

## 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：A/D、D/Aコンバータ編

#### 要旨

本アプリケーションノートでは、M32C/R32C シリーズ、RX ファミリの A/D コンバータ、D/A コンバータ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。

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
周辺機能のレジスタ	SFR	I/Oレジスタ

## 目次

1. A/Dコンバータ、D/Aコンバータの概要相違点 .....	4
1.1 A/Dコンバータ .....	4
1.2 D/Aコンバータ .....	8
2. A/Dコンバータの機能相違点 .....	9
2.1 センサの出力1本をA/D変換する動作例 .....	9
2.2 応答性の異なるセンサの出力2本をA/D変換する動作例 .....	10
3. 付録 .....	11
3.1 M32C/R32CからRXへ置き換えるときのポイント .....	11
3.1.1 割り込み .....	11
3.1.2 モジュールストップ機能 .....	11
3.1.3 入出力ポート .....	12
3.2 I/Oレジスタマクロ .....	13
3.3 組み込み関数 .....	13
4. 参考ドキュメント .....	14

## 1. A/Dコンバータ、D/Aコンバータの概要相違点

## 1.1 A/Dコンバータ

ここでは、A/Dコンバータの概要相違点について説明します。

表1.1にM32C/87とRX660のA/Dコンバータにおける概要相違点を、表1.2にR32C/118とRX660のA/Dコンバータにおける概要相違点を示します。

表1.1 M32C/87とRX660のA/Dコンバータにおける概要相違点

項目	M32C(M32C/87)	RX(RX660)
	A/Dコンバータ	12ビットA/Dコンバータ
A/D変換方式	逐次比較変換方式(容量結合増幅器)	逐次比較方式
アナログ入力電圧	0V~AVCC(3.0V~5.5V)	0V~AVCC0(3.0V~5.5V)
動作クロック	<ul style="list-style-type: none"> <li>・fAD</li> <li>・fADの2分周</li> <li>・fADの3分周</li> <li>・fADの4分周</li> <li>・fADの6分周</li> <li>・fADの8分周</li> </ul>	周辺モジュールクロックPCLKBとA/D変換クロックADCLKを以下の分周比で設定可能 PCLK : ADCLK分周比 = 1 : 1、1 : 2、2 : 1、4 : 1
分解能	8ビット、10ビット	12ビット
動作モード	<ul style="list-style-type: none"> <li>・単発モード</li> <li>・繰り返しモード</li> <li>・単掃引モード</li> <li>・繰り返し掃引モード0</li> <li>・繰り返し掃引モード1</li> <li>・マルチポート単掃引モード</li> <li>・マルチポート繰り返し掃引モード0</li> </ul>	シングルスキャンモード 連続スキャンモード グループスキャンモード (ダブルトリガモードが選択可)
アナログ入力端子	34本 <sup>(注1)</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>・AN0~AN7</li> <li>・AN0_0~AN0_7</li> <li>・AN2_0~AN2_7</li> <li>・AN15_0~AN15_7<sup>(注2)</sup></li> <li>・ANEX0、ANEX1</li> </ul>	24本 <ul style="list-style-type: none"> <li>・アナログ入力用 24本</li> </ul>
内部生成のアナログ入力	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・温度センサ用 1本</li> <li>・内部基準電圧用 1本</li> <li>・自己診断用 1本</li> </ul>
A/D変換開始条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ソフトウェアトリガ</li> <li>・外部トリガ<sup>(注3)</sup></li> <li>・ハードウェアトリガ</li> </ul> (三相モータ制御用タイマ機能のタイマB2割り込み要求時)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ソフトウェアトリガ</li> <li>・非同期トリガ(ADTRG0#端子)<sup>(注4)</sup></li> <li>・同期トリガ</li> </ul> (MTU、ELC、TMRからのトリガ)
サンプル&ホールド機能	あり	あり
消費電力低減機能	あり	モジュールストップ状態への設定が可能
A/D変換値加算機能	—	あり

