

## RX ファミリ

### GPTW/HRPWM を用いたハイレゾ機能使用例

#### 要旨

RX66T には、汎用 PWM タイマ（GPTW）と高分解能 PWM 波形生成回路（HRPWM）が内蔵されており、2つを組み合わせることで高分解能 PWM 波形の生成が可能です。

本アプリケーションノートは、GPTW および HRPWM を搭載する RX ファミリデバイスが対象です。本アプリケーションノートを RX66T 以外のマイコンに適用する場合は、対象マイコンの仕様にあわせて変更し、十分評価してください。

#### 対象デバイス

GPTW および HRPWM を搭載する RX ファミリデバイス

#### 動作確認デバイス

RX66T グループ

## 目次

1. GPTW と HRPWM の仕様	3
1.1 概要	3
1.2 動作説明	5
1.3 使用上の注意事項	8
1.3.1 HRPWM 使用時の GTCNT カウンタのタイマプリスケラ選択に関する注意事項	8
1.3.2 HRPWM の遅延設定に関する注意事項	8
1.3.3 HRPWM のリセットに関する注意事項	10
2. 動作確認条件	11
3. GPTW サンプルコード	12
3.1 共通	12
3.1.1 サンプルコード一覧	12
3.1.2 フォルダ構成	13
3.1.3 ファイル構成	14
3.1.4 コンポーネントの追加	15
3.1.5 端子設定	17
3.1.6 割り込み設定	18
3.2 のこぎり波 PWM モード+HRPWM	19
3.2.1 概要	19
3.2.2 動作詳細	20
3.2.3 スマート・コンフィグレータ設定	21
3.2.4 フローチャート	22
3.3 三角波 PWM モード 1+HRPWM	23
3.3.1 概要	23
3.3.2 動作詳細	24
3.3.3 スマート・コンフィグレータ設定	25
3.3.4 フローチャート	26
4. プロジェクトのインポート方法	27
4.1 e <sup>2</sup> studio での手順	27
4.2 CS+ での手順	28
5. 参考ドキュメント	29
改訂記録	30

## 1. GPTW と HRPWM の仕様

### 1.1 概要

RX66T は、GPTW0 ~ GPTW3 が生成する PWM 波形を最小約 195ps の分解能で成形する高分解能 PWM 波形生成回路 (HRPWM) を内蔵しています。

表 1-1 高分解能 PWM の仕様

項目	内容
チャンネル	チャンネル 0~3
GPTW の動作モード	<ul style="list-style-type: none"><li>• のこぎり波 PWM モード</li><li>• のこぎり波ワンショットパルスモード</li><li>• 三角波 PWM モード 1/2/3</li></ul>
機能	<ul style="list-style-type: none"><li>• PCLKC 周期の 1/32 の分解能で Duty を変更可能</li><li>• PWM 波形の立ち上がり、および立ち下がりタイミングを個別に調整可能</li><li>• HRPWM をバイパスして GPTW が生成した波形をそのまま出力することも可能</li></ul>
動作周波数 (PCLKC)	80 ~ 160MHz

GPTW / HRPWM のブロック図を以下に示します。HRPWM で生成した波形を出力するか（図 1-1 の (a)）、回路をバイパスして GPTW の出力をそのまま出力するか（図 1-1 の (b)）を選択できます。本設定はチャンネル単位で有効となるため、各チャンネルの GTIOCnA、GTIOCnB（ $n = 0 \sim 3$ ）端子は同じ設定が反映されます。

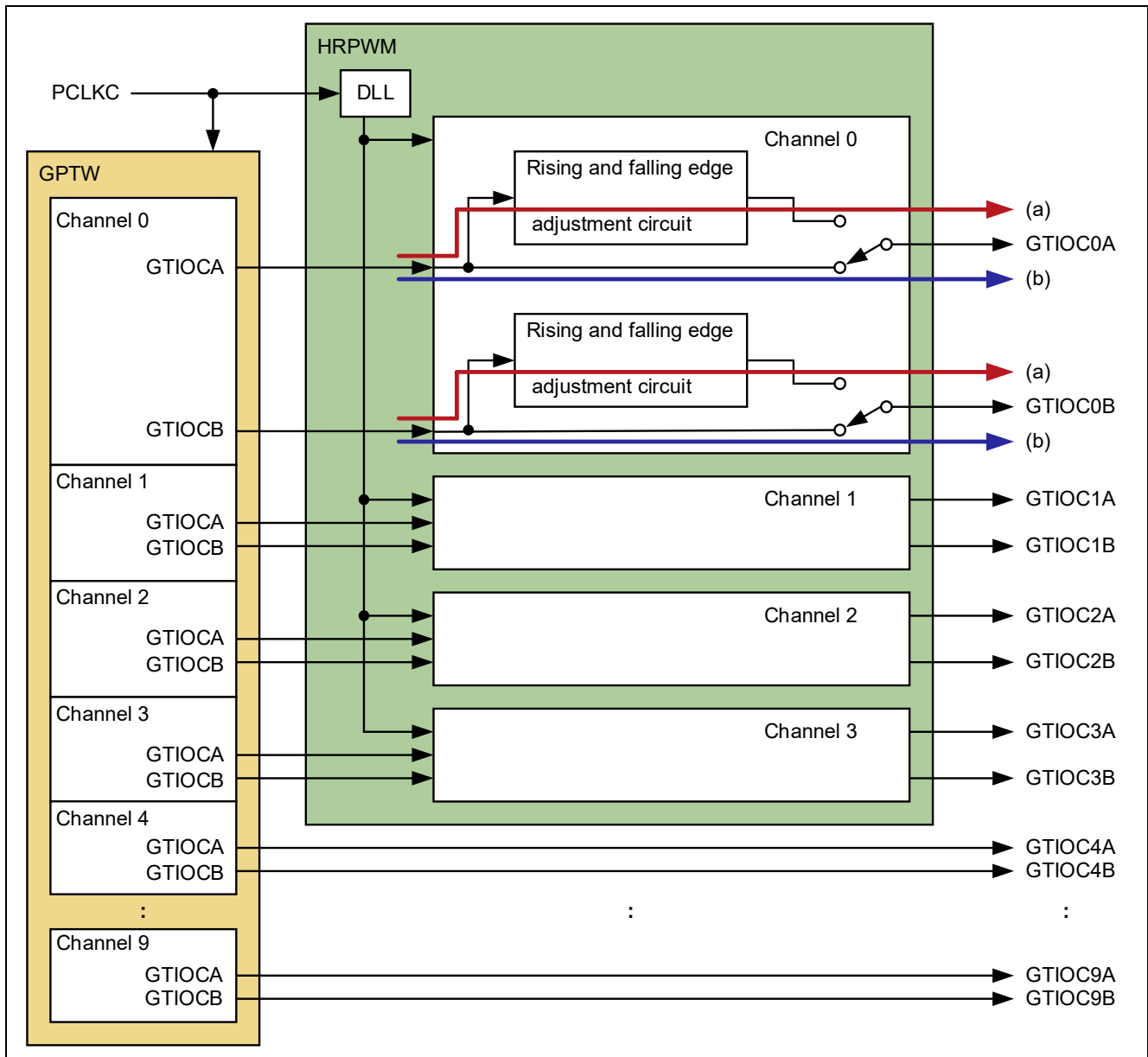


図 1-1 GPTW / HRPWM のブロック図

## 1.2 動作説明

HRPWM は、PCLKC を基準位相として動作する DLL (Delay Locked Loop) を元に、GPTW (チャンネル 0 ~ 3) から出力された PWM 信号の立ち上がり、および立ち下がりタイミングを PCLKC 周期 ( $t_C$ ) の  $1/32$  の分解能 (最小約 195ps) で遅延させます。遅延させられた PWM 信号は、GTIOCnA および GTIOCnB 端子 ( $n = 0 \sim 3$ ) から出力されます。

遅延量は  $t_C$  の  $0/32 \sim 31/32$  の範囲で調整できます。この範囲を超える遅延量は設定できません。

この範囲を超える遅延量を設定する場合は、GPTW の汎用 PWM タイマコンペアキャプチャレジスタ  $m$  (GTCCRm) の値を変更してください。

HRPWM で生成された PWM 波形は、遅延量を 0 ( $t_C$  の  $0/32$ ) に設定した場合でもバイパスしたときより PCLKC で 3 サイクル分遅れて出力されます。

GPTW ののこぎり波 PWM モード、のこぎり波ワンショットパルスモード、三角波 PWM モード  $1/2/3$  において、各モードの出力波形と HRPWM を経由した波形を図 1-2、図 1-3、図 1-4 に示します。

