

## RL78/L23

### セグメントLCD表示付き静電容量タッチサンプルコード

---

#### 要旨

本アプリケーションノートは、RL78/L23 搭載静電容量タッチ評価システム (RSSK-RL78L23) と LCD モジュールを用いて、タッチ検出位置を LCD に表示するサンプルコード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. 概要              | 3  |
| 1.1 機能             | 3  |
| 2. 動作確認条件          | 4  |
| 3. ハードウェア設定        | 5  |
| 3.1 LCD配線の切り替え     | 5  |
| 3.2 LCD接続          | 5  |
| 3.3 ジャンパの設定        | 5  |
| 4. ソフトウェア仕様書       | 6  |
| 4.1 ソフトウェア構成図      | 6  |
| 4.2 ファイル構成         | 7  |
| 4.3 オプション・バイトの設定一覧 | 8  |
| 4.4 定数一覧           | 9  |
| 4.5 列挙型一覧          | 10 |
| 4.6 グローバル変数一覧      | 10 |
| 4.7 関数一覧           | 11 |
| 4.8 使用する周辺機能と端子一覧  | 12 |
| 4.9 処理フロー          | 18 |
| 4.10 LCD表示の詳細      | 19 |
| 5. 静電容量タッチ設定       | 21 |
| 5.1 タッチインタフェース構成   | 21 |
| 5.2 構成（メソッド）の設定    | 21 |
| 5.3 チューニング結果       | 22 |
| 5.4 感度調整方法について     | 23 |
| 6. 参考ドキュメント        | 24 |
| ホームページとサポート窓口      | 24 |
| 改訂記録               | 25 |

## 1. 概要

本サンプルコードは、RL78/L23 搭載静電容量タッチ評価システム (RSSK-RL78L23) と LCD モジュールを用いて、タッチ検出位置を LCD に表示するソフトウェアです。

作成したプロジェクトに以下を追加しています。

- スマート・コンフィグレータで生成したコンポーネント
- QE for Capacitive Touch (以下、QE) でチューニングした静電容量タッチの設定ファイルとアプリケーション
- LED 制御アプリケーション
- LCD 制御アプリケーション (注: LCD はオプション機能のため、使用設定をする必要があります。)

### 1.1 機能

以下に機能を示します。

1. 静電容量タッチ機能評価用自己容量タッチボタン、ホイール、スライダボードの全ての電極 (3つのボタン、ホイール、スライダ) が動作します。
2. 静電容量タッチボタン、スライダ、ホイールと連動して LED と LCD を制御します。
3. USB シリアルインターフェースを有効にしてシリアル通信を行い、QE のシリアルモニタリングとシリアルチューニングをサポートしています。シリアルモニタリングとシリアルチューニングの詳細については、QE のヘルプ と アプリケーションノート RL78 ファミリ QE と SIS を使用した静電容量タッチアプリケーションの開発 (R01AN5512) の「8. [追加機能] UART を使用したシリアル通信モニタの設定」を参照してください。  
QE のシリアルモニタリングとシリアルチューニングを行う時、シリアル通信のビットレートには 115200bps を設定してください。
4. CPU ボードのプッシュボタンと連動した LED 制御をします。SW1 を押すと LED1 が点灯します。SW2 を押すと LED2 が点灯します。

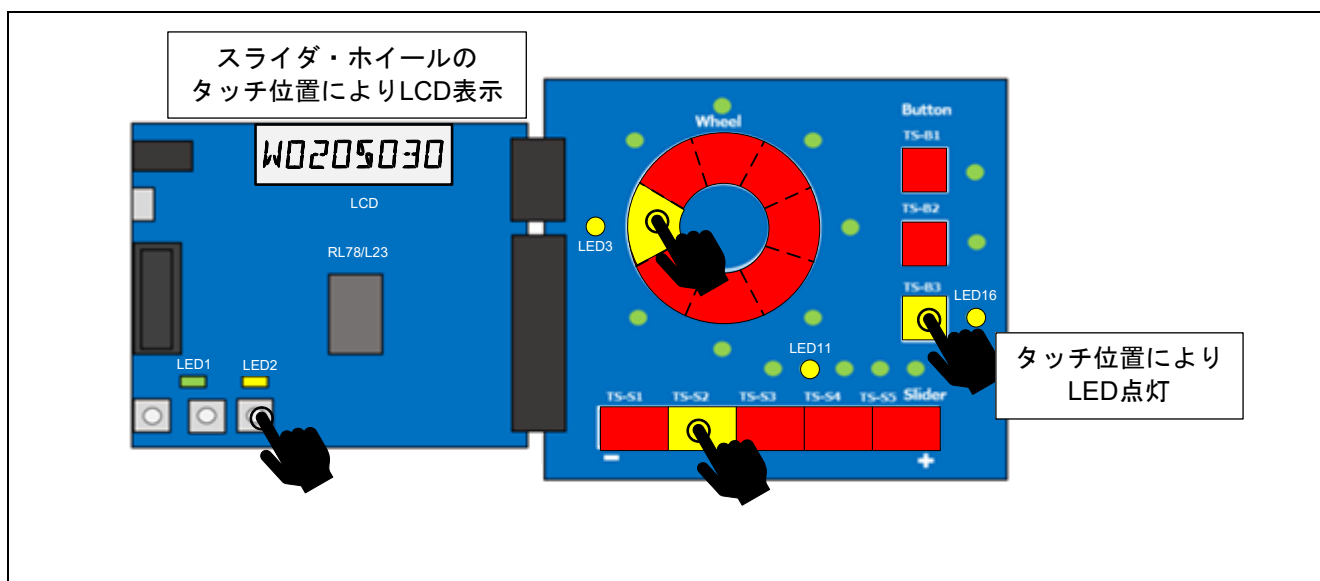


図 1-1 機能の説明

## 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                              | 32MHz (HOCO 32MHz)   |
| 動作電圧                               | 3.3V<br>LVD0 検出電圧：リセット・モード<br>立ち上がり時：2.97V(TYP) (2.88V~3.06V)<br>立ち下がり時：2.91V(TYP) (2.82V~3.00V)   |
| 使用ボード                              | RL78/L23 搭載静電容量タッチ評価システム<br>(製品型名：RTK0EG0063S01001BJ)<br>RL78/L23 CPU ボード (型名：RT0EG0062C01001BJ)<br>● 自己容量タッチボタン/ホイール/スライダボード<br>(型名：RTK0EG0019B01002BJ) |
| LCD (注)                            | Varitronix VIM-878-DP-FC-S-LV<br>16 セグ x8 桁<br>ヘッダ：36 ピン(18 x 2 列)x1<br>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)                    |
| 統合開発環境 (e <sup>2</sup> studio)     | e <sup>2</sup> studio Version 2025-07  |
| C コンパイラ (e <sup>2</sup> studio)    | Renesas CC-RL V1.15.01   |
| 統合開発環境 (CS+)                       | CS+ for CC V8.14.00  |
| C コンパイラ (CS+)                      | Renesas CC-RL V1.15.01   |
| 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<br>RL78 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<br>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<br>V1.91  |
| エミュレータ                             | E2 エミュレータ Lite (RTE0T0002LKCE00000R)   |

