

# AVR16EB32 Curiosity Nano 使用者の手引き

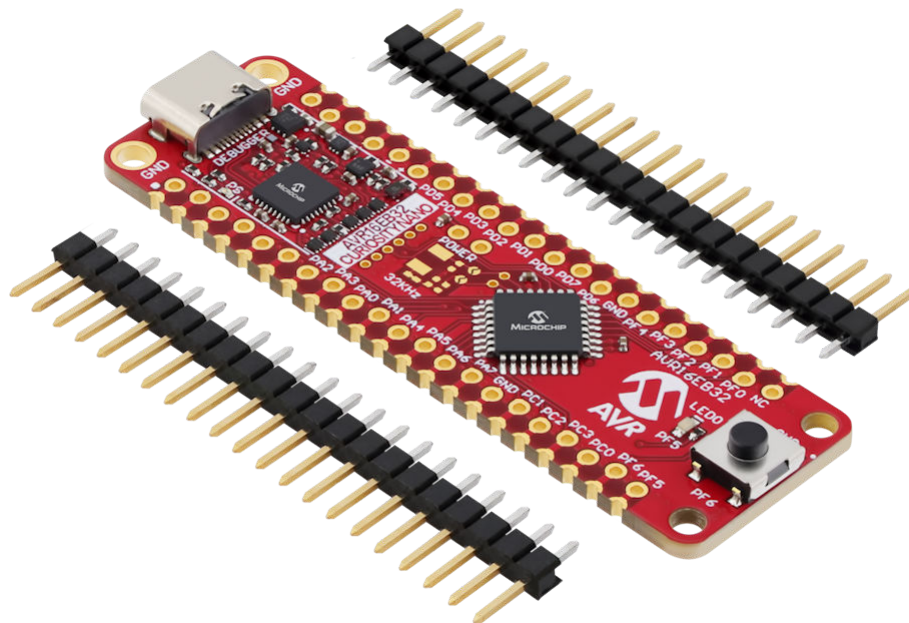
## AVR16EB32 Curiosity Nano



### 序文

AVR16Eb32 Curiosity Nano 評価キット(EV73J36A)はAVR® EB系のマイクロ コントローラを評価するためのハードウェア基盤です。この基板は実装されたAVR16EB32マイクロ コントローラ(MCU)を持ちます。

Curiosity Nano系列の評価キットは基板上デバッグを含みます。AVR16EB32を書いてデバッグするのに外部ツールが必要ありません。



1. [AVR16EB32 Curiosity Nano ウェブサイト](#) - キット情報、最新の使用者の手引き、設計資料
2. [AVR16EB32 ウェブサイト](#) - 資料、データシート、試供品を見つけて、マイクロ コントローラを購入
3. [MPLAB® Discoverでのコード例](#) - コード例で開始
4. [Microchip直販でのAVR16EB32 Curiosity Nano](#) - Microchip直販でこのキットを購入
5. [AVR16EB32 Curiosity Nano 回路図](#) - 基板回路図と履歴
6. [AVR16EB32 Curiosity Nano Altiumプロジェクト](#) - 最新製品改訂
7. [AVR16EB32 Curiosity Nano 設計資料](#) - 全ての版に対する製作ファイル

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	
序文	1
1. 特徴とピン配置	3
1.1. AVR16EB32主な特徴	3
1.2. 基板特徴	3
1.3. 基板概要	3
1.4. 構成図	4
1.5. ピン配置	4
2. 開始に際して	5
2.1. AVRで今すぐ開始	5
2.2. MPLABツール エコシステムへの Curiosity Nano適合方法	5
2.2.1. Curiosity NanoのMPLAB X IDE支援	5
2.3. Curiosity NanoのMPLABデータ可視器支援	7
2.4. ピンヘッダ使用法	7
3. 基板上デバッグ	9
3.1. 基板上デバッグ概要	9
3.2. 基板上デバッグ接続	9
3.3. デバッグUSB列挙(接続認識)	10
3.4. 仮想シリアルポート (CDC)	10
3.4.1. 概要	10
3.4.2. オペレーティングシステム支援	10
3.4.3. 制限	10
3.4.4. 合図	11
3.4.5. 高度な使い方	11
3.5. 大容量記憶装置	12
3.5.1. 大容量記憶装置実装	12
3.5.2. ドラッグ&ドロップ書き込みの制限	13
3.5.3. 特殊命令	13
3.6. データ中継器インターフェース	13
3.6.1. デバッグGPIO	13
3.6.2. 時刻印	14
3.7. デバイス構成設定保護	14
4. ハードウェア実装	15
4.1. クリスタル	15
4.2. LED	15
4.3. 機械的な切替器	16
4.4. 電源	16
4.4.1. 切断帯	16
4.4.2. 目的対象調整器	17
4.4.3. 外部供給	17
4.4.4. 電源特例	18
4.4.5. 低電力測定	18
4.4.6. VBUS出力ピン	19
5. 改訂履歴	20
5.1. ハードウェア改訂履歴と既知の問題	20
5.1.1. 製品IDと改訂の識別	20
5.1.2. 改訂2	20
5.2. 文書改訂履歴	20
6. 追補	21
6.1. 回路図	21
6.2. 組立図	23
6.3. Click boards™用Curiosity Nano Base	24
6.4. 外部マイクロコントローラ書き込み	25
6.4.1. 支援デバイス	25
6.4.2. ソフトウェア構成設定	25
6.4.3. 外部マイクロコントローラへの接続	25
6.5. 外部デバッグ接続	26
6.6. 基板上デバッグ切断	27
6.7. IAR™でとの開始に際して	28
Microchip情報	29
Microchipウェブサイト	29
製品変更通知サービス	29
お客様支援	29
Microchipデバイスコード保護機能	29
法的通知	29
商標	30
品質管理システム	30
世界的な販売とサービス	31

## 1. 特徴とピン配置

MCUとCuriosity Nanoの特徴、基板配置図、基板構成図、ピン配置構成図

### 1.1. AVR16EB32主な特徴

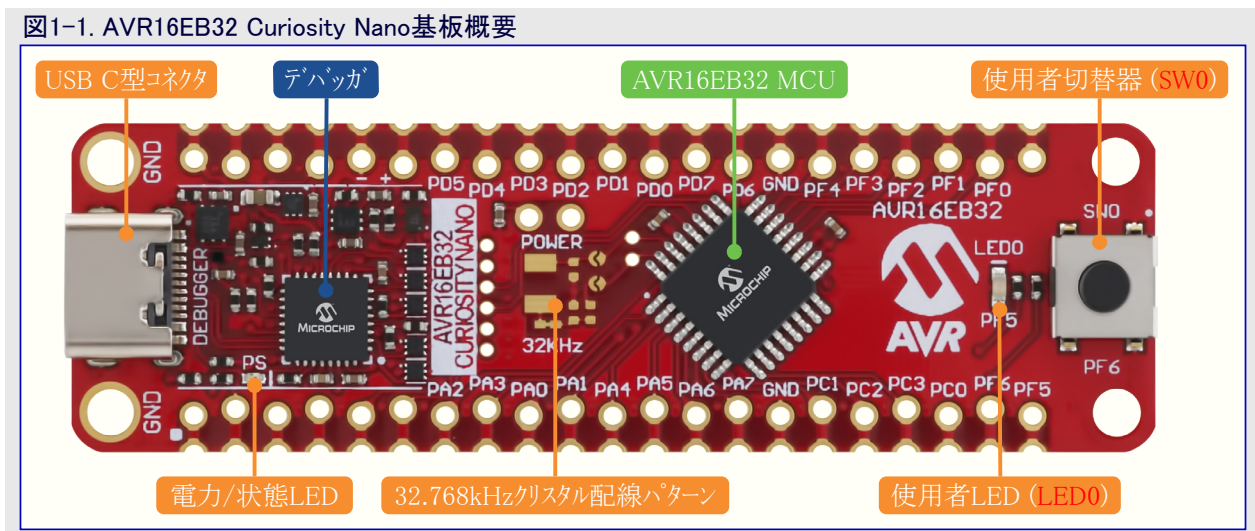
AVR® EB系はAVRの機能に実時間の制御と駆動の機能を統合します。最新のコアから独立した周辺機能(CIP:Core Independent Peripheral)の機能でこれらのマイクロコントローラは現代のどの組み込み設計にも価値ある追加となる自立型プロセッサとして秀でています。

- ・ 真の書き込み中読み込み操作を持つ32Kバイトまでの実装書き込み可能なフラッシュメモリ
- ・ プログラミング/デバッグ インターフェース禁止(PDID)安全機能
- ・ PWM生成用の4つの比較チャンネルと波形拡張(WEX)を持つ1つの16ビットタイマ/カウンタE型(TCE)
- ・ 周波数生成用の1つの24ビットタイマ/カウンタF型(TCF)
- ・ 外部クリスタルまたは内部発振器から動くことができる1つの16ビット実時間計数器(RTC)
- ・ 設定可能な利得増幅器(PGA)を持つ1つの12ビット、300ksp/s、差動A/D変換器(ADC)
- ・ 窓比較機能を持つ2つのアナログ比較器(AC)
- ・ 4つまでの設定可能な参照表(LUT)を持つ構成設定可能な注文論理回路(CCL)
- ・ CPUから独立して予測可能な周辺機能相互合図用の事象システム
- ・ 構成設定可能な内部生成した参照基準電圧

### 1.2. 基板特徴

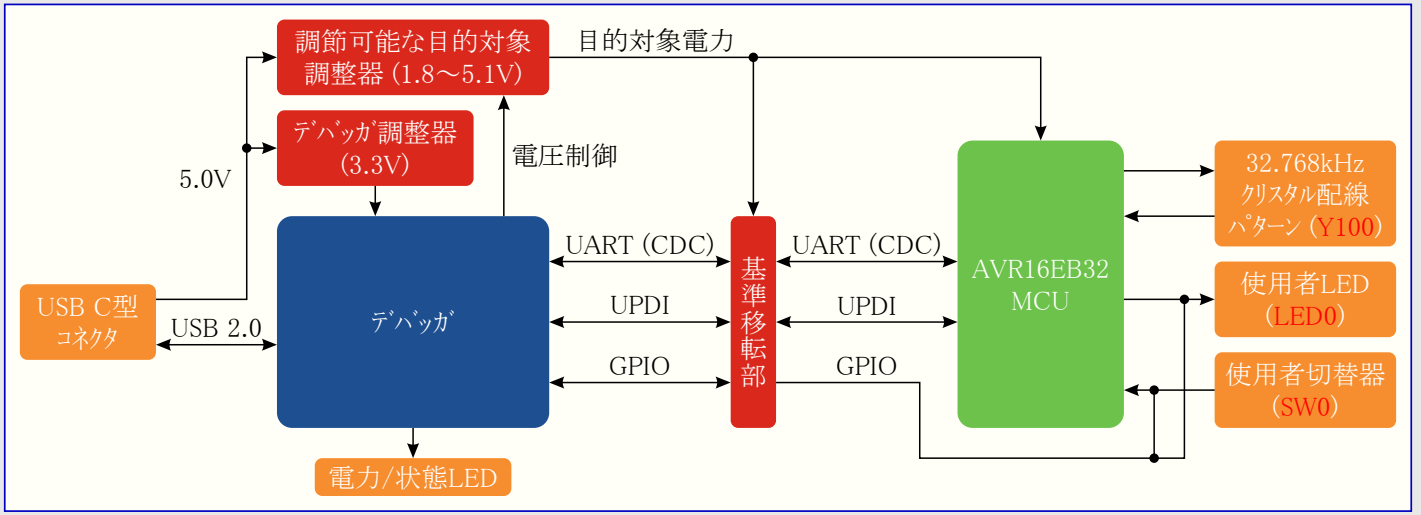
- ・ AVR16EB32マイクロコントローラ
- ・ USB C型コネクタ
- ・ 1つの黄色の使用LED
- ・ 1つの機械的な使用者切替器
- ・ 1つの緑色の電源と状態のLED
- ・ 32.768kHzクリスタル用配線パターン
- ・ Microchip MPLAB® X IDEとMicrochip Studioでの基板上デバッグが支援
  - 基板識別
  - 仮想シリアルポート(CDC)
  - 書き込みとデバッグ
  - 2つのデバッグGPIOチャンネル(DGI GPIO)
- ・ USB給電
- ・ 調整可能な目的対象電圧
  - 基板上デバッグによって制御されるMIC5353 LDO調整器
  - (USB入力電圧によって制限される)1.8~5.1Vの出力電圧
  - (周囲温度と出力電圧によって制限される)500mA最大出力電流

### 1.3. 基板概要



### 1.4. 構成図

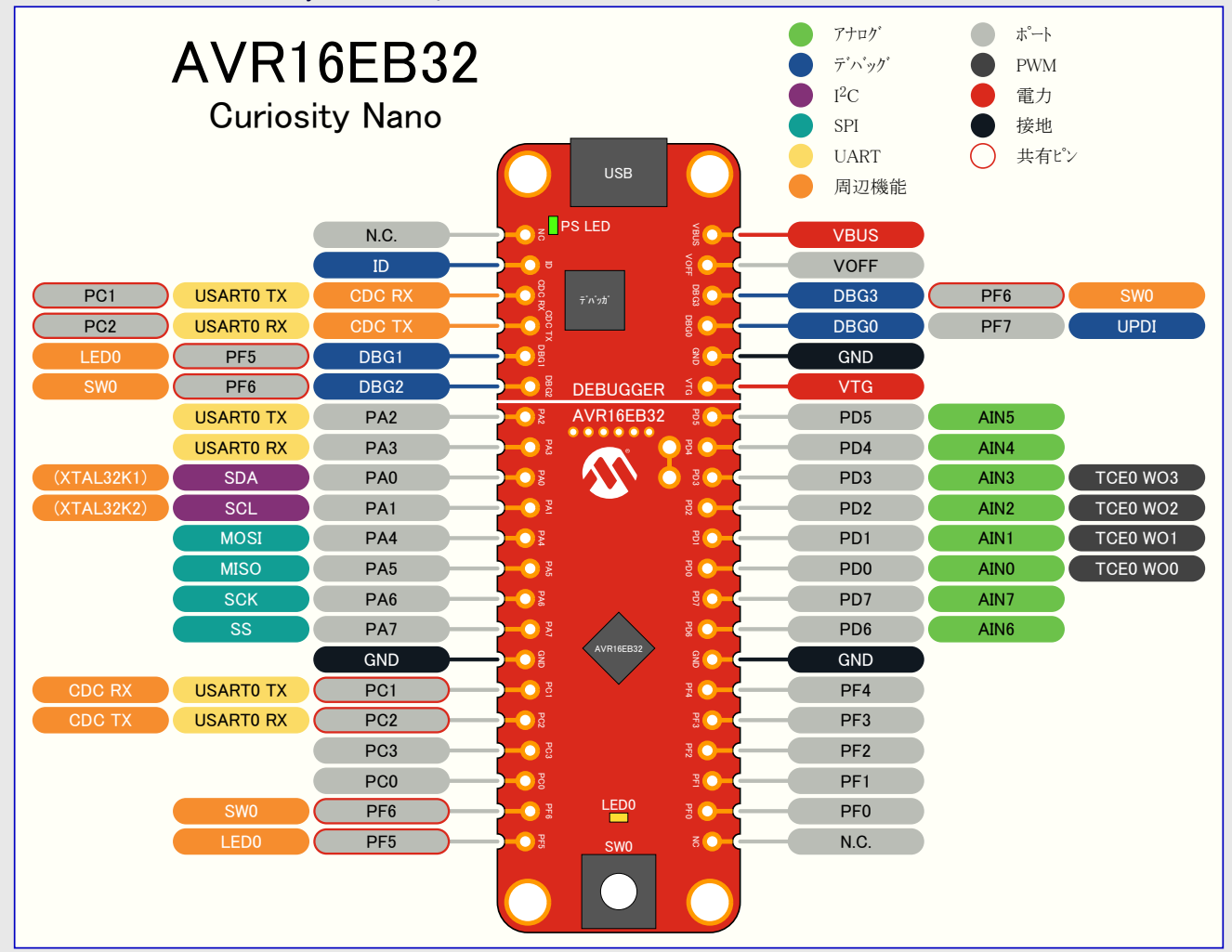
図1-2. AVR16EB32 Curiosity Nano基板構成図



### 1.5. ピン配置

AVR16EB32の全ての入出力ピンは基板上的の端コネクタでアクセス可能です。下の画像は基板のピン配置を示します。各ピンで利用可能な機能についてはAVR16EB32データシートの「入出力多重化と考察」章を参照してください。

