

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

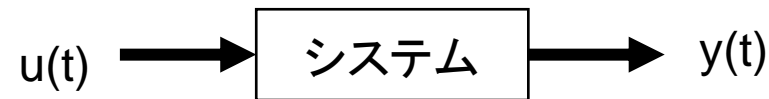
$$\frac{s+a}{(s+a)^2 + \omega_0^2} \Leftrightarrow e^{-at} \cos \omega_0 t$$

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



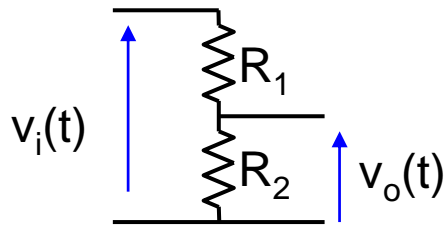
- 出力 $y(t)$ のラプラス変換 $Y(s)$ と, 入力 $x(t)$ のラプラス変換 $X(s)$ の比 $G(s)$ を伝達関数
 - 出力のラプラス変換は伝達関数と入力のラプラス変換の積

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

2.1 自動制御

2.1.1 自動制御の基礎

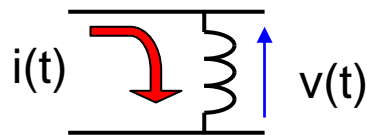
- 伝達関数
 - 比例要素



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

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

- 微分要素



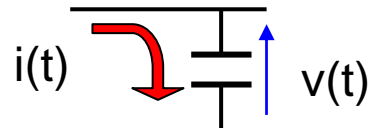
$$v(t) = L \frac{d}{dt} i(t) \quad \Rightarrow \quad V(s) = sLI(s)$$

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

2.1 自動制御

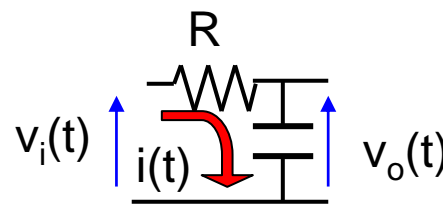
2.1.1 自動制御の基礎

- 伝達関数
 - 積分要素



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

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

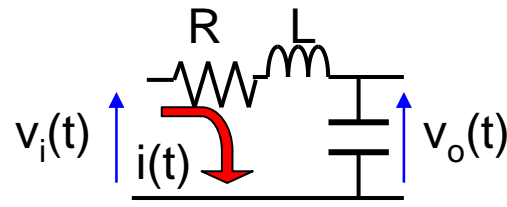


$$\begin{cases} v_i(t) = Ri + \frac{1}{C} \int i dt \\ v_o(t) = \frac{1}{C} \int i dt \end{cases} \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} V_i(s) = RI(s) + \frac{I(s)}{sC} \\ V_o(s) = \frac{I(s)}{sC} \end{cases} \quad G(s) = \frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{1}{sCR + 1}$$

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



$$\begin{cases} v_i(t) = Ri + L \frac{d}{dt}i + \frac{1}{C} \int i dt \\ v_o(t) = \frac{1}{C} \int i dt \end{cases} \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} V_i(s) = RI(s) + sLI(s) + \frac{I(s)}{sC} \\ V_o(s) = \frac{I(s)}{sC} \end{cases}$$

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

- むだ時間

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

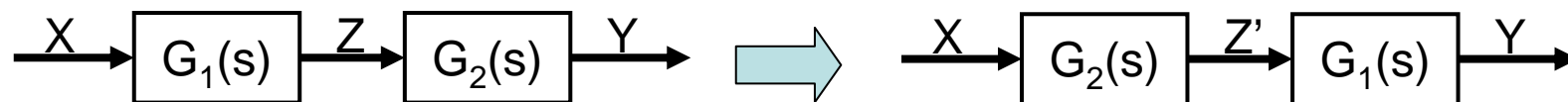
2.1 自動制御

2.1.1 自動制御の基礎

- ブロック線図

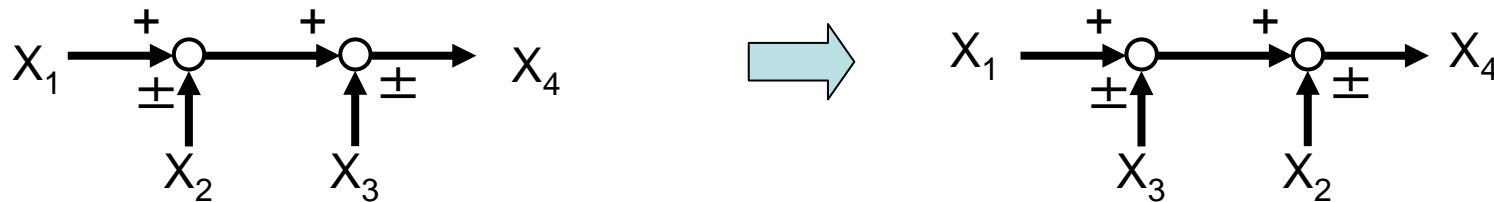
- 信号の流れと、伝達要素で制御系を表す図

- ブロック置換



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

- 加え合わせ点動作



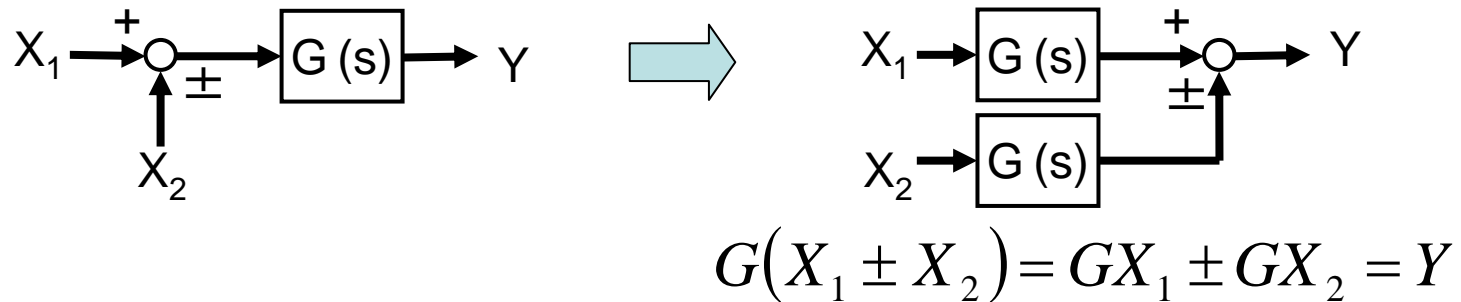
$$(X_1 \pm X_3) \pm X_2 = (X_1 \pm X_2) \pm X_3 = X_4$$

