

---

# RX ファミリ、M16C ファミリ

R01AN1894JJ0100

Rev.1.00

## M16C から RX への置き換えガイド クロック編

---

2014.04.01

### 要旨

本アプリケーションノートでは、RX ファミリ、M16C ファミリのクロック機能の置き換えについて説明します。

### 対象デバイス

- ・RX ファミリ
- ・M16C ファミリ

M16C から RX への置き換え例として、RX ファミリは RX210 グループを、M16C ファミリは M16C/65C シリーズ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 M16C ファミリ間で使用している用語が一部異なります。

クロックに関する用語の相違点を下表に示します。

## RX ファミリと M16C ファミリ間の用語の相違点

項目	RX ファミリ	M16C ファミリ
CPU の動作クロック	システムクロック (ICLK)	CPU クロック
周辺機能の動作クロック	周辺モジュールクロック (PCLKA、PCLKB、PCLKC、PCLKD)	周辺機能クロック (fC、fC32、fOCO40M、fOCO-F、 fOCO-S、f1)
メインクロック発振回路の端子	EXTAL、XTAL	XIN、XOUT
消費電力を低減するモード	スリープモード 全モジュールクロックストップモード ソフトウェアスタンバイモード ディープソフトウェアスタンバイモード	ウェイトモード ストップモード
周辺機能のレジスタ	I/O レジスタ	SFR

## 目次

1. クロック発生回路の相違点.....	4
2. クロックの機能および設定手順の相違点.....	6
2.1 メインクロックの発振安定待機時間の考え方 .....	7
2.2 クロックの設定手順の相違点.....	8
2.2.1 メインクロックをシステムクロックに設定する手順の例.....	8
2.2.2 HOCO クロックをシステムクロックに設定する手順の例.....	10
2.2.3 サブクロックをシステムクロックに設定する手順の例 .....	12
2.2.4 PLL クロックをシステムクロックに設定する手順の例 .....	14
3. 低消費電力モードの相違点.....	16
3.1 スリープモード.....	16
3.2 ソフトウェアスタンバイモード.....	16
3.3 全モジュールクロックストップモード .....	16
3.4 ディープソフトウェアスタンバイモード.....	16
4. 動作電力低減機能について.....	18
5. クロック周波数精度測定回路について.....	18
6. 発振停止検出機能について.....	19
7. I/O レジスタのアクセスについて .....	19
8. RX ユーザーズマニュアルハードウェア編の関連する章.....	20
9. 付録.....	21
9.1 M16C から RX へ置き換えるときのポイント .....	21
9.1.1 割り込み.....	21
9.1.2 入出力ポート.....	22
9.1.3 モジュールストップ機能 .....	22
9.2 I/O レジスタマクロ.....	23
9.3 組み込み関数 .....	23
10. 参考ドキュメント.....	24

## 1. クロック発生回路の相違点

RX ファミリ、M16C ファミリのクロック発生回路の相違点を説明します。

RX ファミリと M16C ファミリでは、使用できるクロックの周波数に違いがあります。表 1.1 に各クロック周波数の相違点を示します。

RX では、システムクロック、周辺モジュールクロック、フラッシュ用クロック(FlashIF クロック)、外部バスクロックに対して、それぞれ個別に分周を設定することができます。また、システムクロックと周辺モジュールクロック、フラッシュ用クロック、外部バスクロックは、同じクロックとなります。

図 1.1 に各クロックの選択イメージを示します。

表1.1 各クロック周波数の相違点

項目		RX(RX210 の場合)	M16C(M16C/65C の場合)
最大動作周波数	システムクロック	50MHz	32MHz
	周辺モジュールクロック	32MHz(A/D のみ 50MHz)	32MHz
	外部バスクロック	25MHz	32MHz (注 1)
周波数	メインクロック	1MHz~20MHz	2MHz~20MHz
	サブクロック	32.768kHz	32.768kHz~50kHz
	PLL	50MHz~100MHz	10MHz~32MHz
	高速オンチップオシレータ(HOCO)	32MHz/36.864MHz/40MHz /50MHz	40MHz
	低速オンチップオシレータ(LOCO)	125kHz	125kHz
	IWDT 専用オンチップオシレータ	125kHz	—
WDT 周期		約 128 $\mu$ s~4096sec (注 2)	約 16.384ms~33.6sec (注 3)
リセット解除後のクロック		低速オンチップオシレータ	低速オンチップオシレータ
リセット後の発振状態	メインクロック	停止	動作
	サブクロック	動作(注 4)	停止
	高速オンチップオシレータ(HOCO)	動作/停止(注 5)	停止
	低速オンチップオシレータ(LOCO)	動作	動作
フラッシュ用クロック		FlashIF クロック	CPU クロック

注1 ただし、25MHz を超えるとデータ出力保持時間が 0ns 以下になります。(VCC=5V の場合)

