



MPLAB[®] REAL ICE[™]

インサーキット エミュレータ
ユーザーズ ガイド

マイクロチップ デバイスのコード保護についての詳細

- マイクロチップ製品は、マイクロチップが発行するデータシートに記載された仕様を満たしています。
- マイクロチップの製品ファミリーは、正常かつ通常条件下で使用される限り、現在の半導体市場で最も確実で安全な製品です。
- コード保護を侵害する不正または不法な行為、または、マイクロチップが発効するデータシートに記載されている仕様範囲外でマイクロチップ製品を使用し不正または不法な行為を行った場合は、知的財産の侵害となります。
- マイクロチップは、コードの完全性について懸念されるカスタマをサポートします。

マイクロチップおよびその他の半導体メーカーは、コードのセキュリティを保証しておりません。コード保護機能は、製品が破損しないことを保証するものではありません。コード保護機能は常に改善されています。マイクロチップでは、弊社の製品のコード保護機能に対して不断努力を重ねております。弊社のコード保護機能を侵害する行為は、デジタルミレニアム著作権法 (DMCA) に違反します。カスタマのソフトウェアまたはその他の著作物への不正アクセスが生じた場合は、この著作権法に則り訴訟を起こす場合があります。

この文書に含まれるデバイスアプリケーションに関する情報は、ユーザーが任意で入手可能であるため、入手した文書が常に最新版であるとは限りません。したがって、ユーザーアプリケーションが製品仕様を満たしているかの判断はユーザー側の責任とします。

マイクロチップは、条件、品質、パフォーマンス、市場性または適合性を含む関連情報 (この限りではない) が、明示または暗示、書面または口頭、制定内またはそうでない場合でもいかなる種類の保証を致しかねます。

マイクロチップは、この情報とその使用に起因する全ての責任を負いかねます。生命維持装置の重要な構成要素としてマイクロチップ製品を使用する場合は、マイクロチップによる正式な書面での承認以外は認可されません。いかなる知的所有権の下でも、明示的またはその他のライセンスの譲渡は認められません。

商標

マイクロチップの名前およびロゴ (Microchip logo, Accuron, dsPIC, KEELOQ, microID, MPLAB, PIC, PICmicro, PICSTART, PRO MATE, PowerSmart, rfPIC, および SmartShunt) は、米国およびその他の国において登録された、Microchip Technology Incorporated の商標です。

AmpLab, FilterLab, Migratable Memory, MXDEV, MXLAB, PICMASTER, SEEVAL, SmartSensor、および Embedded Control Solutions Company は、米国において登録された、Microchip Technology Incorporated の商標です。Analog-for-the-Digital Age, Application Maestro, dsPICDEM, dsPICDEM.net, dsPICworks, ECAN, ECONOMONITOR, FanSense, FlexROM, fuzzyLAB, In-Circuit Serial Programming, ICSP, ICEPIC, Linear Active Thermistor, MPASM, MPLIB, MPLINK, MPSIM, PICkit, PICDEM, PICDEM.net, PICLAB, PICtail, PowerCal, PowerInfo, PowerMate, PowerTool, rfLAB, rfPICDEM, Select Mode, Smart Serial, SmartTel, Total Endurance、および WiperLock は、米国および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 のサービス商標です。

ここに示されるその他の商標はそれぞれの企業の著作物



マイクロチップ社は、2003年10月に本社、設計およびウエハ工場 (アリゾナ州チャンドラーおよびテンピー、カリフォルニア州マウンテンビュー) 品質システムが、ISO/TS-16949:2002 の認証を取得しました。マイクロチップの品質システムプロセスおよび手順は、PICmicro® 8 ビット MCU, KEELOQ® コードホッピングデバイス、シリアル

QUALITY MANAGEMENT SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
== ISO/TS 16949:2002 ==



MPLAB® REAL ICE™ インサーキット エミュレータ ユーザーズ ガイド

目次

序章	1
第 1 章 概要	
1.1 はじめに	7
1.2 MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータの定義	7
1.3 MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータはどう役立つか	7
1.4 MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータ キットのパーツ	8
第 2 章 機能動作	
2.1 はじめに	9
2.2 MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータと MPLAB ICE 2000/4000 エミュレータの比較	9
2.3 MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータと MPLAB ICD 2 デバッガの比較	9
2.4 システム コンフィギュレーション	10
2.5 通信接続	13
2.6 デバッグ モード	17
2.7 デバッグ モードの必要事項	17
2.8 プログラム モード	19
2.9 MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータが使うリソース	20
第 3 章 インストール	
3.1 はじめに	21
3.2 ソフトウェアのインストール	21
3.3 USB デバイス ドライバのインストール	21
3.4 対象ボードとの通信の選択	21
3.5 ロジック プロブの接続	22
3.6 エミュレータの接続と電源供給	22
3.7 対象の接続と電源供給	22
第 4 章 全般的なセットアップ	
4.1 はじめに	23
4.2 MPLAB IDE ソフトウェアの起動	23
4.3 プロジェクトの生成	24
4.4 プロジェクトの表示	24
4.5 プロジェクトのビルド	24
4.6 コンフィギュレーション ビットの設定	24
4.7 エミュレータをデバッガかプログラマとして設定する	25
4.8 設定ダイアログ	25

第 5 章	デバッガとしてのエミュレータの使い方	
5.1	はじめに	27
5.2	デバッガ概要	27
5.3	ブレーク ポイント	27
5.4	トリガ	27
5.5	トレース	28
5.6	デバッグ機能	30
5.7	デバッグ用ダイアログ/ウィンドウ	32
第 6 章	プログラマとしてのエミュレータの使い方	
6.1	はじめに	39
6.2	プログラマ概要	39
6.3	プログラミング機能	39
第 7 章	ハードウェア仕様	
7.1	はじめに	41
7.2	ハイライト	41
7.3	適合申請	41
7.4	USB ポート/電源	42
7.5	エミュレータ本体	42
7.6	標準通信ボード	44
7.7	高速通信ボード	45
7.8	その他のエミュレータ ボード (将来)	48
7.9	対象ボード	48
付録 A. 改版履歴		
A.1	改版履歴	49
用語集	51
索引	65
世界各国の営業所およびサポート	68

序章

お客様へ

このユーザー ガイドを含むすべての文書は予告されることなく更新されます。マイクロチップ ツールおよび関連資料は、常にカスタマのニーズに対応しているため、書面文書の内容は、実際のダイアログや説明とは異なる場合があります。最新の資料は、弊社のウェブサイト (www.microchip.com) から入手してください。

この資料は、「DS」として分類されます。資料番号は、各ページのフッタ部分のページ番号の前に記載されています。DS 資料の場合は、「DSXXXXA」という番号が付けられています。XXXXX は資料番号を表し、A はリビジョンレベルを表します。

開発ツールの最新情報は、MPLAB® IDE オンライン ヘルプを参照してください ([Help] メニューをクリックして、リストされているオンライン ヘルプ ファイルのトピックを選択します)。

はじめに

本章には MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータを使う際に役立つ一般的な情報が含まれています。下記のような項目について記述しています。

- 本資料の概要
- 表記規則
- 保証登録
- 参考資料
- マイクロチップ社のウェブサイト
- 開発システムに関するカスタマ変更通知サービス
- カスタマ サポート

本資料の概要

本文書は、MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータについて、対象ボードをエミュレートし、ファームウェアをデバッグする開発ツールとしての使い方、および、デバイスのプログラマとしての使い方について説明しています。本文書は下記のような構成となっています。

- **第 1 章: 概要** – MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータとは何か、アプリケーション開発をどう手助けするか。
- **第 2 章: 機能動作** – MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータの動作のしくみ。
- **第 3 章: インストール** – エミュレータ ソフトウェア、ハードウェアのインストール方法。
- **第 4 章: 全般的セットアップ** – エミュレータのはじめの設定と起動方法。
- **第 5 章: デバッガとしてのエミュレータの使い方** – MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータを、MPLAB IDE でデバッグ用ツールとして選択したときのエミュレータの機能の説明。
- **第 6 章: プログラマとしてのエミュレータの使い方** – MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータを MPLAB IDE でプログラミング用ツールとして選択した

ときのエミュレータの機能の説明。

- 第7章: ハードウェア仕様 – エミュレータ システムのハードウェアおよび電氣的な仕様。

表記規則

下記の表記規則が本文書で使われています。

文書内の凡例

記号	内容	使用例
Times New Roman または MS 明朝フォントの場合:		
『』	参考資料	『MPLAB® IDE ユーザーガイド』
太字 []	ウィンドウ	[Output] ウィンドウ
	ダイアログ	[Settings] ダイアログ
	選択メニュー	[Enable Programmer] を選択
	ウィンドウまたはダイアログ内の項目	[Save project before build]
	ダイアログ内のボタン	[OK] をクリック
	タブ	[Power] タブをクリック
太字 →つき	メニュー手順	[File] → [Save]
かぎ括弧内のテキスト <>	キーボードのキー	<Enter>, <F1> を押す
角括弧 []	省略可能引数	mpasmwin [options] file [options]
中括弧とパイプ文字 { }	いずれかの値を選択する場合	errorlevel {0 1}
省略 ...	テキストの繰り返し	var_name [, var_name...]
	ユーザのコード部	void main (void) { ... }
Courier New フォントの場合:		
Courier New	コードサンプル例	#define START
	ファイル名	autoexec.bat
	ファイルのパス名	c:\mcc18\h
	キーワード	_asm, _endasm, static
	コマンドラインのオプション	-Opa+, -Opa-
	ビット値	0, 1
	定数	0xFF, 'A'
	変数の引数	file.o (file は有効なファイル名)

保証登録

同梱の保証登録カード (Warranty Registration Card) に記入していただき、弊社宛に郵送して下さい。この登録カードを提出されたお客様は、製品のアップデート版を入手できます。暫定ソフトウェア リリースは、マイクロチップ ウェブ サイトからご利用いただけます。

参考資料

本文書は MPLAB REAL ICE インサーキットエミュレータの使い方を説明しています。その他の有益な資料を下記に示します。下記のマイクロチップの資料があり、補助の参考資料としてお勧めします。

MPLAB REAL ICE インサーキットエミュレータの README ファイル

MPLAB REAL ICE インサーキットエミュレータの使用法に関する最新情報については、MPLAB IDE のインストールディレクトリの Readmes サブディレクトリ内にある [Readme for MPLAB REAL ICE Emulator.txt] ファイル (ASCII テキストファイル) をお読みください。Readme ファイルには更新情報や本ユーザーガイドにない既知の問題が含まれています。

『MPLAB REAL ICE インサーキットエミュレータ セットアップ』(DS51615)

このミニポスターには、MPLAB REAL ICE インサーキットエミュレータを Exploer 16 デモボードと標準通信で使うときのハードウェア接続方法と、ソフトウェアインストールの仕方について書かれています。

MPLAB REAL ICE インサーキットエミュレータ オンライン ヘルプ ファイル

エミュレータの包括的なヘルプファイルです。使い方、トラブル解決法、ハードウェア仕様が含まれています。

『Header Board Specification』(DS51292)

MPLAB REAL ICE インサーキットエミュレータのヘッダのインストールと使い方に関する小冊子です。ヘッダは特定デバイスに対し、専用の ICE デバイスバージョンを使うことでリソースのピンを使わずにデバッグができるようにします。

『Transition Socket Specification』(DS51194)

MPLAB ICE 2000/4000 用デバイスアダプタ、MPLAB ICD 2 用ヘッダ、MPLAB REAL ICE インサーキットエミュレータ用ヘッダに使用可能な変換ソケットに関する情報については本文書を参照して下さい。

マイクロチップのウェブ サイト

マイクロチップでは、ウェブ サイト www.microchip.com で、オンラインサポートを提供しています。このウェブサイトは、お客様がファイルや情報を最も簡単に入手できる手段としてご利用いただけます。サイトをご覧になるには、各自、お好みのブラウザをお使いください。マイクロチップウェブサイトは、以下の情報を含んでいます。

- **製品サポート** – データ シート、エラッタ、アプリケーション ノート、サンプル プログラム、デザイン リソース、ユーザーズ ガイド、ハードウェア サポート 資料、最新ソフトウェア リリースとアーカイブされたソフトウェア。
- **一般的な技術サポート** – よくある質問 (FAQ)、テクニカル サポート 要求、オンライン ディスカッション グループ、マイクロチップ コンサルタント プログラム メンバー リスト。
- **マイクロチップのビジネス** – 製品選択、オーダーガイド、最新マイクロチップ プレス リリース、セミナーおよびイベントのリスト、マイクロチップセールス オフィスリスト、ディストリビュータ、工場代表者。

開発システムに関するカスタマ変更通知サービス

マイクロチップは、お客様が最小の努力で現在のマイクロチップ製品の最新情報を入手できることをお手伝いするため、カスタマ通知サービスを継続して行っています。一度ご登録いただければ、あなたのご指定した製品ファミリーもしくはご興味のある開発ツールに関して、変更、更新、改定もしくはエラッタが発行される毎に E-メールでの通知を受けることができます。登録するには、マイクロチップのウェブ サイト www.microchip.com にアクセスし、**[Customer ChangeNotification]** をクリックし、指示に従ってご登録ください。

開発システム製品は下記の通り分類されます

- **コンパイラ** – マイクロチップ C コンパイラとその他の言語ツールに関する最新情報で、以下を含みます。MPLAB C18 もしくは MPLAB C30 C コンパイラ ; MPASM™、MPLAB ASM30 アセンブラ ; MPLINK™、MPLAB LINK30 オブジェクト リンカー ; MPLIB™、MPLAB LIB30 オブジェクト ライブラリアン。
- **エミュレータ** – マイクロチップ インサーキット エミュレータに関する最新情報で、MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータ、MPLAB ICE 2000 および MPLAB ICE 4000 エミュレータを含みます。
- **インサーキット デバッガ** – マイクロチップ インサーキット デバッガ、MPLAB
- **ICD 2** に関する最新情報を含みます。
- **MPLAB IDE** – マイクロチップ MPLAB IDE、Windows® 用の統合開発環境システム ツールに関する最新情報です。この項では MPLAB IDE、MPLAB IDE プロジェクト マネジャ、MPLAB エディタ、MPLAB SIM シミュレータと全般的な編集、デバッグ機能に的を絞っています。
- **プログラマ** – マイクロチップ デバイス プログラマに関する最新情報で、MPLAB PM3、PRO MATE® II デバイス プログラマ、PICSTART®Plus そして PICKit™ 1 と 2 開発用プログラマを含みます。

カスタマ サポート

マイクロチップ製品のユーザーはいくつかのチャンネル経由で、以下のサポートを受けることができます。

- ディストリビュータもしくは販売特約店
- 地域販売オフィス
- 現地アプリケーションエンジニア (FAE)
- テクニカルサポート

サポートが必要な場合は、ディストリビュータ、販売特約店もしくは現地アプリケーションエンジニア (FAE) にお電話ください。地域販売オフィスでも顧客のサポートを行っています。販売店とその所在地については本ドキュメントの最後のページを参照してください。

テクニカルサポートは Web サイト <http://support.microchip.com> にてご利用いただけます。

ノート:

第1章 概要

1.1 はじめに

MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータ システムの概要を説明します。

- MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータの定義
- MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータはどう役立つか
- MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータ キットのパーツ

1.2 MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータの定義

MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータは、Windows® プラットホーム上で MPLAB IDE ソフトウェアを実行させた PC から制御されるインサーキットのエミュレータです。MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータは、開発エンジニア用ツールとして不可欠なものです。活用方法はソフトウェア開発からハードウェア組み込み、生産テスト、フィールドサービスなど幅広いです。

MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータは、最新のエミュレータシステムで、指定したマイクロチップの PICmicro® マイクロ コントローラ (MCU) や、dsPIC® デジタル シグナル コントローラ (DSC) のハードウェアとソフトウェアの開発をサポートします。これらはインサーキット シリアル プログラミング (ICSP™) 機能か、標準 DUT プログラミング (STDP) の 2 線式シリアル インターフェースに基づいています。

エミュレータ システムは、エミュレーションするのに特別なエミュレーション チップを使わず、エミュレーション回路を内蔵しているデバイスで動作するため実際のデバイスと同じようにコードを実行します。デバイスの全機能にインタラクティブにアクセス可能で、MPLAB IDE インターフェースを介して設定、変更することができます。

MPLAB REAL ICE エミュレーションの概念は、従来のシステム プロセッサとは異なる複雑なプロセッサをエミュレートするために開発されました。

- プロセッサは最高速度で動作します。
- 内蔵 I/O ポートのデータ入力が可能
- トレース機能を具備 (MPLAB IDE とコンパイラの支援による)

エミュレータ機能に加えて、MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータ システムは開発用プログラマとしても使用可能です。

1.3 MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータはどう役立つか

MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータは下記のようなことができます。

- アプリケーションのデバッグをユーザ ハードウェア上でリアルタイムで行う。
- ハードウェア ブレーク ポイントでデバッグする。
- ソフトウェア ブレークポイントでデバッグする (将来)。
- 内部と / または外部信号に基づくブレーク ポイントを設定する。
- 内蔵ファイル レジスタをモニタする。
- フルスPEEDでエミュレートする。
- デバイスをプログラムする。
- コード行のトレースまたは変数 / 式の値のログをとる。

1.4 MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータ キットのパーツ

MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータ システム キットに含まれるものは下記です。

1. 『MPLAB IDE Quick Start Guide』(DS51281)
2. MPLAB IDE ソフトウェアとオンライン文書の CD-ROM
3. エミュレータ本体
4. エミュレータと PC 間の通信とエミュレータへの電源供給用の USB ケーブル
5. 標準ドライバボード (MPLAB ICD 2 互換) と、エミュレータ本体とヘッダモジュール間、または対象ボード間との接続ケーブル
6. ロジック プロープ
7. 自己診断用ボード

下記追加ハードウェアは別個に注文できます。

8. **Processor Extension Pack:** 高速ドライバボード、ICE ヘッダ / レシーバ ボード、エミュレータ本体と対象ボード間の接続ケーブル。
9. **Performance Pack:** 高速ドライバボード、高速レシーバボード、エミュレータ本体と対象基板間の接続ケーブル
10. 高速から標準への変換ボード
11. 変換ソケット

第 2 章 機能動作

2.1 はじめに

ここでは MPLAB REAL ICE インサーキットエミュレータシステムがいかにか動作するかを説明しています。エミュレーションとプログラミング両方の動作ができるエミュレータに合わせて、対象ボードを開発するために十分な情報を提供しています。問題に遭遇したとき素早く解決できるよう、インサーキットエミュレーションとプログラミングの基本的な原理について説明しています。

- MPLAB REAL ICE インサーキットエミュレータと MPLAB ICE 2000/4000 エミュレータの比較
- MPLAB REAL ICE インサーキットエミュレータと MPLAB ICD 2 デバッガの比較
- システム コンフィギュレーション
- 通信接続
- デバッグ モード
- デバッグ モードの必要事項
- プログラム モード
- MPLAB REAL ICE インサーキットエミュレータが使うリソース