2.1 自動制御

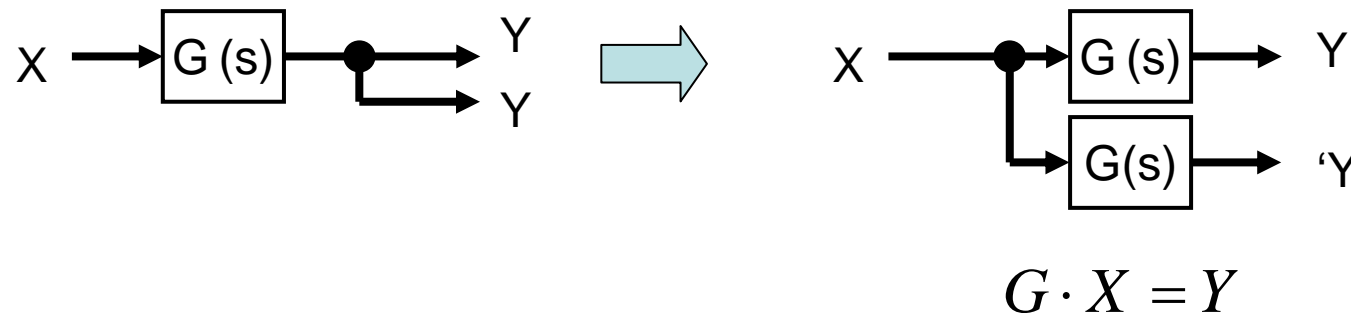
2.1.1 自動制御の基礎

– ブロック線図の簡略化

- 加え合わせ点移動



- 引き出し点移動

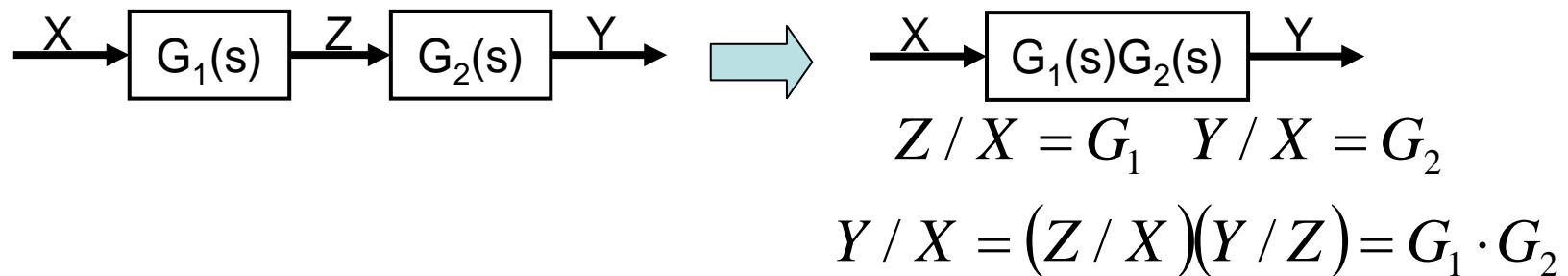


2.1 自動制御

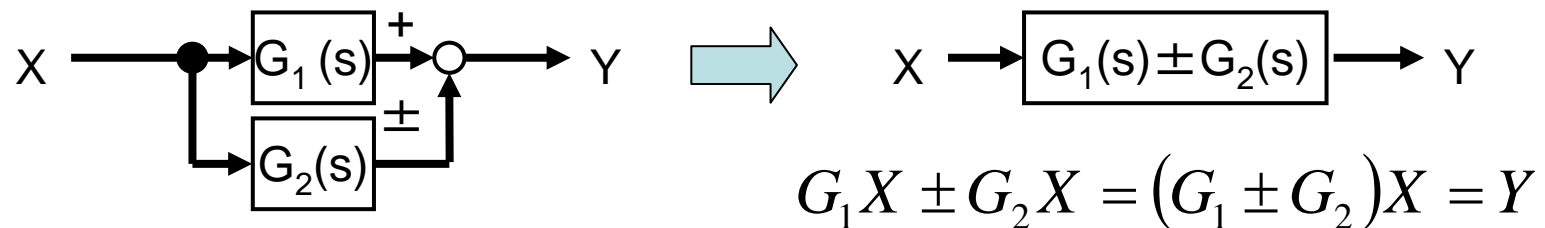
2.1.1 自動制御の基礎

– ブロック線図の簡略化

• 直列結合



• 並列結合

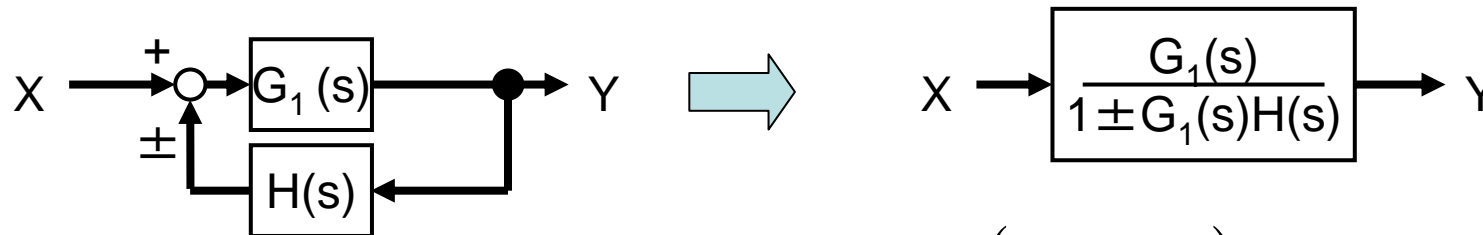


2.1 自動制御

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



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

$$G_1X \pm G_1HY = Y$$

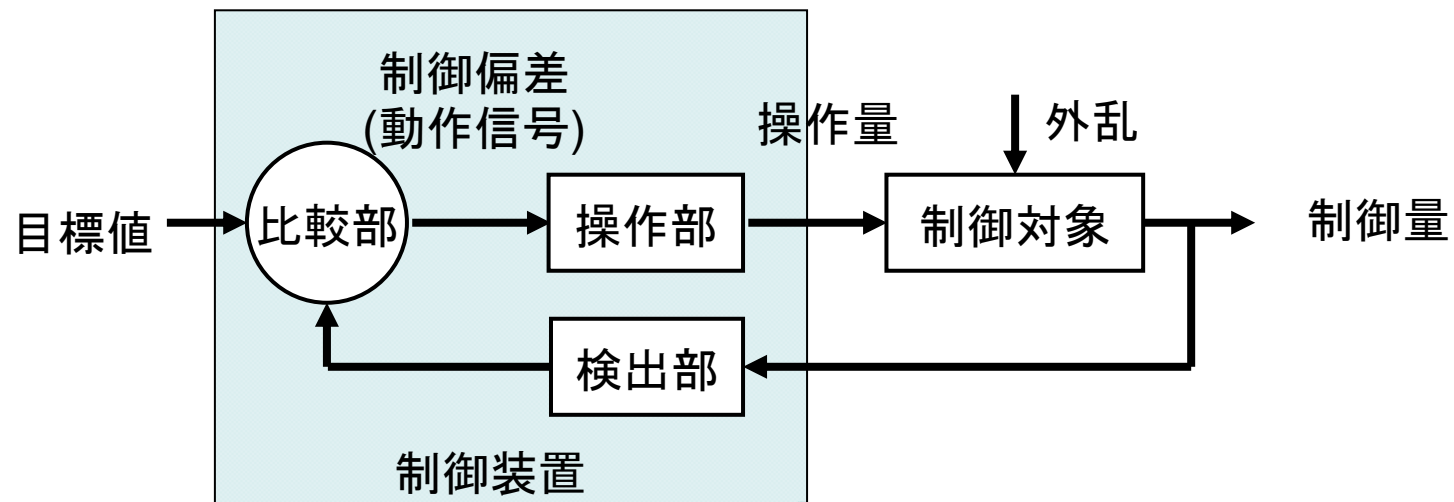
$$Y(1 \mp G_1H) = G_1X$$

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

2.1 自動制御

2.1.2 フィードバック制御

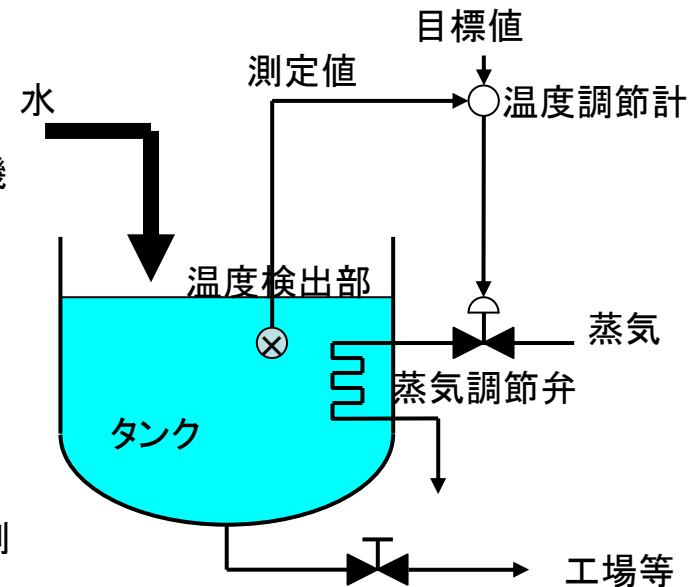
- フィードバック制御系の構成
 - 制御量を目標値と比較し、一致させるように操作量を生成する制御
 - プロセスに内在する遅れに対して、偏差をはやく無くす速応性と、プロセスの安定性を両立させることが課題