注2 CPU の動作クロックが、PLL クロック 50MHz のとき最短、サブクロック 32.768kHz のとき最長にできます。

注3 CPU の動作クロックが、PLL クロック 32MHz のとき最短、LOCO クロック 125kHz のとき最長にできます。

注4 サブクロックを使用しない場合は、停止させる処理が必要です。

注5 オプション機能選択レジスタ 1 の HOCO 発振有効ビット (OFS1.HOCOEN) でリセット後の状態を選択できます。

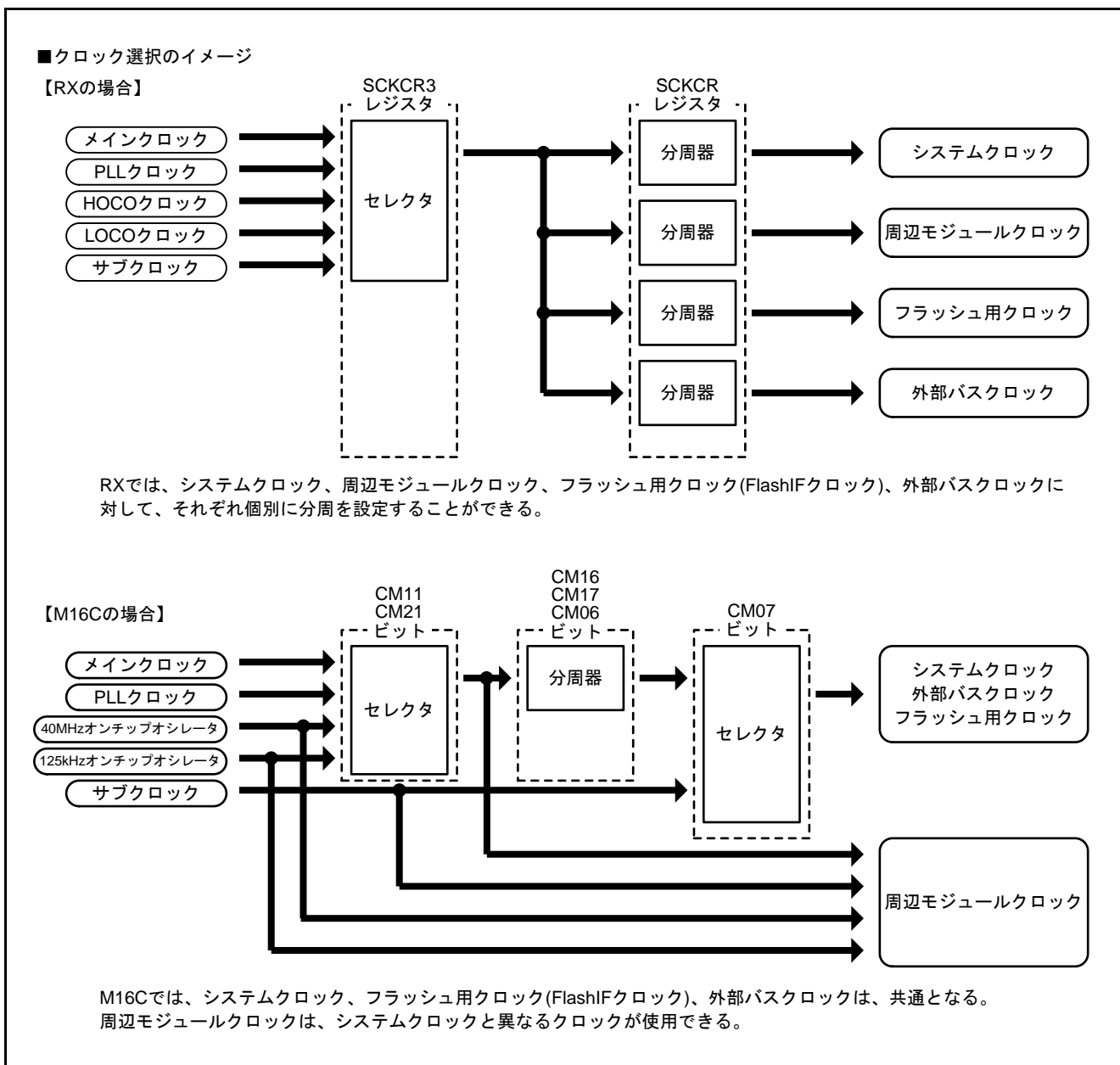


図1.1 各クロックの選択イメージ

## 2. クロックの機能および設定手順の相違点

RX ファミリ、M16C ファミリのクロックの機能および設定手順の相違点を説明します。

RX では、ウェイトコントロールレジスタが搭載されており、クロックの発振動作を開始させてから、CPU 内部にクロックを供給するまでの時間を調節することができます。これによって、クロックの発振が十分に安定した状態で CPU 内部に供給することができ、マイコンの誤動作を防ぎます。ウェイトコントロールレジスタは、低消費電力モードへの遷移後、復帰の際にも機能します。

ウェイトコントロールレジスタの設定と発振安定待機時間の考え方は、「2.1 メインクロックの発振安定待機時間の考え方」で説明します。

RX、M16C のクロック設定の手順は、「2.2 クロックの設定手順の相違点」で説明します。

表 2.1 にクロック設定手順の掲載する項を示します。

表 2.1 クロック設定手順の掲載する項

内容	掲載している項
メインクロックをシステムクロックに設定	2.2.1
HOCO クロックをシステムクロックに設定する手順	2.2.2
サブクロックをシステムクロックに設定する手順	2.2.3
PLL クロックをシステムクロックに設定する手順	2.2.4

