

要旨

本アプリケーションノートは、RZ/T1 グループマイコンに搭載されている $\Delta\Sigma$ インタフェースの設定方法について説明します。

対象デバイス

RZ/T1 グループ

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	3
2.	動作環境	5
3.	関連アプリケーションノート	6
4.	周辺機能説明	7
5.	ハードウェア説明	8
5.1	使用端子一覧	8
5.2	参考回路	8
5.3	PS9352A サブボードとの接続	9
6.	ソフトウェア説明	10
6.1	機能概要	10
6.2	使用割り込み一覧	11
6.3	固定幅整数一覧	11
6.4	構造体 / 共用体一覧	12
6.5	定数一覧	14
6.6	変数一覧	16
6.7	関数一覧	17
6.8	関数仕様	18
6.9	サンプルプログラムの関数フロー	22
6.9.1	メイン関数	22
6.10	サンプルプログラム動作説明	23
6.10.1	プロジェクト設定	23
6.10.2	ボード接続	24
6.10.3	使用準備	25
6.10.4	電流値モニタ	26
6.10.5	スキャン頻度設定	28
6.10.6	フィルタ設定	29
6.10.7	ログ出力	30
7.	精度に関する注意事項	31
7.1	フィルタ特性による変換精度への影響	31
7.2	電流値レジスタキャプチャ周期による影響	33
8.	サンプルプログラム	34
9.	参考ドキュメント&開発環境	35
10.	ホームページとサポート窓口	36

1. 仕様

RZ/T1は、ユニット0として3チャンネル (U, V, W)、ユニット1として1チャンネル (X)、合計4チャンネルのΔΣインタフェース (DSMIF) を内蔵しています。最大で4チャンネルの外付けΔΣモジュレータとの接続が可能です。ΔΣ変調された1ビット・デジタル入力データをフィルタリングして16ビット・デジタルデータへの変換が可能です。

表 1.1 に主に使用する周辺機能と用途を、図 1.1 に動作環境を示します。

表 1.1 主に使用する周辺機能と用途

周辺機能	用途
クロック発生回路 (CPG)	CPUクロックおよび低速オンチップオシレータで使用
FIFO内蔵シリアルコミュニケーションインタフェース (SCIFA)	SCIFAの歩調同期式を使用し、RS-232CインタフェースによるCOMポート通信に使用
ΔΣインタフェース (DSMIF Unit1 chX)	外付けΔΣモジュレータからの1ビット・デジタル入力データをフィルタリングして16ビット・デジタルデータに変換するために使用
エラーコントロールモジュール (ECM)	エラー要因30、31 (X過電流異常検出エラー、X短絡異常検出エラー)を使用
コンペアマッチタイマW (CMTW Unit0)	DSMIFにより変換された16ビット・デジタルデータのモニタ時にタイマとして使用
割り込みコントローラ (ICUA)	エラー検出、コンペアマッチ割り込み、受信FIFOデータフル割り込みを使用

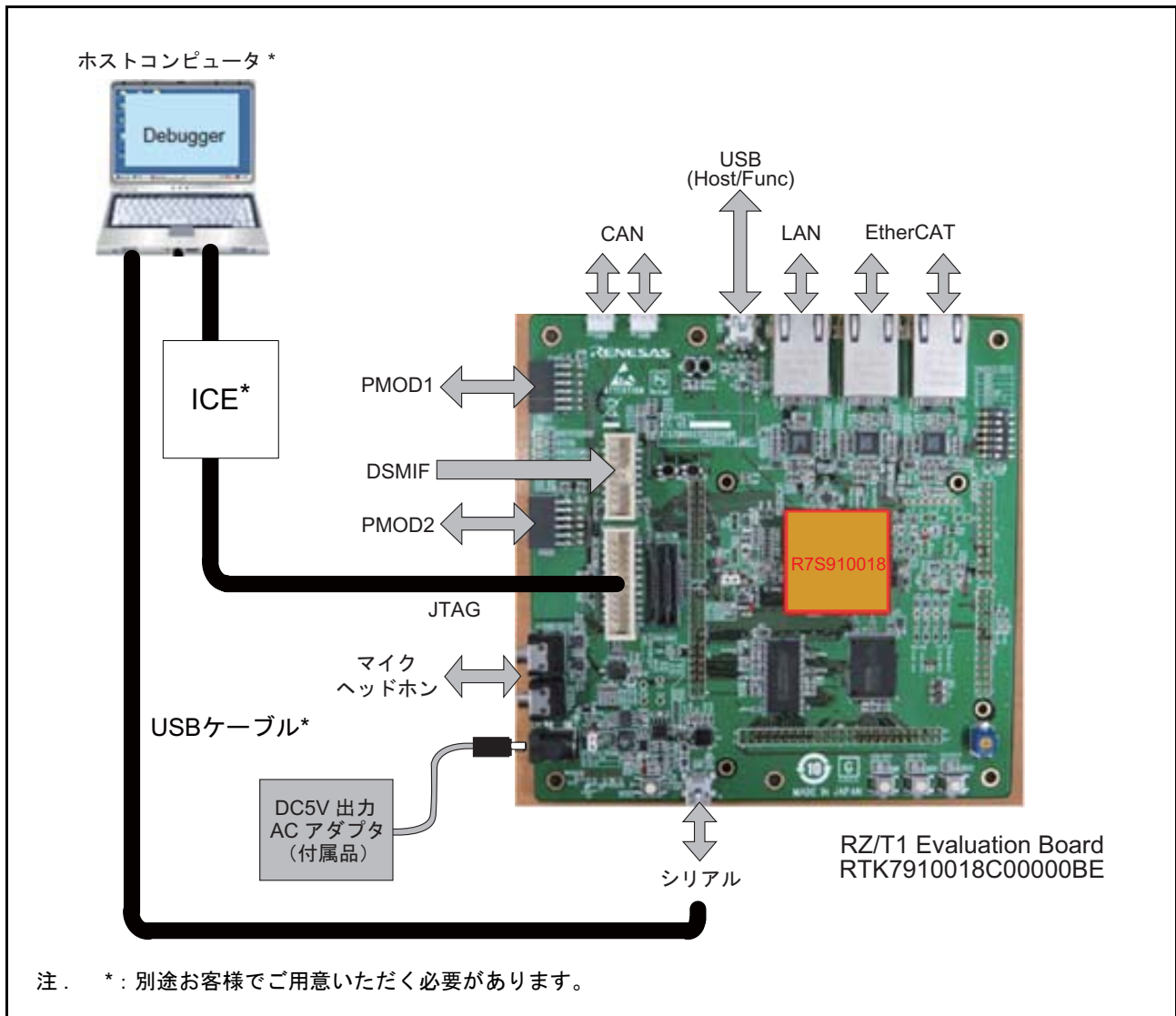


図 1.1 動作環境

2. 動作環境

本アプリケーションノートのサンプルプログラムは、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	RZ/T1グループ
動作周波数	CPUクロック (CPUCLK) : 450MHz
動作電圧	電源電圧 (I/O) : 3.3V
統合開発環境	IARシステムズ製 Embedded Workbench® for Arm Version 8.20.2 Arm製 DS-5™ 5.26.2 Renesas製 e2studio 6.1.0
動作モード	SPIブートモード (シリアル・フラッシュ) 16ビットバスブートモード (NORフラッシュ)
ターミナルソフトの通信設定	<ul style="list-style-type: none"> 通信速度 : 115200bps データ長 : 8ビット パリティ : なし ストップビット長 : 1ビット フロー制御 : なし 改行コード (受信) : CR 改行コード (送信) : CR
使用ボード	<ul style="list-style-type: none"> RZ/T1 Evaluation Board (RTK7910018C00000BE) PS9352A Sub Board for RZ/T1 Evaluation Board^{注1} (以後、「PS9352Aサブボード」と略す)
使用デバイス (ボード上で使用する機能)	<ul style="list-style-type: none"> シリアルインタフェース (USB-Mini Bコネクタ J8) NORフラッシュメモリ (CS0、CS1空間に接続) メーカー名 : Macronix International Co., Ltd. 型名 : MX29GL512FLT2I-10Q シリアルフラッシュメモリ メーカー名 : Macronix International Co., Ltd. 型名 : MX25L51245G ΔΣインタフェース (DSMIFコネクタ J12)
PC用USBシリアルポートドライバ	<ul style="list-style-type: none"> RTK7910018C00000BE向け RTK7910022C00000BR向け

注1. PS9352Aサブボードは高精度ΔΣA/Dコンバータを内蔵し、入力されたアナログ電圧を1bitのデータ列に変換する光絶縁型A/DコンバータPS9352Aを搭載したボードです。
PS9352AサブボードとRZ/T1 Evaluation Boardを用いることで、ΔΣA/Dコンバータ+sinc3フィルタでの動作確認を行うことが可能です。

3. 関連アプリケーションノート

本アプリケーションノートに関連するアプリケーションノートを以下に示します。併せて参照してください。

- RZ/T1 グループ初期設定アプリケーションノート (R01AN2554JJ)
- RZ/T1 グループ FIFO 内蔵シリアルコミュニケーションインターフェース (SCIFA) (R01AN2577JJ)
- RZ/T1 グループ CMTW & ELC サンプルプログラムアプリケーションノート (R01AN2600JJ)