項目	M32C(M32C/87)	RX(RX660)
	A/Dコンバータ	12ビット A/Dコンバータ
自己診断機能	—	自己診断機能、アナログ入力断線検出アシスト機能
イベントリンク機能	—	イベント信号の入力により、A/D変換開始が可能
割り込み	A/D変換割り込み	スキャン終了割り込み(S12ADI、S12GBADI、S12GCADI) コンペア割り込み(S12CMPAI、S12CMPBI)
変換サイクル	<ul style="list-style-type: none"> <li>AVCC=3.0V~3.6Vの場合 8bit時：4.9μs (1チャンネルあたり、φAD=10MHz時<sup>(注5)</sup>)</li> <li>AVCC=4.2V~5.5Vの場合 10bit時：2.06μs 8bit時：1.75μs (1チャンネルあたり、φAD=16MHz時<sup>(注6)</sup>)</li> </ul>	0.9μs (1チャンネルあたり、ADCLK = 60MHz動作時)
誤差	<ul style="list-style-type: none"> <li>AVCC=3.3Vの場合 (DNL 微分非直線性誤差) ±1LSB(MAX) (INL 積分非直線性)  ±2LSB(MAX) 例(3.3V、8bitの場合)： ±25.781mV(MAX)の誤差<sup>(注7)</sup></li> <li>AVCC=5.5Vの場合 (DNL 微分非直線性誤差) ±1LSB(MAX) (INL 積分非直線性) AN_0~AN_7、AN0_0~AN0_7、 AN2_0~AN2_7、AN15_0~AN15_7<sup>(注2)</sup>、 ANEX0、ANEX1 : ±3LSB(MAX) 外部オペアンプ接続モード : ±7LSB(MAX) 例(5.0V、10bitの場合)： ±14.648mV(MAX)の誤差<sup>(注7)</sup></li> </ul>	(DNL 微分非直線性誤差) ±1LSB(TYP) (INL 積分非直線性誤差) ±1.5LSB(TYP)、 ±2.5LSB(MAX) 例(3.3Vの場合)： ±2.014mV(MAX)の誤差 <sup>(注7)</sup>

注1. 144ピン版の数値です。100ピン版では26本です。

注2. 100ピン版にAN15\_0~AN15\_7端子はありません。

注3. A/D変換中に外部トリガが入力された場合、変換中のA/D変換を中断し、再度A/D変換を開始する。

注4. A/D変換中に非同期トリガが入力された場合、変換中のA/D変換を継続する。

注5. 10MHz以下にしてください。f(CPU)(=fAD)が24MHzの場合は3分周し、φADを8MHzにして使用してください。このとき、AD変換時間は6.1μsになります。