## 2.1 メインクロックの発振安定待機時間の考え方

RX のメインクロックの発振安定待機時間の考え方を説明します。

メインクロックのウェイトコントロールレジスタ(MOSCWTCR)は、「発振子メーカーが推奨するメインクロックの発振安定時間以上の値」を設定します。

メインクロック発振安定待機時間は、ユーザがソフトウェアによって待つ必要があります。ソフトウェアループなどを作成して、十分な時間待つようにしてください。発振安定フラグレジスタをもつマイコンをご使用の場合は、それぞれの発振安定フラグを確認することで、発振の安定を確認することができます。

メインクロックの発振安定待機時間は「MOSCWTCR レジスタで設定したサイクル期間の 2 倍以上」待つことを推奨します。

図 2.1にメインクロックの発振安定待機時間の考え方を示します。

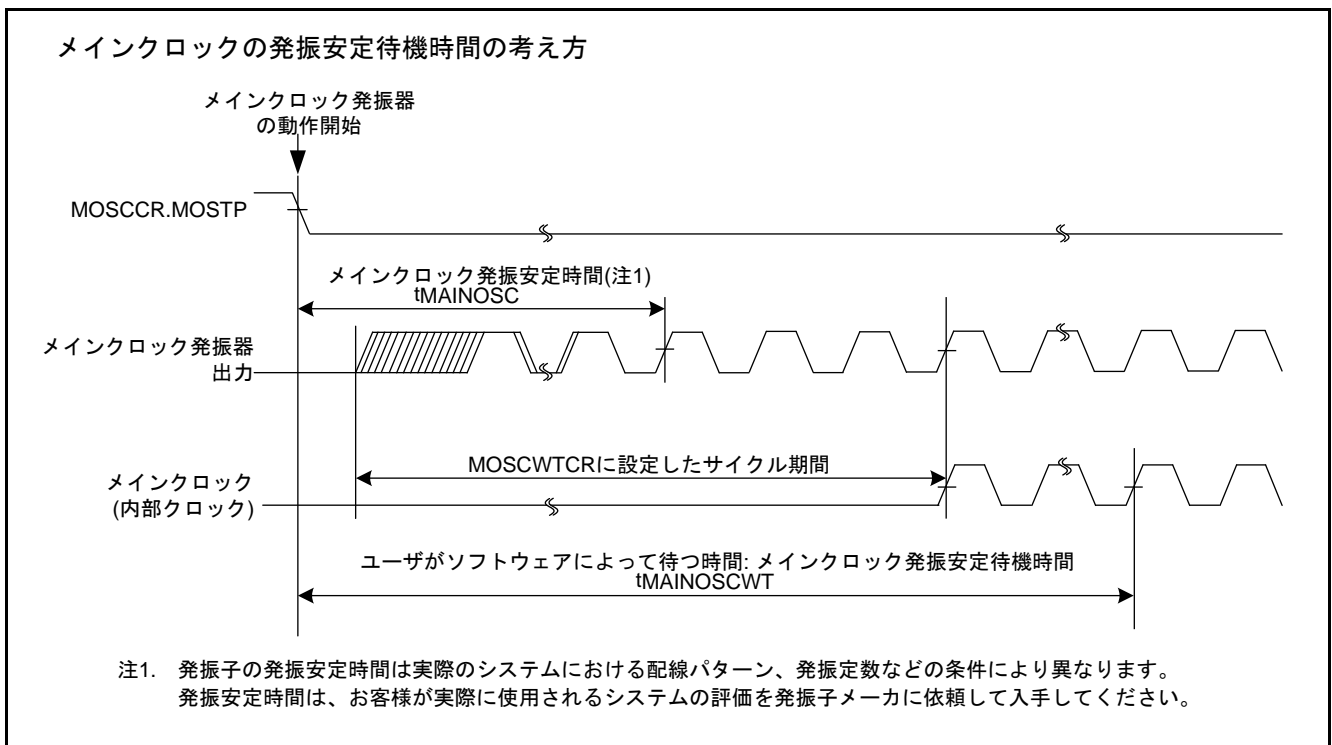


図2.1 メインクロックの発振安定待機時間の考え方

## 2.2 クロックの設定手順の相違点

リセット解除後のクロックからの設定手順の相違点を示します。

サブクロックをシステムクロックにも RTC にも使用しない場合は、サブクロックを停止させる処理が必要です。

サブクロックを停止させる処理、および、クロックの初期設定の詳細は、各グループのアプリケーションノート「初期設定例」を参照してください。

### 2.2.1 メインクロックをシステムクロックに設定する手順の例

メインクロックをシステムクロックに設定する手順(サブクロックをシステムクロックにも RTC にも使用しない場合) の例を示します。

表 2.2 にシステムクロックの設定条件(メインクロック)、表 2.3、表 2.4 にメインクロックに設定する手順の相違点を示します。

表 2.2 システムクロックの設定条件(メインクロック)

項目		条件
システムクロック		メインクロック
分周	システムクロック	分周なし
	周辺モジュールクロック	分周なし
	FlashIF クロック	分周なし
	外部バスクロック	分周なし
メインクロック	発振器ドライブ能力	16MHz~20MHz セラミック発振子リード品以外
	発振器発振源	発振子
	ウェイト時間	131072 サイクル
サブクロック		使用しない

