

## RX62N、M16C/62P

R01AN0489JU0120

Rev.1.20

## ADC 移行ガイド : M16C/62P RX62N

2011.03.07

## 要旨

本アプリケーションノートは、ルネサス RX62N および H8SX/1668 デバイスの ADC モジュールの相違点について説明しています。

## 動作確認デバイス

RX62N

M16C/62P

## 目次

1. 特長 .....	2
2. 一般的な注意事項.....	3
3. 参考資料.....	3
4. レジスタの機能の比較 .....	5
5. 使用上の注意.....	7

## 1. 特長

表 1.1 に RX62N および M16C/62P デバイスの A/D コンバータモジュールの特長を示します。相違点は網掛けをしています。

表 1.1 A/D コンバータの特長

項目	仕様	
	RX62N	M16C/62P
ユニット数	2	1
チャンネル/ユニット	4	8
チャンネル合計数	8	8
A/D 変換方式	逐次比較方式	逐次比較方式
分解能	10 ビット * <sup>1</sup>	8 または 10 ビット (選択可能)
動作モード	<ul style="list-style-type: none"> <li>シングルモード</li> <li>1 サイクルスキャンモード</li> <li>連続スキャンモード</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>シングルモード</li> <li>リピートモード</li> <li>1 サイクルスキャンモード</li> <li>連続スキャンモード</li> <li>優先順位チャンネルおよび連続スキャンモード (リピートモード 1)</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 : ADTRG 端子</li> <li>MTU</li> <li>8 ビットタイマ (TMR)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ソフトウェアトリガ</li> <li>外部トリガ : ADTRG 端子</li> </ul>
サンプル & ホールド	使用可能	切り替えて使用可能
クロックソース	PCLK、PCLK/2、PCLK/4、PCLK/8	fAD、fAD/2、fAD/3、fAD/4、fAD/6、fAD/12
最大変換速度	1.0 $\mu$ s/チャンネル (PCLK = 50 MHz)	8 ビット分解能 : 2.33 $\mu$ s 10 ビット分解能 : 2.75 $\mu$ s (A/D クロック=12 MHz、サンプル & ホールド)

【注】 1. RX62N では、別の 12 ビット A/D コンバータ (S12ADC) も使用可能です。

## 2. 一般的な注意事項

- 変換速度が高速化したことにより、外部信号調整回路の変更が必要となる場合があります。新しいクロック生成回路および変換オプションにより、そのような変更を最小、あるいは、不要とすることができます。詳細は、「5.3 M16C/62P と RX62N の A/D タイミングの相違点」を参照してください。
- M16C/62P では結果レジスタは右詰めされますが、RX62N では結果を左詰めまたは右詰めにすることができます（デフォルトではデータは右詰めされます）。
- RX62N の診断レジスタにより、内部基準電圧を読み取り、ADC が正常に動作していることの確認ができます。
- 端子 ANEX0 および ANEX1 を使用する M16C/62P の共通の外部オペアンプ機能は、RX62N では使用することはできません。
- RX62N ではリピートモード（シングルチャネルの連続変換）を使用することはできませんが、AN0 からの 1 つまたは複数のチャネルで連続変換を行うことができます。

## 3. 参考資料

- RX62N ハードウェアマニュアル：  
R01UH0033JJ0110：RX62N グループ、RX621 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編
- RX62N ソフトウェアマニュアル：  
RJJ09B0465-0100：RX ファミリ ユーザーズマニュアル ソフトウェア編
- M16C/62P ハードウェアマニュアル：  
RJJ09B0105-0241：M16C/62P グループ（M16C/62P、M16C/62PT）ハードウェアマニュアル

### 3.1 ハードウェアマニュアルの関連する章

- クロック発生回路  
A/D コンバータで使用される周辺クロックのセットアップ方法の詳細
- I/O レジスタ  
すべてのレジスタの一覧を示します。
- 消費電力低減機能  
A/D コンバータの影響を受けるスリープモードおよびその他のモードの詳細
- 割り込みコントローラ  
A/D コンバータから割り込みコントローラへの割り込みの許可について
- 10 ビット A/D コンバータ（ADa）  
A/D 固有のレジスタと動作モードの詳細

必要に応じて参照

- 8 ビットタイマ（TMR）  
TMR を使用して A/D コンバータを起動する場合
- マルチファンクションタイマパルスユニット 2（MTU2）  
MTU を使用して A/D コンバータを起動する場合