注6. f(XIN)が16MHzを超える場合は分周し、φADを16MHz以下にしてください。

注7. 電气的特性に示された条件から計算した電圧値であり、実際の誤差とは異なります。

表1.2 R32C/118 と RX660 の A/D コンバータにおける概要相違点

項目	R32C(R32C/118)	RX(RX660)
	A/D コンバータ	12ビット A/D コンバータ
A/D 変換方式	逐次比較変換方式(容量結合増幅器)	逐次比較方式
アナログ入力電圧	0V~AVCC(3.0V~5.5V)	0V~AVCC0(3.0V~5.5V)
動作クロック	fAD、fAD の 2 分周、fAD の 3 分周、fAD の 4 分周、fAD の 6 分周または fAD の 8 分周	周辺モジュールクロック PCLKB と A/D 変換クロック ADCLK を以下の分周比で設定可能 PCLK : ADCLK 分周比 = 1 : 1、1 : 2、2 : 1、4 : 1
分解能	8ビット、10ビット	12ビット
動作モード	<ul style="list-style-type: none"> <li>・単発モード</li> <li>・繰り返しモード</li> <li>・単掃引モード</li> <li>・繰り返し掃引モード 0</li> <li>・繰り返し掃引モード 1</li> <li>・マルチポート単掃引モード</li> <li>・マルチポート繰り返し掃引モード 0</li> </ul>	シングルスキャンモード 連続スキャンモード グループスキャンモード (ダブルトリガモードが選択可)
アナログ入力端子	34本 <sup>(注1)</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>・AN0~AN7</li> <li>・AN0_0~AN0_7</li> <li>・AN2_0~AN2_7</li> <li>・AN15_0~AN15_7<sup>(注2)</sup></li> <li>・ANEX0、ANEX1</li> </ul>	24本 <ul style="list-style-type: none"> <li>・アナログ入力用 24本</li> </ul>
内部生成のアナログ入力	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・温度センサ用 1本</li> <li>・内部基準電圧用 1本</li> <li>・自己診断用 1本</li> </ul>
A/D 変換開始条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ソフトウェアトリガ</li> <li>・外部トリガ<sup>(注3)</sup></li> <li>・ハードウェアトリガ (三相モータ制御用タイマ機能のタイマ B2 割り込み要求時)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ソフトウェアトリガ</li> <li>・非同期トリガ(ADTRG0#端子)<sup>(注4)</sup></li> <li>・同期トリガ (MTU、ELC、TMR からのトリガ)</li> </ul>
サンプル&ホールド機能	あり	あり
消費電力低減機能	あり	モジュールストップ状態への設定が可能
A/D 変換値加算機能	—	あり
自己診断機能	—	自己診断機能、アナログ入力断線検出アシスト機能
イベントリンク機能	—	イベント信号の入力により、A/D 変換開始が可能
割り込み	A/D 変換割り込み	スキャン終了割り込み(S12ADI、S12GBADI、S12GCADI) コンペア割り込み(S12CMPAI、S12CMPBI)

項目	R32C(R32C/118)	RX(RX660)
	A/D コンバータ	12ビット A/D コンバータ
変換サイクル	<ul style="list-style-type: none"> <li>AVCC=3.0V~3.6V の場合 10bit、サンプル&amp;ホールドあり：3.3μs 8bit、サンプル&amp;ホールドあり：2.8μs (1チャンネルあたり、φAD=10MHz 時)</li> <li>AVCC=4.2V~5.5V の場合 10bit、サンプル&amp;ホールドあり：2.06μs 10bit、サンプル&amp;ホールドなし：3.69μs 8bit、サンプル&amp;ホールドあり：1.75μs 8bit、サンプル&amp;ホールドなし：3.06μs (1チャンネルあたり、φAD=16MHz 時)</li> </ul>	0.9μs (1チャンネルあたり、ADCLK = 60MHz 動作時)
誤差	<ul style="list-style-type: none"> <li>AVCC=3.3V の場合 (DNL 微分非直線性誤差) ±1LSB(MAX) (INL 積分非直線性) AN_0~AN_7、AN0_0~AN0_7、 AN2_0~AN2_7、AN15_0~AN15_7<sup>(注2)</sup>、 ANEX0、ANEX1 : ±5LSB(MAX) 外部オペアンプ接続モード : ±7LSB(MAX) 例(3.3V の場合) : ±16.113mV(MAX)の誤差<sup>(注5)</sup></li> <li>AVCC=5.0V の場合 (DNL 微分非直線性誤差) ±1LSB(MAX) (INL 積分非直線性) AN_0~AN_7、AN0_0~AN0_7、 AN2_0~AN2_7、AN15_0~AN15_7<sup>(注2)</sup>、 ANEX0、ANEX1 : ±3LSB(MAX) 外部オペアンプ接続モード : ±7LSB(MAX) 例(5.0V の場合) : ±14.648mV(MAX)の誤差<sup>(注5)</sup></li> </ul>	(DNL 微分非直線性誤差) ±1LSB(TYP) (INL 積分非直線性誤差) ±1.5LSB(TYP)、 ±2.5LSB(MAX)  例(3.3V の場合) : ±2.014mV(MAX)の誤差 <sup>(注5)</sup>

