

## RL78/G16 グループ

### Microchip PIC16(L)F1 ファミリから RL78/G16 グループへの移行ガイド ソフトウェア編

#### 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 RL78/G16 グループ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、RL78/G16 グループの 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。

#### 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

RL78/G16 グループ

#### 関連情報

- RL78/G16 ユーザーズマニュアル ハードウェア編(R01UH0980J)
- RL78 ファミリ ユーザーズマニュアル ソフトウェア編(R01US0015)
- 統合開発環境 e<sup>2</sup> studio 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 RX/RL78/RH850/RISC-V MCU ファミリ(R20UT5293)
- RL78/G16 エンジニア向けガイド (EP2P-AA-24-0323)

また、各種アプリケーションノートは以下から入手してください。

[RL78/G16 ホームページ](#)

## 目次

1.	RL78/G16 ポートフォリオの概要	3
1.1	はじめに	3
1.2	PIC16(L)F1 と RL78/G16 のポートフォリオ比較	3
2.	エコシステムとマイグレーション	5
2.1	エコシステムの比較	5
2.1.1	スマート・ブラウザ	7
2.1.2	RL78/G16 がサポートする IDE	8
2.1.3	スマート・コンフィグレータ	9
2.1.4	デバッグ・ツール	12
2.1.5	評価ボード	12
2.2	移行プロセス	14
2.2.1	ステップ 1. 適切な RL78/G16 の選択	14
2.2.2	ステップ 2. IDE のセットアップと e <sup>2</sup> studio の簡単な紹介	17
2.2.3	ステップ 3. ソフトウェアの移植	24
2.2.4	ステップ 4. ソフトウェアの評価	28
2.2.5	ステップ 5. 量産	28
2.3	サンプルプログラムのインポート例	30
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
3.2.3	内蔵 RAM	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
3.4.2	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	HALT モードでの RL78/G16 の機能	47
3.5.3	STOP モードでの RL78/G16 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
3.7	デバッグとプログラミングの比較	50
3.7.1	デバッグ比較	50
3.7.2	プログラミング・モードの比較	51
4.	デジタル周辺機器の比較	52
4.1	汎用 IO (PORT, PIOR)	52
4.2	ユニバーサル非同期送受信機 (UART, SAU)	53
4.3	シリアル・ペリフェラル・インタフェース (SPI, SAU)	54
4.4	インター・インテグレートッド・サーキット (IICA, SAU)	55
4.5	タイマ (TAU, 12 ビット・インターバル・タイマ)	56
4.6	ウォッチドッグ・タイマ (WDT)	57
5.	アナログ周辺機器の比較	58
5.1	アナログ-デジタルコンバーター (ADC)	58
5.2	コンパレータ (COMP)	59
5.3	内部基準電圧 (AV <sub>REFP</sub> )	59
	参考ドキュメント	60
	改訂記録	60

## 1. RL78/G16 ポートフォリオの概要

### 1.1 はじめに

RL78/G16 グループ（以下、「RL78/G16」という）は、低消費電力かつ高性能な 16 ビットのマイクロコントローラです。16 ビットのアーキテクチャを採用しており、高精度な高速オンチップ・オシレータやパワーオンリセット等の回路が内蔵されているため、外付けの周辺部品の削減が可能です。特に低消費電力を重視した設計になっており、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。

RL78 ファミリは、家電製品や民生機器から産業機器まで幅広い分野で長年利用されてきており、信頼性の高いマイコンとして評価されています。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。

RL78/G16 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。マイクロチップ・テクノロジー社製 PIC16(L)F1 は 1 命令に 4 サイクルかかるため、実使用において RL78/G16 はクロック周波数に優れており、また最小命令実行時間もより短い時間で実行可能です。

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 RL78/G16 への移行を支援します。

### 1.2 PIC16(L)F1 と RL78/G16 のポートフォリオ比較

表 1-1 Renesas RL78/G16 と Microchip PIC16(L)F1 との比較 (1/2)

項目	Microchip <sup>[1]</sup> PIC16F180xx	Microchip <sup>[2]</sup> PIC16(L)F183xx	Microchip <sup>[3]</sup> PIC16(L)F184xx	Renesas RL78/G15	Renesas RL78/G16	
コア	Enhanced Mid-Range CPU			RL78-S2 コア		
クロック周波数	最大 32MHz 注1	最大 32MHz 注1	最大 32MHz 注1	最大 16MHz	最大 16MHz	
最小命令実行時間	0.125us	0.125us	0.125us	0.0625us	0.0625us	
電源電圧	2.5~5.5V	2.5~5.5V	2.5~5.5V	2.4~5.5V	2.4~5.5V	
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~+85°C -40~+105°C -40~+125°C	-40~+85°C -40~+105°C -40~+125°C	
コード フラッシュ	3.5~28KB	3.5~28KB	7~28KB	4~8KB	16~32KB	
データ フラッシュ / EEPROM	128~256B	256B	256B	1KB	1KB	
RAM	0.25~2KB	0.25~2KB	0.5~2KB	1KB	2KB	
割り込み 要因	内部	最大 30	最大 33	最大 19	最大 30	
	外部	1+IOC 最大 25	1+IOC 最大 18	1+IOC 最大 25	最大 8	最大 10
入出力ポート	最大 35	最大 17	最大 25	最大 17	最大 27	
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 11ch (10bit 分解能)	最大 11ch (10bit 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	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	1ch	最大 3ch
	I <sup>2</sup> C	最大 2ch	最大 2ch	最大 2ch	最大 3ch	最大 4ch
	SPI	最大 2ch	最大 2ch	最大 2ch	最大 2ch	最大 3ch
タイマ	8bit : 4ch 16bit : 3ch	8bit : 最大 4ch 16bit : 最大 4ch	8bit : 4ch 16bit : 4ch	8bit : 4ch 16bit : 8ch	8bit : 4ch 16bit : 8ch	

## RL78/G16 グループ

### Microchip PIC16(L)F1 ファミリから RL78/G16 グループへの移行ガイド ソフトウェア編

表 1-2 Renesas RL78/G16 と Microchip PIC16(L)F1 との比較 (2/2)

項目	Microchip <sup>[1]</sup> PIC16F180xx	Microchip <sup>[2]</sup> PIC16(L)F183xx	Microchip <sup>[3]</sup> PIC16(L)F184xx	Renesas RL78/G15	Renesas RL78/G16	
その他の主な 周辺機器／機能	ZCD Temp. Indicator HCVD PPS	Temp. Indicator PPS PMD	ZCD Temp. Indicator HCVD PPS PMD	PIORn PERn	温度センサ タッチセンサ RTC2 PIORn PERn	
ピン数	8~44	8~20	14~28	8~20	10~32	
省電力 <sup>注2</sup>	通常 動作	4.5mA@32MHz, 3V, typical	2.2mA@32MHz, 3V, typical	3.9mA@32MHz, 3V, typical	1.86mA@16MHz, 3V, typical	2.11mA@16MHz, 3V, typical
	Standby	-	DOZE モード 863uA@16MHz, 3V, typical	DOZE モード 1.5mA@16MHz, 3V, typical	HALT モード 371uA@16MHz, 3V, typical	HALT モード 385uA@16MHz, 3V, typical
			IDLE モード 804uA@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	STOP モード 620nA@3V, typical	STOP モード 620nA@3V, typical		

注 1 PIC16(L)F1 の命令は、1 命令に 4 サイクルかかります。

注 2 RL78/G16 の STOP モードは PIC16(L)F1 の SLEEP モードに、HALT モードは DOZE モードまたは IDLE モードに相当します。

## 2. エコシステムとマイグレーション

RL78/G16 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	RL78/G16
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	SIS (Software Integration System) スマート・ブラウザー (コード・サンプル、ドキュメント参照) ミドルウェア ルネサス・フラッシュ・ドライバ ／セルフ・プログラミング・ライブラリ ドライバ RTOS
IDE	MPLAB® X IDE MPLAB® Xpress クラウド型 IDE	e <sup>2</sup> studio CS+ IAR Embedded Workbench
ソフトウェア・ コンフィグレーション	MPLAB® Code Configurator (MCC)	スマート・コンフィグレータ
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
評価ボード	MPLAB Xpress 評価用ボード PIC16F18446 Curiosity Nano PIC16F18076 Curiosity Nano 評価 キット	RL78/G16 FPB RL78/G16 搭載静電容量タッチ評価 システム

図 2-1 では RL78/G16 エコシステムの概要を示しています。

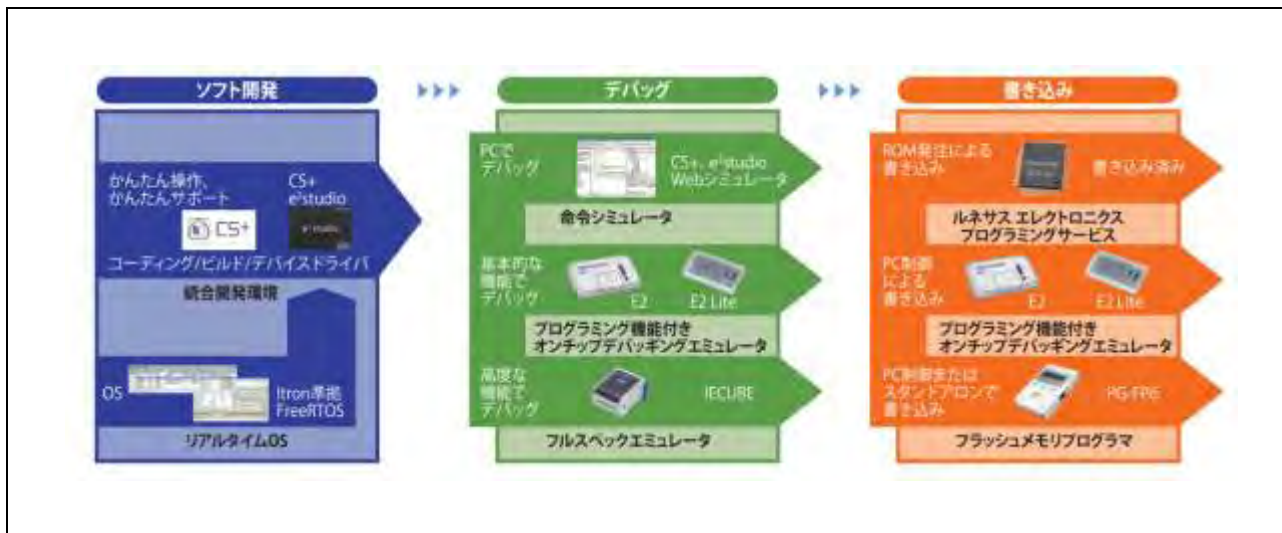


図 2-1 RL78/G16 エコシステムの概要

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ハードウェアマニュアル、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。

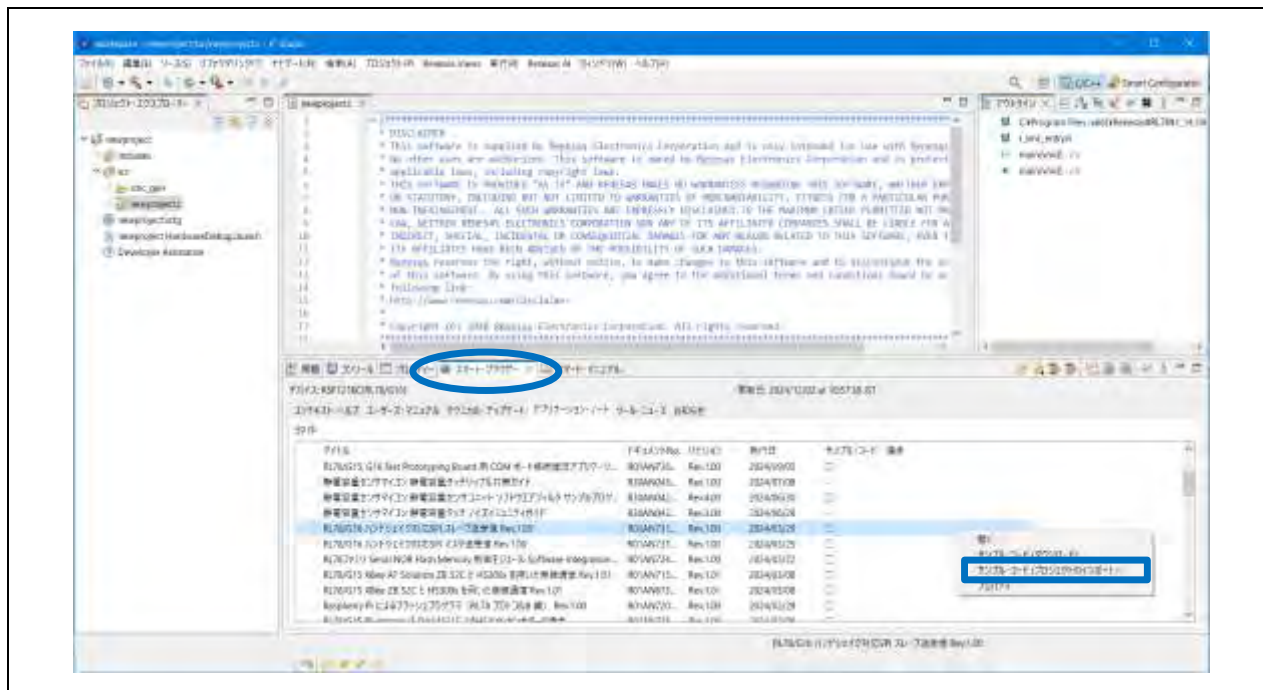


図 2-2 スマート・ブラウザー

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	RL78/G16
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

RL78/G16 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、I<sup>2</sup>C、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 RL78/G16 サン

ブルプログラムは、ソフトウェア開発を加速するためにスマート・コンフィグレータをサポートしていません。

### 2.1.2 RL78/G16 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。

RL78/G16 の IDE である e<sup>2</sup> studio は、MPLAB® X IDE と同様 Eclipse をベースとした IDE であるため、ユーザは簡単に使い始めることができます。e<sup>2</sup> 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、e<sup>2</sup> studio は無料で使用でき、スマート・コンフィグレータからの自動コード生成、および SIS 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 RL78/G16 サンプルコード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 e<sup>2</sup> studio の比較

IDE	MPLAB® X IDE	e <sup>2</sup> studio
ライセンス	無料	無料
コンパイラ	MPLAB® XC Compilers/GCC	CC-RL/LLVM
IDE に統合された低消費電力ソリューション	サポートしない	QE for Current Consumption
周辺機器 API 機能支援	サポートしない	サポートする
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	スマート・コンフィグレータ

e<sup>2</sup> studio に加えて、RL78/G16 は、CS+、IAR Embedded Workbench、Arduino IDE、Visual Studio Code もサポートしています。

e<sup>2</sup> studio の使用法と機能の一部については、2.2.2.2 e<sup>2</sup> studio の操作方法の紹介を参照してください。

## RL78/G16 グループ

### Microchip PIC16(L)F1 ファミリから RL78/G16 グループへの移行ガイド ソフトウェア編

#### 2.1.3 スマート・コンフィグレータ

スマート・コンフィグレータは e<sup>2</sup> studio に統合されています。MPLAB® Code Configurator と同様に、スマート・コンフィグレータは、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。スマート・コンフィグレータを使用すると、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。

またスマート・コンフィグレータは IDE を用いずに実行できるスタンドアロン版も用意しています。スタンドアロン版では、RL78/G16 の IDE である CS+ や IAR Embedded Workbench と連携することができます。

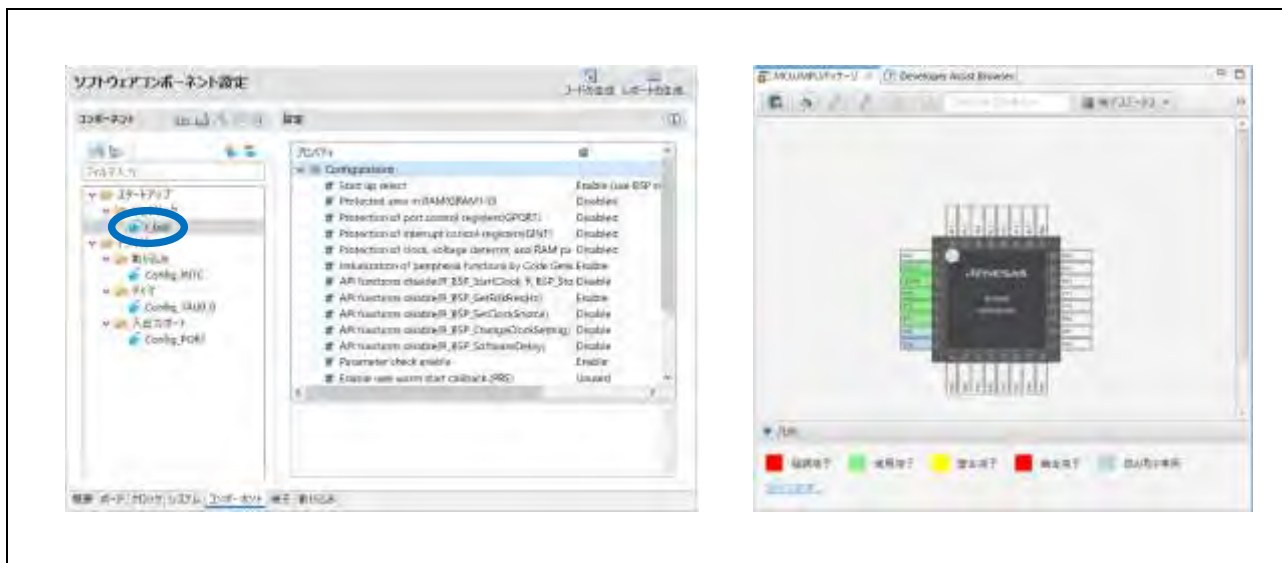


図 2-3 スマート・コンフィグレータ

Software Integration System (以下、「SIS」という) モジュールを使用するプロジェクトの基盤となるのがルネサスボードサポートパッケージ SIS モジュール (r\_bsp) です。r\_bsp は設定が簡単で、リセットから main()関数までに MCU と使用するボードが必要とする全てのコードを提供します。

## RL78/G16 グループ

### Microchip PIC16(L)F1 ファミリから RL78/G16 グループへの移行ガイド ソフトウェア編

MPLAB® Code Configurator と同様にスマート・コンフィグレータには、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。

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。

スマート・コンフィグレータでの割り込みと端子設定は、MPLAB® Code Configurator と同様に、使用するコンポーネント単位で個別に設定します。

スマート・コンフィグレータでは使用するコンポーネントのみの設定に専念できます。

設定が確定後、スマート・コンフィグレータではユーザが「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。

