

## RL78/L23

### LCD 表示（温度表示デモ）

#### 要旨

本アプリケーションノートでは、RL78/L23 の LCD コントローラ／ドライバで LCD パネルとの制御およびサンプルコードの動作を説明します。

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、温度表示の使用例を示します。ユーザスイッチの押下とタッチボタンのタッチ検出により温度データの調整を行い、調整後の温度データを表示します。

#### 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	6
3. 周辺機能説明	7
3.1 RL78/L23 LCD コントローラ／ドライバ機能の基本的な特徴	7
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	8
3.3 駆動電圧生成回路について	10
3.3.1 外部抵抗分割方式	11
3.3.2 内部昇圧方式	13
3.3.3 容量分割方式	14
4. ハードウェア説明	15
4.1 ハードウェア構成例	15
4.2 LCD モジュール	16
4.3 静電容量センサユニット	20
4.4 使用端子一覧	21
5. ソフトウェア説明	23
5.1 動作概要	23
5.2 ファイル構成	25
5.3 スマート・コンフィグレータの設定内容	27
5.4 静電容量タッチ設定	36
5.4.1 タッチインタフェース構成	36
5.4.2 構成（メソッド）の設定	36
5.4.3 チューニング結果	37
5.5 定数一覧	37
5.6 変数一覧	38
5.7 関数一覧	40
5.8 関数仕様	41
5.9 フローチャート	45
5.9.1 main 関数	45
5.9.2 qe_touch_main 関数	46
5.9.3 r_temp_demo_start 関数	47
5.9.4 r_userswitch_release 関数	48
5.9.5 r_userswitch_callback 関数	49
5.9.6 r_rtc_standby_callback 関数	50
5.9.7 r_tau0_3_delay_callback 関数	51
5.9.8 r_tau0_5_continuous_callback 関数	51
6. プロジェクトのインポート方法	52
6.1 e <sup>2</sup> studio での手順	52
6.2 CS+での手順	53
6.3 IAR での手順	54

---

7. デバッグの設定 .....	55
7.1 e <sup>2</sup> studio での COM Port 設定 .....	56
7.2 CS+での COM Port 設定 .....	57
7.3 IAR での COM Port 設定 .....	58
8. サンプルコード .....	59
9. 参考ドキュメント .....	59
改訂記録 .....	60

## 1. 仕様

RL78/L23 の LCD コントローラ／ドライバを使用し、温度データの表示を行います。ユーザスイッチの操作により LCD 表示データ・メモリに格納した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。

表 1-1 に使用する周辺機能と用途を、図 1-1 に動作概要を示します。

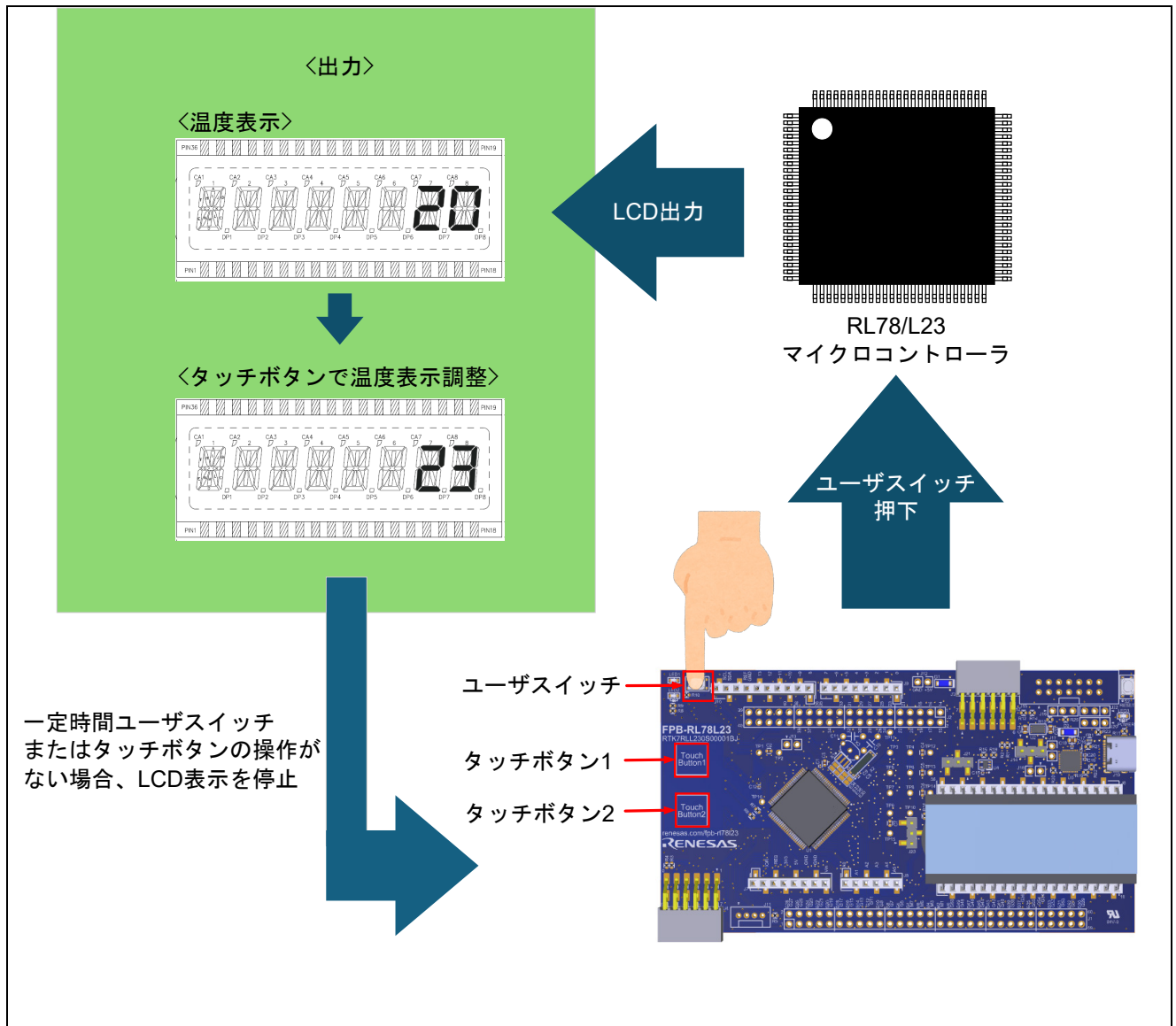
表 1-1 使用する周辺機能と用途

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）	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 チャンネル 3（以下、TAU0_3）	待機時間の計測を行うタイマ
タイマ・アレイ・ユニット 0 チャンネル 5（以下、TAU0_5）	タッチボタンの連続タッチ（長押し）の判定を行うタイマ
静電容量センサユニット （CTS02La）	タッチ電極に発生する静電容量を計測
外部割り込み INTPO	ユーザスイッチの入力を検出し、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



スイッチ	状態
ユーザスイッチ	温度表示・変更状態
タッチボタン1	温度 +1
タッチボタン2	温度 -1

【注】 温度は 12°C~30°C まで表示可能です。

## 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。

表 2-1 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"> <li>・高速オンチップ・オシレータ・クロック(<math>f_{HOCO}</math>) : 32MHz</li> <li>・CPU/周辺ハードウェア・クロック(<math>f_{CLK}</math>) : 32MHz</li> <li>・低速オンチップ・オシレータ・クロック(<math>f_{IL}</math>) : 32.768kHz</li> </ul>
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 <sup>2</sup> studio)	ルネサス エレクトロニクス製 e <sup>2</sup> studio Version 2025-07
C コンパイラ(e <sup>2</sup> 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
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)

### 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	416 (52 セグメント × 8 コモン)		
			1/4	8	416 (52 セグメント × 8 コモン)		
			内部昇圧	VL1 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)					
	VL2 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	VDD 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)				
		VL4 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)						

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 <sub>L1</sub> 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 <sub>L2</sub> 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 <sub>DD</sub> 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 <sub>L4</sub> 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>
			電源電圧の効果に合わせて、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)

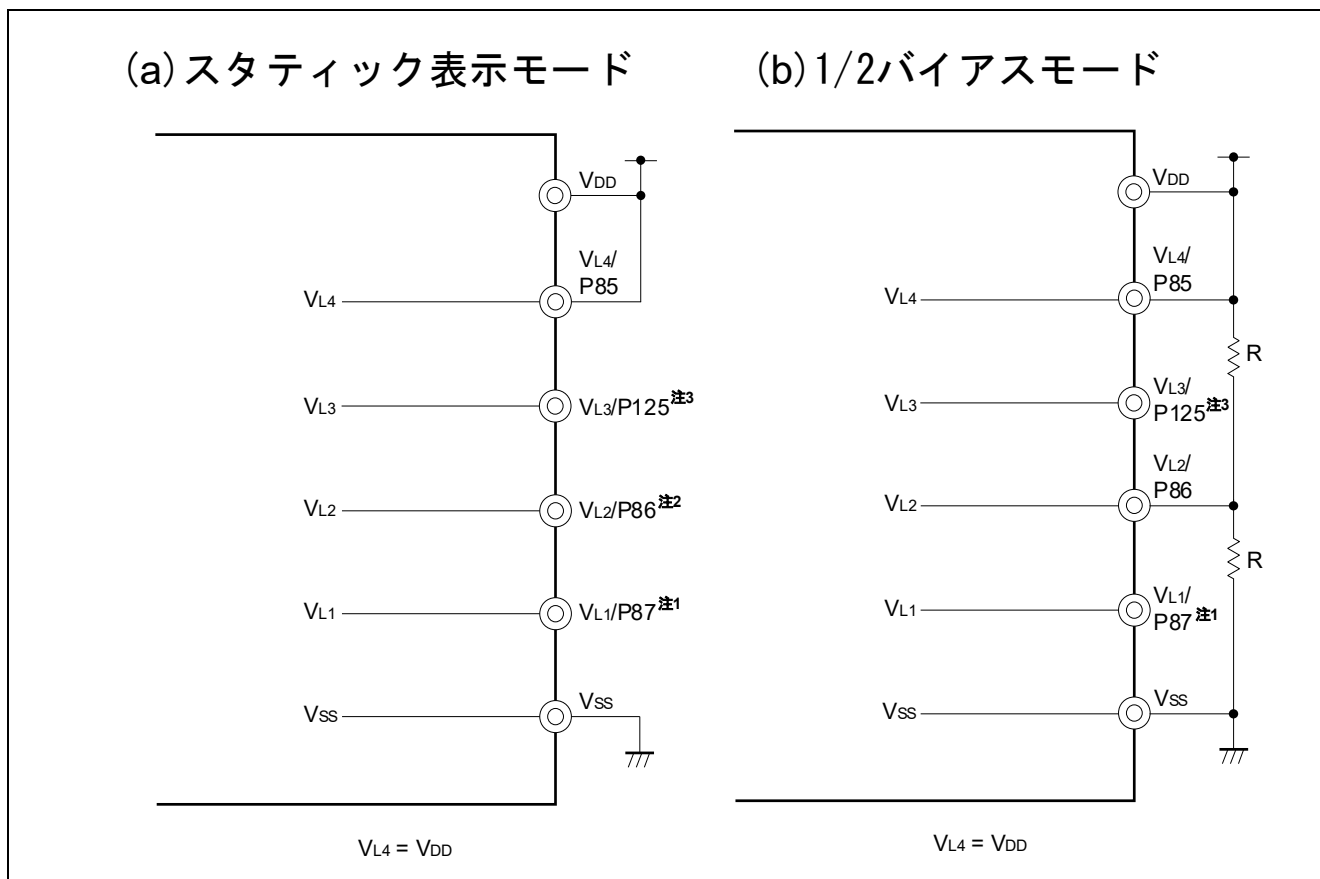
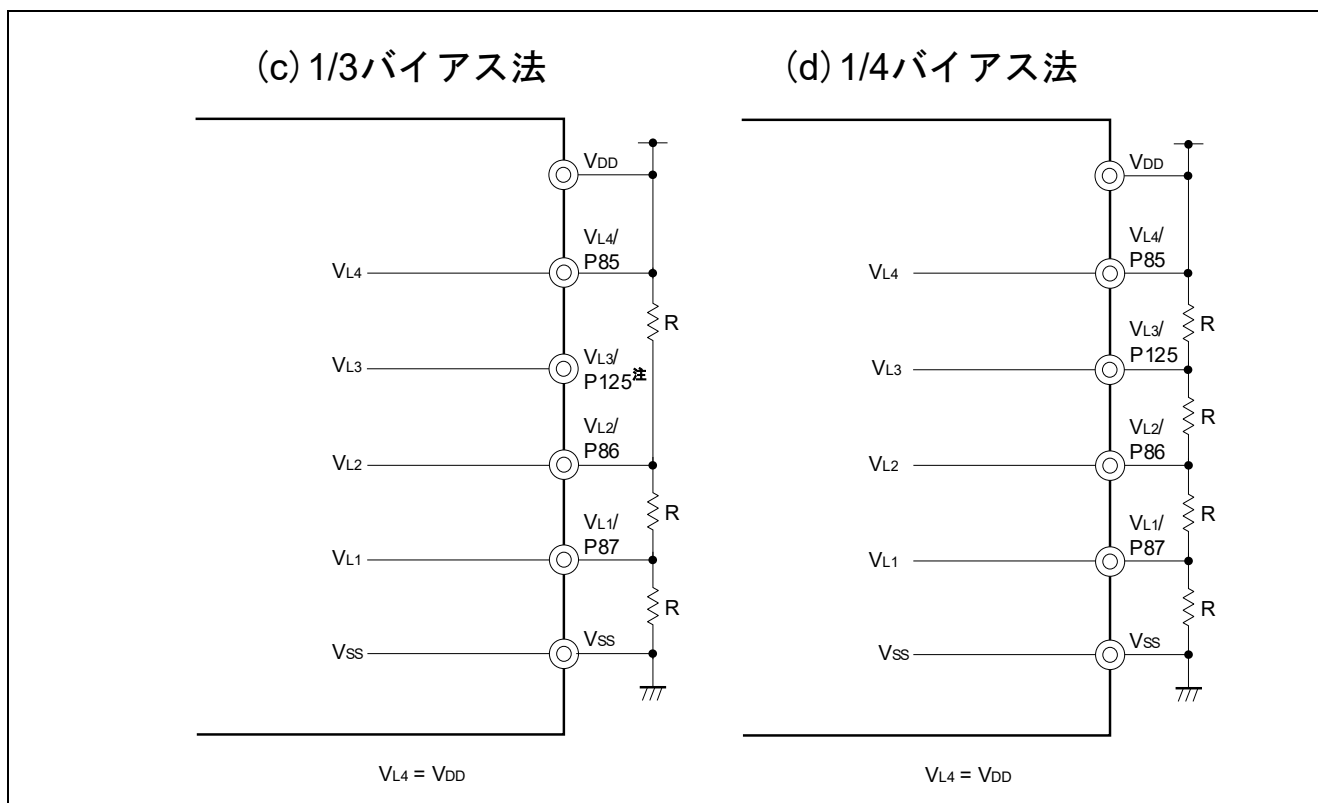