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

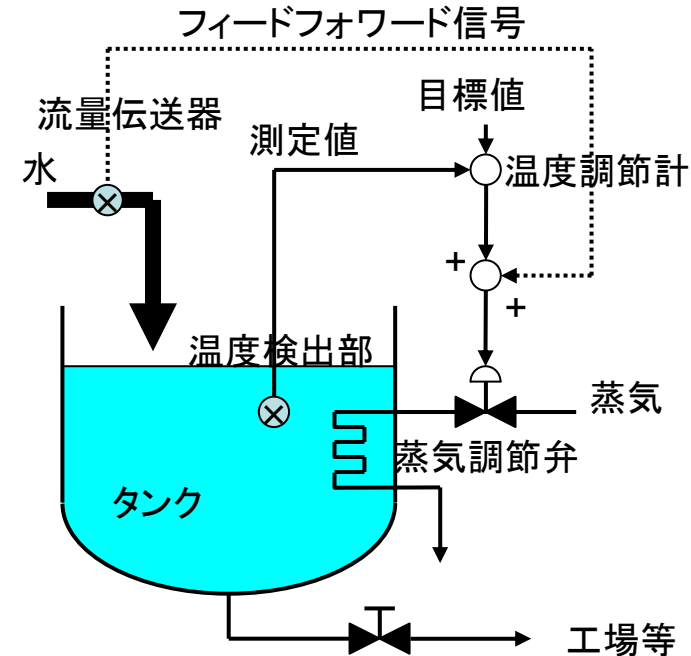


温水加熱装置の例

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
 - 定値制御
 - － 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)
- － 定値制御が一般的

● 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に構成された制御系 |
| 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

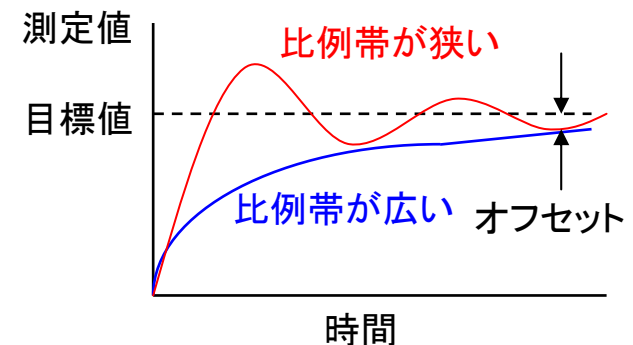
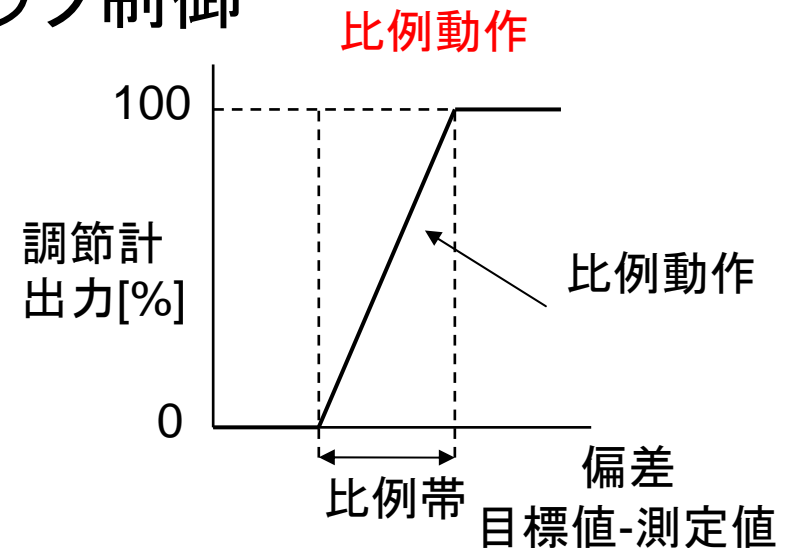
$$mv = mv_0 + K_p e$$

- 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

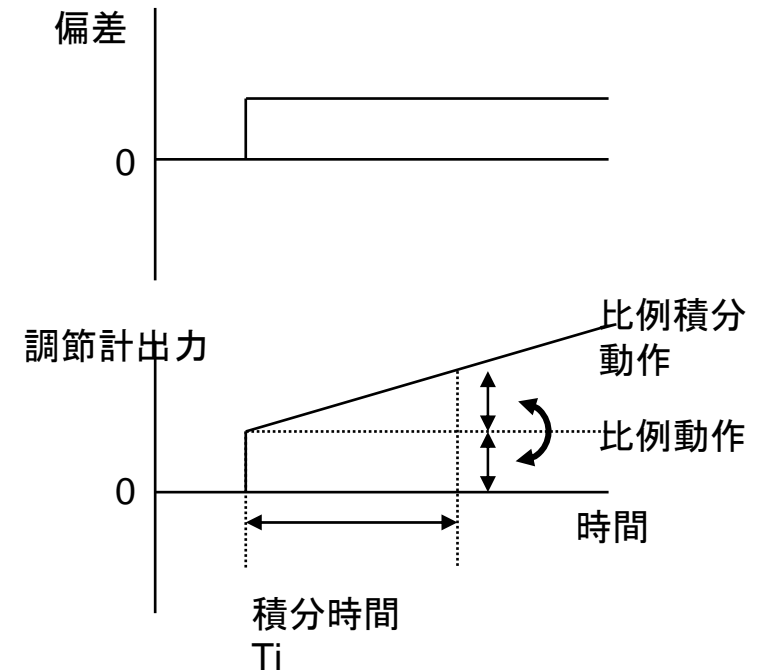
2.1.2 フィードバック制御

- 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

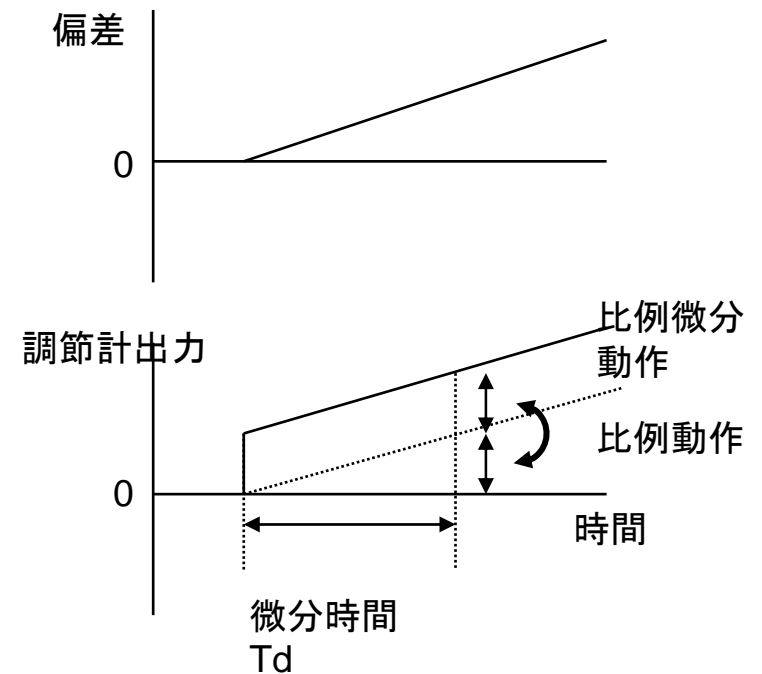
2.1.2 フィードバック制御

- 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

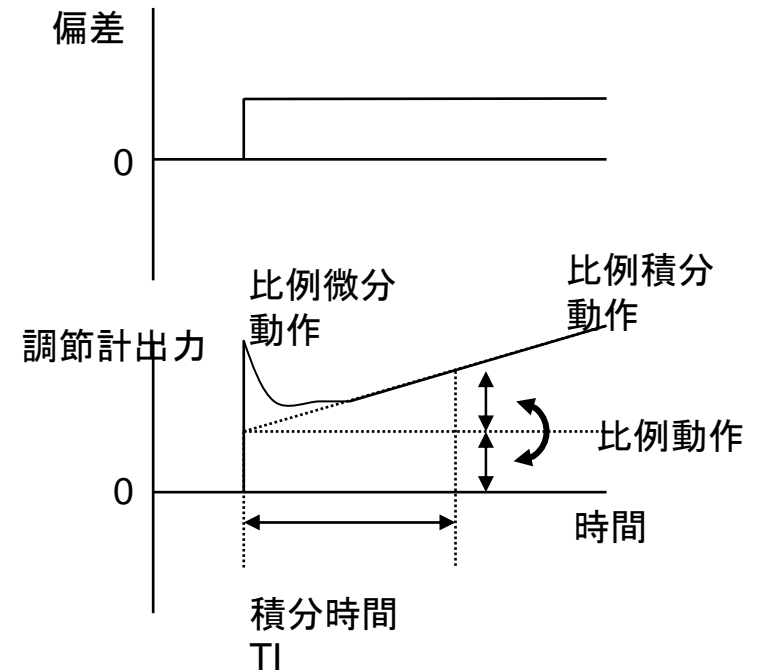
$$mv = mv_0 + \frac{100}{PB} \left\{ e + \frac{1}{T_I} \int e dt + T_D \frac{d}{dt} e \right\}$$

