

# 8ビットのPIC®とAVR®のマイクロ コントローラでの 複数電圧入出力(MVIO)の使い方



TB3351

## 序説

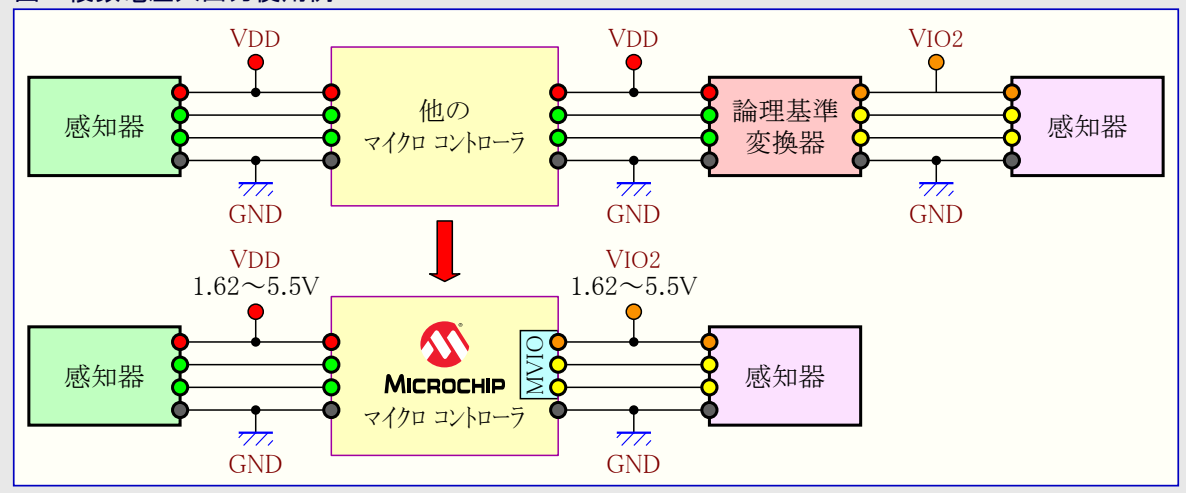
著者: Jason Layton, Microchip Technology Inc.

多くの応用で様々なシステムと回路は異なる電圧基準で動くことが必要かもしれません。マイクロ コントローラは5Vで動くかもしれない一方で、感知器、通信装置、または他の部品はより高いまたはより低い電圧で動くかもしれません。応用内の各部品は主マイクロ コントローラが必要とするものとは独立した固有の動作要件を持ち、これは度々、単一応用内で複数電圧区域が必要とされる、この解決策に至ります。

単一応用で別のものと一緒に使われるために異なる電圧基準で動く装置を許す一般的な解決策は、設計に於いて基準移転器や電圧基準変換器を利用することです。これが効果的な解決策とは言え、設計の複雑さが増して部品表全体が増加し、初期の設計段階と潜在的に将来、電圧基準の移転が必要とされる部品が交換または変更される場合で、より多くの構成設定と設計時間を必要とするいくつかの相反関係があります。

追加の外部部品なしで主VDD区域と違う電圧区域のハードウェアとインターフェースするデバイスを許す複数電圧入出力を特徴とするPIC®とAVR®のマイクロ コントローラを選んでください。この特徴は設計の簡素化に使うことができ、潜在的に必要とされる部品数を最小化することによって生産全体と製造費用を低減します。これは複数の電圧区域を必要とする応用に対する素晴らしい解決策にする、マイクロ コントローラの増された柔軟性と機能性を提供します。

図1. 複数電圧入出力使用例



本書は一般の方々の便宜のため有志により作成されたもので、Microchip社とは無関係であることを御承知ください。しおりの[はじめに]での内容にご注意ください。

## 目次

序説	1
1. 複数電圧入出力(MVIO)概要	3
2. MVIOを持つデバイスの基本接続要件	4
3. MVIO電源構成設定任意選択	4
4. MVIO電圧と供給健全性監視	4
4.1. VDDIOx準備可電圧監視	4
4.2. VDDIOx低電圧検出監視	5
4.3. A/D変換器を使うVDDIOx電圧測定	6
5. 複数電圧入出力単位部使用例	7
5.1. MVIOピンでの汎用入出力(GPIO)	7
5.2. MVIOピンでのデジタル波形制御	7
5.3. MVIOピンでの直列通信	8
6. 結び	8
7. 改訂履歴	8
Microchip情報	9
Microchipウェブサイト	9
製品変更通知サービス	9
お客様支援	9
Microchipデバイスコード保護機能	9
法的通知	9
商標	10
品質管理システム	10
世界的な販売とサービス	11

# 1. 複数電圧入出力(MVIO)概要

複数電圧入出力(MVIO)単位部はVDDから独立した代替電圧区域から給電される入出力ピン群を提供します。標準入出力ピンがデバイスのVDD供給ピンを使って供給される電圧に基づいて動き作動する方法と同様に、MVIOピンはデバイスのVDDIOx供給ピンを使って供給されるそれらの電圧に基づいて動き作動します。MVIOピンのVIL/VIHとVOL/VOHの電圧基準はVDDIOx電圧に基づいて尺度調整し、標準入出力(GPIO)、直列通信、パルス幅変調、PICデバイスのPPS機能を含み、VDD区域での標準入出力ピンと同じデジタル機能を持つことをそれらに許します。また、MVIO電圧区域は対応するVDDIOx供給電圧が活動に留まる限り、デバッグ動作でCPUが停止される時と休止動作で動作可能に留まります。より多くの情報についてはデバイスのデータシートの電氣的仕様部分を参照してください。

**注意:** MVIOを提供する全てのデバイスシステムがそれらのピンでアナログ機能を支援する訳ではありません。より多くの情報についてはデータシートを参照してください。

MVIO単位部はピン選択群と関連した複数の代替電圧区域を提供することができ、故に各デバイスシステムでいくつの電圧区域が利用可能かと、各区域に対して専用になれるピンについてのより多くの情報に関してデバイスのデータシートを参照することが重要です。いくつの電圧区域が利用可能で、どのピンが各MVIO区域に位置するかを判定するには、デバイスのデータシートの「ピン図」や「ピン配置」の章を参照してください。データシートで提供されたピン図は各電源(VDDと全てのVDDIOx)ピンが何処かと、その特定デバイスシステムで利用可能な全ての外圍器に対して各入出力ピンがどの電圧区域で動作するかを示す視覚的表現を与えます。図1-1.と図1-2.は参照基準としてMVIOを持つ各々、PICデバイスとAVRデバイスに対するピン図の例です。

