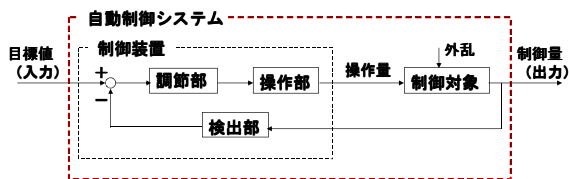


2. 制御要素

(1) 応答

制御系の信号変化

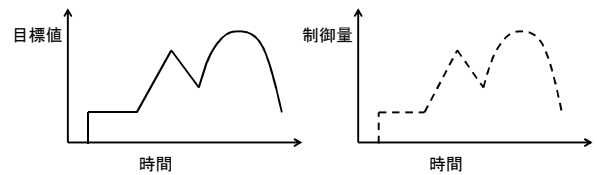
自動制御システム（定量制御）では
目標値が入力されると、制御量が出力される・・・**応答**



この入力信号と出力信号の関係を調べてみる

理想的な応答

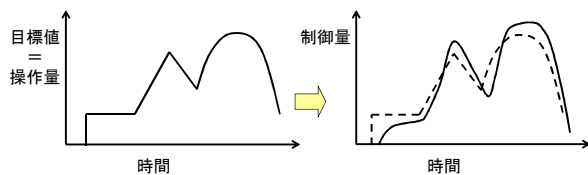
理想的な自動制御システムは
目標値が入力されると、直ちに制御量が目標値と一致



実際の応答

理想的な自動制御システムは
目標値が入力されると、直ちに制御量が目標値と一致

目標値＝操作量だと
目標値と制御量の間でずれが生じる



信号変化のずれの原因

目標値と制御量のずれの原因

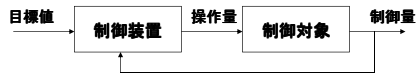
制御対象の特性（慣性、即応性など）により、
目標値＝操作量に対し、制御量（出力）が直ちに追従ない

↓
制御装置が、制御量のずれを補正するように
操作量を調整する



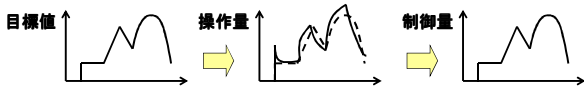
信号変化のずれの補正

目標値と制御量のずれの補正



対策

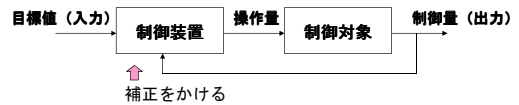
- ①操作量と制御量の関係を見つけ出し、誤差（ずれ）を検討
- ②制御量が目標値と一致するように、制御装置で操作量を補正



入力信号と応答

あらかじめ制御対象の応答を調べ、制御対象のずれ（誤差）を補正するような操作量を送る制御装置にすればよい

自動制御システムの応答の改善



自動制御システムに既知の信号を入力し、出力信号を計測することにより、制御システムの特性を調べる

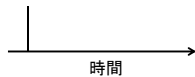
入力信号

応答を調べる際の代表的な入力信号

1) インパルス入力

- 瞬だけ信号が入力する
- インパルス入力→インパルス応答

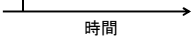
$$x(t) = \delta(t) \quad \text{デルタ関数}$$



2) ステップ入力

- あるときから同じ信号が入力し続ける
- ステップ入力→ステップ応答
- 大きさ1のステップ入力
- インディシャル応答

$$x(t) = u(t) \quad \text{ステップ関数}$$



入力信号

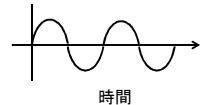
3) 正弦波入力

周期的に信号が繰り返す

正弦波入力 (sin曲線) → 周波数応答

$$x(t) = A \cdot \sin(\omega t) \quad \text{正弦関数}$$

- ω : 角速度 $\omega = 2\pi f$
- f : 周波数
- A : 振幅



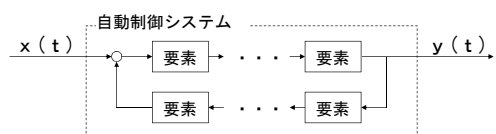
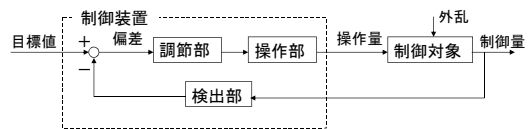
以下、理解しやすいように、単位ステップ入力の応答について調べる。・・・インディシャル応答

$$x(t) = u(t)$$

(2) 制御要素

自動制御システムの構成

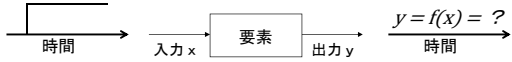
自動制御システムは、基本となるいくつかの要素を組み合わせたものとして考えることができる。



