

RA ファミリ、M16C ファミリ

M16C から RA 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、M16C ファミリ、RA 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

- 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
周辺機能のレジスタ	I/O レジスタ	SFR

目次

1. A/D コンバータ、D/A コンバータの機能相違点.....	3
2. A/D コンバータ(RA/M16C)の機能および設定手順の相違点.....	5
2.1 設定手順の相違点(1 本のアナログ入力を A/D 変換).....	7
2.2 設定手順の相違点(2 本のアナログ入力を A/D 変換).....	8
3. D/A コンバータ(RA/M16C)の機能および設定手順の相違点.....	9
3.1 設定手順の相違点(周期的な 2 チャンネルの D/A 出力).....	9
4. 付録.....	10
4.1 M16C から RA へ置き換えるときのポイント.....	10
4.1.1 割り込み.....	10
4.1.2 入出力ポート.....	11
4.1.3 モジュールストップ機能.....	11
4.2 Flexible Software Package (FSP).....	12
5. 参考ドキュメント.....	13
改訂記録.....	14

1. A/D コンバータ、D/A コンバータの機能相違点

表 1-1 に RA6M3 グループと M16C/65C グループの A/D コンバータの相違点を、表 1-2 に RA6M3 グループと M16C/65C グループの D/A コンバータの相違点を示します。

表 1-1 A/D コンバータ(RA/M16C)の機能相違点

項目	RA (RA6M3)	M16C
A/D 変換方式	逐次比較方式	逐次比較変換方式
アナログ入力電圧	0V~AVCC0(2.7V~3.6V)	0V~AVCC(3.0V~5.5V)
動作クロック	周辺モジュールクロック PCLKB と A/D 変換クロック PCLKC(ADCLK)を以下の分周比で設定可能 PCLK:PCLKC(ADCLK)分周比 = 1:1、2:1、4:1、8:1、1:2、1:4	f1、f1 の 2 分周、f1 の 3 分周、f1 の 4 分周、f1 の 6 分周、f1 の 12 分周、fOCO40M の 2 分周、fOCO40M の 3 分周、fOCO40M の 4 分周、fOCO40M の 6 分周、または fOCO40M の 12 分周
分解能	12 ビット	10 ビット
動作モード	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)	単発モード 繰り返しモード 単掃引モード 繰り返し掃引モード 0 繰り返し掃引モード 1
アナログ入力端子	24 本 - AN000~AN007 - AN016~AN020 - AN100~AN103 - AN105~AN107 - AN116~AN119	26 本 - AN0~AN7 - AN0_0~AN0_7 - AN2_0~AN2_7 - ANEX0、ANEX1
内部生成の アナログ入力	- 温度センサ用 1 本 - 内部基準電圧用 1 本	—
A/D 変換開始条件	- ソフトウェアトリガ - 非同期トリガ(ADTRG0 端子および ADTRG1 端子)^(注 1) - 同期トリガ(ELC からのトリガ)	- ソフトウェアトリガ - 外部トリガ^(注 2)
サンプル & ホールド機能	あり	あり
消費電力低減機能	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機能	断線検知アシスト機能
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	—

項目	RA (RA6M3)	M16C
割り込み	• ADC12i_ADI : A/D スキャン終了割り込み • ADC12i_GBADI : グループ B の A/D スキャン終了割り込み • ADC12i_CMPAI : ウィンドウ A のコンペアマッチ • ADC12i_CMPBI : ウィンドウ B のコンペアマッチ • ADC12i_WCMPPM : コンペアマッチ • ADC12i_WCMPUM : コンペア不一致	A/D 変換割り込み
変換サイクル	0.4 μ s (1 チャンネル当たり、PCLKC(ADCLK) = 60MHz 時)	1.6 μ s (1 チャンネル当たり、 ϕ AD=25MHz 時)
誤差	(DNL 微分非直線性誤差) ± 0.5 LSB(TYP) (INL 積分非直線性誤差) ± 1 LSB(TYP)、 ± 2.5 LSB(MAX) (3.3V の場合) : ± 2.014 mV(MAX)の誤差 ^(注3)	(積分非直線性) AN0~AN7、AN0_0~AN0_7、 AN2_0~AN2_7 入力 : ± 3 LSB(MAX) ANEX0、ANEX1 入力 : ± 3 LSB(MAX)例 (3.3V の場合) : ± 9.668 mV(MAX)の誤差 ^(注3)

