

## RA ファミリ、M16C ファミリ

### M16C から RA への置き換えガイド DMAC、DTC 編

#### 要旨

本アプリケーションノートでは、M16C ファミリの DMAC から RA ファミリの DMAC/DTC への置き換えについて説明しています。

#### 対象デバイス

- RA ファミリ
- M16C ファミリ

M16C ファミリから RA ファミリへの置き換え例として、RA ファミリは RA6M3 グループを、M16C ファミリは M16C/65C グループを用いて説明しています。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。

#### RA ファミリと M16C ファミリ間の用語差異

項目	RA ファミリ		M16C ファミリ
	DMAC	DTC	DMAC
特定のデータを 1 回転送するモード	ノーマル転送モード	ノーマル転送モード	単転送
特定のデータを複数回転送するモード	リピート転送モード	リピート転送モード	リピート転送
周辺機能のレジスタ	I/O レジスタ		SFR

## 目次

1. DMAC/DTC(RA)と DMAC(M16C)の機能相違点.....	3
2. 使用する周辺機能.....	6
3. 転送タイミング.....	7
4. DMAC(RA/M16C)の機能および設定手順の相違点.....	9
4.1 設定手順の相違点(8 バイトのデータ送信).....	9
4.2 設定手順の相違点(8 バイトデータの繰り返し送信).....	11
5. DTC(RA)と DMAC(M16C)の機能および設定手順の相違点.....	13
5.1 DTC 転送に使用する設定.....	13
5.2 設定手順の相違点(8 バイトのデータ送信).....	14
5.3 設定手順の相違点(8 バイトデータの繰り返し送信).....	16
6. 付録.....	18
6.1 M16C ファミリから RA ファミリへ置き換えるときのポイント.....	18
6.1.1 割り込み.....	18
6.1.2 入出力ポート.....	19
6.1.3 モジュールストップ機能.....	19
6.2 Flexible Software Package (FSP).....	20
7. 参考ドキュメント.....	21
改訂記録.....	22

## 1. DMAC/DTC(RA)と DMAC(M16C)の機能相違点

表 1-1 に DMAC(RA/M16C)の機能相違点、表 1-2 に DTC(RA)と DMAC(M16C)の機能相違点を示します。

転送速度を優先して転送する場合は DMAC、多様な要求要因、転送方法から選択して転送する場合は DTC を選択してください。

- DMAC は、チャンネルごとに転送アドレスや転送モードなどを設定する I/O レジスタを持っています。要求要因が発生した後、I/O レジスタの設定値により転送動作するため、転送開始までの処理時間が DTC と比べて短くなります。
- DTC は、転送アドレスや転送モードなどの情報をメモリ(ROM/RAM)上に設定しています。要求要因が発生した後、メモリに配置したこれらの情報を読み出してから転送動作をするため、転送開始までの処理時間が DMAC と比べて長くなります。しかし、DMAC より多くの要求要因、転送方法が選択でき、転送チャンネル数の制限もありません。

表 1-1 DMAC(RA/M16C)の機能相違点

項目	RA (RA6M3)	M16C
チャンネル数	8 チャンネル (注1)	4 チャンネル
転送空間	0000 0000h~FFFF FFFFh のうち、 予約領域を除く領域	00000h~FFFFFh
要求要因	209 要因 (注1) <ul style="list-style-type: none"> <li>INT 端子(16 要因) (Low、立ち下がリエッジ、立ち上がりエッジ、両エッジのいずれか)</li> <li>タイマ(134 要因)</li> <li>通信(35 要因)</li> <li>A/D 変換 (8 要因)</li> <li>LVD(1 要因)</li> <li>CTSU(2 要因)</li> <li>SSIE(3 要因)</li> <li>SRC(2 要因)</li> <li>SDHI(2 要因)</li> <li>PDC(1 要因)</li> <li>I/O ポート(4 要因)</li> <li>ソフトウェアトリガ</li> </ul>	43 要因 <ul style="list-style-type: none"> <li>INT 端子(立ち下がリエッジ)(8 要因)</li> <li>INT 端子(両エッジ)(8 要因)</li> <li>タイマ(11 要因)</li> <li>通信(14 要因)</li> <li>A/D 変換(1 要因)</li> <li>ソフトウェアトリガ</li> </ul>
転送単位	8 ビット、16 ビット、32 ビット	8 ビット、16 ビット
転送方向	4 条件を転送元、転送先に設定可能。 <ul style="list-style-type: none"> <li>アドレス固定</li> <li>オフセット加算</li> <li>インクリメント</li> <li>デクリメント</li> </ul>	固定→固定、固定→順方向、順方向→固定のいずれか
転送モード	ノーマル転送モード リピート転送モード ブロック転送モード	単転送 リピート転送

項目	RA (RA6M3)	M16C
割り込み	<ul style="list-style-type: none"> <li>転送カウンタで設定したデータ数を転送終了時(転送終了割り込み)</li> <li>リピートサイズ分のデータ転送を終了した時、または拡張リピート領域の転送元・転送先アドレスがオーバフローした時(転送エスケープ終了割り込み)</li> </ul>	DMAi 転送カウンタがアンダフローした時

