

# 第1部 基本的なインターフェース

## 第1章

出力ポートの特性, 出力電流を増やす, 高電圧や負電圧の出力, パルス出力

# 出力ポートのインターフェース

1

マイコンの用途は多種多様ですが、基本的には何らかの入力を取り込んで処理や判断をし、何らかのハードウェアへ出力します。制御対象は、LEDやLCD、スピーカ、モータなどですが、いずれもマイコンの出力ポートを通じて制御します。まずはマイコンの出力ポートとその基本的な使い方を説明しましょう。

## 1-1 PICマイコンの出力ポートの特性

### ■ 出力ポートの構造と特性

PICマイコンのI/Oポートは、その名の通り入力と出力が兼用です。一例としてPIC18F××2のI/Oポートを整理すると表1-1-1のような種類があります。表中で“RB7”はPORTBレジスタのRB7(ビット7)の名称です。また、コロン(:)を使って“RB7:RB4”のように表記した場合は「ビット7~ビット4」の範囲を意味します。

ここではI/Oポートを出力ポートとして使う場合に絞って説明します。

### ● 出力ポートの構造

2007年の時点で製造されているPICマイコンは、すべてCMOSプロセスです。出力ポートに設定した場合の各ピンは、ほとんどがCMOSトータム・ポール出力(図1-1-1)で、一部だけNMOSオープン・ドレイン出力(図1-1-2)です。図1-1-3のようにトータム・ポール出力は吸い込み(シンク)と吐き出し(ソース)の両方が可能ですが、オープン・ドレイン出力は吸い込みだけです。

なお、各I/Oピンには保護用ダイオードが図のように内蔵されていますが、回路図などでは、たいいてい

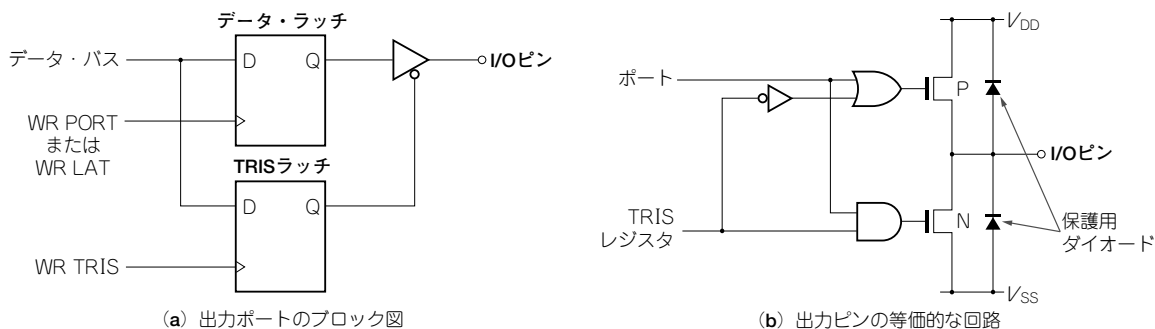


図1-1-1 CMOSトータム・ポール回路による3ステート出力

表1-1-1 PIC18F××2のI/Oポート

項目	ピン数	入力			出力		電源投入直後の設定状態	備考	
		TTLコンパチブル	シュミット・トリガ	アナログ	CMOSTレーン・ボール	NMOオープン・ドレイン			弱いPMOSプルアップ
<b>●ポート A</b>									
RA6	1	○	×	×	○	×	×	デジタル入力	
RA5	1	○	×	○	○	×	×	アナログ入力	アナログ入力可能
RA4	1	×	○	×	×	○	×	デジタル入力	オープン・ドレイン出力
RA3: RA0	4	○	×	○	○	×	×	アナログ入力	アナログ入力可能
<b>●ポート B</b>									
RB7: RB4	4	○	○	×	○	×	○	デジタル入力	TTL入力とシュミット・トリガ入力の両方可能。低電圧ICSPモードでは汎用I/Oピンとしては使えない。
RB3	1	○	×	×	○	×	○	デジタル入力	
RB2: RB0	3	○	×	×	○	×	○	デジタル入力	
<b>●ポート C</b>									
RC7: RC0	7	×	○	×	○	×	×	デジタル入力	周辺機能出力と兼用
<b>●ポート D</b>									
RD7: RD0	7	×	○	×	○	×	×	デジタル入力	PIC18F4X2 だけ、パラレル・スレーブ・ポートと兼用。
<b>●ポート E</b>									
RE2: RE0	3	×	○	○	○	×	×	アナログ入力	PIC18F4X2 だけ、パラレル・スレーブ・ポートと兼用。