注 1 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 2 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 3 電氣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 D/A コンバータ(RA/M16C)の機能相違点

項目	RA (RA6M3)	M16C
	12 ビット D/A コンバータ	D/A コンバータ
分解能	12 ビット	8 ビット
チャンネル 0,1 の D/A 変換	個別制御/一括許可を 選択可能	—
フォーマット選択	データレジスタの右詰め、左詰めに 選択可	—
アナログ出力端子	2 本 ・ DA0、DA1	2 本 ・ DA0、DA1
消費電力低減機能	モジュールストップ状態への設定が可能	—
イベントリンク機能	イベント信号の入力により、DA0 および DA1 変換開始が可能	—

2. A/D コンバータ(RA/M16C)の機能および設定手順の相違点

A/D コンバータ(RA/M16C)による 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 RA6M3 グループ、M16C/65C グループの 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	RA	M16C	掲載している項
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)	シングルスキャン モード	単発モード	2.1
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)	グループスキャン モード	単掃引モード	2.2

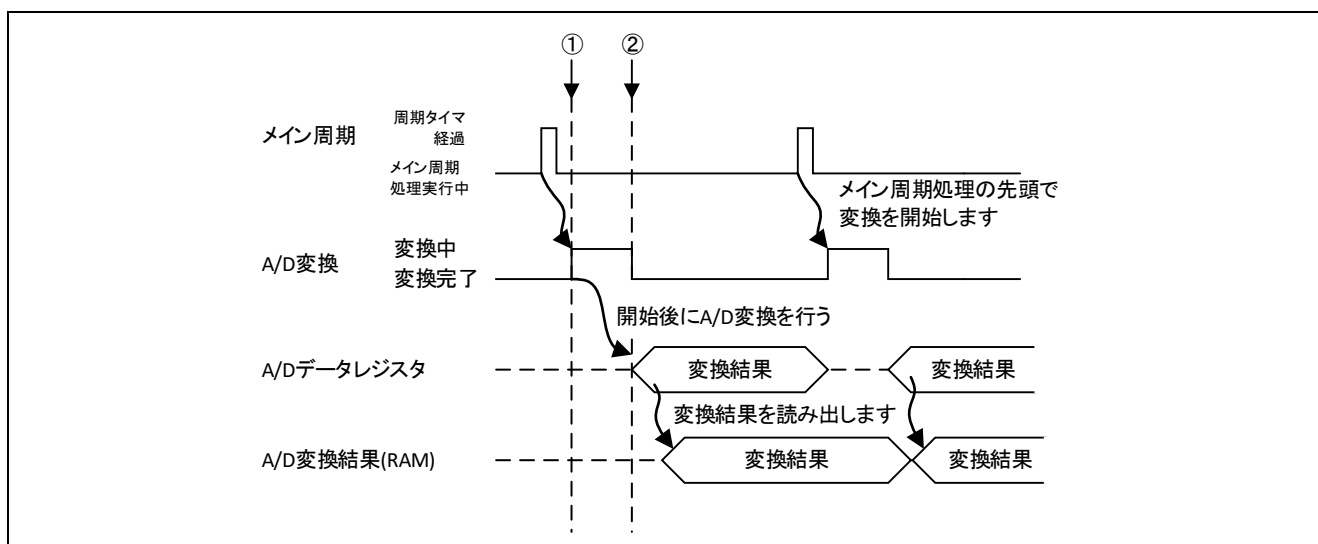


図 2-1 A/D 変換例(1)

[RA/M16C]

