

RL78/L23

バンク・スワップ デモ

要旨

本アプリケーションノートでは、1つのバンクに24時間表示の時計プログラムを配置し、もう1つのバンクに温度表示プログラムを配置し、ユーザスイッチの長押しでバンク・スワップ機能を実行して2つのバンクを切り替える方法について説明します。

動作確認デバイス

RL78/L23

本アプリケーションノートを他のマイコンへ適用する場合、その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。

目次

1. 仕様	4
2. 動作確認条件	8
3. 周辺機能説明	10
3.1 RL78/L23 LCD コントローラ／ドライバ機能の基本的な特徴	10
3.2 LCD コントローラ／ドライバ機能の各表示モードについて	11
3.3 駆動電圧生成回路について	13
3.3.1 外部抵抗分割方式	14
3.3.2 内部昇圧方式	16
3.3.3 容量分割方式	17
4. ハードウェア説明	18
4.1 ハードウェア構成例	18
4.2 LCD モジュール	19
4.3 静電容量センサユニット	23
4.4 Renesas Flash Driver	24
4.5 使用端子一覧	25
5. BANK1 のソフトウェア説明	27
5.1 動作概要	27
5.2 ファイル構成	29
5.3 スマート・コンフィグレータの設定内容	31
5.4 静電容量タッチ設定	43
5.4.1 タッチインタフェース構成	43
5.4.2 構成（メソッド）の設定	43
5.4.3 チューニング結果	44
5.5 定数一覧	45
5.6 変数一覧	46
5.7 関数一覧	48
5.8 関数仕様	49
5.9 フローチャート	55
5.9.1 main 関数	55
5.9.2 qe_touch_main 関数	56
5.9.3 r_bank1_clock_start 関数	57
5.9.4 r_rtc_callback 関数	58
5.9.5 r_userswitch_callback 関数	59
5.9.6 r_tau0_1_blink_callback 関数	60
5.9.7 r_tau0_2_long_press_callback 関数	60
5.9.8 r_tau0_3_delay_callback 関数	61
5.9.9 r_tau0_4_chattering_callback 関数	61
5.9.10 r_tau0_5_continuous_callback 関数	62
6. BANK2 のソフトウェア説明	63
6.1 動作概要	63

6.2	ファイル構成	65
6.3	スマート・コンフィグレータの設定内容	67
6.4	静電容量タッチ設定	76
6.4.1	タッチインタフェース構成	76
6.4.2	構成（メソッド）の設定	77
6.4.3	チューニング結果	77
6.5	定数一覧	78
6.6	変数一覧	79
6.7	関数一覧	81
6.8	関数仕様	82
6.9	フローチャート	87
6.9.1	main 関数	87
6.9.2	qe touch_main 関数	88
6.9.3	r_bank2_temp_start 関数	89
6.9.4	r_userswitch_release 関数	90
6.9.5	r_userswitch_callback 関数	91
6.9.6	r_rtc_long_press_callback 関数	92
6.9.7	r_tau0_3_delay_callback 関数	92
6.9.8	r_tau0_5_continuous_callback 関数	93
7.	プロジェクトのインポート方法	94
7.1	e ² studio での手順	94
7.2	CS+での手順	95
7.3	IAR での手順	96
8.	書き込みの設定	97
8.1	e ² studio での HEX ファイル生成手順	98
8.2	CS+での HEX ファイル生成手順	99
8.3	IAR での HEX ファイル生成手順	100
8.4	Renesas Flash Programmer での書き込み方法	101
9.	注意事項	102
9.1	バンク・スワップ実行後にオンチップ・デバッガ接続する場合の注意事項	102
10.	サンプルコード	105
11.	参考ドキュメント	105
	改訂記録	106

1. 仕様

RL78/L23 のコード・フラッシュ・メモリ容量が 512KB および 256KB の製品は、コード・メモリ・フラッシュのユーザ領域を 2 つのバンク領域に分けてプログラムを配置できます。バンク・スワップ機能は、この 2 つのバンクのアドレスを切り替える機能です。バンク・スワップ後は、切り替わったバンクからプログラム起動を行います。

本アプリケーションでは、コード・フラッシュ・メモリ 512KB の製品を使用します。00000H~3FFFFH 領域と 40000H~7FFFFH 領域に格納されたプログラムを、ユーザスイッチの長押しで起動プログラム領域を切り替えて実行する手順を示します。

8.4 でプログラムを書き込み後の起動時には、00000H~3FFFFH 領域にある BANK1 プログラム（24 時間表示の時計プログラム）が実行され、LCD に「RL78/L23」→「BANK1 C」と表示されます。ユーザスイッチを長押しすると、LCD に「DEMO CHG」の表示とバンク・スワップ機能が実行されます。バンクの切り替えと再起動が行われ、00000H~3FFFFH 領域にある BANK2 プログラム（温度表示プログラム）が実行され、LCD に「RL78/L23」→「BANK2 T」と表示されます。また、BANK2 プログラムの実行中もユーザスイッチを長押しするとバンク・スワップ機能が実行されます。

BANK1 で使用する周辺機能と用途を表 1-1 に、BANK2 で使用する周辺機能と用途を表 1-2 に、動作概要を図 1-1 に、状態遷移図を図 1-2 に示します。

表 1-1 BANK1 で使用する周辺機能と用途

周辺機能	用途
LCD コントローラ/ドライバ	LCD 表示
リアルタイム・クロック (以下、RTC)	時刻のカウント
タイマ・アレイ・ユニット 0 チャネル 1 (以下、TAU0_1)	LCD の点滅表示
タイマ・アレイ・ユニット 0 チャネル 2 (以下、TAU0_2)	ユーザスイッチの短押し・長押し判定
タイマ・アレイ・ユニット 0 チャネル 3 (以下、TAU0_3)	待機時間の計測
タイマ・アレイ・ユニット 0 チャネル 4 (以下、TAU0_4)	チャタリング対策の時間計測
タイマ・アレイ・ユニット 0 チャネル 5 (以下、TAU0_5)	タッチボタンの連続タッチ（長押し）判定
静電容量センサユニット (CTS2La)	タッチ電極に発生する静電容量を計測 タッチボタン操作による時刻の変更
外部割り込み INTPO	ユーザスイッチ入力を検出し、時刻変更状態に切り替え

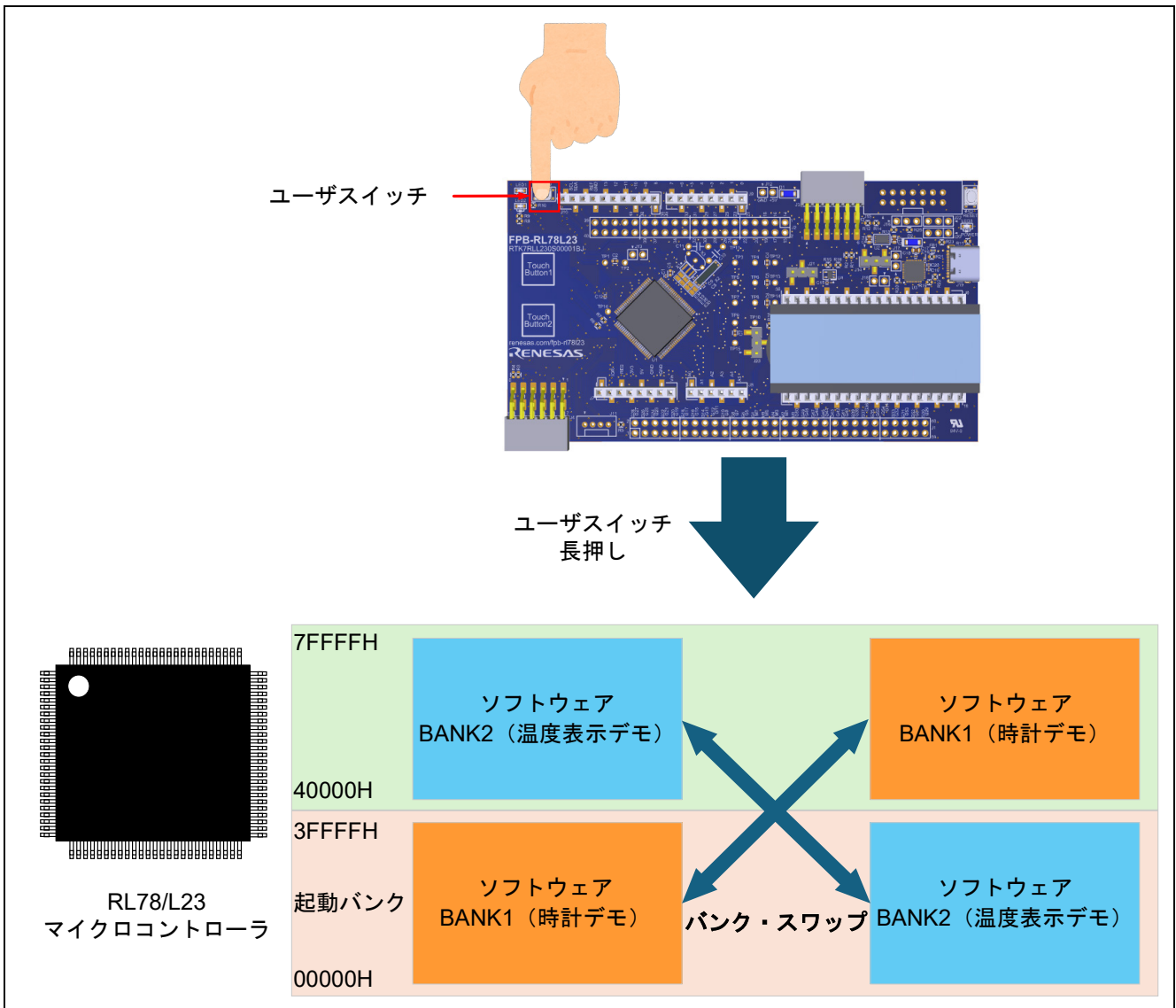
表 1-2 BANK2 使用する周辺機能と用途

周辺機能	用途
LCD コントローラ／ドライバ	LCD 表示
リアルタイム・クロック（以下、RTC）	ユーザスイッチの短押し・長押し判定 スタンバイ状態に遷移する期間の判定
タイマ・アレイ・ユニット 0 チャネル 3（以下、TAU0_3）	待機時間の計測
タイマ・アレイ・ユニット 0 チャネル 5（以下、TAU0_5）	タッチボタンの連続タッチ判定
静電容量センサユニット（CTS2La）	タッチ電極に発生する静電容量を計測
外部割り込み INTP0	ユーザスイッチ入力を検出し、温度変更状態に切り替え

LCD コントローラ／ドライバは駆動用電源の生成方法として、外部抵抗分割方式、内部昇圧方式、容量分割方式の 3 種類を選択できます。これらの 3 方式の説明は、「3.3 駆動電圧生成回路について」を参照してください。

サンプルコードは LCD 駆動電圧生成回路に容量分割方式を選択しています。

図 1-1 動作概要

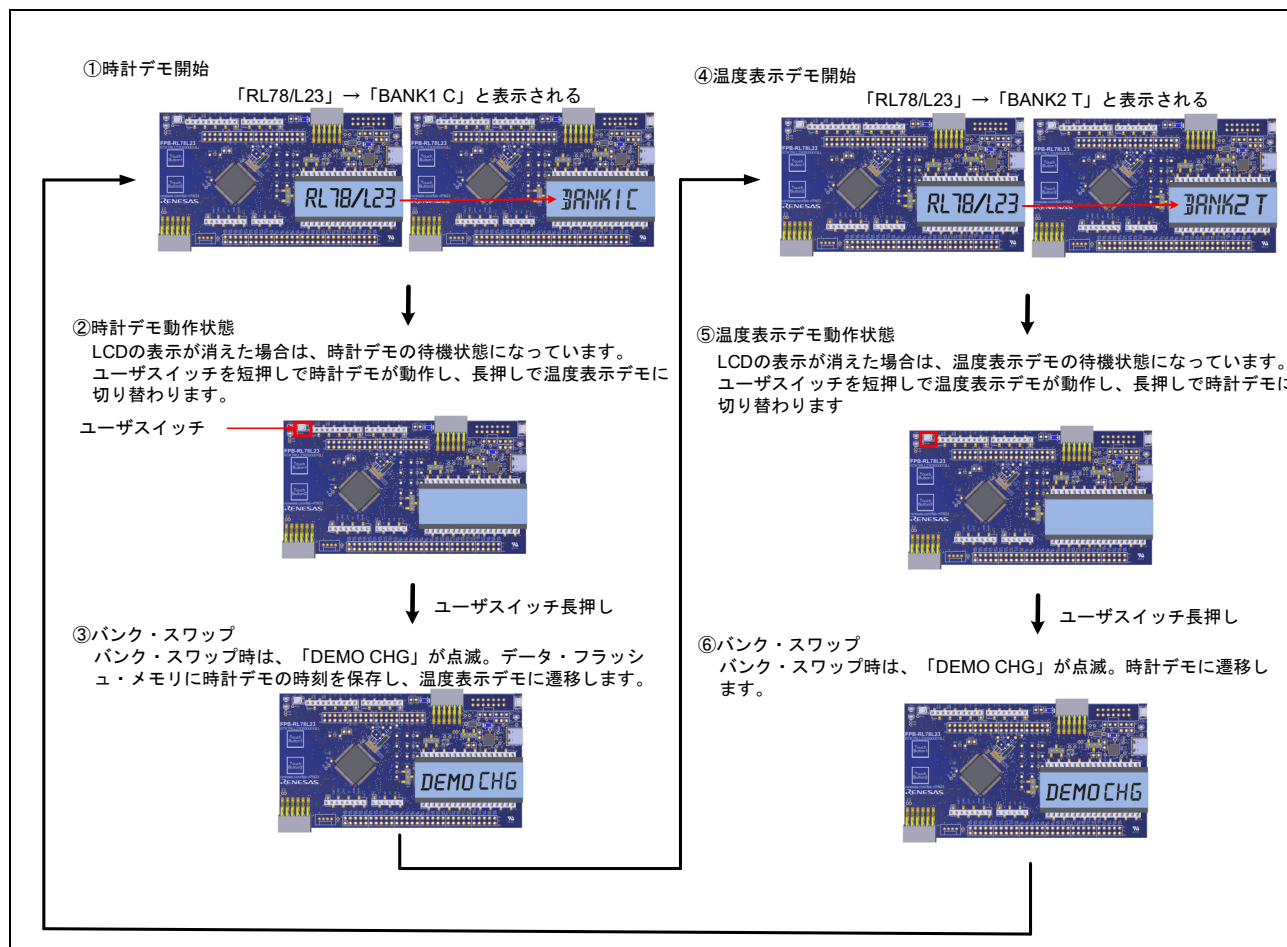


ユーザスイッチ	状態
長押し	バンク・スワップ動作

BANK1 と BANK2 のソフトウェア詳細は以下のアプリケーションノートを参考にしてください。

- BANK1 参考アプリケーションノート
RL78/L23 LCD 表示(時計デモ) (R01AN7852)
(最新の情報をルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください。)
- BANK2 参考アプリケーションノート
RL78/L23 LCD 表示(温度表示デモ) (R01AN7853)
(最新の情報をルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください。)

図 1-2 状態遷移図



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、下記の条件で動作を確認しています。

BANK1 で動作する確認条件を表 2-1 に、BANK2 で動作する確認条件を表 2-2 に示します。

表 2-1 BANK1 の動作確認条件

項目	内容
使用マイコン	RL78/L23(R7F100LPL3CFB)
動作周波数	<ul style="list-style-type: none"> ・高速オンチップ・オシレータ・クロック(f_{HOCO}) : 32MHz ・CPU/周辺ハードウェア・クロック(f_{CLK}) : 32MHz ・サブシステム・クロック XR(f_{SXR}) : 32.768kHz
動作電圧	3.3V LVD 動作(V_{LVD0}) : リセット・モード(立ち上がり 2.97V/立ち下がり 2.91V)
統合開発環境(CS+)	ルネサス エレクトロニクス製 CS+ for CC V8.14.00
C コンパイラ(CS+)	ルネサス エレクトロニクス製 Renesas CC-RL V1.15.01
統合開発環境(e ² studio)	ルネサス エレクトロニクス製 e ² studio Version 2025-07
C コンパイラ(e ² studio)	ルネサス エレクトロニクス製 Renesas CC-RL V1.15.01
統合開発環境(IAR)	IAR システムズ製
C コンパイラ(IAR)	IAR Embedded Workbench for Renesas RL78 V 5.20.1
書き込み用ツール	ルネサス エレクトロニクス製 Renesas Flash Programmer V3.20.00
スマート・コンフィグレータ (Smart Configurator)	ルネサス エレクトロニクス製 RL78/L23 スマート・コンフィグレータ V1.14.0
静電容量式タッチセンサ対応 開発支援ツール	QE for Capacitive Touch V4.2.0
ボードサポートパッケージ (BSP)	ルネサス エレクトロニクス製 V1.91
TOUCH ドライバ	ルネサス エレクトロニクス製 V2.20
CTSU ドライバ	ルネサス エレクトロニクス製 V2.20
使用ボード	RL78/L23 Fast Prototyping Board (RTK7RLL230S00001BJ)
LCD モジュール	Varitronix VIM-878-DP-FC-S-LV 16 セグ x8 桁 ヘッダ : 36 ピン(18 x 2 列)x1 動作電圧条件 : 3V-4.6V (動作電圧 3.3V 以外で使用する場合は、LCD パネルを取り外した状態でご使用ください)

表 2-2 BANK2 の動作確認条件

項目	内容
使用マイコン	RL78/L23(R7F100LPL3CFB)
動作周波数	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高速オンチップ・オシレータ・クロック(f_{HOC}) : 32MHz ・ CPU/周辺ハードウェア・クロック(f_{CLK}) : 32MHz ・ 低速オンチップ・オシレータ・クロック(f_{IL}) : 32.768kHz
動作電圧	3.3V LVD 動作(V_{LVD0}) : リセット・モード(立ち上がり 2.97V/立ち下がり 2.91V)
統合開発環境(CS+)	ルネサス エレクトロニクス製 CS+ for CC V8.14.00
C コンパイラ(CS+)	ルネサス エレクトロニクス製 Renesas CC-RL V1.15.01
統合開発環境(e ² studio)	ルネサス エレクトロニクス製 e ² studio Version 2025-07
C コンパイラ(e ² studio)	ルネサス エレクトロニクス製 Renesas CC-RL V1.15.01
統合開発環境(IAR)	IAR システム製
C コンパイラ(IAR)	IAR Embedded Workbench for Renesas RL78 V 5.20.1
書き込み用ツール	ルネサス エレクトロニクス製 Renesas Flash Programmer V3.20.00
スマート・コンフィグレータ (Smart Configurator)	ルネサス エレクトロニクス製 V1.14.0
静電容量式タッチセンサ対応 開発支援ツール	QE for Capacitive Touch V4.2.0
ボードサポートパッケージ (BSP)	ルネサス エレクトロニクス製 V1.91
TOUCH ドライバ	ルネサス エレクトロニクス製 V2.20
CTSU ドライバ	ルネサス エレクトロニクス製 V2.20
使用ボード	RL78/L23 Fast Prototyping Board (RTK7RLL230S00001BJ)
LCD モジュール	Varitronix VIM-878-DP-FC-S-LV 16 セグ x8 桁 ヘッダ : 36 ピン(18 x 2 列)x1 動作電圧条件 : 3V-4.6V (動作電圧 3.3V 以外で使用する場合は、LCD パネルを取り外した状態でご使用ください)

3. 周辺機能説明

LCD コントローラ／ドライバについて説明を記載します。

詳しい動作は「RL78/L23 ユーザーズマニュアル ハードウェア編 (R01UH1082)」の「第 22 章 LCD コントローラ／ドライバ」を参照してください。

3.1 RL78/L23 LCD コントローラ／ドライバ機能の基本的な特徴

RL78/L23 に内蔵している LCD コントローラ／ドライバには以下のような機能があります。

- A 波形, B 波形の選択が可能
- LCD 駆動電圧生成回路は、内部昇圧／容量分割／外部抵抗分割の切り替えが可能
- 表示データ・レジスタの自動読み出しによるセグメント信号とコモン信号の自動出力が可能
- 昇圧回路動作時に生成する基準電圧を 23 段階から選択可能（コントラスト調整）
- LCD 点滅が可能（点滅表示の切り替えタイミングを選択可）

3.2 LCD コントローラ／ドライバ機能の各表示モードについて

LCD コントローラ／ドライバ機能の各表示モードは、駆動波形、駆動電圧生成回路の組み合わせがあります。表 3-1、表 3-2 に各表示モードにおける最大表示画素数を示します。

表 3-1 A 波形最大表示画素数（100 ピン製品）

LCD コントローラ／ドライバ用 駆動波形	LCD コントローラ ／ドライバ用 駆動電圧生成回路		バイアス法	時分割	最大表示画素数		
A 波形	外部抵抗分割		-	スタティック	56 (56 セグメント × 1 コモン)		
			1/2	2	112 (56 セグメント × 2 コモン)		
				3	168 (56 セグメント × 3 コモン)		
			1/3	3	224 (56 セグメント × 4 コモン)		
				4	324 (54 セグメント × 6 コモン)		
				6	416 (52 セグメント × 8 コモン)		
				8			
			1/4	8			
	内部昇 圧	V _{L1} リ ファレ ンス	1/3	3	168 (56 セグメント × 3 コモン)		
				4	224 (56 セグメント × 4 コモン)		
			6	324 (54 セグメント × 6 コモン)			
			8	416 (52 セグメント × 8 コモン)			
		1/4	6	324 (54 セグメント × 6 コモン)			
			8	416 (52 セグメント × 8 コモン)			
		V _{L2} リ ファレ ンス	1/3	3	168 (56 セグメント × 3 コモン)		
				4	224 (56 セグメント × 4 コモン)		
	6			324 (54 セグメント × 6 コモン)			
	8			416 (52 セグメント × 8 コモン)			
	1/4		6	324 (54 セグメント × 6 コモン)			
			8	416 (52 セグメント × 8 コモン)			
			容量分 割	V _{DD} リ ファレ ンス	1/3	3	168 (56 セグメント × 3 コモン)
						4	224 (56 セグメント × 4 コモン)
	6	324 (54 セグメント × 6 コモン)					
	8	416 (52 セグメント × 8 コモン)					
	1/4	6	324 (54 セグメント × 6 コモン)				
		8	416 (52 セグメント × 8 コモン)				
	V _{L4} リ ファレ ンス	1/3	3	168 (56 セグメント × 3 コモン)			
			4	224 (56 セグメント × 4 コモン)			
6			324 (54 セグメント × 6 コモン)				
8			416 (52 セグメント × 8 コモン)				

表 3-2 B 波形最大表示画素数 (100 ピン製品)

LCD コントローラ / ドライバ用 駆動波形	LCD コントローラ / ドライバ用 駆動電圧生成回路		バイアス法	時分割	最大表示画素数		
B 波形	外部抵抗分割		1/3	3	168 (56 セグメント × 3 コモン)		
				4	224 (56 セグメント × 4 コモン)		
				6	324 (54 セグメント × 6 コモン)		
				8	416 (52 セグメント × 8 コモン)		
					1/4	8	
			内部昇圧	V _{L1} リファレンス	1/3	3	168 (56 セグメント × 3 コモン)
						4	224 (56 セグメント × 4 コモン)
						6	324 (54 セグメント × 6 コモン)
	8	416 (52 セグメント × 8 コモン)					
				1/4	8		
	V _{L2} リファレンス	1/3		3	168 (56 セグメント × 3 コモン)		
				4	224 (56 セグメント × 4 コモン)		
				6	324 (54 セグメント × 6 コモン)		
			8	416 (52 セグメント × 8 コモン)			
	容量分割	V _{DD} リファレンス	1/3	3	168 (56 セグメント × 3 コモン)		
				4	224 (56 セグメント × 4 コモン)		
				6	324 (54 セグメント × 6 コモン)		
				8	416 (52 セグメント × 8 コモン)		
						1/4	8
		V _{L4} リファレンス	1/3	3	168 (56 セグメント × 3 コモン)		
				4	224 (56 セグメント × 4 コモン)		
				6	324 (54 セグメント × 6 コモン)		
				8	416 (52 セグメント × 8 コモン)		

3.3 駆動電圧生成回路について

RL78/L23 は LCD 駆動用電源の生成方法として、外部抵抗分割方式、内部昇圧方式、容量分割方式の 3 種類を選択できます。以降に各方式の特徴を示します

表 3-3 LCD 駆動方式と使用用途について

LCD 駆動方式	特徴／使用方法			使用用途
	ドライブ能力	動作電流	駆動電圧	
外部抵抗分割方式	高い	標準	V_{DD} に依存	<p>大型 LCD/AC 電源セット向け LCD 駆動能力が高く、また駆動電圧を抵抗分割して生成するため低コストで実現できます。</p> <p>外付けの抵抗を使用して分圧、LCD 駆動電圧を生成します。</p> <p>外部から電圧を入力できるので、外部にて動作電流や駆動能力を、抵抗によって調整できます。</p>
	大型 LCD にも対応			
内部昇圧方式	標準	小さい	一定	<p>電池セット向け 動作電流も小さく、電池電圧低下時にも駆動電圧は一定で LCD の表示が薄くなりません。</p> <p>内部で基準電圧を生成し、外付けのコンデンサを使用して昇圧します。</p> <p>なお、基準電圧をソフトウェアで調整できるので、LCD のコントラスト調整が可能です。</p> <p>(RL78/L23 では、23 段階の設定が可能です)</p>
			電池の電圧が低下しても変わらないので、表示が薄くならない。	
容量分割方式	標準	さらに小さい	基準電圧が V_{DD} 時、 V_{DD} に依存	<p>電池セット向け 動作電流が最も小さい方式。 電池電圧低下時には、LCD の表示は薄くなります。</p> <p>電池残量とあわせて、表示を薄くしたい場合はそのままご使用できます。</p> <p>電池電圧低下時に表示を薄くしたくない場合は、電池電圧低下時に内部昇圧方式に切り替える方法があります。</p> <p>なお、容量分割方式の外部回路で内部昇圧方式は動作可能です。</p>
			電源電圧の降下にあわせて、表示が薄くなる。	

3.3.1 外部抵抗分割方式

大型 LCD/AC 電源セットに適しています。

LCD 駆動能力が高く、また駆動電圧を抵抗分割して生成するため低コストを実現できます。

外付けの抵抗を使用して分圧し、LCD 駆動電圧を生成します。外部から電圧を入力できるので、外部の抵抗によって動作電流や駆動能力を調整できます。

図 3-1、図 3-2 は、外部抵抗接続方式の接続例です。

図 3-1 外部抵抗接続方式の接続例(1/2)

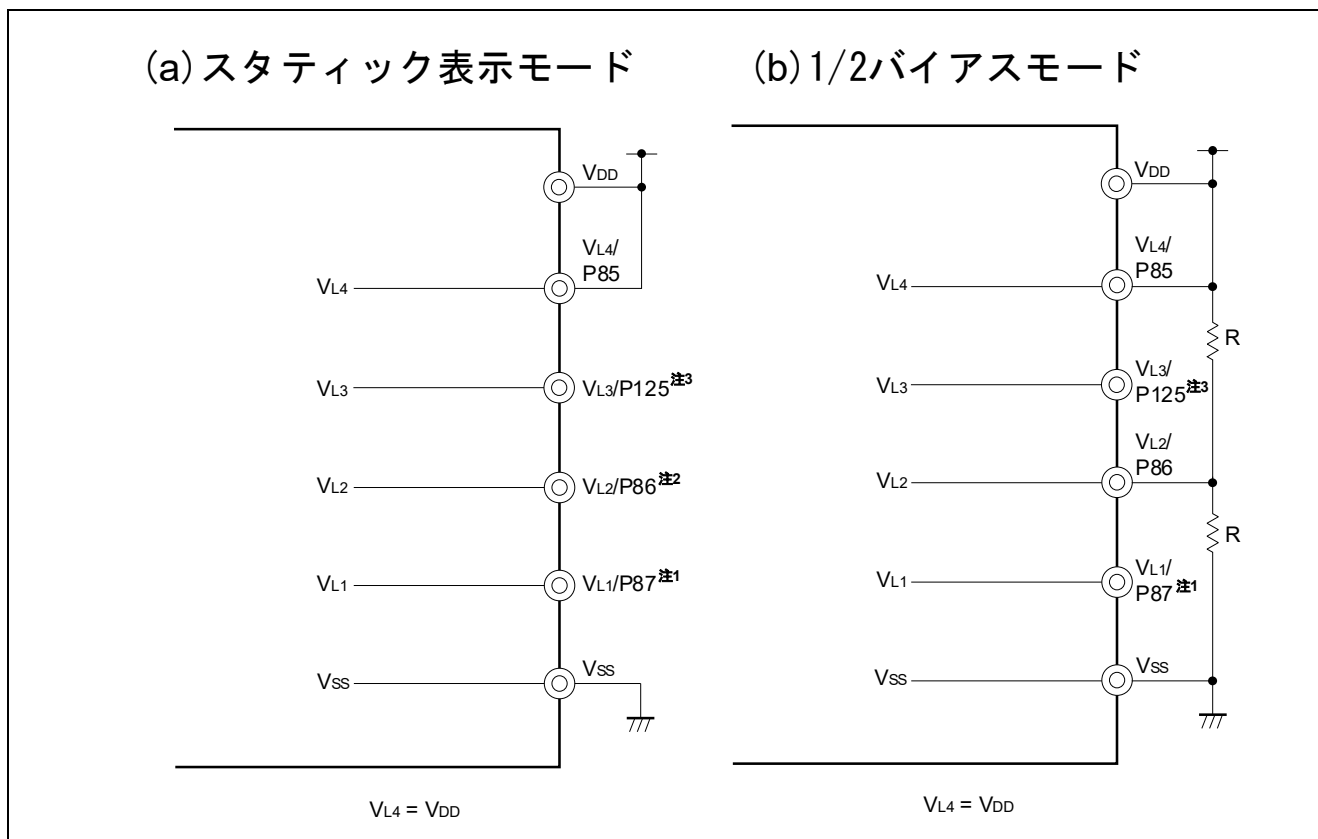
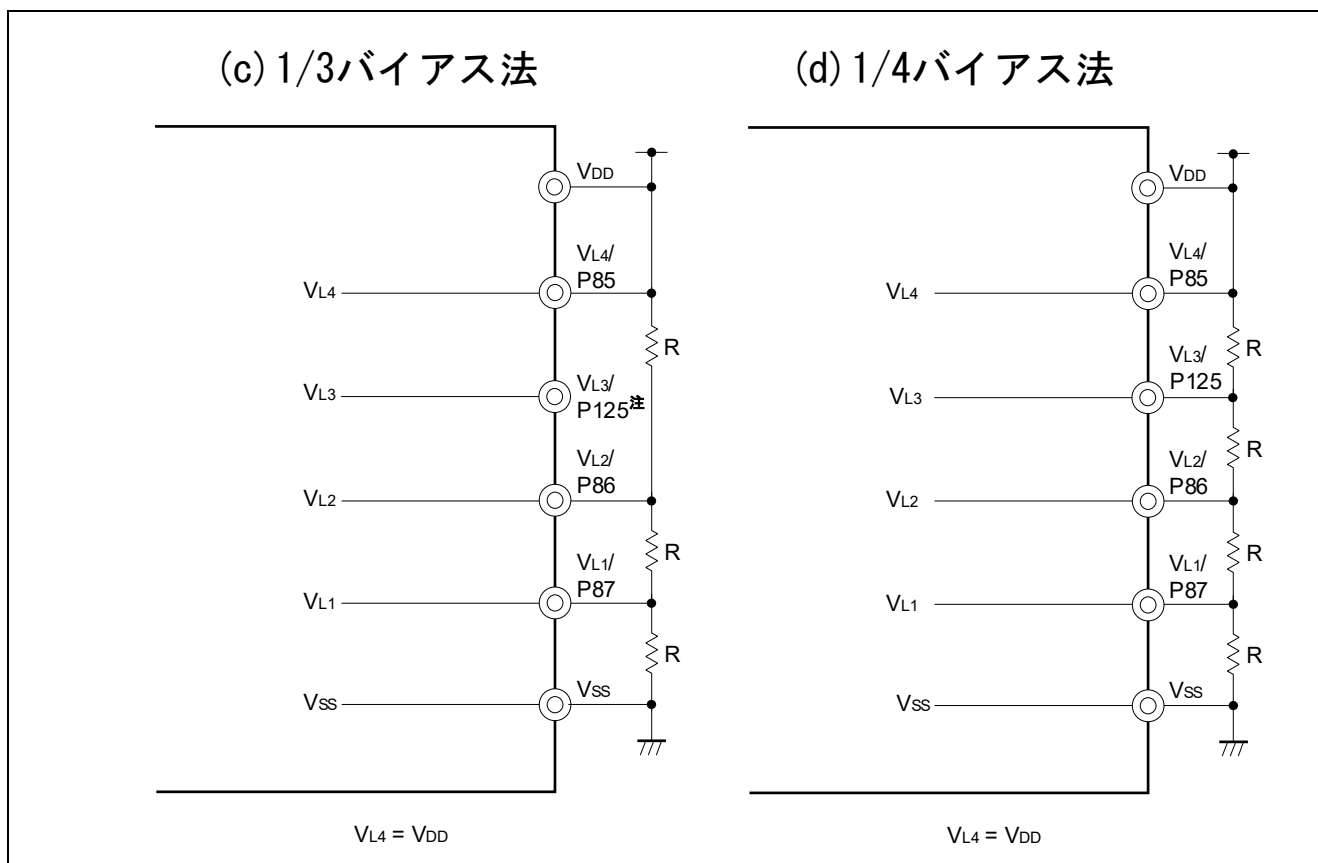


