AVR128DB48 Curiosity Nano

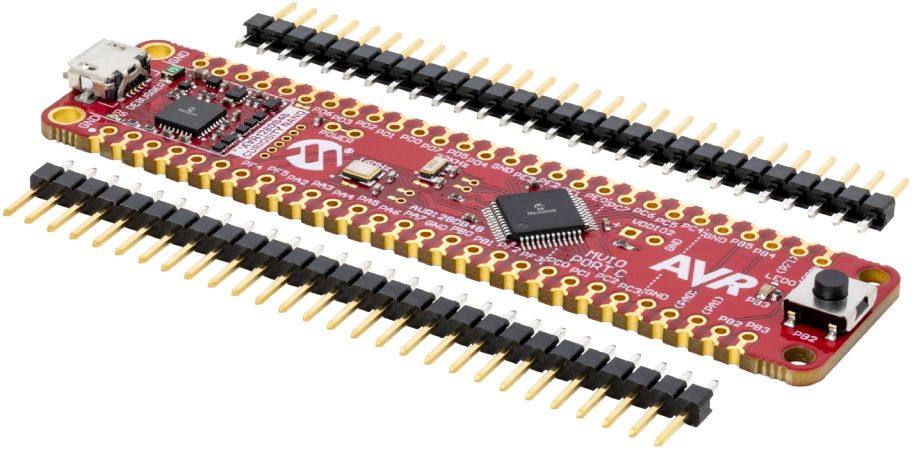
AVR128DB48 Curiosity Nano ハードウェア使用者の手引き

序文

AVR128DB48 Curiosity Nano評価ｷｯﾄはAVR® DB系のﾏｲｸﾛ ｺﾝﾄﾛｰﾗを評価するためのﾊｰﾄﾞｳｪｱ基盤です。この基板は実装されたAVR128DB48ﾏｲｸﾛ ｺﾝﾄﾛｰﾗ(MCU)を持ちます。

Microchip MPLAB® XとAtmel Studio 7の両方によって支援され、この基板は独自設計へﾃﾞﾊﾞｲｽを統合する方法を説明するため、AVR128DB48の機能への容易なｱｸｾｽを提供します。

Curiosity Nano系列の評価ｷｯﾄは基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞを含みます。AVR128DB48を書いてﾃﾞﾊﾞｯｸﾞするのに外部ﾂｰﾙが必要ありません。



- MPLAB® X IDEとAtmel Studio – Microchipﾏｲｸﾛ ｺﾝﾄﾛｰﾗを見つけて構成設定して開発し、書き込んでﾃﾞﾊﾞｯｸﾞするためのｿﾌﾄｳｪｱ。
- GitHubでのｺｰﾄﾞ例 – ｺｰﾄﾞ例での開始。
- AVR128DB48ｳｪﾌﾞｻｲﾄ – 資料、ﾃﾞｰﾀｼｰﾄ、見本の発見とﾏｲｸﾛ ｺﾝﾄﾛｰﾗの購入。
- AVR128DB48 Curiosity Nanoｳｪﾌﾞｻｲﾄ – ｷｯﾄ情報、最新の使用者の手引き、設計資料。

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. 序説 3
1.1. 特徴 3
1.2. 基板概要 3
2. 開始に際して 3
2.1. 即時開始 3
2.1.1. ﾄﾞﾗｲﾊﾞ ｲﾝｽﾄｰﾙ 3
2.1.2. ｷｯﾄ ｳｨﾝﾄﾞｳ 4
2.1.3. MPLAB® X IDEﾃﾞﾊﾞｲｽ系統一括 4
2.1.4. Atmel Studio 7ﾃﾞﾊﾞｲｽ系統一括 4
2.2. 設計資料と関連ﾘﾝｸ 4
3. 予め書かれた応用 5
4. Curiosity Nano 5
4.1. 基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ概要 5
4.1.1. ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ 5
4.1.2. 仮想ｼﾘｱﾙ ﾎﾟｰﾄ(CDC) 5
4.1.2.1. 概要 5
4.1.2.2. ｵﾍﾟﾚｰﾃｨﾝｸﾞ ｼｽﾃﾑ支援 6
4.1.2.3. 制限 6
4.1.2.4. 合図 6
4.1.2.5. 高度な使い方 7
4.1.3. 大容量記憶装置 7
4.1.3.1. 大容量記憶装置実装 7
4.1.3.2. ﾄﾞﾗｯｸﾞ&ﾄﾞﾛｯﾌﾟ書き込みの制限 8
4.1.3.3. 特殊命令 8
4.1.4. ﾃﾞｰﾀ交換器ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ(DGI) 9
4.1.4.1. ﾃﾞﾊﾞｯｸﾞGPIO 9
4.1.4.2. 時刻印 9
4.2. Curiosity Nano標準ﾋﾟﾝ配列 9
4.3. 電源 10
4.3.1. 目的対象調整器 10
4.3.2. 外部供給 11
4.3.3. VBUS出力ﾋﾟﾝ 12
4.3.4. 電源特例 12
4.4. 低電力測定 13
4.5. 外部ﾏｲｸﾛ ｺﾝﾄﾛｰﾗ書き込み 13
4.5.1. 支援ﾃﾞﾊﾞｲｽ 13
4.5.2. ｿﾌﾄｳｪｱ構成設定 13
4.5.3. ﾊｰﾄﾞｳｪｱ変更 14
4.5.4. 外部ﾏｲｸﾛ ｺﾝﾄﾛｰﾗへの接続 14
4.6. 外部ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ接続 15
5. ﾊｰﾄﾞｳｪｱ使用者の手引き 17
5.1. ｺﾈｸﾀ 17
5.1.1. AVR128DB48 Curiosity Nanoﾋﾟﾝ配列 17
5.1.2. ﾋﾟﾝ ﾍｯﾀﾞの使い方 17
5.1.3. 複数電圧I/O 18
5.1.4. 演算増幅器 18
5.2. 周辺機能 19
5.2.1. LED 19
5.2.2. 機械的な切替器 19
5.2.3. 32.768kHzｸﾘｽﾀﾙ 19
5.2.4. 16.00MHzｸﾘｽﾀﾙ 20
5.2.5. 基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ実装 20
5.2.5.1. 基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ接続 20
6. ﾊｰﾄﾞｳｪｱ改訂履歴と既知の問題 21
6.1. 製品IDと改訂の識別 21
6.2. 改訂3 21
6.3. 改訂2 21
7. 文書改訂履歴 21
8. 追補 22
8.1. 回路図 22
8.2. 組立図 24
8.3. Click boards™用Curiosity Nano Base 25
8.4. 基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ切断 26
7.5. IARでの開始に際して 27
Microchipｳｪﾌﾞ ｻｲﾄ 28
製品変更通知ｻｰﾋﾞｽ 28
お客様支援 28
Microchipﾃﾞﾊﾞｲｽ ｺｰﾄﾞ保護機能 28
法的通知 28
商標 29
品質管理ｼｽﾃﾑ 29
世界的な販売とｻｰﾋﾞｽ 30

1. 序説

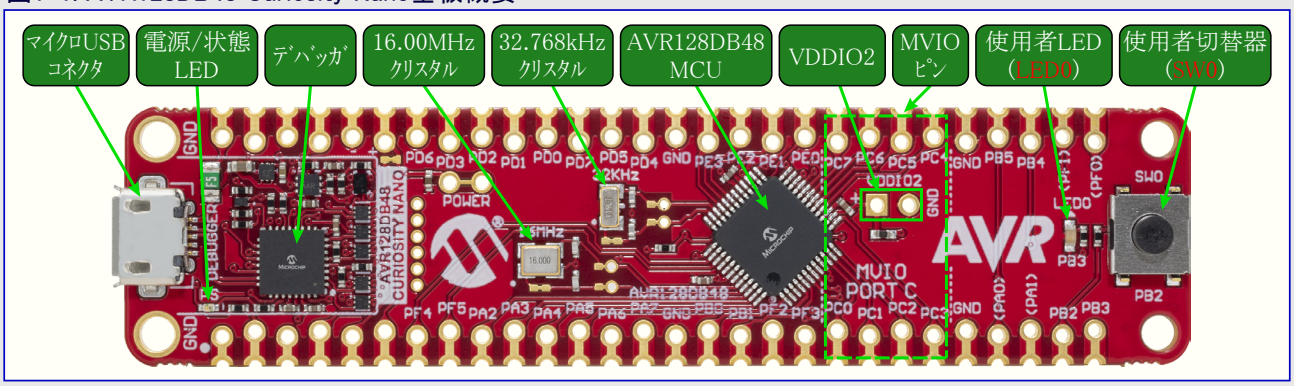
1.1. 特徴

- AVR128DB48ﾏｲｸﾛ ｺﾝﾄﾛｰﾗ
- 1つの黄色の使用者LED
- 1つの機械的な使用者切替器
- 1つの32.768kHzｸﾘｽﾀﾙ
- 1つの16.00MHzｸﾘｽﾀﾙ
- 基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ
  - Microchip MPLAB® X IDEとAtmel Studio 7での基板識別
  - 1つの緑色の電力と状態のLED
  - 書き込みとﾃﾞﾊﾞｯｸﾞ
  - 仮想ｼﾘｱﾙ ﾎﾟｰﾄ (CDC)
  - 2つのﾃﾞﾊﾞｯｸﾞGPIOﾁｬﾈﾙ (DGI GPIO)
- USB給電
- 調整可能な目的対象電圧
  - 基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ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

1.2. 基板概要

Microchip AVR128DB48 Curiosity Nano評価ｷｯﾄはMicrochip AVR128DB48ﾏｲｸﾛ ｺﾝﾄﾛｰﾗを評価するためのﾊｰﾄﾞｳｪｱ基盤です。

図1-1. AVR128DB48 Curiosity Nano基板概要



2. 開始に際して

2.1. 即時開始

AVR128DB48 Curiosity Nano基板の探索を開始するための手順は次のとおりです。

1. Microchip MPLAB® X IDEとMPLAB® XC CｺﾝﾊﾟｲﾗまたはAtmel Studio 7をﾀﾞｳﾝﾛｰﾄﾞしてｲﾝｽﾄｰﾙしてください。
2. MPLAB® X IDEまたはAtmel Studio 7を開始してください。
3. 任意選択: ﾄﾞﾗｲﾊﾞと例を生成するのにMPLAB®ｺｰﾄﾞ構成部またはAtmel STARTを使ってください。
4. あなたの応用ｺｰﾄﾞを書いてください。
5. PCと基板上のDEBUG USBﾎﾟｰﾄ間にUSBｹｰﾌﾞﾙ(標準A-ﾏｲｸﾛBまたはﾏｲｸﾛAB)を接続してください。

情報:
- MPLAB® X IDEはXC CｺﾝﾊﾟｲﾗとAVR®とArm®のﾂｰﾙﾁｪｰﾝ(GCCｺﾝﾊﾟｲﾗ)を支援します。
- MicrochipのXC8 CｺﾝﾊﾟｲﾗはPIC®とAVR®のﾏｲｸﾛ ｺﾝﾄﾛｰﾗを支援します。
- ﾀﾞｳﾝﾛｰﾄﾞしたAtmel Sudio 7に含まれるにはAVR®とArm®のﾂｰﾙﾁｪｰﾝ(GCCｺﾝﾊﾟｲﾗ)です。

2.1.1. ﾄﾞﾗｲﾊﾞ ｲﾝｽﾄｰﾙ

基板が初めてｺﾝﾋﾟｭｰﾀに接続されると、ｵﾍﾟﾚｰﾃｨﾝｸﾞ ｼｽﾃﾑはﾄﾞﾗｲﾊﾞ ｿﾌﾄｳｪｱ ｲﾝｽﾄｰﾙを実行します。ﾄﾞﾗｲﾊﾞ ﾌｧｲﾙはMicrosoft® Windows® XP、Windows Vista®、Windows 7、Windows 8、Windows 10の32と64の両ﾋﾞｯﾄ版を支援します。この基板用のﾄﾞﾗｲﾊﾞはMPLAB® X IDEとAtmel Studio 7の両方に含まれます。

2.1.2. ｷｯﾄ ｳｨﾝﾄﾞｳ

一旦基板が給電されると、緑の状態LEDが点灯し、MPLAB® X IDEとAtmel Studio 7はどの基板が接続されたかを自動検出します。MPLAB® X IDEとAtmel Studio 7のｷｯﾄ ｳｨﾝﾄﾞｳはﾃﾞｰﾀｼｰﾄと基板資料のような関連情報を提示します。AVR128DB48 Curiosity Nano基板上のAVR128DB48ﾃﾞﾊﾞｲｽは基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞによって書かれてﾃﾞﾊﾞｯｸﾞされ、従って、外部書き込み器やﾃﾞﾊﾞｯｸﾞ ﾂｰﾙが必要とされません。

助言: ｷｯﾄ ｳｨﾝﾄﾞｳはMPLAB X IDEでﾒﾆｭｰ ﾊﾞｰのWindow(ｳｨﾝﾄﾞｳ)⇒Kit Window(ｷｯﾄ ｳｨﾝﾄﾞｳ)を通して開くことができます。

2.1.3. MPLAB® X IDEﾃﾞﾊﾞｲｽ系統一括

Microchip MPLAB® X IDEはﾃﾞﾊﾞｲｽとﾂｰﾙを支援するために特定情報を必要とします。この情報は更新された一括に含まれます。AVR128DB48 Curiosity Nano基板については"AVR-Dx_DFP"1.2版と"nEDBG_TP"1.1版を持つMPLAB® X 5.40版またはより新しい版が必要とされます。この一括とそれらの更新方法のより多くの情報については「MPLAB® X IDE使用者の手引き - ﾃﾞﾊﾞｲｽ一括での作業」を参照してください。

助言: 最新ﾃﾞﾊﾞｲｽ系統一括はMPLAB® X IDEでTools(ﾂｰﾙ)⇒Packs(一括)を通して、またはMicrochip MPLAB® X一括貯蔵庫でのｵﾝﾗｲﾝで入手可能です。

2.1.4. Atmel Studio 7ﾃﾞﾊﾞｲｽ系統一括

Atmel Studio 7はﾃﾞﾊﾞｲｽを支援するために特定情報を必要とします。この情報は更新された一括に含まれます。AVR128DB48 Curiosity Nano基板については"AVR-Dx_DFP"1.1版を持つAtmel Studio 7 7.0.2387版またはより新しい版が必要とされます。この一括とそれらの更新方法のより多くの情報については「Atmel Studio 7使用者の手引き - ﾃﾞﾊﾞｲｽ一括管理部」を参照してください。

助言: 最新ﾃﾞﾊﾞｲｽ系統一括はAtmel Studio 7でTools(ﾂｰﾙ)⇒Device Pack Manager(ﾃﾞﾊﾞｲｽ一括管理部)を通して、またはAtmel Studio一括貯蔵庫でのｵﾝﾗｲﾝで入手可能です。

