RA ファミリ、RX ファミリ、RL78 ファミリ、RZ ファミリ
ZMOD4xxx サンプルソフトウェアマニュアル

要旨

本アプリケーションノートでは、RA ファミリ、RX ファミリ、RL78 ファミリ、RZ ファミリで動作する ZMOD ガスセンサのサンプルソフトウェアについて説明します。

動作確認デバイス

RA6M4 グループ

RA0E1 グループ

RX65N グループ

RL78/G14 グループ

RL78/G23 グループ

RZ/G2L グループ

商標・他社 TM

FreeRTOS™ と FreeRTOS.org™ は Amazon Web Services, Inc.の登録商標です。

Microsoft® Azure RTOS は米国 Microsoft Corporation の米国およびその他の国における登録商標または商標です。

Pmod™ は Digilent Inc.の商標です。

Arm®および Cortex®は、Arm Limited の登録商標です。

Contents

1. 概要

本ソフトウェアは、ZMOD 4xxx ガスセンサによるデータの取得および、演算を行うためのサンプルプログラムです。MCU に内蔵されている I2C を用い FSP / FIT やコードジェネレーターの I2C ドライバとの組み合わせによって ZMOD4xxx の測定、ADC データ取得及び、測定結果データの演算を行います。

2. 動作確認環境

2.1 RA6M4 動作確認環境

本ソフトウェアの RA6M4 動作確認環境を以下に示します。

表 2-1　RA6M4 動作環境

項目	内容
デモボード	RTK7EKA6M4S00001BE (EK-RA6M4)
使用マイコン	RA6M4 (R7FA6M4AF3CFB :144pin)
動作周波数	200MHz
動作電圧	5V
統合開発環境	e^2 studio 2023-01
C コンパイラ	GCC 10.3.1.20210824 IAR ANSI C/C++ Compiler V9.20.2.320/LNX for ARM ARM Compiler 6.18
FSP	V.4.5.0
RTOS	FreeRTOS / Microsoft Azure RTOS
エミュレータ	On board (J-LINK)
変換ボード	Interposer Board to convert Type2/3 to Type 6A PMOD standard (US082-INTERPEVZ)
センサボード	TVOC and Indoor Air Quality Sensor Pmod Board (US082-ZMOD4410EVZ) Outdoor Air Quality Sensor Pmod Board (US082-ZMOD4510EVZ)

表 2-2　RA6M4 使用メモリ量

領域	サイズ (Non-OS)			サイズ(Free RTOS)		サイズ (Azure RTOS)	
ZMOD sensor	**4410**	**4510**	**4450**	**4410+4510**	**4450**	**4410+4510**	**4450**
ROM [bytes]	6,856	5,588	3,556	10,472	3,892	10,600	3,840
RAM [bytes]	719	684	390	1,471	580	1,468	749

メモリサイズは ZMOD4XXX に関連する関数と変数のみを使用して計算しています。RTOS の場合は、スレッドのメモリサイズは計算に含めていません。

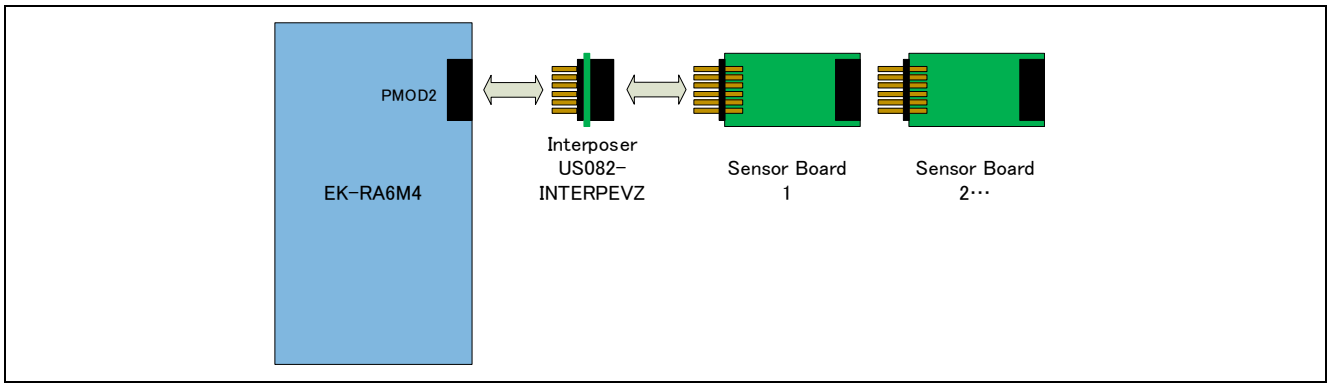


図 2-1　RA6M4 HW 接続図

2.2　RA0E1 動作確認環境

本ソフトウェアの RA0E1 動作確認環境を以下に示します。

表 2-3　RA0E1 動作環境

項目	内容
デモボード	RTK7FPA0E1S00W2BJ (RA0E1 Fast Prototyping Board)
使用マイコン	RA0E1 (R7FA0E1073CFJ:32pin)
動作周波数	32MHz
動作電圧	5V
統合開発環境	e^2 studio 2024-04
C コンパイラ	GNU ARM Embedded 13.2.1.arm-13-7
FSP	V.5.3.0
RTOS	FreeRTOS
エミュレータ	On board (J-LINK)
センサーボード	TVOC and Indoor Air Quality Sensor Pmod Board (US082-ZMOD4410EVZ)

表 2-4　RA0E1 使用メモリ量

領域	サイズ (Non-OS)	サイズ(Free RTOS)
ZMOD sensor	**4410**	**4410**
ROM [bytes]	9,024	10,942
RAM [bytes]	936	1,164

メモリサイズは ZMOD4XXX に関連する関数と変数のみを使用して計算しています。RTOS の場合は、スレッドのメモリサイズは計算に含めていません。

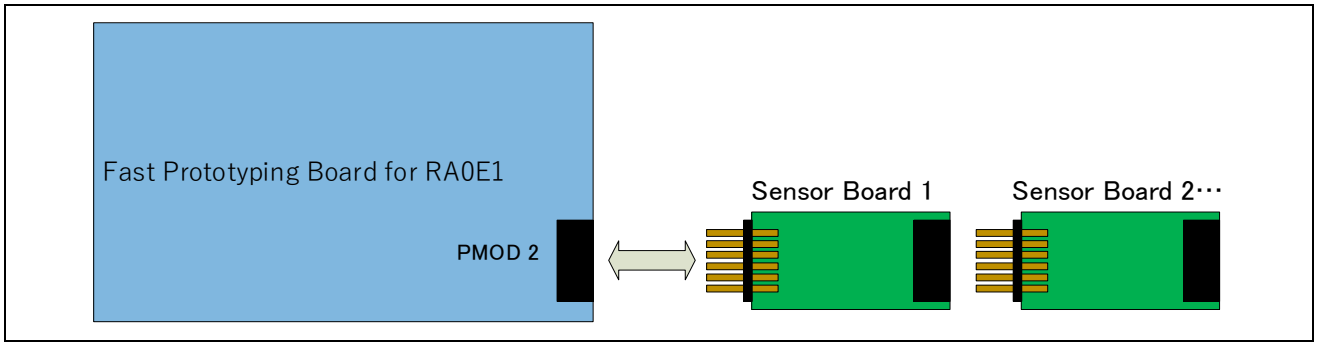


図 2-2　RA0E1 HW 接続図

2.3　RX 動作確認環境

本ソフトウェアの RX 動作確認環境を以下に示します。

表 2-5　RX 動作環境

項目	内容
デモボード	RPBRX65N (Envision Kit RX65N)
使用マイコン	RX65N (R5F565NEDDFB: 144pin)
動作周波数	12MHz
動作電圧	5V
統合開発環境	e^2 studio 2023-01 IAR EW for RX 4.20.1
C コンパイラ	Renesas Electronics C/C++ compiler for RX family V.3.03.00 GCC 8.3.0.202004 IAR Toolchain for RX 8.4.10.7051
FIT	BSP V.7.20
RTOS	FreeRTOS
エミュレータ	On board (E2OB)
変換ボード	Interposer Board to convert Type2/3 to Type 6A PMOD standard (US082-INTERPEVZ)
センサボード	TVOC and Indoor Air Quality Sensor Pmod Board (US082-ZMOD4410EVZ) Outdoor Air Quality Sensor Pmod Board (US082-ZMOD4510EVZ)

表 2-6　RX 使用メモリ量

領域	サイズ(Non-OS)			サイズ(FreeRTOS)		サイズ(Azure RTOS)	
ZMOD sensor	**4410**	**4510**	**4450**	**4410+4510**	**4450**	**4410+4510**	**4450**
ROM [bytes]	6,256	5,398	3,460	9,056	3,621	9,177	3,751
RAM [bytes]	782	651	692	1,376	752	1,513	961

メモリサイズは ZMOD4XXX に関連する関数と変数のみを使用して計算しています。RTOS の場合は、スレッドのメモリサイズは計算に含めていません。

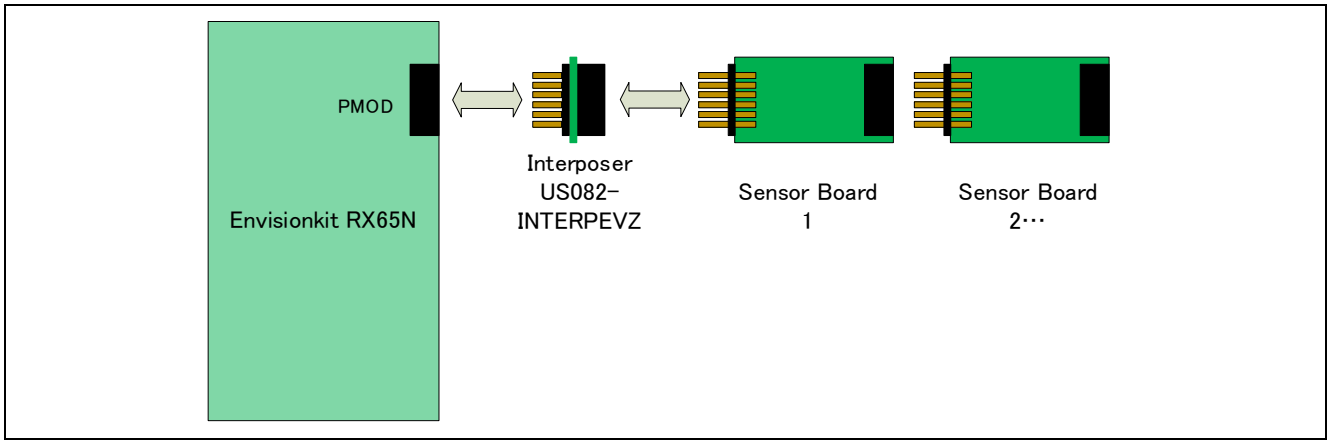


図 2-3　RX HW 接続図

2.4　RL78/G14 動作確認環境

本ソフトウェアの RL78/G14 動作確認環境を以下に示します。

表 2-7　RL78/G14 動作環境

項目	内容
デモボード	RTK5RLG140C00000BJ (RL78/G14 Fast Prototyping Board)
使用マイコン	RL78/G14 (R5F104MLAFB: 80pin)
動作周波数	20MHz
動作電圧	3.3V
統合開発環境	e^2 studio 2023-01 IAR EW for RL78 4.21.1
C コンパイラ	C compiler package for RL78 family V1.11.00 GCC for Renesas RL78 4.9.2.202103 IAR Toolchain for RL78 4.21.1.2409
エミュレータ	On board (E2OB)
センサボード	TVOC and Indoor Air Quality Sensor Pmod Board (US082-ZMOD4410EVZ) Outdoor Air Quality Sensor Pmod Board (US082-ZMOD4510EVZ)

表 2-8　RL78/G14 使用メモリ量

領域	サイズ	備考
ROM	9,499 bytes	ZMOD4410 IAQ 2nd Gen ライブラリを含めます
RAM	551 bytes	
ROM	7,263 bytes	ZMOD OAQ 2nd Gen ライブラリを含めます。
RAM	444 bytes	
ROM	5,235 bytes	ZMOD RAQ ライブラリを含めます。
RAM	497 bytes	

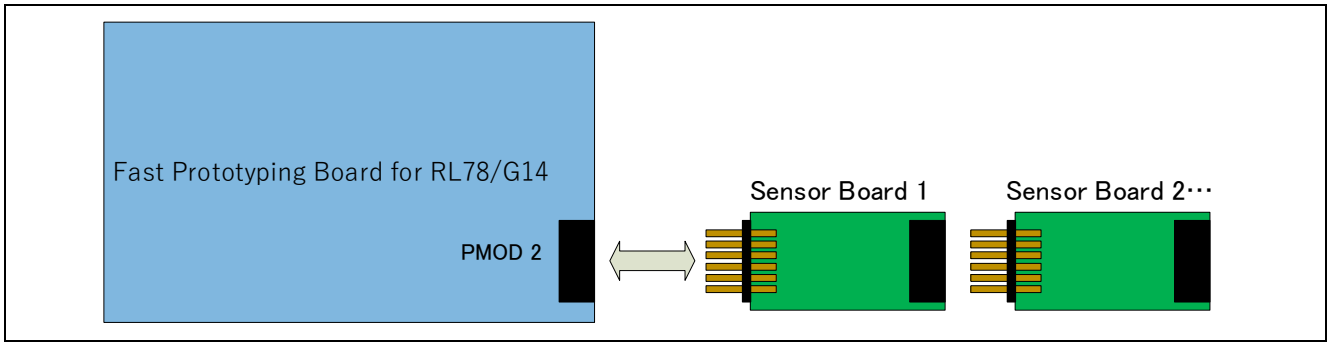


図 2-4　RL78/G14 HW 接続図

2.5　RL78/G23 動作確認環境

本ソフトウェアの RL78/G23 動作確認環境を以下に示します。

表 2-9　RL78/G23 動作環境

項目	内容
デモボード	RTK7RLG230CSN000BJ (RL78/G23-128p Fast Prototyping Board)
使用マイコン	RL78/G23 (R7F100GSN2DFB :128pin)
動作周波数	32MHz
動作電圧	3.3V
統合開発環境	e^2 studio 2023-01 IAR EW for RL78 4.21.1
C コンパイラ	C compiler package for RL78 family V1.11.00 LLVM for RL78 10.0.0.202209 IAR Toolchain for RL78 4.21.1.2409
エミュレータ	E2 Lite
センサボード	TVOC and Indoor Air Quality Sensor Pmod Board (US082-ZMOD4410EVZ) Outdoor Air Quality Sensor Pmod Board (US082-ZMOD4510EVZ)

表 2-10　RL78/G23 使用メモリ量

領域	サイズ	備考
ROM	9,596 bytes	ZMOD4410 IAQ 2nd Gen ライブラリを含めます
RAM	479 bytes	
ROM	7,288 bytes	ZMOD OAQ 2nd Gen ライブラリを含めます。
RAM	444 bytes	
ROM	5,500 bytes	ZMOD RAQ ライブラリを含めます。
RAM	497 bytes	

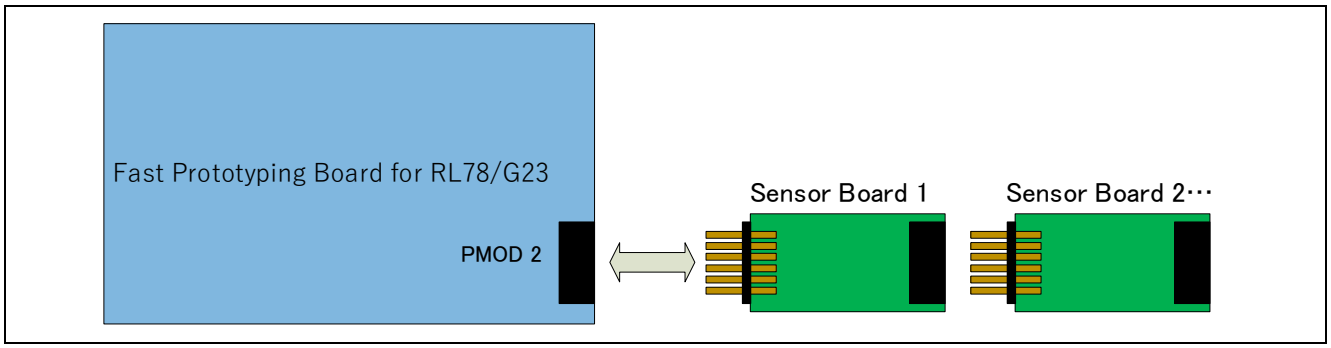


図 2-5　RL78/G23 HW 接続図

2.6　RZ 動作確認環境

本ソフトウェアの RZ 動作確認環境を以下に示します。

表 2-11　RZ 動作環境

項目	内容
デモボード	RTK9744L23S01000BE (RZ/G2L Evaluation Kit (SMARC))
使用マイコン	RZ/G2L (R9A07G044L23GBG:456pin)
動作周波数	Arm Cortex-M33:200MHz、Arm Cortex-A55:1.2GHz
動作電圧	5V
統合開発環境	e^2 studio 2023-01
C コンパイラ	GCC 10.3.1.20210824
FSP	V.1.2.0
RTOS	FreeRTOS
エミュレータ	SEGGER J-LINK BASE
センサボード	TVOC and Indoor Air Quality Sensor Pmod Board (US082-ZMOD4410EVZ) Outdoor Air Quality Sensor Pmod Board (US082-ZMOD4510EVZ)

表 2-12　RZ 使用メモリ量

領域	サイズ (Non-OS)		サイズ(FreeRTOS)
ZMOD sensor	**4410**	**4510**	**4410+4510**
ROM[bytes]	7,271	5,693	10,494
RAM[bytes]	803	636	1,713

メモリサイズは ZMOD4XXX に関連する関数と変数のみを使用して計算しています。RTOS の場合は、スレッドのメモリサイズは計算に含めていません。

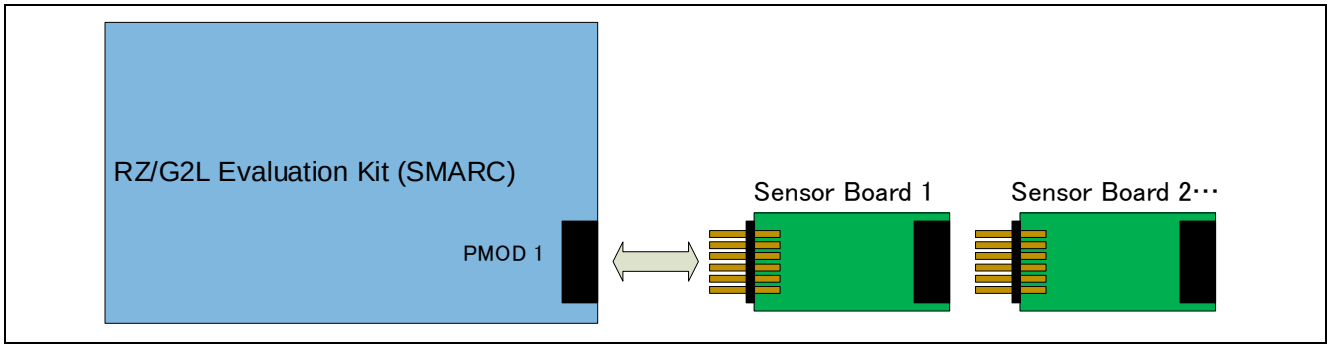


図 2-6　RZ HW 接続図

3. ZMOD4410 センサ仕様

3.1 センサ仕様概要

ZMOD4410 ガスセンサは、室内空気の質に関する、研究と国際規格に基づいて平均的な TVOC 汚染を検出するように設計しています。モジュールの特性を表すパラメータを表 3-1　ガスセンサの動作仕様に示します。TVOC とその濃度に依存しますが、ガスの変化に対する応答時間は常に数秒以内です。周囲へのガスの拡散度合が、センサの応答時間を制限しないので、センサへの能動的または直接的な空気の流れを作る必要はありません。

重要：ZMOD4410 は、一酸化炭素(CO)などの屋内空気の安全関連ガスを検出することもできますが、センサモジュールはこれらの干渉物質を確実に検出するように設計されていないため、安全性や生命保護を目的としたアプリケーションでの使用は承認されていません。そのため、このようなアプリケーションで使用した場合、ルネサスは一切の責任を負いません。

表 3-1　ガスセンサの動作仕様

Symbol	Parameter	Conditions	Minimum	Typical	Maximum	Unit [a]
	Resistance Measurement Range	Ethanol in air	0	-	1000	ppm
			0	-	1000000	ppb [c]
	IAQ and TVOC specified Measurement Range to meet UBA [b]	Ethanol in air for IAQ 1st Gen	160	-	30000	ppb
		Ethanol in air for IAQ 2st Gen	160	-	10000	ppb
	TVOC specified Measurement Range for PBAQ	Ethanol in air	1	-	2000	µg/m^3
	Humidity Range for Sensor Module Operation	All ZMOD operations except PBAQ operation, Non-condensing	0	-	90	% RH
		Specification to meet PBAQ, Non-condensing	-	50	-	% RH
S	Sensitivity over Lifetime	Resistance in Clean Air / Resistance at 10ppm Ethanol (R_{Air}/R_{Gas})	-	5	-	Ω/Ω
T-80	Sensor Module Response Time [d]	Samples needed to change to 80% of end value (all operation modes except ULP)	-	15	-	Samples
V_{DD}	Supply Voltage		1.7	-	3.6	V
T_{AMB}	Ambient Temperature Range for Sensor Module Operation	All operation modes except PBAQ, Non-condensing	-40	-	65	°C
		Specification according to PBAQ, Non-condensing	-	21	-	°C
	Average Power: IAQ 1st Gen	Continuous and Odor Operation Mode	-	23	-	mW
		Low Power Operation Mode	-	1.5	-	mW
	Average Power: IAQ 2s Gen, Relative IAQ and Sulfur-based Odor Discrimination		-	6	-	mW
	Average Power: IAQ 2s Gen ULP and Relative IAQ ULP	Ultra-Low Power operation	-	0.16	-	mW

	Average Power: PBAQ		-	1	-	mW
	Average Power: Odor Operation		-	23	-	mW
I_{ACTIVE}	Supply Current, Active Mode including Heater Current for IAQ 1st Gen Continuous and Odor Operation Mode	At VDD = 1.8 V	-	13	-	mA
		At VDD = 3.3V	-	7	-	mA
I_{ACTIVE}	Supply Current, Active Mode including Heater Current for IAQ 2s Gen, Relative IAQ, Ultra-low Power and Sulfur-based Odor Discrimination	At VDD = 1.8 V	-	7.4	16.2	mA
		At VDD = 3.3V	-	5.2	10.3	mA
I_{ACTIVE}	Supply Current, Active Mode including Heater Current for PBAQ	At VDD = 1.8 V	-	9.9	16.4	mA
		At VDD = 3.3V	-	6.9	10.6	mA
I_{SLEEP}	Current during measurement delays	Sleep Mode ASIC	-	450	-	nA

a. ppm は"parts per million", ppb は" parts per billion"の略語です。例えば、1 ppm は 1000 ppb に相当します。

b. 出典: Umweltbundesamt, *Beurteilung von Innenraumluftkontaminationen mittels Referenz- und Richtwerten*, (Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz, 2007).

c. 一般的な TVOC の ppm から mg/m3 への換算は、約 2 倍になります。例えば、5ppm は約 10mg/m^3 に相当します。

d. 応答時間は TVOC とその濃度に依存します。

3.2　センサの機能と方式

ZMOD アーキテクチャは、十分に機械学習を行ったシステムに対して、時間や温度、ガスの特性を用いることで、様々な「動作モード」を可能にしています。また、組み込み AI(人工知能)技術を使用しています。本章では ZMOD4410 の各動作モードについて説明します。現在、五つの動作モードがリリースされています。

動作モード 1：　IAQ 1st Gen(連続動作)：IAQ および eCO2 の UBA レベルの測定

動作モード 2：　IAQ 1st Gen (低電力動作)：IAQ および eCO2 の UBA レベルの測定

動作モード 3：　IAQ 2nd Gen：TVOC [ppm], IAQ および eCO2 の測定（AI により機能が向上。新しく設定する場合は、こちらを推奨）

動作モード 4：　Odor ：空気の質の変化に基づき、臭い信号を制御

動作モード 5：　Sulfur-Odor ：硫黄に基づく臭気の判別

動作モード 6：　Rel IAQ ：空気の質の変化に基づき、相対的な IAQ を測定

動作モード 7：　PBAQ：PBAQ 規格を満たす TVOC の測定

新しく設計する場合は IAQ 2nd Gen (動作モード 3)を使用してください。速いサンプルレートや広い測定範囲(最大 30ppm)で VOC を測定する必要がある場合は、IAQ 1st Gen(動作モード 1,2)を使用することをお勧めします。

全ての動作モードに関するその他の技術的な情報は、ルネサスの ZMOD4410 アプリケーションノート (TVOC Sensing)で入手できます。アプリケーションノート、ホワイトペーパー、ブログ、マニュアルなどの詳細については、ZMOD4410 のウェブページを参照してください。

表 3-2　キャリブレーションで校正可能な ZMOD4410 センサ精度 (Typical)

Parameter	Conditions	Minimum	Typical	Maximum	Unit
Accuracy for TVOC	Without additional calibration		±25		%
	With additional calibration		±15		%
Accuracy for IAQ	Without additional calibration		±10		%
Consistency	Part-to-Part Variation		±25		%
Durability to Siloxanes	Change in sensitivity		±5		%

3.2.1　出力データの変換 (ファームウェア / API / アルゴリズム)

ZMOD4410 を動作させるために、API、ライブラリ、およびサンプルコードを含むルネサスが提供するファームウェアを使用してください。また、お客様固有のアプリケーションにセンサモジュールを実装するために、プログラミングに関する詳細情報を提供しています。これらのドキュメントは、ZMOD4410 のウェブページを参照してください。

ZMOD4410 ファームウェアの構造は、以下の図 3-1 ZMOD4410 ファームウェアのファイルの概要に示します。

- 「HAL (Hardware Abstraction Layer)」には、ガス計測ライブラリを同梱する ZMOD4410 センサ API 関数、センサ通信ミドルウェア関数、low-level I2C ドライバなどを含むハードウェア固有のドライバが含まれています。
- 「ZMOD4410 センサ API (Application Programming Interface) 」ブロックには、ZMOD4410 を動作させるために必要な関数が含まれています。
  ガス計測ライブラリはセンサ API と連動しており、IAQ や TVOC などを始めとした、室内空気の質に関係するパラメタの算出に必要なファームウェア固有の結果を計算するための、関数とデータ構造を含んでいます。
  これらのアルゴリズムは同時に使用することはできません。また、このブロックには、コードサイズを小さくするために、オプションとしてクリーニング手順と数学ライブラリが含まれています。
  これらのライブラリは、ZMOD4410 IAQ_xxx_Gen-lib.pdf, ZMOD4410-Odor-lib.pdf, ZMOD4410-Sulfur_Odor-lib.pdf, ZMOD4410-PBAQ-lib.pdf, ZMOD4410-Rel_IAQ-lib.pdf, ZMOD4410-Rel_IAQ_ULP-lib.pdf に詳細が記載されています。これらのファイルはすべて、ダウンロード可能なサンプルソフトウェアパッケージに含まれています。
- “Programming Example” ブロックでは、各動作モードの ZMOD4410 の初期化、測定の実行、データ出力の表示、オプションとしてクリーニング機能の開始などをコード例として示しています。
- （RA MCU を使用した場合の例）ローレベルドライバ”r_iic_master”と”r_sci_iic”ブロックは、ルネサス RA MCU の I2C インタフェースのハードウェア固有ドライバです。このブロックには、I2C バスを介して ZMOD4410 センサと通信するためのリードおよびライト関数が含まれています。

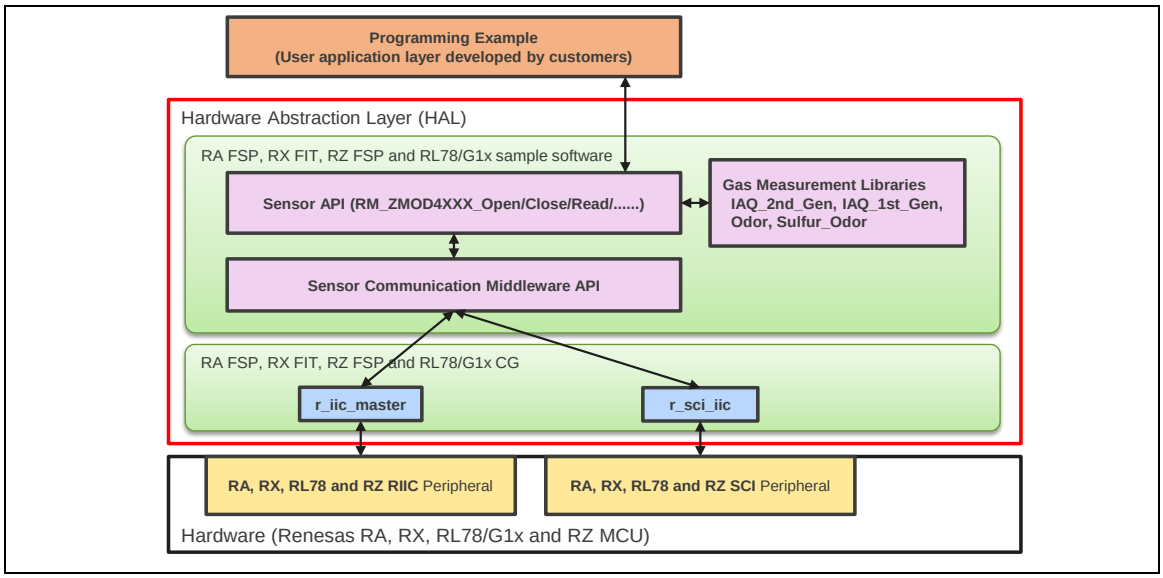


図 3-1　ZMOD4410 ファームウェアのファイルの概要

3.2.2　ハードウェア要件(Typical)

ZMOD4410 を動作させるには、マイコン (MCU)を搭載したお客様固有のハードウェアが必要です。センサの構成とハードウェア自体に応じて要件が異なり、次の最小要件は目安としてのみ提供します。

- ZMOD4410 に関連するファームウェアコード用の 12～20kB プログラムフラッシュ (MCU アーキテクチャおよびコンパイラに依存)、表 3-3 を参照してください
- ZMOD4410 に関連する動作用の 1kB RAM、表 3-3 を参照してください
- I2C 通信、タイミング機能、および浮動小数点命令を実行する機能
- アルゴリズム関数はバックグラウンドに保持している変数を使用して動作するため、1 回の呼び出しごとにメモリを保持する必要があります

表 3-3　RL78-G13MCU での ZMOD4410 実装のメモリ フットプリント例

	IAQ 2nd Gen	IAQ 2nd Gen ULP	IAQ 1st Gen	PBAQ	Relative IAQ	Relative IAQ ULP	Odor	Sulfur Odor
Program flash usage in kB	15.8	14.6	10.9	12.7	10.7	10.7	8.7	8.4
RAM usage (required variables) in bytes	496	480	284	436	400	400	168	402
RAM usage (stack size for library functions) in bytes	496	336	-	448	224	224	-	368

4. ZMOD4450 センサ仕様

4.1 センサ仕様概要

ZMOD4450 ガスセンサは、食品の熟成や腐敗に関連する冷蔵庫のアプリケーションに使用される典型的なガスを検出するように設計されています。モジュールの特性を表すパラメータを表 4-1　ガス**センサ**の動作仕様に示します。ガスとその濃度に依存しますが、ガスの変化に対する応答時間は常に数秒以内です。周囲へのガスの拡散度合が、センサの応答時間を制限しないので、センサへの能動的または直接的な空気の流れを作る必要はありません。

重要：ZMOD4450 は、安全関連ガスを検出することもできますが、センサモジュールはこれらの干渉物質を確実に検出するように設計されていないため、安全性や生命保護を目的としたアプリケーションでの使用は承認されていません。そのため、このようなアプリケーションで使用した場合、ルネサスは一切の責任を負いません。

表 4-1　ガス**センサ**の動作仕様

Symbol	Parameter	Conditions	Minimum	Typical	Maximum	Unit [a]
	Resistance Measurement Range	Ethylene (C_2H_4) in air	0		10	ppm
		Trimethylamine (C_3H_9N) in air	0		600	ppb
		Dimethyl sulfide (C_2H_6S) in air	0		180	ppb
RAQ	Refrigeration Air Quality Range	Change rate based on resistance	0		3	
	Temperature Range		0		25	°C
	Repeatability	Variation in sensor module signal		±10		%
T-90	Sensor Module Response Time	Time to change to 90% of end value		10		s
V_{DD}	Supply Voltage		1.7	-	3.6	V
T_{AMB}	Ambient Temperature Range for Sensor Module Operation		-40	25	65	°C
	Average Power ZMOD4450	Continuous Operation	-	23	-	mW
I_{ACTIVE}	Supply Current, Active Mode including Heater Current.	At VDD = 1.8 V	-	13	-	mA
		At VDD = 3.3V	-	7	-	mA
I_{SLEEP}	Current during measurement delays	Sleep Mode ASIC	-	450	-	nA

a. ppm は”parts per million”, ppb は” parts per billion”の略語です。例えば、1 ppm は 1000 ppb に相当します。

4.2　センサの機能と方式

ZMOD アーキテクチャは、十分に機械学習を行ったシステムに対して、時間や温度、ガスの特性を用いることで、様々な「動作モード」を可能にしています。また、組み込み AI(人工知能)技術を使用しています。本章ではZMOD4450 の各動作モードについて説明します。現在、1 つの動作モードがリリースされています。

動作モード 1：　RAQ(連続動作)：Refrigeration Air Quality の測定

また、感度、信頼性、サンプルレート、センサモジュールの影響などの詳細については、次のセクションで説明します。すべてのグラフおよび情報は，さまざまな試験条件でセンサモジュールに期待される典型的な応答を示しています。アプリケーションノート、ホワイトペーパー、ブログ、マニュアルなど、詳しくは ZMOD4450 製品ページをご覧ください。

表 4-2　キャリブレーションで校正可能な ZMOD4450 **センサ**精度 (Typical)

Parameter	Conditions	Minimum	Typical	Maximum	Unit
Accuracy for RAQ	Without additional calibration		±10		%
Consistency	Part-to-Part Variation		±25		%
Durability to Siloxanes	Change in sensitivity		±5		%

4.2.1　出力データの変換 (ファームウェア / API / アルゴリズム)

ZMOD4450 を動作させるために、API、ライブラリ、およびサンプルコードを含むルネサスが提供するファームウェアを使用してください。また、お客様固有のアプリケーションにセンサモジュールを実装するために、プログラミングに関する詳細情報を提供しています。これらのドキュメントは、ZMOD4450 のウェブページを参照してください。

ZMOD4450 ファームウェアの構造は、以下の図 4-1 ZMOD4450 ファームウェアのファイルの概要に示します。

- 「HAL (Hardware Abstraction Layer)」には、ガス計測ライブラリを同梱する ZMOD4450 センサ API 関数、センサ通信ミドルウェア関数、low-level I2C ドライバなどを含むハードウェア固有のドライバが含まれています。
- 「ZMOD4450 センサ API (Application Programming Interface) 」ブロックには、ZMOD4450 を動作させるために必要な関数が含まれています。
  ガス計測ライブラリはセンサ API と連動しており、RAQ に関係するパラメタの算出に必要なファームウェア固有の結果を計算するための、関数とデータ構造を含んでいます。
  これらのアルゴリズムは同時に使用することはできません。また、このブロックには、コードサイズを小さくするために、オプションとしてクリーニング手順と数学ライブラリが含まれています。
  ライブラリは、ZMOD4450-raq-lib.pdf に詳細が記載されています。ファイルはすべて、ダウンロード可能なサンプルソフトウェアパッケージに含まれています。
- “Programming Example” ブロックでは、各動作モードの ZMOD4450 の初期化、測定の実行、データ出力の表示、オプションとしてクリーニング機能の開始などをコード例として示しています。
- （RA MCU を使用した場合の例）ローレベルドライバ”r_iic_master”と”r_sci_iic”ブロックは、ルネサス RA MCU の I2C インタフェースのハードウェア固有ドライバです。このブロックには、I2C バスを介して ZMOD4450 センサと通信するためのリードおよびライト関数が含まれています。