図1-1-2 NMOSオープン・ドレイン出力

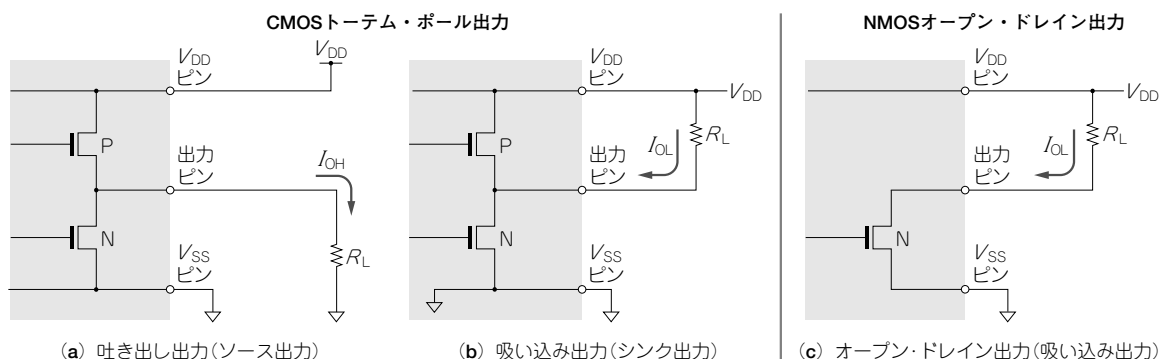
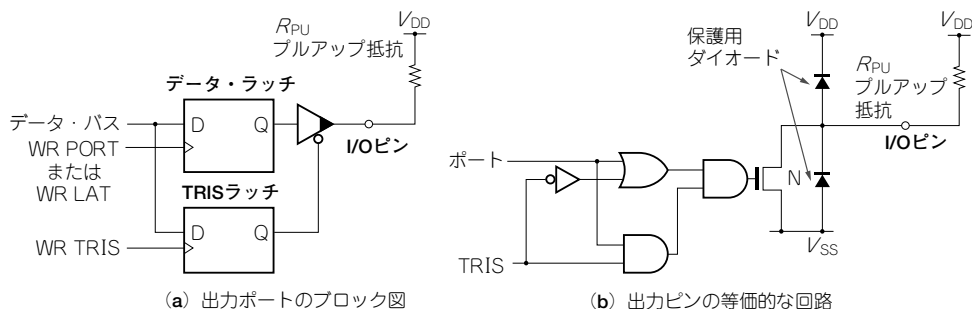


図1-1-3 吸い込み出力と吐き出し出力

省略されています。本書でも必要のない限り記していません。このダイオードの役割は第2-2節で述べます。

#### ▶ CMOS トーテム・ポール出力

この出力ピンはPチャンネルとNチャンネルのMOSトランジスタから構成されており、Hレベル、Lレベル、ハイ・インピーダンスの三つの状態を出力することができます。このように三つの状態を出力できるので「スリー・ステート出力」とか「トライ・ステート出力」と呼ばれます。表1-1-2に示すように、Hレベルを出力するときはPチャンネル・トランジスタがONし、NチャンネルのトランジスタがOFFします。Lレベルを出力するときはPチャンネル・トランジスタがOFFし、Nチャンネル・トランジスタがONします。ハイ・インピーダンス状態にするときは両方のトランジスタをOFFにします。

#### ▶ NMOS オープン・ドレイン出力

この出力ピンはNチャンネルのMOSトランジスタから構成されており、普通は抵抗を外付けしてプルアップして使います。プルアップ抵抗を接続した状態では、表1-1-2に示すように、Hレベル、Lレベル、ハイ・インピーダンスの三つの状態を出力することができます。

オープン・ドレイン出力は、マイコンの電源電圧 ( $V_{DD}$ ) を越える回路とインターフェースしたり、ワイヤードOR出力を構成するのに便利です。ただし、プルアップ抵抗を接続しないと、決してHレベルにはなりませんから、信号が出力されないと悩む羽目になりますから注意しましょう。

### ● 出力特性

PICマイコンの出力ポートは、(オープン・ドレイン出力のピンを除く)ほとんどすべてのピンが  $\pm 20\text{mA}$  の電流を入出力できることが大きな特徴です。出力電圧はTTLレベルが保証されています。デバイスはCMOS構造ですから小電流なら電源電圧いっばいに近い値を出力できますが、出力電流が増えるにつれて、Hレベルの電圧が低下したり、Lレベルの電圧が上昇します。

図1-1-4はPIC18F  $\times 2$  のデータ・シートに記載されている出力特性で、図1-1-5は  $V_{DD} = 5\text{V}$  時の実測値です。実測値によると、Hレベルで  $20\text{mA}$  を吐き出し出力すると、出力電圧は  $3.8\text{V}$  程度まで低下します。Lレベルでは  $20\text{mA}$  を吸い込み出力すると出力電圧は約  $0.5\text{V}$  まで上昇します。

マイコンの種類によっては、出力ピンの出力特性が吐き出しと吸い込みで最大電流値が異なる場合や、ポートごとに異なることがあるので、設計時はこの点に注意します。

前述したようにPICマイコンの出力ポートの各ピンは、 $20\text{mA}$  の比較的大きな電流を扱うことができますが、同時にすべてのピンにこの電流を流せるわけではありません。ポート電流の流れる先は電源ピン ( $V_{DD}$  ピン) とグラウンド・ピン ( $V_{SS}$  ピン) ですから、ここにすべての電流が集中すると電圧降下によって内部電圧が低下し、マイコンが正常に動作なくなってしまいます。そのため、デバイスとして許容可能な最大電流値が決められていますから、これを十分下回る範囲で利用しなければなりません。たとえばPIC18F452の場合、 $V_{DD}$  ピンは最大  $250\text{mA}$ 、 $V_{SS}$  ピンは最大  $300\text{mA}$  です。