2.2. 設計資料と関連ﾘﾝｸ

以下の一覧はAVR128DB48 Curiosity Nano基板に最も関連する資料とｿﾌﾄｳｪｱへのﾘﾝｸを含みます。

- **MPLAB® X IDE** - MPLAB® X IDEはMicrochipﾏｲｸﾛ ｺﾝﾄﾛｰﾗとﾃﾞｼﾞﾀﾙ信号制御器用応用を開発するためのPC(Windows®、Max OS®、Linux®)で動くｿﾌﾄｳｪｱ ﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑです。これは組み込みﾏｲｸﾛ ｺﾝﾄﾛｰﾗ用ｺｰﾄﾞを開発するための統合された単一"環境"を提供するため、統合開発環境(IDE:Integrated Development Environment)と呼ばれます。
- **Atmel Studio** - ﾏｲｸﾛ ｺﾝﾄﾛｰﾗ用のC/C++とｱｾﾝﾌﾞﾘ ｺｰﾄﾞの開発用無料IDE
- **AVR®用IAR Embedded Workbench®** - これはAVRﾏｲｸﾛ ｺﾝﾄﾛｰﾗに利用可能な商用C/C++ｺﾝﾊﾟｲﾗです。30日評価版だけでなくそれらのｳｪﾌﾞｻｲﾄから入手可能な4Kﾊﾞｲﾄ ｺｰﾄﾞ量制限始動版もあります。
- **MPLAB® XCｺﾝﾊﾟｲﾗ** - MPLAB® XC8 Cｺﾝﾊﾟｲﾗは無料で無制限使用のﾀﾞｳﾝﾛｰﾄﾞとして入手可能です。Microchip MPLAB® XC8 CｺﾝﾊﾟｲﾗはWindows®、MaxOS®、Linux®であなたのｿﾌﾄｳｪｱ開発計画に対する包括的な解決策です。MPLAB® XC8はPIC®とAVR®の全ての8ﾋﾞｯﾄ ﾏｲｸﾛ ｺﾝﾄﾛｰﾗ(MCU)を支援します。
- **MPLAB®ｺｰﾄﾞ構成部** - MPLABｺｰﾄﾞ構成部(MCC:Microchip Code Configurator)はあなたの応用に特化した周辺機能と関数を構成設定するための図画的ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽを提供する無料のｿﾌﾄｳｪｱ ﾌﾟﾗｸﾞｲﾝです。
- **Atmel START** - Atmel STARTは使い易く最適化された規則でｿﾌﾄｳｪｱ構成部品を選んで構成設定してあなたの組み込み応用を誂えて使用者を助けるｵﾝﾗｲﾝ ﾂｰﾙです。
- **Microchip試供品店** - ﾃﾞﾊﾞｲｽの試供品を注文することができるMicrochip試供品店です。
- **MPLAB Data Visualizer** - MPLABﾃﾞｰﾀ可視器(Data Visualizer)はﾃﾞｰﾀを処理して可視化するのに使われるﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑです。ﾃﾞｰﾀ可視器はCuriosity NanoとXplained Proの基板で見つかるようなｼﾘｱﾙ ﾎﾟｰﾄと基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞのﾃﾞｰﾀ交換器ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽのような様々な供給元からﾃﾞｰﾀを受け取ることができます。
- **Studio Data Visualizer** - Studioﾃﾞｰﾀ可視器(Data Visualizer)はﾃﾞｰﾀを処理して可視化するのに使われるﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑです。ﾃﾞｰﾀ可視器はCuriosity NanoとXplained Proの基板で見つかるようなｼﾘｱﾙ ﾎﾟｰﾄと基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞのﾃﾞｰﾀ交換器ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽのような様々な供給元からのﾃﾞｰﾀとPowerﾃﾞﾊﾞｯｶﾞからの電力ﾃﾞｰﾀを受け取ることができます。
- **Microchip PIC®とAVR®の例** - MicrochipのPICとAVRﾃﾞﾊﾞｲｽ例はPICとAVRﾃﾞﾊﾞｲｽの周辺機能の使い方を披露するためにMicrochip開発基板を使う例と実験室の集合です。
- **Microchip PIC®とAVR®の解決策** - MicrochipのPICとAVRﾃﾞﾊﾞｲｽ解決策は適応され拡張される準備が整ったMicrochip開発基板で使うための完全な応用を含みます。
- **AVR128DB48 Curiosity Nanoｳｪﾌﾞｻｲﾄ** - ｷｯﾄ情報、最新使用者の手引き、設計資料
- **Microchip直販でのAVR128DB48 Curiosity Nano** - Microchip直販でこのｷｯﾄを購入

3. 予め書かれた応用

Curiosity Nano評価ｷｯﾄに実装されたAVR128DB48は統合された演算増幅器を利用する準備が整った応用で予め書かれています。

この応用で開始するため、以下のGitHubのｵﾝﾗｲﾝで利用可能なこの応用のための使用者の手引き、ｺｰﾄﾞ、hexﾌｧｲﾙを見つけることができます。

- MPLAB® X IDE
- Atmel Studio 7

4. Curiosity Nano

Curiosity Nanoはﾏｲｸﾛ ｺﾝﾄﾛｰﾗの入出力の殆どへのｱｸｾｽを持つ小さな基板の評価基盤です。この基盤は基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞを持つ少ﾋﾟﾝ数ﾏｲｸﾛ ｺﾝﾄﾛｰﾗ(MCU)の系列から成り、MPLAB® X IDEとAtmel Studio 7と統合されます。接続時、関連使用者の手引き、応用記述、ﾃﾞｰﾀｼｰﾄ、ｺｰﾄﾞ例を含む鍵となる資料へのﾘﾝｸでｷｯﾄ ｳｨﾝﾄﾞｳが表示されます。見つけるのが全て容易です。基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞはﾎｽﾄPCとのｼﾘｱﾙ通信用の仮想ｼﾘｱﾙ ﾎﾟｰﾄ(CDC)とﾃﾞﾊﾞｯｸﾞ汎用入出力(GPIO)ﾋﾟﾝでのﾃﾞｰﾀ中継器ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ(DGI:Data Gateway Interface)が特徴です。

4.1. 基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ概要

AVR128DB48 Curiosity Nanoは書き込みとﾃﾞﾊﾞｯｸﾞ用の基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞを含みます。基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ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とAtmel Studio 7でAVR128DB48の書き込みとﾃﾞﾊﾞｯｸﾞをすることができるﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ
- AVR128DB48のﾄﾞﾗｯｸﾞ&ﾄﾞﾛｯﾌﾟ書き込みを許す大容量記憶装置
- AVR128DB48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 ﾎﾟｰﾄ(CDC)
- ﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑの流れを可視化するための論理分析部ﾁｬﾈﾙ(ﾃﾞﾊﾞｯｸﾞGPIO)でのｺｰﾄﾞ計装用ﾃﾞｰﾀ中継器ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ(DGI)

基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞはAVR128DB48 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でLEDがどう制御されるかを示します。

表4-1. 基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞLED制御

動作形態	電力と状態のLED
ﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞ動作	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/ﾃﾞﾊﾞｯｸﾞの間、LEDが低速点滅
ﾄﾞﾗｯｸﾞ&ﾄﾞﾛｯﾌﾟ書き込み	**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
休止/OFF	LEDがOFF。基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞは休止動作か電力断のどちらか。これはｷｯﾄが外部給電される場合に起き得ます。

情報: 低速点滅は概ね1Hzで、高速点滅は概ね5Hzです。

4.1.1. ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ

AVR128DB48 Curiosity Nanoの基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞはﾎｽﾄ ｺﾝﾋﾟｭｰﾀのUSBｻﾌﾞ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。このﾃﾞﾊﾞｯｶﾞはMPLAB® X IDEとAtmel Studio 7だけでなくいくつかの第三者IDEを使ってもAVR128DB48の完全な機能の書き込みとﾃﾞﾊﾞｯｸﾞを支援します。

留意: ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞのﾌｧｰﾑｳｪｱを最新に保ってください。ﾌｧｰﾑｳｪｱ更新はMPLAB® X IDEとAtmel Studio 7使用時に自動的に行われます。

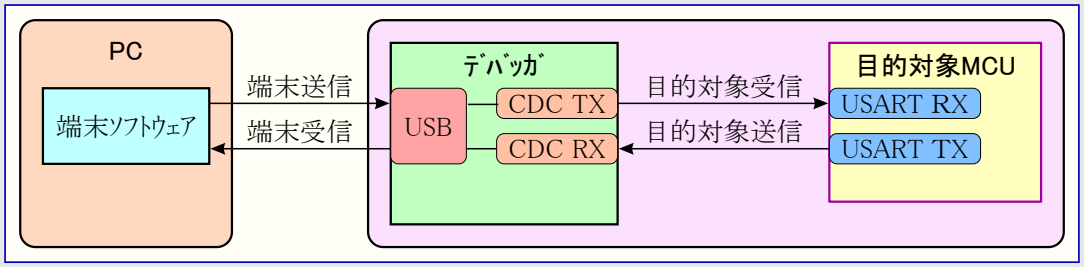
4.1.2. 仮想ｼﾘｱﾙ ﾎﾟｰﾄ (CDC)

仮想ｼﾘｱﾙ ﾎﾟｰﾄ(CDC)はﾎｽﾄPCと目的対象ﾃﾞﾊﾞｲｽ間の汎用ｼﾘｱﾙ橋渡しです。

4.1.2.1. 概要

基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞはﾎｽﾄで仮想ｼﾘｱﾙ ﾎﾟｰﾄとして現れる標準通信装置ｸﾗｽ(CDC:Communications Device Class)を含む複合USB装置を実装します。CDCはﾎｽﾄ ｺﾝﾋﾟｭｰﾀと目的対象間の両方向で任意ﾃﾞｰﾀを流すのに使うことができます。ﾎｽﾄ ｺﾝﾋﾟｭｰﾀで仮想ｼﾘｱﾙ ﾎﾟｰﾄを通して送られた全ての文字はﾃﾞﾊﾞｯｶﾞのCDC TXﾋﾟﾝでUARTとして送られ、ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞのCRC RXﾋﾟﾝで捕獲されたUART文字は仮想ｼﾘｱﾙ ﾎﾟｰﾄを通してﾎｽﾄ ｺﾝﾋﾟｭｰﾀに返されます。

図4-1. CDC接続



情報: 図4-1.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ガの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ガのCDC RXピンは目的対象のUSART TXピンに接続されます。

4.1.2.2. 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に対してUSBドライバが必要とされます。このドライバはMPLAB® X IDEとAtmel Studio 7のインストールに含まれます。

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。どの端末プログラムが使われるかに依存して、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うことに注意してください。「4.1.2.4. 合図」をご覧ください。

4.1.2.3. 制限

基板上デバッガの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えることができます。
- **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。

4.1.2.4. 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、データの送出と受け取りは許可されません。

ホストで端末が接続される時にDTR信号が活性にされ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ガにCDC作業が活性であることを示します。デバッガは(利用可能ならば)それの水準移動器(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。

デバッガ 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。

- デバッガUART受信部が禁止され、故に更なるデータはホスト コンピュータへ転送されません。
- デバッガUART送信部は送るために待ち行列にされたデータの送出を続けますが、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)水準移動器は禁止されず、故にデバッガCDC TX線は駆動されたままに留まります。

デバッガ 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。

- デバッガUART受信部が禁止され、故に更なるデータはホスト コンピュータへ転送されません。
- デバッガUART送信部は送るために待ち行列にされたデータの送出を続けますが、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、水準移動器が禁止され、故にデバッガ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ガがそれのUARTを通すどのデータの送信も受信もしません。

助言: 基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞのCDC TXﾋﾟ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、ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞと目的対象に接続しているCDC線上に外部ﾌﾟﾙｱｯﾌﾟ抵抗がなく、これは電源投入中にそれらの線が浮いていることを意味します。ﾌﾚｰﾐﾝｸﾞ異常などのような予測不能な動きに帰着するどんな不具合も避けるため、目的対象ﾃﾞﾊﾞｲｽはﾃﾞﾊﾞｯｶﾞのCDC TX線に接続されたﾋﾟﾝで内部ﾌﾟﾙｱｯﾌﾟを許可すべきです。

4.1.2.5. 高度な使い方

CDC置き換え動作

標準動作では、基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞはﾎｽﾄとﾃﾞﾊﾞｲｽ間の真のUART橋渡しです。けれども、或る使用事例で、基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ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のﾋﾟﾝを使うことができます。

ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞのCDC TXﾋﾟﾝの出力に文字を送るのに、基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞの大容量記憶ﾄﾞﾗｲﾌﾞ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らなければなりません。

```
CMD:SEND_UART=
```

ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ 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。

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

ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ 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。

- 最大ﾒｯｾｰｼﾞ長はﾎｽﾄ ｺﾝﾋﾟｭｰﾀとｵﾍﾟﾚｰﾃｨﾝｸﾞ ｼｽﾃﾑでのMSC/SCSI層制限時間に依存して変わるかもしれません。512ﾊﾞｲﾄの単一SCSIﾌﾚｰﾑ(498文字の本体)が保証され、4Kﾊﾞ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。
- 使うﾎﾞ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/端末上でのﾃﾞｰﾀ転送と同時に使われるべきではありません。ﾌｧｲﾙがCDC置き換え動作経由で受信されるその時に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。

- 明示的なﾎﾞ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へ送るﾃﾞｰﾀはﾊﾞｲﾄ単位、または64ﾊﾞｲﾄ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ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞのCDC TXﾋﾟﾝへ送るため、待ち行列にされます。ﾌﾚｰﾑ毎に少量のﾃﾞｰﾀを転送すると、基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞがﾊﾞｲﾄではなくﾌﾚｰﾑを緩衝するため、特に低ﾎﾞｰﾚｰﾄで非効率になり得ます。最大4つの64ﾊﾞｲﾄ ﾌﾚｰﾑを何時でも活性にすることができます。基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞはそれによってやって来るﾌﾚｰﾑを調整します。ﾃﾞｰﾀを含む完全な64ﾊﾞｲﾄ ﾌﾚｰﾑの送信が最も効率的な方法です。

ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞのCDC RXﾋﾟﾝでﾃﾞｰﾀを受け取る時に、基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞはやって来るﾊﾞｲﾄを64ﾊﾞｲﾄ 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ﾊﾞｲﾄ 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)が充分速くﾃﾞｰﾀを受け取ることに失敗した場合、ｵｰﾊﾞ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 ﾃﾞｰﾀが失われます。この発生を防ぐため、使用者はCDCﾃﾞｰﾀ ﾊﾟｲﾌﾟが継続的に読まれることを保証するか、またはやって来るﾃﾞｰﾀ速度が減らされなければなりません。

4.1.3. 大容量記憶装置

基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞはそれが接続されるﾎｽﾄ ｵﾍﾟﾚｰﾃｨﾝｸﾞ 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ﾃﾞﾊﾞ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

4.1.3.1. 大容量記憶装置実装

基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞは部分的に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ｵﾍﾟﾚｰﾃｨﾝｸﾞ ｼｽﾃﾑ使用時、基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞはﾃﾞﾊﾞｲｽ ﾏﾈｰｼﾞｬのﾃﾞｨｽｸ部分で見つけることができるCuriosity Nano USB装置として列挙(認識)されます。CURIOSITYﾄﾞﾗｲﾌﾞはﾌｧｲﾙ ﾏﾈｰｼﾞｬに現れ、ｼｽﾃﾑで次に利用可能なﾄﾞﾗｲﾌﾞ文字を獲得します。

CURIOSITYﾄﾞﾗｲﾌﾞは概ね1Mﾊﾞｲﾄの空き空間を含みます。これは決して目的対象ﾃﾞﾊﾞｲｽのﾌﾗｯｼｭ 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、大きな付随負荷を与える付加ﾃﾞｰﾀを持つASCIIで符号化され、故に1Mﾊﾞｲﾄはﾃﾞｨｽｸの大きさ用に適当に選ばれた値です。

CURIOSITYﾄﾞﾗｲﾌﾞ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、ﾌｧｲﾙ名がﾃﾞｨｽｸ ﾃﾞｨﾚｸﾄﾘ一覧に現れるかもしれません。これは単にｵﾍﾟﾚｰﾃｨﾝｸﾞ ｼﾝｽﾃﾑのﾃﾞ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 ｼｽﾃﾑをそれ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。

目的対象ﾃﾞﾊﾞｲｽを消去するにはﾃﾞｨｽｸに"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ﾄﾞﾗｲﾌﾞ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ﾛｺﾞ用ｱｲｺﾝ ﾌｧｲﾙ
- AUTORUN.INF – ｱｲｺﾝ ﾌｧｲﾙを表示するためにWindowsのｴｸｽﾌﾟﾛｰﾗに対して必要とされるｼｽﾃﾑ ﾌｧｲﾙ
- KIT-INFO.HTM – 開発基板ｳｪﾌﾞｻｲﾄへの向け直し
- KIT-INFO.TXT – 基板のﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ ﾌｧｰﾑｳｪｱ版、基板名、USB通番、ﾃﾞﾊﾞｲｽ、ﾄﾞﾗｯｸﾞ&ﾄﾞﾛｯﾌﾟ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: STATUS.TXTが基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞによって動的に更新されます。その内容はOSによってｷｬｯｼｭされ、従って、正しい状態を反映しないかもしれません。

