

機械知能工学科
メカトロニクス総合

第13回

MC-13/Rev 15-1.0

アナログデジタル変換

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

○アナログデジタル変換の動作 と 選定

◇AD変換の方法を一つは説明できる。

- ・コンパレータ ヒステリシスコンパレータ
- ・逐次比較型 フラッシュ $\Delta \Sigma$ 二重積分

◇変換時間、サンプルホールドについて

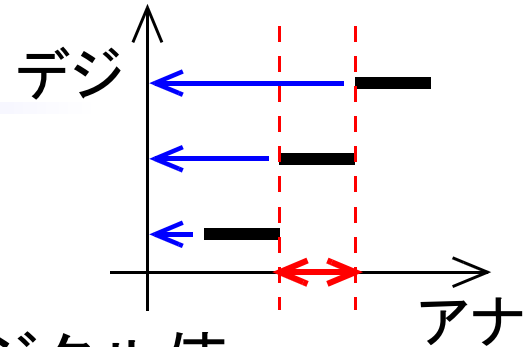
説明できる。

- ・変換を補助する回路と動作タイミング

◇AD変換の大まかな選定に目安をつけられる。

- ・目的に応じた性能の決定と選定

アナログ電圧のデジタル化

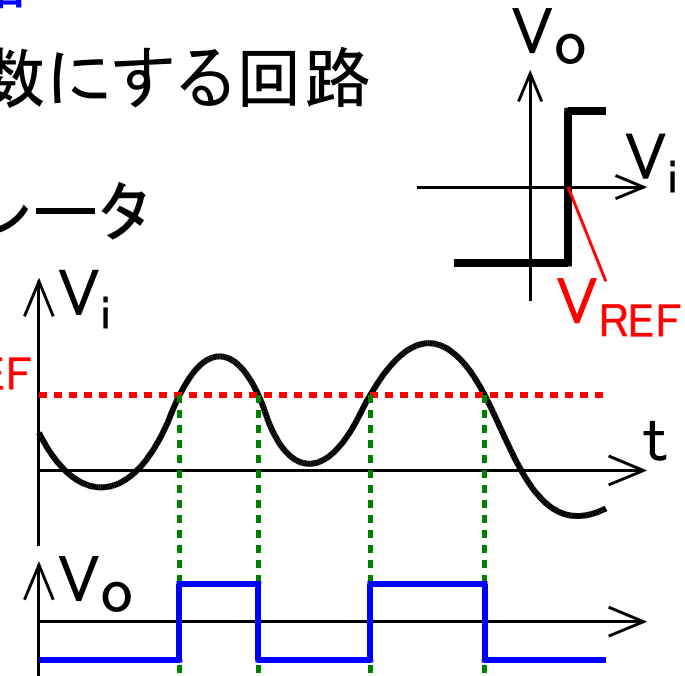
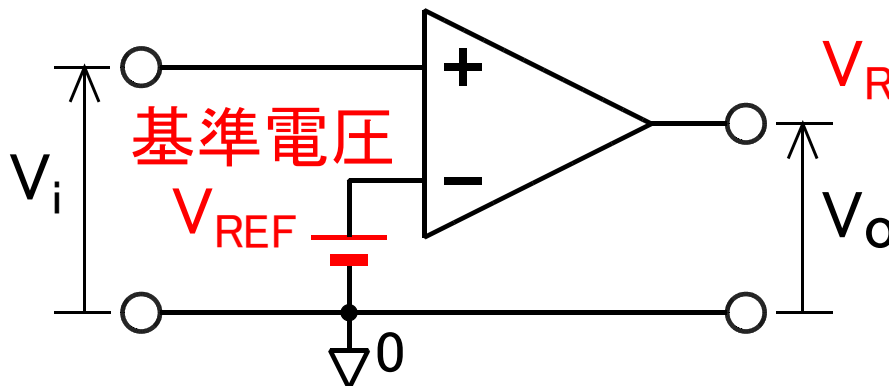


