

RX ファミリ、M32C/R32C シリーズ

M32C/R32C から RX 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、M32C/R32C シリーズの DMAC から RX 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

- ・ RX ファミリ
- ・ M32C/80 シリーズ
- ・ R32C/100 シリーズ

M32C/R32C から RX への置き換え例として、RX ファミリは RX660 グループを、M32C/80 シリーズは M32C/87 グループを、R32C/100 シリーズは R32C/118 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。

RX ファミリと M32C/R32C シリーズ間で使用している用語が一部異なります。

DMAC、DTC に関する用語の相違点を下表に示します。

RX ファミリと M32C/R32C シリーズ間の用語差異

項目	M32C/R32C シリーズ	RX ファミリ	
	DMAC	DMAC	DTC
特定のデータを 1 回転送するモード	単転送	ノーマル転送モード	ノーマル転送モード
特定のデータを複数回転送するモード	リピート転送	リピート転送モード	リピート転送モード
周辺機能のレジスタ	SFR	I/O レジスタ	

目次

1. DMAC/DTC(RX)と DMAC/DMACII(M32C/R32C)の概要相違点	4
2. 使用する周辺機能	13
3. 転送タイミング	14
4. DTC 転送に使用する設定	16
5. 付録	17
5.1 M32C/R32C から RX へ置き換えるときのポイント	17
5.1.1 割り込み	17
5.1.2 モジュールストップ機能	17
5.1.3 入出力ポート	18
5.2 I/O レジスタマクロ	19
5.3 組み込み関数	19
6. 参考ドキュメント	20

1. DMAC/DTC(RX)と DMAC/DMACII(M32C/R32C)の概要相違点

表 1.1～表 1.4 に DMAC(M32C/87, RX660)の概要相違点を、表 1.5 に DMAC/DMACII(M32C/87)と DMAC/DTC(RX660)のサイクル数を、表 1.6～表 1.9 に DMAC(R32C/118, RX660)の概要相違点を、表 1.10 に DMAC/DMACII(R32C/118)と DMAC/DTC(RX660)のサイクル数を示します。

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(M32C/87, RX660)の概要相違点

項目	M32C(M32C/87)	RX(RX660)
	DMAC	DMAC
チャンネル数	4 チャンネル	8 チャンネル
バス要求調停	サイクルスチール	優先順位固定、ラウンドロビン
転送空間	000000h~FFFFFFh	0000 0000h~0FFF FFFFh、 F000 0000h~FFFF FFFFh
最大転送バイト数	128K バイト(16 ビット転送時)、 64K バイト(8 ビット転送時)	256M バイト ^(注1)
要求要因	43 要因 ・ INT 端子(立ち下がリエッジ) (4 要因) ・ INT 端子(両エッジ) (4 要因) ・ タイマ(11 要因) ・ 通信(10 要因) ・ A/D 変換(1 要因) ・ インテリジェント I/O(12 要因) ・ ソフトウェアトリガ	112 要因 ・ INT 端子(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) (16 要因) ・ タイマ(47 要因) ・ 通信(39 要因) ・ A/D 変換、コンパレータ(7 要因) ・ ELC(2 要因) ・ ソフトウェアトリガ
チャンネル優先順位	DMA0 > DMA1 > DMA2 > DMA3 (DMA0 が最優先)	チャンネル 0 > チャンネル 1 > チャンネル 2 > チャンネル 3... > チャンネル 7 (チャンネル 0 が最優先)
転送単位	8 ビット、16 ビット	8 ビット、16 ビット、32 ビット
転送方向	固定→順方向、または順方向→固定	4 条件を転送元、転送先に設定可能 ・ アドレス固定 ・ オフセット加算^(注2) ・ インクリメント ・ デクリメント
転送モード	・ 単転送 ・ リピート転送	・ 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
割り込み	DCTi レジスタが“0001h”から “0000h”になるとき	・ ノーマル転送モードの場合、指定回数 の転送が終了した時、リピート転 送モードの場合、指定リピート回数 の転送が終了した時、ブロック転送 モードの場合、指定ブロック数の転 送が終了した時(転送終了割り込み) ・ 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エリ アがオーバーフローした時(転送エス ケープ終了割り込み)

