

機械知能工学科  
メカトロニクス基礎

第08回

MB-08/Rev 15-1.0

# デジタル信号 デジタル回路

工学部 機械知能工学科

熊谷正朗

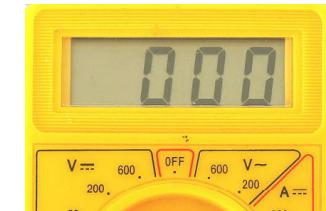
kumagai@mail.tohoku-gakuin.ac.jp

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

- デジタルによる信号表現と処理の基礎
  - ◇ デジタルの利点を説明できる。
    - ・ アナログと比較しての信号の耐性
  - ◇ 2値論理と論理演算について説明できる
    - ・ デジタルによる処理の基礎
    - ・ 論理和(OR) / 論理積(AND) / 否定(NOT)
  - ◇ スイッチによるデジタル回路を説明できる。
    - ・ シーケンス回路の基礎
    - ・ 真理値表とタイミングチャート

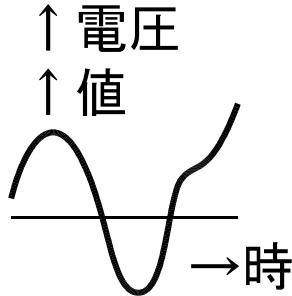
# アナログとデジタル(再)



## ○概要

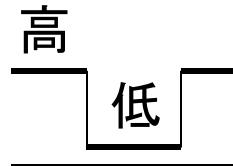
※針と数字の違いではない

### ◇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

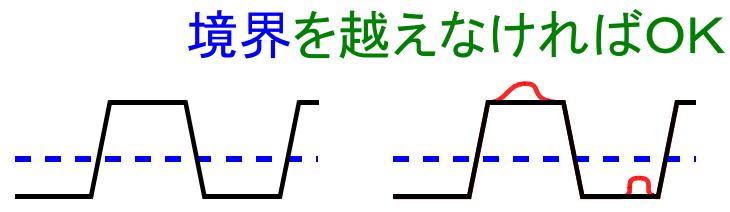
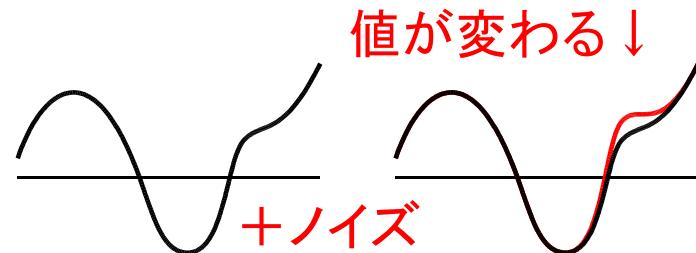
アナログ:連続

デジタル:大小OnOff(2値)

## ○デジタルの強さ

◇ノイズが混入しても値が変化しにくい

- ・アナログ:ノイズで値が変わる
- ・デジタル:ノイズが境界に達しなければ  
値は変化しない=影響を受けにくい  
→ 回路の扱いやすさ、正確さ



# デジタルによる値表現

# ○デジタルを表すための物理的状態

## ◆ 電圧の高低

※3値デジタルの例: -/0/+

- 一般的なデジタル回路（コンピュータ等）

例) 約0[V] ~ <境界: 約2.5[V]> ~ 約5[V]

$0 \sim <1.6> \sim 3.3$ 、 $0 \sim <1.2> \sim 2.5$  など

◇スイッチのオン・オフ／電流の有無（産業機械）

- ・スイッチ回路、リレーでシーケンス回路など
  - ・スイッチ+電源+流す先

# デジタルによる値表現

## ○複数の値をセットで使う必要

◇1本の線では、2通りの値しか表現できず

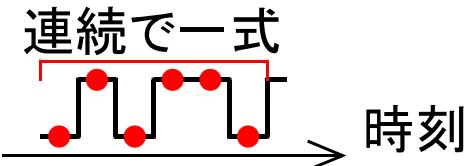
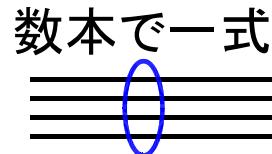
※一般的な2値デジタルの場合

