

RA0 シリーズ

Microchip PIC®16(L)F1 から RA0 への移行ガイド

概要

本アプリケーションノートは、マイクロチップ・テクノロジー社製 PIC16(L)F1 ファミリから RA0 シリーズへの置き換えを行う場合の開発およびツールエコシステム、コアアーキテクチャ、周辺機器の考慮事項およびソフトウェア開発キットなどを説明します。

このドキュメントは、2つの製品間の違いを明らかにし、PIC16(L)F1 ファミリ開発環境に関する既存の知識を活用して、RA0 シリーズの MCU を迅速に導入できるようにすることを目的としています。

本書に記載している会社名や製品名など、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。なお、本文中では、TM、®マークを省略しています。

移行対象デバイス

マイクロチップ・テクノロジー社製 PIC16(L)F1 ファミリ

導入対象デバイス

RA0 シリーズ

参考ドキュメント

- [1] RA0E1 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編(R01UH1040)
- [2] RA0E2 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編(R01UH1090)
- [3] RA0E3 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編(R01UH1165)
- [4] RA0L1 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編(R01UH1143)
- [5] 統合開発環境 e² studio 2023-10 以上 ユーザーズマニュアル クイックスタートガイド
ルネサスマイクロコントローラ RA ファミリ(R20UT5210)
- [6] Renesas Flexible Software Package (FSP) v6.1.0 User's Manual(R11UM0155)

目次

1. RA0 ポートフォリオの概要	4
1.1 はじめに	4
1.2 PIC16(L)F1 と RA0 のポートフォリオ比較	4
2. エコシステムとマイグレーション	6
2.1 エコシステムの比較	6
2.1.1 スマート・ブラウザー	8
2.1.2 RA0 がサポートする IDE	9
2.1.3 FSP Configurator	10
2.1.4 デバッグツール	13
2.1.5 評価ボード	14
2.1.5.1 Fast Prototyping Board	14
2.2 移行プロセス	15
2.2.1 ステップ 1. 適切な RA0 の選択	15
2.2.2 ステップ 2. IDE のセットアップと e ² studio の簡単な紹介	18
2.2.2.1 IDE のセットアップ	18
2.2.2.2 e ² studio の操作方法の紹介	20
2.2.3 ステップ 3. ソフトウェアの移植	25
2.2.4 ステップ 4. ソフトウェアの評価	29
2.2.5 ステップ 5. 量産	29
2.3 サンプルプログラムのインポート例	31
3. コアアーキテクチャの比較	38
3.1 CPU	38
3.2 組み込みメモリの比較	39
3.2.1 フラッシュメモリ機能	39
3.2.2 フラッシュメモリ構成	40
3.2.2.1 フラッシュメモリ領域	40
3.2.2.2 RA0 のフラッシュ I/O レジスタ	40
3.2.2.3 RA0 のセルフプログラミング	40
3.2.3 SRAM	41
3.3 電源投入とリセットの概要と比較	42
3.4 クロックの概要と比較	44
3.4.1 発振器	44
3.4.1.1 RA0 発振器	44
3.4.2 クロック信号の比較	45
3.5 動作モードの概要と比較	46
3.5.1 動作モードの比較	46
3.5.2 スリープモードでの RA0 の機能	47
3.5.3 スヌーズモードでの RA0 の機能	47
3.5.4 スタンバイモードでの RA0 の機能	47
3.6 割り込みとイベントの比較	48
3.6.1 割り込みと例外	48

RA0 シリーズ

Microchip PIC®16(L)F1 から RA0 への移行ガイド

3.6.1.1	RA0 の割り込み管理	49
3.6.1.2	PIC16(L)F183xx の割り込み管理	50
3.7	デバッグとプログラミングの比較	51
3.7.1	デバッグ比較	51
3.7.1.1	RA0 のデバッグ	51
3.7.1.2	PIC16(L)F183xx のデバッグ	51
3.7.2	プログラミングモードの比較	52
3.7.2.1	RA0 のシリアルプログラミング	52
3.7.2.2	PIC16(L)F183xx のシリアルプログラミング	52
4.	デジタル周辺機器の比較	53
4.1	汎用 IO (PORT, PmnPFS_A)	53
4.2	ユニバーサル非同期送受信機 (UART, SAU)	54
4.3	シリアルペリフェラルインタフェース (SPI, SAU)	55
4.4	インターインテグレートドサーキット (IICA, SAU)	56
4.5	タイマ (TAU, TML32)	57
4.6	ウォッチドッグタイマ (IWDT)	58
5.	アナログ周辺機器の比較	59
5.1	アナログ-デジタルコンバーター (ADC12)	59
5.2	内部基準電圧 (VBGR)	59
6.	参考ドキュメント	60
	改訂記録	61

1. RA0 ポートフォリオの概要

1.1 はじめに

RA0 シリーズ（以下、「RA0」という）は、Arm Cortex-M23 コアを搭載し、32 ビットの汎用マイコンとしては業界最小クラスとなる低消費電力を実現したマイクロコントローラです。動作電流や待機時の消費電力が非常に低く、バッテリー駆動機器や省電力が求められるアプリケーションに適しています。

RA0 は、民生用機器、小型家電、産業オートメーション機器、ビルディング・オートメーション機器の分野で、低消費電力化や低コスト化が強く求められるアプリケーションに適しています。ルネサスのエコシステムにより、豊富なサンプル・コードやアプリケーションノートが提供されているため、迅速な開発が可能です。

RA0 は、マイクロチップ・テクノロジー社製 PIC16(L)F1 ファミリ（以下、「PIC16(L)F1」という）の代替品として競争力のある製品です。このアプリケーションノートでは、デバイスの機能とエコシステムを比較することで、PIC16(L)F1 から RA0 への移行を支援します。

1.2 PIC16(L)F1 と RA0 のポートフォリオ比較

表 1-1 Renesas RA0 と Microchip PIC16(L)F1 との比較 (1/2)

項目		Microchip ^[1] PIC16F180xx	Microchip ^[2] PIC16(L)F183xx	Microchip ^[3] PIC16(L)F184xx	Renesas RA0
コア		Enhanced Mid-Range CPU			Arm Cortex-M23
クロック周波数		最大 32MHz	最大 32MHz	最大 32MHz	最大 32MHz
最小命令実行時間		0.125µs	0.125µs	0.125µs	0.03125µs
電源電圧		1.8~5.5V	1.8~3.6V 2.3~5.5V	1.8~3.6V 2.3~5.5V	1.6~5.5V
動作温度範囲		-40~+85°C -40~+125°C	-40~+85°C -40~+125°C	-40~+85°C -40~+125°C	-40~+125°C
コードフラッシュ		3.5~28KB	3.5~28KB	7~28KB	16~128KB
データフラッシュ		-	-	-	1~2KB
EEPROM		128~256B	256B	256B	-
RAM		0.25~2KB	0.25~2KB	0.5~2KB	2~16KB
割り込み 要因	内部	最大 30	最大 33	最大 45	最大 33
	外部	1+IOC 最大 25	1+IOC 最大 18	1+IOC 最大 25	最大 6
入出力ポート		最大 35	最大 18	最大 26	最大 60
アナログ	ADC	最大 35ch (10bit 分解能)	最大 17ch (10bit 分解能)	最大 24ch (12bit 分解能)	最大 15ch (12bit 分解能)
	DAC	1ch (8bit 分解能)	1ch (5bit 分解能)	1ch (5bit 分解能)	-
	COMP	1ch	最大 2ch	最大 2ch	-
シリアル インタ フェース	UART	最大 2ch	1ch	最大 2ch	最大 5ch
	I ² C	最大 2ch	最大 2ch	最大 2ch	最大 4ch
	SPI	最大 2ch	最大 2ch	最大 2ch	最大 6ch
タイマ		8bit : 4ch 16bit : 3ch	8bit : 最大 4ch 16bit : 最大 4ch	8bit : 4ch 16bit : 4ch	16bit : 8ch 32bit : 1ch(or 16bit : 2ch or 8bit : 4ch)

RA0 シリーズ

Microchip PIC®16(L)F1 から RA0 への移行ガイド

表 1-2 Renesas RA0 と Microchip PIC16(L)F1 との比較 (2/2)

項目	Microchip ^[1] PIC16F180xx	Microchip ^[2] PIC16(L)F183xx	Microchip ^[3] PIC16(L)F184xx	Renesas RA0	
その他の主な 周辺機器／特長	ZCD Temp. Indicator HCVD PPS	Temp. Indicator PPS PMD	ZCD Temp. Indicator HCVD PPS PMD	温度センサ イベントリンクコ ントローラ 静電容量タッチ (RA0L1)	
ピン数	8~44	8~20	14~28	16~64	
省電力 ^注	通常 動作	4.5mA@32MHz, 3V, typical	2.2mA@32MHz, 3V, typical	3.9mA@32MHz, 3V, typical	2.7mA@32MHz, 3.3V, typical
	Standby	-	DOZE モード 863µA@16MHz, 3V, typical	DOZE モード 1.5mA@16MHz, 3V, typical	スリープモード 820µA@32MHz, 3.3V, typical
			IDLE モード 804µA@16MHz, 3V, typical	IDLE モード 1.5mA@16MHz, 3V, typical	
SLEEP モード 900nA@3V, typical	SLEEP モード 950nA@3V, typical	SLEEP モード 880nA@3V, typical	ソフトウェアスタ ンバイモード 200nA@3.3V, Typical		

注 RA0 のソフトウェアスタンバイモードは PIC16(L)F1 の SLEEP モードに、スリープモードは DOZE モードまたは IDLE モードに相当します。

RA0 シリーズ

Microchip PIC®16(L)F1 から RA0 への移行ガイド

2. エコシステムとマイグレーション

RA0 エコシステムは、ハードウェアからソフトウェア、デバッグツール、ライブラリ、サポートコミュニティまで幅広いサポートを提供しており、さまざまなアプリケーション向けに柔軟で効率的な開発を支援します。このエコシステムを活用することで、開発者は迅速かつ効果的に製品開発を進めることができます。

2.1 エコシステムの比較

表 2-1 エコシステムの比較

種別	PIC16(L)F1	RA0
コードソース	ドライバ ライブラリ ミドルウェア RTOS コードサンプル	Flexible Software Package - FSP(ミドルウェア、ドライバ、 RTOS) スマート・ブラウザー (コードサ ンプル、ドキュメント参照)
IDE	MPLAB X IDE MPLAB Xpress クラウド型 IDE	e ² studio IAR Embedded Workbench Arm Keil MDK IDE
ソフトウェア コンフィグレーション	MPLAB Code Configurator (MCC)	FSP Configurator RA Smart Configurator (RASC)
ソフトウェア プログラミングツール	MPLAB X IDE MPLAB Xpress クラウド型 IDE	ルネサスフラッシュプログラマ
ハードウェア プログラミングツール	MPLAB PICkit 5 MPLAB ICD 5 MPLAB ICE 4	PG-FP6
デバッグ	MPLAB PICkit 5 MPLAB ICD 5 MPLAB ICE 4	E2 エミュレータ E2 エミュレータ Lite J-Link ULINKplus
評価ボード	MPLAB Xpress 評価用ボード PIC16F18446 Curiosity Nano PIC16F18076 Curiosity Nano 評価 キット	RA0xx Fast Prototyping Board RSSK-RA0L1

図 2-1 では RA0 エコシステムの概要を示しています。

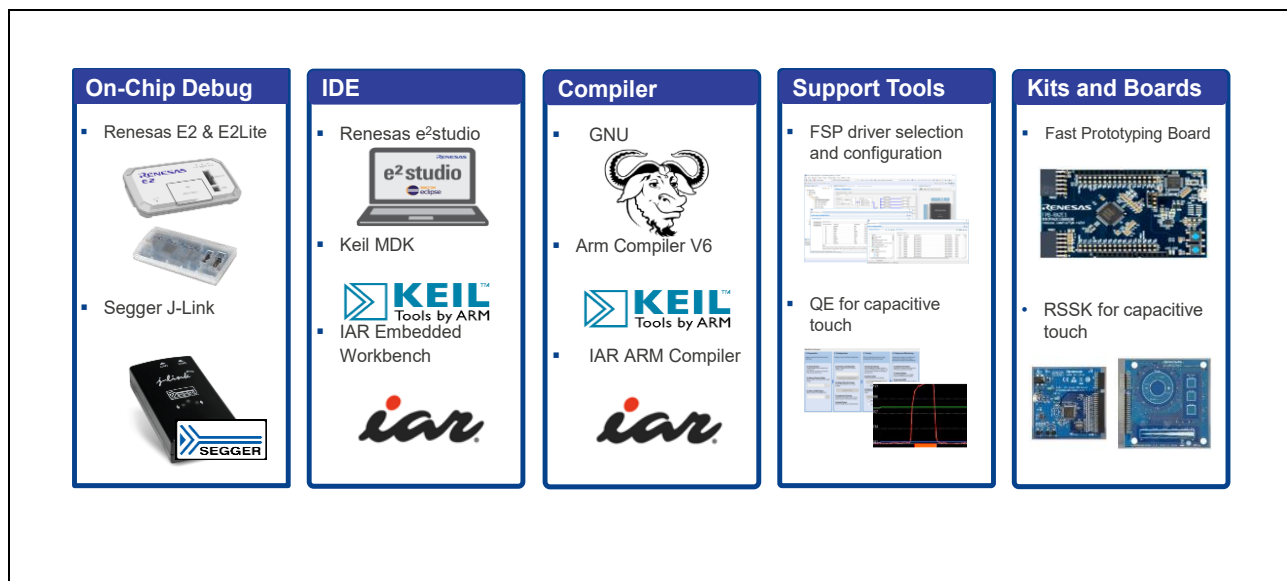


図 2-1 RA0 エコシステムの概要

2.1.1 スマート・ブラウザー

スマート・ブラウザーは、使用するルネサス製デバイスの最新のユーザーズマニュアル、テクニカルアップデートおよびアプリケーションノートを検索、表示することができます。また、サンプル・コードのダウンロード、およびプロジェクトを含むサンプル・コードのインポートが可能です。

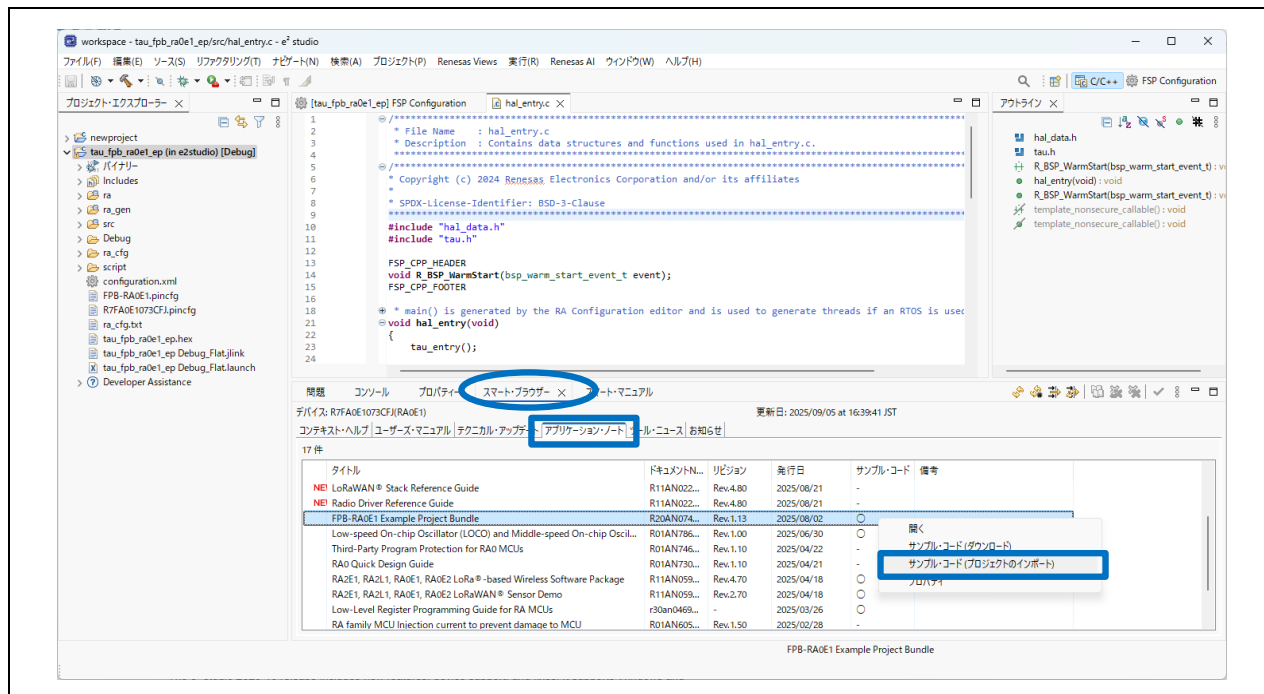


図 2-2 スマート・ブラウザー

スマート・ブラウザーは、e² studio に内蔵されていますので、e² studio をインストールすることで利用できます。スマート・ブラウザーは開発者がプロジェクトに必要な情報に迅速にアクセスできるように、複数のタブが用意されています。

“ユーザーズマニュアル” タブは、各種開発ツールやデバイスに関連する公式ドキュメントへのアクセスを提供します。

“テクニカルアップデート” タブは、技術的な更新や新しい機能、デバイスの変更に関する情報を提供するタブで、プロジェクトで使用しているデバイスやツールに関連した最新の技術アップデートを確認できます。

“アプリケーションノート” タブには、アプリケーション開発のため技術情報を記載しており、特定の周辺機能やソフトウェア設計に関する使用方法を説明するドキュメント情報を提供します。

表 2-2 ソフトウェアエコシステムの比較

種別	PIC16(L)F1	RA0
ドライバ/ライブラリ	あり	あり
ミドルウェア	あり	あり
セルフプログラミング	あり	あり
サンプルプログラム	あり	あり
無償 RTOS	あり	あり

RA0 サンプルプログラムは、一般的なハードウェア機能の初期化や設定が簡単に行えるように構成されています。たとえば、PORT（ポート入力/出力）やタイマ、UART、I²C、SPI など、主要な周辺機能に対応するコードが含まれており、必要な初期化手順がすべて含まれています。ほとんどの RA0 サンプルプログラムは、ソフトウェア開発を加速するために FSP Configurator をサポートしています。

2.1.2 RA0 がサポートする IDE

統合開発環境(IDE)は、ユーザがソフトウェアコードを効率的に開発するためのソフトウェアアプリケーションで、通常、エディタ、コンパイラ、デバッガなどが含まれます。

PIC16(L)F1 の代表的な IDE は MPLAB X IDE で、最適化 C/C++コンパイラ、ソースコードエディタ、プロジェクトビルド環境、デバッガ、その他多くの機能を含む、組み込みアプリケーションの開発とデバッグに使用される一連のツールで構成されています。

RA0 の IDE である e² studio も同様に、多くの機能を含む、組み込みアプリケーションの開発とデバッグに使用される一連のツールで構成されています。また、e² studio は無料で使用でき、FSP Configurator からの自動コード生成、および FSP との連携によるソフトウェアモジュールの統合と管理、スマート・ブラウザによる RA0 サンプルプログラムや技術ドキュメントの提供を統合しています。

表 2-3 MPLAB X IDE と e² studio の比較

IDE	MPLAB X IDE	e ² studio
ライセンス	無料	無料
コンパイラ	MPLAB XC Compilers/GCC	GCC / LLVM / Arm Compiler / IAR Arm Compiler
周辺機器 API 機能支援	サポートしない	サポートする
表示言語	英語 (デフォルト) 日本語 中国語 ドイツ語 フランス語 スペイン語 イタリア語 韓国語	英語 日本語 中国語
実行ファイル出力形式	Hex file Binary file Executable and Linkable Format Common Object File Format	Hex file Binary file Motorola S-record file
コード生成 GUI	MPLAB Code Configurator	FSP Configurator RA Smart Configurator (RASC)

e² studio に加えて、RA0 は、表 2-4 に示す業界標準の IDE でもサポートされています。

表 2-4 RA0 がサポートする IDE の概要

IDE	e ² studio	Arm Keil MDK IDE	IAR Embedded Workbench
ライセンス	無料	有料	有料
コンパイラ	GCC / LLVM / Arm Compiler / IAR Arm Compiler	Arm Compiler	IAR C/C++ Compiler for Renesas Arm
ディスクサイズ	2G 以上	2G 以上	6.33G(Arm 8.50.4)
E2 エミュレータ	サポートする	サポートしない	サポートする
E2 エミュレータ Lite	サポートする	サポートしない	サポートする
J-Link	サポートする	サポートする	サポートする
ULINKplus	サポートしない	サポートする	サポートしない
ルネサス QE による低消費電力化のデバッグ	サポートする	サポートしない	サポートしない
MISRA-C	サポートしない	サポートしない	サポートする

e² studio の使用法と機能の一部については、2.2.2.2 e² studio の操作方法の紹介を参照してください。

2.1.3 FSP Configurator

FSP Configurator は e² studio に統合されています。MPLAB Code Configurator と同様に、FSP Configurator は、マイコン周辺の端子設定、ミドルウェアやドライバの組み込みなど、ユーザの開発に応じたソフトウェアの組み合わせと設定がスピーディかつスマートに実現できます。FSP Configurator を使用すると、端子設定や周辺機能の競合を視覚的に解決し、自身のプロジェクトに合わせてカスタマイズができます。

また FSP Configurator は IDE を用いずに実行できるスタンドアロン版 RA Smart Configurator (RASC)も用意しています。スタンドアロン版では、Arm Keil MDK IDE や IAR Embedded Workbench と連携することができます。

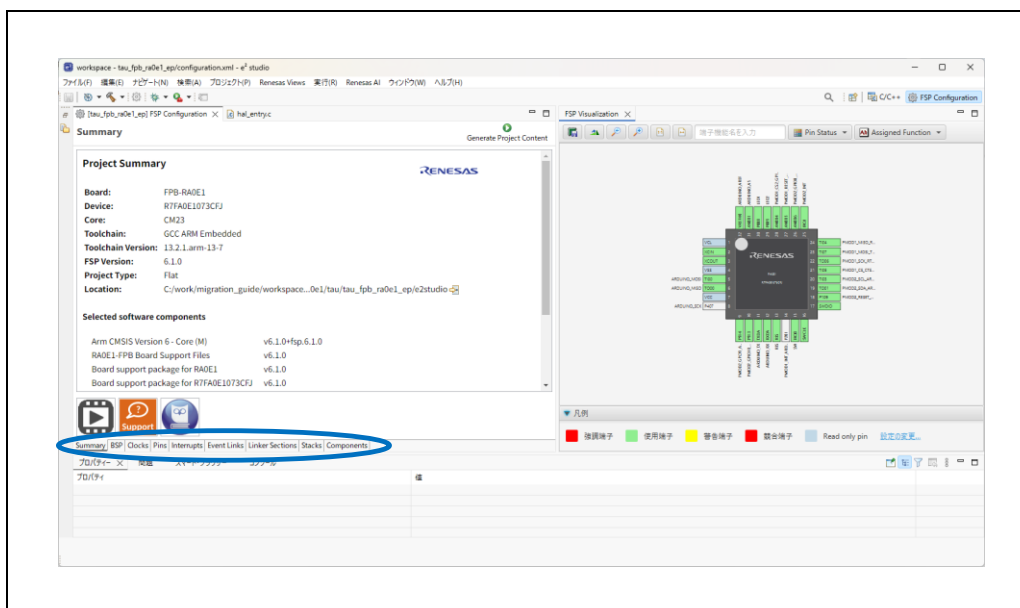


図 2-3 FSP Configurator

MPLAB Code Configurator と同様に FSP Configurator には、ハードウェアの回路図表示と各周辺機器の詳細な説明、および GUI インタフェースの任意の構成の詳細な機能説明があります。