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。

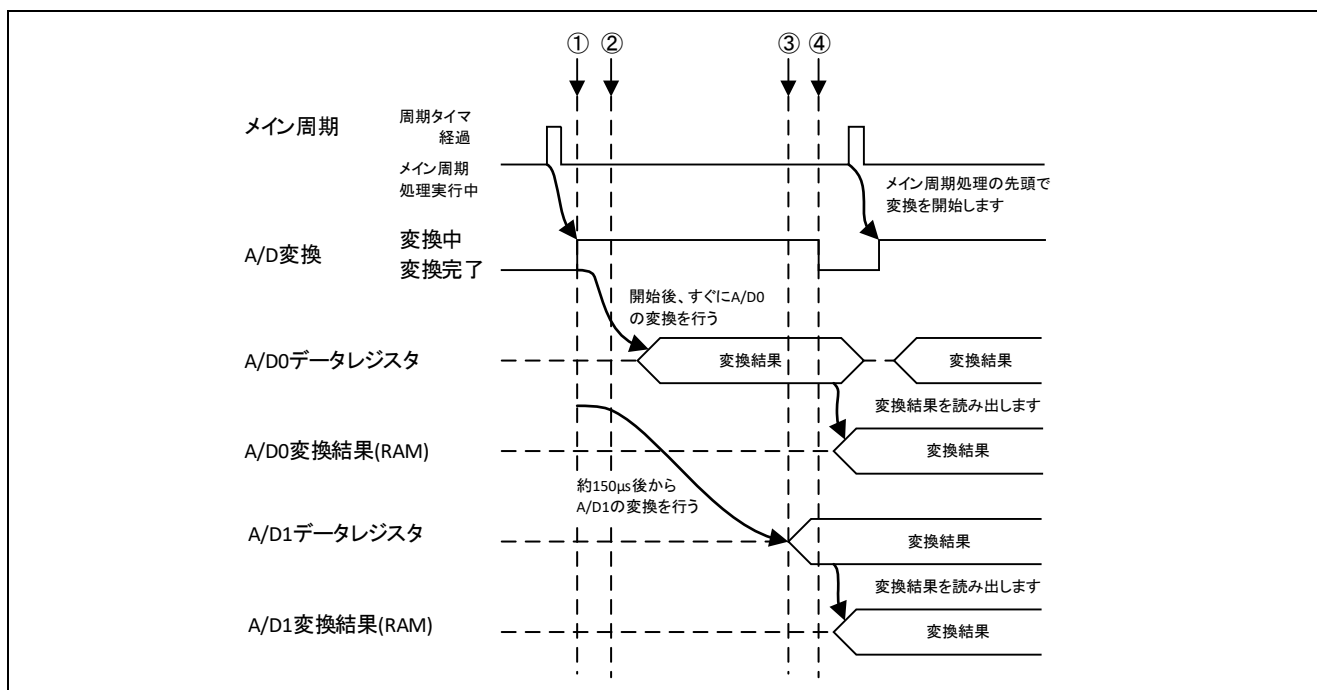


図 2-2 アナログ変換例(2)

1つのトリガで、応答性の良いセンサと応答性の悪いセンサからの出力を変換する例です。

[RA]

応答性の良いセンサは GPT0 の A/D 変換開始要求 A で変換を開始する A/D チャンネル AN000 で、応答性の悪いセンサは GPT0 の A/D 変換開始要求 B で変換を開始する A/D チャンネル AN001 で変換します。

[M16C]

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 150μs の変換待ちは、AN0～AN4 端子の変換時間で確保しています。

No	RA	M16C
1	変換開始時 A/D 変換開始要求 A が発生して、A/D チャンネル 0 の A/D 変換を開始する。	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 AN000 の A/D 変換が完了時 A/D のチャンネル AN000 の A/D 変換が完了する。	A/D チャンネル 0 の A/D 変換が完了時 A/D のチャンネル 0 の A/D 変換が完了する。
3	A/D チャンネル AN001 の A/D 変換が開始時 A/D 変換の開始トリガから約 150μs 経過後に A/D 変換開始要求 B が発生し、A/D チャンネル AN001 の A/D 変換を開始する。	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 AN001 の A/D 変換が完了時 A/D のチャンネル AN001 の A/D 変換が完了する。2 チャンネルの 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。割り込み処理内では、A/D 変換結果を読み出す。	A/D チャンネル 5 の A/D 変換が完了時 A/D のチャンネル 5 の A/D 変換が完了する。2 チャンネルの 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。割り込み処理内では、A/D 変換結果を読み出す。

2.1 設定手順の相違点(1 本のアナログ入力を A/D 変換)

表 2-2 に A/D コンバータ出力の初期設定手順の相違点(1 本のアナログ入力を A/D 変換)、表 2-3 に A/D 変換完了時(1 本のアナログ入力を A/D 変換)を示します。

