

制御技術

1. 制御システム

はじめに

動く機械のほとんどは電気を使っている。

機械の中の電気・・・動力源（モータ、空気圧・・・）
信号（電圧、電流・・・）



機械を動かすためには電気の知識が必要

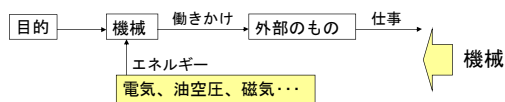
必要となる電気の知識
・・・動力源としての電気
信号伝達としての電気
コントロール（制御）するための電気

(1) 自動制御システムの構成とその働き

「機械」とは

全ての機械は、エネルギーを変換して外部に対して何らかの仕事をする。（機械の定義の一つ）

目的（仕事）が与えられ、その目的が達せられるように機械は外部のものに対して働きかける

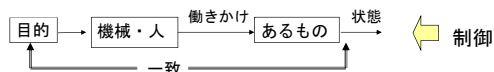


目的が達成・・・機械の任務は完了

「制御」とは

制御とは
「ある目的に適合するように、対象となっているものに
所要の操作を加えること」（JISの定義）

簡単に言い換えると
「あるものの状態が目的通りになるように働きかけること」



目的 → 人間 → 調節 → 機械 → あるもの ... 手動制御

目的 → 機械 → 調節 → 機械 → あるもの ... 自動制御

自動制御とは

自動制御とは
「ある目的に適合するように、人を介さずに、対象に
なっているものに所要の操作をすること」

自動制御システムには制御する**制御装置**と、制御される**制御対象**があり、制御装置は、制御対象の状態が目標値（目的）と一致するように、制御対象に働きかける（操作する）。



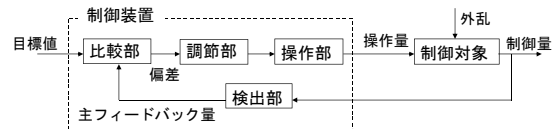
自動制御システム

制御装置の働き

制御装置の構成・・・**検出部**、**調節部**、**操作部**

その働きは、

- 検出部**：制御対象の状態（**制御量**）を取り込む
- 調節部**：**目標値**と**制御量**との差をなくすよう調節する
- 操作部**：制御対象に働きかける（**操作量**）
- 比較部**：目標値と**制御量**を比較する

