

ロジック回路の 基礎の基礎

熊谷 あき

ここではロジック回路の基本であるANDやOR、NOTゲートの動作から、それを組み合わせた加算回路、フリップフロップ、シフトレジスタ、カウンタについて解説する。後半は代表的なロジックICである74シリーズについて説明した後、LEDやスイッチの接続方法などについて解説する。 (編集部)

すべてを0と1で考えるのがデジタルの世界です。しかし、いずれにせよ私たち人間が手で触れられるものにするには、ハードウェアとしての電子回路が必要です。

デジタル信号を扱う電子回路のことを、論理回路やロジック回路とも呼びます。ここではロジック回路の基本中の基本について解説します。

1. ロジック回路図記号の基本

● MIL記号とは

第1章でANDやORといった論理演算について説明しました。どんなに複雑なロジック回路でも、その中身を分解していくとANDやOR、NOTから構成されています。

ロジック回路を回路図で表す場合に使う記号がいくつか規定されています。最も一般的に使われる回路図記号としてMIL記号(MILとはMilitaryの略。この記号が米軍の規格MIL-806として定められていたものの一つであったため、そのように称されている)があります。

● ANDゲート、ORゲート、NOTゲート

最も基本的な論理演算として、入力を反転して出力するNOTがあります。これをMIL記号で表したのが図1です。左側が入力で右側が出力を示します。三角印の右側の先に○マークが付いているのがポイントです。このように、入力信号を何らかのルールに基づいて変換して出力する素子をゲートと呼びます。

続いて図2にANDゲートとその真理値表を、図3にはORゲートとその真理値表を示します。NOTゲートは入力一つでしたが、ANDやORは入力信号が複数になります。図2と図3では基本ゲートとして2入力素子を示していますが、3入力や4入力といった多入力ゲートもあります。その場合は図4(a)のように、ゲートのシンボル(記号)の左側にその本数分だけの信号を表記します。中には8入力ゲートといったものもあるので、図4(b)のようにシンボルの左側の線を伸ばした形で表現することもあります。

● NANDゲート、NORゲート、XORゲート

ANDゲートやORゲートにNOTゲートを追加すると、NANDやNORというゲートが構成できます。図5に

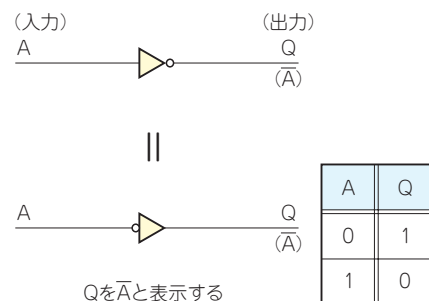


図1 NOTゲート

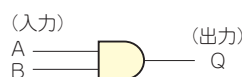
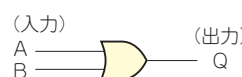


図2 ANDゲート

| A | B | Q |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

(b) 真理値表



(a) OR記号

| A | B | Q |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |

(b) 真理値表

図3 ORゲート

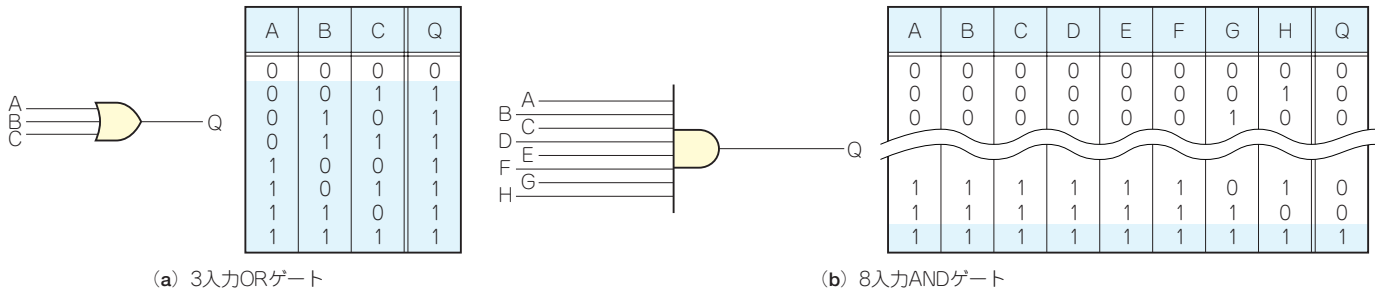


図4 2入力を超えるゲートの表現

NANDゲートを、図6にNORゲートを示します。さらにANDゲート、ORゲート、NOTゲートを図7のように組み合わせると、排他的論理和であるXORゲートも構成できます。

