RX210 グループ

DAC モジュールを用いた正弦波出力

要旨

本サンプルコードでは、D/A コンバータ (DAC)FIT モジュールを使用した正弦波出力の方法について説明します。

対象デバイス

・RX210

内容

1. 仕様

タイマ(TMR0)を使用し、コンペアマッチ A を定期的に発生させ、割込みのタイミングで D/A コンバータ (DAC)の出力データを更新することで、正弦波を生成します。DAC に関しては、FIT モジュールを使用します。

2. 動作確認条件

本サンプルコードは、表 2.1 の条件で動作を確認しています。

表 2.1　動作確認条件

項目	内容
使用マイコン	R5F5210BBDFP (RX210 グループ)
動作周波数	・メインクロック：20MHz ・PLL：100MHz（メインクロック 2 分周 10 逓倍） ・システムクロック(ICLK)：50MHz（PLL 2 分周） ・周辺モジュールクロック B(PCLKB)：25MHz（PLL 4 分周）
ボード電源電圧	5V
マイコン動作電圧	5V （VREFH=5V、VREFL=0V）
エンディアン	リトルエンディアン
動作モード	シングルチップモード
プロセッサモード	スーパバイザモード
統合開発環境	ルネサスエレクトロニクス製品 e2 studio V6.0.0
エミュレータ	ルネサスエレクトロニクス製　E1 エミュレータ
使用ボード	北斗電子製評価ボード HSBRX210-100B(R5F5210BBDFP)

3. ハードウェア説明

に使用端子と機能を示します。

表 3.1 使用端子と機能

端子名	入出力	内容
P05	出力	アナログ値出力端子(DA1)

4. ソフトウェア説明

4.1 動作概要

ソフトウェア説明を図 4.1 に示します。P05/DA1 端子から振幅が VREFL～VREFH、周期 160us（6.25kHz）、分解能 16 の正弦波を出力します。予め正弦波を 16 分割した DAC 出力電圧のテーブルを作成します。きれいな正弦波を生成するためには、外部にフィルタ回路等を接続することで実現可能です。

(1) TMR0 を使用して 10us(100kHz)毎にコンペアマッチ A 割り込みを発生させます。

(2) コンペアマッチ A 割り込みにより、テーブルから DAC 出力データを参照し、更新します。

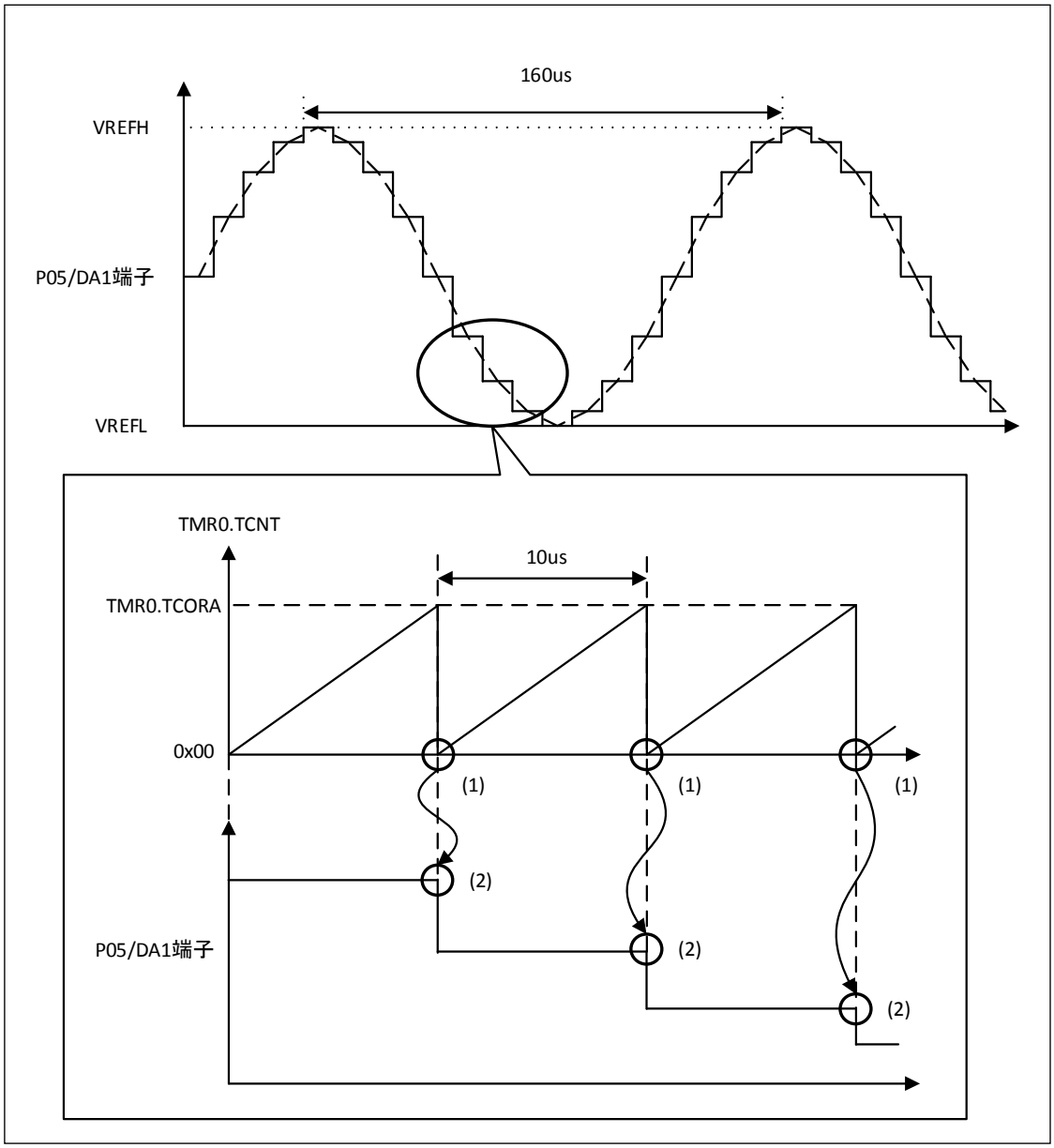


図 4.1　ソフトウェア説明

BSP(ボードサポートパッケージ)FIT モジュール、DAC(D/A コンバータ)FIT モジュールを e2studio に組み込み、組み込んだ FIT モジュールを使用します。

<FIT>

FIT(Firmware Integration Technology)は、ルネサスエレクトロニクス㈱から提供されているファームウェアです。BSP、周辺機能モジュール、ミドルウェアモジュール、インタフェースモジュールで構成されており、これらのモジュールを使用することにより、ソフトウェア開発が容易になります。

<BSP>

BSP は FIT モジュールを使用するプロジェクトの基盤であり、リセットから main 関数までにおけるマイコン初期設定、クロック設定などと基本設定を行うモジュールが含まれています。なお、本サンプルコードの対象ボードは HSBRX210-100B となっていますので、必要に応じて変更してください。

<DAC>

この FIT モジュールでは、D/A コンバータ周辺機能をサポートします。アナログに変換するデータは左揃え、または右揃えで配置でき、チャネルを個別に出力できるためのモジュールが含まれています。

4.2　　ファイル構成

本サンプルコードを作成するにあたり、編集したファイルを表 4.1 に示します。5. FIT モジュールのダウンロードと組み込みでダウンロードした FIT モジュールを組み込んだファイルについては割愛します。

表 4.1　ファイル名一覧

ファイル名	概要	備考
DAC_RX210.c	メインファイル ・DAC FIT モジュール初期化、設定 ・タイマを起動し、カウント開始 ・D/A 変換結果を正弦波として出力	
hwsetup.c	初期設定 ・使用する D/A 変換結果出力ポートの設定	r_bsp¥hsbrx210_100b¥hwsetup.c 内の output_ports_configure 関数を HSBRX210-100B 用に変更しています
hsbrx210_100b.h	周辺機能のマクロ設定 ・HSBRX210-100B ボードの周辺機能マクロ設定	r_bsp¥board¥hsbrk210_100b¥hsbrx210_100b.h の define 定義を HSBRX210-100B 用に変更しています

4.3 HSBRX210-100B ボードを使用する上での変更点

本サンプルコードでは、BSP FIT モジュールアプリケーションノート R01AN1685JJ0350「7.1 カスタムボード用の BSP モジュールを作成する」の章を参考に、使用する HSBRX210-100B ボードに合わせて設定しました。