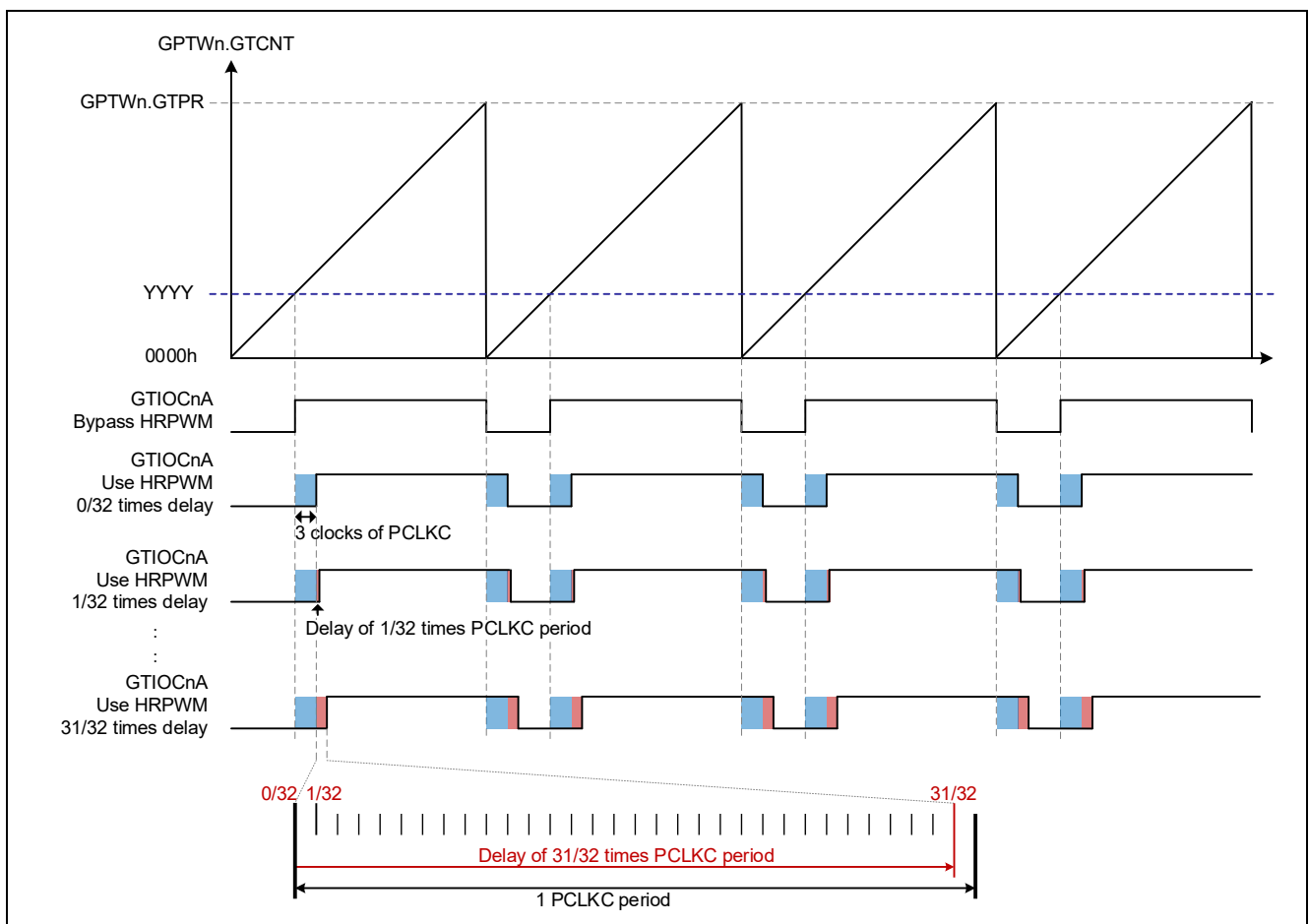


図 1-2 のこぎり波 PWM モード

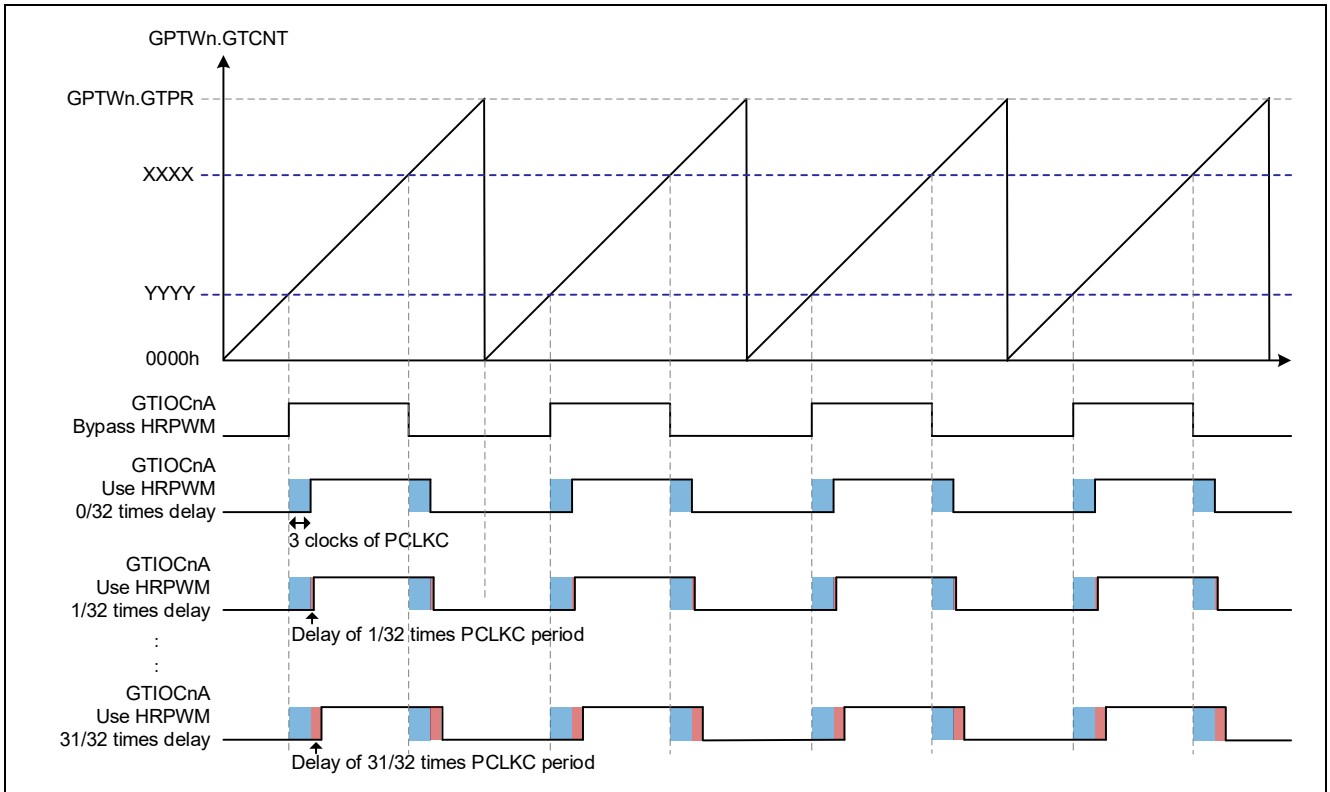


図 1-3 のこぎり波ワンショットパルスモード

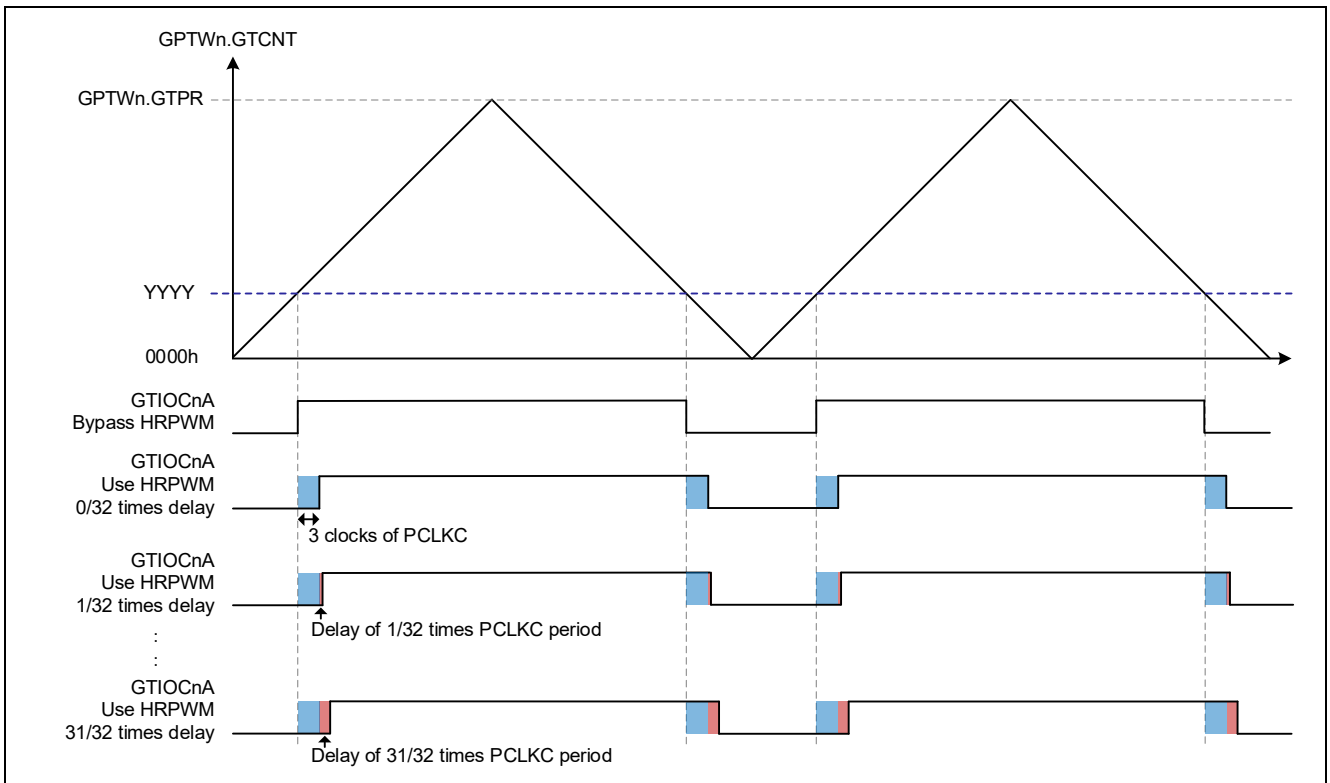


図 1-4 三角波 PWM モード 1/2/3

各レジスタで設定した遅延量はテンポラリレジスタを介して端子に反映されます。反映タイミングは GPTW の PWM 出力動作モードにより異なります。詳細は「RX66T グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編」の「25.3.2 HRREARnA、HRREARnB、HRFEARnA、HRFEARnB レジスタ設定値の転送タイミング(n=0 ~ 3)」を参照してください。

HRPWM は DLL を内蔵しているため、動作前に HROCR.DLLEN ビットを 1b にして安定時間 (20 $\mu$ s) を待つ必要があります。さらに PWM 波形を確実に出力するために、HROCR.HRRST ビットを 0b にした後、PCLKC で 12 サイクル待つてください。

HRPWM の初期設定フローを図 1-5 に示します。図 1-5 の設定は、スマート・コンフィグレータにより、R\_Config\_GPTn\_Create 関数 (n=0 ~ 3) に生成されます。

図 1-5 (a) : スマート・コンフィグレータ使用時は、システムクロック (ICLK) の設定値により自動で待ち時間を生成します。

図 1-5 (b) : スマート・コンフィグレータ使用時は、ICLK と PCLKC の設定値により自動で待ち時間を生成します。

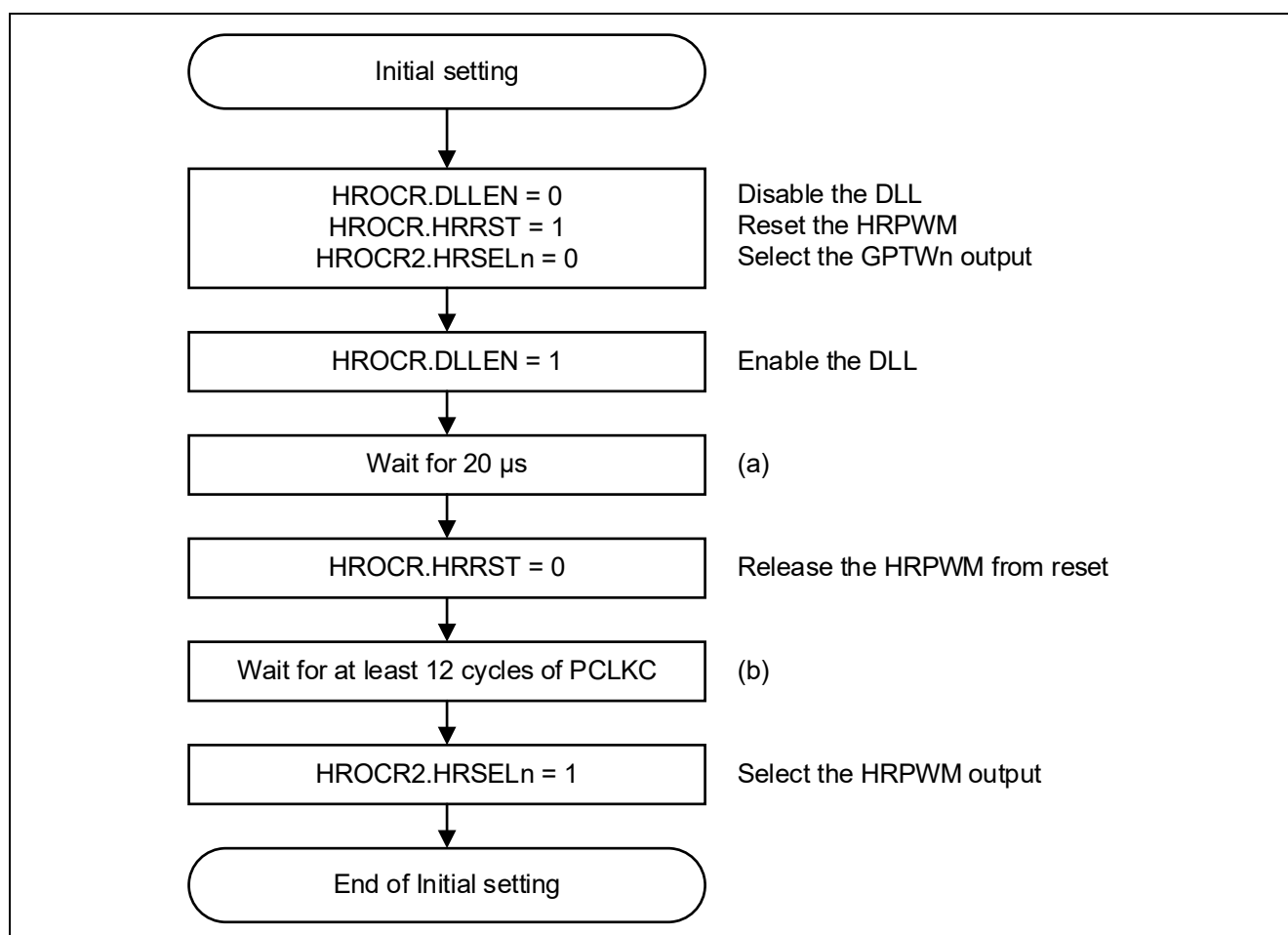


図 1-5 HRPWM の初期設定フロー (n=0~3)