4.1.3.2. ﾄﾞﾗｯｸﾞ&ﾄﾞﾛｯﾌﾟ書き込みの制限

施錠ﾋﾞｯﾄ

Hexﾌｧｲﾙに含まれる施錠ﾋﾞｯﾄはﾄﾞﾗｯｸﾞ&ﾄﾞﾛｯﾌﾟ書き込みを使う時に無視されます。施錠ﾋﾞｯﾄを書くにはMPLAB® X IDEまたはAtmel Studio 7を使ってください。

ﾋｭｰｽﾞでのCRC検査許可

ﾄﾞﾗｯｸﾞ&ﾄﾞﾛｯﾌﾟ書き込みを使う時にﾃﾞﾊﾞｲｽのﾋｭｰｽﾞでCRC検査を許可することはお勧めできません。これは(ﾋｭｰｽﾞ ﾋﾞｯﾄに影響を及ぼさない)後続するﾁｯﾌﾟ消去がCRC不整合をもたらし、応用が起動に失敗するからです。この状態から目的対象を回復するにはMPLAB® X IDEまたはAtmel Studio 7を使ってﾁｯﾌﾟ消去が行われなければならず、これは消去後、自動的にCRCﾋｭｰｽﾞを解消します。

4.1.3.3. 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4-2. 特殊ﾌｧｲﾙ命令

命令内容	説明
CMD:ERASE	目的対象のﾁｯﾌﾟ消去を実行
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	指定したﾎﾞ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ﾎﾞ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。(ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ ﾌｧｰﾑｳｪｱ1.21版またはより新しい版)
CMD:RESET	書き込み動作へ入ってその後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。正確なﾀｲﾐﾝｸﾞは目的対象ﾃﾞﾊﾞ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。(ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ ﾌｧｰﾑｳｪｱ1.16版またはより新しい版)
CMD:POWERTOGGLE	目的対象の電力を切り、100ms遅れ後に電力を回復。外部電源が供給される場合、これは無効です。(ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ ﾌｧｰﾑｳｪｱ1.16版またはより新しい版)
CMD:0V	目的対象供給調整器を禁止することによって目的対象ﾃﾞﾊﾞｲｽの電力を断。外部電源が供給される場合、これは無効です。(ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ ﾌｧｰﾑｳｪｱ1.16版またはより新しい版)
CMD:1V8	目的対象電圧を1.8Vに設定。外部電源が供給される場合、これは無効です。(ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ ﾌｧｰﾑｳｪｱ1.21版またはより新しい版)
CMD:3V3	目的対象電圧を3.3Vに設定。外部電源が供給される場合、これは無効です。(ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ ﾌｧｰﾑｳｪｱ1.16版またはより新しい版)
CMD:5V0	目的対象電圧を5.0Vに設定。外部電源が供給される場合、これは無効です。(ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ ﾌｧｰﾑｳｪｱ1.16版またはより新しい版)

情報: ここの命令一覧は大容量記憶模倣ﾃﾞｨｽｸに送られつつある内容によって起動され、成功と失敗のどちらの場合も反応は提供されません。

4.1.4. ﾃﾞｰﾀ中継器ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ (DGI)

ﾃﾞｰﾀ中継器ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ(DGI:Data Gateway Interface)は基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞとﾎｽﾄ ｺﾝﾋﾟｭｰﾀに基づく可視化ﾂｰﾙ間で生と時刻印されたﾃﾞｰﾀを転送するためのUSBｲﾝﾀｰﾌｪｰｽです。ﾎｽﾄ ｺﾝﾋﾟｭｰﾀでﾃﾞﾊﾞｯｸﾞGPIOﾃﾞｰﾀを表示するのにMPLAB Data Visualizer(ﾃﾞｰﾀ可視器)が使われます。これはMPLAB® X IDE用ﾌﾟﾗｸﾞｲﾝとしてまたはMPLAB® X IDEまたはAtmel Studio 7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ﾃﾞｰﾀ ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽを包含するとは言え、AVR128DB48 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。

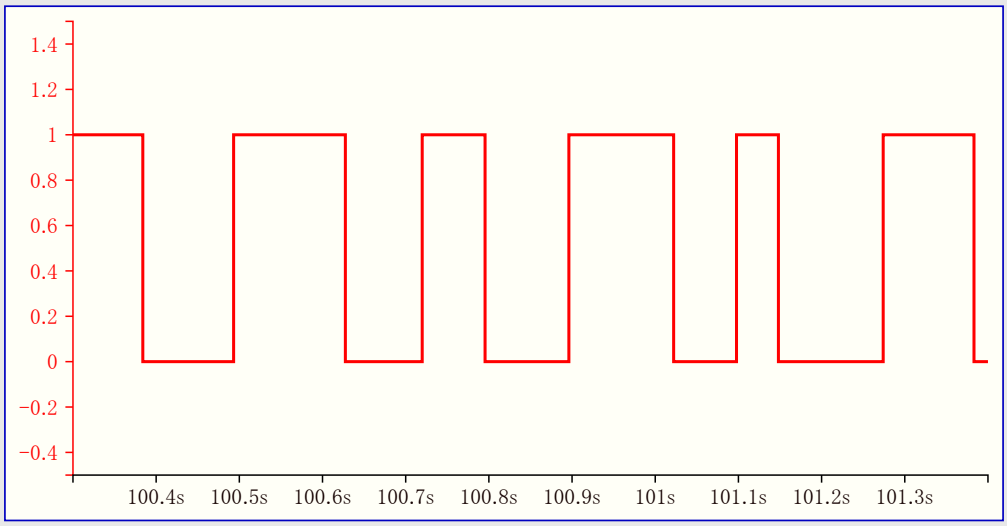
- (DGI GPIOとしても知られる)2つのﾃﾞﾊﾞｯｸﾞGPIOﾁｬﾈﾙ

4.1.4.1. ﾃﾞﾊﾞｯｸﾞGPIO

ﾃﾞﾊﾞｯｸﾞGPIOﾁｬﾈﾙは目的対象応用をﾎｽﾄ ｺﾝﾋﾟｭｰﾀ可視化応用に接続する時刻印されたﾃﾞｼﾞﾀﾙ信号線です。これらは代表的に時間軸での低周波数事象の発生、例えば、或る応用状態遷移が起きた時を作図するのに使われます。

下図はMPLABﾃﾞｰﾀ可視器(Data Visualizer)でﾃﾞﾊﾞｯｸﾞGPIOに接続された機械的な切替器のﾃﾞｼﾞﾀﾙ状態の監視を示します。

図4-2. MPLAB®ﾃﾞｰﾀ可視器でのﾃﾞﾊﾞｯｸﾞGPIO監視



ﾃﾞﾊﾞｯｸﾞ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: より高い周波数信号の集中を捕獲することができても、GPIOが使える有用な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ﾃﾞｰﾀの飽和と溢れに帰着し、DGI作業を中断させるかもしれません。

4.1.4.2. 時刻印

DGI供給元はそれらがﾃﾞﾊﾞｯｶﾞによって捕獲されるため時刻印されます。Curiosity Nanoﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ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。

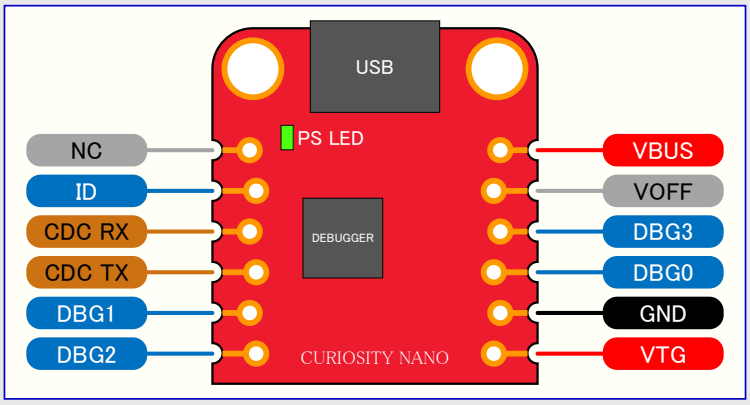
4.2. Curiosity Nano標準ﾋﾟﾝ配列

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ﾋﾟﾝ配列を持ちます。書き込み/ﾃﾞﾊﾞｯｸﾞ ﾋﾟﾝは以下の表と図で示されるように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4-3. Curiosity Nano標準ﾋﾟﾝ配列

ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ信号	目的対象MCU	説明
ID	-	拡張用ID線
CDC TX	UART RX	USB CDC TX線
CDC RX	UART TX	USB CDC RX線
DBG0	UPDI	ﾃﾞﾊﾞｯｸﾞ ﾃﾞｰﾀ線
DBG1	GPIO1	ﾃﾞﾊﾞｯｸﾞGPIO1
DBG2	GPIO0	ﾃﾞﾊﾞｯｸﾞGPIO0
DBG3	RESET	ﾘｾｯﾄ線
N.C.	-	接続なし
VBUS	-	外部使い用VBUS電圧
$\overline{\text{VOFF}}$	-	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

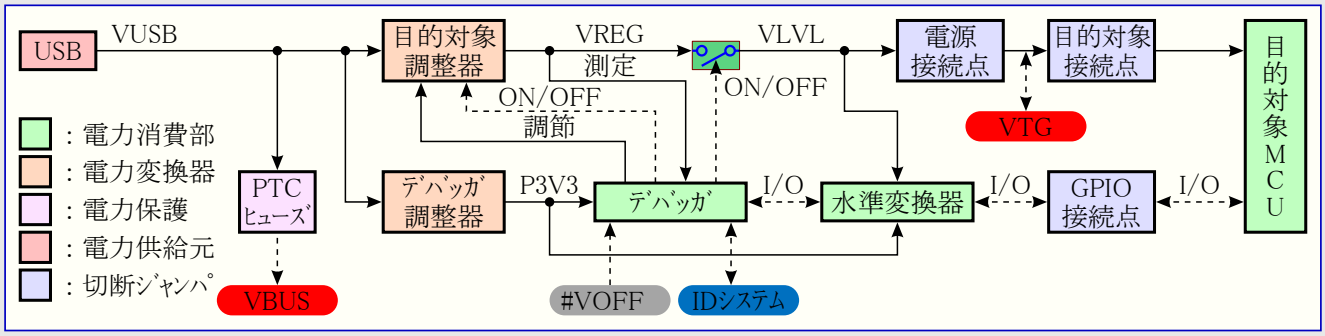
図4-3. Curiosity Nano標準ﾋﾟﾝ配列



4.3. 電源

基板はUSBﾎﾟｰﾄを通して給電され、基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ用の3.3Vを生成するための1つと目的対象AVR128DB48ﾏｲｸﾛ ｺﾝﾄﾛｰﾗとそれの周辺機能用の調節可能なLDO調整器の2つの調整器を含みます。USBｺﾈｸﾀからの電圧は(USB仕様に従って)4.4～5.25V間で変わるかもしれず、目的対象への最大電圧を制限します。下図はAVR128DB48 Curiosity Nano上の電源ｼｽﾃﾑ全体を示します。

図4-4. 電源部構成図



4.3.1. 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。基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞは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。このﾊｰﾄﾞｳｪｱ実装は概ね1.7～5.1Vの電圧範囲に制限されます。出力電圧がAVR128DB48ﾏｲｸﾛ ｺﾝﾄﾛｰﾗのﾊｰﾄﾞｳｪｱ限度を決して超えないことを保証するためにﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ 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。AVR128DB48 Curiosity Nanoの基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞで構成設定される電圧制限は1.8～5.1Vです。

情報: 目的対象電圧は基板が製造される時に3.3Vに設定されます。これはMPLAB® X IDEﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ ﾌﾟﾛﾊﾟﾃｨとAtmel Studio 7ﾃﾞﾊﾞｲｽ ﾌﾟﾛｸﾞﾗﾐﾝｸﾞ ﾀﾞｲｱﾛｸﾞを通して変更することができます。例え電力OFF/ONを後も、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、調整ﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑによって10mVに制限されるかもしれません。

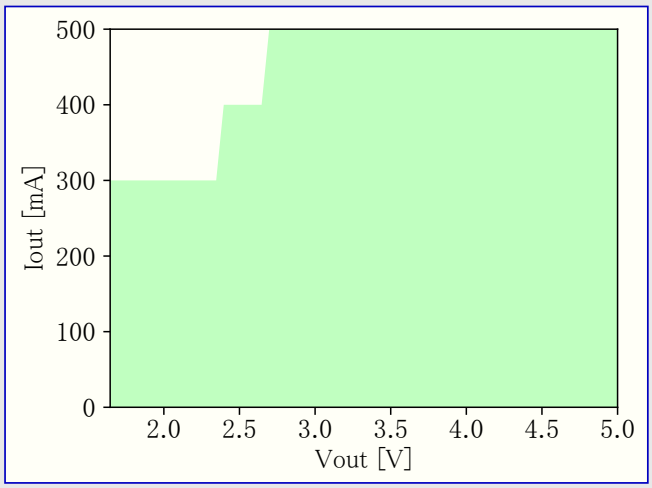
情報: MPLAB® X IDEで設定される電圧設定は直ちに基板へ提供されません。新しい電圧設定はﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ操作盤ﾀﾌﾞでRefresh Debug Tool Status(ﾃﾞﾊﾞｯｸﾞ ﾂｰﾙ状態更新)釦押下またはﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑ ﾒﾓﾘ読み書きのような何れかの方法でﾃﾞﾊﾞｯｶﾞがｱｸｾｽされる時に基板へ適用されます。

情報: 命令文字ﾌｧｲﾙの基板へのﾄﾞﾗｯｸﾞ&ﾄﾞﾛｯﾌﾟで目的対象電圧を調整する簡単な任意選択があります。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「4.1.3.3. 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囲器のLDO調整器で、500 mAより低い負荷で温度遮断条件に達するかもしれません。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℃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ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ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にされます。これはどの短絡回路状態も検出して処理します。VOFFﾋﾟﾝの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ﾋﾟﾝに急に印加された場合も検出して処理します。

図4-5. 目的対象調整器安全動作領域



情報: 外部電圧が監視窓下限(目的対象電圧設定-100mV)よりも低い場合、基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ状態LEDが高速点滅します。外部電圧が監視窓上限(目的対象電圧設定+100mV)よりも高い場合、基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ状態LEDは点灯を続けます。外部電圧が取り去られた場合、状態LEDは基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ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開始します。

4.3.2. 外部供給

AVR128DB48 Curiosity Nanoは基板上の目的対象調整器の代わりに外部電圧によって給電することができます。電圧OFF(VOFF)ﾋﾟﾝが接地(GND)に短絡されると、基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ ﾌｧｰﾑｳｪｱは目的対象調整器を禁止し、VTGﾋﾟﾝに外部電圧を印加しても安全です。

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

VOFFﾋﾟﾝは何時でもLowになる/することができます。これは基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞに対するﾋﾟ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ﾋﾟ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ﾋﾟ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ﾋﾟﾝを浮かせてください。

警告 基板上の水準変換器に対する絶対最大外部電圧は5.5Vで、AVR128DB48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: VOFFﾋﾟﾝをLowに引くことなく外部電圧が印加され、外部供給が監視窓の下限(目的対象電圧設定-100mV)よりも低い電圧に引っ張る場合、基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ状態LEDが高速点滅して基板上調整器を停止します。VOFFﾋﾟﾝがLowに引かれていない時に外部電圧が急に取り去られた場合、状態LEDは基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ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開始します。

