

RX23E-B グループ

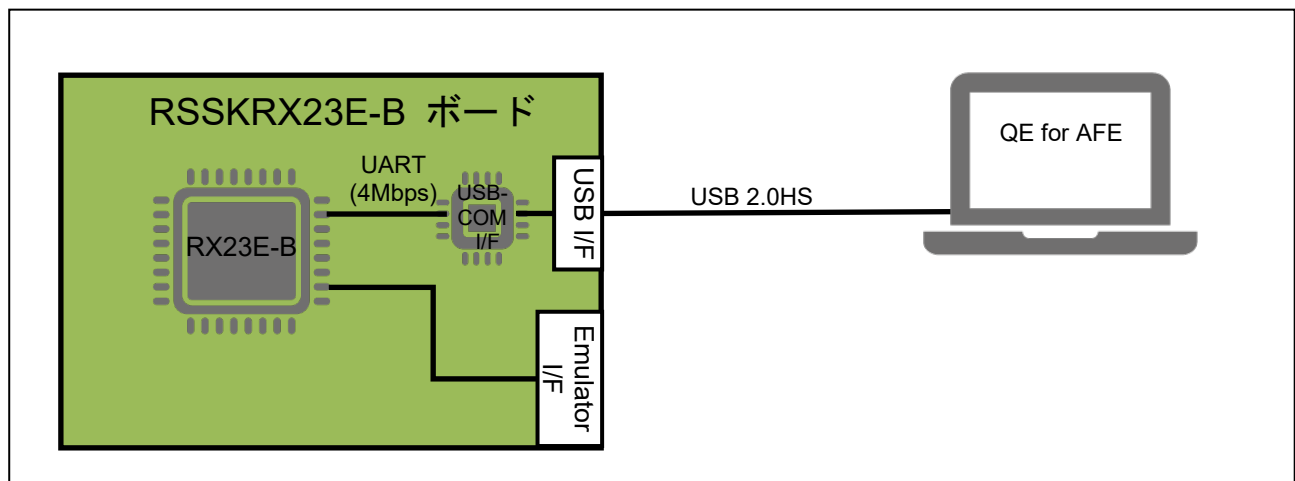
RSSKRX23E-B ボード制御プログラム

要旨

Renesas Solution Starter Kit for RX23E-B (RSSKRX23E-B) は、32 ビット高性能・高効率 MCU RX23E-B に搭載されたアナログフロントエンド (AFE)、24 ビット Δ - Σ A/D コンバータ (DSAD) 及び 16 ビット D/A コンバータ (R16DA) の評価を簡単に行うことができるソリューションキットです。

本プログラムは、RSSKRX23E-B ボードに搭載の MCU RX23E-B 上で動作し、QE for AFE と USB 経由で UART を介して通信を行い、QE for AFE の指示に基づいて AFE、DSAD、R16DA のレジスタ設定、A/D 変換の開始と停止、A/D 変換値の取得と送信を行う機能を提供します。

本プログラムを使用することで、ユーザは独自プログラムの作成をせずに AFE、DSAD、R16DA の評価を行うことができます。



システム接続図

動作確認デバイス

RX23E-B (R5F523E6LDFP)

目次

1. 概要	4
2. 動作確認環境	5
3. パッケージ内容	5
4. 関連ドキュメント	5
5. QE for AFE 通信仕様	6
5.1 シリアル通信設定	6
5.2 シーケンス	6
5.3 エンディアン	7
5.4 パケット構成	8
5.5 コマンド詳細	9
5.5.1 Negotiation	9
5.5.2 Read	11
5.5.3 Write	11
5.5.4 Run	12
5.5.5 Stop	12
5.5.6 Data Transmission	13
5.5.7 User Value Setting	14
5.5.8 Extra Information	14
5.5.8.1 SPS Information	15
5.5.8.2 Data Transmission Information	15
5.5.8.3 DSAD Error Information	15
5.5.8.4 Part Number Information	16
5.5.8.5 Text Information	16
5.5.8.6 User Button Status	16
6. QE for AFE 通信モジュール	17
6.1 概要	17
6.2 使用する周辺機能	20
6.3 通信モジュール構成	22
6.3.1 ファイル構成	22
6.3.2 マクロ定義	23
6.3.3 構造体および共用体	25
6.3.4 関数一覧	28
7. プログラム説明	34
7.1 概要	34
7.2 DSAD 変換結果の取得と送信	36
7.3 周辺機能と端子	39
7.3.1 アナログフロントエンド(AFE)と 24 ビット Δ - Σ A/D コンバータ(DSAD0)	41
7.3.2 16 ビット D/A コンバータ(R16DA)	41
7.3.3 データトランスファコントローラ(DTC)	42

7.3.4	データ演算回路(DOC).....	43
7.3.5	シリアルコミュニケーションインターフェース(SCI1)と DMA コントローラ(DMAC).....	43
7.3.6	割り込みコントローラ(ICU).....	44
7.3.7	I/O ポート(PORT).....	45
7.4	プログラム構成	46
7.4.1	ソースファイル構成	46
7.4.2	マクロ定義.....	47
7.4.3	構造体および共用体	49
7.4.4	関数一覧	50
8.	プロジェクトをインポートする方法	55
8.1	e ² studio での手順.....	55
8.2	CS+での手順	56
9.	メモリ使用量	57
9.1	ビルド条件.....	57
9.2	使用メモリ	57
	改訂記録.....	58

1. 概要

本プログラムは、ボード上の MCU RX23E-B で動作し、USB 経由で UART を介して QE for AFE と通信を行い、QE for AFE の指示に基づいて AFE/DSAD/R16DA のレジスタ設定、A/D 変換の開始/停止と、A/D 変換値を送信する機能を提供します。QE for AFE 通信に関わるデータフローを図 1-1 に示します。

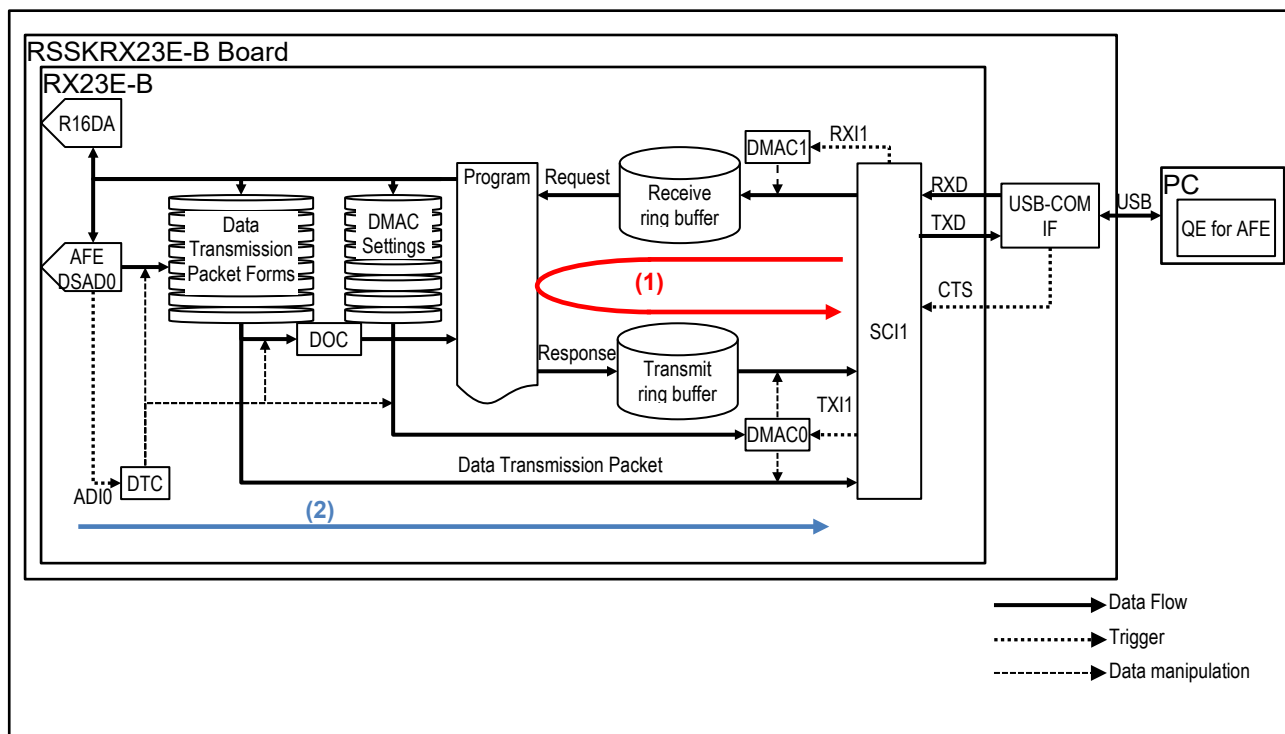


図 1-1 本プログラムとデータフロー

以下、図 1-1 のデータフロー(1)と(2)について説明します。

(1) QE for AFE からの要求と応答

QE for AFE から SCI1 で受信したデータは、DMAC1 によって SCI1 から受信リングバッファへ転送されます。受信リングバッファに格納されたデータはプログラムがパケット単位で取得・解析し、パケットのコマンドに応じて AFE、DSAD、R16DA のレジスタ設定、および A/D 変換の開始/停止を行い、応答パケットを送信リングバッファに格納し、DMAC0 を使用して SCI1 から QE for AFE へ送信します。

(2) DSAD0 変換値の送信

DSAD0 の A/D 変換結果は A/D 変換終了(AD10)をトリガに DTC が A/D 変換値送信パケットに格納し、A/D 変換値送信パケットの転送用に DMAC0 を設定します。DMAC0 は SCI1 から QE for AFE へ A/D 変換値送信パケットを送信します。また DTC は取得した A/D 変換結果から A/D 変換エラー情報抽出のためにデータ演算回路(DOC)へ A/D 変換結果を設定します。

2. 動作確認環境

動作確認環境を表 2-1 に示します。

表 2-1 動作確認環境

項目	内容
ボード	RSSKRX23E-B ボード (RTK0ES1001C00001BJ)
MCU	RX23E-B (R5F523E6LDFP) 電源電圧 (VCC, AVCC0): 5V 動作周波数 (ICLK): 32MHz 周辺動作周波数 (PCLKB, PCLKC): 32MHz DSAD 動作周波数 (f_{ops}): 16MHz DSAD モジュレータクロック周波数 (f_{load}): 4MHz
IDE	Renesas e ² studio Version 2023-04 Renesas RX Smart Configurator V23.4.0
Tool Chain	Renesas CC-RX V3.05.00
エミュレータ	E2 エミュレータ Lite
PC Program	QE for AFE V2.1.1

3. パッケージ内容

パッケージ内容を表 3-1 に示します。

表 3-1 パッケージ内容

ファイル・フォルダ名	説明
r01an6364jj0100-rx23e-b.pdf	本書（和文）
r01an6364ej0100-rx23e-b.pdf	本書（英文）
rx23eb_rssk_fw.mot	ボード出荷時搭載のファームウェアバイナリファイル
rx23eb_qe	通信モジュールソース一式
rx23eb_rssk_fw	本サンプルプロジェクト一式
readme_j.txt	パッケージ説明（和文）
readme_e.txt	パッケージ説明（英文）

4. 関連ドキュメント

- R01UH0972 RX23E-B グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編
- R20UZ0108 RSSKRX23E-B ユーザーズマニュアル

5. QE for AFE 通信仕様

QE for AFE との通信仕様を示します。

5.1 シリアル通信設定

表 5-1 シリアル通信設定

項目	設定
方式	調歩同期 (UART)
転送速度	最高 4Mbps
データ長	8 ビット
パリティ	なし
ストップビット	1

5.2 シーケンス

図 5-1 に通信シーケンスを示します。

通常の通信シーケンスは、QE for AFE が発行したコマンドに対して RX23E-B プログラムが応答を返します。応答は、プログラムが対応するコマンドの場合は ACK、非対応のコマンドは NACK です。

QE for AFE は、初めに Negotiation コマンドを発行して RX23E-B プログラムがサポートする機能を取得します。以降 QE for AFE はプログラムがサポートするコマンドのみを発行します。

A/D 変換値または計測値の取得はシーケンスが異なります。QE for AFE から Run コマンドが発行されると、RX23E-B プログラムは Stop コマンドを受け取るまで A/D 変換値または計測値のデータパケットを送信し続けます。

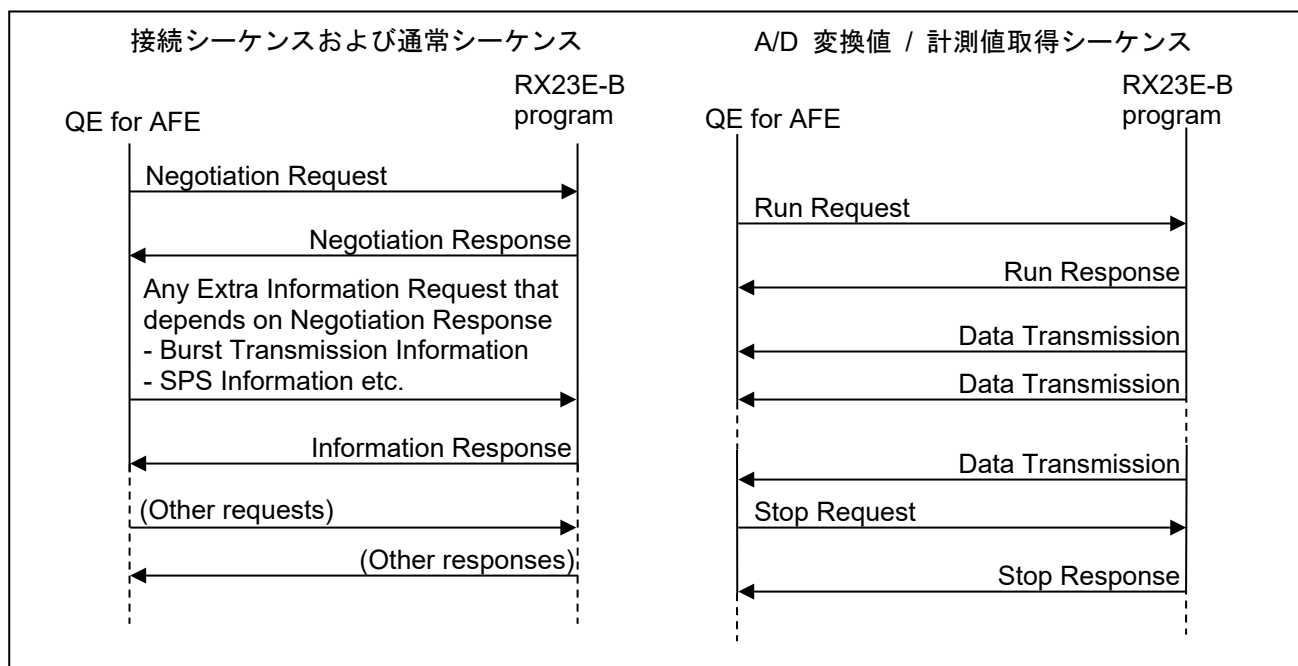


図 5-1 通信シーケンス

5.3 エンディアン

マルチバイトデータの通信順序は MCU のエンディアン設定に従います。表 5-2 にエンディアン設定ごとのマルチバイトデータの通信順序を示します。

表 5-2 マルチバイトデータ順序

データサイズ	エンディアン	データ			
		Byte0	Byte1	Byte2	Byte3
4bytes	Value	0x654321FF			
	Little	0xFF	0x21	0x43	0x65
	Big	0x65	0x43	0x21	0xFF
3bytes	Value	0x4321FF			
	Little	0xFF	0x21	0x43	-
	Big	0x43	0x21	0xFF	-
2bytes	Value	0x21FF			
	Little	0xFF	0x21	-	-
	Big	0x21	0xFF	-	-

