

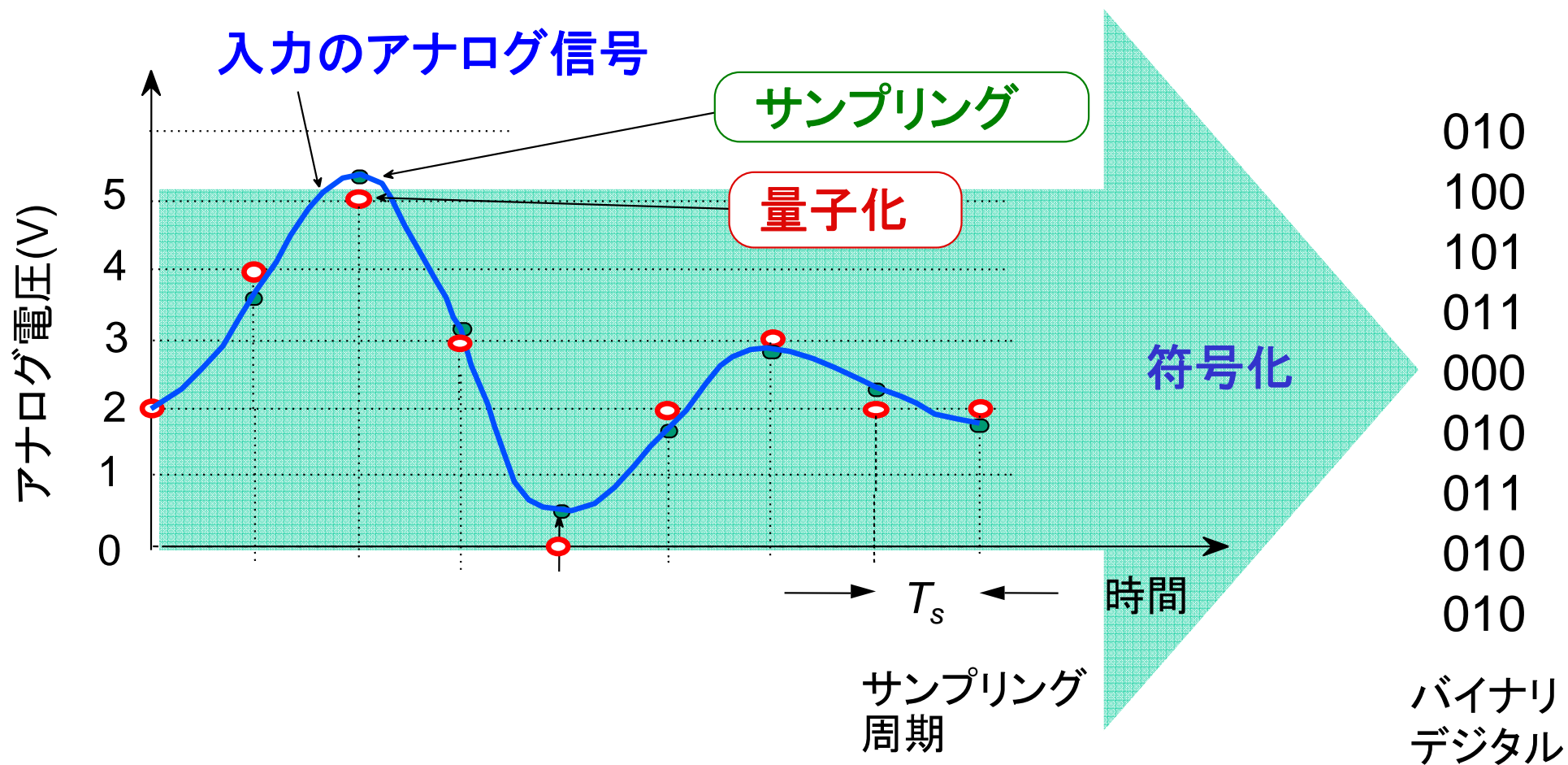
# 第10章

## AD／DA変換器

Analog-to-Digital Converter

Digital-to-Analog Converter

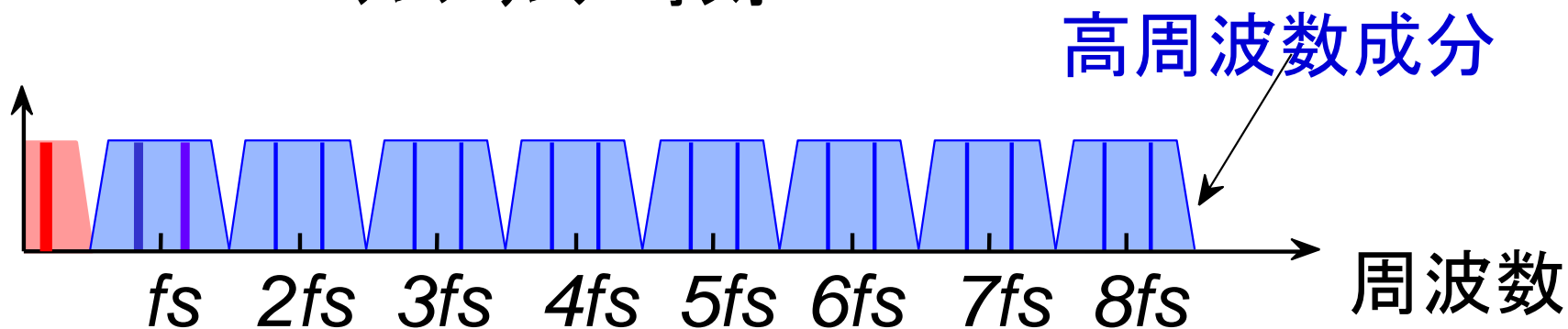
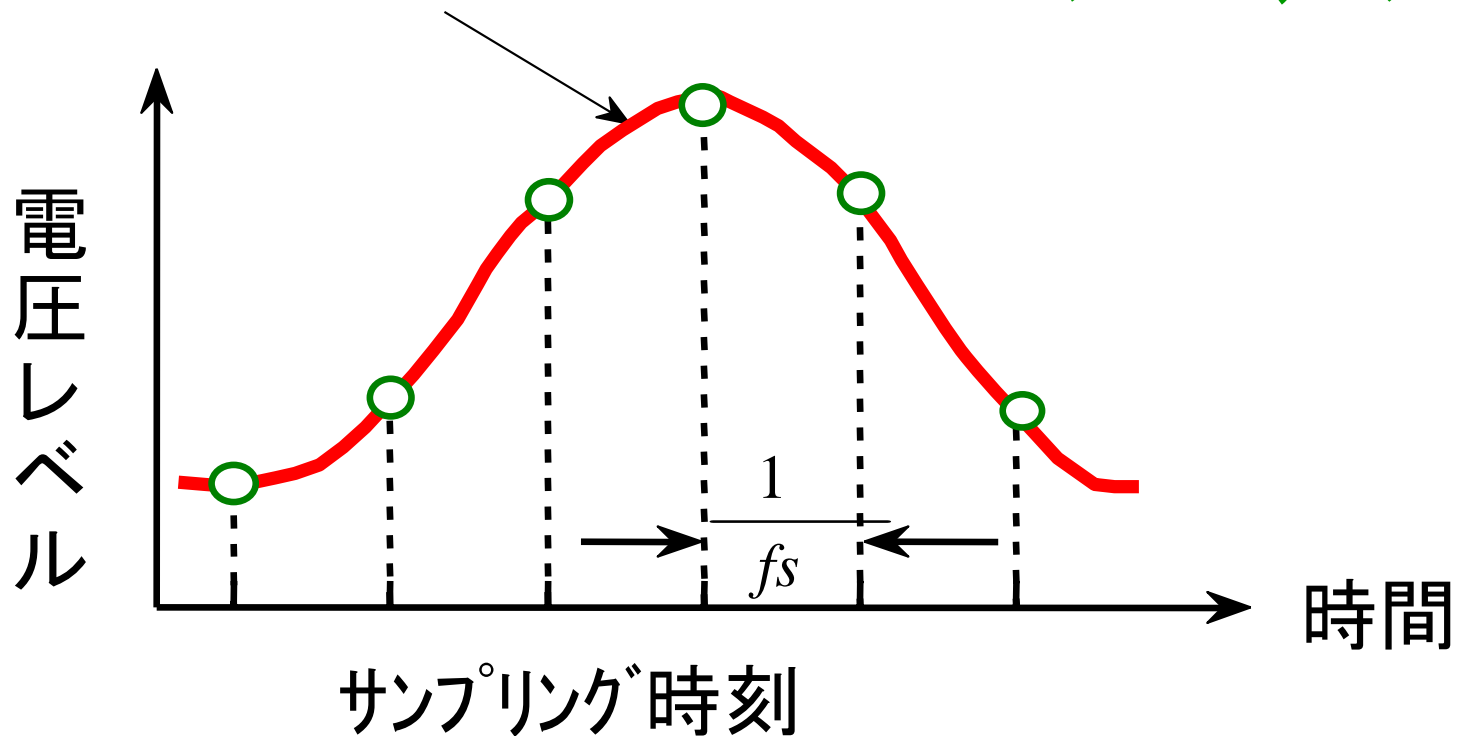
# AD変換の基本オペレーション