4.3.1 使用するカスタムボード用のフォルダ作成

FIT モジュールを組み込んだファイルは RSK を元にしたフォルダ構成となっているため、使用するボードに合わせたフォルダを作成します。

r_bsp¥board¥user を r_bsp¥board¥hsbrx210_100b にフォルダ名を変更します。

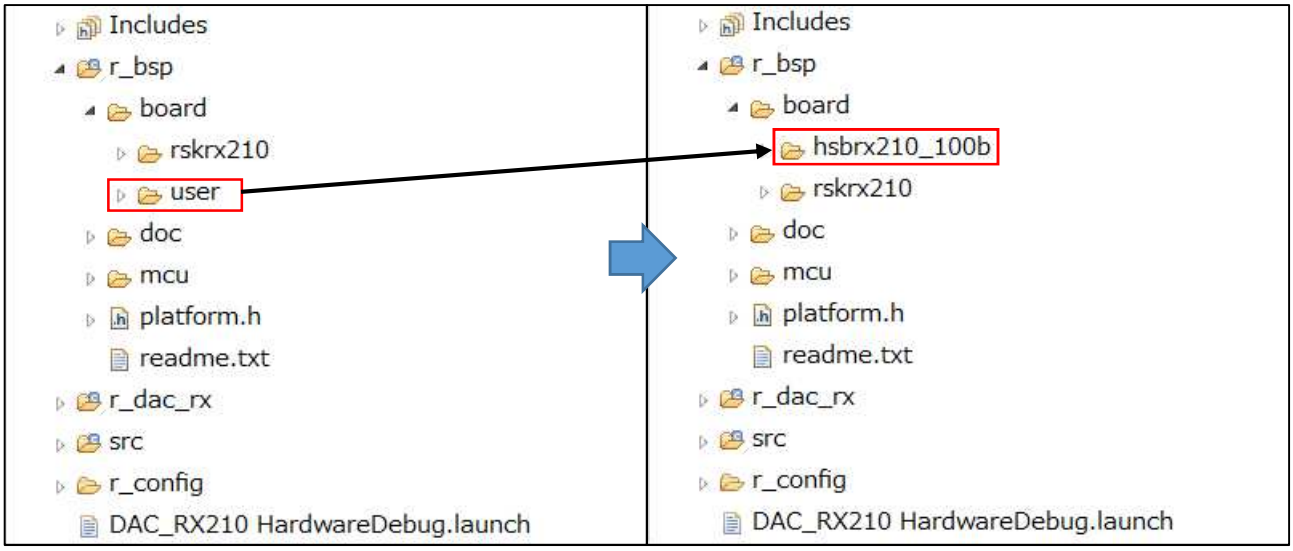


図 4.2 使用するカスタムボード用のフォルダ作成手順 1

r_bsp¥board¥rskrx210 内のファイルを、リネームした r_bsp¥board¥hsbrx210_100b にコピーします。※コピーする時 r_bsp¥board¥hsbrx210_100b の中に入っていた r_bsp.h ファイルは上書きされます。

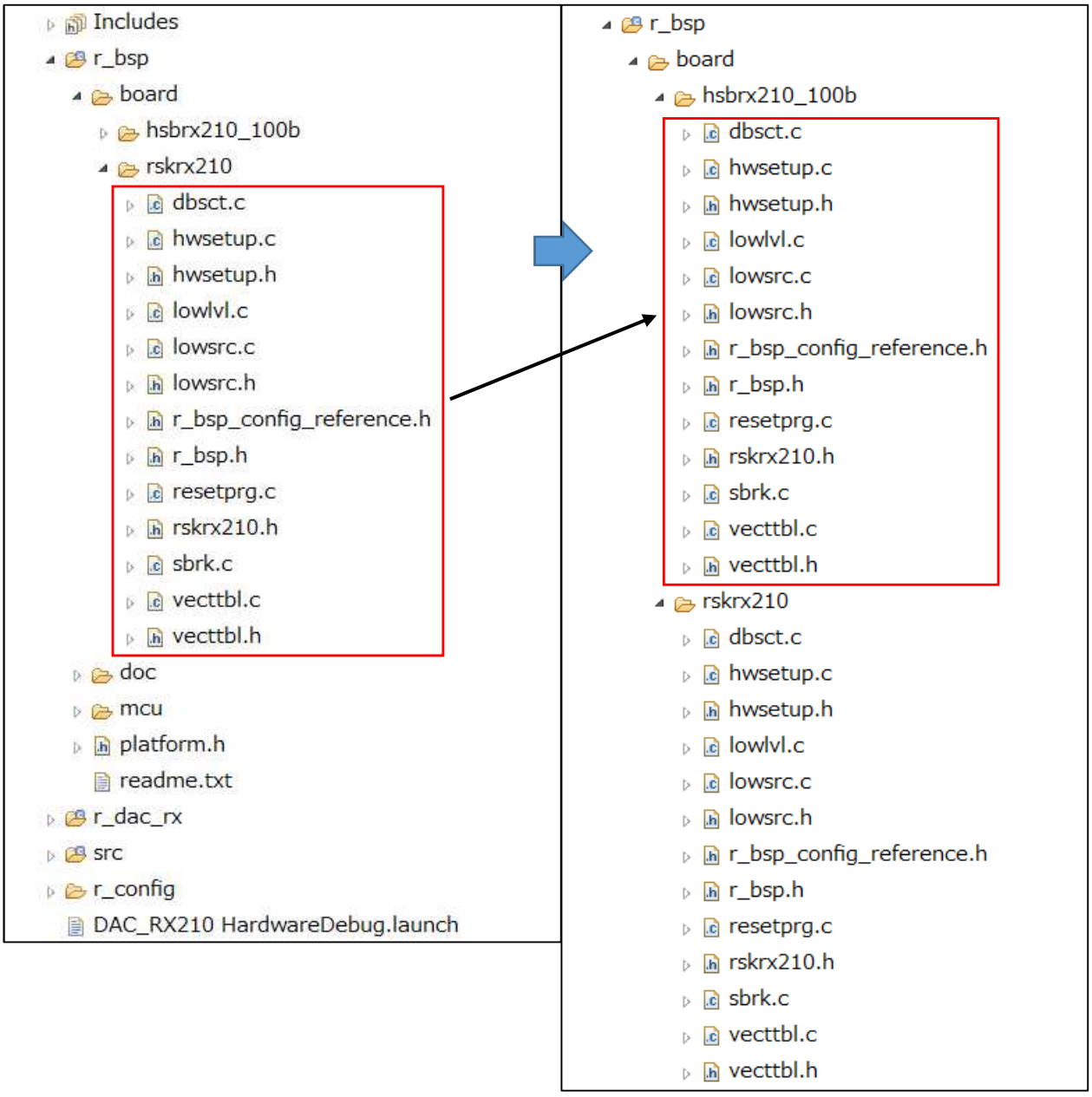


図 4.3　使用するカスタムボード用のフォルダ作成手順 2

r_bsp¥board¥hsbrx210_100b¥rskrx210.h となっているファイル名を hsbrx210_100b.h に変更します。

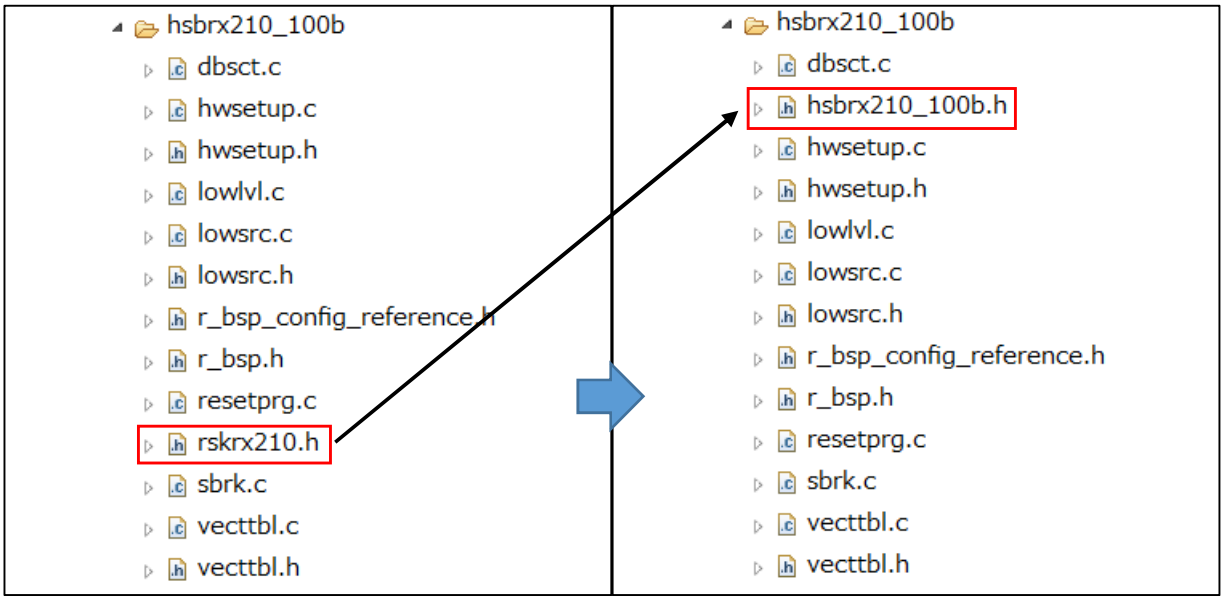


図 4.4　使用するカスタムボード用のフォルダ作成手順 3

差し替えた後、r_bsp¥board¥rskrx210 フォルダをビルドから除外するか、フォルダが不要であれば削除します。

4.3.2　　使用するポートの初期化（hwsetup.c）

表 4.2 に本サンプルコード r_bsp¥board¥hsbrx210_100b¥hwsetup.c のポート設定を表示します。

表 4.2　使用するポート一覧

端子機能名	レジスタ設定	設定値	内容
DA1	PORT0.PMR.BIT.B5	0	DA1 端子に設定時は 0
	PORT0.PDR.BIT.B5	0	DA1 端子に設定時は 0
	MPC.P05PFS.BYTE	0x80	アナログ端子として使用

4.3.3 使用するボードのマクロ設定（hsbrx210_100b.h）

本サンプルソフトウェアで使用する HSBRX210-100B ボードに合わせ、基としている RSK との相違点を、r_bsp¥board¥hsbrx210_100b¥hsbrx210_100b.h ファイルに反映します。変更した点を表 4.3 に示します。

表 4.3　HSBRX210-100B ボード端子の変更点一覧

機能名	変更前の端子名	変更後の端子名
SW1	P31	PH1
SW2	P33	本ボードには搭載されていないため SW2 の定義を削除
SW3	P34	本ボードには搭載されていないため SW3 の定義を削除
LED0	P14	PH2
LED1	P15	PH3
LED2	P16	本ボードには搭載されていないため LED2 の定義を削除
LED3	P17	本ボードには搭載されていないため LED3 の定義を削除

4.3.4 使用するファイルパスの設定（r_bsp.c）

表 4.4 に本サンプルコード r_bsp¥board¥hsbrx210_100b¥r_bsp.c にはボードと MCU に必要な全ての#include を含んでいます。そのためボードに関連するインクルードパスを以下のように修正する必要があります。