注1. ブロック転送モード時、1024 データ×65536 ブロック×32 ビットのとき最大。

注2. オフセット加算設定は、DMAC0 のみ可能。

表 1.2 DMAC(M32C/87)と DTC(RX660)の概要相違点

項目	M32C(M32C/87)	RX(RX660)
	DMAC	DTC
チャンネル数	4 チャンネル	— (注1)
バス要求調停	サイクルスチール	優先順位固定、ラウンドロビン
転送空間	000000h~FFFFFFh	[ショートアドレスモード] 0000 0000h~007F FFFFh、 FF80 0000h~FFFF FFFFh [フルアドレスモード] 0000 0000h~FFFF FFFFh
最大転送バイト数	128K バイト(16 ビット転送時)、 64K バイト(8 ビット転送時)	1024 バイト(注2)
要求要因	43 要因 ・ INT 端子(立ち下がリエッジ) (4 要因) ・ INT 端子(両エッジ) (4 要因) ・ タイマ(11 要因) ・ 通信(10 要因) ・ A/D 変換(1 要因) ・ インテリジェント I/O(12 要因) ・ ソフトウェアトリガ	126 要因 ・ INT 端子(Low、立ち下がリエッジ、 立ち上がりエッジ、両エッジのいづ れか) (18 要因) ・ タイマ(55 要因) ・ 通信(43 要因) ・ A/D 変換、コンパレータ(7 要因) ・ ELC(2 要因) ・ ソフトウェアトリガ
チャンネル優先順位	DMA0 > DMA1 > DMA2 > DMA3 (DMA0 が最優先)	— (注1)
転送単位	8 ビット、16 ビット	8 ビット、16 ビット、32 ビット
転送方向	固定→順方向、または順方向→固定	3 条件を転送元、転送先に設定可能 ・ アドレス固定 ・ インクリメント ・ デクリメント
転送モード	・ 単転送 ・ リピート転送	・ 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
割り込み	DCTi レジスタが“0001h” から “0000h” になるとき	・ DTC の起動時 ・ 1 回のデータ転送終了後 ・ 指定したデータ数のデータ転送終了後

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. リピート転送モードで、転送回数が 256 回かつデータサイズが 1 ロングワード(32 ビット)のとき、
またはブロック転送モードで、ブロックサイズが 256 データ×32 ビットのとき最大。

表 1.3 DMACII(M32C/87)と DMAC(RX660)の概要相違点

項目	M32C(M32C/87)	RX(RX660)
	DMACII	DMAC
転送空間	00000h～0FFFFh ^(注1)	0000 0000h～0FFF FFFFh、 F000 0000h～FFFF FFFFh
最大転送バイト数	128K バイト ^(注2)	256M バイト ^(注3)
要求要因	割り込み制御レジスタの ILVL2～ILVL0 ビットを“111b”(レベル 7)にしたすべての周辺機能からの割り込み要求	112 要因 ・ 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) ・ タイマ(47 要因) ・ 通信(39 要因) ・ A/D 変換、コンパレータ (7 要因) ・ ELC(2 要因) ・ ソフトウェアトリガ
転送単位	8 ビット、16 ビット	8 ビット、16 ビット、32 ビット
転送方向	2 条件を転送元、転送先に設定可能 ・ 固定番地 ・ 順方向番地	4 条件を転送元、転送先に設定可能 ・ アドレス固定 ・ オフセット加算^(注4) ・ インクリメント ・ デクリメント
転送モード	・ 単転送 ・ バースト転送 ・ 複数転送	・ 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
割り込み	転送カウンタが“0”になったタイミングで、割り込み発生	・ ノーマル転送モードの場合、指定回数の転送が終了した時、リピート転送モードの場合、指定リピート回数の転送が終了した時、ブロック転送モードの場合、指定ブロック数の転送が終了した時(転送終了割り込み) ・ 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エリアがオーバーフローした時(転送エスケープ終了割り込み)

注1. ただし、転送単位が 16 ビットで転送先番地が 0FFFFh のとき、0FFFFh 番地と 10000h 番地に転送します。転送元番地が 0FFFFh 番地のときも同様です。