Flexible Software Package (フレキシブルソフトウェアパッケージ：以降、FSP) には、通信やセキュリティのような一般的な機能のドライバやスタックが含まれています。これらのドライバやスタックは、ミドルウェアスタック、個々のユーザアプリケーション対応の RTOS に依存しないハードウェア抽象化レイヤ (Hardware Abstraction Layer：以降、HAL) ドライバで提供されます。

図 2-4 に示すように、周辺機能は分類され一覧表示します。

また、割り込み設定の比較を図 2-5 に示します。

MPLAB Code Configurator の割り込みと端子設定は、使用するコンポーネント単位で個別に設定しますが、FSP Configurator では使用する HAL ドライバのモジュール (FSP では Stack と称します) をプロジェクトに追加し、モジュール単位で個別に設定します。

設定が確定後、FSP Configurator ではユーザが「コードの生成」ボタンを押したタイミングで生成するコードを一括更新します。

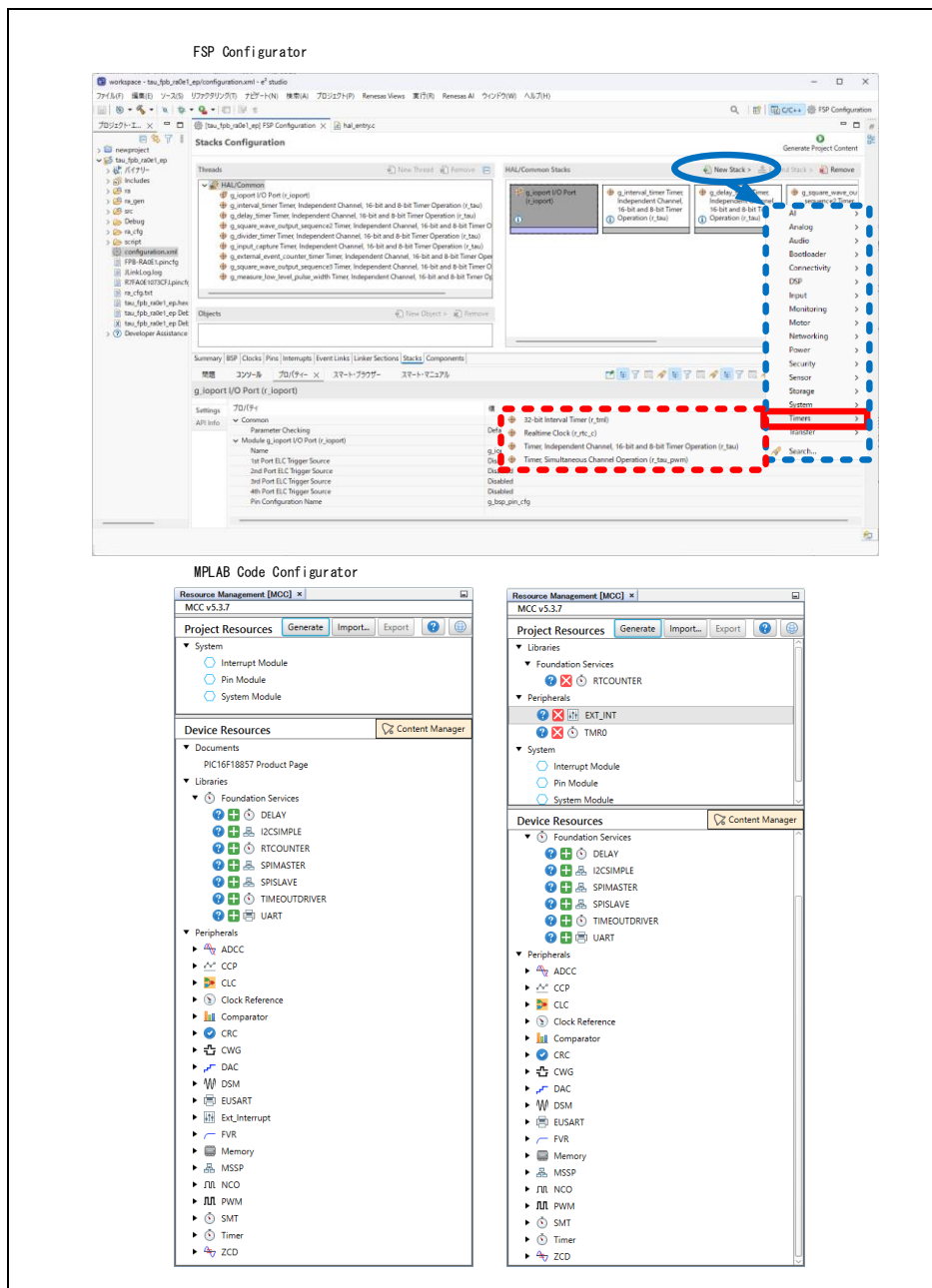


図 2-4 周辺機器リストの比較

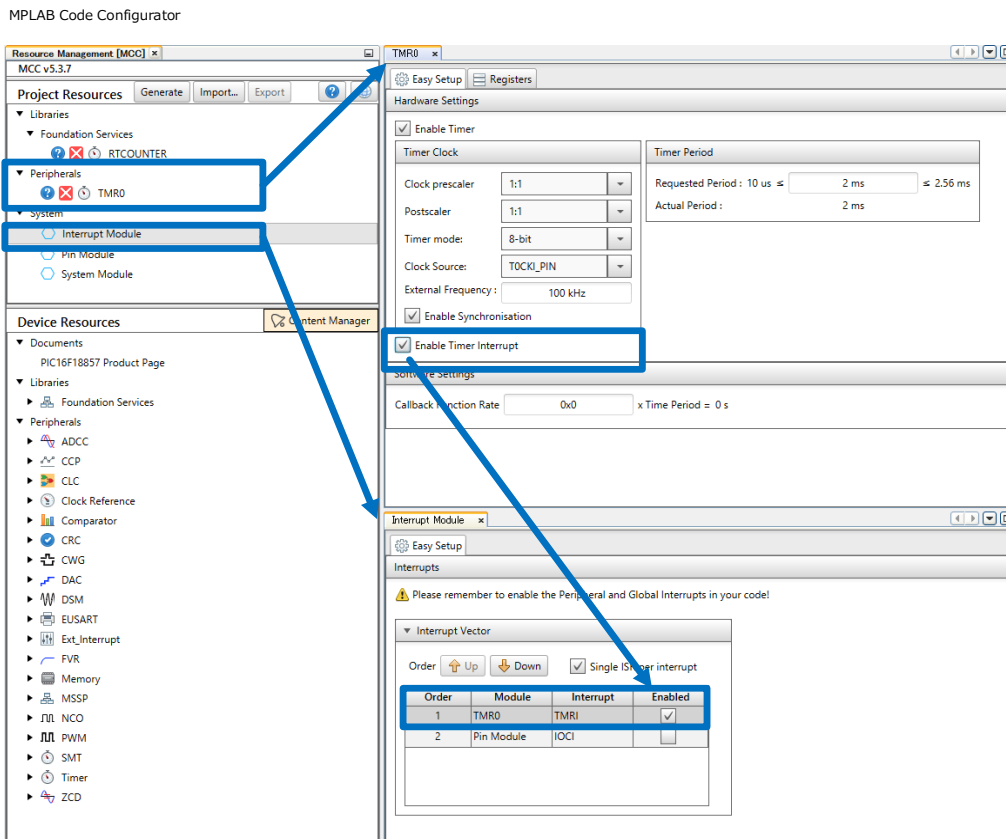
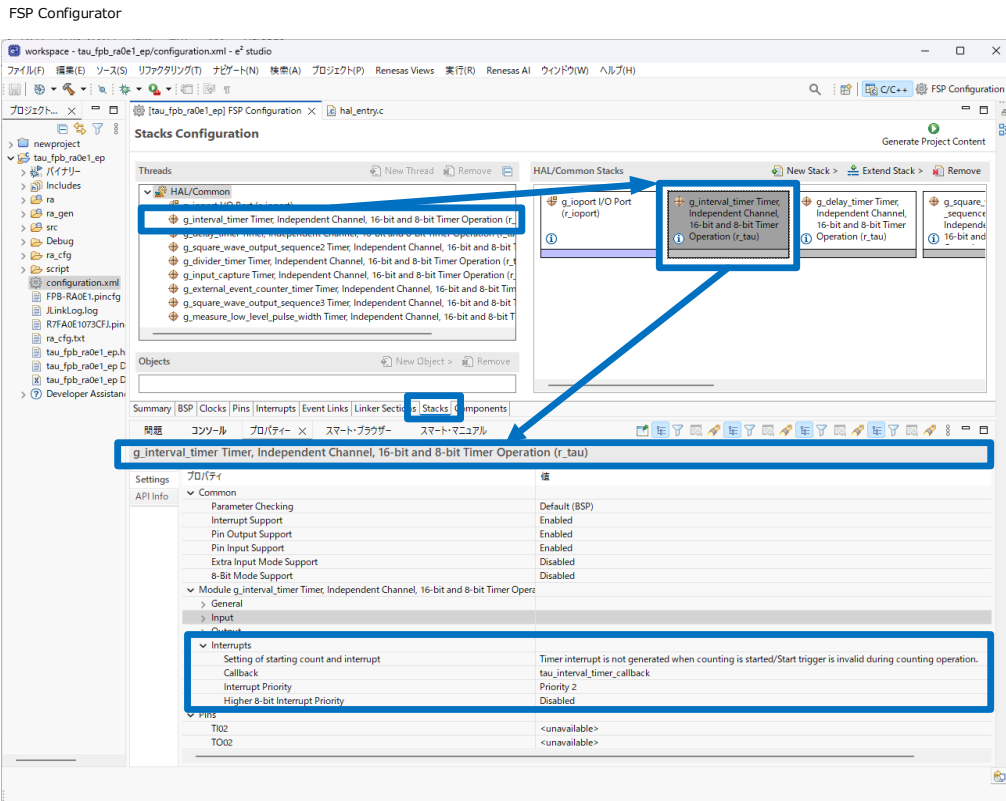


図 2-5 割り込み設定の比較

2.1.4 デバッグツール

PIC16(L)F1 の場合、ツール MPLAB PICkit 5 は、インサーキットシリアルプログラミング (ICSP) およびインサーキットデバッグ (ICD) インタフェースを使用して、PGD (プログラムデータ) および PGC (プログラムクロック) ピンを介して PIC16(L)F1 に接続します。プログラム実行中デバイス状態をリアルタイムでモニタリングし、および低消費電力モードのデバッグをサポートします。

RA0 の場合、デバッガ (E2 エミュレータや E2 エミュレータ Lite など) と RA0 間のインタフェースとして、シリアルワイヤデバッグ (SWD) インタフェースを接続します。RA0 の一般的なデバッグツールは、消費電流の測定、ポイントの監視、外部トリガ入力/出力の設定をサポートする E2 エミュレータです。デバッガの接続の詳細については、図 2-6 を参照してください。

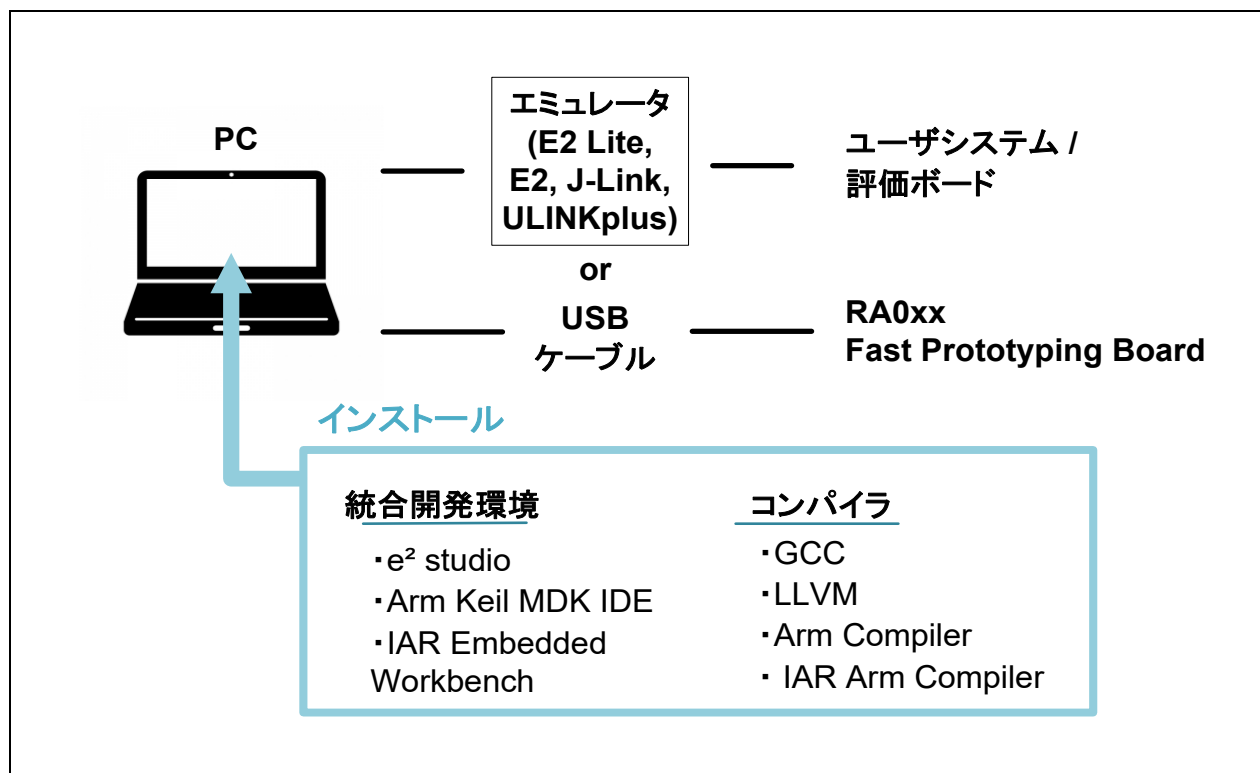


図 2-6 RA0 デバッグ

RA0 は、E2 エミュレータ、E2 エミュレータ Lite、J-Link、ULINKplus を介したオンチップデバッグ機能をサポートします。これらのデバッグ機能は、いずれもフラッシュメモリにプログラムを書き込む機能を持っています。RA0xx Fast Prototyping Board では USB 接続によるオンチップデバッグ機能を搭載しており、エミュレータ不要のデバッグ機能を実現しています。

E2 エミュレータおよび E2 エミュレータ Lite は、ルネサスの汎用エミュレータで、RA0 を含む幅広いマイコンに対応しています。E2 エミュレータは、リアルタイムデバッグやブレークポイント設定が可能で、プログラムの動作を解析できます。高度なトレース機能により、実行したコードの履歴を取得し、詳細な解析が可能です。E2 エミュレータ Lite は、高度なトレース機能はないものの、必要十分なデバッグ機能を備え、コストを抑えた開発が可能です。

表 2-5 では、RA0 のオンチップデバッグをサポートする SWD 接続、E2 エミュレータと E2 エミュレータ Lite の機能の概要を示します。

表 2-5 RA0 デバッガの比較

種別	オンボード デバッガ	E2 エミュレータ	E2 エミュレータ Lite	J-Link	ULINKplus
BSL 注 tool	あり	あり	あり	あり	あり
Backchannel UART	あり	あり	あり	あり	あり
供給電圧	3.3 V or 5.0 V	1.8 V ~ 5.0 V	3.3 V	5.0 V	1.2 V ~ 5.5 V
IDE: e2 studio	サポートする	サポートする	サポートする	サポートする	サポートしない
IDE:3rd party	IAR	IAR	IAR	IAR、Keil	Keil

注 BSL はブートストラップローダーを意味する。

2.1.5 評価ボード

マイコンの動作を手軽に試せる「Fast Prototyping Board」により、RA0 MCU を使った評価・開発を強力にサポートします。

2.1.5.1 Fast Prototyping Board

Fast Prototyping Board は、RA0 が搭載された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。

RA0xx Fast Prototyping Board には、ユーザスイッチ、LED などの回路を搭載しています。Arduino ヘッダーは、さまざまな Arduino シールドをサポートしており、Arduino IDE を用いたスケッチ作成による迅速なプロトタイピングが可能です。

図 2-7 は、RA0E1 Fast Prototyping Board を例に、概要を示しています。

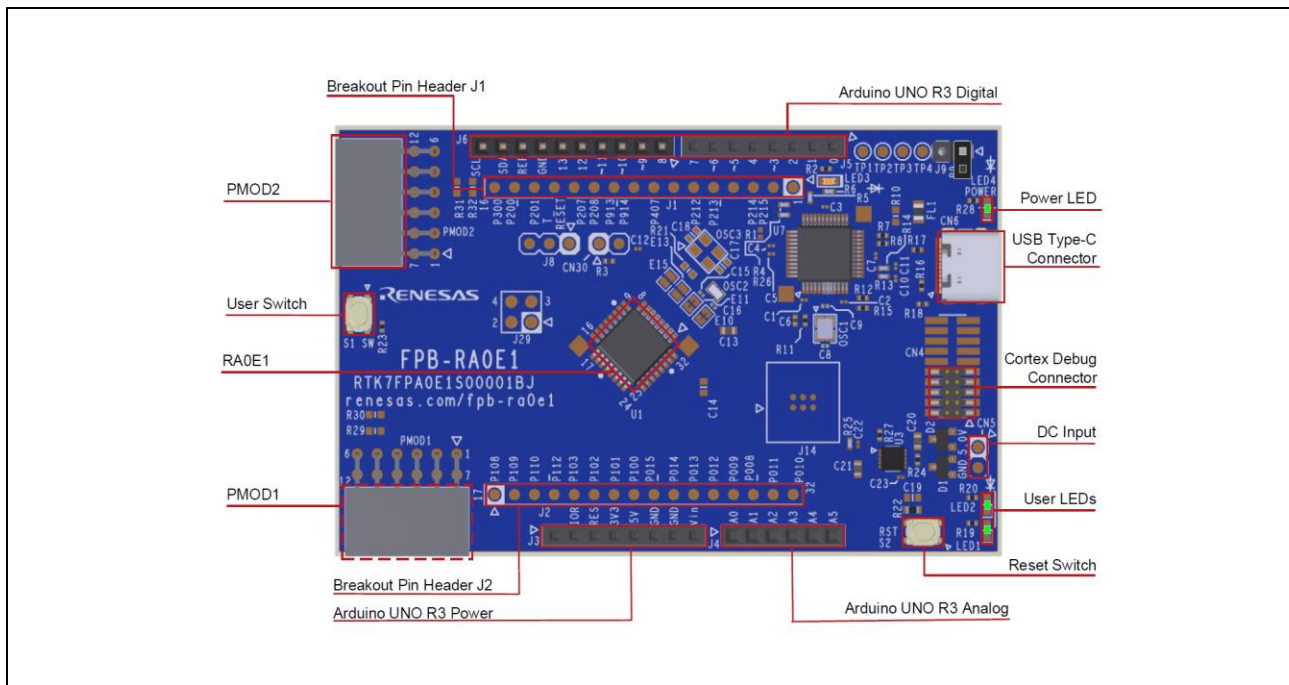


図 2-7 RA0E1 Fast Prototyping Board の概要

FPB は USB 接続によるオンチップデバッグができます。Cortex Debug Connector は、SWD (Serial Wire Debug) インタフェースをサポートしており、外部デバッグツールを使用してターゲットの RA0 MCU のデバッグを行うことができます。

2.2 移行プロセス

RA0 へのスムーズな移行のために、詳細なプロセスは図 2-8 に示すフローで記述しています。各ステップについて詳しく説明し、次のセクションで例を示します。
この章では GCC コンパイラを用いる前提で説明します。

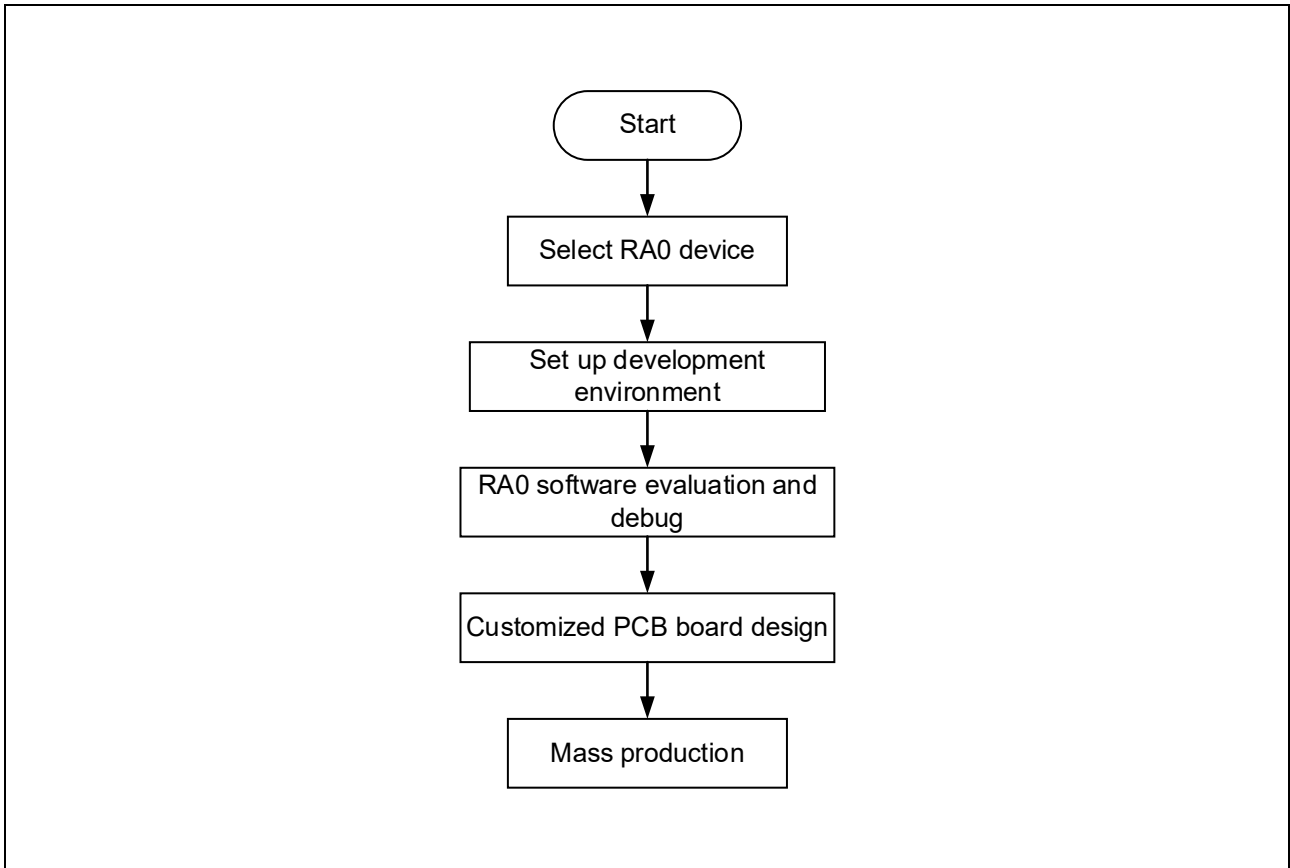


図 2-8 RA0 移行フローチャート

2.2.1 ステップ 1. 適切な RA0 の選択

移行の最初のステップは、アプリケーションに適した RA0 を選択することです。メモリとパッケージに応じてデバイスを区別しているため、簡単に選択できます。RA0E1 を例に製品選択のフローを説明します。

