

8ビットPIC[®]マイクロコントローラにおける 信号ルーティングポートモジュールの使用 TB3322



はじめに

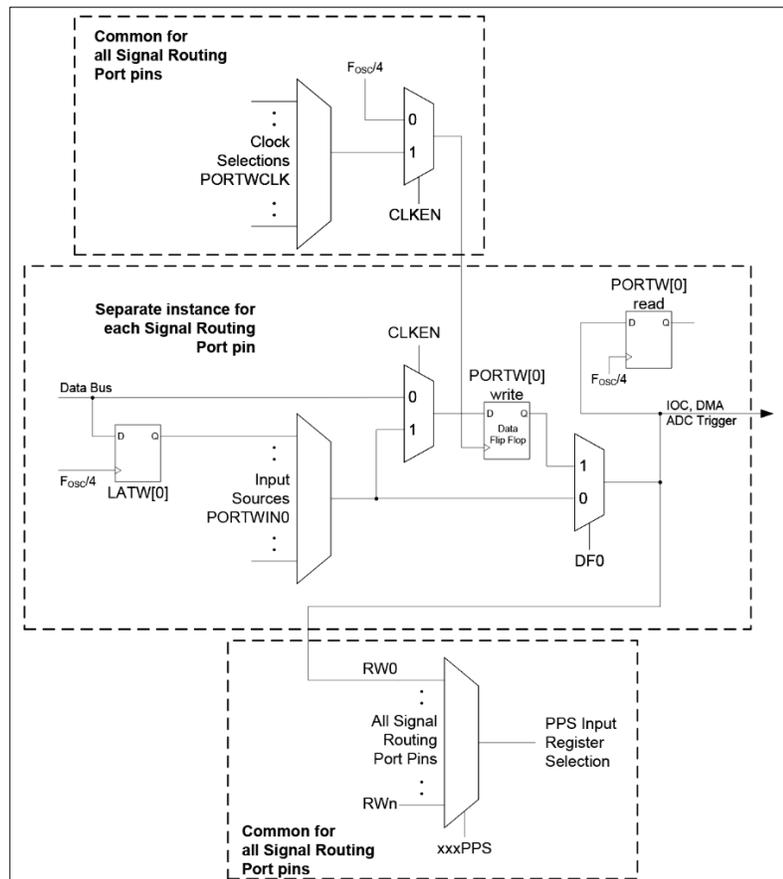
著者: Max Prasad, Seyed Mazloom, Microchip Technology Inc.

信号ルーティングポートモジュールは外部I/Oピンが関連付けられていないという点を除き、通常のI/Oポートとして動作します。信号ルーティングポートへの全ての接続は内部で行われるため、外部ピンを使わずに複数のCIP(コアから独立した周辺モジュール)を相互接続できます。信号ルーティングポートは入出力PPS(ペリフェラルピンセレクト)にも接続されており、必要に応じて物理ピンに接続できます。また、専用の状態変化割り込みとDMA/ADCトリガも備えています。信号ルーティングポートモジュールには、シフトレジスタまたはステートマシンを実装するために使えるクロック供給オプションもあります。



Important: 一部のデバイスには、複数の信号ルーティングポートモジュールが実装されている場合があります。その場合、PORTWとその関連レジスタに言及している箇所は、適切なポート名とレジスタに置き換える必要があります。詳細は各デバイスのデータシートを参照してください。

図1. 信号ルーティングポートのブロック図



目次

はじめに.....	1
1. 特長.....	3
2. 使い始める.....	4
2.1 信号ルーティング ポートピンへの入力(ソース).....	4
2.2 信号ルーティング ポートピンの出力(デスティネーション).....	5
2.3 信号ルーティング ポートの同期動作(クロック).....	7
3. ユースケース.....	9
3.1 内部周辺モジュールの接続.....	9
3.2 ファームウェア駆動による周辺モジュールの動作.....	10
3.3 DMAベースの周辺モジュールのシーケンシング.....	10
3.4 ハードウェア ステートマシン.....	11
3.5 シフトレジスタの動作.....	15
4. まとめ.....	16
5. 改訂履歴.....	17
Microchip社の情報.....	18
Microchip社ウェブサイト.....	18
製品変更通知サービス.....	18
お客様サポート.....	18
Microchip社のデバイスコード保護機能.....	18
法律上の注意点.....	18
商標.....	19
品質管理システム.....	20
各国の営業所とサービス.....	21

1. 特長

信号ルーティングポートは通常のI/Oポートと同じように見えますが、その動作は大きく異なります。表1-1に、信号ルーティングポートと通常のI/Oポートの機能比較を示します。

表1-1. 信号ルーティングポートと通常のI/Oポートの機能比較

特長	信号ルーティングポート	通常のI/Oポート
ポート命名規則	PORTW	PORTx (x = A, B, C, ...)
ポートあたりのピン数	8本のRWn信号ルーティングポートピン (n = 0 ... 7)	8本のRxn物理I/Oピン(n = 0 ... 7)
ソフトウェア読み/書き	PORTW/LATWレジスタ	PORTx/LATxレジスタ
データ方向	仮想入力(PORTWINxレジスタ)と仮想出力(PORTWレジスタ)を同時にサポート	通常、ピンが物理入力を読み出すか物理ピンに出力するかをTRISxレジスタが決定
その他のI/Oポート機能	外部ピン接続がないため、右に示すような物理I/Oポートで必要となる機能は信号ルーティングポートには適用されない	<ul style="list-style-type: none"> アナログ選択(ANSELxレジスタ) 弱プルアップ(WPUxレジスタ) オープンドレイン制御(ODCONxレジスタ) スルーレート制御(SLRCONxレジスタ) 入力レベル制御(INLVxレジスタ)
その他の信号ルーティングポート機能	<ul style="list-style-type: none"> クロック選択および制御(PORTWCLK/PORTWCONレジスタ) データフリップフロップ制御(PORTWDFレジスタ) 	左記の機能は通常のI/Oポートにはない
ピンのソース	<ul style="list-style-type: none"> LATWレジスタ シフトされた信号ルーティングポートピン 物理I/Oピン 物理I/OピンからのPPS入力⁽¹⁾ 各種CIPの出力 	<ul style="list-style-type: none"> TRISx入力モード: 物理I/Oピン TRISx出力モード: LATxレジスタ、またはその他のCIPからのPPS出力
ピンのデスティネーション	<ul style="list-style-type: none"> その他のCIPの入力PPS 物理I/OピンへのPPS出力⁽¹⁾ 	<ul style="list-style-type: none"> TRISx入力モード: PORTxレジスタ、およびその他のCIPへのPPS入力 TRISx出力モード: 物理I/Oピン
PPS(ペリフェラルピンセレクト)をサポート	○	○
状態変化割り込み	IOCSR割り込み	IOC割り込み
DMA/ADCトリガ	IOCSRおよび個別の信号ルーティングポートピン出力	IOCのみ
Note:		
1. 物理ピンに対するPPS入力およびPPS出力は一部のデバイスでのみ利用可能です。詳細は各デバイスのデータシートを参照してください。		