注2. バースト転送時、16 ビット×65536 回転送のとき最大。

注3. ブロック転送モード時、1024 データ×65536 ブロック×32 ビットのとき最大。

注4. オフセット加算設定は、DMAC0 のみ可能。

表 1.4 DMACII(M32C/87)と DTC(RX660)の概要相違点

項目	M32C(M32C/87)	RX(RX660)
	DMACII	DTC
転送空間	00000h～0FFFFh ^(注1)	[ショートアドレスモード] 0000 0000h～007F FFFFh、 FF80 0000h～FFFF FFFFh [フルアドレスモード] 0000 0000h～FFFF FFFFh
最大転送バイト数	128K バイト ^(注2)	1024 バイト ^(注3)
要求要因	割り込み制御レジスタの ILVL2～ILVL0 ビットを“111b”(レベル 7)にしたすべての周辺機能からの割り込み要求	126 要因 ・ 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) (18 要因) ・ タイマ(55 要因) ・ 通信(43 要因) ・ A/D 変換、コンパレータ(7 要因) ・ ELC(2 要因) ・ ソフトウェアトリガ
転送単位	8 ビット、16 ビット	8 ビット、16 ビット、32 ビット
転送方向	2 条件を転送元、転送先に設定可能 ・ 固定番地 ・ 順方向番地	3 条件を転送元、転送先に設定可能 ・ アドレス固定 ・ インクリメント ・ デクリメント
転送モード	・ 単転送 ・ バースト転送 ・ 複数転送	・ 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
割り込み	転送カウンタが“0”になったタイミングで、割り込み発生	・ DTC の起動時 ・ 1 回のデータ転送終了後 ・ 指定したデータ数のデータ転送終了後

注1. ただし、転送単位が 16 ビットで転送先番地が 0FFFFh のとき、0FFFFh 番地と 10000h 番地に転送します。転送元番地が 0FFFFh 番地のときも同様です。

注2. バースト転送時、16 ビット×65536 回転送のとき最大。

注3. リピート転送モードで、転送回数が 256 回かつデータサイズが 1 ロングワード(32 ビット)のとき、またはブロック転送モードで、ブロックサイズが 256 データ×32 ビットのとき最大。

表 1.5 DMAC/DMACII(M32C/87)と DMAC/DTC(RX660)のサイクル数

項目	M32C(M32C/87)		RX(RX660)	
	DMAC	DMACII	DMAC	DTC
サイクル数 (注1)	7 サイクル (ダミーサイクルの 1 サイクルを含む)	32 サイクル	6 サイクル	18 サイクル

注1. 8 ビットのデータ転送、転送元が I/O レジスタ(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 ROM、ICLK = PCLK×2 の場合

表 1.6 DMAC(R32C/118, RX660)の概要相違点

項目	R32C(R32C/118)	RX(RX660)
	DMAC	DMAC
バス要求調停	サイクルスチール	優先順位固定、ラウンドロビン
転送空間	0000 0000h~01FFF FFFh、 FE00 0000h~FFFF FFFFh	0000 0000h~0FFF FFFFh、 F000 0000h~FFFF FFFFh
最大転送バイト数	64M バイト(32 ビット転送時)、 32M バイト(16 ビット転送時)、 16M バイト(8 ビット転送時)	256M バイト ^(注1)
要求要因	57 要因 ・ INT 端子(立ち下がリエッジ) (7 要因) ・ INT 端子(両エッジ) (7 要因) ・ タイマ(11 要因) ・ 通信(18 要因) ・ A/D 変換(1 要因) ・ インテリジェント I/O(12 要因) ・ ソフトウェアトリガ	112 要因 ・ INT 端子(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) (16 要因) ・ タイマ(47 要因) ・ 通信(39 要因) ・ A/D 変換、コンパレータ (7 要因) ・ ELC(2 要因) ・ ソフトウェアトリガ
チャネル優先順位	DMA0 > DMA1 > DMA2 > DMA3 (DMA0 が最優先)	チャネル 0 > チャネル 1 > チャネル 2 > チャネル 3... > チャネル 7 (チャネル 0 が最優先)
転送単位	8 ビット、16 ビット、32 ビット	8 ビット、16 ビット、32 ビット
転送方向	2 条件を転送元、転送先に設定可能 ・ アドレス固定 ・ インクリメント	4 条件を転送元、転送先に設定可能 ・ アドレス固定 ・ オフセット加算 ^(注2) ・ インクリメント ・ デクリメント
転送モード	・ 単転送 ・ リピート転送	・ 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
割り込み	DCTi レジスタが“00000001h” から “00000000h” になるとき	・ ノーマル転送モードの場合、指定回数 の転送が終了した時、リピート転 送モードの場合、指定リピート回数 の転送が終了した時、ブロック転送 モードの場合、指定ブロック数の転 送が終了した時(転送終了割り込み) ・ 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エリ アがオーバーフローした時(転送エス ケープ終了割り込み)