特定のデバイスを絞り込みたい場合、まず図 2-9 に示す [RA0E1 の製品ページ](#) にアクセスします。



図 2-9 製品ページ

RA0 シリーズ

Microchip PIC®16(L)F1 から RA0 への移行ガイド

次に製品選択を選び、図 2-10 に示す上側のフィルタを使用することで、周辺機能の絞り込みができます。

たとえば、UART のチャネル必要数を満たす MCU をフィルタしたい場合、図 2-10 の青枠で示すようにフィルタツールを使用して設定します。

すると、条件にマッチした MCU が表示されます。

さらに別のフィルタを設定することで、要件を満たす製品を選定することができます。

また、リストから選択すると、図 2-11 に示すように、次ページで在庫数や価格、その他の情報を確認できます。

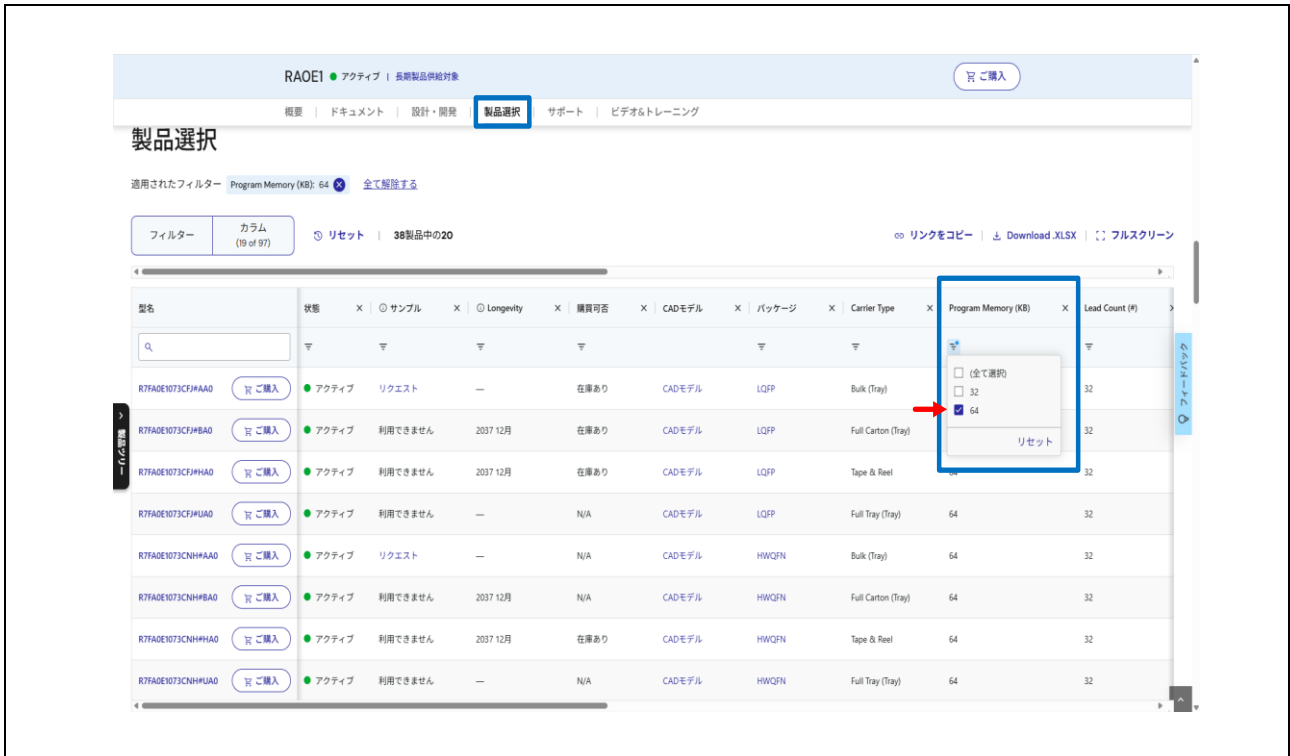


図 2-10 製品フィルタリング

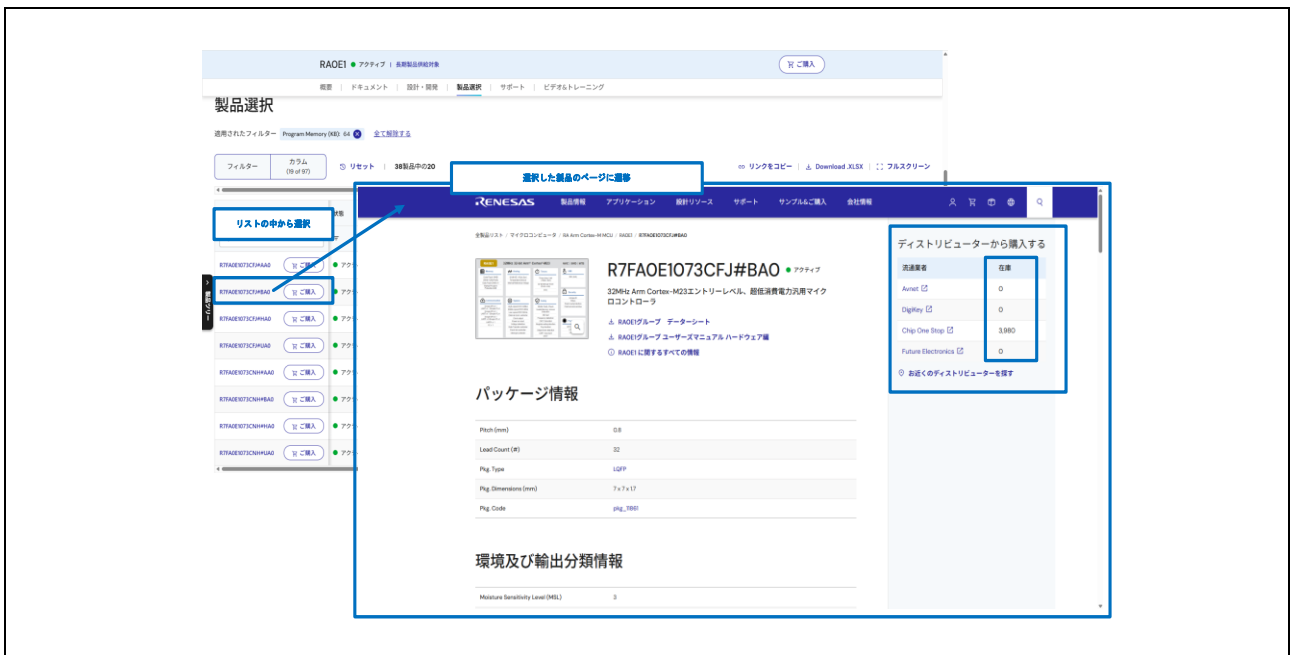


図 2-11 製品選択

RA0 シリーズ

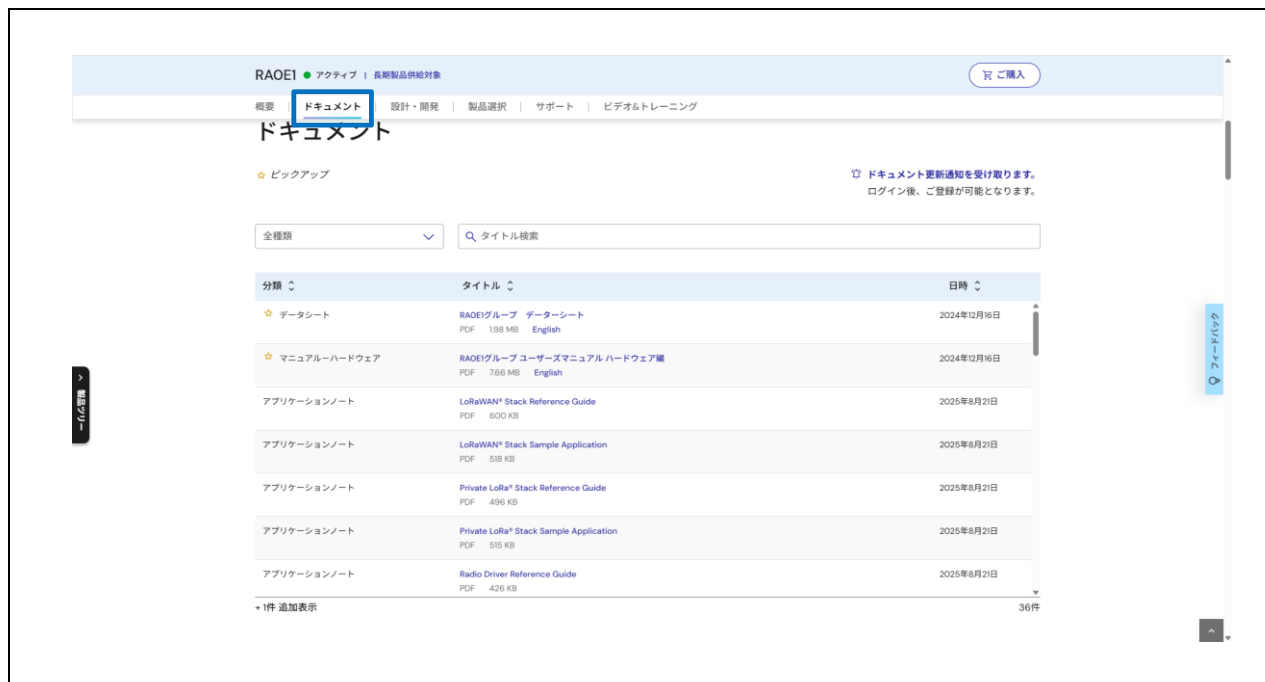
Microchip PIC®16(L)F1 から RA0 への移行ガイド

また、製品ページのドキュメントセクションではデータシート、マニュアル、アプリケーションノートなどのドキュメントをまとめていますので、一覧から必要なドキュメントを選択してダウンロードすることができます (図 2-12 を参照)。

データシートでは、各製品の仕様を簡易的に掲載しています。

マニュアルハードウェアでは、各製品の詳細な仕様を掲載しています。

各製品ページには、関連技術文書もリストされていますので、開発に必要なドキュメントを見つけることができます。



The screenshot shows the 'Documents' section of the RA0E1 product page. The page title is 'ドキュメント' (Documents). There is a search bar and a filter dropdown set to '全種類' (All types). A table lists the following documents:

分類	タイトル	日時
☆ データシート	RA0E1グループ データシート PDF 198 MB English	2024年12月16日
☆ マニュアルハードウェア	RA0E1グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 PDF 766 MB English	2024年12月16日
アプリケーションノート	LoRaWAN® Stack Reference Guide PDF 600 KB	2025年8月21日
アプリケーションノート	LoRaWAN® Stack Sample Application PDF 518 KB	2025年8月21日
アプリケーションノート	Private LoRa® Stack Reference Guide PDF 496 KB	2025年8月21日
アプリケーションノート	Private LoRa® Stack Sample Application PDF 515 KB	2025年8月21日
アプリケーションノート	Radio Driver Reference Guide PDF 426 KB	2025年8月21日

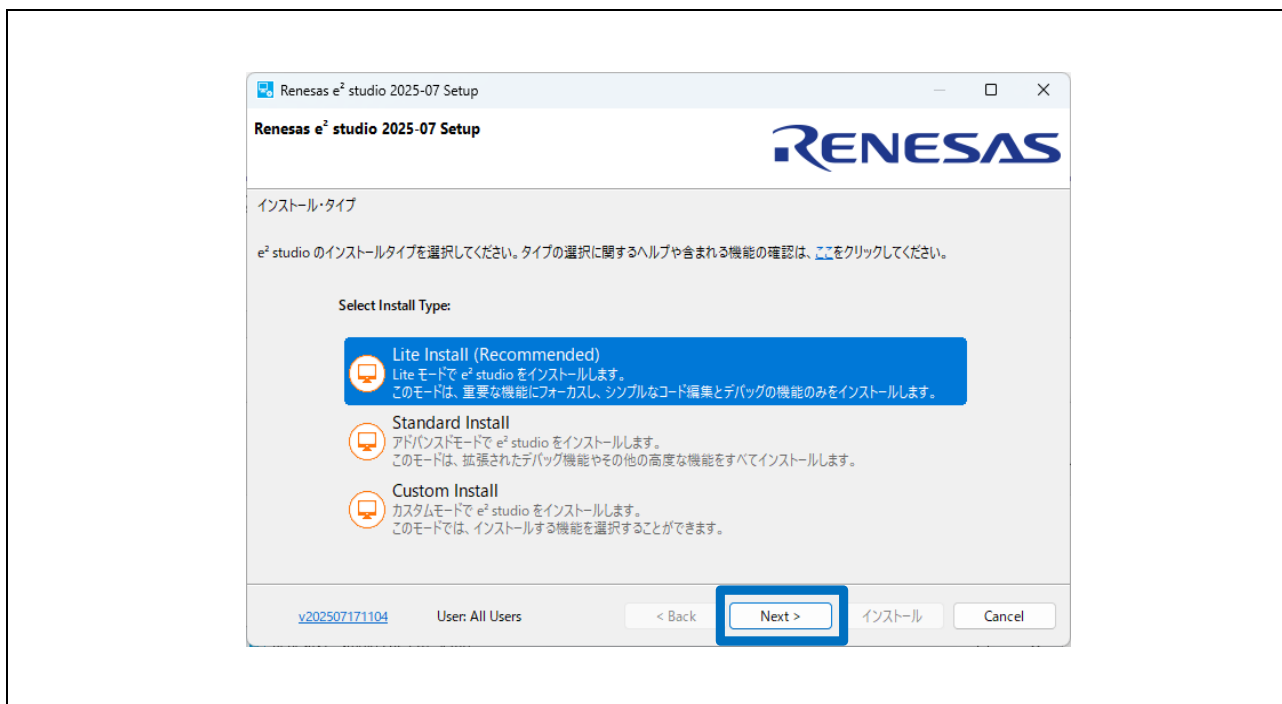
At the bottom of the list, it says '+1件 追加表示' (Add 1 item) and '36件' (36 items).

図 2-12 関連技術文書リスト

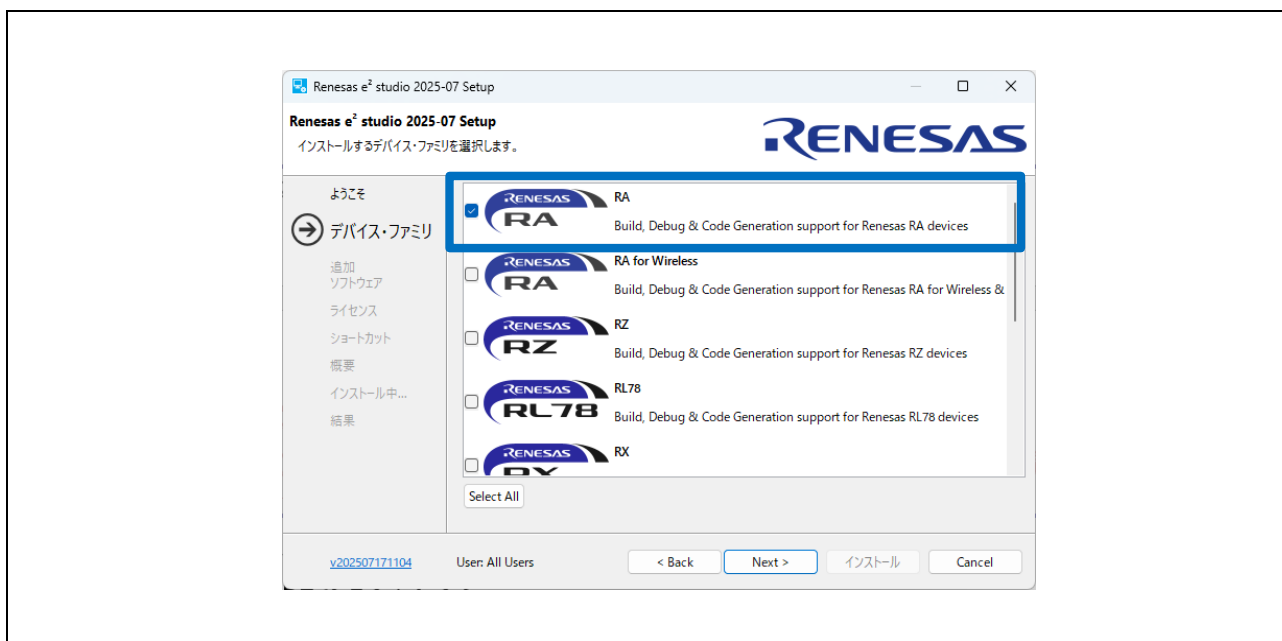
2.2.2 ステップ 2. IDE のセットアップと e² studio の簡単な紹介

2.2.2.1 IDE のセットアップ

- (1) e² studio の [ダウンロードリンク](#) からインストーラをダウンロードしたあとインストーラを起動します。
ここではインストールタイプは Lite Install を選択して「次へ」を押します。

図 2-13 e² studio のインストールタイプ選択

- (2) デバイスは RA ファミリーを選択します。
「次へ」を押して、コンパイラやその他必要なソフトウェアを選択します。

図 2-14 e² studio のデバイス選択

RA0 シリーズ

Microchip PIC®16(L)F1 から RA0 への移行ガイド

(3) インストールする内容に問題が無ければインストールボタンを押し e² studio のインストールを完了します。

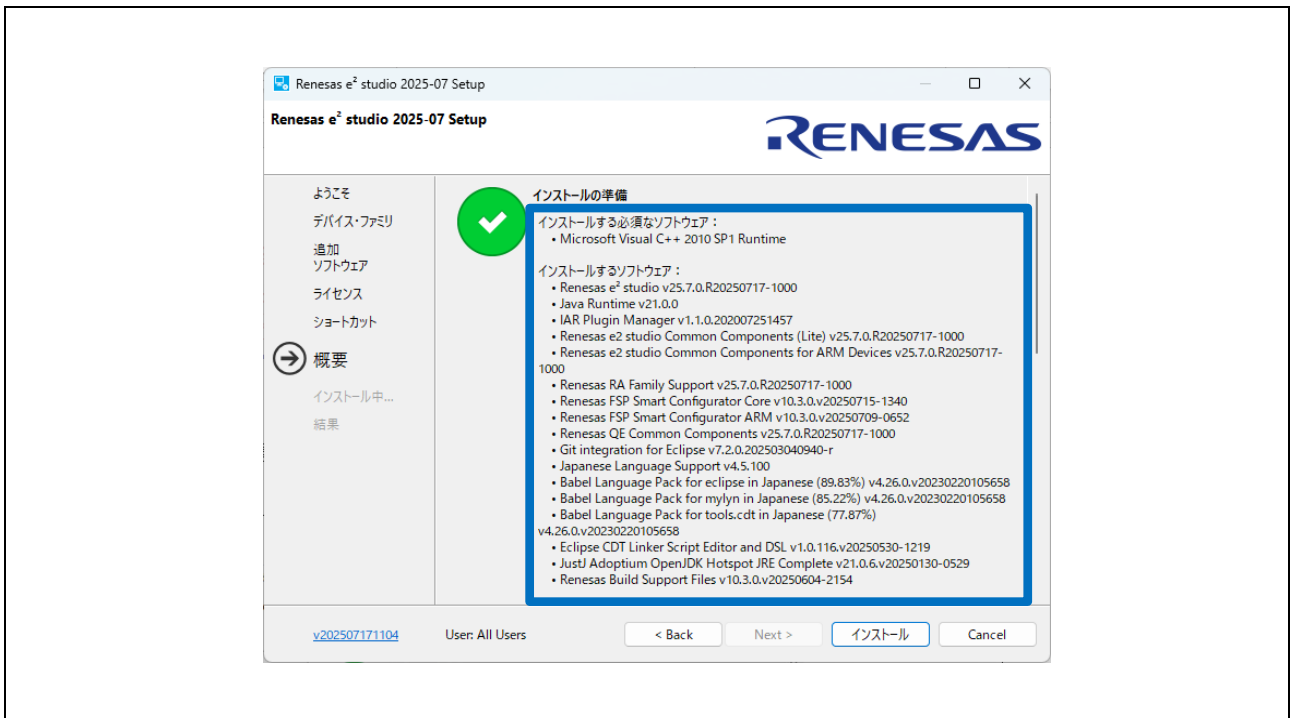


図 2-15 e² studio のインストール概要確認

2.2.2.2 e² studio の操作方法の紹介

- (1) 新しいワークスペースを起動します。ワークスペースとは、インポートしたプロジェクトをコピーするパスのことです。e² studio の機能は MPLAB X IDE の機能と同じです。

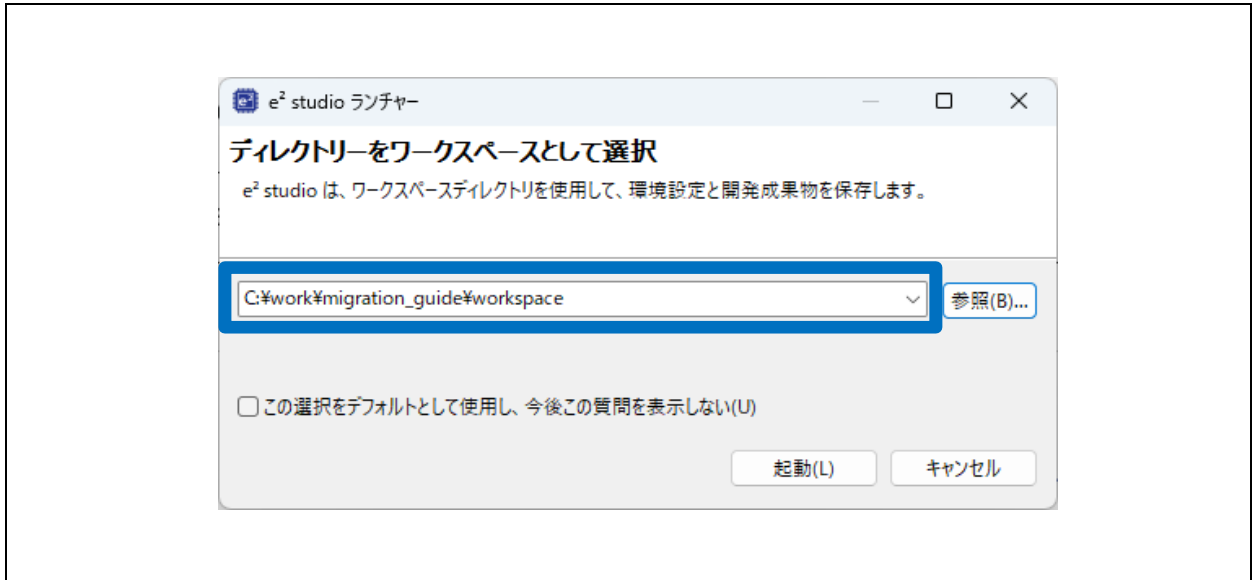


図 2-16 e² studio のワークスペース選択

- (2) 新しいプロジェクトを作成する場合は、[ファイル] -> [新規] -> [Renesas C/C++ Project] -> [Renesas RA]に移動します。
MPLAB X IDE で新しいプロジェクトを作成するのと同様に、デバイス、ツール チェーン、プロジェクト名を設定します。

