

# RL78/G13 の IICA0 によるスレーブ機能

## 1. IIC バスの基本的な内容

IIC バスでは、通信の制御は IIC バスのマスタが行います。スレーブはマスタからの指示に従って、データの送受信を行います。スレーブができることは、マスタの送信データに対して、ACK 応答するか NACK 応答するかとマスタとの同期をとるために SCL 信号をロウ・レベルに引いて、マスタにウェイトをかけることです。ただし、マスタによっては、ウェイト機能に対応していないこともあるので、注意が必要です。

それでは、スレーブは絶対にマスタに従うだけかというそうではなく、通信の細かなプロトコルはマスタの指示に従いますが、その上位の階層では、逆にマスタはスレーブの仕様に合わせる必要があります。これは、スレーブは IIC バスを介して、何らかの機能をマスタに提供しますが、提供する機能はスレーブが規定しているからです。

そのため、最初にスレーブとして、「どのような機能を提供するか」を明確に定義します。それに従って、マスタが通信を行うことになります。

このように、スレーブでは、提供する機能で IIC バスからのアクセスに対する処理が決まってしまうので、マスタのように IIC バスの制御を階層化することは難しいです。ここらは、マスタからの指示に応じて処理が変化します。

## 2. IIC バスのスレーブとしての基本的な仕様

### 2.1 IIC バスに関する仕様

IIC バスに関する仕様は以下のようになります。

- ・ 接続する IIC バス : ファースト・モードと標準モード
- ・ スレーブ・アドレス : 0x60 (コード生成時に指定)
- ・ 拡張コード対応 : 対応しない (無視して通信から退避)
- ・ レジスタ・アドレッシング : スレーブ・アドレスに続く 8 ビットで使用する機能を指定します。

各機能へのアクセスでアドレスは更新されます。

| レジスタ・アドレス   | R/W        | 機 能          |
|-------------|------------|--------------|
| 0x00 ~ 0x01 | Write      | LED表示データ書き込み |
| 0x00 ~ 0x03 | Read       | A/D変換結果読み出し  |
| 0x80 ~ 0xFF | Read/Write | RAMへの読み書き    |

### 2.2 スレーブ機能の仕様

スレーブの機能として、以下の 3 つの機能を提供します。3 つの機能はレジスタのアドレスと送信か受信かで切り替わります。

- ・ LED 表示機能 : 表示データは 2 個の 8 ビットのデータで、SW で切り替えて表示します。
- ・ A/D 変換機能 : 4 チャンネルのアナログ入力の 16 サンプル分の移動平均を送信します。
- ・ RAM 機能 : 128 バイトのデータの任意のアドレスからの読み書きができます。

#### 2.2.1 LED 表示機能

LED 表示器としては、8 ビットのデータを表示するために 8 個の LED を使用しています。表示可能なデータは 2 バイトで、SW 入力により 2 バイトのデータのどちらかを指定できるようにします。SW を押していないときには、レジスタ・アドレス 0x00 のデータ、押しているときにはアドレス 0x01 のデータを表示します。

表示は上位 4 ビットと下位 4 ビットの 2 回に分けた時分割で表示します。表示の周期は 10ms とします。マスタからの表示データはマスタがストップ・コンディションを発行した時点で表示データとして確定します。確定したデータは 50ms 以内に表示可能になります。

マスタはデータを 50ms ごとに 22 組送信してくることで表示を動かしています。

### 2.2.2 A/D 変換機能

4 チャンネルのアナログ入力を変換し、最新の 16 回分の移動平均を得ることが可能です。A/D 変換の仕様は以下の通りです。

- ・ アナログ入力 : チャンネル 0～3 の 4 チャンネル
- ・ 変換方式 : スキャン・モードで連続変換モード
- ・ 変換分解能 : 10 ビット
- ・ 変換時間 : 4.75  $\mu$  秒／チャンネル
- ・ バッファ : 16 データ／チャンネル（合計 128 バイト）＋合計値領域（合計 8 バイト）

変換結果はレジスタ・アドレス 0x00～0x03 で読み出すことができます。10 ビットの変換結果を上位 2 ビット、下位 8 ビットの順で読み出せます。チャンネル 3 の下位 8 ビットを読み出したあとは、図 2.1 に示すようにチャンネル 0 に戻ります。

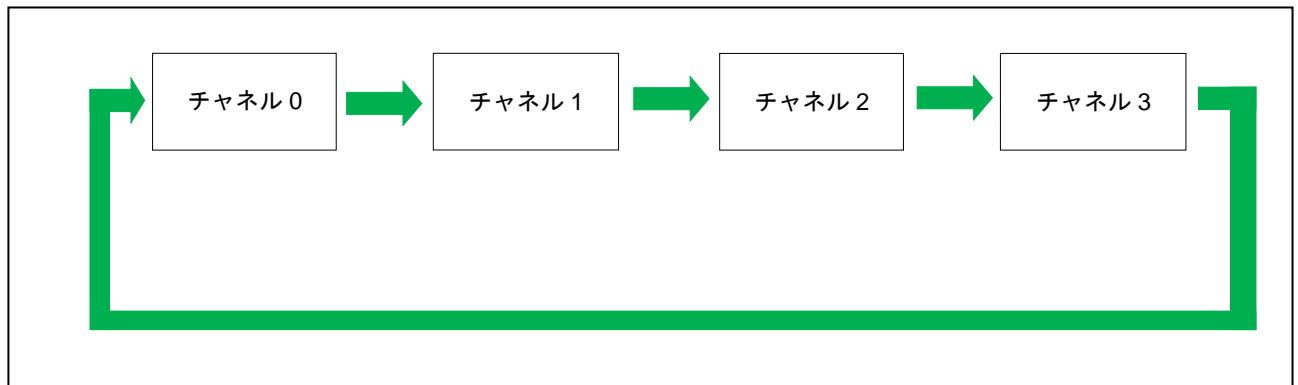


図 2.1 A/D 変換結果の読み出し

### 2.2.3 RAM 機能

128 バイトのデータの一時保管に使用できる 128 バイトの RAM 領域です。初期状態では、0x00～0x7F のデータが格納されています。スレーブ・アドレスに続けて 8 ビットで指定するレジスタのアドレスが 0x80～0xFF の場合に RAM へのアクセスとなります。受信したレジスタのアドレスのビット 7 をマスクした値が RAM のアドレスになります。