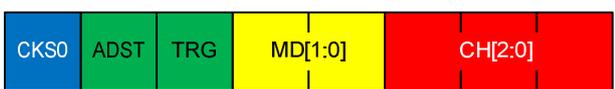
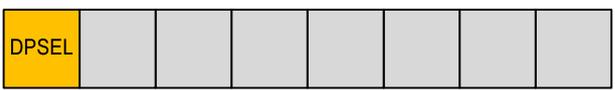
## 3.2 関連するレジスタ

表 3.1 A/D コンバータ動作と関連するレジスタ

名前	説明	ハードウェアマニュアルの章
SYSTEM.SCKR	システムクロックコントロールレジスタ	クロック発生回路
ICU.IR	割り込み要求レジスタ	割り込みコントローラ
ICU.IER	割り込み要求許可レジスタ	割り込みコントローラ
ICU.IPR	割り込み要因プライオリティレジスタ	割り込みコントローラ
ADx.ADDRA	A/D データレジスタ A	10 ビット A/D コンバータ (ADa)
ADx.ADDRB	A/D データレジスタ B	10 ビット A/D コンバータ (ADa)
ADx.ADDRC	A/D データレジスタ C	10 ビット A/D コンバータ (ADa)
ADx.ADDRD	A/D データレジスタ D	10 ビット A/D コンバータ (ADa)
ADx.ADCSR	A/D コントロール/ステータスレジスタ	10 ビット A/D コンバータ (ADa)
ADx.ADCR	A/D コントロールレジスタ	10 ビット A/D コンバータ (ADa)
ADx.ADDPR	A/D データプレースメントレジスタ	10 ビット A/D コンバータ (ADa)
ADx.ADSSTR	A/D サンプリングステートレジスタ	10 ビット A/D コンバータ (ADa)
ADx.ADDIAGR	A/D 自己診断レジスタ	10 ビット A/D コンバータ (ADa)

## 4. レジスタの機能の比較

このセクションでは、類似するレジスタビットを色分けすることにより、M16C/62P と RX62N の ADC レジスタの相違点を視覚的に示します。M16C と RX で同じ色のビットは、ほぼ同じ機能を持ちます( 緑色のビットは A/D トリガ設定、青色のビットはタイミングと関連します )。

M16C/62P A/D レジスタ	RX62N A/D レジスタ
<b>ADCON0</b> b7 b6 b5 b4 b3 b2 b1 b0 	<b>ADCSR</b> b7 b6 b5 b4 b3 b2 b1 b0 
<b>ADCON1</b> b7 b6 b5 b4 b3 b2 b1 b0 	<b>ADCR</b> b7 b6 b5 b4 b3 b2 b1 b0 
<b>ADCON2</b> b7 b6 b5 b4 b3 b2 b1 b0 	<b>ADDPR</b> b7 b6 b5 b4 b3 b2 b1 b0 
	<b>ADDSTR</b> b7 b6 b5 b4 b3 b2 b1 b0 

## 凡例

 クロック選択 (変換速度と関連する)	 A/Dトリガセットアップ
 モード選択 (シングルショット/スイープ/リピート)	 チャンネル選択
 変換結果の分解能およびアライメント	 ハードウェア端子選択およびセットアップ
 電圧およびサンプル/ホールド許可	 割り込み許可



### クロック選択ビット

CKS ビットは、ベース A/D クロック用の 1 つまたは複数の分周器を選択します。RX62N では、A/D サンプルリングステートレジスタ (ADDSTR) によりサンプリング時間を調整して、高インピーダンスソースおよび RX の高速コアによって実現される高速な変換時間を補正することができます。



### A/D トリガセットアップ

RX62N の A/D コンバータは、外部要因 (ADTRGx 端子) や内部周辺モジュール (MTU、TMR) など、A/D 変換を起動することができる追加の起動要因を持ちます。



### モード選択

これらのビットは、コンバータをシングルショット、スイープモード、または連続スキャンモードに設定します。スイープモードとスキャンモードは、RX62N と M16C/62P で異なります。



### チャンネル選択

RX ではチャンネル選択が簡単になり、M16C/62P では優先順位チャンネルのインターリーブドスキャンを実行することができます。



### 変換結果の分解能およびアライメント

RX62N では、その他のプロセッサからの従来のソフトウェアと互換性を取るために、A/D 変換の結果を左詰または右詰にすることができます。RX62N のコンバータは 10 ビット分解能です (代わりに別の 12 ビットコンバータを使用することができます)。M16C/62P の ADC は 8 ビットまたは 10 ビット分解能に設定することができます。



### ハードウェア端子選択およびセットアップ

ADGSEL[1:0] ビットを使用して、A/D 変換のために 3 つの端子のグループの 1 つを選択することができます。RX62N には A/D コンバータ用の専用端子があります。