図1-1. PIC18F26/45/46/55/56Q24デバイス データシートから28ピン/リードのSPDIP、SSOP、SOIC

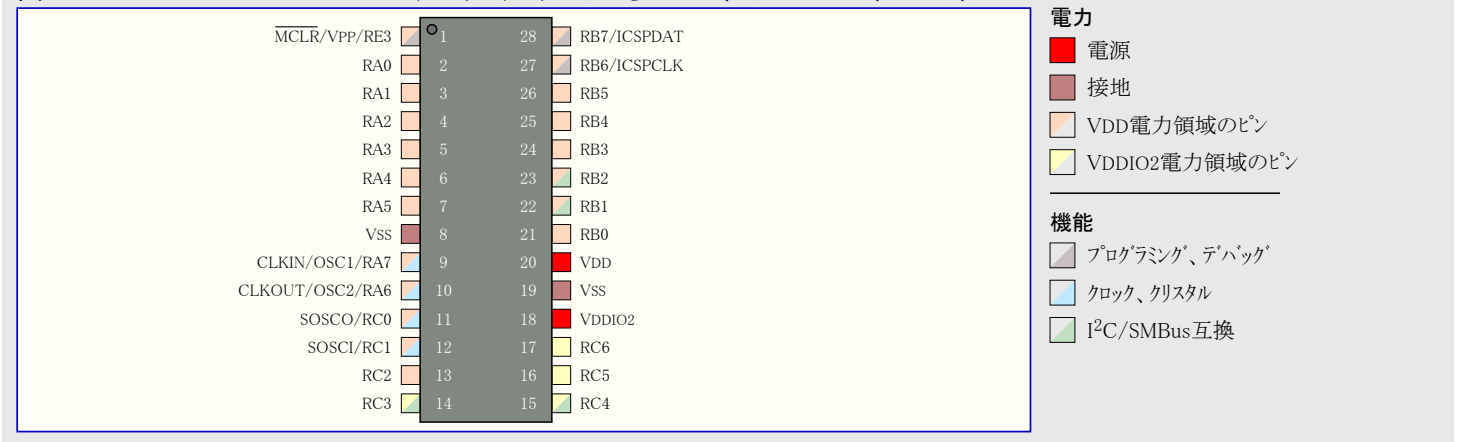
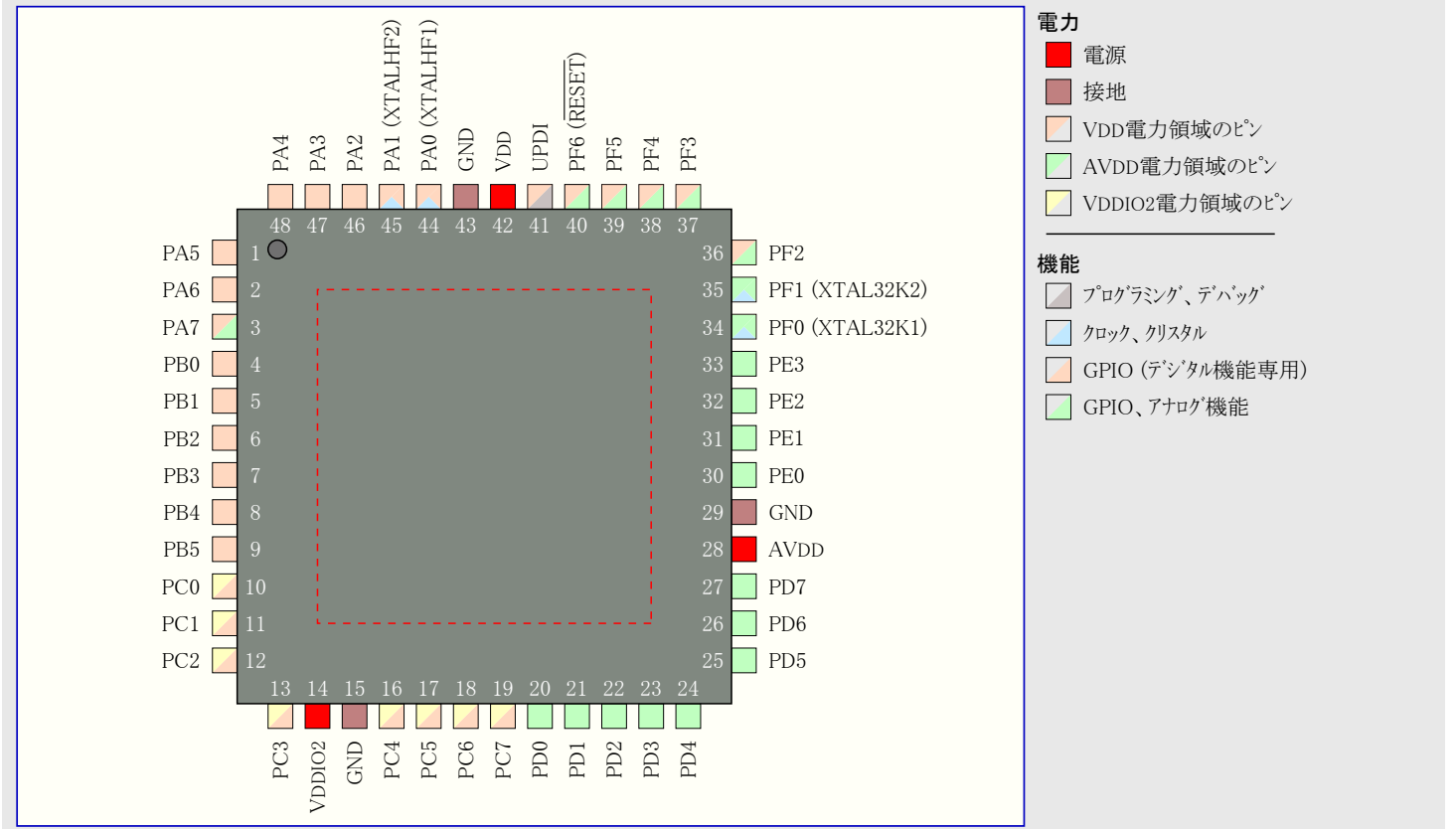


図1-1. AVR128DB28/32/48/64デバイス データシートから48ピン/リードのVQFNとTQFP

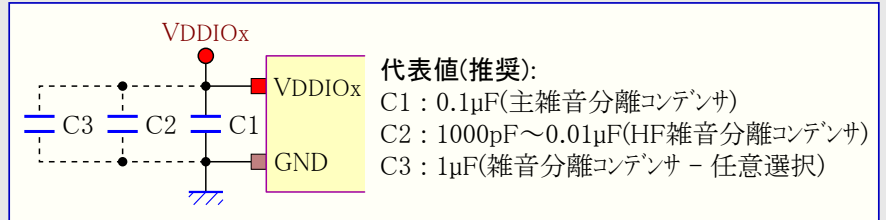


## 2. MVIOを持つデバイスの基本接続要件

複数電圧入出力(MVIO)は常に電圧源がVDDIO<sub>x</sub>供給ピンに接続されることを必要とします。MVIO供給はVDDと同じ電圧源、または異なる電圧区域での動作を達成するために外部的に代替供給元のどちらかに接続することができます。MVIOピンは主デバイスのVDDよりも高いまたは低い電圧基準で動作することができます。けれども、各電圧区域に対する動作条件を判定するためにデバイスのデータシートの電氣的仕様部分を参照することが重要です。

VDDIO<sub>x</sub>供給ピンはハードウェア構成設定で標準VDDピンとして扱われるべきです。VDDIO<sub>x</sub>は動作の間、常に接続されなければならない、各電圧区域に対して雑音分離(デカップ)コンデンサが必要とされます。各電源ピンには0.1μF/10~20Vのセラミックコンデンサが推奨され、いくつかの応用では追加の雑音分離や貯蔵のコンデンサが必要かもしれません。より多くの詳細情報については適切なデバイスデータシートを参照してください。図2-1はMVIOを持つPICとAVRのデバイスに対する推奨VDDIO<sub>x</sub>接続の簡略化した図を示します。