2.2 MPLAB REAL ICE インサーキットエミュレータと MPLAB ICE 2000/4000 エミュレータの比較

MPLAB REAL ICE インサーキットエミュレータシステムは次世代型インサーキットエミュレータ (ICE) システムです。これまでのインサーキットエミュレータシステム (例えば、MPLAB ICE2000/4000) とは、量産デバイスとエミュレーションデバイスが同じだという一つの重要な点で異なっています。これは実デバイスとエミュレート デバイスの差異が完全に除去されているということです。例えば、旧来のエミュレータシステムで、内部バスを外に出して外付けメモリが使えるようにしていたため起きていた速度ボトルネックは、実デバイスをエミュレーションで使えるようにしたことで除去されました。

別の重要な利点は、デバイスがリリースされてから、そのデバイスをサポートするエミュレータ モジュールがリリースされるまでの時間遅れがないということです。ヘッダ ボードが必要な場合は、デバイス リリースと同時に、わずかな遅れだけで開発できます。これは長期の開発期間を必要としたプロセッサ モジュールに比べ大きく改善されました。

2.3 MPLAB REAL ICE インサーキットエミュレータと MPLAB ICD 2 デバッガの比較

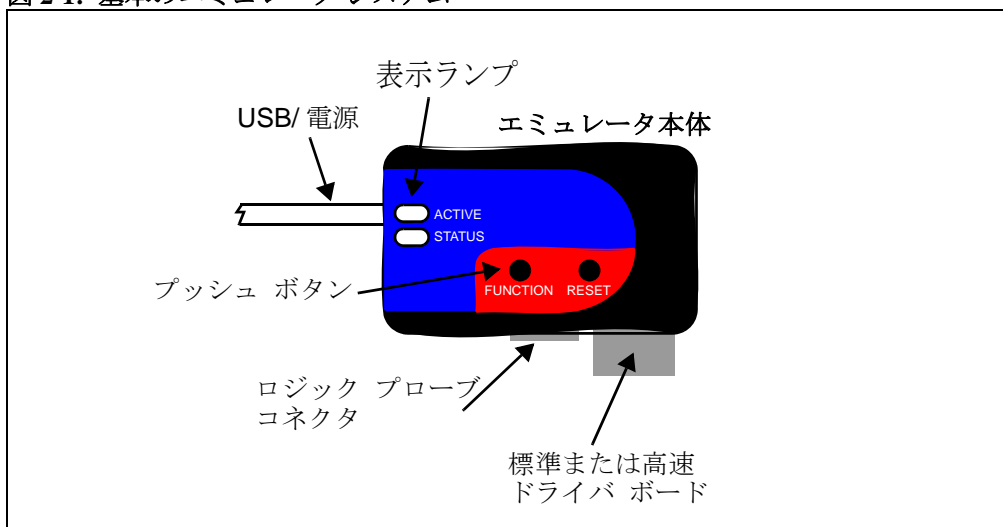
MPLAB REAL ICE インサーキットエミュレータシステムは、MPLAB ICD 2 インサーキットデバッガシステムと似ていますが、速度と機能で凌駕しています。標準の通信でも、MPLAB REAL ICE インサーキットエミュレータは MPLAB ICD 2 より高速です。高速通信オプションを使えば、さらに高速になります。さらに、基本的なデバッグ機能に加え、MPLAB REAL ICE インサーキットエミュレータはトレースのような「エミュレーション」機能も持っています。

2.4 システム コンフィギュレーション

MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータ システムは下記の基本要素で構成されています。

- エミュレータ本体、表示ランプ、押しボタン、ロジック プローブ コネクタ付き
- PC とエミュレータ本体の接続と本体への電源供給用の USB ケーブル
- ドライバ ボードと、エミュレータ本体と ICE ヘッドまたは対象ボードと接続するためのモジュラー ケーブル

図 2-1: 基本のエミュレータ システム



エミュレータ システムのコンフィギュレーションについて以下に説明します。

注 意

ソフトウェアと USB ドライバをインストールするまで、または本体や対象に電源が入っているときは、ハードウェアを接続しないで下さい。

2.4.1 標準の通信

エミュレータ システムは、プログラミングとデバッグ機能用に標準の通信を使うように構成することができます。6 ピンの MPLAB ICD 2 インサーキット デバッグと同じ接続で、ほぼ同じ機能が提供できます。

システムを対象とこの通信で接続構成する場合には、標準ドライバ ボードをエミュレータ本体に挿入します。モジュラー ケーブルを (1) 対象デバイスが対象ボードにあるときには、対象にある勘合するコネクタに接続するか (図 2-2)、(2) ヘッドボードに挿入して対象ボードに挿入するか (図 2-3) のいずれかとすることができます。

標準の通信の詳細は、第 7 章「ハードウェア仕様」を参照して下さい。

図 2-2: 標準エミュレータ システム - デバイスとオンボード ICE 回路がある場合

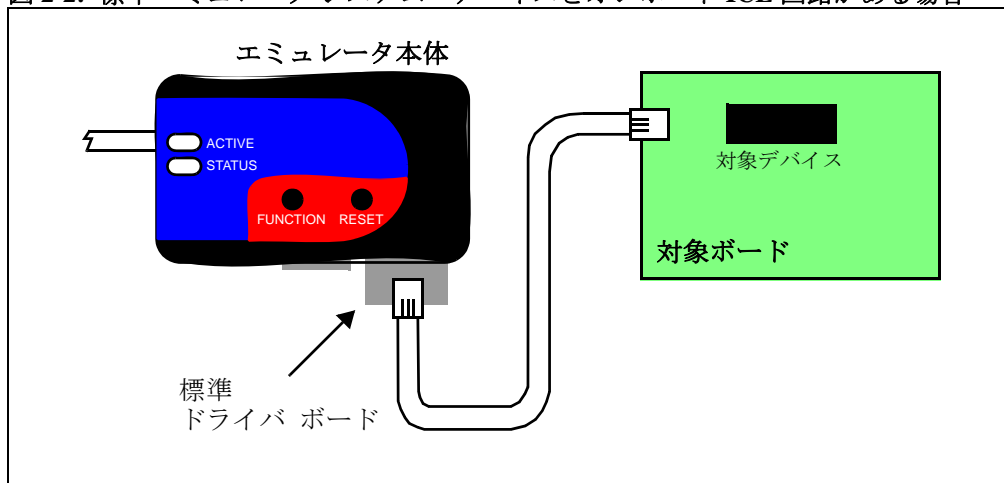
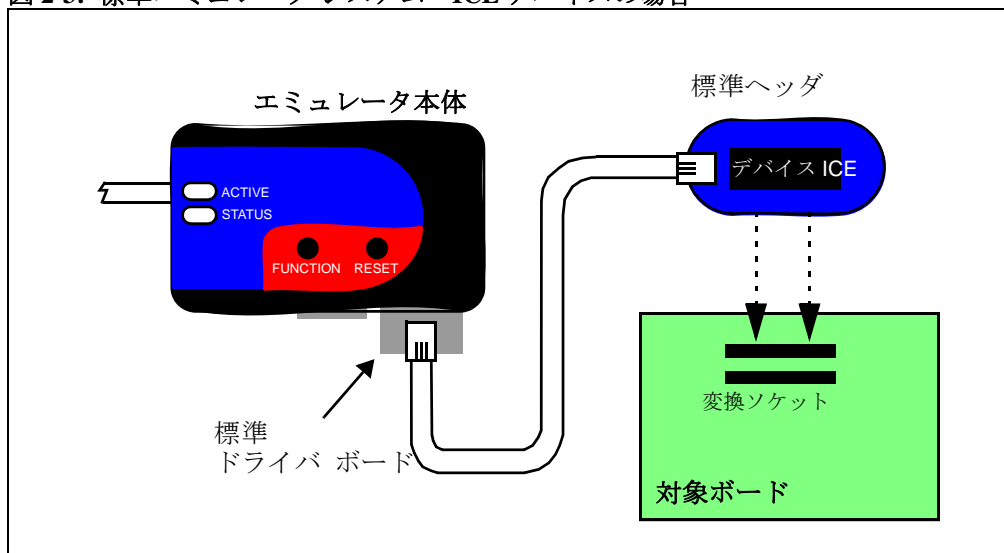


図 2-3: 標準エミュレータ システム - ICE デバイスの場合



2.4.2 高速通信

エミュレータシステムは、プログラミング用にもデバッグ用にも高速通信を使うように構成できます。この接続では高速動作が可能で、エミュレータと対象との間を長い距離にでき、標準接続に対しトレース機能が追加されます。

対象との間をこの通信タイプの構成とするには、高速ドライバボードをエミュレータ本体に挿入します。モジュラーケーブルを (1) オンボードに対象デバイスがある対象ボードと 8 ピンのコネクタで接続する高速レシーバボードにあるソケットに挿入するか (図 2-4)、(2) 対象ボードに接続する ヘッド / レシーバボードにあるソケットに挿入します (図 2-5)。

高速通信の詳細は第 7 章「ハードウェア仕様」を参照して下さい。

図 2-4: 高速エミュレータシステム – デバイスとオンボード ICE 回路がある場合

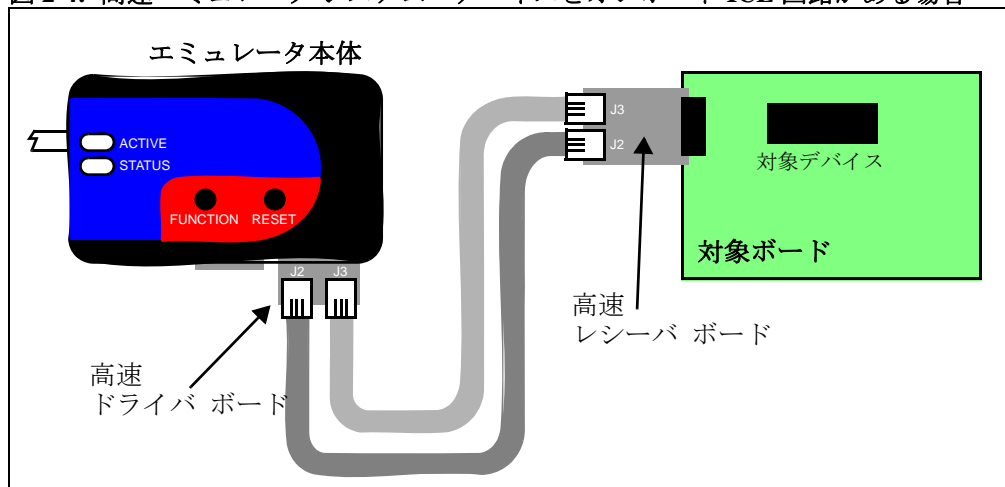
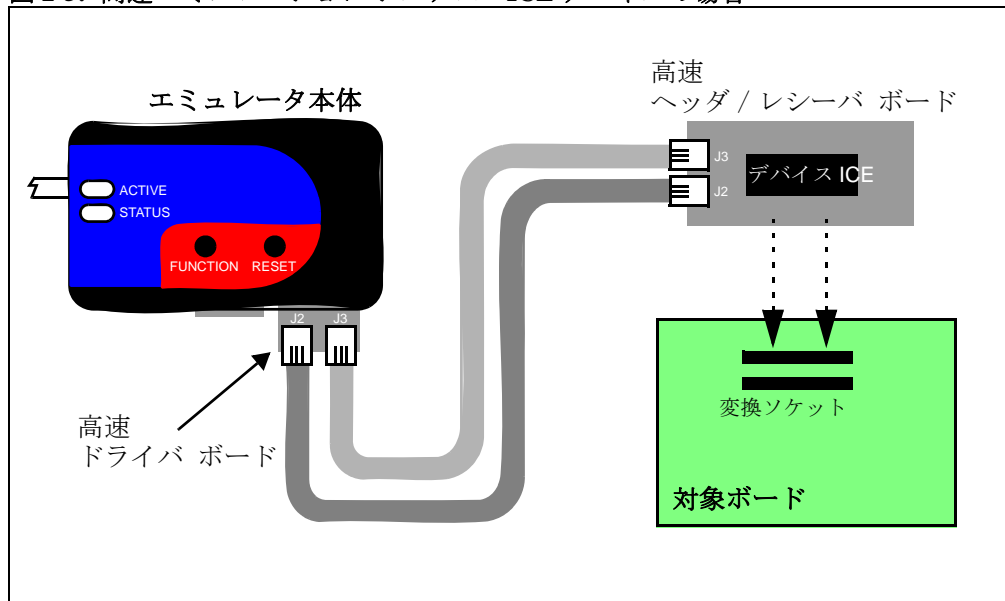


図 2-5: 高速エミュレーションシステム – ICE デバイスの場合



2.4.3 ハイブリッド通信 (将来)

エミュレータシステムは、コンバータを介して標準通信を高速通信に構成することができます。長距離のエミュレータ/対象間の通信を円滑にするため高速通信が必要で、追加のデバッグ機能を使わないならこの構成が有効です。

この通信タイプに構成するには、エミュレータに高速ドライバボードを挿入し、2本のモジュラーケーブルを接続します。これらのケーブルをコンバータボードのソケットに挿入します。標準ケーブルの一方をコンバータボードのソケットに挿入します。標準ケーブルのもう一方を、2.4.1項「標準の通信」に示すようにターゲットボードかヘッダボードのいずれかに挿入します。

2.5 通信接続

2種類のドライバボードがアプリケーションに合わせて用意されています。標準ドライバボード(MPLAB ICD 2 互換)は、RJ11コネクタを実装した多種のデモボードやアプリケーションの接続に使うことができます。高速ドライバ/レシーバボードの組みは、高速のアプリケーションで、追加のトレース機能を使い、エミュレータと対象間が長距離でノイズが多い環境で使うことができます。

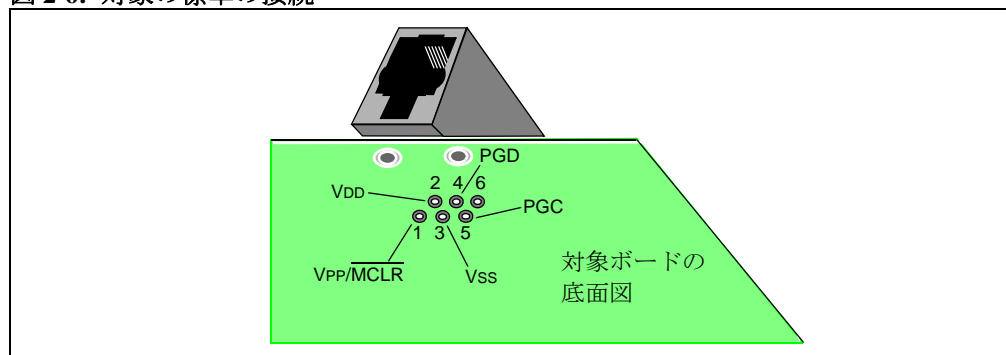
2.5.1 標準通信の場合の対象の接続

標準ドライバボードを使うには、MPLAB REAL ICE インサーキットエミュレータを対象デバイスにモジュラーインターフェースケーブル(6端子)で接続します。コネクタのピン配置を、図2-6に対象PCボードの裏面図で示します。

(日本メーカーのコネクタでは、上面と底面が逆になっているものがあるので注意)

注: ケーブル接続はエミュレータと対象で互いにミラーイメージの接続となります。つまり、一方の1ピンは、ケーブルの他端の1ピンに接続します。

図 2-6: 対象の標準の接続

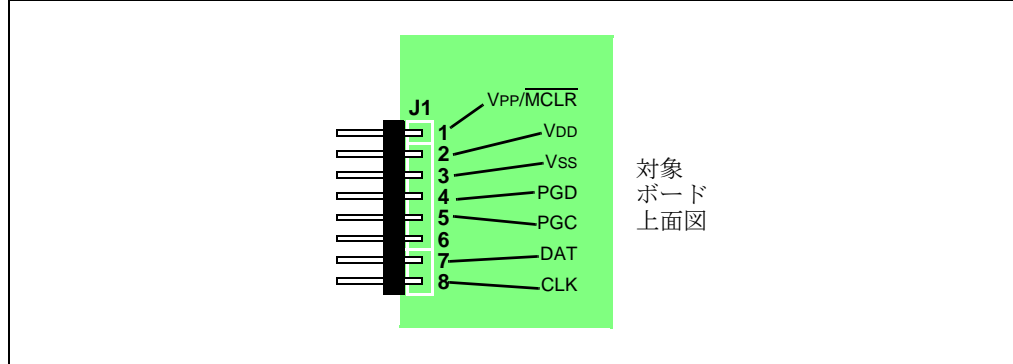


2.5.2 高速通信の場合の対象の接続

高速ドライバ/レシーバボードを使うには、MPLAB REAL ICE インサーキットエミュレータを対象デバイスと 8 ピンインターフェースで接続します。このコネクタのピン配置を図 2-7 に対象 PC ボードの上面図で示します。

注： ケーブル接続はエミュレータと対象で互いにミラーイメージの接続となります。つまり、一方の 1 ピンは、ケーブルの他端の 1 ピンに接続します。

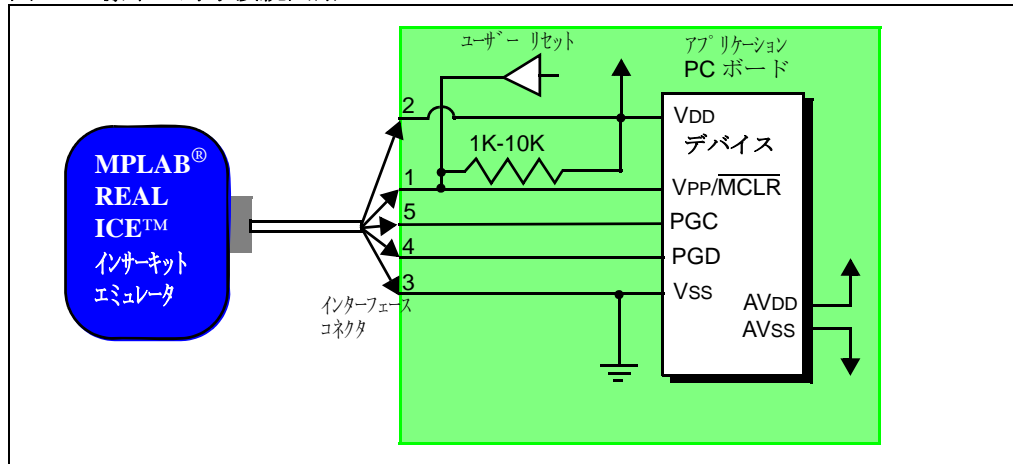
図 2-7: 対象との高速接続



2.5.3 対象の接続回路

図 2-8 に MPLAB REAL ICE インサーキットエミュレータと対象ボードのコネクタとの接続を示します。また、図にはコネクタから対象 PC ボード上のデバイスまでの配線接続も示しています。プルアップ抵抗 (通常約 10kΩ) を VPP/MCLR ラインから VDD に接続して、ラインを Low にすることでデバイスがリセットされるようにします。

図 2-8: 標準の対象接続回路



以下の説明では、1 ピン (VPP/MCLR)、5 ピン (PGC)、4 ピン (PGD) の 3 本の線だけが有効でコアのエミュレータ動作に関連します。上図では完全にするため 2 ピン (VDD) と 3 ピン (VSS) が示されていますが、エミュレータは検知だけしますが、供給も制御もしません。

対象の低電圧動作にレベル変換できるように、エミュレータが対象の VDD を検知することに注意して下さい。エミュレータがこの VDD ライン (インターフェースコネクタの 2 ピン) の電圧を検知できないと動作しません。