注1. 144ピン版の数値です。100ピン版では26本です。

注2. 100ピン版にはAN15\_0~AN15\_7端子はありません。

注3. A/D変換中に外部トリガが入力された場合、変換中のA/D変換を中断し、再度A/D変換を開始する。

注4. A/D変換中に非同期トリガが入力された場合、変換中のA/D変換を継続する。

注5. 電気的特性に示された条件から計算した電圧値であり、実際の誤差とは異なります。

## 1.2 D/A コンバータ

ここでは、D/A コンバータの概要相違点について説明します。

表1.3にM32C/87とRX660のD/Aコンバータにおける概要相違点を、表1.4にR32C/118とRX660のD/Aコンバータにおける概要相違点を示します。

表1.3 M32C/87 と RX660 の D/A コンバータにおける概要相違点

項目	M32C(M32C/87)	RX(RX660)
	D/A コンバータ	12 ビット D/A コンバータ
分解能	8 ビット	12 ビット
チャンネル 0,1 の D/A 変換	—	個別制御/一括許可を <b>選択可能</b>
フォーマット 選択	—	データレジスタの右詰め、左詰めを <b>選択可能</b>
アナログ出力 端子	2 本 ・ DA0、DA1	2 本 ・ DA0、DA1
消費電力低減 機能	—	<b>モジュールストップ状態への設定が可能</b>
イベントリンク 機能	—	<b>イベント信号の入力により、D/A0 変換開始が可能</b>

表1.4 R32C/118 と RX660 の D/A コンバータにおける概要相違点

項目	R32C(R32C/118)	RX(RX660)
	D/A コンバータ	12 ビット D/A コンバータ
分解能	8 ビット	12 ビット
チャンネル 0,1 の D/A 変換	—	個別制御/一括許可を <b>選択可能</b>
フォーマット 選択	—	データレジスタの右詰め、左詰めを <b>選択可能</b>
アナログ出力 端子	2 本 ・ DA0、DA1	2 本 ・ DA0、DA1
消費電力低減 機能	—	<b>モジュールストップ状態への設定が可能</b>
イベントリンク 機能	—	<b>イベント信号の入力により、D/A0 変換開始が可能</b>

## 2. A/Dコンバータの機能相違点

A/DコンバータでA/D変換を行う場合の相違点について説明します。

ここでは、表2.1に示す内容をRX660グループ、M32C/R32CシリーズのA/Dコンバータで動作させる方法について説明します。

表2.1 A/Dコンバータの動作例に対して使用するモード

No	動作例	M32C/R32C	RX
1	センサの出力1本をA/D変換する (図2.1に示す動作を参照)	単発モード	シングルスキャンモード
2	応答性の異なるセンサの出力2本を A/D変換する (図2.2に示す動作を参照)	単掃引モード	グループスキャンモード

### 2.1 センサの出力1本をA/D変換する動作例

図2.1に示すタイミングにおいて、RX660グループ、M32C/R32Cシリーズでの動作例を説明します。使用するモードは表2.1を参照してください。

[RX660、M32C/R32Cの動作例(共通)]