図2-1. MVIOを持つデバイスに対する推奨VDDIO<sub>x</sub>接続



**助言:** 頻繁にVDDIO<sub>x</sub>をON/OFFする、または高速なVDDIO<sub>x</sub>過渡応答を経験する系については電源のスルーレート(上昇/下降速度)がデバイスのスルーレート限度を超える場合、雑音分離コンデンサ(C3)の追加が推奨されます。より多くの情報についてはデバイスのデータシートの電氣的仕様を参照してください。

## 3. MVIO電源構成設定任意選択

VDDIO<sub>x</sub>電源ピンは応用に応じて外部的に、それら自身の独立した電圧源またはVDDと同じ供給元のどちらかに接続することができます。MVIOを持つ殆どのデバイスは全ての区域に対して同じ供給が使われている時にデバイス性能を最適化するのに使うことができるいくつかの構成設定を持ちます。MVIO単位部は代替電圧区域から給電されて動作されるピンの部分群を許すだけでなく、VDDIO<sub>x</sub>供給電圧監視に使われる統合されたハードウェアも持ちます。VDDとVDDIO<sub>x</sub>が同じ供給元に接続される応用では、両区域に対して標準VDD電圧監視系を使うことができ、専用のMVIO電圧監視回路を禁止することができます。

MVIOを持つ殆どのPICデバイスシステムではVDDIO<sub>x</sub>制御(VDDIO<sub>x</sub>CON)レジスタの入出力監視(IOMON)ビットを設定(1)することによって禁止することができます。これは対応するVDDIO<sub>x</sub>区域用の入出力監視回路を禁止します。殆どのAVRデバイスではMVIOシステム構成設定(MVSYSCFG)ヒューズを使って2元供給動作(DUAL)の代わりに単一供給動作(SINGLE)で動作するようにMVIO単位部を構成設定することによってMVIO電圧監視回路が禁止されます。これらのMVIO任意選択はデバイス間で変わるかもしれませんが、より多くの情報についてはデータシートを参照してください。

**重要:** VDDIO<sub>x</sub>電圧監視回路が上で記述されるように禁止された応用では、関連する系基準のMVIO割り込みはもはや機能せず、これは禁止されるべきです。

## 4. MVIO電圧と供給健全性監視

前で言及したように、MVIO単位部は供給状態を監視して電圧が必要とされる仕様内で動いているのを確実にすることを使用者に許す、VDDIO<sub>x</sub>区域用の統合された電圧監視回路が特徴です。全ての状態と合わせた電圧監視回路と利用可能な割り込みフラグはデバイスシステム間で違うかもしれませんが、これが各システムに対してどう実装されるかについての情報に関してはデバイスのデータシートを参照してください。

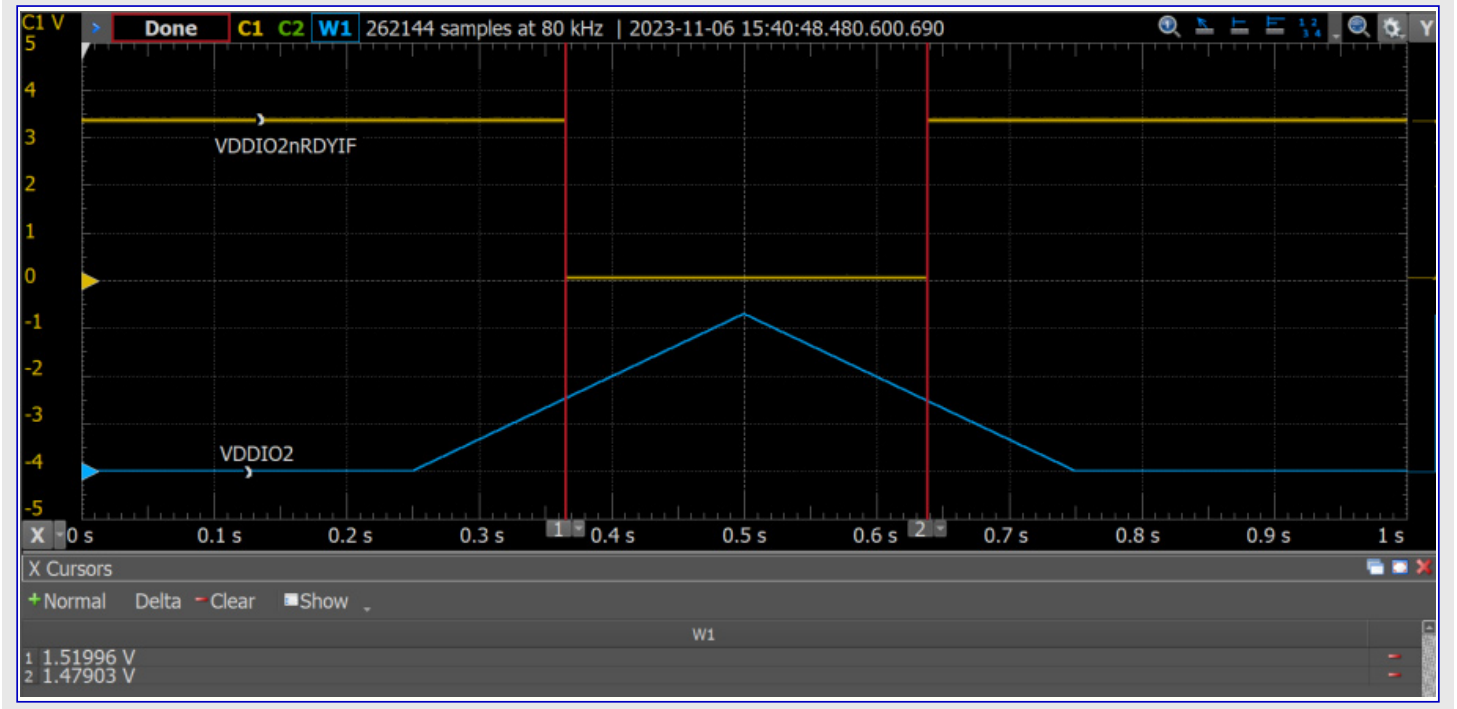
### 4.1. VDDIO<sub>x</sub>準備可電圧監視

主電圧監視回路はVDDIO<sub>x</sub>準備可電圧監視部で、(PICとAVRの)MVIO単位部の全版で実装されます。MVIO電圧区域はVDDから独立して設計され、応用に応じてVDDまたはVDDIO<sub>x</sub>はお互いから独立して上昇または下降し得ます。加えて、どの問題もなしにどちらか一方がその状態を維持する一方で、他方の電圧供給は電力を失って取り戻すかもしれません。MVIO単位部は各デバイスのデータシートの電氣的仕様部分で指定される、正しく動くために内部基準移転回路に必要なとされる最低必要供給電圧を持ちます。

VDDIO<sub>x</sub>準備可電圧監視部はVDDから独立して利用可能な各MVIO供給を監視して正しい動作に必要なとされる最小電圧を満たすか、または超える時を判定する方法を提供します。あるいは、MVIO供給電圧が動作中に正しく働くために基準移転器に対して必要なとされる最小電圧未滿に落ちた時を判定するのにも使うことができます。デバイスシステムに応じて、VDDIO<sub>x</sub>電圧監視部の状態は専用の割り込み要求フラグまたは状態ビットを使って提供されます。

