

# エネルギー管理研修 電気の基礎

## 2. 自動制御及び情報処理

大阪大学 大学院 舟木 剛

平成21年12月14日

11:00～12:20

## 2.1 自動制御

### 2.1.1 自動制御の基礎

- 自動制御の概念

- 制御とは

- 制御対象に制御装置により操作を加え, 目的を達成する。

- 自動制御

- 制御装置によって自動的に行なわれる制御

- シーケンス制御

- » 予め決められたシーケンス(順序条件)に従って, 段階を逐次進める制御

- フィードバック制御

- » 対象に操作を加え, 得られた出力を制御目標値と比較して補正する方式

## 2.1 自動制御

### 2.1.1 自動制御の基礎

- ラプラス変換
  - 制御系の特性
    - 定常応答特性, 過渡応答特性
    - システムの動特性は, 微分方程式で表せる。
      - 微分方程式の取り扱いの簡略化
        - ラプラス変換
          - » 微分方程式・時間関数を代数関数に変換
          - » 代数演算が可能
          - » 要素の伝達関数表現

## 2.1 自動制御

### 2.1.1 自動制御の基礎

- ラプラス変換

- 時間関数 $g(t)$ の $t(\geq 0)$ を複素パラメータ $s(= \delta + j\omega)$ に変換

$$\mathcal{L}[g(t)] = G(s) = \int_0^{\infty} g(t) e^{-st} dt$$

- $G(s)$ を $g(t)$ に戻すラプラス逆変換

$$g(t) = \mathcal{L}^{-1}[G(s)] = \frac{1}{j2\pi} \int_{c-j\infty}^{c+j\infty} G(s) e^{st} ds$$

- 最終値の定理

- $t \rightarrow \infty$  の  $g(t)$  が  $G(s)$  より求まる

$$g(\infty) = \lim_{t \rightarrow \infty} g(t) = \lim_{s \rightarrow 0} sG(s)$$

# 2.1 自動制御

## 2.1.1 自動制御の基礎

### ラプラス変換表

$$1 \Leftrightarrow \delta(t)$$

$$\frac{1}{s} \Leftrightarrow 1$$

$$\frac{1}{s^{k+1}} \Leftrightarrow \frac{1}{k!} t^k$$

$$\frac{1}{s+a} \Leftrightarrow e^{-at}$$

$$\frac{1}{(s+a)^2} \Leftrightarrow te^{-at}$$

$$\frac{1}{(s+a)^k} \Leftrightarrow \frac{t^{k-1}}{(k-1)!} e^{-at}$$

$$\frac{a}{s(s+a)} \Leftrightarrow 1 - e^{-at}$$

$$\frac{a}{s^2(s+a)} \Leftrightarrow t - \frac{1-e^{-at}}{a}$$

$$\frac{\omega_0}{s^2 + \omega_0^2} \Leftrightarrow \sin \omega_0 t$$

$$\frac{s}{s^2 + \omega_0^2} \Leftrightarrow \cos \omega_0 t$$

$$\frac{\omega_0}{(s+a)^2 + \omega_0^2} \Leftrightarrow e^{-at} \sin \omega_0 t$$

$$\frac{s+a}{(s+a)^2 + \omega_0^2} \Leftrightarrow e^{-at} \cos \omega_0 t$$

# 2.1 自動制御

## 2.1.1 自動制御の基礎

- **伝達関数**

- システムに入力 $u(t)$ を加えると出力 $y(t)$ が得られる



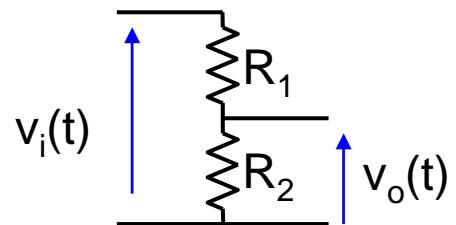
- 出力 $y(t)$ のラプラス変換 $Y(s)$ と、入力 $x(t)$ のラプラス変換 $X(s)$ の比 $G(s)$ を伝達関数
    - 出力のラプラス変換は伝達関数と入力のラプラス変換の積

$$G(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} \quad Y(s) = G(s)X(s)$$

# 2.1 自動制御

## 2.1.1 自動制御の基礎

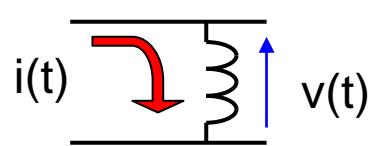
- 伝達関数
  - 比例要素



$$v_i(t) : v_o(t) = R_1 + R_2 : R_2 \quad \rightarrow \quad V_i(s) : V_o(s) = R_1 + R_2 : R_2$$

$$G(s) = \frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

- 微分要素



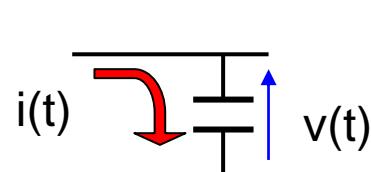
$$v(t) = L \frac{d}{dt} i(t) \quad \rightarrow \quad V(s) = sLI(s)$$

$$\rightarrow G(s) = \frac{V(s)}{I(s)} = sL$$

# 2.1 自動制御

## 2.1.1 自動制御の基礎

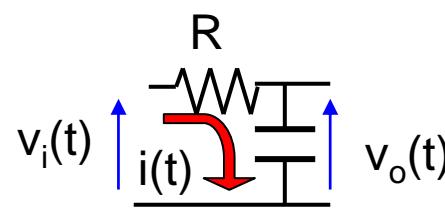
- 伝達関数
  - 積分要素



$$v(t) = \frac{1}{C} \int idt \quad \Rightarrow \quad V(s) = \frac{I(s)}{Cs}$$

→

$$G(s) = \frac{I(s)}{V(s)} = \frac{1}{Cs}$$

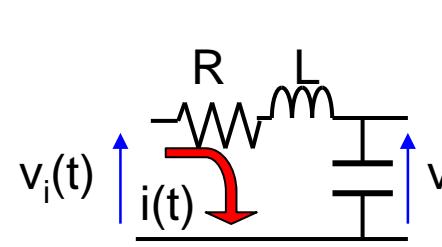


$$\begin{cases} v_i(t) = Ri + \frac{1}{C} \int idt \\ v_o(t) = \frac{1}{C} \int idt \end{cases} \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} V_i(s) = RI(s) + \frac{I(s)}{sC} \\ V_o(s) = \frac{I(s)}{sC} \end{cases} \quad G(s) = \frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{1}{sCR + 1}$$

# 2.1 自動制御

## 2.1.1 自動制御の基礎

- 伝達関数
  - 二次遅れ要素



$$\left\{ \begin{array}{l} v_i(t) = Ri + L \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \int idt \\ v_o(t) = \frac{1}{C} \int idt \end{array} \right. \quad \rightarrow \quad \left\{ \begin{array}{l} V_i(s) = RI(s) + sLI(s) + \frac{I(s)}{sC} \\ V_o(s) = \frac{I(s)}{sC} \end{array} \right.$$

$$G(s) = \frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{1}{LCs^2 + RCs + 1} = \frac{1}{T^2 s^2 + 2\xi Ts + 1} \quad T = \sqrt{LC} \quad \xi = \frac{R}{2} \sqrt{\frac{C}{L}}$$

- むだ時間

$$y(t) = u(t - \tau) \quad \rightarrow \quad Y(s) = U(s)e^{-s\tau} \quad \rightarrow \quad G(s) = e^{-s\tau}$$