受信したデータは直ちに RAM に書き込まれます。RAM へのアクセスは自動的にアドレスが更新されていきます。アドレス 0x7F へのアクセスの次はアドレス 0x00 へのアクセスとなります。

任意のアドレスの RAM への読み書きは、スレーブ受信（マスタ送信）でスレーブ・アドレスに続けてレジスタ・アドレスを受信し、RAM のアドレスを指定します。RAM への書き込みではそのまま続けてデータの転送（スレーブ受信）を行います。RAM からの読み出しでは、リスタートしてスレーブ送信（マスタ受信）でスレーブ・アドレスを受信したら、レジスタ・アドレスで指定されたアドレスの RAM のデータが読み出し可能です。

## 2.3 スレーブをアクセスするためのプロトコル

### 2.3.1 LED への表示

LED に表示する場合のアクセス方法を図 2.2 に示します。

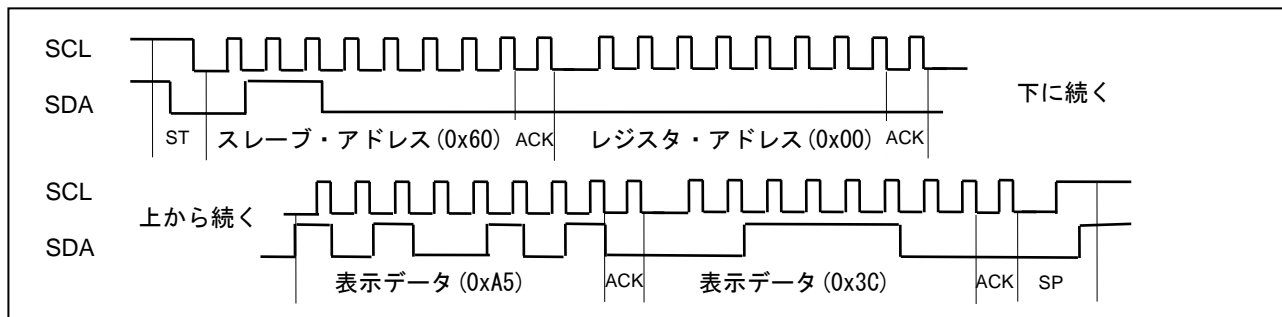


図 2.2 LED 表示データ書き込みタイミング

この例では、スタート・コンディション (ST)、スレーブ・アドレス (0x60) に続けて、レジスタ・アドレス 0x00 に 0xA5、0x01 に 0x3C を書き込んでいます。最後に、ストップ・コンディション (SP) でスレーブに送信完了を通知しています。

これに対して、スレーブは ACK 応答を行っています。

### 2.3.2 A/D 変換結果の読み出し

A/D 変換結果を読み出す場合のアクセス方法を図 2.3 に示します。

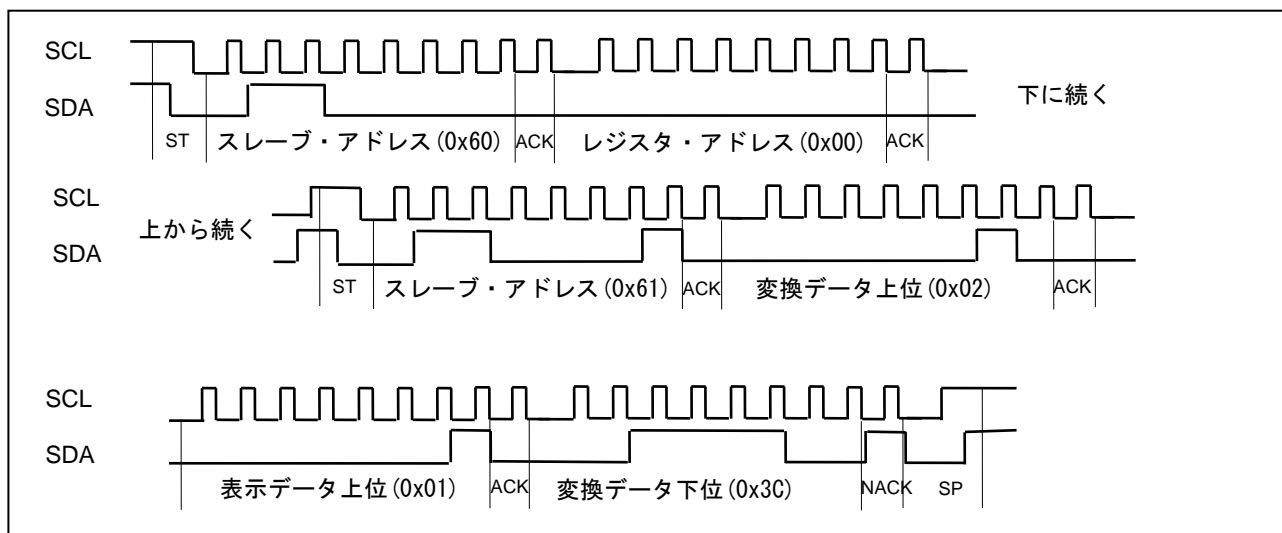


図 2.3 A/D 変換結果読み出しタイミング

この例では、最初にスタート・コンディション (ST)、スレーブ・アドレス (0x60) に続けて、レジスタ・アドレス 0x00 (=チャンネル 0) を指定しています。

その後に、リスタートして、読み出しでスレーブを選択 (0x61) することで、チャンネル 0 の A/D 変換結果を上位、下位の順に読み出します。この図では、チャンネル 0 の変換結果の上位が 0x02 となっています。