注1. ブロック転送モード時、1024 データ×65536 ブロック×32 ビットのとき最大。

注2. オフセット加算設定は、DMAC0 のみ可能。

表 1.7 DMAC(R32C/118)と DTC(RX660)の概要相違点

項目	R32C(R32C/118)	RX(RX660)
	DMAC	DTC
チャンネル数	4 チャンネル	— (注1)
バス要求調停	サイクルスチール	優先順位固定、ラウンドロビン
転送空間	0000 0000h~01FFFFFFh、 FE00 0000h~FFFF FFFFh	[ショートアドレスモード] 0000 0000h~007F FFFFh、 FF80 0000h~FFFF FFFFh [フルアドレスモード] 0000 0000h~FFFF FFFFh
最大転送バイト数	64M バイト(32 ビット転送時)、 32M バイト(16 ビット転送時)、 16M バイト(8 ビット転送時)	1024 バイト(注2)
要求要因	57 要因 ・ INT 端子(立ち下がリエッジ) (7 要因) ・ INT 端子(両エッジ) (7 要因) ・ タイマ(11 要因) ・ 通信(18 要因) ・ A/D 変換(1 要因) ・ インテリジェント I/O(12 要因) ・ ソフトウェアトリガ	126 要因 ・ INT 端子(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) (18 要因) ・ タイマ(55 要因) ・ 通信(43 要因) ・ A/D 変換、コンパレータ (7 要因) ・ ELC(2 要因) ・ ソフトウェアトリガ
チャンネル優先順位	DMA0 > DMA1 > DMA2 > DMA3 (DMA0 が最優先)	— (注1)
転送単位	8 ビット、16 ビット、32 ビット	8 ビット、16 ビット、32 ビット
転送方向	2 条件を転送元、転送先に設定可能 ・ アドレス固定 ・ インクリメント	3 条件を転送元、転送先に設定可能 ・ アドレス固定 ・ インクリメント ・ デクリメント
転送モード	・ 単転送 ・ リピート転送	・ 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
割り込み	DCTi レジスタが “00000001h” から “00000000h” になるとき	・ DTC の起動時 ・ 1 回のデータ転送終了後 ・ 指定したデータ数のデータ転送終了後

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. リピート転送モードで、転送回数が 256 回かつデータサイズが 1 ロングワード(32 ビット)のとき、またはブロック転送モードで、ブロックサイズが 256 データ×32 ビットのとき最大。

表 1.8 DMACII(R32C/118)と DMAC(RX660)の概要相違点

項目	R32C(R32C/118)	RX(RX660)
	DMACII	DMAC
転送空間	0000 0000h~01FF FFFFh、 FE00 0000h~FFFF FFFFh	0000 0000h~0FFF FFFFh、 F000 0000h~FFFF FFFFh
最大転送バイト数	1M バイト ^(注1)	256M バイト ^(注2)
要求要因	割り込み制御レジスタの ILVL2~ILVL0 ビットを“111b”(レベル 7)にしたすべ ての周辺機能からの割り込み要求	112 要因 ・ 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) ・ タイマ(47 要因) ・ 通信(39 要因) ・ A/D 変換、コンパレータ(7 要因) ・ ELC(2 要因) ・ ソフトウェアトリガ
転送単位	8 ビット、16 ビット	8 ビット、16 ビット、32 ビット
転送方向	2 条件を転送元、転送先に設定可能 ・ 固定 ・ インクリメント	4 条件を転送元、転送先に設定可能 ・ アドレス固定 ・ オフセット加算 ^(注3) ・ インクリメント ・ デクリメント
転送モード	・ 単転送 ・ バースト転送 ・ 複数転送	・ 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
割り込み	転送カウンタが“0000h”になったと き発生	・ ノーマル転送モードの場合、指定回 数の転送が終了した時、リピート転 送モードの場合、指定リピート回数 の転送が終了した時、ブロック転送 モードの場合、指定ブロック数の転 送が終了した時(転送終了割り込み) ・ 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エリ アがオーバーフローした時(転送エス ケープ終了割り込み)