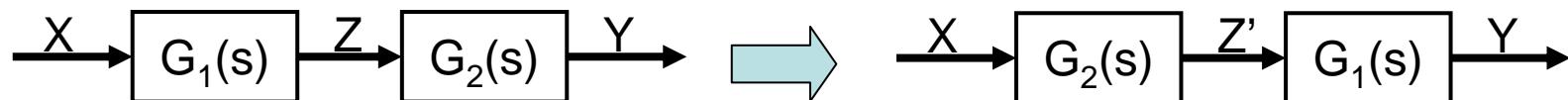
# 2.1 自動制御

## 2.1.1 自動制御の基礎

- ブロック線図

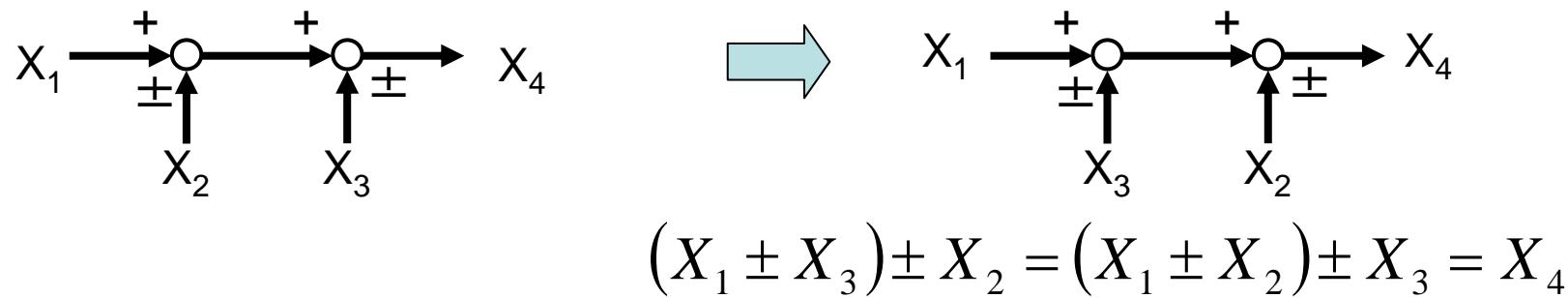
– 信号の流れと、伝達要素で制御系を表す図

- ブロック置換



$$G_1 \cdot G_2 = G_2 \cdot G_1$$

- 加え合わせ点動作

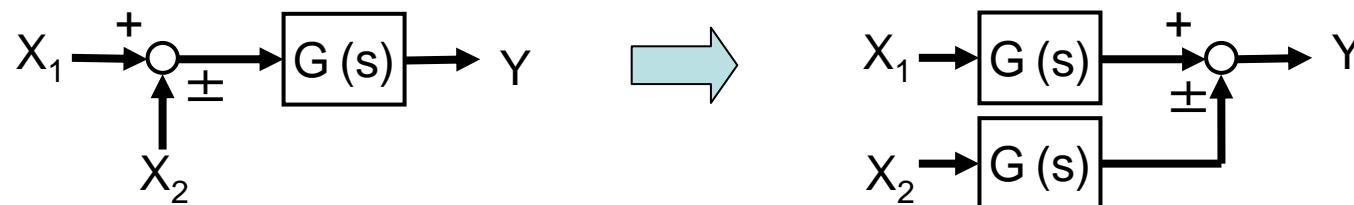


# 2.1 自動制御

## 2.1.1 自動制御の基礎

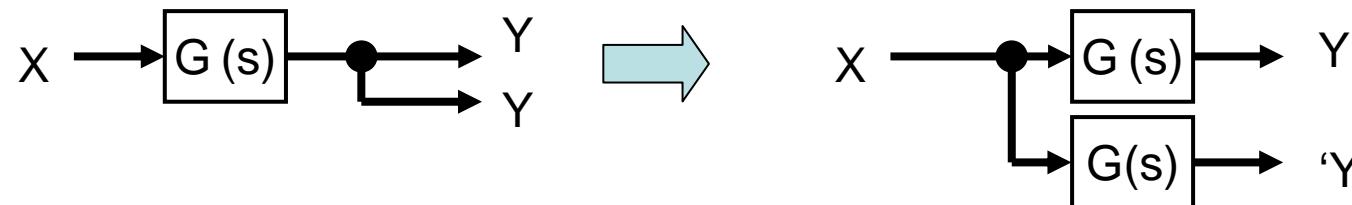
- ブロック線図の簡略化

- 加え合わせ点移動



$$G(X_1 \pm X_2) = GX_1 \pm GX_2 = Y$$

- 引き出し点移動



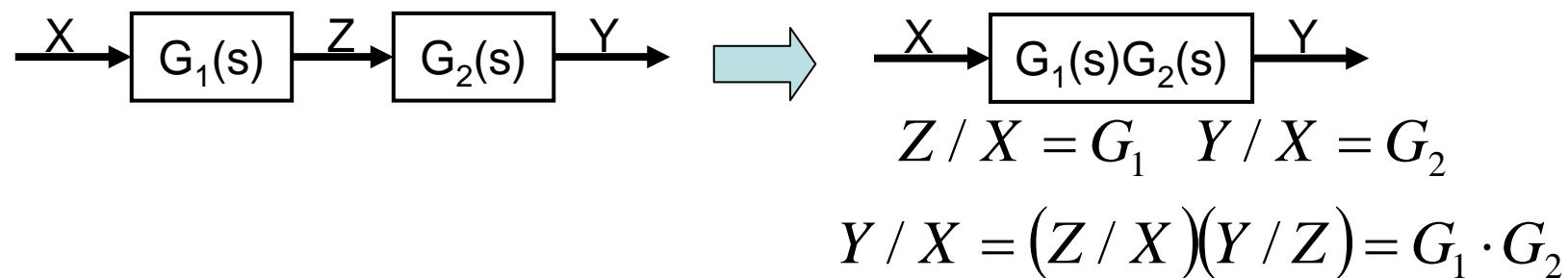
$$G \cdot X = Y$$

# 2.1 自動制御

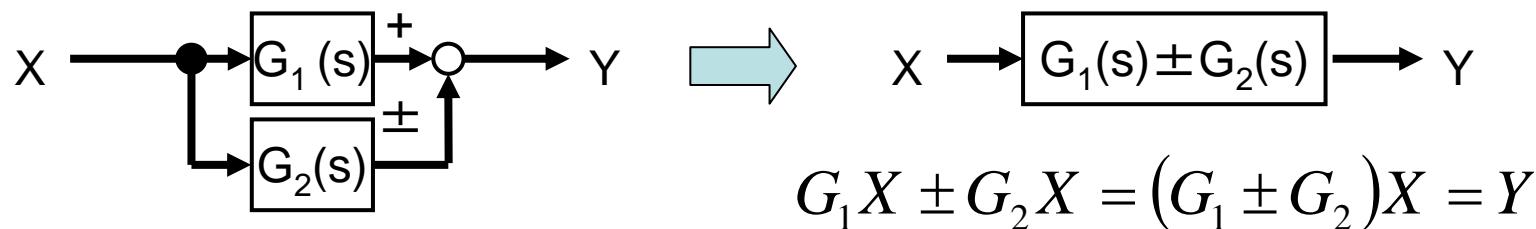
## 2.1.1 自動制御の基礎

### - ブロック線図の簡略化

- 直列結合



- 並列結合

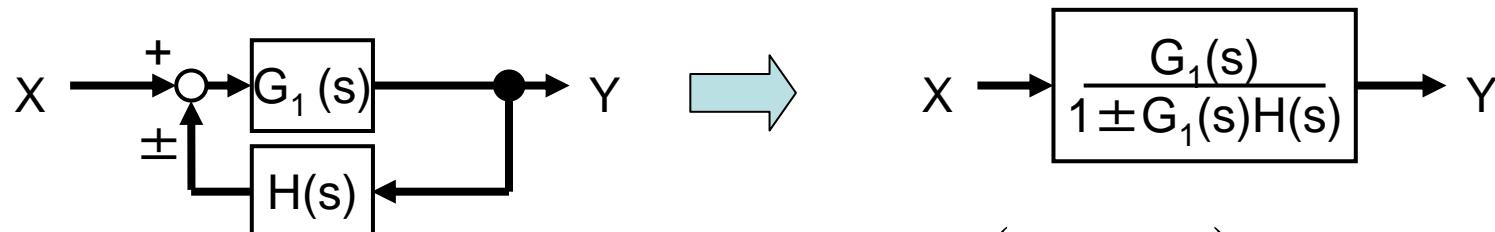


# 2.1 自動制御

## 2.1.1 自動制御の基礎

### - ブロック線図の簡略化

- フィードバック結合



$$(X \pm HY)G_1 = Y$$

$$G_1X \pm G_1HY = Y$$

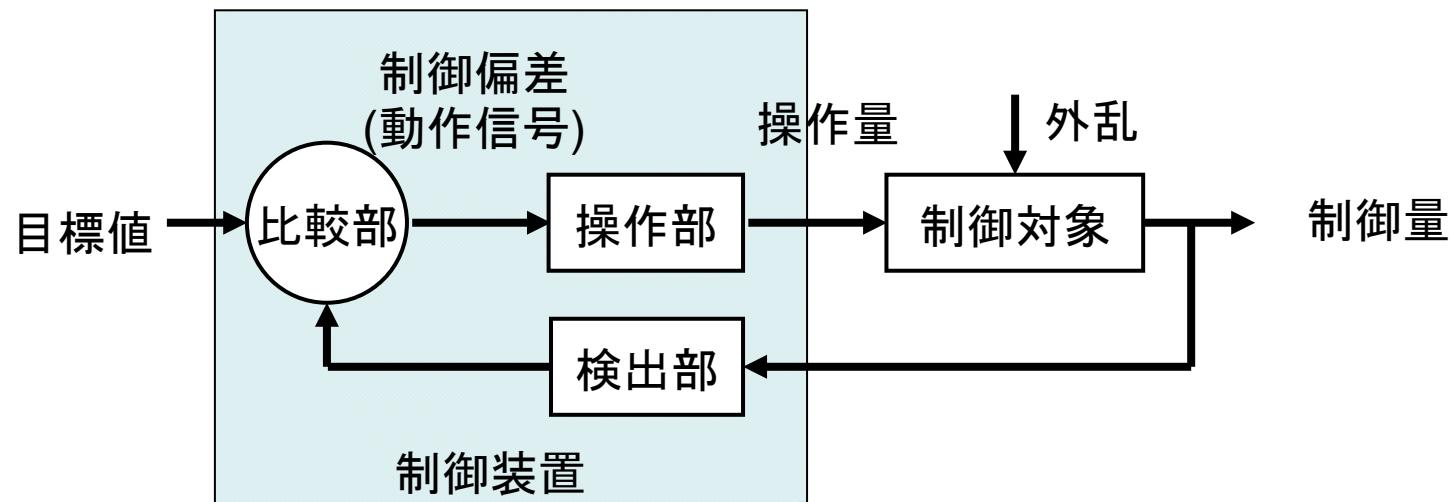
$$Y(1 \mp G_1H) = G_1X$$

$$Y = \frac{G_1}{1 \mp G_1H} X$$

## 2.1 自動制御

### 2.1.2 フィードバック制御

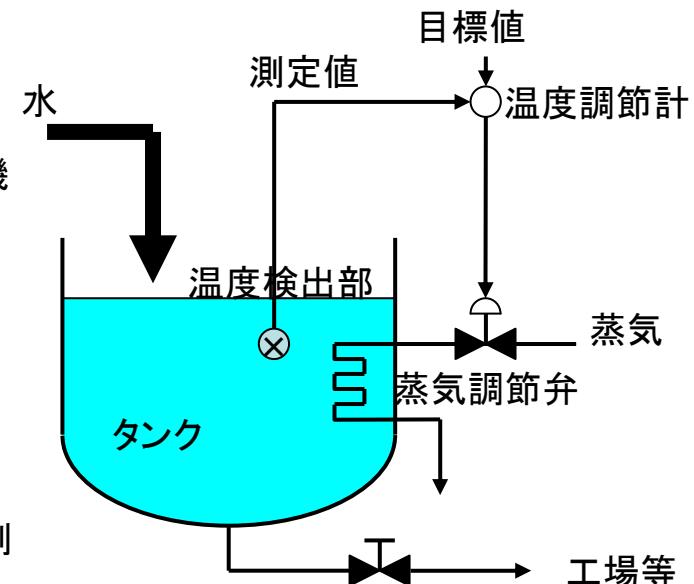
- フィードバック制御系の構成
  - 制御量を目標値と比較し、一致させるように操作量を生成する制御
    - プロセスに内在する遅れに対して、偏差をはやすく無くす速応性と、プロセスの安定性を両立させることが課題



# 2.1 自動制御

## 2.1.2 フィードバック制御

- フィードバック制御の構成
  - 制御装置
    - 制御の対象となる系 例 負荷(電動機など)
  - 制御量(PV: Process Variable)
    - 制御対象における制御すべき量 例 電動機の回転速度
  - 目標値(SV: Setting Value, Set Point Value)
    - 制御量がとるべき値 例 電圧
  - 偏差
    - 目標値と制御量・制御対象の検出値
  - 操作量(MV: Manipulated Value)
    - 制御量を制御するために、偏差に基づいて制御対象に与える量
  - 測定値
    - 制御対象、環境から検出部によって取り出す制御に必要な量
  - 外乱
    - 制御系の状態を乱す、外部からの作用 例 負荷変動、電圧変動

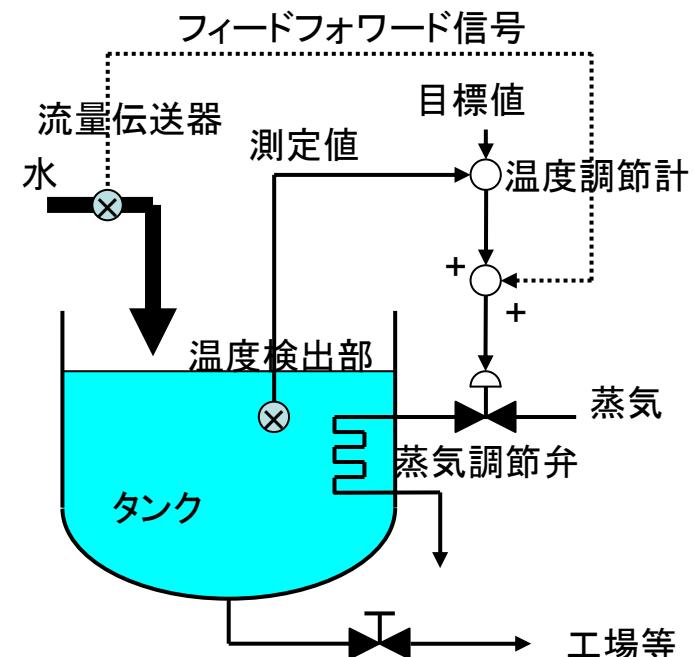


温水加熱装置の例

## 2.1 自動制御

### 2.1.2 フィードバック制御

- フィードフォワード制御
  - フィードバック制御は、外乱が制御量に影響を与えてから動作するため遅れが生じる
  - 外乱による影響を予測し、打ち消すよう動作させる
    - 動作早い
    - 外乱の予測誤差、モデル誤差で定常偏差発生
    - フィードバック制御と併用



フィードバック  
フィードフォワード併用制御

## 2.1 自動制御

### 2.1.2 フィードバック制御

- 制御系の分類

- 目標値の種類による分類

- 定值制御

- 目標値一定

- 種々の外乱に対して、影響を受けないようにする

- 追従制御

- 目標値が任意に変化

- 目標値追従特性を良くする

- プログラム制御(シーケンス制御系)

- 目標値が予め定められたスケジュールに従って変化

- 制御の種類・方式も変化させる制御とすることがある

## 2.1 自動制御

### 2.1.2 フィードバック制御

- 制御系の分類

- 制御量による分類

- プロセス制御

- 温度、流量等物理・化学変化等を制御（工業プロセス）
- 定值制御が一般的

- サーボ機構

- 位置決め等、位置・方位・角度を任意の目標値に制御
- 追従制御が一般的

表 2.3 プロセス制御とサーボ機構の特徴

比較項目	プロセス制御	サーボ機構
定義	工業プロセスの状態に関する諸量、例えば温度、流量、圧力、液位、組成品質などの制御	物体の位置、方位、姿勢などを制御量とし、目標値の任意の変化に追従するよう構成された制御系
応用分野	石油工業・化学工業・繊維工業・製紙工業・肥料工業	工作機械・ロボット・航空機・宇宙ロケット・船舶レーダアンテナ