注：LCD は同梱されていません。

図 2-1に機器接続図を示します。

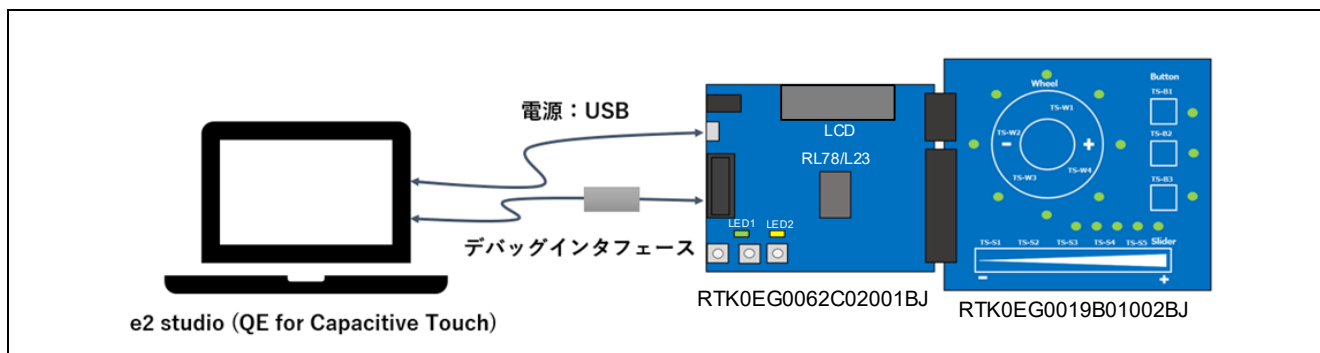


図 2-1 機器接続図

### 3. ハードウェア設定

RL78/L23 搭載静電容量タッチ評価システムでは LCD の使用はオプションになります。LCD を使用可能にするために、RL78/L23 CPU ボード（型名：RT0EG0062C02001BJ）の設定を行う必要があります。

#### 3.1 LCD 配線の切り替え

初期状態で LCD に未接続な配線があるため、LCD 使用のために切り替えてください。これらの配線は Short-PAD/Open-PAD で切り換えます。

また、LCD 駆動電源設定の変更が必要です。本アプリケーションノートでは、容量分割方式に設定しています。

切り替える配線とその設定については、「RL78/L23 Renesas Solution Starter Kit 静電容量タッチ評価システム ユーザーズマニュアル（R12UZ0175）」を参照してください。

#### 3.2 LCD 接続

LCD を接続するために、CPU ボード上に LCD 接続用のソケットを取り付ける必要があります。ソケットを取り付けることで LCD が接続可能となります。

LCD 機能の詳細については、「RL78/L23 LCD 表示（時計デモ）（R01AN7852）」を参照してください。

#### 3.3 ジャンパの設定

本アプリケーションノートのサンプルコードは、表 3-1 のジャンパ設定で動作を確認しています。本アプリケーションノートで使用している LCD は 3.0V~4.6V 対応のため、LDO を通して給電する必要があります。

表 3-1 CPU ボードのジャンパ設定

| ジャンパ | 設定       | 内容                |
|------|----------|-------------------|
| JP4  | 1-2 ショート | USB から給電          |
| JP1  | 2-3 ショート | 3.3V LDO の使用      |
| JP2  | 2-3 ショート |                   |
| SW6  | 2-3 ショート | 端子(TS16)を CN2 に接続 |

## 4. ソフトウェア仕様書

### 4.1 ソフトウェア構成図

図 4-1に本サンプルコードのソフトウェア構成図を示します。

スマート・コンフィグレータで生成したコンポーネントを使用しています。

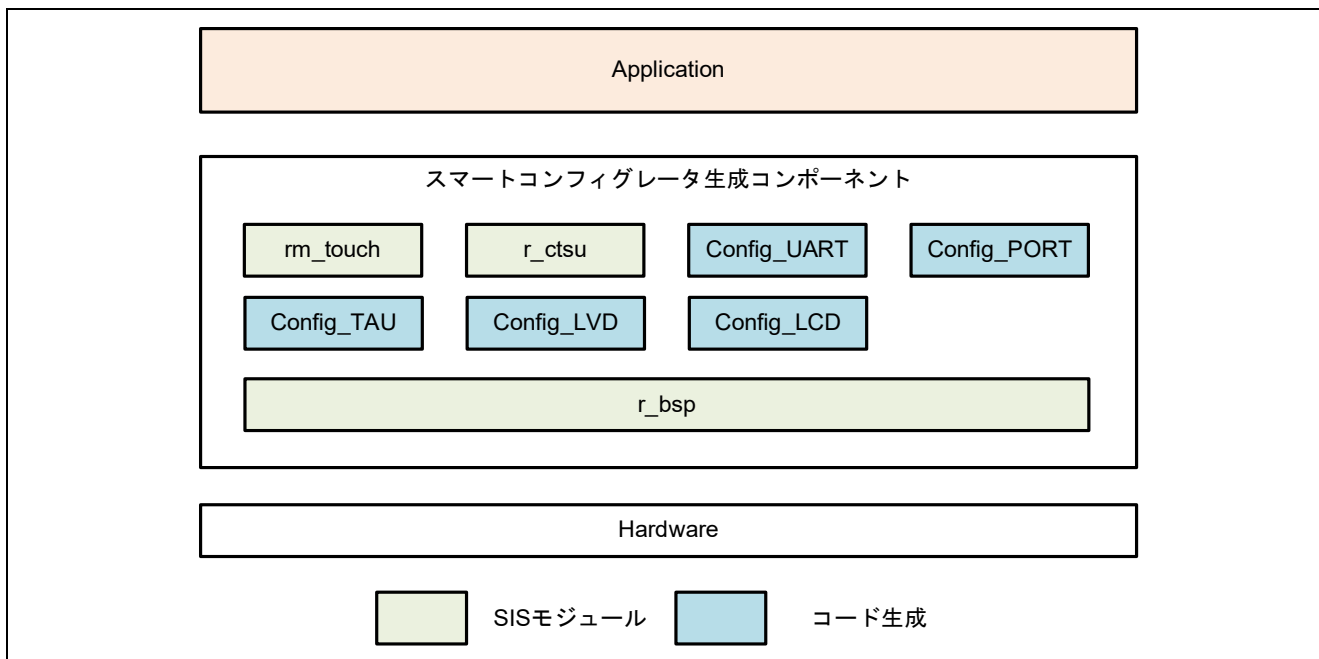


図 4-1 ソフトウェア構成図

図 4-2にコンポーネントとバージョンの一覧を示します。コンポーネントの設定はスマート・コンフィグレータで参照してください。

| コンポーネント                                  | バージョン  | 設定   |
|--|--------|--|
| Board Support Packages. - v1.91 (r_bsp)  | 1.91   | r_bsp(使用中)   |
| Capacitive Sensing Unit driver. (r_ctsu) | 2.20   | r_ctsu(使用中)  |
| LCD コントローラ                               | 1.1.0  | Config_LCD(LCD: 使用中)   |
| Touch middleware. (rm_touch)             | 2.20   | rm_touch(使用中)  |
| UART通信                                   | 1.10.0 | Config_UART2(UART2: 使用中)   |
| インターバル・タイマ                               | 1.8.0  | Config_TAU0_2(TAU0_2: 使用中), Config_TAU0_1(TAU0_1: 使用中), Config_TAU0_3(TAU0_3: 使用中) |
| ポート                                      | 1.8.0  | Config_PORT(PORT: 使用中)   |
| 電圧検出回路                                   | 1.6.1  | Config_LVD0(LVD0: 使用中)   |

図 4-2 コンポーネント一覧

## 4.2 ファイル構成

本サンプルコードのファイル構成を示します。

開発環境のプロジェクト構成ファイルとスマート・コンフィグレータ生成ファイルの記載は省略していません。

表 4-1 ファイル構成

| フォルダ、ファイル名              | 説明                  | スマート・コンフィグレータ使用 |
|-------------------------|---------------------|-----------------|
| rl78l23_rssk_lcd <DIR>  | サンプルコードフォルダ         |                 |
| QE-Touch <DIR>          | QE 構成フォルダ           |                 |
| rl78l23_rssk_lcd.tifcfg | タッチインタフェース構成ファイル    |                 |
| qe_gen                  | QE 生成フォルダ           |                 |
| qe_touch_config.c       | タッチコンフィグレーションソース    |                 |
| qe_touch_config.h       | タッチコンフィグレーションヘッダ    |                 |
| qe_touch_define.h       | タッチ定義ヘッダ            |                 |
| qe_touch_sample.c       | タッチサンプルアプリケーション     |                 |
| src <DIR>               | ソースフォルダ             |                 |
| rl78l23_rssk_lcd.c      | main ファイル           |                 |
| r_rssk_switch_led.c     | スイッチと LED 処理用ソース    |                 |
| r_rssk_switch_led.h     | スイッチと LED 処理用ヘッダ    |                 |
| r_rssk_touch_led.c      | タッチ電極 LED 処理用ソース    |                 |
| r_rssk_touch_led.h      | タッチ電極 LED 処理用ヘッダ    |                 |
| r_rssk_touch_lcd.c      | タッチ電極 LCD 処理用ソース    |                 |
| r_rssk_touch_lcd.h      | タッチ電極 LCD 処理用ヘッダ    |                 |
| smc_gen <DIR>           | スマート・コンフィグレータ生成フォルダ | ✓               |
| Config_LCD <DIR>        | LCD ドライバフォルダ        | ✓               |
| Config_LVD <DIR>        | LVD ドライバフォルダ        | ✓               |
| Config_PORT <DIR>       | PORT ドライバフォルダ       | ✓               |
| Config_TAU0_1 <DIR>     | TAU0_1 ドライバフォルダ     | ✓               |
| Config_TAU0_2 <DIR>     | TAU0_2 ドライバフォルダ     | ✓               |
| Config_TAU0_3 <DIR>     | TAU0_3 ドライバフォルダ     | ✓               |
| r_ctsu <DIR>            | CTSU SIS モジュールフォルダ  | ✓               |
| rm_touch <DIR>          | TOUCH SIS モジュールフォルダ | ✓               |

