機械知能工学科

メカトロニクス総合

MC-02/Rev 15-1.0

第02回

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、入出力インピーダンス

◇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）

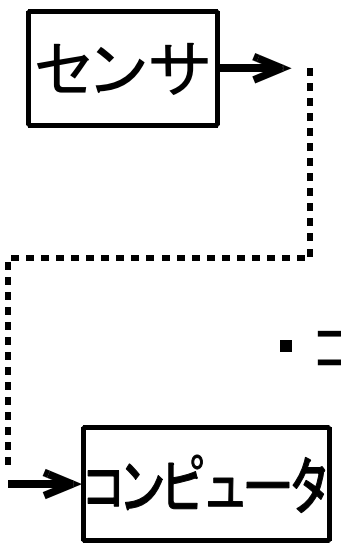
- ある周波数に対して
  - 振幅の比：増幅率[倍]、ゲイン[dB]
  - タイミングのずれ：位相[deg]

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、直結できること多い

・コンピュータ：大きく2系統

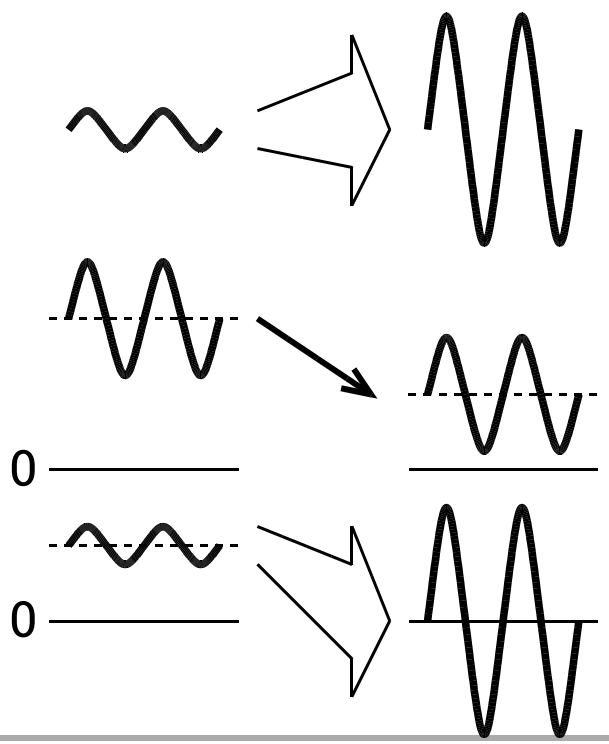
±10V，±5Vなど：アナログ入力重視型

0～5[V]，0～3.3[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

・両方必要な場合多し