図1-3. AVR16EB32 Curiosity Nanoピン配置

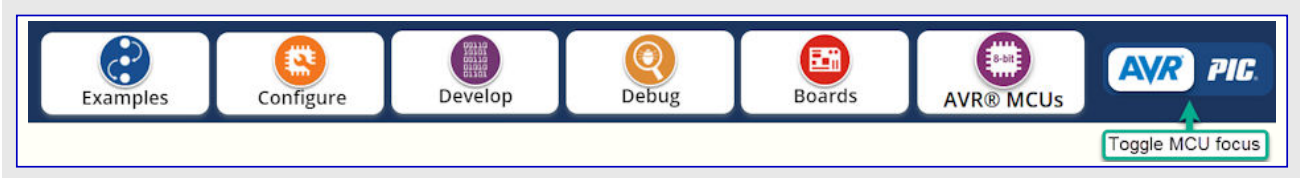


## 2. 開始に際して

MPLABツール エコシステムでのAVR16EB32 Curiosity Nano基板用資源の開始に際して

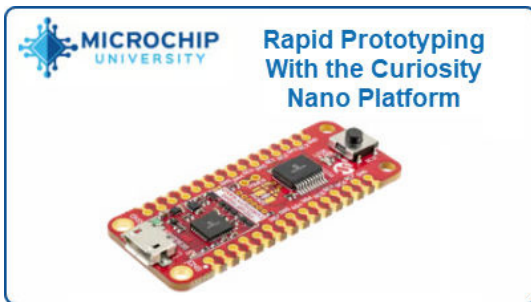
### 2.1. AVRで今すぐ開始

AVRマイクロ コントローラ(MCU)を使うのは始めてですか?。我々の包括的なMPLAB®開発エコシステムはMicroshpのMCUを支援し、試作の稼働を容易にさせ、製品水準に対応するコード生成ツールを含みます。必要な資源を見つけるための対話型案内([Get Started Now with AVR MCUs](#))を試してください。



1. 例: [MPLAB Discover](#)はMicrochip例プロジェクトを見つけるのを手助けするツールです。これは開発の開始点として使うために応用の要件に可能な限り近いMicrochip検査済みの例を効率的に見つけるため、プロジェクトを選別する様々な方法を提供します。
2. 構成設定: [MCC Melody](#)は支援されるMicrochip MCUの範囲に対する組み込みソフトウェアの開発用のライブラリ、ドライバ、周辺機能ライブラリ(PLIB)を提供し、これはMPLAB® Code Configurator(MCC)を使って構成設定されます。
3. 開発: [MPLAB X IDE](#)(Integrated Development Environment)、これはWindows、Linux、macOS用が利用可能で、[MPLAB® XC コンパイラ](#)とAVR®用GCCコンパイラもです。
4. デバッグ: MPLAB X IDEと[MPLAB Data Visualizer](#)でAVR16EB32 Curiosity Nano基板上のAVR16EB32デバイスが基板上デバッグによって書かれてデバッグされます。従って、外部書き込み器やデバッグ ツールは必要とされません。
5. 基板: AVR16EB32 Curiosity Nano基板は[Curiosity Nano開発基盤](#)の支援対象部分で、これはClick Boards™用Curiosity Nano Baseを含みます。

 助言: この無料のMicrochip University課程をご覧ください。



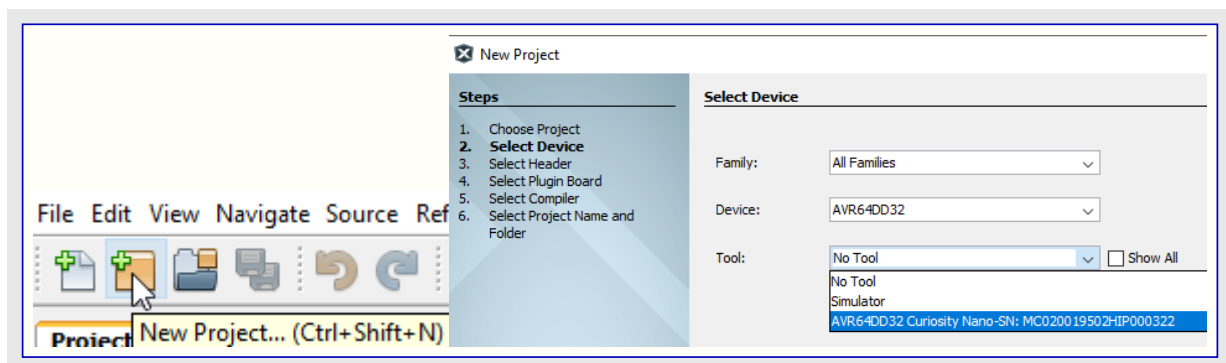
Curiosity Nano開発基盤は高速試作に良く適合します。この課程はCuriosity Nano基盤の明確な特徴を紹介し、新しいマイクロコントローラの使用や新しい試作の開発でそれがどう手助けするかを示します。この課程はこの基盤に対する中心である基板上デバッグの詳細な考察、より早く目標に達するのを手助けするための様々なユーザーインターフェースの使い方を含みます。

### 2.2. MPLABツール エコシステムへのCuriosity Nano適合方法

#### 2.2.1. Curiosity NanoのMPLAB X IDE支援

この基板が初めてコンピュータに接続すると、オペレーティング システムはドライバ ソフトウェアをインストールします。この基板用のドライバはMPLAB® X IDEと共に含まれます。これが一旦行われると、USB経由でCuriosity NanoをホストPCに接続する時にMPLAB X IDEが開いていれば、そのCuriosity Nano用の様々な重要なリンクと共にキット ウィンドウが開かれます。

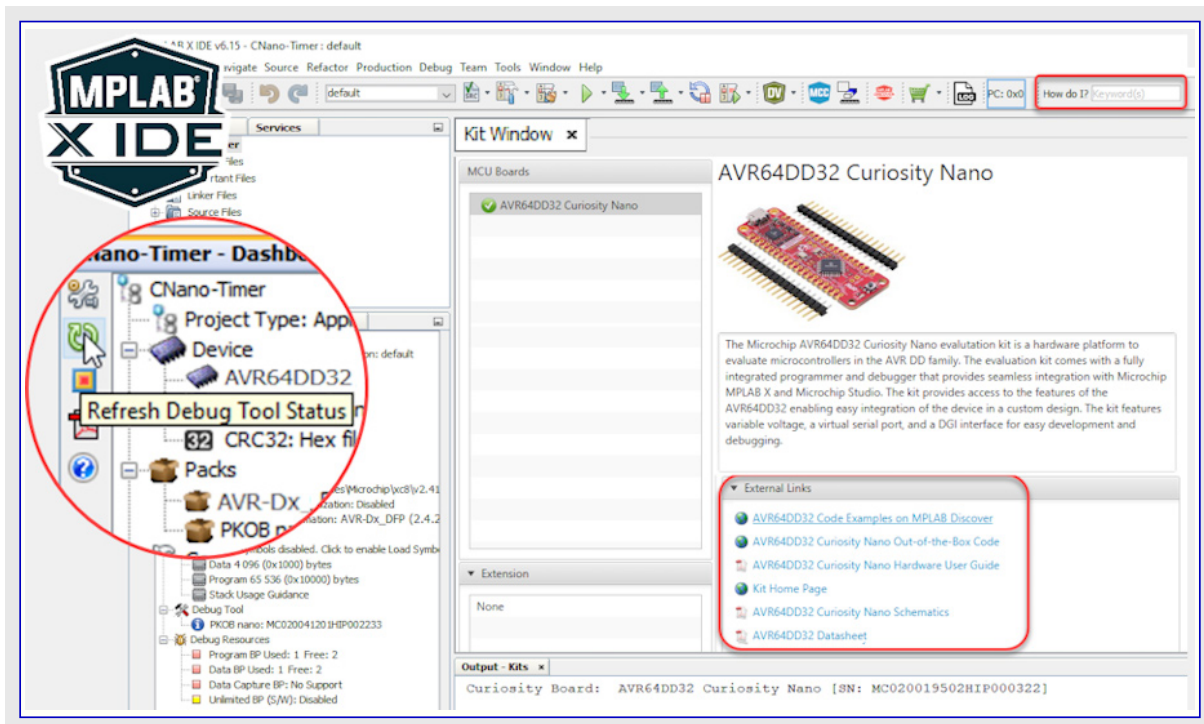
新しいプロジェクト作成時、Curiosity Nano上の部品番号が検出され、デバッグ ツールも同様になります。







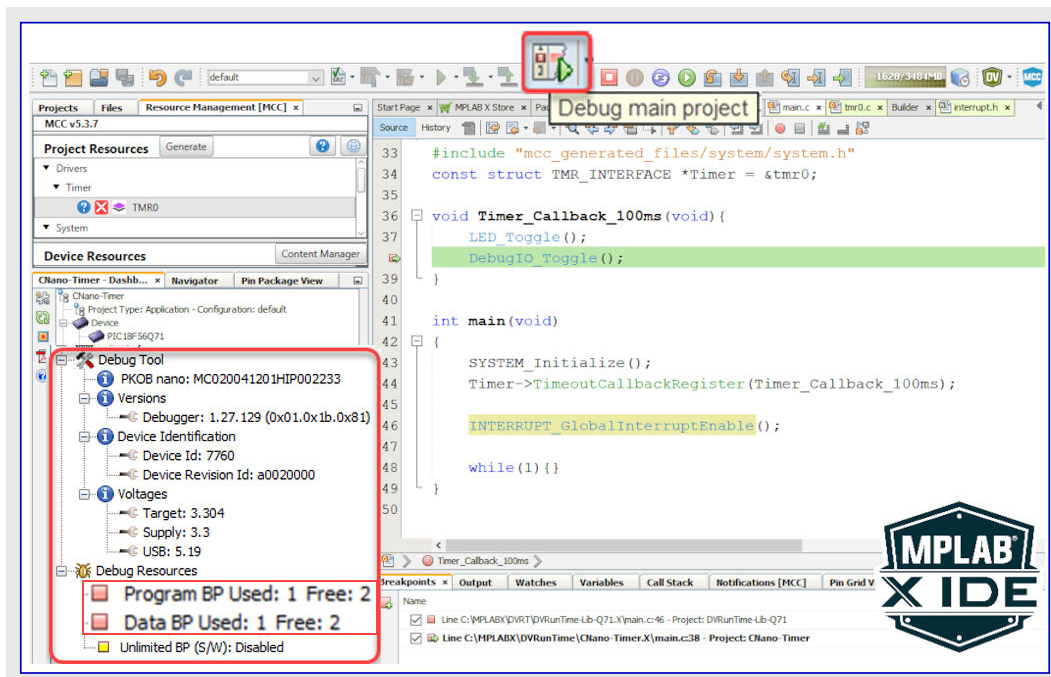
- 助言: ・ AVR16EB32 Curiosity Nano基板にはMPLAB® X IDE 6.15版、デバイス系統一括AVR-Ex\_DFP 2.5.276版、ツール一括nEDBG\_TP 1.13.715版またはより新しい版を使ってください。
- 最新デバイス系統一括はMPLAB® X IDEでTools(ツール)⇒Packs(一括)を通して、またはMPLAB® X一括貯蔵庫でのオンラインで入手可能です。一括でのより多くの情報とそれらの更新方法についてはMPLAB® X IDE User's guide - Work with Device Packs(MPLAB® X IDE使用者の手引き - デバイス一括との作業)を参照してください。



下の画像で示されるように、一旦”Refresh Debug Tool Status(デバッグ ツール状態更新)”をクリックすると、”Debug Tool(デバッグ ツール)”ウィンドウでCuriosity Nanoについての追加情報を見ることができます。



- 助言: ・ 閉じている場合、メニューバーのWindow(ウィンドウ)⇒Kit Window(キットウィンドウ)を通してMPLAB® X IDEでキットウィンドウを再び開いてください。
- MPLAB X IDEが始めての場合、’How do I?(どうすれば?)’検索バーが度々素晴らしい結果を与えます。
  - ’Debug main project(主プロジェクトをデバッグ)’がデバッグ作業を開始します。

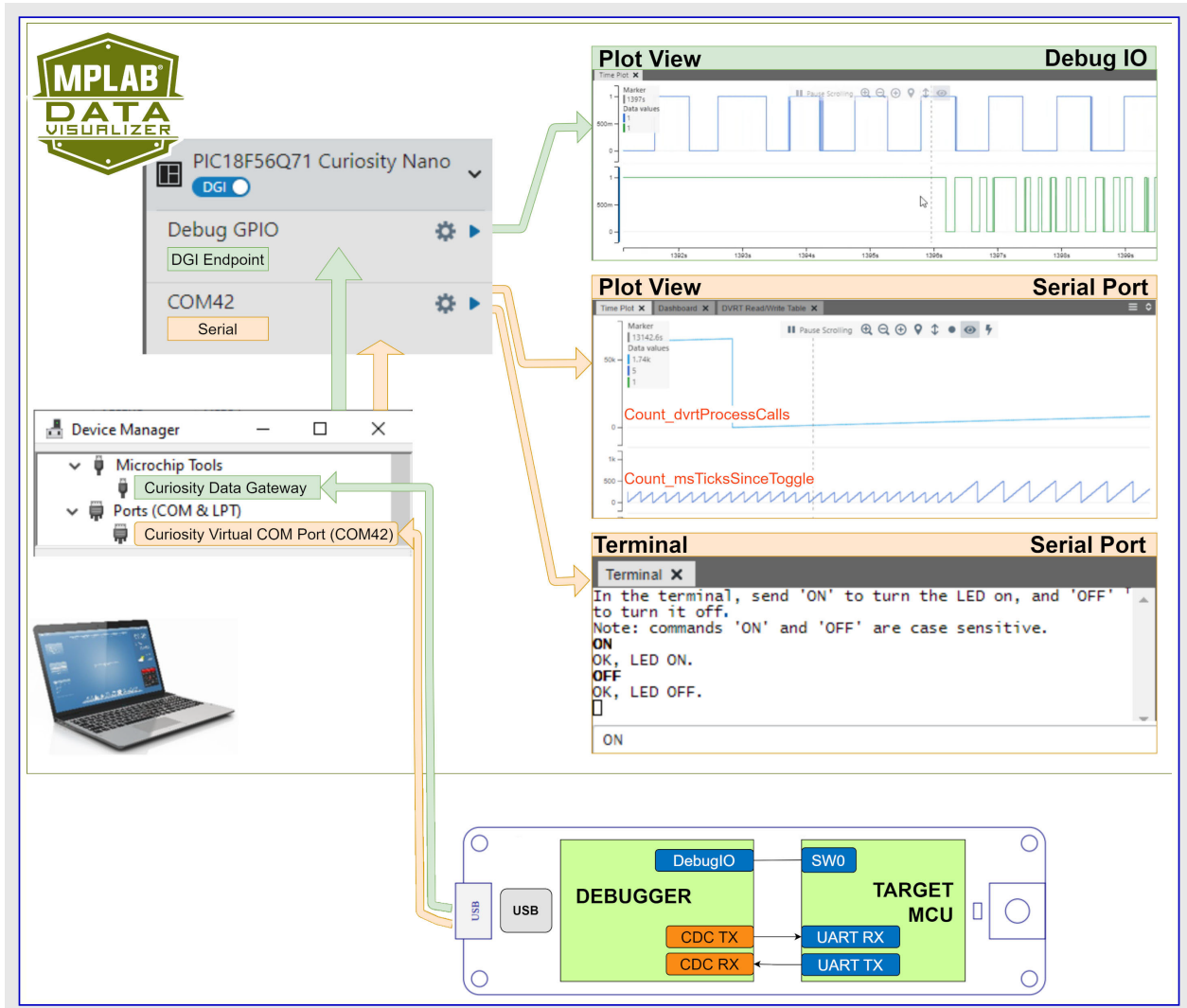




- 助言: ・ ‘Refresh Debug Tool Status(デバッグ ツール状態更新)’ をクリック後、MCU 目的対象電圧のような情報を見ることができません。
- ・ プログラム中断点(Program-Break Point)とデータ中断点(Data-Break Point)とは何か?。 [MPLAB X IDE Advanced Debugging - Breakpoints Demo](#)(MPLAB X IDE 高度なデバッグ - 中断点実演)
  - ・ 前の例に対する参照 - [MCC Melody Timer0 Driver: 100 ms Timer, API Ref Code](#)