図 3-1 (a) と (b) の注意事項を以下に示します。

- 【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

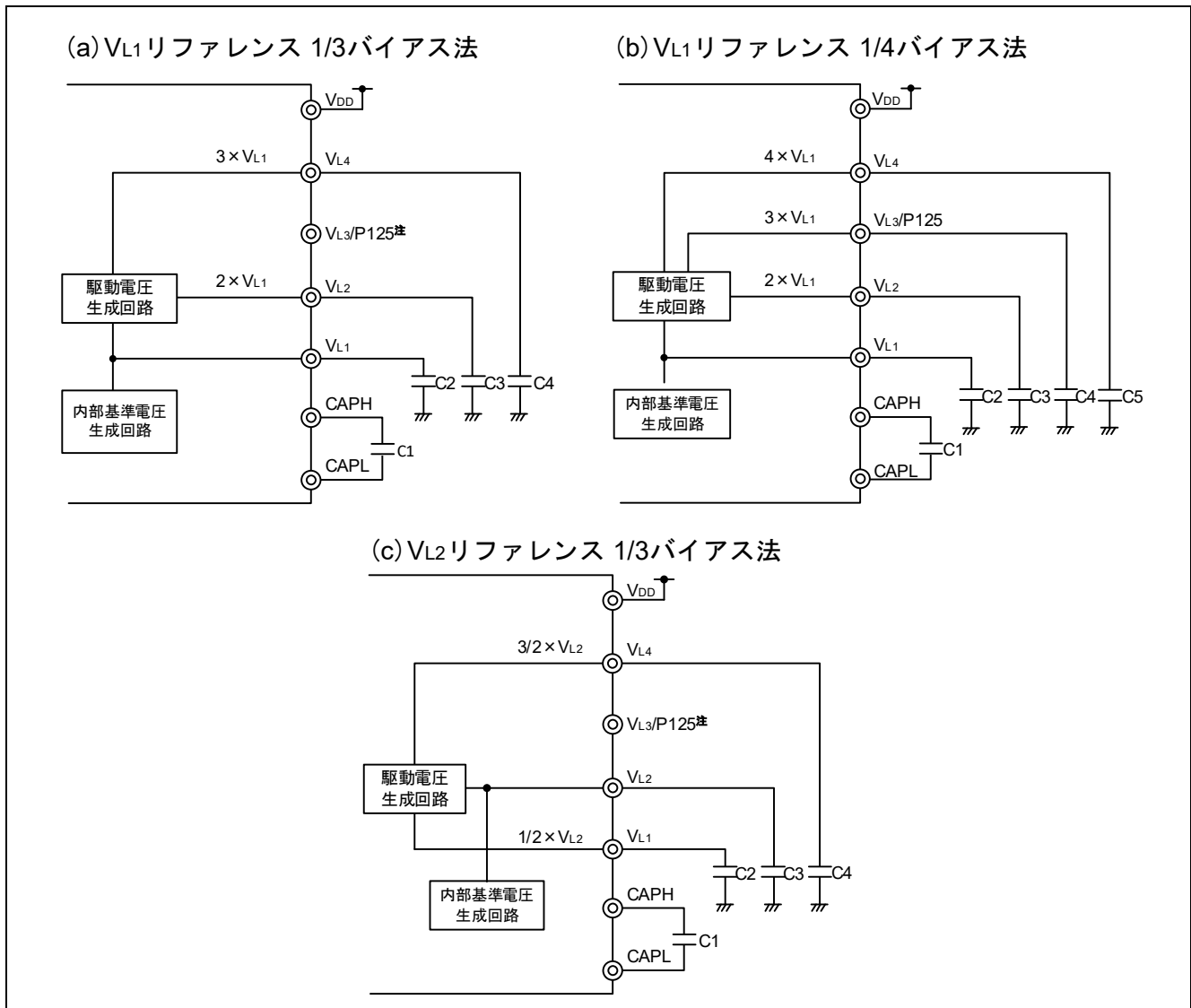
電池セットに適しています。

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。

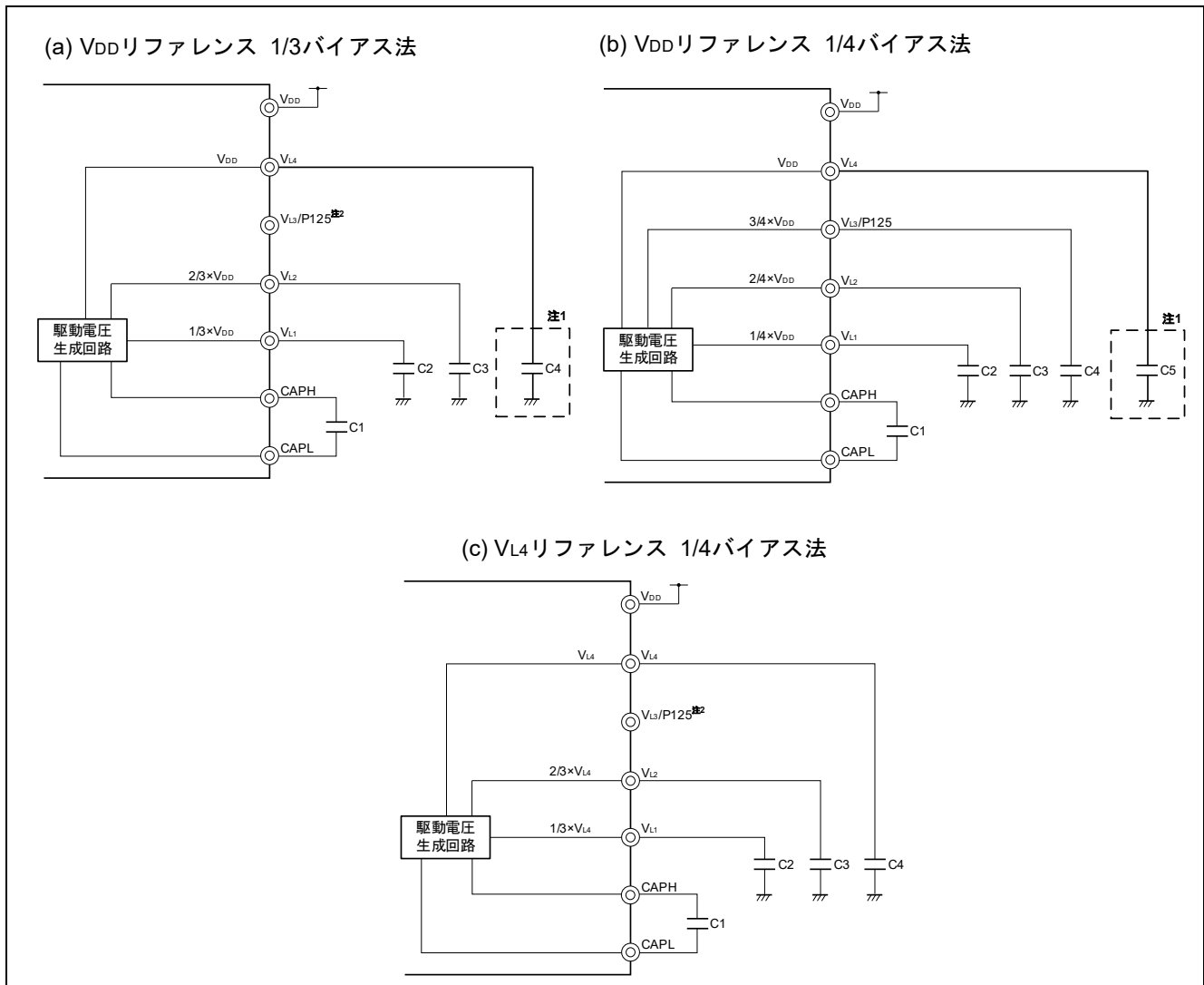
動作電流が最も小さい方式です。電池電圧低下時には、LCD の表示は薄くなります。

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。

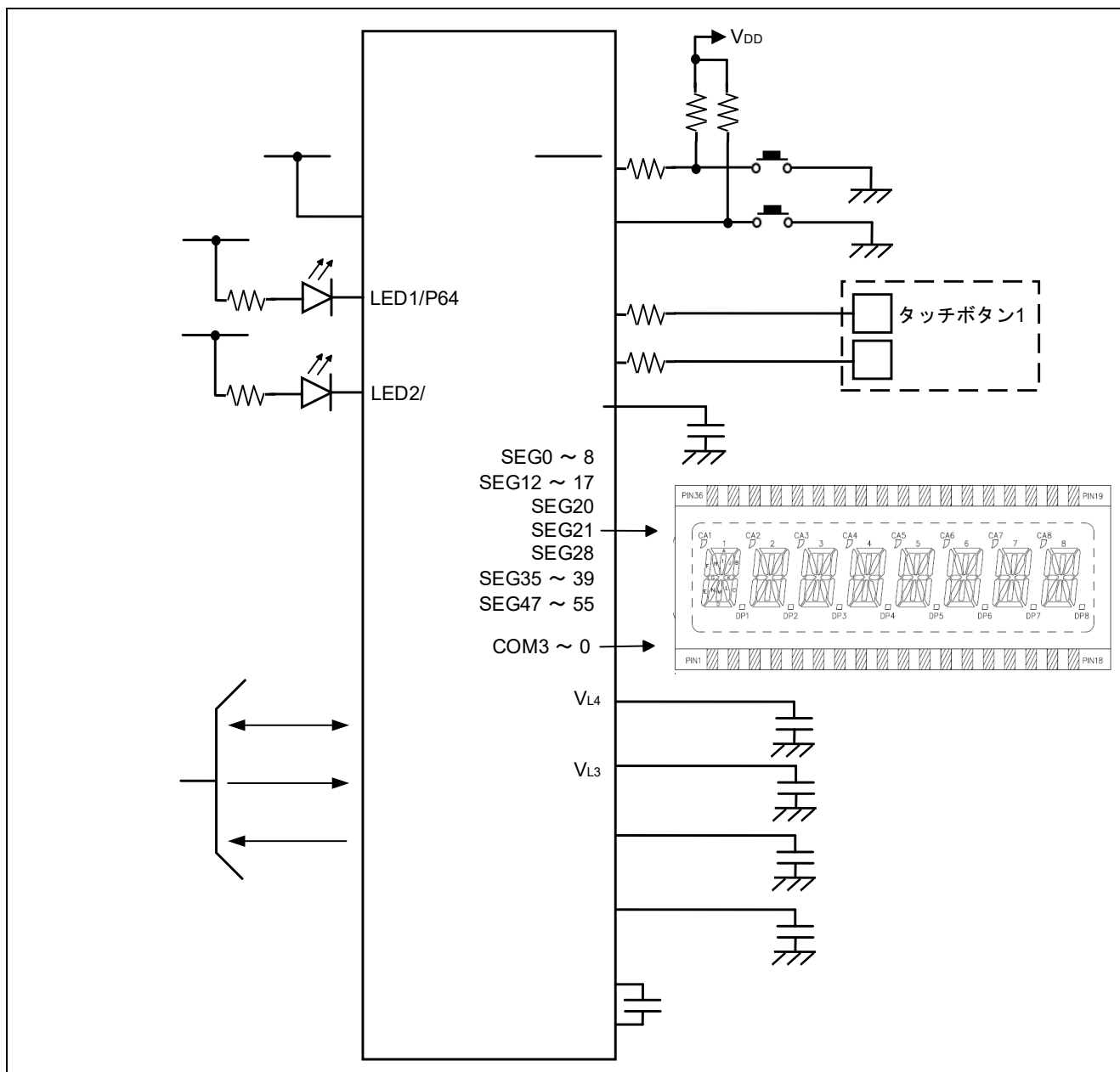
【備考】 なるべくリークの少ないコンデンサをご使用ください。なお、C1は無極性コンデンサにしてください。

## 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



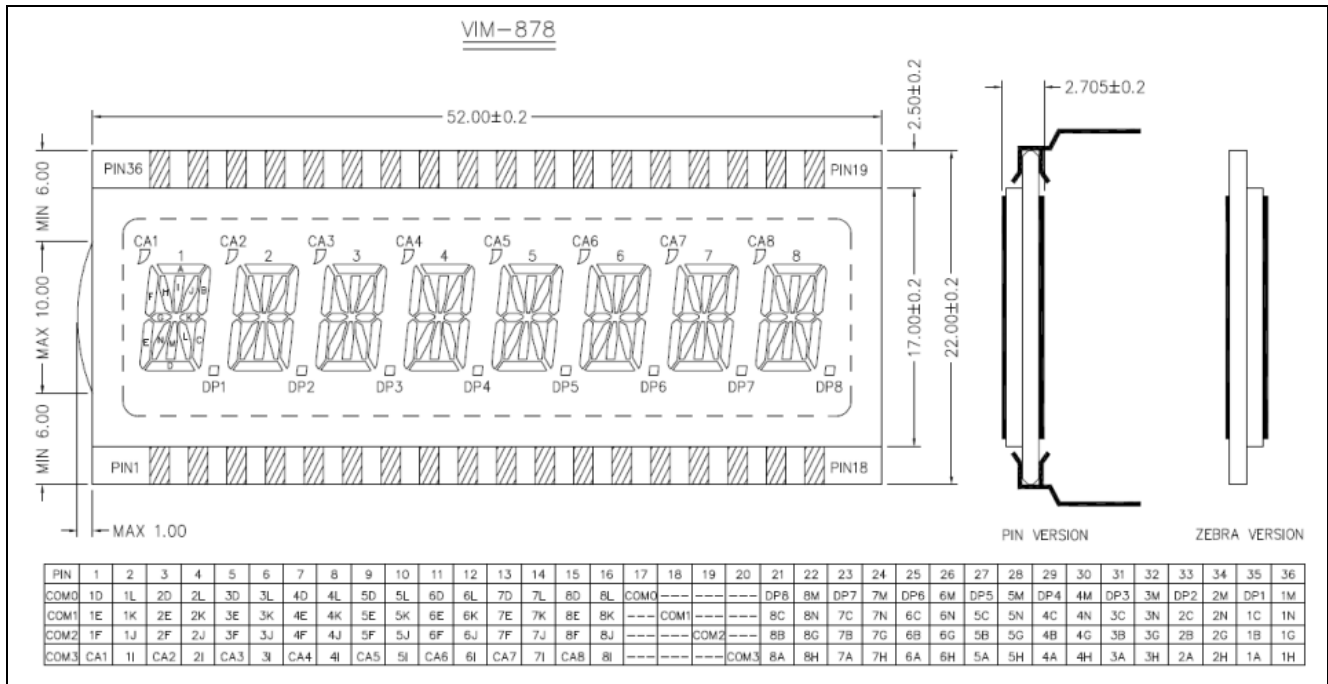
- 【注意】
- この回路イメージは接続の概要を示す為に簡略化しています。実際に回路を作成される場合は、端子処理などを適切に行い、電気的特性を満たすように設計してください（入力専用ポートは個別に抵抗を介して  $V_{DD}$  又は  $V_{SS}$  に接続して下さい）。
  - $V_{DD}$  は LVD にて設定したリセット解除電圧 ( $V_{LVD}$ ) 以上にしてください。