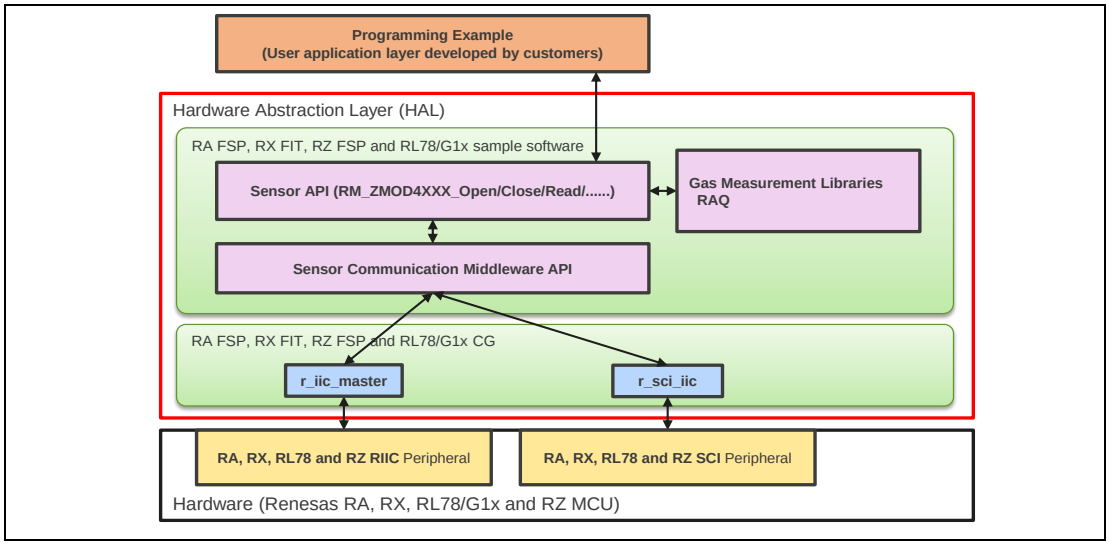


図 4-1　ZMOD4450 ファームウェアのファイルの概要

4.2.2　ハードウェア要件(Typical)

ZMOD4450 を動作させるには、マイコン (MCU)を搭載したお客様固有のハードウェアが必要です。センサの構成とハードウェア自体に応じて要件が異なり、次の最小要件は目安としてのみ提供します。

- ZMOD4450 に関連するファームウェアコード用の 10～20kB プログラムフラッシュ (MCU アーキテクチャおよびコンパイラに依存)、表 4-3 を参照してください
- ZMOD4450 に関連する動作用の 1kB RAM、表 4-3 を参照してください
- I2C 通信、タイミング機能、および浮動小数点命令を実行する機能
- アルゴリズム関数はバックグラウンドに保持している変数を使用して動作するため、1 回の呼び出しごとにメモリを保持する必要があります

表 4-3　RL78-G13MCU での ZMOD4450 実装のメモリ フットプリント例

	RAQ
Program flash usage in kB	1.8
RAM usage in Bytes	174

5. ZMOD4510 センサ仕様

5.1 センサ仕様概要

ZMOD4510 ガスセンサは、外気の質に関する、研究や国際規格に基づいて、代表的なガスを検出します。モジュールの特性を表すパラメータを Table 5-1 ガスセンサモジュール動作仕様に示します。ZMOD4510 は、一連の温度変化を利用して空気を採取し、EPA 規格に基づく Air Quality Index (AQI)を算出します。周囲へのガスの拡散度合が、センサの応答時間を制限しないので、センサへの能動的または直接的な空気の流れを作る必要はありません。

重要：ZMOD4510 は、一酸化炭素(CO)などの屋内空気の安全関連ガスを検出することもできますが、センサモジュールはこれらの干渉物質を確実に検出するように設計されていないため、安全性や生命保護を目的としたアプリケーションでの使用は承認されていません。そのため、このようなアプリケーションで使用した場合、ルネサスは一切の責任を負いません。

Table 5-1 ガスセンサモジュール動作仕様

Symbol	Parameter	Conditions	Minimum	Typical	Maximum	Unit [a]
AQI	Air Quality Index	OAQ 1st Gen: Rating according to EPA for ozone and nitrogen dioxide	0		500	
		OAQ 2nd Gen: Rating according to EPA for ozone	0		500	
	Measurement Range OAQ 1st Gen	Ozone (non-selective)	20		500	ppb
		Nitrogen dioxide (non-selective)	20		500	ppb
	Measurement Range OAQ 2nd Gen	Ozone (selective)	20		500	ppb
		NO_2 cross sensitivity at 200ppb		25		AQI Level
RH	Humidity Range	Non-condensing	5		90	% RH
T	Temperature Range	Typical outdoor environment	-20		50	°C
		Extended range	-40		65	°C
V_{DD}	Supply Voltage for ZMOD4510 Sensor Module		1.7	–	3.6	V
T_{AMB}	Ambient Temperature Range for Sensor Operation		-40	–	65	°C
$T_{OPERATION}$	Operation Temperature Sequence of Sense Element [a]		200		450	°C
	Average Power: OAQ 1st Gen	Outdoor Air Quality	–	21	–	mW
	Average Power: OAQ 2nd Gen	Selective ozone with ultra-low power	-	0.2	-	mW
I_{ACTIVE}	Supply Current, Active	At V_{DD} = 1.8 V	-	11	13	mA

	Mode including Heater Current for OAQ 1st Gen	At V_{DD} = 3.3 V	-	8	10	mA
I_{ACTIVE}	Supply Current, Active Mode including Heater Current for OAQ 2nd Gen	At V_{DD} = 1.8 V	-	10	12	mA
		At V_{DD} = 3.3 V	-	6	8	mA
I_{SLEEP}	Current during measurement delays	Sleep Mode ASIC	–	450	–	nA

b.　ppm は”parts per million”, ppb は” parts per billion”の略語です。例えば、1 ppm は 1000 ppb に相当します。

5.2 センサの機能と方式

ZMOD アーキテクチャは、十分に機械学習を行ったシステムに対して、時間や温度、ガスの特性を用いることで、様々な「動作モード」を可能にしています。また、組み込み AI(人工知能)技術を使用しています。本章では ZMOD4510 の各動作モードについて説明します。現在、二つの動作モードがリリースされています。

動作モード 1：　OAQ 1st Generation：Air Quality 測定

動作モード 2：　OAQ 2nd Generation：Selective Ozone 測定(超低消費電力)

また、感度、信頼性、サンプルレート、センサモジュールの影響などの詳細については、次のセクションで説明します。すべてのグラフおよび情報は，さまざまな試験条件でセンサモジュールに期待される典型的な応答を示しています。アプリケーションノート、ホワイトペーパー、ブログ、マニュアルなど、詳しくは ZMOD4510 の製品ページをご覧ください。

Table 5-2 キャリブレーションで校正可能な ZMOD4510 **センサ**精度 (Typical)

Parameter	Conditions	Minimum	Typical	Maximum	Unit
Accuracy	Without additional calibration		±50		AQI
Consistency	Part-to-Part Variation		±50		AQI
Durability to Siloxanes	Change in sensitivity during 15,000 ppm·h exposure with D4 and D5		±8		%

5.2.1　出力データの変換(ファームウェア / API / アルゴリズム)

ZMOD4510 を動作させるために、API、ライブラリ、およびサンプルコードを含むルネサスが提供するファームウェアを使用してください。また、お客様固有のアプリケーションにセンサモジュールを実装するために、プログラミングに関する詳細情報を提供しています。ファームウェアの統合、アーキテクチャ、サポートされているプラットフォームに関する詳細な情報やガイダンスは、「ZMOD4510 Programming Manual - Read Me」に記載されています。ZMOD4510 の製品ページからダウンロードできるファームウェアパッケージには、C 言語によるコード例や、API、HAL、ライブラリなどの追加ファームウェアの説明がフリーで含まれています。

ZMOD4510 ファームウェアの構造は、以下の Figure 5-1 File Overview of ZMOD4410 Firmware の概要に示します。

- 「HAL (Hardware Abstraction Layer)」には、ガス計測ライブラリを同梱する ZMOD4510 センサ API 関数、センサ通信ミドルウェア関数、low-level I2C ドライバなどを含むハードウェア固有のドライバが含まれています。
- 「ZMOD4510 センサ API (Application Programming Interface) 」ブロックには、ZMOD4510 を動作させるために必要な関数が含まれています。
  ガス計測ライブラリはセンサ API と連動しており、Air Quality Index (AQI)の算出に必要なファームウェア固有の結果を計算するための、関数とデータ構造を含んでいます。
  これらのアルゴリズムは同時に使用することはできません。また、このブロックには、コードサイズを小さくするために、オプションとしてクリーニング手順が含まれています。
  これらのライブラリは、ZMOD4510 OAQ_1st_Gen-lib.pdf and ZMOD4510 OAQ_2nd_Gen-lib.pdf に詳細が記載されています。
- “Programming Example” ブロックでは、各動作モードごとの ZMOD4510 の初期化、測定の実行、データ出力の表示、オプションとしてクリーニング機能の開始などをコード例として示しています。
- （RA MCU を使用した場合の例）ローレベルドライバ”r_iic_master”と”r_sci_iic”ブロックは、ルネサス RA MCU の I2C インタフェースのハードウェア固有ドライバです。このブロックには、I2C バスを介して ZMOD4510 センサと通信するためのリードおよびライト関数が含まれています。

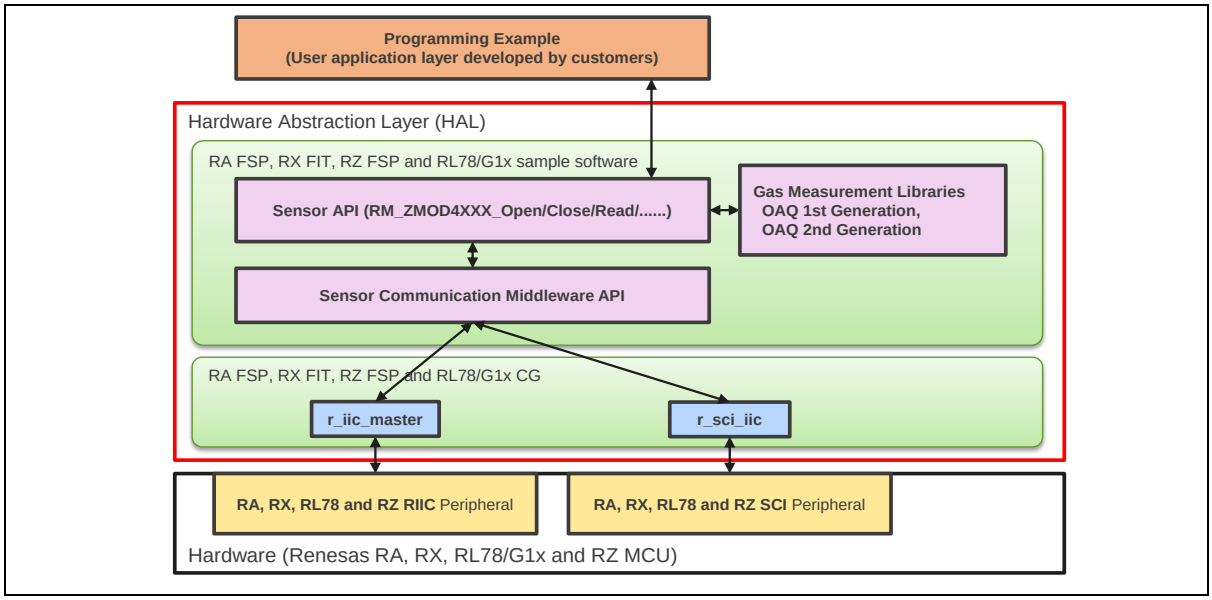


Figure 5-1 File Overview of ZMOD4410 Firmware

5.2.2　ハードウェア要件(Typical)

ZMOD4510 を動作させるには、マイコン (MCU)を搭載したお客様固有のハードウェアが必要です。センサの構成とハードウェア自体に応じて要件が異なり、次の最小要件は目安としてのみ提供します。

- ZMOD4510 に関連するファームウェアコード用の 12～20kB プログラムフラッシュ (MCU アーキテクチャおよびコンパイラに依存)、表 3-3 を参照してください
- ZMOD4510 に関連する動作用の 1kB RAM、表 3-3 を参照してください
- I2C 通信、タイミング機能、および浮動小数点命令を実行する機能
- アルゴリズム関数はバックグラウンドに保持している変数を使用して動作するため、1 回の呼び出しごとにメモリを保持する必要があります

表 5-3 RL78-G13MCU での ZMOD4510 実装のメモリ フットプリント例

	OAQ 2nd Gen	**OAQ 1st Gen**
Program flash usage in kB	12.9	10.2
RAM usage (required variables) in bytes	250	266
RAM usage (stack size for library functions, worst case) in bytes	544	244

6.　サンプルソフトウェア仕様

サンプルソフトウェアパッケージには 3 個のプロジェクトが含まれます。それぞれのプロジェクトについて以降に説明します。

6.1　サンプルソフトウェア構成

サンプルソフトウェアのブロック構成を図 6-1　ソフトウェアブロック図に示します。

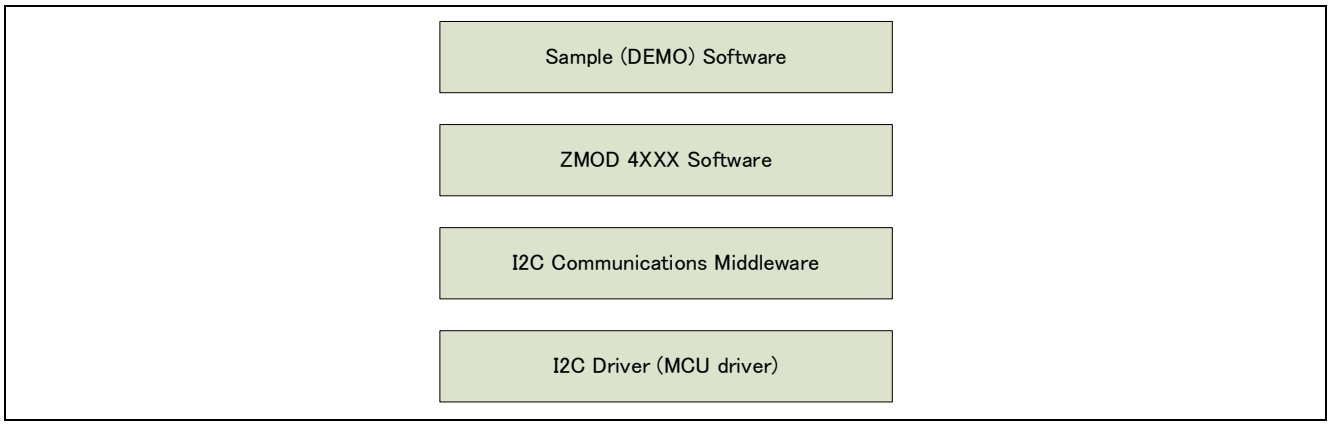


図 6-1　ソフトウェアブロック図

6.2　センサ API 関数仕様

6.2.1　センサ API 関数一覧

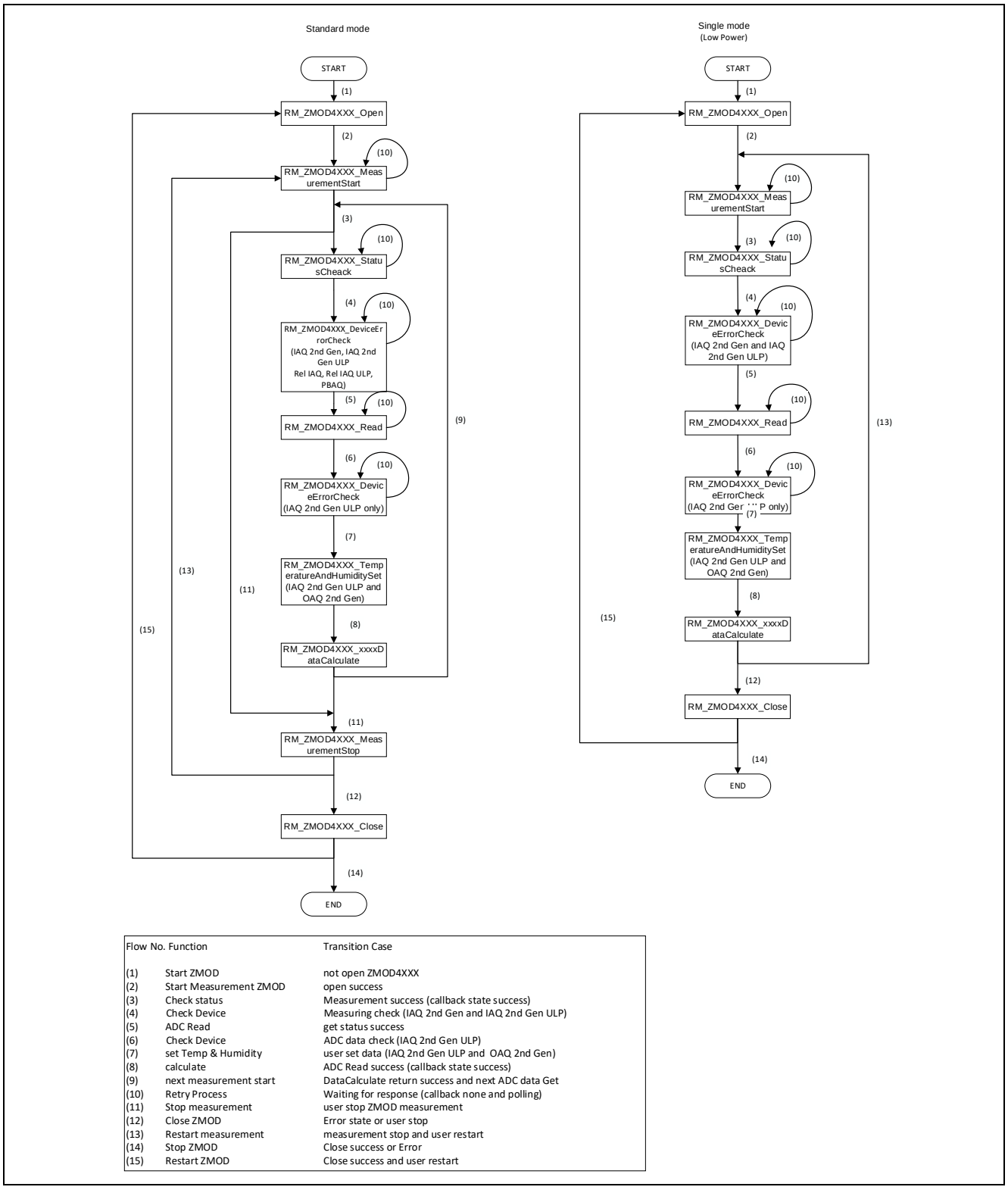
センサ API は以下の関数が含まれます。関数 API の詳細は別途 RA Flexible Software Package Documentation を参照してください。

表 6-1　センサ API 関数一覧

関数	機能
RM_ZMOD4XXX_Open	センサ制御開始処理
RM_ZMOD4XXX_Close	センサ制御終了処理
RM_ZMOD4XXX_MeasurementStart	センサ測定開始処理
RM_ZMOD4XXX_MeasurementStop	センサ測定停止処理
RM_ZMOD4XXX_StatusCheck	センサの状態取得
RM_ZMOD4XXX_Read	センサデータ取得処理
RM_ZMOD4XXX_TemperatureAndHumiditySet	センサデータ演算の前処理（IAQ_2nd_Gen_ULP と OAQ_2nd_Gen で有効）
RM_ZMOD4XXX_DeviceErrorCheck	ADC データ有効性チェック処理
RM_ZMOD4XXX_Iaq1stGenDataCalculate	IAQ 1st Gen センサデータ結果演算処理
RM_ZMOD4XXX_Iaq2ndGenDataCalculate	IAQ 2nd Gen センサデータ結果演算処理
RM_ZMOD4XXX_OdorDataCalculate	Odor センサデータ結果演算処理
RM_ZMOD4XXX_SulfurOdorDataCalculate	SulfurOdor センサデータ結果演算処理
RM_ZMOD4XXX_Oaq1stGenDataCalculate	OAQ 1st Gen センサデータ結果演算処理
RM_ZMOD4XXX_Oaq2ndGenDataCalculate	OAQ 2nd Gen センサデータ結果演算処理
RM_ZMOD4XXX_RaqDataCalculate	RAQ センサデータ結果演算処理
RM_ZMOD4XXX_RelIaqDataCalculate	Rel IAQ センサデータ結果演算処理
RM_ZMOD4XXX_PbaqDataCalculate	PBAQ センサデータ結果演算処理

6.2.2　API 使用ガイド

ZMOD4XXX の API 関数の使用条件について、想定する関数コールの順番を遷移図として示します。



Flow No.	Function	Transition Case
(1)	Start ZMOD	not open ZMOD4XXX
(2)	Start Measurement ZMOD	open success
(3)	Check status	Measurement success (callback state success)
(4)	Check Device	Measuring check (IAQ 2nd Gen and IAQ 2nd Gen ULP)
(5)	ADC Read	get status success
(6)	Check Device	ADC data check (IAQ 2nd Gen ULP)
(7)	set Temp & Humidity	user set data (IAQ 2nd Gen ULP and OAQ 2nd Gen)
(8)	calculate	ADC Read success (callback state success)
(9)	next measurement start	DataCalculate return success and next ADC data Get
(10)	Retry Process	Waiting for response (callback none and polling)
(11)	Stop measurement	user stop ZMOD measurement
(12)	Close ZMOD	Error state or user stop
(13)	Restart measurement	measurement stop and user restart
(14)	Stop ZMOD	Close success or Error
(15)	Restart ZMOD	Close success and user restart

図 6-2　関数 API 遷移図

関数毎の呼び出し条件は以下の通りです。

・RM_ZMOD4XXX_Open：	(1)ZMOD 開始時
	(15) RM_ZMOD4XXX_Close 後の再開始
・RM_ZMOD4XXX_Close：	(12) 各処理の正常終了または異常終了時
・RM_ZMOD4XXX_MeasurementStart：	(2) RM_ZMOD4XXX_Open 後の測定開始時
	(13)次の測定データ取得時
	(10)測定開始応答待ちによる再試行
・RM_ZMOD4XXX_MeasurementStop：	(11)測定停止時
・RM_ZMOD4XXX_StatusCheack：	(3)センサ状態の取得
・RM_ZMOD4XXX_Read：	(5)測定データ取得時
	(10)データ取得応答待ちによる再試行
・RM_ZMOD4XXX_TemperatureAndHumiditySet：	(7)RM_ZMOD4XXX_DataCalculate の前処理（IAQ-2nd-Gen-ULP と OAQ-2nd-Gen の機能、演算精度向上）
・RM_ZMOD4XXX_DeviceErrorCheck：	(4)測定中状態の取得
	(6)ADC データのチェック
・RM_ZMOD4XXX_xxxxDataCalculate：	(8)RM_ZMOD4XXX_Read 後のデータ演算時

xxxx には各センサ機能名（Iaq1stGen、Iaq2ndGen、Odor、SulfurOdor、RelIaq、Pbaq、Oaq1stGen、Oaq2ndGen、RAQ）が入ります。

注意：

RM_ZMOD4XXX_Open で I2C デバイスドライバの状態を確認しますので、RM_ZMOD4XXX_Open 処理のまえに必ず、I2C デバイスドライバをオープンする必要があります。

I2C デバイスドライバをオープンする方法については、サンプルソフトウェアの g_comms_i2c_bus0_quick_setup()関数を参照してください。RL78 は、startup 処理内でオープンされますので必要ありません。