## 2.1 自動制御

### 2.1.2 フィードバック制御

- PID制御
  - 調節計のほとんどにPID動作を採用
    - 多くの調節計はオン・オフ動作, 比例(P)動作, 比例積分(PI)動作, 比例積分微分(PID)動作の切り替え可能
  - オンオフ動作
    - 目標値より低ければオン
    - 目標値より高ければオフ
    - 制御対象の値は一定にならず, 変動する。

# 2.1 自動制御

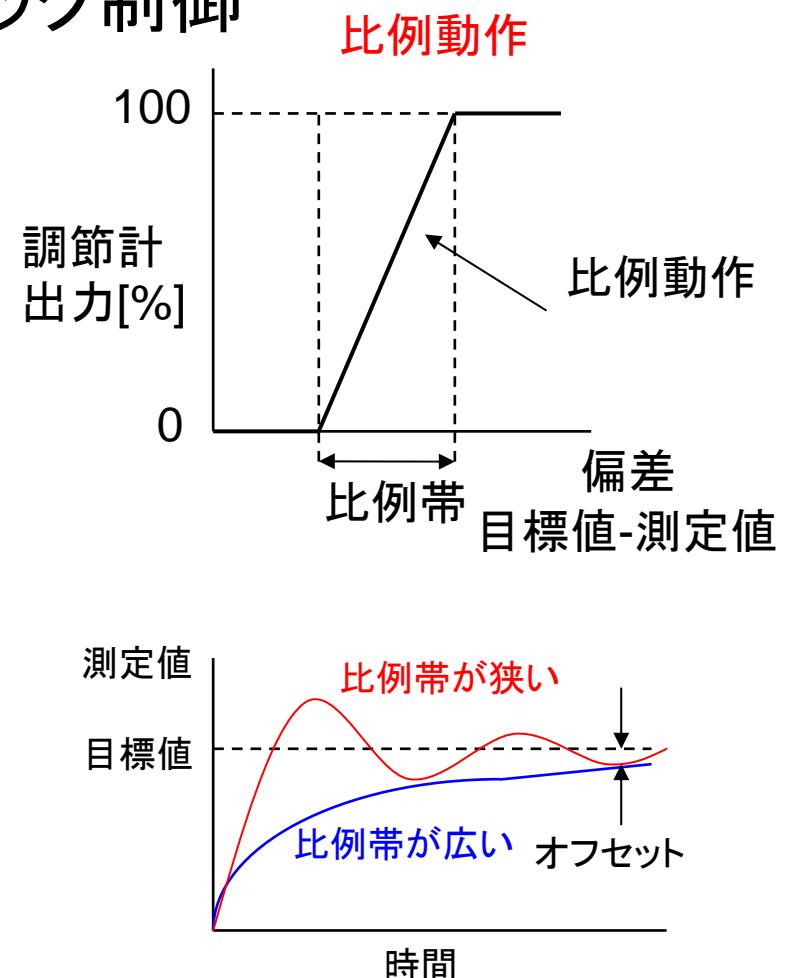
## 2.1.2 フィードバック制御

- PID制御
  - 比例動作(Proportional)
    - 観測値と目標値の偏差に比例した制御量を出力

$$mv = mv_0 + K_p e$$

- 調整出力mv[%], 偏差e[%], 比例ゲインKp, 偏差が0の時の調節計出力mv0
- 比例帯PB=100/Kp

- オフセットが生じる
  - 偏差が生じない限り, 制御量が発生しない為
  - 手動リセット(mv0の調整)

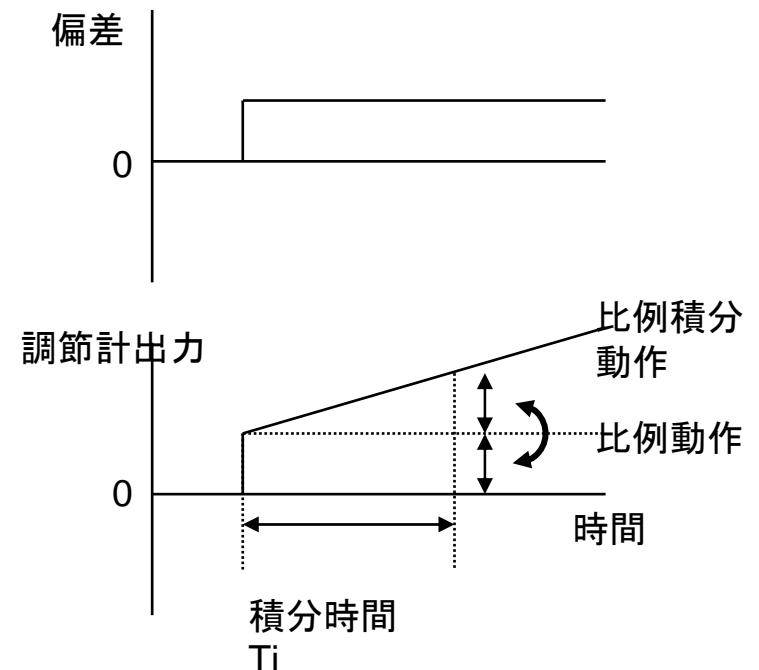


## 2.1 自動制御

### 2.1.2 フィードバック制御

- PID制御
  - 積分動作(Integral)
    - 偏差を時間積分して出力
    - 通常比例動作に付加
    - 変化の速度は偏差の大きさに比例
    - 偏差が0になると変化が停止
    - 積分動作の強さは積分時間 $T_i$ で表す
      - 積分時間が長いとゆっくり変化
      - 積分時間が短いとハンチングする

**比例積分動作**



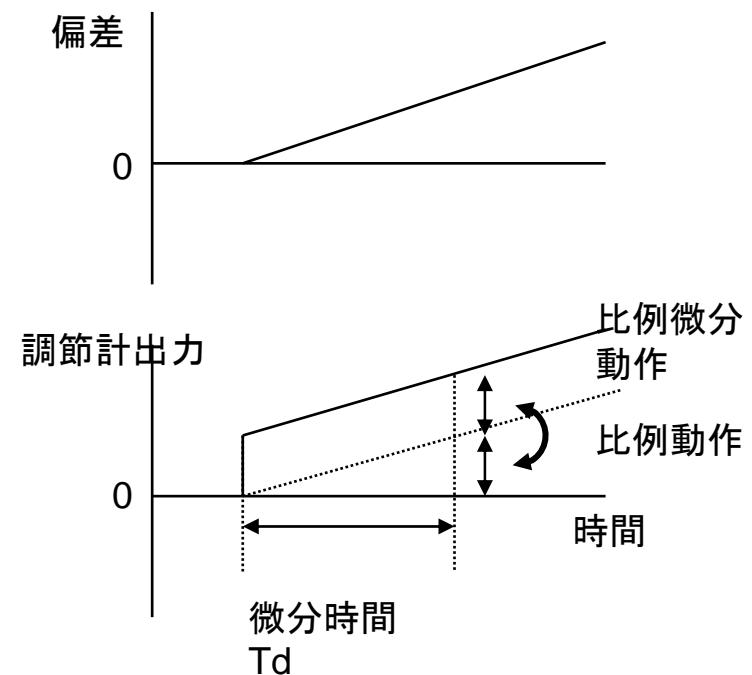
# 2.1 自動制御

## 2.1.2 フィードバック制御

- PID制御

- 微分動作(Derivative)
  - 外乱の影響を早くなくす
  - 偏差の変化速度を時間微分して検出
  - 比例動作に付加
    - 単独で使用できない
  - 微分動作の強さは微分時間  $T_d$  で表す
    - 微分時間が振動的になる
    - 微分時間が0だと効かない
  - ステップ状変化に対しては、無限大の大きさを出力
    - 不完全微分を使用

**比例微分動作**



# 2.1 自動制御

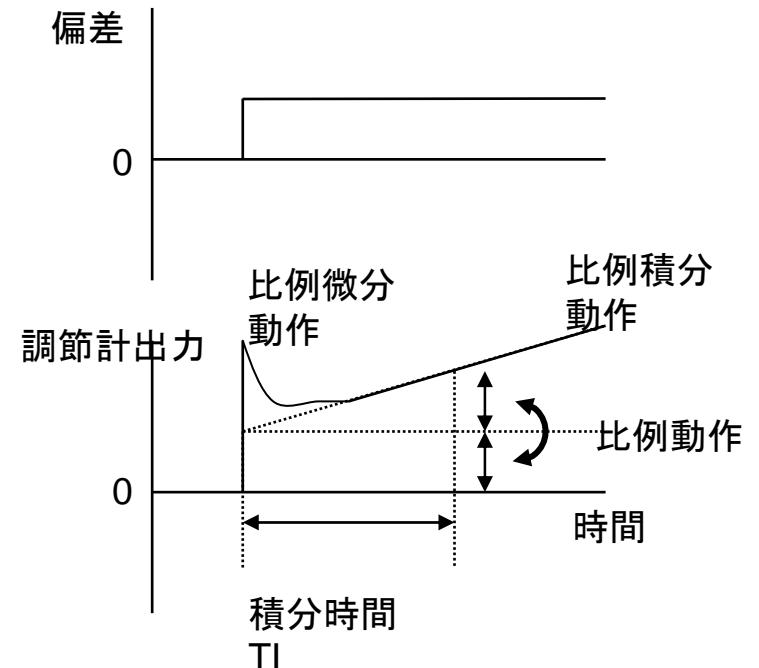
## 2.1.2 フィードバック制御

- PID制御
  - PID動作とPID制御
    - 比例・積分・微分を使用

$$mv = mv_0 + \frac{100}{PB} \left\{ e + \frac{1}{T_I} \int edt + T_D \frac{d}{dt} e \right\}$$

- 目標値を動かしたときに  
PID動作も動く
  - 出力が変化
    - » 微分動作に対して  
偏差ではなく、測定値を用いる
    - » 測定値微分型調節計

PID動作

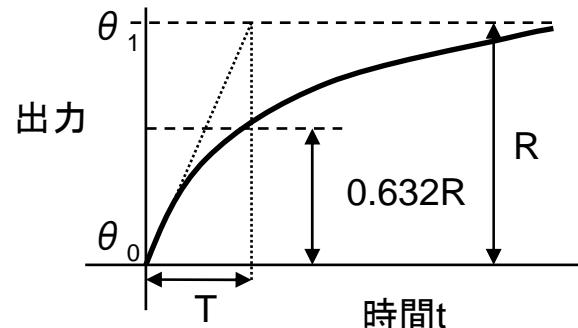


## 2.1 自動制御

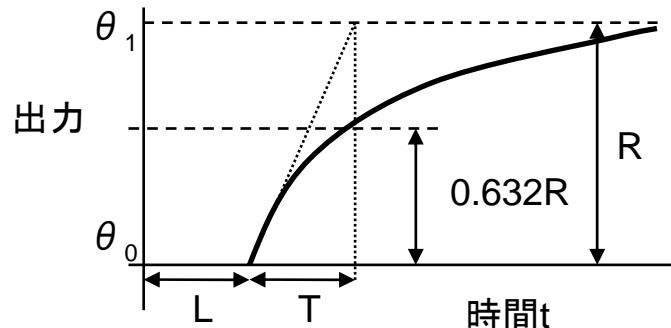
### 2.1.2 フィードバック制御

- 工業プロセスの特性とPID定数の調整
  - 工業プロセスの特性とその測り方
    - 工業プロセスの特性
      - 工業プロセスは、信号の流れを幾つかの要素に分割できる
      - 複数の一次遅れ特性と無駄時間特性が複合されたもの(一般的)

