機械知能工学科

メカトロニクス基礎

MB-07/Rev 17-1.0

第07回

アナログ信号
アナログ回路

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・周波数特性・取り扱い

◇アナログ信号とデジタル信号の違いを説明できる

・連続量のアナログ、離散のデジタル

◇周波数特性について説明できる

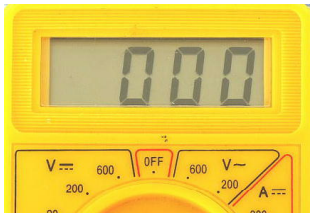
・正弦波に対する応答と周波数

◇アナログ信号の取り扱いについて注意を払うことができる

・ノイズへの注意とその対策

アナログとデジタル

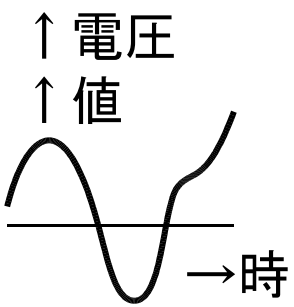




※針と数字の違いではない

○概要

◇アナログ信号による情報・信号の表現

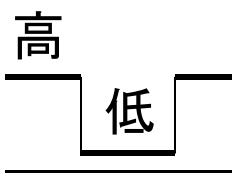


・アナログは電圧の大きさなどをそのまま情報の値としてとして使う。

・値は連続的なものと解釈する。

→ 1.00000Vと1.00001Vは異なる値

◇デジタル信号による情報・信号の表現



・電圧の高低などはっきりした状態の違いで表す数種(一般に2種)の値のみを使う。

アナログとデジタル

アナログ：連続

デジタル：大小OnOff(2値)

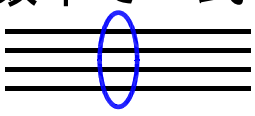
○比較

◇1本の線で表現できる情報の多さ

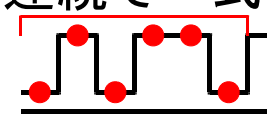
・アナログ：信号として区別できるだけ

→ 回路の分解能/精度が重要

数本で一式



連続で一式



・デジタル：2種類のみ　→次回

→ 多くの情報には複数本・時分割必要

◇作りやすさ

・ア：規模は小さいが、作り方の影響大

・デ：規模は大きいが、繋げば動く(ある程度まで)

アナログとデジタル

アナログ：連続

デジタル：大小OnOff(2値)

