

RA2E3 グループ

RA2E3 HS4001 低消費電力センサシステム実装例

要旨 (Introduction)

本アプリケーションノートでは、RA ファミリデバイスで動作する HS400x 温湿度センサで取得したデータを OLED モジュール SSD1306 に表示するアプリケーションについて説明します。

本アプリケーションは低消費電力モードのソフトウェアスタンバイモードを使用します。ソフトウェアスタンバイモードは通常モードと比べ、CPU やほとんどの周辺機能を停止させることで消費電力を最小限に抑えることができます。MCU は 500 ミリ秒ごとのウェイクアップ割り込み処理と 4 秒ごとの OLED センサデータ更新処理以外はソフトウェアスタンバイモードで長時間動作します。ウェイクアップイベントの発生には AGT タイマを使用します。

対象デバイス (Target Device)

RA2E3

本アプリケーションを他のマイコンに適用する場合は、適用先のマイコンの仕様に合わせて修正し、十分な評価を行ってください。

必須リソース (Required Resources)

本アプリケーションに必要なリソースは下記の通りです。

ハードウェア

- FPB-RA2E3 Fast Prototyping Board (RTK7FPA2E3S00001BE)
- 相対湿度センサ Pmod™ ボード QCIOT-HS4001POCZ (QCIOT-HS4001POCZ)
- OLED モジュール
 - SSD1306 コントローラ
 - 解像度: 128 x 64 ドットマトリクスパネル
 - 電源電圧: 3.3 V
 - インタフェース: I2C
 - スレーブアドレス: 0x3c (7-bit address)
- ジャンパワイヤ(オスメスタイプ) 4 本

※SEGGER J-Link™オンボードを使用するため、別途エミュレータは不要

開発ツール・ソフトウェア

- e² studio IDE version 2025-01
- Renesas Flexible Software Package (FSP) version 5.8.0
- GCC ARM Embedded Toolchain version 13.2.1.arm-13-7

目次

1.	はじめに	3
1.1	概要	3
1.2	主な技術パラメータ	3
1.3	仕様	4
2.	RA2E3 MCU	5
2.1	ブロック図	5
2.2	RA2E3 低消費電力モード	6
3.	システム概要	6
3.1	導入	6
3.2	使用する周辺機能	6
3.3	使用する端子	7
3.4	動作手順	7
4.	ハードウェア	7
5.	ソフトウェア	9
5.1	統合開発環境	9
5.2	動作概要	9
5.3	フローチャート	10
5.3.1	メイン処理	10
5.3.2	タイマ割り込み処理	11
5.4	ファイル構成	12
6.	e ² studio の FSP を使用してミドルウェアとドライバを追加する方法	13
6.1	HS400X 温湿度センサ (HS400X Temperature/Humidity Sensor)	13
6.2	低消費電力モード (Low Power Modes)	15
6.3	I2C 通信デバイス (I2C Communication Device)	17
7.	プロジェクトのインポートとビルド方法	18
8.	低消費電力プロジェクトのデバッグ方法	18
9.	e ² studio でデバッグする際の Tips	19
9.1	IO Registers 表示	19
9.2	[IO Registers] ビューのカスタマイズ	19
9.3	ブレークポイントの設定	20
10.	サンプルプロジェクト	21
11.	参考ドキュメント	21
	改訂記録	22

1. はじめに

1.1 概要

本アプリケーションは、RA2E3 Fast Prototyping Board (FPB-RA2E3) と相対湿度センサ Pmod™ボード QCIOT-HS4001POCZ を使用して、温湿度データを取得し、OLED モジュール SSD1306 の画面に室内の湿度と温度を表示するプログラムです。低消費電力モードのソフトウェアスタンバイモードを使用しており、CPU の動作時間を最小限に抑え、消費電力を削減します。

RA2E3 Fast Prototyping Board は、R7FA2E3073CFL マイコンを搭載し、様々なアプリケーションの試作開発に特化した評価ボードです。SEGGER J-Link™オンボードを内蔵し、追加のツール無しでプログラムの書き込み/デバッグが可能です。さらに Arduino Uno™および Pmod™インタフェースを標準搭載、マイコンの全端子にアクセス可能なスルーホールなど、高い拡張性を有しています。

HS4001 は高精度、超低消費電力、完全校正の相対湿度・温度センサです。この MEMS センサは独自のセンサーレベル保護機能を備えており、高い信頼性と長期安定性を確保しています。HS4001 は I2C デジタル出力を持ち、完全に校正・温度補正されます。

SSD 1306 は 128x64 の有機 EL(OLED)を使用した I2C 制御のグラフィックディスプレイモジュールコントローラです。SSD1306 は Arduino や Raspberry Pi などライブラリが多数用意されている定番の IC です。

1.2 主な技術パラメータ

電源供給	USB 電源 (5 V)
動作電圧 (MCU)	3.3 V
OLED 表示パターン	14 文字×4 列 (128 x 64 ドット)

1.3 仕様

- QCIOT-HS4001POCZ で室内の湿度と温度を検出します。
- AGT を利用して、500 ミリ秒ごとに割り込み処理を行い、4 秒ごとに OLED 画面上の温度・湿度データの表示を更新します。
- ソフトウェアスタンバイモードは、消費電力を削減するための低消費電力モードとして使用されます。

図 1.1 に MCU の状態とモード遷移イベントを示し、図 1.2 に動作モードと消費電流の概念図を示します。

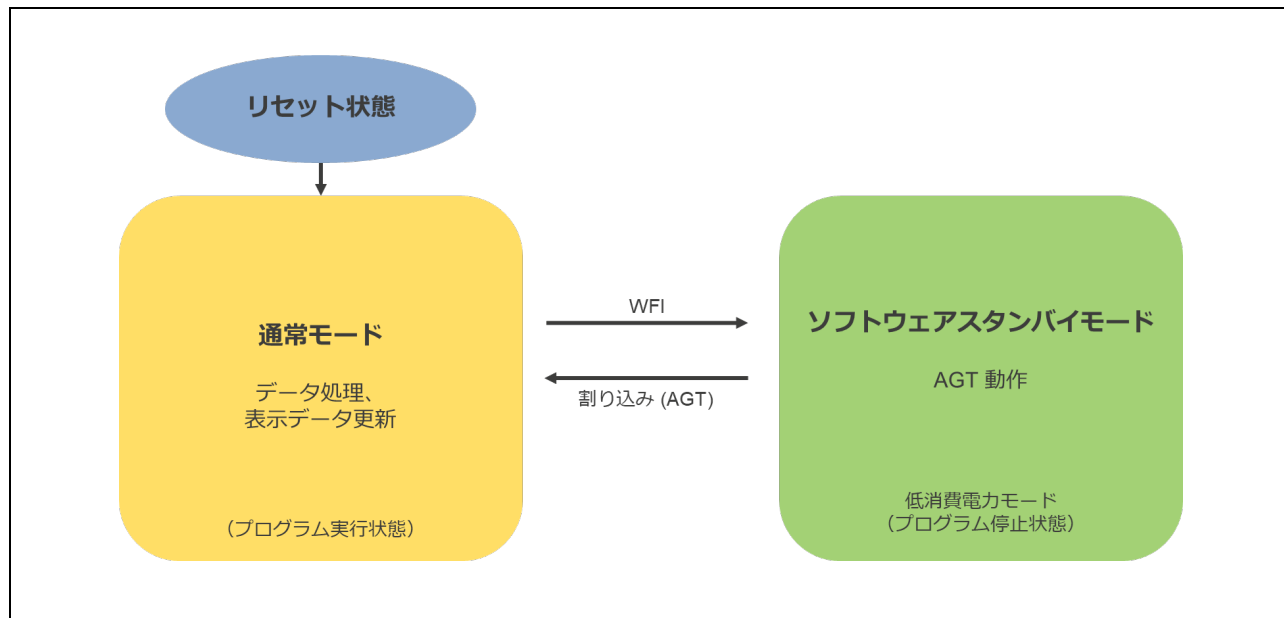


図 1.1 MCU の状態とモード遷移イベント

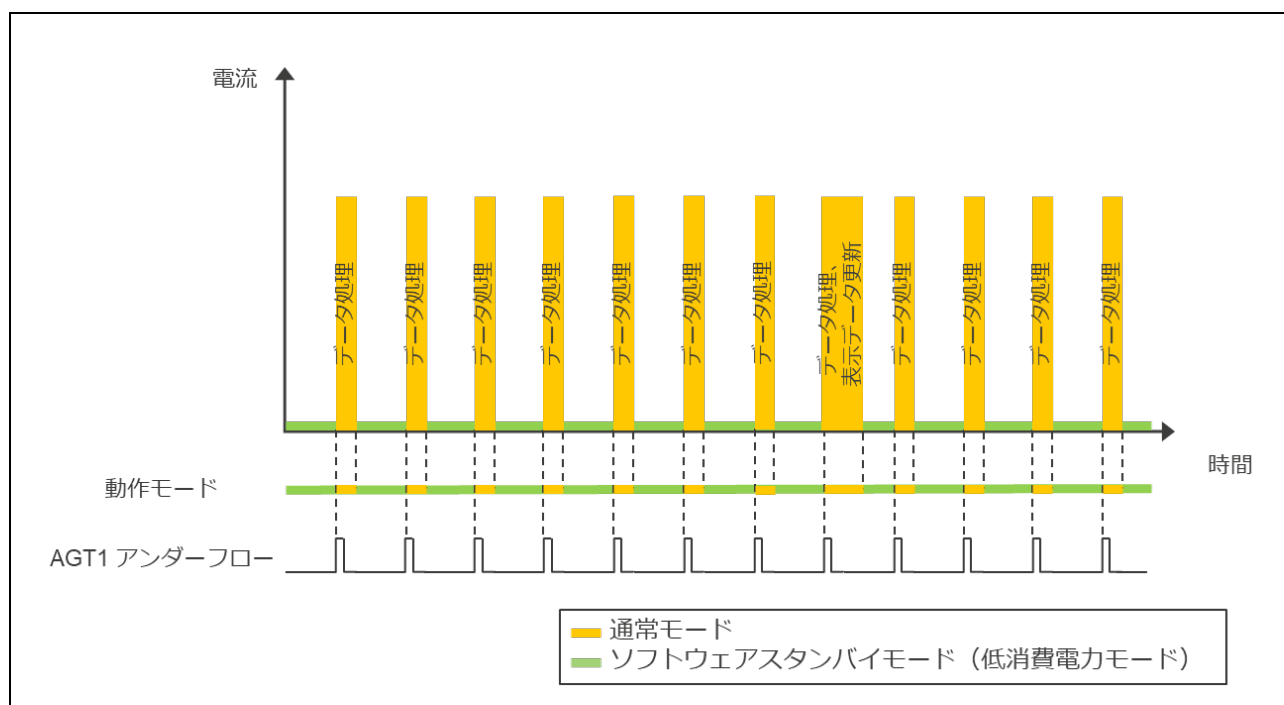


図 1.2 動作モードと消費電流の概念図

2. RA2E3 MCU

RA2E3 グループは 48MHz 動作の Arm® Cortex®-M23 コアをベースとし、最大 64KB のコードフラッシュと 16KB の SRAM メモリを搭載した RA ファミリのエントリーライン シングルチップ MCU です。