図 3-1(a)と(b)の注意事項を以下に示します。

- 【注】
1. V_{L1} は、ポート (P87) として使用できます。
 2. V_{L2} は、ポート (P86) として使用できます。
 3. V_{L3} は、ポート (P125) として使用できます。

図 3-2 外部抵抗接続方式の接続例(2/2)



【注】 V_{L3} は、ポート（P125）として使用できます。

外部抵抗分解用抵抗 R の参考値は、 $10\text{ k}\Omega \sim 1\text{ M}\Omega$ です。また $V_{L1} \sim V_{L4}$ 端子の電位を安定させる場合には、必要に応じて、 $V_{L1} \sim V_{L4}$ 端子-GND間にコンデンサを接続してください。これらの参考値は、 $0.47\text{ }\mu\text{F}$ 程度です。使用するLCDパネル、セグメント端子数、コモン端子数、フレーム周波数、使用環境に依存します。システムにあわせた評価を十分に行った上で、値を調整して決定してください。

3.3.2 内部昇圧方式

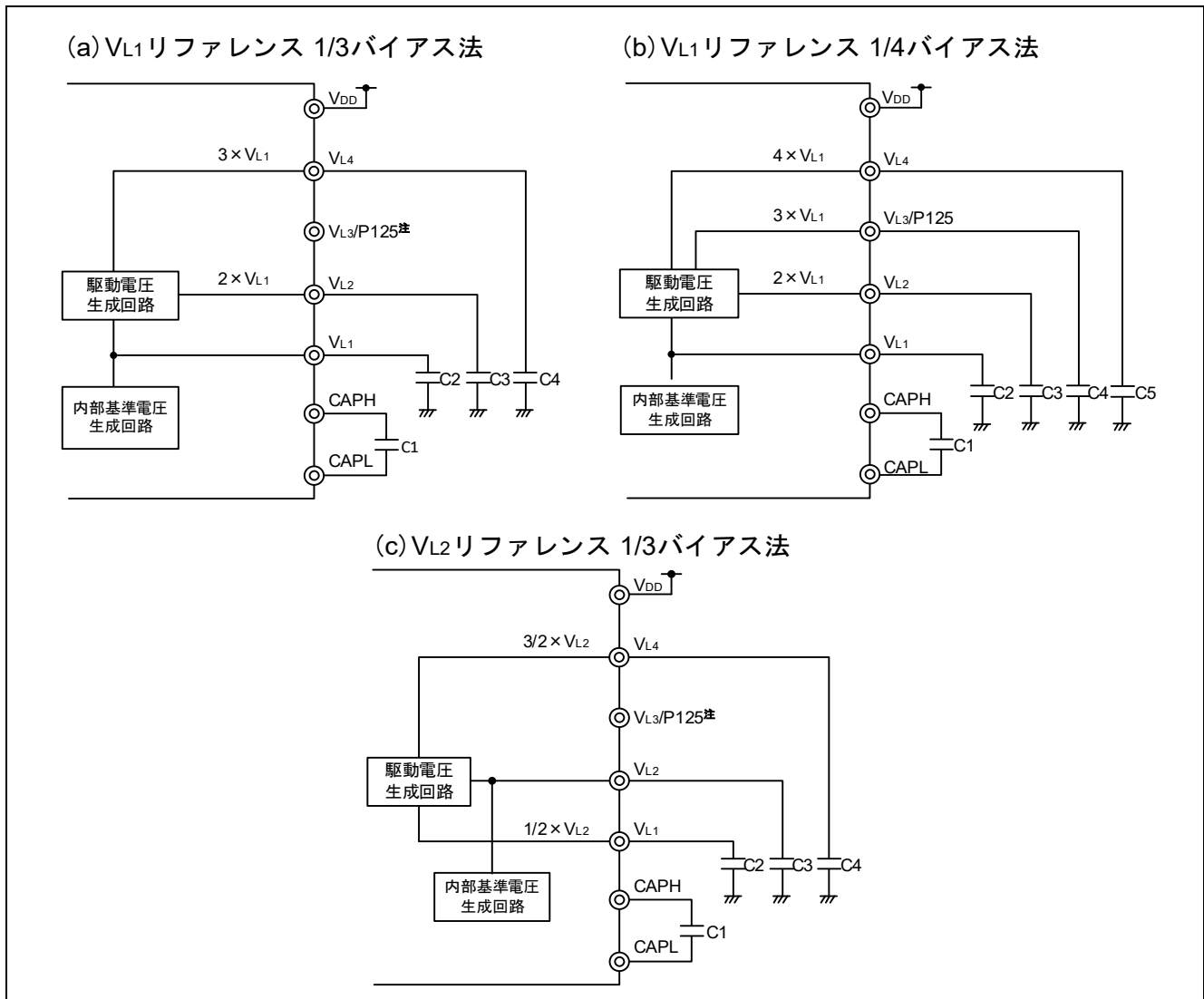
電池セットに適しています。

動作電流も小さく、電池電圧低下時にも駆動電圧は一定で LCD の表示が薄くなりません。

内部で基準電圧を生成して、外付けのコンデンサを使用して昇圧します。なお、基準電圧をソフトウェア (LCD 昇圧制御レジスタ (V_{LCD})) で調整できるので、LCD のコントラスト調整が可能です。(RL78/L23 では、23 段階の設定が可能です。)

図 3-3 は内部昇圧方式の接続例です。

図 3-3 内部昇圧方式の接続例



【注】 V_{L3} は、ポート (P125) として使用できます。

【備考】 なるべくリークが少ないコンデンサをご使用ください。
 なお、C1 は無極性コンデンサにしてください。

3.3.3 容量分割方式

電池セットに適しています。

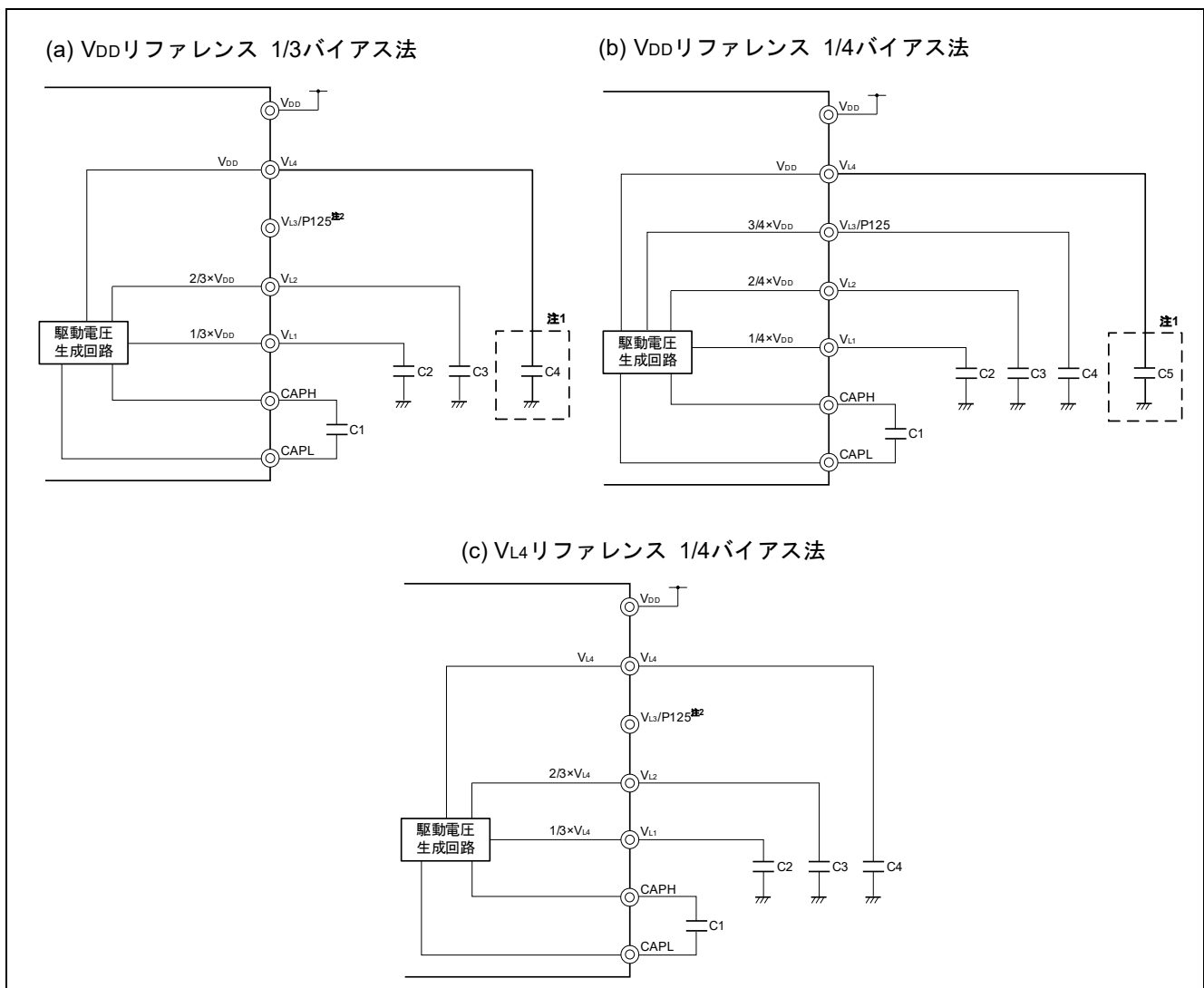
動作電流が最も小さい方式です。電池電圧低下時には、LCD の表示は薄くなります。

電池残量とあわせて、表示を薄くしたい場合はそのままご使用できます。

電池電圧低下時に表示を薄くしたくない場合は、電池電圧低下時に内部昇圧方式に切り替える方法があります。なお、容量分割方式の外部回路で内部昇圧方式は動作可能です。

図 3-4 は容量分割方式の接続例です。

図 3-4 容量分割方式の接続例



- 【注】 1. V_{L4} は、内部で V_{DD} と接続されているため、コンデンサは不要です。ただし、内部昇圧方式に切り替えて使用する場合は必要となります。また、容量分割方式のみで使用する場合も、LCD 供給電圧を安定する方法としてコンデンサを接続してもかまいません。
2. V_{L3} は、ポート (P125) として使用できます。

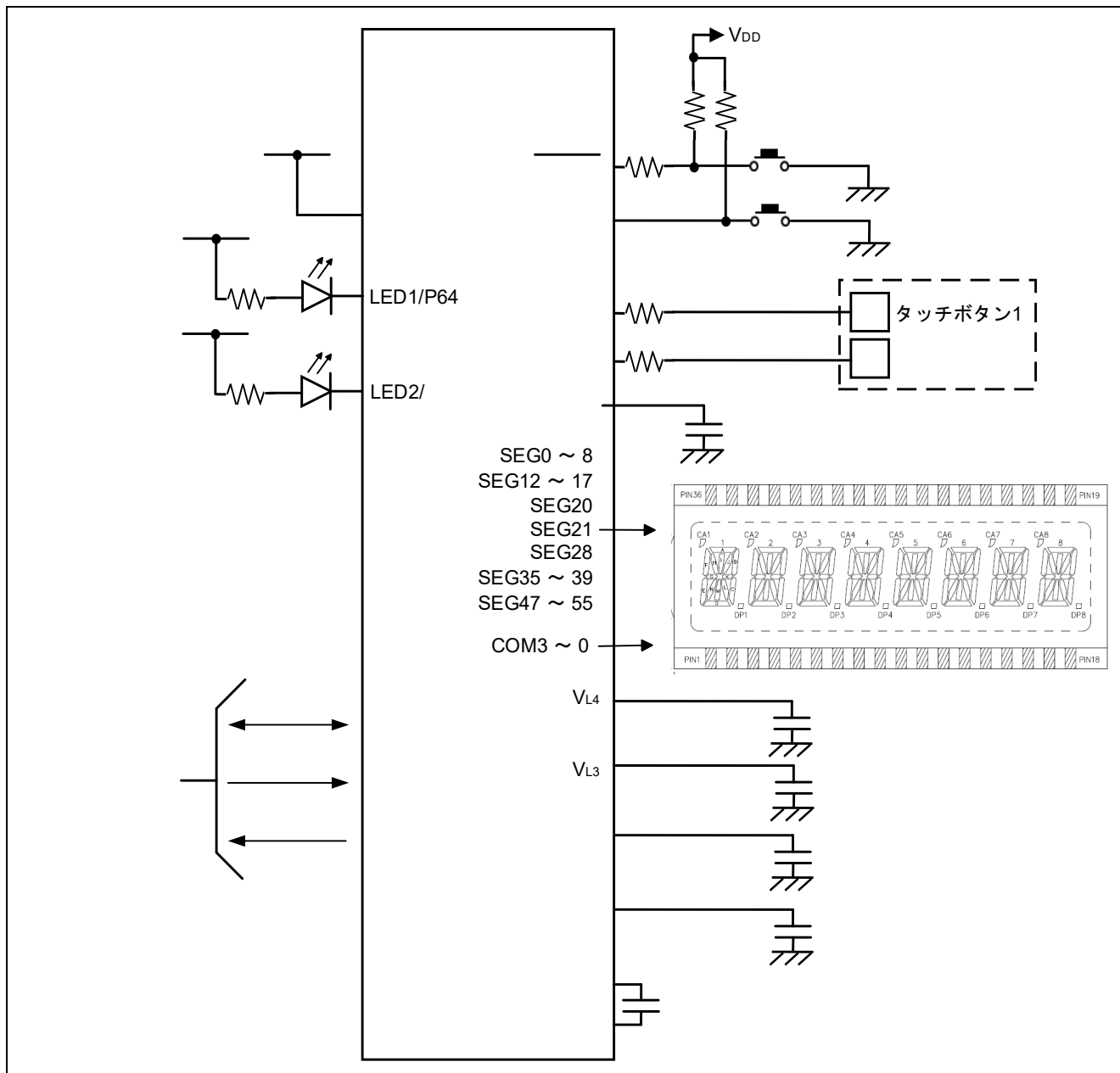
【備考】 なるべくリークが少ないコンデンサをご使用ください。なお、C1 は無極性コンデンサにしてください。

4. ハードウェア説明

4.1 ハードウェア構成例

図 4-1 に本アプリケーションノートで使用するハードウェア構成例を示します。

図 4-1 ハードウェア構成例



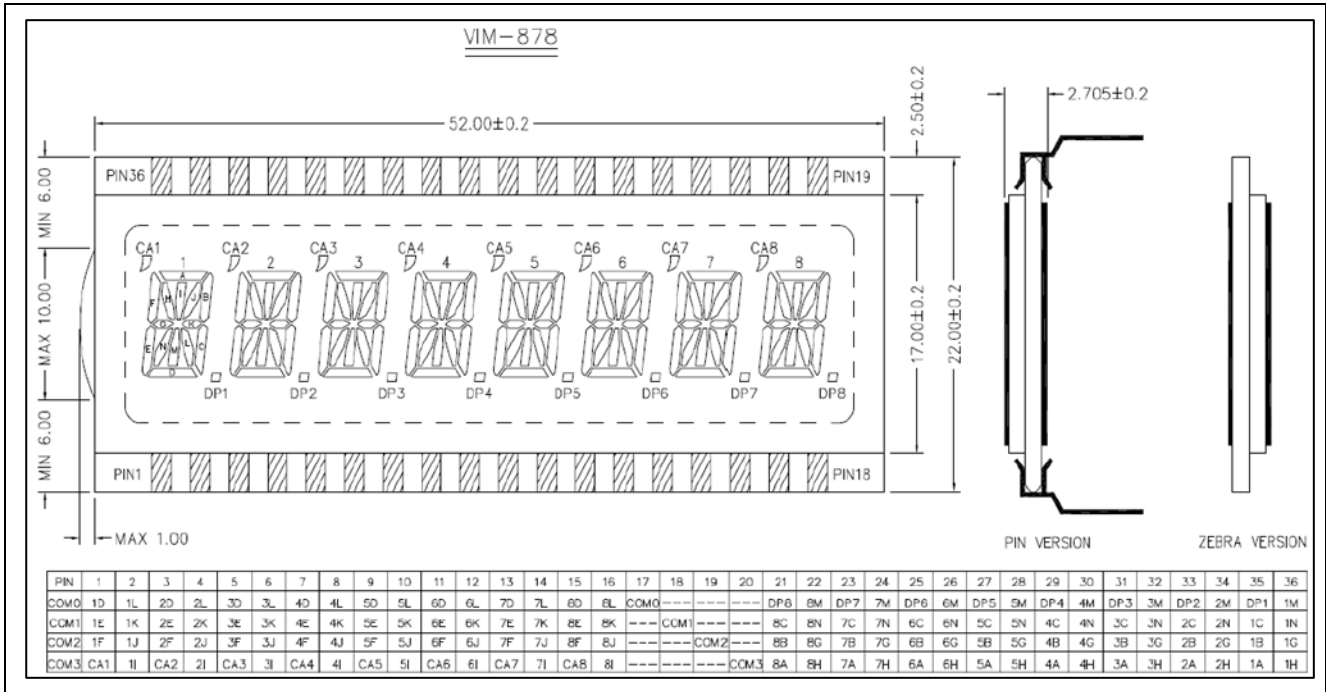
- 【注意】
- この回路イメージは接続の概要を示す為に簡略化しています。実際に回路を作成される場合は、端子処理などを適切に行い、電気的特性を満たすように設計してください（入力専用ポートは個別に抵抗を介して V_{DD} 又は V_{SS} に接続して下さい）。
 - V_{DD} は LVD にて設定したリセット解除電圧 (V_{LVD}) 以上にしてください。

4.2 LCD モジュール

本サンプルコードで使用する LCD モジュールについて説明します。

RL78/L23 Fast Prototyping Board には、LCD パネル（16 セグメント 8 桁）がソケットにて搭載されております。図 4-2 に LCD パネルのイメージと端子割当表、表 4-1 と表 4-2 に LCD パネルと RL78/L23 の接続を示します。

図 4-2 LCD パネルと端子割り当て表



(出典 : [Datasheet for VIM-878-DP-FC-S-LV Varitronix Optoelectronics | Octopart](#))

表 4-1 J5 ソケットと LCD モジュールの接続表

J5 ソケット	LCD パネル ピン番号	信号名	ポート	信号名と ポート	ピン番号	LCD_Header
1	LCD_1	SEG8	P54	P54(SEG8)	54	J1_21
2	LCD_2	SEG7	P53	P53(SEG7)	55	J1_22
3	LCD_3	SEG6	P52	P52(SEG6)	56	J1_23
4	LCD_4	SEG5	P51	P51(SEG5)	57	J1_24
5	LCD_5	SEG4	P50	P50(SEG4)	58	J1_25
6	LCD_6	SEG3	P97	P97(SEG3)	59	J1_26
7	LCD_7	SEG2	P96	P96(SEG2)	60	J1_27
8	LCD_8	SEG1	P95	P95(SEG1)	61	J1_28
9	LCD_9	SEG0	P94	P94(SEG0)	62	J1_29
10	LCD_10	SEG50	P07	P07(SEG50)	69	J1_34
11	LCD_11	SEG49	P06	P06(SEG49)	70	J1_35
12	LCD_12	SEG48	P05	P05(SEG48)	71	J1_36
13	LCD_13	SEG47	P04	P04(SEG47)	72	J1_37
14	LCD_14	SEG39	P14	P14(SEG39)	83	J1_45
15	LCD_15	SEG38	P13	P13(SEG38)	84	J1_46
16	LCD_16	SEG37	P12	P12(SEG37)	85	J1_47
17	LCD_17	COM0	P90	P90(COM0)	66	J1_33
18	LCD_18	COM1	P91	P91(COM1)	65	J1_32

表 4-2 J6 ソケットと LCD モジュールの接続表

J6 ソケット	LCD パネル ピン番号	信号名	ポート	信号名と ポート	ピン番号	LCD_Header
1	LCD_19	COM2	P92	P92(COM2)	64	J1_31
2	LCD_20	COM3	P93	P93(COM3)	63	J1_30
3	LCD_21	SEG36	P11	P11(SEG36)	86	J1_48
4	LCD_22	SEG35	P10	P10(SEG35)	87	J1_49
5	LCD_23	SEG55	P145	P145(SEG55)	88	J1_50
6	LCD_24	SEG54	P144	P144(SEG54)	89	J1_51
7	LCD_25	SEG53	P143	P143(SEG53)	94	J1_56
8	LCD_26	SEG52	P142	P142(SEG52)	95	J1_57
9	LCD_27	SEG51	P141	P141(SEG51)	96	J1_58
10	LCD_28	SEG28	P130	P130(SEG28)	2	J1_1
11	LCD_29	SEG21	P31	P31(SEG21)	39	J1_8
12	LCD_30	SEG20	P30	P30(SEG20)	40	J1_9
13	LCD_31	SEG17	P75	P75(SEG17)	43	J1_12
14	LCD_32	SEG16	P74	P74(SEG16)	44	J1_13
15	LCD_33	SEG15	P73	P73(SEG15)	45	J1_14
16	LCD_34	SEG14	P72	P72(SEG14)	46	J1_15
17	LCD_35	SEG13	P71	P71(SEG13)	47	J1_16
18	LCD_36	SEG12	P70	P70(SEG12)	48	J1_17

図 4-3 に 8 桁 LCD パネルにおける表示方法の一例と、それを実現するためのセグメント信号とセグメントの対応を示します。

図 4-3 セグメント信号とセグメントの対応

DISIT 7に「1」を表示する例を示します。
表4-1, 表4-2の端子割当表を参考に、次の処理を行います。

LCDモジュールのPIN23にセグメント信号SEG55が接続
端子割当表より、
PIN23の「7C」とCOM1信号が結線
PIN23の「7B」とCOM2信号が結線

SEG55のレジスタに06Hを設定すると「7C」と「7B」がそれぞれ点し、DISIT 7の表示は「1」となります。

PIN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
COM0	1D	1L	2D	2L	3D	3L	4D	4L	5D	5L	6D	6L	7D	7L	8D	8L	COM0	---	---	---	DP8	8M	DP7	7M	DP6	6M
COM1	1E	1K	2E	2K	3E	3K	4E	4K	5E	5K	6E	6K	7E	7K	8E	8K	---	COM1	---	---	8C	8N	7C	7N	6C	6N
COM2	1F	1J	2F	2J	3F	3J	4F	4J	5F	5J	6F	6J	7F	7J	8F	8J	---	---	COM2	---	8B	8G	7B	7G	6B	6G
COM3	CA1	1I	CA2	2I	CA3	3I	CA4	4I	CA5	5I	CA6	6I	CA7	7I	CA8	8I	---	---	---	COM3	8A	8H	7A	7H	6A	6H

(加筆 : [VIM-878.pdf](#))

表 4-3 セグメントとコモンの対応 (DISIT 7)

LCD モジュール PIN 番号 ^注	LCD 表示データ・ レジスタ ^注	COM3	COM2	COM1	COM0
		bit3	bit2	bit1	bit0
PIN23	SEG55	A	B	C	DP
PIN13	SEG47	CA	F	E	D
PIN14	SEG39	I	J	K	L
PIN24	SEG54	H	G	N	M

【注】他の DISIT については、対応する PIN 番号およびセグメント信号のレジスタ名に読み替えてください。

4.3 静電容量センサユニット

本サンプルコードで使用する静電容量センサユニットについて説明します。

RL78/L23 Fast Prototyping Board には、タッチボタン 1、タッチボタン 2 の 2 つの電極が搭載されています。

CTSU モジュール、TOUCH モジュール、静電容量式タッチセンサ対応開発支援ツール QE for Capacitive Touch を使用することで、タッチボタンを使用可能です。タッチボタンの使用方法は、参考として「静電容量センサマイコン静電容量タッチ導入ガイド (R30AN0424)」を参照してください。

4.4 Renesas Flash Driver

本サンプルコードで使用する Renesas Flash Driver (RFD) について説明します。

Renesas Flash Driver RL78 Type11 は、RL78 マイクロコントローラに搭載されたファームウェアを使用し、フラッシュ・メモリ内のデータを書き換えるためのソフトウェアです。

本サンプルコードの BANK1 では、バンク・スワップ機能とデータ・フラッシュへの書き込みを実装しています。また、本サンプルコードの BANK2 では、バンク・スワップ機能を実装しています。

Renesas Flash Driver RL78 Type11 の詳細は、「Renesas Flash Driver RL78 Type11 ユーザーズマニュアル (R20UT5539)」を参照してください。

4.5 使用端子一覧

表 4-4、表 4-5 に使用端子一覧と機能を示します。

表 4-4 使用端子と機能(1/2)

端子名	入出力	機能
P137/INTP0	入力	ユーザスイッチ入力を検出し、長押しで BANK1 の場合は BANK2 に、BANK2 の場合は BANK1 に移行
P57/TSCAP	-	計測用 2 次電源コンデンサ接続端子
P56/TS17	入出力	タッチボタン 1 の入力を検出し、BANK1 の場合は時、分の LCD 表示をアップカウント、BANK2 の場合は温度表示のアップカウント
P55/TS18	入出力	タッチボタン 2 の入力を検出し、BANK1 の場合は時、分の LCD 表示をダウンカウント、BANK2 の場合は温度表示のダウンカウント
P94/SEG0	出力	LCD コントローラ/ドライバのセグメント信号
P95/SEG1		
P96/SEG2		
P97/SEG3		
P50/SEG4		
P51/SEG5		
P52/SEG6		
P53/SEG7		
P54/SEG8		
P70/SEG12		
P71/SEG13		
P72/SEG14		
P73/SEG15		
P74/SEG16		
P75/SEG17		
P30/SEG20		
P31/SEG21		
P130/SEG28		
P10/SEG35		
P11/SEG36		
P12/SEG37		
P13/SEG38		
P14/SEG39		
P04/SEG47		
P05/SEG48		
P06/SEG49		
P07/SEG50		
P141/SEG51		
P142/SEG52		
P143/SEG53		
P144/SEG54		
P145/SEG55		

表 4-5 使用端子と機能(2/2)

端子名	入出力	機能
P90/COM0	出力	LCD コントローラ／ドライバの共通信号
P91/COM1		
P92/COM2		
P93/COM3		
P87/V _{L1}	-	LCD 駆動用電圧
P86/V _{L2}		
P85/V _{L4}		
P126/CAPL	-	LCD コントローラ／ドライバ用コンデンサ接続
P127/CAPH		
P40/TOOL0	入出力	COM Port デバッグ
P17/TOOLRxD	入力	COM Port デバッグ
P00/TOOLTxD	出力	COM Port デバッグ

BANK2 の P123 および P124 については、以下の未使用端子処理を行っています。
CSC レジスタは `qe_touch_sample.c` 内の `qe_touch_main` 関数で設定しています。CMC レジスタは `mcu_clocks.c` 内の `mcu_clock_setup` 関数にて、図 4-4 のように設定しています。

図 4-4 `mcu_clocks.c` の編集

```

844
845
846
847 /* Clock operation mode control register(CMC) setting */
848 cmc_tmp &= 0xDF; /* Connection of unused pins for P123 and P124 */
849 cmc_tmp |= 0x10; /* Connection of unused pins for P123 and P124 */
850 CMC = cmc_tmp;
851

```

注意：スマート・コンフィグレータで“r_bsp”コンポーネントのバージョンを変更すると、`mcu_clocks.c` が上書きされるため、ユーザが追記したコードが消えてしまいます。そのため、“r_bsp”コンポーネントのバージョンを変更した際にはその都度、上記コードを追記する必要があります。

5. BANK1 のソフトウェア説明

5.1 動作概要

このサンプルコードでは、LCD コントローラ／ドライバを使用し、24 時間の時計表示を行います。RTC にて計時された時刻を LCD 表示データ・メモリ領域に格納し、RTC の定周期割り込み（1 秒）毎に時刻表示を変更します。

また、ユーザスイッチ押下（短押し）により秒調整、分調整、時調整、秒調整の順で調整対象が循環的に切り替わり、タッチボタンのタッチ検出により時刻調整を行い、設定された時刻の表示を行います。秒調整、時調整、分調整状態時は該当する桁の LCD 表示が点滅します。

初期設定では、クロック周波数の選択、入出力ポートの設定、RTC の設定、LCD コントローラ／ドライバの設定などを行います。

初期設定完了後は LCD に「RL78/L23」、「BANK1 C」と表示され、待機状態に移行します。ユーザスイッチの短押し（INTP0 の両エッジ検出）により待機状態が解除され、時刻表示を行います。RTC の定周期割り込みが発生した場合、時刻表示を 1 秒ごとに変更します。ユーザスイッチを押下した場合、任意で表示する時刻の設定が可能です。

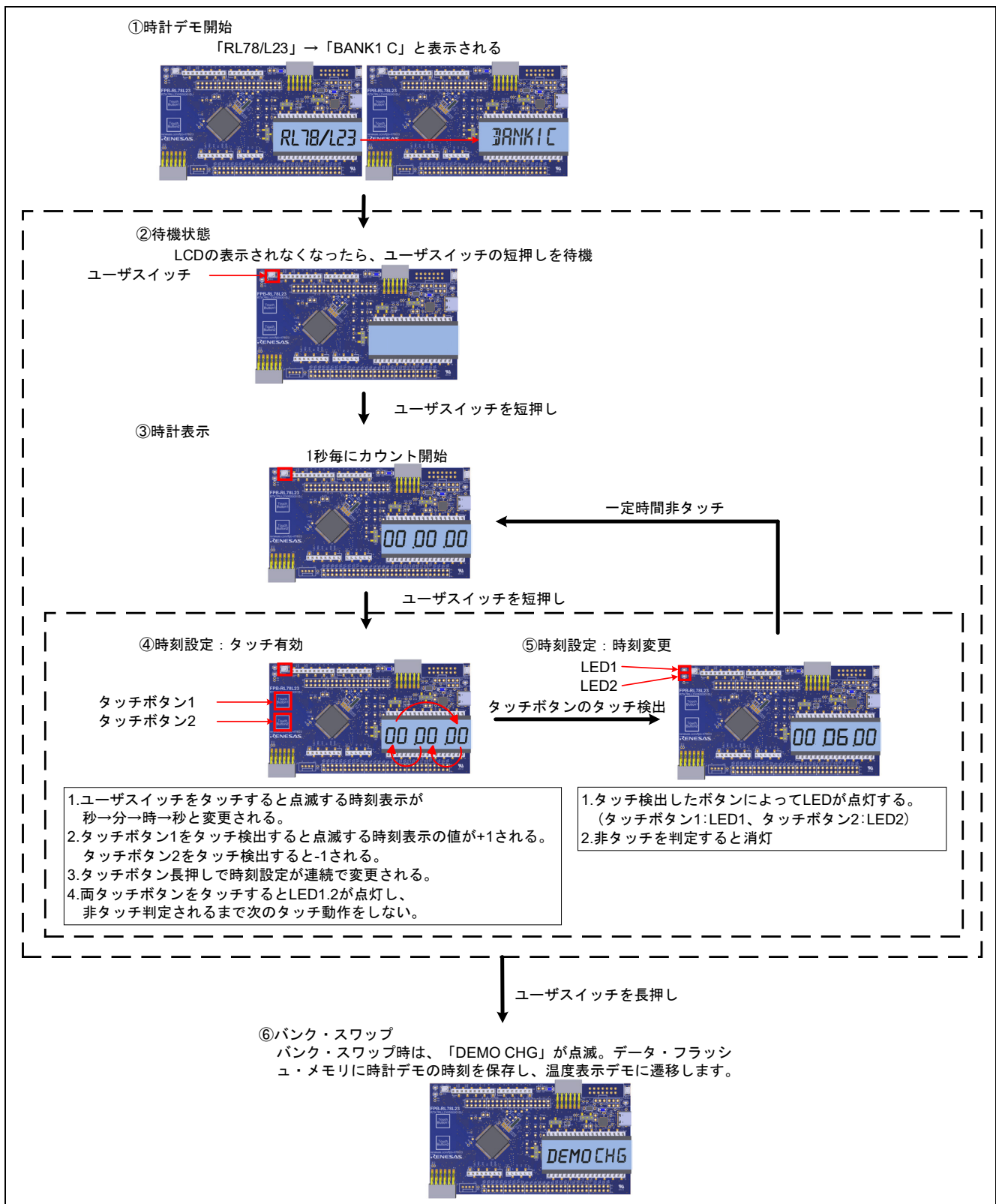
タッチボタンは時計表示状態では無効。時調整、分調整、秒調整状態時のみ有効となります。計測周期は 20ms です。

