# 1章

# 自動制御の考え方

自動制御の簡単な例には、シャワーの温度を一定にする制御や、魔法瓶の湯温を一定にする制御、お風呂の水位を一定にする制御、モータの速度を一定にする制御などが挙げられます。

シャワーの設定温度を 39℃に設定したのに、使い始めは冷水だったり熱湯が出たりして、しばらくすると一定の温度になることを経験したことがあるでしょう。場合によっては、冷水から適温になっても、そのまま温度が上昇し続けて、いったん触われないくらい熱くなってから適温に戻るという現象を起こすこともあるでしょう。

この湯温を快適に使えるようにする装置を考えると、その装置は、蛇口から出るお湯の温度を一定にする装置であり、出来るだけ早く設定した温度になるように自動的に制御されていることが望ましいということになります。

一方、冷水から適温になった後で、さらに温度が上昇して熱湯が出るといったことが起こると火傷の危険があるので、行き過ぎがないように制御されるべきです。

冷水を短時間で適温まで上げるにはどんどん熱を加える必要がありますが、適温になったときに急に熱源を冷ますことができなければ温度はそのまま上がり続けます。かと言って、はじめから熱を少しずつ与えたのではなかなか適温になりません。

この熱源をどのように制御すれば最も快適な温度調節になるのか、と

いうことが自動制御のテーマなのです。このような問題を解決するために自動制御理論があります。

自動制御のおもしろいところは、シャワーの温度調節に使われる自動制御理論が高速道路で自動車が一定速度で走る自動制御装置にも適用できたりするところです。自動制御理論は、さまざまな制御対象に応用できる一般化された手法なのです。

自動制御の理論を学ぶと、いろいろなものが思い通りに動くようになる可能性があります。たとえば、ロボットが乗っている自転車が倒れないように制御することもできるようになりますし、あるいは、パワーステアリングのように人間の動作を手助けするような運動をつくることもできます。飛行機は強い風にあおられてもその姿勢を保つように自動制御されています。このように自動制御理論は、多くの機器に導入されてその成果を挙げています。

しかしながら、初めて自動制御を勉強するのにどこから勉強したらいいのか、という問いに答えるのはなかなか難しいものです。そこで、まずは自動制御というものがどのように役に立っているのか、ということを知ることで、そのイメージを掴んでもらうのがよいと思います。古典制御理論、PID 制御理論、フィードバック制御などと言われても、そのイメージが湧かないと存在意義も見失ってしまいます。

本章では、自動制御を使うと何ができるようになるのか、その自動制御とはどういう仕組みになっているのか、ということに焦点をあてて解説します。まず、具体的な例を通して、自動制御とはどのようなものなのかを見ていきましょう。

## 1.1　電気ポットの温度の自動制御を考えてみよう

### ❶ 自動制御の実験装置

まず、簡単な例を挙げて、自動制御ではどのようなことが起こるのか

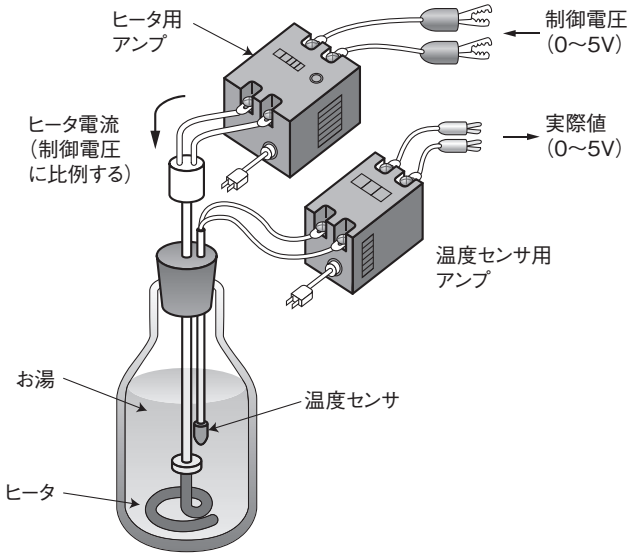


図 1-1 電気ポットの湯温を調節する実験装置例

というイメージを掴んでもらいたいと思います。

そこで、身近な例として、ヒータがついている電気ポットのお湯の温度を一定にする例を使って説明してみます。制御する対象は電気ポットの中のお湯の温度だけです。この関係を実験装置として作ったものが**図 1-1** です。

温度を一定に保つためには、お湯の温度を常に情報として監視する必要があります。そこで、温度センサが取りつけてあります。温度センサには温度センサ用アンプがあって、測定した温度を 0〜5V の電圧に変換しています。0℃のときに 0V として、100℃になると 5V が出るように調整したことにしてみます。

一方、温度を上げるためにはヒータに電流を流せばよく、たくさん電流を流せばより早く熱くなります。ヒータ用アンプに加える制御電圧は 0〜5V で、0V のときは電流を流さず、5V のときに最大電流がヒータに流れるようになっているものとします。ヒータに流す電流の大きさは、この 0〜5V の制御電圧に比例するものとします。