



**MICROCHIP**

**AN2521**

---

---

## tinyAVR<sup>®</sup> 0と1系及びmegaAVR<sup>®</sup> 0系でのCRCSCAN

---

---

### 序説

著者: Irun Walberg, Qubo Hu, Microchip Technology Inc.

MicrochipのtinyAVR<sup>®</sup> 0と1系統及びmegaAVR<sup>®</sup> 0系統はフラッシュ メモリの目的対象領域での異常を検出するのに使うことができる巡回冗長検査(CRC:Cyclic Redundancy Check)メモリ走査(CRCSCAN)周辺機能が特徴です。

この応用記述は優先動作を用いてCRCSCANをどう構成設定するか、CRCチェックサムをどう事前計算するか、そしてフラッシュ メモリの最後にこれをどう追加するかを実演します。応用記述はブートローダ考慮事項の項とブートローダと応用のコードを結合する時に使われる構築後命令の例も特徴です。

### 要点

- CRCチェックサムの事前計算
- 優先動作コード例
- ブートローダ考慮事項

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

序説	1
要点	1
1. 関連デバイス	3
1.1. tinyAVR® 0系統	3
1.2. tinyAVR® 1系統	3
1.3. megaAVR® 0系統	3
2. 単位部概要	4
3. ハードウェア構成設定	4
4. CRCチェックサム準備	5
5. 優先動作でフラッシュ全体を検査	6
6. ブートローダ考慮事項	6
7. Atmel   STARTからのソースコード取得	7
8. 改訂履歴	8
Microchipウェブサイト	9
お客様への変更通知サービス	9
お客様支援	9
Microchipデバイスコード保護機能	9
法的通知	9
商標	10
DNVによって認証された品質管理システム	10
世界的な販売とサービス	11