### 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、図 4-2 に LCD パネルのイメージと端子割り当て表、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

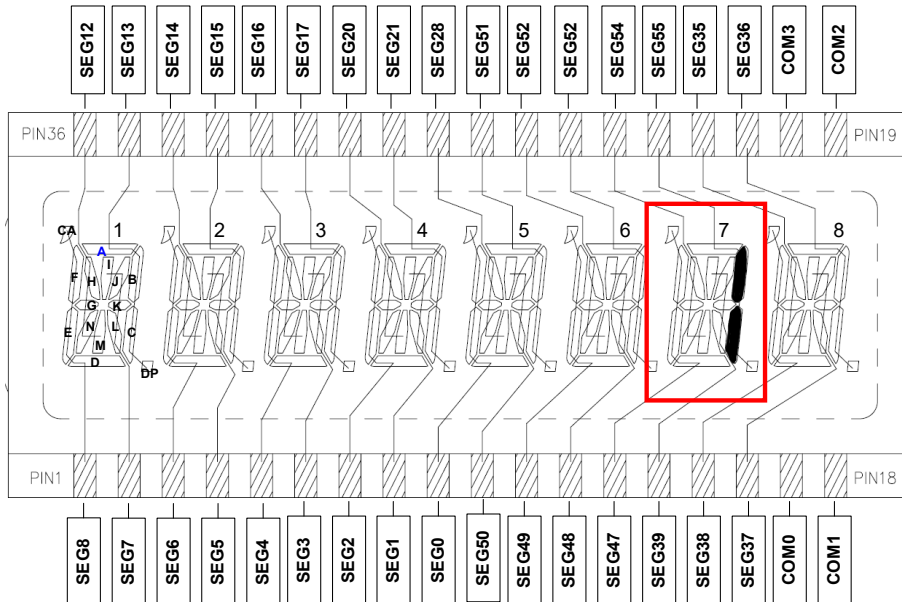
表 4-2 J6 ソケットと LCD モジュールの接続表

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」がそれぞれ点灯し、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	2
COM0	1D	1L	2D	2L	3D	3L	4D	4L	5D	5L	6D	6L	7D	7L	8D	8L	COM0	---	---	---	DP8	8M	DP7	7M	DP6	6
COM1	1E	1K	2E	2K	3E	3K	4E	4K	5E	5K	6E	6K	7E	7K	8E	8K	---	COM1	---	---	8C	8N	7C	7N	6C	6
COM2	1F	1J	2F	2J	3F	3J	4F	4J	5F	5J	6F	6J	7F	7J	8F	8J	---	---	COM2	---	8B	8G	7B	7G	6B	6
COM3	CA1	1I	CA2	2I	CA3	3I	CA4	4I	CA5	5I	CA6	6I	CA7	7I	CA8	8I	---	---	---	COM3	8A	8H	7A	7H	6A	6

(加筆 : [VIM-878.pdf](#))

表 4-3 セグメントとコモンへの対応 (DISIT 7)

LCD モジュール PIN 番号 <sup>注</sup>	LCD 表示データ・ レジスタ <sup>注</sup>	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 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/INTPO	入力	ユーザスイッチ入力を検出し、温度表示の調整状態に移行
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、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、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		
P90/COM0	出力	LCD コントローラ/ドライバのコモン信号
P91/COM1		
P92/COM2		
P93/COM3		

表 4-5 使用端子と機能(2/2)

端子名	入出力	機能
P87/V <sub>L1</sub>	-	LCD 駆動用電圧
P86/V <sub>L2</sub>		
P85/V <sub>L4</sub>		
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