OS 使用時、複数のスレッド/タスクで同時にセンサを制御する場合はユーザーによるセマフォを用いた bus 制御が必要となります。

6.3　サンプルソフトウェアメイン処理フロー

サンプルソフトウェアはドライバの開始処理を行い、その後はセンサ測定開始、センサデータ取得、測定結果演算の処理を繰り返します。

OS 版ではセマフォによる制御を行い、センサ制御を行う 2 つのスレッドを並列で動作させます。

6.3.1　ZMOD4410, ZMOD4450

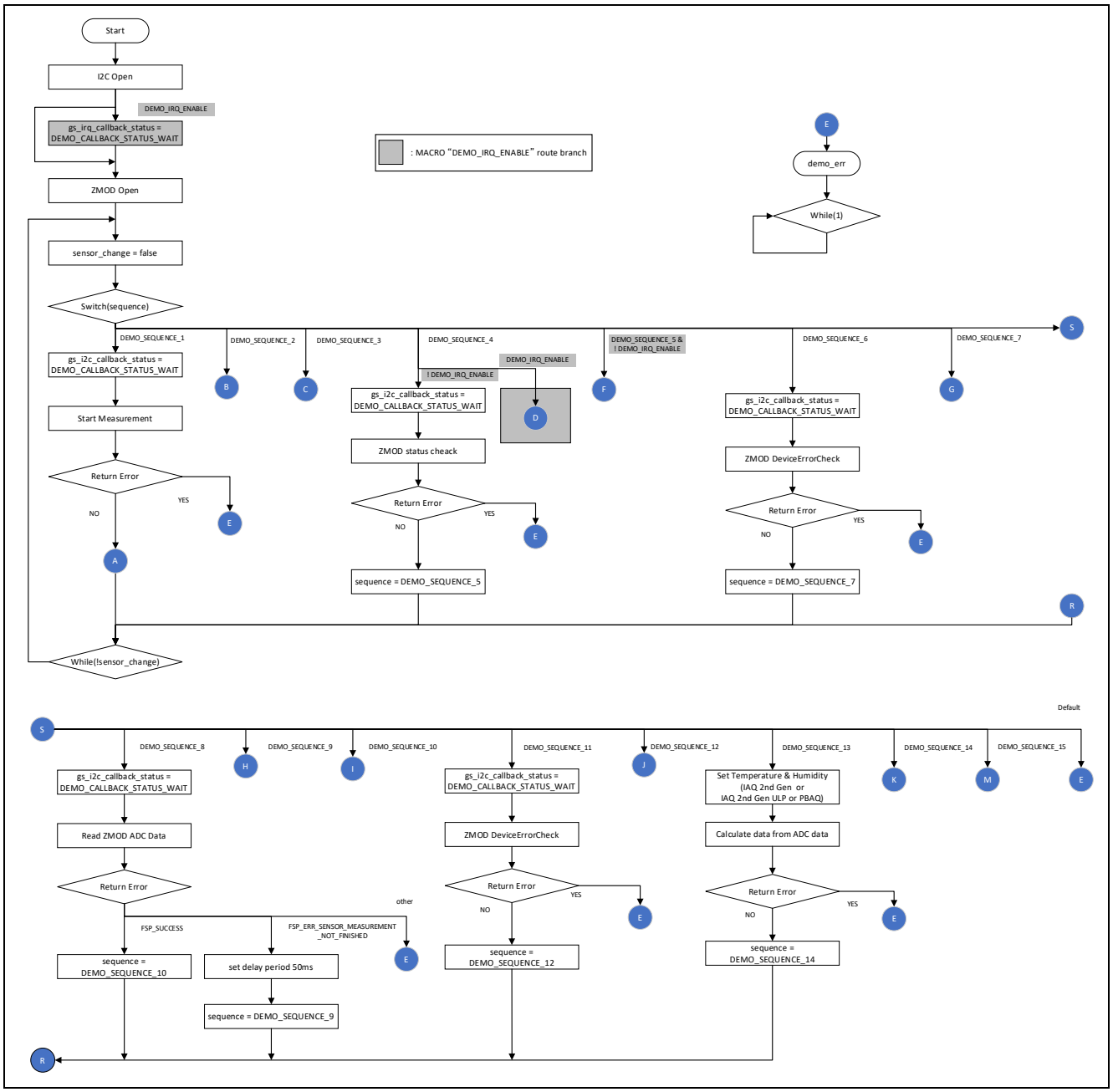


図 6-3　ZMOD4410, ZMOD4450 サンプルソフトウェアメイン処理フロー1

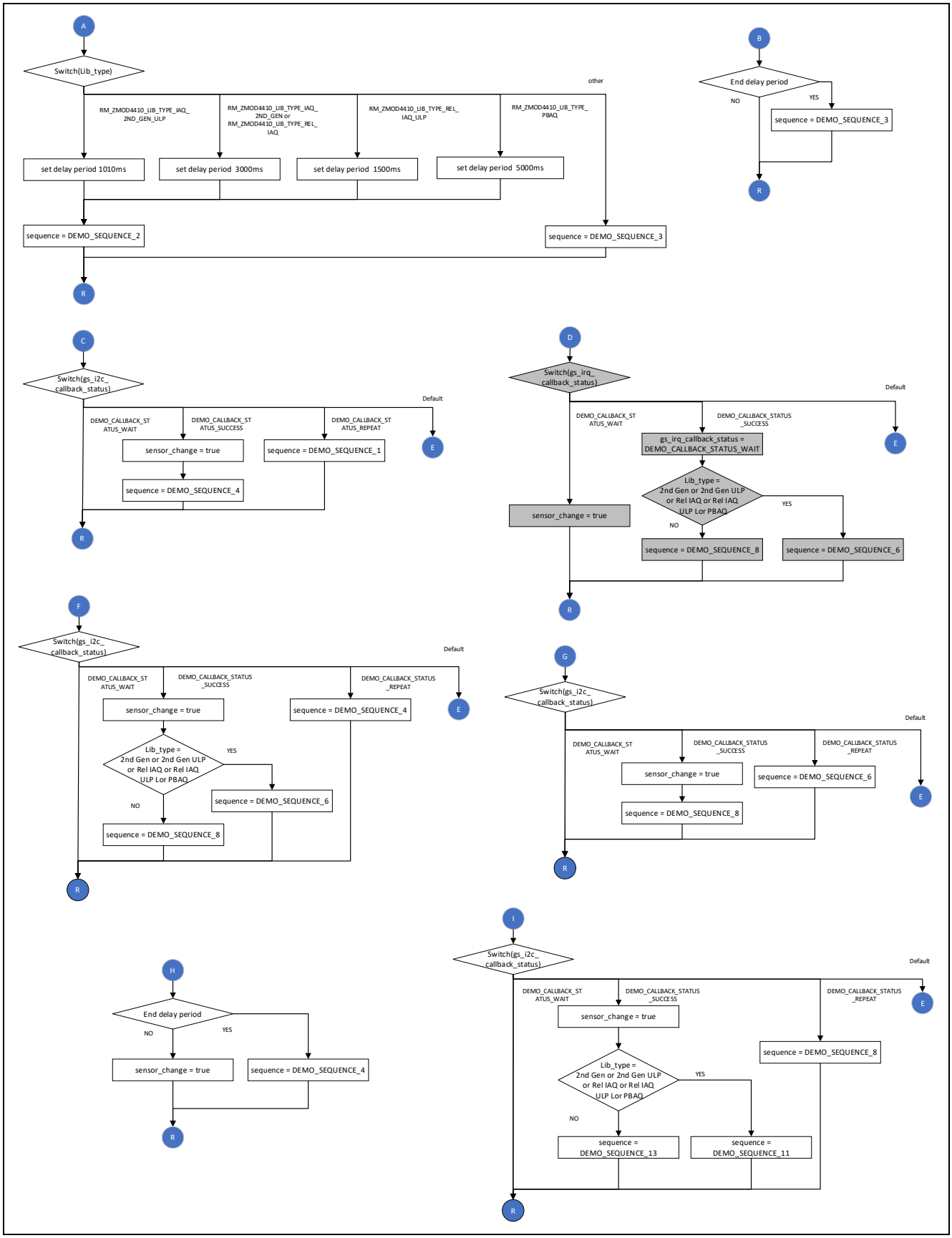


図 6-4　ZMOD4410, ZMOD4450 サンプルソフトウェアメイン処理フロー2

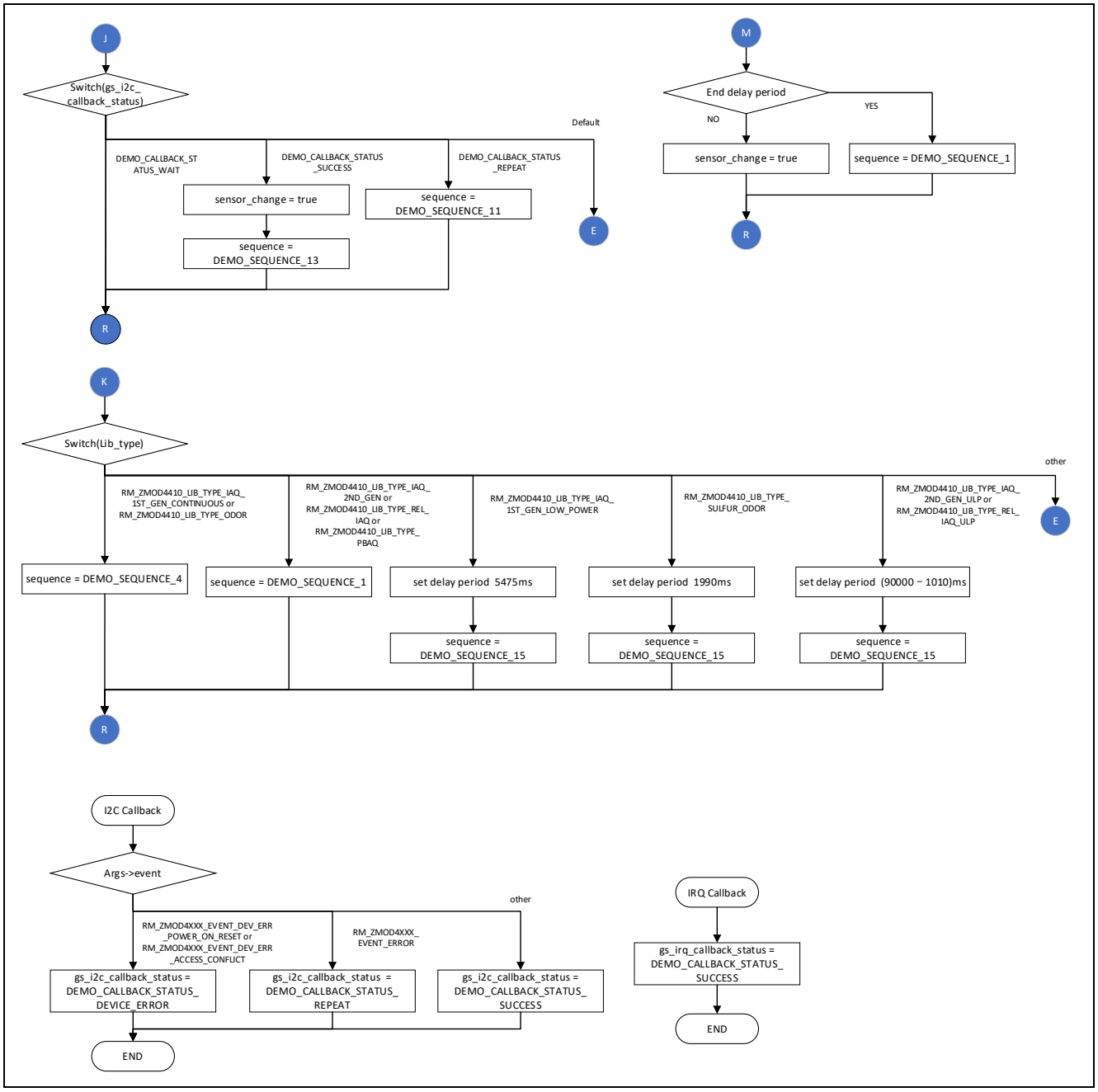


図 6-5　ZMOD4410, ZMOD4450 サンプルソフトウェアメイン処理フロー3

6.3.2　ZMOD4510

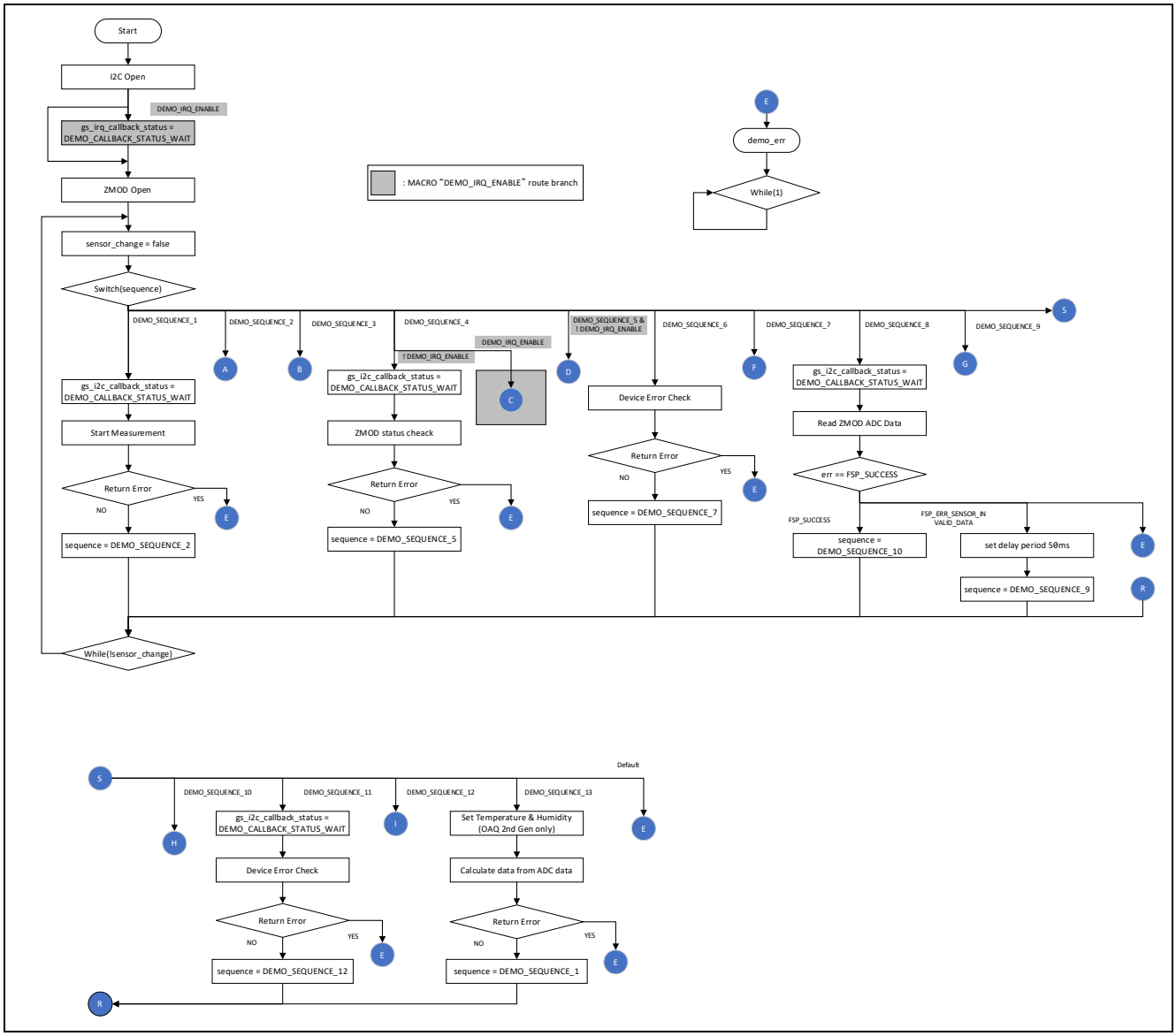


図 6-6　ZMOD4510 サンプルソフトウェアメイン処理フロー1

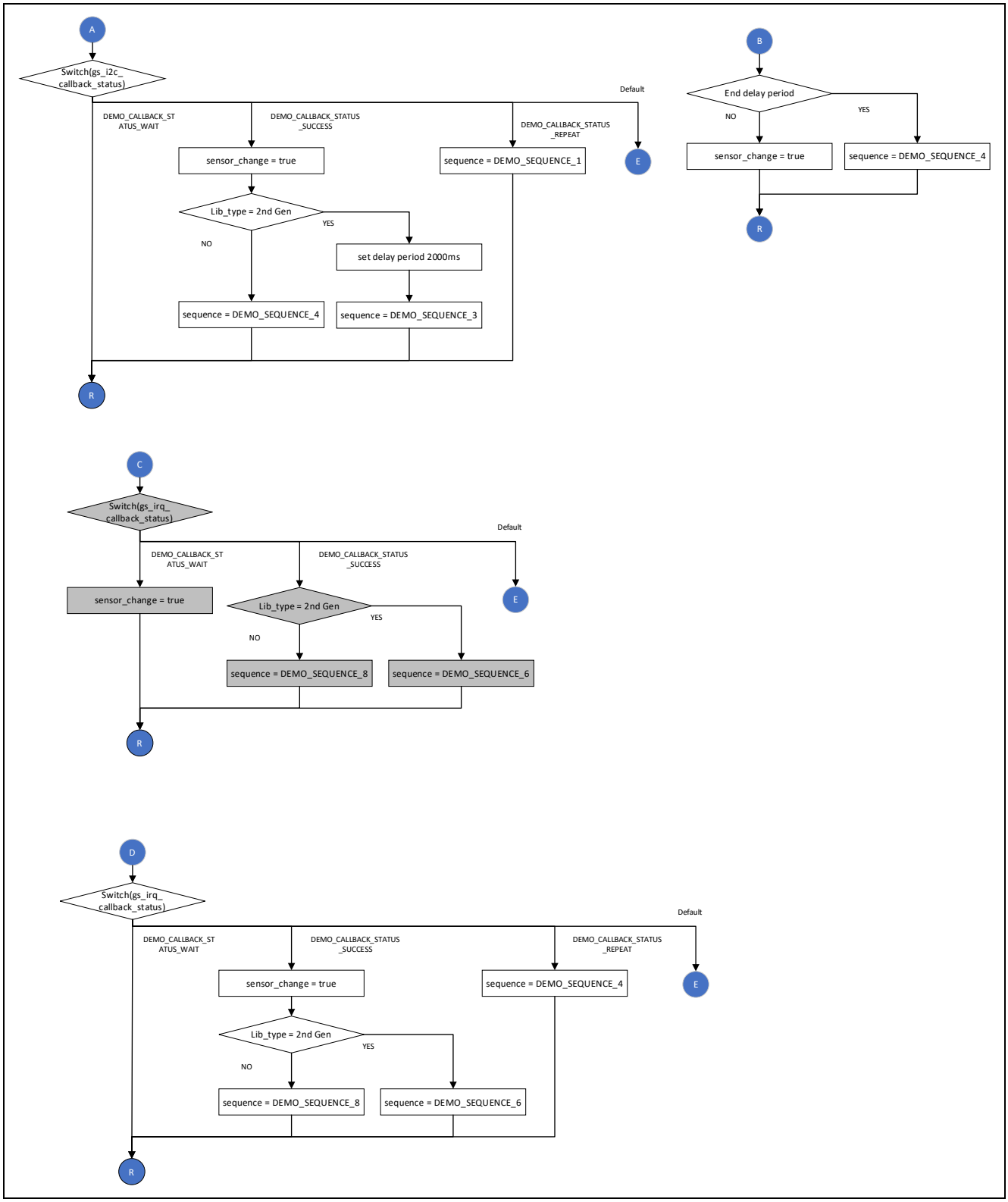


図 6-7　ZMOD4510 サンプルソフトウェアメイン処理フロー2

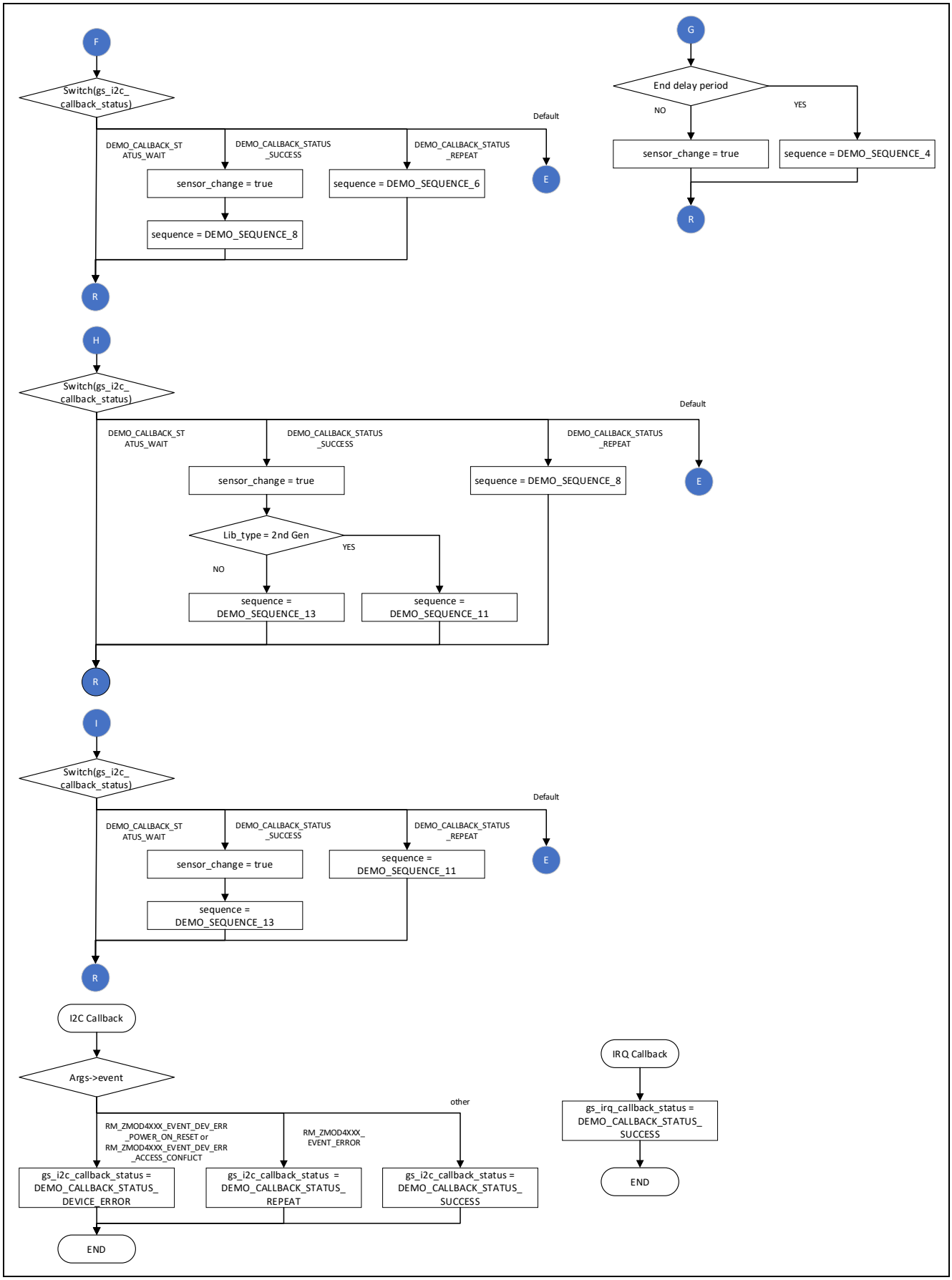


図 6-8　ZMOD4510 サンプルソフトウェアメイン処理フロー3

6.3.3　Azure RTOS プロジェクト

RX プロジェクトの Azure RTOS 版では、以下のような変更を行っています。

1. src/hardware_setup.c

   25 行目：100u → 1000u に変更

2. src/demo_thread.c

   57 行目：extern void tx_application_define_user (void);を追加

   179 行目：tx_application_define_user();を追加

3. src/rtos_skelton/zmod4410_sensor_thread_entry.c , zmod4510_sensor_thread_entry.c

   27 行目：#include "azurertos_object_init.h"を#include "tx_api.h"に変更

7. コンフィグ設定

7.1 ZMOD4XXX センサ設定

7.1.1 RA ファミリ

FSP Configurator の Stack タブで rm_zmod4xxx の Stack を選択することにより、Properties タブに設定可能な項目が表示されます。

設定可能な項目と設定値は以下の通りです。

また、ZMOD4XXX は 1 つのみ登録が可能で、複数の登録はできません。

表 7-1　RA ZMOD4XXX 設定一覧

設定項目	設定値	説明
Common		
Parameter Checking	Default (BSP) Enabled Disabled	パラメータチェック処理をコードに含めるか選択できます。 Disabled の場合、パラメータチェック処理をコードから省略します。 Enabled の場合、パラメータチェック処理をコードに含めます。
Module g_zmod4xxx_sensor ZMOD4XXX Gas Sensor (rm_zmod4xxx)		
Name	g_zmod4xxx_sensor0	モジュール名を設定します。 設定可能なモジュール名は、C 言語規格に準拠します。
Callback	zmod4xxx_comms_i2c_callback	ユーザコールバック関数名を設定します。 設定可能なコールバック関数名は、C 言語規格に準拠します。 NULL を設定した場合は、コールバック関数は使用されません。
IRQ Callback	zmod4xxx_irq_callback	IRQ ユーザコールバック関数名を設定します。 設定可能なコールバック関数名は、C 言語規格に準拠します。 NULL を設定した場合は、コールバック関数は使用されません。

7.1.2　RX ファミリ

Smart Configurator の Component タブで r_zmod4xxx_rx コンポーネントを選択することにより、Properties タブに設定可能な項目が表示されます。

設定可能な項目と設定値は以下の通りです。

また、ZMOD4XXX は 1 つのみ登録が可能で、複数の登録はできません。

表 7-2　RX ZMOD4XXX 設定一覧

設定項目	設定値	説明
Configurations		
Parameter Checking	Default (BSP) Enabled Disabled	パラメータチェック処理をコードに含めるか選択できます。 Disabled の場合、パラメータチェック処理をコードから省略します。 Enabled の場合、パラメータチェック処理をコードに含めます。
Operation mode of ZMOD4XXX Sensors	IAQ 1st Gen. (Continuous)	ZMOD4xxx センサ動作モードを設定します。 1: IAQ 1st Gen. (Continuous) 2: IAQ 1st Gen. (Low Power) 3: IAQ 2nd Gen. 4: Odor 5: Sulfur-based Odor 6: OAQ 1st Gen. 7: OAQ 2nd Gen. 8: IAQ 2nd Gen. Ultra-Low Power 9: RAQ 10:Rel IAQ. 11:Rel IAQ. Ultra-Low Power mode 12:PBAQ.
I2C communication device number	I2C Communication Device(x) (x = 0 - 15)	I2C 通信デバイス番号を設定します。
I2C Callback function name	zmod4xxx_user_i2c_callback0	I2C コールバック関数名を設定します。
Enable IRQ	Enable or Disable	IRQ 許可を指定します。
IRQ Callback function name	zmod4xxx_user_irq_callback0	IRQ コールバック関数名を設定します。
IRQ number	IRQ(x) (x = 0 - 15)	有効の IRQ 番号を指定します。
IRQ Trigger	Rising	IRQ トリガを Low Level, Falling, Rising, Both Edges から指定します。
IRQ Interrupt Priority	Priority(x) (x = 0 - 15)	IRQ 割込みのプライオリティを指定します。

7.1.3　RL78 ファミリ

サンプルプロジェクトのプロジェクトツリー上の\zmod4xxx\r_config\r_zmod4xxx_rl_config.h に定義されている定数の値を変更することにより、設定を変更することができます。

設定可能な項目と設定値は以下の通りです。

表 7-3　RL78 ZMOD4XXX 設定一覧

定数名	設定値	説明
Configurations		
RM_ZMOD4XXX_CFG_PARAM_CHECKING_ENABLE	0 1	パラメータチェック処理をコードに含めるか選択できます。 “0”の場合、パラメータチェック処理をコードから省略します。 “1”の場合、パラメータチェック処理をコードに含めます。
RM_ZMOD4XXX_CFG_DEVICE_NUM_MAX	1	ZMOD4xxx センサ数を設定します。
RM_ZMOD4XXX_CFG_DEVICE(x)_OPERATION_MODE (x = 0 – 1)	1	ZMOD4xxx センサ動作モードを設定します。※ 1: IAQ 1st Gen. (Continuous) 2: IAQ 1st Gen. (Low Power) 3: IAQ 2nd Gen. 4: Odor 5: Sulfur-based Odor 6: OAQ 1st Gen. 7: OAQ 2nd Gen. 8: IAQ 2nd Gen. Ultra-Low Power mode 9: RAQ 10:Rel IAQ. 11:Rel IAQ. Ultra-Low Power mode 12:PBAQ.
RM_ZMOD4XXX_CFG_DEVICE(x)_COMMS_INSTANCE (x = 0 – 1)	g_comms_i2c_device(x) (x = 0 - 4)	I2C 通信デバイスインスタンスを設定します。
RM_ZMOD4XXX_CFG_DEVICE(x)_COMMS_I2C_CALLBACK (x = 0 – 1)	zmod4xxx_user_i2c_callback0	I2C コールバック関数名を設定します。
RM_ZMOD4XXX_CFG_DEVICE(x)_IRQ_ENABLE (x = 0 – 1)	Enable or Disable	外部割込み(INTC)許可を指定します。
RM_ZMOD4XXX_CFG_DEVICE(x)_IRQ_CALLBACK (x = 0 – 1)	zmod4xxx_user_irq_callback0	外部割込み(INTC)コールバック関数名を設定します。
RM_ZMOD4XXX_CFG_DEVICE(x)_IRQ_NUMBER (x = 0 – 1)	R_INTC(x) (x = 0 – 11)	外部割込み(INTC)の端子番号を指定します。

※コード生成及び、e2 studio 2022-10 以前のスマートコンフィグレータを使用する場合、ビルド設定のライブラリ設定は自動で行われません。コード生成後に、手動でビルド設定のライブラリ設定を行ってください。

7.1.4　RZ ファミリ

FSP Configurator の Stack タブで rm_zmod4xxx の Stack を選択することにより、Properties タブに設定可能な項目が表示されます。

設定可能な項目と設定値は以下の通りです。

また、ZMOD4XXX は 1 つのみ登録が可能で、複数の登録はできません。

表 7-4　RZ ZMOD4XXX 設定一覧

設定項目	設定値	説明
Common		
Parameter Checking	Default (BSP)	パラメータチェック処理をコードに含めるか選択できます。 Disabled の場合、パラメータチェック処理をコードから省略します。 Enabled の場合、パラメータチェック処理をコードに含めます。
	Enabled	
	Disabled	
Module g_zmod4xxx_sensor0 ZMOD4XXX Gas Sensor (rm_zmod4xxx)		
Name	g_zmod4xxx_sensor0	モジュール名を設定します。 設定可能なモジュール名は、C 言語規格に準拠します。
Callback	zmod4xxx_comms_i2c_callback	ユーザコールバック関数名を設定します。 設定可能なコールバック関数名は、C 言語規格に準拠します。 NULL を設定した場合は、コールバック関数は使用されません。
IRQ Callback	zmod4xxx_irq_callback	IRQ ユーザコールバック関数名を設定します。 設定可能なコールバック関数名は、C 言語規格に準拠します。 NULL を設定した場合は、コールバック関数は使用されません。

7.2　通信ドライバミドルウェア設定

7.2.1　RA ファミリ

FSP Configurator の Stack タブで rm_comms_i2c の Stack を選択することにより、Properties タブに設定可能な項目が表示されます。

設定可能な項目と設定値は以下の通りです。

表 7-5　RA 通信ドライバ設定一覧

設定項目	設定値	説明
Common		
Parameter Checking	Default (BSP)	パラメータチェック処理をコードに含めるか選択できます。 Disabled の場合、パラメータチェック処理をコードから省略します。 Enabled の場合、パラメータチェック処理をコードに含めます。
	Enabled	
	Disabled	
Module g_comms_i2c_device0 I2C Communication Device (rm_comms_i2c)		
Name	g_comms_i2c_device0	モジュール名を設定します。 設定可能なモジュール名は、C 言語規格に準拠します。
Semaphore Timeout	0xFFFFFFFF	RTOS プロジェクト時、semaphore のタイムアウト時間を設定します。
Slave Address	0x32	スレーブアドレスを設定します。 rm_zmod4xxx を使用する場合は、自動的に設定され変更できません。
Address Mode	7-Bit	スレーブアドレスのビット幅を設定します。 rm_zmod4xxx を使用する場合は、自動的に設定され変更できません。
Callback	rm_zmod4xxx_comms_i2c_callback	ユーザコールバック関数名を設定します。 rm_zmod4xxx を使用する場合は、自動的に設定され変更できません。
Module g_comms_i2c_bus0 I2C Shared Bus (rm_comms_i2c)		
Name	g_comms_i2c_bus0	I2C モジュール名を設定します。
Bus Timeout	0xFFFFFFFF	I2C バスのタイムアウト時間を設定します
Semaphore for blocking	Unuse	RTOS プロジェクト時、Blocking 処理の有効/無効を設定します。
	Use	
Recursive Mutex for Bus	Unuse	RTOS プロジェクトかつ、Blocking が有効の時、再帰動作の有効/無効を設定します。
	Use	

7.2.2　RX ファミリ

Smart Configurator の Component タブで r_comms_i2c_rx コンポーネントを選択することにより、Configure 領域に設定可能な項目が表示されます。

設定可能な項目と設定値は以下の通りです。

表 7-6　RX 通信ドライバ設定一覧

設定項目	設定値	説明
Configurations		
Parameter Checking	System Default Enabled Disabled	パラメータチェック処理をコードに含めるか選択できます。 “Disabled”の場合、パラメータチェック処理をコードから省略します。 “Enabled”の場合、パラメータチェック処理をコードに含めます。
Number of I2C Shared Buses	Unused 1 2 - 16	接続可能とする I2C バス数を設定します。
Number of I2C Devices	Unused 1 2 - 16	接続可能とする I2C デバイスを設定します。
Blocking operation supporting with RTOS	Disabled Enabled	RTOS プロジェクト時のブロッキング動作を設定します。
Bus lock operation supporting with RTOS	Disabled Enabled	RTOS プロジェクト時のバスロック動作を設定します。
IIC Driver Type for I2C Shared bus(x) (x = 0 - 15)	RIIC SCI IIC Not selected	通信バスが使用する I2C バスの種別を設定します。 RIIC を使用する場合は、r_riic_rx, SCI IIC を使用する場合は、r_sci_iic_rx が必要となります。 使用しない FIT モジュールを削除すると、警告が表示されますが、動作に問題はありません。
Channel No. for I2C Shared bus(x) (x = 0 - 15)	0	通信バス使用する I2C バスのチャネル番号を設定します。
Timeout for the bus lock of the I2C bus for I2C Shared Bus(x) (x = 0 - 15)	0xFFFFFFFF	I2C バス(x)の I2C バスロックタイムアウト時間を設定します。 (x = 0 - 4)
I2C Shared Bus No. for I2C Communication Device(x) (x = 0 - 15)	I2C Shared Bus(x) (x = 0 - 15)	通信バス使用する I2C バスのコンフィグレーションを設定します。
Slave address for communication device(x) (x = 0 - 15)	0x32	通信バスに接続されるデバイスのスレーブアドレスを設定します。 r_zmod4xxx_rx を使用する場合は、0x32 に設定してください。
Slave address mode for communication device(x) (x = 0 - 15)	7 bit address mode	スレーブアドレスモードを設定します。 r_zmod4xxx_rx を使用する場合は、7 bit address mode に設定してください。
Callback function for Communication	comms_i2c_user_callback(x) (x = 0 - 15)	ユーザコールバック関数名を設定します。 r_zmod4xxx_rx を使用する場合は、

device(x) (x = 0 - 15)		rm_zmod4xxx_callback(y) (y = 0)を設定します。

7.2.3　RL78 ファミリ

サンプルプロジェクトのプロジェクトツリー上の\zmod4xxx\r_config\r_comms_i2c_rl_config.h に定義されている定数の値を変更することにより、設定を変更することができます。

設定可能な項目と設定値は以下の通りです。

表 7-7　RL78 通信ドライバ設定一覧

定数名	設定値	説明
Configurations		
COMMS_I2C_CFG_PARAM_CHECKING_ENABLE	0	パラメータチェック処理をコードに含めるか選択できます。 “0” の場合、パラメータチェック処理をコードから省略します。 “1” の場合、パラメータチェック処理をコードに含めます。
	1	
COMMS_I2C_CFG_BUS_NUM_MAX	1	接続可能とする通信バス数を設定します。
	2	
	3	
	4	
	5	
COMMS_I2C_CFG_DEVICE_NUM_MAX	1	接続可能とする I2C デバイス数を設定します。
	2	
	3	
	4	
	5	
COMMS_I2C_CFG_BUS(x)_DRIVER_TYPE (x = 0 - 4)	COMMS_DRIVER_I2C	通信バスが使用する I2C バスの種別を設定します。
	COMMS_DRIVER_SAU_I2C	
COMMS_I2C_CFG_DEVICE(x)_BUS_CH (x = 0 - 4)	g_comms_i2c_bus(x)_extended_cfg (x = 0 - 4)	通信バス使用する I2C バスのコンフィグレーションを設定します。
COMMS_I2C_CFG_DEVICE(x)_SLAVE_ADDR (x = 0 - 4)	0x07	通信バスに接続されるデバイスのスレーブアドレスを設定します。 rm_zmod4xxx を使用する場合は、0x32 に設定してください。
COMMS_I2C_CFG_DEVICE(x)_CALLBACK_ENABLE (x = 0 – 4)	0	ユーザコールバック関数の有効(1)/無効(0)を設定します。
	1	
COMMS_I2C_CFG_BUSx_CALLBACK (x = 0 - 4)	comms_i2c_user_callback(x) (x = 0 - 4)	ユーザコールバック関数名を設定します。 rm_zmod4xxx_callback(y) (y = 0)を設定します。

7.2.4　RZ ファミリ

FSP Configurator の Stack タブで rm_comms_i2c の Stack を選択することにより、Properties タブに設定可能な項目が表示されます。

設定可能な項目と設定値は以下の通りです。

表 7-8　RZ 通信ドライバ設定一覧

設定項目	設定値	説明
Common		
Parameter Checking	Default (BSP)	パラメータチェック処理をコードに含めるか選択できます。 Disabled の場合、パラメータチェック処理をコードから省略します。 Enabled の場合、パラメータチェック処理をコードに含めます。
	Enabled	
	Disabled	
Module g_comms_i2c_device0 I2C Communication Device (rm_comms_i2c)		
Name	g_comms_i2c_device0	モジュール名を設定します。 設定可能なモジュール名は、C 言語規格に準拠します。
Semaphore Timeout	0xFFFFFFFF	RTOS プロジェクト時、semaphore のタイムアウト時間を設定します。
Slave Address	0x32	スレーブアドレスを設定します。 rm_zmod4xxx を使用する場合は、自動的に設定され変更できません。
Address Mode	7-Bit	スレーブアドレスのビット幅を設定します。 rm_zmod4xxx を使用する場合は、自動的に設定され変更できません。
Callback	rm_zmod4xxx_comms_i2c_callback	ユーザコールバック関数名を設定します。 rm_zmod4xxx を使用する場合は、自動的に設定され変更できません。
Module g_comms_i2c_bus0 I2C Shared Bus (rm_comms_i2c)		
Name	g_comms_i2c_bus0	I2C モジュール名を設定します。
Bus Timeout	0xFFFFFFFF	I2C バスのタイムアウト時間を設定します
Semaphore for Blocking	Unuse	RTOS プロジェクト時、Blocking 処理の有効/無効を設定します。
	Use	
Recursive Mutex for Bus	Unuse	RTOS プロジェクトかつ、Blocking が有効の時、再帰動作の有効/無効を設定します。
	Use	

7.3　I2C ドライバ設定

7.3.1　RA ファミリ

FSP Configurator の Stack タブで r_iic_master もしくは、r_sci_i2c の Stack を選択することにより、Properties タブに設定可能な項目が表示されます。

設定可能な項目と設定値は以下の通りです。

表 7-9　RA r_iic_master 設定一覧

設定項目	設定値	説明
Common		
Parameter Checking	Default (BSP) Enabled Disabled	パラメータチェック処理をコードに含めるか選択できます。 Disabled の場合、パラメータチェック処理をコードから省略します。 Enabled の場合、パラメータチェック処理をコードに含めます。
DTC on Transmission and Reception	Enabled Disabled	送受信に DTC を使用するか設定する。
10-bit slave addressing	Enabled Disabled	スレーブアドレスに 10-bit addressing をサポートするか設定する。 rm_zmod4xxx を使用する場合は、Disabled に設定してください。
Module g_i2c_master0 I2C Master (r_iic_master)		
Name	g_i2c_master0	モジュール名を設定します。
Channel	0	使用するチャネル番号を設定します。
Rate	Standard Fast-mode Fast-mode plus	ボーレートを設定します。 rm_zmod4xxx を使用する場合は、Standard もしくは、Fast-mode に設定してください。
Rise Time (ns)	120	SCL の立ち上がり時間を設定します。使用するボードに合わせて設定してください。
Fall Time (ns)	120	SCL の立ち下がり時間を設定します。使用するボードに合わせて設定してください。
Duty Cycle (%)	50	SCL のデューティ比を設定します。
Slave Address	0x00	接続するデバイスのスレーブアドレスを設定します。 rm_comms_i2c により上書きされますので、設定は必要ありません。
Address Mode	7-Bit 10-Bit	接続するデバイスのスレーブアドレスモードを設定します。 rm_comms_i2c により上書きされますので、設定は必要ありません。
Timeout Mode	Short Mode Long Mode	I2C バスのタイムアウト時間を設定します
Callback	rm_comms_i2c_callback	ユーザコールバック関数名を設定します。 rm_comms_i2c により自動的に設定されます。

Interrupt Priority Level	Priority 0 (highest)	I2C バスドライバの割り込み優先レベルを設定します。
	Priority 1	
	Priority 2	
	Priority 3	
	Priority 4	
	Priority 5	
	Priority 6	
	Priority 7	
	Priority 8	
	Priority 9	
	Priority 10	
	Priority 11	
	Priority 12	
	Priority 13	
	Priority 14	
	Priority 15	
Pins		
SDA	Pxxx	ドライバが使用する端子番号が表示されます。 端子の設定は、Pins タブで行います。
SCL	Pxxx	

表 7-10　RA r_sci_i2c 設定一覧

設定項目	設定値	説明
Common		
Parameter Checking	Default (BSP)	パラメータ判定処理の有効/無効を設定します。 Enabled に設定した場合、パラメータ判定処理が含まれたコードでビルドされます。
	Enabled	
	Disabled	
DTC on Transmission and Reception	Enabled	送受信に DTC を使用するか設定する。
	Disabled	
10-bit slave addressing	Enabled	スレーブアドレスに 10-bit addressing をサポートするか設定する。 rm_zmod4xxx を使用する場合は、Disabled に設定してください。
	Disabled	
Module g_i2c0 I2C Master (r_sci_i2c)		
Name	g_i2c0	モジュール名を設定します。
Channel	0	使用するチャネル番号を設定します。
Slave Address	0x00	接続するデバイスのスレーブアドレスを設定します。 rm_comms_i2c により上書きされますので、設定は必要ありません。
Address Mode	7-Bit	接続するデバイスのスレーブアドレスモードを設定します。 rm_comms_i2c により上書きされますので、設定は必要ありません。
	10-bit	

Rate	Standard	ボーレートを設定します。 Standard もしくは、Fast-mode に設定してください。
	Fast-mode	
	Fast-mode plus	
SDA Output Delay (nano seconds)	300	SDA 出力遅延時間を設定します。
Noise filter setting	Use clock signal divided by 1 with noise filter	入力信号のノイズフィルタ使用を設定します
	Use clock signal divided by 2 with noise filter	
	Use clock signal divided by 4 with noise filter	
	Use clock signal divided by 8 with noise filter	
Bit Rate Modulation	Enable	Bit Rate Modulation 機能の使用を設定します
	Disable	
Callback	rm_comms_i2c_callback	ユーザコールバック関数名を設定します。 rm_comms_i2c により自動的に設定されます。
Interrupt Priority Level	Priority 0 (highest)	I2C 割り込みの割り込み優先レベルを設定します。
	Priority 1	
	Priority 2	
	Priority 3	
	Priority 4	
	Priority 5	
	Priority 6	
	Priority 7	
	Priority 8	
	Priority 9	
	Priority 10	
	Priority 11	
	Priority 12	
	Priority 13	
	Priority 14	
	Priority 15	
RX Interrupt Priority Level [Only used when DTC is enabled]	Priority 0 (highest)	DTC を使用した場合の受信割り込みの割り込み優先レベルを設定します。
	Priority 1	
	Priority 2	
	Priority 3	
	Priority 4	
	Priority 5	
	Priority 6	
	Priority 7	
	Priority 8	
	Priority 9	
	Priority 10	
	Priority 11	
	Priority 12	
	Priority 13	
	Priority 14	
	Priority 15	
	Disabled	

Pins		
SDA	Pxxx	ドライバが使用する端子番号が表示されます。 端子の設定は、Pins タブで行います。
SCL	Pxxx	

表 7-11　RA r_sau_i2c 設定一覧

設定項目	設定値	説明
Common		
Parameter Checking	Default (BSP) Enabled Disabled	パラメータチェック処理をコードに含めるか選択できます。 Disabled の場合、パラメータチェック処理をコードから省略します。 Enabled の場合、パラメータチェック処理をコードに含めます。
Enable Critical Section	Enabled Disabled	クリティカルセクションの有効/無効を設定します。 同じ SAU ユニット上のチャネルを複数使用する場合は、Enabled の設定が必要です。
Manual Start-Stop	Enabled Disabled	スタート・コンディション、ストップ・コンディションの関数コールをユーザーが行うか選択できます。 Disabled の場合、スタート・コンディション、ストップ・コンディションの関数コールをコードに含めます。 Enabled の場合、スタート・コンディション、ストップ・コンディションの関数コールをコードから省略します。
Enable Single Channel	00 20 Disabled	指定したチャネル以外の処理を省略します。 Disabled の場合、全てのチャネルに対応します。
DTC Support	Enabled Disabled	DTC をサポートするか設定します。
Module g_i2c0 I2C Master (r_sau_i2c)		
Name	g_i2c0	モジュール名を設定します。
Channel	20	使用するチャネル番号を設定します。
Operation clock	CK0 CK1	動作クロックを設定します。
Slave Address	0x00	接続するデバイスのスレーブアドレスを設定します。 rm_comms_i2c により上書きされますので、設定は必要ありません。
Rate	Standard Fast-mode Fast-mode plus	ボーレートを設定します。 Standard もしくは、Fast-mode に設定してください。
Delay time (Microseconds)	5	SDA 出力遅延時間を設定します。
Callback	rm_comms_i2c_callback	ユーザコールバック関数名を設定します。 rm_comms_i2c により自動的に設定されます。

