

## 序説

この応用記述はAtmel® AVR® ATmega328PBデバイスの周辺機能接触制御器(PTC:Peripheral Touch Controller)を使用することによって(ATmega328PB Xplained Miniキット上のUSER LED)LEDの明るさを制御する方法を記述します。PTC部はXplained Miniキット乗に存在する容量性接触摺動子の位置感知に使用されます。摺動子位置はPWMデューティサイクルを変える、従ってUSER LEDの明るさを制御するのに使用されます。ATmega328PB Xplained Miniキットはこの応用を実演するのに使用されます。

## 特徴

- 低電力、高感度、環境的に強い容量性接触釦、摺動子、輪と近接感知
- 最小外部部品

## 目次

---

序説	1
特徴	1
1. 略語	3
2. 事前必要条件	3
3. ATmega328PB Xplained Mini	3
3.1. 基板概要	3
3.2. 列挙(接続認証)と検出	4
4. PTC – 周辺機能接触制御器	5
4.1. 概要	5
4.2. 自己容量感知部配置	5
4.3. 機能的な説明	5
5. 実演プロジェクト	6
5.1. 応用概要	6
5.1.1. ソフトウェアPWM	6
5.2. 形態設定	6
5.3. 流れ図	7
5.4. 応用の書き込みと実行	7
5.5. 手順と結果	8
6. 参照	9
7. 改訂履歴	9

## 1. 略語

COM	通信ポート (Communication Port)
GPIO	汎用入出力ピン (General Purpose Input/Output)
ITO	酸化インジウム錫 (Indium Tin Oxide)
IDP	統合開発基盤 (Integrated Development Platform)
LED	発光ダイオード (Light Emitting Diode)
MCU	マイクロコントローラユニット (Micro Controller Unit)
mEDBG	小型組み込みデバッグ (Mini Embedded Debugger)
PC	パーソナルコンピュータ (Personal Computer)
PCB	配線基板 (Printed Circuit Board)
PTC	周辺機能接触制御器 (Peripheral Touch Controller)
PWM	パルス幅変調 (Pulse Width Modulation)
USB	万能直列バス (Universal Serial Bus)

## 2. 事前必要条件

本資料で検討される解決策は以下が必要です。

- Atmel Studio 7.0またはそれ以降
- ATmega328PB Xplained Miniキット
- この応用記述と共にダウンロードで利用可能な例のソースコード

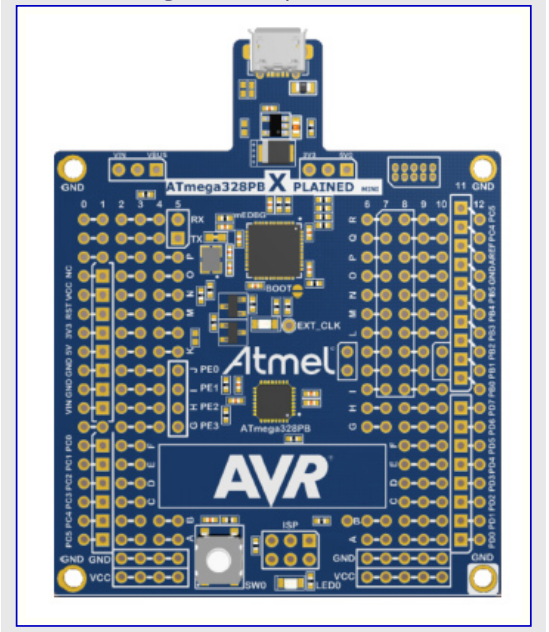
## 3. ATmega328PB Xplained Mini

### 3.1. 基板概要

ATmega328PB Xplained Mini評価キットはAtmel ATmega328PBマイクロコントローラを表すためのハードウェア基盤です。この評価キットはAtmel Studio 6.2(またはそれ以降版)と共に継ぎ目なしでの統合を提供する完全に統合されたデバッグと共にやってくる。このキットは独自設計に於いてデバイスの容易な統合を許すATmega328PBの機能へのアクセスを提供します。