図4-1はVDDIO<sub>2</sub>電圧供給が上昇/下降する時にPIC18-Q24デバイスシステムでVDDIO<sub>x</sub>準備可電圧監視部がどう動くかを図解します。この特定デバイスシステムでは、各VDDIO<sub>x</sub>供給電圧が必要とされる最小値未滿の時にVDDIO<sub>x</sub>準備可状態ビットと関連する割り込み要求フラグが設定(1)され、VDDIO<sub>2</sub>電圧区域の使用準備が整っていないことを示します。一旦VDDIO<sub>2</sub>供給電圧が動作に必要なとされる最小電圧値に達すると、VDDIO<sub>2</sub>制御(VDDIO<sub>2</sub>CON)レジスタの準備可(RDY)状態ビットとVDDIO<sub>2</sub>準備可割り込み要求フラグ(VDDIO<sub>2</sub>RDYIF)がハードウェアで解除(0)され、VDDIO<sub>2</sub>電圧区域が有効で使用準備が整ったことを示します。この電圧監視部の実装と機能はデバイス間で変わるかもしれませんが、より多くの情報については常に適切なデバイスのデータシートの「複数電圧入出力」章を参照してください。

図4-1. PIC18-Q24デバイス系統でのVDDIOx電圧監視部の例



## 4.2. VDDIOx低電圧検出監視

いくつかのデバイス系統で、MVIO単位部は専用の割り込み要求フラグを使ってコアから独立してVDDIOx供給電圧を監視するのに使うことができる構成設定可能な低電圧検出(LVD:Low-Voltage Detection)回路が特徴です。割り込み要求フラグに加えて、いくつかのデバイス系統はVDDIOxが指定した電圧基準未満に落ちた時に使うこともできる状態ビットを提供します。MVIO LVDの切り替え点は利用可能な各VDDIOx電圧区域に対して完全に構成設定可能です。各デバイス系統について、各々のデータシートの電気的仕様部分に利用可能な切り替え点の完全な一覧があります。

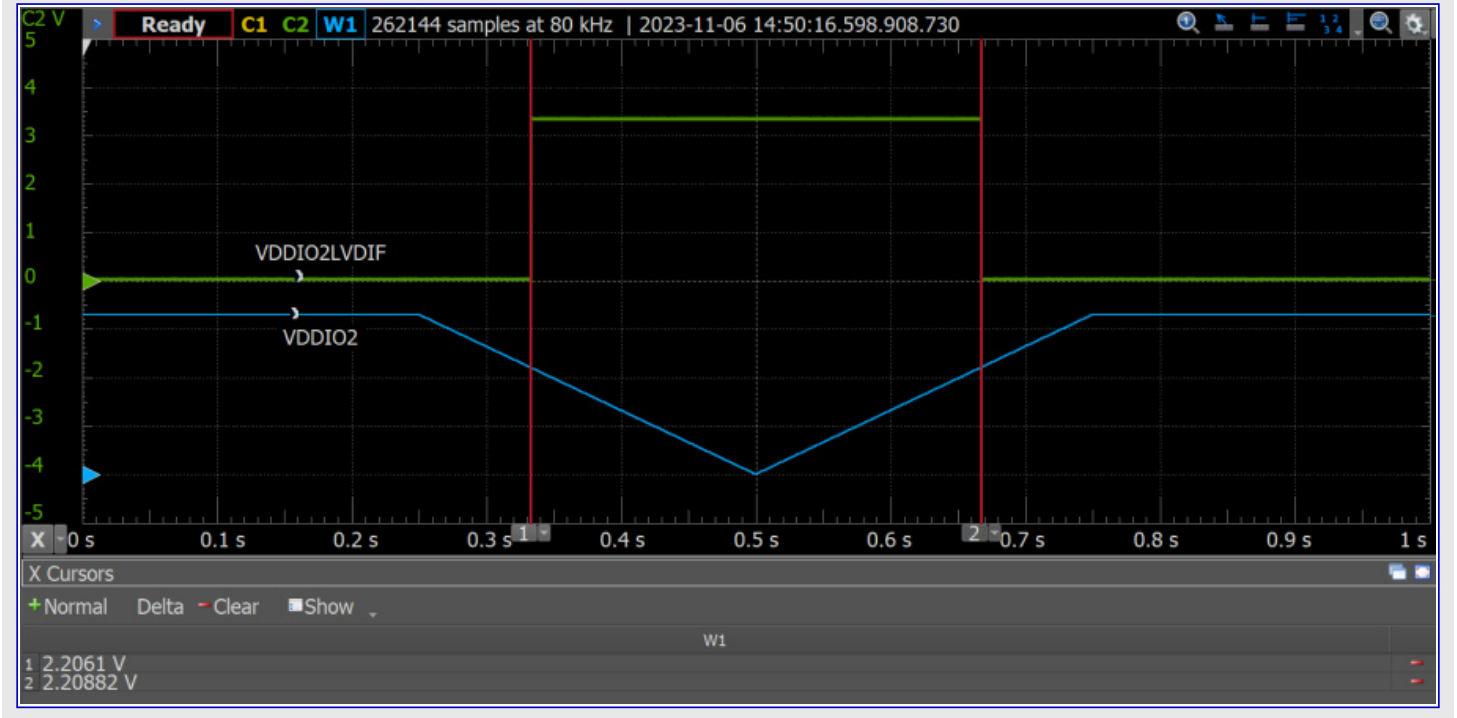
**重要:** 既定により、MVIO単位部は任意選択で禁止することができるVDDIOx LVD切り替え点に対して実装されるヒステリシスを持ちます。けれども、ヒステリシスがもはや適用されないため、これが僅かに影響を及ぼすことに注意することが重要です。より多くの情報についてはデバイスのデータシートの電気的仕様部分を参照してください。

MVIO LVD切り替え点はそれらに関連する許容誤差、最も一般的な電池の形式、それらに関連する遮断電圧に基づいて最も広く使われる電圧調整器のいくつかで機能するように設計されました。VDDIOx低電圧検出回路はMVIO区域のどれかに提供されている電池や調整された電圧供給が、応用で懸念を引き起こす、または注意を必要とする、十分に低い水準に落ちた時の判定を助けることができます。

MVIO単位部はVDDIOx供給ピンがデバイスのデータシートで指定された最小電圧要件に合う限り、有効に留まり機能します。LVD検出回路はMVIO単位部が動きを停止して電源ON/リセット状態になる程低く供給電圧が落ちる前に、必要とされる最小供給電圧が回復されるまで、MVIO供給電圧が通常予期される動作範囲未満に落ちた時に修正活動を取ることを潜在的に使用者に許す緩衝部を提供します。

図4-2はPIC18-Q24デバイス系統でVDDIOx低電圧検出監視部がどう動くかを図解します。この特定例については、VDDIO2供給電圧が0~3.3V間で上昇/下降され、VDDIO2 LVD切り替え点はVDDIO2制御(VDDIO2CON)レジスタの低電圧検出(LVD)ビットを使って2.20Vとして構成設定されました。VDDIO2 LVD割り込み要求フラグ(VDDIO2LVD)は一旦供給電圧が回復されて構成設定したLVD切り替え点を超えると、ハードウェアで解除(0)されます。この機能はMVIOを持つ全てのデバイスで利用可能ではなく、これの実装と機能はデバイス間でも変わるかもしれません。より多くの情報については適切なデバイスのデータシートの「複数電圧入出力」章を参照してください。