### 1.3 使用上の注意事項

#### 1.3.1 HRPWM 使用時の GTCNT カウンタのタイマプリスケアラ選択に関する注意事項

GPTW から出力される PWM 信号は、GPTWn.GTCR.TPCS[3:0]ビット (n=0 ~ 3) に設定したクロックの 1 周期に相当する分解能で動作する GTCNT カウンタを元に生成されます。TPCS[3:0]ビットが 0000b (PCLKC/1) 以外の場合、GPTWn.GTCCRm レジスタ (m = A ~ F) の値を変更すると、選択したクロックを基準に生成された分解能の低い PWM 信号のエッジに対し  $0/32 \times tC \sim 31/32 \times tC$  の遅延が適用されますので注意してください。

詳細は「RX66T グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編」の「25.4.2 HRPWM 使用時の GTCNT カウンタのタイマプリスケアラ選択に関する注意事項」を参照してください。

#### 1.3.2 HRPWM の遅延設定に関する注意事項

HRFEARnA、HRREARnA、HRFEARnB、および HRREARnB レジスタの更新タイミングが PWM 周期 (GTPR)-3PCLKC 以内にある場合、更新前の値をテンポラリレジスタに転送します。よって、更新後の値を次の周期に反映する場合は、PWM 周期(GTPR)-3PCLKC より前にレジスタの変更をお願いします。

GPTW ののこぎり波 PWM モード、のこぎり波ワンショットパルスモード、三角波 PWM モード 1/2/3 における遅延設定に関する注意事項の動作例を図 1-6、図 1-7、図 1-8 に示します。

HRREAR0A レジスタにセットした値は、周期の終わりのタイミングでテンポラリレジスタに転送され、そのテンポラリレジスタの設定値が GTIOC0A の出力波形の遅延量となります。しかし、注意事項に該当する(b)、(d)では HRREAR0A の設定値"B"、"C"がテンポラリレジスタへ転送されません。そのため、(c)、(e)の遅延量はその前の遅延量"A"、"B"となります。

- (a) : PWM 周期手前 3PCLKC の期間
- (b) : 周期の終わりでテンポラリレジスタに HRFEAR0A レジスタ設定値"B"が転送されない
- (c) : テンポラリレジスタは A のままなので、遅延量も A を保持する (遅延量が B にならない)
- (d) : 周期の終わりでテンポラリレジスタに HRFEAR0A レジスタ設定値"C"が転送されない
- (e) : テンポラリレジスタには B を転送する為、遅延量は B となる (遅延量が C にならない)
- (f) : 注意事項に該当しないため、HRFEAR0A レジスタ設定値"D"は周期の終わりのタイミングでテンポラリレジスタに転送される



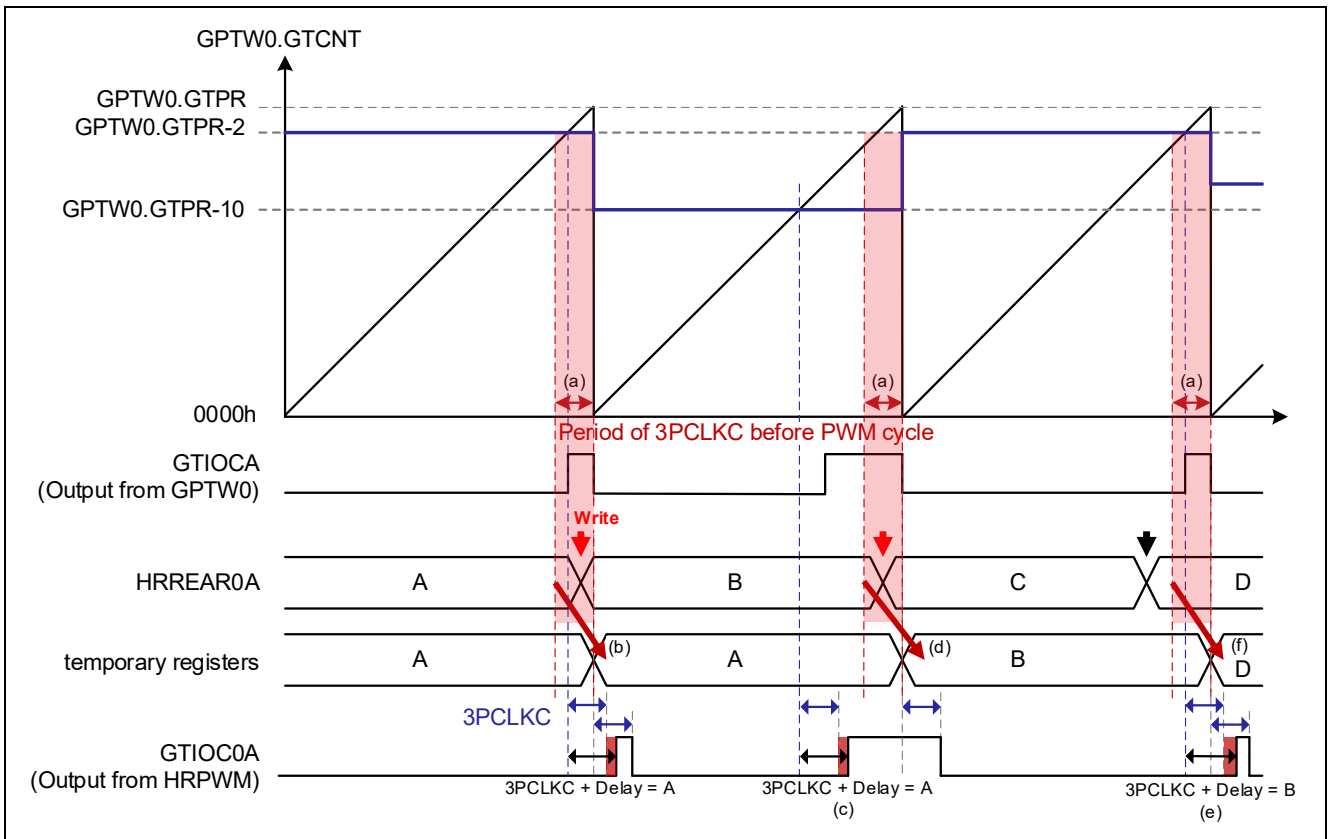


図 1-6 のこぎり波 PWM モード HRPWM の遅延設定に関する注意事項の動作例 (立ち上がり遅延)

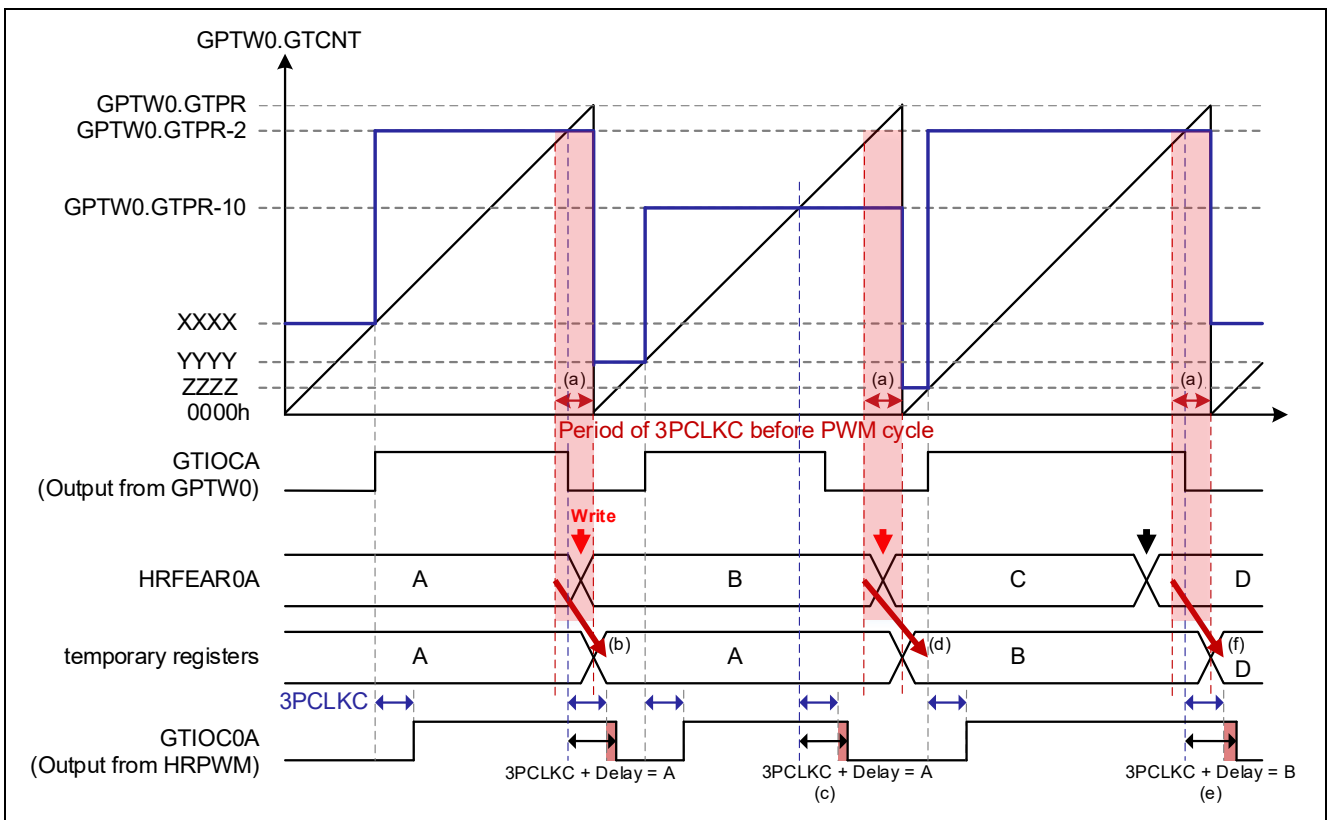


図 1-7 のこぎり波ワンショットパルスモード HRPWM の遅延設定に関する注意事項の動作例 (立ち下がり遅延)