2. 使い始める

信号ルーティング ポートの各ピンは個別に設定され、同じ信号ルーティング ポートのその他のピンとは独立して動作します。信号ルーティング ポートの全てのピンはPORTWCLKレジスタを通して選択可能な同一のクロックを共有します。

信号ルーティング ポートピンを設定する時は以下の構成を考慮する必要があります。

- 信号ルーティング ポートピンへの入力(ソース)
- 信号ルーティング ポートピンの出力(デスティネーション)
- 非同期動作か同期動作か(クロック)

2.1 信号ルーティング ポートピンへの入力(ソース)

信号ルーティング ポートピンには、PORTWINxレジスタを使って選択された複数のソースを接続できます。PORTWの信号ルーティング ポートの各ピンに個別のPORTWINxレジスタがあります。例えば、PORTWIN0レジスタは信号ルーティング ポートピンRW0への入力を選択する等です。

通常、信号ルーティング ポートピンへの入力には以下が含まれます。

- LATWレジスタからのLATWnビット (ソフトウェア入力)
- 信号ルーティング ポートピンRW[n+1]からのシフト入力
- 物理I/Oピン(通常はRCnピン)
- 物理I/OピンからのPPS入力
- デバイス上のその他のCIP



Important: 物理I/OピンからのPPS入力は一部のデバイスでのみ利用可能です。詳細は各デバイスのデータシートを参照してください。



Tip: 信号ルーティング ポートの各ピンへの入力は適切なPORTWINxレジスタによって個別に選択されるため、ユーザーは信号ルーティング ポートの各ピンに別々の入力を選択できます。選択できるPORTWINxレジスタの一覧はデバイスのデータシートを参照してください。

2.1.1 信号ルーティング ポートピンへのソフトウェア入力

LATWレジスタは信号ルーティング ポートへのソフトウェア入力として動作します。ユーザーがPORTWINxレジスタの選択でLATWnビットを選択した場合、LATWnビットへのソフトウェア書き込みによってRWn信号ルーティング ポートピンのステータスを変更可能です。これは出力バッファが有効 (TRISx = 0)で、LATxレジスタに書き込む事によって対応するI/Oピンの出力が変更される通常のI/Oポートと同様です。応用例は3.2. [ファームウェア駆動による周辺モジュールの動作](#)を参照してください。



Important: LATWレジスタに対するソフトウェア書き込みは、該当するPORTWINxレジスタがその信号ルーティング ポートピンの入力ソースとしてLATWnビットを選択している場合にのみ信号ルーティング ポートピンに適用されます。

2.1.2 信号ルーティング ポートピンへのシフト入力

PORTWINxレジスタを介したRWn信号ルーティング ポートピンへの入力選択の1つには、隣り合う信号ルーティング ポートRW[n+1]からの入力があります。この選択を利用すると、ユーザーは信号ルーティング ポートをシフトレジスタとして動作するようにプログラムできます。応用例は[3.5. シフトレジスタの動作](#)を参照してください。

2.1.3 信号ルーティング ポートピンへの外部入力

PORTWINxレジスタでは、ユーザーはRWn信号ルーティング ポートピンへの入力ソースとしてハードウェアに組み込まれた物理I/Oピン(通常はRCnピン)を選択する事もできます。これにより、信号ルーティング ポートピンが物理的な世界から外部信号(センサまたはボタン等)を受信できるようになります。これは、出力ドライバが無効(TRISx = 1)でデジタル入力バッファが有効(ANSELx = 0)の通常のI/Oポートと同様です。

ハードウェアに組み込まれた物理I/Oピンに加えて、PORTWINxPPSレジスタを通じてPPS入力を構成し、物理I/Oピンに接続可能なデバイスもあります。詳細は各デバイスのデータシートを参照してください。

2.1.4 信号ルーティング ポートピンへの周辺モジュール入力

信号ルーティング ポートモジュールは、PORTWINxレジスタを使って、デバイスに既に存在する幅広いCIPを信号ルーティング ポートピンへの入力ソースとして接続する柔軟性も提供します。これにより、ユーザーは物理ポートピンを消費することなく2つの周辺モジュールを仮想的に相互接続する、またはハードウェア ステートマシンを構成する事ができるようになります。応用例は[3.1 内部周辺モジュールの接続](#)および[3.4 ハードウェア ステートマシン](#)を参照してください。

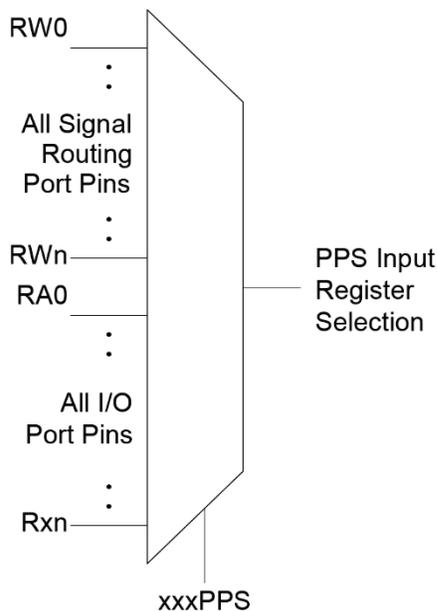
信号ルーティング ポートに接続される周辺モジュールの一覧は信号ルーティング ポートピンとデバイスによって異なります。詳細は各デバイスのデータシートを参照してください。

2.2 信号ルーティング ポートピンの出力(デスティネーション)

信号ルーティング ポートピンの出力は内部でRWnピンとして使えます。ユーザーはPORTxレジスタを使って通常のI/Oピンを読み出す場合と同様に、PORTWレジスタを読み出す事によって信号ルーティング ポートのステータスを読み出す事ができます。一部のデバイスでは、RWn信号ルーティング ポートピンの各出力をRxyPPSレジスタを通して物理I/Oピンにルーティングできる場合があります。詳細は各デバイスのデータシートを参照してください。

PORTWレジスタとPPS出力に加え、RWn信号ルーティング ポートピンはPPSモジュールにも入力ソースとして供給されます。RWn信号ルーティング ポートピンは、xxxPPS入力レジスタ選択で通常のI/Oピンと合わせて利用できるため、任意の周辺モジュールを信号ルーティング ポートピンに接続して利用できます。詳細はデバイス データシート内の「PPS - ペリフェラル ピンセレクト モジュール」の章の「PPS入力」を参照してください。