注 1 RA6M3 の場合。なお、RA2 シリーズは DMAC を搭載していません。

表 1-2 DTC(RA)と DMAC(M16C)の機能相違点

項目	RA (RA6M3)	M16C
チャンネル数	—(注1)	4 チャンネル
転送空間	0000 0000h~FFFF FFFFhのうち、予約領域を除く領域	00000h~FFFFFh
要求要因	<b>219 要因</b> (注2) <ul style="list-style-type: none"> <li>INT 端子(Low、立ち下がりエッジ、立ち上がりエッジ、両エッジのいずれか)(16 要因)</li> <li>タイマ(134 要因)</li> <li>通信(35 要因)</li> <li>A/D 変換(8 要因)</li> <li>ELC(2 要因)</li> <li>DMAC(8 要因)</li> <li>LVD(1 要因)</li> <li>CTSU(2 要因)</li> <li>SSIE(3 要因)</li> <li>SRC(2 要因)</li> <li>SDHI(2 要因)</li> <li>PDC(1 要因)</li> <li>I/O ポート(4 要因)</li> <li>低消費電力モード(1 要因)</li> <li>ソフトウェアトリガ</li> </ul>	<b>43 要因</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>INT 端子(立ち下がりエッジ)(8 要因)</li> <li>INT 端子(両エッジ)(8 要因)</li> <li>タイマ(11 要因)</li> <li>通信(14 要因)</li> <li>A/D 変換(1 要因)</li> <li>ソフトウェアトリガ</li> </ul>
転送単位	8 ビット、16 ビット、 <b>32 ビット</b>	8 ビット、16 ビット
転送方向	<b>3 条件を転送元、転送先に設定可能。</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>アドレス固定</li> <li>インクリメント</li> <li>デクリメント</li> </ul>	固定→固定、固定→順方向、順方向→固定のいずれか
転送モード	ノーマル転送モード リピート転送モード <b>ブロック転送モード</b> <b>チェーン転送</b>	単転送 リピート転送
割り込み	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>DTC の起動時</b></li> <li><b>1 回のデータ転送終了後</b></li> <li><b>指定したデータ数のデータ転送終了後</b></li> </ul>	DMAi 転送カウンタがアンダフローした時

注1 DTC にはチャンネルという概念がありません。要求要因ごとに設定できます。

注2 RA6M3 の場合。

表 1-3 DMAC/DTC(RA)と DMAC(M16C)のサイクル数(注1)

項目	RA (RA6M3)		M16C
	DMAC	DTC	DMAC
サイクル数	9~11 サイクル	30~32 サイクル	7 サイクル (ダミーサイクルの 1 サイクルを含む)

注1 8 ビットのデータ転送、転送元が I/O レジスタ(SCI)(固定)、転送先が RAM(インクリメント)、DTC はフルアドレスモード、DTC ベクタテーブルはフラッシュメモリ、ICLK = PCLKx2 の場合

## 2. 使用する周辺機能

表 2-1 に DMAC と DTC の動作例に対して使用する周辺機能およびモードを示します。

表 2-1 DMAC と DTC の動作例に対して使用する周辺機能およびモード

No	動作例	RA (RA6M3)		M16C		参照
		周辺機能	モード	周辺機能	モード	
1	データの送信	DMAC	ノーマル転送モード	DMAC	単転送	4.1
2	データの繰り返し送信		リピート転送モード		リピート転送	4.2
3	データの送信	DTC	ノーマル転送モード		単転送	5.2
4	データの繰り返し送信		リピート転送モード		リピート転送	5.3

また、DMAC/DTC の要求要因に、シリアルコミュニケーションインタフェースの調歩同期式シリアル通信を使用します。RA ファミリの DMAC/DTC と、M16C ファミリの DMAC との機能および設定手順の相違点は、「表 2-2 DMAC/DTC の転送条件(調歩同期式シリアル通信)」に示す条件を例に説明します。

表 2-2 DMAC/DTC の転送条件(調歩同期式シリアル通信)

項目	転送条件
要求要因	シリアルコミュニケーションインタフェース(SCI)調歩同期式シリアルの送信データエンプティ
調歩同期式シリアルの使用チャンネル	RA ファミリ : SCI0 M16C ファミリ : UART0

## 3. 転送タイミング

図 3-1 に RA ファミリと M16C ファミリのタイミング相違点を、表 3-1 に RA ファミリと M16C ファミリの各タイミングでの動作および処理内容の相違点を示します。