表 2.3 メインクロックに設定する手順の相違点(1 / 2)

手順		RX(RX210 の場合)	M16C(M16C/65C の場合)
1	プロテクト解除	SYSTEM.PRCR.WORD = 0xA507;	prc0 = 1;
2	電圧レギュレータ制御レジスタの設定	SYSTEM.VRCR = 0x00; (注 1)	—
3	サブクロックの停止	サブクロック停止処理 (注 2)	—
4	メインクロック発振器のドライブ能力を設定	SYSTEM.MOFCR.BYTE = 0x30;	cm15 = 1;



表2.4 メインクロックに設定する手順の相違点(2 / 2)

手順		RX(RX210 の場合)	M16C(M16C/65C の場合)
5	メインクロック発振器のウェイトコントロールレジスタを設定	SYSTEM.MOSCWTCR.BYTE = 0x0D; (注 3)	—
6	メインクロック発振器を動作	SYSTEM.MOSCCR.BYTE = 0x00; while (0x00 != SYSTEM.MOSCCR.BYTE) { }	cm05 = 0;
7	発振安定待ち	メインクロックの発振安定待機時間待ち (注 4)	メインクロック発振安定待ち
8	分周の設定	SYSTEM.SCKCR.LONG = 0x00801010; while (0x00801010 != SYSTEM.SCKCR.LONG) { }	—
9	システムクロックの切り替え	SYSTEM.SCKCR3.WORD = 0x0200; while (0x0200 != SYSTEM.SCKCR3.WORD) { }	cm06 = 1; cm11 = 0; cm21 = 0; cm07 = 0;
10	分周の設定	—	cm17 = 1; cm06 = 0; cm1 = cm1 ^ (0xC0); cm16 = 0;
11	プロテクト設定	SYSTEM.PRCR.WORD = 0xA500;	prc0 = 0;

注1 リセット後に一度設定していれば不要です。

注2 詳細は、各グループのアプリケーションノート「初期設定例」を参照してください。

注3 発振子メーカーが推奨するメインクロックの発振安定時間以上の値を設定してください。例は、20MHz のメインクロックの発振安定時間が 4.2ms の場合に、約 6.55ms 待つようにした場合の設定値です。

注4 メインクロック発振安定待機時間は、「MOSCWTCR レジスタで設定したサイクル期間の 2 倍以上」の時間をソフトウェアで待ってください。

### 2.2.2 HOCO クロックをシステムクロックに設定する手順の例

HOCO クロックをシステムクロックに設定する手順(サブクロックをシステムクロックにも RTC にも使用しない場合)を示します。

表 2.5 にシステムクロックの設定条件(HOCO クロック)、表 2.6、表 2.7 に HOCO クロックに設定する手順の相違点を示します。

表2.5 システムクロックの設定条件(HOCO クロック)

項目		条件
システムクロック		HOCO クロック
分周	システムクロック	分周なし
	周辺モジュールクロック	2 分周
	FlashIF クロック	2 分周
	外部バスクロック	2 分周
HOCO	周波数	40MHz
	ウェイト時間	7168 サイクル
	リセット後の発振	リセット後、HOCO 発振が無効 (OFS1 レジスタの HOCOEN ビットが “1” )
サブクロック		使用しない

表2.6 HOCO クロックに設定する手順の相違点(1 / 2)

手順		RX(RX210 の場合)	M16C(M16C/65C の場合)
1	プロテクト解除	SYSTEM.PRCR.WORD = 0xA507;	prc0 = 1;
2	電圧レギュレータ制御レジスタの設定	SYSTEM.VRCR = 0x00; (注 1)	—
3	サブクロックの停止	サブクロック停止処理 (注 2)	—
4	HOCO 周波数選択	SYSTEM.HOCOCR2.BYTE = 0x02	—
5	HOCO のウェイトコントロールレジスタの設定	SYSTEM.HOCOWTCR2.BYTE = 0x02 (注 3)	—
6	HOCO を動作	SYSTEM.HOCOCR.BYTE = 0x00;	fra00 = 1;
7	発振安定待ち	HOCO クロックの発振安定待機時間 (tHOCOWT)待ち (注 4)	40MHz オンチップオシレータが安定するまで(tsu(fOCO40M))待つ

表2.7 HOCO クロックに設定する手順の相違点(2 / 2)

手順	RX(RX210 の場合)	M16C(M16C/65C の場合)
8 分周の設定	SYSTEM.SCKCR.LONG = 0x10811111; while (0x10811111 != SYSTEM.SCKCR.LONG) { }	—
9 システムクロックの切り替え	SYSTEM.SCKCR3.WORD = 0x0100; while (0x0100 != SYSTEM.SCKCR3.WORD) { }	cm06 = 1; fra01 = 1; cm21 = 1; cm07 = 0;
10 分周の設定	—	cm17 = 1; cm06 = 0; cm1 = cm1 ^ (0xC0);
11 プロテクト設定	SYSTEM.PRCR.WORD = 0xA500;	prc0 = 0;

注1 リセット後に一度設定していれば不要です。

注2 詳細は、各グループのアプリケーションノート「初期設定例」を参照してください。

注3 HOCO クロックの周波数が 32MHz/36.864MHz/40MHz のいずれかの場合は、“0010b”を設定してください。50MHz の場合は、“0011b”を設定してください。