» 時定数T, むだ時間L  
 一次遅れ要素のステップ応答



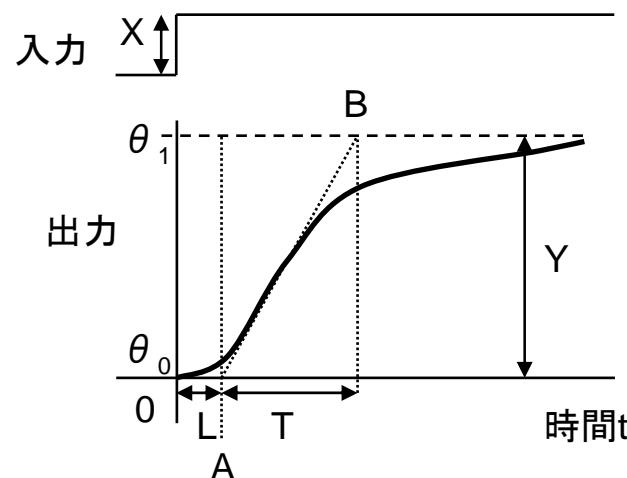
むだ時間+一次遅れ要素のステップ応答



## 2.1 自動制御

### 2.1.2 フィードバック制御

- 工業プロセスの特性とPID定数の調整
    - 工業プロセスの特性とその測り方
      - プロセス特性の測り方
        - ステップ応答法(一般的)と限界感度法
- ステップ応答によるプロセス特性の測定

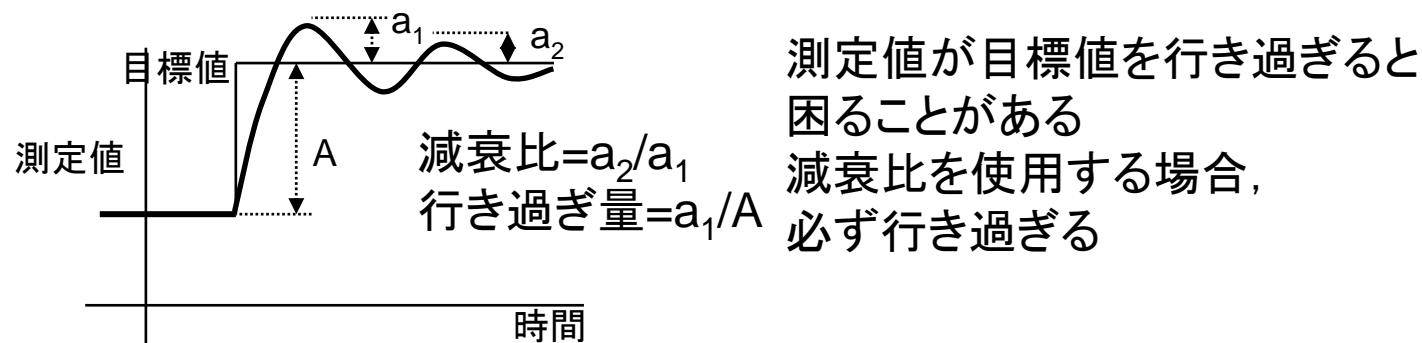


応答の遅れからむだ時間  $L$  を求める  
接線ABから時定数  $T$  を求める  
接線の交点よりむだ時間を求める  
プロセスゲイン  $K_{pr} = Y/X$

## 2.1 自動制御

### 2.1.2 フィードバック制御

- 工業プロセスの特性とPID定数の調整
  - PID定数の調整
    - 自動制御の目的
      - 目標値変更への対応
        - » 目標値変更に対し早く測定値を目標値に一致させる
      - 外乱への対応
        - » 外乱・周囲条件変化に対し早く測定値を目標値に一致させる
    - 指標
      - 減衰比, 行き過ぎ量, 整定時間(目標値にほぼ一致する時間)



## 2.1 自動制御

### 2.1.2 フィードバック制御

- 工業プロセスの特性とPID定数の調整
  - PID定数の調整
    - 最適調整
      - ガイドラインのもとにPID定数を調整
      - オートチューニング:調節計自体がプロセスの特性を測り、PIDを調整する
      - 比例帯
        - » 小さくすると、外乱・目標値変更への修正は早くなる。応答は振動的になる。
      - 積分時間
        - » 短くすると、オフセットが早くなくなる。短くしすぎると、応答は振動的になる
      - 微分時間
        - » 長くすると、比例動作による振動的な応答が抑制でき、比例帯を狭くできる。長くしすぎると、応答は振動的になる。

# 2.1 自動制御

## 2.1.2 フィードバック制御

- 工業プロセスの特性とPID定数の調整
  - PID定数の調整

表 2.4 最適調整の PID 定数

提案者	タイプ*	制御動作	PB [%]	T <sub>I</sub> [min]	T <sub>D</sub> [min]	ガイドライン
Ziegler Nichols	A, B	PI	$110 K_{pr} L/T$	3.3 L	—	減衰比25%
		PID	$83 K_{pr} L/T$	2 L	0.5 L	
Chien Hrones Reswick	A	PI	$167 K_{pr} L/T$	T	—	20%行過ぎの最短応答
		PID	$105 K_{pr} L/T$	1.35 T	0.47 L	
Chien Hrones Reswick	B	PI	$143 K_{pr} L/T$	2.3 L	—	20%行過ぎの最短応答
		PID	$83 K_{pr} L/T$	2 L	0.42 L	
Chien Hrones Reswick	A	PI	$286 K_{pr} L/T$	1.2 T	—	行過ぎなしの最短応答
		PID	$167 K_{pr} L/T$	T	0.5 L	
Chien Hrones Reswick	B	PI	$167 K_{pr} L/T$	4 L	—	行過ぎなしの最短応答
		PID	$105 K_{pr} L/T$	2.4 L	0.4 L	

\* タイプA：制御目標値変更の場合  
タイプB：外乱対応の場合

## 2.1 自動制御

### 2.1.2 フィードバック制御

- 工業プロセスの特性とPID定数の調整
  - PID定数の調整
    - P動作, PD動作→定常偏差が生じても問題ないプロセス, 液位等積分性のプロセスに使用
    - PI動作, PID動作→定常偏差が問題になるプロセスに使用
      - 流量・圧力制御→PI動作で十分
      - 計測ノイズが多い系→PID動作が不安定になることがある
      - 温度制御→応答が遅いので, 応答を早くしたり, オーバーシュートを防ぐためPID制御を用いる

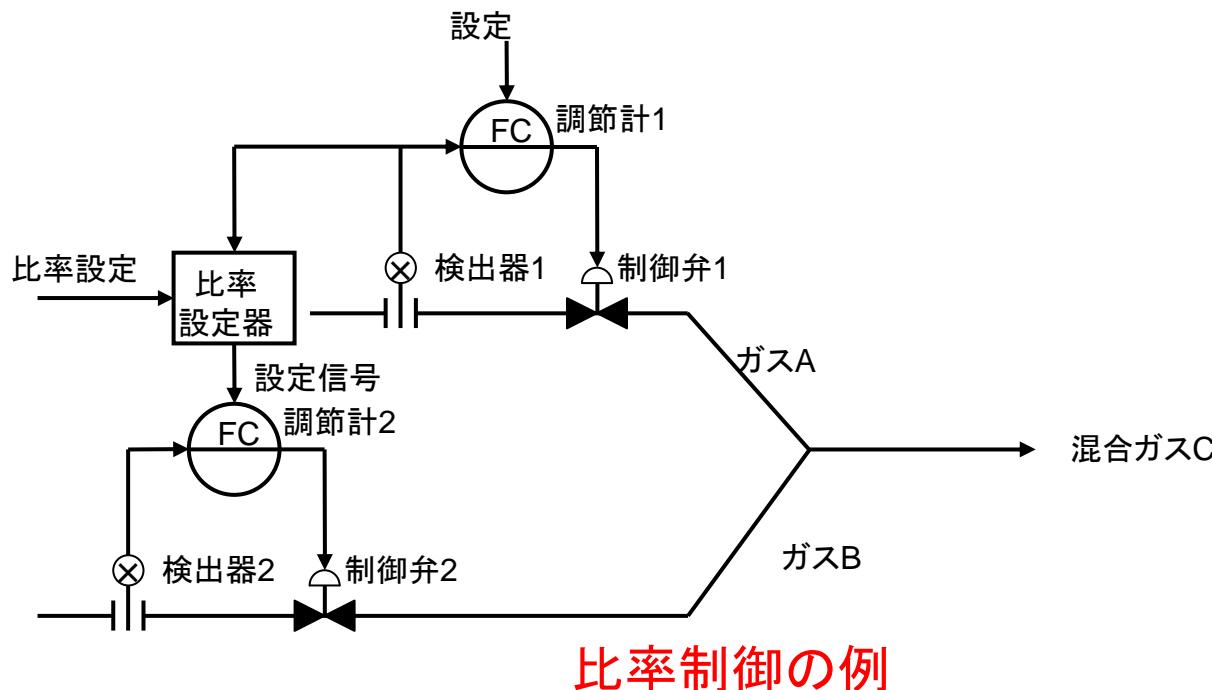
# 2.1 自動制御

## 2.1.2 フィードバック制御

- 工業プロセスの特性とPID定数の調整

- 比率制御

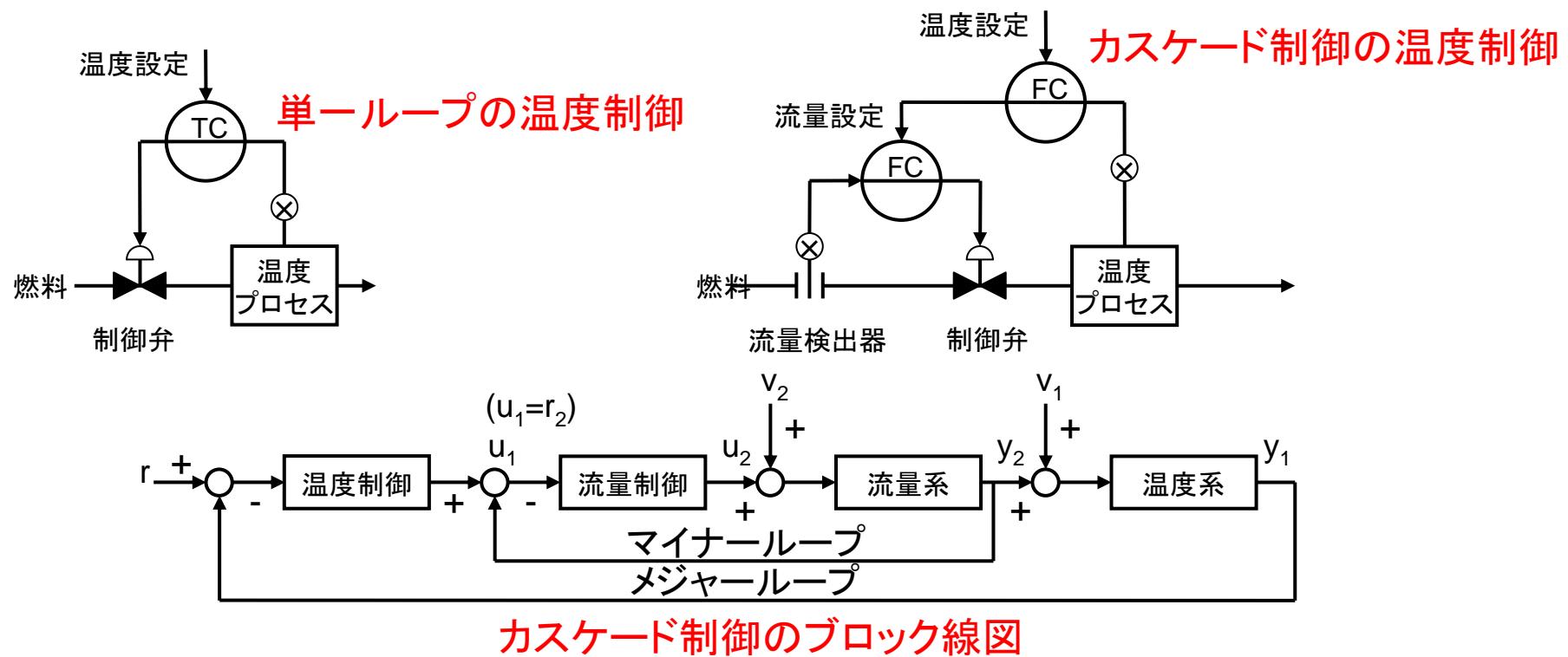
- 一方の目標値を、他の制御の計測値に比率をかけて求める



# 2.1 自動制御

## 2.1.2 フィードバック制御

- 工業プロセスの特性とPID定数の調整
  - カスケード制御



## 2.1 自動制御

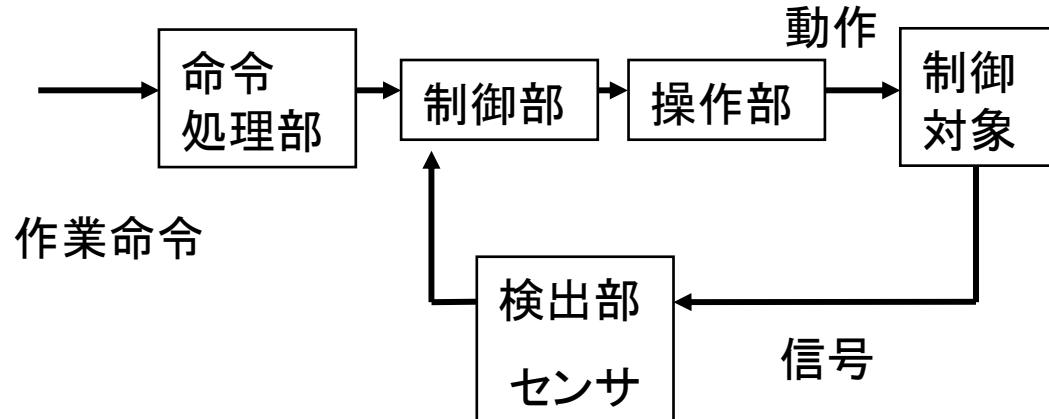
### 2.1.3 シーケンス制御

- シーケンス制御の構成と動作
  - シーケンス制御とは
    - あらかじめ定めた順序
    - 論理によって定められる順序  
に従って、段階を逐次進めていく制御
  - 例
    - 交通信号、エレベータ、コンベヤ、自動車組み立てライン、送配電