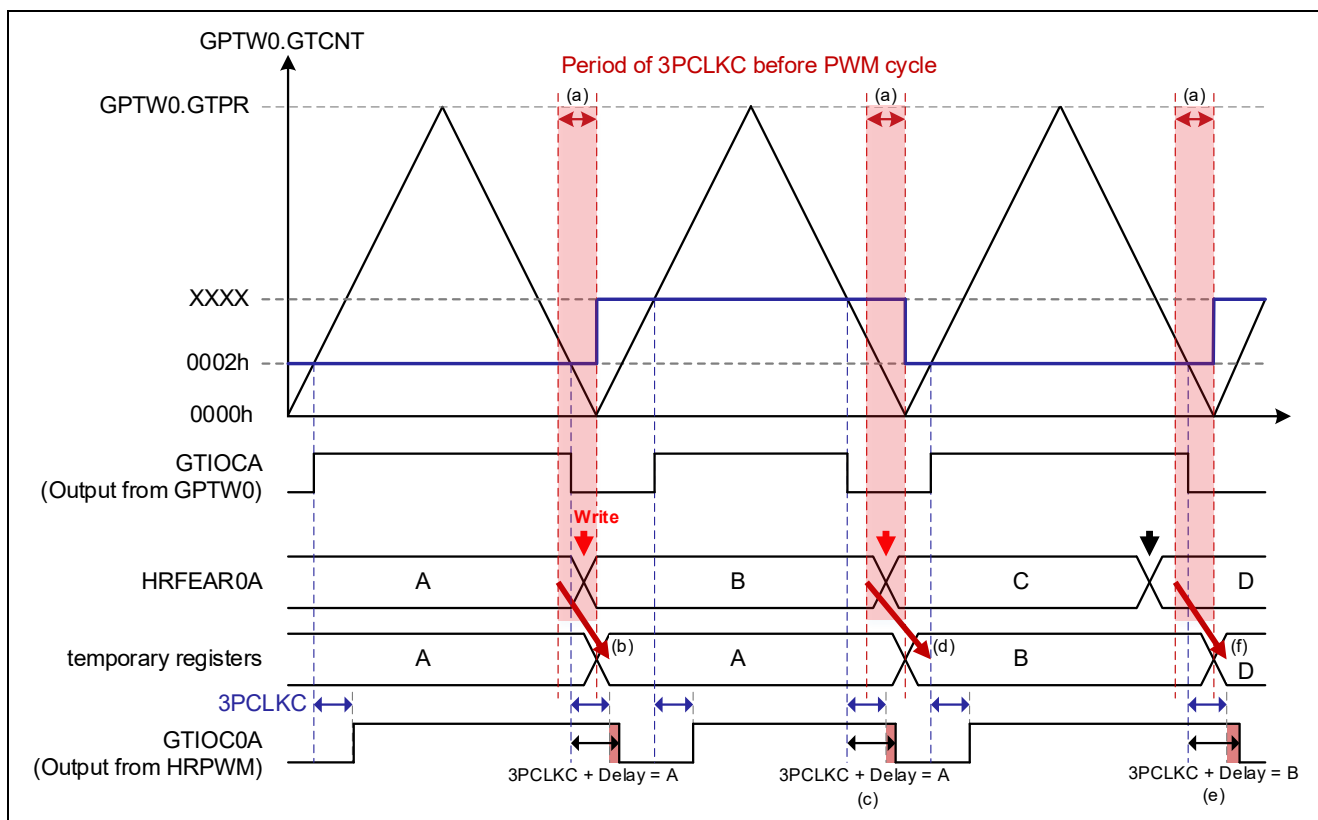


図 1-8 三角波 PWM モード 1/2/3 HRPWM の遅延設定に関する注意事項の動作例  
(立ち下がり遅延)

### 1.3.3 HRPWM のリセットに関する注意事項

HROCR.HRRST ビットを 1b に設定すると HRPWM の内部状態をリセットします。動作中にリセットした場合、PCLKC で 5 サイクル後に PWM 出力が Low に固定されます。

HROCR.HRRST ビットを 0b に設定すると HRPWM の内部状態のリセットを解除します。リセット解除後は、PCLKC で 12 サイクル待ってください。

## 2. 動作確認条件

本アプリケーションノートのサンプルコードは、以下に示す条件で動作を確認しています。

表 2-1 動作確認環境

項目	内容
使用 MCU	R5F566TEADFP (Renesas Starter Kit for RX66T 搭載)
動作周波数	メインクロック : 8MHz PLL : 160MHz (メインクロック x 1/1 x 20) HOCO : 停止 LOCO : 停止 システムクロック (ICLK) : 160MHz (PLL x 1/1) 周辺モジュールクロック A (PCLKA) : 80MHz (PLL x 1/2) 周辺モジュールクロック B (PCLKB) : 40MHz (PLL x 1/4) 周辺モジュールクロック C (PCLKC) : 160MHz (PLL x 1/1) 周辺モジュールクロック D (PCLKD) : 40MHz (PLL x 1/4) FlashIF クロック (FCLK) : 40MHz (PLL x 1/4)
動作電圧	3.3V
総合開発環境	ルネサスエレクトロニクス e <sup>2</sup> studio Version 2022-10
C コンパイラ <sup>注</sup>	ルネサスエレクトロニクス C/C++ Compiler Package for RX Family V3.04.00 コンパイラオプション 統合開発環境のデフォルト設定が適用されます。
RX スマート・コンフィグレータ	V2.15.0
ボードサポートパッケージ (r_bsp)	V7.20
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
サンプルコードバージョン	V1.00
使用ボード	Renesas Starter Kit for RX66T (型名 : RTK50566T0CxxxxxBE)
エミュレータ	E2-Lite

注 元のプロジェクトで指定するツールチェーン(C コンパイラ) と同一のバージョンがインポートする先がない場合は、ツールチェーンが選択されない状態になり、エラーが発生します。プロジェクトの設定画面でツールチェーンの選択状態を確認してください。

設定方法は、FAQ 3000404 を参照してください。

FAQ 3000404 :インポートしたプロジェクトをビルドすると「PATH でプログラム"make"が見つかりません」エラーになる(e<sup>2</sup> studio)

### 3. GPTW サンプルコード

#### 3.1 共通

##### 3.1.1 サンプルコード一覧

本アプリケーションノートは、スマート・コンフィグレータを使用した以下のサンプルコードを用意しています。

サンプルコードはルネサスエレクトロニクスホームページから入手してください。

表 3-1 GPTW サンプルコード一覧

名称	内容	参照
のこぎり波 PWM モード+HRPWM r01an6642_rx66t_gptw_sawtooth_pwm_hrpwm.zip	<ul style="list-style-type: none"><li>のこぎり波 PWM モード</li><li>立ち上がり/立ち下がりエッジ調整</li></ul>	3.2
三角波 PWM モード 1+HRPWM r01an6642_rx66t_gptw_triangle_pwm1_hrpwm.zip	<ul style="list-style-type: none"><li>三角波 PWM モード 1</li><li>立ち上がり/立ち下がりエッジ調整</li></ul>	3.3

## 3.1.2 フォルダ構成

サンプルコードの主なフォルダ構成は以下のとおりです。

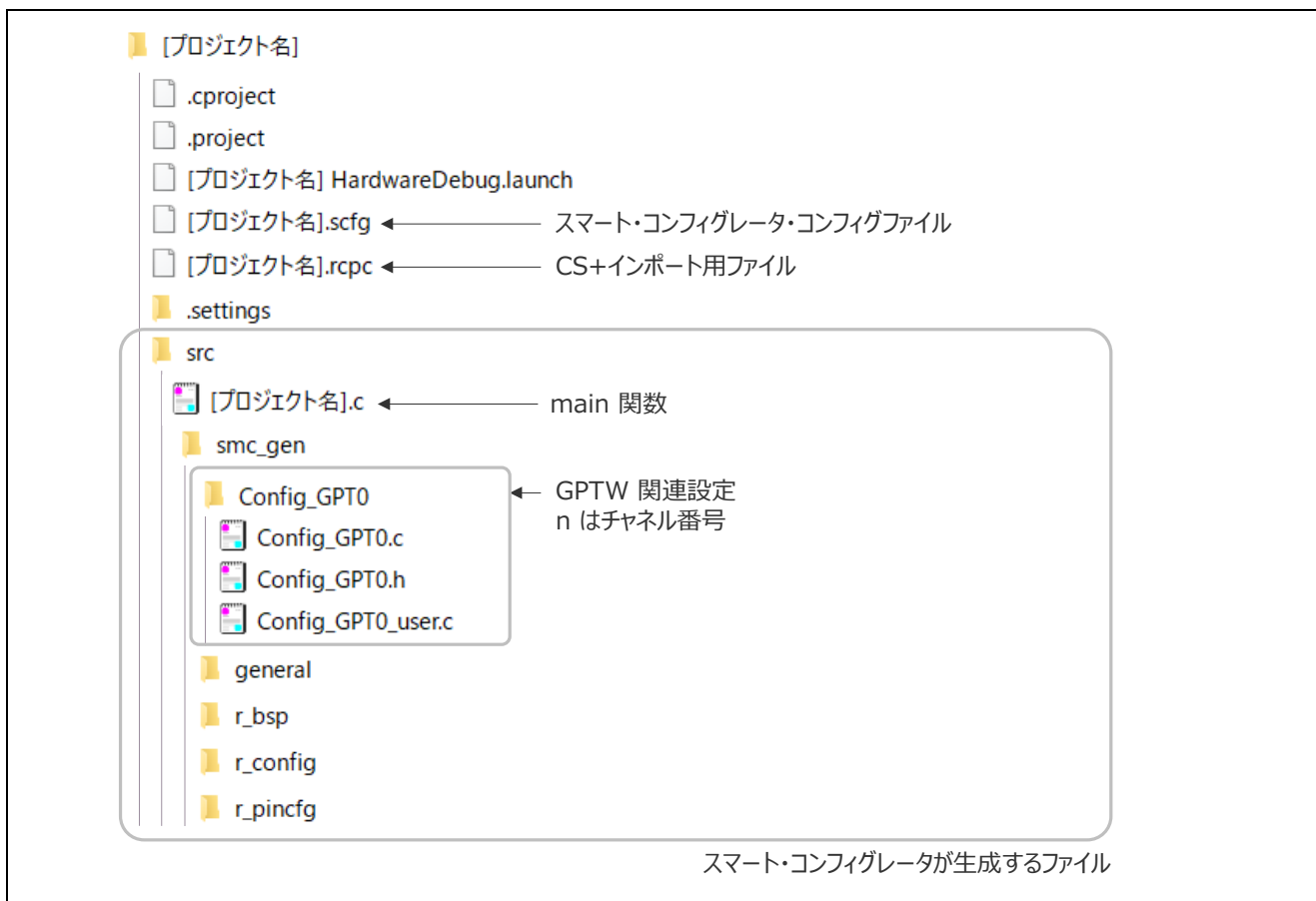


図 3-1 GPTW フォルダ構成

## 3.1.3 ファイル構成

サンプルコードの主なファイル構成は以下のとおりです。

表 3-2 GPTW ファイル構成

ファイル名	内容
[プロジェクト名].c	<u>main 関数</u> メイン関数です スマート・コンフィグレータが空関数を生成します。サンプルコード毎に必要な処理を記述します。
Config_GPTn.c <sup>※</sup>	<u>R Config GPTn Create 関数</u> GPTW の初期設定関数です。 スマート・コンフィグレータの設定に従った初期化関数を、スマート・コンフィグレータが生成します。 本関数の呼び出しはスマート・コンフィグレータが生成します。main 関数前に実行される R_SystemInit 関数から呼び出されます。
	<u>R Config GPTn Start 関数</u> GPTW のカウント開始関数です。 スマート・コンフィグレータが生成する関数です。 サンプルコードでは main 関数から呼び出します。
	<u>R Config GPTn Stop 関数</u> GPTW のカウント停止関数です。 スマート・コンフィグレータが生成する関数です。 サンプルコードでは使用しません。
Config_GPTn_user.c <sup>※</sup>	<u>r Config GPTn Create UserInit 関数</u> GPTW の初期設定用ユーザ関数です。 スマート・コンフィグレータが空関数を生成します。サンプルコード毎に必要な処理を記述します。 本関数は、スマート・コンフィグレータが生成する R_Config_GPTn_Create 関数の最後で呼び出されます。
	<u>r Config GPTn [割り込み名] interrupt 関数</u> 割り込みハンドラ関数です。 スマート・コンフィグレータが空関数を生成します。サンプルコード毎に必要な処理を記述します。
Config_GPTn.h <sup>※</sup>	GPTW 関連関数が定義されたヘッダファイルです。 本ファイルはスマート・コンフィグレータが生成する r_smc_entry.h ファイルでインクルードされています。 GPTW 関連関数を使用する場合は、r_smc_entry.h ファイルをインクルードします。

※ : n はチャンネル番号

### 3.1.4 コンポーネントの追加

サンプルコードは、スマート・コンフィグレータを使用して、以下のとおり GPTW を追加しています。

表 3-3 コンポーネントの追加

項目	内容
コンポーネント	汎用 PWM タイマ（下図①）
コンフィグレーション名	サンプルコードでは初期設定名を使用しています
動作	各サンプルコードの章を参照してください（下図②）
リソース	各サンプルコードの章を参照してください（下図③）

