

## 第1章 デジタル回路に関する話し

三原 順一 Junichi Mihara

4～6月号で紹介されたように、PICやAVRなどI/Oリッチなマイコン…マイクロコントローラの利用が大きく拡がり、一方では高性能32ビット・マイコンもグッと身近になってきました。おかげでデジタル制御に関わる大抵のことは、ソフトウェア(とツールの活用)によって容易に構成できてしまう時代が見えてきています。そして実際にも(経験を積み上げた技術者にとっては)、「大抵のことは容易に構築できる便利な時代になってきた」という感覚をお持ちのようです。

しかし、デジタル回路による制御ロジックの基本的なしくみがしっかりわかってない若い技術者にとっては、現実の複雑なハードウェアを的確に動かすことは決して容易ではありません。原因はロジックの実態が見えにくくなってきているので、隔靴搔痒の感\*がぬぐえないからではと思うのです。

そこで本稿ではロジック回路の基本に立ち返って、初心者にもわかるようデジタル回路のブラック・ボックスを解明することにします。

### デジタル信号とアナログ信号

デジタル回路では二つの状態を使って情報の伝達を行います。家の玄関に旗が立っていれば安全、旗が

\*：靴を履いていることで、足が痒くても直接足を搔くことができず、はがゆくもどかしく感じること

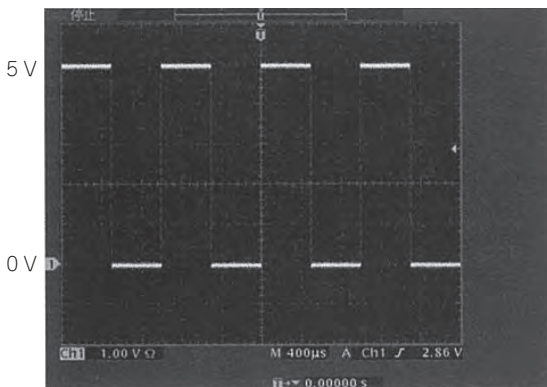
立ってなければ危険…と表示するのと同じです。

デジタル回路で使われる信号…デジタル信号は、二つの状態を使って情報の伝達を行います。この二つの状態は実際のデジタル回路では、電圧がある決められた値より高いか低いかによって区別しています。つまり、デジタル回路における1本の信号線は、図1に示す例のように電圧が「高いか低いか」の情報を伝達する機能しかもっていません。

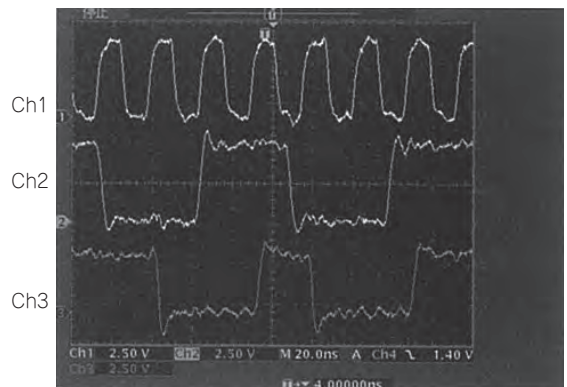
これに対してアナログ回路と呼ばれる分野で使われる信号は、図2に示す例のように数mV(あるいはもっと小さく数 $\mu$ V、数nVというケースも)くらいから数Vオーダにいたるレベルで、周波数領域もDC～低周波～高周波～超高周波という広範囲にわたって信号を表したり、伝達が行われたりしています。というより原則的なことに遡ると、この世に存在する、物理学が支配する実在の世界はすべてがアナログであることはご存じのことと思います。

しかし、さまざまなアナログ量を情報として扱うには、あるいはそれを明確に伝達するには、はっきりした(規格化した)レベル(電圧値など)がないと扱いにくいので、人間はデジタル化、2進化という「あいまいさ」のないものを考えついた訳です。デジタル回路の信号にはあいまいさがないということが大きなポイントであり、利点でもあります。

デジタル回路の二つの状態は2進法とって、「1」



(a) 1 kHzのデジタル信号



(b) 40 MHzのデジタル信号

図1(2) 典型的なデジタル信号を測定した例

デジタル・オシロスコープでの測定波形。(b)のように周波数が高くなると波形もきれいな矩形波ではなくなる。プリント基板や測定系での共振によって、波形ひずみも大きくなっているが、Hレベル、Lレベルの認識はできる