注. 本アプリケーションノートで記載しないレジスタに関しては、RZ/T1 グループ 初期設定アプリケーションノートで設定した値のまま使用します。

4. 周辺機能説明

動作モード、クロック発生回路 (CPG)、FIFO 内蔵シリアルコミュニケーションインターフェース (SCIFA)、ΔΣインターフェース (DSMIF)、エラーコントロールモジュール (ECM)、コンペアマッチタイマ W (CMTW)、割り込みコントローラ (ICUA)、リセット、汎用入出力ポートについての基本的な内容は、「RZ/T1グループ・ユーザーズマニュアルハードウェア編」を参照してください。

5. ハードウェア説明

5.1 使用端子一覧

表 5.1 に使用端子と機能を示します。

表 5.1 使用端子と機能

端子名	入出力	内容
MD0	入力	動作モードの選択
MD1	入力	MD0 = "L", MD1 = "L", MD2 = "L" (SPI ブートモード)
MD2	入力	
MCLK0~MCLK3	入出力	クロック入出力端子
MDAT0~MDAT3	入力	データ入力端子

5.2 参考回路

図 5.1 に ΔΣ インタフェースのブロック図を示します。

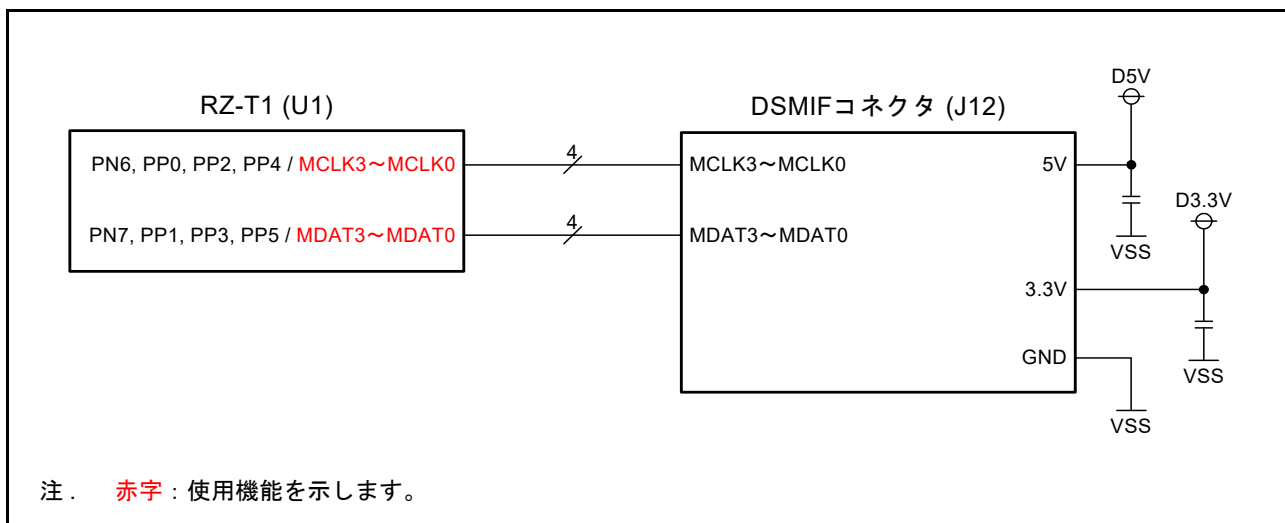


図 5.1 ΔΣ インタフェースのブロック図

5.3 PS9352A サブボードとの接続

図 5.2 に PS9352A サブボードとの接続を示します。RZ/T1 Evaluation Board (RTK7910018C00000BE) の J12 コネクタに接続します。

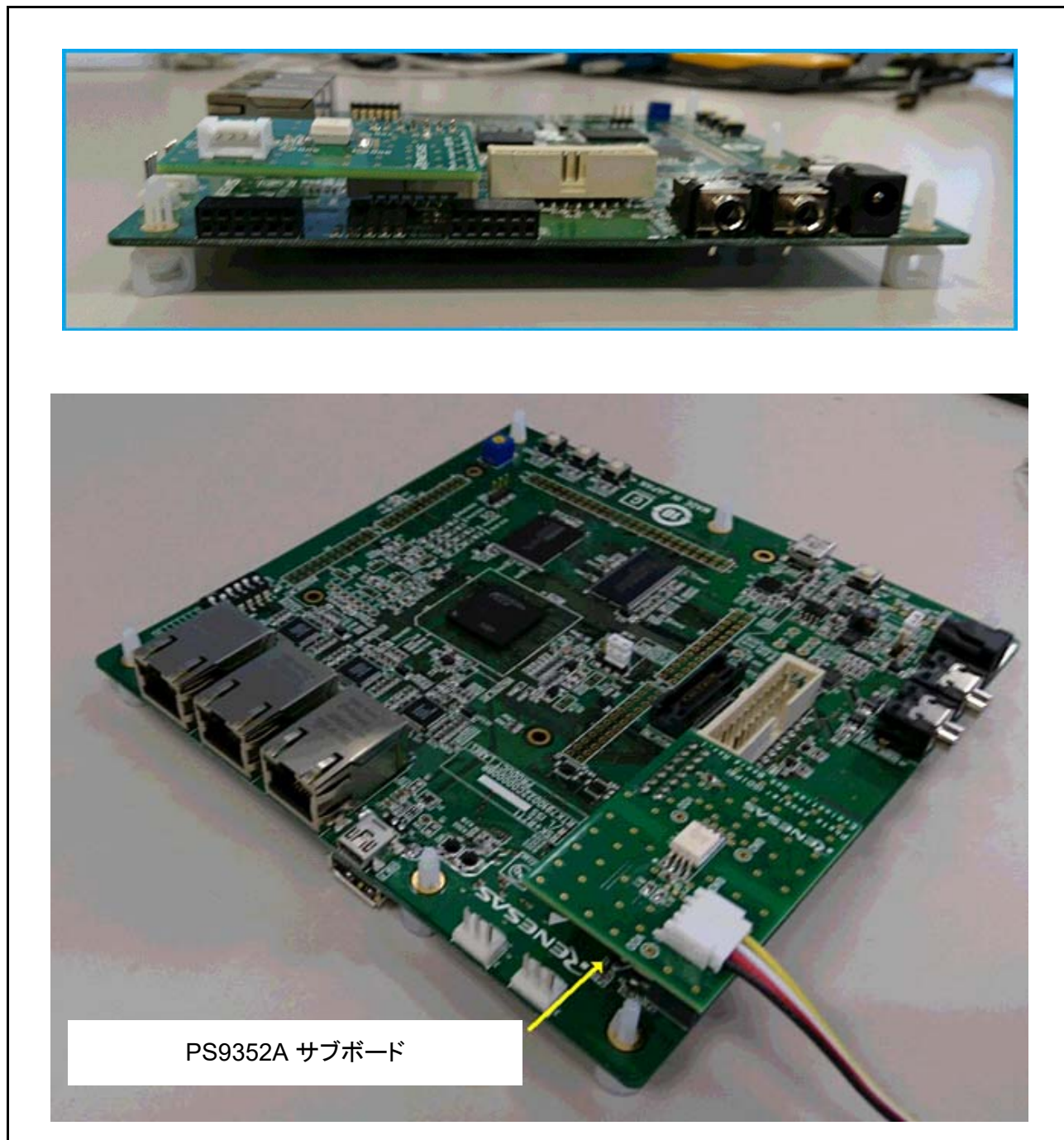


図 5.2 PS9352A サブボードとの接続

6. ソフトウェア説明

本ソフトウェアには、ΔΣインタフェース (DSMIF) を使用するためのドライバ、ΔΣ変換されたデジタルデータを読み出すためのAPI関数が含まれています。

6.1 機能概要

本ソフトウェアには、FIFO内蔵シリアルコミュニケーションインタフェース (SCIFA) の調歩同期式通信を用い、ホストPCとRS-232インタフェースのCOMポート通信を行い、ホストPC上のターミナルソフトウェアにてΔΣ変換された電流値をモニタする機能が含まれています。電流値モニタでは、過電流異常検出エラー・短絡異常検出エラー (いずれもチャンネルX)を確認することが可能です。

また、フィルタの設定を変更することが可能です。フィルタ設定を変更する場合は、サンプルプログラムのメニューより行ってください。その際、表6.1に示してある指定番号 (0～14)よりフィルタ設定の組み合わせを選択してください。

表6.1 動作可能なフィルタ設定の組み合わせ

指定番号	SINCフィルタ 次数	WORD1GEN[2:0]または WORD2GEN[2:0]の設定	MSB	BITSHIFT1[3:0]または BITSHIFT2[3:0]の設定	分解能
0	3 (sinc3)	010b	Bit 8	1000b	9ビット
1		011b	Bit 11	0110b	12ビット
2		100b	Bit 14	0100b	15ビット
3		101b	Bit 17	0010b	16ビット
4		110b	Bit 20	0001b	16ビット
5		111b	Bit 23	0000b	16ビット
6	2 (sinc2)	011b	Bit 7	1001b	8ビット
7		100b	Bit 9	0111b	10ビット
8		101b	Bit 11	0110b	12ビット
9		110b	Bit 13	0101b	14ビット
10		111b	Bit 15	0011b	16ビット
11	1 (sinc1)	100b	Bit 4	1100b	5ビット
12		101b	Bit 5	1011b	6ビット
13		110b	Bit 6	1010b	7ビット
14		111b	Bit 7	1001b	8ビット