● 加算回路(アダー)

論理演算だけでは面白く(?)ありませんね。次は加算を行う回路を示しましょう。

図8に1ビットの加算回路を示します。入力が三つあるのは、下位けたからのけた上がり信号を入力(C)するためです。同じように出力が二つあるのは、けた上がりがあるかどうかを示す信号(C')があるためです。

複数ビットからなる数値を足し算したい場合はこの回路を複数並べ、下のけたのけた上がり出力を上のけたのけた上がり入力に接続すればよいわけです。

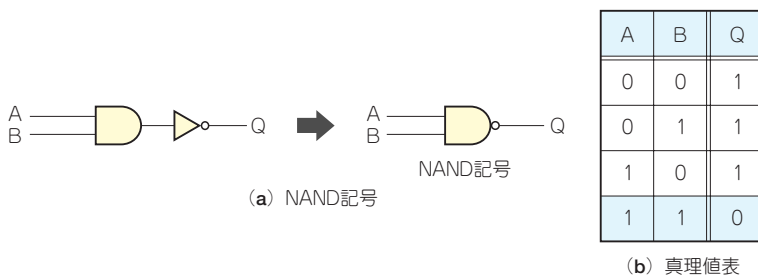


図5 NANDゲート

● RSラッチ

ここまで紹介した記号は、入力信号がいくつかのゲートを経て出力部へ出てくるだけでした。つまり信号を入力すれば、論理演算の結果としてすぐに出力が出てきます。このような回路を組み合わせ回路と呼びます。

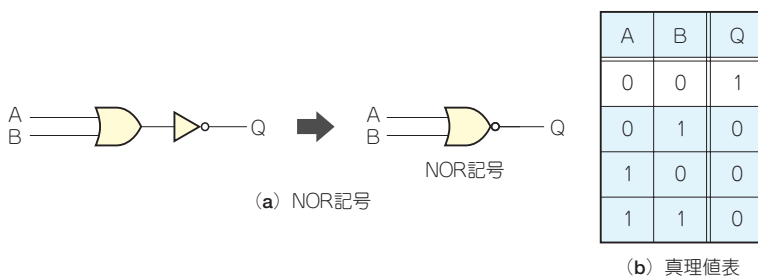


図6 NORゲート

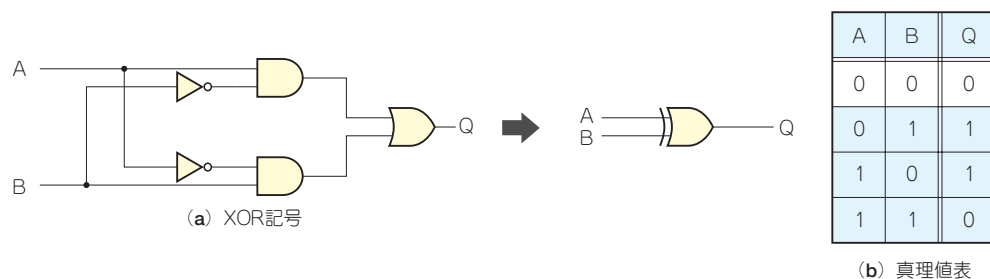
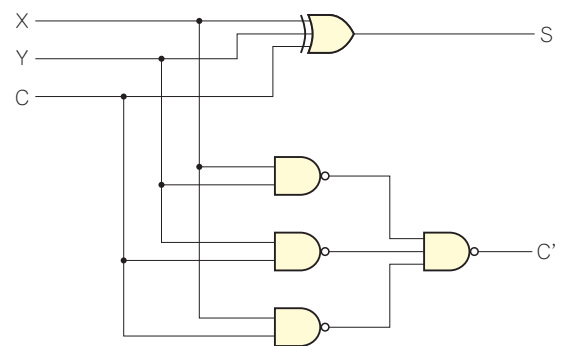


図7 XORゲート