# サンプリングによる高次成分発生

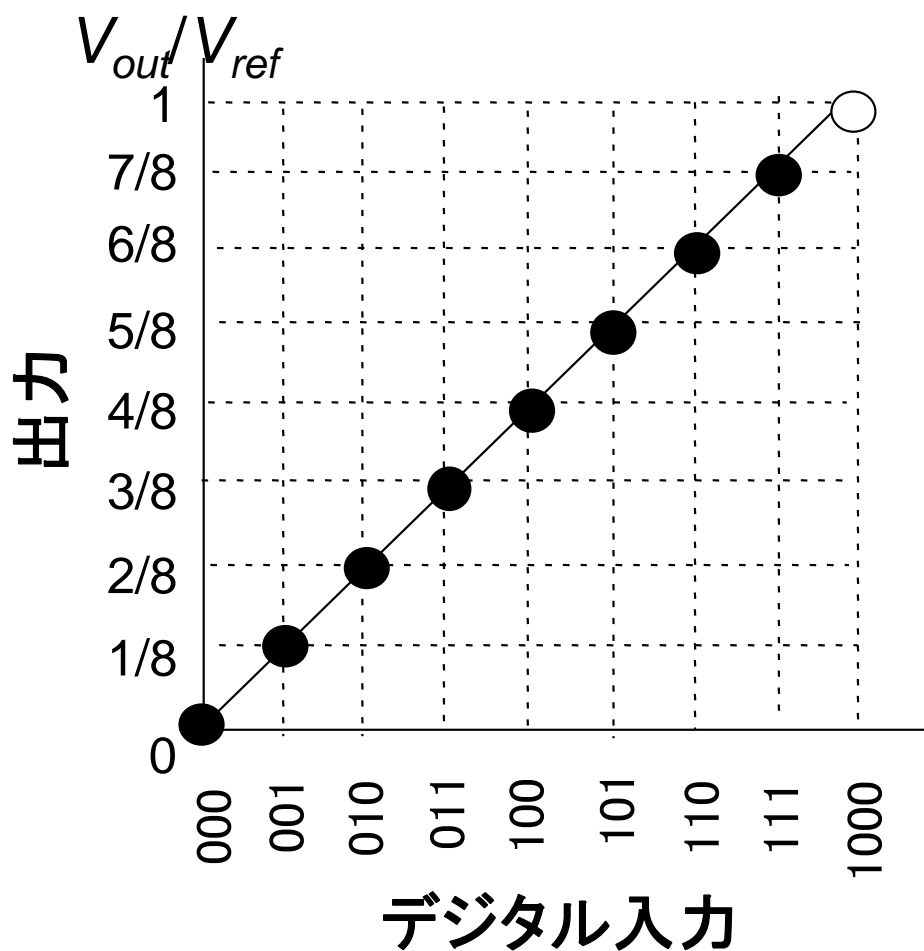
入力アナログ波形

○サンプリング電圧

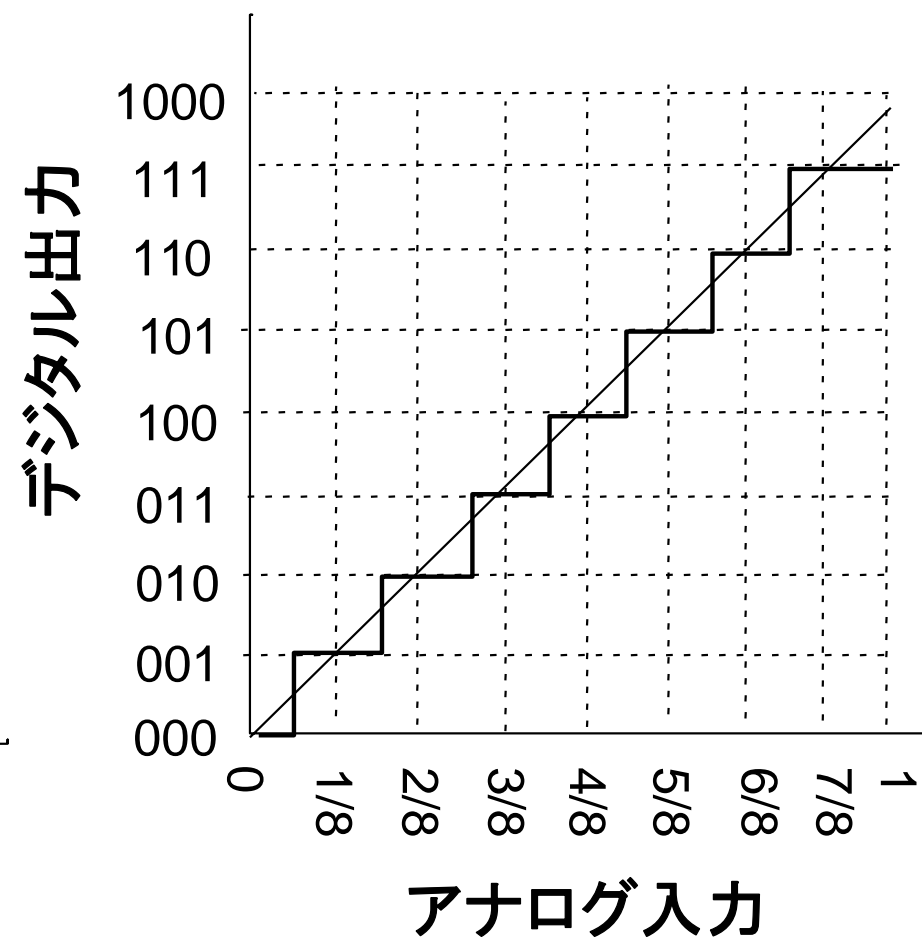


# 理想DA変換器

$$V_{out} = \frac{V_{ref}}{2^n} \sum_{i=1}^n b_i 2^{i-1}$$



# 理想AD変換器



# DA変換器の回路方式

## ナイキストサンプリング

容量アレイ型

抵抗ストリング形

電流加算

R-2R抵抗ラダー形

## オーバーサンプリング

ビットストリーム型

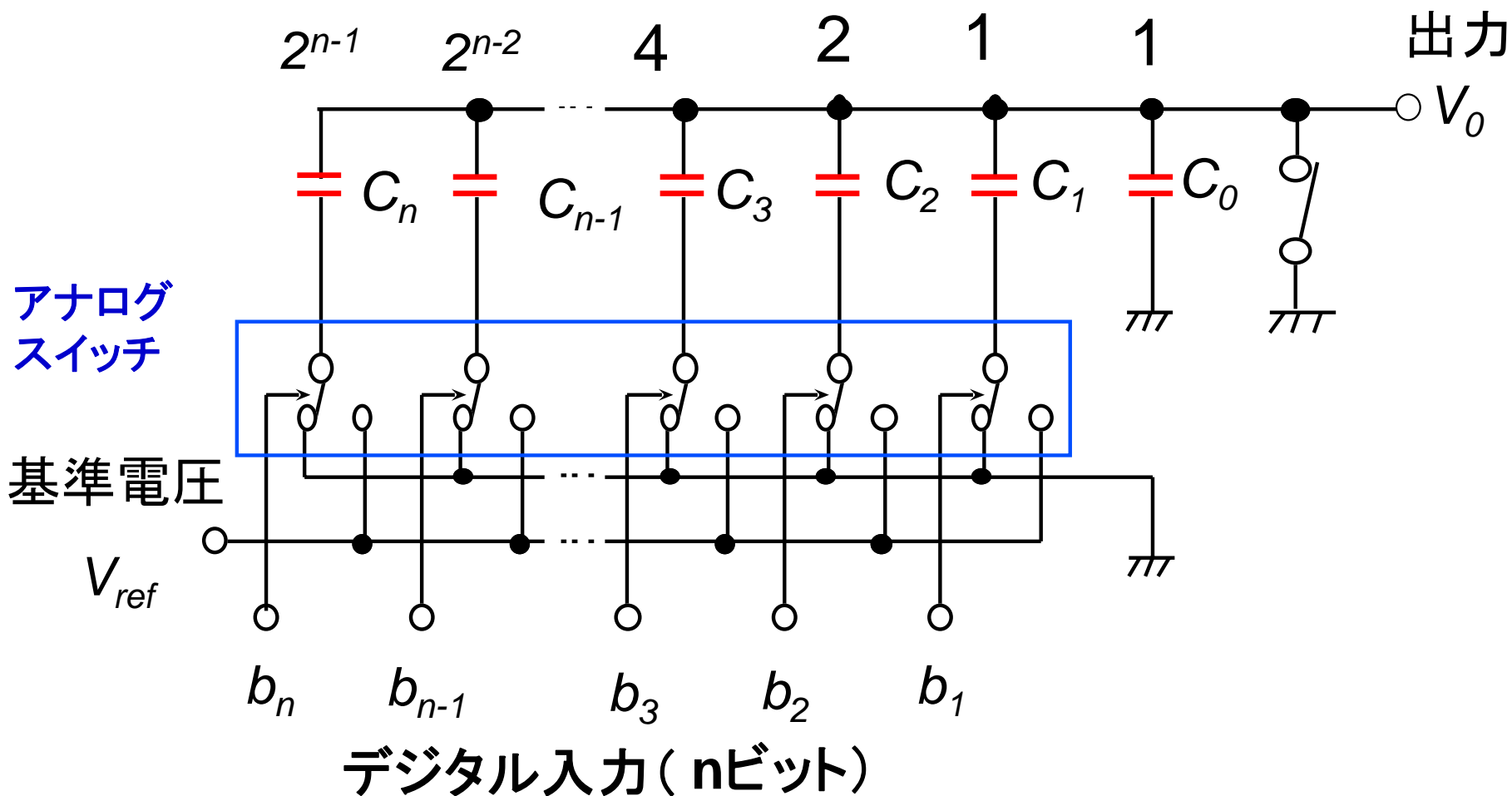
PWM型

# 容量アレイDA変換器

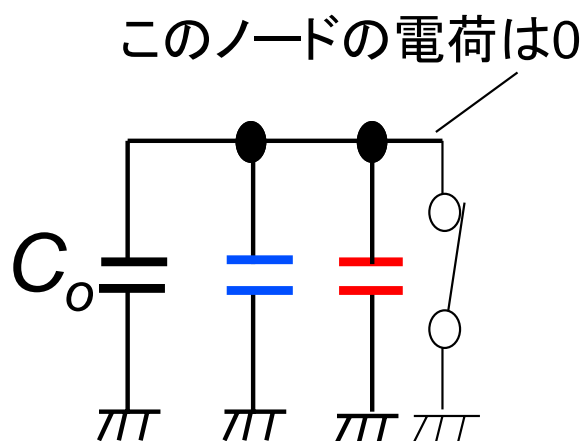