## 2.1 自動制御

### 2.1.3 シーケンス制御

- 構成要素
  - 制御対象
    - 制御しようとするもの
  - 制御部
    - 制御命令を生成  
作業命令・制御量検出信号  
等の論理判断
  - 操作部
    - 制御対象を操作  
制御命令の增幅
  - 制御量
    - 目的とする物理量
  - 検出部
    - 制御量の状態を検出  
多くの場合二値信号



## 2.1 自動制御

### 2.1.3 シーケンス制御

- シーケンス制御の分類

- プログラム制御

- 時限プログラム制御

- 制御順序を定まった時間で実施
      - 定まった順序の制御を経過時間に従い実施
        - » 交通信号, ネオンサインの点滅

- 順序プログラム制御

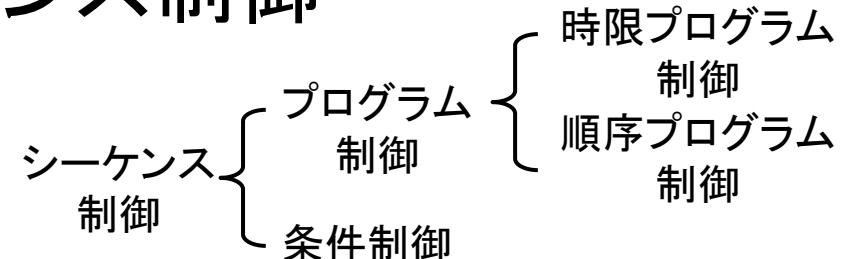
- 制御順序のみ決まっている
      - 実施タイミングを検出信号で決定
        - » 検出器:圧力スイッチ, レベルスイッチ, リミットスイッチ
        - » 工作機械の制御, 弁の開閉制御

- 条件制御

- 検出結果を判断し, 制御命令を実施

- 危険防止, 機器破損防止保護回路

- エレベータの運転回路, 揚水・排水ポンプの自動運転回路



## 2.1 自動制御

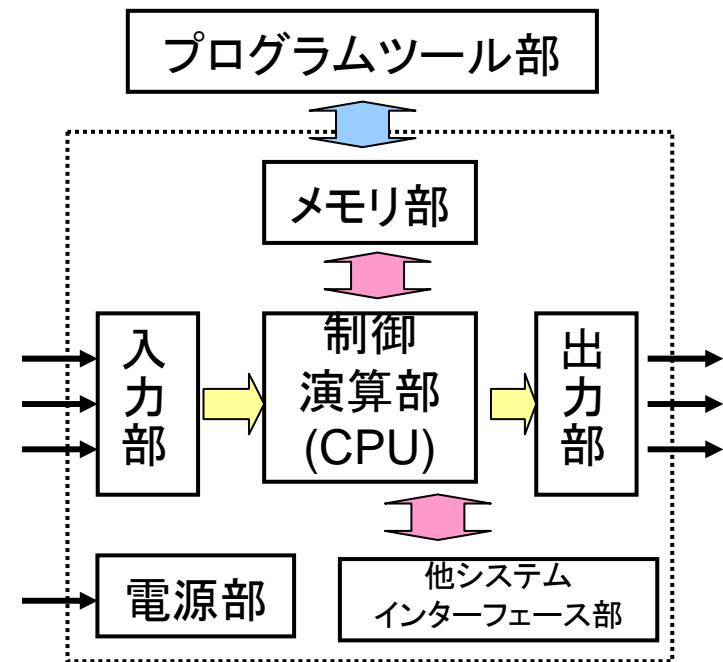
### 2.1.3 シーケンス制御

- シーケンス制御装置
  - 第一世代 電磁リレー
  - 第二世代 デジタルIC
  - 第三世代 プログラマブルロジックコントローラ  
(PLC)
    - 動作処理手順プログラムを装置内に記憶、自動処理
      - プログラマブル
      - リアルタイム動作
      - 機器との接続(インターフェース)

## 2.1 自動制御

### 2.1.3 シーケンス制御

- PLCの構成
  - 制御演算部
    - プログラムの読み出し・命令解読・データ取り込み・演算・出力・メモリに格納
  - メモリ部
    - プログラムメモリ:制御手順を記憶
    - データメモリ:演算結果を記憶
  - 入・出力部
    - 制御対象と結合
      - 入出力信号と内部信号のレベル変換
  - プログラミングツール部
    - プログラムの作成・修正・テストの道具



## 2.1 自動制御

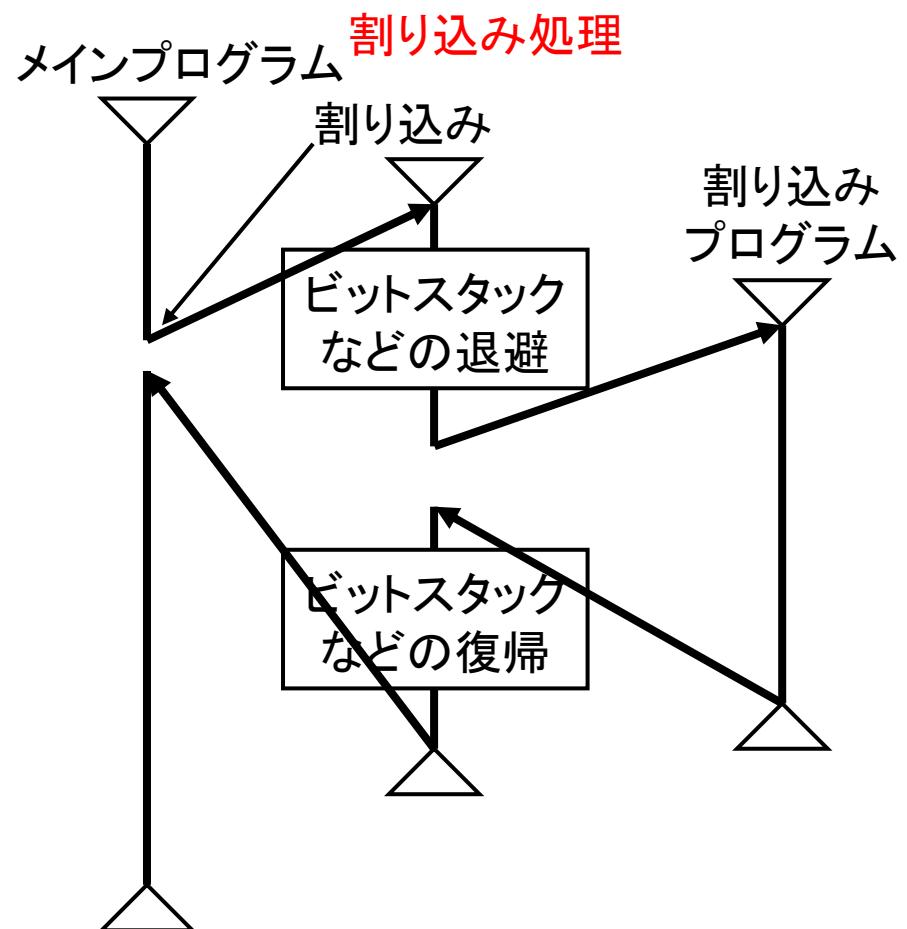
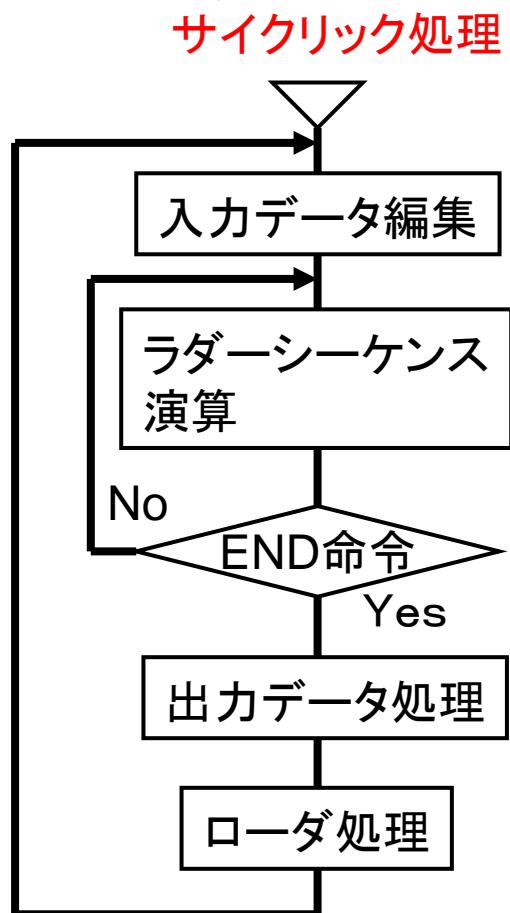
### 2.1.3 シーケンス制御

- PLCの制御方式
  - 数値・データを扱うワード処理
  - オン・オフ信号を扱うビット処理
  - プログラムの実行方式
    - サイクリック処理
      - 実行順序を意識しない方式
        - » シーケンス処理・並列動作
    - ステップシーケンス
      - 状態遷移図で表される動作を主体とした制御方式
        - » 順序制御・工程制御
    - 割込み処理
      - 定周期割込み
      - イベント割込みによるプログラム起動
      - 機能モジュールとの高速なインターフェース処理

## 2.1 自動制御

### 2.1.3 シーケンス制御

- PLCの処理フロー



## 2.2 情報処理

### 2.2.1 情報処理の基礎

- 情報の取り扱いに関する三要素
  - 情報処理
  - 情報伝達
  - 情報制御
- 情報の表現
  - アナログ量 連続な物理量として表せる量
    - 時間, 温度, 長さなど
  - デジタル量 離散的に数えられる量
    - 金, 個数, 人口
    - アナログ量をデジタル量で表現するには, 量子化が必要
      - 打ち切り誤差が含まれる(量子化誤差)

## 2.2 情報処理

### 2.2.1 情報処理の基礎

- 情報の表現

- 二進数

- 10進法 人間生活で通常用いる(基数10)
    - 2進法 コンピュータ内部で使用(基数2)