図4-2. PIC18-Q24デバイス系統でのVDDIOx低電圧検出監視部の例



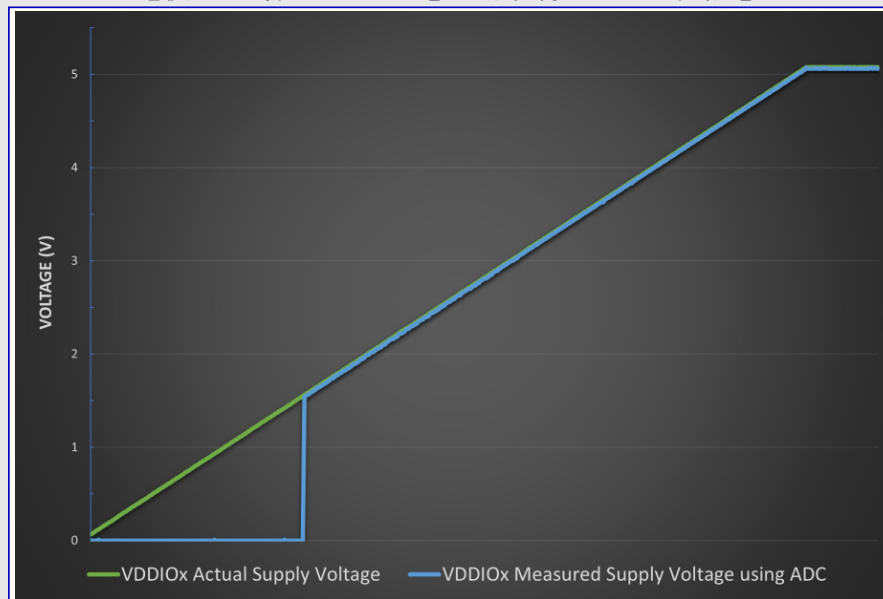
### 4.3. A/D変換器を使うVDDIOx電圧測定

MVIOを持つPICとAVRのデバイスでのVDDIOx供給電圧はチップ上のADC単位部を使って測定することができます。VDDIOx供給電圧は常に10の係数で分割され、その後ADCへの内部入力チャネルとして提供されます。MVIO電圧区域がVDDと別のものから独立して動作するため、VDDIOx電圧が利用可能なADC正参照基準電圧のどれよりも高くなる可能性があります。それらが常にADCの測定範囲内であることを確実にするため、MVIO供給電圧は分割されます。

MVIO供給電圧は各々のVDDIOx電圧区域が動作のための最小電圧要件に合致し、関連する割り込み要求フラグまたは状態ビットによって示されるように使用準備が整っている時に、専用のADCチャネルを使ってのみ測定することができます。より多くの情報については「4.1. VDDIOx準備可電圧監視」を参照してください。PICデバイスでADCを使ってMVIO供給電圧を測定するには、ADC正チャネル選択(ADPCH)レジスタに適切な値を書くことによって内部ADCチャネルとして“VDDIOx/10”が選ばれなければなりません。MVIOを持つAVRデバイスでは、“VDDIO2DIV10”任意選択を選ぶために正ADC入力用MUX選択(MUXPOS)レジスタに指定された値を書くことによってこれが行われます。

図4-3は専用のADC入力チャネルを使って測定して計算されたVDDIOx電圧水準と、対応するVDDIOx電力ピンに供給されている実際の電圧の比較例を示します。この例ではVDDIO2供給ピンに提供された電圧は0Vから5Vへ徐々に上昇し、ADCは時間と共に上昇される対応する電圧を測定するのに使われました。このデータはPIC18-Q24デバイス系統で捕獲されましたが、MVIOを持つ全てのデバイスに同じ原理が適用されます。

図4-3. ADCを使って計算したVDDIOx電圧 対 実際のVDDIOx供給電圧



## 5. 複数電圧入出力単位部使用例

複数電圧入出力(MVIO)単位部はマイクロコントローラの主VDDと違う電圧区域で動作するデバイスをインターフェースする必要がある応用を簡便化します。MVIOを持たないデバイスは度々、電圧基準移転器のような追加のハードウェアと、応用で使われる部品や感知器を選ぶ時に時々、特別な設計の考慮を必要とします。その理由は異なる動作電圧を持つ複数の部品が同じ応用で共に設計され、論理'1'と論理'0'の定義が設計全体を通して一致していないからです。信号の論理基準を決めるための電圧閾値は特定デバイスの動作電圧に直接関連し、基準移転のいくつかの形式または異なる区域で動作する部品間での変換を必要とします。

潜在的に全体の部品表を増したり、応用に対して付加的な回路と複雑さを追加するよりも、むしろMVIO単位部は多くの応用と使用事例に対して用途を広くする様々な特徴と機能を持ちます。この章は各種応用でMVIO単位部を使う特定の方法に光を当てます。

### 5.1. MVIOピンでの汎用入出力(GPIO)

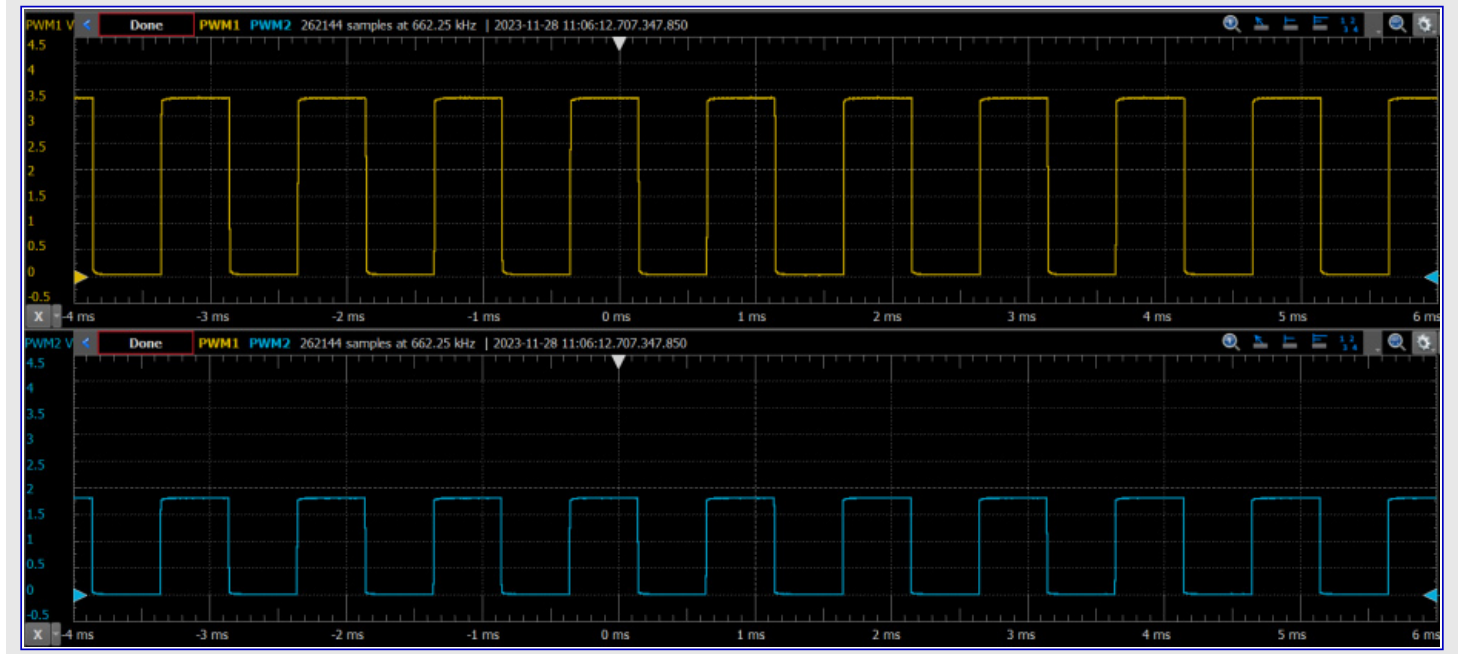
MVIO単位部の殆どの基本的な使用の1つはVDDから独立した代替電圧区域でGPIO機能を持つピンの1群に対する能力で、これはデバイスがVDDを通して供給される1つの電圧で主に動作し得るけれど、MVIOピンの1群は各々のVDDIO<sub>x</sub>ピンに供給される電圧によって決められる尺度調整されたVIL/VIHとVOL/VOHの電圧基準に基づく論理を持つ入出力として機能するMVIOピンのための能力を含み、VDDIO<sub>x</sub>ピンに供給される独立した電圧に基づいて完全に動作できることを意味します。

