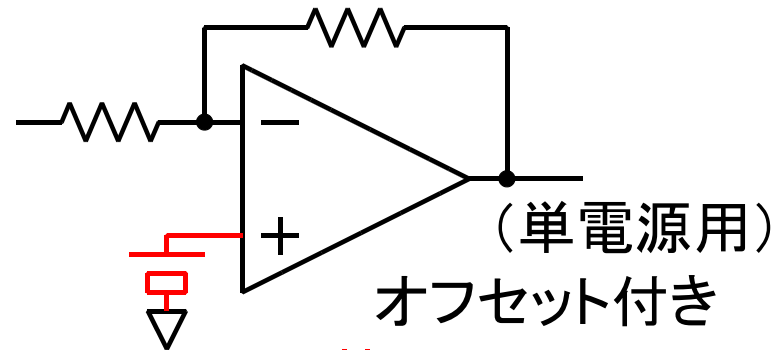
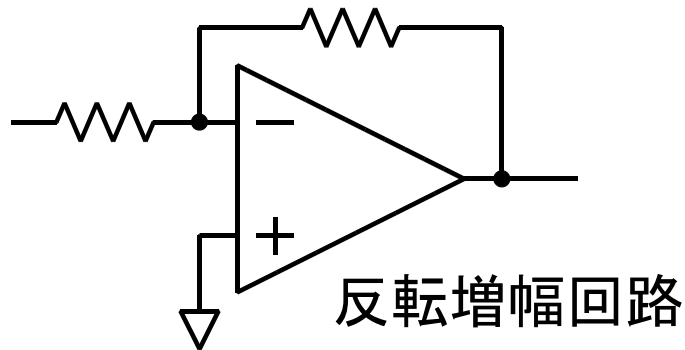
$$V_o = -(R_2/R_1) V$$

○反転増幅の特性、利用上の注意

- ◇入力電圧範囲: 主に電源、オペアンプの制約
- ◇出力電圧範囲: 電源電圧の範囲 (の若干内側)
 - ・単電源(0~?[V])では負電圧は出力できず
- ◇入力インピーダンス: R_1 (ある程度流れる)
- ◇出力インピーダンス: 十分低い = 後続の影響小
 - ・ただし一般的オペアンプの制約: 約2,30[mA]
- ◇帯域: オペアンプと増幅率による 数十kHz~
 - ・メカトロでは多くの場合は十分 数MHz

オペアンプによる反転増幅回路

○反転増幅回路のバリエーション



増幅回路：補足

○弱い/微弱な信号を扱うときの留意点

◇入出力のインピーダンスの配慮

- ・回路を繋ぐことによる動作不良の可能性

◇ノイズに注意

- ・回路のノイズへの耐性（拾いやすさ）
- ・回路自身の出すノイズ
- ・電源から入るノイズ

◇温度特性

- ・抵抗値の温度による変化→増幅率変化等