## 2.3. Curiosity Nano の MPLAB データ可視器支援

USB/シリアル交換器経由の Curiosity Nano は目的対象 MCU 上の UART とコンピュータの COM ポート間の接続を容易にします。例えば、[MPLAB Data Visualizer](#)(MPLAB データ可視器)や他の端末プログラムへ接続するのにこれを使うかもしれません。



助言: 上の Plot View (作図視野) と Terminal (端末視野) の例に対する参照は次のとおりです。

1. Plot View - Debug IO: [DebugIO Heool World \(Microchip University\)](#)
2. Plot View - Serial Port: [MCC Melody Use Case Data Visualizer Run Time Use Case 1](#)
3. Terminal - Serial Port: [MCC Melody UART Driver: LED Control Commands](#)

## 2.4. ピン ヘッド 使用法

AVR16EB32 Curiosity Nano 上の端コネクタ配線パターンは各々の穴が中心から 8mil (約 0.2mm) 移動された千鳥足設計です。この穴ずれは通常の 100mil (2.54mm) ピン ヘッドに基板上での半田付けなしで使うことを許します。ピン ヘッドは一旦それらがしっかりと実施すれば応用で問題なくピン ソケットと試作基板のように使うことができます。

図2-1. Curiosity Nano基板へのピンヘッダ取り付け

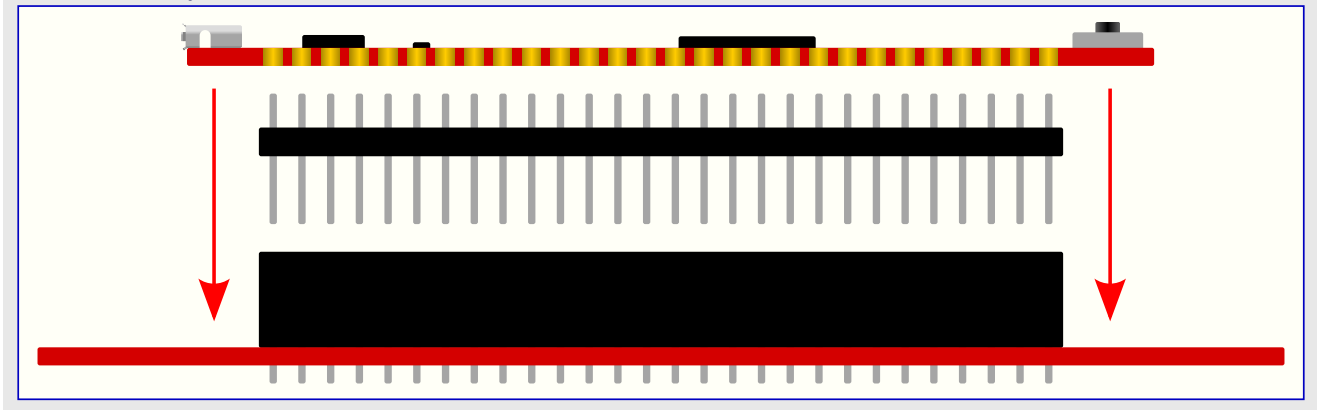
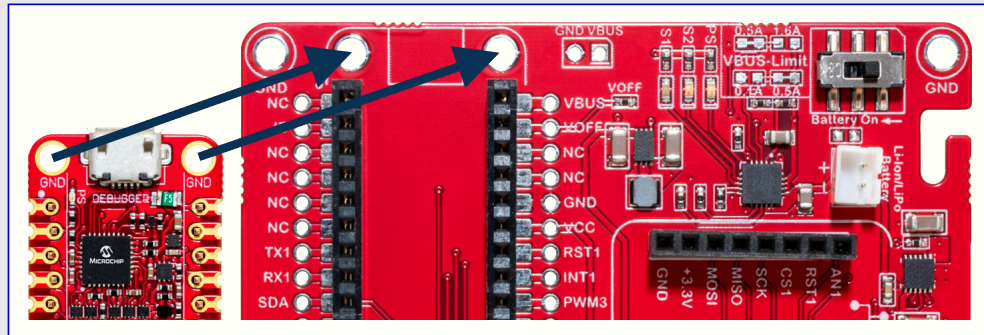


図2-2. Click boards™(Click基板)用Curiosity Nano Baseへの接続



- 助言:
- ピンヘッダの一端から開始し、基板の長手に沿ってヘッダを徐々に挿入してください。一旦全てのピンが実施されたなら、それらを幅広く押すのに平面を使ってください。
  - ピンヘッダが定常的に使われる応用については未だそれらを所定位置に半田付けすることが推奨されます。
  - 一旦ピンヘッダが所定位置に置かれると、それらは手で取り外すのが難しくなります。ピンヘッダとPCBへの損傷を避けるため、1組のペンチを使ってピンヘッダを注意深く取り外してください。



### 3. 基板上デバグ

書き込みとデバグ用の基板上デバグの特徴とインターフェース

#### 3.1. 基板上デバグ概要

AVR16EB32 Curiosity Nanoは書き込みとデバグ用の基板上デバグを含みます。基板上デバグは以下のいくつかのインターフェースから成る複合USB装置です。

- MPLAB® X IDEでAVR16EB32の書き込みとデバグをすることができるデバグ
- AVR16EB32の万能非同期送受信器(UART)に接続され、端末ソフトウェアを通して目的対象応用と通信する容易な方法を提供する仮想シリアルポート(CDC)
- AVR16EB32のドラッグ&ドロップ書き込みを許す大容量記憶装置
- プログラムの流れを可視化するための論理分析部チャンネル(デバグGPIO)でのコード計装用データ中継器インターフェース(DGI)

基板上デバグはAVR16EB32 Curiosity Nano基板上の(PSと記された)電力と状態のLEDを制御します。下表は各種動作形態がLEDをどう制御するかを示します。

表3-1. 基板上デバグLED制御

動作形態	電力と状態のLED
ブートローダ動作	電源投入の間、LEDが低速点滅
電源投入	LEDがON
標準動作	LEDがON
書き込み	活動表示部: 書き込み/デバグの間、LEDが低速点滅
ドラッグ&ドロップ書き込み	成功: LEDが2秒間低速点滅 失敗: LEDが2秒間高速点滅
障害	電力障害が検出された場合にLEDが高速点滅
OFF	基板上デバグは電力断で、LEDはOFF

**情報:** 低速点滅は概ね1Hzで、高速点滅は約5Hzです。

#### 3.2. 基板上デバグ接続

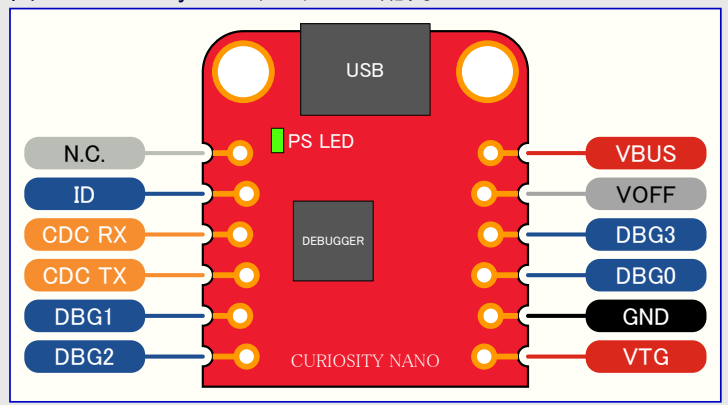
下表は目的対象とデバグ部分間の接続を示します。目的対象とデバグ間の全ての接続はデバグがインターフェースを使わない時にHi-Zにされます。従って、僅かな信号の混入しなく、例えば、ピンは使用者が望むどの構成設定にもすることができます。

**情報:** Curiosity Nano基板上のUSBコネクタに最も近い12端子の端コネクタは標準化されたピン配列を持ちます。書き込み/デバグピンは目的対象インターフェースに依存して異なる機能を持ちます。

表3-2. 基板上デバグ接続

デバグピン	AVR16EB32ピン	説明
CDC TX	PC2 UART RX	USB CDC TX線
CDC RX	PC1 UART TX	USB CDC RX線
DBG0	PF7 ICSPDAT	デバグデータ線
DBG1	PF5 ICSPCLK	デバグクロック線
DBG2	PF6 SW0/GPIO0	デバグGPIO0/SW0
DBG3	PF6 RESET	リセット線
ID	-	拡張用ID線
N.C.	-	接続なし
VBUS	-	外部使い用VBUS電圧
VOFF	-	電圧OFF入力。Lowに引かれる時に目的対象調整器と目的対象電圧を禁止
VTG	-	目的対象電圧
GND	-	共通接地

図3-1. Curiosity Nanoデバグピン配列



**助言:** 完全なAVR16EB32 Curiosity Nanoピン配置については「[AVR16EB32 Curiosity Nanoピン配置](#)」をご覧ください。

### 3.3. デバッグUSB列挙(接続認識)

AVR16EB32 Curiosity Nanoの基板上デバッグはホストコンピュータのUSBサブシステムで人インターフェース装置(HID:Human Interface Device)として現れます。このデバッグはMPLAB® X IDEといくつかの第三者IDEを使うことによってAVR16EB32の完全な機能の書き込みとデバッグを支援します。

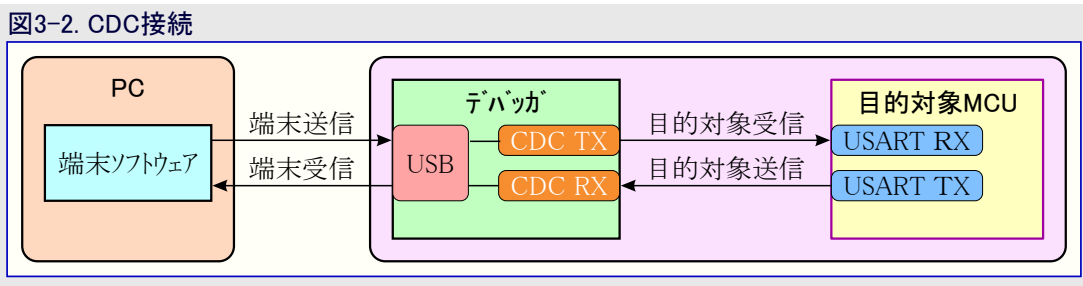
**注意:** デバッグのファームウェアを最新に保ってください。ファームウェアはMPLAB® X IDE使用時に自動的に更新します。

### 3.4. 仮想シリアルポート(CDC)

仮想シリアルポート(CDC)はホストPCと目的対象デバイス間の汎用シリアル橋渡しです。

#### 3.4.1. 概要

基板上デバッグはホストで仮想シリアルポートとして現れる標準通信装置クラス(CDC:Communications Device Class)を持つ複合USB装置を実装します。ホストコンピュータと目的対象間の両方向で任意データを流すのにCDCを使ってください。ホストコンピュータで仮想シリアルポートを通して送られた全ての文字はデバッグのCDC TXピンでUARTとして送られます。デバッグのCDC RXピンで捕獲されたUART文字は仮想シリアルポートを通してホストコンピュータに返されます。



**情報:** 上図で示されるように、ホストコンピュータから受け取る文字に対してデバッグのCDC TXピンは目的対象のUSART RXピンに接続されます。同様に、ホストコンピュータへ送られる文字に対してデバッグのCDC RXピンは目的対象のUSART TXピンに接続されます。

#### 3.4.2. オペレーティングシステム支援

Windows®機ではCDCがCuriosoty Virtual COM Port(Curiosity仮想COMポート)として列挙(接続認識)され、Windowsデバイスマネージャのポート部分に現れます。COMポート番号はそこで見つけることもできます。

**情報:** 古いWindowsシステムではCDCがUSBドライバを必要とします。MPLAB® X IDEのインストールはこのドライバを含みます。

Linux®機ではCDCが/dev/ttyACM#として列挙(接続認識)されて現れます。

**情報:** Linuxでtty\*装置は”dialout”群に属し、故にCDCアクセスする許可を持つ群の一員になることが必要かもしれません。

MAC®機ではCDCが/dev/tty.usbmodem#として列挙(接続認識)されて現れます。使う端末プログラムに依存し、usbmodem#として利用可能なモデムの一覧で現れます。

**情報:** 全てのオペレーティングシステムに対して: DTR信号を支援する端末模倣部を使ってください。「3.4.4. 合図」をご覧ください。

#### 3.4.3. 制限

基板上デバッグのCDCで全てのUART機能が実装される訳ではありません。制限は以下のようにここで概説されます。

- **ボーレート:** 1200bps~500kbpsの範囲でなければなりません。この範囲外のどのボーレートも警告なしに最も近い限度に設定されます。ボーレートは実行中に変更することができます。
- **文字形式:** 8ビット文字だけが支援されます。
- **パリティ:** 奇数、偶数、なしにすることができます。
- **ハードウェア流れ制御:** 支援なし
- **停止ビット:** 1または2のビットが支援されます。

### 3.4.4. 合図

USB列挙(接続認識)の間、ホストOSはCDCインターフェースの通信とデータの両パイプを開始します。この時点で、CDCのボーレートと他のUARTパラメータを設定して読み戻すことが可能ですが、データの送受は許可されません。


ホストに接続する時に端末はDTR信号を活性化しなければなりません。これがUSBインターフェースで実装される仮想制御信号のため、基板には物理的に存在しません。ホストからのDTR活性化は基板上デバッグにCDC作業が活性であることを示します。デバッグは(利用可能ならば)その基準移転器(レベルシフタ)を許可してCDCデータの送受信機構を開始します。