RA2E3 グループは内蔵周辺機能を最適化することで、コスト重視のアプリケーションに最適です。RA2E3 グループの特長の 1 つである超低消費電力は、IoT アプリケーションやバッテリー駆動システムで求められるエネルギー効率の高いシステム設計に貢献し、バッテリーの長寿命化を実現します。

RA2E3 の詳細は下記リンクをご参照ください。

<http://renesas.com/ra2e3>

仕様の詳細は下記リンクをご参照ください。

<https://www.renesas.com/document/mah/ra2e3-group-users-manual-hardware>

RA2E3 ユーザーズマニュアル ハードウェア編 (R01UH0992)

2.1 ブロック図

RA2E3 のブロック図を図 2.1 に示します。

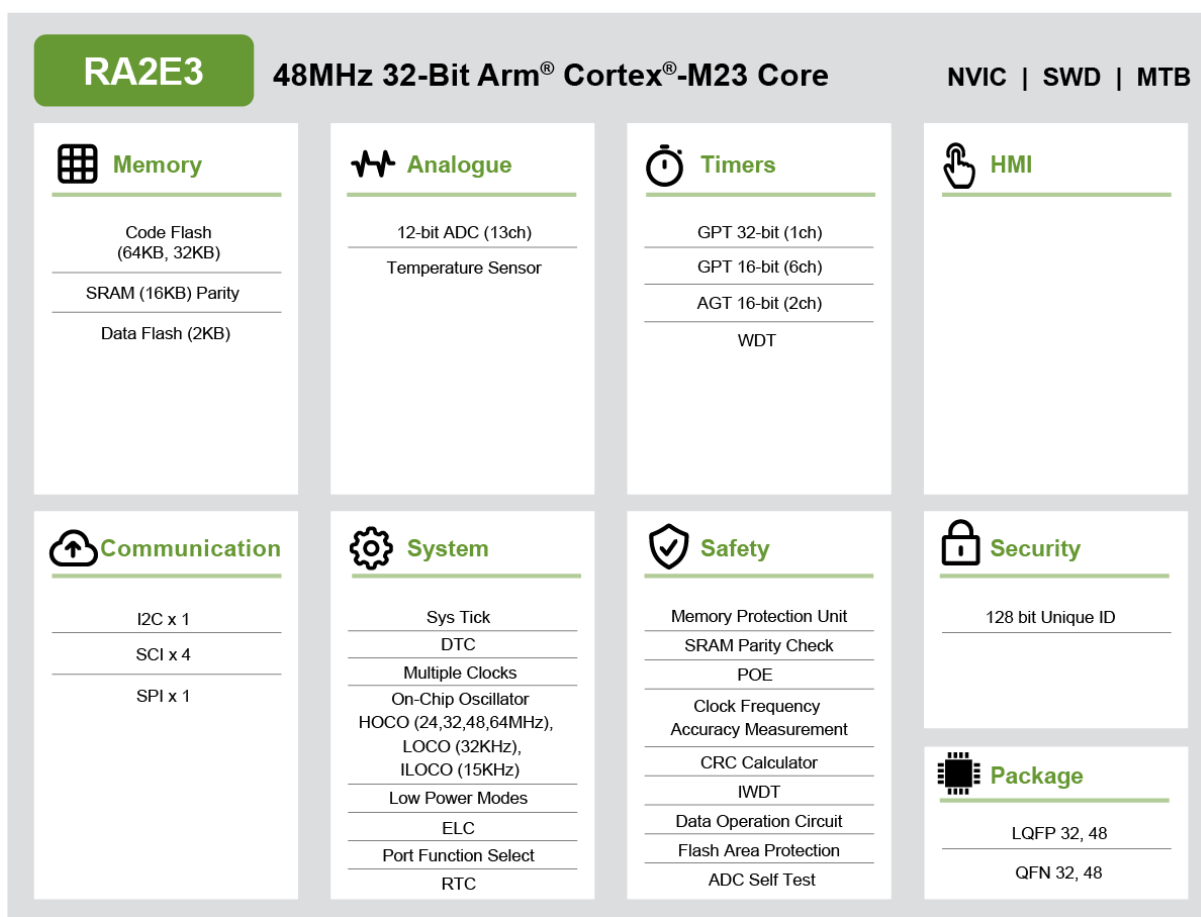


図 2.1 RA2E3 のブロック図

2.2 RA2E3 低消費電力モード

RA2E3 ユーザーズマニュアル(R01UH0992) の表「各低消費電力モードの動作状態」では、低消費電力モードへの移行条件、CPU および周辺モジュールの状態、および各モードからの解除条件について説明しています。

使用可能な低消費電力モードは次のとおりです。

- スリープモード
- ソフトウェアスタンバイモード
- スヌーズモード

ソフトウェアスタンバイモードは、SRAM の内容を保持したまま CPU とほとんどの周辺機能を停止させることで、消費電力を最小限に抑えます。MCU は、外部割り込み、RTC アラーム、または AGT アンダーフローイベントによってこのモードからウェイクアップできます。以下の周辺機能はソフトウェアスタンバイモードでも動作可能です。

- AGT (低消費電力非同期汎用タイマ): カウントを継続し、ウェイクアップをトリガできます
- RTC: アラームベースのウェイクアップを生成できます
- IRQ 端子: 外部信号の受信時に MCU をウェイクアップできます
- IIC およびその他の通信周辺: ウェイクアップイベントが発生するまで無効のままです

3. システム概要

3.1 導入

本アプリケーションでは、RA2E3 MCU、デジタル温湿度センサ、OLED ディスプレイモジュールを使用します。MCU(RA2E3) が室内の温湿度を検出した後、ユーザは OLED 画面でデータを確認できます。500 ミリ秒ごとに AGT 割り込みを発生させ、4 秒ごとに温湿度のデータを取得し、OLED の表示を更新します。

なお、CPU が動作しない時間は低消費電力モードのソフトウェアスタンバイモードで動作します。

図 3.1 にシステム構成を示します。

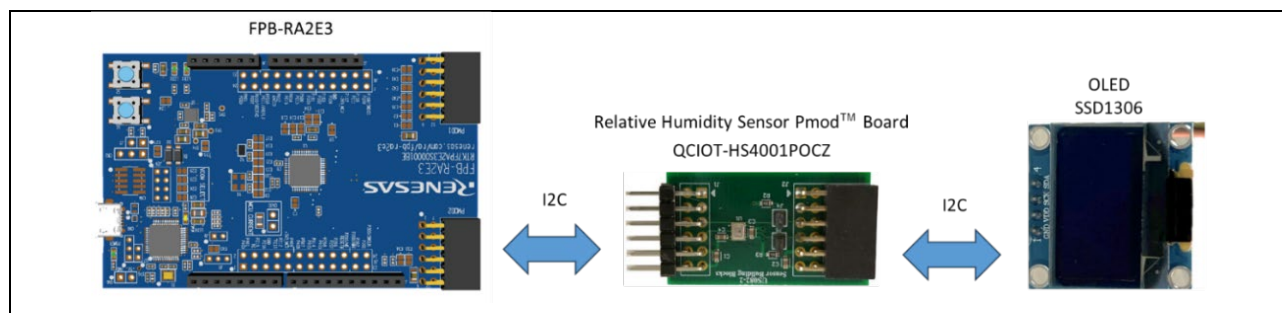


図 3.1 システム構成

3.2 使用する周辺機能

表 3.1 に使用する周辺機能と用途を示します。

表 3.1 使用する周辺機能

Peripheral Function	Usage
I2C (IIC0)	センサから温湿度データの取得
	OLEDを制御して温湿度データの表示
AGT1	500 ミリ秒ごとにクロックサイクルをカウント

3.3 使用する端子

表 3.2 に使用する端子を示します。

表 3.2 使用する端子

Pin Name	Description
P400/SCL0	クロック信号: I2C バスを介してセンサ(HS4001)および OLED と通信
P401/SDA0	データ信号: I2C バスを介してセンサ(HS4001)および OLED と通信
VCC	電源
GND	グラウンド

3.4 動作手順

1. 電源が供給されると、システムの初期化を開始します。
2. 初期化後、OLED(SSD1306)に "RENESAS" およびデモタイトルを表示します。
3. AGT はカウントを開始した後、500 ミリ秒ごとに割り込みを発生させ、ソフトウェアスタンバイモードを解除します。
4. タイマ割り込み処理を実行後、MCU(RA2E3)はソフトウェアスタンバイモードで動作し、AGT からの次の割り込みを待ちます。ソフトウェアスタンバイモードを 8 回解除(4 秒経過)するまで、ソフトウェアスタンバイモードと通常モードの遷移を繰り返します。
5. MCU(RA2E3)は 4 秒ごとに温湿度データを取得して OLED(SSD1306)に送信し、OLED 画面の表示を更新します。

表示パターン

R	E	N	E	S	A	S													
F	P	B	-	R	A	2	E	3		D	E	M	O						
T	e	m	p		x	x	.	x	C										
H	u	m	i		x	x	.	x	%										



4. ハードウェア

ここでは、アプリケーションで使用されるハードウェア製品と接続構成について説明します。

QCIOT-HS4001POCZ の詳細については、下記リンクをご参照ください。

<https://www.renesas.com/en/products/sensor-products/environmental-sensors/humidity-temperature-sensors/qciot-hs4001pocz-relative-humidity-sensor-pmod-board>

SSD1306 の詳細については、下記リンクをご参照ください。

<https://www.solomon-systech.com/product/ssd1306/>

図 4.1 に FPB-RA2E3PMOD インタフェースを示します。図 4.2 に FPB-RA2E3、QCIOT-HS4001POCZ と SSD1306 の接続構成を示します。図 4.3 にハードウェア構成を示します。