### 5.2. MVIOピンでのデジタル波形制御

基本的なGPIO機能に加えて、MVIOを持つデバイスで利用可能なデジタル波形制御周辺機能のどれも、VDDIO<sub>x</sub>またはVDDの電圧区域のどちらかで動作するように構成設定することができます。デジタル波形制御周辺機能は応用で他の周辺機能や部品とインターフェースするために入力信号を測定したり、出力波形を合成して生成したりすることができる単位部です。これらの周辺機能のいくつかの例はパルス幅変調器(PWM:Pulse-Width Modulator)単位部、相補波形生成器(CWG:Complementary Waveform Generator)、数値制御発振器(NCO:Numerically Controlled Oscillator)、データ信号変調器(DSM:Data Signal Modulator)単位部を含みます。MVIOピンの入出力論理基準がVDDIO<sub>x</sub>供給電圧に対応するように尺度調整されるため、MVIOはこれらのどの形式の周辺機能にもマイクロコントローラの主VDDと違う電圧で動作することを許します。

基本的な電動機とLED制御のように、このMVIO単位部の機能のための多くの一般的な使用事例があります。下図はPIC18-Q24デバイスで2つの異なるPWM単位部の出力が電圧区域間でどう異なるかを示します。この例では、マイクロコントローラのVDDピンが3.3V、VDDIO2供給ピンは1.8Vに接続されています。両PWM単位部は、PWM1がVDD区域で非MVIOピン、PWM2がVDDIO2区域のMVIOピンでの出力に構成設定されたことを除き、同じように設定され、各PWM信号の振幅が各々の区域に対して供給される電圧に直接的に対応するように下図で示されます。この例がPIC18-Q24デバイスシステムで実演されたとは言え、同じ原理がMVIOを持つ全てのPICとAVRのデバイスに適用されます。

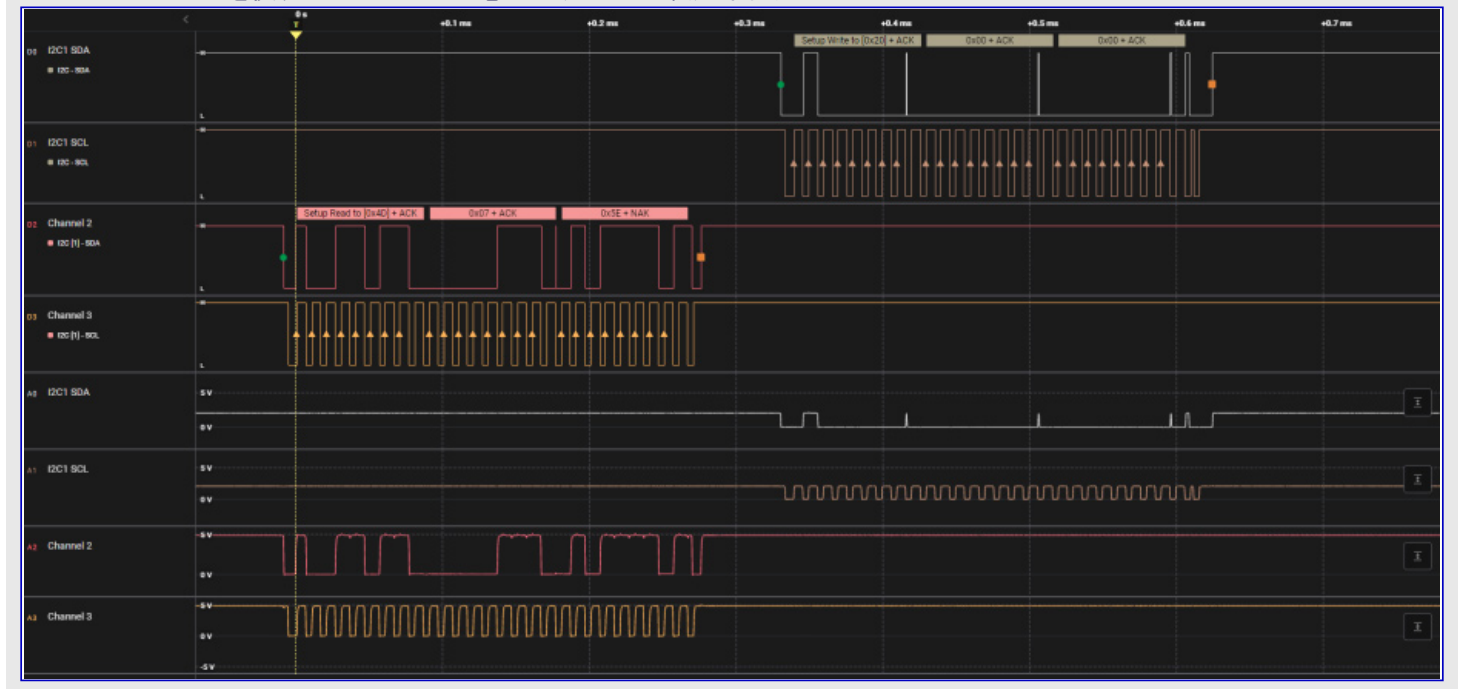
図5-1. PIC18-Q24を使うVDDとVDDIO2の電圧区域でのPWM出力信号



### 5.3. MVIOピンでの直列通信

MVIO単位部の別な使用事例はそれらが通常のようにむしろVDD区域よりもVDDIO<sub>x</sub>電圧区域で動作するように、デバイスで利用可能な直列通信周辺機能のどれかを構成設定する能力です。これは直列通信周辺機能がMVIO特定ピンで動作するように構成設定されると、それらのピンの論理基準が各々のVDDIO<sub>x</sub>供給電圧に合うように尺度調整されることを意味します。この簡単な例はPICとAVRのマイクロコントローラが5VのVDDで動作し、それが同じ5Vで動作する感知器からのデータを測定し、その後1.8Vで動作する別の主マイクロコントローラまたは高性能マイクロプロセッサへI<sup>2</sup>Cを使って送信しなければならない応用です。これはマイクロコントローラのVDDピンに5V、VDDIO<sub>x</sub>ピンに1.8Vを供給することによってMVIOを持つデバイスで達成することができます。そしてこの例でデバイスはVDD区域のピンを使って5V感知器をインターフェースし、I<sup>2</sup>C単位部はVDDIO<sub>x</sub>電圧区域のMVIOピンで動作するように構成設定することができます。下図はPIC18-Q24デバイスシステムで実装されたこの例を図解し、2つの異なる電圧区域の同じデバイスで起きている直列通信の波形を示します。下の例がPIC18-Q24デバイスシステムで示されるとは言え、同じ動作原理がMVIOを持つ全てのPICとAVRのデバイスに適用されます。