◇多値を表すには、複数の値をセットで使う

- ・複数の配線をセットで使う（パラレル型）

- ・1本の線で時間と共に変化（シリアル型）

◇n個の値 = nビット → (2のn乗)種類の表現

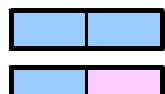


# デジタルによる値表現

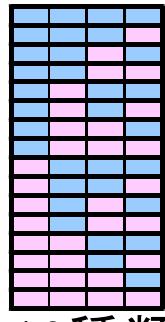
## ○デジタル値の使い方とビット数



2種類



4種類



16種類

◇ $n$ ビット =  $2^n$ 種類の値を何かに対応づけて使う

例) 正の整数 正負の整数 小数

文字 機械の状態(停止/準備/運転など)

◇表したい種類の多さでビット数が決まる

・ 8ビット: 256種類



0～255、-128～127、アルファベット+数字

・ 16ビット: 65536種類



0～65535、-32768～32767、漢字

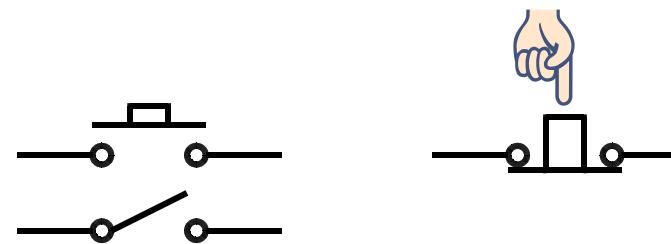
# デジタル回路

## ○デジタル信号の線 + 状態変化の素子

### ◇一般的デジタル回路

- ・電圧の高低に反応する半導体スイッチ

→後期



### ◇スイッチ

- ・オンになるスイッチ、オフになるスイッチ

### ◇リレー

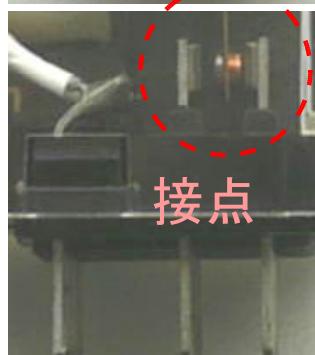
- ・電磁石でオンになる/オフになるスイッチ

スイッチで電流の有無→電磁石→スイッチ

# デジタル回路

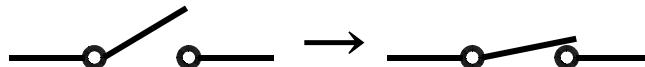
## ○リレー

### ◇電磁石＋スイッチ

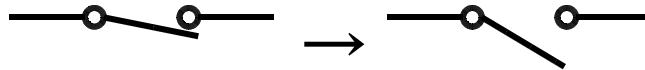


- ・入力にあたる電磁石に電流を流す→

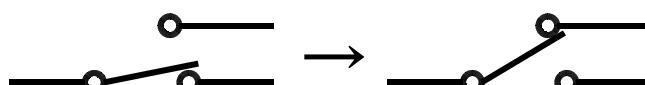
(a) オンになる



(b) オフになる



(c) 切り替わる



※(a) a接点(NO) (b) b接点(NC) (c) c接点(C/NO/NC)

※NO:NormallyOpen(通常開)／NC:Close／C:Common(共通)

