

制御工学I

第一回 制御工学概論

平成21年4月6日

授業の目的

- 「制御」は現代社会を支える基盤技術である。本講義では、「制御とは何か？」についてその基本を理解し、「如何にして制御する」かの原理を修得する。
- 概略
 - 制御システムの伝達関数表現とその性質、システムの過渡特性と周波数特性、ならびに制御器の設計において重要な安定性解析について例題を用いて説明し、フィードバック制御の特性に習熟することを目的とする。

授業の予定

- 制御工学概論
 - 制御技術は現在様々な工学分野において重要な基本技術となっている。工学における制御工学の位置づけと歴史について説明する。さらに、制御システムの基本構成と種類を紹介する。
- ラプラス変換
 - 制御工学、特に古典制御ではラプラス変換が重要な役割を果たしている。ラプラス変換と逆ラプラス変換の定義を紹介し、微分方程式のラプラス変換について解説する。
- システムのモデリングと伝達関数
 - システムの相似性について概説し、システムの入出力特性を表す手法である伝達関数について詳述する。システムの図的表現であるブロック線図とその等価変換について解説する。
- 周波数特性
 - 周波数領域におけるシステムの特性を周波数特性という。周波数特性はシステムの定常特性を表しており、システムの安定性とも密接な関係がある。周波数特性と伝達関数との関係を説明し、ベクトル軌跡とボード線図の作成方法を説明する。
- 過渡特性
 - システムの過渡状態を評価する方法であるインパルス応答とインディシャル応答について解説する。システムの速応性や安定性の指標である整定時間、立ち上がり量、行き過ぎ量について述べる。システムパラメータと伝達関数の極の関係を表す根軌跡法を紹介する。
- 安定性と制御特性
 - リアプノフ安定とBIBO安定の定義を述べ、安定性を判定する代数的方法であるラウス-フルビツの方法とフィードバックシステムの安定性を判定するナイキストの安定判別法について説明する。さらに、安定余裕、定常偏差についても触れる。

制御の定義(辞書)

- Control (webster:名詞)
 - Authority of ability to regulate, direct, or influence.
 - A restraining act or influence
 - A standard of comparison for checking or verifying the results of an experiment.
 - An instrument or set of instruments for operating, regulating, or guiding a machine or vehicle.
 - A spirit presumed to act through a spiritualist(靈媒師) medium.
 - An organization for directing a space flight.
- Control (webster:動詞)
 - To exercise authority or influence over
 - To hold restraint
 - To verify or regulate (a scientific experiment) by conducting a parallel experiment or by comparing with another standard.
 - To verify (e.g., an account) by using a duplicate register for comparison.
- 制御(広辞苑:岩波書店)
 - 相手が自由勝手にするのをおさえて自分の思うように支配すること。統御。
 - 機械や設備が目的どおり作動するように調節すること。

制御とは

- 制御とは
 - 対象に操作を加え、目的を達成する
- 身の回りにある制御に関する物を挙げてみよう
- 対象の特性
 - 代数方程式と微分方程式

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
 - プログラム制御系(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