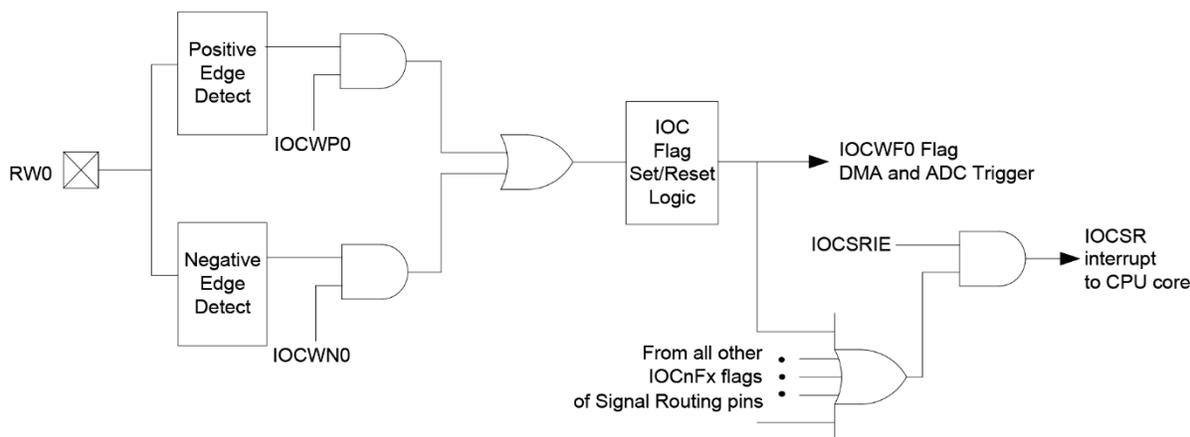
図2-1. PPS入力レジスタの選択



2.2.1 出力トリガ

信号ルーティングポートモジュールは各RWn信号ルーティングポートピンの出力に特別なトリガを備えており、状態変化割り込み、DMAモジュール、ADCモジュールのトリガに使えます。

図2-2. 信号ルーティングポートの状態変化割り込み



信号ルーティングポートの状態変化割り込みは、通常のI/Oポート用の状態変化割り込み(IOC割り込みベクタ)とは独立した個別のIOCv割り込みベクタです。ただし、IOCv割り込みの動作はIOC割り込みの動作と非常によく似ています。IOCWPレジスタとIOCWNレジスタは、割り込みをトリガするRWn信号ルーティングポートピンのタイプ(立ち上がりエッジ、立ち下がりエッジ、またはその両方)を選択します。IOCWFレジスタには、各RWn信号ルーティングポートピンの個別の割り込みフラグが含まれています。全ての信号ルーティングポートの全てのIOCWFnフラグの論理ORがシステムレベルのIOCv割り込みとして利用可能です。IOCxP、IOCxN、IOCxFレジスタの動作の詳細は該当するデバイスのデータシートの「IOC - 状態変化割り込み」の章を参照してください。

IOCV割り込みに加え、個々のIOCWF_n割り込みフラグはDMAトランザクション(DMA_nSIRQレジスタとDMA_nAIRQレジスタ)の開始または中止、またはADC変換(ADACTレジスタ)の自動開始のための個別のトリガとして使えます。これにより、信号ルーティングポートモジュールはハードウェアステートマシンベースのアプリケーションでより便利に使えます。IOCWF_nフラグでDMAおよび/またはADCを適切にトリガするには、IOCWPレジスタとIOCWNレジスタが適切に設定されている必要があります。詳細はデバイスデータシートの「DMA - ダイレクトメモリアクセス」の章の「ハードウェアトリガのタイプ」と「ADC - 計算機能付きアナログ/デジタルコンバータ」の章の「自動変換トリガ」を参照してください。



Important: 使用可能な信号ルーティングポートモジュールの数に関係なく、デバイス上の全ての信号ルーティングポートピンに対してシステムレベルのIOCV割り込みは1つのみです。ただし、デバイスの各信号ルーティングポートピンはDMAまたはADCトランザクションの個別のトリガとして動作できます。

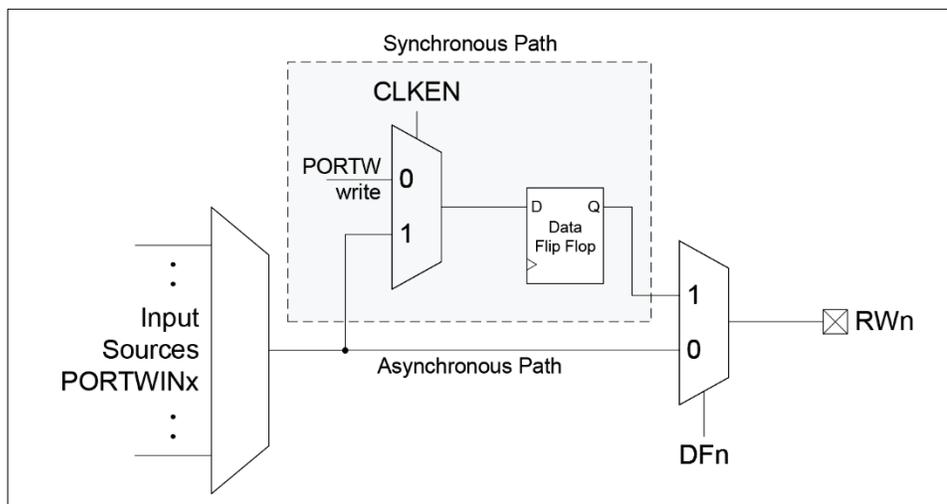
2.3 信号ルーティングポートの同期動作(クロック)

オプションの同期動作を可能にするため、信号ルーティングポートモジュールの各信号ルーティングポートピンにはフリップフロップが内蔵されています。このフリップフロップは既定値では無効で、信号ルーティングポートピンの入力と出力間で直結による非同期パスが可能になっています。PORTWDFデータフリップフロップレジスタは各信号ルーティングポートピンにおける同期動作を個別に有効または無効にするために使われます。

同期動作が有効の時、図2-3に示すように信号ルーティングポートピンの入力と出力の間にフリップフロップが導入されます。これにより、信号ルーティングポートピンはクロックパルス間で入力値を保持し、PORTWCLKレジスタで選択されたクロックと同期して動作できます。PORTWCONレジスタのCLKENビットは選択されたクロックソースを有効にします。

信号ルーティングポートの同期動作は、このモジュールをシフトレジスタまたはハードウェアステートマシンとして使う場合の基本です。応用例は3.4. ハードウェアステートマシンと3.5. シフトレジスタの動作を参照してください。

図2-3. 信号ルーティングポートピンの同期および非同期パス



2.3.1 同期動作向けの信号ルーティングポートピンの初期化

同期モードで動作させる場合、クロックが無効(CLKEN = 0)の時にPORTWレジスタに書き込む事で信号ルーティングポートピンを初期化できます。PORTWレジスタに書き込むと、信号ルーティングポートピンのフリップフロップに直接書き込まれ、入力と出力の間に同期パスが形成されます。

信号ルーティング ポートのPORTW書き込み動作は、通常のI/Oポートの通常のPORTx書き込み動作とは異なります。通常のI/Oポートでは、PORTx書き込みとLATx書き込みは、対応するI/Oポートの出力バッファに書き込むという類似した動作を実行します。一方、信号ルーティング ポートでは、PORTWの書き込み動作は対応する信号ルーティング ポートピンの内部フリップフロップに書き込み、LATWの書き込み動作はLATWレジスタに書き込みます。LATWは、PORTWINxレジスタを使って信号ルーティング ポートの各ピンの入力として個別に選択できる多くの入力の1つです。詳細は図1を参照してください。