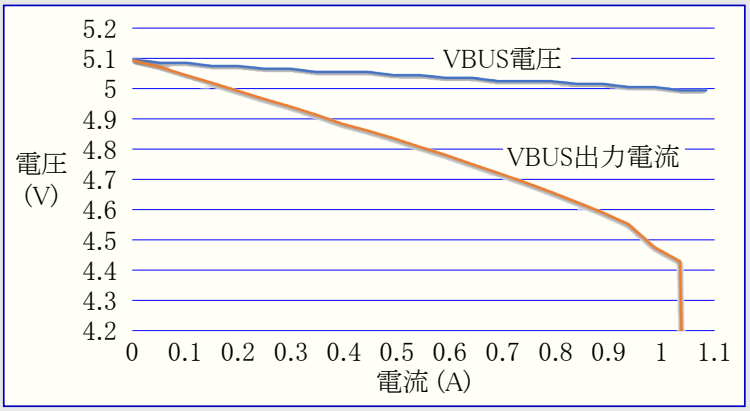
書き込み、ﾃﾞﾊﾞｯｸﾞ、ﾃﾞｰﾀ流しは外部電源で未だ可能で、ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞと信号水準変換器はUSBｹｰﾌﾞﾙから給電されます。両調整器、ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ、水準変換器はUSBｹｰﾌﾞﾙが取り去られると電力断にされます。

情報: AVR128DB48とそれの周辺機能によって消費される電力に加えて、USBｹｰﾌﾞﾙが基板上のDEBUGｺﾈｸﾀに接続される時に基板上水準変換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100µAが引き出されます。USBｹｰﾌﾞﾙが接続されないと、水準変換器電圧ﾋﾟﾝに供給するために多少の電流が使われ、これは概ね5µA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。

4.3.3. VBUS出力ﾋﾟﾝ

AVR128DB48 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出力ﾋﾟﾝを持ちます。VBUS出力ﾋﾟﾝは回路短絡に対してUSBを保護するためにPTCﾋｭｰｽﾞを持ちます。PTCﾋｭｰｽﾞの副作用はより高い電流負荷でのVBUS出力での電圧降下です。右図は電圧対VBUS出力の電流負荷を示します。

図4-6. VBUS出力電圧対電流



4.3.4. 電源特例

これは電源で起き得る殆どの特例の要約です。

目的対象電圧切断

これは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起き得ます。これはMIC5353調整器の過熱保護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

最大出力電圧は(4.4～5.25Vで指定される)USB入力電圧、与えられた電圧設定と消費電流に於いてMIC5353調整器を渡る電圧降下によって制限されます。より高い出力電圧が必要とされる場合、より高い入力電圧を提供することができるUSB電源を使うか、またはVTGﾋﾟ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ﾋﾟﾝをLowに設定することなく、VTGﾋﾟﾝへ外部的に電圧を印加することによって起き得ます。目的対象電圧が電圧設定の上下100mVよりも大きく異なる場合、基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞによってそれが検出され、内部電圧調整器が停止されます。この問題を修正するにはVTGﾋﾟﾝから印加した電圧を取り去ってください。基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ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

これは完全または部分的な短絡回路によって起き得て、上で言及した問題の特別な場合です。短絡回路を取り除いてください。基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ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

これは目的対象電圧が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ﾃﾞﾊﾞ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

これはJ100やJ101の電力ｼﾞｬﾝﾊﾟが切断され、目的対象電圧調整器が目的対象ﾃﾞﾊﾞｲｽに対して指定された電圧範囲内の値に設定されている場合に問題になり得ます。これを修正するにはJ100/J101用ﾊﾟｯﾄﾞ間を線/橋渡しで半田付けするか、またはﾋﾟﾝ ﾍｯﾀﾞが実装されているならJ101にｼﾞｬﾝﾊﾟ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

これはほぼ明らかにVBUSでの高電流引き出しによって引き起こされ、保護ﾋｭｰｽﾞ(PTC)が電流を減らすか、または完全に遮断するでしょう。この問題を修正するにはVBUSﾋﾟﾝでの消費電流を減らしてください。

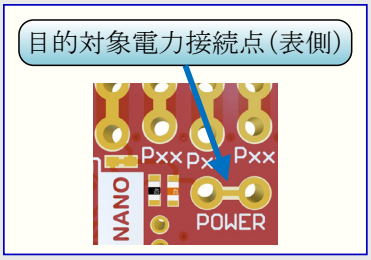
4.4. 低電力測定

AVR128DB48への電力はｼﾙｸ ｽｸﾘｰﾝで”POWER”と記された100milﾋﾟﾝ ﾍｯﾀﾞ(J101)を通して基板上電源とVTGﾋﾟﾝから接続されます。AVR128DB48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(POWER)を切断して切断帯に渡って電流計を接続してください。

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. 配置ﾊﾟﾀｰﾝに1×2 100milﾋﾟﾝ ﾍｯﾀﾞを半田付けしてください。
3. ﾋﾟﾝ ﾍｯﾀﾞ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。
   - 4.1. 基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ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。
   - 4.2. 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AVR128DB48に書き込んでください。

図4-7. 目的対象電力接続点



助言: 電流計の容易な接続のために目的対象電力切断帯(J101)配置ﾊﾟﾀｰﾝに100milﾋﾟﾝ ﾍｯﾀﾞを半田付けすることができます。一旦もはや電流計が必要とされなくなれば、このﾋﾟﾝ ﾍｯﾀﾞに短絡ｼﾞｬﾝﾊﾟを置いてください。

情報: 基板上の水準変換器は例えそれらが不使用の時でも少量の電流を引き込みます。水準変換器に接続される各入出力ﾋﾟﾝから最大2µAで合計10µA引き込むかもしれません。どの漏れも防ぐため、水準変換器に接続されるどの入出力ﾋﾟﾝもHi-Z(ﾄﾗｲｽﾃｰﾄ)に保ってください。基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞに接続される全ての入出力は「5.2.5.1. 基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ接続」項で一覧にされます。基板上の水準変換器に対するどの漏れも防ぐため、「8.4. 基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ切断」で記述されるように、それらを完全に切断することができます。

4.5. 外部ﾏｲｸﾛ ｺﾝﾄﾛｰﾗ書き込み

AVR128DB48 Curiosity Nanoの基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞは外部ﾊｰﾄﾞｳｪｱ上のﾏｲｸﾛ ｺﾝﾄﾛｰﾗの書き込みとﾃﾞﾊﾞｯｸﾞに使うことができます。

4.5.1. 支援ﾃﾞﾊﾞｲｽ

Atmel Studioと基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞで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ﾃﾞﾊﾞｯｸﾞすることができます。

Atmel Studioと基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞで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ﾃﾞﾊﾞｯｸﾞすることができます。

AVR128DB48 Curiosity NanoはMPLAB X IDEで外部AVR128DB48ﾏｲｸﾛ ｺﾝﾄﾛｰﾗに書き込んでﾃﾞﾊﾞｯｸﾞすることができます。

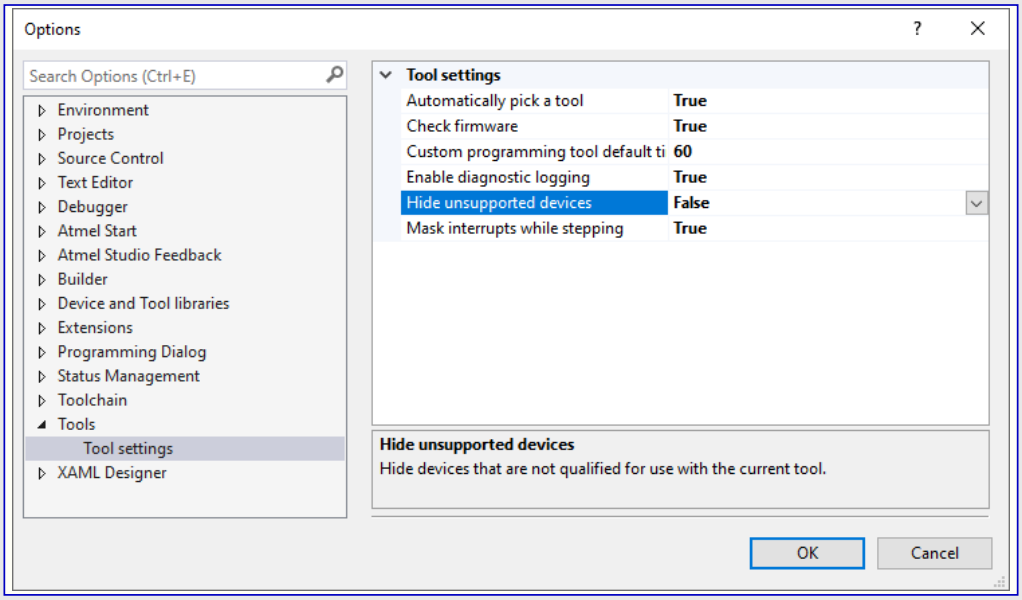
4.5.2. ｿﾌﾄｳｪｱ構成設定

基板上に実装された同じﾃﾞﾊﾞｲｽに書き込んでﾃﾞﾊﾞｯｸﾞするのにｿﾌﾄ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ﾃﾞﾊﾞｯｸﾞするには、Atmel Studioがﾃﾞﾊﾞｲｽとﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑ ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽの自由な選択を許すように構成設定されなければなりません。

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)ｳｨﾝﾄﾞｳで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(未支援ﾃﾞﾊﾞｲｽを隠す)任意選択をFalse(偽)に設定してください。

図4-8. 未支援ﾃﾞﾊﾞｲｽを隠す

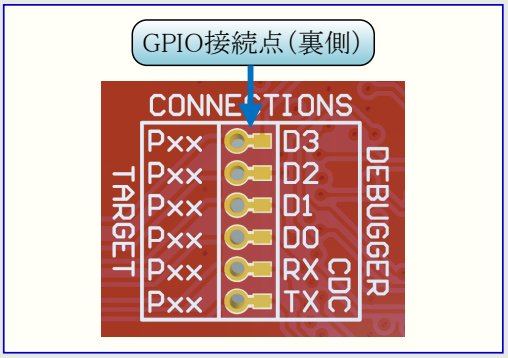


情報: Atmel StudioはHide unsupported devices(未支援ﾃﾞﾊﾞｲｽを隠す)がFalse(偽)に設定されると、基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞによって支援されないﾏｲｸﾛ ｺﾝﾄﾛｰﾗとｲﾝﾀｰﾌｪｰｽも含め、どのﾏｲｸﾛ ｺﾝﾄﾛｰﾗとｲﾝﾀｰﾌｪｰｽも選ばれることを許します。

4.5.3. ﾊｰﾄﾞｳｪｱ変更

基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞは既定でAVR128DB48に接続されます。これらの接続はどの外部ﾏｲｸﾛ ｺﾝﾄﾛｰﾗも書き込みまたはﾃﾞﾊﾞｯｸﾞされる得るのに先立って取り去られなければなりません。基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞからAVR128DB48を切断するには鋭利な工具で右図で示されるGPIO切断帯を切断してください。

図4-9. ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞへの書き込みとﾃﾞﾊﾞｯｸﾞの接続



情報: ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞへの接続の切断は基板上に実装されたAVR128DB48の書き込み、ﾃﾞﾊﾞｯｸﾞ、ﾃﾞｰﾀ流しを禁止します。

助言: 基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞとAVR128DB48間の信号を再接続するには配置ﾊﾟﾀｰﾝに渡って0Ω抵抗を半田付けするか、または半田でそれらを短絡回路にしてください。

4.5.4. 外部ﾏｲｸﾛ ｺﾝﾄﾛｰﾗへの接続

下の図と表は外部ﾏｲｸﾛ ｺﾝﾄﾛｰﾗに書き込んでﾃﾞﾊﾞｯｸﾞするために書き込みとﾃﾞﾊﾞｯｸﾞの信号が接続されなければならない場所を示します。基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞは外部ﾊｰﾄﾞｳｪｱに電力を供給するか、またはそれの水準変換器用の参照基準として外部電圧を使うことができます。「4.3. 電源」で電源についてもっとお読みください。

基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞと水準変換器は書き込みとﾃﾞﾊﾞｯｸﾞに使われるﾃﾞｰﾀとｸﾛｯｸの信号(DBG0、DBG1、DBG2)を積極的に駆動し、殆どの場合でこれらの信号上の外部抵抗を無視することができます。PIC®ﾏｲｸﾛ ｺﾝﾄﾛｰﾗをﾃﾞﾊﾞｯｸﾞするのにICSP™のﾃﾞｰﾀとｸﾛｯｸの信号にﾌﾟﾙﾀﾞｳﾝ抵抗が必要とされます。

DBG3は開放ﾄﾞﾚｲﾝ接続で、機能するのにﾌﾟﾙｱｯﾌﾟ抵抗を必要とします。

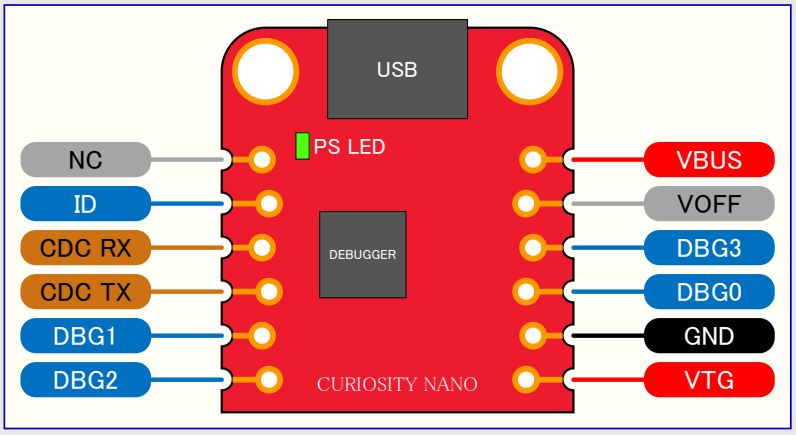
AVR128DB48 Curiosity Nanoはそれの#RESET信号(DBG3)に接続されたﾌﾟﾙｱｯﾌﾟ抵抗(R200)を持ちます。このﾌﾟﾙｱｯﾌﾟ抵抗の場所は「追補」の「8.2. 組立図」で示されます。

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。
- 外部ﾊｰﾄﾞｳｪｱがそれ自身の電源を持つ場合、VOFFﾋﾟﾝをGNDに繋げてください。
- PICﾏｲｸﾛ ｺﾝﾄﾛｰﾗのﾃﾞﾊﾞｯｸﾞを支援するにはICSPのﾃﾞｰﾀとｸﾛｯｸの信号(DBG0とDBG1)にﾌﾟﾙﾀﾞｳﾝ抵抗があることを確実にしてください。

表4-4. ﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑ/ﾃﾞﾊﾞｯｸﾞ ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ

Curiosity Nanoﾋﾟﾝ	UPDI	ICSP™	SWD
DBG0	UPDI	DATA	SWDIO
DBG1	–	CLK	SWCLK
DBG2	–	–	–
DBG3	–	#MCLR	#RESET

図4-10. Curiosity Nano標準ﾋﾟﾝ配列



4.6. 外部ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ接続

基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞがあるとは言え、AVR128DB48の書き込みとﾃﾞﾊﾞｯｸﾞのためにAVR128DB48 Curiosity Nanoに外部ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞを直接的に接続することができます。基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞは積極的に使われない時にAVR128DB48と基板端に接続された全てのﾋﾟﾝをHi-Zに保ちます。従って、基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞはどの外部ﾃﾞﾊﾞｯｸﾞ ツールにも干渉しません。

図4-11. AVR128DB48 Curiosity NanoへのMPLAB® PICkit™4実装ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ/書き込み器接続

