

## AT01482 : XMEGA RTC校正

Atmel AVR XMEGA E

## 要点

- 正確な外部クロック元の手助けでRTC校正を実行するソフトウェア例プロジェクト
- ソフトウェアはAtmel® Studio ASF例プロジェクトとして実装
- Atmel XMEGA® Eデバイスをサポート

## 概要

XMEGA Eデバイスは校正(CALIB)レジスタからppm誤差値を取り入れることによってRTCクロックでの補正をサポートします。CALIBレジスタは外部校正または温度補正後にユーザーソフトウェアによって書かれなければなりません。

この応用記述は正確な外部クロック元の手助けでRTC校正を実行するソフトウェア例プロジェクトを提供します。このソフトウェアは現在の環境条件に関して接続されたRTCクロック元に対するRTC校正値を計算します。この値はデバイスのEEPROM位置に格納されます。

後で、RTC周辺機能を使用して自動RTCクロック補正の実行を意図するユーザー応用コードは、格納されたEEPROM位置からこの値を読んでCALIBレジスタに設定しなければなりません。

## 目次

---

1. RTCクロック補正	3
2. RTC校正	3
2.1. 校正ソフトウェアの概要	3
2.2. 校正はどう動く – 校正算法	3
2.2.1. ソフトウェアで使用される資源と形態設定	3
2.2.2. 算法	4
2.3. ソフトウェアでのRTC校正形態設定	5
2.4. 即時開始の手引き	5
3. 改訂履歴	5

## 1. RTCクロック補正

Atmel XMEGA E デバイスは校正(CALIB)レジスタからppm誤差値を取り入れることによってRTCクリスタルでの内部補正をRTCができる機能を支援します。CALIBレジスタは外部校正または温度補正後に使用者ソフトウェアによって書かれなければなりません。補正は概ね100万RTCクロック周期の間隔で行われます。補正動作は誤差の種類に依存して1周期の追加または削除の単一周操作として実行されます。これらの単一周操作は誤差数回(CALIBレジスタのERROR6~0)を100万周期補正間隔全体を通して分散して繰り返して行われます。クロックの最終補正は計数下位(CNTL)と計数上位(CNTH)のレジスタを通して利用可能なRTC計数値に反映されます。

この機能はRTC応用に対して非常に高い精度ではなく相対的に安価なRTCクリスタル/クロックを選ぶことを使用者に許します。このようなRTCからより高い調整精度を得るため、使用者応用の書き込みに先立ち、このようなクリスタル クロックからの誤差は校正値を見つける独立したソフトウェアによって校正されなければなりません。後で、RTCを使用する使用者応用コードに於いて、RTC初期化ルーチンの一部としてこの校正値をCALIBレジスタ内に設定することが必要です。

要するに、XMEGA E デバイスは校正ではなく補正だけを支援します。従って、校正値を見つけるのは使用者の責任です。

## 2. RTC校正

第1章で説明したように、校正値を見つけるのは使用者の責任です。この応用記述は直ぐに使えるソースコードと共にこの作業に合うようきっちりと手助けします。

このソフトウェアはAtmel Studio ASFで例プロジェクトとして実装されます。このASFプロジェクトは”RTC Calibration Demo application”です。

### 2.1. 校正ソフトウェアの概要

- 校正構成設定はシステム クロック元としてPC4に接続された非常に正確な外部クロックを使用します(よりもっと正確なクロックはRTC校正値計算でのより少ない誤差を意味します)。2MHzの最低クロックで、RTCは±0.5ppmの精度に校正することができます。
- RTCはTOSC1からの外部クロック、またはTOSCでのクリスタル用発振器のどちらかを使用することができます。
- (システム クロックでの異常なしと仮定して)最低100万システム クロックでRTCクロック数を比較することによってRTC校正値が計算されます。
- RTCの校正(CALIB)レジスタへの設定に直接使用することができる校正値が形態設定可能なEEPROMアドレスに格納されます。
- 校正状態も別の形態設定可能なEEPROMアドレスに設定されます。
- XMEGA Eは最大127ppmの補正を支援します。
- RTCクロック誤差が127ppmよりも大きければ、補正は不可能で、校正状態は失敗です。失敗は状態値\$02で示されます。
- RTCクロック誤差が127ppm以下なら、補正が可能で、校正状態が成功です。成功は状態値\$01で示されます。