- 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

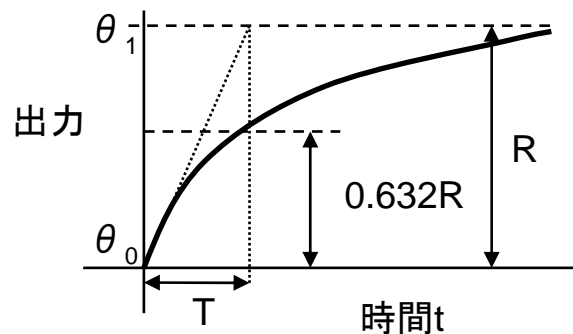
– 工業プロセスの特性とその測り方

• 工業プロセスの特性

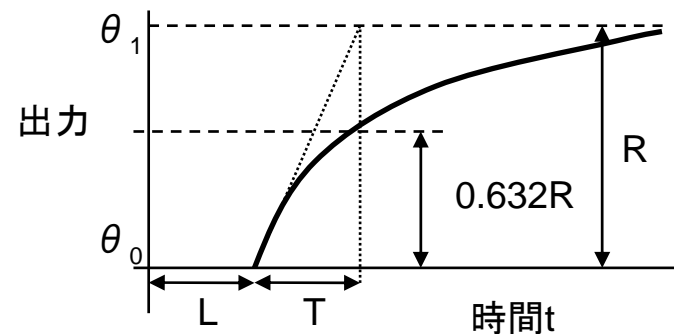
- 工業プロセスは, 信号の流れを幾つかの要素に分割できる
- 複数の一次遅れ特性と無駄時間特性が複合されたもの(一般的)

» 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

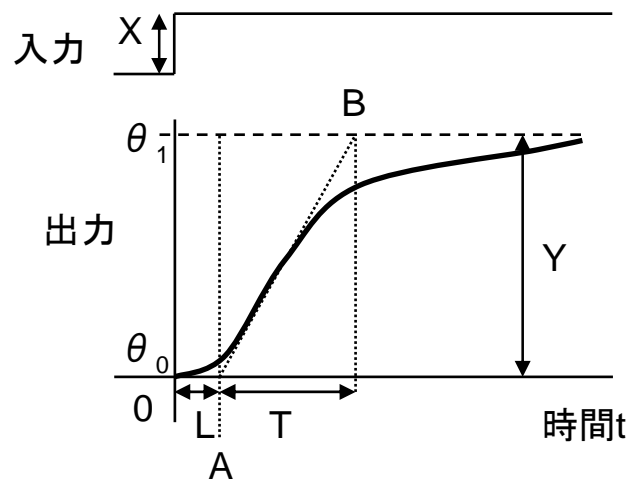


2.1 自動制御

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

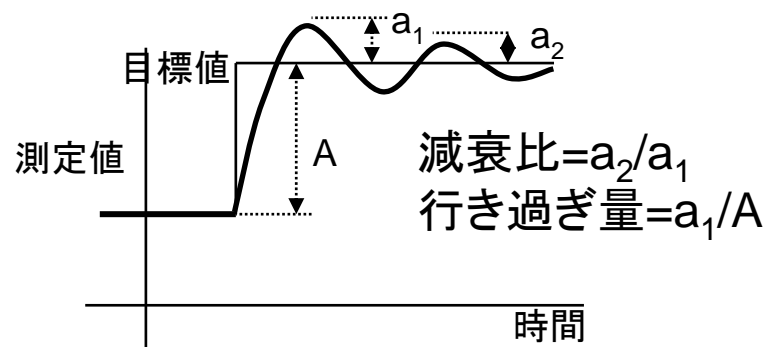


応答の遅れからむだ時間Lを求める
接線ABから時定数Tを求める
接線の交点よりむだ時間を求める
プロセスゲイン $K_{pr}=Y/X$

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)



測定値が目標値を行き過ぎると
困ることがある
減衰比を使用する場合,
必ず行き過ぎる

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
 - 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_I [min] | T_D [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

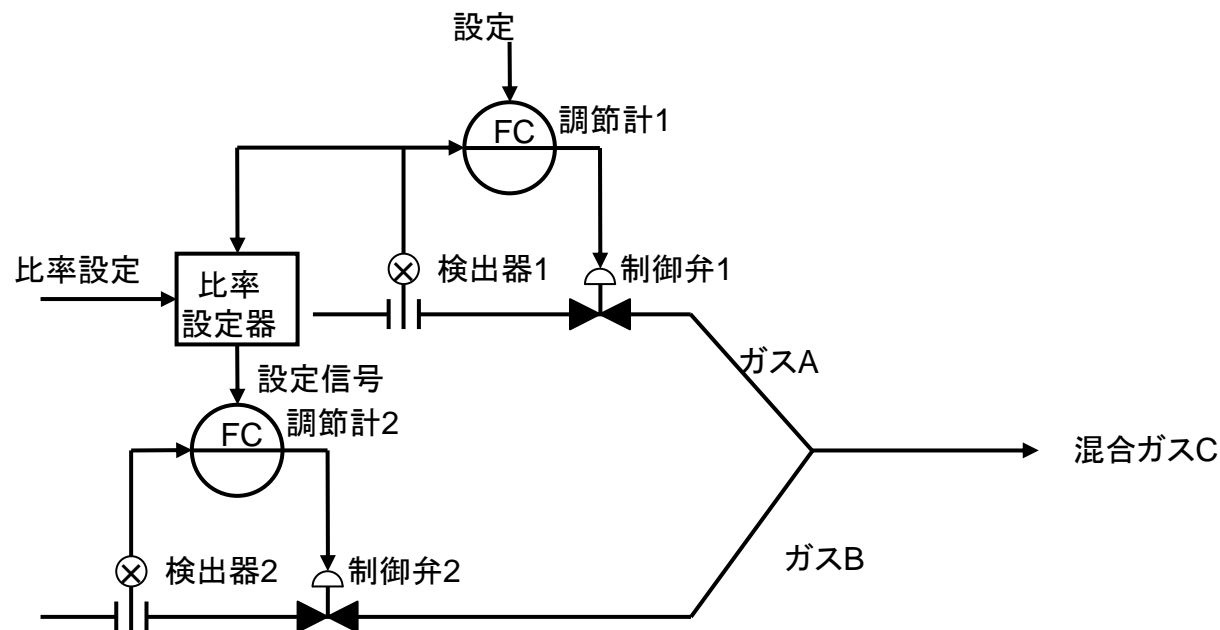
2.1.2 フィードバック制御

- 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ershoot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