注1. バースト転送時、16 ビット×65536 回転送のとき最大。

注2. ブロック転送モード時、1024 データ×65536 ブロック×32 ビットのとき最大。

注3. オフセット加算設定は、DMAC0 のみ可能。

表 1.9 DMACII(R32C/118)と DTC(RX660)の概要相違点

項目	R32C(R32C/118)	RX(RX660)
	DMACII	DTC
転送空間	0000 0000h~01FF FFFFh、 FE00 0000h~FFFF FFFFh	[ショートアドレスモード] 0000 0000h~007F FFFFh、 FF80 0000h~FFFF FFFFh [フルアドレスモード] 0000 0000h~FFFF FFFFh
最大転送バイト数	1M バイト(注1)	1024 バイト(注2)
要求要因	割り込み制御レジスタの ILVL2~ILVL0 ビットを“111b”(レベル 7)にしたすべての周辺機能からの割り込み要求	126 要因 ・ 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) (18 要因) ・ タイマ(55 要因) ・ 通信(43 要因) ・ A/D 変換、コンパレータ (7 要因) ・ ELC(2 要因) ・ ソフトウェアトリガ
転送単位	8 ビット、16 ビット	8 ビット、16 ビット、32 ビット
転送方向	2 条件を転送元、転送先に設定可能 ・ 固定番地 ・ 順方向番地	3 条件を転送元、転送先に設定可能 ・ アドレス固定 ・ インクリメント ・ デクリメント
転送モード	・ 単転送 ・ バースト転送 ・ 複数転送	・ 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
割り込み	転送カウンタが“0”になったタイミングで、割り込み発生	・ DTC の起動時 ・ 1 回のデータ転送終了後 ・ 指定したデータ数のデータ転送終了後

注1. バースト転送時、16 ビット×65536 回転送のとき最大。

注2. リピート転送モードで、転送回数が 256 回かつデータサイズが 1 ロングワード(32 ビット)のとき、またはブロック転送モードで、ブロックサイズが 256 データ×32 ビットのとき最大。

表 1.10 DMAC/DMACII(R32C/118)と DMAC/DTC(RX660)のサイクル数

項目	R32C(R32C/118)		RX(RX660)	
	DMAC	DMACII	DMAC	DTC
サイクル数 (注1)	7 サイクル (ダミーサイクルの 1 サイクルを含む)	32 サイクル	6 サイクル	18 サイクル

注1. 8 ビットのデータ転送、転送元が I/O レジスタ(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 ROM、ICLK = PCLK×2 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	M32C/R32C		RX	
		周辺機能	モード	周辺機能	モード
1	データの送信	DMAC	単転送	DMAC	ノーマル転送モード
2	データの繰り返し送信		リピータ転送		リピータ転送モード
3	データの送信		単転送	DTC	ノーマル転送モード
4	データの繰り返し送信		リピータ転送		ノーマル転送モード

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。表 2.2 に DMAC/DTC の転送条件(調歩同期式シリアル通信)を示します。

表 2.2 DMAC/DTC の転送条件(調歩同期式シリアル通信)

項目	送受信条件
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通信の送信データエンプティ
調歩同期式シリアル通信の使用チャネル	RX ファミリ : SCI0 M32C/R32C シリーズ : UART0

3. 転送タイミング

図 3.1 に M32C/R32C と RX のタイミング相違点を、表 3.1 に M32C/R32C と RX 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。