図 3-1、表 3-1 は、3 バイトのシリアルデータ送信を DMAC/DTC 転送で行う場合を示します。

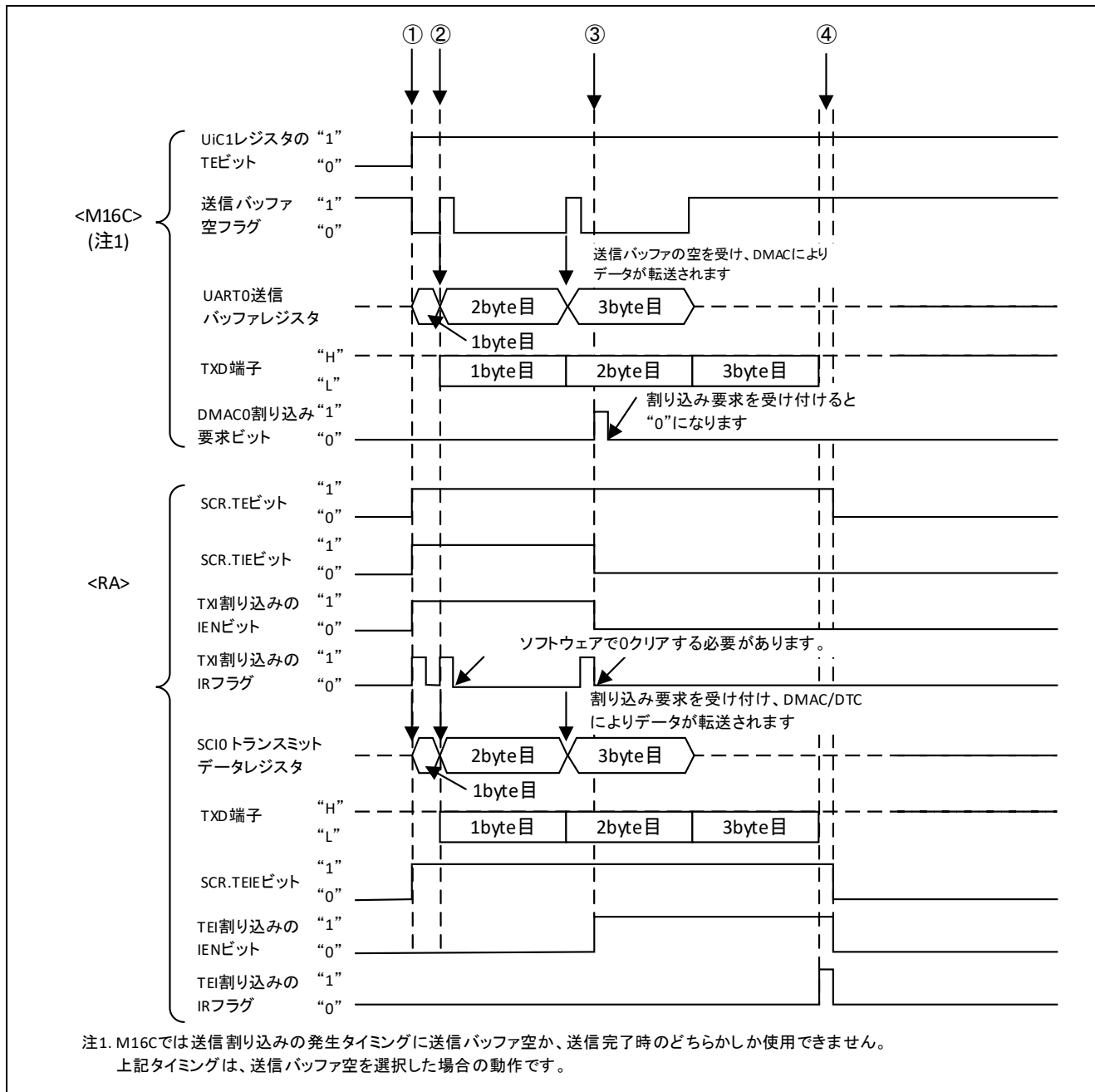


図 3-1 RA ファミリと M16C ファミリのタイミング相違点

表 3-1 RA ファミリと M16C ファミリの各タイミングでの動作および処理内容の相違点

No	タイミング	RA (RA6M3)	M16C
1	送信開始時	送信を許可すると、送信割り込み(TXI 割り込み)が発生します。割り込み要求により DMAC/DTC が 1 バイト目のデータを送信バッファに転送します。	送信を許可します。 ただし、送信を許可しても送信割り込みは発生しないため、メイン処理などで CPU の MOV 命令などを使い、1 バイト目のデータを送信バッファに書き込みます。
2	送信シフトレジスタに送信データ転送時	送信割り込み要求が発生すると、DMAC/DTC が 2 バイト目のデータを送信バッファに転送します。	送信割り込み要求が発生すると、DMAC が 2 バイト目のデータを送信バッファに転送します。
3	最終データ書き込み時の DMA 転送割り込み (DMAC) / TXI 割り込み (DTC)	最終データを送信バッファレジスタに書き込むと、DMA 転送割り込み (DMAC 時)/TXI 割り込み (DTC)が発生します。この割り込みで、送信完了割り込み (TEI 割り込み)を許可し、送信割り込みを禁止します。	DMAC の割り込み要求が発生します。
4	最終データ出力後	送信完了割り込みが発生します。割り込み処理で、送信完了割り込み、送信を禁止にします。送信禁止にすると、TXD 端子がハイインピーダンスになります。	—

## 4. DMAC(RA/M16C)の機能および設定手順の相違点

DMAC(RA/M16C)によるデータ転送を行う場合の相違点について説明します。

## 4.1 設定手順の相違点(8 バイトのデータ送信)

表 4-1 に転送の初期設定手順の相違点(8 バイトのデータ送信)、表 4-2 に DMAC 転送完了の割り込み処理の相違点(8 バイトのデータ送信)、表 4-3 に送信完了割り込み処理の相違点(8 バイトのデータ送信)を示します。

表 4-1 転送の初期設定手順の相違点(8 バイトのデータ送信)

手順		RA (RA6M3)	M16C
1	モジュールストップ状態を解除 <sup>(注1)</sup>	R_BSP_MODULE_START(FSP_IP_DMAM,0); R_DMA->DMAM = 1; R_BSP_MODULE_START(FSP_IP_SCI,0);	— (モジュールストップ機能なし)
2	シリアル通信の設定 <sup>(注2)</sup>	シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI0)の設定を行います	シリアルインタフェース UART0 の設定を行います
3	DMAC 転送禁止	R_DMAM->DMCNT = 0x00;	— (処理なし)
4	要求要因選択	R_ICU->DELSR[0] = ELC_EVENT_SCI0_TXI;	dm0sl = 0x0A;
5	転送モード、転送サイズ、転送アドレス方向選択	R_DMAM->DMAMD = 0x8000; R_DMAM->DMTMD = 0x0001;	dm0con = 0x11;
6	転送元データの先頭アドレスを設定	R_DMAM->DMSAR = (void *)&snd_data;	sar0 = (unsigned short)&snd_data[1]; sar0h = (unsigned char)((((unsigned long)&snd_data[1]) >> 16);
7	転送先データのアドレスを設定	R_DMAM->DMDAR = (void *)&R_SCI0->TDR;	dar0 = (unsigned short)&u0tb; dar0h = (unsigned char)((((unsigned long)&u0tb) >> 16);
8	転送カウントを設定	R_DMAM->DMCRA = C_SEND_CNT;	tcr0 = C_SEND_CNT - 2;
9	転送完了の割り込み設定	NVIC->IP[0] = 0x00000000; R_ICU->IELSR_b[0].IR = 0; NVIC->ICPR[0] = 0x00000001; NVIC->ISER[0] = 0x00000001; R_ICU->IELSR[0] = 0x00000020; (注3)	dm0ic = 0x01; asm("FSET I");
10	データ転送を許可	R_DMAM->DMCNT = 0x01;	dm0con  = 0x08;
11	要求要因(シリアル通信)の動作開始	R_SCI0->SCR  = 0xF4;	te_u0c1 = 1; u0tb = snd_data[0];

注1 モジュールストップ機能については、「6.1.3 モジュールストップ機能」を参照してください。

注2 割り込み要求を許可にする方法が異なります。詳細は「6.1.1 割り込み」を参照してください。

注3 IRQ 番号 0 を使う場合。

表 4-2 DMAC 転送完了の割り込み処理の相違点(8 バイトのデータ送信)

手順		RA (RA6M3)	M16C
1	要求要因の周辺モジュールの動作を停止	TXI 割り込み禁止の設定を行います TEI 割り込み許可の設定を行います	— (処理なし) (注 1)