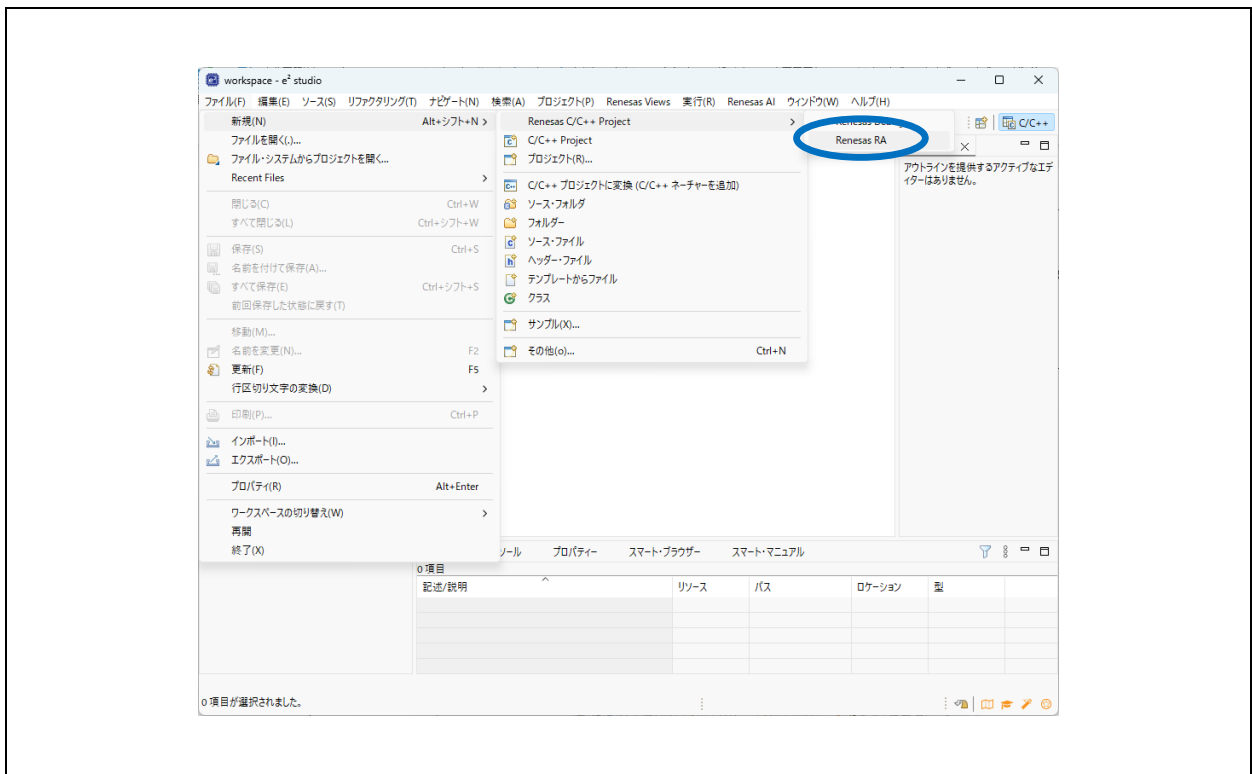


図 2-17 e² studio の新規プロジェクト作成およびデバイス選択

RA0 シリーズ

Microchip PIC®16(L)F1 から RA0 への移行ガイド

(3) 指示に従って設定を進めるとプロジェクト新規作成時の確認画面が表示されます。終了ボタンでプロジェクトを生成します。

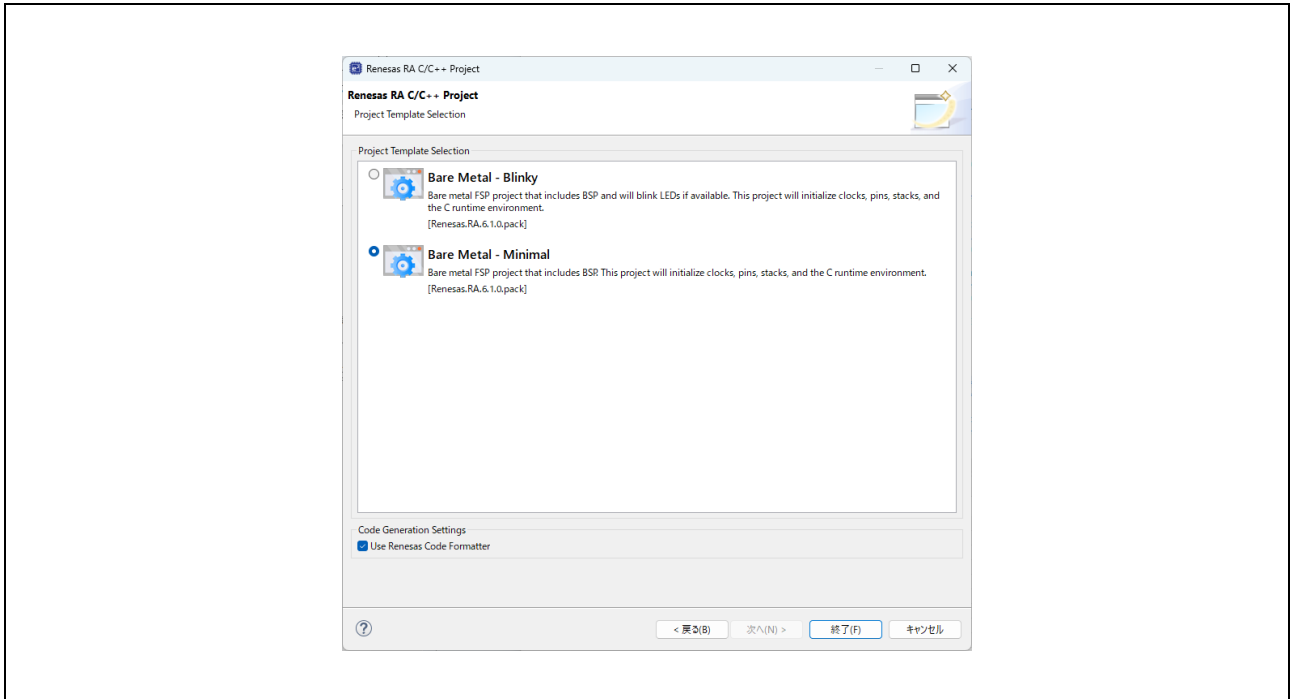


図 2-18 新規プロジェクト作成の概要

(4) プロジェクトが生成され、ワークスペースに表示しました。

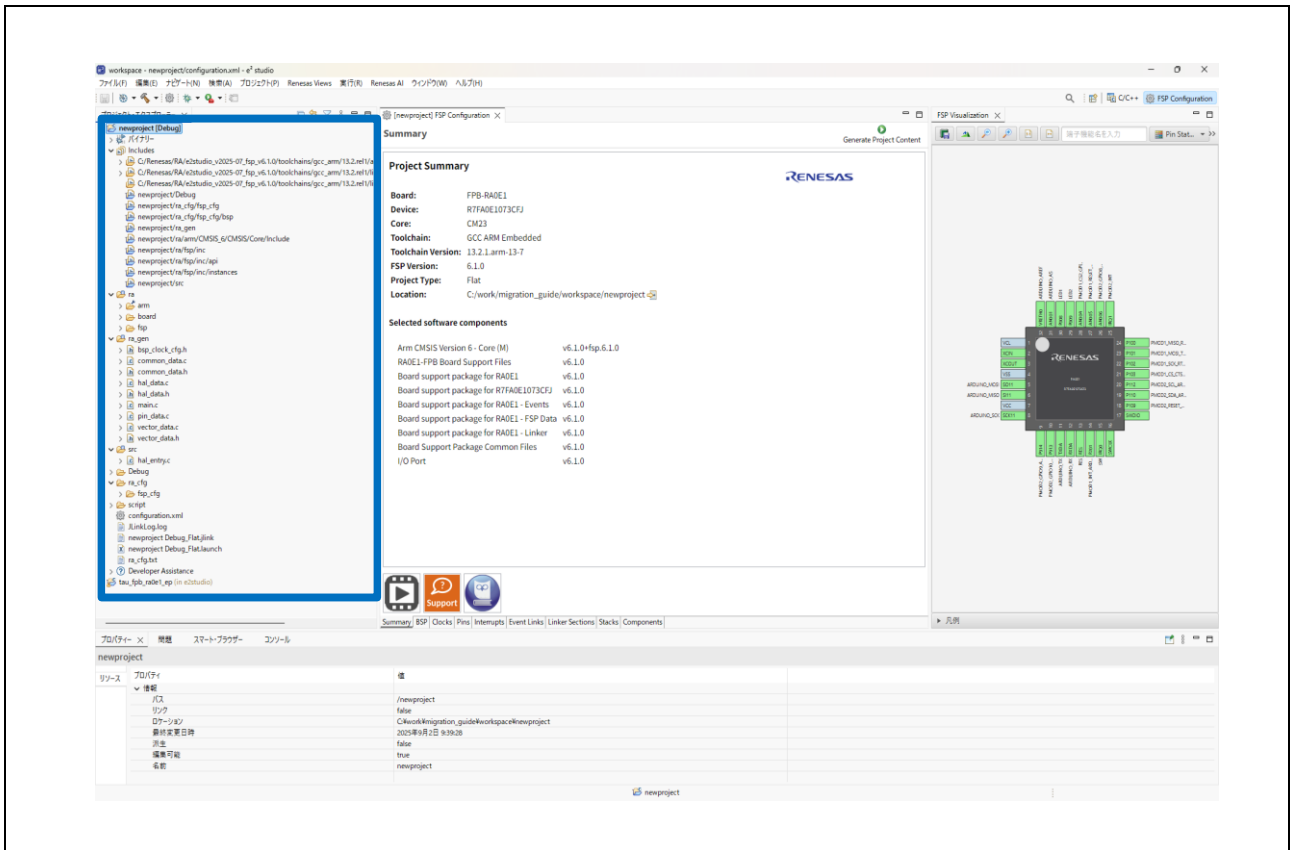


図 2-19 新規プロジェクト生成完了

RA0 シリーズ

Microchip PIC®16(L)F1 から RA0 への移行ガイド

(5) 図 2-20、図 2-21、図 2-22、図 2-23 は e² studio 機能の簡単な紹介を示しています。

ショートカットキーの機能：

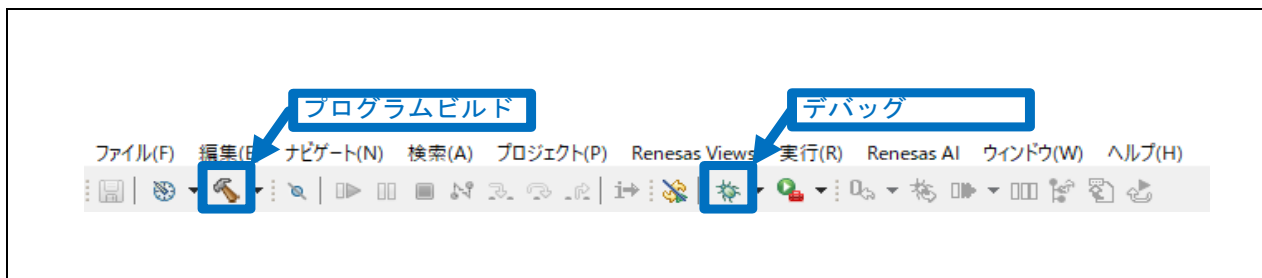


図 2-20 よく使われる機能

デバッグ機能：

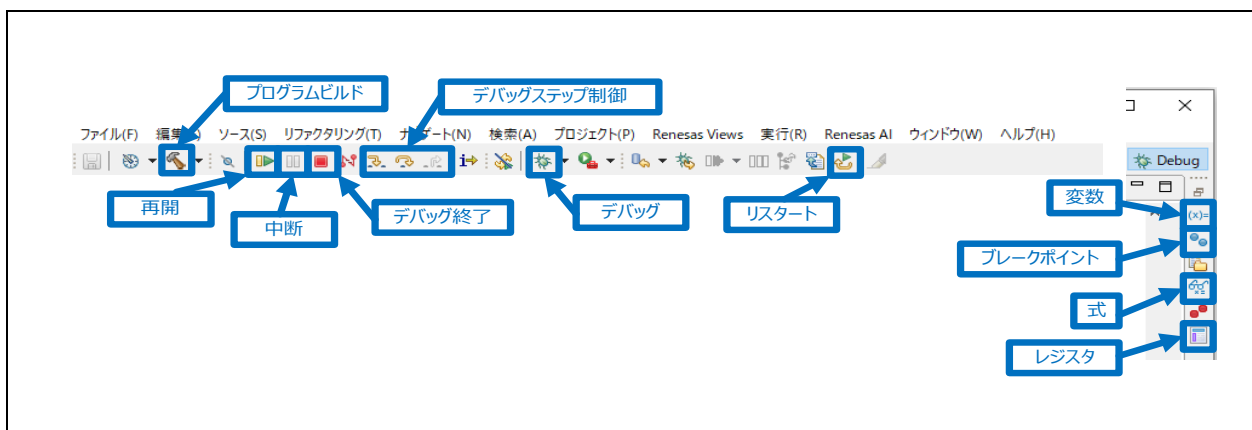


図 2-21 よく使われるデバッグ機能

RA0 シリーズ

Microchip PIC®16(L)F1 から RA0 への移行ガイド

プロジェクト プロパティのよく使用される設定 :

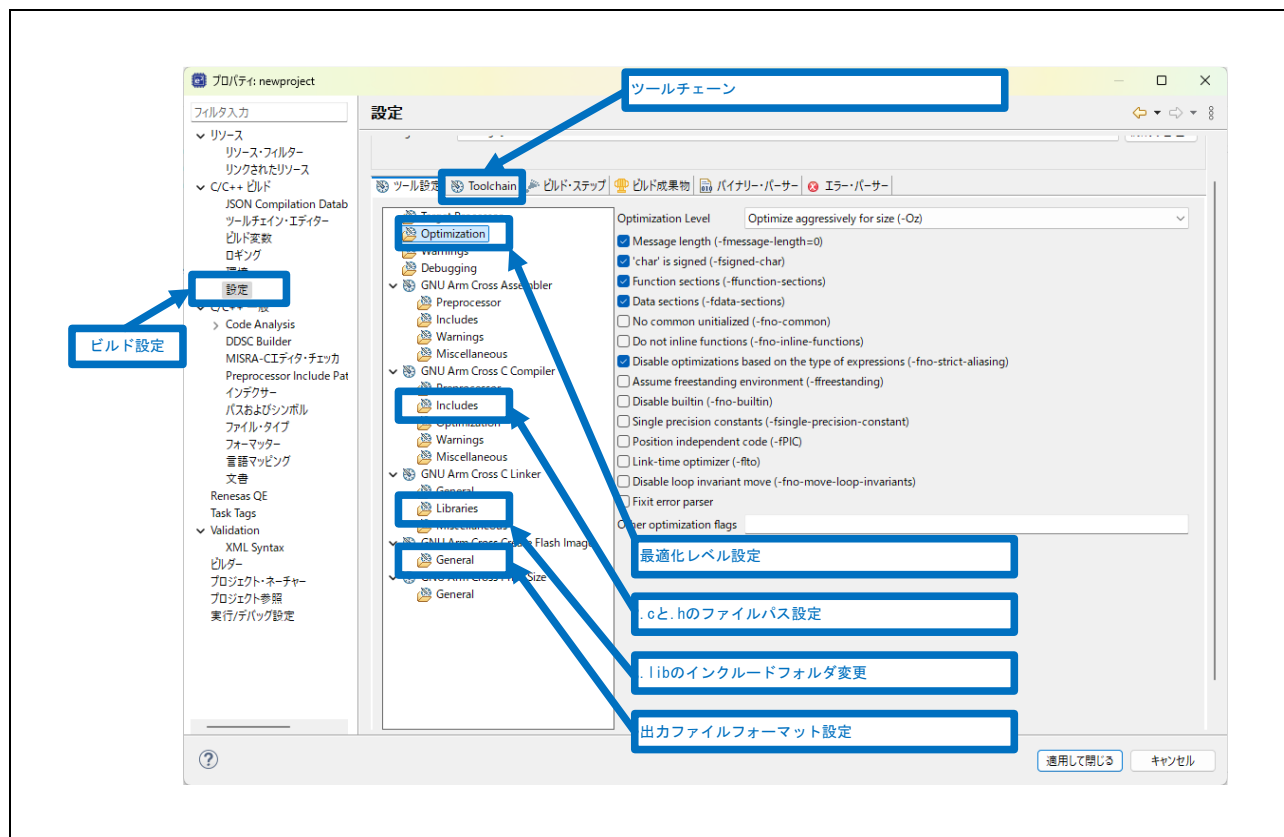


図 2-22 よく使われるプロジェクト設定 (1/2)

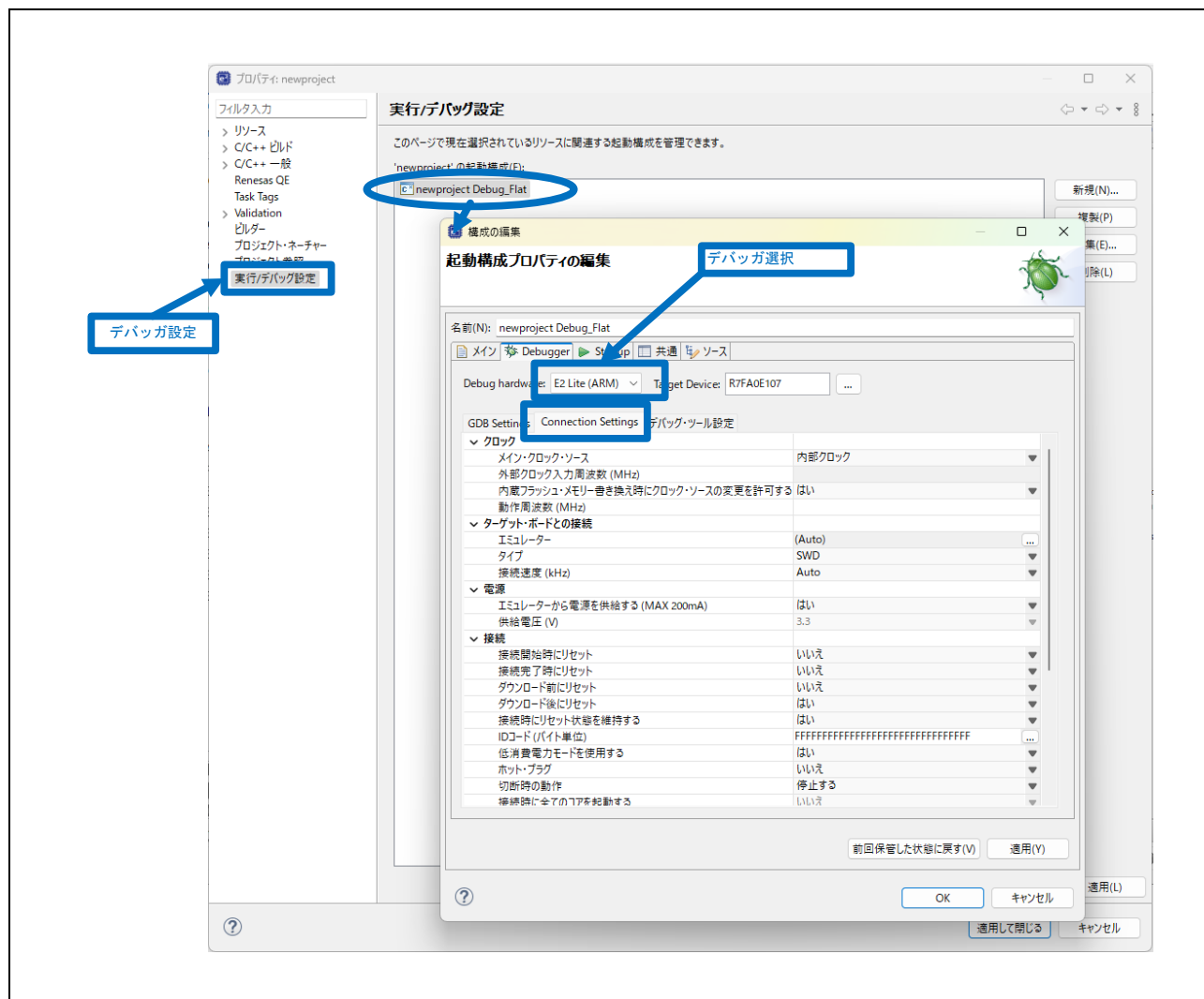


図 2-23 よく使われるプロジェクト設定 (2/2)

詳細については、ルネサスエレクトロニクスホームページから入手してください。

2.2.3 ステップ 3. ソフトウェアの移植

サンプルを e2 studio に移植するための手順を、FPB-RA0E1 を使用する場合を例に簡単に説明します。

(1) メニューからダウンロードしたサンプルプロジェクトをインポートします。

ここでは、ルネサスホームページよりダウンロードしたサンプルプロジェクトをインポートします。サンプルプロジェクトは、「FPB-RA0E1 Example Project Bundle 中の tau_fpb_ra0e1_ep」です。

[ファイル]->[インポート...] でインポートダイアログが開きます。

ダウンロードした zip ファイルからワークスペースにインポートするために“フォルダまたはアーカイブ由来のプロジェクト”を選択するとインポートダイアログが開きます。