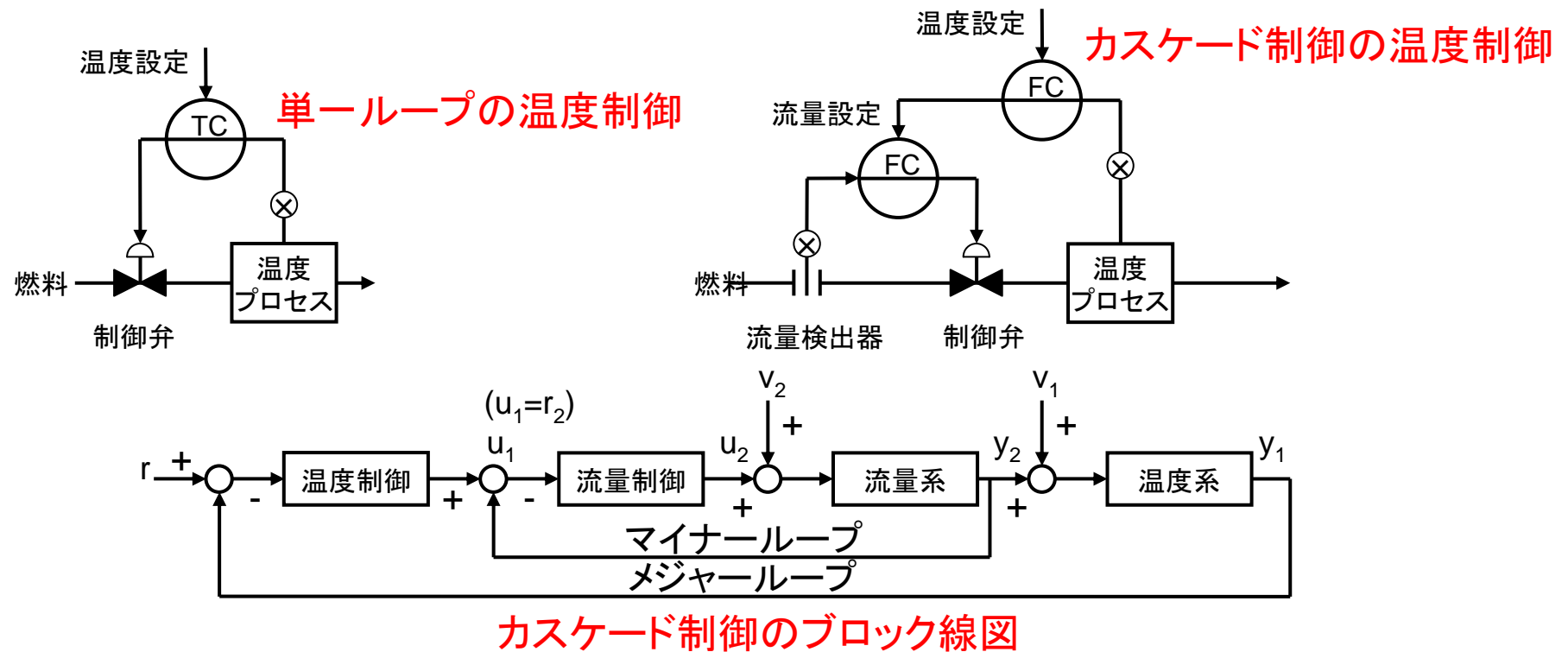


比率制御の例

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

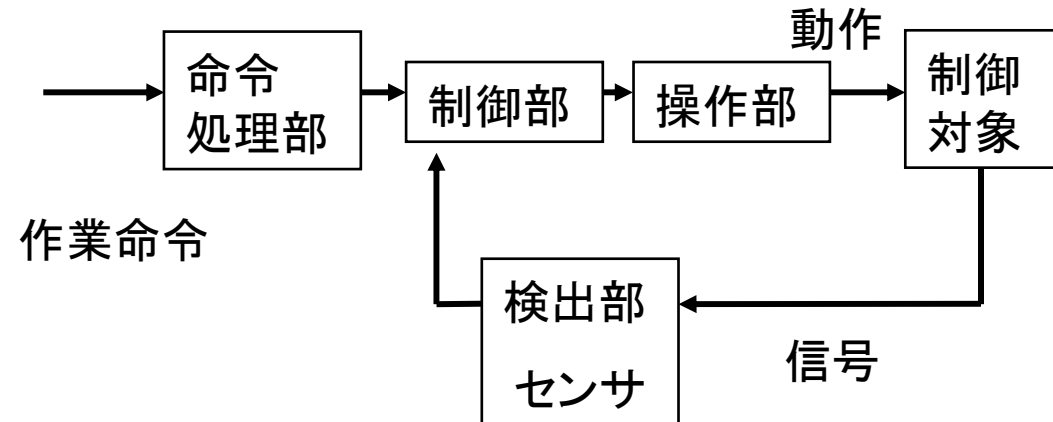
2.1.3 シーケンス制御

- 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
制御命令の増幅
 - － 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

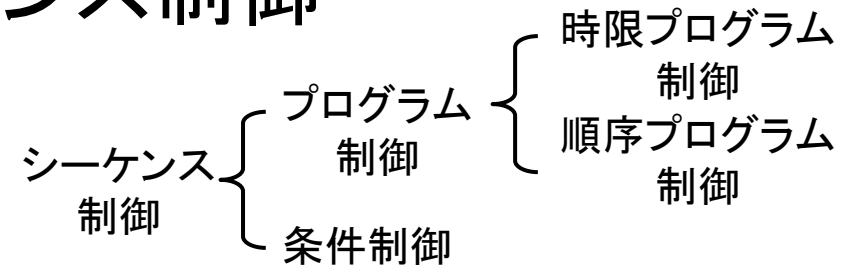
- 順序プログラム制御

- 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: 圧カスイッチ, 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