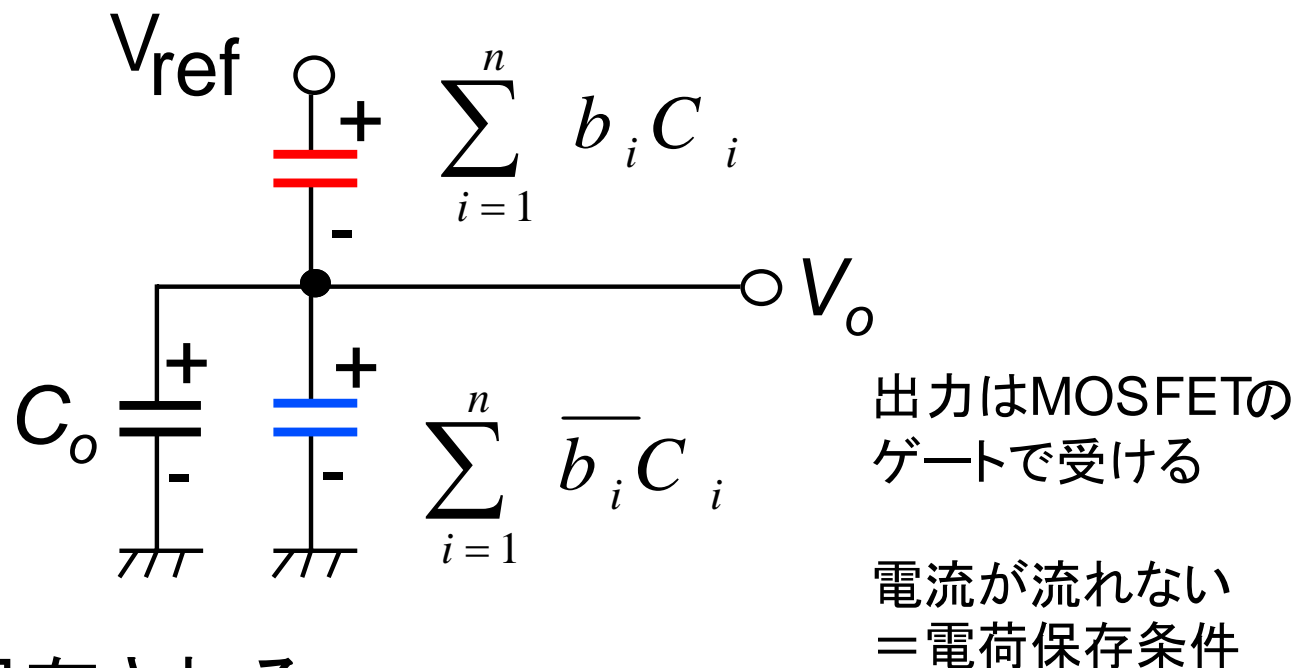
## 2進重み付け容量アレイ

$$C_i = 2^{i-1} C_0$$

### 容量の比率



## 容量アレイDA変換器の動作

リセット動作

電荷0の状態が保存される

$$V_o (C_0 + \sum_{i=1}^n \overline{b_i} C_i) - (V_{ref} - V_o) \sum_{i=1}^n \overline{b_i} C_i = 0$$

## 容量アレイDA変換器の動作原理

電荷再配分の原理  
Charge Redistribution

$$V_o = \frac{\sum_{i=1}^n b_i C_i}{C_o + \sum_{i=1}^n b_i C_i + \sum_{i=1}^n \overline{b}_i C_i} V_{ref}$$