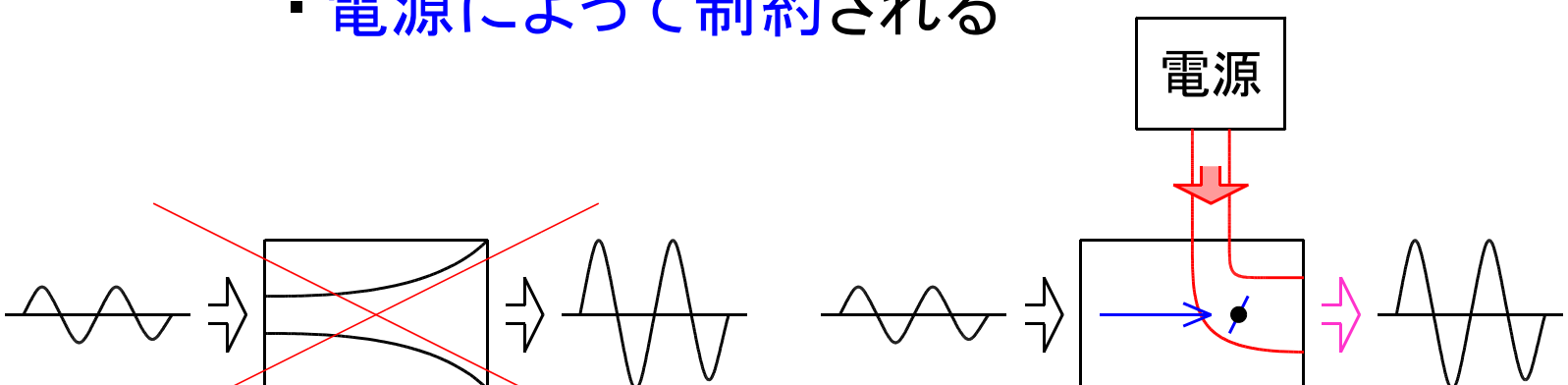
増幅という機能

○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

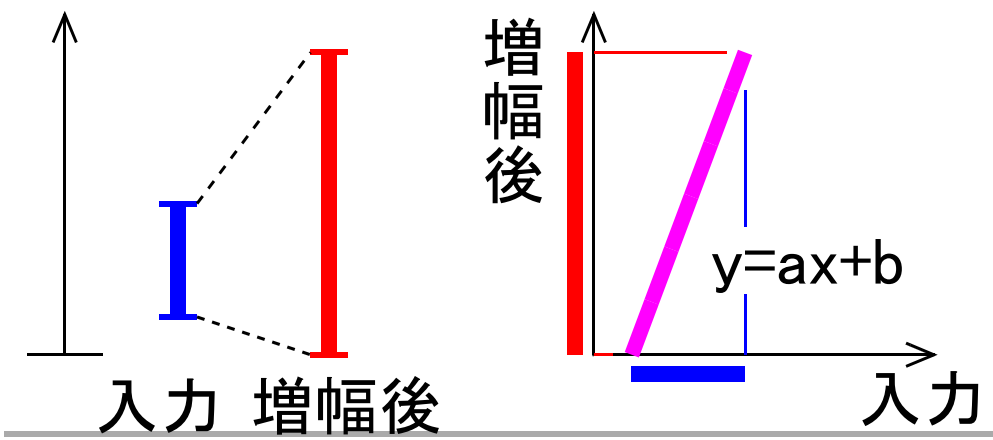


増幅回路の仕様検討

○電圧範囲から電圧範囲への変換

◇二つの着目

- 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±c)型

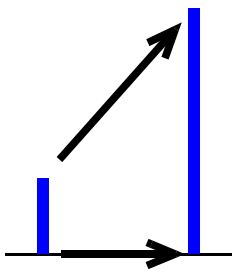
が一般的であり、

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

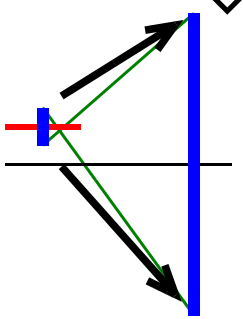


・温度センサ　0～100[℃]＝0～1[V]

・マイコン　0～3.3[V]

→約3倍

◇オフセットの調整も必要な場合



・加速度センサ　±9.8[m/s^2]＝2.5±1[V]