一番下のタイミングでは変換結果 (0x013C) を読み出したところで、マスタが NACK 応答を戻してきたので、スレーブは通信完了として通信から退避します。最後に、ストップ・コンディション (SP) で IIC バスを開放して通信を完了します。

4 チャンネル分の A/D 変換が完了したら、得られた移動平均値を IICA0 の変換結果送信用バッファに設定します。一方、A/D 変換結果の読み出しはチャンネル 3 の下位の読み出し後はチャンネル 0 の上位になるので、A/D 変換結果の読み出しを繰り返すことで、最新の変換結果を得ることが可能です。

### 2.3.3 RAM のデータ読み出し

RAM のデータを読み出す場合のアクセス方法を図 2.4 に示します。

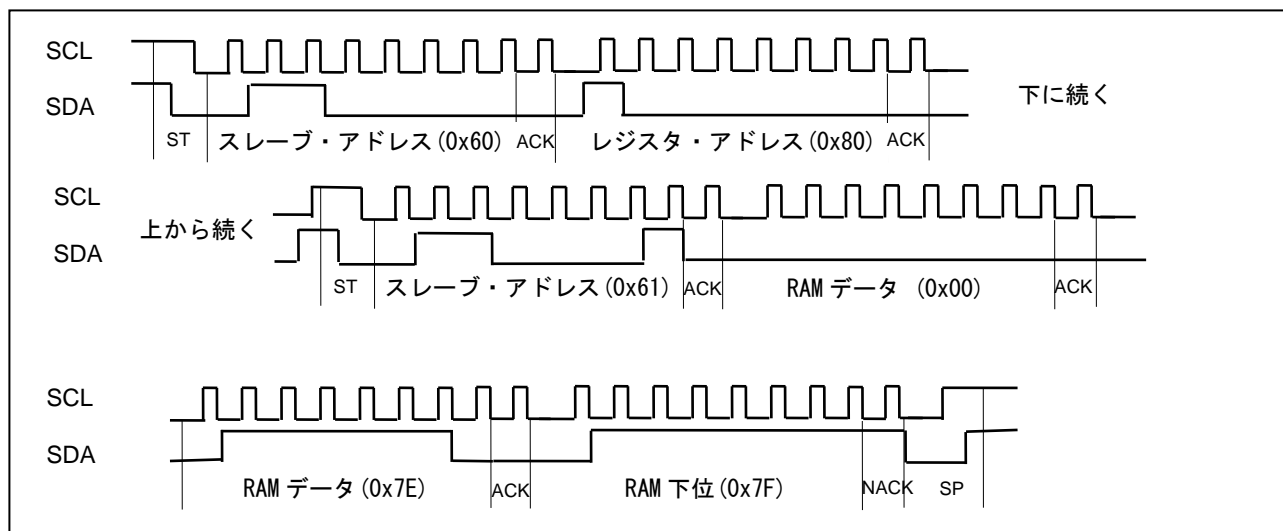


図 2.4 RAM データの読み出しタイミング

この例では、最初にスタート・コンディション（ST）、スレーブ・アドレス（0x60）に続けて、レジスタ・アドレス 0x80（＝RAM のアドレス 0x00）を指定しています。

その後に、リスタートして、読み出しでスレーブを選択（0x61）することで、指定したアドレス 0x00 番地の RAM の値を読み出します。この図では、アドレス 0x00 の値は 0x00 になっています

一番下のタイミングでは RAM アドレス 0x7E の値を読み出し、0x7F の値を読み出したところで、マスタが NACK 応答を戻してきたので、スレーブは通信完了として通信から退避します。最後に、ストップ・コンディション（SP）で IIC バスを開放して通信を完了します。

#### 2.3.4 RAM へのデータ書き込み

RAM にデータを書き込む場合のアクセス方法を図 2.5 に示します。

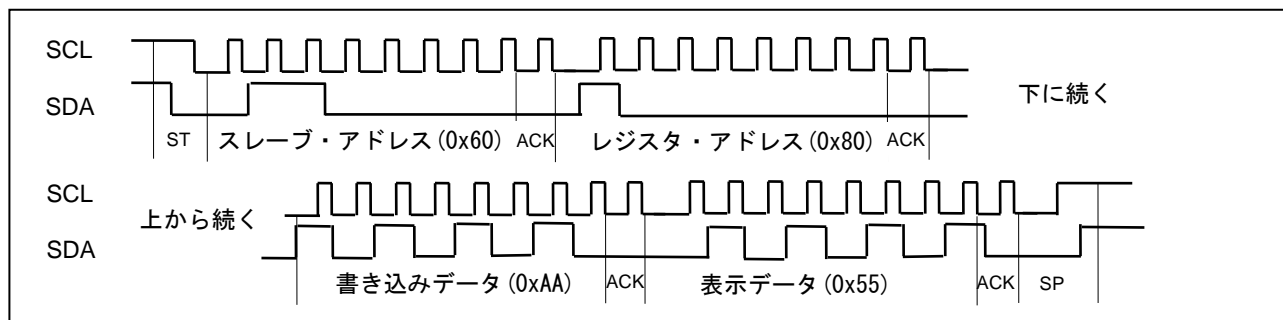


図 2.5 RAM へのデータ書き込みタイミング

この例では、最初にスタート・コンディション（ST）、スレーブ・アドレス（0x60）に続けて、レジスタ・アドレス 0x80（＝RAM のアドレス 0x00）を指定しています。

その後、0x00 番地への書き込みデータとして 0xAA を次の番地への書き込みデータとして 0x55 を送信しています。2 バイトのデータを送信して通信を完了し、ストップ・コンディションを発行して IIC バスを開放しています。

#### 2.3.5 IICA0 制御

IICA0 を制御している `r_iicao_lib.c` では INTICA0 割り込み処理開始時に IICS0 レジスタの値を取り込み、取り込んだ値に応じて処理を行います。書き込みはバイト単位、読み出しはビット単位で行います。CC-RL では、ビットの扱いが CA78K0R からシュリンクされているので、この処理では、バイト（`uint8_t`）とビット・ストリームの共用体での処理に変更します。これに関係して、main 関数とのインタフェースを若干変更しました。

