

## 1-1 自動制御とは何か

制御、そして自動制御とは何でしょう！

**制御** (control) 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”であると定義されています。さらに、**自動制御** (automatic control) とは、“制御装置によって自動的に行われる制御”と定義されています。

自動制御の身近な例を紹介しましょう。

図1-1は冷蔵庫の温度制御をモデル化したものです。

冷蔵庫の室内の温度は内部に取り付けられた温度センサで常時計られています。周囲の外気温度やドアの開閉などで室温が上昇すると内部の熱を熱交換器(ラジエータ)で吸熱してこの熱を外部に放出(放熱)します。このようにして室内の温度を常に低温に保つようにすれば、食物を長期間保存することができます。

この場合、制御対象(プラントという)は“冷蔵庫”です。制御量は“温度”で、制御の目的は“室温を一定(低温)に保つ”ことです。制御装置(制御要素ともいう)は“熱交換器”です。これらの構成で温度制御が自動的に行われています。

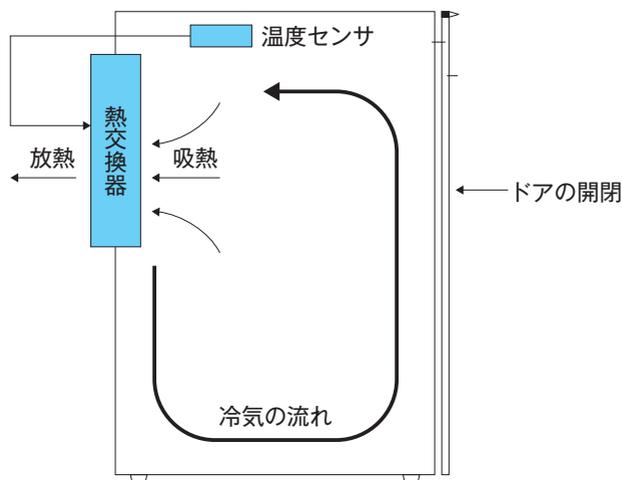


図1-1 冷蔵庫の温度制御

## 1-2 フィードバック制御とは何か

**フィードバック (feedback) 制御**について説明します。

言葉で定義すると以下ようになります。

“制御した結果を時々刻々測定し、その結果を目標値と比較して、その間に差があればこれを自動的に補正するように制御する。”

自動で制御するという意味からフィードバック制御は自動制御の1つです。

貯水タンクの水位制御の例で、具体的に説明しましょう。図1-2はこれをモデル化したものです。

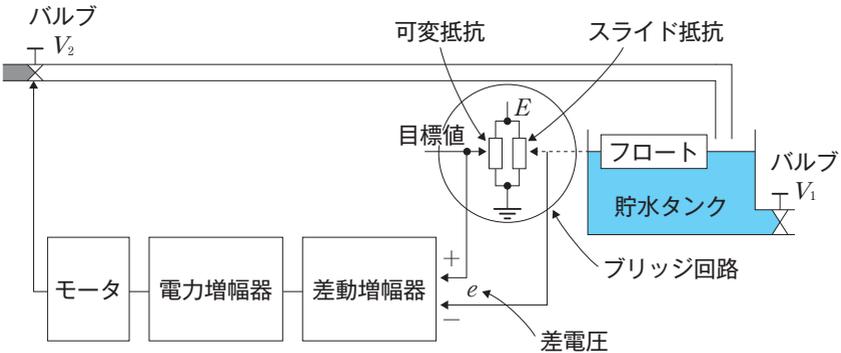


図1-2 貯水タンクの水位制御

フロートと呼ばれるレベル計で水位が計られています。水位が下がると水道のバルブ  $V_2$  を開けて貯水タンクに水を供給します。水位が設定水位に達したらバルブを閉めます。このようにして貯水タンクの水を常に一定の水位に保ちます。この場合、制御対象は貯水タンクです。制御装置はモータ、バルブ、増幅器などで構成されています。制御量はタンクの水位レベルです。水位はフロートの変位で検出し、その変位をフロートに連動したスライド抵抗を使って電気信号に変換します。目標値は設定した水位レベルで、可変抵抗で設定しておきます。スライド抵抗と可変抵抗は**ブリッジ回路**を構成しています。

ブリッジ回路とは計測や制御で使われる基本回路の1つです<sup>※注</sup>。

※注：これについては後の例題1-1で説明する。

## 1-2 フィードバック制御とは何か

ブリッジ回路でタンクの水位レベルと目標値の水位レベルを比較します。これらの間で差があれば、ブリッジ回路の出力電圧（差電圧という） $e$ を差動増幅器で検出し電力増幅器で増幅してモータを駆動し、これによりバルブ  $V_2$ の開閉を行います。このようにしてタンクの水位レベルを一定に保ちます。

このように制御量と目標値を比較して、それらの差（偏差という）を制御装置の入力として偏差がゼロになるように動作するように構成した制御方式をフィードバック制御といいます。図1-3は図1-2における原因と結果の関係を矢印線で示したもので、矢印線をたどっていくと閉じたループになります。すなわち、出力から入力方向への矢印線がフィードバックを示しています。この意味からもフィードバック制御といわれる由縁です。このような線図を**ブロック線図**<sup>※注</sup>といいます。