### 4.3 オプション・バイトの設定一覧

表 4-2にオプション・バイト設定を示します。必要に応じて、お客様のシステムに最適な値を設定してください。

表 4-2 オプション・バイト設定

| アドレス            | 設定値              | 内容  |
|-----------------|------------------|---|
| 000C0H / 040C0H | 1110 1111b(0xEF) | ウォッチドック・タイマのカウンタの動作停止<br>(リセット解除後、カウント停止)   |
| 000C1H / 040C1H | 1111 1011b(0xFB) | LVD0 検出電圧：リセット・モード、<br>立ち上がり時：2.97V(TYP) (2.88V~3.06V)<br>立ち下がり時：2.91V(TYP) (2.82V~3.00V) |
| 000C2H / 040C2H | 1110 1000b(0xE8) | HS (高速メイン) モード、<br>高速オンチップ・オシレータの周波数：32MHz  |
| 000C3H / 040C3H | 1000 0100b(0x84) | オンチップ・デバッグ動作許可  |

図 4-3にビルドオプションで確認する画面を示します。

オプション・バイトの設定は、コード生成後にプロジェクトのプロパティ(ALT+Enter)を開き、「C/C++ビルド」→「設定」、「ツール設定」タブから「Linker」→「デバイス」の「ユーザ・オプション・バイト値」と「オンチップ・デバッグ制御値」で確認することができます。

The screenshot shows the '設定' (Settings) window for the 'HardwareDebug' configuration. The 'Toolchain' tab is active, and the 'Device' section is expanded to show 'Compiler' settings. Two settings are highlighted with red boxes:

- ユーザ・オプション・バイト値 (-user\_opt\_byte)**: EFFBE8
- オンチップ・デバッグ制御値 (-ocdbg=<value>)**: 84

図 4-3 オプション・バイトの設定画面

## 4.4 定数一覧

表 4-3、表 4-4に定数一覧を示します。

表 4-3 定数一覧 (1/2)

| 定数名                          | 設定値                                | 内容                              |
|------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| ファイル名 : qe_touch_main.c      |                                    |                                 |
| TOUCH_SCAN_INTERVAL_EXAMPLE  | (20 * 1000)                        | ソフトウェアディレイの値<br>[μs 単位]         |
| TEST_INTERVAL_EXAMPLE        | (1 * 1000)                         | 初期 LED ソフトウェアディレイの<br>値 [μs 単位] |
| ファイル名 : r_rssk_switch_led.c  |                                    |                                 |
| RSSK_SW1_PORT                | (P6_bit.no0)                       | SW1 制御レジスタポインタ                  |
| RSSK_SW2_PORT                | (P6_bit.no1)                       | SW2 制御レジスタポインタ                  |
| RSSK_LED1_PORT               | (P6_bit.no4)                       | LED1 制御レジスタポインタ                 |
| RSSK_LED2_PORT               | (P6_bit.no5)                       | LED2 制御レジスタポインタ                 |
| RSSK_SW1_PORT_MODE           | (PM6_bit.no0)                      | SW1 モードレジスタポインタ                 |
| RSSK_SW2_PORT_MODE           | (PM6_bit.no1)                      | SW2 モードレジスタポインタ                 |
| RSSK_LED1_PORT_MODE          | (PM6_bit.no4)                      | LED1 モードレジスタポインタ                |
| RSSK_LED2_PORT_MODE          | (PM6_bit.no5)                      | LED2 モードレジスタポインタ                |
| SW_EDGE_RIZE                 | (0x07U)                            | スイッチ立ち上がり判定                     |
| SW_EDGE_FALL                 | (0x08U)                            | スイッチ立ち下り判定                      |
| SW_EDGE_BIT_MASK             | (0x0FU)                            | スイッチ状態判定マスク                     |
| RSSK_LED_ON                  | (0x00U)                            | LED 点灯                          |
| RSSK_LED_OFF                 | (0x01U)                            | LED 消灯                          |
| ファイル名 : r_rssk_touch_led.c   |                                    |                                 |
| LED_COL0                     | (P14_bit.no0)                      | COL0 制御レジスタポインタ                 |
| LED_COL1                     | (P8_bit.no4)                       | COL1 制御レジスタポインタ                 |
| LED_COL2                     | (P8_bit.no3)                       | COL2 制御レジスタポインタ                 |
| LED_COL3                     | (P8_bit.no2)                       | COL3 制御レジスタポインタ                 |
| LED_ROW0                     | (P2_bit.no1)                       | ROW0 制御レジスタポインタ                 |
| LED_ROW1                     | (P2_bit.no0)                       | ROW1 制御レジスタポインタ                 |
| LED_ROW2                     | (P8_bit.no1)                       | ROW2 制御レジスタポインタ                 |
| LED_ROW3                     | (P8_bit.no0)                       | ROW3 制御レジスタポインタ                 |
| LED_COL_MAX                  | (4U)                               | COL 信号数                         |
| LED_COL_ON                   | (1U)                               | COL 信号 ON                       |
| LED_COL_OFF                  | (0U)                               | COL 信号 OFF                      |
| LED_ROW_OFF                  | (1U)                               | ROW 信号 OFF                      |
| SLIDER_LED_NUM               | (5U)                               | スライダ LED 数                      |
| SLIDER_RESOLUTION            | (100U)                             | スライダタッチ結果最大値                    |
| WHEEL_LED_NUM                | (8U)                               | ホイール LED 数                      |
| WHEEL_LED_MSB                | (1U <<<br>(WHEEL_LED_NUM -<br>1U)) | ホイール制御ビット MSB                   |
| WHEEL_RESOLUTION_DEGREE      | (360U)                             | ホイールタッチ結果最大値                    |
| WHEEL_POSITION_OFFSET_DEGREE | (112U)                             | ホイールタッチ位置オフセット                  |
| ALL_LED_NUM                  | (16U)                              | タッチボード LED 数                    |
| LED_TEST_INTERVAL            | (100U)                             | LED 点灯インターバル時間                  |

表 4-4 定数一覧 (2/2)

| 定数名                        | 設定値    | 内容                |
|----------------------------|--------|-------------------|
| ファイル名 : r_rssk_touch_lcd.c |        |                   |
| TOUCH_BUTTON1_ONLY_ON      | (0x02) | タッチボタン 1 のみ有効     |
| TOUCH_BUTTON2_ONLY_ON      | (0x04) | タッチボタン 2 のみ有効     |
| TOUCH_BUTTON3_ONLY_ON      | (0x01) | タッチボタン 3 のみ有効     |
| LCD_STATE_OFF              | (0)    | LCD 表示 OFF 状態     |
| LCD_STATE_ON               | (1)    | LCD 表示 ON 状態      |
| LCD_STATE_BLINK_150MS      | (2)    | LCD 表示 150ms 点滅状態 |
| LCD_STATE_BLINK_250MS      | (3)    | LCD 表示 250ms 点滅状態 |