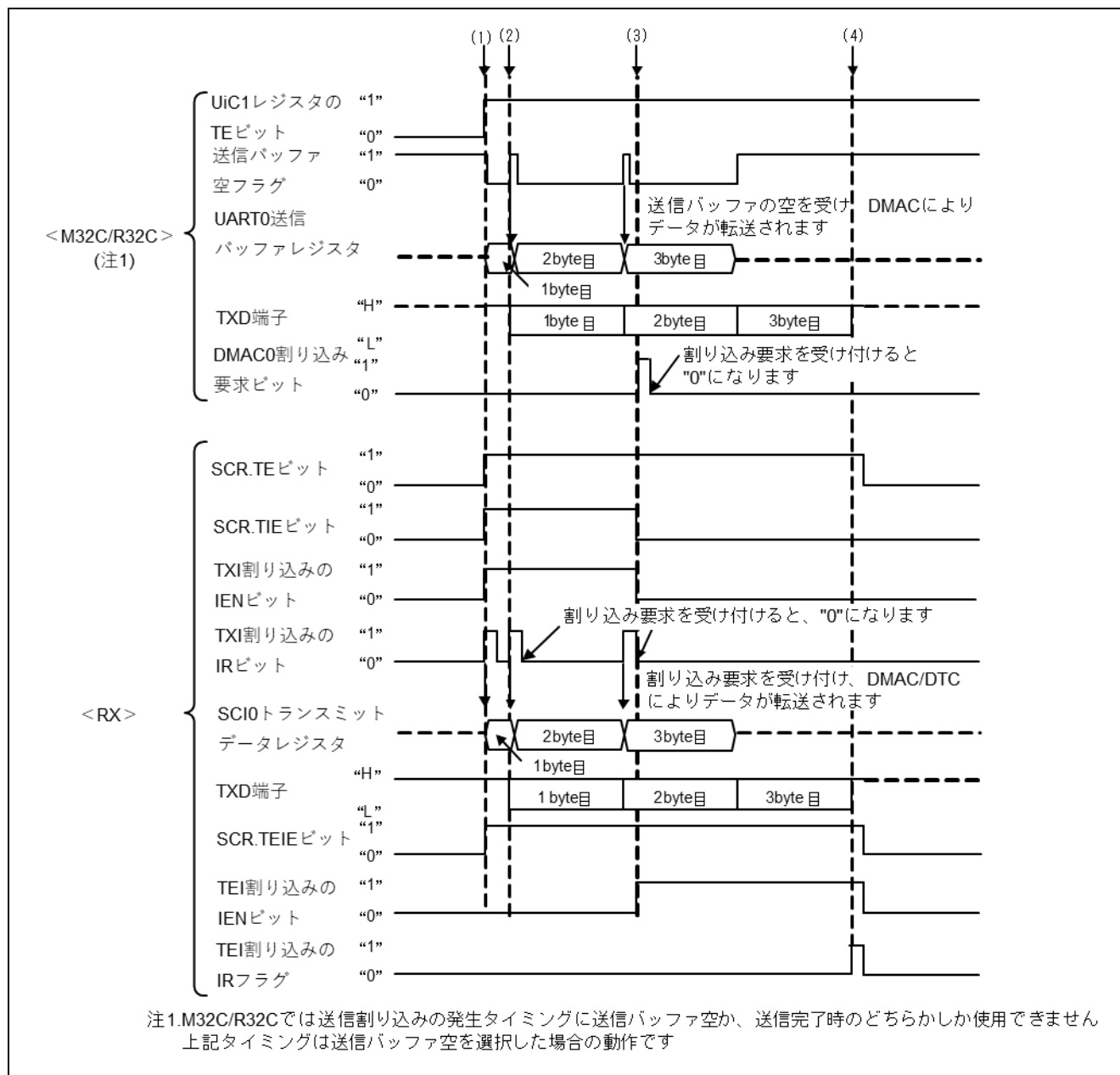


図 3.1 M32C/R32C と RX のタイミング相違点

表 3.1 M32C/R32C と RX の各タイミングでの動作および処理内容の相違点

タイミング	M32C/R32C(M32C/78, R32C/118)	RX(RX660)
(1) 送信開始時	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。	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。
(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 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/DTC 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)	DMAC の割り込み要求が発生します。	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。
(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. 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 4.1 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 12 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 4.2 に DTC 転送情報のメモリマップと構造体を示します。