【注】 QE for AFE V2.1.1 はリトルエンディアンのみサポートしています。

5.4 パケット構成

パケット構成は通常パケットと拡張パケットがあります。表 5-3 パケット構成を、表 5-4 にヘッダのビット構成を示します。また、ヘッダ中のコマンドを表 5-5 に示します。

表 5-3 パケット構成

オフセット [Byte]		内容	説明
通常	拡張		
0		ヘッダ	パケットヘッダ、表 5-4 参照
+1		データ長	付随データバイト数、H'00 – H'FE H'FE を超える場合 H'FF を設定し後続の 4 バイトでデータ長（バイト数）を指定
-	+2	拡張データ長	上記データ長が H'FE を超える場合のデータ長
+2	+6	データ	データ、データはコマンドごとに定義

表 5-4 ヘッダの構成

ビット	名前	説明
b7-b6	識別子	B'10
b5	タイプ	0: Request, 1: Response
b4	ACK/NACK	Request Packet: 0 Response Packet 0: ACK 1: NACK
b3-b0	コマンド	表 5-5 参照

表 5-5 コマンド一覧

値	コマンド	説明
H'0	Negotiation	サポート機能の取得
H'1	Read	レジスタ読み出し
H'2	Write	レジスタ書き込み
H'3	Run	データ取得開始
H'4	Stop	データ取得停止
H'5-H'7	-	Reserved
H'8	User Value Setting	ユーザ指定値設定
H'9	Data Transmission	データ送信要求
H'A	Extra Information	拡張情報の取得
H'B-H'F	-	Reserved

5.5 コマンド詳細

5.5.1 Negotiation

QE for AFE はこのコマンドでサポートする機能を問い合わせ、RX23E-B プログラムはサポートする機能を返します。パケットの構成を表 5-6 に、サポート機能情報を表 5-7 に示します。

表 5-6 Negotiation コマンドのパケット構成

タイプ	ヘッダ	データ長	データ
Request	H'80	H'00	-
Response	H'A0	H'07	サポート機能情報 (表 5-7 参照)

表 5-7 サポート機能情報

オフセット	サポート機能	ビット	名前	説明
+0	Function 1	b7	Endianness	エンディアン ^{【注1】} 0: リトルエンディアン 1: ビッグエンディアン
		b6-b3	-	Reserved (0)
		b2	Read	レジスタ読み出しサポート 0: しない 1: する
		b1	Write	レジスタ書き込みサポート 0: しない 1: する
		b0	-	Reserved (0)
+1	Function 2	b7	User Value 7	User value ユーザデータ ^{【注2】} 使用 0: 許可しない 1: 許可する
		b6	User Value 6	
		b5	User Value 5	
		b4	User Value 4	
		b3	User Value 3	
		b2	User Value 2	
		b1	User Value 1	
		b0	User Value 0	
+2	Function 3	b7-b6	Data Ch0	送信データタイプ ^{【注3】} B'00: なし B'10: DSAD A/D 変換値 (整数) B'11: 計測値 (float)
		b5-b4	Data Ch1	
		b3-b2	Data Ch2	
		b1-b0	Data Ch3	
+3	Function 4	b7-b6	Data Ch4	
		b5-b4	Data Ch5	
		b3-b2	Data Ch6	
		b1-b0	Data Ch7	
+4	Function 5	b7-b6	Data Ch8	
		b5-b4	Data Ch9	
		b3-b2	Data Ch10	
		b1-b0	Data Ch11	
+5	Function 6	b7-b6	Data Ch12	
		b5-b4	Data Ch13	
		b3-b2	Data Ch14	
		b1-b0	Data Ch15	
+6	Function 7	b7	User button 7	ユーザボタン ^{【注4】} 使用 0: しない 1: する
		b6	User button 6	
		b5	User button 5	
		b4	User button 4	
		b3	User button 3	
		b2	User button 2	
		b1	User button 1	
		b0	User button 0	

【注】 1. QE for AFE V2.1.1 はリトルエンディアンのみ対応しています。

2. QE for AFE の User Value は 1~8 と表示しています。

3. None(B'00)を除く、データタイプの混在は出来ません。

4. QE for AFE の User Button は 1~8 と表示しています。

5.5.2 Read

MCU の指定アドレスの値を読み出します。QE for AFE は読み出す先頭アドレスとデータ数を指定します。RX23E-B プログラムは指定された先頭アドレスから指定されたデータ数の値を返します。読み出し単位は 4byte です。

表 5-8 に Read コマンドのパケット構成を示します。

表 5-8 Read コマンドのパケット構成

タイプ	ヘッダ	データ長	データ			
Request	H'81	H'05	Start Address (4byte)	読み出し数: N (0 < N < 32) (1byte)		
ACK Response	H'A1	4+4N (0 < N < 32)	Start Address (4byte)	Register 1 (4byte)	...	Register N (4byte)
NACK Response	H'B1	H'00	-			

5.5.3 Write

MCU の指定アドレスに値を書き込みます。QE for AFE は書き込む先頭アドレスと書き込む値を 4Byte 単位で指定します。RX23E-B プログラムは書き込んだ結果を返します。

表 5-9 に Write コマンドのパケット構成を示します。

表 5-9 Write コマンドのパケット構成

タイプ	ヘッダ	データ長	データ			
Request	H'82	4+4N (0 < N < 32)	Start Address (4byte)	Register 1 (4byte)	...	Register N (4byte)
ACK Response	H'A2					
NACK Response	H'B2	H'00	-			

5.5.4 Run

QE for AFE が計測開始を要求し、RX23E-B プログラムは計測処理を開始し、応答パケットを返します。また、RX23E-B プログラムはオプションのデータ送信が許可の場合、計測結果を Data Transmission パケットで送信します。

表 5-10 と表 5-11 に Run コマンドのパケット構成を示します。

表 5-10 Run コマンドのパケット構成

タイプ	ヘッダ	データ長	データ
Request	H'83	H'01	オプション (1Byte)
ACK Response	H'A3		
NACK Response	H'B3		

表 5-11 Run コマンドのオプション

名前	ビット	説明
オプション 情報	b7-b1	reserved (0)
	b0	データ送信 0: 許可する 1: 禁止する

5.5.5 Stop

QE for AFE は計測終了を要求し、RX23E-B プログラムは計測処理を終了し、応答パケットを返します。Run コマンドでデータ送信を許可していた場合、Data Transmission パケットの送信を終了します。

表 5-12 に Stop コマンドのパケット構成を示します。

表 5-12 Stop コマンドのパケット構成

タイプ	ヘッダ	データ長	データ
Request	H'84	H'00	-
ACK Response	H'A4		
NACK Response	H'B4		

5.5.6 Data Transmission

Negotiation 応答で有効にしたチャネル番号で、RX23E-B プログラムが A/D 変換値または計測値を送信します。表 5-13 にパケット構成を、表 5-15 にデータ構成を示します。

送信データタイプが A/D 変換値の場合、表 5-14 に示す拡張パケット構成をサポートします。拡張パケット構成では、送信する A/D 変換値のデータサイズを後述の Extra Information の Data Transmission Information で規定します。またデータ長は、254 (H'FE)を超える場合には 4 バイトまで指定可能、指定できない場合には H'01 とします。

表 5-13 Data Transmission パケット構成

ヘッダ	データ長	データ				
H'A9	1+4N (1byte)	Channel (1byte)	Data 1 (4bytes)	Data 2 (4bytes)	...	Data N (4bytes)

表 5-14 A/D 変換値送信の Data Transmission 拡張パケット構成

形式	ヘッダ	データ長		データ				
1	H'A9	1+N×データサイズ (1byte)		Channel (1byte)	Data1	Data 2	...	Data N
2		H'01（データ長不定時） (1byte)						
3		H'FF (1byte)	1+N×データサイズ (4byte)					

表 5-15 データ構成

名前	ビット	説明	
		DSAD A/D 変換値	計測値
Channel	b7-b5	DSAD No. 0: DSAD0 Others: reserved	0
	b4	パケット構成情報 0: Data Transmission パケット構成 1: Data Transmission 拡張パケット構成	
	b3-b0	DSAD チャネル番号: 0 ~ 7	チャネル番号: 0 ~ 15
data1...dataN	-	A/D 変換値	計測値

5.5.7 User Value Setting

Negotiation 応答で許可されたユーザ設定値を単精度浮動小数点形式で設定します。

表 5-16 User Value Setting コマンドのパケット構成

タイプ	ヘッダ	データ長	データ	
			User value No.	値
Request	H'88	H'05	0 ~ 7 (1Byte)	ユーザ設定値 (float format)
ACK Response	H'A8			(4byte)
NACK Response	H'B8	H'01		-

5.5.8 Extra Information

プログラムが提供可能な拡張情報を取得します。拡張情報の種別は Class として定義しています。パケット構成を表 5-17 に、各拡張情報を表 5-18 に示します。

表 5-17 Extra Information コマンドのパケット構成

タイプ	ヘッダ	データ長	データ	
Request	H'8A	H'02	Class (2byte)	-
ACK Response	H'AA	(1Byte)	Class (2Byte)	Class 情報
NACK Response	H'BA	H'02	Class (2Byte)	-
		H'00 【注】	-	

【注】 拡張情報をすべてサポートしない場合、NACK 応答のデータ長は 0 になります。

表 5-18 Class 一覧

Class		説明
値	名前	
H'0001	SPS Information	計測値送信のチャンネル当たりのレートを返します。
H'0002	Data Transmission Information	Negotiation 応答で各チャンネル送信データ形式が A/D 変換値の場合、拡張パケット構成のデータサイズをバイト数で返します。
H'0003	DSAD Error Information	A/D 送信データサイズが 3Byte の場合、DSAD のエラー情報を返します。
H'000E	Part Number Information	デバイス型名を ASCII 文字列で返します。
H'000F	Text Information	RX23E-B プログラム情報の ASCII 文字列を返します。
H'0010 ~H'0017	User Button Status	ユーザボタンの操作の状態を返します。
その他	-	Reserved

5.5.8.1 SPS Information

Negotiation 応答で送信データタイプが計測値の場合、各チャネルの計測値送信レートを取得します。送信レートは単精度浮動小数点形式で、無効チャネルは NaN とします。

表 5-19 SPS Information パケット構成

タイプ	ヘッダ	データ長	データ				
			Class	送信レート[SPS]			
Request	H'8A	H'02	H'0001	-			
ACK Response	H'AA	H'42		ch.0 (4byte)	ch.1 (4byte)	...	ch.15 (4byte)

5.5.8.2 Data Transmission Information

Negotiation 応答で送信データタイプが A/D 変換値の場合、Data Transmission 拡張パケット構成で送信する各データサイズをバイト数で取得します。

表 5-20 Data Transmission Information パケット構成

タイプ	ヘッダ	データ長	データ				
			Class	Data Transmission 拡張パケット構成のデータサイズ			
Request	H'8A	H'02	H'0002	-			
ACK Response	H'AA	2+N		ch.0 (1byte)	ch.1 (1byte)	...	ch.(N-1) (1byte)

表 5-21 Data Transmission 拡張パケット構成のデータサイズ

名前	ビット	説明
ch.n	b7-b4	Reserved (0)
	b3-b0	A/D 変換値のバイト数

5.5.8.3 DSAD Error Information

Negotiation 応答で送信データタイプが A/D 変換値で、送信データサイズが 3byte の場合、A/D 変換停止後に A/D 変換中の DSAD 変換エラー情報を取得します。

表 5-22 DSAD Error Information パケット構成

タイプ	ヘッダ	データ長	データ				
			Class	DSAD 変換エラー情報			
Request	H'8A	H'02	H'0003	-			
ACK Response	H'AA	2+N		ch.0 (1byte)	ch.1 (1byte)	...	ch.(N-1) (1byte)

表 5-23 DSAD 変換エラー情報

名前	ビット	説明
ch.n	b7-b4	Reserved (0)
	b3-b0	各チャネルの DSAD 変換エラー累積情報

5.5.8.4 Part Number Information

RX23E-B のデバイス型名を ASCII 文字列で取得します。

表 5-24 Part Number Information パケット構成

タイプ	ヘッダ	データ長	データ	
			Class	デバイス型名
Request	H'8A	H'02	H'000E	-
ACK Response	H'AA	H'0E		ASCII 文字列

5.5.8.5 Text Information

RX23E-B プログラムで定義した情報を ASCII 文字列で取得します。ASCII 文字列の最大長は 253 バイトです。

表 5-25 Text Information パケット構成

タイプ	ヘッダ	データ長	データ	
			Class	Class 情報
Request	H'8A	H'02	H'000F	-
ACK Response	H'AA	2+ASCII 文字列長		ASCII 文字列