表 4.4　r_bsp.c の変更箇所

修正前インクルードパス名	修正後インクルードパス名
#include "board/rskrx210/rskrx210.h"	#include "board/hsbrx210_100b/hsbrx210_100b.h"
#include "board/rskrx210/hwsetup.h"	#include "board/hsbrx210_100b/hwsetup.h"
#include "board/rskrx210/lowsrc.h"	#include "board/hsbrx210_100b/lowsrc.h"
#include "board/rskrx210/vecttbl.h"	#include "board/hsbrx210_100b/vecttbl.h"

新しく作成したカスタムボード用のフォルダ内の r_bsp¥board¥hsbrx210_100b¥r_bsp.h ファイルを指定するように r_bsp¥platform.h ファイルの中身を修正する必要があります。

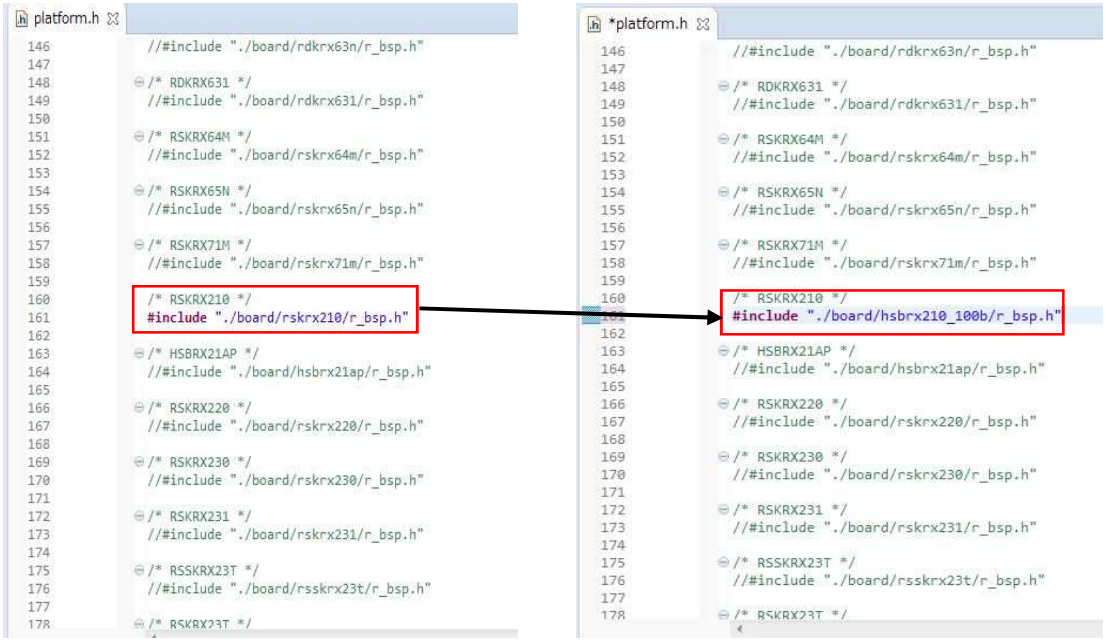


図 4.5　platform.h ファイル修正比較

4.4 定数一覧

表 4.5 に本サンプルコードで使用する定数一覧を示します。

表 4.5　サンプルコードで使用する定数

定数名	設定値	内容
SINE_RESOL	16	正弦波の分解能を設定します
UPDATE_TIMING	0x95	DAC 出力の更新タイミングを 160kHz に設定します

4.5 変数一覧

表 4.6 に本サンプルコードで使用する変数一覧を示します。

表 4.6　サンプルコードで使用する変数

型	変数名	内容
const uint16_t	sine_wave_tbl[SIN_RESOL]	正弦波を出力するデータテーブル

4.5 関数一覧

表 4.7 に関数一覧を掲載します。本サンプルコードで新規作成、編集した関数のみ記載しています。DAC モジュール FIT の関数に関しましては、「RX ファミリ DAC モジュール Firmware Integration Technology」を参照ください。

表 4.7 関数一覧

関数名	概要
main	メイン処理
tmr_init	TMR の初期設定処理
INT_TMR0_CMIA0	DAC 出力の更新処理（CMIA0 割り込み）

4.6 関数仕様

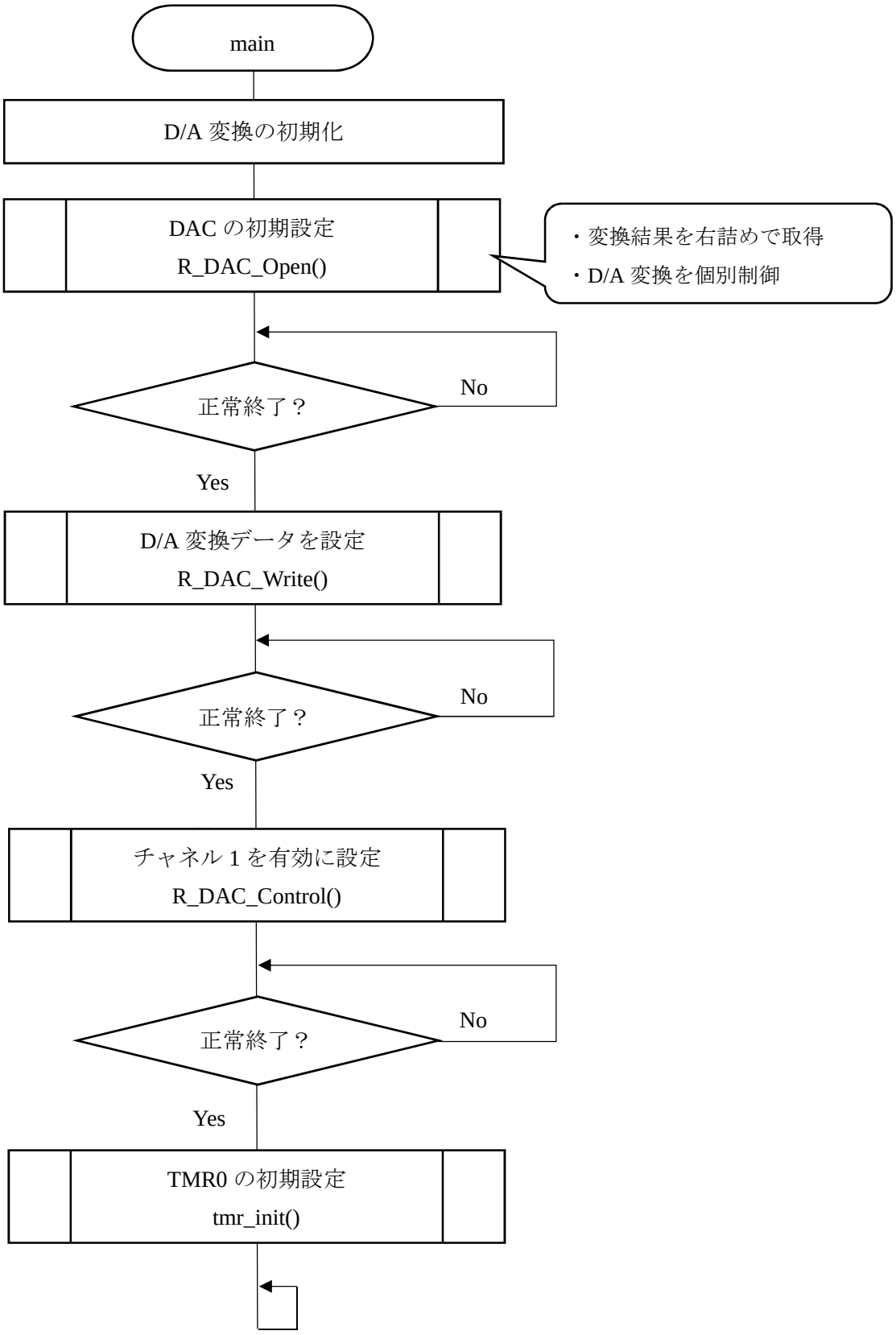
main	
概要	メイン処理
ヘッダ	なし
宣言	void main(void)
説明	DAC、TMR 初期設定関数の呼び出し
引数	なし
リターン値	なし

tmr_init	
概要	TMR の初期設定
ヘッダ	なし
宣言	void tmr_init (void)
説明	TMR の初期設定処理
引数	なし
リターン値	なし

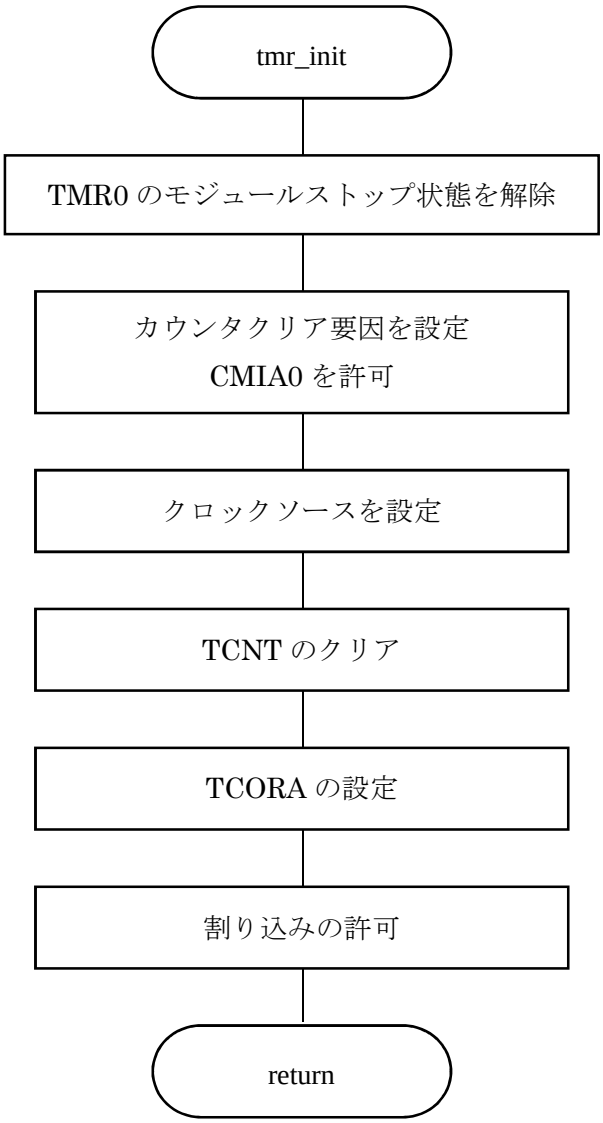
INT_TMR0_CMIA0	
概要	DAC 出力の更新処理（CMIA0 割り込み）
ヘッダ	なし
宣言	void INT_TMR0_CMIA0 (void)
説明	DAC 出力の更新
引数	なし
リターン値	なし