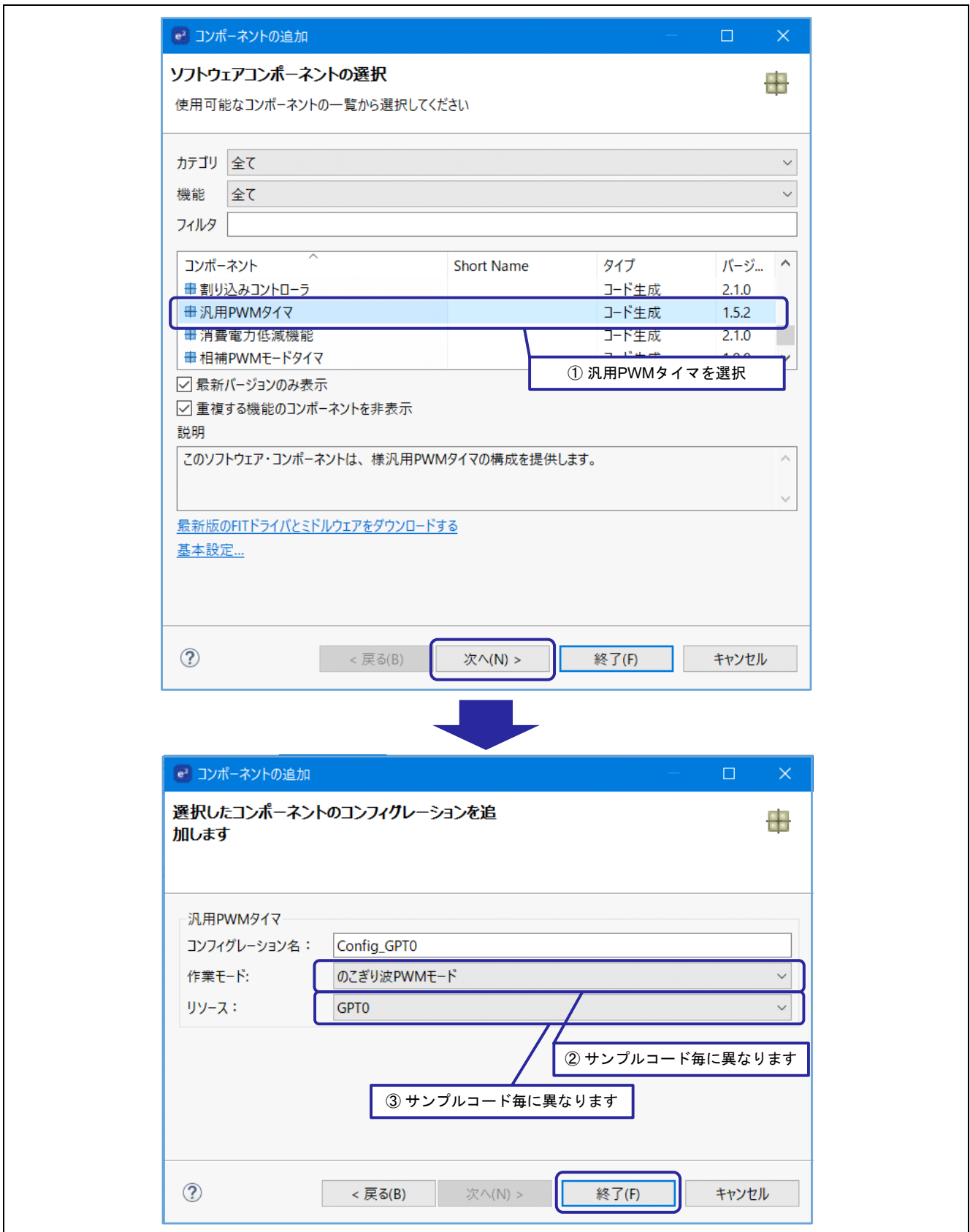


図 3-2 コンポーネントに追加



## 3.1.5 端子設定

スマート・コンフィグレータで端子を設定する例を図 3-3 に示します。

端子の設定は、GPTW の設定後に行います。GPTW の設定は、各サンプルコードの「スマート・コンフィグレータ設定」を参照してください。

端子設定は、スマート・コンフィグレータが生成する R\_Config\_GPTn\_Create 関数内で行われます。

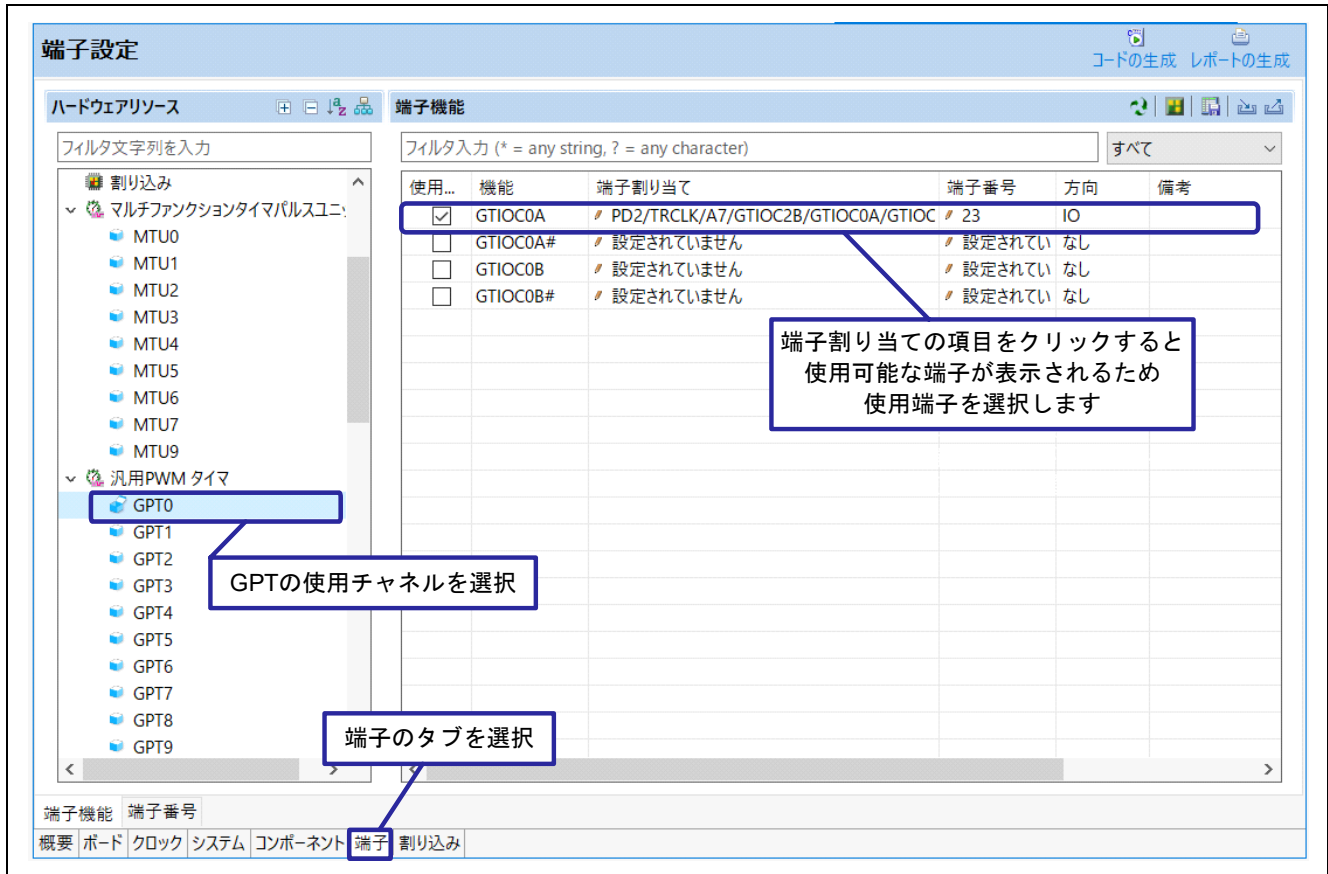


図 3-3 端子設定

## 3.1.6 割り込み設定

スマート・コンフィグレータで割り込みを設定する例を図 3-4 に示します。選択型割り込み A の詳細は、「RX66T グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編」の「14.4.5.1 選択型割り込み A」を参照してください。

割り込み設定は、GPTW の設定後に行います。GPTW の設定は、各サンプルコードの「スマート・コンフィグレータ設定」を参照してください。

割り込み設定は、スマート・コンフィグレータが生成する R\_Config\_GPTn\_Create 関数、R\_Config\_GPTn\_Start 関数、R\_Config\_GPTn\_Stop 関数内で行われます。

割り込みハンドラ関数は、スマート・コンフィグレータが生成する Config\_GPTn\_user.c ファイル内に、r\_Config\_GPTn\_[割り込み名]\_interrupt の名称で作成されます。

割り込み設定

割り込みベクタ

上へ移動 下へ移動

フィルタ文字列を入力

ベクタ番号	割り込み	周辺機能	優先レベル	状態	高速割り込み
184	CMPC4	CMPC4	レベル15		<input type="checkbox"/>
185	CMPC5	CMPC5	レベル15		<input type="checkbox"/>
208	INTA208 (GTClA0)	GPTW0	レベル15		<input type="checkbox"/>
209	INTA209 (GTClV0)	GPTW0	レベル15		<input type="checkbox"/>
210	INTA210 (GTClU0)	GPTW0	レベル15	使用中	<input type="checkbox"/>
211	INTA211 (TGID0)	MTU0	レベル15		<input type="checkbox"/>
212	INTA212 (TCIV0)	MTU0	レベル15		<input type="checkbox"/>
213	INTA213 (TGIE0)	MTU0	レベル15		<input type="checkbox"/>
214	INTA214 (TGIF0)	MTU0	レベル15		<input type="checkbox"/>
215	INTA215 (TGIA1)	MTU1	レベル15		<input type="checkbox"/>
216	INTA216 (TGIB1)	MTU1	レベル15		<input type="checkbox"/>
217	INTA217 (TCIV1)	MTU1	レベル15		<input type="checkbox"/>
218	INTA218 (TCIU1)	MTU1	レベル15		<input type="checkbox"/>
219	INTA219 (TGIA2)	MTU2	レベル15		<input type="checkbox"/>
220	INTA220 (TGIB2)	MTU2	レベル15		<input type="checkbox"/>
221	INTA221 (TCIV2)	MTU2	レベル15		<input type="checkbox"/>
222	INTA222 (TCIU2)	MTU2	レベル15		<input type="checkbox"/>
223	INTA223 (TGIA3)	MTU3	レベル15		<input type="checkbox"/>
224	INTA224 (TGIB3)	MTU3	レベル15		<input type="checkbox"/>
225	INTA225 (TGIC3)	MTU3	レベル15		<input type="checkbox"/>
226	INTA226 (TGID3)	MTU3	レベル15		<input type="checkbox"/>
227	INTA227 (TCIV3)	MTU3	レベル15		<input type="checkbox"/>

注意:  
この割り込みレベルの設定はFITモジュールに反映されま  
割り込み優先レベルを正しく設定するために、各FITモ

割り込みのタブを選択

選択型割り込みA

割り込みの項目をクリックすると、  
選択可能な割り込み名が表示されるため  
使用する割り込みを選択します

概要 | ボード | クロック | システム | コンポーネント | 端子 | 割り込み

図 3-4 割り込み設定

スマート・コンフィグレータの割り込みタブの初期設定において、GPTW の割り込みは GTCIE0、GTCIF0、GDTE0 のみが選択されています。コンポーネントタブで設定した割り込みを使用するには、割り込みタブでの選択が必要です。以下に選択が不足していた場合の状態とエラーメッセージを示します。

割り込みベクタ

上へ移動 下へ移動

フィルタ文字列を入力

ベクタ番号	割り込み	周辺機能	優先レベル	状態	高速割り込み
185	CMPC5	CMPC5	レベル15		<input type="checkbox"/>
208	INTA208 (GTClA0)	GPTW0	レベル15		<input type="checkbox"/>
209	INTA209 (GTClV0)	GPTW0	レベル15		<input type="checkbox"/>
210	INTA210 (GTClU0)	MTU0	レベル15		<input type="checkbox"/>
211	INTA211 (TGID0)	MTU0	レベル15		<input type="checkbox"/>
212	INTA212 (TCIV0)	M			