#### 4.5 列挙型一覧

表 4-5に rssk\_sw\_status\_t の列挙型を示します。

表 4-5 rssk\_sw\_status\_t

| メンバ                         | 値    | 説明          |
|-----------------------------|------|-------------|
| ファイル名 : r_rssk_switch_led.h |      |             |
| RSSK_SW_OFF                 | 0x00 | スイッチ OFF 状態 |
| RSSK_SW_ON                  | 0x01 | スイッチ ON 状態  |

#### 4.6 グローバル変数一覧

表 4-6にグローバル変数を示します。

表 4-6 グローバル変数

| 変数名                          | 型             | 説明                |
|------------------------------|---------------|-------------------|
| ファイル名 : qe_touch_sample.c    |               |                   |
| button_status                | uint64_t      | ボタンステータス          |
| slider_position[1]           | uint16_t      | スライダ位置情報          |
| wheel_position[1]            | uint16_t      | ホイール位置情報          |
| ファイル名 : r_rssk_touch_led.c   |               |                   |
| s_led_drive_colmun           | uint8_t       | タッチ電極 LED 駆動情報    |
| s_button_idx[3]              | uint8_t       | ボタンインデックス格納配列     |
| ファイル名 : r_rssk_touch_lcd.c   |               |                   |
| s_lcd_state                  | uint8_t       | LCD 表示状態          |
| s_lcd_blink_150ms_on         | uint8_t       | LCD150ms 点滅中の点灯状態 |
| s_lcd_blink_250ms_on         | uint8_t       | LCD250ms 点滅中の点灯状態 |
| s_lcd_display_array[8]       | uint8_t       | LCD 表示文字          |
| ファイル名 : r_rssk_lcd_segdata.c |               |                   |
| g_show_segdata[41][4]        | const uint8_t | LCD 文字表示セグメント値    |
| g_digit_segdata[8][4]        | const uint8_t | LCD 表示桁セグメント番号    |

## 4.7 関数一覧

表 4-7に関数の一覧を示します。

表 4-7 関数一覧

| 関数名                         | 処理概要                    |
|-----------------------------|-------------------------|
| ファイル名 : qe_touch_main.c     |                         |
| qe_touch_main               | メイン関数                   |
| qe_touch_delay              | ソフトウェアディレイ              |
| r_rssk_initialize           | 静電容量タッチ評価システムの初期化処理     |
| r_rssk_led_test             | 静電容量タッチ評価システムのLED テスト処理 |
| r_rssk_timer_callback       | TAU0 割り込みコールバック         |
| ファイル名 : r_rssk_switch_led.c |                         |
| r_rssk_switch_led_init      | CPU ボードLED 初期化処理        |
| r_rssk_switch_led_control   | CPU ボードLED 制御処理         |
| rssk_get_sw1_status         | スイッチ SW1 の状態応答処理        |
| rssk_get_sw2_status         | スイッチ SW2 の状態応答処理        |
| r_rssk_led1_on              | CPU ボードLED1 点灯          |
| r_rssk_led1_off             | CPU ボードLED1 消灯          |
| r_rssk_led2_on              | CPU ボードLED2 点灯          |
| r_rssk_led2_off             | CPU ボードLED2 消灯          |
| ファイル名 : r_rssk_touch_led.c  |                         |
| r_rssk_touch_led_test       | タッチボードLED テスト処理         |
| r_rssk_touch_led_control    | タッチボードLED 制御処理          |
| ファイル名 : r_rssk_touch_lcd.c  |                         |
| r_rssk_lcd_init             | LCD 初期表示                |
| r_rssk_touch_lcd_control    | タッチボードLCD 制御処理          |
| r_rssk_blink_150ms_callback | LCD 表示 150ms 点滅コールバック   |
| r_rssk_blink_250ms_callback | LCD 表示 250ms 点滅コールバック   |
| lcd_update_display          | LCD 表示の更新               |
| lcd_clear_display           | LCD 表示のクリア              |
| lcd_show_array              | 配列文字のLCD 表示             |
| lcd_show                    | LCD1 文字表示               |
| touch_button1_lcd           | タッチボタン1のタッチ検出処理         |
| touch_button2_blink_150ms   | タッチボタン2のタッチ検出処理         |
| touch_button3_blink_250ms   | タッチボタン3のタッチ検出処理         |
| timer_stop_blink            | LCD 表示点滅タイマの停止          |
| timer_start_blink_150ms     | LCD 表示 150ms 点滅タイマの開始   |
| timer_start_blink_250ms     | LCD 表示 250ms 点滅タイマの開始   |
| update_lcd_wheel_value      | ホイール値のLCD 表示更新          |
| update_lcd_slider_value     | スライダ値のLCD 表示更新          |

## 4.8 使用する周辺機能と端子一覧

本サンプルソフトウェアで使用端子一覧を表 4-8、表 4-9に、未使用端子と処置の一覧を表 4-10に示します。

表 4-8 使用端子一覧 (1/2)

| ピン番号 | 端子名           | I/O | 用途           |
|------|---------------|-----|--------------|
| 34   | TS03          | I/O | CTSU 計測      |
| 35   | TS04          | I/O |              |
| 36   | TS05          | I/O |              |
| 37   | TS06          | I/O |              |
| 39   | TS07          | I/O |              |
| 40   | TS08          | I/O |              |
| 41   | TS09          | I/O |              |
| 42   | TS10          | I/O |              |
| 43   | TS11          | I/O |              |
| 44   | TS12          | I/O |              |
| 56   | TS21          | I/O |              |
| 69   | TS32          | I/O |              |
| 70   | TS33          | I/O |              |
| 71   | TS34          | I/O |              |
| 72   | TS35          | I/O |              |
| 51   | TSCAP         | -   |              |
| 74   | RxD2          | I   | QE のシリアル通信対応 |
| 75   | TxD2          | O   |              |
| 22   | P60/SW1       | I   | スイッチ入力       |
| 23   | P61/SW2       | I   |              |
| 24   | P64/LED1      | O   | LED 制御       |
| 25   | P65/LED2      | O   |              |
| 99   | P21/LED_ROW0  | O   |              |
| 100  | P20/LED_ROW1  | O   |              |
| 68   | P81/LED_ROW2  | O   |              |
| 73   | P80/LED_ROW3  | O   |              |
| 1    | P140/LED_COL0 | O   |              |
| 49   | P84/LED_COL1  | O   |              |
| 50   | P83/LED_COL2  | O   |              |
| 67   | P82/LED_COL3  | O   |              |

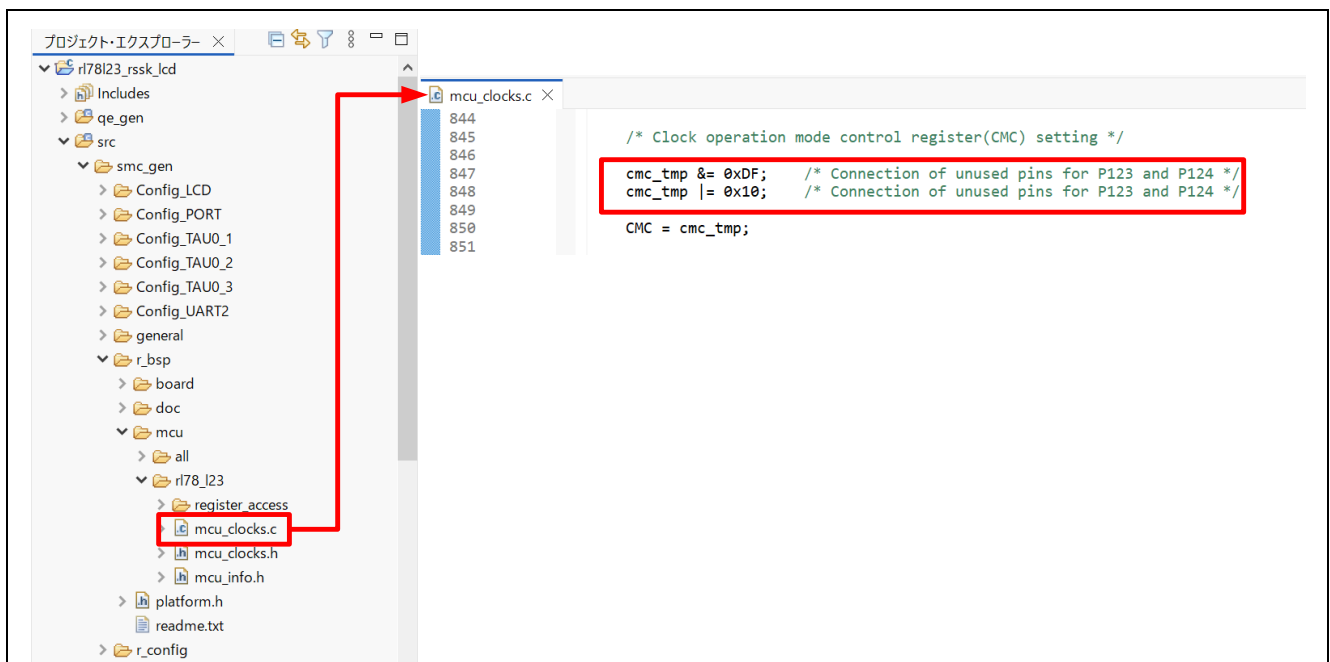
表 4-9 使用端子一覧 (2/2)