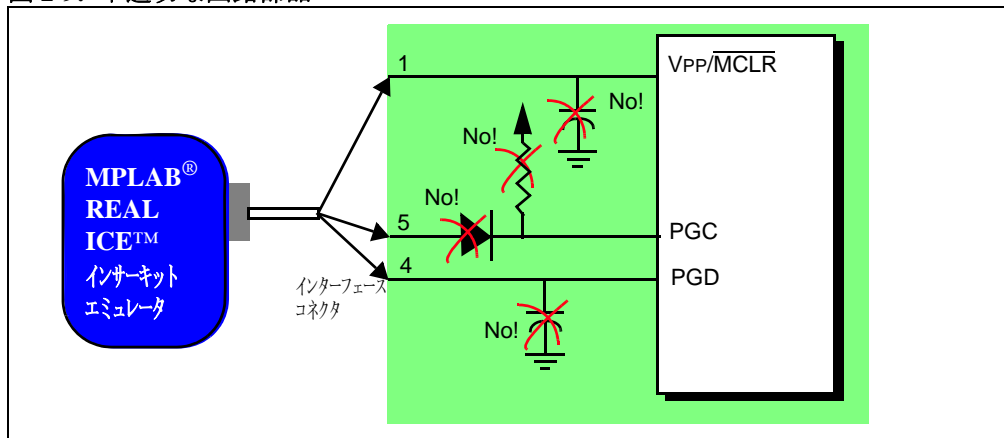
全デバイスが AVDD と AVSS ラインを持っているわけではありませんが、もし、対象デバイスが持っているときは、エミュレータが動作するためには、すべて適切なレベルに接続しなければなりません。

接続は非常に単純です。発生する問題のほとんどが他の接続か、次の項で説明するように、MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータの動作に影響する重要な配線上にある部品によることが大部分です。

2.5.4 エミュレータの機能を妨げる回路

図 2-9 は、エミュレータ配線上にある部品が、MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータ システムの機能を妨げることを示しています。

図 2-9: 不適切な回路部品



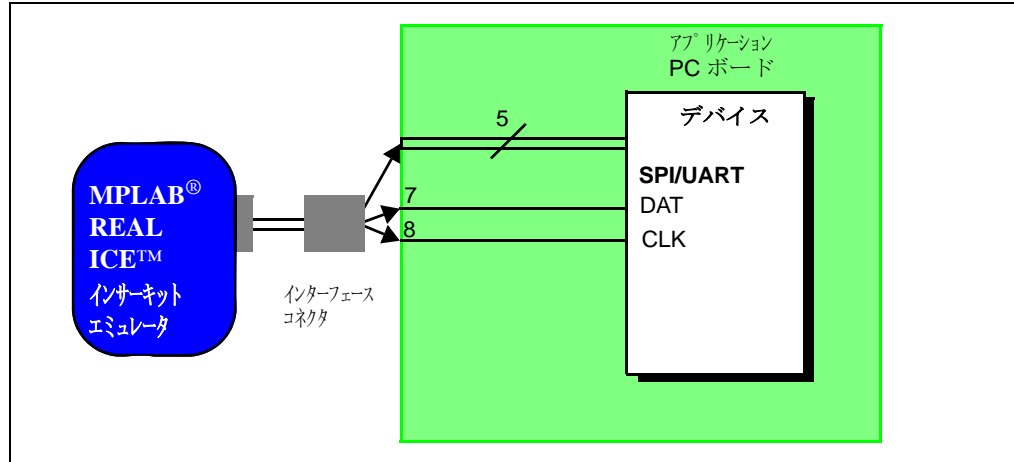
具体的にいうと、このガイドラインは下記となります。

- PGC/PGD はプルアップしない – エミュレータ内で各ラインに $4.7k\Omega$ のプルダウン抵抗があるので電圧レベルを分圧してしまいます。
- PGC/PGD にはコンデンサを付けない – プログラミングやデバッグ通信のときデータやクロックの高速転送を妨げてしまいます。
- MCLR にはコンデンサを付けない – VPP の高速転送を妨げてしまいます。単純なプルアップ抵抗だけで通常は十分です。
- PGC/PGD にダイオードを付けない – エミュレータと対象デバイス間の双方向通信を妨げてしまいます。

2.5.5 SPI/UART トレース接続 (将来)

高速通信を使うと、デバイスの SPI/UART と 7 ピン (DAT) と 8 ピン (CLK) を使ってシリアルトレース データを流すことができます。図 2-10 はこの付加接続を示します。4 ピン (PGD) と 5 ピン (PGC) (2.5.4 項「エミュレータの機能を妨げる回路」) には、プルアップ、コンデンサ、ダイオードを使ってはいけません。

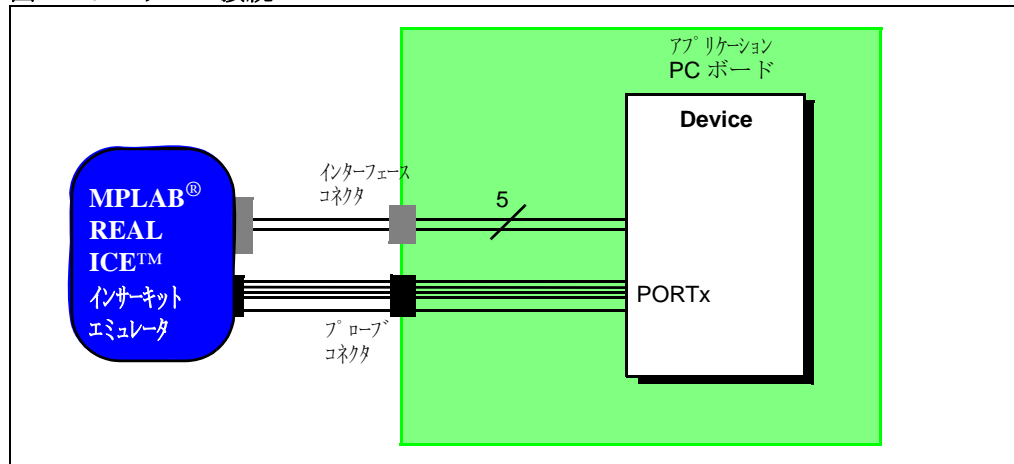
図 2-10: シリアルトレース接続



2.5.6 I/O ポートトレース接続

デバイスの I/O ポートとエミュレータのロジックプローブコネクタを使ってパラレルトレース データを流すことができます。これは非常に高速で大量のデータのトレースを可能としますが、パラレルケーブルの長さによりエミュレータと対象間の距離が制限されます。図 2-11 に付加接続を示します。

図 2-11: パラレル接続



このトレース構成は、7 本のデータ線と 1 本のクロックにより転送されます (7.5.4 項「ロジックプローブ/外部トリガインターフェース」を参照)。

4 ピン (PGD) と 5 ピン (PGC) には、プルアップ、コンデンサ、ダイオードを付加してはいけません (2.5.4 項「エミュレータの機能を妨げる回路」)。プローブピンを入力として使うときには、それらを駆動する回路を用意しなければなりません。未使用ピンは、プルアップかグランド接続します。浮いたピンは、誤ったトリガ要因となることがあります。

このタイプのトレースの詳細は 5.5.2 項「I/O ポート トレース」を参照して下さい。

2.6 デバッグモード

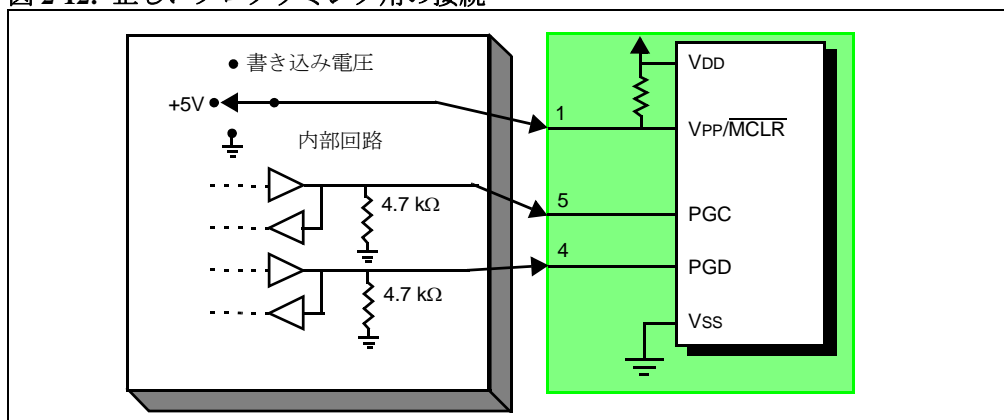
MPLAB REAL ICE インサーキットエミュレータシステムのデバッガとしての使い方には2ステップとなります。最初は、対象デバイスへのアプリケーションのプログラミングです。次に、対象フラッシュデバイスの内蔵インサーキットデバッグハードウェアを使って、アプリケーションプログラムの実行とテストをします。この2ステップは、MPLAB IDE 操作に直接関連します。

1. 対象にコードをプログラムして、専用デバッグ機能を起動します (詳細は次項を参照して下さい)。
2. エミュレータでブレークポイント設定や実行をします。

対象デバイスに正しくプログラミングできないと、MPLAB REAL ICE インサーキットエミュレータではデバッグできません。

図 2-12 にプログラミング時の基本の接続を示します。これは図 2-8 と同じですが、判りやすくするためエミュレータからの VDD と VSS ラインは示していないことに留意して下さい。

図 2-12: 正しいプログラミング用の接続



図では、MPLAB REAL ICE インサーキットエミュレータ本体の内部インターフェース部分を単純化して示しています。プログラミングには、対象デバイスのクロックは必要としませんが、電源は必須です。プログラミングするときは、エミュレータは VPP をプログラミングレベルにし、PGC にクロックを、PGD にシリアルデータを出力します。正しくプログラミングされたかベリファイするため、クロックが PGC に供給され、PGD に読み出したデータが戻って来ます。これが、開発時のデバイスの ICSP プロトコルとなります。

2.7 デバッグモードの必要事項

MPLAB REAL ICE インサーキットエミュレータでデバッグする (ブレークポイント設定、レジスタチェックなど) ためには、正しく動作しなければならない要素があります。

- エミュレータは PC に接続。USB ケーブルで PC から電源供給し、USB ケーブルで MPLAB IDE ソフトウェアと通信できなければなりません。詳細は第 3 章「インストール」を参照して下さい。
- エミュレータは、モジュラーインターフェースケーブル (または相当品) で、対象デバイスの VPP、PGC、PGD ピンと接続されていなければなりません。さらに VSS と VDD も、エミュレータと対象デバイス間で接続されている必要があります。
- 対象デバイスには電源および、正常発振できるオシレータを供給しなければなりません。対象デバイスがいかなる理由でも動作できる状態でないと、MPLAB REAL ICE インサーキットエミュレータではデバッグできません。

- 対象デバイスのコンフィギュレーションが正しくプログラムされていなければなりません。
 - 発振コンフィギュレーションビットは対象の設計に応じて設定されている (例えば RC、XT など)。
 - ウォッチドッグ タイマがデフォルトで許可になっているデバイスは、禁止にします。
 - 対象デバイスがコードプロテクト許可になってはなりません。
 - 対象デバイスがテーブルリードプロテクト許可になってはなりません。
 上記条件が揃えば、下記のようにします。
- デバッグ モードへの操作手順
- デバッグ モードの詳細

2.7.1 デバッグ モードへの操作手順

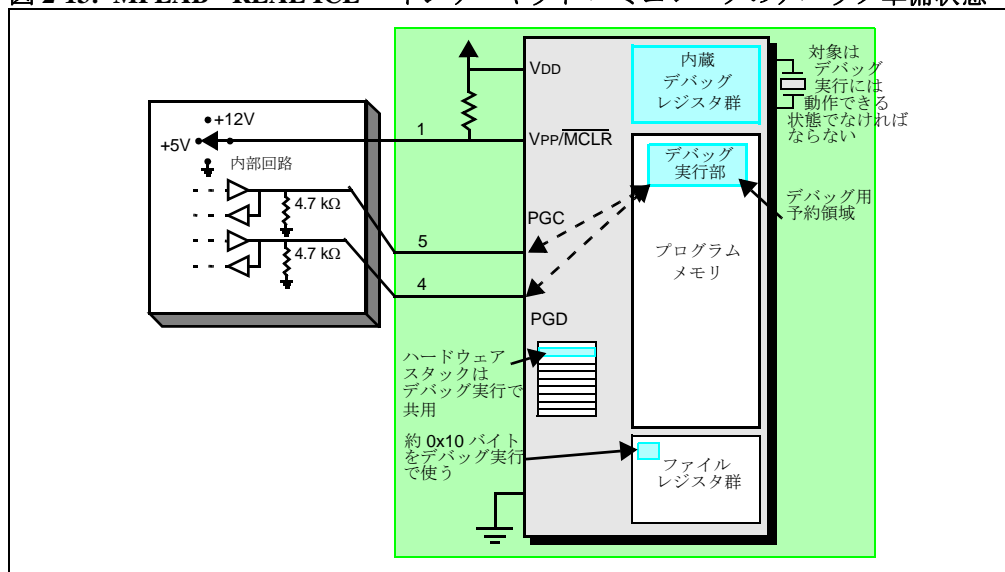
デバッグ モードの必要事項が満足されたら、MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータをデバッガとして使えるようにします ([Debugger] → [Select Tool])。

- [Debugger] → [Program] を選択すると、アプリケーションのコードがデバイスのメモリに上記で説明した ICSP によりプログラムされます。
- 小さな「デバッグ実行部」プログラムが対象デバイスのプログラム メモリの高位エリアにロードされます。デバッグ実行部はプログラム メモリに常駐しますので、アプリケーションプログラムはこの予約空間を使ってはいけません。デバッグ実行部は、標準でプログラム メモリの 0x120 ワードを必要とします。デバイスには、デバッグ実行部用に専用のメモリ エリアを搭載するものがあります。詳細はお使いのデバイスのデータ シートを参照して下さい。
- 専用の「インサーキット デバッグ」レジスタが対象デバイス内で有効となります。これらがエミュレータによりデバッグ実行が動作できるようにします。
- 対象デバイスは、Vpp/MCLR ラインを Low にしている限りリセット状態を保持します。

2.7.2 デバッグ モードの詳細

図 2-13 に MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータ システムのデバッグ準備状態を表します。

図 2-13: MPLAB® REAL ICE™ インサーキット エミュレータのデバッグ準備状態



通常、アプリケーションプログラムが正常に実行されているかを見るには、プログラムコードの最初の方にブレークポイントを設定します。MPLAB IDE のユーザーインターフェースでブレークポイントを設定すると、ブレークポイントのアドレスが対象デバイスの特別な内蔵デバッグレジスタに格納されます。PGC と PGD 上のコマンドにより、直接これらのレジスタと通信してブレークポイントアドレスを設定します。

次に、MPLAB IDE で、**[Debugger]** → **[Run]** とするか Run アイコン (右矢印) を押します。これでエミュレータは VPP/MCLR ラインを上げて対象の実行を許可します。対象はリセットベクタから実行を開始し、先に内蔵デバッグレジスタに格納したブレークポイントのアドレスにプログラムカウンタが到達するまで実行します。

ブレークポイントアドレスの命令が実行された後、対象デバイスのインサーキットデバッグメカニズムが「起動」され、デバイスのプログラムカウンタがデバッグ実行部に移され (割り込みとよく似ています)、ユーザーアプリケーションが事実上停止します。エミュレータは PGC と PGD 経由でデバッグ実行部と通信し、ブレークポイントの状態情報を取得して MPLAB IDE に渡します。MPLAB IDE は、続けて問い合わせをエミュレータに送り、ファイルレジスタの内容や CPU の状態などの対象デバイスの情報を入手します。この問い合わせは最終的にデバッグ実行部で処理されます。

デバッグ実行部は、プログラムメモリ内のアプリケーションプログラムのように動作します。スタックの一部 (通常 1 個か 2 個のみ) と、通常、約 14 個のファイルレジスタを一時変数として使います。デバイスが発振していないとか、電源の誤接続とか、対象ボードの短絡とかなどいかなる理由でも実行中でなければ、デバッグ実行部は MPLAB REAL ICE インサーキットエミュレータと通信できず、MPLAB IDE はエラーメッセージを出力します。

ブレークポイントとする別の方法は、MPLAB IDE の **[Halt]** ボタン (Run 矢印の右にある「停止」記号) を押すことです。これで PGC と PGD ラインを反転するため、対象デバイスのインサーキットデバッグメカニズムがプログラムカウンタをプログラムメモリ中のユーザーコードからデバッグ実行部に切替えます。再度、対象プログラムが事実上停止し、MPLAB IDE がエミュレータの通信を使ってデバッグ実行部に対象デバイスの状態を問い合わせます。

2.8 プログラムモード

デバイスをプログラムするため、**[Programmer]** → **[Program]** を選択したときは、MPLAB IDE はインサーキットデバッグ用レジスタを無効にし、MPLAB REAL ICE インサーキットエミュレータは対象アプリケーションコードとコンフィギュレーションビット (そして有効で選択されていれば EEPROM データも) だけを対象デバイスにプログラムします。デバッグ実行部はロードされません。このモードでは、エミュレータは MCLR ラインを切り替えて対象デバイスをリセットしたりスタートさせたりするだけです。ブレークポイントは設定できませんし、レジスタ内容を見ることが変更もできません。

MPLAB REAL ICE インサーキットエミュレータシステムは、対象を ICSP を使ってプログラムします。プログラミングにはクロックは不要で、コードプロテクトや、ウォッチドッグタイマの有効化、テーブル読み出しのプロテクトなどのプロセッサの全モードもプログラムできます。

注: デバッグにはヘッダボードを必要とするデバイスがあります。これらのデバイスは、前述のように Vpp、PGC、PGD ラインを正しく接続すれば、ヘッダなしでもプログラムできます。

2.9 MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータが使うリソース

MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータは、デバイスに応じてオンチップのリソースをデバッグの時使います。

2.9.1 dsPIC DSC/PIC24 デバイス

エミュレータ デバイス (デバイス -ICE) とヘッダ ボードでは、ピンを無駄にすることなくエミュレータのデバッグ機能を使うことができます。さらなる情報は『Header Board Specification』(DS51292) を参照して下さい。

一般的な使用リソース

- MCLR/VPP がプログラミングと共用

プログラム/データ メモリの使用

MPLAB IDE では、予約レジスタであることを示すため、プログラム メモリと/またはデータ メモリ (ファイル レジスタ) で "R" という記号で表示します。

デバイス	使用プログラム メモリ	使用ファイル レジスタ
dsPIC DSC/PIC24 (デバイス -ICE)	なし *	0x800-0x822

* ユーザー プログラム メモリ空間はデバッグには使いません。

第3章 インストール

3.1 はじめに

MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータ システムをどのようにインストールするかを説明します。

- ソフトウェアのインストール
- USB デバイス ドライバのインストール
- 対象ボードとの通信の選択
- ロジック プロブの接続
- エミュレータの接続と電源供給
- 対象ボードの接続と電源供給