○基準との大小比較

◇ある電圧の範囲 → あるデジタル値

- ・ 電圧の比較判定回路
- ・ 比較した結果を2進数にする回路

◇電圧比較回路:コンパレータ

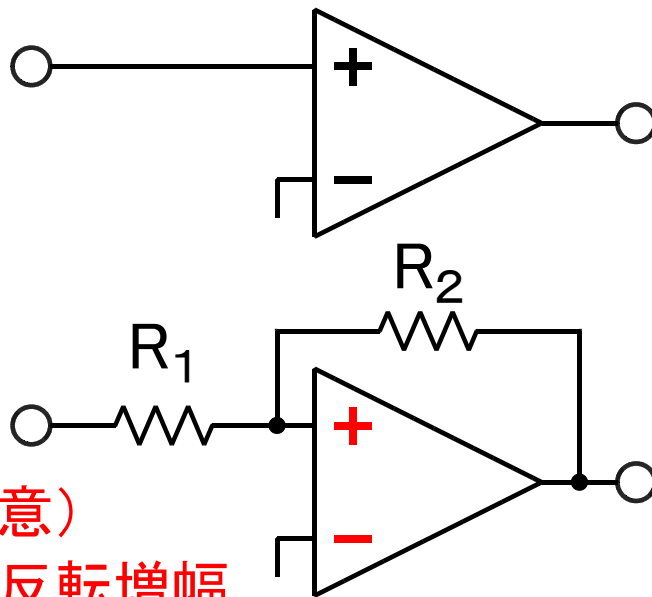


電圧比較回路：コンパレータ

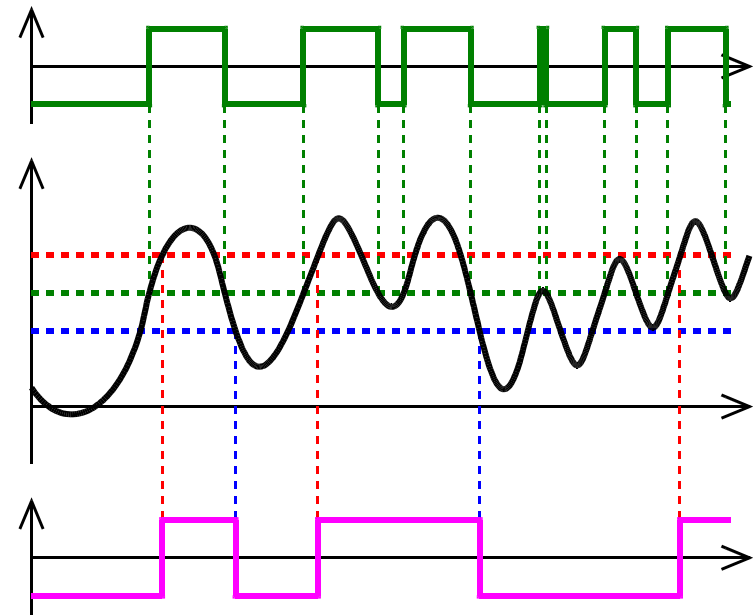