| ピン番号 | 端子名   | I/O | 用途     |
|------|-------|-----|--------|
| 62   | SEG00 | O   | LCD 制御 |
| 61   | SEG01 | O   |        |
| 60   | SEG02 | O   |        |
| 59   | SEG03 | O   |        |
| 46   | SEG14 | O   |        |
| 45   | SEG15 | O   |        |
| 4    | SEG26 | O   |        |
| 3    | SEG27 | O   |        |
| 2    | SEG28 | O   |        |
| 98   | SEG29 | O   |        |
| 97   | SEG30 | O   |        |
| 93   | SEG31 | O   |        |
| 92   | SEG32 | O   |        |
| 91   | SEG33 | O   |        |
| 90   | SEG34 | O   |        |
| 87   | SEG35 | O   |        |
| 86   | SEG36 | O   |        |
| 85   | SEG37 | O   |        |
| 84   | SEG38 | O   |        |
| 83   | SEG39 | O   |        |
| 82   | SEG40 | O   |        |
| 81   | SEG41 | O   |        |
| 80   | SEG42 | O   |        |
| 79   | SEG43 | O   |        |
| 78   | SEG44 | O   |        |
| 77   | SEG45 | O   |        |
| 76   | SEG46 | O   |        |
| 96   | SEG51 | O   |        |
| 95   | SEG52 | O   |        |
| 94   | SEG53 | O   |        |
| 89   | SEG54 | O   |        |
| 88   | SEG55 | O   |        |
| 66   | COM0  | O   |        |
| 65   | COM1  | O   |        |
| 64   | COM2  | O   |        |
| 63   | COM3  | O   |        |

表 4-10 未使用端子と処置の一覧

| ピン番号    | 端子名        | I/O | 未使用の処置   |
|---------|------------|-----|--|
| 19      | REGC       | I   | コンデンサ(1 $\mu$ F)を介し、GND へ接続  |
| 21      | VDD        | I   | コンデンサ(0.1 $\mu$ F)を介し、GND へ接続  |
| 20      | VSS        | I   | GND へ接続  |
| 38      | EVSS       | I   |  |
| 16      | P137       | I   | 抵抗(10K)を介し、MCU_VDD へ接続   |
| 15      | P124/XT2 注 | I   | クロック動作モード制御レジスタ (CMC) の EXCLKS に 0、OSCSELS に 1、かつクロック動作 ステータス制御レジスタ (CSC) の XTSTOP に 1 を設定し、オープンにしてください。 |
| 14      | P123/XT1 注 | I   |  |
| 上記以外の端子 |            | -   | Low 出力   |