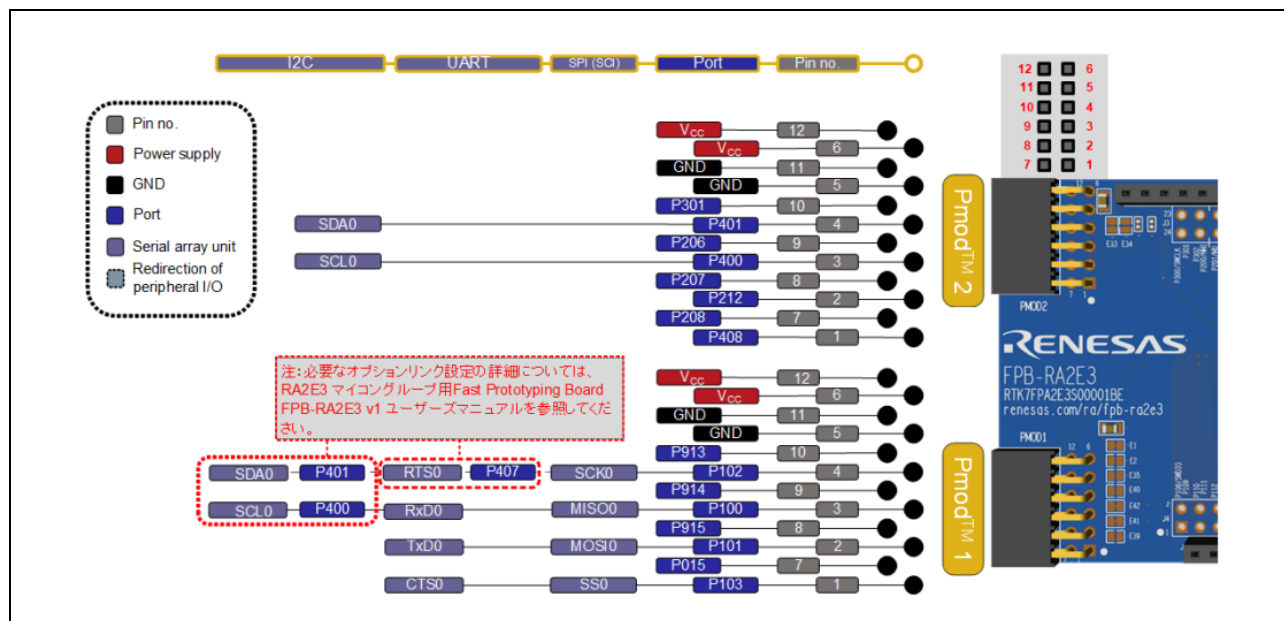


図 4.1 FPB-RA2E3 PMOD インタフェース

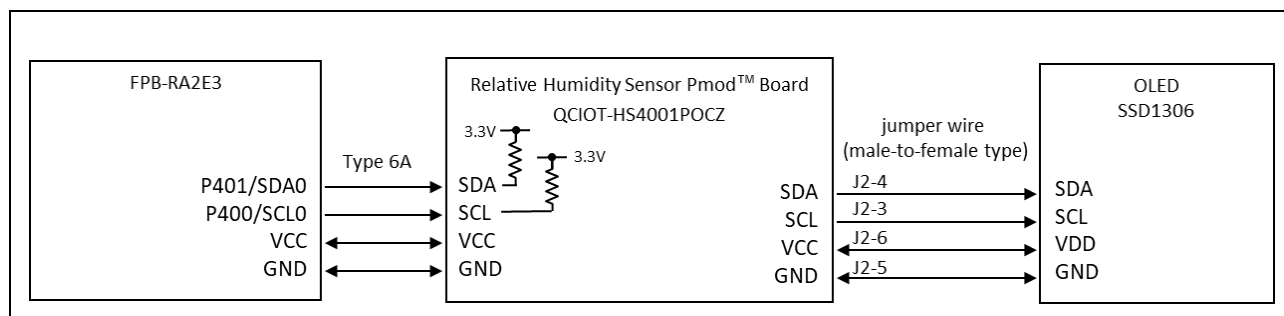


図 4.2 FPB-RA2E3、QCIOT-HS4001POCZ と SSD1306 の接続構成

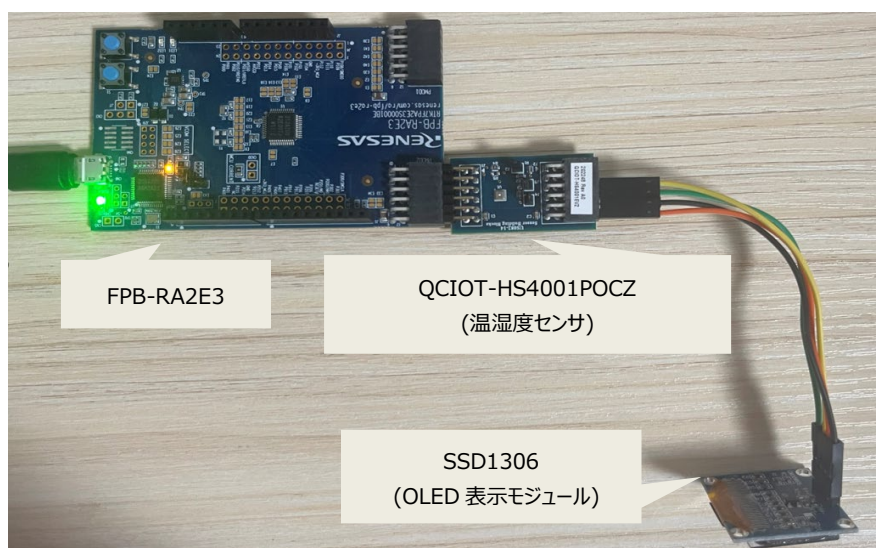


図 4.3 ハードウェア構成

5. ソフトウェア

5.1 統合開発環境

このサンプルプロジェクトは、表 5.1 に示す条件で確認されています。

表 5.1 動作確認条件

Item	Description
ボード	FPB-RA2E3
デバイス	RA2E3 (R7FA2E3073CFL)
動作周波数	High-speed on-chip oscillator (HOCO) clock: 48 MHz System clock (ICLK): 48 MHz Peripheral module clock B (PCLKB): 24 MHz Peripheral module clock D (PCLKD): 48 MHz
動作電圧	3.3 V
統合開発環境 (e ² studio)	e ² studio 2025-01
FSP	5.8.0 from Renesas Electronics Corp.
ツールチェーン (GCC ARM Embedded)	13.2.1.arm-13-7
HS4001 Library	HS400X Temperature/Humidity Sensor (rm_hs400x)
Low Power Modes driver	Low Power Modes (r_lpm)
Timer driver	Timer, Low-Power (r_agt)

5.2 動作概要

(1) リセット/初期化

電源を投入すると初期化処理を実行します。OLED に電源が供給され、表示がクリアされます。その後、デフォルトで “Renesas Electronics” などの文字が表示されます。HS4001 が初期化されます。IIC0 と I/O ポート端子も初期化されます。