概要 | ボード | クロック | システム | コンポーネント | 端子 | 割り込み

コンフィグレーションチェック 1 error, 0 warnings, 0 others

エラーメッセージ

割り込み (1 項目)

E04010004: GTClU0 は Config\_GPT0 により使用されていますが、どの割り込みベクタにも割り当てられていません

図 3-5 割り込み設定（割り込み選択の不足）

## 3.2 のこぎり波 PWM モード+HRPWM

- 対象サンプルコードファイル名 : r01an6642\_rx66t\_gptw\_sawtooth\_pwm\_hrpwm.zip

### 3.2.1 概要

GPTW ののこぎり波 PWM モードと HRPWM を使用し高分解能 PWM 波形を出力するサンプルコードです。

以下に、サンプルコードが使用する GPTW の設定を示します。

- のこぎり波 PWM モードを使用
- チャンネル 0 を使用
- キャリア周期は 400 $\mu$ s
- タイマカウントクロックは 160MHz (PCLKC/1)
- GTPR を周期レジスタとして使用
  - カウント方向はアップカウント
- GTCCRA を Duty 出力のコンペアマッチとして使用
  - GTIOC0A 端子を PWM 出力端子として設定
  - GTCCRA コンペアマッチで High 出力
  - カウント開始時は Low 出力、停止時は Low 出力
  - 周期の終わりで Low 出力
- GTCCRB を Duty 出力のコンペアマッチとして使用
  - GTIOC0B 端子を PWM 出力端子として設定
  - GTCCRB コンペアマッチで High 出力
  - カウント開始時は Low 出力、停止時は Low 出力
  - 周期の終わりで Low 出力
- ソフトウェア要因カウントスタートを許可
- 高分解能 PWM 波形出力を許可
  - GTIOC0A 端子の立ち上がり／立ち下がりエッジに PCLKC 周期の 0/32 倍の遅延を適用
  - GTIOC0B 端子の立ち上がり／立ち下がりエッジに PCLKC 周期の 31/32 倍の遅延を適用

スマート・コンフィグレータで設定可能  
設定方法は 3.2.3 を参照してください

本サンプルコードにおける構成を以下に示します。

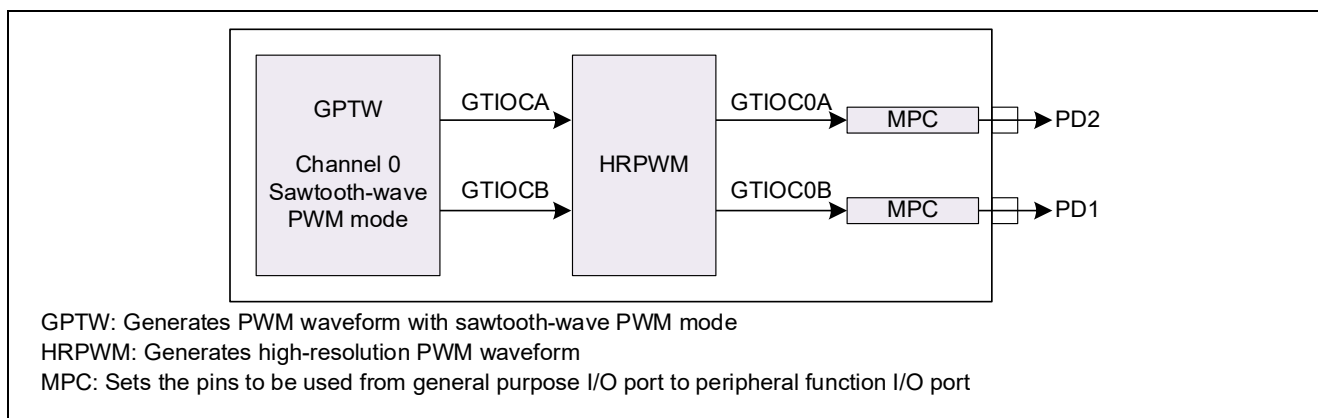


図 3-6 サンプルコードの構成

## 3.2.2 動作詳細

本サンプルコードの動作を以下に示します。

GPTW ののこぎり波 PWM モードの PWM 波形の立ち上がり／立ち下がりエッジに遅延量を設定し、GTIOC0A、GTIOC0B 端子から HRPWM で生成した波形を出力します。

図 3-7 (a) : 遅延量に PCLKC の 0/32 倍を設定することで、GPTW の出力波形に対し PCLKC の 3 サイクル分の遅延量が反映された波形が出力されます。

図 3-7 (b) : 遅延量に PCLKC 周期の 31/32 倍を設定することで、GPTW の出力波形に対し PCLKC の 31/32 倍分の遅延量が反映された波形が出力されます。

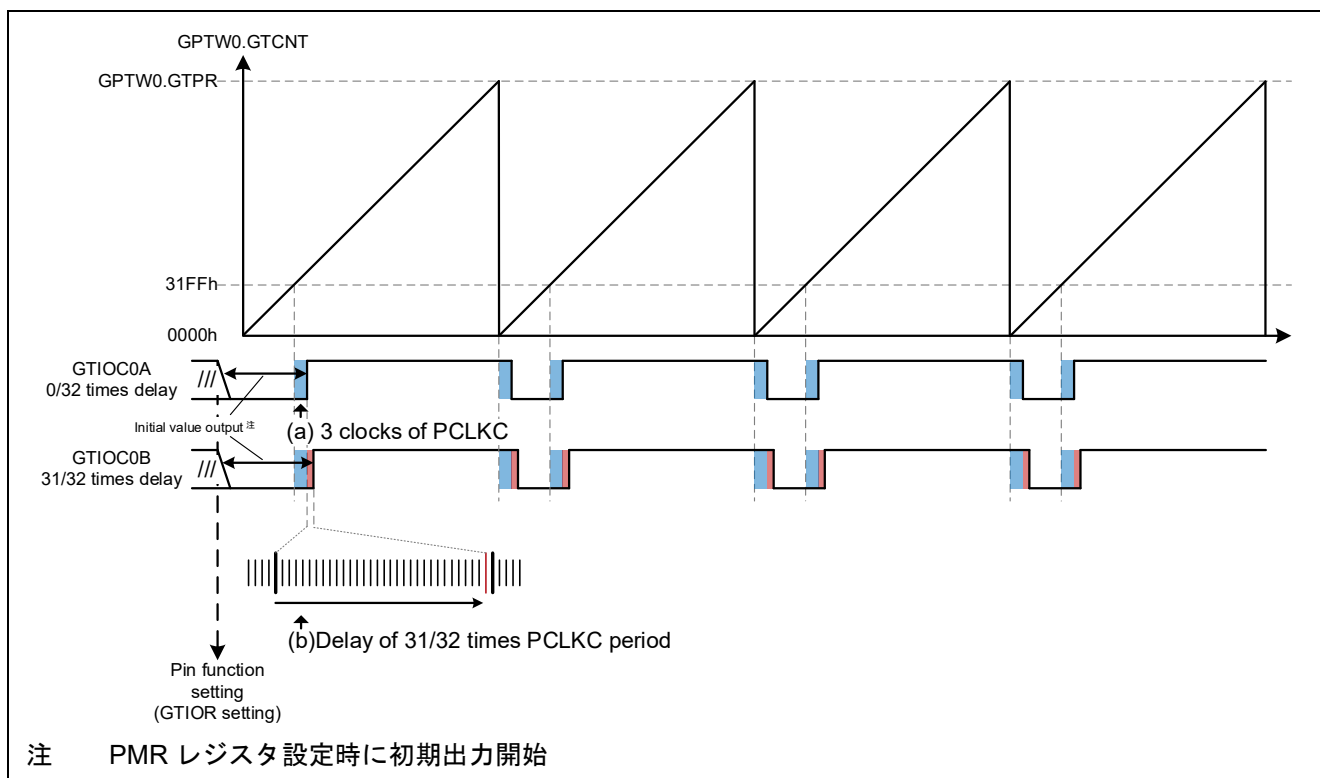


図 3-7 サンプルコードの動作

## 3.2.3 スマート・コンフィグレータ設定

サンプルコードは、スマート・コンフィグレータを使用して、以下のとおり GPTW を追加しています。コンポーネントの追加方法については、「3.1.4 コンポーネントの追加」を参照してください。

表 3-4 コンポーネントの追加

項目	内容
コンポーネント	汎用 PWM タイマ
コンフィグレーション名	Config_GPT0
動作	のこぎり波 PWM モード
リソース	GPT0

タイマカウントクロックは160MHz (PCLKC)

キャリア周期400  $\mu$ s

カウント方向はアップカウント

カウンタ初期値は0

GPTW0.GTCCRAをコンペアマッチとして使用  
GPTW0.GTCCRA初期値設定

GTIOC0A端子をPWM出力端子として設定  
出力デューティはコンペアマッチによって設定

カウント開始時はLow出力、停止時はLow出力  
GPTW0.GTCCRAコンペアマッチでHigh出力  
周期の終わりでLow出力

ソフトウェア要因カウントスタートを許可

図 3-8 GPT0 の設定(1/3)

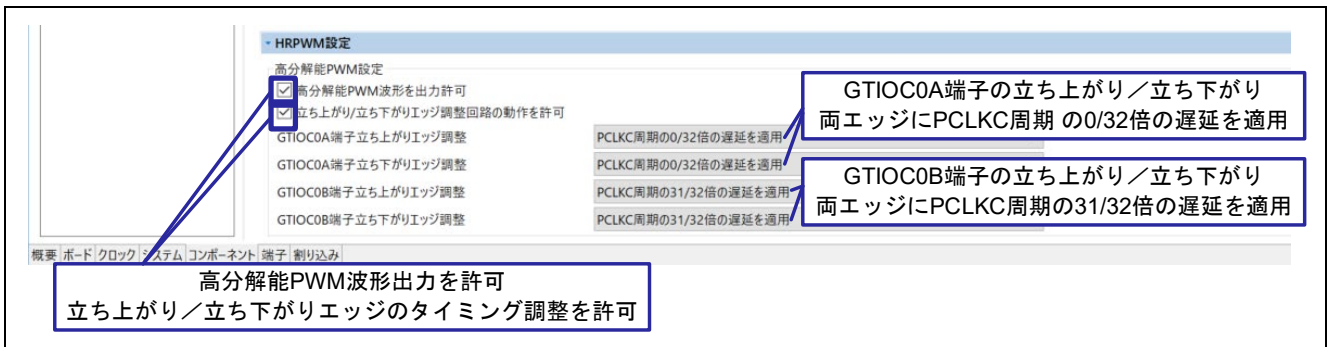


図 3-9 GPT0 の設定(2/3)



図 3-10 GPT0 の設定(3/3)