注. フィルタのパラメータについての詳細は、『RZ/T1グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編』の「41.3.5 フィルタ設定」を参照してください。

6.2 使用割り込み一覧

サンプルプログラムで使用する割り込みを以下に示します。

表6.2 サンプルプログラムで使用する割り込み

割り込み (要因ID)	優先度	処理概要
ECMエラー検出 (マスカブル) (ERRD)	3	DSMIFエラー検出処理 以下のエラー検出発生時に、スキャン動作を停止します <ul style="list-style-type: none"> • X過電流異常検出エラー • X短絡異常検出エラー
CMTW Unit0 コンペアマッチ割り込み_ch0 (CMW10)	3	コンペアマッチ完了処理 <ul style="list-style-type: none"> • 低頻度スキャン時に、本割り込み検出毎に電流値リード処理を行います
SCIFA Unit2 受信FIFOデータフル (RXIF2)	3	キー入力検出処理 <ul style="list-style-type: none"> • 低頻度スキャン時に、キー入力検知でスキャン処理を中断します

6.3 固定幅整数一覧

表 6.3 にサンプルプログラムで使用する固定幅整数を示します。サンプルコードで使用する固定幅整数は、標準ライブラリで定義されています。

表6.3 サンプルプログラムで使用する固定幅整数

シンボル	内容
int8_t	8ビット整数、符号あり
int16_t	16ビット整数、符号あり
int32_t	32ビット整数、符号あり
int64_t	64ビット整数、符号あり
uint8_t	8ビット整数、符号なし
uint16_t	16ビット整数、符号なし
uint32_t	32ビット整数、符号なし
uint64_t	64ビット整数、符号なし

6.4 構造体 / 共用体一覧

表 6.4 ~ 表 6.6 にサンプルプログラムで使用する構造体を示します。

表 6.4 X1DATA フィルタ設定内容格納構造体 (st_dsmif_filter_cfg_x1_t)

メンバ名		内容
uint8_t	sinc1sel	<p>X1DATA レジスタ用 SINC フィルタ次数</p> <ul style="list-style-type: none"> • X1DATA レジスタに適用する SINC フィルタ次数を選択します。 • 設定可能な値 : <ul style="list-style-type: none"> DSMIF_SINC_1 : フィルタ 1 段 DSMIF_SINC_2 : フィルタ 2 段 DSMIF_SINC_3 : フィルタ 3 段 • 本メンバに設定した値を XYZ コントロールレジスタ (XYZCTL) の SINC1SEL[1:0] に設定します。
uint8_t	word1gen	<p>X1DATA レジスタ用 デシメーションクロック</p> <ul style="list-style-type: none"> • X1DATA レジスタに適用する デシメーションクロックを選択します。 • 設定可能な値 : <ul style="list-style-type: none"> DSMIF_DIV_MCLK_4 : MCLK3/4 DSMIF_DIV_MCLK_8 : MCLK3/8 DSMIF_DIV_MCLK_16 : MCLK3/16 DSMIF_DIV_MCLK_32 : MCLK3/32 DSMIF_DIV_MCLK_64 : MCLK3/64 DSMIF_DIV_MCLK_128 : MCLK3/128 DSMIF_DIV_MCLK_256 : MCLK3/256 • 本メンバに設定した値を XYZ コントロールレジスタ (XYZCTL) の WORD1GEN[2:0] に設定します。
uint8_t	bitshift1	<p>X1DATA レジスタ用 ビットシフト</p> <ul style="list-style-type: none"> • X1DATA レジスタに適用する ビットシフトを選択します。 (デシメーション結果の 24bit の内、使用する 16bit を選択) • 設定可能な値 : <ul style="list-style-type: none"> DSMIF_BITSHIFT_0 ~ DSMIF_BITSHIFT_12 注: 設定値の詳細は、「6.5 定数一覧」を参照してください。 • 本メンバに設定した値を XYZ コントロールレジスタ (XYZCTL) の BITSHIFT1[3:0] に設定します。

表6.5 X2DATAフィルタ設定内容格納構造体 (st_dsmif_filter_cfg_x2_t)

メンバ名		内容
uint8_t	sinc2sel	<p>X2DATAレジスタ用SINCフィルタ次数</p> <ul style="list-style-type: none"> X2DATAレジスタに適用するSINCフィルタ次数を選択します。 設定可能な値： <ul style="list-style-type: none"> DSMIF_SINC_1：フィルタ1段 DSMIF_SINC_2：フィルタ2段 DSMIF_SINC_3：フィルタ3段 本メンバに設定した値をXYZコントロールレジスタ (XYZCTL) のSINC2SEL[1:0]に設定します。
uint8_t	word2gen	<p>X2DATAレジスタ用デシメーションクロック</p> <ul style="list-style-type: none"> X2DATAレジスタに適用するデシメーションクロックを選択します。 設定可能な値： <ul style="list-style-type: none"> DSMIF_DIV_MCLK_4：MCLK3/4 DSMIF_DIV_MCLK_8：MCLK3/8 DSMIF_DIV_MCLK_16：MCLK3/16 DSMIF_DIV_MCLK_32：MCLK3/32 DSMIF_DIV_MCLK_64：MCLK3/64 DSMIF_DIV_MCLK_128：MCLK3/128 DSMIF_DIV_MCLK_256：MCLK3/256 本メンバに設定した値をXYZコントロールレジスタ (XYZCTL) のWORD2GEN[2:0]に設定します。
uint8_t	bitshift2	<p>X2DATAレジスタ用ビットシフト</p> <ul style="list-style-type: none"> X2DATAレジスタに適用するビットシフトを選択します。 (デシメーション結果の24bitの内、使用する16bitを選択) 設定可能な値： <ul style="list-style-type: none"> DSMIF_BITSHIFT_0～DSMIF_BITSHIFT_12 注：設定値の詳細は、「6.5 定数一覧」を参照してください。 本メンバに設定した値をXYZコントロールレジスタ (XYZCTL) のBITSHIFT2[3:0]に設定します。

表6.6 DSMIFエラーステータス格納構造体 (st_dsmif_errorx_t)

メンバ名		内容
uint8_t	erxi	<p>X過電流異常検出エラーステータス</p> <ul style="list-style-type: none"> 設定可能な値： <ul style="list-style-type: none"> 0：エラー未発生 1：エラー発生
uint8_t	erxsc	<p>X短絡異常検出エラーステータス</p> <ul style="list-style-type: none"> 設定可能な値： <ul style="list-style-type: none"> 0：エラー未発生 1：エラー発生
uint8_t	err_all	<p>X過電流/短絡異常検出エラーステータス (両エラーともに検出)</p> <ul style="list-style-type: none"> 設定可能な値： <ul style="list-style-type: none"> 0：エラー未発生 1：エラー発生

6.5 定数一覧

表 6.7 と表 6.8 にサンプルプログラムで使用する定数を示します。

表6.7 DSMIFで使用するレジスタ設定用定数 (1 / 2)