- 二進数での表現

$$b = b_m 2^m + b_{m-1} 2^{m-1} + \cdots + b_1 2^1 + b_0 + b_{-1} 2^{-1} + \cdots + b_{-n} 2^{-n}$$

$$= \sum_{j=m}^{-n} b_j 2^j$$

小数点以上は2の正の整数倍乗  
小数点未満は2の負の整数倍乗

## 2.2 情報処理

### 2.2.1 情報処理の基礎

- 2進数とコード(数字・文字を対応させる表現の方法)
  - EBCDICコード(Extended Binary Coded Decimal Interchange Code)
    - 拡張2進化10進コード。8ビット(1バイト)で一文字を表現。4ビットで0~9の10文字を表す(4ビットでは0~15まで表現可能)2進化10進コード(BCDコード)を拡張したもの。
  - ASCII (American Standard Code for Information Interchange)コード及びJIS(Japanese Industrial Standard)コード
    - 情報交換用米国標準コード(ASCII)7ビットで、数字・ローマ字(大文字小文字)を表す
    - JISコードは、ASCII体系を8ビットに拡張。(カタカナを追加)
  - JIS漢字コード
    - JIS規格(1978年)旧JIS漢字コードを制定。
    - 新JISコード(JIS X 0208-1997) 漢字6355文字・特殊・数字・ローマ字・かな・ギリシャ文字等524文字。2バイト表現16ビット。第一水準2965文字。第二水準3390文字。

## 2.2 情報処理

### 2.2.1 情報処理の基礎

- 論理回路

- 1(真), 0(偽)の2値信号で表現
- 0,1を電圧レベルで表す
  - 正論理
    - 電圧の高いレベルを1,低いレベルを0とする。
  - 負論理
    - 電圧の高いレベルを0,低いレベルを1とする。

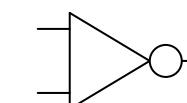
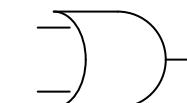
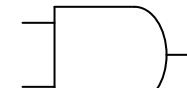
## 2.2 情報処理

### 2.2.1 情報処理の基礎

- 論理演算

- 論理回路の基本要素

- AND回路(論理積)



- OR回路(論理和)

- NOT回路(論理否定)

- その他

- ExOR回路(排他的論理和)



- NAND(NotAND)



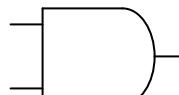
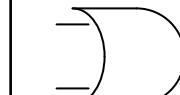
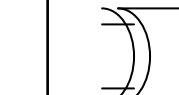
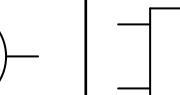
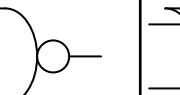
- NOR(NotOR)



## 2.2 情報処理

### 2.2.1 情報処理の基礎

- 論理演算

	入力		出力				
真理 値 表	A	B	AND	OR	ExOR	NAND	NOR
	0	0	0	0	0	1	1
	0	1	0	1	1	1	0
	1	0	0	1	1	1	0
	1	1	1	1	0	0	0
論理記号							
論理式		$C = A \cdot B$	$C = A + B$	$C = A \cdot \bar{B} + \bar{A} \cdot B$ $= A \oplus B$	$C = \bar{A} \cdot \bar{B}$ $= \bar{A} + \bar{B}$	$C = \bar{A} + B$ $= \bar{A} \cdot \bar{B}$	

## 2.2 情報処理

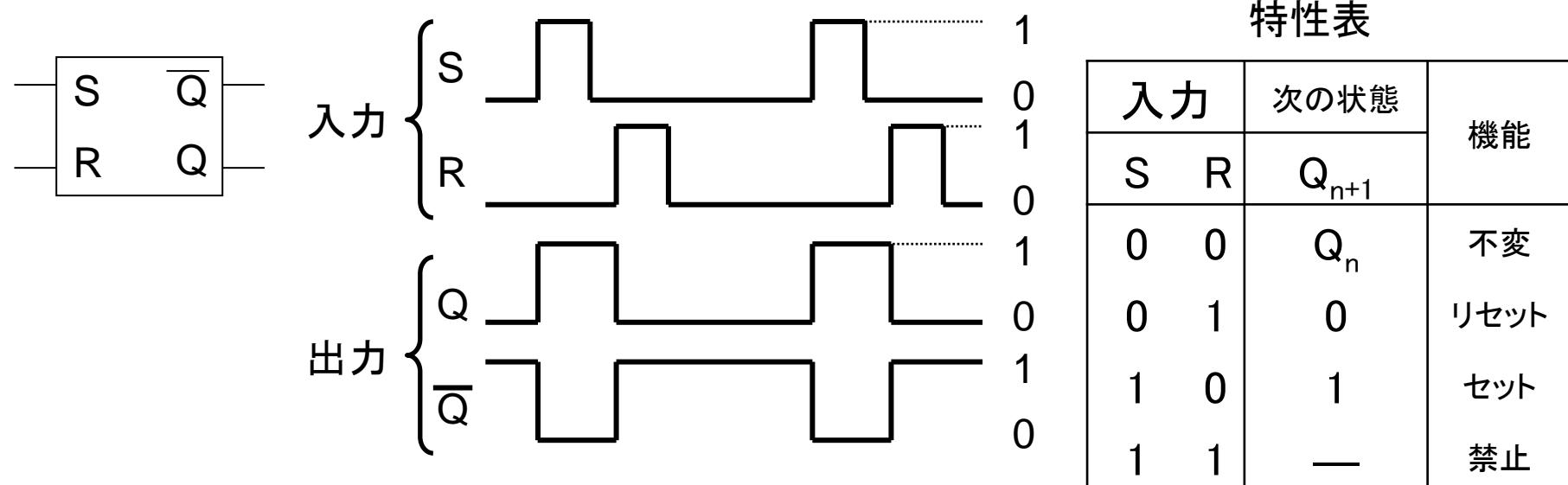
### 2.2.1 情報処理の基礎

- フリップフロップ
  - 1と0の2つの安定状態を持つ。
    - 外部の入力条件により状態決定
    - 次に条件が与えられるまで、状態を保持
    - 四種類ある。(RS,JK,D,T)

## 2.2 情報処理

### 2.2.1 情報処理の基礎

- RS (Reset Set)フリップフロップ
  - セット又はリセットの入力により出力が決まる。
  - セット・リセットの同時入力は禁止。

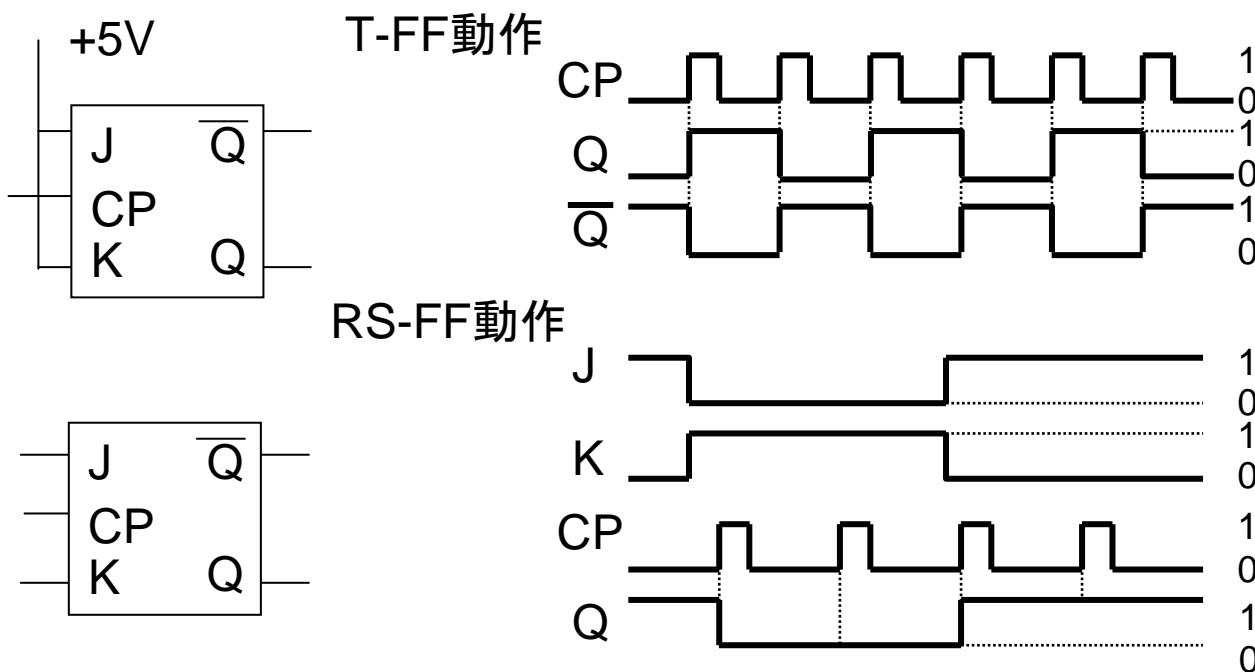


## 2.2 情報処理

### 2.2.1 情報処理の基礎

- JKフリップフロップ

- RSフリップフロップのセット・リセット同時入力を許すもの。
- 同時入力時は、出力が反転する。
- クロック(CP)付



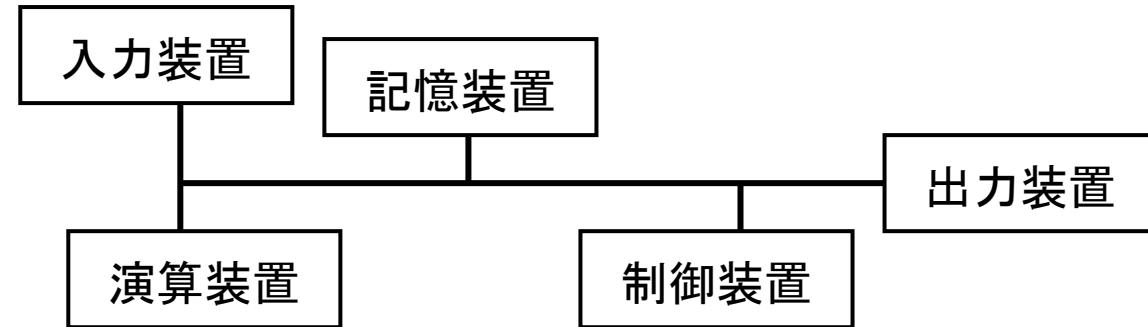
特性表

入力	次の状態		機能	
	J	K	$Q_{n+1}$	
0 0			$Q_n$	不变
0 1			0	リセット
1 0			1	セット
1 1			$\bar{Q}_n$	反転

## 2.2 情報処理

### 2.2.2 コンピュータの概要

- コンピュータの構成
  - ストアード・プログラム方式
    - プログラムとデータを順次取り出し・処理する
  - 構成要素
    - 入力装置
    - 出力装置
    - 制御装置
    - 演算装置
    - 記憶装置



## 2.2 情報処理

### 2.2.2 コンピュータの概要

- 性能の表現
  - アクセス時間
    - データ読み出し
    - データ書き込み
      - 単位は  $\mu$ s, ns, ps
  - 記憶容量
    - データの格納容量
      - キャラクタ, バイト, ワード単位
    - Kキロ( $1024=2^{10}$ )
    - Mメガ( $1024^2=2^{20}$ )
    - Gギガ( $1024^3=2^{30}$ )
  - 処理性能
    - MIPS (Million Instruction Per Sec)

## 2.2 情報処理

### 2.2.2 コンピュータの概要

- 主記憶の高速化
  - インターリブ方式
    - メモリへのアクセス待ち時間を利用
    - 複数のメモリバンクに同時平行で読み書きを行なう
  - キャッシュメモリ方式
    - 使用頻度の高いデータを蓄積し、主記憶へのアクセスを減らす
    - 中央処理装置と主記憶装置の間にキャッシュメモリを配置
- 制御装置
  - プログラム制御
    - 主記憶装置に格納したプログラム、データの解読・処理を行う
  - 入出力制御
    - 入出力装置・記憶装置にデータ格納・表示を行う
  - 演算制御
    - 記憶装置に格納されたデータを、命令に沿って論理・四則演算する