○コンパレータ と ヒステリシスコンパレータ

◇コンパレータ： 一つの基準^{しきいち}(閾値)と比較

◇ヒステリシス～： 上下二つの基準



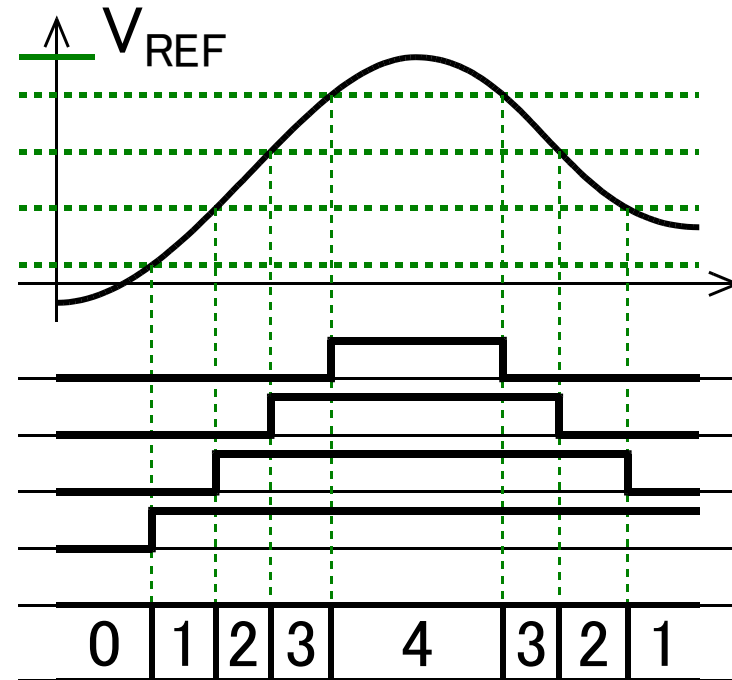
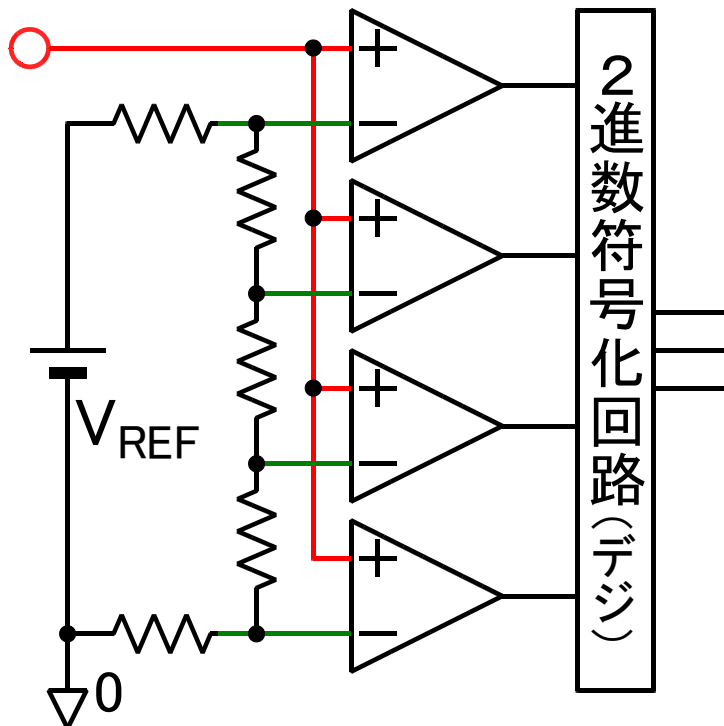
注意)
≠反転増幅