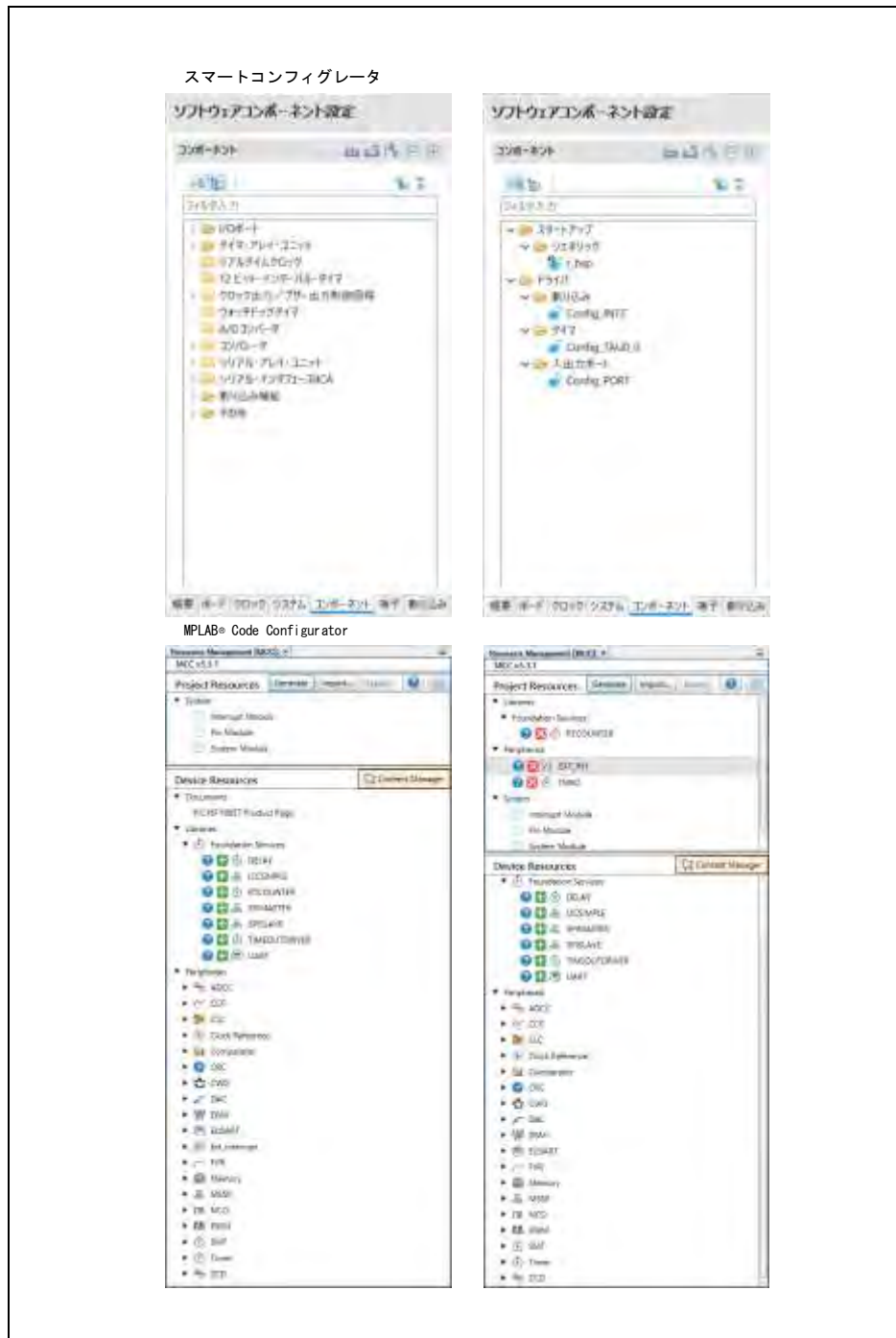
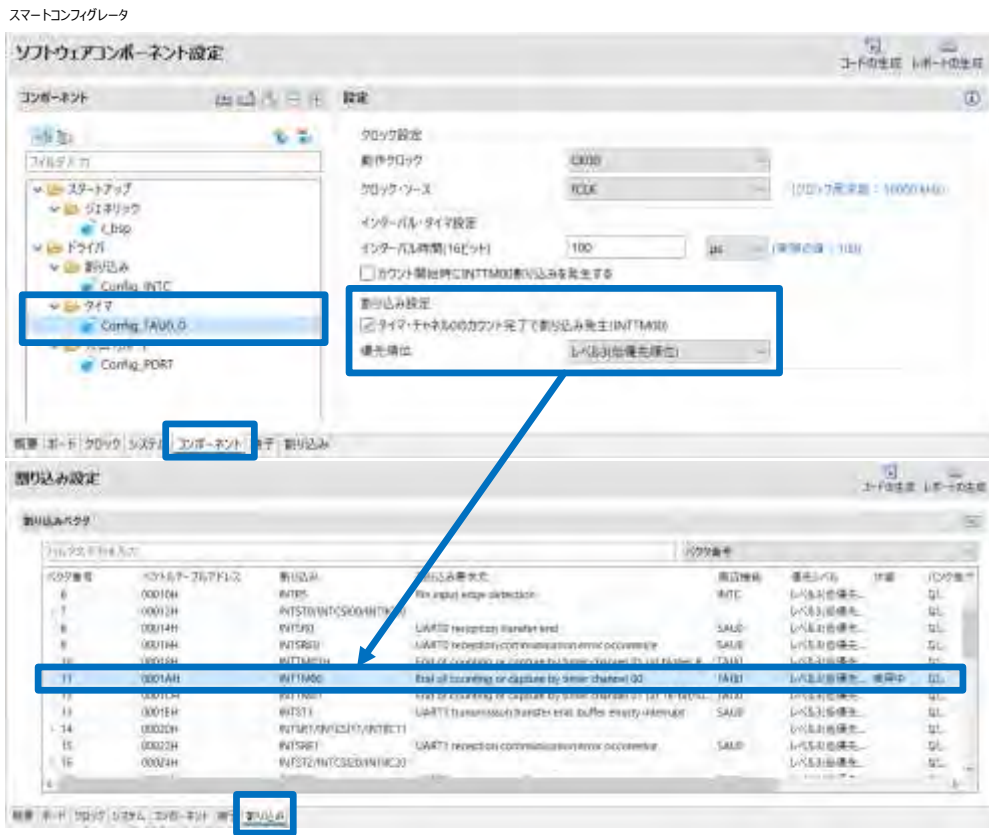


図 2-4 周辺機器リストの比較



MPLAB® Code Configurator

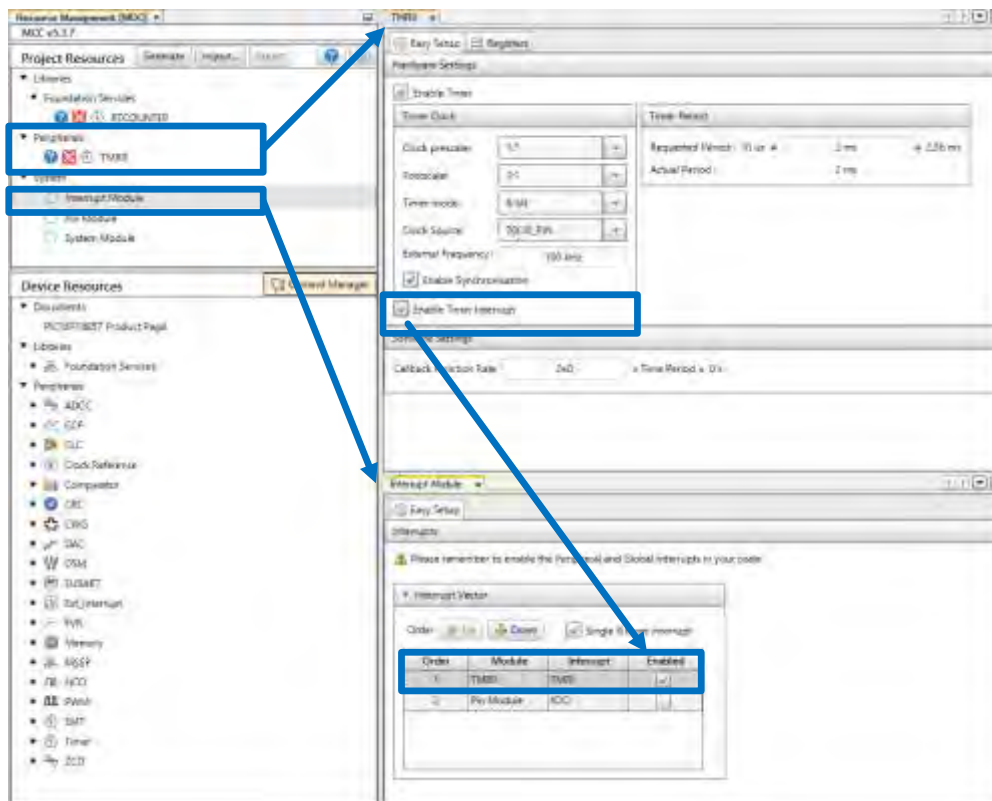


図 2-5 割り込み設定の比較

### 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 PIC1(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。

RL78/G16 の場合、TOOL0 ピンはデバッグ (E2 エミュレータや E2 エミュレータ Lite など) と RL78/G16 間のインタフェースとして、専用の単線 UART を介して操作するために使用されます。デバッグの接続の詳細については、図 2-6 を参照してください。

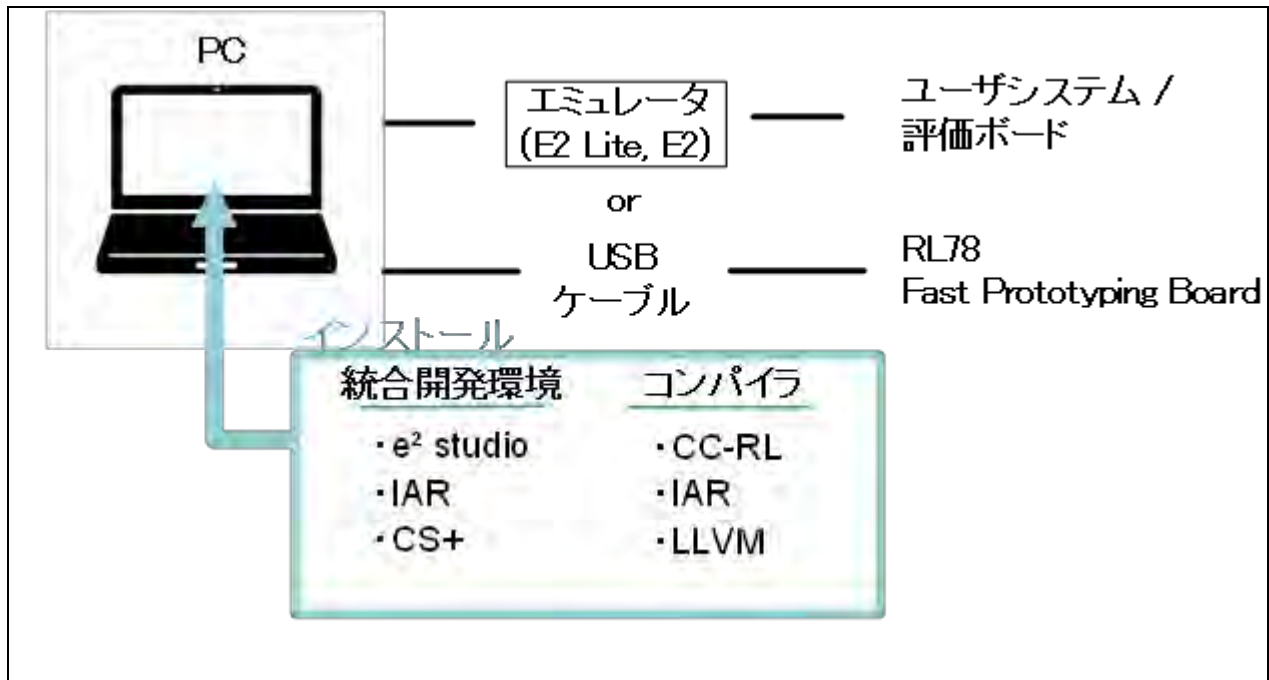


図 2-6 RL78/G16 デバッグ

RL78/G16 は、COM ポート接続、E2 エミュレータ、E2 エミュレータ Lite 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。RL78/G16 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、RL78/G16 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。

### 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、RL78/G16 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、RL78/G16 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

## RL78/G16 グループ

### Microchip PIC16(L)F1 ファミリから RL78/G16 グループへの移行ガイド ソフトウェア編

RL78/G16 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、Fast Prototyping Board の概要を示しています。

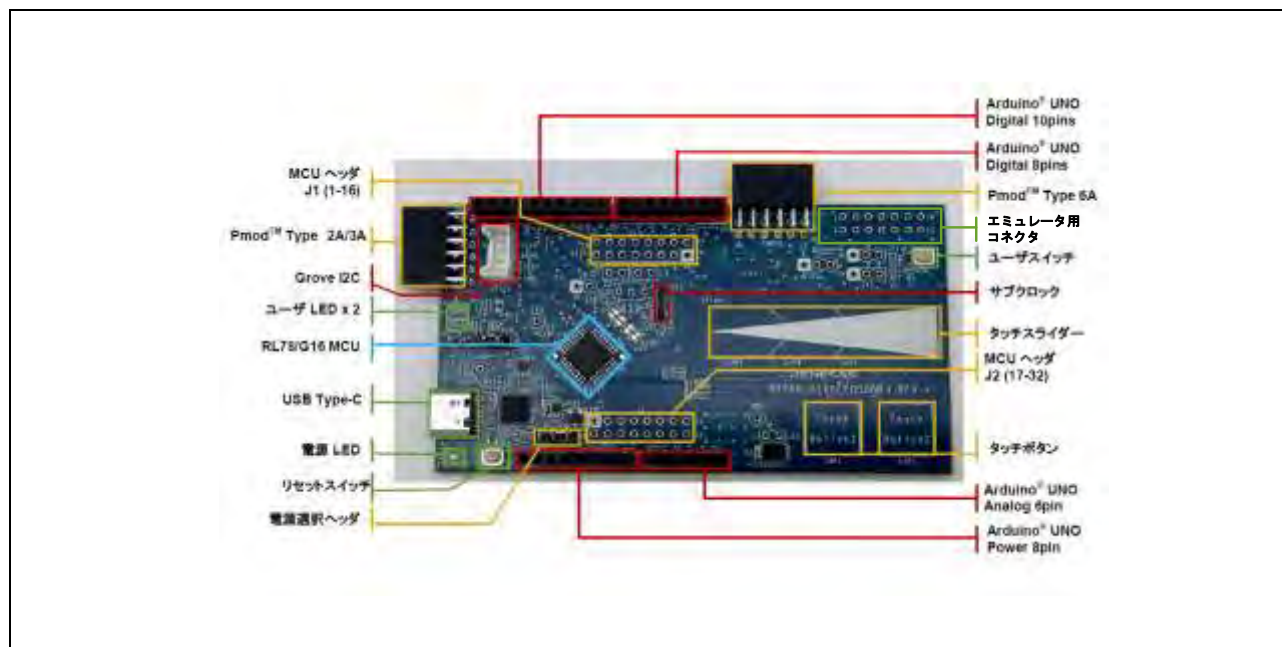


図 2-7 RL78/G16 Fast Prototyping Board の概要

FPB は USB 接続によるオンチップ・デバッグができます。エミュレータ用コネクタは、ルネサスエレクトロニクス製の E2 エミュレータまたは E2 エミュレータ Lite との接続用コネクタです。エミュレータを接続するにはコネクタの追加などの加工が必要となります。詳しくは RL78/G16 Fast Prototyping Board ユーザーズ・マニュアルを参照してください。

## 2.2 移行プロセス

RL78/G16 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。

また、RL78/G16 エンジニア向けガイド(EP2P-AA-24-0323)で各ステップに応じた資料を紹介していますので、併せて参照してください。

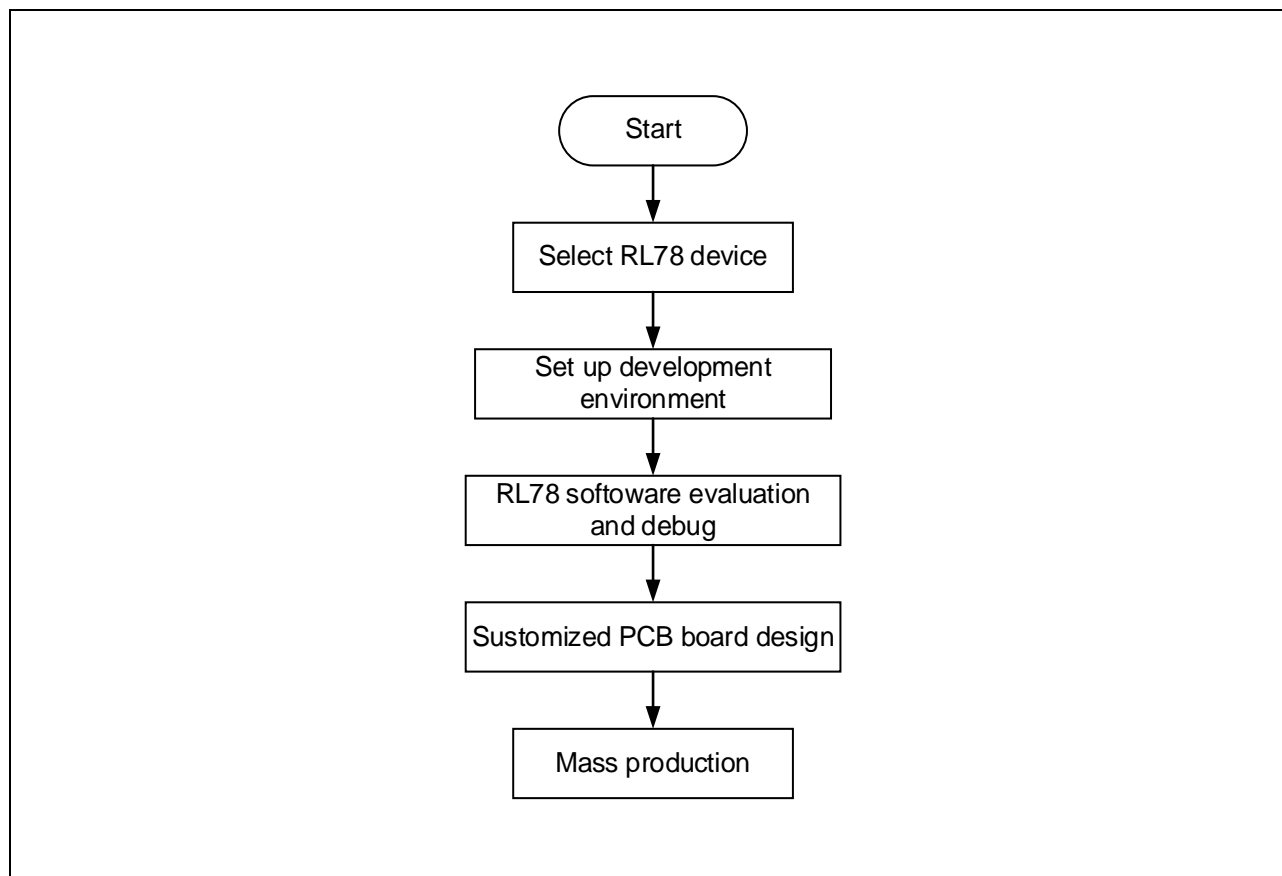


図 2-8 RL78/G16 移行フローチャート

### 2.2.1 ステップ 1. 適切な RL78/G16 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 RL78/G16 を選択することです。表 2-4 は、RL78/G16 のバリエーションを示しています。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。