デバッグ ファームウェア 1.20またそれ以前版でのDTR信号の不活性化は以下の動きを持ちます。

- デバッグUART受信部が禁止され、更なるデータはホスト コンピュータへ転送されません。
- デバッグUART送信部は転送のために準備されて待ち行列にされたデータを送り続けますが、ホスト コンピュータから新しいデータを受け入れません。
- (利用可能なら)基準移転器は禁止されず、デバッグCDC TX線は駆動されたままに留まります。

デバッグ ファームウェア 1.21またそれ以降版でのDTR信号の不活性化は以下の動きを持ちます。

- デバッグUART受信部が禁止され、更なるデータはホスト コンピュータへ転送されません。
- デバッグUART送信部は転送のために準備されて待ち行列にされたデータを送り続けますが、ホスト コンピュータから新しいデータを受け入れません。
- 一旦進行中の送信が完了すると、基準移転器が禁止され、故にデバッグCDC TX線は高インピーダンスになります。

 **留意:** 端末模倣部をDTR信号有効に設定してください。その信号なしでは基板上デバッグがそのUARTを通すデータの送信も受信もしません。

 **助言:** 基板上デバッグのCDC TXピンはホストによってCDCインターフェースが許可されるまで駆動されません。また、デバッグと目的対象に接続しているCDC線上に外部プルアップ抵抗がなく、電源投入中にその線が浮くことを意味します。フレーミング異常などのような予測不能な動きに帰着する不具合も避けるため、目的対象デバイスはデバッグのCDC TX線に接続されたピンで内部プルアップを許可することができます。

### 3.4.5. 高度な使い方

#### CDC置き換え動作

普通の動作では、基板上デバッグはホストとデバイス間の真のUART橋渡しです。けれども、或る使用事例で、基板上デバッグは基本動作形態を置き換えて他の目的のためにCDC TXとRXのピンを使うことができます。

デバッグのCDC TXピンの出力に文字を送るのに、基板上デバッグの大容量記憶ドライブへの文書ファイル引き摺りを使うことができます。ファイル名と拡張子は普通ですが、文書ファイルは次のような文字で始まります。

```
CMD:SEND_UART=
```

デバッグ ファームウェア 1.20またそれ以前版は以下の制限を持ちます。

- 最大メッセージ長は50文字で、フレーム内の全ての残りデータは無視されます。
- この動作で使われる既定ボーレートは9600bpsですが、CDCが既に活性、または構成設定されていた場合、以前に使われたボーレートが未だ適用されます。

デバッグ ファームウェア 1.21またそれ以降版は以下の制限/機能を持ちます。

- 最大メッセージ長はホスト コンピュータとオペレーティング システムでのMSC/SCSI層制限時間に依存して変わります。512バイトの単一SCSIフレーム(498文字の本体)が保証され、4Kバイトまでのファイルが殆どのシステムで動くでしょう。転送はファイルで出会った最初のNULL文字で完了します。
- 使うボーレートは既定命令に対して常に9600bpsです。

```
CMD:SEND_UART=
```

CDC置き換え動作はCDC/端末上でのデータ転送と同時に使わないでください。ファイルがCDC置き換え動作経由で受信している時にCDC端末作業が活動の場合、その操作の間一時休止され、一旦完了すると再開されます。

- 明示的なボーレートで以下のような追加命令が支援されます。

```
CMD:SEND_9600=
```

```
CMD:SEND_115200=
```

```
CMD:SEND_460800=
```

#### USB段階のフレームの考慮

ホストからCDCへ送るデータはバイト単位、または64バイトUSBフレーム内に切り分けられる塊で行うことができます。このような各々のフレームはデバッグのCDC TXピンへ送るため、待ち行列にされます。フレーム毎に少量のデータを送ると、基板上デバッグがバイトではなくフレームを緩衝するため、特に低ボーレートで非効率になり得ます。最大4つの64バイト フレームを何時でも活性にすることができます。基板上デバッグはそれによってやって来るフレームを調整します。データを含む完全な64バイト フレームの送信が最も効率的な方法です。

デバッグのCDC RXピンでデータを受け取る時に、基板上デバッグはやって来るバイトを64バイト フレームへ一列に並べ、それらが満たされた時にホストへ送るためにUSB待ち行列に送られます。不完全なフレームも概ね100ms間隔でUSB待ち行列へ押し込まれ、USBフレーム開始通票によって起動されます。何時でも最大8つの64バイト フレームを活性にすることができます。

ホスト(またはそれ上で走行しているソフトウェア)が充分速くデータを受け取ることに失敗した場合、オーバーランが発生します。これが起きると、USB待ち行列に送られつつあるものに代わって最後に満たされた緩衝部フレームが再使用され、完全なフレーム データが失われます。この発生を防ぐため、使用者はCDCデータパイプが継続的に読まれるか、またはやって来るデータ速度が減らされるかを保証してください。

### 中断(Break)文字送出

ホストはCDCを使う装置にUART中断文字を送ることができ、これは受信部の状態機構をリセットしたり、装置で走行する応用にホストから例外条件を合図するのに使えます。

中断文字はホストから装置へ送られる最低11ビットの'0'の連続として定義されます。

全てのUART受信部が中断を検出するための支援を持つ訳ではありませんが、正しい形式の中断文字は通常、受信部でフレーミング異常を起動します。

デバッグのCDCを使う中断文字送信は以下の制限を持ちます。

- ・ 中断送出はCDC置き換え動作(ドラッグ&ドロップ)と同時に行ってはなりません。これら両機能は(限られた時間続く)一時的な状態で、独立して使われなければなりません。
- ・ 中断送出は現在送られつつあるデータを損失させます。中断を送る前に送信緩衝部内の全ての文字が送られるのを許すために充分な量の時間待つのを確実にしてください。これは予期した中断文字の使い方に沿っていても、例えば、制限時間後の受信部状態機構リセットはホストに返されるデータを待たせます。
- ・ CDC仕様は最大65534msの持続時間のデバッグ計時の中断の要求を許します。簡単にするため、デバッグは中断持続時間を支援する最低ボーレートで最大11ビット持続に制限します。
- ・ CDC仕様は不定のホスト計時中断を許します。この場合に中断状態を開放するのは端末応用/使用者の責任です。

**注:** 中断文字送出はデバッグ ファームウェア1.24とそれ以降版で利用可能です。

## 3.5. 大容量記憶装置

基板上デバッグはそれが接続されるホスト オペレーティング システム経由で読み書き操作に対してアクセスができる簡単な大容量記憶装置実装を含みます、

これは以下を提供します。

- ・ キットの情報と支援を詳述するための基本的な文書とHTMLのファイルに対する読み込みアクセス
- ・ Intel® HEX形式ファイルを目的対象デバイスのメモリに書くための書き込みアクセス
- ・ 有用な目的用の簡単な文書ファイルのための書き込みアクセス

### 3.5.1. 大容量記憶装置実装

基板上デバッグは部分的にFAT12それ自身の特質とそれの組み込み応用に対する目的を満たすための最適化のため、いくつかの制限を持ち高く最適化されたFAT12ファイル システムの変種を実装します。

Curiosity Nano USB装置は大容量記憶装置としてUSB第9節適合ですが、汎用大容量記憶装置で期待するものを多少なりとも満たしません。この動きは意図的です。

Windowsオペレーティング システム使用時、基板上デバッグはデバイス マネージャのディスク部分で見つかるCuriosity Nano USB装置として列挙(認識)されます。**CURIOSITY**ドライブはファイル マネージャに現れ、システムで次に利用可能なドライブ文字を獲得します。

**CURIOSITY**ドライブは概ね1Mバイトの空き空間を含み、目的対象デバイスのフラッシュ メモリの大きさを反映しません。Intel HEXファイル書き込み時、膨大な付随負荷を与える付加データを持つASCIIで符号化され、故に1Mバイトはディスクの大きさに適当に選ばれた値です。

**CURIOSITY**ドライブをフォーマットすることは不能です。目的対象へのファイル書き込み時、ファイル名がディスク ディレクトリ一覧に現れるかもしれませんが、これは単にオペレーティング システムのディレクトリ表示にすぎず、現実には更新されません。そのファイル内容を読み出すことは不可能です。基板を取り外して再接続すると、ファイル システムをその元の状態に戻しますが、目的対象は未だ直前に書かれた応用を含みます。

目的対象デバイスを消去するにはディスクに**"CMD:ERASE"**で始まる文字ファイルを複写してください。

既定で**CURIOSITY**ドライブはアイコン生成だけでなく、状態と更なる情報へのリンクを報告するための以下のようないくつかの読み込み専用ファイルを含みます。

- ・ **AUTORUN.ICO** - Microchipロゴ用アイコン ファイル
- ・ **AUTORUN.INF** - アイコン ファイルを表示するためにWindowsのエクスプローラに対して必要とされるシステム ファイル
- ・ **KIT-INFO.HTM** - 開発基板ウェブサイトへの向け直し
- ・ **KIT-INFO.TXT** - 基板のデバッグ ファームウェア版、基板名、USB通番、デバイス、ドラッグ&ドロップ支援についての詳細を含む文字ファイル
- ・ **STATUS.TXT** - 基板の書き込み状態を含む文字ファイル



**情報:** 基板上デバッグはSTATUS.TXTを動的に更新します。その内容はOSがキャッシュするため、正しい状態を反映しないかもしれません。

### 3.5.2. ドラッグ&ドロップ書き込みの制限

#### 施錠ビット

Hexファイルに含まれる施錠ビットはドラッグ&ドロップ書き込みを使う時に無視されます。施錠ビットを書くにはMPLAB® X IDEを使ってください。

#### ヒューズでのCRC検査許可

ドラッグ&ドロップ書き込みを使う時にデバイスのヒューズでCRC検査を許可することはお勧めできません。これは(ヒューズビットに影響を及ぼさない)後続するチップ消去がCRC不整合を起こし、応用が起動に失敗するからです。MPLAB® X IDEを使ってチップ消去が行われなければならない、この状態から目的対象を回復ため、消去後、自動的にCRCヒューズを解消します。

### 3.5.3. 特殊命令

大容量記憶装置への文字ファイル複写によっていくつかの有用な命令が支援されます。ファイル名と拡張子は無関係で、命令処理部は内容だけに反応します。

表3-3. 特殊ファイル命令

命令内容	説明
CMD:ERASE	目的対象のチップ消去を実行
CMD:SEND_UART=	CDC UARTに文字列を送信。「CDC置き換え動作」をご覧ください。
CMD:SEND_9600= CMD:SEND_115200 CMD:SEND_460800	指定したボーレートで文字列をCDC UARTへ送ります。ここで明示的に指定したボーレートだけが支援されることに注意してください!。「CDC置き換え動作」をご覧ください。(デバッグファームウェア1.25.6版またはより新しい版)
CMD:RESET	書き込み動作へ入って直ちに書き込み動作を抜け出すことによって目的対象をリセット。正確なタイミングは目的対象デバイスの書き込みインターフェースに従って変わり得ます。(デバッグファームウェア1.25.6版またはより新しい版)

**情報:** 大容量記憶模倣ディスクに送られた内容はここで一覧にされる命令を起動し、成功と失敗のどちらの場合も反応は提供されません。

## 3.6. データ中継器インターフェース (DGI)

データ中継器インターフェース(DGI:Data Gateway Interface)は基板上デバッグとホストコンピュータに基づく可視化ツール間で生と時刻印されたデータを転送するUSBインターフェースです。ホストコンピュータで何れのデバッグGPIOデータを表示するのにMPLAB Data Visualizer(データ可視器)が使われます。これはMPLAB® X IDE用プラグインとしてまたはMPLAB® X IDEと並行して使うことができる独立型応用として利用可能です。

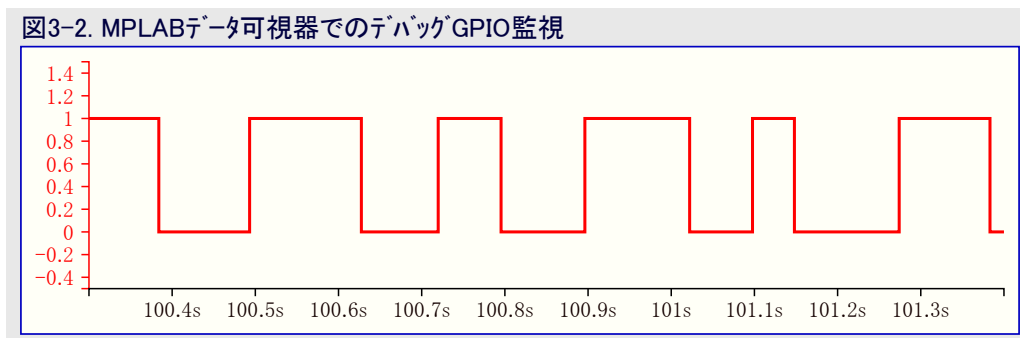
DGIがいくつかの物理的なデータインターフェースを包含するとは言え、AVR16EB32 Curiosity Nano実装は次のような論理回路分析部チャネルを含みます。

- (DGI GPIOとしても知られる)2つのデバッグGPIOチャネル


### 3.6.1. デバッグGPIO

デバッグGPIOチャネルは目的対象応用をホストコンピュータ可視化応用に接続する時刻印されたデジタル信号線です。これらは例えば、与えられた応用状態遷移が起きた時のような、代表的に時間軸での低周波数事象の発生を作図するのに使われます。

下図はMPLABデータ可視器(Data Visualizer)でデバッグGPIOに接続された機械的な切替器のデジタル状態の監視を示します。



デバッグGPIOチャネルは時刻印され、故にDGI GPIO事象の分解能はDGI時刻印単位部の分解能によって決められます。

 **重要:** より高い周波数の信号集中を捕獲することができても、GPIOが使える信号の周波数範囲は最大約2kHzです。この周波数を超える信号を捕獲する試みはデータの飽和と溢れに帰し、DGI作業を中断させるかもしれません。


### 3.6.2. 時刻印


デバuggによって捕獲される時にDGI供給元は時刻印されます。Curiosity Nanoデバuggで実装される時刻印計数器は0.5µsの時刻印分解能を提供する2MHzの周波数で増されます。

### 3.7. デバugg構成設定保護

AVR16EB32 Curiosity Nanoの基板上デバuggは、特にドラッグ&ドロップ書き込み使用時にMCUが回復不能にされるのを防止することを意図される保護機構を持ちます。プログラミングとデバuggのインターフェースの禁止やメモリの恒久的な施錠はいくつかのMCUの特徴で、それは開発キット基盤での評価の助けになりません。

この保護機構は関連するヒューズへの書き込み操作を阻止して書かれるアドレスと値を条件付きで遮蔽することによって働きます。

 **情報:** 保護機構は予想外で元に戻せない変更を防ぐことを意図されます。使用者の意図的な元に戻せない変更は、自己責任で行ってください。

 **情報:** 利用可能な機能一式と対応する保護機構はデバuggに依存します。更なる情報についてはデータシートを調べてください。

保護機構は元に戻せない変更を必要とする与えられた機能の完全な経験を望む使用者に対して禁止することができます。これを行うと、恒久的な変更になります。

pypi.orgで配給されるpydebuggerconfig一括は構成設定保護を含め、デバuggの多くの面を細かく調整するのに使うことができます。この手続きはPython 3の最新公開版とその環境のpydebuggerconfig一括のインストールを必要とします。

#### 手順1: 現在の状態

次を実行することによって保護が現在許可されているかどうかを確定してください。

```
pydebuggerconfig read
```

その後に以下の部分を調べてください。

```
Register TARGET_DEBUG_FEATURES: 0x0F (15) # Program/debug features
                                bit 0, SINGLE_DEVICE: 1 # Single-device
                                bit 1, PROG_ENABLED: 1 # Programming
                                bit 2, DEBUG_ENABLED: 1 # Debug
                                bit 3, FUSE_PROTECTION: 1 # Fuse protection
```