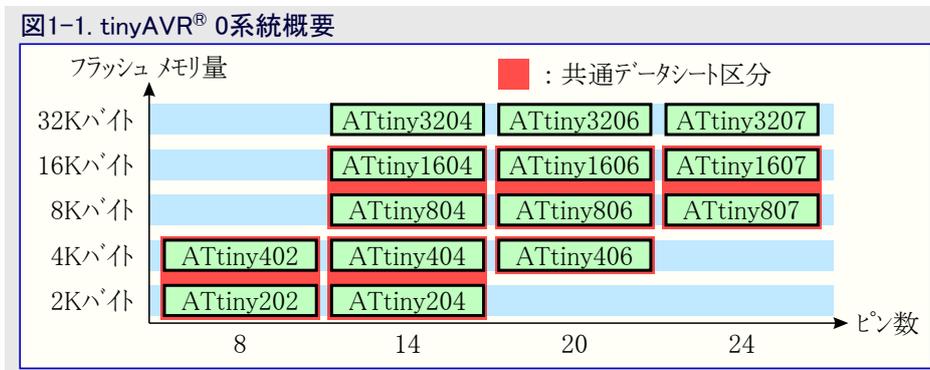
## 1. 関連デバイス

本章はこの資料に関連するデバイスを一覧にします。

### 1.1. tinyAVR<sup>®</sup> 0系統

下図はピン数の変種とメモリ量を展開してtinyAVR<sup>®</sup> 0系統デバイスを示します。

- これらのデバイスが完全にピンと機能が互換のため、垂直方向移植はコード変更なしで可能です。
- 左への水平方向移植はピン数、従って利用可能な機能を減らします。

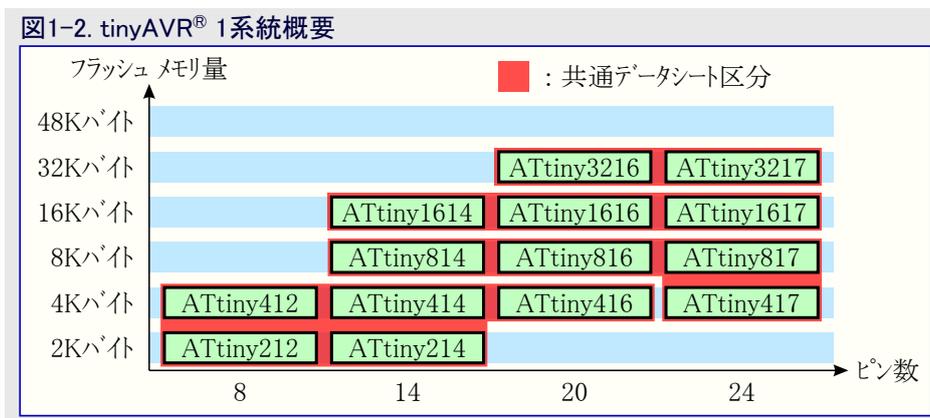


異なるフラッシュメモリ量を持つデバイスは一般的に異なるSRAMとEEPROMの量を持ちます。

### 1.2. tinyAVR<sup>®</sup> 1系統

下図はピン配置変種とメモリ量を展開してtinyAVR<sup>®</sup> 1系統デバイスを示します。

- これらのデバイスがピン互換で同じまたはより多くの機能を提供するため、垂直上方向移植はコード変更なしに可能です。下方向移植はより少ない利用可能ないくつかの周辺機能の実体のためにコード変更が必要かもしれません。
- 左への水平方向移植はピン数、従って利用可能な機能を減らします。

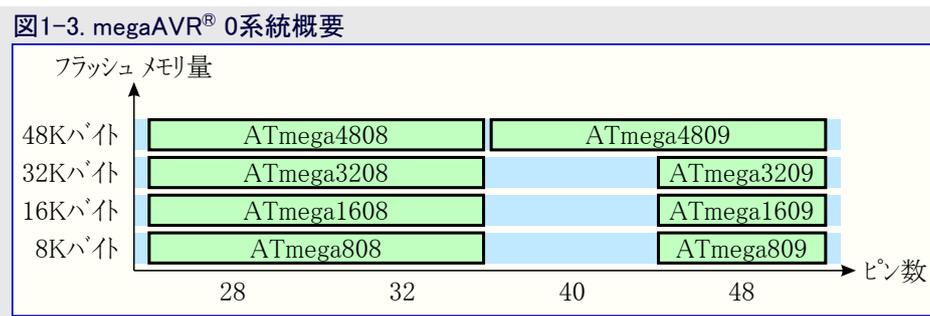


異なるフラッシュメモリ量を持つデバイスは一般的に異なるSRAMとEEPROMの量を持ちます。

### 1.3. megaAVR<sup>®</sup> 0系統

下図はピン配置変種とメモリ量を展開してmegaAVR<sup>®</sup> 0系統デバイスを示します。

- これらのデバイスが完全にピンと機能が互換のため、垂直方向移植はコード変更なしで可能です。
- 左への水平方向移植はピン数、従って利用可能な機能を減らします。



異なるフラッシュメモリ量を持つデバイスは一般的に異なるSRAMとEEPROMの量を持ちます。

## 2. 単位部概要

巡回冗長検査(CRC)はNVM(フラッシュメモリ全体、ブート領域のみ、応用コードとブート領域の両方)からバイトのデータの流れを取ってチェックサムを生成します。調べる領域の最終位置は比較のために予め計算された正しい16ビットチェックサム値を含まなければなりません。CRCSCANによって計算されたチェックサムと予め計算されたチェックサムが一致する場合、CRCSCAN内の状態ビットが設定(1)されます。それらが一致しない場合、同じ状態ビットが解除(0)されます。チェックサムが一致しない場合に遮蔽不可割り込み(NMI)を生成させるようにCRCSCANを構成設定することができます。CRC生成部はCRC-16-CCITT)を支援します。

CRCSCANは初期化後にCPUからのどんな介入もなしに動くように構成設定することができます、コアから独立した周辺機能(CIP:Core Independent Peripheral)です。これはファームウェアまたはデバッグ経由で許可することができます。制御A(CTRLA)レジスタのNMI起動許可(NMIEN)ビットが設定(1)されると、どのCRC失敗もNMIを起動し、NMI割り込み処理ルーチンでCRC失敗を処理することができます。優先走査動作が支援され、CPUにコードを実行させる前にフラッシュメモリがOKであることを保証するために始動中に単位部を許可することができます。更なる情報についてはデータシートのヒューズ記述を参照してください。