アナログデジタル変換：フラッシュ型

○一発で変換する高速型

◇抵抗による分圧＋多数の比較器＋符号化



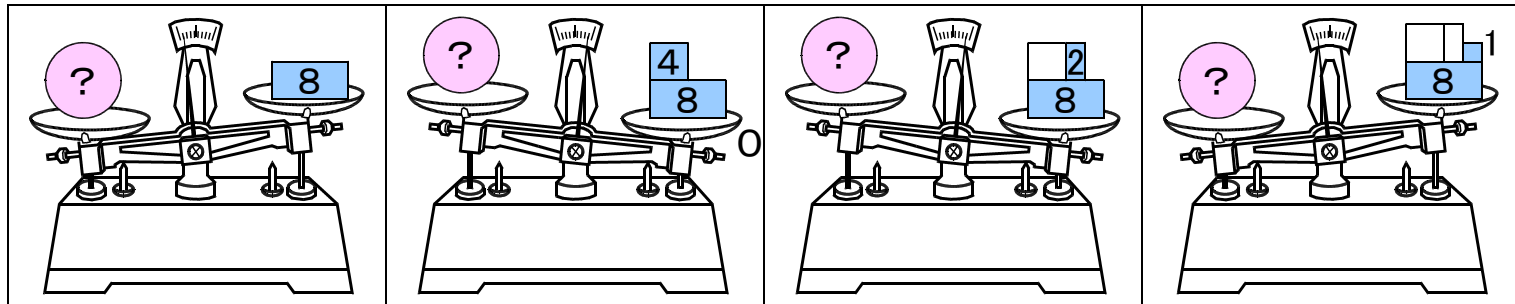
アナログデジタル変換：逐次比較型

ちくじひかく

○上皿天秤的にデジタル値を決めていく

◇上皿天秤の方法(ただし2進数的)

