

# 第1章

## 組み込み機器における デジタル信号処理の実際

通信系を含めて実際の商品の中に組み込まれるデジタル信号処理と、パソコンなどのコンピュータの中でのデジタル信号処理(シミュレーション)とは同じ信号処理ですが、基本的な考え方がかなり異なります。その主な違いを図1-1に示します。

とくにリアルタイム性は、組み込みデジタル信号処理を考えるうえでとても大切です。それによりハードウェアで実現するのか、DSPプロセッサを使う場合はどの程度の高速性を必要とするのかといういろいろな問題を、さまざまな制約条件(コスト、サイズ、消費電力など)の中で考えていかなければならないからです。

デジタル信号処理は、数学を使った信号処理理論をベースに実現します。まずは理論的に正しいかどうかを、図1-1の中に示すようなMATLABに代表されるシミュレーション・ツールによって確認します。研究の段階では、ここで可能性が見えたならば大成功とのことで、めでたく終了となります。

とくに通信系の場合、伝送路でのノイズの影響やひずみなど、シミュレーションで実際のハード

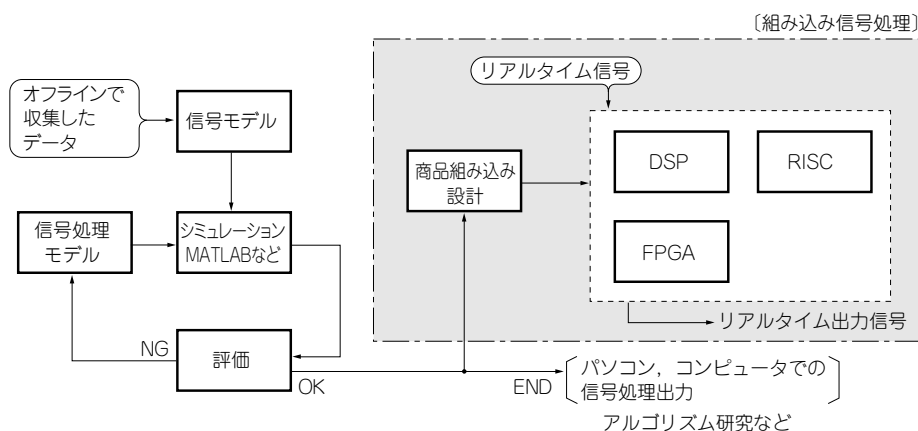


図1-1 組み込みデジタル信号処理

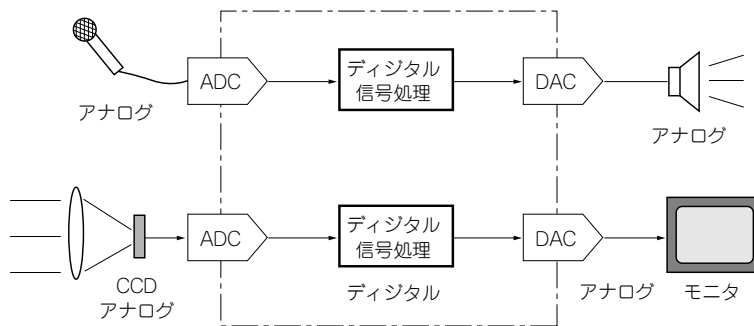


図1-2 入出力はアナログ

ウェアを設計する前に、かなりなところまで検討できるのが大きなメリットです。失敗する確率を減らすことができるので、設計時間の短縮が図れます。

しかし、この結果を使って商品を開発を行おうとすれば、ここからが大仕事となります。シミュレーションでテストしたことを、いかに限られたハードウェアもしくはソフトウェア資源に切り分け、しかも安く商品化するという、とてもノウハウと感性を必要とするプロセスです。通信系の場合、必要とされる技術分野が広く、最適システム設計をすることはとても難しいと言えます。しかし、その結果が商品力の差となるでしょう。

## 1-1 アナログ信号処理とデジタル信号処理

図1-2のように、人間が五感を使って検知できる多くの信号は、アナログ信号です。そのため、実際の信号処理がデジタル信号であっても、人間に対する入出力はアナログ信号が一般的です。昔の商品ではすべてアナログで信号処理されていたのであまり意識をしませんでしたが、デジタル化が進行している現在の商品開発では、つねにA-D変換器(ADC)やD-A変換器(DAC)などのデジタルとアナログの橋渡しが必要となります。