Transfer end interrupt priority	Priority 0 (highest)	I2C 割り込みの割り込み優先レベルを設定します。
	Priority 1	
	Priority 2	
	Priority 3	
Pins		
SCL	Pxxx	ドライバが使用する端子番号が表示されます。端子の設定は、Pins タブで行います。
SDA	Pxxx	

7.3.2　RX ファミリ

Smart Configurator の Component タブで r_riic_rx もしくは、r_sci_iic_rx コンポーネントを選択することにより、Configure 領域に設定可能な項目が表示されます。

設定可能な項目と設定値は以下の通りです。

表 7-12　RX r_riic_rx 設定一覧

設定項目	設定値	説明
Configurations		
Set parameter checking enable	System Default Not Include	パラメータチェック処理をコードに含めるか選択できます。 “Not” の場合、パラメータチェック処理をコードから省略します。 “Include” の場合、パラメータチェック処理をコードに含めます。
MCU supported channels for CHx (x = 0 – 2)	Not supported Supported	該当チャネルを使用するかを選択できます。 該当チャネルを使用しない場合は Not suppported に設定してください。 Not supported の場合、該当チャネルに関する処理をコードから省略します。 Supported の場合、該当チャネルに関する処理をコードに含めます。
CHx RIIC bps(kbps) (x = 0 – 2)	400	通信速度を設定できます。 rm_zmod4xxx を使用する場合は、400 以下に設定してください
Digital filter for CHx (x = 0 – 2)	Not One IIC phi Two IIC phi Three IIC phi Four IIC phi	指定したチャネルのノイズフィルタの段数を選択できます。 “Not”の場合、ノイズフィルタは無効となります。
Setting port setting processing	Not include port setting Include port setting	ポートを SCL, SDA 端子として使用するための設定処理をコードに含めるかを選択します。 Not include port setting の場合、ポートの設定処理をコードから省略します。 Include port setting の場合、ポートの設定処理をコードに含めます。
Master arbitration lost detection function for CHx (x = 0 – 2)	Unused Used	指定したチャネル のマスタアービトレーションロスト検出機能の有効/無効を選択できます。 マルチマスタで使用する場合は、 “Used”(有効)にしてください。 “Unused”の場合、マスタアービトレーションロスト検出を無効にします。 “Used”の場合、マスタアービトレーションロスト検出を有効にします。
Address y format for CHx (x = 0 – 2, y = 0 – 2)	Not 7 bit address format 10 bit address format	指定した RIIC のスレーブアドレスのフォーマットを 7 ビット/10 ビットから選択できます。 rm_zmod4xxx を使用する場合は、”7 bit address format”に設定してください
Slave Address y for CHx (x = 0 – 2, y = 0 – 2)	0x0025	指定したチャネルのスレーブアドレスを設定します。 rm_comms_i2c により上書きされますので、設定は必要ありません。
General call address for CHx	Unused Used	指定したチャネル のゼネラルコールアドレスの有効/

		無効が選択できます。 “Unused”の場合、ゼネラルコールアドレスを無効にします。 “Used”の場合、ゼネラルコールアドレスを有効にします。
CHx RXI INT Priority Level (x = 0 – 2)	Level 1 Level 2 Level 3 Level 4 Level 5 Level 6 Level 7 Level 8 Level 9 Level 10 Level 11 Level 12 Level 13 Level 14 Level 15 (highest)	指定したチャネルの受信データフル割り込み(RXI)の優先レベルを選択できます。 “Level 1”～” Level 15”の範囲で設定してください。
CHx RXI INT Priority Level (x = 0 – 2)	Level 1 Level 2 Level 3 Level 4 Level 5 Level 6 Level 7 Level 8 Level 9 Level 10 Level 11 Level 12 Level 13 Level 14 Level 15 (highest)	指定したチャネルの送信データエンプティ割り込み(TXI)の優先レベルを選択できます。 “Level 1”～”Level 15”の範囲で設定してください。
CHx EEI INT Priority Level (x = 0 – 2)	Level 1 Level 2 Level 3 Level 4 Level 5 Level 6 Level 7 Level 8 Level 9 Level 10 Level 11 Level 12 Level 13 Level 14 Level 15 (highest)	指定したチャネルの通信エラー/イベント発生割り込み(EEI)の優先レベルを選択できます。 “Level 1” ～” Level 15” の範囲で設定してください。
CHx TEI INT Priority Level (x = 0 – 2)	Level 1 Level 2 Level 3 Level 4 Level 5 Level 6	指定したチャネルの送信終了割り込み(TEI)の優先レベルを選択できます。 “Level 1” ～” Level 15” の範囲で設定してください。

	Level 7 Level 8 Level 9 Level 10 Level 11 Level 12 Level 13 Level 14 Level 15 (highest)	
Timeout function for CHx (x = 0 – 2)	Unused Used	指定したチャネルのタイムアウト検出機能を有効にできます。 “Unused”の場合、タイムアウト検出機能無効 “Used”の場合、タイムアウト検出機能有効
Timeout detection time for CHx (x = 0 – 2)	Long mode Short mode	指定したチャネルのタイムアウト検出時間を選択できます。 “Long mode”の場合、ロングモードを選択。 “Short mode”の場合、ショートモードを選択。
Count up during low period of timeout detection for CHx (x = 0 – 2)	Unused Used	指定したチャネルのタイムアウト検出機能有効時、SCL ラインが Low 期間中にタイムアウト検出機能の内部カウンタのカウントアップを有効にできます。 “Unused”の場合、SCL ラインが Low 期間中のカウントアップ禁止。 “Used”の場合、SCL ラインが Low 期間中のカウントアップ有効。
Count up during high period of timeout detection for CHx (x = 0 – 2)	Unused Used	指定したチャネルのタイムアウト検出機能有効時、SCL ラインが High 期間中にタイムアウト検出機能の内部カウンタのカウントアップを有効にできます。 “Unused”の場合、SCL ラインが High 期間中のカウントアップ禁止。 “Used”の場合、SCL ラインが High 期間中のカウントアップ有効。
Set Counter of checking bus busy	1000	API 関数のバスチェック処理時に、ソフトウェアによりタイムアウトカウンタ(バス確認回数)を設定できます。
Resources		
SDAx Pins	Unchecked	使用する端子を設定します。 使用する端子のチェックボックスにチェックしてください。
SCLx Pins	Unchecked	

表 7-13　RX r_sci_iic_rx 設定一覧

設定項目	設定値	説明
Configurations		
Set parameter checking enable	System Default Not Include	パラメータチェック処理をコードに含めるか選択できます。 “Not”の場合、パラメータチェック処理をコードから省略します。 “Include”の場合、パラメータチェック処理をコードに含めます。
MCU supported channels for CHx (x = 0 – 12)	Not supported Supported	該当チャネルを使用するかを選択できます。 “Not supported”の場合、該当チャネルに関する処理をコードから省略します。 “Supported”の場合、該当チャネルに関する処理をコードに含めます。
SCI IIC bitrate (bps) for CHx (x = 0 – 12)	384000	ビットレートを設定してください。 384000(384kbit/s)以下を設定してください。
Interrupt Priority for CHx (x = 0 – 12)	Level 1 Level 2 Level 3 Level 4 Level 5 Level 6 Level 7 Level 8 Level 9 Level 10 Level 11 Level 12 Level 13 Level 14 Level 15 (highest)	コンディション割り込み、受信割り込み、送信空割り込み、送信完了割り込みの優先レベルを設定してください。 “Level 1”～”Level 15”の範囲で設定してください。
Digital noise filter (NFEN bit) for CHx (x = 0 – 12)	Disable Enable	SSCL、SSDA 入力信号のノイズ除去機能を使用するか選択できます。 “Disable”の場合、ノイズ除去機能を無効にします。 “Enable”の場合、ノイズ除去機能を有効にします。
Noise Filter Setting Register (NFCS bit) for CHx (x = 0 – 12)	The clock divided by 1 The clock divided by 2 The clock divided by 4 The clock divided by 8	デジタルノイズフィルタのサンプリングクロックを選択します。 “The clock divided by 1”の場合、1 分周のクロックをノイズフィルタに使用します。 “The clock divided by 2”の場合、2 分周のクロックをノイズフィルタに使用します。 “The clock divided by 4”の場合、4 分周のクロックをノイズフィルタに使用します。 “The clock divided by 8”の場合、8 分周のクロックをノイズフィルタに使用します。
I2C Mode Registger 1 (IICDL bit) for CHx (x = 0 – 12)	18	SSCL 端子出力の立ち下がりに対する SSDA 端子出力の遅延を選択します。 “1”～“31”の範囲で設定してください。
Software bus busy ckeck counter	1000	バスビジー判定のカウント数を設定します。 簡易 I2C の API 関数のバスチェック処理時の、タイムアウトカウンタ(バス確認回数)を設定で

		きます。
Seting port setting processing	Not include port setting Include port setting	ポートを SSCL、SSDA 端子として使用するための設定処理をコードに含めるか選択できます。 “Not include port setting”の場合、ポートの設定処理をコードから省略します。 “Include port setting”の場合、ポートの設定処理をコードに含めます。
Resources		
SSDAx Pins	Unchecked	使用する端子を設定します。 使用する端子のチェックボックスにチェックしてください。
SSCLx Pins	Unchecked	

7.3.3　RL78 ファミリ

Code Generator の周辺機能にあるシリアルを選択することで、Peripheral Functions タブに設定可能な項目が表示されます。

設定可能な項目と設定値は以下の通りです。

表 7-14　RL78 シリアル設定一覧

設定項目	設定値	説明
SAUx		
チャネル		
チャネル x	使用しない	使用するチャネルの通信機能を設定します。 rm_zmod4xxx を使用する場合は、IICxx を選択してください。
	UARTxx	
	CSIxx	
	IICxx	
IICxx		
転送レート	1000000	ボーレートを設定します。 rm_zmod4xxx を使用する場合は、100000 に設定してください。
転送完了割り込み優先順位 (INTIICxx)	高	転送完了割り込みの割り込み優先順位を設定します。
	レベル 1	
	レベル 2	
	低	
マスタ送信完了	Checked	マスタ送信完了によるコールバック機能を設定します。
マスタ受信完了	Checked	マスタ受信完了によるコールバック機能を設定します。
マスタエラー	Checked	通信エラーによるコールバック機能を設定します。
IICAx		
転送モード		
転送モード	使用しない	使用するチャネルの通信機能を設定します。 シングルマスタを選択してください。
	シングルマスタ	
	スレーブ	
設定		
カウントクロック	fCLK	カウント・クロックを設定します。
	fCLK/2	
アドレス	16	自局アドレスを設定します。
動作モード	標準	動作モードを設定します。
	ファスト・モード/ ファスト・モード・プラス	
転送クロック (fSCL)	100000	ボーレートを設定します。 400000 以下に設定してください。
通信完了割り込み優先順位(INTIICAx)	高	通信完了割り込みの割り込み優先順位を設定します。
	レベル 1	
	レベル 2	
	低	
マスタ送信完了	Checked	マスタ送信完了によるコールバック機能を設定します。
マスタ受信完了	Checked	マスタ受信完了によるコールバック機能を設定します。

マスタエラー	Checked	通信エラーによるコールバック機能を設定します。
マスタ送信完/受信完了コールバック時にストップ・コンディションを生成	Checked	コールバック時のストップ・コンディション生成を設定します。 チェックを外してください。

7.3.4　RZ ファミリ

FSP Configurator の Stack タブで r_riic_master の Stack を選択することにより、Properties タブに設定可能な項目が表示されます。

設定可能な項目と設定値は以下の通りです。

表 7-15　RZ r_riic_master 設定一覧

設定項目	設定値	説明
Common		
Parameter Checking	Default (BSP)	パラメータチェック処理をコードに含めるか選択できます。 Disabled の場合、パラメータチェック処理をコードから省略します。 Enabled の場合、パラメータチェック処理をコードに含めます。
	Enabled	
	Disabled	
10-bit slave addressing	Enabled	スレーブアドレスに 10-bit addressing をサポートするか設定する。 rm_zmod4xxx を使用する場合は、Disabled に設定してください。
	Disabled	
Module g_i2c_master3 I2C Master Driver on r_riic_master		
Name	g_i2c_master3	モジュール名を設定します。
Channel	3	使用するチャネル番号を設定します。
Rate	Standard	ボーレートを設定します。 rm_zmod4xxx を使用する場合は、Standard もしくは、Fast-mode に設定してください。
	Fast-mode	
	Fast-mode plus	
Rise Time (ns)	120	SCL の立ち上がり時間を設定します。使用するボードに合わせて設定してください。
Fall Time (ns)	120	SCL の立ち下がり時間を設定します。使用するボードに合わせて設定してください。
Duty Cycle (%)	50	SCL のデューティ比を設定します。
Noise Filter Stages	1	1IICφ サイクル以下のノイズを除去します。
	2	2IICφ サイクル以下のノイズを除去します。
	3	3IICφ サイクル以下のノイズを除去します。
	4	4IICφ サイクル以下のノイズを除去します。
Slave Address	0x00	接続するデバイスのスレーブアドレスを設定します。 rm_comms_i2c により上書きされますので、設定は必要ありません。
Address Mode	7-Bit	接続するデバイスのスレーブアドレスモードを設定します。 rm_comms_i2c により上書きされますので、設定は必要ありません。
	10-Bit	
Timeout Mode	Short Mode	I2C バスのタイムアウト時間を設定します
	Long Mode	
Callback	rm_comms_i2c_callback	ユーザコールバック関数名を設定します。 rm_comms_i2c により自動的に設定されます。

Interrupt Priority Level	0 (highest)	I2C バスドライバの割り込み優先レベルを設定します。
	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
	7	
	8	
	9	
	10	
	11	
	12	
	13	
	14	
	15	

7.4　IRQ ドライバ設定

7.4.1　RA ファミリ

FSP Configurator の Stack タブで r_icu の Stack を選択することにより、Properties タブに設定可能な項目が表示されます。

設定可能な項目と設定値は以下の通りです。

表 7-16　RA r_icu 設定一覧

設定項目	設定値	説明
Common		
Parameter Checking	Default (BSP)	パラメータチェック処理をコードに含めるか選択できます。 Disabled の場合、パラメータチェック処理をコードから省略します。 Enabled の場合、パラメータチェック処理をコードに含めます。
	Enabled	
	Disabled	
Module g_external_irq0 External IRQ (r_icu)		
Name	g_external_irq0	モジュール名を設定します。
Channel	(x)	使用するチャネル番号を設定します。
Trigger	Falling	トリガを設定します。 rm_zmod4xxx を使用する場合は、Rising に設定してください。
	Rising	
	Both Edges	
	Low Level	
Digital Filtering	Enabled	デジタルフィルタ機能の使用を設定します
	Disabled	
Digital Filtering Sample Clock (Only valid when Digital Filtering is Enabled)	PCLK / 1	デジタルフィルタのサンプリングクロックを選択します。
	PCLK / 8	
	PCLK / 32	
	PCLK / 64	
Callback	rm_zmod4xxx_irq_callback	ユーザコールバック関数名を設定します。 r_icu により自動的に設定されます。
Pin Interrupt Priority	Priority 0 (highest)	IRQ ドライバの割り込み優先レベルを設定します。
	Priority 1	
	Priority 2	
	Priority 3	
Pins		
IRQ	Pxxx	ドライバが使用する端子番号が表示されます。 端子の設定は、Pins タブで行います。

7.4.2　RZ ファミリ

FSP Configurator の Stack タブで r_intc_irq の Stack を選択することにより、Properties タブに設定可能な項目が表示されます。

設定可能な項目と設定値は以下の通りです。

表 7-17　RZ r_intc_irq 設定一覧

設定項目	設定値	説明
Common		
Parameter Checking	Default (BSP)	パラメータチェック処理をコードに含めるか選択できます。 Disabled の場合、パラメータチェック処理をコードから省略します。 Enabled の場合、パラメータチェック処理をコードに含めます。
	Enabled	
	Disabled	
Module g_external_irq7 External IRQ Driver on r_intc_irq		
Name	g_external_irq7	モジュール名を設定します。
Channel	7	使用するチャネル番号を設定します。
Trigger	Falling	トリガを設定します。 rm_zmod4xxx を使用する場合は、Rising に設定してください。
	Rising	
	Both Edges	
	Low Level	
Callback	rm_zmod4xxx_irq_callback	ユーザコールバック関数名を設定します。 r_intc_irq により自動的に設定されます。
Pin Interrupt Priority	0 (highest)	IRQ ドライバの割り込み優先レベルを設定します。
	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
	7	
	8	
	9	
	10	
	11	
	12	
	13	
	14	
	15	

Pins		
IRQ7	<unavailable>	端子の設定は、src フォルダにある pin_data.c で行います。設定方法は 8.4.3 サンプルソースの変更を参照してください。

8.　デバイス変更ガイド

サンプルプロジェクトを異なるデバイスで動作させるには、以下の手順に従ってください。

移行元デバイスのサンプルプロジェクトは、事前に Workspace にインポートしてください。

8.1　RA サンプルプロジェクト

サンプルプロジェクトを変更する場合の手順は以下の通りです。

本章解説では、例としてサンプルプロジェクト” ZMOD4xxx_RA6M4_NonOS”から、EK-RA2E1 ボードで使用できるプロジェクトへの変更手順を記載します。

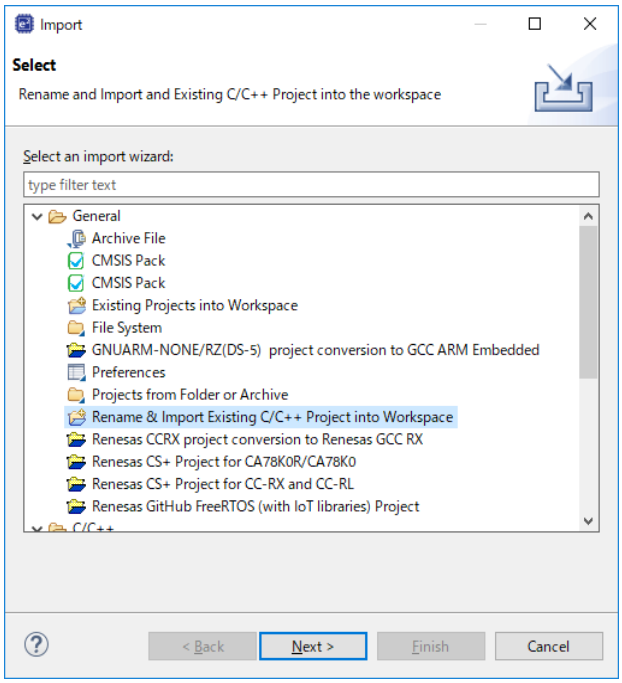
ただし、元のサンプルプロジェクトと異なる I2C ドライバを使用する場合の変更手順は、FPB-RA0E1 ボードを対象として記載します。

また、PMOD1 の記述については”OptionType6A”を適用したボードを使用する場合の手順となります。

8.1.1　サンプルプロジェクトのインポート

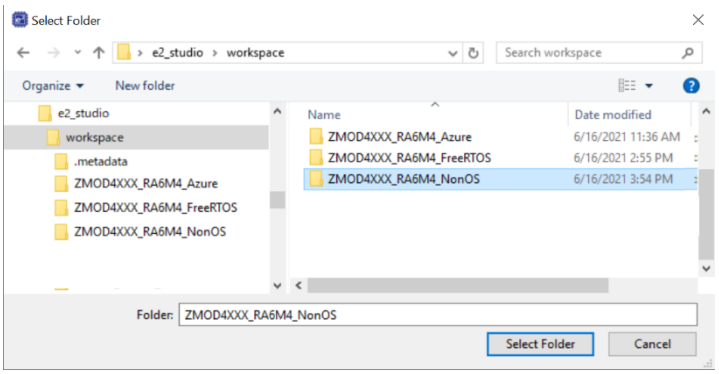
メニューから、インポートを選択します。

表示されたインポートウィンドウで、”Rename & Import Existing C/C++ Project into Workspace”を選択し、[Next]ボタンを押下します。

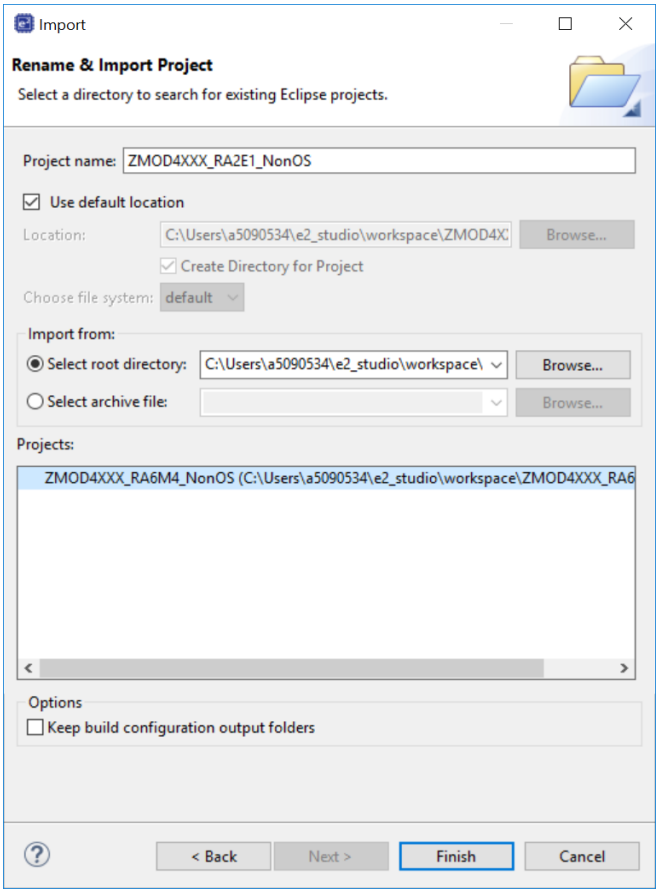


[Browse]ボタンを押下し、フォルダの選択ウィンドウを表示します。

インポート済みのサンプルプロジェクトから、移行元デバイスのプロジェクトのフォルダを選択し、[フォルダの選択]ボタンを押下します。



プロジェクト名の入力および、移行元デバイスのプロジェクトを選択し、[Finish]ボタンを押下します。



8.1.2　FSP Configurator の設定変更

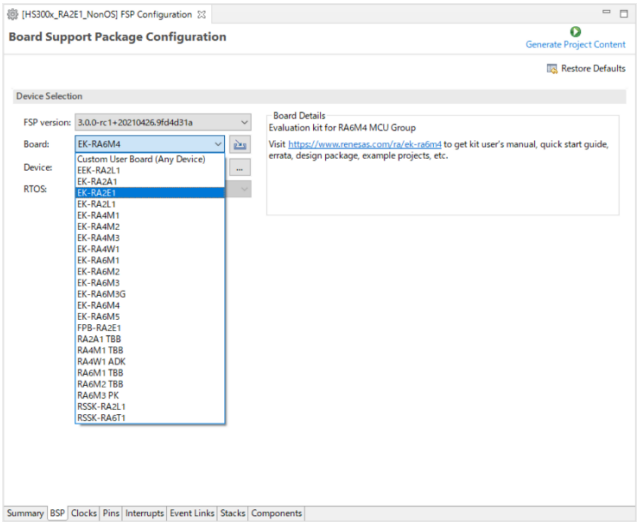
プロジェクトツリーの Configuratorn.xml をダブルクリックし、FSP Configurator を開きます。

8.1.2.1　BSP タブの設定変更

Board および Device を変更します。

ルネサス製ボードに変更する場合は、Board の設定のみ変更してください。

ルネサス製以外のボードに変更する場合は、Board を”Custom User Board (Any Device)”に変更後、Device を使用するデバイスに変更してください。

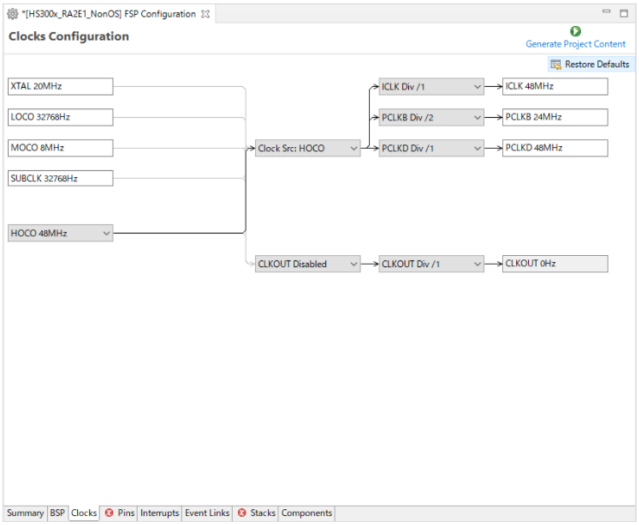


8.1.2.2　Clocks タブの設定変更

クロック設定を変更します。

Board を”Custom User Board (Any Device)”に変更した場合は、使用するボードに合わせてクロック設定を変更してください。

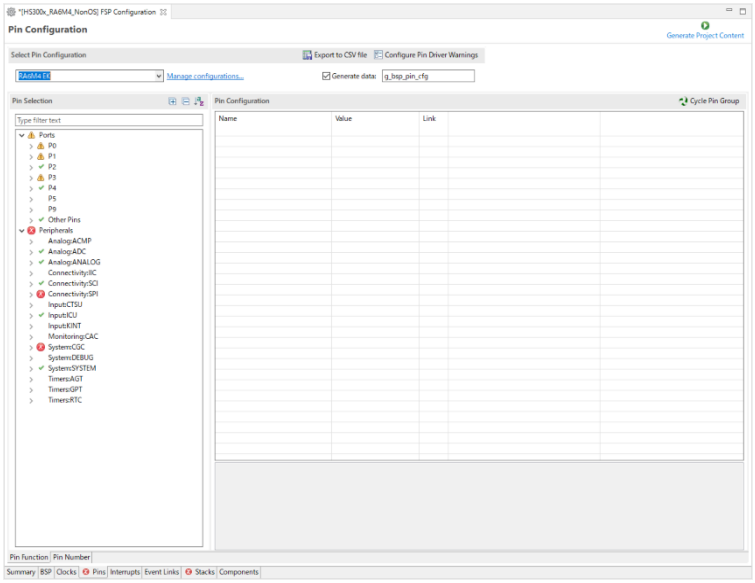
Board をルネサス製ボードに変更した場合は、自動的に設定が変更されます。



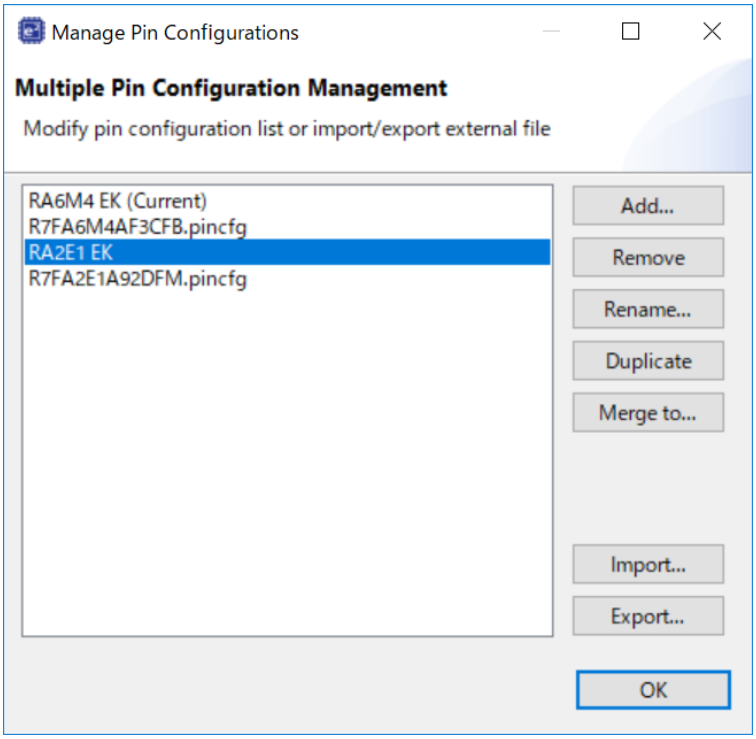
8.1.2.3　Pins タブの設定変更

使用するボードに合わせて、端子設定を変更します。

ルネサス製ボードを使用する場合は、Select Pin Configuration を”RA6M4 EK”から使用するボードに変更することで、自動的に割り当てが行われます。



Select Pin Configuration のメニューに変更したいボードが表示されない場合は、[Manage Configuration]をクリックし、表示された Manage Pin Configuration ウィンドウで、使用したいボードを選択してください。

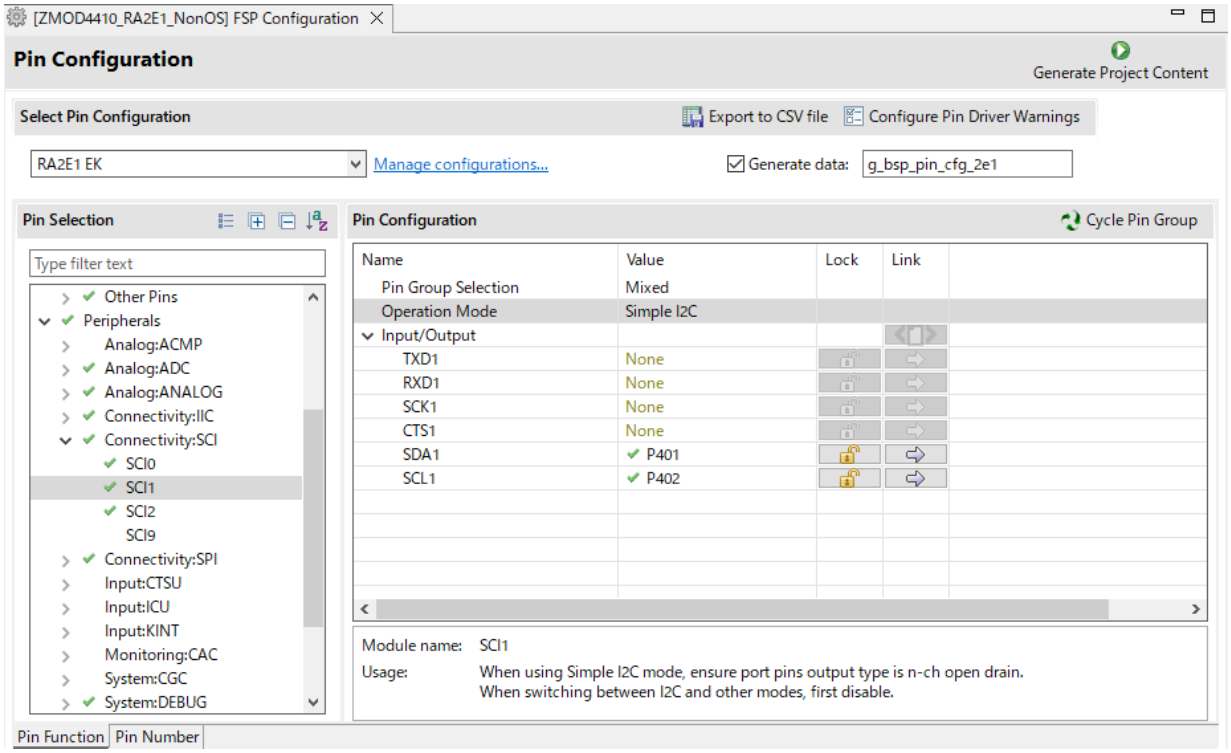


ただし、EK-RA2E1 ボードの場合、上記の割り当てでは PMOD Type 2A に対応した SPI 通信の端子設定が適用されます。

このサンプルソフトウェアでは、PMOD Type 6A を使用するため、PMOD Type 6A に対応した I2C 通信の端子設定への変更が必要です。

EK-RA2E1 ボードでは、PMOD1 に SCI2、PMOD2 に SCI1 が割り当てられています。

PMOD1(OptionType6A)を使用する場合は P301 と P302 が、PMOD2 を使用する場合は P401 と P402 が I2C 通信を行う端子となるため、Select Pin Configuration の自動割り当て後、Pin Configuration にて再設定を行います。