### 電圧およびサンプル/ホールド許可

これらのビットは M16C/62P でのみ有効です。ADC のサンプル & ホールド回路は ADCON.SMP ビットを使用して無効にすることができます。ACON2.VCUT ビットは A/D コンバータの一連の抵抗に電源を供給します。このビットをクリアすると、未使用時に ADC の消費電力を低減できます。RX は、より高度な電源管理を行います。モジュールストップコントロールレジスタを使用して RX62N の ADC への電源供給を制御します。



### 割り込み許可

RX の割り込み許可ビットは周辺モジュール内にあります。ADCSR.ADIE を設定すると、ICU に対する ADC 変換完了割り込みが許可されます。割り込みを発生させるには、ICU の割り込み許可ビットを設定し、ゼロ以外の優先順位を ADC に設定します。

## 5. 使用上の注意

### 5.1 I/O レジスタマクロ

RX ファミリのメンバ用の `iodefine.h` 内の新規のマクロにより、周辺モジュールと関連する論理名で ICU 制御レジスタ、モジュールストップレジスタ、DTC 許可レジスタ、割り込みベクタ番号を簡単に参照することができます。これらのマクロにより、特定のレジスタおよびベクタ番号を隠すことで RX ファミリメンバ間の移行が実現されます。詳細については、`iodefine.h` に含まれる文書を参照してください。

#### 使用例

マクロ	使用例
<code>IR("module name", "bit name")</code>	<code>if ( IR(AD0,ADI0) == 1)...</code>
<code>IEN("module name", "bit name")</code>	<code>IEN(AD0,ADI0) = 1 ;</code>
<code>IPR("module name", "bit name")</code>	<code>IPR(AD0,ADI0) = 0x02 ;</code>
<code>MSTP("module name")</code>	<code>MSTP(AD0) = 0 ;</code>
<code>VECT("module name", "bit name")</code>	<code>#pragma interrupt (MySciTxIsr(vect=VECT(AD0,ADI0)))</code>

### 5.2 ソフトウェア比較：一括変換

以下のコード例は、M16C/62P と RX62N の A/D コンバータの一括変換を示します。

手順	M16C/62P (A/D チャンネル 0)	RX62N (AD0、チャンネル 0)
1. AD0 ストップ状態をキャンセルする。		<code>MSTP(AD0) = 0;</code>
2. A/D コンバータをセットアップする。	<code>adcon0 = 0x80; adcon1 = 0x28; adcon2 = 0x01;</code>	<code>AD0.ADCSR.BYTE = 0x40; AD0.ADCR.BYTE = 0x08; AD0.ADDPR.BYTE = 0x00; AD0.ADDSTR.BYTE = 0x19 ; AD0.ADCSR.BIT.ADST = 1;</code>
3. A/D コンバータを起動する。	<code>adcon0  = 0x40;</code>	<code>while</code>
4. 変換が完了するまで待つ。	<code>while (adcon0 &amp; 0x40);</code>	<code>(AD0.ADCSR.BIT.ADST==1);</code>
5. 結果を読み取る。	<code>unsigned short int ad; ad = ad0_word.word ;</code>	<code>unsigned short int ad; ad = AD0.ADDRA;</code>

### 5.3 M16C/62P と RX62N の A/D タイミングの相違点

アナログ変換速度は、以下の条件によって決定されます。

1. 信号源インピーダンス
2. 周辺クロック (PCLK) の周波数設定
3. ADC サブシステムの構成設定

M16C/62P から RX62N にアプリケーションを移植する場合、これらの各項目の影響を考慮しなければなりません。一般に、周辺クロック周波数が上昇すると、変換時間が短くなります。変換時間が短くなると、信号源インピーダンスを下げる必要があります。

指定された最大 12 MHz の周辺クロックで動作する場合、M16C/62P の変換時間は  $2.75 \mu\text{s}$  / チャンネルとなります。RX62N では最大 PCLK 周波数は 50 MHz になります。PCLK 周波数が上昇し、ADC の内部キャパシタンスが減少したため、RX62N の変換時間は  $1.0 \mu\text{s}$  / チャンネルに向上しています。しかし、この改善により、外部信号処理回路は特定の設計基準に適合する必要があります。RX62N の  $1.0 \mu\text{s}$  / チャンネルの変換速度を実現するためには、入力信号源のインピーダンスは  $1\text{k}$  以下でなければなりません。