ユーザスイッチ 1 回目の押下で秒調整、ユーザスイッチ 2 回目の押下で分調整、ユーザスイッチ 3 回目の押下で時調整を行い、ユーザスイッチ 4 回目の押下で秒調整へ循環的に切り替わります。ユーザスイッチの押下、及びタッチボタンのタッチ検出が一定時間ないと、時計機能表示に戻り、設定された時刻を表示します。また、時調整状態でタッチボタン 1 のタッチ検出により 1 時間増加、タッチボタン 2 のタッチ検出により 1 時間減少、分調整状態でタッチボタン 1 のタッチ検出により 1 分増加、タッチボタン 2 のタッチ検出により 1 分減少、秒調整状態でタッチボタン 1 のタッチ検出により 1 秒増加、タッチボタン 2 のタッチ検出により 1 秒減少となります。タッチボタンの連続タッチにより、値が連続で変更されます。

ユーザスイッチの長押しで、LCD に「DEMO CHG」と表示されバンク・スワップ機能が実行されます。バンクの切り替え前に、現在表示している時刻データをデータ・フラッシュに保存します。次回バンク切り替えが行われときは、保存した時刻データを表示します。

詳細については、図 5-1 の状態遷移図（ステート・チャート）に示します。

図 5-1 状態遷移図



5.2 ファイル構成

表 5-1、表 5-2 に BANK1 で使用するファイルを示します。なお、統合開発環境で自動生成される BSP 環境のファイルは除きます。

表 5-1 ファイル構成 (1/2)

フォルダ、ファイル名	説明	スマート・コンフィグレータを使用
¥bank1_clock<DIR>	サンプルコードのフォルダ	
¥src<DIR>	ソースフォルダ	
¥bank1_clock.c	BANK1 ソースファイル	
¥clock.c	時計ソースファイル	
¥clock.h	時計ヘッダファイル	
¥lcd_segdata.c	LCD 表示ソースファイル	
¥include<DIR>	RFD インクルードフォルダ	
¥sample<DIR>	RFD サンプルフォルダ	
¥source<DIR>	RFD ソースフォルダ	
¥userown<DIR>	RFD ユーザ処理フォルダ	
¥smc_gen<DIR>	スマート・コンフィグレータ生成コンポーネント格納フォルダ	✓
¥Config_INTC<DIR>	外部割り込みコンポーネントフォルダ	✓
¥Config_LCD<DIR>	LCD コンポーネントフォルダ	✓
¥Config_PORT<DIR>	PORT コンポーネントフォルダ	✓
¥Config_RTC<DIR>	RTC コンポーネントフォルダ	✓
¥Config_TAU0_1<DIR>	TAU0_1 コンポーネントフォルダ	✓
¥Config_TAU0_3<DIR>	TAU0_3 コンポーネントフォルダ	✓
¥Config_TAU0_4<DIR>	TAU0_4 コンポーネントフォルダ	✓
¥Config_TAU0_5<DIR>	TAU0_5 コンポーネントフォルダ	✓
¥r_ctsu<DIR>	CTSU ドライバフォルダ	✓
¥rm_touch<DIR>	TOUCH ドライバフォルダ	✓

表 5-2 ファイル構成 (2/2)

フォルダ、ファイル名	説明	スマート・ コンフィグレータ を使用
¥bank1_clock<DIR>	サンプルコードのフォルダ	
¥qe_gen<DIR>	QE for Capacitive Touch 生成ファイル	
¥qe_touch_config.c	QE 生成設定ソースファイル	
¥qe_touch_config.h	QE 生成設定ヘッダファイル	
¥qe_touch_define.h	QE 生成定義ヘッダファイル	
¥qe_touch_sample.c	タッチ動作を含むメイン関数ソースファイル	
¥QE_Touch<DIR>	QE 構成フォルダ	

表 5-1、表 5-2 の注意事項を以下に示します。

- 【注】 IAR 版のサンプルコードは構成が異なります。詳細は IAR 版のサンプルコードを確認してください。また、bank1_clock.ipcf を格納しています。詳細は、「RL78 スマート・コンフィグレータ ユーザーガイド : IAR 編 (R20AN0581)」を確認してください。

5.3 スマート・コンフィグレータの設定内容

時計表示を行う BANK1 について、スマート・コンフィグレータでの設定内容を示します。

図 5-2 にスマート・コンフィグレータのクロック設定について示します。

図 5-2 クロック設定

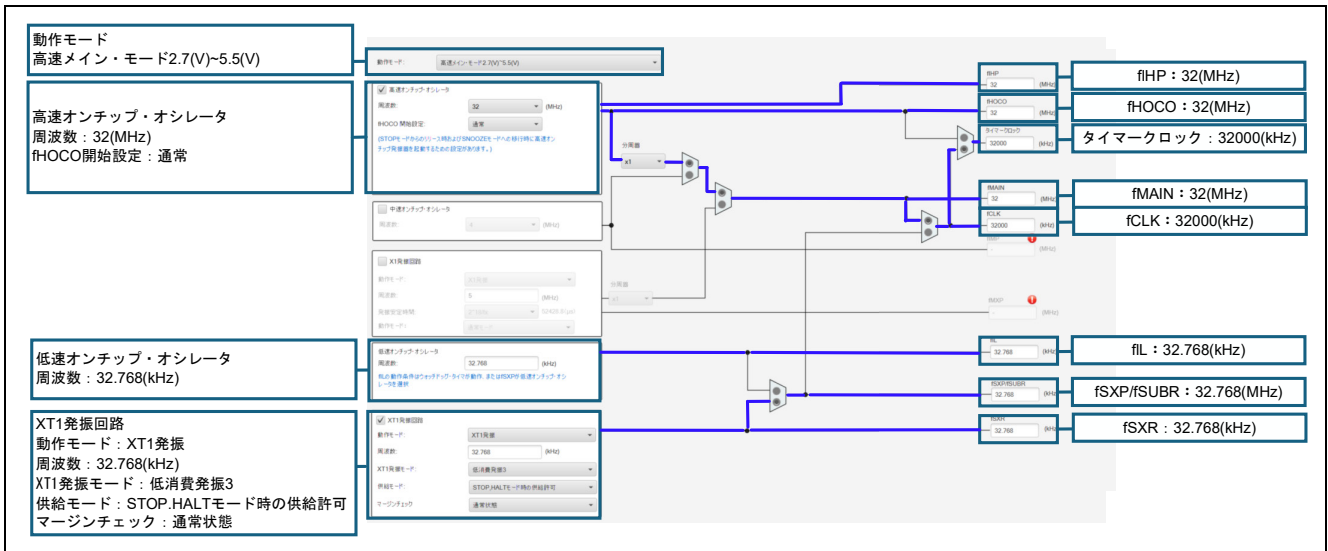


図 5-3 にスマート・コンフィグレータのシステム設定について示します。

図 5-3 システム設定

システム設定

コードの生成 レポートの生成

▼ オンチップ・デバッグ設定

オンチップ・デバッグ動作設定
 使用しない エミュレータを使う COMポート

エミュレータ設定
 E2 E2 Lite

疑似RRM/DMM機能設定
 使用しない 使用する

Start/Stop関数機能設定
 使用しない 使用する

通過ポイント機能設定
 使用しない 使用する

トレース機能設定
 使用しない 使用する

セキュリティID設定
 セキュリティIDを設定する

セキュリティID
0x00000000000000000000

セキュリティID認証失敗時の設定
 フラッシュ・メモリのデータを消去しない
 フラッシュ・メモリのデータを消去する

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 5-4 に LVD コンポーネント (Config_LVD0) の設定を示します。

図 5-4 LVD コンポーネント (Config_LVD0) の設定

設定

動作モード設定

リセット・モード
LVD0をリセット・モードに設定する場合、LVD1の検出電圧は、LVD0の検出電圧よりも高く設定してください。

割込みモード
LVD0を割込みモードかつLVD0検出電圧 > LVD1検出電圧に設定した場合、リセット解除後のLVD1設定以降はLVD0が不定になります。

INTLVI優先順位 レベル3(低優先順位)

電圧検出設定

リセット発生電圧 (VLVD0)	2.91	(V)
割込み発生電圧 (VLVD0)	1.65	(V)

2.91Vに設定

図 5-5 に外部割り込みコンポーネント (Config_INTC) の設定を示します。

図 5-5 外部割り込みコンポーネント (Config_INTC) の設定

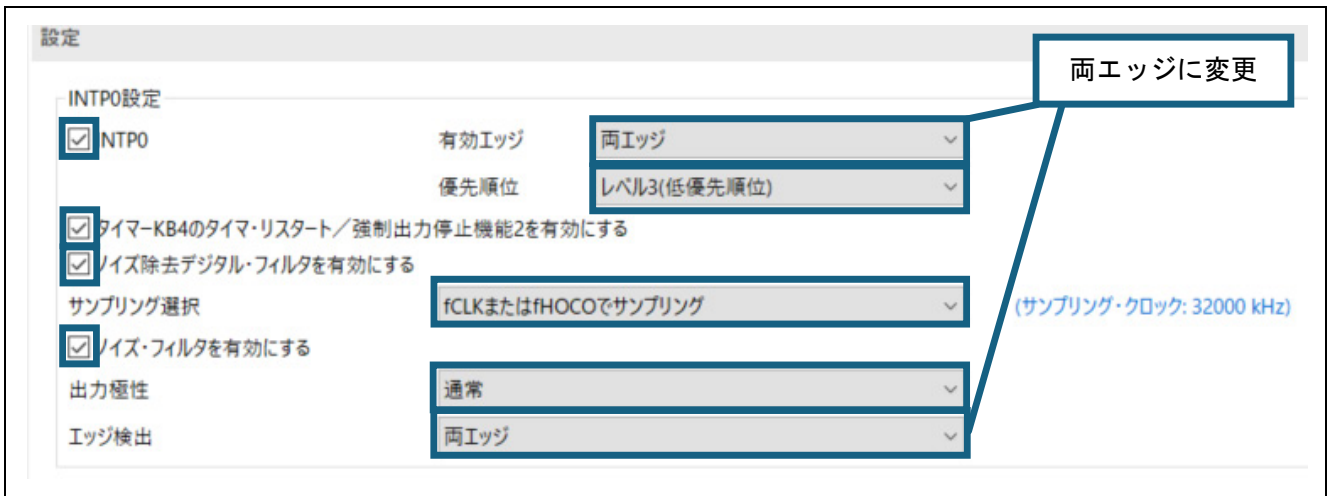


図 5-6 に RTC コンポーネント (Config_RTC) の設定を示します。

図 5-6 RTC コンポーネント (Config_RTC) の設定

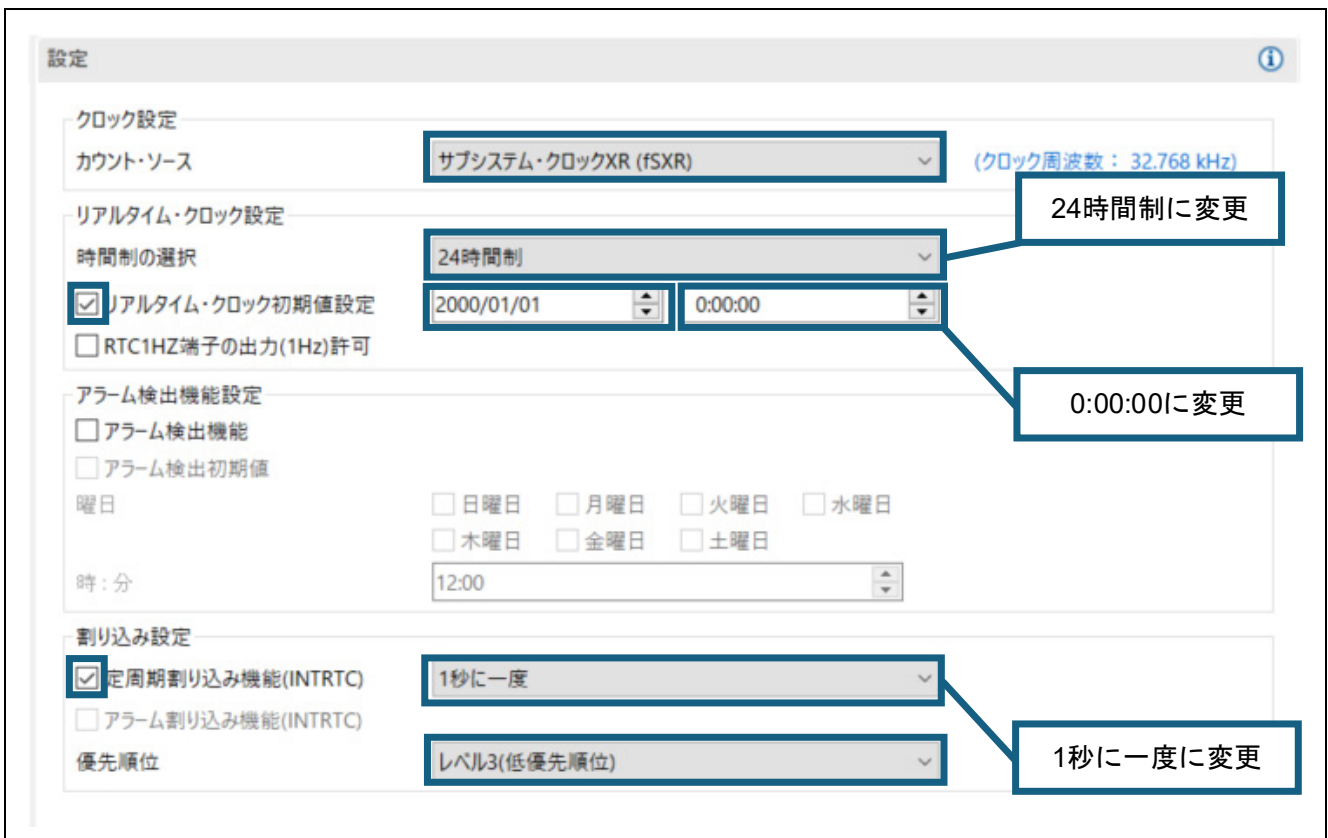


図 5-7 に TAU0_1 コンポーネント (Config_TAU0_1) の設定を示します。

図 5-7 TAU0_1 コンポーネント (Config_TAU0_1) の設定

図 5-8 に TAU0_2 コンポーネント (Config_TAU0_2) の設定を示します。

図 5-8 TAU0_2 コンポーネント (Config_TAU0_2) の設定

図 5-9 に TAU0_3 コンポーネント (Config_TAU0_3) の設定を示します。

図 5-9 TAU0_3 コンポーネント (Config_TAU0_3) の設定

図 5-10 に TAU0_4 コンポーネント (Config_TAU0_4) の設定を示します。

図 5-10 TAU0_4 コンポーネント (Config_TAU0_4) の設定

図 5-11 に TAU0_5 コンポーネント (Config_TAU0_5) の設定を示します。

図 5-11 TAU0_5 コンポーネント (Config_TAU0_5) の設定

設定

クロック設定

動作クロック

クロック・ソース (クロック周波数 : 31.25 kHz)

fCLK/2¹⁰に変更

インターバル・タイマ設定

インターバル時間(16ビット) (実際の値 : 200)

カウント開始時にINTTM05割り込みを発生する

割り込み設定

タイマ・チャンネル5のカウント完了で割り込み発生(INTTM05)

優先順位

200に変更

msに変更

図 5-12 に LCD コンポーネント (Config_LCD) の設定を示します。

図 5-12 LCD コンポーネント (Config_LCD) の設定

設定

波形表示設定
 タイプA波形 タイプB波形

駆動電圧生成回路の設定
 駆動電圧発生方式: **VDDリファレンス容量分割方式** VDDリファレンス容量分割方式に変更

表示モード設定
 スタティック
 タイムスライスの数: **4(1/3バイアス法)**

表示データ領域設定
 表示データ領域の選択: **Aパターン領域のデータ**
 切り替えタイミングの選択: INTRTCに対応した点滅

昇圧端子の初期値切り替え制御
 VDD電圧 ≧ 2.7Vの場合 VDD電圧 ≦ 4.2Vの場合

基準電圧設定

VLCD電圧(VL1電圧)	1.01	(V)
VLCD電圧(VL2電圧)	2.02	(V)
VLCD電圧(VL4電圧)	3.03	(V)

セグメント出力端子設定

<input checked="" type="checkbox"/> SEG0/COM4	<input checked="" type="checkbox"/> SEG1/COM5	<input checked="" type="checkbox"/> SEG2/COM6	<input checked="" type="checkbox"/> SEG3/COM7	<input checked="" type="checkbox"/> SEG4
<input checked="" type="checkbox"/> SEG5	<input checked="" type="checkbox"/> SEG6	<input checked="" type="checkbox"/> SEG7	<input checked="" type="checkbox"/> SEG8	<input type="checkbox"/> SEG9
<input type="checkbox"/> SEG10	<input type="checkbox"/> SEG11	<input checked="" type="checkbox"/> SEG12	<input checked="" type="checkbox"/> SEG13	<input checked="" type="checkbox"/> SEG14
<input checked="" type="checkbox"/> SEG15	<input checked="" type="checkbox"/> SEG16	<input checked="" type="checkbox"/> SEG17	<input type="checkbox"/> SEG18	<input type="checkbox"/> SEG19
<input checked="" type="checkbox"/> SEG20	<input checked="" type="checkbox"/> SEG21	<input type="checkbox"/> SEG22	<input type="checkbox"/> SEG23	<input type="checkbox"/> SEG24
<input type="checkbox"/> SEG25	<input type="checkbox"/> SEG26	<input type="checkbox"/> SEG27	<input checked="" type="checkbox"/> SEG28	<input type="checkbox"/> SEG29
<input type="checkbox"/> SEG30	<input type="checkbox"/> SEG31	<input type="checkbox"/> SEG32	<input type="checkbox"/> SEG33	<input type="checkbox"/> SEG34
<input checked="" type="checkbox"/> SEG35	<input checked="" type="checkbox"/> SEG36	<input checked="" type="checkbox"/> SEG37	<input checked="" type="checkbox"/> SEG38	<input checked="" type="checkbox"/> SEG39
<input type="checkbox"/> SEG40	<input type="checkbox"/> SEG41	<input type="checkbox"/> SEG42	<input type="checkbox"/> SEG43	<input type="checkbox"/> SEG44
<input type="checkbox"/> SEG45	<input type="checkbox"/> SEG46	<input checked="" type="checkbox"/> SEG47	<input checked="" type="checkbox"/> SEG48	<input checked="" type="checkbox"/> SEG49
<input checked="" type="checkbox"/> SEG50	<input checked="" type="checkbox"/> SEG51	<input checked="" type="checkbox"/> SEG52	<input checked="" type="checkbox"/> SEG53	<input checked="" type="checkbox"/> SEG54
<input checked="" type="checkbox"/> SEG55				

時計の設定

クロックソース: **fSXR** fSXRに変更

分周器: **fSXR/2^7** (クロック周波数: 256Hz) fSXR/2^7に変更

フレーム周波数: **64.000** Hz

図 5-13、図 5-14 に PORT コンポーネント (Config_PORT) の設定を示します。

図 5-13 PORT コンポーネント (Config_PORT) の設定

設定

ポート選択 PORT0 PORT1 PORT2 PORT3 PORT4 PORT6 PORT7 PORT8 PORT12 PORT14

PORT0 PORT1

PORT2 PORT3

PORT4 PORT5

PORT6 PORT7

PORT8 PORT9

PORT12 PORT13

PORT14

ポート・モード設定

Pmnレジスタ値を読み出す デジタル出力レベルを読み出す

図 5-14 PORT6 の設定

ポート選択 PORT0 PORT1 PORT2 PORT3 PORT4 PORT6 PORT7 PORT8 PORT12 PORT14

*入力バッファオフはポート使用/兼用機能使用/端子未使用時のすべてで設定が有効となります。*入力バッファオフをチェックする場合は、端子を兼用機能の入力端子として使用していないことを確認してください。

すべてに適用

使用しない 入力 出力 出力電流 内蔵プルアップ TTLバッファ 入力バッファオフ N-ch 1を出力 ELCL出力信号を出力する 出力電流 Hi-Z

P60

使用しない 入力 出力 出力電流 1を出力 ELCL出力信号を出力する 出力電流 Hi-Z

P61

使用しない 入力 出力 出力電流 1を出力 ELCL出力信号を出力する 出力電流 Hi-Z

P62

使用しない 入力 出力 出力電流 1を出力 出力電流 Hi-Z

P63

使用しない 入力 出力 出力電流 1を出力 出力電流 Hi-Z

P64

使用しない 入力 出力 内蔵プルアップ TTLバッファ 入力バッファオフ N-ch を出力

P65

使用しない 入力 出力 内蔵プルアップ TTLバッファ 入力バッファオフ N-ch を出力

P66

使用しない 入力 出力 内蔵プルアップ TTLバッファ 入力バッファオフ N-ch 1を出力

P67

使用しない 入力 出力 内蔵プルアップ 1を出力

【備考】本資料では、LCD 用ポートとして P64 および P65 のみを設定しています。それ以外のポートは、浮いた状態による不要な電流消費を防止しています。詳しくは、「RL78/L23 ユーザーズマニュアル ハードウェア編 (R01UH1082)」の「2.3 未使用端子の処理」を参照し、本アプリケーションで使用していない端子の端子処理を適切に行い、電気的特性を満たすように設計して下さい。


図 5-15 に CTSU ドライバ (r_ctsu) の設定を示します。

図 5-15 CTSU ドライバ (r_ctsu) の設定

プロパティ	値
▼ Configurations	
# Parameter check	Use system default
# Data transfer of INTCTSUWR and INTCTSURD	Interrupt handler
# DTC setting	Setting in r_ctsu
# Select auto judgement	Disable
# Data storage address setting for CTSUWR	0xFF300
# Variable address setting for g_ctsu_self_raw.	0xFF400
# Variable address setting for g_ctsu_mutual_raw	0xFF500
# Data storage address setting for CTSUAJTHR.	0xFF600
# Data storage address setting for CTSUAJMMAR.	0xFF700
# Data storage address setting for CTSUAJBLACT.	0xFF800
# Data storage address setting for CTSUAJBLAR.	0xFF900
# Data storage address setting for CTSUAJRR.	0xFFA00
# Data storage address setting for CTSUMCACT1.	0xFFB00
# Data storage address setting for CTSUMCACT2.	0xFFC00
# Auto-judgment function in Snooze mode using SMS	Disable
# Data storage address setting for CTSURD	0xFF500
# Data storage address setting for CTSUWR	0xFF800
# Interrupt level for INTCTSUWR	Level 2
# Interrupt level for INTCTSURD	Level 2
# Interrupt level for INTCTSUFN	Level 2
# Output port number for external trigger	PORT14
# Bit number for external trigger output	BIT0
# Interrupt port number for external trigger	INTP1
▼ リソース	
▼ CTSU	
TS00端子	<input checked="" type="checkbox"/> 使用する
TS01端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS02端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS03端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS04端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS05端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS06端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS07端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS08端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS09端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS10端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS11端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS12端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS13端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS14端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS15端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS16端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS17端子	<input checked="" type="checkbox"/> 使用する
TS18端子	<input checked="" type="checkbox"/> 使用する
TS19端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS20端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS21端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS22端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS23端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS24端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS25端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS26端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS27端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS28端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS29端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS30端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS31端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS32端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS33端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS34端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS35端子	<input type="checkbox"/> 使用する

図 5-16 に TOUCH ドライバ (rm_touch) の設定を示します。

図 5-16 TOUCH ドライバ (rm_touch) の設定

設定	
フィルタ入力 (* = any string, ? = any character)	
プロパティ	値
▼  Configurations	
# Parameter check	Use system default
# Support QE monitor using UART	Disable
# Support QE tuning using UART	Disable
# UART channel	UART0
# Type of chattering suppression	TypeA : Counter of exceed threshold is hold within hysteresis range.

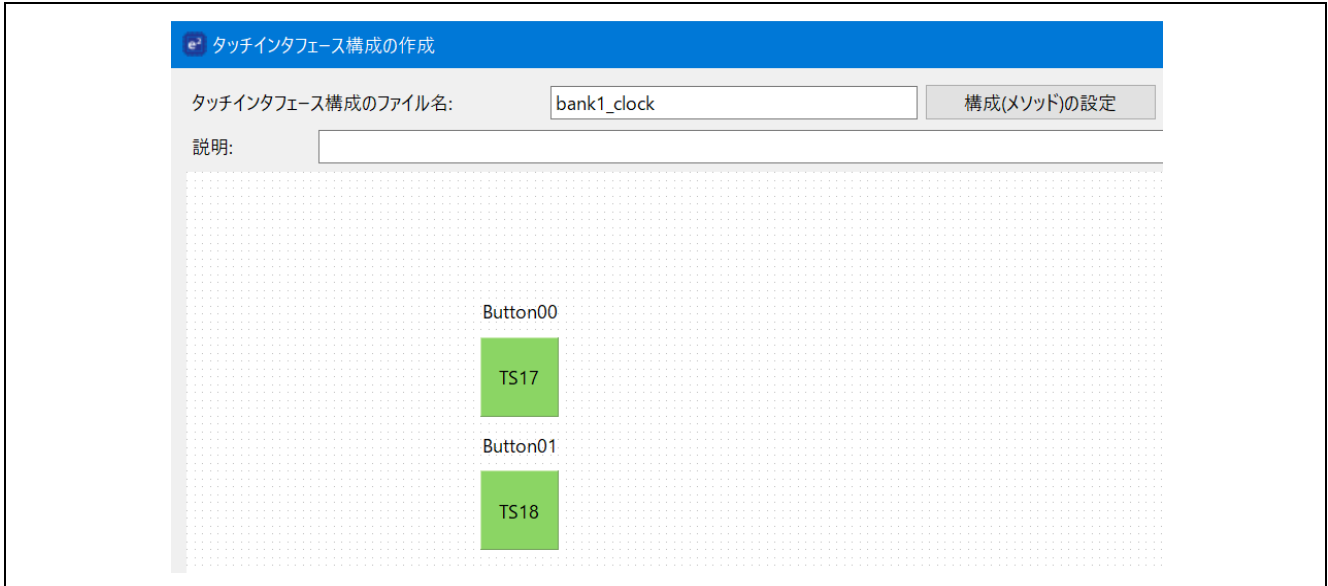
5.4 静電容量タッチ設定

QE for Capacitive Touch の設定について、説明します。

5.4.1 タッチインタフェース構成

図 5-17 にタッチインタフェース構成を示します。TS17、TS18 を自己容量方式で計測します。

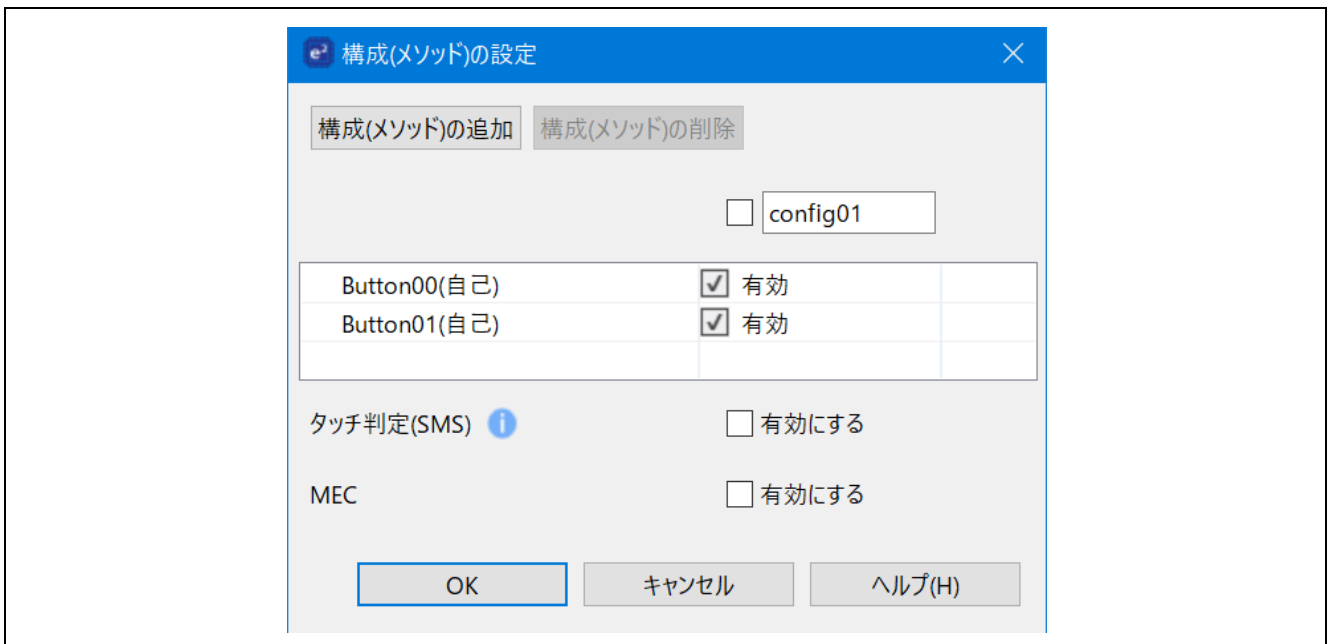
図 5-17 タッチインタフェース構成



5.4.2 構成（メソッド）の設定

図 5-18 にタッチインタフェースの構成（メソッド）の設定を示します。

図 5-18 メソッドの設定



5.4.3 チューニング結果

図 5-19 にタッチインタフェースの QE チューニングでの調整結果を示します。本サンプルコードは以下に示される設定値で動作します。

調整結果は QE チューニング時の動作環境に依存するため、再度 QE チューニングを行うとこれらの値が変化する可能性があります。

図 5-19 QE チューニング結果

チューニング ジェスチャ									
タッチインタフェース構成: bank1_clock									
メソッド	種別	名前	タッチセンサ	寄生容量[pF]	センサドライブパルス周波数[MHz]	しきい値	計測時間[ms]	オーバーフロー	
config01	ボタン(自己)	Button00	TS17	7.632	5.361	3928	0.576	なし	
config01	ボタン(自己)	Button01	TS18	7.41	5.489	4072	0.576	なし	

5.5 定数一覧

表 5-3 に BANK1 で使用する定数を示します。

表 5-3 BANK1 で使用する定数

定数名	設定値	内容
MAX_SEC_MIN	59	時計の分、秒の最大値
MAX_HOUR	23	時計の時の最大値
MIN_SEC_MIN_HOUR	0	時計の時、分、秒の最小値(0)
UNIT_SEC	0	時計の秒の単位
UNIT_MIN	1	時計の分の単位
UNIT_HOUR	2	時計の時の単位
TIME_SETTING_FINISH	5	時刻設定の終了時間(秒)
LONG_PRESS_SEC	3	連続タッチ検出時間(秒)
COUNTINUOUS_START_NUM	3	連続タッチ検出回数
TIME_DATA_ADDRESS	0x000F1000uL	時刻データが格納されているメモリの先頭アドレス
WRITE_DATA_LENGTH	3u	データ・フラッシュ用の時刻データサイズ