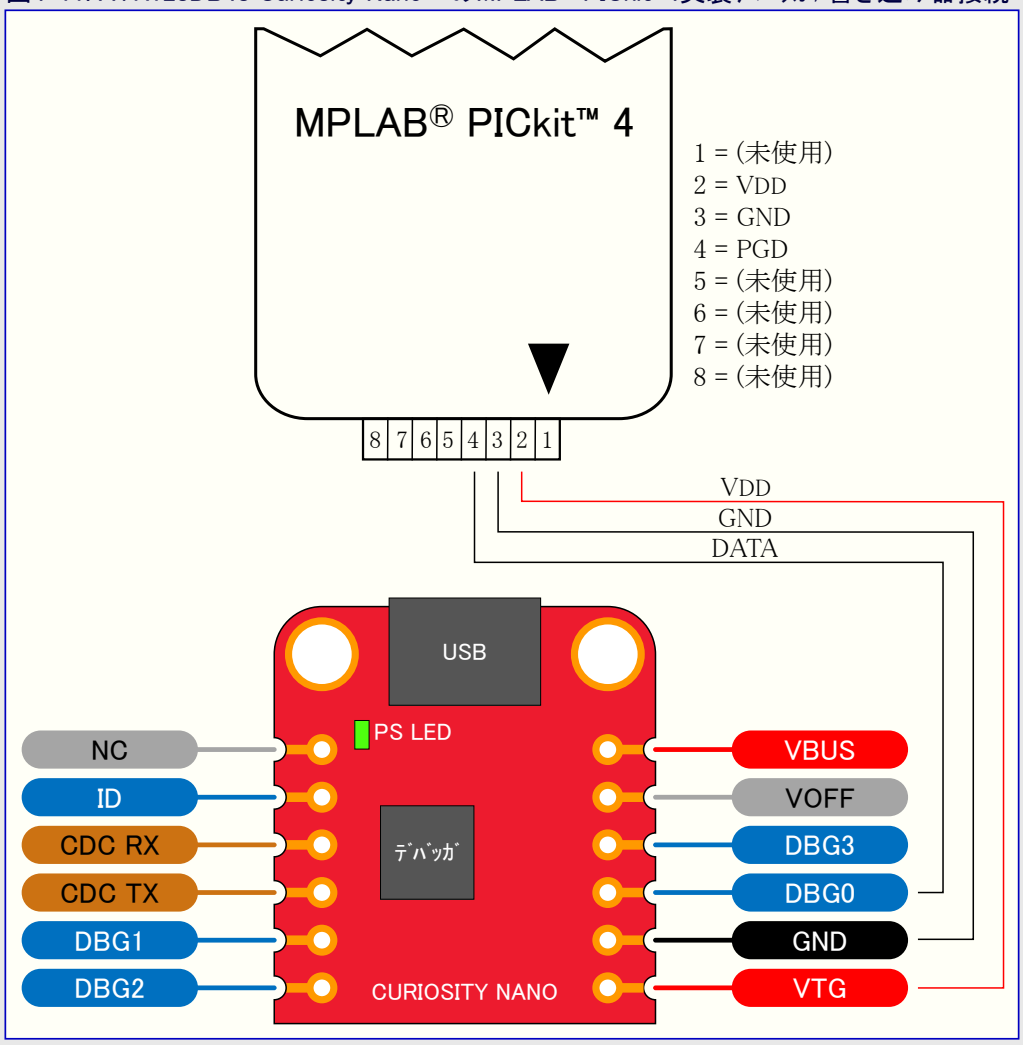
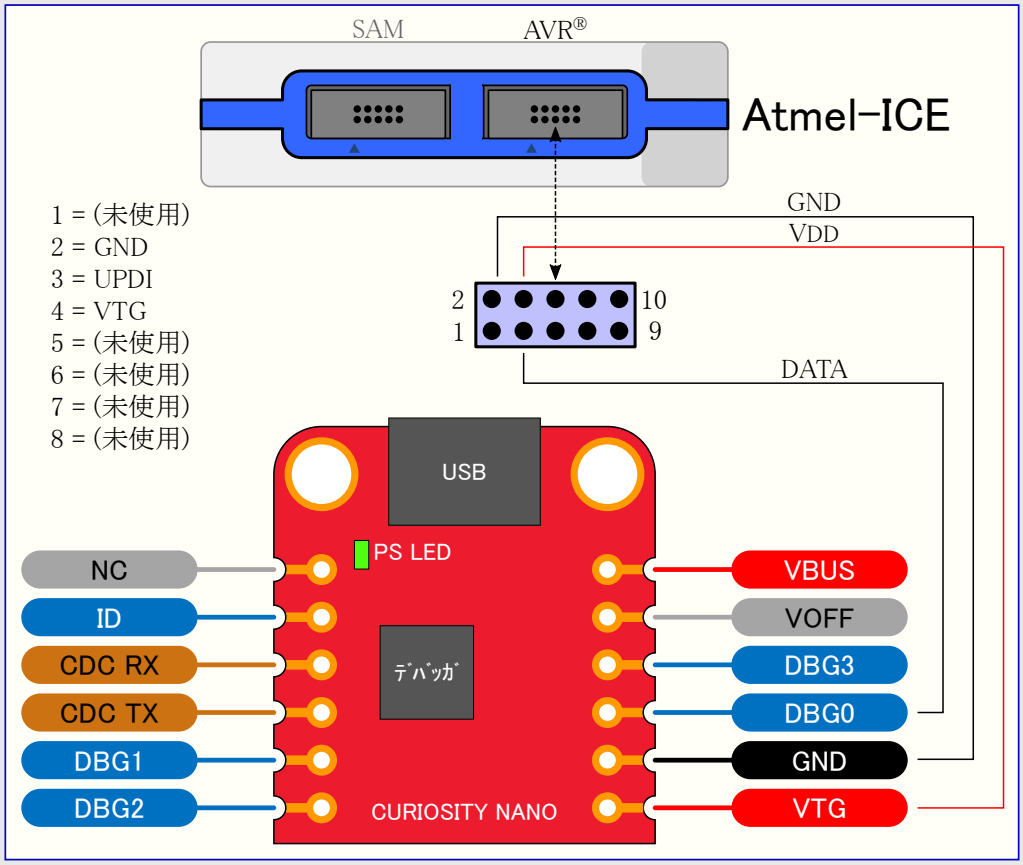


図4-12. AVR128DB48 Curiosity NanoへのAtmel-ICE接続



⚠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またはAtmel Studio 7を通す基板上デバッガでのどの書き込み/デバッグの操作開始や大容量記憶の書き込みを行わないでください。

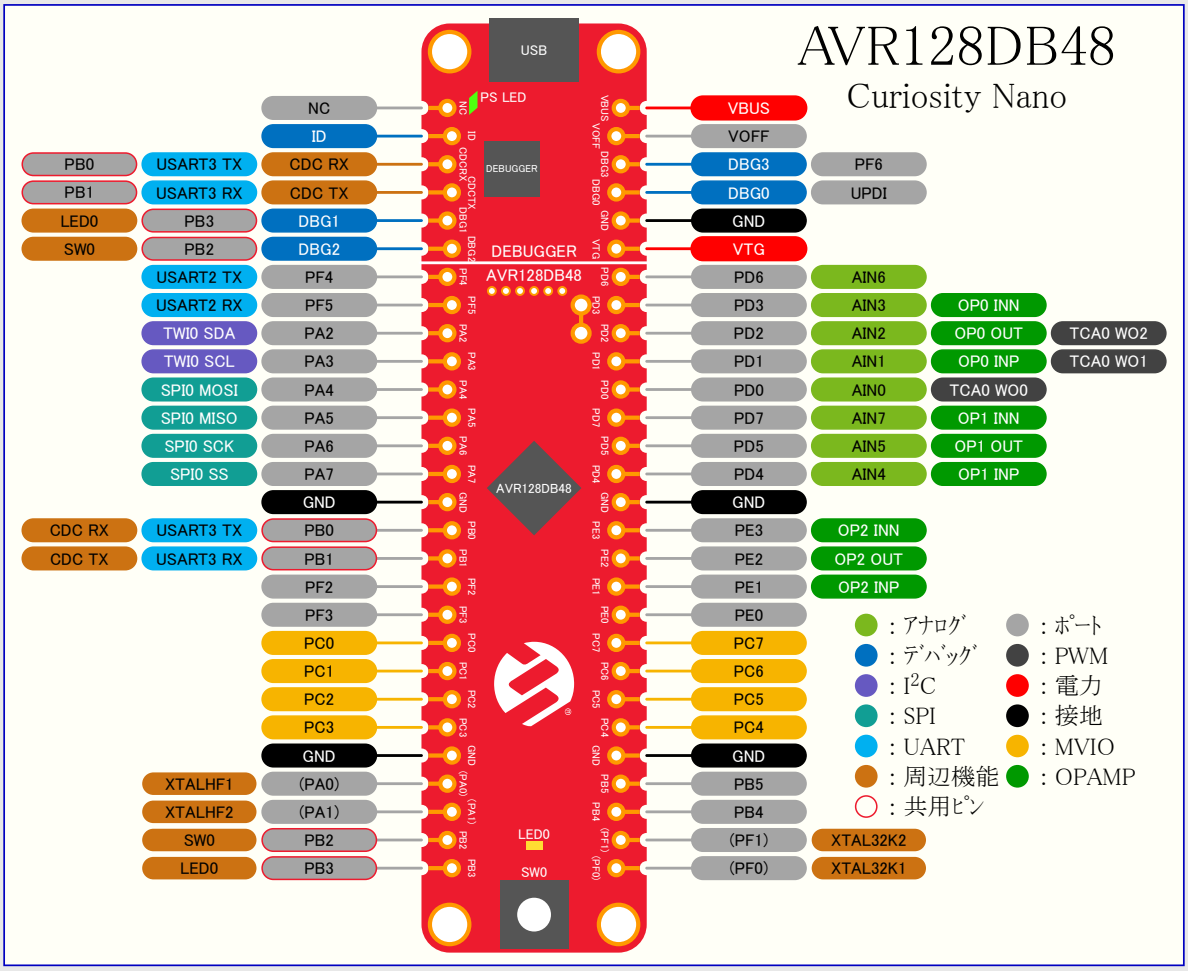
5. ハードウェア使用者の手引き

5.1. コネクタ

5.1.1. AVR128DB48 Curiosity Nanoピン配列

全てのAVR128DB48入出力ピンは基板上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列を示します。各ピンで利用可能な機能についてはAVR128DB48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5-1. AVR128DB48 Curiosity Nanoピン配列



5.1.2. ピン ヘッダの使い方

AVR128DB48 Curiosity Nanoの端コネクタ配線パターンは各穴が中心から8mil(約0.2mm)外れた千鳥足設計を持ちます。この穴ずれは半田付けすることなく基板上で通常の100milピン ヘッダの使用を許します。一旦ピン ヘッダがしっかりと所定位置に配置されると、それらは通常の応用で何の問題もなくピン ソケットと試作基板のように使うことができます。

図5-2. Curiosity Nano基板へのピン ヘッダ取り付け

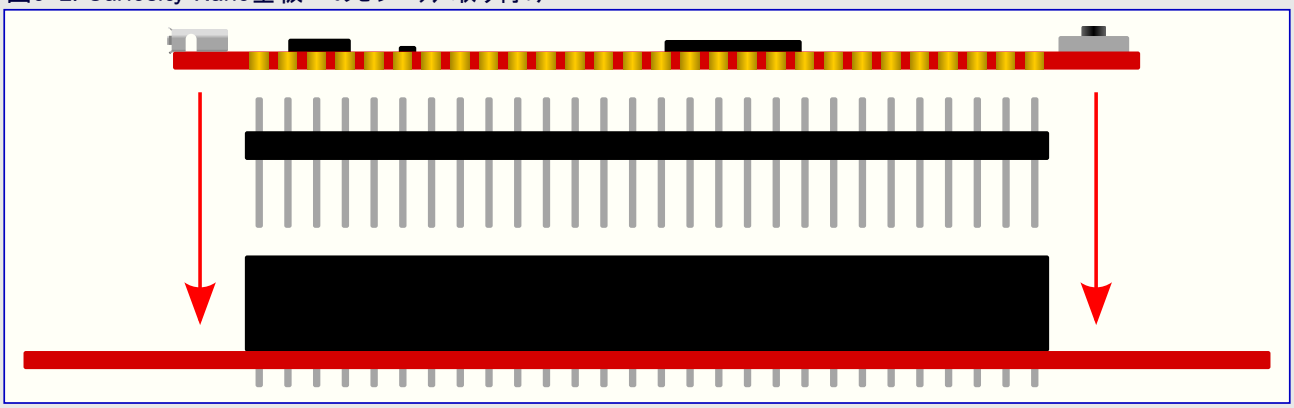
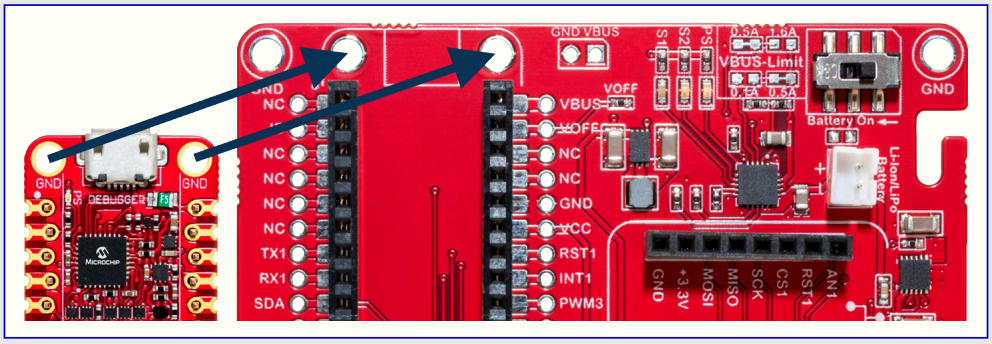


図5-3. Click基板用Curiosity Nano Baseへの接続



助言: ﾋﾟﾝ ﾍｯﾀﾞの一端から開始し、基板の長手に沿ってﾍｯﾀﾞを徐々に挿入してください。一旦全てのﾋﾟﾝが所定位置に置かれたなら、それらを幅広く押すのに平面を使ってください。

助言: ﾋﾟﾝ ﾍｯﾀﾞ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。

重要: 一旦ﾋﾟﾝ ﾍｯﾀﾞ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。ﾋﾟﾝ ﾍｯﾀﾞとPCBへの損傷を避けるため、1組のﾍﾟﾝﾁを使ってﾋﾟﾝ ﾍｯﾀﾞを注意深く取り外してください。

5.1.3. 複数電圧I/O

AVR128DB48 Curiosity Nano MCUは複数電圧I/O(MVIO:Muti-Voltage I/O)に対する支援を持ちます。AVR128DB48のMVIOﾋﾟﾝはPC0～PC7の端ｺﾈｸﾀに接続されます。MVIOﾋﾟﾝには標準入出力ﾋﾟﾝの動きの能力があります。

MVIOは2つの以下の供給動作の1つで構成設定することができます。

- 単一供給動作: MVIO能力を持つﾋﾟﾝを含め、全てのﾋﾟﾝがVCC_TARGETによって給電されます。既定でVCC_TARGETは0Ω抵抗(R204)を通してVDDIO2に接続されます。
- 2元供給動作: MVIO能力を持つﾋﾟﾝはVDDIO2に接続される外部電源によって給電されます。MVIOでないﾋﾟﾝはVCC_TARGETによって給電されます。

2元供給動作はVCC_TARGETから供給されるﾋﾟﾝと異なる電圧で給電されることをMVIOﾋﾟﾝに許します。

警告 AVR128DB48に対する絶対最大外部電圧範囲は1.8～5.5Vです。より高い電圧の印加は基板に恒久的な損傷を引き起こすかもしれません。

既定でAVR128DB48 Curiosity Nano基板は単一供給動作に構成設定されます。2元供給動作を使うにはいくつかのﾊｰﾄﾞｳｪｱ変更が必要とされます。

警告 どのﾊｰﾄﾞｳｪｱ変更が行われるのにも先立ち、基板がUSBまたは外部電力から切断されていることを確実にしてください。

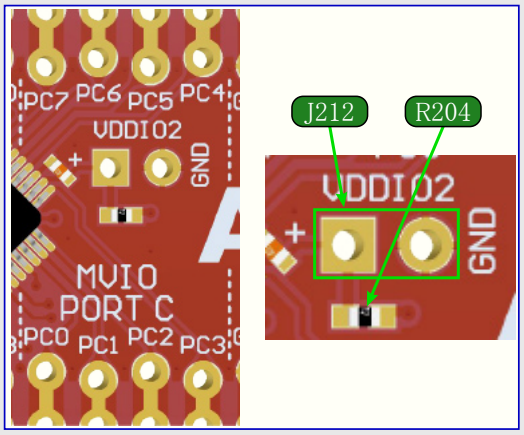
- VDDIO2をVCC_TARGETに接続しているR204抵抗を切断してください。
- 新しい電源をJ212でVDDIO2と接地に接続してください。
- J212は逆極性保護を持ちません。電源とJ212間の極性が一致することを確実にしてください。正極はJ212の1番ﾋﾟﾝへ、負極はJ212の2番ﾋﾟﾝへです。