- ・一番大きなおもりを載せ、対象がより重ければそのまま、対象が軽ければ除去
- ・次に重いおもりを載せて判定→つづく



8より大きい

→8+

8+4より小さい

→+4は除去

8+2より小さい

→+2は除去

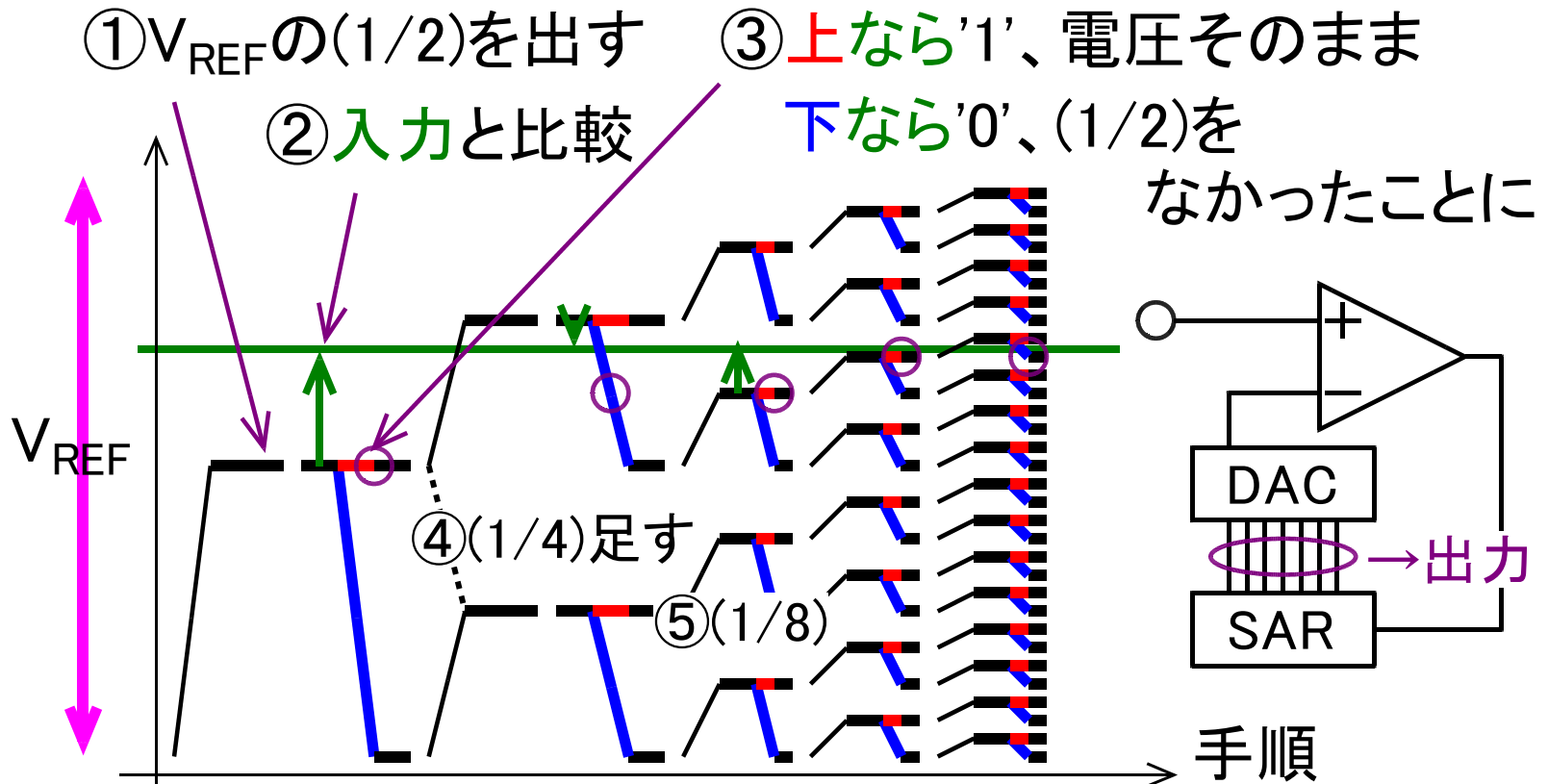
8+1より大きい

→結果8+1=9

アナログデジタル変換：逐次比較型

○動作の経過イメージ

上下上下下
= 10110



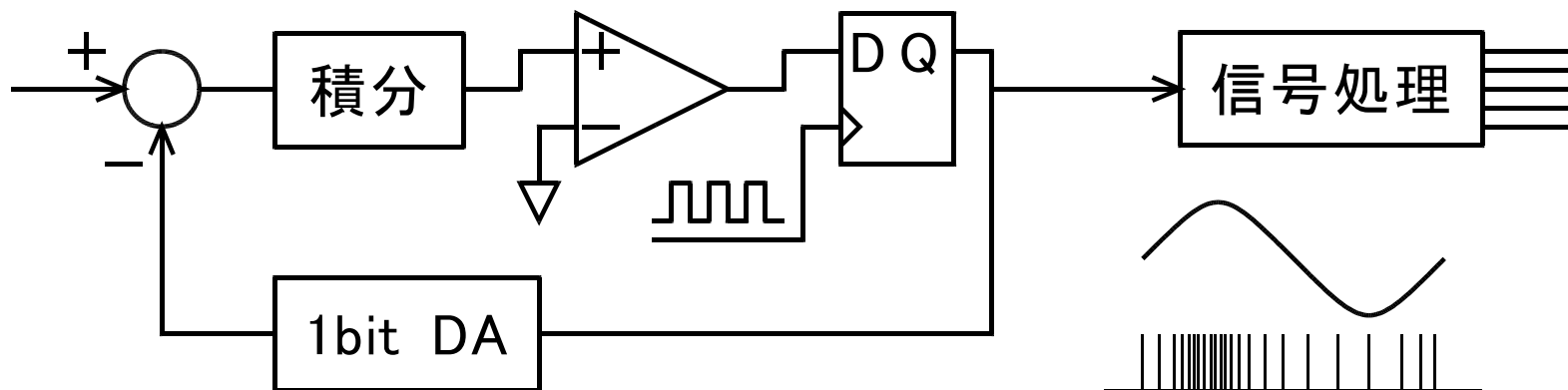
アナログデジタル変換： $\Delta \Sigma$ 型 ($\Sigma \Delta$)