(1) 変換開始時

A/D変換を開始する。

(2) A/D変換完了時

A/D変換が完了すると、A/Dレジスタに変換結果が格納され、A/D変換完了の割り込み要求が発生する。割り込み処理内で、A/D変換結果を読み出す。

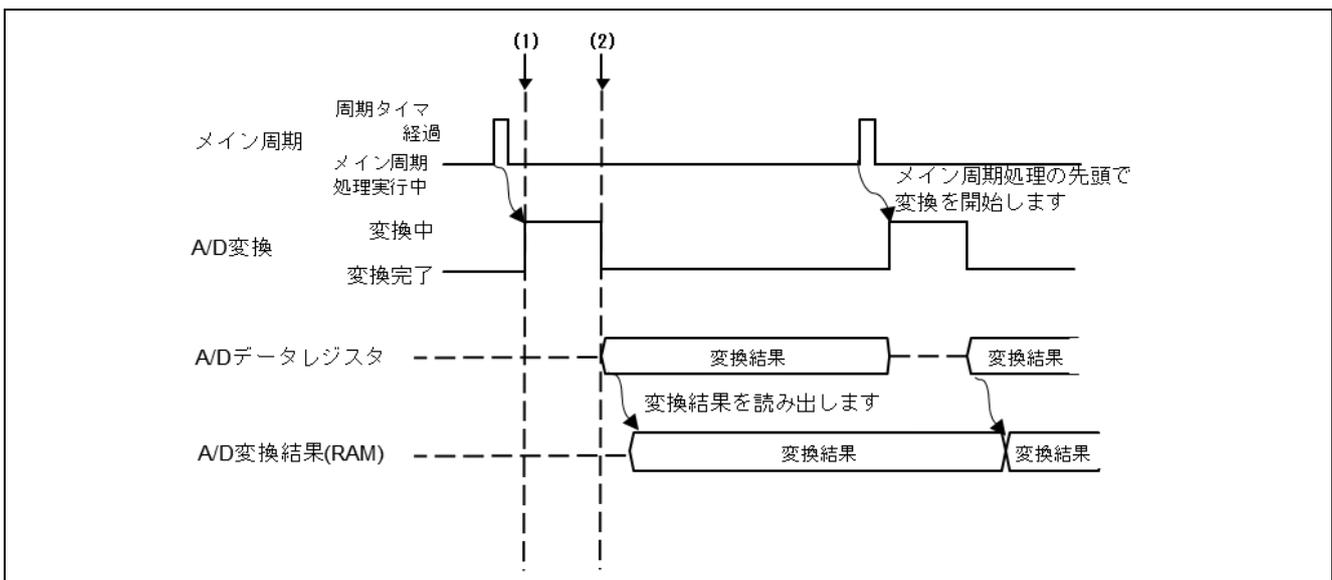


図2.1 センサの出力1本をA/D変換するタイミング

## 2.2 応答性の異なるセンサの出力2本をA/D変換する動作例

図2.2に示すタイミングにおいて、RX660グループ、M32C/R32Cシリーズでの動作例を説明します。使用するモードは表2.1を参照してください。

### [RX660の動作例]

応答性の良いセンサはMTU0のTGRA0要因で変換を開始するA/Dチャンネル0で、応答性の悪いセンサはMTU0のTGRB0要因で変換を開始するA/Dチャンネル1で変換します。

- (1) 変換開始時  
TGRA0要因が発生して、A/Dチャンネル0のA/D変換を開始する。
- (2) A/Dチャンネル0のA/D変換が完了時  
A/Dチャンネル0のA/D変換が完了する。
- (3) A/Dチャンネル1のA/D変換が開始時  
A/D変換の開始トリガから約150 $\mu$ s経過後にTGRB0要因が発生し、A/Dチャンネル1のA/D変換を開始する。
- (4) A/Dチャンネル1のA/D変換が完了時  
A/Dチャンネル1のA/D変換が完了する。全てのA/D変換が完了すると、A/D変換完了の割り込み要求が発生する。割り込み処理内では、A/D変換結果を読み出す。

### [M32C/R32Cの動作例]

応答性の良いセンサはA/Dチャンネル0で、応答性の悪いセンサはA/Dチャンネル5で単掃引モードを使ってA/D変換します。約150 $\mu$ sの変換待ちは、AN0～AN4端子の変換時間で確保します。

