

1. はじめに

日本工業規格 (JIS) では、自動制御に関する主な用語とその定義を規定している (JIS Z8116-1994)。それによれば、制御とは「ある目的に適合するように、制御対象に所要の操作を加えること」とある。

この定義によれば、日常生活でのいろいろな動作は、ほとんどが制御された動作であるといえる。例えば、ガラスのコップに水道水を入れる動作では、蛇口のハンドルをひねって水を出し、コップの中の液面を見ながらハンドルを調節し、水があふれ出る前にコックを止める。この動作は、まさに先に述べた制御動作で、コップの中の液面を見ながらハンドルを操作するところが要点である。石油ストーブの油タンクには油面ゲージが付いているが、これが壊れているとき、石油を満タンにするにはちょっと苦労する。おおよそ石油を入れてから、液面をのぞき込み再び注ぎ足したり、液面の上がってくるときの音を聞きながら石油を注いだりするが、ときにはタンクから石油があふれ出ることもある。ガラスのコップでは液面が見えたが、石油のタンクでは液面の位置がわからないため苦労する。液面という制御すべき量を見ながら (測定・検出) これをコップの高さ (目標値・設定値) と比較して水の注入量を加減する。このように制御すべき量を目標値と比較しながら操作する制御をフィードバック制御 (*feedback control*) という。制御すべき量が検出できずフィードバックが行えないときには、うまく制御できないことが多い。

「制御の目的」としては次の二つが挙げられる。一つは、目標値

が時間的に変わらない場合で、例えば室内の温度を一定に保つように制御する場合である。天候の変動で屋外の温度が変化して室温を変えようとしても（外乱）、常に一定室温となるようヒーターの熱量を加減する。この制御方式を定値制御 (*set point control*, *fixed set point control*) という。もう一つの制御方式は、目標値が変化し、制御量がこれに一致するように制御する追従制御 (*follow-up control*, *tracking control*) である。典型的な例は、ミサイルの飛行物体への追跡操作などで、サーボ系 (*servo system*) あるいはサーボ機構 (*servo mechanism*) などと呼ばれ、機械工学で扱うことが多い。

「制御対象」として、化学工業・プロセス工業で使用する各種のプラント・装置をとりあげ、その操業状態に関する諸量、たとへば温度、流量、圧力、液位、組成などを制御するのが、プロセス制御 (*process control*) である。制御対象としては、その他に、電気システムにおける電圧、電流、周波数の制御、工作機械の位置決め制御、ロボットの制御、自動走行システムの制御など、種々の制御対象がある。

「制御操作」の方法としては、人間の手を煩わせずに行う自動制御 (*automatic control*) が制御工学の対象であるが、実プラントでは緊急時に人間が操作する手動制御 (*manual control*) も行えるようになっている。

フィードバック制御系を図的に表すと、図1・1のようになる。このような図は、ブロック線図 (*block diagram*) と呼ばれ、各要素間の信号の伝達の様子を表現するのに用いられる。ブロックに入る矢印は、入力 (*input*) を表し、ブロックから出る矢印は出力 (*output*) を表す。そして、この出力は次のブロックへの入力となる。

制御量・制御変数 (*controlled variable*) を検出 (*measuring*, *detecting*) し、これと目標値 (*desired value*) [定値制御ではこれを設定値 (*set point*) という] を比較してその差・制御偏差 (*deviation*, *error*) を求める。この誤差信号を基に制御器

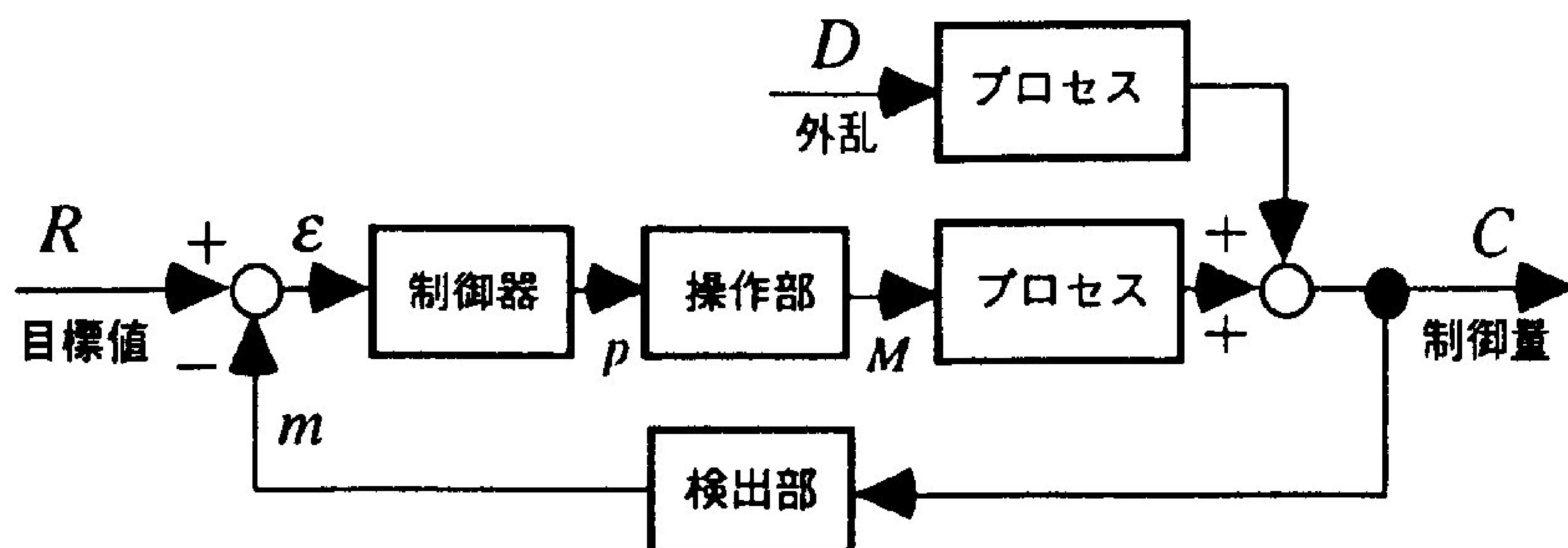


図 1・1 フィードバック制御系

(*controller*) から制御信号が発せられ、操作部 (*final control element*) に入る。操作部では操作量 (*manipulated variable*) を加減してプロセスの出力を制御する。通常このプロセスには、外部から制御変数に影響を及ぼす外乱 (*disturbance, load change*) が入る。

上記のような制御系を設計してその特性を調べ、より望ましい制御特性を得るための方策を決定することが制御工学の目的となる。このような制御系の解析・設計は、次のような手順で実行する。

- 1) プロセスの特性を調べる。
- 2) 制御変数の検出方法の決定。
- 3) 制御器の制御動作の決定。
- 4) 制御系の安定性を調べ、制御器のチューニングを行う。
- 5) 制御系の応答を調べる。
- 6) より良好な制御性を得るための検討。