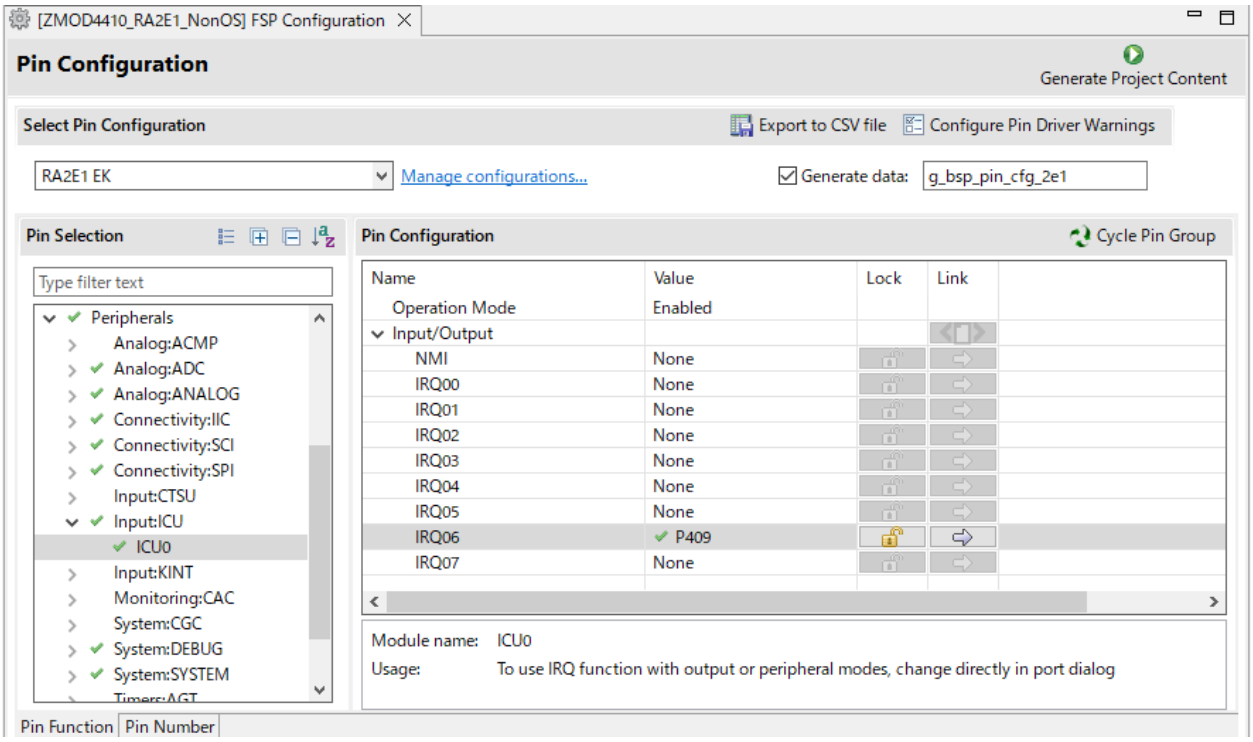


センサの割り込み信号端子として IRQ が存在しますが、Select Pin Configuration の自動割り当てでは端子設定が行われません。

EK-RA2E1 ボードでは、PMOD2 に IRQ6 が割り当てられています。

PMOD2 を使用する場合は P409 を IRQ6 端子として設定する必要があります。

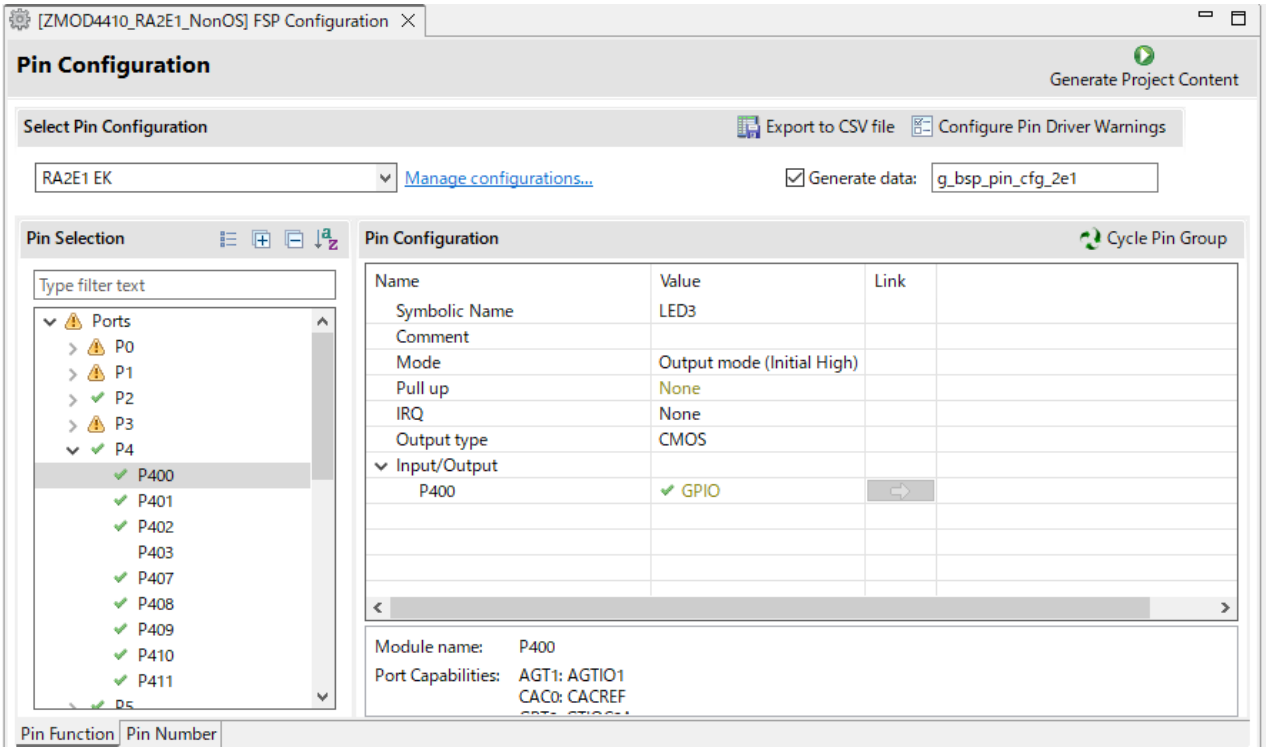
PMOD1(OptionType6A)を使用する場合は IRQ が使用できません。8.1.4 IRQ を使用しない場合の変更を参照してください。



Select Pin Configuration では Type 2A として自動割り当てされるため、Type 6A の RESET 端子に該当する端子を汎用 I/O ポート端子に変更する必要があります。

PMOD1(OptionType6A)の場合は P101 を、PMOD2 の場合は P400 を、汎用 I/O ポートに変更してください。

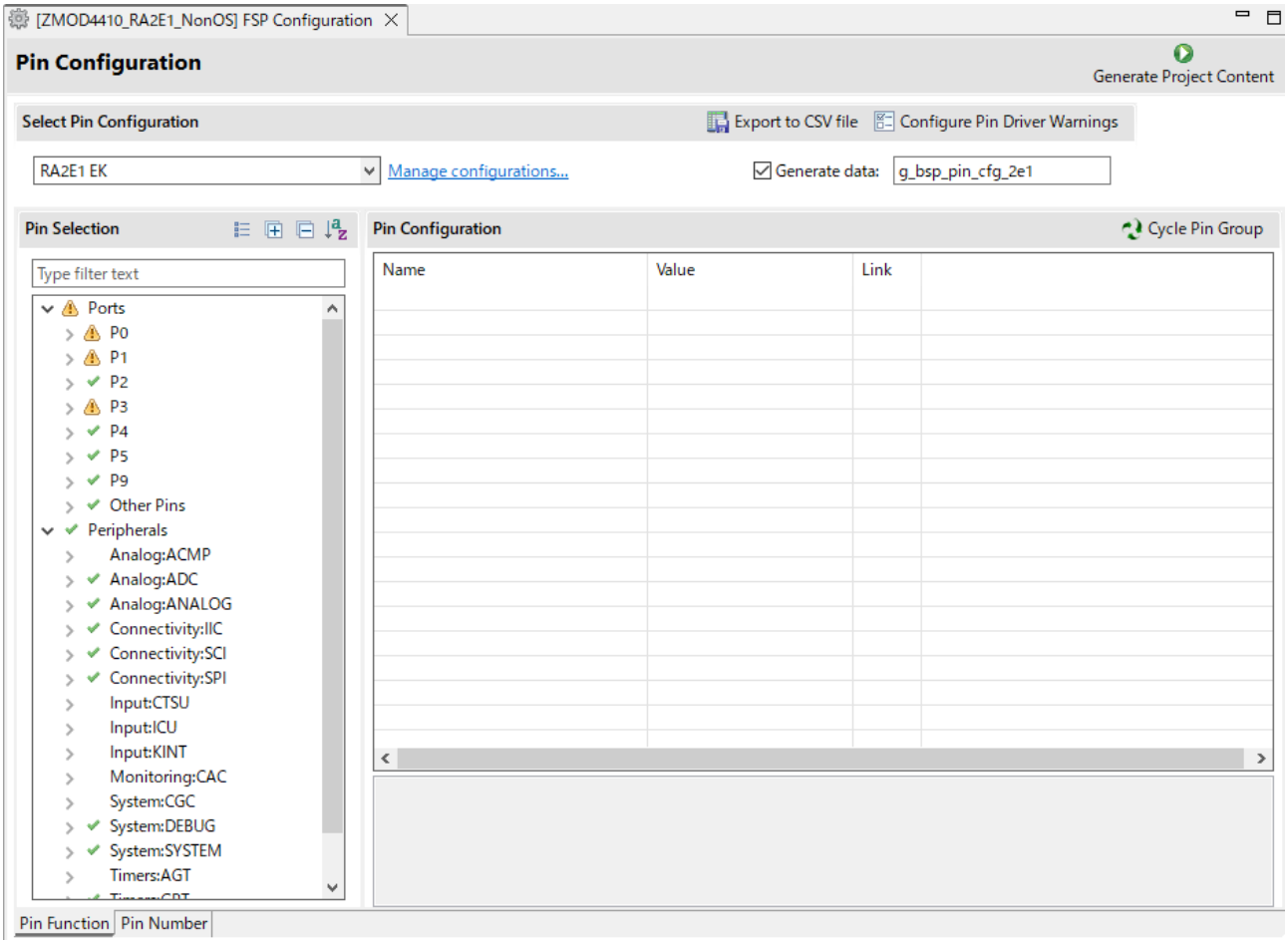
Mode は”Output mode (initial High)”を選択してください。



端子設定の生成を有効にするには、[Generate data]にチェックを入れ、テキストボックスに任意の名称を入力してください。

入力された名称は設定した端子構成に紐付けられるため、他の端子構成と重複しないよう、固有の名称としてください。

例の場合、”g_bsp_pin_cfg_2e1”です。



8.1.2.4　Stacks タブの設定変更

各コンポーネント設定を変更します。

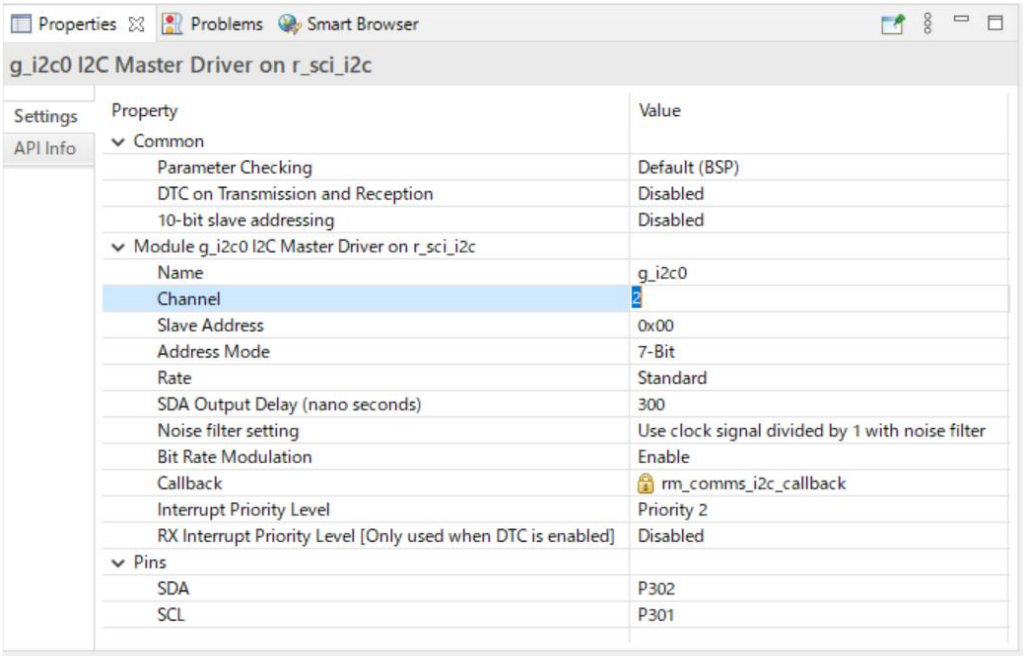
使用するボードに合わせて、I2C ドライバの設定を変更してください。

(1)　I2C ドライバ

(a)　変更元のサンプルプロジェクトと同じ I2C ドライバを使用する場合

EK-RA2E1 ボードでは、PMOD1 に SCI2、PMOD2 に SCI1 が割り当てられています。

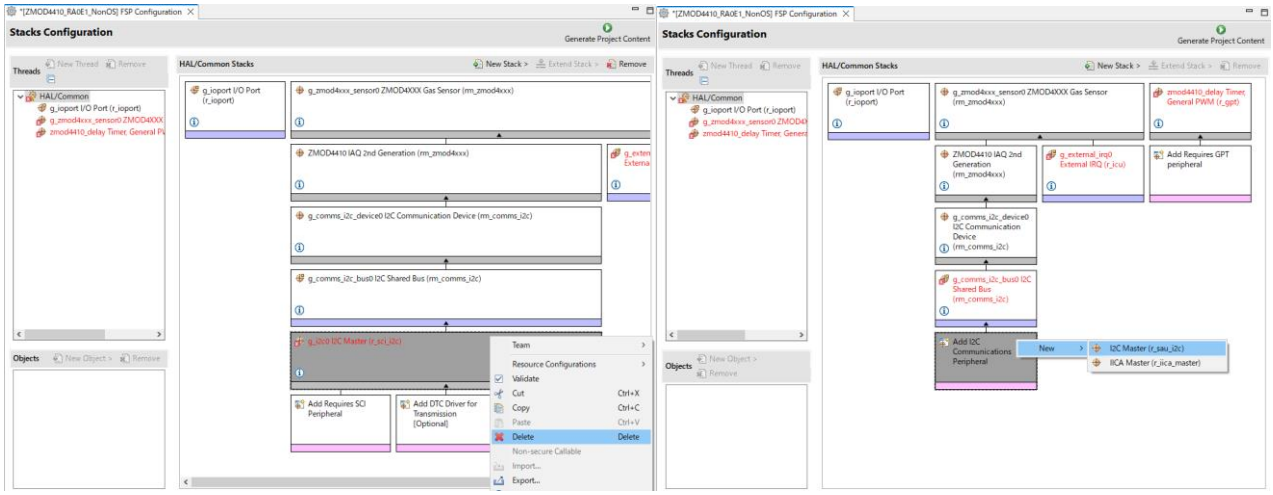
PMOD1 を使用する場合は channel を 2 に、PMOD2 を使用する場合は channel を 1 に設定します。



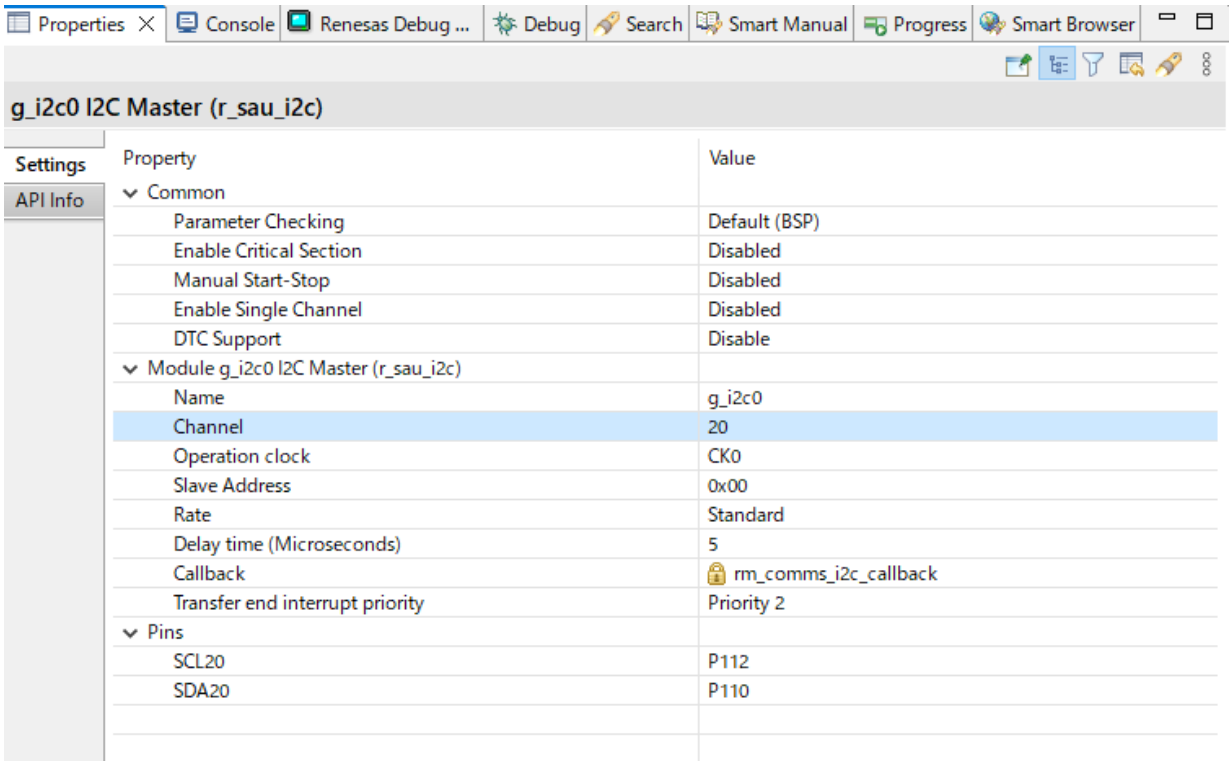
(b)　変更元のサンプルプロジェクトと異なる I2C ドライバを使用する場合

FPB-RA0E1 ボードでは PMOD1 に SAU0、PMOD2 に SAU1 が割り当てられています。

“I2C Master (r_sci_i2c)”の stack を削除してから、“I2C Master (r_sau_i2c)”の stack を追加してください。



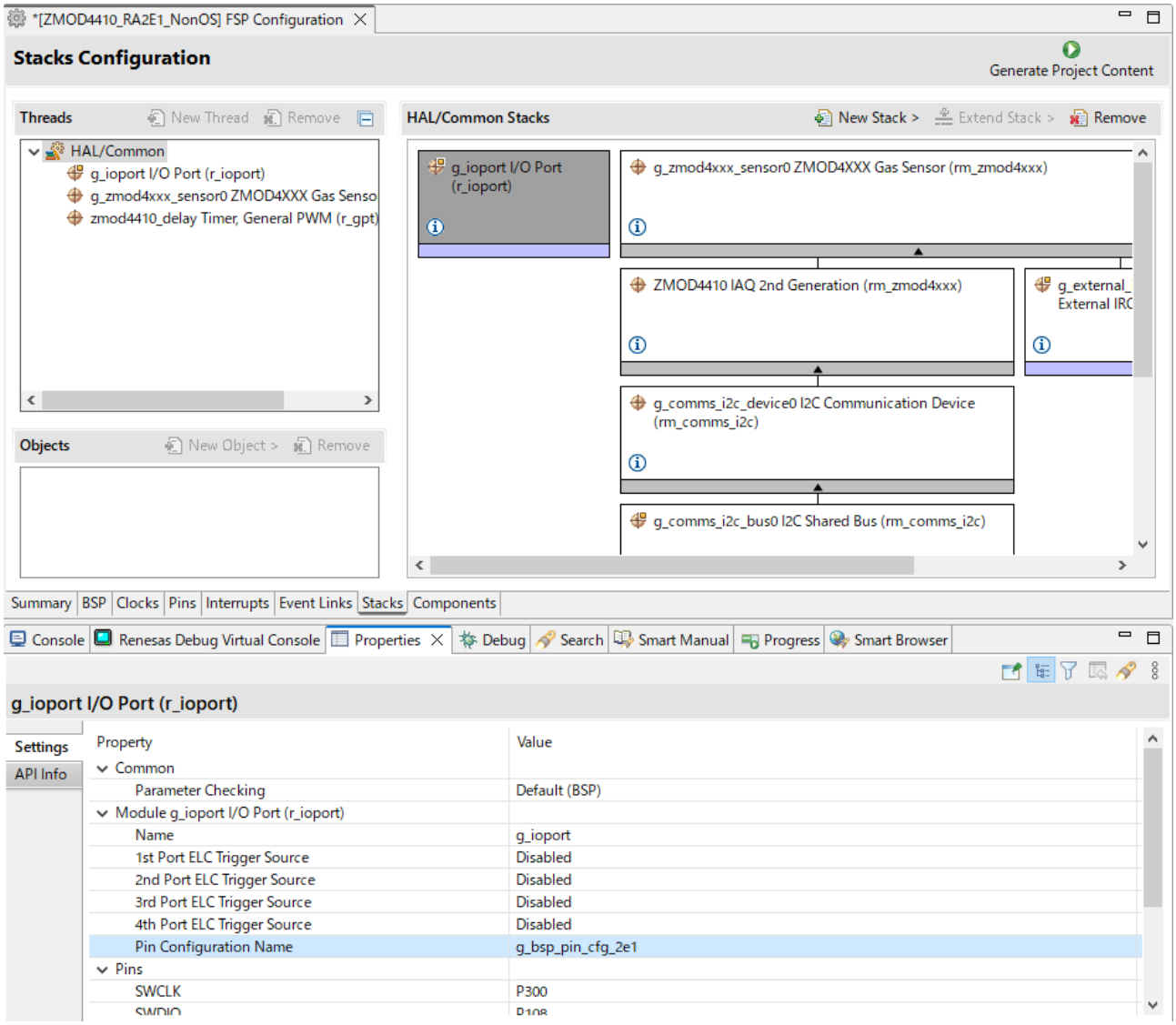
PMOD1 を使用する場合は channel を 00 に、PMOD2 を使用する場合は channel を 20 に設定します。



(2)　I/O ポート

“g_ioport I/O Port”の Pin Configration Name に、使用する端子構成の名称を入力してください。

例の場合、”g_bsp_pin_cfg_2e1”です。



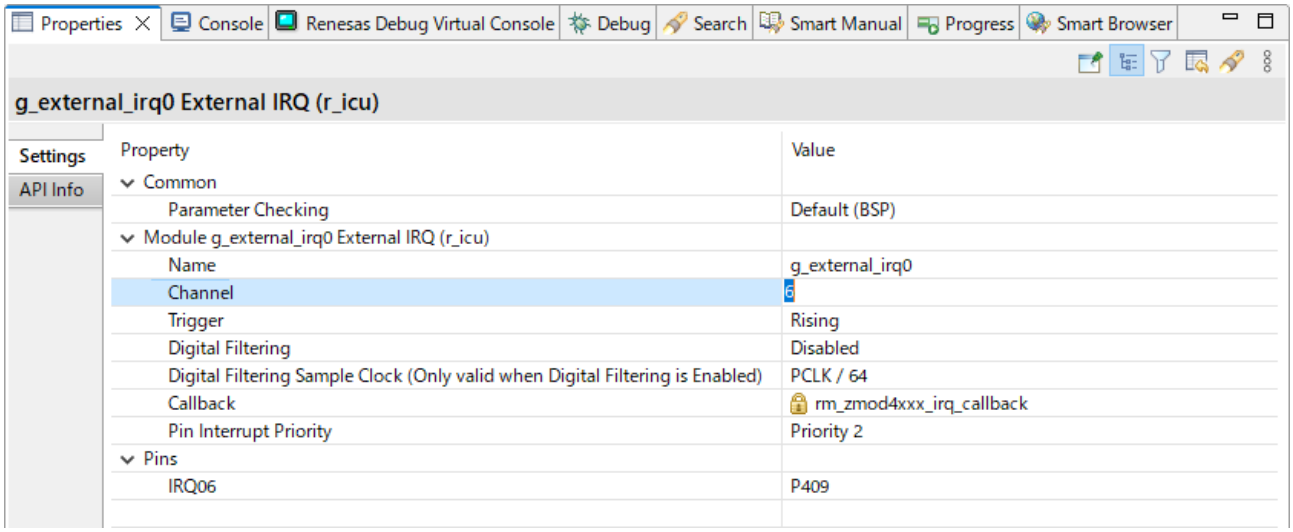
(3)　IRQ

使用するボードに合わせて、r_icu の設定を変更してください。

EK-RA2E1 ボードでは、PMOD2 に IRQ6 が割り当てられています。

PMOD2 を使用する場合は channel を 6 に設定します。

PMOD1(OptionType6A)を使用する場合は IRQ が使用できません。8.1.4 IRQ を使用しない場合の変更を参照してください。



(4)　その他

他 stack でエラーが表示されている場合は、表示されたエラーに従って指定の項目を変更してください。

8.1.3　サンプルソースの変更

hal_entry.c (Non-OS)または、(sensor_name)_sensor_thread_entry.c (FreeRTOS、Azure) を開き、センサリセットを行う際の書き込み処理を変更します。

使用するボードに合わせて RESET 端子の指定を修正してください。

EK-RA2E1 ボードでは、PMOD1(OptionType6A)は P101、PMOD2 は P400 が割り当てられています。

PMOD1(OptionType6A)を使用する場合は P101、PMOD2 を使用する場合は P400 を指定します。

```
/* Reset ZMOD sensor (active low). Please change to the IO port connected to the RES_N pin of the ZMOD sensor on the customer board. */
R_IOPORT_PinWrite(&g_ioport_ctrl, BSP_IO_PORT_04_PIN_00, BSP_IO_LEVEL_HIGH);
R_BSP_SoftwareDelay(10, BSP_DELAY_UNITS_MILLISECONDS);
R_IOPORT_PinWrite(&g_ioport_ctrl, BSP_IO_PORT_04_PIN_00, BSP_IO_LEVEL_LOW);
R_BSP_SoftwareDelay(10, BSP_DELAY_UNITS_MILLISECONDS);
R_IOPORT_PinWrite(&g_ioport_ctrl, BSP_IO_PORT_04_PIN_00, BSP_IO_LEVEL_HIGH);
R_BSP_SoftwareDelay(10, BSP_DELAY_UNITS_MILLISECONDS);
```

[Generate Project Content]を押下して、ファイルを生成します。

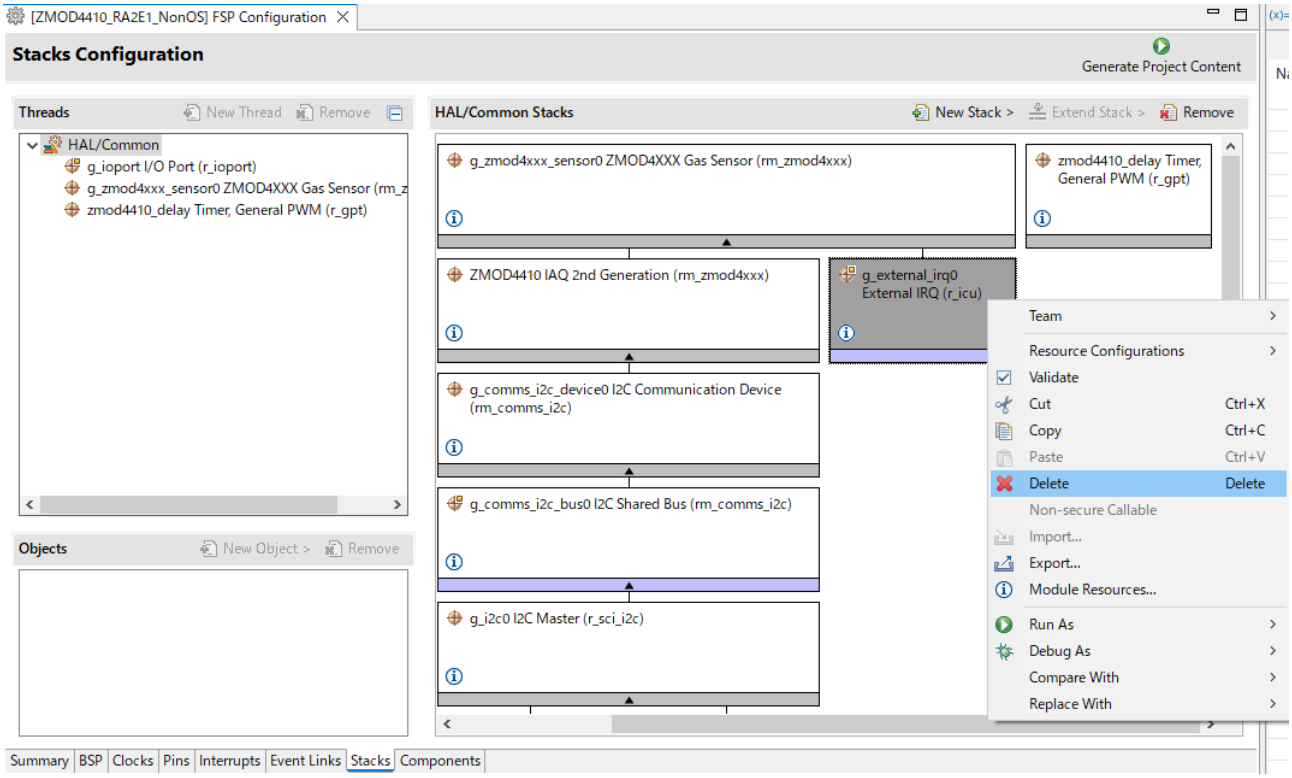
プロジェクトをビルドします。

メニューから[Debug Configurations]を選択し、使用するボードに接続するエミュレータに合わせて、Debugger の設定を変更してください。

8.1.4　IRQ を使用しない場合の変更

IRQ を使用しない場合は stack の削除、定数の値の変更を行います。

Stacks タブで、g_external_irq0 External IRQ を Delete してください。



RA_(sensor_name).c (Non-OS)または、(sensor_name)_sensor_thread_entry.c (FreeRTOS、Azure) を開き、G_ZMOD4XXX_SENSOR0_IRQ_ENABLE の値を 0 に変更してください。

```
/* TODO: Enable if you want to open ZMOD4XXX */
#define G_ZMOD4XXX_SENSOR0_IRQ_ENABLE  (0)
```

8.1.5　ツールチェイン設定変更

GCC ARM Embedded ツールチェイン以外のツールチェインを使用する場合は、本プロジェクトから RA_ZMOD4410.c と RA_ZMOD4510.c (Non-OS)または、zmod4410_sensor_thread_entry.c と zmod4510_sensor_thread_entry.c 及び sensor_thread_common.c、sensor_thread_common.h (FreeRTOS、Azure)をコピーしてプロジェクトを作成してください。

8.2　RX サンプルプロジェクト

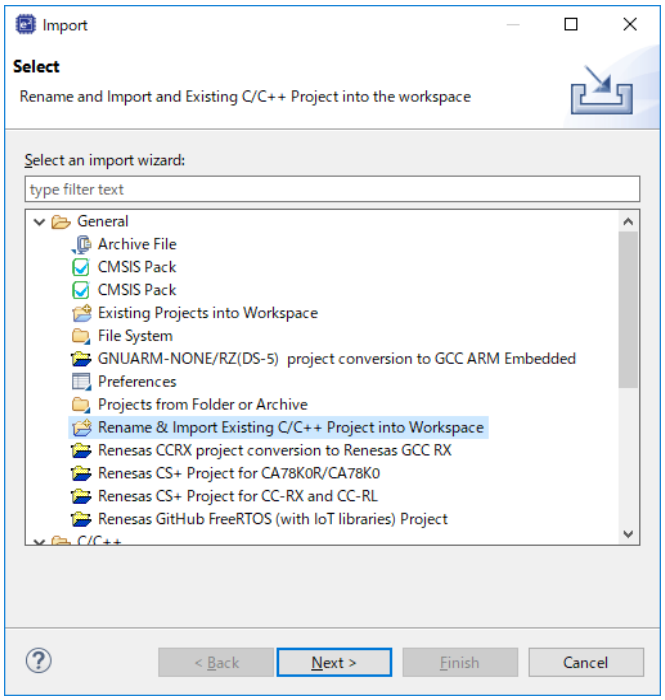
サンプルプロジェクトを変更する場合の手順は以下の通りです。

本章解説では、例としてサンプルプロジェクト”ZMOD4410_RX65N_NonOS”から、RSKRX231 ボードで使用できるプロジェクトへの変更手順を記載します。

8.2.1　サンプルプロジェクトのインポート

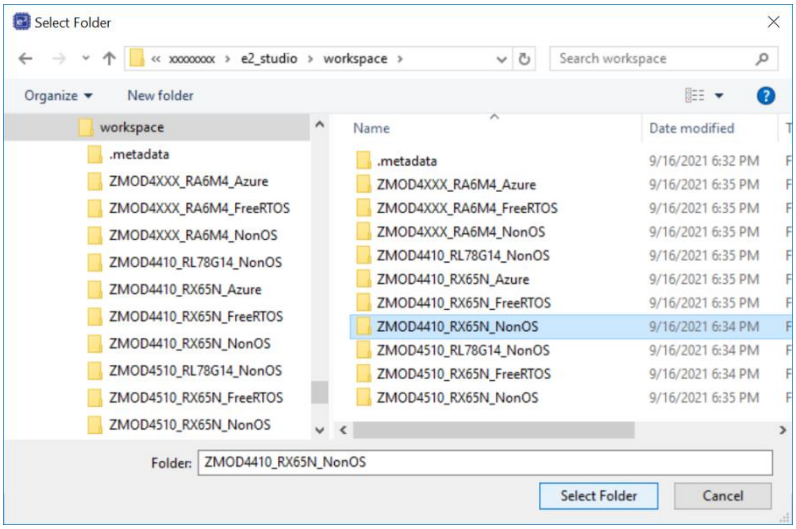
メニューから、インポートを選択します。

表示されたインポートウィンドウで、”Rename & Import Existing C/C++ Project into Workspace”を選択し、[Next]ボタンを押下します。

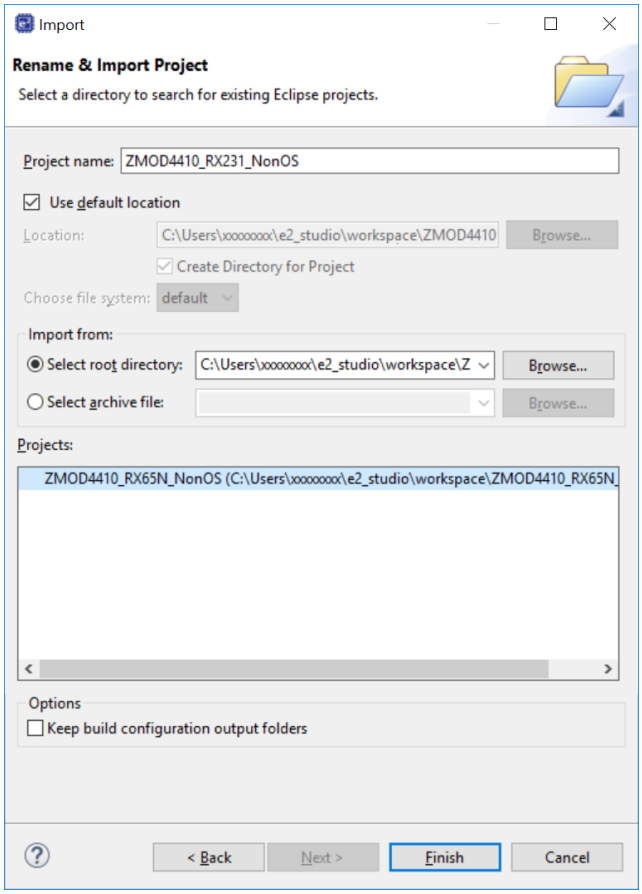


[Browse]ボタンを押下し、フォルダの選択ウィンドウを表示します。

インポート済みのサンプルプロジェクトから、移行元デバイスのプロジェクトのフォルダを選択し、[フォルダの選択]ボタンを押下します。

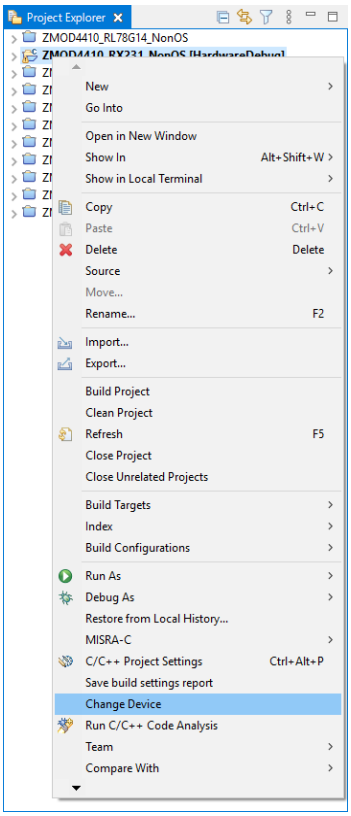


プロジェクト名の入力および、移行元デバイスのプロジェクトを選択し、[Finish]ボタンを押下します。

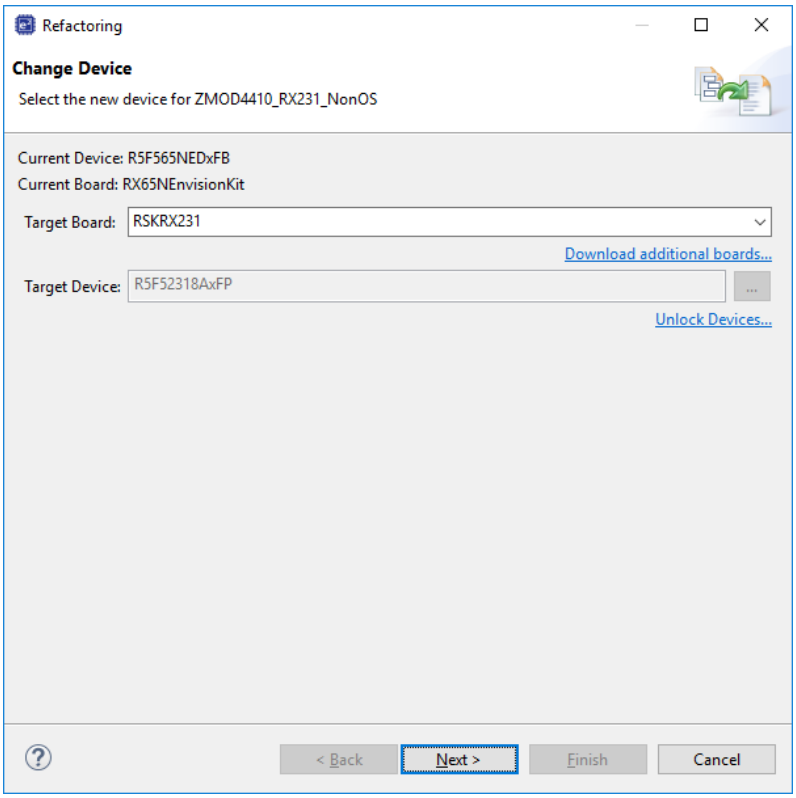


8.2.2　デバイスの変更

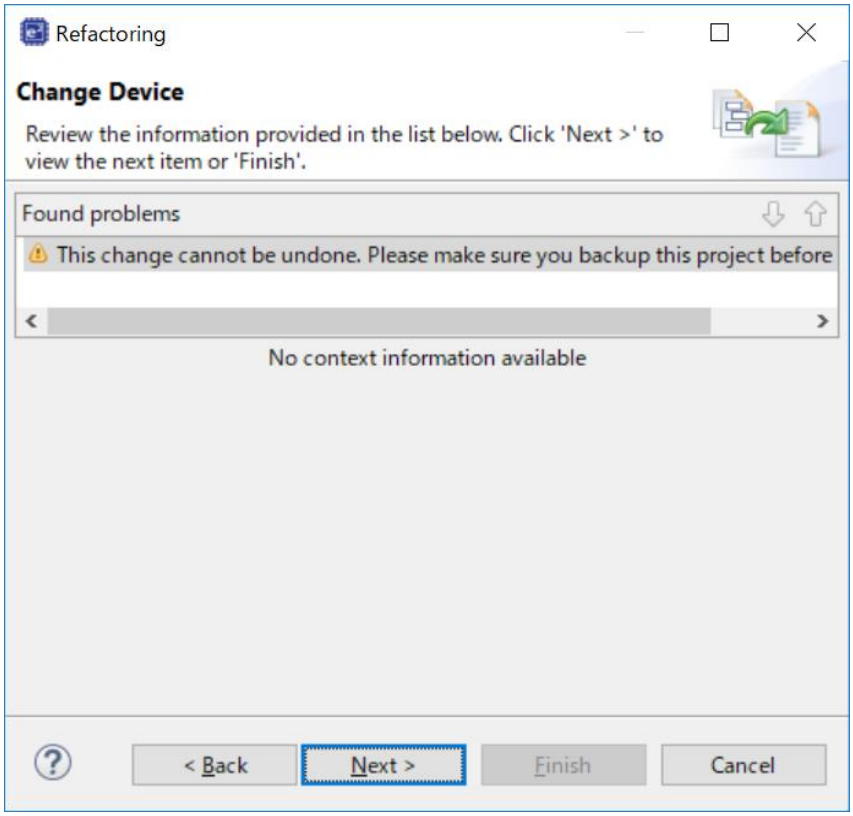
プロジェクトツリーでインポートしたプロジェクトを選択し、右クリックでコンテキストメニューを表示します。表示されたメニューから、”Change Device”を選択します。