注 1 M16C では、送信割り込みを禁止にする必要はありません。

表 4-3 送信完了割り込み処理の相違点(8 バイトのデータ送信)

手順		RA (RA6M3)	M16C
1	シリアル送信禁止	シリアル送信禁止の設定を行います	— (注 1)

注 1 送信割り込み要因に送信バッファ空を選択した場合、送信完了時に割り込みは発生しません。

## 4.2 設定手順の相違点(8 バイトデータの繰り返し送信)

表 4-4 に転送の初期設定手順の相違点(8 バイトデータの繰り返し送信)、表 4-5 に DMAC 転送完了の割り込み処理の相違点(8 バイトデータの繰り返し送信)、表 4-6 に送信完了割り込み処理の相違点(8 バイトデータの繰り返し送信)を示します。

表 4-4 転送の初期設定手順の相違点(8 バイトデータの繰り返し送信)

手順	RA (RA6M3)	M16C
1 モジュールストップ状態を解除 <sup>(注1)</sup>	R_BSP_MODULE_START(FSP_IP_DMACH,0); R_DMA->DMAST = 1; R_BSP_MODULE_START(FSP_IP_SCI,0);	— (モジュールストップ機能なし)
2 シリアル通信の設定 <sup>(注2)</sup>	シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI0)の設定を行います	シリアルインタフェース UART0 の設定を行います
3 DMAC 転送禁止	R_DMACH->DMCNT = 0x00;	— (処理なし)
4 要求要因選択	R_ICU->DELSR[0] = ELC_EVENT_SCI0_TXI;	dm0sl = 0x0A;
5 転送モード、転送サイズ、転送アドレス方向選択	R_DMACH->DMAMD = 0x8000; R_DMACH->DMTMD = 0x5001;	dm0con = 0x13;
6 転送元データの先頭アドレスを設定	R_DMACH->DMSAR = (void *)&snd_data;	sar0 = (unsigned short)&snd_data[1]; sar0h = (unsigned char)((((unsigned long)&snd_data[1]) >> 16);
7 転送先データのアドレスを設定	R_DMACH->DMDAR = (void *)&R_SCI0->TDR;	dar0 = (unsigned short)&u0tb; dar0h = (unsigned char)((((unsigned long)&u0tb) >> 16);
8 転送カウントを設定	R_DMACH->DMCRA = (C_SEND_CNT << 16)   C_SEND_CNT;	tcr0 = C_SEND_CNT - 2;
9 リピート転送カウントを設定	R_DMACH->DMCRB = 2;	— (処理なし)
10 転送完了の割り込み設定	NVIC->IP[0] = 0x00000000; R_ICU->IELSR_b[0].IR = 0; NVIC->ICPR[0] = 0x00000001; NVIC->ISER[0] = 0x00000001; R_ICU->IELSR[0] = 0x00000020; (注3)	dm0ic = 0x01; asm("FSET I");
11 データ転送を許可	R_DMACH->DMCNT = 0x01;	dm0con  = 0x08;
12 要求要因(シリアル通信)の動作開始	R_SCI0->SCR  = 0xF4;	te_u0c1 = 1; u0tb = snd_data[0];

注1 モジュールストップ機能については、「6.1.3 モジュールストップ機能」を参照してください。

注2 割り込み要求を許可にする方法が異なります。詳細は「6.1.1 割り込み」を参照してください。

注3 IRQ 番号 0 を使う場合。

表 4-5 DMAC 転送完了の割り込み処理の相違点(8 バイトデータの繰り返し送信)

手順		RA (RA6M3)	M16C
1	(2 回目以降の)転送元データの先頭アドレスを設定	— (処理なし)	<pre>sar0 = (unsigned int)&amp;snd_data[0]; sar0h = (unsigned char)((((unsigned long)&amp;snd_data[0]) &gt;&gt; 16));<sup>(注 1)</sup></pre>
2	(2 回目以降の)転送カウンタを設定		<pre>tcr0 = C_SEND_CNT - 1;<sup>(注 1)</sup></pre>
3	要求要因の周辺モジュールの動作を停止	TXI 割り込み禁止の設定を行います TEI 割り込み許可の設定を行います	<pre>dm0con &amp;= 0xF7;</pre> (リピート転送回数分の転送が完了したら、停止する。) <sup>(注 2)</sup>

注 1 2 回目以降の最初に転送するデータは、プログラムで書かずに DMAC で転送させます。そのため、2 回目の転送を行う前に、転送元データの先頭アドレスと転送カウンタを転送データテーブルの先頭に設定します。

注 2 M16C では、送信割り込みを禁止にする必要はありません。

表 4-6 送信完了割り込み処理の相違点(8 バイトデータの繰り返し送信)

手順		RA (RA6M3)	M16C
1	シリアル送信禁止	シリアル送信禁止の設定を行います。 (DMCRB = 00h であれば、停止する。)	— <sup>(注 1)</sup>

注 1 送信割り込み要因に送信バッファ空を選択した場合、送信完了時に割り込みは発生しません。

## 5. DTC(RA)と DMAC(M16C)の機能および設定手順の相違点

DTC(RA)と DMAC(M16C)によるデータ転送を行う場合の相違点について説明します。

### 5.1 DTC 転送に使用する設定

DTC を使用する際は、DTC ベクタテーブルと DTC 転送情報を準備する必要があります。図 5-1 に DTC ベクタテーブルを ROM 領域に配置した場合のメモリマップを示します。

DTC ベクタテーブルは、DTC 転送情報の先頭アドレスを格納し、ROM あるいは RAM に配置します。ベクタテーブルのベースアドレスは、下位 10 ビットが“0”になる場所に配置します。起動要因とする割り込みのベクタ番号  $n$  の DTC 転送情報の先頭アドレスは、ベクタテーブルのベースアドレスから  $+4n$  番地に格納します。