このキットについてのより多くの詳細に関しては[http://www.atmel.com/Images/Atmel-42469-ATmega328PB-Xplained-Mini\\_User-Guide.pdf](http://www.atmel.com/Images/Atmel-42469-ATmega328PB-Xplained-Mini_User-Guide.pdf)で入手可能な「Atmel ATmega328PB Xplained Mini使用者の手引き」を参照してください。

図3-1. ATmega328PB Xplained Miniキット



### 3.2. 列挙(接続認証)と検出

ATmega328PB Xplained MiniキットがPCに接続された時に、Windowsは装置を列挙(接続認証)して適切なドライバをインストールします。ドライバが成功裏にインストールされたなら、右の複写画像で示されるようにポート下でmEDBG Virtual COM PortとしてmEDBGがデバイス マネージャで一覧にされます。

図3-2. ツール列挙(接続認証)

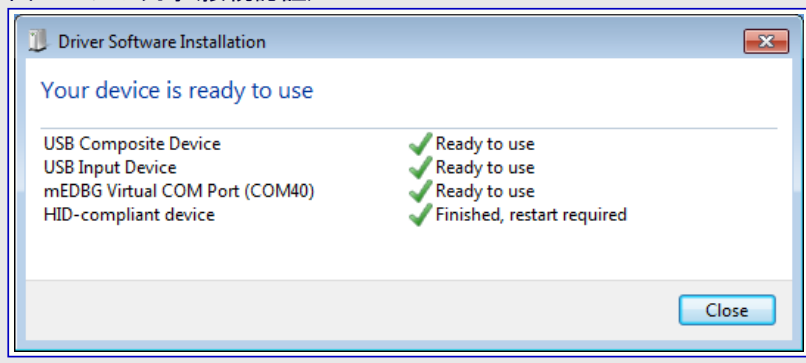
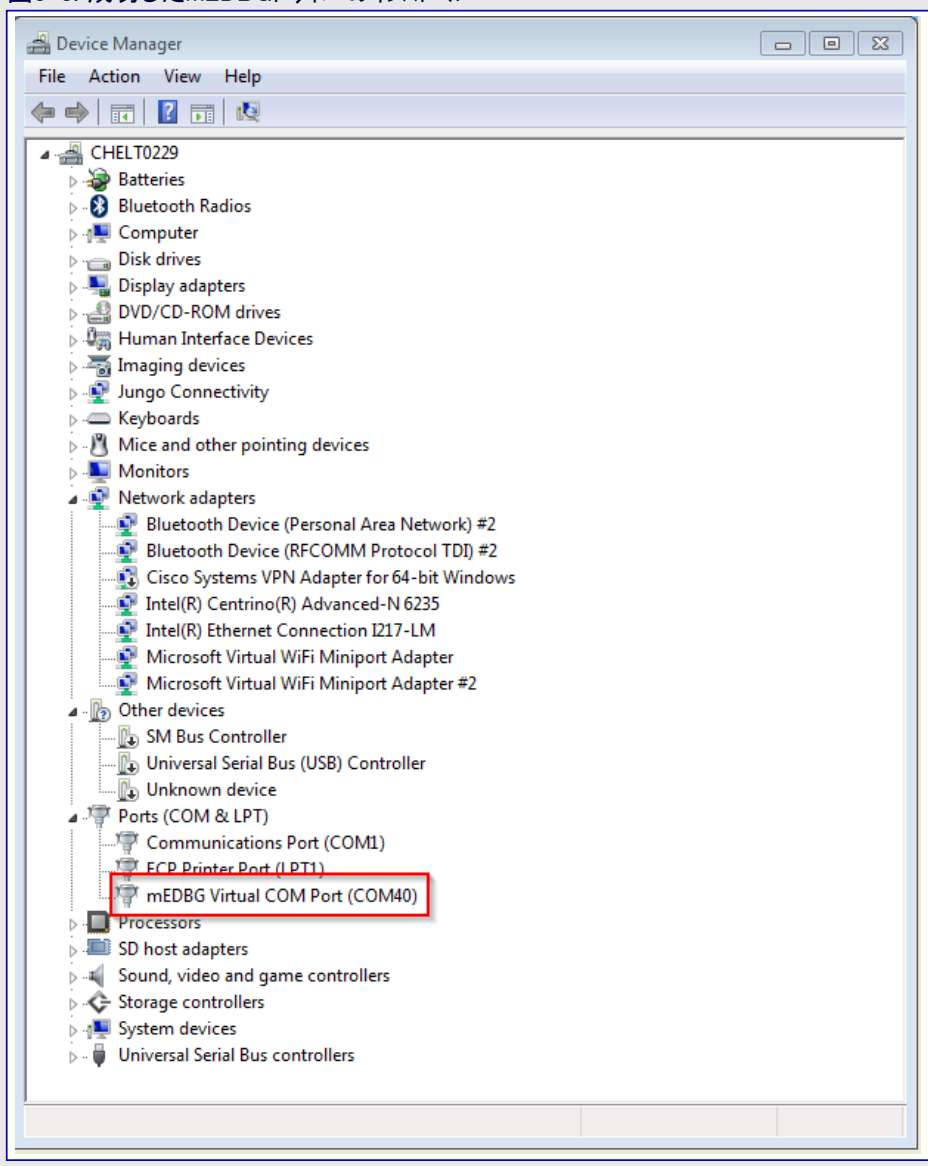