表 2-4 ROM, RAM 容量

フラッシュ ROM	データフラッシュ	RAM	RL78/G16				
			10 ピン	16 ピン	20 ピン	24 ピン	32 ピン
32 KB	1 KB	2 KB	R5F1211C	R5F1214C	R5F1216C	R5F1217C	R5F121BC
16 KB	1 KB	2 KB	R5F1211A	R5F1214A	R5F1216A	R5F1217A	R5F121BA

## RL78/G16 グループ

### Microchip PIC16(L)F1 ファミリから RL78/G16 グループへの移行ガイド ソフトウェア編

特定のデバイスを絞り込みたい場合、まず図 2-9 に示す RL78/G16 の製品ページにアクセスします。次に製品選択を選び、図 2-10 に示す上側のフィルターを使用することで、周辺機能の絞り込みができます。



図 2-9 RL78/G16 の製品ページ ([Link](#))

たとえば、UART のチャンネル必要数を満たす MCU をフィルターしたい場合、図 2-10 の青枠で示すようにフィルター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ーを設定することで、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、ポップアップ表示で在庫数や価格、その他の情報を確認できます。

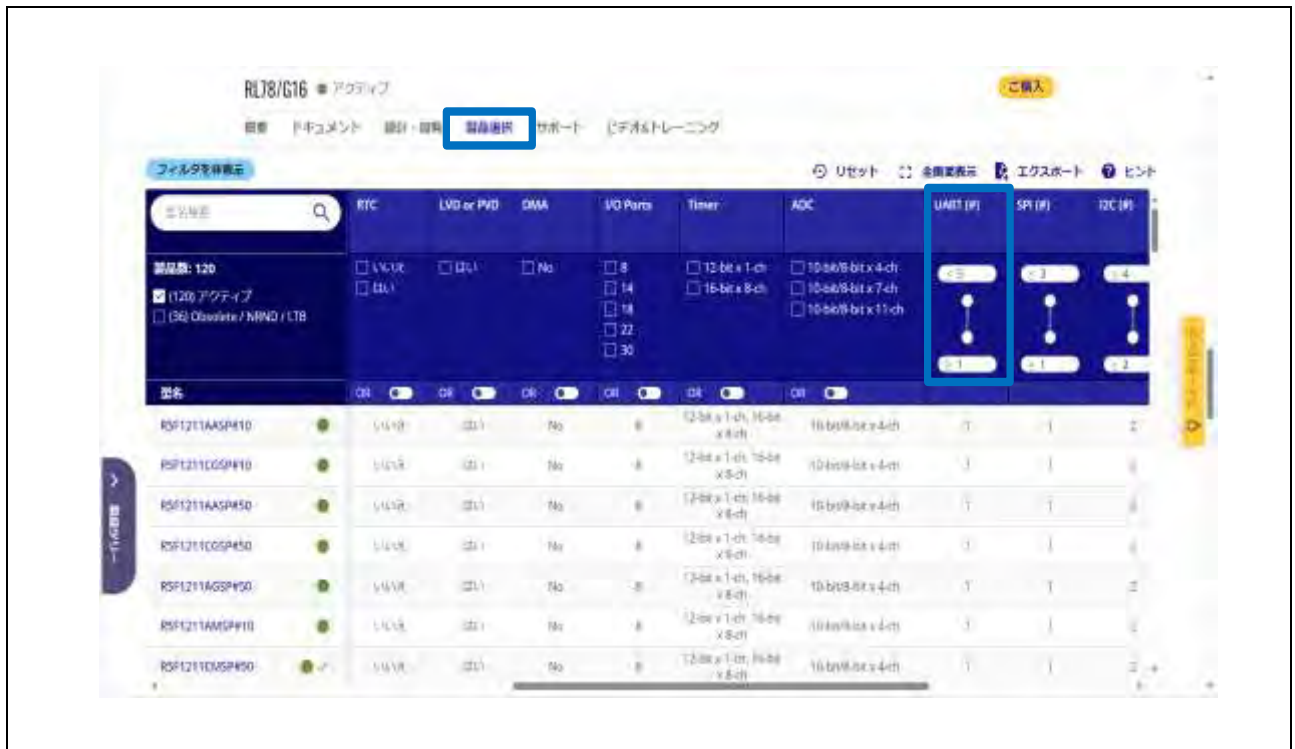


図 2-10 RL78/G16 製品選択

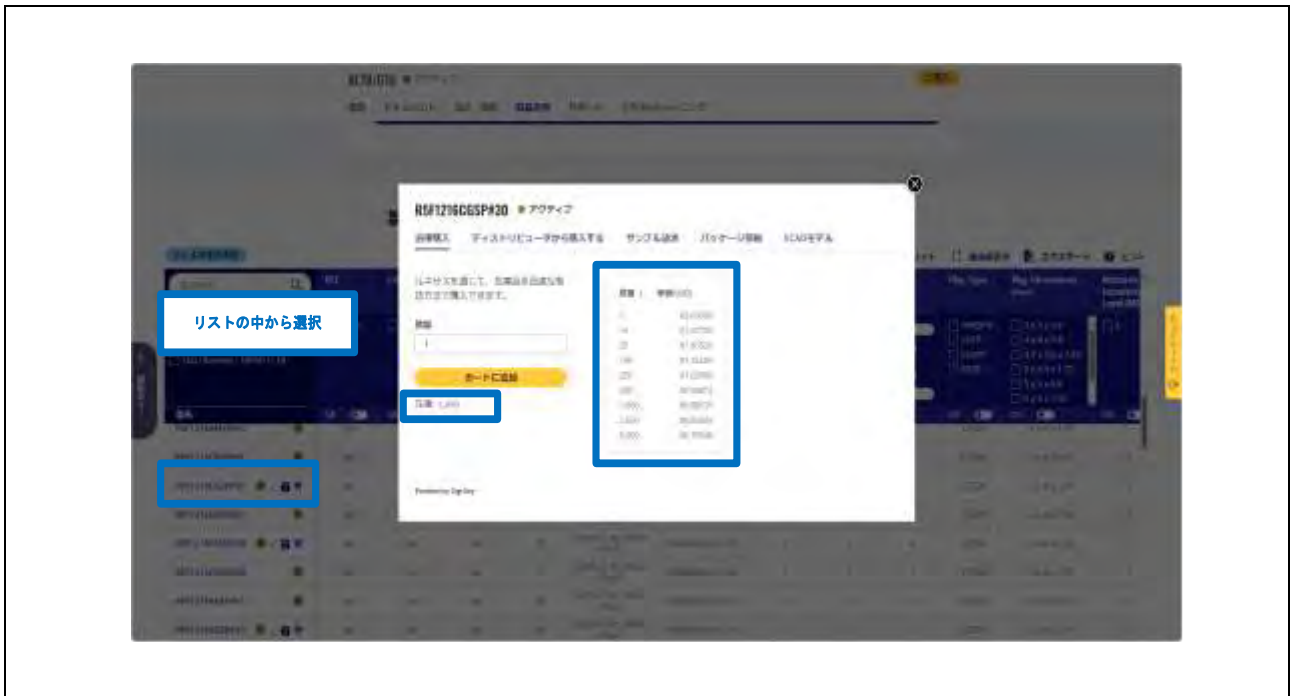


図 2-11 RL78/G16 のポップアップ表示

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、RL78/G16 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、RL78/G16 の詳細な仕様を掲載しています。

ガイドでは、RL78/G16 エンジニア向けガイドとして、製品開発時に必要な情報や資料を開発フェーズごとにまとめて一覧にしています。

この Web サイトには、RL78/G16 に関する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。



図 2-12 RL78/G16 の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 e<sup>2</sup> studio の簡単な紹介

### 2.2.2.1 IDE のセットアップ

- (1) e<sup>2</sup> 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。

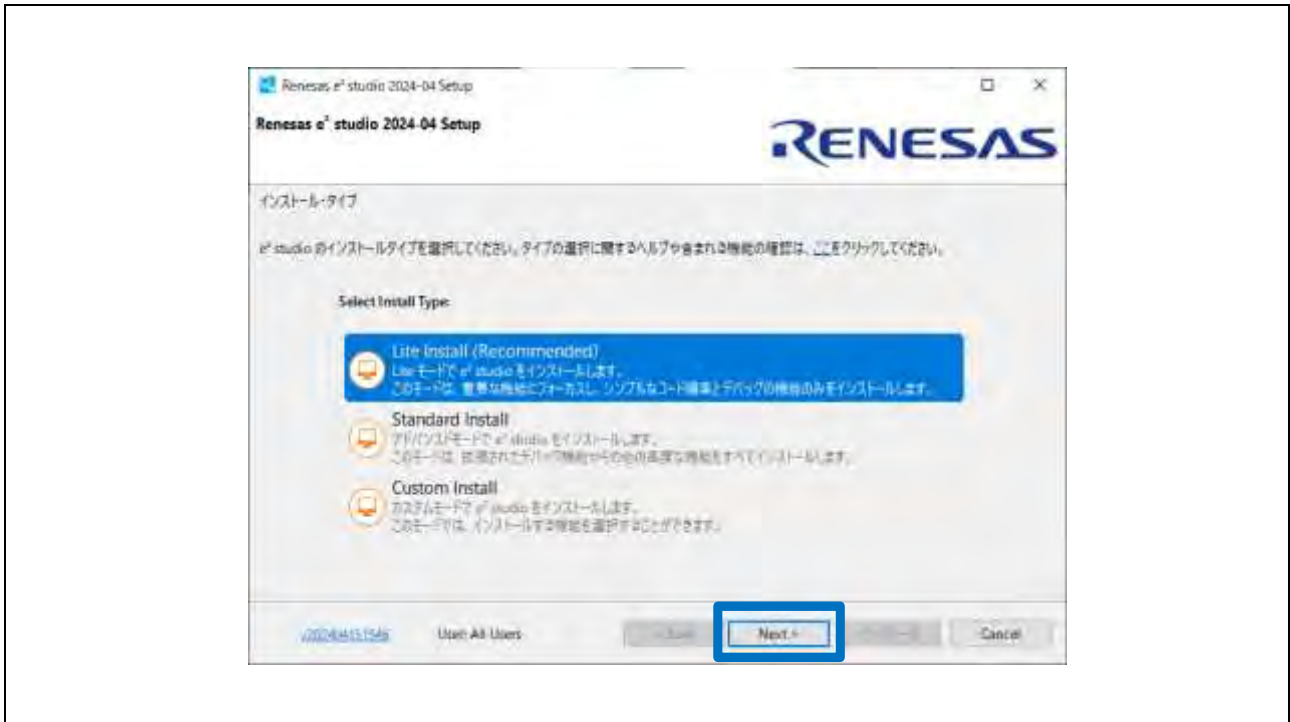


図 2-13 e<sup>2</sup> studio のインストールタイプ選択

- (2) デバイスは RL78 ファミリを選択します。  
「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。

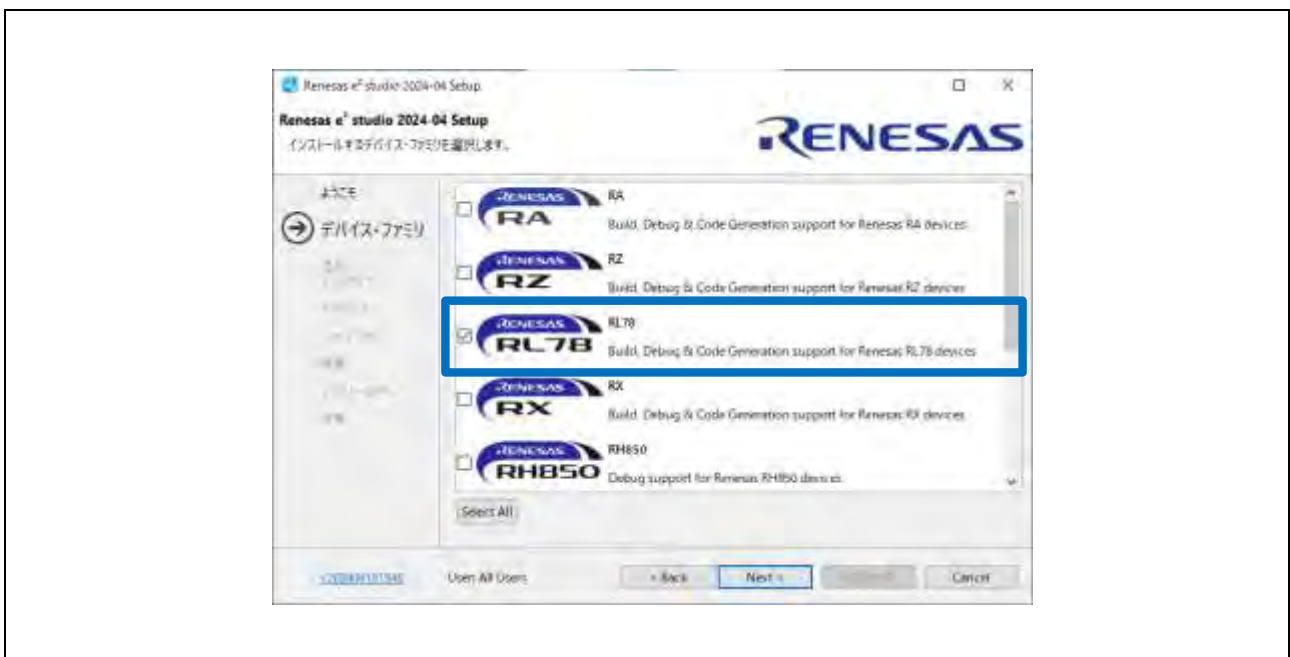


図 2-14 e<sup>2</sup> studio のデバイス選択

(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 e<sup>2</sup> studio のインストールを完了します。



図 2-15 e<sup>2</sup> studio のインストール概要確認



## RL78/G16 グループ

### Microchip PIC16(L)F1 ファミリから RL78/G16 グループへの移行ガイド ソフトウェア編

(3) プロジェクト新規作成時の確認画面です。終了ボタンでプロジェクトを生成します。

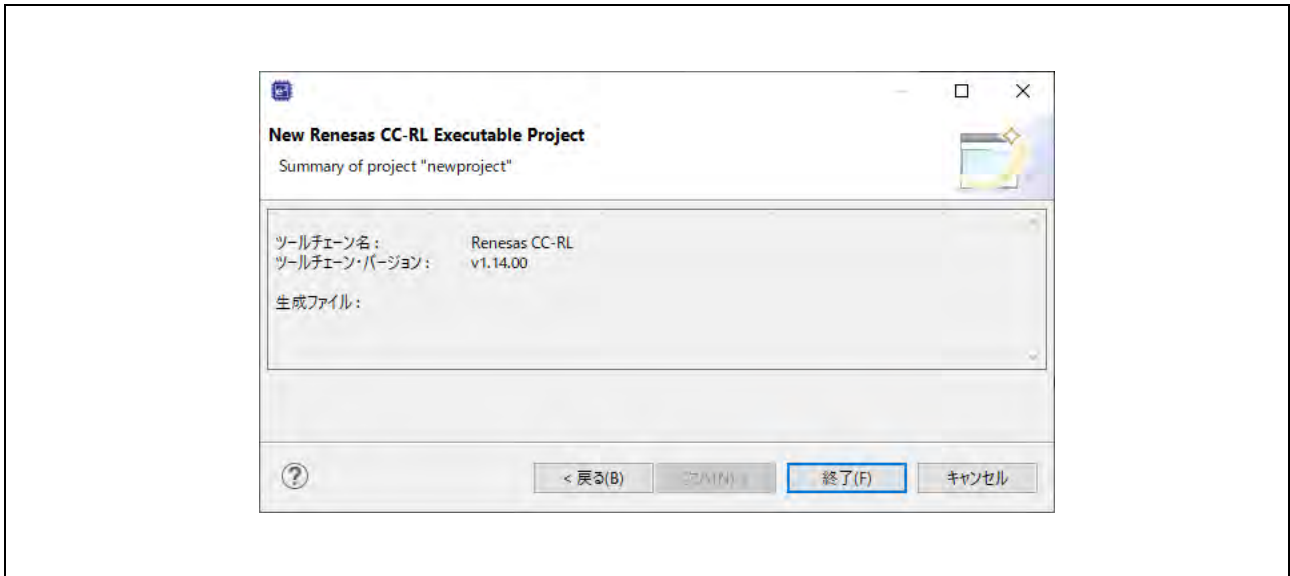


図 2-18 新規プロジェクト作成の概要

(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。

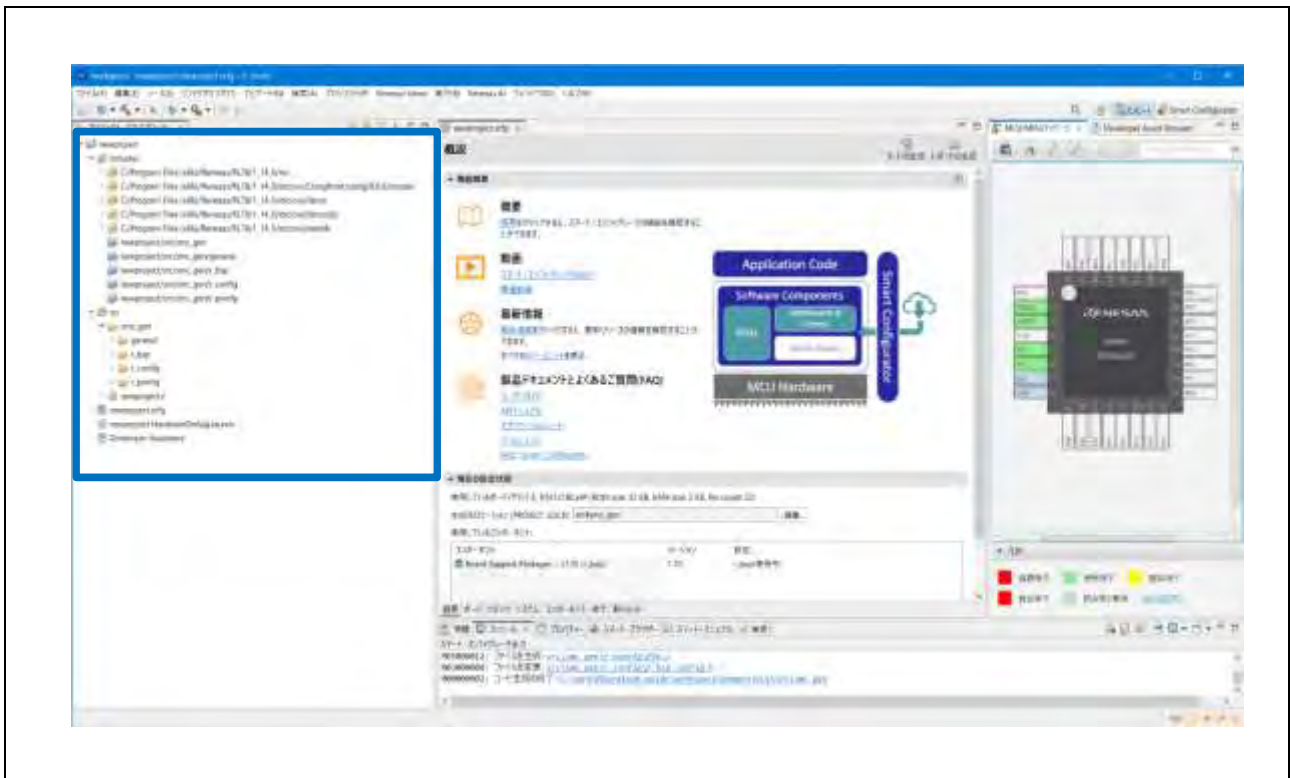


図 2-19 新規プロジェクト生成完了

(5) 図 2-20、図 2-21、図 2-22、図 2-23 は e<sup>2</sup> 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 :