5.6 変数一覧

表 5-4、表 5-5 に BANK1 で使用する変数を示します。

表 5-4 BANK1 で使用する変数(1/2)

Type	Variable Name	Contents	Function Used
uint8_t	g_rtc_interrupt_flag	RTC 割り込みフラグ	r_rtc_callback r_change_time
uint8_t	g_show_segdata[40][4]	LCD に表示される文字を格納する配列	r_lcd_show
uint8_t	g_digit_segdata[8][4]	LCD の表示桁数を格納する配列	r_lcd_show
uint8_t	g_touch_button_flag	タッチ機能を有効にするフラグ	r_rtc_callback r_time_unit_change r_tau0_2_long_press_callback
uint8_t	s_lcd_seconds	時計の秒の値を格納する変数	r_rtc_callback r_time_show r_change_time r_read_dataflash r_df_write
uint8_t	s_lcd_minutes	時計の分の値を格納する変数	r_rtc_callback r_time_show r_change_time r_read_dataflash r_df_write
uint8_t	s_lcd_hours	時計の時の値を格納する変数	r_rtc_callback r_time_show r_change_time r_read_dataflash r_df_write
uint8_t	sp_time_address[3]	時計の秒、分、時の変数を格納する配列	r_touch_plus_set_time r_touch_minus_set_time
uint8_t	s_unit	時計の単位を格納する変数	r_touch_plus_set_time r_touch_minus_set_time r_blink_set_time r_time_unit_change
uint8_t	s_clock_mode	時計の状態を格納するフラグ	r_rtc_callback r_time_unit_change
uint8_t	s_blink_flag	LCD の選択した単位を点滅するためのフラグ	r_tau0_1_blink_callback
uint8_t	s_set_time_limit_count	時刻設定状態を終了する時間をカウントするフラグ	r_userswitch_callback r_rtc_callback r_touch_plus_set_time r_touch_minus_set_time r_touch_both_buttons
uint8_t	s_clock_start_flag	LCD の時刻表示開始を示すフラグ	r_bank1_clock_start r_userswitch_release r_userswitch_callback

表 5-5 BANK1 で使用する変数(2/2)

Type	Variable Name	Contents	Function Used
uint8_t	s_100ms_count	100ms ごとに待機時間をカウントするフラグ	r_tau0_3_delay_callback r_delay_100ms
uint8_t	s_chattering_flag	ユーザスイッチを長押しした時間をカウントするフラグ	r_userswitch_callback r_tau0_4_chattering_callback
uint8_t	s_prev_button1_flag	タッチボタン 1 の以前の状態を格納するフラグ	r_touch_plus_set_time r_touch_both_buttons r_no_touch
uint8_t	s_prev_button2_flag	タッチボタン 2 の以前の状態を格納するフラグ	r_touch_minus_set_time r_touch_both_buttons r_no_touch
uint8_t	s_demo_change_flag	デモを切り替えるフラグ	r_change_demo r_tau0_2_long_press_callback
uint8_t	s_demo_change_count	ユーザスイッチの長押し間隔をカウントするフラグ	r_userswitch_callback r_tau0_2_long_press_callback
uint8_t	s_continuous_touch_flag	タッチボタンの連続タッチの間隔を判定するフラグ	r_tau0_5_continuous_callback r_touch_plus_set_time r_touch_minus_set_time r_touch_both_buttons r_no_touch
uint8_t	s_continuous_touch_count	タッチボタンの連続タッチ開始の回数を判定するフラグ	r_tau0_5_continuous_callback r_touch_plus_set_time r_touch_minus_set_time
uint8_t	s_userswitch_on_off_flag	ユーザスイッチの ON/OFF 状態を判定するフラグ	r_userswitch_release r_userswitch_callback

5.7 関数一覧

表 5-6 に BANK1 の clock.c で使用する関数を示します。

表 5-6 BANK1 の clock.c で使用する関数

関数名	概要
void r_bank1_clock_start(void)	BANK1 の開始処理
void r_change_demo(void)	デモ切り替え処理
void r_userswitch_release(void)	ユーザスイッチ検出処理
void r_change_to_sub(void)	サブシステム・クロック動作遷移
void r_change_to_main(void)	メイン・システム・クロック動作遷移
void r_userswitch_callback(void)	ユーザスイッチ押下時割り込みコールバック
void r_rtc_callback(void)	RTC 割り込みのコールバック
void r_tau0_1_blink_callback(void)	TAU0_1 割り込みのコールバック
void r_tau0_2_long_press_callback(void)	TAU0_2 割り込みのコールバック
void r_tau0_3_delay_callback(void)	TAU0_3 割り込みのコールバック
void r_tau0_4_chattering_callback(void)	TAU0_4 割り込みのコールバック
void r_tau0_5_continuous_callback(void)	TAU0_5 割り込みのコールバック
void r_touch_plus_set_time(void)	タッチボタン 1 タッチ検出処理
void r_touch_minus_set_time(void)	タッチボタン 2 タッチ検出処理
void r_touch_both_buttons(void)	タッチボタン 1 と 2 の同時タッチ検出処理
void r_no_touch(void)	タッチ解除検出処理
static void r_lcd_show(uint8_t value, uint8_t digit)	LCD に値表示処理
static void r_time_show(void)	LCD への時刻表示処理
static void r_change_time(void)	RTC レジスタから時刻取得処理
static void r_blink_set_time(void)	時刻設定中の選択単位点滅処理
static void r_array_show(uint8_t* array, uint8_t num, uint8_t delay)	配列データを LCD に順次表示処理
static void r_clear_show(void)	LCD 表示クリア処理
static void delay_100ms(uint8_t num)	遅延発生処理
static void r_read_dataflash(void)	時計データ読み出し処理
static void r_time_unit_change(void)	時刻設定箇所変更処理
static uint8_t r_bank_swap(void)	バンク・スワップ処理
static uint8_t r_df_write(void)	時計データ書き込み処理

5.8 関数仕様

BANK1 の clock.c で使用する関数仕様を示します。

r_bank1_clock_start

概要	BANK1 の開始処理
ヘッダ	clock.h
宣言	void r_bank1_clock_start(void)
説明	デモ開始時に LCD に「RL78/L23」、「BANK1 C」を表示する
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

r_change_demo

概要	デモ切り替え処理
ヘッダ	clock.h
宣言	void r_change_demo(void)
説明	ユーザスイッチの長押し検出により、切り替えを行う
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

r_userswitch_release

概要	ユーザスイッチ検出処理
ヘッダ	clock.h
宣言	void r_userswitch_release(void)
説明	ユーザスイッチを離した処理が正常に動作していない場合に、フラグを切り替える
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

r_change_to_sub

概要	サブシステム・クロック動作遷移
ヘッダ	clock.h
宣言	void r_change_to_sub(void)
説明	現在のクロックをメイン・システム・クロックからサブシステム・クロックへ切り替える
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

r_change_to_main

概要	メイン・システム・クロック動作遷移
ヘッダ	clock.h
宣言	void r_change_to_main(void)
説明	現在のクロックをサブシステム・クロックからメイン・システム・クロックへ切り替える
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

r_userswitch_callback

概要	ユーザスイッチ押下時割り込みコールバック
ヘッダ	clock.h
宣言	void r_userswitch_callback(void)
説明	短押しの場合は時刻設定を開始し、r_time_unit_change をコールアップする
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

r_rtc_callback

概要	RTC 割り込みのコールバック
ヘッダ	clock.h
宣言	void r_rtc_callback(void)
説明	割り込み発生毎に時刻をカウントアップする関数 ユーザスイッチを押して時刻設定を行う場合は時計に戻るカウントを行う
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

r_tau0_1_blink_callback

概要	TAU0_1 割り込みのコールバック
ヘッダ	clock.h
宣言	void r_tau0_1_blink_callback(void)
説明	時刻設定を行う箇所の LCD 点滅を行う
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

r_tau0_2_long_press_callback

概要	TAU0_2 割り込みのコールバック
ヘッダ	clock.h
宣言	void r_tau0_2_long_press_callback(void)
説明	バンク・スワップ切り替えのためのユーザスイッチの長押しを検出する
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

r_tau0_3_delay_callback

概要	TAU0_3 割り込みのコールバック
ヘッダ	clock.h
宣言	void r_tau0_3_delay_callback(void)
説明	タイマ (TAU0 チャンネル 3) によってディレイのカウント変数をインクリメントする
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

r_tau0_4_chattering_callback

概要	TAU0_4 割り込みのコールバック
ヘッダ	clock.h
宣言	void r_tau0_4_chattering_callback(void)
説明	チャタリング対策に外部割り込みを一定時間無効にする
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

r_tau0_5_continuous_callback

概要	TAU0_5 割り込みのコールバック
ヘッダ	clock.h
宣言	void r_tau0_5_continuous_callback(void)
説明	タッチボタンの連続タッチを判定する
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

r_touch_plus_set_time

概要	タッチボタン 1 タッチ検出処理
ヘッダ	clock.h
宣言	void r_touch_plus_set_time(void)
説明	タッチボタン 1 をタッチ検出した際に、時刻設定中の対象単位の LCD 表示を+1 する
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

r_touch_minus_set_time

概要	タッチボタン 2 タッチ検出処理
ヘッダ	clock.h
宣言	void r_touch_minus_set_time(void)
説明	タッチボタン 2 をタッチ検出した際に、時刻設定中の対象単位の LCD 表示を-1 する
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

r_touch_both_buttons

概要	タッチボタン 1 と 2 の同時タッチ検出処理
ヘッダ	clock.h
宣言	void r_touch_both_buttons(void)
説明	タッチボタン 1,2 が同時にタッチ検出された際にタイマの停止や各種制御変数のリセットを行う
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

r_no_touch

概要	タッチ解除検出処理
ヘッダ	clock.h
宣言	void r_no_touch(void)
説明	タッチボタンがいずれもタッチ検出されていない場合、内部状態を初期化し、タイマなどの制御を停止する
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

r_lcd_show

概要	LCD に値表示処理
ヘッダ	なし
宣言	static void r_lcd_show(uint8_t value, Uint8_t digit)
説明	LCD に表示する際に、グローバル変数に格納している value(数字・文字の番号)と digit(LCD の桁)を設定し、表示する
引数	uint8_t value 表示する数や文字 uint8_t digit 表示する桁
リターン値	なし
備考	なし

r_time_show

概要	LCD への時刻表示処理
ヘッダ	なし
宣言	static void r_time_show(void)
説明	グローバル変数 s_lcd_hours、s_lcd_minutes、s_lcd_seconds に格納された値を LCD に表示する
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

r_change_time

概要	RTC レジスタから時刻取得処理
ヘッダ	なし
宣言	static void r_change_time(void)
説明	グローバル変数の値を RTC 割り込みのたびに、1 秒+する
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

r_blink_set_time

概要	時刻設定中の選択単位点滅処理
ヘッダ	なし
宣言	static void r_blink_set_time(void)
説明	時刻設定を行う際に、選択されている箇所の点滅を行う
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

r_array_show	
概要	配列データを LCD に順次表示処理
ヘッダ	なし
宣言	static void r_array_show(uint8_t * array, uint8_t num, uint8_t delay)
説明	配列に格納した番号に対応する数字・文字を LCD に表示する
引数	uint8_t * array 表示する値のポインタ uint8_t num 表示する要素数 uint8_t delay 各表示後に待機する時間（100ms 単位）
リターン値	なし
備考	なし
r_clear_show	
概要	LCD 表示クリア処理
ヘッダ	なし
宣言	static void r_clear_show(void)
説明	LCD の 8 桁すべてに空白を表示させ、表示内容を全てクリア状態にする
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし
r_delay_100ms	
概要	遅延発生処理
ヘッダ	なし
宣言	static void r_delay_100ms(uint8_t num)
説明	100ms 単位の遅延を発生させる
引数	uint8_t num 待機する 100ms 単位の時間 num=3 の場合、300ms 待機
リターン値	なし
備考	なし
r_read_dataflash	
概要	時計データ読み出し処理
ヘッダ	なし
宣言	static void r_read_dataflash(void);
説明	データ・フラッシュから時計データを読み出し、RTC に設定する
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし
r_time_unit_change	
概要	時刻設定箇所変更処理
ヘッダ	なし
宣言	static void r_time_unit_change(void)
説明	時刻設定を行う箇所を秒→分→時→秒の変更を行う
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

r_bank_swap		
概要	バンク・スワップ処理	
ヘッダ	なし	
宣言	static uint8_t r_bank_swap(void)	
説明	バンク・スワップ処理を行う	
引数	なし	
リターン値	Execution result status	
	SAMPLE_ENUM_RET_STS_OK	正常に完了
	SAMPLE_ENUM_RET_ERR_PARAMETER	パラメータエラー
	SAMPLE_ENUM_RET_ERR_MODE_MISMATCHED	モード不一致エラー
	SAMPLE_ENUM_RET_ERR_CONFIGURATION	設定エラー
	SAMPLE_ENUM_RET_ERR_CHECK_WRITE_DATA	データ書き込みエラー
	SAMPLE_ENUM_RET_ERR_CMD_ERASE	削除コマンドエラー
	SAMPLE_ENUM_RET_ERR_CMD_WRITE	書き込みコマンドエラー
	SAMPLE_ENUM_RET_ERR_CMD_BLANKCHECK	ブランクチェック コマンドエラー
	SAMPLE_ENUM_RET_ERR_CMD_SET_EXTRA_AREA	追加領域設定コマンド (ブートフラグ) エラー
備考	なし	

r_df_write		
概要	時計データ書き込み処理	
ヘッダ	なし	
宣言	static uint8_t r_df_write(void)	
説明	現在の時計データをデータ・フラッシュへ書き込む	
引数	なし	
リターン値	Execution result status	
	SAMPLE_ENUM_RET_STS_OK	正常に完了
	SAMPLE_ENUM_RET_ERR_PARAMETER	パラメータエラー
	SAMPLE_ENUM_RET_ERR_MODE_MISMATCHED	モード不一致エラー
	SAMPLE_ENUM_RET_ERR_CONFIGURATION	設定エラー
	SAMPLE_ENUM_RET_ERR_CHECK_WRITE_DATA	データ書き込みエラー
	SAMPLE_ENUM_RET_ERR_CMD_ERASE	削除コマンドエラー
	SAMPLE_ENUM_RET_ERR_CMD_WRITE	書き込みコマンドエラー
	SAMPLE_ENUM_RET_ERR_CMD_BLANKCHECK	ブランクチェック コマンドエラー
備考	なし	