定数名	設定値	内容
DSMIF_CLEAR_ERR_XYZ	(0x00000170u)	チャンネルXのエラーのクリア
DSMIF_FILTER_SET_0 ~ DSMIF_FILTER_SET_14	(0u) ~ (14u)	SINCフィルタ、デシメーションクロック、ビットシフトの組み合わせを一括して設定 注. 各設定値については、「表6.1 動作可能なフィルタ設定の組み合わせ」を参照してください。
DSMIF_SINC_1	(1u)	SINCフィルタ設定: sinc1 (フィルタ 1段)
DSMIF_SINC_2	(2u)	SINCフィルタ設定: sinc2 (フィルタ 2段)
DSMIF_SINC_3	(0u)	SINCフィルタ設定: sinc3 (フィルタ 3段)
DSMIF_DIV_MCLK_4	(0u)	デシメーションクロック設定: MCLK3/4
DSMIF_DIV_MCLK_8	(2u)	デシメーションクロック設定: MCLK3/8
DSMIF_DIV_MCLK_16	(3u)	デシメーションクロック設定: MCLK3/16
DSMIF_DIV_MCLK_32	(4u)	デシメーションクロック設定: MCLK3/32
DSMIF_DIV_MCLK_64	(5u)	デシメーションクロック設定: MCLK3/64
DSMIF_DIV_MCLK_128	(6u)	デシメーションクロック設定: MCLK3/128
DSMIF_DIV_MCLK_256	(7u)	デシメーションクロック設定: MCLK3/256
DSMIF_BITSHIFT_0	(0u)	ビットシフト設定: [23:8]
DSMIF_BITSHIFT_1	(1u)	ビットシフト設定: [20:5]
DSMIF_BITSHIFT_2	(2u)	ビットシフト設定: [17:2]
DSMIF_BITSHIFT_3	(3u)	ビットシフト設定: [15:0]
DSMIF_BITSHIFT_4	(4u)	ビットシフト設定: [14:0], 1'b0
DSMIF_BITSHIFT_5	(5u)	ビットシフト設定: [13:0], 2'b00
DSMIF_BITSHIFT_6	(6u)	ビットシフト設定: [11:0], 4'b000
DSMIF_BITSHIFT_7	(7u)	ビットシフト設定: [9:0], 6'b00_0000
DSMIF_BITSHIFT_8	(8u)	ビットシフト設定: [8:0], 7'b000_0000
DSMIF_BITSHIFT_9	(9u)	ビットシフト設定: [7:0], 8'b0000_0000
DSMIF_BITSHIFT_10	(10u)	ビットシフト設定: [6:0], 9'b0_0000_0000
DSMIF_BITSHIFT_11	(11u)	ビットシフト設定: [5:0], 10'b00_0000_0000
DSMIF_BITSHIFT_12	(12u)	ビットシフト設定: [4:0], 11'b000_0000_0000
DSMIF_READ_X1	(1u)	電流値読み出しの対象をX1DATAに設定
DSMIF_READ_X2	(2u)	電流値読み出しの対象をX2DATAに設定
DSMIF_ERR_ERIX	(1u)	エラー状態をX過電流異常検出エラーに設定
DSMIF_ERR_ERXSC	(2u)	エラー状態をX短絡異常検出エラーに設定
DSMIF_ERR_ALL	(3u)	エラー状態をX過電流/短絡異常両エラーに設定
DSMIF_MODE_HIGH	(0u)	高頻度スキャンモードに設定
DSMIF_MODE_LOW	(1u)	低頻度スキャンモードに設定
DSMIF_UPPER_LIMIT_5	(0xF800u)	フィルタ分解能5ビット時の電流上限値
DSMIF_UPPER_LIMIT_6	(0xFC00u)	フィルタ分解能6ビット時の電流上限値
DSMIF_UPPER_LIMIT_7	(0xFE00u)	フィルタ分解能7ビット時の電流上限値
DSMIF_UPPER_LIMIT_8	(0xFF00u)	フィルタ分解能8ビット時の電流上限値
DSMIF_UPPER_LIMIT_9	(0xFF80u)	フィルタ分解能9ビット時の電流上限値
DSMIF_UPPER_LIMIT_10	(0xFFC0u)	フィルタ分解能10ビット時の電流上限値
DSMIF_UPPER_LIMIT_12	(0xFFFF0u)	フィルタ分解能12ビット時の電流上限値
DSMIF_UPPER_LIMIT_14	(0xFFFFCu)	フィルタ分解能14ビット時の電流上限値

表6.7 DSMIFで使用するレジスタ設定用定数 (2 / 2)

定数名	設定値	内容
DSMIF_UPPER_LIMIT_15	(0xFFFEu)	フィルタ分解能 15 ビット時の電流上限値
DSMIF_UPPER_LIMIT_16	(0xFFFFu)	フィルタ分解能 16 ビット時の電流上限値
DSMIF_HVA_WRITE_DATA	(1u)	割り込み終了通知ビット (HVA) への設定値
DSMIF_PIC_CLEAR_EDGE	(1u)	エッジ検出クリア用設定値
ECM_ERROR_BIT_DSMIF_ALL	(0x7E000000u)	DSMIF 初期化時の ECM エラーマスク設定 (エラー要因 26~28, 30, 31 と、予約ビット 28)
ECM_ERROR_BIT_DSMIF_XYZ	(0x60000000u)	X 過電流/短絡異常検出エラーのマスク/許可/クリアを設定する (エラー要因 30 / 31)
MPC_PN6PFS_PSEL_MCLK3	(0x28u)	PN6 端子に割り付ける周辺機能を MCLK3 に設定
MPC_PN7PFS_PSEL_MDAT3	(0x28u)	PN7 端子に割り付ける周辺機能を MDAT3 に設定

表6.8 コンフィグレーション用定数

定数名	設定値	内容
DSMIF_XYZ_I_VALUE_MIN	(1u)	X 過電流異常検出判定の下限値を設定
DSMIF_XYZ_SHORT_CNT_1	(0x00001FFEu)	X 短絡異常検出判定の“0”データ入力閾値を設定
DSMIF_XYZ_SHORT_CNT_0	(0x00001FFEu)	X 短絡異常検出判定の“1”データ入力閾値を設定
DSMIF_ERROR_OFFSET	(1u)	X 過電流異常検出判定の上限値設定のための調整値
CMTW_CNT_MAX	(0x0047868Cu)	タイマカウンタ (CMWCNT) とコンペアマッチするまでの期間を設定 (低頻度スキャン時)
CMTW_CNT_CAPTURE	(30u)	高頻度スキャンの間隔を設定
BUFFER_CNT	(10000u)	高頻度スキャン時の電流値格納バッファのサイズを設定
SCIFA_HVA_WRITE_DATA	(0u)	割り込み終了通知ビット (HVA) への設定値
STRING_SIZE	(1024)	ターミナルソフトからの受信データを格納するバッファ (gbuff) のサイズ

6.6 変数一覧

表 6.9 に static 型変数を示します。

表 6.9 static型変数

型	変数名	内容
static char	gbuff[STRING_SIZE]	ターミナルソフトからの受信データ
static uint8_t	scan_mode	スキャン頻度を高頻度・低頻度のいずれかに設定
static uint8_t	filter_set	フィルタ設定値 (0~14) 格納用変数
static uint16_t	xdata_buf[BUFFER_CNT]	電流値リード格納用バッファ
static uint32_t	log_cnt	ログ出力用のバッファ格納データ数カウンタ
static bool	error_flag	DSMIF エラーフラグ
static bool	cmt_flag	コンペアマッチ完了フラグ
static bool	key_flag	キー入力検出フラグ
static st_dsmif_filter_cfg_x1_t	filter_cfg_x1_t	DSMIF フィルタ設定内容格納構造体 (X1DATA) <ul style="list-style-type: none"> • X1DATAのフィルタ設定を変更する場合に、フィルタの設定内容を格納します。
static st_dsmif_filter_cfg_x2_t	filter_cfg_x2_t	DSMIF フィルタ設定内容格納構造体 (X2DATA) <ul style="list-style-type: none"> • X2DATAのフィルタ設定を変更する場合に、フィルタの設定内容を格納します。
static st_dsmif_errrx_t	dsmif_errx	DSMIF エラーステータス格納構造体 <ul style="list-style-type: none"> • エラー発生時の各エラーステータスを格納します。

6.7 関数一覧

表 6.10 に関数一覧を示します。

表 6.10 関数一覧

関数名	概要
R_DSMIF_Init	DSMIF 初期設定関数
R_DSMIF_Start	DSMIF フィルタ動作開始関数
R_DSMIF_Stop	DSMIF フィルタ動作停止関数
R_DSMIF_SetFilter	DSMIF フィルタ設定変更関数
R_DSMIF_ReadXData	DSMIF 電流値読み出し関数
R_DSMIF_GetErrorStatus	DSMIF エラー要因取得関数
scifa_set_intr_setting	SCIFA 割り込み設定関数
scifa_enable_intr_reg	SCIFA 割り込み許可関数
scifa_disable_intr_reg	SCIFA 割り込み禁止関数
main	サンプルプログラムのメイン関数

6.8 関数仕様

以下にサンプルコードの関数仕様を示します。

関数名 R_DSMIF_Init

概要	DSMIF の初期設定を行う関数です。	
宣言	void R_DSMIF_Init (void (*pcallback)(void));	
説明	DSMIF を使用するにあたって必要な初期設定を行います。 <ul style="list-style-type: none"> • DSMIF をスレーブモードに設定 • ECM エラー要因のマスク • DSMIF のモジュールストップ状態の解除 • DSMIF レジスタの初期化 • ポートの入出力設定 	
引数	void (*pcallback)(void)	DSMIF エラーコールバック関数のポインタ
リターン値	なし	
補足	なし	

関数名 R_DSMIF_Start

概要	DSMIF のフィルタ動作開始に必要な設定を行います。	
宣言	void R_DSMIF_Start(void);	
説明	DSMIF のフィルタ動作を開始（電流値モニタの開始）する際に必要な設定を行います。 <ul style="list-style-type: none"> • DSMIF のフィルタ動作を開始 • フィルタ動作時間のウェイト • DSMIF エラー条件の設定 • ECM エラー割り込み機能の許可 	
引数	なし	
リターン値	なし	
補足	なし	

関数名 R_DSMIF_Stop

概要	DSMIF のフィルタ動作停止に必要な設定を行います。	
宣言	void R_DSMIF_Stop(void);	
説明	DSMIF のフィルタ動作を停止（電流値モニタの停止）する際に必要な設定を行います。 <ul style="list-style-type: none"> • ECM エラー割り込み機能を禁止に設定 • DSMIF のフィルタ動作を停止 	
引数	なし	
リターン値	なし	
補足	なし	