Important: 信号ルーティング ポートピンは、PORTWレジスタに書き込む事によって初期化できますが、これは対応するクロックが無効(CLKEN = 0)である場合のみです。クロックが有効(CLKEN = 1)の場合、データバスは内部フリップフロップから切断され、PORTWレジスタに書き込んでも何も起こりません。詳細は図1を参照してください。

3. ユースケース

信号ルーティング ポートモジュールに含まれている機能は、多種多様なアプリケーションに幅広く利用できます。このセクションでは、信号ルーティング ポートモジュールが使える代表的応用例の一部を紹介します。これには以下が含まれます。

- 内部周辺モジュールの接続
- ファームウェア駆動による周辺モジュールの動作
- DMAベースの周辺モジュールのシーケンシング
- ハードウェア ステートマシン
- シフトレジスタの動作

3.1 内部周辺モジュールの接続

代表的な応用例の1つは、ある周辺モジュール出力を別の周辺モジュールの入力に接続する事です。入力選択マルチプレクサで網羅的なリストから選択できる周辺モジュールもありますが、多くの場合、周辺モジュールの選択は限られています。後者の場合、従来のソリューションでは、外部I/Oピンを使ってワイヤまたはジャンパを介して2つの周辺モジュールを相互接続していました。

これは、電力消費量が多くなるだけでなく、アプリケーションの速度が低下し、さらに、特に少ピンデバイスでは希少なリソースである複数のI/Oピンを消費します。信号ルーティング ポートモジュールを持つデバイスでは、外部I/Oピンの代わりに信号ルーティング ポートピンを使って周辺モジュールを相互接続できます。これにより、電力消費が抑えられ、アプリケーションの速度が上がり、希少なI/Oピンを解放して他の目的に使えるようになります。

例えば、ほとんどのデバイスでは、SPI1シリアルクロック入力(SPI1_SCK)は物理I/Oピンを介してPPS入力としてのみ利用可能で、入力選択マルチプレクサはありません。SPIを外部タイマではなく内部タイマによってクライアント モードでトリガする必要があるアプリケーションでは、例3-1に示すように、2本の外部I/Oピンを使ってタイマの出力をSPIクロック入力に接続する必要があります。

例3-1. 信号ルーティング ポートなしの周辺モジュール相互接続

```
// Output Peripheral: Universal Timer TU16A Pulse Output
// Input Peripheral: SPI1 Clock Input in Client Mode
// Note: Initialization routines are not shown

void Interconnect_IOPort()
{
    // Set RC0 as TU16A PPS output
    RC0PPS = 0x24;          // 0x24 = TU16A_OUT on PIC18F46Q71

    // Set RC3 as SPI1 SCK PPS input
    SPI1SCKPPS = 0x13;     // 0x13 = RC3 on PIC18F46Q71

    // Physically connect RC0 and RC1 with a jumper = :(
}
```

信号ルーティング ポートを使う場合、2本の物理I/Oピンを犠牲にする代わりに、例3-2に示すように信号ルーティング ポートピンを使ってタイマ出力をSPIクロック入力に直接接続できます。

例3-2. 信号ルーティング ポートありの周辺モジュール相互接続

```
// Input to SRPORT (Output Peripheral): Universal Timer TU16A Pulse Output
// Output from SRPORT (Input Peripheral): SPI1 Clock Input in Client Mode
// Note: Initialization routines are not shown

void Interconnect_SRPORT()
{
    // Set RW0 input as TU16A_OUT
    PORTWIN0 = 0x04;          // 0x04 = TU16A_OUT on PIC18F46Q71

    // Set RW0 as SPI1 SCK PPS input
    SPI1SCKPPS = 0x38;       // 0x38 = RW0 on PIC18F46Q71

    // No physical interconnection necessary = :)
}
```

3.2 ファームウェア駆動による周辺モジュールの動作

多くのアプリケーションでは、ユーザー ファームウェアがハードウェア周辺モジュールの動作を制御する必要があります。2.1.1. 信号ルーティング ポートピンへのソフトウェア入力 で説明した通り、LATW レジスタは信号ルーティング ポートへのソフトウェア入力として動作できます。PORTWINxレジスタが対応する信号ルーティング ポートピンの入力ソースとしてLATWを選択するように設定されている状態でユーザー ファームウェアがLATWレジスタに書き込む時、信号ルーティング ポートはファームウェアコードとハードウェア周辺モジュールの間のブリッジとして動作する事ができます。これは頻繁にソフトウェアに介入する必要があるデバッグ用途で特に便利です。例3-3はソフトウェアで生成されたERS信号でPWM1モジュールを制御する方法を示しています。

例3-3. 信号ルーティング ポートを使ったファームウェア駆動による周辺モジュール動作

```
// Input to SRPORT: LATW Register (software-driven)
// Output from SRPORT: PWM1 ERS PPS input
// Note: Initialization routines are not shown

void FirmwareDriverSetup_SRPORT()
{
    // Set RW0 input as LATW0
    PORTWIN0 = 0x00;          // 0x00 = LATW0 on PIC18F46Q71

    // Set RW0 as PWM1 ERS PPS input
    PWM1ERSPPS = 0x38;       // 0x38 = RW0 on PIC18F46Q71
}

void GenerateERS_SRPORT()
{
    // Assert LATW0 to generate PWM1 ERS signal
    LATWbits.LATW0 = 1;

    // Wait for appropriate duration
    Delay();

    // De-assert LATW0 to clear PWM1 ERS signal
    LATWbits.LATW0 = 0;
}
```

3.3 DMAベースの周辺モジュールのシーケンシング

3.2. ファームウェア駆動による周辺モジュールの動作 で述べたユースケースの拡張として、ファームウェアの代わりにDMAを使ってLATWレジスタに書き込み、信号ルーティング ポートによってトリガされる周辺モジュールの自動シーケンスを作成できます。

例3-4は、ユニバーサル タイマがDMA1をトリガし、LATWレジスタにデータのシーケンスを書き込むユースケースを示しています。信号ルーティング ポートに接続された周辺モジュールは、LATWに書き込まれたデータに基づいて目的とするシーケンスで制御されます。