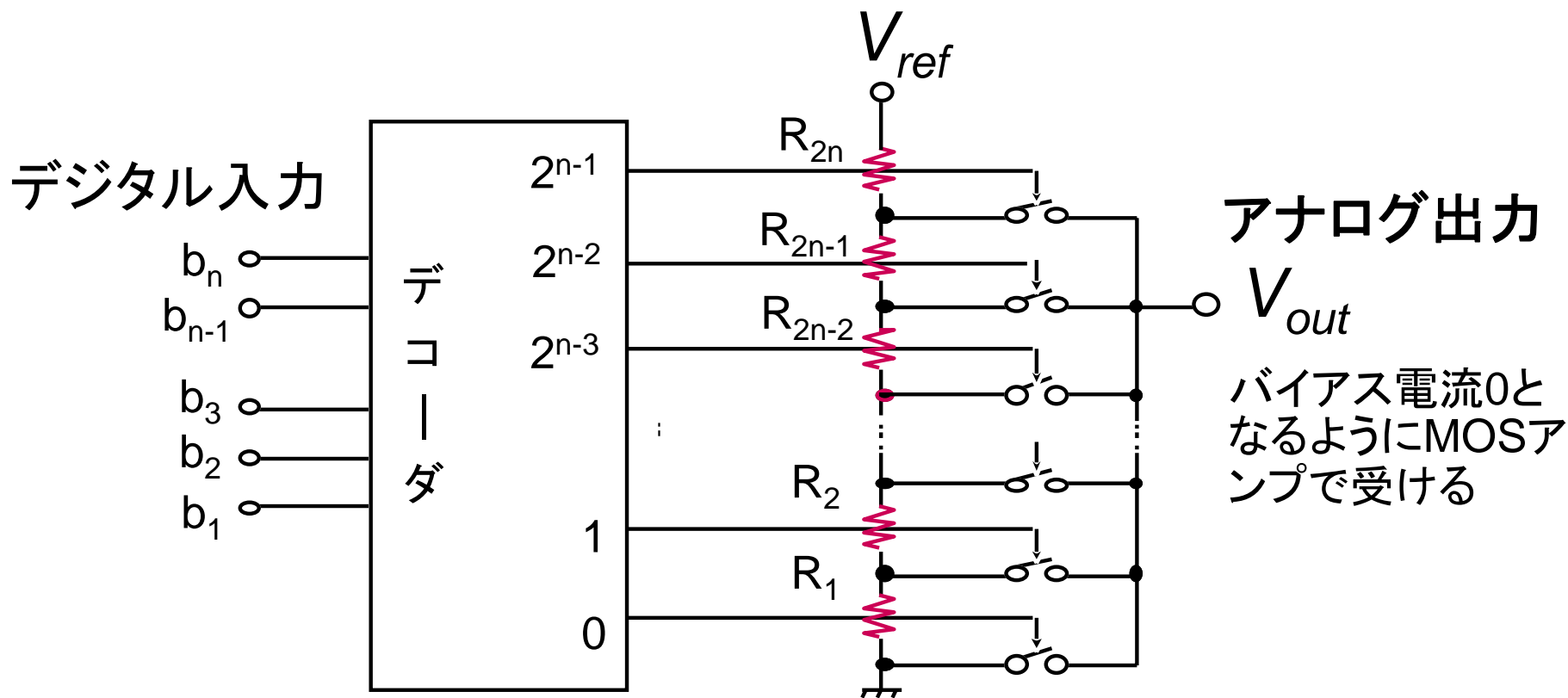
分母は全容量

$$= \frac{V_{ref}}{2^n} \sum_{i=1}^n b_i 2^{i-1}$$



# 抵抗ストリングDA変換器

単位抵抗を直列に接続して基準電圧を分割して、デジタル信号により選択して電圧を出力する。



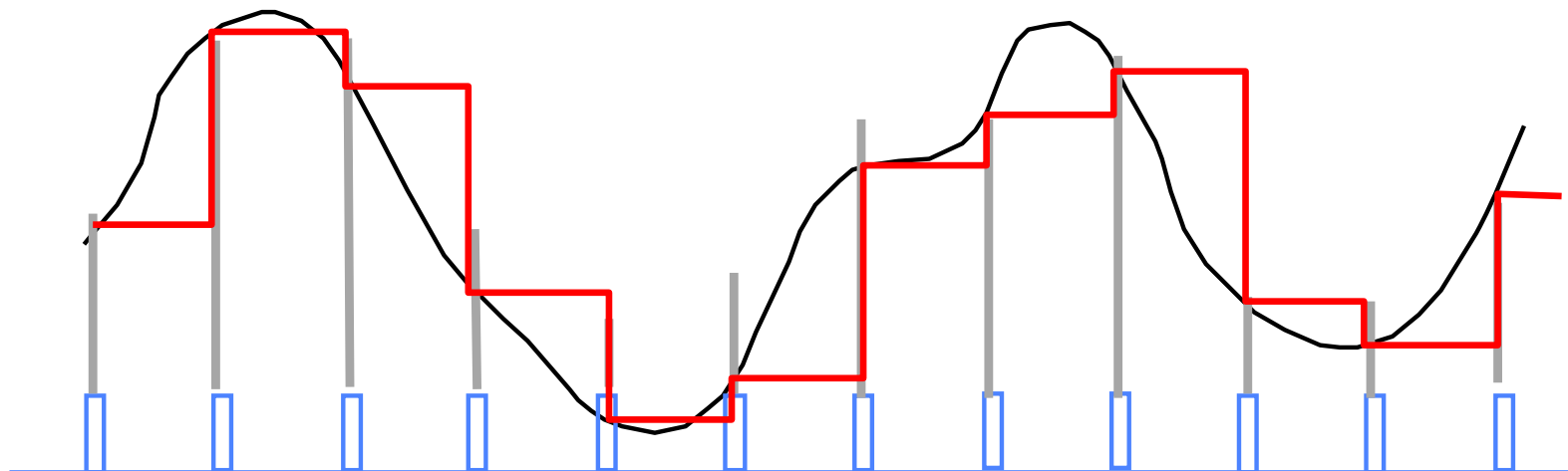
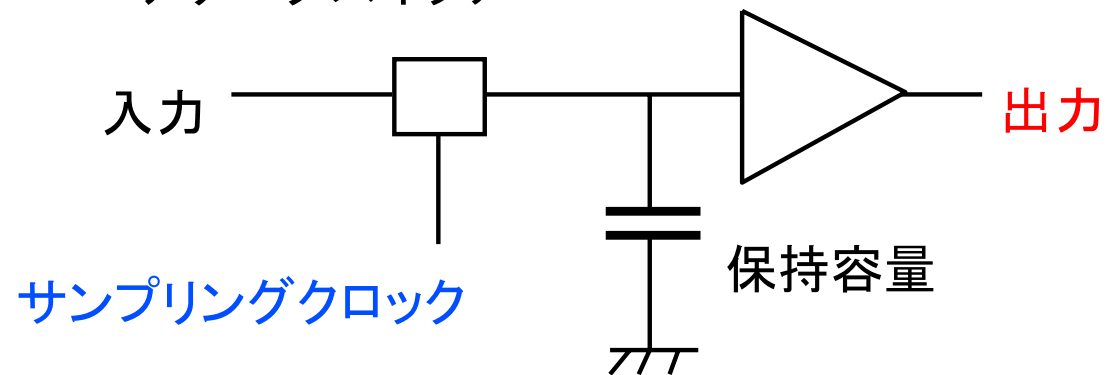
電圧分割の原理