### 2.2. 校正はどう動く – 校正算法

本項は校正値を見つけるのに使用されるデバイス形態設定と算法を説明します。

#### 2.2.1. ソフトウェアで使用される資源と形態設定

- システム クロックとして使用されるPC4に接続された正確な外部クロック
- TOSC1からの外部クロック、またはTOSCでのクリスタル用発振器のどちらかとしてのクロック元を持つRTC
  - 持続時間がシステム クロックの最低100万周期と等しくなるような値でRTC定期(PERH/PERL)レジスタを設定してください。例として、2MHzのシステム クロック、32.768kHzのRTCクロック、\$8000のRTC PERレジスタはRTC溢れで200万システム クロック周期を生成します。この形態設定は±0.5ppmの校正精度になります。
- タイマ/カウンタの4と5は共に両方を直列接続することによって32ビット入力捕獲動作で動きます。
- 以下の形態設定で使用されるタイマ/カウンタ4
  - 事象チャンネル1としての事象選択を持つパルス幅/周波数捕獲動作
  - クロック元はシステム クロックです。
  - 捕獲チャンネルAが許可されます。
- 以下の形態設定で使用されるタイマ/カウンタ5
  - 事象チャンネル1としての事象選択を持つパルス幅/周波数捕獲動作
  - クロック元は事象チャンネル2です。
  - 32ビット入力捕獲動作で操作するために事象遅延(EVDLY)が許可されます。
  - 捕獲チャンネルAが許可されます。
- ポートピン7(PC7)形態設定
  - PC7の方向は出力です。
  - PC7を上昇端での入力感知に形態設定してください。
  - PC7で出力事象チャンネル0に形態設定してください。
- 事象システム形態設定
  - 事象チャンネル0はRTC溢れ用に形態設定されます。
  - 事象チャンネル1はポートピン7(PC7)変化に形態設定されます。
  - 事象チャンネル2はタイマ/カウンタ4溢れに形態設定されます。