でるたーしぐま

○1ビット出力＋信号処理

◇変換結果は0/1の時間方向の密度に

- ・ **シンプル** → **高精度にしやすい**
- ・ 0/1列から一般的な変換値(多ビット)にするために**デジタル信号処理が必要**。

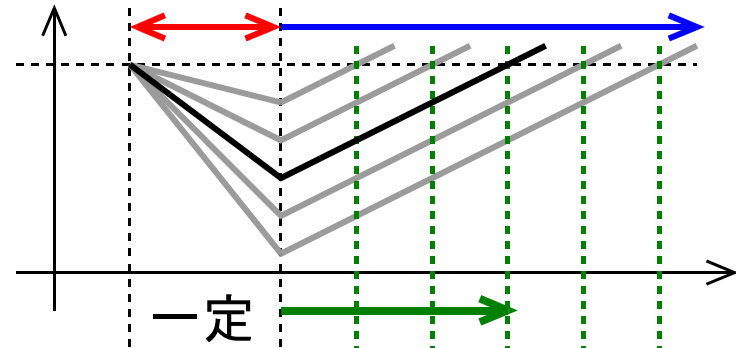
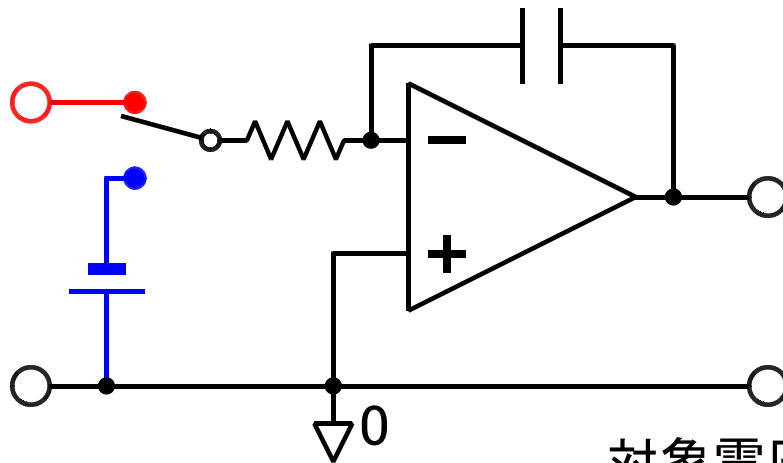


アナログデジタル変換：二重積分

○積分回路→時間→時間カウント

◇動作の概要

- ・対象の電圧を一定時間積分する
- ・基準電圧(逆符号)で積分する → 時間測定



時間測定 $\propto$ 入力電圧

対象電圧 $\times$ 一定時間 = 既知電圧 $\times$ 測定時間

アナログデジタル変換：方式比較

○方式ごとの利点欠点→用途

◇逐次比較 → 汎用；多くの用途、マイコン内蔵
○ 回路小＝コスト低 △ 変換時間($\propto$ ビット数)

◇フラッシュ → 高速用途；映像、計測器
○ 超高速 × 回路規模($\propto 2^N$)

◇ $\Delta \Sigma$ → 計測、オーディオ等
○ 高分解能高精度 × 遅め、信号処理多

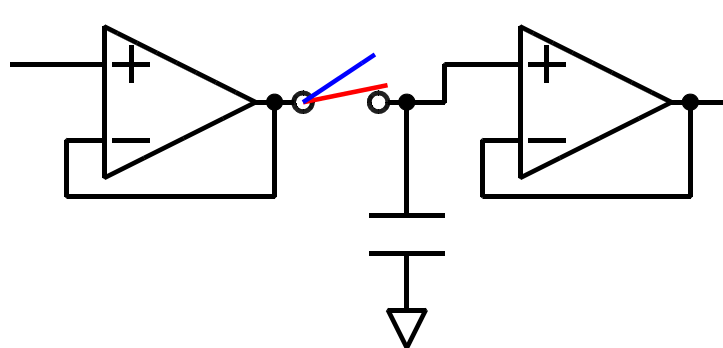
◇二重積分 → テスタ、メータ類
○ 積分の耐ノイズ性、高精度 × 遅い

サンプルホールド回路(トラックホールド)