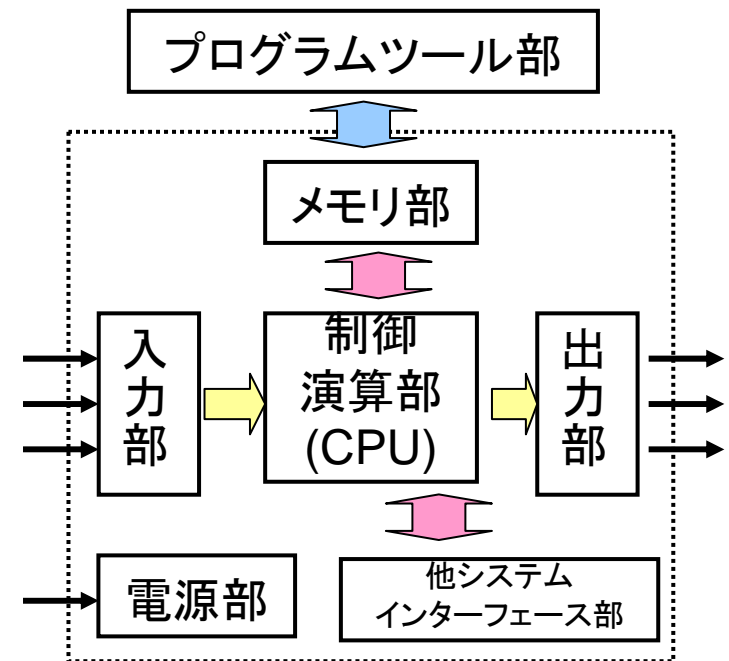
2.1.3 シーケンス制御

- 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

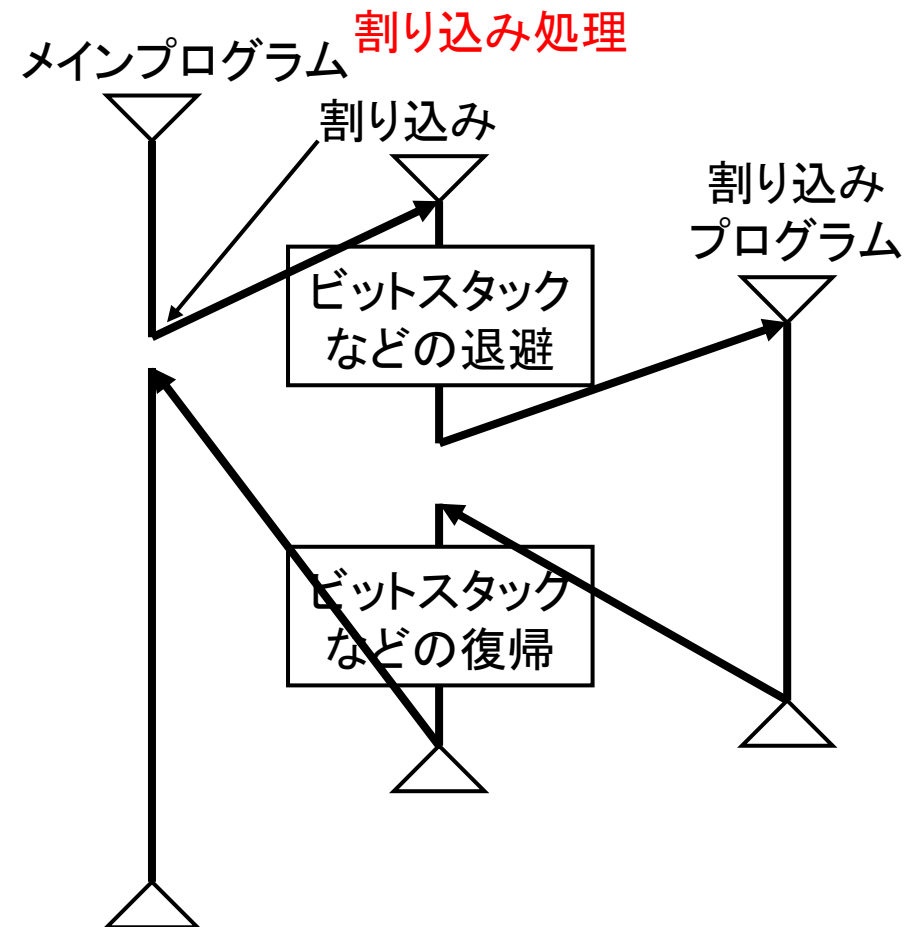
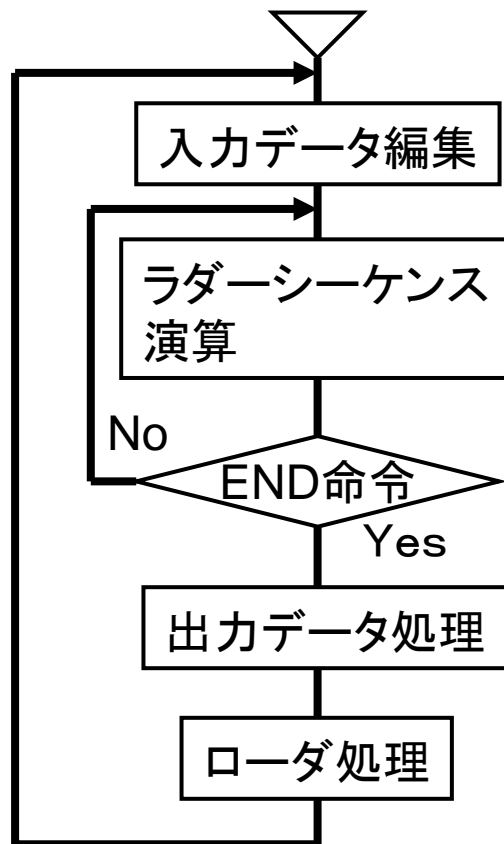
- PLCの制御方式
 - 数値・データを扱うワード処理
 - オン・オフ信号を扱うビット処理
 - プログラムの実行方式
 - サイクリック処理
 - 実行順序を意識しない方式
 - » シーケンス処理・並列動作
 - ステップシーケンス
 - 状態遷移図で表される動作を主体とした制御方式
 - » 順序制御・工程制御
 - 割込み処理
 - 定周期割込み
 - イベント割込みによるプログラム起動
 - 機能モジュールとの高速なインターフェース処理

2.1 自動制御

2.1.3 シーケンス制御

- PLCの処理フロー

サイクリック処理



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

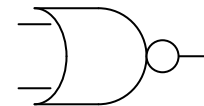
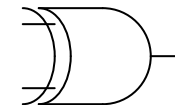
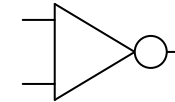
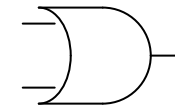
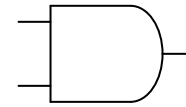
2.2.1 情報処理の基礎

- 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

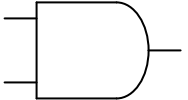
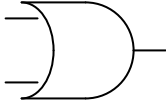
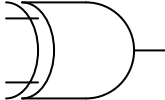
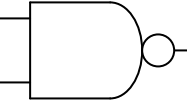
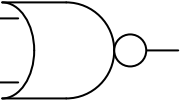
- 論理演算
 - 論理回路の基本要素
 - AND回路(論理積)
 - OR回路(論理和)
 - NOT回路(論理否定)
 - その他
 - ExOR回路(排他的論理和)
 - NAND(NotAND)
 - NOR(NotOR)



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 | | | $C = A \cdot B$ | $C = A + B$ | $C = A \cdot \bar{B} + \bar{A} \cdot B$ $= A \oplus B$ | $C = \overline{A \cdot B}$ $= \bar{A} + \bar{B}$ | $C = \overline{A + B}$ $= \bar{A} \cdot \bar{B}$ |

2.2 情報処理

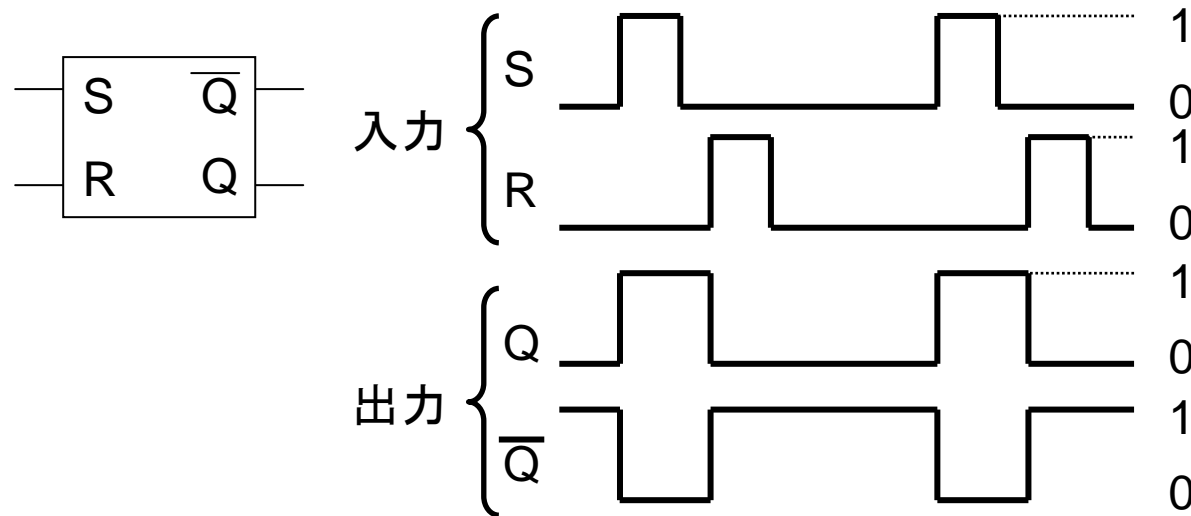
2.2.1 情報処理の基礎

- 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。



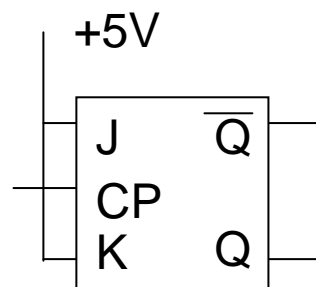
特性表

| 入力 | | 次の状態 | 機能 |
|----|---|-----------|------|
| S | R | Q_{n+1} | |
| 0 | 0 | Q_n | 不変 |
| 0 | 1 | 0 | リセット |
| 1 | 0 | 1 | セット |
| 1 | 1 | — | 禁止 |

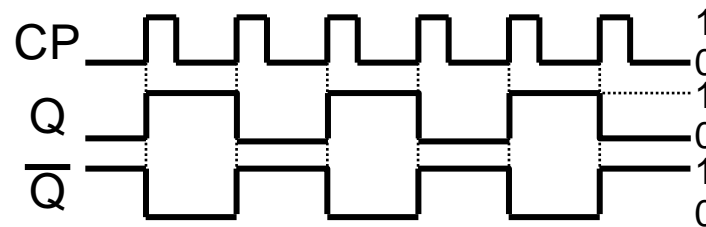
2.2 情報処理

2.2.1 情報処理の基礎

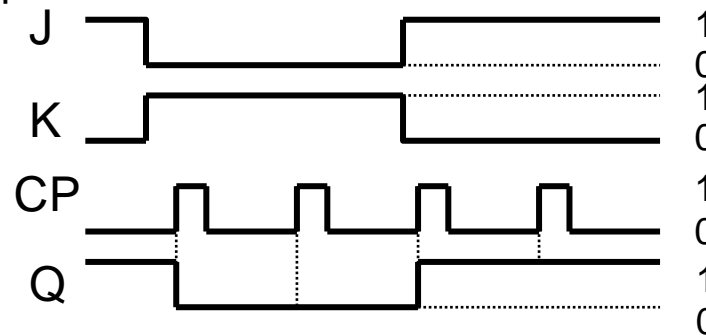
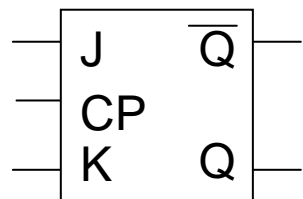
- JKフリップフロップ
 - RSフリップフロップのセット・リセット同時入力を許すもの。
 - 同時入力時は, 出力が反転する。
 - クロック(CP)付