○比較

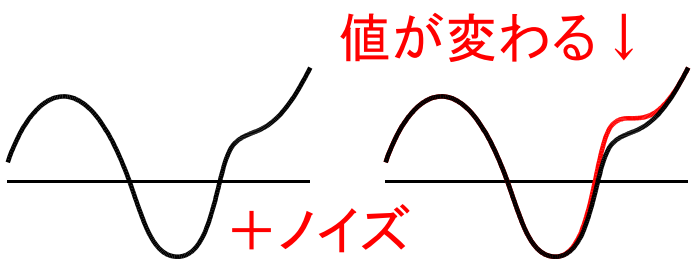
◇信号の強さ　↓ノイズ

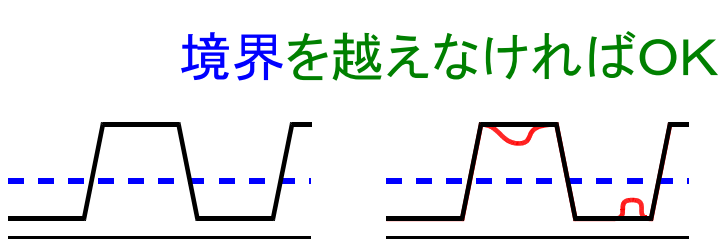
・アナログ：ゴミが混じったら値が変わる

＝信号が影響を受けやすい

・デジタル：値を決める境界に達しなければ

値は変化しない＝影響を受けにくい





アナログとデジタル

○デジタル化の流れとアナログの必要性

◇回路規模以外はデジタルが有利

- 半導体の微細化技術で解消

◇それでもアナログが必要

- 世の中の現象はアナログ

※温度、位置、速度、圧力などの状態量

→ センサは原理的にはアナログ

- デジタル回路も根本はアナログ的現象

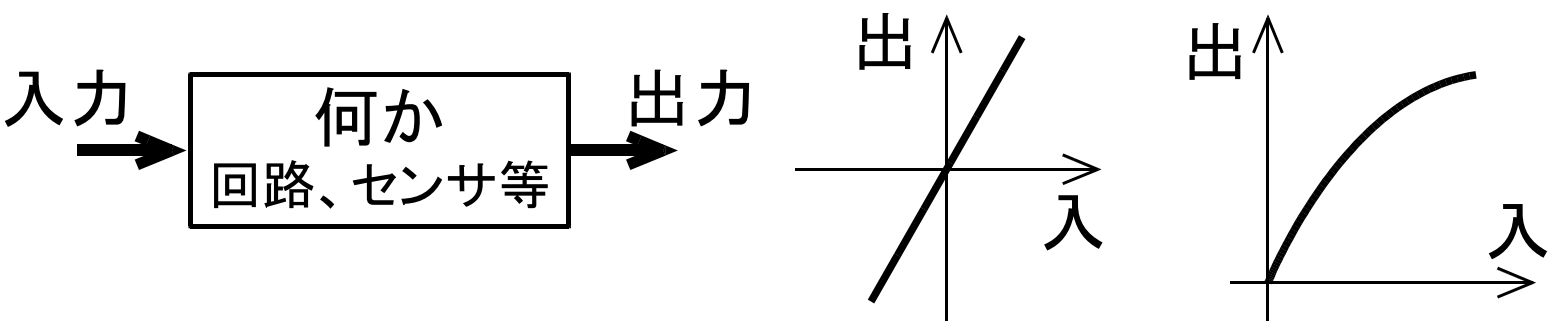
→ 理解や扱いに基礎知識として必要

アナログの特性の表現

○アナログなものの性質の表現

◇入力値と出力値の関係（時間に依存しない）

- 直流的(変化のない)状況での特性
- (想定する使用範囲で、瞬間ごとに)
  常に成立している関係
- 係数(増幅率や感度)、数式、入出力グラフ

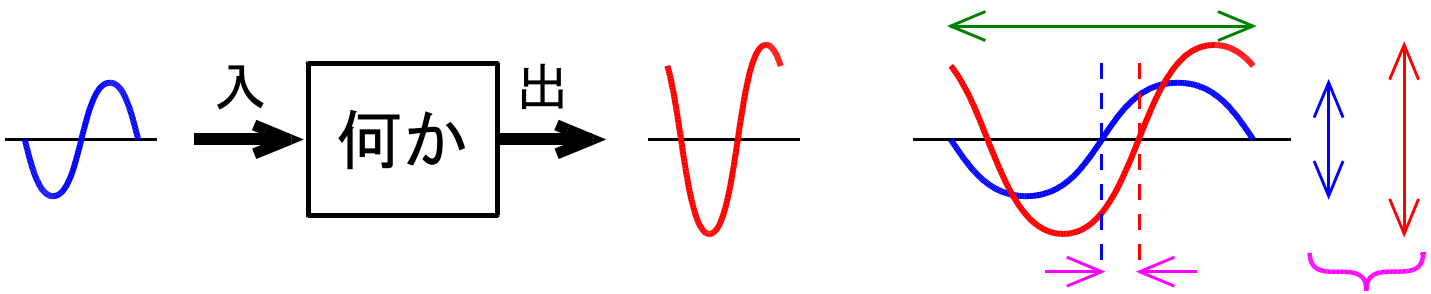


アナログの特性の表現

○アナログなものの性質の表現

◇周波数応答 （時間変化に対する特性）