- (1) 変換開始時  
A/Dチャンネル0のA/D変換を開始する。
- (2) A/Dチャンネル0のA/D変換が完了時  
A/Dチャンネル0のA/D変換が完了する。
- (3) A/Dチャンネル5のA/D変換が開始時  
A/Dチャンネル5のA/D変換を開始する。
- (4) A/Dチャンネル5のA/D変換が完了時  
A/Dチャンネル5のA/D変換が完了する。全てのA/D変換が完了すると、A/D変換完了の割り込み要求が発生する。割り込み処理内では、A/D変換結果を読み出す。

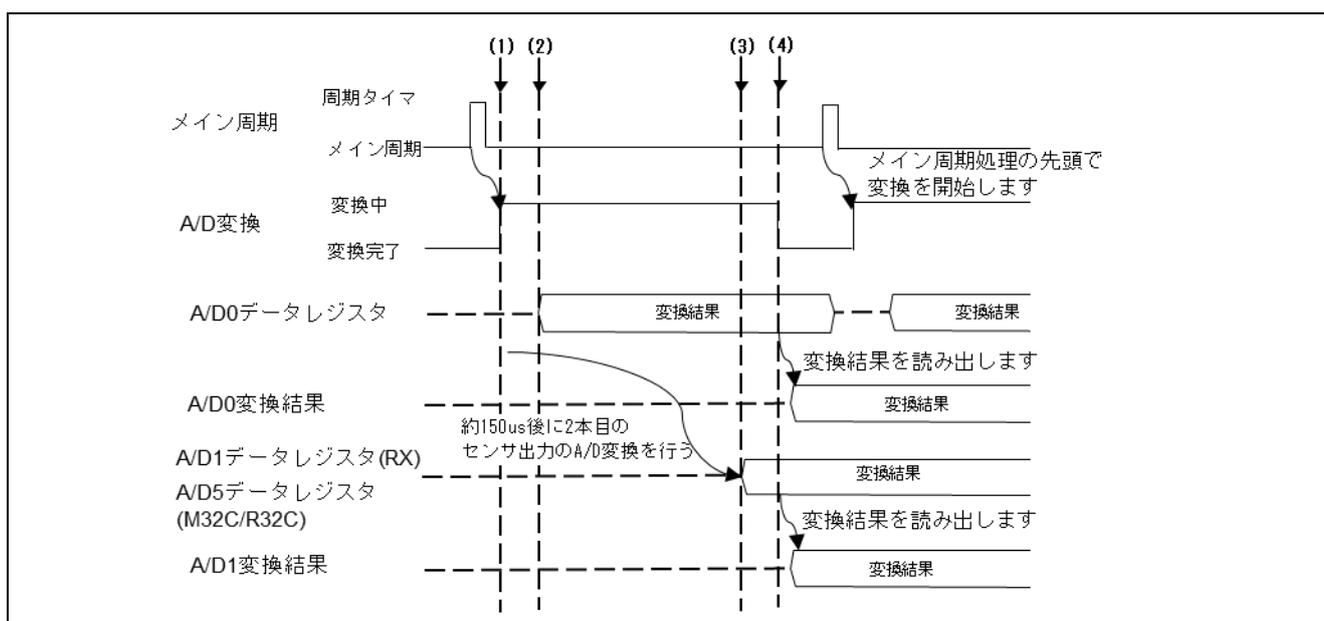


図2.2 応答性の異なるセンサの出力2本をA/D変換するタイミング

### 3. 付録

#### 3.1 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。

##### 3.1.1 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3.1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3.1 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。

##### 3.1.2 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。

### 3.1.3 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3.2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3.3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3.2 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3.3 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。

### 3.2 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3.4にマクロの使用例を示します。

表3.4 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。
DTCE("module name", "bit name")	<b>DTCE (MTU0, TGIA0) = 1 ;</b> 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")	<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。

### 3.3 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3.5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3.5 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。

#### 4. 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、ノイズ幅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)

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