T-FF動作



RS-FF動作



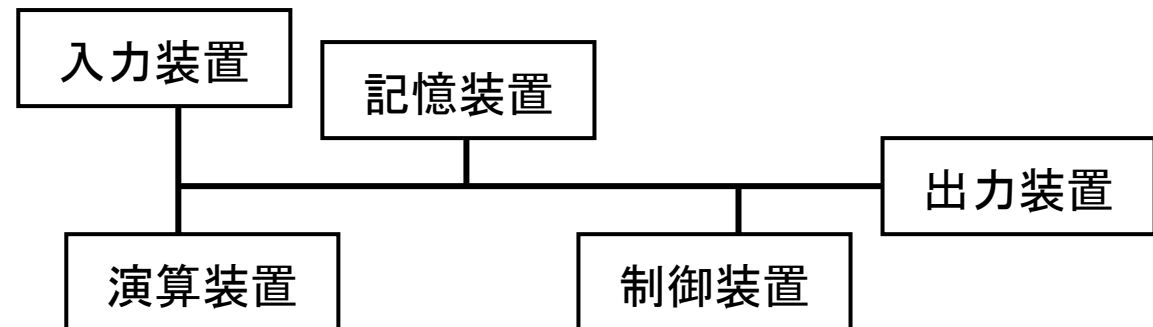
特性表

| 入力 | | 次の状態 | 機能 |
|----|---|------------------|------|
| J | K | Q_{n+1} | |
| 0 | 0 | Q_n | 不変 |
| 0 | 1 | 0 | リセット |
| 1 | 0 | 1 | セット |
| 1 | 1 | $\overline{Q_n}$ | 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 μ 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有効利用
 - 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(罫算器)・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

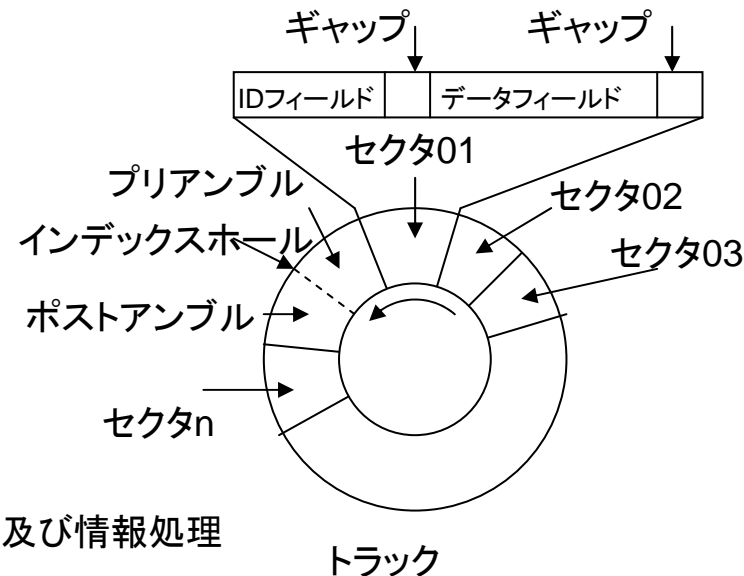
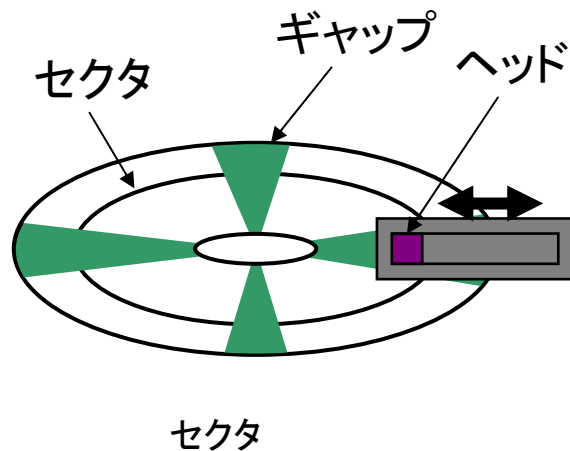
- 構成要素
 - － 記憶装置

| | 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(単層) |
| 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
 - » イメージスキャナ
 - » 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 ー文字ずつ印刷
 - » ラインプリンタ ー行ずつ印刷
 - » ページプリンタ ーページずつ印刷 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
 - » グラフィッ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
 - 一まとまりのプログラム, 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

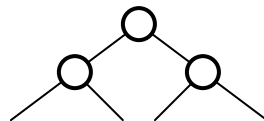
- ・ データベースの概念
 - ファイル処理システムの問題を克服→データベース
 - 膨大な情報の中から必要とする情報を早く・正確に入手し活用するため、レコードを統一し、一元管理する
- ・ データベースの目的
 - データの冗長性の排除 → データは唯一
 - データの一貫性の維持 → 冗長性を無くすと、一貫的になる
 - データの独立性 → 複数のプログラムで同一データを使用可能にする
 - データの安全性の確保 → アクセス制限等のデータの機密保持
 - データの保全性の確保 → 不具合発生時のデータベースの回復機能

2.2 情報処理

2.2.3 データベース

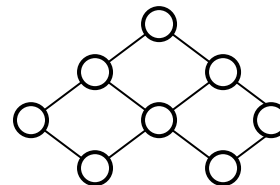
- リレーショナルデータベースの特徴
 - データモデル
 - データ項目の論理的な関連付け