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

```

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. 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、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。

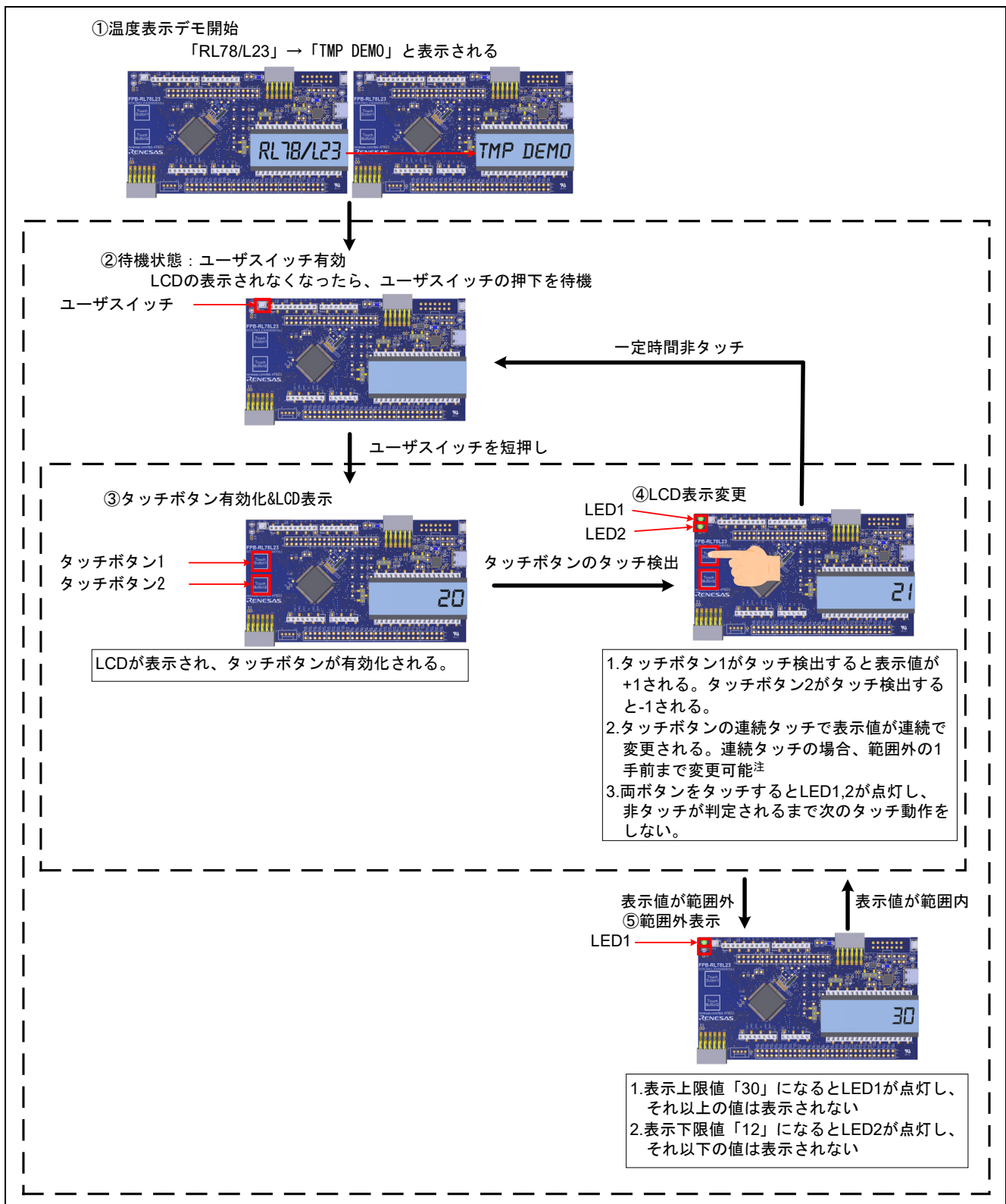
初期設定では、クロック周波数の選択、入出力ポートの設定、RTC の設定、LCD コントローラ／ドライバの設定などを行います。

初期設定完了後は LCD に「RL78/L23」、「TMP DEMO」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。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



**【注】** 温度表示が可能な範囲は 12°C～30°C です。タッチボタン 1 を連続タッチ（長押し）した場合、最大で 29°C まで加算されます。29°C から 30°C へ変更するには、一度指を離し、もう一度タッチボタン 1 をタッチ検出してください。タッチボタン 2 を連続タッチ（長押し）した場合、最大で 13°C まで減算されます。13°C から 12°C へ切り替える場合は、一度指を離しタッチボタン 2 をもう一度タッチ検出してください。

## 5.2 ファイル構成

表 5-1、表 5-2 にサンプルコード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
¥temp_demo<DIR>	サンプルコードのフォルダ	
¥src<DIR>	ソースフォルダ	
¥temp_demo.c	温度表示デモソースファイル	
¥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	
¥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_ITL000<DIR>	ITL000 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 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
¥temp_demo<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、temp\_demo.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

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

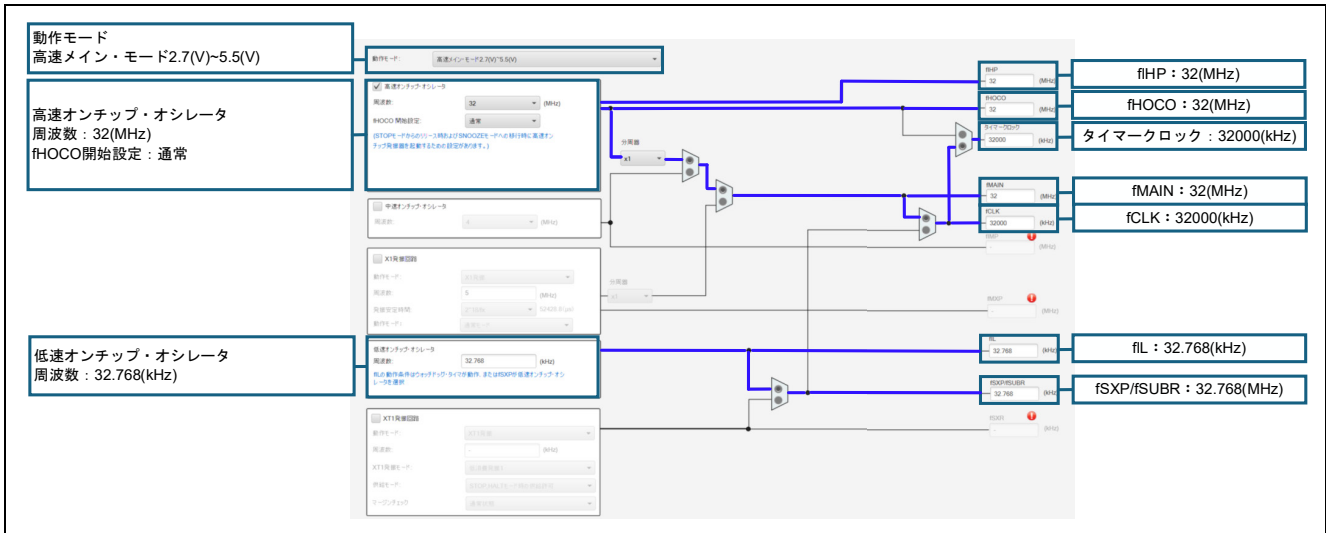


図 5-3 にスマート・コンフィグレータのシステム設定について示します。

図 5-3 システム設定

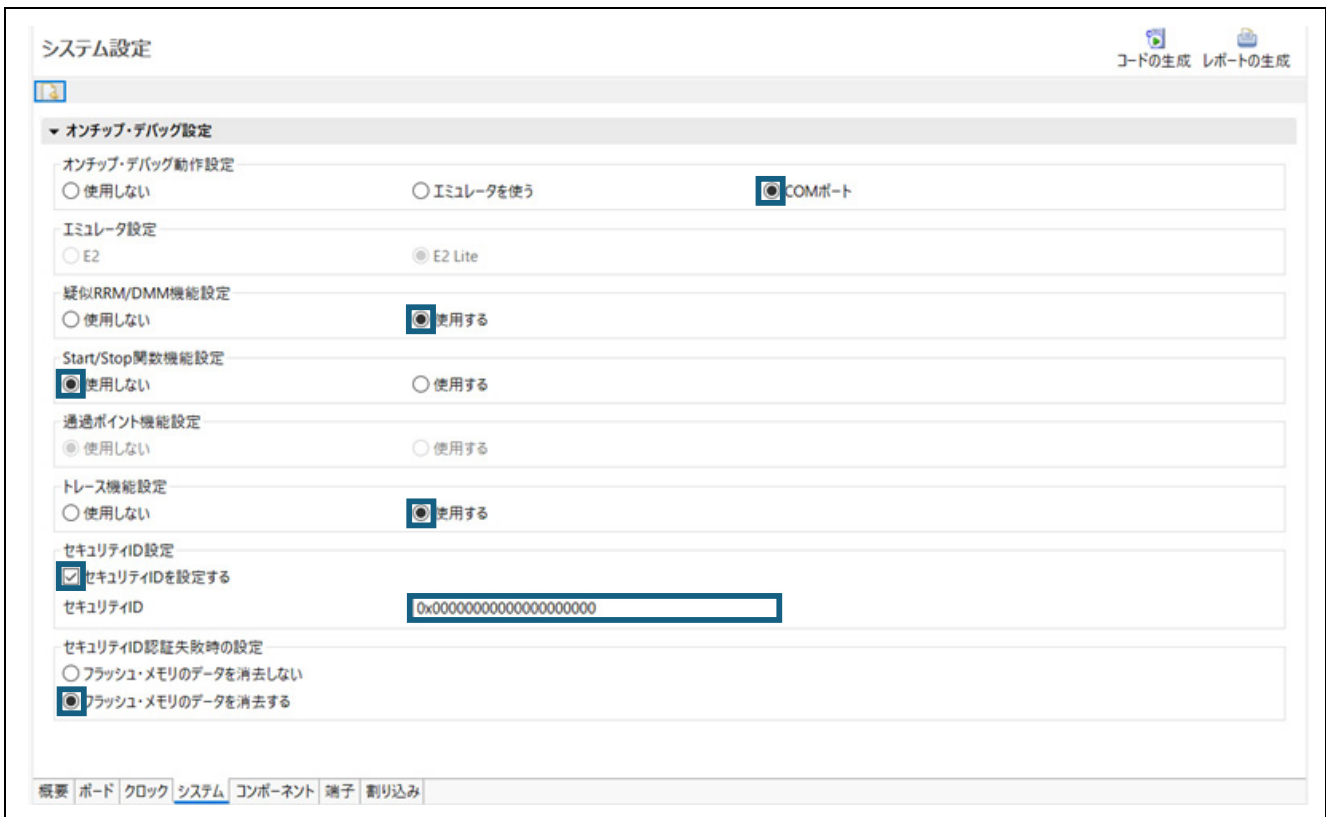


図 5-4 に LVD コンポーネント（Config\_LVD0）の設定を示します。

図 5-4 LVD コンポーネント（Config\_LVD0）の設定



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

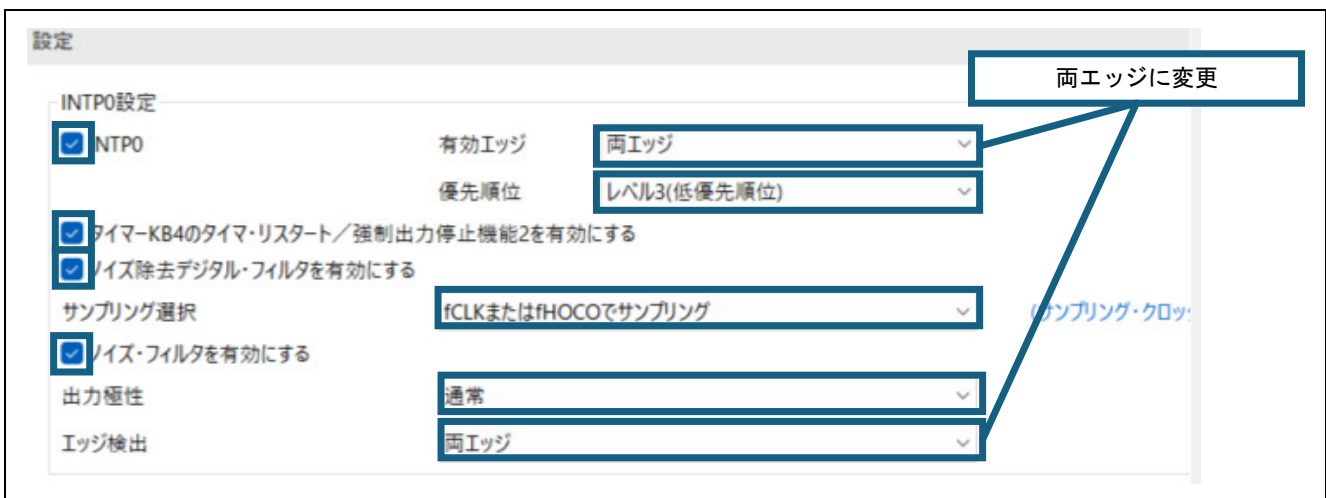


図 5-6 に RTC コンポーネント (Config\_RTC) の設定を示します。

図 5-6 RTC コンポーネント (Config\_RTC) の設定

設定

低速オンチップ・オシレーター・クロック (fIL)に変更

クロック設定

カウント・ソース 低速オンチップ・オシレータ・クロック (fIL) (クロック周波数: 32.768 kHz)

リアルタイム・クロック設定

時間制の選択 24時間制

リアルタイム・クロック初期値設定 2000/01/01 12:00:00

RTC1HZ端子の出力(1Hz)許可

アラーム検出機能設定

アラーム検出機能

アラーム検出初期値

曜日  日曜日  月曜日  火曜日  水曜日  
 木曜日  金曜日  土曜日

時:分 12:00 1秒に変更

割り込み設定

定周期割り込み機能(INTRTC) 1秒に一度

アラーム割り込み機能(INTRTC)

優先順位 レベル3(低優先順位)

図 5-7 に TAU0\_3 コンポーネント（Config\_TAU0\_3）を示します。

図 5-7 TAU0\_3 コンポーネント（Config\_TAU0\_3）の設定

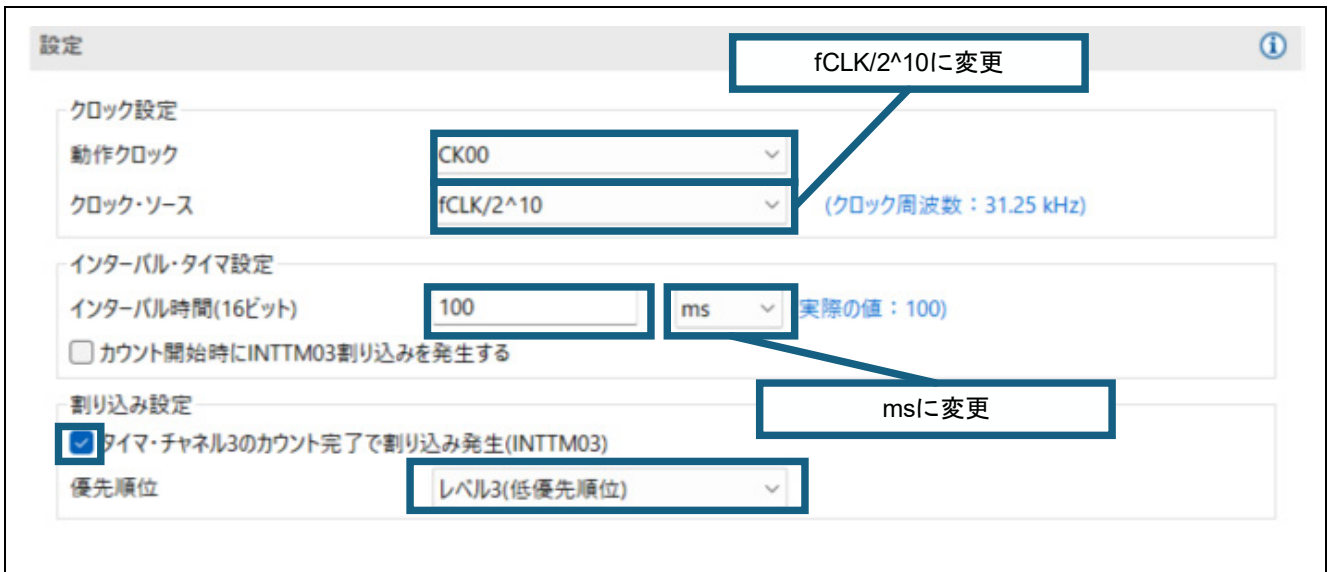


図 5-8 に TAU0\_5 コンポーネント（Config\_TAU0\_5）の設定を示します。

図 5-8 TAU0\_5 コンポーネント（Config\_TAU0\_5）の設定

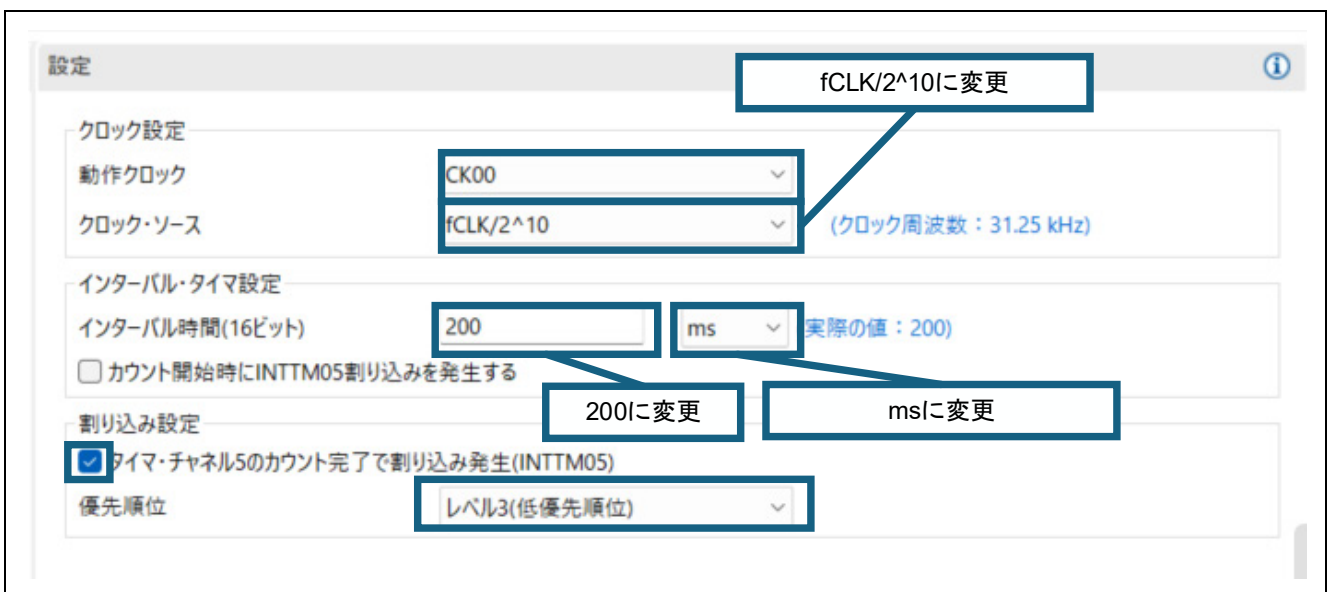


図 5-9 に LCD コンポーネント（Config\_LCD）の設定を示します。

図 5-9 LCD コンポーネント（Config\_LCD）の設定

The screenshot shows the '設定' (Settings) window for the LCD component. The settings are organized into several sections:

- 波形表示設定** (Waveform Display Settings):
  - タイプA波形 (Type A waveform) is selected.
- 駆動電圧生成回路の設定** (Driving Voltage Generation Circuit Settings):
  - 駆動電圧発生方式 (Driving voltage generation method) is set to 'VDDリファレンス容量分割方式' (VDD reference capacitor division method). A callout points to this dropdown with the text 'VDDリファレンス容量分割方式に変更'.