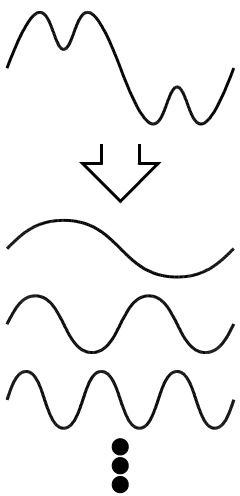
- ある周波数の正弦波を入力したときの出力を評価。→様々な周波数での反応
- 線形なら同じ周波数・周期の正弦波が出る。
- 大きさの変化と時間的ずれで評価。



周波数応答

○なぜ正弦波か？

◇信号の周波数での理解、分解



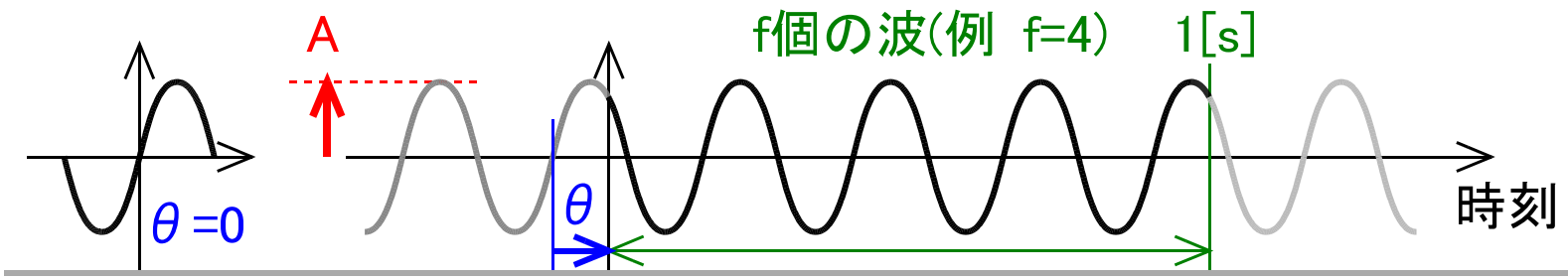
- フーリエ級数・フーリエ変換：　※＋余弦波
  任意の信号を正弦波への分解と合成
- どのくらいの頻度の現象まで対応すれば
  よいか？　例)秒10往復，6000rpm＝秒100回転
- 正弦波＆余弦波のピュアさ
  微分：　sin → cos → −sin → −cos → sin
- 他領域との親和性：振動、制御

周波数応答

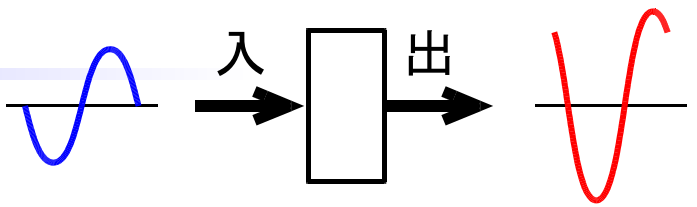
○正弦波応答

◇正弦波信号：　$x(t)=A\sin(2\pi f t+\theta)$

- x(t): 値（電圧他、対象となる物全般）
- t [s]：時間　・A：振幅　・f [Hz]：周波数(回/秒)
- θ [rad]：初期位相、時刻0[s]での値を決める
- $2\pi f t$ [rad]：　t＝0～1[s]の間に0～$2\pi f$
  ＝三角関数で、f 周期分