図3-3. 成功したmEDBGドライバのインストール



## 4. PTC – 周辺機能接触制御器

### 4.1. 概要

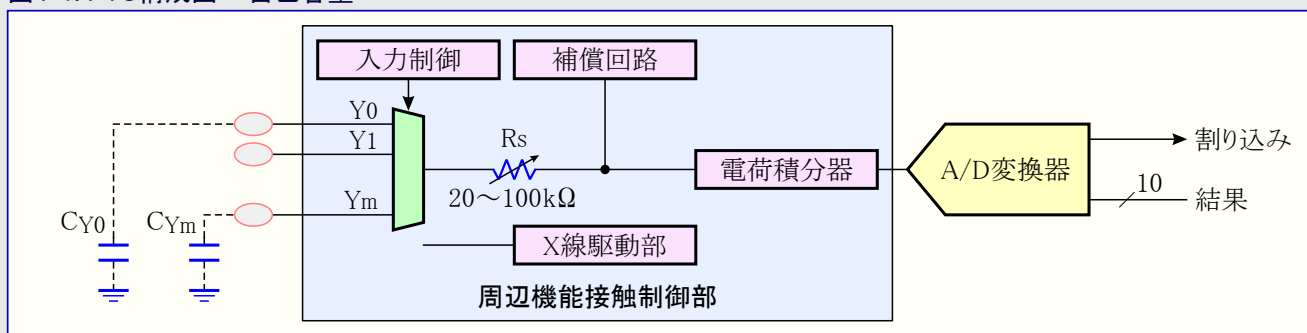
Atmel QTouch®周辺機能接触制御器(PTC:Peripheral Touch Controller)は、鈕、摺動子、輪として機能する感知部での容量性接触測定用の組み込みハードウェアを提供します。PTCはどんな外部部品に対する必要もなしに相互と自己の容量性測定を支援します。これは高い感度や雑音耐性だけでなく自己校正も提供し、使用者による感度調整の努力を最小にします。

PTCは自律的に実行する容量性接触感知部測定が意図されます。外部の容量性接触感知部は代表的にPCB上に形成され、感知部電極はデバイスの入出力ピンを使用してPTCのアナログ充電積分器に接続されます。PTCは酸化インジウム錫(ITO)感知部格子を含む各種X-Y形態設定で容量性接触配列として編成される相互容量性感知部を支援します。相互容量性動作では、PTCがX線(駆動線)毎に1つのピンとY線(感知線)毎に1つのピンを必要とします。自己容量性動作では、PTCが各自己容量性感知部に対してY線駆動部で1つのピンだけを必要とします。