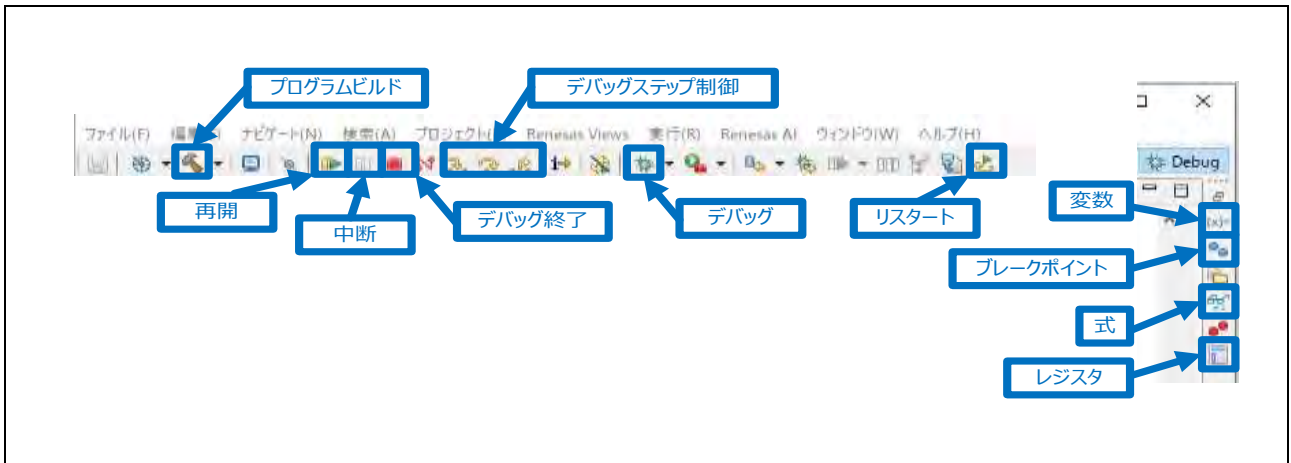


図 2-21 よく使われるデバッグ機能

プロジェクト プロパティのよく使用される設定 :

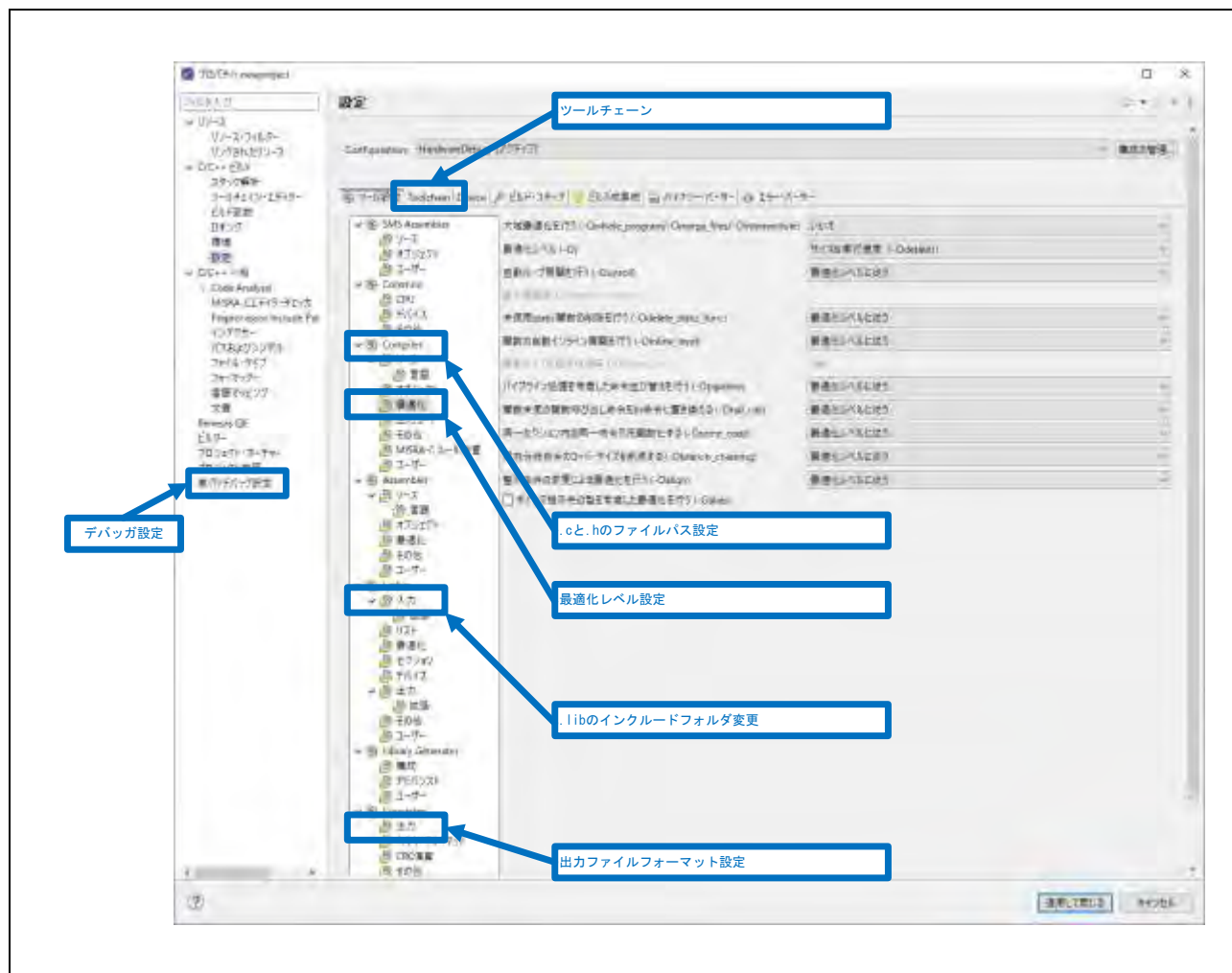


図 2-22 よく使われるプロジェクト設定 (1/2)

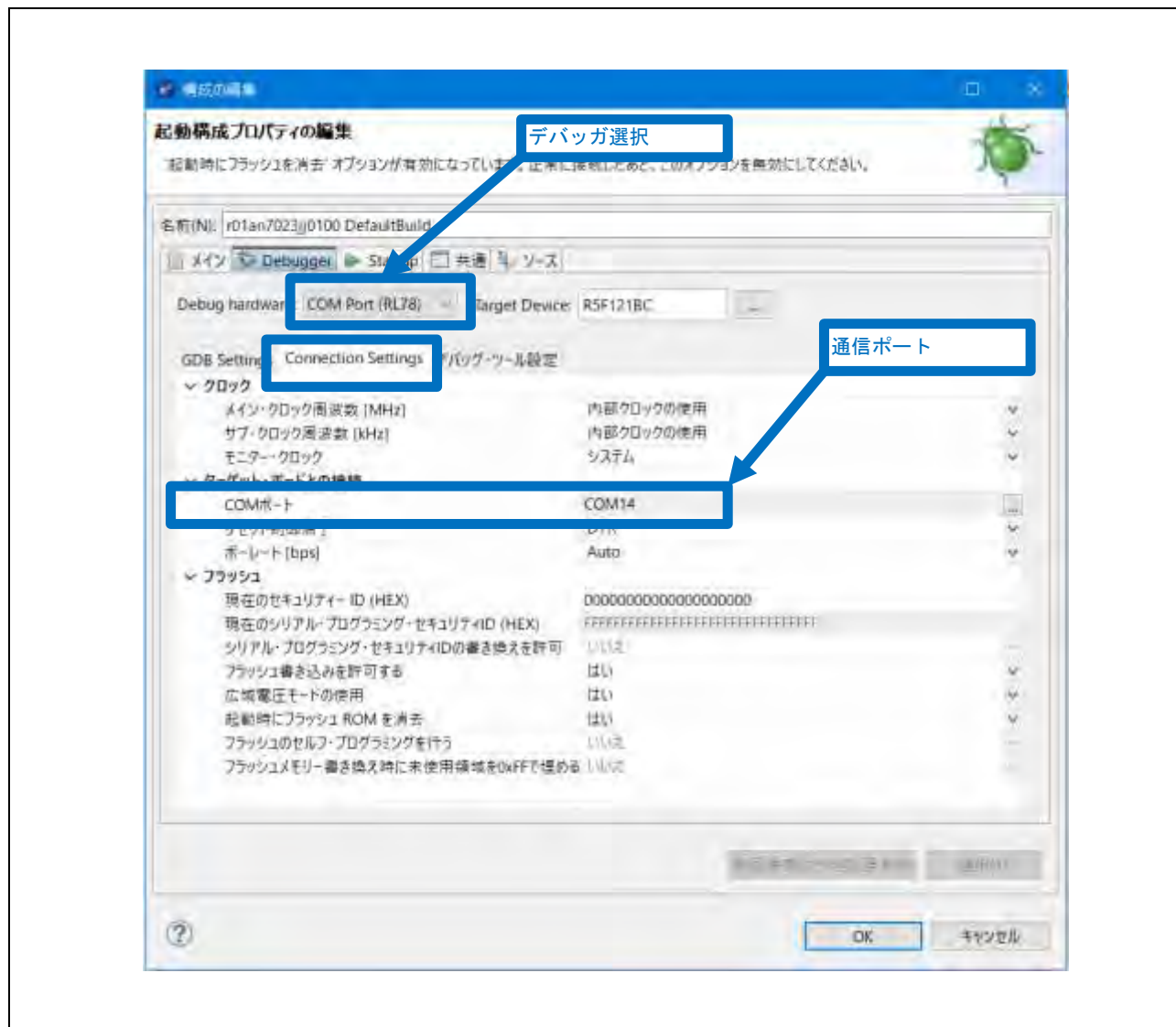


図 2-23 よく使われるプロジェクト設定 (2/2)

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 e<sup>2</sup> studio に移植するための手順を簡単に説明します。

(1) メニューからダウンロードしたサンプルコードをインポートします。

[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” ボタンを押してサンプルプログラムを選択後“終了” ボタンを押すとワークスペースに追加します。

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グラムをインポートします。サンプルプログラムは、「RL78/G16 タイマ・アレイ・ユニット (インターバル・タイマ) Rev.1.00 - サンプルコード」です。

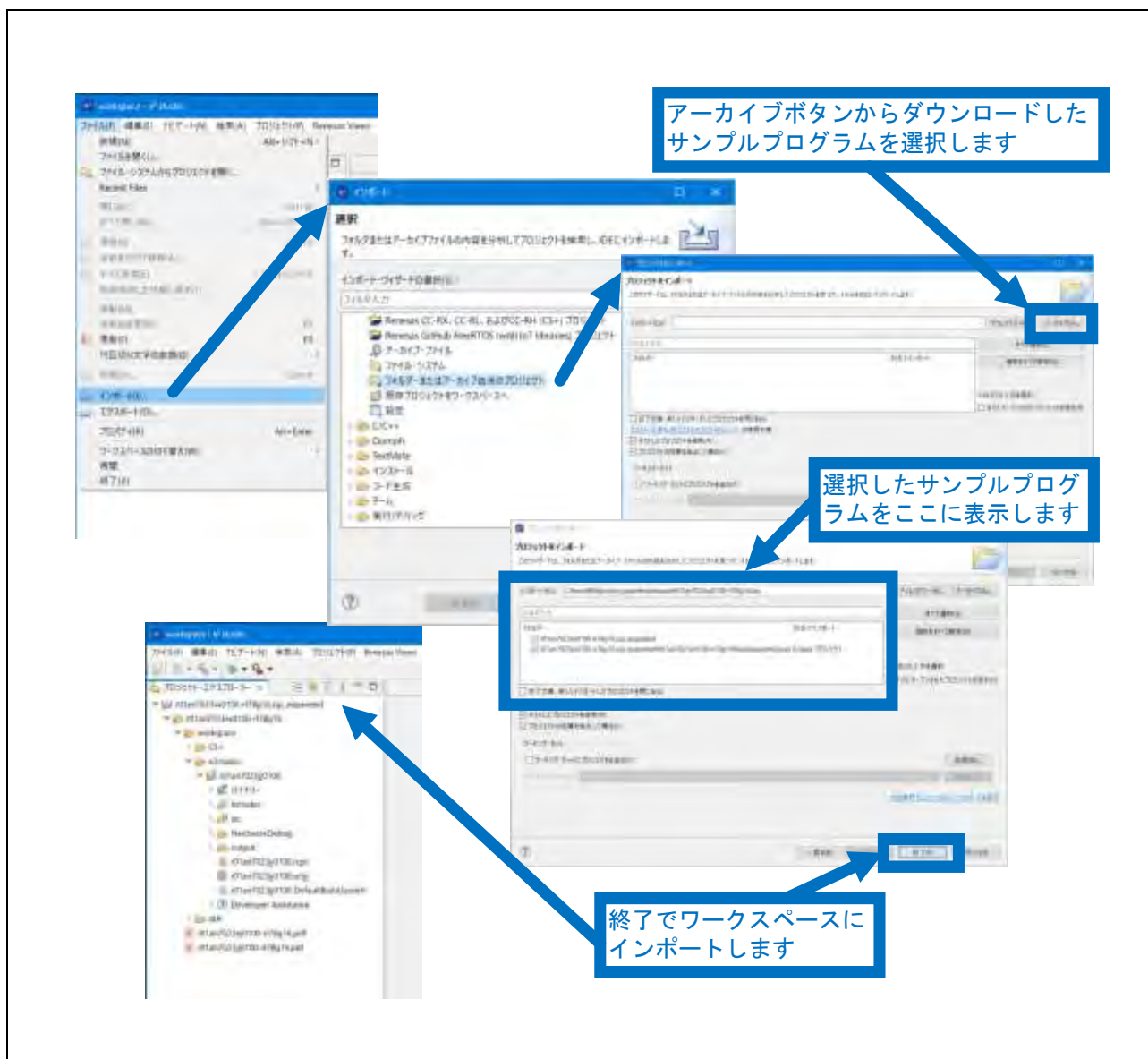


図 2-24 サンプルプログラムのインポート

(2) 図 2-25 は、プロジェクトで最も重要なファイルを示しています。

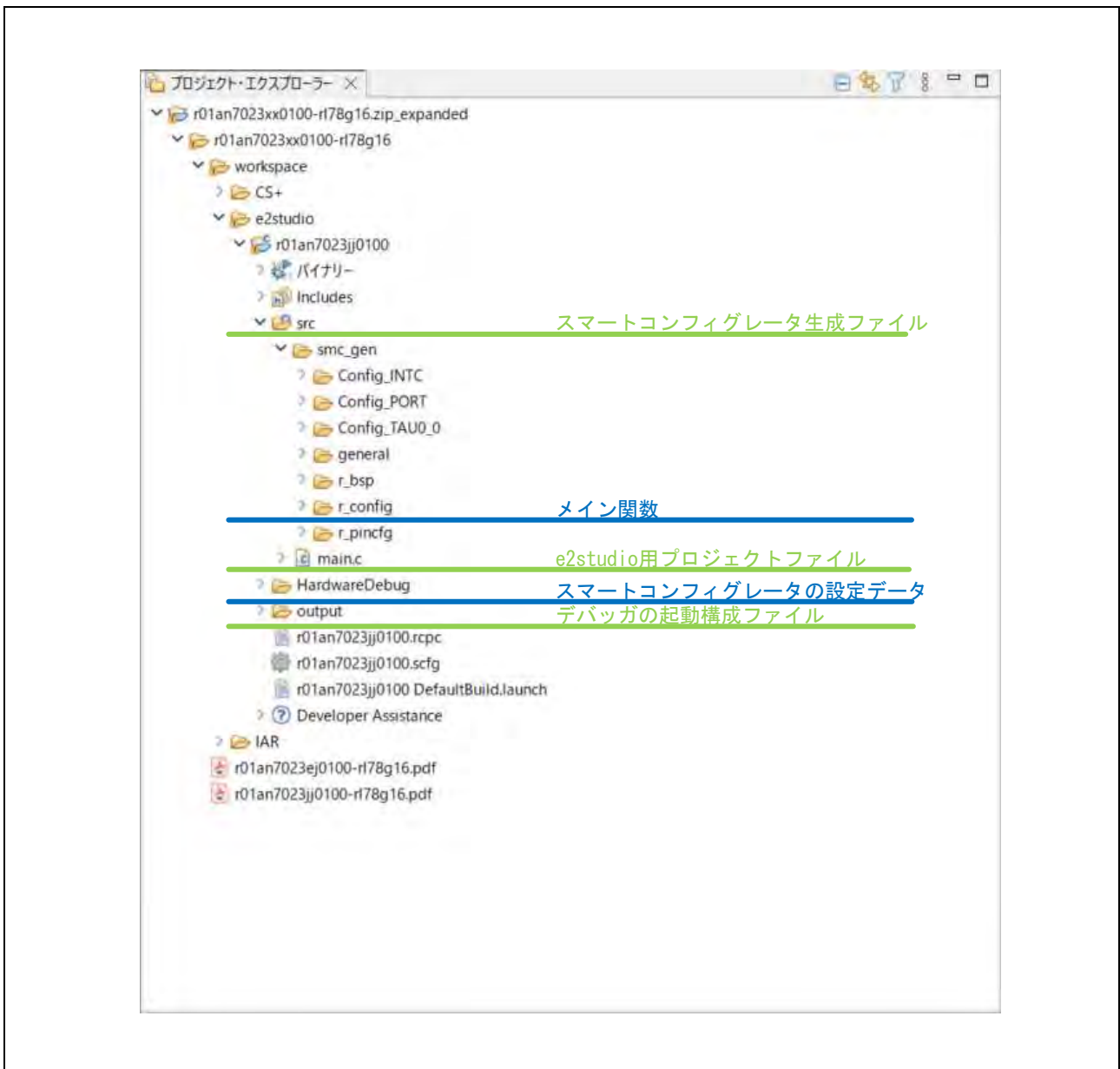


図 2-25 e2 studio プロジェクトファイル

- (3) .scfg ファイルをダブルクリックするとスマート・コンフィグレータが起動してグラフィカルインタフェースを通じて必要な周辺機器の設定を行うことができます。