なにか一般的にアナログよりもデジタルのほうが高性能に感じさせる響きをもっていますが、一概にそうとも言えません。逆に安物がデジタルということもよくあります。とくに通信系の場合、扱う信号のダイナミック・レンジはゆうに100dBを超え、まだまだすべてをデジタルに置き換えるというわけにはいきません。今後もアナログ機器はしぶとく残っていきますが、デジタル化することによるメリットが大きいので、多くの機器のデジタル化が進行していくでしょう。デジタルがアナログ処理に対して有利な点をあげてみましょう。

### (1) 高度な数学的信号処理が可能

たとえば、図1-3のようなLog変換です。通信系でも信号の強度など、対数で処理されることも多く、欠かせない処理です。アナログではLog変換にその特性に合いそうな物理的現象をもつ素子を探るか、図1-3(b)のような近似回路を考えなくてはなりません。一般的によくダイオードの特性が使

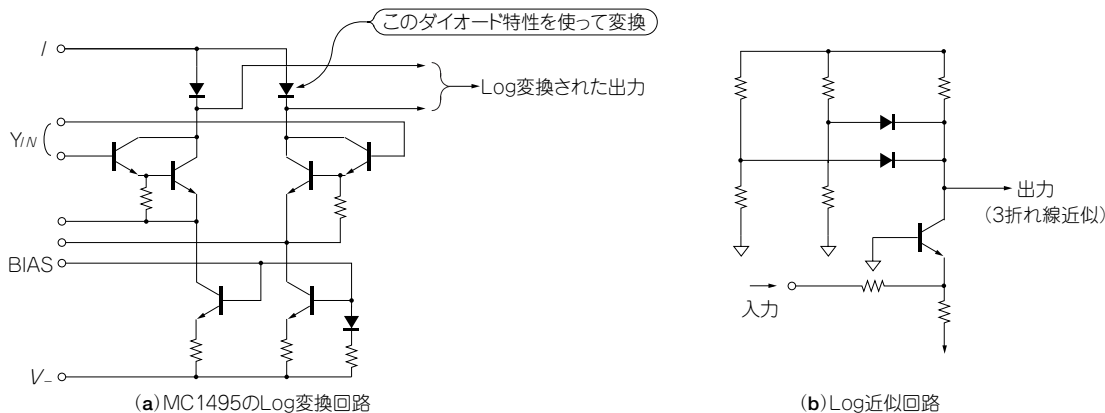


図1-3 Log変換

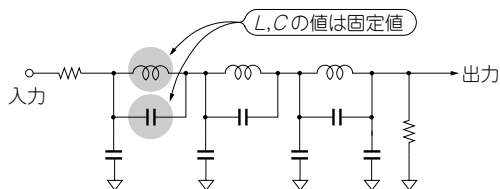


図1-4 アナログ・フィルタ

われます。しかしこのような回路は、つねに環境温度の変化に対する影響を受け、とても注意深く設計する必要があります。また微弱な信号を扱うことも多く、 $S/N$ の劣化は避けられません。

一方デジタルでは、理論式のとおりもしくは近似式で計算するだけです。実装した後の特性の誤差は事前にシミュレーションで計算したとおりのものになり、商品化に際してもばらつきなく設計通りの特性を無調整で実装することが可能です。

あるいは、図1-4のようなフィルタは、通信系アナログ回路ではよく使われます。しかし、一般的なアナログ・フィルタでは設計で決められた特性を実現するために、ある特定の値の素子を使います。そのため信号の特性の変化に合わせて、後でダイナミックに特性を変えることは不可能ではありませんが、現実的ではありません。しかしデジタルでは、適応フィルタと呼ばれる、信号の特性に合わせて時間とともにフィルタの特性を変えることもできます。このように、より高度な信号処理を比較的簡単に導入することが可能となります。とくに無線伝送路などの不安定な伝送路を使う通信処理では、固定的な等価フィルタですべての条件をカバーするのは不可能に近いことです。

このようにいったん信号をデジタルにすることにより、アナログでは実現が難しい処理も比較的簡単に実装することができるようになります。また、すべては数値計算で処理を行いますから、制限なく新しい理論に元づく高度な信号処理を行うことが可能で、競合商品とは一味違う特徴を出すことができます。