周波数応答



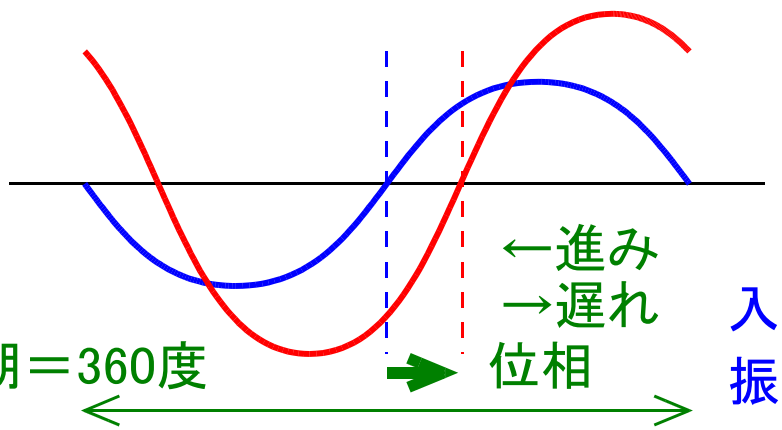
○正弦波応答

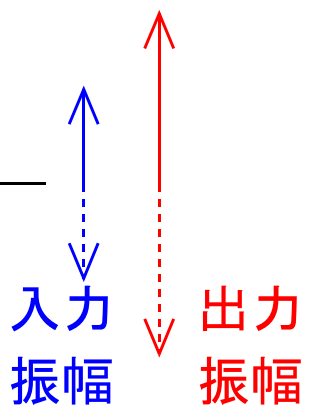
◇入出力の正弦波の比較

・振幅の比率：増幅率[倍：単位無し]

出力振幅÷入力振幅　>1:増幅　0～1:減衰

・タイミングのずれ：位相(差)[deg (rad)]　進みor遅れ





※二つの振幅

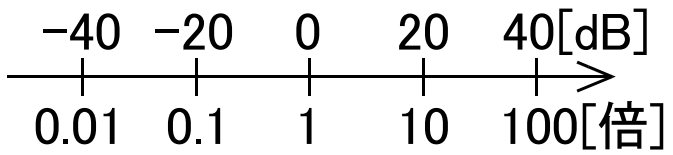
↑(片振り)振幅

↕p-p(値,振幅)

※peak-peak

周波数応答

○正弦波応答



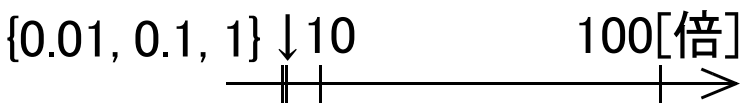
◇ゲイン[dB:デシベル]の導入

- ゲイン[dB]＝20 $\log_{10}$（増幅率）
- 主な値：

  1倍＝0[dB]　10倍＝20[dB]　100倍＝40[dB]

  0.1(1/10)＝−20[dB]　0.01(1/100)＝−40[dB]