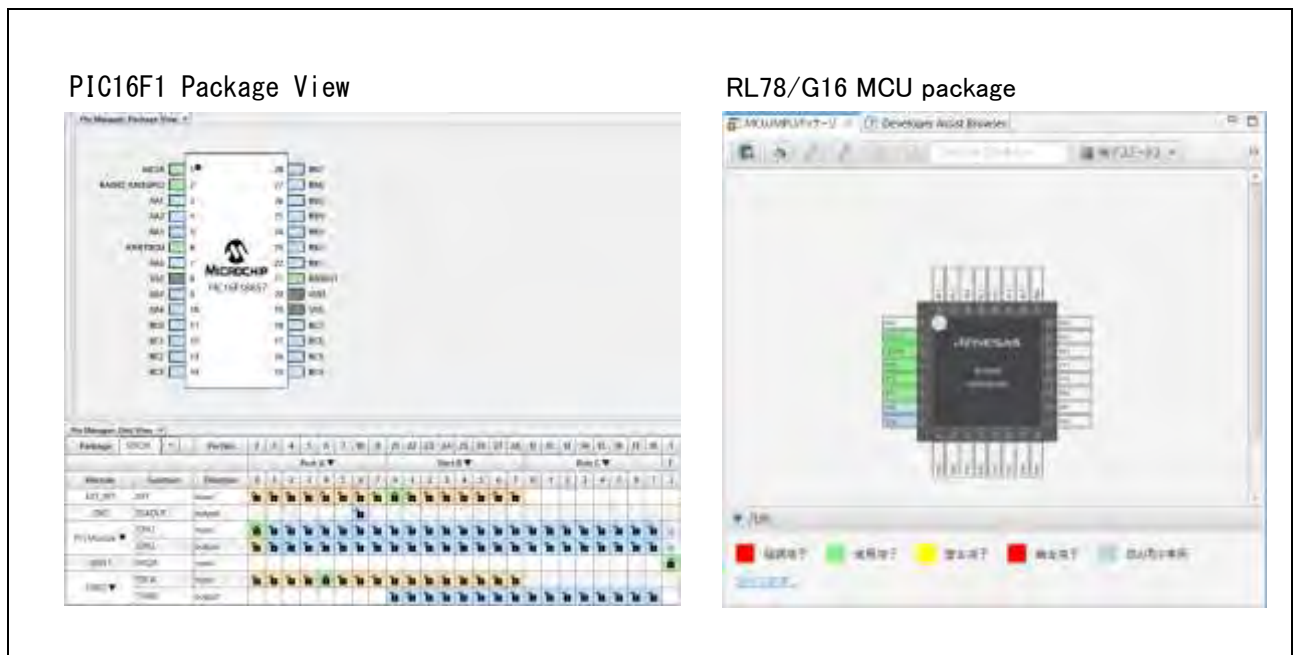


図 2-26 MPLAB® Code Configurator とスマート・コンフィグレータの MCU ビュー

- (4) サンプルプログラムは、ルネサスから公開されているアプリケーションノートを参照して必要に応じて改良や機能追加ができます。
- (5) ソフトウェアの構成や編集が終了したら、図 2-27 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。

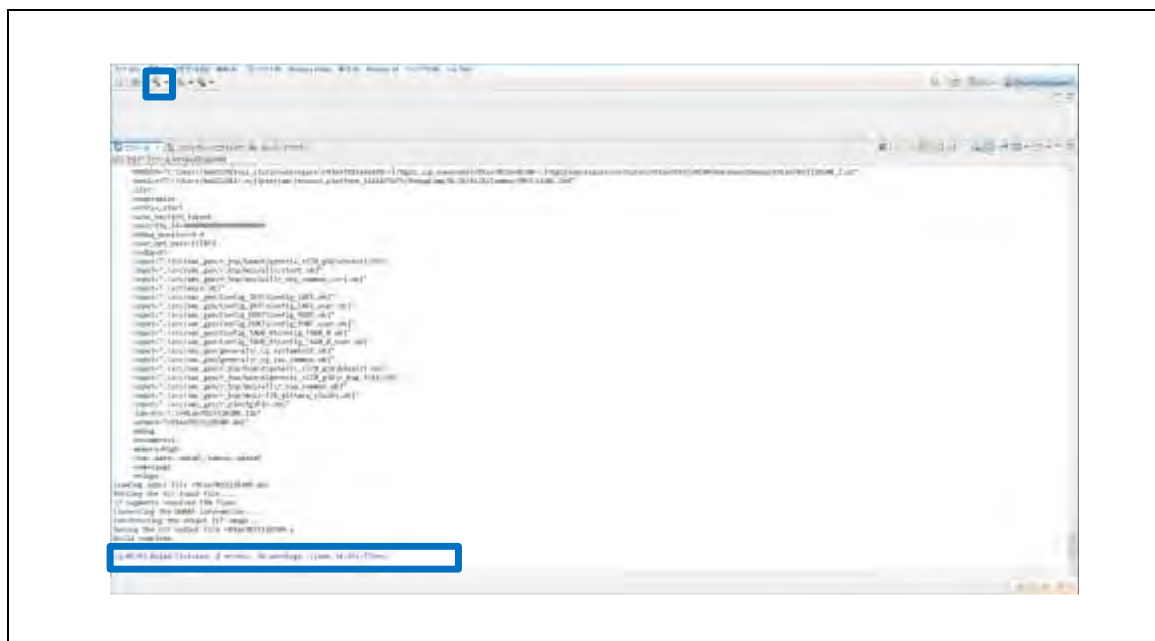


図 2-27 ビルド成功

## RL78/G16 グループ

### Microchip PIC16(L)F1 ファミリから RL78/G16 グループへの移行ガイド ソフトウェア編

サンプルプログラム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。

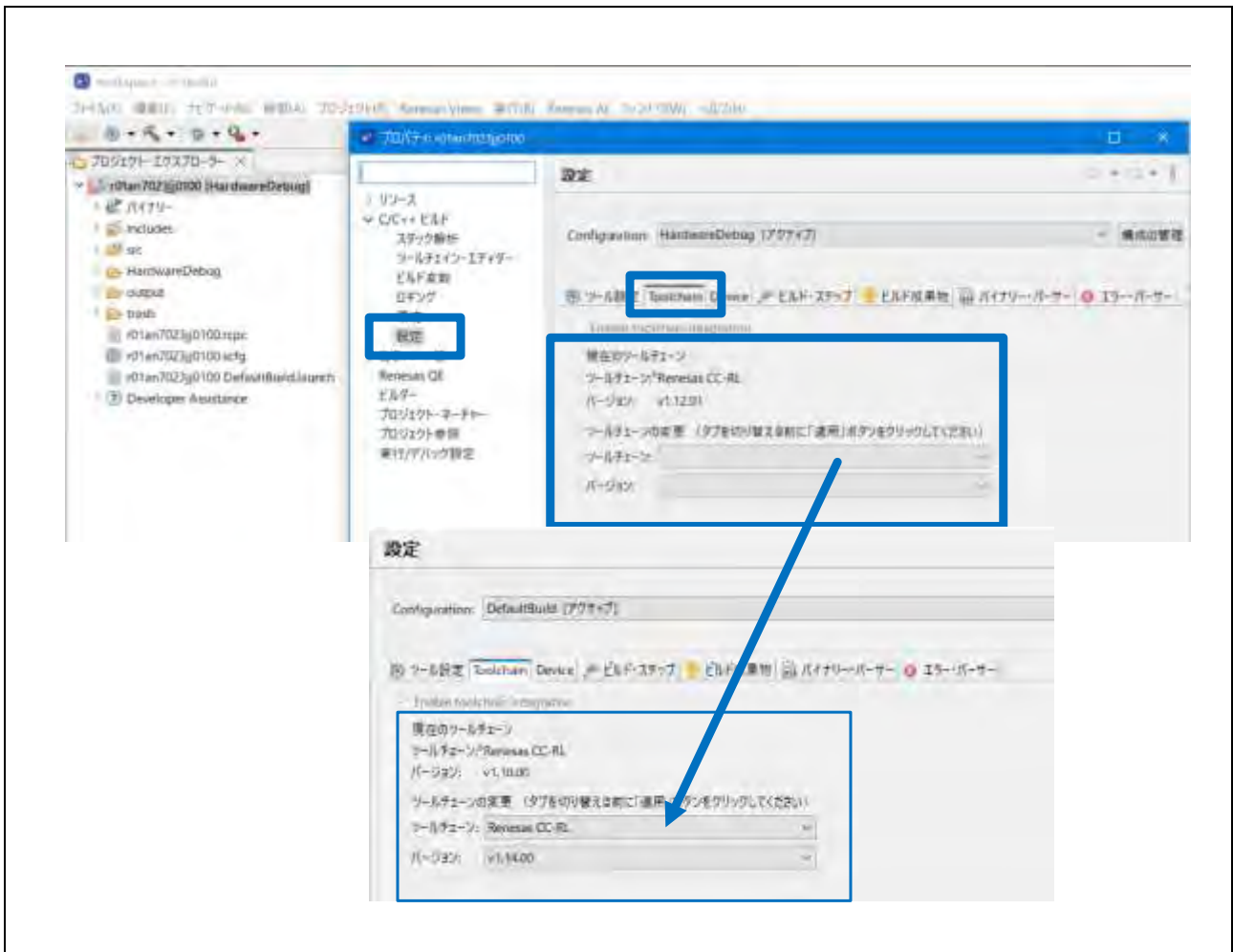


図 2-28 ツールチェーンの設定

## RL78/G16 グループ

### Microchip PIC16(L)F1 ファミリから RL78/G16 グループへの移行ガイド ソフトウェア編

#### 2.2.4 ステップ 4. ソフトウェアの評価

2.2.2.2 e<sup>2</sup> studio の操作方法の紹介で示すデバッグ機能などを用いて、ソフトウェアが意図通りの性能および動作を確認します。

#### 2.2.5 ステップ 5. 量産

(1) e<sup>2</sup> studio を使用してロードモジュール (.hex、.mot、.bin) を生成します。

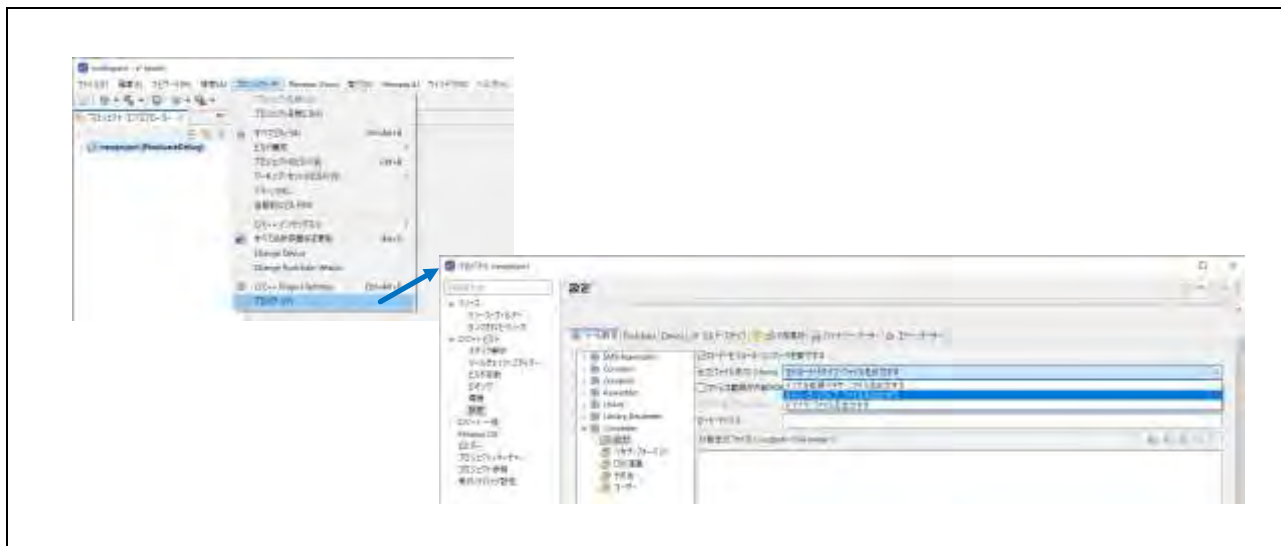


図 2-29 プログラムファイル作成

(2) RL78/G16 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。

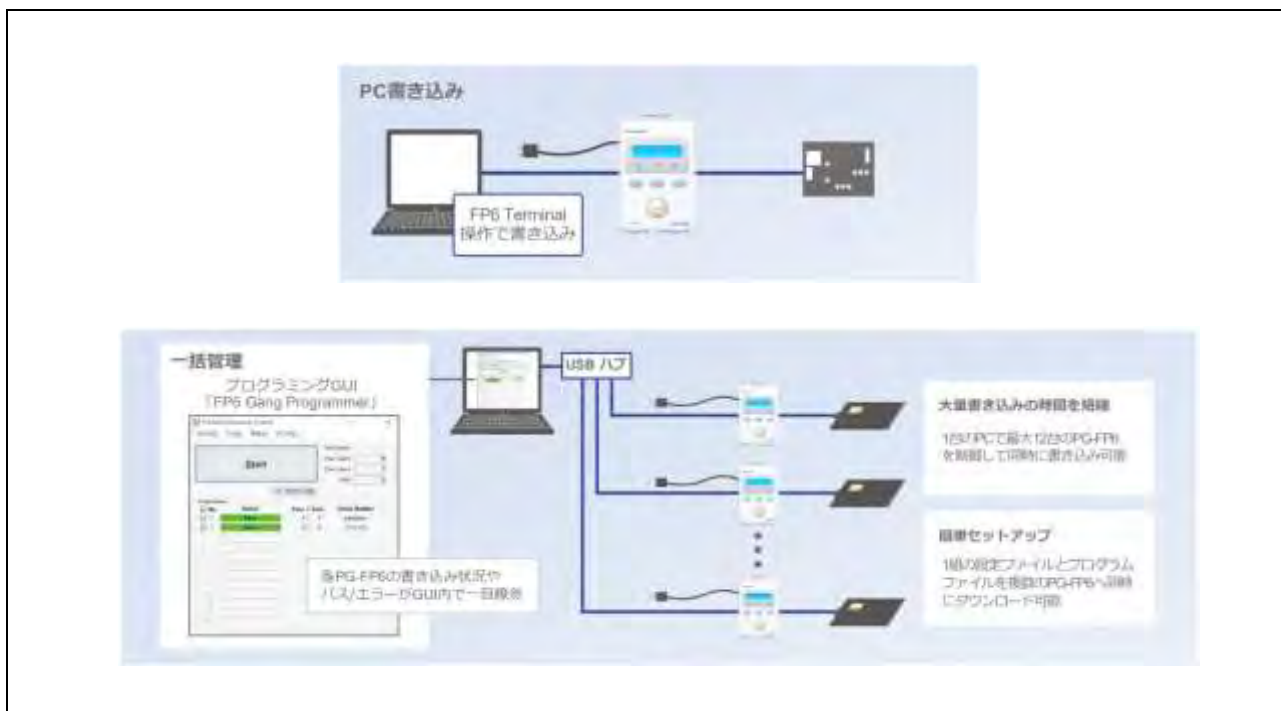


図 2-30 フラッシュプログラミングとツール

## RL78/G16 グループ

### Microchip PIC16(L)F1 ファミリから RL78/G16 グループへの移行ガイド ソフトウェア編

---

PG-FP6 および FP6 Terminal については、PG-FP6 V1.13 フラッシュ・メモリ・プログラマ ユーザーズマニュアル (R20UT5518) 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、e<sup>2</sup> studio を用いたサンプルプログラムのインポート例を示します。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。

- (1) 適切な RL78/G16 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。ここでは RL78/G16 FPB を使用します。
- (2) e<sup>2</sup> 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 e<sup>2</sup> studio の簡単な紹介を参照してください。
- (3) サンプルコードをインポートします。

環境が準備できたら、e<sup>2</sup> studio にコード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、RL78/G16 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「RL78/G16 タイマ・アレイ・ユニット (インターバル・タイマ) Rev.1.00 - サンプルコード」(R01AN7023)を用いて説明します。

サンプルコードをホームページからダウンロードし、e<sup>2</sup> 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コードをインポートします。