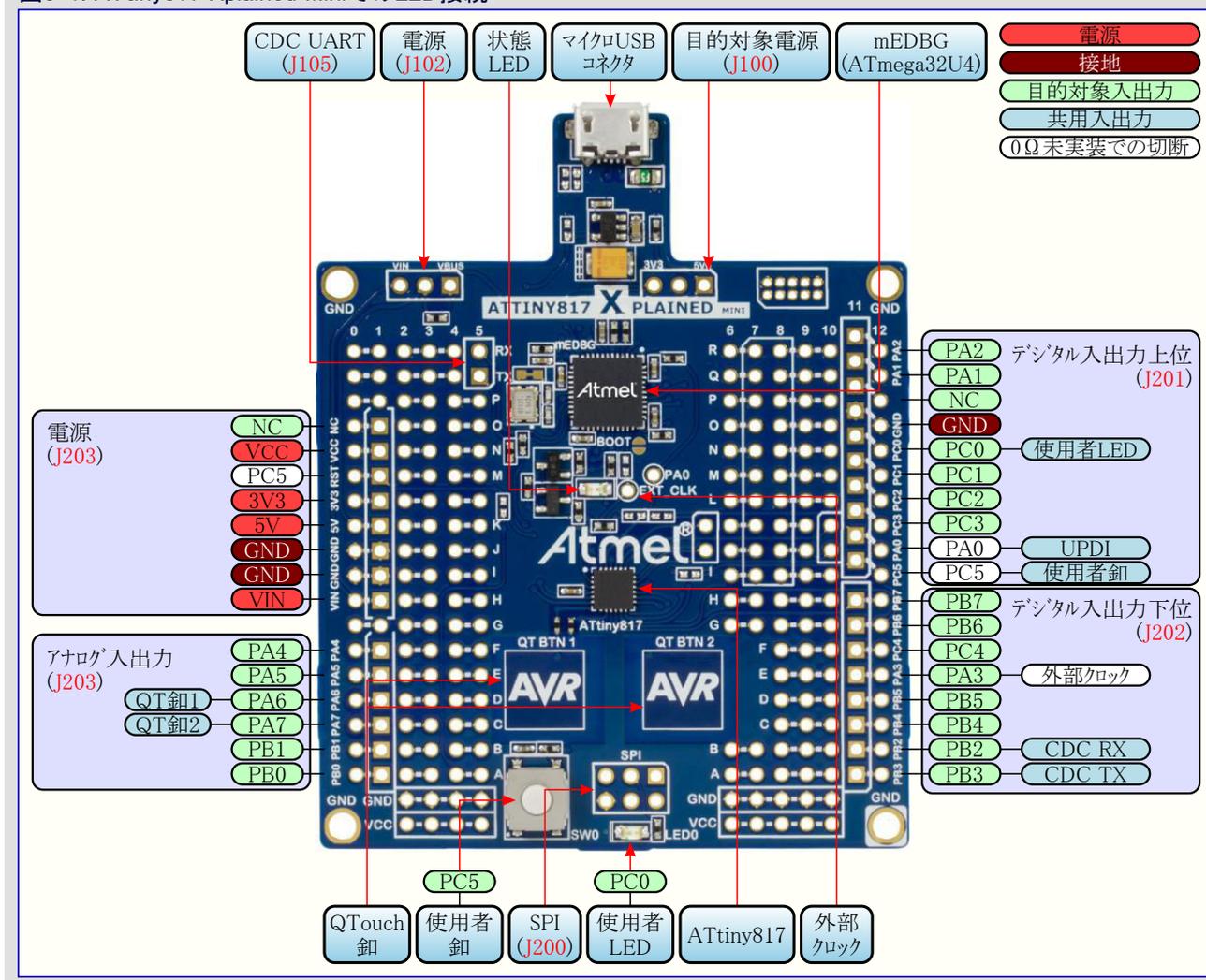
## 3. ハードウェア構成設定

この応用記述の例はATtiny817デバイスが特徴のATtiny817 Xplained Mini用には書かれていますが、この例はtinyAVR 1系の全てのデバイスに適用します。この例はAtmel | STARTを通して入手可能です。更なる情報については「7. Atmel | STARTからのソースコード取得」を参照してください。