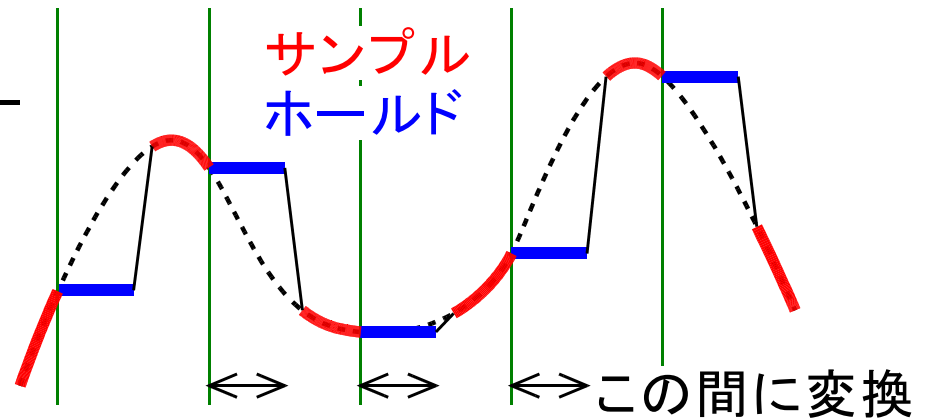
○変換中の電圧維持

◇AD変換には時間がかかる

- ・ 逐次比較は変換中に電圧が変わるとNG
→ 変換中は電圧を一定に保つ仕掛け必要
- ・ サンプル: 入力追従 ホールド: 保持



SH回路原理

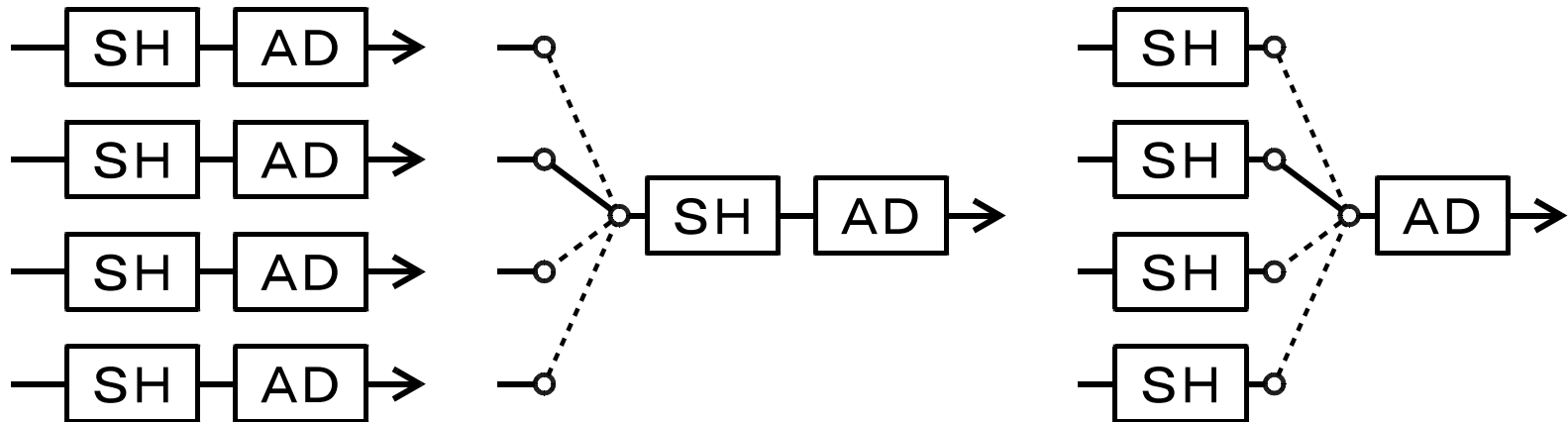


マルチプレクサ（入力切替回路）

○複数のアナログ電圧を変換したい

◇二つの方針

- ・ AD変換を**たくさん並べる**→高い
 - ・ スイッチで**切替ながら順次変換**する→遅く
- ※SW→SH or SHで同時ホールド→SW

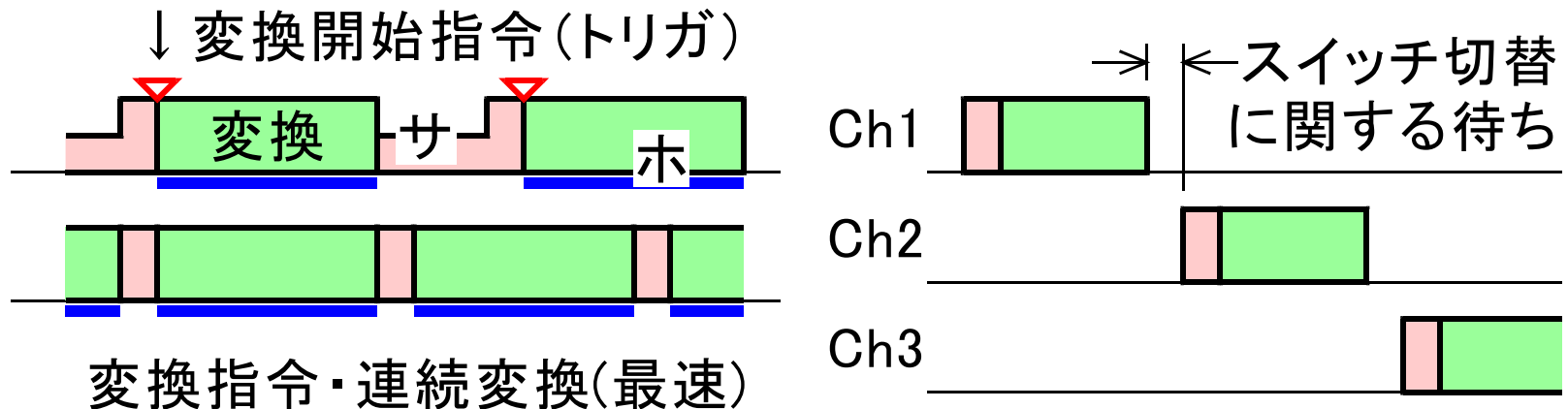


アナログデジタル変換のタイミング

○サンプル＋変換（＋切り替え）

◇それぞれに最低限の時間が必要

- ・変換時間： ADそのものの所要時間
- ・サンプル時間： ホールド解除→追従
- ・スイッチ切り替えの時間（含むサンプル追従）



アナログデジタル変換の選定

○変換したいものの仕様の確認

◇**電圧範囲** → ADの選定(＋回路の設計)

- ・何[V]～何[V]を変換したいか