制御系の分類

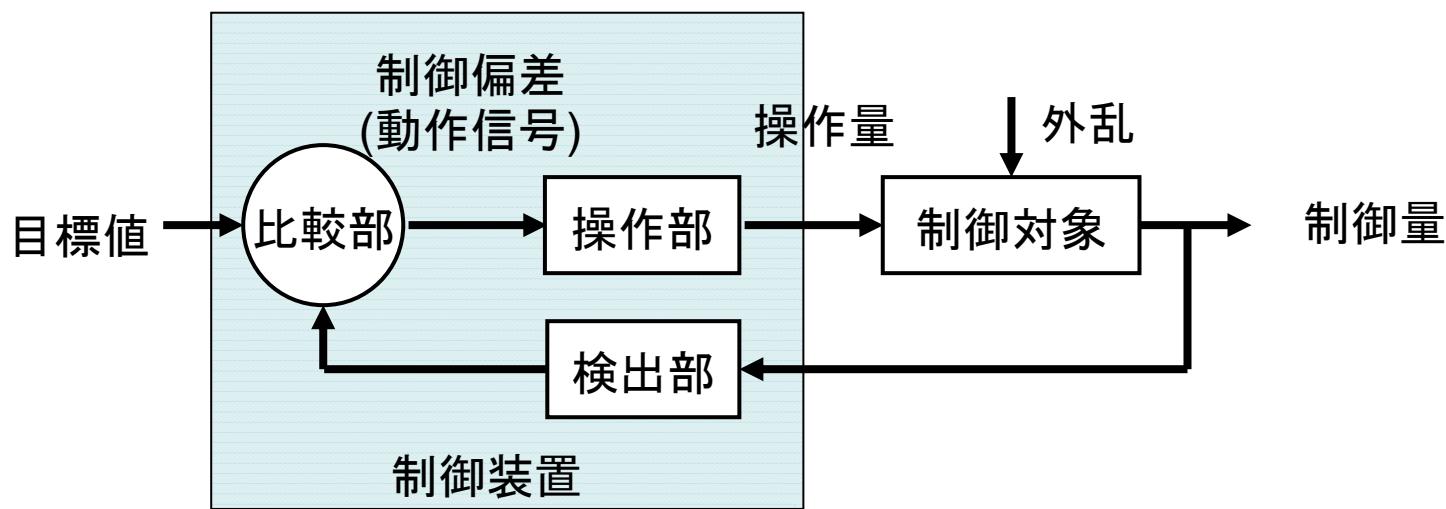
- 制御量による分類
 - プロセス制御
 - 温度, 流量等物理・化学変化等を制御(工業プロセス)
 - 定值制御が一般的
 - サーボ機構
 - 位置決め等, 位置・方位・角度を任意の目標値に制御
 - 追従制御が一般的

制御系の分類

- 制御信号(時間)による分類
 - 連續時間制御
 - アナログ制御
 - 微分方程式でモデル化
 - サンプル値制御
 - 離散時間(不連續)
 - 差分方程式でモデル化
- 制御信号(値)による分類
 - 連續値制御
 - アナログ制御
 - 離散値制御
 - 内部状態が離散変化
 - 状態遷移
 - オートマトン
 - 連續時間動的システムと組み合わせたハイブリッドシステム

フィードバック制御

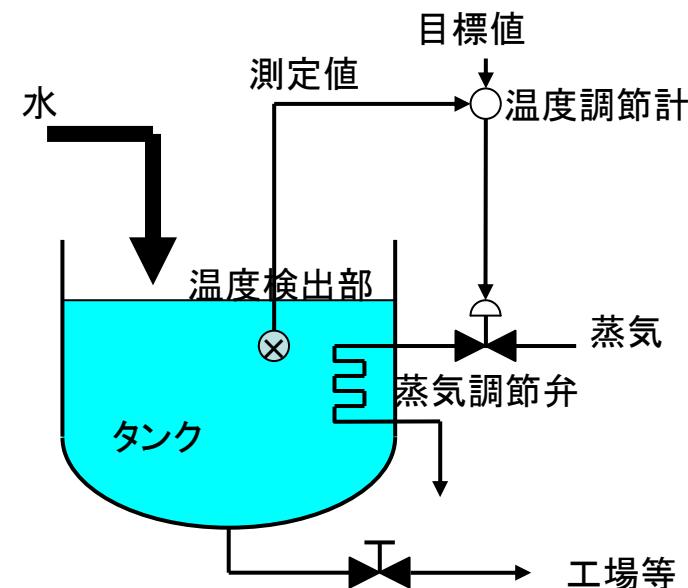
- 制御量を目標値と比較し、一致させるように操作量を生成する制御
 - プロセスに内在する遅れに対して、偏差をはやすく無くす速応性と、プロセスの安定性を両立することが課題



フィードバック制御

- 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
- 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

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