4.7 作成する関数のフローチャート

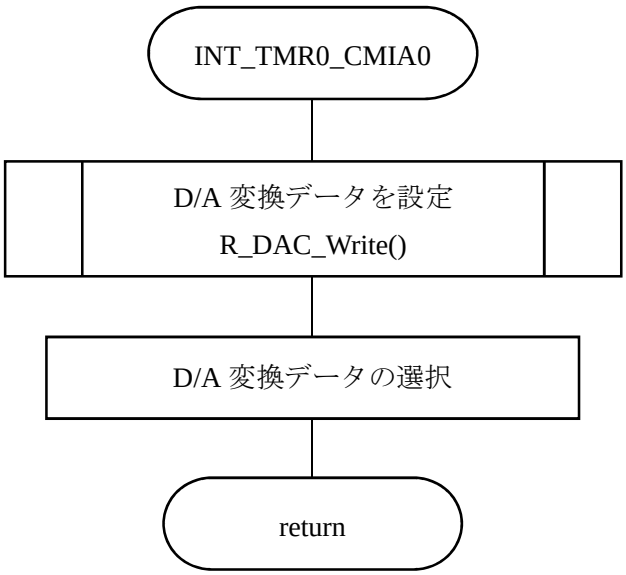
4.7.1 メイン処理



4.7.2　　TMR の初期設定



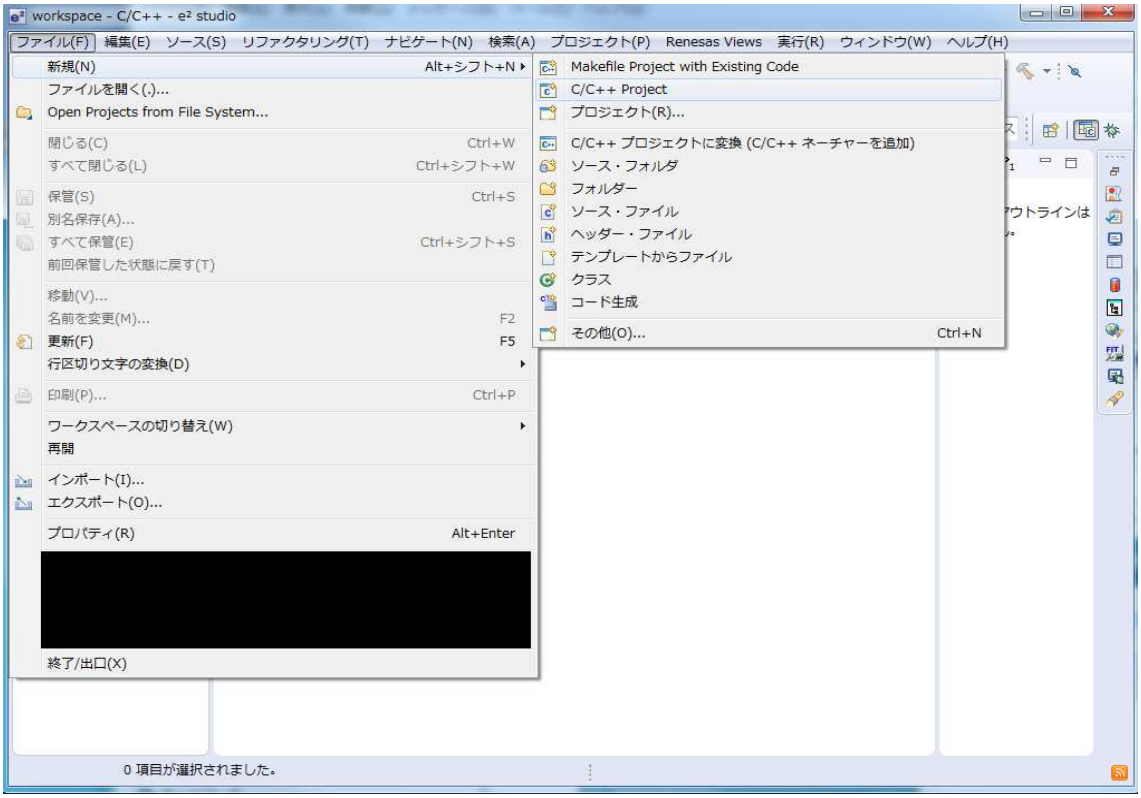
4.7.3　　DAC 出力の更新処理（CMIA0 割り込み）



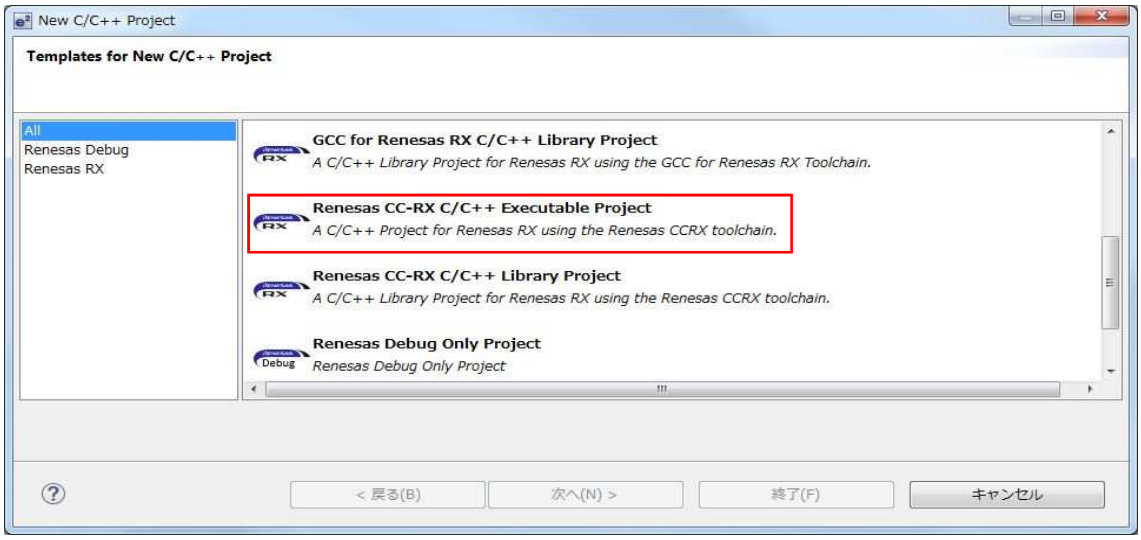
5. FIT モジュールのダウンロードと組み込み

5.1 プロジェクトの生成と FIT モジュールのダウンロード

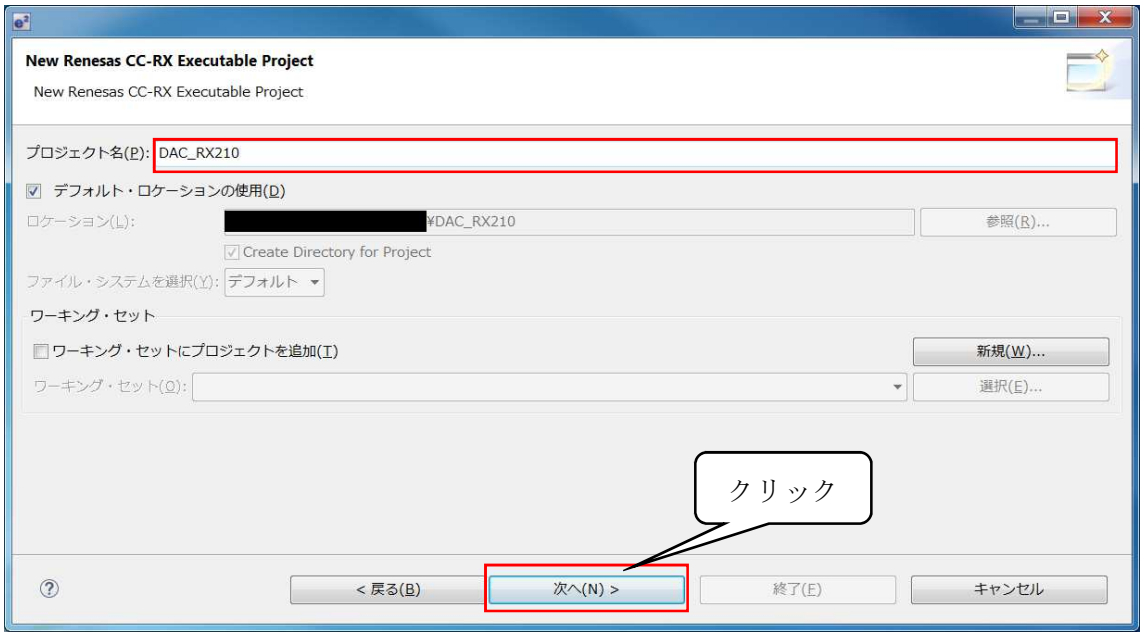
e2studio を起動し、左上の「ファイル」をクリックし、その中の「新規」にカーソルを合わせて中身を展開し、「C/C++プロジェクト」をクリックします。