R204抵抗、VDDIO2、J212は**図5-4.**で知ることができます。

警告 R204抵抗を取り外さずに外部電源をVDDIO2ﾋﾟﾝへ印加することは基板に恒久的な損傷を引き起こすかもしれません。

警告 J212は逆極性保護を持ちません。間違ったﾋﾟﾝへの電圧印加は基板に恒久的な損傷を引き起こすかもしれません。

図5-4. MVIOとVDDIO2の接続



5.1.4. 演算増幅器

AVR128DB48はｱﾅﾛｸﾞ多重器と梯子型抵抗を使う柔軟な接続回路を持つ3つの内部演算増幅器が特徴です。これは多くが外部部品を必要としない多数のｱﾅﾛｸﾞ信号調整を許します。

端ｺﾈｸﾀでのOPAMPとどれが共用機能かについての情報に関しては「5.1.1. AVR128DB48 Curiosity Nanoﾋﾟﾝ配列」をご覧ください。

表5-1. OPAMPﾋﾟﾝ接続

OPAMP	正入力(INP)	負入力(INN)	出力(OUT)
OP0	PD1	PD3	PD2
OP1	PD4	PD7	PD5
OP2	PE1	PE3	PE2

5.2. 周辺機能

5.2.1. LED

GPIOかPWMのどちらかによって制御することができるAVR128DB48 Curiosity Nano基板で利用可能な1つの黄色の使用者LEDがあります。LEDは接続された入出力線をGNDに駆動することによって活性に(点灯)することができます。

表5-2. LED接続

AVR128DB48ﾋﾟﾝ	機能	共用機能
PB3	黄色LED0	端ｺﾈｸﾀ,基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ

5.2.2. 機械的な切替器

AVR128DB48 Curiosity Nano基板は1つの機械的な切替器を持ちます。これは一般的な使用者切替器です。切替器が押されると、それの入出力線を接地(GND)に駆動します。

表5-3. 機械的な切替器

AVR128DB48ﾋﾟﾝ	説明	共用機能
PB2	使用者切替器(SW0)	端ｺﾈｸﾀ,基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ

助言: 切替器に接続される外部的な抵抗器はありません。切替器を使うにはPB2ﾋﾟﾝで内部ﾌﾟﾙｱｯﾌﾟが許可されることを確実にしてください。

5.2.3. 32.768kHzｸﾘｽﾀﾙ

AVR128DB48 Curiosity Nano基板には実装されたVMK3-9001-32K7680000型の32.768kHzｸﾘｽﾀﾙがあり、このｸﾘｽﾀﾙは20ppm内の精度です。実装された32.768kHzｸﾘｽﾀﾙでAVR128DB48の外部32.768kHzｸﾘｽﾀﾙ用発振器(XOSC23K)単位部の使用は独立して生成することができる内部32.768kHz超低電力発振器(OSC32K)よりも著しく正確なｸﾛｯｸ信号を生成します。自動調整機能でこの32.768kHzは内部発振器の精度を改善するための参照基準として使うことができます。これはAVR128DB48で実時間計数器用の理想的な参照基準ｸﾛｯｸです。

32.768kHzｸﾘｽﾀﾙはAVR128DB48のPF0とPF1に接続され、これは2つの半田点を通して端ｺﾈｸﾀにも配線されます。PF0とPF1はｸﾘｽﾀﾙとの衝突を起こす外部信号の機会を減らすのと、この線での過大な容量を減らすため既定で端ｺﾈｸﾀから切断されます。

発振器安全係数を測定するのに使うことができる切断帯(J209)は32.768kHzｸﾘｽﾀﾙの傍です。これは切断帯を切断して切断帯を渡して0402 SMD抵抗器を追加することよって行われます。発振器の許容量と安全係数についてのより多くの情報はMicrochipのAN2648応用記述で見つけることができます。

切断帯と半田点は図5-5.で知ることができます。

表5-4. 32.768kHzｸﾘｽﾀﾙ接続

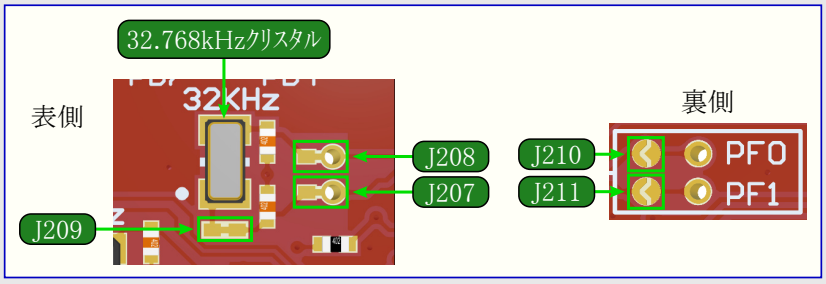
AVR128DB48ﾋﾟﾝ	機能	共用機能
PF0	XTAL32K1(ｸﾘｽﾀﾙ入力)	端ｺﾈｸﾀ
PF1	XTAL32K2(ｸﾘｽﾀﾙ出力)	端ｺﾈｸﾀ

PF0とPF1は汎用入出力(GPIO)として使うことができます。それを行うにはいくつかのﾊｰﾄﾞｳｪｱ変更が必要とされます。

警告 どのﾊｰﾄﾞｳｪｱ変更が行われるのにも先立ち、基板がUSBまたは外部電力から切断されていることを確実にしてください。

- ｸﾘｽﾀﾙの傍の基板表側の2つの切断帯(J207、J208)を切断することによって32.768kHzｸﾘｽﾀﾙを切断してください。ﾋﾟﾝがGPIOとして使われる時に、これがｸﾘｽﾀﾙに害を及ぼすかもしれないため、ｸﾘｽﾀﾙは切断されるべきです。
- 基板裏側でPF0とPF1と記された円形半田点(J210、J211)に半田滴を置くことによって入出力線を端ｺﾈｸﾀに接続してください。

図5-5. ｸﾘｽﾀﾙ接続と切断帯



5.2.4. 16.00MHzクリスタル

AVR128DB48 Curiosity Nano基板には実装されたVXM7-9040-16M0000000型の16.00MHzクリスタルがあり、このクリスタルは20ppm内の精度です。実装された16.00MHzクリスタルでAVR128DB48の外部高周波数クリスタル用発振器(XOSCHF)単位部の使用は内部高周波数発振器(OSCHF)よりも著しく正確なクロック信号を生成します。

16.00MHzクリスタルはAVR128DB48のPA0とPA1に接続され、これは2つの半田点を通して端コネクタにも配線されます。PA0とPA1はクリスタルとの衝突を起こす外部信号の機会を減らすのと、この線での過大な容量を減らすため既定で端コネクタから切断されます。

発振器安全係数を測定するのに使うことができる切断帯(J217)は16.00MHzクリスタルの傍です。これは切断帯を切断して切断帯を渡して0402 SMD抵抗器を追加することよって行われます。発振器の許容量と安全係数についてのより多くの情報はMicrochipのAN2648応用記述で見つけることができます。

切断帯と半田点は図5-6.で知ることができます。

表5-5. クリスタル接続

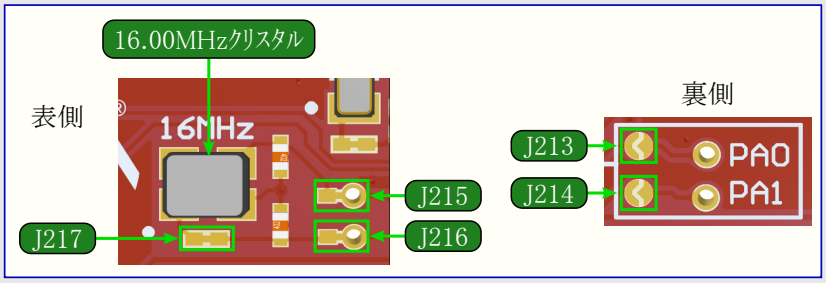
AVR128DB48ピン	機能	共用機能
PA0	XTALHF1(クリスタル入力)	端コネクタ
PA1	XTALHF2(クリスタル出力)	端コネクタ

PA0とPA1は汎用入出力(GPIO)として使うことができます。それを行うにはいくつかのハードウェア変更が必要とされます。

⚠警告 どのハードウェア変更が行われるのにも先立ち、基板がUSBまたは外部電力から切断されていることを確実にしてください。

- クリスタルの傍の基板表側の2つの切断帯(J215、J216)を切断することによって16.00MHzクリスタルを切断してください。ピンがGPIOとして使われる時に、これがクリスタルに害を及ぼすかもしれないため、クリスタルは切断されるべきです。
- 基板裏側でPA0とPA1と記された円形半田点(J213、J214)に半田滴を置くことによって入出力線を端コネクタに接続してください。

図5-6. クリスタル接続と切断帯



5.2.5. 基板上デバッガ実装

AVR128DB48 Curiosity NanoはUPDIを使うAVR128DB48の書き込みとデバッグに使うことができる基板上デバッガが特徴です。基板上デバッガはUART上仮想シリアル ポート(CDC)インターフェースとデバッグGPIOも含みます。書き込みとデバッグのための基板上デバッガ用前処理部としてMPLAB® X IDEとAtmel Studio 7の両方を使うことができます。CDCとデバッグGPIO用前処理部としてMPLABデータ可視器(Data Visualizer)を使うことができます。

5.2.5.1. 基板上デバッガ接続

下表は目的対象とデバッガ部分間の接続を示します。目的対象とデバッガ間の全ての接続はデバッガが積極的にインターフェースを使っていない限りHi-Zにされます。従って、小さな信号の混入があるだけなので、ピンは使用者が望むどれにも構成設定することができます。

基板上デバッガの能力をどう使うかの更なる情報については「4.1. 基板上デバッガ概要」をご覧ください。

表5-6. 基板上デバッガ接続

AVR128DB48ピン	デバッガ ピン	機能	共有機能
PB1	CDC TX	UART RX (AVR128DB48 RX線)	端コネクタ
PB0	CDC RX	UART TX (AVR128DB48 TX線)	端コネクタ
UPDI	DBG0	UPDI	端コネクタ
PB3	DBG1	LED0/デバッグGPIO1	端コネクタ、LED
PB2	DBG2	SW0/デバッグGPIO0	端コネクタ、機械的な切替器
PF6	DBG3	$\overline{\text{RESET}}$	端コネクタ

6. 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するように書かれています。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。

6.1. 製品IDと改訂の識別

AVR128DB48 Curiosity Nano基板の改訂と製品識別子は2つの方法、MPLAB® X IDEまたはAtmel Studio 7のキット ウィンドウ利用して、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で見つけることができます。

MPLAB® X IDEまたはAtmel Studio 7が走行しているコンピュータにAVR128DB48 Curiosity Nanoを接続することにより、キット ウィンドウが飛び出します。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: キット ウィンドウはMPLAB® X IDEでメニュー バーのWindows(ウィンドウ)⇒Kit Windows(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ることができます。殆どの基板はA09-nnnnrrとして平文で識別子と改訂を持つ張り紙を持ち、ここでの"nnnn"は識別子で、"rr"は改訂です。制限された空間の基板は製品識別子、改訂、通番文字列を含むDataMatrix符号だけの張り紙を持ちます。

通番文字列は以下の形式を持ちます。

"nnnnrrsssssssssss"
n = 製品識別子
r = 改訂
s = 通番

AVR128DB48 Curiosity Nano用の製品識別子はA09-3372です。

6.2. 改訂3

この改訂の基板ではAVR128DB48シリコンA5版またはそれ以降版が実装されています。

6.3. 改訂2

改訂2は初公開版です。

この改訂の基板ではAVR128DB48シリコンA4版が実装されています。

7. 文書改訂履歴

文書改訂	日付	注釈
A	2020年9月	初版文書公開

8. 追補

8.1. 回路図

図8-1. AVR128DB48 Curiosity Nano回路図 (1/2)