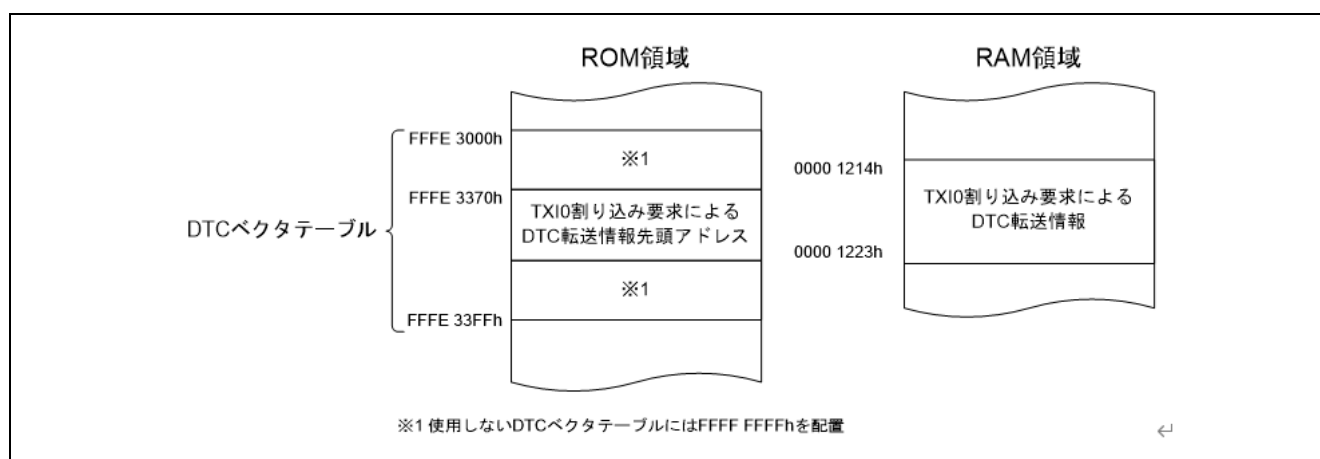


図 4.1 DTC ベクタテーブルを ROM 領域に配置した場合のメモリマップ

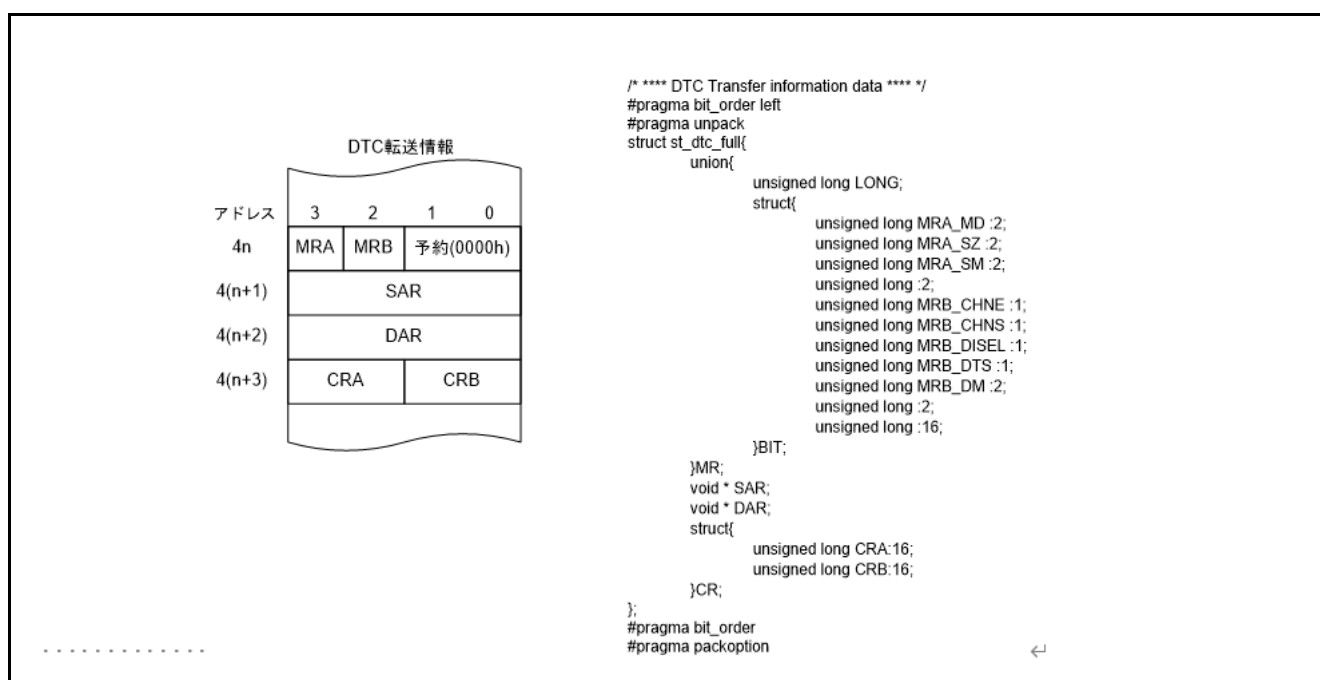


図 4.2 DTC 転送情報のメモリマップと構造体

5. 付録

5.1 M32C/R32C から RX へ置き換えるときのポイント

M32C/R32C から RX へ置き換えるときのポイントについて、以下に示します。

5.1.1 割り込み

RX 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。

- ・ I フラグ(PSW.I ビット)が“1”であること。
- ・ ICU の IER、IPR レジスタで割り込み許可に設定されていること。
- ・ 周辺機能の割り込み要求許可ビットで、割り込み要求が許可されていること。

表 5.1 に、M32C/R32C と RX の割り込みの発生条件についての比較表を示します。

表 5.1 M32C/R32C と RX の割り込みの発生条件についての比較表

項目	M32C/R32C	RX
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	ILVL2～ILVL0 ビットで設定します。	IPR[3:0]ビットで設定します。
割り込み要求許可	—	IER レジスタで設定します。
周辺機能の割り込み許可	—	各周辺機能で割り込みの許可、禁止を設定できます。

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(ICU)、CPU、使用する周辺機能の章を参照ください。

5.1.2 モジュールストップ機能

RX 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。

5.1.3 入出力ポート

RX では、周辺機能の入出力信号を端子に割り当てるには、MPC の設定を行う必要があります。

RX の端子の入出力制御を行う前に以下の 2 つの設定を行ってください。

- ・ MPC の PFS レジスタ：該当端子に割り当てる周辺機能の選択
- ・ I/O ポートの PMR レジスタ：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

M32C/R32C では、機能選択レジスタを設定することで、対象端子を入出力ポートと周辺機能出力のどちらを使用するかを選択できます。

M32C の端子の入出力制御を行う前に以下の 2 つの設定を行ってください。

- ・ 機能選択レジスタ B～E：該当端子に割り当てる周辺機能の選択
- ・ 機能選択レジスタ A：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