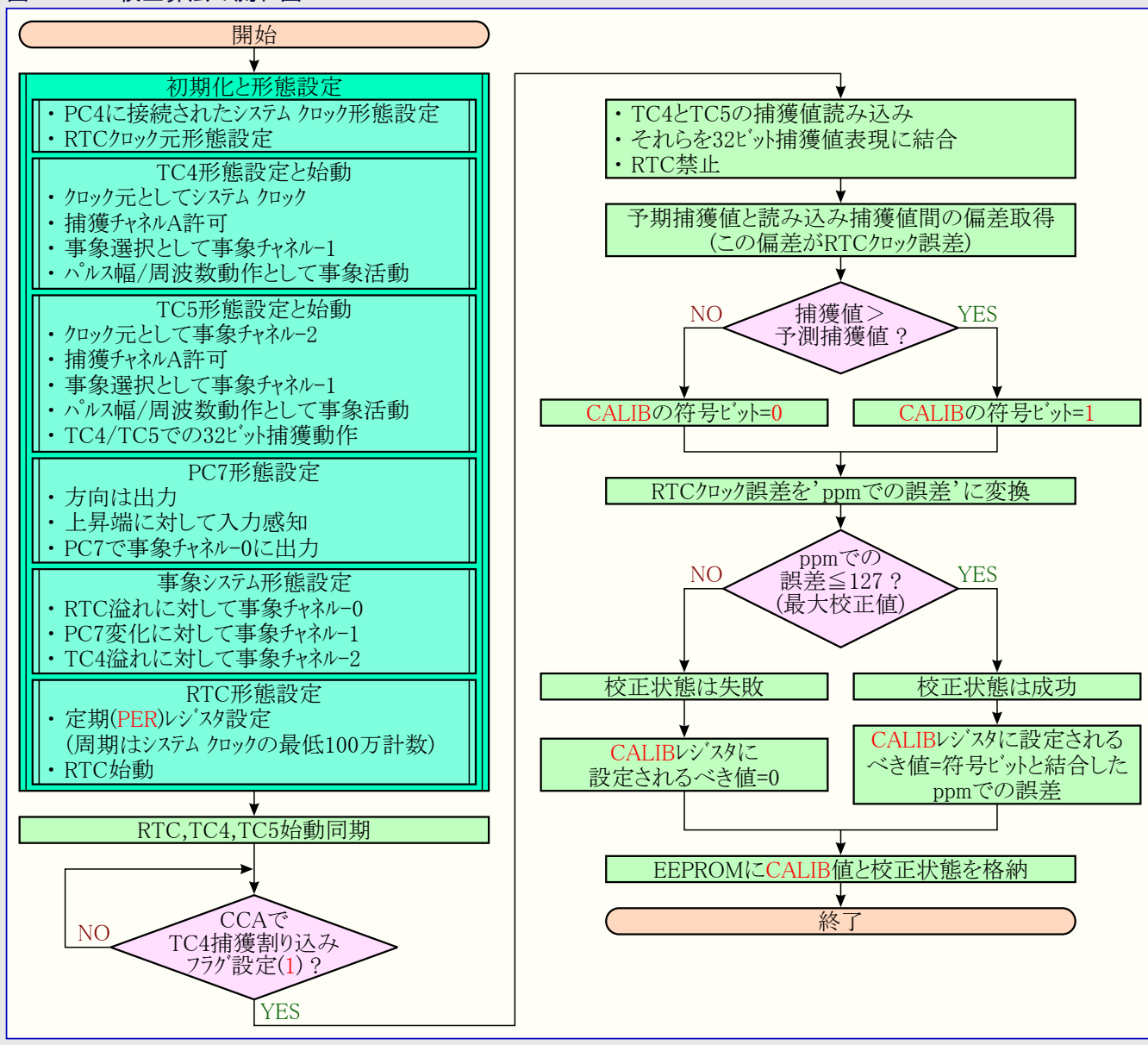
## 2.2.2. 算法

- 先に与えられたように形態設定を行った後、RTCとタイマ/カウンタ(TC)の4と5を始動してください。
- 正しい捕獲値を保証するために、32ビット捕獲値を得る前にRTC始動とTC4/5始動を同期してください。このため、TC4捕獲フラグが設定(1)されるのを待ち、そしてそれを解除(0)してください。
- TC4の次の捕獲フラグを待ち、TC4とTC5両方の捕獲値を読み出してください。
- この32ビット捕獲値を予測される値と比較してください。どの偏差もRTCクロックでの誤差を示します。
- この誤差をppmに変換してください。それは100万当たりの誤差です。
- 捕獲値が予測した値よりも大きいなら、RTCクロックがより遅いことを意味します。従って、補正のためにRTCクロックをより速くすることが必要です。即ち、CALIBの符号ビットは1です。
- 捕獲値が予測した値よりも小さいなら、RTCクロックがより速いことを意味します。従って、補正のためにRTCクロックをより遅くすることが必要です。即ち、CALIBの符号ビットは0です。

**注:** 必要とされる補正が周期飛ばしによるクロック速度向上(即ち、CALIBの符号ビットが1)の時に、RTC前置分周器をDIV2(2分周RTCクロック)の最低設定で動かすことが必要とされます。

RTC校正算法の流れ図は図2-1.で示されます。

図2-1. RTC校正算法の流れ図



## 2.3. ソフトウェアでのRTC校正形態設定

“RTC calibration demo(RTC校正実演)”ASFプロジェクトからのsrc¥configフォルダ下の’conf\_rtc\_calibration.h’ヘッダファイルを参照してください。