“アーカイブ” ボタンを押してプロジェクトを選択後“終了” ボタンを押すとワークスペースに追加します。

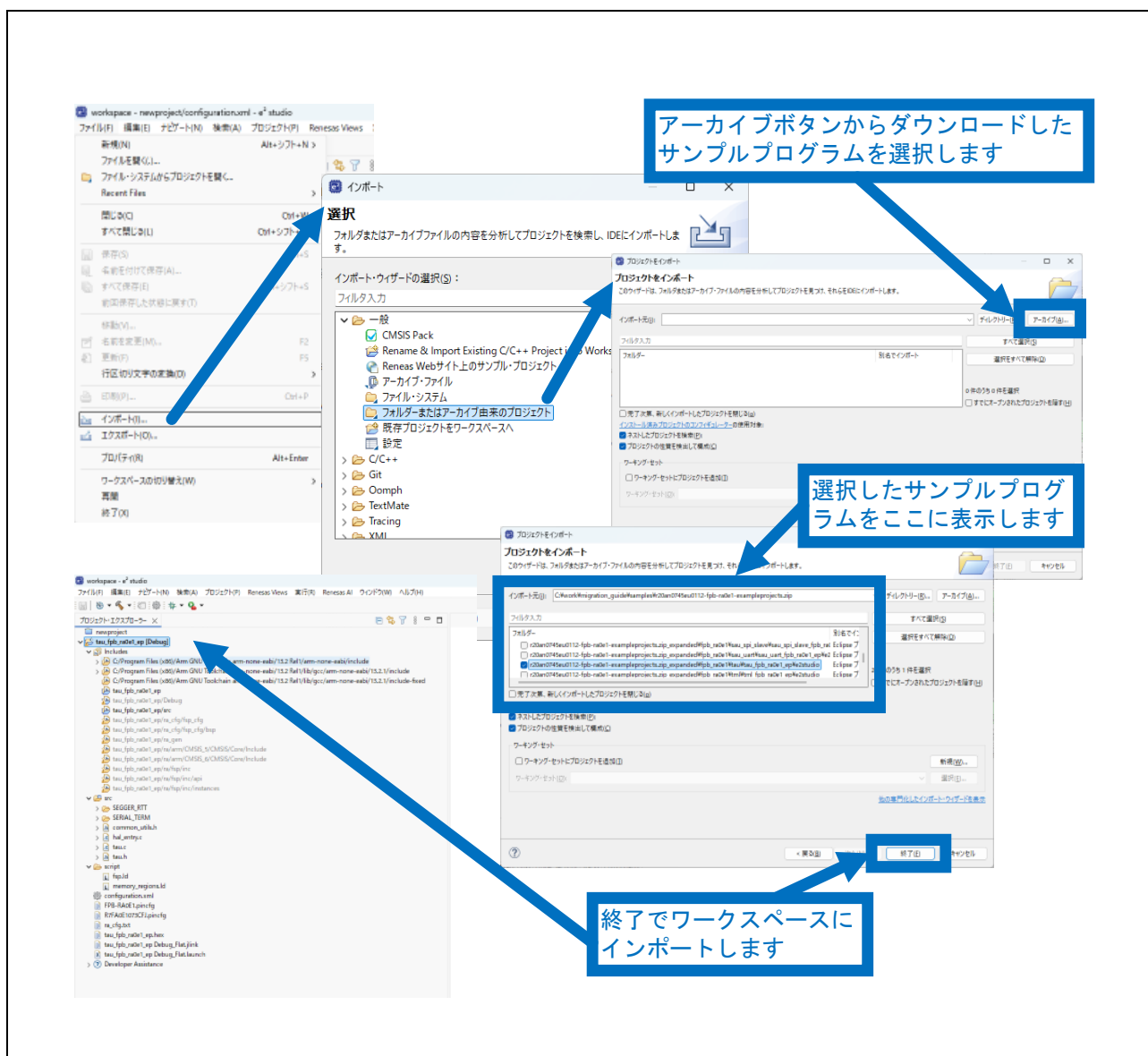


図 2-24 サンプルプロジェクトのインポート

RA0 シリーズ

Microchip PIC®16(L)F1 から RA0 への移行ガイド

(2) 図 2-25 は、プロジェクトで使用するファイルを示しています。

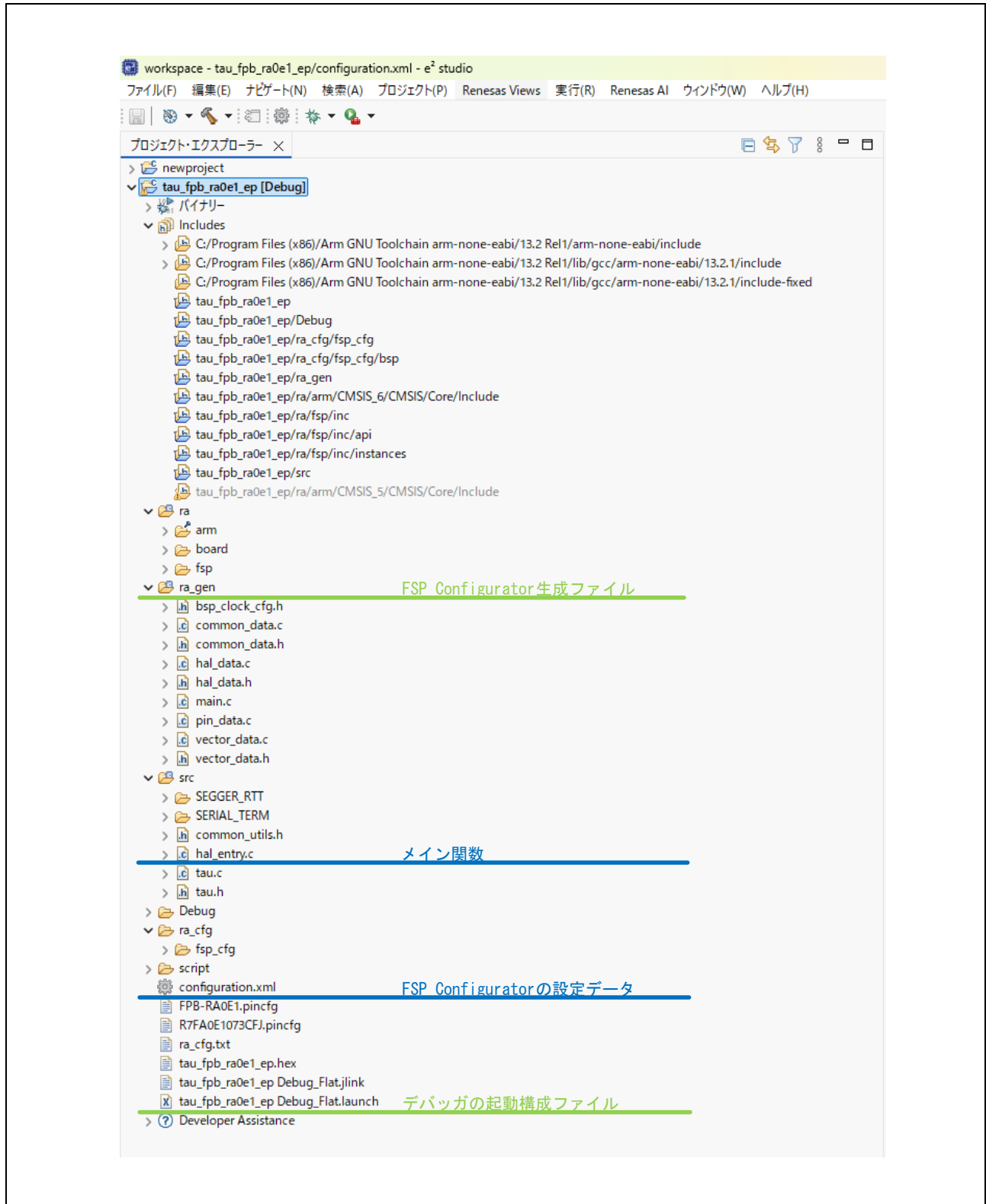


図 2-25 e2 studio プロジェクトファイル

RA0 シリーズ

Microchip PIC®16(L)F1 から RA0 への移行ガイド

サンプルプロジェクトをビルドするとツールチェーン関連のエラーが出る場合があります。エラー発生時は、プロジェクトを選択して、[プロジェクト]->[プロパティ] で開く「プロパティ」ダイアログから [C/C++ビルド]-> [設定] で表示されるタブの中から「Toolchain」を選び設定を変更します。

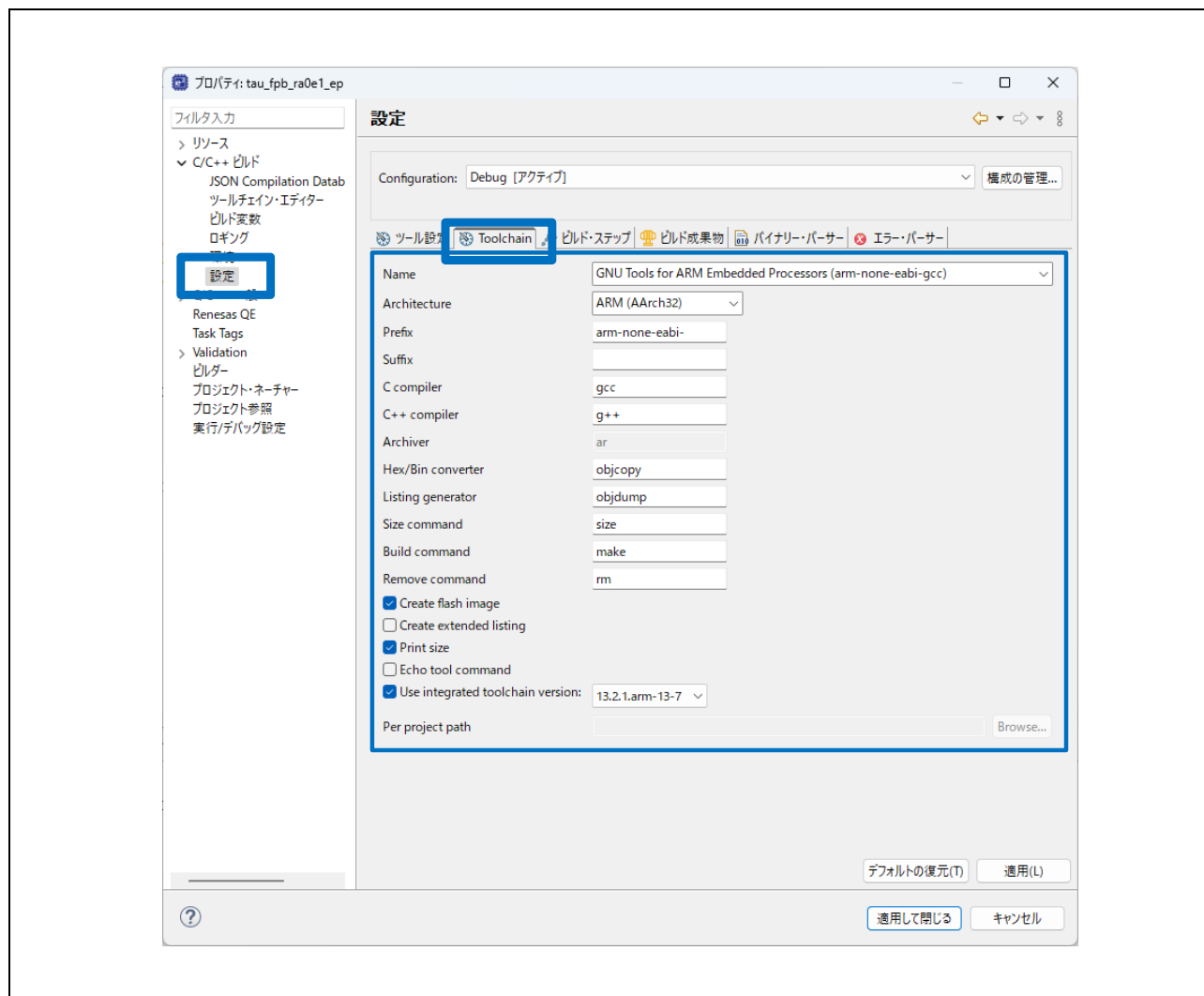


図 2-28 ツールチェーンの設定

RA0 シリーズ

Microchip PIC®16(L)F1 から RA0 への移行ガイド

2.2.4 ステップ 4. ソフトウェアの評価

2.2.2.2 e² studio の操作方法の紹介で示すデバッグ機能などを用いて、ソフトウェアの性能や動作が意図通りであることを確認します。

2.2.5 ステップ 5. 量産

(1) e² studio を使用してロードモジュール (.hex、.mot、.bin) を生成します。

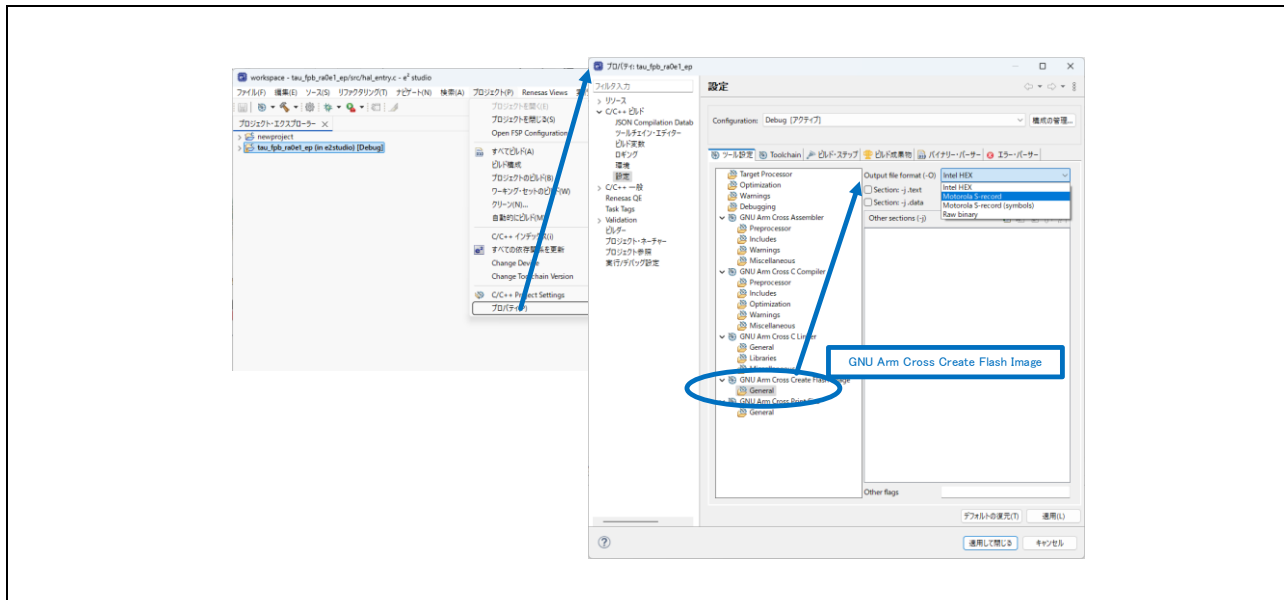


図 2-29 プログラムファイル作成

(2) RA0E1 をプログラムするためのプログラマ/デバッガを選択します。

1 台の PC で最大 12 台の PG-FP6 と接続でき、ターゲットマイコンへ同時書き込みできます。

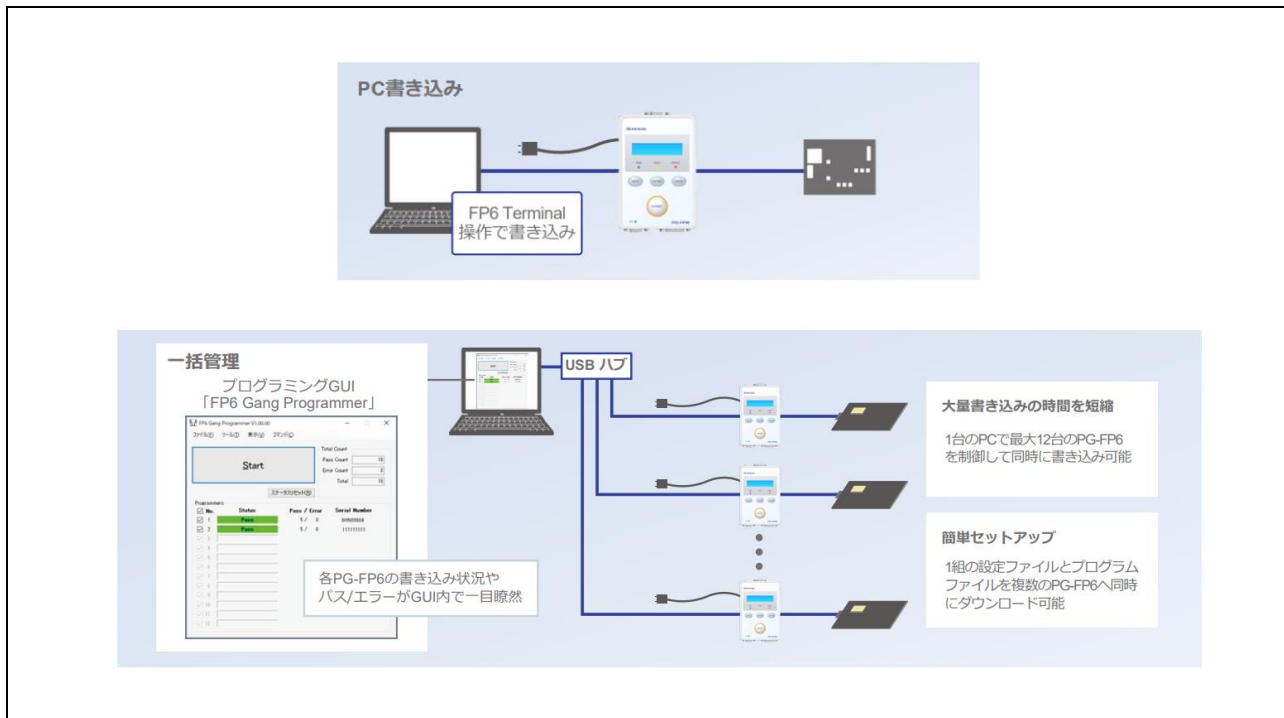


図 2-30 フラッシュプログラミングとツール

RA0 シリーズ

Microchip PIC®16(L)F1 から RA0 への移行ガイド

PG-FP6 および FP6 Terminal については、PG-FP6 V1.17 フラッシュメモリプログラマ ユーザーズマニュアル (R20UT5654) を参照してください。

PG-FP6 Gang Programmer については、FP6 ギャングプログラマ V1.03 ユーザーズマニュアル (R20UT5403) を参照してください。

2.3 サンプルプログラムのインポート例

この節では、e² studio を用いた移行プロセスの例を示します。この例では、ルネサスが公開しているプログラムを用いたボード移行を目的としています。ここでは RA0E1 Fast Prototyping Board を使用します。

- (1) 適切な RA0E1 を選択し、ハードウェアを選択して評価ボードを注文します。
- (2) e² studio をセットアップします。詳細は 2.2.2 ステップ 2. IDE のセットアップと e² studio の簡単な紹介を参照してください。
- (3) サンプルプロジェクトをインポートします。

環境が準備できたら、e² studio にプロジェクトをインポートできます。この例では、タイマを使用して LED を制御します。最初に行うことは、RA0E1 と PIC16(L)F18xxx のタイマモジュールの違いを理解し、ルネサスホームページ で同様の例を選択することです。

本節では「FPB-RA0E1 Example Project Bundle」(R20AN0745)を用いて説明します。

サンプルプロジェクトをホームページからダウンロードし、e² studio を開き、[ファイル] -> [インポート...] で開いた「インポート-選択」ダイアログから、[一般] -> [フォルダまたはアーカイブ由来のプロジェクト]を選択します。そこから開いた「プロジェクトをインポート」ダイアログでインポート元を選択します。ここでは[アーカイブ...]を選びダウンロードしたサンプルプロジェクトをインポートします。

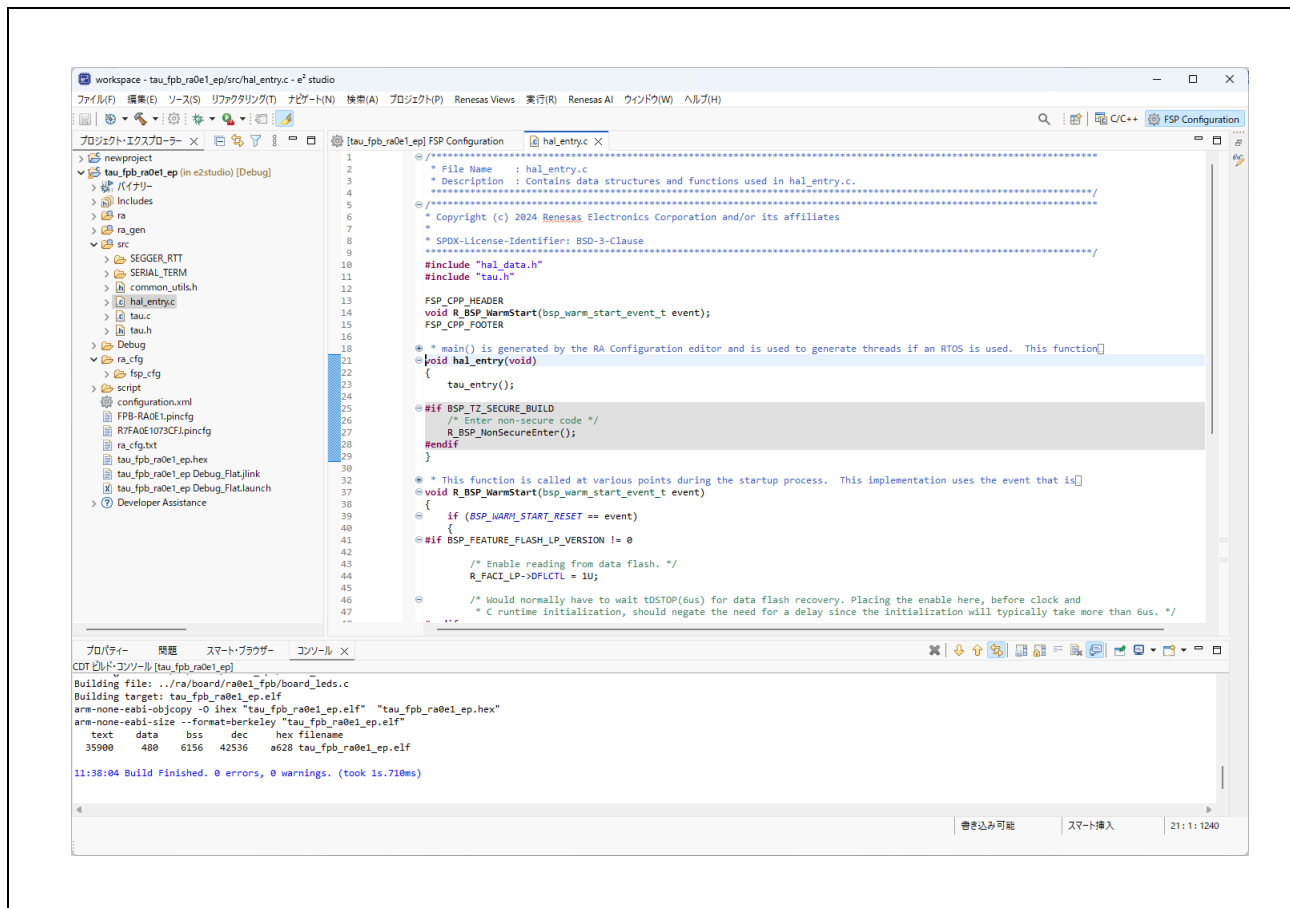


図 2-31 サンプルプロジェクトファイル

RA0 シリーズ

Microchip PIC®16(L)F1 から RA0 への移行ガイド

(4) プロジェクトを変更します。

FSP Configurator で構成を確認するには、configuration.xml ファイルで FSP Configurator を開きます。サンプルプロジェクトとハードウェアが異なる場合は変更が必要です。ボードの変更は FSP Configurator から、「BSP」タブを選びます。図 2-32 に示すようにボードを選択するため、[...] を選択して開いたリストから、「RA0」→「RA0E1」と辿り Target Board を選びます。この例では「FPB-RA0E1」を選んでいきます。

