

第 1 章

電気と機械制御の基礎知識

自動制御の起源をたどるとワット（James Watt 1736～1819）の蒸気機関に行き着きます。

ワットは、遠心调速機の発明により蒸気機関の回転速度の安定化に成功しましたが、この遠心调速機こそ「フィードバック」制御の原点でした。

フィードバック制御の理論は多くの研究者たちによる大きな成果があり、また産業界における応用も長足の進歩を遂げ、一時期単に自動制御といえばフィードバック制御を指すほどでした。

その後、自動化の有力な手段として進歩普及した「シーケンス制御」が自動制御の仲間入りをし、このことがJIS自動制御用語に明確に定義され、今日に至っています。

これに対して、近年「**機械制御**」という用語が使用されるケースが目立つようになってきています。

この用語は、広く「**機械の自動化のための制御技術**」を意味するものと理解することができますが、一般化された明確な定義が見当たらず、使用する環境や立場によって範囲や方法に差異があるようです。

ここでは、機械制御の意味とこの制御理論を理解するために必要な基礎と常識について考えて行きます。

かつてJIS自動制御用語に「機械的な位置や角度を制御量とするフィードバック制御系」と定義された「**サーボ機構 servo mechanism**」という用語が用いられていました。

これは、機械的な位置または角度を制御量とする追従制御系の定義ですが、これに対して制御量の範囲を拡大し、広く「追従制御動作をするよう構成された制御系」全般に適用範囲を拡張する目的で1994年に新用語「サーボ系」に変更されました。

「サーボ系」は「変化する目標値に追従させるフィードバック制御系」と定義されています。

このようなことから機械の運動を制御の対象に限定して論ずる場合には旧来の定義による「サーボ機構」を「機械制御」とする使い方が多く用いられるようになってきたものと考えられます。

1-1 自動制御〔定義と構成〕

制御および自動制御についてJIS自動制御用語に、「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」を「**制御**」といい、これを自動的に行うことが「**自動制御**」と定義されています。

この自動制御には、「**シーケンス制御**」による場合と「**フィードバック制御**」による場合と、さらにこの2つが組み合わせられて用いられている場合とがあります。

シーケンス制御は「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」です。

例えば、自動運転の機械の場合、その機械に行わせる各動作を制御装置に順序正しく覚えさせておくと、始動ボタンを押すだけで後は制御装置によってすべての動作を最後まで正しく遂行させることができます。

一方、フィードバック制御は「フィードバックによって制御量の値を目標値と比較し、それを一致させるように操作量を生成する制御」です。

例えば、ある機械の速度が制御対象である場合、制御装置は制御量であるその速度を検出し、目標値と一致させるように動作させたり、変速指令を出したときの応答性を速くしたりします。

このように、**フィードバック制御は制御内容の質的向上に威力を発揮し、シーケンス制御は運転や操作の自動化・省力化に威力を発揮**します。

自動化を目的とした各種のシステムは性格の異なるこの2つの制御がそれぞれ単独にあるいは組み合わせられた形で構成されています。

フィードバック制御は単独で用いられる場合は少なく、ほとんどの場合シーケンス制御と組み合わせられて用いられています。

これに対して、シーケンス制御が用いられない場合はほとんどないと言っても過言ではなく、むしろ広く普及しているLCA（Low Cost Automation）のような小規模省力化システムではほとんどの場合シーケンス制御のみによって