‘1’のFUSE\_PROTECTION値は保護が実施されていることを示します。

#### 手順2: 保護設定の変更

FUSE\_PROTECTIONを‘0’に設定することによってTARGET\_DEBUG\_FEATURESに対して望む設定を計算してください。例えば、次を実行することによってTARGET\_DEBUG\_FEATURESレジスタで現在の値を置き換えてください。


```
pydebuggerconfig replace -r TARGET_DEBUG_FEATURES=0x07
```

新しい値が設定されたのを確認するために手順1からの手続きを繰り返し、その後キットの電源をOFF/ONしてください。全ての保護機能が今や禁止されます。

#### 手順3: 保護の復元

保護は初期値で手順2を繰り返すか、または次を実行することによって工場復元機能を使うかのどちらかによって再許可することができます。

```
pydebuggerconfig restore
```

 **重要:** 復元機能は製造以降に変更されたキット構成設定の何れかの変更だけを復元し、デバuggに内部的に保存されたキット構成設定の複製を復元することによって行われます。この操作はMCUに影響を及ぼさず、また、その構成設定に行われたかもしれない元に戻せない変更は元に戻しません。

## 4. ハードウェア実装

LED、機械的な切替器、電源

### 4.1. クリスタル

AVR16EB32 Curiosity Nano基板は2端子の1.5mm面実装クリスタルによる標準3.2mm用に作られた32.768kHzクリスタル配線パターンを持ちます。GPIOが端コネクタに配線されるため、このクリスタル用配線パターンは既定でAVR16EB32に接続されていません。

図4-1. 32.768kHzクリスタル構成図

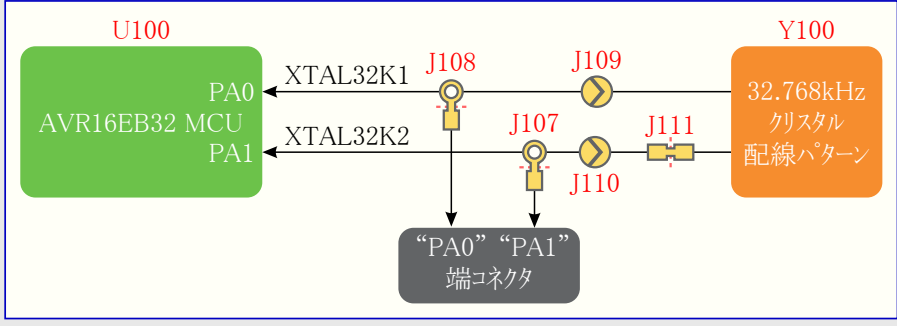


表4-1. クリスタル接続

AVR16EB32ピン	機能	共用機能
PA0	XTAL32K1	端コネクタ
PA1	XTAL32K2	端コネクタ

AVR16EB32でクリスタルを使うにはいくつかのハードウェア変更が必要とされます。

- 端コネクタに配線された2つの入出力線は、クリスタルへの競合の機会を減らすのと、線上の過度の容量を取り去るために切断されなければなりません。
- 基板裏側のJ107とJ108の2つの切断帯を切断することによって端コネクタを切断してください。
- 基板表側のクリスタル傍らのJ109とJ110の各円形半田点に於いて半田の塊で半田付けすることによってクリスタルを接続してください。
- C104とC105に適切なコンデンサを追加してください。
- R100に適切な直列抵抗器を追加してください。

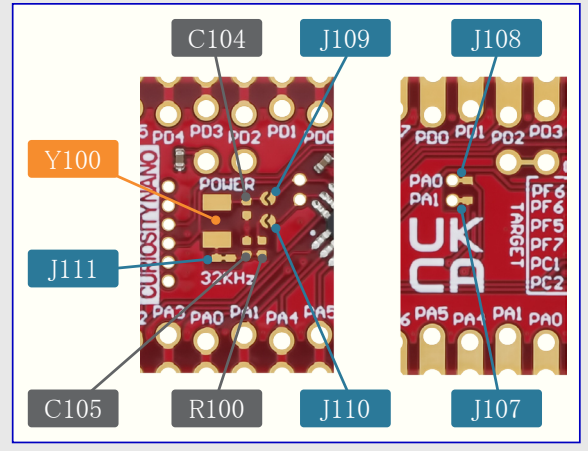
**情報:** R100直列抵抗はクリスタルの駆動能力を制限するのに必要とされるかもしれません。抵抗器が必要とされない場合、R100のポッドは半田の塊で接続することができます。

**重要:** PA0とPA1は端コネクタでI<sup>2</sup>Cピンとして使われます。端コネクタからPA0とPA1を切断すると、接続した基部基板でいくつかの機能を禁止するかもしれません。

クリスタルは発振器の安全係数を測定するのに使うことができる切断帯(J111)を持ち、この帯を切断して帯を渡して0402 SMD抵抗器を追加することによって行われます。MicrochipからのAN2648応用記述は発振器許容量と安全係数についてより多くの情報を含みます。

図4-2は切断帯と半田点を示します。

図4-2. クリスタル切断帯



### 4.2. LED

AVR16EB32 Curiosity Nano基板で1つの使用者用黄LEDが利用可能です。GPIOまたはPWMのどちらかでこれを制御することができます。接続した入出力線をGNDに駆動することもこのLEDを活性(点灯)にすることができます。

図4-3. AVR16EB32 Curiosity Nano LED0構成図

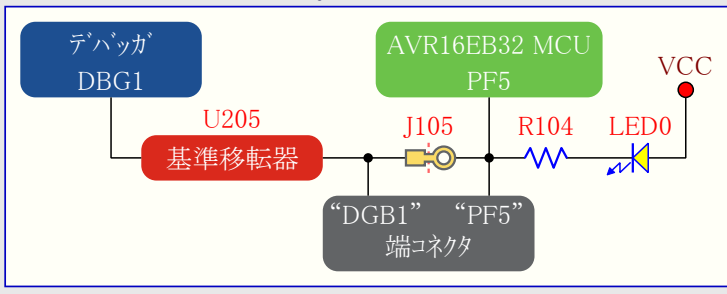


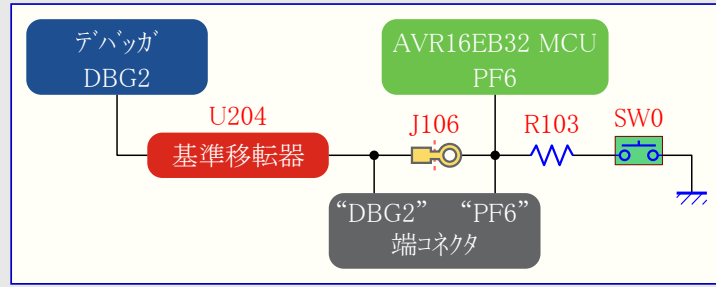
表4-2. LED接続

AVR16EB32ピン	機能	共用機能
PF5	黄色LED0	端コネクタ、基板上デバッグ

### 4.3. 機械的な切替器

AVR16EB32 Curiosity Nano基板は一般的なユーザー構成設定可能な切替器、1つの機械的な切替器を持ちます。その押下はその入出力ピンを接地(GND)に接続します。

図4-4. AVR16EB32 Curiosity Nano SW0構成図



**助言:** 切替器に外部的に接続されたプルアップ抵抗器はありません。これを使うにはPF6ピンの内部プルアップ抵抗を許可してください。

表4-3. 機械的な切替器接続

AVR16EB32ピン	機能	共用機能
PF6	使用者切替器 (SW0)	端コネクタ、 基板上デバッグ

### 4.4. 電源

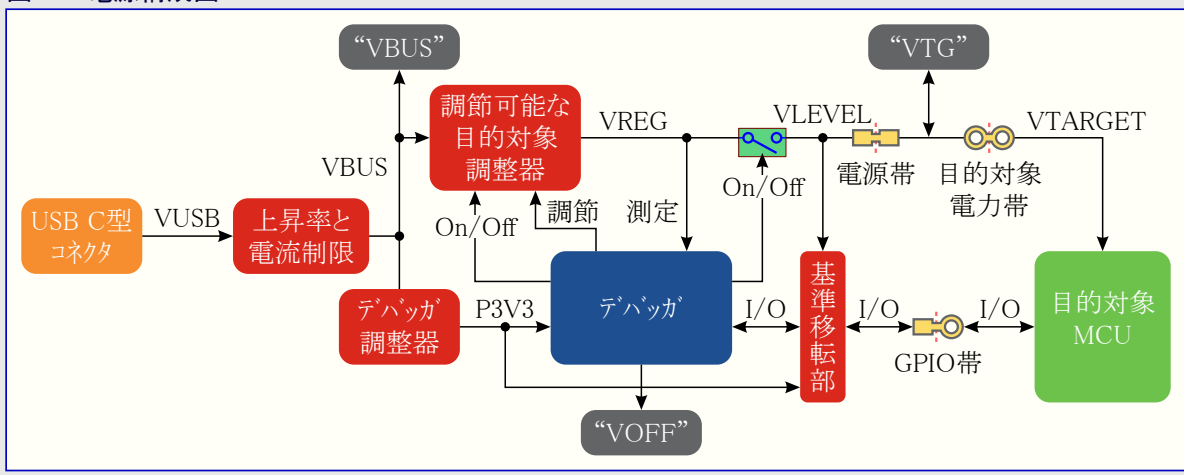
USBポートが基板に給電します。入力電力はUSBケーブル発振の消滅を許すため遅らされます。この遅延は約1msです。VBUSは更にU202(MIC2008)によって2V/msの上昇率に制限され、500mAに電流制限されます。



**助言:** C206とR211の値を変更すると、U202によって設定される上昇率と電流制限を変えることができます。

電源は基板上デバッグ用3.3Vを生成するための1つと、目的対象AVR16EB32とその周辺機能用の調節可能なLDO調整器の2つのLDO調整器から成ります。USBコネクタからの電圧は(USB仕様に応じて)4.4~5.25V間で変わり得て、目的対象へ供給される最大電圧を制限します。下図はAVR16EB32 Curiosity Nanoの電源系全体を示します。

図4-5. 電源構成図

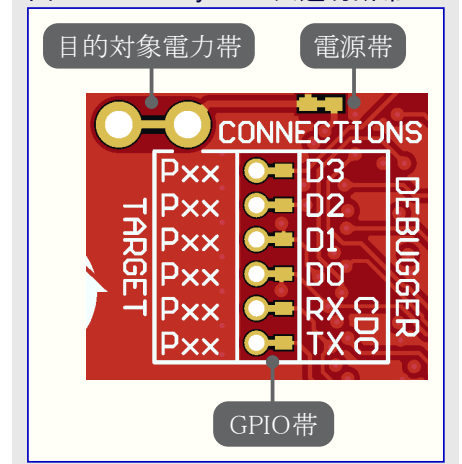


#### 4.4.1. 切断帯

全ての電力とデバッグ信号は既定で目的対象に接続されます。測定するため、または目的対象からデバッグを分離するために以下の切断帯が利用可能です。

- 目的対象電力帯 (J201)
- 電源帯 (J201)
- デバッグピン (J101, J102, J104, J105, J106)

図4-6. Curiosity Nano共通切断帯





#### 4.4.2. 目的対象調整器

目的対象電圧調整器はMIC5353可変出力LDOです。基板上デバッグはMIC5353の帰還電圧を操作することによって基板目的対象部分へ供給する電圧出力を調節することができます。このハードウェア実装は概ね1.7~5.1Vの電圧範囲に制限されます。出力電圧がAVR16EB32マイクロコントローラのハードウェア限度を決して超えないことを保証するためにデバッグファームウェアで付加的な出力電圧制限が構成設定されます。AVR16EB32 Curiosity Nanoの基板上デバッグで構成設定される電圧制限は1.8~5.1Vです。

**情報:** 工場既定目的対象電圧は3.3Vです。MPLAB® X IDEのプロジェクト特性はそれを変更することができます。例え電力OFF/ON後も、目的対象電圧へのどの変更も持続します。分解能は5mVですが、調整プログラムによって10mVに制限されるかもしれません。

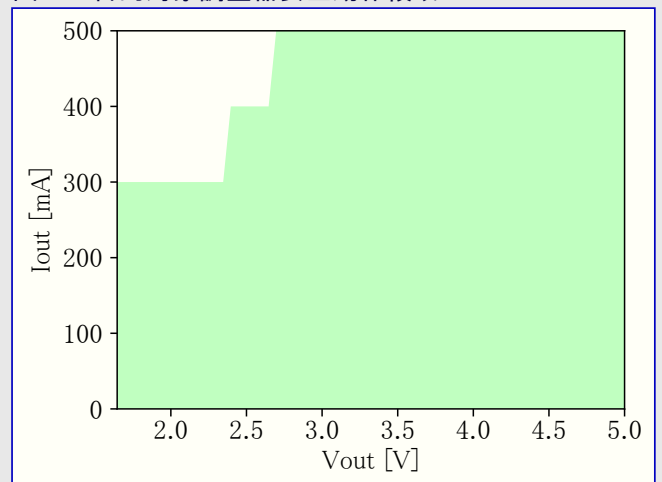
**情報:** MPLAB® X IDEでの電圧設定は直ちに基板へ提供されません。新しい電圧設定はプロジェクト操作盤タブでRefresh Debug Tool Status(デバッグツール状態更新)釦のクリックまたはプログラムメモリ読み書きのようなデバッグをアクセスする時に基板へ適用されます。

**情報:** 命令文字ファイルの基板へのドラッグ&ドロップで目的対象電圧を調整する簡単な任意選択があり、これは一般的な目的対象電圧一式を支援します。更なる詳細については「3.5.3. 特殊命令」項をご覧ください。

MIC5353は500mAの最大電流負荷を支援します。これは小さな印刷回路基板(PCB)上に配置された小さな外圍器のLDO調整器で、温度遮断条件は500mAより低い負荷で達し得ます。最大電流負荷は入力電圧、選んだ出力電圧、周囲温度に依存します。右図は5.1Vの入力電圧と23°Cの周囲温度での調整器に対する安全動作領域を示します。

目的対象調整器の電圧出力は基板上デバッグによって継続的に監視(測定)されます。これが電圧設定値の上下100mVよりも大きい場合、異常状態が合図され、目的対象電圧調整器はOFFにされ、どの短絡回路状態も検出して処理します。VOFFピンのLow設定なしにVCC\_TARGETを電圧設定監視窓の±100mVの外に移動させる外部電圧がVTGピンに急に印加された場合も検出して処理します。

図3-5. 目的対象調整器安全動作領域



**情報:** 基板上デバッグは目的対象電圧設定±100mVの監視窓を持ち、外部電圧がこの限度よりも低い場合、状態LEDが高速点滅します。外部電圧がこの限度を超える場合、基板上デバッグ状態LEDは点灯を続けます。外部電圧が取り去られると、状態LEDは基板上デバッグが新しい状況を検出して目的対象電圧調整器をONに戻すまで高速点滅を始めます。

#### 4.4.3. 外部供給

基板上の目的対象調整器の代わりに外部電圧がAVR16EB32 Curiosity Nanoに給電することができます。電圧OFF(VOFF)ピンを接地(GND)に短絡すると、基板上デバッグファームウェアは目的対象調整器を禁止し、VTGピンに外部電圧を印加しても安全です。