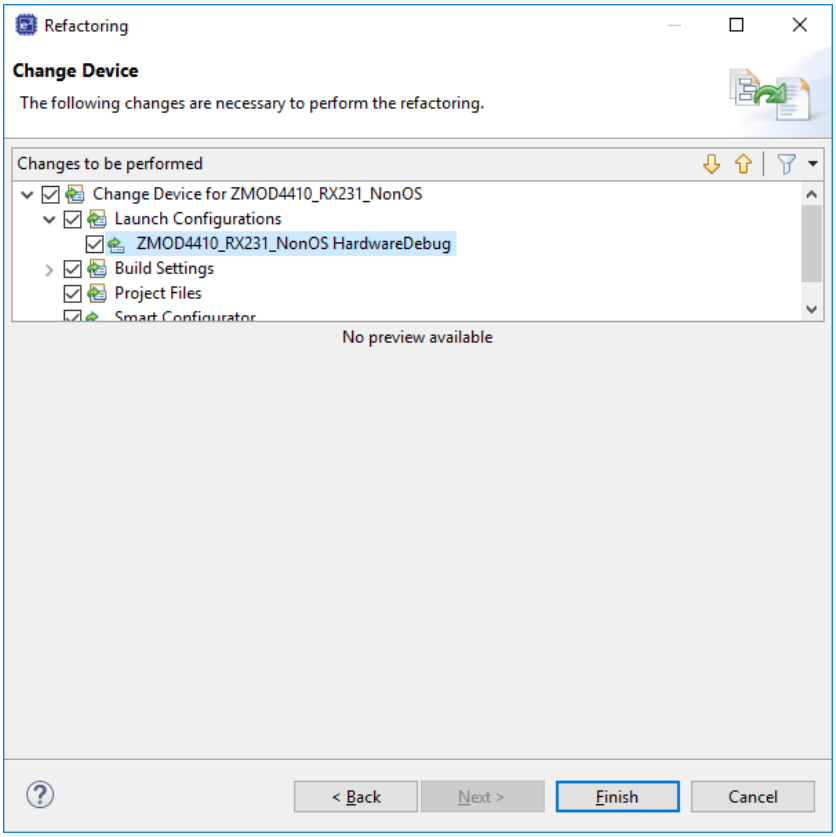
Change Device ウィンドウで、変更したいボードもしくは、デバイスを選択し、[Next]ボタンを押下します。



Warning が表示された場合、内容を確認し問題無ければ、[Next]を押下します。

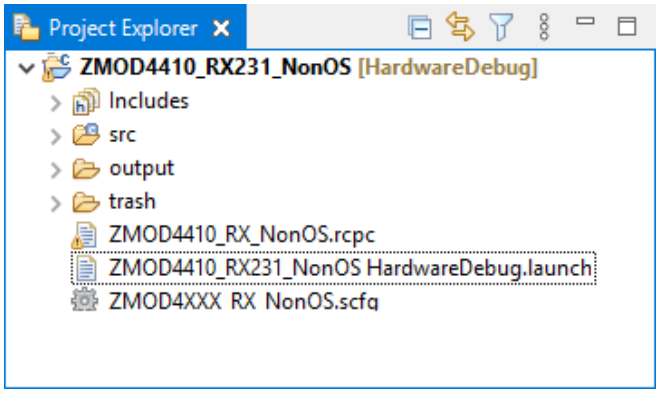


変更内容が表示されますので、[Finish]ボタンを押下して、変更を実行します。

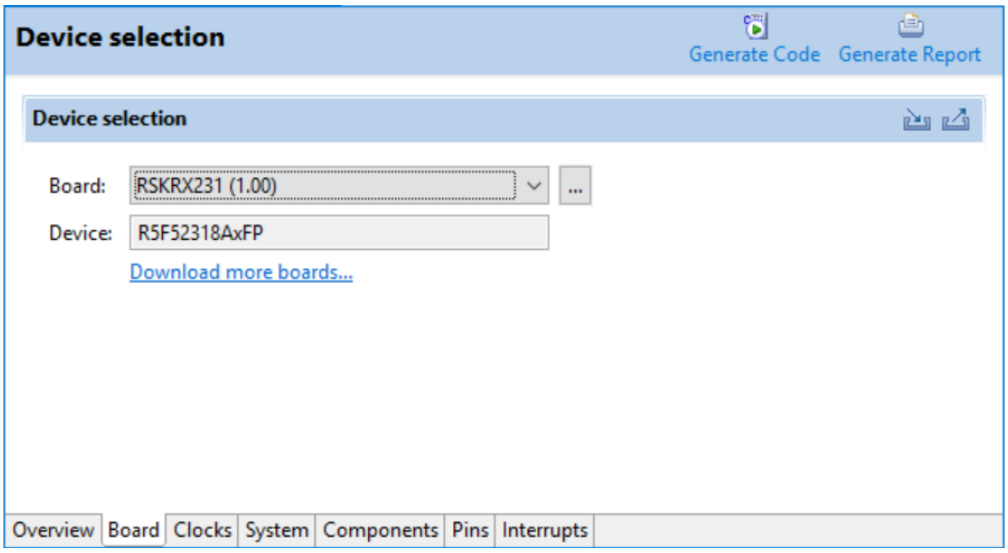


8.2.3　Smart Configurator 設定の変更

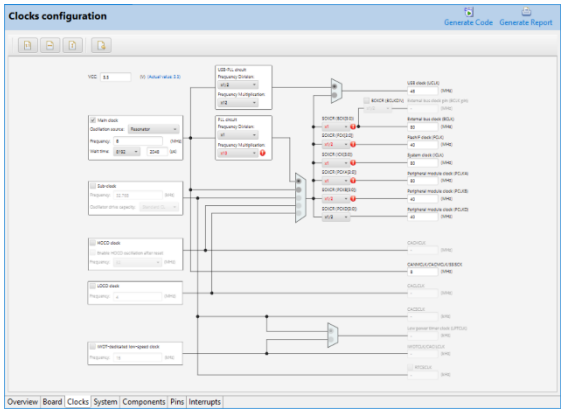
プロジェクトツリーで、デバイス変更したインポートしたプロジェクトの.scfg ファイルをダブルクリックし、Smart Configurator を表示します。

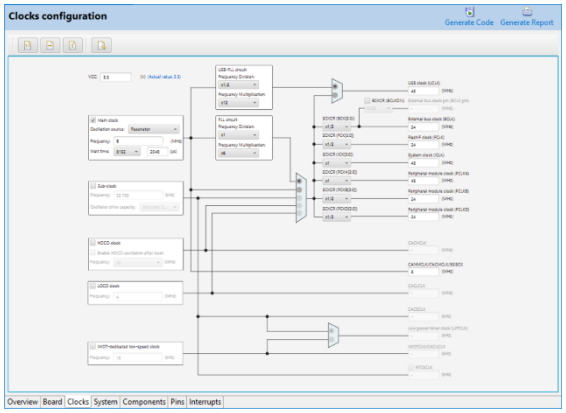


Board タブで、変更したボード、デバイスに変更されていることを確認します。



Clocks タブで、使用するボードに合わせてクロックを設定します。

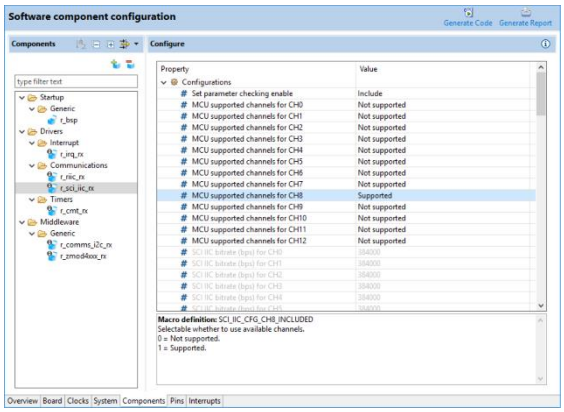


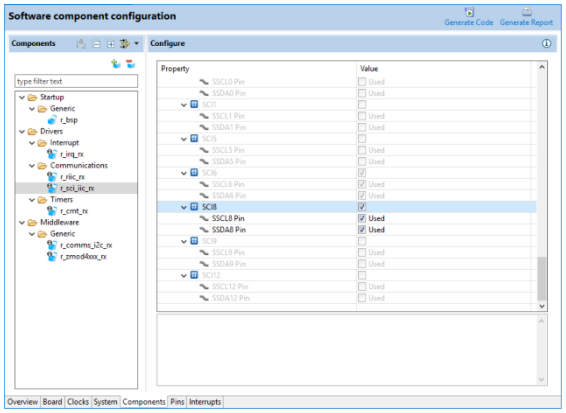


Components タブで、使用するボードに合わせて、各 component の設定を変更します。

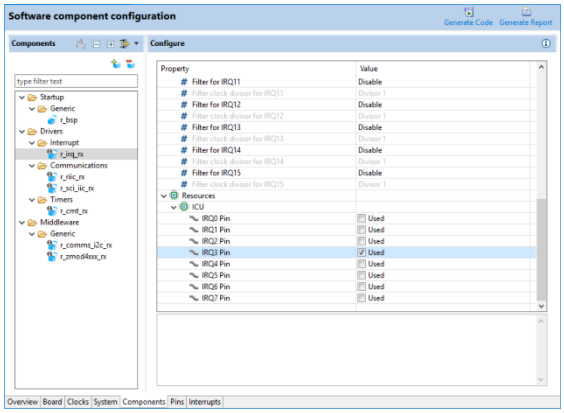
RSK RX231 では、PMOD に SCI8 が割り当てられていますので、r_sci_iic_rx の MCU supported channels for CH2 を”Not supported”に、MCU supported channels for CH8 を”Supported”に変更します。

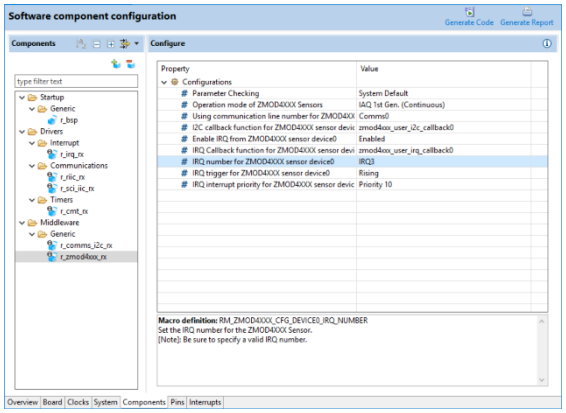
Resources の SCI8, SSCL8 Pin, SSDA8 pin をチェックします。



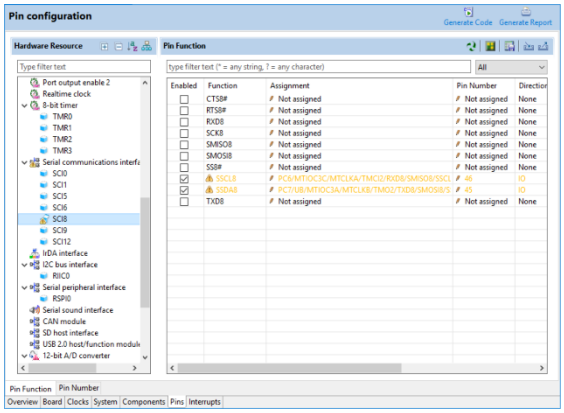


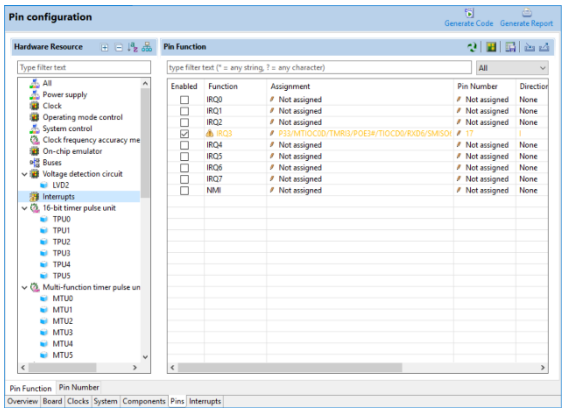
また、PMOD のセンサの割り込み信号端子に IRQ3 が割り当てられていますので、r_irq_rx の Resources の IRQ3 pin をチェックし、r_zmod4xxx_rx の IRQ number for ZMOD4XXX sensor device0 を”IRQ3”に変更します。





Pins タブの Pin function で、SCI8 端子および IRQ3 端子に端子機能が割り当てられていることを確認します。

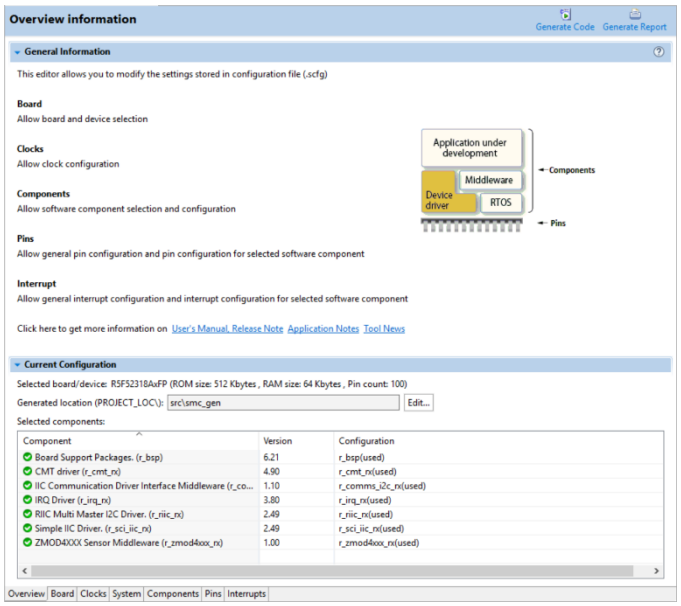




RSK RX231 のボード情報は、PMOD Type 2A(Extend SPI)で使用するように割り当てられていますので、I2C で使用する場合は、Warning が表示されますが問題ありません。

また、センサボードを接続するには、PMOD Type 2A を PMOD Type 6A に変換するボードが必要となります。

[Generate Code]アイコンを押下して、コード生成を行います。



プロジェクトをビルドします。

メニューから[Debug Configurations]を選択し、使用するボードに接続するエミュレータに合わせて、Debugger の設定を変更してください。

8.2.4　ツールチェイン設定変更

CC-RX ツールチェイン以外のツールチェインを使用する場合は、本プロジェクトから RX_ZMOD4410.c と RX_ZMOD4510.c (Non-OS)または、main.c と zmod4410_sensor_thread_entry.c と zmod4510_sensor_thread_entry.c (FreeRTOS)または、zmod4410_sensor_thread_entry.c と zmod4510_sensor_thread_entry.c 、sensor_thread_common.c、sensor_thread_common.h (Azure)をコピーしてプロジェクトを作成してください。

8.3　RL78 サンプルプロジェクト

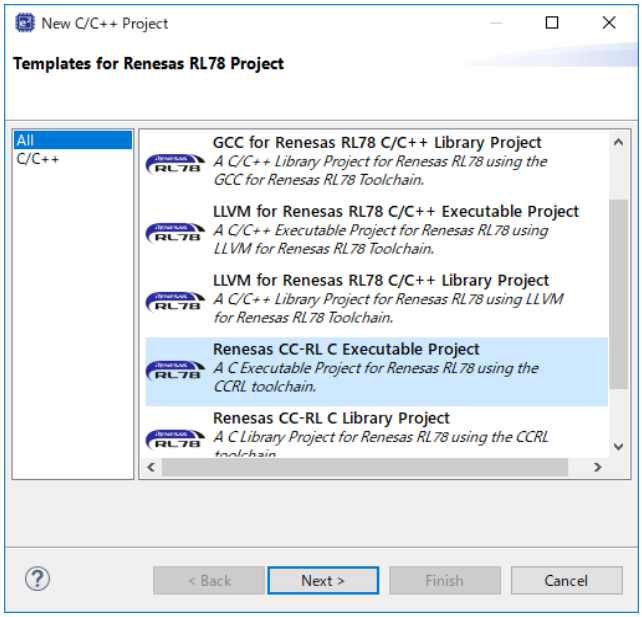
コード生成を使用する場合、新規にサンプルプロジェクトを作成する手順となります。

本章解説では、例として RSK RL78/G1A のカスタムボードで使用できる新規プロジェクトの作成手順を記載します。

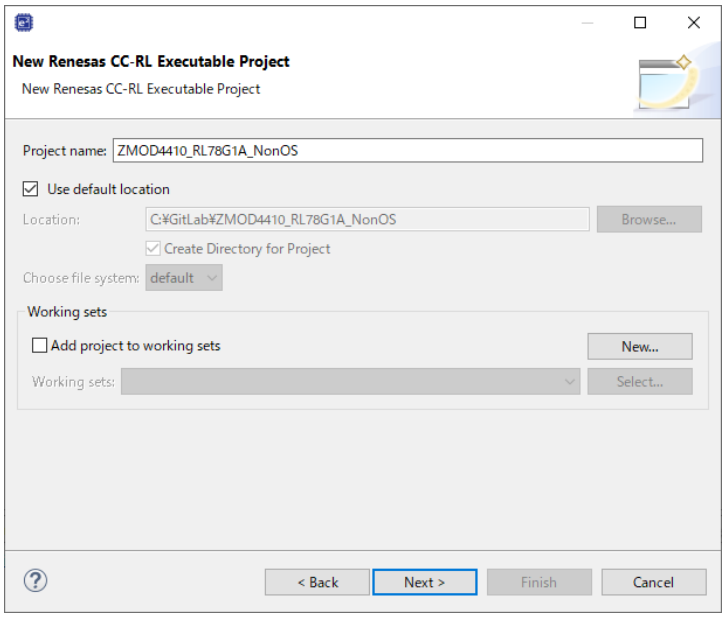
8.3.1　新規プロジェクトの作成

メニューから、[File]-[New]-[Renesas C/C++ project] – [Renesas RL78]を選択します。

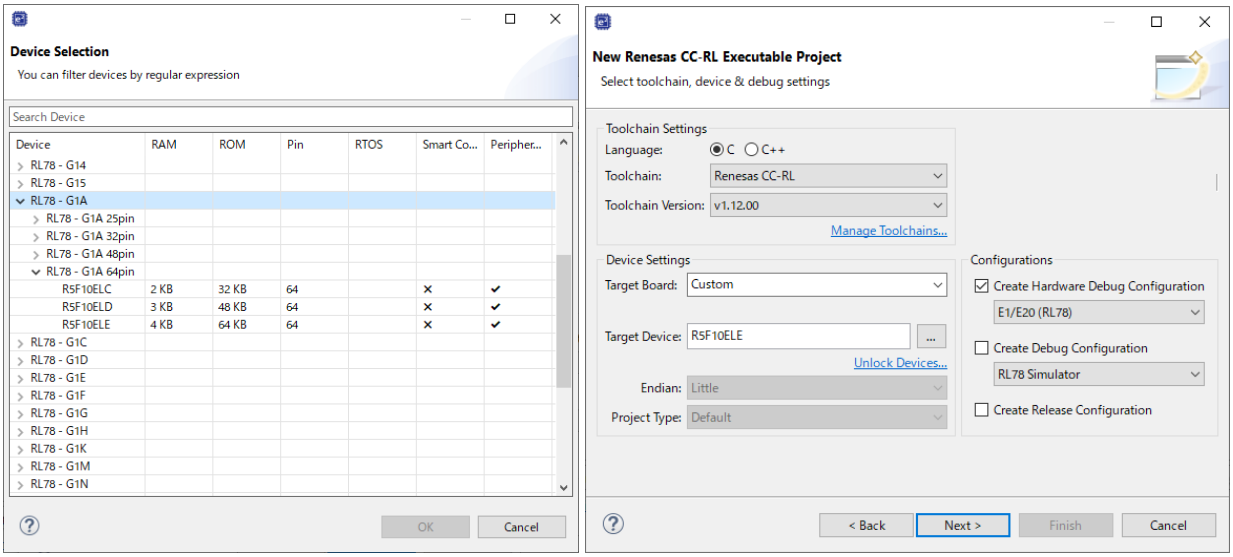
テンプレートから、"Renesas CC-RL C Executable Project”を選択し、[Next]ボタンを押下します。



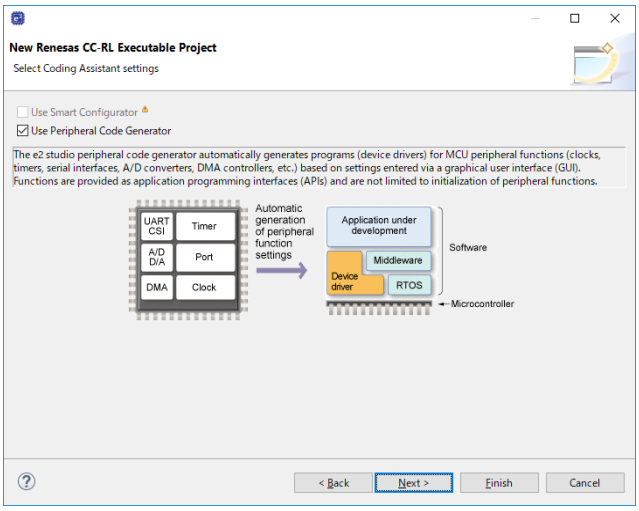
プロジェクト名(例:”ZMOD4410_RL78G1A_NonOS”)を入力し、[Next]ボタンを押下します。



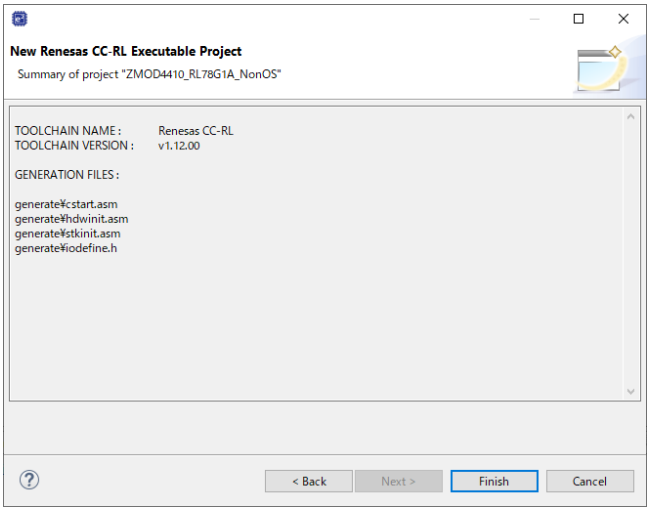
Target Device を変更したいデバイスに変更し、[Next]ボタンを押下します。



Use Peripheral Code Generator をチェックし、[Next]ボタンを押下します。

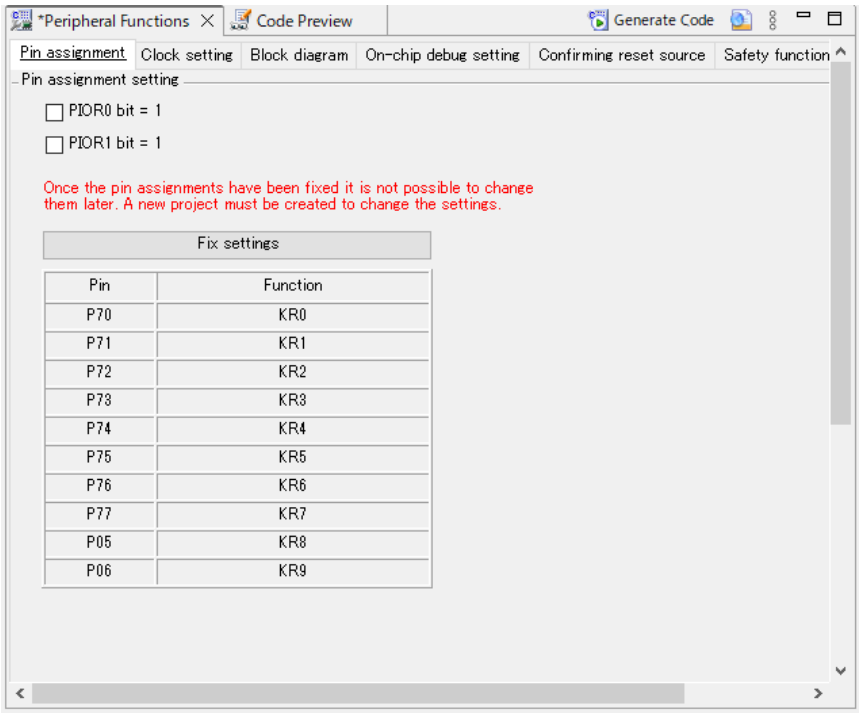


[Finish]ボタンを押下します。

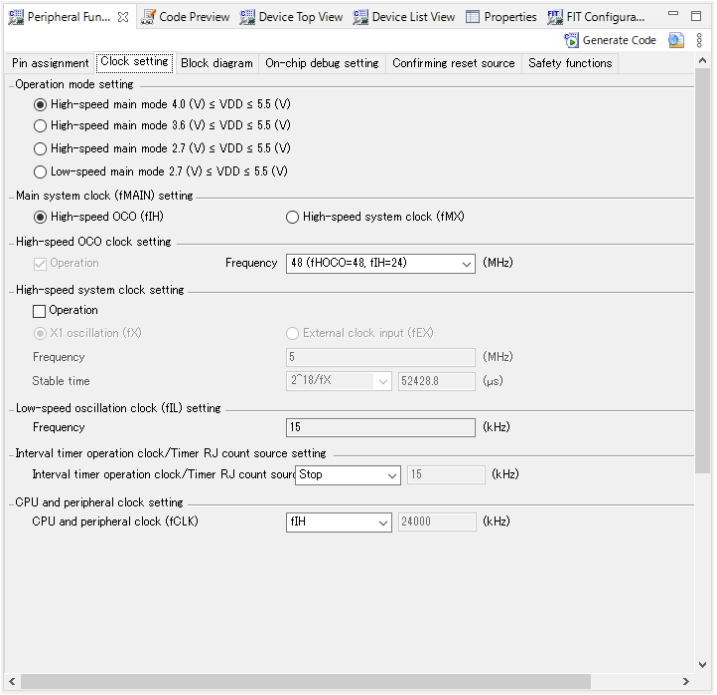


8.3.2　Code Generator の設定

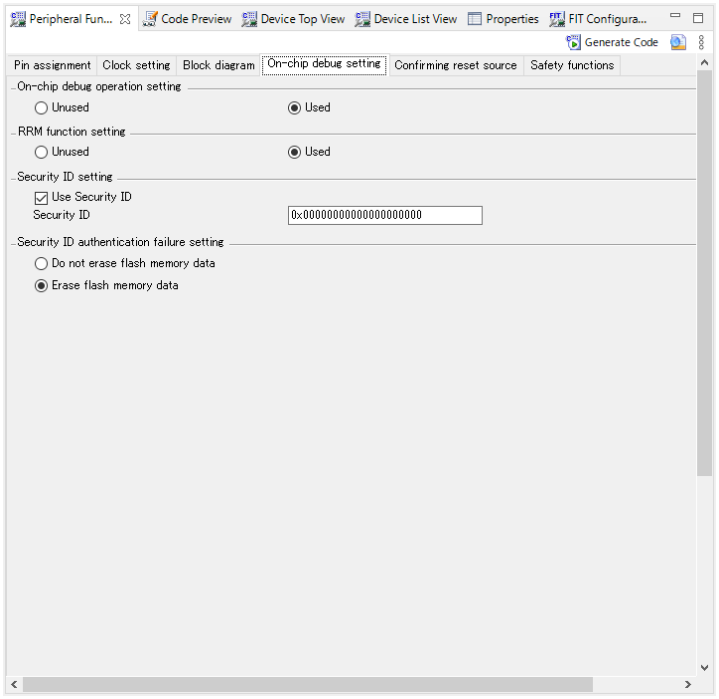
共通/クロック発生回路の端子割り当て設定タブで、使用するボードに合わせて端子割り当てを変更します。



共通/クロック発生回路のクロック設定タブで、使用するボードに合わせてクロック設定を変更します。

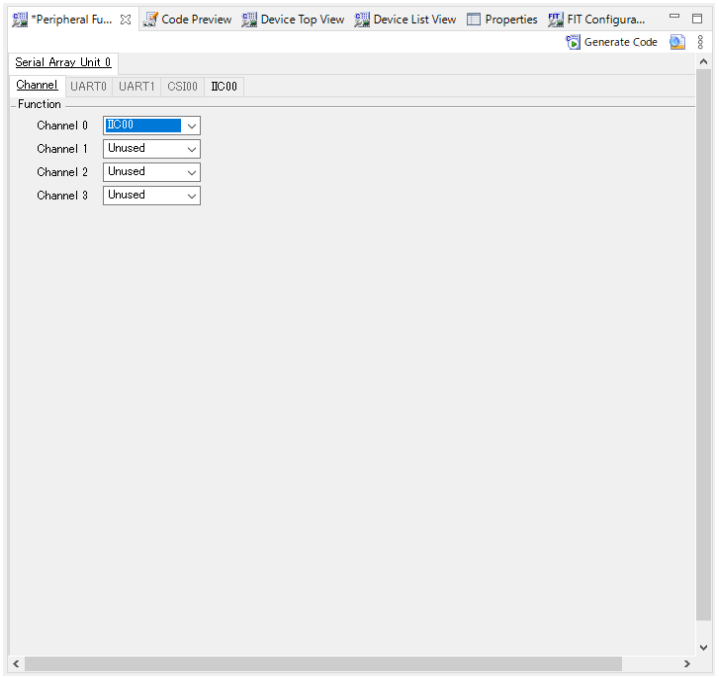


共通/クロック発生回路のオンチップ・デバッグ設定タブで、オンチップ・デバッグ動作設定を”使用する”に設定します。

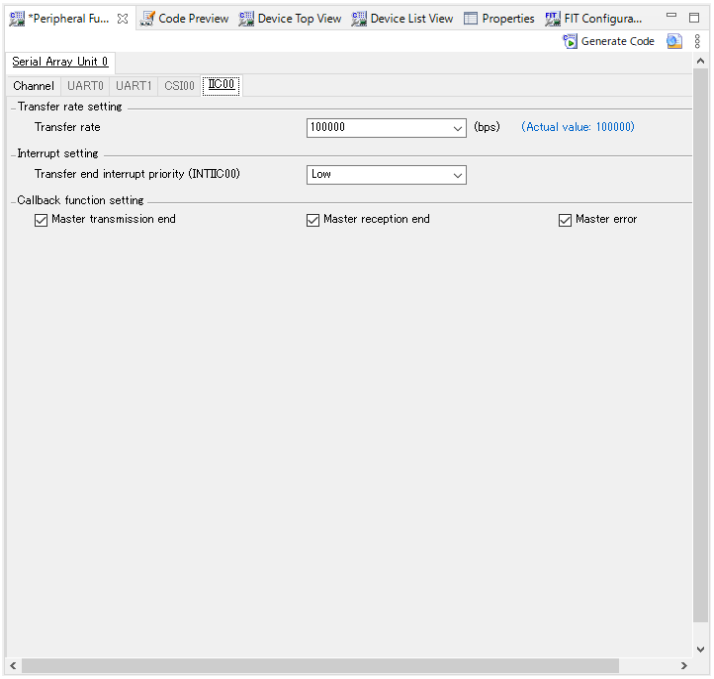


シリアル・アレイ・ユニットを使用する場合は、シリアル・アレイ・ユニットもしくは、シリアルのチャネルタブで、使用するボードの PMOD に割り当てられているチャネルを”IICxx”に設定します。