5.5.8.6 User Button Status

ユーザボタン状態の設定・取得ができます。Class 情報の下位 3 ビットはボタン番号を表します。

表 5-26 User Button Status のパケット構成

タイプ	ヘッダ	データ長	データ	
			Class	Class 情報
Request	H'8A	H'03	H'0010~ H'0017	ユーザボタンステータス (1byte)
ACK Response	H'AA			

表 5-27 ユーザボタンステータス

名前	ビット	説明
-	b7-b4	Reserved (0)
ユーザボタンステータス	b3-b0	0: off 1: on, QE for AFE は通常“on”を送信します。

6. QE for AFE 通信モジュール

QE for AFE 通信モジュール（以降通信モジュール）は「5. QE for AFE 通信仕様」に基づいて通信処理を行います。通信モジュールは、パケットの受送信に SCI を 1ch と DMAC を 2ch 使用します。また、CMT を 1つ使用して送信タイムアウト検出をすることができます。

通信モジュールの設定は `r_qe_cfg.h` で、周辺機能の設定は Smart Configurator で行います。

ユーザプログラムに対する拡張は、ユーザデータ定義を `r_qe_cfg_typedef.h` の `st_qe_api_t` 構造体で行い、コマンドの受付可否判断や、前記ユーザデータの読み書きなどのユーザ定義処理を `r_qe_api_user.c` の各コマンドに対応するユーザ関数で行います。

6.1 概要

図 6-1 に通信モジュール API 関数の使用例と周辺機能の関係を示します。

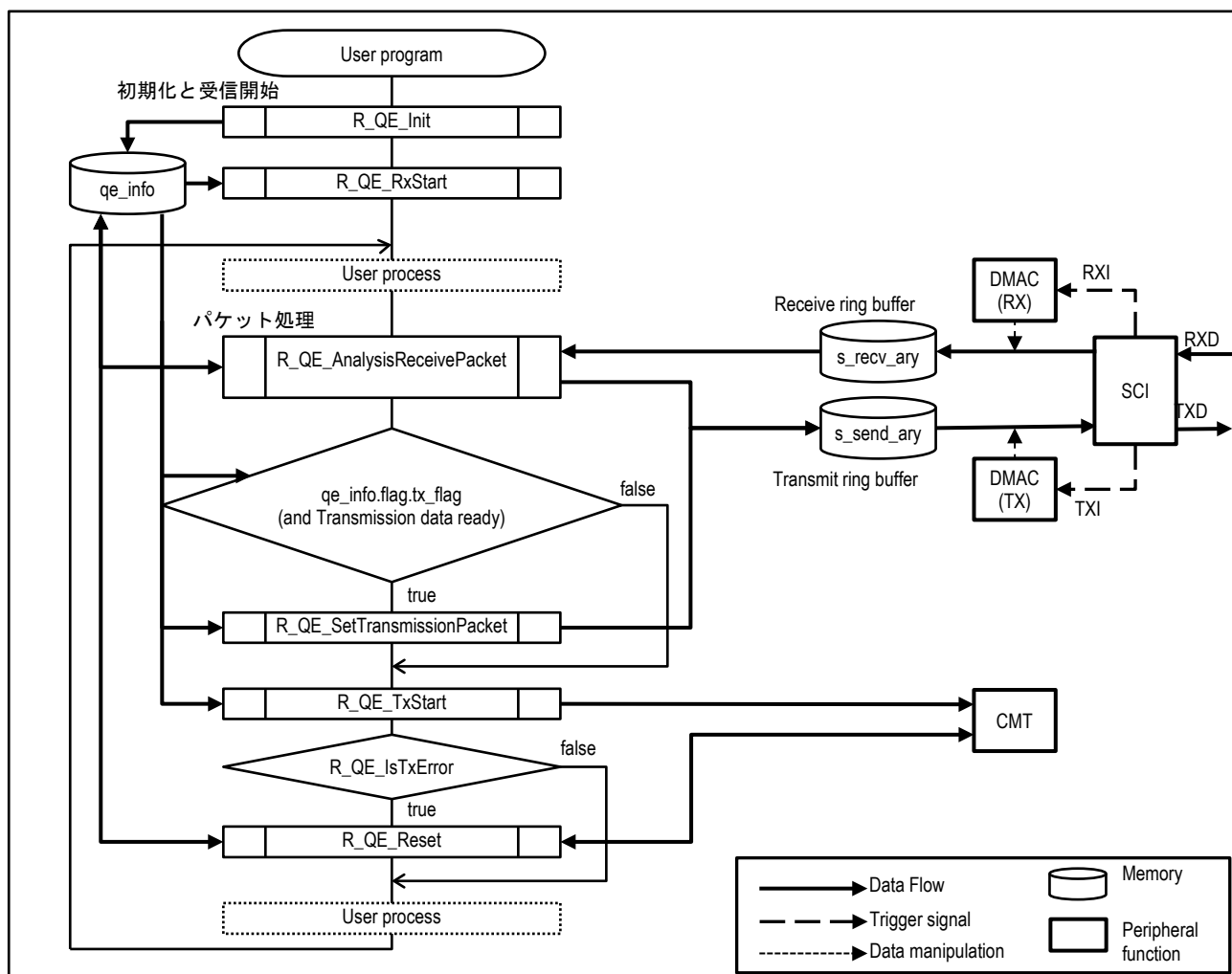


図 6-1 通信モジュールの使用例と周辺機能

QE for AFE との通信は調歩同期で行い、受信データは SCI から受信リングバッファに、送信データは送信リングバッファから SCI に、それぞれ DMAC が転送します。各リングバッファは通信モジュールが確保しています。

通信モジュールの状態やユーザプログラムとのデータ交換は `st_qe_api_t` 型構造体にユーザ定義のメンバを加えて、`st_qe_api_t` 型変数を通じて行うことができます。

以下、図 6-1 に示す通信モジュール API 関数を使用したユーザプログラム例を説明します。

初期化と受信開始

モジュールの初期化を R_QE_Init 関数で、R_QE_RxStart 関数で受信を開始します。

パケット処理

受信パケット処理

R_QE_AnalysisReceivePacket 関数で、受信リングバッファに格納された受信パケットを取り出し、コマンドに応じた処理を行い、応答パケットを送信リングバッファに格納します。

送信データパケット処理

st_qe_api_t 型のメンバ flag.tx_flag がセットされていて、送信データがある場合には、R_QE_SetTransmissionPacket 関数でデータ送信パケットの作成と送信リングバッファへ格納を行います。

送信処理

R_QE_TxStart 関数で、送信リングバッファに送信パケットが格納されていれば、送信設定を行います。また、送信タイムアウトを使用する場合、送信設定時に CMT にリセット・スタートを、送信終了を検知すると CMT の停止を行います。

送信エラー処理

R_QE_IsTxError で送信タイムアウト含む送信エラーを検知し、R_QE_Reset 関数で送信処理のリセットを行います。

R_QE_AnalysisReceivePacket 関数は、各コマンドに対応するユーザ関数を実行し、各ユーザ関数の戻り値により ACK または NACK の応答パケットを作成します。ユーザ関数はコマンドの受入判断と処理を行います。図 6-2 に R_QE_AnalysisReceivePacket 関数の概略フローチャートを示します。

各コマンドに対するユーザ関数は表 6-13 を参照ください。

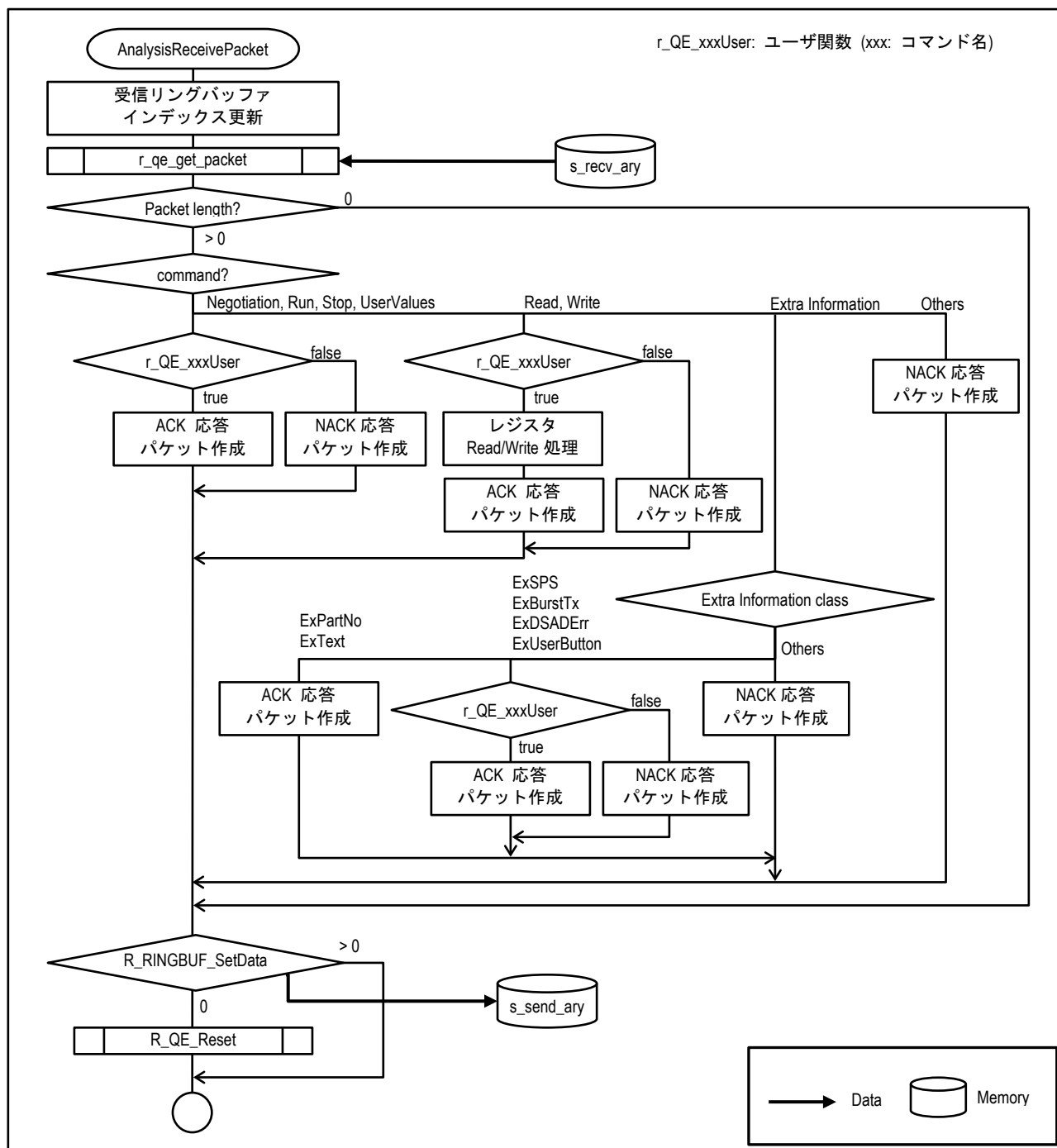


図 6-2 R QE AnalysisReceivePacket 関数概略フローチャート

6.2 使用する周辺機能

通信モジュールは、パケットの受送信に SCI を 1ch と DMAC を 2ch 使用します。また、CMT を 1 つ使用して送信タイムアウト検出をすることができます。使用する周辺機能のチャンネルは r_qe_cfg.h で指定します。詳細は表 6-5 を参照ください。

各周辺機能の動作設定は Smart Configurator で行います。以降、通信モジュールが前提とする Smart Configurator 設定を示します。

表 6-1 SCI の設定

調歩同期式モード
作業モード: 送信/受信

項目		設定
スタートビット検出設定		RXD1 端子の立ち下がりエッジ
データ・ビット長		8 ビット
パリティ設定		禁止
ストップビット設定		1 ビット
データ転送方向設定		LSB ファースト
転送速度 設定	転送クロック	(ユーザプログラム条件で決定)
	ビットレート	
	ビットレートモジュレーション機能	
	SCK1 端子機能	
ノイズフィルタ有効		
ハードウェアフロー制御設定		
データ処理 設定	送信データ処理	DMAC で処理する
	受信データ処理	DMAC で処理する
割り込み 設定	受信エラー割り込み許可 (ERI1)	選択しない
	TXI1, RXI1, TEI1, ERI1 優先順位	レベル 0 (ユーザプログラム条件で決定)
コールバック機能設定		なし

表 6-2 DMAC の設定

項目		設定	
		受信用	送信用
転送設定	起動要因	SClx (RXIx)	SClx (TXIx)
	起動要因フラグ制御	起動要因フラグをクリアする	
	転送モード	フリーランニングモード	ノーマルモード
	転送データサイズ	8 ビット	
	転送回数/リピートサイズ/ ブロックサイズ	-	(実行時に設定)
転送元 アドレス 設定	転送元アドレス	SClx.RXDx アドレス アドレス固定	(実行時に設定) アドレスインクリメント
	転送元アドレスに拡張リ ピートエリアを設定する	-	有効
	拡張リピートエリア		モジュール設定に合わせる ^{【注】}
転送先 アドレス 設定	転送先アドレス	(プログラムで設定) アドレスインクリメント	SClx.TXDx アドレス アドレス固定
	転送先アドレスに拡張リ ピートエリアを設定する	有効	-
	拡張リピートエリア	モジュール設定に合わせる ^{【注】}	
割り込み設定		割り込み許可しない	

【注】 表 6-5 r_qe_cfg.h の D_QE_CFG_TX_RINGBUF_SIZE 設定値に合わせる。

表 6-3 CMT の設定

PCLKB: 32MHz

項目		設定
クロック設定		PCLKB/512
コンペアマッチ設定	インターバル時間	1000ms
	コンペアマッチ割り込みを許可(CMIx)	許可 優先順位：レベル 0(割り込み禁止)

6.3 通信モジュール構成

6.3.1 ファイル構成

モジュールのファイル構成を表 6-4 に示します。ユーザは表中の「ユーザ拡張: 可」のファイルでカスタマイズすることができます。

表 6-4 ファイル構成

ファイル名	説明	ユーザ拡張
r_qe_api_user.c	通信モジュールユーザ関数	可
r_qe_api.c	通信モジュール API	不可
r_qe_api.h		
r_qe_cfg_thpedef.h	通信モジュール情報構造体型 st_qe_api_t 定義	可
r_qe_cfg.h	通信モジュール設定	不可
r_qe_packet.h	パケット構造体定義	
r_qe_sc_if.h	Smart Configurator 生成関数対応定義	
r_ring_buffer_control_api.c	リングバッファモジュール	
r_ring_buffer_control_api.h	リングバッファモジュールヘッダファイル	