### 3. 動作確認条件

本サンプルコードは、下記の条件で動作を確認しています。

表 3.1 動作確認条件

| 項目     | 内容  |
|--------|---|
| 使用マイコン | RL78/G13 (R5F100LG)   |
| 動作周波数  | <ul style="list-style-type: none"><li>● 高速オンチップ・オシレータ (HOCO) クロック : 32MHz</li><li>● CPU/周辺ハードウェア・クロック : 32MHz</li></ul> |
| 動作電圧   | 3.3V (2.9V~5.5V で動作可能)<br>LVD 動作モード : リセット・モード、電圧 : 2.75V   |
| 統合開発環境 | ルネサス エレクトロニクス製<br>CS+ V4.00.00  |
| コンパイラ  | ルネサス エレクトロニクス製<br>CC-RL V1.02.00  |
| 主な使用部品 | 秋月電子通商<br>・ RL78マイコン R5F100LGAFB搭載変換モジュール<br>・ 高輝度10ポイント赤色バーLEDアレイOSX10201-R  |

## 4. ハードウェア説明

### 4.1 ハードウェア構成例

図 5.1 に対象とするハードウェア構成例を示します。

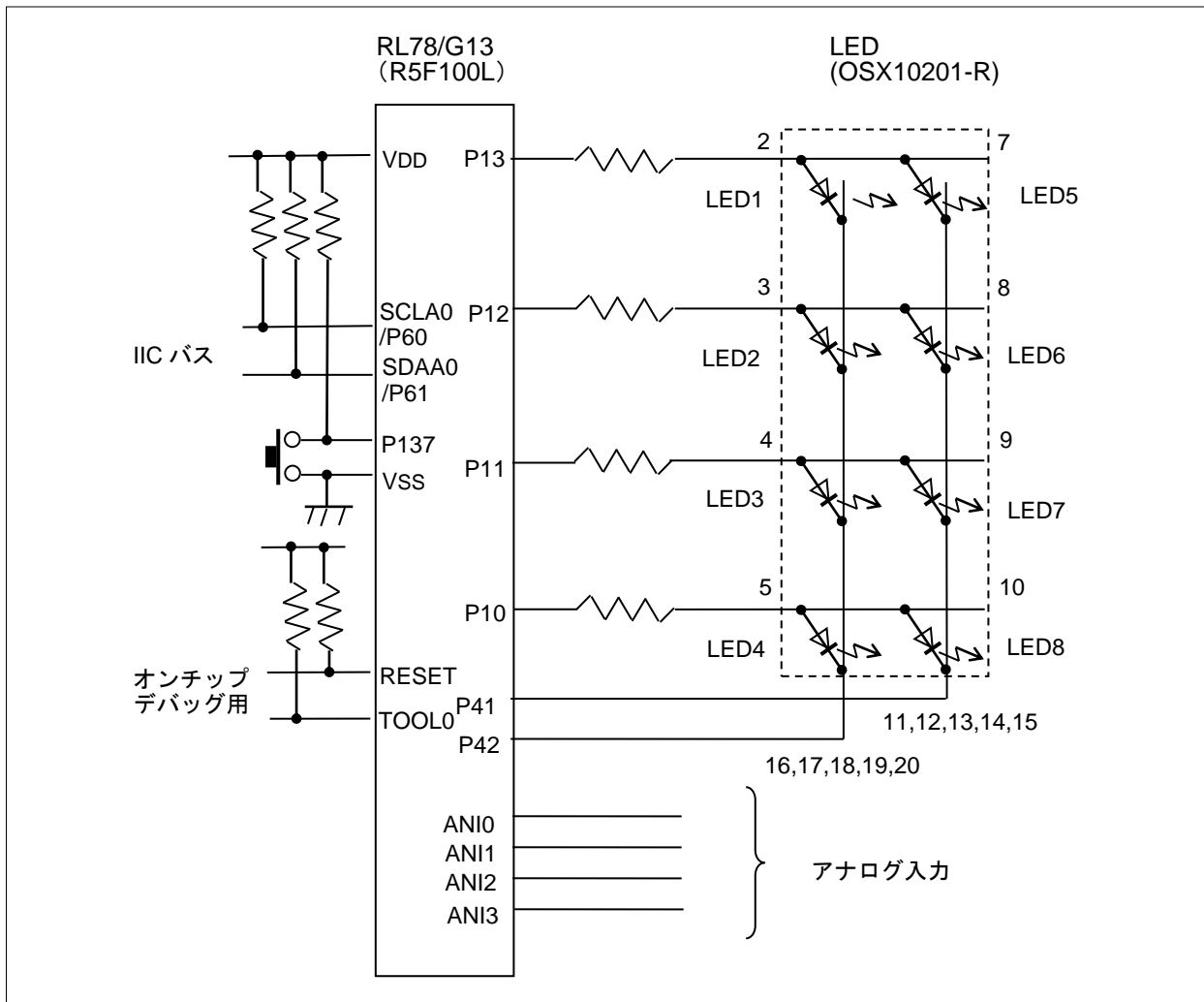


図 5.1 ハードウェア構成

**注意 1** この回路イメージは接続の概要を示す為に簡略化しています。実際に回路を作成される場合は、端子処理などを適切に行い、電気的特性を満たすように設計してください（入力専用ポートは個別に抵抗を介して VDD 又は VSS に接続して下さい）。

**2** VDD は LVD にて設定したリセット解除電圧（ $V_{LVD}$ ）以上にしてください。

## 4.2 使用端子一覧

表 5.1に使用端子と機能を示します。

表 5.1 使用端子と機能

| 端子名       | 入出力 | 内容             |
|-----------|-----|----------------|
| SDA00     | 入出力 | IIC 通信データ信号    |
| SCL00     | 入出力 | IIC 通信クロック信号   |
| P13～P10   | 出力  | LED へのデータ出力    |
| P41、P42   | 出力  | LED の点灯タイミング出力 |
| ANI0～ANI3 | 入力  | アナログ信号入力       |
| P137      | 入力  | SW 入力          |