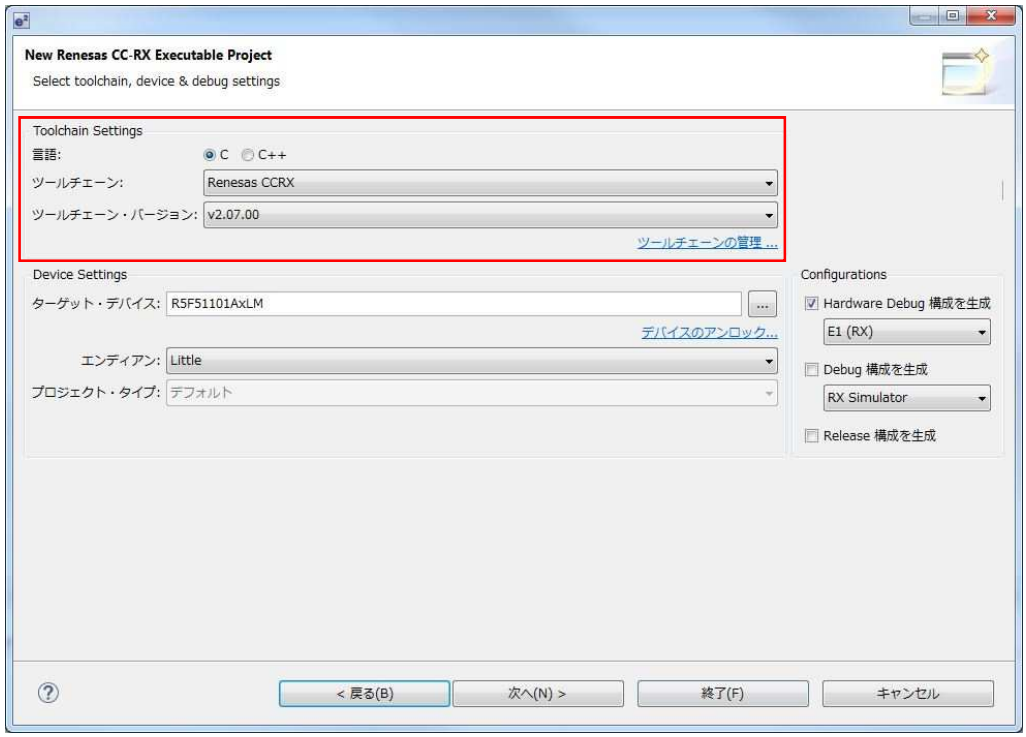
“Templates for Now C/C++ Project”が展開後に画面をスクロールし、Renesas CC-RX C/C++Executable Project を選択します。



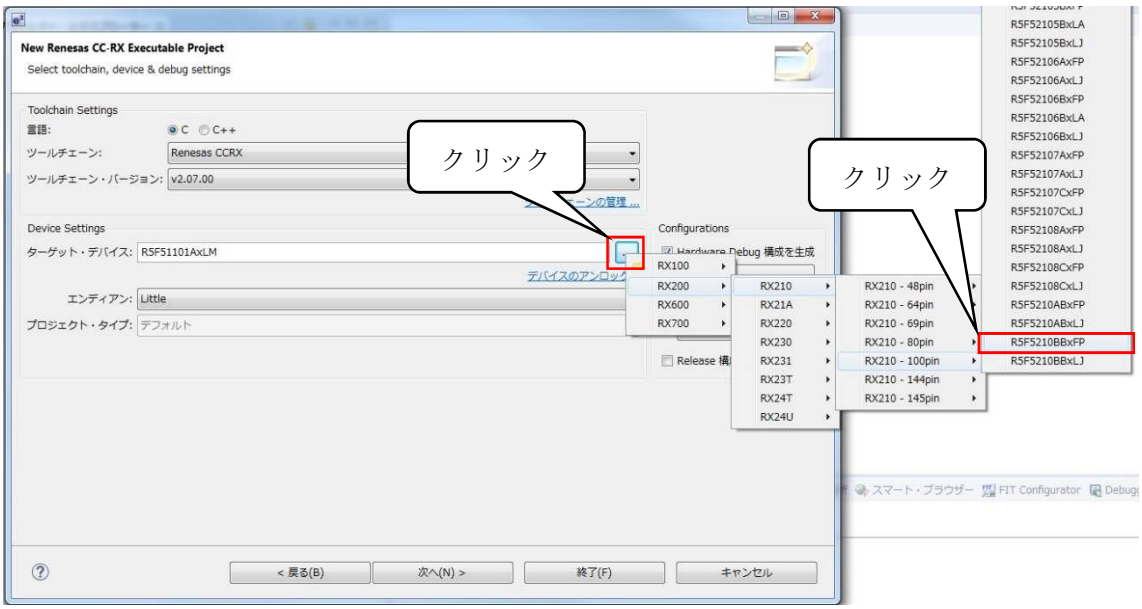
選択後、「プロジェクト名(P)」に新規作成するプロジェクト名を入力し、「次へ(N)」を選択します。



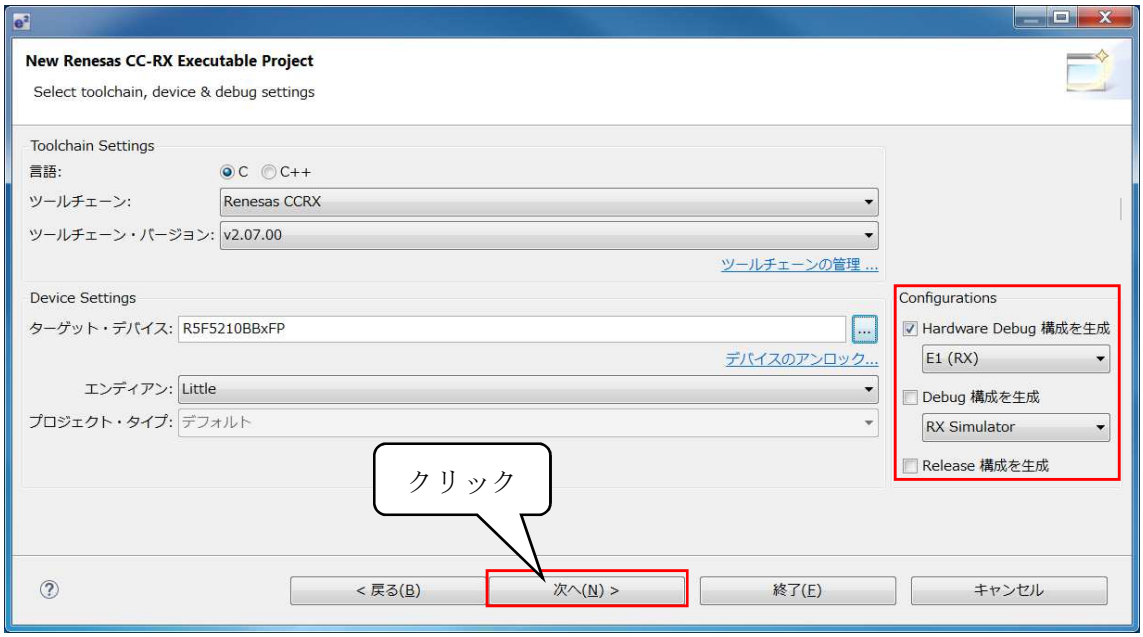
「Toolchain Settings」では使用する「言語」、「ツールチェイン」、「ツールチェイン・バージョン」に問題がないことを確認します。



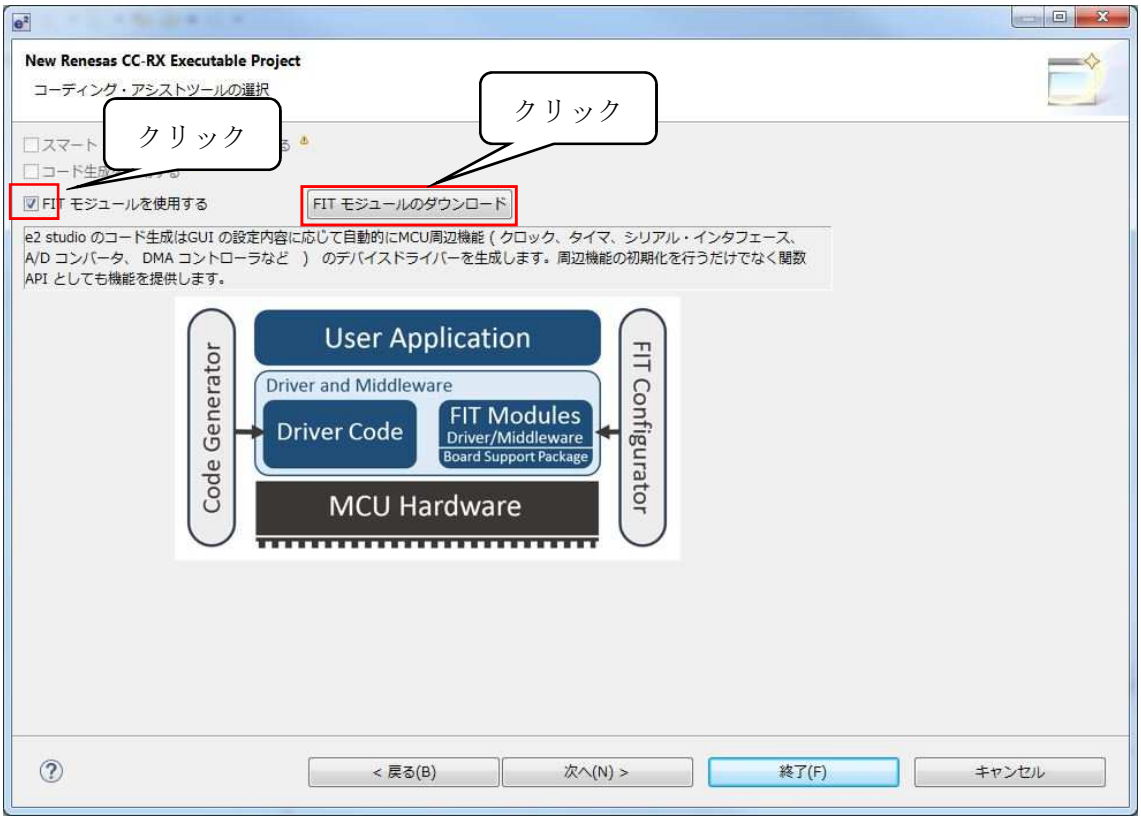
「Device Settings」では使用するマイコンを設定します。プルダウンメニューをクリックして“RX200”を選択します。“RX200”を選択すると RX200 シリーズの型名が展開されるので“RX210”を選択します。RX210 を選択すると RX210 の型名一覧が表示されるので今回使用するマイコンである「R5F210BBxFP」をクリックします。