関数名 R_DSMIF_SetFilter

概 要	DSMIF のフィルタ設定を変更する際に使用する関数です。	
宣 言	void R_DSMIF_SetFilter(uint8_t x1_setting, uint8_t x2_setting);	
説 明	DSMIF のフィルタ設定の変更を行います。 以下の項目が本関数により変更可能です。 <ul style="list-style-type: none"> • SINC フィルタ次数 • デシメーションクロック • ビットシフト 	
引 数	uint8_t x1_setting	X1DATA に適用するフィルタ設定を選択 DSMIF_FILTER_SET_0 ～ DSMIF_FILTER_SET_14 設定内容は「表 6.1 動作可能なフィルタ設定の組み合わせ」を参照してください。
	uint8_t x2_setting	X2DATA に適用するフィルタ設定を選択 DSMIF_FILTER_SET_0 ～ DSMIF_FILTER_SET_14 設定内容は「表 6.1 動作可能なフィルタ設定の組み合わせ」を参照してください。
リターン値	なし	
補 足	引数に範囲外の値を指定した場合は、DSMIF_FILTER_SET_0 の設定を行います。 本サンプルプログラムでは X1DATA と X2DATA とともに同様の値を設定しています。	

関数名 R_DSMIF_ReadXData

概 要	DSMIF でフィルタされた電流値を読み出す際に使用する関数です。	
宣 言	uint16_t R_DSMIF_ReadXData(uint8_t data_reg);	
説 明	DSMIF のフィルタリング動作により変換された 16 ビット・デジタルデータをレジスタより読み出します。 引数に従い、以下のレジスタに格納されている電流値を読み出します。 <ul style="list-style-type: none"> • チャンネル X 電流値レジスタ (X1DATA) • チャンネル X 電流値レジスタ (X2DATA) 	
引 数	uint8_t data_reg	電流値を読み出す対象レジスタを選択します DSMIF_READ_X1 : X1DATA レジスタを読み出す DSMIF_READ_X2 : X2DATA レジスタを読み出す
リターン値	uint16_t read_data : 読み出した電流値	
補 足	引数に範囲外の値を指定した場合のリターン値は不定です。 本サンプルプログラムではエラー検出を行うため、過電流異常検出判定用の X2DATA を使用します。	

関数名 R_DSMIF_GetErrorStatus

概要	DSMIF 動作中に発生したエラー要因を取得します。
宣言	uint8_t R_DSMIF_GetErrorStatus(void);
説明	DSMIF 動作中にエラーが発生した際に、エラー要因を取得します。 取得するエラー内容は以下の通りです。 <ul style="list-style-type: none"> • X 過電流異常検出エラー • X 短絡異常検出エラー
引数	なし
リターン値	検出されたエラー要因を返します。 DSMIF_ERR_ERIX (1) : X 過電流異常検出エラー DSMIF_ERR_ERXSC (2) : X 短絡異常検出エラー
補足	なし

関数名 scifa_set_intr_setting

概要	SCIFA の割り込みを設定します。
宣言	void scifa_set_intr_setting (void (*pcallback)(void));
説明	SCIFA のキー割り込みを有効にするため、以下の設定を行います。 <ul style="list-style-type: none"> • 割り込みコールバック関数の登録 • 受信 FIFO データフル割り込みハンドラの登録
引数	void (*pcallback)(void) SCIFA キー割り込みコールバック関数のポインタ
リターン値	なし
補足	なし

関数名 scifa_enable_intr_reg

概要	SCIFA の割り込みを許可します。
宣言	void scifa_enable_intr_reg(void);
説明	受信 FIFO データフル割り込み要求を許可に設定します。
引数	なし
リターン値	なし
補足	なし

関数名 scifa_disable_intr_reg

概 要	SCIFA の割り込みを禁止します。
宣 言	void scifa_disable_intr_reg(void);
説 明	受信 FIFO データフル割り込み要求を禁止に設定します。
引 数	なし
リターン値	なし
補 足	なし

関数名 main

概 要	サンプルプログラムのメイン関数
宣 言	int main (void)
説 明	サンプルプログラムのメイン処理です。
引 数	なし
リターン値	なし
補 足	なし

6.9 サンプルプログラムの関数フロー

6.9.1 メイン関数

図 6.1 にメイン関数のフローを示します。

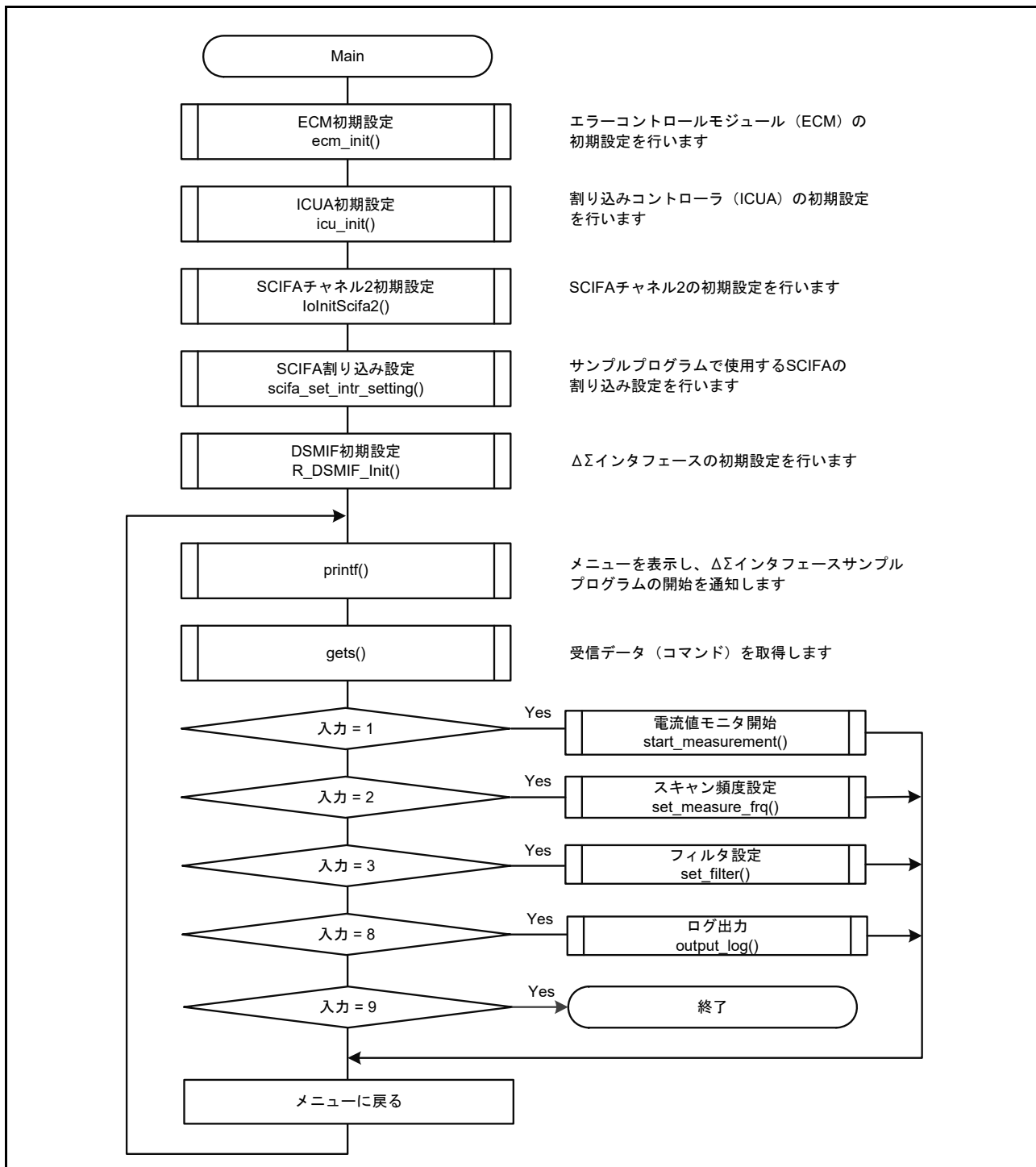


図 6.1 メイン関数のフロー

6.10 サンプルプログラム動作説明

PCのターミナルソフトウェア上でのサンプルプログラムの動作を示します。

6.10.1 プロジェクト設定

開発環境となる EWARM / DS-5 / e2studio 上で使用されるプロジェクト設定については、「RZ/T1 グループ 初期設定アプリケーションノート」に記載しています。

注． 本サンプルの kpitgcc コンパイラ版プロジェクトでは、NOR ブートモードの .data セクションの開始アドレスを 0x7F000 から 0x78000 に変更しています。

6.10.2 ボード接続

本サンプルプログラムの動作確認には、PS9352A サブボードが必要です。RZ/T1 Evaluation Board (RTK7910018C00000BE) に、図 5.2 を参考に PS9352A サブボードの取り付けを行ってください。また、図 6.2 を参考に、PS9352A サブボードに、以下のように電圧を印加してください。

VDD 端子、GND 端子 : 入力電源 (5V) を接続

Vin+ 端子 : 評価対象電源を接続 (負荷電圧評価時は Vin+ と Vin- を逆にして下さい)

Vin- 端子 : 評価対象電源の GND を接続 (負荷電圧評価時は Vin+ と Vin- を逆にして下さい)