3.2 ソフトウェアのインストール

MPLAB IDE をインストールするには、まず、最新の MPLAB IDE インストール用実行ファイル (MPxxxxxx.exe、ここで xxxxxx は MPLAB IDE のバージョンを表す) を、マイクロチップのウェブサイト (www.microchip.com) か、『MPLAB IDE CD-ROM』(DS51123) から入手します。そして実行ファイルを実行し、MPLAB IDE インストール画面にしたがって進めます。

注： MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータを使用するには、MPLAB IDE v7.43 以降が必要です。

3.3 USB デバイス ドライバのインストール

MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータ用 USB デバイス ドライバのインストールが、エミュレータで USB 通信を行う前に必要です。ドライバのインストールは、下記フォルダーの html 指示に従ってください。

MPLAB IDE installation directory\REAL ICE\Drivers\ddri.htm

注： USB ポート/ハブを変更すると、ドライバの再インストールが必要です。

3.4 対象ボードとの通信の選択

もしまだであれば、適切なドライバボードをエミュレータ本体に挿入し、ケーブルを装着して下さい。ドライバボードを変更するには、USB を抜いて対象ボードの電源をオフにし、ボードを抜き、次に別のボードを挿入してから USB を挿入して対象ボードの電源をオンとします。

注 意

エミュレータも対象ボードも、ドライバボードを抜き差しするときは電源をオフにしてください。そうしないとドライバボードに損傷を与えることになります。

ドライバボードは、対象ボードとの通信のタイプを選択するために本体に挿入され、標準 (ヘッダボードや多くのデモボード) か、高速 (対象ボードがエミュレータと 6 インチ以上離れているとき) となります。詳細は 2.4 項「システム コンフィギュレーション」を参照して下さい。

ICE デバイスの場合は、ICE ヘッドボードが必要です。ヘッドボードには特定のデバイスか、デバイスファミリをエミュレートするのに必要なハードウェアが実装されています。ICE ヘッドに関するさらなる情報は『Header Board Specification』(DS51292)を参照して下さい。

注：将来、ICD デバイス (デバイス -ICD) 用に ICD ヘッドボードが使われ、標準デバッグ機能は可能になりますが、エミュレータ デバッグ機能はできません。

変換ソケットは、対象ボードにヘッドを接続するため、ICE ヘッドと一緒に使います。

変換ソケットは多くの型の種類があり、共通のヘッドをサポートされている表面実装パッケージに接続できるようにします。変換ソケットのさらなる情報は『Transition Socket Specification』(DS51194)を参照して下さい。

標準デバイスの場合は、対象ボードのコネクタに合う適切なドライバボードを選ぶことでエミュレータを対象ボードに直接接続できます。標準コネクタの場合は、標準ドライバボードとケーブルを使用下さい。8ピンコネクタの場合は、高速ドライバボードとケーブルを選択し、高速レシーバボードに接続してそれを8ピンコネクタに装着します。

対象デバイスは、MPLAB REAL ICE インサーキットエミュレータでそれをエミュレーションするには、内蔵デバッグ回路を持っていないけません。そのデバイスが、デバッグ回路を搭載しているか、つまりそれが **[Background Debugger Enable]** というコンフィギュレーションビットを持っているかどうかは、デバイスデータシートを参照して下さい。

注：将来、ICD デバイス (デバイス -ICD) 用に ICD ヘッドボードが使われ、標準デバッグ機能は可能になりますが、エミュレータ デバッグ機能はできません。

3.5 ロジックプローブの接続

ロジックプローブは、エミュレータ本体のプローブコネクタに接続します。このプローブは、外部トリガでMPLAB REAL ICE インサーキットエミュレータを停めることができ、オシロスコープやロジックアナライザなどの外部機器を同期させるためのトリガ出力を供給します。

このコネクタは、I/Oポートのトレースにも使われます。**2.5.6 項「I/Oポートトレース接続」**参照。

3.6 エミュレータの接続と電源供給

もしまだであれば、提供されたケーブルで、エミュレータ本体とPCをUSBポートで接続して下さい。USB接続は、エミュレータとPC間の通信と、エミュレータへの電源を提供します。

エミュレータ本体には、トレース、ブレイク、エミュレートなどの共通のエミュレータ機能の実行に必要なハードウェアを内蔵しています。

3.7 対象ボードの接続と電源供給

もしまだであれば、選択したドライバボード (**3.4 項「対象ボードとの通信の選択」**参照) に対応したケーブルで、エミュレータ本体と対象ボードを接続して下さい。そして対象ボードに電源を供給します。

注：エミュレータは対象ボードの電源を供給できません。

第 4 章 全般的なセット アップ

4.1 はじめに

MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータの使い方について説明します。

- MPLAB IDE ソフトウェアの起動
- プロジェクトの生成
- プロジェクトの表示
- プロジェクトのビルド
- コンフィギュレーション ビットの設定
- エミュレータをデバッガかプログラマとして設定する
- 設定ダイアログ

4.2 MPLAB IDE ソフトウェアの起動

MPLAB IDE ソフトウェアをインストール (3.2 項「ソフトウェアのインストール」) したあと、下記いずれかの方法で起動します。

- [Start] → [Programs] → [Microchip] → [MPLAB IDE vx.xx] → [MPLAB IDE] を選択、ここで vx.xx はバージョン番号です。
- MPLAB IDE のデスクトップアイコンをダブルクリックする。
- MPLAB IDE をインストールしたディレクトリの \core サブディレクトリ内にある mplab.exe ファイルを実行する。

ソフトウェアの使い方に関するさらなる情報は下記を参照して下さい。

- 『MPLAB IDE User's Guide』(DS51519) – MPLAB IDE の包括的なガイドです。
- 『MPLAB IDE Quick Start Guide』(DS51281) – ユーザー ガイドの第 1 章と第 2 章です。
- オンライン ヘルプ ファイル – MPLAB IDE と MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータの最新情報です。
- Readme ファイル – 各リリース時の最終の情報で、Readme for MPLAB IDE.txt と Readme for MPLAB REAL ICE Emulator.txt に含まれています。両ファイルとも、MPLAB IDE のインストールディレクトリの Readmes サブディレクトリにあります。

4.3 プロジェクトの生成

新たにプロジェクトを生成する最も簡単な方法は、**[Project]** → **[Project Wizard]** を選択することです。プロジェクトウィザードの手助けにより、プロジェクトを構成するための新たなプロジェクトと言語ツールが生成されます。このウィザードが、ソースファイル、ライブラリ、リンカスクリプトなどの、**[Project]** ウィンドウの多くの「ノード」へ追加する作業を案内してくれます。ウィザードの使い方の詳細は MPLAB IDE の文書を参照して下さい。基本的なステップは下記とします。

- デバイスの選択 (例えば PIC24FJ128GA010)
- 言語ツール集の選択 (例えば Microchip C30 Toolsuite)
- プロジェクトの名前付け
- ファイルの追加 (例えば、program.c、support.s、p24FJ128GA010.gld)
プロジェクトにリンカスクリプトを追加することを忘れないように。リンカスクリプトは、デフォルトでは、下記ディレクトリにあります。

MPLAB ASM30

- C:\Program Files\Microchip\MPLAB ASM30 Suite\Support\gld

MPLAB C30

- C:\Program Files\Microchip\MPLAB C30\support\gld
- C:\pic30_tools\support\gld

4.4 プロジェクトの表示

プロジェクトウィザードでプロジェクト生成後は、プロジェクトとそれに関連するファイルが **[Project]** ウィンドウで見られます。**[Project]** ウィンドウを使ってプロジェクトにファイルを追加することができます。**[Project]** ウィンドウ内のツリー行のどこかで右クリックすると、ファイルを追加、削除するための追加オプションのメニューがポップアップ表示されます。

[Project] ウィンドウの詳細は、MPLAB IDE の文書を参照して下さい。

4.5 プロジェクトのビルド

プロジェクトを生成したら、アプリケーションのビルドが必要です。これで、MPLAB REAL ICE インサーキットエミュレータで対象にプログラムできるアプリケーションのオブジェクトコード (hex) が生成されます。

ビルドのオプション設定には、**[Project]** → **[Build Options]** → **[Project]** を選択します。

注: プロジェクトマネージャツールバーのドロップダウンリストから「Debug」を選択して下さい。

これで **[Project]** → **[Build All]** を選択すればプロジェクトがビルドされます。

4.6 コンフィギュレーションビットの設定

デバイスコンフィギュレーションはコードの中で設定できますが、MPLAB IDE の **[Configuration]** ウィンドウからも設定できます。**[Configure]** → **[Configuration Bits]** を選択します。**[Settings]** 欄のテキストをクリックすれば、変更ができます。

大部分のデバイスで、初期化時点でウォッチドッグタイマが有効になっています。通常このビットは無効にしておく方が良いでしょう。

4.7 エミュレータをデバッガかプログラマとして設定する

MPLAB REAL ICE インサーキットエミュレータをデバッグツールとして使用する場合は、**[Debugger]** → **[Select Tool]** → **[MPLAB REAL ICE]** を選択して下さい。いったんツールを選択すると、デバッガメニューと MPLAB IDE のツールバーがデバッガのメニューに切り替わります。また、**[Output]** ウィンドウが開き、ICE の状態と通信に関するメッセージが **[MPLAB REAL ICE]** タブ上に表示されます。

MPLAB REAL ICE インサーキットエミュレータをプログラマツールとして使用するには、**[Programmer]** → **[Select Programmer]** → **[MPLAB REAL ICE]** を選択して下さい。いったんツールを選択すると、プログラマメニューと MPLAB IDE ツールバーがプログラマ用オプションの表示に切り替わります。また、**[Output]** ウィンドウが開き、ICE の状態と通信に関するメッセージが、**[MPLAB REAL ICE]** タブ上に表示されます。

4.8 設定ダイアログ

[Settings] ダイアログを開き、MPLAB REAL ICE インサーキットエミュレータを設定するには **[Debugger]** → **[Settings]** または **[Programmer]** → **[Settings]** を選択します。

- プログラムメモリタブ
- コンフィギュレーションタブ
- 内蔵トレースタブ

4.8.1 プログラムメモリタブ

[Programmer] ダイアログのこのタブでは、デバッグ/プログラミングのオプションの設定ができます。

- MPLAB REAL ICE でメモリと範囲を選択できるようにする。エミュレータは選択したデバイスとデフォルトの設定を、何をプログラムするかを決定するのに使います。
- メモリと範囲の手動選択。メモリタイプとプログラムするメモリ範囲を選択します。

表 4-1: 手動選択オプション

メモリ	
Program	対象のプログラムメモリにプログラムするにチェック
Configuration	コンフィギュレーションメモリをプログラムするにチェック 注: このメモリはデバッグモードでは常にプログラムされる
EEPROM	有効なら、対象の EEPROM メモリを消去後プログラムするにチェック。あるいは対象の EEPROM メモリを消去するのチェックを外す
ID	対象の ID メモリをプログラムするにチェック
プログラムオプション	
Erase all before Program	プログラミング開始前に全メモリ消去にチェック。 新デバイスか消去済みデバイスをプログラミングするのでなければ、このチェックボックスは重要です。もしチェックがないと、デバイスは消去されないで、デバイスに既にあるコードとマージされてコードがプログラムされてしまいます。
プログラムメモリ	
Start, End	開始と終了の 16 進アドレス範囲のプログラムメモリがプログラミングされ、読み出されベリファイされます。 不正の終了アドレスによるプログラミングエラーメッセージを受信したら、再接続して終了アドレスを修正してから再度プログラミングする必要があります。 注: アドレス範囲は消去動作には適用されません。消去機能は、デバイスの全データを消去します。

4.8.2 コンフィギュレーション タブ

ファームウェアのオプションを設定します。

- **[Auto Download Latest Firmware]** をチェックする (推奨)
- ターゲット デバイスにダウンロードするファームウェア ファイルを手動選択するには、**[Manual Download]** をクリックします。

4.8.3 内蔵トレース タブ

トレース バッファのサイズを設定して下さい。

注: 現状では最大 256k トレース行です。

トレースについては 第 5 章項「デバッガとしてのエミュレータの使い方」を参照して下さい。

第5章 デバッガとしてのエミュレータの使い方

5.1 はじめに

MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータのデバッガとしての使用法を説明します。

- デバッガ概要
- ブレークポイント
- トリガ
- トレース
- デバッグ機能
- デバッグ用ダイアログ/ウィンドウ

5.2 デバッガ概要

MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータをデバッグツールとして使うには **[Debugger]** → **[Select Tool]** → **[MPLAB REAL ICE]** を選択します。ツールを選択すると、デバッガメニューと MPLAB IDE のツールバーがデバッグ オプション表示に切り替わります。また、**[Output]** ウィンドウが開き、**[MPLAB REAL ICE]** タブに ICE の状態と通信に関するメッセージが表示されます。

[Settings] ダイアログを開き、オプションの設定が必要なときは **[Debugger]** → **[Settings]** を選択して下さい。

5.3 ブレークポイント

[Debugger] → **[Breakpoints]** を選択して **[BreakPoints]** ダイアログを開き、複数ブレークポイントの設定や条件設定をします。また、コード上で右クリックして個別のブレークポイントを設定します。

ブレークポイントとトリガは同じリソースを使います。したがって、ブレークポイントの最大数は、実際にはブレークポイント/トリガの両方の合計となります。

詳細は、**5.7.1** 項「ブレークポイントダイアログ」を参照して下さい。

5.4 トリガ

[Debugger] → **[Triggers]** を選択すると **[Triggers]** ダイアログから下記設定ができます。

- リアルタイムのデータキャプチャトリガ。停止したときの更新状態ではなく、リアルタイムデータの値の更新を MPLAB IDE の変数ウィンドウで見たいときは、リアルタイムデータキャプチャを使います。
- 外部トリガ。ロジックプローブポートを使ってハードウェアトリガを設定するときに外部トリガを使います。

ブレークポイントとデータキャプチャトリガは、同じリソースを使います。したがって、ブレークポイントの実際の最大数は、ブレークポイントとトリガの合計となります。

注： データキャプチャ間には 60 命令サイクルの遅延があります。

詳細は **5.7.7** 項「トリガダイアログ」を参照して下さい。

5.5 トレース

本項では、有効な内蔵トレースのタイプとその使い方について説明します。トレース ウィンドウの情報については、**5.7.10 項「トレース ウィンドウ」**を参照して下さい。

- キャプチャ トレース
- I/O ポート トレース
- トレースに対する必要事項
- トレースのためのプロジェクトの設定
- MPLAB IDE のトレースの設定
- トレースの実行
- トレースの無効化

5.5.1 キャプチャ トレース

キャプチャ トレースは標準、高速通信のどちらでも使え、追加の接続は不要です。この2線インターフェースは内蔵トレース マクロ形式を使います (**5.5.5 項「MPLAB IDE のトレースの設定」**を参照)。

キャプチャ トレースを使うと、リアルタイム データ キャプチャ トリガはハードウェアが競合するため使えません。しかし、ブレーク ポイントは依然有効です。データ キャプチャ トリガを使うには、キャプチャ トレースを無効にしなければなりません (**5.5.7 項「トレースの無効化」**を参照)。

5.5.2 I/O ポート トレース

I/O ポート トレースは、標準、高速通信いづれでも使えます。トレース用クロックとデータは、MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータのロジック プロープ コネクタを介してデバイスの I/O ポートによって供給されます。ハードウェア接続については **2.5.6 項「I/O ポートトレース接続」**を参照して下さい。

ポート インターフェースは、内蔵トレース マクロ形式を使います (**5.5.5 項「MPLAB IDE のトレースの設定」**を参照)。

5.5.3 トレースに対する必要事項

トレースを使うには下記が必要です。

- MPLAB IDE v7.43 またはそれ以降
- MPLAB C30 v2.04 またはそれ以降

注：内蔵トレースはCコードを使うときだけ有効で、アセンブラは無効です。

5.5.4 トレースのためのプロジェクトの設定

MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータを使うための MPLAB IDE と MPLAB IDE のプロジェクトの設定の仕方については **第4章「全般的なセットアップ」**を参照して下さい。

下記でトレースが有効になります。

- **[Project]** → **[Build Options]** → **[Project]** とし **[Trace]** タブを選択します。 **[Enable Instrumented Trace]** をクリックして、トレース データの転送方法を選択します。例えば **[Capture Trace]** は標準転送となり、**[I/O Port]** は I/O ポート転送となります。I/O ポート転送を使うときには、プルダウン リストからポートを選択します。 **[OK]** をクリックします。

5.5.5 MPLAB IDE のトレースの設定

トレースバッファは 256k バイトの情報を保持でき、最大値までセットできます (4.8.3 項「内蔵トレースタブ」参照)。トレースバッファは循環になっていて、最大値を超えると上書きします。

- PC アドレスを記録するには、コード行をクリックするかハイライトとしてから右クリックし、ポップアップメニューから **[Insert Line Trace]** を選択します。これで、下記行を選択行に追加挿入します。

```
__TRACE(id);
```

ここで id は行トレース番号でビルド時に自動生成されます。

注：コード中にマクロを挿入すると、プログラムの論理的流れを変えてしまうことがあります。必要などころには中括弧を付けて下さい。

- 変数の値を記録するには、ほとんど同じような方法でできます。まず変数の名前か記述をハイライトさせてから右クリックし、ポップアップメニューから **[Log Selected Value]** を選択します。これで以下の行が挿入され、ここに変数の値が含まれています。

```
__LOG(id,selected variable);
```

ここで id はビルド時に自動生成されるログ番号で、selected variable がハイライトにした変数です。

- トレースポイントの削除は、単にハイライトさせてトレース/ログマクロを削除するだけです。

5.5.6 トレースの実行

1. プロジェクトの再ビルド (**[Project]** → **[Build All]**)。

注：プロジェクトマネージャツールバーで、ドロップダウンリストから **[Debug]** を選択します。

2. 再ビルド後、トレースマクロがコード中にあるときは、**[Warning]** ダイアログで「ファイルが変更されています。再ロードしますか？」と問い合わせられます。**[Yes]** をクリックします。コードを調べると、すべての id が別の唯一の番号に置き換わっていることが判ります。

この警告を禁止し自動的に再ロードするには、**[Configure]** → **[Settings]** で **[Other]** タブを選択し、**[Automatically reload files that were modified outside of the IDE]** をチェックします。これで **[OK]** をクリックします。

3. デバイスを再プログラムします (**[Debugger]** → **[Program]**)。
4. プログラムを実行し停止させるか、ブレークポイントをセットして停止します。
5. トレースデータを見るため **[View]** → **[Trace]** を選択する (5.7.10 項「トレースウィンドウ」) か、**[Trace]** ウィンドウで右クリックして **[Reload]** を選択します。トレースポイントを変更する度に、このステップを繰り返します。

5.5.7 トレースの無効化

トレース機能を無効にするには下記のようにします。

1. 全トレースとログ マクロをコードから削除する。
 2. [Project] → [Build Options] → [Project] とし [Trace] タブを選択する。[Enable Instrumented Trace] のチェックを外す。[OK] をクリック。
 3. プロジェクトの再ビルド ([Project] → [Build All])。
 4. デバイスの再プログラム ([Debugger] → [Program])。
一時的にトレース転送を禁止するには、下記のようにします。
- [Project] → [Build Options] → [Project] とし [Trace] タブを選択する。転送の [Off] を選択する。[OK] をクリック。