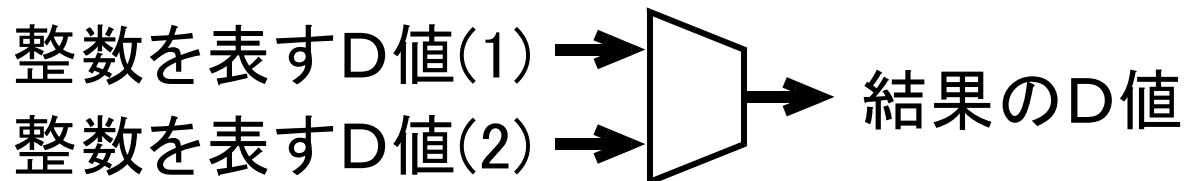
- ・一つの電磁石で1～4組の接点が同時に変わることによる。

# デジタル回路

## ○デジタル回路で実現すべきこと

### ◇デジタル値 → デジタル値 (組み合わせ回路)

- ・たとえば、整数 + 整数 → 整数、という計算



- ・表している内容に即した**値の変換**

※正整数用、正負整数用、小数用がすべて異なる回路

### ◇値の記憶 (アナログでは難しい)

- ・デジタルの利点の一つ

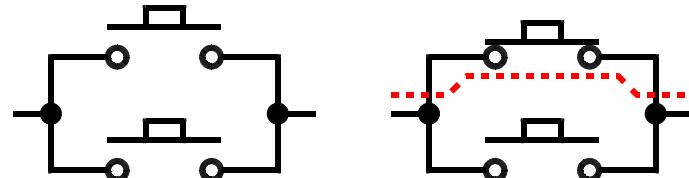
# デジタル回路：基本演算

## ○すべてのデジタル回路の元

### ◇論理和 OR

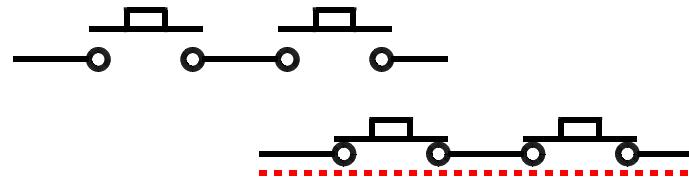
- ・どちらかONなら  
結果がONになる

※両方ONでも可



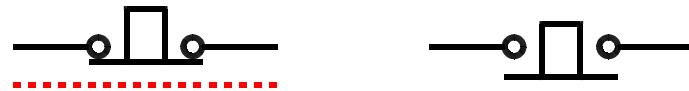
### ◇論理積 AND

- ・両方ともONなら  
結果がONになる