この応用記述ではCRCSCANの可視表示を与えるのに基板上のLEDのLED0が使われ、それは(下図でも示されるように)ATtiny817への以下の接続を持ちます。

- LED0はPC0とGND間に接続されます。

図3-1. ATtiny817 Xplained MiniでのLED接続



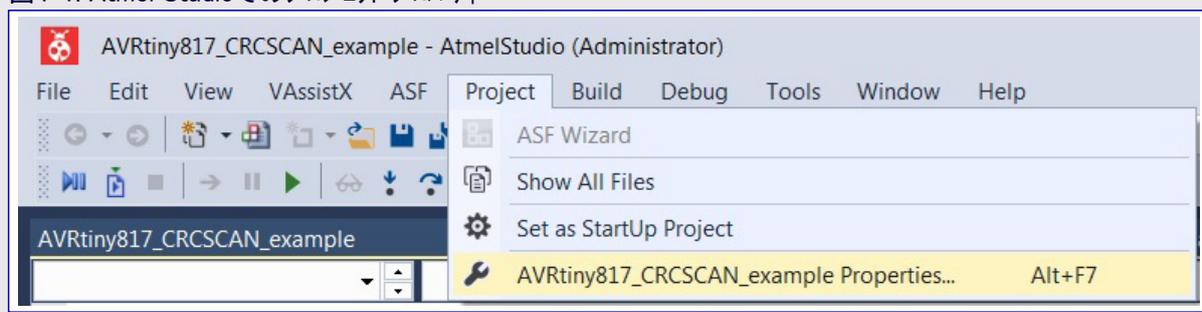
## 4. CRCチェックサム準備

CRCチェックサムはCRCSCANが検査するように構成設定された領域の最終位置に含まれることが必要です。これは応用がデバイスに書き込まれる前に応用に対してCRCSACNを用いてCRCチェックサムが計算され、その最後に追加されることが必要であることを意味します。

この応用記述ではsrec\_inputがチェックサムを生成してそれをhexファイルの最後に追加するのに使われるツールです。これはsrec\_inputがプロジェクトに対する構築後命令として追加されるAtmel Studioを通して行われ、最後の結果は応用コードとそれのCRCチェックサムを含むhexファイルです。

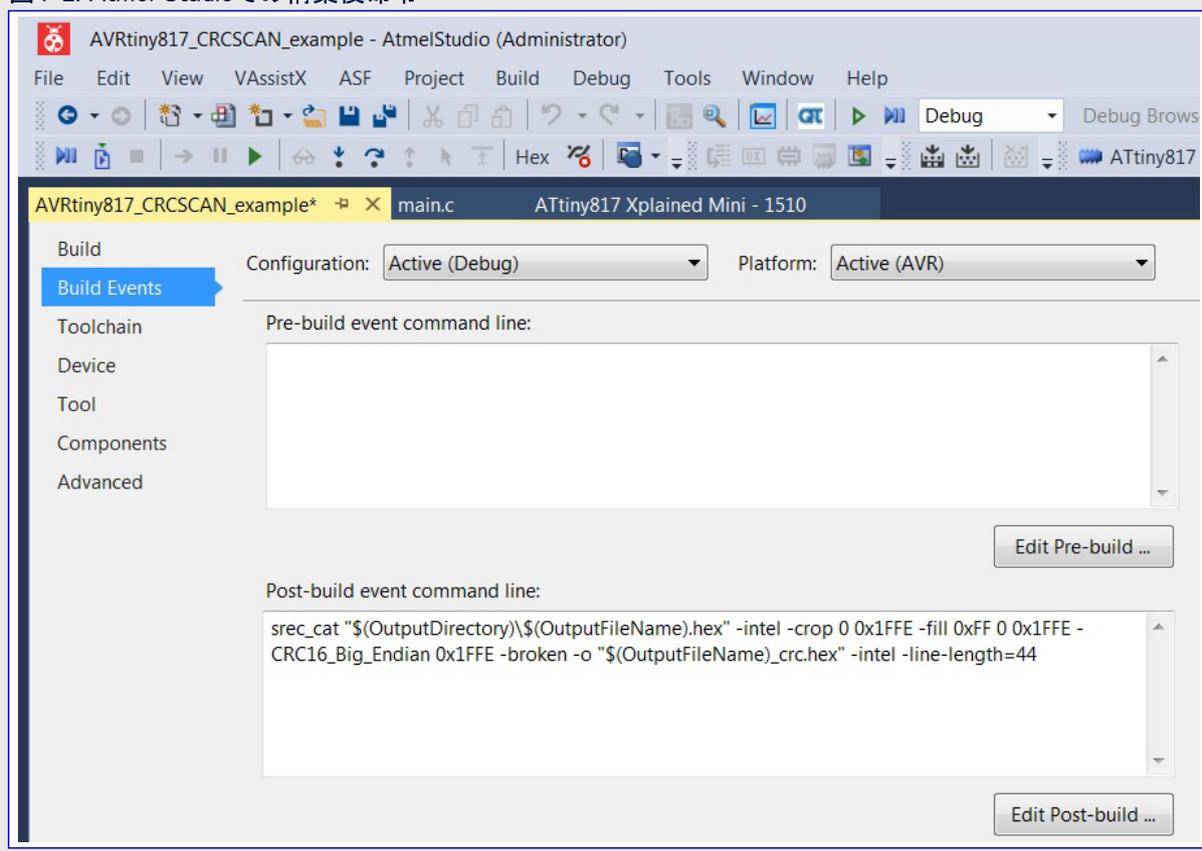
1. 下図で示されるように、Project(プロジェクト)⇒<プロジェクト名> Properties...(プロジェクト名のプロパティ...)をクリックすることによってプロジェクトのプロパティを開いてください。