6.3.2 マクロ定義

以下のマクロはユーザのシステムに合わせて通信モジュールの設定を行うために使用します。

表 6-5 r_qe_cfg.h 定義一覧 (1/2)

定義名	説明
D_QE_CFG_TX_RINGBUF_SIZE	送信用リングバッファのバイト数、2 のべき乗値
D_QE_CFG_RX_RINGBUF_SIZE	受信用リングバッファのバイト数、2 のべき乗値
D_QE_CFG_FORMAT_REV	通信仕様リビジョン、3 を指定
D_QE_CFG_READ	Read コマンドサポート 0 : しない 1 : する
D_QE_CFG_WRITE	Write コマンドサポート 0 : しない 1 : する
D_QE_CFG_USER_VAL0	User Value 0 : 使用しない 1 : 使用する
D_QE_CFG_USER_VAL1	
D_QE_CFG_USER_VAL2	
D_QE_CFG_USER_VAL3	
D_QE_CFG_USER_VAL4	
D_QE_CFG_USER_VAL5	
D_QE_CFG_USER_VAL6	
D_QE_CFG_USER_VAL7	
D_QE_CFG_EX_SPS	SPS 情報 0 : 使用しない 1 : 使用する
D_QE_CFG_EX_USER_BTN0	ユーザボタン 0 : 使用しない 1 : 使用する
D_QE_CFG_EX_USER_BTN1	
D_QE_CFG_EX_USER_BTN2	
D_QE_CFG_EX_USER_BTN3	
D_QE_CFG_EX_USER_BTN4	
D_QE_CFG_EX_USER_BTN5	
D_QE_CFG_EX_USER_BTN6	
D_QE_CFG_EX_USER_BTN7	
D_QE_CFG_CH0	送信データのタイプ ^{【注】} 0x0: 送信しない 0x2: A/D 変換値 (整数) 0x3: 計測値 (float)
D_QE_CFG_CH1	
D_QE_CFG_CH2	
D_QE_CFG_CH3	
D_QE_CFG_CH4	
D_QE_CFG_CH5	
D_QE_CFG_CH6	
D_QE_CFG_CH7	
D_QE_CFG_CH8	
D_QE_CFG_CH9	
D_QE_CFG_CH10	
D_QE_CFG_CH11	
D_QE_CFG_CH12	
D_QE_CFG_CH13	
D_QE_CFG_CH14	
D_QE_CFG_CH15	

【注】 0x0 を除きデータタイプの混在は出来ません。

表 6-6 r_qe_cfg.h 定義一覧 (2/2)

定義名	説明
D_QE_CFG_TXT_INFO	拡張情報の文字情報、253 バイト以下の ASCII 文字列
D_QE_CFG_TXERRCHK_EN	送信エラーチェック 0 : しない 1 : する
D_QE_CFG_TIMEOUT	送信エラー検出方法 0 : タイマ(CMT) 1 : CTS 信号検知
D_QE_CFG_SCI	SCI チャンネル番号
D_QE_CFG_DMACH_RX	受信用 DMAC チャンネル番号
D_QE_CFG_DMACH_TX	送信用 DMAC チャンネル番号
D_QE_CFG_CMT	CMT チャンネル番号

6.3.3 構造体および共用体

表 6-7 r_qe_cfg_typedef.h

構造体名	st_qe_api_t		
説明	通信モジュール情報		
メンバ	型	名称	説明
	union	flag	API の動作制御用フラグ
	uint8_t	byte	フラグ全体
	struct	bit	ビット単位アクセス
	uint8_t:1	tx_flag	データ送信許可フラグ
	uint8_t	dsad_err[D_QE_DSAD_CH_NUM]	DSAD Error Information 用 DSAD 変換エラー情報格納配列
	uint8_t	burst_tx[D_QE_DSAD_CH_NUM]	Burst Transmission Information 用 A/D 変換値データサイズ格納配列
	float	sps[16]	SPS Information 用送信レート格納配列
	union	button	ボタンのステータス
	uint8_t	buttons	ステータス全体
	struct	bit	ビット単位アクセス
	int8_t:1	b0	ボタン 0 ステータス
	int8_t:1	b1	ボタン 1 ステータス
	int8_t:1	b2	ボタン 2 ステータス
	int8_t:1	b3	ボタン 3 ステータス
	int8_t:1	b4	ボタン 4 ステータス
	int8_t:1	b5	ボタン 5 ステータス
	int8_t:1	b6	ボタン 6 ステータス
	int8_t:1	b7	ボタン 7 ステータス

【注】 D_QE_DSAD_CH_NUM は r_qe_cfg.h のモジュール設定に基づき定義されます。

表 6-8 r_ring_buffer_control_api.h

構造体名	st_ring_buf_t		
説明	リングバッファ管理		
メンバ変数	型	名称	説明
	uint8_t*	buf	バッファへのポインタ
	size_t	length	バッファ長
	uint32_t	r_index	リードインデックス
	uint32_t	w_index	ライトインデックス

表 6-9 r_qe_packet.h (1/2)

構造体名	st_qe_userval_t		
説明	User Value Setting コマンドパケットのデータ		
メンバ	型	名称	説明
	uint8_t	no	ユーザ変数番号
	float	fval	ユーザ変数
共用体名	u_data_t		
説明	パケットのデータ部		
メンバ	型	名称	説明
	uint8_t	buf[255]	データ配列全体
	struct	r_req	Read 要求のデータ
	uint32_t *	p_start_addr	スタートアドレス
	uint8_t	num	読み出し数
	struct	w_req	Write 要求のデータ
	uint32_t *	p_start_addr	スタートアドレス
	uint32_t	w_data[32]	書き込みデータ配列
	struct	rw_rsp	Read/Write 応答のデータ
	uint32_t *	p_start_addr	スタートアドレス
	uint32_t	reg[32]	読み出しデータ配列
	struct	tx_mes	計測値 Data Transmission のデータ
	uint8_t	ch	チャンネル
	float	fdata[32]	計測値送信データ
	struct	tx_dsad	A/D 変換値 Data Transmission のデータ
	uint8_t	ch	チャンネル
	uint32_t	data[32]	A/D 変換値送信データ
	st_qe_userval_t	user_val	User Value Setting のデータ
	struct	ex	Extra Information のデータ
	uint16_t	cls	Class
	union	info	Extra Information の各 Class データ
	uint8_t	data[253]	各 Class 応答のデータ全体
	float	sps[16]	SPS Information の送信レート配列
	uint8_t	burst_tx[16]	Burst Transmission Information のデータサイズ配列
	uint8_t	dsad_err[16]	DSAD Error Information の DSAD のエラー情報配列
	char	text[253]	Text Information の ASCII 文字列配列

表 6-10 r_qe_packet.h (2/2)

構造体名	st_qe_pkt_t		
説明	パケット		
メンバ	型	名称	説明
	union	-	パケット構造
	uint8_t	buf[261]	パケット全体配列
	struct	pkt	パケット要素
	uint8_t	header	ヘッダ
	uint8_t	data_len	データ長
	union	-	データ部
	u_data_t	data	データ
	struct	-	拡張フォーマット
	union	-	拡張データ長
	uint32_t	len	4byte アクセス
	uint8_t	byte[4]	1byte アクセス
	u_data_t	data	データ

6.3.4 関数一覧

表 6-11 r_qe_api.h QE for AFE 通信モジュール API 関数一覧 (1/2)

関数名	R_QE_Init			
説明	通信モジュールを初期化する。			
引数	I/O	型	名称	説明
	I/O	st_qe_api_t *	qe_info	通信モジュール情報構造体変数へのポインタ
戻り値	-	void	-	
関数名	R_QE_Reset			
説明	送信を中断してリセットする。			
引数	I/O	型	名称	説明
	I/O	st_qe_api_t *	qe_info	通信モジュール情報構造体変数へのポインタ
戻り値	-	void	-	
関数名	R_QE_RxStart			
説明	受信を開始する。			
引数	I/O	型	名称	説明
	-	void	-	-
戻り値	-	void	-	
関数名	R_QE_TxStart			
説明	送信リングバッファに未送信パケットがあれば、送信を開始する。送信タイムアウト検出が有効な場合、CMT のカウントを開始する。			
引数	I/O	型	名称	説明
	-	void	-	-
戻り値	O	bool	true: 送信を開始 false: 送信しない	
関数名	R_QE_AnalysisReceivePacket			
説明	受信パケットの取得を行い、対応する処理の実行し、応答パケットを作成して送信リングバッファに格納する。			
引数	I/O	型	名称	説明
	I/O	st_qe_api_t *	qe_info	通信モジュール情報構造体変数へのポインタ
戻り値	O	size_t	送信リングバッファに格納した応答パケットの byte 数	
関数名	R_QE_IsTxError			
説明	送信中の通信エラーをチェックする。			
引数	I/O	型	名称	説明
	I	void	-	-
戻り値	O	bool	true: エラー発生 false: 正常	

表 6-12 r_qe_api.h QE for AFE 通信モジュール API 関数一覧 (2/2)

関数名	R_QE_SetTxData			
説明	送信リングバッファに指定した byte 数のデータを格納する。			
引数	I/O	型	名称	説明
	I	uint8_t	data[]	格納するデータ配列
	I	size_t	len	byte 数
戻り値	O	size_t	送信リングバッファに格納した byte 数	
関数名	R_QE_SetExButtonStatusPacket			
説明	拡張情報のユーザボタンステータスパケットを送信リングバッファに格納する。			
引数	I/O	型	名称	説明
	I	uint8_t	btn_no	ボタン番号(0~7)
	I	st_qe_api_t *	qe_info	通信モジュール情報構造体変数へのポインタ
戻り値	O	size_t	送信リングバッファに格納したパケットの byte 数	
関数名	R_QE_SetTransmissionPacket			
説明	送信データタイプが計測値の Data Transmission パケットを作成し、送信リングバッファに格納する。			
引数	I/O	型	名称	説明
	I	st_qe_api_t *	qe_info	通信モジュール情報構造体変数へのポインタ
	I	uint8_t	channel	チャネル
	I	float	fval[]	送信データ格納配列
	I	uint8_t	num	送信データ数
戻り値	O	size_t	送信リングバッファに格納したパケットの byte 数	

表 6-13 r_qe_api_user.c 関数一覧 (1/2)

関数名					r_QE_NegotiationUser				
説明					Negotiation コマンドに対する受入判断とユーザ処理を行う。				
引数	I/O	型		名称		説明			
	I/O	st_qe_api_t *		qe_info		通信モジュール情報構造体変数へのポインタ			
	I	st_qe_pkt_t *		rcv		受信パケット構造体へのポインタ			
戻り値	O	bool		true: 受け入れ false: 拒否					
関数名					r_QE_ReadUser				
説明					Read コマンドに対する受入判断とユーザ処理を行う。				
引数	I/O	型		名称		説明			
	I/O	st_qe_api_t *		qe_info		通信モジュール情報構造体変数へのポインタ			
	I	st_qe_pkt_t *		rcv		受信パケット構造体へのポインタ			
戻り値	O	bool		true: 受け入れ false: 拒否					
関数名					r_QE_WriteUser				
説明					Write コマンドに対する受入判断とユーザ処理を行う。				
引数	I/O	型		名称		説明			
	I/O	st_qe_api_t *		qe_info		通信モジュール情報構造体変数へのポインタ			
	I	st_qe_pkt_t *		rcv		受信パケット構造体へのポインタ			
戻り値	O	bool		true: 受け入れ false: 拒否					
関数名					r_QE_RunUser				
説明					Run コマンドに対する受入判断を行い、qe_info のメンバ flag.tx_flag のセットとユーザ処理を行う。				
引数	I/O	型		名称		説明			
	I/O	st_qe_api_t *		qe_info		通信モジュール情報構造体変数へのポインタ			
	I	st_qe_pkt_t *		rcv		受信パケット構造体へのポインタ			
戻り値	O	bool		true: 受け入れ false: 拒否					
関数名					r_QE_StopUser				
説明					Stop コマンドに対する受入判断を行い、qe_info のメンバ flag.tx_flag のクリアとユーザ処理を行う。				
引数	I/O	型		名称		説明			
	I/O	st_qe_api_t *		qe_info		通信モジュール情報構造体変数へのポインタ			
	I	st_qe_pkt_t *		rcv		受信パケット構造体へのポインタ			
戻り値	O	bool		true: 受け入れ false: 拒否					

表 6-14 r_qe_api_user.c 関数一覧 (2/2)

関数名	r_QE_UserValueUser			
説明	User Value Setting コマンドに対する受入判断とユーザ処理を行う。			
引数	I/O	型	名称	説明
	I/O	st_qe_api_t *	qe_info	通信モジュール情報構造体変数へのポインタ
	I	st_qe_pkt_t *	rcv	受信パケット構造体へのポインタ
戻り値	O	bool	true: 受け入れ false: 拒否	
関数名	r_QE_ExSpsInfoUser			
説明	Extra Information コマンドの SPS Information クラスに対する受入判断とユーザ処理を行う。			
引数	I/O	型	名称	説明
	I/O	st_qe_api_t *	qe_info	通信モジュール情報構造体変数へのポインタ
	I	st_qe_pkt_t *	rcv	受信パケット構造体へのポインタ
戻り値	O	bool	true: 受け入れ false: 拒否	
関数名	r_QE_ExBurstTxInfoUser			
説明	Extra Information コマンドの Burst Transmission Information クラスに対する受入判断とユーザ処理を行う。			
引数	I/O	型	名称	説明
	I/O	st_qe_api_t *	qe_info	通信モジュール情報構造体変数へのポインタ
	I	st_qe_pkt_t *	rcv	受信パケット構造体へのポインタ
戻り値	O	bool	true: 受け入れ false: 拒否	
関数名	r_QE_ExDsadErrInfoUser			
説明	Extra Information コマンドの DSAD Error Information クラスに対する受入判断とユーザ処理を行う。			
引数	I/O	型	名称	説明
	I/O	st_qe_api_t *	qe_info	通信モジュール情報構造体変数へのポインタ
	I	st_qe_pkt_t *	rcv	受信パケット構造体へのポインタ
戻り値	O	bool	true: 受け入れ false: 拒否	
関数名	r_QE_ExUseButtonStatusUser			
説明	Extra Information コマンドの User Button Status クラスに対する受入判断とユーザ処理を行う。			
引数	I/O	型	名称	説明
	I/O	st_qe_api_t *	qe_info	通信モジュール情報構造体変数へのポインタ
	I	st_qe_pkt_t *	rcv	受信パケット構造体へのポインタ
戻り値	O	bool	true: 受け入れ false: 拒否	