表1-1-2  
出力ピンの状態と  
トランジスタの状態

出力ピンの状態	記号	CMOS トーテム・ポール出力		NMOS オープン・ドレイン出力
		Pチャンネル MOSFET	Nチャンネル MOSFET	Nチャンネル MOSFET
Hレベル	"H"	ON	OFF	OFF *1
Lレベル	"L"	OFF	ON	ON
ハイ・インピーダンス	"Z"	OFF	OFF	OFF

注▶ \* 1: 外付け抵抗でプルアップするか、内蔵 MOSFET による弱いプルアップを使う。

## ■ 出力ポートヘデータを出力する方法

各ポートは、ビット単位で出力ポートに設定できます。ポートBのすべてのビットを出力に設定するには、まず初期化のためTRISレジスタに“0”を書き込みます。次にWレジスタに出力したい値をロードし、Wレジスタの値をポートBに書き込みます。TRISレジスタ(トライ・ステート・コントロール・レジスタ)はポートの状態を設定するレジスタです。

### ● 1バイト出力

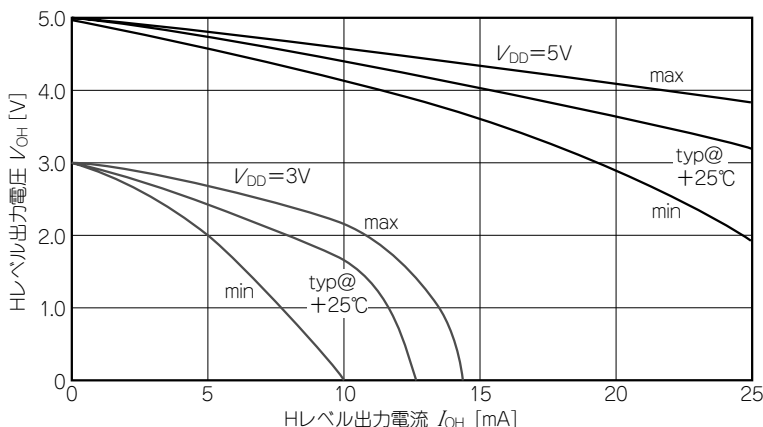
ポートに数値を1バイト出力するときは次のように記述します。

#### ▶ アセンブリ言語の記述例

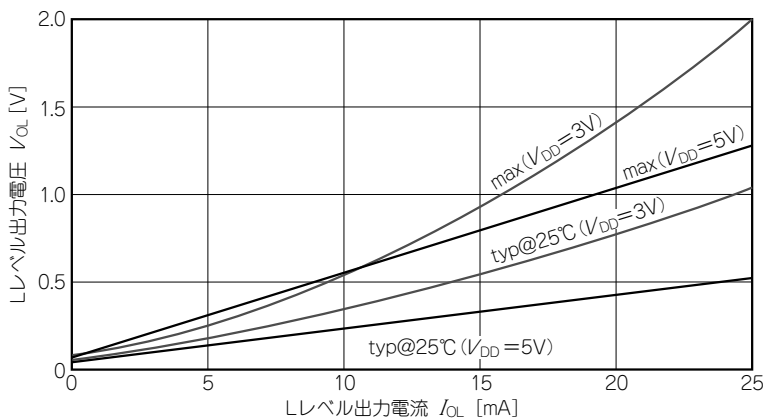
```
CLRF    TRISB    ;ポートBを出力ポートに設定するため全ビットを0にする
MOVLW  H'55'    ;Wレジスタに55hをロードする
MOVWF  PORTB    ;Wレジスタの値をポートBに55hを出力する
```

#### ▶ C言語の記述例

```
TRISB=0;          //ポートBを出力ポートにする
PORTB=0x55;       //ポートBに55hを出力する
```



(a) Hレベルの出力特性 ( $T_A = -40 \sim +125^\circ\text{C}$ )



(b) Lレベルの出力特性 ( $T_A = -40 \sim +125^\circ\text{C}$ )

図1-1-4 PIC18F××2のデータ・シートに記載されている出力特性

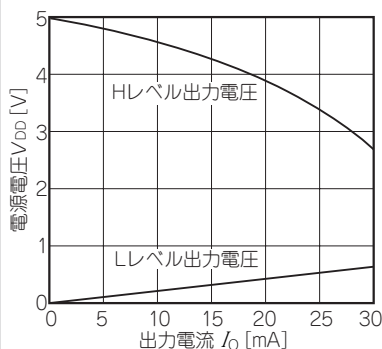


図1-1-5 PIC18F××2の実測出力特性