図4-1. Atmel Studioでのプロジェクト プロパティ



2. 下図で示されるように、Build Events(構築事象)⇒Post-build event comand line(構築事象後命令行)下にプロジェクトへの構築後命令を追加してください。

図4-2. Atmel Studioでの構築後命令



3. Build(構築)⇒Rebuild <プロジェクト名>(プロジェクト名)再構築をクリックすることによってプロジェクトを再構築してください。

## 5. 優先動作でフラッシュ全体を検査

優先動作ではCRCSCANがフラッシュメモリの単一検査を走行し、CPUはCRCSCANが完了されてしまうまで停止されます。この例ではCRCSCANがフラッシュメモリ全体を優先動作で走行するように構成設定されます。CRCSCANが検査を完了してしまうと、応用コードはCRC計算状況を調べ、それはATtiny817 Xplained Mini上のLED0の周波数によって反映されます。

### 初期化

#### 1. CRCSCAN構成設定

- main()に於いて、CRCSCANがフラッシュメモリに対して優先権を持つ単一CRC検査を走行するために、CRCSCAN制御B(CTRLB)レジスタの動作形態(MODE1,0)ビット領域を'00'と等しく設定します。これは走査が終了されるまでCPUを停止します。
- フラッシュメモリ全体(ブート、応用コード、応用データの領域)でCRC検査を実行するためにCRCSCAN制御B(CTRLB)レジスタのCRC居級元(SRC1,0)ビット領域を'00'と等しく設定します。

#### 2. 現在の構成設定で走査を開始するためにCRCSCAN周辺機能を許可するのにCRCSCAN制御A(CTRLA)レジスタのCRCSCAN許可(ENABLE)ビットに'1'を書きます。

### プログラムの流れ

- ・ 終わりなきwhile(1)繰り返しで状態(STATUS)レジスタが監視されます。
  - 1.1. 状態(STATUS)レジスタのCRC OK(OK)ビットが設定(1)なら、LED0はCRC検査が成功裏に完了されたことを示す構成設定されたOK\_DELAY間隔(既定値は500ms)で交互切り替えます。
  - 1.2. CRCSCAN失敗なら、LED0は構成設定されたERROR\_DELAY間隔(既定値は50ms)で交互切り替えます。これはNMI処理部が壊されたことを示すかもしれません。

### 構築後命令

CRCチェックサムを計算してそれをフラッシュメモリに格納することはAtmel Studioで構築後命令を用いて行うことができます。以下の構築後命令と共に「4. CRCチェックサム準備」での指示に従ってください。

```
srec_cat "$\{OutputDirectory\}\$\{OutputFileName\}.hex" -intel -crop 0 0x1FFE -fill 0xFF 0 0x1FFE -CRC16_Big_Endian 0x1FFE -broken -o "$\{OutputFileName\}_crc.hex" -intel -line-length=44
```