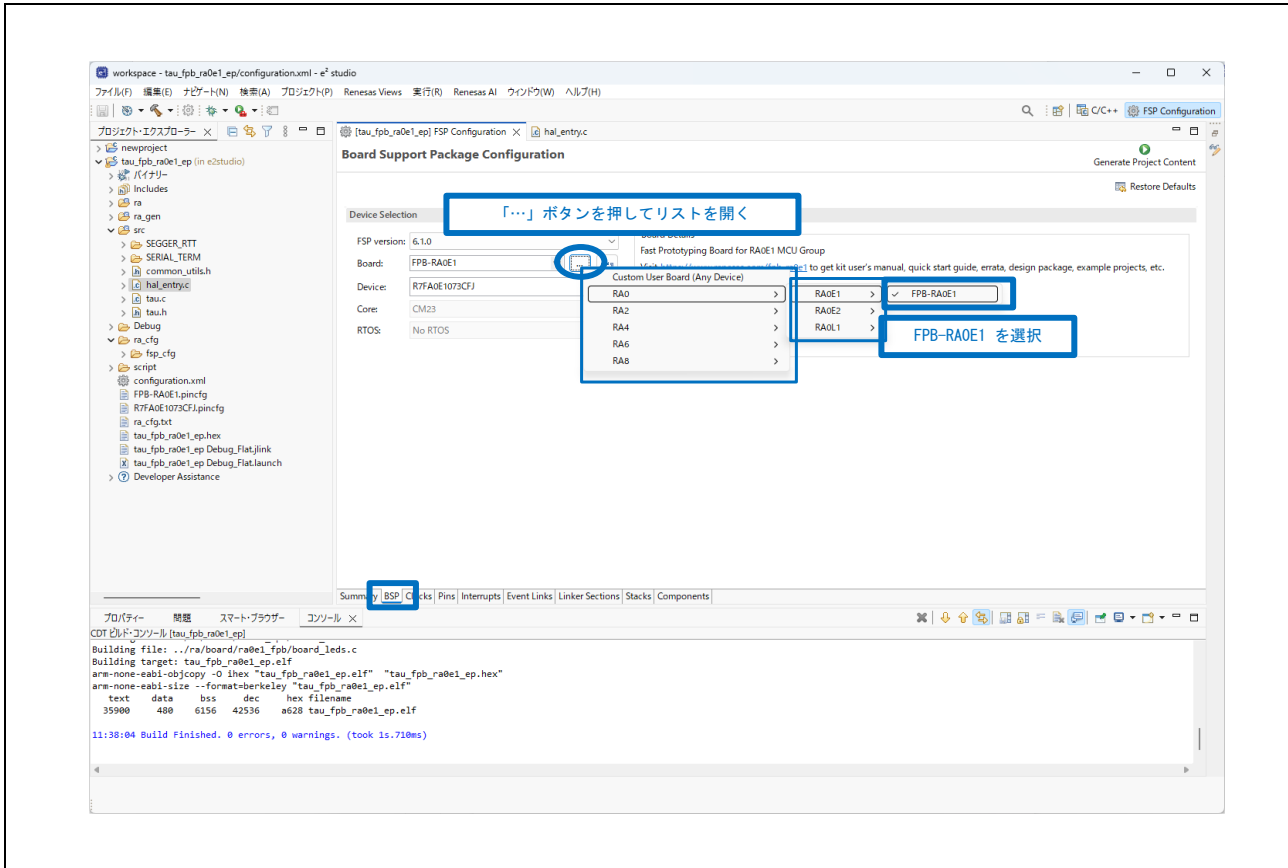


図 2-32 FSP Configurator でのデバイス選択

RA0 シリーズ

Microchip PIC®16(L)F1 から RA0 への移行ガイド

サンプルプロジェクトで操作する LED1 は入出力ポートの P008、LED2 は入出力ポートの P009 に割り付いており、FSP Configurator から確認できます。LED1 は図 2-33 に示すように、「Pins」タブを選び、Pin Configuration を開いて「端子機能」タブを選び、[Ports]->[P0]->[P008]を選び、ポート設定を確認しています。

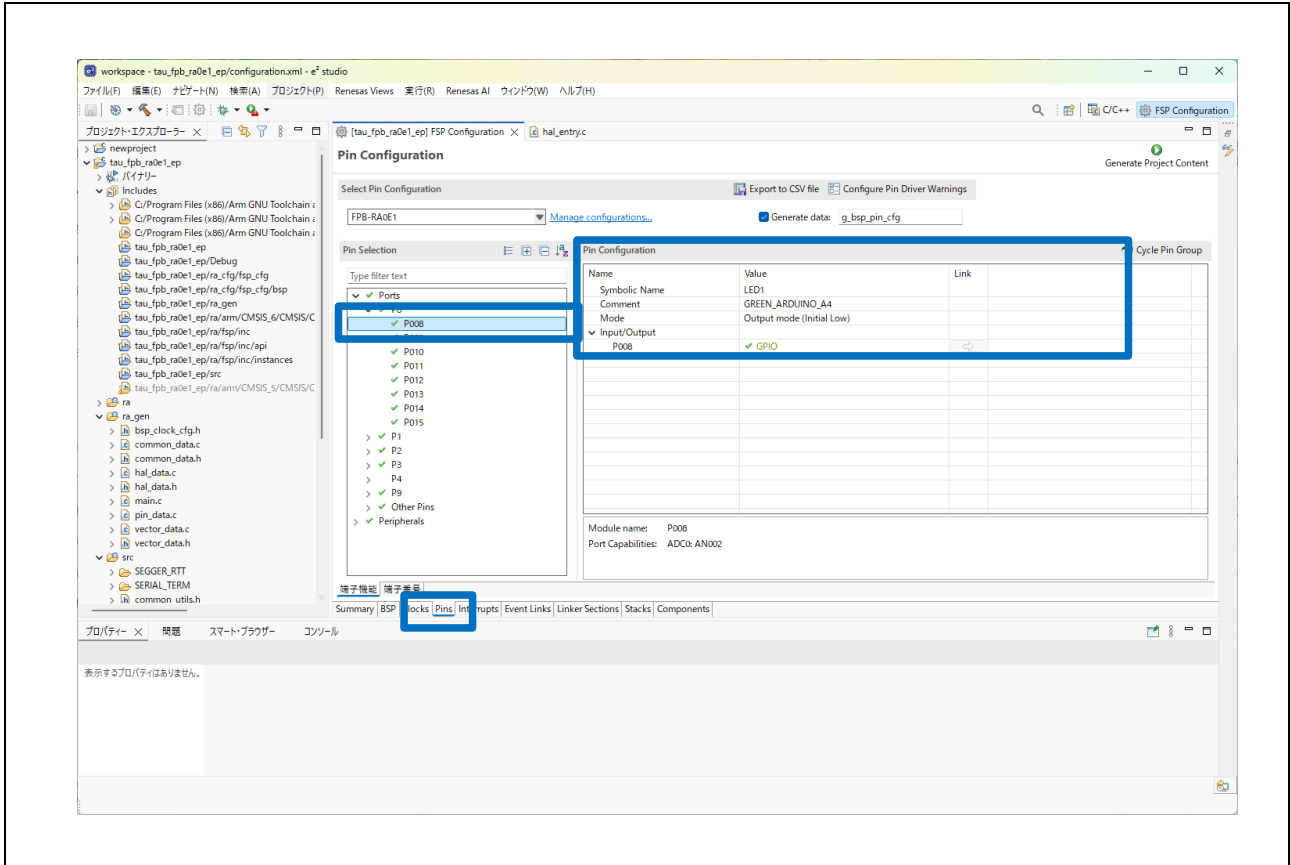


図 2-33 FSP Configurator でのポート設定

RA0 シリーズ

Microchip PIC®16(L)F1 から RA0 への移行ガイド

メイン関数から呼び出される関数内でポートを操作しています。

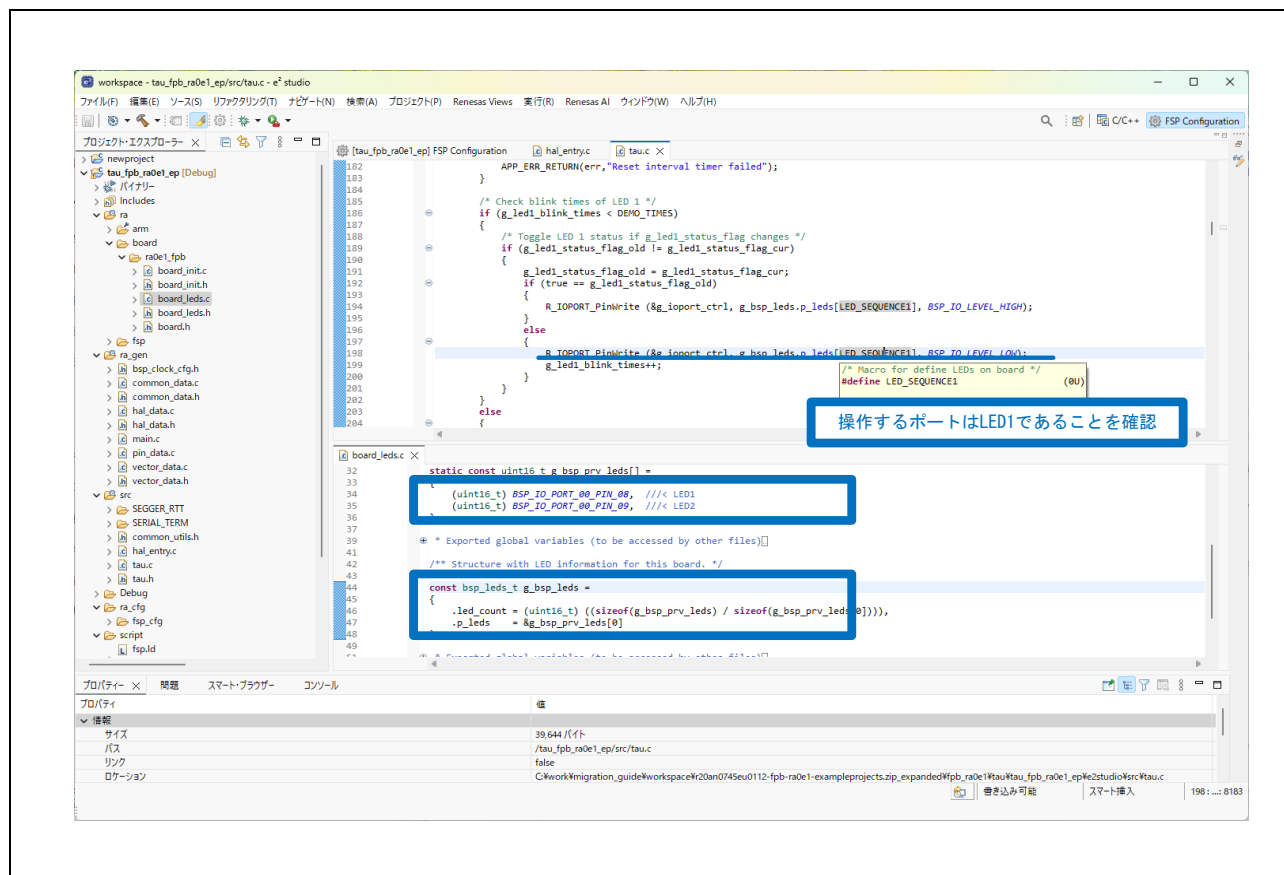


図 2-34 ポート操作処理

Microchip PIC®16(L)F1 から RA0 への移行ガイド

次に、タイマ設定を確認します。図 2-35 に示すとおり、[Stacks]タブを選択すると、スタックの一覧を表示します。一覧からタイマのスタックを選んで下段の[プロパティ]タブを選択すると、左側のタブの [Settings]ではタイマの設定値、[API Info]では API の情報が確認できます。このスタックではインターバルタイマ機能を選択しています。

FSP Configurator のコード生成ボタンでソースコードを生成します。

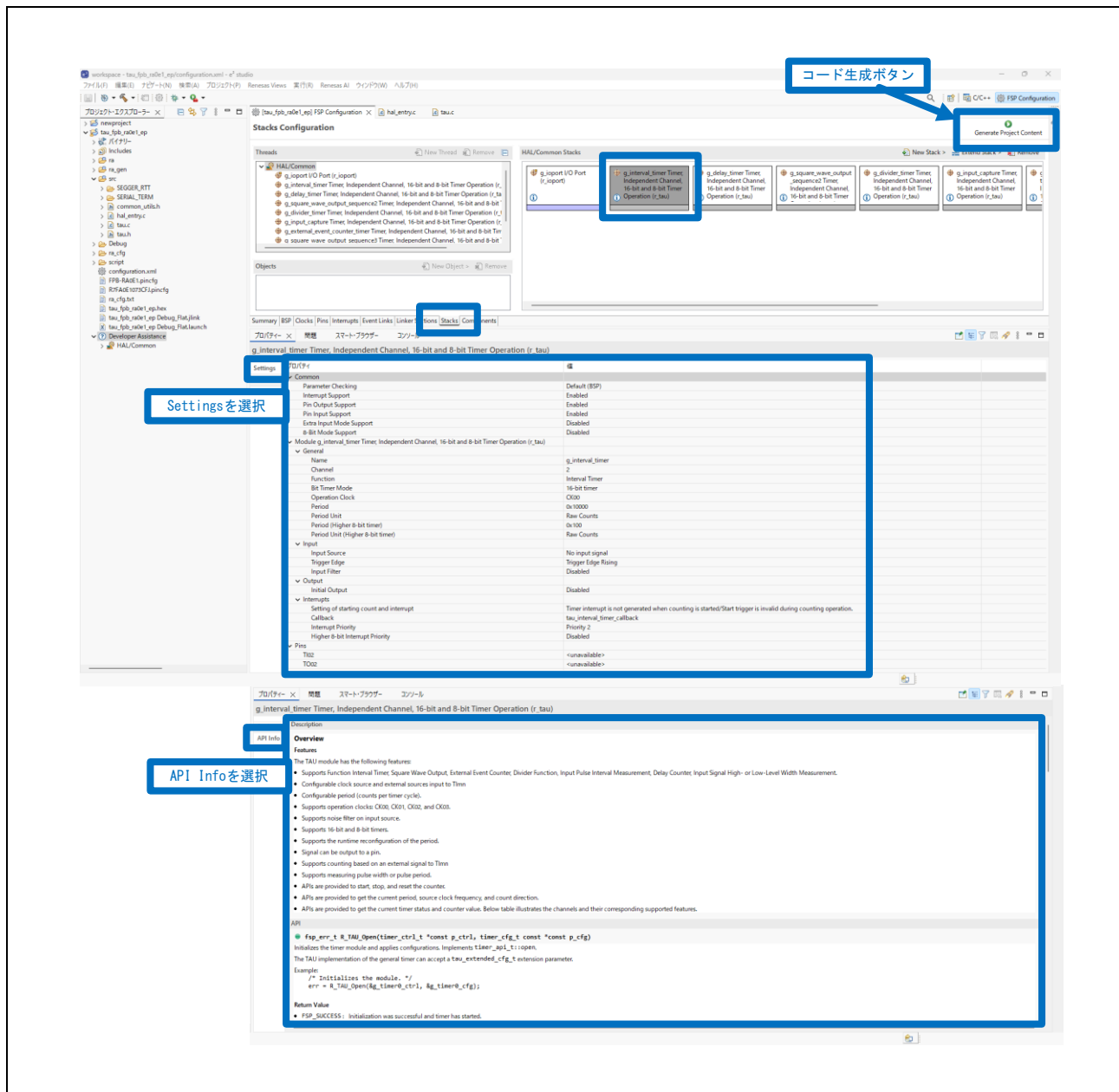


図 2-35 FSP Configurator でのインターバルタイマ設定

RA0 シリーズ

Microchip PIC®16(L)F1 から RA0 への移行ガイド

開発支援として、各コンポーネントの API の情報を Developer Assistance から参照することができます。

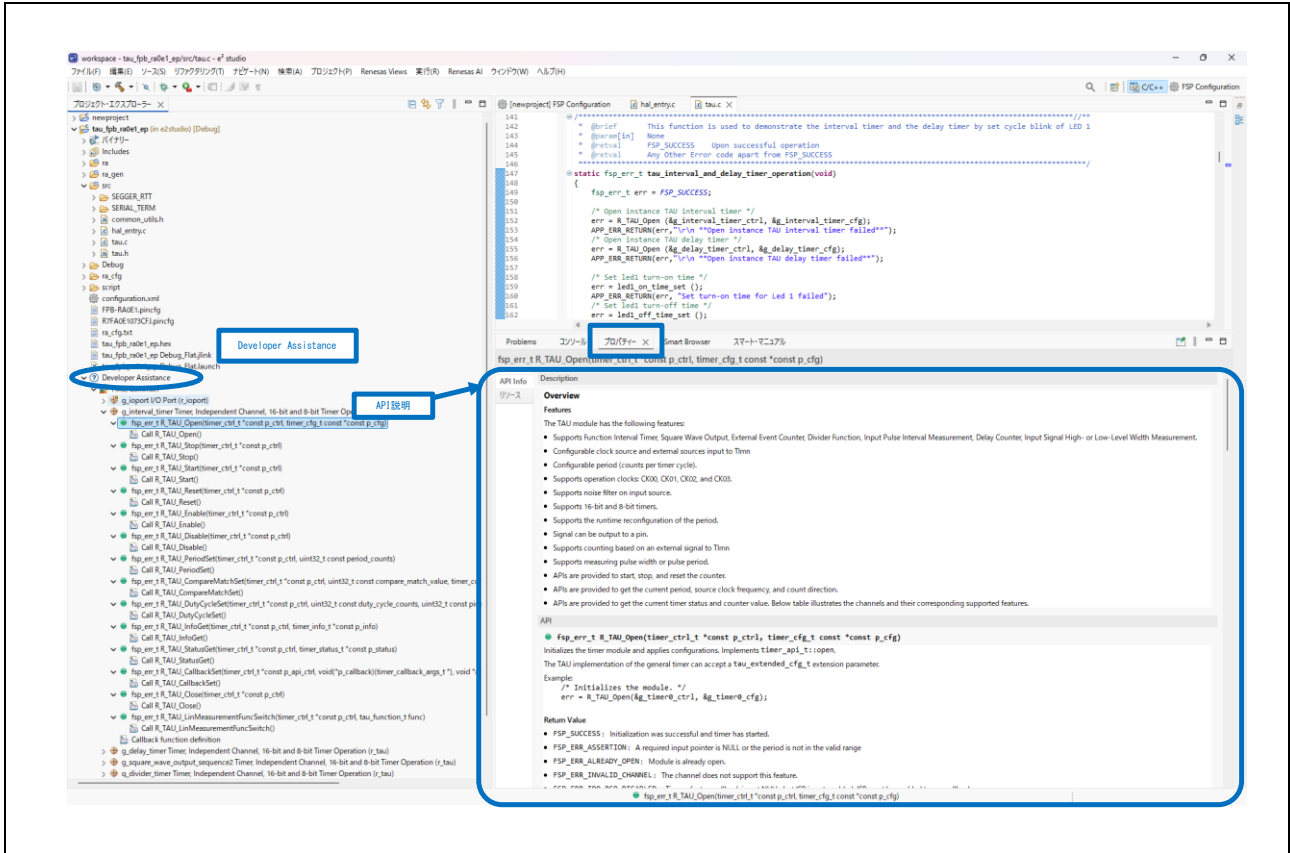


図 2-36 Developer Assistance での API 情報表示

(5) プロジェクトをビルドします。

ソフトウェアの構成や編集が終了したら図 2-37 に示すように、メインツールバーの「ビルド」アイコンをクリックします。

ビルドが成功すると、"Build Finished"と表示されます。

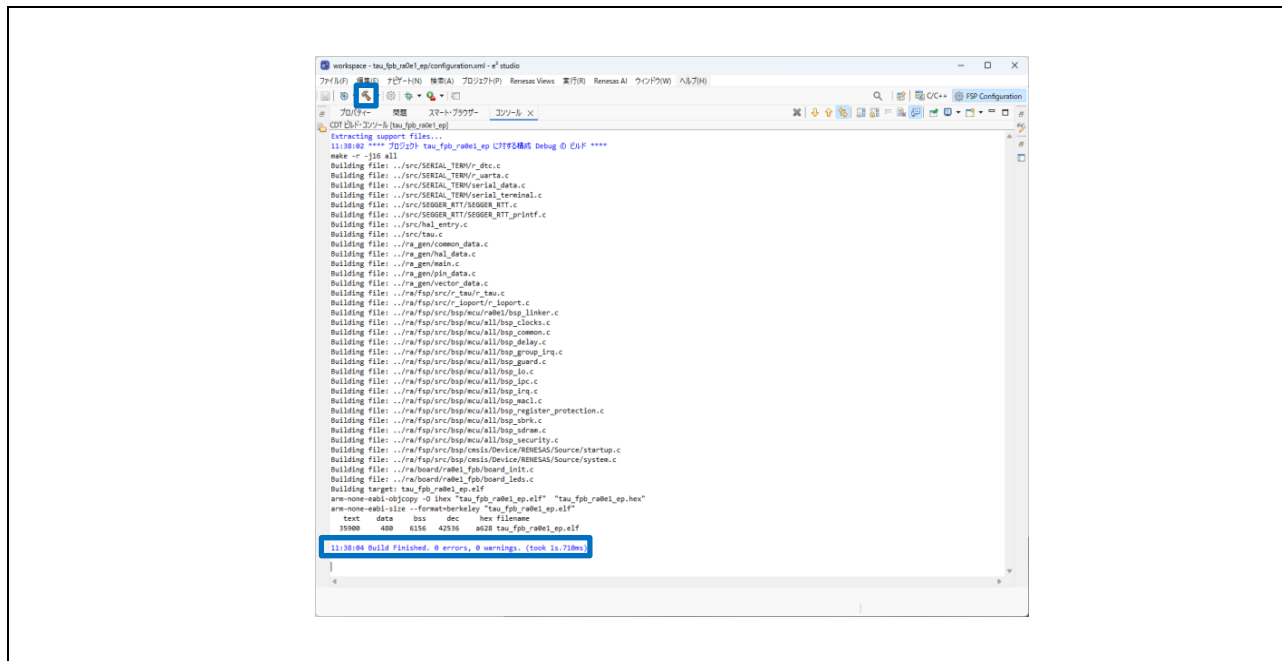


図 2-37 ターゲットのビルド

(6) ハードウェアをセットアップします。

USB ケーブルを使って FPB-RA0E1 と PC を接続します。

(7) デバッグして検証します。

あらかじめ、図 2-23 を参考にデバッグの設定をしておきます。

デバッグ アイコンをクリックしてデバッグを開始します。行番号の前のスペースをダブルクリックするか、`__BKPT()` を 1 行追加することでブレークポイントを設定できます。