注. 上記は、RZ/T1 Evaluation Board (RTK7910018C00000BE) の電源投入後に電圧印加を行ってください。

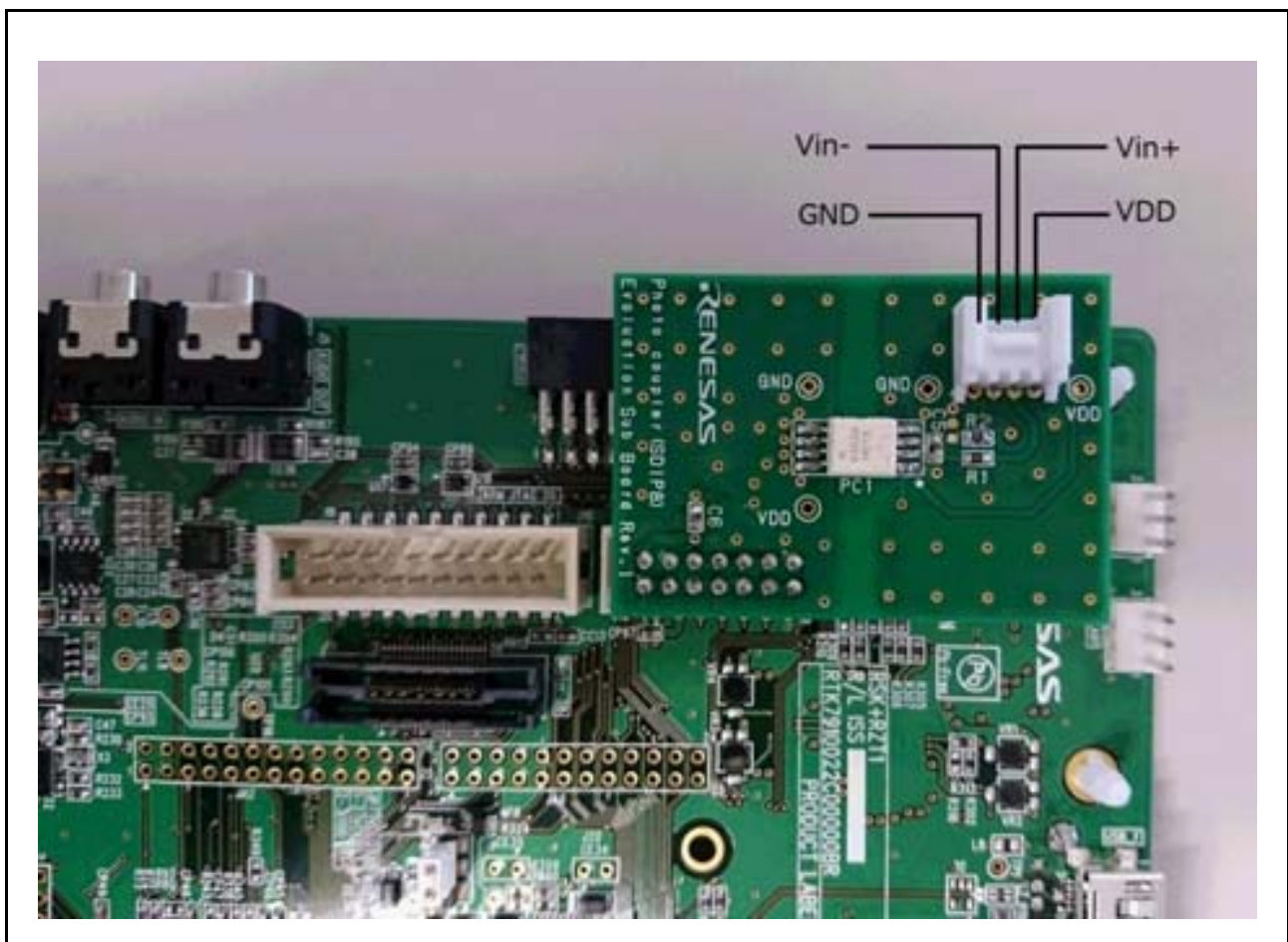


図 6.2 PS9352A サブボードの電圧入力

6.10.3 使用準備

本サンプルプログラムでは、PC との通信動作を行いますので、その実行準備を説明します。

- (1) ホスト PC にてターミナルソフトを起動し、シリアルポートの設定を次のように設定します。
(Tera Term で COM5 使用の場合)

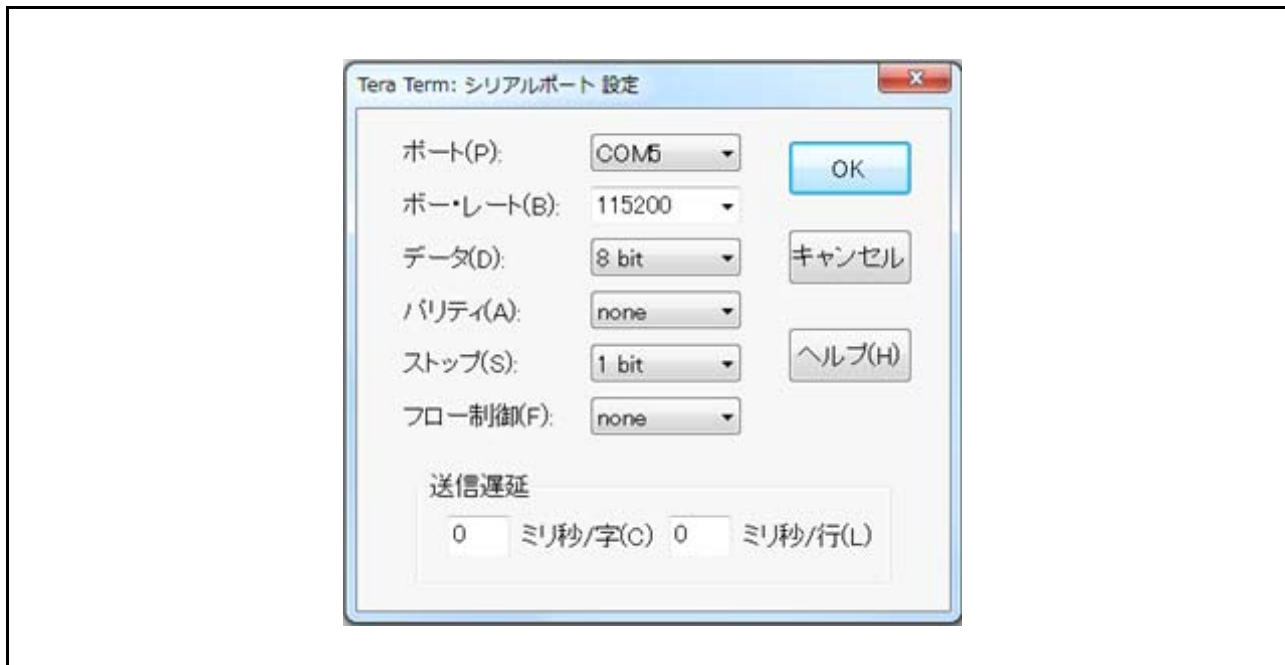


図 6.3 シリアルポートの設定

- (2) サンプルプログラムを実行し通信可能状態になると、下図に示すようにサンプルプログラムのメニューがターミナルソフトに表示されます。



図 6.4 サンプルプログラム実行後のターミナルソフトの表示

6.10.4 電流値モニタ

フィルタリングにより 16 ビットに変換された電流値データの計測を行います。

図 6.4 に示すメニューにて [1] を選択すると、現在設定されているスキャン頻度・フィルタ設定にて電流値のモニタが開始されます。

```
Delta Sigma Interface test program
```

```
[1] Start Measurement  
[2] Measurement Frequency [High]  
[3] Filter Settings [0]
```

```
[8] Log Output  
[9] Exit
```

```
>1[Enter]
```

```
<start>  
33792
```

(1) 高頻度スキャン

高頻度スキャンモードでは、1 秒未満で 1 万回の電流値スキャンを行い、スキャン終了後にまとめて全ログを表示します。

1 万回分のログを表示し終わると、メニュー画面へ戻ります。

```
<start>  
33792  
33280  
.  
.  
32128  
<end>
```

```
Delta Sigma Interface test program
```

```
[1] Start Measurement  
[2] Measurement Frequency [High]  
[3] Filter Settings [0]
```

```
[8] Log Output  
[9] Exit
```

```
>
```

(2) 低頻度スキャン

低頻度スキャンモードでは、2秒ごとに電流値のスキャンを行い、ログを逐一表示します。

スキャンを停止させる場合は、任意のキーを入力してください。キー入力によりスキャンは停止し、メニュー画面へ戻ります。

```
<start>
34048
32512
33408
34304
33792
[キー入力]
<end>

Delta Sigma Interface test program

[1] Start Measurement
[2] Measurement Frequency [Low]
[3] Filter Settings [0]

[8] Log Output
[9] Exit

>
```

(3) エラー検出時

電流値モニタ動作中にエラー (X 過電流異常検出エラー / X 短絡異常検出エラー) が発生した場合、電流値モニタ動作は中断され、エラー内容を表示した後メニュー画面へ戻ります。

```
<start>
58496
63232
59392
62336
CHANNEL X OVER CURRENT ERROR
<end>

Delta Sigma Interface test program

[1] Start Measurement
[2] Measurement Frequency [High]
[3] Filter Settings [0]

[8] Log Output
[9] Exit

>
```