図 5.1 OLED 画面の初期化

(2) 測定モード

初期化後、MCU はセンサ測定データの取得を開始します。

(3) 表示モード

測定後、MCU は表示するための情報を OLED に送信します。



図 5.2 温湿度データの表示画面

5.3 フローチャート

5.3.1 メイン処理

図 5.3 にメイン処理のフローチャートを示します。

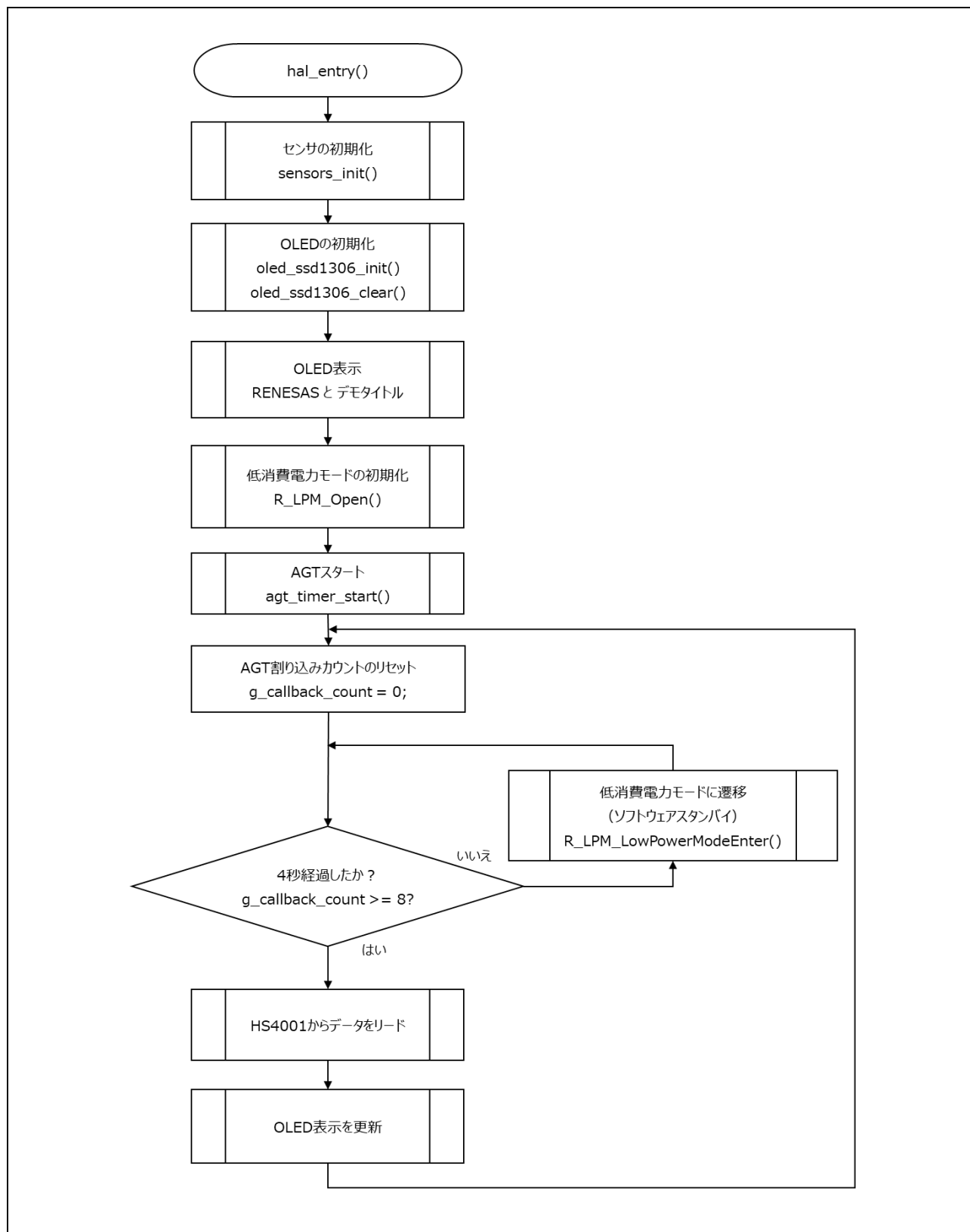


図 5.3 メイン処理

5.3.2 タイマ割り込み処理

図 5.4 にタイマ割り込み処理のフローチャートを示します。

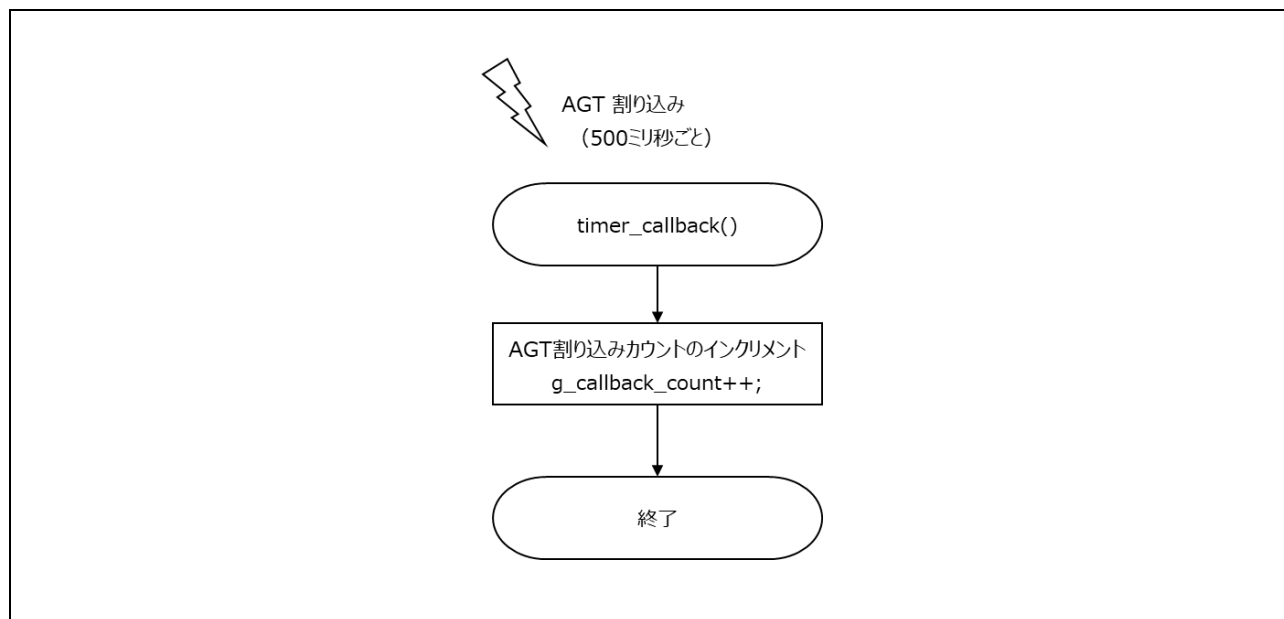


図 5.4 タイマ割り込み処理

5.4 ファイル構成

ファイル構成は下記の通りです。

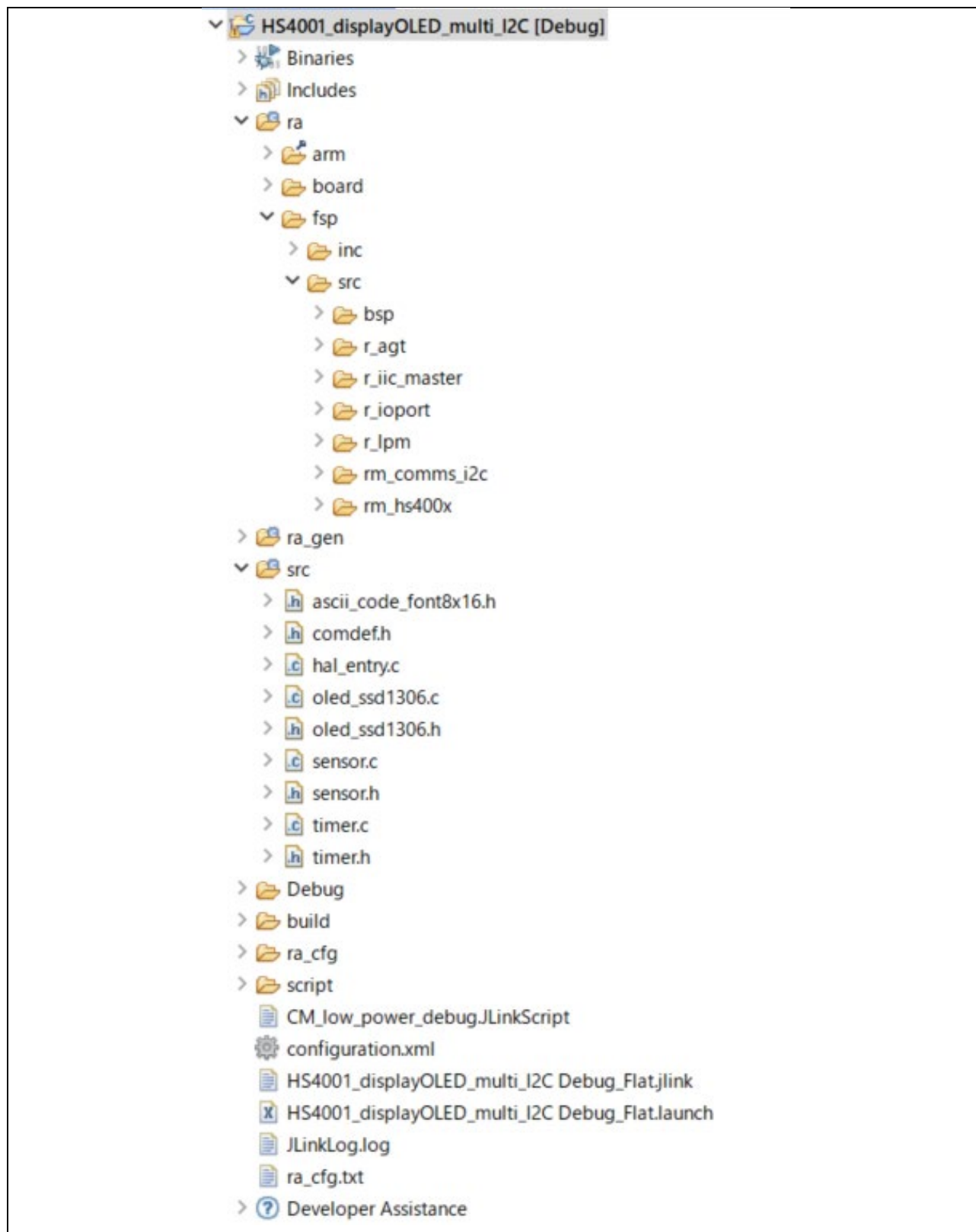


図 5.5 ファイル構成

6. e² studio の FSP を使用してミドルウェアとドライバを追加する方法

ここでは、コンフィグレータにミドルウェアと HAL ドライバを FSP の Stacks に追加する方法を紹介します。紹介するスタック構成はアプリケーションで必要とされるスタック構成です。

なお、本アプリケーションはプロジェクトをインポートすることでも利用可能です。インポートの手順は、「7. プロジェクトのインポートとビルド方法」を参照してください。

6.1 HS400X 温湿度センサ (HS400X Temperature/Humidity Sensor)

1. e² studio を起動
2. 新規プロジェクトを作成

[Board] の [...] から RA2 > RA2E3 > FPB-RA2E3 を選択

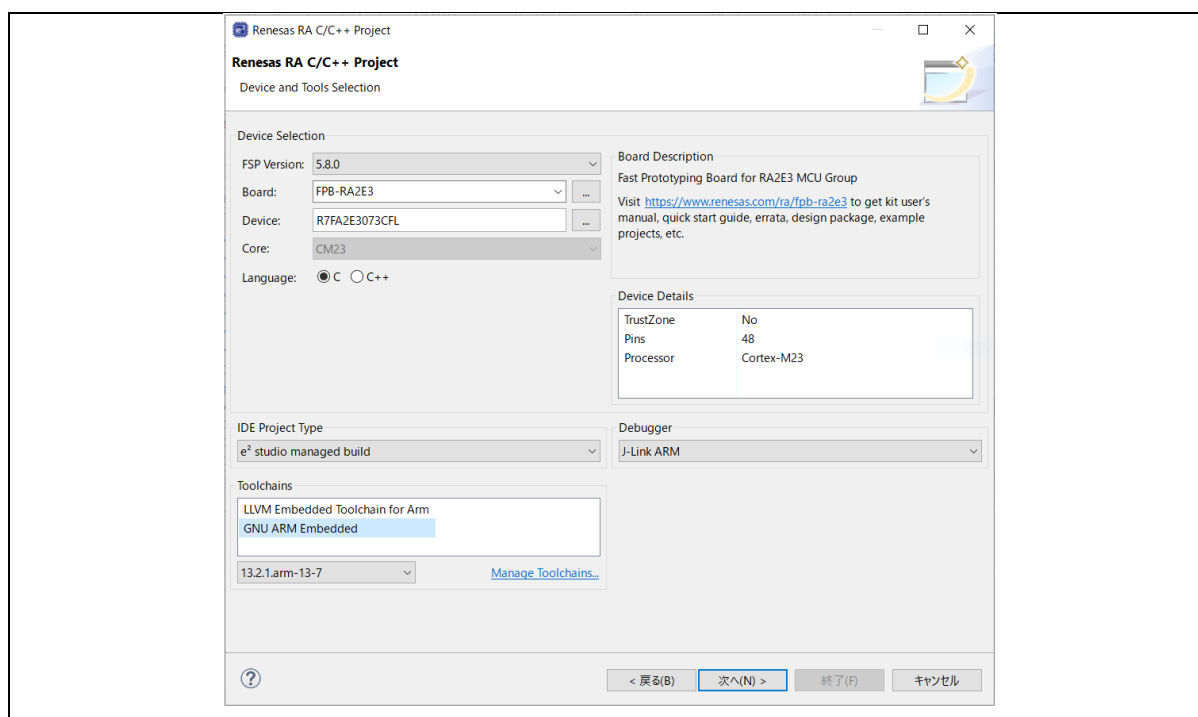


図 6.1 新規プロジェクトの作成

3. HS4001 センサミドルウェアを [Stacks] タブに追加

New Stack > Sensor > HS400X Temperature/Humidity Sensor (rm_hs400x)

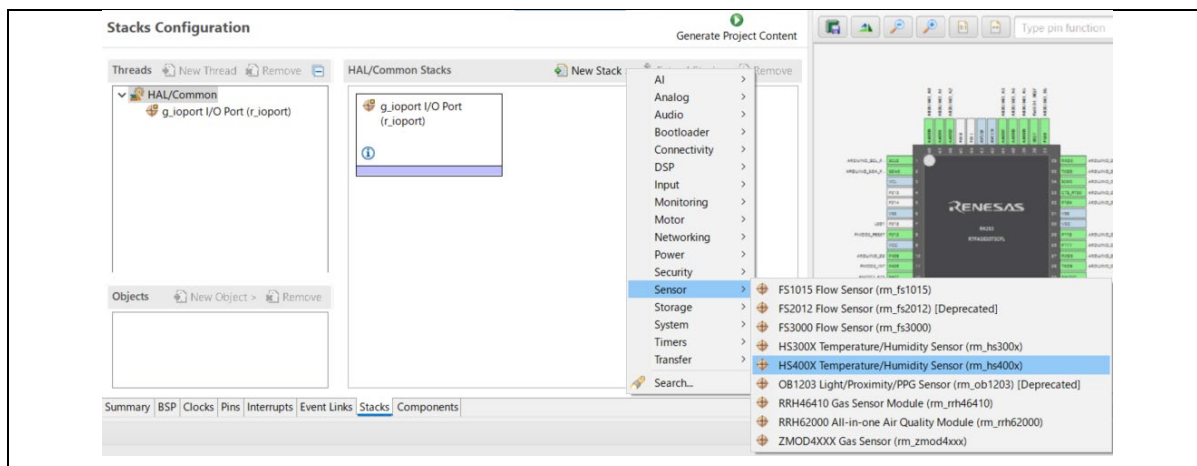
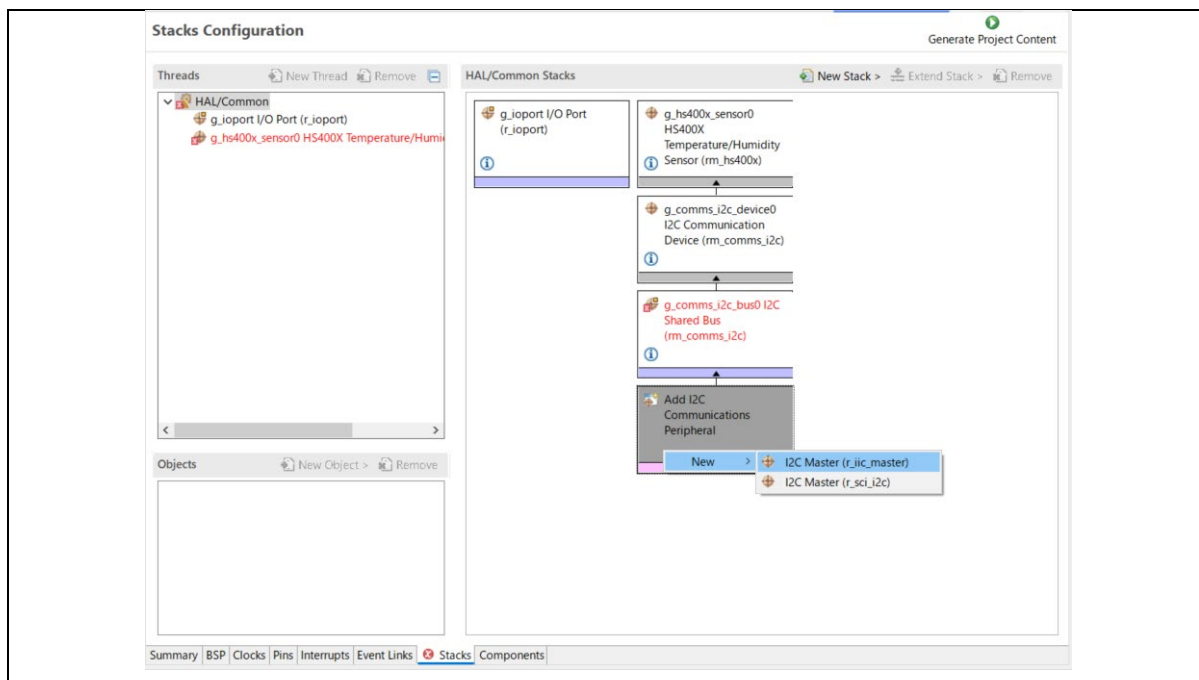