表 6-15 r_qe_sc_if.h Smart Configurator 生成関数対応マクロ関数一覧

周辺機能	定義関数	対応関数	補足
CMT	R_QE_CMT_CntStart	R_Config_CMTn_Start	n: CMT チャンネル番号
	R_QE_CMT_CntStop	R_Config_CMTn_Stop	
SCI	R_QE_SCI_Start	R_Config_SCIn_Start	n: SCI チャンネル番号
	R_QE_SCI_RxStart	R_Config_SCIn_Stop	
	R_QE_SCI_SendStart	R_Config_SCIn_Serial_Send	
DMAC	R_QE_DMACH_TX_Start	R_Config_DMACHn_Start	n: 送信用 DMAC チャンネル番号
	R_QE_DMACH_TX_Stop	R_Config_DMACHn_Stop	
	R_QE_DMACH_RX_Start	R_Config_DMACHn_Start	n: 受信用 DMAC チャンネル番号

【注】 各チャンネル番号は r_qe_cfg.h で指定、表 6-6 参照

表 6-16 r_qe_sc_if.h ユーザ定義関数一覧

関数名	R_QE_DMAC_RX_SetDstAddr			
説明	受信用 DMAC に転送先アドレスを設定する。（マクロ関数）			
引数	I/O	型	名称	説明
	I	uint32_t	addr	転送先アドレス
戻り値	-	void	-	
関数名	R_QE_DMAC_RX_GetDstAddr			
説明	受信用 DMAC の転送先アドレスを取得する。（マクロ関数）			
引数	I/O	型	名称	説明
	-	void	-	-
戻り値	O	uint32_t	転送先アドレス	
関数名	R_QE_DMAC_TX_SetSrcAddr			
説明	送信用 DMAC に転送元アドレスを設定する。（マクロ関数）			
引数	I/O	型	名称	説明
	I	uint32_t	addr	転送元アドレス
戻り値	-	void	-	
関数名	R_QE_DMAC_TX_SetTxCnt			
説明	送信用 DMAC に転送回数を設定する。（マクロ関数）			
引数	I/O	型	名称	説明
	I	uint16_t	cnt	転送回数
戻り値	-	void	-	
関数名	R_QE_SCI_IsTransferEnd			
説明	SCI の送信終了を検出する。（マクロ関数）			
引数	I/O	型	名称	説明
	-	void	-	-
戻り値	O	bool	true: 送信終了 false: 送信中	
関数名	R_QE_SCI_SendStop			
説明	SCI の送信を終了する。（マクロ関数）			
引数	I/O	型	名称	説明
	-	-	void	-
戻り値	-	void	-	
関数名	R_QE_SCI_SetTDR			
説明	SCI に送信データを設定する。（マクロ関数）			
引数	I/O	型	名称	説明
	I	uint8_t	data	送信データ
戻り値	-	void	-	
関数名	R_QE_CMT_CntClear			
説明	CMT のカウンタをクリアする。（マクロ関数）			
引数	I/O	型	名称	説明
	-	-	void	-
戻り値	-	void	-	

7. プログラム説明

7.1 概要

本プログラムは、QE for AFE からの要求処理を main 関数で行い、A/D 変換値取得と送信を周辺機能と割り込み処理で行います。A/D 変換値送信については「7.2 DSAD 変換結果の取得と送信」で説明します。図 7-1 に本プログラム main 関数のフローチャートを示します。

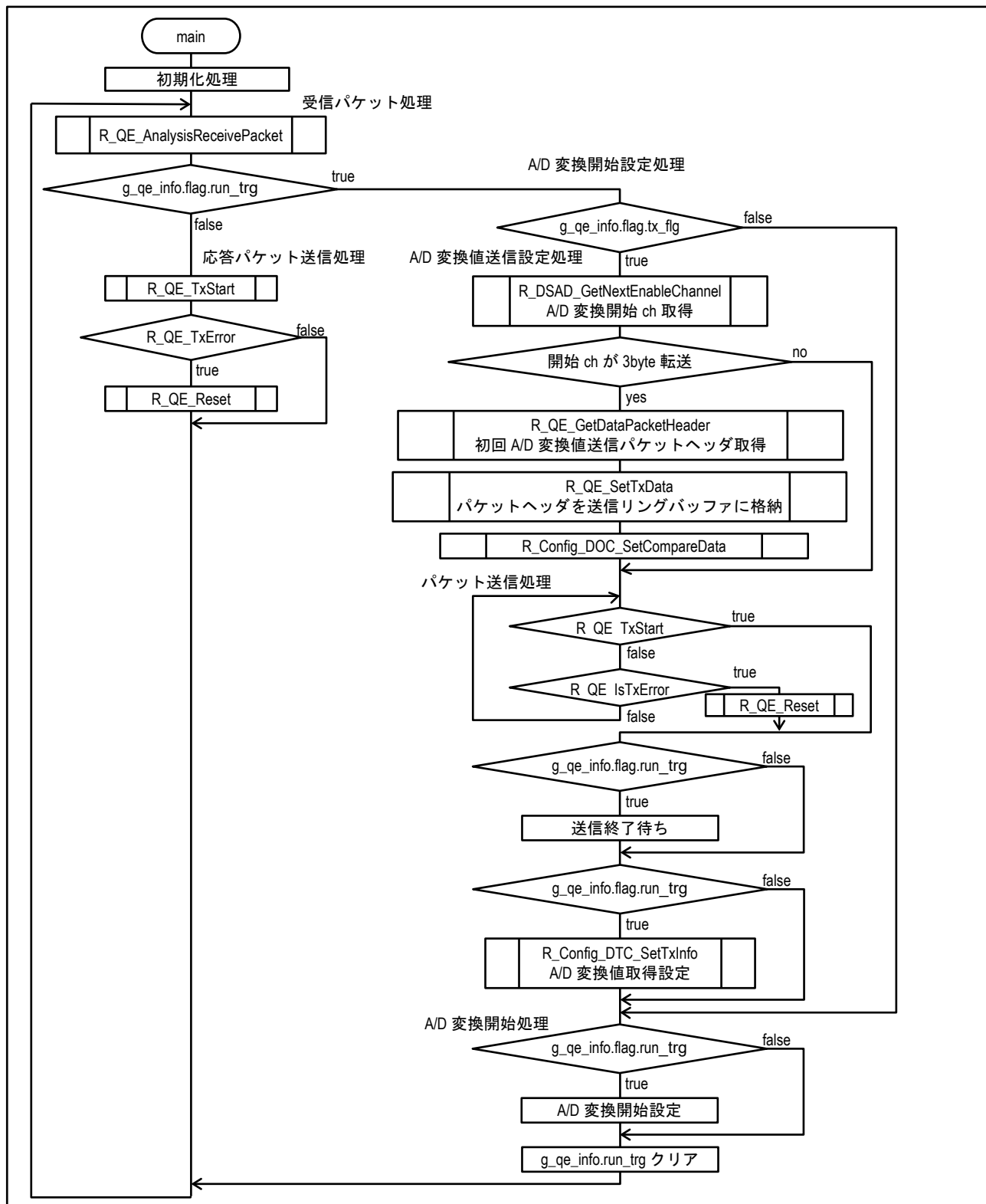


図 7-1 main 関数フローチャート

図 7-1 の各処理について説明します。

- 初期化処理
 - DTC 初期設定
A/D 変換値自動送信のため、DTC ベクタに設定すべき値を有効 A/D チャンネル数分初期化します。
 - IRQ5 割り込みの有効化
QE for AFE 側の通信ビジー信号 CTS を検出可能にします。
 - 通信モジュール初期化と受信開始
 - LED0 と LED1 を点灯
- 受信パケット処理
R_QE_AnalysisReceivePacket 関数で、受信パケットの処理と、応答パケットの送信リングバッファ格納を行います。
- 応答パケット送信処理
 - 送信設定
R_QE_TxStart 関数で、送信リングバッファに格納されたパケットがあれば送信開始の設定を行います。
 - 送信エラー処理
R_QE_IsTxError 関数で送信エラーを検知した場合、送信中のパケットは送信をキャンセルします。
- A/D 変換開始設定処理
Run コマンドを受けたことを通知するフラグ g_qe_info.flag.run_trg がセットされたとき、A/D 変換値送信設定と A/D 変換開始処理を行います。
 - A/D 変換値送信開始設定
DSAD0 有効な先頭チャンネルの A/D 変換値の送信データサイズが 3 バイトの場合、Data Transmission パケットの Data 部を除く部分を作成して送信リングバッファに格納します。また、DSAD0 の累積エラー情報作成のためにデータ演算回路の初期設定を行います。
 - パケット送信処理
送信リングバッファに格納済みのパケットの送信を行い、送信完了を待ちます。送信が完了できない場合は R_QE_Reset 関数で送信を停止して g_qe_info.flag.run_trg をクリアします。
 - A/D 変換値取得設定
A/D 変換値取得のための DTC 設定を行います。
 - A/D 変換開始処理
A/D 変換値取得のため DTC 転送および A/D 変換を開始します。

7.2 DSAD 変換結果の取得と送信

A/D 変換開始後、DSAD0 の A/D 変換終了割り込み要求(ADI0)をトリガに DTC で A/D 変換値取得と送信設定を行い、SCI1 送信データエンプティ割り込み要求(TXI1)をトリガに DMAC0 で SCI1 に送信データを供給します。

A/D 変換値送信時の Data Transmission パケット構成と送信データサイズは、有効チャネル数と各チャネルの A/D 変換回数により異なります。DSAD0 変換条件に対するパケット構成と送信データサイズを表 7-1 に示します。

表 7-1 A/D 変換値送信の Data Transmission パケット構成と送信データサイズ

条件		パケット構成、送信データサイズ	
A/D 変換値出力レート/チャネル		≤31250SPS	>31250SPS
単一チャネル変換		通常 4byte	拡張: 形式 2 3byte
複数 チャネル変換	A/D 変換回数/チャネル = 1		通常 4byte
	2 < A/D 変換回数/チャネル ≤ 84		拡張: 形式 1 3byte
	A/D 変換回数/チャネル > 85		拡張: 形式 3 3byte

4byte 送信の場合、ADI0 をトリガに A/D 変換結果を取得して、1つのパケットとして送信します。

3byte 送信の場合、A/D 変換値送信パケットのヘッダ・データ長・チャネルを送信後、ADI0 をトリガに A/D 変換結果の取得と A/D 変換値の送信を行います。また、OVF、ERR の各フラグは、データ演算回路(DOC)で A/D 変換結果の上位 1byte を正常時の値と比較し、不一致によるデータ演算回路割り込み要求(DOPCI)ハンドラで論理和(OR)により累積します。結果は A/D 変換停止後に DSAD Error Information で取得できます。

図 7-2 に使用する周辺機能と 3byte 送信のタイミングチャートを示します。図 7-1 の A/D 変換開始設定処理で、A/D 変換値送信パケットのヘッダ・データ長・チャネルを送信後、以下の DTC 転送により A/D 変換値の送信を開始します。

- DTC 転送
 0. A/D 変換結果取得
A/D 変換結果を指定のバッファへ転送します。
 - 1-3. DMAC0 転送設定
SCI1 へ送信データを転送する DMAC0 へ転送元アドレス・転送回数・転送許可を設定します
 4. 送信開始
SCI1.TDR1 に A/D 変換値の 1byte 目を書込み、送信を開始します。
 5. DOC ヘエラーフラグ部を設定
3byte 送信のための OVF、ERR フラグを取得するため、DOC に取得した A/D 変換結果の上位 1byte を書き込みます。

DSAD0 のチャネル切替時は、A/D 変換値の DMAC 転送終了の TXI1 割り込みハンドラにて、次チャネルの転送設定を行います。TXI1 割り込みハンドラのフローチャートを図 7-3 に示します。