## 2.2 情報処理

### 2.2.2 コンピュータの概要

- 演算装置
  - 論理・四則・比較演算を行う。各種演算回路・アキュムレータ(墨算器)・レジスタで構成される。アキュムレータの内容と、各種データの内容を演算し、アキュムレータに格納する。
  - コンピュータのビット数は、アキュムレータのビット数を指す。
- 補助記憶装置
  - 主記憶の容量を補う
  - 大規模なファイルシステムを支援する
    - 磁気記憶・光磁気記憶

## 2.2 情報処理

### 2.2.2 コンピュータの概要

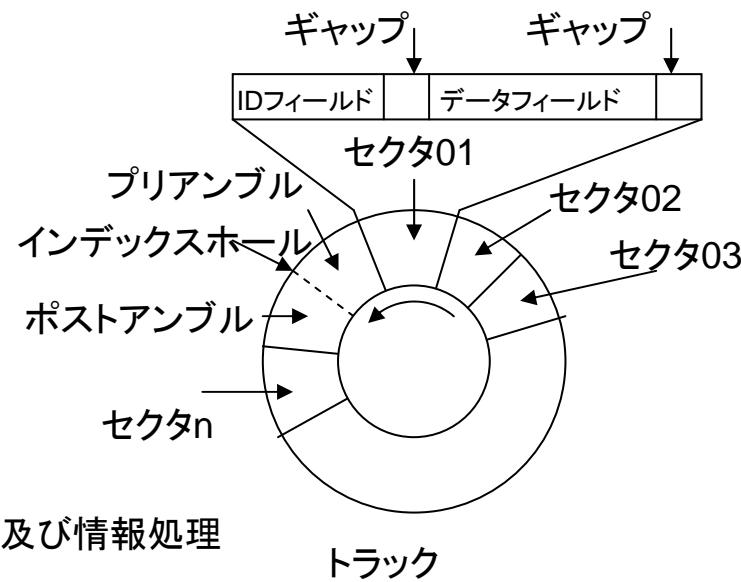
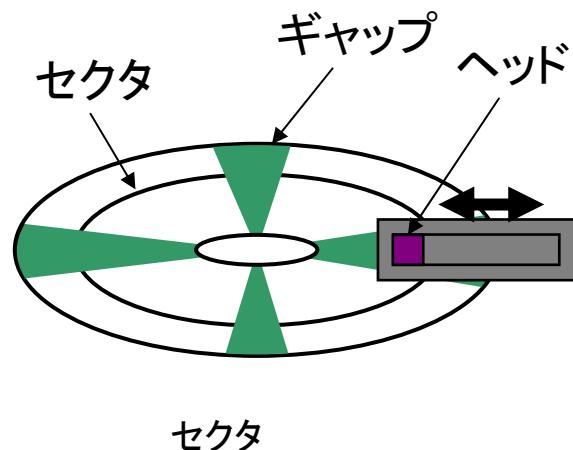
- 構成要素
  - 記憶装置

	媒体	アクセス 単位	アクセス 時間	容量
主記憶	半導体メモリ	ワード (4,8バイト)	数nsec	~GB
補助記憶	磁気ディスク 光磁気ディスク 光ディスク 磁気テープ	セクタ 512byte 1kbyte	数msec	~TB

## 2.2 情報処理

### 2.2.2 コンピュータの概要

- 記録の形式(磁気ディスク)
  - 光(磁気)記憶媒体。照射したレーザの反射で2値を識別
  - 磁気ディスクは、円周を1トラックの記憶位置とする。(トラックは同心円状に配置)
  - 一つのトラックは、複数のセクタに分割される
  - セクタが、読み書きの最小単位となる
  - セクタ間にはギャップがあり、区切りされている。



## 2.2 情報処理

### 2.2.2 コンピュータの概要

#### 代表的リムーバブル記憶媒体

記憶媒体	R/RW	容量
フロッピーディスク	RW	1.44MB(2HD)
CD-ROM	R	650MB
CD-R	RW(一回)	650MB
CD-RW	RW	650MB
DVD-ROM	R	4.7GB(单層)
DVD-R(Ver.2.0)	RW(一回)	4.7GB
DVD-RW(Ver.2.0)	RW(1000回)	4.7GB
DVD-RAM	RW(10000回)	4.7GB
光磁気ディスク(MO)	RW	128/230/540/640MB
メモリカード	RW	~1GB
HDDカード	RW	~1GB

## 2.2 情報処理

### 2.2.2 コンピュータの概要

インターフェース	接続機器と特徴	転送方式
IDE	内蔵HDD,CD-ROM等,4台まで	P
SCSI	HDD,CD-ROM等, 7台まで	P
ファイバチャネル	PC間, 周辺装置	S
RS-232C	モデム等	S
RS-422	RS-232Cの上位規格	S
PS/2	キーボード, マウス	S
USB	パソコンの周辺機器一般	S
IEEE1394	HDD,AV機器等	S
IrDA	ノートPC,携帯電話	S
GPIB	計測器制御	P
セントロニクス	プリンタ	P

## 2.2 情報処理

### 2.2.2 コンピュータの概要

- 構成要素

- 入出力装置 コンピュータの内部・外部間の情報の授受・交換を行う

- 補助記憶装置も入出力装置の一部である。

- 入力装置

- キーボード

- 読み取り装置

- » 紙テープ読取装置

- » カード読取装置

- 文字入力

- » OCR 光学文字読み取り装置

- » OMR 光学マーク読み取り装置

- » MICR 磁気インク読取装置

- » バーコード読取装置 一次元, 二次元

- 図形入力

- » イメージスキヤナ

- » デジタルカメラ

- 位置入力装置

- » デジタイザ

- » ライトペン

- » マウス

## 2.2 情報処理

### 2.2.2 コンピュータの概要

- 構成要素

- 出力装置
  - 穿孔装置
    - » 紙テープ穿孔装置
    - » カード穿孔装置
  - 印刷装置
    - » シリアルプリンタ 一文字ずつ印刷
    - » ラインプリンタ 一行ずつ印刷
    - » ページプリンタ 一ページずつ印刷 レーザプリンタ等
  - 表示装置
    - » キャラクタディスプレイ装置 文字しか出ない
    - » グラフィクディスプレイ装置
  - プロッタ XYプロッタ, HPGL等
  - 音声出力装置

## 2.2 情報処理

### 2.2.3 データベース

- ファイル処理システム(非データベース)
  - ファイル
    - 一まとめのプログラム、データの集まり、ファイル名の辞書、入出力機器を抽象化してアクセスできるようにしたもの
      - プログラムファイル
      - データファイル
      - スペシャルファイル
      - ディレクトリ(フォルダともいう。階層構造を作る。)
    - ファイル管理プログラム
      - 補助記憶領域の割り当て、系統的なファイルの蓄積
      - プログラム実行中に指定されたファイルを参照
      - 原始的なファイル管理方法(DOS, Win95等)
        - ファイル割り当て表(FAT)
          - » ディスク内のクラスタの使用状況表
        - ディレクトリ
          - » ファイル名と記憶場所の対応表

## 2.2 情報処理

### 2.2.3 データベース

- データベースの概念
  - データベースを使わない場合の問題点
    - データが複数のファイルに分散するため、これらにまたがったデータの処理が面倒
    - 複数のファイルで同一の内容が存在
    - ファイルの構成を変えると、アプリケーションの変更が必要
    - ファイルに互換性がない
    - 処理業務毎にマスタファイルが必要
    - データ・プログラムの一元管理ができない

## 2.2 情報処理

### 2.2.3 データベース

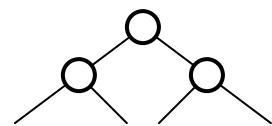
- ・ データベースの概念
  - ファイル処理システムの問題を克服→データベース
  - 膨大な情報の中から必要とする情報を早く・正確に入手し活用するため、レコードを統一し、一元管理する
- ・ データベースの目的
  - データの冗長性の排除 → データは唯一
  - データの一貫性の維持 → 冗長性を無くすと、一貫的になる
  - データの独立性 → 複数のプログラムで同一データを使用可能にする
  - データの安全性の確保 → アクセス制限等のデータの機密保持
  - データの保全性の確保 → 不具合発生時のデータベースの回復機能

## 2.2 情報処理

### 2.2.3 データベース

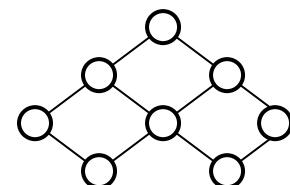
- リレーショナルデータベースの特徴
  - データモデル
    - データ項目の論理的な関連付け

階層モデル



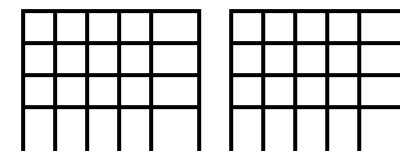
データの親子関係  
を表すモデル

ネットワークモデル



データの依存関係  
を表すモデル

リレーショナルモデル



表

データ関係をテーブル形式  
で表すモデル

## 2.2 情報処理

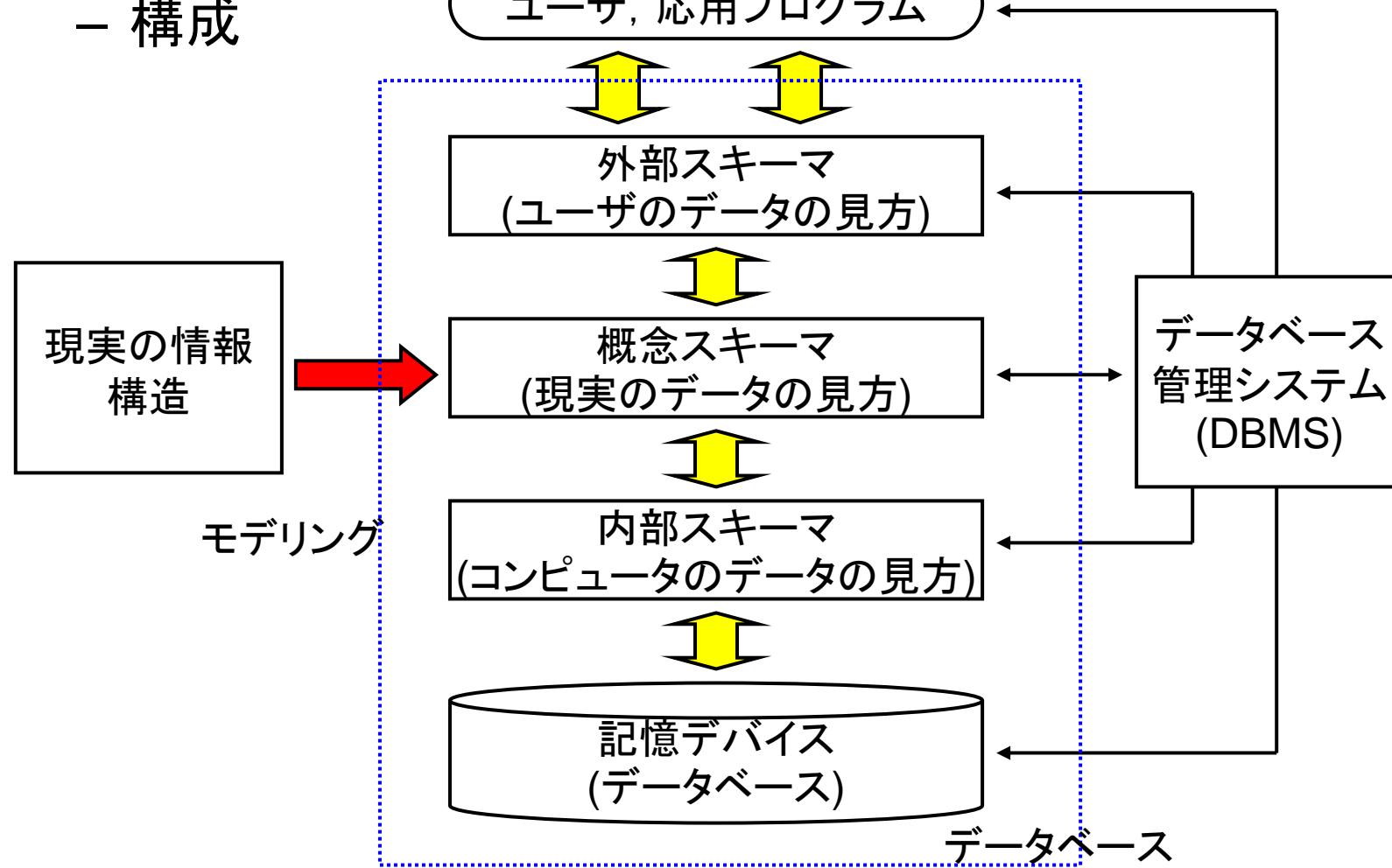
### 2.2.3 データベース

- リレーショナルデータベースの特徴
  - データ項目間の依存関係を表で表現
  - テーブル形式で構造化
  - テーブルで表したデータの集合→リレーション
  - 特徴
    - 単純な表現形式
    - 理論的
    - データ管理のOSがある
    - データの独立性
    - システム変更が簡単