	RX62N	M16C/62P
最大周辺クロック (PCLK)	50 MHz	24 MHz
最大変換速度	$1.0 \mu\text{s}$ / チャンネル	$2.75 \mu\text{s}$ / チャンネル (10 ビット分解能、 12 MHz AD クロック サンプル&ホールドオン)
最大信号源インピーダンス	1.0k	13.9k (fAD=10 MHz)

アナログ入力を駆動する信号処理回路を変更する代わりに、従来のハードウェアに影響がないようにソフトウェアで RX62N の ADC タイミングを調整することができます。周辺クロック (PCLK) のベース周波数を変更し、A/D タイミング基準としてポストスケール PCLK を使用し、ADC サンプルを構成しているタイミングステート数を変更することにより、ADC タイミングを調整することができます。

ベース PCLK 周波数は、クロック発生回路のシステムクロックコントロールレジスタ (SCKCR) で設定されます。A/D コントロールレジスタ (ADCR) の CKS[1:0] ビットを使用して ADC に対して PCLK のポストスケラを選択することができます。A/D サンプリングステートレジスタ (ADSSTR) を使用すると、AD サンプリング時間の最終的な調整を行うことができます。インピーダンスがより高い回路に対応するにはサンプリング時間を長くし、低速の PCLK 設定に対応するためにはサンプリング時間を短くします。

例：

従来のアプリケーションは、バス周波数 24 MHz および周辺クロック (PCLK) 12 MHz で 6 MHz の水晶発振子を使用して M16C/62P 上で動作しています。ハードウェア回路では、アナログサンプル間で少なくとも  $5 \mu\text{s}$  のセトリング時間が必要です。

バス周波数 96 MHz および PCLK 48 MHz で 12 MHz の水晶発振子を使用して、このアプリケーションを RX62N に移行する場合、RX62N のレジスタ設定は以下のようになります。

```
SYSTEM.SCKCR.LONG = 0x00020100 ; // PCLK=(XTAL x 4)=48 MHz, ICLK=96 MHz, BCLK=24 MHz
AD0.ADCR.BYTE = 0x0C;           // AD clock = PCLK = 48 MHz
AD0.ADSSTR = 240;                // Sampling time = (240/48) = 5.0 uS
```

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/inquiry>

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。

## 改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2010.03.15	—	初版発行
1.10	2010.04.13	—	新ルネサスエレクトロニクス文書テンプレートに更新
1.20	2011.03.07	7	セクション 5.1 追加

## 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（予約領域）のアクセス禁止

【注意】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、将来の機能拡張用に割り付けられているリザーブアドレス（予約領域）がありません。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、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、内部 ROM、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。型名が異なる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. 本資料に記載されている内容は本資料発行時点のものであり、予告なく変更することがあります。当社製品のご購入およびご使用にあたりましては、事前に当社営業窓口で最新の情報をご確認いただきますとともに、当社ホームページなどを通じて公開される情報に常にご注意ください。
2. 本資料に記載された当社製品および技術情報の使用に関連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の侵害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。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。
3. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。
4. 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。
5. 輸出に際しては、「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を行ってください。本資料に記載されている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事用途の目的で使用しないでください。また、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に使用することができません。
6. 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。
7. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」、「高品質水準」および「特定水準」に分類しております。また、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使われることを意図しておりますので、当社製品の品質水準をご確認ください。お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途に当社製品を使用することができません。また、お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、意図されていない用途に当社製品を使用することができません。当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途または意図されてい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生じた損害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。なお、当社製品のデータ・シート、データ・ブック等の資料で特に品質水準の表示がない場合は、標準水準製品であることを表します。  
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  
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、生命維持を目的として設計されていない医療機器（厚生労働省定義の管理医療機器に相当）  
特定水準： 航空機器、航空宇宙機器、海中継機器、原子力制御システム、生命維持のための医療機器（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの、治療行為（患部切り出し等）を行うもの、その他直接人命に影響を与えるもの）（厚生労働省定義の高度管理医療機器に相当）またはシステム等
8. 本資料に記載された当社製品のご使用につき、特に、最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他諸条件につきましては、当社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。
9. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めておりますが、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おりません。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、社会的損害など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、機器またはシステムとしての出荷保証をお願いいたします。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、お客様が製造された最終の機器・システムとしての安全検証をお願いいたします。
10. 当社製品の環境適合性等、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。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。
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固くお断りいたします。
12. 本資料に関する詳細についてのお問い合わせその他お気付きの点等がございましたら当社営業窓口までご照会ください。

- 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・電話番号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 エレクトロニクス販売株式会社 〒100-0004 千代田区大手町2-6-2 (日本ビル)

(03)5201-5307

■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/inquiry>