「Configurations」で使用するデバッグ構成を設定します。設定後、「次へ(N)」をクリックします。

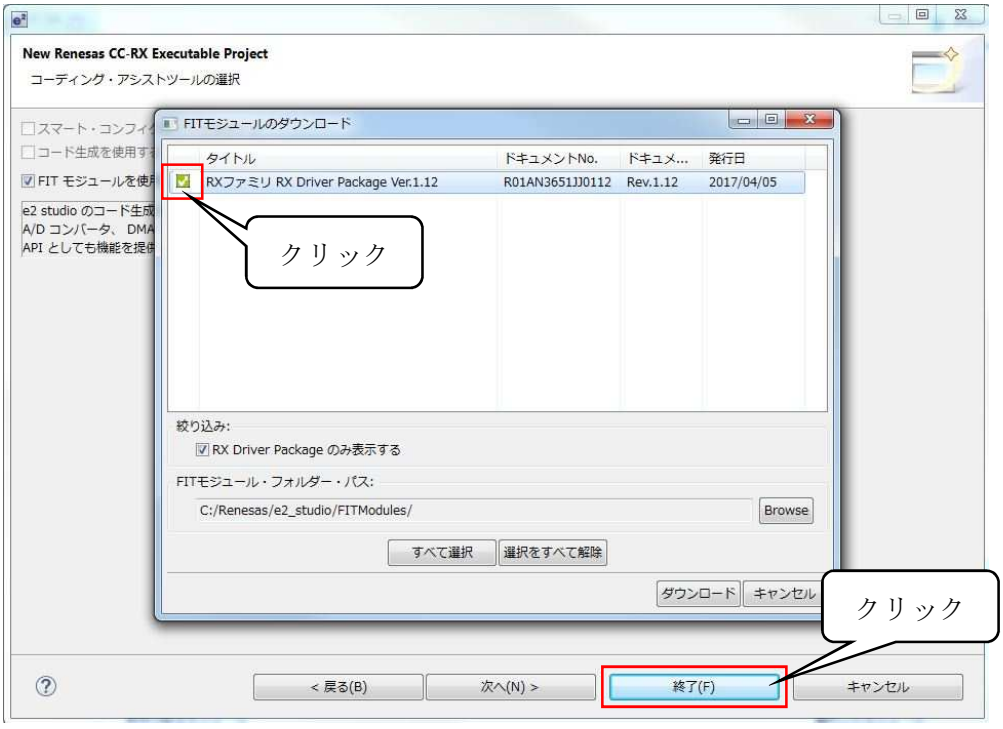


「コーディング・アシストツールの選択」では“FIT モジュールを使用する”にチェックを付けて「FIT モジュールのダウンロード」をクリックします。

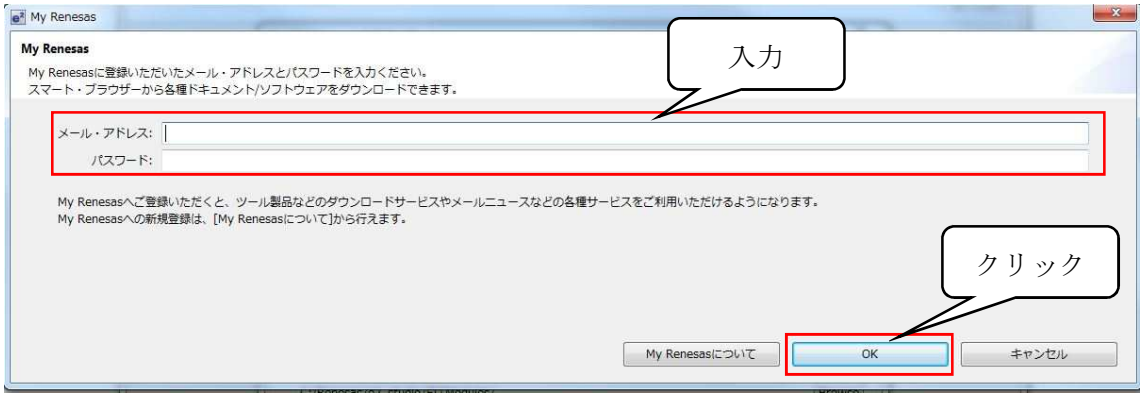


「リージョン設定」ではタブから”Japan”を選択し「OK」をクリックします。

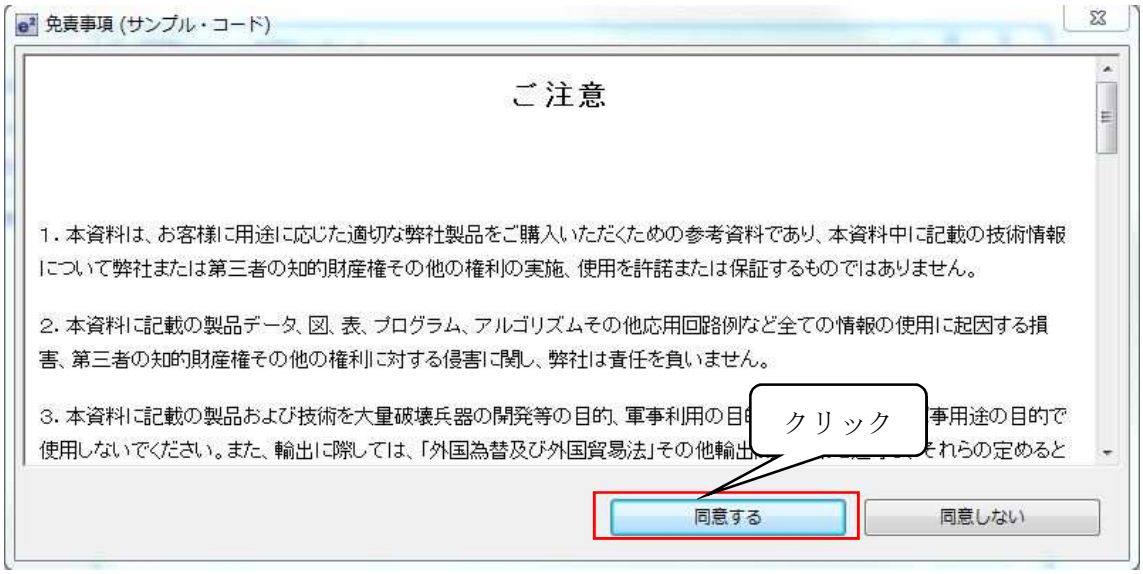
「FIT モジュールのダウンロード」で“RX ファミリ RX Driver Package”にチェックを付けて「ダウンロード」をクリックします



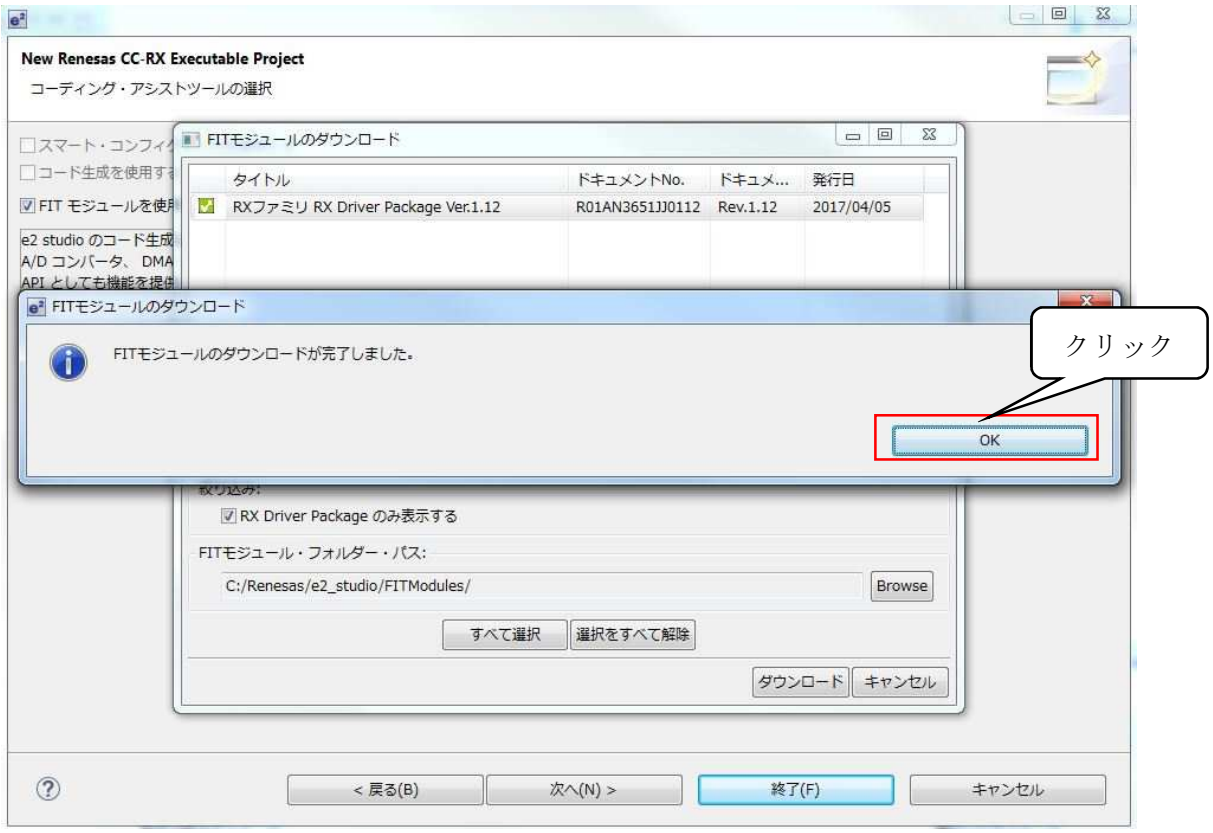
ルネサスエレクトロニクスのアカウント認証が必要なため”メール・アドレス”と”パスワード”を入力し「OK」をクリックします。