- 表示モード設定** (Display Mode Settings):
  - タイムスライスの数 (Number of time slices) is set to '4(1/3バイアス法)' (4 (1/3 bias method)).
- 表示データ領域設定** (Display Data Area Settings):
  - 表示データ領域の選択 (Select display data area) is set to 'Aパターン領域のデータ' (Data in A pattern area).
  - 切り替えタイミングの選択 (Select switching timing) is set to 'INTRTCに対応した点滅' (Blinking corresponding to INTRTC).
- 昇圧端子の初期値切り替え制御** (Boost Terminal Initial Value Switching Control):
  - VDD電圧 ≧ 2.7Vの場合 (When VDD voltage ≥ 2.7V) is selected.
- 基準電圧設定** (Reference Voltage Settings):
  - VLCD電圧(VL1電圧) (VLCD voltage (VL1 voltage)) is 1.01 (V).
  - VLCD電圧(VL2電圧) (VLCD voltage (VL2 voltage)) is 2.02 (V).
  - VLCD電圧(VL4電圧) (VLCD voltage (VL4 voltage)) is 3.03 (V).
- セグメント出力端子設定** (Segment Output Terminal Settings):
  - A grid of checkboxes for segments SEG0 through SEG55. Many are checked, including SEG0, SEG1, SEG2, SEG3, SEG4, SEG5, SEG6, SEG7, SEG8, SEG12, SEG13, SEG14, SEG15, SEG16, SEG17, SEG20, SEG21, SEG28, SEG35, SEG36, SEG37, SEG38, SEG39, SEG47, SEG48, SEG49, SEG50, SEG51, SEG52, SEG53, SEG54, and SEG55.
- 時計の設定** (Clock Settings):
  - クロックソース (Clock source) is set to 'fil'. A callout points to this dropdown with the text 'filに変更'.
  - 分周器 (Divider) is set to 'fil/2^7'. A callout points to this dropdown with the text 'fil/2^7に変更'.
  - フレーム周波数 (Frame frequency) is 64.000 Hz. A callout points to this field with the text '(クロック周波数：256Hz)' (Clock frequency: 256Hz).

図 5-10、図 5-11 に PORT コンポーネント（Config\_PORT）設定を示します。

図 5-10 PORT コンポーネント（Config\_PORT）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 5-11 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> <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"/> 内蔵プルアップ   <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   Hi-Z </p>										
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   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   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   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   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"/> 内蔵プルアップ <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 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"/> 内蔵プルアップ <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 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"/> 内蔵プルアップ <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"/> 内蔵プルアップ <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。

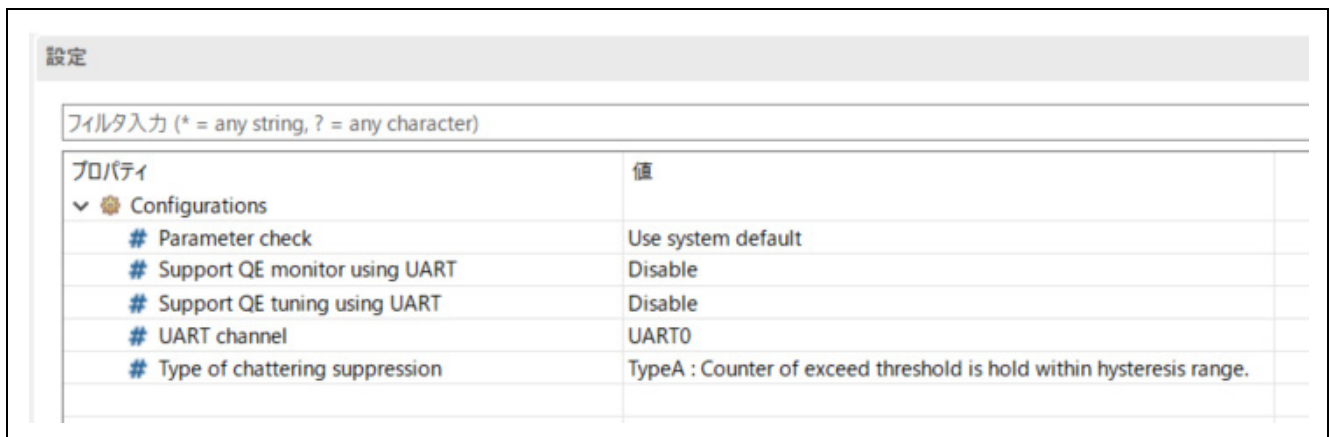
図 5-12 に CTSU ドライバ (r\_ctsu) の設定を示します。

図 5-12 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	
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 5-13 に TOUCH ドライバ（rm\_touch） の設定を示します。