この応用記述は容量性感知部での接触を検出するのに自己容量性動作を使用します。

PTC部のより多くの詳細についてはATmega328PBのデータシートを参照してください。

図4-1. PTC構成図 - 自己容量

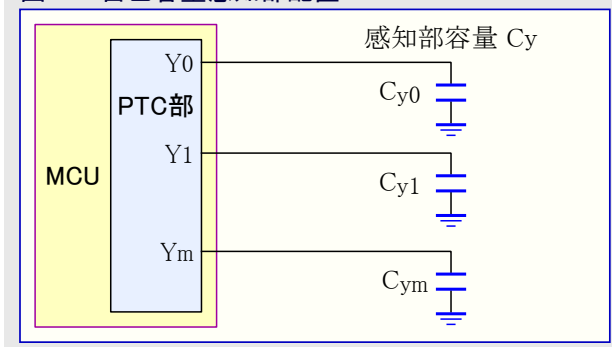


### 4.2. 己容量感知部配置

自己容量感知部は信号を受け取るためにY電極を通して周辺機能接触制御器の単一ピンへ接続されます。感知電極容量は周辺機能接触制御器によって測定されます。

接触感知部の設計についてのより多くの情報に関しては<http://www.atmel.com>で鈕、摺動子、輪接触感知部設計の手引きを参照してください。

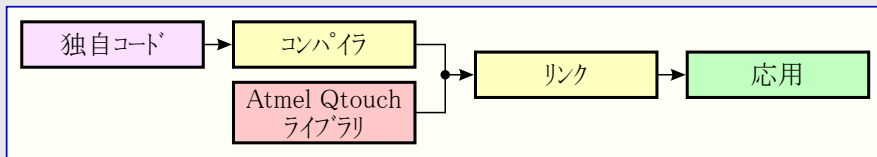
図4-2. 自己容量感知部配置



### 4.3. 機能的な説明

PTCにアクセスするため、使用者は応用コードとQTouchライブラリファームウェアとを形態設定してリンクするのにQTouch構成器(Composer)ツールを使用しなければなりません。QTouchライブラリは単一インターフェースに於いて種々の組み合わせで鈕、摺動子、輪、近接感知部の実装に使用することができます。

図4-3. QTouchライブラリの使い方



QTouchライブラリについてのより多くの情報に関しては[http://www.atmel.com/images/atmel-42195-qtouch-library-peripheral-touch-controller\\_user-guide.pdf](http://www.atmel.com/images/atmel-42195-qtouch-library-peripheral-touch-controller_user-guide.pdf)で入手可能な「Atmel QTouchライブラリ周辺機能接触制御器使用者の手引き」を参照してください。

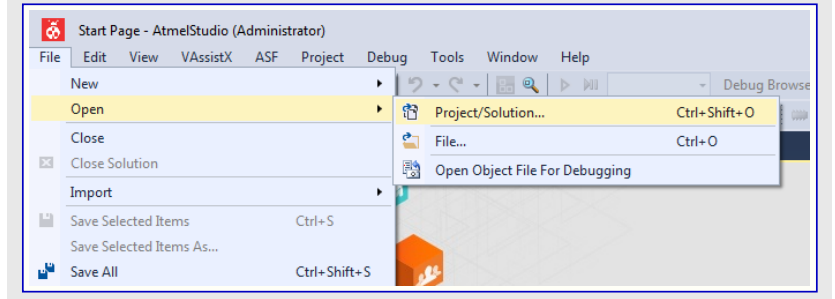
## 5. 実演プロジェクト

この応用記述と連携する実演コードはAtmelのウェブサイトです。圧縮されたzipファイルとして入手可能です。

Atmel Studio内にコードを読み込むには、

1. プロジェクトと連携するソースコードを得るためにzipファイルを抽出(解凍)してください。
2. Atmel Studioを開始し、**File⇒Open**へ行って**Project/Solution**をクリックしてください。ショートカットキーは(**Ctrl+Shift+O**)です。

図5-1. Atmel Studioで例プロジェクトを開く



3. **Open Project**ダイアログボックスが現れるでしょう。
4. 例プロジェクト解決策(.atsln)ファイルを選択して**Open**をクリックしてください。
5. 代替方法は抽出(解凍)されたフォルダから(.atsln)ファイルをダブルクリックすることです。この動作はAtmel Studioを開始してその後にこのプロジェクトを読み込みます。