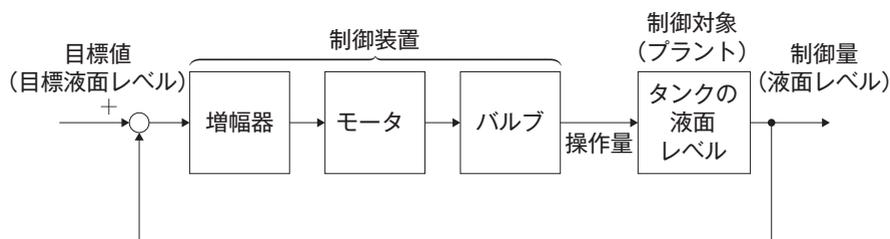


図1-3 貯水タンクのブロック線図

※注：ブロック線図については第2章で説明する。

## 1-3 フィードバック制御と外乱

外乱とは何でしょう？

**外乱**は“がいらん”と発音します。外乱とは本来制御対象に入ってほしくない外部から進入してくる信号やノイズのことをいいます。

冷蔵庫の温度制御の場合はドアの開閉や外気温の変化など、貯水タンクの水位制御の場合は雨や水の蒸発などいろいろ考えられます。制御には外乱はつきものです。図1-4は制御装置と制御対象、それに加わる目標値と外乱の関係を示したものです。

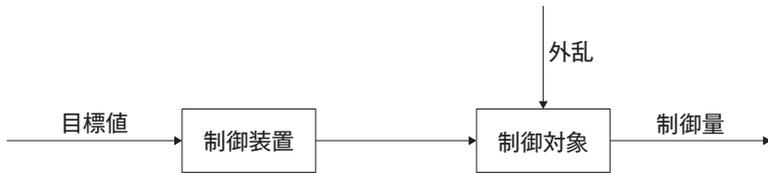


図1-4 目標値と外乱の関係

外乱を直接検出してそれを打ち消すように制御装置の出力を加減する制御方法があります。**フィードフォワード (feedforward) 制御**といいます。“フィードバック”ではありません。

図1-5をご覧ください。フィードフォワード制御の例です。外乱が制御対象に加わりますが、破線が示すように外乱を直接検出して制御装置からの出力を加減します。この制御方法は外乱の原因がわかっている場合にはたいへん有効です。

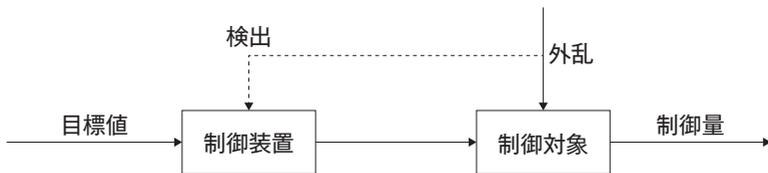


図1-5 外乱を直接測定するフィードフォワード制御

それでは、フィードバック制御の場合は外乱の影響はどうなるかということ

すが、実は、フィードバック制御は外乱を直接測定しないで、その影響を減少させるようにした制御方法です。

図1-6はフィードバック制御と外乱の関係を示したものです。外乱を直接測定しなくとも外乱の影響が制御量に含まれるので、これをフィードバックして目標値と比較します。外乱を含めた偏差があれば、これを加減して最終的に目標値と一致するように制御します。図中の比較器は図1-2のブリッジ回路に相当します。なお、図1-7は外乱を加えた貯水タンクのブロック線図です。

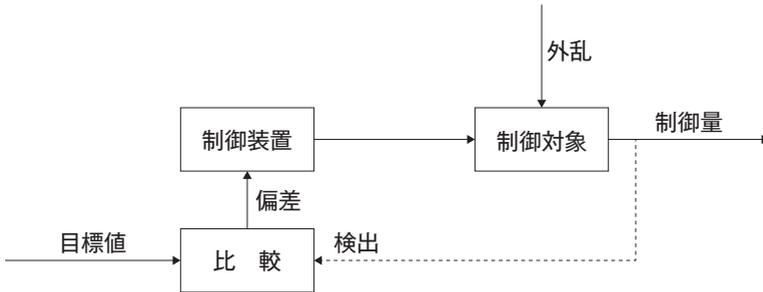


図1-6 フィードバック制御と外乱

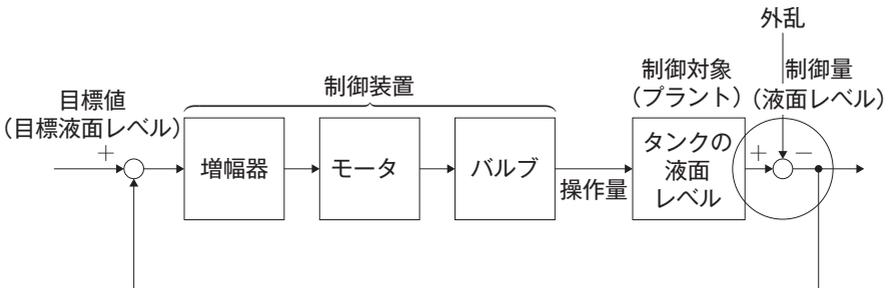


図1-7 外乱が加わったときの貯水タンクのフィードバック制御