DTC 転送情報は、RAM に配置し、図 5-2 に DTC 転送情報のメモリマップと構造体を示します。

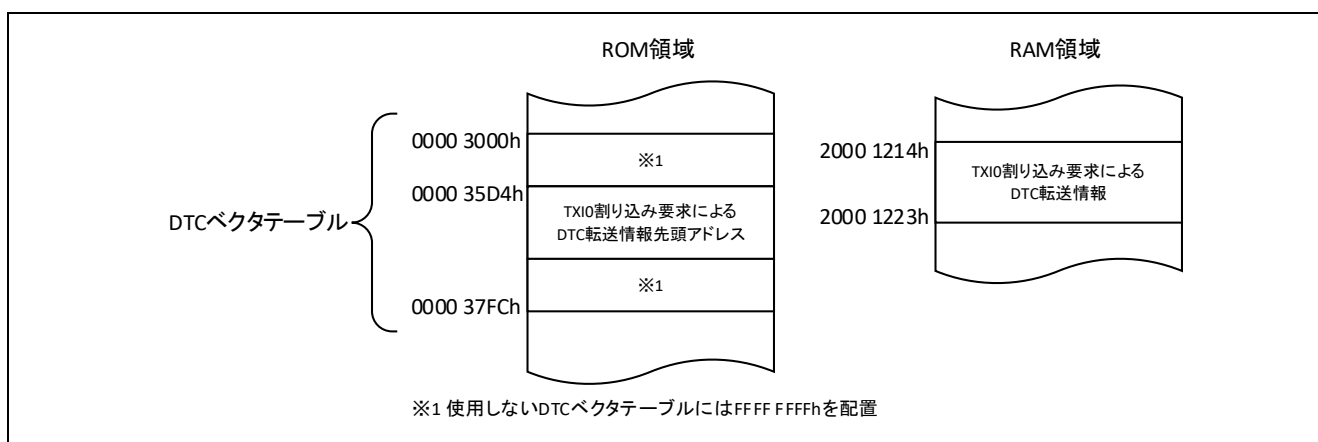


図 5-1 DTC ベクタテーブルを ROM 領域に配置した場合のメモリマップ

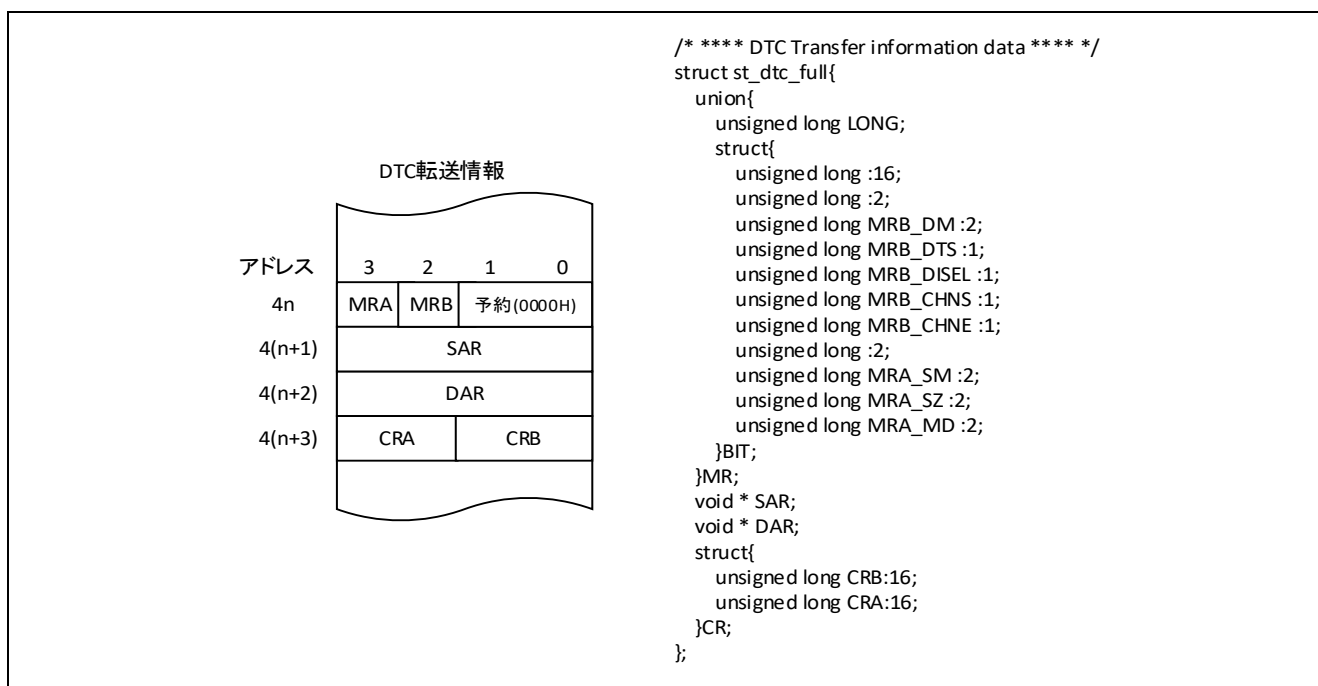


図 5-2 DTC 転送情報のメモリマップと構造体

## 5.2 設定手順の相違点(8 バイトのデータ送信)

表 5-1 に転送の初期設定手順の相違点(8 バイトのデータ送信)、表 5-2 に DTC 割り込み(送信データエンプティ割り込み)処理と DMAC 転送の割り込み処理の相違点(8 バイトのデータ送信)、表 5-3 に送信完了割り込み処理の相違点(8 バイトのデータ送信)を示します。

表 5-1 転送の初期設定手順の相違点(8 バイトのデータ送信)