### 3.2.4 フローチャート

以下にスマート・コンフィグレータによるコード生成後に追加した、main 関数の処理を示します。

main 関数内で、カウントをスタートします。

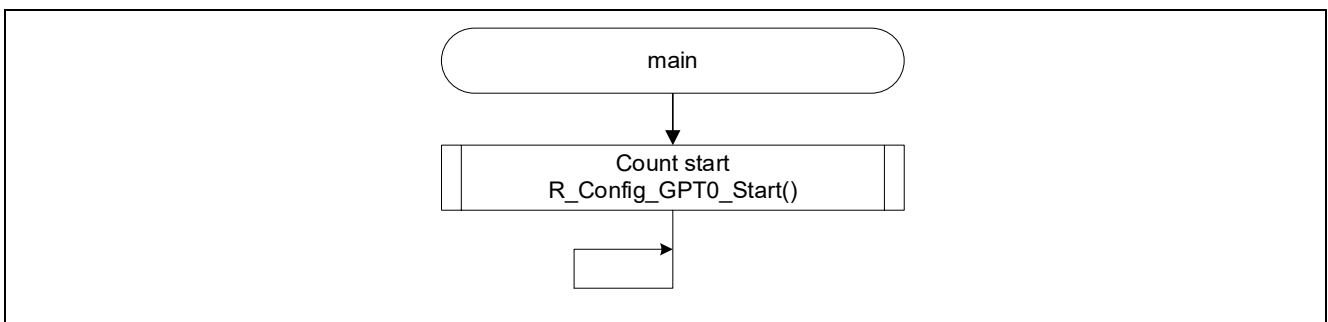


図 3-11 main 関数

### 3.3 三角波 PWM モード 1+HRPWM

- 対象サンプルコードファイル名 : r01an6642\_rx66t\_gptw\_triangle\_pwm1\_hrpwm.zip

#### 3.3.1 概要

GPTW の三角波 PWM モード 1 (谷 32 ビット転送) と HRPWM を使用し高分解能 PWM 波形を出力するサンプルコードです。

HRPWM で生成される遅延の観測を容易にするため、GPTW 出力波形は正相と逆相ともにアクティブ High、かつデッドタイムなしに設定しています。

以下に、サンプルコードが使用する GPTW の設定を示します。

- 三角波 PWM モード 1 を使用
- チャンネル 0 を使用
- キャリア周期は 400 $\mu$ s
- タイマカウントクロックは 160MHz (PCLKC/1)
- GTPR を周期レジスタとして使用
  - カウント方向はアップカウント
- GTCCRA を Duty 出力のコンペアマッチとして使用
  - GTIOC0A 端子を PWM 出力端子として設定
  - GTCCRA コンペアマッチでトグル出力
  - カウント開始時は Low 出力、停止時は Low 出力
  - 周期の終わりで出力保持
- GTCCRB を Duty 出力のコンペアマッチとして使用
  - GTIOC0B 端子を PWM 出力端子として設定
  - GTCCRB コンペアマッチでトグル出力
  - カウント開始時は Low 出力、停止時は Low 出力
  - 周期の終わりで出力保持
- ソフトウェア要因カウントスタートを許可
- 高分解能 PWM 波形出力を許可
  - GTIOC0A 端子の立ち上がり/立ち下がりエッジに PCLKC 周期の 0/32 倍の遅延を適用
  - GTIOC0B 端子の立ち上がり/立ち下がりエッジに PCLKC 周期の 31/32 倍の遅延を適用

スマート・コンフィグレータで設定可能  
設定方法は 3.3.3 を参照してください

本サンプルコードにおける構成を以下に示します。

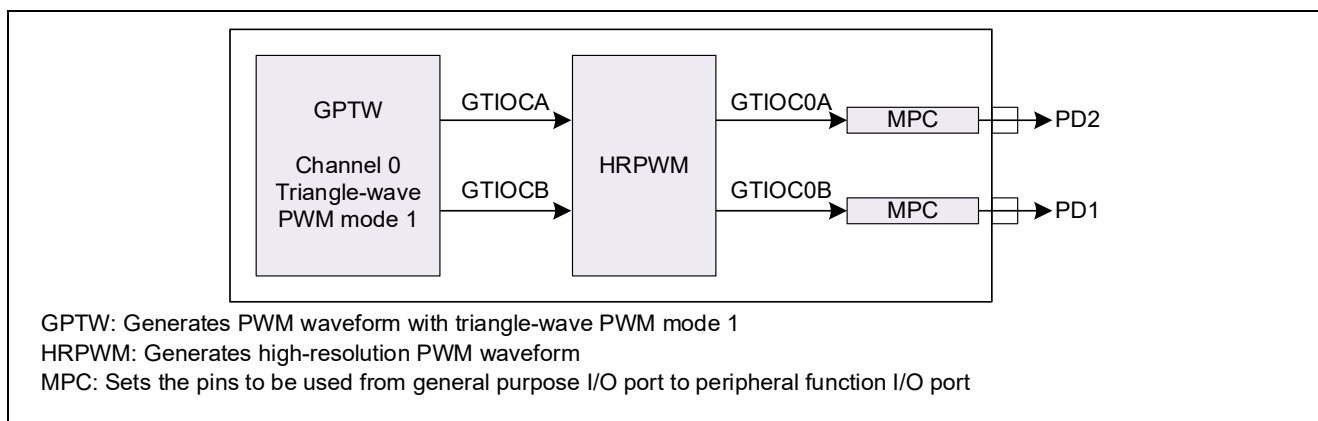


図 3-12 サンプルコードの構成

## 3.3.2 動作詳細

本サンプルコードの動作を以下に示します。

GPTW の三角波 PWM モード 1 の PWM 波形の立ち上がり／立ち下がりエッジに遅延量を設定し、GTIOC0A、GTIOC0B 端子から HRPWM で生成した波形を出力します。

図 3-13 (a) : 遅延量に PCLKC の 0/32 倍を設定することで、GPTW の出力波形に対し PCLKC の 3 サイクル分の遅延量が反映された波形が出力されます。

図 3-13 (b) : 遅延量に PCLKC 周期の 31/32 倍を設定することで、GPTW の出力波形に対し PCLKC の 31/32 倍分の遅延量が反映された波形が出力されます。

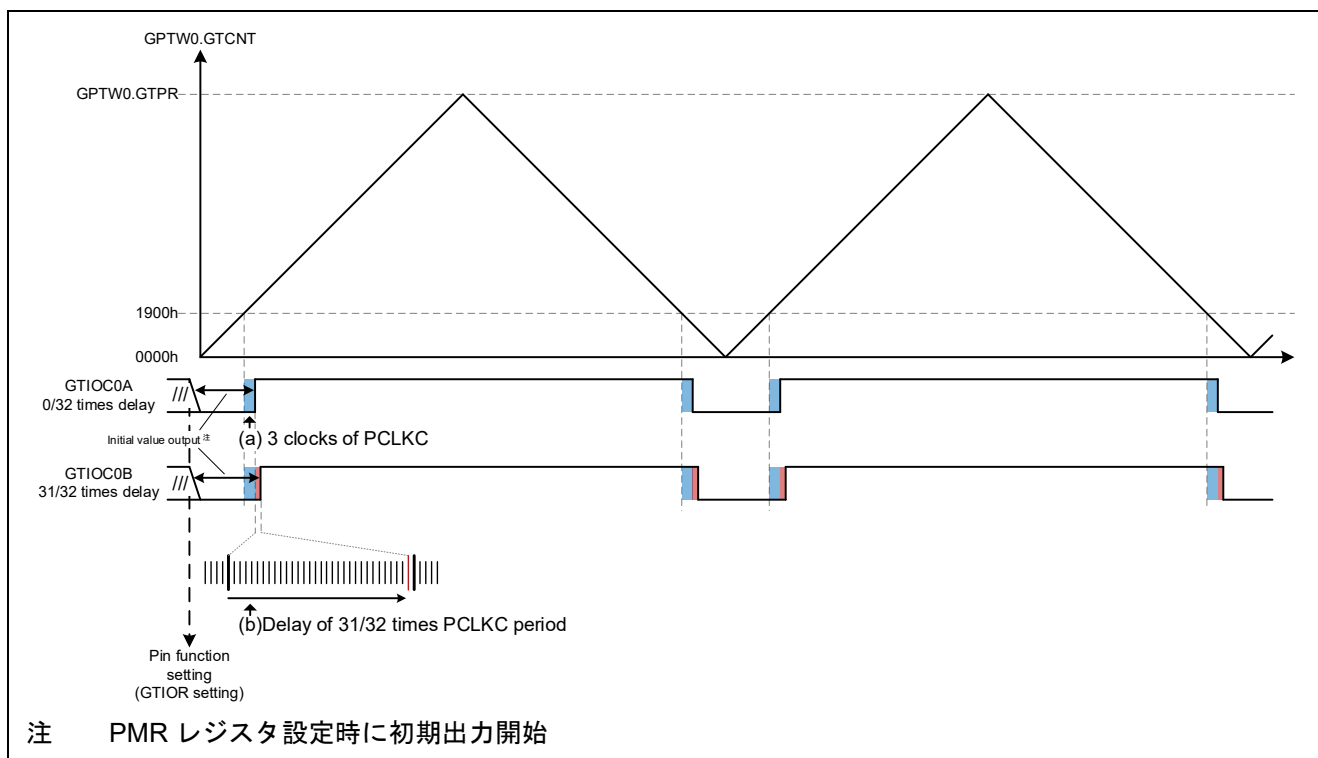


図 3-13 サンプルコードの動作



## 3.3.3 スマート・コンフィグレータ設定

サンプルコードは、スマート・コンフィグレータを使用して、以下のとおり GPTW を追加しています。コンポーネントの追加方法については、「3.1.4 コンポーネントの追加」を参照してください。

表 3-5 コンポーネントの追加

項目	内容
コンポーネント	汎用 PWM タイマ
コンフィグレーション名	Config_GPT0
動作	三角波 PWM モード 1
リソース	GPT0

タイマカウントクロックは160MHz (PCLKC)

キャリア周期400µs

カウント方向はアップカウント

カウンタ初期値は0

GPTW0.GTCCRAをコンペアマッチとして使用  
GPTW0.GTCCRA初期値設定

GTIOC0A端子をPWM出力端子として設定  
出力デューティはコンペアマッチによって設定

カウント開始時はLow出力、停止時はLow出力  
GPTW0.GTCCRAコンペアマッチでトルグル出力  
周期の終わりで出力保持

ソフトウェア要因カウントスタートを許可

図 3-14 GPT0 の設定(1/3)

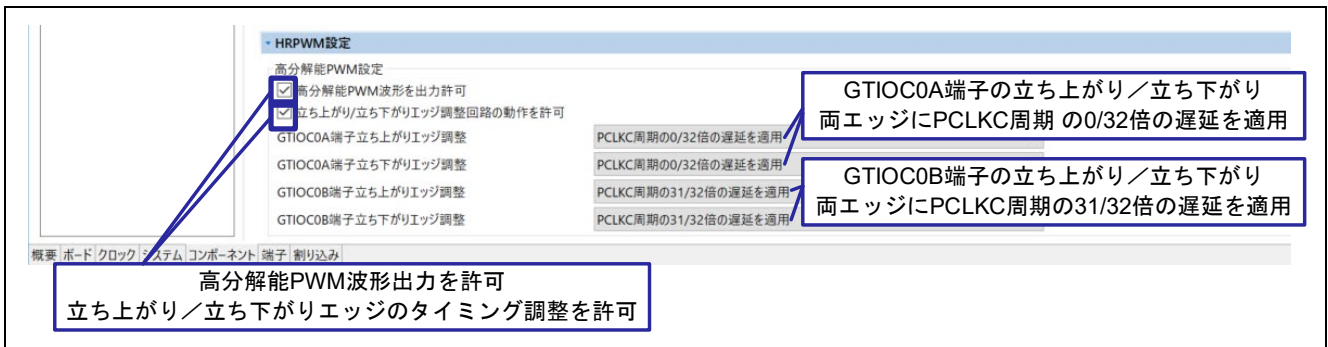


図 3-15 GPT0 の設定(2/3)



図 3-16 GPT0 の設定(3/3)