5.6 デバッグ機能

MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータをデバッガメニューから選択すると、デバッグ項目に下記の MPLAB IDE の機能が追加されます。

- デバッガメニュー
- 右マウス ボタンメニュー
- ツールバー/ステータスバー

5.6.1 デバッガメニュー

[Run] F9

プログラムコードをブレーク ポイントで停まるか、[Halt] 選択まで実行する。

実行開始は現状のプログラムカウンタから行われる (ステータスバーに表示されています)。現状のプログラムカウンタ値は、[Program Memory] ウィンドウのポインタともなります。プログラム実行中は、いくつかの機能が禁止となります。

[Animate]

[Animate] では、デバッガは実際にはステップ実行し、実行中は、レジスタの値を実行しているように更新します。

[Animate] では [Run] 機能より実行は遅いですが、レジスタ値の変化を [Special Function Register] ウィンドウか [Watch] ウィンドウで見ることができます。

[Animate] を停めるには、メニューオプションの [Debugger] → [Halt] か、ツールバーの [Halt] あるいは <F5> を使います。

[Halt] F5

プログラムコードの実行をホルト (停止) します。[Halt] をクリックすると、ステータス情報が更新されます。

[Step Into] F7

プログラムコードの 1 ステップ実行。

アセンブリコードのときは、このコマンドで 1 命令 (単一または多重サイクル命令とも) ずつ実行しては停止します。1 命令実行後、全ウィンドウが更新されます。

C コードのときは、コマンドごとに、1 個から数個のアセンブラ命令に対応する C コードの 1 行を実行しては停止します。実行後、全ウィンドウが更新されます。

注: SLEEP 命令にステップを実行しないで下さい。

[Step Over] F8

C コードで現在のコード行をステップ オーバーします。

[Step Out]

無効です。

[Reset] F6

対象プロセッサのリセットシーケンスを発行します。この $\overline{\text{MCLR}}$ 出力でプログラムカウンタをリセットベクタにリセットします。

[Breakpoints]

[Breakpoints] ダイアログを開きます (5.7.1 項「ブレークポイントダイアログ」参照)。このダイアログで複数ブレークポイントを設定します。

注： コード行で右クリックかダブルクリックすることでも単一のブレークポイントを設定できます。

[Triggers]

リアルタイムデータキャプチャを設定する (5.7.7 項「トリガダイアログ」参照)。

[Program]

プログラムコードを対象デバイスにダウンロードする。

[Read]

対象メモリを読み込む。MPLAB IDE の情報が更新されます。

[Erase Flash Device]

全フラッシュメモリを消去する。

[Abort]

プログラミング動作 (例えば、プログラムや読み込みなど) を中止する。動作の中止によりデバイスは不定の状態となります。

[Settings]

[Programmer] ダイアログを開く (4.8 項「設定ダイアログ」参照)。プログラムとファームウェアのオプション設定をする。

5.6.2 右マウス ボタン メニュー

プログラムメモリとかソースコードファイルとかのコード表示に、下記のような右マウスメニューが表示されます。

[Log Selected Value]

トレースウィンドウのハイライトされた変数の値を記録する。5.5.5 項「MPLAB IDE のトレースの設定」を参照。

[Insert Line Trace]

トレースウィンドウで選択された行の実行を記録する。5.5.5 項「MPLAB IDE のトレースの設定」を参照。

[Set/Remove Breakpoint]

現在選択行にブレークポイントを設定または解除。

[Enable/Disable Breakpoint]

現在選択行のブレークポイントを有効化または無効化。

[Breakpoints]

全ブレークポイントの解除または有効化または無効化。

[Run To Cursor]

プログラムを現在カーソルがある位置まで実行。以前は、[Run to Here]。

[Set PC at Cursor]

プログラム カウンタ (PC) を現在位置にする。

5.6.3 ツールバー / ステータス バー

MPLAB REAL ICE インサーキットエミュレータがデバッガとして選択されると、下記のツールバーが MPLAB IDE に表示されます。

- 基本デバッグ ツールバー (**Run**、**Halt**、**Animate**、**Step Into**、**Step Over**、**Step Out**、**Reset**)。
- 簡易プログラム ツールバー (**Read**、**Program**、**Erase Flash Device**)。

選択したデバッグ ツール (MPLAB REAL ICE) は、他の開発情報と同じように、MPLAB IDE の下部のステータス バーに表示されます。ステータス バーの内容についての情報は、MPLAB IDE のオンラインヘルプを参照して下さい。

5.7 デバッグ用ダイアログ / ウィンドウ

下記のデバッグ ダイアログとウィンドウが、5.6 項「デバッグ機能」で説明したメニュー項目を使って開けます。

- ブレーク ポイント ダイアログ
 - ブレーク ポイント ダイアログの設定
 - ストップ ウォッチ ダイアログ
 - イベントブレーク ポイント ダイアログ
 - シーケンス付きブレーク ポイント ダイアログ
 - AND 条件ダイアログ
- トリガ ダイアログ
 - データ キャプチャ プロパティ ダイアログ
 - 外部トリガ追加ダイアログ
- トレース ウィンドウ

5.7.1 ブレーク ポイント ダイアログ

このダイアログでブレーク ポイントの異なるタイプを設定します。ダイアログ ウィンドウにブレーク ポイントを追加するには、[Add Breakpoint] をクリックします。これで高度なブレーク ポイント オプション用の他のボタンも使えるようになります。

5.7.1.1 ブレーク ポイント ダイアログ ウィンドウ

各ブレーク ポイントに関する情報がこのウィンドウに表示されます。

表 5-1: ブレーク ポイント ダイアログ ウィンドウ

コントロール	機能
Breakpoint Type	ブレーク ポイントのタイプ - プログラムかデータ
Address	ブレーク ポイント位置の 16 進アドレス
File Line #	ブレーク ポイント位置のファイル名と行番号
Enabled	ブレーク ポイントを有効にするチェック

デバッグとしてのエミュレータの使い方

ブレークポイントがウィンドウに追加されたら、右クリックでオプションのメニューが表示できます。

- **[Delete]** – 選択したブレークポイントを削除する
- **[Edit/View]** – ブレークポイントダイアログの設定
- **[Delete All]** – リストされた全ブレークポイントの削除
- **[Disable All]** – リストされた全ブレークポイントの無効化

5.7.1.2 ブレークポイントダイアログのボタン

ボタンを使ってブレークポイントを追加したり追加のブレーク条件設定を行います。さらに、ストップウォッチをブレークポイントやトリガと一緒に使うことができます。

表 5-2: ブレークポイントダイアログボタン

コントロール	機能	関連ダイアログ
Add Breakpoint	ブレークポイントの追加	5.7.2 項「ブレークポイントダイアログの設定」
Stopwatch	ストップウォッチの設定	5.7.3 項「ストップウォッチダイアログ」
Event Breakpoints	イベントにブレークを設定	5.7.4 項「イベントブレークポイントダイアログ」
Sequenced Breakpoints	ブレークするシーケンス設定	5.7.5 項「シーケンス付きブレークポイントダイアログ」
ANDED Breakpoints	ブレークする AND 条件の設定	5.7.6 項「AND 条件ダイアログ」

5.7.2 ブレークポイントダイアログの設定

ブレークポイントダイアログでブレークポイントを選択します。

5.7.2.1 プログラムメモリタグ

プログラムメモリブレークポイントをここで設定します。

表 5-3: プログラムメモリブレークポイント

コントロール	機能
Address	ブレークポイント位置を 16 進で表す
Breakpoint Type	プログラムメモリブレークポイントのタイプ。テーブル読み書きについての情報はデバイスのデータシートを参照 [Program Memory Execution] – 上記アドレスを実行するとブレーク [TBLRD Program Memory] – 上記アドレスをテーブル読み出しをするとブレーク [TBLWT Program Memory] – 上記アドレスをテーブル書き込みをするとブレーク
Pass Count	通過回数条件でブレーク [Always break] – [Breakpoint type] で指定した条件で常にブレーク [Break occurs Count instructions after Event] – [Breakpoint type] で指定した条件後、Count(0 ~ 255) 数の命令を実行してからブレーク [Event must occur Count times] – [Breakpoint type] で指定したイベントが Count (0 ~ 255) 回起きた後ブレーク

5.7.2.2 データ メモリ タブ

データ メモリ ブレーク ポイントをここで設定します。

表 5-4: データ メモリ ブレーク ポイント

コントロール	機能
Address	ブレーク ポイント位置を 16 進で表す
Breakpoint Type	データ メモリ ブレーク ポイントのタイプ。X バスの読み書きの情報についてはデバイスのデータ シートを参照 [X Bus Read] – 上記アドレスの X バスを読み出したらブレーク [X Bus Read Specific Byte] – 上記アドレスの X バスの読み出しで、 [Specific Value] で設定したバイト値だったらブレーク [X Bus Read Specific Word] – 上記アドレスの X バスの読み出しで、 [Specific Value] で設定したワード値だったらブレーク [X Bus Write] – 上記アドレスの X バスへ書き込んだらブレーク [X Bus Write Specific Byte] – 上記アドレスの X バスへの書き込みで、 [Specific Value] で指定したバイト値だったらブレーク [X Bus Write Specific Word] – 上記アドレスの X バスへの書き込みで、 [Specific Value] で指定したワード値だったらブレーク
Pass Count	通過条件でブレーク [Always break] – [Breakpoint type] で指定した条件で常にブレーク [Break occurs Count instructions after Event] – [Breakpoint type] で指定した条件後 Count(0 ~ 255) 数の命令を実行してからブレーク [Event must occur Count times] – [Breakpoint type] で指定したイベントが Count (0 ~ 255) 回起きた後ブレーク

5.7.3 ストップ ウォッチ ダイアログ

ストップ ウォッチは、あるブレーク ポイント / トリガ条件から別のものまでのタイミングを設定できます。

表 5-5: ストップ ウォッチの設定

コントロール	機能
Start Condition	[Select Start Condition] をクリックしてストップ ウォッチをスタートするブレーク ポイントかトリガ条件を選択。有効なブレーク ポイント / トリガは事前にブレーク ポイント ダイアログに追加されたもの [None] をクリックすると、スタート条件をクリア この条件でプログラム実行を停めるには、 [Start condition will cause the target device to halt] のチェック ボックスをチェック
Stop Condition	[Select Stop Condition] をクリックしてストップ ウォッチを停めるブレーク ポイントかトリガ条件を選択。有効なブレーク ポイント / トリガは事前にブレーク ポイント ダイアログに追加されたもの [None] をクリックすると停止条件をクリア この条件でプログラム実行を停めるには、 [Stop condition will cause the target device to halt] のチェック ボックスをチェック
Reset stopwatch on run	プログラム実行の都度ストップ ウォッチの値をゼロにリセット

5.7.4 イベント ブレーク ポイント ダイアログ

下記条件を選択するとプログラムは常にブレークします。

- **[Break on Watchdog Timer]** – ウォッチ ドッグ タイマのタイムアウトごとにブレーク。ウォッチ ドッグ タイマがコンフィギュレーション ビットで有効であることを確認して下さい。
- **[Break on SLEEP instruction]** – プログラム中で SLEEP 命令に遭遇したらブレークする。

5.7.5 シーケンス付きブレーク ポイント ダイアログ

ブレーク ポイントの発生シーケンスを設定します。ブレーク ポイントのシーケンス実行はボトムアップで、シーケンス内の最後のブレーク ポイントが最初です。

ブレーク ポイントをシーケンスに追加するには下記のようにします。

- **[Available Breakpoints]** のリストからブレーク ポイントを選択します。有効なブレーク ポイント / トリガとは事前にブレーク ポイント ダイアログに追加したものです。
- **[Sequence]** のリストからシーケンスを選択します。
- **[Add]** をクリックします。

シーケンス内のブレーク ポイントの順序を変えるには、**[Sequence list]** 内のブレーク ポイントをドラッグ ドロップします。

シーケンスからブレーク ポイントを削除するには下記とします。

- **[Sequence]** リスト内のブレーク ポイントを選択します。
- **[Remove]** をクリックします。

5.7.6 AND 条件ダイアログ

ブレークのための AND 条件を設定します。つまり、プログラムが停止するためには、ブレーク ポイント 1 とブレーク ポイント 2 が、同時に起きなければなりません。これはデータ ブレーク ポイントとプログラム ブレーク ポイントが同時に起きることでは起き得ません。

AND 条件にブレーク ポイントを追加するには下記とします。

- **[Available Breakpoints]** のリストからブレーク ポイントを選択します。有効なブレーク ポイント / トリガとは事前にブレーク ポイント ダイアログに追加したものです。
- **[Add]** をクリック。

シーケンスからブレーク ポイントを削除するには下記とします。

- **[ANDed Breakpoints]** リストからブレーク ポイントを選択します。
- **[Remove]** をクリックします。

5.7.7 トリガ ダイアログ

このダイアログでトリガを設定します。**[Add Data Capture]** をクリックして **[Data Capture Properties]** ダイアログを開き、リアルタイム データ キャプチャを設定します。**[Add External Triggers]** をクリックして **[Add External Trigger]** ダイアログを開き、ハードウェア トリガを設定します。

これでトリガ情報がこのダイアログに現れます。各トリガは個別に有効 / 無効にできます。

5.7.8 データ キャプチャ プロパティ ダイアログ

このダイアログを使って、あるデータ アドレスのリアルタイムのデータ キャプチャの設定をします。リアルタイム データ キャプチャは、ウォッチ、ファイルレジスタ、特殊機能レジスタの変数更新を停止することなくリアルタイムで実行します。

- キャプチャするデータ アドレスを 16 進で入力します。
- X バスからの読み書きが起きたらキャプチャするように指定します。

データ キャプチャは、レジスタ サイズの変数だけに適用されます。dsPIC DSC/PIC24 デバイスのときは、short や int などの 16 ビットの変数だけがキャプチャされますが、浮動小数や long 型はされません。

トリガとブレーク ポイントは同じリソースを使いますので、最大のブレーク ポイント数はトリガとブレーク ポイントの最大数にも適用されます。例えば、4 個のブレーク ポイントが可能とすると、2 個のブレーク ポイントが設定されると、2 個までのトリガしか設定できません。

キャプチャ トレースが使われると、リアルタイム データ キャプチャ トリガは、ハードウェアが競合するため使うことができません。しかし、ブレーク ポイントは依然有効です。

5.7.9 外部トリガ追加ダイアログ

ロジック プロブ ポートを外部トリガ設定とすると、このダイアログを使います。プロセッサの速度によってトリガ後に取り込む量が変わります。

- プルダウン メニューからトリガに使うピンを選択します。選択すると、エミュレータ画面に表示されたロジック プロブ ポート図上で対応するピンがハイライトされます。
- 次にトリガのタイプを選択します。

表 5-6: トリガ設定

トリガタイプ	トリガ	動作
入力	立上りか立下りエッジでトリガ	トリガで停止かリセット
出力	High から Low または Low から High のパルス	Halt か Run で実行

5.7.10 トレース ウィンドウ

トレース情報がこのウィンドウで見られます ([View] → [Trace])。トレースについては 5.5.1 項「キャプチャ トレース」を参照して下さい。

トレース コードまたは変数値はウィンドウの上半分で見られます。

- [Line] – トレースした項目の行番号
- [Address] – トレースした項目の行のアドレス
- [Value] – トレース項目の値、適用できるとき

選択あるいはハイライトされた各トレース項目は、[Show Source] が選択されていれば、対応するコード行がウィンドウの下半分に表示されます。

トレース ウィンドウ メニュー

下記は [Trace] ウィンドウの右クリックメニューのメニュー項目です。

[Close]

このウィンドウを閉じる。

[Find]

[Find] ダイアログを開く。[Find What] フィールドに検索したいテキスト列を入力するか、ドロップ ダウンリストからテキストを選択します。また、[Find] ダイアログを開く前に、編集ウィンドウからテキストを選択するか、検索したいワードにカーソルを置くことでもできます。

[Find] ダイアログでは、任意のオプションを選択できますし、検索方向も選択できます。上方向は挿入位置から戻る方向で検索し、下方向は進む方向で検索します。

[Find Next]

次の検索テキストの検索をします。

<F3> は最後の検索を繰り返します。

<Shift> + <F3> は最後の検索を逆方向にします。

[Go To]

指定した項目にジャンプします。

- [Trigger] – トリガの位置にジャンプします。
- [Top] – ウィンドウの上端にジャンプします。
- [Bottom] – ウィンドウの下端にジャンプします。
- [Go To Trace Line] – ダイアログで指定したトレース行に進みます。
- [Go To Source Line] – [File] ウィンドウを開き、選択したトレース行に対応したソースコード行に移動します。

[Show Source]

ウィンドウの下側のソース コードの表示 / 非表示をします。ウィンドウ バーがトレースとソース コードを分けていて、ドラッグすることでそれぞれの部分の表示サイズを変更できます。

[Reload]

トレース バッファの内容をトレース メモリ ウィンドウに再度読み込みます。

[Output to File]

トレース メモリ ウィンドウの内容をファイルに出力します。ダイアログの保存機能を使用して、サイクルとタブ情報を追加します。**[Start]** と **[End]** サイクルを入力してファイルに書き込みます。また、テキストをタブ区切りにする指定もできます。

[Print]

トレース メモリ ウィンドウの内容を印刷します。

[Refresh]

ウィンドウの内容の表示をリフレッシュします。

[Properties]

ウィンドウのプロパティを設定します。

ノート:

第 6 章 プログラマとしてのエミュレータの使い方

6.1 はじめに

MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータのプログラマとしての使用法を説明します。

- プログラマ概要
- プログラミング機能

6.2 プログラマ概要

MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータをプログラマ ツールとして使うときには、[Programmer] → [Select Programmer] → [MPLAB REAL ICE] を選択します。これで ツールを選択すると、プログラマ メニューと MPLAB IDE のツールバーがプログラマ オプション表示に切り替わります。また、[Output] ウィンドウが開いて、ICE の状態と通信に関するメッセージが [MPLAB REAL ICE] タブで表示されます。

[Programmer] → [Settings] で [Settings] ダイアログを開いて必要なオプションを設定します。

6.3 プログラミング機能

プログラマ メニューから MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータを選ぶと、プログラム項目が下記の MPLAB IDE の機能に追加されます。

- プログラマ メニュー
- ツールバー / ステータス バー

6.3.1 プログラマ メニュー

[Program]

プログラム メモリ、コンフィギュレーション ビット、ID 場所、そして / または EEPROM データの指定メモリ範囲をプログラムする。プログラミングのオプションについては [Settings] ダイアログを参照して下さい。

[Verify]

プログラム メモリ、コンフィギュレーション ビット、ID 場所、そして / または EEPROM データの指定メモリ範囲のプログラミングを検証する。

[Read]

プログラム メモリ、コンフィギュレーション ビット、ID 場所、そして / または EEPROM データの指定メモリ範囲の読み出しをする。読み出しのオプションについては [Settings] ダイアログを参照して下さい。

[Blank Check All]

全デバイス メモリは消去されブランクであることを確認する。

[Erase Flash Device]

全フラッシュ メモリを消去する。

[Settings]