注： 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。



The screenshot shows the project explorer on the left with the file structure expanded to 'mcu\_clocks.c'. The code editor on the right shows the following code snippet:

```

/* 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。

図 4-4 mcu\_clocks.c の編集

本サンプルソフトウェアで使用する周辺機能一覧を表 4-11に示します。

表 4-11 使用する周辺機能一覧

| 周辺機能   | 用途                          |
|--------|-----------------------------|
| LVD    | 電圧検出機能                      |
| CTSU   | CTSU 計測                     |
| UART2  | QE のシリアルモニタリング・シリアルチューニング対応 |
| TAU0_1 | LED 制御のトリガ                  |
| TAU0_2 | LCD 表示 150ms 点滅制御のトリガ       |
| TAU0_3 | LCD 表示 250ms 点滅制御のトリガ       |
| LCD    | LCD 制御                      |
| PORT   | LED 制御                      |

スマート・コンフィグレータを用いた周辺機能の設定を以下に示します。

- 電圧検出回路

リセット発生電圧の設定を表 4-12に示します。

表 4-12 電圧検出回路設定

| 項目                         | 設定       |
|----------------------------|----------|
| 動作モード                      | リセット・モード |
| 動作検出設定<br>リセット発生電圧 (VLVD0) | 2.91V    |

- UART 通信

QE for Capacitive Touch のシリアルモニタリング対応に UART2 を使用します。UART2 の設定を表 4-13に示します。

表 4-13 UART2 送信設定

| 項目          | 設定            |
|-------------|---------------|
| 動作クロック      | CK10          |
| クロック・ソース    | $f_{CLK}/2^2$ |
| 転送モード設定     | シングル転送モード     |
| データ・ビット長設定  | 8 ビット         |
| データ転送方向     | LSB           |
| パリティ設定      | パリティ・ビットなし    |
| ストップ・ビット長設定 | 1 ビット         |
| 送信データ・レベル設定 | 非反転           |
| 転送レート設定     | 115200        |
| 割り込み設定      | レベル 3         |
| コールバック機能設定  | 送信完了          |

- インターバルタイマ  
LED 制御にインターバルタイマ TAU0\_1 を使用します。TAU0\_1 の設定を表 4-14に示します。

表 4-14 TAU0\_1 設定

| 項目                  | 設定  |
|---------------------|---|
| 動作クロック              | CK03  |
| クロック・ソース            | $f_{CLK}/2^{10}$                                      |
| インターバル時間 (上位 8 ビット) | 5ms   |
| 割り込み設定              | タイマ・チャンネル 1 のカウント完了で割り込み発生 (INTTM01H)<br>: 有効 (レベル 3) |

LCD 表示 150ms 点滅にインターバルタイマ TAU0\_2 を使用します。TAU0\_2 の設定を表 4-15に示します。

表 4-15 TAU0\_2 設定

| 項目                | 設定   |
|-------------------|--|
| 動作クロック            | CK00   |
| クロック・ソース          | $f_{CLK}/2^{10}$                                     |
| インターバル時間 (16 ビット) | 150ms  |
| カウント開始割り込み        | カウント開始時に INTTM02 割り込みを発生する : 有効                      |
| 割り込み設定            | タイマ・チャンネル 2 のカウント完了で割り込み発生 (INTTM02)<br>: 有効 (レベル 3) |

LCD 表示 250ms 点滅にインターバルタイマ TAU0\_3 を使用します。TAU0\_3 の設定を表 4-16に示します。

表 4-16 TAU0\_3 設定

| 項目                | 設定   |
|-------------------|--|
| 動作クロック            | CK00   |
| クロック・ソース          | $f_{CLK}/2^{10}$                                     |
| インターバル時間 (16 ビット) | 250ms  |
| カウント開始割り込み        | カウント開始時に INTTM03 割り込みを発生する : 有効                      |
| 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)<br>: 有効 (レベル 3) |

- LCD  
LCD を使用します。LCD の設定を表 4-17に示します。

表 4-17 LCD 設定

| 項目        | 設定                              |
|-----------|---------------------------------|
| 波形表示設定    | タイプ A 波形                        |
| 工藤電圧発生方式  | V <sub>DD</sub> リファレンス容量分割方式    |
| 表示モード設定   | 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 | A パターン領域のデータ                    |
| クロック・ソース  | f <sub>IL</sub>                 |
| 分周器       | f <sub>IL</sub> /2 <sup>7</sup> |
| フレーム周波数   | 64Hz                            |

- Ctsu middleware (r\_ctsu)  
タッチ制御に r\_ctsu を使用します。rm\_touch の設定を表 4-18に示します。

表 4-18 r\_ctsu 設定

| 項目  | 設定                |
|---|-------------------|
| Data Transfer of INTCTSUWR and INTCTSURD        | Interrupt handler |
| DTC setting                                     | Setting in r_ctsu |