$$V_o = \frac{V_{ref}}{2^n} \sum_{i=1}^n b_i 2^{i-1}$$

# サンプルホールド(S/H)回路

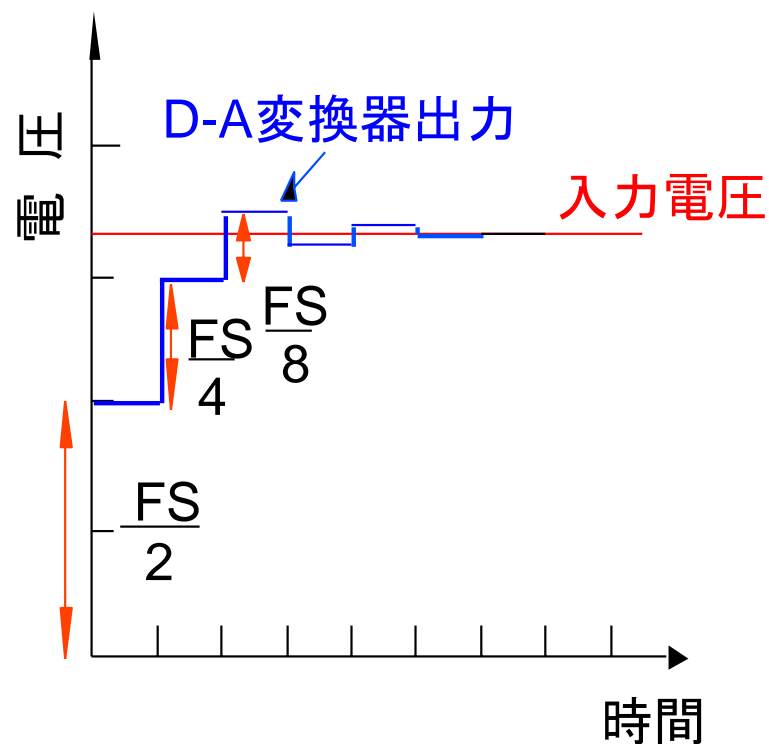
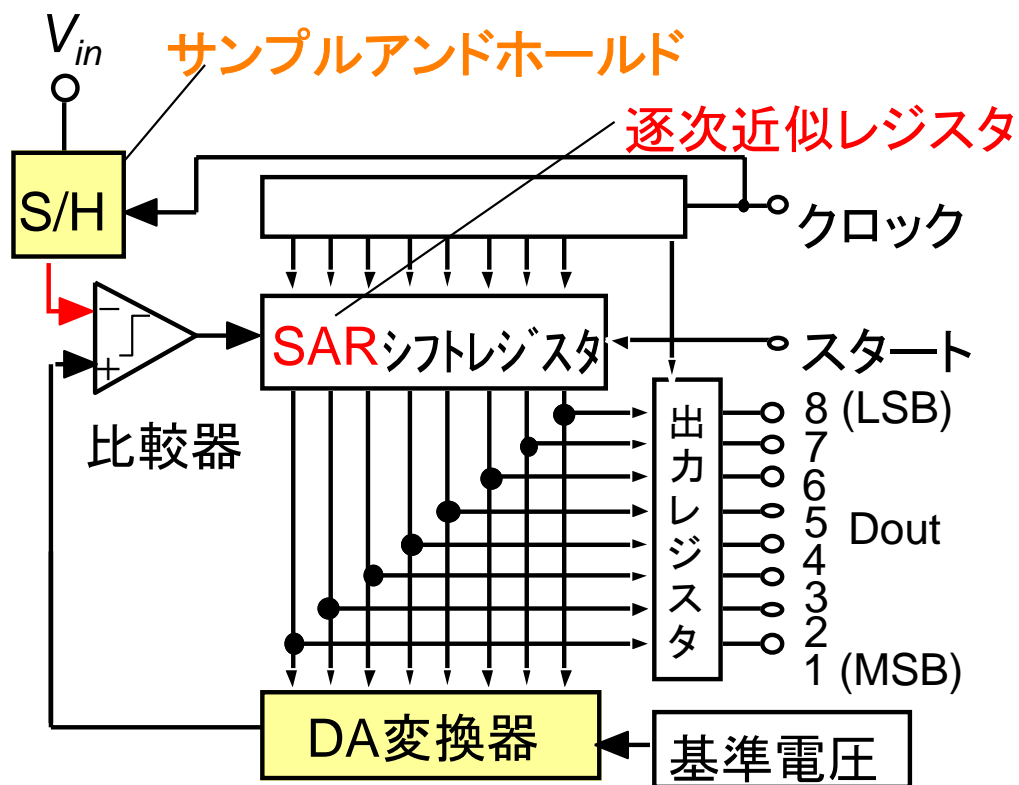
CMOSトランスファゲートと同じ回路  
アナログスイッチ

バッファアンプ  
(利得=1)