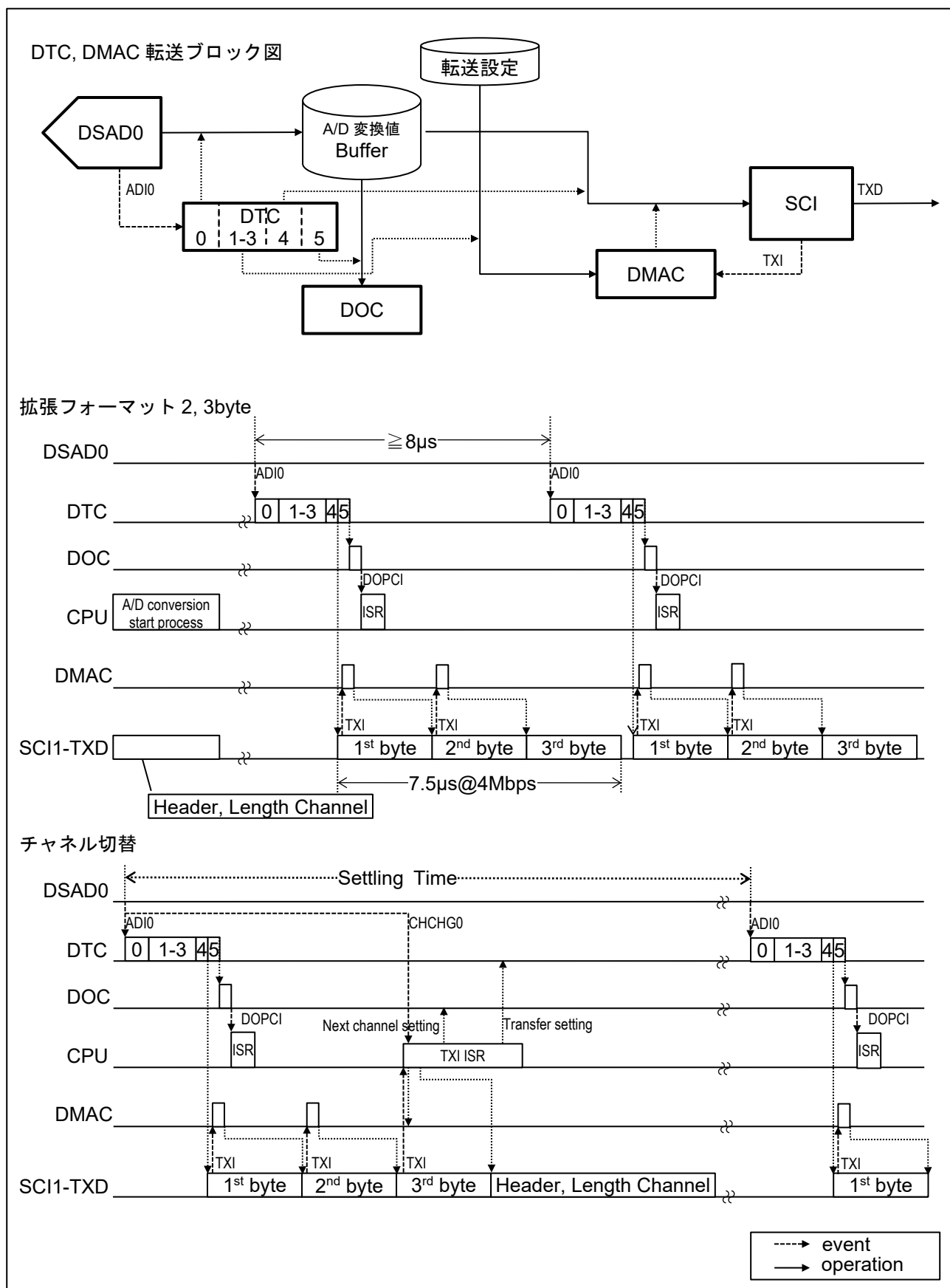


図 7-2 3byte 送信タイミングチャート

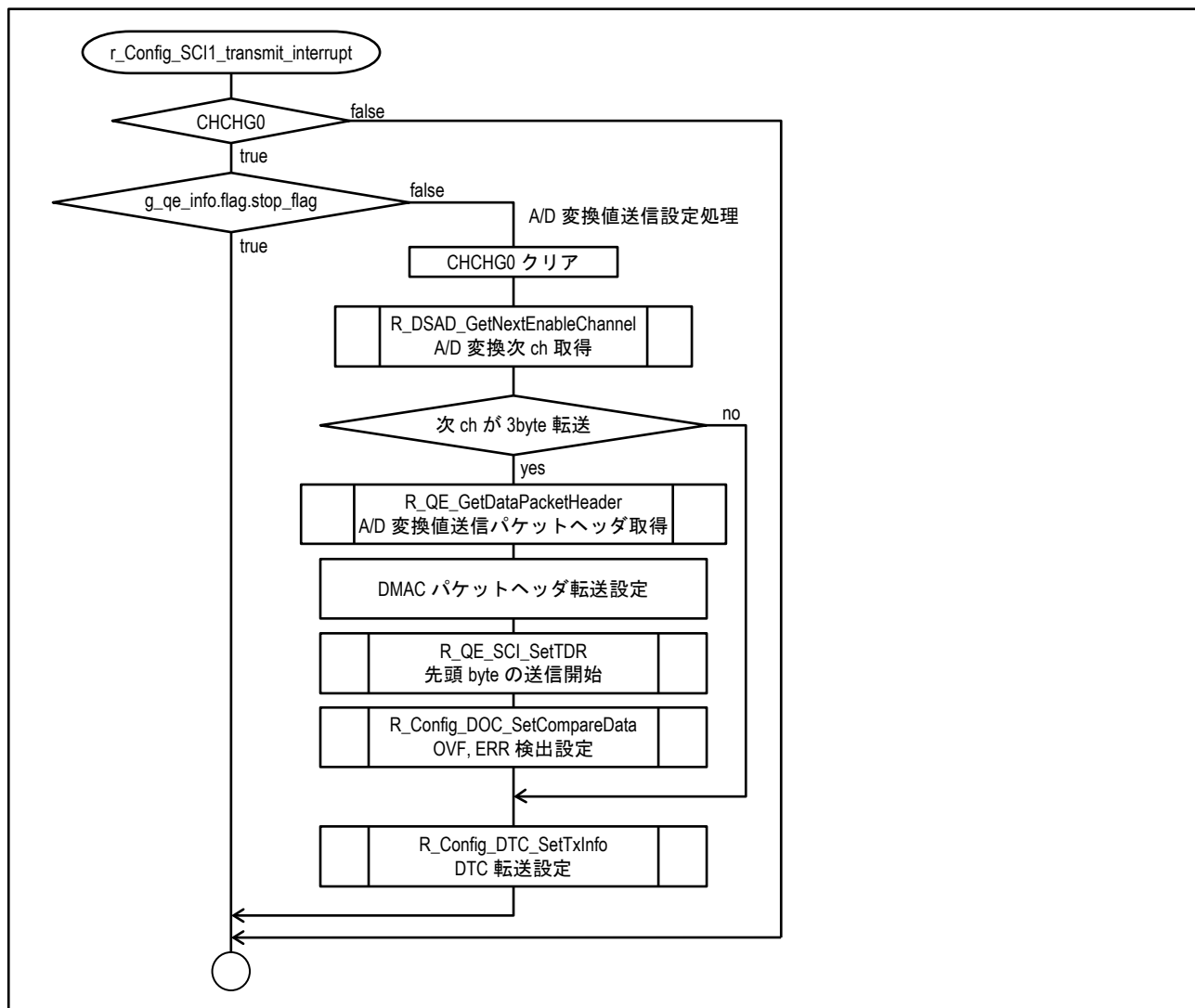


図 7-3 TX1I1 割り込みハンドラフローチャート

7.3 周辺機能と端子

本プログラムが使用する周辺機能を表 7-2 に、使用端子一覧を表 7-3 に、未使用端子一覧を表 7-4 に示します。また、クロック設定を表 7-5 に示します。

各周辺機能の設定は Smart Configurator で行います。各周辺機能の設定は以降に示します。

表 7-2 使用する周辺機能

周辺機能	用途
AFE、DSAD0	A/D 変換
R16DA	D/A 出力
DTC	A/D 変換結果取得と送信設定
DOC	DSAD 変換エラー検出
SCI1	QE for AFE との UART 通信
DMAC0	QE for AFE へのパケット送信
DMAC1	QE for AFE からのパケット受信
CMT0	QE for AFE とのタイムアウト受信エラー検出
ICU	UART 通信 CTS 割り込み

表 7-3 使用端子一覧

ピン No.	機能	I/O	用途
5	P73	O	LED3 制御
6	P72	O	LED2 制御
7	P71	O	LED1 制御
8	P70	O	LED0 制御
28	RXD1	I	SCI1 受信
30	TXD1	O	SCI1 送信
39	CTS1/IRQ5	I	SCI1 UART 通信 CTS 割り込み
74	REFOUT	O	DSAD0 内部基準電圧出力
76-79	AIN0-AIN3	I	DSAD0 信号入力
80	REF0N	I	DSAD0 外部基準電圧 0 入力
81	REF0P	I	
82-89	AIN4-AIN11	I	DSAD0 信号入力
90	HVCOM	I	DSAD0 信号入力
91-94	HVAIN0-HVAIN3	I	DSAD0 信号入力、DSAD0 外部基準電圧 1 入力
95	AIN12/REF1N	I	
96	AIN13/REF1P	I	
97-98	AIN14-AIN15	I	DSAD0 信号入力
99	VREFL	I	16 ビット D/A コンバータの基準電圧入力
100	VREFH	I	

表 7-4 未使用端子設定一覧

ピン No.	機能	接続	設定
4	P74	Open	入力、内部 Pull Up
18-25	P60-P67		
26	NMI	Pull Up	-
27	P31	Open	入力、内部 Pull Up
29	P27		
31-36	P20-P25		
37-38	P16-P17		
40-42	P12-P14		
43-44	P54-P55		
45	PC7		
46	PC6	Pull Down	入力(default)
47-48	PC5-PC4	Pull Up	
49	PC3	Open	入力、内部 Pull Up
50	PC2	Pull Down	入力(default)
51	PC1	Pull Up	
52	PC0	Open	入力、内部 Pull Up
53-57	PA0-PA4		
58,60	PB1,PB0		
62-65	PE1-PE4	SW1-SW3	入力(default)
66	PE0	Open	入力、内部 Pull Up
67-71	PD0-PD4		

表 7-5 クロック設定

項目		設定
使用クロック		メインクロック
	発振源	発振子
	周波数	8MHz
	安定時間	8192 (2048μs)
PLL 回路	分周比	x1/2
	逡倍比	x8
SCKCR (FCLK)		x1 (32MHz)
SCKCR (ICLK)		x1 (32MHz)
SCKCR (PCLKA)		x1 (32MHz)
SCKCR (PCLKB)		x1 (32MHz)
SCKCR (PCLKC)		x1 (32MHz)
SCKCR (PCLKD)		x1 (32MHz)

7.3.1 アナログフロントエンド(AFE)と 24 ビット Δ - Σ A/D コンバータ(DSAD0)

DSAD0 の初期設定を表 7-6 に示します。AFE は固有設定がないため設定しません。

表 7-6 DSAD0 の設定

項目		連続スキャンモード 設定
アナログ入力チャンネル設定		チャンネル 0
動作クロック設定		PCLK/2(16MHz)
開始トリガソース		ソフトウェアトリガ
割り込み設定	Δ Σ A/D 変換終了割り込みを許可	許可、レベル 15 (最高)
	Δ Σ 型 A/D 変換スキャン終了割り込みを許可	許可しない
	Δ Σ A/D チャンネル切り替え割り込みを許可	許可しない
電圧異常および断線検出設定		使用しない
アナログ入力設定	+側入力端子	AIN1
	-側入力端子	AIN0
	基準電圧	REFOUT/AVSS0
アンプファイア設定	アンプ選択	PGA
	PGA ゲイン設定	x 1
Δ Σ A/D 変換設定	A/D 変換モード	通常動作
	データ形式	2 の補数形式
	A/D 変換回数	1
	前段フィルタオーバーサンプリング比	256
	後段フィルタオーバーサンプリング比	16
	オフセット補正値を設定する	設定しない
	ゲイン補正値を設定する	設定しない
断線検出アシスト設定		禁止
デジタルフィルタ設定	Sinc フィルタを選択	Sinc4 + Sinc4
	Sinc フィルタゲイン補正値を設定する	設定しない

7.3.2 16 ビット D/A コンバータ(R16DA)

R16DA の初期設定を表 7-7 に示します。設定は QE for AFE で変更できます。

表 7-7 R16DA の設定

項目		設定
D/A チャンネル 0 設定	DA0 を使用	使用する
	バッファ出力プルダウンビット	設定する
D/A 変換停止時アナログ出力インピーダンス制御ビット		D/A 変換停止時のアナログ出力端子は 1k Ω プルダウン
D/A-A/D 同期設定		使用しない

7.3.3 データトランスファコントローラ(DTC)

A/D 変換結果の取得と送信に使用します。設定を表 7-8、表 7-9 に示します。

表 7-8 DTC の設定 (1/2)

項目		設定		
		DTC0	DTC1	DTC2
基本設定	転送情報リードスキップ	許可しない		
	アドレスモード	ショートアドレスモード(24 ビット)		
	DTC ベクタベースアドレス	0x00007C00(デフォルト値)		
起動要因 設定	起動要因	DSAD0 (ADI0)	-	
	チェーン転送	使用する		
チェーン転送設定		連続		
転送モード設定		リピート転送モード		
転送データサイズ設定		32 ビット	32 ビット	32 ビット
割り込み設定		指定されたデータ転送終了時、CPU への割り込みが禁止		
ブロックリピート領域設定		転送先		
転送アドレスと カウント設定	転送元アドレス	0x000A1070 (DSAD0.DR) アドレス固定	(プログラムで設定) アドレス固定	
	転送先アドレス	(プログラムで設定) アドレス固定	0x00082000 (DMAC0.DMSAR) アドレス固定	0x00082008 (DMAC0.DMCRA) アドレス固定
	転送回数	1	1	1

表 7-9 DTC の設定 (2/2)

項目		設定		
		DTC3	DTC4	DTC5
基本設定	転送情報リードスキップ	許可しない		
	アドレスモード	ショートアドレスモード(24 ビット)		
	DTC ベクタベースアドレス	0x00007C00(デフォルト値)		
起動要因設定	起動要因	-		
	チェーン転送	使用する		使用しない
チェーン転送設定		連続		-
転送モード設定		リピート転送モード		
転送データサイズ設定		8 ビット	8 ビット	16 ビット
割り込み設定		指定されたデータ転送終了時、CPU への割り込みが禁止		
ブロックリピート領域設定		転送先		
転送アドレスと カウント設定	転送元アドレス	(プログラムで設定) アドレス固定		
	転送先アドレス	0x0008201C (DMAC0.DMCNT) アドレス固定	0x0008A023 (SCI1.TDR) アドレス固定	0x0008B082 (DOC.DODIR) アドレス固定
	転送回数	1	1	1

7.3.4 データ演算回路(DOC)

DSAD 変換エラーの検出に使用します。設定を表 7-10 に示します。

表 7-10 DOC の設定

項目		設定
データ演算設定	動作モード	データ比較モード
	検出条件選択	不一致を検出する
	比較基準値/加減算結果初期値	0
割り込み設定	データ演算回路割り込み (DOPCF) 有効	設定する
	優先順位	レベル 15 (最高)

7.3.5 シリアルコミュニケーションインターフェース(SCI1)と DMA コントローラ(DMAC)

QE for AFE の通信に使用する SCI1 の設定を表 7-11 に、DMAC の設定を表 7-13 に示します。また、TXI 割り込みを高速割り込みで使用します。「割り込み」TAB の TXI1 設定を表 7-12 に示します。