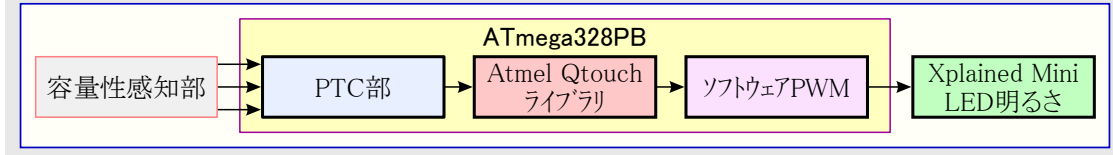
### 5.1. 応用概要

実演応用は以下の2つの部分から成ります。

1. Atmel QTouchライブラリ
2. 計時器に基づくソフトウェアPWMのデューティサイクルを制御する実演コード

QTouchライブラリは組み込み容量性接触感知(PTC)部を使用して容量性接触摺動子位置を感知するために実演応用によって使用され、応用はポートのPB5に接続された**USER LED**の明るさを制御するソフトウェアPWMのデューティサイクルを変えるのにこの摺動子位置を使用します。より多くの詳細については「**ソフトウェアPWM**」項を参照してください。

図5-2. 応用構成図



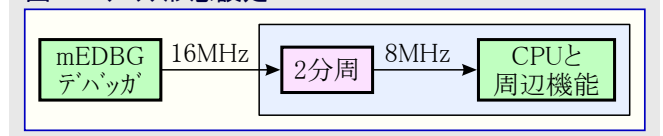
#### 5.1.1. ソフトウェアPWM

計時器を用いて周期的な規則で汎用入出力の手動設定/解除を使用して生成されるPWM波形はソフトウェアPWMと呼ばれます。

### 5.2. 形態設定

ATmega328PB Xplained Mini基板は目的対象ATmega328PBデバイスに16MHzのクロックを提供するチップ上mEDBG(ATmega32U4)を含みます。目的対象デバイスは8MHzのデバイスクロックを生成するために2分周によって前置分周されます。