No	手順	RA (RA6M3)	M16C
1	モジュールストップ状態を解除 <sup>(注1)</sup>	R_BSP_MODULE_START(FSP_IP_DTC, 0); R_BSP_MODULE_START(FSP_IP_SCI,0);	— (モジュールストップ機能なし)
2	シリアル通信の設定 <sup>(注2)</sup>	シリアルコミュニケーションインタフェース(SCI0)の設定を行います	シリアルインタフェース UART0 の設定を行います
3	転送禁止	R_DTC->DTCST = 0x00; R_DTC->DTCCR_b.RRS = 0;	—(処理なし)
4	転送モード、転送サイズ、転送アドレス方向選択	R_DTC->DTCADM0D = 0x00; dtc_info_txi0.MR.LONG = 0x00000000; dtc_info_txi0.MR.BIT.MRA_MD = 0; dtc_info_txi0.MR.BIT.MRA_SZ = 0; dtc_info_txi0.MR.BIT.MRA_SM = 2; dtc_info_txi0.MR.BIT.MRB_CHNE = 0; dtc_info_txi0.MR.BIT.MRB_DISEL = 0; dtc_info_txi0.MR.BIT.MRB_DM = 0;	
5	要求要因選択	—(処理なし)	dm0sl = 0x0A;
6	転送モード、転送サイズ、転送アドレス方向選択		dm0con = 0x11;
7	転送元データの先頭アドレスを設定	dtc_info_txi0.SAR = (void *)snd_data;	sar0 = (unsigned short)&snd_data[1]; sar0h = (unsigned char)((((unsigned long)&snd_data[1]) >> 16);
8	転送先データのアドレスを設定	dtc_info_txi0.DAR = (void *)&SCI0.TDR;	dar0 = (unsigned short)&u0tb; dar0h = (unsigned char)((((unsigned long)&u0tb) >> 16);
9	転送カウントを設定	dtc_info_txi0.CR.CRA = C_SEND_CNT; dtc_info_txi0.CR.CRB = 0x0000;	tcr0 = C_SEND_CNT - 2;
10	要求要因選択	dtc_vect_table[373] = (void *)&dtc_info_txi0; <sup>(注3)</sup> R_DTC->DTCVBR = (void *)&dtc_vect_table; R_DTC->DTCCR_b.RRS = 1;	—(処理なし)
11	転送完了の割り込み設定	R_ICU->IELSR_b[0].DTCE = 1; <sup>(注4)</sup>	dm0ic = 0x01; asm("FSET I");
12	データ転送を許可	R_DTC->DTCST = 0x01;	dm0con  = 0x08;
13	要求要因(シリアル通信)の動作開始	R_SCI0->SCR  = 0xF4;	te_u0c1 = 1; u0tb = snd_data[0];

注1 モジュールストップ機能については、「6.1.3 モジュールストップ機能」を参照してください。

注2 割り込み要求を許可にする方法が異なります。詳細は「6.1.1 割り込み」を参照してください。

注3 dtc\_vect\_table : DTC ベクタテーブル。373 は SCI 送信データエンプティ割り込みのイベント番号。

注4 IRQ 番号 0 を使う場合。

表 5-2 DTC 割り込み(送信データエンプティ割り込み)処理と DMAC 転送の割り込み処理の相違点(8 バイトのデータ送信)

No	手順	RA (RA6M3)	M16C
1	要求要因の周辺モジュールの動作を停止	TXI 割り込み禁止の設定を行います TEI 割り込み許可の設定を行います	—(処理なし) <sup>(注 1)</sup>

注 1 M16C では、送信割り込みを禁止にする必要はありません。

表 5-3 送信完了割り込み処理の相違点(8 バイトのデータ送信)

No	手順	RA (RA6M3)	M16C
1	シリアル送信禁止	シリアル送信禁止の設定を行います	— <sup>(注 1)</sup>

注 1 送信割り込み要因に送信バッファ空を選択した場合、送信完了時に割り込みは発生しません。

## 5.3 設定手順の相違点(8 バイトデータの繰り返し送信)

表 5-4 に転送の初期設定手順の相違点(8 バイトデータの繰り返し送信)、表 5-5 に DTC 割り込み(送信データエンプティ割り込み)処理と DMAC 転送の割り込み処理の相違点(8 バイトデータの繰り返し送信)、表 5-6 に送信完了割り込み処理の相違点(8 バイトデータの繰り返し送信)を示します。

表 5-4 転送の初期設定手順の相違点(8 バイトデータの繰り返し送信)

No	手順	RA (RA6M3)	M16C
1	モジュールストップ状態を解除 <sup>(注1)</sup>	R_BSP_MODULE_START(FSP_IP_DTC, 0); R_BSP_MODULE_START(FSP_IP_SCI,0);	— (モジュールストップ機能なし)
2	シリアル通信の設定 <sup>(注2)</sup>	シリアルコミュニケーションインタフェース(SCI0)の設定を行います	シリアルインタフェース UART0 の設定を行います
3	転送禁止	R_DTC->DTCST = 0x00; R_DTC->DTCCR_b.RRS = 0;	—(処理なし)
4	転送モード、転送サイズ、転送アドレス方向選択	R_DTC->DTCADM0D = 0x00; dtc_info_txi0.MR.LONG = 0x00000000; dtc_info_txi0.MR.BIT.MRA_MD = 0; dtc_info_txi0.MR.BIT.MRA_SZ = 0; dtc_info_txi0.MR.BIT.MRA_SM = 2; dtc_info_txi0.MR.BIT.MRB_CHNE = 0; dtc_info_txi0.MR.BIT.MRB_DISEL = 0; dtc_info_txi0.MR.BIT.MRB_DM = 0;	
5	要求要因選択	—(処理なし)	dm0sl = 0x0A;
6	転送モード、転送サイズ、転送アドレス方向選択		dm0con = 0x11;
7	転送元データの先頭アドレスを設定	dtc_info_txi0.SAR = (void *)&snd_data;	sar0 = (unsigned short)&snd_data[1]; sar0h = (unsigned char)((((unsigned long)&snd_data[1]) >> 16);
8	転送先データのアドレスを設定	dtc_info_txi0.DAR = (void *)&SCI0.TDR;	dar0 = (unsigned short)&u0tb; dar0h = (unsigned char)((((unsigned long)&u0tb) >> 16);
9	転送カウントを設定	dtc_info_txi0.CR.CRA = C_SEND_CNT; dtc_info_txi0.CR.CRB = 0x0000;	tcr0 = C_SEND_CNT - 2;
10	要求要因選択	dtc_vect_table[373] = (void *)&dtc_info_txi0; <sup>(注3)</sup> R_DTC->DTCVBR = (void *)&dtc_vect_table; R_DTC->DTCCR_b.RRS = 1;	—(処理なし)
11	転送完了の割り込み設定	R_ICU->IELSR_b[0].DTCE = 1; <sup>(注4)</sup>	dm0ic = 0x01; asm("FSET I");
12	データ転送を許可	R_DTC->DTCST = 0x01;	dm0con  = 0x08;
13	要求要因(シリアル通信)の動作開始	R_SCI0->SCR  = 0xF4;	te_u0c1 = 1; u0tb = snd_data[0];