| Auto-judgment function in Snooze mode using SMS | Disable           |
| Interrupt level for INTCTSUWR                   | Level 2           |
| Interrupt level for INTCTSURD                   | Level 2           |
| Interrupt level for INTCTSUFN                   | Level 2           |

- Touch middleware (rm\_touch)  
タッチ制御に rm\_touch を使用します。rm\_touch の設定を表 4-19に示します。本設定は、シリアルモニタリングとシリアルチューニングを可能にする設定です。

表 4-19 rm\_touch 設定

| 項目                            | 設定     |
|-------------------------------|--------|
| Support QE monitor using UART | Enable |
| Support QE tuning using UART  | Enable |
| UART channel                  | UART2  |

4.9 処理フロー

本サンプルコードの処理フローを図 4-5に示します。

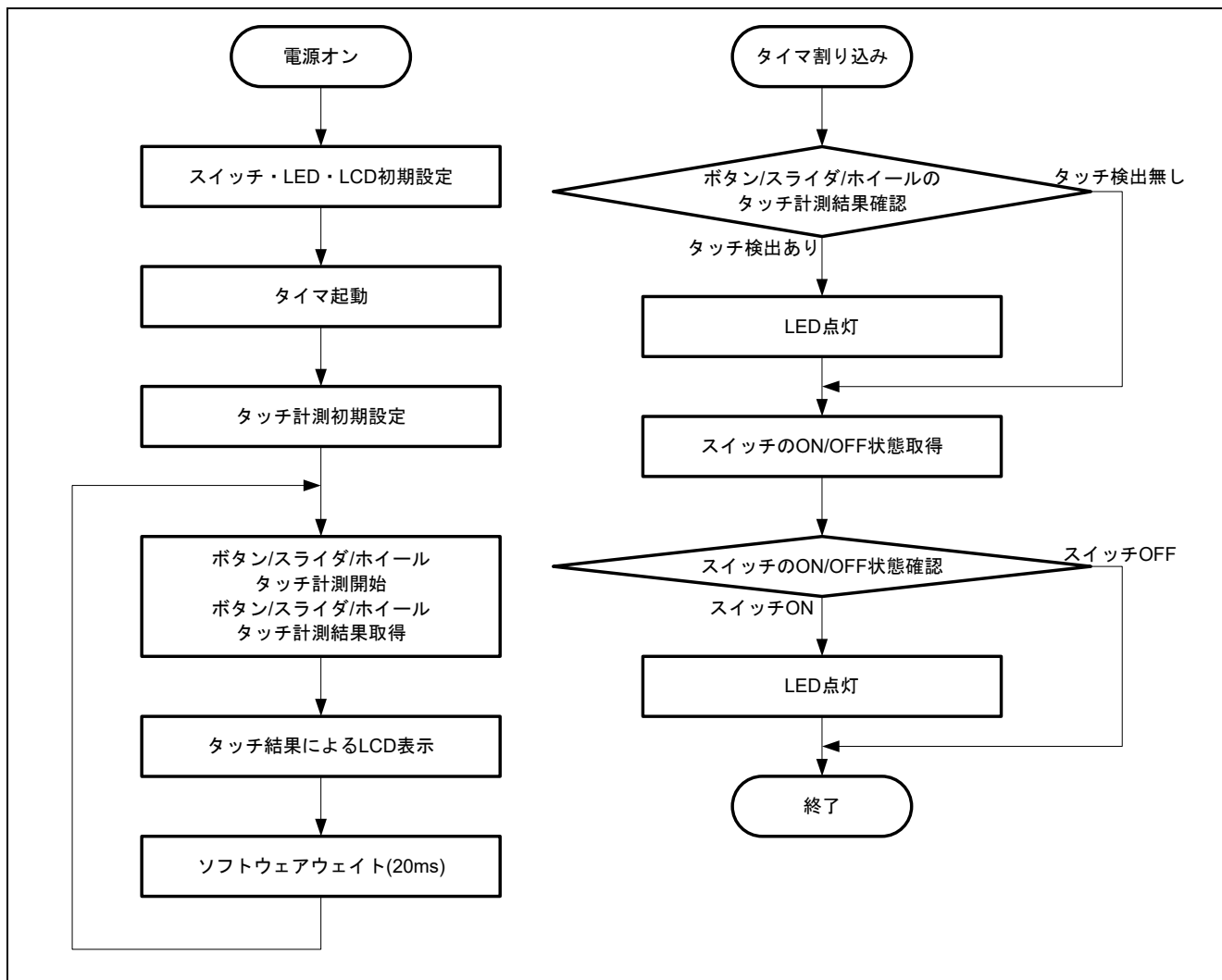


図 4-5 処理フロー（自己容量タッチボタン／ホイール／スライダボード）

4.10 LCD 表示の詳細

本サンプルコードの LCD 表示の詳細を図 4-6に示します。

電源投入後、左 4 桁に「WHEE」、右 4 桁に「SLID」を表示します。

● ホイール

タッチを検出した場合、左 4 桁に W の頭文字に続き検出位置（1~360）を表示します。

タッチ検出後に、未検出となると「W---」を表示します。

スライダ

タッチを検出した場合、右 4 桁に S の頭文字に続き検出位置（1~100）を表示します。

タッチ検出後に、未検出となると「S---」を表示します。

ホイールとスライダは、それぞれ独立して表示の変更が行われます。

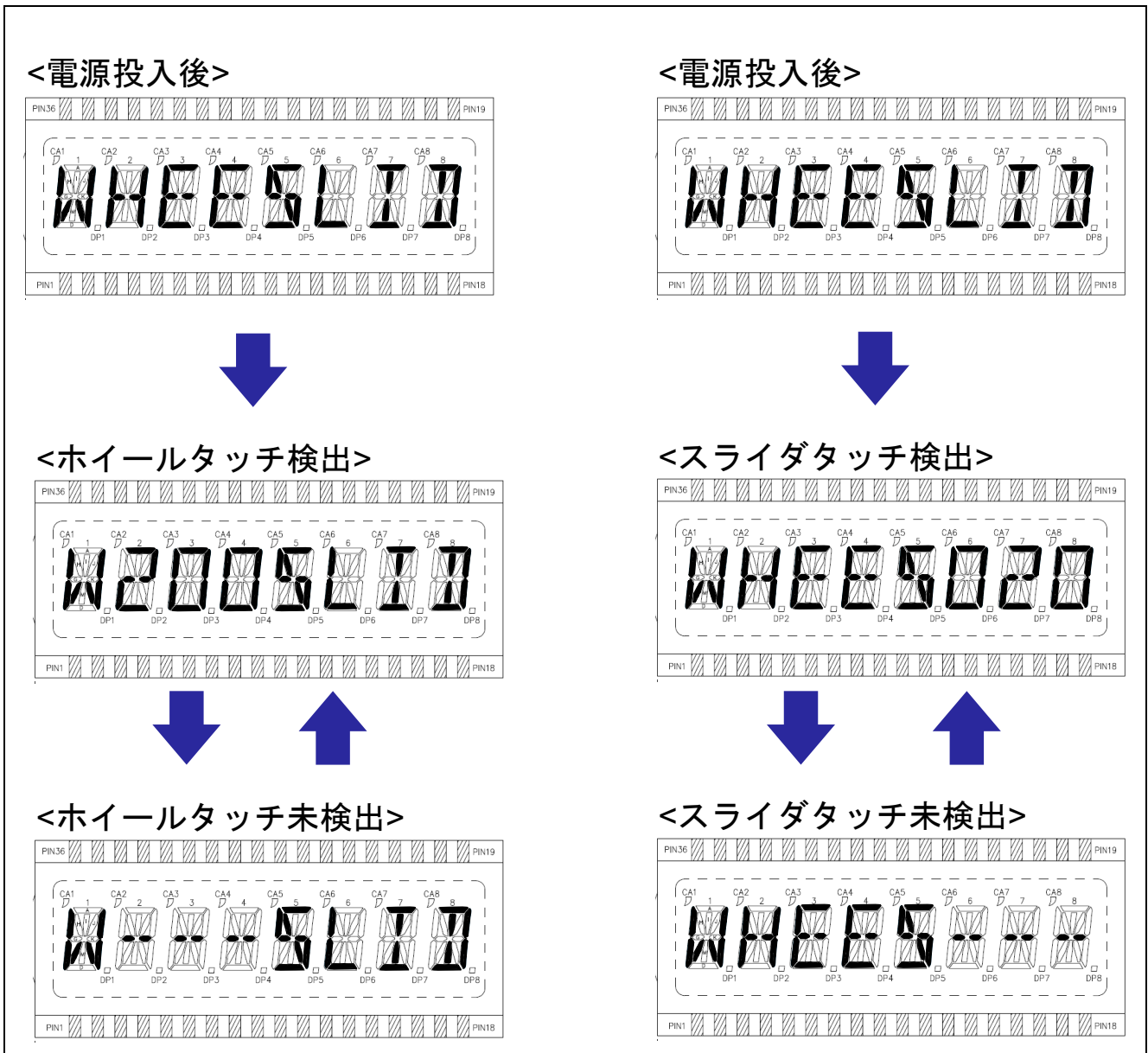


図 4-6 LCD 表示の詳細

タッチボタンのタッチを検出した場合、タッチボタンに応じて LCD の表示を制御します。

タッチボタン動作例を図 4-7に示します。

- タッチボタン 1
  - LCD 表示 ON 状態に遷移します。
  - LCD 表示 ON 状態の場合は、LCD 表示 OFF 状態に遷移します。
- タッチボタン 2
  - LCD 表示 150ms 点滅状態に遷移します。
  - LCD 表示 150ms 点滅状態の場合は、LCD 表示 ON 状態に遷移します。
- タッチボタン 3
  - LCD 表示 250ms 点滅状態に遷移します。
  - LCD 表示 250ms 点滅状態の場合は、LCD 表示 ON 状態に遷移します。

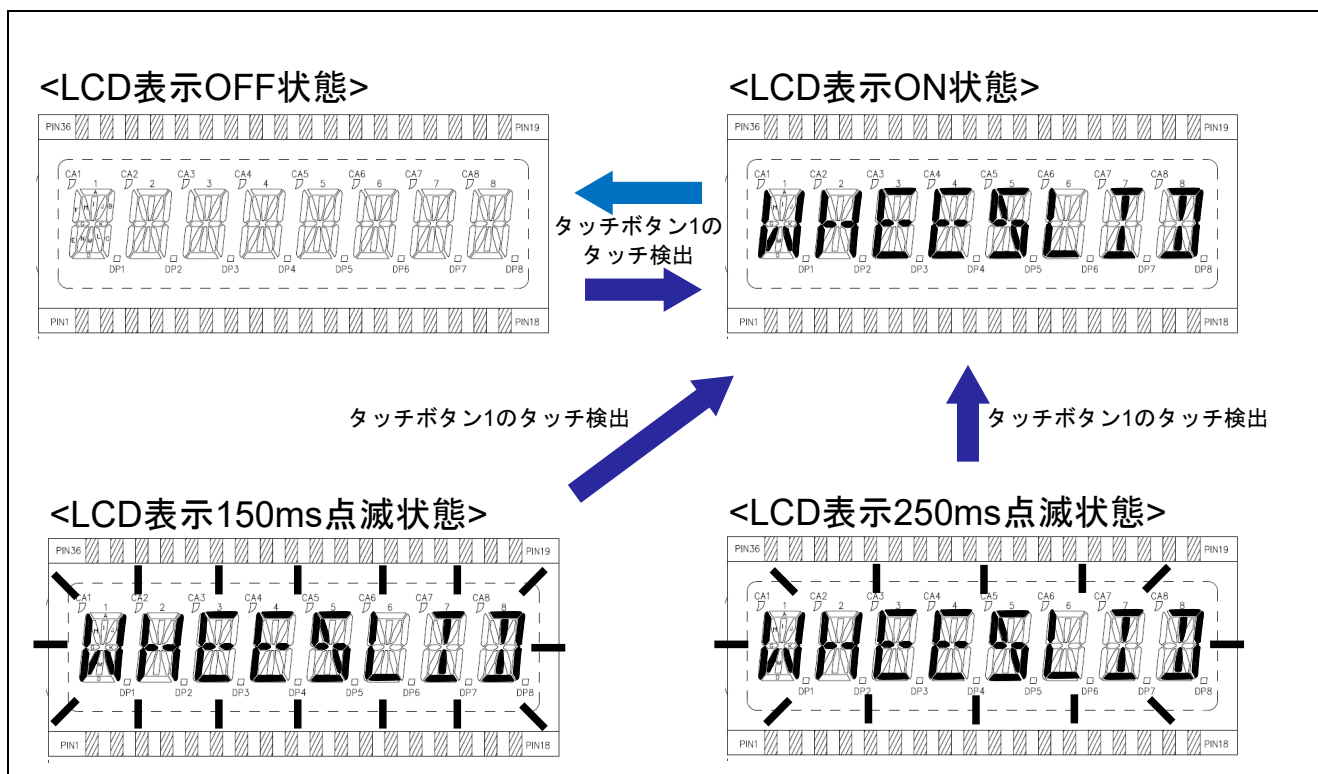


図 4-7 タッチボタン 1 検出による LCD 表示制御例

### 5. 静電容量タッチ設定

本サンプルコードのタッチインタフェース構成、構成（メソッド）の設定とチューニング結果を示します。QE のチューニング機能を使用しています。

#### 5.1 タッチインタフェース構成

本サンプルコードのタッチインタフェース構成の設定を図 5-1に示します。

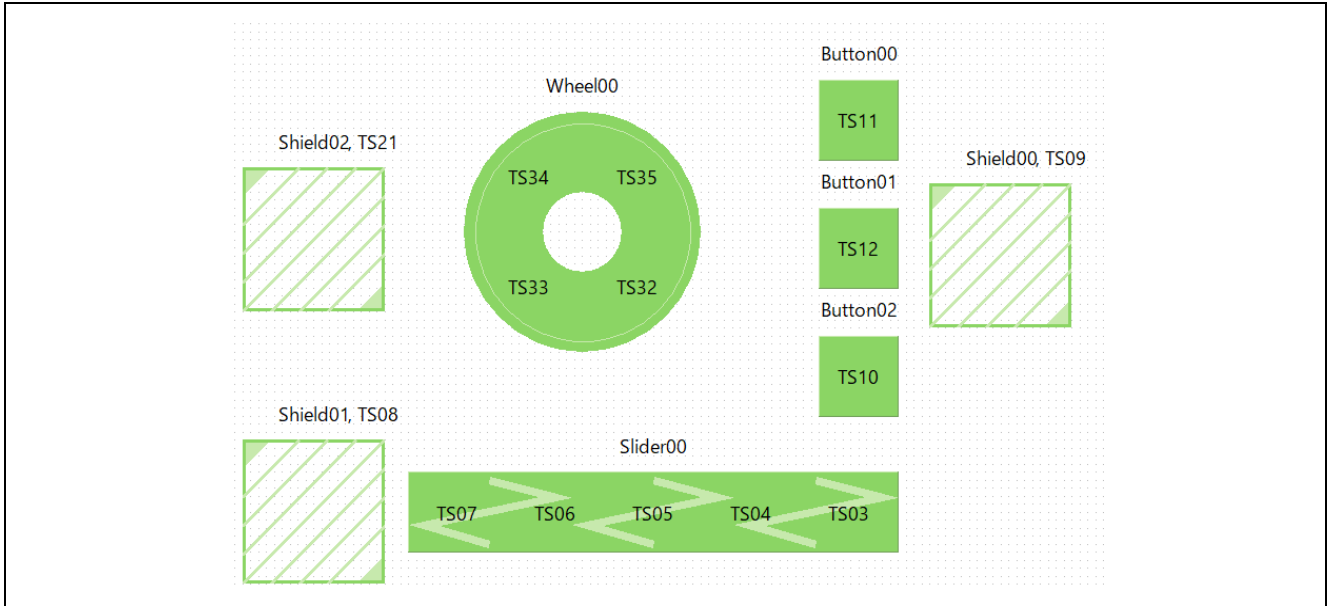


図 5-1 タッチインタフェース構成画面（自己容量タッチボタン／ホイール／スライダボード）

#### 5.2 構成（メソッド）の設定

本サンプルコードの構成（メソッド）の設定を図 5-2に示します。3つのボタンとシールド 00 は config01 で有効を設定、スライダとシールド 01 は config02 で有効を設定、ホイールとシールド 02 は config03 で有効を設定します。

| 構成(メソッド)の追加   |  | 構成(メソッド)の削除                            |  |
|---|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> config01 <input type="checkbox"/> config02 <input type="checkbox"/> config03 |  |  |  |
| Button00(自己)  | <input checked="" type="checkbox"/> 有効 | <input type="checkbox"/>               | <input type="checkbox"/>               |
| Button01(自己)  | <input checked="" type="checkbox"/> 有効 | <input type="checkbox"/>               | <input type="checkbox"/>               |
| Button02(自己)  | <input checked="" type="checkbox"/> 有効 | <input type="checkbox"/>               | <input type="checkbox"/>               |
| Shield00(自己)  | <input checked="" type="checkbox"/> 有効 | <input type="checkbox"/>               | <input type="checkbox"/>               |
| Slider00(自己)  | <input type="checkbox"/>               | <input checked="" type="checkbox"/> 有効 | <input type="checkbox"/>               |
| Shield01(自己)  | <input type="checkbox"/>               | <input checked="" type="checkbox"/> 有効 | <input type="checkbox"/>               |
| Wheel00(自己)   | <input type="checkbox"/>               | <input type="checkbox"/>               | <input checked="" type="checkbox"/> 有効 |
| Shield02(自己)  | <input type="checkbox"/>               | <input type="checkbox"/>               | <input checked="" type="checkbox"/> 有効 |
| タッチ判定(SMS) ⓘ  | <input type="checkbox"/> 有効にする         | <input type="checkbox"/> 有効にする         | <input type="checkbox"/> 有効にする         |
| MEC   | <input type="checkbox"/> 有効にする         | <input type="checkbox"/> 有効にする         | <input type="checkbox"/> 有効にする         |

図 5-2 構成（メソッド）の設定画面

### 5.3 チューニング結果

QE チューニングでのチューニング結果を示します。本プログラムは結果一覧に示される設定値で動作しています。

結果一覧の値はQE チューニング時の動作環境に依存するため、再度QE チューニングするとこれらの値が変化する可能性があります。