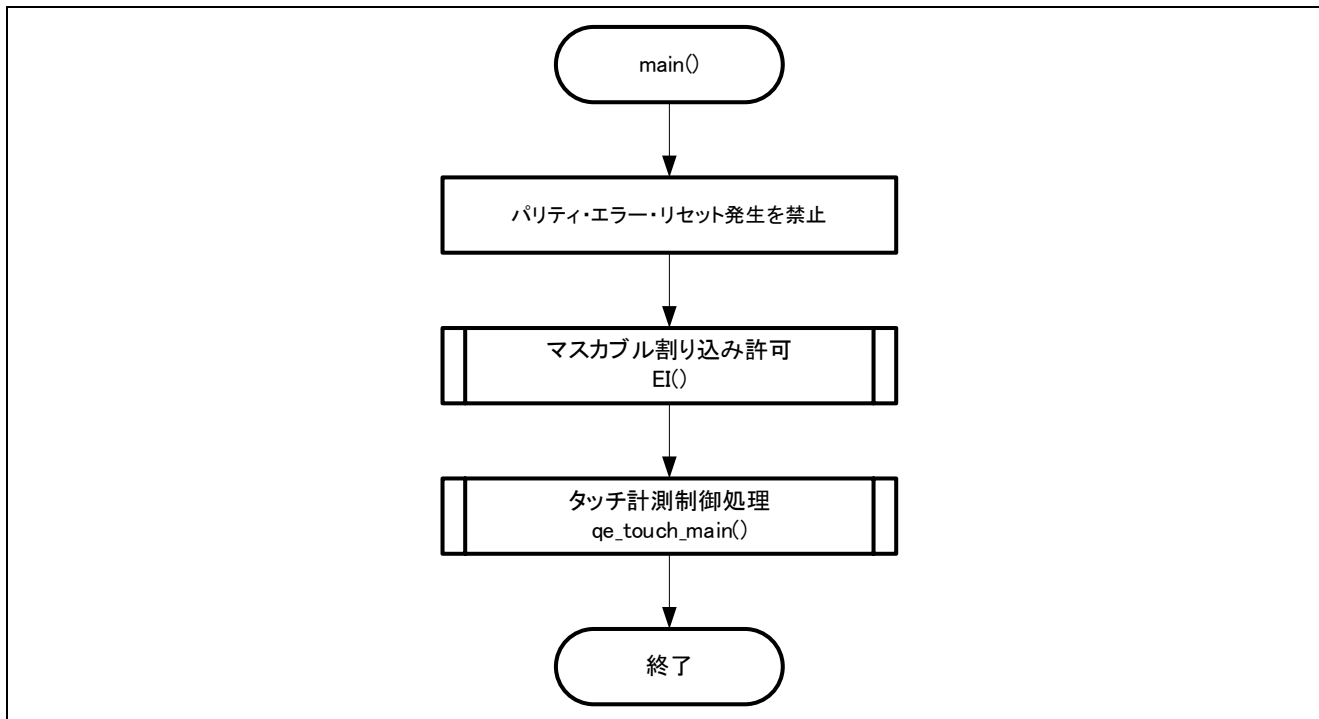
5.9 フローチャート

本サンプルコード（BANK 1）の流れを示す主要関数のフローチャートを記載します。

5.9.1 main 関数

図 5-20 に main 関数のフローを示します。

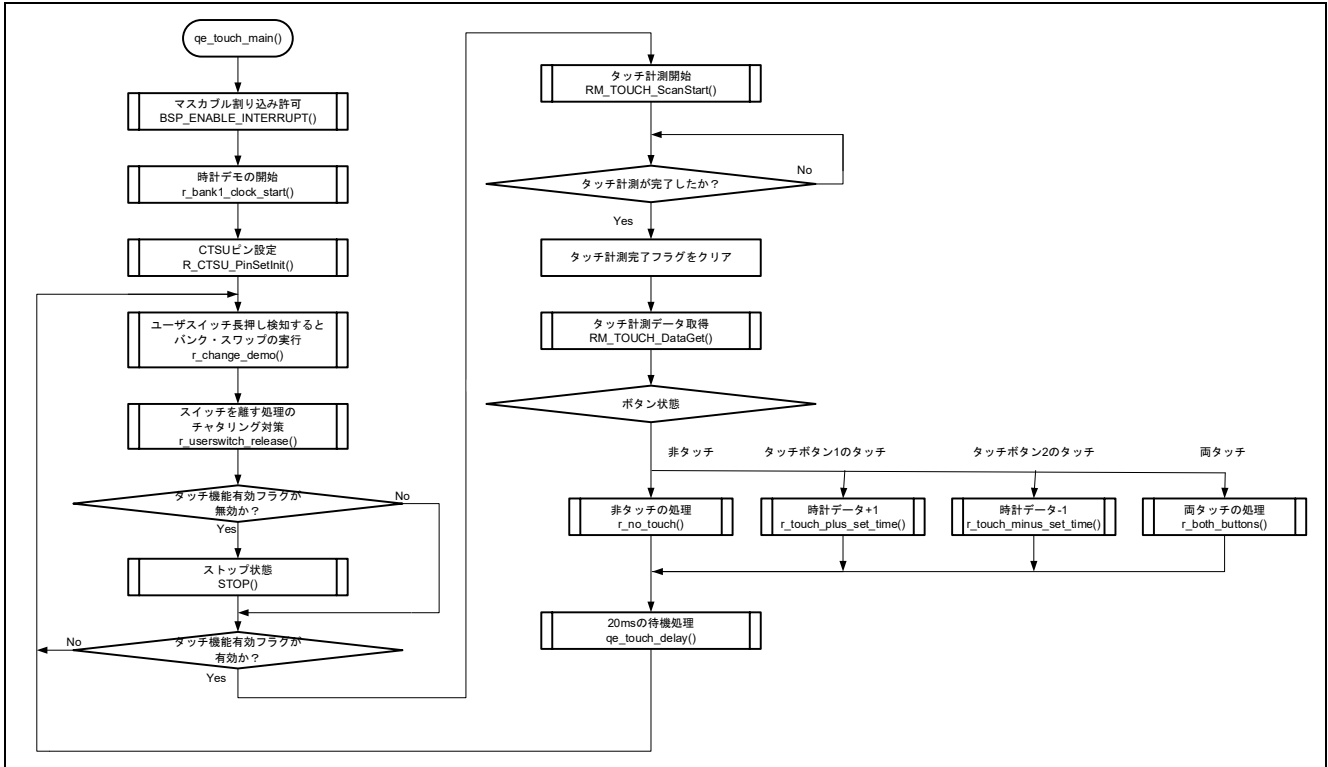
図 5-20 main 関数フローチャート



5.9.2 qe_touch_main 関数

図 5-21 に qe_touch_main 関数のフローチャートを示します。

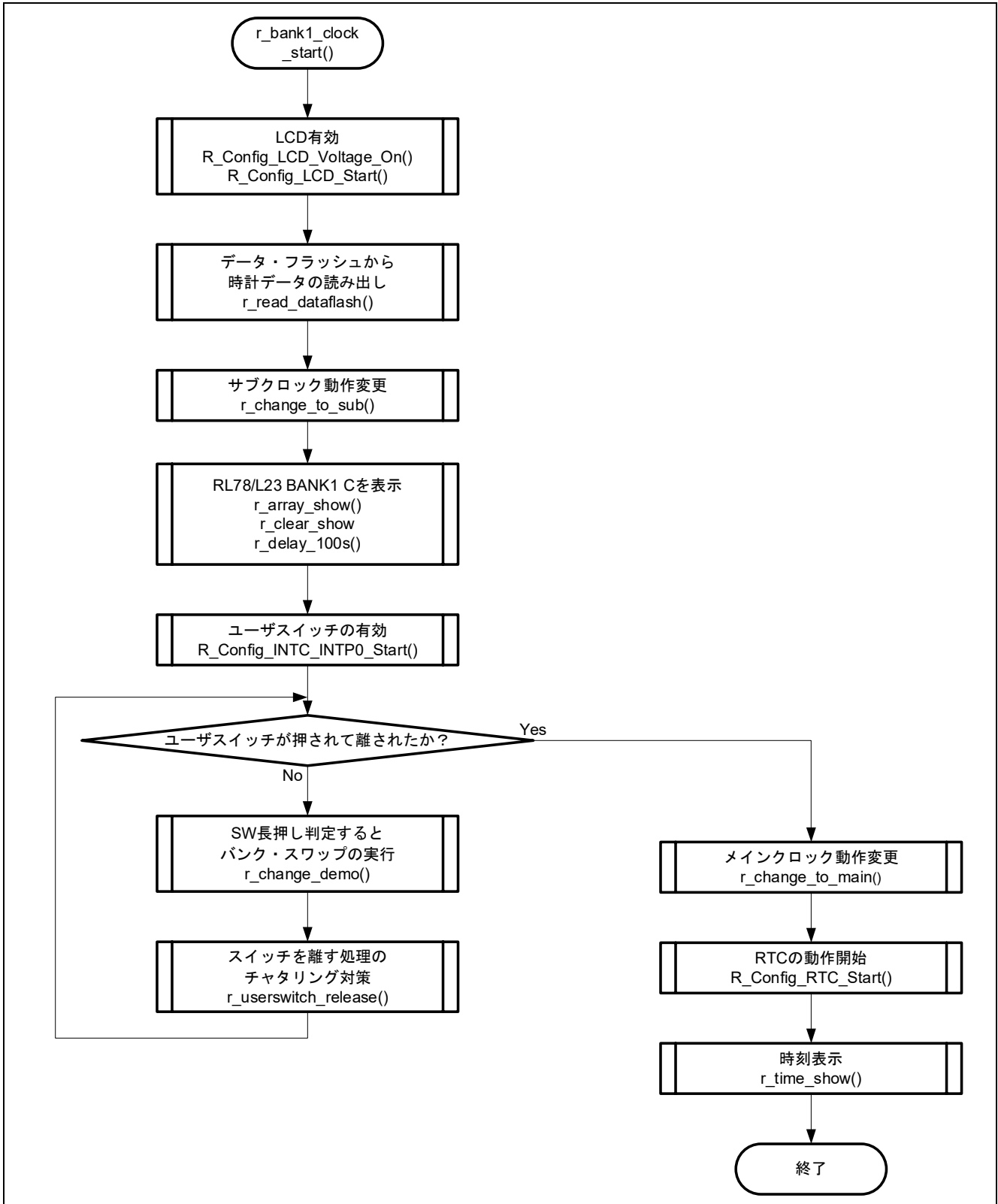
図 5-21 qe_touch_main 関数のフローチャート



5.9.3 r_bank1_clock_start 関数

図 5-22 に r_bank1_clock_start 関数のフローチャートを示します。

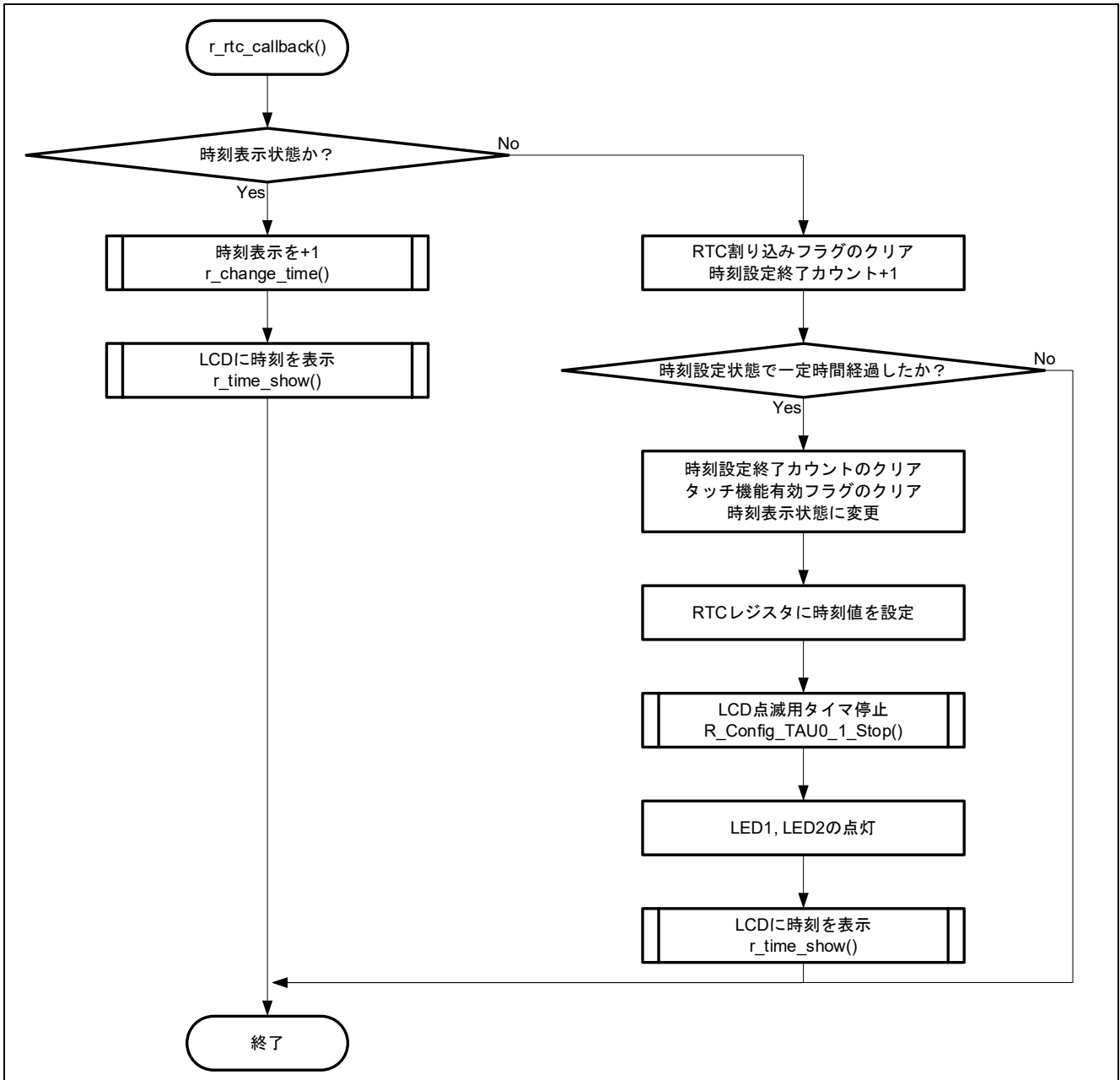
図 5-22 r_bank1_clock_start 関数のフローチャート



5.9.4 r_rtc_callback 関数

図 5-23 に r_rtc_callback 関数のフローチャートを示します。

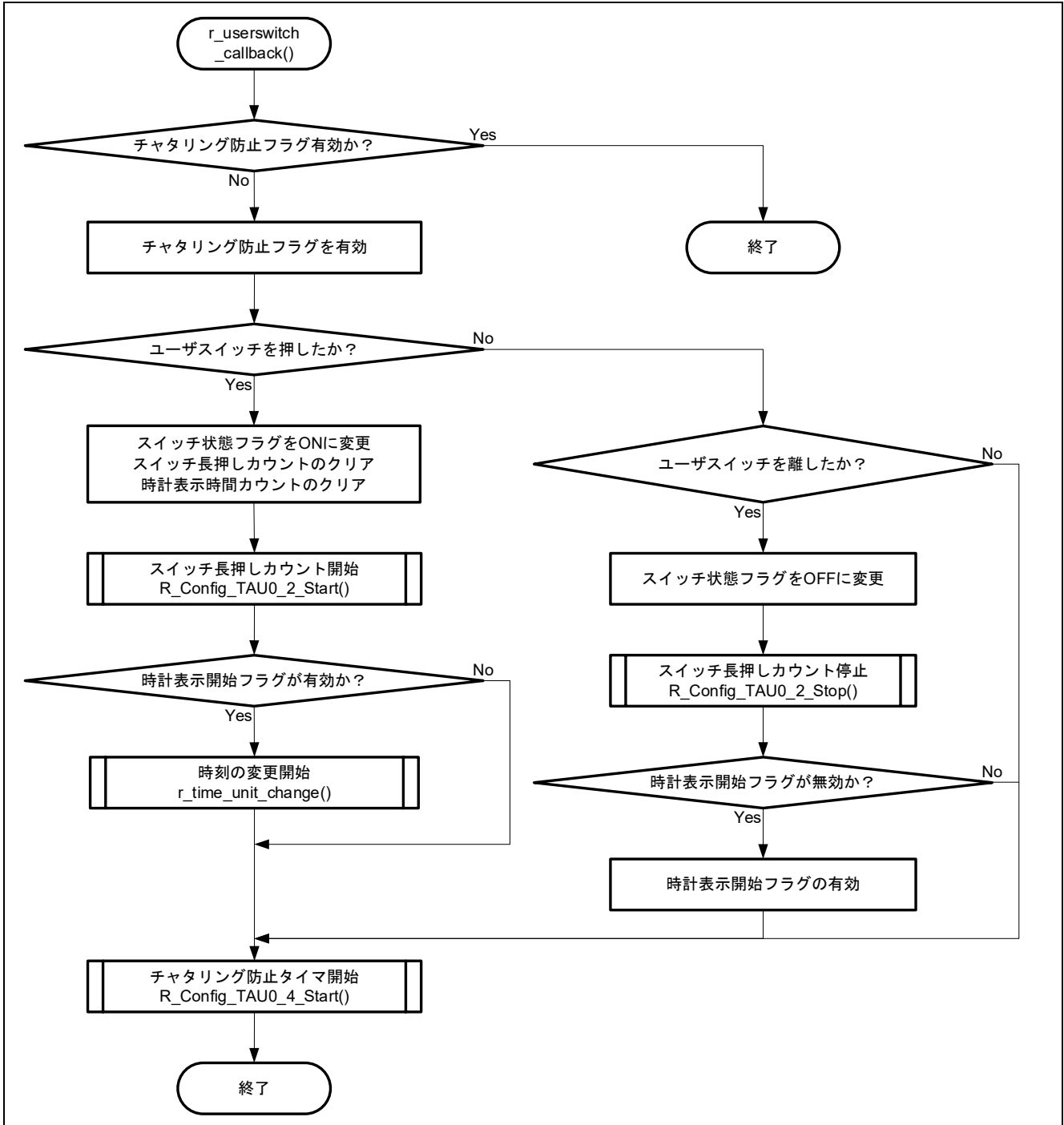
図 5-23 r_rtc_callback 関数のフローチャート



5.9.5 r_userswitch_callback 関数

図 5-24 に r_userswitch_callback 関数のフローチャートを示します。

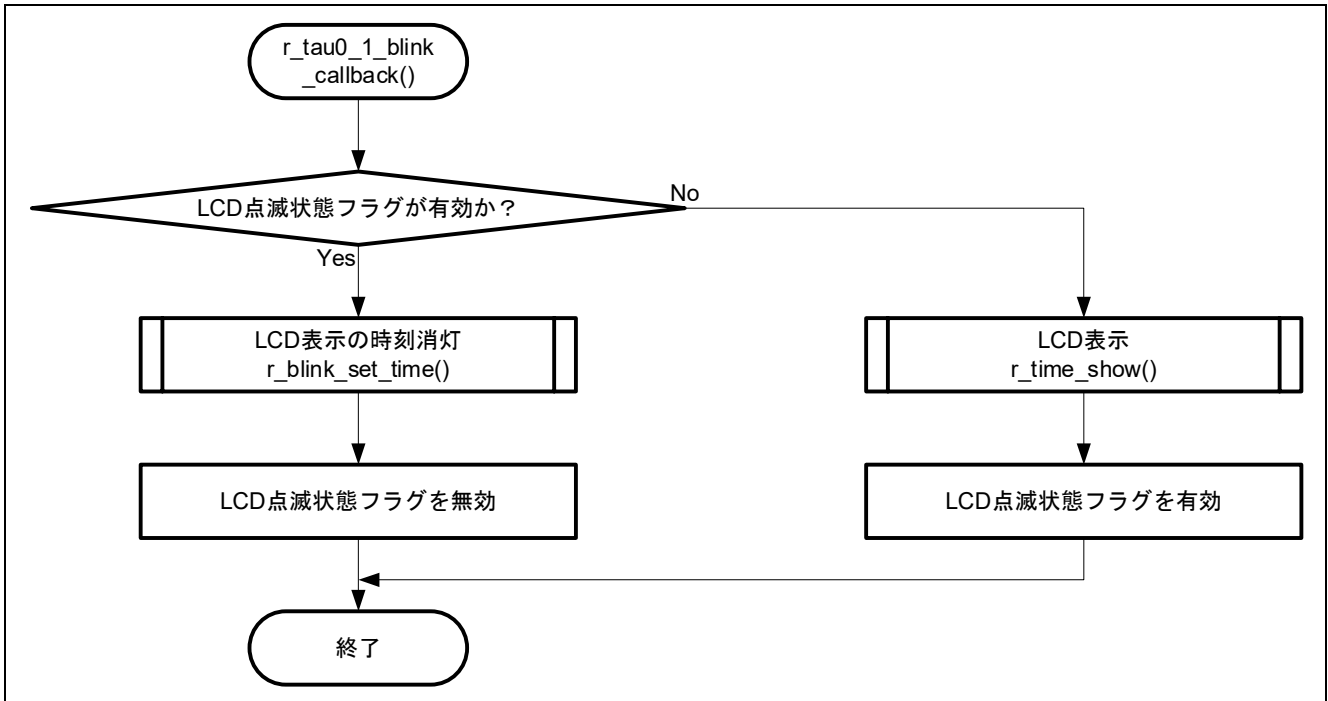
図 5-24 r_userswitch_callback 関数のフローチャート



5.9.6 r_tau0_1_blink_callback 関数

図 5-25 に r_tau0_1_blink_callback 関数のフローチャートを示します。

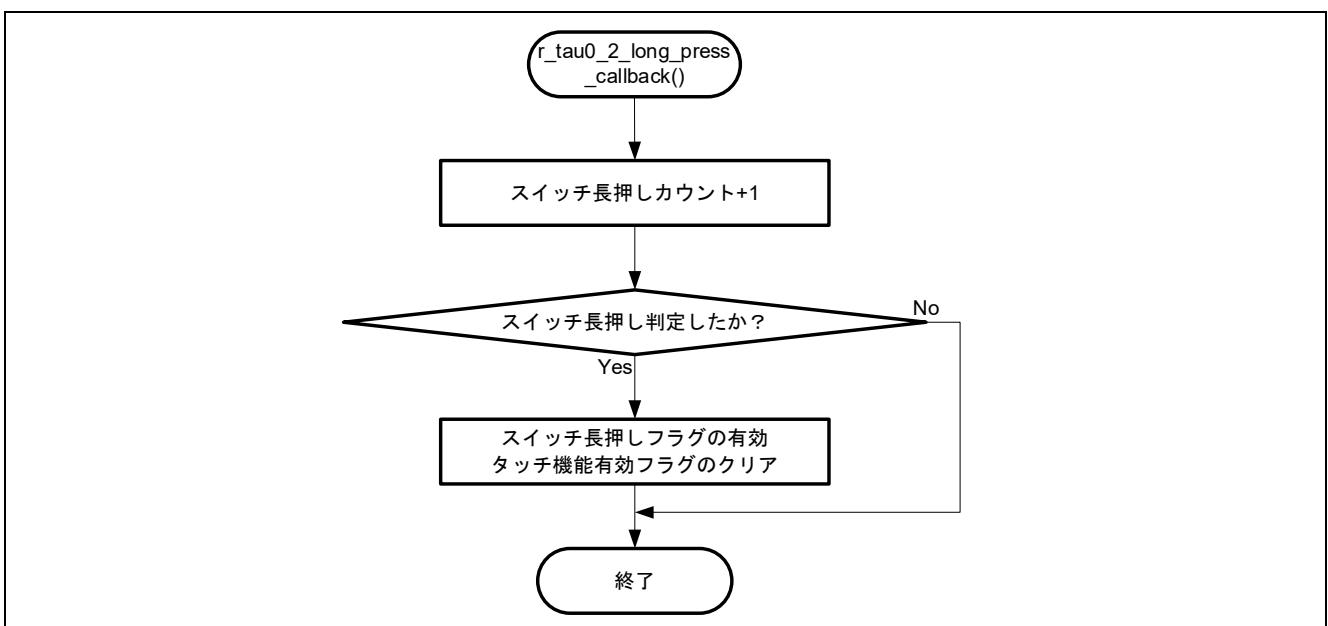
図 5-25 r_tau0_1_blink_callback 関数のフローチャート



5.9.7 r_tau0_2_long_press_callback 関数

図 5-26 に r_tau0_2_long_press_callback 関数のフローチャートを示します。

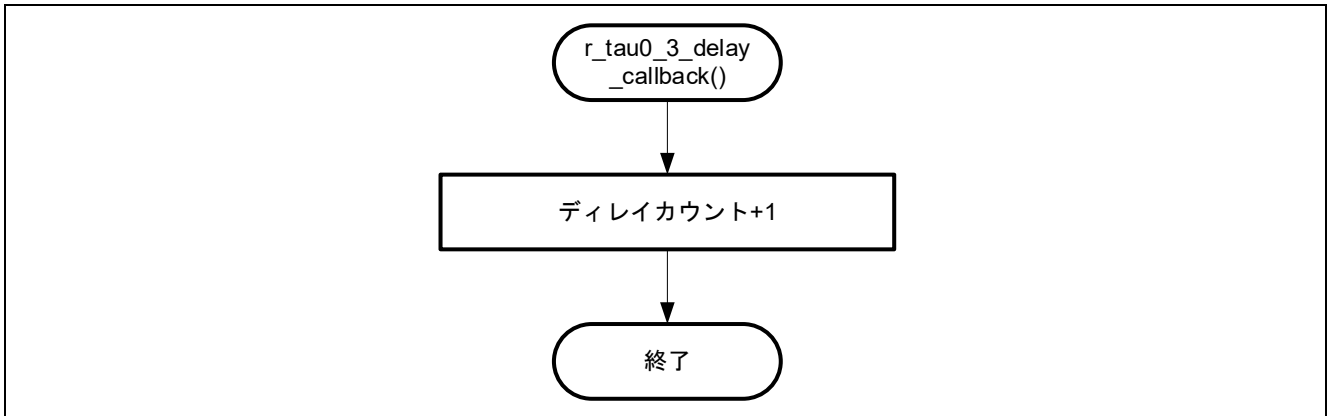
図 5-26 r_tau0_2_long_press_callback 関数のフローチャート



5.9.8 r_tau0_3_delay_callback 関数

図 5-27 に r_tau0_3_blink_callback 関数のフローチャートを示します。

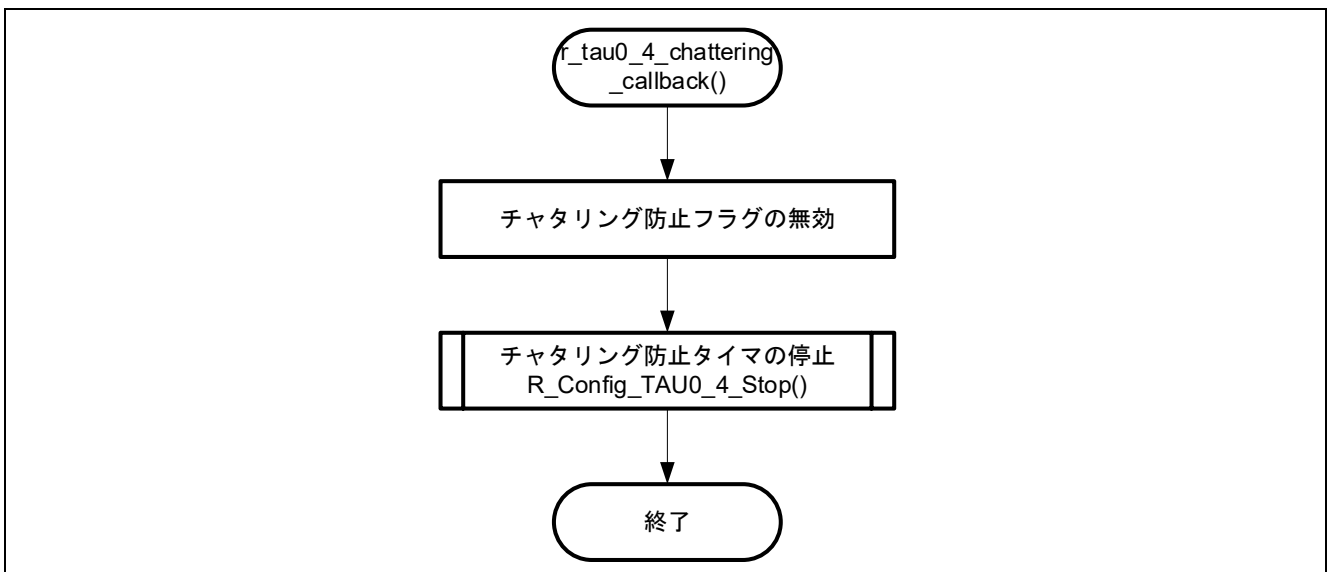
図 5-27 r_tau0_3_blink_callback 関数のフローチャート



5.9.9 r_tau0_4_chattering_callback 関数

図 5-28 に r_tau0_4_chattering_callback 関数のフローチャートを示します。

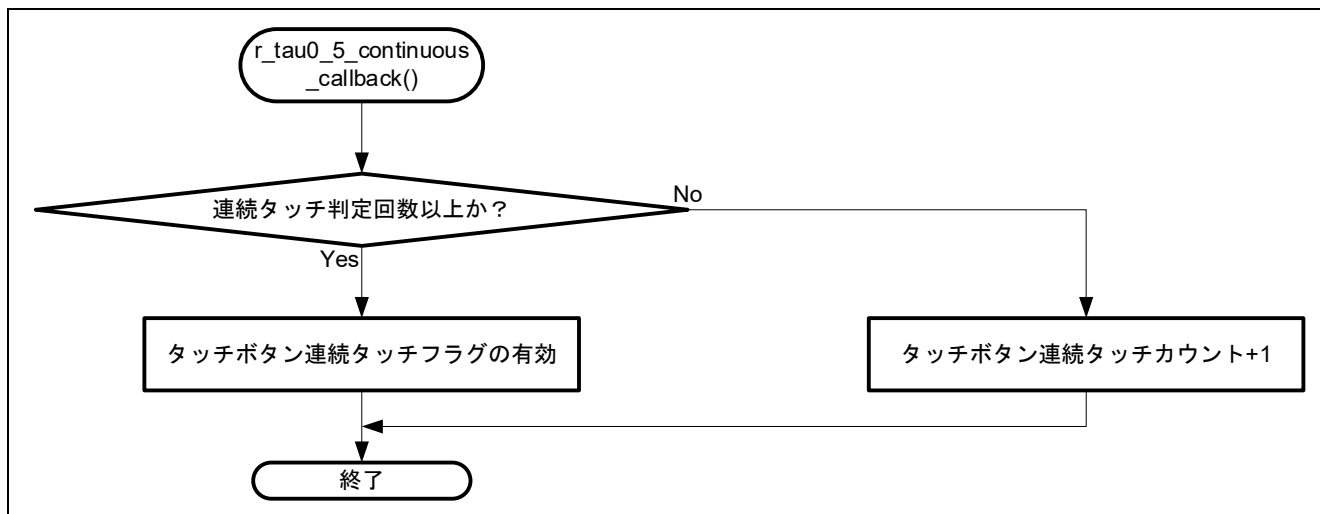
図 5-28 r_tau0_4_chattering_callback 関数のフローチャート



5.9.10 r_tau0_5_continuous_callback 関数

図 5-29 に r_tau0_5_continuous_callback 関数のフローチャートを示します。

図 5-29 r_tau0_5_continuous_callback 関数のフローチャート



6. BANK2 のソフトウェア説明

6.1 動作概要

このサンプルコードでは、RL78/L23 の LCD コントローラ／ドライバを使用し、リモコンの温度データ表示を想定した表示を行います。ユーザスイッチの操作により LCD に温度データを表示し、タッチボタンの操作によって表示される温度データを変更できます。また、一定時間ユーザスイッチまたはタッチボタンの操作がない場合、LCD の表示を停止します。

初期設定では、クロック周波数の選択、入出力ポートの設定、RTC の設定、LCD コントローラ／ドライバの設定などを行います。

初期設定完了後は LCD に「RL78/L23」、「BANK2 T」と表示され、待機状態に移行します。ユーザスイッチの短押し（INTP0 の両エッジ検出）により待機状態が解除され、温度データ調整状態に移行します。

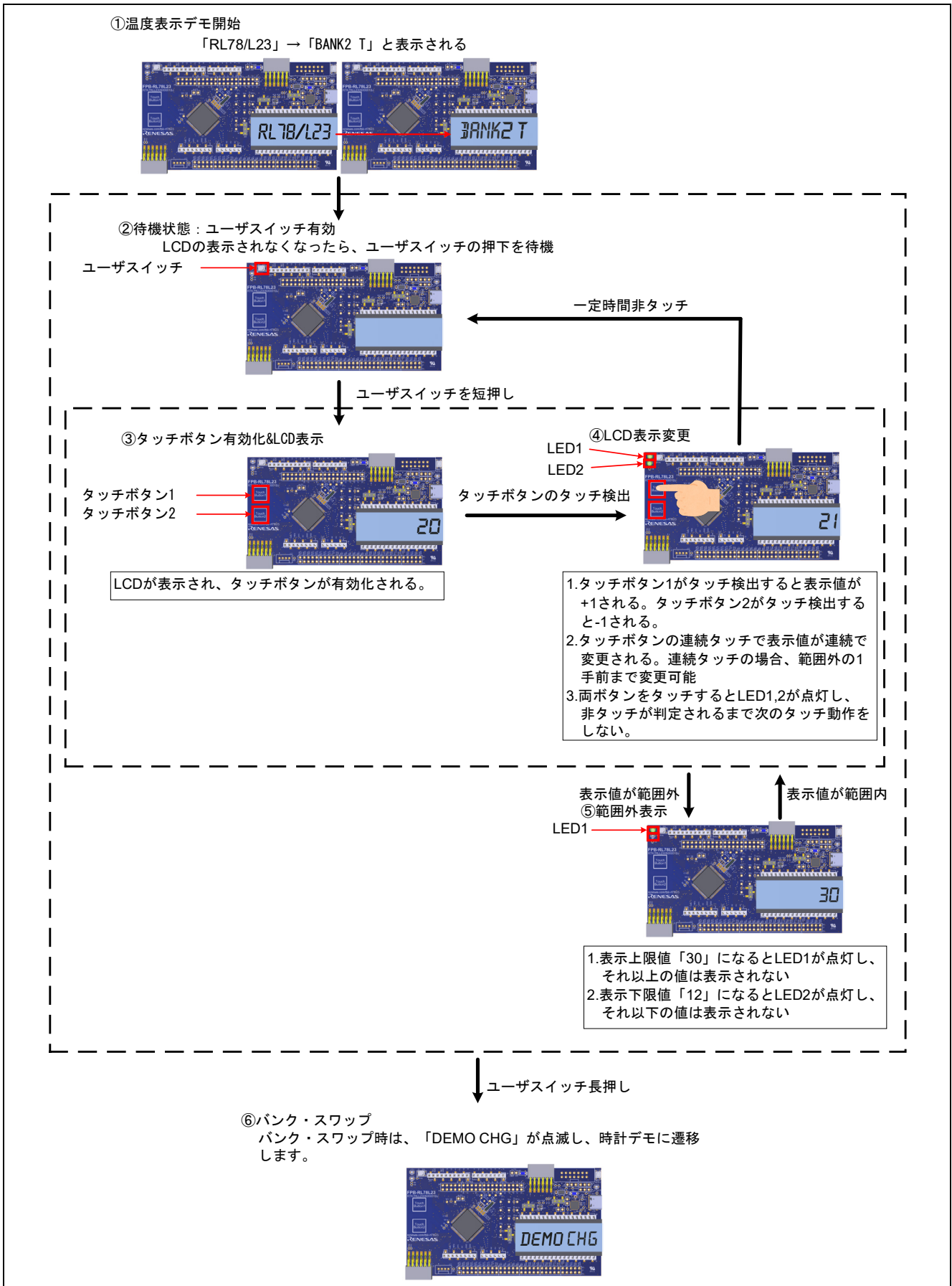
タッチボタンは待機状態では無効、温度データ調整状態時のみ有効となります。

温度データ調整状態では、温度データを 12°C～30°C の範囲で調整し、調整後のデータを LCD に表示します。温度データの初期値は 20°C です。タッチボタン 1 のタッチ検出で温度データを 1 つ加算し、タッチボタン 2 のタッチ検出により温度データを 1 つ減算します。タッチボタンの連続タッチ（長押し）により、温度データを連続で変更できます。ユーザスイッチの押下、及びタッチボタンのタッチ検出が一定時間ないと、待機状態に戻り、LCD の表示を無効にします。ただし、温度が 12°C もしくは 30°C のときは待機状態に戻りません。

ユーザスイッチの長押しで、LCD に「DEMO CHG」と表示されバンク・スワップ機能が実行されます。

詳細については、図 6-1 の状態遷移図（ステート・チャート）を示します。

図 6-1 状態遷移図



6.2 ファイル構成

表 6-1、表 6-2 に BANK2 で使用するファイルを示します。なお、統合開発環境で自動生成される BSP 環境のファイルは除きます。

表 6-1 ファイル構成 (1/2)

フォルダ、ファイル名	説明	スマート・ コンフィグレータ を使用
¥bank2_temp<DIR>	サンプルコードのフォルダ	
¥src<DIR>	ソースフォルダ	
¥bank2_temp.c	BANK2 ソースファイル	
¥temp.c	温度表示ソースファイル	
¥temp.h	温度表示ヘッダファイル	
¥lcd_segdata.c	LCD 表示ソースファイル	
¥include<DIR>	RFD インクルードフォルダ	
¥sample<DIR>	RFD サンプルフォルダ	
¥source<DIR>	RFD ソースフォルダ	
¥userown<DIR>	RFD ユーザ処理フォルダ	
¥smc_gen<DIR>	スマート・コンフィグレータ生成コンポーネント 格納フォルダ	✓
¥Config_INTC<DIR>	外部割り込みコンポーネントフォルダ	✓
¥Config_LCD<DIR>	LCD コンポーネントフォルダ	✓
¥Config_PORT<DIR>	PORT コンポーネントフォルダ	✓
¥Config_RTC<DIR>	RTC コンポーネントフォルダ	✓
¥Config_TAU0_3<DIR>	TAU0_3 コンポーネントフォルダ	✓
¥Config_TAU0_5<DIR>	TAU0_5 コンポーネントフォルダ	✓
¥r_ctsu<DIR>	CTSU ドライバフォルダ	✓
¥rm_touch<DIR>	TOUCH ドライバフォルダ	✓

表 6-2 ファイル構成 (2/2)

フォルダ、ファイル名	説明	スマート・コンフィグレータを使用
¥bank2_temp<DIR>	サンプルコードのフォルダ	
¥qe_gen<DIR>	QE for Capacitive Touch 生成ファイル	
¥qe_touch_config.c	QE 生成設定ソースファイル	
¥qe_touch_config.h	QE 生成設定ヘッダファイル	
¥qe_touch_define.h	QE 生成定義ヘッダファイル	
¥qe_touch_sample.c	タッチ動作を含むメイン関数ソースファイル	
¥QE_Touch<DIR>	QE 構成フォルダ	
¥buildinfo.ipcf	IAR 専用のビルド情報ファイル	

表 6-1、表 6-2 の注意事項を以下に示します。

- 【注】 IAR 版のサンプルコードは構成が異なります。詳細は IAR 版のサンプルコードを確認してください。また、bank2_temp.ipcf を格納しています。詳細は、「RL78 スマート・コンフィグレータ ユーザーガイド：IAR 編 (R20AN0581)」を確認してください。

6.3 スマート・コンフィグレータの設定内容

温度表示を行う BANK2 について、スマート・コンフィグレータでの設定内容を示します。

図 6-2 にスマート・コンフィグレータのクロック設定について示します。

図 6-2 クロック設定

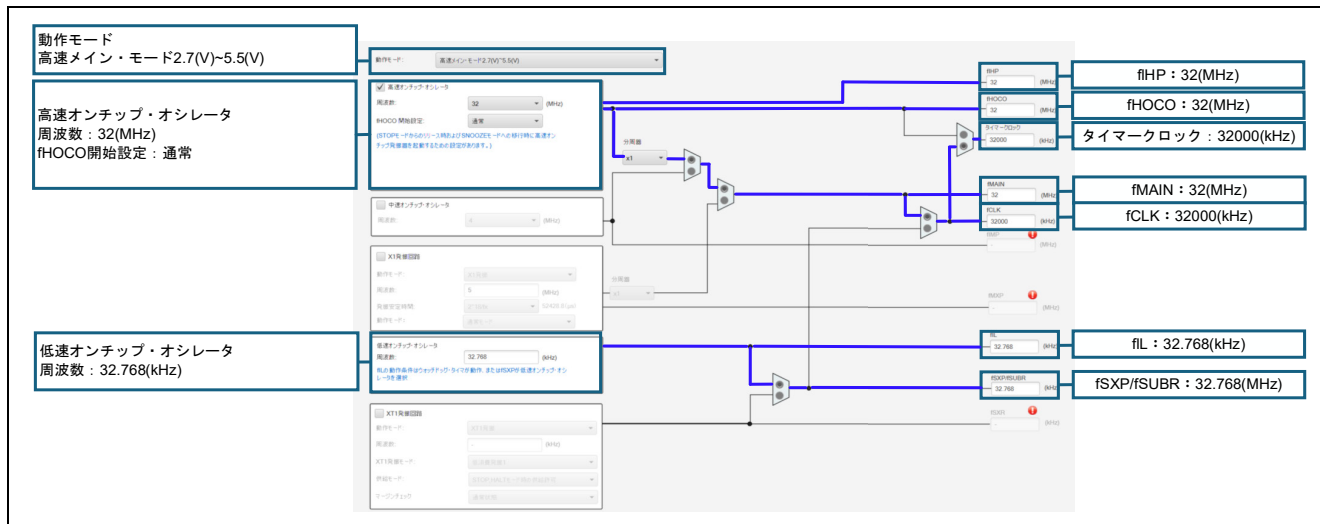


図 6-3 にスマート・コンフィグレータのシステム設定について示します。

図 6-3 システム設定

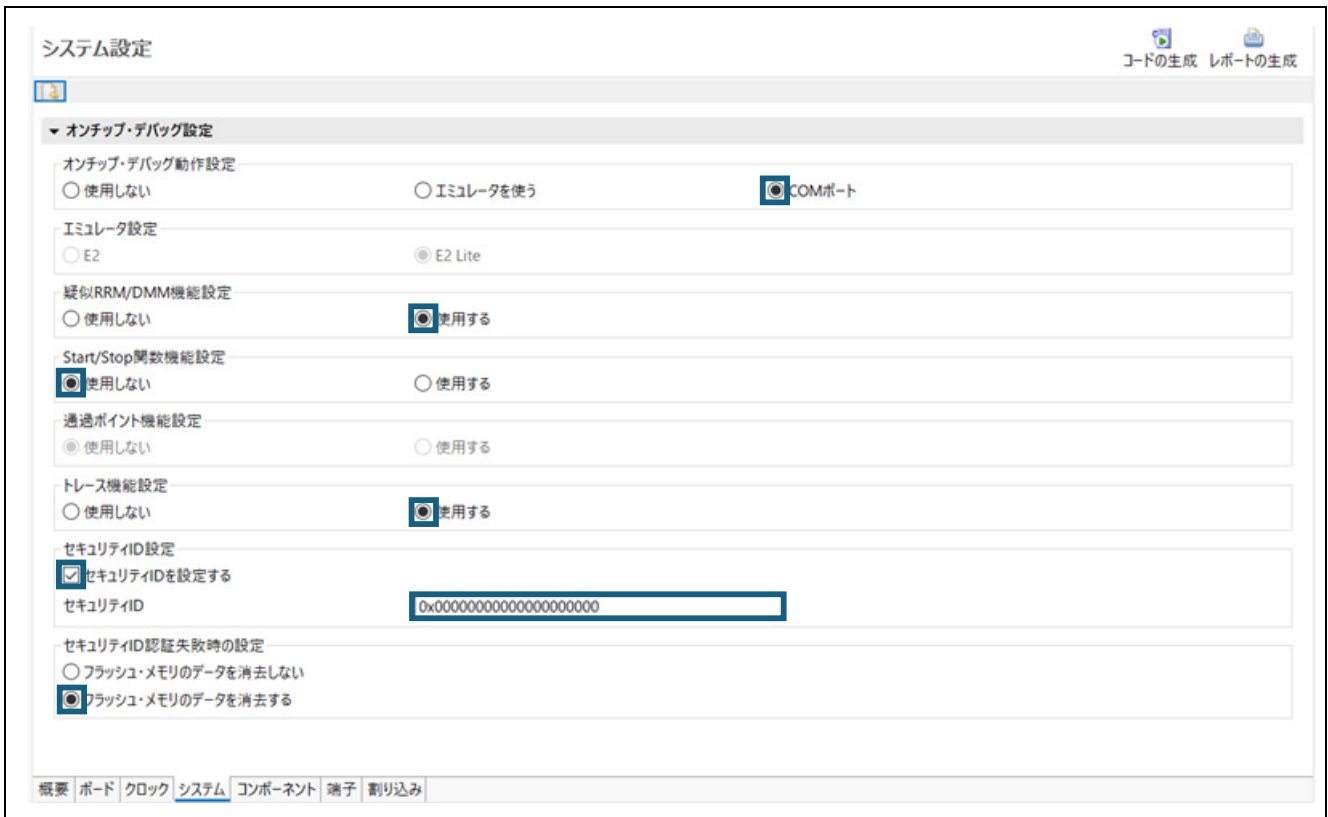


図 6-4 に LVD コンポーネント (Config_LVD0) の設定を示します。

図 6-4 LVD コンポーネント (Config_LVD0) の設定

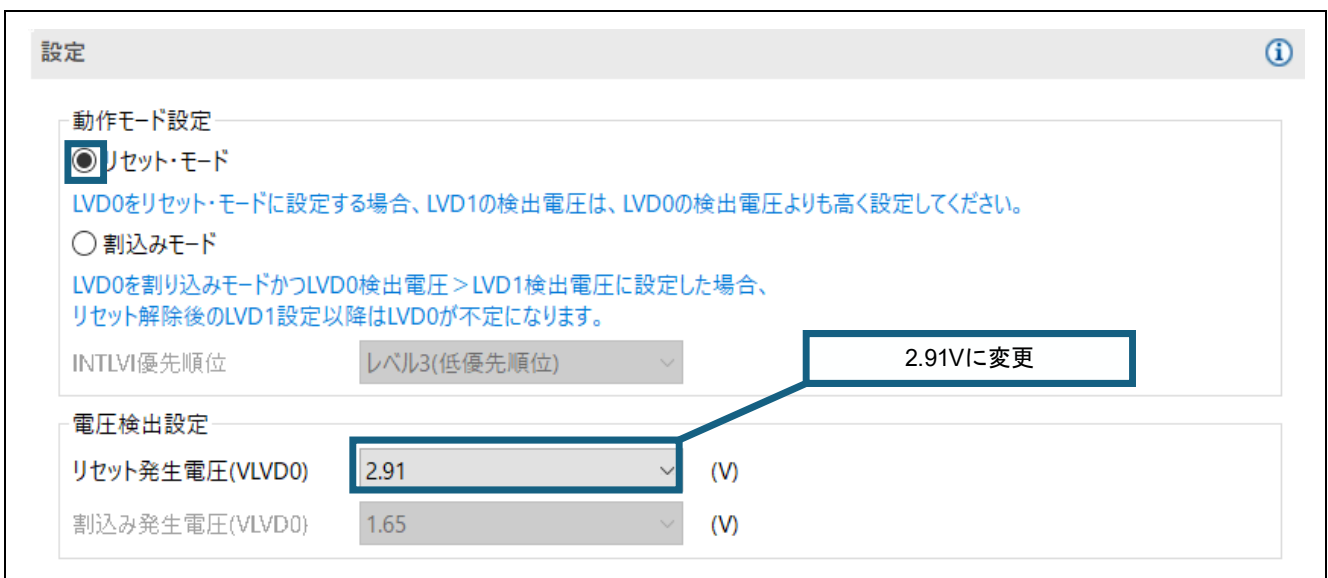


図 6-7 に TAU0_3 コンポーネント (Config_TAU0_3) の設定を示します。

図 6-7 TAU0_3 コンポーネント (Config_TAU0_3) の設定

設定

クロック設定

動作クロック CK00

クロック・ソース fCLK/2¹⁰ (クロック周波数: 31.25 kHz)

インターバル・タイマ設定

インターバル時間(16ビット) 100 ms (実際の値: 100)

カウント開始時にINTTM03割り込みを発生する

割り込み設定

タイマ・チャンネル3のカウント完了で割り込み発生(INTTM03)

優先順位 レベル3(低優先順位)

fCLK/2¹⁰に変更

msに変更

図 6-8 に TAU0_5 コンポーネント (Config_TAU0_5) の設定を示します。

図 6-8 TAU0_5 コンポーネント (Config_TAU0_5) の設定

設定

クロック設定

動作クロック CK00

クロック・ソース fCLK/2¹⁰ (クロック周波数: 31.25 kHz)

インターバル・タイマ設定

インターバル時間(16ビット) 200 ms (実際の値: 200)

カウント開始時にINTTM05割り込みを発生する

割り込み設定

タイマ・チャンネル5のカウント完了で割り込み発生(INTTM05)

優先順位 レベル3(低優先順位)

fCLK/2¹⁰に変更

200に変更

msに変更

図 6-9 に LCD コンポーネント (Config_LCD) の設定を示します。

図 6-9 LCD コンポーネント (Config_LCD) の設定

設定

波形表示設定
 タイプA波形 タイプB波形

駆動電圧生成回路の設定
 駆動電圧発生方式: **VDDリファレンス容量分割方式** VDDリファレンス容量分割方式に変更

表示モード設定
 スタティック
 タイムスライスの数: **4(1/3バイアス法)**

表示データ領域設定
 表示データ領域の選択: **Aパターン領域のデータ**
 切り替えタイミングの選択: INTRTCに対応した点減

昇圧端子の初期値切り替え制御
 VDD電圧 ≧ 2.7Vの場合 VDD電圧 ≦ 4.2Vの場合

基準電圧設定

VLCD電圧(VL1電圧)	1.01	(V)
VLCD電圧(VL2電圧)	2.02	(V)
VLCD電圧(VL4電圧)	3.03	(V)

セグメント出力端子設定

<input checked="" type="checkbox"/> SEG0/COM4	<input checked="" type="checkbox"/> SEG1/COM5	<input checked="" type="checkbox"/> SEG2/COM6	<input checked="" type="checkbox"/> SEG3/COM7	<input checked="" type="checkbox"/> SEG4
<input checked="" type="checkbox"/> SEG5	<input checked="" type="checkbox"/> SEG6	<input checked="" type="checkbox"/> SEG7	<input checked="" type="checkbox"/> SEG8	<input type="checkbox"/> SEG9
<input type="checkbox"/> SEG10	<input type="checkbox"/> SEG11	<input checked="" type="checkbox"/> SEG12	<input checked="" type="checkbox"/> SEG13	<input checked="" type="checkbox"/> SEG14
<input checked="" type="checkbox"/> SEG15	<input checked="" type="checkbox"/> SEG16	<input checked="" type="checkbox"/> SEG17	<input type="checkbox"/> SEG18	<input type="checkbox"/> SEG19
<input checked="" type="checkbox"/> SEG20	<input checked="" type="checkbox"/> SEG21	<input type="checkbox"/> SEG22	<input type="checkbox"/> SEG23	<input type="checkbox"/> SEG24
<input type="checkbox"/> SEG25	<input type="checkbox"/> SEG26	<input type="checkbox"/> SEG27	<input checked="" type="checkbox"/> SEG28	<input type="checkbox"/> SEG29
<input type="checkbox"/> SEG30	<input type="checkbox"/> SEG31	<input type="checkbox"/> SEG32	<input type="checkbox"/> SEG33	<input type="checkbox"/> SEG34
<input checked="" type="checkbox"/> SEG35	<input checked="" type="checkbox"/> SEG36	<input checked="" type="checkbox"/> SEG37	<input checked="" type="checkbox"/> SEG38	<input checked="" type="checkbox"/> SEG39
<input type="checkbox"/> SEG40	<input type="checkbox"/> SEG41	<input type="checkbox"/> SEG42	<input type="checkbox"/> SEG43	<input type="checkbox"/> SEG44
<input type="checkbox"/> SEG45	<input type="checkbox"/> SEG46	<input checked="" type="checkbox"/> SEG47	<input checked="" type="checkbox"/> SEG48	<input checked="" type="checkbox"/> SEG49
<input checked="" type="checkbox"/> SEG50	<input checked="" type="checkbox"/> SEG51	<input checked="" type="checkbox"/> SEG52	<input checked="" type="checkbox"/> SEG53	<input checked="" type="checkbox"/> SEG54
<input checked="" type="checkbox"/> SEG55				

時計の設定

クロックソース: **fil** filに変更

分周器: **fil/2^7** (クロック周波数: 256Hz)

フレーム周波数: **64.000** Hz fil/2^7に変更

図 6-10、図 6-11 に PORT コンポーネント (Config_PORT) の設定を示します。

図 6-10 PORT コンポーネント (Config_PORT) の設定

The screenshot displays a configuration window titled "設定" (Settings). At the top, there is a "ポート選択" (Port Selection) section with tabs for PORT0, PORT1, PORT2, PORT3, PORT4, PORT6, PORT7, PORT8, PORT12, and PORT14. Below this, a list of ports is shown with checkboxes: PORT0, PORT1, PORT2, PORT3, PORT4, PORT5, PORT6 (highlighted with a blue border), PORT7, PORT8, PORT9, PORT12, PORT13, and PORT14. At the bottom, the "ポート・モード設定" (Port Mode Setting) section contains two radio buttons: "Pmnレジスタ値を読み出す" (Load Pmn register value) which is selected, and "デジタル出力レベルを読み出す" (Load digital output level).