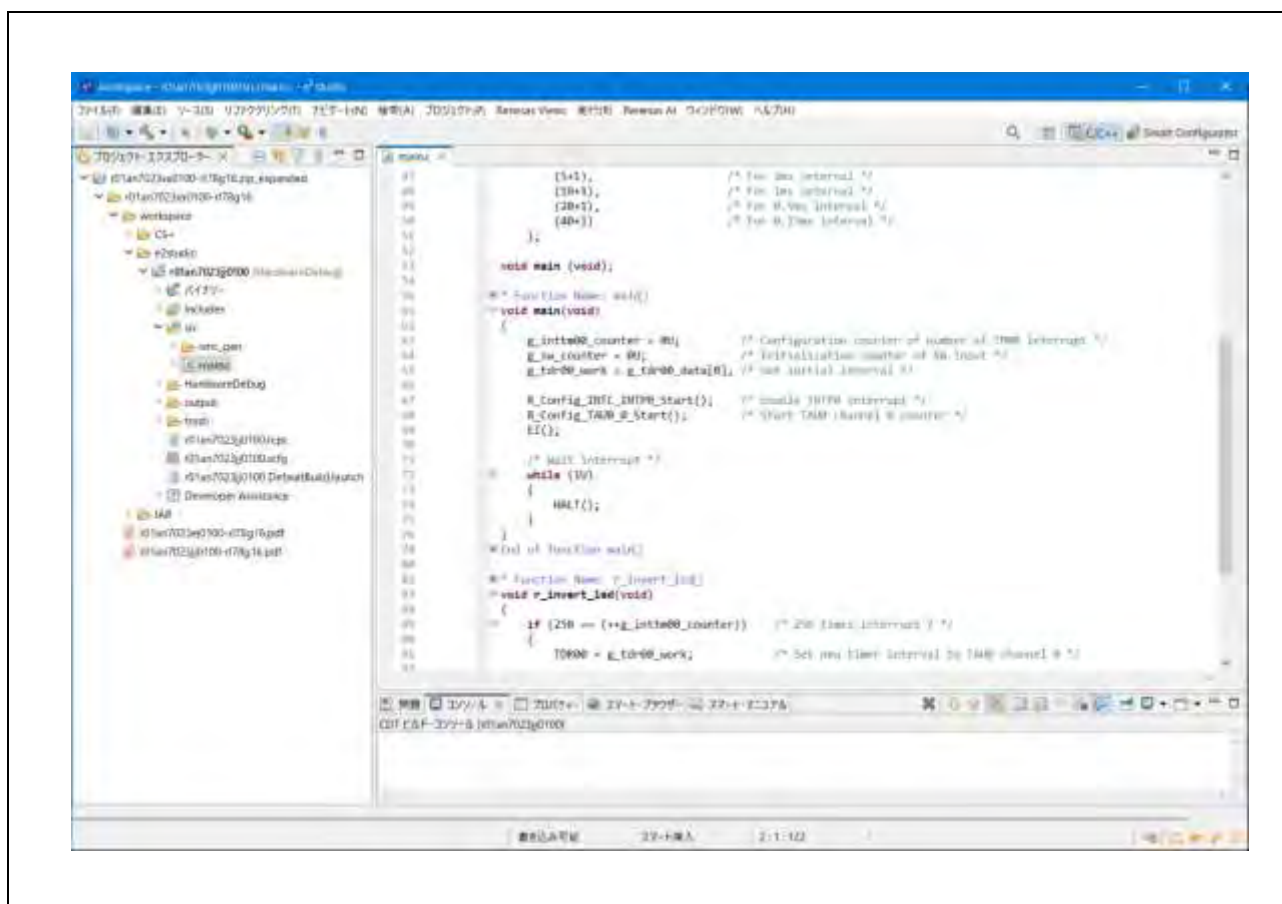


図 2-31 サンプルコードファイル

## (4) プロジェクトを変更します。

スマート・コンフィグレータで構成を確認するには、.scfg ファイルでスマート・コンフィグレータを開きます。

サンプルプログラムとハードウェアが異なる場合は変更が必要です。ボードの変更はスマート・コンフィグレータから、「ボード」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「リファクタリング」ダイアログから、Target Board をドロップダウンリストボックスから選びます。この例では「RL78G16\_FastPrototypingBoard」を選んでいきます。

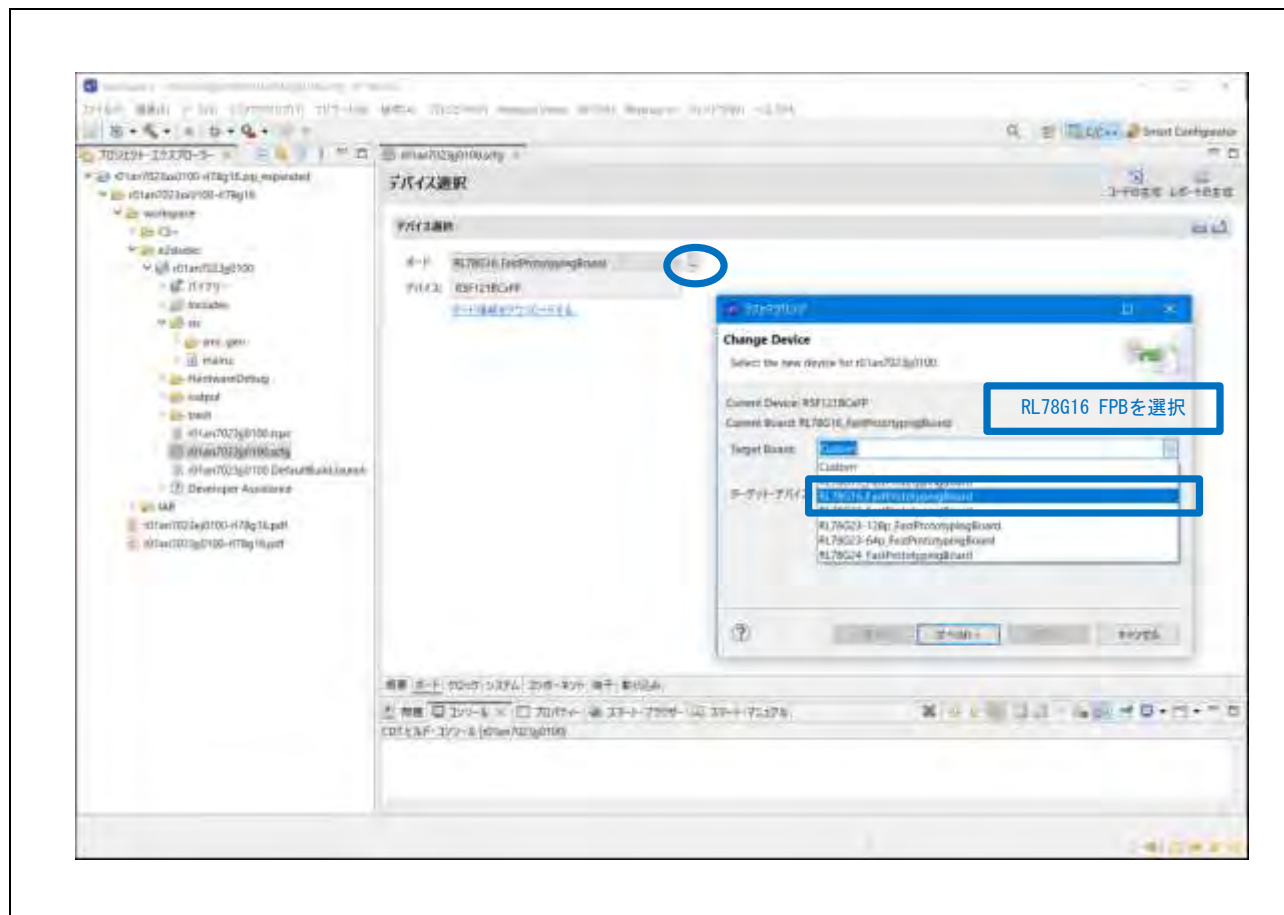


図 2-32 スマート・コンフィグレータでのデバイス選択

サンプルソフトで操作する LED1 は入出力ポートの P12 に割り付いており、スマート・コンフィグレータから確認できます。図 2-33 に示すように、「コンポーネント」タブを選び、[ドライバ]->[入出力ポート]->[Config\_PORT]セクションから、「PORT1」タブを選び、ポート設定を確認しています。

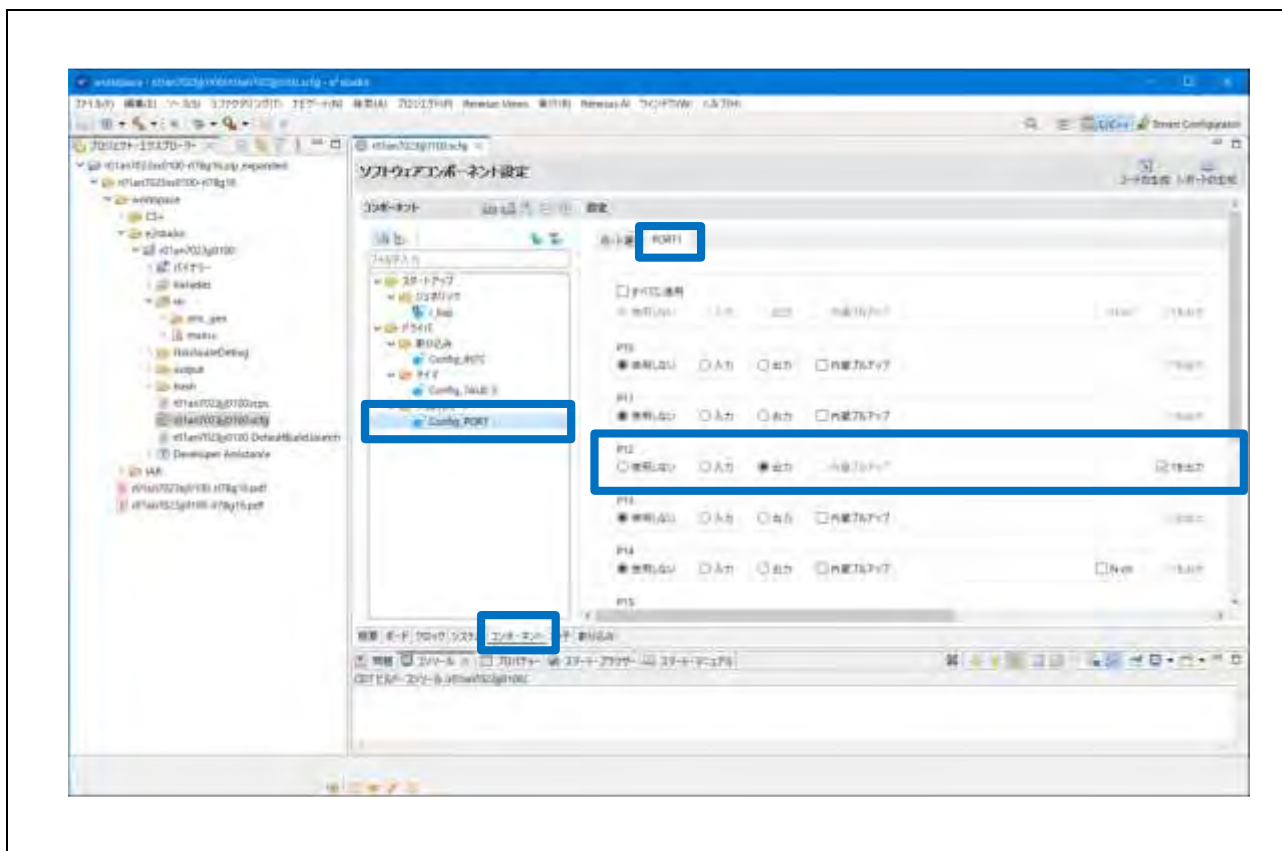


図 2-33 スマート・コンフィグレータでのポート設定

割り込み処理から呼び出される関数内でポートを操作しています。

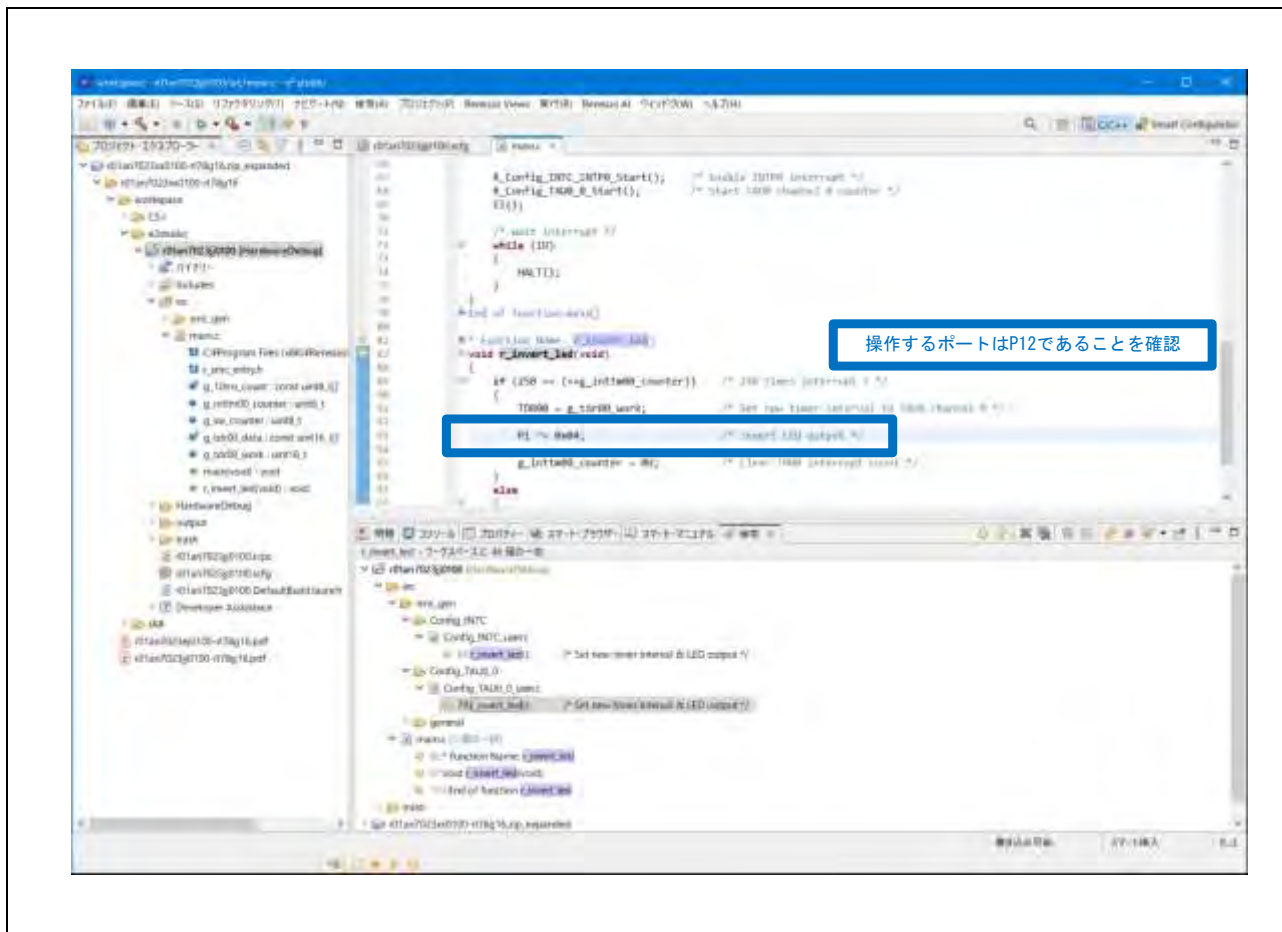


図 2-34 割り込み処理

## RL78/G16 グループ

### Microchip PIC16(L)F1 ファミリから RL78/G16 グループへの移行ガイド ソフトウェア編

次に、タイマ設定を確認します。図 2-35 に示すとおり、[ドライバ]->[タイマ]->[Config\_TAU0\_0]セクションを選択します。クロック・ソースやインターバル時間などのタイマのクロック構成を確認します。この場合、インターバル時間は 2 ms です。