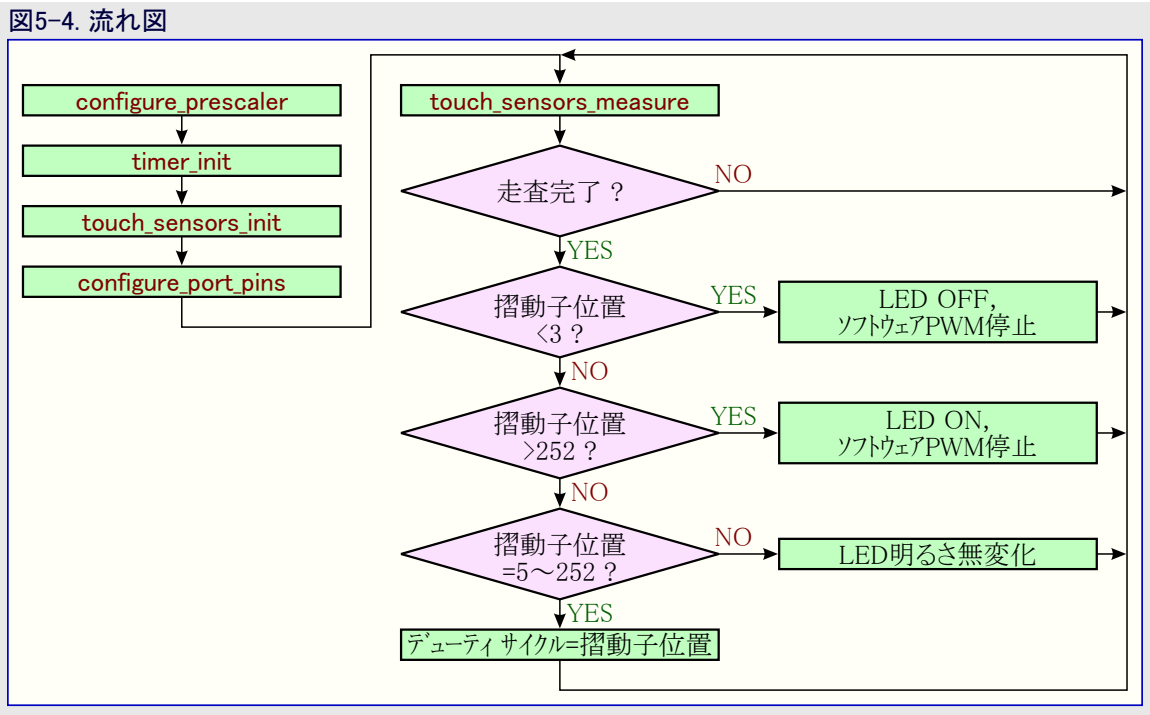
図5-3. クロック形態設定



この応用記述によって使用される単位部は次の通りです。

- ・ **タイマ/カウンタ0** : LEDの明るさを制御するために汎用入出力でのソフトウェアPWM出力を生成するのに使用されます。
- ・ **タイマ/カウンタ2** : QTouchライブラリの計時に使用されます。
- ・ **PTC** : 容量性接触感知部の操作に使用されます。

### 5.3. 流れ図



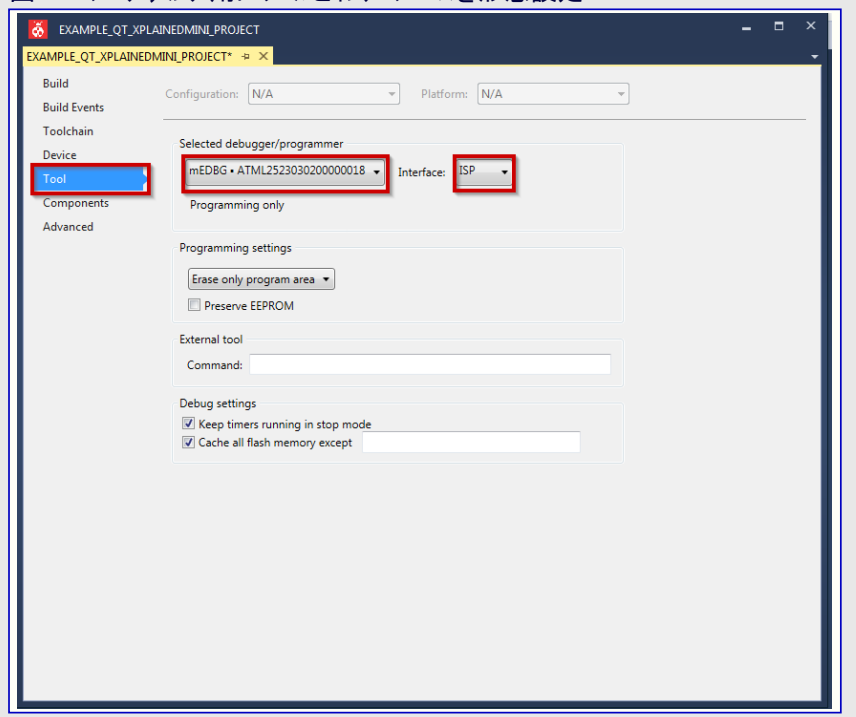
- **configure\_prescaler** : この関数は8MHzのシステム クロックを生成するためにmEDBGデバuggによって提供される16MHzクロックを2分周のように前置分周器を形態設定します。
- **timer\_init** : ソフトウェアPWM用にタイマ/カウンタ0を、QTouchライブラリのタイミング用にタイマ/カウンタ2を初期化します。
- **touch\_sensors\_init** : QTouchライブラリを初期化して接触感知部を形態設定します。
- **configure\_port\_pins** : **USER LED**ピンを出力として形態設定します。
- **touch\_sensors\_measure** : 容量性接触感知部を測定します。

### 5.4. 応用の書き込みと実行

この応用記述に対応するファームウェアは[www.atmel.com](http://www.atmel.com)で入手可能です。以下の手順はこの応用を書き込んで実行する方法を説明します。