## 2.2 情報処理

### 2.2.3 データベース

- リレーショナルデータベースの特徴
  - 構成



## 2.2 情報処理

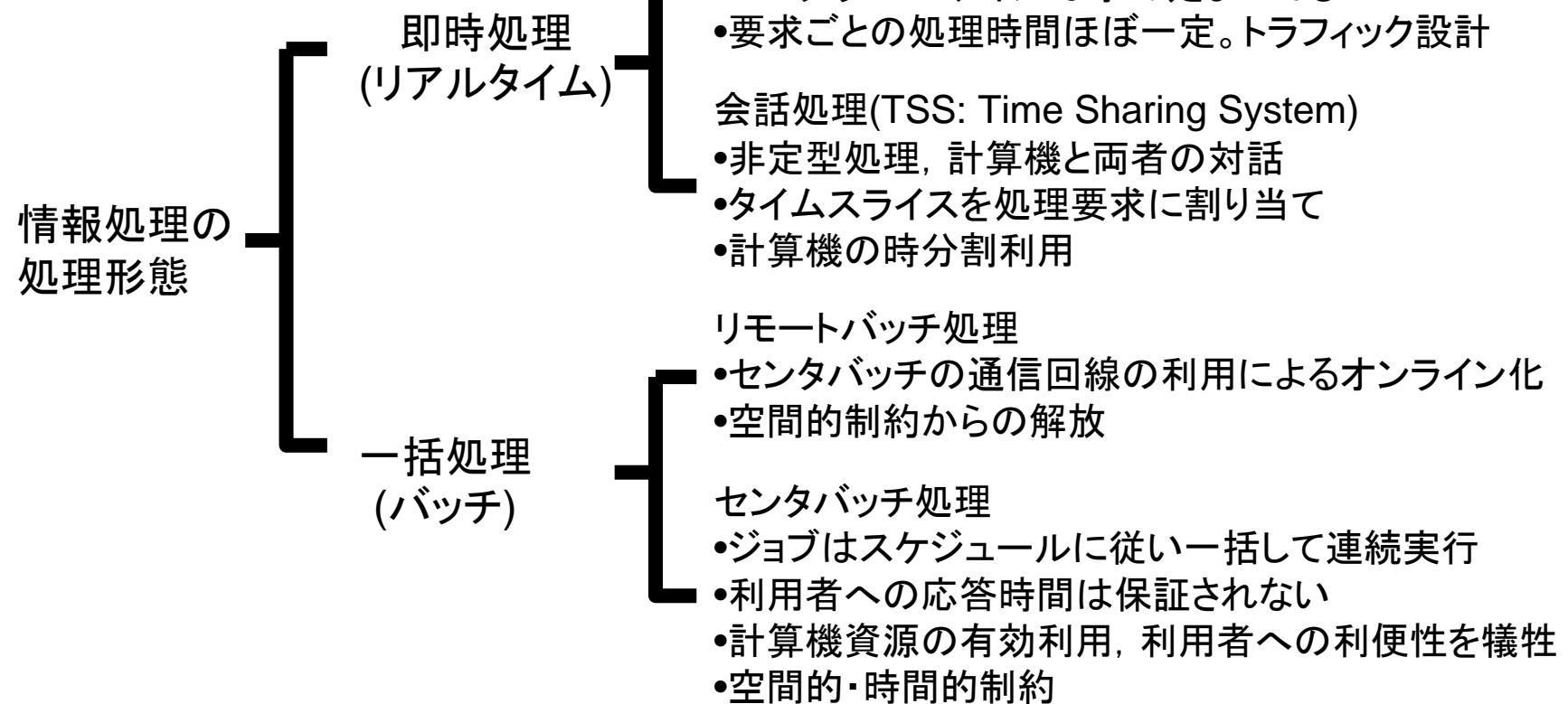
### 2.2.3 データベース

- データベースアーキテクチャ
  - ホスト中心形
    - 強力なメインフレームがデータをすべて管理
    - 端末は入出力処理のみ行う
  - クライアント・サーバ形
    - データベースは、ネットワーク上のデータサーバに持つ
    - アプリケーションは、クライアントが持つ
      - アプリケーションの要求に対して、サーバが処理結果をクライアントに返す。(アプリケーションと、DBMSが別に存在)
  - 分散システム形
    - データベースがいくつかのシステムに物理的に分散する
    - データベースの処理要求に対して、DBMSが所在を判断し、処理要求を実施する。

## 2.2 情報処理

### 2.2.4 データ伝送

- 情報処理の処理形態



## 2.2 情報処理

### 2.2.4 データ伝送

- 情報処理の処理形態
  - オンライン
    - 端末とホストが接続された状態
  - オフライン
    - 接続せず、端末で処理
  - リアルタイム
    - 常にホストと端末をつなぎ、処理要求を即時に処理
  - バッチ
    - 処理をためておいて、一括で処理する。

## 2.2 情報処理

### 2.2.4 データ伝送

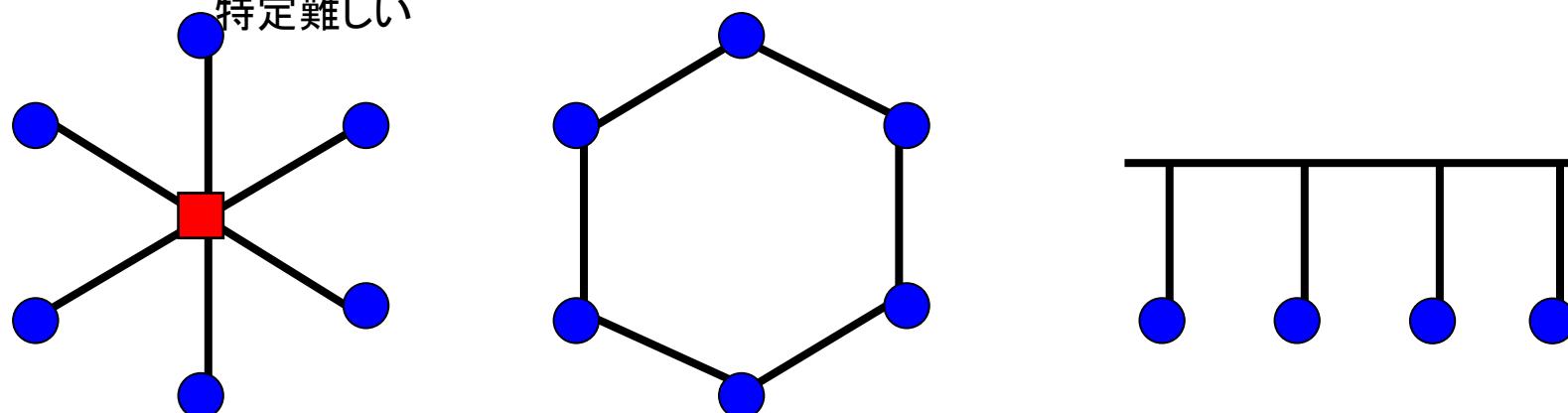
- データ通信ネットワーク
  - 構内ネットワーク
    - LAN (Local Area Network)
    - 企業内の情報共有
  - 広域ネットワーク
    - WAN (Wide Area Network)
    - 広い地域のコンピュータやLAN同士を結ぶ
- LANの構成
  - 伝送媒体
    - 摺り対線(ツイストペアケーブル)
      - 取り扱い容易
      - ~1Mbps, 最近はxDSLのように高速通信も可能
    - 同軸ケーブル
      - ノイズに強い
      - ベースバンド
      - ブロードバンド
    - 光ケーブル
      - ノイズに強い
      - 高速
      - 高価

通信媒体	イーサネット	伝送速度	最大長	コスト	特徴
ツイストペア ケーブル	10BASE-T	10Mbps	100m	低	安価 設置が容易
同軸ケーブル	10BASE5	10Mbps	200m	中	信頼性 柔軟性 経済性
光ファイバ ケーブル	100BASE-FX	100Mbps	2km	高	高速 大容量 電気雑音に強い

## 2.2 情報処理

### 2.2.4 データ伝送

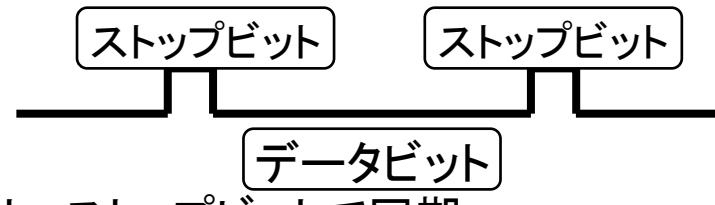
- LANの構成
  - 接続形態(トポロジー)
    - スターフォーム
      - 配線変更, 増設, 障害場所の特定が容易, 中央の故障で機能喪失
    - リング形
      - 配線変更, 延長, 障害場所の特定が容易, 一つのノード故障が他へ影響
    - バス形
      - 障害が発生しても他への影響少ない。ケーブル敷設費高, 変更難, 障害特定難しい



## 2.2 情報処理

### 2.2.4 データ伝送

- データ通信
  - 伝送方式
    - パラレル伝送
      - 並列の通信回線で、連続するビットをそのまま同時に伝送
      - 伝送速度速い。伝送線のコスト高い。
    - シリアル伝送
      - 一比特ずつ逐次送る
      - 調歩同期式(非同期式)
        - » 一文字毎、スタートビット、ストップビットで同期
      - 独立同期方式(同期式)
        - » キャラクタ同期  
同期用特殊文字(SYN)を使用。ブロック単位で同期
        - » フラグ同期  
何文字かでフレーム構成。フレーム前後にフラグを付加



## 2.2 情報処理

### 2.2.4 データ伝送

- 伝送制御手順
  - プロトコル
    - データ転送における通信規約
      - 電気的規則
      - 接続コネクタ
      - 伝送制御手順

## 2.2 情報処理

### 2.2.4 データ伝送

- ベーシックモード伝送制御手順
  - コンテンション方式
    - 送信要求信号
    - 受信可能信号
    - データ伝送
  - ポーリング/セレクティング方式
    - 送信要求の有無を順に問い合わせ(ポーリング)
    - 送信時, 受信の可否の問い合わせ(セレクティング)

## 2.2 情報処理

### 2.2.4 データ伝送

#### – HDLC伝送制御手順

- データをフレームに格納
- 任意のデータ長
- 高速
- 高信頼性



F:フラグシーケンス, A:アドレス, C:制御情報, FCS:フレームチェックシーケンス  
HDLC信号

## 2.2 情報処理

### 2.2.4 データ伝送

- インターネットとTCP/IP
  - 1969年米国国防総省高等研究計画局(Advanced Research Projects Agency: ARPA)のARPANET
  - TCP/IP (Transmission Control Protocol /Internet Protocol)の通信プロトコルを用いる
  - OSI参照モデル

## 2.2 情報処理

### 2.2.4 データ伝送

- OSI (Open System Interconnection) 基本参照モデル

層	名前	機能・規定対象
第7層	応用層	アプリケーション固有の通信処理・手順を規定
第6層	プレゼンテーション層	データのフォーマットを規定
第5層	セッション層	データ通信開始・終了の管理
第4層	トランスポート層	通信プロセスの伝送路
第3層	ネットワーク層	経路選択, アドレス管理
第2層	データリンク層	隣接機器間でのデータ転送
第1層	物理層	伝送媒体, コネクタ, ピン形状