例3-4. 信号ルーティング ポートを使ったDMAベースの周辺モジュール シーケンシング

```
// Input to SRPORT: LATW Register (DMA-driven)
// Output from SRPORT: PWM1 ERS, ADC Auto-conversion, CLC Input 1 PPS inputs
// Note: Initialization routines are not shown

uint8_t LATW_Data[] = {0x1, 0x2, 0x4};

void DMA_Driver_Setup_SRPORT()
{
    // Set RW0/1/2 inputs as LATW0/1/2
    PORTWIN0 = 0x00;    // 0x00 = LATW0 on PIC18F46Q71
    PORTWIN1 = 0x00;    // 0x00 = LATW1 on PIC18F46Q71
    PORTWIN2 = 0x00;    // 0x00 = LATW2 on PIC18F46Q71

    // Set RW0/1/2 as PPS inputs for PWM1 ERS, ADC Auto-conversion, CLC Input 1
    PWM1ERSPPS = 0x38;  // 0x38 = RW0 on PIC18F46Q71
    ADACTPPS = 0x39;   // 0x39 = RW1 on PIC18F46Q71
    CLCIN0PPS = 0x3A;  // 0x3A = RW2 on PIC18F46Q71
}

void DMA1_Setup()
{
    // Configure DMA as follows:
    // Source: LATW_Data[]
    // Destination: LATW Register
    // Source Counter: 3 and source pointer increment
    // Destination Counter: 1 and destination pointer not increment
    // Start trigger: Anything appropriate, like TU16A Period Match
}
```

3.4 ハードウェア ステートマシン

有限ステートマシンは多くのユーザー アプリケーションで重要なコンポーネントとなっています。伝統的に、これらのステートマシンはCPUによって実行されるソフトウェア コードの一部として実装されます。しかし、信号ルーティング ポートモジュールの同期動作機能により、これらのステートマシンをハードウェアに実装できます。これにより、CPUの負荷を大きく軽減し、空いたリソースで他の機能を実行できるようになります。

ステートマシンとして動作する場合、信号ルーティング ポートの同期パスにあるフリップフロップは現在の状態の保持レジスタとして動作します。ステートマシンの以下の状態と出力はCLC(構成可能なロジックセル)周辺モジュールを使って実装され、信号ルーティング ポートとシームレスに統合されます。以下の図3-1と図3-2は、信号ルーティング ポートとCLCを使ってハードウェア ベースのMealyおよびMooreステートマシンを形成する方法を示しています。

図3-1. 信号ルーティング ポートとCLCを使ったMealyステートマシン

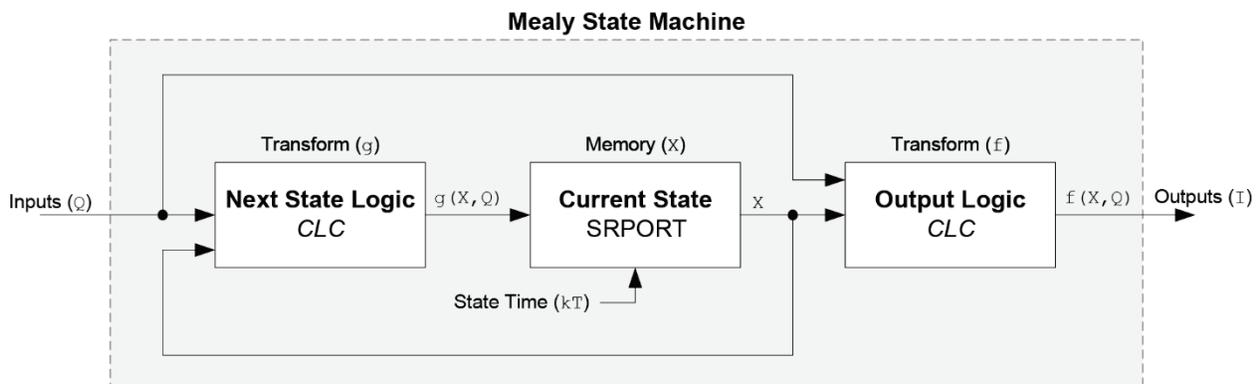
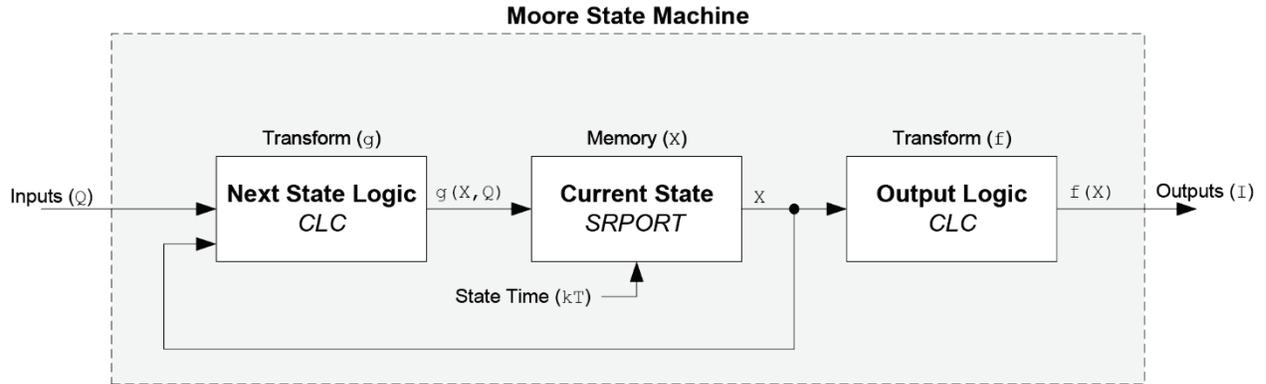


図3-2. 信号ルーティングポートとCLCを使ったMoore状態マシン



3.4.1 ハードウェア状態マシンの例 - キャンディ ディispenser

例えば、コインを使ったキャンディマシンの動作について図3-3に示すような単純なMoore状態マシンを考えます。図3-4は状態マシンと、信号ルーティングポートとCLCモジュールを使った回路レベルの実装を図式化したものです。例3-5は信号ルーティングポートのセットアップを示しています。