USBケーブルが基板上のDEBUGコネクタに接続されていない時にVTGピンに外部電圧を印加しても安全です。

VOFFピンは何時でもLowになる/することができ、これは基板上デバッグに対するピン変化割り込みによって検出され、それによって目的対象電圧調整器を制御します。

**警告** GNDへのVOFF短絡なしでのVTGピンへの外部電圧印加は基板を恒久的な損傷にさせるかもしれません。

**警告** VOFFピンへどんな電圧も印加しないでください。電源を許可するにはこのピンを浮かせてください。

**警告** 基板上の基準移転器に対する絶対最大外部電圧は5.5Vで、AVR16EB32の標準動作条件は1.8~5.5Vです。より高い電圧の印加は基板を恒久的な損傷にさせるかもしれません。

**情報:** 基板上デバッグは基板に供給される電圧を監視します。VOFFピンがLowに引かれずに、外部供給が目的対象電圧設定±100mVを超えて異なる電圧を供給する場合、基板上デバッグは目的対象調整器を停止し、状態LEDを高速点滅を開始して異常状態を示します。一旦入力電圧が目的対象調整器設定±100mV内に戻ると、基板上デバッグは目的対象調整器をONにして状態LEDの点滅を停止します。

書き込み、デバッグ、データ流しは外部電源で未だ可能です。USBケーブルはデバッグと信号基準移転器に給電します。両調整器、デバッグ、基準移転器はUSBケーブルが取り去られると電力断にされます。



**情報:** AVR16EB32とその周辺機能によって消費される電力に加えて、USBケーブルを基板上の**DEBUG**コネクタに接続する時に基板上の基準移転器と電圧監視回路に給電するためにどの外部電源からも概ね100 $\mu$ Aが引き出されます。USBケーブルが接続されないと、基準移転器電圧ピンに供給するために多少の電流が使われ、これは概ね5 $\mu$ Aの最悪消費電流を持ちます。代表的な値は100nA位の低さでしょう。

#### 4.4.4. 電源特例

本項は電源で起き得る殆どの特例を要約します。

##### 目的対象電圧切断

目的対象部分が与えられた電圧で多すぎる電流を引き出す場合に目的対象電圧設定に達しないことが起き得て、MIC5353調整器の過熱遮断安全機能を起動させます。これを避けるには目的対象部分の電流負荷を減らしてください。

##### 目的対象電圧設定不到達

(4.4~5.25Vで指定される)USB入力電圧は与えられた電圧設定と消費電流に於いてMIC5353調整器の最大出力電圧を制限します。より高い出力電圧が必要とされる場合、より高い入力電圧のUSB電源を使うか、またはVTGピンで外部電源を使ってください。

##### 目的対象電圧が設定と違う

これはVOFFピンをLowに設定することなく、VTGピンへ外部的に印加された電圧がこれを引き起こし得ます。目的対象電圧が電圧設定の上下100mVよりも大きく変わる場合、基板上デバッグがそれを検出し、内部電圧調整器が停止します。この問題を修正するにはVTGピンから印加した電圧を取り去ってください。基板上デバッグは新しい状況が検出されると、基板上調整器を許可します。目的対象電圧が設定の100mV未満の場合に**PS LED**が高速点滅しますが、設定の100mV越えより高い時に通常点灯することに注意してください。

##### 非常に低い目的対象電圧またはなしでPS LEDが高速点滅

完全または部分的な短絡回路がこれを引き起こし得て、上の問題の特別な場合です。短絡回路を取り除いてください。基板上デバッグが基板上目的対象電圧調整器を再許可するでしょう。

##### 目的対象電圧なしでPS LEDが点灯1

この状況は目的対象電圧が0.0Vに設定される場合に起きます。これを修正するには目的対象電圧を目的対象デバイスに対して指定された電圧範囲内の値に設定してください。

##### 目的対象電圧なしでPS LEDが点灯2

この状況は**J200**や**J201**の電力ジャンパを切断し、目的対象電圧調整器を目的対象デバイスに対して指定された電圧範囲内の値に設定している場合に問題になり得ます。これを修正するには**J200**/**J201**用パッド間を線/橋渡しで半田付けするか、またはピンヘッダが実装されているなら**J201**にジャンパを追加してください。

##### VBUS出力電圧が低いまたは存在しない

VBUS電圧が低いまたは失っている場合、その理由はおそらくVBUSでの高電流引き出しで、U200(MIC2008)によって設定した電流制限が作動されてVBUSを完全に遮断します。この問題を修正するにはVBUSピンでの消費電流を減らしてください。

#### 4.4.5. 低電力測定

AVR16EB32への電力はシルク スクリーンで”**POWER**”と記された100milピンヘッダ(**J201**)を通して基板上電源とVTGピンから来ます。AVR16EB32と基板に接続された他の周辺機能の消費電力を測定するには**目的対象電力切断帯(J201)**を切断し、それに渡して電流計を接続してください。



**助言:** 電流計の簡単な接続のために**目的対象電力切断帯(J201)**配置パターンに100milピンヘッダを半田付けすることができます。一旦電流計がもはや必要とされなくなれば、このピンヘッダに短絡ジャンパを置いてください。

可能な最低消費電力を測定するにはこれらの手順に従ってください。

1. 鋭利な工具で**POWER**切断帯を切断してください。
2. 配置パターンに1×2 100milピンヘッダを半田付けしてください。
3. ピンヘッダに電流計を繋げてください。
4. 次のようなファームウェアを作ってください。
  - a. 基板上デバッグに接続されるどの入出力もHi-Z(トライステート)にしてください。
  - b. マイクロコントローラを最低電力の休止状態に設定してください。
5. このファームウェアをAVR16EB32に書き込んでください。

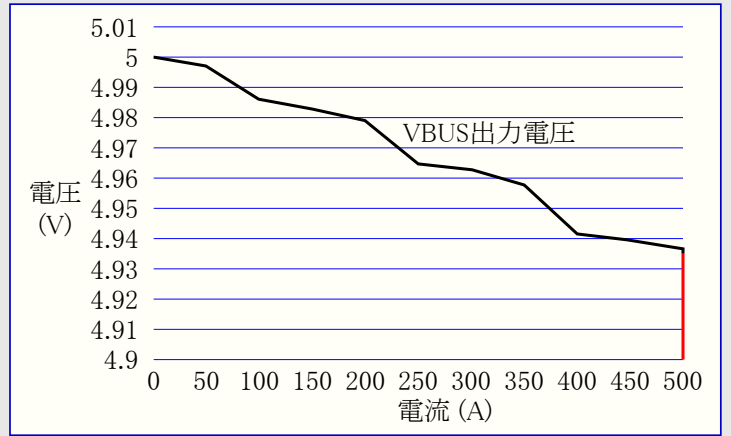


**情報:** 基板上の基準移転器は例え使われない時でも少量の電流を引き込みます。各基準移転器は最大2 $\mu$ Aの漏れ電流を持ちます。従って、基板上的5つの基準移転器に対する最悪最大引き込み電流は10 $\mu$ Aです。入出力ピンをHi-Z(トライステート)に保つことによって基準移転器に接続される入出力ピンを通る漏れ電流を防いでください。基板上デバッグに接続される全ての入出力は「3.2. 基板上デバッグが接続」で一覧にされます。基板上的基準移転器は完全に切断することができ、「6.6. 基板上デバッグが切断」で記述されるように漏れを防ぎます。

#### 4.4.6. VBUS出力ピン

AVR16EB32 Curiosity Nanoは5V供給が必要な外部部品に給電するのに使うことができるVBUS出力ピンを持ちます。VBUS出力ピンは残りの電源と同じ上昇率と電流制限での始動遅延によって保護されます。副作用はより高い負荷電流でのVBUS出力での電圧降下です。右図は電圧対VBUS出力電圧対VBUS出力の負荷電流を示します。

図4-8. VBUS出力電圧対電流



## 5. 改訂履歴

ハードウェアと文書の改訂履歴

### 5.1. ハードウェア改訂履歴と既知の問題

この使用者の手引きは基板の入手可能な最新版についての情報を提供します。以下の項は既知の問題、旧版の改訂履歴、旧版が最新版とどう違うのかについての情報を含みます。

#### 5.1.1. 製品IDと改訂の識別

AVR16EB32 Curiosity Nano基板の改訂と製品識別子を見つけるには2つの方法、MPLAB® X IDEのキット ウィンドウを利用して、またはPCBの裏側の張り紙を見ることによってのどちらかがあります。

キット ウィンドウはMPLAB® X IDEが走行しているコンピュータにAVR16EB32 Curiosity Nanoを接続すると、飛び出します。キット詳細下で一覧にされる通番の最初の6桁が製品識別子と改訂を含みます。



**助言:** 閉じられている場合、キット ウィンドウはMPLAB X IDEでメニュー バーのWindow(ウィンドウ)⇒Kit Window(キット ウィンドウ)を通して開くことができます。

同じ情報はPCBの裏側の張り紙で見つけられます。殆どの基板は02-**nnnnrr**mmmmsssss [製造日付]として平文で印刷された識別子、改訂、通番、製造日付を持ち、ここでの”nnnn”は識別子、”rr”は改訂、”mmm”は製造者、”sssss”は通番です。

通番文字列は以下の形式を持ちます。

“nnnnnrrmmmmsssss”
n = 製品識別子
r = 改訂
m = 製造業者
s = 通番

AVR16EB32 Curiosity Nano用の製品識別子は02-00618です。

#### 5.1.2. 改訂2

改訂2は初公開基板版です。これは実装されたA0版AVR16EB32を持ちます。

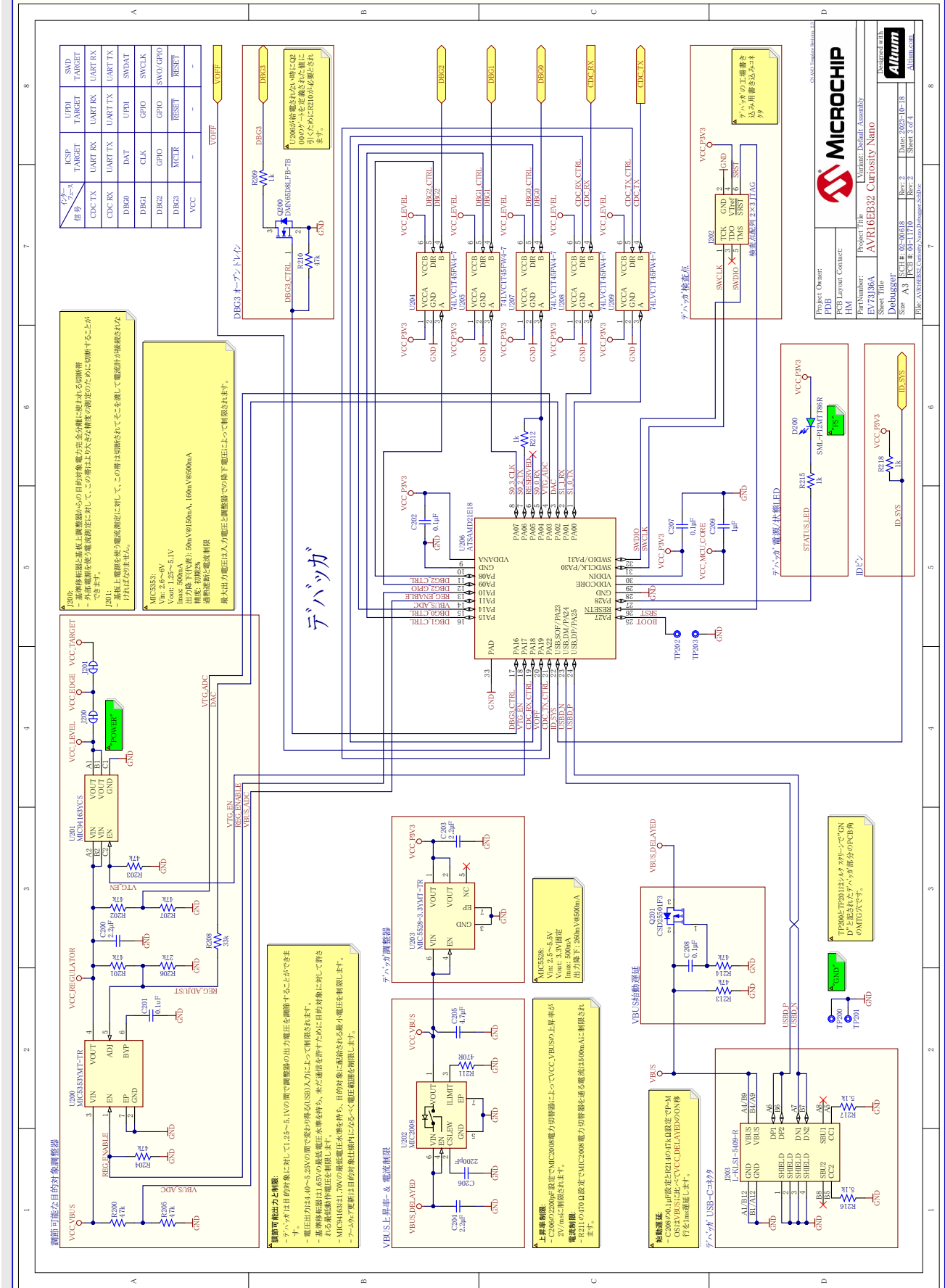
## 5.2. 文書改訂履歴

文書改訂	日付	注釈
A	2023年10月	初版文書公開





図6-2. AVR116EB32 Curiosity Nanoデバッグ回路図



ピン	ターゲット	ターゲット
SWD	SWD	TARGET
UART TX	UART RX	UART TX
UART RX	UART TX	UART RX
UART TX	UART RX	UART TX
UART RX	UART TX	UART RX
SWDAT	SWDAT	SWDAT
GPIO	GPIO	GPIO
SWO	SWO	SWO
GPIO	GPIO	GPIO
RESET	RESET	RESET
VCC	VCC	VCC

Project Owner: **MICROCHIP**  
 PCB Layout Contact: **Altium**  
 Part Number: AVR16EB32 Curiosity Nano  
 Revision: Rev. 2  
 Date: 2023-10-18  
 Sheet 3 of 4

**調節可能な目的対象調整器**

調節可能な目的対象に對して、1.25V~5.1Vの間で調整器の出力電圧を調節することができま  
 す。  
 - 電圧出力は、4.0V~5.25Vの間に電圧が得られる(SPD)入力によって制限されます。  
 - 調整器は、電圧調整電圧を保持する、未だ通信を待たず目的対象に對して許さ  
 れる電圧範囲に電圧を調整し、電圧調整電圧を保持する、目的対象に電圧を供給する電圧を制限します。  
 - MIC5385は、20Vの調整電圧を保持する、目的対象に電圧を供給する電圧を制限します。  
 - デバッグ用電源は目的対象に電圧を供給する電圧を制限します。

**デバッグ**

デバッグ用電源は、電源調整器の出力電圧によって制限されます。  
 最大出力電圧は入力電圧と調整器での降下電圧によって制限されます。

**上昇電圧制限**

- C208の0.1µF電圧をR214の10kΩ抵抗でVCC\_VBUS0上昇電圧が  
 2V/msecに制限されます。  
 電圧制限は、170Ω抵抗でMIC208電力調整器を流る電流は150mAに制限され  
 ます。

**樹形調整**

- C208の0.1µF電圧をR214の10kΩ抵抗でVCC\_VBUS0上昇電圧でDM  
 OS/VBUS0は、<VCC\_DELAYED0のDM移  
 行を加速します。