図 6-11 PORT6 の設定

ポート選択	PORT0	PORT1	PORT2	PORT3	PORT4	PORT6	PORT7	PORT8	PORT12	PORT14	
<p>*入力バッファオフはポート使用/兼用機能使用/端子未使用時のすべてで設定が有効となります。*入力バッファオフをチェックする場合は、端子を兼用機能の入力端子として使用していないことを確認してください。</p> <p><input type="checkbox"/> すべてに適用</p>											
	<input checked="" type="radio"/> 使用しない	<input type="radio"/> 入力	<input type="radio"/> 出力	<input type="radio"/> 出力電流	<input type="checkbox"/> 内蔵ブルアップ	<input type="checkbox"/> TTLバッファ	<input type="checkbox"/> 入力バッファオフ	<input type="checkbox"/> N-ch	<input type="checkbox"/> 1を出力	<input type="checkbox"/> ELCL出力信号を出力する	出力電流 <input type="text" value="Hi-Z"/>
P60	<input type="radio"/> 使用しない	<input type="radio"/> 入力	<input checked="" type="radio"/> 出力	<input type="radio"/> 出力電流					<input type="checkbox"/> 1を出力	<input type="checkbox"/> ELCL出力信号を出力する	出力電流 <input type="text" value="Hi-Z"/>
P61	<input type="radio"/> 使用しない	<input type="radio"/> 入力	<input checked="" type="radio"/> 出力	<input type="radio"/> 出力電流					<input type="checkbox"/> 1を出力	<input type="checkbox"/> ELCL出力信号を出力する	出力電流 <input type="text" value="Hi-Z"/>
P62	<input type="radio"/> 使用しない	<input type="radio"/> 入力	<input checked="" type="radio"/> 出力	<input type="radio"/> 出力電流					<input type="checkbox"/> 1を出力		出力電流 <input type="text" value="Hi-Z"/>
P63	<input type="radio"/> 使用しない	<input type="radio"/> 入力	<input checked="" type="radio"/> 出力	<input type="radio"/> 出力電流					<input type="checkbox"/> 1を出力		出力電流 <input type="text" value="Hi-Z"/>
P64	<input type="radio"/> 使用しない	<input type="radio"/> 入力	<input checked="" type="radio"/> 出力		<input type="checkbox"/> 内蔵ブルアップ	<input type="checkbox"/> TTLバッファ	<input type="checkbox"/> 入力バッファオフ	<input type="checkbox"/> N-ch	<input type="checkbox"/> 1を出力	<input checked="" type="checkbox"/> 1を出力	
P65	<input type="radio"/> 使用しない	<input type="radio"/> 入力	<input checked="" type="radio"/> 出力		<input type="checkbox"/> 内蔵ブルアップ	<input type="checkbox"/> TTLバッファ	<input type="checkbox"/> 入力バッファオフ	<input type="checkbox"/> N-ch	<input type="checkbox"/> 1を出力	<input checked="" type="checkbox"/> 1を出力	
P66	<input type="radio"/> 使用しない	<input type="radio"/> 入力	<input checked="" type="radio"/> 出力		<input type="checkbox"/> 内蔵ブルアップ	<input type="checkbox"/> TTLバッファ	<input type="checkbox"/> 入力バッファオフ	<input type="checkbox"/> N-ch	<input type="checkbox"/> 1を出力		
P67	<input type="radio"/> 使用しない	<input type="radio"/> 入力	<input checked="" type="radio"/> 出力		<input type="checkbox"/> 内蔵ブルアップ				<input type="checkbox"/> 1を出力		

【備考】本資料では、LCD 用ポートとして P64 および P65 のみを設定しています。それ以外のポートは、浮いた状態による不要な電流消費を防止しています。詳しくは、「RL78/L23 ユーザーズマニュアル ハードウェア編 (R01UH1082)」の「2.3 未使用端子の処理」を参照し、本アプリケーションで使用していない端子の端子処理を適切に行い、電気的特性を満たすように設計して下さい。


図 6-12 に CTSU ドライバ (r_ctsu) の設定を示します。

図 6-12 CTSU ドライバ (r_ctsu) の設定

プロパティ	値
▼ Configurations	
# Parameter check	Use system default
# Data transfer of INTCTSUWR and INTCTSURD	Interrupt handler
# DTC setting	Setting in r_ctsu
# Select auto judgement	Disable
# Data storage address setting for CTSUWR	0xFF300
# Variable address setting for g_ctsu_self_raw	0xFF400
# Variable address setting for g_ctsu_mutual_raw	0xFF500
# Data storage address setting for CTSUAJTHR	0xFF600
# Data storage address setting for CTSUAJMMAR	0xFF700
# Data storage address setting for CTSUAJBLACT	0xFF800
# Data storage address setting for CTSUAJBLAR	0xFF900
# Data storage address setting for CTSUAJRR	0xFFA00
# Data storage address setting for CTSUMCACT1	0xFFB00
# Data storage address setting for CTSUMCACT2	0xFFC00
# Auto-judgment function in Snooze mode using SMS	Disable
# Data storage address setting for CTSURD	0xFF500
# Data storage address setting for CTSUWR	0xFF800
# Interrupt level for INTCTSUWR	Level 2
# Interrupt level for INTCTSURD	Level 2
# Interrupt level for INTCTSUFN	Level 2
# Output port number for external trigger	PORT14
# Bit number for external trigger output	BIT0
# Interrupt port number for external trigger	INTP1
▼ リソース	
▼ CTSU	
TSCAP端子	<input checked="" type="checkbox"/> 使用する
TS00端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS01端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS02端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS03端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS04端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS05端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS06端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS07端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS08端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS09端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS10端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS11端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS12端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS13端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS14端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS15端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS16端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS17端子	<input checked="" type="checkbox"/> 使用する
TS18端子	<input checked="" type="checkbox"/> 使用する
TS19端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS20端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS21端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS22端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS23端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS24端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS25端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS26端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS27端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS28端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS29端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS30端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS31端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS32端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS33端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS34端子	<input type="checkbox"/> 使用する
TS35端子	<input type="checkbox"/> 使用する

図 6-13 に TOUCH ドライバ (rm_touch) の設定を示します。

図 6-13 TOUCH ドライバ (rm_touch) の設定

設定	
フィルタ入力 (* = any string, ? = any character)	
プロパティ	値
▼  Configurations	
# Parameter check	Use system default
# Support QE monitor using UART	Disable
# Support QE tuning using UART	Disable
# UART channel	UART0
# Type of chattering suppression	TypeA : Counter of exceed threshold is hold within hysteresis range.

6.4 静電容量タッチ設定

QE for Capacitive Touch の設定について、説明します。

6.4.1 タッチインタフェース構成

図 6-14 タッチインタフェース構成を示します。TS17、TS18 を自己容量方式で計測します。

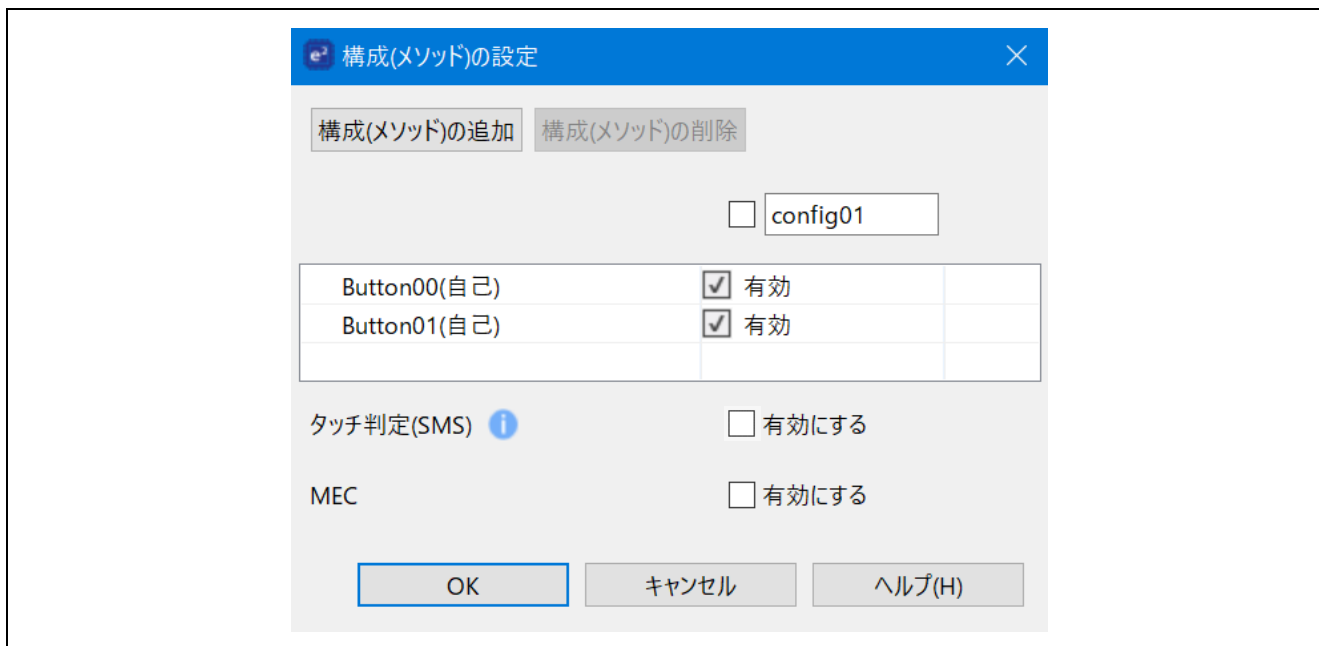
図 6-14 タッチインタフェース構成



6.4.2 構成（メソッド）の設定

図 6-15 にタッチインタフェースの構成（メソッド）の設定を示します。

図 6-15 メソッドの設定



6.4.3 チューニング結果

図 6-16 にタッチインタフェースの QE チューニングでの調整結果を示します。本サンプルコードは以下に示される設定値で動作します。

調整結果は QE チューニング時の動作環境に依存するため、再度 QE チューニングを行うとこれらの値が変化する可能性があります。

図 6-16 QE チューニング結果

チューニング		ジェスチャ							
タッチインタフェース構成: bank2_temp									
メソッド	種別	名前	タッチセンサ	寄生容量[pF]	センサドライブパルス周波数[MHz]	しきい値	計測時間[ms]	オーバーフロー	
config01	ボタン(自己)	Button00	TS17	7.444	5.469	3442	0.576	なし	
config01	ボタン(自己)	Button01	TS18	7.118	5.667	3546	0.576	なし	

6.5 定数一覧

表 6-3 に BANK2 のソフトウェアで使用する定数を示します。

表 6-3 BANK2 で使用する定数

定数名	設定値	内容
MAX_VALUE	30	温度表示の最大値
MIN_VALUE	12	温度表示の最小値
DEFAULT_VALUE	20	温度表示のデフォルト設定値
MAX_VALUE_CONTUNUOUS	29	タッチボタンの連続タッチでカウントできる最大値
MIN_VALUE_CONTUNUOUS	13	タッチボタンの連続タッチでカウントできる最小値
VALUE_SETTING_FINISH	5	非タッチの一定時間(秒)
LONG_PRESS_SEC	3	長押し検出時間(秒)
COUNTINUOUS_START_NUM	3	連続タッチ検出回数

6.6 変数一覧

表 6-4、表 6-5 に BANK2 で使用する変数を示します。

表 6-4 BANK2 で使用する変数(1/2)

Type	Variable Name	Contents	Function Used
uint8_t	g_show_segdata[40][4]	LCD に表示される文字を格納する配列	r_lcd_show
uint8_t	g_digit_segdata[8][4]	LCD の表示桁数を格納する配列	r_lcd_show
uint8_t	g_touch_button_flag	タッチ機能を有効にするフラグ	qe_touch_main r_rtc_long_press_callback r_userswitch_callback
uint8_t	g_out_of_range_main_flag	1 のとき、温度データが範囲外 (12 以下 or 30 以上) かつ、メイン・システム・クロック動作していることを示すフラグ	qe_touch_main r_no_touch r_rtc_long_press_callback r_touch_both_buttons r_touch_normal_mode r_value_continuous r_value_out_of_range
uint8_t	s_lcd_value	LCD 表示値変数	r_touch_minus_value r_touch_plus_value r_value_continuous r_value_out_of_range r_value_show
uint8_t	s_100ms_count	100ms ごとに待機時間をカウントするフラグ	r_delay_100ms r_tau0_3_delay_callback
uint8_t	s_prev_button1_flag	タッチボタン 1 の以前の状態を格納するフラグ	r_no_touch r_touch_both_buttons r_touch_plus_value
uint8_t	s_prev_button2_flag	タッチボタン 2 の以前の状態を格納するフラグ	r_no_touch r_touch_both_buttons r_touch_minus_value
uint8_t	s_demo_change_flag	デモを切り替えるフラグ	r_change_demo r_rtc_long_press_callback
uint8_t	s_demo_change_count_flag	デモの変更を判定するためのカウンタを開始するためのフラグ	r_rtc_long_press_callback r_userswitch_callback r_userswitch_release
uint8_t	s_demo_change_count	ユーザスイッチの長押し間隔をカウントするフラグ	r_rtc_long_press_callback r_userswitch_callback
uint8_t	s_standby_count_flag	スタンバイ状態遷移までのカウントを開始するフラグ	r_rtc_long_press_callback r_userswitch_callback r_userswitch_release
uint8_t	s_standby_count	スタンバイ状態遷移までのカウントするフラグ	r_rtc_long_press_callback r_touch_both_buttons r_touch_minus_value r_touch_plus_value r_userswitch_callback

表 6-5 BANK2 で使用する変数(2/2)

Type	Variable Name	Contents	Function Used
uint8_t	s_continuous_touch_flag	長押しのタッチ間隔を判定するフラグ	r_no_touch r_tau0_5_continuous_callback r_touch_both_buttons r_touch_minus_value r_touch_plus_value
uint8_t	s_continuous_touch_count	長押し開始の回数を判定するフラグ	r_tau0_5_continuous_callback r_touch_minus_value r_touch_plus_value
uint8_t	s_userswitch_on_off_flag	プッシュスイッチの ON/OFF 状態を判定するフラグ	r_userswitch_callback r_userswitch_release

6.7 関数一覧

表 6-6 に BANK2 の temp.c で使用する関数を示します。

表 6-6 BANK2 の temp.c で使用する関数

関数名	概要
void r_bank2_temp_start(void)	BANK2 の開始処理
void r_change_demo(void)	デモ切り替え処理
void r_userswitch_release(void);	ユーザスイッチ検出処理
void r_userswitch_callback(void)	ユーザスイッチ押下時動作処理
void r_rtc_long_press_callback(void)	ユーザスイッチ長押し時動作処理
void r_tau0_3_delay_callback(void)	TAU0_3 割り込みのコールバック
void r_tau0_5_continuous_callback(void)	TAU0_5 割り込みのコールバック
void r_touch_plus_value(void)	タッチボタン 1 タッチ検出処理
void r_touch_minus_value(void)	タッチボタン 2 タッチ検出処理
void r_touch_both_buttons(void)	タッチボタン 1 と 2 の同時タッチ検出処理
void r_no_touch(void)	タッチ解除検出処理
static void r_lcd_show(uint8_t value, uint8_t digit)	LCD に値表示処理
static void r_value_show(void)	現在の設定温度表示処理
static void r_array_show(uint8_t * array, uint8_t num, uint8_t delay)	配列データを LCD に順次表示処理
static void r_clear_show(void)	LCD 表示クリア処理
static void r_delay_100ms(uint8_t num)	遅延発生処理
static void r_value_out_of_range(void)	温度表示の範囲外判定処理
static void r_value_continuous(void)	タッチボタン連続タッチ時の温度表示処理
static void r_bank_swap(void)	バンク・スワップ処理

6.8 関数仕様

BANK2 の temp.c で使用する関数仕様を示します。

r_bank2_temp_start

概要	BANK2 の開始処理
ヘッダ	temp.h
宣言	void r_bank2_temp_start(void)
説明	デモ開始時に LCD に「RL78/L23」、「BANK2 T」を表示する
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

r_change_demo

概要	デモ切り替え処理
ヘッダ	temp.h
宣言	void r_change_demo(void)
説明	ユーザスイッチの長押し検出により、切り替えを行う
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

r_userswitch_release

概要	ユーザスイッチ検出処理
ヘッダ	temp.h
宣言	void r_userswitch_release(void)
説明	ユーザスイッチを離した処理が正常に動作していない場合に、フラグを切り替える
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

r_userswitch_callback

概要	ユーザスイッチ押下時動作処理
ヘッダ	temp.h
宣言	void r_userswitch_callback(void)
説明	短押しの場合はタッチボタンを有効にする
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

r_rtc_long_press_callback

概要	ユーザスイッチ長押し時動作処理
ヘッダ	temp.h
宣言	void r_rtc_long_press_callback(void)
説明	長押しのカウントを行い、長押しの場合は「BANK1 C」に切り替えるフラグを立てる。またスタンバイモードに遷移する間隔を判定する
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

r_tau0_3_delay_callback

概要	TAU0_3 割り込みのコールバック
ヘッダ	temp.h
宣言	void r_tau0_3_delay_callback(void)
説明	タイマ (TAU0 チャンネル 3) によってディレイのカウント変数をインクリメントする
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

r_tau0_5_continuous_callback

概要	TAU0_5 割り込みのコールバック
ヘッダ	temp.h
宣言	void r_tau0_5_continuous_callback(void)
説明	タッチボタンの連続タッチを判定する
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

r_touch_plus_value

概要	タッチボタン 1 タッチ検出処理
ヘッダ	temp.h
宣言	void r_touch_plus_value(void)
説明	タッチボタン 1 をタッチ検出した際に、LCD 表示を+1 する
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

r_touch_minus_value

概要	タッチボタン 2 タッチ検出処理
ヘッダ	temp.h
宣言	void r_touch_minus_value(void)
説明	タッチボタン 2 をタッチ検出した際に、LCD 表示を-1 する
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

r_touch_both_buttons

概要	タッチボタン 1 と 2 の同時タッチ検出処理
ヘッダ	temp.h
宣言	void r_touch_both_buttons(void)
説明	タッチボタン 1,2 が同時にタッチ検出された際にタイマの停止や各種制御変数のリセットを行う
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

r_no_touch

概要	タッチ解除検出処理
ヘッダ	temp.h
宣言	void r_no_touch(void)
説明	タッチボタンがいずれもタッチ検出されていない場合、内部状態を初期化し、タイマなどの制御を停止する
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

r_lcd_show

概要	LCD に値表示処理
ヘッダ	なし
宣言	static void r_lcd_show(uint8_t value, uint8_t digit)
説明	LCD に表示する際に、グローバル変数に格納している value(数字・文字の番号)と digit(LCD の桁)を設定し、表示する
引数	uint8_t value 表示する数や文字 uint8_t digit 表示数する桁
リターン値	なし
備考	なし

r_value_show

概要	現在の設定温度表示処理
ヘッダ	なし
宣言	static void _r_value_show(void)
説明	グローバル変数に格納している値を LCD に表示する
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

r_bank_swap

概要	バンク・スワップ処理	
ヘッダ	なし	
宣言	static uint8_t r_bank_swap(void)	
説明	バンク・スワップ処理を行う	
引数	なし	
リターン値	Execution result status	
	SAMPLE_ENUM_RET_STS_OK	正常に完了
	SAMPLE_ENUM_RET_ERR_PARAMETER	パラメータエラー
	SAMPLE_ENUM_RET_ERR_MODE_MISMATCHED	モード不一致エラー
	SAMPLE_ENUM_RET_ERR_CONFIGURATION	設定エラー
	SAMPLE_ENUM_RET_ERR_CHECK_WRITE_DATA	データ書き込みエラー
	SAMPLE_ENUM_RET_ERR_CMD_ERASE	削除コマンドエラー
	SAMPLE_ENUM_RET_ERR_CMD_WRITE	書き込みコマンドエラー
	SAMPLE_ENUM_RET_ERR_CMD_BLANKCHECK	ブランクチェック コマンドエラー
	SAMPLE_ENUM_RET_ERR_CMD_SET_EXTRA_AREA	追加領域設定コマンド (ブートフラグ) エラー
備考	なし	