[Programmer] ダイアログを開く (4.8 項「設定ダイアログ」を参照)。プログラムとファームウェアのオプションを設定する。

6.3.2 ツールバー / ステータスバー

MPLAB REAL ICE インサーキットエミュレータがプログラマとして選択されると、以下のツールバーが MPLAB IDE に表示されます。

- 基本プログラム ツールバー (**Blank Check All、Read、Program、Verify、Erase Flash Device**)。

選択したプログラマ (MPLAB REAL ICE) が、他のプログラミングの情報と同じように、MPLAB IDE の下端にあるステータスバーに表示されます。ステータスバーの内容情報については MPLAB IDE のオンラインヘルプを参照して下さい。



第7章 ハードウェア仕様

7.1 はじめに

MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータ システムのハードウェアと電氣的仕様について説明します。

7.2 ハイライト

ここでは下記について説明しています。

- 適合申請
- USB ポート / 電源
- エミュレータ本体
- 標準通信ボード
- 高速通信ボード
- その他のエミュレータ ボード (将来)
- 対象ボード

7.3 適合申請

マイクロチップ社
Microchip Technology, Inc.
2355 W. Chandler Blvd.
Chandler, Arizona 85224-6199
USA

は、ここに下記製品を申告します。

MPLAB[®] REAL ICE[™] インサーキット エミュレータ

下記標準に基づいて造られ、下記の運用マニュアルに記述された制限範囲で提供されています。

Standards: EN61010-1 Laboratory Equipment
Microchip Technology, Inc.
Date: August 2006

MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータに関する重要な情報

MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータの特質上、お使いになるときは、通常以上の電磁放射が発生しますので、すべての無線その他の機器の動作に影響を与えることがあります。

したがって、欧州認証規定を満足させるには、下記制限が必要です。

1. 開発システムは産業 (または相当) の地域で使わなければなりません。
2. これらの放射の影響を受ける機器 (ラジオ受信機、TV など) から、半径 20 メートル内でシステムを動作させてはなりません。

7.4 USB ポート / 電源

MPLAB REAL ICE インサーキットエミュレータは、バージョン 2 準拠のユニバーサルシリアルバス (USB) ポートを介して PC と接続されます。USB コネクタは本体の背面にあります。ホスト PC には USB ポートが必要です。

システムは、USB インターフェース経由でファームウェアの再ロードができます。

システムの電源は、USB インターフェースから供給されます。エミュレータは、USB 仕様のハイパワーシステムに分類され、全動作モード (エミュレータ / プログラマ) において USB から 300mA の電力を必要とします。

ケーブル長 - 正常動作する PC とエミュレータ間のケーブル長は、各ドライバボードごとにテストされたもので、エミュレータキットに同梱されています。

7.5 エミュレータ本体

エミュレータ本体は、ケースに組み込まれたメインボードで構成され、2 種のオプションドライバボード (対象ボードとの標準と高速通信用) 用ポートが実装されています。エミュレータケースには、押しボタン、表示ランプ (LED)、ロジックプローブ用コネクタインターフェースがあります。

7.5.1 メインボード

このボードには、インターフェースプロセッサ (dsPIC DSC)、USB 速度 480Mb/sec 対応の USB 2.0 インターフェース、汎用システム制御と高速通信用のフィールドプログラマブルゲートアレイ (FPGA)、オンボードのフラッシュエミュレーションデバイスに書き込むプログラムコードのイメージを保持する SRAM、外部トリガ回路、ユーザーインターフェース用押しボタン、LED 表示器が実装されています。

MPLAB REAL ICE インサーキットエミュレータシステムは、対象プロセッサに対し 2 種類のインターフェースをサポートしています。これらは標準ドライバボードとオプションの高速ドライバボードで構成されます。これらのボードは、エミュレータ本体にカードガイドを介して挿入されます。

カードガイドの耐久 / 挿入寿命は、10,000 サイクルです。

7.5.2 押しボタン

押しボタンの機能は次の通りです。

押しボタン	関連 LED	説明
Reset	Status	デバイスをリセットする
Function	Status	停止 - 実行中に押すとエミュレータをブレイクまたは停止状態とする

7.5.3 表示ランプ (LED)

表示ランプは次のように識別されます。

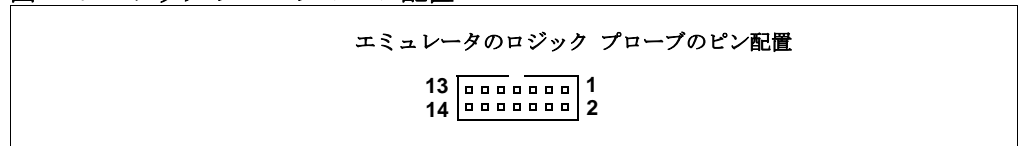
LED	色	説明
Active	青	最初に電源が入った場合または対象ボードが接続された場合に点灯
Status	緑	エミュレータが正常動作で待機中に点灯
	赤	動作異常の場合点灯
	橙	エミュレータがビジーの場合点灯

7.5.4 ロジックプローブ / 外部トリガインターフェース

プローブはユニット側面の 14 ピンヘッダで接続でき、外部機器をトリガするために使う外部信号を処理します。ヘッダは 8 個の入出力接続を持っていて、それらは電源電圧に比例するロジックレベルを持つ入力あるいは出力としてユーザーが選択できます。出力は外部ロジックアナライザかオシロスコープのトリガ用として使われ、開発者が、MPLAB IDE で設定したトリガ条件にもとづく関連イベントをキャプチャできるようにします。

入力はトリガバスの一部です。

図 7-1: ロジックプローブのピン配置



ロジックプローブはこのコネクタに接続され、表 7-1 に示すような機能を提供します。プローブは区別しやすいよう色分けされています。

表 7-1: ロジックプローブ ピン配置と説明

ピン	I/O	名称	機能	色
1	O	VDD*	VDD 参照	赤
2	O	NC	未接続	灰
3	O	NC	未接続	灰
4	I	TCLK	外部同期クロック	灰
5	I/O	EXT7**	外部入出力ビット 7	白
6	I/O	EXT6	外部入出力ビット 6	白
7	I/O	EXT5	外部入出力ビット 5	白
8	I/O	EXT4	外部入出力ビット 4	白
9	I/O	EXT3	外部入出力ビット 3	白
10	I/O	EXT2	外部入出力ビット 2	白
11	I/O	EXT1	外部入出力ビット 1	白
12	I/O	EXT0**	外部入出力ビット 0	白
13	Gnd	GND	システム グランド	黒
14	Gnd	GND	システム グランド	黒

* 対象ボードの VDD に接続しないこと。

** EXT0 と EXT7 とを接続しないこと。これは自己テスト専用。

ロジック プローブの電氣的仕様を表 7-2 に示します。

表 7-2: ロジック プローブ の電氣的仕様

ロジック入力	VIH = VDD x 0.7V (min)			
	VIL = VDD x 0.3V (max)			
ロジック出力	VDD = 5V	VDD = 3V	VDD = 2.3V	VDD = 1.65V
	VOH = 3.8V min	VOH = 2.4V min	VOH = 1.9V min	VOH = 1.2V min
	VOL = 0.55V max	VOL = 0.55V max	VOL = 0.3V max	VOL = 0.45V max

7.6 標準通信ボード

対象ボードとの標準エミュレータ通信 (2.4.1 項「標準の通信」) には、標準ドライバボードを使います。

標準ドライバボードは、対象プロセッサとの主となるインターフェースです。プログラミング用として対象デバイスと接続するためには、高電圧 (Vpp)、VDD 検知ライン、クロックとデータの接続が必要です。

Vpp 高電圧ラインは、エミュレーションするプロセッサの電圧要求を満足するため 14V から 0V まで振れる可変電圧を供給できます。

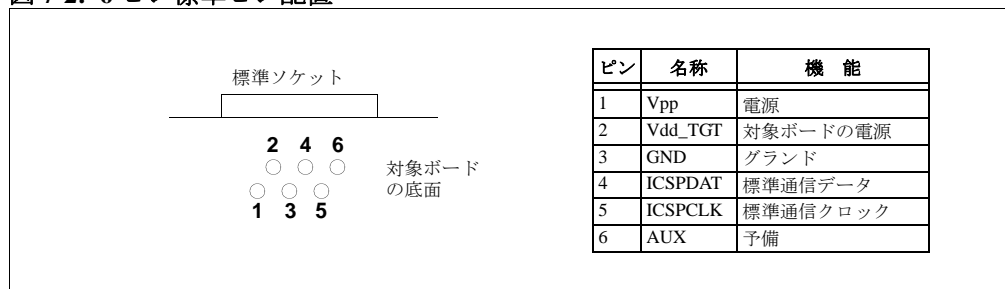
VDD 検知接続は、対象プロセッサからほんのわずかの電流しか流しません。実際の電源は、MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータ システムから供給され、VDD 検知 ラインは、対象ボード電圧を監視するために参照としてだけ使われます。VDD 接続は、光スイッチで絶縁されています。

クロックとデータ接続は、下記特性をもったインターフェースです。

- クロックとデータ信号はハイ インピーダンス モード (電源が MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータ システムに供給されていないときでも)
- クロックとデータ信号は、対象システムから誤ってあるいは、誤接続により高電圧が加わっても保護される
- クロックとデータ信号は、対象システムで誤って電氣的短絡をしても大電流が流れないよう保護されている

注: 標準ドライバボードを使うときは、データ列とトレースのリアルタイムのレートは 20 MIPS に制限されます。

図 7-2: 6 ピン標準ピン配置



7.7 高速通信ボード

対象ボードとの高速エミュレータ通信 (2.4.2 項「高速通信」) を行うには、下記ボードを使います。

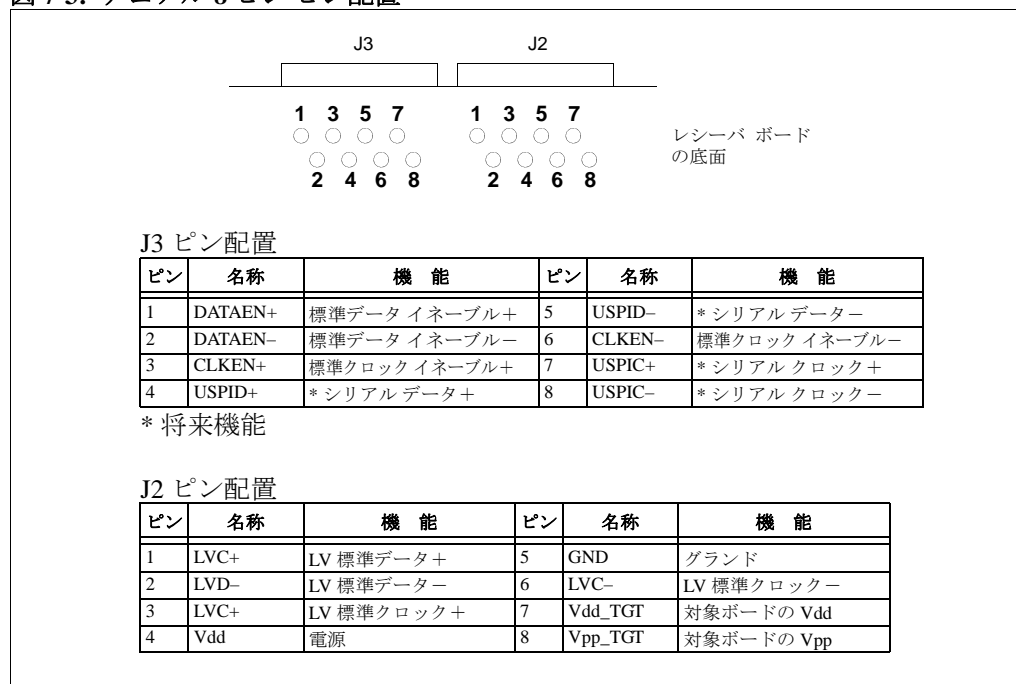
- 高速ドライバボード
- 高速レシーバボード

7.7.1 高速ドライバボード

高速ドライバボードは、2つに分けたマルチポイントLVDS (低電圧差動信号) のクロックとデータの送受信部で構成されています。マルチポイントLVDSは、標準で各ドライバ出力とレシーバ入力に100オームの終端を必要とします。また、マルチポイント構成のタイプ2のレシーバを使って信号制御を行い、必要であればフェールセーフ対策を行います。標準では、いかなるドライバの組み合わせでも32個までのレシーバと/またはトランシーバをラインに許容していますが、2個だけ使っています。ドライバボードは、拡張ポートを持っていて、I²C™ インターフェースで制御してステータス情報をエミュレータに送受信します。高速ドライバボード組立部は、エミュレータ本体のカードガイドを介して挿入します。

注: データレートは40 MIPSまで可能です。

図 7-3: デュアル8ピンピン配置



7.7.2 高速レシーバボード

高速レシーバボード組立部も、LVDS 接続を使うときには必要です。このボードは、本体内の高速ドライバボード組立部と対になっています。本体内のドライバがアクティブにされると、レシーバボード内のレシーバもアクティブとなります。反対にレシーバボード内のドライバがアクティブになると、対応するドライバボード内のレシーバもアクティブとなって、最高の送受信性能を提供します。レシーバボードは 8 ピンの 0.100 インチピッチヘッダで構成され、これで対象ボードに接続します。レシーバボード回路を対象システム内に吸収して、レシーバボードを使わないようにもできます。

図 7-4: 8 ピンヘッダピン配置

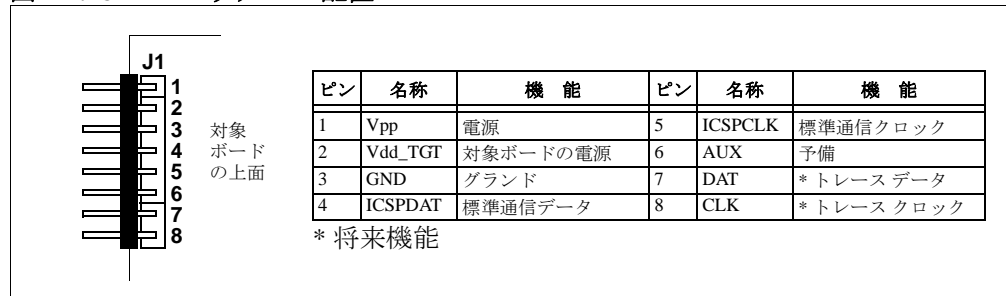


図 7-5: レシーバボードの回路図 - ICSP データ

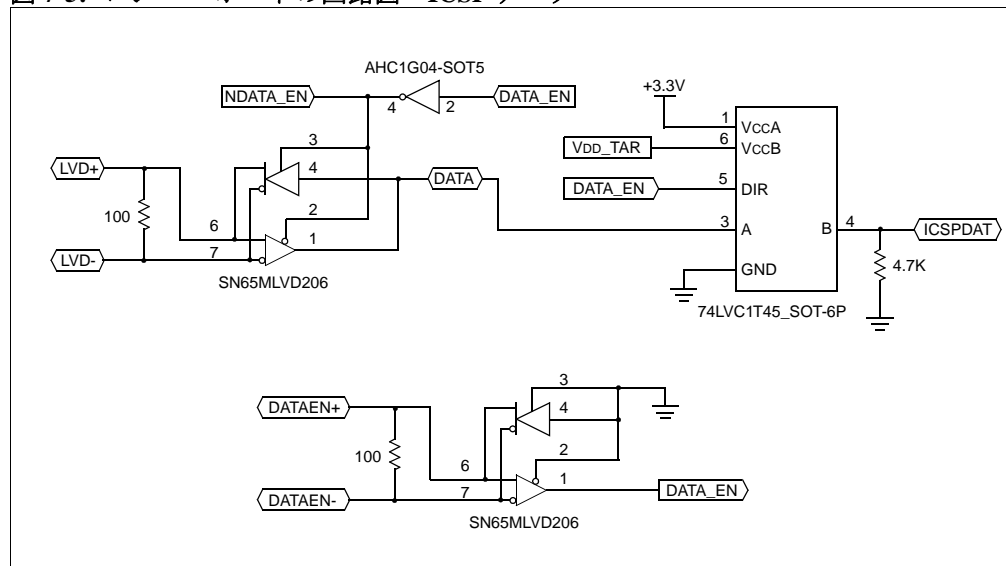


図 7-6: レシーバボードの回路図 - ICSP クロック

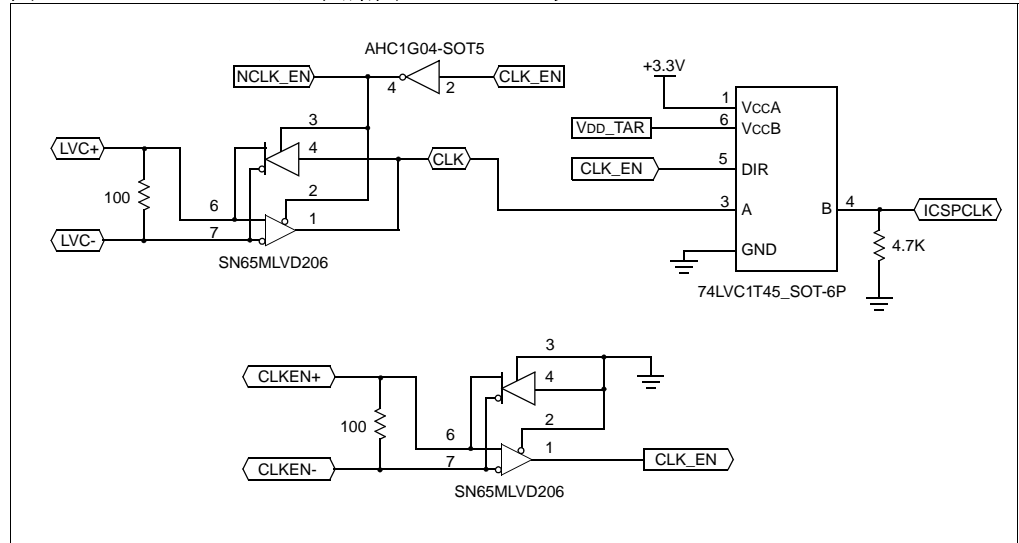
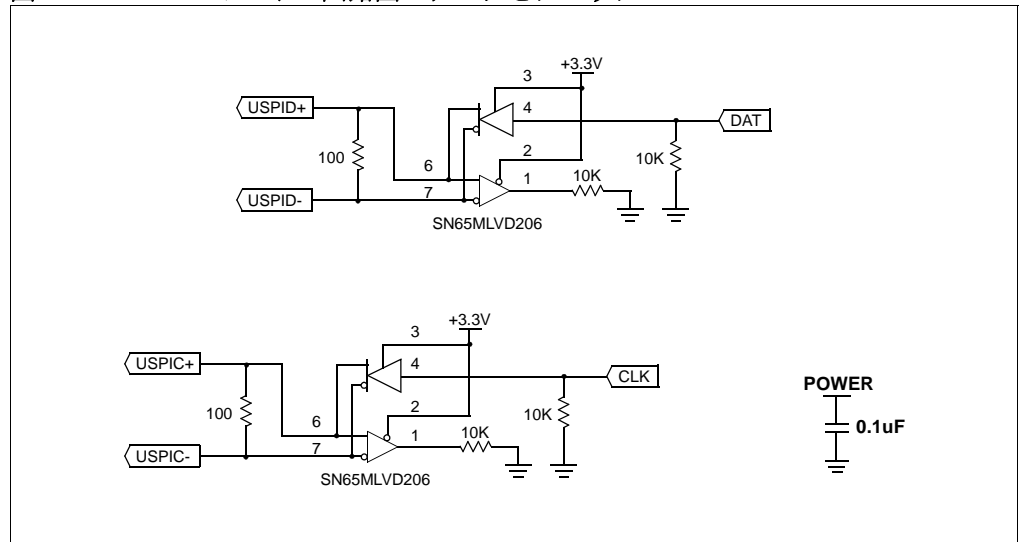