1. Atmel Studioでプロジェクトを開いてそれをコンパイルしてください。Atmel Studioで解決策を開く方法のより多くの情報については6頁の「**実演プロジェクト**」章を参照してください。
2. 目的対象をプログラミングするために、**Project**⇒**Project Properties**⇒**Tools**タブへ行ってください。右の画像で示されるように**tool**を**mEDBG**とし、**interface**を**debugWire**として選んでください。

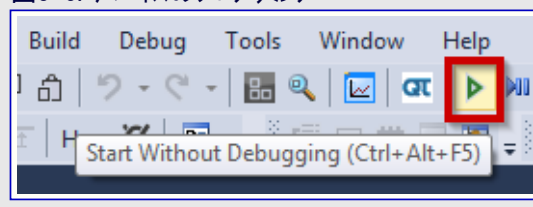
図5-5. プログラミング用にツールとインターフェースを形態設定





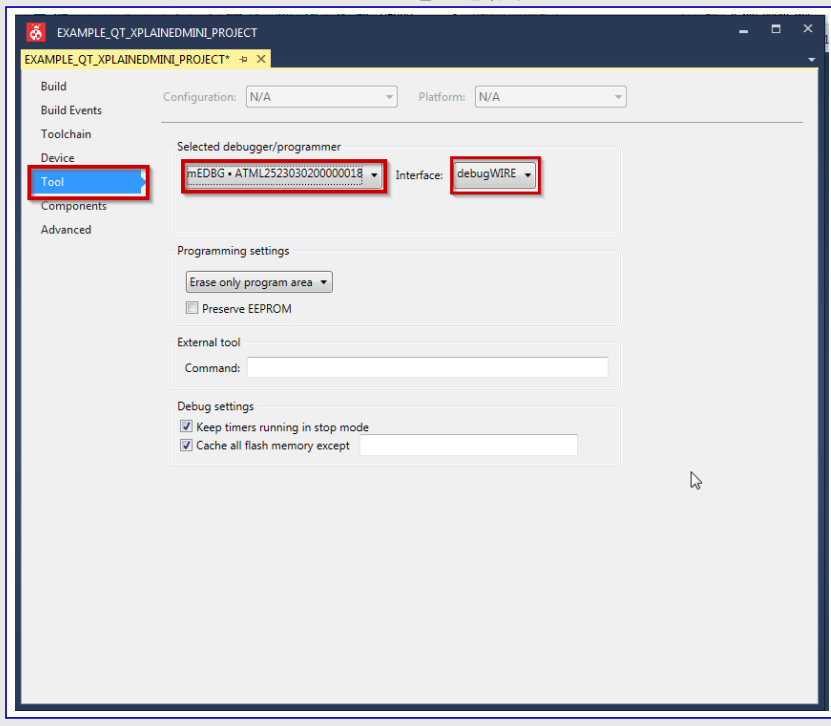
3. プログラミングを始めるために、右の画像で示されるようにツールバーで**Start Without Debugging**をクリックしてください。

図5-6. デバイスのプログラミング



4. コードをデバッグするため、**Tools**タブへ行ってください。右の画像で示されるように**debugWIRE**インターフェイスで**debugger/programmer**として**mEDBG**を選んでください。