表 7-11 SCI1 の設定

調歩同期式モード
作業モード: 送信/受信

項目		設定
スタートビット検出設定		RXD1 端子の立ち下がリエッジ
データ・ビット長		8 ビット
パリティ設定		禁止
ストップビット設定		1 ビット
データ転送方向設定		LSB ファースト
転送速度設定	転送クロック	内部クロック
	ビットレート	4,000,000bps
	ビットレートモジュレーション機能を有効	選択しない
	SCK1 端子機能	SCK1 を使用しない
ノイズフィルタ有効		使用しない
ハードウェアフロー制御設定		禁止
データ処理設定	送信データ処理	DMAC で処理する
	受信データ処理	DMAC で処理する
割り込み設定	受信エラー割り込み許可 (ERI1)	使用しない
	TXI1, RXI1, TEI1, ERI1 優先順位	レベル 2
コールバック機能設定		なし

表 7-12 TXI1 割り込み設定

項目	設定
ベクタ番号	220
割り込み	TXI1
周辺機能	SCI1
優先レベル	レベル 2
状態	使用中
高速割り込み	設定する

【注】 太字箇所を設定します。

表 7-13 DMAC の設定

項目		設定	
		DMAC0	DMAC1
転送設定	DMA 起動要因	SCI1 (TXI1)	SCI1 (RXI1)
	起動要因フラグ制御	起動要因フラグをクリアする	
	転送モード	ノーマルモード	フリーランニングモード
	転送データサイズ	8 ビット	
	転送回数/リピートサイズ/ ブロックサイズ	(実行時に設定)	-
転送元 アドレス 設定	転送元アドレス	(実行時に設定)	0x0008A025(SCI1.RDR)
	転送元アドレスに拡張リ ピートエリアを設定する	有効	アドレス固定
	拡張リピートエリア	当該アドレスの下位 9 ビット (512 バイト)	-
転送先 アドレス 設定	転送先アドレス	0x0008A023(SCI1.TDR)	(プログラムで設定)
	転送先アドレスに拡張リ ピートエリアを設定する	-	有効
	拡張リピートエリア		当該アドレスの下位 9 ビット (512 バイト)
割り込み設定		割り込み許可しない	

7.3.6 割り込みコントローラ(ICU)

本プログラムは SCI1 の CTS を IRQ5 で検出するため、IRQ5 を Pin 39 に割り当てて使用します。コンポーネント「Config_ICU」の設定を表 7-14 に、「端子」タブの端子割り当てを表 7-15 に示します。

表 7-14 ICU の設定 (IRQ5 のみ)

項目		設定
IRQ5 設定	IRQ5	使用する
	検出タイプ	立ち上がりエッジ
	デジタルフィルタ	無効
	優先順位	レベル 15 (最高)

表 7-15 IRQ5 の端子設定

項目		設定
IRQ5	端子割り当て	P15/MTIOC0C/MTIOC4D/MTCLKB/TMCI2/CTS1#/RTS1#/SS1#/SSLA0 /CRXD0/SEG14/IRQ5
	端子番号	39

7.3.7 I/O ポート(PORT)

表 7-3 と表 7-4 に従い、使用する I/O ポートの設定を表 7-16 に示します。

表 7-16 PORT の設定

ポート	設定							
PORT7	P70	P71	P72	P73	P74			
	出力 CMOS 出力 1 を出力				入力 内蔵プルアップ			
PORT1	P12	P13	P14	P15	P16	P17		
	入力 内蔵プルアップ			-	入力 内蔵プルアップ			
PORT2	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27
	入力 内蔵プルアップ						-	入力 内蔵プルアップ
PORT3	P30	P31	P35	P36	P37			
	-	入力 内蔵プルアップ	-					
PORT5	P54	P55						
	入力 内蔵プルアップ							
PORT6	P60	P61	P62	P63	P64	P65	P66	P67
	入力 内蔵プルアップ							
PORTA	PA0	PA1	PA2	PA3	PA4			
	入力 内蔵プルアップ							
PORTB	PB0	PB1						
	入力 内蔵プルアップ							
PORTC	PC0	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7
	入力 内蔵プルアップ	-		入力 内蔵プルアップ	-			入力 内蔵プルアップ
PORTD	PD0	PD1	PD2	PD3	PD4			
	入力 内蔵プルアップ							
PORTE	PE0	PE1	PE2	PE3	PE4			
	入力 内蔵プルアップ	-						

7.4 プログラム構成

7.4.1 ソースファイル構成

表 7-17 ソースファイル構成

フォルダ名、ファイル名	説明
src	
└ rx23eb_ge	QE for AFE 通信モジュール
└ smc_gen	Smart Configurator 生成
├ Config_DA	
├ Config_DMACH0	
├ Config_DMACH1	
├ Config_DOC	
├ Config_DSAD0	
├ Config_DTC	
├ Config_ICU	
├ Config_PORT	
├ Config_SCI1	
├ general	
├ r_bsp	
├ r_config	
└ r_pincfg	
└ r_main.c	メインプログラム

7.4.2 マクロ定義

表 7-18 r_qe_cfg.h

定義名	値	説明
D_QE_CFG_TX_RINGBUF_SIZE	(512)	送信用リングバッファのバイト数
D_QE_CFG_RX_RINGBUF_SIZE	(512)	受信用リングバッファのバイト数
D_QE_CFG_FORMAT_REV	(3)	通信仕様リビジョン
D_QE_CFG_READ	(1)	Read コマンドをサポートする
D_QE_CFG_WRITE	(1)	Write コマンドをサポートする
D_QE_CFG_USER_VAL0	(0)	User Value を使用しない
D_QE_CFG_USER_VAL1	(0)	
D_QE_CFG_USER_VAL2	(0)	
D_QE_CFG_USER_VAL3	(0)	
D_QE_CFG_USER_VAL4	(0)	
D_QE_CFG_USER_VAL5	(0)	
D_QE_CFG_USER_VAL6	(0)	
D_QE_CFG_USER_VAL7	(0)	
D_QE_CFG_EX_SPS	(0)	SPS 情報を使用しない
D_QE_CFG_EX_USER_BTN0	(0)	ユーザボタンを使用しない
D_QE_CFG_EX_USER_BTN1	(0)	
D_QE_CFG_EX_USER_BTN2	(0)	
D_QE_CFG_EX_USER_BTN3	(0)	
D_QE_CFG_EX_USER_BTN4	(0)	
D_QE_CFG_EX_USER_BTN5	(0)	
D_QE_CFG_EX_USER_BTN6	(0)	
D_QE_CFG_EX_USER_BTN7	(0)	
D_QE_CFG_CH0	(0x2)	送信データのタイプ: A/D 変換値
D_QE_CFG_CH1	(0x2)	
D_QE_CFG_CH2	(0x2)	
D_QE_CFG_CH3	(0x2)	
D_QE_CFG_CH4	(0x2)	
D_QE_CFG_CH5	(0x2)	
D_QE_CFG_CH6	(0x2)	
D_QE_CFG_CH7	(0x2)	
D_QE_CFG_CH8	(0)	送信データのタイプ: 送信しない
D_QE_CFG_CH9	(0)	
D_QE_CFG_CH10	(0)	
D_QE_CFG_CH11	(0)	
D_QE_CFG_CH12	(0)	
D_QE_CFG_CH13	(0)	
D_QE_CFG_CH14	(0)	
D_QE_CFG_CH15	(0)	
D_QE_CFG_TXT_INFO	"RSSKRX23E-B FW V1.0"	プログラム情報文字列
D_QE_CFG_TXERRCHK_EN	(1)	送信エラーチェックを行う
D_QE_CFG_TIMEOUT	(1)	送信タイムアウト検出: CTS
D_QE_CFG_SCI	1	SCI チャンネル番号
D_QE_CFG_DMACH_RX	1	受信用 DMACH チャンネル番号
D_QE_CFG_DMACH_TX	0	送信用 DMACH チャンネル番号
D_QE_CFG_CMT	0	CMT チャンネル番号 (不使用)

表 7-19 r_qe_cfg.h 拡張定義

定義名	値	説明
D_QE_CFG_BURST_SPS	(31250)	Data Transmission パケット構成選択の SPS 閾値

7.4.3 構造体および共用体

表 7-20 r_qe_cfg_typedef.h

太字: 本プログラム拡張部

構造体名	st_qe_api_t		
説明	通信モジュール情報		
メンバ	型	名称	説明
	union	flag	API の動作制御用フラグ
	uint8_t	byte	フラグ全体
	struct	bit	ビット単位アクセス
	uint8_t:1	tx_flag	データ送信許可フラグ
	uint8_t:1	run_trg	A/D 変換開始トリガ
	uint8_t:1	stop_flag	A/D 変換停止処理中フラグ
	uint8_t	dsad_err[8]	
	uint8_t	burst_tx[8]	
	uint16_t	cmp_data[8]	DSAD0 各チャネルのエラー抽出用比較値
	st_dtc_tx_info_short_t	dtc_info[8][6]	DSAD0 各チャネルの DTC 転送情報
	uint32_t	current_ch	DSAD0 の A/D 変換中チャネル番号
	uint32_t	dmax_src_addr[8]	DSAD0 各チャネルの A/D 変換結果格納先アドレス
	uint32_t	dmax_tx_cnt[8]	各チャネル A/D 変換値送信パケットの DMAC 転送回数

表 7-21 Config_DTC.h

構造体名	st_dtc_tx_info_short_t		
説明	DTC ショートモード用転送情報		
メンバ変数	型	名称	説明
	union	mra_sar	MRA,SAR レジスタ設定値
	uint32_t	LONG	ロングワードアクセス用
	struct	BIT	ビット単位アクセス
	uint32_t:8	mra	DTC 転送元制御情報
	uint32_t:24	sar	DTC 転送元アドレス
	union	mrbrdar	MRB,DAR レジスタ値
	uint32_t	LONG	ロングワードアクセス
	struct	BIT	ビット単位アクセス
	uint32_t:8	mrbr	DTC 転送先制御情報
	uint32_t:24	dar	DTC 転送先アドレス
	union	cra_crb	CRA,CRB レジスタ値
	cra_crb	LONG	ロングワードアクセス用
	struct	BIT	ビット単位アクセス
	uint32_t:16	cra	CRA レジスタ設定値
	uint32_t:16	crb	CRB レジスタ設定値

7.4.4 関数一覧

表 7-22 main.c 関数一覧

関数名	main			
説明	main 関数			
引数	I/O	型	名称	説明
	-	void	-	-
戻り値	-	void	-	-

表 7-23 QE for AFE 通信モジュールユーザ定義 API 関数

関数名	R_QE_GetDataPacketHeader			
説明	指定チャンネルの準備された応答パケット構成へのポインタを返す。			
引数	I/O	型	名称	説明
	-	uint32_t	ch	チャンネル
戻り値	O	uint8_t *	-	-
関数名	R_QE_GetDataPacketLength			
説明	指定した応答パケット構成のヘッダ・データ長・チャンネルのバイト数を返す。			
引数	I/O	型	名称	説明
	-	uint8_t *	ptr	応答パケット構成へのポインタ
戻り値	O	size_t	ヘッダ・データ長・チャンネルのバイト数	

表 7-24 r_qe_api_user.c ユーザ定義処理

本プログラム処理のみ記載

関数名	r_QE_WriteUser			
説明	書き込み先が DAC なら LED1 を点灯、それ以外は LED1 を消灯する。			
関数名	r_QE_RunUser			
説明	DSAD0 が動作可能な場合、DSAD0 の有効な各チャンネルの A/D 変換値送信データサイズ、A/D 変換結果取得と送信の DTC および DMAC の設定、送信パケット構成を準備して、LED0 を消灯する。			
関数名	r_QE_StopUser			
説明	DSAD0 の A/D 変換停止と A/D 変換値送信終了を行い、LED0 を点灯する。			
関数名	r_QE_ExBurstTxInfoUser			
説明	DSAD0 の有効な各チャンネルの A/D 変換値送信データサイズを st_qe_api_t 型変数メンバ burst_tx へ格納する。			
関数名	r_QE_ResetUser			
説明	st_qe_api_t 型変数メンバ flag.run_trg をクリアする。			

表 7-25 r_qe_api_user.c ユーザ定義関数

関数名	r_calc_burst_tx			
説明	現在の DSAD0 設定から有効チャネルの A/D 変換値送信データサイズを算出し、qe_info のメンバ burst_tx へ格納する。			
引数	I/O	型	名称	説明
	-	st_qe_api_t *	qe_info	通信モジュールへのポインタ
戻り値	-	void	-	-
関数名	r_tx_setting			
説明	現在の DSAD0 設定から A/D 変換結果取得と送信の DTC および DMAC の設定と、送信パケット構成を準備する。			
引数	I/O	型	名称	説明
	-	st_qe_api_t *	qe_info	通信モジュールへのポインタ
戻り値	-	void	-	-

表 7-26 Config_SCI1 ユーザ定義関数

関数名	R_SCI1_GetCTS			
説明	CTS 端子の状態を取得する。(マクロ関数)			
引数	I/O	型	名称	説明
	-	void	-	-
戻り値	O	bool	true: CTS アサート false :CTS ネゲート	

表 7-27 Config_DSAD0 ユーザ定義関数

関数名	R_DSAD0_IsCHCHG			
説明	チャンネル切替発生(CHCHG0)を検出し、検出時は CHCHG0 をクリアする。			
引数	I/O	型	名称	説明
	-	void	-	-
戻り値	O	bool	true: 検出 false: 未検出	
関数名	R_DSAD0_IsEnable			
説明	有効/無効(OPCR.DSAD0EN)設定を検出する。（マクロ関数）			
引数	I/O	型	名称	説明
	-	void	-	-
戻り値	O	bool	true: 有効 false: 無効	
関数名	R_DSAD0_IsStart			
説明	A/D 変換中を検出する。（マクロ関数）			
引数	I/O	型	名称	説明
	-	void	-	-
戻り値	O	bool	true: A/D 変換中 false: 停止	
関数名	R_DSAD_GetNextEnabledChannel			
説明	指定チャンネル番号の次の有効チャンネル番号を取得する。			
引数	I/O	型	名称	説明
	I/O	uint32_t	current_ch	チャンネル番号
戻り値	O	uint32_t	次の有効チャンネル番号	
関数名	R_DSAD_GetEnabledChannelCount			
説明	有効なチャンネル数を取得する。			
引数	I/O	型	名称	説明
	-	void	-	-
戻り値	O	uint32_t	有効なチャンネル数	
関数名	R_DSAD0_GetConversionCnt			
説明	指定チャンネルの A/D 変換回数設定を取得する。			
引数	I/O	型	名称	説明
	I/O	uint32_t	ch	チャンネル番号
戻り値	O	uint32_t	A/D 変換回数設定値	
関数名	R_DSAD0_GetSPS			
説明	指定チャンネルの A/D 変換値出力レートを取得する。			
引数	I/O	型	名称	説明
	I/O	uint32_t	ch	チャンネル番号
戻り値	O	float	出力レート [SPS]	
関数名	R_DSAD0_GetCHmEN			
説明	有効チャンネル情報(MR.CH0EN-MR.CH7EN)を取得する。			
引数	I/O	型	名称	説明
	-	void	-	-
戻り値	O	uint32_t	CH0EN を LSB とする有効チャンネル情報 各ビット 0: 有効 1: 無効	