- ’conf\_rtc\_calibration.h’で、使用者の必要条件/構成設定によって以下の形態設定を作成してください。
  - RTCCALIB\_SYSTEM\_CLOCK\_IN\_MHZ - MHzでのシステムクロック値
  - RTCCALIB\_EEPROM\_ADDR\_TO\_STORE - 計算された校正値の格納されるべきEEPROMアドレス
  - RTCCALIB\_STAT\_EEPROM\_ADDR - 校正状態の格納されるべきEEPROMアドレス
  - RTCCALIB\_RTC\_CLK\_SRC - RTCクロック元

“RTC calibration demo(RTC校正実演)”ASFプロジェクトからのsrc¥configフォルダ下の’conf\_clock.h’ヘッダファイルを参照してください。

- ’conf\_clock.h’で、使用者の必要条件/構成設定によって以下の形態設定を作成してください。
  - BOARD\_XOSC\_HZ - 外部システムクロック周波数値

## 2.4. 即時開始の手引き

ここではこの応用記述ソフトウェアを走らせるのに、Atmel ATxmega Eデバイスに基づく使用者作業基板が使用されると仮定されます。既定設定が行われたなら、どの形態設定値も変更の必要はありません。

1. PC4ポートピンに2MHzの値(既定システムクロック値)の外部クロックを接続してください。
2. TOSC1ピンに32.768kHz RTCクロック(既定RTCクロック元)を接続してください。これは校正されるべきクロックです。
3. Atmel Studioの’RTC calibration demo project’ASFプロジェクトを開き、正しいXMEGA Eデバイスを選択してください。
4. 正しいデバッグを許すため、Atmel StudioでProject⇒Properties⇒AVR®/GNU C Compiler⇒Optimizationから”use rjmp/rcall(limited range) on >8K devices”を選択してください。
5. 構築して.hexファイルを使用者基板に書き込んでください。
6. 使用者基板でこの.hexファイル走行後、校正値がEEPROMアドレス0(0は既定アドレス形態設定)に格納され、校正状態がEEPROMアドレス1(1は既定アドレス形態設定)に格納されます。
7. ここで校正ルーチンが終了され、今や使用者応用を書き込むことができます。
8. 使用者応用コードを書き込む前にEEPROM内容が保護されることを確実にしてください。
9. 使用者応用コードは最初に格納されたEEPROM位置から校正状態を読むべきです。
10. 校正状態が成功(状態が\$01)なら、格納されたEEPROM位置から校正値を読み、RTC補正を許可するために校正(CALIB)レジスタ内に設定してください。
11. 校正状態が失敗(状態が\$02)なら、RTCクロック誤差が127ppmよりも大きいことを意味し、従って補正は不可能です。

## 3. 改訂履歴

資料改訂	日付	注釈
42089A	2013年4月	初版資料公開



Enabling Unlimited Possibilities®

*Atmel Corporation*

1600 Technology Drive  
San Jose, CA 95110  
USA  
TEL (+1)(408) 441-0311  
FAX (+1)(408) 487-2600  
[www.atmel.com](http://www.atmel.com)

*Atmel Asia Limited*

Unit 01-5 & 16, 19F  
BEA Tower, Millennium City 5  
418 Kwun Tong Road  
Kwun Tong, Kowloon  
HONG KONG  
TEL (+852) 2245-6100  
FAX (+852) 2722-1369

*Atmel Munich GmbH*

Business Campus  
Parking 4  
D-85748 Garching b. Munich  
GERMANY  
TEL (+49) 89-31970-0  
FAX (+49) 89-3194621

*Atmel Japan G.K.*

141-0032 東京都品川区  
大崎1-6-4  
新大崎勸業ビル 16F  
アトメル ジャパン合同会社  
TEL (+81)(3)-6417-0300  
FAX (+81)(3)-6417-0370

© 2013 Atmel Corporation. 全権利予約済 / 改訂:42089A-AVR-04/2013

Atmel®、ロゴとそれらの組み合わせ、AVR®、Enabling Unlimited Possibilities®、XMEGA®とその他はAtmel Corporationの登録商標または商標またはその付属物です。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のウェブサイト位置する販売の条件と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。たとえば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。

© HERO 2013.

本応用記述はAtmelのAT01483応用記述(Rev.42089A-04/2013)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。