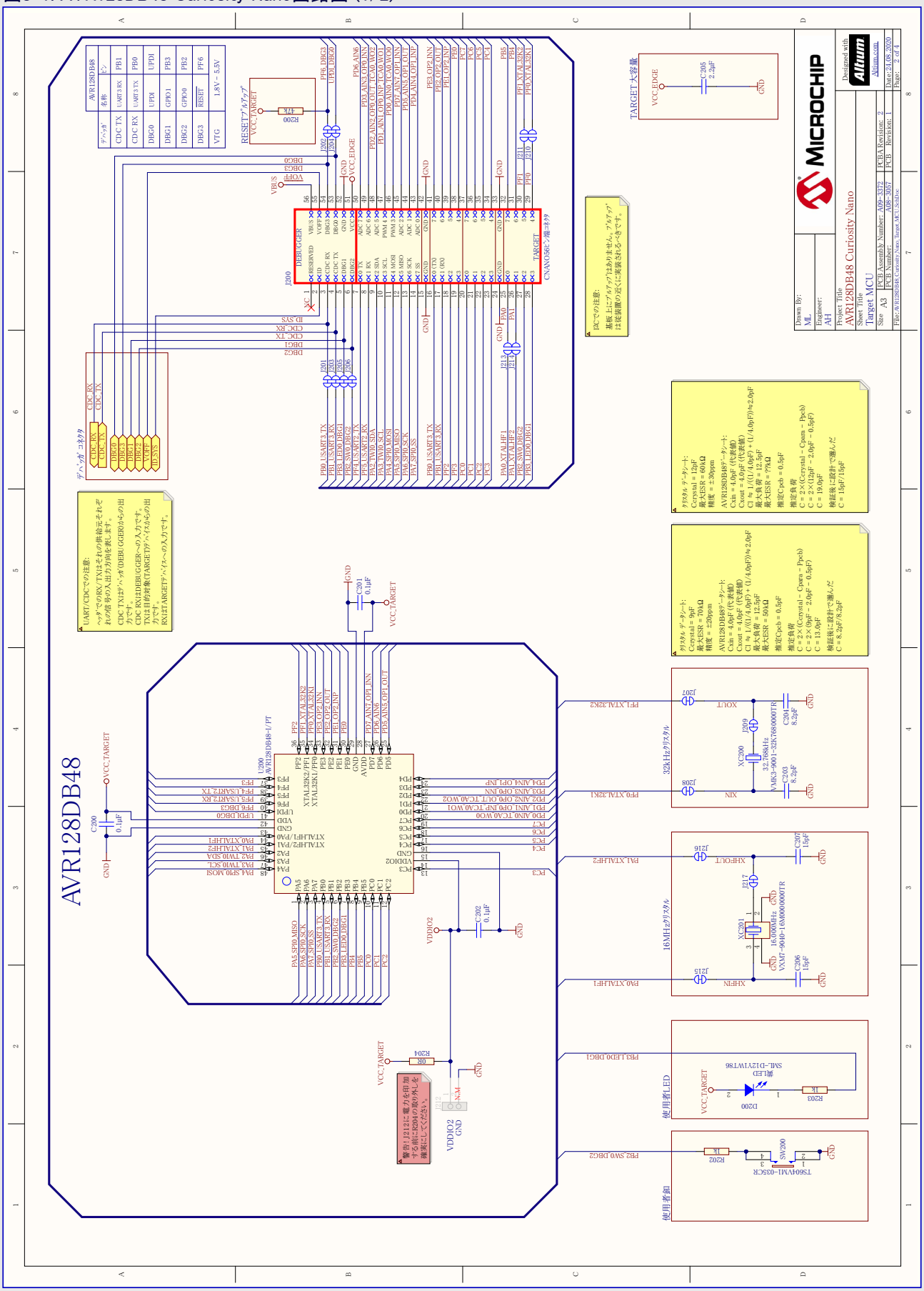
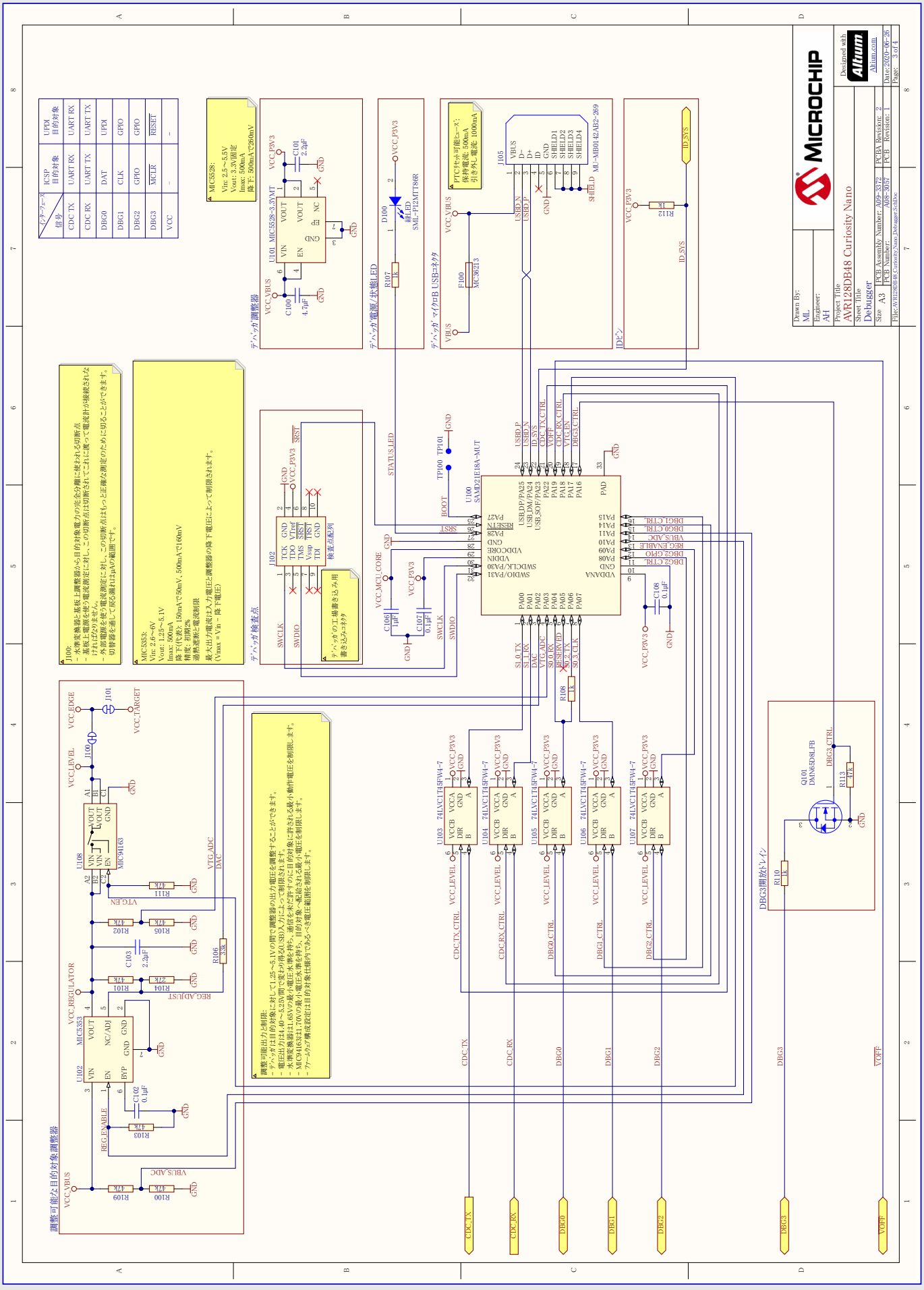


図8-1. AVR128DB48 Curiosity Nano回路図 (2/2)



8.2. 組立図

図8-2. AVR128DB48 Curiosity Nano組立図(表面)

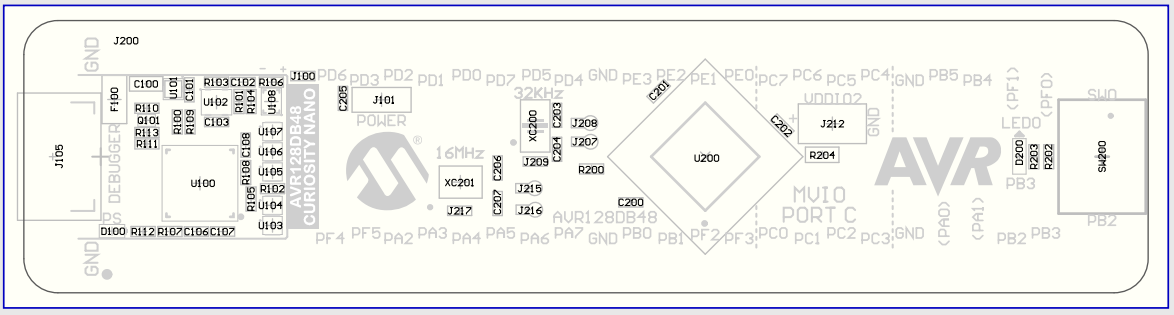
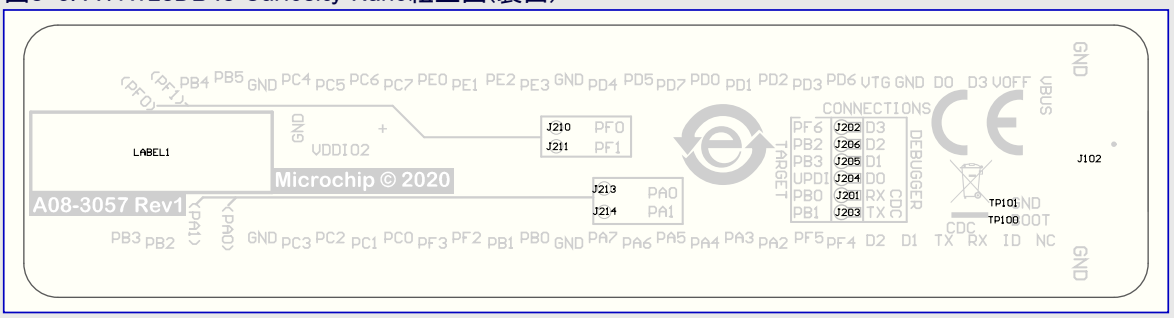
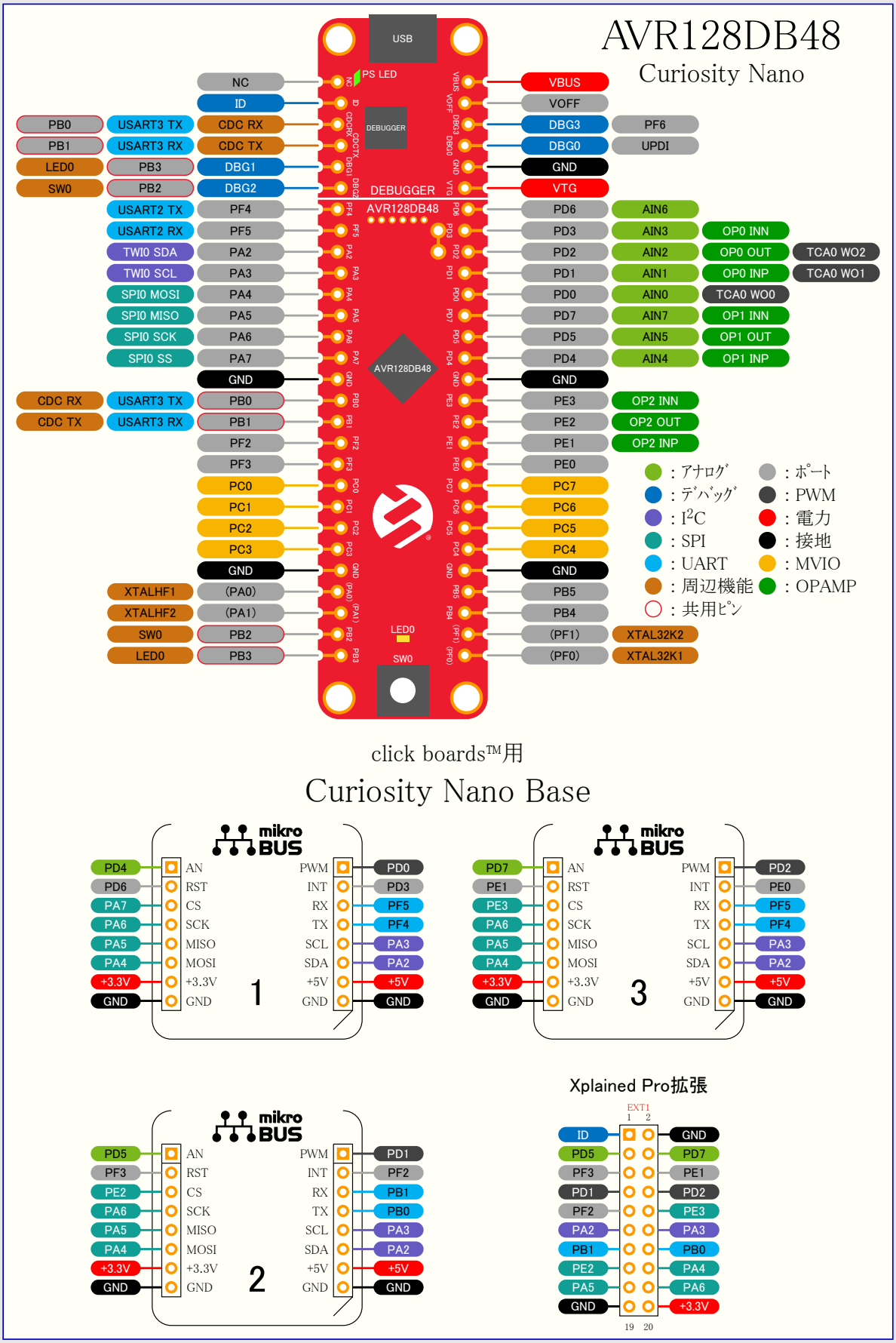


図8-3. AVR128DB48 Curiosity Nano組立図(裏面)



8.3. Click boards™用Curiosity Nano基部

図8-4. AVR128DB48 Curiosity Nanoピン配列割り当て



8.4. 基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ切断

基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞと水準変換器はAVR128DB48から完全に切断することができます。

下の構成図はﾃﾞﾊﾞｯｶﾞとAVR128DB48ﾏｲｸﾛ ｺﾝﾄﾛｰﾗ間の全ての接続を示します。長円形は基板端への接続を表します。示される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。

ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞを切断するには図8-6.で示される切断帯を切ってください。

注意: 基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞに対するGPIO切断帯の切断は仮想ｼﾘｱﾙ ﾎﾟｰﾄ、書き込み、ﾃﾞﾊﾞｯｸﾞ、ﾃﾞ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って再接続することができ、代わりに0402の0Ω抵抗を実装することもできます。

助言: ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞが切断されると、図8-6.で示される穴に外部ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞを接続することができます。外部ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ接続についての詳細は「4.6. 外部ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ接続」で記述されます。

図8-5. 基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ接続構成図

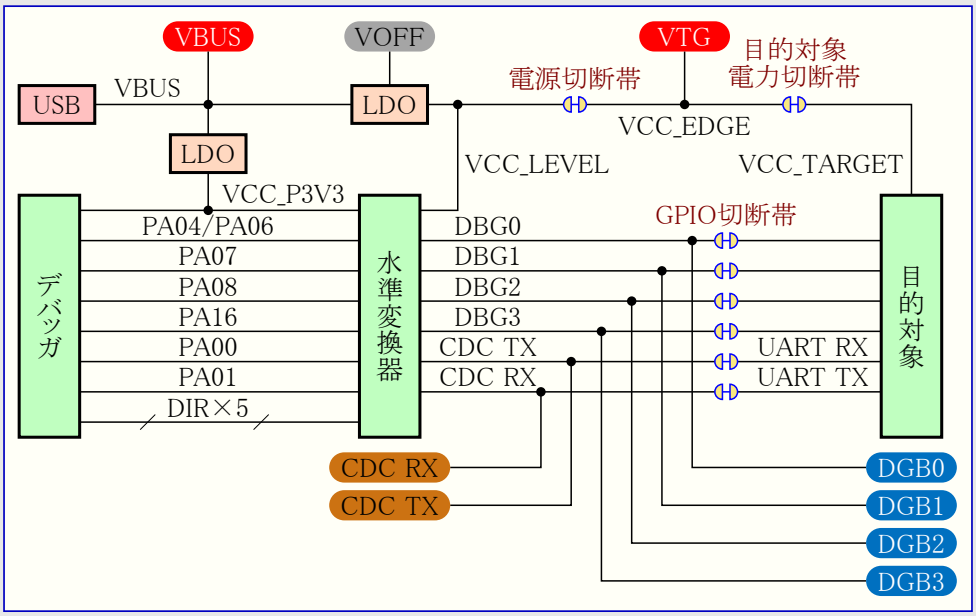
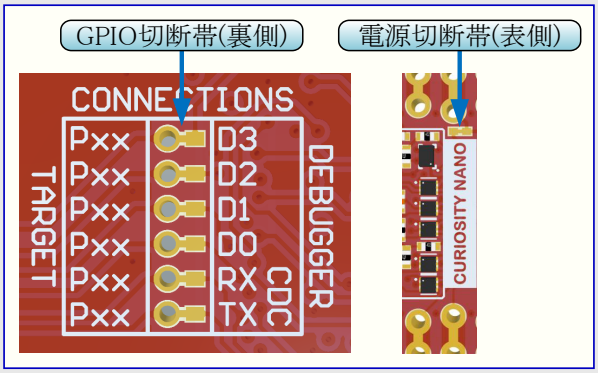


図8-6. 基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ接続の切断帯



8.5. 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ﾊﾟｲﾗです。AVR128DB48 Curiosity Nanoの書き込みとﾃﾞﾊﾞｯｸﾞは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。書き込みとﾃﾞﾊﾞｯｸﾞの作業を始めるにはﾌﾟﾛｼﾞ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ﾃﾞﾊﾞｯｸﾞのためにﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄの準備を整える方法を説明します。

1. 構成設定を望むﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄを開くことを確実にしてください。ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄに対してOPTIONSﾀﾞｲｱﾛｸﾞを開いてください。
2. General Options区分で、Targetﾀﾌﾞを選んでください。ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ用のﾃﾞﾊﾞｲｽ、または一覧になければ、図8-7.で示されるようにﾃﾞﾊﾞｲｽのｺｱを選んでください。
3. Debugger区部で、Setupﾀﾌﾞを選んでください。図8-8.で示されるようにﾄﾞﾗｲﾊﾞとしてAtmel-ICEを選んでください。
4. Debugger⇒Atmel-ICE区部で、Atmel-ICE 1ﾀﾌﾞを選んでください。図8-9.で示されるようにｲﾝﾀｰﾌｪｰｽとしてUPDIを選び、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)ﾃﾞﾊﾞｯｸﾞ ﾎﾟ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8-7. 目的対象ﾃﾞﾊﾞｲｽ選択