図5-2. PIC18-Q24を使うVDDとVDDIO2の電圧区域でのI<sup>2</sup>C転送単位処理



## 6. 結び

複数電圧入出力(MVIO)単位部は外部的な基準移転器や他のハードウェアの必要なしに、異なる電圧で動作する応用で他の部品と容易にインターフェースするこの周辺機能を持つマイクロコントローラを許します。電子機器が時間と共に進歩と変化を続けるため、各種装置の動作電圧は変化し得ます。加えて、製造業者に依存して、製造技術、応用で使われる部品の形式、その装置のデバイスの動作電圧は様々な異なる標準動作電圧間で変わり得ます。PICやAVRのデバイスは応用での主マイクロコントローラか、または別のマイクロコントローラや高性能マイクロプロセッサへデータを返す通信最終節点で、MVIO単位部は非常に用途が広く役に立つ周辺機能です。これは応用での柔軟性と機能性を増し、この周辺機能を持つPICやAVRのマイクロコントローラに他の電圧区域のデバイスとインターフェースすることを許します。MVIO単位部は最終部品表と応用で必要とされる全体の部品数を減らすことによって設計を単純化します。特定デバイスシステムでのMVIO単位部実装についてのより多くの情報に関しては各々のデバイスのデータシートを参照してください。



MPLAB<sup>®</sup> DISCOVERでコード例を見るにはクリックしてください。

## 7. 改訂履歴

改訂	日付	注釈
A	2024年3月	初版文書公開



## Microchip情報

### Microchipウェブ サイト

Microchipは[www.microchip.com/](http://www.microchip.com/)で当社のウェブ サイト経由でのオンライン支援を提供します。このウェブ サイトはお客様がファイルや情報を容易に利用可能にするのに使われます。利用可能な情報のいくつかは以下を含みます。

- ・ **製品支援** – データシートと障害情報、応用記述と試供プログラム、設計資源、使用者の手引きとハードウェア支援資料、最新ソフトウェア配布と保管されたソフトウェア
- ・ **一般的な技術支援** – 良くある質問(FAQ)、技術支援要求、オンライン検討グループ、Microchip設計協力課程会員一覧
- ・ **Microchipの事業** – 製品選択器と注文の手引き、最新Microchip報道発表、セミナーとイベントの一覧、Microchip営業所の一覧、代理店と代表する工場

### 製品変更通知サービス

Microchipの製品変更通知サービスはMicrochip製品を最新に保つのに役立ちます。加入者は指定した製品系統や興味のある開発ツールに関連する変更、更新、改訂、障害情報がある場合に必ず電子メール通知を受け取ります。

登録するには[www.microchip.com/pcn](http://www.microchip.com/pcn)へ行って登録指示に従ってください。

### お客様支援

Microchip製品の使用者は以下のいくつかのチャネルを通して支援を受け取ることができます。

- ・ 代理店または販売会社
- ・ 最寄りの営業所
- ・ 組み込み解決技術者(ESE:Embedded Solutions Engineer)
- ・ 技術支援

お客様は支援に関してこれらの代理店、販売会社、またはESEに連絡を取るべきです。最寄りの営業所もお客様の手助けに利用できます。営業所と位置の一覧はこの資料の後ろに含まれます。

技術支援は[www.microchip.com/support](http://www.microchip.com/support)でのウェブ サイトを通して利用できます。

### Microchipデバイス コード保護機能

Microchip製品での以下のコード保護機能の詳細に注意してください。

- ・ Microchip製品はそれら特定のMicrochipデータシートに含まれる仕様に合致します。
- ・ Microchipは動作仕様内で意図した方法と通常条件下で使われる時に、その製品系統が安全であると考えます。
- ・ Microchipはその知的所有権を尊重し、積極的に保護します。Microchip製品のコード保護機能を侵害する試みは固く禁じられ、デジタル ミレニアム著作権法に違反するかもしれません。
- ・ Microchipや他のどの半導体製造業者もそのコードの安全を保証することはできません。コード保護は製品が”破ることができない”ことを当社が保証すると言うことを意味しません。コード保護は常に進化しています。Microchipは当社製品のコード保護機能を継続的に改善することを約束します。

### 法的通知

この刊行物と契約での情報は設計、試験、応用とのMicrochip製品の統合を含め、Microchip製品でだけ使えます。他の何れの方法でのこの情報の使用はこれらの条件に違反します。デバイス応用などに関する情報は皆さまの便宜のためにだけ提供され、更新によって取り換えられるかもしれません。皆さまの応用が皆さまの仕様に合致するのを保証するのは皆さまの責任です。追加支援については最寄りのMicrochip営業所にお問い合わせ頂くか、[www.microchip.com/en-us/support/design-help/client-support-services](http://www.microchip.com/en-us/support/design-help/client-support-services)で追加支援を得てください。

この情報はMicrochipによって「現状そのまま」で提供されます。Microchipは非侵害、商品性、特定目的に対する適合性の何れの黙示的保証やその条件、品質、性能に関する保証を含め、明示的にも黙示的にもその情報に関連して書面または表記された書面または黙示の如何なる表明や保証もしません。

如何なる場合においても、Microchipは情報またはその使用に関連するあらゆる種類の間接的、特別的、懲罰的、偶発的または結果的な損失、損害、費用または経費に対して責任を負わないものとします。法律で認められている最大限の範囲で、情報またはその使用に関連する全ての請求に対するMicrochipの全責任は、もしあれば、情報のためにMicrochipへ直接支払った料金を超えないものとします。生命維持や安全応用でのMicrochipデバイスの使用は完全に購入者の危険性で、購入者はそのような使用に起因する全ての損害、請求、訴訟、費用からMicrochipを擁護し、補償し、免責にすることに同意します。他に言及されない限り、Microchipのどの知的財産権下でも暗黙的または違う方法で許認可は譲渡されません。

## 商標

Microchipの名前とロゴ、Microchip、Adaptec、AVR、AVR、AVR Freaks、BesTime、BitCloud、CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、flexPWR、HELDO、IGLOO、JukeBlox、KeeLoq、Kleer、LANCheck、LinkMD、maxStylus、maxTouch、MediaLB、megaAVR、Microsemi、Microsemi、MOST、MOST、MPLAB、OptoLyzer、PIC、picoPower、PICSTART、PIC32、PolarFire、Prochip Designer、QTouch、SAM-BA、SenGenuity、SpyNIC、SST、SST、Super Flash、Symmetricom、SyncServer、Tachyon、TimeSource、tinyAVR、UNI/O、Vectron、XMEGAは米国と他の国に於けるMicrochip Technology Incorporatedの登録商標です。

AgileSwitch、ClockWorks、The Embedded Control Solutions Company、EtherSynch、Flashtec、Hyper Speed Control、HyperLight Load、IntelliMOS、Libero、motorBench、mTouch、Powermite 3、Precision Edge、ProASIC、ProASIC Plus、ProASIC Plus、Quiet-Wire、SmartFusion、SyncWorld、TimeCesium、TimeHub、TimePictra、TimeProvider、ZLは米国に於ける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、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、SQI、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、Switchtec、SynchroPHY、Total Endurance、Trusted Time、TSHARC、Turing、USBCheck、VariSense、Vector Blox、VeriPHY、ViewSpan、WiperLock、XpressConnect、ZENAは米国と他の国に於けるMicrochip Technology Incorporatedの商標です。

SQTPは米国に於けるMicrochip Technology Incorporatedの役務標章です。

Adaptec、Frequency on Demand、Silicon Storage Technology、Symmcomは他の国に於けるMicrochip Technology Inc.の登録商標です。

GestICは他の国に於けるMicrochip Technology Inc.の子会社であるMicrochip Technology Germany II GmbH & Co. KGの登録商標です。

ここで言及した以外の全ての商標はそれら各々の会社の所有物です。

© 2024年、Microchip Technology Incorporatedとその子会社、不許複製

## 品質管理システム

Microchipの品質管理システムに関する情報については[www.microchip.com/quality](http://www.microchip.com/quality)を訪ねてください。

日本語© HERO 2024.