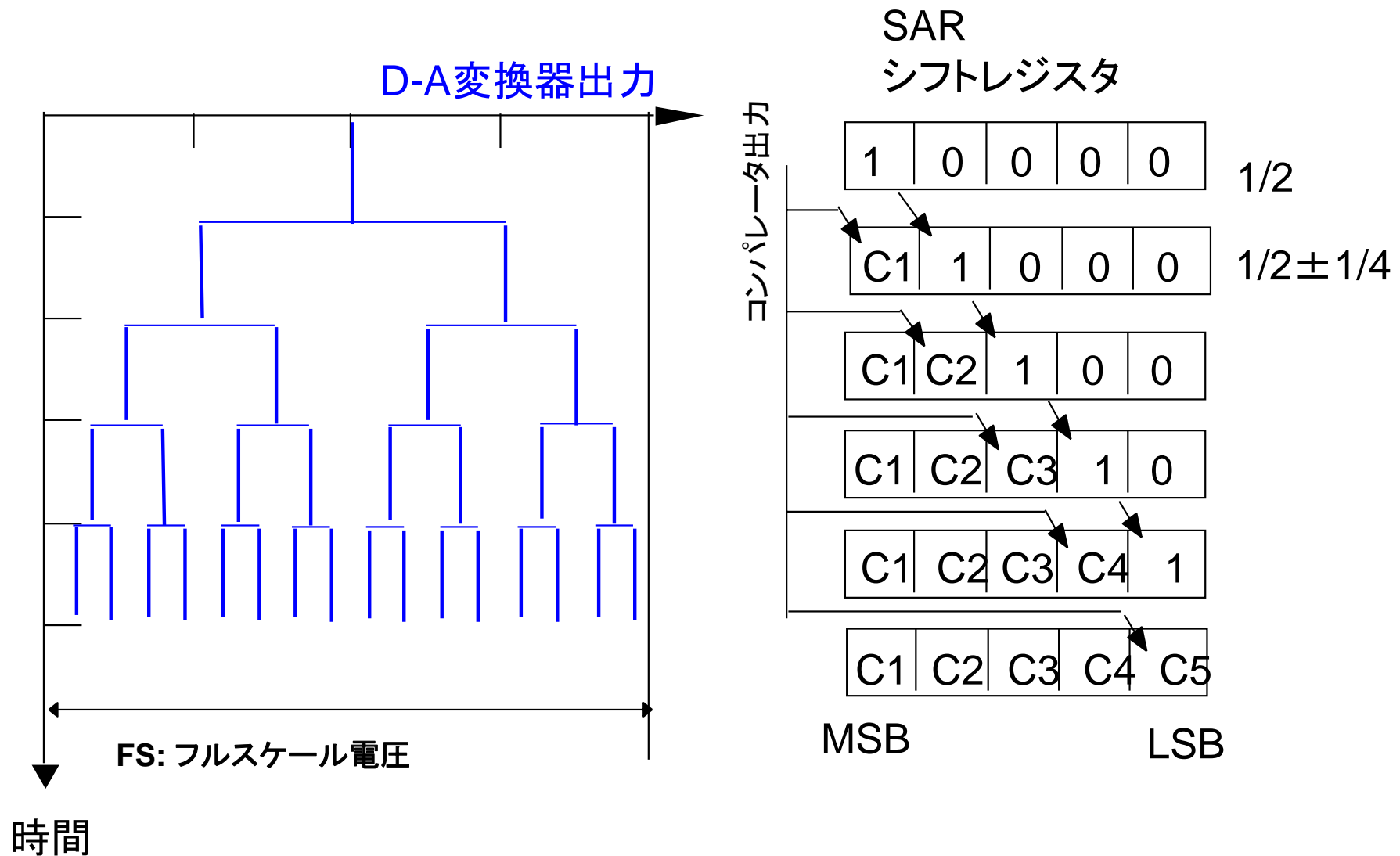


# 逐次比較形AD変換器

入力電圧を**サンプルホールド(S/H)**して一定に保つ。  
 DA変換器で $1/2FS$ の電圧を発生して,入力電圧と比較して,  
 最上位ビットを入力 $> 1/2FS$ なら"1", 逆なら"0"とする。  
 次に $(1/2+1/4)FS$  or  $(1/2-1/4)FS$ の電圧を発生して入力と比較して,  
 2番目のビットを同じように"1","0"と決める。  
 この動作をn回繰り返して行うことによりAD変換する。