## 5. ソフトウェア説明

### 5.1 動作概要

本サンプルコードでは、内蔵周辺機能の初期設定だけは CS+のコード生成機能を利用します。

内蔵周辺機能の初期設定が完了したら、データの初期化を行い、A/DコンバータとLED点灯用タイマを起動します。A/D変換とLED点灯は割り込みによりバックグラウンドで処理します。IICバスでの通信についても、IICA0割り込みによりバックグラウンドで処理します。

メイン処理では、4チャンネル分のA/D変換完了を待ちます。その間にIICバスでストップ・コンディション検出したら、LED点灯用のデータ受信バッファから点灯制御用バッファに転送します。4チャンネル分のA/D変換が完了したら、移動平均値をIICバスの送信用バッファに転送します。送信用バッファに転送されたデータは、マスタからの指示に対応してIICバスに送信されます。

A/D変換完了割り込み処理では、各チャンネルの変換結果を加算していきます。加算する値が16以上になると、最も古い値を最新の値に置き換えていきます。スキャン・モードでチャンネル0～3分の変換が完了すると、メイン処理にA/D変換完了を通知します。

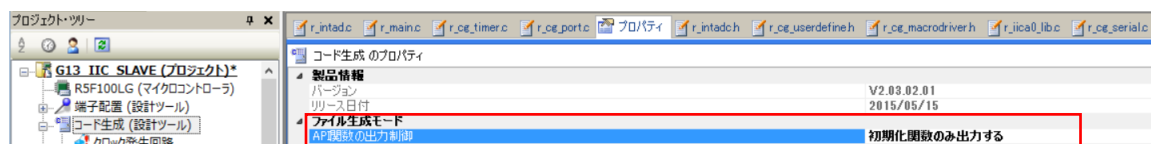
5msのタイマ割り込みでは、点灯データを上位4ビット、下位4ビットの順に2時分割で点灯させます。また、50msに1回、SWの状態を確認して、2つの点灯データのどちらを使用するかを指定します。

IICA0割り込みでは、マスタからのアドレスを指定するレジスタの値、送信／受信の指定に応じた処理を行います。詳細は、「2.1 IICバスに関する仕様」を参照してください。IICA0割り込み処理では、メイン処理に対してストップ・コンディションを検出したことを通知することで、IICバスの通信が完了したことを示します。

以上のように、ほとんどの処理は割り込みベースで行われます。メイン処理は、割り込み処理で準備されたデータを別の割り込み処理でできるように、データを必要なバッファに設定するだけです。

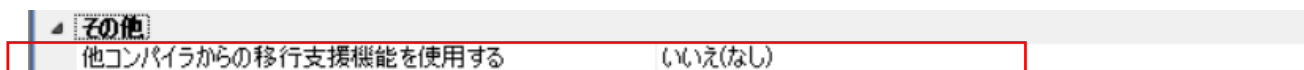
### 5.2 コード生成での設定内容

プロパティの「ファイル生成モード」の「API関数の出力制御」を「初期化関数のみ出力する」に設定し、以下の設定を行います。



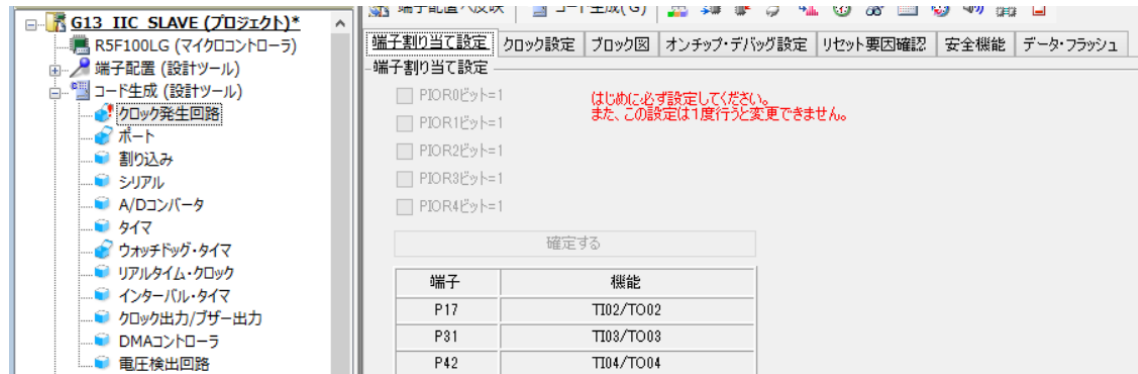
#### (1) コンパイル・オプションの設定

CC-RLのプロパティのコンパイル・オプションの「その他」の項目で「他コンパイラからの移行支援機能を使用する」を「いいえ(なし)」に設定します。



## (2) クロック発生回路の設定

### (a) 端子割り当て設定：そのまま確定



### (b) クロック設定

- ・動作モード設定：高速メイン・モード  $2.7(V) \leq VDD \leq 5.5(V)$
- ・EVDD 設定： $2.7(V) \leq EVDD \leq 5.5(V)$
- ・メイン・システム・クロック (fMAIN) 設定：高速オンチップオシレータクロック (fIH)
- ・高速オンチップオシレータクロック設定：32 (MHz)
- ・高速システム・クロック設定：動作をチェックしない
- ・サブシステム・クロック (fSUB)：動作をチェックしない
- ・低速内蔵発振クロック (fIL) 設定：周波数 15 (kHz)
- ・RTC、インターバル・タイマ動作クロック設定：15 (fIL) (kHz)
- ・CPU と周辺クロック設定：32000 (fIH) (kHz)