◇**分解能** = どのくらい細かく変換したいか → AD

- ・電圧範囲[V] ÷ 細かさ[V] < 2のビット数乗
- ・精度も要チェック **分解能 ≠ 精度**

※有効桁数、一般に速度を上げると低下

◇**変換の速度** → ADの選定

- ・変換の周期、1秒あたりの変換数[Hz,sps]

アナログデジタル変換の選定

○変換速度

◇サンプリング周波数 f_s の決定

- ・目安：測定したい信号の最高周波数の10倍
※含む：ある程度の波形 ; 正弦波なら4倍

◇チャンネル数の考慮

- ・AD並列式：Ch数の影響無し
- ・切替式：ADの性能 $\div$ (Ch数 $\times \alpha$)

α : 1.1 ~ 1.5くらい ; 切替にかかる時間

◇同時性の必要性の有無

アナログデジタル変換の選定

○ものとしてのAD変換の種類

◇**単独の装置**（データロガー、デジタルオシロ）

- ・装置の仕様を確認、**記憶容量**も確認

◇**パソコン接続型**（USB接続・拡張ボード型）

- ・**パソコン本体との絶縁**の確認（一般に**非絶縁**）
- ・いずれも入力特性は要注意

◇**マイコン内蔵AD変換器**

◇**単独のAD変換器(IC)**

- ・回路設計の必要性、要電氣的配慮