**デバッグ用電源**

デバッグ用電源は、電源調整器の出力電圧によって制限されます。  
 最大出力電圧は入力電圧と調整器での降下電圧によって制限されます。

**デバッグ用電源**

デバッグ用電源は、電源調整器の出力電圧によって制限されます。  
 最大出力電圧は入力電圧と調整器での降下電圧によって制限されます。

**電源調整器**

電源調整器は、電源調整器の出力電圧によって制限されます。  
 最大出力電圧は入力電圧と調整器での降下電圧によって制限されます。

**電源調整器**

電源調整器は、電源調整器の出力電圧によって制限されます。  
 最大出力電圧は入力電圧と調整器での降下電圧によって制限されます。

**電源調整器**

電源調整器は、電源調整器の出力電圧によって制限されます。  
 最大出力電圧は入力電圧と調整器での降下電圧によって制限されます。

**電源調整器**

電源調整器は、電源調整器の出力電圧によって制限されます。  
 最大出力電圧は入力電圧と調整器での降下電圧によって制限されます。

**電源調整器**

電源調整器は、電源調整器の出力電圧によって制限されます。  
 最大出力電圧は入力電圧と調整器での降下電圧によって制限されます。

**電源調整器**

電源調整器は、電源調整器の出力電圧によって制限されます。  
 最大出力電圧は入力電圧と調整器での降下電圧によって制限されます。

6.2. 組立図

図6-3. AVR16EB32 Curiosity Nano組立図 (表面)

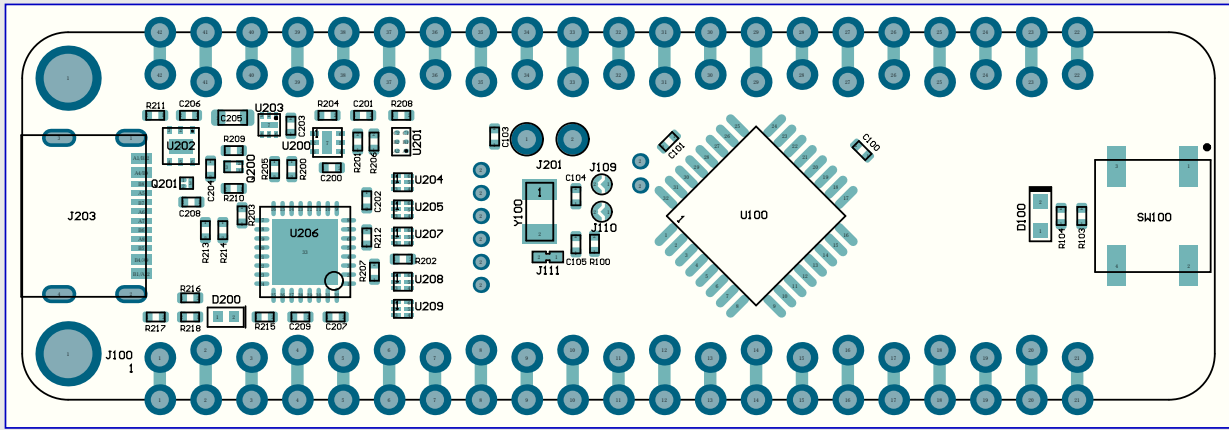
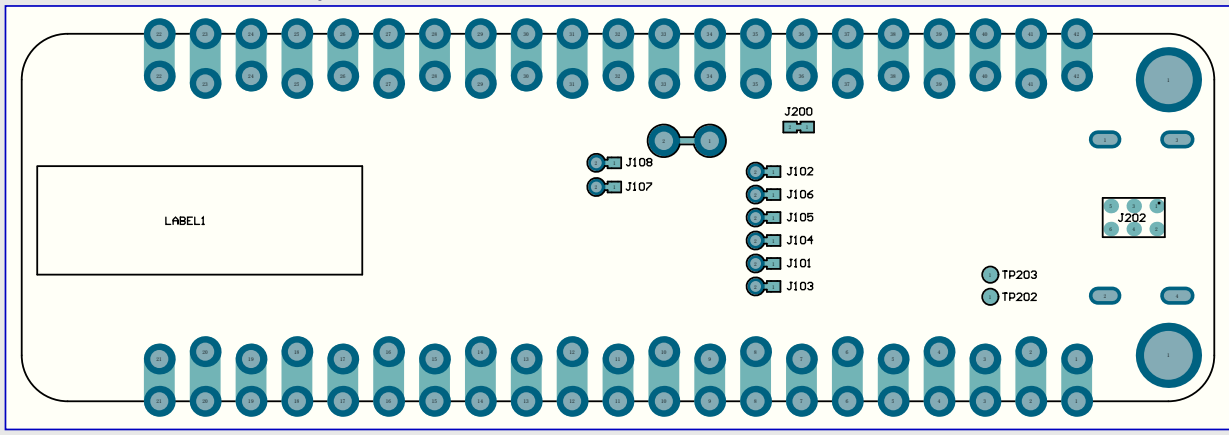
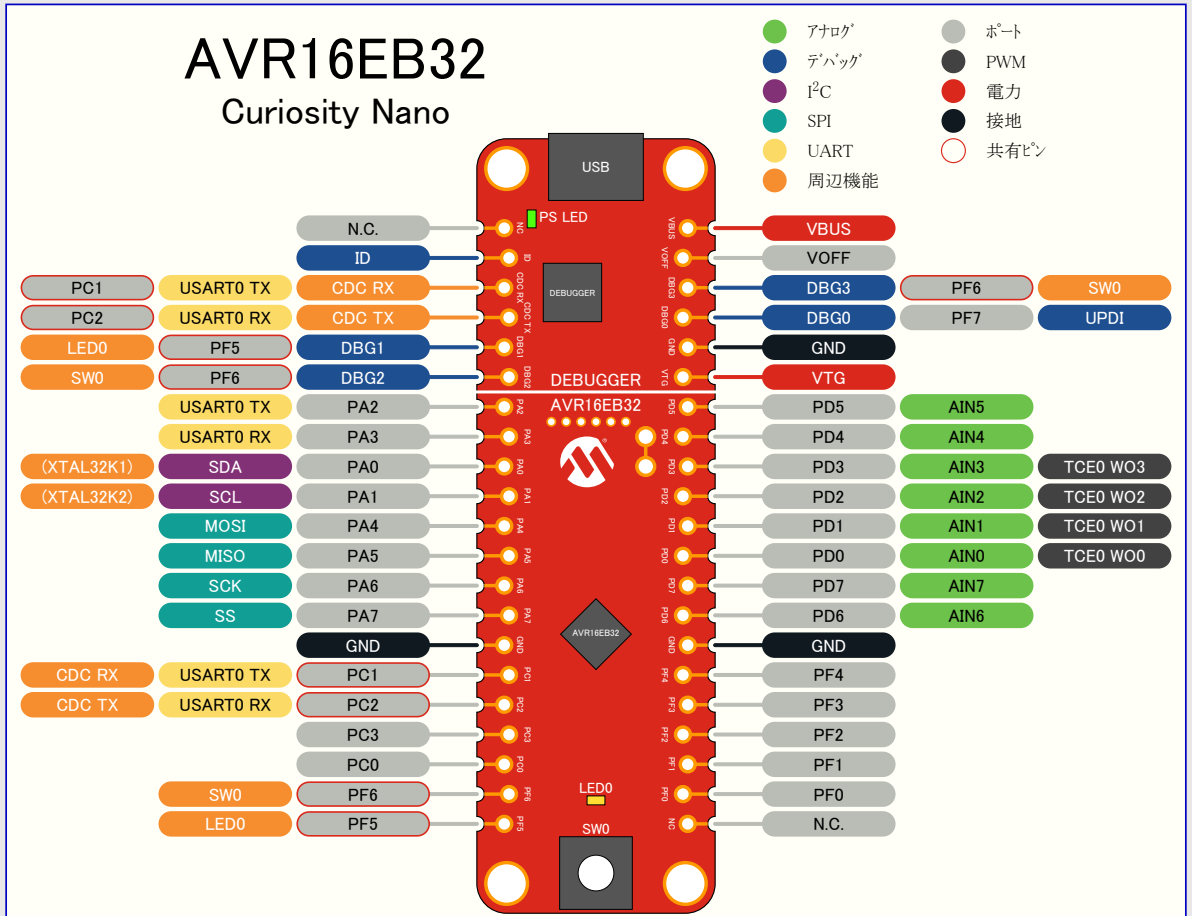


図6-4. AVR16EB32 Curiosity Nano組立図 (裏面)

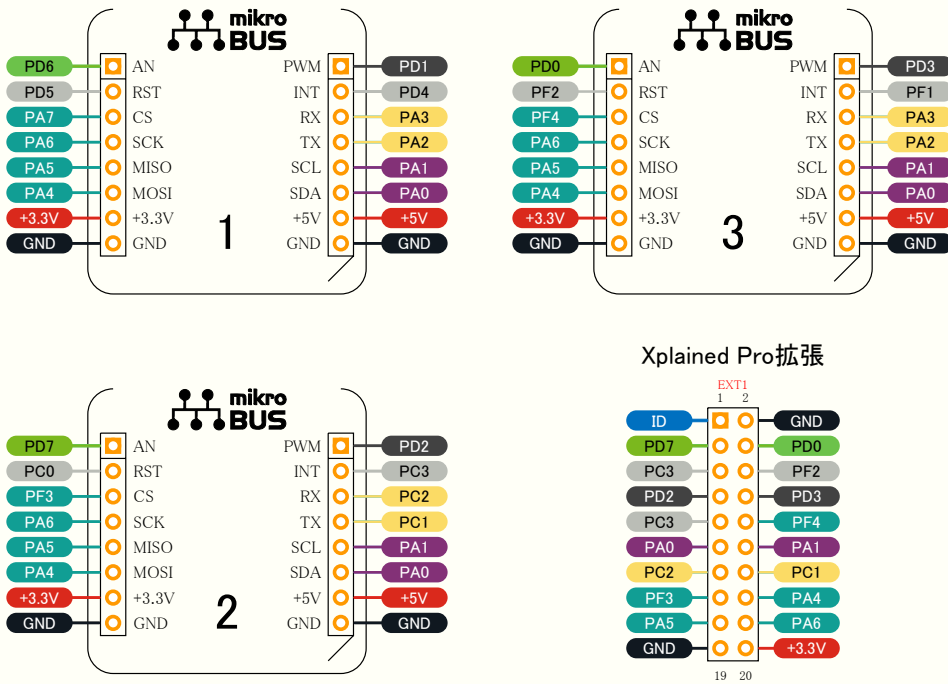


6.3. Click boards™用Curiosity Nano基部

図6-5. AVR16EB32 Curiosity Nanoピン配列割り当て



click boards™用  
Curiosity Nano Base





## 6.4. 外部マイクロ コントローラ書き込み

外部ハードウェア上のマイクロ コントローラ の書き込みとデバッグを行うのにAVR16EB32 Curiosity Nanoの基板上デバッグを使ってください。

### 6.4.1. 支援デバイス

Microchip Studioと基板上デバッグでUPDIインターフェースを持つ全ての外部AVRマイクロ コントローラに書き込んでデバッグすることができます。

Microchip Studioと基板上デバッグでCuriosity Nano基板を持つ外部SAMマイクロ コントローラに書き込んでデバッグすることができます。

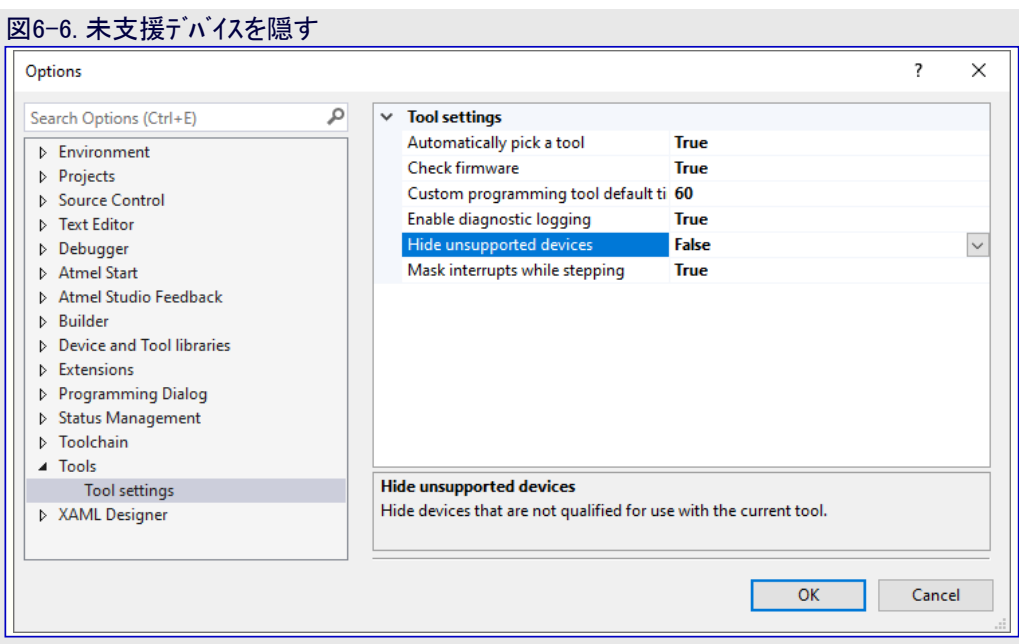
AVR16EB32 Curiosity NanoはMPLAB X IDEで外部AVR16EB32マイクロ コントローラに書き込んでデバッグすることができます。

### 6.4.2. ソフトウェア構成設定

基板上に実装された同じデバイスに書き込んでデバッグするのにソフトウェア構成設定は必要とされません。

基板上に実装されたのと違うマイクロ コントローラに書き込んでデバッグするには、デバイスとプログラム インターフェースの独立した選択を許すようにMicrochip Studioを構成設定してください。

1. 応用上部のメニュー システムを通してTools(ツール)⇒Options(任意選択)へ誘導してください。
2. Options(任意選択)ウィンドウでTools(ツール)⇒Tool settings(ツール設定)区分を選んでください。
3. Hide unsupported devices(未支援デバイスを隠す)任意選択をFalse(偽)に設定してください。



**情報:** Microchip StudioはHide unsupported devices(未支援デバイスを隠す)設定がFalse(偽)に設定されると、基板上デバッグによって支援されないマイクロ コントローラとインターフェースも含め、どのマイクロ コントローラとインターフェースも選ばれることを許します。

### 6.4.3. 外部マイクロ コントローラへの接続

以降の図と表は外部マイクロ コントローラに書き込んでデバッグするために書き込みとデバッグの信号を接続する場所を示します。基板上デバッグは外部ハードウェアに電力を供給するか、またはその基準移転器用の参照基準として外部電圧を使うことができます。「4.4. 電源」で電源についてもっとお読みください。

基板上デバッグと基準移転器は書き込みとデバッグに使われるデータとクロックの信号(DBG0、DBG1、DBG2)を積極的に駆動します。PIC®マイクロ コントローラをデバッグするのにICSP™のデータとクロックの信号にプルダウン抵抗が必要とされます。他の全てのインターフェースはプルアップやプルダウンの抵抗があってもなくても機能します。