R32C の端子の入出力制御を行う前に以下の設定を行ってください。

- ・ 機能選択レジスタ：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と、割り当てる周辺機能の選択

表 5.2 に M32C と RX の周辺機能端子の入出力設定についての比較表を、表 5.3 に R32C と RX 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 5.2 M32C と RX の周辺機能端子の入出力設定についての比較表

機能	M32C(M32C/87 の場合)	RX(RX660 の場合)
端子の機能選択	機能選択レジスタ B～E 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。	PFS レジスタを設定することで、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。
汎用入出力ポート/周辺機能の切り換え	機能選択レジスタ A を設定することで、対象端子を入出力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。	PMR レジスタを設定することで、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。

表 5.3 R32C と RX の周辺機能端子の入出力設定についての比較表

機能	R32C(R32C/118 の場合)	RX(RX660 の場合)
端子の機能選択	機能選択レジスタを設定することで、対象端子を入出力ポートと周辺機能出力のどちらを使用するかを選択できます。	PFS レジスタを設定することで、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。
汎用入出力ポート/周辺機能の切り換え	周辺機能出力として使用する場合、複数の端子から選択して割り付けることができます。	PMR レジスタを設定することで、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。

RX の詳細は、ユーザーズマニュアル ハードウェア編のマルチファンクションピンコントローラ(MPC)と、I/O ポートの章を参照ください。

M32C の詳細は、ユーザーズマニュアル ハードウェア編のプログラマブル入出力ポートの章をご参照ください。

R32C の詳細は、ユーザーズマニュアル ハードウェア編の入出力端子の章をご参照ください。

5.2 I/O レジスタマクロ

RX の I/O レジスタの定義(iodef.h)内では、下記のマクロ定義を用意しています。

マクロ定義を使用することで可読性の高いプログラムを記載できます。

表 5.4 にマクロの使用例を示します。

表 5.4 マクロの使用例

マクロ	使用例
IR("module name", "bit name")	IR(MTU0, TGIA0) = 0 ; MTU0 の TGIA0 に対応した IR ビットを “0” (割り込み要求をクリア)にします。
DTCE("module name", "bit name")	DTCE (MTU0, TGIA0) = 1 ; MTU0 の TGIA0 に対応した DTCE ビットを “1” (DTC 起動を許可)にします。
IEN("module name", "bit name")	IEN(MTU0, TGIA0) = 1 ; MTU0 の TGIA0 に対応した IEN ビットを “1” (割り込みを許可)にします。
IPR("module name", "bit name")	IPR(MTU0, TGIA0) = 0x02 ; MTU0 の TGIA0 に対応した IPR ビットを “2” (割り込み優先レベルを “2”)にします。
MSTP("module name")	MSTP(MTU) = 0 ; MTU0 のモジュールストップ設定ビットを “0” (モジュールストップ状態を解除)にします。
VECT("module name", "bit name")	#pragma interrupt (Excep_MTU0_TGIA0 (vect=VECT(MTU0, TGIA0)) MTU0 の TGIA0 に対応した割り込み関数を宣言します。

5.3 組み込み関数

RX では、制御レジスタの設定や特殊命令用に組み込み関数を用意しています。組み込み関数を使用する場合は、machine.h をインクルードしてください。

表 5.5 に M32C/R32C と RX の制御レジスタの設定や特殊命令などの記述の相違点(一例)を示します。

表 5.5 M32C/R32C と RX の制御レジスタの設定や特殊命令などの記述の相違点(一例)

項目	記述	
	M32C/R32C	RX
I フラグを “1” にする	asm(“fset i”);	setpsw_i (); (注 1)
I フラグを “0” にする	asm(“fclr i”);	clrpsw_i (); (注 1)
WAIT 命令に展開します。	asm(“wait”);	wait(); (注 1)
NOP 命令に展開します。	asm(“nop”);	nop(); (注 1)

注1 “machine.h” のインクルードが必要です。

6. 参考ドキュメント

ユーザーズマニュアル：ハードウェア

RX660 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 (R01UH0937JJ)

M32C/87 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 (RJJ09B0175)

R32C/118 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 (R01UH0212JJ)

上記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

RX ファミリ CC-RX コンパイラ ユーザーズマニュアル (R20UT3248JJ)

M32C シリーズ用 C コンパイラパッケージ (M3T-NC308WA)

R32C シリーズ用 C コンパイラパッケージ

(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)

改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	Jan.10.24	—	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、入力信号や入出力ブルアップ電源を入れないでください。入力信号や入出力ブ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

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/

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。