注4 HOCO の発振安定待機時間は、tHOCOWT (最大 350  $\mu$ s)以上の時間をソフトウェアで待ってください。

### 2.2.3 サブクロックをシステムクロックに設定する手順の例

サブクロックをシステムクロックに設定する手順(サブクロックを RTC に使用しない場合)を示します。

表 2.8 にシステムクロックの設定条件(サブクロック)、表 2.9、表 2.10 にサブクロックに設定する手順の相違点を示します。

表 2.8 システムクロックの設定条件(サブクロック)

項目		条件
システムクロック		サブクロック
分周	システムクロック	分周なし
	周辺モジュールクロック	分周なし
	FlashIF クロック	分周なし(注 1)
	外部バスクロック	分周なし
サブクロック	発振器ドライブ能力	標準 CL 用ドライブ能力(駆動能力 “High” )
	ウェイト時間	2s+2 サイクル

注1 サブクロックがシステムクロックのときは、フラッシュ書き換えできません。

表 2.9 サブクロックに設定する手順の相違点(1 / 2)

手順		RX(RX210 の場合)	M16C(M16C/65C の場合)
1	プロテクト解除	SYSTEM.PRCR.WORD = 0xA507;	prc0 = 1;
2	電圧レギュレータ制御レジスタの設定	SYSTEM.VRCR = 0x00; (注 1)	—
3	サブクロックを接続するポートを入力ポートに設定	—	pu21 = 0 pd8_6 = 0 pd8_7 = 0
4	サブクロックの発振安定待ち	サブクロックの発振安定待機時間待ち (注 2)	サブクロック発振安定時間待つ
5	サブクロック発振器を停止	SYSTEM.SOSCCR.BYTE = 0x01; while (0x01 != SYSTEM.SOSCCR.BYTE) { } RTC.RCR3.BIT.RTCEN = 0; for (i = 0; i < 3; i++) { dummy = RTC.RCR3.BIT.RTCEN; } while (0 != RTC.RCR3.BIT.RTCEN) { }	—

表2.10 サブクロックに設定する手順の相違点(2 / 2)

手順	RX(RX210 の場合)	M16C(M16C/65C の場合)
6 サブクロック発振停止待ち	サブクロックの 5 サイクル経過待ち	—
7 サブクロックのドライブ能力を設定	<pre>RTC.RCR3.BYTE = 0x0C; for (i = 0; i &lt; 3; i++) { dummy = RTC.RCR3.BYTE; } while (0x0C != RTC.RCR3.BYTE) { }</pre>	cm03 = 1
8 サブクロック発振器のウェイトコントロールレジスタを設定	SYSTEM.SOSWTCR.BYTE = 0x00; (注 3)	—
9 サブクロック発振器を動作	<pre>SYSTEM.SOSCCR.BYTE = 0x00; while (0x00 != SYSTEM.SOSCCR.BYTE) { }</pre>	cm04 = 1
10 サブクロックの発振安定待ち	サブクロックの発振安定待機時間待ち (注 2)	サブクロック発振安定時間を待つ
11 分周の設定	<pre>SYSTEM.SCKCR.LONG = 0x00801010; while (0x00801010 != SYSTEM.SCKCR.LONG) { }</pre>	—
12 システムクロックの切り替え	<pre>SYSTEM.SCKCR3.WORD = 0x0300; while (0x0300 != SYSTEM.SCKCR3.WORD) { }</pre>	cm16 = 1 cm1 = cm1 ^ (0xC0) cm06 = 1 cm07 = 1
13 プロテクト設定	SYSTEM.PRCR.WORD = 0xA500;	prc0 = 0;

注1 リセット後に一度設定していれば不要です。

注2 サブクロック発振安定待機時間は、「SOSWTCR レジスタで設定したサイクル期間の 2 倍以上」の時間をソフトウェアで待ってください。

注3 発振子メーカーが推奨するサブクロックの発振安定時間以上の値を設定してください。例は、サブクロックの発振安定時間が 1.3s の場合に、「2s + 約 61 μs」待つようにした場合の設定値です。

### 2.2.4 PLL クロックをシステムクロックに設定する手順の例

PLL クロックをシステムクロックに設定する手順(サブクロックをシステムクロックにも RTC にも使用しない場合)を示します。

表 2.11 にシステムクロックの設定条件(PLL クロック)、表 2.12、表 2.13 に PLL クロックに設定する手順の相違点を示します。

表2.11 システムクロックの設定条件(PLL クロック)

項目		条件
システムクロック		PLL クロック
分周	システムクロック	2 分周
	周辺モジュールクロック	4 分周
	FlashIF クロック	4 分周
	外部バスクロック	4 分周
メインクロック	発振器ドライブ能力	16MHz~20MHz セラミック発振子リード品以外
	発振器発振源	発振子
	ウェイト時間	131072 サイクル
PLL クロック	PLL 入力分周比/逡倍率	2 分周 8 逡倍
	ウェイト時間	32768 サイクル
サブクロック		使用しない

表2.12 PLL クロックに設定する手順の相違点(1 / 2)