◇デシベルの意義



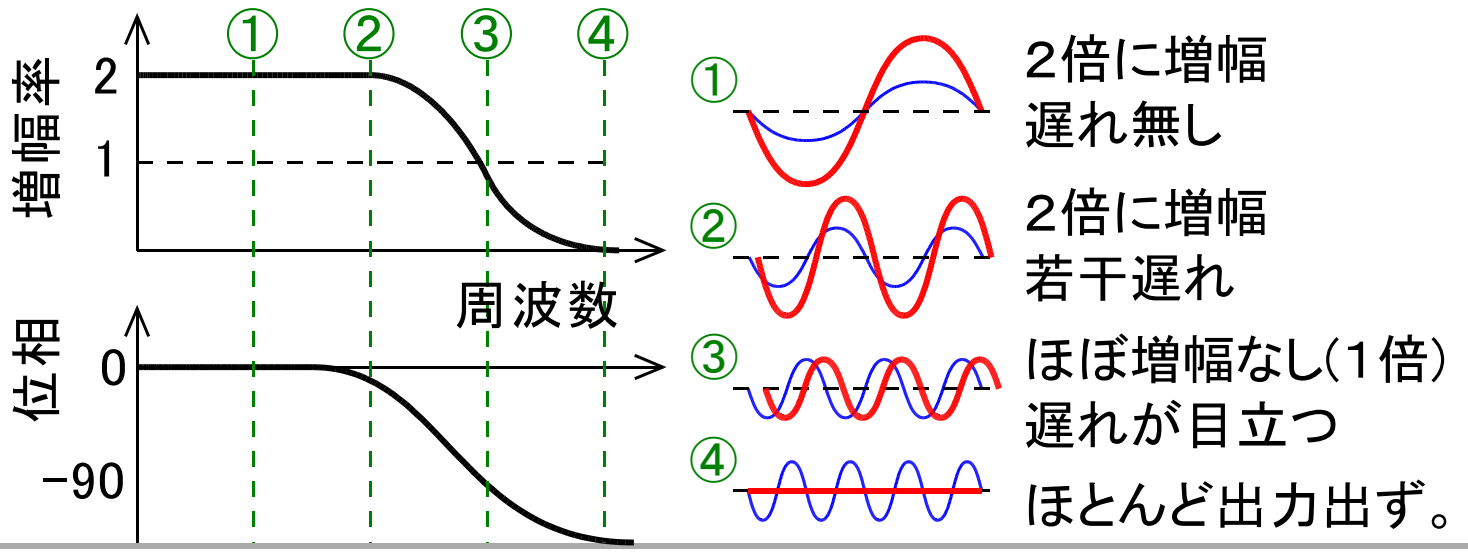
- 桁が変わるような特性を表しやすい
- 直列時：増幅のかけ算→ゲインの足し算

周波数応答

○周波数特性/周波数応答

◇周波数に対するゲイン(増幅率)と位相

- 「どこまで使えるか」(帯域)が分かりやすい。
- 信号のタイミングずれ(主に遅れ)が見える。



アナログ信号とノイズ

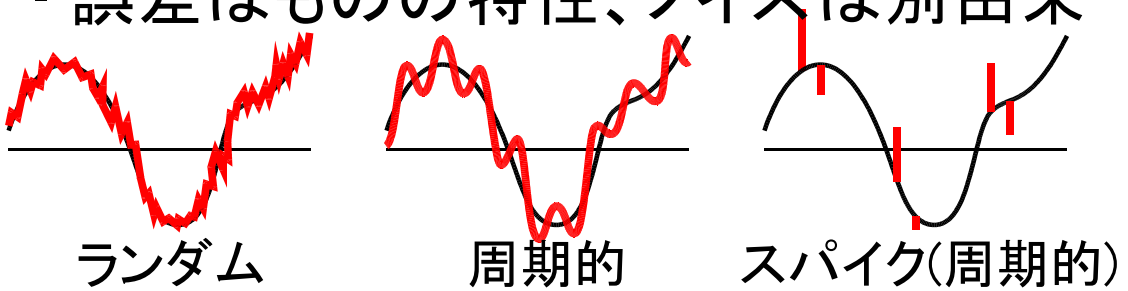
○回路に飛び込んでくる不要な信号

◇ノイズの例

- ランダムに値がぶれる（ホワイトノイズ）
- 特定の周波数の波が生じる　（例:50Hz）
- ひげ(スパイク)状の変化が生じる

◇ノイズ≠誤差