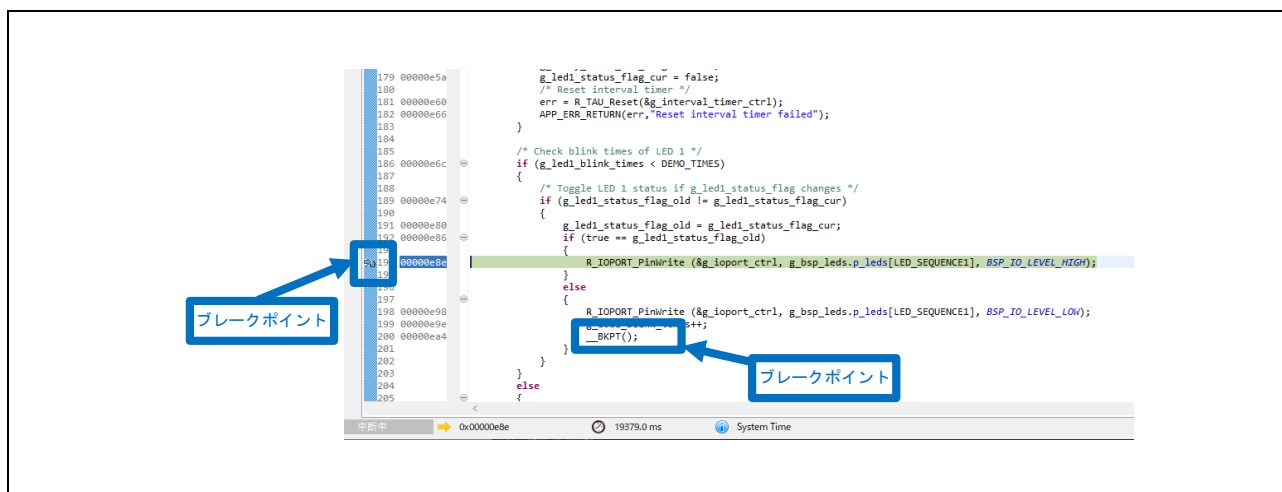


図 2-38 ブレークポイントソリューションの追加

デバッグ機能 (詳細は 2.2.2.2 e2 studio の操作方法の紹介を参照)を使用して、性能を達成しているか、プログラム上の不具合の無いことを確認してください。

3. コアアーキテクチャの比較

3.1 CPU

RA0 は、Arm Cortex-M23 コアアーキテクチャに基づいています。PIC16(L)F1 は、Enhanced Mid-Range CPU コアアーキテクチャに基づいています。表 3-1 エラー! 参照元が見つかりません。に、PIC16(L)F1 と比較した RA0 の CPU の一般的な機能の概要を示しています。

表 3-1 CPU の比較

種別	PIC16(L)F1	RA0
アーキテクチャ	Enhanced Mid-Range CPU	Arm Cortex-M23
命令セット	RISC	RISC
パイプライン	2-stage	2-stage
動作クロック (最大)	32MHz	32MHz
最小命令実行時間	0.125µs@32MHz	0.03125µs@32MHz
アドレス空間	32KB	4GB
命令数	49	84
乗算命令	-	32bit × 32bit = 32bit

3.2 組み込みメモリの比較

3.2.1 フラッシュメモリ機能

RA0 および PIC16(L)F1 には、実行可能なプログラムコードとアプリケーションデータを格納するために使用される不揮発性フラッシュメモリが搭載されています。表 3-2 にフラッシュメモリ機能の比較を示します。

表 3-2 フラッシュメモリ機能の比較

種別	PIC16(L)F183xx	RA0	
		フラッシュメモリ	3.5~28KB
		データフラッシュ	1~2KB
メモリ構成	ワードサイズ : 14 ビット 行サイズ : 32 ワード メモリサイズ 28KB の場合、 16384 ワード (512 行)	コードフラッシュ	ブロックサイズ : 2KB
		データフラッシュ	ブロックサイズ : 256byte
アクセス	14 ビット (1 ワード)	8 ビット	
書き込み単位	1 行 (32 ワード)	コードフラッシュ	32 ビット
		データフラッシュ	8 ビット
消去単位	1 行 (32 ワード)	コードフラッシュ	2KB
		データフラッシュ	256B
データ誤り訂正/検出	なし	なし	
特定シーケンス	Unlock Sequence	なし	
セキュリティ	Code Protection Write Protection	フラッシュメモリの不正改ざん/不正リードを防止	
プログラミング方法	In-Circuit Serial Programming Self-Programming	シリアルワイヤデバッグ (SWD)プログラミング セルフプログラミング	
書き換え回数	10k (min.)	コードフラッシュ	1k (min.)
		データフラッシュ	1000k (typ.)

RA0 シリーズ

Microchip PIC®16(L)F1 から RA0 への移行ガイド

3.2.2 フラッシュメモリ構成

RA0 のフラッシュメモリには、プログラム実行可能な“コードフラッシュ”とデータ格納領域の“データフラッシュ”があります。

コードフラッシュとデータフラッシュは、フラッシュメモリプログラマもしくは、外部デバイス（SWD 接続）による SWD プログラミングもしくは、セルフプログラミングで書き換えることができます。

3.2.2.1 フラッシュメモリ領域

表 3-3 に PIC16(L)F183xx と RA0 のフラッシュメモリ領域を示します。

表 3-3 フラッシュメモリ領域の比較

PIC16(L)F183xx		RA0 (コードフラッシュ)	
プログラム領域	リセットベクタ	プログラム領域	アプリケーション
	割り込みベクタ		小規模プログラムエリア
	アプリケーション		OCD ID 設定
上記以外	User ID	上記以外	オプション設定メモリ
	Revision ID		ユニーク ID
	Device ID		ベクタテーブル
	Configuration Words		
	Calibration Words		

また、RA0 および PIC16(L)F1 は、データ格納領域として以下の不揮発性メモリを搭載しています。
表 3-4 に PIC16(L)F183xx と RA0 のデータ格納領域を示します。

表 3-4 データ格納領域の比較

種別	PIC16(L)F183xx	RA0
データ格納領域	EEPROM	データフラッシュ
アクセス	8 ビット	8 ビット
書き込み単位	8 ビット	8 ビット
書き換え回数	100k (min.)	1000k (typ.)

3.2.2.2 RA0 のフラッシュ I/O レジスタ

フラッシュ I/O レジスタは、フラッシュメモリのセルフプログラミングを制御するために使用されます。例えば、FENTRYR レジスタは、コードおよびデータフラッシュメモリのプログラミングの有効化または無効化を制御し、FCR レジスタは、コマンドの選択およびコマンド処理の開始/停止を制御するために使用されます。

3.2.2.3 RA0 のセルフプログラミング

RA0 はセルフプログラミングモードをサポートしており、ユーザアプリケーションからフラッシュメモリを書き換えることができます。

ユーザアプリケーションはフラッシュ HAL ドライバの API を使用することで、このモードによるフラッシュメモリの書き換えが可能になります。

セルフプログラミング コード例

セルフプログラミング コード例に関する情報は、ルネサスエレクトロニクスホームページから入手してください。

RA0 シリーズ

Microchip PIC®16(L)F1 から RA0 への移行ガイド

3.2.3 SRAM

RA0 および PIC16(L)F1 には、アプリケーションデータの保存に使用される SRAM が搭載されています。

表 3-5 SRAM 機能の比較

種別	PIC16(L)F183xx	RA0
メモリサイズ	PIC16F180xx : 0.25~2KB PIC16(L)F183xx : 0.25~2KB PIC16(L)F184xx : 0.5~2KB	2~16KB
パリティチェック	なし	あり
ECC	なし	なし
書き込み保護 (RAM ガード)	なし	なし
命令実行	不可	可能

RA0 には、デバイスでサポートされている CPU 周波数範囲内で効率的にアクセス可能な低消費電力の SRAM が搭載されています。SRAM は、コールスタック、ヒープ、グローバルデータなどの情報の保存に使用できます。

RA0 の SRAM は、データ領域として使用できるほか、プログラム領域として命令を実行することができます。SRAM の内容は、低消費電力モード（通常動作、スリープ、ソフトウェアスタンバイ、スヌーズなど）の変更にかかわらず保持されますが、パワーセーブメモリコントロールレジスタ（PSMCR）の設定により RAM の動作モードをシャットダウンモードに設定すると、一部の SRAM 領域の内容が失われます。

3.3 電源投入とリセットの概要と比較

PIC16(L)F1 と RA0 はどちらも最小動作電圧を持っており、デバイス全体またはデバイスの一部をリセット状態に保持することでデバイスが適切に起動するようにする回路が搭載されています。表 3-6 は、2つのデバイス間でこれがどのように行われるか、およびデバイス間でどのモジュールが電源投入プロセスとリセットを制御するかの比較を示しています。

表 3-6 電源投入の概要と比較

PIC16(L)F183xx		RA0	
パワーオンリセット (POR)	$V_{DD} > V_{POR}$ のとき POR がリリースされる $V_{DD} < V_{PORR}$ のとき POR の状態に保持される	POR (パワーオンリセット回路)	$V_{CC} > V_{POR}$ 、POR リセット信号がリリースされる $V_{CC} < V_{PDR}$ 、POR リセット信号が発生する
ブラウンアウトリセット (BOR) 注1	$V_{DD} > V_{BOR}$ のとき BOR がリリースされる $V_{DD} < V_{BOR}$ のとき BOR の状態に保持される	LVD0 (低電圧検出回路) - リセットモード 注2	$V_{CC} \geq V_{det0}$ 、LVD リセット信号がリリースされる $V_{CC} < V_{det0}$ 、LVD リセット信号が発生する
低消費電力ブラウンアウトリセット (LPBOR)	$V_{DD} > V_{LPBOR}$ のとき LPBOR がリリースされる $V_{DD} < V_{LPBOR}$ のとき LPBOR の状態に保持される	該当なし	
該当なし		LVD1 (低電圧検出回路) - リセットモード 注2	$V_{CC} \geq V_{det1}$ 、LVD リセット信号がリリースされる $V_{CC} < V_{det1}$: LVD リセット信号が発生し、指定時間後リリース
該当なし		LVD1 (低電圧検出回路) - 割り込みモード 注2	V_{CC} が V_{det1} を通過時に割り込み要求信号が発生する

注1 電源検出の検出レベルをコンフィグレーションワードで選択することができます。

注2 電源検出の検出レベルをオプション設定メモリまたは LVD1CR レジスタで選択することができます。

RA0 の電圧しきい値の関係は、 $V_{PDR} < V_{POR} < \text{動作電圧の下限} < V_{det0} < V_{det1}$ です。PIC16(L)F183xx の電圧しきい値の関係は、 $V_{PORR} < V_{POR} < V_{BOR} < V_{LPBOR}$ であり、 V_{LPBOR} は内部回路の正常な動作を可能にするために指定された V_{DD} の最小値です。

RA0 のリセット信号を発生させる要因には、次の 6 種類があります。

- (1) RESET 端子による外部リセット入力
- (2) パワーオンリセット (POR) 回路の電源電圧と検出電圧との比較による内部リセット
- (3) 電圧検出回路 (LVDD0, 1) の電源電圧と検出電圧の比較による内部リセット
- (4) SRAM パリティエラーによる内部リセット
- (5) ウォッチドッグタイマのプログラム暴走検出による内部リセット
- (6) ソフトウェアリセット

RA0 は内部リセット発生要因が多数存在します。どの要因から発生したリセット要求かを確認するには、リセットステータスフラグレジスタ (RESF)、およびパワーオンリセットステータスレジスタ (PORSR) にて確認ができます。

表 3-7 リセット要求時のリセットフラグの状態(1/2)

フラグ	リセット要因			
	RESET 端子 リセット	パワーオン リセット	電圧監視 0 リセット	独立ウォッチドッグ タイマリセット
PORSR.PORF	保持	クリア	保持	保持
RESF.LVIRF	クリア	クリア	セット	保持
RESF.IWDTRF	クリア	クリア	保持	セット
RESF.SWRF	クリア	クリア	保持	保持
RESF.RPERF	クリア	クリア	保持	保持

表 3-8 リセット要求時のリセットフラグの状態(2/2)

フラグ	リセット要因		
	電圧監視 1 リセット	ソフトウェア リセット	SRAM パリティエラー リセット
PORSR.PORF	保持	保持	保持
RESF.LVIRF	セット	保持	保持
RESF.IWDTRF	保持	保持	保持
RESF.SWRF	保持	セット	保持
RESF.RPERF	保持	保持	セット

RA0 シリーズ

Microchip PIC®16(L)F1 から RA0 への移行ガイド

3.4 クロックの概要と比較

3.4.1 発振器

RA0 および PIC16(L)F1 には、システムコストと消費電力を抑えるために、内部と外部の両方を含む多くの種類のクロック発生回路があります。表 3-9 に、RA0 および PIC16(L)F183xx のクロック発生回路を示します。

表 3-9 発振器の比較

種類	PIC16(L)F183xx	RA0
内部発振器	1/2/4/8/12/16/32MHz の高速オシレータ (F _{HFOSC})	HOCO:最大周波数 32MHz の高速オンチップオシレータクロック
	PLL (×2) を介した場合、最大 32MHz を出力可能	MOCO:最大周波数 4MHz の中速オンチップオシレータクロック
	31kHz の低速オシレータ (F _{LFOSC})	LOCO:32.768 kHz の低速オンチップオシレータクロック
外部発振器	エクスターナルオシレータ LP モード: ~100kHz (F _{LP}) XT モード: ~4MHz (F _{XT}) HS モード: ~20MHz (F _{HS}) PLL (×4) を介した場合、最大 32MHz を出力可能	MOSC:最大周波数 20MHz のメインクロック発振器
	32.768kHz のセカンダリオシレータ (F _{T1})	SOSC: 32.768 kHz のサブクロック発振器

3.4.1.1 RA0 発振器

RA0 には、外付け発振子を不要とするオンチップオシレータが搭載され、低消費電力を実現する低速発振回路など、多くの種類の発振回路が搭載されています。表 3-10 に、RA0 のクロック発生回路を示します。詳細については、各 RA0 製品のユーザーズマニュアル ハードウェア編を参照してください。

表 3-10 RA0 の発振器

クロック発生回路	クロック信号名	説明
内部	HOCO	高速オンチップオシレータクロック (32MHz (MAX.))
	MOCO	中速オンチップオシレータクロック (4MHz (MAX.))
	LOCO	低速オンチップオシレータクロック (32.768kHz (TYP.))
外部	MOSC	メインクロック発振器 (20MHz (MAX.))
	SOSC	サブクロック発振器 (32.768kHz (TYP.))

3.4.2 クロック信号の比較

異なるクロック信号を分割して他の入力クロックとしたり、多数の周辺機器に分配することができます。

表 3-11 クロック信号の比較

クロックの説明	PIC16(L)F183xx クロック	RA0 クロック
外部クロック入力	高速	EXCLK(MOSC)
	低速	XCIN(SOSC)
高速システムクロック	EXTOSC 回路の出力	EXCLK
サブシステムクロック	SOSC 回路の出力	FSUB ^{注1}
メインシステムクロック	OSCCON2 レジスタにて設定するクロック	FMAIN ^{注2}
CPU/周辺ハードウェアクロック	System Clock Peripheral Clock	FMAIN、FSUB、LOCO

注1 FSUB は、低速外部発振器(XCIN)から供給されるサブシステムクロックです。

注2 RA0 のメインシステムクロックは MOSC、HOCO または MOCO から供給されます。

3.5 動作モードの概要と比較

RA0 は、アプリケーションの要件に基づいてデバイスの電力消費を最適化できるように、4つの主要な動作モード（電力モード）を提供します。電力の降順で並べると、モードは通常動作、スリープ、スヌーズ、スタンバイです。通常動作モードでは、CPU はアクティブでコードを実行します。周辺割り込みイベントマスクされていない割り込み要求により、デバイスはスリープ、スヌーズ、またはスタンバイモードモードから通常動作モードに復帰できます。

スリープモードは、CPU は停止しますがすべての周辺機器は動作します。スヌーズ、スタンバイモードは、高速システムクロック発振回路、高速オンチップオシレータを停止させ、システム全体が停止するモードです。CPU の動作電流を大幅に低減することができます。

3.5.1 動作モードの比較

表 3-12 に、RA0 と PIC16(L)F183xx の動作モードの比較を示します。

表 3-12 動作モードの比較

PIC16(L)F183xx		RA0	
動作モード	説明	動作モード	説明
RUN	CPU は、内部および外部発振器が出力するクロックで動作します。すべての周辺機器が動作します。	通常動作	CPU はメインシステムクロックまたはサブシステムクロックで動作します。すべての周辺機能が動作します。
DOZE	周辺機器の動作に影響を与えることなく、CPU の動作とプログラムメモリアクセスを減らします（wait 時間を 1 命令処理毎に挿入）。内部または外部発振器の動作は継続します。	スリープ	CPU の動作が停止します。メインシステムクロックとサブシステムクロックの動作は継続します。すべての周辺機能が動作します。
IDLE	CPU の動作は停止しますが、周辺機器は動作し続けます。周辺機器が動作する一方で CPU のクロックは完全に停止します。	スヌーズ	CPU の動作が停止します。HOCO または MOCO の動作が開始されますが、メインシステムクロックの動作は停止したままです。スタンバイモード使用中のサブシステムクロックの状態は継続されます。ADC、UART、CSI、または DTC 転送などの周辺機能は CPU を動作させずに動作できます。
SLEEP	CPU の動作が停止します。内部発振器およびセカンダリ オシレータをクロックソースとする周辺機器が動作可能です。	スタンバイ	CPU の動作が停止します。HOCO、MOCO が停止します。サブシステムクロックはスタンバイモード設定前の状態が保持されます。サブシステムクロックで動作している周辺機能を除きシステムは停止します。

3.5.2 スリープモードでの RA0 の機能

CPU へのクロック供給を停止しますが、周辺機能は動作を継続します。

そのため、通常動作に比べて消費電力が低く、割り込みにより自動的にスリープモードを解除し、即座に通常動作に復帰するので、消費電力を抑えつつ、素早い応答が求められるアプリケーションに適しています。

3.5.3 スヌーズモードでの RA0 の機能

スリープモードと同様に CPU へのクロック供給を停止しますが、特定の周辺機能（UART、AD コンバータなど）を動作させることができます。UART でのデータ受信や ADC での変換は CPU とは関係なく完了するので、これらの周辺機能以外は完全に停止した状態で動作できます。

そのため、スリープモードよりもさらに消費電力を抑えることができ、データ受信や AD 変換完了をトリガとしてスヌーズモードが解除され、必要に応じて CPU が処理を開始します。

このようにデータの受信や変換が完了した際にすぐに通常動作に復帰できるため、リアルタイム処理が求められるアプリケーションに適しています。

3.5.4 スタンバイモードでの RA0 の機能

メインクロックや高速オンチップオシレータ、中速オンチップオシレータも停止させることができ消費電力をほぼゼロに近づけることができます。

CPU は完全に停止しますが、メモリやレジスタの内容は保持されているので復帰後は処理を続行できます。外部割り込みやウォッチドッグタイマ（WDT）、RTC 割り込みなど、特定の割り込みが発生すると、スタンバイモードから復帰し、通常動作に戻ります。通常動作に復帰する際は、メインクロックやオンチップオシレータの発振が伴うのでスリープモードより時間がかかりますが、消費電力を最小限にする必要のあるアプリケーションに適しています。

実装の詳細、およびペリフェラルのサポートと目的については、RA0 各製品のユーザーズマニュアルハードウェア編の適切な章を参照してください。

3.6 割り込みとイベントの比較

3.6.1 割り込みと例外

RA0 と PIC16(L)F1 はどちらも、デバイスの利用可能な周辺機器に応じて、割り込みおよび例外ベクタを登録およびマップします。各デバイスファミリの割り込みベクタの概要と比較は、表 3-13 で示しています。割り込みまたは例外の優先順位の低い値は、優先順位の高い値を持つ割り込みよりも優先されます。プロセッサが現在割り込みを処理している場合、プロセッサは高いプログラム可能な優先順位を持つ割り込みが発生したときに多重割り込みとして受け付けます。

表 3-13 割り込みの比較

周辺機器	PIC16(L)F183xx	RA0
割り込みの種類	<p>周辺割り込み 最大 33 個の内部割り込み要求と 2 個の外部割り込み要求があります。</p> <p>リセット MCLR端子入力、ウォッチドッグタイマ、パワーオンリセット、ブラウンアウトリセット、低消費電力ブラウンアウトリセット、リセット命令、スタック オーバフロー／アンダフロー、Programming mode exit によりリセットされます。</p>	<p>周辺機能割り込み：33 要因 外部端子割り込み：6 要因</p> <p>リセット RESET端子入力、ウォッチドッグタイマ、パワーオンリセット、電圧監視、SRAM パリティエラーによりリセットされます。</p> <p>ソフトウェア割り込み SVC 命令によって発生させることができます。</p>
優先順位	<p>優先順位は無し。 ソフトウェアにて、割り込み要求の判別、割り込み処理の優先順位を制御します。</p>	<p>デフォルトの優先順位 同じ割り込み優先順位レベルを指定している複数のマスカブル割り込みが発生している場合に、優先する順位です。</p> <p>割り込み優先順位レベル マスカブル割り込みには、0、1、2、3 の 4 つのプログラム可能な優先順位レベルがあります。</p>
優先順位の設定	<p>設定用レジスタは無し。 ソフトウェアにて優先順位を制御します。</p>	<p>NVIC の IPR レジスタ マスカブル割り込みの優先順位レベルを設定するために使用します。</p>
割り込みのマスク	<p>PIEx レジスタ 対応する周辺割り込みを有効/無効にするために使用されます。</p>	<p>NVIC の ISER および ICER レジスタ 対応するマスカブル割り込みを有効/無効にするために使用されます。</p>

3.6.1.1 RA0 の割り込み管理

RA0 の割り込みコントローラユニット(ICU)は、ネスト型ベクタ割り込みコントローラ(NVIC)およびデータトランスファコントローラ(DTC)の両モジュールにどのイベント信号がリンクされるかを制御します。ICU はノンマスクابل割り込みも制御します。

割り込みの優先度を設定できる機能も備えています。これにより、複数の割り込みが同時に発生した場合に、重要な処理が優先されるように制御が可能です。

割り込みの制御と管理を容易にするため、割り込みの有効・無効設定や、割り込みフラグのクリアなどの操作ができます。これにより、特定の状況に応じて柔軟に割り込み機能を制御できるため、特定の機能が動作中に他の割り込みを一時的に無効にするなどの処理が可能です。