図3-3. キャンディ ディispenserの状態図

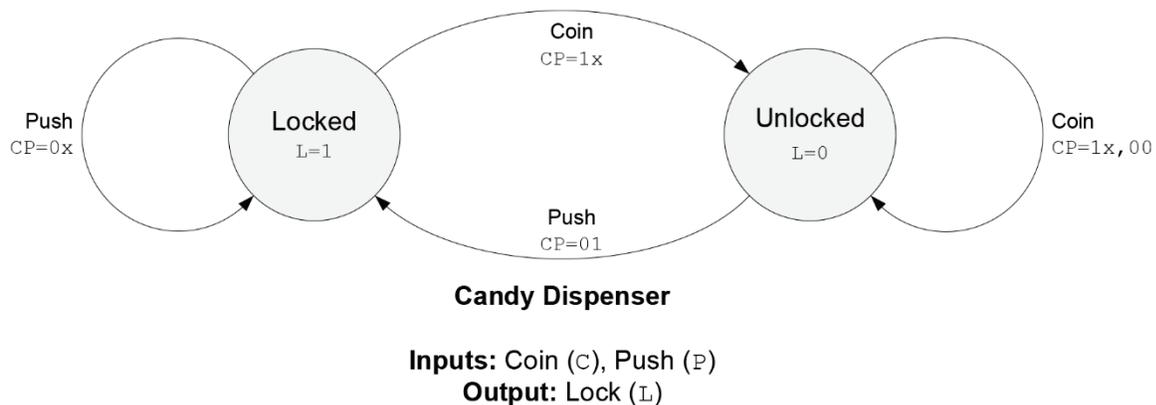
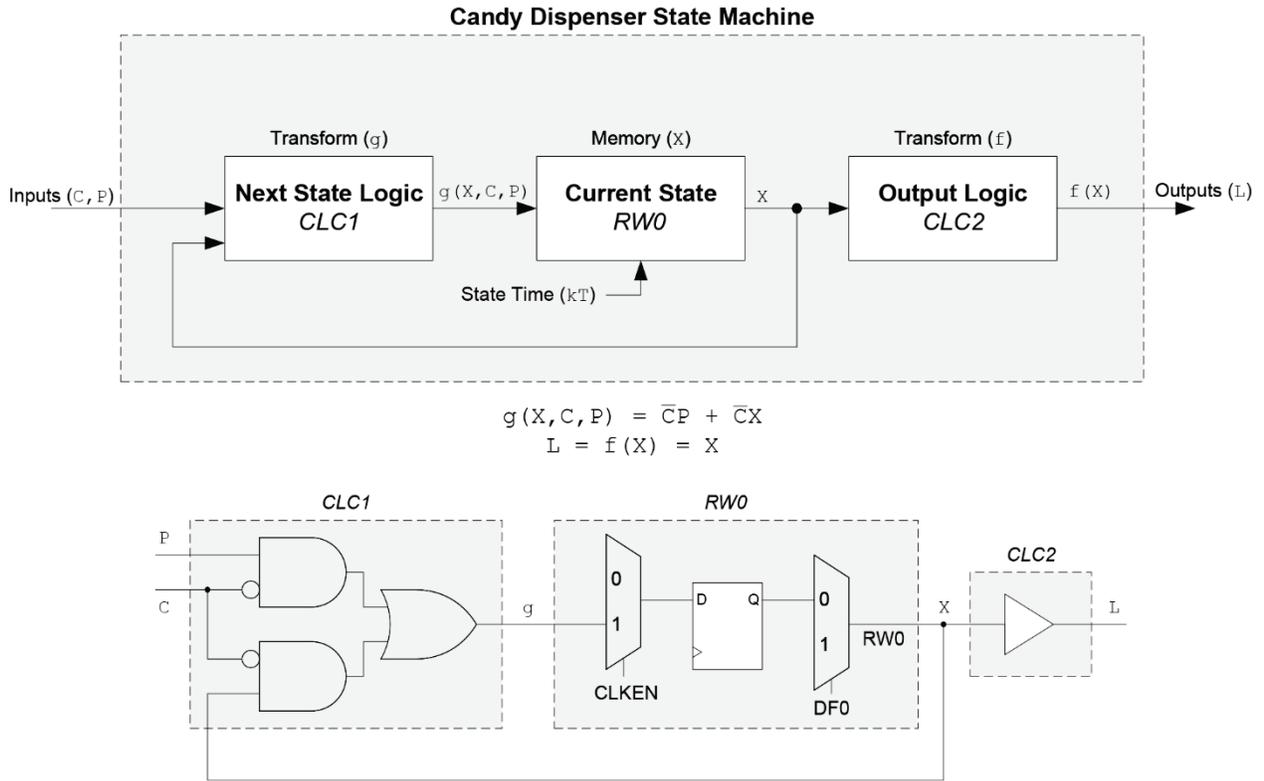


図3-4. キャンディ ディスペンサのステートマシンの表現





Tip: 信号ルーティング ポートピンの出力がPPS出力オプションとして利用可能なデバイスでは、RW0出力は物理I/Oピンに直接ルーティングできるため、この例のCLC2モジュールは不要になります。

例3-5. 信号ルーティング ポートを使ったハードウェア ステートマシン

```
// Input to SRPORT: CLC1 Output (next state)
// Output from SRPORT: PPS input to CLC2 (current state)
// Note: Initialization routines are not shown

void HardwareStateMachine_SRPORT()
{
    // Set RW0 input as CLC1
    PORTWIN0 = 0x08;          // 0x08 = CLC1 on PIC18F46Q71

    // Set RW0 as feedback input CLCIN0 for CLC1
    CLCIN0PPS = 0x38;        // 0x38 = RW0 on PIC18F46Q71

    // Optional: Set RW0 as current state input CLCIN1 for CLC2
    // Required only in devices that do not have RW0 routed through PPS output
    CLCIN1PPS = 0x38;        // 0x38 = RW0 on PIC18F46Q71

    // Enable flip-flop on RW0
    PORTWDFbits.DF0 = 1;

    // Select clock
    PORTWCLK = 0x00;         // 0x00 = Fosc on PIC18F46Q71

    // Initialize state machine to a default state
    PORTW = 0x01;           // Locked state (L=1)

    // Enable clock to start state machine
    PORTWCONbits.CLKEN = 1;
}
```

3.5 シフトレジスタの動作

CRC計算、シリアル通信、擬似乱数生成、KeeLoq[®]シーケンサ等、シフトレジスタ動作を必要とするアプリケーションもあります。信号ルーティングポートピンへの入力選択の1つに、隣りの信号ルーティングポートピンからのシフト入力があります。シフト入力を同期動作と組み合わせる事で、信号ルーティングポートをシフトレジスタとして動作させる事ができます。例3-6は、ピンRC7でシリアルデータを受信するためにシフトレジスタモードで動作する信号ルーティングポートを示しています(シリアルクロックはクロックパルスをカウントするユニバーサルタイマモジュールを通してルーティングされます)。

例3-6. 信号ルーティングポートを使ったシフトレジスタ動作

```
// Input to SRPORT: Shifted Input
// Output from SRPORT: PORTW
// Note: Initialization routines are not shown

void ShiftRegister_SRPORT()
{
    // Set Rn inputs as shifted inputs
    PORTWIN0 = 0x01;      // 0x01 = RW[n+1] shifted input on PIC18F46Q71
    PORTWIN1 = 0x01;
    PORTWIN2 = 0x01;
    PORTWIN3 = 0x01;
    PORTWIN4 = 0x01;
    PORTWIN5 = 0x01;
    PORTWIN6 = 0x01;

    // Set RW7 as external input to receive serial data
    PORTWIN7 = 0x02;      // 0x02 = RC7 on PIC18F46Q71

    // Enable flip-flop on all signal routing port pins in PORTW
    PORTWDF = 0xFF;

    // Select clock (external clock routed through TU16A timer for counting)
    PORTWCLK = 0x1B;      // 0x1B = TU16A_OUT on PIC18F46Q71

    // Initialize shift register
    PORTW = 0x00;

    // Enable clock to activate shift register
    PORTWCONbits.CLKEN = 1;

    // Wait for 8 clocks (use TU16A interrupt as necessary)
    Wait();

    // Disable clock to deactivate shift register and enable reading
    PORTWCONbits.CLKEN = 1;

    // Read received data from PORTW
    uint8_t rxSerialData = PORTW;
}
```