表 5-1 QE チューニング結果一覧（自己容量タッチボタン／ホイール／スライダボード）

| メソッド     | 名前       | タッチセンサ | 寄生容量[pF] | ドライブパルス周波数 [MHz] | 閾値  | 計測時間[ms] | so    | snum | Sdpa |
|----------|----------|--------|----------|------------------|-----|----------|-------|------|------|
| Config01 | Button00 | TS11   | 12.688   | 0.988            | 709 | 0.576    | 0x03B | 0x07 | 0x0D |
| Config01 | Button01 | TS12   | 12.458   | 0.988            | 727 | 0.576    | 0x041 | 0x07 | 0x0D |
| Config01 | Button02 | TS10   | 12.201   | 0.988            | 711 | 0.576    | 0x03F | 0x07 | 0x0D |
| Config01 | Shield00 | TS09   | 49.701   | -                | -   | -        | -     | -    | -    |
| Config02 | Slider00 | TS07   | 11.396   | 0.99             | 382 | 0.576    | 0x038 | 0x07 | 0x0D |
| Config02 | Slider00 | TS06   | 10.604   | 0.99             | 382 | 0.576    | 0x030 | 0x07 | 0x0D |
| Config02 | Slider00 | TS05   | 10.806   | 0.99             | 382 | 0.576    | 0x030 | 0x07 | 0x0D |
| Config02 | Slider00 | TS04   | 10.799   | 0.99             | 382 | 0.576    | 0x02F | 0x07 | 0x0D |
| Config02 | Slider00 | TS03   | 11.84    | 0.99             | 382 | 0.576    | 0x036 | 0x07 | 0x0D |
| Config02 | Shield01 | TS08   | 49.611   | -                | -   | -        | -     | -    | -    |
| Config03 | Wheel00  | TS34   | 12.549   | 1.067            | 955 | 0.576    | 0x04D | 0x07 | 0x0C |
| Config03 | Wheel00  | TS35   | 12.417   | 1.067            | 955 | 0.576    | 0x046 | 0x07 | 0x0C |
| Config03 | Wheel00  | TS32   | 13.417   | 1.067            | 955 | 0.576    | 0x046 | 0x07 | 0x0C |
| Config03 | Wheel00  | TS33   | 12.812   | 1.067            | 955 | 0.576    | 0x043 | 0x07 | 0x0C |
| Config03 | Shield02 | TS21   | 45.896   | -                | -   | -        | -     | -    | -    |

so : センサオフセット設定の変数

snum : 計測期間設定の変数

sdpa : クロック分周設定の変数

## 5.4 感度調整方法について

ボタンの感度調整は QE for Capacitive Touch で行います。感度調整方法には以下の3つの方法があります。

- QE for Capacitive Touch のチューニング機能を使用した方法  
QE for Capacitive Touch の CapTouch ワークフロー(QE) から、チュートリアルに従って実施してください。
- QE for Capacitive Touch のモニタリング機能を使用したリアルタイム変更方法  
QE for Capacitive Touch の Cap Touch パラメーター一覧を表示し、以下の手順にて調整します。
  1. 調整したいボタンに対応したタッチ I/F を選択します。
  2. [モニタリングを有効にする]をクリックし、モニタリングを開始します。
  3. 項目が表示されましたら[タッチ閾値]の値を変更します。
  4. [リアルタイムにターゲットボードへ書き込む]をクリックし、タッチ閾値を変更します。
  5. 3~4 を繰り返して、感度調整を行います。

上記の手順番号 1~4 の設定は、図 5-3の①~④で操作します。



図 5-3 モニタリング機能を使用した感度調整画面

- 手動によるコードを変更する方法  
qe\_touch\_config.c 内の、構造体変数 g\_qe\_touch\_button\_cfg\_config01~03 のメンバ変数を変更することで調整が可能です。  
変更する変数は以下になります。
  - ・ threshold : タッチ判定の閾値

## 6. 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/L23 Renesas Solution Starter Kit 静電容量タッチ評価システム ユーザーズマニュアル(R12UZ0175)

RL78 ファミリ QE と SIS を使用した静電容量タッチアプリケーションの開発 (R01AN5512)

RL78/L23 LCD 表示 (時計デモ) (R01AN7852)

(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。)

## ホームページとサポート窓口

ルネサス エレクトロニクスホームページ

<http://www.renesas.com/>

静電容量センサユニット関連ページ

<https://www.renesas.com/solutions/touch-key>

<https://www.renesas.com/qe-capacitive-touch>

お問い合わせ

<http://www.renesas.com/contact/>

## 改訂記録

| Rev. | 発行日        | 改訂内容 |      |
|------|------------|------|------|
|      |            | ページ  | ポイント |
| 1.00 | 2025.08.27 | -    | 初版発行 |
|      |            |      |      |

## 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っていると、フラッシュメモリ、レイアウトパターンの相違などにより、電気的特性の範囲で、特性値、動作マージン、ノイズ耐量、ノイズ幅射量などが異なる場合があります。型名が違う製品に変更する場合は、個々の製品ごとにシステム評価試験を実施してください。

## ご注意書き

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

## 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。

## 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/)