図 6.2 [Stacks]タブへの追加

4. ターゲットボードの仕様に合わせて *r_iic_master* または *r_sci_i2c* を追加図 6.3 *r_iic_master* または *r_sci_i2c* の追加

5. I2C master driver のプロパティはターゲットボードの仕様に合わせて設定

[Stacks] タブの[I2C master driver] をクリックすると、[Properties]ウィンドウにプロパティが表示されます。

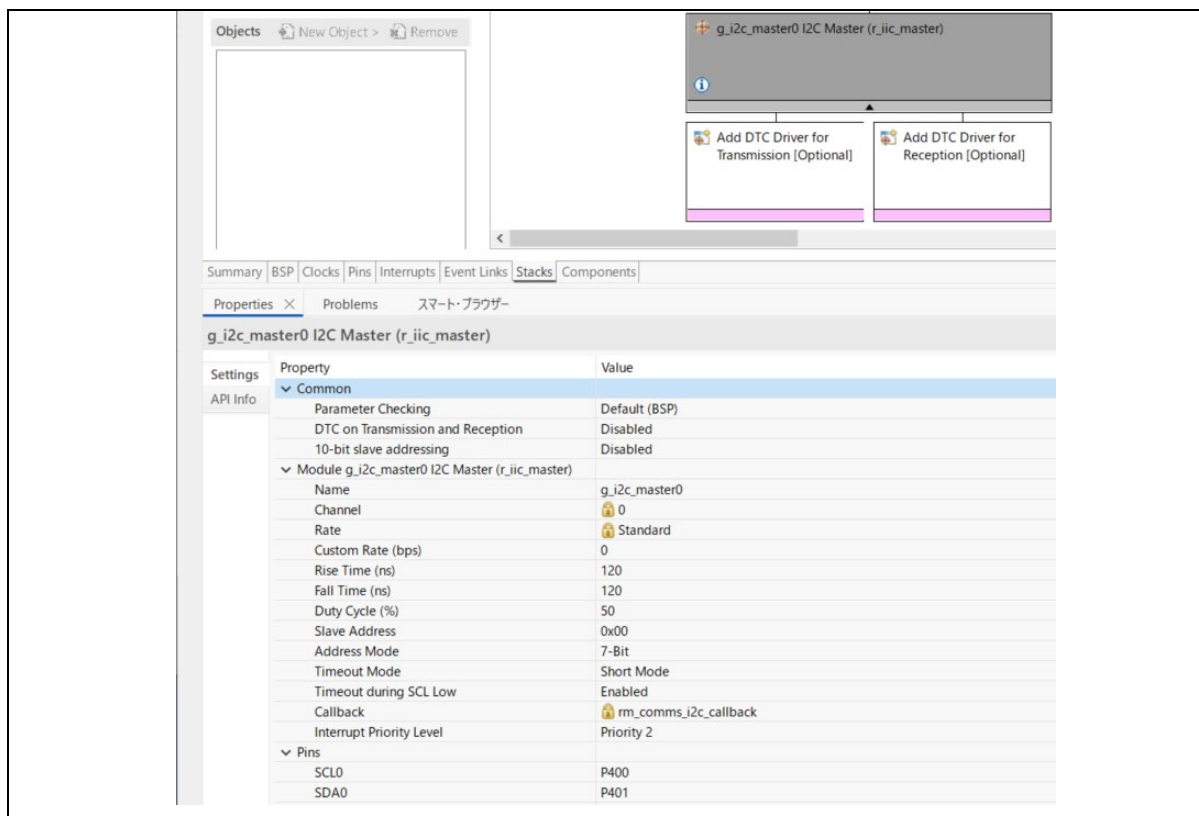


図 6.4 I2C Master Driver のプロパティ設定

6. 使用する端子を設定

使用する端子は [Pins] タブで確認可能です。

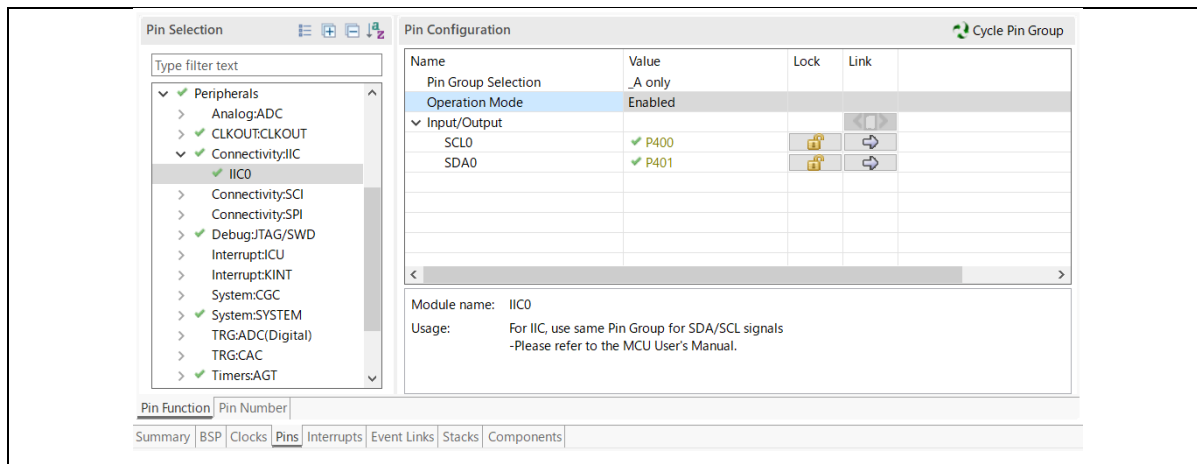


図 6.5 使用する端子の確認

6.2 低消費電力モード (Low Power Modes)

1. LPM のドライバを [Stacks] タブに追加

New Stack > Power > Low Power Modes (r_lpm)

2. 低消費電力モードの詳細を設定

今回、[Low Power Mode] は [Software Standby mode] を、[Wake Sources] は [AGT1 Underflow] を選択します。

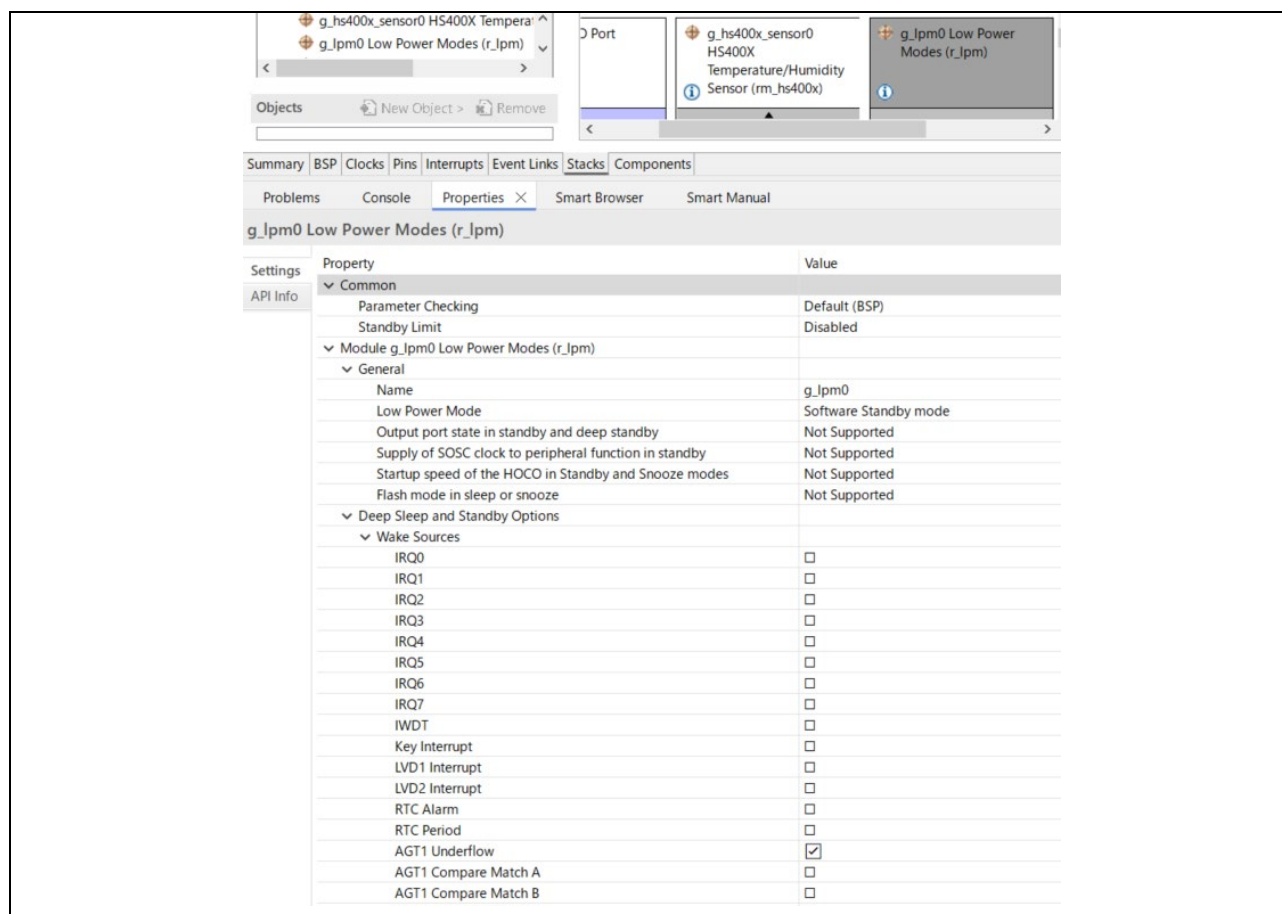


図 6.6 Low Power Modes のプロパティ

3. AGT のドライバを [Stacks] タブに追加

New Stack > Timers > Low-Power (r_agt)