### (c) オンチップ・デバッグ設定

- ・オンチップ・デバッグ動作設定：使用する
- ・RRM 機能設定：使用しない



- ・セキュリティ ID 設定：セキュリティ ID を設定する
- ・セキュリティ ID 認証失敗時の設定：フラッシュ・メモリのデータを消去する

|   |        |       |              |          |      |           |
|---|--------|-------|--------------|----------|------|-----------|
| 端子割り当て設定  | クロック設定 | ブロック図 | オンチップ・デバッグ設定 | リセット要因確認 | 安全機能 | データ・フラッシュ |
| オンチップ・デバッグ動作設定<br><input type="radio"/> 使用しない <input checked="" type="radio"/> 使用する   |        |       |              |          |      |           |
| RRM機能設定<br><input type="radio"/> 使用する <input checked="" type="radio"/> 使用しない  |        |       |              |          |      |           |
| セキュリティID設定<br><input checked="" type="checkbox"/> セキュリティIDを設定する<br>セキュリティID <input type="text" value="0x00000000000000000000"/> |        |       |              |          |      |           |
| セキュリティID認証失敗時の設定<br><input type="radio"/> フラッシュ・メモリのデータを消去しない<br><input checked="" type="radio"/> フラッシュ・メモリのデータを消去する            |        |       |              |          |      |           |

(d) リセット要因確認

- ・リセット要因を確認する関数を出力する：チェックを」外す

|   |        |       |              |          |      |           |
|---|--------|-------|--------------|----------|------|-----------|
| 端子割り当て設定  | クロック設定 | ブロック図 | オンチップ・デバッグ設定 | リセット要因確認 | 安全機能 | データ・フラッシュ |
| 関数出力設定<br><input type="checkbox"/> リセット要因を確認する関数を出力する |        |       |              |          |      |           |

(e) 安全機能：全て「使用しない」を選択

|  |        |       |              |          |      |           |
|--|--------|-------|--------------|----------|------|-----------|
| 端子割り当て設定   | クロック設定 | ブロック図 | オンチップ・デバッグ設定 | リセット要因確認 | 安全機能 | データ・フラッシュ |
| 不正メモリ・アクセス検出機能設定<br><input checked="" type="radio"/> 使用しない <input type="radio"/> 使用する  |        |       |              |          |      |           |
| RAMガード機能設定<br><input checked="" type="radio"/> 使用しない <input type="radio"/> 使用する<br>RAMガード空間 <input type="text" value="RAM下位アドレスから128バイト"/> |        |       |              |          |      |           |
| ポート・レジスタのガード機能設定<br><input checked="" type="radio"/> 使用しない <input type="radio"/> 使用する  |        |       |              |          |      |           |
| 割り込みレジスタのガード機能設定<br><input checked="" type="radio"/> 使用しない <input type="radio"/> 使用する  |        |       |              |          |      |           |
| チップ・ステート・コントロール・レジスタのガード機能設定<br><input checked="" type="radio"/> 使用しない <input type="radio"/> 使用する  |        |       |              |          |      |           |

(f) データ・フラッシュ：データ・フラッシュのアクセス禁止

|  |          |       |              |          |      |           |
|--|----------|-------|--------------|----------|------|-----------|
| 端子配置へ反映  | コード生成(G) |       |              |          |      |           |
| 端子割り当て設定   | クロック設定   | ブロック図 | オンチップ・デバッグ設定 | リセット要因確認 | 安全機能 | データ・フラッシュ |
| データ・フラッシュのアクセス制御設定<br><input checked="" type="radio"/> データ・フラッシュのアクセス禁止 <input type="radio"/> データ・フラッシュのアクセス許可 |          |       |              |          |      |           |

(3) ポートの設定

- ・P10～P13：出力ポートに設定（0 を出力）
- ・P41、P42：出力ポートに設定（1 を出力）

|  |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
|--|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| ポート0   | ポート1 | ポート2 | ポート3 | ポート4 | ポート5 | ポート6 | ポート7 | ポート12 | ポート13 | ポート14 |
| P40<br><input checked="" type="radio"/> 使用しない <input type="radio"/> 入力 <input type="radio"/> 出力 <input checked="" type="checkbox"/> 内蔵プルアップ <input type="checkbox"/> 1 |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
| P41<br><input type="radio"/> 使用しない <input type="radio"/> 入力 <input checked="" type="radio"/> 出力 <input type="checkbox"/> 内蔵プルアップ <input checked="" type="checkbox"/> 1 |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
| P42<br><input type="radio"/> 使用しない <input type="radio"/> 入力 <input checked="" type="radio"/> 出力 <input type="checkbox"/> 内蔵プルアップ <input checked="" type="checkbox"/> 1 |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
| P43<br><input checked="" type="radio"/> 使用しない <input type="radio"/> 入力 <input type="radio"/> 出力 <input type="checkbox"/> 内蔵プルアップ <input type="checkbox"/> 1            |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |

| ポート0                                   | ポート1                     | ポート2                                | ポート3                             | ポート4                             | ポート5                          | ポート6                       | ポート7                          | ポート12                      | ポート13 | ポート14 |
|--|--------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|-------|-------|
| P10                                    |                          |                                     |                                  |                                  |                               |                            |                               |                            |       |       |
| <input type="radio"/> 使用しない            | <input type="radio"/> 入力 | <input checked="" type="radio"/> 出力 | <input type="checkbox"/> 内蔵プルアップ | <input type="checkbox"/> TTLバッファ | <input type="checkbox"/> N-ch | <input type="checkbox"/> 1 |                               |                            |       |       |
| P11                                    |                          |                                     |                                  |                                  |                               |                            |                               |                            |       |       |
| <input type="radio"/> 使用しない            | <input type="radio"/> 入力 | <input checked="" type="radio"/> 出力 | <input type="checkbox"/> 内蔵プルアップ | <input type="checkbox"/> TTLバッファ | <input type="checkbox"/> N-ch | <input type="checkbox"/> 1 |                               |                            |       |       |
| P12                                    |                          |                                     |                                  |                                  |                               |                            |                               |                            |       |       |
| <input type="radio"/> 使用しない            | <input type="radio"/> 入力 | <input checked="" type="radio"/> 出力 | <input type="checkbox"/> 内蔵プルアップ |                                  |                               |                            | <input type="checkbox"/> N-ch | <input type="checkbox"/> 1 |       |       |
| P13                                    |                          |                                     |                                  |                                  |                               |                            |                               |                            |       |       |
| <input type="radio"/> 使用しない            | <input type="radio"/> 入力 | <input checked="" type="radio"/> 出力 | <input type="checkbox"/> 内蔵プルアップ | <input type="checkbox"/> TTLバッファ | <input type="checkbox"/> N-ch | <input type="checkbox"/> 1 |                               |                            |       |       |
| P14                                    |                          |                                     |                                  |                                  |                               |                            |                               |                            |       |       |
| <input checked="" type="radio"/> 使用しない | <input type="radio"/> 入力 | <input type="radio"/> 出力            | <input type="checkbox"/> 内蔵プルアップ | <input type="checkbox"/> TTLバッファ | <input type="checkbox"/> N-ch | <input type="checkbox"/> 1 |                               |                            |       |       |
| P15                                    |                          |                                     |                                  |                                  |                               |                            |                               |                            |       |       |
| <input checked="" type="radio"/> 使用しない | <input type="radio"/> 入力 | <input type="radio"/> 出力            | <input type="checkbox"/> 内蔵プルアップ | <input type="checkbox"/> TTLバッファ | <input type="checkbox"/> N-ch | <input type="checkbox"/> 1 |                               |                            |       |       |
| P16                                    |                          |                                     |                                  |                                  |                               |                            |                               |                            |       |       |
| <input checked="" type="radio"/> 使用しない | <input type="radio"/> 入力 | <input type="radio"/> 出力            | <input type="checkbox"/> 内蔵プルアップ | <input type="checkbox"/> TTLバッファ |                               |                            |                               | <input type="checkbox"/> 1 |       |       |
| P17                                    |                          |                                     |                                  |                                  |                               |                            |                               |                            |       |       |
| <input checked="" type="radio"/> 使用しない | <input type="radio"/> 入力 | <input type="radio"/> 出力            | <input type="checkbox"/> 内蔵プルアップ | <input type="checkbox"/> TTLバッファ | <input type="checkbox"/> N-ch | <input type="checkbox"/> 1 |                               |                            |       |       |

#### (4) 割り込みの設定

全て初期値（チェックなし）のまま

#### (5) シリアルの設定

SAU0、SAU1 関係は全て初期値（使用しない）のまま

(a) IICA0：転送モードをスレーブに設定

| SAU0  | SAU1 | IICA0 |
|---|------|-------|
| 転送モード   |      |       |
| 設定  |      |       |
| <input type="radio"/> 使用しない<br><input type="radio"/> シングルマスタ<br><input checked="" type="radio"/> スレーブ |      |       |

(b) IICA0 の設定（下記以外は初期値のまま）

- ・ 自局アドレス：0x60
- ・ 動作モード設定：ファースト・モード（デジタル・フィルタ・オン）
- ・ 割り込み設定：優先順位はレベル 2

| SAU0  | SAU1 | IICA0 |
|---|------|-------|
| 転送モード   |      |       |
| 設定  |      |       |
| カウント・クロック設定<br><input type="radio"/> fCLK <input checked="" type="radio"/> fCLK/2   |      |       |
| 自局アドレス設定<br>アドレス <input type="text" value="0x60"/>  |      |       |
| 動作モード設定<br><input type="radio"/> 標準 <input checked="" type="radio"/> ファースト・モード/ファースト・モード・プラス <input checked="" type="checkbox"/> デジタル・フィルタ・オン |      |       |
| ウェイクアップ機能設定<br><input checked="" type="radio"/> オフ <input type="radio"/> オン   |      |       |
| 割り込み設定<br>通信完了割り込み優先順位(INTIICA0) <input type="text" value="レベル2"/>  |      |       |

#### (6) A/D コンバータの設定

- ・ A/D コンバータ動作設定：使用する
- ・ コンパレータ動作設定：許可
- ・ 分解能設定：10 ビット

- ・ VREF(+)設定 : VDD
  - ・ VREF(-)設定 : VSS
  - ・ トリガ・モード設定 : ソフトウェア・トリガ・モード
  - ・ 動作モード設定 : 連続スキャン・モード
  - ・ ANI0 – ANI3 アナログ入力端子設定 : ANI0 – ANI3
  - ・ ANI6 – ANI19 アナログ入力端子設定 : 全てチェックを外す
  - ・ 変換開始チャネル設定 : ANI0 – ANI3
  - ・ 変換時間モード : 標準 1
  - ・ 変換時間 : 9.5 (304/fCLK) (μs)
  - ・ 割り込み設定 : A/D の割り込み許可をチェック (優先順位はレベル 1)
- これ以外は初期値のまま

|   |                                       |                              |
|---|---------------------------------------|------------------------------|
| A/Dコンバータ動作設定                                    |                                       |                              |
| <input type="radio"/> 使用しない                     | <input checked="" type="radio"/> 使用する |                              |
| コンパレータ動作設定                                      |                                       |                              |
| <input type="radio"/> 停止                        | <input checked="" type="radio"/> 許可   |                              |
| 分解能設定   |                                       |                              |
| <input checked="" type="radio"/> 10ビット          | <input type="radio"/> 8ビット            |                              |
| VREF(+)設定                                       |                                       |                              |
| <input checked="" type="radio"/> VDD            | <input type="radio"/> AVREFP          | <input type="radio"/> 内部基準電圧 |
| VREF(-)設定                                       |                                       |                              |
| <input checked="" type="radio"/> VSS            | <input type="radio"/> AVREFM          |                              |
| トリガ・モード設定                                       |                                       |                              |
| <input checked="" type="radio"/> ソフトウェア・トリガ・モード |                                       |                              |
| <input type="radio"/> ハードウェア・トリガ・ノーウェイト・モード     |                                       |                              |
| <input type="radio"/> ハードウェア・トリガ・ウェイト・モード       |                                       |                              |
| INTTM01   |                                       |                              |