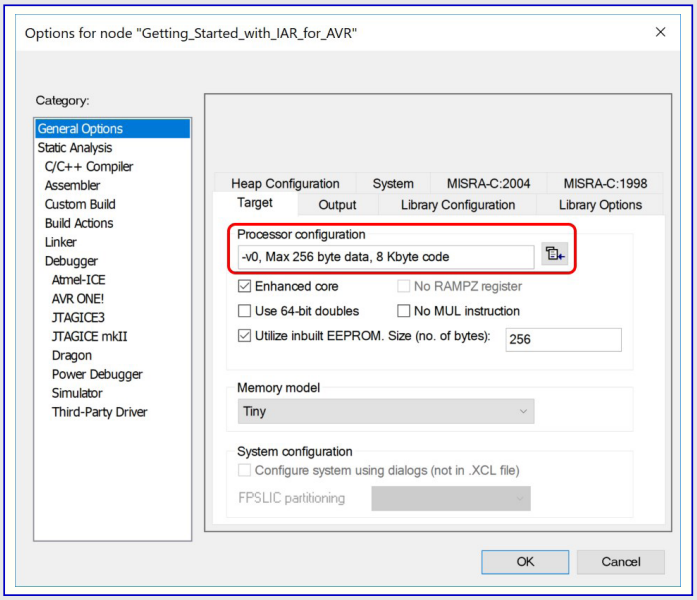


図8-8. ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ選択

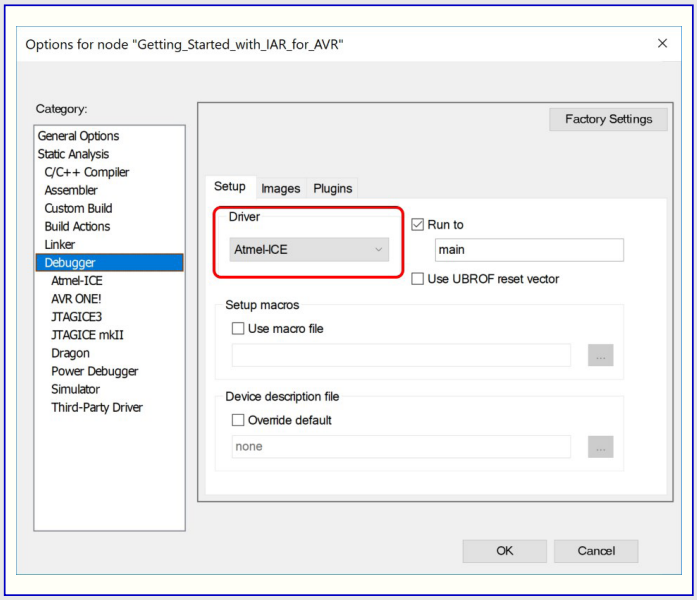
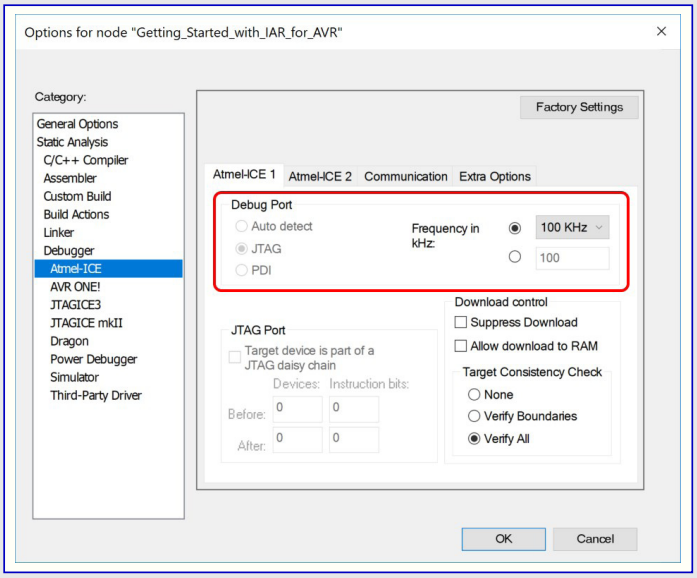


図8-9. ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ構成設定



Microchipｳｪﾌﾞ ｻｲﾄ

Microchipはwww.microchip.com/で当社のｳｪﾌﾞ ｻｲﾄ経由でのｵﾝﾗｲﾝ支援を提供します。このｳｪﾌﾞ 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** – ﾃﾞｰﾀｼｰﾄと障害情報、応用記述と試供ﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑ、設計資源、使用者の手引きとﾊｰﾄﾞｳｪｱ支援資料、最新ｿﾌﾄｳｪｱ配布と保管されたｿﾌﾄｳｪｱ
- **全般的な技術支援** – 良くある質問(FAQ)、技術支援要求、ｵﾝﾗｲﾝ検討ｸﾞﾙｰﾌﾟ、Microchip設計協力課程会員一覧
- **Microshipの事業** – 製品選択器と注文の手引き、最新Microchip報道発表、ｾﾐﾅｰとｲﾍﾞﾝﾄの一覧、Microchip営業所の一覧、代理店と代表する工場

製品変更通知ｻｰﾋﾞｽ

Microchipの製品変更通知ｻｰﾋﾞｽは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でのｳｪﾌﾞ ｻｲﾄを通して利用できます。

Microchipﾃﾞﾊﾞｲｽ ｺｰﾄﾞ保護機能

Microchipﾃﾞﾊﾞｲｽでの以下のｺｰﾄﾞ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ﾃﾞｰﾀｼｰﾄに含まれる仕様に合致します。
- Microchipは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ﾃﾞﾊﾞｲｽのｺｰﾄﾞ保護機能を破ろうとする試みに使われる不正でおそらく違法な方法があります。当社はこれらの方法がMicrochipのﾃﾞｰﾀｼｰﾄに含まれた動作仕様外の方法でMicrochip製品を使うことが必要とされると確信しています。これらのｺｰﾄﾞ保護機能を破ろうとする試みは、おそらく、Microchipの知的財産権に違反することなく達成することはできません。
- Microchipはそれのｺｰﾄﾞの完全性について心配されている何れのお客様とも共に働きたいと思います。
- Microchipや他のどの半導体製造業者もそれのｺｰﾄﾞの安全を保証することはできません。ｺｰﾄﾞ保護は製品が”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。ｺｰﾄﾞ保護は常に進化しています。Microchipは当社製品のｺｰﾄﾞ保護機能を継続的に改善することを約束します。Microchipのｺｰﾄﾞ保護機能を破る試みはﾃﾞｼﾞﾀﾙ ﾐﾚﾆｱﾑ著作権法に違反するかもしれません。そのような行為があなたのｿﾌﾄｳｪｱや他の著作物に不正なｱｸｾｽを許す場合、その法律下の救済のために訴権を持つかもしれません。

法的通知

この刊行物に含まれる情報はMicrochip製品を使って設計する唯一の目的のために提供されます。ﾃﾞﾊﾞ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。

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ﾃﾞﾊﾞ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の名前とﾛｺﾞ、Mcicrochipﾛｺﾞ、Adaptec、AnyRate、AVR、AVRﾛｺﾞ、AVR Freaks、BesTime、BitCloud、chipKIT、chipKITﾛｺﾞ、CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、FlashFlex、flexPWR、HELDO、IGLOO、JukeBlox、KeeLoq、Kleer、LANCheck、LinkMD、maXStylus、maXTouch、MediaLB、megaAVR、Microsemi、Microsemiﾛｺﾞ、MOST、MOSTﾛｺﾞ、MPLAB、OptoLyzer、PackeTime、PIC、picoPower、PICSTART、PIC32ﾛｺﾞ、PolarFire、Prochip Designer、QTouch、SAM-BA、SenGenuity、SpyNIC、SST、SSTﾛｺﾞ、SuperFlash、Symmetricom、SyncServer、Tachyon、TempTracker、TimeSource、tinyAVR、UNI/O、Vectron、XMEGAは米国と他の国に於けるMicrochip Technology Incor poratedの登録商標です。

APT、ClockWorks、The Embedded Control Solutions Company、EtherSynch、FlashTec、Hyper Speed Control、HyperLight Load、IntelliMOS、Libero、motorBench、mTouch、Powermite 3、Precision Edge、ProASIC、ProASIC Plus、ProASIC Plusﾛｺﾞ、Quiet-Wire、SmartFusion、SyncWorld、Temux、TimeCesium、TimeHub、TimePictra、TimeProvider、Vite、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、BlueSky、BodyCom、CodeGuard、CryptoAuthentication、CryptoCompanion、CryptoController、dsPICDEM、dsPICDEM.net、Dynamic Average Matching、DAM、ECAN、EtherGREEN、In-Circuit Serial Programming、ICSP、INICnet、Inter-Chip Connectivity、JitterBlocker、KleerNet、KleerNetﾛｺﾞ、memBrain、Mindi、MiWi、MPASM、MPF、MPLAB Certifiedﾛｺﾞ、MPLAB、MPLINK、MultiTRAK、NetDetach、Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICtail、PowerSmart、PureSilicon、QMatrix、REALICE、Ripple Blocker、SAM-ICE、Serial Quad I/O、SMART-I.S.、SQI、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、Total Endurance、TSHARC、USBCheck、VariSense、View Sense、WiperLock、Wireless DNA、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ﾛｺﾞ、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。

© 2020年、Microchip Technology Incorporated、米国印刷、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を訪ねてください。

日本語© *HERO* 2022.

本使用者の手引きはMicrochipのAVR128DB48 Curiosity Nano使用者の手引き(DS50003037A-2020年9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訳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
本社 2355 West Chandler Blvd. Chandler, AZ 85224-6199 Tel: 480-792-7200 Fax: 480-792-7277 技術支援: www.microchip.com/support ｳｪﾌﾞ ｱﾄﾞﾚｽ: www.microchip.com **ｱﾄﾗﾝﾀ** Duluth, GA Tel: 678-957-9614 Fax: 678-957-1455 **ｵｰｽﾁﾝ** TX Tel: 512-257-3370 **ﾎﾞｽﾄﾝ** Westborough, MA Tel: 774-760-0087 Fax: 774-760-0088 **ｼｶｺﾞ** Itasca, IL Tel: 630-285-0071 Fax: 630-285-0075 **ﾀﾞﾗｽ** Addison, TX Tel: 972-818-7423 Fax: 972-818-2924 **ﾃﾞﾄﾛｲﾄ** Novi, MI Tel: 248-848-4000 **ﾋｭｰｽﾄﾝ** TX Tel: 281-894-5983 **ｲﾝﾃﾞｱﾅﾎﾟﾘｽ** Noblesville, IN Tel: 317-773-8323 Fax: 317-773-5453 Tel: 317-536-2380 **ﾛｻﾝｾﾞﾙｽ** Mission Viejo, CA Tel: 949-462-9523 Fax: 949-462-9608 Tel: 951-273-7800 **ﾛｰﾘｰ** NC Tel: 919-844-7510 **ﾆｭｰﾖｰｸ** NY Tel: 631-435-6000 **ｻﾝﾎｾ** CA Tel: 408-735-9110 Tel: 408-436-4270 **ｶﾅﾀﾞ - ﾄﾛﾝﾄ** Tel: 905-695-1980 Fax: 905-695-2078	**ｵｰｽﾄﾗﾘｱ - ｼﾄﾞﾆｰ** Tel: 61-2-9868-6733 **中国 - 北京** Tel: 86-10-8569-7000 **中国 - 成都** Tel: 86-28-8665-5511 **中国 - 重慶** Tel: 86-23-8980-9588 **中国 - 東莞** Tel: 86-769-8702-9880 **中国 - 広州** Tel: 86-20-8755-8029 **中国 - 杭州** Tel: 86-571-8792-8115 **中国 - 香港特別行政区** Tel: 852-2943-5100 **中国 - 南京** Tel: 86-25-8473-2460 **中国 - 青島** Tel: 86-532-8502-7355 **中国 - 上海** Tel: 86-21-3326-8000 **中国 - 瀋陽** Tel: 86-24-2334-2829 **中国 - 深圳** Tel: 86-755-8864-2200 **中国 - 蘇州** Tel: 86-186-6233-1526 **中国 - 武漢** Tel: 86-27-5980-5300 **中国 - 西安** Tel: 86-29-8833-7252 **中国 - 厦門** Tel: 86-592-2388138 **中国 - 珠海** Tel: 86-756-3210040	**ｲﾝﾄﾞ - ﾊﾝｶﾞﾛｰﾙ** Tel: 91-80-3090-4444 **ｲﾝﾄﾞ - ﾆｭｰﾃﾞﾘｰ** Tel: 91-11-4160-8631 **ｲﾝﾄﾞ - ﾌﾟﾈｰ** Tel: 91-20-4121-0141 **日本 - 大阪** Tel: 81-6-6152-7160 **日本 - 東京** Tel: 81-3-6880-3770 **韓国 - 大邱** Tel: 82-53-744-4301 **韓国 - ｿｳﾙ** Tel: 82-2-554-7200 **ﾏﾚｰｼｱ - ｸｱﾗﾙﾝﾌﾟｰﾙ** Tel: 60-3-7651-7906 **ﾏﾚｰｼｱ - ﾍﾟﾅﾝ** Tel: 60-4-227-8870 **ﾌｨﾘﾋﾟﾝ - ﾏﾆﾗ** Tel: 63-2-634-9065 **ｼﾝｶﾞﾎﾟｰﾙ** Tel: 65-6334-8870 **台湾 - 新竹** Tel: 886-3-577-8366 **台湾 - 高雄** Tel: 886-7-213-7830 **台湾 - 台北** Tel: 886-2-2508-8600 **ﾀｲ - ﾊﾞﾝｺｸ** Tel: 66-2-694-1351 **ﾍﾞﾄﾅﾑ - ﾎｰﾁﾐﾝ** Tel: 84-28-5448-2100	**ｵｰｽﾄﾘｱ - ｳﾞｪﾙｽ** Tel: 43-7242-2244-39 Fax: 43-7242-2244-393 **ﾃﾞﾝﾏｰｸ - ｺﾍﾟﾝﾊｰｹﾞﾝ** Tel: 45-4485-5910 Fax: 45-4485-2829 **ﾌｨﾝﾗﾝﾄﾞ - ｴｽﾎﾟｰ** Tel: 358-9-4520-820 **ﾌﾗﾝｽ - ﾊﾟﾘ** Tel: 33-1-69-53-63-20 Fax: 33-1-69-30-90-79 **ﾄﾞｲﾂ - ｶﾞﾙﾋﾝｸﾞ** Tel: 49-8931-9700 **ﾄﾞｲﾂ - ﾊｰﾝ** Tel: 49-2129-3766400 **ﾄﾞｲﾂ - ﾊｲﾙﾌﾞﾛﾝ** Tel: 49-7131-72400 **ﾄﾞｲﾂ - ｶｰﾙｽﾙｰｴ** Tel: 49-721-625370 **ﾄﾞｲﾂ - ﾐｭﾝﾍﾝ** Tel: 49-89-627-144-0 Fax: 49-89-627-144-44 **ﾄﾞｲﾂ - ﾛｰｾﾞﾝﾊｲﾑ** Tel: 49-8031-354-560 **ｲｽﾗｴﾙ - ﾗｰﾅﾅ** Tel: 972-9-744-7705 **ｲﾀﾘｱ - ﾐﾗﾉ** Tel: 39-0331-742611 Fax: 39-0331-466781 **ｲﾀﾘｱ - ﾊﾟﾄﾞﾊﾞ** Tel: 39-049-7625286 **ｵﾗﾝﾀﾞ - ﾃﾞﾙｰﾈﾝ** Tel: 31-416-690399 Fax: 31-416-690340 **ﾉﾙｳｪｰ - ﾄﾛﾝﾊｲﾑ** Tel: 47-72884388 **ﾎﾟｰﾗﾝﾄﾞ - ﾜﾙｼｬﾜ** Tel: 48-22-3325737 **ﾙｰﾏﾆｱ - ﾌﾞｶﾚｽﾄ** Tel: 40-21-407-87-50 **ｽﾍﾟｲﾝ - ﾏﾄﾞﾘｰﾄﾞ** Tel: 34-91-708-08-90 Fax: 34-91-708-08-91 **ｽｳｪｰﾃﾞﾝ - ｲｪｰﾃﾎﾞﾘ** Tel: 46-31-704-60-40 **ｽｳｪｰﾃﾞﾝ - ｽﾄｯｸﾎﾙﾑ** Tel: 46-8-5090-4654 **ｲｷﾞﾘｽ - ｳｫｰｷﾝｶﾞﾑ** Tel: 44-118-921-5800 Fax: 44-118-921-5820