図 7-7: レシーバボードの回路図 - データとクロック



7.8 その他のエミュレータ ボード (将来)

エミュレータ システムで今後使える追加ボードには下記のようなものがあります。

- ヘッド ボード
- 自己テスト ボード
- 高速から標準への変換ボード

7.8.1 ヘッド ボード

ICE デバイス (デバイス -ICE) を使うにはヘッド ボードが必要です。単にヘッド ボードの通信用コネクタに挿してから、ヘッドを対象ボードに直接か変換ソケットを介して接続します。

使用可能なヘッド ボードについては『Header Board Specification』(DS51292) を参照して下さい。

7.8.2 自己テスト ボード

このボードは、エミュレータの動作が正常かどうかを確認するために使用します。このボードを使用するには下記のように設定します。

1. エミュレータの接続を対象ボードおよび PC から切り離す。
2. 未実装なら標準ドライバ ボードを挿入する。
3. モジュラー ケーブルを使用して自己テスト ボードをエミュレータに接続する。
4. エミュレータを PC に接続する。
5. MPLAB REAL ICE インサーキット エミュレータをデバッガかプログラムとして MPLAB IDE で選択します。
6. MPLAB IDE は自動的に検出し、完全な自己テストを実行し、状態 (パス / 失敗) を表示します。続いて、次の指示が表示されます。

7.8.3 高速から標準への変換ボード

このボードは、高速通信ボードと標準変換ボードを結合します。本ボードにより標準コネクタの対象ボードでも高速通信が可能となります。

高速コネクタをボードの一方に挿し、もう一方に標準コネクタを挿入します。これは、標準コネクタしか持たない対象ボードを、離れたエミュレータと LVDS 通信で接続するのに便利です。

7.9 対象ボード

対象ボードは、選択したデバイスの要求 (1.6V ~ 5.5V) とアプリケーションにしたがって電源供給します。

注：エミュレータは対象ボードに電源供給できません。

使用するエミュレータと対象ボード間の通信タイプに依って、対象ボードの回路で考慮しなければならないことがいくつかあります。

- 2.5.3 項「対象の接続回路」
- 2.5.4 項「エミュレータの機能を妨げる回路」



MPLAB® REAL ICE™ インサーキット エミュレータ ユーザーズ ガイド

付録 A 改版履歴

A.1 改版履歴

レビジョン A (2006 年 9 月)

- 本文書の初版リリース

ノート:

用語集

ASCII

情報交換用米国標準コードとは、各文字を7個のバイナリ桁を使って表した文字セットのこと。これには大文字、小文字、数字、記号、制御文字を含む。

ANSI

米国国際標準機構で、合衆国の標準の作成と認証を行う組織。

C

汎用のプログラミング言語で、記述量が少なく、最新の制御フローとデータ構造、豊富な演算子群から成る。

COFF

共通オブジェクト ファイルフォーマット。このフォーマットのオブジェクトは、マシンコードやデバッグなどの情報を含む。

EEPROM

電氣的消去可能なプログラマブルリード オンリー メモリ。PROM の特別なタイプで、電氣的に消去できる。データは1バイトごとに書き込みあるいは消去できる。EEPROM は電源オフしても内容を保持する。

EPROM

消去可能なプログラマブルリード オンリー メモリ。通常紫外線を照射することで消去できるプログラマブルリード オンリー メモリ。

FNOP

強制無実行命令。強制 NOP サイクルは2 サイクル命令の2 番目のサイクルのこと。PICmicro マイクロ コントローラのアーキテクチャはパイプラインなので、現在実行中の命令の物理的に次のアドレスにある命令を先読みする。しかし、現在の命令がプログラム カウンタを変更すると、この先読みした命令は強制 NOP サイクルとして明示的に無視される。

GPR

汎用レジスタ。汎用に使えるデバイスのデータ メモリ (RAM) の一部。

Halt

プログラム実行の停止。ホルトの実行は、ブレイク ポイントでの停止と同じ。

hex コード

実行命令をヘキサ デシマル形式コードで格納したもの。hex コードは hex ファイルに含まれる。

hex ファイル

デバイスのプログラミングに適したヘキサ デシマルのアドレスと値 (hex コード) を含む ASCII ファイル。

ICD

インサーキット デバッガ。MPLAB ICD と MPLAB ICD 2 は、各々 PIC16F87X と PIC18FXXX デバイス用のマイクロチップのインサーキット デバッガ。これらの ICD は MPLAB IDE と一体で動作する。

ICE

インサーキット エミュレータ。MPLAB ICE 2000 と 4000 はマイクロチップのインサーキット エミュレータで、MPLAB IDE と一体で動作する。

ICSP

インサーキット シリアルプログラミング。マイクロチップの組み込みデバイス用プログラミング方式で、シリアル通信と最少のデバイス ピンを使用する。

IDE

統合開発環境。MPLAB IDE はマイクロチップの統合開発環境。

IRQ

割り込み要求を参照。

ISO

国際標準化機構を参照。

ISR

割り込みサービス ルーチンを参照。

LVDS

低電圧差動信号。銅線上で高速 (ギガビット / 秒) データ転送を行うための低ノイズ、低消費電力、小振幅の方式。

LVDS は通常の入出力 (I/O) とはいくつかの点で異なる。

通常のデジタル I/O は High(バイナリ '1') は 5 ボルト、Low(バイナリ '0') は 0 ボルトで動作する。差動の場合は、3 番目のオプション (-5 ボルト) が加わり、エンコードできる特別なレベルを供給するため、これにより高い転送レートとなる。

データ転送レートが高くなると、より少ない線数で動作する。UW (ウルトラ ワイド) や UW-2/3 SCSI ハードディスクでは、わずか 68 本の線だけでよい。これらのデバイスは短距離間の高速転送レートを必要とし、標準 I/O 転送の SCSI ハードドライブは、68 本以上の線を必要とする。

低電圧は、標準の 5 ボルトを 3.3 ボルトか 1.5 ボルトに置き換えることを意味する。

LVDS は 2 線式システムを使用し、互いに 180 度の方向に転送する。これでノイズは両方が同じレベルとなり、より簡単に効果的に取り除くことができる。

標準 I/O 信号では、データ記憶は実際の電圧レベルを条件とする。電圧レベルは線の長さに影響される (長い線は抵抗が増え、電圧降下する)。しかし LVDS では、データ記憶は単に電圧が正か負かだけで区別され、電圧レベルではない。したがって、クリアで一定のデータ値を維持しながらより長距離線のデータ転送ができる。

出展 : <http://www.webopedia.com/TERM/L/LVDS.html>

MCU

マイクロ コントローラ ユニット。マイクロ コントローラの省略形。uC ともよばれる。

MPASM™ アセンブラ

PICmicro マイクロ コントローラ デバイスや KeeLoq® デバイス、マイクロチップのメモリデバイス用のマイクロチップテクノロジー社製、再配置可能マクロアセンブラ。

MPLAB ASM30

dsPIC30F デジタルシグナル コントローラ用のマイクロチップ製再配置可能マクロアセンブラ。

MPLAB C1X

MPLAB C17 と MPLAB C18 両方で使えるマイクロチップの C コンパイラ。MPLAB C17 は PIC17CXXX デバイス用 C コンパイラで、MPLAB C18 は、PIC18CXXX と PIC18FXXXX デバイス用の C コンパイラ。

MPLAB C30

dsPIC30F デジタル シグナル コントローラ デバイス用のマイクロチップ製 C コンパイラ。

MPLAB ICD 2

PIC16F87X、PIC18FXXX、dsPIC30FXXXX デバイス用のマイクロチップのインサーキット デバッグ。ICD は MPLAB IDE と一体で動作。各 ICD の主要部品はモジュール。完全なシステムは、モジュール、ヘッダ、デモ ボード、ケーブル、MPLAB IDE ソフトウェアで構成される。

MPLAB ICE 2000

PICmicro MCU 用のマイクロチップのインサーキット エミュレータで MPLAB IDE と一体で動作。

MPLAB ICE 4000

dsPIC DSC 用のマイクロチップのインサーキットエミュレータで MPLAB IDE と一体で動作。

MPLAB IDE

マイクロチップの統合開発環境。

MPLAB LIB30

MPLAB LIB30 アーカイブ/ライブラリアンは、MPLAB ASM30 か MPLAB C30 C コンパイラで生成された COFF オブジェクト モジュールで使われるオブジェクトのライブラリアン。

MPLAB LINK30

MPLAB LINK30 はマイクロチップの MPLAB ASM30 アセンブラとマイクロチップの MPLAB C30 C コンパイラで使われるオブジェクト リンカ。

MPLAB SIM

MPLAB IDE と一緒に使われるマイクロチップのシミュレータで、PICmicro MCU デバイスをサポート。

MPLAB SIM30

MPLAB IDE と一緒に使われるマイクロチップのシミュレータで、dsPIC DSC デバイスをサポート。

MPLIB™ オブジェクト ライブラリアン

MPLIB ライブラリアンは、MPASM アセンブラ (mpasm か mpasmwin v2.0) か、MPLAB C1X C コンパイラで生成される COFF オブジェクト モジュールで使うオブジェクトライブラリアン。

MPLINK™ オブジェクト リンカ

MPLINK リンカは、マイクロチップ MPASM アセンブラと、マイクロチップ MPLAB C17 または C18 C コンパイラ用のオブジェクト リンカ。MPLINK リンカはマイクロチップ MPLIB ライブラリアンと一緒に使われます。MPLINK リンカは、必須ではないが、MPLAB IDE と一緒に使うように設計されている。

MRU

最後に使用した MPLAB IDE のメインプルダウン メニューから選択できるファイルやウィンドウ。

NOP

無実行。プログラムカウンタのインクリメント以外何の影響も与えない命令。

OTP

ワンタイム プログラマブル。EPROM デバイスで窓無しのパッケージのもの。EPROM は記憶消去に紫外線が必要なため窓付きのデバイスだけ消去可能。

PC

パーソナルコンピュータかプログラムカウンタ。

PC ホスト

ウィンドウズ オペレーション システムを実行する IBM® 互換のパーソナル コンピュータ。

PICmicro MCUs

PICmicro マイクロ コントローラ (MCU) とは、全マイクロチップのマイクロ コントローラ ファミリ。

PICSTART® Plus

マイクロチップ製の開発用デバイスプログラマ。8、14、28、40 ピンの PICmicro マイクロ コントローラのプログラムが可能。MPLAB IDE ソフトウェアと共に使用。

PRO MATE® II

マイクロチップ製のデバイス プログラマ。全 PICmicro マイクロ コントローラと一般的なメモリ、および Keeloq デバイスをプログラムできる。MPLAB IDE と一緒に単体でも使用できる。

PWM 信号

パルス幅変調信号。PICmicro MCU デバイスには PWM モジュールを持つものがある。

RAM

ランダム アクセス メモリ (データ メモリ)。内部の情報を順序を問わずアクセスできるメモリ。

ROM

読み出し専用メモリ (プログラム メモリ)。変更不可メモリ。

Run

エミュレータを停止から解放するコマンドで、アプリケーション コードの実行を許可し、I/O をリアルタイムで変更、応答する。

SFR

特殊機能レジスタを参照。

Step Into

このコマンドは **Step** と同じ。**Step Into (Step Over に対し)** は、CALL 命令に続いてサブルーチンに入る。

Step Over

Step Over は、サブルーチンに入らずにコードのデバッグが可能。CALL 命令を **Step Over** すると、次のブレークポイントを CALL 命令の次の命令にセットできる。ある理由で、サブルーチンが永久ループに入ったり、正常に戻らない場合、次のブレークポイントには到達しない。**Step Over** コマンドは、CALL 命令の扱いを除くと単純なステップと同じ。

USB

ユニバーサル シリア バス。コンピュータと外部周辺との間の通信用の外部周辺インターフェース標準で、双方向のシリアル転送を使ったケーブルで接続する。USB 1.0/1.1 は 12Mbps の転送レートまでサポートする。またハイスピード USB と呼ばれる USB 2.0 は、480Mbps までのデータ レートをサポートする。

WDT

ウォッチ ドッグ タイマを参照。

アーカイバ

ライブラリを生成し処理するツール。

アーカイブ

相対オブジェクト モジュールを集めたもの。複数ソース ファイルをアセンブルしたオブジェクト ファイルで、アーカイバを使用して 1 つのライブラリ ファイルに結合される。ライブラリは他のライブラリやオブジェクト モジュールにリンクすることができ、実行コードを生成する。

アクセス メモリ (PIC18 のみ)

PIC18XXXXX デバイスの特殊レジスタで、バンク選択レジスタ (BSR) を設定せずにアクセスできる。

アセンブラ

アセンブリ ソース コードをマシンコードに翻訳する言語ツール。

アセンブリ言語

バイナリのマシン語を記号形式で表したプログラミング言語。

アップロード

アップロード機能は、データをエミュレータとかプログラマなどのツールからホスト PC に、または対象ボードからエミュレータに転送する。

アドレス

メモリの場所を示す値。

アプリケーション

PICmicro マイクロ コントローラで制御されるソフトウェアとハードウェアのセット。

イベント

バスサイクルのことで、アドレス、データ、通過回数、外部入力、サイクルタイプ (フェッチや R/W)、時刻を含むものがある。イベントはトリガ、ブレークポイント、割り込みとも表現される。

インポート

hex ファイルのような外部リソースから MPLAB IDE にデータを読み込むこと。

ウォッチ ウィンドウ

ウォッチ ウィンドウは、毎回のブレークポイントで更新される監視変数のリストを含む。

ウォッチ ドッグ タイマ

PICmicro マイクロ コントローラ内のタイマで、選択した時間でプロセッサをリセットする。WDT は、コンフィギュレーション ビットを使って有効、無効制御と設定ができる。

ウォッチ変数

ウォッチ ウィンドウでデバッグ最中にモニタできる変数。

エクスポート

標準形式で MPLAB IDE からデータを送信すること。

エミュレーション

ソフトウェアをエミュレーション メモリにロードし、擬似的にマイクロ コントローラ デバイスにあるファームウェアのように実行するプロセス。

エミュレーション メモリ

エミュレータ内部に含まれるプログラム メモリ。

エミュレータ

エミュレーションを実行するハードウェア。

エミュレータ システム

MPLAB ICE 2000 と 4000 エミュレータ システムは、本体、プロセッサ モジュール、デバイス アダプタ、ケーブル、MPLAB IDE ソフトウェアを含む。

オフ チップ メモリ

オフチップ メモリは、PIC17CXXX か PIC18CXXX デバイスのメモリ選択オプションのことで、このときメモリは対象ボードに実装されているか、全プログラム メモリがエミュレータから供給されるかのいずれか。**[Options]** → **[Development Mode]** から **[Memory]** タブをアクセスすると **[Off-Chip Memory selection]** ダイアログ ボックスが表示される。

オブジェクト コード

アセンブラかコンパイラで生成されるマシンコード。

オブジェクト ファイル

マシンコードとデバッグ情報を含められるファイル。即実行できるものと、再配置可能で他のオブジェクト ファイル、例えばライブラリなどとリンクして、完全な実行プログラムを生成する必要があるものがある。

オブジェクト ファイル 擬似命令

オブジェクト ファイルを生成するためにだけ使われる擬似命令。

オペコード

命令コード。ニーモニックを参照。

オペレータ

加算符号「+」や減算符号「-」などの演算子記号のことで、明確な式を記述するのに使われる。各演算子は評価される順番を決定するのにあらかじめ決められた優先順位がある。

クロス リファレンス ファイル

シンボル テーブルの参照ファイルとシンボルを参照しているファイルのリスト。シンボルが定義されると、最初のファイルに定義位置が表示される。残りのファイルはシンボルへの参照が含まれる。

コマンド ライン インターフェース

プログラムとそのユーザーとの通信手段の一つで、テキスト入出力のみをベースとする。

コンパイラ

高級言語で書かれたソース ファイルをマシン語などに翻訳するプログラム。

コンフィギュレーション ビット

PICmicro マイクロ コントローラの動作モードを設定するためプログラムされる特別目的のビット。コンフィギュレーション ビットは予めプログラム不要。

シェル

MPASM アセンブラ シェルは、マクロ アセンブラのプロンプト付き入力インターフェイス。2つの MPASM アセンブラ シェルがあり、DOS バージョンとウィンドウバージョンがある。

システム ウィンドウ コントロール

システム ウィンドウ コントロールは、ウィンドウの左上角にあるいくつかのダイアログ。このコントロールをクリックすると、通常「最小化」、「最大化」、「クローズ」という項目を持つメニューがポップアップされる。

シミュレータ

デバイスの動作をモデル化したソフトウェア プログラム。

シンボル

シンボルとは、プログラムを構成する各種の要素を表現するための汎用のメカニズム。これらの要素には関数名、変数名、セクション名、ファイル名、構造体/列挙/共用体タグ名などが含まれる。MPLAB IDE 内のシンボルは、主に変数名、関数名、アセンブラ ラベルとなる。リンク後のシンボルの値は、メモリ内の値となる。

スキッド

プロセッサを停止させるのにハードウェア ブレーク ポイントを使った場合、プロセッサが停止するまでに 1 個以上の命令が実行されることがあります。意図したブレーク ポイント後に余分に実行される命令数をスキッドと呼ぶ。

スキュー

命令の実行に関連する情報は、異なる時間にプロセッサのバス上に現れる。例えば、実行オペコードは前の命令の実行中にフェッチされてバスに現れ、ソース データ アドレスと値、対象データ アドレスは実際にオペコードが実行されるときに現れ、対象データ値は次の命令の実行中に現れる。トレース バッファは情報がバスに現れたとき一つのインスタンスとしてキャプチャされる。したがって、1 個のトレース バッファの場所は、3 個の命令の実行情報を含んだものとなる。一つの命令実行中のある情報から他の情報間でキャプチャしたサイクル数をスキューと呼ぶ。

スタティック RAM または SRAM

スタティック ランダム アクセス メモリ。対象ボードに読み書きできるプログラムメモリで頻繁にリフレッシュ不要。

スティミュラス

シミュレータへの入力、例えば外部信号に対してシミュレーションの応答を試すために生成するデータ。データは主にテキスト ファイルとしてアクション リストの形式で実行される。スティミュラスは非同期、同期 (ピン)、クロック、レジスタで行われる。

ステータス バー

ステータス バーは MPLAB IDE ウィンドウの最下段に位置し、カーソル位置、開発モード、デバイス、有効なツールバーの現在情報を示す。

ストップウォッチ

実行サイクルを計測するカウンタ。

ソース コード

プログラマにより書かれたコンピュータプログラムの形式。ソース コードはプログラミング言語の形式で書かれ、マシンコードに翻訳されるか、インタプリタにより実行されます。

ソース ファイル

ソース コードを含んだ ASCII テキスト ファイル。

ソフトウェア スタック

アプリケーションで戻り番地や関数パラメータ、ローカル変数を格納するのに使用されるメモリ。このメモリはハイレベル言語のコード開発の際、通常はコンパイラにより管理される。