スマート・コンフィグレータのコード生成ボタンでソースコードを生成します。

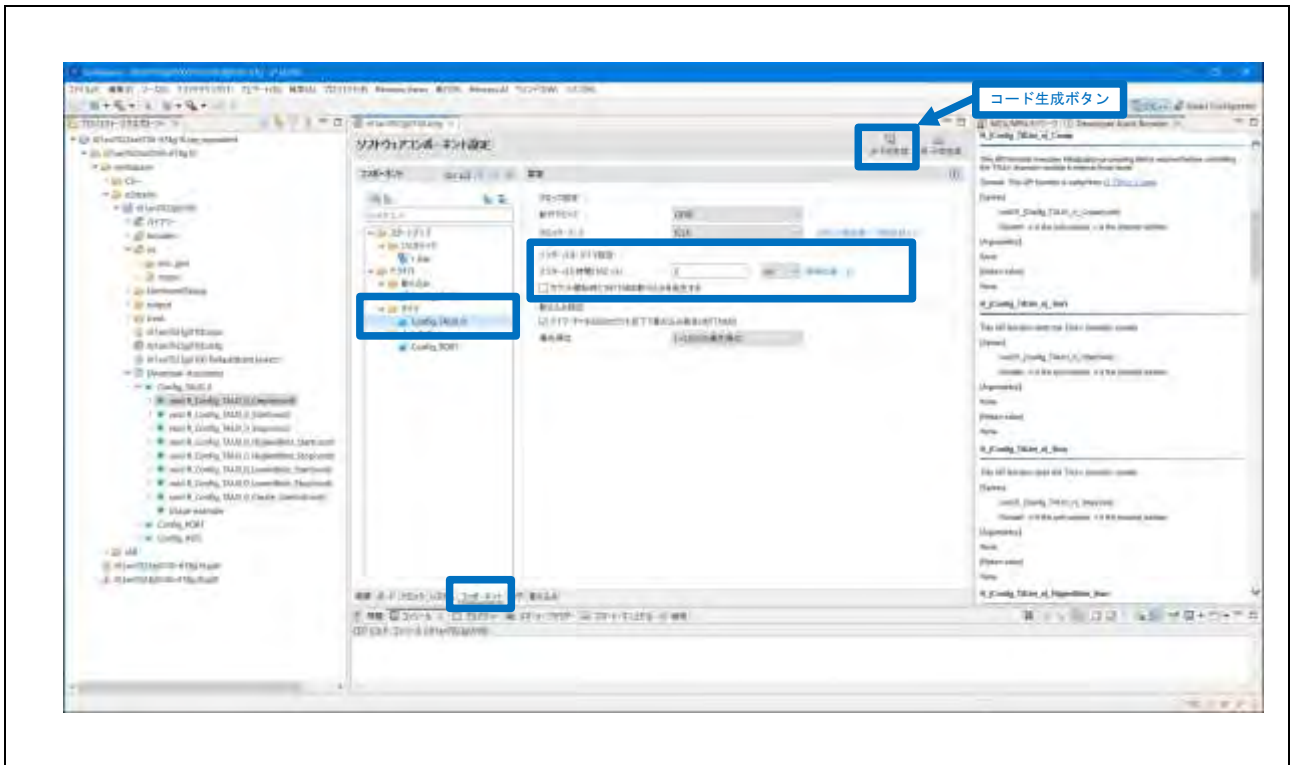


図 2-35 スマート・コンフィグレータでのインターバル・タイマ設定

開発支援として、各コンポーネントの API の情報や、サンプルコードを Developer Assistance から参照することができます。

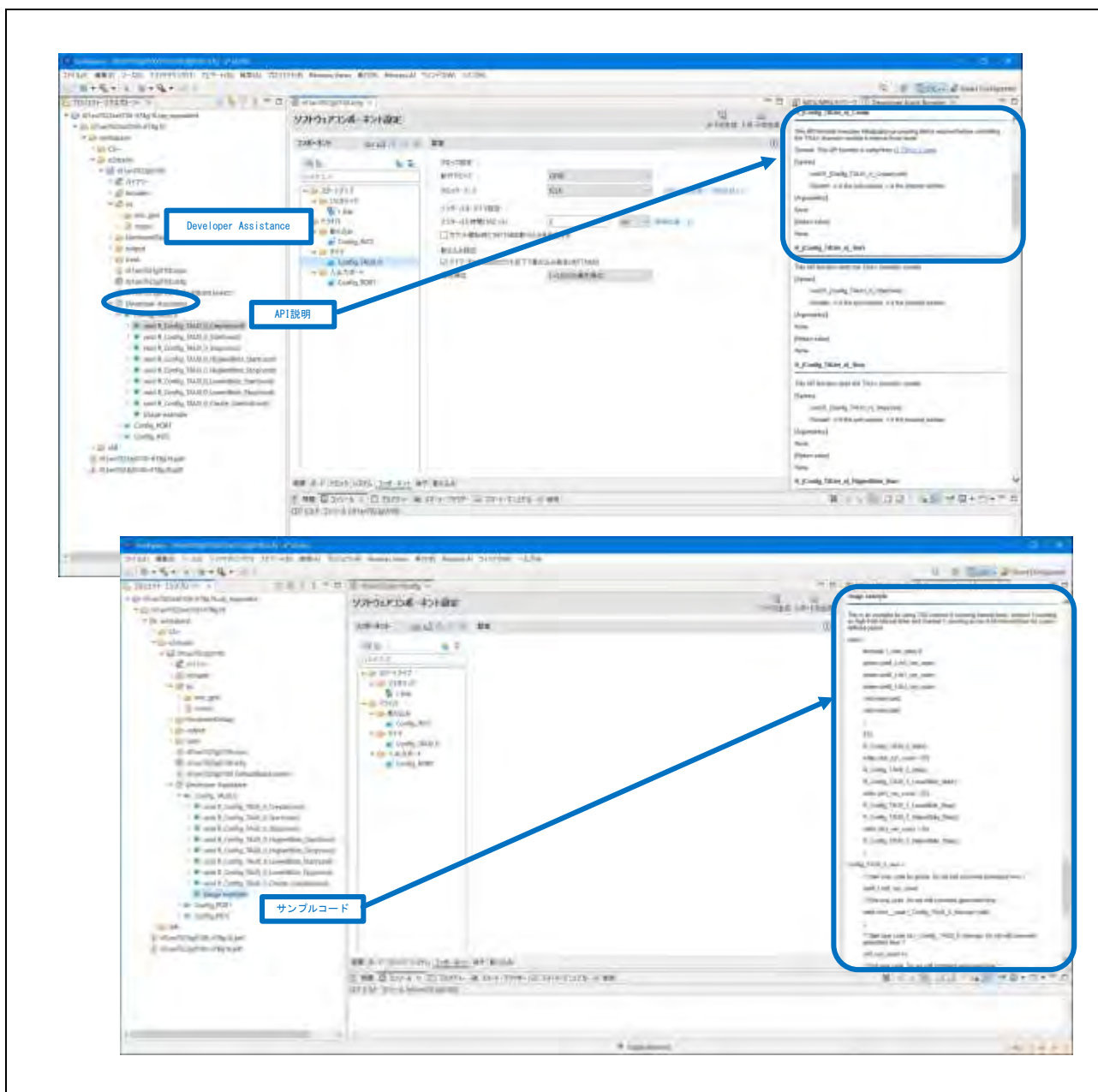


図 2-36 Developer Assistance での API 情報表示

(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。

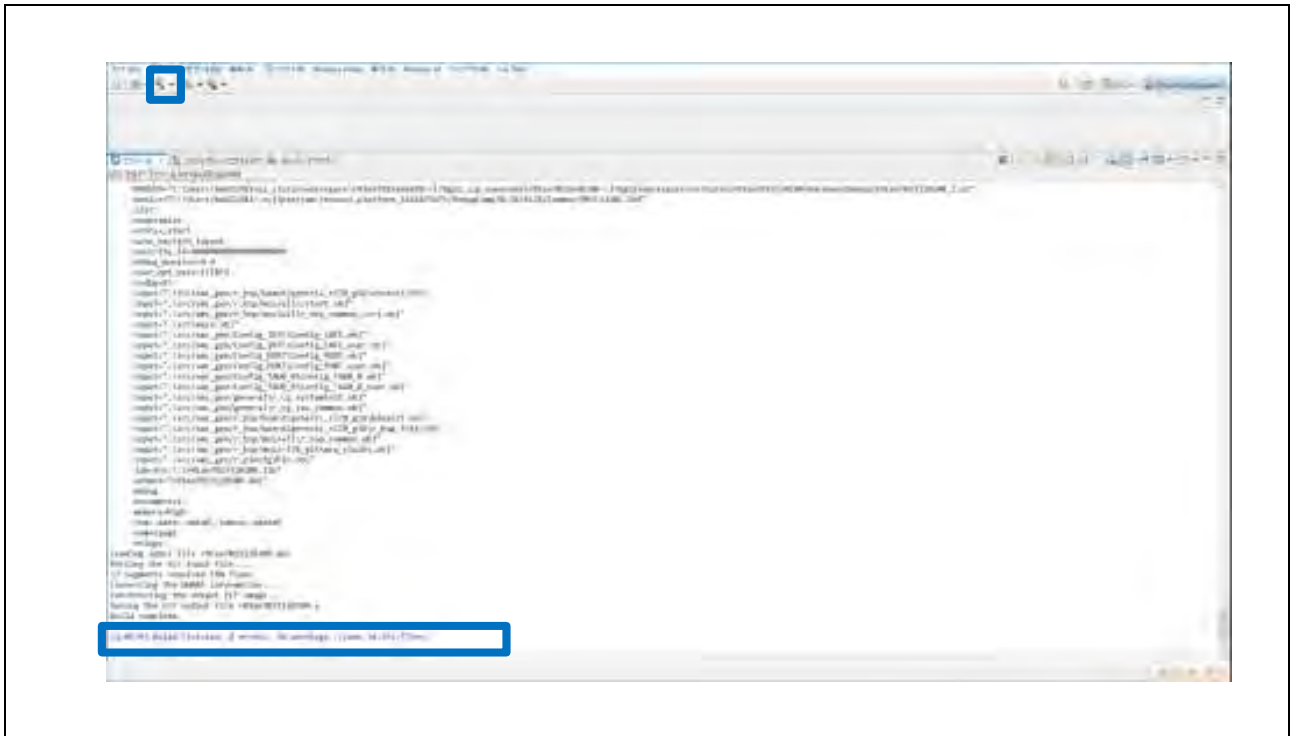


図 2-37 ターゲットのビルド

(6) ハードウェアをセットアップします。

市販の USB ケーブル(片方が MicroB オスの製品)を使って RL78/G16 FPB 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 を参考にデバッガ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。

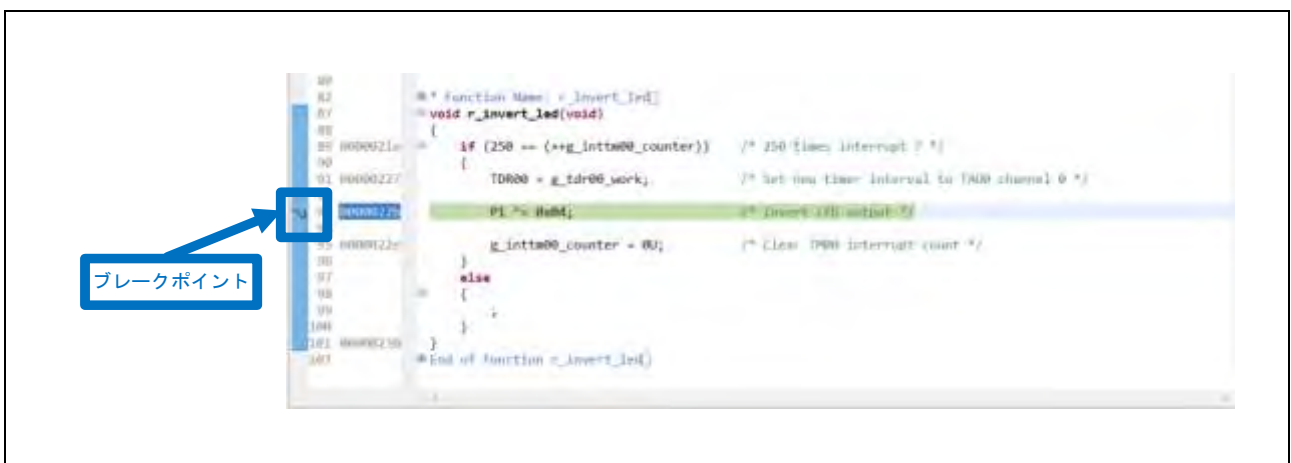


図 2-38 ブレークポイントソリューションの追加

## RL78/G16 グループ

### Microchip PIC16(L)F1 ファミリから RL78/G16 グループへの移行ガイド ソフトウェア編

---

デバッグ機能 (詳細は 2.2.2.2 e<sup>2</sup> 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。デバッグ中は、コードが実行されている間、LED が点滅します。また、ユーザスイッチの操作で点滅周期が変わります。

### 3. コアアーキテクチャの比較

#### 3.1 CPU

RL78 ファミリは、独自の RL78 CPU 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 に、PIC16(L)F1 と比較した RL78/G16 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	RL78/G16
アーキテクチャ	Enhanced Mid-Range CPU	RL78-S2 コア
命令セット	RISC	CISC
パイプライン	2-stage	3-stage
動作クロック (最大)	32MHz	16MHz
最小命令実行時間	0.125 $\mu$ s@32MHz	0.0625 $\mu$ s@16MHz
アドレス空間	32KB	1MB
命令数	49	75
乗算器	-	8bit × 8bit = 16bit

## 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

RL78/G16 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	RL78/G16	
フラッシュ・メモリ	3.5~28KB	コード・フラッシュ	16~32KB
		データ・フラッシュ	1KB
メモリ構成	ワード・サイズ : 14 ビット Row・サイズ : 32 ワード メモリ・サイズ 28KB の場合、 16384 ワード (512 Row)	コード・フラッシュ	ブロック・サイズ : 1KB
		データ・フラッシュ	ブロック・サイズ : 512byte
アクセス	14 ビット (1 ワード)	8 ビットまたは 16 ビット	
書き込み単位	1 Row (32 ワード)	コード・フラッシュ	32 ビット
		データ・フラッシュ	
消去単位	1 Row (32 ワード)	コード・フラッシュ	1KB
		データ・フラッシュ	512B
データ誤り訂正/検出	なし	汎用 CRC (周辺機能)	
特定シーケンス	Unlock Sequence	なし	
セキュリティ	Code Protection Write Protection	デバッガからの読み出し保護	
プログラミング方法	In-Circuit Serial Programming Self-Programming	シリアル・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.)	

### 3.2.2 フラッシュメモリ構成

RL78/G16 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・プログラマまたは外部デバイス (UART 通信) によるシリアル・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 RL78/G16 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		RL78/G16 (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	上記以外	オンチップ・デバッグ・セキュリティ ID 設定
	アプリケーション		オプション・バイト
上記以外	User ID		CALLT テーブル
	Revision ID		ベクタ・テーブル
	Device ID		
	Configuration Words		
	Calibration Words		

また、RL78/G16 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 (EEPROM、データフラッシュ) を搭載しています。

表 3-4 に PIC16(L)F183xx と RL78/G16 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	RL78/G16
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 ビットまたは 16 ビット
書き込み単位	8 ビット	32 ビット
書き換え回数	100k (min.)	1000k (typ.)

#### 3.2.2.2 RL78/G16 のフラッシュメモリ制御レジスタ

特殊機能レジスタ領域 (SFR および 2nd SFR) のフラッシュメモリ制御レジスタは、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、FLPMC 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、FSSQ レジスタは、フラッシュメモリシーケンサの動作制御およびコマンド選択するために使用されます。

#### 3.2.2.3 RL78/G16 のセルフ・プログラミング

RL78/G16 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・プログラムを使用してフラッシュメモリを書き換えることができます。

このモードでは、RL78/G16 の Renesas Flash Driver を使用することで、ユーザ・アプリケーションによるフラッシュメモリの書き換えが可能です。

## 3.2.3 内蔵 RAM

RL78/G16 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内蔵 RAM が搭載されています。

表 3-5 内蔵 RAM 機能の比較

種別	PIC16(L)F183xx	RL78/G16
メモリ・サイズ	PIC16F180xx : 0.25~2KB PIC16(L)F183xx : 0.25~2KB PIC16(L)F184xx : 0.5~2KB	2KB
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	あり
命令実行	不可	可能

RL78/G16 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内蔵 RAM が搭載されています。内蔵 RAM 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。

RL78/G16 の内部 RAM 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（汎用レジスタが割り当てられた領域では命令実行不可）。さらに、RL78/G16 には書き込み保護メカニズムがあり、アプリケーションは内蔵 RAM 領域に対して書き込み保護を設定できます。これにより、意図しない命令コードやデータの上書きを防ぐことができ、実行可能な命令コードを内蔵 RAM に格納する際に安全性を高めます。

### 3.3 電源投入とリセットの概要と比較

PIC16(L)F1 と RL78/G16 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		RL78/G16	
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	セレクトابل・パワーオンリセット回路 (SPOR) 注1	$V_{DD} > V_{SPOR}$ のとき SPOR がリリースされる $V_{DD} < V_{SPDR}$ のとき SPOR の状態に保持される
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		
ローパワー・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		

注1 電源検出の検出レベルをオプション・バイトで選択することができます。

RL78/G16 の電圧しきい値の関係は、 $V_{SPDR} < V_{SPOR} < \text{動作電圧の下限}$  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。

図 3-1 は、RL78/G16 のリセット機能のブロック図を示しています。RL78/G16 のリセット信号を発生させる要因には、次の 7 種類があります。

- (1) RESET端子による外部リセット入力
- (2) 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
- (3) セレクタブル・パワーオンリセット回路 (SPOR) の電源電圧と検出電圧の比較による内部リセット
- (4) 不正命令の実行による内部リセット<sup>注</sup>
- (5) データ保持電源電圧による内部リセット
- (6) 不正メモリ・アクセスによる内部リセット
- (7) RAM パリティ・エラーによる内部リセット

RL78/G16 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は、リセット・コントロール・フラグ・レジスタ (RESF) にて確認ができます。

表 3-4 リセット要求時の RESF レジスタの状態

リセット要因 フラグ	RESET入力	不正命令の 実行による リセット	WDTによる リセット	RAMパリティ・エ ラーによる リセット	不正メモ リ・アクセ スによるリ セット	SPORによ るリセット	データ保持 下限電圧に よるリセッ ト
TRAP	クリア (0)	セット (1)	保持	保持	保持	保持	クリア (0)
WDTRF		保持	セット (1)	保持	保持	保持	
RPERF		保持	保持	セット (1)	保持	保持	
IAWRF		保持	保持	保持	セット (1)	保持	
SPORF		保持	保持	保持	保持	セット (1)	

注 FFH の命令コードを実行したときに発生します。  
不正命令の実行によるリセットは、オンチップ・デバッグ・エミュレータによるエミュレーションでは発生しません。

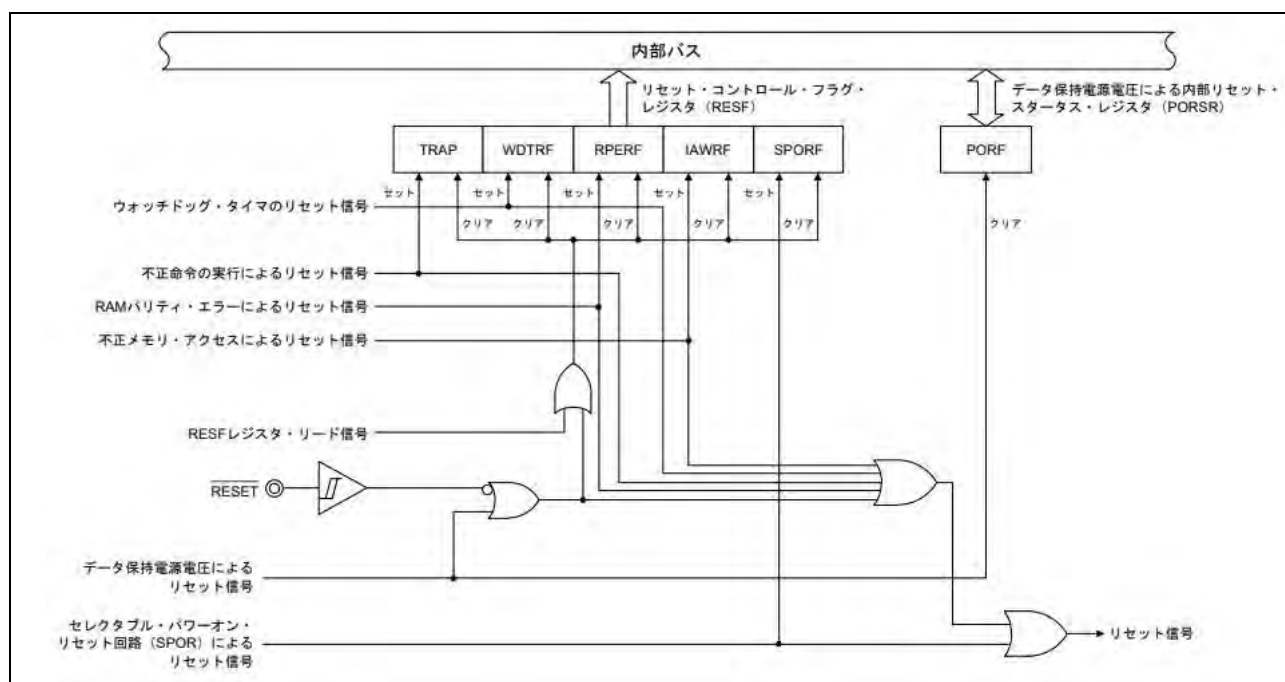


図 3-1 リセット機能のブロック図

### 3.4 クロックの概要と比較

#### 3.4.1 発振器

RL78/G16 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 3-5 に、RL78/G16 および PIC16(L)F183xx のクロック発生回路を示します。