4. AGT の詳細を設定

タイマの周期やクロックソースなどを設定します。ここでは、クロックソースとしてサブクロックを選択します。

※RA2E3 では、BOM の削減や I/O ポートの節約のため、AGT のクロックソースとして LOCO を選択することも可能です。その場合は LOCO の精度を確認してください。

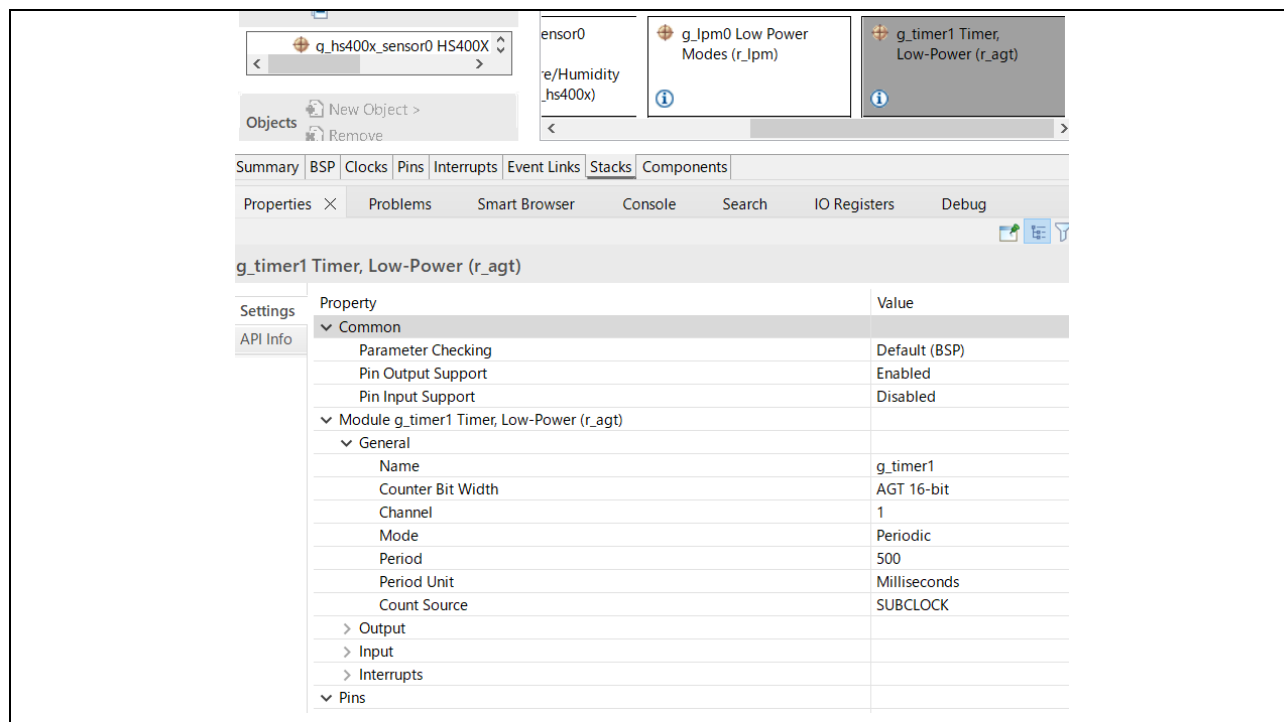


図 6.7 AGTのプロパティ

6.3 I2C 通信デバイス (I2C Communication Device)

1. OLED のミドルウェアを [Stacks] タブに追加

New Stack > Connectivity > I2C Communication Device (rm_comms_i2c)

2. I2C Shared Bus を追加

温湿度センサと OLED はマルチスレーブで接続されるため、使用されている“I2C Shared Bus”を選択します。

Use > g_comms_i2c_bus0 I2C Shared Bus (rm_comms_i2c)

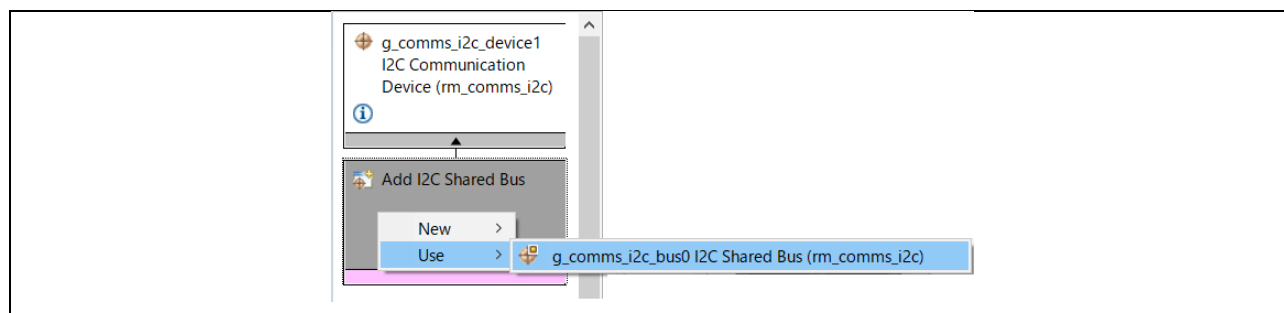


図 6.8 I2C Shared Bus の追加

3. I2C Communication Device のプロパティ設定

今回はプロパティを下記のように設定します。

- Slave Address: 0x3c
- Callback: oled_comms_i2c_callback

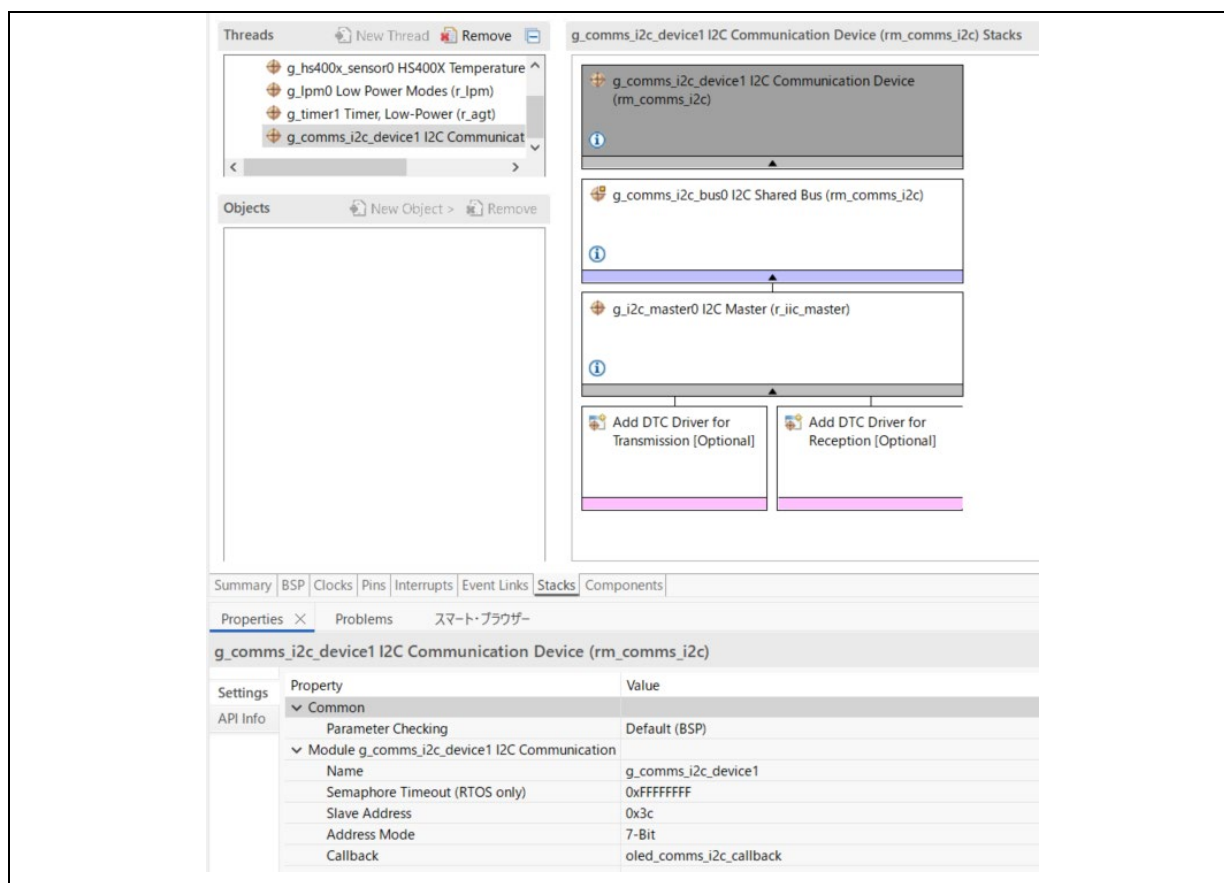


図 6.9 I2C Communication Device のプロパティ

7. プロジェクトのインポートとビルド方法

1. e² studio を起動
2. 表示メニューの [ファイル] をクリックし、[インポート]を選択
3. [インポート] ウィンドウが表示されるため、[一般] カテゴリを開き、[既存プロジェクトをワークスペースへ]を選択し、[次へ] をクリック
4. [アーカイブ・ファイルの選択] でプロジェクトファイルを選択
 選択後、[プロジェクト]に指定したプロジェクト“RA2E3_HS4001LowPowerSensorSystemExample”が表示されていることを確認し、[終了]をクリック。[インポート] ウィンドウが閉じます。
5. [configuration.xml] を開き、[Configurator]ウィンドウの [Generate Project Content] をクリック
6. プロジェクト・エクスプローラーでプロジェクト名をクリック
7. [プロジェクト] メニューから [プロジェクトのビルド] を選択し、ビルドを開始

8. 低消費電力プロジェクトのデバッグ方法

1. 表示メニューの[実行] をクリックし、[デバッグの構成]を選択
2. [Debugger] タブの [Connection Settings] サブタブで下記を設定
 - J-link
 Script File: CM_low_power_debug.JLinkScript
 Low Power Handling: Yes

スクリプトファイルはこのサンプルプロジェクトに含まれており、デバッグ設定で指定することで使用できます。

※スクリプトファイルは、デフォルトでプロジェクトに適用されていません。スクリプトファイルを設定せずにデバッグ接続を行った場合、MCU が正しく LPM に遷移しない可能性があります。また、遷移したとしても消費電力が想定よりも高くなる可能性があります。