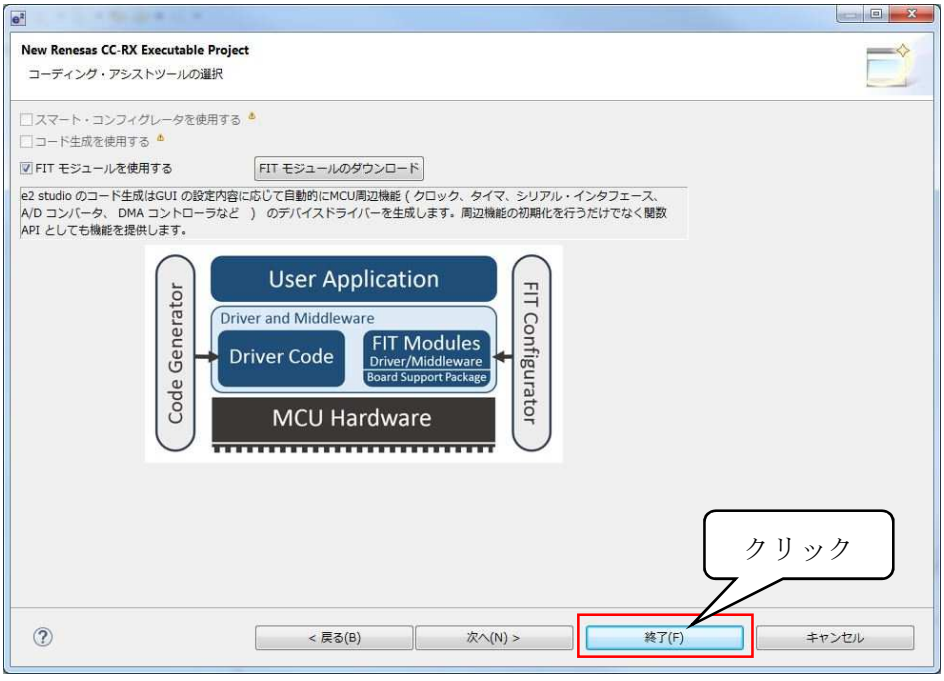
免責事項が出てくるため内容を確認し、「同意する」をクリックします。



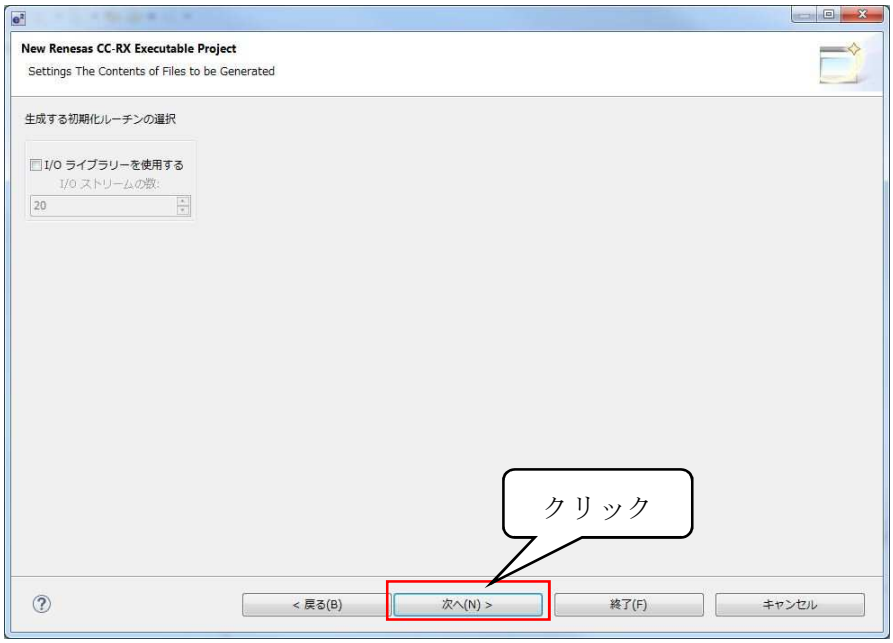
FIT モジュールのダウンロードが開始され、完了後、「OK」をクリックします。



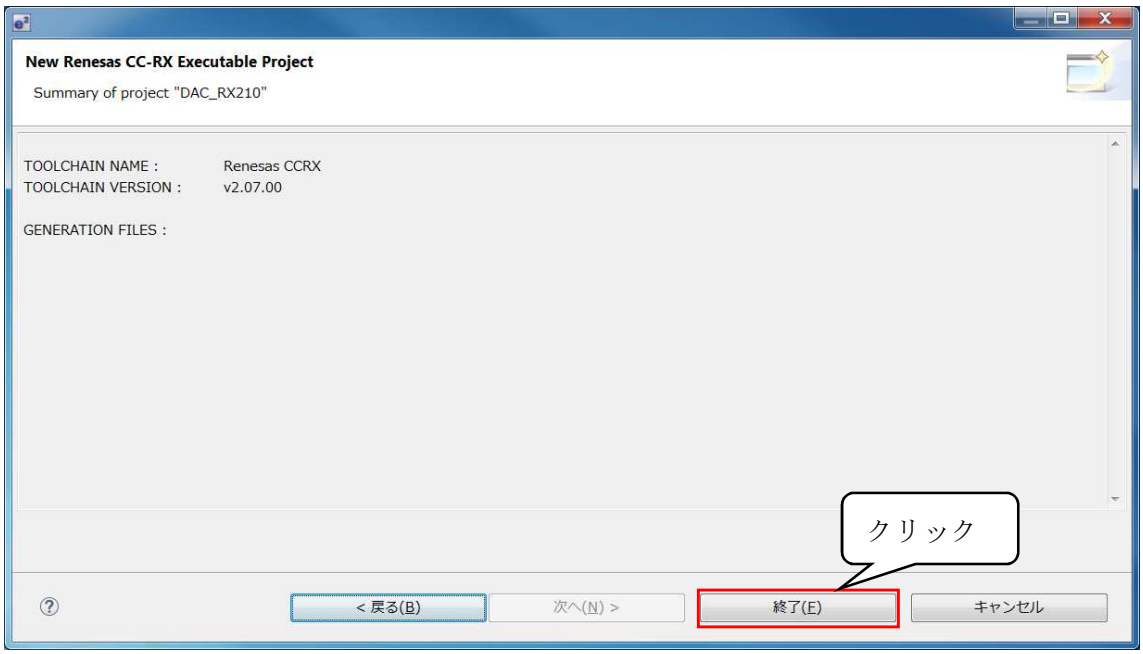
“FIT モジュールを使用する”にチェックがついていることを確認し、「次へ(N)」をクリックします。