|   |   |
|---|---|
| 動作モード設定   |   |
| <input type="radio"/> 連続セレクト・モード  | <input checked="" type="radio"/> 連続スキャン・モード |
| <input type="radio"/> ワンショット・セレクト・モード   | <input type="radio"/> ワンショット・スキャン・モード       |
| ANI0 – ANI7アナログ入力端子設定   | ANI0 – ANI3                                 |
| ANI16 – ANI19アナログ入力端子設定   |   |
| <input type="checkbox"/> ANI16 <input type="checkbox"/> ANI17 <input type="checkbox"/> ANI18 <input type="checkbox"/> ANI19 |   |
| 変換開始チャネル設定  | ANI0 – ANI3                                 |
| 変換時間設定  |   |
| 変換時間モード   | 標準1   |
| 変換時間  | 4.75 (152/fCLK) (μs)                        |
| 変換結果上限/下限値設定  |   |
| <input checked="" type="radio"/> ADLL ≤ ADCRH ≤ ADULで割り込み要求信号(INTAD)を発生   |   |
| <input type="radio"/> ADUL < ADCRHまたはADLL > ADCRHで割り込み要求信号(INTAD)を発生  |   |
| 上限値(ADUL)   | 255   |
| 下限値(ADLL)   | 0   |
| 割り込み設定  |   |
| <input checked="" type="checkbox"/> A/Dの割り込み許可(INTAD)   |   |
| 優先順位  | レベル1  |

## (7) タイマの設定

### (a) 一般設定 チャンネル 0：インターバル・タイマ

| 一般設定    | チャンネル0     | チャンネル1 | チャンネル2 | チャンネル3 | チャンネル4 | チャンネル5 | チャンネル6 | チャンネル7 |
|---------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 機能      |            |        |        |        |        |        |        |        |
| チャンネル 0 | インターバル・タイマ |        |        |        |        |        |        |        |
| チャンネル 1 | 使用しない      |        |        |        |        |        |        |        |
| チャンネル 2 | 使用しない      |        |        |        |        |        |        |        |
| チャンネル 3 | 使用しない      |        |        |        |        |        |        |        |
| チャンネル 4 | 使用しない      |        |        |        |        |        |        |        |
| チャンネル 5 | 使用しない      |        |        |        |        |        |        |        |
| チャンネル 6 | 使用しない      |        |        |        |        |        |        |        |
| チャンネル 7 | 使用しない      |        |        |        |        |        |        |        |

### (b) チャンネル 0

- ・動作モード設定：16 ビット
  - ・インターバル時間（16 ビット）設定：5ms
- これ以外は初期状態のまま

| 一般設定  | チャンネル0 | チャンネル1 | チャンネル2 | チャンネル3 | チャンネル4 | チャンネル5    | チャンネル6 | チャンネル7 |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|--------|--------|
| -インターバル・タイマ設定-  |        |        |        |        |        |           |        |        |
| インターバル時間(16ビット)   |        | 5      |        | ms     |        | (実際の値: 5) |        |        |
| <input type="checkbox"/> カウント開始時にINTTM00割り込みを発生する                     |        |        |        |        |        |           |        |        |
| -割り込み設定-  |        |        |        |        |        |           |        |        |
| <input checked="" type="checkbox"/> タイマ・チャンネル0のカウント完了で割り込み発生(INTTM00) |        |        |        |        |        |           |        |        |
| 優先順位  |        | 低      |        |        |        |           |        |        |

## (8) ウォッチドッグ・タイマの設定

- ・HALT/STOP/SNOOZE モード時の動作設定：停止
- ・ウォッチドッグ・タイマ動作設定：使用しない

|  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| -ウォッチドッグ・タイマ動作設定-  |                                     |
| <input checked="" type="radio"/> 使用しない   | <input type="radio"/> 使用する          |
| -HALT/STOP/SNOOZEモード時の動作設定-  |                                     |
| <input type="radio"/> 許可   | <input checked="" type="radio"/> 停止 |
| -オーバーフロー時間設定-  |                                     |
| オーバーフロー時間  | 4369.07 (2 <sup>16</sup> /fIL) (ms) |
| -ウィンドウ・オープン期間設定-   |                                     |
| ウィンドウ・オープン期間   | 100 (%)                             |
| -割り込み設定-   |                                     |
| <input checked="" type="checkbox"/> オーバーフロー時間の75% + 1/2fIL到達時にインターバル割り込みを発生する(INTWDTI) |                                     |
| 優先順位   | 低                                   |

## (9) リアルタイム・クロックの設定

初期値（使用しない）のまま

## (10) インターバル・タイマの設定

初期値（使用しない）のまま

(11) クロック出力／ブザー出力の設定

初期値（使用しない）のまま

(12) DMA コントローラの設定

初期値（使用しない）のまま

(13) 電圧検出回路の設定

- ・ 電圧検出動作設定：使用する
- ・ 動作モード設定：リセットモード
- ・ 検出電圧設定：2.75（V）

|  |                                       |
|--|---------------------------------------|
| -電圧検出動作設定-                               |                                       |
| <input type="radio"/> 使用しない              | <input checked="" type="radio"/> 使用する |
| -動作モード設定-                                |                                       |
| <input checked="" type="radio"/> リセットモード |                                       |
| <input type="radio"/> 割込み&リセットモード        |                                       |
| INTLVI優先順位                               | 低                                     |
| <input type="radio"/> 割込みモード             |                                       |
| INTLVI優先順位                               | 低                                     |
| -検出電圧設定-                                 |                                       |
| リセット発生電圧(VLVD)                           | 2.75 (V)                              |
| リセット発生電圧(VLVDL)                          | 1.63 (V)                              |
| 割込み発生電圧(VLVDH)                           | 1.73 (V)                              |
| 割込み発生電圧(VLVD)                            | 1.63 (V)                              |