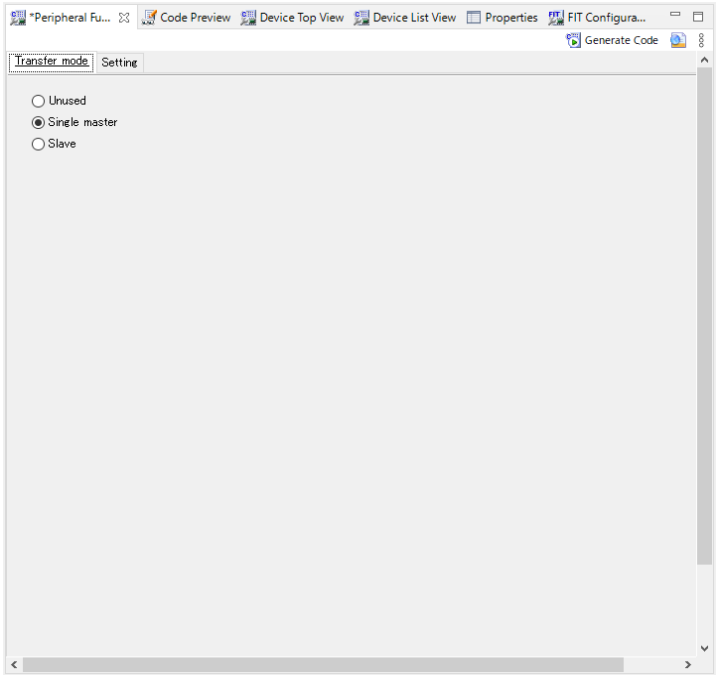
【注】該当端子はポート機能で N-ch が選択されている必要があります。



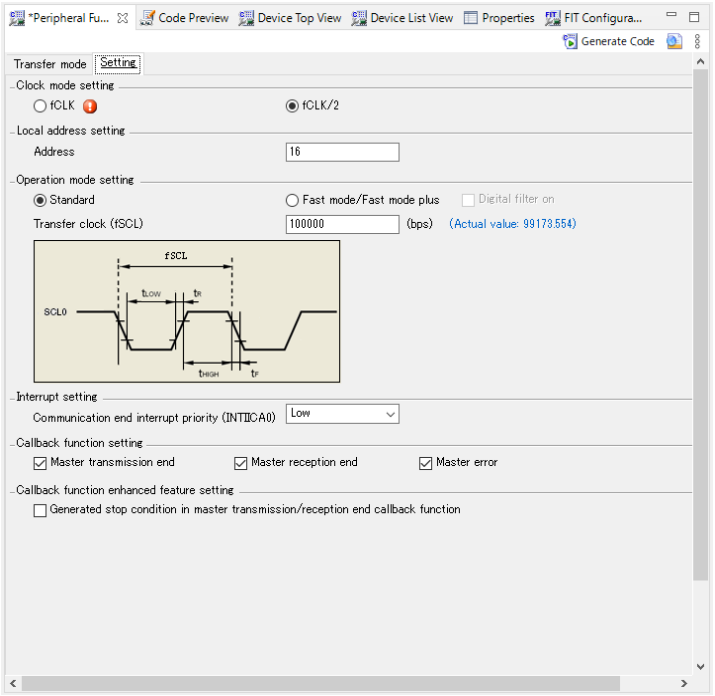
有効にしたシリアル・アレイ・ユニットの IICxx タブで、転送レートを 400000 または、100000 に、転送完了割り込み優先順位を任意の値に、コールバック機能設定を全て有効に設定します。



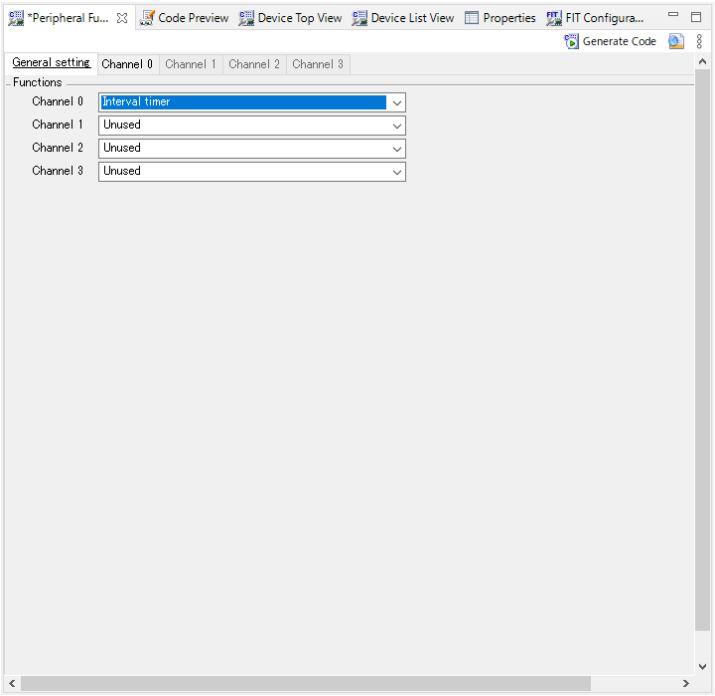
シリアル・インタフェース IICA を使用する場合は、シリアル・インタフェース IICA もしくは、シリアルチャネルで、使用するボードの PMOD に割り当てられているチャネルの転送モードを、”シングルマスタ”に設定します。



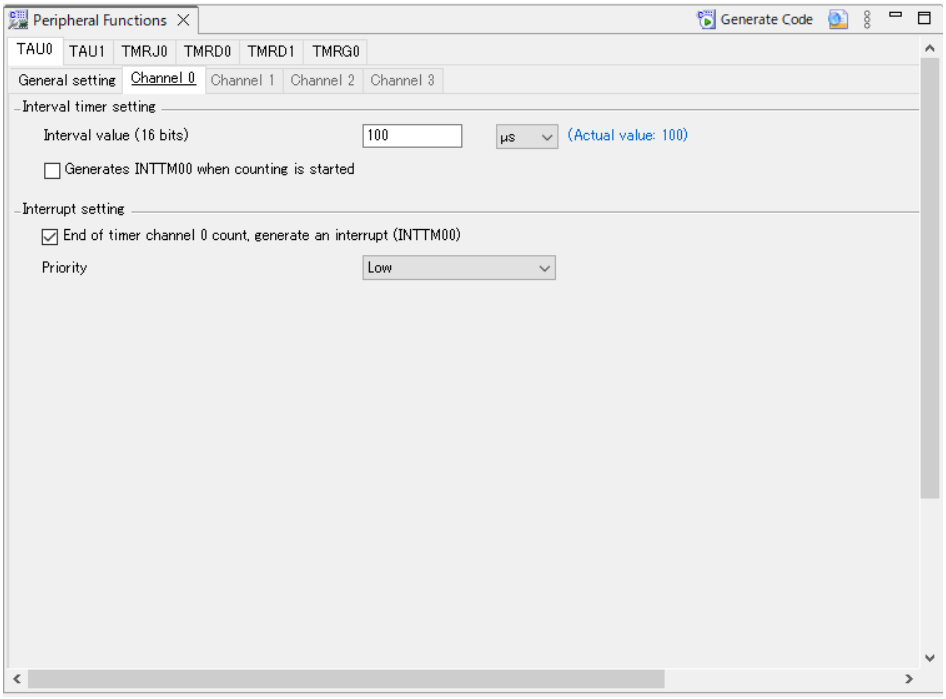
シングルマスタに設定したチャネルの設定で、動作モード設定をファスト・モード、400000 または、標準 100000 に、割り込み優先設定を任意の値に、コールバック機能設定を全て有効に、コールバック拡張機能設定を無効に設定します。



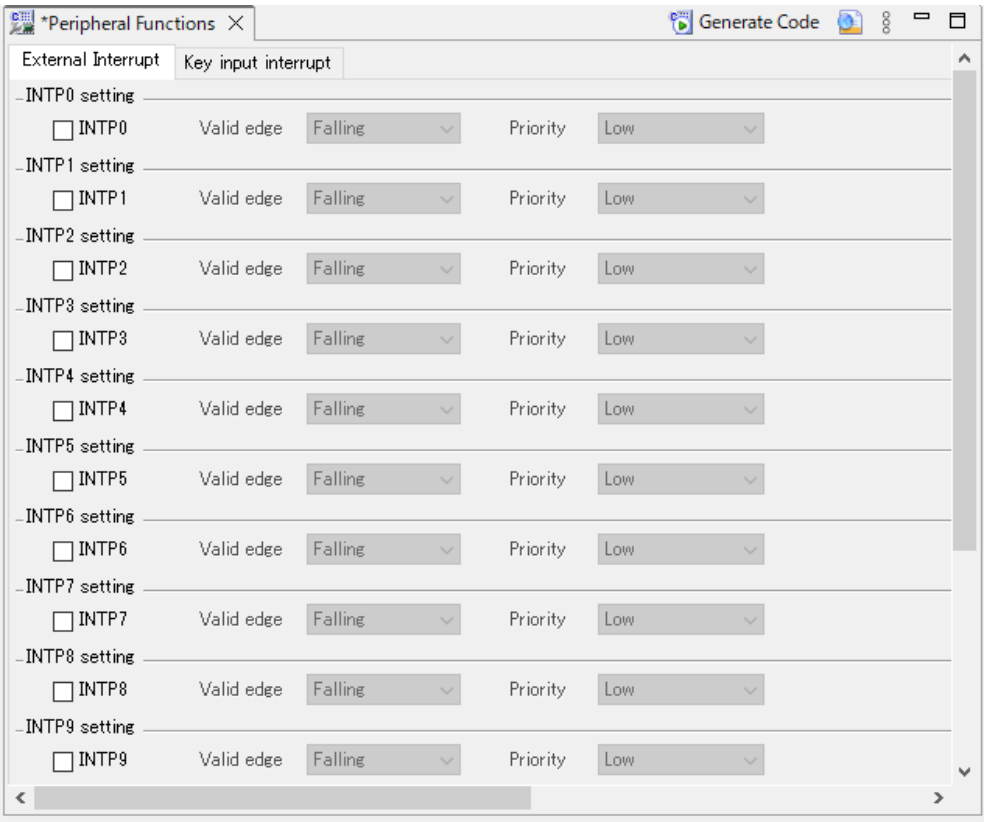
タイマ・アレイ・ユニットの任意のチャネルもしくは、タイマの任意の TAU の一般設定で、機能を”インターバル・タイマ”に設定します。



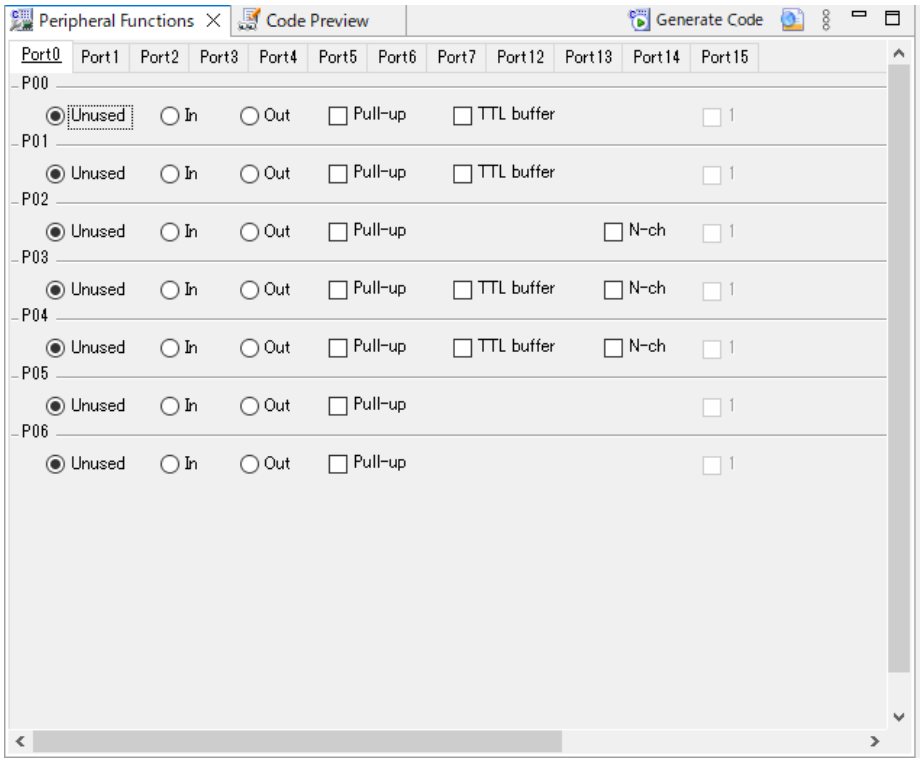
インターバル・タイマに設定したチャネルのインターバル時間を”100µs”に、タイマ割り込みを有効に、割り込み優先レベルを任意の値に設定します。



割り込みの外部割込みタブから、使用するボードに合わせて PMOD の IRQ 端子を設定します。



ポート機能の Port(x)タブから、PMOD の RESET 端子を使用するボードに合わせて I/O ポートに設定します。



[Code Generate]ボタンを押下し、コードを生成します。

8.3.3　生成コードの変更

使用する MCU によりコード生成のバージョンが異なるため、コード生成の出力先がこのサンプルソフトウェアとは変更されている場合があります。

r_cg_sau_user.c、r_cg_iica_user.c もしくは、r_cg_serial_user.c を開き、以下のコードを追加します。

r_comms_i2c_if.h のインクルード定義

```
/***********************************************************************
Includes
***********************************************************************/
#include "r_cg_macrodriver.h"
#include "r_cg_sau.h"
/* Start user code for include. Do not edit comment generated here */
#include "r_comms_i2c_if.h"
/* End user code. Do not edit comment generated here */
#include "r_cg_userdefine.h"
```

コールバック関数への、rm_comms_i2c_bus0_callback()関数の追加

送受信完了コールバックは、引数を false に、エラーコールバックは、引数を true に設定してください。

```
/***********************************************************************
* Function Name: r_iic00_callback_master_error
* Description  : This function is a callback function when IIC00 master error
*                occurs.
* Arguments    : flag -
*                    status flag
* Return Value : None
***********************************************************************/
static void r_iic00_callback_master_error(MD_STATUS flag)
{
    /* Start user code. Do not edit comment generated here */
    rm_comms_i2c_bus0_callback(true);
    /* End user code. Do not edit comment generated here */
}
/***********************************************************************
* Function Name: r_iic00_callback_master_receiveend
* Description  : This function is a callback function when IIC00 finishes master
*                reception.
* Arguments    : None
* Return Value : None
***********************************************************************/
static void r_iic00_callback_master_receiveend(void)
{
    /* Start user code. Do not edit comment generated here */
    rm_comms_i2c_bus0_callback(false);
    /* End user code. Do not edit comment generated here */
}
/***********************************************************************
* Function Name: r_iic00_callback_master_sendend
* Description  : This function is a callback function when IIC00 finishes master
*                transmission.
* Arguments    : None
* Return Value : None
***********************************************************************/
static void r_iica0_callback_master_sendend(void)
{
    /* Start user code. Do not edit comment generated here */
    rm_comms_i2c_bus0_callback(false);
    /* End user code. Do not edit comment generated here */
}
```

t_cg_tau_user.c もしくは、r_cg_timer_user.c を開き、以下のコードを追加します。

(sensor_name)_delay_callback()関数の external 宣言

```
/***********************************************************************
Global variables and functions
***********************************************************************/
/* Start user code for global. Do not edit comment generated here */
extern void zmod4410_delay_callback(void);
/* End user code. Do not edit comment generated here */
```

タイマ割り込みのコールバック関数に、(sensor_name)_delay_callback()関数のコール処理

```
/***********************************************************************
* Function Name: r_tau0_channel0_interrupt
* Description  : This function INTTM00 interrupt service routine.
* Arguments    : None
* Return Value : None
***********************************************************************/
static void __near r_tau0_channel0_interrupt(void)
{
    /* Start user code. Do not edit comment generated here */
    zmod4410_delay_callback();
    /* End user code. Do not edit comment generated here */
}
```

r_cg_tau.c もしくは、r_cg_timer.c を開き、以下のコードを追加します。

上記ファイルのユーザコード記述部分に R_TAU0_Channel0_Reset()関数の定義

```
void R_TAU0_Channel0_Reset(void)
{
      /* function not supported by this module */
}
```

r_cg_tau.h もしくは、r_cg_timer.h を開き、以下のコードを追加します。

R_TAU0_Channel0_Reset()関数のプロトタイプ宣言

```
/***********************************************************************
Global functions
***********************************************************************/
void R_TAU0_Create(void);
void R_TAU0_Channel0_Start(void);
void R_TAU0_Channel0_Stop(void);
/* Start user code for function. Do not edit comment generated here */
void R_TAU0_Channel0_Reset(void);
/* End user code. Do not edit comment generated here */
```

r_cg_main.c もしくは、r_main.c を開き、以下のコードを追加します。

r_bsp_common.h のインクルード定義

```
/***********************************************************************
Includes
***********************************************************************/
#include "r_cg_macrodriver.h"
#include "r_cg_cgc.h"
#include "r_cg_port.h"
#include "r_cg_tau.h"
#include "r_cg_sau.h"
/* Start user code for include. Do not edit comment generated here */
#include "r_bsp_common.h"
/* End user code. Do not edit comment generated here */
#include "r_cg_userdefine.h"
```

各関数のプロトタイプ宣言

```
/***********************************************************************
Global variables and functions
***********************************************************************/
/* Start user code for global. Do not edit comment generated here */
void g_comms_i2c_bus0_quick_setup(void);
void demo_err(void);

void g_zmod4xxx_sensor0_quick_setup(void);
void start_zmod4410_demo(void);
/* End user code. Do not edit comment generated here */
```

main()関数へのコード追加

使用するボードに合わせて RESET 端子の指定を修正してください。

```
    /* Open the Bus */
    g_comms_i2c_bus0_quick_setup();

    /* Reset ZMOD sensor (active low). Please change to the IO port connected
     to the RES_N pin of the ZMOD sensor on the customer board. */
    P5 = _00_Pn7_OUTPUT_0 | _00_Pn6_OUTPUT_0 | _00_Pn5_OUTPUT_0 |
         _00_Pn4_OUTPUT_0 | _00_Pn3_OUTPUT_0 | _00_Pn2_OUTPUT_0 |
         _02_Pn1_OUTPUT_1 | _00_Pn0_OUTPUT_0;
    R_BSP_SoftwareDelay(10, BSP_DELAY_MILLISECS);
    P5 = _00_Pn7_OUTPUT_0 | _00_Pn6_OUTPUT_0 | _00_Pn5_OUTPUT_0 |
         _00_Pn4_OUTPUT_0 | _00_Pn3_OUTPUT_0 | _00_Pn2_OUTPUT_0 |
         _00_Pn1_OUTPUT_0 | _00_Pn0_OUTPUT_0;
    R_BSP_SoftwareDelay(10, BSP_DELAY_MILLISECS);
    P5 = _00_Pn7_OUTPUT_0 | _00_Pn6_OUTPUT_0 | _00_Pn5_OUTPUT_0 |
         _00_Pn4_OUTPUT_0 | _00_Pn3_OUTPUT_0 | _00_Pn2_OUTPUT_0 |
         _02_Pn1_OUTPUT_1 | _00_Pn0_OUTPUT_0;
    R_BSP_SoftwareDelay(10, BSP_DELAY_MILLISECS);

    /* Open ZMOD4XXX */
    g_zmod4xxx_sensor0_quick_setup();

    while(1U)
    {
        start_zmod4410_demo();
    }
```

g_comms_i2c_bus0_quick_setup()関数、demo_err()関数の定義

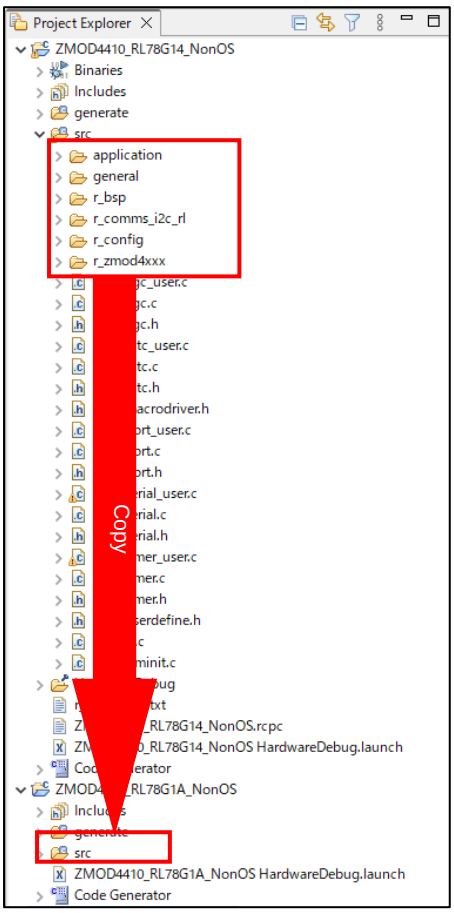
```
void g_comms_i2c_bus0_quick_setup(void)
{
    /* bus has been opened by startup process */
}

void demo_err(void)
{
    while(1)
    {
        // nothing
    }
}
```

8.3.4　サンプルソースの変更

サンプルプロジェクト”ZMOD4410_RL78G14_NonOS” ”ZMOD4450_RL78G14_NonOS” ”ZMOD4510_RL78G14_NonOS”のプロジェクトツリーから、"application" "general" "r_bsp" "r_comms_i2c_rl" "r_config" "r_zmod4xxx"フォルダを選択し、右クリックで表示されるコンテキストメニューから”Copy”を選択してください。

その後、新しく作成したプロジェクトの”src”フォルダを選択し、右クリックで表示されるコンテキストメニューから”paste”を選択し、ファイルをコピーしてください。


Project Explorer
ZMOD4410_RL78G14_NonOS
Binaries
Includes
generate
src
application
general
r_bsp
r_comms_i2c_rl
r_config
r_zmod4xxx
Copy
ZMOD4410_RL78G1A_NonOS
src
ZMOD4410_RL78G1A_NonOS HardwareDebug.launch
Code Generator

“r_config"フォルダにある r_comms_i2c_rl_config.h を開き、以下の定義の値を変更します。

・COMMS_I2C_CFG_BUSx_DRIVER_TYPE

・COMMS_I2C_CFG_BUSx_DRIVER_CH

シリアル・アレイ・ユニット チャネル 0 を使用する場合

```
/* SPECIFY DRIVER TYPE, CHANNEL NO. */
/* For Bus No.0 */
#define COMMS_I2C_CFG_BUS0_DRIVER_TYPE      (COMMS_DRIVER_SAU_I2C) /* Driver
type of I2C Bus */
#define COMMS_I2C_CFG_BUS0_DRIVER_CH            (0) /* Channel No. */
```

シリアル・インタフェース IICA チャネル 0 を使用する場合

```
/* SPECIFY DRIVER TYPE, CHANNEL NO. */
/* For Bus No.0 */
#define COMMS_I2C_CFG_BUS0_DRIVER_TYPE         (COMMS_DRIVER_I2C) /* Driver
type of I2C Bus */
#define COMMS_I2C_CFG_BUS0_DRIVER_CH            (0) /* Channel No. */
```

その他の定義については、7.コンフィグ設定を参照してください。

コード生成の周辺機能名が、シリアル・アレイ・ユニット、シリアル・インタフェース IICA および、タイマ・アレイ・ユニットとなっている場合は、以下の箇所についてもサンプルソースを修正してください。

src/general/r_smc_entry.h

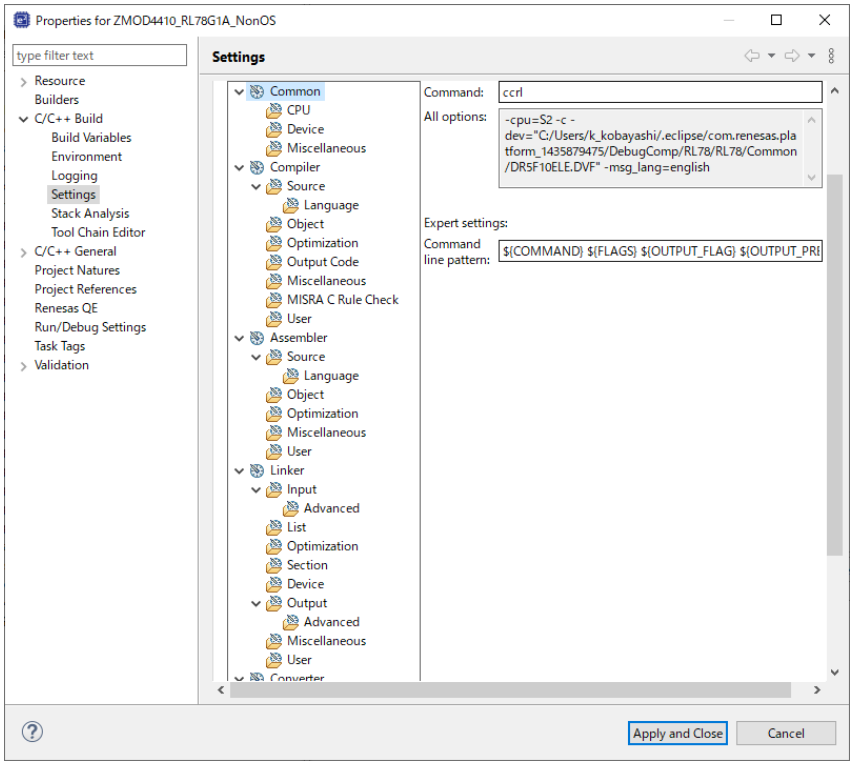
“r_cg_serial.h”を”r_cg_sau.h”もしくは、”r_cg_iica.h”に変更

“r_cg_timer.h”を”r_cg_tau.h”に変更

```
/***********************************************************************
Includes
***********************************************************************
#include "r_cg_macrodriver.h"
#include "r_cg_sau.h"
#include "r_cg_tau.h"
#include "r_cg_port.h"
#include "r_cg_cgc.h"
#include "r_cg_userdefine.h"
```

プロジェクトのプロパティを開きます。

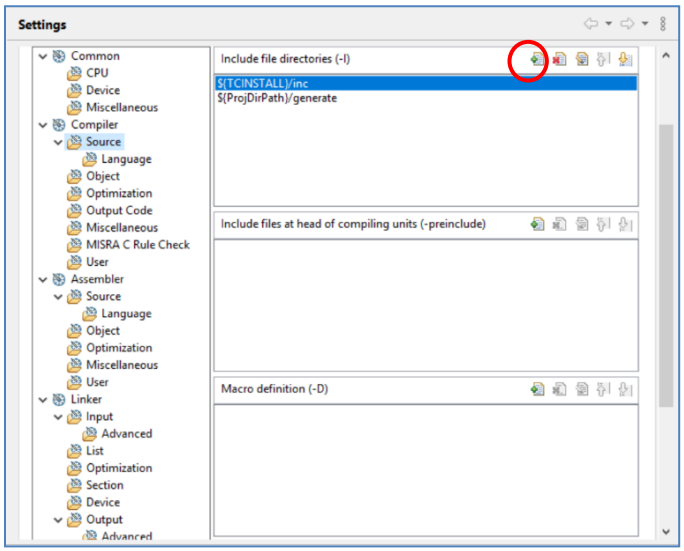
プロパティの[C/C++ Build]-[Settings]を選択し、settings を開きます。

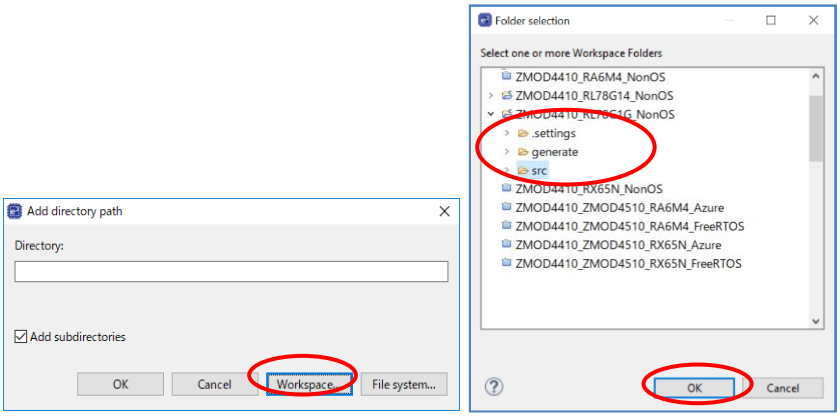


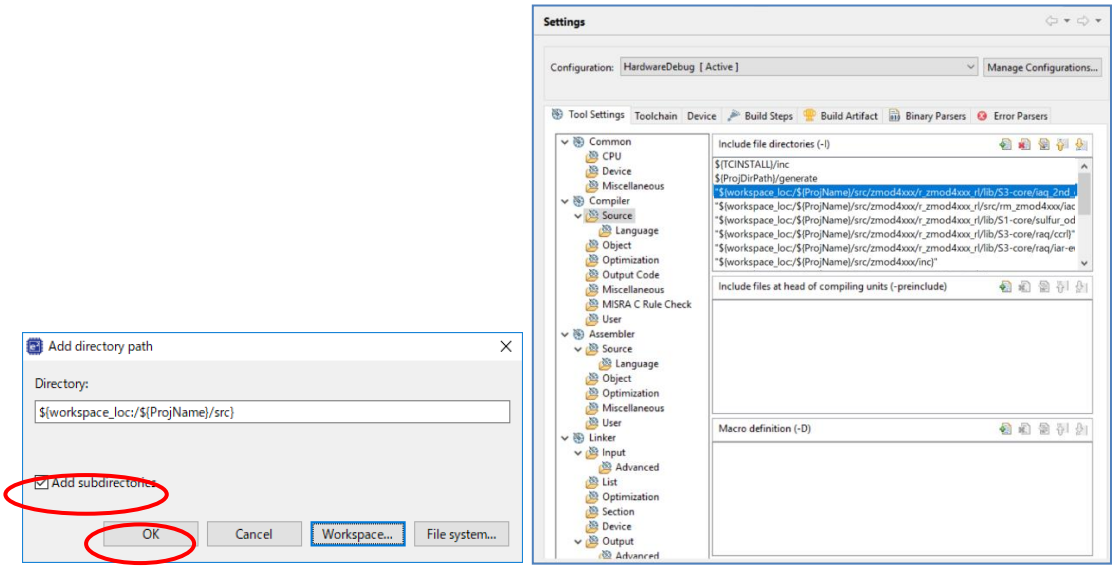
Tool Settings タブの[Compiler]-[Source]を選択し、[Add]アイコンを押下します。

[Add directory path]ダイアログで、[Workspace]ボタンを押下し、表示されたプロジェクトの一覧から、新しく作成したプロジェクトの”src”フォルダを選択し、[OK]ボタンを押下します。

”Add subdirectroies”にチェックを入れて、[OK]ボタンを押下します。

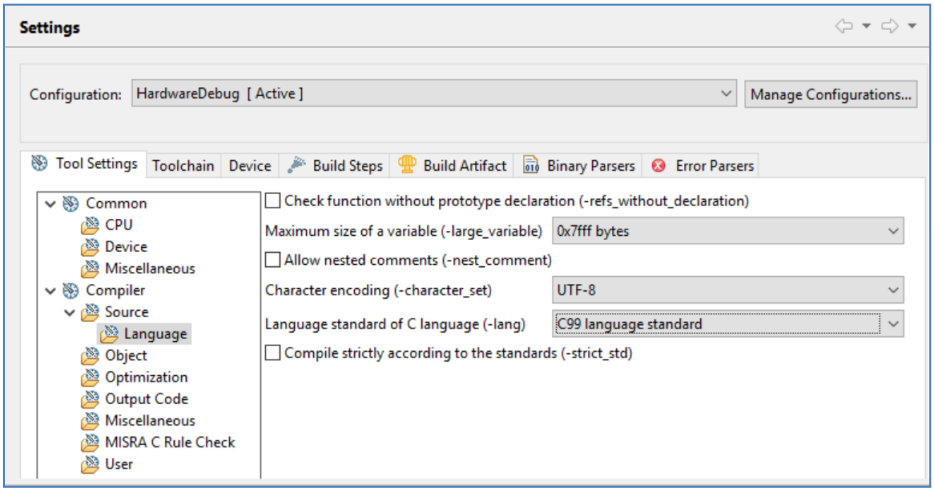






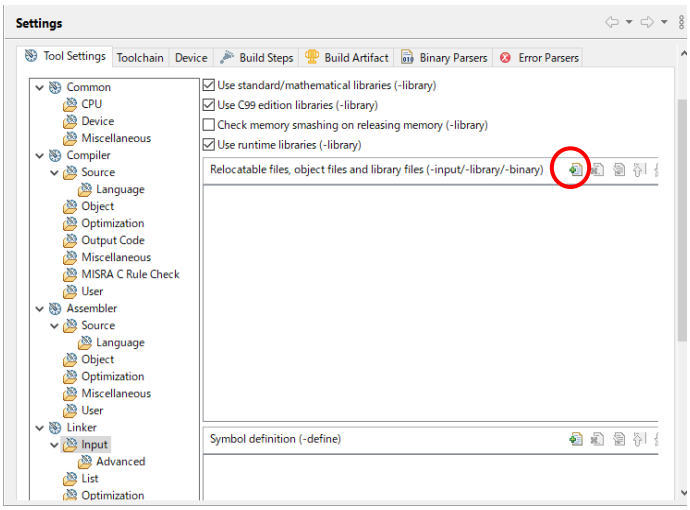
Tool settings タブの[Compiler]-[Source]-[Language]を選択し、Language standard of C language を”C99 language standard”に変更します。

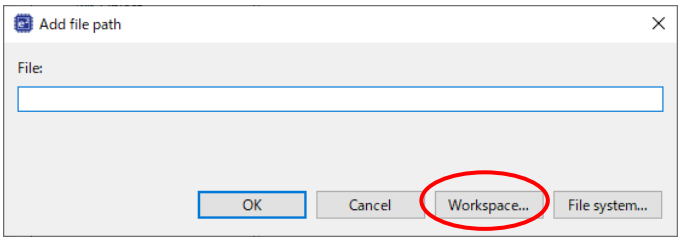
[Apply and Close]ボタンを押下して、プロパティを閉じます。

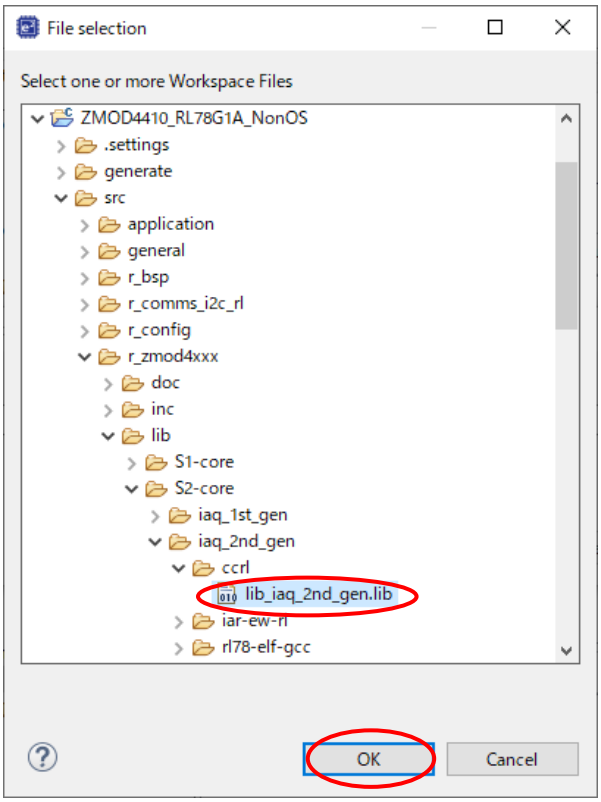


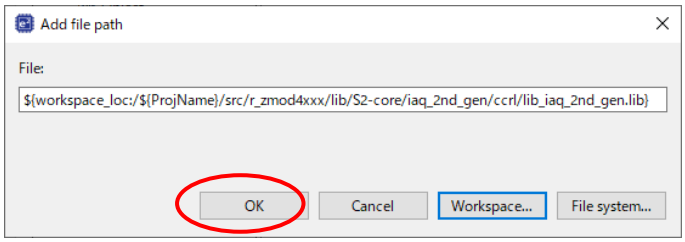
Tool settings タブの[Linker]-[Input]を選択し、[Add]アイコンを押下します。