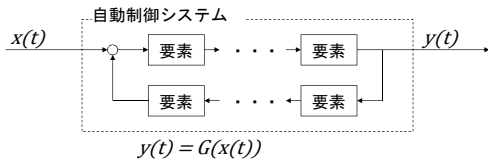
自動制御システムの構成

それぞれの要素に信号を入力したときの応答を調べる。

基本となる要素に信号を入力したときの応答を数式で求め、



その要素を組み合わせたシステムの応答を数式で導き出す。



a) 比例要素

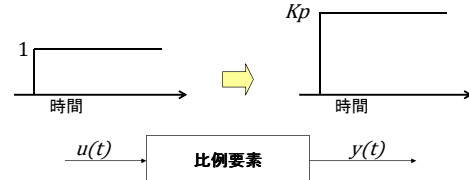
入力の定数倍を出力する要素 . . . 比例要素

入力を $x(t)$ 、出力を $y(t)$ とすると

$$y(t) = Kp \cdot x(t)$$

Kp : 比例ゲイン

インディシャル応答は



b) 積分要素

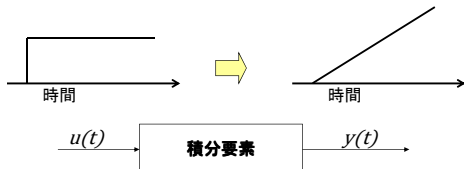
入力の積分を出力する要素 . . . 積分要素

入力を $x(t)$ 、出力を $y(t)$ とすると

$$y(t) = Ki \int x(t) dt$$

Ki : 積分ゲイン

インディシャル応答は



c) 微分要素

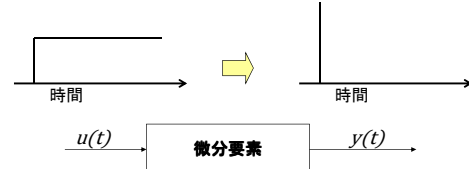
入力の微分を出力する要素 . . . 微分要素

入力を $x(t)$ 、出力を $y(t)$ とすると

$$y(t) = Kd \frac{dx(t)}{dt}$$

Kd : 微分ゲイン

インディシャル応答は



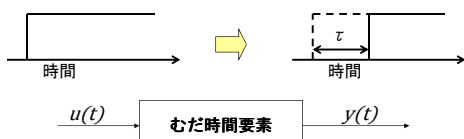
d) むだ時間要素

入力後、一定時間経過して出力する要素 . . . むだ時間要素

入力を $x(t)$ 、出力を $y(t)$ とすると

$$y(t) = x(t - \tau)$$

インディシャル応答は



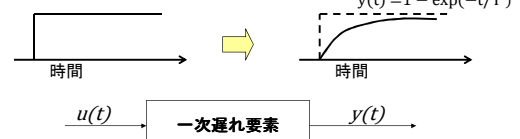
e) 一次遅れ要素

出力の定数倍と出力の微分の和を入力とする要素 . . . 一次遅れ要素

入力を $x(t)$ 、出力を $y(t)$ とすると

$$x(t) = a \frac{dy(t)}{dt} + by(t)$$

インディシャル応答は



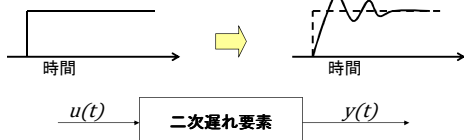
f) 二次遅れ要素

出力の定数倍と出力の微分と出力の2階微分の和を入力とする要素 . . . 二次遅れ要素

入力を $x(t)$ 、出力を $y(t)$ とすると

$$x(t) = a \frac{d^2 y(t)}{dt^2} + b \frac{dy(t)}{dt} + cy(t)$$

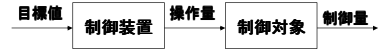
インディシャル応答は



自動制御システムの特性

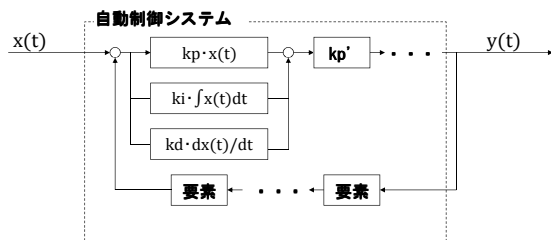
実際の自動制御システムは、これらの要素を組み合わせることで近似することができる

- 1) 比例要素
- 2) 積分要素
- 3) 微分要素
- 4) むだ時間要素
- 5) 一次遅れ要素
- 6) 二次遅れ要素



自動制御システムを、制御対象と制御装置の組合せと考え、あらかじめ、制御システムの入力（目標値）と出力（制御量）の関係を調べておけば、制御装置をどのようにすると最適な制御が可能となるかを知ることができる。

自動制御システムの特性



各要素の式をまとめた物をシステム全体の関係式とし、その式を解くことにより、入力（目標値）と出力（制御量）の関係を調べることができる。