### ◇否定 NOT

- ・ON/OFFが逆に

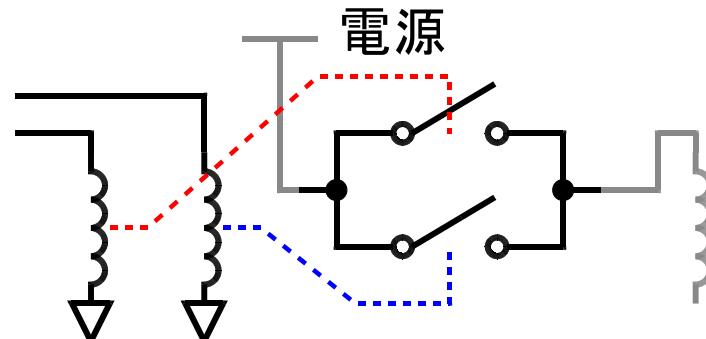


# デジタル回路：基本演算

## ○すべてのデジタル回路の元（リレー）

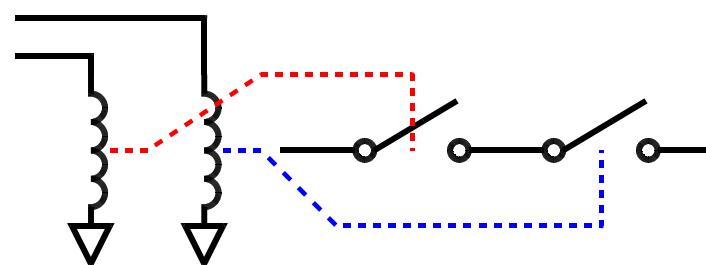
### ◇論理和 OR

- ・どちらか通電なら  
結果がONになる



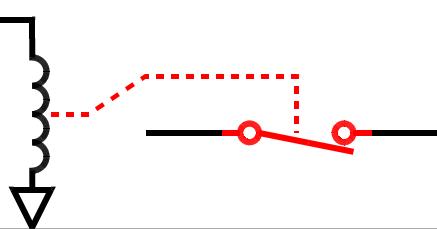
### ◇論理積 AND

- ・両方とも通電なら  
結果がONになる



### ◇否定 NOT

- ・通電するとOFFに

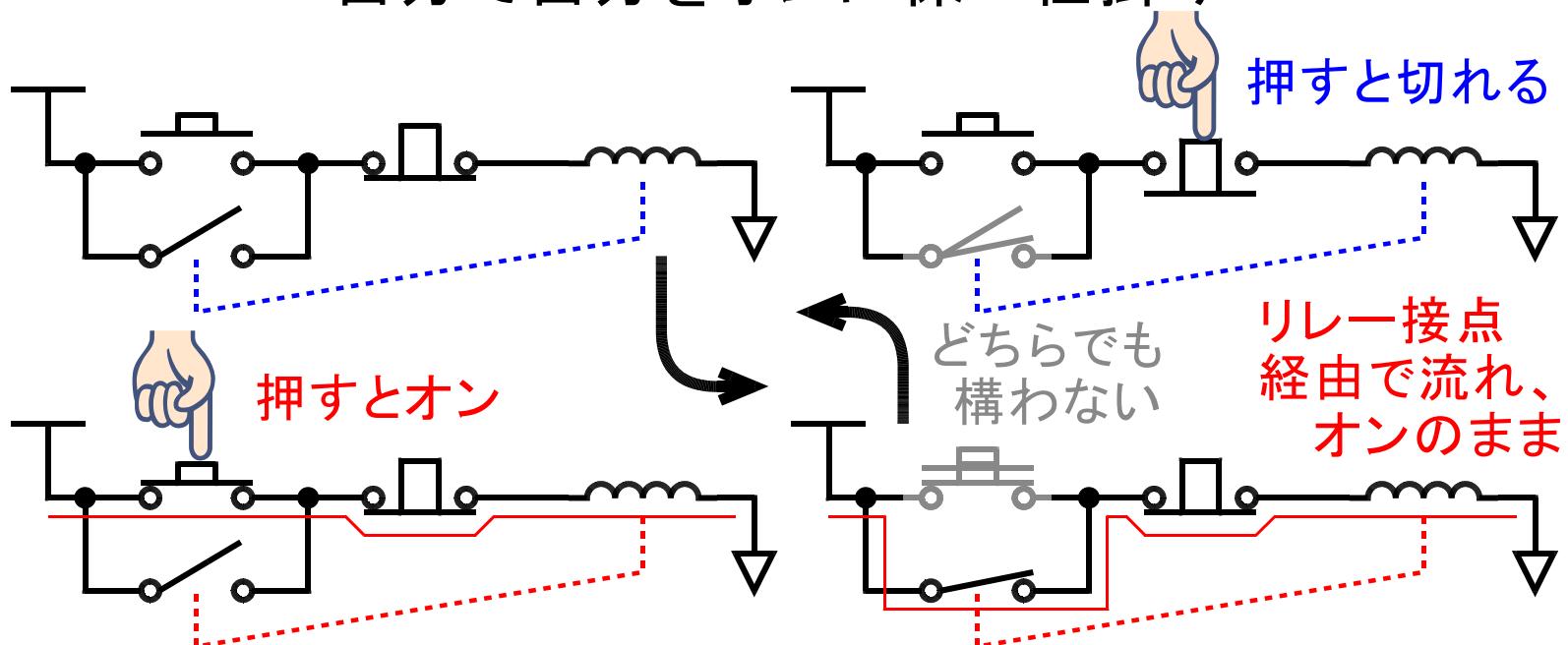


# デジタル回路：記憶

○値の保持＝デジタルの優位点

## ◇自己保持回路

- 自分で自分をオンに保つ仕掛け



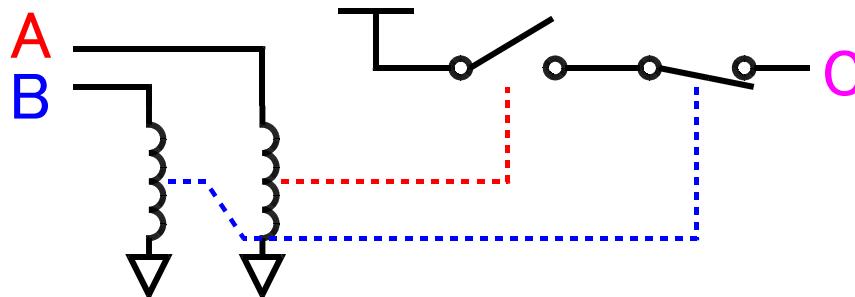
# デジタルの動作の表現

## ○真理値表 (組み合わせ回路の表現)

### ◇入力のパターンに対する出力の表

- ・ $n$ 本の入力  $\rightarrow 2^n$  の行数 (まとめることあり)