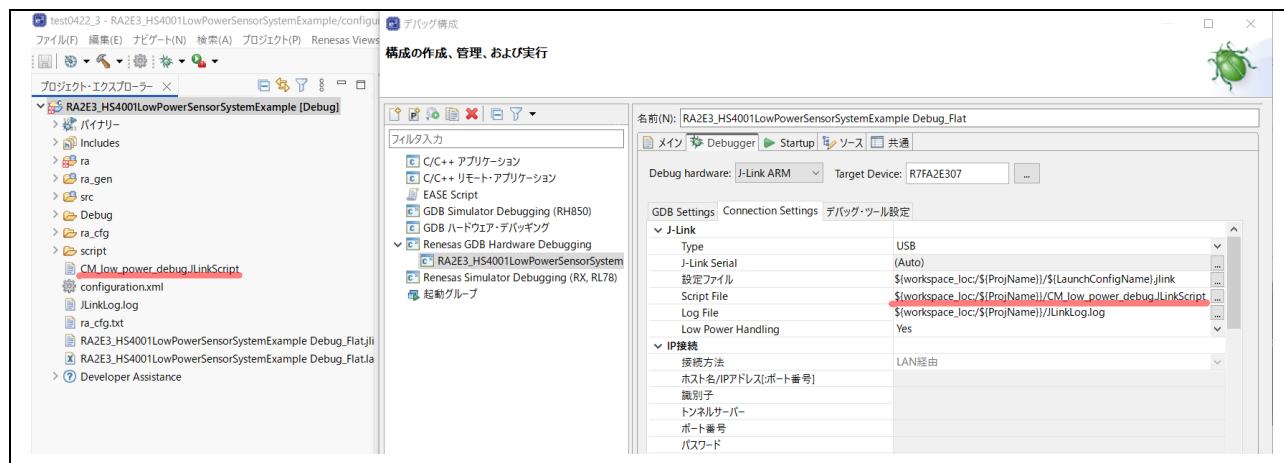


図 8.1 スクリプトファイルの指定

9. e² studio でデバッグする際の Tips

9.1 IO Registers 表示

[Window] メニュー > [ビューの表示] > [その他...] を選択し、[ビューの表示]ウィンドウを開き、デバッグ > IO Registers を選択する。

検索ボックスに参照したいレジスタ名を入力するとレジスタを簡単に見つけることができます。

例: AGT レジスタ

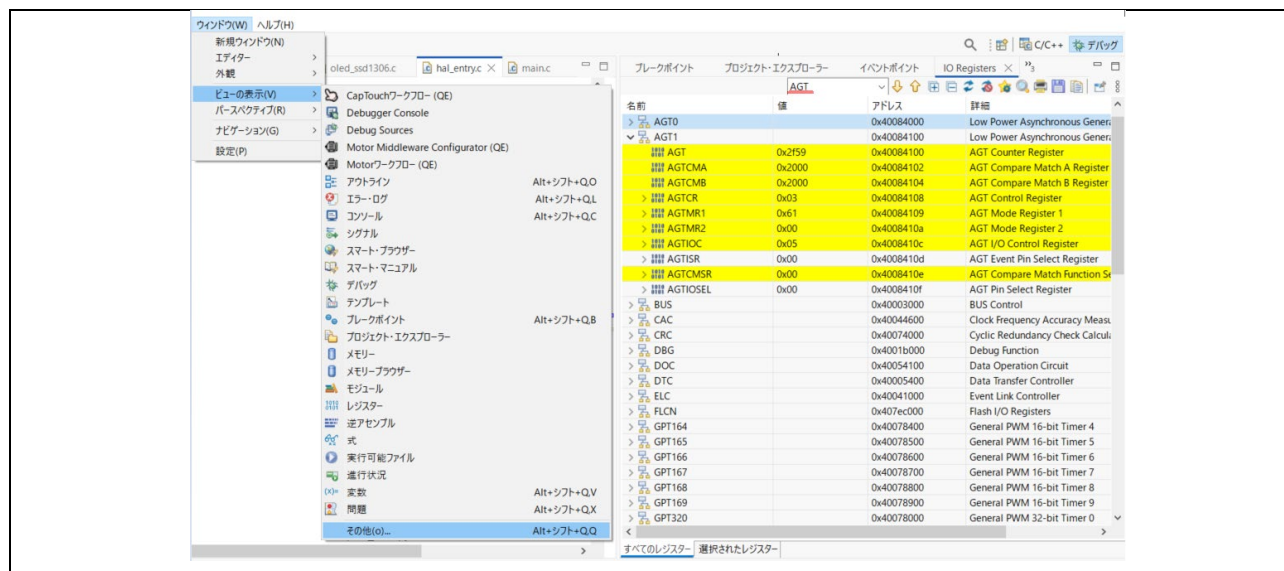


図 9.1 [IO Registers]表示

9.2 [IO Registers] ビューのカスタマイズ

レジスタ名を右クリックし、[選択されたレジスターに追加]を選択する。[選択されたレジスター]タブで、指定したレジスタのみが選択されていることを確認できます。

例: AGT1 レジスタ

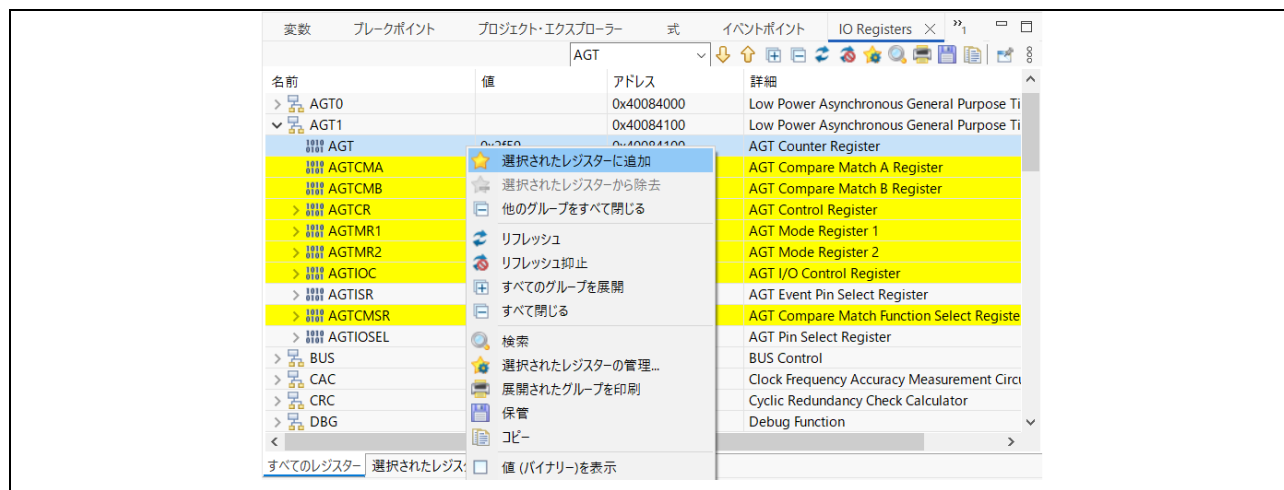


図 9.2 [選択されたレジスタに追加]

変数	ブレークポイント	プロジェクト・エクスプローラー	式	イベントポイント	IO Registers
名前	値	アドレス	詳細		
AGT0		0x40084000	Low Power Asynchronous General Purpose Time		
AGT1		0x40084100	Low Power Asynchronous General Purpose Time		
AGT	0x2f59	0x40084100	AGT Counter Register		
AGTCMA	0x2000	0x40084102	AGT Compare Match A Register		
AGTCMB	0x2000	0x40084104	AGT Compare Match B Register		
AGTCR	0x03	0x40084108	AGT Control Register		
AGTMR1	0x61	0x40084109	AGT Mode Register 1		
AGTMR2	0x00	0x4008410a	AGT Mode Register 2		
AGTIOC	0x05	0x4008410c	AGT I/O Control Register		
AGTISR	0x00	0x4008410d	AGT Event Pin Select Register		
AGTCMSR	0x00	0x4008410e	AGT Compare Match Function Select Register		
AGTIOSEL	0x00	0x4008410f	AGT Pin Select Register		

図 9.3 [選択されたレジスタ]

9.3 ブレークポイントの設定

デバッガ起動時、エディタのアドレスが表示されているエリア内の行をダブルクリックするとブレークポイントが設定されます。

そのエリア内の行を右クリックすると、[Toggle Software Breakpoint] または [Toggle Hardware Breakpoint] を選択することで、ブレークポイントの種類を直接選択することができます。