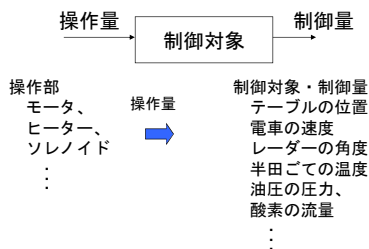


自動制御システムの構成を表した図・・・**ブロック線図**

制御対象の動作

操作部（動力機器など）からの操作量により、制御対象の制御量が変化する

操作量により、制御対象の制御量を制御する



自動制御の種類

自動制御の種類として**定量制御**と**シーケンス制御**

定量制御・・・

「制御対象の制御量（状態）が目標値と一致するように調節する制御」

その中でも、

- 制御量を検出しながらかけるもの
フィードバック制御（クローズドループ制御）
- 制御量を検出しないで働きかけるもの
オープンループ制御

シーケンス制御・・・

「あらかじめ定められた順序または手続きに従って制御の各段階を逐次進めていく制御」
動作内容が決まっています、それらを順番に実行する

(2) フィードバック制御・オープンループ制御

フィードバック制御

フィードバック制御とは
制御量が目標値と一致するように調節する制御

フィードバック制御の中でも、
目標値が一定で、制御量が目標値と等しくなるようにするもの
・・・定値制御

目標値があらかじめ決められたように変化し、制御量が目標値と等しくなるようにするもの
・・・プログラム制御

目標値が任意に変化し、制御量はその変化に追従するようにするもの
・・・追従制御

追従制御

フィードバック制御の中でも、
位置、速度、角度などを制御するもの

- ・・・サーボ系（サーボシステム、サーボ機構）
フライス盤の自動テーブル送り
自動車のオートクルージング（一定速度走行）
電車の速度
ロケットの進行方向 など

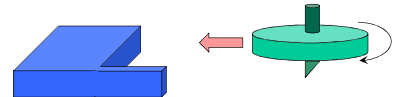
圧力、温度、流量などを制御するもの

- ・・・プロセス制御
化学プラントでの原料（液体）の流量
溶鉱炉の炉の温度
原発の原子炉内の圧力 など

サーボ機構の例

フライス盤のX軸送りモータの場合・・・送り速度が一定
X軸の移動速度を速度センサで測定し、モータに流す
電流（かける電圧）で移動速度を制御する

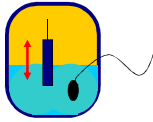
- ・ 工作物の切削幅が狭い（切削抵抗が小さい）
→ 送り速度が少し遅くなるので、
電流を少し大きくして、元の速度で送る
- ・ 工作物の切削幅が広い（切削抵抗が大きい）
→ 送り速度がかなり遅くなるので、
電流をさらに大きくして、元の速度で送る



プロセス制御の例

原発の原子炉の場合
温度センサで炉の冷却水の温度を測定し、制御棒（核分裂
を抑制）で核分裂を制御する

- ・ 冷却水の温度が下降
→ 制御棒を出し、核分裂を促進・・・水温上昇
- ・ 冷却水の温度が上昇
→ 制御棒を入れ、核分裂を抑制・・・水温低下



フィードバック制御の特徴

フィードバック制御は、常に制御量を検出し、目標値と一致
するように働きかける理想的な制御

目標値、制御量ともアナログ量（連続した量）を扱う
・・・アナログ制御
（実際は、デジタル信号を使ってアナログ的な
制御を行うことが多い）



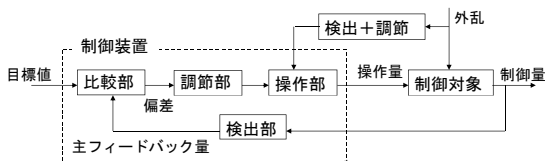
高度な技術が要求される

制御量が目標値と等しくなるように調節しており、
動作の順番は関係ない（一つの動作しかない）
・・・シーケンス制御との違い

フィードフォワード制御

フィードバック制御では、外乱の影響を受けた場合、
制御量が変化し、その後から修正する。
→ 外乱の影響を100%受けてしまう

外乱を検出し、制御量の変化を少なくするために信号を調節
し、操作部に信号を送る
・・・フィードフォワード制御



オープンループ制御

操作量と制御量の関係が明確になっていて、操作した結果
（制御量）を想定しながら調節する制御

- ・・・制御量は目標値と一致しているはず
必ずしも目標値と一致しているとは限らない

例：ステッピングモータによる位置制御
外部からのパルス信号の数で回転する角度は決まる
が、過剰な力が働くと、その角度はずれる

オープンループ制御は、制御は簡単だが
目標値と制御量が一致しないことがある

(3) シーケンス制御

シーケンス制御

あらかじめ定められた順序または手続きに従って制御の各段階を逐次進めていく制御。

動作内容が決まっていて、それらを順番に実行する
例：生産ラインの自動製造装置、自動販売機、
家電製品（全自動洗濯機、炊飯器・・・）

例えば、全自動洗濯機の場合

- 1) 水をためる → 2) モータを回す（洗濯） → 3) 排水 →
- 4) 脱水 → 5) 水をためる → 6) モータを回す（すすぎ）
→・・・

必ずこの順番で動作する

衣類の汚れが落ちたかどうかはチェックしていない

シーケンス制御の例

全自動洗濯機の場合

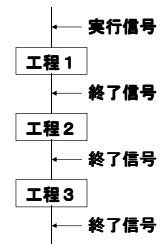
- 1) 運転ボタンが押されたら水をためる
給水バルブをONにする → 水位が上昇
水位センサがONになったら給水バルブをOFFにする
- 2) 水位センサがONになったら洗濯
モータをONにする → モータ回転
設定時間経過したらモータをOFFにする
- 3) 設定時間経過したら排水
排水バルブをONにする → 水位が下降
排水センサがONになったら排水バルブをOFFにする
- ⋮
- ⋮
- ⋮

シーケンス制御の特徴

あらかじめ決められた工程を順番に実行していく制御。自動化装置などはほとんどがシーケンス制御

各工程は工程終了のON/OFFを常に検出し、終了信号を検出したら次の動作を実行。
(ある意味ON/OFFのフィードバック制御)

ある条件が満たされたときに制御対象をONにする制御もシーケンス制御という。



ここから先は定量制御の中の
フィードバック制御について
深く説明する