# 逐次比較の動作

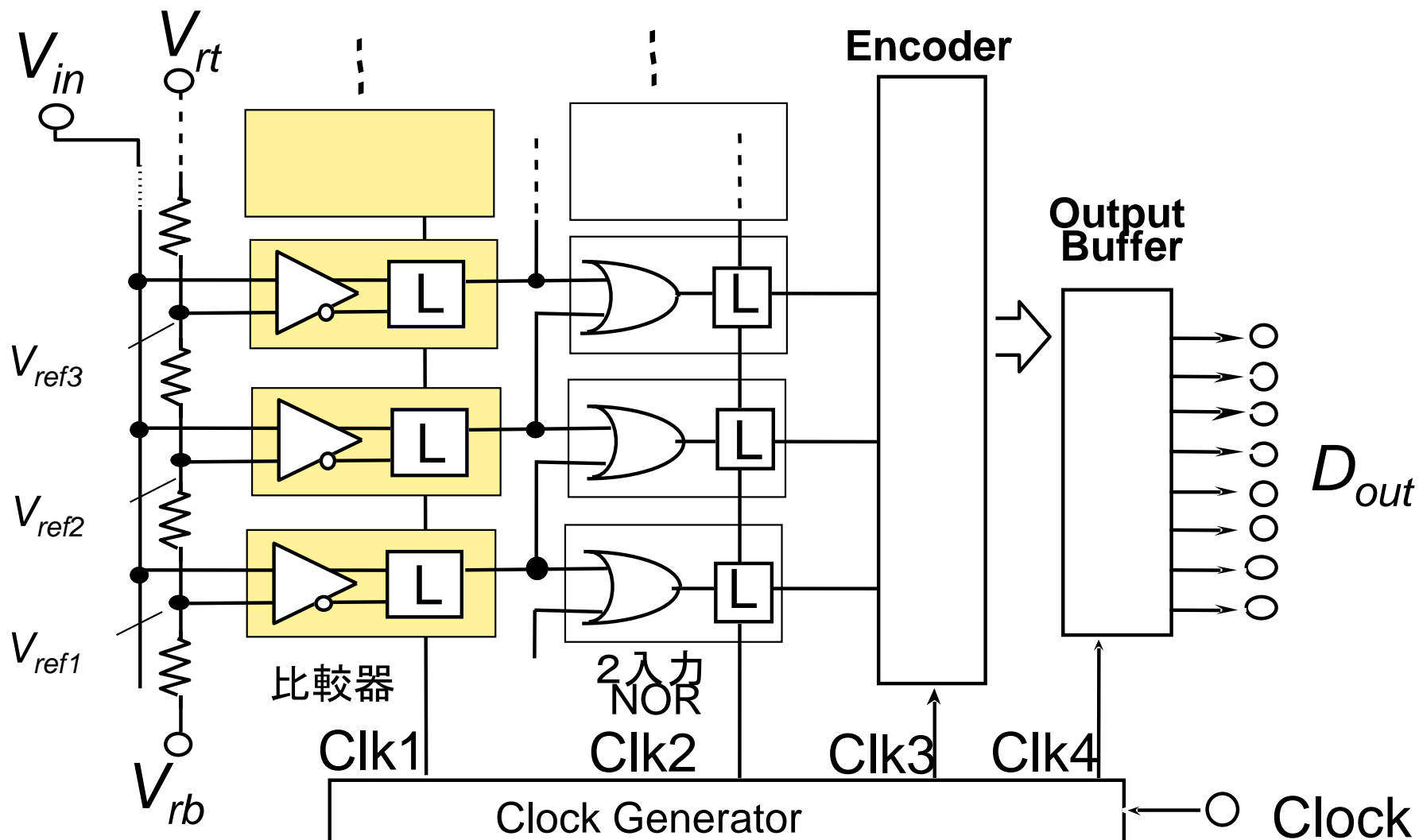


S/Hがないとどうなるか

# 並列比較型AD変換器

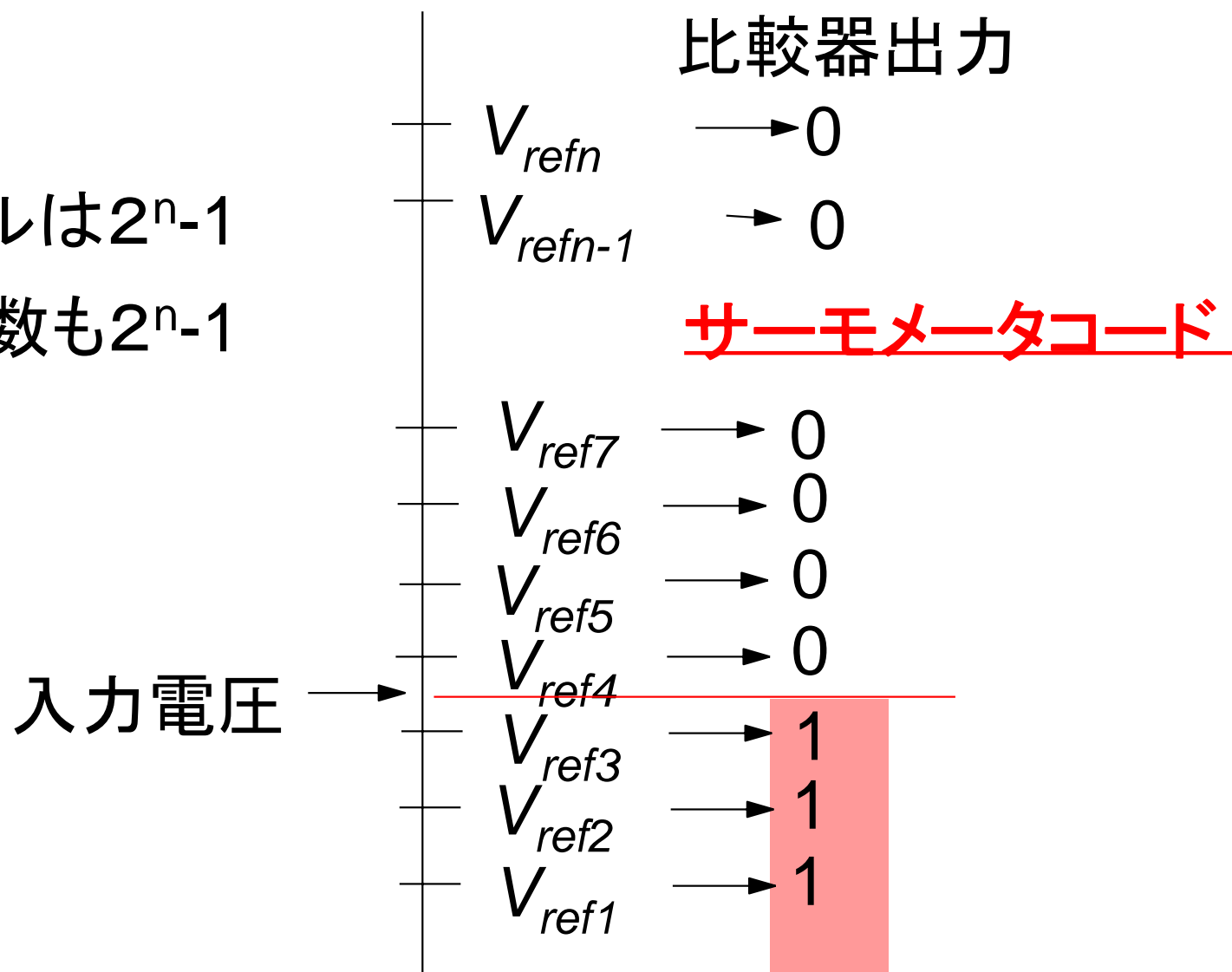
抵抗ストリング型DA変換器で $V_{ref1} \sim V_{refn}$ を発生する。