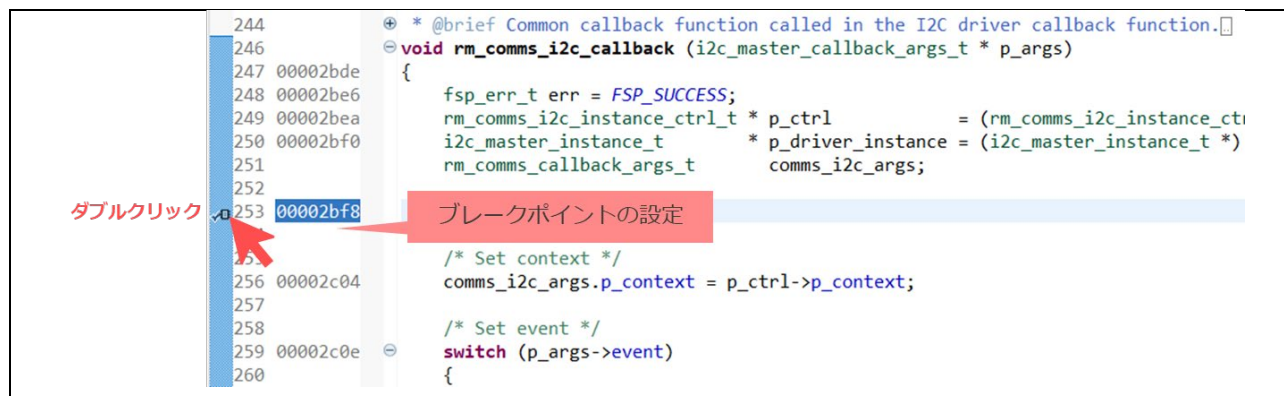


図 9.4 ブレークポイントの設定

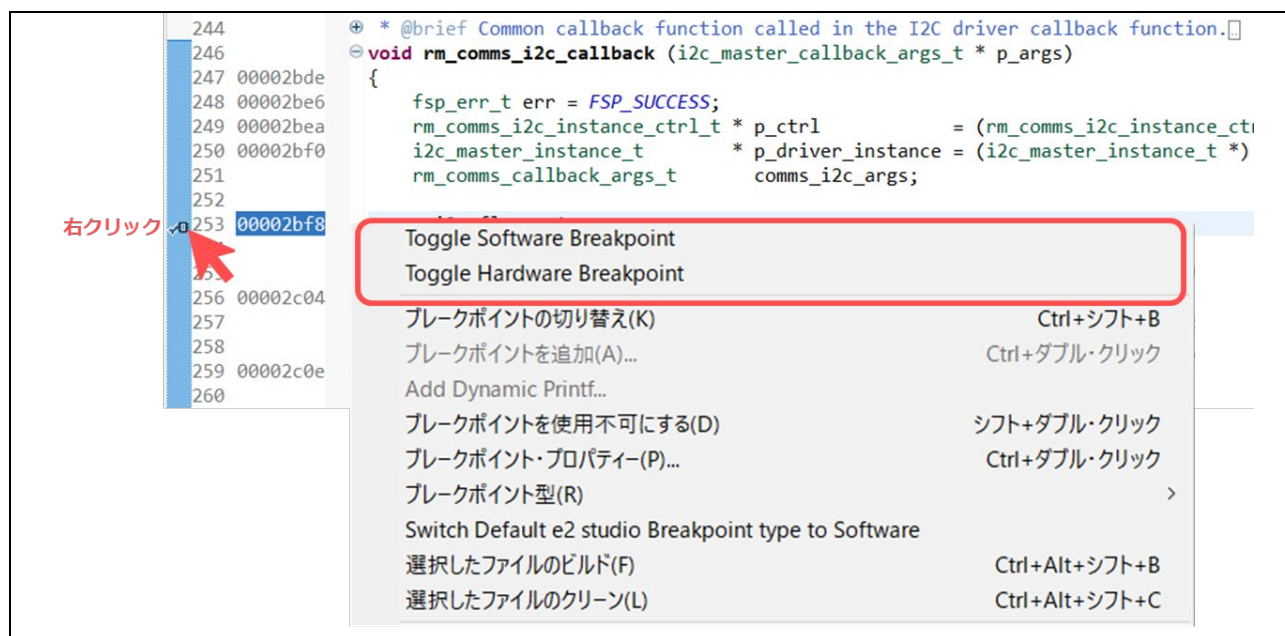


図 9.5 ブレークポイントの種類の選択

10. サンプルプロジェクト

サンプルプロジェクトは、ルネサスエレクトロニクス Web サイトから入手できます。

11. 参考ドキュメント

下記ドキュメントの最新版は、ルネサスエレクトロニクス Web サイトから入手できます。

- RA2E3 Fast Prototyping Board (R20UT5128)
<https://www.renesas.com/document/mat/fpb-ra2e3-v1-users-manual>
- RA2E3 ユーザーズマニュアル ハードウェア編 (R01UH0992)
<https://www.renesas.com/document/mah/ra2e3-group-users-manual-hardware>
- RA ファミリ、RX ファミリ、RL78 ファミリ、RZ ファミリ HS400x サンプルソフトウェアマニュアル (R01AN6333)

改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
Rev.1.01	May.26. 25	-	初版

製品ご使用上の注意事項

ここでは、マイコン製品全体に適用する「使用上の注意事項」について説明します。個別の使用上の注意事項については、本ドキュメントおよびテクニカルアップデートを参照してください。

1. 静電気対策

CMOS 製品の取り扱いの際は静電気防止を心がけてください。CMOS 製品は強い静電気によってゲート絶縁破壊を生じることがあります。運搬や保存の際には、当社が出荷梱包に使用している導電性のトレーやマガジンケース、導電性の緩衝材、金属ケースなどを利用し、組み立て工程にはアースを施してください。プラスチック板上に放置したり、端子を触ったりしないでください。また、CMOS 製品を実装したボードについても同様の扱いをしてください。

2. 電源投入時の処置

電源投入時は、製品の状態は不定です。電源投入時には、LSI の内部回路の状態は不確定であり、レジスタの設定や各端子の状態は不定です。外部リセット端子でリセットする製品の場合、電源投入からリセットが有効になるまでの期間、端子の状態は保証できません。同様に、内蔵パワーオンリセット機能を使用してリセットする製品の場合、電源投入からリセットのかかる一定電圧に達するまでの期間、端子の状態は保証できません。

3. 電源オフ時における入力信号

当該製品の電源がオフ状態のときに、入力信号や入出力プルアップ電源を入れないでください。入力信号や入出力プルアップ電源からの電流注入により、誤動作を引き起こしたり、異常電流が流れ内部素子を劣化させたりする場合があります。資料中に「電源オフ時における入力信号」についての記載のある製品は、その内容を守ってください。

4. 未使用端子の処理

未使用端子は、「未使用端子の処理」に従って処理してください。CMOS 製品の入力端子のインピーダンスは、一般に、ハイインピーダンスとなっています。未使用端子を開放状態で動作させると、誘導現象により、LSI 周辺のノイズが印加され、LSI 内部で貫通電流が流れたり、入力信号と認識されて誤動作を起こす恐れがあります。

5. クロックについて

リセット時は、クロックが安定した後、リセットを解除してください。プログラム実行中のクロック切り替え時は、切り替え先クロックが安定した後に切り替えてください。リセット時、外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックで動作を開始するシステムでは、クロックが十分安定した後、リセットを解除してください。また、プログラムの途中で外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックに切り替える場合は、切り替え先のクロックが十分安定してから切り替えてください。

6. 入力端子の印加波形

入力ノイズや反射波による波形歪みは誤動作の原因になりますので注意してください。CMOS 製品の入力がノイズなどに起因して、 V_{IL} (Max.) から V_{IH} (Min.) までの領域にとどまるような場合は、誤動作を引き起こす恐れがあります。入力レベルが固定の場合はもちろん、 V_{IL} (Max.) から V_{IH} (Min.) までの領域を通過する遷移期間中にチャタリングノイズなどが入らないように使用してください。

7. リザーブアドレス（予約領域）のアクセス禁止

リザーブアドレス（予約領域）のアクセスを禁止します。アドレス領域には、将来の拡張機能用に割り付けられている リザーブアドレス（予約領域）があります。これらのアドレスをアクセスしたときの動作については、保証できませんので、アクセスしないようにしてください。

8. 製品間の相違について

型名の異なる製品に変更する場合は、製品型名ごとにシステム評価試験を実施してください。同じグループのマイコンでも型名が違くと、フラッシュメモリ、レイアウトパターンの相違などにより、電気的特性の範囲で、特性値、動作マージン、ノイズ耐量、ノイズ輻射量などが異なる場合があります。型名が違う製品に変更する場合は、個々の製品ごとにシステム評価試験を実施してください。

ご注意書き

1. 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合、お客様の責任において、お客様の機器・システムを設計ください。これらの使用に起因して生じた損害（お客様または第三者いずれに生じた損害も含みます。以下同じです。）に関し、当社は、一切その責任を負いません。
2. 当社製品または本資料に記載された製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズム、応用回路例等の情報の使用に起因して発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権に対する侵害またはこれらに関する紛争について、当社は、何らの保証を行うものではなく、また責任を負うものではありません。
3. 当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
4. 当社製品を組み込んだ製品の輸出入、製造、販売、利用、配布その他の行為を行うにあたり、第三者保有の技術の利用に関するライセンスが必要となる場合、当該ライセンス取得の判断および取得はお客様の責任において行ってください。
5. 当社製品を、全部または一部を問わず、改造、改変、複製、リバースエンジニアリング、その他、不適切に使用しないでください。かかる改造、改変、複製、リバースエンジニアリング等により生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
6. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」および「高品質水準」に分類しており、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使用されることを意図しております。

標準水準： コンピュータ、OA 機器、通信機器、計測機器、AV 機器、家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット等

高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通制御（信号）、大規模通信機器、金融端末基幹システム、各種安全制御装置等

当社製品は、データシート等により高信頼性、Harsh environment 向け製品と定義しているものを除き、直接生命・身体に危害を及ぼす可能性のある機器・システム（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの等）、もしくは多大な物的損害を発生させるおそれのある機器・システム（宇宙機器と、海底中継器、原子力制御システム、航空機制御システム、プラント基幹システム、軍事機器等）に使用されることを意図しておらず、これらの用途に使用することは想定していません。たとえ、当社が想定していない用途に当社製品を使用したことにより損害が生じても、当社は一切その責任を負いません。

7. あらゆる半導体製品は、外部攻撃からの安全性を 100%保証されているわけではありません。当社ハードウェア／ソフトウェア製品にはセキュリティ対策が組み込まれているものもありますが、これによって、当社は、セキュリティ脆弱性または侵害（当社製品または当社製品が使用されているシステムに対する不正アクセス・不正使用を含みますが、これに限られません。）から生じる責任を負うものではありません。当社は、当社製品または当社製品が使用されたあらゆるシステムが、不正な改変、攻撃、ウイルス、干渉、ハッキング、データの破壊または窃盗その他の不正な侵入行為（「脆弱性問題」といいます。）によって影響を受けないことを保証しません。当社は、脆弱性問題に起因したまたはこれに関連して生じた損害について、一切責任を負いません。また、法令において認められる限りにおいて、本資料および当社ハードウェア／ソフトウェア製品について、商品性および特定目的との合致に関する保証ならびに第三者の権利を侵害しないことの保証を含め、明示または黙示のいかなる保証も行いません。
8. 当社製品をご使用の際は、最新の製品情報（データシート、ユーザーズマニュアル、アプリケーションノート、信頼性ハンドブックに記載の「半導体デバイスの使用上の一般的な注意事項」等）をご確認の上、当社が指定する最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他指定条件の範囲内でご使用ください。指定条件の範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障、誤動作の不具合および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。
9. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めていますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は、データシート等において高信頼性、Harsh environment 向け製品と定義しているものを除き、耐放射線設計を行っておりません。仮に当社製品の故障または誤動作が生じた場合であっても、人身事故、火災事故その他社会的損害等を生じさせないよう、お客様の責任において、冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、お客様の機器・システムとしての出荷保証を行ってください。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様の機器・システムとしての安全検証をお客様の責任で行ってください。
10. 当社製品の環境適合性等の詳細につきましては、製品個別に必ず当社営業窓口までお問合せください。ご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。かかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関して、当社は、一切その責任を負いません。
11. 当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器・システムに使用することはできません。当社製品および技術を輸出、販売または移転等する場合は、「外国為替及び外国貿易法」その他日本国および適用される外国の輸出管理関連法規を遵守し、それらの定めるところに従い必要な手続きを行ってください。
12. お客様が当社製品を第三者に転売等される場合には、事前に当該第三者に対して、本ご注意書き記載の諸条件を通知する責任を負うものとしします。
13. 本資料の全部または一部を当社の文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを禁じます。
14. 本資料に記載されている内容または当社製品についてご不明な点がございましたら、当社の営業担当者までお問合せください。

注 1. 本資料において使用されている「当社」とは、ルネサス エレクトロニクス株式会社およびルネサス エレクトロニクス株式会社が直接的、間接的に支配する会社をいいます。

注 2. 本資料において使用されている「当社製品」とは、注 1 において定義された当社の開発、製造製品をいいます。

(Rev.5.0-1 2020.10)

本社所在地

〒135-0061 東京都江東区豊洲 3-2-24（豊洲フォレシア）

www.renesas.com

お問合せ窓口

弊社の製品や技術、ドキュメントの最新情報、最寄の営業お問合せ窓口に関する情報などは、弊社ウェブサイトをご覧ください。

www.renesas.com/contact/

商標について

ルネサスおよびルネサスロゴはルネサス エレクトロニクス株式会社の商標です。すべての商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。