### 3.3.4 フローチャート

以下にスマート・コンフィグレータによるコード生成後に追加した、main 関数の処理を示します。  
main 関数内で、カウントをスタートします。

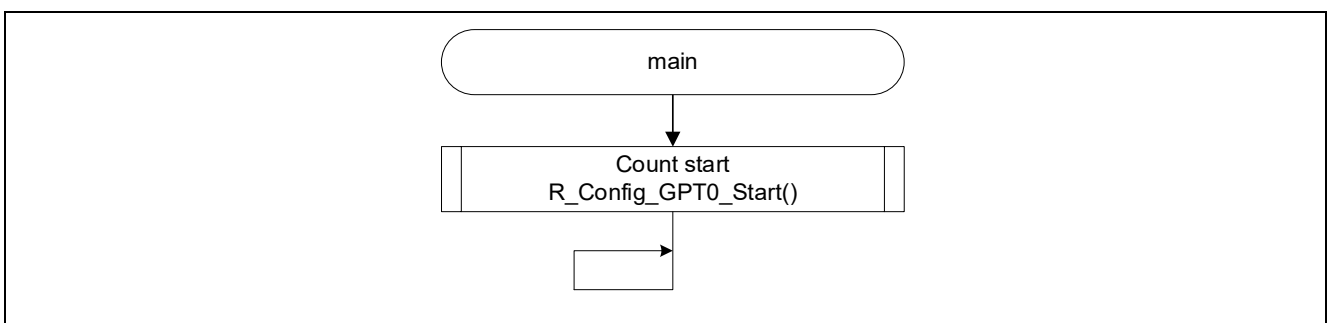


図 3-17 main 関数

## 4. プロジェクトのインポート方法

サンプルコードは e<sup>2</sup> studio のプロジェクト形式で提供しています。本章では、e<sup>2</sup> studio および CS+ へプロジェクトをインポートする方法を示します。インポート完了後、ビルドおよびデバッガの設定を確認してください。

以下のルネサス エレクトロニクス ホームページも参照してください。

<https://www.renesas.com/software-tool/migration-e2studio-to-csplus>

### 4.1 e<sup>2</sup> studio での手順

e<sup>2</sup> studio でご使用になる際は、以下の手順で e<sup>2</sup> studio にインポートしてください。

(使用する e<sup>2</sup> studio のバージョンによっては画面が異なる場合があります。)

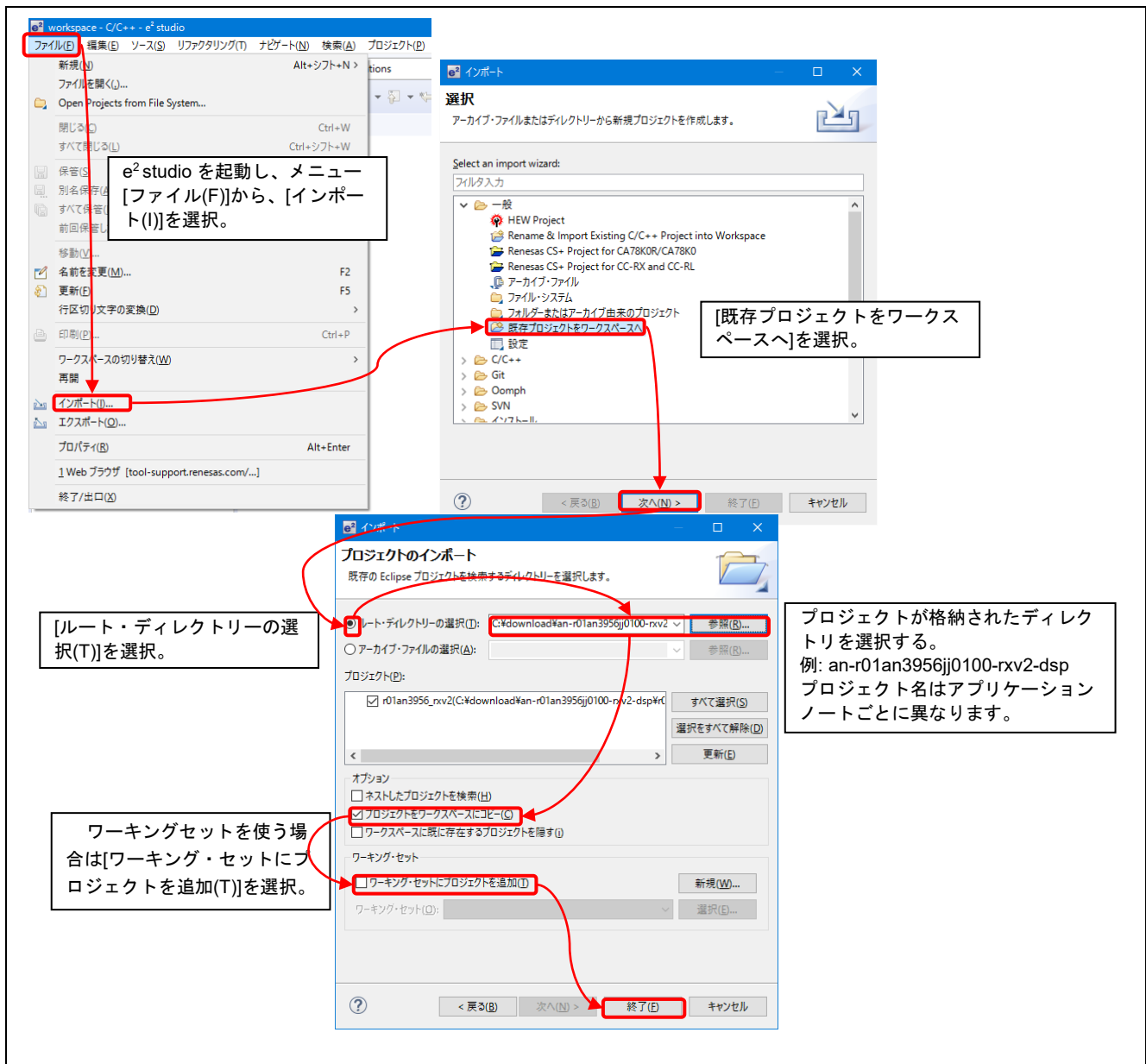


図 4-1 プロジェクトを e<sup>2</sup> studio にインポートする方法

## 4.2 CS+ での手順

CS+ でご使用になる際は、以下の手順で CS+ にインポートしてください。

(使用する CS+ のバージョンによっては画面が異なる場合があります。)

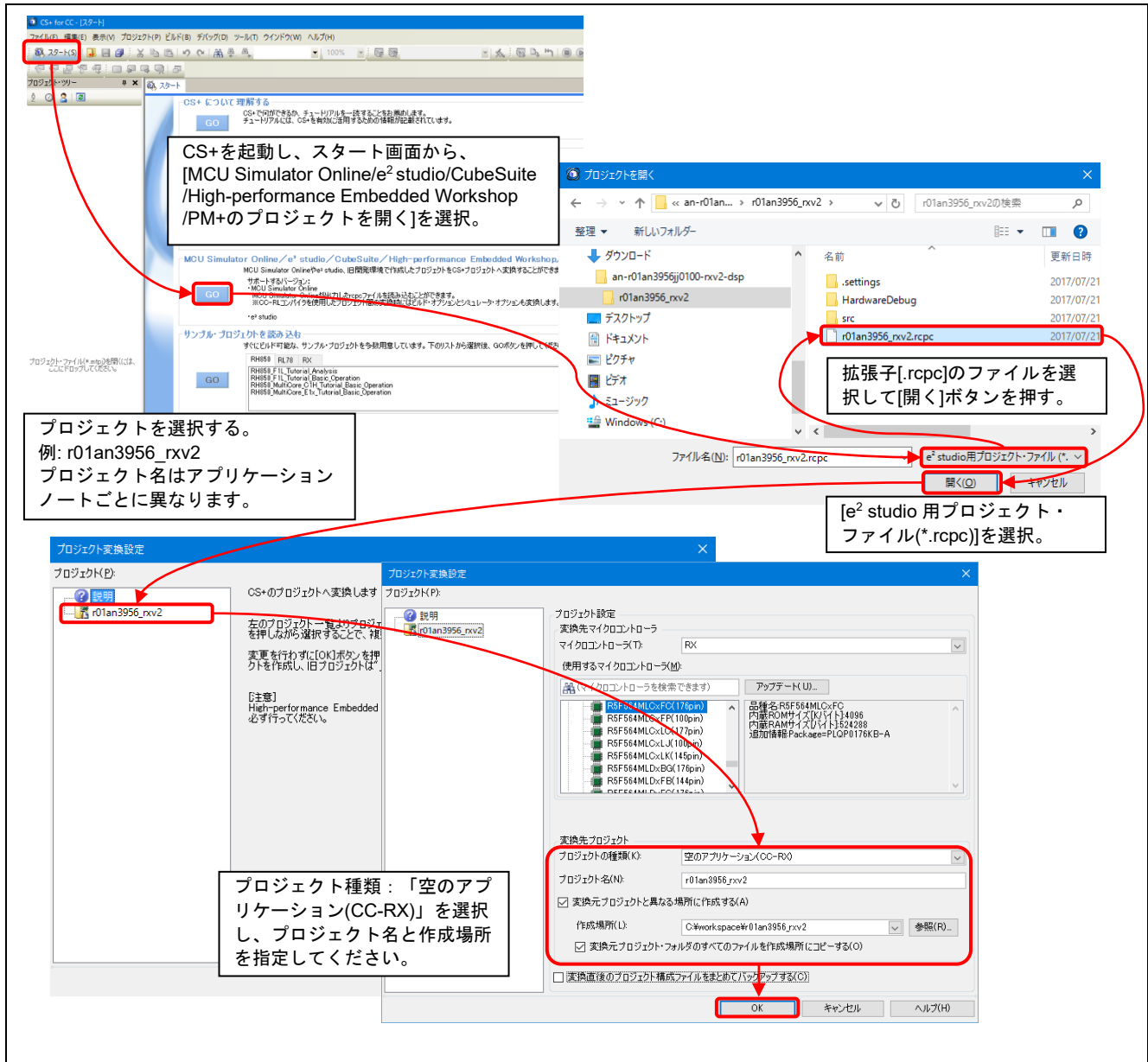


図 4-2 プロジェクトを CS+ にインポートする方法

## 5. 参考ドキュメント

- ユーザーズマニュアル：ハードウェア  
RX66T グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 (R01UH0749)  
(最新版をルネサス エレクトロニクス ホームページから入手してください)
- テクニカルアップデート／テクニカルニュース  
(最新版をルネサス エレクトロニクス ホームページから入手してください)
- ユーザーズマニュアル：開発環境  
RX ファミリ CC-RX コンパイラ ユーザーズマニュアル (R20UT3248)  
(最新版をルネサス エレクトロニクス ホームページから入手してください)
- ユーザーズマニュアル：開発環境  
RX66T グループ Renesas Starter Kit ユーザーズマニュアル (R20UT4150)  
(最新版をルネサス エレクトロニクス ホームページから入手してください)

## 改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	Nov.01.2023	—	初版

## 製品ご使用上の注意事項

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

### 1. 静電気対策

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

### 2. 電源投入時の処置

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

### 3. 電源オフ時における入力信号

当該製品の電源がオフ状態のときに、入力信号や入出力プルアップ電源を入れしないでください。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えば、フラッシュメモリ、レイアウトパターンの相違などにより、電気的特性の範囲で、特性値、動作マージン、ノイズ耐量、ノイズ輻射量などが異なる場合があります。型名が違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まれます。以下同じです。）に関し、当社は、一切その責任を負いません。
2. 当社製品または本資料に記載された製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズム、応用回路例等の情報の使用に起因して発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権に対する侵害またはこれらに関する紛争について、当社は、何らの保証を行うものではなく、また責任を負うものではありません。
3. 当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
4. 当社製品を組み込んだ製品の輸出入、製造、販売、利用、配布その他の行為を行うにあたり、第三者保有の技術の利用に関するライセンスが必要となる場合、当該ライセンス取得の判断および取得はお客様の責任において行ってください。
5. 当社製品を、全部または一部を問わず、改造、変更、複製、リバースエンジニアリング、その他、不適切に使用しないでください。かかる改造、変更、複製、リバースエンジニアリング等により生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
6. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」および「高品質水準」に分類しており、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使用されることを意図しております。

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

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

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

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

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

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

(Rev.5.0-1 2020.10)

## 本社所在地

〒135-0061 東京都江東区豊洲 3-2-24（豊洲フォレストシア）

[www.renesas.com](http://www.renesas.com)

## お問合せ窓口

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

[www.renesas.com/contact/](http://www.renesas.com/contact/)

## 商標について

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