6.10.5 スキャン頻度設定

メニューにて [2] を選択すると、スキャン頻度の設定変更ができます。

設定したいスキャン頻度の番号 (1 ~ 2) を選択します。

スキャン頻度を変更せずにメニューを抜ける場合は、[Enter] のみを入力してください。

ここでは2番の「低頻度」を選択しています。

```
>2[Enter]
```

```
Input the number to select the measurement mode.
```

```
[1] High Frequency
```

```
[2] Low Frequency
```

```
>2[Enter]
```

設定変更した旨のメッセージが表示され、メニュー画面へ戻ります。

[2] の項目末尾の現在の設定値 [] が変更されていることが確認できます。

```
> 2
```

```
Set to Low frequency mode.
```

```
Delta Sigma Interface test program
```

```
[1] Start Measurement
```

```
[2] Measurement Frequency [Low]
```

```
[3] Filter Settings [0]
```

```
[8] Log Output
```

```
[9] Exit
```

```
>
```

6.10.6 フィルタ設定

メニューにて [3] を選択すると、フィルタ設定の変更ができます。

設定したいフィルタ設定の組み合わせを 0 ~ 14 の番号にて選択します。フィルタ設定の組み合わせの詳細は、「表 6.1 動作可能なフィルタ設定の組み合わせ」を参照してください。

フィルタ設定を変更しないでメニューを抜ける場合は、[Enter] のみ入力してください。

ここでは 5 番のフィルタ設定 (フィルタ 3 段、デシメーションクロック MCLK3/256、ビットシフト [23:8]) を選択しています。

```
>3[Enter]
```

```
Input the number to set the filter (0-14)
```

	SINC filter	WORD1GEN[2:0]or WORD2GEN[2:0]	BITSHIFT1 [3:0]or BITSHIFT2 [3:0]
[0]	3(sinc3)	010b	1000b
[1]	3(sinc3)	011b	0110b
[2]	3(sinc3)	100b	0100b
[3]	3(sinc3)	101b	0010b
[4]	3(sinc3)	110b	0001b
[5]	3(sinc3)	111b	0000b
[6]	2(sinc2)	011b	1001b
[7]	2(sinc2)	100b	0111b
[8]	2(sinc2)	101b	0110b
[9]	2(sinc2)	110b	0101b
[10]	2(sinc2)	111b	0011b
[11]	1(sinc1)	100b	1100b
[12]	1(sinc1)	101b	1011b
[13]	1(sinc1)	110b	1010b
[14]	1(sinc1)	111b	1001b

```
>5
```

設定変更した旨のメッセージが表示され、メニュー画面へ戻ります。

[3] の項目末尾の現在の設定値 [] が変更されていることが確認できます。

```
> 5
```

```
Set to 5.
```

```
Delta Sigma Interface test program
```

```
[1] Start Measurement
[2] Measurement Frequency [Low]
[3] Filter Settings [5]
```

```
[8] Log Output
[9] Exit
```

```
>
```

6.10.7 ログ出力

メニューにて [8] を選択すると、直前にスキャンした電流値のログを出力します。
ログは 10 データずつ改行して表示されます。

```
> 8[Enter]
```

```
Log Output
```

```
-----  
[1] 35686 35686 32791 32779 32779 32752 32752 32661 32721 32721  
[11] 32727 32727 32738 32733 32733 32736 32736 32729 32731 32731  
[21] 32726 32726 32716 32723
```

```
Delta Sigma Interface test program
```

```
[1] Start Measurement  
[2] Measurement Frequency [Low]  
[3] Filter Settings [5]
```

```
[8] Log Output  
[9] Exit
```

```
>
```

7. 精度に関する注意事項

7.1 フィルタ特性による変換精度への影響

フィルタ設定でデシメーションクロックの分周比を大きくした場合、フィルタの変換時間が長くなるため積算時間が長く確保でき、分解能が高くなります。

変換結果の更新頻度が低くなりますが、分解能が高いため変換結果の絶対値精度が高くなります。デシメーション周期のフィルタ出力への影響について、下記の図に示します。

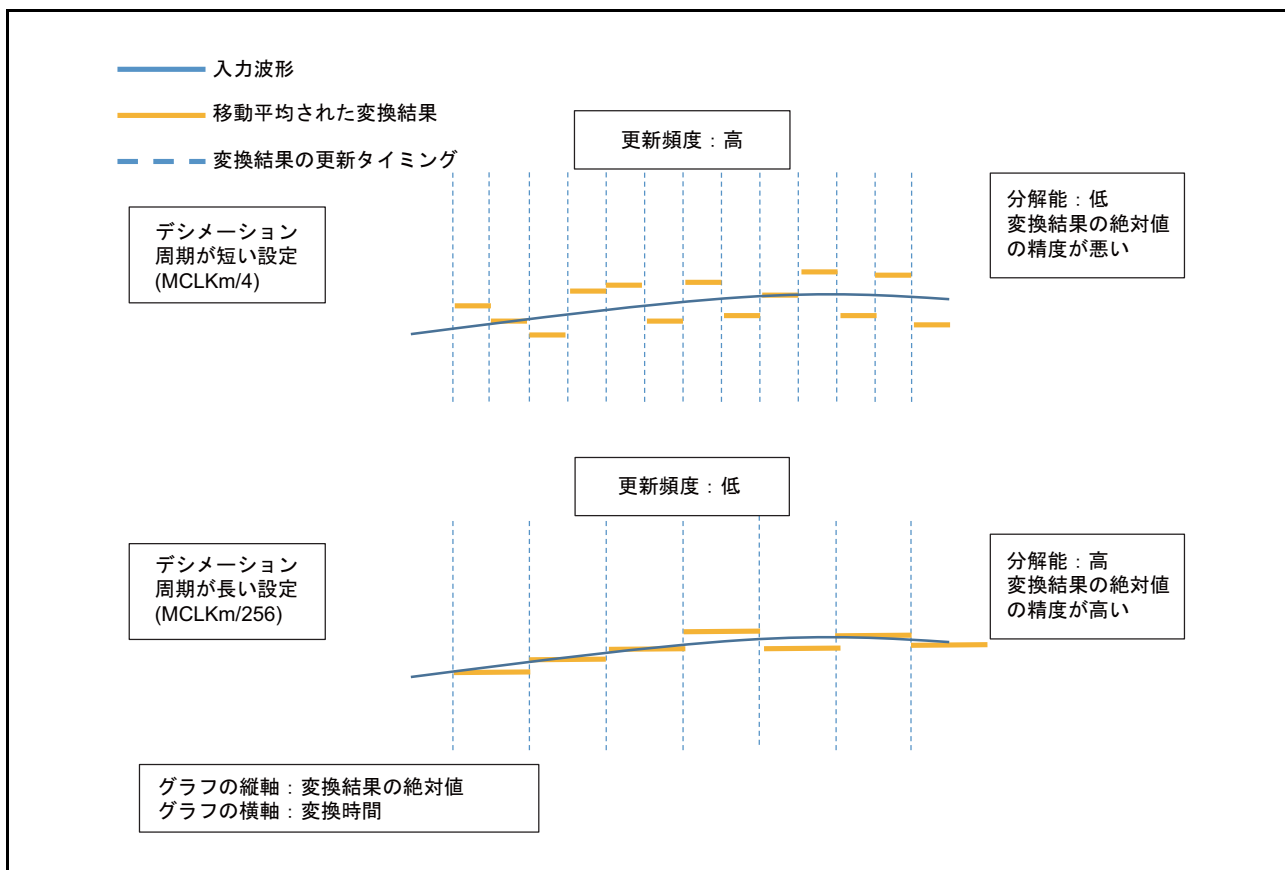


図 7.1 フィルタ特性の精度への影響

通常は、分解能が高いほど入力波形を高精度で近似した精度の高い変換結果が得られます。

ただし、変換結果の更新頻度が低いため、入力が急激に変化する（入力波形の周波数が高い）場合には入力の変化に追従できず、結果的に変換結果の精度が低下してしまう場合があります。