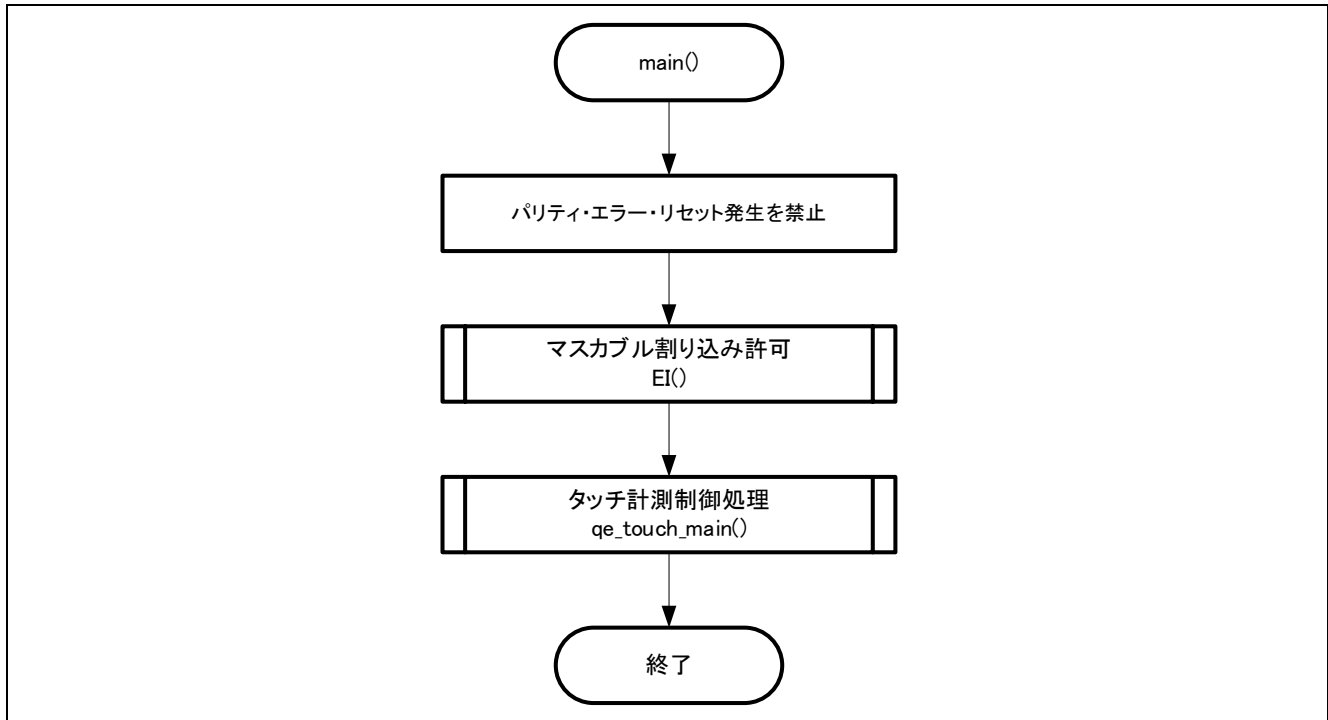
6.9 フローチャート

本サンプルコード（BANK 2）の流れを示す主要関数のフローチャートを記載します。

6.9.1 main 関数

図 6-17 に main 関数のフローチャートを示します

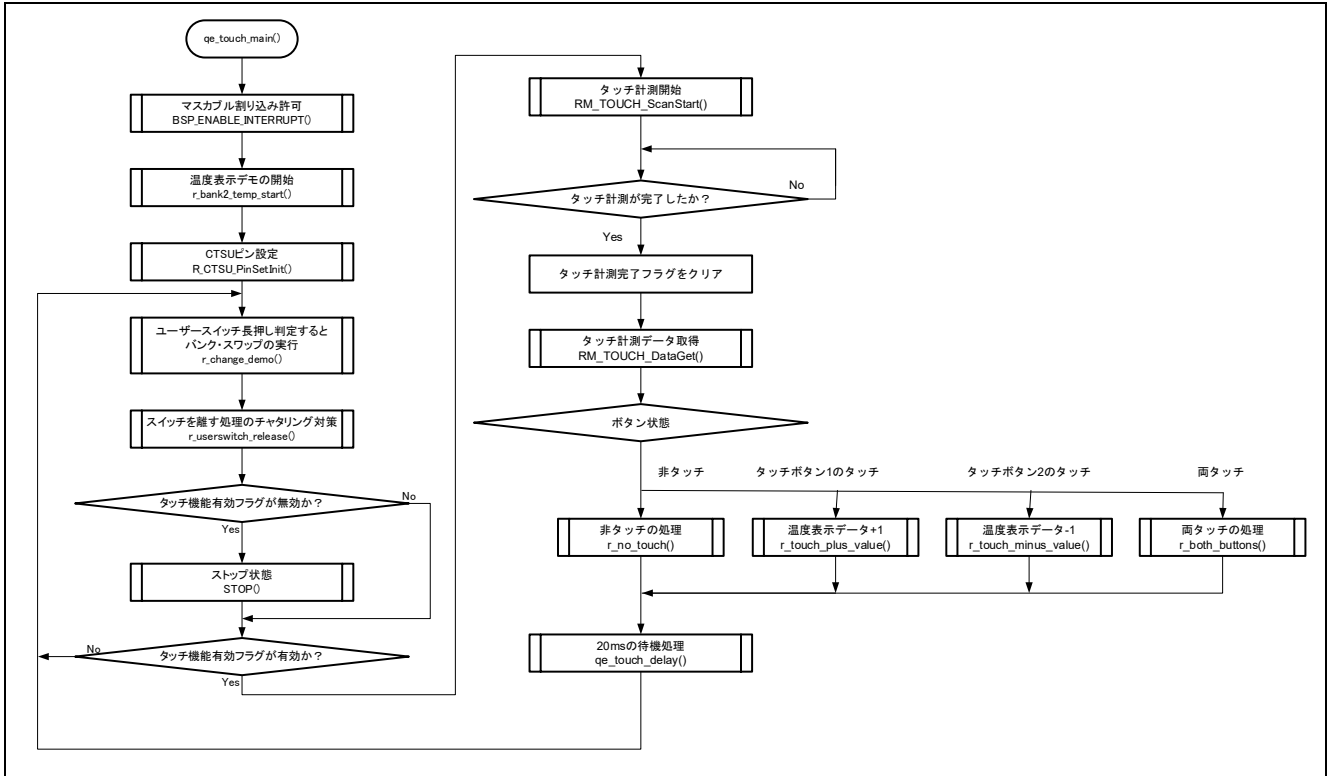
図 6-17 main 関数のフローチャート



6.9.2 qe_touch_main 関数

図 6-18 に qe_touch_main 関数のフローチャートを示します。

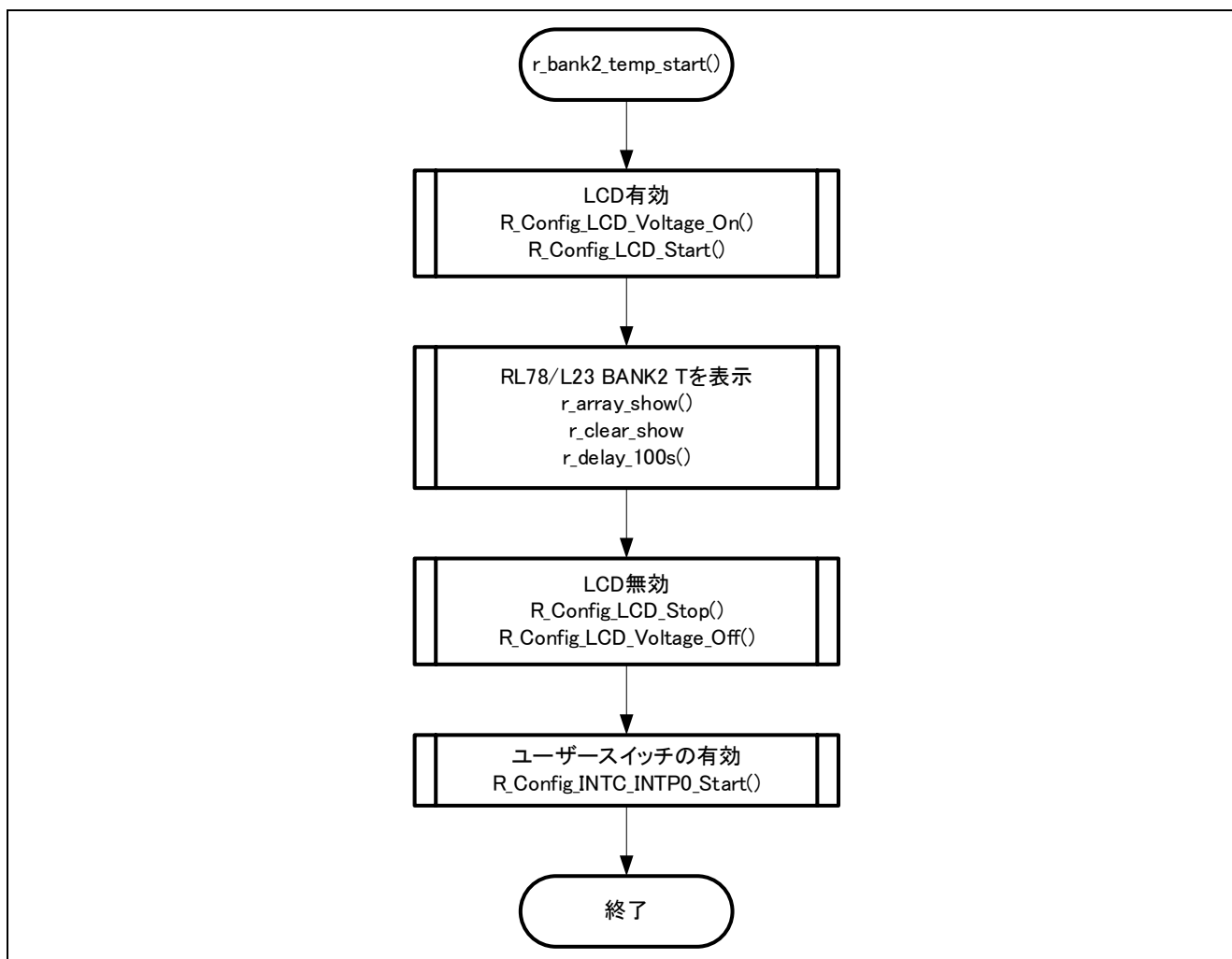
図 6-18 qe_touch_main 関数のフローチャート



6.9.3 r_bank2_temp_start 関数

図 6-19 に r_bank2_temp_start 関数のフローチャートを示します。

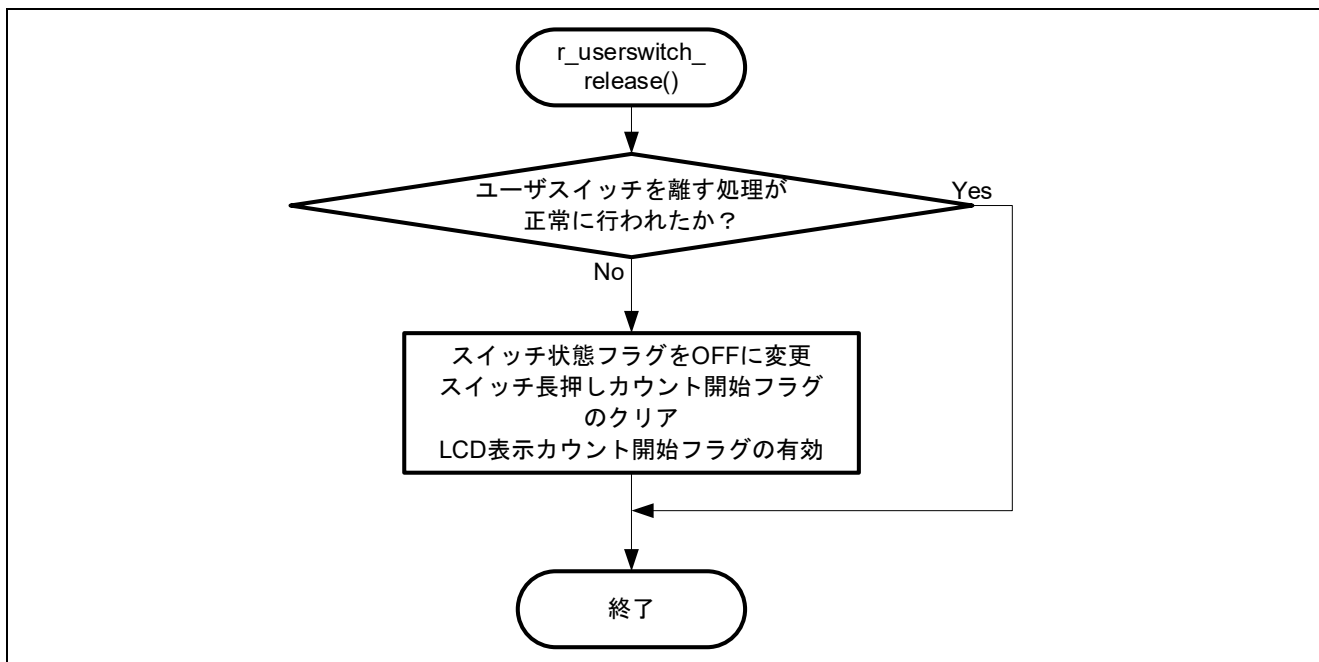
図 6-19 r_bank2_temp_start 関数のフローチャート



6.9.4 r_userswitch_release 関数

図 6-20 に r_userswitch_release 関数のフローチャートを示します。

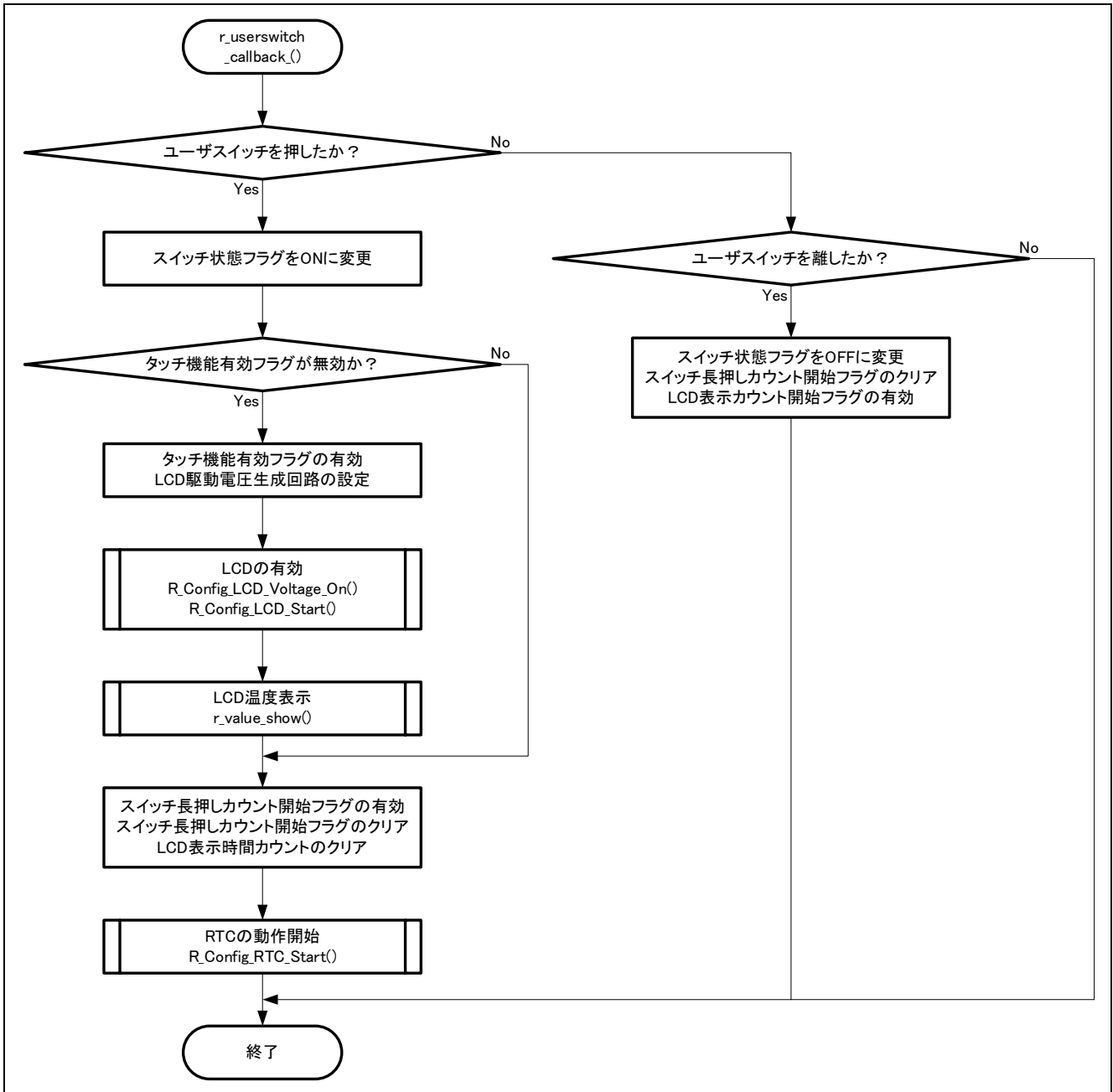
図 6-20 r_userswitch_release 関数のフローチャート



6.9.5 r_userswitch_callback 関数

図 6-21 に r_userswitch_callback 関数のフローチャートを示します。

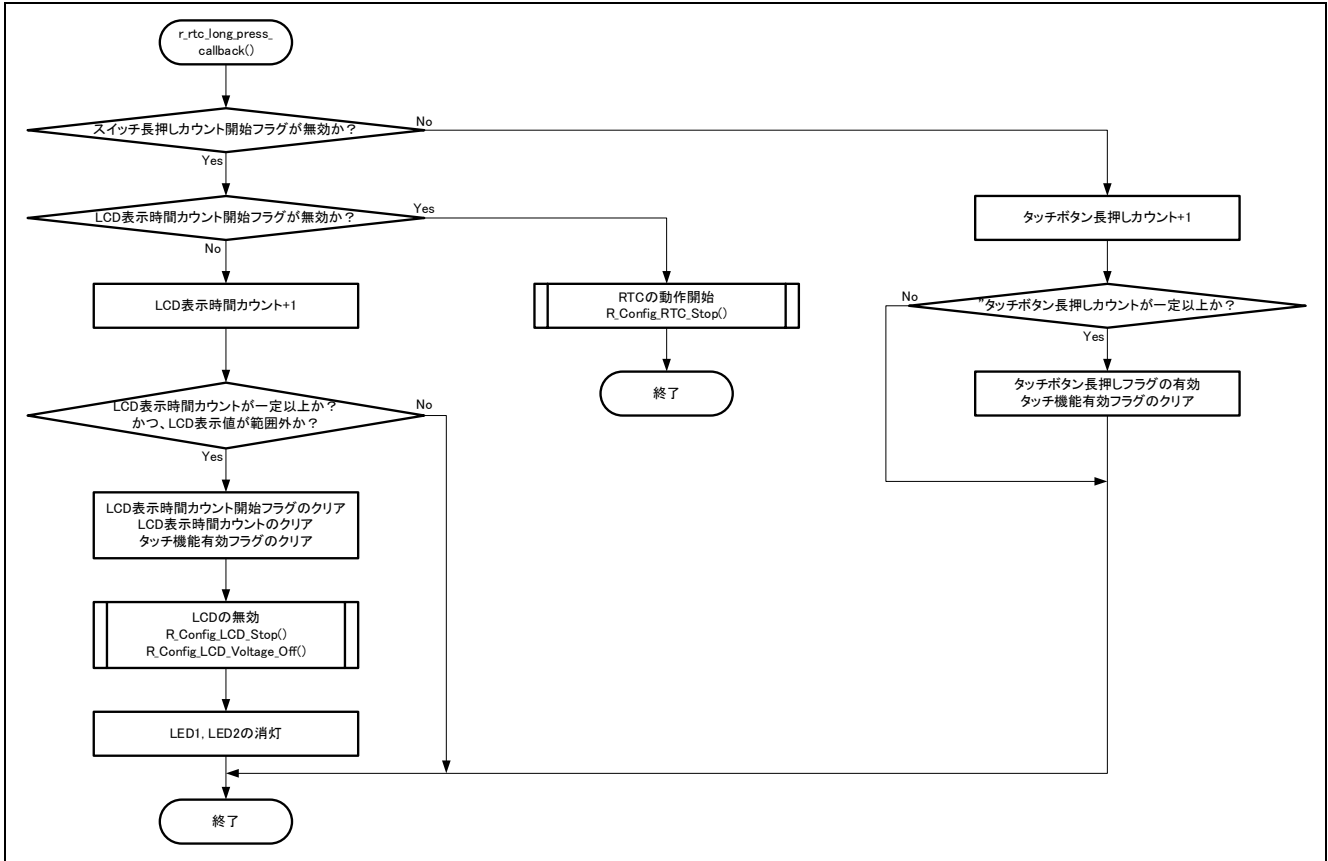
図 6-21 r_userswitch_callback 関数のフローチャート



6.9.6 r_rtc_long_press_callback 関数

図 6-22 に r_rtc_long_press_callback 関数のフローチャートを示します。

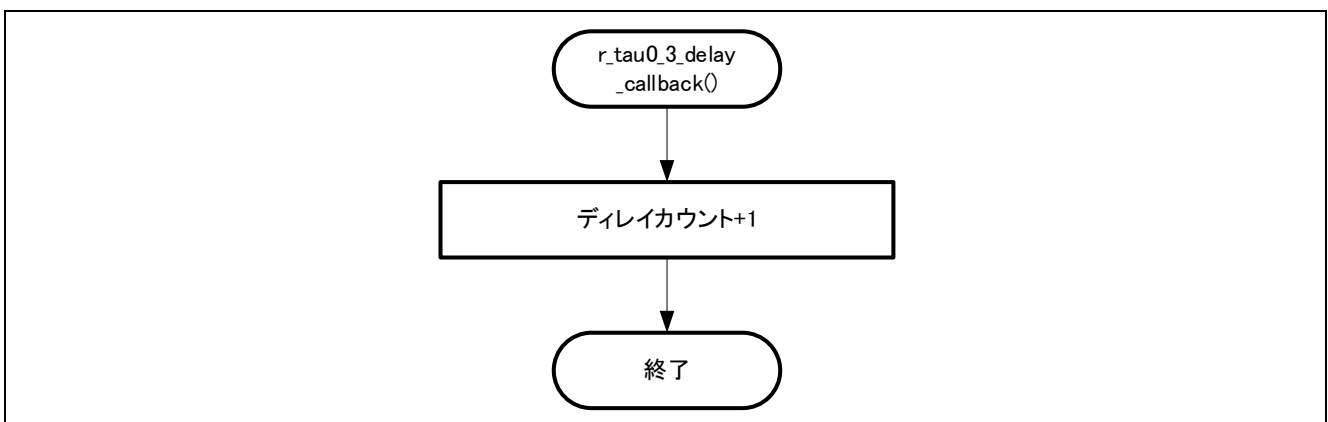
図 6-22 r_rtc_long_press_callback 関数のフローチャート



6.9.7 r_tau0_3_delay_callback 関数

図 6-23 に r_tau0_3_delay_callback 関数のフローチャートを示します。

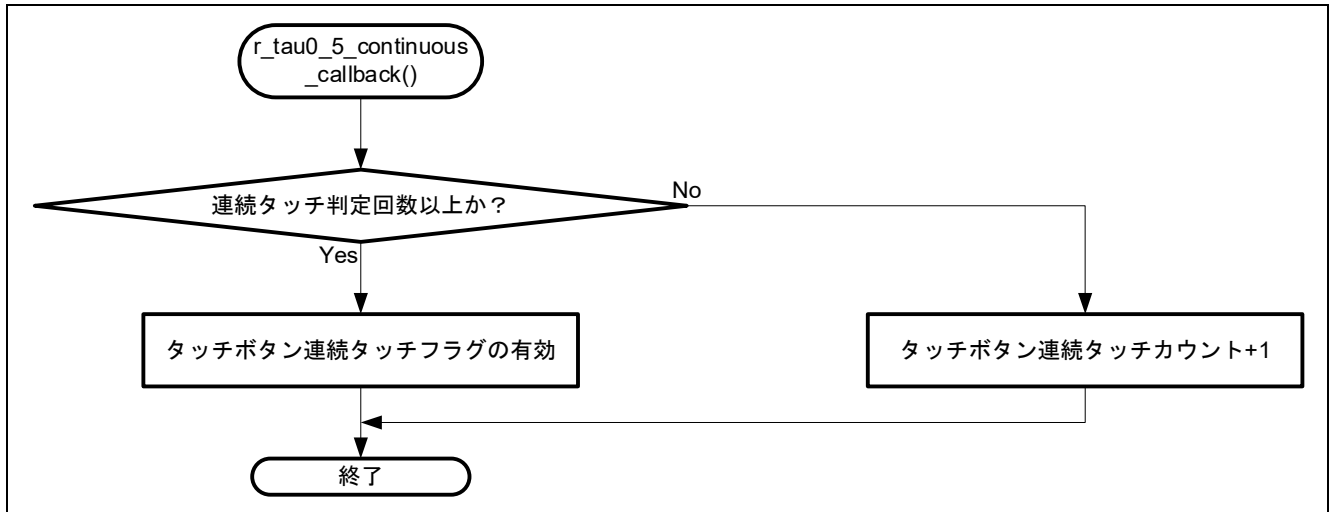
図 6-23 r_tau0_3_delay_callback 関数のフローチャート



6.9.8 r_tau0_5_continuous_callback 関数

図 6-24 に r_tau0_5_continuous_callback 関数のフローチャートを示します。

図 6-24 r_tau0_5_continuous_callback 関数のフローチャート



7. プロジェクトのインポート方法

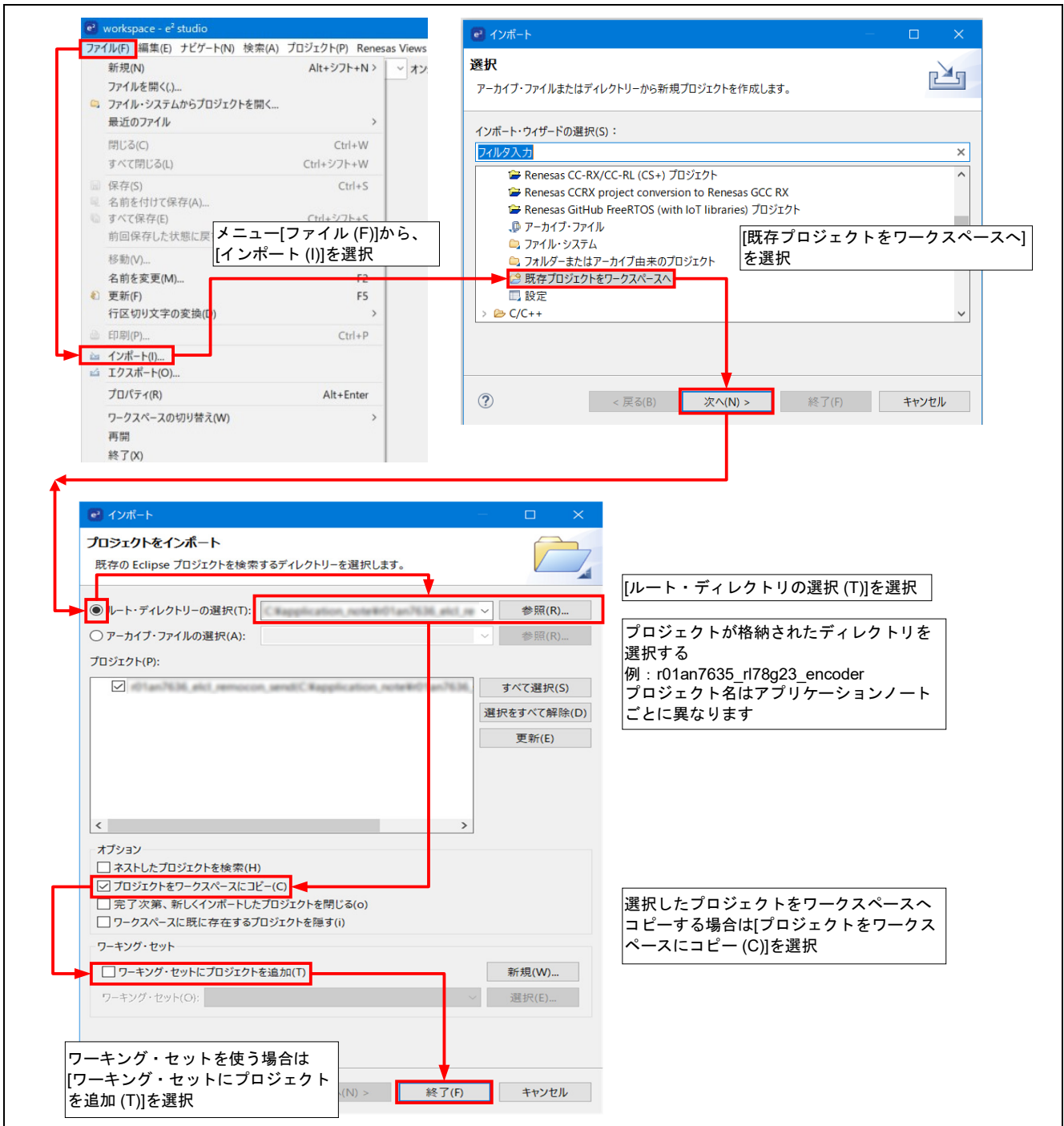
7.1 e² studio での手順

e² studio でご使用になる際は、以下の手順で e² studio にインポートしてください。

なお、e² studio で管理するプロジェクトのフォルダ名、およびそのフォルダに至るファイルパスには、空白文字の他、半角カナ文字、全角文字、半角記号 (特に '\$', '#', '%') が混じらないようにしてください。

(使用する e² 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。)

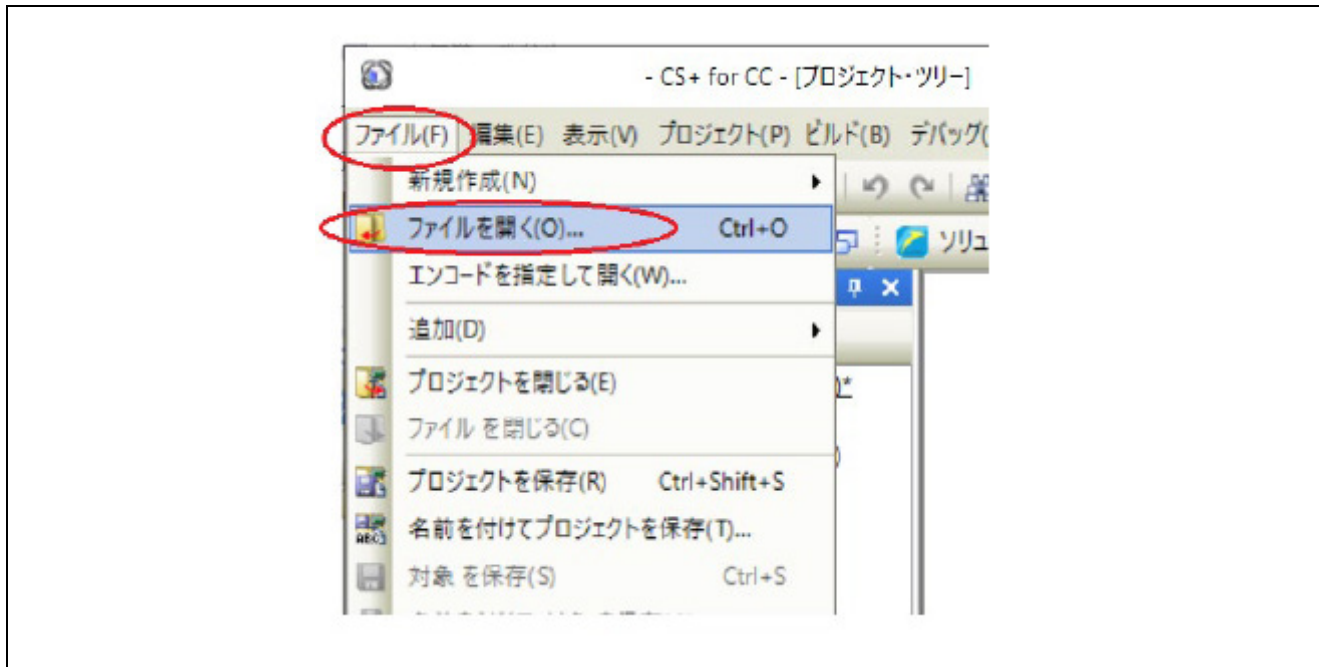
図 7-1 プロジェクトを e² studio にインポートする方法



7.2 CS+での手順

CS+でご使用になる際は、「ファイル」－「ファイルを開く」メニューを選択し、プロジェクトの mtpj ファイルを読み込みます。（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。）

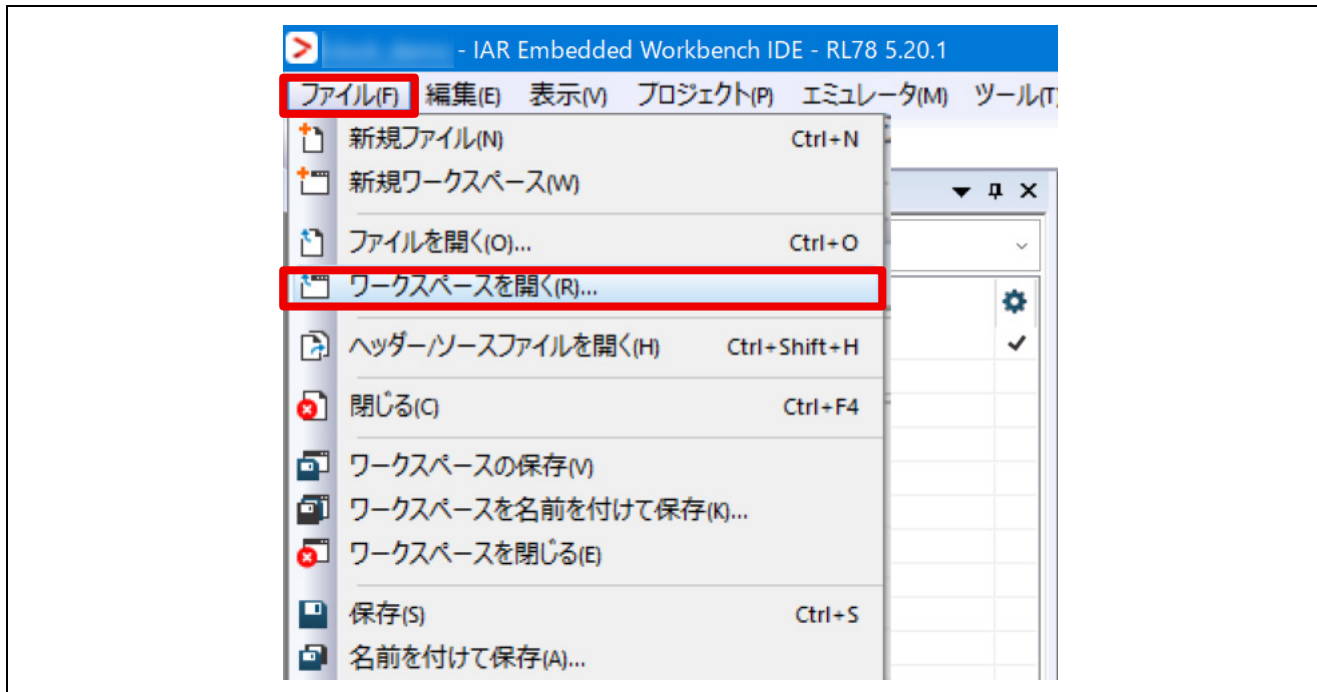
図 7-2 プロジェクトを CS+ にインポートする方法



7.3 IAR での手順

IAR でご使用になる際は、「ファイル」－「ワークスペースを開く」メニューを選択し、プロジェクトの ews ファイルを読み込みます。（使用する IAR のバージョンによっては画面が異なる場合があります。）

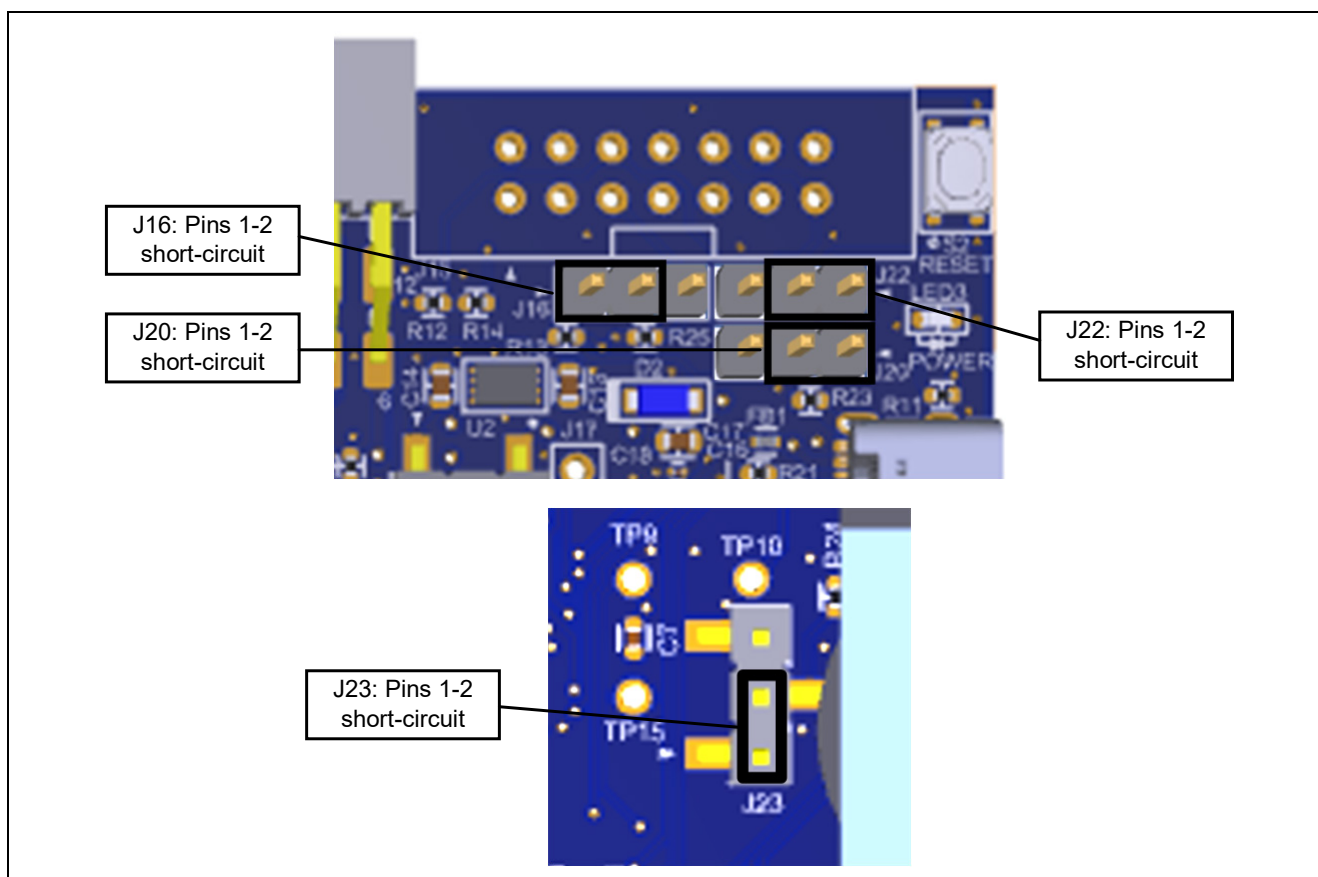
図 7-3 プロジェクトを IAR にインポートする方法



8. 書き込みの設定

本サンプルコードでは、RL78/L23 Fast Prototyping Board(RTK7RLL230S00001BJ)の USB-C ポートを使用し、COM Port 経由で書き込みを行います。COM Port でのデバッグを行う際は、RL78/L23 のジャンパ設定が図 8-1 のとおりになっていることをご確認ください。詳細については、「RL78/L23 Fast Prototyping Board ユーザーズマニュアル (R20UT5544)」の「5.15 USB-シリアル変換器」と「5.21 エミュレータ用コネクタ」をご参照ください。