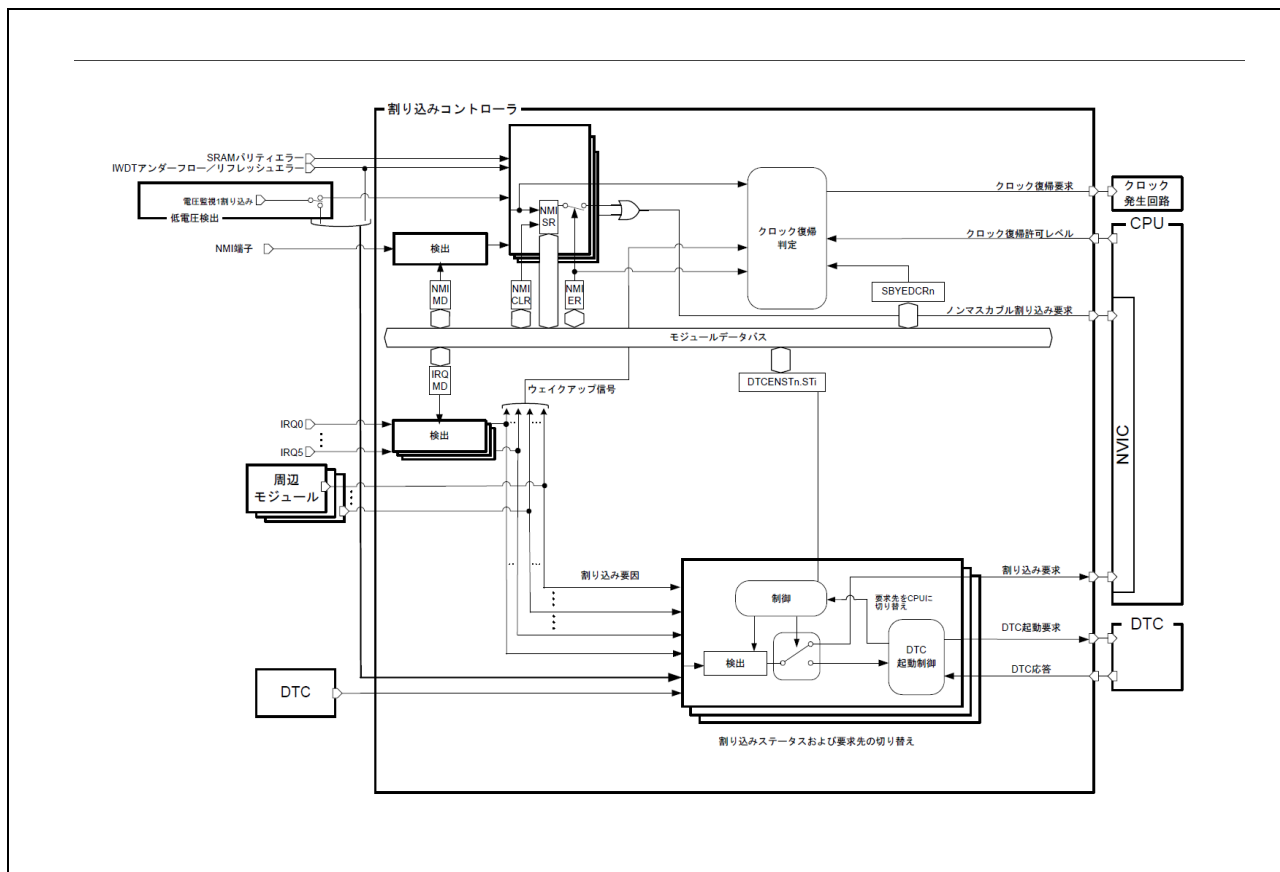


図 3-1 RA0 の内部マスクابل割り込みの構成

3.6.1.2 PIC16(L)F183xx の割り込み管理

図 3-2 は、PIC16(L)F183xx の周辺割り込みの構成を示しています。

PIC16(L)F183xx は、PIEx レジスタを介して割り込み条件を有効/無効にします。各割り込み要求フラグがセットされる前に、必ず INTCON レジスタの GIE を 1 に設定し、割り込みを有効にする必要があります。

RA0 とは異なり、優先順位はデバイスが処理するのではなく、割り込み処理するソフトウェアにて制御します。

割り込み処理するソフトウェアでは、割り込み要求フラグをポーリングして割り込みのソースを特定する必要があります。また、割り込み処理が繰り返されるのを防ぐには、割り込み処理を終了する前に割り込み要求フラグをクリアする必要があります。

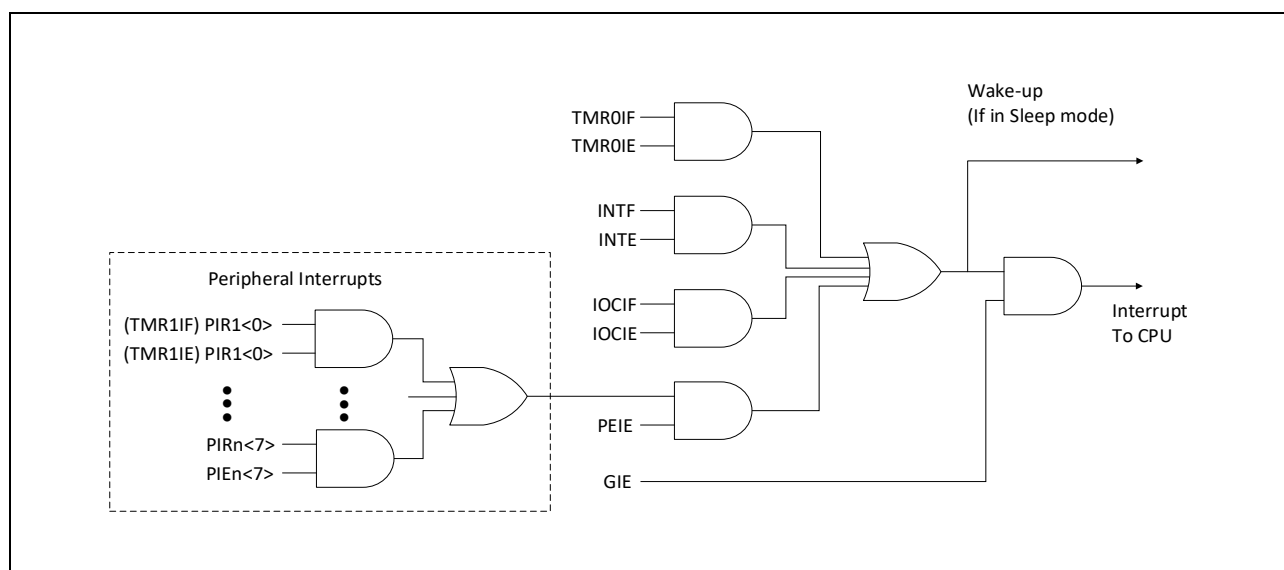


図 3-2 PIC16(L)F183xx の周辺割り込み階層

3.7 デバッグとプログラミングの比較

PIC16(L)F1 と RA0 はそれぞれデバッグやプログラミングでのデバイスとの接続に際し、異なるインタフェースや機能を用いています。表 3-14 は、PIC16(L)F183xx と RA0 のデバッグとプログラミングの比較を示しています。

表 3-14 デバッグとプログラミングの比較

プログラミング機能	PIC16(L)F183xx	RA0
タイプ	シリアルプログラミング	シリアルプログラミング
セキュリティ	Code Protection Write Protection	メモリセキュリティとアクセス制限オプション ^注
プログラミングモードへの引き込み	High-Voltage Programming Entry Mode Low-Voltage Programming Entry Mode	リセット解除後、DFLCTL、DFLEN を 1、FENTRYR でコードフラッシュ P/E モード
コマンド	コンフィギュレーション、アドレス設定、消去、書き込み、読み出し	消去、書き込み、情報の取得、セキュリティなど。 ^注
インタフェース	ICSP、高速/LVDS 通信	SWD

注 初期設定では、ブロック消去、書き込みコマンド、ブートクラスタの書き換えが無効になっています。ブロック消去の有効化、書き込みの有効化、およびブートクラスタの書き換えの有効化は、正しい手順でレジスタを操作することで実行できます。各 RA0 製品のユーザーズマニュアルハードウェア編の適切な章を参照してください。

3.7.1 デバッグ比較

3.7.1.1 RA0 のデバッグ

RA0 のデバッグには、J-Link、E2 エミュレータ、もしくは E2 エミュレータ Lite を使います。これらのデバッグは、標準的なデバッグ機能（ステップ実行、ブレークポイント、メモリやレジスタの確認など）をサポートしています。プログラミングには J-Link、E2 エミュレータ、もしくは E2 エミュレータ Lite もしくは専用のフラッシュメモリプログラマ PG-FP6 を使用します。

さらに、オンチップデバッグ機能をサポートしており、SWD（Serial Wire Debug）のシリアルインタフェースを使用してのデバッグが可能です。

3.7.1.2 PIC16(L)F183xx のデバッグ

PIC16(L)F183xx のデバッグには、MPLAB PICKit 5、MPLAB ICD 5 または MPLAB ICE 4 を使用します。MPLAB IDE のグラフィカルユーザインタフェースを介することで、PIC16(L)F183xx のデバッグとプログラミングが可能です。これらのデバッグシステムは、USB インタフェースを使用して PC に接続され、デバッグシステムと互換性のあるコネクタを使用してターゲットに接続されます。MPLAB ICE 4 は、フルスピードエミュレーション、ランタイム変数ウォッチ、トレース分析、複雑なブレークポイントなどの機能を備えています。

3.7.2 プログラミングモードの比較

3.7.2.1 RA0 のシリアルプログラミング

RA0 のシリアルプログラミングモードは、RA0 と SWD (Serial Wire Debug) で接続された外部デバイス (マイクロコントローラまたは ASIC) を使用してファームウェアの更新を可能にします。

3.7.2.2 PIC16(L)F183xx のシリアルプログラミング

不揮発性メモリ (NVM) プログラミングデータは、インサーキットシリアルプログラミング (ICSP) インタフェースによって供給され、フラッシュメモリや EEPROM にプログラミングできます。

ICSP プログラミングには次の 5 つのピンを使用します。

- ICSPCLK
- ICSPDAT
- MCLR/VPP
- VDD
- VSS

プログラム/検証モードでは、プログラムメモリ、EEPROM、ユーザ ID および Configuration Words がシリアル通信を介してプログラムされます。ICSPDAT ピンはシリアルデータの転送に使用される双方向 I/O であり、ICSPCLK ピンはクロック入力です。

ターゲットデバイスへの接続は、通常 ICSP ヘッダーを介して行われます。開発ツールでよく見られるコネクタは、6P6C (6 ピン、6 コネクタ) 構成の RJ-11 です。

4. デジタル周辺機器の比較

4.1 汎用 IO (PORT, PmnPFS_A)

RA0 は、低消費電力設計に特化しており、入出力ポートも同様に設計されています。

また RA0 では、兼用機能を割り当てるポートを切り替える、端子機能選択機能を搭載しています。RA0 があらかじめマッピングしている兼用機能の端子に対して、端子機能選択レジスタ (PmnPFS_A) の周辺機能選択ビット (PSEL) の設定値を変更することで周辺機能を選択します。

PIC16(L)F1 は、PPS (PERIPHERAL PIN SELECT) 機能を提供しています。一度だけポートの割り当てを設定する事、コード実行中に動的にピンの割り当てを変更する事もできます。

表 4-1 入出力ポート機能の比較

種類	PIC16(L)F183xx	RA0
出力モード	CMOS N-ch オープンドレイン	CMOS N-ch オープンドレイン
入力モード	CMOS or TTL 内蔵プルアップ	CMOS 内蔵プルアップ TTL バッファ
スルーレート選択	SLRCONx レジスタにて選択可能	なし
1ポート単位の設定	あり	あり
リダイレクト機能	PPS 機能によりリダイレクト可能	端子機能選択レジスタ (PmnPFS_A) の使用にてリダイレクト可能
Wake-up	外部割り込み (INT pin or IOC pin) との併用で使用可能	外部割り込み (IRQx) との併用で使用可能
入力フィルタリング	なし	あり (外部割り込み (IRQx) 使用時、1μs 以内の信号をフィルタ)
ユーザが制御可能な入力ヒステリシス	INLVLx レジスタにて制御可能 (CMOS or TTL)	あり

入出力ポートコード例に関する情報は、ルネサスエレクトロニクスホームページから、サンプル・プロジェクト「FPB-RA0xx Example Project Bundle」を入手してください。

4.2 ユニバーサル非同期送受信機 (UART, SAU)

RA0 と PIC16(L)F1 はどちらも非同期シリアル通信を行う UART 機能を搭載しています。

RA0 には、UART 通信機能に特化した UARTA が搭載されています。また、SAU (シリアルアレイユニット) に UART 機能が含まれており、シリアルデータ送信 (TXD) とシリアルデータ受信 (RXD) の 2 本のラインによる、調歩同期式通信が実現できます。

この 2 本の通信ラインを使用し、スタートビット、データ、パリティビット、ストップビットからなる 1 データフレームごとに通信相手と非同期で (内部ボーレートを使用して) データを送受信します。送信専用 (偶数チャンネル) と受信専用 (奇数チャンネル) の 2 チャンネルを使用することで、全 2 重 UART 通信が実現できます。また、タイマアレイユニットと外部割り込み (IRQ0) を組み合わせて LIN バスにも対応可能です。

表 4-2 UART 機能の比較

種類	PIC16(L)F183xx	RA0
データの方向	LSB ファースト	MSB ファースト または LSB ファースト
データ位相	あり	あり
単線半二重通信	あり (但し同期式)	あり
データ長	8, 9 ビット	5, 7, 8, 9 ビット ^注
LIN ハードウェアサポート	あり	あり
スタンバイからの復帰	あり	あり
自動ボーレート検出	あり	あり (LIN)
送信/受信 FIFO 段数	1	1

注 データ長 5 ビットは UARTx で使用可能、9 ビットは UARTx で使用可能です。

UART コード例に関する情報は、ルネサスエレクトロニクスホームページから、サンプル・プロジェクト「FPB-RA0xx Example Project Bundle」を入手してください。

4.3 シリアルペリフェラルインタフェース (SPI, SAU)

RA0 と PIC16(L)F1 はどちらもシリアルペリフェラルインタフェース (SPI) 機能を搭載しています。

RA0 には、SAU (シリアルアレイユニット) に簡易 SPI 機能が搭載されており、マスタから出力されるシリアルクロック (SCK) に同期してデータの送信/受信を行います。シリアルクロック (SCK) 1 本と送信、受信のシリアルデータ (SO, SI) 2 本の計 3 本の通信ラインを使用して通信を行うクロック同期式通信機能です。

表 4-3 SPI 機能の比較

種類	PIC16(L)F183xx	RA0
制御端子	SCK、SDO、SDI、 \overline{SS}	SCK、SI、SO
マスタ/スレーブの選択	あり	あり
データビット幅	8 ビット	7, 8 ビット
最高速度	マスタ通信時 8MHz ($f_{CLK}/4$) スレーブ通信時 4MHz ($f_{OSC}/8$)	マスタ通信時 SPI00 のみ : 16MHz (PCLKB/2) SPI00 以外 : 8MHz (PCLKB/4) スレーブ通信時 5.33MHz ($f_{MCK}/6$)
単方向通信	あり	あり
ハードウェア チップセレクト管理	あり	なし
I/O クロックの位相制御	あり	あり
データの方向	MSB ファースト	MSB ファーストまたは LSB ファースト
SPI 形式のサポート	モトローラ	モトローラ
送信/受信 FIFO 段数	1	1

SPI コード例に関する情報は、ルネサスエレクトロニクスホームページから、サンプル・プロジェクト「FPB-RA0xx Example Project Bundle」を入手してください。

RA0 シリーズ

Microchip PIC®16(L)F1 から RA0 への移行ガイド

4.4 インターインテグレートドサーキット (IICA, SAU)

RA0 と PIC16(L)F1 はどちらもインターインテグレートドサーキット (I²C) 機能を搭載しています。

RA0 には、簡易 I²C 機能を持った SAU (シリアルアレイユニット) と、より高度な機能を持つ IICA を搭載しています。シリアルクロック (SCL) とシリアルデータ (SDA) の 2 本のラインによる、複数デバイスとのクロック同期式通信が可能ですが、簡易 I²C はフラッシュメモリ、A/D コンバータなどのデバイスとのシングル通信を目的としているため、マスタとしてのみ機能します。

表 4-4 I²C 機能の比較

種類	PIC16(L)F183xx	RA0
マスタ/スレーブの選択	あり	あり (IICA)
マルチマスタ対応	あり	あり (IICA)
最大転送速度	400kHz	1MHz
アドレッシングモード	7, 10 ビット	7 ビット 10 ビット (IICA)
クロックストレッチ	あり	あり (IICA)
ウェイクアップ機能	あり	あり (IICA)
ソフトウェアリセット	あり	あり (IICA)
FIFO/バッファ	1 バイト SSPxSR	1 バイト IICAn (IICA) SDRmn (SAU)
プログラム可能な ノイズフィルタ	なし	あり (IICA)

I²C コード例に関する情報は、ルネサスエレクトロニクスホームページから、サンプル・プロジェクト「FPB-RA0xx Example Project Bundle」を入手してください。

RA0 シリーズ

Microchip PIC®16(L)F1 から RA0 への移行ガイド

4.5 タイマ (TAU,TML32)

RA0 と PIC16(L)F1 はどちらも多機能なタイマを搭載しています。

RA0 には、8 個の 16 ビットタイマで構成されるタイマアレイユニット (TAU) を搭載しており、それぞれを単独のタイマとして使用することはもちろん、複数のタイマを組み合わせることで高度なタイマ機能として使用することもできます。

表 4-5 タイマの名称

PIC16(L)F183xx		RA0	
タイマ名	略称	タイマ名	略称
Timer0 Module	Timer0	タイマアレイユニット	TAU
Timer1/3/5 Module with Gate Control	Timer1/3/5	32 ビットインターバルタイマ	TML32
Timer2/4/6 Module	Timer2/4/6		

表 4-6 タイマ機能の比較

機能	PIC16(L)F183xx	RA0
精度	8, 16 ビット	TAU: 8、16 ビット TML32: 8、16、32 ビット
PWM	あり ^注	あり(TAU)
Capture	あり ^注	あり
Compare	あり ^注	あり
One-shot	あり ^注	あり(TAU)
アップダウンカウント機能	なし	なし
スタンバイ機能との連携	あり	あり
Programmable prescaler クロック分周	あり	あり
イベント／割り込み	あり	あり
自動リロード機能	あり	あり

注：CCP モジュールと連携して動作する

表 4-7 タイマの使用例の比較

種類	PIC16(L)F183xx	RA0
PWM	Timer2/4/6 ^注	TAU
Capture	Timer1/3/5 ^注	TAU
Compare	Timer1/3/5 ^注	TAU
One-shot	Timer1/3/5 ^注	TAU
Synchronization	-	TAU
Interval timer	Timer0 Timer1/3/5 ^注	TAU TML32
Prescaler	4 ビットプリスケアラ	4 ビットプリスケアラ (TAU) 3 ビットプリスケアラ (TML32)

注：CCP モジュールと連携して動作する

タイマ コード例に関する情報は、ルネサスエレクトロニクスにクスホームページから、サンプル・プロジェクト「FPB-RA0xx Example Project Bundle」を入手してください。

4.6 ウォッチドッグタイマ (IWDT)

RA0 と PIC16(L)F1 はどちらもウォッチドッグタイマ (WDT) を搭載しています。

RA0 の独立ウォッチドッグタイマ (IWDT)には、MCU をリセットする機能やノンマスクブル割り込みまたはアンダフロー割り込みを発生させる機能があります。このタイマは LOCO で動作するため、システム暴走時にフェイルセーフメカニズムとして、MCU を既知の状態に復帰させる際に特に有用です。IWDT は、レジスタのリセット、アンダフロー、リフレッシュエラー、またはカウント値のリフレッシュにより自動的にトリガできます。

表 4-8 WDT の名称

PIC16(L)F183xx		RA0	
タイマ名	略称	タイマ名	略称
ウォッチドッグタイマ	WDT	独立ウォッチドッグタイマ	IWDT

表 4-9 WDT 機能の比較

機能	PIC16(L)F183xx	RA0
ウィンドウモード	なし	あり
インターバルタイマモード	あり	あり
クロックソース	LFINTOSC	LOCO/2
割り込み	なし	あり
カウンター精度	23 ビット	14 ビット
クロック分周器	なし	なし

IWDT コード例に関する情報は、ルネサスエレクトロニクスホームページから、サンプル・プロジェクト「FPB-RA0xx Example Project Bundle」を入手してください。

5. アナログ周辺機器の比較

5.1 アナログ-デジタルコンバーター (ADC12)

RA0 と PIC16(L)F1 はどちらもアナログ信号をデジタル信号に変換する A/D コンバータを搭載しています。

RA0 は、最大 10 チャンネルのアナログ入力を制御できる構成になっています。また、内部基準電圧、および温度センサ出力電圧を選択できます。A/D コンバータの分解能は 12 ビット分解能、10 ビット分解能と 8 ビット分解能を選択できます。

表 5-1 ADC 機能の比較

機能	PIC16(L)F183xx	RA0
解像度 (ビット)	10 ビット	12, 10, 8 ビット
変換速度 (Msps)	16	0.485
FIFO	なし	なし
ADC リファレンス (V)	内部 : V_{DD} , FVR ^{注2}	内部 : V_{CC}
	外部 : V_{REF+}	外部 : V_{REFH0}
動作モード	通常動作, DOZE, IDLE, SLEEP	通常動作、スヌーズ
自動電源オフ	なし	あり
外部入力チャンネル ^{注1}	最大 17	最大 10
内部入力チャンネル	温度センサ出力電圧、DAC 出力電圧、FVR ^{注2}	温度センサ出力電圧、内部基準電圧
ADC の数	1	1

注1 外部入力チャンネル数はデバイスによって異なります。

注2 Fixed Voltage Reference

ADC コード例に関する情報は、ルネサスエレクトロニクスホームページから、サンプル・プロジェクト「FPB-RA0xx Example Project Bundle」を入手してください。

5.2 内部基準電圧 (V_{BGR})

RA0 と PIC16(L)F1 はどちらも内部基準電圧を備えており、内部周辺機器に基準電圧を供給できます。

表 5-2 内部基準電圧機能の比較

機能	PIC16(L)F183xx	RA0
内部基準電圧 (V)	1.024, 2.048, 4.096	1.48
内部リファレンス出力	なし	なし
ADC に内部接続	あり	あり

6. 参考ドキュメント

- [1] Microchip, PIC16F18056/76 datasheet, DS40002325C
- [2] Microchip, PIC16(F)F18326/18346 datasheet, DS40001839E
- [3] Microchip, PIC16(L)F18426/46 datasheet, DS40001985C

RA0 シリーズ

Microchip PIC®16(L)F1 から RA0 への移行ガイド

改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2025.11.30	-	初版発行
1.10	2025.2.24	p.1, p.4 p.39, p.41	RA0E3 の内容追加

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、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えば、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。型名が違えば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まれます。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、変更、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、変更、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）、交通管制（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なります。
 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。