手順		RX(RX210 の場合)	M16C(M16C/65C の場合)
1	プロテクト解除	SYSTEM.PRCR.WORD = 0xA507;	prcr = 0x01
2	電圧レギュレータ制御レジスタの設定	SYSTEM.VRCR = 0x00; (注 1)	—
3	サブクロックの停止	サブクロック停止処理 (注 2)	—
4	メインクロック発振器のドライブ能力を設定	SYSTEM.MOFCR.BYTE = 0x30;	cm15 = 1;
5	メインクロック発振器のウェイトコントロールレジスタを設定	SYSTEM.MOSCWTCR.BYTE = 0x0D; (注 3)	—
6	メインクロック発振器を動作	SYSTEM.MOSCCR.BYTE = 0x00; while (0x00 != SYSTEM.MOSCCR.BYTE) { } }	cm05 = 0;

表2.13 PLL クロックに設定する手順の相違点(2 / 2)

手順	RX(RX210 の場合)	M16C(M16C/65C の場合)
7 発振安定待ち	メインクロックの発振安定待機時間待ち (注 4)	メインクロック発振安定待ち
8 PLL 入力分周比および周波数通倍率を設定	SYSTEM.PLLCR.WORD = 0x0701; (注 5)	plc0 = 0x14; (注 5)
9 PLL クロック発振器のウェイトコントロールレジスタを設定	SYSTEM.PLLWTCR.BYTE = 0x09; (注 6)	—
10 PLL を動作	SYSTEM.PLLCR2.BYTE = 0x00;	plc07 = 1;
11 発振安定待ち	PLL クロックの発振安定待機時間待ち (注 7)	PLL クロックが安定するまで(tsu(PLL))待つ
12 分周の設定	SYSTEM.SCKCR.LONG = 0x21821212; while (0x21821212 != SYSTEM.SCKCR.LONG) { }	—
13 システムクロックの切り替え	SYSTEM.SCKCR3.WORD = 0x0400; while (0x0400 != SYSTEM.SCKCR3.WORD) { }	cm06 = 1; cm11 = 1; cm21 = 0; cm07 = 0
14 分周の設定	—	cm17 = 1; cm06 = 0; cm1 = cm1 ^ (0xC0); cm16 = 0;
15 プロテクト設定	SYSTEM.PRCR.WORD = 0xA500;	prc0 = 0;

注1 リセット後に一度設定していれば不要です。

注2 詳細は、各グループのアプリケーションノート「初期設定例」を参照してください。

注3 発振子メーカーが推奨するメインクロックの発振安定時間以上の値を設定してください。例は、20MHz のメインクロックの発振安定時間が 4.2ms の場合に、約 6.55ms 待つようにした場合の設定値です。

注4 メインクロック発振安定待機時間は、「MOSCWTCR レジスタで設定したサイクル期間の 2 倍以上」の時間をソフトウェアで待ってください。

注5 RX では、PLL 入力分周比選択ビットによる分周後の周波数を 4~12.5MHz に、周波数通倍率設定ビットによる通倍後の周波数を 50~100MHz の範囲に入るように設定してください。M16C では、基準周波数カウンタ設定ビットによる分周後の周波数は 2MHz~5MHz に、PLL 通倍率選択ビットによる通倍後の周波数は f(PLL)の範囲内にしてください。

注6 tPLL1 (最大 500 μs)以上の値を設定する必要があります。例は、PLL クロックが 80MHz の場合に、約 819.2 μs 待つようにした場合の設定値です。

注7 PLL の発振安定待機時間は、tPLLWT1(最小 1.5ms)以上の時間をソフトウェアで待ってください。

### 3. 低消費電力モードの相違点

RX では、消費電力を低減させる機能として、複数の低消費電力モードを用意しています。ここでは、RX210 にある、スリープモード、全モジュールクロックストップモード、ソフトウェアスタンバイモード、ディープソフトウェアスタンバイモードの 4 つのモードと、M16C のウェイトモード、ストップモードとの相違点を説明します。

表 3.1 に RX と M16C の低消費電力モードの相違点を示します。

#### 3.1 スリープモード

スリープモードは、M16C のウェイトモードと類似した機能で、CPU を停止させるモードです。RX では、スリープモードからの復帰時に、自動的にクロックソースを切り替える機能があります。

#### 3.2 ソフトウェアスタンバイモード

ソフトウェアスタンバイモードは、M16C のストップモードと類似した機能で、CPU と全ての周辺機能、および、発振器を停止させるモードです。

#### 3.3 全モジュールクロックストップモード

全モジュールクロックストップモードは、CPU とすべて周辺機能を停止させるモードです。全モジュールクロックストップモードに遷移する場合は、モジュールストップ機能を使用して、すべて周辺機能をモジュールストップ状態にしてから遷移させてください。また、通常動作モード時にも、周辺機能ごとに停止させることができます。詳細は、「7.1.3 モジュールストップ機能」を参照してください。

#### 3.4 ディープソフトウェアスタンバイモード

ディープソフトウェアスタンバイモードは、CPU、周辺機能、および、発振器の電源供給を停止させるモードです。電源供給を停止させるため、大幅に消費電流を小さくすることができます。また、このモードでも、リアルタイムクロックを動作させることができます。ディープソフトウェアスタンバイモードの解除は、リセットでのみ行うことができます。