「生成する初期化ルーチンの選択」では「次へ(N)」をクリックします。

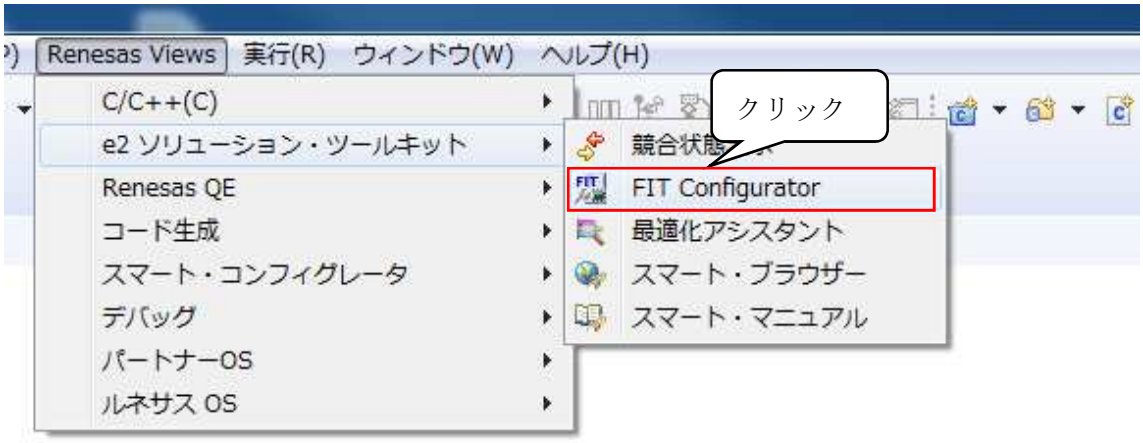


「TOOLCHAIN NAME」と「TOOLCHAIN VERSION」が表示されるので問題が無ければ、「終了(F)」をクリックします。

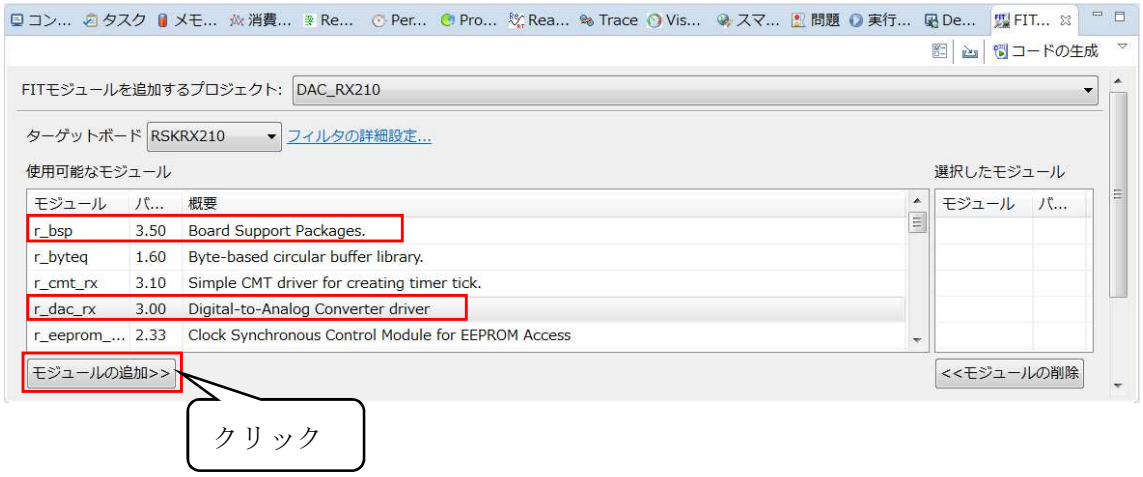


5.2　　FIT モジュールの組み込み

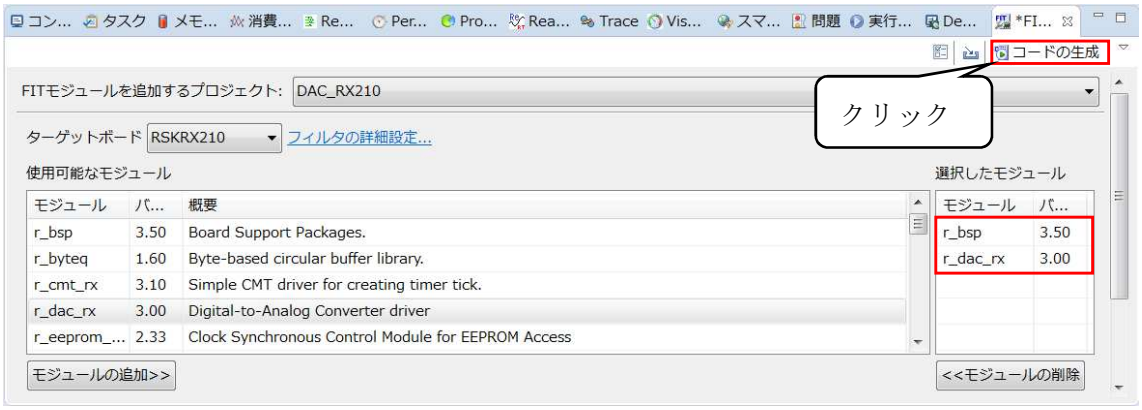
e2 studio 上の「Renesas Views」タブの「e2 ソリューション・ツールキット」→「FIT Configurator」をクリックします



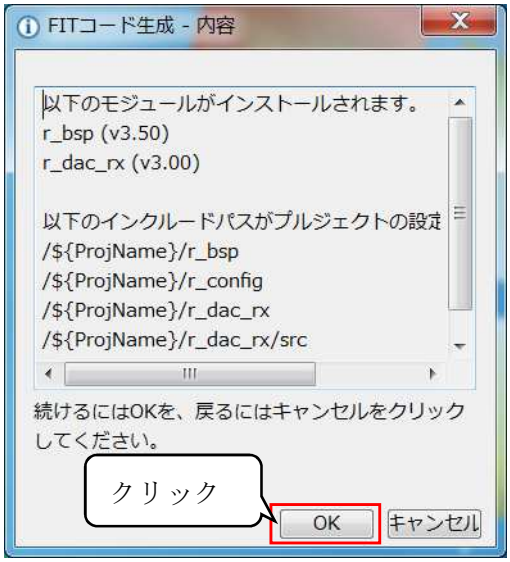
“r_bsp”を選択して「モジュールの追加>>」をクリック、”r_dac_rx” を選択して「モジュールの追加>>」をクリックします。



追加するモジュールが”選択したモジュール”に表示されることを確認後、”コードの生成”をクリックします。



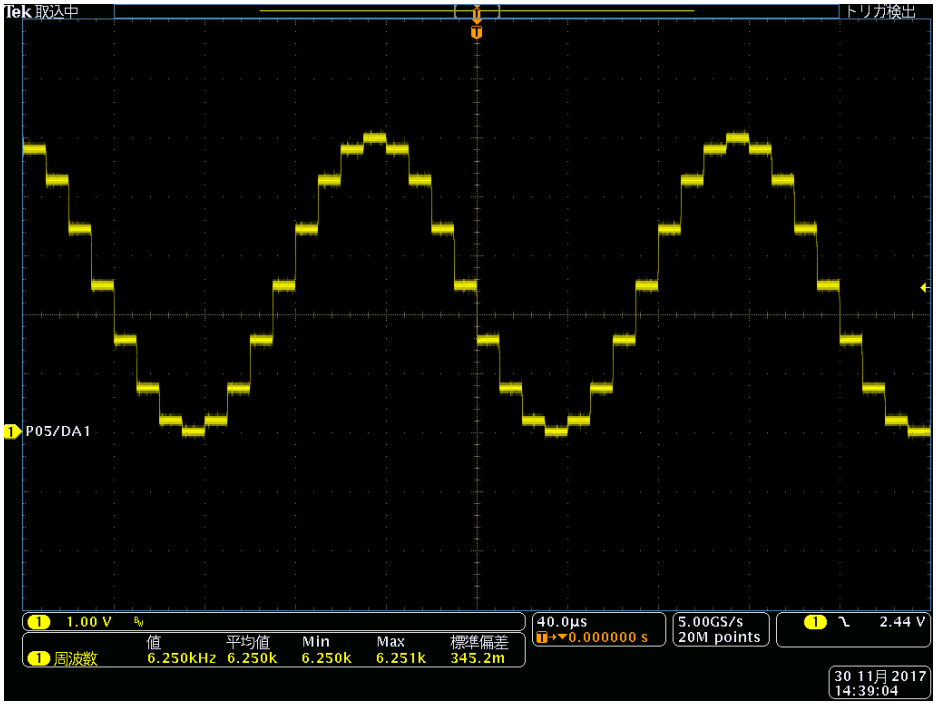
インストールするモジュールが表示され、”OK”をクリックします。

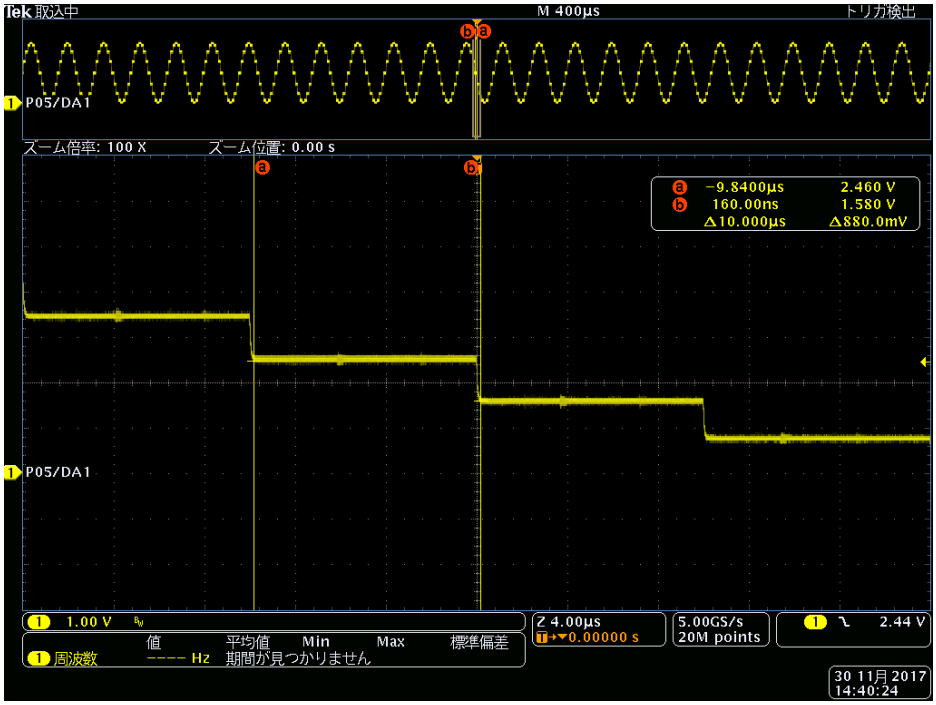


プロジェクト・エクスプローラーに選択したモジュールのフォルダが表示されることを確認します。

6. 動作確認波形

動作確認で測定した波形を以下に示します。周波数 6.25kHz で 100kHz（10us）毎に DAC 出力の更新が確認できました。





7. 参考ドキュメント

RX210 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編

RX ファミリ e² studio に組み込む方法 Firmware Integration Technology

RX ファミリ　ボードサポートパッケージモジュール　Firmware Integration Technology

RX ファミリ DAC モジュール Firmware Integration Technology

HSBRX210-100B シリーズ 取扱説明書

以上