各レベルは各比較器に接続され，入力電圧を全部の比較器に加え，同時に動作1クロックで判定

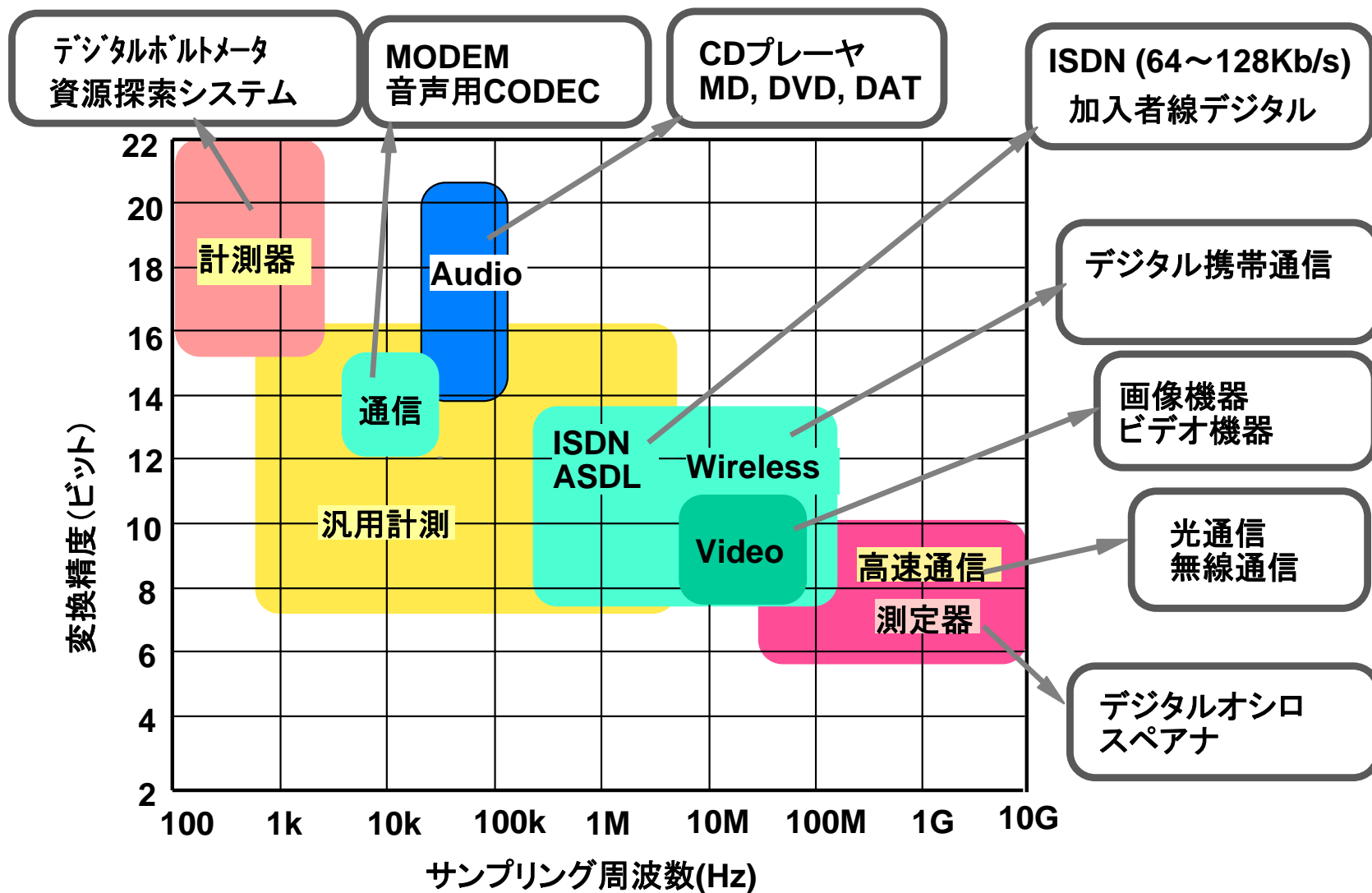


## 並列比較型AD変換器の動作

nビット

識別レベルは $2^n-1$ 比較器の数も $2^n-1$ 

# A-D変換器の性能と適用システム



## 宿題1月22日

逐次比較形AD変換器と並列比較形AD変換器の動作を図を用いて説明せよ。