表 2-2 A/D コンバータ出力の初期設定手順の相違点(1 本のアナログ入力を A/D 変換)

No	手順	RA (RA6M3)	M16C
1	モジュールストップ状態を解除 (注 1)	R_BSP_MODULE_START(FSP_IP_ADC, 0);	— (モジュールストップ機能なし)
2	A/D 入力端子の設定	R_PMISC->PWPR_b.B0WI = 0; R_PMISC->PWPR_b.PFSWE = 1; R_PFS->PORT[0].PIN[0]. PmnPFS_b.PMR = 0; R_PFS->PORT[0].PIN[0]. PmnPFS_b.ASEL = 1; R_PMISC->PWPR_b.PFSWE = 0; R_PMISC->PWPR_b.B0WI = 1;	pd10 = 0x00;
3	動作モード、変換開始要件、クロックの設定	R_ADC0->ADCSR = 0x0000;	adcon2 = 0x00; adcon0 = 0x00;
4	変換端子の設定	R_ADC0->ADANSA[0] = 0x0001;	adcon1 = 0x20;
5	A/D 変換開始要件の設定	R_ADC0->ADSTRGR = 0x0000;	
6	A/D 割り込みの許可(注 2)	NVIC->IP[0] = 0x0000; R_ICU->IELSR_b[0].IR = 0; NVIC->ICPR[0] = 0x00000001; NVIC->ISER[0] = 0x00000001; R_ICU->IELSR[0] = 0x0000004B; (注 4)	ir_adic = 0; adic = 0x01;
7	A/D 変換開始	R_ADC0->ADCSR_b.ADST = 1;	adst = 1;

注 1 モジュールストップ機能については、「4.1.3 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「4.1.1 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 2-3 A/D 変換完了時(1 本のアナログ入力を A/D 変換)

No	手順	RA (RA6M3)	M16C
1	A/D 変換結果の読み出し	ad_result = R_ADC0->ADDR[0];	ad_result = ad0;

2.2 設定手順の相違点(2 本のアナログ入力を A/D 変換)

表 2-4 に A/D コンバータ出力の初期設定手順の相違点(2 本のアナログ入力を A/D 変換)、表 2-5 に A/D 変換完了時(2 本のアナログ入力を A/D 変換)を示します。

表 2-4 A/D コンバータ出力の初期設定手順の相違点(2 本のアナログ入力を A/D 変換)

No	手順	RA (RA6M3)	M16C
1	モジュールストップ状態を解除 (注 1)	R_BSP_MODULE_START(FSP_IP_ADC, 0);	— (モジュールストップ機能なし)
2	A/D 入力端子の設定	R_PMISC->PWPR_b.B0WI = 0; R_PMISC->PWPR_b.PFSWE = 1; R_PFS->PORT[0].PIN[0]. PmnPFS_b.PMR = 0; R_PFS->PORT[0].PIN[0]. PmnPFS_b.ASEL = 1; R_PFS->PORT[0].PIN[1]. PmnPFS_b.PMR = 0; R_PFS->PORT[0].PIN[1]. PmnPFS_b.ASEL = 1; R_PMISC->PWPR_b.PFSWE = 0; R_PMISC->PWPR_b.B0WI = 1;	pd10 = 0x00;
3	動作モード、クロックの設定	R_ADC0->ADCSR = 0x2240;	adcon2 = 0x10;
4	A/D 変換開始要件の設定	R_ADC0->ADSTRGR = 0x090A;	adcon0 = 0x10;
5	変換端子の設定	R_ADC0->ADANSA[0] = 0x0001; R_ADC0->ADANSB[0] = 0x0002;	adcon1 = 0x22; ^(注 3)
6	A/D 割り込みの許可 ^(注 2)	NVIC->IP[0] = 0x00000000; NVIC->IP[1] = 0x00000000; R_ICU->IELSR_b[0].IR = 0; R_ICU->IELSR_b[1].IR = 0; NVIC->ICPR[0] = 0x00000003; NVIC->ISER[1] = 0x00000003; R_ICU->IELSR[0] = 0x0000004B; R_ICU->IELSR[1] = 0x0000004C; (注 4)	ir_adic = 0; adic = 0x01;
7	タイマの設定	汎用 PWM タイマ (GPT) と、 イベントリンクコントローラ (ELC) の設定を行います	—(処理なし)
8	A/D 変換開始	—(処理なし)	adst = 1;