表3.1 RX と M16C の低消費電力モードの相違点

項目	RX(RX210 の場合)				M16C(M16C/65C の場合)	
	大	→ 小			大	→ 小
消費電力	スリープモード	全モジュール クロックストップ モード	ソフトウェア スタンバイモード	ディープ ソフトウェア スタンバイモード	ウェイトモード	ストップモード
CPU	—	—	—	—(注 1)	—	—
メインクロック その他のクロック	○	○	—	—	○	—
サブクロック	○	○	○	○	○	—
RAM	○	—	—	—(注 1)	○	○
フラッシュメモリ	○	—	—	—	○	—
ウォッチドッグタイマ	—	—	—	—(注 1)	○	—
独立ウォッチドッグタイマ	○	○	○	—(注 1)	機能なし	機能なし
リアルタイムクロック	○	○	○	○	○	—
8ビットタイマ	○	○	—	—(注 1)	機能なし	機能なし
その他の周辺機能	○	—	—	—(注 1)	○	—
概要	CPU を停止させるモード	CPU と全ての周辺機能を停止させるモード (一部の周辺機能を除く)	CPU と全ての周辺機能、発振器を停止させるモード (サブクロックと IWDTC、RTC のみ動作可能)	全ての機能への電源供給を停止するモード (サブクロックと RTC のみ動作させることが可能)	CPU を停止させるモード	CPU と全ての周辺機能、発振器を停止させるモード

○：動作可能、—：停止

注1 電源供給を停止するため、CPU、内蔵周辺機能（RTC アラーム、RTC 周期、SCL-DS、SDA-DS を除く）のレジスタ内容、RAM のデータが不定となります。

#### 4. 動作電力低減機能について

RX には、動作中の消費電力を抑える機能として、動作電力低減機能が搭載されています。

動作電力低減機能には、高速動作モード、中速動作モード、低速動作モードがあり、低速になるほど消費電力を抑えられます。モードごとに使用できる電源電圧、クロック、周波数が異なりますので、使用条件に応じて、適切なモードを選択してください。クロックを低速にする場合と高速にする場合で、動作電力制御モードを変更する手順が異なります。

■クロックを低速にして CPU の消費電力を抑えたい場合

- (1)クロックソース、分周比の切り替え設定する。
- (2)動作電力制御モードを変更する。

■クロックを高速にして CPU を高速で動作させたい場合

- (1)動作電力制御モードを変更する。
- (2)クロックソース、分周比の切り替え設定する。

M16C の通常動作モードに、高速モード、中速モード、低速モードなどの類似の用語がありますが、これは、CPU が動作するクロックの違いを指すもので、RX のものと異なります。

#### 5. クロック周波数精度測定回路について

RX には、クロックの周波数を監視し、周波数の異常を検出できる機能が搭載されています。RX210 には、クロック周波数精度測定回路(CAC)が搭載されています。

クロック周波数精度測定回路 (CAC) は、MCU 外部から入力される基準信号や他のクロックソースをもとにクロックの周波数を監視し、測定の終了または設定した範囲を外れた場合に割り込みを発生する機能です。

例えば、内蔵のオンチップオシレータでサブクロックの周波数を監視し、サブクロックに異常が発生し停止した場合に、割り込みを発生させることができます。

## 6. 発振停止検出機能について

クロックの発振停止機能の相違点を示します。

RX と M16C で発振停止検出後のクロックなど一部機能が異なります。

表 6.1 に発振停止検出機能の相違点を示します。

表6.1 発振停止検出機能の相違点

発振停止時のクロック	発振停止検出後のクロック	
	RX(RX210 の場合)	M16C(M16C/65C の場合)
メインクロック	低速オンチップオシレータ	低速オンチップオシレータ
サブクロック	変わらない (サブクロックのまま)	
低速オンチップオシレータ	変わらない (低速オンチップオシレータのまま)	
高速オンチップオシレータ	変わらない (高速オンチップオシレータのまま)	
PLL クロック	変わらない (PLL クロックのまま(注 1))	変わらない (PLL クロックのまま(注 1))

注1 ただし、周波数は、自励発振周波数となります。

## 7. I/O レジスタのアクセスについて

RX での I/O レジスタのアクセスについて説明します。

RX では、I/O レジスタに書き込み時、CPU は書き込み完了を待たずに後続の命令を実行できます。また、I/O レジスタアクセスは、周辺機能の動作クロックでアクセスされます。このため、アクセスする I/O レジスタの周辺機能のクロックが CPU のクロックよりも遅い場合など、I/O レジスタへの書き込みによる設定が、反映される前に、後続の命令が実行されることがあります。

割り込み要求許可ビット(ICU.IERn.IENj ビット)のクリアを行い、割り込み要求を禁止とした状態で後続の命令を実行させたい場合や、低消費電力状態へ遷移するための前処理に続いて WAIT 命令を実行する場合など、I/O レジスタの設定変更が反映された状態で後続の命令を実行させなければならないときには、書き込みの完了を待ってから後続の命令を実行するようにしてください。