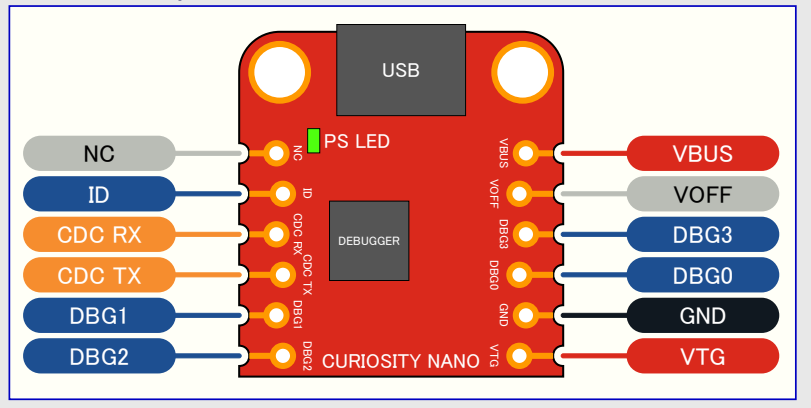
DBG3は開放ドレイン接続で、機能するのにプルアップ抵抗を必要とします。

- 留意:**
- GNDとVTGを外部マイクロ コントローラに接続してください。
  - 外部ハードウェアが電源を持つ場合、VOFFピンをGNDに繋いでください。
  - PICマイクロ コントローラのデバッグを支援するにはICSPのデータとクロックの信号(DBG0とDBG1)にプルダウン抵抗があることを確実にしてください。

表6-1. プログラム/デバッグ インターフェース

Curiosity Nanoピン	UPDI	ICSP™	SWD
DBG0	UPDI	DATA	SWDIO
DBG1	-	CLK	SWCLK
DBG2	-	-	-
DBG3	-	MCLR	RESET

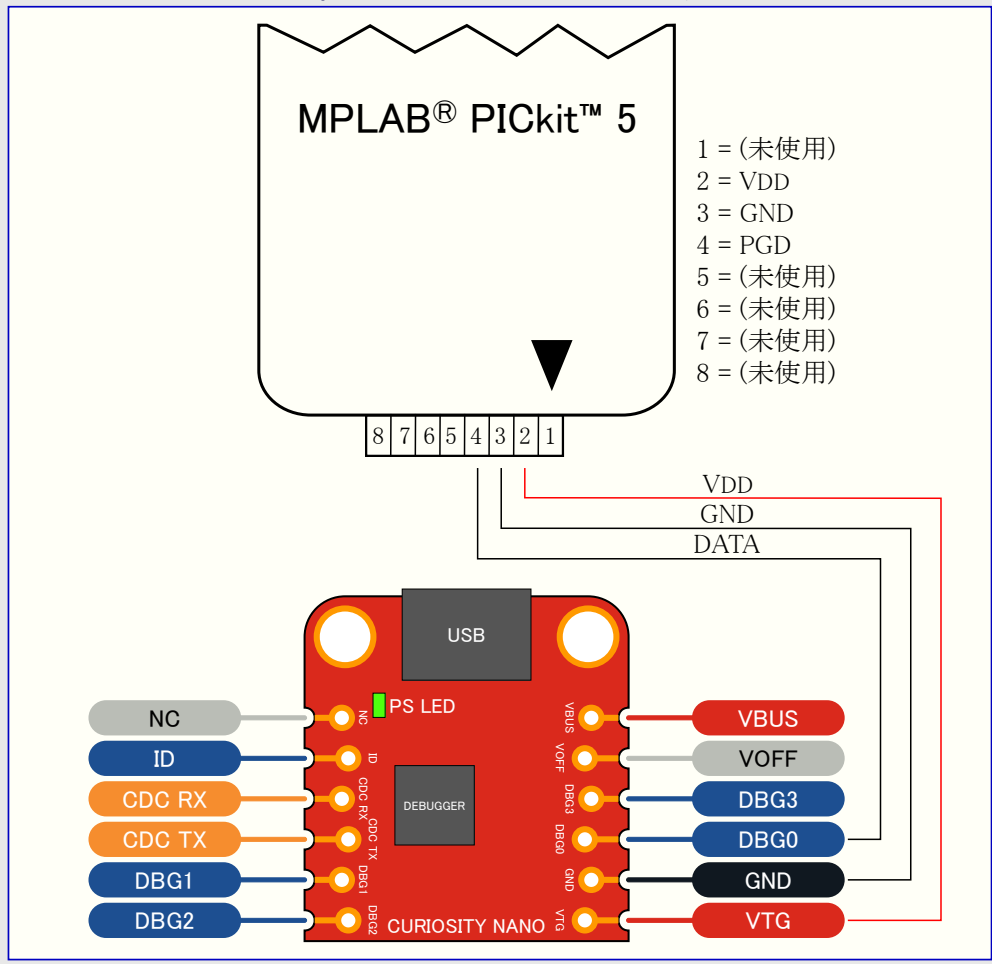
図6-7. Curiosity Nano標準ピン配列

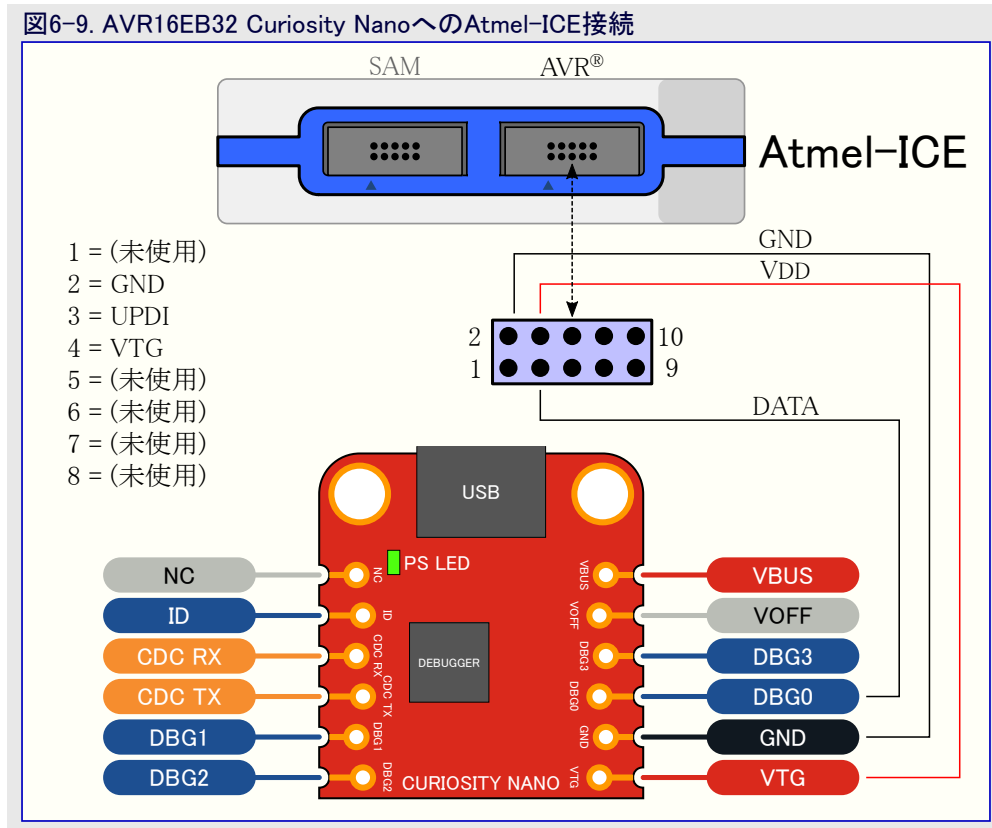


## 6.5. 外部デバッガ接続

基板上デバッガがあるとは言え、AVR16EB32の書き込みとデバッグのためにAVR16EB32 Curiosity Nanoに外部デバッガを直接的に接続することができます。基板上デバッガは積極的に使われない時にAVR16EB32と基板端に接続された全てのピンをHi-Zに保ちます。従って、基板上デバッガはどの外部デバッグ ツールにも干渉しません。

図6-8. AVR16EB32 Curiosity NanoへのMPLAB® PICkit™5実装デバッガ/書き込み器接続





**警告** 外部デバッガと基板上デバッガ間の競合を避けるため、外部ツールが活性な間にMPLAB® X IDEを通す基板上デバッガでの書き込み/デバッグの操作開始や大容量記憶の書き込みも行わないでください。

## 6.6. 基板上デバッガ切断

基板上デバッガと基準移転器はAVR16EB32から切断することができます。

電源構成図(図4-5)はデバッガとAVR16EB32マイクロコントローラ間の全ての接続を示します。信号名は基板の裏側でシルクスクリーンでも印刷されます。

デバッガを切断するには「4.4.1. 切断帯」で示される切断帯を切ってください。

**注意:** 基板上デバッガに対するGPIO切断帯の切断は仮想シリアルポート、書き込み、デバッグ、データ流しを禁止します。電力切断帯の切断は基板上電源を切断します。

**助言:** 切ったどの接続も半田を使うことによって再接続してください。代わりに0402の0Ω抵抗を実装してください。

**助言:** デバッガが切断された時に外部デバッガを穴に接続することができます。「6.5. 外部デバッガ接続」は外部デバッガ接続方法を記述します。

## 6.7. IAR™でとの開始に際して

AVR®用IAR Embedded Workbench®はGCCに基づかない専売の高効率コンパイラです。AVR16EB32 Curiosity Nanoの書き込みとデバッグはAtmel-ICEインターフェースを使ってAVR用IAR™ Embedded Workbenchで支援されます。書き込みとデバッグの作業を始めるにはプロジェクトでいくつかの初期設定が構成設定されなければなりません。

以下の手順は書き込みとデバッグのためにプロジェクトの準備を整える方法を説明します。

1. 構成設定されるべきプロジェクトが開かれているのを確実にしてください。プロジェクトに対して**OPTIONS**ダイアログを開いてください。
2. **General Options**区分で、**Target**タブを選んでください。プロジェクト用のデバイス、または一覧になれば、**図6-10**で示されるようにデバイスのコアを選んでください。
3. **Debugger**区部で、**Setup**タブを選んでください。**図6-11**で示されるようにドライバとして**Atmel-ICE**を選んでください。
4. **Debugger**⇒**Atmel-ICE**区部で、**Atmel-ICE 1**タブを選んでください。**図6-12**で示されるようにインターフェースとして**UPDI**を選んでください。任意選択で**UPDI周波数**を選んでください。

**情報:** (段階4.で言及した)デバッグ ポートの選択が灰色で操作不可の場合、インターフェースが予め選ばれており、この構成設定段階を飛ばすことができます。

図6-10. 目的対象デバイス選択

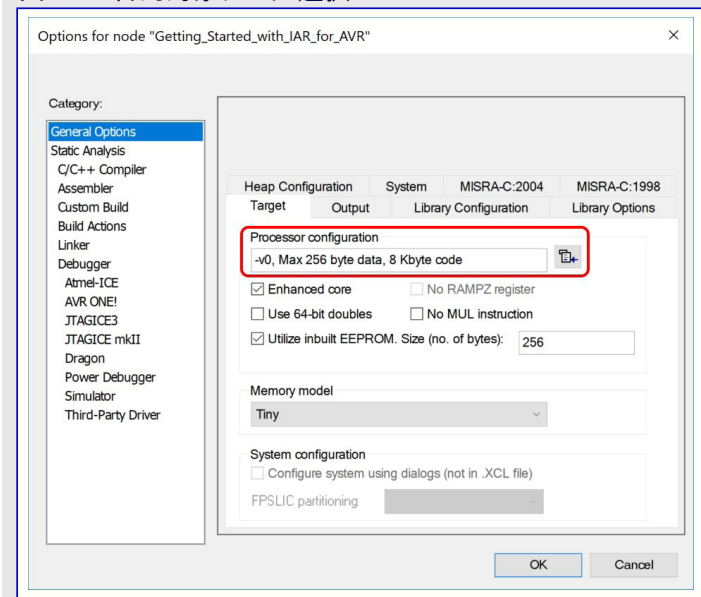


図6-11. デバッグ選択

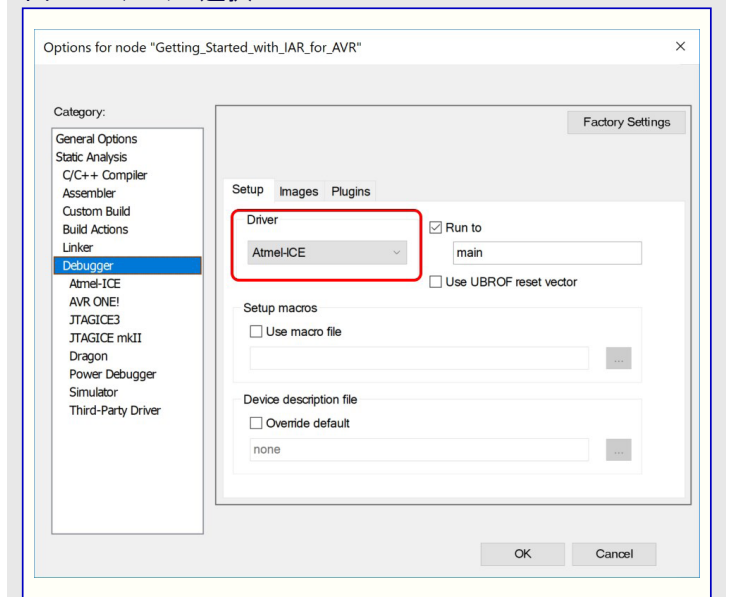
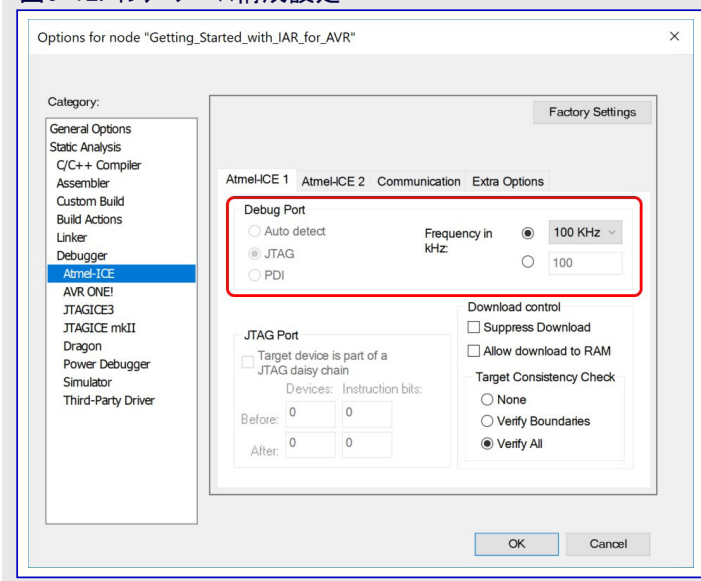


図6-12. インターフェース構成設定





## 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、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、APT、ClockWorks、The Embedded Control Solutions Company、EtherSynch、Flashtec、Hyper Speed Control、Hyper Light Load、IntelliMOS、Libero、motorBench、mTouch、Powermite 3、Precision Edge、ProASIC、ProASIC Plus、ProASIC Plusロゴ、Quiet-Wire、SmartFusion、SyncWorld、Temux、TimeCesium、TimeHub、TimePictra、TimeProvider、TrueTime、WinPath、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、GridTime、IdealBridge、In-Circuit Serial Programming、ICSP、INICnet、Intelligent Paralleling、IntelliMOS、Inter-Chip Connectivity、JitterBlocker、Knob-on-Display、KoD、maxCrypto、maxView、memBrain、Mindi、MiWi、MPASM、MPF、MPLAB Certifiedロゴ、MPLIB、MPLINK、MultiTRAK、NetDetach、Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICtail、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、USBCheck、VariSense、VectorBlox、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ロゴ、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。

© 2023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 2023.

本使用者の手引きはMicrochipのAVR16EB32 Curiosity Nano使用者の手引き(DS50003605A-2023年10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			