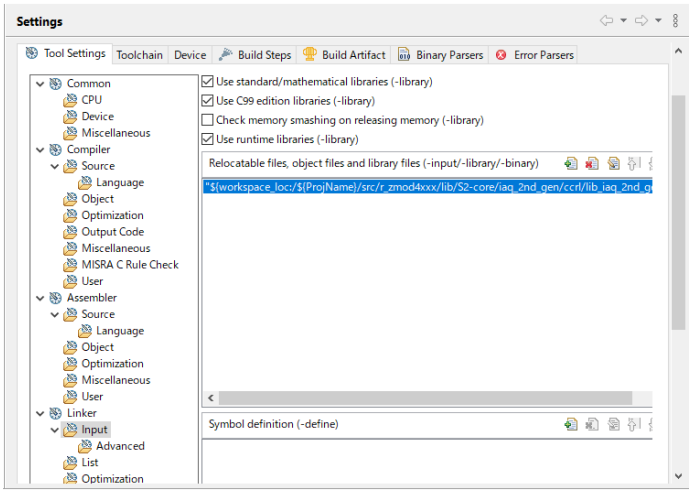
[Add directory path]ダイアログで、[Workspace]ボタンを押下し、表示されたプロジェクトの一覧から、新しく作成したプロジェクトの”src”フォルダを選択し、”r_zmod4xxx/lib”フォルダ内から、使用する MCU アーキテクチャ、測定モード、コンパイラに応じた lib ファイルを選択してください。











プロジェクトをビルドします。

メニューから[Debug Configurations]を選択し、使用するボードに接続するエミュレータに合わせて、Debugger の設定を変更してください。

8.4　RZ サンプルプロジェクト

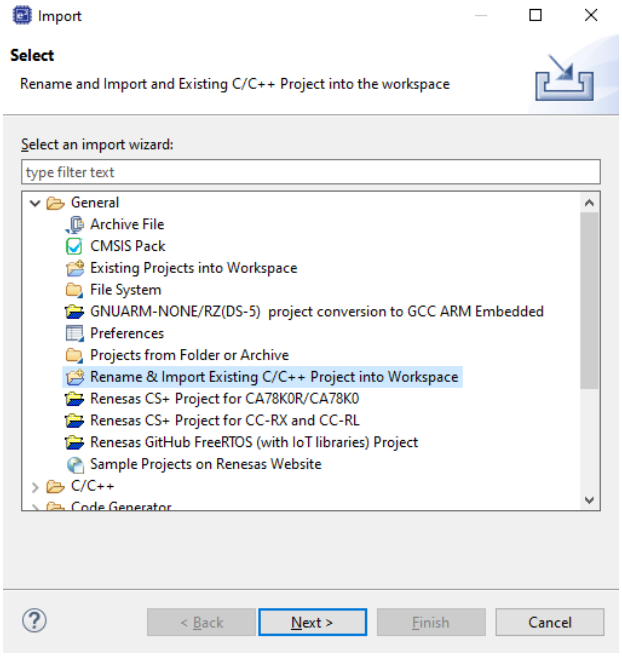
サンプルプロジェクトを変更する場合の手順は以下の通りです。

本章解説では、例としてサンプルプロジェクト”ZMOD4410_RZG2L_NonOS”から、RZ/G2L Evaluation Kit (SMARC)ボードで使用できるプロジェクトへの変更手順を記載します。

8.4.1　サンプルプロジェクトのインポート

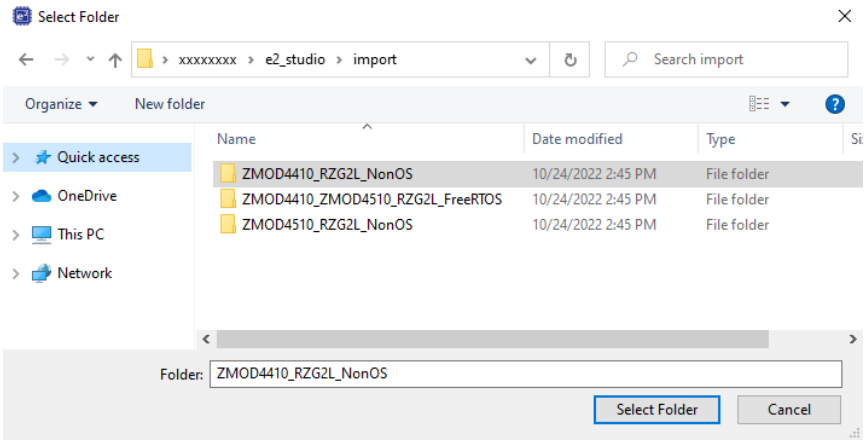
メニューから、インポートを選択します。

表示されたインポートウィンドウで、”Rename & Import Existing C/C++ Project into Workspace”を選択し、[Next]ボタンを押下します。

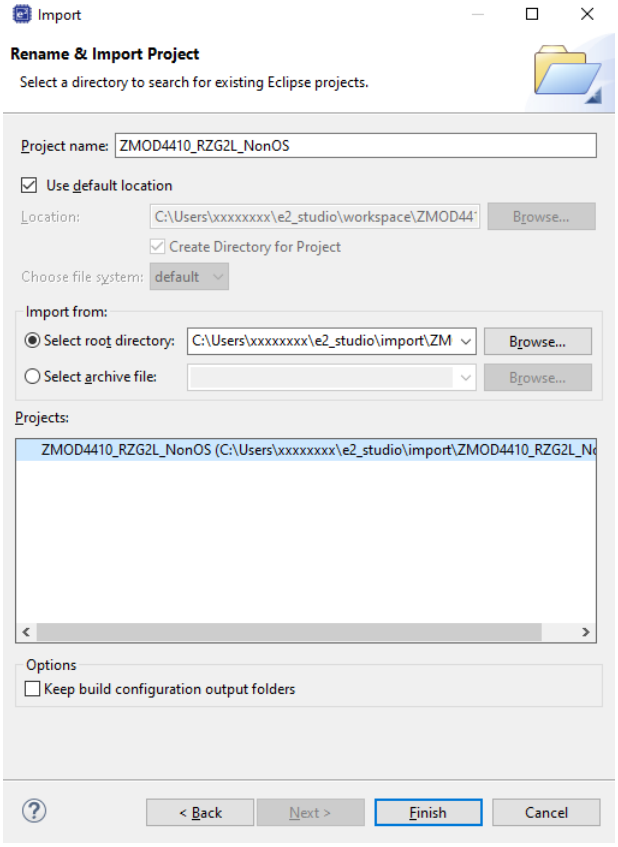


[Browse]ボタンを押下し、フォルダの選択ウィンドウを表示します。

インポート済みのサンプルプロジェクトから、移行元デバイスのプロジェクトのフォルダを選択し、[Select Folder]ボタンを押下します。



プロジェクト名の入力および、移行元デバイスのプロジェクトを選択し、[Finish]ボタンを押下します。



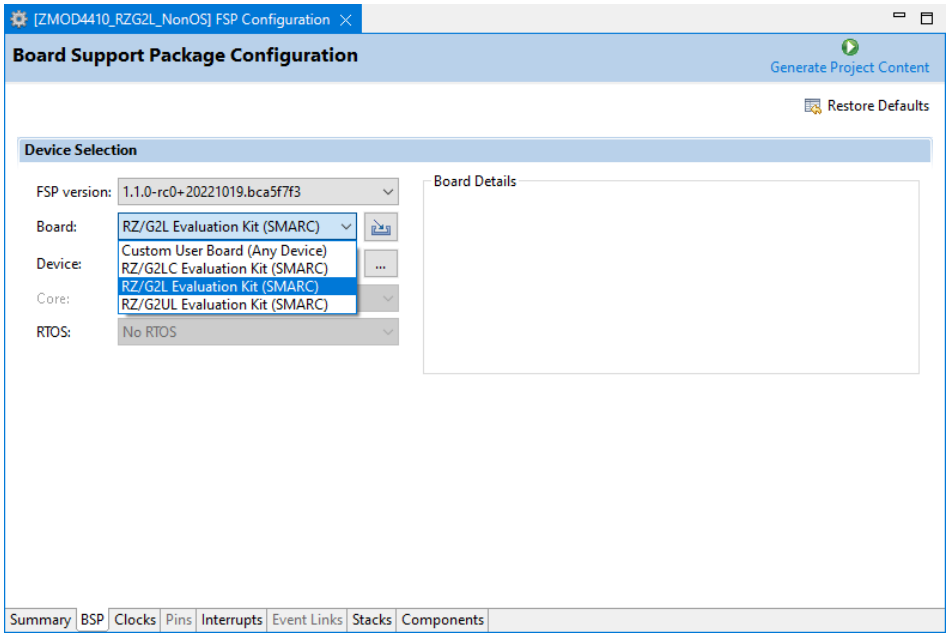
8.4.2　FSP Configurator の設定変更

プロジェクトツリーの Configuratorn.xml をダブルクリックし、FSP Configurator を開きます。

BSP タブで Board および Device を変更します。

ルネサス製ボードに変更する場合は、Board の設定のみ変更してください。

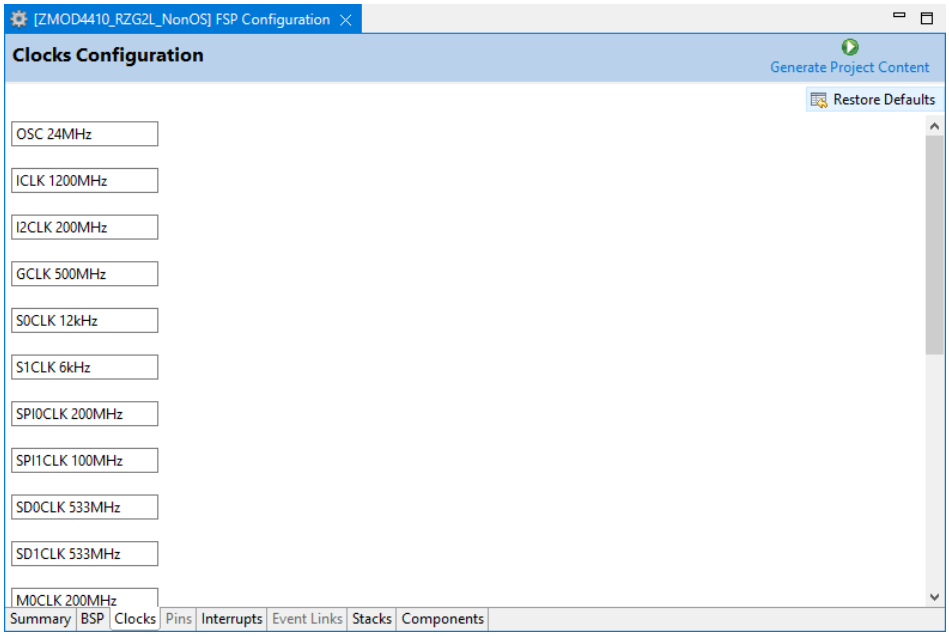
ルネサス製以外のボードに変更する場合は、Board を”Custom User Board (Any Device)”に変更後、Device を使用するデバイスに変更してください。



Clocks タブで、クロック設定を変更します。

Board を”Custom User Board (Any Device)”に変更した場合は、使用するボードに合わせてクロック設定を変更してください。

Board をルネサス製ボードに変更した場合は、自動的に設定が変更されます。

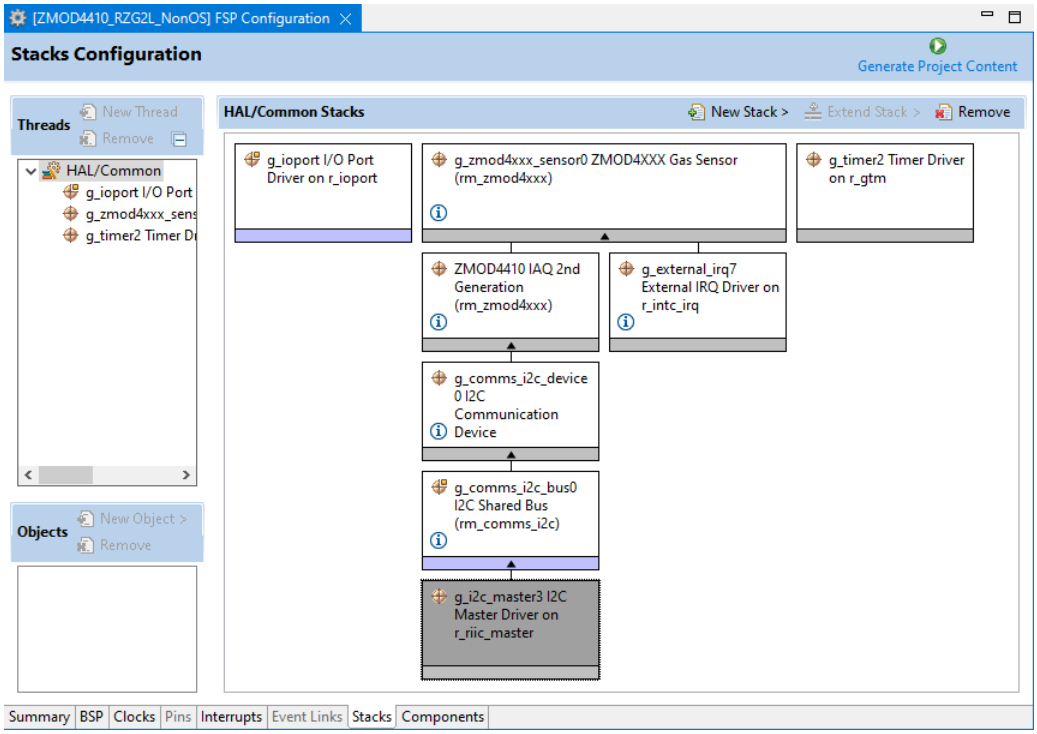


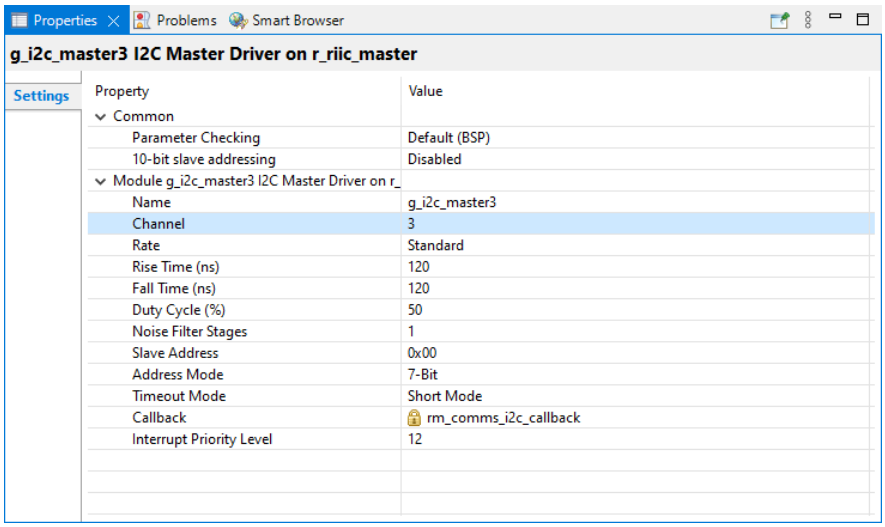
Stacks タブで、各コンポーネント設定を変更します。

使用するボードに合わせて、r_riic_master と r_intc_irq の設定を変更してください。

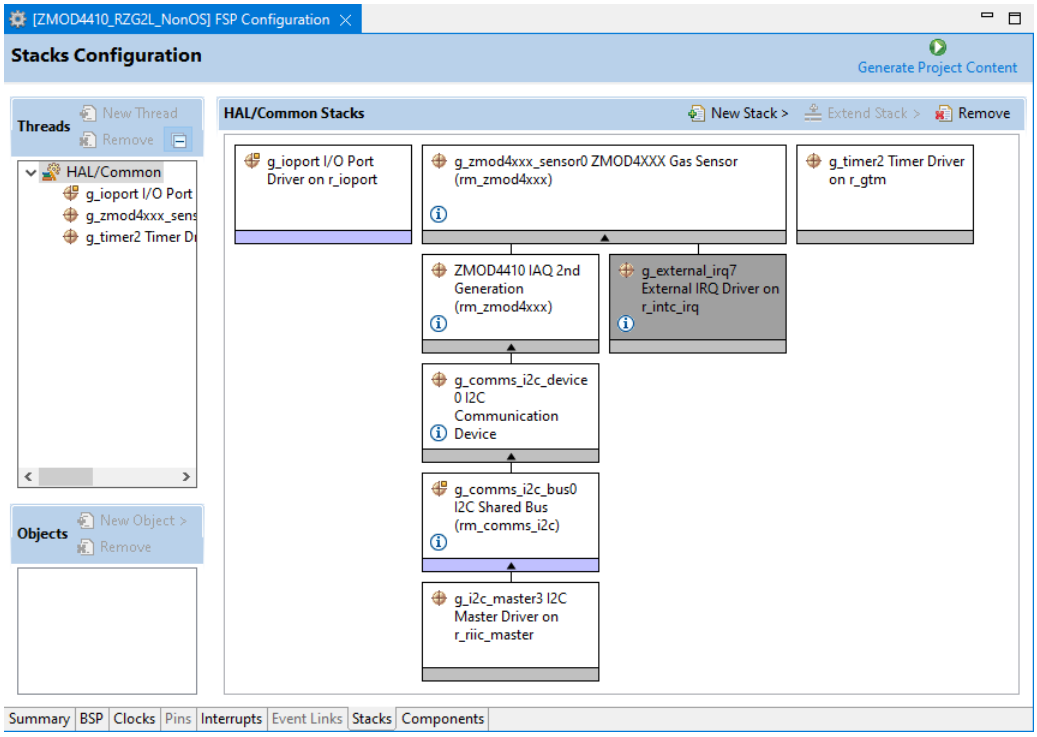
RZ/G2L Evaluation Kit (SMARC)ボードでは、PMOD1 に RIIC3 と IRQ7 が割り当てられています。

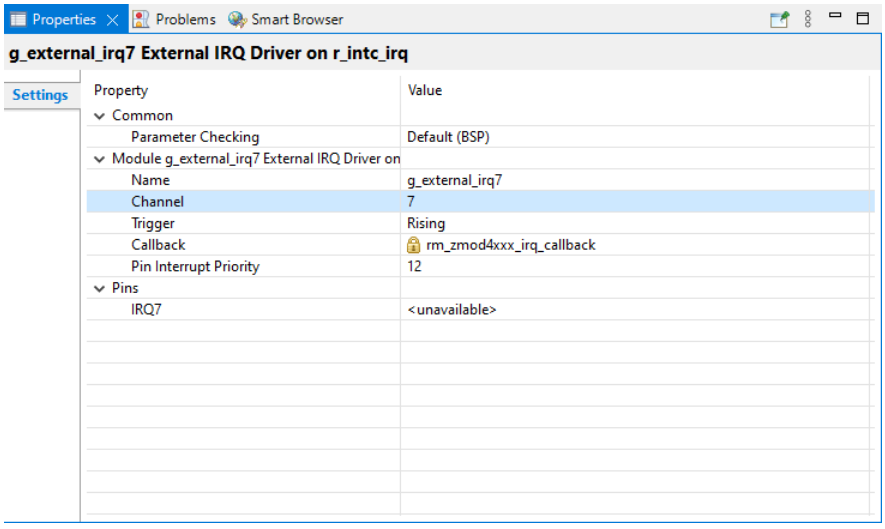
PMOD1 を使用する場合は、r_riic_master の channel を 3 に設定します。





PMOD1 を使用する場合は、r_intc_irq の channel を 7 に設定します。





[Generate Project Content]を押下して、ファイルを生成します。

プロジェクトをビルドします。

メニューから[Debug Configurations]を選択し、使用するボードに接続するエミュレータに合わせて、Debugger の設定を変更してください。

8.4.3　サンプルソースの変更

src フォルダにある pin_data.c を開き、使用するボードに合わせて、g_bsp_pin_cfg_data の設定を変更してください。

RZ/G2L Evaluation Kit (SMARC)ボードでは、PMOD1 に RIIC3 と IRQ7 が割り当てられています。

PMOD1 を使用する場合は、P18_0 を RIIC3_SDA (Function 3)に、P18_1 を RIIC3_SCL (Function 3)に、P3_1 を IRQ7 (Function 1)に設定します。

```
const ioport_pin_cfg_t g_bsp_pin_cfg_data[] =
{
    {.pin     = BSP_IO_PORT_18_PIN_00,
     .pin_cfg = ((uint32_t) IOPORT_CFG_PERIPHERAL_PIN |
                 (uint32_t) IOPORT_PERIPHERAL_MODE3)},
    {.pin     = BSP_IO_PORT_18_PIN_01,
     .pin_cfg = ((uint32_t) IOPORT_CFG_PERIPHERAL_PIN |
                 (uint32_t) IOPORT_PERIPHERAL_MODE3)},
    {.pin     = BSP_IO_PORT_03_PIN_01,
     .pin_cfg = ((uint32_t) IOPORT_CFG_PERIPHERAL_PIN |
                 (uint32_t) IOPORT_PERIPHERAL_MODE1)},
};
```

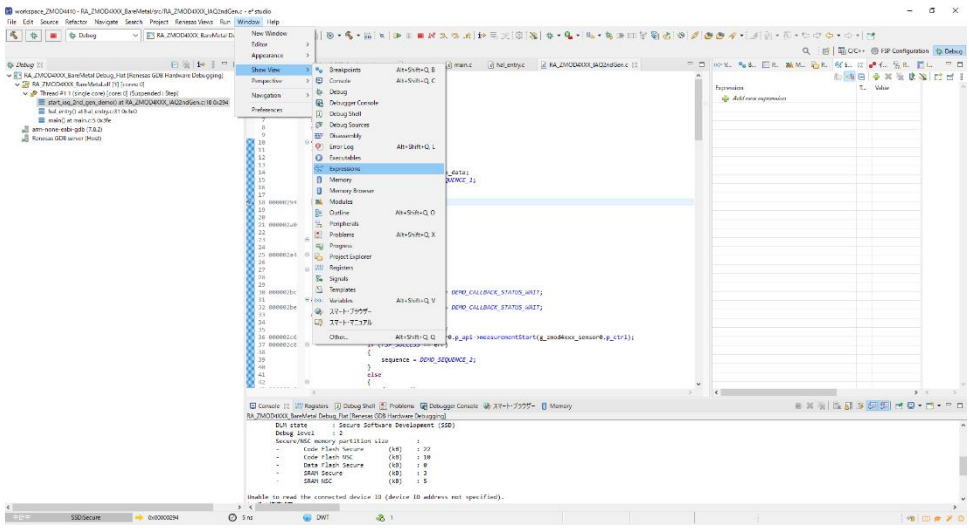
9.　ガスデータの確認方法

リアルタイムのガスデータは、以下の手順に従って確認することができます。

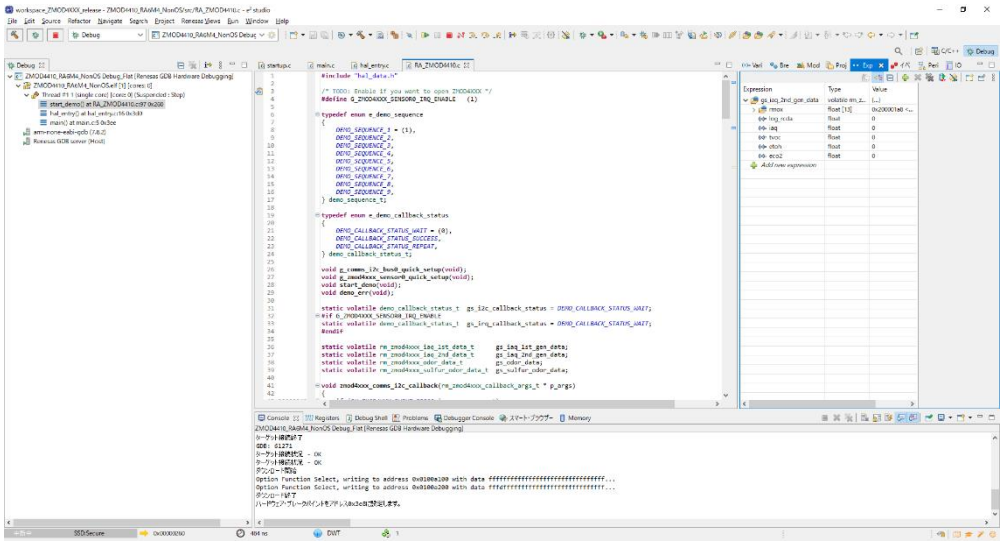
"IAQ 2nd Generation"を例に挙げて 説明します。

Debug を実行後、Expressions ウィンドウを開いてください。

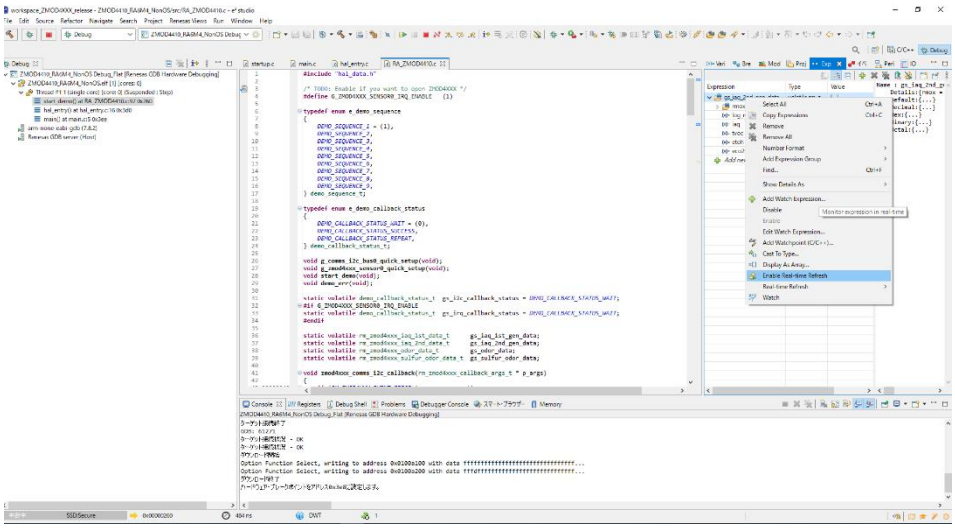
Expressions ウィンドウは[Window]→[Show View]→[Expressions]から開くことができます。



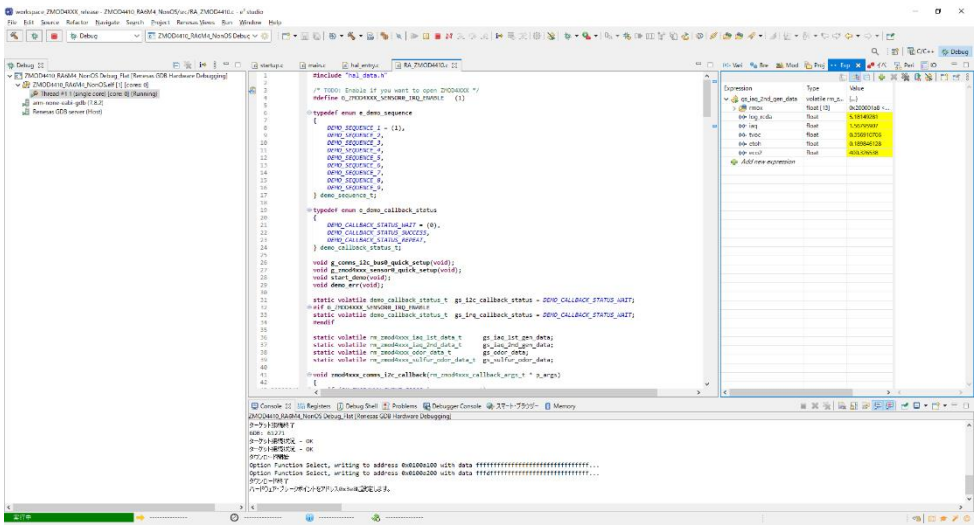
Expressions 内の Add new expression をクリックして、gs_iaq_2nd_gen_data を追加してください。



追加した変数を右クリックすると、Enable Real-time Refresh を選択することができます。



Debug をスタートすると、リアルタイムの値を確認することができます。



改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
Rev 1.00	2021.6.30	-	初版発行
Rev 1.10	2021.9.30	-	RX ファミリ、RL78 ファミリ、RE01 256KB グループへのサポートを追加
Rev.1.20	December 20, 2021	-	追加：複数 ZMOD センサ応用 追加：RX Azure サポート 他小改訂
Rev.1.30	March 1, 2022	-	IAQ 2nd Gen ULP 対応による 2,5,6 章の改訂
Rev.1.31	March 11, 2022	-	RA サンプルプロジェクトの修正
		P9	RE01 1500KB 接続図修正
Rev.1.40	June 30, 2022	P8, P9	改定：2 章動作確認環境、RE01 サンプルプロジェクト 修正：RE01 サンプルコード
	August 31, 2022		追加：ZMOD4450 修正：ライブラリ更新に伴うサンプルコード
Rev.1.50	November 30, 2022	-	追加：RZ の項目 他小改訂
Rev.1.51	February 20, 2023	-	バグ修正 更新：RL78 の動作環境
Rev.1.52	March 29, 2023	-	更新：RA、RX、RL78、RZ の動作環境 更新：サンプルソフトウェアメインフロー 更新：デバイス変更ガイド
Rev.1.53	June 28, 2023	-	更新：RA の動作環境 更新：ZMOD4410 センサ仕様 更新：サンプルソフトウェア仕様 更新：RX、RL78 ZMOD4XXX 設定
Rev.1.54	September 7, 2023	-	更新：デバイス変更ガイド 削除：RE01 の項目
Rev.1.55	May 17,2024	-	追加：RA0E1 動作確認環境 更新：RA ファミリの I2C ドライバ設定 更新：RA サンプルプロジェクトのデバイス変更ガイド 誤記修正

製品ご使用上の注意事項

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

1. 静電気対策
   CMOS 製品の取り扱いの際は静電気防止を心がけてください。CMOS 製品は強い静電気によってゲート絶縁破壊を生じることがあります。運搬や保存の際には、当社が出荷梱包に使用している導電性のトレーやマガジンケース、導電性の緩衝材、金属ケースなどを利用し、組み立て工程にはアースを施してください。プラスチック板上に放置したり、端子を触ったりしないでください。また、CMOS 製品を実装したボードについても同様の扱いをしてください。
2. 電源投入時の処置
   電源投入時は、製品の状態は不定です。電源投入時には、LSI の内部回路の状態は不確定であり、レジスタの設定や各端子の状態は不定です。外部リセット端子でリセットする製品の場合、電源投入からリセットが有効になるまでの期間、端子の状態は保証できません。同様に、内蔵パワーオンリセット機能を使用してリセットする製品の場合、電源投入からリセットのかかる一定電圧に達するまでの期間、端子の状態は保証できません。
3. 電源オフ時における入力信号
   当該製品の電源がオフ状態のときに、入力信号や入出力プルアップ電源を入れないでください。入力信号や入出力プルアップ電源からの電流注入により、誤動作を引き起こしたり、異常電流が流れ内部素子を劣化させたりする場合があります。資料中に「電源オフ時における入力信号」についての記載のある製品は、その内容を守ってください。
4. 未使用端子の処理
   未使用端子は、「未使用端子の処理」に従って処理してください。CMOS 製品の入力端子のインピーダンスは、一般に、ハイインピーダンスとなっています。未使用端子を開放状態で動作させると、誘導現象により、LSI 周辺のノイズが印加され、LSI 内部で貫通電流が流れたり、入力信号と認識されて誤動作を起こす恐れがあります。
5. クロックについて
   リセット時は、クロックが安定した後、リセットを解除してください。プログラム実行中のクロック切り替え時は、切り替え先クロックが安定した後に切り替えてください。リセット時、外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックで動作を開始するシステムでは、クロックが十分安定した後、リセットを解除してください。また、プログラムの途中で外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックに切り替える場合は、切り替え先のクロックが十分安定してから切り替えてください。
6. 入力端子の印加波形
   入力ノイズや反射波による波形歪みは誤動作の原因になりますので注意してください。CMOS 製品の入力がノイズなどに起因して、V_{IL}（Max.）から V_{IH}（Min.）までの領域にとどまるような場合は、誤動作を引き起こす恐れがあります。入力レベルが固定の場合はもちろん、V_{IL}（Max.）から V_{IH}（Min.）までの領域を通過する遷移期間中にチャタリングノイズなどが入らないように使用してください。
7. リザーブアドレス（予約領域）のアクセス禁止
   リザーブアドレス（予約領域）のアクセスを禁止します。アドレス領域には、将来の拡張機能用に割り付けられている リザーブアドレス（予約領域）があります。これらのアドレスをアクセスしたときの動作については、保証できませんので、アクセスしないようにしてください。
8. 製品間の相違について
   型名の異なる製品に変更する場合は、製品型名ごとにシステム評価試験を実施してください。同じグループのマイコンでも型名が違うと、フラッシュメモリ、レイアウトパターンの相違などにより、電気的特性の範囲で、特性値、動作マージン、ノイズ耐量、ノイズ幅射量などが異なる場合があります。型名が違う製品に変更する場合は、個々の製品ごとにシステム評価試験を実施してください。

ご注意書き

1. 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合、お客様の責任において、お客様の機器・システムを設計ください。これらの使用に起因して生じた損害（お客様または第三者いずれに生じた損害も含みます。以下同じです。）に関し、当社は、一切その責任を負いません。
2. 当社製品または本資料に記載された製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズム、応用回路例等の情報の使用に起因して発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権に対する侵害またはこれらに関する紛争について、当社は、何らの保証を行うものではなく、また責任を負うものではありません。
3. 当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
4. 当社製品を組み込んだ製品の輸出入、製造、販売、利用、配布その他の行為を行うにあたり、第三者保有の技術の利用に関するライセンスが必要となる場合、当該ライセンス取得の判断および取得はお客様の責任において行ってください。
5. 当社製品を、全部または一部を問わず、改造、改変、複製、リバースエンジニアリング、その他、不適切に使用しないでください。かかる改造、改変、複製、リバースエンジニアリング等により生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
6. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」および「高品質水準」に分類しており、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使用されることを意図しております。
   標準水準：　コンピュータ、OA 機器、通信機器、計測機器、AV 機器、家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット等
   高品質水準：輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通制御（信号）、大規模通信機器、金融端末基幹システム、各種安全制御装置等
   当社製品は、データシート等により高信頼性、Harsh environment 向け製品と定義しているものを除き、直接生命・身体に危害を及ぼす可能性のある機器・システム（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの等）、もしくは多大な物的損害を発生させるおそれのある機器・システム（宇宙機器と、海底中継器、原子力制御システム、航空機制御システム、プラント基幹システム、軍事機器等）に使用されることを意図しておらず、これらの用途に使用することは想定していません。たとえ、当社が想定していない用途に当社製品を使用したことにより損害が生じても、当社は一切その責任を負いません。
7. あらゆる半導体製品は、外部攻撃からの安全性を 100%保証されているわけではありません。当社ハードウェア／ソフトウェア製品にはセキュリティ対策が組み込まれているものもありますが、これによって、当社は、セキュリティ脆弱性または侵害（当社製品または当社製品が使用されているシステムに対する不正アクセス・不正使用を含みますが、これに限りません。）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

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。