本技術概説はMicrochipのTB3351技術概説(DS90003351A-2024年3月)の翻訳日本語版です。日本語では不自然となる重複する形容表現は省略されている場合があります。日本語では難解となる表現は大幅に意識されている部分もあります。必要に応じて一部加筆されています。頁割の変更により、原本より頁数が少なくなっています。

必要と思われる部分には( )内に英語表記や略称などを残す形で表記しています。

青字の部分はリンクとなっています。一般的に赤字の0,1は論理0,1を表します。その他の赤字は重要な部分を表します。

# 世界的な販売とサービス

米国	亜細亜/太平洋	亜細亜/太平洋	欧州
<b>本社</b> 2355 West Chandler Blvd. Chandler, AZ 85224-6199 Tel: 480-792-7200 Fax: 480-792-7277 技術支援: <a href="http://www.microchip.com/support">www.microchip.com/support</a> ウェブアドレス: <a href="http://www.microchip.com">www.microchip.com</a>	<b>オーストラリア - シドニー</b> Tel: 61-2-9868-6733 <b>中国 - 北京</b> Tel: 86-10-8569-7000 <b>中国 - 成都</b> Tel: 86-28-8665-5511 <b>中国 - 重慶</b> Tel: 86-23-8980-9588 <b>中国 - 東莞</b> Tel: 86-769-8702-9880 <b>中国 - 広州</b> Tel: 86-20-8755-8029 <b>中国 - 杭州</b> Tel: 86-571-8792-8115 <b>中国 - 香港特别行政区</b> Tel: 852-2943-5100 <b>中国 - 南京</b> Tel: 86-25-8473-2460 <b>中国 - 青島</b> Tel: 86-532-8502-7355 <b>中国 - 上海</b> Tel: 86-21-3326-8000 <b>中国 - 瀋陽</b> Tel: 86-24-2334-2829 <b>中国 - 深圳</b> Tel: 86-755-8864-2200 <b>中国 - 蘇州</b> Tel: 86-186-6233-1526 <b>中国 - 武漢</b> Tel: 86-27-5980-5300 <b>中国 - 西安</b> Tel: 86-29-8833-7252 <b>中国 - 廈門</b> Tel: 86-592-2388138 <b>中国 - 珠海</b> Tel: 86-756-3210040	<b>インド - ハンガロール</b> Tel: 91-80-3090-4444 <b>インド - ニューデリー</b> Tel: 91-11-4160-8631 <b>インド - プネー</b> Tel: 91-20-4121-0141 <b>日本 - 大阪</b> Tel: 81-6-6152-7160 <b>日本 - 東京</b> Tel: 81-3-6880-3770 <b>韓国 - 大邱</b> Tel: 82-53-744-4301 <b>韓国 - ソウル</b> Tel: 82-2-554-7200 <b>マレーシア - クアラルンプール</b> Tel: 60-3-7651-7906 <b>マレーシア - ペナン</b> Tel: 60-4-227-8870 <b>フィリピン - マニラ</b> Tel: 63-2-634-9065 <b>シンガポール</b> Tel: 65-6334-8870 <b>台湾 - 新竹</b> Tel: 886-3-577-8366 <b>台湾 - 高雄</b> Tel: 886-7-213-7830 <b>台湾 - 台北</b> Tel: 886-2-2508-8600 <b>タイ - バンコク</b> Tel: 66-2-694-1351 <b>ベトナム - ホーチミン</b> Tel: 84-28-5448-2100	<b>オーストラリア - ウェルズ</b> Tel: 43-7242-2244-39 Fax: 43-7242-2244-393 <b>デンマーク - コペンハーゲン</b> Tel: 45-4485-5910 Fax: 45-4485-2829 <b>フィンランド - エスポー</b> Tel: 358-9-4520-820 <b>フランス - パリ</b> Tel: 33-1-69-53-63-20 Fax: 33-1-69-30-90-79 <b>ドイツ - ガルピング</b> Tel: 49-8931-9700 <b>ドイツ - ハーン</b> Tel: 49-2129-3766400 <b>ドイツ - ハイムブロン</b> Tel: 49-7131-72400 <b>ドイツ - カールスルーエ</b> Tel: 49-721-625370 <b>ドイツ - ミュンヘン</b> Tel: 49-89-627-144-0 Fax: 49-89-627-144-44 <b>ドイツ - ローゼンハイム</b> Tel: 49-8031-354-560 <b>イスラエル - ラーナナ</b> Tel: 972-9-744-7705 <b>イタリア - ミラノ</b> Tel: 39-0331-742611 Fax: 39-0331-466781 <b>イタリア - ハットバ</b> Tel: 39-049-7625286 <b>オランダ - テルネン</b> Tel: 31-416-690399 Fax: 31-416-690340 <b>ノルウェー - トロンハイム</b> Tel: 47-72884388 <b>ポーランド - ワルシャワ</b> Tel: 48-22-3325737 <b>ルーマニア - ブカレスト</b> Tel: 40-21-407-87-50 <b>スペイン - マドリード</b> Tel: 34-91-708-08-90 Fax: 34-91-708-08-91 <b>スウェーデン - イェテボリ</b> Tel: 46-31-704-60-40 <b>スウェーデン - ストックホルム</b> Tel: 46-8-5090-4654 <b>イギリス - ウォーキングム</b> Tel: 44-118-921-5800 Fax: 44-118-921-5820
<b>アトランタ</b> Duluth, GA Tel: 678-957-9614 Fax: 678-957-1455 <b>オースチン TX</b> Tel: 512-257-3370 <b>ホストン</b> Westborough, MA Tel: 774-760-0087 Fax: 774-760-0088 <b>シカゴ</b> Itasca, IL Tel: 630-285-0071 Fax: 630-285-0075 <b>ダラス</b> Addison, TX Tel: 972-818-7423 Fax: 972-818-2924 <b>デトロイト</b> Novi, MI Tel: 248-848-4000 <b>ヒューストン TX</b> Tel: 281-894-5983 <b>インディアナポリス</b> Noblesville, IN Tel: 317-773-8323 Fax: 317-773-5453 Tel: 317-536-2380 <b>ロサンゼルス</b> Mission Viejo, CA Tel: 949-462-9523 Fax: 949-462-9608 Tel: 951-273-7800 <b>ローリー NC</b> Tel: 919-844-7510 <b>ニューヨーク NY</b> Tel: 631-435-6000 <b>サンホセ CA</b> Tel: 408-735-9110 Tel: 408-436-4270 <b>カナダ - トロント</b> Tel: 905-695-1980 Fax: 905-695-2078			