図 5-13 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.

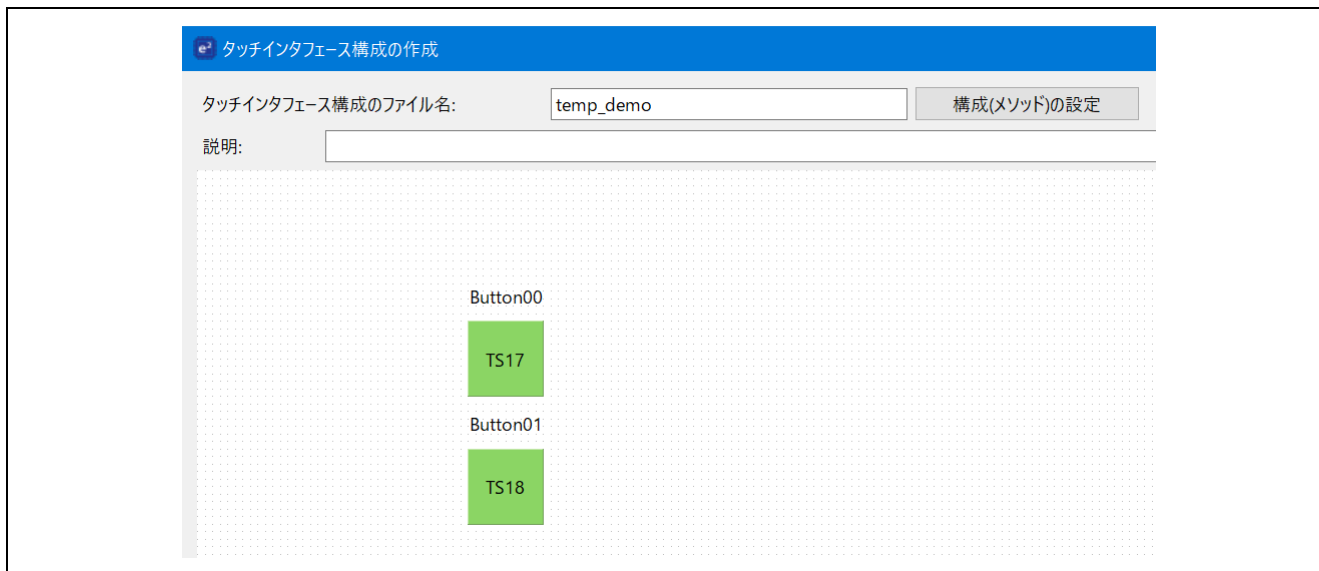
### 5.4 静電容量タッチ設定

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 5-14 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。

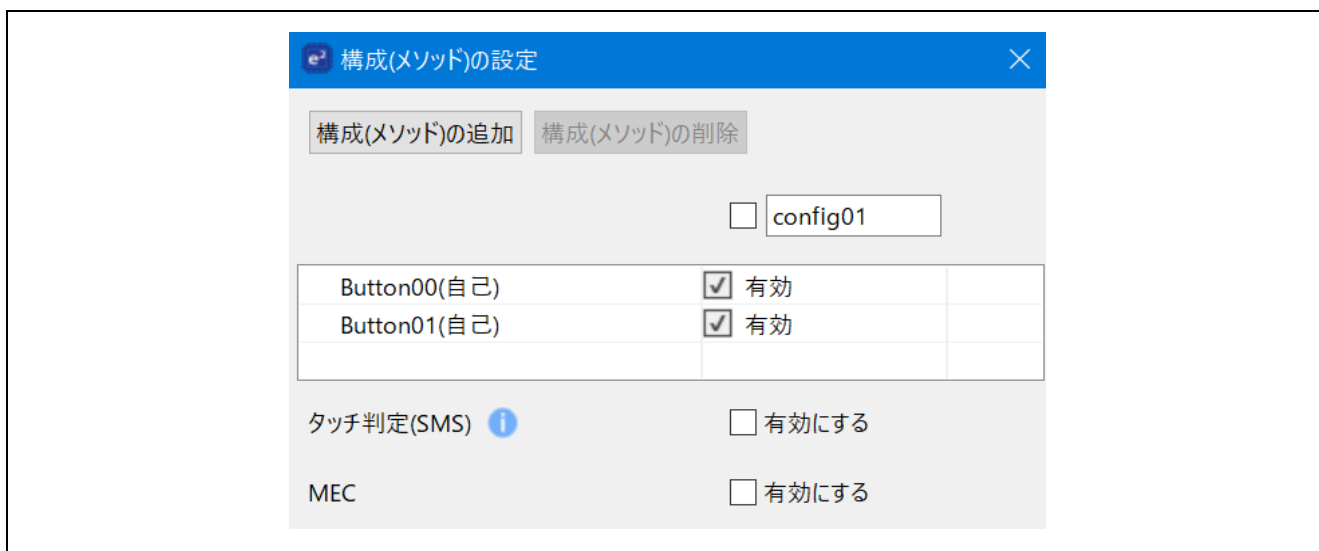
図 5-14 タッチインタフェース構成



#### 5.4.2 構成（メソッド）の設定

図 5-15 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 5-15 メソッドの設定



### 5.4.3 チューニング結果

図 5-16 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 5-16 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: temp_demo									
メソッド	種別	名前	タッチセンサ	寄生容量[pF]	センサドライバ(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	7.333	5.534	3432	0.576	なし	
config01	ボタン(自己)	Button01	TS18	7.062	5.702	3636	0.576	なし	

## 5.5 定数一覧

表 5-3 にサンプルコードで使用する定数を示します。

表 5-3 サンプルコードで使用する定数

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_CONTINUOUS	29	タッチボタンを連続タッチでカウントできる最大値
MIN_VALUE_CONTINUOUS	13	タッチボタンを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)
CONTINUOUS_START_NUM	3	連続タッチ検出回数

## 5.6 変数一覧

表 5-4、表 5-5 にサンプルコードで使用する変数を示します。

表 5-4 サンプルコードで使用する変数(1/2)

Type	Variable Name	Contents	Function Used
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変数	r_delay_100ms r_tau_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_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_standby_callback r_userswitch_callback r_userswitch_release
uint8_t	s_standby_count	スタンバイ状態遷移までをカウントする変数	r_rtc_standby_callback r_touch_both_buttons r_touch_minus_value r_touch_plus_value r_userswitch_callback
uint8_t	s_continuous_touch_flag	連続タッチ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	連続タッチ開始をカウントする変数	r_tau0_5_continuous_callback r_touch_minus_value r_touch_plus_value
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_standby_callback r_touch_both_buttons r_touch_normal_mode r_value_continuous r_value_out_of_range
uint8_t	g_touch_close_open_flag	タッチ機能の OPEN を判定するフラグ	qe_touch_main
uint8_t	g_digit_segdata[8][4]	LCD の表示桁数を格納する配列	r_lcd_show

表 5-5 サンプルコードで使用する変数(2/2)

Type	Variable Name	Contents	Function Used
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
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

## 5.7 関数一覧

表 5-6 にサンプルコード（temp.c）で使用する関数を示します。

表 5-6 サンプルコード（temp.c）で使用する関数

関数名	概要
void r_temp_demo_start (void);	温度表示デモの開始
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_standby_callback (void);	RTC の割り込みコールバック
void r_tau0_3_delay_callback (void);	TAU0_3 割り込みのコールバック
void r_tau0_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 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

## 5.8 関数仕様

サンプルコード（temp.c）の関数仕様を示します。

r\_temp\_demo\_start


---

概要	温度デモの開始
ヘッダ	temp.h
宣言	void r_temp_demo_start (void);
説明	デモ開始時に LCD に「RL78/L23」、「TMP DEMO」の表示を行う
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	ユーザスイッチのリリースに応じて対応するフラグを変更する