### ◇例



A	B	C
×	×	×
×	○	×
○	×	○
○	○	×

- ・Aに電流が流れる(○)と対応する接点がオン
- ・Bに電流が流れると接点がオフ=流れなければオン(×)

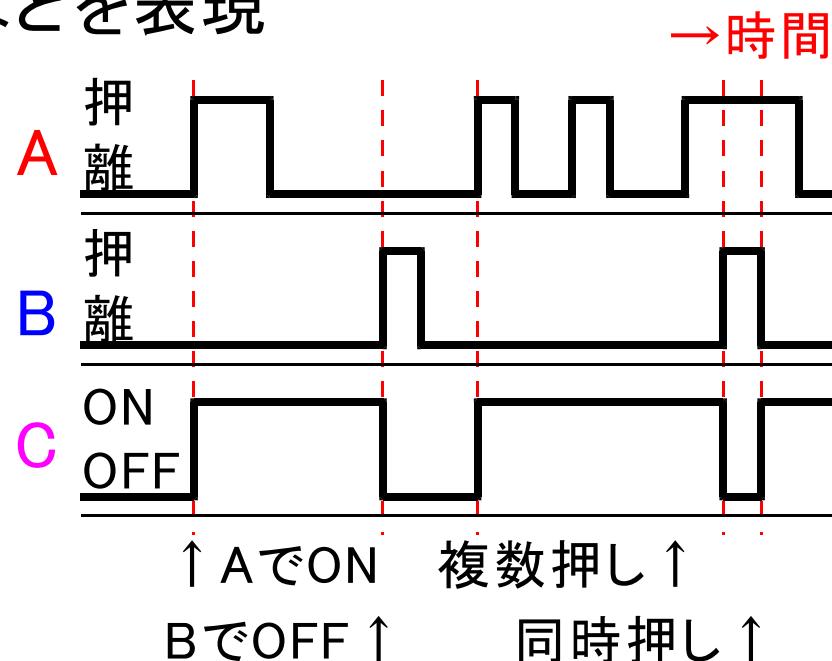
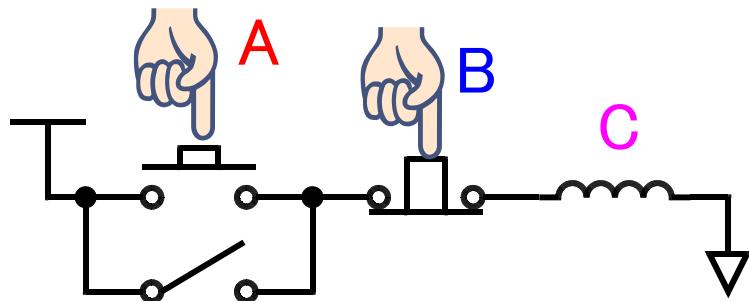
# デジタルの動作の表現

## ○タイミングチャート (順序回路の表現)

◇時間とともに変化する信号のレベル

- 動作の順序などを表現

◇例



- 時間変化が表現できる
- 全部を示すのが難しい

# デジタル回路の理解

## ○難しくはないが、量が多い

◇**基本ルールの少なさ** → 部分の理解は楽

- ・基本演算の少なさ
- ・根本的な構成部品の種類の少なさ

◇規模が大きく、**要素数、配線数が多い**

- ・1要素、1配線でできることができることが少ないため。
- ・**気合いと根性**で読み取る、やればできる。
- ・設計解は無数にある → **最適化**が重要。