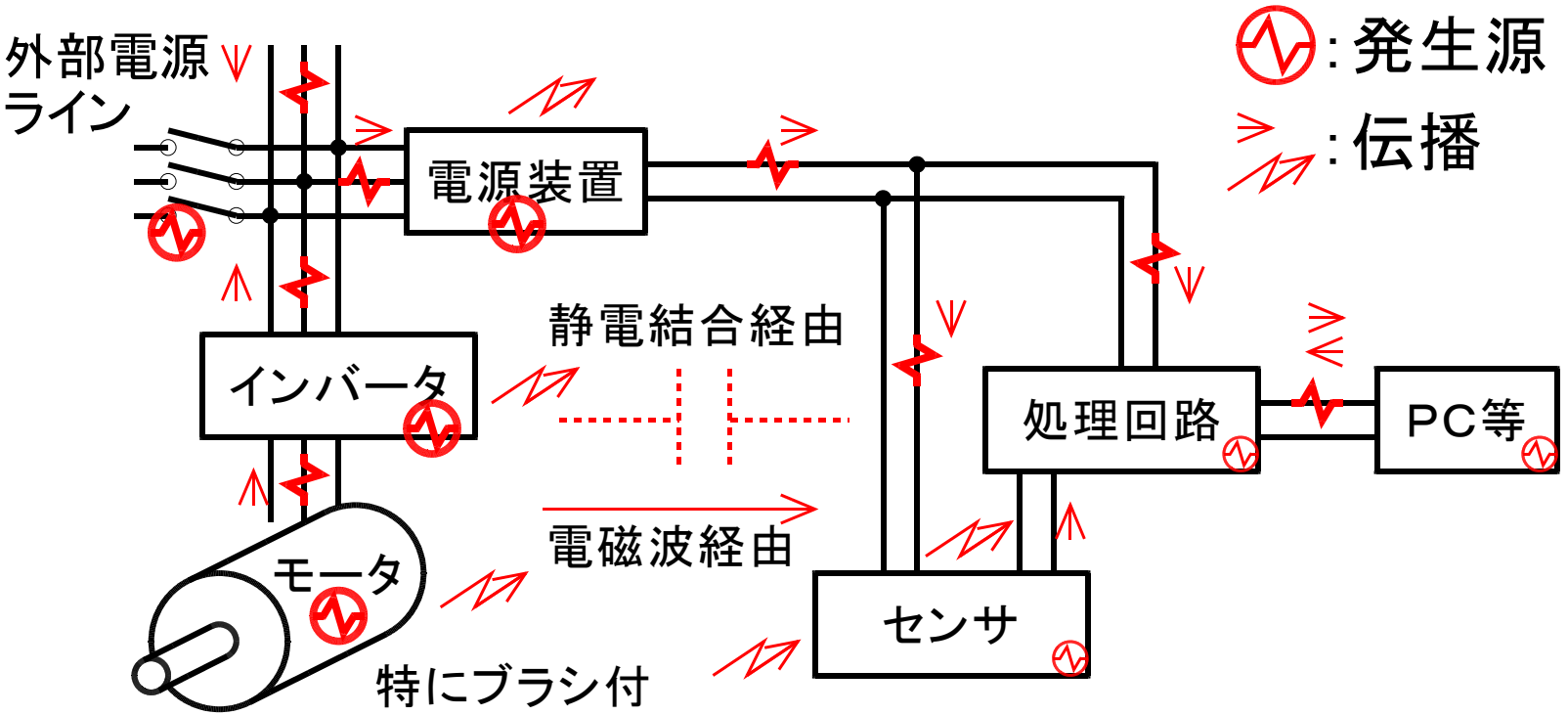
- 誤差はものの特性、ノイズは別由来



アナログ信号とノイズ

○ノイズの発生原因と影響

◇発生源と伝播経路

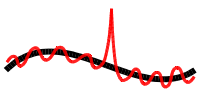


アナログ信号とノイズ

○ノイズの問題と対応

↓の影響が少ないことが
デジタルの利点

◇ノイズの問題



・アナログ信号は電圧などが値そのもの

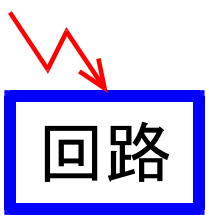
→ ノイズが加わると値が変わる

残↓



・一般には完全に除去できない＝入ったら終

◇ノイズへの対応



・入らないようにする。

発生源の対応、ノイズを受けにくくする。

シールド
＝導電囲い

・フィルタなどで除去する。