 **情報:** 構築後命令は構築出力から生成した<プロジェクト名>.hexファイルを取り出し、8Kバイトのフラッシュメモリの残りの空間を\$FFで満たし、CRCを計算してCRCチェックサムを8Kバイトの塊の最終2バイト、アドレス\$1FFEに置きます。結果のファイルは<プロジェクト名>\_crc.hexと名付けられます。完全な命令行記述と任意選択は[http://srecord.sourceforge.net/man/man1/srec\\_input.html](http://srecord.sourceforge.net/man/man1/srec_input.html)で見つけることができます。

 **助言:** 構築後命令は複製-貼り付けの間に不適切な中断行解釈のために失敗するかもしれません。命令に於いて手動で不適切な中断行や入力を修正してください。

### 応用を試験

Tools(ツール)⇒Device programming(デバイス書き込み)⇒[Tool(ツール)=mEDBG、Device(デバイス)=ATtiny817、Interface(インターフェース)=UPDI、Apply(適用)]⇒Memories(メモリ)⇒Program(書き込み)をクリックすることによってATtiny817を書いてください。

デバイスが<プロジェクト名>.hexファイルで書かれた場合、CRCチェックサムがフラッシュメモリの最後に追加されていないためCRC検査が失敗し、LED0はFAIL\_DELAY間隔で交互切り替えます。

デバイスが<プロジェクト名>\_crc.hexファイルで書かれたなら、予め計算されたチェックサムがフラッシュメモリの最後に格納されます。CRCSCANは失敗なしで端から端まで走行すべきで、LED0はOK\_DELAY間隔で交互切り替えます。

## 6. ブートローダ考慮事項

ブートローダはブート領域に配置された小さな応用で、これの主な目的は必要とされる時に応用領域を更新することです。一般的にブートローダは直列インターフェース経由でホストと通信し、ホストが新しい応用コードを持つブートローダを提供します。

簡単なブートローダは例えば、釦が押されることによって更新を行うことを強制されなければならない、一方でもっと高度なブートローダは必要とされる時に更新を始めることができます。代表的に、始動でブートローダは応用コードが未だ有効かを調査し、そうでなければ更新を始めます。行進が必要とされない場合、実行がブートローダから応用コードへ移されます。

ブートローダと応用コードの組み合わせでCRCSCANを使う時にブートローダがCRCSCANの使用を処理することが強く推奨されます。応用コードはもっと頻繁に更新されると仮定するのが妥当で、故にブートローダが最も信頼できる部分であると推測されます。

ブートローダが新しいファームウェアを更新するのに使われる時にフラッシュメモリの応用領域だけが更新され、そしてCRCSCANが常にブート領域を含むため、応用領域の最後に追加される新しいチェックサムが古いブート領域を考慮に入れることを確実にしなければなりません。

最も簡単な解決策の1つはブート領域に対して独立したチェックサムを計算してそれをブート領域の最後に追加することで、これはCRCSCANがブート領域を計算した時に\$0000のチェックサムに帰着します。この方法はブートローダコードでの変更に関わらず、応用コードに対する初期の種が同じになることに帰着します。換言すれば、応用コードを更新する時に、予め計算された新しいCRCチェックサムは応用コードだけに基づくことができます。構築後命令合わせるための例はCRCSCAN用の必要な構成設定、ヒューズ、プロジェクトと共に以下で与えられます。

## CRCSCAN構成設定

この例ではどれかのCRCSCAN動作が使われますが、CRCSCANはブートと応用の領域を走査するように構成設定されるべきです。

## ヒューズ構成設定

この例ではブート領域が512バイトで応用領域が3.5Kバイトです。ヒューズはこれによって設定されなければなりません。

- ブートの最後(BOOTEND) = \$02
- 応用コード領域の最後(APPEND) = \$10

## 応用コード用Atmel Studioプロジェクト設定

この例では応用領域がAtmel Studioでのメモリ再配置によって達成される\$0200で始まります。

- Project(プロジェクト)⇒<プロジェクト名> Properties(<プロジェクト名>プロパティ)⇒Toolchain(ツールチェーン)⇒AVR®/GNU Linker(AVR®/GNUリンカ)⇒Memory Settings(メモリ設定)⇒FLASH segment(フラッシュ メモリ区分)⇒.text=0x100