図 8-1 COM Port デバッグ使用時設定



8.1 e² studio での HEX ファイル生成手順

本サンプルコードは、Renesas Flash Programmer で HEX ファイルを書き込むことで動作します。

図 8-2 は e² studio で本サンプルコードの HEX ファイルを生成する手順を示しています。

図 8-2 HEX ファイル生成手順(e² studio)

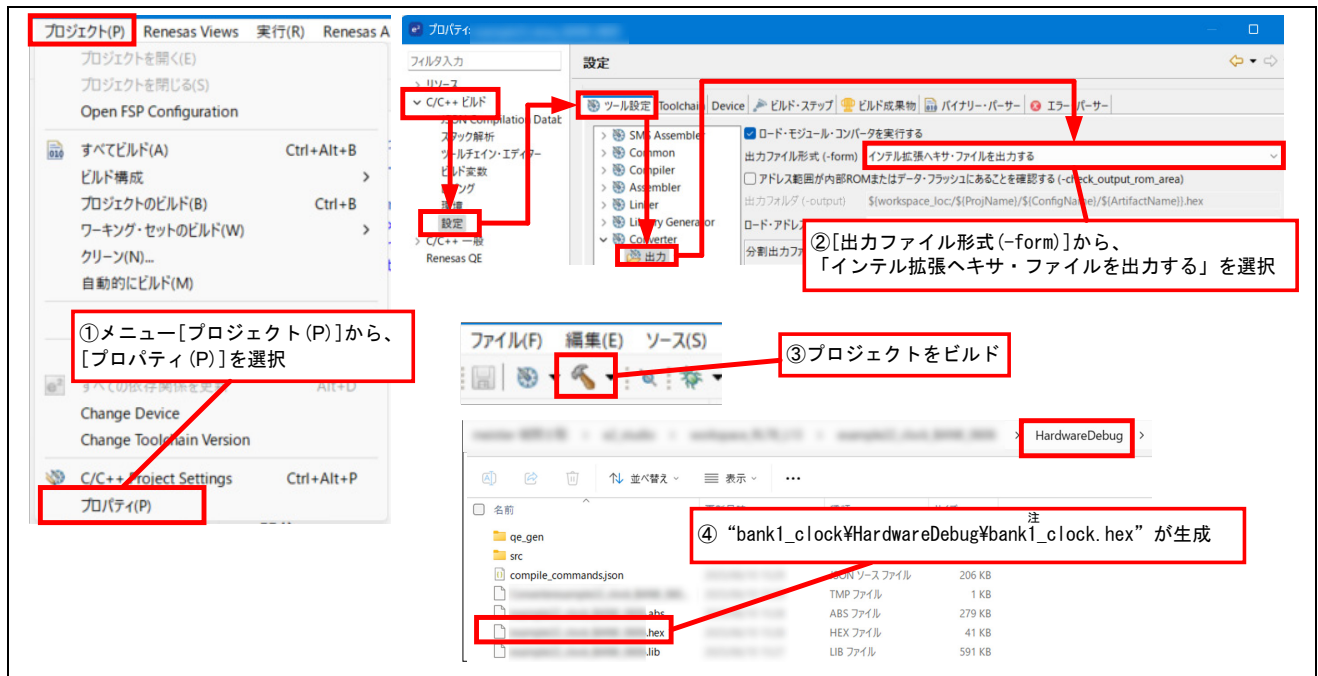


図 8-2 の注意事項を以下に示します。

【注】 プロジェクト名はアプリケーションノートごとに異なります。

8.2 CS+での HEX ファイル生成手順

本サンプルコードは、Renesas Flash Programmer で HEX ファイルを書き込むことで動作します。

図 8-3 は CS+で本サンプルコードの HEX ファイルを生成する手順を示しています。

図 8-3 HEX ファイル生成手順(CS+)

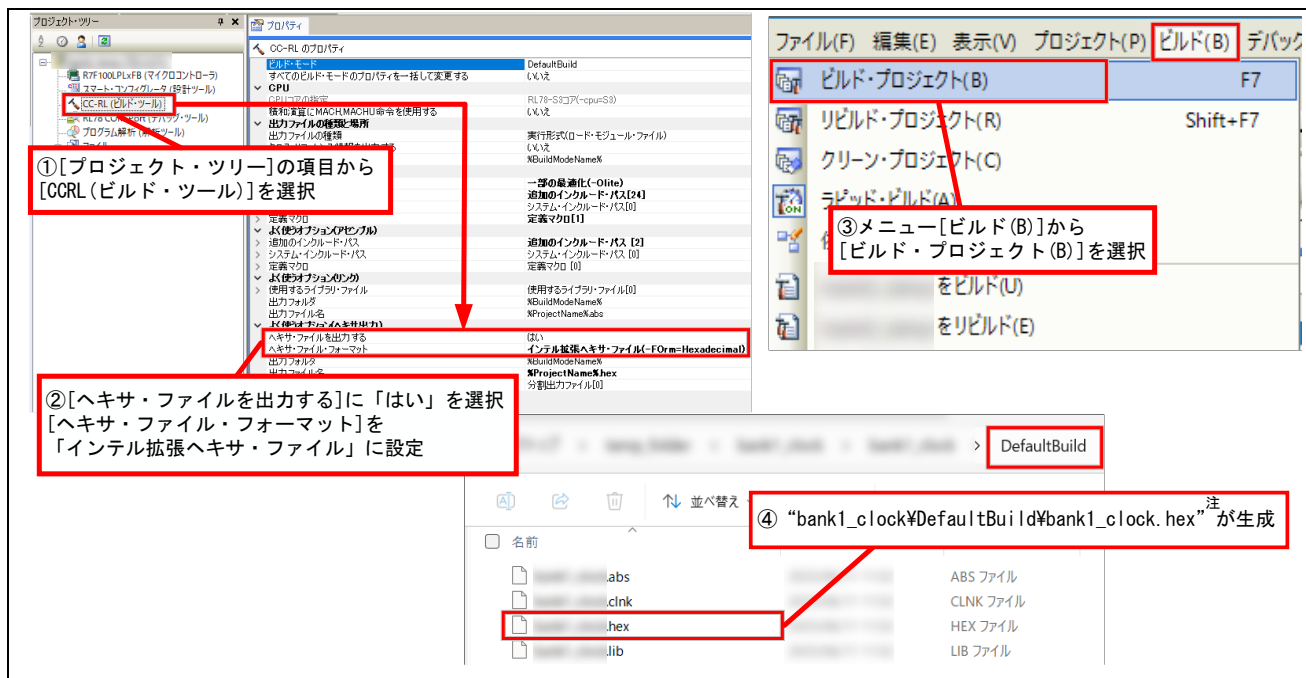


図 8-3 の注意事項を以下に示します。

【注】 プロジェクト名はアプリケーションノートごとに異なります。

8.3 IAR での HEX ファイル生成手順

本サンプルコードは、Renesas Flash Programmer で HEX ファイルを書き込むことで動作します。

図 8-4 は IAR で本サンプルコードの HEX ファイルを生成する手順を示しています。

図 8-4 HEX ファイル生成手順(IAR)

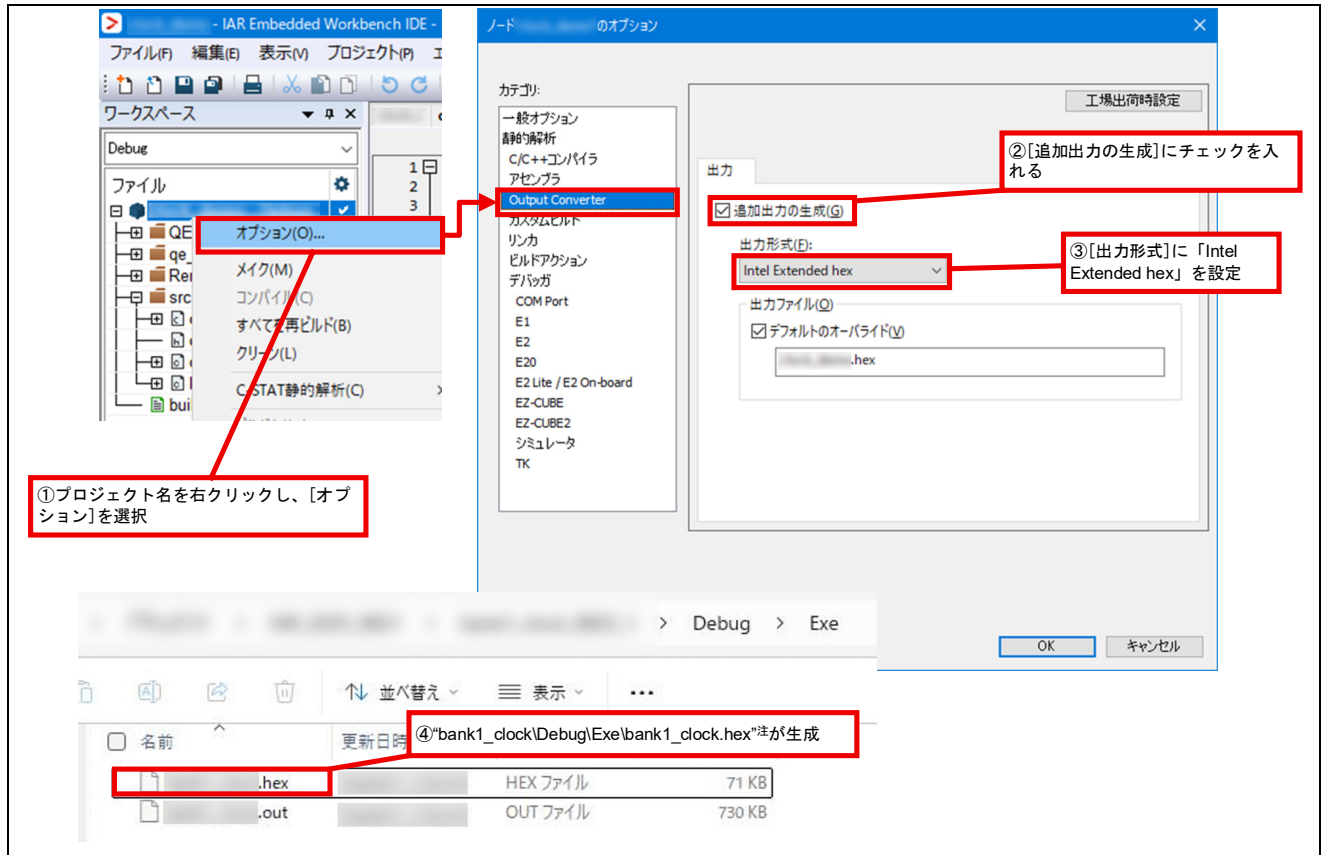


図 8-4 の注意事項を以下に示します。

【注】 プロジェクト名はアプリケーションノートごとに異なります。

8.4 Renesas Flash Programmer での書き込み方法

Renesas Flash Programmer をダウンロードし、パソコンと RL78/L23 ボードを USB-C ポートで接続した後、図 8-5 を参考にしてプログラムを書き込んでください。

図 8-5 Renesas Flash Programmer での書き込み方法

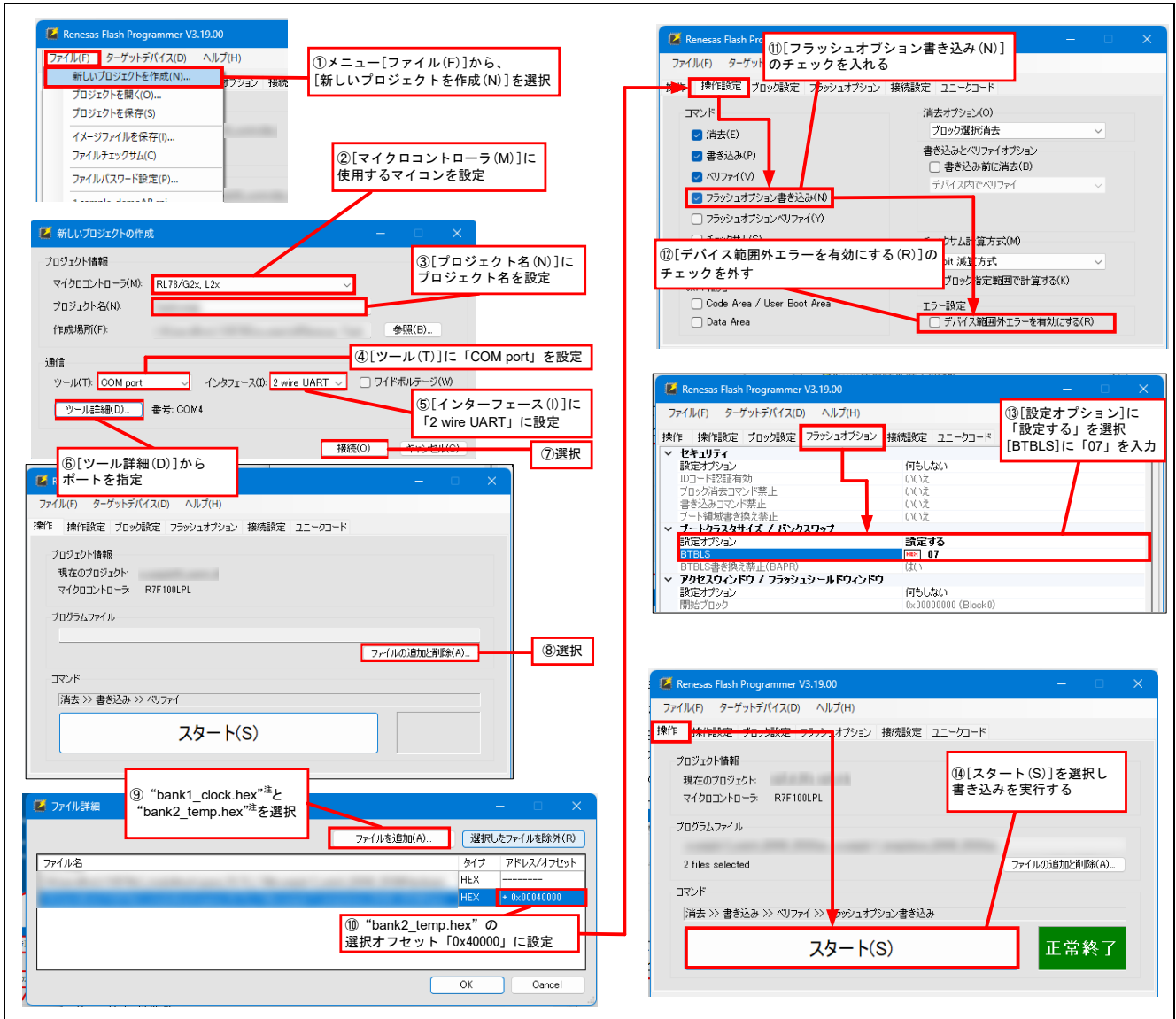


図 8-5 の注意事項を以下に示します。

【注】 プロジェクト名はアプリケーションノートごとに異なります。

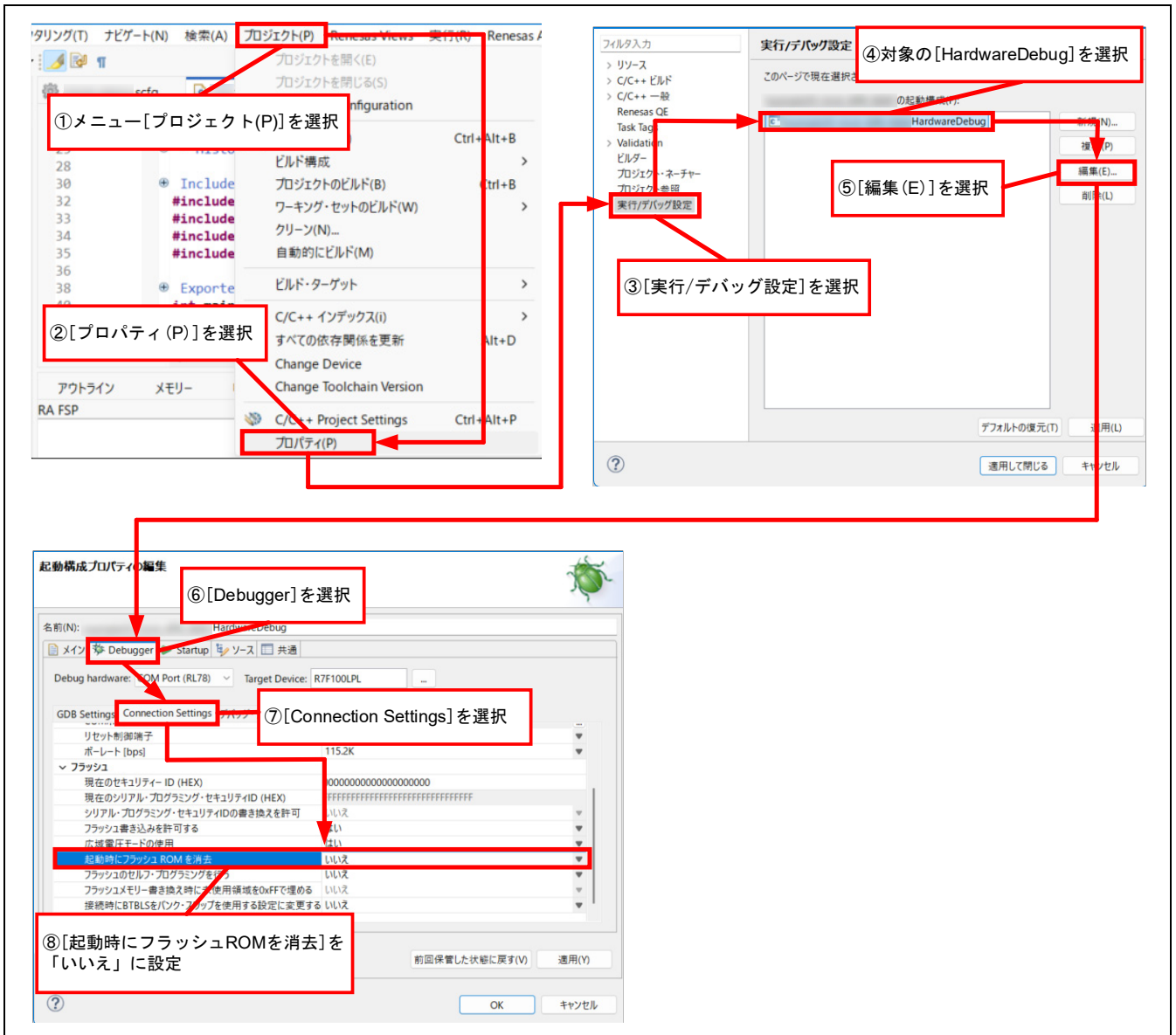
9. 注意事項

9.1 バンク・スワップ実行後にオンチップ・デバッガ接続する場合の注意事項

バンク・スワップを実行し、BANK1とBANK2が入れ替わった状態で書き換えバンク側のオプション・バイトとオンチップ・デバッグ・セキュリティIDが書かれていない状態では、オンチップ・デバッガを接続できなくなります。バンク・スワップ制御実行、デバッガ接続でのプログラムダウンロードで書き換えバンク側のオプション・バイトとオンチップ・デバッグ・セキュリティIDを消去しないように、各統合開発環境を設定しておく必要があります。

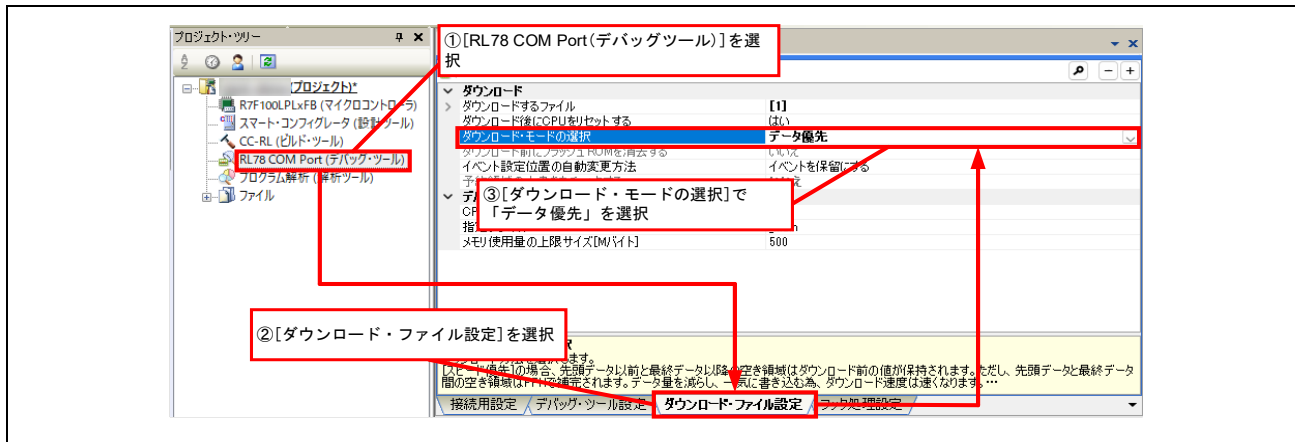
- e² studio(CC-RL)の設定例：プロジェクトの"プロパティ"から"実行/デバッグ設定"を選択し、対象の"HardwareDebug"設定を編集します。"Debugger"タブを選択後、"Connection Settings"タブを選択し、表示された"フラッシュ"項目の「起動時にフラッシュROMを消去」を「いいえ」に設定します。図 9-1 に e² studio(CC-RL)の設定例を示します。

図 9-1 e² studio(CC-RL)の設定例



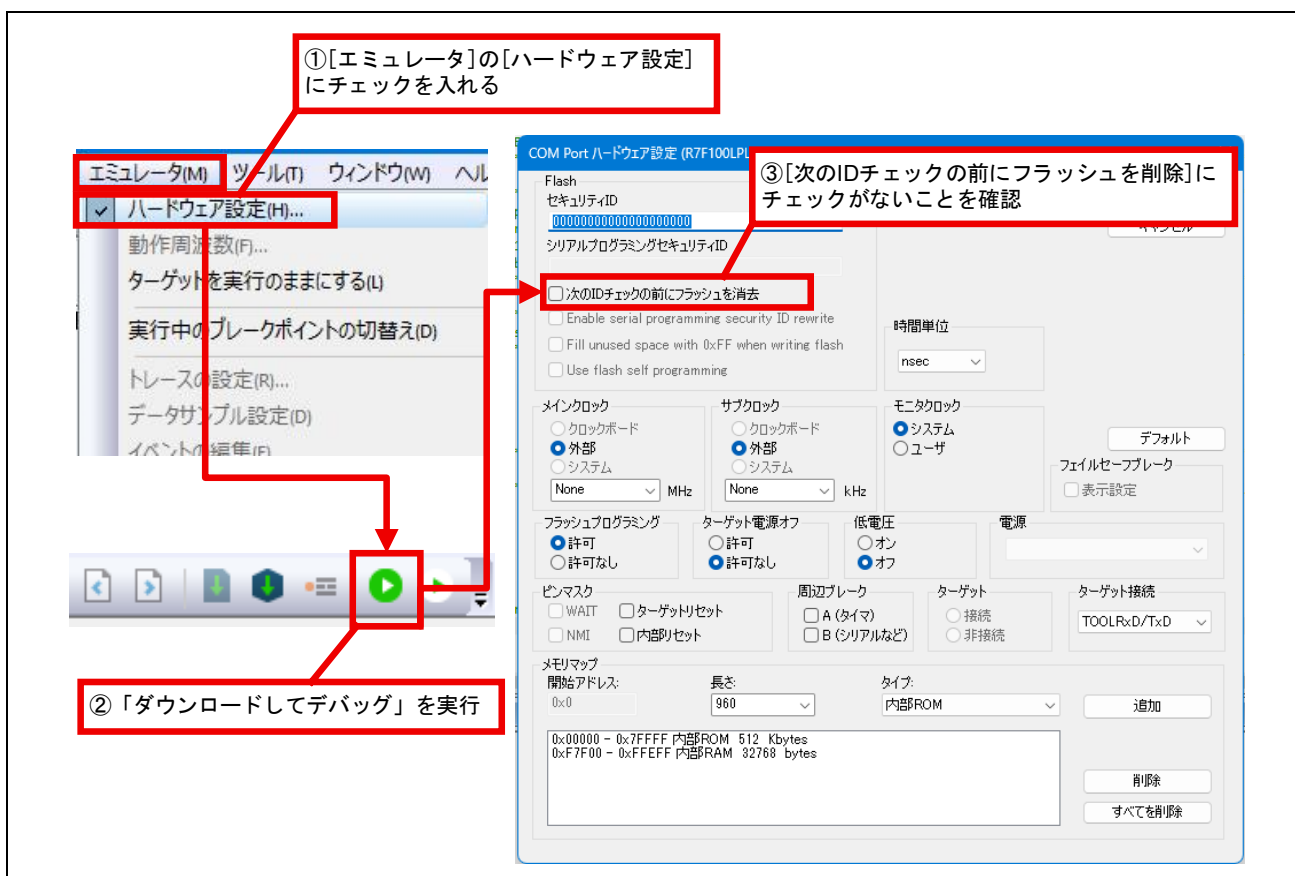
- CS+の設定例：プロジェクトの"RL78 COM Port(デバッグ・ツール)"から"ダウンロード・ファイル設定"タブを選択、"ダウンロード"の「ダウンロード・モードの選択」で「データ優先」を選択します。図 9-2 に CS+の設定例を示します。

図 9-2 CS+の設定例



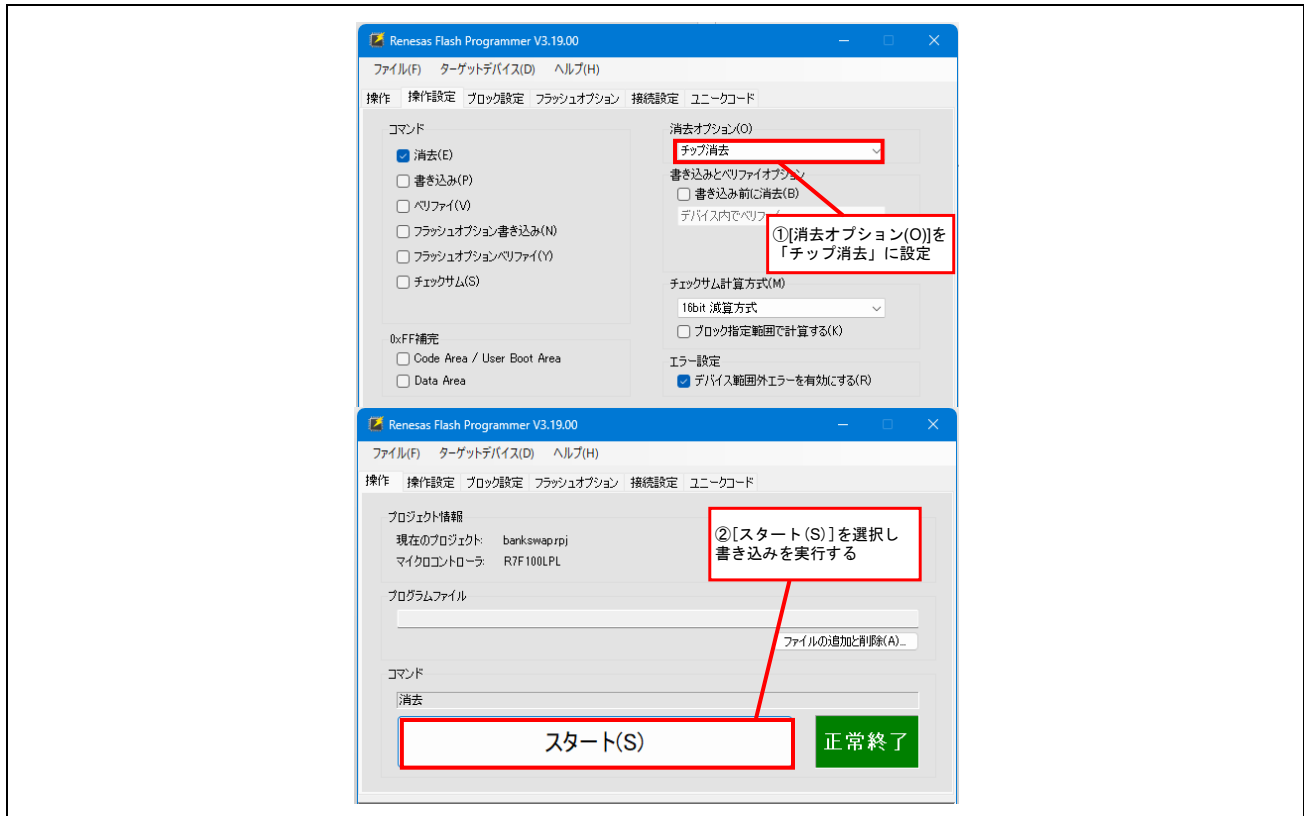
- IAR の設定例：「ハードウェア設定」画面で、「次の ID チェックの前にフラッシュを消去」のチェックを外します。図 9-3 に IAR の設定例を示します。

図 9-3 IAR の設定例



※もし、誤って書き換えバンク側のオプション・バイトとオンチップ・デバッグ・セキュリティ ID が消去され、デバッグの起動に問題が生じる場合は、専用フラッシュ・メモリ・プログラマ(本 APN では Renesas Flash Programmer を使用)で消去(消去オプションで"チップ消去"を選択)を実行、チップを初期状態に戻して、最初からやり直してください。図 9-4 にチップ消去の手順を示します。

図 9-4 専用フラッシュ・メモリ・プログラマ(Renesas Flash Programmer)でチップ消去



10. サンプルコード

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。

11. 参考ドキュメント

RL78/L23 ユーザーズマニュアル ハードウェア編 (R01UH1082)

RL78 ファミリ ユーザーズマニュアル ソフトウェア編 (R01US0015)

RL78/L23 Fast Prototyping Board ユーザーズマニュアル (R20UT5544)

静電容量センサマイコン静電容量タッチ導入ガイド (R30AN0424)

Renesas Flash Driver RL78 Type11 ユーザーズマニュアル (R20UT5539)

RL78 スマート・コンフィグレータ ユーザーガイド : e² studio 編 (R20AN0579)

RL78 スマート・コンフィグレータ ユーザーガイド : CS+ 編 (R20AN0580)

RL78 スマート・コンフィグレータ ユーザーガイド : IAR 編 (R20AN0581)

RL78/L23 LCD 表示 (時計デモ) (R01AN7852)

RL78/L23 LCD 表示 (温度表示デモ) (R01AN7853)

(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

(最新の情報をルネサス 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	2025.08.18	-	初版発行
1.10	2025.10.24	5	表 1-2 32 ビットインターバル・タイマを削除 静電容量センサユニットから SMS に関連する説明を削除
		8-9	2 動作確認条件 IAR 環境の記載を追加
		23	4.3 静電容量センサユニット SMS に関する記述を削除
		29-30	表 5-1, 表 5-2 表 5-1 を分割し、表 5-2 を作成 IAR 版のファイル構成に関する注意書きを追加
		56	図 5-21 フローチャートを修正
		63	6.1 動作概要 SMS に関する記述を削除
		64	図 6-1 状態遷移図を変更
		65-66	表 6-1, 表 6-2 表 6-1 を分割し、表 6-2 を作成 IAR 版のファイル構成に関する注意書きを追加
		69	6.3 スマート・コンフィグレータの設定内容 32 ビットインターバル・タイマに関する設定手順を削除
		74	図 6-12 設定内容を変更
		76	6.4 静電容量タッチ設定 外部トリガ設定に関する手順を削除
		77	図 6-15 図中のチェックボックスを解除
		77	図 6-16 再チューニングした値に修正
		79	表 6-4 変数名を変更
		88	図 6-18 フローチャートを修正
		87	6.9 フローチャート SMS に関連するフローチャートを削除
		96	7.3 IAR での手順 記載の追加
100	8.3 IAR での HEX ファイル生成手順 記載の追加		
102	9.1 バンク・スワップ実行後にオンチップ・デバッガ接続する場合の注意事項 IAR に関する記載を追加		
105	11 参考ドキュメント SMS 使用に関する APN の削除		
1.11	2026.2.2	105	11 参考ドキュメント Smart Configurator のユーザガイドを追加

製品ご使用上の注意事項

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

1. 静電気対策

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

2. 電源投入時の処置

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

3. 電源オフ時における入力信号

当該製品の電源がオフ状態のときに、入力信号や入出力プルアップ電源を入れしないでください。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。