階層モデル



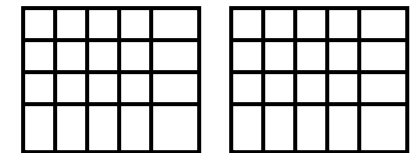
データの親子関係
を表すモデル

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

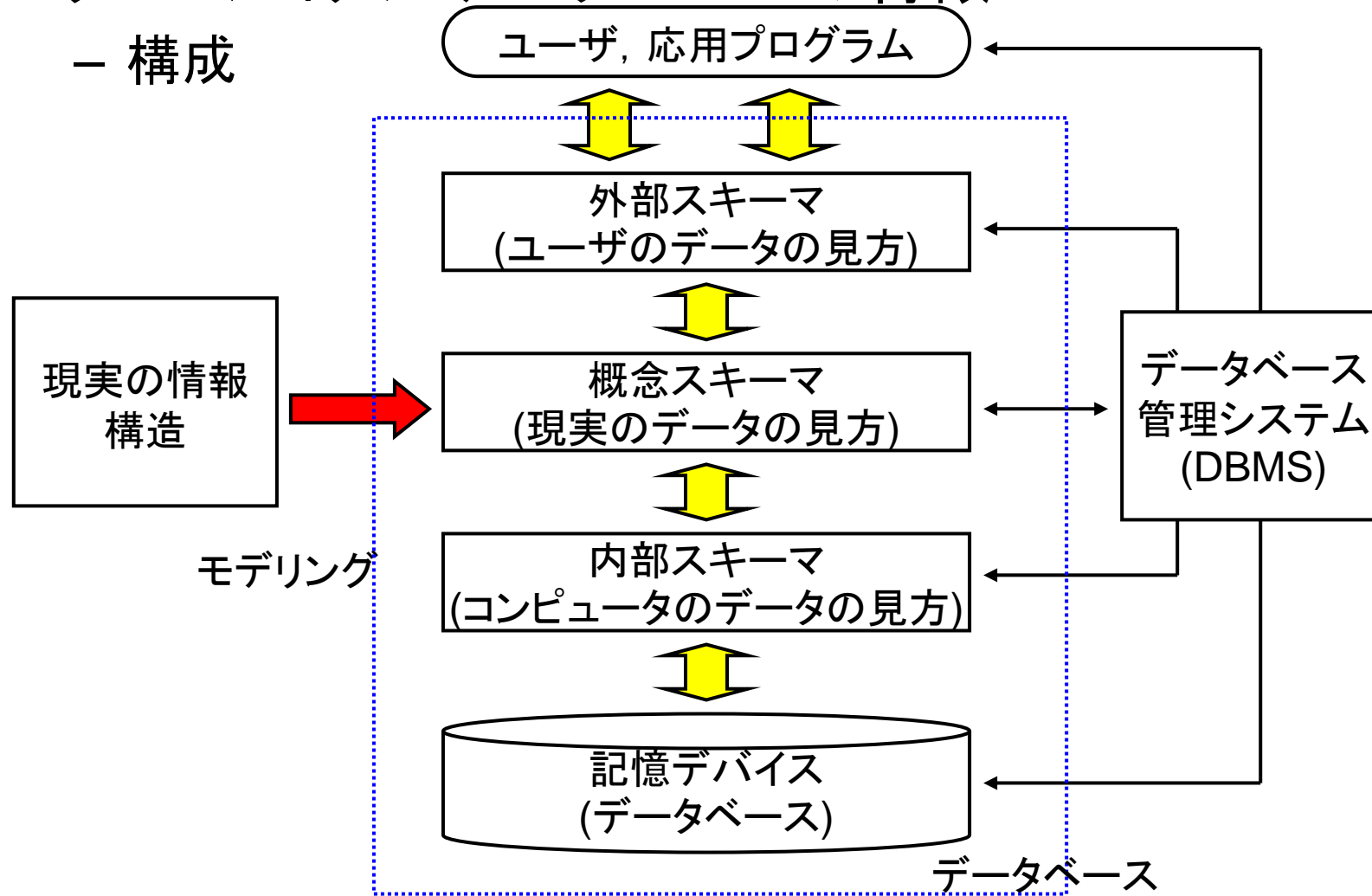
2.2.3 データベース

- 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

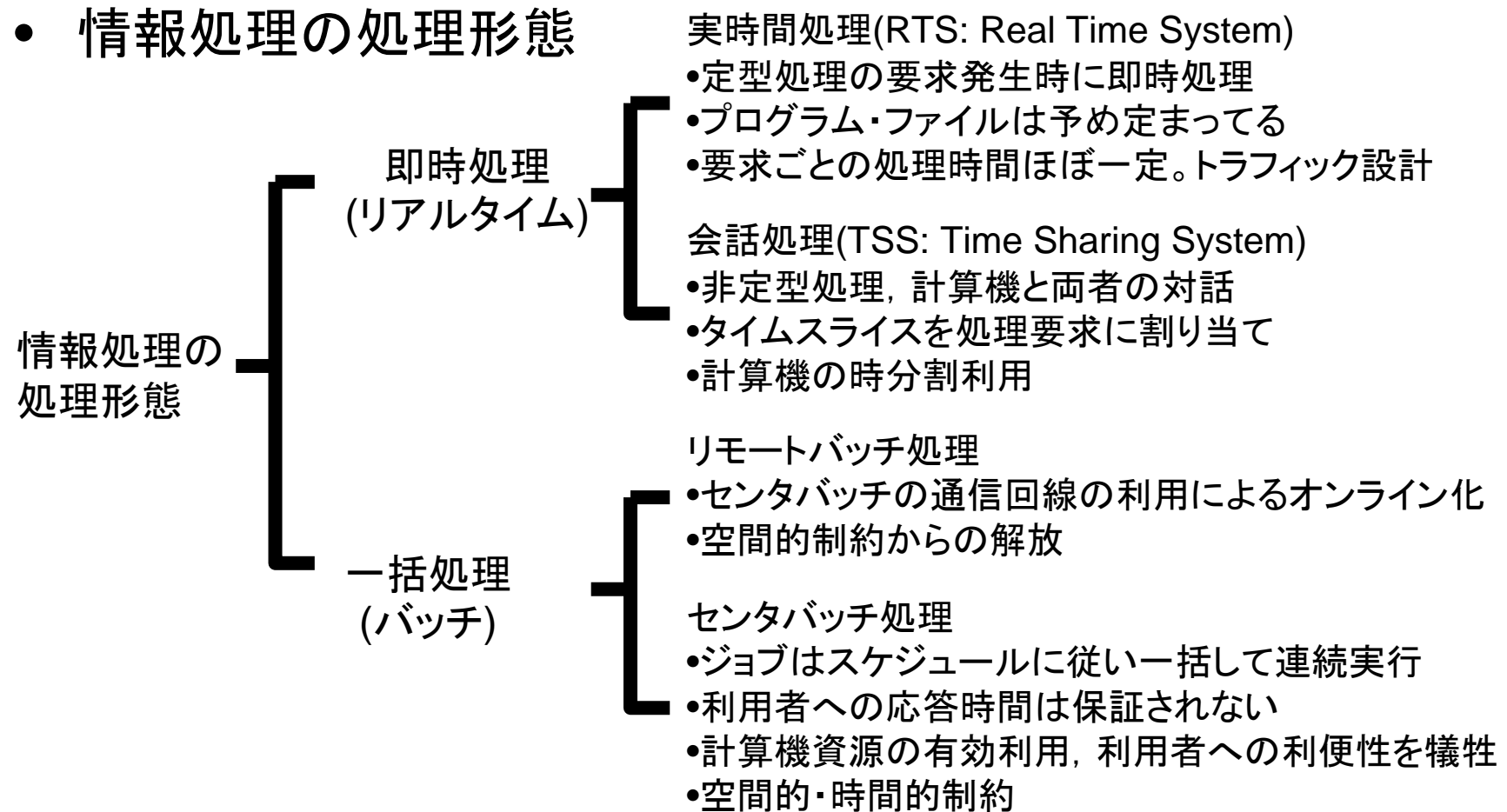
2.2.3 データベース

- 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

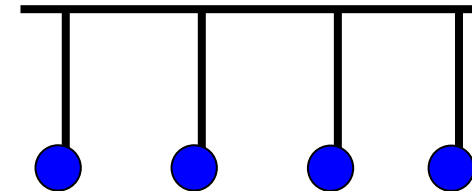
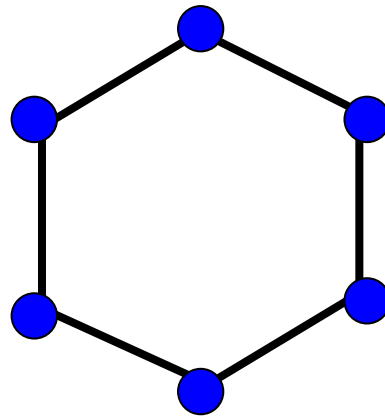
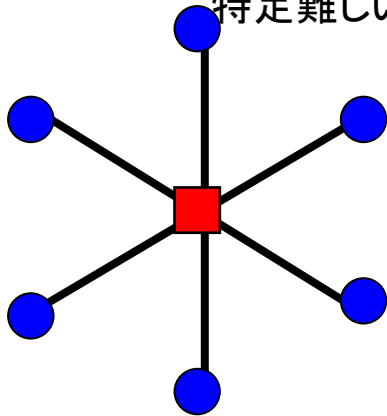
- データ通信ネットワーク
 - 構内ネットワーク
 - LAN (Local Area Network)
 - 企業内の情報共有
 - 広域ネットワーク
 - WAN (Wide Area Network)
 - 広い地域のコンピュータやLAN同士を結ぶ
- LANの構成
 - 伝送媒体
 - 撚り対線(ツイストペアケーブル)
 - 取り扱い容易
 - ~1Mbps, 最近はxDSLのように高速通信も可能
 - 同軸ケーブル
 - ノイズに強い
 - ベースバンド
 - ブロードバンド
 - 光ケーブル
 - ノイズに強い
 - 高速
 - 高価

| 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)
 - スター形
 - 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, 障害手特定難しい



2.2 情報処理

2.2.4 データ伝送

- データ通信

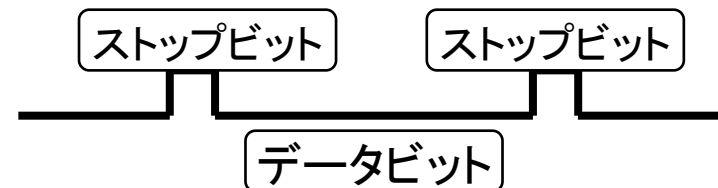
- 伝送方式

- 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

- 一ビットずつ逐次送る
 - 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
 - 電氣的規則
 - 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

ー ベーシックモード伝送制御手順

- コンテンション方式

- ー 送信要求信号
- ー 受信可能信号
- ー データ伝送

- ポーリング/セレクトイング方式

- ー 送信要求の有無を順に問い合わせ(ポーリング)
- ー 送信時, 受信の可否の問い合わせ(セレクトイング)

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 |