GitHub上でPIC18F46Q71サンプルコードを見る

クリックしてリポジトリを表示します。

4. まとめ

信号ルーティング ポートモジュールは、外部I/Oピンなしで複数の周辺モジュールを内部で接続できる汎用的な機能です。多様な入力選択とPPSインターフェイスにより、信号ルーティング ポートモジュールは幅広いユーザー アプリケーションでの動作に適しています。保持レジスタとしての役割を果たすフリップフロップを内部に備えているため、ハードウェア ステートマシン等の同期アプリケーションにも対応できる柔軟性を備えています。さらに、信号ルーティング ポートモジュールは割り込みとDMA/ADCトリガもサポートしており、さらに幅広いアプリケーションに対応できます。

5. 改訂履歴

リビジョン	日付	説明
B	2023年11月	用語を更新
A	2022年09月	初版

Microchip社の情報

Microchip社ウェブサイト

Microchip社はウェブサイト(www.microchip.com)を通してオンライン サポートを提供しています。当ウェブサイトでは、お客様に役立つ情報やファイルを提供しています。以下を含む各種の情報をご覧になれます。

- **製品サポート** - データシートとエラッタ、アプリケーション ノートとサンプル プログラム、設計リソース、ユーザーガイドとハードウェア サポート文書、最新のソフトウェアと過去のソフトウェア
- **技術サポート** - FAQ(よく寄せられる質問)、技術サポートのご依頼、オンライン ディスカッショングループ、Microchip社のデザイン パートナー プログラムおよびメンバーリスト
- **ご注文とお問い合わせ** - 製品セレクトと注文ガイド、最新プレスリリース、セミナー/イベントの一覧、お問い合わせ先(営業所/正規代理店)の一覧

製品変更通知サービス

Microchip社の製品変更通知サービスは、お客様にMicrochip社製品の最新情報をお届けする配信サービスです。ご興味のある製品ファミリまたは開発ツールに関する変更、更新、リビジョン、エラッタ情報をいち早くメールにてお知らせします。

<http://www.microchip.com/pcn>にアクセスし、登録手続きをしてください。

お客様サポート

Microchip社製品をお使いのお客様は、以下のチャンネルからサポートをご利用頂けます。

- 正規代理店
- 技術サポート

サポートは正規代理店にお問い合わせください。本書の最後のページに各国の営業所の一覧を記載しています。

技術サポートは以下のウェブページからもご利用頂けます。

www.microchip.com/support

Microchip社のデバイスコード保護機能

Microchip社製品のコード保護機能について以下の点にご注意ください。

- Microchip社製品は、該当するMicrochip社データシートに記載の仕様を満たしています。
- Microchip社では、通常の条件ならびに動作仕様書の仕様に従って使った場合、Microchip社製品のセキュリティ レベルは、現在市場に流通している同種製品の中でも最も高度であると考えています。
- Microchip社はその知的財産権を重視し、積極的に保護しています。Microchip社製品のコード保護機能の侵害は固く禁じられており、デジタル ミレニアム著作権法に違反します。
- Microchip社を含む全ての半導体メーカーで、自社のコードのセキュリティを完全に保証できる企業はありません。コード保護機能とは、Microchip社が製品を「解読不能」として保証するものではありません。コード保護機能は常に進化しています。Microchip社では、常に製品のコード保護機能の改善に取り組んでいます。

法律上の注意点

本書および本書に記載されている情報は、Microchip社製品を設計、テスト、お客様のアプリケーションと統合する目的を含め、Microchip社製品に対してのみ使う事ができます。それ以外の方法でこの情報を使う事はこれらの条項に違反します。デバイス アプリケーションの情報は、ユーザーの便宜のための

み提供されるものであり、更新によって変更となる事があります。お客様のアプリケーションが仕様を満たす事を保証する責任は、お客様にあります。その他のサポートはMicrochip社正規代理店にお問い合わせ頂くか、<https://www.microchip.com/en-us/support/design-help/client-support-services>をご覧ください。

Microchip社は本書の情報を「現状のまま」で提供しています。Microchip社は明示的、暗黙的、書面、口頭、法定のいずれであるかを問わず、本書に記載されている情報に関して、非侵害性、商品性、特定目的への適合性の暗黙的保証、または状態、品質、性能に関する保証をはじめとするいかなる類の表明も保証も行いません。

いかなる場合もMicrochip社は、本情報またはその使用に関連する間接的、特殊的、懲罰的、偶発的、または必然的損失、損害、費用、経費のいかににかかわらず、またMicrochip社がそのような損害が生じる可能性について報告を受けていた場合あるいは損害が予測可能であった場合でも、一切の責任を負いません。法律で認められる最大限の範囲を適用しようとも、本情報またはその使用に関連する一切の申し立てに対するMicrochip社の責任限度額は、使用者が当該情報に関連してMicrochip社に直接支払った額を超えません。

Microchip社の明示的な書面による承認なしに、生命維持装置あるいは生命安全用途にMicrochip社の製品を使う事は全て購入者のリスクとし、また購入者はこれによって発生したあらゆる損害、クレーム、訴訟、費用に関して、Microchip社は擁護され、免責され、損害をうけない事に同意するものとします。特に明記しない場合、暗黙的あるいは明示的を問わず、Microchip社が知的財産権を保有しているライセンスは一切譲渡されません。

商標

Microchip社の名称とロゴ、Microchipロゴ、Adaptec、AVR、AVRロゴ、AVR Freaks、BesTime、BitCloud、CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、flexPWR、HELDO、IGLOO、JukeBlox、KeeLoq、Kleer、LANCheck、LinkMD、maXStylus、maXTouch、MediaLB、megaAVR、Microsemi、Microsemiロゴ、MOST、MOSTロゴ、MPLAB、OptoLyzer、PIC、picoPower、PICSTART、PIC32ロゴ、PolarFire、Prochip Designer、QTouch、SAM-BA、SenGenuity、SpyNIC、SST、SSTロゴ、SuperFlash、Symmetricom、SyncServer、Tachyon、TimeSource、tinyAVR、UNI/O、Vectron、XMEGAは米国とその他の国におけるMicrochip Technology Incorporatedの登録商標です。

AgileSwitch、ClockWorks、The Embedded Control Solutions Company、EtherSynch、Flashtec、Hyper Speed Control、HyperLight Load、Libero、motorBench、mTouch、Powermite 3、Precision Edge、ProASIC、ProASIC Plus、ProASIC Plusロゴ、Quiet-Wire、SmartFusion、SyncWorld、TimeCesium、TimeHub、TimePictra、TimeProvider、ZLは米国におけるMicrochip Technology Incorporatedの登録商標です。