表 7-28 Config_DTC ユーザ定義関数

関数名	R_Config_DTC_SetDAR			
説明	DTC 転送情報に転送先開始アドレスを設定する。			
引数	I/O	型	名称	説明
	I/O	st_dtc_tx_info_short_t *	p_vec	DTC 転送情報へのポインタ
	I	uint32_t	addr	転送先開始アドレス
戻り値	-	void	-	
関数名	R_Config_DTC_SetSAR			
説明	DTC 転送情報に転送元開始アドレスを設定する。			
引数	I/O	型	名称	説明
	I/O	st_dtc_tx_info_short_t *	p_vec	DTC 転送情報へのポインタ
	I	uint32_t	addr	転送元開始アドレス
戻り値	-	void	-	
関数名	R_Config_DTC_SetMRA			
説明	DTC 転送情報の MRA に設定する。			
引数	I/O	型	名称	説明
	I/O	st_dtc_tx_info_short_t *	p_vec	DTC 転送情報へのポインタ
	I	uint8_t	val	設定値
戻り値	-	void	-	
関数名	R_Config_DTC_SetMRB			
説明	DTC 転送情報の MRB に設定する。			
引数	I/O	型	名称	説明
	I/O	st_dtc_tx_info_short_t *	p_vec	DTC 転送情報へのポインタ
	I	uint8_t	val	設定値
戻り値	-	void	-	
関数名	R_Config_DTC_SetTxInfo			
説明	DTC に転送情報を設定する。			
引数	I/O	型	名称	説明
	I	st_dtc_tx_info_short_t *	p_vec	DTC 転送情報へのポインタ
戻り値	-	void	-	
関数名	R_Config_DTC_InitVectorTable			
説明	DTC 転送情報に現在の DTC 転送情報を格納する。			
引数	I/O	型	名称	説明
	I/O	st_dtc_tx_info_short_t *	p_vec	DTC 転送情報へのポインタ
戻り値	-	void	-	

表 7-29 Config_DOC ユーザ定義関数

関数名	R_Config_DOC_SetCompareData			
説明	DODSR レジスタに値を設定する。(マクロ関数)			
引数	I/O	型	名称	説明
	-	uint16_t	data	設定値
戻り値	-	void	-	

表 7-30 Config_PORT ユーザ定義関数

関数名	R_Config_PORT_LED0_ON			
説明	LED0 の点灯・消灯を行う。			
引数	I/O	型	名称	説明
	I	bool	flag	true: 点灯 false: 消灯
戻り値	-	void	-	
関数名	R_Config_PORT_LED1_ON			
説明	LED1 の点灯・消灯を行う。			
引数	I/O	型	名称	説明
	I	bool	flag	true: 点灯 false: 消灯
戻り値	-	void	-	
関数名	R_Config_PORT_LED2_ON			
説明	LED2 の点灯・消灯を行う。			
引数	I/O	型	名称	説明
	I	bool	flag	true: 点灯 false: 消灯
戻り値	-	void	-	

8. プロジェクトをインポートする方法

サンプルコードは e² studio のプロジェクト形式で提供しています。本章では、e² studio または CS+へプロジェクトをインポートする方法を示します。インポート完了後、ビルドおよびデバッグの設定を確認してください。

8.1 e² studio での手順

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

(使用する e2 studio のバージョンによっては画面が異なる場合があります。)

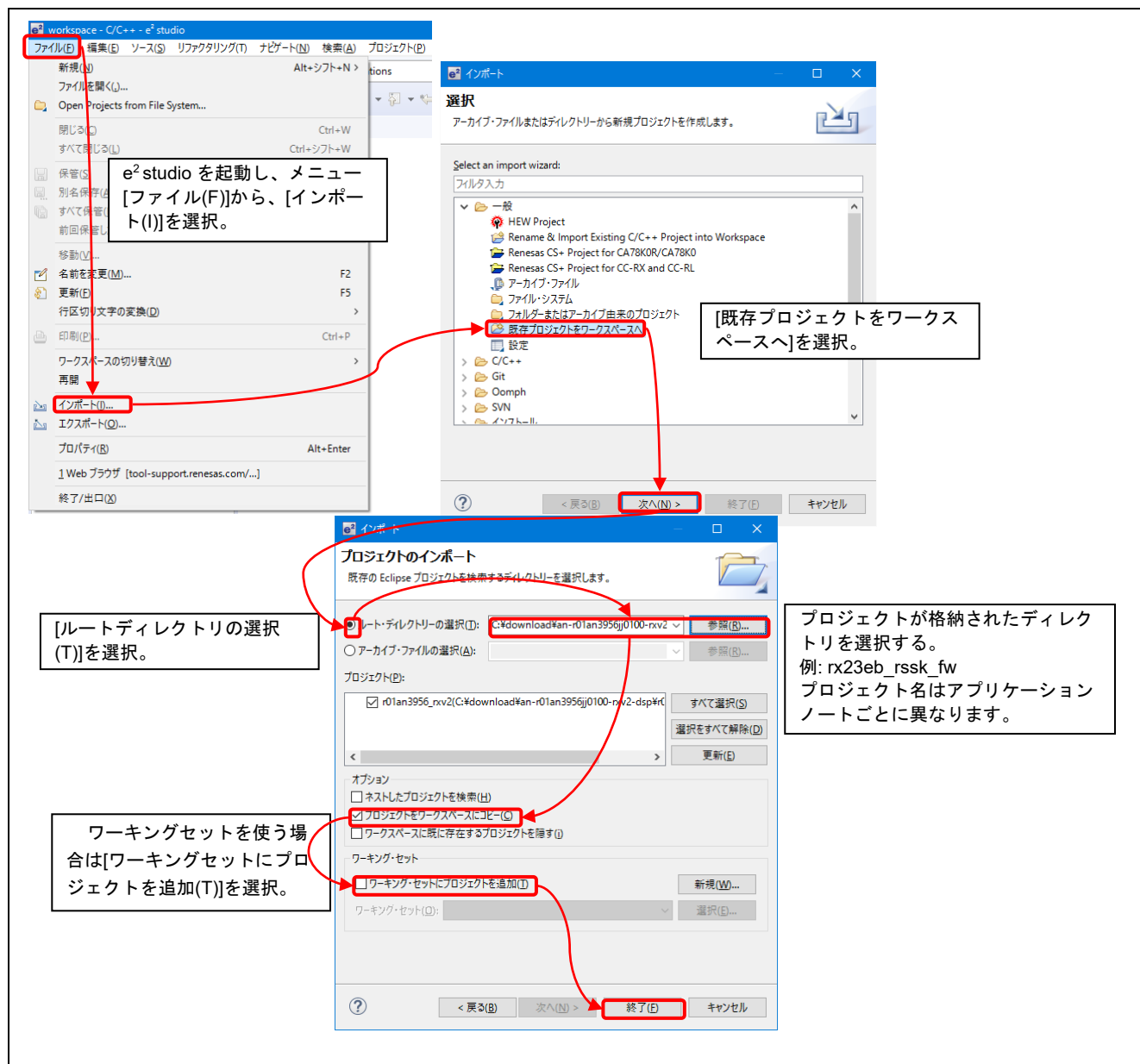


図 8-1 プロジェクトを e² studio にインポートする方法

8.2 CS+での手順

CS+でご使用になる際は、下記の手順でCS+にインポートしてください。

(使用するCS+のバージョンによっては画面が異なる場合があります。)

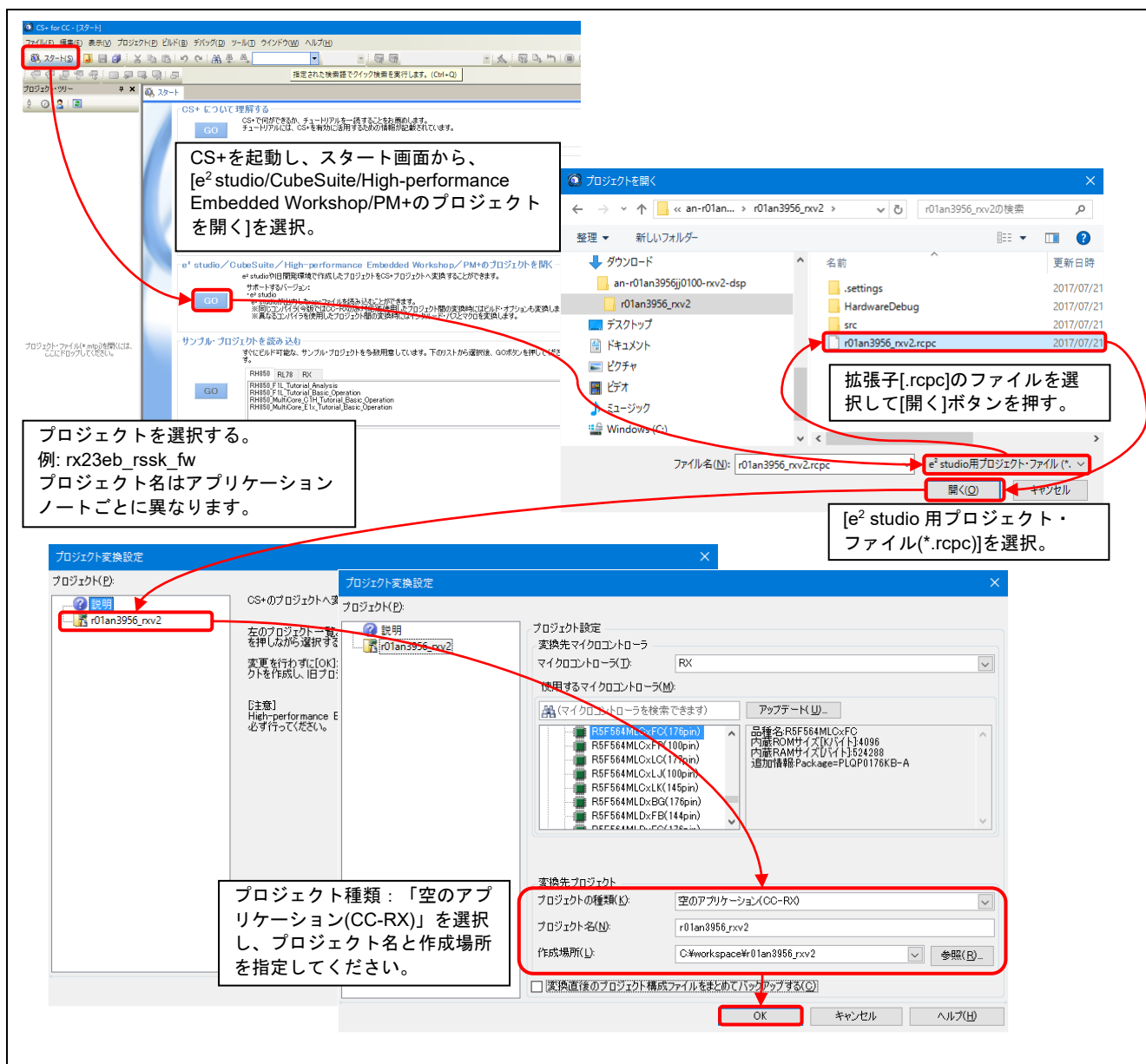


図 8-2 プロジェクトをCS+にインポートする方法

9. メモリ使用量

9.1 ビルド条件

プログラムのビルド条件を表 9-1 に示します。

表 9-1 ビルド条件

項目	設定
Compiler	-isa=rxv2 -utf8 -nomessage -output=obj -obj_path=\${workspace_loc}/\${ProjName}/\${ConfigName}} -debug -outcode=utf8 -listfile="\$(dir \$@)¥\$(basename \$(notdir \$<)).lst" -show=source,conditionals,definitions,expansions -nologo
Linker	-noprelink -output="rx23eb_rssk_fw.abs" -form=absolute -map="rx23eb_rssk_fw.bls" -nomessage -vect=_undefined_interrupt_source_isr -list=rx23eb_rssk_fw.map -nooptimize -rom=D=R,D_1=R_1,D_2=R_2 -cpu=RAM=00000000-00007fff, FIX=00080000-00083fff,FIX=00086000-00087fff,FIX=00088000-0008dfff, FIX=00090000-0009ffff,FIX=000a0000-000bffff,FIX=000c0000-000fffff, ROM=00100000-00101fff,FIX=007fc000-007fc4ff,FIX=007ffc00-007fffff, ROM=fffc0000-ffffffffff -total_size -nologo
セクション	SU,SI,B_1,R_1,B_2,R_2,B,R/04,B_DMAC_REPEAT_AREA_1/02800, PResetPRG,C_1,C_2,C,C*,D*,W*,L, P/0FFFC0000,EXCEPTVECT/0FFFFFFF80,RESETVECT/0FFFFFFFC

【注】 コンパイラ設定のユーザ設定以外のインクルードパスは省略

9.2 使用メモリ

プログラムのメモリ使用量を表 9-2 に示します。

表 9-2 メモリ使用量

項目	サイズ [byte]	備考
ROM	9807	
Code	8346	
Data	1461	
RAM	11718 (268)	【注】
Data	6058	
Stack	5120 (268)	【注】

【注】 “()”で示す RAM の使用量は Stack の使用量から算出

改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.0	Oct.16.23	-	初版

製品ご使用上の注意事項

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

1. 静電気対策

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

2. 電源投入時の処置

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

3. 電源オフ時における入力信号

当該製品の電源がオフ状態のときに、入力信号や入出力プルアップ電源を入れないでください。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、ノイズ輻射量などが異なる場合があります。型名が違う製品に変更する場合は、個々の製品ごとにシステム評価試験を実施してください。

ご注意書き

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

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/