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に動作
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\_standby\_callback


---

概要	RTC の割り込みコールバック
ヘッダ	temp.h
宣言	void r_rtc_standby_callback(void);
説明	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	タッチボタンタッチ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 値表示処理
ヘッダ	temp.h
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_value_show	
概要	現在の設定温度表示処理
ヘッダ	temp.h
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_array_show	
概要	配列データを LCD に順次表示処理
ヘッダ	temp.h
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	temp.h
宣言	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	temp.h
宣言	static void r_delay_100ms (uint8_t num);
説明	100ms 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\_value\_out\_of\_range

---

概要	温度表示の範囲外判定処理
ヘッダ	temp.h
宣言	static void r_value_out_of_range (void);
説明	設定温度が範囲外か判定して処理を行う
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

---

r\_value\_continuous

---

概要	タッチボタン連続タッチ時の温度表示処理
ヘッダ	temp.h
宣言	static void r_value_continuous (void);
説明	連続タッチ時の上限、下限を判定して処理を行う
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

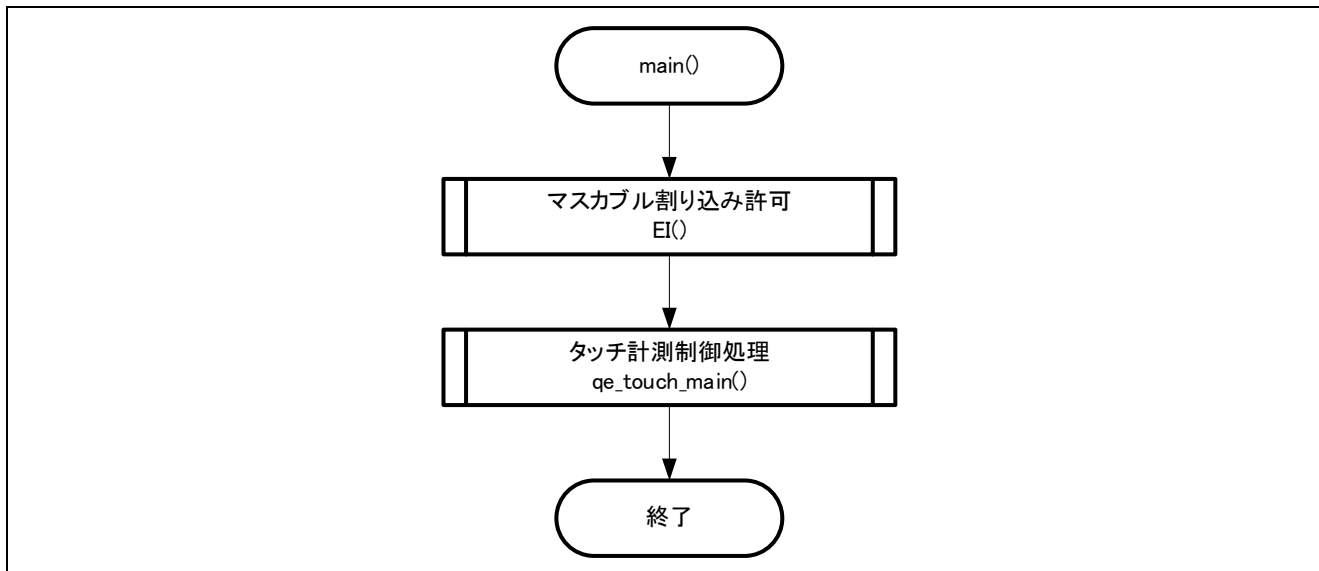
## 5.9 フローチャート

本サンプルコード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 5-17 に main 関数のフローを示します。

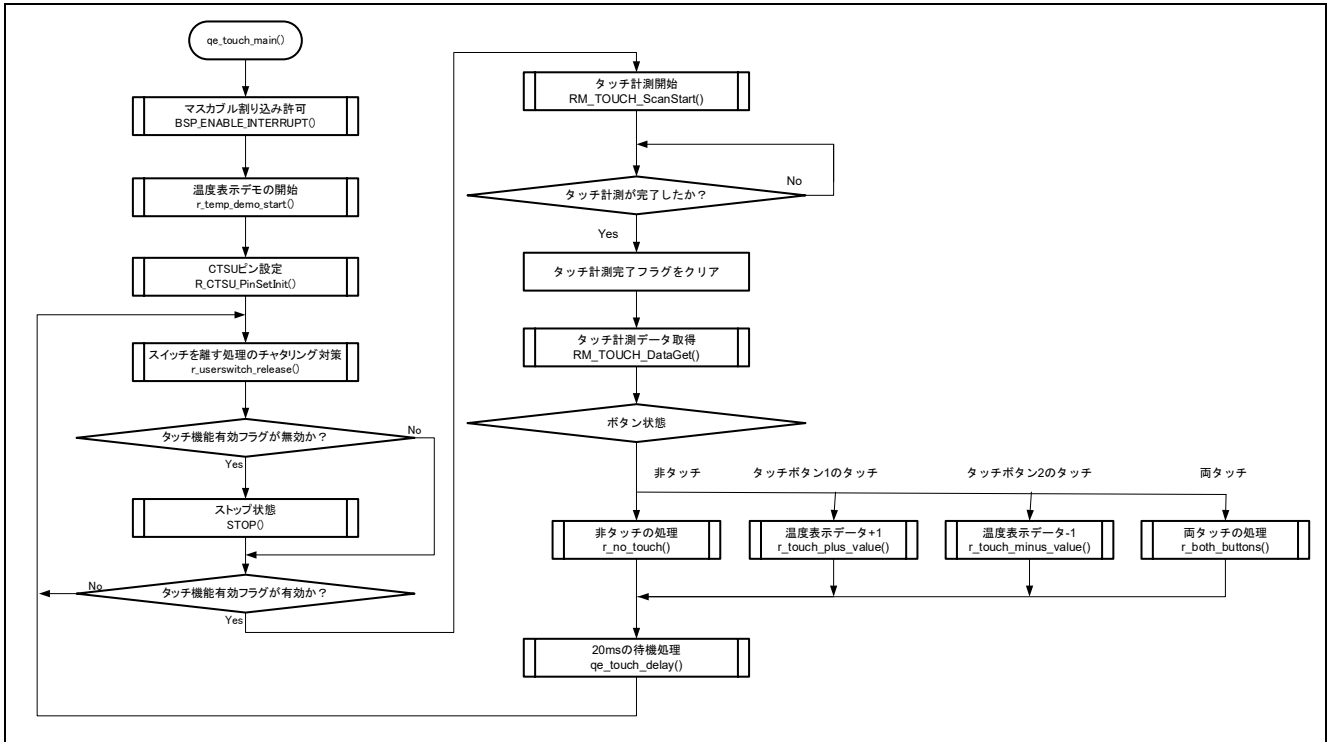
図 5-17 main 関数フローチャート



5.9.2 qe\_touch\_main 関数

図 5-18 に qe\_touch\_main 関数のフローチャートを示します。

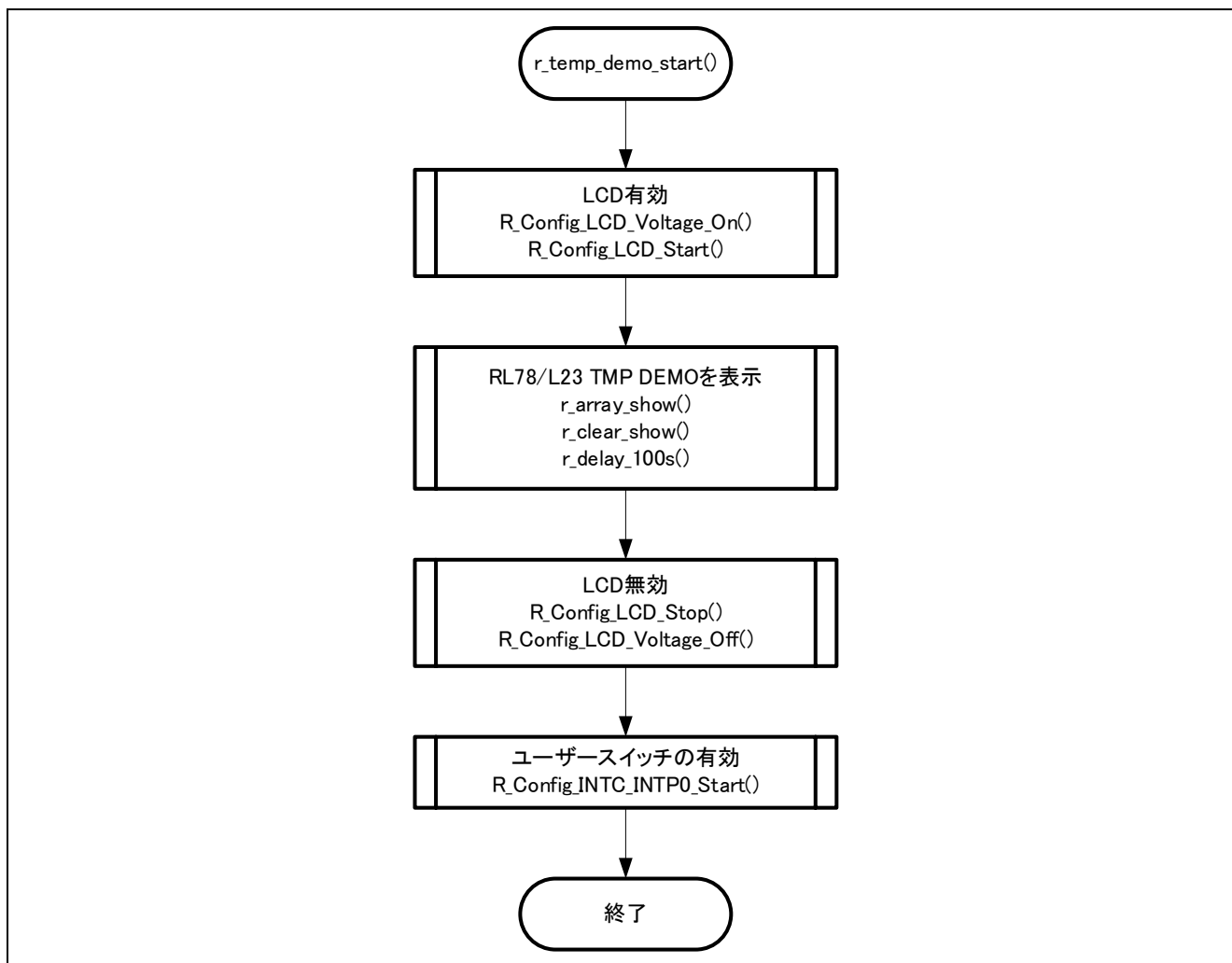
図 5-18 qe\_touch\_main 関数のフローチャート



## 5.9.3 r\_temp\_demo\_start 関数

図 5-19 に r\_temp\_demo\_start 関数のフローチャートを示します。

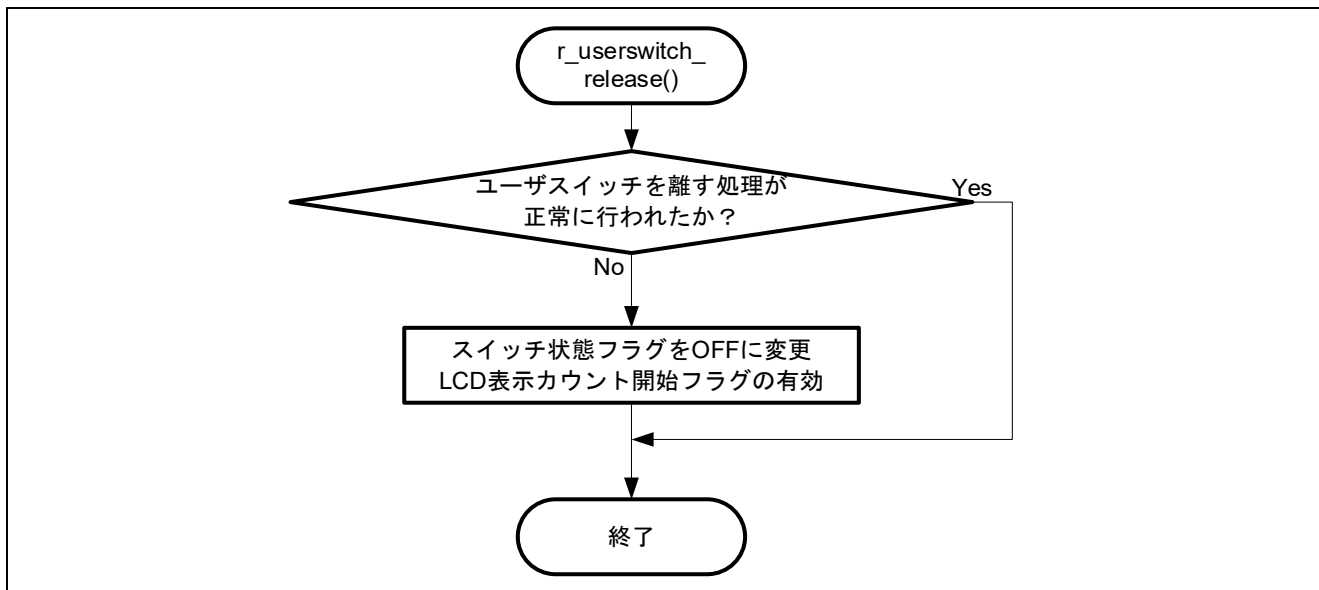
図 5-19 r\_temp\_demo\_start 関数のフローチャート



## 5.9.4 r\_userswitch\_release 関数

図 5-20 に r\_userswitch\_release 関数のフローチャートを示します。

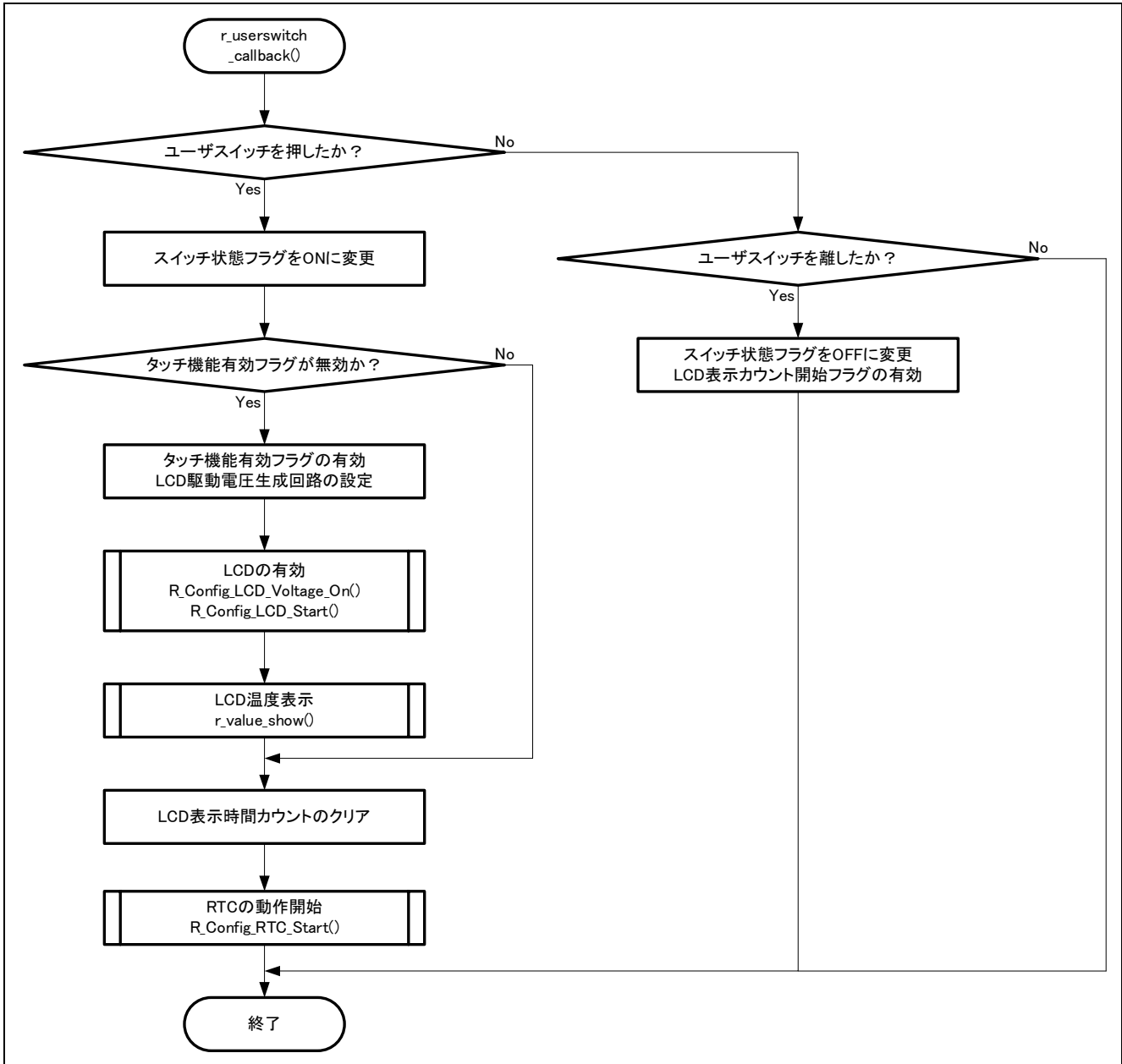
図 5-20 r\_userswitch\_release 関数のフローチャート



5.9.5 r\_userswitch\_callback 関数

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

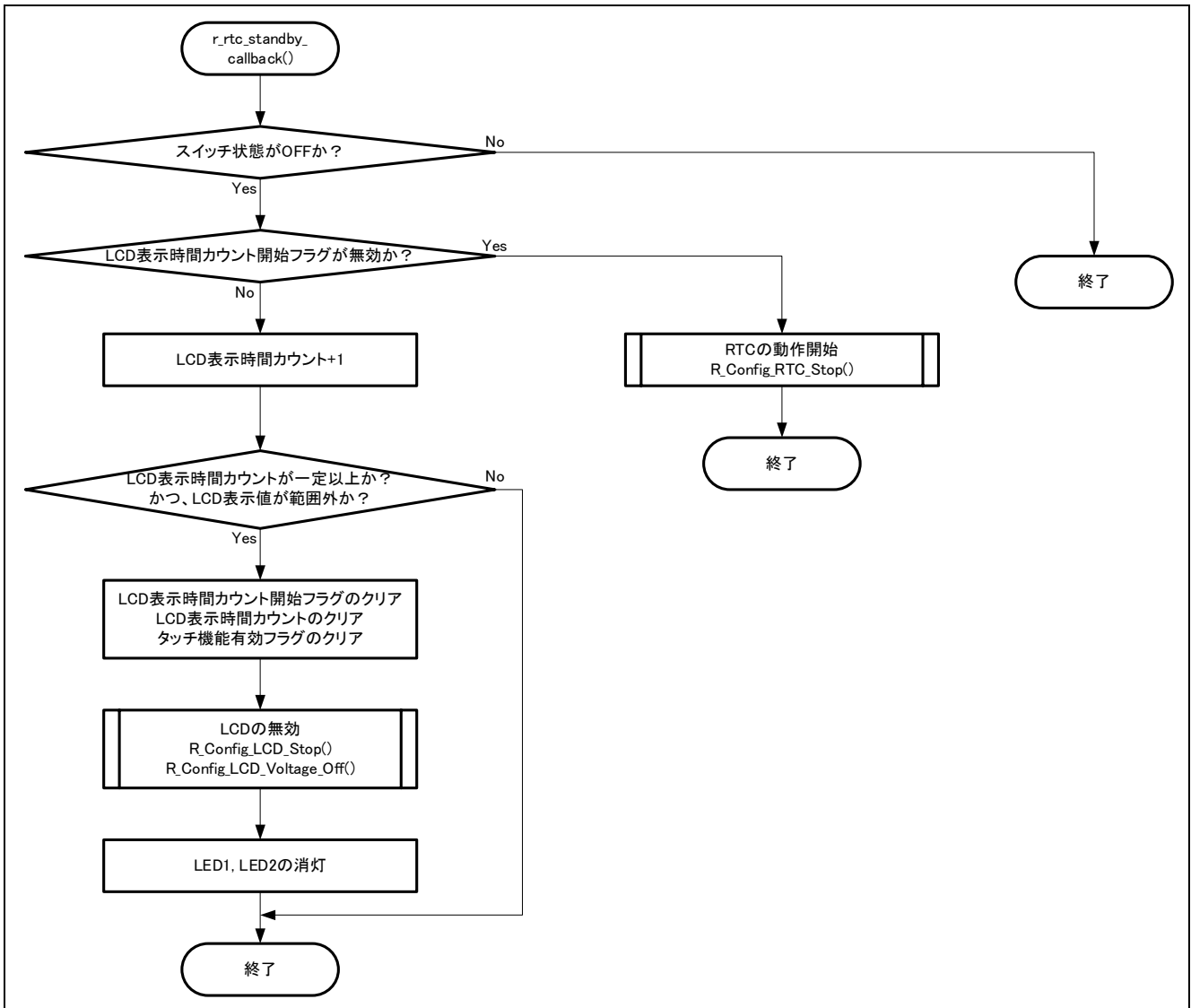
図 5-21 r\_userswitch\_callback 関数のフローチャート



5.9.6 r\_rtc\_standby\_callback 関数

図 5-22 に r\_rtc\_standby\_callback 関数のフローチャートを示します。

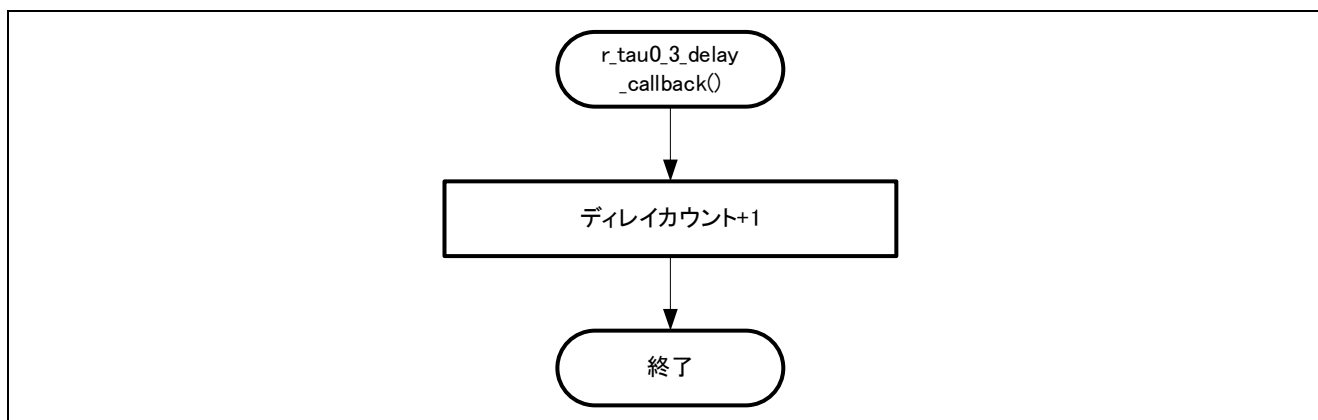
図 5-22 r\_rtc\_standby\_callback 関数のフローチャート



## 5.9.7 r\_tau0\_3\_delay\_callback 関数

図 5-23 に r\_tau0\_3\_delay\_callback 関数のフローチャートを示します。

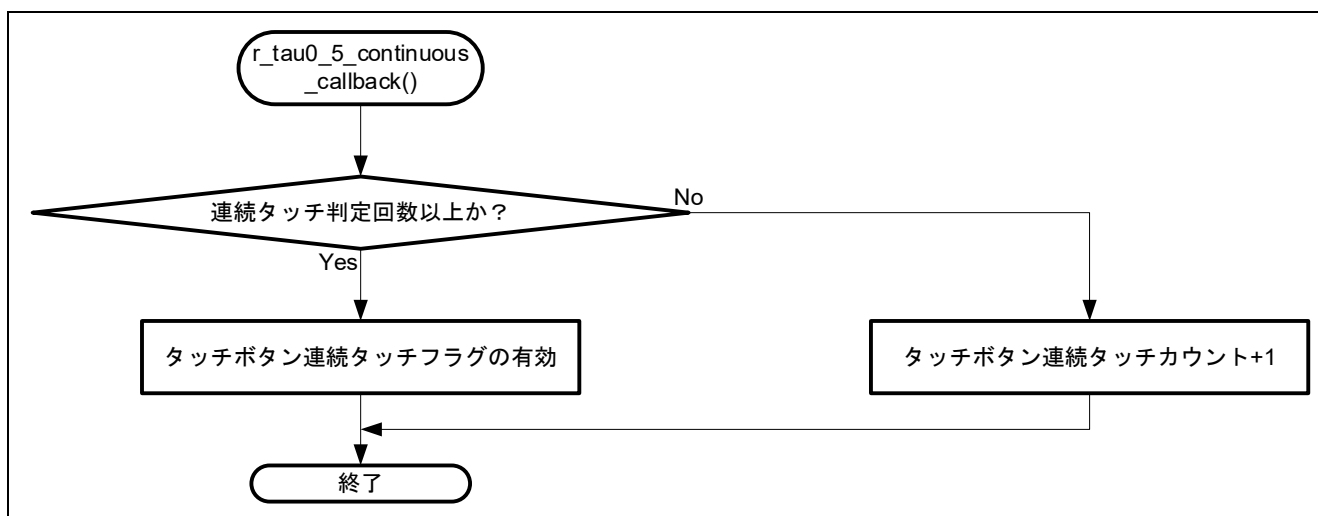
図 5-23 r\_tau0\_3\_delay\_callback 関数のフローチャート



## 5.9.8 r\_tau0\_5\_continuous\_callback 関数

図 5-24 に r\_tau0\_5\_continuous\_callback 関数のフローチャートを示します。

図 5-24 r\_tau0\_5\_continuous\_callback 関数のフローチャート



## 6. プロジェクトのインポート方法

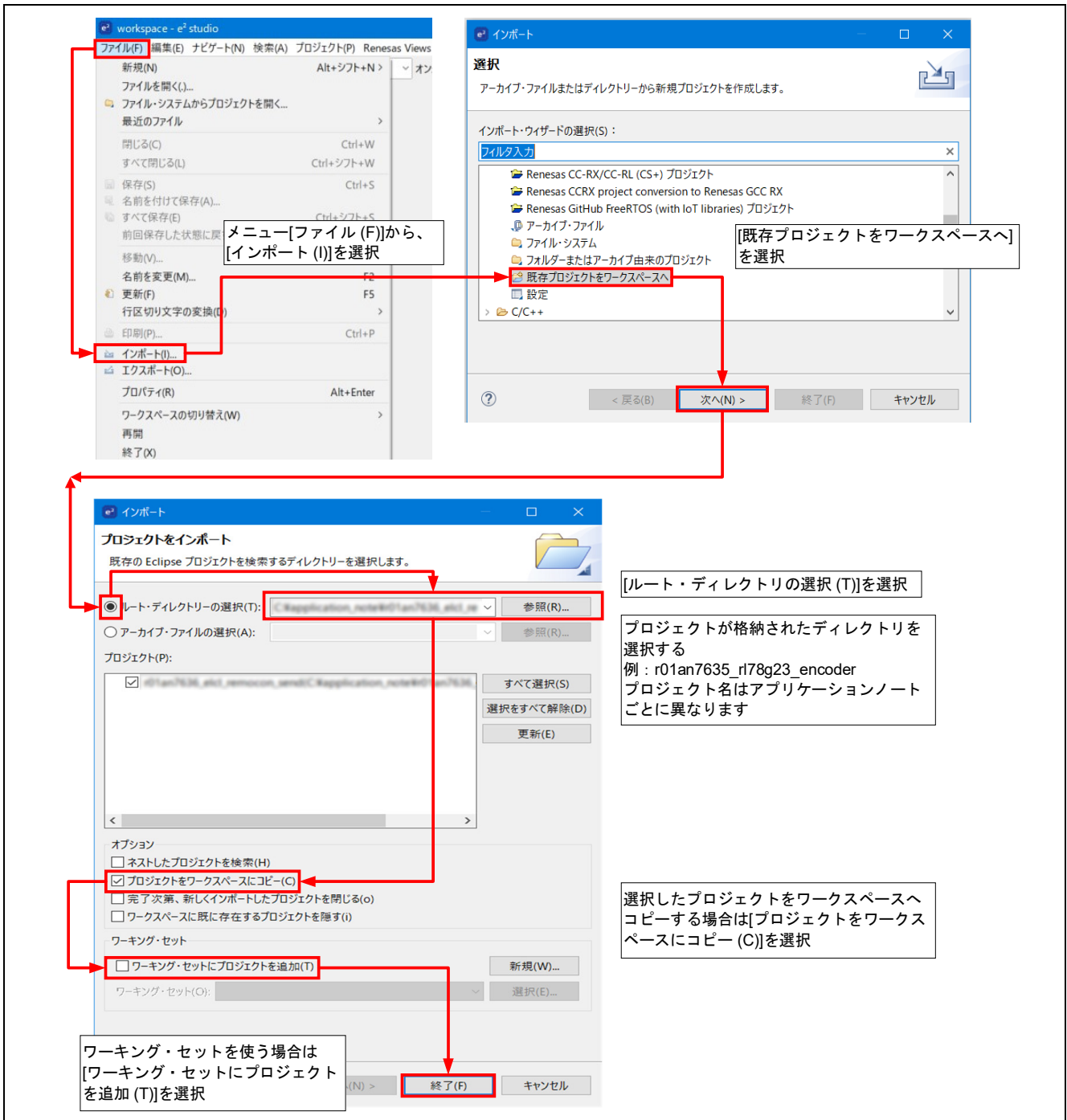
### 6.1 e<sup>2</sup> studio での手順

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。

なお、e<sup>2</sup> 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 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。)