・パソコン用アナログ入力　±10[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

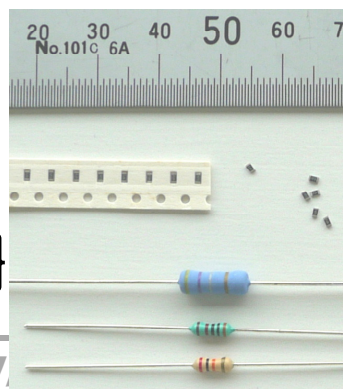
◇定数の決定　部品の選定

→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、その倍率か

※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

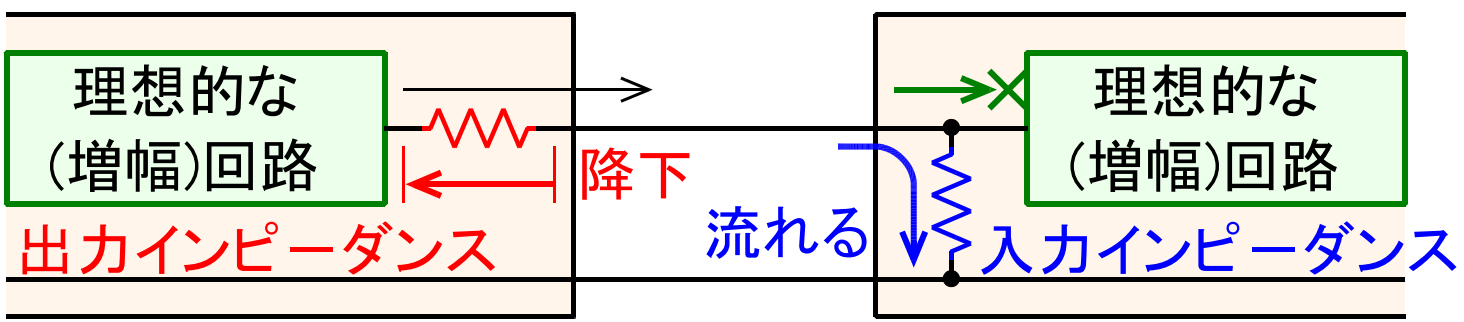
○入力インピーダンスと出力インピーダンス

◇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

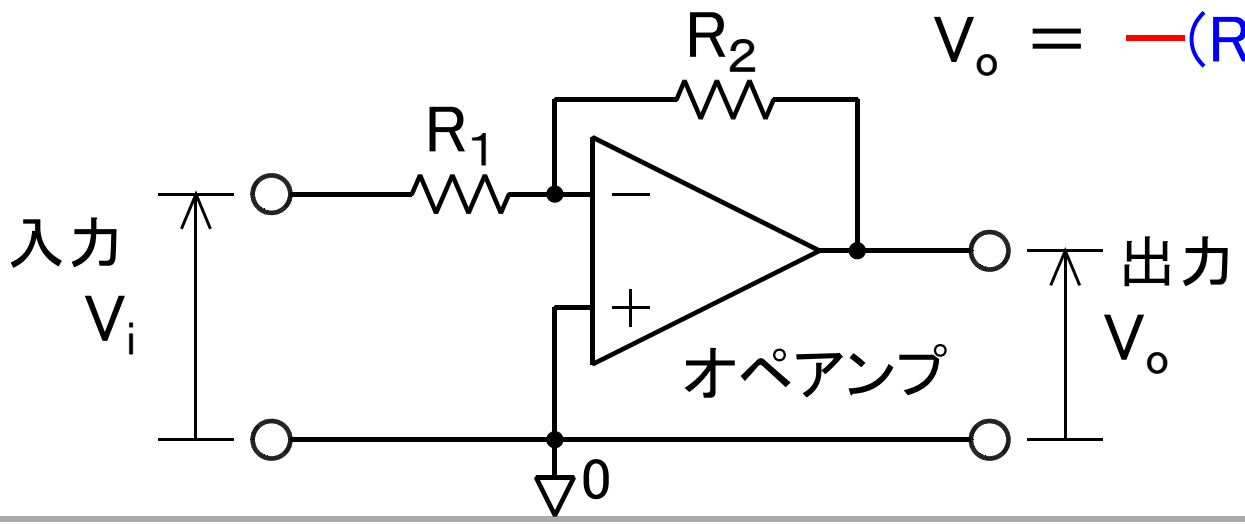