注1 モジュールストップ機能については、「6.1.3 モジュールストップ機能」を参照してください。

注2 割り込み要求を許可にする方法が異なります。詳細は「6.1.1 割り込み」を参照してください。

注3 dtc\_vect\_table : DTC ベクタテーブル。373 は SCI 送信データエンプティ割り込みのイベント番号。

注4 IRQ 番号 0 を使う場合。

表 5-5 DTC 割り込み(送信データエンプティ割り込み)処理と DMAC 転送の割り込み処理の相違点(8 バイトデータの繰り返し送信)

No	手順	RA (RA6M3)	M16C
1	転送禁止	DTC.DTCST.BYTE = 0x00; DTC.DTCCR.BIT.RRS = 0;	—(処理なし)
2	(2 回目以降の)転送元データの先頭アドレスを設定	dtc_info_txi0.SAR = (void *)snd_data;	sar0 = (unsigned int)&snd_data[0]; sar0h = (unsigned char)((((unsigned long)&snd_data[0]) >> 16);
3	(2 回目以降の)転送カウントを設定	dtc_info_txi0.CR.CRA = C_SEND_CNT; dtc_info_txi0.CR.CRB = 0x0000;	tcr0 = C_SEND_CNT - 1;
4	要求要因設定	R_DTC->DTCCR_b.RRS = 1 R_ICU->IELSR_b[373].DTCE = 1;	—(処理なし)
5	転送開始	R_DTC->DTCST = 0x01;	
6	要求要因の周辺モジュールの動作を停止	TXI 割り込み禁止の設定を行います TEI 割り込み許可の設定を行います (リピート転送回数分の転送が完了したら、停止する。)	dm0con &= 0xF7; (リピート転送回数分の転送が完了したら、停止する。) <sup>(注1)</sup>

注1 M16C では、送信割り込みを禁止にする必要はありません。

表 5-6 送信完了割り込み処理の相違点(8 バイトデータの繰り返し送信)

No	手順	RA (RA6M3)	M16C
1	シリアル送信禁止	シリアル送信禁止の設定を行います (DMCRB = 00h であれば、停止する。)	— <sup>(注1)</sup>

注1 送信割り込み要因に送信バッファ空を選択した場合、送信完了時に割り込みは発生しません。

## 6. 付録

### 6.1 M16C ファミリから RA ファミリへ置き換えるときのポイント

M16C ファミリから RA ファミリへ置き換えるときのポイントについて、以下に示します。

#### 6.1.1 割り込み

RA ファミリでは、下記の条件を満たすときに割り込みを受け付けることができます。

- 割り込みセットイネーブルレジスタ (NVIC) を設定する。
- IELSRn.IELS[8:0]ビットを割り込み要因として設定する。

表 6-1 に、RA ファミリと M16C ファミリの割り込みの発生条件についての比較表を示します。

表 6-1 RA ファミリと M16C ファミリの割り込みの発生条件についての比較表

項目	RA	M16C
I フラグ	-	I フラグを“1”(許可)にすると、マスカブル割り込みの受け付けが許可されます。
割り込み要求フラグ	周辺機能から割り込み要求があると、“1”(割り込み要求あり)になります。	
割り込み優先レベル	NVIC->IP レジスタで設定します。	ILVL2~ILVL0 ビットで設定します。
割り込み要求許可	NVIC->ISER レジスタで設定します。	-
周辺機能の割り込み許可	R_ICU->IELSR レジスタで設定します。	-

詳細は、ユーザーズマニュアル ハードウェア編の割り込みコントローラユニット(ICU)、CPU、使用する周辺機能の章を参照ください。

Arm® NVIC の内部レジスタについては、ARM® Cortex®-M4 Processor Technical Reference Manual (ARM DDI 0439D) を参照してください。

### 6.1.2 入出力ポート

RA ファミリでは、周辺機能の入出力信号を端子に割り当てるには、I/O ポートの PFS レジスタの設定を行う必要があります。

RA ファミリの端子の入出力制御を行う前に以下の2つのビットの設定を行ってください。

- PSEL ビット：該当端子に割り当てる周辺機能の選択
- PMR ビット：該当端子に汎用入出力ポート/周辺機能を割り当てるかの選択

表 6-2 に RA ファミリと M16C ファミリの周辺機能端子の入出力設定についての比較表を示します。

表 6-2 RA ファミリと M16C ファミリの周辺機能端子の入出力設定についての比較表

機能	RA	M16C
端子の機能選択	PSEL ビットを設定することで、周辺機能の入出力を複数の端子から選択して割り付けることができます。	M16C ファミリにはありません。 <sup>(注1)</sup> 各周辺機能のモードを設定すると、周辺機能の入出力端子として割り付けられます。
汎用入出力ポート/周辺機能の切り換え	PMR ビットを設定することで、対象端子を I/O ポートとして使用するか、周辺機能として使用するかを選択できます。	

注1 M32C ファミリ、R32C ファミリには、同様の機能のレジスタがあります。

詳細は、ユーザーズマニュアル ハードウェア編の I/O ポートの章を参照ください。

### 6.1.3 モジュールストップ機能

RA ファミリでは、周辺モジュールごとに機能を停止させることが可能です。

使用しない周辺モジュールをモジュールストップ状態へ遷移させることで、消費電力を低減することができます。

リセット解除後は、一部を除く全てのモジュールがモジュールストップ状態になっています。

モジュールストップ状態のモジュールのレジスタは、読み書きできません。

詳細は、ユーザーズマニュアル ハードウェア編の消費電力低減機能の章を参照ください。

## 6.2 Flexible Software Package (FSP)

Renesas RA ファミリの Flexible Software Package (FSP) は、RA ファミリを用いた組み込みシステムを開発するためのソフトウェアパッケージです。