Adjacent Key Suppression、AKS、Analog-for-the-Digital Age、Any Capacitor、AnyIn、AnyOut、Augmented Switching、BlueSky、BodyCom、Clockstudio、CodeGuard、CryptoAuthentication、CryptoAutomotive、CryptoCompanion、CryptoController、dsPICDEM、dsPICDEM.net、Dynamic Average Matching、DAM、ECAN、Espresso T1S、EtherGREEN、EyeOpen、GridTime、IdealBridge、IGaT、In-Circuit Serial Programming、ICSP、INICnet、Intelligent Paralleling、IntelliMOS、Inter-Chip Connectivity、JitterBlocker、Knob-on-Display、MarginLink、maxCrypto、maxView、memBrain、Mindi、MiWi、MPASM、MPF、MPLAB Certifiedロゴ、MPLIB、MPLINK、mSiC、MultiTRAK、NetDetach、Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICtail、Power MOS IV、Power MOS 7、PowerSmart、PureSilicon、QMatrix、REAL ICE、Ripple Blocker、RTAX、RTG4、SAM-ICE、Serial Quad I/O、simpleMAP、SimpliPHY、SmartBuffer、SmartHLS、SMART-I.S.、storClad、SQL、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、Switchtec、SynchroPHY、Total Endurance、Trusted Time、TSHARC、Turing、USBCheck、VariSense、VectorBlox、VeriPHY、ViewSpan、WiperLock、XpressConnect、ZENAは米国とその他の国におけるMicrochip Technology Incorporatedの商標です。

SQTPは米国におけるMicrochip Technology Incorporatedのサービスマークです。

Adaptecロゴ、Frequency on Demand、Silicon Storage Technology、Symmcomはその他の国におけるMicrochip Technology Incorporatedの登録商標です。

GestlCは、その他の国におけるMicrochip Technology Germany II GmbH & Co. KG (Microchip Technology Incorporatedの子会社)の登録商標です。

その他の商標は各社に帰属します。

© 2025, Microchip Technology Incorporated and its subsidiaries. All Rights Reserved.
ISBN: 979-8-3371-0855-1

品質管理システム

Microchip社の品質管理システムについてはwww.microchip.com/qualityをご覧ください。

各国の営業所とサービス

南北アメリカ	アジア/太平洋	アジア/太平洋	欧州
本社 2355 West Chandler Blvd. Chandler, AZ 85224-6199 Tel: 480-792-7200 Fax: 480-792-7277 技術サポート: www.microchip.com/support URL: www.microchip.com	オーストラリア - シドニー Tel: 61-2-9868-6733 中国 - 北京 Tel: 86-10 -8569-7000 中国 - 成都 Tel: 86-28-8665-5511 中国 - 重慶 Tel: 86-23-8980-9588 中国 - 東莞 Tel: 86-769-8702-9880 中国 - 広州 Tel: 86-20-8755-8029 中国 - 杭州 Tel: 86-571-8792-8115 中国 - 香港SAR Tel: 852-2943-5100 中国 - 南京 Tel: 86-25-8473-2460 中国 - 青島 Tel: 86-532-8502-7355 中国 - 上海 Tel: 86-21-3326-8000 中国 - 瀋陽 Tel: 86-24-2334-2829 中国 - 深圳 Tel: 86-755-8864-2200 中国 - 蘇州 Tel: 86-186-6233-1526 中国 - 武漢 Tel: 86-27-5980-5300 中国 - 西安 Tel: 86-29-8833-7252 中国 - 廈門 Tel: 86-592-2388138 中国 - 珠海 Tel: 86-756-3210040	インド - バンガロール Tel: 91-80-3090-4444 インド - ニューデリー Tel: 91-11-4160-8631 インド - ブネ Tel: 91-20-4121-0141 日本 - 大阪 Tel: 81-6-6152-7160 日本 - 東京 Tel: 81-3-6880-3770 韓国 - 大邱 Tel: 82-53-744-4301 韓国 - ソウル Tel: 82-2-554-7200 マレーシア - クアラルンプール Tel: 60-3-7651-7906 マレーシア - ペナン Tel: 60-4-227-8870 フィリピン - マニラ Tel: 63-2-634-9065 シンガポール Tel: 65-6334-8870 台湾 - 新竹 Tel: 886-3-577-8366 台湾 - 高雄 Tel: 886-7-213-7830 台湾 - 台北 Tel: 886-2-2508-8600 タイ - バンコク Tel: 66-2-694-1351 ベトナム - ホーチミン Tel: 84-28-5448-2100	オーストリア - ヴェルス Tel: 43-7242-2244-39 Fax: 43-7242-2244-393 デンマーク - コペンハーゲン Tel: 45-4485-5910 Fax: 45-4485-2829 フィンランド - エスポー Tel: 358-9-4520-820 フランス - パリ Tel: 33-1-69-53-63-20 Fax: 33-1-69-30-90-79 ドイツ - ガーヒンク Tel: 49-8931-9700 ドイツ - ハーン Tel: 49-2129-3766400 ドイツ - ハイムブロン Tel: 49-7131-72400 ドイツ - カールスルーエ Tel: 49-721-625370 ドイツ - ミュンヘン Tel: 49-89-627-144-0 Fax: 49-89-627-144-44 ドイツ - ローゼンハイム Tel: 49-8031-354-560 イスラエル - ホドハシャロン Tel: 972-9-775-5100 イタリア - ミラノ Tel: 39-0331-742611 Fax: 39-0331-466781 イタリア - パドヴァ Tel: 39-049-7625286 オランダ - ドリュエネン Tel: 31-416-690399 Fax: 31-416-690340 ノルウェー - トロンハイム Tel: 47-7288-4388 ポーランド - ワルシャワ Tel: 48-22-3325737 ルーマニア - ブカレスト Tel: 40-21-407-87-50 スペイン - マドリッド Tel: 34-91-708-08-90 Fax: 34-91-708-08-91 スウェーデン - ヨーテボリ Tel: 46-31-704-60-40 スウェーデン - ストックホルム Tel: 46-8-5090-4654 イギリス - ウォーキンガム Tel: 44-118-921-5800 Fax: 44-118-921-5820
アトランタ Duluth, GA Tel: 678-957-9614 Fax: 678-957-1455 オースティン、TX Tel: 512-257-3370 ボストン Westborough, MA Tel: 774-760-0087 Fax: 774-760-0088 シカゴ Itasca, IL Tel: 630-285-0071 Fax: 630-285-0075 ダラス Addison, TX Tel: 972-818-7423 Fax: 972-818-2924 デトロイト Novi, MI Tel: 248-848-4000 ヒューストン、TX Tel: 281-894-5983 インディアナポリス Noblesville, IN Tel: 317-773-8323 Fax: 317-773-5453 Tel: 317-536-2380 ロサンゼルス Mission Viejo, CA Tel: 949-462-9523 Fax: 949-462-9608 Tel: 951-273-7800 ローリー、NC Tel: 919-844-7510 ニューヨーク、NY Tel: 631-435-6000 サンノゼ、CA Tel: 408-735-9110 Tel: 408-436-4270 カナダ - トロント Tel: 905-695-1980 Fax: 905-695-2078			