表 3-5 発振器の比較

種類	PIC16(L)F183xx	RL78/G16
内部発振器	1/2/4/8/12/16/32MHz の高速オシレータ (F <sub>H</sub> FOSC) PLL (×2) を介した場合、 最大 32MHz を出力可能	1/2/4/8/16MHz (TYP.) の高速オンチップ・オシレータ (f <sub>H</sub> )
	31kHz の低速オシレータ (F <sub>L</sub> FOSC)	15kHz (TYP.) の低速オンチップ・オシレータ (f <sub>L</sub> )
外部発振器	エクスターナル・オシレータ LP モード: ~100kHz (F <sub>LP</sub> ) XT モード: ~4MHz (F <sub>XT</sub> ) HS モード: ~20MHz (F <sub>HS</sub> ) PLL (×4) を介した場合、 最大 32MHz を出力可能	1~12MHz の X1 発振回路 (f <sub>X</sub> )
	32.768kHz のセカンダリ・オシレータ (F <sub>T1</sub> )	32.768kHz の XT1 発振器回路 (f <sub>XT</sub> )

##### 3.4.1.1 RL78/G16 発振器

RL78/G16 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 3-6 に、RL78/G16 のクロック発生回路を示します。詳細については、ユーザズ・マニュアル ハードウェア編を参照してください。

表 3-6 RL78/G16 の発振器

クロック発生回路	クロック信号名	説明
内部	f <sub>H</sub>	高速オンチップ・オシレータ・クロック (16MHz (MAX.) )
	f <sub>L</sub>	低速オンチップ・オシレータ・クロック (15kHz (TYP.) )
外部	f <sub>X</sub>	X1 クロック発振器 (12MHz (MAX.) )
	f <sub>XT</sub>	XT1 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したりできます。

表 3-7 クロック信号の比較

クロックの説明		PIC16(L)F183xx クロック	RL78/G16 クロック
外部クロック入力	高速	OSC1	EXCLK ( $f_{EX}$ )
	低速	SOSCI	EXCLKS ( $f_{EXS}$ )
高速システム・クロック		EXTOSC 回路の出力	$f_{MX}$ 注1
サブシステム・クロック		SOSC 回路の出力	$f_{SUB}$ 注2
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	$f_{MAIN}$ 注3
CPU/周辺ハードウェア・クロック		System Clock Peripheral Clock	$f_{CLK}$

注1  $f_{MX}$  は、高速外部発振器 ( $f_X$ ) または高速外部クロック入力 ( $f_{EX}$ ) から供給される高速システム・クロックです。

注2  $f_{SUB}$  は、低速外部発振器 ( $f_{XT}$ ) または低速外部クロック入力 ( $f_{EXS}$ ) から供給されるサブシステム・クロックです。

注3 RL78/G16 のメイン・システム・クロックは  $f_{MX}$  または  $f_{IH}$  から供給されます。

### 3.5 動作モードの概要と比較

RL78/G16 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、3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、HALT、STOP 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 HALT または STOP モードから通常動作モードに復帰できません。

HALT 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。STOP 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 3-8 に、RL78/G16 と PIC16(L)F183xx の動作モードの比較を示します。

表 3-8 動作モードの比較

PIC16(L)F183xx		RL78/G16	
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。	HALT	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。		
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。	STOP	CPU の動作が停止します。メイン・システム・クロックの動作が停止します。サブシステム・クロックは STOP 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 HALT モードでの RL78/G16 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 HALT 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 STOP モードでの RL78/G16 の機能

メイン・クロックや高速オンチップ・オシレータ、低速オンチップ・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、STOP モードから復帰し、通常動作に戻ります。クロックの停止・発振が伴うので復帰には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、RL78/G16 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

RL78/G16 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 3-9 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 3-9 割り込みの比較

周辺機器	PIC16(L)F183xx	RL78/G16
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、ローパワー・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>マスクابل割り込み 最大 30 個の内部割り込み要求と最大 10 個の外部割り込み要求があります。</p> <p>リセット RESET端子入力、ウォッチドッグ・タイマ、セレクトابل・パワーオンリセット、不正命令、データ保持電源電圧、不正メモリ・アクセス、RAM 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 BRK 命令によって発生する割り込みです。ソフトウェア割り込みは禁止することはできません。</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クابل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 マスクابل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>PR0xy および PR1xy レジスタ マスクابل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>MKxy レジスタ 対応するマスクابل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 RL78/G16 の割り込み管理

RL78/G16 は、PR0xy および PR1xy レジスタを介して各割り込み条件の優先順位レベルを設定し、MKxy レジスタを介して割り込み条件を有効/無効にします。

図 3-2 は、RL78/G16 の内部マスカブル割り込みの構成を示しています。各割り込み要求が検出される前に、必ず EI 命令を発行して IE=1 を設定し、割り込みを有効にする必要があります。

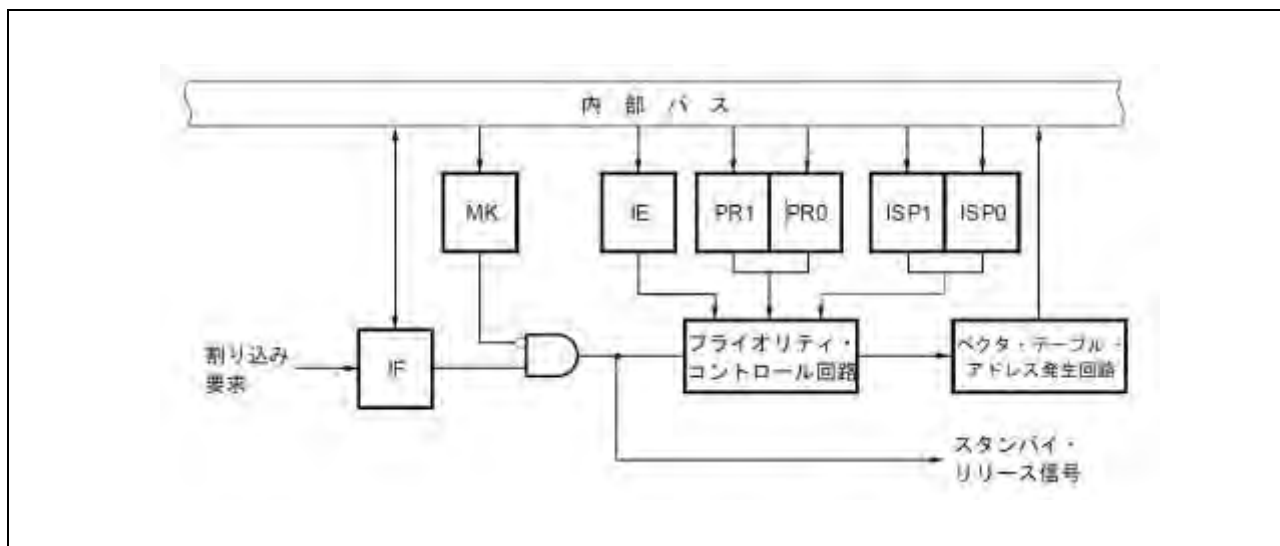


図 3-2 RL78/G16 の内部マスカブル割り込みの構成

3.6.1.2 PIC16(L)F183xx の割り込み管理

図 3-3 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。

RL78/G16 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。

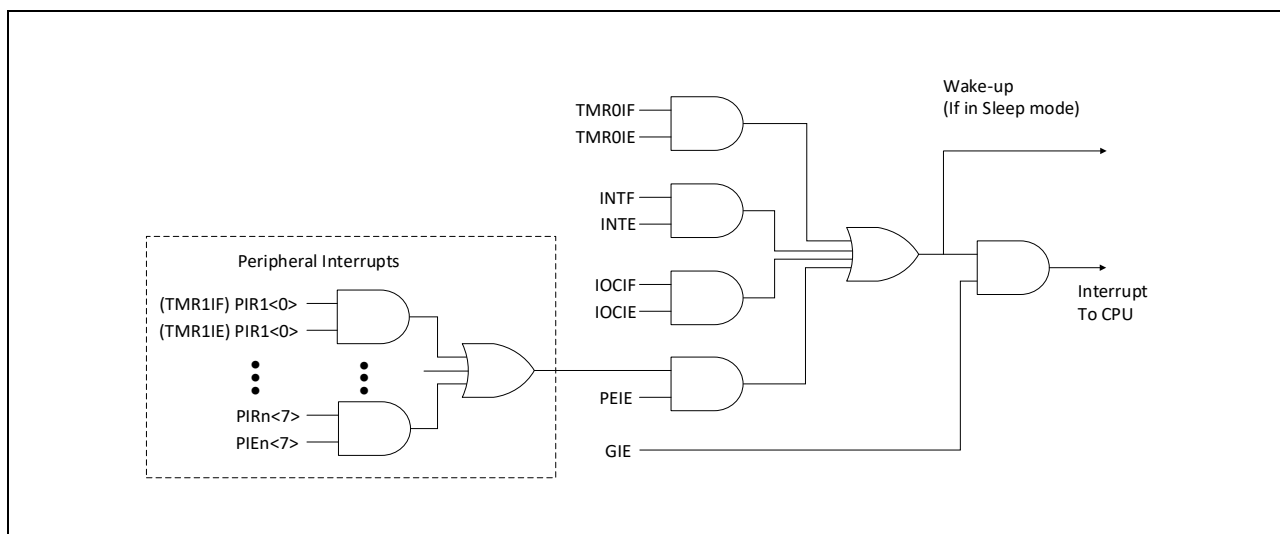


図 3-3 PIC16(L)F183xx の周辺割り込み階層<sup>2)</sup>

### 3.7 デバッグとプログラミングの比較

PIC16(L)F1 と RL78/G16 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 3-10 は、PIC16(L)F183xx と RL78/G16 のデバッグとプログラミングの比較を示しています。

表 3-10 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	RL78/G16
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	デバッガからの読み出し保護
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、TOOL0 ピンを 1 ms 間ロウにホールド、その後ハイにしてから 100 ms 以内にモード設定の 1 バイト・データを送信する。
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	モード設定、CRC、消去後書き込み（ステータス・コードを受信可能）
インタフェース	ICSP、高速/LVDS 通信	単線 UART、専用 UART

#### 3.7.1 デバッグ比較

##### 3.7.1.1 RL78/G16 のデバッグ

RL78/G16 のデバッグには、E2 エミュレータ、もしくは E2 エミュレータ Lite を使います。これらのデバッガは、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 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、単線式、または 2 線式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。これらのデバッガ・システムは、USB インタフェースを使用して PC に接続され、デバッガ・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 RL78/G16 のシリアル・プログラミング

RL78/G16 のシリアル・プログラミング・モードは、RL78/G16 と UART に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。外部デバイスを使用して RL78/G16 にデータを書き込んだり、データを削除したりする処理は、オンボードで実行されます。オフボードでの書き込みはできません。

##### 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, PIOR)

RL78/G16 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 RL78/G16 では、兼用機能を割り当てるポートを切り替える、周辺 I/O リダイレクト機能を搭載しています。RL78/G16 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、周辺 I/O リダイレクション・レジスタ (PIORx) の設定値を変更することでその他の専用機能端子に切り替えることができます。

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	RL78/G16
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
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	PIORx 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 (INTPx) 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 (INTPx) 使用 時、1us 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)	なし

## 入出力ポートコード例

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)

RL78/G16 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。

RL78/G16 には、SAU (シリアル・アレイ・ユニット) に UART 機能が搭載されており、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 (偶数チャネル) と受信専用 (奇数チャネル) の 2 チャネルを使用することで、全 2 重 UART 通信が実現できます。

表 4-2 UART 機能の比較

種類	PIC16(L)F183xx	RL78/G16
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)	なし
データ長	8, 9 ビット	7, 8, 9 ビット
LIN ハードウェアサポート	あり	なし
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	なし
送信/受信 FIFO 段数	1	1

## UART コード例

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)

RL78/G16 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。

RL78/G16 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	RL78/G16
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 4MHz ( $f_{CLK}/4$ ) スレーブ通信時 2.67MHz ( $f_{MCK}/6$ )
単方向通信	あり	あり
チップセレクト管理	あり (ハードウェア)	あり (ソフトウェア)
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

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入手してください。

## 4.4 インター・インテグレートッド・サーキット (IICA, SAU)

RL78/G16 と PIC16(L)F1 はどちらもインター・インテグレートッド・サーキット (I<sup>2</sup>C) 機能を搭載しています。

RL78/G16 には、簡易 I<sup>2</sup>C 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 I<sup>2</sup>C 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 I<sup>2</sup>C 機能の比較

種類	PIC16(L)F183xx	RL78/G16
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	400kHz
アドレッシング・モード	7, 10 ビット	7 ビット
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)

I<sup>2</sup>C コード例

I<sup>2</sup>C 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。

#### 4.5 タイマ (TAU, 12 ビット・インターバル・タイマ)

RL78/G16 と PIC16(L)F1 はどちらも多機能なタイマを搭載しています。

RL78/G16 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。

尚、PWM 出力の強制遮断や、高分解能な三相補遺 PWM 出力などの高機能なタイマ (タイマ KB、タイマ RD、タイマ RG) は、RL78/G14, G1F, G24 に搭載しています。

表 4-5 タイマの名称

PIC16(L)F183xx		RL78/G16	
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	12 ビット・インターバル・タイマ	-
Timer2/4/6 Module	Timer2/4/6		

表 4-6 タイマ機能の比較

機能	PIC16(L)F183xx	RL78/G16
精度	8, 16 ビット	8, 16 ビット
PWM	あり <sup>注</sup>	あり
Capture	あり <sup>注</sup>	あり
Compare	あり <sup>注</sup>	あり
One-shot	あり <sup>注</sup>	あり
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	RL78/G16
PWM	Timer2/4/6 <sup>注</sup>	TAU
Capture	Timer1/3/5 <sup>注</sup>	TAU
Compare	Timer1/3/5 <sup>注</sup>	TAU
One-shot	Timer1/3/5 <sup>注</sup>	TAU
Synchronization	-	TAU
Interval timer	Timer0 Timer1/3/5 <sup>注</sup>	TAU 12 ビット・インターバル・タイマ
Prescaler	4 ビットプリスケラ	4 ビットプリスケラ (TAU)

注：CCP モジュールと連携して動作する

タイマ コードの例

タイマ コードの例に関する情報は、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。

## 4.6 ウォッチドッグ・タイマ (WDT)

RL78/G16 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。

RL78/G16 には、低速オンチップ・オシレータ・クロックで動作するウォッチドッグ・タイマを搭載しており、プログラムの暴走を検出するために使用します。暴走検出時、内部リセット信号を発生します。

表 4-8 WDT の名称

PIC16(L)F183xx		RL78/G16	
タイマ名	略称	タイマ名	略称
ウォッチドッグ・タイマ	WDT	ウォッチドッグ・タイマ	WDT

表 4-9 WDT 機能の比較

機能	PIC16(L)F183xx	RL78/G16
ウィンドウ・モード	なし	なし
インターバル・タイマ・モード	あり	あり
クロック・ソース	LFINTOSC	f <sub>IL</sub>
割り込み	なし	あり
カウンター精度	23 ビット	17 ビット
クロック分周器	なし	なし

## WDT コード例

WDT 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。

## 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 (ADC)

RL78/G16 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。

RL78/G16 は、最大 11 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、温度センサ出力電圧、および静電容量式タッチセンサの TSCAP 電圧を選択できます。A/D コンバータの分解能は、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	RL78/G16
解像度 (ビット)	10 ビット	12, 10 ビット
変換速度 (Msps)	16	0.235
FIFO	なし	なし
ADC リファレンス (V)	内部 : $V_{DD}$ , FVR <sup>注2</sup>	内部 : $V_{DD}$
	外部 : $V_{REF+}$	外部 : -
動作モード	通常動作, DOZE, IDLE, SLEEP	通常動作, HALT
自動電源オフ	なし	なし
外部入力チャンネル <sup>注1</sup>	最大 17	最大 11
内部入力チャンネル	温度センサ出力電圧、DAC 出力電圧、FVR <sup>注2</sup>	温度センサ出力電圧、内部基準電圧、タッチセンサ・キャパシタンス電圧
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

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入手してください。

## 5.2 コンパレータ (COMP)

RL78/G16 と PIC16(L)F1 はどちらもコンパレータを搭載しています。

RL78/G16 は、基本的な機能をもったコンパレータを備えています。応答速度、外部／内部基準電圧の選択や、コンパレータ出力の有効エッジを検出して割り込みを発生できます。

表 5-2 コンパレータ機能の比較

機能	PIC16(L)F183xx	RL78/G16
利用可能な比較器	最大 2	最大 2
比較結果出力端子	CxOUT	VCOUTx
+入力	CxIN0+	外部アナログピン入力 (IVCMPx)
	DAC output	
	FVR <sup>注1</sup>	
	V <sub>SS</sub> (Ground)	
-入力	CxINy- pin	外部アナログピン入力 (IVREFx)
	FVR <sup>注1</sup>	
	Analog Ground	
プログラム可能なヒステリシス	あり	なし
動作モード	通常動作, DOZE, IDLE, SLEEP	通常動作、HALT、STOP
出力フィルタリング	なし	デジタル・フィルタ <sup>注2</sup> (3 サンプリング)
出力極性制御	あり	あり
割り込み	立ち上がりエッジ	立ち上がりエッジ
	立ち下がりエッジ	立ち下がりエッジ
	両エッジ	両エッジ

注 1 Fixed Voltage Reference

注 2 STOP モード中にコンパレータを使用する場合はデジタル・フィルタなしに設定します。

CMP コード例

CMP 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。

5.3 内部基準電圧 (AV<sub>REFP</sub>)

RL78/G16 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 5-3 内部基準電圧機能の比較

機能	PIC16(L)F183xx	RL78/G16
内部基準電圧 (V)	1.024, 2.048, 4.096	0.815
内部リファレンス出力	なし	なし
ADC に内部接続	あり	あり
COMP に内部接続	あり	あり

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

改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2025.12.01	-	初版発行
1.10	2026.02.26	P3, P8, P42, P54	表 1-1、表 2-3、表 3-6、表 4-3 のフォーマット、記載内容を更新

## 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いたします。
  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](http://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/](http://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。