ダウンロード

ダウンロードとは、ホストから、エミュレータやプログラマ、対象ボードなどの他のデバイスにデータを送信するプロセスのこと。

ツール バー

クリックすることで MPLAB IDE の機能を実行できるアイコンの行列。

データ メモリ

マイクロチップの MCU と DSC デバイスにあるデータ メモリ (RAM) は、汎用レジスタ (GPR) と特殊機能レジスタ (SFR) で構成されています。デバイスによってはさらに EEPROM データ メモリを有するものもある。

データ 擬似命令

データ 擬似命令とは、アセンブラのプログラムまたはデータメモリの位置を制御し、データ項目への参照を判別可能な名前のシンボルで実行。

デバイス プログラマ

マイクロ コントローラのような電氣的にプログラムできる半導体のプログラムに使用するツール。

テンプレート

後にファイル内に追加して作成できるテキスト行。MPLAB IDE のエディタはテンプレートをテンプレート ファイルとして保存できる。

トリガ出力

トリガ出力とは、エミュレータの出力信号で、任意のアドレスまたはアドレス範囲で生成でき、トレースやブレーク ポイントの設定とは独立。任意の数のトリガ出力ポイントが設定できる。

トレース

プログラム実行をログするエミュレータまたはシミュレータの機能。エミュレータはプログラム実行ログをトレース バッファに保存し、MPLAB IDE のトレース ウィンドウにアップロードできる。

トレース メモリ

トレース メモリはエミュレータ内に含まれる。トレース メモリはトレース バッファとも呼ばれる。

ニーモニック

直接マシンコードに翻訳されるテキスト命令。オペコードとも呼ばれる。

ノード

MPLAB IDE のプロジェクトの要素。

ハードウェア スタック

PICmicro マイクロ コントローラの一部で、関数呼び出しが行われたときに戻り番地を格納する場所。

ハイレベル言語

アセンブリよりプロセッサを意識せずにプログラムを記述できる言語。

パス カウンタ

イベント (特定アドレスの命令実行など) 発生毎にデクリメントされるカウンタ。パス カウンタの値がゼロになると、イベントが満足される。このパス カウンタをブレークや、トレースロジック、複合トリガダイアログのシーケンシャル イベントとして設定できる。

ビルド

アプリケーションのすべてのソース ファイルをコンパイルしてリンクする。

ファイル レジスタ

オンチップのデータ メモリで、汎用レジスタ (GPR) と特殊機能レジスタ (SFR) を含む。

フラッシュ

EEPROM の 1 種で、データの書き込み、消去がバイトでなくブロックとなる。

ブレーク ポイント、ハードウェア

実行を停止させる要因となるイベント。

ブレーク ポイント、ソフトウェア

ファームウェアの実行を停止させるアドレス。通常特別なブレーク命令で実現される。

プログラム カウンタ

現在実行中の命令のアドレスを保持する場所。

プログラム メモリ

デバイス内の命令が格納されているメモリ領域。また、ダウンロードした対象のアプリケーション ファームウェアを保持するエミュレータかシミュレータのメモリ。

プロジェクト

アプリケーションのオブジェクトと実行コードをビルドするためのソース ファイルと指示命令のセット。

プロトタイプ システム

ユーザの対象アプリケーションか対象ボードを示す。

マイクロ コントローラ

高度に集積化されたチップで CPU、RAM、プログラム メモリ、I/O ポート、タイマを含む。

マイクロ コントローラ モード

マイクロ コントローラの PIC17CXXX や PIC18CXXX ファミリのプログラム メモリ構成の一つ。マイクロ コントローラ モードでは内部実行だけが可能。つまり、マイクロ コントローラ モードでは、オンチップのプログラム メモリのみ有効。

マイクロプロセッサモード

マイクロコントローラの PIC17CXXX や PIC18CXXX ファミリのプログラムメモリ構成の一つ。マイクロプロセッサモードでは、オンチッププログラムメモリは使用せず、全プログラムメモリが外部にマッピングされる。

マクロ

マクロ命令。命令のシーケンスを省略形で表した命令。

マクロ擬似命令

マクロ本体の定義の中で実行やデータ配置の制御をする擬似命令。

マシンコード

プロセッサが実際に解読できるコンピュータプログラムの表現。バイナリマシンコードのプログラムは、マシン命令のシーケンス(データも散在しているかも)でできています。特定のプロセッサ用の実行可能命令の全集合は「命令セット」と呼ばれる。

マシン語

特定の中央処理ユニット用の命令セットで、翻訳せずにプロセッサが使えるように設計されている。

メイクプロジェクト

アプリケーションを再ビルドするコマンドで、全コンパイル後に変更されたソースファイルのみ再コンパイルする。

メッセージ

言語ツール実行中に起き得る問題を警告するために表示されるテキスト。メッセージが表示されても実行は停止されない。

ライブラリ

アーカイブを参照。

ライブラリアン

アーカイバを参照。

リアルタイム

エミュレータまたは MPLAB ICD モードで停止状態から解放された場合、プロセッサはリアルタイムモードで実行し、通常のチップと同様に動作する。リアルタイムモードでは、MPLAB ICE のリアルタイムトレースバッファが有効で、常に全選択サイクルをキャプチャし、全ブレークロジックも有効。エミュレータまたは MPLAB ICD では、プロセッサはリアルタイムで実行され、有効なブレークポイントで停止するか、エミュレータが停止されるまで継続する。シミュレータでは、リアルタイムは、単にホスト CPU によってシミュレートされる速度でマイクロコントローラの命令が実行されることを示す。

リストファイル

リストファイルは ASCII テキストファイルで、ソースファイルに含まれる C ソース文、アセンブラ命令、アセンブラ擬似命令、マクロのそれぞれから生成されるマシン語が表示される。

リスト擬似命令

アセンブラのリストファイル形式の制御をする擬似命令。タイトルの指定やページ設定などの制御が可能。

リンカ

モジュール相互間の参照を解決しながら、オブジェクトファイルとライブラリファイルを結合して実行ファイルを生成する言語ツール。

リンカ スクリプト ファイル

リンカに対するコマンドのファイルで、リンカのオプションの定義と、対象プラットフォーム上の有効なメモリについて記述されている。

ローカル ラベル

マクロ内で LOCAL 擬似命令で定義されたラベルで、マクロのインスタンス化で個別のインスタンスが与えられる。ローカルとして宣言されたシンボルやラベルは、ENDM マクロ以降はアクセスできない。

ロジック プロープ

マイクロチップのエミュレータにより最大 14 本のロジック プロープが接続できる。ロジック プロープは、外部トレース入力、トリガ出力信号、+5V と共通グラウンドを供給する。

ワーニング

デバイスやソフトウェア ファイルや機器に物理的損害を与える要因となりうる状態であることを警告する。

英数字

アルファベット文字と 10 進数字 (0,1, ..., 9) を含む。

英文字

アラビア英字文字 (a, b, ..., z および A, B, ..., Z)。

外付け RAM

外付けのリード/ライト メモリ。

外部シンボル

外部リンクを持つと定義されたシンボルで、参照されるか定義となる。

外部シンボルの解決

すべての入力モジュールで定義された外部シンボルを集め、すべての外部参照を解決するというリンカが果たすプロセス。対応する定義がない外部シンボル参照があるとリンカー エラーとなりレポートされる。

外部ラベル

外部リンケージが扱うラベル。

外部リンケージ

関数や変数がそれを定義したモジュール以外から参照される場合、「外部リンクを持つ」という。

外部入力ライン

外部信号に基づいたイベントを設定するための外部入力信号用ロジック プロープライン (TRIGIN)。

拡張マイクロ コントローラ モード

拡張マイクロ コントローラ モードでは、内蔵のプログラム メモリと同様に外部メモリが使用可能。プログラム メモリアドレスが PIC17CXXX や PIC18CXX デバイスの内部メモリ空間より大きくなると、自動的に外部メモリに切り替わり、実行される。

較正用メモリ

PICmicro マイクロ コントローラのオンボードの RC 発振器あるいは他のデバイス周辺の校正值の保持に使用される特殊機能レジスタおよびレジスタ。

割り込み

アプリケーションの実行を休止させ、制御をイベント処理する割り込みサービスルーチン (ISR) に渡す CPU への信号。

割り込みサービス ルーチン

割り込みが起きたときに実行されるユーザー作成コード。プログラム メモリでのコードの配置は、通常、発生した割り込みに依存。

割り込みハンドラ

割り込みが起きたときに特別なコードを処理するルーチン。

割り込み要求

プロセッサに対し通常の実行を一時中断し、割り込みハンドラルーチンの実行を開始させるイベント。プロセッサには複数割り込み要求を持っているものがあり、それぞれを異なる割り込み優先順位に設定可能。

基数

数値の基数、16 進、10 進でアドレスの指定に使用。

擬似命令

言語ツールの動作制御をするソースコード中の命令文。

限定子 (Qualifier)

アドレスまたはアドレス範囲のことで、パス カウンタで使われるか、複合トリガの次の動作前のイベントとして使用される。

国際標準化機構 (ISO)

コンピュータや通信を含む多くのビジネスや技術に関する標準を設定する組織。

再帰

定義済みの関数かマクロが自分自身を呼び出せるという概念のこと。再帰マクロを記述する場合は特に配慮が必要。再帰からの EXIT が無いと無限ループになり易い。

制御擬似命令

制御擬似命令は、アセンブリ言語コード内で、指定表現のアセンブリ時の値に基づいて、出力コードに含めるか省くかを決定する。

生データ (Raw Data)

セクションに関連するコードまたはデータのバイナリ表現。

絶対セクション

固定 (絶対) アドレスのセクションでリンクでは変更不可。

対象

ユーザー ハードウェアを示す。

対象アプリケーション

対象ボード上のソフトウェア。

対象プロセッサ

対象のアプリケーション ボード上のマイクロ コントローラ デバイス。

対象ボード

対象のアプリケーションを作る回路やプログラマブル デバイス。

単一ステップ

コードを毎回 1 命令ずつ進めるコマンド。各命令実行後に MPLAB IDE がレジスタ ウィンドウやウォッチ変数、ステータス表示を更新して、命令実行を解析したり、デバッグ可能にする。1 命令ずつではなく、C コンパイラのソース コードの 1 ステップずつでも実行できる。MPLAB IDE はハイレベルの C ステートメントの行で生成されたすべてのアセンブラ レベルの命令を実行する。

電源オンリセットエミュレーション

ソフトウェアのランダム化プロセスのことで、初期電源投入時の初期化されない RAM をシミュレートするためデータ RAM 領域にランダム値を書き込む。

特殊機能レジスタ

データメモリ (RAM) の一部で、I/O プロセッサ機能や、I/O ステータス、タイマ、その他の周辺の制御用の特殊レジスタ。

内部リンケージ

関数や変数が定義されたモジュールが外部からアクセスできない場合、「内部リンクを持つ」という。

入れ子深さ

マクロ内に含まれる別のマクロの最大レベル。

非リアルタイム

ブレークポイントや1ステップ命令実行中のプロセッサのこと、または、シミュレータモードで実行中の MPLAB IDE。

非初期化データ

初期値を持たないと定義されたデータ。C 言語では、
`int myVar;`

という定義は、非初期化データセクションに配置される変数となる。

非同期ステイミュラス

シミュレートするデバイスに外部入力をシミュレートするため生成したデータ。

非破壊メモリ

電源をオフにしても内容を保つ記憶デバイス。

本体、エミュレータ

エミュレータ本体でエミュレーションメモリ、トレースメモリ、イベントとサイクルタイム、トレース/ブレークポイントロジックで構成されている。

命令

中央演算ユニットに対して、ある特定の動作をさせ、その動作が使用するデータを含むビットのシーケンス。

命令セット

特定のプロセッサが理解できるマシン語命令のセット。

ノート:



索引

A		V	
Abort.....	31	Verify.....	39
Animate.....	30	W	
B			
Blank Check.....	39		
C			
CD-ROM.....	8		
D			
E			
Erase.....	39		
Erase Flash Device.....	31		
F			
G			
H			
Halt.....	30		
I			
I/O ポート トレース.....	28		
ICSP.....	17, 19, 44		
K			
L			
LED.....	43		
LVDS.....	45, 46		
M			
MPLAB IDE.....	21		
MPLAB REAL ICE の定義.....	7		
P			
R			
Read.....	31, 39		
Readme.....	3		
Run.....	30		
S			
SPI トレース.....	16		
Step.....	30		
T			
U			
UART トレース.....	16		
USB.....	42, 63		
ケーブル.....	8, 10		
デバイス ドライバ.....	21		

あ

インターネットアドレス マイクロチップ	4
ウォッチ ドッグ タイマ	18
ウェブ サイト、 マイクロチップ	4
エミュレータの機能を妨げる回路	15
押しボタン	42

か

外部トリガ	36, 43
カスタマ通知サービス	4
カスタマ サポート	5
カードガイドの耐久性	42
キット部品	8
キャプチャトレース	28
ケーブル	
ケーブル長	42
USB ケーブル	10
高速から標準への変換ボード	8, 13, 48
高速通信	12
接続	14
変換ボード	48
ドライバ ボード	45
レシーバ ボード	46
コードプロテクト	18
コンデンサ	15
コンフィギュレーションビット	18, 24

さ

参考資料	3
自己テスト ボード	8, 48
シリアル トレース	16
資料	
表記規則	2
概要	1

た

対象の接続	
回路	14
高速	14
I/O ポート	16
不適切な回路	15
SPI/UART	16
標準	13
対象デバイス	17, 20
抵抗	15
データ キャプチャ	27, 31, 35
デバッグ	
デバッグ実行部	19
デバッグ レジスタ	19
デバッグ モード	
操作手順	18
テーブルリードプロテクト	18
トリガ	27, 35
外部	43
トレース	7, 22, 46, 62
キャプチャ	28
I/O ポート	16, 28
SPI/UART	16
トレース ウィンドウ	36

な

は

ハイブリッド通信	13
パラレル接続	16
標準通信	10
接続	13
変換ボード	48
ドライバ ボード	44
表示ランプ	43
プルアップ	15
ブレイク ポイント	27, 31, 32
プログラム	31, 39
プロジェクト ウィザード	24
ヘッダ ボード	19, 48
仕様	3
変換ソケット	8
仕様	3, 22
本体	8, 10

ま

メモリの使用	20
モジュラー インターフェース ケーブル	17

や

ら

リアルタイムウォッチ	35
リアルタイム データ キャプチャ	35
リセット	
プロセッサ	31
レシーバ ボード	
高速	46
ロジックプローブ	8, 22, 43
I/O 電氣的仕様	44
ピン配置	43

わ

ノート:

世界各国の営業所およびサポート

アメリカ合衆国

本社
2355 West Chandler Blvd.
Chandler, AZ 85224-6199
Tel: 480-792-7200
Fax: 480-792-7277
テクニカル サポート :
<http://support.microchip.com>
ウェブ サイト アドレス :
www.microchip.com

アトランタ Atlanta
Alpharetta, GA
Tel: 770-640-0034
Fax: 770-640-0307

ボストン Boston
Westborough, MA
Tel: 774-760-0087
Fax: 774-760-0088

シカゴ Chicago
Itasca, IL
Tel: 630-285-0071
Fax: 630-285-0075

ダラス Dallas
Addison, TX
Tel: 972-818-7423
Fax: 972-818-2924

デトロイト Detroit
Farmington Hills, MI
Tel: 248-538-2250
Fax: 248-538-2260

コーコモ Kokomo
Kokomo, IN
Tel: 765-864-8360
Fax: 765-864-8387

ロサンゼルス Los Angeles
Mission Viejo, CA
Tel: 949-462-9523
Fax: 949-462-9608

サンタクララ Santa Clara
Santa Clara, CA
Tel: 408-961-6444
Fax: 408-961-6445

トロント Toronto
Mississauga, Ontario,
Canada
Tel: 905-673-0699
Fax: 905-673-6509

アジア/パシフィック アジア パシフィック営業所

Suites 3707-14, 37th Floor
Tower 6, The Gateway
Harbour City, Kowloon
Hong Kong
Tel: 852-2401-1200
Fax: 852-2401-3431

オーストラリア - シドニー
Tel: 61-2-9868-6733
Fax: 61-2-9868-6755

中国 - 北京
Tel: 86-10-8528-2100
Fax: 86-10-8528-2104

中国 - 成都
Tel: 86-28-8676-6200
Fax: 86-28-8676-6599

中国 - 福州
Tel: 86-591-8750-3506
Fax: 86-591-8750-3521

中国 - 香港特別行政区
Tel: 852-2401-1200
Fax: 852-2401-3431

中国 - 青島
Tel: 86-532-8502-7355
Fax: 86-532-8502-7205

中国 - 上海
Tel: 86-21-5407-5533
Fax: 86-21-5407-5066

中国 - 瀋陽
Tel: 86-24-2334-2829
Fax: 86-24-2334-2393

中国 - 深川
Tel: 86-755-8203-2660
Fax: 86-755-8203-1760

中国 - 順徳
Tel: 86-757-2839-5507
Fax: 86-757-2839-5571

中国 - 武漢
Tel: 86-27-5980-5300
Fax: 86-27-5980-5118

中国 - 西安
Tel: 86-29-8833-7250
Fax: 86-29-8833-7256

アジア/パシフィック

インド - バンガロール
Tel: 91-80-4182-8400
Fax: 91-80-4182-8422

インド - ニューデリー
Tel: 91-11-4160-8631
Fax: 91-11-4160-8632

インド - プーナ
Tel: 91-20-2566-1512
Fax: 91-20-2566-1513

日本 - 横浜
Tel: 81-45-471-6166
Fax: 81-45-471-6122

韓国 - クミ
Tel: 82-54-473-4301
Fax: 82-54-473-4302

韓国 - ソウル
Tel: 82-2-554-7200
Fax: 82-2-558-5932 or
82-2-558-5934

マレーシア - ペナン
Tel: 60-4-646-8870
Fax: 60-4-646-5086

フィリピン - マニラ
Tel: 63-2-634-9065
Fax: 63-2-634-9069

シンガポール
Tel: 65-6334-8870
Fax: 65-6334-8850

台湾 - 新竹
Tel: 886-3-572-9526
Fax: 886-3-572-6459

台湾 - 高雄
Tel: 886-7-536-4818
Fax: 886-7-536-4803

台湾 - 台北
Tel: 886-2-2500-6610
Fax: 886-2-2508-0102

タイ - バンコク
Tel: 66-2-694-1351
Fax: 66-2-694-1350

ヨーロッパ

オーストリア - ベルス
Tel: 43-7242-2244-3910
Fax: 43-7242-2244-393

デンマーク - コペンハーゲン
Tel: 45-4450-2828
Fax: 45-4485-2829

フランス - パリ
Tel: 33-1-69-53-63-20
Fax: 33-1-69-30-90-79

ドイツ - ミュンヘン
Tel: 49-89-627-144-0
Fax: 49-89-627-144-44

イタリア - ミラノ
Tel: 39-0331-742611
Fax: 39-0331-466781

オランダ - ドリュウネン
Tel: 31-416-690399
Fax: 31-416-690340

スペイン - マドリッド
Tel: 34-91-708-08-90
Fax: 34-91-708-08-91

英国 - ウォーキングム
Tel: 44-118-921-5869
Fax: 44-118-921-5820