このため、入力周波数が高い場合は、デシメーション周期を短く設定した方が総合的な精度を高めることができる場合があります。

入力波形の周波数が高い場合のデシメーション周期のフィルタ出力への影響について、下記の図に示します。

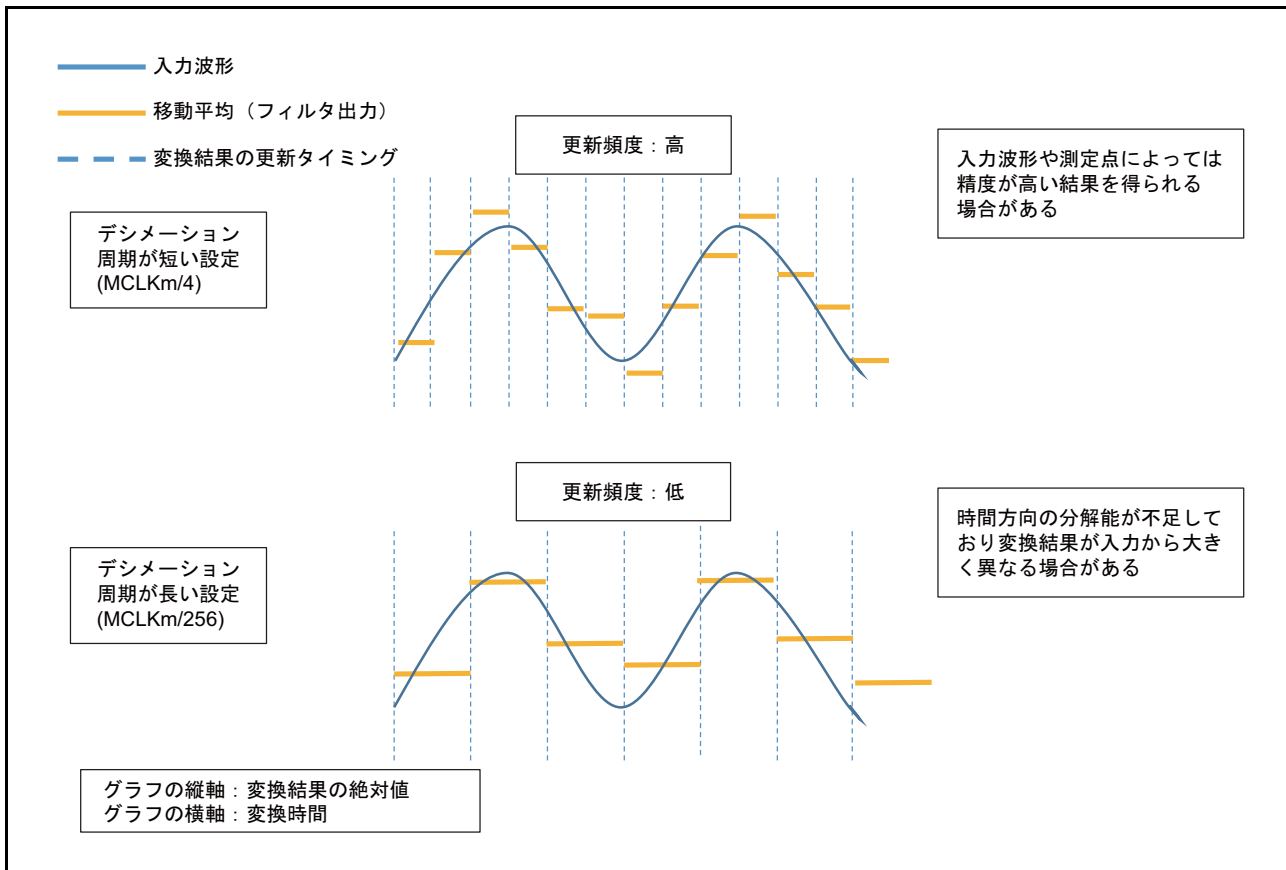


図 7.2 フィルタ特性の精度への影響（入力波形が高周波の場合）

7.2 電流値レジスタキャプチャ周期による影響

- DSMIF のフィルタ出力である電流値データは、MCLK の分周クロックであるデシメーションクロックに同期して電流値レジスタに格納され更新されます。
(例えば MCLKm/256 の設定なら、MCLK の 256 カウント毎に電流値レジスタを更新します)
- 一方で、電流値レジスタから結果を取得する方法は CPU からリードする場合や PWM モードに設定したタイマ (MTU3a、GPTa) の山/谷トリガによるキャプチャなどが可能ですが、これらはデシメーションクロックとは非同期に動作します。
(本サンプルプログラムでは CMT タイマを用いて CPU から一定周期のリードを行っています)
- 電流値データの更新タイミングと取得タイミングが非同期であるため、一定周期で電流値データを取得した場合でも、下記に示すような誤差が生じる場合があります。

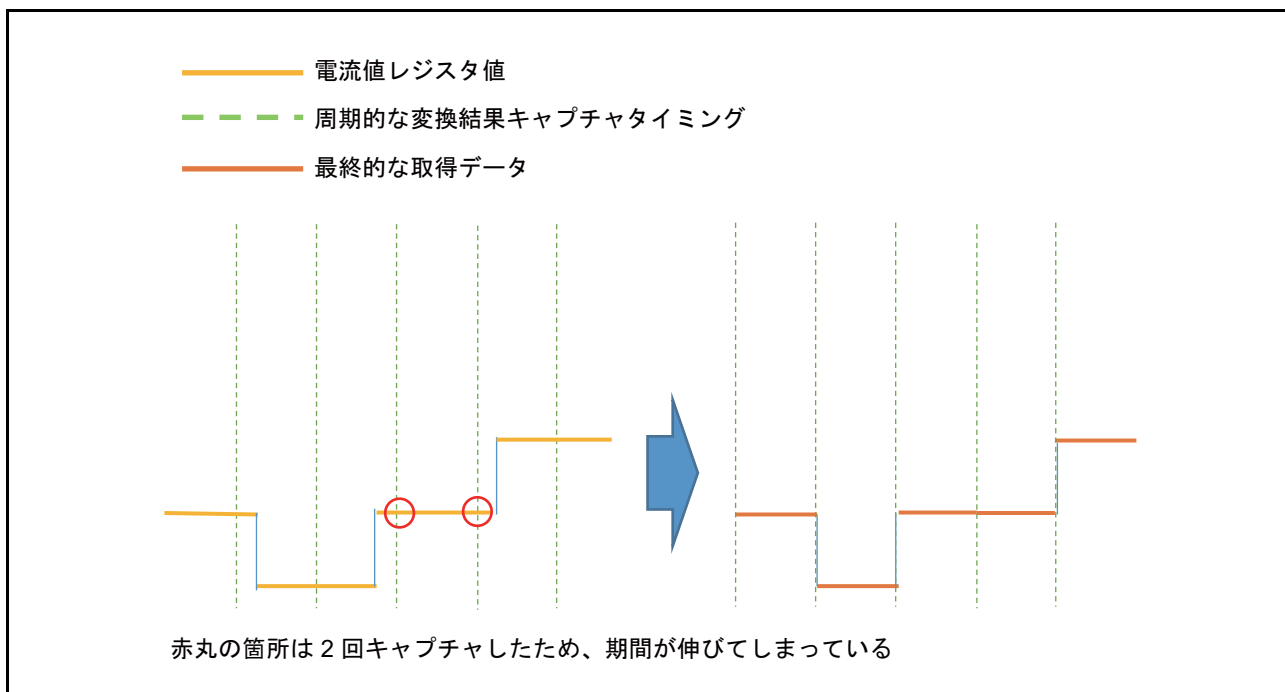


図 7.3 フィルタ出力更新とデータキャプチャのタイミングのずれによる波形の歪み

8. サンプルプログラム

サンプルプログラムは、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 & 開発環境

- ユーザーズマニュアル：ハードウェア
RZ/T1 グループ ユーザーズマニュアルハードウェア編
(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。)
- RZ/T1 Evaluation Board RTK7910018C00000BE ユーザーズマニュアル
(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。)
- IAR 統合開発環境
IAR Embedded Workbench® for Arm に関しては、IAR システムズホームページから入手してください。
(最新版を IAR システムズホームページから入手してください。)
- Arm 統合開発環境
Arm Compiler toolchain、Arm DS-5 等に関しては、Arm ホームページから入手してください。
(最新版を Arm ホームページから入手してください。)
- Renesas 統合開発環境
e2studio に関しては、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。
(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。)
コンパイラ&ツールチェーン (GNUARM-NONE) に関しては、GNU TOOLS & SUPPORT Web サイト
(<https://gcc-renesas.com/>) から入手してください。
(最新版を GNU TOOLS & SUPPORT Web サイト (<https://gcc-renesas.com/>) から入手してください。)
- PS9352A Sub Board for RZ/T1 Evaluation Board
PS9352A Sub Board for RZ/T1 Evaluation Board に関しては、ルネサスエレクトロニクスにお問い合わせください (「第 10 章」参照)。

10. 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://japan.renesas.com/>

お問合せ先

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

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。

改訂記録	ΔΣインタフェース (DSMIF) サンプルプログラム アプリケーションノート
------	---

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.10	2017.08.28	—	初版発行
1.20	2018.06.07	2. 動作環境	
		5	表2.1 動作環境 統合開発環境の内容変更
		9. 参考ドキュメント&開発環境	
		35	ARM→Armに変更

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. 未使用端子の処理

【注意】未使用端子は、本文の「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。未使用端子は、本文「未使用端子の処理」で説明する指示に従い処理してください。

2. 電源投入時の処置

【注意】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. リザーブアドレス（予約領域）のアクセス禁止

【注意】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、将来の機能拡張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。

4. クロックについて

【注意】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。

5. 製品間の相違について

【注意】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、内部 ROM、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。型名が異なる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。お客様の機器・システムの設計において、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には、お客様の責任において行ってください。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、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、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。
5. 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も、当社は一切その責任を負いません。

6. 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。
7. 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。
8. 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。
9. 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。
10. 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といたします。
11. 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。
12. 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.4.0-1 2017.11)



ルネサスエレクトロニクス株式会社

■営業お問合せ窓口

<http://www.renesas.com>

※営業お問合せ窓口の住所は変更になることがあります。最新情報につきましては、弊社ホームページをご覧ください。

ルネサス エレクトロニクス株式会社 〒135-0061 東京都江東区豊洲3-2-24（豊洲フォレシア）

■技術的なお問合せおよび資料のご請求は下記へどうぞ。
総合お問合せ窓口：<https://www.renesas.com/contact/>