**情報:** .textはプロジェクト内のコードの位置でMemory Settings(メモリ設定)は16ビット(語)アドレスです。

## ブートロードコード用構築後命令

```
srec_cat "$(OutputDirectory)¥$(OutputFileName).hex" -intel -crop 0 0x1FE -fill 0xFF 0 0x1FE -CRC16_Big_Endian 0x1FE -broken -o "$(OutputFileName).crc.hex" -intel -line-length=44
```



**情報:** 構築後命令は構築出力から生成した<プロジェクト名>.hexファイルを取り出し、512バイトのブート領域の残りの空間を\$FFで満たし、CRCを計算してCRCチェックサムを512バイトの塊の最終2バイト、アドレス\$1FEに置きます。結果のファイルは<プロジェクト名>\_crc.hexと名付けられます。

## 応用コード用構築後命令

```
srec_cat "$(OutputDirectory)¥$(OutputFileName).hex" -intel -crop 0x200 0xFFE -fill 0xFF 0x200 0xFFE -CRC16_Big_Endian 0xFFE -xmodem -o "$(OutputFileName).crc.hex" -intel -line-length=44
```



**情報:** 応用領域はアドレス\$0200～\$1000に配置されます。この例ではxmodemが\$0000の初期の種でCRCチェックサム計算を提供します。構築後命令は構築出力から生成した<プロジェクト名>.hexファイルを取り出し、3.5Kバイトの応用領域の残りの空間を\$FFで満たし、CRCを計算してCRCチェックサムを3.5Kバイトの塊の最終2バイト、アドレス\$FFEに置きます。結果のファイルは<プロジェクト名>\_crc.hexと名付けられます。

## 7. Atmel | STARTからのソースコード取得

コード例は画像使用者インターフェース(GUI)を通して応用コードの構成設定を許すウェブに基づくAtmel | STARTを通して利用可能です。コードは下の直接コード例リンクまたはAtmel | START先頭頁のBROWSE EXAMPLES(例検索)鉤経由Atmel Studio 7.0とIAR Embedded Workbench®の両方に対してダウンロードすることができます。

Atmel | STARTウェブ ページ: <http://microchip.com/start>

### コード例

- フラッシュ全体に対するCRCSCAN優先動作 (CRCSCAN Priority Mode for Entire Flash):
  - [http://start.atmel.com/#application/Atmel:crcscan\\_priority\\_mode\\_for\\_entire\\_flash:1.0.0::Application:CRCSCAN\\_Priority\\_Mode\\_for\\_Entire\\_Flash](http://start.atmel.com/#application/Atmel:crcscan_priority_mode_for_entire_flash:1.0.0::Application:CRCSCAN_Priority_Mode_for_Entire_Flash):

例プロジェクトについての詳細と情報に関してはAtmel | STARTでUser guide(使用者の手引き)を押下してください。User guide鉤はAtmel | STARTプロジェクト構成設定部内の一覧画面でプロジェクト名をクリックすることにより、例閲覧部で見つけることができます。

### Atmel Studio

DOWNLOAD SELECTED EXAMPLE(選んだ例をダウンロード)をクリックすることにより、Atmel | STARTで例閲覧部からAtmel Studio用.atzipファイルとしてコードをダウンロードしてください。Atmel | START内からファイルをダウンロードするには、EXPORT PROJECT(プロジェクトをエクスポート)に続いてDOWNLOAD PACK(一括ダウンロード)をクリックしてください。

ダウンロードした.atzipファイルをダブル クリックしてください。プロジェクトがAtmel Studio 7.0に導入されます。

### IAR Embedded Workbench

IAR Embedded Workbenchでプロジェクトをインポートする方法の情報についてはAtmel | START使用者の手引きを開き、Using Atmel Start Output in External Tools(外部ツールでAtmel START出力を使用)とIAR Embedded Workbenchを選んでください。Atmel | START使用者の手引きへのリンクは共に頁の右上隅に置かれたAtmel | START先頭頁からAbout(これについて)またはプロジェクト構成設定部内のHelp And Support(手助けと支援)をクリックすることによって見つけることができます。