構成されたシステムとなっています。

図1.1に、フィードバック制御とシーケンス制御の両者によって構成された自動制御システムの形を示します。

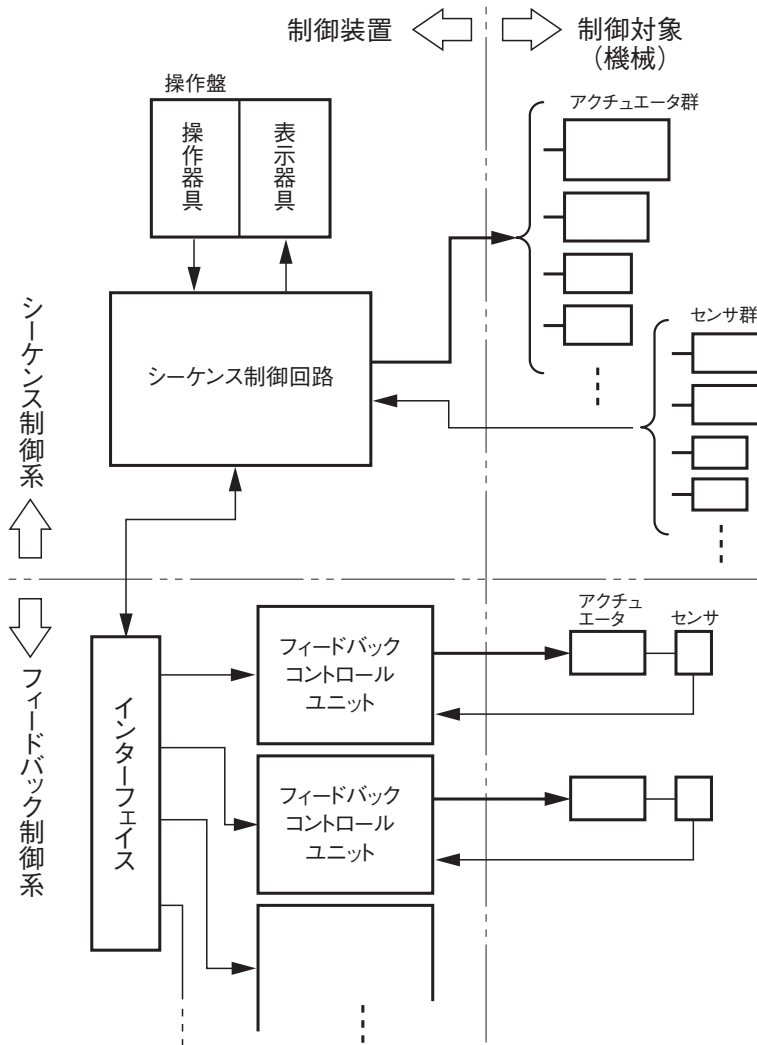


図1.1 機械制御の系統図
(シーケンス制御とフィードバック制御の関係)

1-2 機械を動かす制御とは

「**機械制御**」は文字通りに「機械を制御すること」と言い換えることができますが、それでは「機械を制御すること」とは一体どんなことを考えてみましょう。

機械とは一般に、「いくつかの要素（または部品）で構成され、これらの各要素（または部品）が役割に従ってそれぞれに定められている運動（相對運動）をして、エネルギーの変換や伝達をしたり、人々が必要とする有用な仕事をしてくれるもの」と考えることができます。

すでに述べたように、「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」が「**制御**」ですから、「機械を構成している制御対象である各要素のそれぞれに目的に応じて定められている運動（相對運動）」を「**所要の操作**」と考えると、「機械制御」とは「機械の運動を制御すること」と定義することができます。

いうまでもなく機械にはさまざまな機械があり、またその機械の各構成要素に定められている運動には目的や機能に応じてさまざまな運動があります。

回転運動や直線運動があり、これらを組み合わせた運動や往復運動などがあり、さらにカムやリンク機構を用いた複雑な曲線運動などがあります。

また、始動停止を含む位置決め動作や変速運動などがあります。

1台で多数の運動要素を持つ機械や装置の場合では、そのうちのいくつか、同時に動作したり、あるいは一定の順序で動作したりする場合があります。このように「機械の運動」には、数え切れないほどのさまざまな種類と形態があり、したがって、上に述べた定義による機械制御という用語は非常に広い範囲にまたがる技術を包含する用語であるといえます。

本書ではこのような広義の定義による理解に基づき話を進めて行きます。

規格の効用

広く工業技術分野にさまざまな規格が制定されていて、この規格の意義と重要性についてはいまさら述べるまでもないことですが、相変わらずいろいろな場面で規格に関心をもつ若いエンジニアが少ないことを懸念する声を耳にすることも事実のようです。

規格は、各製品が実用化され、普及が始まる段階で制定されることが多く、したがって先端に行く技術やノウハウが規格化されるということはほとんどないといってもよく、このことが若いエンジニアたちから規格が興味をもたれなくなっている原因ではないかと考えられます。

筆者は、幸か不幸か職場の事情によって、若いうちから会社を代表して規格原案作成のための関連する委員会に委員として出席することができました。

関連する団体や企業を代表して出席される、豊富な経験をもつ優れた方々の議論を聞きながら次第に引き込まれて行って、規格の重要性について理解できるまでに日数を要しませんでした。

製品の形状や寸法、あるいは配電線の種別などのような細かいことを決める地味な作業のためにも、たくさんの資料を参考にし、たくさんの経験やノウハウの積み重ねのうえに立つ議論を経て1つひとつが決められて行く過程は素晴らしい内容をたくさん含んだものです。

1行の文章にも、1つの数値にもたくさんの知恵が盛り込まれています。

こうしてでき上がった規格には、たくさんのアイデアやノウハウが詰まっています。何か行き詰まったときなどぜひ関連する規格に目を通していただきたいものです。必ずやよいヒントが得られるものと思います。