プログラミングとデバッグを簡単かつ迅速に行うための直感的なコンフィグレータおよびインテリジェントなコード生成をサポートします。

- RA Flexible Software Package Documentation
  - [Direct Memory Access Controller \(r\\_dmac\)](#)
  - [Data Transfer Controller \(r\\_dtc\)](#)
- HAL Driver Example Project
  - [dmac HAL Driver - Example Project](#)

## 7. 参考ドキュメント

ユーザーズマニュアル：ハードウェア

RA6M3 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 (R01UH0886)

M16C/65C グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 (R01UH0093)

RA6M3 グループ、M16C/65C グループ以外の製品をご使用の場合は、それぞれの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。

(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。)

ユーザーズマニュアル：開発環境

Renesas Flexible Software Package (FSP) User's Manual (R11UM0155EU, <https://renesas.github.io/fsp/>)

M16C シリーズ,R8C ファミリ C コンパイラパッケージ V5.45

C コンパイラユーザーズマニュアル Rev.3.00

(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。)

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

[www.renesas.com](http://www.renesas.com)

お問合せ先

[www.renesas.com/contact/](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	2022.06.24	-	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くと、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まれます。以下同じです。）に関し、当社は、一切その責任を負いません。
2. 当社製品または本資料に記載された製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズム、応用回路例等の情報の使用に起因して発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権に対する侵害またはこれらに関する紛争について、当社は、何らの保証を行うものではなく、また責任を負うものではありません。
3. 当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
4. 当社製品を組み込んだ製品の輸出入、製造、販売、利用、配布その他の行為を行うにあたり、第三者保有の技術の利用に関するライセンスが必要となる場合、当該ライセンス取得の判断および取得はお客様の責任において行ってください。
5. 当社製品を、全部または一部を問わず、改造、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）、交通管制（信号）、大規模通信機器、金融端末基幹システム、各種安全制御装置等

- 当社製品は、データシート等により高信頼性、Harsh environment 向け製品と定義しているものを除き、直接生命・身体に危害を及ぼす可能性のある機器・システム（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの等）、もしくは多大な物的損害を発生させるおそれのある機器・システム（宇宙機器と、海底中継器、原子力制御システム、航空機制御システム、プラント基幹システム、軍事機器等）に使用されることを意図しておらず、これらの用途に使用することは想定していません。たとえ、当社が想定していない用途に当社製品を使用したことにより損害が生じても、当社は一切その責任を負いません。
7. あらゆる半導体製品は、外部攻撃からの安全性を 100%保証されているわけではありません。当社ハードウェア/ソフトウェア製品にはセキュリティ対策が組み込まれているものもありますが、これによって、当社は、セキュリティ脆弱性または侵害（当社製品または当社製品が使用されているシステムに対する不正アクセス・不正使用を含みますが、これに限られません。）から生じる責任を負うものではありません。当社は、当社製品または当社製品が使用されたあらゆるシステムが、不正な改変、攻撃、ウイルス、干渉、ハッキング、データの破壊または窃盗その他の不正な侵入行為（「脆弱性問題」といいます。）によって影響を受けないことを保証しません。当社は、脆弱性問題に起因したまたはこれに関連して生じた損害について、一切責任を負いません。また、法令において認められる限りにおいて、本資料および当社ハードウェア/ソフトウェア製品について、商品性および特定目的との合致に関する保証ならびに第三者の権利を侵害しないことの保証を含め、明示または黙示のいかなる保証も行いません。
  8. 当社製品をご使用の際は、最新の製品情報（データシート、ユーザーズマニュアル、アプリケーションノート、信頼性ハンドブックに記載の「半導体デバイスの使用上の一般的な注意事項」等）をご確認の上、当社が指定する最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他指定条件の範囲内でご使用ください。指定条件の範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障、誤動作の不具合および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。
  9. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めていますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は、データシート等において高信頼性、Harsh environment 向け製品と定義しているものを除き、耐放射線設計を行っておりません。仮に当社製品の故障または誤動作が生じた場合であっても、人身事故、火災事故その他社会的損害等を生じさせないよう、お客様の責任において、冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、お客様の機器・システムとしての出荷保証を行ってください。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様の機器・システムとしての安全検証をお客様の責任で行ってください。
  10. 当社製品の環境適合性等の詳細につきましては、製品個別に必ず当社営業窓口までお問合せください。ご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。かかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関して、当社は、一切その責任を負いません。
  11. 当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器・システムに使用することはできません。当社製品および技術を輸出、販売または移転等する場合は、「外国為替及び外国貿易法」その他日本国および適用される外国の輸出管理関連法規を遵守し、それらの定めるところに従い必要な手続きを行ってください。
  12. お客様が当社製品を第三者に転売等される場合には、事前に当該第三者に対して、本ご注意書き記載の諸条件を通知する責任を負うものいたします。
  13. 本資料の全部または一部を当社の文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを禁じます。
  14. 本資料に記載されている内容または当社製品についてご不明な点がございましたら、当社の営業担当者までお問合せください。

注 1. 本資料において使用されている「当社」とは、ルネサス エレクトロニクス株式会社およびルネサス エレクトロニクス株式会社が直接的、間接的に支配する会社をいいます。

注 2. 本資料において使用されている「当社製品」とは、注 1 において定義された当社の開発、製造製品をいいます。

(Rev.5.0-1 2020.10)

## 本社所在地

〒135-0061 東京都江東区豊洲 3-2-24（豊洲フォレシア）

[www.renesas.com](http://www.renesas.com)

## お問合せ窓口

弊社の製品や技術、ドキュメントの最新情報、最寄の営業お問合せ窓口に関する情報などは、弊社ウェブサイトをご覧ください。

[www.renesas.com/contact/](http://www.renesas.com/contact/)

## 商標について

ルネサスおよびルネサスロゴはルネサス エレクトロニクス株式会社の商標です。すべての商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。