## 8. 改訂履歴

資料改訂	日付	注釈
A	2017年8月	初版資料公開
B	2018年2月	tinyAVR 0系統とmegaAVR 0系統も含むように「関連デバイス」章を更新
C	2018年10月	8/16KバイトのmegaAVR 0系を含むように「関連デバイス」章を更新

## Microchipウェブ サイト

Microchipは<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手段として使われます。お気に入りのインターネット ブラウザを用いてアクセスすることができ、ウェブ サイトは以下の情報を含みます。

- **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相談役プログラム員一覧
- **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

## お客様への変更通知サービス

Microchipのお客様通知サービスは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<http://www.microchip.com/>でMicrochipのウェブ サイトをアクセスしてください。”Support”下で”Customer Change Notification”をクリックし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
- 現場応用技術者(FAE:Field Application 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、または現場応用技術者(FAE)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<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デバイス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、その製品系統が今日の市場でその種類の最も安全な系統の1つであると考えます。
- コード保護機能を破るのに使われる不正でおそらく違法な方法があります。当社の知る限りこれらの方法の全てはMicrochipのデ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です。おそらく、それを行う人は知的財産の窃盗に関与しています。
- Microchipはそれらのコードの完全性について心配されているお客様と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らのコードの安全を保証することはできません。コード保護は当社が製品を”破ることができない”として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。Microchipのコード保護機能を破る試みはデジタル ミレニアム著作権法に違反するかもしれません。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

デバイス応用などに関してこの刊行物に含まれ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。Microchipはその条件、品質、性能、商品性、目的適合性を含め、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。Microchipはこの情報とそれの使用から生じる全責任を否認します。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、Mcirochipロゴ、AnyRate、AVR、AVRロゴ、AVR Freaks、BitCloud、chipKIT、chipKITロゴ、CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、FlashFlex、flexPWR、Heldo、JukeBlox、KeeLoq、KeeLoqロゴ、Kleer、LANCheck、LINK MD、maXStylus、maXTouch、MediaLB、megaAVR、MOST、MOSTロゴ、MPLAB、OptoLyzer、PIC、picoPower、PICSTART、PIC32ロゴ、Prochip Designer、QTouch、SAM-BA、SpyNIC、SST、SSTロゴ、SuperFlash、tinyAVR、UNI/O、XMEGAは米国と他の国に於けるMicrochip Technology Incorporatedの登録商標です。

ClockWorks、The Embedded Control Solutions Company、EtherSynch、Hyper Speed Control、HyperLight Load、IntelliMOS、mTouch、Precision Edge、Quiet-Wire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、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ロゴ、memBrain、Mindi、MiWi、motorBench、MPASM、MPF、MPLAB Certifiedロゴ、MPLAB、MPLINK、MultiTRAK、NetDetach、Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICtail、PowerSmart、PureSilicon、QMatrix、REAL ICE、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。

Silicon Storage Technology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。

© 2018年、Microchip Technology Incorporated、米国印刷、不許複製

## DNVによって認証された品質管理システム

### ISO/TS 16949

Microchipはその世界的な本社、アリゾナ州のチャンドラーとテンペ、オレゴン州グラシャムの設計とウェハー製造設備とカリフォルニアとインドの設計センターに対してISO/TS-16949:2009認証を取得しました。当社の品質システムの処理と手続きはPIC<sup>®</sup> MCUとdsPIC<sup>®</sup> DSC、KEELOQ符号飛び回りデバイス、直列EEPROM、マイクロ周辺機能、不揮発性メモリ、アナログ製品用です。加えて、開発システムの設計と製造のためのMicrochipの品質システムはISO 9001:2000認証取得です。

日本語© HERO 2021.

本応用記述はMicrochipのAN2541応用記述(DS00002521C-2018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">http://www.microchip.com/support</a> ウェブアドレス: <a href="http://www.microchip.com">www.microchip.com</a> <b>アトランタ</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	<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 - 香港特別行政区</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 - フネー</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: 45-4450-2828 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: 49-7131-67-3636 <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 - ハドバ</b> Tel: 39-049-7625286 <b>オランダ - デルネン</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