○増幅回路の基礎＆代表格

◇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

$V_o = -(R_2/R_1)\, V_i$



オペアンプによる反転増幅回路

○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

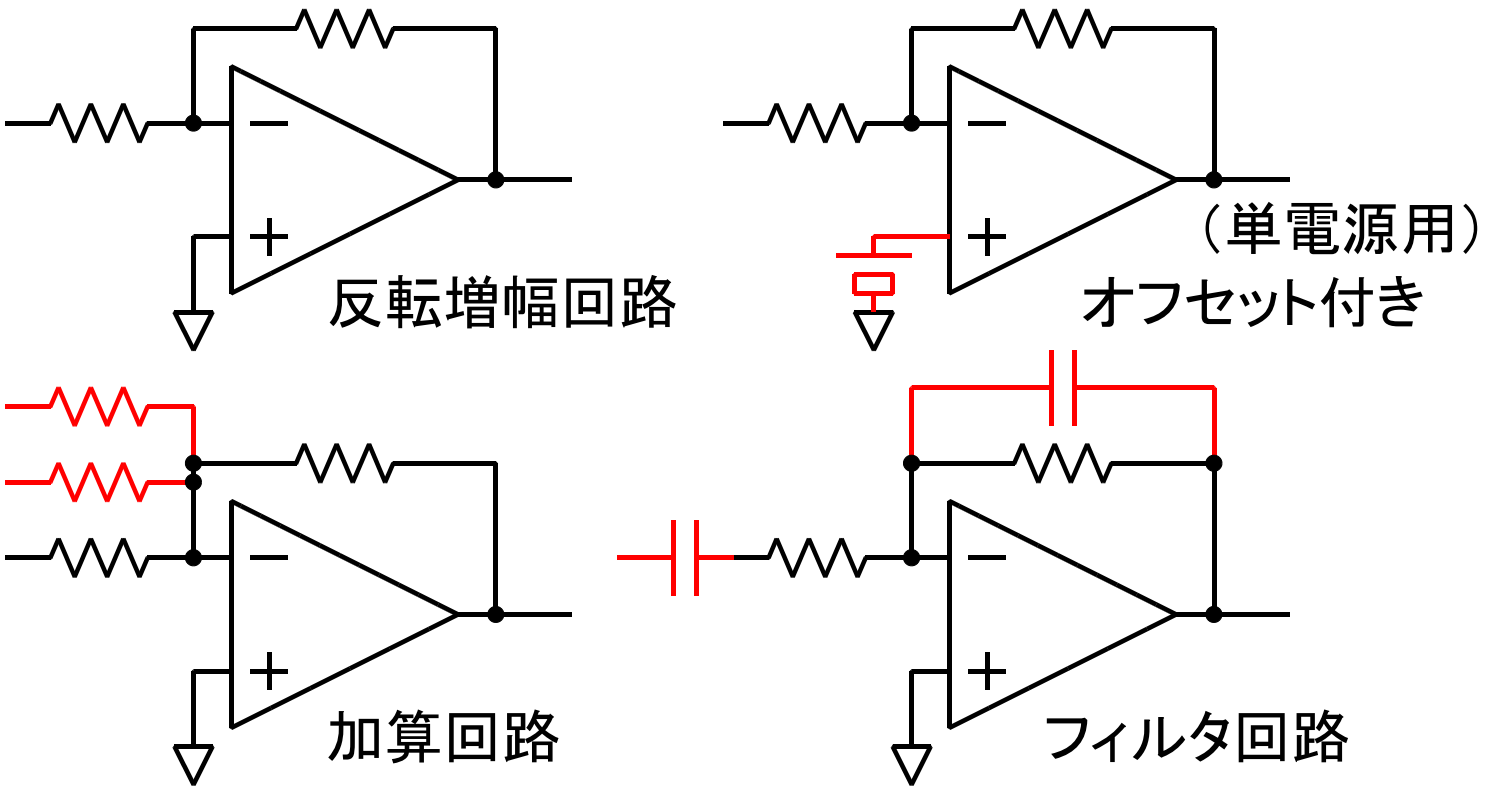
・ただし一般的オペアンプの制約：約2,30[mA]

◇帯域：オペアンプと増幅率による　　数十k～

・メカトロでは多くの場合は十分　　数M～

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

- 回路を繋ぐとこ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