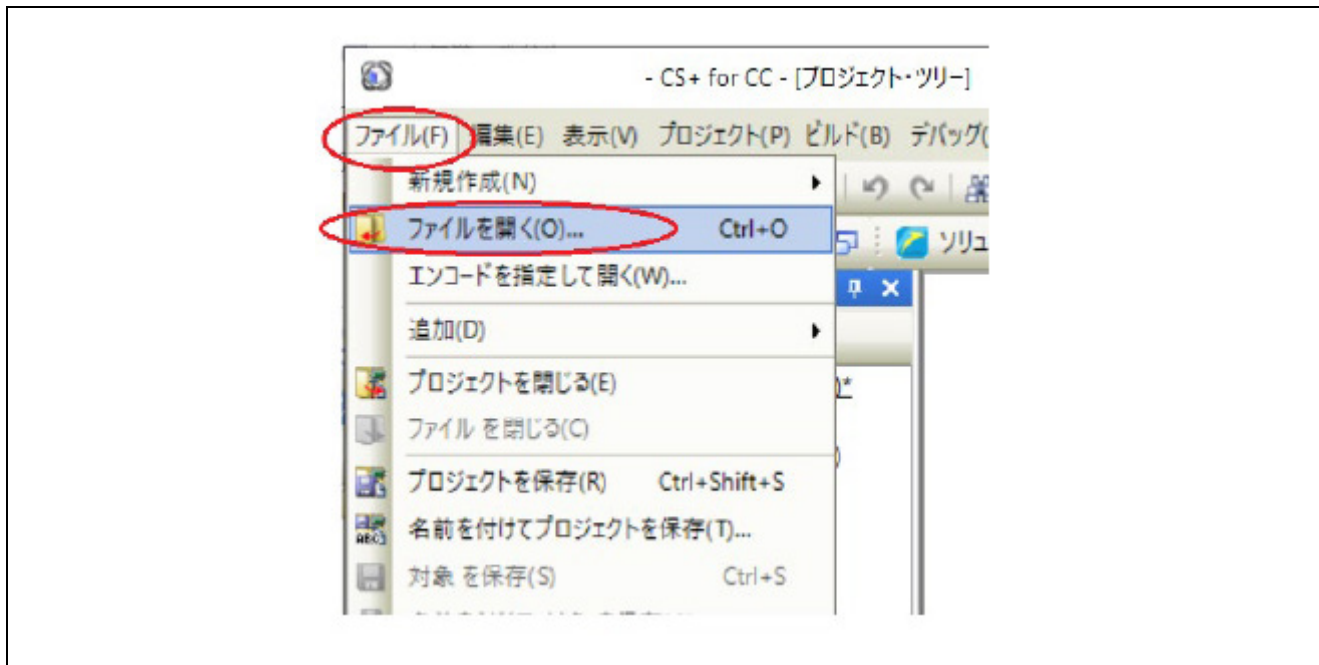
図 6-1 プロジェクトを e<sup>2</sup> studio にインポートする方法



## 6.2 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。）

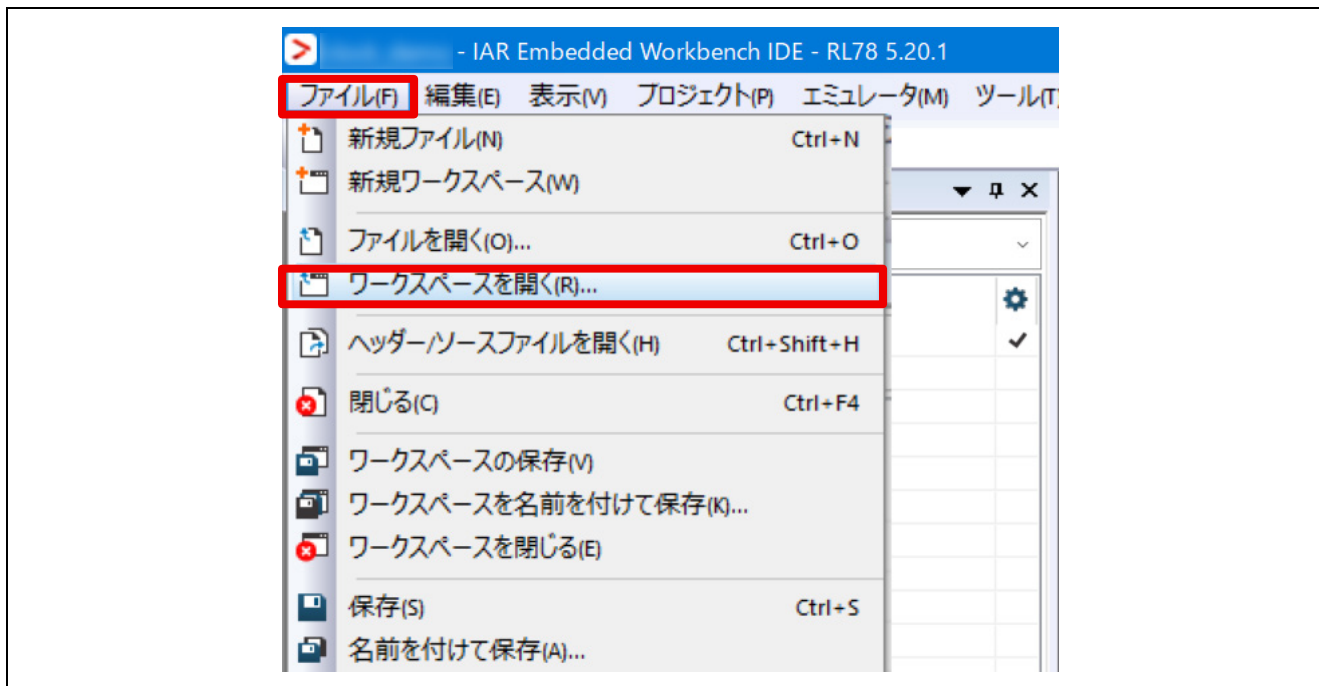
図 6-2 プロジェクトを CS+ にインポートする方法



### 6.3 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。）

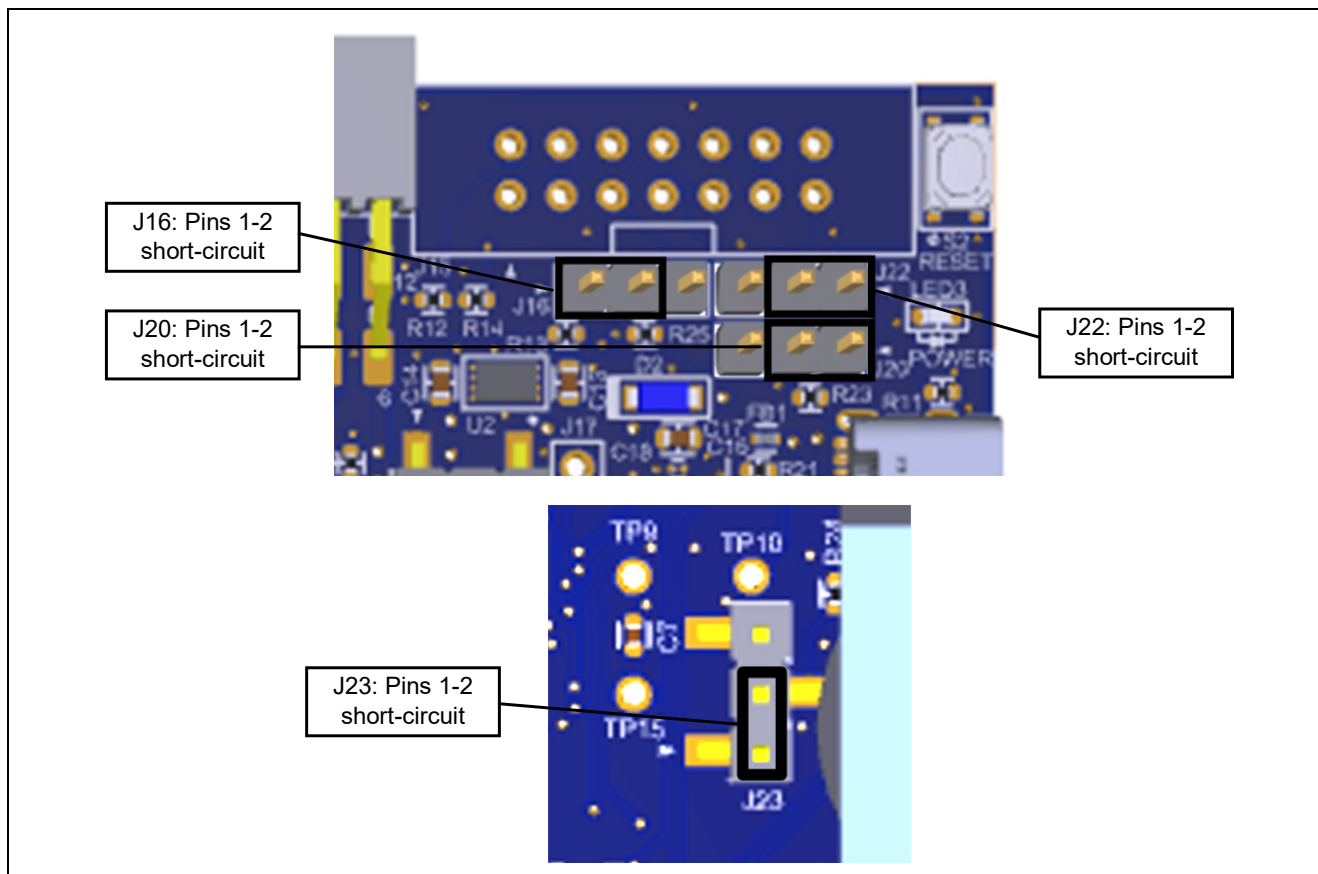
図 6-3 プロジェクトを IAR にインポートする方法



## 7. デバッグの設定

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 経由でデバッグを行います。COM Port でのデバッグを行う際は、RL78/L23 のジャンパ設定が図 7-1 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。

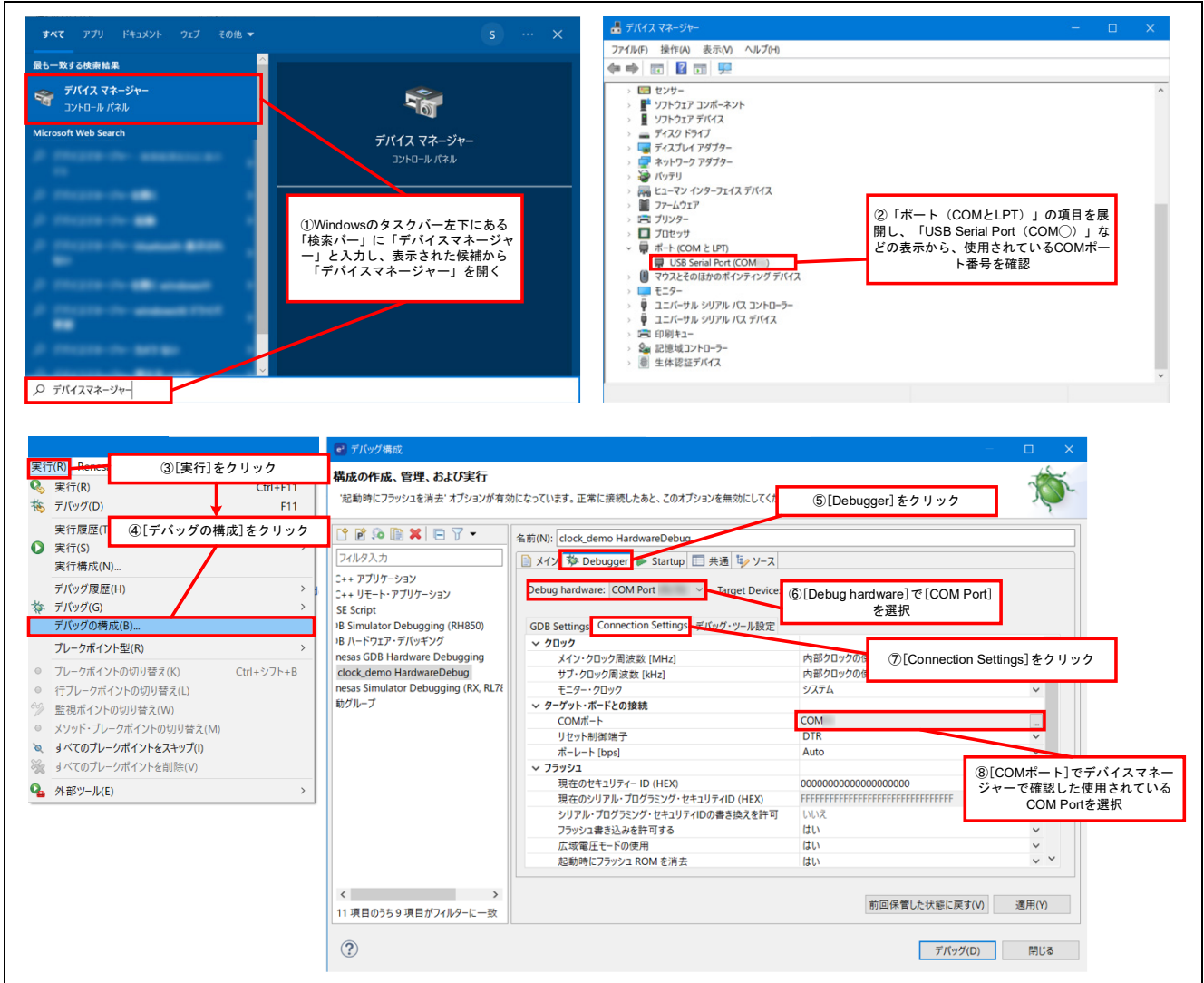
図 7-1 COM Port デバッグ使用時設定



### 7.1 e<sup>2</sup> studio での COM Port 設定

パソコンと RL78/L23 ボードを USB-C ケーブルで接続した後、図 7-2 を参考にしてデバッグ時に使用する COM Port を選択してください。

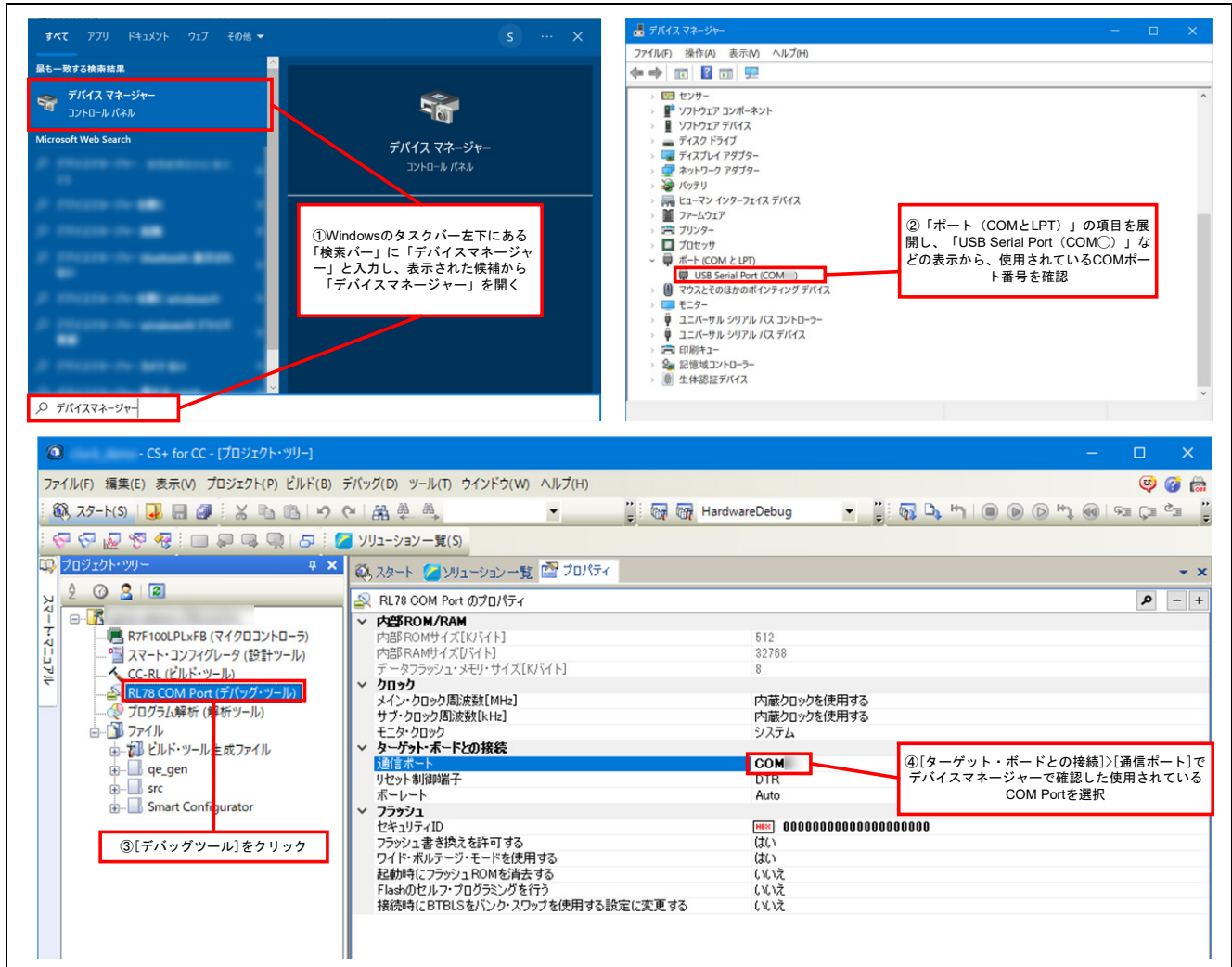
図 7-2 e<sup>2</sup> studio での COM Port 設定



## 7.2 CS+での COM Port 設定

パソコンと RL78/L23 ボードを USB-C ケーブルで接続した後、図 7-3 を参考にしてデバッグ時に使用する COM Port を選択してください。

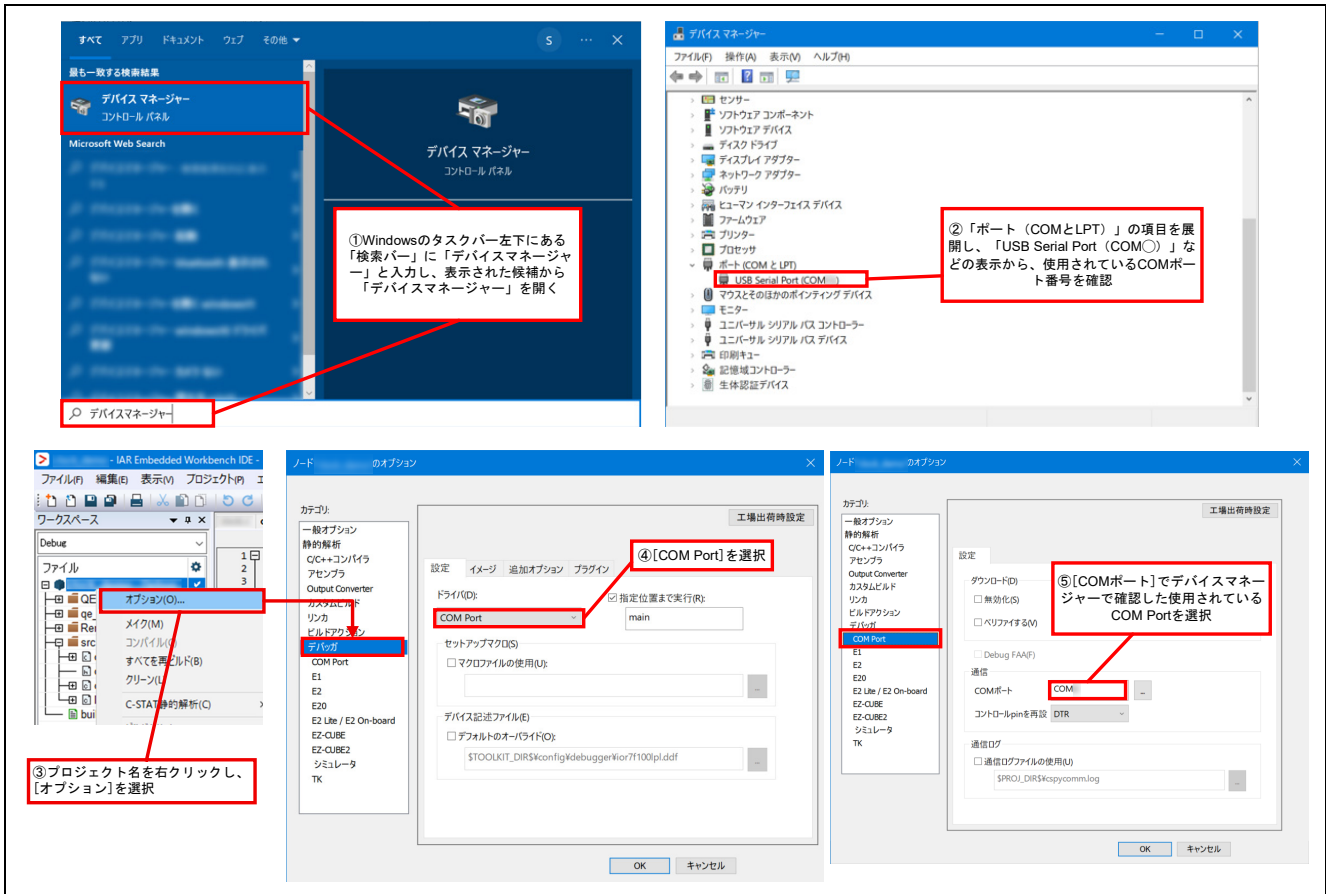
図 7-3 CS+での COM Port 設定



### 7.3 IAR での COM Port 設定

パソコンと RL78/L23 ボードを USB-C ケーブルで接続した後、図 7-4 を参考にしてデバッグ時に使用する COM Port を選択してください。

図 7-4 IAR での COM Port 設定



## 8. 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。

## 9. 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)

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

(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	1	要旨 SMS に関する記述を削除
		4	1 仕様 SMS に関する記述を削除
		4	表 1-1 周辺機能である 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 に関連する記述を削除
		6	2 動作確認条件 IAR 環境の記載を追加
		20	4.3 静電容量センサユニット SMS に関する記述を削除
		23	5.1 動作概要 SMS に関する記述を削除
		24	図 5-1 フローチャートを修正
		25,26	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
		29	5.3 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
		34	図 5-12 設定内容を変更
		36	図 5 15 図中のチェックボックスを解除
		37	図 5 16 再チューニングした値に修正
		37	5.4 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
		38	表 5-4 変数名を変更
		45	5.9 フローチャート SMS に関連するフローチャートを削除
		46	図 5-18 フローチャートの変更
55	6.3 IAR での手順 記載を追加		
58	7.3 IAR での COM Port 設定 記載を追加		
1.11	2026.2.2	55	図 7-1 図中の表示欠け部分を修正

## 製品ご使用上の注意事項

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

### 1. 静電気対策

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

### 2. 電源投入時の処置

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

### 3. 電源オフ時における入力信号

当該製品の電源がオフ状態のときに、入力信号や入出力プルアップ電源を入れしないでください。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などの相違などにより、電気的特性の範囲で、特性値、動作マージン、ノイズ耐量、ノイズ幅射量などが異なる場合があります。型名が違う製品に変更する場合は、個々の製品ごとにシステム評価試験を実施してください。

## ご注意書き

1. 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合、お客様の責任において、お客様の機器・システムを設計ください。これらの使用に起因して生じた損害（お客様または第三者いずれに生じた損害も含まれます。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）

[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。