注 1 モジュールストップ機能については、「4.1.3 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「4.1.1 割り込み」を参照してください。

注 3 A/D 変換端子は、AN0 と AN5 を使用しています。

注 4 IRQ 番号 0, 1 を使う場合。

表 2-5 A/D 変換完了時(2 本のアナログ入力を A/D 変換)

No	手順	RA (RA6M3)	M16C
1	A/D 変換結果の読み出し (グループ A のスキャン終了割り込み)	ad_result[0] = R_ADC0->ADDR[0];	ad_result[0] = ad0; ad_result[1] = ad5;
2	A/D 変換結果の読み出し (グループ B のスキャン終了割り込み)	ad_result[1] = R_ADC0->ADDR[1];	—(機能なし)

3. D/A コンバータ(RA/M16C)の機能および設定手順の相違点

D/A コンバータ(RA/M16C)による D/A 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 3-1 に示す内容を RA6M3 グループ、M16C/65C グループの D/A コンバータで動作させる方法について説明します。

表 3-1 D/A コンバータの動作例

No	動作例	掲載している項
1	周期的な 2 チャンネルの D/A 出力	3.1

3.1 設定手順の相違点(周期的な 2 チャンネルの D/A 出力)

表 3-2 に D/A コンバータ出力の初期設定手順の相違点、表 3-3 に D/A コンバータ出力の出力電圧切り替え設定の相違点を示します。

表 3-2 D/A コンバータ出力の初期設定手順の相違点

No	手順	RA (RA6M3)	M16C
1	モジュールストップ状態を解除 (注 1)	R_BSP_MODULE_START(FSP_IP_DA C, 0);	— (モジュールストップ機能なし)
2	I/O ポート機能の設定(注 2)	R_PMISC->PWPR_b.B0WI = 0; R_PMISC->PWPR_b.PFSWE = 1; R_PFS->PORT[0].PIN[14]. PmnPFS_b.PMR = 0; R_PFS->PORT[0].PIN[14]. PmnPFS_b.ASEL = 1; R_PFS->PORT[0].PIN[15]. PmnPFS_b.PMR = 0; R_PFS->PORT[0].PIN[15]. PmnPFS_b.ASEL = 1; R_PMISC->PWPR_b.PFSWE = 0; R_PMISC->PWPR_b.B0WI = 1;	prcr = 0x08; pd9 = 0x00; prcr = 0x00;
4	デジタル値のレジスタ設定	R_DAC->DADR[0] = cycle_tbl0[0]; (注 3) R_DAC->DADR[1] = cycle_tbl1[0]; (注 3)	da0 = cycle_tbl0[0]; (注 3) da1 = cycle_tbl1[0]; (注 3)
5	D/A コンバータ出力許可	R_DAC->DACR = 0xFF	dacon=0x03;

注 1 モジュールストップ機能については、「4.1.3 モジュールストップ機能」を参照してください。

注 2 RA ファミリの端子設定については、「4.1.2 入出力ポート」を参照してください。

注 3 cycle_tblx : 変換するデジタル値を格納した配列

表 3-3 D/A コンバータ出力の出力電圧切り替え設定の相違点

No	手順	RA	M16C
1	デジタル値のレジスタ設定	R_DAC->DADR[0] = cycle_tbl0(注 2) [cycle_cnt0]; R_DAC->DADR[1] = cycle_tbl1(注 2) [cycle_cnt1]; (注 1)	da0 = cycle_tbl0(注 2) [cycle_cnt0]; da1 = cycle_tbl1(注 2) [cycle_cnt1];

注 1 cycle_cnt : 変換回数をカウントする変数

注 2 cycle_tblx : 変換するデジタル値を格納した配列

4. 付録

4.1 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。

4.1.1 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 4-1 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 4-1 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。

4.1.2 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 4-2 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 4-2 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 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。

4.1.3 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。

4.2 Flexible Software Package (FSP)

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
[Analog to Digital Converter \(r_adc\)](#)
[Digital to Analog Converter \(r_dac\)](#)
- HAL Driver Example Project
[adc HAL Driver - Example Project](#)
[dac HAL Driver - Example Project](#)

5. 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

お問合せ先

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うと、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。