表 7.1 に I/O レジスタ書き込み値の反映待ちの命令例を示します。

表7.1 I/O レジスタ書き込み値の反映待ちの命令例

手順	命令例
1 I/O レジスタの書き込み	MOV.L #SFR_ADDR, R1
2 書き込んだ I/O レジスタの値を汎用レジスタに読み出し	MOV.B #SFR_DATA, [R1] CMP [R1].UB, R1
3 読み出し値を使って演算を実行	
4 後続の命令を実行	

## 8. RX ユーザーズマニュアルハードウェア編の関連する章

M16C から RX に置き換えるときは、ユーザーズマニュアルハードウェア編の以下の章を参考にしてください。

- ・ I/O レジスタ
- ・ クロック発生回路
- ・ 消費電力低減機能
- ・ レジスタライトプロテクション機能
- ・ リアルタイムクロック

## 9. 付録

### 9.1 M16C から RX へ置き換えるときのポイント

M16C 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。

#### 9.1.1 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 9.1に、RX と M16C の割り込みの発生条件についての比較表を示します。

表9.1 RX と M16C の割り込みの発生条件についての比較表

項目	RX	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	IPR[3:0]ビットで設定します。	ILVL2~ILVL0 ビットで設定します。
割り込み要求許可	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。

### 9.1.2 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

表 9.2にRX と M16C 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9.2 RX と M16C の周辺機能端子の入出力設定についての比較表

機能	RX(RX210 の場合)	M16C(M16C/65C の場合)
端子の機能選択	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。	M16C グループにはありません。(注 1) 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/周辺機能の切り替え	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。	

注1 M32C グループ、R32C グループには、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。

### 9.1.3 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。

## 9.2 I/O レジスタマクロ

RX の I/O レジスタの定義(iodefine.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 9.3 にマクロの使用例を示します。

表9.3 マクロの使用例

マクロ	使用例
IR("module name", "bit name")	<b>IR(MTU0, TGIA0) = 0 ;</b> 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。
IEN("module name", "bit name")	<b>IEN(MTU0, TGIA0) = 1 ;</b> 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")	<b>IPR(MTU0, TGIA0) = 0x02 ;</b> 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")	<b>MSTP(MTU) = 0 ;</b> 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")	<b>#pragma interrupt (Excep_MTU0_TGIA0 (vect=VECT(MTU0, TGIA0))</b> MTU0 の TGIA0 に対応した割り込み関数を宣言します。

## 9.3 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 9.4にRX と M16C 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9.4 RX と M16C 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	
	RX	M16C
I フラグを “1” にする	setpsw_i (); (注 1)	asm(“fset i”);
I フラグを “0” にする	clrpsw_i (); (注 1)	asm(“fclr i”);
WAIT 命令に展開します。	wait(); (注 1)	asm(“wait”);
NOP 命令に展開します。	nop(); (注 1)	asm(“nop”);

注1 “machine.h” のインクルードが必要です。

## 10. 参考ドキュメント

ユーザーズマニュアル：ハードウェア

RX210 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 Rev.1.50 (R01UH0037JJ)

M16C/65C グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 Rev.1.10 (R01UH0093)

RX210 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

RX ファミリ C/C++コンパイラパッケージ V.1.01 ユーザーズマニュアル Rev.1.00 (R20UT0570JJ)

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

<http://japan.renesas.com>

お問合せ先

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



改訂記録	M16C から RX への置き換えガイド クロック編
------	----------------------------

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2014.04.01	—	初版発行

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。

## 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. リザーブアドレスのアクセス禁止

【注意】リザーブアドレス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、事前に問題ないことをご確認下さい。

同じグループのマイコンでも型名が違うと、内部メモリ、レイアウトパターンの相違などにより、特性が異なる場合があります。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。

## 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、お客様または第三者に生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
2. 本資料に記載されている情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、誤りがないことを保証するものではありません。万一、本資料に記載されている情報の誤りに起因する損害がお客様に生じた場合においても、当社は、一切その責任を負いません。
3. 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に関し、当社は、何らの責任を負うものではありません。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. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。かかる改造、改変、複製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）、交通用信号機器、  
防災・防犯装置、各種安全装置等  
当社製品は、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（原子力制御システム、軍事機器等）に使用されることを意図しておらず、使用することはできません。たとえ、意図しない用途に当社製品を使用したことによりお客様または第三者に損害が生じても、当社は一切その責任を負いません。なお、ご不明点がある場合は、当社営業にお問い合わせください。
6. 当社製品をご使用の際は、当社が指定する最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他の保証範囲内でご使用ください。当社保証範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障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、当社製品は耐放射線設計については行っていません。当社製品の故障または誤動作が生じた場合も、人身事故、火災事故、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い合わせください。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。お客様がかかる法令を遵守しないこと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。
9. 本資料に記載されている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。また、当社製品および技術を大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的その他軍用用途に使用しないでください。当社製品または技術を輸出する場合は、「外国為替及び外国貿易法」その他輸出関連法令を遵守し、かかる法令の定めるところにより必要な手続きを行ってください。
10. お客様の転売等により、本ご注意書き記載の諸条件に抵触して当社製品が使用され、その使用から損害が生じた場合、当社は何らの責任も負わず、お客様にてご負担して頂きますのでご了承ください。
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。

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とその総株主の議決権の過半数を直接または間接に保有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。



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 〒100-0004 千代田区大手町2-6-2（日本ビル）

■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：<http://japan.renesas.com/contact/>