図5-7. デバッグ用にツールとインターフェイスを形態設定



5. デバッグを開始するために、右の画像で示されるようにツールバーで**Start Debugging**をクリックしてください。

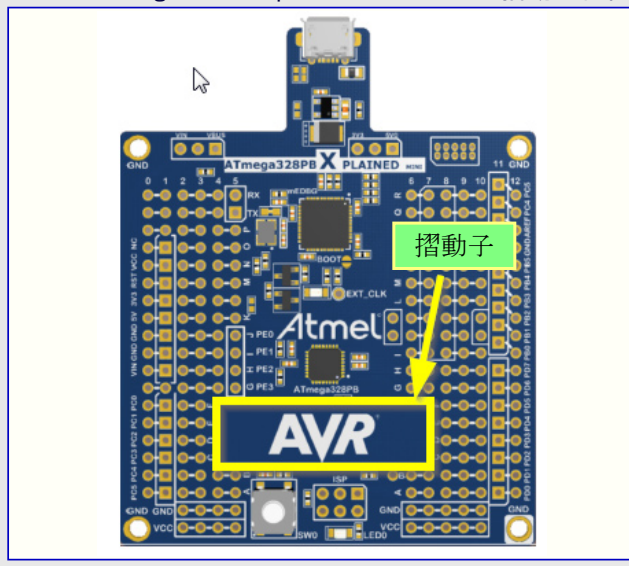
図5-8. デバイスのデバッグ



## 5.5. 手順と結果

応用がXplained Miniキット内のデバイスに書き込まれ、容量性接触摺動子上で指をゆっくり滑らせると、左から右へゆっくり滑らせた時にLEDの明るさは増し、右から左に滑らせた時に明るさは減るでしょう。

図5-9. ATmega328PB Xplained Miniキットでの摺動子位置





## 6. 参照

- Atmel QTouchライブラリ周辺機能接触制御器使用者の手引き  
[http://www.atmel.com/images/atmel-42195-qtouch-library-peripheral-touch-controller\\_user-guide.pdf](http://www.atmel.com/images/atmel-42195-qtouch-library-peripheral-touch-controller_user-guide.pdf)
- ATmega328PBデータシート  
<http://www.atmel.com/devices/ATMEGA328PB.aspx>
- ATmega328PB Xplained Miniキット  
<http://www.atmel.com/tools/MEGA328PB-XMINI.aspx>

## 7. 改訂履歴

資料改訂	日付	注釈
42652A	2016年2月	初版資料公開

Atmel®, Atmelロゴとそれらの組み合わせ、Enabling Unlimited Possibilities®, AVR®, QTouch®とその他は米国及び他の国に於けるAtmel Corporationの登録商標または商標です。他の用語と製品名は一般的に他の商標です。

**お断り:** 本資料内の情報はAtmel製品と関連して提供されています。本資料またはAtmel製品の販売と関連して承諾される何れの知的所有権も禁反言あるいはその逆によって明示的または暗示的に承諾されるものではありません。Atmelのウェブサイトに表示する販売の条件とAtmelの定義での詳しい説明を除いて、商品性、特定目的に関する適合性、または適法性の暗黙保証に制限せず、Atmelはそれらを含むその製品に関連する暗示的、明示的または法令による如何なる保証も否認し、何ら責任がないと認識します。たとえAtmelがそのような損害賠償の可能性を進言されたとしても、本資料を使用できない、または使用以外で発生する(情報の損失、事業中断、または利益と損失に関する制限なしの損害賠償を含み)直接、間接、必然、偶然、特別、または付随して起こる如何なる損害賠償に対しても決してAtmelに責任がないでしょう。Atmelは本資料の内容の正確さまたは完全性に関して断言または保証を行わず、予告なしでいつでも製品内容と仕様の変更を行う権利を保留します。Atmelはここに含まれた情報を更新することに対してどんな公約も行いません。特に別の方法で提供されなければ、Atmel製品は車載応用に対して適当ではなく、使用されるべきではありません。Atmel製品は延命または生命維持を意図した応用での部品としての使用に対して意図、認定、または保証されません。

**安全重視、軍用、車載応用のお断り:** Atmel製品はAtmelが提供する特別に書かれた承諾を除き、そのような製品の機能不全が著しく人に危害を加えたり死に至らしめることがかなり予期されるどんな応用(“安全重視応用”)に対しても設計されず、またそれらとの接続にも使用されません。安全重視応用は限定なしで、生命維持装置とシステム、核施設と武器システムの操作の装置やシステムを含みます。Atmelによって軍用等級として特に明確に示される以外、Atmel製品は軍用や航空宇宙の応用や環境のために設計も意図もされていません。Atmelによって車載等級として特に明確に示される以外、Atmel製品は車載応用での使用のために設計も意図もされていません。

© HERO 2016.

本応用記述はAtmelのAT12075応用記述(Rev.42652A-02/2016)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。